

# セラミックス封止用 レーザーガラスフリットの技術と特徴

白神 徹 (しらがみ・とおる)

日本電気硝子(株)  
電子部品事業部 第一製造部

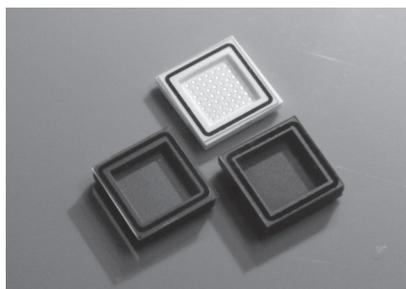
## はじめに

光の透過性を要求される半導体素子のセラミックパッケージとして、イメージセンサやLEDが挙げられる。これらのセラミックパッケージには透明性に優れるガラスリッド(ふた)が使用され、ガラスリッドとセラミックス製キャビティ(容器部)の封止には、樹脂製の封止材料が使用されるのが一般的である。樹脂製の封止材料は、材料が安価で低温封止が可能であるという理由から使用されている。しかしながら、樹脂による封止は、封止強度や気密性、耐久性に課題を抱えており、高い信頼性が必要とされる用途では使用が困難である。その場合の代替材料には、非常に高価な金スズハンダが封止材料として使われている。

また、封止強度や気密性、耐久性に優れる封止材料としてガラスフリットがあるが、低温での封止が難しいため、実装した素子に熱ダメージを与えてしまう。

その課題を解決するために、ガラス同士の封止においてはレーザー光でガラスフリット(以下、レーザーガラスフリット)を局所加熱することにより封止する技術が存在する。この封止技術により、実装した素子に熱ダメージを与えることなく封止できるというメリットがあるが、セラミックパッケージ(またはガラスとセラミックスとの)の封止においては熱膨張係数の差や濡れ性(部材表面に均質に広がり強固に固着・反応する性質)の悪さに起因する封止温度アップの必要性によりガラスリッドが熱衝撃で割れやすくなるなど種々の問題があった。

上記の背景のもと、当社ではガラスリッドとセ



第1図 封止したパッケージの外観

ラミックス製キャビティとの封止に適したレーザーガラスフリットの開発に着手・成功した。

本稿ではこのレーザーガラスフリットについて紹介する。

## 1. レーザーガラスフリットの特徴

レーザーガラスフリットは、低温で軟化するガラス粉末とセラミックフィラー、顔料などから構成される。当社では、レーザーガラスフリットを構成する各材料を新たに開発し、更にそれらを混合する比率や粒度などを最適化することで、これまで困難であったガラスリッドとセラミックス製キャビティとの封止を実現した。

開発したレーザーガラスフリットを使用して封止したパッケージの外観を第1図に示す。写真の下段左から窒化アルミニウム製キャビティ、アルミナ製キャビティ、上段にLTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics, 低温同時焼成セラミックス)製キャビティを封止した気密パッケージである。

開発したレーザーガラスフリットはガラス同士の封止に使用されている従来品と同様に実装した

素子への熱ダメージの軽減が可能で、樹脂封止材料に勝る封止強度や気密性、耐久性を有している。加えて、新たに下記のような特徴を有する。

<特徴>

①セラミックス製キャビティに近い熱膨張係数を有する

従来品はガラスリッドおよびセラミックス製キャビティとの熱膨張係数差が大きいため、レーザー光照射によりレーザーガラスフリットが溶けて封止した後の降温過程においてガラスリッド、セラミックス製キャビティ、およびレーザーガラスフリットの収縮差が大きく、部材が破損し易かった。

そこでレーザーガラスフリットの熱膨張係数を低減させるために、レーザーガラスフリットを構成するガラスやセラミックスフィラーを新たに開発した。新たな組成のガラスを開発することで、従来品を構成していたガラスに比べ、軟化流動性を維持したまま、より低い熱膨張係数にすることに成功した。さらに、熱膨張係数の調整に使用されるセラミックスフィラーは、従来品を構成していたセラミックスフィラーに比べより低い熱膨張係数の材質を新たに開発、採用することで、レーザーガラスフリットの熱膨張係数を低減させることに成功した。(1)式に混合材料の熱膨張係数を求める式を示す。ガラスおよびセラミックスフィラーの熱膨張係数が低くなったことで、レーザーガラスフリットの熱膨張係数を低減させることが可能となった。

$$\alpha F = \alpha g \cdot Vg + \alpha f \cdot Vf \quad \dots (1)$$

$\alpha F$ : レーザーガラスフリットの熱膨張係数,  $\alpha g$ : ガラスの熱膨張係数

$\alpha f$ : セラミックスフィラーの熱膨張係数,  $Vg$ ,  $Vf$ : 体積分率

開発したレーザーガラスフリットの熱膨張係数を第1表に示す。

開発したレーザーガラスフリットは、従来品に比べ10%程度熱膨張係数が低く、したがってセラミックス製キャビティとの熱膨張係数差が小さくなり、部材の破損を抑制することが可能となった。例えば熱膨張係数7.0ppm/°Cのアルミナをキャビティとして使用した場合、熱膨張係数差は80%削減されることになる。

第1表 レーザーガラスフリットの熱膨張係数

	開発品	従来品
熱膨張係数(ppm/°C) 30~300°C	7.2	8.0

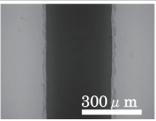
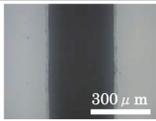
②セラミックス製キャビティとの濡れ性に優れる

従来品は、セラミックス製キャビティとの濡れ性が悪いので、気密封止するためには照射するレーザー光の出力を高くし、高温まで加熱しなければならなかった。しかしながら、瞬間的に過度に高温まで加熱されるので、熱衝撃によるガラスリッドの割れが生じていた。

レーザー光による過度な加熱を抑制するために、レーザーガラスフリットがより低温でセラミックス製キャビティ上において軟化流動するように設計した。具体的には、ガラスとセラミックスフィラーとの混合比と、軟化した際に流動を阻害するセラミックスフィラーの粒度を最適化した。その結果、従来品に比べ熱膨張係数を低減させた上で、より軟化流動性に優れるレーザーガラスフリットを得ることができた。

レーザーガラスフリットの軟化流動性を比較するため、ボタン状の圧粉体(φ10mm)を作製し、アルミナ基板上で510°Cに電気炉で加熱した後の流動径を第2表に示す。また、レーザー封止した後のレーザーガラスフリットの外観、照射したレーザー光の出力、およびレーザー封止後の封止

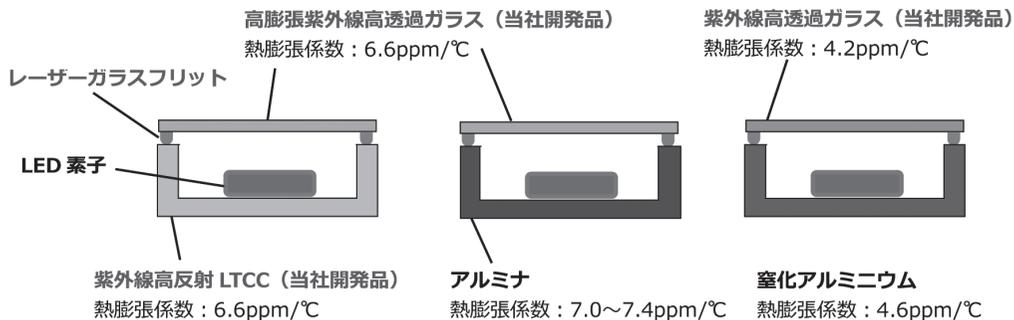
第2表 レーザー光出力と封止後外観  
レーザーガラスフリットの流動性

	開発品	従来品
流動径 510°C	9.7 mm	9.3 mm
封止後外観 (黒色: 封止部)		
レーザー出力*	7.2W	8.0W
封止幅	285 μm	280 μm

レーザー波長: 808nm、スポット径: φ0.5mm

アルミナキャビティと当社製ガラスリッドをレーザー封止

※ 当社設備によるレーザー出力値



第2図 深紫外 LED パッケージの組合せ例

幅を同表に示す。

開発したレーザーガラスフリットは同温度における流動径が従来品に比べ大きいことから、軟化流動性に優れていることがわかる。また、開発したレーザーガラスフリットは従来品に比べ10%程度低いレーザー光出力に関わらず、同程度の封止状態（封止幅）が得られた。これは、従来品に比べ低出力（低温）でレーザー封止ができることを示しており、その結果、熱衝撃によるガラスリッドの割れを抑制することが可能となった。

このようにレーザーガラスフリットの熱膨張係数をセラミックス製キャビティに近づけ、さらに濡れ性を改善することで、従来では実現困難であったガラスリッドとセラミックス製キャビティの封止を実現することができた。

## 2. 今後の課題と用途展開

### <課題>

今後、当製品の展開のためには、レーザーガラスフリットと様々なキャビティ材料の熱膨張係数を整合させ、さらなる低温化という改善が必要になってくる。またレーザーガラスフリットの開発だけでなく、封止プロセスとの両面から改善を進めることで、様々な要求に答えていく。

### <用途展開>

殺菌装置などで用途拡大が期待される深紫外LEDや、過酷な環境での長期信頼性が求められる

車載用セラミックスパッケージなどで信頼性向上や長寿命化に貢献できると考えている。また、2枚のガラス基板で発光素子を封止する有機ELパネルに使用することで、レーザー封止工程のタクトタイム短縮や歩留まり向上が期待できる。

当社からは、今回開発したレーザーガラスフリットを塗布し焼結させたガラスリッドと、新たに開発したレーザー封止に好適なLTCC製キャビティとを組み合わせることで供給することが可能である。なお、LTCC製キャビティのデザインはユーザーからの要望に対応することができ、ガラスリッドも様々な熱膨張係数に対応することが可能である。また、レーザーガラスフリットと有機溶剤を均一に分散させたペースト形態での供給にも対応する。

例として深紫外LEDパッケージの組み合わせを第2図に示す。

## 3. まとめ

当製品は2016年5月にプレスリリースを行い、展示会へも出展した。多くの反響を頂き、サンプル供給を開始した。今回紹介したセラミックスパッケージ用途に限らず、ユーザーからは様々な部材構成におけるレーザー封止の要望が多く、樹脂封止などの従来技術では解決できない課題を抱える用途は非常に多いと考えている。今後は、当社の技術・知見を活かし、市場の要求に素早く対応していくことで新たな用途展開を図りたい。

☆

☆

☆