

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

品川ファインセラミックス株式会社
「ハイシリカセラミックスの特徴とその応用」

Shinagawa Fine Ceramics Co., Ltd.

“Application and Characteristics of
High-Silica Ceramics”

牧 谷 敦 喜 田 良 和
Atsushi MAKIYA Yoshikazu KIDA
吉 川 正 博
Masahiro YOSHIKAWA

品川技報

品川ファインセラミックス株式会社 「ハイシリカセラミックスの特徴とその応用」

Shinagawa Fine Ceramics Co., Ltd.
“Application and Characteristics of High-Silica Ceramics”

牧 谷 敦*¹ 喜 田 良 和*¹ 吉 川 正 博*²
Atsushi MAKIYA Yoshikazu KIDA Masahiro YOSHIKAWA

Abstract

Our high-silica ceramics are fabricated by sintering high purity powder. They exhibit excellent properties of not only chemical, thermal and fracture resistance, but also freedom of shape. Currently, we have proposed application of the products to several markets.

1. はじめに

近年、半導体や液晶製造装置の腐食性ガスと接する部材として石英材料が適用されている。この石英は、高純度、高耐薬品性、低熱膨張等の優れた特性を有しており、特に高温腐食環境下での使用において好適である。

しかしながら、石英は機械的特性の一つである破壊靱性が低いために、衝撃によって脆性破断しやすい問題を抱えている。また石英は、一般的なセラミックスと比較すると高価であり、形状の自由度が低いことから、これらの問題を解決できる代替材料が求められている。

当社のハイシリカセラミックス（商品名）は、高純度シリカ粉末を焼結した材料であり、耐熱、耐薬品性に優れるとともに、石英に比較して耐衝撃性にも優れるという特徴を有す。

また、その焼結体は、一般的なセラミックス製造プロセスであるCIP成形による粉末焼結法を適用するため、大型品や複雑形状への適用が可能である。

1. Introduction

Recently, SiO₂-materials have been used in manufacturing semi-conductor and liquid crystal display equipment, where they contact corrosive gas. This SiO₂ has excellent high purity, chemical resistance and low thermal expansion properties. These materials are often used under a high-temperature corrosive environment.

However, SiO₂ glass has demerits in mechanical properties which promote low fracture toughness or brittle fracturing. SiO₂ glass is also expensive compared with commercial ceramics, and not available in complex shapes. There is a real need for alternative materials to solve these problems.

Our high-silica ceramics have been fabricated by sintering high purity powder. They show excellent chemical and thermal resistance properties, and high fracture resistance compared with SiO₂ glass.

*¹ 品川ファインセラミックス株式会社 岡山事業所 技術開発室 Researcher, Okayama Works, Shinagawa Fine Ceramics Co., Ltd.

*² 品川ファインセラミックス株式会社 岡山事業所 所長 Manager, Okayama Works, Shinagawa Fine Ceramics Co., Ltd.

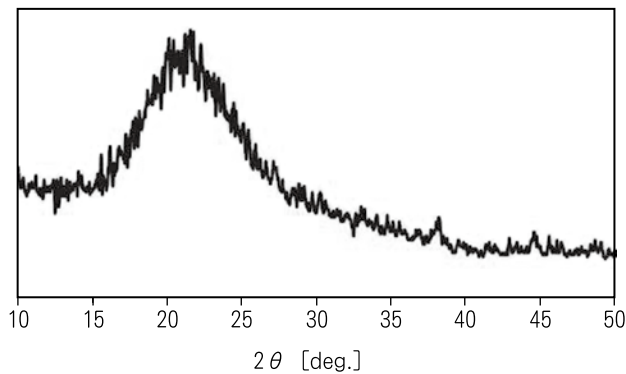


Fig. 1 X-ray diffraction pattern of the high-silica ceramics.

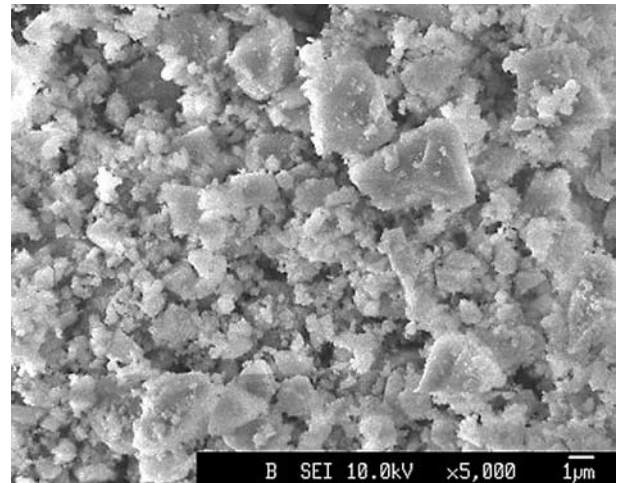


Fig. 2 SEM image of high-silica ceramics.

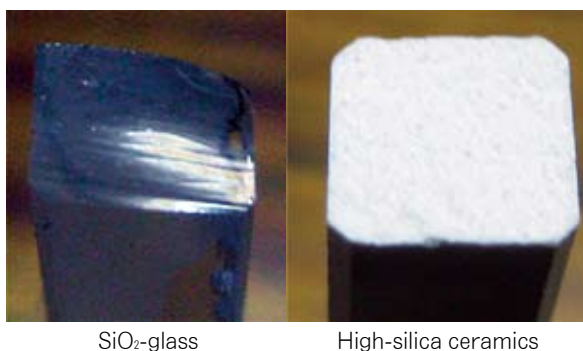


Fig. 3 Fracture cross-section of SiO₂-glass and -ceramics.

本報告ではハイシリカセラミックスについて紹介する。

2. 特徴

シリカは二酸化ケイ素によって構成される物質であり、非結晶性シリカと結晶性シリカに大別され、結晶性シリカは多様な結晶構造を有す¹⁾。

Fig. 1.にハイシリカセラミックスのX線回折パターンを、Fig. 2.にハイシリカセラミックスの破面の微構造組織を示す。この回折パターンには明確なピークがないことから、本セラミックスは非結晶性シリカで構成されていることがわかる。またSEM像より、本セラミックスは10μm以下の微細なシリカ粒子で構成されており、これらが焼結した多孔体であることがわかる。

Fig. 3.に石英ガラスとハイシリカセラミックスの破断面を示す。石英ガラスの破面は平滑であるのに対して、本セラミックスは、平滑ではなく、破面に起伏があり、複雑に亀裂進展していること

This sintered body was made through general ceramics processes, such as CIP process and sintering processes. These processes allow sintered bodies to be made in complex and large shapes.

This paper reports an application and characteristics of high-silica-ceramics.

2. Characteristics

Silica is composed of silicone di-oxide, and is classified into amorphous and crystalline which show a variety of polymorphism.

Fig. 1 shows an X-ray diffraction pattern of high-silica ceramics. SEM image of a fracture surface is shown in Fig. 2. The Diffraction pattern has no-peak, and this ceramic is amorphous as a consequence. Additionally, this material is a porous ceramics composed of particles smaller than 10μm, which sintered just at the contact-neck.

Fig. 3 shows an optical images of fracture surfaces of SiO₂ glass and high-silica ceramic. This glass surface is smooth in shape. On the other hand, the high-silica ceramic shows a complex fracture surface. This result suggests high fracture toughness and resistance compared

Table 1 Characteristics of high-silica ceramics

Property		Unit	HSC-4N	HSC-2
Appearance			Porous	
Purity		%	99.99	99.5
Impurities	Na	-	0.3ppm	<0.5%
	Cl	-	0.2ppm	
	Fe	-	6.7ppm	
Bulk density		$\times 10^3 \text{kg/m}^3$	1.4	1.8
Apparent porosity		%	35	18
Three-point bending strength		MPa	7	10
Coefficient of thermal expansion		$\times 10^{-6}$	0.4	0.4

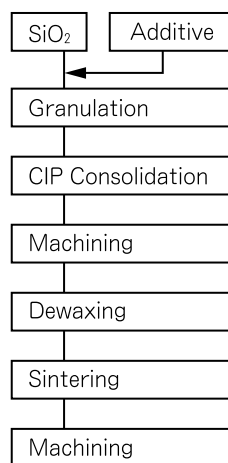


Fig. 4 Production flow of high-silica ceramics.

がわかる。このことよりハイシリカセラミックスは緻密な石英ガラスよりも破壊靱性が高く、耐衝撃性に優れる。

Table 1に特性値を示す。本セラミックスは純度の異なるグレードとして2種類を用意した。何れも多孔質セラミックスであり、熱膨張係数が小さいことから耐熱材料への応用に好適である。また、シリカ純度が99.5%以上と高く、不純物が少ないことから、シリカガラス本来の特徴である高耐食性を有す。

3. 製造方法

Fig. 4に製造フローを示す。CIP成形後、焼結する一般的なセラミックス作製方法を適用した。このため、焼成前の機械加工と焼成後の研削加工が



Fig. 5 Application of high-silica ceramics.

with densified SiO₂-glass.

Table 1 shows the properties of high-silica ceramics. There are two purity varieties of commercial products. All products are porous ceramics, and suitable for application as heat resistant materials due to low heat expansion. The purities are higher than 99.5%, and they show a chemical resistance equivalent of SiO₂ glass.

3. Fabrication Process

Fig. 4 shows process-flow of high-silica ceramics. It is a general ceramics process, such as CIPing and subsequently sintering. Green machining and final grinding can be applied in this process. It is possible to fabricate products of large and complex shapes.

4. Application

Fig. 5 shows examples of two products. They

可能であり、小型から大型に加えて複雑形状への対応が可能である。

4. 応用例

Fig. 5に応用例を示す。耐薬品性・耐衝撃性に優れており、不純物が少ないことから、Si, O以外の元素のコンタミネーションが問題となる装置部材への応用に有効である。

現在、下記用途への活用を提案中である。

- ①各種高温反応容器
- ②耐熱絶縁部品
- ③半導体製造装置部材

5. まとめ

当社のハイシリカセラミックスの特徴と用途は以下である。

- (1) シリカ純度が99.5%以上の非結晶性シリカが焼結した多孔体である。
- (2) 緻密な石英ガラスよりも破壊靱性が高く、耐衝撃性に優れる。
- (3) 高純度で熱膨張係数が小さく、腐食環境下での耐熱材料への応用が好適である。
- (4) 一般的なセラミックス製造方法を適用しており、小型から大型に加えて複雑形状への対応が可能である。

are predicted to be effective for use where chemical pollution, except for silicone and oxygen contamination is a problem. We have proposed application of this material as follows,

- ① high-temperature reactors
- ② heat-resistant insulator
- ③ Parts of equipments for manufacturing semi-conductors

5. Conclusion

The characteristics and applications of our high-silica ceramics are as follows,

- (1) Amorphous porous SiO₂ ceramics sintered with particles of >99.5% purity.
- (2) Excellent properties in fracture toughness and resistance are exhibited compared with densified SiO₂ glass.
- (3) Predicted to be effective for use as a heat-resistant material in corrosive environments due to high-purity and low-thermal expansion.
- (4) General ceramics processes are used so products are available in large and complex shapes.

Reference

- 1) Masashi Higuchi, Yasuo Azuma, J. Ceram. Soc. Japan, 105 (1959), p385-389