

## 透光性セラミックス「ルミセラ™」

株式会社村田製作所 材料統括部マテリアル商品課

鈴木 達也

### Transparent Ceramics “LUMICERA™”

Tatsuya Suzuki

Material Product Division, Murata Manufacturing Co, Ltd

#### 1. はじめに

「セラミックスに光が通る!?!」。一般に焼き物であるセラミックスは光を通さないものと認識されているが、セラミックスにも光を通すものが一部存在する。代表的なものに1960年代に発見された透光性アルミナがあり、トンネル内の照明灯やHID発光管などの材料として使用されている。しかし、従来の透光性セラミックスは透過率が低いこと等から活用の場は限定的で、ガラスの様に広く一般的に使われることはこれまで無かった。

今回、村田製作所で開発に成功した透光性セラミックス「ルミセラ™」は、ガラスに匹敵する透過率に加え、従来のガラスとは異なる特長を備えることによって多方面から注目を頂いている。セラミックスとして初めて光学レンズにも実用化され、新たな光学材料として注目を集める透光性セラミックス「ルミセラ™」について以下に紹介する。

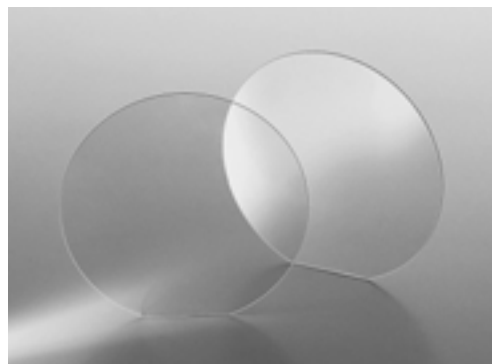


図1 ルミセラ外観

#### 2. なぜセラミックスに光が通るのか。

ガラスは結晶構造を持たない物質であるのに対して、セラミックスは一般に多結晶体であり、主成分の結晶粒以外に、不純物結晶相、結晶粒同士の境界の粒界相、ポアと呼ばれる気孔などの構造を持っている。

製法も大きく異なり、一般的にガラスは、原料を秤量し熔融させた後、成形、徐冷して作製するが、セラミックスは、原料を秤量し成形した後、加熱することで、溶けることなく粉末がくっつきあう焼結過程を経て作製される。

物質が透明であるためには、光を吸収せず、

かつ散乱させないことが必要となる。

先に述べた透光性アルミナでは、伝導帯と充満帯のエネルギーギャップが大きいため、可視光で励起状態にならず可視光を吸収しないことが知られている。セラミックスであっても、光のエネルギーで原子や分子が励起状態にならないければ結晶粒自体で光が吸収されず、光を通すことが可能となる。

さらに、多結晶体であるセラミックスが光を通すには、多結晶体内部での光散乱を抑えることが必要となる。粒界や粒内に気孔（ポア）が存在すると、粒子と気孔すなわち空気との屈折率差が大きいため、それらの界面で光の散乱が発生し透過率が低下する。気孔を出来る限り取り除くことで、透明性が得られる。また結晶粒に光学異方性があると、光は粒界で様々な方向に伝播し散乱するため透過率が低下する。透過率が高い多結晶セラミックスを作製するには、光学異方性のない材料が有効となる<sup>1)</sup>。

原料調合から混合粉碎、成形、焼結にわたる全工程で最適化を行い、気孔を低減させることで、透光性セラミックス「ルミセラ<sup>TM</sup>」が得られた。

### 3. ルミセラ<sup>TM</sup>の特長と応用の可能性 (ガラスとの比較)

ルミセラ<sup>TM</sup>はガラスに匹敵する光透過性をもち、さらにガラスと異なる幾つもの特長を有する。以下に代表的な特長とその応用可能性について述べる。

#### 3-1 高屈折率

ルミセラ<sup>TM</sup>の d 線〔波長  $\lambda = 587 \text{ nm}$ 〕での屈折率は 2.08。図 2 に屈折率とアッペ数の分布図を示す。ルミセラ<sup>TM</sup>は屈折率の高い領域でガラスと棲み分けされる。

図 3 は、ルミセラ<sup>TM</sup>と一般的な光学ガラス (BK7) それぞれ同一形状のレンズを使って焦点距離を比較したものである。ルミセラ<sup>TM</sup>製のレンズを使った場合に焦点距離の短縮効果が

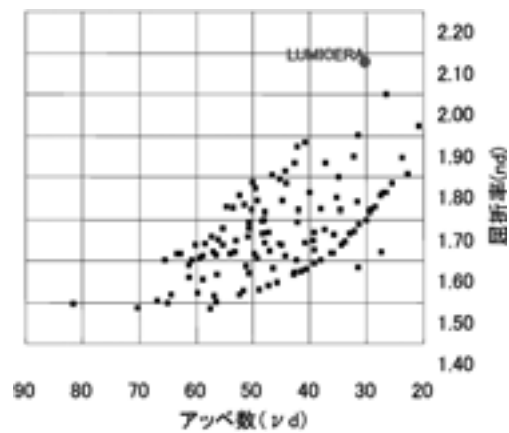


図 2 屈折率とアッペ数の関係

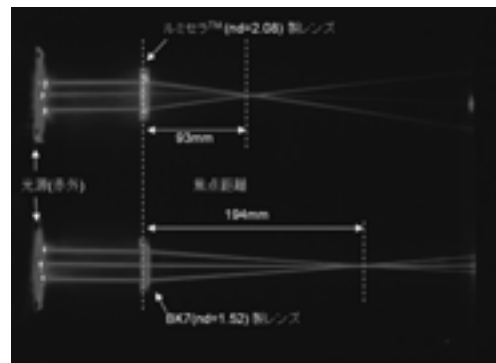


図 3 焦点距離比較 (ルミセラ vs BK-7)

あることが分る。ルミセラ<sup>TM</sup>を利用することによって、光学モジュールやレンズの小型・薄型化なども可能となり、デジカメや携帯電話などへの応用が期待される。

#### 3-2 広帯域透過性

ルミセラ<sup>TM</sup>は可視光領域 (380~780 nm) から中赤外領域まで広い範囲で高い透過性を示す。石英ガラスでは 2500 nm 付近に吸収帯をもち、4000 nm から中赤外領域 (~6000 nm) で透過率が低下するが、ルミセラは同周波数帯でも安定した透過特性を示すことが、図 4 から分る。

この赤外領域の特長を活かした用途では、今

後成長していくと見られる光通信市場や 3-5 μm 帯赤外センサー市場などへ応用が期待される。

### 3-3 その他の特長

ルミセラ™はセラミックスが元来備えている高い強度や耐熱性といった特長もそのまま引き継いでいる。表 1 に代表物性値を示す。

また Pb などの環境負荷化学物質を一切使用せず、地球環境にやさしい材料である。

これら優れた耐環境性などを利用して過酷な条件下(屋外用途や車載用途など)での利用や、

薄型レンズへの展開、また光記録ドライブ市場や映像市場での利用など、さまざまな用途で今後の活用が期待される。

## 4. ルミセラの今後

ルミセラ™は誕生したばかりの新材料であり、今後、新たな用途への応用が期待されている。同時に、特性面でも進化の可能性を秘めており、一例として、屈折率やアッペ数のシリーズ化について早期商品化を目指して取り組んでいる。

セラミックスの特長を活かして、従来の光学材料と棲み分けが図れる新たな光学特性を提案し、光学材料の選択肢の幅を広げていきたい。また、ガラス材料と組み合わせることで、新たな可能性も拓いていきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 「初級セラミックス学」(曾我直弘/著 アグネ承風社).

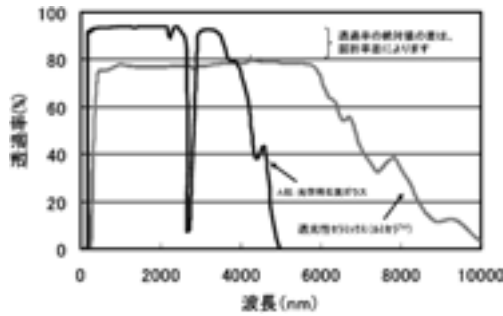


図 4 透過率の波長依存性

表 1 ルミセラ物性値比較

	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	線膨張係数(α × 10 <sup>-1</sup> )		熱伝導率 W/(m·K)	光弾性定数 nm/cm/10 <sup>7</sup> Pa	曲げ強度 (MPa)	スラブ硬度 Hv	屈折率の温度係数 (10 <sup>-1</sup> /°C) at -40~+80°C	
		-30~+70°C	+100~+300°C					546nm	633nm
ルミセラ™	7.5	88	98	3.3	1.58	150	800	2.9~3.0	1.9~2.0
光学ガラス(BK7)	2.5	72	86	1.1	2.79	~100	570	2.3~3.0	2.3~2.7
光学ガラス(SF11)	3.2	89	100	1	2.81	-	550	1.4~2.5	0.6~1.4
樹脂(PMMA)	1.2	600*	-	-	-	110	-	-	-

\*20~70°C