

# Fine Ceramics in Industry

[産業機械用セラミックス]

# すべての技術者に知ってほしい 『エンジニアリングセラミックスの魅力』

ファインセラミックスは、機械、電磁気、熱、光学、生化学の特性を高度かつ複合的に持たせることが可能な素材です。材質を用途・目的に応じて選択し、高度に精製し、使用することにより、その性能を最大限に引出すことが可能です。その優れた特性は産業用機械や各種電子機器、自動車をはじめ宇宙・航空や環境などの幅広い分野で広く応用されています。

例えば優れた電気特性は各種基板・電子機器の部品で、高い耐摩耗性・耐食性はポンプ・ノズル・バルブ部品で、そして高い熱的特性・機械的特性は自動車・航空分野に活かされています。

京セラは、ファインセラミックスのリーディングカンパニーとして、長年培って きた高度な技術と開発力で、あらゆる産業の新製品や生産性の向上に貢献し技術社会の未来を拓きます。



## 目次 / INDEX

## 1 京セラのファインセラミックス

ファインセラミックスの種類	04
ファインセラミックスの特性	06
ファインセラミックスの特性表	08
ファインセラミックスの製造工程	12

## 2 幅広い産業を支える ファインセラミック部品（業界別）

半導体製造装置	18
電子部品製造装置	19
情報機器	19
光通信	19
センサー	20
測定機器	20
食品用機械	20
粉碎機 / 分級装置	21
溶融金属鑄造・鋼材製造	21
伸線機械	21
製紙機械	22
繊維機械	22
カッター	22
ポンプバルブ	23
医療 / 手術機器	23
理化学分析機器	23
ノズル	24
装飾部品（カラーセラミックス）	24
生活文化	24

## 3 高付加価値製品 / 技術の紹介

サイズ: 超小型・超大型製品	26
高精度: 研磨加工	26
高精度: 孔・溝精密加工（レーザー加工）	27
表面改質: 表面改質コーティング	27
形状: 三次元複雑形状 中空 / 内部流路 / 電極ヒーター埋め込み	28
接合: 金属 / 樹脂 / セラミックスとの組合せ	29
材料: 高付加価値材料（低光反射材、低誘電損失材、 高温高強度材、低摩擦・耐摩耗材）	30
欧州工場の製品のご紹介	32
未来へ挑戦を続ける研究開発	34
分析・解析による課題解決	35

# ファインセラミックスの種類

ファインセラミックスは、アルミナの焼結体をはじめ、数多くの材料が開発されています。

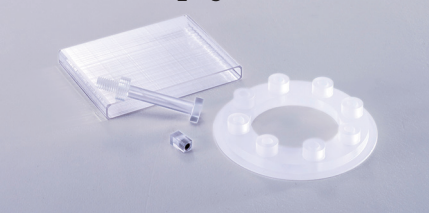
京セラは、ファインセラミックスによる材料革命の先駆者として多くの新材料を開発してきました。今では、一般的な焼成工程で製造されるアルミナなどの多結晶酸化物材料、窒化ケイ素・炭化ケイ素などの非酸化物材料、さらには結晶制御育成技術によるサファイアなどの単結晶材料まで、200種を超える材料を開発し、ファインセラミック製品の量産を行っています。

## アルミナ $Al_2O_3$



アルミナは、高い電気絶縁性を持つことからエレクトロニクス分野に早くから用いられています。また優れた耐食性、耐摩耗性、機械的強度などの特性を兼ね備えているため、産業機械の部品にも幅広く利用されており、ファインセラミックの中で最も多く利用されている材料です。

## サファイア $Al_2O_3$



宝石として知られているサファイアは、アルミナの単結晶体で高純度のハイパフォーマンス材料です。その優れた機械的特性、化学的安定性により、機械部品、精密部品に応用されています。また透明な材料で、光学特性においては赤外線から近紫外線までの幅広い波長領域で高い透過性を有しています。ダイヤモンドよりも量産性が高く、石英よりも諸特性が優れており、センサーや分析機器などの光学部品に使用され、部品の長寿命化と装置の高生産性に貢献しています。

## ジルコニア $ZrO_2$



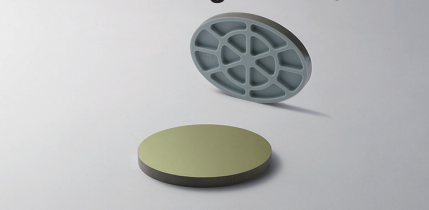
ジルコニアは、エンジニアリングセラミックスの中で、常温では最も強度と靱性が高いセラミックスです。表面平滑性に優れているためポンプなどの摺動部品として、また、高靱性・耐摩耗に優れている事により工業用カッターやハサミ、包丁に使われ長寿命化に貢献しています。鏡面加工により美しい表面が得られ時計部品など装飾用の部品にも採用されています。

## ジルコニア強化アルミナ ZTA



ジルコニア強化アルミナは、アルミナとジルコニアの複合材料です。アルミナ以上の硬度、曲げ強度を有し、ジルコニアよりも熱膨張が低く、高熱伝導が特徴です。高い耐摩耗性を活かし粉砕部品をはじめ、冷却を必要とする耐摩耗部品に多くご採用いただいています。

## コージライト $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$



コージライト（コーディエライト、コージェライト）は、熱膨張係数が非常に小さく、ガラス系材料に比べて高い比剛性を有しています。その特性を活かして半導体製造装置の構造部品に使用されています。また、高い平滑性を得られることからミラーとしても利用されています。天文・宇宙分野では、様々な波長の光の観測や、光通信等へ応用されています。複数のコージライト部品を組み立てた光学システムとしても使用されています。

## サーメット $TiC \cdot TiN$ (セラミックスと金属の複合材料)



サーメットは、炭化チタン (TiC) や窒化チタン (TiN) を主成分としコバルト (Co)、ニッケル (Ni)、モリブデン (Mo) など金属との複合材料で、アルミナセラミックの約3倍以上の強度と、優れた耐摩耗性が特長です。切削工具や工業用カッターとして、高いパフォーマンスを発揮します。また、鏡面加工により貴金属の様な輝きが得られるため、装飾部品としても利用されています。

### イットリア $Y_2O_3$



イットリアは、耐プラズマ性に優れた材料です。半導体製造装置などでプラズマを使用する製造工程の部品に求められるパーティクルや不純物汚染の低減に効果を発揮します。

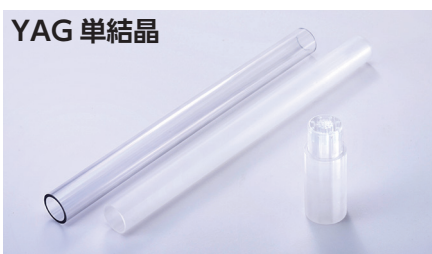
### YAG 分散アルミナ



YAG 分散アルミナは、アルミナ材料にイットリアなどを分散させる事で耐プラズマ性を高めた材料です。アルミナと同等の強度を持つためハンドリング性にも優れています。

\*YAG :  $Y_3Al_5O_{12}$  (イットリウム・アルミニウム・ガーネット)

### YAG 単結晶



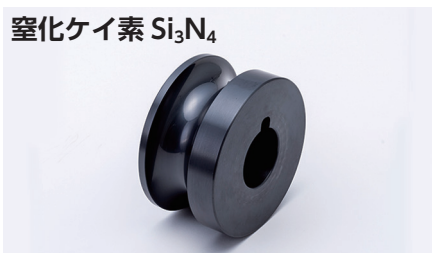
YAG 単結晶は、耐プラズマ性に優れるとともに、光透過性を有します。半導体の製造プロセスで使用されています。

### 窒化アルミ $AlN$



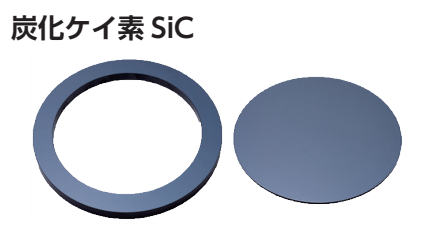
窒化アルミは、高い熱伝導率と電気絶縁性をもち、半導体製造装置部品をはじめとする放熱部品や均熱部品に採用されています。

### 窒化ケイ素 $Si_3N_4$



窒化ケイ素は、高強度かつ耐熱衝撃性・耐摩耗性に優れた材料で高温でも強度が高い性質を持つ優れたエンジニアリングセラミックスです。これらの特性を活かし、熔融金属鑄造・鋼材製造プロセスの部品や粉碎機部品・自動車部品など、幅広い業界で使用されています。

### 炭化ケイ素 $SiC$



炭化ケイ素は、ファインセラミックスの中で最も高い耐薬品性と硬度を備えます。中でも、固相焼結炭化ケイ素は 1400 度でも強度劣化の無い優れた耐熱材料です。更にその摺動性の高さからメカニカルシールやポンプ部品に、高い熱伝導率と半導通の特性から半導体製造装置部品や一般産業機械部品など幅広い業界で使用されています。

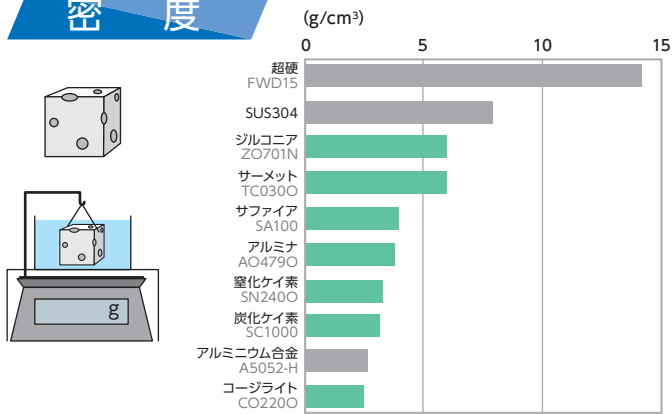
### シリコン含浸反応焼結炭化ケイ素 $SiSiC$



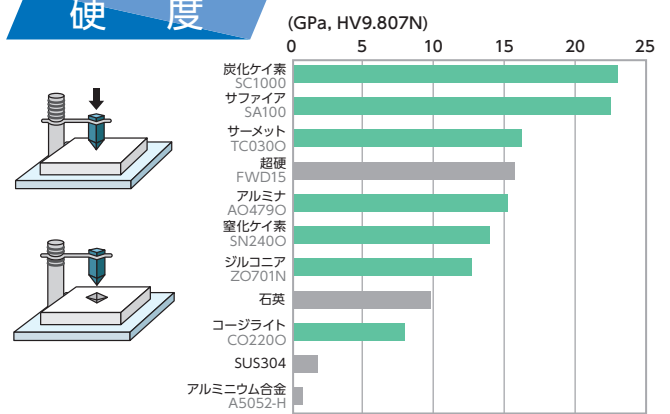
シリコン含浸反応焼結炭化ケイ素は、炭化ケイ素を基材としたシリコン含浸複合材料です。シリコンの含浸により気孔が少なくアウトガスの発生が抑えられます。炭化ケイ素に準じた特徴を持つ高比剛性材料で、炭化ケイ素より電気抵抗が低いため部品の除電が可能です。特殊な製造方法や反応焼結接合により大型複雑形状品や中空体の製造が容易で、半導体製造装置部品などに幅広く採用されています。

# ファインセラミックスの特性

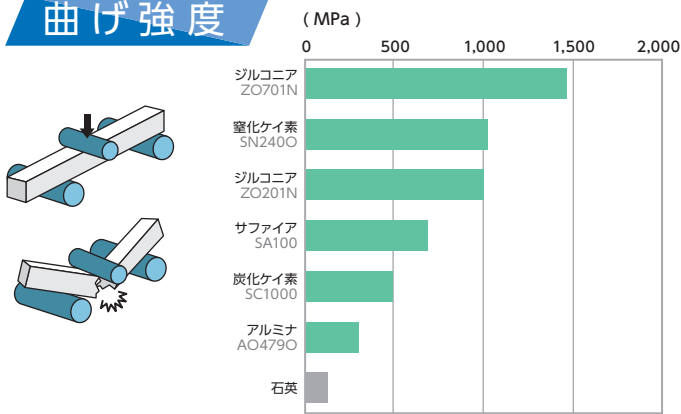
## 密度



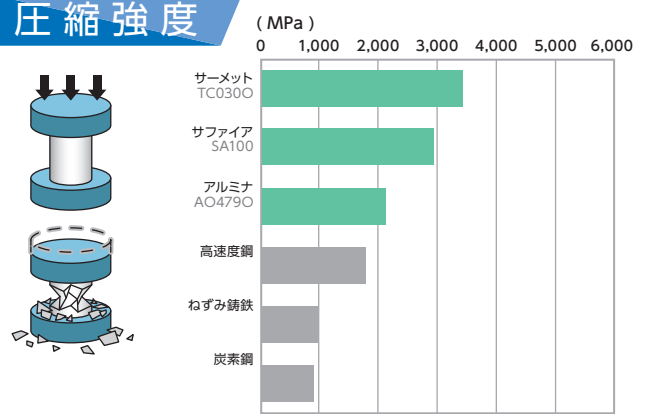
## 硬度



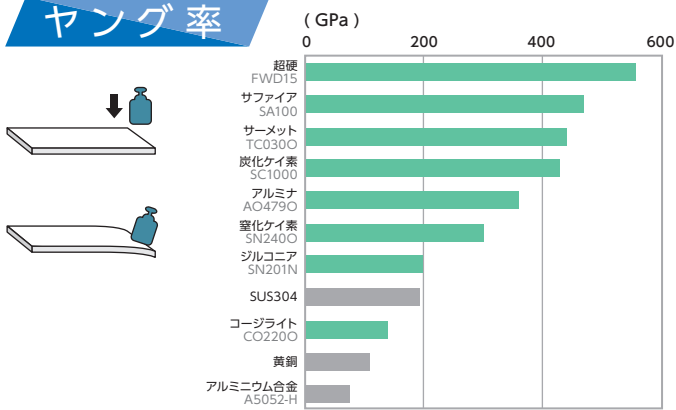
## 曲げ強度



## 圧縮強度

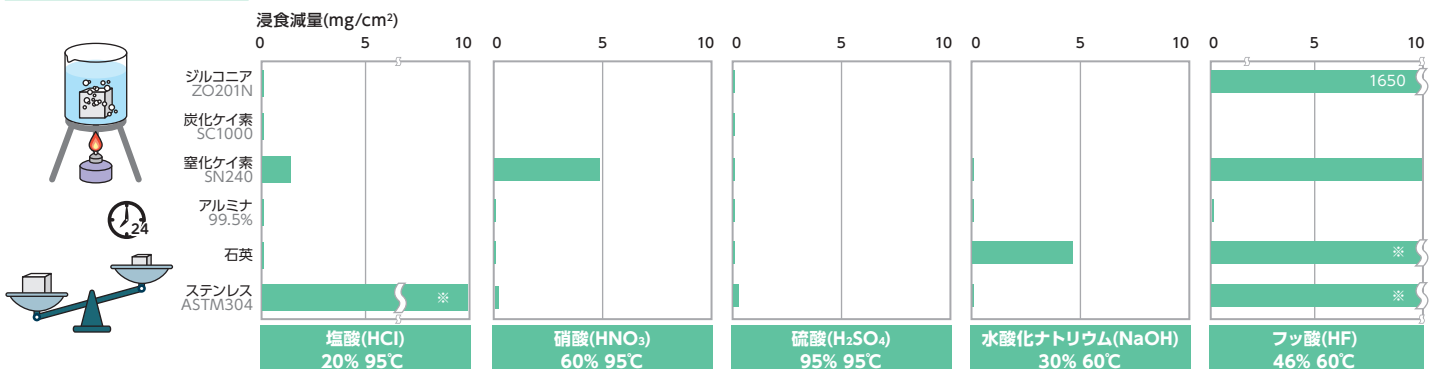


## ヤング率



## 耐薬品性

1日あたりの浸食減量  
※煮沸時間: 144 h



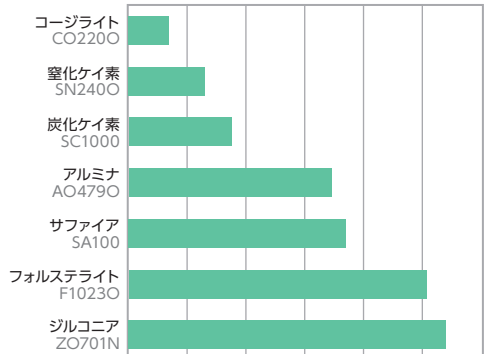
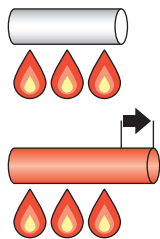
※浸食大により測定不可

※浸食大により測定不可

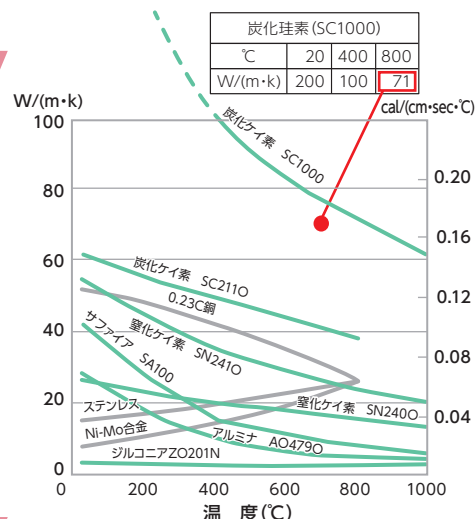
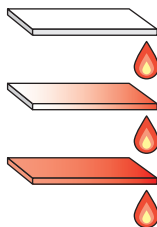
### 熱膨張

※400℃加熱時の熱膨張係数

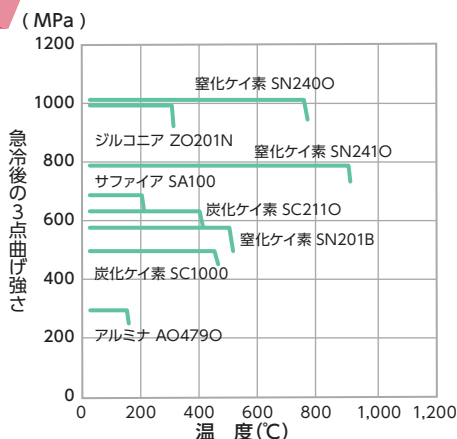
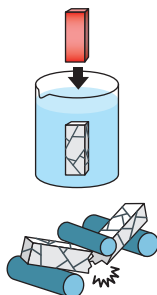
( $\times 10^{-6}/K$ )



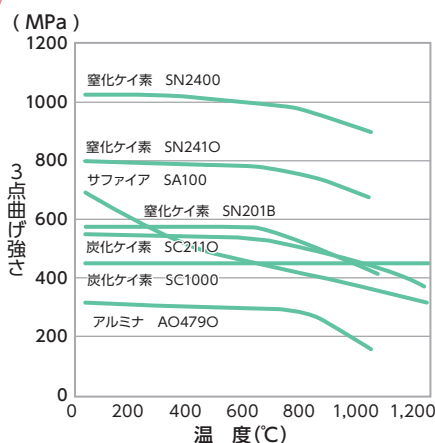
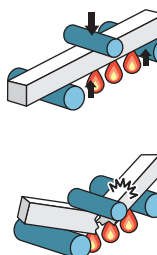
### 熱伝導率



### 耐熱衝撃性

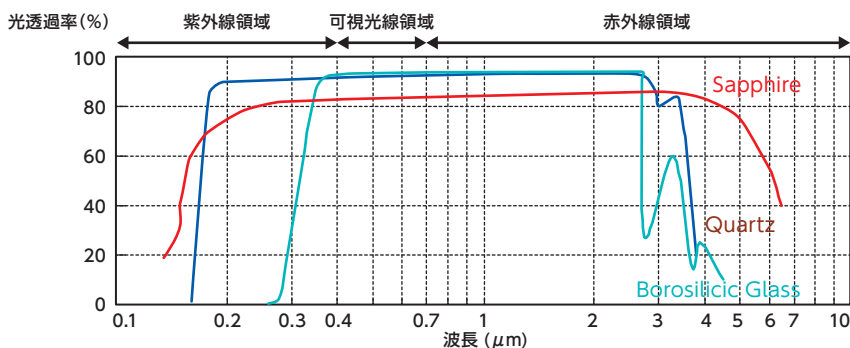


### 高温強度

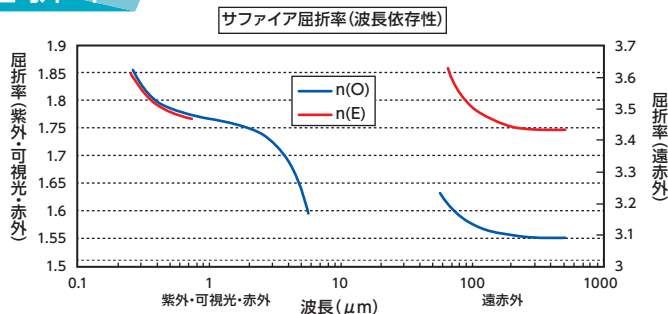


## 単結晶サファイア (SA100)

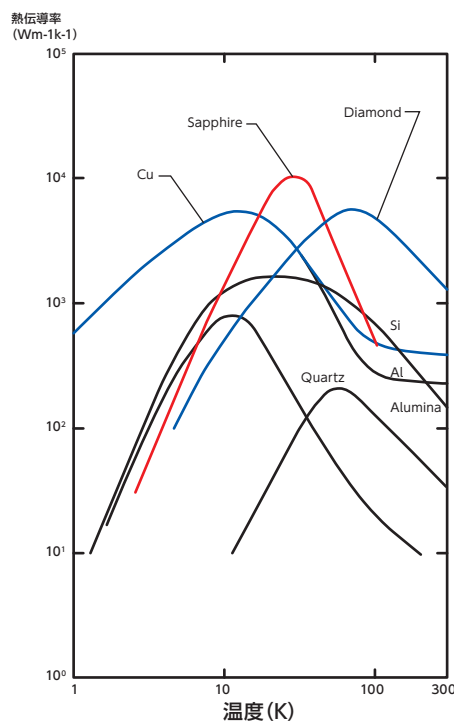
### 光透過率



### 光屈折率



### 低温熱伝導率



# ファインセラミックスの特性表

項目		材質		アルミナ (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )									
		材質記号 (旧表記)	材質記号 (新表記)	A201B	A445	A471	A473	A484	A484B	A476	A479	A479S	
材質記号 (旧表記)		AO201B		AO445O	AO471O	AO473O	AO484O	AO484B	AO476O	AO479O	AO479S		
外観				緻密質									
呈色		黒色		黒褐色	白色	白色	白色	白色	白色	白色	象牙色		
含有量 (%)		91		90	92	92	92	92	96	99	99.5		
主な特長		高周波電気絶縁性優秀・強度大・耐摩耗性大・耐食性大											
		●低反射率	●遮光性大 ●熱放散性良好	●耐摩耗性大	●メタライズ性良好 ●強度大	●耐摩耗性大	●耐摩耗性大	●表面平滑 ●印刷性優秀	●硬度大 ●耐食性大	●硬度大 ●耐食性大 ●耐摩耗性大			
主な用途		●半導体製造装置部品	●ICパッケージ	●ライナー ●粉砕機	●IC多層パッケージ ●電子管部品 ●耐摩耗部品	●耐摩耗部品 ●粉砕機	●摺動部品 ●キャプスタン	●ハイブリッドIC皮膜用基板	●耐熱部品 ●耐摩耗部品 ●耐食部品	●耐摩耗部品 ●耐食部品			
密度 (注1)	g/cm <sup>3</sup>	JIS R 1634	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9		
吸水率	%	JIS C 2141	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
機械的特性	ビッカース硬さ HV9.807N	GPa	JIS R 1610	12.0	12.7	11.8	12.3	12.3	12.3	13.7	15.2	16.0	
	3点曲げ強さ	MPa	JIS R 1601	400	320	390	340	370	460	350	310	400	
	圧縮強さ	MPa	JIS R 1608	2,781	2,430	3,024	2,300	2,910	2,900	2,992	2,160	2,350	
	ヤング率	GPa	JIS R 1602	320	320	280	280	280	300	320	360	370	
	ポアソン比	—		0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
破壊靱性 (SEPB)	MPa・m <sup>1/2</sup>	JIS R 1607	3.6	4.1	3.4	3.5	3.4	3.6	2.9	3~4	4		
熱的特性	平均線膨張率	40 - 400°C 40 - 800°C	× 10 <sup>-6</sup> /K	JIS R 1618	7.0	7.3	7.1	6.9	6.8	6.6	7.2	7.2	7.2
	熱伝導率	20°C	W/(m・K)	JIS R 1611	14	12	16	18	17	22	24	29	32
	比熱容量		J/J・(g・K)	JIS R 1611	0.79	0.75	0.79	0.78	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78
	耐熱衝撃温度差 (相対法、水中投下)		°C	JIS R 1648	150	150	150	150	150	150	150	150	180
電気的特性	絶縁破壊強さ	kV/mm	JIS C 2141	14	12	16	16	14	14.5	15	15	15	
	体積抵抗率	20°C		> 10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	
		300°C		10 <sup>10</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>13</sup>	
		500°C		10 <sup>8</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>10</sup>	
	比誘電率 (1MHz)	—		9.7	9.8	8.9	9.0	8.9	9.2	9.4	9.9	9.9	
	誘電正接 (1MHz)	(× 10 <sup>-4</sup> )		11	20	6	6	9	4	4	2	1	
損失係数	(× 10 <sup>-4</sup> )	106	190	53	54	80	37	38	20	10			
耐薬品性	硝酸 (60%) 90°C, 24H	(Weight Loss) mg/cm <sup>2</sup>	—	0.00	1.17	—	0.32	0.14	—	0.02	0.10	0.00	
	硫酸 (95%) 95°C, 24H			0.01	0.33	—	0.65	0.34	—	0.01	0.33	0.00	
	水酸化ナトリウム (30%) 80°C, 24H			0.15	0.58	—	0.91	0.95	—	0.86	0.26	0.00	

これらの値はテストピースの測定による参考値です。特性値は製品の形状や使用条件により異なる場合があります。  
 (注1) 密度は見掛密度、かさ密度、共に記載の値となります。ただし、多孔質材料についてはかさ密度の値となります。



				サファイア (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	ジルコニア強化アルミナ ZTA		ジルコニア (ZrO <sub>2</sub> )						イットリア (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	YAG 分散 アルミナ	
A479M A479G	A479U	A480S	A601L	SA100	AZ201	AZ205	Z220	Z201N	Z206N	Z701N	Z21H04	Z21H12	YO100A	AG1000	
AO479M AO479G	AO479U	AO480S	AO601L	SA100	AZ201O	AZ205O	ZO220O	ZO201N	ZO206N	ZO701N	Z21H04	Z21H12	YO100A	AG1000	
				緻密質	緻密質		緻密質						緻密質	緻密質	
象牙色	白色	象牙色	象牙色	透明	白色		濃黄色	乳白色	白色	灰黒色	黒色	黒色	白色	象牙色	
99.5	99.6	99.7	99.9	99.99	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
				単結晶	●強度大 ●硬度大 ●耐摩耗性大		●強度、衝撃強度大 ●摺動特性良好 ●表面平滑				●半導通性 ●強度大 ●摺動特性 ●表面平滑		●耐プラズマ	●強度大 ●耐プラズマ	
●硬度大 ●耐食性大 ●耐摩耗性大	●硬度大 ●耐食性大 ●低誘電正接	●高純度 ●耐食性大 ●耐プラズマ性大 ●耐摩耗性大	●透明透光 ●耐熱性大 ●高周波電気特性優秀 ●耐食性大	●熱伝導率大											
●耐摩耗部品 ●耐食部品 ●半導体製造装置部品	●半導体製造装置部品	●耐摩耗部品 ●耐食部品 ●半導体製造装置部品	●各種薄膜用基板 ●各種窓 ●耐食部品	●粉碎機		●工業用刃物 ●ポンプ部品 ●ダイス ●ハサミ、包丁 ●耐摩耗部品						●OA用治具	●治具 ●チップ マウンター ノズル	●半導体製造装置部品	●半導体製造装置部品
3.9	3.9	3.9	3.9	3.97		4.0	4.3	5.6	6.0	6.0	6.0	5.6	5.7	4.9	4.0
0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.7	15.2	17.2	17.5	a 面	22.5	16.0	16.0	10.7	12.3	12.0	12.7	10.8	12.4	6.0	15.7
370	380	480	500	a 面 c 軸	690	600	705	750	1,000	1,100	1,470	740	1,000	130	420
2,984	2,530	2,900	3,229	2,940		3,455	3,390	2,312	3,000	3,100	-	3,100	3,100	1,832	3,600
370	387	380	380	470		380	330	200	200	210	220	210	220	160	370
0.23	0.23	0.23	0.23	c 軸に平行 c 軸に垂直	0.18	0.24	0.25	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.3	0.24
4.3	4.3	4.3	4.5	2.1		3.5	3.9	7~8	6	6	6	3~4	4.5	1.1	2.9
7.2	7.2	7.2	7.2	c 軸に平行 c 軸に垂直	7.7 7.0	7.2	7.8	10	10.5	10.4	10.8	10.3	10.8	7.2	7.1
8.0	8.0	8.0	8.0	c 軸に平行 c 軸に垂直	8.8 7.9	8.2	8.7	10.5	11.0	10.8	11.3	11.4	11.0	7.6	8.0
32	32	32	34	42		26	16	3	3	3	3	3	4	14	30
0.78	0.77	0.79	0.78	0.75		0.71	0.71	0.46	0.46	0.44	0.46	0.48	0.49	0.45	0.76
180	180	180	180	180		150	200	450	300	300	350	250	200	-	200
15	14.6	15	15	48		14	12	13	11	14	-	1	≒ 0	11.0	16.6
> 10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>		>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	>10 <sup>14</sup>	-	10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup>	>10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>14</sup>
10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>		10 <sup>12</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup>	-	10 <sup>6</sup>	-	10 <sup>10</sup>	10 <sup>13</sup>
10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>11</sup>		10 <sup>10</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	-	10 <sup>7</sup>	-	10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup>
9.9	10	9.9	9.9	c 軸に平行 c 軸に垂直	11.5 9.3	11	13	28	33	34	-	33	250	11	10
1	< 1	1	1	< 1		60	6	17	16	13	-	880	5700	5	< 1
10	-	10	10	-		660	78	476	520	442	-	-	-	55	-
0.01	-	0.05	0.01	≒ 0.00		-	-	-	≒ 0.00	-	≒ 0.00	0.03	-	-	-
0.00	-	0.22	0.00	≒ 0.00		-	-	-	0.04	-	0.04	0.01	-	-	-
0.00	-	0.04	0.01	≒ 0.00		-	-	-	0.08	-	0.08	0.01	-	-	-

 1kgf/mm<sup>2</sup> = 9.807MPa

1cal/ (cm · sec · °C) = 418.6W/ (m · K)

# ファインセラミックスの特性表

項目	材質		コージライト (2MgO・2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ・5SiO <sub>2</sub> )	ステアタイト (MgO・SiO <sub>2</sub> )	フォスフェライト (2MgO・SiO <sub>2</sub> )	チタニア系	サーメット			
	材質記号 (旧表記)	材質記号 (新表記)	CO220	CO720	S210	F1120	T716	TC30	G102	
材質記号 (新表記)			CO2200	CO7200	SO2100	F11200	TO7160	TC0300	GO1020	
外観	緻密質		緻密質		緻密質	緻密質	緻密質	緻密質		
呈色	灰色		灰色		白色	淡黄色	薄茶褐色	銀白色		
含有量 (%)	-		-		-	-	-	-		
主な特長	●低熱膨張 ●軽量		●絶縁性良好		●表面平滑	●表面平滑 ●チタン酸 カルシウム系	●強度、耐摩耗性大 ●耐熱衝撃性大 ●導電性			
	●ボイドレス							●非磁性		
主な用途	●半導体製造装置部品 ●光学系支持部材 ●SEM/TEM		●各種回路部品		●被膜抵抗用 コア 基板	●基板 ●産業用磁気 ヘッド	●切削工具 ●耐摩耗部品 ●金属塑性 加工部品	●時計部品 ●耐摩耗部品		
	密度 (注1)	g/cm <sup>3</sup>	JIS R 1634	2.50	2.54	2.8	3.0	3.9	6.0	5.4
吸水率	%	JIS C 2141	0	0	0	0	0	0	0	0
機械的特性	ビッカース硬さ HV9.807N	GPa	JIS R 1610	8.0	8.5	5.8	7.3	8.5	15.7	18.4
	3点曲げ強さ	MPa	JIS R 1601	190	200	190	180	320	1,810	1,290
	圧縮強さ	MPa	JIS R 1608	1,800	1,923	1,305	-	1,160	3,430	-
	ヤング率	GPa	JIS R 1602	140	145	120	150	260	430	440
	ポアソン比	-		0.31	0.31	0.22	0.24	0.26	0.22	0.22
破壊靱性 (SEP <sub>B</sub> )	MPa・m <sup>1/2</sup>	JIS R 1607	1 ~ 1.5	1 ~ 1.5	1.9	1.8	1.8	7.6	5.7	
熱的特性	平均線膨張率	40 - 400°C 40 - 800°C	× 10 <sup>-6</sup> /K JIS R 1618	1.5 (40°C~400°C) 2.1 (40°C~800°C)	1.5 (40°C~400°C) 2.1 (40°C~800°C)	7.7	9.7	11.5	7.6	7.1
		<   0.05   (23°C) <   0.02   (22°C)		<   0.05   (23°C) <   0.02   (22°C)	8.0	10.8	12.1	8.5	8.2	
	熱伝導率 20°C	W/(m・K)	JIS R 1611	4	4	2	5	4	17	14
	比熱容量	J/(g・K)	JIS R 1611	0.71	0.74	0.75	0.78	0.71	-	-
	耐熱衝撃温度差 (相対法、水中投下)	°C	JIS R 1648	450	400	150	-	150	310	-
電気的特性	絶縁破壊強さ	kV/mm	JIS C 2141	19.1	19.3	18	17	6.8	-	-
	体積抵抗率	20°C		> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>14</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>
		300°C		10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>10</sup>	-	-
		500°C		10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>7</sup>	-	-
	比誘電率 (1MHz)	-		4.9	4.9	6.0	6.5	177.7	-	-
	誘電正接 (1MHz)	(× 10 <sup>-4</sup> )		9	8.5	18	3	< 1	-	-
損失係数	(× 10 <sup>-4</sup> )	30	35	108	20	-	-	-		
耐薬品性	硝酸 (60%) 90°C, 24H	(Weight Loss)	-	-	-	0.01	-	0.07	6.0	-
	硫酸 (95%) 95°C, 24H	mg/cm <sup>2</sup>		-	-	0.00	0.00	0.79	0.26	-
	水酸化ナトリウム (30%) 80°C, 24H	-		-	-	15.35	8.01	0.01	0.02	-

これらの値はテストピースの測定による参考値です。特性値は製品の形状や使用条件により異なる場合があります。  
 (注1) 密度は見掛密度、かさ密度、共に記載の値となります。ただし、多孔質材料についてはかさ密度の値となります。

炭化ケイ素 (SiC)				窒化ケイ素 (Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )			窒化アルミ (AlN)		KFEG ゼルブ工場			KFEG マンハイム工場									
									チタン酸アルミ (Al <sub>2</sub> TiO <sub>5</sub> )	炭化ケイ素 (SiC)	窒化ケイ素 (Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )	アルミナ (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	ジルコニア (ZrO <sub>2</sub> -Mg-PSZ-1)								
SC120	SC121	SC211	SC1000	SN201B	SN240	SN241	AN216A	AN2000													
SC1200	SC121P	SC2110	SC1000	SN201B	SN2400	SN2410	AN216A	AN2000	AT	SiSiC	N7015	F99.7	FZM	FZM+							
緻密質	多気孔	緻密質		緻密質			緻密質		多孔質	緻密質	緻密質	緻密質	緻密質	緻密質							
黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	灰色	象牙色	白色 / 灰色	黒色	黒色	象牙色	濃黄色	白色							
-	-	-	-	-	-	-	-	AlN 99.9	-	-	-	-	-	-							
<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温高強度</li> <li>●耐薬品性大</li> <li>●熱伝導率大</li> <li>●軽量高剛性</li> <li>●摺動性良好</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温高強度</li> <li>●耐薬品性大</li> <li>●耐摩耗性大</li> <li>●熱伝導率大</li> <li>●軽量高剛性</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温強度大</li> <li>●耐摩耗性大</li> <li>●耐熱衝撃性大</li> <li>●軽量</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●絶縁</li> <li>●高熱伝導</li> <li>●熱膨張小</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●耐熱衝撃性大</li> <li>●断熱性</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●Si含有複合</li> <li>●高熱伝導</li> <li>●軽量高剛性</li> <li>●ポイド少</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温強度大</li> <li>●耐摩耗性大</li> <li>●高純度</li> <li>●耐食性大</li> <li>●耐熱性大</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●強度大</li> <li>●韌性大</li> <li>●表面平滑</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>●高靱性</li> <li>●耐食性</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>●高強度 高温対応</li> <li>●高熱伝導</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●高純度</li> <li>●耐プラズマ性良好</li> </ul>														
<ul style="list-style-type: none"> <li>●メカニカルシール</li> <li>●摺動部品</li> <li>●高温用部品</li> <li>●粉砕機</li> <li>●半導体製造装置部品</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>●耐摩耗ライナー</li> <li>●粉砕機</li> <li>●金属溶湯用部品</li> <li>●金属塑性加工部品</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●均熱部品</li> <li>●高温処理治具</li> <li>●半導体製造装置部品</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●アルミ溶湯</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●半導体製造装置部品</li> <li>●メカニカルシール</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●耐摩耗ライナー</li> <li>●粉砕機</li> <li>●金属溶湯 / 塑性加工用部品</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●耐食部品</li> <li>●耐熱部品</li> <li>●半導体製造装置部品</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●ポンプ部品</li> <li>●伸線機械部品</li> <li>●圧力センサー</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●高耐圧ポンプ部品</li> </ul>	
3.15	3.1	3.2	3.16	3.2	3.3	3.2	3.4	3.2	3.4(*1)	3.05	3.2	3.93	5.76								
0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	0								
23.0	22.0	22.0	23.0	13.9	14.0	13.8	10.4	11.2	3.2	22	14.2	17	10.0								
500	296	600	500	580	1,020	790	310	220	30	350	1,020	380	605								
4,300	3,064	4,200	4,200	3,160	3,551	3,292	3,200	2,900	230	2,300	3,880	2,500	2,012								
430	410	430	440	290	300	290	320	310	30	380	300	388	207								
0.16	0.16	0.16	0.17	0.28	0.28	0.28	0.24	0.24	-	0.18	0.3	0.24	0.31								
2.5	2.3	4~5	2~3	4~5	7	6~7	3.2	2.5	-	3	5.7	5	8.5								
3.7	3.6	3.7	3.7	2.4	2.8	2.9	4.6	4.6	0.0	3.5	2.4	7.0	10.2								
4.4	4.3	4.4	4.4	3.2	3.3	3.5	5.3	5.2	0.7	4.2	3.0	8.0	10.6								
190	190	60	200	25	27	54	150	67	2	185	20	33	3.5								
0.67	0.70	0.67	0.67	0.64	0.65	0.66	0.71	0.72	0.80	0.70	0.63	0.74	0.50	後日公開							
300	250	400	350	550	800	900	250	200	-	350	>900	180	250								
-	-	-	-	9.7	13	12	14	16	10	-	13.2	-	-								
10 <sup>6</sup>	>10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>8</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>8</sup>	>10 <sup>3</sup>	>10 <sup>14</sup>	-	-								
10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>11</sup>	-	-	10 <sup>13</sup>	-	-								
10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	-	-	10 <sup>11</sup>	-	-								
-	-	-	-	8.9	9.6	9.6	8.6	8.5	13.2	-	8.1	-	-								
-	-	-	-	17.0	19	18	3	2	-	-	4.0	-	-								
-	-	-	-	-	-	-	26	17	-	-	-	-	-								
-	-	0.04	≒ 0.00	-	1.11	0.18	-	-	-	0.01	-	0.00	0.30								
-	-	0.01	≒ 0.00	-	0	0	-	-	-	0.01	-	0.00	0.20								
-	-	≒ 0.00	≒ 0.00	-	0.22	0.07	-	-	-	3.53	-	0.10	0.00								

 1kgf/mm<sup>2</sup> = 9.807MPa

1cal / (cm · sec · °C) = 418.6W / (m · K)

# 製造工程（多結晶）

## 原料工程

・原料を粉砕し粒子径を整え、バインダーと混合。  
その後乾燥機で乾燥させて流動性の高い顆粒を製造する工程です。



## 成形工程

・原料粉末を固めて完成品に近い形状の成形体を制作します。  
・あらかじめ焼成収縮と研削・研磨シロを考慮して成形体を設計し、必要に応じて、切削加工を施し、より製品形状に近づけます。



### 調合・粉砕・混合

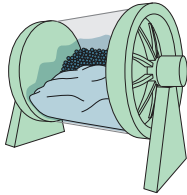
### 噴霧・乾燥

### 成形

### 切削

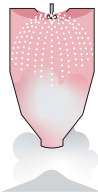
#### ボールミル

原料・バインダー・ボール・水をミルに投入後、粉砕と混合を繰り返し原料の粒子径を整え、泥漿(スラリー)を作る



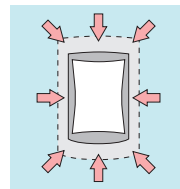
#### スプレードライ

泥漿(スラリー)を噴霧し熱風で瞬時に乾燥させて顆粒にする



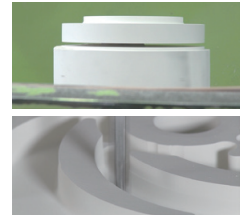
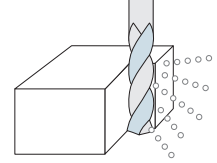
#### CIP(ラバープレス)

原料粉末を充填したゴム型を高圧容器の水槽に入れて水圧を加える



#### 切削

加圧成形された丸棒や角材を約20%の焼成収縮を考慮した形状に削る

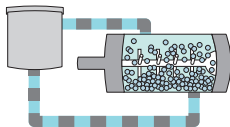


#### OPTION

生産量や多様な原料種に応じた粉砕方法、設備を保有しています。

#### ビーズミル

小型ミルとドラムを配管でつなぎ、原料・バインダー・水を循環させ、粉砕と混合を何度も繰り返すことで、粒子径を整える

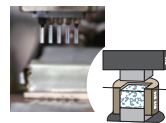


#### OPTION

多様な成形方法の中からサイズ・形状・数量に適した効率的な方法を選択しています。

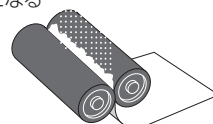
#### 金型成形 (プレス成形)

最終形状に近い分割構造の金型に粉末を充填し加圧する



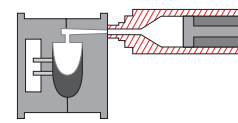
#### テープ成形 (ロールコンパクション)

粉末がロールで加圧されシート状になる



#### インジェクション成形 (射出成形)

可塑性樹脂を原料に加え加熱しながら金型の中に射出する



#### 鑄込み成形

石膏に流動性のある原料を流し込み乾燥後型を外す

## 焼成工程

・成形体を1000℃以上の高温で焼結。  
焼成の過程で、粉末粒子同士が融合し  
緻密で非常に硬い製品が得られます。  
※焼成後、寸法は20%・体積は1/2収縮



## 加工工程

・ダイヤモンドに次ぐ硬さとなった焼結素材を専用の加工  
ツールで最終仕様まで削り、表面を磨きます。  
・複雑形状、精度の高い仕様、他素材との組み合わせなど多  
種多様なご要望にお応えするための加工技術を保有。



## 検査／洗浄／梱包

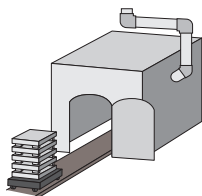
・高い品質で製品をお届け  
するための工程。  
・製品仕様に適した検査、  
洗浄、梱包を選定。



### 焼成

#### バッチ炉

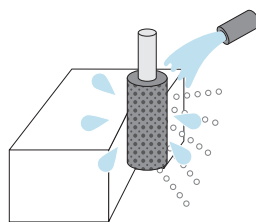
サイズや材料に応じた雰囲気  
ガスの中で温度を厳密に管理  
し1000℃以上の高温で焼結



### 研削

#### 研削

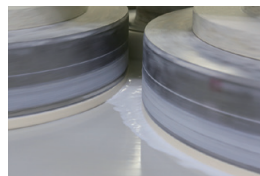
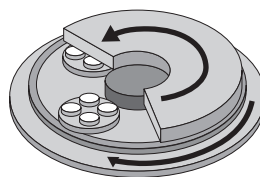
ダイヤモンドツールにて最終  
形状に仕上げる



### 研磨

#### 研磨

仕様に沿った面精度に  
仕上げる



### 検査・洗浄・梱包

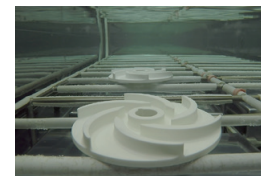
#### 検査

高精度測定機器などを用い  
て、高い品質を保証



#### 洗浄

要求に従い不純物を除去

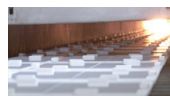


#### OPTION

材料・サイズ・形状に応じた様々な焼成炉と最適な  
温度制御の製造ノウハウを保有しています。

#### トンネル炉 真空炉 / 雰囲気炉

小型製品向きで焼  
成サイクルが早い



真空後に炉内を不  
活性ガスで満たし  
焼結非酸化物の焼  
成で使用

#### ホットプレス HIP(熱間等方圧加圧)

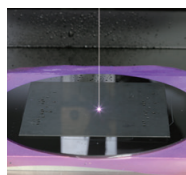
原料粉末を型に入  
れ、1軸方向に圧力  
を加えながら高温  
で焼結  
原料粉末を型に入  
れ、1軸方向に圧力  
を加えながら高温  
で焼結

予備焼結した後、  
圧力容器に入れ加  
熱とともに高い等  
方圧を加えて、高  
密度な焼結体を作  
るプロセス

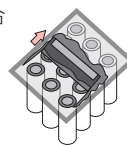
#### OPTION

セラミック部品の機能・付加価値を高める製造技術を多数保有するとともに新たな  
プロセス開発を続けています。

#### レーザー加工 P.27参照 メタライズ P.29参照



ファインセラミックスと金属  
を強固に結合



#### コーティング P.27参照 接合 P.29参照

#### OPTION

医療・分析機器、半導体製造装置等へ搭載さ  
れる部品に求められる高い清浄度を実現する  
設備を整えています。

#### 超精密洗浄ライン

製造プロセス中の付着物や、空気中  
の浮遊物などの微小粒子を除去



### スマートファクトリー

様々なご要望にお応えするには、豊富な材料設備、製造技術だけでなく、設計や  
製造工程の選定が重要となります。豊富なセラミックスの設計ノウハウに加え  
ITを駆使した効率的な設計でご仕様に適した製品の実現にお応えしています。  
また、スマートファクトリーの活用で社会の変化に左右されない安定した供給  
力を持ち、製造データの蓄積とAI分析による改善を行い続ける生産ラインの自  
律化に取り組んでいます。



# 製造工程（単結晶サファイア）

## 育成

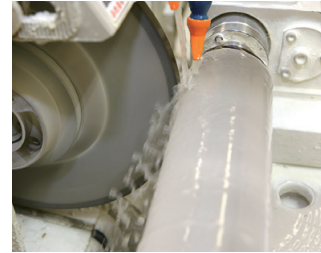
2000℃以上で熔融液化した原料にタネ結晶を浸け、結晶を徐々に大きく育成



POINT!  
サファイアの結晶育成技術は複数保有し、製品の形状によって効果的・効率的な製造方法の使い分けをしています。

## 外形加工 [ カット ]

結晶をダイヤモンドツールで加工し、形状・厚みを整える



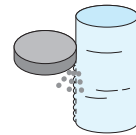
## 育成 (CZ 法)

- ・円状の基板向き
- ・量産向き



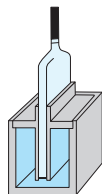
## 外周面を研削

不要部分を切り落とし、結晶方位・外形を整える

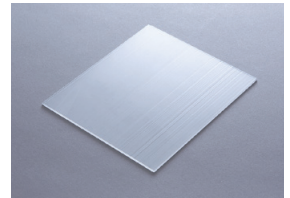
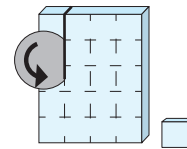


## 育成 (EFG 法)

- ・特殊な面方位
- ・四角、中空、異形状向き



## サイズカット



# 単結晶サファイアの特長

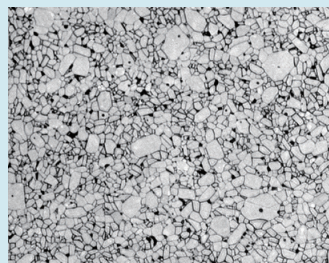
単結晶サファイアは、空孔や粒界がなく高純度な単結晶体のため同じ元素である $Al_2O_3$ の多結晶体のアルミナより優れた機械的特性、化学的安定性があります。また透明な材料で、光学特性においては赤外線から近紫外線までの幅広い波長領域で高い透過性を有しています。ダイヤモンドよりも量産性が高く、石英よりも諸特性が優れており、各種産業機器の高性能化と長寿命化に貢献しています。

### 結晶比較

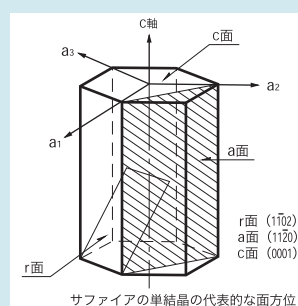
単結晶サファイア



多結晶アルミナ



### サファイアの結晶方位

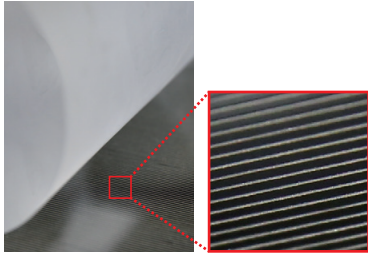


POINT! 空孔や粒界がないため優れた機械的特性を発揮します。



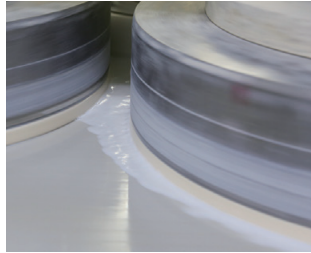
POINT! 結晶方位で特性が変わります。

## 外形加工 [ カット ]



## 研 磨

ダイヤモンド砥粒を用いて研磨し、厚み・面粗さ・平面度を上げる



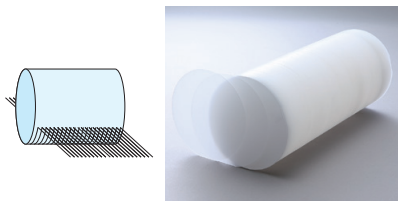
## 検査・洗浄・梱包

面方位、形状・面精度、光透過性などの複数の検査を通し、洗浄、梱包を行う

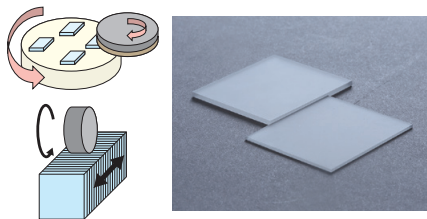


## スライス

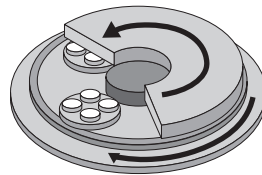
結晶を所定の板厚みに切断する



## 厚み研磨、外形研削



## 研 磨



## ラッピング

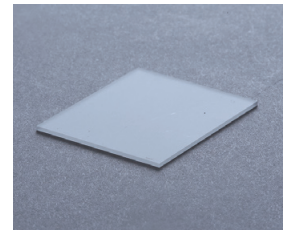
ダイヤモンド砥粒による機械研磨により、平滑な面に仕上げる  
(表面粗さRa100nm以下)

## 検査・洗浄・梱包



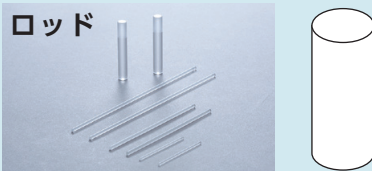
## ポリッシング

化学的機械研磨 (CMP) により、光沢のある鏡面に仕上げる (表面粗さRa0.3nm以下)



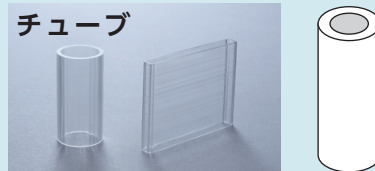
## 形状・仕様

### ロッド



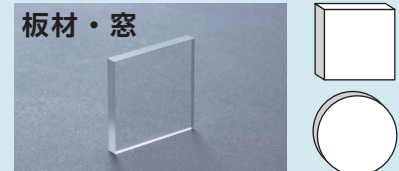
径	長さ
φ0.04"~0.4"	~40"L
φ0.4"~2.36"	~9"L
研削仕上げ	Ra<1μm
研磨仕上げ	Ra<0.1μm
結晶方位	長さ方向c軸

### チューブ



径	長さ	厚み
φ0.1"~1"	~40"L	~0.4"L
φ1"~2.76"	~9"L	~1.2"L
研削仕上げ	Ra<1μm	
研磨仕上げ	Ra<0.1μm	
結晶方位	長さ方向c軸	

### 板材・窓



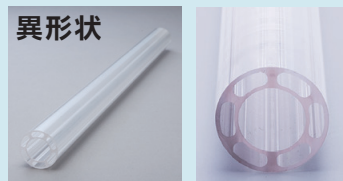
サイズ	厚み
~□16"	~4"T
~φ16"	~4"T
研削仕上げ	Ra<1μm
研磨仕上げ	Ra<0.5nm
結晶方位	厚み方向 a/r/c面

### リング



径	長さ
~φ16"	~4"T
研削仕上げ	Ra<1μm
研磨仕上げ	Ra<0.1μm
結晶方位	厚み方向 a/c面

### 異形状



様々な形状の制作はもちろん、中空や多穴も対応可能です。ご相談ください。





## 2 幅広い産業を支える ファインセラミック部品 （業界別）

# 半導体製造装置

半導体は、日進月歩で性能向上と用途拡大が続いており、それを産み出す各種製造装置には、配線の微細化、多層化などの技術トレンドに対応する事と、より高い生産性が求められています。このため、露光装置に用いられる部品には、軽量高剛性な素材による高精度部品が求められ、エッチングや成膜装置の部品には、耐プラズマ性や低パーティクルといった特性に加え、600℃以上の耐熱性や、低誘電損失などの特性も求められ、セラミックスの採用が拡大しています。プローバーなど検査装置や、ウェハの切断・バックグラインドや、ウェハ搬送アームなどでは、高精度で機械的特性の優れたセラミック製品が多岐にわたって採用されています。また、光透過性が必要な窓やウェハキャリアプレート、ウェハコンタクトリフトピン、プラズマ導入管等に、サファイアが使用されています。

2 幅広い産業を支えるファイナセラミック部品 (業界別)

## チャンバー構成部材

### ▼ チャンバー

高純度と優れた耐プラズマ性により部品の長寿命化に貢献



### ▼ 絶縁部品



## ウェハ近傍部品、プラズマ導入部材

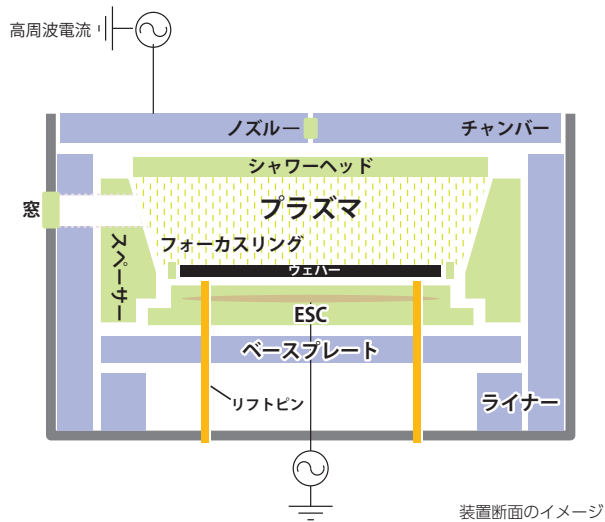
### ▼ フォーカスリング



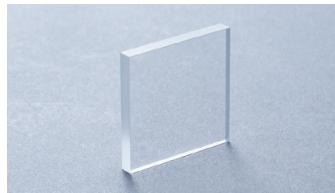
### ▼ ノズル部品



### ▼ プラズマ導入管



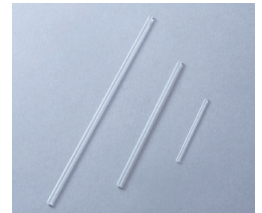
### ▼ 窓



## ハンドリング部品

### ▼ リフトピン

優れた耐摩耗性により、部品の長寿命化に貢献



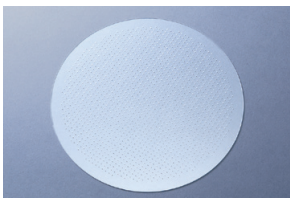
### ▼ ハンドリングアーム

各種コーティングも製作可能

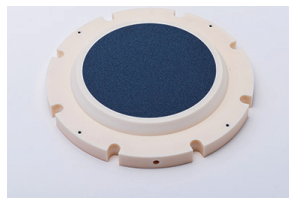


## 他の装置 (一例)

### ▼ キャリアプレート



### ▼ ウェハ吸着用真空チャック



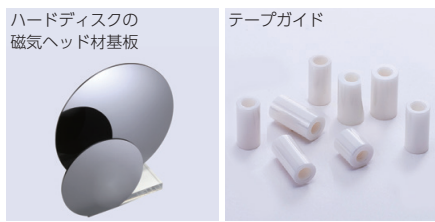
- ・高精度加工、及び測定技術によりウェハの優れた吸着精度を実現。
- ・溝やピンパターンその他、ポラスチャックも製作可能

# 電子部品製造装置

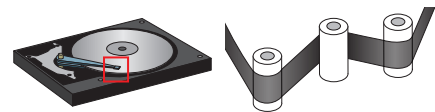


電子部品製造装置では、一日に数十万、数百万個もの製品が製造され、製品と装置の接触部分の摩耗と静電気の抑制が課題となっています。そのため、チップマウンターの吸着ヘッドや、ピンセットなど超小型部品のハンドリング部品に、高い耐摩耗性と静電破壊対策 (ESD) が可能な半導通セラミックスの採用が拡大しています。また、セラミックスは、金属溶出が少なく、耐薬品性にも優れており、製品品質向上も期待されています。

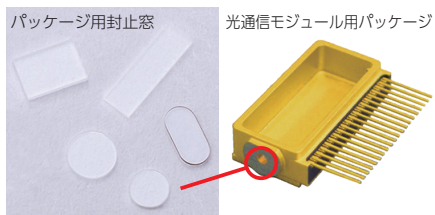
# 情報機器



ハードディスクなどの記録装置や、プリンター、プロジェクターなど情報機器の性能向上に伴い、高精度・耐摩耗・高熱伝導性が要求されるキーパーツにセラミックスの適用が進んでいます。平滑性、摺動性、耐摩耗性に優れたセラミック部品が、磁気テープガイドや磁気ヘッドに、また、光透過性・高熱伝導性、耐傷性を持つサファイアは、プロジェクター用部品、レジ用スキャナ窓、携帯端末用カバーガラスなどに用いられています。



# 光通信



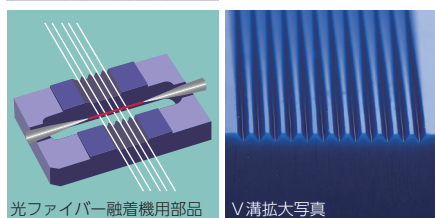
回線速度が速く通信が安定している光ファイバーによるブロードバンドネットワーク網は、5G、6G といった無線基地局をつなぎ、自動運転や機器の遠隔制御、高精度動画などを実現する重要インフラであり、この光通信を支える部品には多くのセラミックが採用されています。

## パッケージ用封止窓

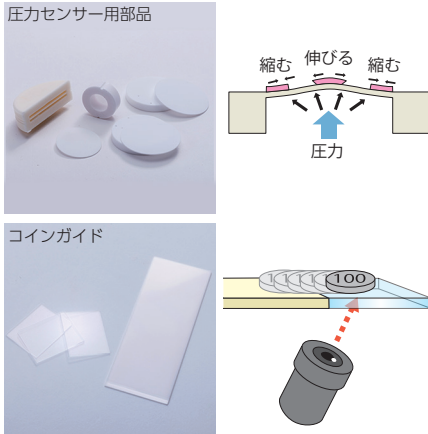
光信号を、高精度に低ロスで伝送するための部品には、高い寸法精度と環境変化への信頼性が高いセラミックスが採用されています。また光通信用パッケージの封止窓には耐熱性と光透過性を持つサファイアが採用されています。

## 光ファイバー融着治具 (高精度 V 溝加工品)

光ファイバーの融着接続の際に、ファイバーの整列固定に用いられる高精度な V 溝加工治具です。ファイバー同士を高い同軸、同心度で接合させるため、高精度で温度による寸法変化も少ないファインセラミックスが採用されています。

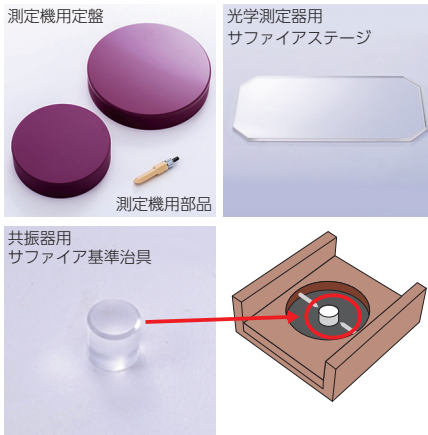


# センサー



センサー部品にはより高いセンシング精度とその長期維持が求められます。ファインセラミックスは耐摩耗性・耐薬品性・光学特性など優れた特性を併せ持ち、薬液や高温など厳しい使用環境下でも安定してご使用いただけます。特に、自動車のセンサーでは、高性能で耐環境性を備えたセラミック部品のニーズが増加しており、耐腐食性、耐熱性に優れたセラミックメンブレンや基板が、ブレーキ・変速機の圧力センサー部品に採用されています。他にも、光透過性を持つサファイアはコインセンサーの赤外線センサー窓への採用例があり、コインの通過接触による摩耗がないため長期にわたるセンシングに貢献しています。

# 測定機器



高品質なものの作りには、高精度な計測・測定が不可欠と言われており、測定器・測定機を構成する部材にも、高精度・高信頼性が求められています。セラミックスは高い寸法精度と耐摩耗性等の優れた機械的特性を有し、再現性の高い測定が可能で、基準治具や測定工具、光学測定器用ステージなど広く使用されています。

# 食品用機械



充填機用部品、バルブ部品、混練用ローラー、ポンプ部品などの食品機械用部品や、自動販売機・レストラン・コンビニで使われているドリンクサーバー（ディスペンサー）のバルブにもセラミック部品が採用されています。セラミックスは、優れた機械的特性による長期の生産品質の維持だけでなく、耐熱性、耐薬品性・耐環境性に優れるため、高温や薬液による洗浄にも適しており、衛生管理のレベルアップにも貢献いたします。また、食品製造においても自動化が進んでおり、光透過性を有するサファイアが各種センサー部品としてニーズが高まっています。

# 粉碎機 / 分級装置



化学物質、染料の粉碎や、食品関係などの混練部品に耐摩耗性に優れたアルミナやジルコニア、窒化ケイ素を幅広くご採用いただいています。昨今は、金属不純物の混入が許されない二次電池製造のニーダーやミルにもセラミック部品の採用が進んでいます。

ご使用の用途、条件により、熱伝導性や耐食性を兼ね備えた ZTA 材や炭化ケイ素セラミックスも使われており、ニーズに最適なセラミック材料をご提案いたします。

# 熔融金属鑄造・鋼材製造



各種金属部品の製造プロセスにセラミック部品が使用されており、装置部品の交換・メンテナンス頻度が低減し生産性の向上に貢献しています。700 度以上となる熔融金属の鑄造プロセスで使用される部品には、高い耐熱衝撃性と高温強度、高耐食性が要求され、窒化ケイ素セラミックスが熱電対、ヒーターの保護管、鑄造用ストックチューブに採用されています。また窒化ケイ素は、溶湯アルミとの濡れ性が低く、アルミ鑄造で多く利用されています。

鋼材製造プロセス部品として、各種鋼材の成形、搬送ロール、メッキ浴用軸受、ライナー、かしめ・絞り加工用部品に採用されています。他にも、より高い耐熱性と不純物の混入防止が求められる用途にはサファイアが採用されています。



関連サイト

# 伸線機械



伸線機に使用されるキャプスタン、伸線リングは、優れた耐久性、耐食性を持ち、緻密な表面仕上げが可能なセラミックスをご採用いただく機会が増えています。特に、近年では、ハイブリッド自動車、電機自動車向けモーターに使用されるコイル用電線を製作するキャプスタンに多く使用され、生産性の向上、品質安定に貢献しています。



関連サイト

# 製紙機械



長期にわたり、ブレードの材質はアルミナが主流でした。

近年マシンの高速改良化及びプラスチックワイヤーの品種改良にともない、摩耗と摩擦熱による問題が顕著となり、ブレードの耐摩耗性、耐ヒートショック性が求められています。

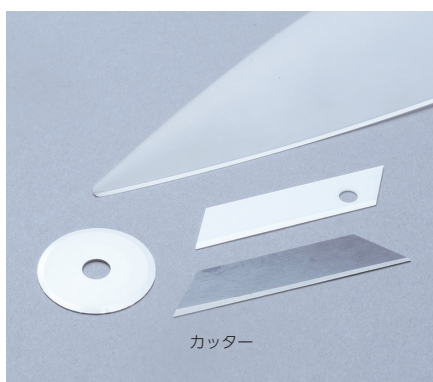
マシンの性能に合わせて、アルミナ・炭化ケイ素・窒化ケイ素より材質を選定し採用されています。サファイアでも製作可能です。

# 繊維機械



紡糸機、巻き取り機 (ワインダー)、延伸仮撚機、精紡機、織機などの各種繊維機械で用いられる一般ガイド部品、糸加工用ノズル、給油ノズル、ローラー、撚糸部品などにセラミックスが使用されています。高速で走行する糸へのダメージ低減に平滑性と耐摩耗性が活かされています。多様化する糸種や多機能糸 (極細繊維糸、異形状糸) にも幅広いバリエーションのセラミックの材質や表面仕上げの中から最適な仕様をご提案し、生産性の向上に貢献します。

# カッター



セラミック製のカッターは強度と耐摩耗性に優れ、耐薬品性、非磁性、耐熱性の特性を併せ持ちます。ジルコニア・サーメットカッターは高い靱性があり素材に合わせてご提案しています。ジルコニアは金属痕が無い特徴があり、サーメットは金属 (特にアルミ) の切断において付着が少ない特徴があります。カッターの切れ味が長く保たれるため、歩留まり向上と交換頻度削減による高生産性に貢献します。

## 工業用カッター・スリッター

- ・ジルコニア / サファイア：繊維、紙、フィルムなどの切断用  
(金属転写を嫌う素材や業界での使用でプラスメリット)
- ・サーメット：金属切断用 (金属材料 (特にアルミ) の付着抑制)
- ・超硬など他材質の取り扱いもごございますのでご相談ください。

# ポンプバルブ

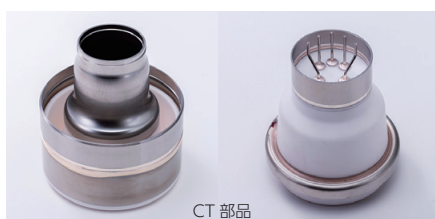


金属製のポンプバルブ製品が主流となっておりましたが、セラミックスの優れた耐摩耗性、耐食性から半導体、医療、食品など様々な分野でセラミックスへの置き換えが進んでいます。耐食性や耐熱性を求められる化学工業のバルブはもちろん、流路の開閉を行うボールバルブやポンプ用のプランジャー、シャフトにも使用され、優れたシール性、吐出安定性の実現に貢献しています。

また、プランジャー・シリンダの高精度加工によりミクロン単位のクリアランスを可能とし、人工透析装置のポンプ部品にも使用されています。

単結晶体であるサファイアを採用すれば、高純度かつボイドレスで非常に平滑な面が得られるため、液体残渣や発塵性の低減に繋がります。頻繁な開閉により激しく摩耗するような部分に使用され、身近なところというと高圧洗浄機のポンプ部品に採用例があります。

# 医療 / 手術機器



患者負担軽減の観点から、疾患の早期発見・早期治療、低侵襲治療のニーズが高まり、近年、医療機器の開発が活発に行われています。

## 手術処置具 (切開用メスや内視鏡部品、医療・手術機器用部品)

セラミックスは絶縁性、強度、耐熱性、生体適合性を有することから、電気メス等の処置具として、小型・複雑形状のセラミック製品が使用されています。またサファイアは光透過性を有することからレーザーメス等に採用されています。

## 医療用画像診断装置部品

X線CTは高電圧で用いられるため、高い絶縁性を有するセラミックスが多く使われています。セラミック部品にも、より高い信頼性や、性能の向上、小型化が求められており、単にセラミック部品の生産だけでなく、高耐電圧材料の開発や、最適設計の提案、電界シミュレーションなど、技術支援も行っております。

# 理化学分析機器



近年、健康や生活環境への意識の高まりによる医療分野と研究機関などの分析器の高度化や、計測分析に対するニーズが多様化する傾向にあります。これに伴い、様々な理化学分析機器が開発されてきています。固体、液体、ガスに対して原子状態を検出する分析装置では電子線、X線、レーザー、プラズマなどが使用されるため耐食性の高いセラミックスが用いられます。DNA分析を行う生体分析の装置は、検体に影響を与えることなく微量な成分を分析する必要があり、不要成分の溶出最小化のため、化学的に安定しているセラミックスが採用されています。

シリンダ、プランジャー、フローセルなどの薬液分析用部品や超臨界分解装置用部品にもセラミックスが使用されています。また、サファイアの光学特性は分析機器に、優れた洗浄性は血液分析用ポンプ部品や小径ノズルに利用されています。



関連サイト

# ノズル



## 繊維機械用 / 粉碎機用

糸射出ノズル、給油ノズルやサンドブラストのノズルに、耐摩耗性に優れたアルミナセラミックスが幅広く採用され、長寿命化に貢献しています。

## 溶接ノズル

耐酸性、高温強度に優れた窒化ケイ素、炭化ケイ素が採用されています。スパッタの付着も少なくなることから、溶接用部品の長寿命化に貢献しています。

## 半導体製造装置用

腐食性の高いガスをムラ無く噴射させるために、耐食性の高い材料を選定し、高精度な孔加工を施したセラミックノズルが使われています。

## 3D プリンター用

インクとの親和性から、サファイアやルビーが使用されています。



関連サイト

# 装飾部品 (カラーセラミックス)



宝石・貴金属のような美しさと、ファインセラミックの優れた機械的特性を併せ持つハイテク材料です。セラミック原料に顔料を入れて焼結することにより、色合いの調整が可能です。塗装、コーティング等とは異なり剥がれることがなく、劣化もないため変色もせず、深みのある発色を長く保ちます。傷もつきにくいことから時計部品、装飾部品に使用されています。また、金属アレルギー対策としてセラミックスを採用されるケースもあります。

# 生活文化



産業市場だけではなく、生活の中にもファインセラミックの活用は広がりを見せています。金属溶出がないことから包丁の刃に使用されており、耐摩耗・高硬度を有することからシャープナーにも採用されています。他にも、高い耐摩耗性を活かした釣り具のガイドや、耐摩耗性に加え光透過性を備えたサファイアは時計やスマートフォンの部品に採用されています。

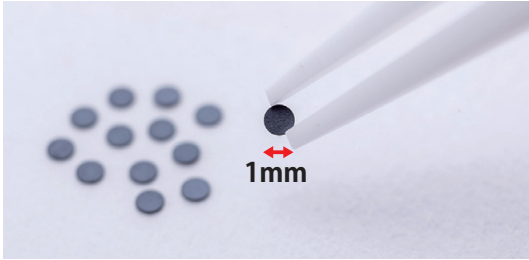


## 3 高付加価値製品 / 技術の紹介

# サイズ 超小型・超大型製品

より小さく、より大きな製品の製造に必要な開発、装置の導入を行っています。

**POINT1** 極小部品を月産 数億個生産実績あり  
0.4 x 0.2mm より、様々な形状・サイズに対応可能



長年既存のプレス技術を蓄積・革新し続け、様々な形状の小型・薄型製品を大量生産しています。

**POINT1** 16" 超サイズの大型サファイア結晶の育成に成功



ひずみの少ない、より大きなサファイア結晶を研究開発しています。

# 高精度 研磨加工

面、直線、直角、曲面を高い加工技術で加工し、自社で保有する高精度な測定装置の検査をもとに高品質な製品を提供いたします。



スムーズな動作と高精度な定量吐出を求められるバルブレスポンプは鏡面加工で高い円筒度／真円度を出し、クリアランスを極限まで小さくします。



経時変化がほとんどないセラミックスは基準治具に適しており、『基準』として必要な平面度や直角度の高い精度を長期維持します。



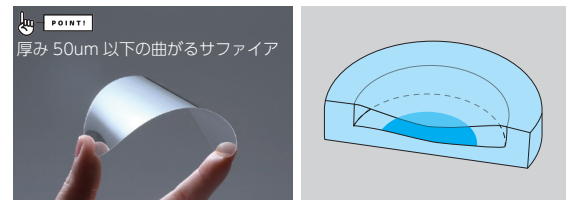
凹面

3D

通常加工

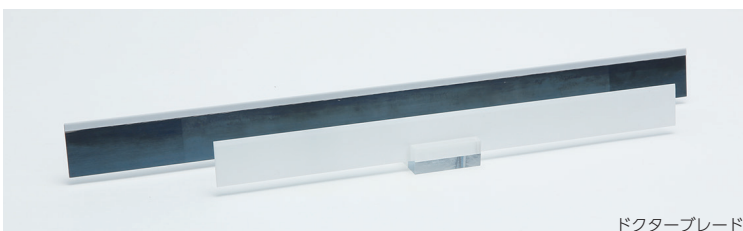
ダレ低減加工

平面だけでなく、凹凸面や曲面に対しても鏡面加工が可能です。また、ダレを抑えたシャープな多面の鏡面加工も可能です。



**POINT1** 厚み 50um 以下の曲がるサファイア

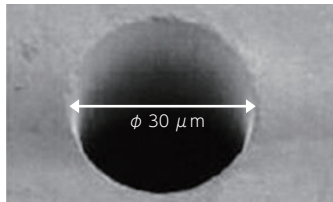
高感度圧力センサーには微小な圧力で変形する弾性薄膜基板が必要です。ガスや薬液への耐食性に優れたセラミックスの中でもサファイアは硬度が高いため超薄肉基板に加工可能です。曲げられるほどの厚み (50um 以下) まで加工し、基板ごとの厚みの違いで検知結果がばらつかないように、マイクロメートルレベルまで精密に厚みをコントロールしています。



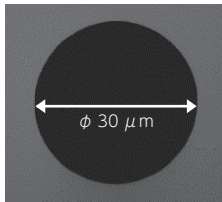
ドクターブレード

強度と靱性を兼ね備えたジルコニア製のドクターブレードを高精度加工技術によりきわめて薄く加工しています。

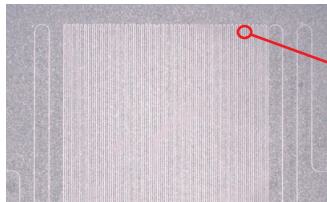
ファインセラミックスに、微細な孔や溝を高速かつ高精度に加工する製造プロセスとノウハウを保有しています。この高精度加工法では、一般的なレーザー加工で発生する熱衝撃によるクラックを抑制するとともに、「バリ」「ドロス」なく加工できるため、プリント基板のビアホールをはじめ、プローブカードの部品穴や電極穴、化繊製造の樹脂の流穴、部品のブレード用溝など、高精度かつ微細な孔・溝加工に用いられています。被加工材料は、アルミナ、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミ、ジルコニアをはじめ、透明材料のサファイアにも加工が可能で、それぞれの加工ノウハウを保有しており、位置・サイズ・形状・テーパー・加工面を、高精度に高速に仕上げられます。



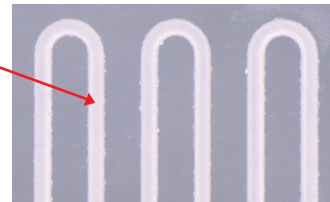
ドロスの無い加工 / テーパーレス加工  
(0.3 mm t 以下の基板)



サファイアへの微細加工

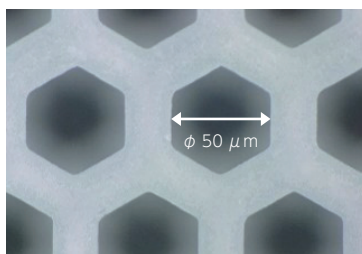
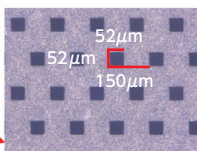
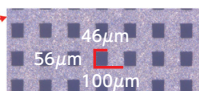
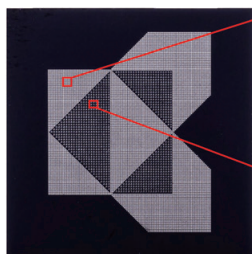


任意の異形状の微細加工



マイクロチャネル  
溝巾 20 μm / 溝深さ 30 μm

## 一例紹介



微細穴の多穴加工が可能



関連サイト

# 表面改質

# 表面改質コーティング

ファインセラミックスの基材に、金属、樹脂、セラミックスの各種コーティングが可能です。セラミックスの、高硬度、低熱膨張、高剛性、軽量、高い耐薬品性など、優れた特性をベースに、コーティング加工により、導電性の付与や、摩擦係数低減、耐プラズマ性、耐摩耗性の向上、ポイドレス化など、機能付加や、さらなる特性向上が可能です。お客様のご要望に応じた基材、製法、膜質をご提案いたします。

## POINT!

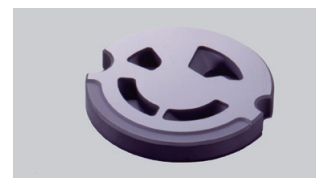
主なコーティング例  
その他についてもご相談ください。

製法	膜質
溶射	イットリア、アルミナ、アルミ、ステンレス
PVD	イットリア、TiN、TiC
CVD	炭化ケイ素、DLC
メッキ	金、銀、クロム、ニッケル
焼付	フッ素樹脂、導電性フッ素樹脂、ポリイミド、ウレタン、セラゾール®

## <コーティング事例>



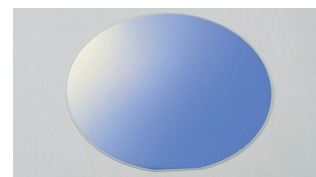
CVD (炭化ケイ素)



CVD (DLC)



PVD イットリアコート



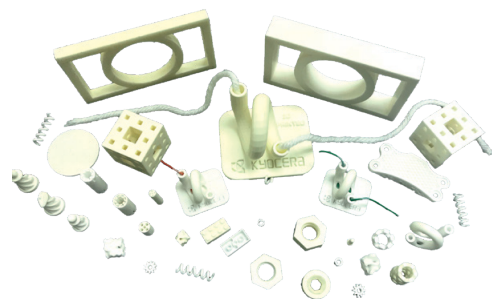
ダイクロイックミラーコーティング

サファイアでは、透過光の波長選択が可能なダイクロイックミラーコートや反射防止 AR コートなど、光学コーティングも対応可能です。

# 形状 三次元複雑形状

通常加工対応以外にも、金型が不要な 3D プリンタ成形／量産向きの射出成形／大型形状向きの鋳込み成形などがあり、保有する多様な製造工程と蓄積してきた経験から、形状仕様、価格に最適な製造方法を選定しています。

3D プリンタ成形



射出成形



鋳込み成形



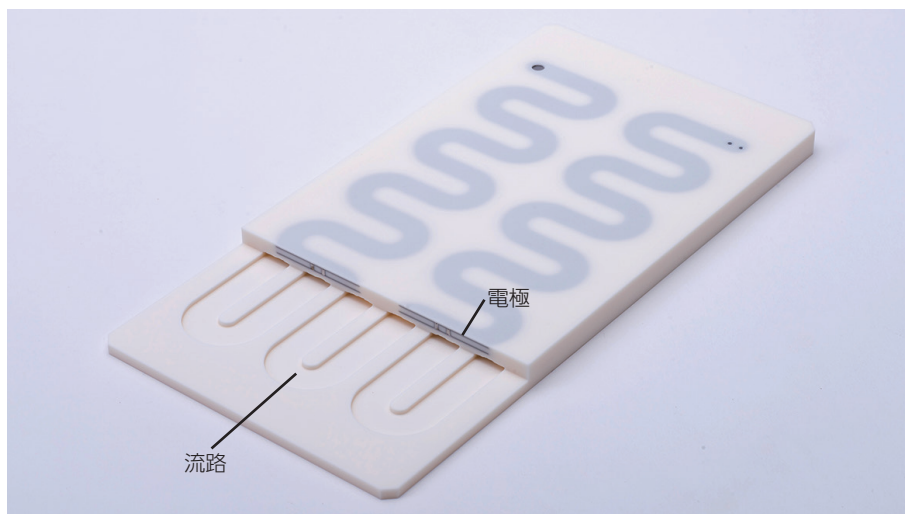
関連サイト

# 形状 中空／内部流路／電極ヒーター埋め込み

中空・内部流路のあるセラミック部品や、電極ヒーターを埋め込んだ機能部品の製造が可能です。

接着剤を使用せず、分子レベルで一体化する為、セラミックスの特性を最大限発揮させることが可能です。

## 熱交換部品



高温強度・絶縁性・耐プラズマ性などセラミックスの優れた特性を求められる装置部品に、冷却水を流す流路を内部に形成したセラミックスや、加熱のために電極を埋め込んだ製品が採用されています。

## 分析装置部品



光透過性・耐食性を備えたサファイアはレーザー方式の分析装置に採用されています。



筒の外側の流路に冷水を流し、中央の流路内を冷却。

そして、サファイアの透明性を活かし、センサーで計測。

## 混合装置部品



薬品・食品業界での液体、ガスなどの混合プロセスで、不純物の混入対策の為、耐食性に優れたセラミックスを接着剤を使用せず、分子レベルで一体化させた流路部品の採用が広がっています。

# 接合

# 金属 / 樹脂 /

# セラミックスとの組合せ

ボルト締結



ボルトやネジでセラミックスと金属を固定。金属に一定量の衝撃を吸収させることでセラミックスの『衝撃に弱く欠け易い』という欠点を補強。

焼きばめ



セラミックスの外周に加熱した金属をはめ金属凝固時の収縮でセラミックスに圧縮応力がかかりセラミックスの強度を向上。内圧のかかるセラミックパイプに有効。

鋳ぐるみ



窒化ケイ素の様な耐熱衝撃性の高いセラミックスの周囲に熔融金属（アルミニウムや亜鉛）を流し込み金属凝固時の収縮による圧縮応力でセラミックスの強度を向上。エンジンのロッカーアームへの採用事例有。

樹脂モールド



型にセラミックスを配置させ、後から樹脂を流し込み固める方法。セラミックス、樹脂の各特性を異なる部分で必要とする際に有効。軽量化する目的でも用います。

有機接着剤



エポキシ樹脂やセラミック系の接着剤による接手法。貫通していない穴と挿入部品の接合などに使われますが、耐熱性が有機成分律速となる事やガス放出などの性質があり、使用できる条件は限定的。

無機物接合



無機物を接合材として用いているため、耐熱性やガス放出特性に優れており、クリーンな環境に用いられる事が多く、半導体製造プロセス等で使用されます。



関連サイト

## メタライズ接合

セラミックスと金属を強固に接合する方法。

### Mo-Mn 法

強固な接合方法で高い気密性を有することが可能。金属ペーストをセラミックスに塗布し、焼きつけ、金属とセラミックスの拡散層を形成。そこにメッキをかけ、金具などをロウづけする事で金属とセラミックスを接合します。高真空機密部品にはこの方法が多く使われています。

### 活性金属法

名前の通り、チタンや白金などの活性金属を使って高温で焼き付け表面に反応接合層を形成。メッキ、ロウづけで金属を接合し製品を形成します。耐熱温度や使用環境条件で適切な接合方法を選択します。

### Ni ペースト法

ペーストを焼き付ける事でNiの一体化した金属膜を形成する方法。セラミックスの外側を囲む様に配置する事で、金属が結合した帯が熱収縮しさらに強固に接合されるため棒状体に用いられる事が多い。



関連サイト

## 拡散接合

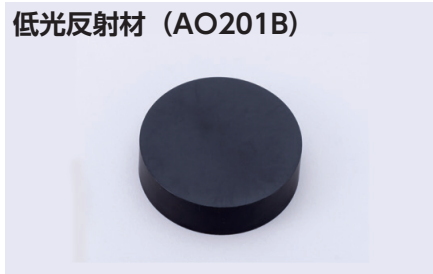
同じ材料または異なる材料のセラミックス同士を強固に接合する方法。可能な形状の制約はあるものの、接合面を拡散層形成により直接接合するため、最も接合強度が高く、双方のセラミックスの特性を損なわないため、化学的にも最も安定した接合方法です。分析装置の光学センサー部品にサファイアとセラミックスの直接接合品が使われています。



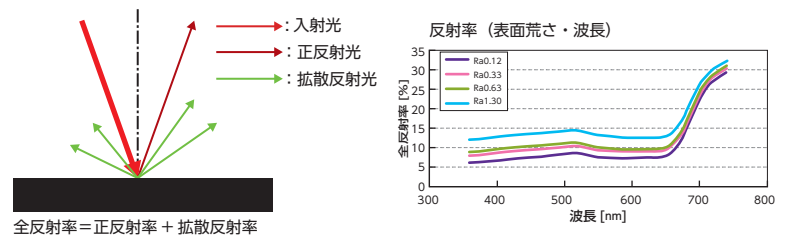
関連サイト

# 材料 高付加価値材料

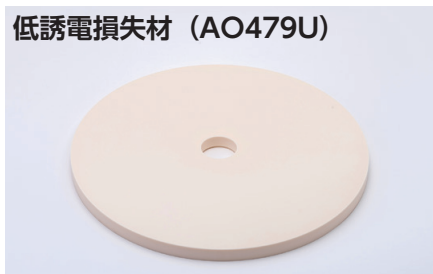
## 低光反射材 (AO201B)



一般的に高純度のアルミナは白色を呈していますが、顔料となる副組成分を含有させることで、アルミナセラミックスを着色することが可能です。低反射率アルミナであるA201Bは黒色を呈しており、波長630nm以下の領域では、全反射率が15%未満(当社測定値)となっています。この特性を活かし、光を使うプロセスにおいて、セラミック部品からの反射の影響を低減する目的で広くご採用いただいています。



## 低誘電損失材 (AO479U)



幅広い周波数域で低い誘電正接特性を発揮する高強度アルミナ材料です。プラズマエッチング等、高周波を使用する装置において、発熱によるエネルギーロスや装置間機差の低減が可能です。

低誘電損失材料

高誘電損失材料



※物質を通過する際に電磁波の一部が熱に変換されエネルギーロスが発生する

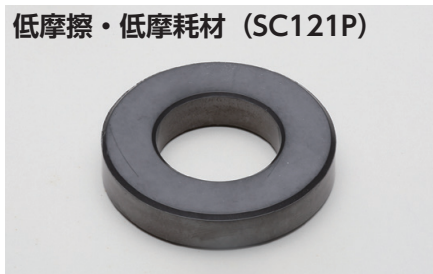
## 高温高強度材 (SN282A)



SN282Aはガスタービンなどの高温燃焼器用部品の材料として開発されました。多くの窒化ケイ素材料が強度低下する1200℃～1300℃の温度域でも600MPa～500MPaの高い強度をもつ材料です。

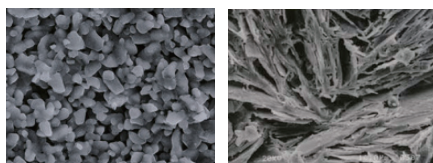
低誘電損失、高熱伝導率、高強度の特性も有しており、高周波損失で熱が発生する高周波帯域(GHz帯)でもご使用いただけるため、高出力のジャイロトロンなどでRF窓用部材にも使用されています。

## 低摩擦・低摩耗材 (SC121P)



自動車用ウォーターポンプのシール部品で、低摩擦と耐摩耗性を向上させるために開発された炭化ケイ素材料です。自動車寿命10年15万kmと言われる様になり、ウォーターポンプシール部品には、液体が漏れない高いシール性と、さらなる低摩擦・耐摩耗が求められています。この為、Oリングの様なゴム材料からファインセラミックスへの置き換えが進んでおり、セラミック材料においても、より高い特性が求められる炭化ケイ素が主流となってきております。また、EV(電気自動車など電動車)のモーター冷却部品への採用も期待されています。

## 多孔体セラミックス (ポーラスセラミックス)



多孔体セラミックス(ポーラスセラミックス)は、結晶内に気孔を持つ材料で、仕様に合わせて気孔率、気孔径のコントロールが可能です。セラミックスが持つ優れた材料特性に加え、液体・気体を通過させる機能があり、機能膜用支持体、吸水・吸湿用部品、燃料電池用部品等に採用されています。



# 欧州工場の製品のご紹介

## KYOCERA Fineceramics Europe GmbH Mannheim Plant



1863年設立 2019年から京セラの一員となったドイツのセラミックメーカーです。

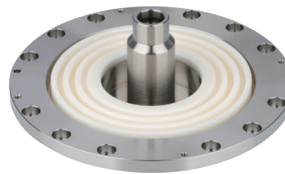
酸化物セラミックスを中心に生産しており、長尺品や中型複雑形状品、またメタライズ品において高い生産技術力を保有していることが特長です。

### 高温プロセス材料



1500℃を超える厳しい温度環境下でも高い寸法精度を維持します。用途としては金属やガラス製造、化学薬品製造業でご採用いただいています。チューブやロッドなどは標準品もごぞいます。

### 金属とセラミックスの接合



優れた接合技術をもち、センサーなどに使用するPt電極のセラミックスとの同時焼成なども可能です。

### 製品例

#### 高耐電圧用途



#### 高温プロセス用途



#### 耐摩耗用途



#### センサー用途





# KYOCERA Fin ceramics Europe GmbH Selb Plant

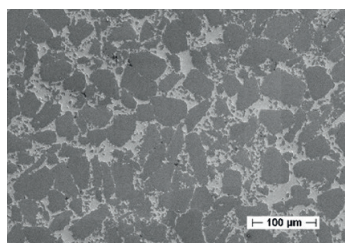


1985年設立 2019年から京セラの一員となったドイツのセラミックメーカーです。

非酸化セラミックスの生産が中心で、SiSiC材料を用いた大型製品を得意としています。

## シリコン含浸反応焼結炭化ケイ素 (SiSiC)

SiSiCはSiCを基材としたSi含浸複合材料です。特性はSiCに準じた高比剛性材料で、SiCより電気抵抗が低いため部品の除電に適しています。また、Siの含浸により気孔が少なくなるためアウトガスの発生が抑えられます。特殊な製造方法や反応焼結接合により大型複雑形状品や中空品の製造が可能です。これらの特長により、半導体製造装置部品に幅広く採用されています。

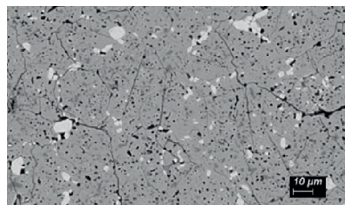


密度		g/cm <sup>3</sup>	3.05
ビッカース硬さ HV9.807N		GPa	22
3点曲げ強さ		MPa	350
ヤング率		GPa	380
熱伝導率 20°C		W/mK	185
平均線膨張率	40 - 400°C	x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	3.5
	40 - 800°C		4.2

## チタン酸アルミニウム (Aluminum Titanate)

チタン酸アルミニウムは低熱膨張係数と低熱伝導率が特徴の材料です。

優れた耐熱衝撃と断熱性、また熔融アルミニウムに対して濡れ性が低いため、アルミ鋳造用部品に適しています。



密度		g/cm <sup>3</sup>	3.4
ビッカース硬さ HV9.807N		GPa	3.2
3点曲げ強さ		MPa	30
ヤング率		GPa	30
熱伝導率 20°C		W/mK	2
平均線膨張率	40 - 400°C	x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	0.0
	40 - 800°C		0.7

### 製品例

#### 半導体製造装置部品



#### アルミ溶湯部品



#### 産業機械部品



# 未来へ挑戦を続ける研究開発



京セラは人とひととの交流を通じて、新たな価値を生み出すオープンイノベーションを推進しています。

## 主な研究開発施設



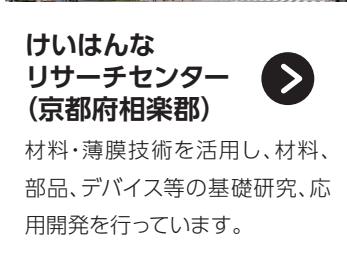
### ◀ みなとみらい リサーチセンター (神奈川県横浜市)

自動車・情報通信・エネルギー市場関連のシステム研究開発を行っています。



### ◀ きりしまR&Dセンター (鹿児島霧島市) \*2022年9月オープン予定

ファインセラミックスの基礎と応用技術及び将来を見据えたものづくりの研究開発を行っています。



### ▶ けいはんな リサーチセンター (京都府相楽郡)

材料・薄膜技術を活用し、材料、部品、デバイス等の基礎研究、応用開発を行っています。



### ▶ 野洲工場内 生産技術開発等 (滋賀県野洲市)

Ai/ロボット等の先端技術活用生産プロセスの開発、及び、医療・エネルギー関連の研究開発を行っています。



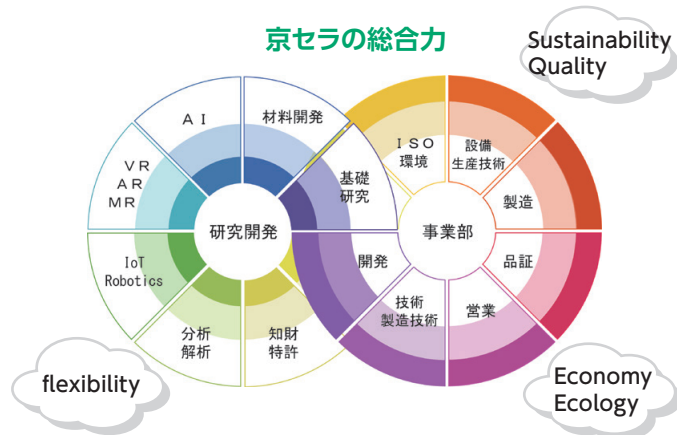
“みなとみらい”と“けいはんな”を研究開発の中核拠点として、グループ内リソースの有機的な融合を図ると共に、社外との連携を活用するオープンイノベーションを促進し、徹底した基礎研究およびプロセス開発にて京セラの幅広い事業を支えると同時に、宇宙ビジネスやADASに対応する先進技術研究等の真に創造性にあふれた研究活動を行っています。さらに、産官学との共同研究にも積極的に取り組んでいます。

## 絶え間なく変化する時代。

つねに常識にとらわれないイノベーションが求められています。

京セラは、未来を見据えて多彩な分野への挑戦を続ける研究開発部門と市場や顧客ニーズに的確にお応えする各事業部の技術・製造・品証・営業が、素材から完成品まで様々な難問に、製販開一体となりフレキシブルに対応いたします。

また、高い技術力と厳しい品質管理に支えられた確かな製品づくりを追求しています。



## 「次にやりたいことは、私たちには決してできないと人から言われたものだ」

稲盛 和夫

京セラは、いつの時代も人のやらないこと、人の通らない道を自ら進んで切り拓いていく開拓者であり続けたいと考えています。

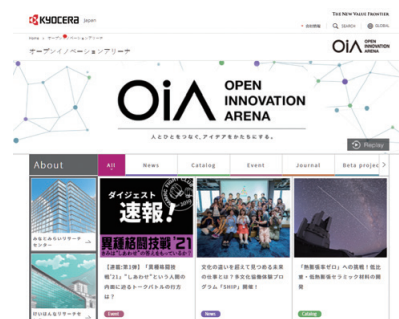
創業者 稲盛和夫のDNAを受け継ぎ、唯一無二のものづくりを極め、新たな価値をいつも最先端で創造し、人と社会の明るい未来への挑戦を続けます。

## 人とひとをつなぐ、アイデアをかたちにする。

Webサイト「オープンイノベーションアリーナ」を開設しました。  
各研究部門が取り組む最新トピックスやイベント情報など、京セラのオープンイノベーション活動の情報を発信しています。

詳しくはこちら→

<https://www.kyocera.co.jp/rd-openinnovation/index.html>



# 分析・解析による課題解決

豊富な経験と確かな解析力を持つ社内機関が、京セラのものづくりを支えています。

革新的な材料・デバイスを創るため、高品質な製品を持続的に供給するため、長年の経験、データを有する「分析のプロ」が羅針盤となり物差しとなり、課題解決へと導きます。京セラ分析センターは、1982年創設。

現在は「滋賀蒲生」「滋賀野洲」「京都けいはんな」「鹿児島国分」「鹿児島川内」の国内5拠点にあります。



## 分析センター・CATセンターが社内にあるメリット!



### 1. スピーディーに課題解決

ISO9001に準拠した品質管理体制のもと短納期で客観性・再現性のあるデータを提供します。

### 2. 製品を良く知る分析技術者

京セラ製品の分析経験と長年培ったデータを元に、最適なプロセスで解決に取り組みます。



### 3. 長期的な課題への取り組み

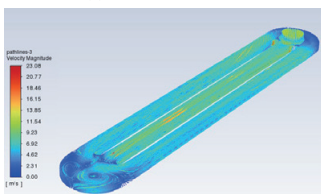
課題の中には難問もあり、解決まで長期にわたる事がありますが志しを同じくした仲間と継続した取り組みが可能です。

### 4. 機密漏洩防止

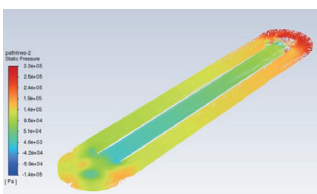
## CATセンターによる解析

京セラCATセンターは、1980年代からシミュレーションによる解析を実施しています。原理シミュレーション、無機・有機接続シミュレーション等、ものづくりの深堀、徹底解明に必要な新たな技術につねに挑戦しています。

速度ベクトル図



圧力ベクトル図



## ■分析試験項目数 106項目 (2022年5月時点)

構造解析、形態観察から信頼性試験まで分析項目は106項目と多岐にわたり、セラミックスの分析では XRD、TEM、SEM、ICP-OES、などを活用して各項目のスペシャリストが分析に当たります。さらに、新しい分析手法の開発も進めています。

—主な事例—



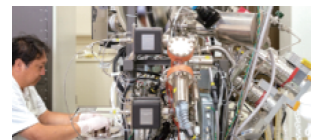
構造解析



形態観察



無機分析



表面分析



信頼性試験



非破壊検査

## ■年間分析依頼件数

# 約45,000件 (2021年4月~2022年3月実績)

製品情報を基に、分析項目の提案や分析データの想定メカニズムを議論します。「どんな分析をしたらいいかわからない」「分析データの解釈がわからない」お客様の不安、ご要望に迅速にお応えします。

## ■設備投資費

# 28億円超

(過去5年間 2017年4月~2022年3月実績)

ものづくりの進化に従って多様化する依頼に応えるため、最新の分析装置の導入を積極的に進めています。一台一億円を超える設備も珍しくありません。



京セラ株式会社 ファインセラミック事業本部

<https://www.kyocera.co.jp/prdct/fc>

京セラ ファインセラミックス 検索

お問合せフォームはこちら→



※このカタログの掲載内容は、改良のため予告なく変更する場合がございますのでご了承ください。  
※ご利用の際は、使用条件を必ず京セラ担当者にご相談ください。

The contents of this catalog are subject to change without prior notice for future improvement.  
Application and the using conditions are required to be consulted when considering to purchase.

© 2025 KYOCERA Corporation

禁無断転載 2025年5月制作 001/032/2505  
Printed in Japan