
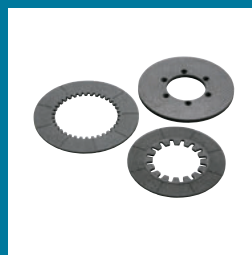
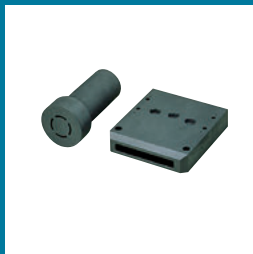
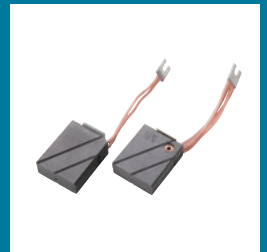
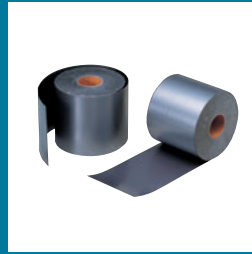
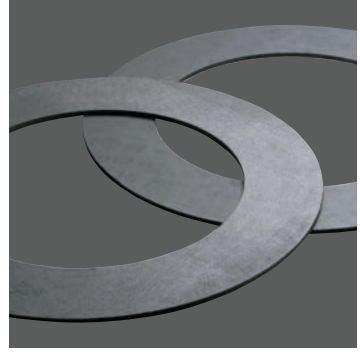
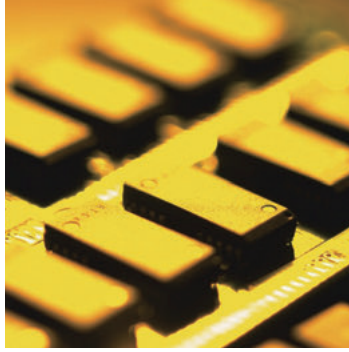
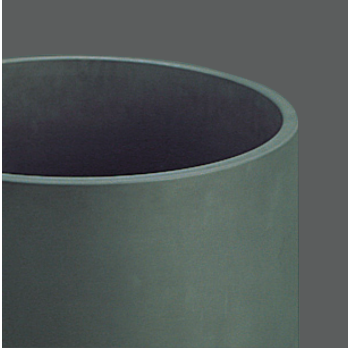
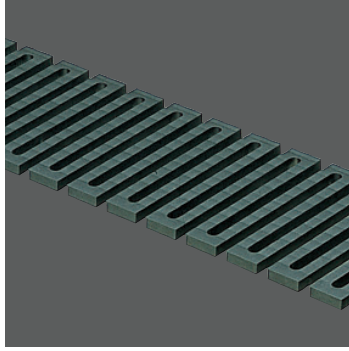


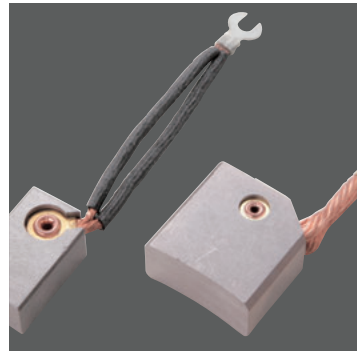
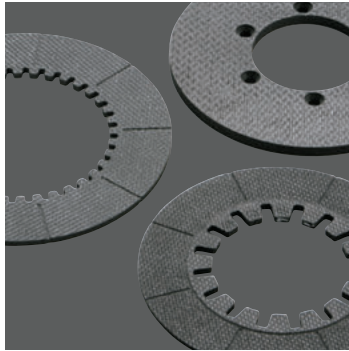
TOYO TANSO 

**PRODUITS  
CARBONE ET  
GRAPHITE**





TOYO TANSO 



# **L'Homme et le carbone**

## **Une relation durable**

Le carbone fait partie de notre vie depuis des temps immémoriaux. Les avantages du carbone n'ont jamais été éloignés de l'homme, dont il a rendu la vie plus prospère et confortable. En 1974, nous avons été la première société japonaise à développer du graphite isotropique, après quoi nous en avons développé rapidement les possibilités. Le graphite isotropique est devenu un matériau crucial des technologies de pointe dans des industries comme les semi-conducteurs et l'aérospatial. Actuellement, ce matériau est utilisé dans une large gamme d'applications dans un nombre de domaines qui ne cesse de croître. Toyo Tanso se consacre à libérer le potentiel infini du carbone et vise à garantir la pérennité de la relation fondamentale entre l'Homme et le carbone.

<b>Graphite spécial</b>	<b>04</b>
<b>C/C composite</b>	<b>14</b>
<b>PERMA-FOIL™ Feuille de graphite</b>	<b>22</b>
<b>Produits en carbone pour applications mécaniques</b>	<b>30</b>
<b>Balais de carbone</b>	<b>40</b>
<b>Produits d'amélioration de surface/ Nouveaux produits développés/ Services techniques</b>	<b>54</b>
<b>Gamme de produits d'Ohwada Carbon Industry</b>	<b>69</b>



PRODUITS DE GRAPHITE DE CARBONE

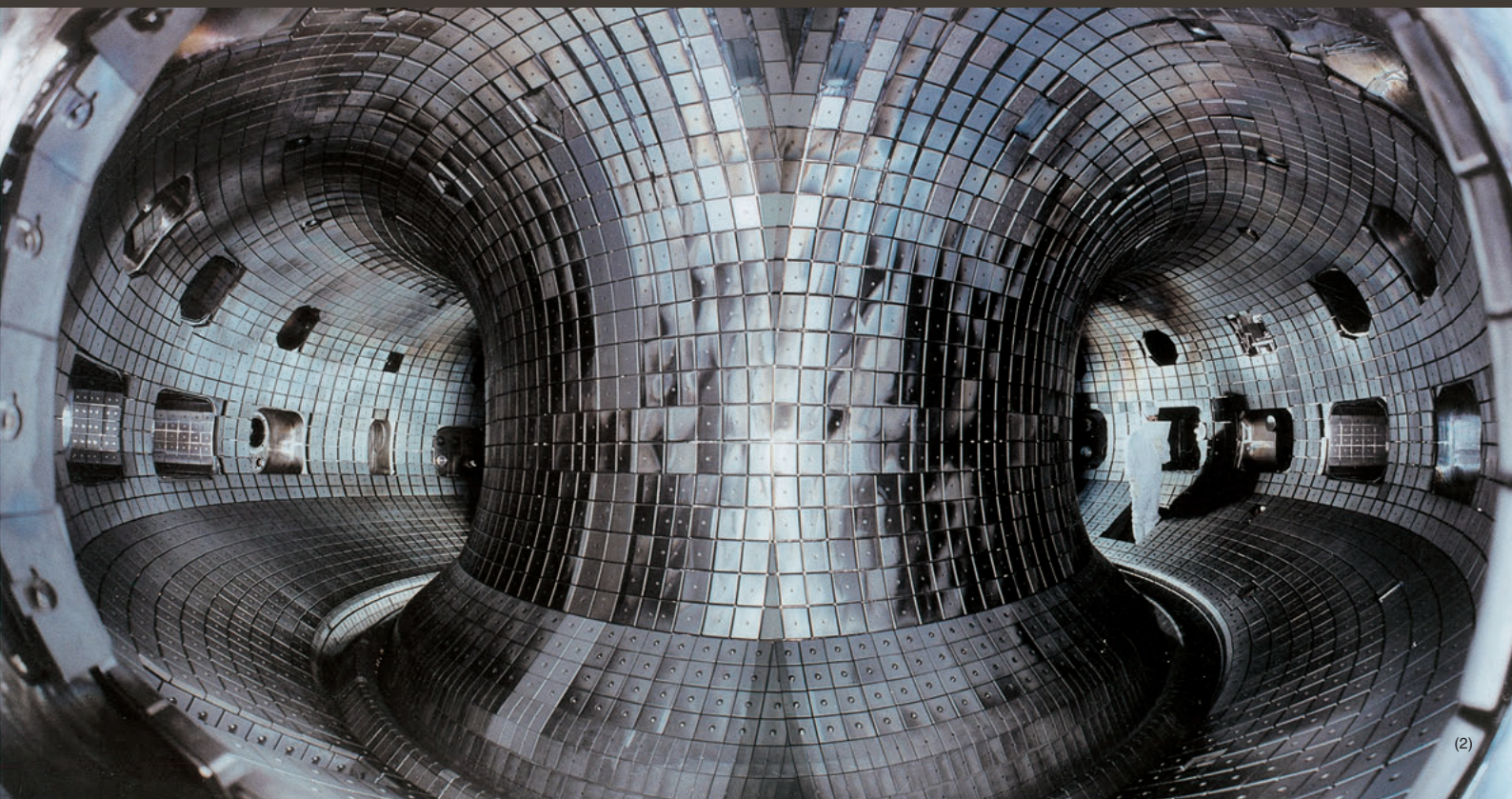
# Graphite spécial



(1) Equipement de fabrication de silicium monocristallin

(2) Equipement de test de plasma critique (JT-60)  
\* Photographies fournies par l'Agence japonaise de l'énergie nucléaire

(1)



(2)



# Propriétés des produits en graphite spécial

L'industrie a demandé au fil des ans un carbone aux propriétés de plus en plus compactes et stables. Dans ce contexte, Toyo Tanso a été le pionnier de notre industrie en développant un "graphite isotropique". Il s'agit d'un matériau en graphite doté de micro-particules et d'une structure isotropique ainsi que de propriétés obtenues par pression isostatique à froid (Cold Isostatic pressing, ou CIP). Nos graphites isotropes ont été utilisés dans un grand nombre d'industries. Citons notamment : l'industrie des semi-conducteurs, dans laquelle l'innovation progresse rapidement ; l'industrie des énergies renouvelables respectueuses de l'environnement ; l'industrie du moulage, dans laquelle la précision est une priorité ; l'industrie de l'énergie nucléaire, dans laquelle la fiabilité doit être au maximum. Notre excellence est reconnue par nos clients, qui accompagnent notre croissance. L'effet de synergie entre notre technologie haute pureté exclusive et différentes technologies de revêtement nous garantit, à l'avenir également, d'utiliser notre position de société à la pointe, pour continuer à libérer le potentiel infini du carbone.

Graphite spécial

## ■ Graphite isotropique

Le graphite classique était anisotropique, ce qui limitait son utilisation dans de nombreuses applications. Toutefois, le graphite isotropique ne présente pas de différence de propriétés suivant la direction de section transversale, ce qui en fait un matériau qui facilite la conception et l'utilisation.

## ■ Fiabilité élevée

Le graphite isotropique est plus dur que le graphite classique, en raison de sa structure à micro particules. Ceci permet d'obtenir un matériau extrêmement fiable avec très peu de variation de ses caractéristiques.

## ■ Résistance à la chaleur extrême

Dans une atmosphère inerte, il est possible d'avoir une stabilité d'usage même à des températures extrêmement élevées de 2 000°C ou plus. Le matériau a une faible expansion thermique et un coefficient de conductivité thermique élevé, ce qui donne une résistance aux chocs thermiques et des propriétés de distribution de la chaleur excellentes, associées à une déformation thermique réduite. Il comporte par ailleurs des caractéristiques spéciales, où sa résistance augmente à mesure que la température atmosphérique augmente jusqu'à 2 500°C.

## ■ Excellente conductivité électrique

L'excellente résistance à la chaleur signifie que le graphite est un matériau optimum pour les applications tels que celle éléments chauffants haute température.

## ■ Excellente résistance chimique

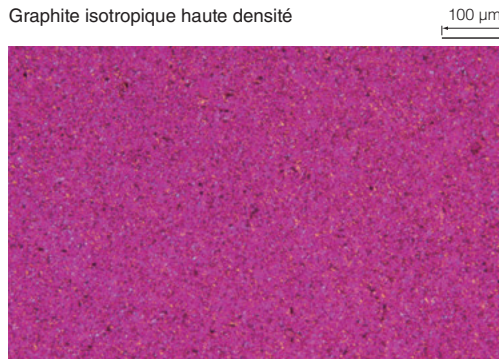
A l'exception de certains oxydants forts, il est chimiquement stable. Le graphite peut être utilisé de manière stable y compris dans les environnements provoquant la corrosion des métaux.

## ■ Légèreté et facilité d'usinage

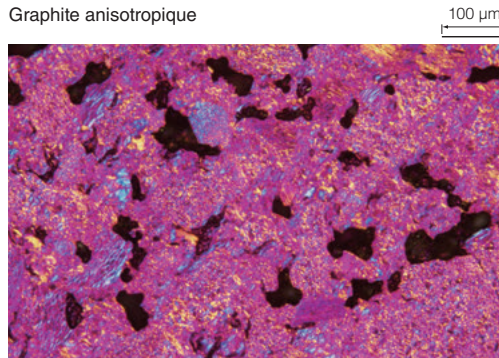
La densité de masse est faible comparée aux matériaux métalliques autorisant une conception légère. Par ailleurs, ses propriétés d'usinage mécanique sont excellentes, ce qui facilite un processus de mise en forme précis.

## ■ Graphite isotropique et graphite anisotropique

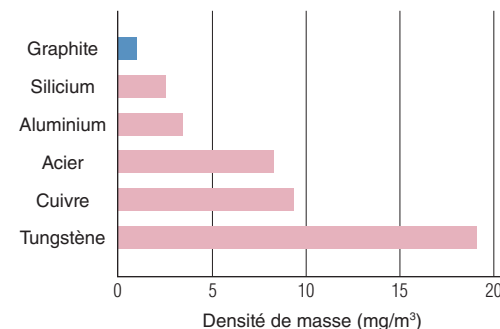
Graphite isotropique haute densité



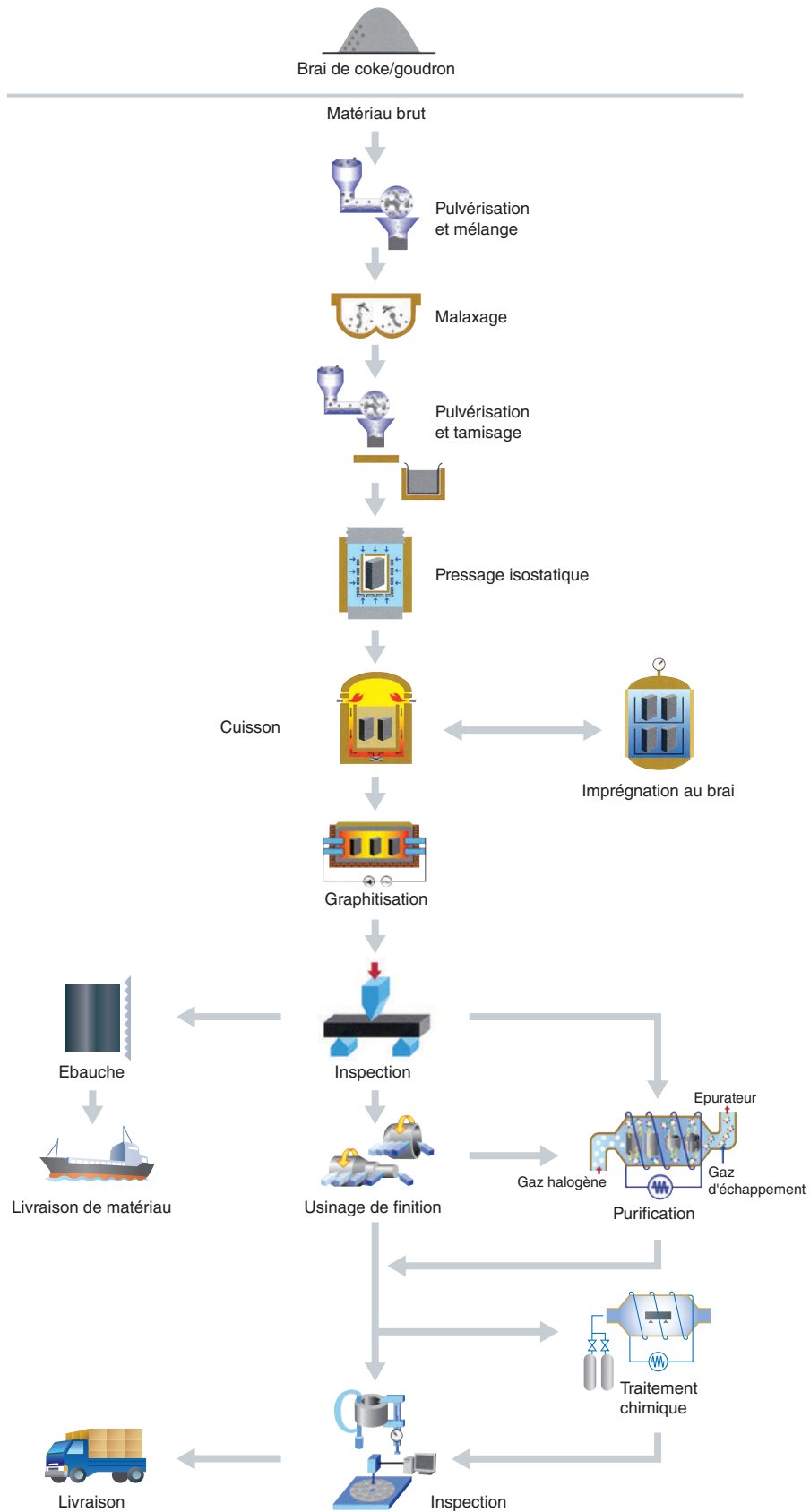
Graphite anisotropique



Le graphite isotropique haute densité est différent du graphite classique, du fait de sa nature isotropique et de sa structure à micro particules, permettant de créer un matériau très solide et extrêmement fiable avec une variation minimale. Ce matériau en graphite isotropique résout les problèmes associés au graphite anisotropique classique.



# Processus de fabrication



Graphite spécial

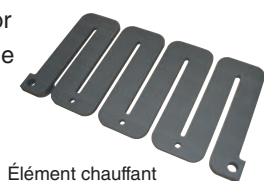
# Application

Les produits spéciaux en graphite de Toyo Tanso sont extrêmement recherchés pour leurs excellentes performances et fiabilité et sont utilisés dans de nombreux domaines de notre vie quotidienne. Dans l'industrie de l'environnement et de l'énergie, nos produits sont utilisés pour la fabrication de cellules solaires, les applications de l'électricité nucléaire et l'aérospatiale. Dans l'industrie électronique, nous fournissons des matériaux pour différents processus de fabrication tels que le silicium polycristallin et le silicium monocristallin, les LED blanches et les appareils haute fréquence. Les applications de base de nos produits comprennent les fours industriels, les matrices de coulée continue comme ceux pour les alliages de cuivre, les fibres optiques et les électrodes EDM pour la fabrication de moules.

Graphite spécial

## ■ Environnement et énergie

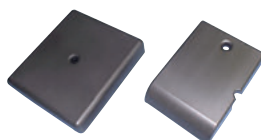
- Fabrication de cellules et de panneaux solaires
- Energie nucléaire : Réacteur à refroidissement par gaz haute température, fusion nucléaire
- Electrolyse du fluor
- Piles à combustible
- Aérospatiale



Élément chauffant



Composant central pour réacteur haute température refroidi au gaz  
\* Photographies fournies par l'Agence japonaise de l'énergie nucléaire



Réacteur à fusion nucléaire  
Premier mur au plasma  
\* Photographies fournies par l'Agence japonaise de l'énergie nucléaire



Electrode pour génération de fluor gazeux



## ■ Electronique

- Applications de fabrication de semi-conducteurs au silicium
- Fabrication de semi-conducteurs au silicium polycristallin
- Equipement de fabrication de silicium monocristallin
- Suscepteurs pour croissance épitaxiale
- Electrodes CVD plasma
- Implantation d'ions
- Moules de scellage hermétique



Silicium monocristallin  
Equipement de fabrication



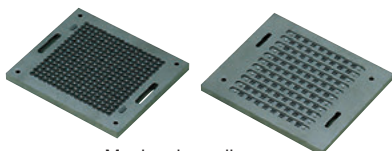
Creuset



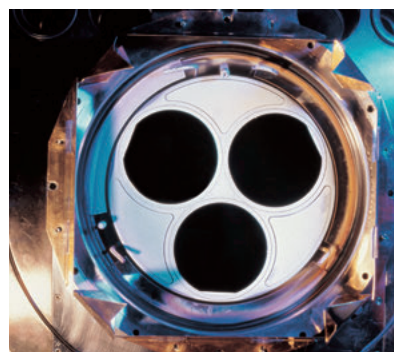
Réflecteur



Élément chauffant



Moules de scellage



■ **Electronique**

- Fabrication de semi-conducteurs composites  
Pièces d'équipement de fabrication de cristaux  
Suscepteurs MOCVD
- Fabrication de panneaux LCD  
Panneaux chauffants  
Electrode pour décapage au plasma
- Fabrication de disque dur  
Cibles de crachotement



Suscepteur MOCVD



Suscepteur pancake



■ **Métallurgie**

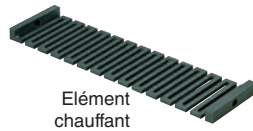
- Coulée continue  
Filières  
Mandrins
- Presse chaude  
Matrices  
Poinçon  
Manchons  
Espacements
- Four industriel  
Eléments chauffants  
Soles
- Creusets à évaporation à vide
- Creusets d'analyse de gaz
- Applications de fabrication de fibre optique  
Eléments chauffants  
Inducteurs
- Electrodes EDM



Moule à presse chaude (modèle de coupe)



Filières de coulée continue



Elément chauffant



Creusets d'évaporation à vide



- Electrodes EDM



Electrodes EDM





# Données de propriétés

## ■ Propriétés type

Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Résistance à la compression	Résistance à la traction	Module de Young	Coefficient d'expansion thermique	Conductivité thermique	Dimensions standard (mm)
	mg/m <sup>3</sup>	HSD	μΩ·m	MPa	MPa	MPa	GPa	10 <sup>-6</sup> /K	W/(m·K)	
IG-11	1,77	51	11,0	39	78	25	9,8	4,5	120	305 x 620 x 1000 ø585 x 1050
IG-12	1,78	55	12,5	39	88	28	10,8	4,7	100	305 x 620 x 1000 ø585 x 1050
IG-15	1,90	60	9,5	54	103	29	11,8	4,8	140	230 x 620 x 1000
IG-19	1,75	60	17,0	38	88	25	9,5	4,6	80	ø400 x 900 305 x 620 x 1000
IG-43	1,82	55	9,2	54	90	37	10,8	4,8	140	300 x 540 x 850
IG-45	1,88	55	9,0	60	110	40	12,0	4,9	140	300 x 540 x 850
IG-56	1,77	57	12,2	43	88	27	10,3	4,7	100	1050 x 1050 x 450 ø740 x 730
IG-70	1,83	58	10,0	47	103	31	11,8	4,6	130	305 x 620 x 1000 ø460 x 1050
ISEM-1	1,68	45	13,5	36	69	20	8,8	4,2	90	305 x 620 x 1000
ISEM-2	1,78	55	11,0	41	83	25	9,8	4,6	120	305 x 620 x 1000
ISEM-3	1,85	60	10,0	49	103	29	11,8	5,0	130	305 x 620 x 1000
ISEM-8	1,78	63	13,4	52	106	34	10,1	5,6	90	305 x 620 x 1050
ISO-63	1,78	76	15,0	65	135	46	12,0	5,6	70	230 x 540 x 1000
ISO-66	1,82	75	14,4	70	134	46	12,6	7,1	80	180 x 450 x 850
ISO-68	1,82	80	15,5	76	172	54	13,2	5,6	70	230 x 540 x 1000
TTK-50	1,80	70	13,0	60	130	40	11,5	5,1	100	230 x 540 x 1000
TTK-4	1,78	72	14,0	73	135	49	10,9	5,0	90	210 x 510 x 950
TTK-5	1,78	80	15,5	80	150	53	11,6	5,7	80	210 x 510 x 950
TTK-8	1,77	78	15,0	80	155	55	12,0	5,3	80	100 x 400 x 700
TTK-9	1,77	90	18,0	92	180	67	13,0	5,8	70	100 x 400 x 700
SIC-6	1,85	60	10,0	49	103	29	11,8	5,0	130	305 x 620 x 1000
SIC-12	1,77	65	14,1	47	93	29	10,8	5,0	80	305 x 620 x 1000
HPG-51	1,78	73	14,3	75	140	50	11,0	5,1	90	210 x 510 x 950
HPG-53	1,78	81	15,7	80	156	55	11,8	5,8	80	210 x 510 x 950
HPG-59	1,91	88	13,5	100	210	74	12,7	5,7	95	100 x 500 x 950
HPG-81	1,77	80	15,1	83	161	58	12,2	5,2	80	100 x 400 x 700
HPG-83	1,77	92	18,2	96	187	70	13,3	5,9	70	100 x 400 x 700

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type et ne sont pas garantis.

\* La plage de température de mesure pour le coefficient d'expansion thermique est comprise entre 350 et 450°C.

\* Conversion d'unité : μΩ·m=μΩ·cm × 0,01 MPa=kgf/cm<sup>2</sup> × 0,098 GPa=kgf/mm<sup>2</sup> × 0,0098 W/(m·K)=kcal/h·m·°C × 1,16

\* Il y a d'autres dimensions de produits en plus de celles précitées. Contactez Toyo Tanso pour plus d'informations.

## ■ Exemple d'analyse d'impureté

Unité : masse ppm

Élément	Contenu			Méthode de mesure
	Graphite de pureté ultra élevée	Graphite de pureté élevée	Graphite régulier	
Li	<0,001	<0,001	<0,03	ICP-MS
B	0,10	0,15	3	ICP-MS
Na	<0,002	<0,002	<0,5	ICP-MS
Mg	<0,001	0,004	0,2	ICP-MS
Al	<0,001	0,012	14	ICP-MS
Si	<0,1	<0,1	2	UV
K	<0,03	0,04	2	FL-AAS
Ca	<0,01	0,08	6	FL-AAS
Ti	<0,001	<0,001	33	ICP-MS

Élément	Contenu			Méthode de mesure
	Graphite de pureté ultra élevée	Graphite de pureté élevée	Graphite régulier	
V	<0,001	0,018	40	ICP-MS
Cr	<0,004	0,006	<0,3	ICP-MS
Mn	<0,001	<0,001	<0,2	ICP-MS
Fe	<0,02	0,06	26	ICP-MS
Co	<0,001	<0,001	<0,3	ICP-MS
Ni	<0,001	0,006	4	ICP-MS
Cu	<0,002	<0,002	<1	ICP-MS
Zn	<0,002	<0,002	<0,6	ICP-MS
Pb	<0,001	<0,001	<1	ICP-MS

\* Les chiffres ci-dessus sont des exemples de la mesure actuelle et ne sont pas garantis.

\* ICP-MS : Spectromètre de masse à plasma à couplage inductif, FL-AAS : Flameless Atomic Absorption Spectrometer (spectromètre à absorption atomique sans flamme), UV : Spectrophotomètre à absorption.

\* La teneur en impuretés du graphite classique est de 400 ppm en masse environ ; une pureté supérieure est toutefois requise pour les applications telles que les industries du semi-conducteur. Chez Toyo Tanso, nous pouvons utiliser un traitement halogène haute température pour purifier le graphite aux niveaux de ppm en masse requis par nos clients.



## ■ Propriétés chimiques

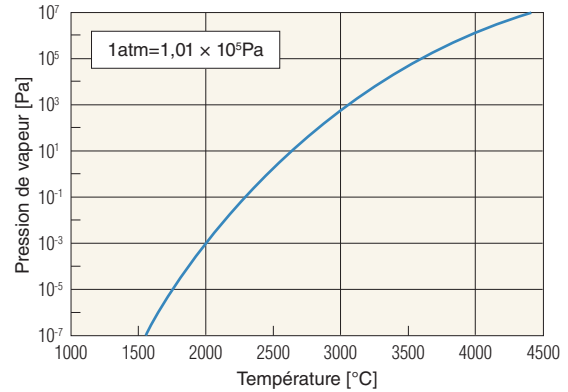
### ■ Températures de réaction initiale avec différentes substances

\* Extrait d'autres publications

Réactif	Température de réaction initiale	Composé de réaction
Aluminium	800 °C	Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>
Bore	1600 °C	B <sub>4</sub> C
Fer	600 à 800 °C	Fe <sub>3</sub> C
Sodium	400 à 450 °C	C <sub>6</sub> Na <small>Composé intercalaire (si O<sub>2</sub> est présent)</small>
Cobalt	218 °C	CoC, Co <sub>3</sub> C
Molybdène	700 °C	Mo <sub>2</sub> C
Nickel	1310 °C	Ni <small>Carbonisation dans Ni</small>
Silicium	1150 °C	SiC
Cuivre	—	
Magnésium	—	
Plomb	—	
Etain	—	
Tungstène	1400 °C	W <sub>2</sub> C, WC <small>(dans l'hydrogène)</small>
Potassium	300 °C	C <sub>8</sub> K <small>Autres composés d'intercalation</small>
Lithium	500 °C	Li <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
Béryllium	900 °C	Be <sub>2</sub> C <small>(dans le vide ou He)</small>
Oxyde de bore	1200 °C	CO, B
Oxyde de vanadium (V)	438 °C	CO, V
Oxyde de fer (III)	485 °C	CO, Fe
Oxyde de titane (IV)	930 °C	CO, Ti, TiC
Dioxyde de silicium	1250 °C	CO, Si, SiC
Alumine	1280 °C	CO, Al, Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>
Oxyde de béryllium	960 °C	CO, Be, Be <sub>2</sub> C
Oxyde de magnésium	1350 °C	CO, Mg
Oxyde de zirconium (IV)	1300 °C	CO, Zr, ZrC

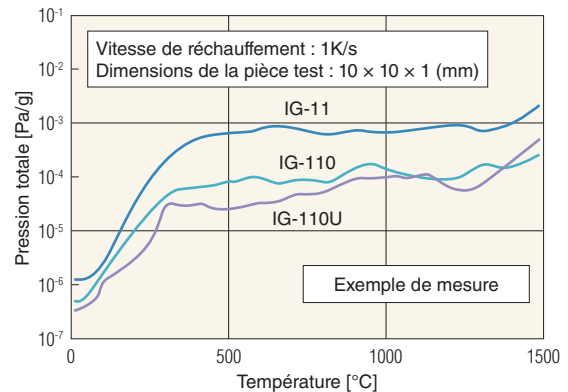
### ■ Pression de vapeur

\* Extrait d'autres publications



Le graphite est un matériau extrêmement stable à des températures inférieures à 2 200 °C. Toutefois, la pression de vapeur augmente à des températures plus élevées et à des vides élevés, ce qui impose d'être vigilant en ce qui concerne l'usure accélérée du graphite.

### ■ Spectre de désorption thermique (TDS)



Le graphite émet le gaz absorbé à des températures élevées. Certaines applications telles que les industries des semi-conducteurs doivent utiliser un graphite hautement purifié ou ultra purifié, émettant moins de gaz.

### ■ Réactivité avec différents types d'atmosphère/de gaz \* Extrait d'autres publications

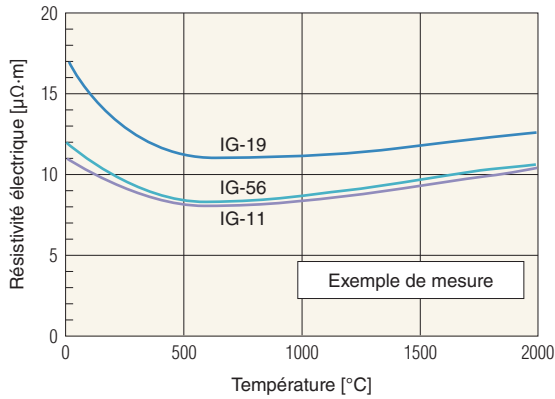
Types d'atmosphère/de gaz	Températures de réaction initiale/Températures de réaction	Phénomène de genèse ou composé produit	Remarques
Air	420 à 460 °C	Oxydation/CO, CO <sub>2</sub>	Env. 100 °C plus élevé dans le cas de graphite haute pureté
Oxygène (O <sub>2</sub> )	420 à 460 °C	Oxydation/CO, CO <sub>2</sub>	Réagit avec l'oxygène nucléaire à température normale
Vapeur (H <sub>2</sub> O)	Env. 650 °C	Oxydation/CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	Env. 900 °C	Oxydation/CO	
Hydrogène (H <sub>2</sub> )	Env. 700 °C	Méthanation/CH <sub>4</sub>	Production de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> environ à une température plus élevée
Azote (N <sub>2</sub> )	Inerte à une température supérieure à la température ambiante	Sublimation	Produit du cyanogène C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> lors de la décharge et dans une atmosphère N <sub>2</sub> haute pression à 2700 °C
Chlorine (Cl <sub>2</sub> )	Inerte à une température supérieure à la température ambiante	Sublimation	Produit un composé d'intercalation à une température inférieure à 0 °C
Fluor (F <sub>2</sub> )	420 à 1900 °C	Fluorination/CF	Produit du CF <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ou autre jusqu'à la température
Argon (Ar)	Inerte à toute température	Sublimation	
Vide	—	Sublimation	Dans l'atmosphère à température supérieure et l'atmosphère de vide, le plus léger est sublimé

Dans une atmosphère d'oxydation, le graphite réagit avec l'oxygène à une température relativement basse. Toutefois, dans une atmosphère non oxydante, le graphite est un matériau extrêmement stable chimiquement et thermiquement, qui autorise une large gamme d'applications.

# Propriétés

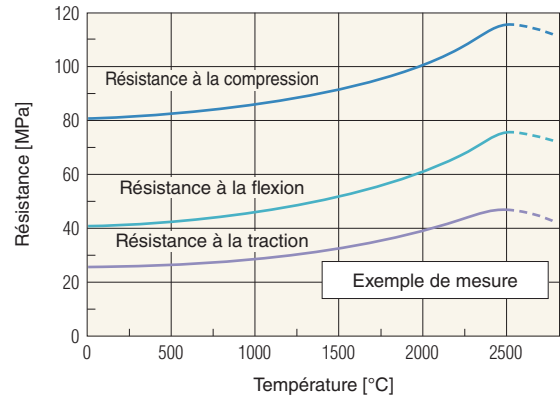
## ■ Propriétés des températures élevées

### ■ Résistivité électrique



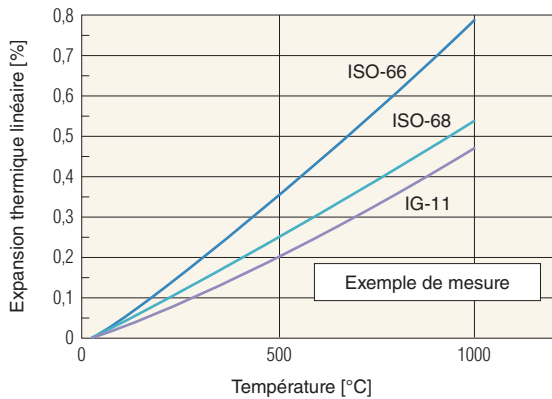
Les caractéristiques thermiques étant différentes d'une qualité à l'autre, le coefficient de résistivité électrique doit être étudié avec soin lors de la sélection d'une qualité pour un élément chauffant.

### ■ Résistances (IG-11)

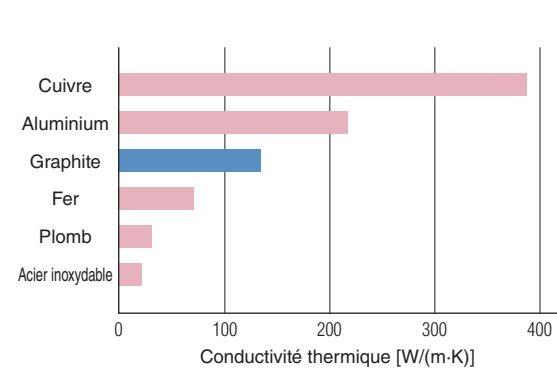
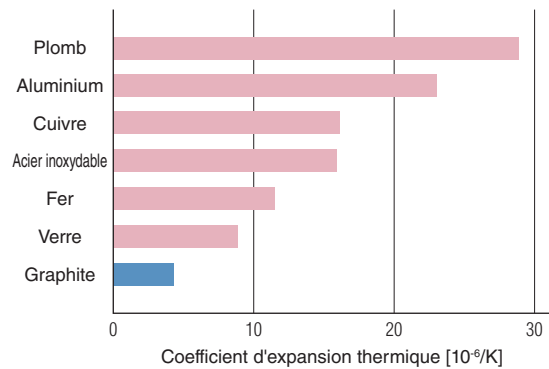
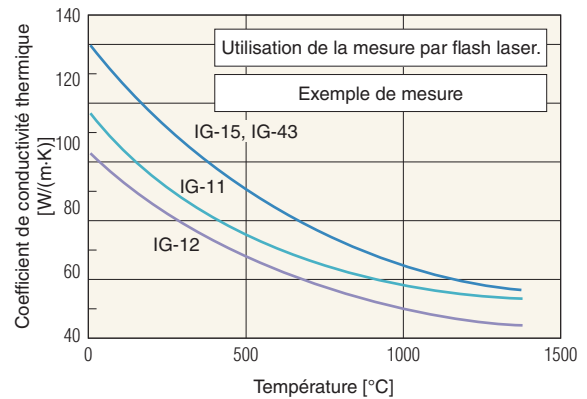


Une caractéristique inégalée du graphite, qui la rend indispensable dans les applications de température élevée, réside dans l'augmentation de la résistance à mesure que la température augmente (jusqu'à 2 500°C). La résistance atteint des niveaux près de deux fois supérieurs à ceux obtenus à température ambiante.

### ■ Expansion thermique linéaire



### ■ Conductivité thermique



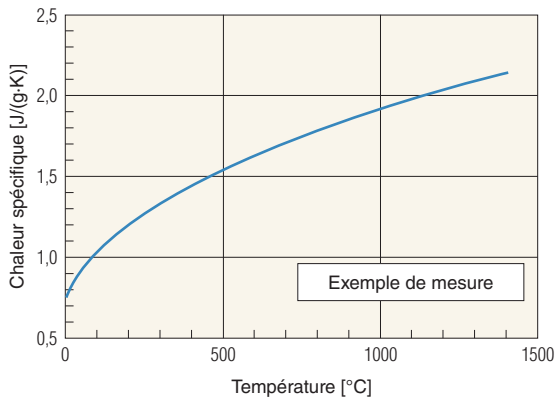
Comparé aux matériaux courants, le coefficient d'expansion thermique du graphite est extrêmement bas. Par conséquent, lorsqu'il est utilisé dans des applications à température élevée, la précision dimensionnelle est très stable.

La conductivité thermique du graphite est relativement élevée, tandis que le coefficient d'expansion thermique est très faible. Ces caractéristiques contribuent à sa résistance supérieure aux chocs thermiques. La relation entre la conductivité thermique et la résistivité électrique du graphite à température ambiante est indiquée ci-après.

$$\text{Référence : Coefficient (10}^{-6}\text{/K) d'expansion thermique} = \frac{\text{Expansion thermique linéaire (\%)} \times 10^2}{\text{Différence de température (}^{\circ}\text{C)}}$$

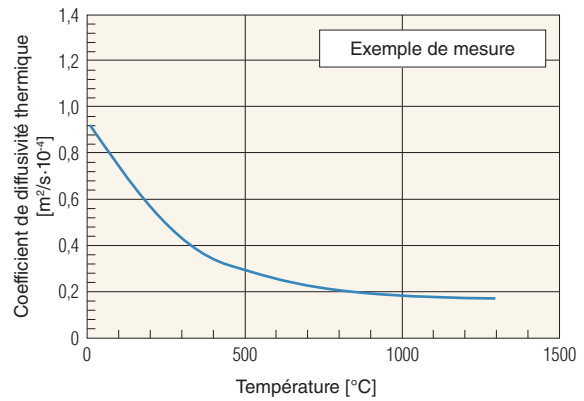
$$\text{Conductivité thermique [W/(m}\cdot\text{K)]} = \frac{0,13 \times 10^4}{\text{Résistivité électrique (\mu}\Omega\cdot\text{m)}}$$

■ Chaleur spécifique



En raison de la nature anisotropique de ses cristaux, la chaleur spécifique du graphite à température ambiante reste à 1/3 de celle des solides généraux. La valeur de chaleur spécifique est essentielle dans différentes fonctions thermodynamiques. A températures élevées, les valeurs de chaleur spécifiques sont similaires indépendamment de la qualité du graphite.

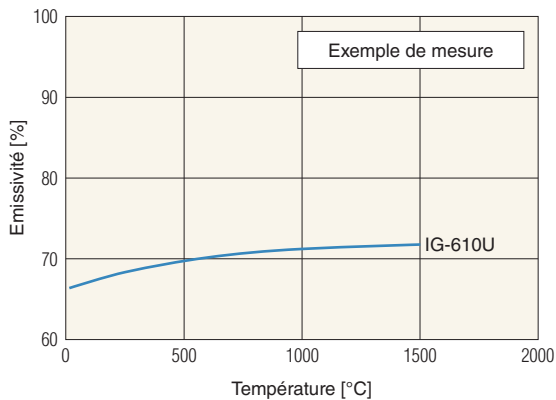
■ Coefficient de diffusivité thermique



Ce graphique montre que plus la température est élevée plus la chaleur est transmise rapidement. La diffusivité thermique du graphite est supérieure à celle des autres matériaux.

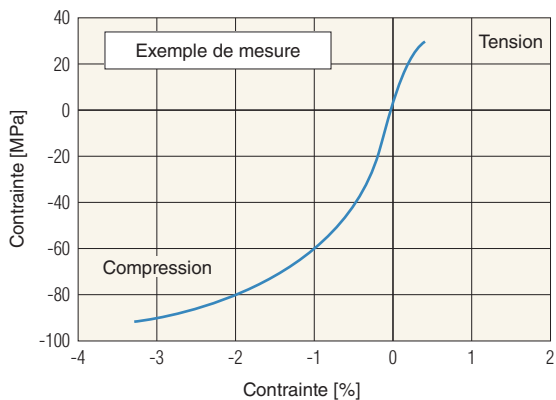
Référence : 
$$\text{Coefficient de diffusivité thermique} = \frac{\text{Conductivité thermique}}{\text{Chaleur spécifique} \times \text{Densité}}$$

■ Emissivité



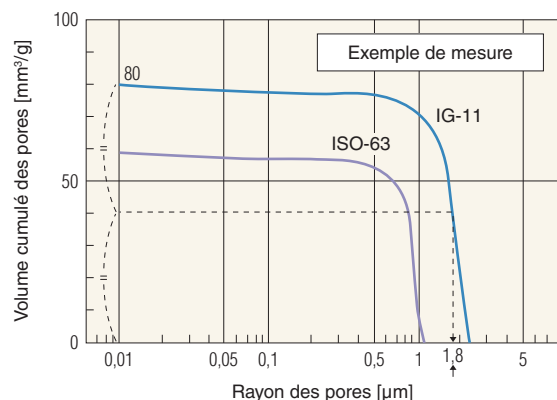
■ Propriétés physiques

■ Courbe de contrainte-déformation (IG-12)



Le graphite présente généralement une déformation élastique-plastique. Le comportement de la fracture est différent sous tension et sous compression, il convient d'être prudent.

■ Courbe de distribution des pores



Ceci montre la distribution des pores grâce à la méthode de pénétration du mercure. La distribution des pores est étroitement associée à la perméabilité du gaz et aux autres propriétés uniques du graphite. La position à mi-chemin du volume cumulé des pores indique le rayon moyen des pores.

Exemple : Pour IG-11  $80/2 = 40 \text{ mm}^3/\text{g} \rightarrow 1,8 \text{ µm}$

# Usinage

## Standards de rugosité de surface

Les produits à base de carbone étant poreux, il est difficile d'obtenir une finition de surface équivalente au métal. Le tableau ci-contre indique la correspondance du "Symbole de finition de surface" et les standards de rugosité de la surface, Ry & Ra & Rz.

Graphite spécial

## Standards de rugosité de surface

Symbole de finition (pour référence)	Rugosité de surface d'usinage pour le carbone			Méthode de finition	Rugosité de surface d'usinage pour le métal		
	Ry	Ra	Rz		Ry	Ra	Rz
▽▽▽▽	√Ry3	0,75/√	√Rz3	Pierrage rodage	√Ry0,8	0,2/√	√Rz0,8
▽▽▽	√Ry12	3,0/√	√Rz12	Meuleuse, tour fraiseuse	√Ry6,3	1,6/√	√Rz6,3
▽▽	√Ry35	8,75/√	√Rz35	Tour fraiseuse	√Ry25	6,3/√	√Rz25
▽	√Ry100	25/√	√Rz100	Tour fraiseuse	√Ry100	25/√	√Rz100
~	Sans norme particulière			Machine à scier	Sans norme particulière		

\* 3,0/√ signifie que la micro jauge de Ra 3,0 est le maximum.

## Tolérances dimensionnelles

Si la tolérance n'est pas spécifiée sur le dessin du client, appliquez la qualité intermédiaire de JIS B 0405.

## Standards de tolérance de dimension

Unité : mm

Catégorie de dimension nominale		Tolérance
0,5 ou plus	6 ou moins	±0,1
Supérieur à 6	30 ou moins	±0,2
Supérieur à 30	120 ou moins	±0,3
Supérieur à 120	400 ou moins	±0,5
Supérieur à 400	1000 ou moins	±0,8
Supérieur à 1000	2000 ou moins	±1,2

\* L'information ci-dessus peut être appliquée lorsque le graphite est usiné par Toyo Tanso au Japon.

Toyo Tanso dispose d'une large gamme de qualités de carbone et de graphite répondant à vos exigences. Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.



PRODUITS DE GRAPHITE DE CARBONE

# C/C composite

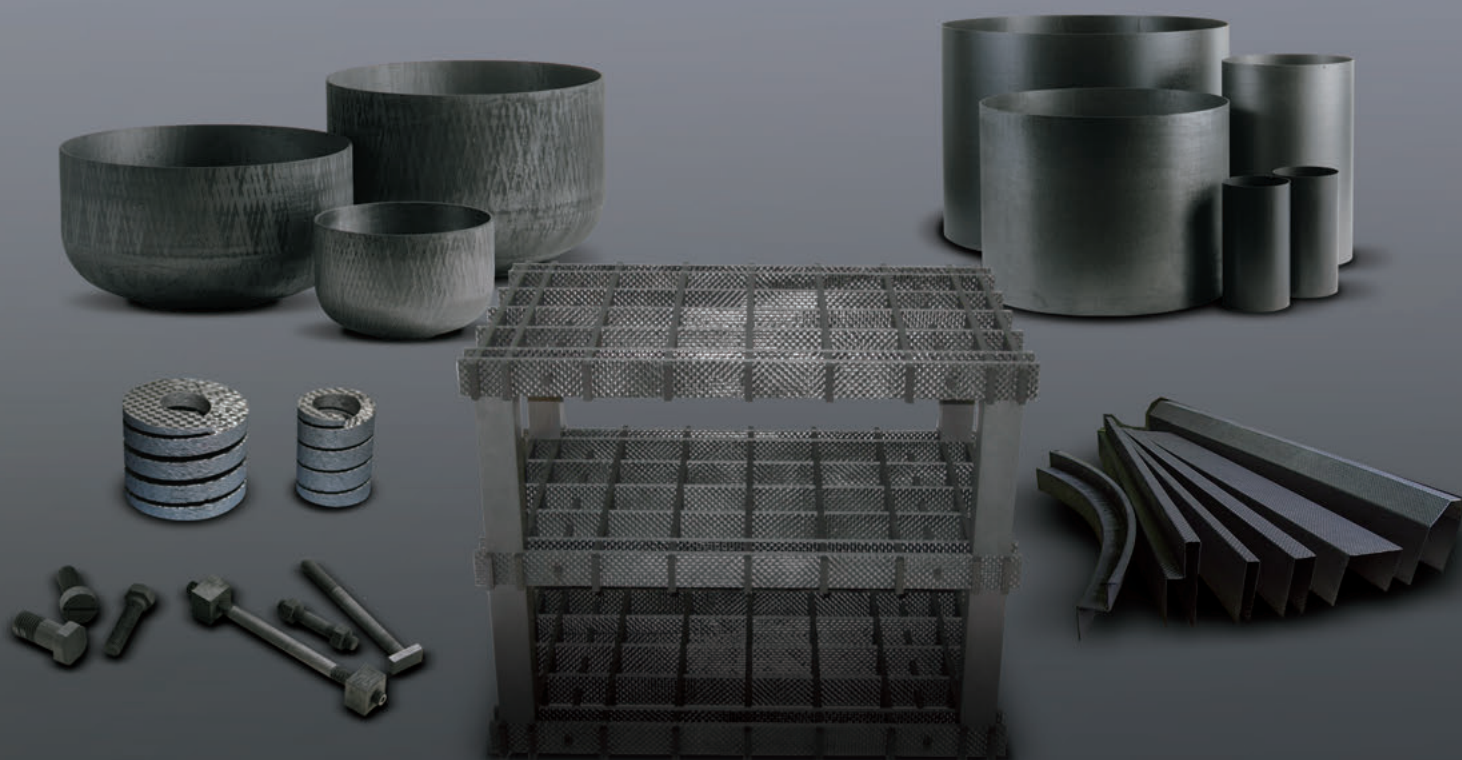
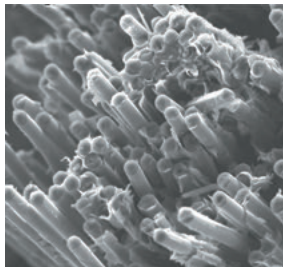


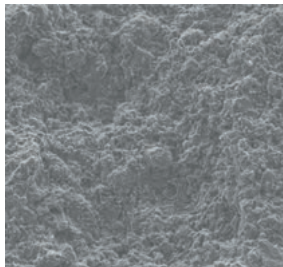
Image : fournie par JAXA  
Illustré par Akihiro Ikeshita

# Propriétés des produits en C/C composite

Le C/C composite (composite de carbone renforcé par des fibres) est un matériau composite carbone-carbone renforcé par de la fibre haute résistance, doté de propriétés supérieures telles que la légèreté, l'élasticité et la résistance mécanique élevées. En vertu de leurs caractéristiques uniques, nos C/C composites (série CX) sont utilisés dans une large gamme de domaines tels que l'électronique, l'environnement et l'énergie, les fours industriels, l'automobile ainsi que les autres moyens de transport.



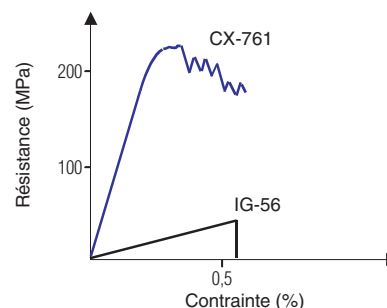
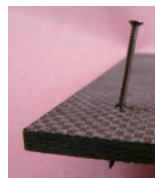
C/C composite (x1000)



Graphite artificiel (x200)

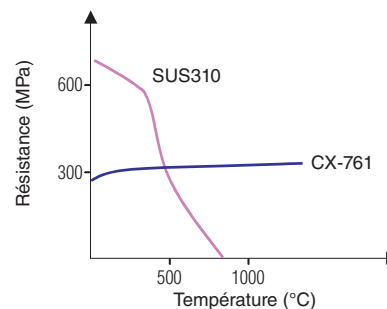
## ■ Résistance mécanique élevée, élasticité élevée et la ténacité élevée

Les C/C composites sont dotés d'une meilleure résistance et élasticité et d'une meilleure résistance au craquelage et à l'écaillage, comparés aux matériaux graphites isotropiques. Les C/C composites peuvent être utilisés avec assurance dans la mesure où les fractures ne se propagent pas rapidement.



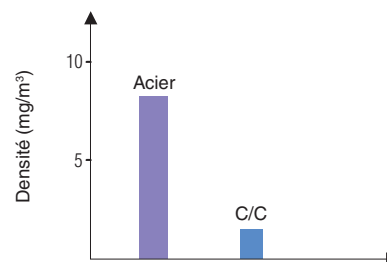
## ■ Résistance à la chaleur extrême

Les C/C composites ont une meilleure résistance à des températures élevées comparé aux matériaux métalliques. Ils peuvent même être utilisés à des températures ultra élevées de 2 000°C ou plus dans les atmosphères inertes.



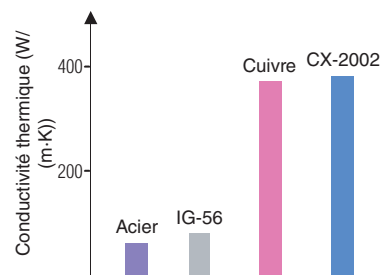
## ■ Légèreté et facilité de manipulation

Les C/C composites ont une faible densité comparés aux matériaux métalliques, ce qui rend possible des conceptions allégées.



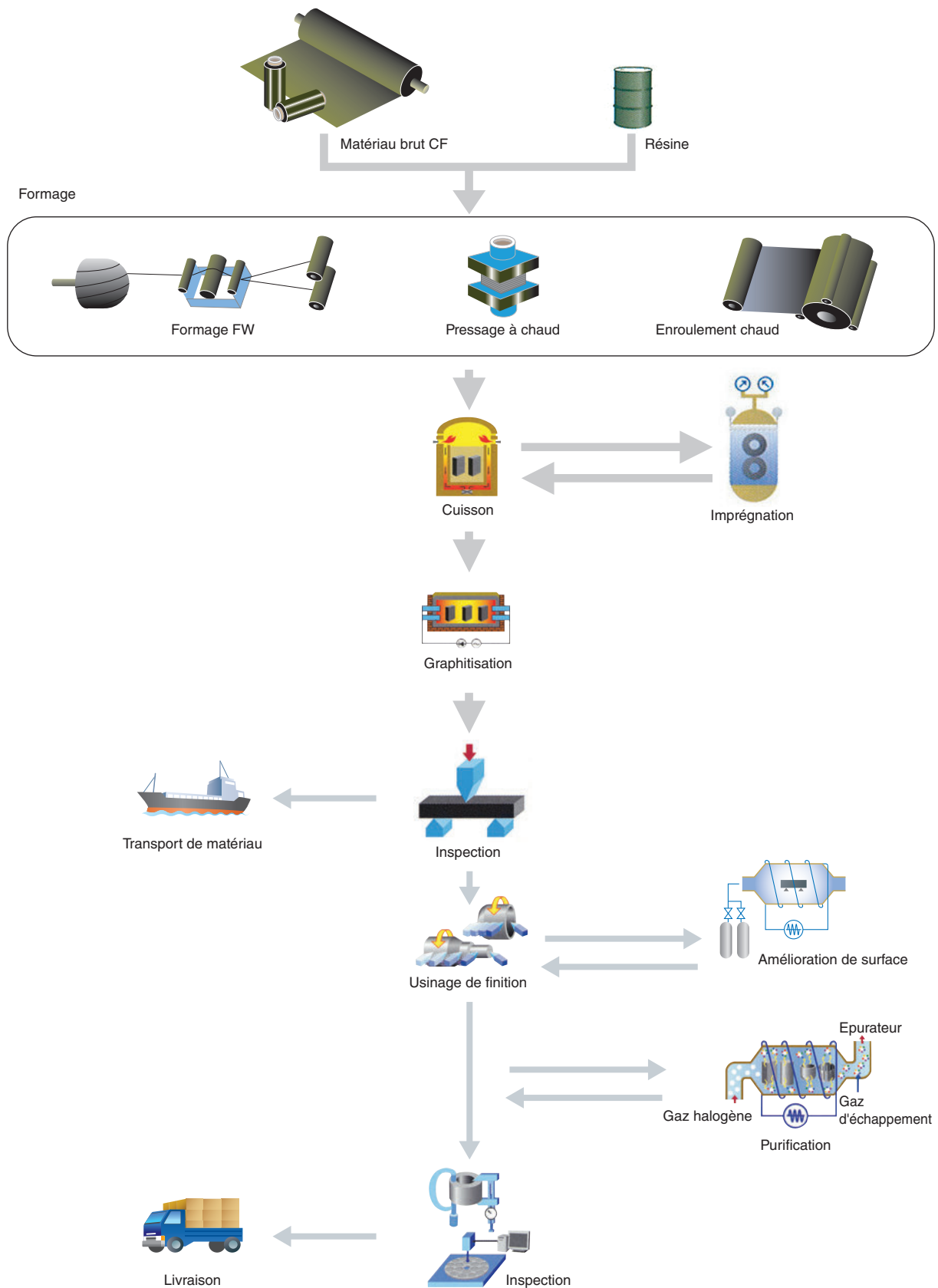
## ■ Conductivité thermique élevée

Une conductivité thermique supérieure à celle du cuivre a été obtenue (dans CX-2002) grâce à l'utilisation d'une technologie de contrôle de la structure en carbone, qui intègre notre traitement supérieur par infiltration par vapeur chimique (CVI).





# Processus de fabrication



C/C composite

# Application

## ■ Electronique

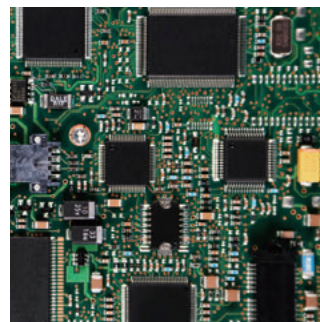
- Pour la production de silicium monocristallin



Creusets



Ecrans thermiques



## ■ Environnement et énergie

- Pour la production de silicium pour cellules solaires



Creusets rectangulaires



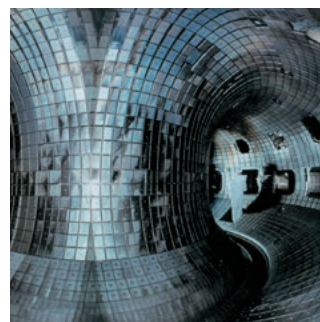
Plateau pour PECVD



- Pour les centrales nucléaires



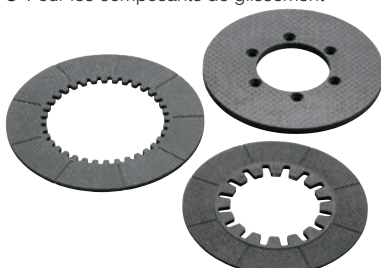
Tuiles de protection



\* Photographies fournies par l'Agence japonaise de l'énergie nucléaire

## ■ Automobiles, autres moyens de transport, etc

- Pour les composants de glissement

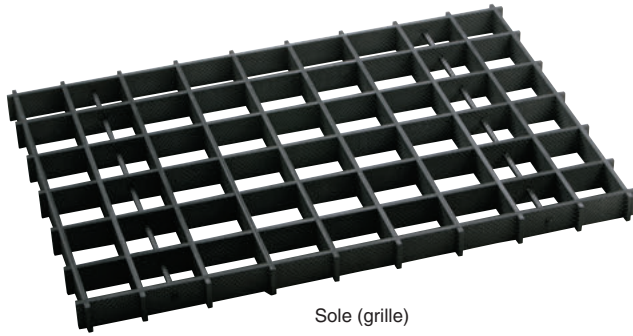


Embrayage

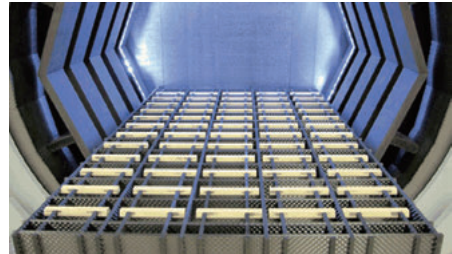


■ Fours industriels génériques

- Pour les fours de traitement thermique



Sole (grille)



Four de traitement thermique



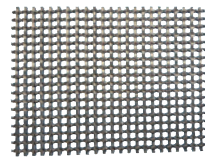
Panier



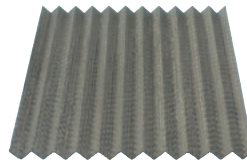
Outillage à plusieurs niveaux



Éléments chauffants



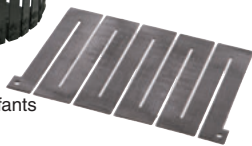
Bac grillagé



Bac gondolé



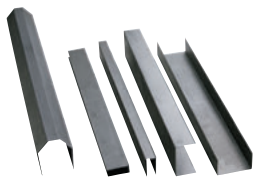
Pièces motrices internes de fours



Boulons et écrous visserie



Ressorts



Cache de protection pour l'isolation thermique

- Pour les fours de presse à chauds



Tiges



Matrice



# Propriétés

## ■ Propriétés type

Forme	Matériau	Densité de masse (mg/m <sup>3</sup> )	Résistivité électrique (μΩ·m)	Résistance à la flexion (MPa)	Module de flexion (GPa)	Résistance à la traction (MPa)	Coefficient d'expansion thermique RT à 1273K (10 <sup>-6</sup> /K)	Conductivité thermique (W/(m·K))	type C/C	Description		
		—	—	—	—	—	(L) (//)	(L) (//)				
Panneau plat	CX-741	1,51	23	140	46	185	8,1	<1	6	35	2DC/C	Résistance moyenne (méthode de moulage A)
	CX-761	1,58	20	185	55	250	8,4	<1	9	44		Résistance élevée (méthode de moulage A)
	CX-742	1,48	24	130	42	170	7,8	<1	5	34		Résistance moyenne (méthode de moulage B)
	CX-762	1,58	21	170	50	185	8,2	<1	8	42		Résistance élevée (méthode de moulage B)
	CX-31	1,61	22	90	23	98	4,1	<1	12	52		Visserie
	C/C-201 <sup>1)</sup>	1,50	30	147	47	127	8,2	<1	5	20		Force moyenne, composants de boulons et écrous
Profils	CX-743	1,48	24	130	—	—	7,8	<1	5	34		Profils
	CX-763	1,58	21	170	—	—	8,2	<1	8	42		Profils de résistance élevée
Cylindres	CX-45	1,44	24	105	34	114	8	<1	4	34		Cylindre de force moyenne
	CX-47	1,52	23	140	45	154	8	<1	6	35		Cylindre de force élevée
Creusets	CX-510V	1,57	13	195	—	290	7	<1	7	-		Creusets bobinés
Cylindres	C/C-FW <sup>1)</sup>	150	12	245	—	245	—	<1	5	30	FWC/C	Moules bobinés pour fours presse à chauds
	CX-55	1,60	11	195	—	290	7,4	<1	7	-		Cylindres bobinés
Tuiles	CX-2002U <sup>2)</sup>	1,65	2,7, 3,4, 5,1 (X, Y, Z)	47, 43, 17 (X, Y, Z)	—	35, 30, 11 (X, Y, Z)	5,3 (Z)	1,7, 2,3 (X, Y)	190 (Z)	390, 320 (X, Y)	feutre C/C	Utilisation dans les centrales nucléaires
	Graphite isotropique (IG-56)	1,77	12	43	10	27	4,7	104				

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type et ne sont pas garantis.

1) Fabriqué par Ohwada Carbon Industrial Co., Ltd. ;

2) La direction du laminage du feutre est conçue comme axe Z et les directions sur le plan comme axes X et Y.

## ■ Dimensions disponibles

Qualité	Dimensions (mm)
CX-741, CX-761	2000*1500*0,8 -30
CX-742, CX-762	3000*1500*0,8 -30
CX-31	Max.850*400 3,2-90t
C/C-201	1020*970*1-12 970*720*1-12
CX-45, CX-47	Diamètre intérieur ø300-1400, 1400L
CX-743, CX-763	Profils en U 80*20-145*1,2*1000

Qualité	Dimensions (mm)
CX-743, CX-763	profil h 107*44*1,5*1000
CX-510V	Diamètre intérieur max. ø1168 (creusets de 46" disponibles)
C/C-FW	Max. ø950*800h, 20-150t
CX-55	Diamètre intérieur ø10-1400, 1400L
CX-2002U	40*150*150 (X*Y*Z)

\* Veuillez nous contacter pour les autres dimensions.



## ■ Exemple d'analyse d'impureté du CX-510V (produit traité haute pureté)

Unité : masse ppm

Élément	Na	Mg	Al	K	Ca	Ti	V	Cr	Fe	Ni	Cu
Contenu	<0,05	<0,02	<0,08	<0,1	<0,04	<0,09	<0,07	<0,07	<0,04	<0,1	<0,08
Méthode de mesure	AAS	ICP-AES	ICP-AES	AAS	ICP-AES	ICP-AES	AAS	ICP-AES	ICP-AES	ICP-AES	ICP-AES

\* Les chiffres ci-dessus sont des exemples de valeurs mesurées et ne sont pas garantis.

\* ICP-AES : Spectroscopie à émission atomique de plasma à couplage inductif, AAS : spectrométrie à absorption atomique

\* CX-510V est matériau haute pureté

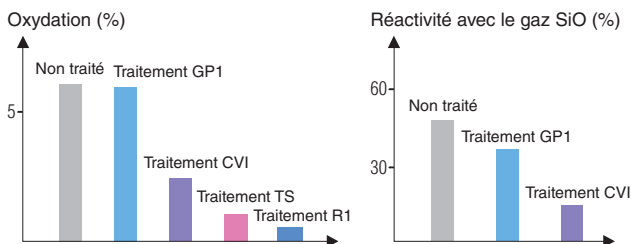
## ■ Différentes améliorations de surface

Les propriétés avantageuses sont conférées grâce aux technologies d'amélioration de surface développées par Toyo Tanso.

### ■ Détails et effets des améliorations de surface

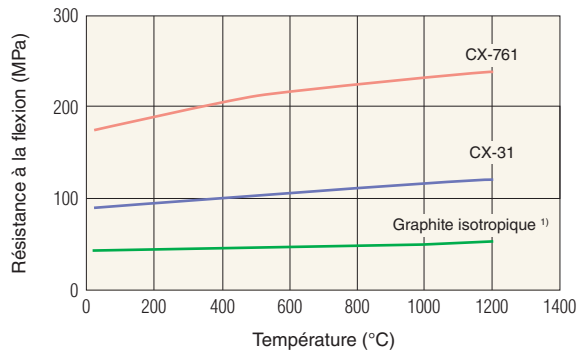
GLASTIX KOTE™ revêtu de carbone vitreux (traitement GP1)	Imprégnation/Revêtement au carbone vitreux ; empêche la formation de poussières.
Imprégnation au graphite pyrolytique (traitement CVI)*	Imprégnation/revêtement au carbone pyrolytique ; améliore la résistance au gaz de SiO.
Imprégnation par un composé inorganique (traitement R1)	Imprégnation par une matière inorganique ; améliore la résistance à l'oxydation.
Composites SiC/C (traitement TS)	Traitement de conversion de la surface vers SiC ; améliore la résistance à l'oxydation et évite la formation de poussières.

\* Abréviation de Chemical Vapor Infiltration (infiltration par vapeur chimique)

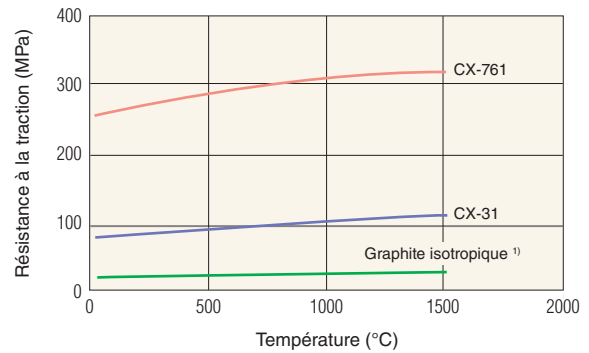




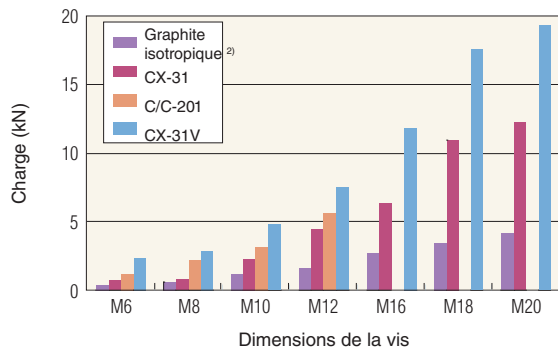
■ Résistance à la flexion



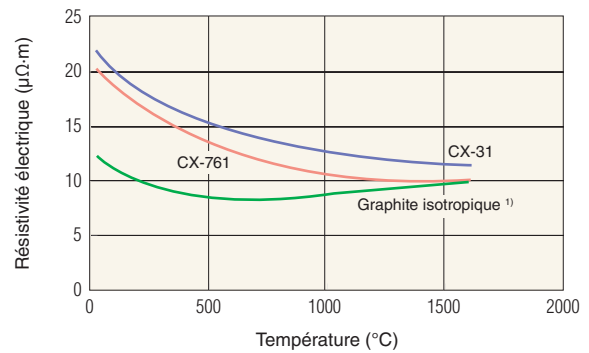
■ Résistance à la traction



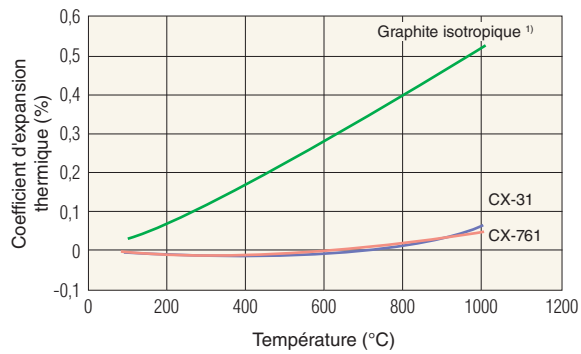
■ Résistance du filetage



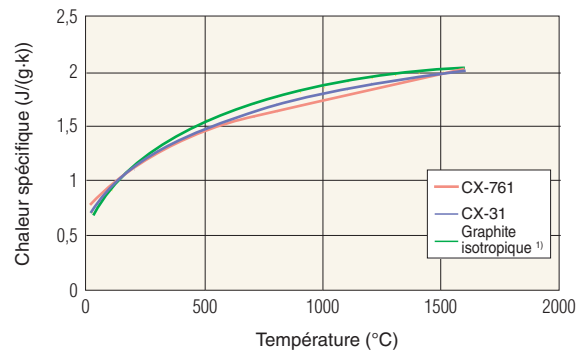
■ Résistivité électrique



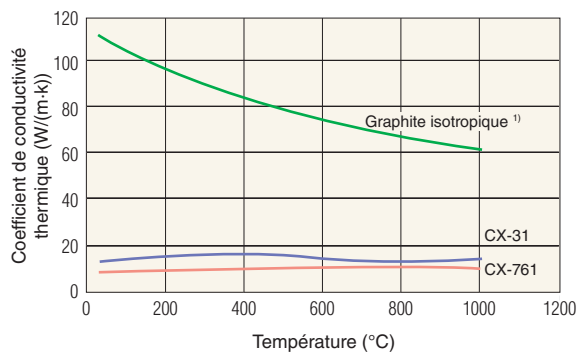
■ Coefficient d'expansion thermique linéaire



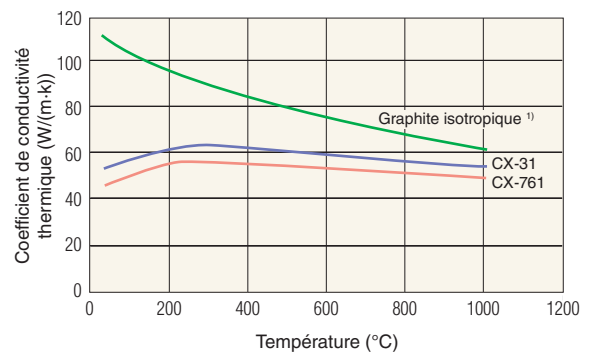
■ Chaleur spécifique



■ Conductivité thermique (⊥)



■ Conductivité thermique (//)



1) Notre produit : Matériau en graphite isotropique de grandes dimensions, IG-56  
 2) Notre produit : Matériau en graphite isotropique à résistance élevée, ISO68

# Exemples de conception de produits en C/C composites

Nous sélectionnons des matériaux et nous concevons des produits conformément aux conditions d'utilisation et aux exigences des clients.

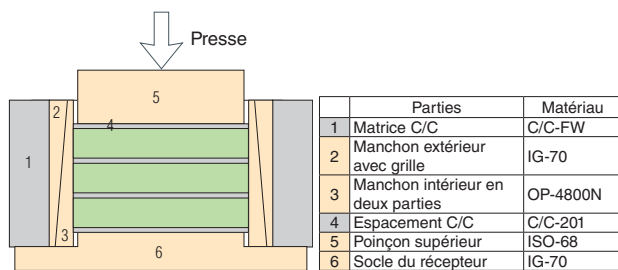
## ■ Moule presse à chaud

### ■ Propriétés

1. Il est possible de réduire les dimensions de l'appareil et le coût de l'installation du dispositif.
2. Il est possible de fabriquer des corps frittés de grandes dimensions de manière à améliorer la productivité.
3. La capacité thermique est moins importante, ce qui permet de réduire les coûts de l'énergie.

### ■ Conception

<Exemple de conception> Pression de moulage : 30 MPa ; Diamètre de la tâche : 200 mm ; Hauteur : 250 mm



C/C composite  
 Graphite  
 Corps fritté

	Résistance à la traction	Diamètre extérieur de la matrice	Poids de la matrice
Matrice C/C-FW	245 MPa	ø340	23 kg
Matrice de carbone	31 MPa	ø520	83 kg

La résistance à la traction du C/C composite est plus élevée que celle du carbone ordinaire, ce qui permet d'utiliser un diamètre extérieur de matrice réduit. Ceci permet de concevoir un équipement compact.

Fabricant : Ohwada Carbon Industrial Co., Ltd.

[Exemples de produits]



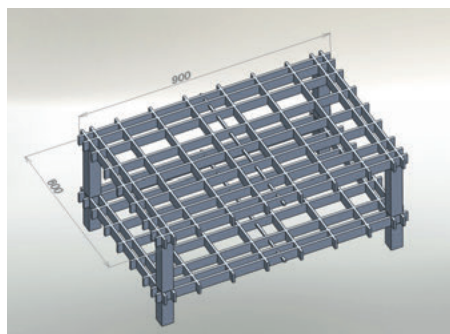
## ■ Outillage de traitement thermique

### ■ Propriétés

1. Poids léger :  
La densité correspond à un cinquième de celle de l'acier et l'outil est facile à manipuler.  
Exemple de comparaison de poids : Une sole en acier de 900 x 600 x 40 pèse près de 85 kg, alors qu'une sole en C/C composite pèserait près du dixième de ce poids, soit 8,5 kg.  
(Dans ce calcul, l'épaisseur de la sole d'acier était deux fois plus importante que celle de la sole en C/C, en tenant compte de la résistance à des températures élevées.)
2. Résistance mécanique élevée :  
Près de 10 fois celle de l'acier à 1 000°C
3. Résistance à la chaleur extrême :  
La résistance ne diminue pas avec la température et il n'y a pas d'oxydation, y compris à 2 000°C, dans des atmosphères non oxydantes.
4. Economie d'énergie et respect de l'environnement :  
Les besoins en électricité pour chauffer la sole sont de l'ordre du quart de ceux nécessaires à la sole en acier.
5. Sans entretien :  
L'absence de déformation permet d'économiser les réparations.

\* Les détails peuvent être différents en fonction de la conception et des conditions d'utilisation.

### ■ Conception



Capacité de charge (Kgf)	Dimensions (mm)
≤500	900 x 600 x 40
≤750	900 x 600 x 45
≤1000	900 x 600 x 50

[Exemples de produits]

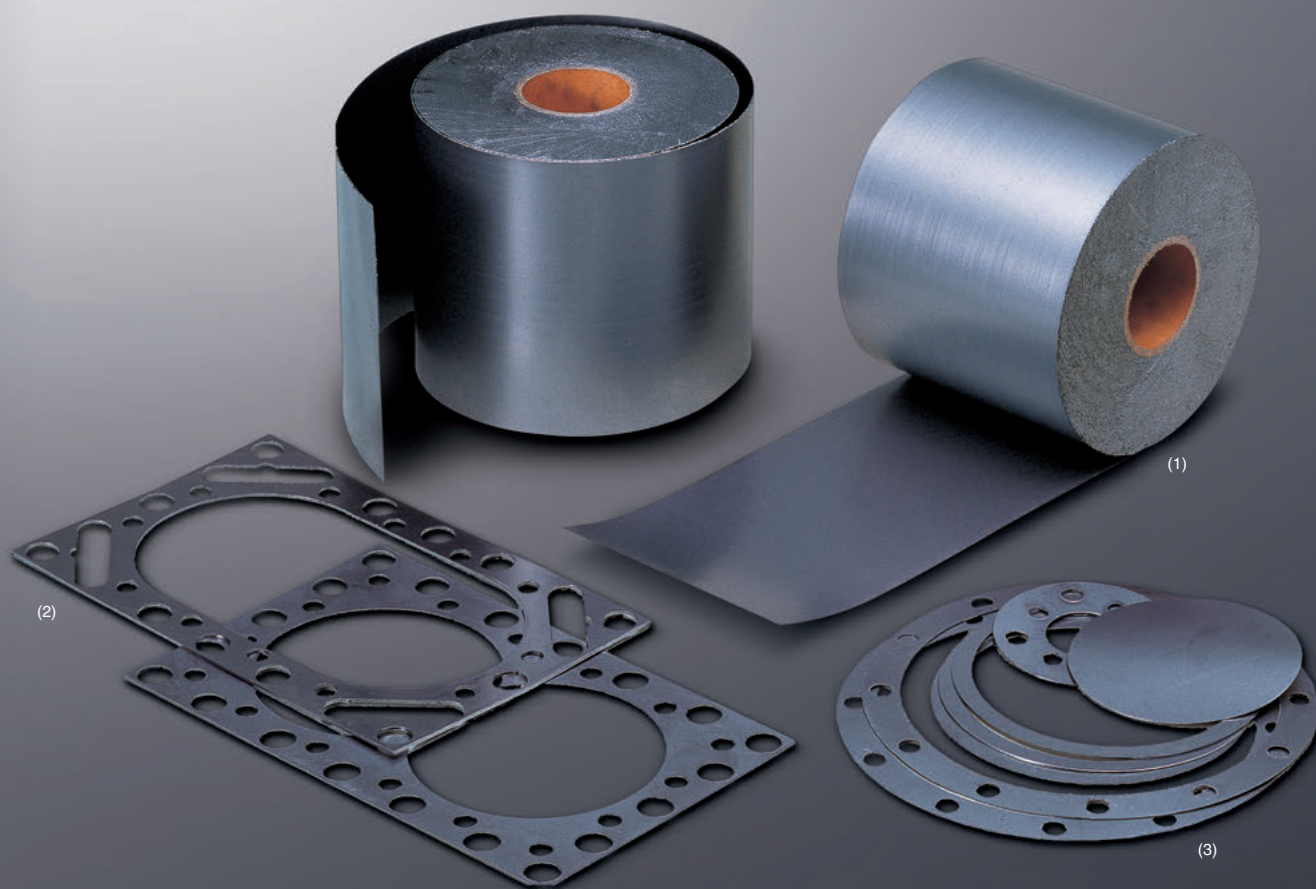




PRODUITS DE GRAPHITE DE CARBONE

**PERMA-FOIL™**

Feuille de graphite



(1) PERMA-FOIL™ Rouleaux

(2) PERMA-FOIL™ Echantillons de produit traités par poinçonnage

(3) PERMA-FOIL™ Echantillons de produit traités par poinçonnage

# Propriétés de PERMA-FOIL™

PERMA-FOIL™ est un terme générique pour la feuille de graphite flexible développée par Toyo Tanso grâce à sa technologie de fabrication unique. Il s'agit d'un produit à base de feuille de graphite formé à l'aide de graphite naturel traité à l'acide, qui est ensuite compressé après un traitement par expansion à température élevée. Seul le graphite naturel est utilisé, sous forme de matériau brut, ce qui donne un produit extrêmement flexible avec une excellente résistance à la chaleur et aux agressions chimiques. Parmi ses autres qualités : un taux de restauration-compressibilité élevé, une étanchéité à l'air excellente et une conductivité thermique élevée.

## ■ Excellente auto-lubrification

PERMA-FOIL™ possède des propriétés auto-lubrifiantes en raison de sa structure en couches cristallines, ce qui en fait un matériau se prêtant à une utilisation dans des atmosphères haute-température et dans des domaines dans lesquels les fluides et les lubrifiants sont évités. En particulier, son coefficient de friction dans un environnement non lubrifié, est réduit comparé aux autres matériaux, ce qui facilite le glissement.

## ■ Stable dans une large gamme de températures

Le PERMA-FOIL™ étant produit uniquement à partir du graphite naturel sans utiliser de liant, il est stable dans une large gamme de températures (atmosphère inerte comprise entre -200°C et 3 200°C) dans lesquelles il peut être utilisé.

## ■ Flexibilité, capacités de restauration-compressibilité

Cette feuille de graphite est caractérisée par sa flexibilité et sa faculté de restauration élevée de la contrainte de compression, qu'il était impossible d'obtenir auparavant avec les produits à base de graphite existants. Sa compatibilité élevée avec les contre-matériaux en fait un matériau de scellement idéal.

## ■ Excellente résistance chimique

PERMA-FOIL™ a une excellente résistance chimique (acide, base) et est stable chimiquement.

## ■ Excellente conductivité thermique et électrique

Ses conductivités thermique et électrique sont excellentes parallèlement à la surface. Le Perma Foil™ constitue un matériau optimal de transfert et d'évacuation thermique.

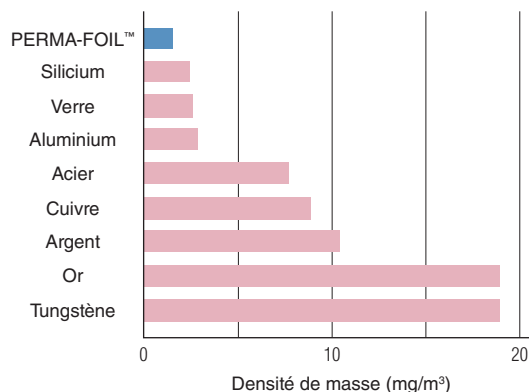
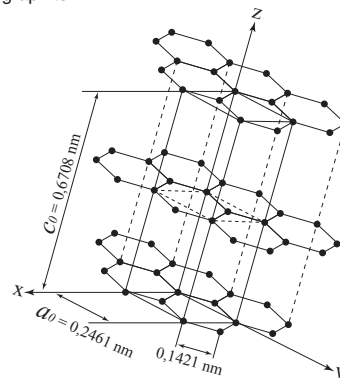
\* Brevet numéro 3691836 (JP)

## ■ Excellente pureté

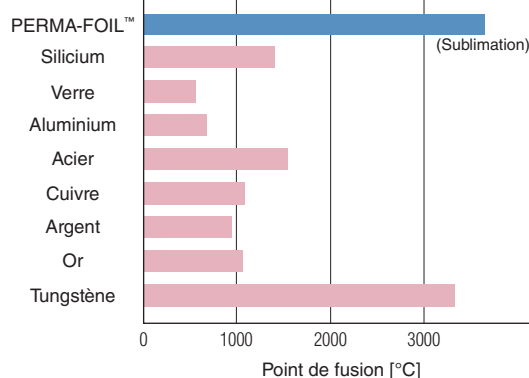
Les produits de haute pureté ont subi un traitement haute température avec un gaz halogène extrêmement pur. Compte tenu de sa pureté élevée, il est optimal pour des composants dans les applications de semi-conducteurs, informatiques ou dans le nucléaire.

\* Brevet numéro 2620606 (JP)

Structure cristalline du graphite

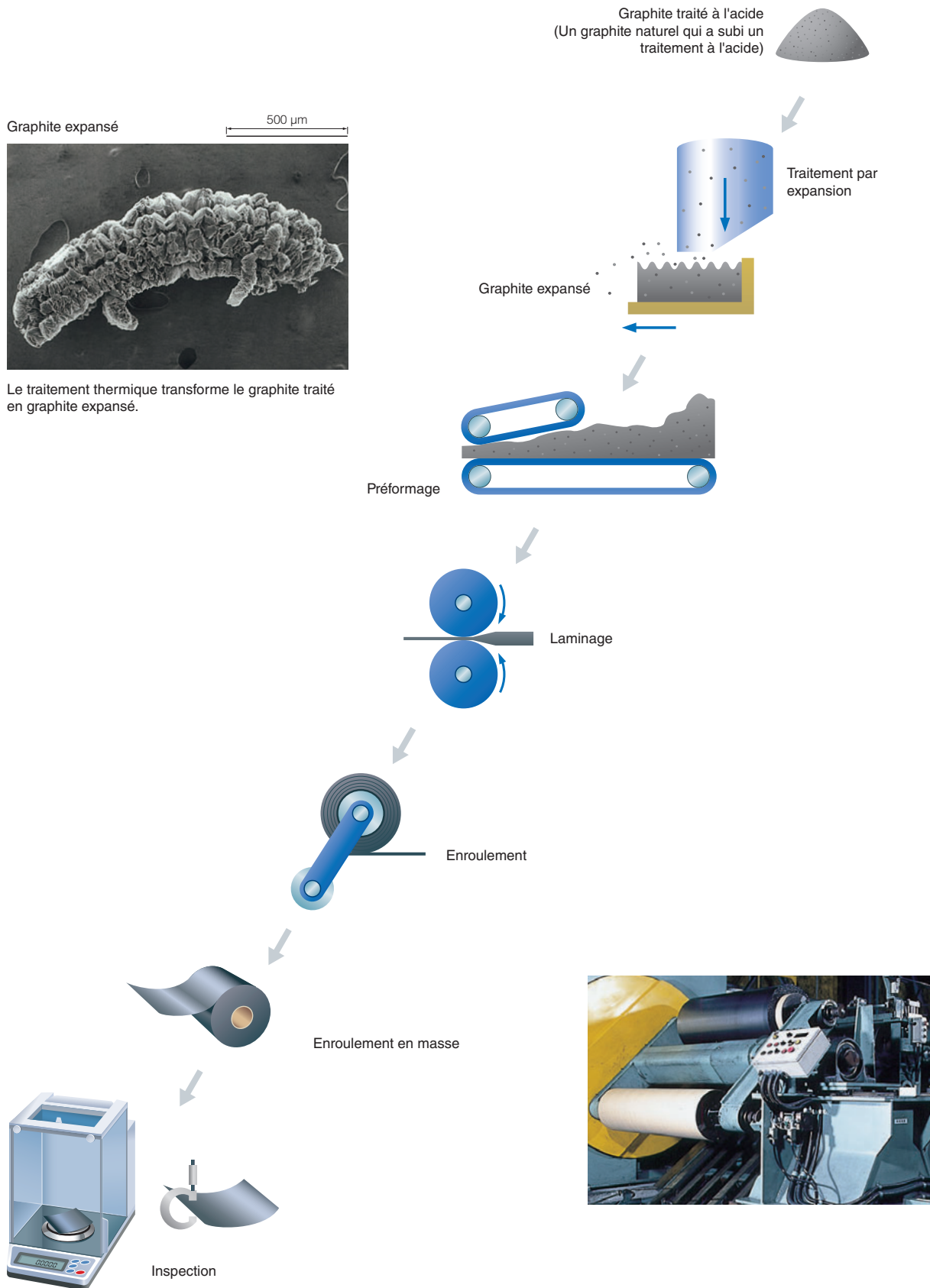


Il est extrêmement léger comparé à d'autres matériaux.

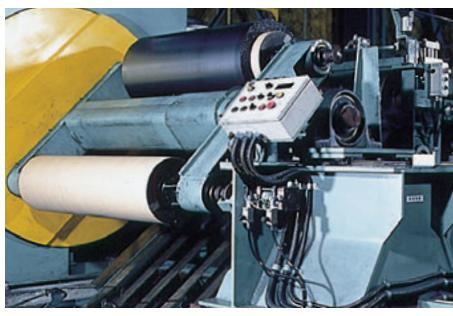


Il a une excellente résistance à la chaleur.

# Processus de fabrication


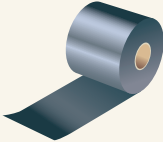

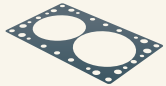


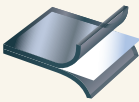



PERMA-FOIL™



## Qualité et application

Le PERMA-FOIL™ possède d'excellentes propriétés de scellage, de durabilité et d'usabilité. Nos produits haute pureté ont subi un processus de purification unique et sont des composants de qualité optimale pour le nucléaire, comme dispositifs d'espacement dans l'industrie des semi-conducteurs, comme panneau de radiateur en électronique et dans d'autres composants analogues. Les qualités couvrent tous les types d'applications, parmi lesquelles : les joints pour automobile, l'emballage industriel, les pièces pour les équipements de semi-conducteurs, les joints résistant à la corrosion, les applications informatiques et une large gamme d'autres applications. Nous réalisons ce produit dans une large gamme de dimensions et de formes y compris les rouleaux, les feuilles coupées et les formes spécifiques du client.

Qualité	Caractéristiques	Application	Types de fournitures
PF	Feuille de graphite, produits standard	Joints pour automobile Emballage industriel	
PF-R2	Version améliorée avec une stabilité thermique supérieure à celles des produits standard		
PF-HP	Produits à faible teneur en cendres		Produits de roulement Produits de coupe
PF-G3	Version améliorée avec une meilleure résistance à la corrosion et une stabilité thermique supérieure par rapport aux produits R2	Joint résistant à la chaleur Emballage	 
PF-UHP, UHPU, UHPL	Produits haute pureté	Pièces destinées au four haute pureté pour les applications des semi-conducteurs et nucléaires. Matériau thermoconducteur Diffuseur de chaleur.	
PF-A	Produits de liaison (épaisseur ≥ 1,5 mm)	Matériau isolant thermique Emballage industriel général	
PF-SUS, AL	Produits SUS et laminés à film AL	Joints pour automobile Emballage industriel général	
Feuille de liaison S	Feuilles de liaison à bande adhésive	Joint de bride	
PF poudre 4, 8F	Feuille de graphite pulvérisé	Emballage industriel général Pièces de batterie	Poudre

\* Veuillez contacter notre service commercial pour connaître les dimensions disponibles.

# Données techniques

## ■ Propriétés type

Élément	Unité	Qualité					
		PF	PF-R2	PF-HP	PF-G3	PF-UHPL	PF-UHR, UHPU
Température de service	°C	-200 à 3200					
Épaisseur	mm	0,2 à 1,0	0,2 à 1,5	0,05 à 1,0	0,2 à 1,0	0,38	0,1 à 1,5
Densité de masse	mg/m <sup>3</sup>	0,5 à 1,1	0,5 à 1,1	0,5 à 2,0	0,5 à 1,1	1,0	1,0, 0,9
Perte d'oxydation	masse %	40	25	40	3	5	5
Températures d'oxydation initiale	°C	440	730	630	850	820	820
Résistance à la traction	MPa	4,9	5,2	4,9	5,1	6,3	6,3
Teneur en soufre	masse ppm	1000	1000	1000	1000	<1	<1
Teneur en chlorine	masse ppm	<10	<10	<10	<10	<3	<3
Taux de compression	%	47					
Taux de restauration	%	15					
Taux de libération de contrainte	%	1,0					
Contenu des cendres	masse %	0,5	0,5	0,1	0,5	<20 masse ppm	<10 masse ppm
pH	-	5,1	5,1	5,1	5,1	7,0	7,0
Perméabilité du gaz (azote, 0,1 MPa de pression différentielle)	m <sup>2</sup> /s	1,3 x 10 <sup>-10</sup>					
Coefficient d'expansion thermique	Parallèle à la surface	5 x 10 <sup>-6</sup>					
	Perpendiculaire à la surface	2 x 10 <sup>-4</sup>					
Conductivité thermique (25 °C)	Parallèle à la surface	200					
	Perpendiculaire à la surface	5					
Résistivité électrique (25 °C)	Parallèle à la surface	7					
	Perpendiculaire à la surface	1000					
Inflammabilité	-	Equivalent à UL94 V-0					

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type et ne sont pas garantis.

\* Données de propriétés à la densité de 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

\* La perte d'oxydation est la conséquence de la mesure pendant 1 heure à 670 °C.

\* La température d'oxydation initiale représente la température initiale de réduction de la masse, avec le résultat de la mesure utilisant une thermobalance dans l'atmosphère.

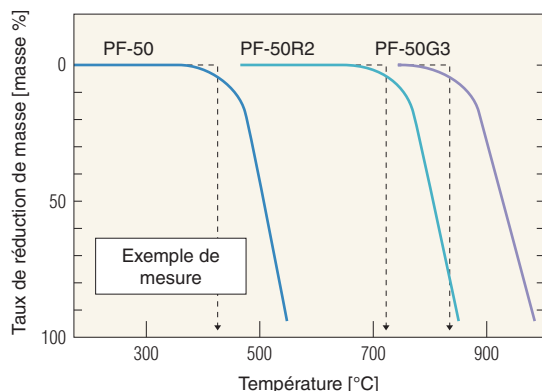
\* La plage de température de mesure pour le coefficient d'expansion thermique est comprise entre 300 et 400°C.

\* Dimension standard pour chaque qualité, épaisseur ou densité de masse.

\* Contraintes de dimensions en fonction de la dimension, de l'épaisseur et de la densité de masse.

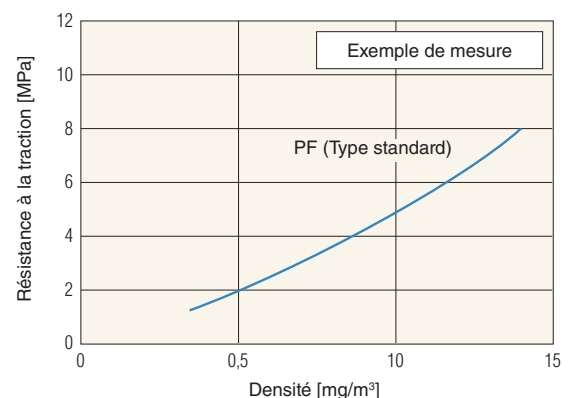
Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.

## ■ Températures d'oxydation initiale



Nous avons différentes qualités susceptibles de répondre aux exigences des clients en matière de résistance à la chaleur.

## ■ Relation entre la densité et la résistance à la traction

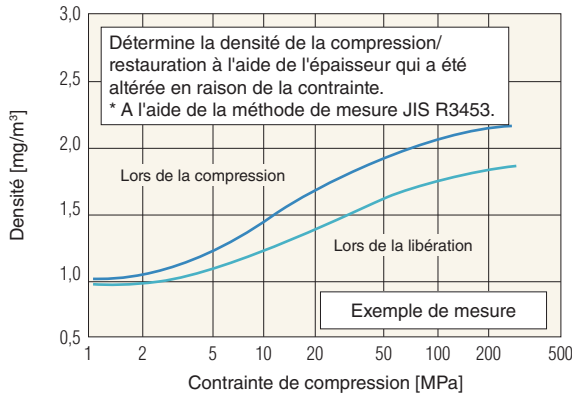


Les produits haute densité ont une résistance élevée.

# Données de propriétés

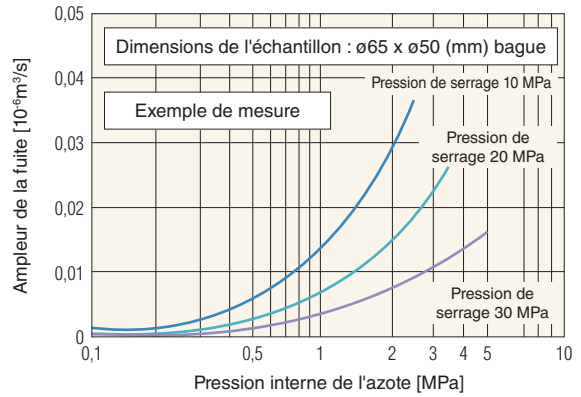
## ■ Excellentes capacités de restauration de la compressibilité

Relation entre la densité et la contrainte de compression pendant la compression et la libération (PF-50)



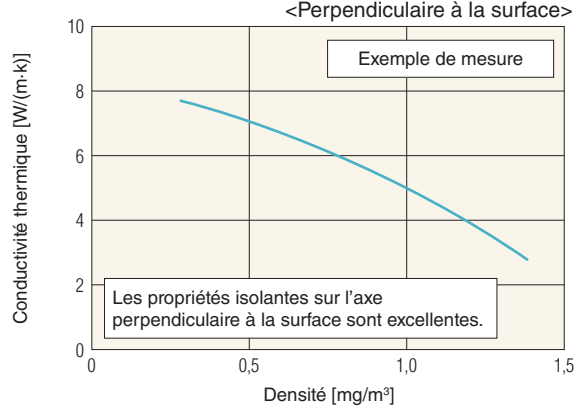
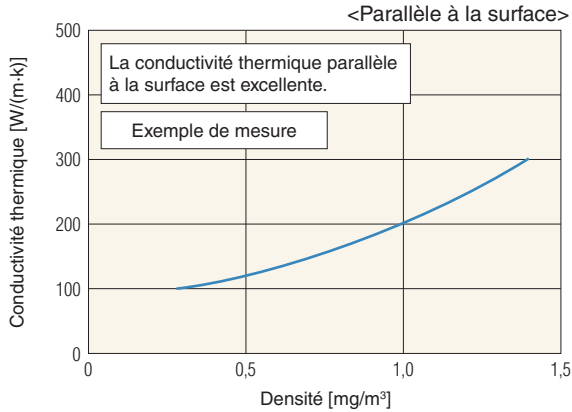
## ■ Propriétés de scellage élevées

Relation entre la pression de serrage et l'importance de la fuite (PF-50)

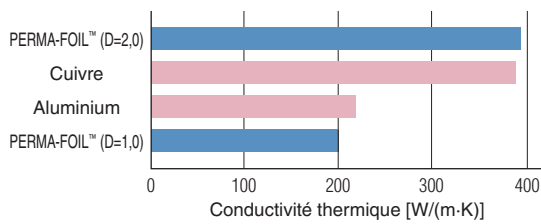


## ■ Efficacité de la contrainte de compression pour chaque propriété

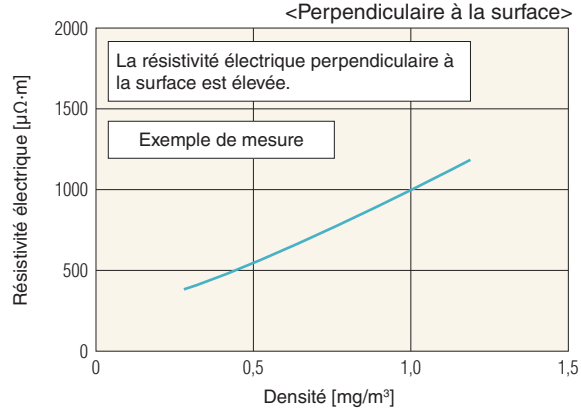
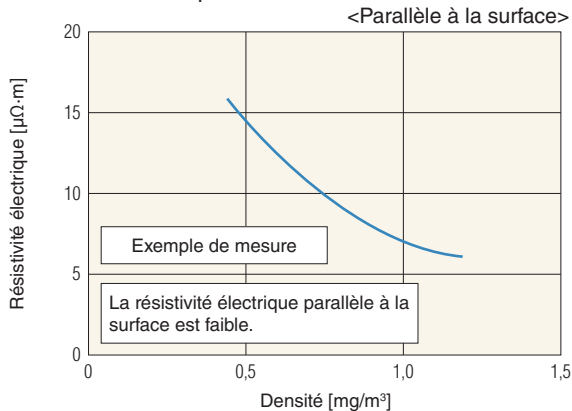
### Conductivité thermique



Les produits haute densité ont une conductivité thermique extrêmement élevée.



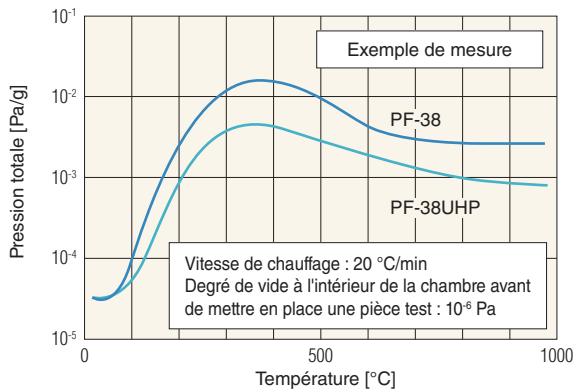
### Résistivité électrique



\* La conductivité thermique est indépendante de l'épaisseur et de la qualité de la feuille.

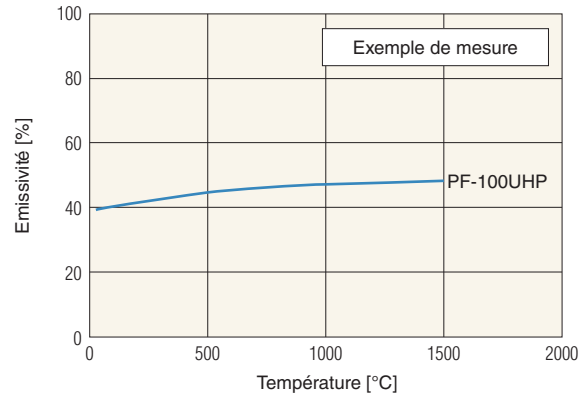


### ■ Spectre de désorption thermique (TDS)



Volume d'émission de gaz extrêmement faible.

### ■ Emissivité



### ■ Résistance chimique

Substance chimique	Concentration (masse %)	Température ambiante (immersion pendant 30 jours)			50 °C (Immersion pendant 30 jours)		85 °C (Immersion pendant 6 heures)			
		Augmentation de l'épaisseur	Augmentation du poids	Apparence	Augmentation de l'épaisseur	Apparence	Augmentation de l'épaisseur	Apparence		
Acide sulfurique	90				△	×	○	△	×	○
	95	△	×	△	△	×	×			
Acide nitrique	10	○	○	○	○	○	○			
	20	○	○	○	○	○	○			
Acide sulfurique + Acide nitrique = 9:1		×	×	×						
Acide hydrochlorique	36				○	○	○	○	○	○
Acide phosphorique	85				○	△	○	○	△	○
Acide hydrofluorique	46	○	○	○						
Eau ammoniacuée	28	○	○	○						
Hydroxyde de sodium	25	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Méthanol	100	○	○	○						
Acétone	100	○	○	○						
Essence	100	○	○	○						

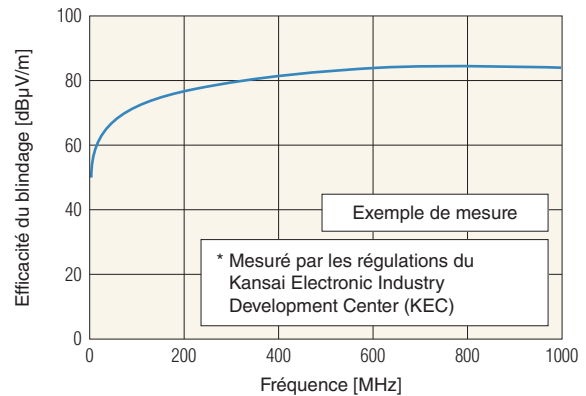
\* ○...Aucune modification △...Légère modification ×...Modification significative  
\* La résistance chimique est indépendante de l'épaisseur et de la qualité de la feuille.

### ■ Températures de réaction initiale avec différentes substances

\*Extrait d'autres publications

Réactif	Température de réaction initiale	Composé de réaction
Dioxyde de silicium	1250 °C	CO, Si, SiC
Cuivre	Sans réaction	—
Magnésium	Sans réaction	—
Fer	600 à 800 °C	Fe <sub>3</sub> C
Cobalt	218 °C	CoC, Co <sub>3</sub> C
Plomb	Sans réaction	—
Oxyde d'aluminium	1280 °C	CO, Al, Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>
Oxyde de magnésium	1350 °C	CO, Mg
Oxyde de zirconium	1300 °C	CO, Zr, ZrC

### ■ Caractéristiques du blindage électromagnétique (PF-50)



Caractéristiques élevées du blindage électromagnétique.

### ■ Exemple d'analyse d'impureté

Unités : masse ppm

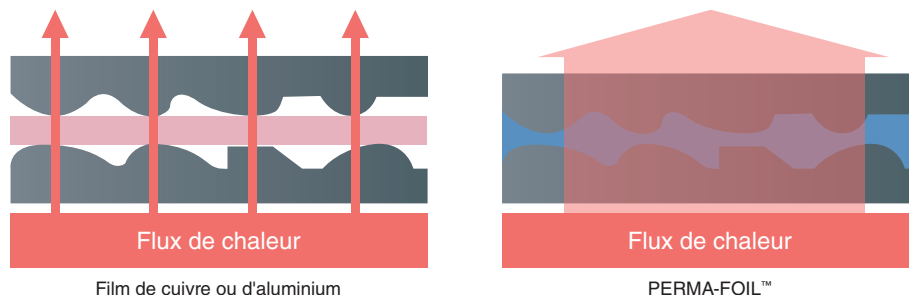
Élément	Élément	
	Produits standard	Produits purifiés
Li	<0,01	<0,01
Na	46	<0,05
K	1,9	<0,1
Cu	1,0	<0,08
Be	<0,02	<0,02
Mg	0,7	<0,02
Ca	40	<0,04
Zn	<0,1	<0,1
Al	90	<0,08
V	0,7	<0,07
S	1000	<1,0
Fe	160	<0,04
Ni	<0,1	<0,1

Toyo Tanso dispose d'une large gamme de qualités de carbone et de graphite répondant à vos exigences. Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.

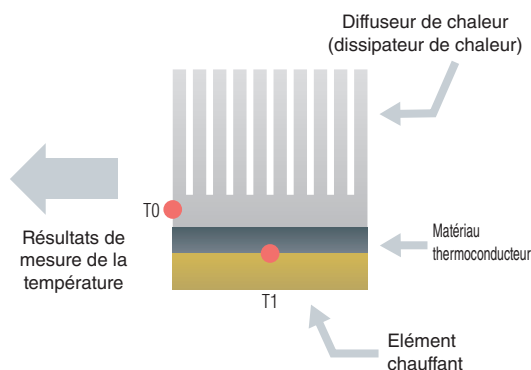
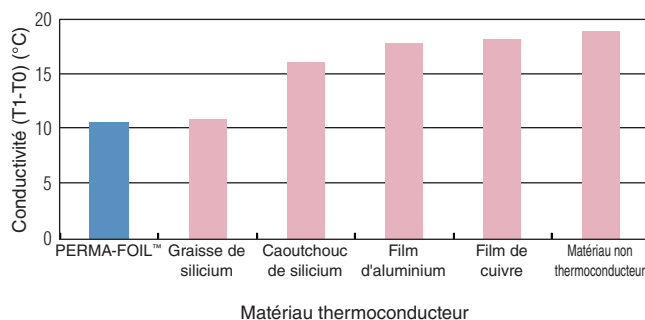
# Excellents résultats de conductivité thermique et d'égalisation de la pression de PERMA-FOIL™

## ■ Effets thermoconducteurs

PERMA-FOIL™ bénéficie d'une conductivité thermique élevée sur un axe parallèle à la surface, et il est doté d'une flexibilité qui lui permet d'adhérer parfaitement avec d'autres matériaux, ce qui améliore la transmission thermique entre la source de chaleur et le dissipateur de chaleur.



Comparaison de la conductivité thermique



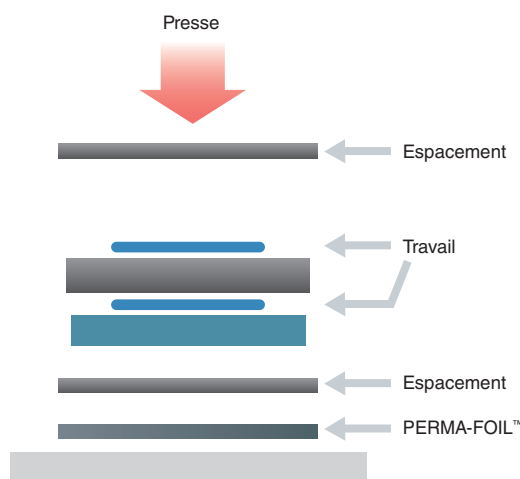
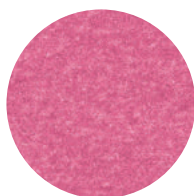
## ■ Effets d'égalisation de pression

PERMA-FOIL™ possède des propriétés d'amortissement élevées autorisant l'application d'une pression régulière au substrat dans les applications de presse à chaud et de liage thermique.

Sans PERMA-FOIL™



Avec PERMA-FOIL™



## ● Exemples d'applications

- Composants pour les équipements de fabrication de semi-conducteurs.
- Applications de transfert thermique dans les équipements électroniques
- Joints pour automobile
- Matériel d'emballage pour usines chimiques
- Matériau isolant pour intérieurs de fours
- Composants haute pureté destinés à être utilisés dans les intérieurs de fours

# Produits en carbone pour applications mécaniques



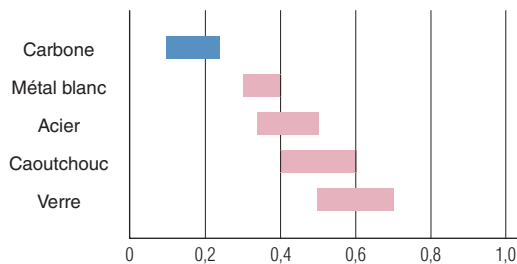
- (1) Emballage de tige
- (2) Garniture de labyrinthe
- (3) Paliers radiaux
- (4) Palier de butée
- (5) Sabot
- (6) Glissière
- (7) Joint d'étanchéité
- (8) Roue de chariot
- (9) Siège de soupape
- (10) Palette
- (11) Rotor
- (12) Segment de piston
- (13) Garniture mécanique
- (14) Palier

# Propriétés des produits en carbone pour les applications mécaniques

Les matériaux de glissement au carbone sont dotés d'excellentes propriétés auto-lubrifiantes, de résistance à la chaleur et de résistance chimique. Ceci signifie qu'ils peuvent être utilisés dans des atmosphères haute température dans lesquelles les matériaux de glissement en métal ordinaire ne peuvent pas être utilisés et dans lesquelles les fluides et les lubrifiants ne sont pas appropriés. Les séries de produits IG, KC et TUG de Toyo Tanso offrent les capacités techniques et de développement dans le domaine des matériaux de glissement qui ont été cultivés pendant de nombreuses années afin de répondre aux différents besoins de nos clients.

## ■ Excellente auto-lubrification

Le carbone possède des propriétés auto-lubrifiantes en raison de sa structure en couches cristallines, ce qui en fait un matériau se prêtant à une utilisation dans des atmosphères haute-température et dans des domaines dans lesquels les fluides et les lubrifiants sont évités. En particulier, son coefficient de friction en l'absence de lubrification est réduit comparé aux autres matériaux, ce qui facilite le glissement.



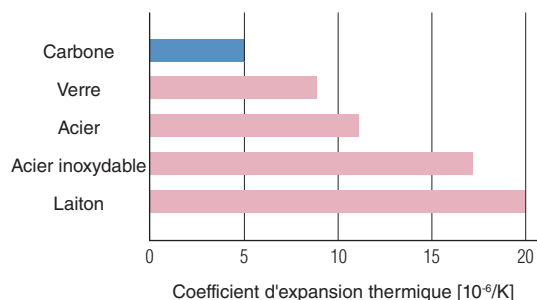
Coefficient de friction dynamique sur une surface en acier [Température ambiante atmosphérique]

## ■ Excellente durabilité thermique

Il n'y a quasiment pas de modification de la résistance mécanique et des propriétés de glissement en raison de la chaleur. Reportez-vous au tableau de la page 36 pour plus de précisions sur la durabilité thermique de chaque matériau.

## ■ Excellente résistance chimique

À l'exception des produits chimiques inorganiques (oxydants puissants), le carbone a une excellente résistance chimique. La résistance chimique de chaque matériau est indiquée dans le tableau de la page 39.



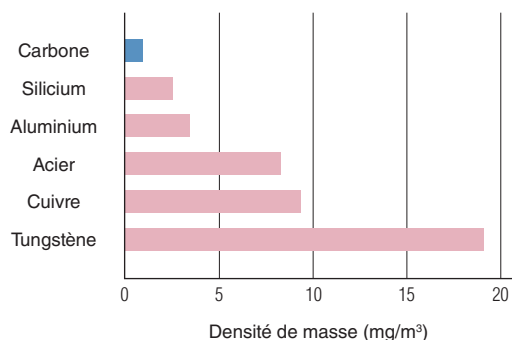
Coefficient d'expansion thermique [ $10^{-6}/K$ ]

## ■ Résistance aux chocs thermiques

Le coefficient d'expansion thermique est plus faible que les matériaux métalliques et il a une bonne conductivité thermique. Ceci signifie que le matériau se craquèle très rarement, même pendant les changements de température rapides.

## ■ Compatible avec des conceptions légères

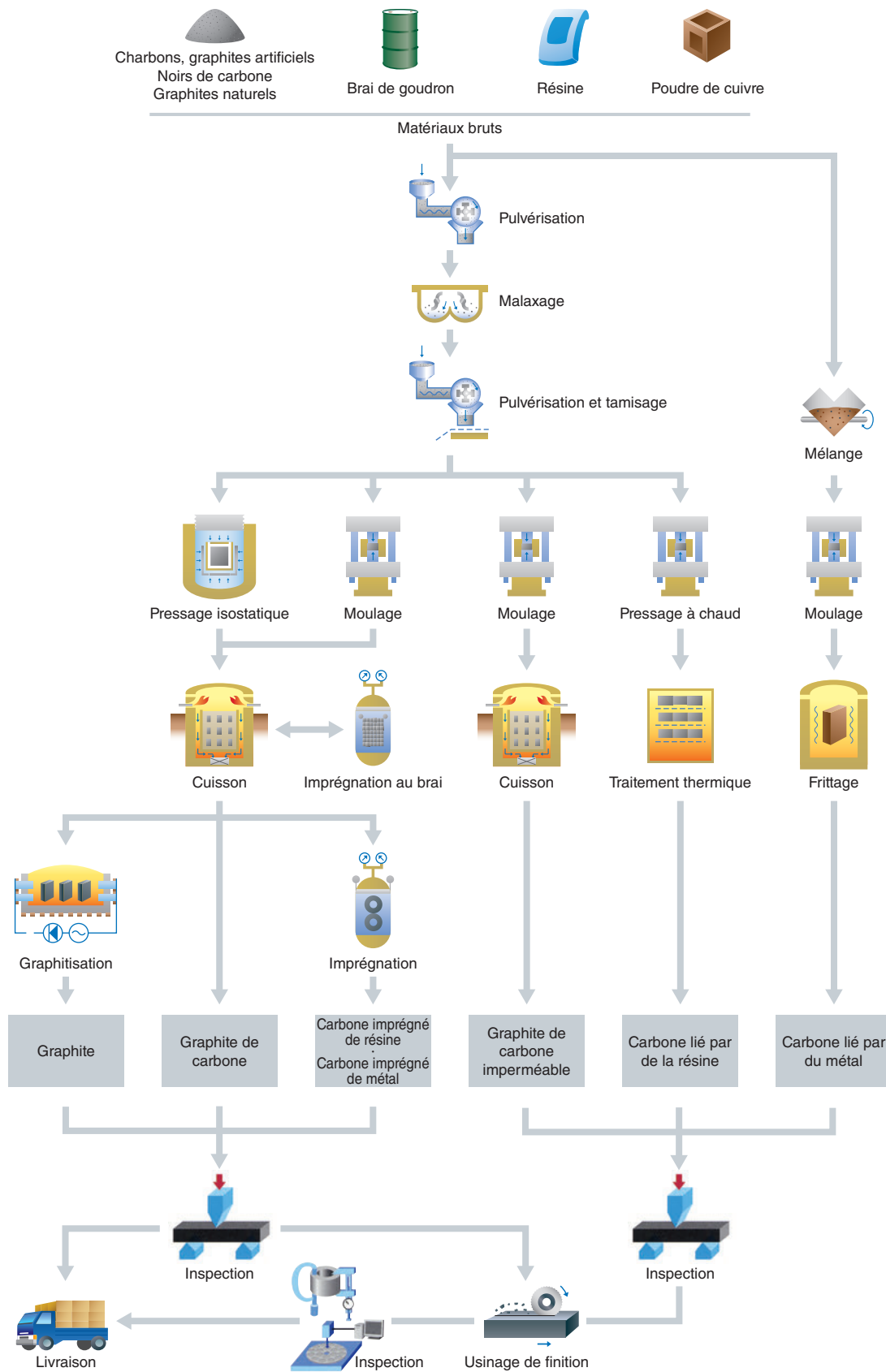
La densité de masse est faible comparée aux matériaux métalliques. Cela permet des conceptions de machines légères et une réduction du bruit de friction.



Densité de masse ( $mg/m^3$ )



# Processus de fabrication

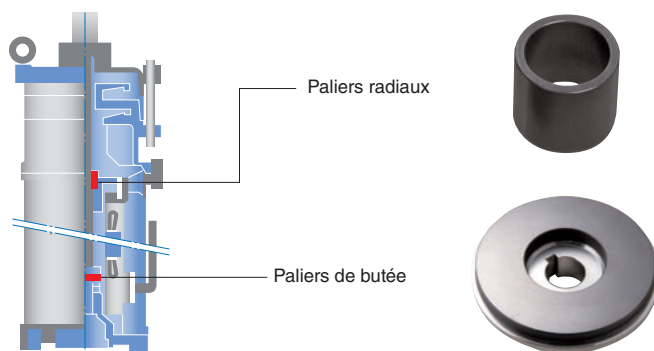


Produits en carbone  
pour applications  
mécaniques

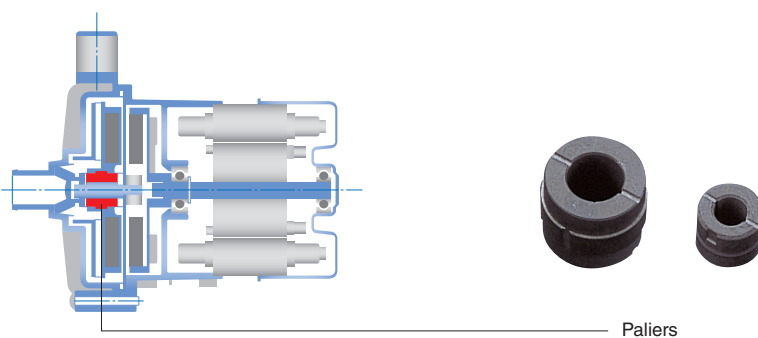
# Application

## ■ Paliers

Pompes de moteurs immergés de puits profonds  
 Pompes pour le raffinage du pétrole et les processus pétrochimiques  
 Pompes pour la station électrique  
 Pompes pour les industries générales  
 Pompes chimiques  
 Pompes marines  
 Pompes de débitmètres

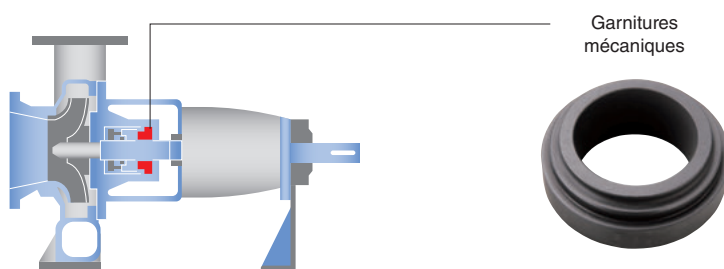


Pompes de circulation d'eau chaude domestique  
 Pompes de circulation de distributeurs automatiques  
 Lave-vaisselle  
 Séchoirs de bois contreplaqué

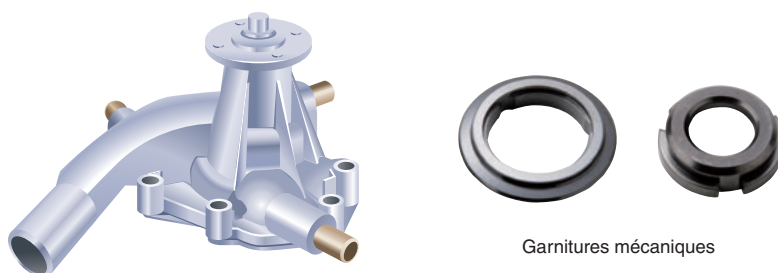


## ■ Bagues d'étanchéité

Pompes pour le raffinage du pétrole et les processus pétrochimiques  
 Pompes pour les processus de station électrique  
 Pompes pour les industries générales  
 Pompes chimiques  
 Agitateur  
 Pompes marines



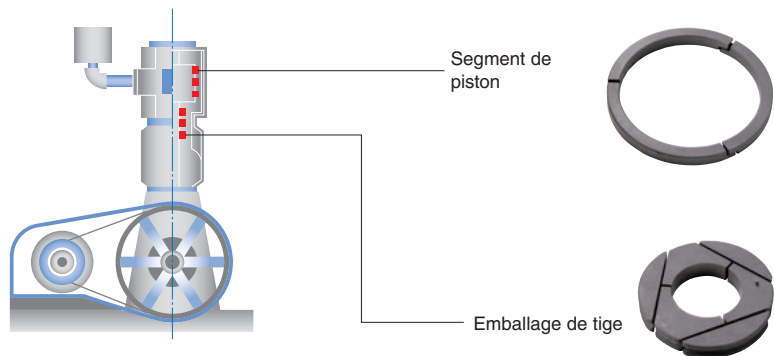
Pompes à eau automobile  
 Pompes de circulation d'eau chaude domestique  
 Compresseurs de réfrigérateur



Produits en carbone pour applications mécaniques

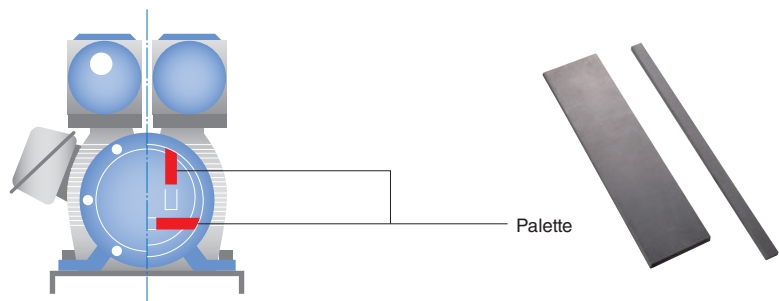
### ■ Emballage

Compresseurs réciprocques  
Compresseurs à vis  
Turbines à vapeur  
Génératrices de production hydroélectrique



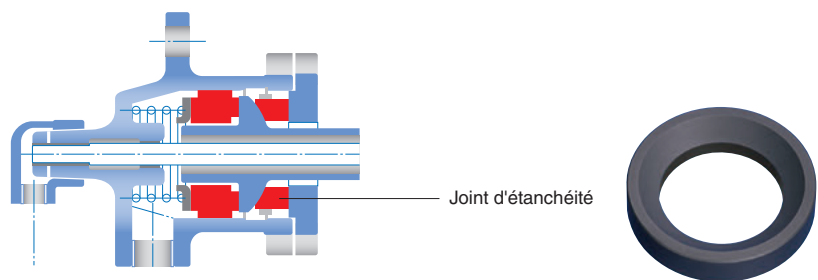
### ■ Palettes

Différentes pompes à vide  
Souffleurs d'air  
Débitmètres  
Compresseurs à oscillation  
Radiateurs à jet



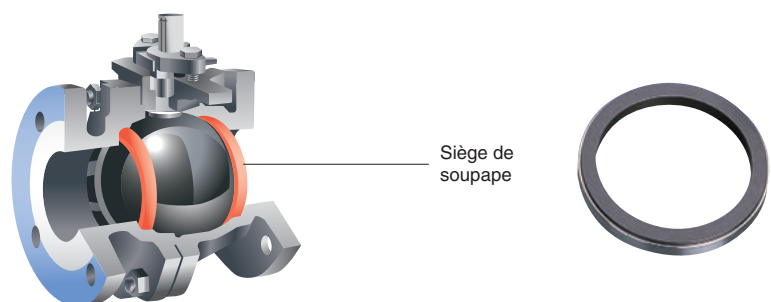
### ■ Joints d'étanchéité

Séchoirs de papeterie  
Séchoirs à tambour  
Malaxeurs  
Imprimantes



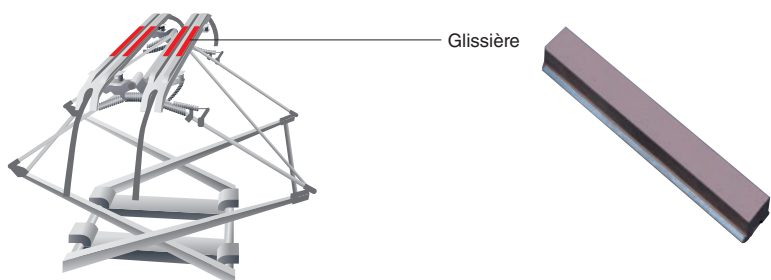
### ■ Sièges de soupape

Robinet à bille



### ■ Glissières de pantographe

Lignes régulières des chemins de fer japonais  
Chemins de fer privés japonais



# Propriétés type

Pour des applications de glissement mécanique, nous fournissons une grande variété de produits en carbone, tels que le graphite, le graphite de carbone, le carbone imprégné de résine, le carbone imprégné de métal, les composites SiC/C, le carbone imprégné de composite inorganique, le graphite imperméable, le carbone lié résine et le carbone lié métal. Sélectionnez le produit qui convient le mieux à votre application.

## ■ Graphite

Il possède d'excellentes caractéristiques de résistance à la chaleur et chimique comparé aux autres compositions, et virtuellement aucune variation dans des facteurs tels que les propriétés de glissement.

## ■ Graphite de carbone

Il s'agit d'un matériau de glissement de carbone général composé de carbone et de graphite. Nous fournissons des produits adaptés à vos applications.

## ■ Carbone imprégné de résine et carbone imprégné de métal

De la résine ou du métal est imprégné dans les pores du carbone afin d'améliorer la résistance, l'imperméabilité et les propriétés de glissement.

## ■ Composites SiC/C

Il possède une excellente résistance à l'érosion et au cloquage. La profondeur de la couche composite peut être de 2 à 4 mm à partir de la couche de surface.

## ■ Carbone imprégné de composé inorganique

Le composé inorganique est imprégné dans le graphite isotropique.

Il comporte des propriétés anti-oxydantes dans les atmosphères à température élevée.

## ■ Graphite de carbone imperméable

Il s'agit d'un matériau non imprégné doté une excellente imperméabilité.

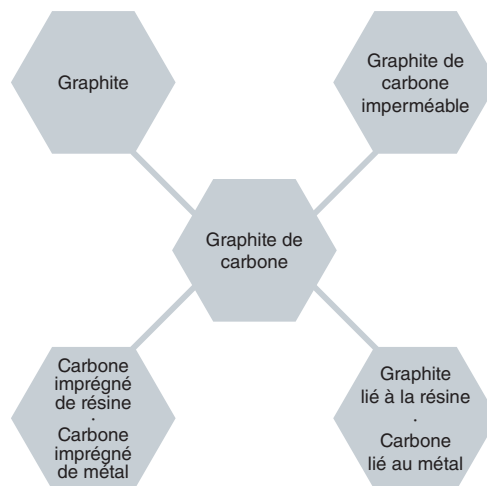
Il est produit en masse aisément par moulage pour obtenir toute forme souhaitée.

## ■ Carbone imprégné résine

Il s'agit d'un matériau dans lequel le carbone et la résine sont liés. Il est produit en masse aisément par moulage pour obtenir toute forme souhaitée.

## ■ Carbone imprégné métal

Il s'agit d'un matériau fritté à base de carbone et de métal. Il est doté de propriétés auto-lubrifiantes et il est utilisable dans des domaines dans lesquels les lubrifiants sont évités.



Les propriétés de glissement du carbone sont très fortement affectées par les conditions d'utilisation (par ex. la pression, la vitesse de rotation, les matériaux de contact, l'atmosphère, la température, etc.).  
 Toyo Tanso dispose d'une large gamme de qualités de carbone et de graphite répondant à vos exigences.  
 Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.



Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistance à la flexion	Résistance à la compression	Module de Young	Coefficient d'expansion thermique	Conductivité thermique	Durabilité thermique
		mg/m <sup>3</sup>	HSD	MPa	MPa	GPa	10 <sup>-5</sup> /K	W/(m·K)	°C
Graphite	IG-11	1,77	51	39	78	10	4,5 <sub>a)</sub>	120	400
	ISO-68	1,82	80	76	172	13	5,6 <sub>a)</sub>	70	450
Graphite de carbone	KC-36	1,72	65	48	135	15	3,5	15	300
	KC-57	1,78	105	70	270	20	4,0	5	350
	KC-67	1,77	72	60	185	20	3,5	10	350
	KC-83K	1,74	80	55	160	15	4,0	10	350
	KP-001	1,72	90	70	240	17	5,0	4	250
	KP-002	1,73	60	58	170	17	3,5	7	250
Carbone imprégné de résine	KC-360	1,78	75	58	165	17	4,0	15	250
	KC-570*	1,85	110	84	370	22	5,0	5	300
	KC-573*	1,85	110	85	370	22	5,5	5	250
	KC-670*	1,87	87	78	240	22	5,0	10	300
	KC-673*	1,87	87	78	245	22	5,5	10	250
	KC-830K	1,84	90	70	205	17	5,0	10	300
	IKC-433	1,97	70	70	140	20	6,0	139	200
Carbone imprégné de métal	KC-5709*	2,25	110	100	430	27	5,0	5	400
	KC-6709*	2,30	88	90	300	27	5,0	13	400
	IKC-6809	2,67	88	105	300	21	6,0	80	450
	PC-78A	2,90	95	110	410	27	6,5	13	350
Composites SiC/C	TS-002	2,31/2,75	63/70	113/78	300/205	18/16	4,5/5,2	80/80	500
	TS-003	2,28/1,82	83/80	116/76	410/172	30/13	5,4/5,6	70/70	400
	TS-004	2,28/1,92	83/86	116/88	410/235	30/15	5,4/7,5	70/60	200
	TS-005	2,28/2,67	83/88	116/105	410/300	30/21	5,4/6,0	70/80	500
Carbone imprégné de composé inorganique	IG-11R1	1,85	55	46	92	11	4,5 <sub>a)</sub>	120	500
	IG-43R1	1,88	57	59	108	12	4,8 <sub>a)</sub>	140	500
	ISO-68R1	1,87	84	83	190	15	5,6 <sub>a)</sub>	70	500
Graphite de carbone imperméable	TUG-105	1,67	90	60	250	20	4,0	—	250
	TUG-110	1,78	105	90	290	20	4,0	—	250
	TUG-120	1,68	95	70	245	20	4,0	—	250
	TUG-308	1,87	90	65	215	23	3,5	—	250
	TUG-309	1,85	80	55	185	20	3,5	—	250
	TUG-3095	1,81	75	50	170	20	3,5	—	250
	TUG-505	1,89	80	68	185	20	3,0	—	250
Carbone lié par de la résine	W-1500	1,77	70	75	175	15	23,0 <sub>b)</sub>	—	150
	W-3500*	1,63	85	90	250	12	30,0 <sub>b)</sub>	—	200
	LS	1,77	60	70	100	15	15,0 <sub>b)</sub>	—	150
	NLA	1,70	75	85	175	15	23,0 <sub>b)</sub>	—	150
	MR-10*	1,43	78	100	230	10	35,0 <sub>b)</sub>	—	200
Carbone lié par du métal	GM-1	4,60	18	25	55	—	12,0	—	200
	GM-5	6,20	18	205	350	—	12,0	—	400

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type et ne sont pas garantis.

\* Les valeurs du composite SiC/C montrent toutes les deux la "couche de composite SiC/C" et le "substrat (+ imprégnation)".

\* La durabilité thermique du composite SiC/C montre celle du "substrat (+ imprégnation)".

\* La durabilité thermique varie en fonction des conditions d'utilisation. Valeur fournies pour référence uniquement.

\* La plage de température de mesure pour le coefficient d'expansion thermique est : a) 350 à 450°C, b) 50 à 150°C, et autres : 100 à 200°C.

\* Conversion d'unité : MPa=kgf/cm<sup>2</sup> x 0,098 GPa=kgf/mm<sup>2</sup> x 0,0098 W/(m·K)=kcal/h·m·°C x 1,16

# Table de sélection du produit selon l'utilisation

Composition	Qualité	Paliers							Bagues d'étanchéité					
		Non lubrifié			Lubrifié				Garniture mécanique					
		Pour les températures élevées	Pour les charges élevées	Pour les charges faibles	Pour la production de masse à charge élevée	Pour la production de masse à charge faible	Pour les charges élevées	Pour les charges faibles	Pour la production de masse à charge élevée	Pour la production de masse à charge faible	Pour la résistance au cloquage			
Graphite	IG-11	○												
	ISO-68	○												
Graphite de carbone	KC-36			⊙										
	KC-57					○	⊙							
	KC-67			○			○							
	KC-83K			○			○							
	KP-001							⊙						
	KP-002								⊙					
Carbone imprégné de résine	KC-360		○	⊙										
	KC-570, KC-573						⊙			⊙				
	KC-670, KC-673							⊙		⊙				
	KC-830K							⊙		○				
Carbone imprégné de métal	KC-5709						⊙			○	⊙			○
	KC-6709						○	⊙			○			
	IKC-6809						○							
	PC-78A													
Composites SiC/C	TS-002						⊙			⊙	⊙			⊙
	TS-003						⊙			⊙				
	TS-004										⊙			⊙
	TS-005						⊙			⊙	⊙			⊙
Carbone imprégné de composé inorganique	IG-11R1	○												
	IG-43R1	⊙												
	ISO-68R1	⊙												
Graphite de carbone imperméable	TUG-105								⊙					
	TUG-110											⊙		○
	TUG-120									⊙				
	TUG-308											⊙		○
	TUG-309									○			○	
	TUG-3095				○									
	TUG-505											○		
Carbone lié par de la résine	W-1500					○				○				○
	W-3500					⊙				⊙				⊙
	LS					○								
	NLA									⊙				
	MR-10													
Carbone lié par du métal	GM-1													
	GM-5		⊙											



# Résistance chimique

À l'exception des produits chimiques inorganiques (oxydants puissants), le carbone a une excellente résistance à la corrosion chimique. Le carbone a une excellente résistance chimique comparé au métal en général et il est utilisé dans une large gamme d'applications. Reportez-vous au tableau ci-après sur la résistance chimique du carbone pour les applications mécaniques, avec les produits chimiques courants. La résistance chimique varie en fonction de la densité chimique, de la température et de la composition du carbone. Veuillez contacter Toyo Tanso pour plus de précisions.

Nom chimique	Formule chimique	Concentration (masse %)	Température	Composition				
				Graphite	Graphite de carbone		Lié à la résine	
					Non imprégné	Imprégné de résine		Imprégnation de métal
Ammoniac (gaz)	NH <sub>3</sub>	100	H	○	○	○	○	○
Chlorine (gaz)	Cl <sub>2</sub>	100	H	○	○	○	○	×
Chlorure d'hydrogène (gaz)	HCl	100	H	○	○	○	×	×
Brome (gaz)	Br <sub>2</sub>	100	C	×	×	×	×	×
Bromure d'hydrogène (gaz)	HBr	100	H	○	○	○	×	×
Dioxyde de soufre (gaz)	SO <sub>2</sub>	100	H	○	○	○	×	×
Fluor (gaz)	F <sub>2</sub>	100	C	×	×	×	×	×
Fluorure d'hydrogène (gaz)	HF	100	W	○	○	○	×	×
Hydroxyde d'ammonium	NH <sub>4</sub> OH	25	W	○	○	○	○	○
Hydroxyde de potassium	KOH	60	C	○	○	○	○	○
		60	H	○	○	×	×	×
Hydroxyde de sodium	NaOH	60	C	○	○	○	○	×
		60	H	○	○	×	×	×
Chlorite de sodium	NaClO <sub>2</sub>	20	H	×	×	×	×	×
Acide sulfureux	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	100	C	○	○	○	○	×
Acide hydrochlorique	HCl	36	H	○	○	○	×	×
Aqua Regia (acide hydrochlorique /Acide nitrique)	HCl/HNO <sub>3</sub>	100	C	○	○	○	×	×
Permanganate de potassium	KMnO <sub>4</sub>	7	C	○	○	○	○	○
		7	H	×	×	×	×	×
Acide chromique	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	20	C	○	○	○	×	×
		20	H	○	○	○	×	×
		40	C	○	○	○	×	×
		40	H	○	×	×	×	×
		60	C	×	×	×	×	×
Mélange d'acide (acide nitrique/ acide sulfurique)	HNO <sub>3</sub> / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100	C	×	×	×	×	×
Acide nitrique	HNO <sub>3</sub>	38	H	○	○	○	×	×
		65	C	○	×	×	×	×
		65	W	○	×	×	×	×
		65	H	×	×	×	×	×

Nom chimique	Formule chimique	Concentration (masse %)	Température	Composition				
				Graphite	Graphite de carbone		Lié à la résine	
					Non imprégné	Imprégné de résine		Imprégnation de métal
Hypochlorite de sodium	NaClO	7	H	○	×	×	×	×
		13	W	○	×	×	×	×
		23	C	×	×	×	×	×
Acide hydrofluorique	HF	40	W	○	×	×	×	×
		60	C	×	×	×	×	×
Acide sulfurique fumant	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +SO <sub>3</sub>	98	C	×	×	×	×	×
Acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48	H	○	○	○	×	×
		98	H	×	×	×	×	×
Acide phosphorique	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	C	○	○	○	○	○
		85	H	○	○	○	×	×
Acétone	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	100	C	○	○	○	○	○
Aniline	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	100	C	○	○	○	○	×
Ether	R-O-R	100	C	○	○	○	○	○
Acide formique	HCOOH	100	C	○	○	○	×	×
Acide citrique	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	100	C	○	○	○	○	○
Glycérine	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (OH) <sub>3</sub>	100	C	○	○	○	○	×
Chloroforme	CHCl <sub>3</sub>	100	C	○	○	○	×	○
Tétrachlorure de carbone	CCl <sub>4</sub>	100	C	○	○	○	○	○

\* H...100°C W...50°C C...20°C ○...Résistant ×...Infusé

Produits en carbone pour applications mécaniques



PRODUITS DE GRAPHITE DE CARBONE

# Balais de carbone



- (1) Balais en carbone pour applications industrielles générales
- (2) Balais en carbone pour alimentations électriques
- (3) Balais en carbone pour applications automobiles
- (4) Balais en carbone pour applications domestiques
- (5) Balais en carbone pour micro moteur
- (6) Balais en carbone pour outil électrique
- (7) Balais en carbone pour aspirateur
- (8) Balais de carbone avec dispositif de coupure

# Propriétés des balais en carbone

Le balai de carbone a un rôle important dans l'envoi de courant électrique entre les pièces immobiles et celle en rotation par un mécanisme de glissement des contacts. Les performances du balai ayant un impact significatif sur les performances de la machine rotative, le choix du balai constitue un facteur critique. Le groupe Toyo Tanso développe et produit des balais de carbone pour répondre aux divers besoins et attentes des clients, en appliquant son expertise supérieure en matière de technologie et d'assurance qualité, développée après de nombreuses années de recherches de terrain. Nos produits minimisent l'impact sur l'environnement et peuvent être utilisés dans une large gamme d'applications.

## ■ Excellente auto-lubrification et résistance à l'abrasion

Le carbone possède des propriétés auto-lubrifiantes et un faible coefficient de friction en raison de sa structure cristalline, ce qui en fait un matériau extrêmement résistant à l'abrasion. Le carbone est de ce fait caractérisé par une excellente résistance à l'abrasion et à une friction réduite sous tension, ce qui est une qualité importante pour les balais de carbone.

## ■ Conductivité supérieure

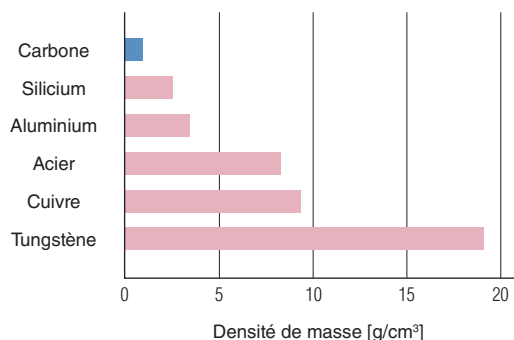
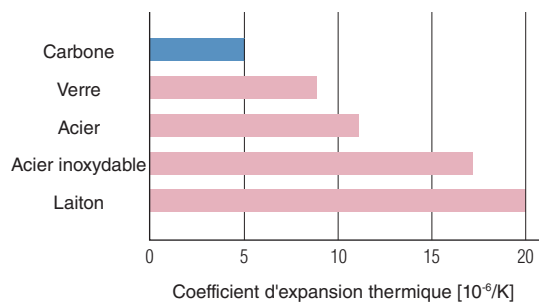
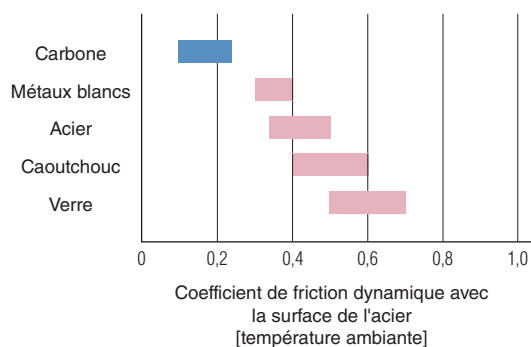
L'excellente conductivité électrique du carbone lui confère un niveau stable et optimal de résistivité électrique, amélioré par la sélection judicieuse des matériaux et du processus de sélection en fonction de l'application.

## ■ Durabilité remarquable

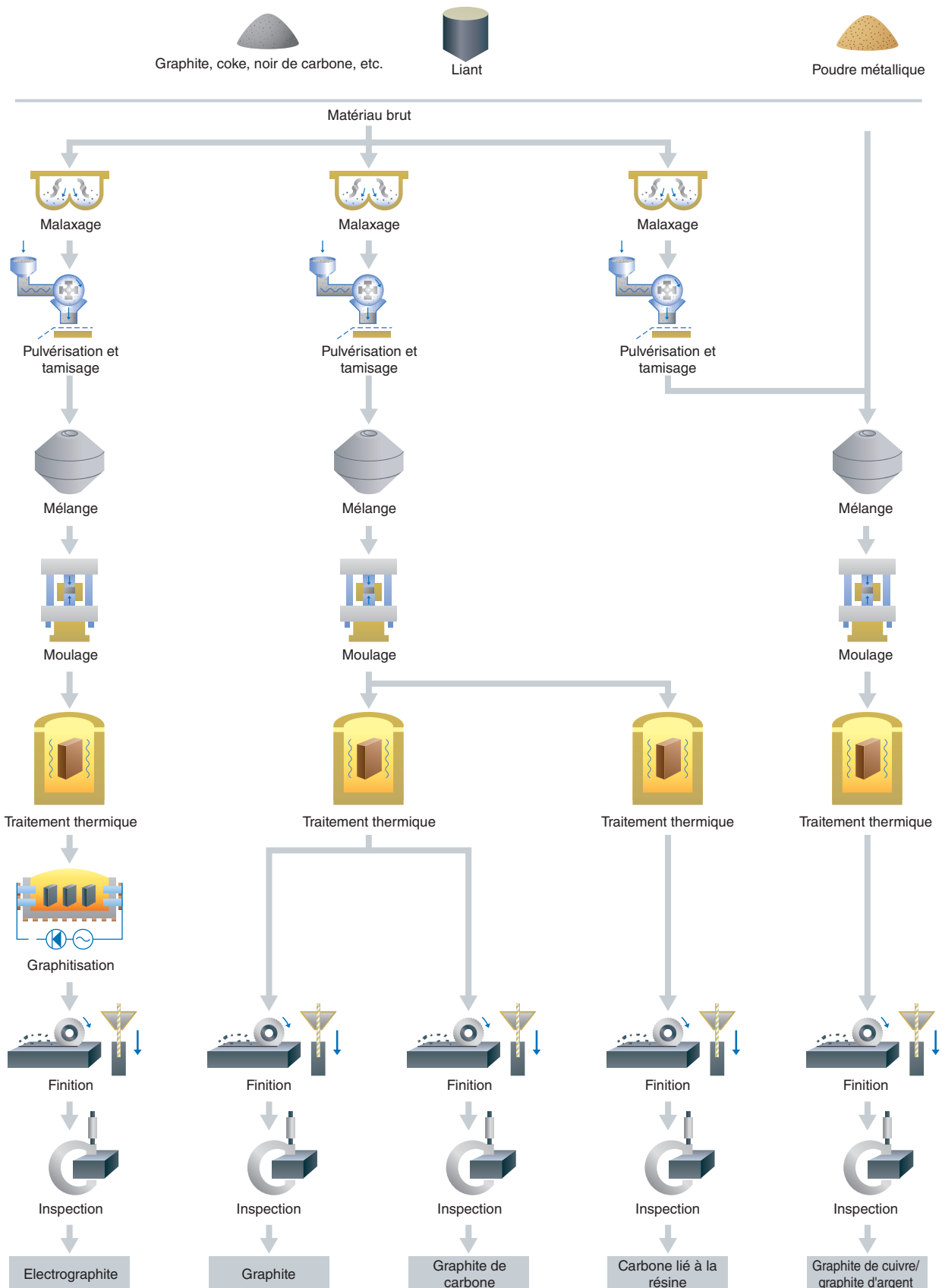
Le carbone est doté d'un faible coefficient d'expansion thermique, grâce auquel il ne change pratiquement pas de forme ou de qualité même à des températures élevées. Il résiste donc au ramollissement et à la fonte résultant des étincelles survenant lors des opérations, et ne fusionne pas avec d'autres métaux.

## ■ Carrossabilité supérieure pendant le contact par glissement

Comparée au métal conducteur en général, la densité de masse et le module de Young sont réduits dans le cas du carbone, qui présente une carrossabilité supérieure pendant le contact par glissement.



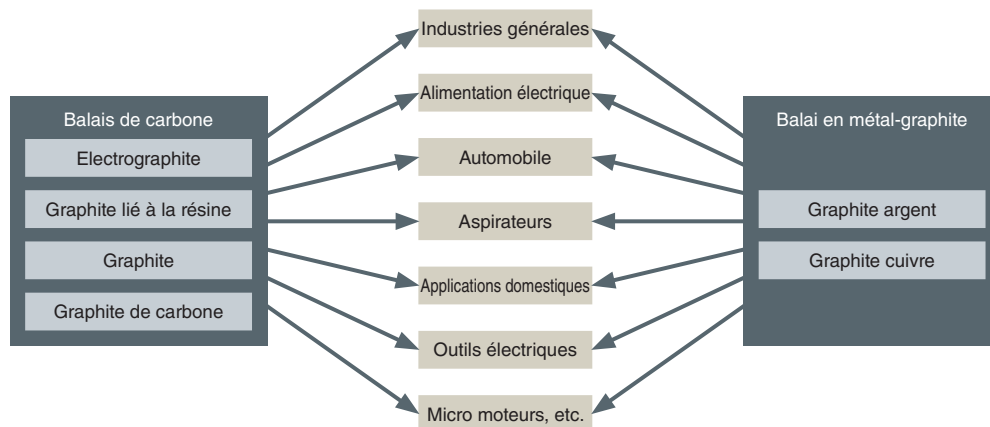
# Processus de fabrication



Batons de carbone

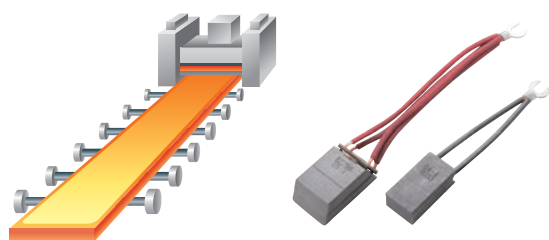
# Types de balais et applications : Quelques exemples

Le groupe Toyo Tanso offre une gamme complète de balais, y compris pour les utilisations industrielles générales, les aspirateurs, l'automobile, les applications d'électronique domestique, les moteurs électriques, l'alimentation électrique, les micro moteurs, etc.



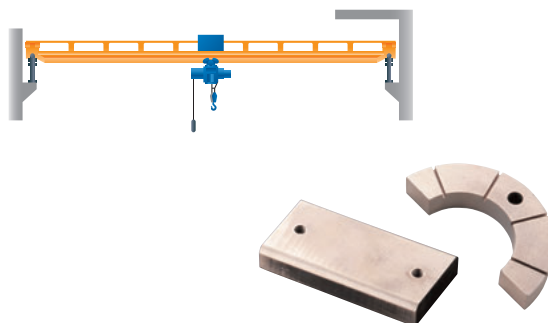
## ■ Industries générales

Moteurs DC

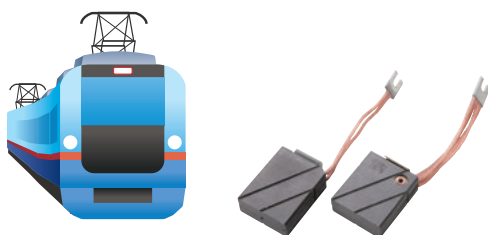


## ■ Alimentation électrique

Grues



Industrie ferroviaire



## ■ Application automobile

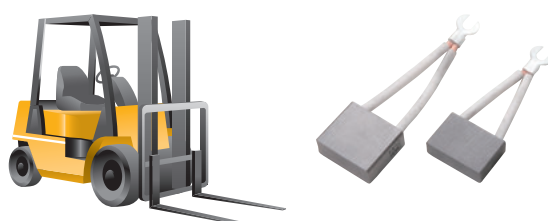
Automobiles



Energie éolienne



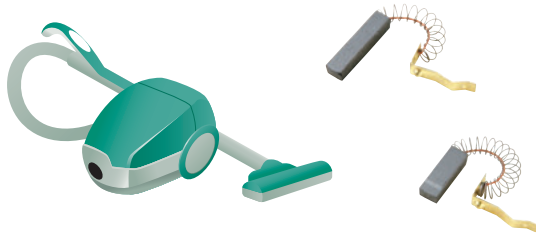
Chariots élévateurs





## ■ Aspirateurs

Aspirateurs



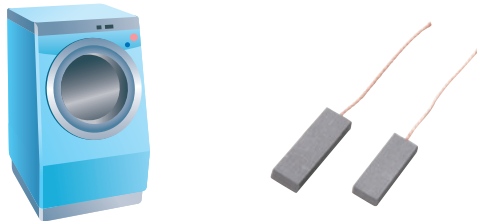
## ■ Outils électriques

Meuleuses à disque



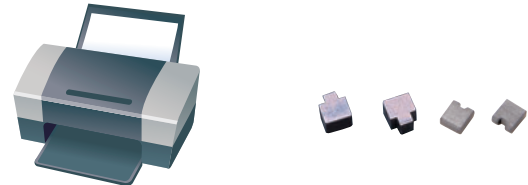
## ■ Applications domestiques

Machine à laver



## ■ Micro moteurs, etc.

Imprimantes

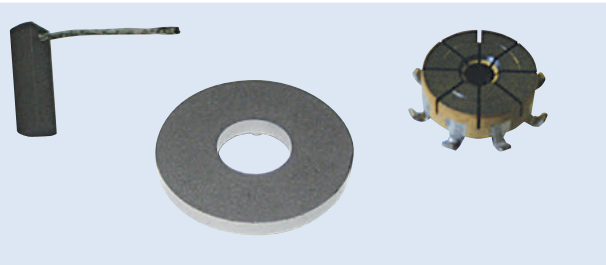


# Descriptions du produit

Le groupe Toyo Tanso ne cesse de rechercher des moyens d'obtenir des performances de pointe avec ses balais pour l'ensemble des applications. Nous sommes parvenus à développer jusqu'à présent une gamme de nouveaux produits, y compris des balais à revêtement spécial, des balais de carbone avec un dispositif de coupure, des balais de pompe à essence de véhicule et des disques de carbone, etc.

### ■ Balais et disques de carbone pour pompes à essence de véhicules

Le carbone répond à un grand nombre de conditions requises pour le commutateur pour les pompes à essence des véhicules. Toyo Tanso a développé des matériaux optimisés pour les balais et un disque en carbone à usure réduite pour commutateur. Nous pouvons proposer le matériau idéal pour répondre aux conditions d'utilisation des balais de carbone.



### ■ Balai de carbone à dispositif de coupure

Au terme de leur cycle de vie, les balais ont tendance à produire plus d'étincelles en réaction à la commutation, lorsque la pression du ressort se dégrade. Le balai à dispositif de coupure coupe rapidement le courant électrique lorsque le balai est usé afin de réduire la perte du commutateur. Les modèles de balais à coupure de Toyo Tanso dépendent du type de balai et des applications.



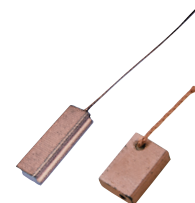
### ■ Balai de machine à laver

Le moteur du commutateur utilisé dans la machine à laver à tambour requiert des balais ayant une longévité extrêmement élevée. Toyo Tanso offre un balai longue durée donnant d'excellents résultats pendant le cycle inverse de la machine.



### ■ Balai à revêtement spécial

Ce balai est revêtu d'un film métallique conducteur fin. Ce revêtement est destiné à couper la perte associée à la résistance électrique et aux augmentations de températures sans sacrifier la longévité et les propriétés de commutation du balai. Ces balais sont utilisés dans les petits aspirateurs haute vitesse, les moteurs d'outils électriques, etc.



## Propriétés type

Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Coefficient de friction	Chute de tension des contacts	Vitesse périphérique maximum	Densité courant maximum	Propriétés/applications
		g/cm <sup>3</sup>	HSC	μΩ·m	MPa		V	m/s	A/cm <sup>2</sup>	
Electrographite	401	1,68	18	9	10	M	M	30	10	Bonne formation de film. Convient aux bagues collectrices générant facilement du veinage.
	502	1,77	51	11	37	M	M	25	10	Bonne résistance d'ébauchage grâce à la finesse de la structure isotropique du grain. Convient pour les moteurs DC basse vitesse et de capacité réduite et les bagues collectrices.
	503	1,68	46	13	29	M	M	30	10	Identique à 502, bonne résistance d'ébauchage grâce à la finesse de la structure isotropique du grain. Adapté pour les moteurs basse et moyenne capacité dont la vitesse est supérieure à 502.
	176	1,62	28	14	16	M	M	45	12	Bonne formation de film. Bonne communication. Convient pour les moteurs DC jusqu'à la capacité moyenne.
	BZ-229	1,6	23	22	11	M	M	40	12	Fonction d'ajustement de film modérée. Convient pour les moteurs de laminage moyenne et haute capacité.
	BZ-256	1,61	28	19	14	M	M	40	12	Meilleure formation de film que BZ-229. Convient pour les moteurs de laminage moyenne et haute capacité.
	213	1,61	32	23	16	M	M	40	12	Meilleure effet d'ajustement de film que 176. Convient pour les moteurs DC jusqu'à la capacité moyenne.
	321	1,74	62	34	31	M	M	35	10	Bonne résistance à l'usure. Convient pour le moteur à traction.
	TH-03	1,75	68	40	35	M	M	35	10	
	351A	1,63	49	47	22	H	M	40	10	Matériau standard pour les balais de commutation. Convient pour les moteurs DC de capacité moyenne.
	641	1,64	59	75	12	H	M	40	10	Convient pour les moteurs DC de capacité élevée à commutation difficile et les moteurs universels.
Graphite	402	1,71	24	10	18	M	M	25	10	Avec effet d'ajustement de film. Convient pour les bagues collectrices de film épaisses.
	801	1,65	30	35	19	M	M	45	15	Bonne résistance à l'usure. Convient pour les moteurs de pompe pour la servodirection.
	TR-52	1,74	30	14	16	M	M	40	12	Meilleure performance de commutation que 788. Convient pour les chariots élévateurs de 48 V ou plus.
	TR-19	1,51	33	200	19	M	M	40	12	Bonne résistance à l'usure. Convient pour le moteur de commutateur triphasé.

\* Coefficient de friction : H (élevé)---0,25 ou supérieur M (moyen)---0,20-0,25 (conditions de mesure/bague collectrice : cuivre ; vitesse : 9,3 m/seconde ; courant : 0 A)

\* Chute de tension des contacts : M (moyen)---0,5-1,0 V/unité (conditions de mesure/bague collectrice : cuivre ; vitesse : 9,3 m/seconde ; courant : DC 10 A/cm<sup>2</sup>)

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type, qui ne sont pas garanties.

La vitesse périphérique maximum et la densité de courant maximum sont variables en fonction du commutateur et des conditions de la bague collectrice et des conditions d'utilisation. Les informations listées à droite et en haut représentent des exemples généraux. Avant de choisir un produit, consultez nos collaborateurs pour déterminer vos besoins spécifiques.

Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Coefficient de friction	Chute de tension des contacts	Vitesse périphérique maximum	Densité courant maximum	Propriétés/applications
		g/cm <sup>3</sup>	HSC	μΩ·m	MPa		V	m/s	A/cm <sup>2</sup>	
Graphite de cuivre I	M-90	6,30	15	0,32	108	M	VL	20	25	Type d'alliage de cuivre haute résistance. Convient pour les contacts et la mise à la terre.
	M-1T	6,19	13	0,27	108	M	VL	22	22	
	M-2T	5,70	15	0,50	80	M	VL	25	20	
	M-1H	6,83	6	0,04	87	M	VL	25	20	Teneur en cuivre élevée. Très faible augmentation de la température et chute de tension des contacts. Convient pour les générateurs et les moteurs haute capacité électrique.
	M-1	5,41	12	0,08	42	L	VL	30	25	
	M-1F	5,30	18	0,15	49	L	VL	30	25	
	M-2H	4,93	13	0,10	34	L	VL	30	20	
	M-2HF	4,80	18	0,33	44	M	VL	30	20	
	M-2	4,40	15	0,50	29	L	VL	30	20	La teneur en cuivre est proche de la classe M1, M-2H et a une bonne résistance à l'usure. Convient pour des générateurs grande capacité et des bagues collectrices destinées aux machines rotatives générales.
	M-2F	4,35	15	0,50	44	M	VL	30	20	
	M-3H	4,04	16	0,70	29	M	VL	30	18	
	M-3HF	4,05	20	0,60	44	M	VL	30	18	
	M-3	3,78	17	1,00	29	L	VL	30	18	Degré intermédiaire entre le graphite et le métal-graphite, combinant les caractéristiques de chacun. En particulier, sa résistance d'ébauchage est plus élevée. Utilisable pour les générateurs et moteurs de petite/moyenne capacité.
	M-4	3,48	17	2,00	25	L	L	30	18	
	M-550	2,96	25	2,50	39	M	L	35	15	Bonne résistance à l'usure. Particulièrement indiqué pour les bagues collectrices en acier inoxydable.
	M-750	2,32	23	6,00	32	M	L	35	15	Bonne stabilité dimensionnelle à température élevée. Convient pour les chariots élévateurs de 48 V ou moins.
	788	2,02	23	9,00	23	M	M	45	12	
M-2TB	5,74	12	0,48	65	M	VL	25	20		
M-1B	5,30	10	0,10	43	L	VL	30	25	Même application que les précédents M-1 et M-2. Mais sans plomb.	
M-2B	4,34	13	0,28	31	L	VL	30	20		
Graphite de cuivre II	MF-302	2,65	18	3,00	23	M	L	30	20	Convient pour ventilateur DC12 V d'automobile.
	MF-501	3,00	20	0,90	28	L	L	30	20	Convient pour treuil DC12 V d'automobile.
	MF-101	2,90	18	2,20	28	M	L	30	20	Convient pour aspirateurs DC19,2 V.
	MF-202	2,05	10	38,0	23	H	M	30	15	
	MF-203	2,05	10	30,0	23	L	M	30	15	Convient pour aspirateurs DC24 V.
	MF-301	2,40	15	10,0	23	M	M	30	20	
	MF-401	2,67	18	10,0	21	M	M	30	20	Convient pour aspirateurs DC19,2 V.
	MF-204	3,78	15	0,30	40	M	L	30	25	Convient pour outils électriques DC7,2 V.
	MF-205	3,00	20	0,80	28	M	L	30	20	Convient pour outils électriques DC24 V.
	MF-701	2,26	18	10,0	30	M	M	30	20	Convient pour outils électriques DC22-36 V.
	MF-201	2,25	10	30,0	23	M	M	30	15	Convient pour moulins à café ménagers.
	MF-601	2,05	10	50,0	23	M	M	30	15	Convient pour fauteuil roulant électrique.

\* Coefficient de friction : H (élevé)--0,25 ou plus M (moyen)--0,20-0,25 L (faible)--0,20 ou moins (conditions de mesure/bague collectrice : cuivre ; vitesse : 9,0 m/seconde ; courant : 0 A)

\* Chute de tension des contacts : M (moyen)--0,5-1,0 V/unité, L (faible)--0,25-0,50 V/unité ; VL (très élevé) : 0,25 ou moins/unité (conditions de mesure/bague collectrice : cuivre ; vitesse : 9,0 m/seconde ; courant : DC 10 A/cm<sup>2</sup>)

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type, qui ne sont pas garanties.

# Propriétés type

Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Coefficient de friction	Chute de tension des contacts	Vitesse périphérique maximum	Densité courant maximum	Propriétés/applications
		g/cm <sup>3</sup>	HSC	μΩ·m	MPa		V	m/s	A/cm <sup>2</sup>	
Graphite d'argent	SX-50	3,20	15	2,70	29	M	VL	20	12	Très faible augmentation de la température et chute de tension des contacts. Convient pour les tachymètres à courant faible et les contacts de masse.
	SX-70	4,45	15	0,25	40	M	VL	20	15	
	SX-90	6,85	18	0,05	84	M	VL	20	22	

\* Coefficient de friction : M (moyen)---0,20-0,25 (conditions de mesure/bague collectrice : Cuivre ; Vitesse : 9,0 m/seconde ; Courant : 0 A)

\* Baisse de la tension du contact : VL (très faible)---Inférieur à 0,25 V/unité (conditions de mesure/bague collectrice : Cuivre ; Vitesse : 9,0 m/s ; Courant : DC 10 A/cm<sup>2</sup>)

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type, qui ne sont pas garanties.

Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Coefficient de friction	Chute de tension des contacts	Vitesse périphérique maximum	Densité courant maximum	Propriétés/applications
		g/cm <sup>3</sup>	HSC	μΩ·m	MPa		V	m/s	A/cm <sup>2</sup>	
Graphite lié à la résine	X-03	1,50	12	200	15	L	H	54	20	Bonne carrossabilité. Convient pour les nettoyeurs haute performance 100-120 V.
	X-09	1,52	14	260	15	L	H	54	20	
	X-17	1,54	15	330	18	L	H	54	20	
	X-72	1,47	19	380	14	L	H	48	20	
	X-87	1,50	17	380	22	L	H	54	20	
	X-88	1,52	14	360	20	L	H	54	20	
	X-05	1,48	15	400	18	L	H	50	20	Bonne carrossabilité. Convient pour les nettoyeurs à entrée élevée 100-120 V.
	X-10	1,52	15	270	17	L	H	50	20	
	X-78	1,51	17	370	22	L	H	48	20	
	X-80	1,51	17	360	22	L	H	48	20	
	X-13	1,48	19	700	22	L	H	50	15	Bonne performance de commutation. Convient pour les aspirateurs 120-240 V.
	X-85	1,48	20	400	14	L	H	48	20	
	X-89	1,53	19	350	21	L	H	48	20	
	X-93	1,50	18	640	27	L	H	50	15	
	X-95	1,51	19	640	24	L	H	50	15	
	X-97	1,45	19	430	14	L	H	50	20	
	X-11	1,35	15	1100	14	L	VH	54	13	Bonne performance de commutation. Convient pour les aspirateurs 200-240 V.
	X-73	1,52	24	920	24	L	VH	40	13	
	X-91	1,35	15	1100	17	L	VH	54	13	
	X-94	1,36	14	1200	17	L	VH	54	13	
X-04	1,36	17	1600	11	L	VH	54	10	Bonne performance de commutation. Convient pour les aspirateurs 200-240 V, les petits moteurs.	
X-08	1,29	14	1600	14	L	VH	54	10		
X-96	1,31	14	1600	16	L	VH	54	10		
B-2	1,75	25	390	24	L	H	25	8	Convient pour les centrifugeuses, sécheurs. Moulable par pression jusqu'à une longueur de 18 mm max.	

\* Coefficient de friction : L (faible)---Inférieur à 0,20 (Conditions de mesure/Densité du courant : AC 10 A/cm<sup>2</sup> ; vitesse : 20 m/seconde ; Pression du ressort : 50 kPa)

\* Chute de tension des contacts : VH (très élevé)---Supérieur à 3,0 V/unité ; H (élevé)---2,0-3,0 volts/unité (conditions de mesure/Densité du courant : AC 10 A/cm<sup>2</sup> ; vitesse : 20 m/seconde ; Pression du ressort : 50 kPa)

\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type, qui ne sont pas garanties.

Composition	Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Coefficient de friction	Chute de tension des contacts	Vitesse périphérique maximum	Densité courant maximum	Propriétés/applications
		g/cm <sup>3</sup>	HSC	μΩ·m	MPa		V	m/s	A/cm <sup>2</sup>	
Graphite de carbone	C-3	1,62	35	240	24	L	H	35	13	Faible résistivité comparative. Convient pour les outils électriques 100-120 V.
	107	1,62	34	100	29	L	H	35	13	
	113	1,58	37	290	27	L	H	35	13	
	C-1	1,49	30	330	13	L	H	35	12	Convient pour les aspirateurs 100 V-120 V et 200-240 V.
	TX-174	1,55	36	390	24	L	H	35	18	Bonne performance de commutation, résistance à l'usure. Bonne réaction du produit à la destruction. Convient pour les outils électriques et les aspirateurs 100-120 V et 200-240 V.
	105S	1,55	36	390	24	L	H	35	18	
	108	1,55	36	390	24	L	H	35	18	
	110	1,54	37	350	20	L	H	35	13	
	118	1,64	34	390	23	L	H	35	18	
	129	1,64	34	620	20	L	H	35	18	
	106	1,52	33	680	15	M	VH	35	13	Bonne performance de commutation et résistance à l'usure. Convient pour les aspirateurs 200-240 V.
	111	1,61	37	600	23	M	VH	35	13	Bonne performance de commutation. Convient pour les outils électriques et les machines à laver 200-240 V.
	114	1,62	35	900	20	M	VH	35	13	
	122	1,62	42	840	22	M	VH	35	13	
	124	1,60	47	790	26	M	VH	35	13	
	127	1,53	33	850	21	M	VH	35	13	
	116	1,62	35	900	20	M	VH	35	13	Bonne performance de commutation et résistance à l'usure. Convient pour les outils électriques 200-240 V.
	119	1,59	42	1300	20	M	VH	35	13	Bonne performance de commutation et de glissement. Convient pour les outils électriques et les machines à laver 200-240 V.
	B-1	1,75	47	450	13	L	H	25	8	Convient pour les petits outils électriques et centrifugeuses. Moulable avec fil de plomb par pression jusqu'à une dimension de L12 mm max.
C-2	1,55	44	660	17	L	H	25	10	Convient pour les petits outils électriques et centrifugeuses. Moulable avec fil de plomb par pression jusqu'à une dimension de L15 mm max.	
C-2N	1,58	18	660	14	L	H	25	10	Convient pour les petits outils électriques et centrifugeuses. Moulable avec fil de plomb par pression jusqu'à une dimension de L15 mm max. Meilleure prévention du bruit et effet d'ajustement de film que C-2.	
FX-08	1,66	32	590	19	L	H	25	10	Convient pour les petits outils électriques et centrifugeuses. Moulable avec fil de plomb par pression jusqu'à une dimension de 18 mm max. Meilleure prévention du bruit et effet d'ajustement de film que C-2.	

\* Coefficient de friction : M (moyen)--0,20-0,25, L (faible)--Inférieur à 0,20

(Conditions de mesure/Densité du courant : AC 10 A/cm<sup>2</sup> ; vitesse : 20 m/seconde ; Pression du ressort : 50 kPa)

\* Chute de tension des contacts : VH (très élevé)--Supérieur à 3,0 V/unité ; H (élevé)--2,0-3,0 volts/unité

(conditions de mesure/Densité du courant : AC 10 A/cm<sup>2</sup> ; vitesse : 20 m/seconde ; Pression du ressort : 50 kPa)

































































\* Les chiffres ci-dessus sont des valeurs type, qui ne sont pas garanties.

La vitesse périphérique maximum et la densité de courant maximum sont variables en fonction du commutateur et des conditions de la bague collectrice et des conditions d'utilisation. Les informations listées à gauche et en haut représentent des exemples généraux. Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.



# Données de conception

■ Référence : méthodes de montage des fils de plomb et forme de balai de carbone (JIS C2802)

C1 Sans fil de plomb										
C2 Soudage tassé à la poudre de cuivre										
										
C4 Rivetage de tube de cuivre (un)										
										
										
C5 Rivetage de tube de cuivre (deux)										
										
C6 Rhomboïde segmenté										

Balais de carbone

### ■ Tolérance d'épaisseur, de largeur et de longueur (JIS C2802)

La tolérance d'épaisseur, de largeur et de longueur du balai ainsi que celle des dimensions intérieures du porte-balai sont les suivantes :

Unité : mm

Dimensions nominales	Épaisseur du balai/ Tolérance de largeur		Tolérance de la dimension intérieure du porte-balai		Espacement entre le balai/porte-balai		Tolérance de longueur du balai
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	
1,6 / 2 / 2,5	-0,09	-0,03	+0,05	+0,01	0,14	0,04	±0,3
3,2	-0,09	-0,03	+0,07	+0,02	0,16	0,05	±0,3
4 / 5	-0,11	-0,03	+0,07	+0,02	0,18	0,05	±0,3
6,3 / 8 / 10	-0,11	-0,03	+0,09	+0,03	0,20	0,06	±0,3
12,5 / 16	-0,13	-0,04	+0,10	+0,03	0,23	0,07	±0,5
20 / 25	-0,13	-0,04	+0,12	+0,04	0,25	0,08	±0,5
32 / 40 / 50	-0,15	-0,05	+0,15	+0,05	0,30	0,10	±0,8
64 / 80	-0,15	-0,05	+0,18	+0,06	0,33	0,11	±0,8
100 / 125	—	—	—	—	—	—	±1,0

\* Une tolérance d'épaisseur du balai du segment de 0,02 mm est autorisée sauf mention contraire.  
Il convient toutefois de noter que les dimensions maximum du balai ne sont pas modifiables.

Exemple d'écran  $16_{-0,15}^{-0,04} \times 25_{-0,13}^{-0,04} \times 40^{\pm 0,8}$  (deux pièces)

\* Pour les balais ayant une expansion thermique plus élevée, comme les balais en métal graphite, les dimensions de l'expansion thermique des dimensions ci-dessus peuvent être réduites et la tolérance ci-dessus peut être appliquée. Ceci est laissé à la discrétion du fabricant et un accord doit être obtenu avec l'utilisateur.  
Dans ces cas, les dimensions nominales seront indiquées comme dans le tableau. Les lettres "a" et "b" des exemples font référence à l'expansion thermique.

Exemple d'écran  $16_{-(0,13+a)}^{-(0,14+a)} \times 25_{-(0,13+b)}^{-(0,04+b)} \times 40^{\pm 0,8}$

\* La tolérance concernant les dimensions du porte-balai s'applique à l'épaisseur du balai et à la direction en largeur du porte-balai de forme perpendiculaire.  
Toutefois, dans les cas des objets tels que les porte-balais à jeu, qui ne dépendent pas de l'intervalle entre le balai et le porte-balai pour assurer la stabilité du balai, la spécification maximum de la direction de l'épaisseur de l'intervalle peut être modifiée après accord avec l'utilisateur.

# Données de conception

## ■ Structure de fil de plomb (JIS C2802)

Section transversale nominale mm <sup>2</sup>	Valeurs recommandées								Référence
	Maximum DE	Poids minimum	Diamètre indépendant du fil 0,05 mm		Diamètre indépendant du fil 0,08 mm		Diamètre indépendant du fil 0,10 mm		
			Nombre de fils/diamètres de fil	Calcul de la section transversale	Nombre de fils/diamètres de fil	Calcul de la section transversale	Nombre de fils/diamètres de fil	Calcul de la section transversale	
mm	g/m	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	A	
0,06	0,5	0,48	3/10/0,05	0,06	12/0,08	0,06	—	—	2
0,10*	0,6	0,72	3/17/0,05	0,10	20/0,08	0,10	—	—	3
0,15*	0,7	1,00	3/26/0,05	0,15	30/0,08	0,15	—	—	4
0,20*	0,8	1,40	3/34/0,05	0,20	40/0,08	0,20	—	—	4,8
0,25	1,0	2,00	3/42/0,05	0,25	3/17/0,08	0,26	—	—	5,5
0,30	1,1	2,20	3/51/0,05	0,30	3/20/0,08	0,30	—	—	6
0,35	1,1	2,80	3/60/0,05	0,35	3/23/0,08	0,35	3/15/0,10	0,35	7
0,40	1,2	2,90	—	—	3/27/0,08	0,41	3/17/0,10	0,40	8
0,50	1,3	4,00	—	—	3/33/0,08	0,50	3/21/0,10	0,49	9
0,75*	1,6	5,60	—	—	3/50/0,08	0,75	3/32/0,10	0,75	12
0,90	1,7	6,50	—	—	7/26/0,08	0,91	7/16/0,10	0,88	13
1,00	1,8	8,00	—	—	7/28/0,08	0,99	7/18/0,10	0,99	15
1,25	2,0	10	—	—	7/36/0,08	1,27	7/23/0,10	1,26	17,5
1,40	2,1	11	—	—	7/40/0,08	1,41	7/25/0,10	1,37	19
1,50*	2,2	13	—	—	7/43/0,08	1,51	7/27/0,10	1,48	20
2,00	2,4	16	—	—	7/57/0,08	2,01	7/36/0,10	1,98	24
2,50	2,7	20	—	—	7/71/0,08	2,50	7/46/0,10	2,53	28
3,20	3,0	26	—	—	7/91/0,08	3,20	7/58/0,10	3,19	32
3,50	3,2	28	—	—	7/100/0,08	3,52	7/64/0,10	3,52	34
4,00	3,3	32	—	—	7/114/0,08	4,01	7/73/0,10	4,01	38
4,50	3,5	36	—	—	7/127/0,08	4,47	7/82/0,10	4,15	40
5,50	3,7	44	—	—	7/157/0,08	5,52	7/100/0,10	5,50	45
6,00	4,2	48	—	—	7/170/0,08	5,98	7/109/0,10	5,99	50
6,50	4,4	52	—	—	—	—	7/119/0,10	6,54	53
8,00	4,7	64	—	—	—	—	7/146/0,10	8,03	60
10,00	5,3	80	—	—	—	—	7/182/0,10	10,01	75
12,50	5,9	100	—	—	—	—	7/7/32/0,10	12,32	85
16,00	6,7	128	—	—	—	—	7/7/42/0,10	16,16	100

\* Chiffres basés sur les standards JIS C3664 (IEC60228).

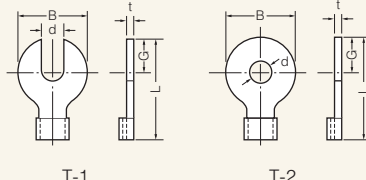
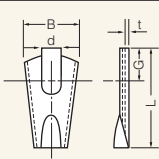
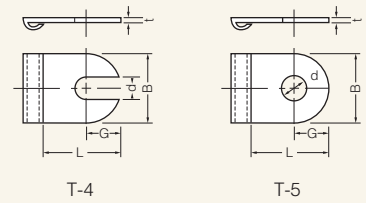
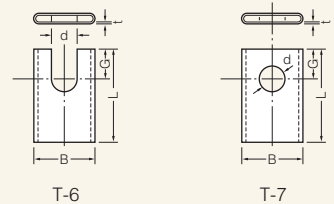
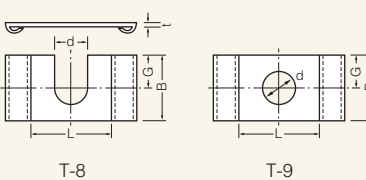
\* Le matériau du fil de plomb ayant un diamètre indépendant de 0,05/0,08 mm est basé sur JIS 3103 alors que le fil de plomb ayant un diamètre indépendant de 0,10 mm est basé sur JIS3102.

\* Lorsque le fil de plomb est placé dans un tube, l'épaisseur peut être ajustée après accord avec l'utilisateur.

\* S'il y a un risque que le courant soit trop élevé ou que la capacité de refroidissement soit insuffisante, ajustez l'épaisseur du fil de plomb après accord avec l'utilisateur.

**■ Forme et dimensions du terminal (JIS C2802)**

Unité : mm

Numéro	Graphiques dimensionnels	Vis d'installation (vis de compteur)	Dimensions				
			d	B	G	L	t
T-1 T-2		3	3,5 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,2</sub>	8 ± 0,3	4	12 ± 1	0,5 0,8
		4	4,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	10 ± 0,3	5	15 ± 1	0,8
		5	5,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	13 ± 0,4	6,5	20 ± 1	0,8 1,0
		6	6,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	16 ± 0,4	8	24 ± 1	1,0
		8	8,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	19 ± 0,5	9,5	29 ± 1	1,0 1,2
		10	10,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	23 ± 0,5	12	40 ± 1	1,2
T-13		5	5,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	13 ± 0,8	6,5	20 ± 1,5	0,4 0,5
		6	6,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	16 ± 0,8	8	24 ± 1,5	0,4 0,5
		8	8,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	19 ± 1	9,5	29 ± 1,5	0,4 0,5
T-4 T-5		3	3,5 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,2</sub>	8 ± 0,3	4	> 8	0,5 0,8
		4	4,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	10 ± 0,3	5	> 10	0,8
		5	5,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	13 ± 0,4	6,5	> 13	0,8 1,0
		6	6,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	16 ± 0,4	8	> 16	1,0
		8	8,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	19 ± 0,5	9,5	> 19	1,0 1,2
		10	10,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	23 ± 0,5	12	> 25	1,2
T-6 T-7		5	5,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	13 ± 0,8	6,5	20 ± 1	0,4 0,5
		6	6,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	16 ± 0,8	8	24 ± 1	0,4 0,5
		8	8,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	19 ± 1	9,5	29 ± 1	0,6 0,8
		10	10,5 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,1</sub>	23 ± 1	11,5	35 ± 1	0,6 0,8
T-8 T-9		4	4,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	10 ± 1	5	> 10	0,8 1,0
		5	5,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	14 ± 1	7	> 12	0,8 1,0
		6	6,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	16 ± 1	8	> 14	1,0 1,2
		8	8,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	20 ± 1	10	> 18	1,0 1,2
		10	10,5 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub>	23 ± 1	12	> 26	1,2

\* Lorsque la tolérance n'est pas indiquée (hormis la valeur t), il s'agit de la dimension G ±10%

\* Les dimensions t pour T-8 peuvent être 1,2 pour les vis numéros 4 et 5, et 1,5 pour les vis numéros 6 et 8.





**Chez Toyo Tanso, nous croyons aux possibilités illimitées du carbone, et nos initiatives de recherche fondamentale et appliquées ne s'arrêtent jamais.**



**Produits d'amélioration de surface**

- Produits PYROGRAPH™ 55
- Produits PERMA KOTE™ 56
- Produits GLASTIX KOTE™ 59
- Graphite siliconé Toyo 60

**Nouveaux produits développés 61**

**Services techniques 64**

**Technologies analytiques 67**

**Produits Ohwada Carbon 69**

# Produits d'amélioration de surface

## Produits PYROGRAPH™

PYROGRAPH™ est un produit créé en appliquant sur la surface de graphite isotropique hautement purifié un revêtement formé d'une fine couche de carbone pyrolytique à l'aide du processus de déposition chimique en phase vapeur (Chemical Vapor Deposition, CVD) développé par Toyo Tanso.

### ■ Caractéristiques PYROGRAPH™

- la couche de carbone pyrolytique est extrêmement fine
- ultrapur
- le revêtement de la couche assure une perméabilité extrêmement faible du gaz
- excellente résistance à la corrosion des gaz
- excellente résistance à l'oxydation à basses températures
- excellente résistance à la chaleur
- évite la séparation et la dispersion des particules de graphites ainsi que les émissions de gaz et des impuretés depuis le substrat graphite.

### ■ Application

- Equipement de fabrication de silicium monocristallin
- Tube pour la spectroscopie d'absorption atomique
- Equipement de fabrication OLED

### ■ Données de propriétés PYROGRAPH™

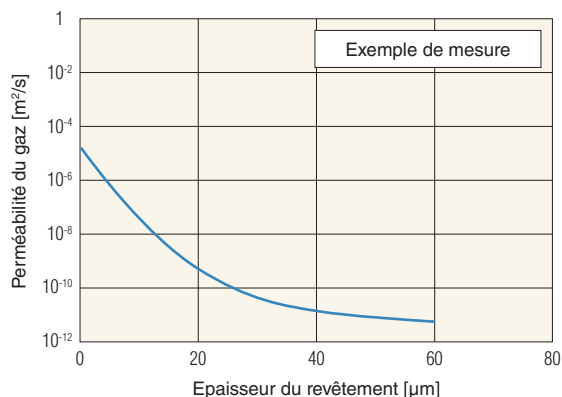
#### ■ Exemple d'analyse d'impureté Unité : masse ppm

Elément	Contenu
B	<0,01
Na	0,03
Al	0,02
Cr	<0,10
Fe	<0,01
Ni	<0,01

\* Méthode de mesure : Spectrométrie de masse à décharge continue

\* Les chiffres ci-dessus sont des exemples de mesure et ne sont pas garantis.

#### ■ Perméabilité du gaz



Section transversale PYROGRAPH™ 20 µm



La structure en forme de colonne de la couche de carbone pyrolytique signifie que la structure est extrêmement fine.

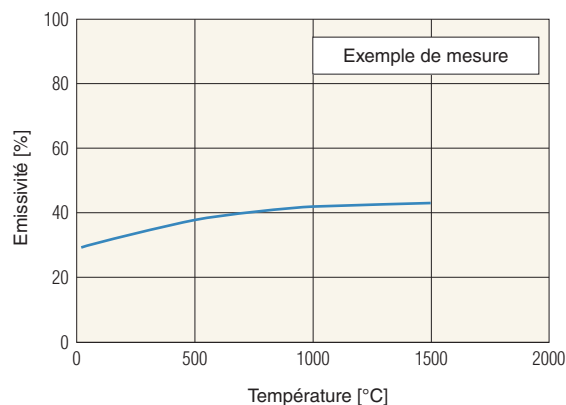
### ■ Propriétés physiques générales

Elément	Unité	Parallèle à la surface de revêtement	Perpendiculaire à la surface de revêtement
Densité de masse	mg/m³	2,2	2,2
Dureté	HSD	100	—
Résistivité électrique	µΩ·m	2,00 à 4,00	2 à 5 x 10³
Coefficient d'expansion thermique	10⁻⁶/K	1,7	28
Résistance à la traction	MPa	98 à 147	Extrêmement faible
Module de Young	GPa	29 à 39	—
Conductivité thermique	W/(m·K)	170 à 420	2 à 4

\* La plage de température de mesure pour le coefficient d'expansion thermique est comprise entre RT et 1 000°C.

\* Les chiffres ci-dessus sont extraits d'autres publications et ne sont pas garantis.

### ■ Emissivité



## Produits PERMA KOTE™

PERMA KOTE™ est un produit créé en appliquant sur la surface de graphite isotropique hautement purifié un revêtement formé d'une fine couche de carbure de silicium à l'aide du processus de déposition chimique en phase vapeur (Chemical Vapor Deposition, CVD) propriété de Toyo Tanso.

### ■ Caractéristiques PERMA KOTE™

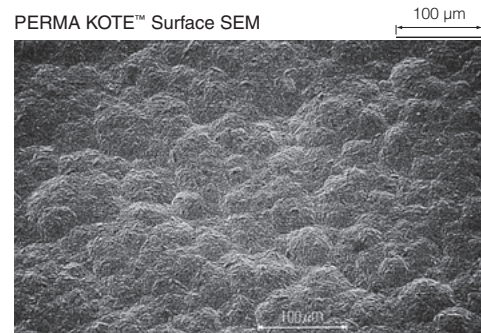
- La couche en carbure de silicium se caractérise par une excellente résistance chimique, à l'oxydation et à la corrosion.
- La couche en carbure de silicium est stable à des températures élevées et elle est extrêmement dure.
- Evite la séparation et la dispersion des particules de graphites ainsi que les émissions de gaz et des impuretés depuis le substrat graphite.
- Le substrat graphite et la couche en carbure de silicium sont caractérisés par une pureté élevée.
- Le substrat graphite et la couche en carbure de silicium sont caractérisés par une conductivité thermique élevée ainsi que d'excellentes propriétés de distribution de la chaleur.
- Le matériau est conçu de manière à éviter les fissures et les éclats.

### ■ Epaisseur du revêtement

L'épaisseur standard est de 120 µm ; ceci peut toutefois être modifié dans une plage de 20 à 500 µm.

### ■ Application

- Suscepteurs pour croissance de silicium épitaxiale
- Equipement de fabrication de silicium monocristallin
- Suscepteurs MOCVD
- Eléments chauffants
- Diffuseurs de chaleur
- Composant à résistance d'oxydation



Système de croissance de silicium épitaxiale

■ Données de propriétés PERMA KOTE™

■ Résistance à la corrosion

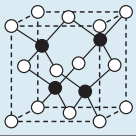
Nom	Formule chimique	Concentration (%)	Température (°C)	Heure (h)	Variation de masse (g/m²)
Acide hydrofluorique	HF	47	80	144	-1,0
Acide hydrochlorique	HCl	36	Point d'ébullition	144	0
Acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	97	110	144	0
Acide nitrique	HNO <sub>3</sub>	61	Point d'ébullition	144	0
Acide hydrofluorique + acide nitrique	HF + HNO <sub>3</sub> (1:1)	100	80	288	-1,0
Acide citrique + acide sulfurique	HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1)	100	25	288	-1,0
Hydroxyde de sodium	NaOH	20	80	288	0
Acide phosphorique	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	100	100	192	-1,0
Acide nitrohydrochlorique	HCl + HNO <sub>3</sub> (3:1)	100	80	192	0

■ Réactivité avec différentes substances (dans le vide)

Réactif	Formule chimique	1200 °C x 3 h	1600 °C x 3 h
Aluminium	Al	○	△
Bore	B	◎	◎
Cobalt	Co	△	×
Chrome	Cr	△	×
Cuivre	Cu	○	△
Fer	Fe	×	×
Molybdène	Mo	◎	○
Nickel	Ni	◎	×
Plomb	Pb	△	×
Silicium	Si	◎	○
Etain	Sn	◎	△
Tantale	Ta	◎	◎
Titane	Ti	◎	○
Vanadium	V	◎	×
Tungstène	W	◎	○
Alumine	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	◎	×
Oxyde de bore	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	◎	◎
Oxyde de chrome (III)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	◎	×
Oxyde de fer (III)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	×	×
Oxyde de magnésium	MgO	◎	△
Oxyde de manganèse (IV)	MnO <sub>2</sub>	◎	×
Oxyde de plomb (II)	PbO	○	△
Dioxyde de silicium	SiO <sub>2</sub>	◎	△
Oxyde de titane (IV)	TiO <sub>2</sub>	◎	○
Oxyde de vanadium (V)	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	◎	△
Oxyde de zirconium (IV)	ZrO <sub>2</sub>	◎	○

\* ◎...Aucune réaction    ○...Légère réaction  
 △...Réaction            ×...Réaction significative

■ Propriétés de la couche

Structure cristalline	β-SiC (Système cubique) Structure 
Densité de masse	3,2 mg/m <sup>3</sup>
Dureté	2800 HK
Résistivité électrique	0,2 Ω·m (par la méthode de chute de potentiel)
Résistance à la flexion	170 MPa (par pliage à 3 points)
Module de Young	320 GPa (par la méthode de déflexion)

\* Les chiffres ci-dessus sont extraits d'autres publications ou sont des exemples de mesures et ne sont pas garantis.

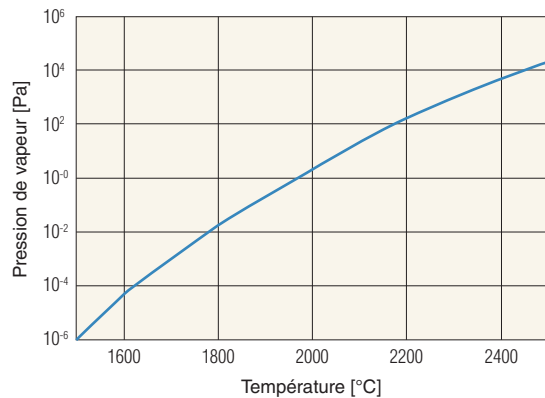
■ Exemple d'analyse d'impureté      Unité : masse ppm

Elément	Contenu
B	0,15
Na	0,02
Al	0,01
Cr	<0,1
Fe	0,02
Ni	<0,01

\* Méthode de mesure : Spectrométrie de masse à décharge continue  
 \* Les chiffres ci-dessus sont des exemples de mesure et ne sont pas garantis.

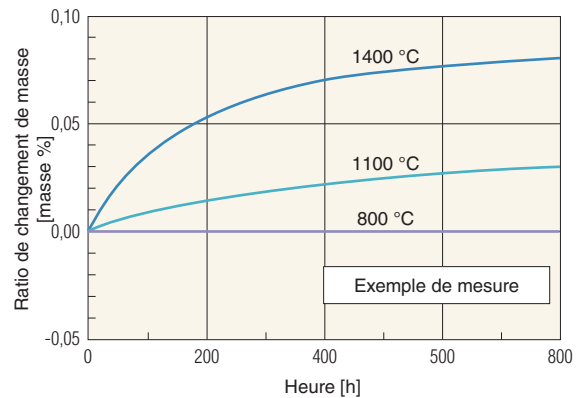
■ Pression de vapeur de carbure de silicium

\*Extrait du manuel du matériel de soudage ultra-haute température



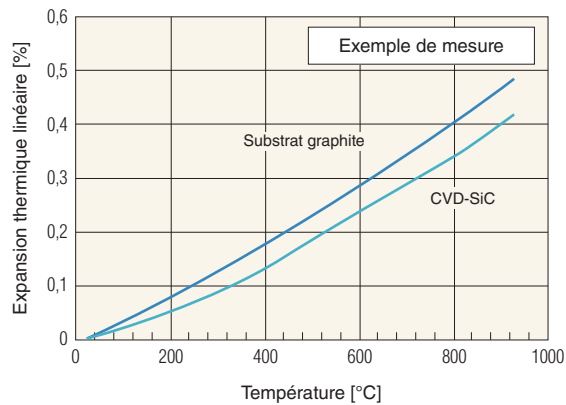
PERMA KOTE™ est extrêmement stable à des températures élevées.

■ Oxydation

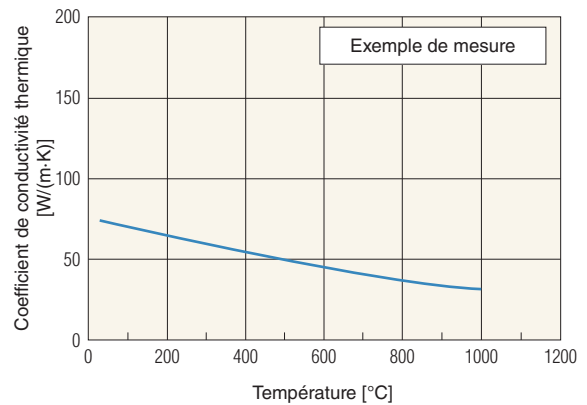


PERMA KOTE™ est résistant à l'oxydation ; comme la couche de protection SiO<sub>2</sub> est formée à plus de 800 °C, le graphite support est protégé contre l'oxydation.

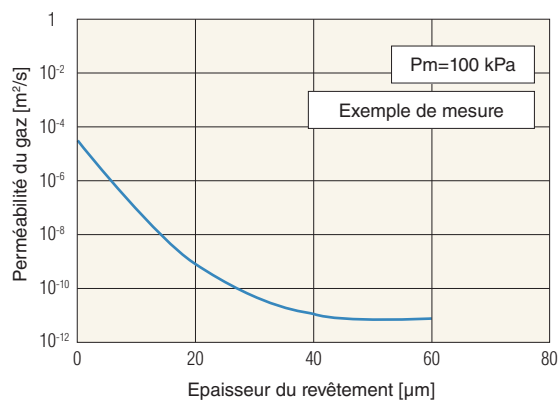
■ Coefficient d'expansion thermique pour CVD-SiC et le graphite du substrat



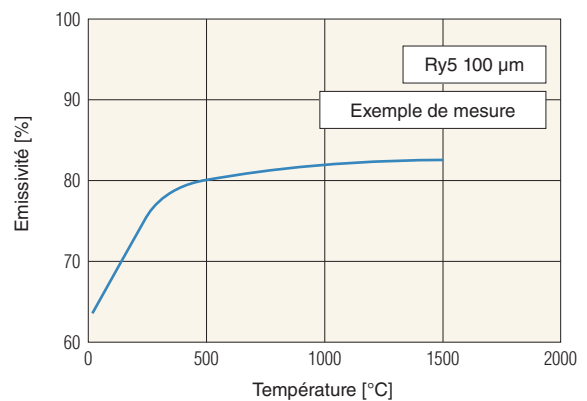
■ Conductivité thermique



■ Perméabilité du gaz



■ Emissivité





## GLASTIX KOTE™ revêtu de carbone similaire à du verre

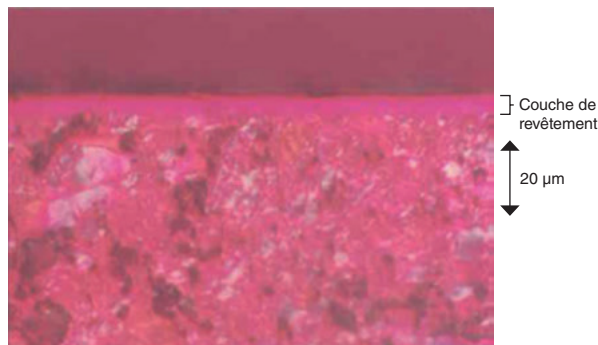
GLASTIX KOTE™ est un matériau imprégné ou revêtu de carbone similaire à du verre sur une surface en graphite ou une surface analogue.

Il permet d'utiliser divers matériaux en graphite Toyo Tanso comme substrat et il ne perd pas ses propriétés de substrat. Ce matériau offre non seulement une meilleure durabilité face aux rayures et autres frictions, mais il réduit également la génération de poussières.

### ■ Caractéristiques

- Possibilité d'utiliser les matériaux en graphite Toyo Tanso comme substrat
- Pas de perte des propriétés du substrat graphite
- Possibilité de réduire la génération de poudre de graphite
- Meilleure durabilité face aux rayures et autres frictions

Coupe de "GP2B"



### ■ Applications

- Pièces pour appareils de tirage du monocristal de silicium
- Pièces pour croissance épitaxiale
- Matrices pour coulée continue
- Moules de scellage du verre

### ■ Propriétés/Données du test

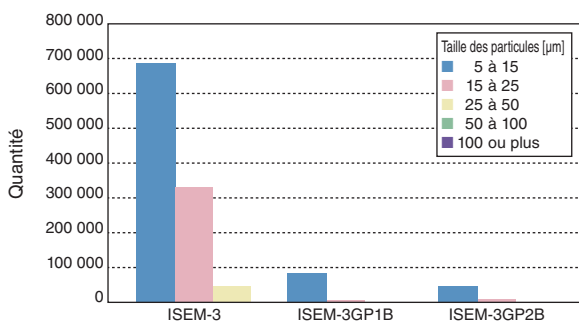
#### ■ Propriétés physiques générales

Qualité	Densité de masse	Dureté	Résistivité électrique	Résistance à la flexion	Résistance à la compression
ISEM-3	0	0	0	0	0
GP1B	0	+3%	0	+8%	+3%
GP2Z	0	+3%	-	+7%	+4%
GP2B	0	+3%	0	+13%	+3%

\* Exemple de propriétés physiques lors de l'utilisation de la qualité ISEM-3 comme substrat graphite et de l'application du traitement de la série GP GLASTIX KOTE™. (taux d'évolution avec valeur mesurée du substrat ISEM-3 comme norme)

Dimensions de la pièce testée :  
 10 × 10 × 60 mm : Densité de masse, dureté, résistivité électrique, résistance à la flexion  
 10 × 10 × 10 mm : Résistance à la compression

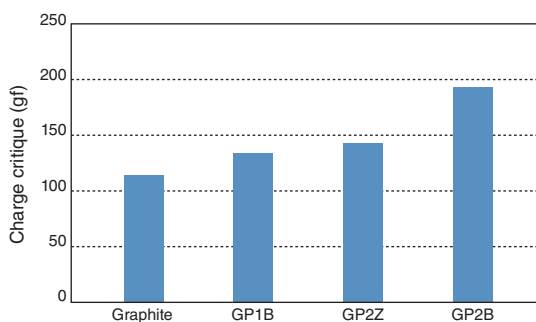
#### ■ Effet de réduction des poussières



Le traitement GLASTIX KOTE™ peut grandement réduire la quantité de poussières de carbone générée.

\* Il s'agit du résultat de la mesure du nombre de particules fines dans la solution de nettoyage.

#### ■ Comparaison de la résistance aux rayures



La durabilité face aux rayures avec le traitement GLASTIX KOTE™ est quasiment doublée et une amélioration similaire est prévue pour la résistance à l'usure.

\* La charge critique indique la charge verticale lorsque la surface commence à présenter des dommages.

## Composites SiC/C du graphite siliconé Toyo

Le graphite siliconé Toyo est un matériau avec une couche composite de carbure de silicium (SiC) et de graphite (C). Le matériau possède les excellentes propriétés du carbure de silicium et du graphite. Il est non seulement idéal pour les applications de matériau de glissement, mais, grâce à la couche de surface du substrat graphite qui est recouverte d'une fine couche de SiC, il est également idéal pour les applications dans des atmosphères à hautes températures.

### ■ Caractéristiques

- Couche de composite SiC/C applicable sur la totalité d'un produit ou juste sur les zones requises
- Possibilité de former la couche de composite de la surface profondément dans le matériau

[Applications d'un matériau de glissement]

- Excellente résistance aux cloques et meilleure résistance à l'usure et à l'oxydation
- Le substrat graphite ne perd pas son applicabilité.

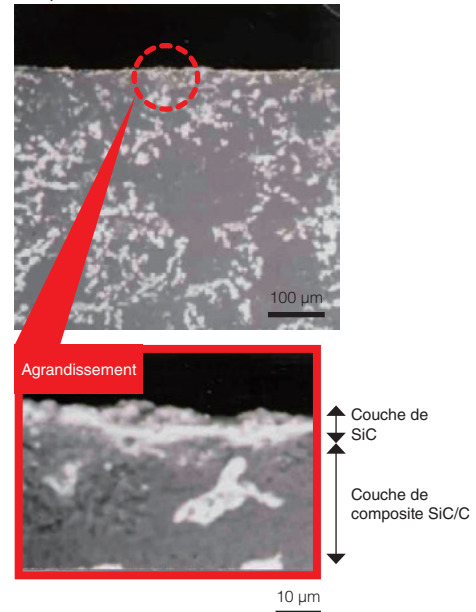
[Applications dans une atmosphère à hautes températures]

- Une couche de SiC se forme sur la surface de traitement, ce qui améliore la résistance à l'oxydation et réduit la diffusion du substrat graphite.

### ■ Applications

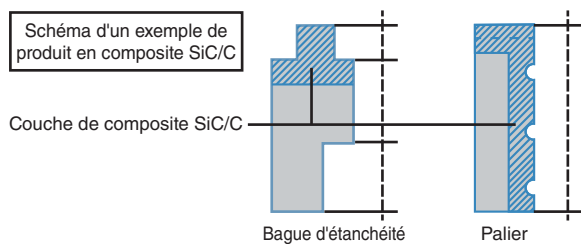
- Pièces métallurgiques
- Joints mécaniques
- Paliers

Photo de coupe de la couche du composite SiC/C



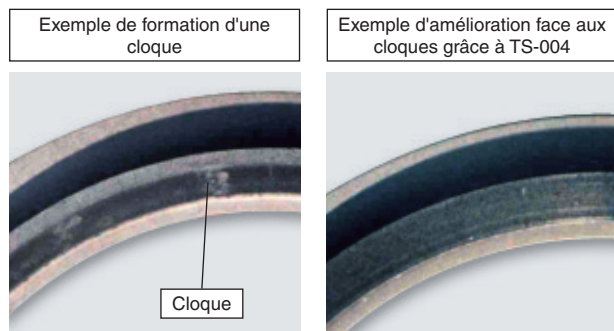
### ■ Propriétés/Données du test

#### ■ Schéma d'un exemple de produit en composite SiC/C



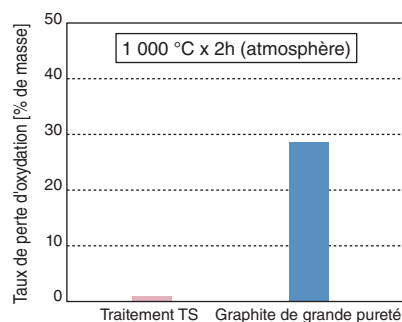
Couche de composite SiC/C applicable sur la totalité d'un produit ou juste sur les zones requises  
Le diamètre interne du palier peut être traité après la transformation en composite, afin de se trouver dans les marges de tolérance.

#### ■ Application de glissement (test des cloques)



Le matériau maintenant une résistance mécanique élevée et la surface de glissement étant modérément rugueuse, il est facile de former une couche de lubrification sur la surface de glissement et, par conséquent, difficile pour les cloques de se former si de l'huile liquide est utilisée.

#### ■ Application dans une atmosphère à hautes températures (test de perte d'oxydation)



## Nouveaux produits développés

Afin de fournir des produits uniques à vous, le client, Toyo Tanso ne cesse de travailler à une recherche-développement de pointe. En suivant les possibilités offertes par les alternatives aux matériaux conventionnels, nous menons des recherches conjointes avec les utilisateurs dans le monde entier et nous continuons à être impliqués de manière proactive dans le développement des produits pour les prochaines générations.

### ■ Carbone poreux CNovel™

Fabriqué à l'aide de nos technologies uniques, le carbone poreux contient de nombreux trous de dimensions égales de quelques dizaines de nanomètres de diamètre et présente une structure spéciale dans laquelle ces trous sont interconnectés. Contrairement au charbon activé et aux autres matériaux de carbone poreux existants, CNovel™ est un nouveau matériau avec des mésopores contrôlés (de 2 à 50 nm), qui étaient considérés difficiles à usiner jusqu'à présent et à obtenir sous forme de matériau industriel. En fonction de nos conditions de préparation, il est possible de (1) contrôler la zone de surface spécifique et (2) d'ajuster la dimension des pores. CNovel™ commence à attirer l'attention pour une utilisation dans des applications telles que le secteur de l'environnement et de l'énergie et dans les applications de machines, dans lesquelles il était habituellement difficile d'utiliser des matériaux en carbone poreux, en plus des applications de charbon activé classiques.



Apparence du produit

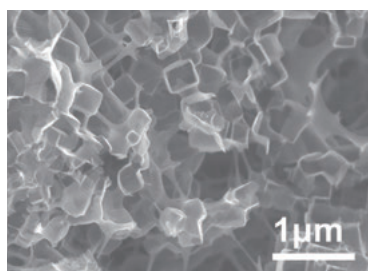


Image du microscope à transmission électronique

### ■ Graphite revêtu de carbure de métal, MetalizeKote™

MetalizeKote™ est un produit de revêtement formant une couche de carbure de métal (métal carbonisé) à la surface d'un matériau en graphite à l'aide d'une méthode Toyo Tanso propriétaire, et il est disponible dans les revêtements à base de Cr et de Fe. La formation d'un carbure de métal transforme la surface du graphite en une surface proche du métal, ce qui permet d'éviter la génération de particules de graphite ainsi que de contrôler la carburisation (dénaturation) des autres matériaux. En utilisant cette propriété, MetalizeKote™ a commencé à attirer l'attention pour une utilisation dans les applications d'outillages et de fours industriels, dans lesquelles il n'était pas possible habituellement d'utiliser des matériaux et des produits de revêtement en graphite.



Apparence du produit

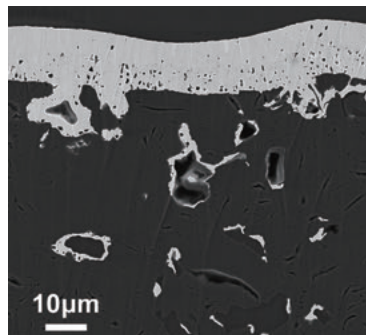


Image de coupe SEM

### ■ Graphite revêtu de TaC EVEREDKOTE™-B

Ces dernières années, le carbure de silicium (SiC), le nitrure de gallium (GaN), le nitrure d'aluminium (AlN), l'oxyde de zinc (ZnO) et d'autres matériaux ont attiré l'attention pour concevoir les appareils électriques de prochaine génération. Ces processus de fabrication monocristallins font appel à des températures élevées et à des environnements sévères à l'aide de gaz corrosifs comme l'ammoniaque et le chlorure d'hydrogène. L'utilisation de composants classiques dans ces conditions environnementales réduit leur durée de vie sous l'action de la chaleur et des gaz corrosifs. EVEREDKOTE™-B est un matériau composite formé d'un matériau en graphite revêtu de TaC. Avec un point de fusion de 4 000 °C environ, ce revêtement TaC est caractérisé par une durabilité extrêmement élevée. Par ailleurs, il ne craquèle pas et a une résistance aux chocs thermiques excellente. Ces propriétés du revêtement TaC protègent le substrat de graphite, en prolongeant la vie du composant.



Apparence du produit

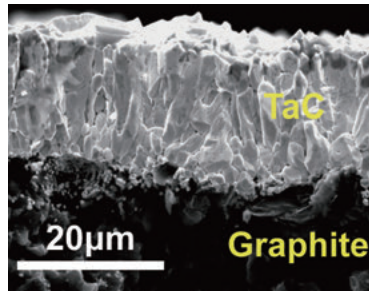


Image de coupe SEM

### ■ Composite TaC-Ta EVEREDKOTE™-K

EVEREDKOTE™-K est un matériau composite développé avec le concours de l'université Kwansei Gakuin ; il est composé de tantale carburisé, de telle manière que la surface forme une couche de TaC. A l'instar d'EVEREDKOTE™-B, EVEREDKOTE™-K a des propriétés haute température, ainsi que de nombreuses autres caractéristiques telles que la résistance au grippage et la résistance mécanique. Il peut donc être utilisé dans des environnements haute température comme ceux utilisés dans les pièces structurales utilisées à l'intérieur des fours.



Apparence du produit

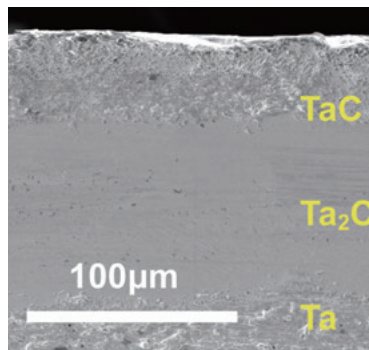
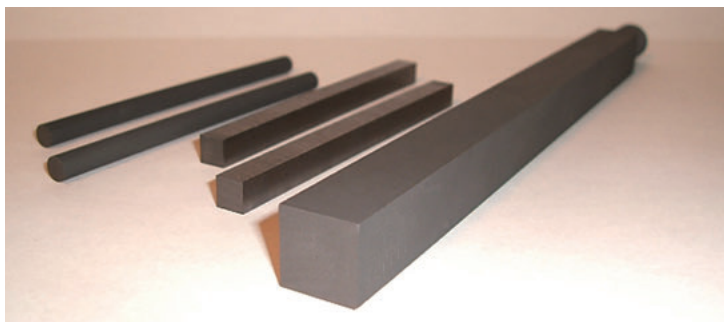


Image de coupe SEM

### ■ Composites métal/carbone KLASTA MATE™

KLASTA MATE™ comporte une structure dans laquelle le métal est dispersé de manière homogène dans un matériau de carbone. Il peut être utilisé avec une large gamme d'espèces de dopant et de concentrations ainsi qu'avec deux éléments ou plus. Comme le graphite, KLASTA MATE™ se travaille très bien et peut être traité pour réaliser des formes complexes. Utilisé comme source de vapeur pour la décharge d'arc, KLASTA MATE™ est utilisable pour la fabrication de métalofullerènes et de nanotubes de carbone. Par ailleurs, utilisé comme source de vapeur pour le placage d'ions à l'arc, et comme matériau cible pour la pulvérisation (sputtering), il convient également pour la formation de fil DLC dopé au métal.



Apparence du produit





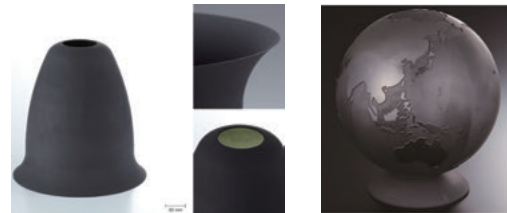
# Services techniques

Toyo Tanso peut réaliser différents usinages ou traitements pour les matériaux fournis par le client. Nos excellentes technologies basées sur la fabrication du carbone nous permettent de répondre aux attentes élevées des demandes des clients, telles que la fabrication à degré de difficulté élevé, l'amélioration continue de la qualité des matériaux.

## ■ Usinage du graphite et du carbone

### ● Usinage de difficulté élevée

- Usinage de la paroi fine  
Nous pouvons réaliser avec succès des travaux difficiles d'usinage de parois fines en optimisant les outillages et les méthodes d'usinage. (Exemple : Cylindre creux d'une épaisseur de 0,2 mm)
- Usinage 3D  
Nous préparons un modèle 3D basé sur les dessins et nous écrivons des programmes pour la fabrication du produit souhaité. Nous pouvons également réaliser sur demande la mesure d'un produit actuel et produire des objets basés sur les dimensions actuelles.
- Usinage de diamètre interne spécial  
Nous pouvons réaliser des travaux d'usinage spéciaux de diamètre interne afin de réaliser des objets monolithiques sans découper la pièce usinée en différentes sections. (dimensions usinables maximum :  $\varnothing 300$  mm L = 400 mm)



Usinage de la paroi fine

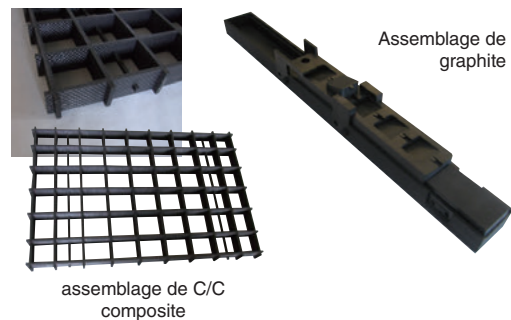
Usinage 3D



Usinage de diamètre interne spécial

### ● Services d'assemblage

- Assemblage de graphite  
Notre capacité de fabrication de produits de la phase du design aux phases d'usinage et d'assemblage nous permet de maîtriser les tests fonctionnels après assemblage.
- Assemblage de C/C composite  
Notre capacité de fabrication de produits de la phase du design aux phases d'usinage et d'assemblage nous permet de livrer des produits après avoir vérifié la précision de l'assemblage.

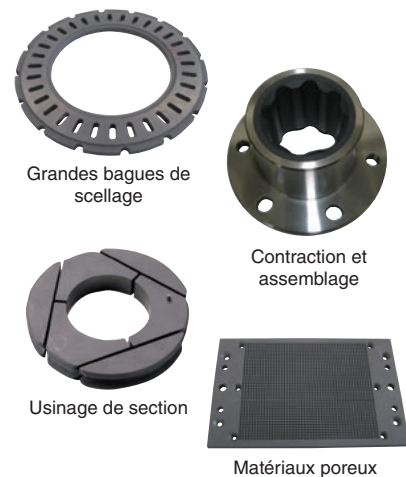


Assemblage de graphite

assemblage de C/C composite

### ● Autre usinage

- Grandes bagues de scellage  
Nous pouvons produire des bagues de scellage pour des machines de grandes dimensions notoirement difficiles à usiner. En produisant des produits avec la précision du parallélisme, de la planéité, de la rugosité de surface, et d'autres qualités, nous garantissons que nos bagues de scellage seront capables de maintenir des joints particulièrement étanches à l'air. (Diamètre usinable maximum :  $\varnothing 500$  mm)
- Contraction et assemblage  
Nous pouvons contracter le carbone et le métal, et également assembler des produits par adhésion. (diamètre usinable maximum : Jusqu'à  $\varnothing 600$  mm)
- Usinage de section  
Nous pouvons réaliser des tâches d'usinage sophistiquées comme nous assurer de l'absence d'espaces (pas de fuites d'entrées de lumière) entre les surfaces de raccordement, comme exigé dans les produits sectionnés utilisés dans les applications des segments de piston de compresseur et les applications similaires. Consultez-nous concernant les formes et les numéros des sections. (Diamètre usinable maximum :  $\varnothing 1\ 400$  mm)
- Matériaux poreux  
L'utilisation d'un centre d'usinage multi-tête nous permet de réaliser rapidement un usinage de précision d'objets poreux très exigeants.
- Palettes  
Des produits réalisés en masse pour l'automobile aux produits réalisés à la demande en petites séries pour l'industrie, nous pouvons produire une large gamme de palettes — qui requièrent des dimensions extrêmement précises— avec une qualité stable.



Grandes bagues de scellage

Contraction et assemblage

Usinage de section

Matériaux poreux



Palettes

## Traitement thermique

### Traitement par cuisson

- Traitement thermique jusqu'à 1 000 °C  
Nous pouvons réaliser des traitements thermiques (à une température pouvant atteindre 1 000 °C environ) dans des atmosphères non oxydantes.  
Nous pouvons prendre des mesures y compris lors de la production de gaz organiques.



### Traitement par graphitisation

- Traitement thermique jusqu'à 3 000 °C  
Nous pouvons réaliser des traitements thermiques (à une température pouvant atteindre 3 000 °C environ) en remplissant le matériau avec de la poudre de coke à l'intérieur du four, puis en appliquant un chauffage par résistance électrique.



### Traitements thermiques divers

- Différents traitements thermiques de Toyo Tanso  
Différents traitements thermiques utilisant des fours à traitement autres que ceux décrits précédemment sont également disponibles.

Article	Conditions pour le traitement thermique			
	Traitement à vide	Traitement N <sub>2</sub> ou Ar	Traitement H <sub>2</sub>	Traitement halogène
Méthode de traitement				
Dimensions disponibles (mm)	1500 W x 1400 H x 2000 L		ø1050 x 830 H	
Température MAX (°C)	2000	2300	1500	
Pression	Vide (moins de 0,5 KPa)	Contrôle de décompression (20 à 86 KPa)	Pression normale	

### Traitement haute pureté

Le traitement thermique d'un matériau graphite dans un environnement de gaz halogène permet d'éliminer les impuretés. L'utilisation de traitement haute pureté permet de réduire à 5 ppm ou moins le taux d'impuretés métalliques.

Article	Conditions pour la purification élevée
Température (°C)	«MAX» 2300
Dimensions disponibles (mm)	1500 W x 1400 H x 2000 L
Epaisseur	Dépend de la qualité du produit
Pureté (masse ppm)	Moins de 5

\* Les résultats du traitement ci-dessus ont été obtenus à l'aide du matériau graphite de Toyo Tanso.

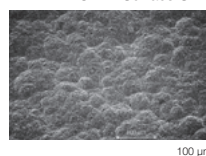
### Amélioration de surface

#### Revêtement SiC PERMA KOTE™

Une couche dense de carbure de silicium (SiC) est créée par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

- Protège le substrat de l'environnement ambiant
- Contrôle la génération de particules et de gaz à partir du substrat
- Permet la modification, etc., de la surface du substrat
- Dimensions maximum : ø1 050 x 830 mm

PERMA KOTE™ Surface SEM



Article	Conditions pour le revêtement SiC
Dimensions MAX (mm)	ø1050 x 830 H
Epaisseur de la couche SiC (µm)	120±30
Teneur en impuretés métalliques (masse ppm) *par méthode GDMSd	B : 0,15 / Na : 0,02 Al : 0,01 / Cr : <0,1 Fe : 0,02 / Ni : <0,01

\* Veuillez nous consulter à propos de l'épaisseur de la couche SiC

#### Revêtement de graphite pyrolytique PYROGRAPH™

Le carbone pyrolytique reçoit un revêtement par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

- Améliore l'imperméabilité du gaz
- Contrôle la génération de particules et de gaz à partir du substrat
- Améliore la résistance chimique

Section transversale PYROGRAPH™ 20 µm

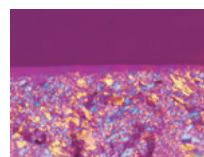


La structure en forme de colonne de la couche de carbone pyrolytique signifie que la structure est extrêmement fine.

#### Carbone vitreux

Le carbone vitreux imprègne ou recouvre le substrat.

- Améliore l'imperméabilité du gaz
- Contrôle la génération de particules à partir du substrat



Structure de la couche composite SiC/C

#### Composites SiC/C

Technologie développée à l'aide de la technologie d'usinage au graphite isotropique de Toyo Tanso et des résultats des recherches sur le carbure de silicium (SiC).



## ■ Imprégnation

### ● Imprégnation au brai

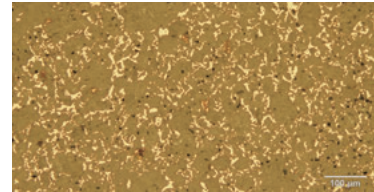
- Traitement par imprégnation au brai basé sur la pression  
Nous pouvons imprégner de brai par pression les porosités dans le matériau fourni et nous pouvons également ajouter une cuisson pour le carboniser.  
Exemples d'applications : Matériaux réfractaires, matériaux d'électrodes, céramique, etc., dans les applications telles que l'augmentation des dimensions du produit, le développement de nouveaux produits, etc.



### ● Imprégnation de métal

Nous pouvons imprégner de métal (cuivre, métaux contenant du cuivre et antimoine) les porosités du matériau fourni par pression à haute température.

- Amélioration de la résistance, conductivité électrique, conductivité thermique et imperméabilité



### ● Imprégnation de résine

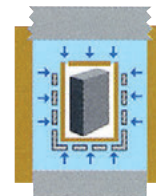
Nous pouvons imprégner de résine (résines de phénol et furaniques) les porosités dans le matériau fourni à température ambiante puis le chauffer (à une température maximum de près de 250 °C).

- Améliore la résistance et l'imperméabilité (étanchéité à l'air)

## ■ Formage

### ● Formage hydraulique

Le Cold Isostatic Pressing (CIP) est largement accepté comme méthode de moulage effective dans les domaines de la céramique, de la métallurgie réfractaire et de la poudre. Nous pouvons réaliser un moulage à la poudre dans différentes formes en appliquant une pression uniforme.



## ■ Mesure

### ● Mesure des dimensions

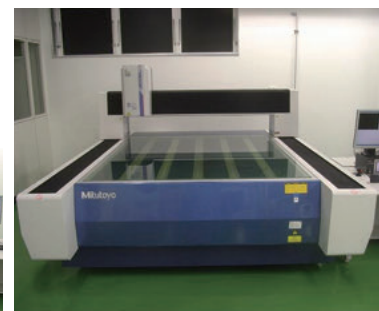
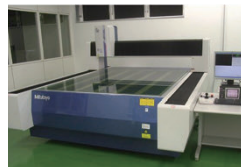
- Machine à mesure 3D (type de contact)  
Nous utilisons un équipement manuel, un équipement de mesure CNC automatique ainsi que d'autres équipements, pour mesurer des objets dont les dimensions peuvent atteindre 1 600 (X) x 3 000 (Y) x 1 200 (Z) mm. Nous avons également des microscopes et des échantillons d'un diamètre pouvant atteindre 0,5 mm (contact), de manière à réaliser des mesures haute précision d'une variété de formes indépendamment des dimensions de la pièce à usiner.

Crysta-Apex (Mitutoyo Corporation)  
Spécification  
1. Plage de mesure (X.Y.Z)  
Dimensions maximum 1600 x 3000  
x 1200 mm  
2. Poids max 3500 kg  
3. Précision (µm)  
MPEE 6,0 + 5,5 L/1000



- Equipement de mesure d'image CNC (type sans contact)  
Nous réalisons des mesures sans contact à l'aide de caméras CCD et d'équipements laser. Nous évitons ainsi la déformation plastique de la pièce à usiner en raison de la pression de mesure, de manière à réaliser une mesure stable et haute précision.  
Nous pouvons mesurer des pièces pouvant atteindre 1 500 x 1 750 x 100 mm (X, Y, Z).

QV ACCEL (Mitutoyo Corporation)  
Spécification  
1. Plage de mesure (X.Y.Z)  
Dimensions maximum 1500 x 1750 x 100 mm  
2. Poids max 50 kg  
3. Précision (µm)  
Précision de la mesure de planéité (X.Y) 3,5 + 4 L/1000



# Technologies analytiques

Toyo Tanso emploie des technologies analytiques à l'aide d'une large gamme d'équipement d'analyse afin de développer de nouveaux matériaux et de réaliser des recherches et des développements de designs de matériaux et de nouvelles applications. Par ailleurs, nous répondons à un large éventail de demandes de clients, visant par exemple à optimiser le processus de fabrication, et nous contribuons également à identifier et à résoudre des problèmes. De cette manière, nous apportons des améliorations continues aux produits et à la sophistication des technologies et des services en recourant à des technologies d'analyse.

## ■ Analyse thermique

Le graphite est un matériau caractérisé par une excellente durabilité thermique. Fréquemment utilisé dans les environnements haute température, il convient de comprendre comment il se comporte lorsqu'il est exposé à la chaleur. Toyo Tanso possède une large gamme d'équipements d'analyse thermique (TMA, TG-DTA, etc.), et peut fournir des données correspondant à vos conditions d'utilisation. Sur la base de ces données, nous offrons différents services permettant de sélectionner des matériaux, notamment : le calcul de stress thermique et l'analyse FEM, etc., pour la conception de composants ; l'analyse des réactions chimiques et des changements d'état sous l'action de la chaleur ; l'analyse de l'usure des matériaux dans des atmosphères oxydantes.



## ■ Analyse structurale et de surface

Le graphite est un matériau de nature polycristalline et poreuse, qui peut présenter d'importantes différences de forme de surface et de structure interne en raison des différences au niveau des matériaux bruts et des méthodes de fabrication. Afin de sélectionner et de développer des matériaux adaptés à votre application, il importe donc de comprendre un grand nombre de structures. Toyo Tanso utilise différents équipements de mesure adaptés pour ces analyses (XRD, FE-SEM, microscopes polarisants, etc..) en fonction de l'objectif, et réalise différentes analyses du niveau macro au niveau nanométrique.



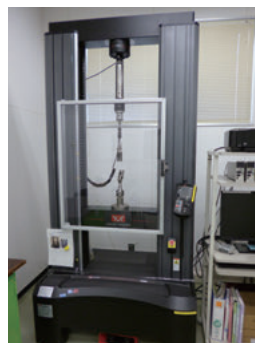
## ■ Analyse de l'élément

Le graphite est un matériau qui peut atteindre un degré de pureté élevé. Il est fréquemment utilisé dans des applications dans lesquelles il est nécessaire d'éviter des contaminants, comme l'équipement de fabrication des semi-conducteurs. Dans les applications exigeant un degré de pureté important, l'analyse des contaminants à l'état de trace constitue un outil d'analyse important. Toyo Tanso utilise différents équipements d'analyse d'éléments (ICP-OES, XRF, etc..) et est disponible pour répondre à vos demandes.



## ■ Propriétés physiques

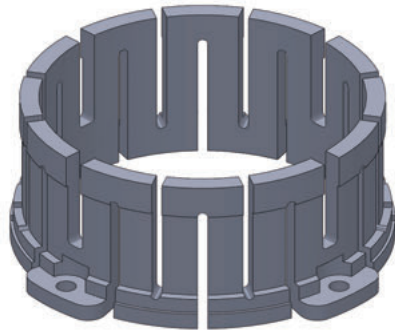
Nous fournissons des données sur les propriétés physiques de base comme la traction, la compression et la résistance à la flexion ainsi que le module d'élasticité, qui sont tous essentiels pour la conception de composants/matériels.





### ■ Dessins de CAO 3D

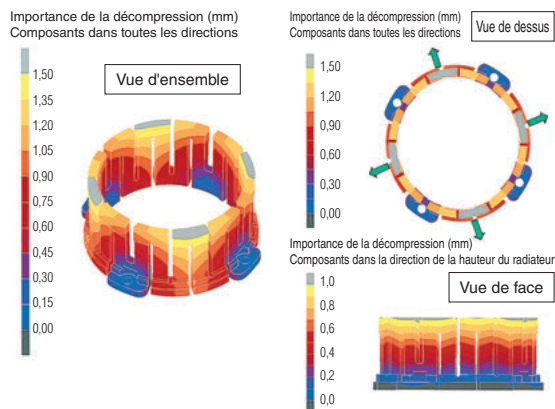
Toyo Tanso recrée par des procédés de CAO des images 3D des produits et améliore la qualité du produit fini en vérifiant les détails de la forme avant de passer au traitement du produit. Nous assurons également un support de conception en CAO 3D sur la base de vos schémas et de vos informations de conception.



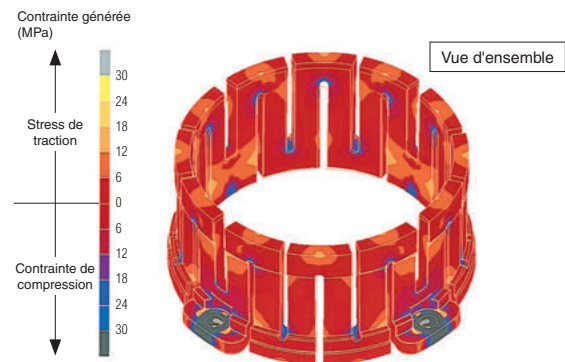
### ■ Méthode des éléments finis (exemples d'analyse FEM)

L'analyse de la déformation thermique, des contraintes thermique, de la distribution de la densité de courant et d'autres facteurs dans les formes de produit complexes à l'aide de simulations informatiques par la méthode FEM en fonction de votre environnement, Toyo Tanso offre un support complet des processus de conception, de manière à garantir des produits performants, à réduire les coûts, optimiser la vitesse de développement des produits, etc.

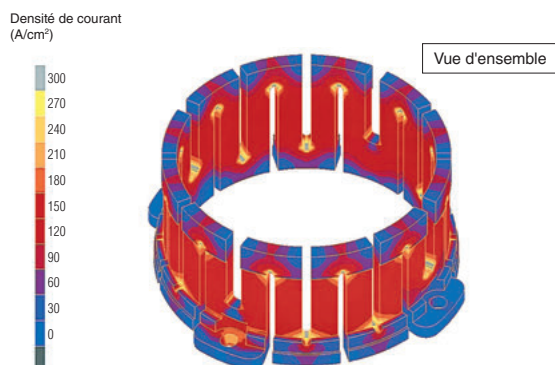
#### ■ Résultats de l'analyse de la déformation thermique



#### ■ Résultats de l'analyse de contrainte thermique



#### ■ Résultats de la distribution de la densité de courant





# Gamme de produits d'Ohwada Carbon Industry

Ohwada Carbon Industry, membre du groupe d'entreprises Toyo Tanso, fabrique, traite et développe divers produits en carbone, y compris des produits en graphite isotropique, des C/C composites, du graphite extrudé et du graphite moulé. Ces produits sont largement adoptés comme éléments principaux d'une technologie de pointe dans les secteurs des semi-conducteurs, de l'automobile, de la métallurgie et de la mécanique.



## ■ Gamme de produits

### (1) Graphite isotropique

Ce graphite composé de microparticules est fabriqué à l'aide des méthodes de moulage CIP pour une haute densité, une haute résistance et pas de direction dans les propriétés physiques. Applications : semi-conducteurs, presse à chaud, métallurgie

Composition	Référence produit	Densité de masse Mg/m <sup>3</sup>	Dureté HSD	Résistivité électrique μΩ·m	Résistance à la flexion MPa	Résistance à la compression MPa	Coefficient d'expansion thermique 10 <sup>-6</sup> /K	Conductivité thermique W/(m·k)	Dimensions standard (mm)
Graphite	OT-2470B	1,77	51	11,0	39	78	4,5	120	305 x 620 x 1000
	OT-2475	1,77	57	12,2	43	88	4,7	100	1000 x 1000 x 450
	OT-2477	1,83	58	10,0	47	103	4,6	130	ø660 x 900
	OT-7660	1,78	63	13,4	52	106	5,6	90	305 x 620 x 1000
	OP-9068	1,82	80	15,5	76	172	5,6	70	230 x 540 x 1000
	OT-2450	1,68	45	13,5	36	69	4,2	90	305 x 620 x 1000

Remarque : un matériau en graphite de grande pureté est indiqué par la lettre "S" à la fin de la référence produit.

### (2) C/C composites

Ce matériau en graphite composite présente une grande résistance, est renforcé avec des fibres de carbone et peut être fabriqué dans un matériau plat ou cylindrique. Applications : presse à chaud, métallurgie

Référence produit	Densité de masse Mg/m <sup>3</sup>	Dureté HSD	Résistivité électrique μΩ·m	Résistance à la flexion MPa	Résistance à la compression MPa	Résistance à la traction MPa	Module de Young Gpa	Coefficient d'expansion thermique 10 <sup>-6</sup> /K	Dimensions standard (mm)
C/C-201	1,50	80	30	147	225	127	47	1,0	700 x 970 x 1 à 12
C/C-FW	1,50	80	12	245	147	245	60	1,0	ø900 (DE) x 800 (H)

### (3) Graphite extrudé

Ce graphite est fabriqué à l'aide d'une méthode de moulage par extrusion et peut être adapté à des formats longs et larges. Applications : pièces des fourneaux industriels généraux (éléments chauffants, soles, pièces d'isolation, etc.)

Composition	Référence produit	Densité de masse Mg/m <sup>3</sup>	Dureté HSD	Résistivité électrique μΩ·m	Résistance à la flexion MPa	Résistance à la compression MPa	Coefficient d'expansion thermique 10 <sup>-6</sup> /K	Conductivité thermique W/(m·k)	Dimensions standard (mm)
Graphite	OT-5200	1,76	41	7,5	27	44	4,4	180	ø500 x 1800
	OT-5220	1,75	35	7,3	29	49	4,0	174	ø100 x 1500
	OT-5200G	1,72	28	5,0	15	32	1,0	200	ø350 x 1800
	OP-4800	1,74	43	7,5	27	44	4,4	150	670 x 450 x 1500
	OP-4800N	1,73	34	5,0	20	39	1,2	230	670 x 450 x 1585
	OP-4850	1,75	35	8,0	24	45	3,5	162	560 x 560 x 1800
	OP-7800H	1,79	45	8,2	22	42	2,1	180	ø770 x 1900
	OP-9001	1,66	30	10,0	13	24	2,7	130	ø960 x 1000
	OP-4600	1,74	35	7,0	21	38	3,4	150	ø700 x 1800
Carbone	OT-520	1,66	60	40,0	31	98	5,5	12	ø500 x 1800

Remarque : un matériau en graphite de grande pureté est indiqué par la lettre "S" à la fin de la référence produit.

#### (4) Graphite moulé

Ce graphite est fabriqué à l'aide d'une méthode de moulage par matrice et peut fournir divers types de composition. Applications : moules pour la production de verre, etc.

Composition	Référence produit	Densité de masse Mg/m <sup>3</sup>	Dureté HSD	Résistivité électrique μΩ·m	Résistance à la flexion MPa	Résistance à la compression MPa	Coefficient d'expansion thermique 10 <sup>-6</sup> /K	Conductivité thermique W/(m·k)	Dimensions standard (mm)
Graphite	OP-8430	1,80	60	11,0	50	98	5,0	120	105 x 320 x 640
Graphite de carbone	OT-670	1,77	72	-	60	185	3,5	-	ø140 x 200
Graphite naturel	OT-104	1,77	12	9,0	10	20	2,0	140	100 x 419 x 500
Semi-graphite	OP-8420	1,78	96	30,0	59	167	6,0	30	105 x 320 x 640

#### (5) Matériau imprégné de résine

Ce produit est constitué d'un composite de carbone imprégné de résine pour des propriétés de glissement, une résistance à l'usure et une imperméabilité supérieures. Applications : pièces de glissement variées (paliers, bagues d'étanchéité, emballage)

Composition	Référence produit	Densité de masse Mg/m <sup>3</sup>	Dureté HSD	Résistance à la traction MPa	Résistance à la flexion MPa	Résistance à la compression MPa	Coefficient d'expansion thermique 10 <sup>-6</sup> /K	Température de résistance à la chaleur °C
Electrographite imprégné de résine	P-3100	1,90	63	29	52	127	5	250
	P-4800	1,85	55	26	40	96	5	250
	F-3200	1,88	69	27	49	118	5	250
	F-4800	1,83	50	25	38	86	5	250
Graphite de carbone imprégné de résine	F-670	1,87	87	-	78	240	5	300

#### (6) Poudre de carbone et de graphite

Nous proposons de la poudre de carbone et de graphite dans diverses tailles de particules. Applications : matériau carboné, matériau de remplissage

Composition	Référence produit	Volatilité %	Teneur en cendres %	Carbone fixe %	Plage de taille des particules
Poudre de graphite artificiel	TEG200	0,2	0,5	99,0	44 μm max. 30 à 60 %
	TEG300	0,2	0,5	99,0	44 μm max. 80 % min.
Poudre de carbone	OP-240	1,0	0,5	98,5	106 μm max. 90 % min.
Particules de graphite artificiel	n°20 à 40	0,5	1,0	98,0	0,35 à 1,0 mm 90 % min.
	n°1 à 5	0,5	1,0	98,0	1 à 5 mm 90 % min.
	n°5 à 15	0,5	1,0	98,0	5 à 15 mm 80 % min.

\* D'autres poudres de graphite non répertoriées ici sont également disponibles. Contactez-nous pour en savoir plus.

### ■ Exemples d'applications principales par matériau

Secteur	Nom de la pièce	Référence produit du matériau applicable
Semi-conducteur	Electrodes pour équipement de fabrication de silicium (polycristal)	OT-2470BS, OT-2475S, OT-2477S
	Pièces pour équipement d'implantation d'ions, pièces de four	OT-7660S, OP-9068S, OP-4800NS
Presse à chaud	Matrices, moules de presse à chaud	C/C-FW, OP-9068, OT-2477, OT-2475
	Poinçons, tiges poussoir, espacements, berceaux	OP-9068, OT-2477, OT-2475
	Manchons du moule C/C	OT-2477, OP-4800N
Métallurgie	Pièces de fourneau, soles, échantillons	OP-4800, OT-5220, OT-5200, OP-9001, C/C201
	Éléments chauffants	OP-4800, OP-4850, OT-2470B
	Creusets pour métaux en fusion, creusets d'analyse des gaz	OT-5220, OP-4800, OT-2470B
	Moules pour bouteilles en verre et verre de quartz	OP-8420, C/C-201, OT-2470BS
Mécanique	Jointes mécaniques, joints d'étanchéité	P-3100, F-3200, F-670
	Paliers, palettes rotatives de la pompe	
Electricité	Roues de chariot, glissières	P-4800, P-3100, OT-520
	Electrodes pour EDM	OT-7660
Poudre	Pour divers matériaux de remplissage	TEG200, TEG300, OP-240
	Particules de graphite pour empêcher l'oxydation et pour matériau carboné	n°20 à 40, n°1 à 5, n°5 à 15

· Les données répertoriées sont des propriétés représentatives et ne sont en aucun cas des valeurs sûres.

· Les applications de produit répertoriées sont des exemples. Avant d'utiliser l'un de nos produits, veuillez à contacter notre service commercial pour avoir un avis sur la sélection de la qualité la plus indiquée.



[www.toyotanso.com](http://www.toyotanso.com)

**Toyo Tanso Co., Ltd.** <http://www.toyotanso.com>

**TOYO TANSO FRANCE S.A.**

Z.A. du Buisson de la Couldre - 9-10 rue Eugène Hénaff - 78190 Trappes - France

Tel : 33-1-30-66-35-35 Fax : 33-1-30-66-31-69

<http://www.toyotansofrance.com/>

FR-01-02 2016.01