CARBON-GRAPHITE PRODUCTS

特殊黒鉛製品



㊤シリコン単結晶製造装置
㊦臨界プラズマ試験装置（JT-60）
※写真提供：国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構



特殊黒鉛製品の特長

工業用炭素材料は、時代とともに、より均質かつ微粒子でより安定した特性を求められています。このような歴史の中で、東洋炭素が業界に先駆け開発した「等方性黒鉛」は、微粒子構造で、静水圧成形法により等方的な構造と特性を持った黒鉛材料です。わたしたちの等方性黒鉛製品は、技術革新が進む半導体分野、環境に優しい新エネルギー分野、精度を極める金型分野、高い信頼性を要求される原子力分野などのさまざまな産業分野で優位性が認められ、お客様とともに成長しています。さらに、独自の優れた高純度技術や各種コーティング技術との相乗効果により、リーディングカンパニーとして将来へ無限の可能性を広げています。

■等方性材料です。

従来の黒鉛は異方性があり、使用上さまざまな制限がありましたが、等方性黒鉛は切り出し方向による特性差が無いため設計が容易で使いやすい材料です。

■信頼性の高い材料です。

従来の黒鉛に比べて、微粒子構造なので強度が高く、ばらつきの小さい信頼性の高い材料です。

■超耐熱材料です。

不活性雰囲気においては、2000℃以上の超高温下でも安定使用が可能です。熱膨張が小さく熱伝導率が大きいため、耐熱衝撃性と均熱性に優れ、熱変形の少ない材料です。また、2500℃までは雰囲気温度の上昇とともに強度が向上する特異な性質を持っています。

■電気伝導性に優れています。

電気伝導性が高く耐熱性に優れているため、高温用ヒーターなどの用途に最適です。

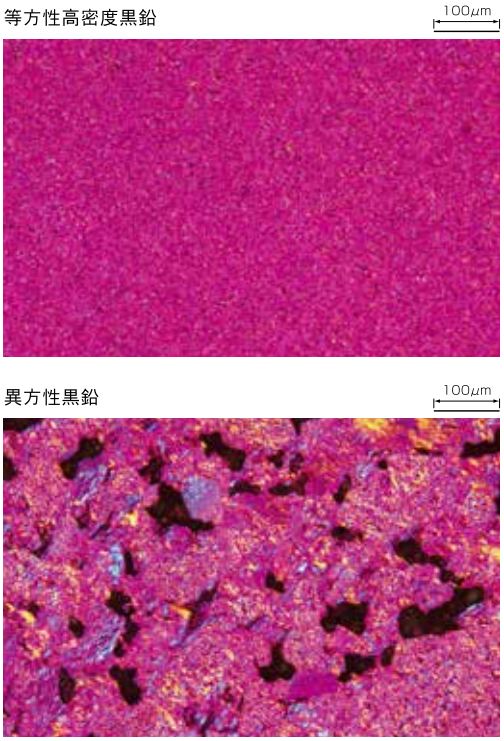
■耐化学薬品性に優れています。

一部の強酸化性物質を除いて化学的に安定しています。一般の金属が腐食を受ける環境でも、安定して使用することができます。

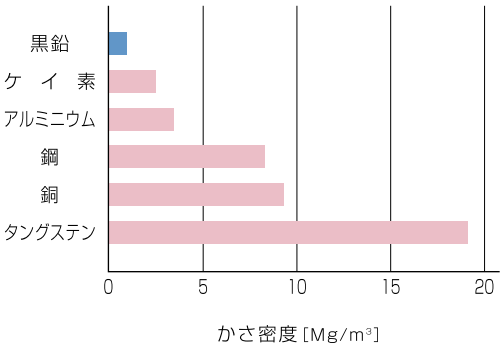
■軽量で加工性に優れています。

金属材料に比べて、かさ密度が低く軽量化が可能です。また、機械加工性に優れているので精密な加工が容易です。

■等方性黒鉛材と異方性黒鉛材

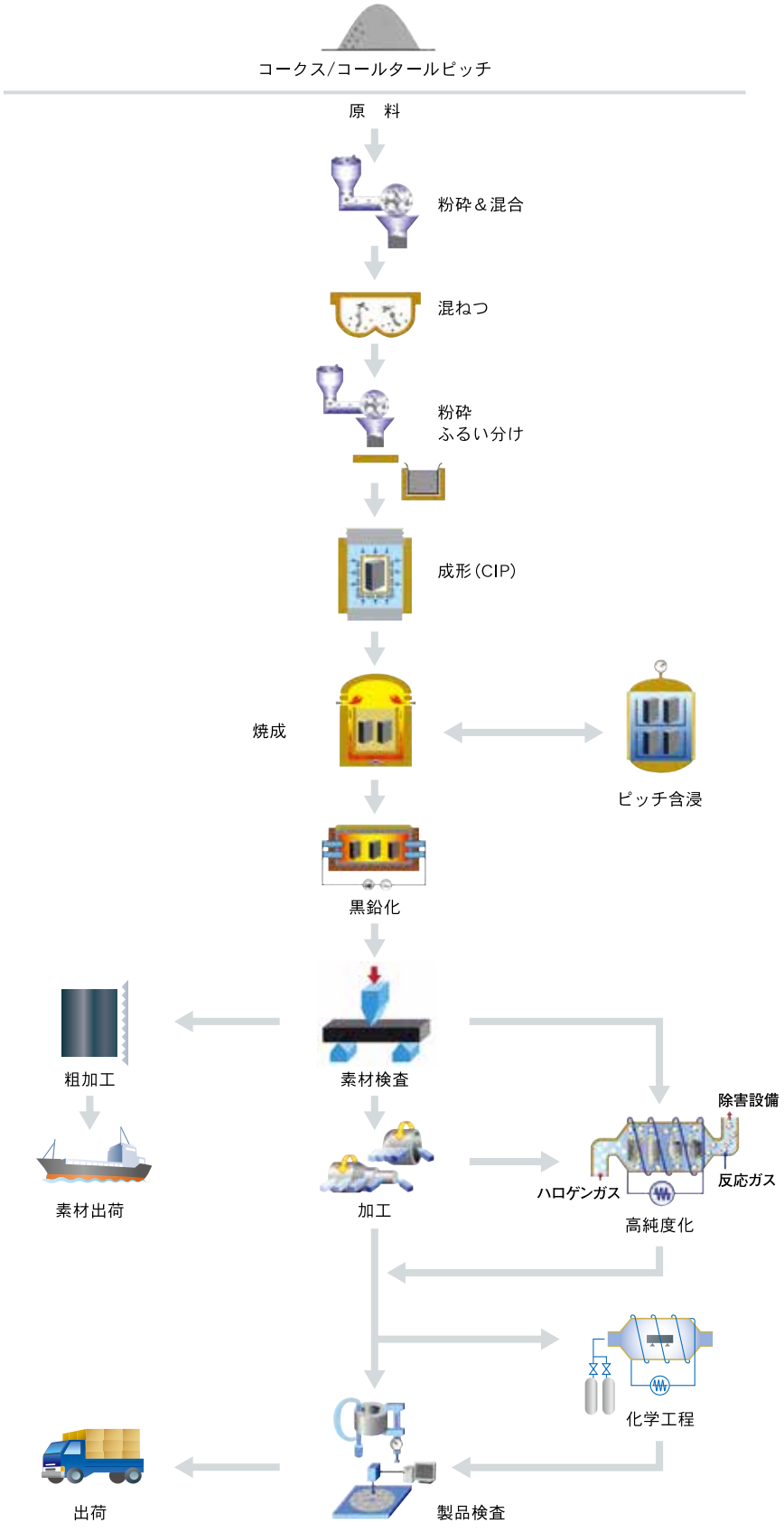


等方性高密度黒鉛は、従来の異方性黒鉛と比べて等方性で微粒子構造であるため、材料のばらつきが少なく、高強度と高信頼性を一度に実現することが可能となり、従来の異方性黒鉛の課題を一挙に克服した黒鉛材料です。



本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

製造工程



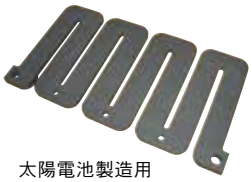
本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

使用用途例

当社の特殊黒鉛製品は、高い性能と信頼性が評価され、さまざまな分野で活躍しています。太陽電池、原子力、航空宇宙分野などの環境・エネルギー関連、ポリシリコン/シリコン単結晶製造用、白色LEDや高周波素子製造用などのエレクトロニクス分野、各種工業炉部材、銅合金などの連続鋳造用ダイス、光ファイバー、金型製造用放電加工電極をはじめ、多くの身の回りの製品を作るために幅広い分野でご使用いただいています。

■環境・エネルギー関連

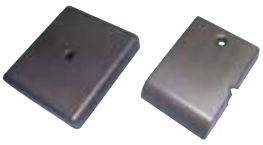
- ●太陽電池用セル・ウエハ製造用
- ●原子力用：高温ガス炉・核融合
- ●フッ素電解用
- ●燃料電池用
- ●航空宇宙用



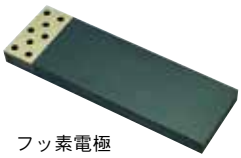
太陽電池製造用
サイドヒーター



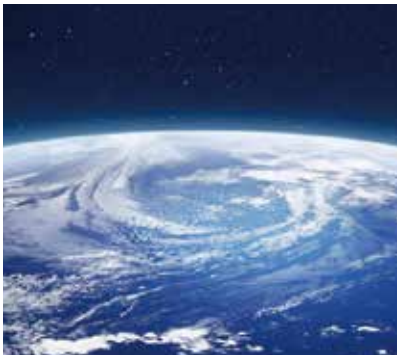
高温ガス炉用炉心材
※写真提供：国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構



核融合装置用第1壁
※写真提供：
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構



フッ素電極





■エレクトロニクス関連

- ●シリコン半導体製造用
  - ポリシリコン製造装置部品
  - シリコン単結晶引上げ装置部品
  - エピタキシャル成長用サセプター
  - プラズマCVD電極
  - イオン注入装置部品
  - ガラス封着治具



シリコン単結晶引き上げ装置
（断面写真）



黒鉛るつぼ

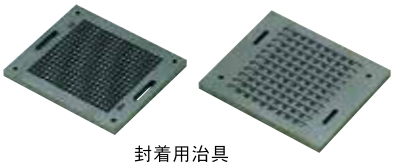




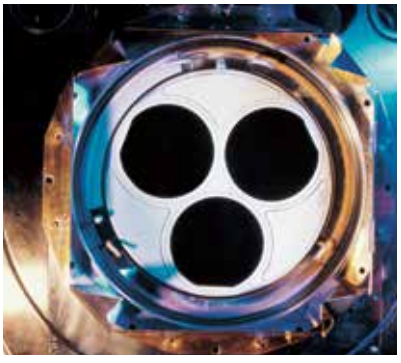
リフレクター



ヒーター



封着用治具



本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

■エレクトロニクス関連

●化合物半導体製造用

化合物単結晶引上げ装置部品
MOCVD用サセプター

●液晶パネル製造用

ヒーターパネル
エッチング電極

●ハードディスク製造用

スパッタリングターゲット



MOCVDサセプター



パンケーキ型サセプター





■冶金関連

●連続鋳造

ダイス
マンドレル

●ホットプレス

ダイス
スリーブ
スペーサー

●工業炉部品

ヒーター
トレー等

●真空蒸着用るつぼ

●ガス分析用るつぼ

●光ファイバー製造用

ヒーター
炉心管

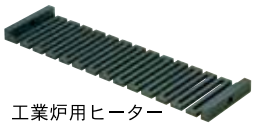
●放電加工用電極



ホットプレス用鋳型
（カットモデル）



連続鋳造用ダイス



工業炉用ヒーター



真空蒸着用るつぼ











放電加工用電極



本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

特性データ

■製品別代表特性

製品名	かさ密度	硬さ	電気抵抗率	曲げ強さ	圧縮強さ	引張強さ	ヤング率	線熱膨張率	熱伝導率	標準サイズ
	Mg/m³	HSD	μΩ·m	MPa	MPa	MPa	GPa	10^{-6}/K	W/(m·K)	(mm)
IG-11	1.77	51	11.0	39	78	25	9.8	4.5	120	305×620×1000　Φ585×1050
IG-12	1.78	55	12.5	39	88	28	10.8	4.7	100	305×620×1000　Φ585×1050
IG-15	1.90	60	9.5	54	103	29	11.8	4.8	140	230×620×1000
IG-19	1.75	60	17.0	38	88	25	9.5	4.6	80	Φ400×900　305×620×1000
IG-43	1.82	55	9.2	54	90	37	10.8	4.8	140	300×540×850
IG-45	1.88	55	9.0	60	110	40	12.0	4.9	140	300×540×850
IG-56	1.77	57	12.2	43	88	27	10.3	4.7	100	1050×1050×450　Φ740×730
IG-70	1.83	58	10.0	47	103	31	11.8	4.6	130	305×620×1000　Φ460×1050
ISEM-1	1.68	45	13.5	36	69	20	8.8	4.2	90	305×620×1000
ISEM-2	1.78	55	11.0	41	83	25	9.8	4.6	120	305×620×1000
ISEM-3	1.85	60	10.0	49	103	29	11.8	5.0	130	305×620×1000
ISEM-8	1.78	63	13.4	52	106	34	10.1	5.6	90	305×620×1050
ISO-63	1.78	76	15.0	65	135	46	12.0	5.6	70	230×540×1000
ISO-68	1.82	80	15.5	76	172	54	13.2	5.6	70	230×540×1000
TTK-4	1.78	72	14.0	73	135	49	10.9	5.0	90	210×510×950
TTK-5	1.78	80	15.5	80	150	53	11.6	5.7	80	210×510×950
TTK-8	1.77	78	15.0	80	155	55	12.0	5.3	80	100×400×700
TTK-9	1.77	90	18.0	92	180	67	13.0	5.8	70	100×400×700
SIC-6	1.85	60	10.0	49	103	29	11.8	5.0	130	305×620×1000
SIC-12	1.77	65	14.1	47	93	29	10.8	5.0	80	305×620×1000
HPG-51	1.78	73	14.3	75	140	50	11.0	5.1	90	210×510×950
HPG-53	1.78	81	15.7	80	156	55	11.8	5.8	80	210×510×950
HPG-59	1.91	88	13.5	100	210	74	12.7	5.7	95	100×500×950
HPG-81	1.77	80	15.1	83	161	58	12.2	5.2	80	100×400×700
HPG-83	1.77	92	18.2	96	187	70	13.3	5.9	70	100×400×700

※上記数値は代表特性であり、保証値ではありません。
※線熱膨張率の測定温度範囲は350～450℃
※単位換算　μΩ·m＝μΩ·cm×0.01　MPa＝kgf/cm²×0.098　GPa＝kgf/mm²×0.0098　W/(m·K)＝kcal/h·m·℃×1.16
※記載以外の製品サイズもありますのでお問い合わせください。

■不純物分析例

単位:mass ppm

元素	含有量			測定法
	超高純度黒鉛	高純度黒鉛	一般黒鉛	
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

元素	含有量			測定法
	超高純度黒鉛	高純度黒鉛	一般黒鉛	
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

※上記は測定例であり、保証値ではありません。
※ICP-MS：誘導プラズマ質量分析計、FL-AAS：フレームレス原子吸光光度計、UV：吸光光度計
※一般黒鉛の不純物含有量は約400mass ppmですが、半導体用途などにおいてはさらに高純度が要求されます。
　当社では、高温ハロゲン化処理により、mass ppmオーダにまで純化することができます。

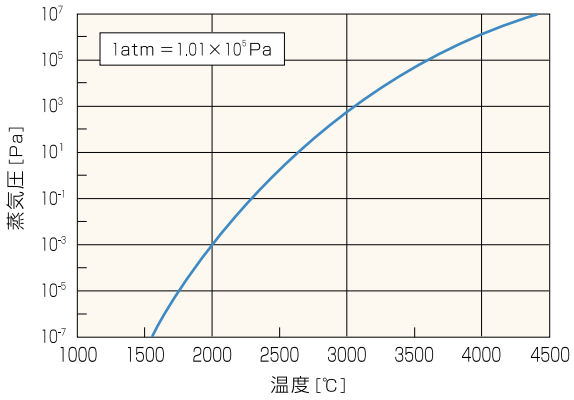
本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

■化学的特性

■各種物質との反応開始温度 ※文献より引用

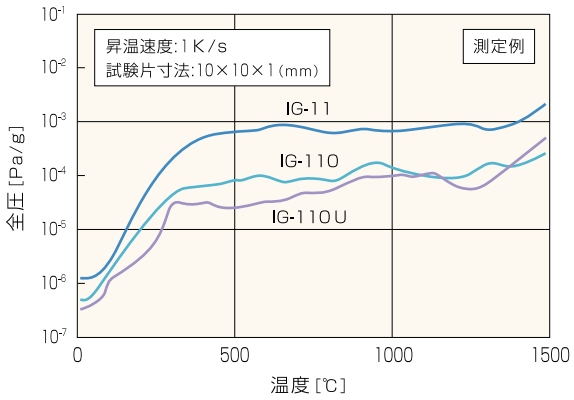
反応物質	反応開始温度	反応生成物
アルミニウム	800℃	Al_4C_3
ホウ素	1600℃	B_4C
鉄	600～800℃	Fe_3C
ナトリウム	400～450℃	$C_{64}Na$ 層間化合物（O_2存在下）
コバルト	218℃	CoC，Co_3C
モリブデン	700℃	Mo_2C
ニッケル	1310℃	Ni 中への浸炭
ケイ素	1150℃	SiC
銅	反応しない	
マグネシウム	反応しない	
鉛	反応しない	
スズ	反応しない	
タングステン	1400℃	W_2C，WC（水素中）
カリウム	300℃	C_8K 他の層間化合物
リチウム	500℃	Li_2C_2
ベリリウム	900℃	Be_2C（真空あるいはHe中）
酸化ホウ素	1200℃	CO，B
酸化バナジウム（Ⅴ）	438℃	CO，V
酸化鉄（Ⅲ）	485℃	CO，Fe
酸化チタン（Ⅳ）	930℃	CO，Ti，TiC
二酸化ケイ素	1250℃	CO，Si，SiC
酸化アルミニウム	1280℃	CO，Al，Al_4C_3
酸化ベリリウム	960℃	CO，Be，Be_2C
酸化マグネシウム	1350℃	CO，Mg
酸化ジルコニウム（Ⅳ）	1300℃	CO，Zr，ZrC

■蒸気圧 ※文献より引用



2200℃以下の状態では非常に安定な材料ですが、より高温高真空のもとでは、蒸気圧が上昇するため、黒鉛材料自体の消耗に留意する必要が生じてきます。

■昇温脱離スペクトル（TDS）



黒鉛材料は高温下では微量ながら吸着ガスを放出します。半導体などの用途においては、この放出ガス量のより少ない高純度黒鉛や、超高純度処理品が多く利用されています。

■各種雰囲気／ガスとの反応性 ※文献より引用

雰囲気／ガス種	反応開始温度又は反応温度	発生現象又は生成化合物	備考
空気	420~460℃	酸化／CO，CO_2	高純度黒鉛では約100℃高い
酸素（O_2）	420~460℃	酸化／CO，CO_2	原子状酸素は常温で反応
水蒸気（H_2O）	約650℃	酸化／CO，CO_2，H_2	
二酸化炭素（CO_2）	約900℃	酸化／CO	
水素（H_2）	約700℃	メタン化／CH_4	更に高温ではC_2H_2，C_2H_4，C_2H_6など生成
窒素（N_2）	常温以上の全温度域で不活性	昇華	放電中ではシアンC_2N_2生成 約2700℃高圧N_2中ではC_2N_2生成
塩素（Cl_2）	常温以上の全温度域で不活性	昇華	0℃以下で層間化合物生成
フッ素（F_2）	420~1900℃	フッ化／CF	温度によりCF_4，C_2F_6など生成
アルゴン（Ar）	全温度域で不活性	昇華	
真空	－	昇華	高温高真空ほど消耗速い

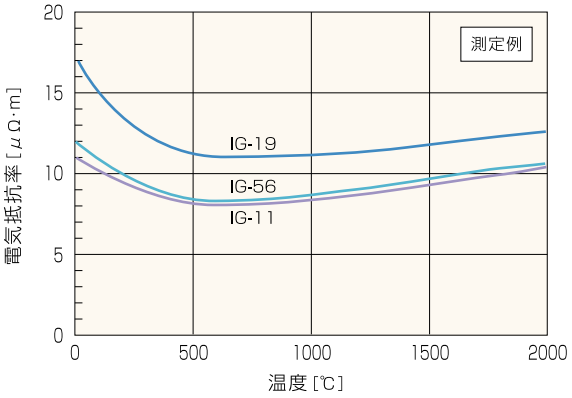
酸化性雰囲気における黒鉛は比較的低温で酸化反応が起きますが、非酸化性雰囲気においては化学的・熱的にも極めて安定な材料であり、その用途は多様です。

本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

特性データ

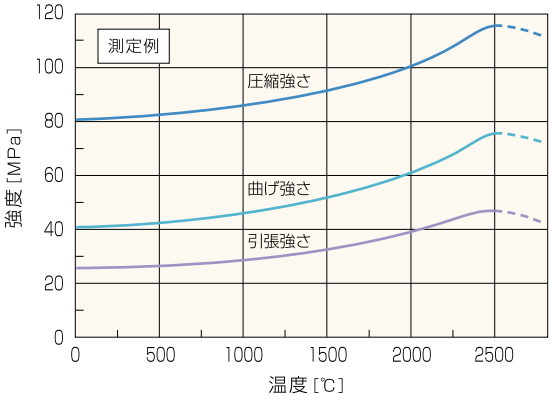
■高温特性

■電気抵抗率



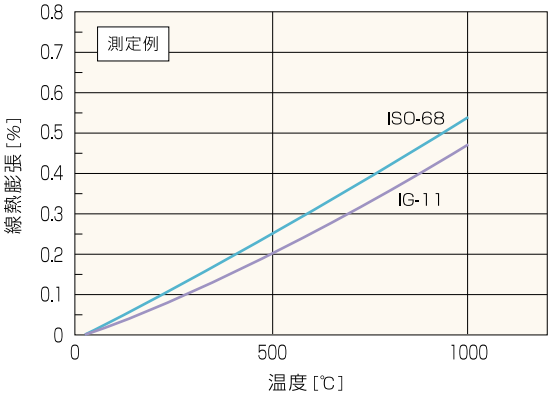
黒鉛材料により温度依存度が異なることから、発熱体として使用する場合には、電気抵抗率の温度係数を十分考慮することが必要となります。

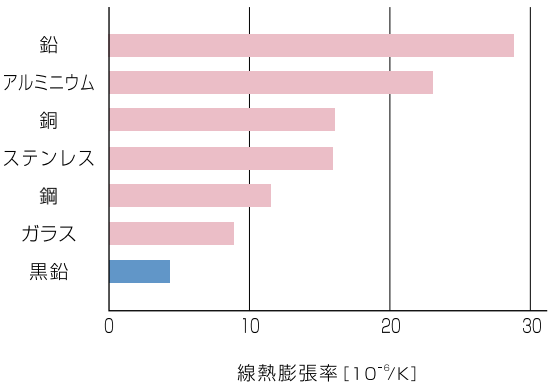
■各種強度（IG-11）



他の工業材料に見られない注目すべき特長は、強度が2500℃まで温度とともに増大し、さらに常温強度の約2倍にも達することです。この特異な性質により高温の用途には必要不可欠の材料となります。

■線熱膨張

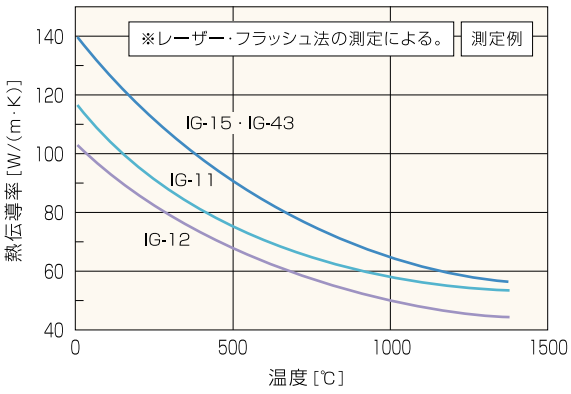


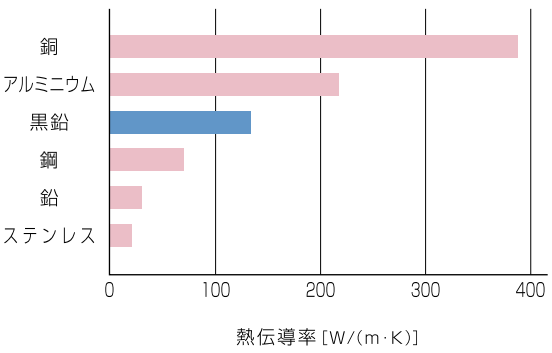


一般金属に比べ、黒鉛の線熱膨張率は非常に小さい値を示します。したがって、高温下で使用される用途では寸法精度の安定性に優れた材料であることがわかります。

（参考）　線熱膨張率（10^{-6}/K）＝ $\dfrac{\text{線熱膨張（\%）}\times 10^{-2}}{\text{温度差（℃）}}$

■熱伝導率



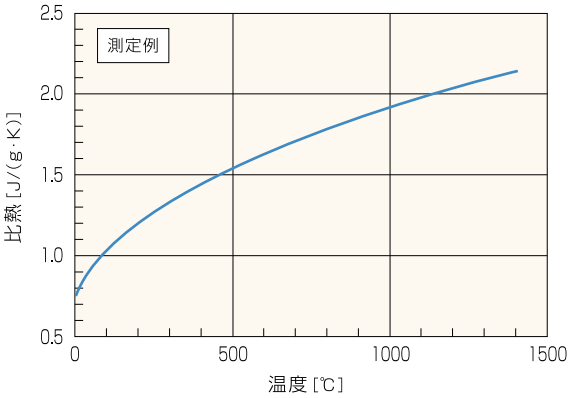


黒鉛の熱伝導率は非常に高い位置に属し、逆に線熱膨張率は小さいことから耐熱衝撃性に優れています。常温では熱伝導率と電気抵抗率の間には次式のような経験則があります。

熱伝導率［W/(m·K)］＝ $\dfrac{0.13\times 10^{4}}{\text{電気抵抗率（}\mu\Omega\cdot\text{m）}}$

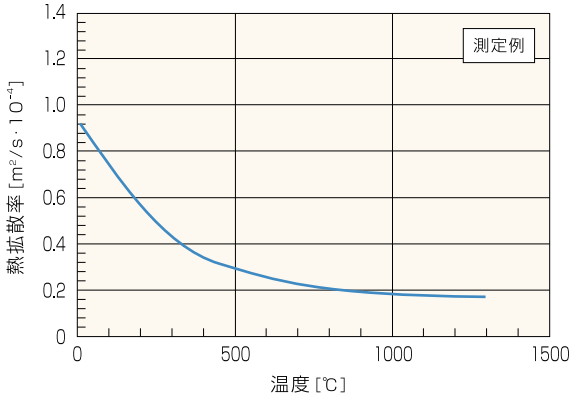
本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

■比熱



黒鉛は異方性結晶であるため常温付近においては、一般固体の1/3の値を示します。熱力学の種々の関数を導くには比熱の値が不可欠であり、高温比熱は黒鉛材質に依存せず、ほぼ同様に変化します。

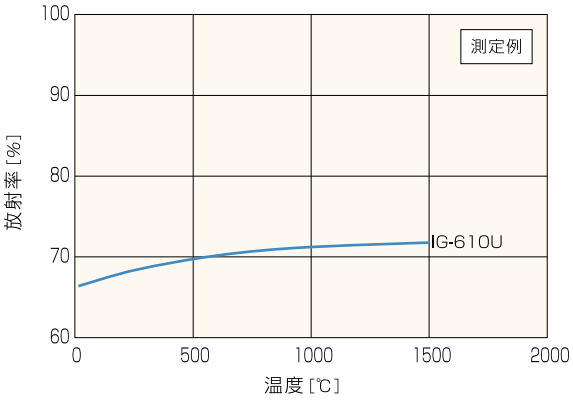
■熱拡散率



物体の温度変化の大小を示す物性値で、値が大きいほど温度変化が速く行われることを示します。黒鉛は他の物質と比べ非常に大きな熱拡散率を持っています。

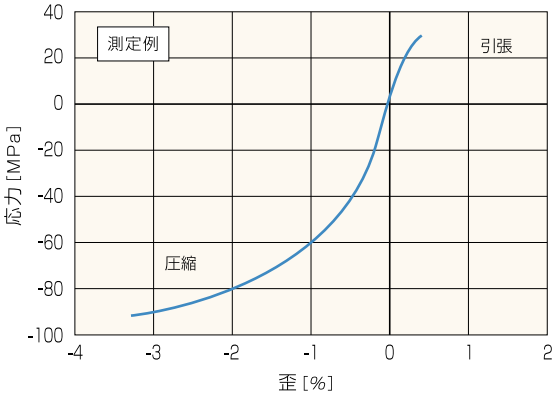
（参考）　熱拡散率＝ $\frac{\text{熱伝導率}}{\text{比熱}\times\text{密度}}$

■放射率



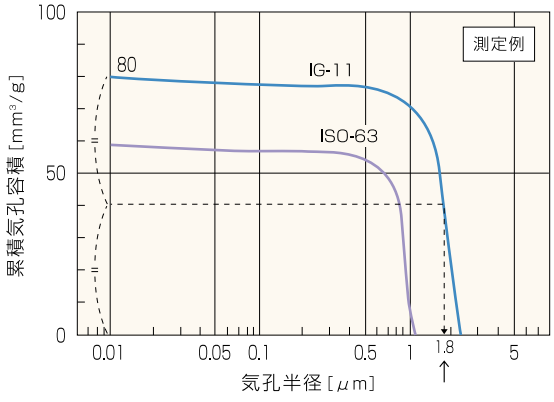
■物理的特性

■応力歪曲線（IG-12）



黒鉛は弾塑性変形を示します。引張と圧縮では破壊挙動が異なるため注意が必要となります。

■気孔分布曲線



水銀圧入法による気孔の分布を見たものです。気孔分布は、ガスの透過率や他の黒鉛のユニークな特性と密接な関係にあります。累積気孔容積の1/2に位置するところを平均気孔半径と呼びます。

（例）IG-11の場合　80/2＝40mm³/g→1.8μm

本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。

黒鉛加工基準

■表面あらさ規格

炭素製品は多孔質のため、金属と同等の表面仕上げを得ることは難しいといえます。各仕上げ方法による炭素製品の“表面あらさ（Ry、Ra、Rz）”を示します。

■表面あらさ規格

仕上げ記号（参考）	炭素製品加工 表面あらさ			仕上げ方法	金属製品加工 表面あらさ		
	Ry	Ra	Rz		Ry	Ra	Rz
▽▽▽▽	√Ry3	0.75/	√Rz3	ホーニング ラッピング	√Ry0.8	0.2/	√Rz0.8
▽▽▽	√Ry12	3.0/	√Rz12	研削盤・旋盤 フライス盤	√Ry6.3	1.6/	√Rz6.3
▽▽	√Ry35	8.75/	√Rz35	旋盤 フライス盤	√Ry25	6.3/	√Rz25
▽	√Ry100	25/	√Rz100	旋盤 フライス盤	√Ry100	25/	√Rz100
～	特に規定しない			のこ盤	特に規定しない		

※3.0/はRa3.0上限と同じ意味。

■加工寸法許容差

加工図面に公差指示がない場合は、JIS B 0405の中級を適用します。

■寸法公差規格

単位:mm

呼び寸法区分	許容差
0.5以上 6以下	±0.1
6を超え 30以下	±0.2
30を超え 120以下	±0.3
120を超え 400以下	±0.5
400を超え 1000以下	±0.8
1000を越え 2000以下	±1.2

当社では、各種用途に応じたさまざまなカーボンをご用意しています。
具体的なご使用にあたりましては当社営業部門に必ずご相談の上、適した材料を決めてご使用ください。

本カタログに記載する一切の情報を当社の事前の承諾なくして使用または転用することを禁じます。