

# 高光取出し効率を実現した UV 光源用シール材付きリッドの開発

Development of lids with sealing material for UV light sources with high extraction efficiency

間島 亮太

日本電気硝子株式会社  
電子部品事業部 第二製造部

## 1.はじめに

全世界的に大流行している新型コロナウイルスの感染を防ぐ対策として、紫外線 (UV) による殺菌やウイルスの不活化に大きな期待が寄せられている。コロナ禍の企業、大学、研究機関での取り組みにより、UV 光源の感染症への殺菌効果が証明された。また、今後の感染症への向き合い方に変化の兆しがあり、空気殺菌の開発の加速化が見込まれる<sup>1)</sup>。

現在 UV 光源の主流である水銀ランプには、環境負荷が大きい<sup>2)</sup>ため、今後製造や使用が制限される可能性が高い<sup>3)</sup>上、光源サイズが大きく利用範囲に限られることから、汎用性が低いという課題がある。

一方、水銀ランプの代替光源として、低環境負荷、かつ小サイズで利用範囲が広い LED の普及が期待されている。UV 光を発する LED 光源 (UV-LED) はハイパワー化が課題で、その解決のために光取出し効率の高い蓋材 (リッド) を用いる。LED パッケージは素子付きの板状基材にキャップリッドを貼り付けた構造が主流になりつつあり、既に市場投入が報告されている<sup>3),4)</sup>。キャップリッドにより、従来はパッケージ側面で吸収されていた光を取り出すことが可能となった。

以上の背景から、当社はキャップリッドの開発に着手、課題をクリアし、量産化の目途を立てた。本稿では、シール材付きキャップリッドを紹介する。当社のキャップリッドには、スクエア型 (箱形) とドーム型 (おわん形) の 2 種類がある。

## 2.従来の課題

従来のキャップリッドは信頼性、光取出し効率、量産性の 3 点に課題があるため、UV-LED への適用が進んでいない。

課題の詳細を、以下で説明する。

### ①信頼性

従来のキャップリッドは、LED 付き基材との熱膨張係数差が大きい。そのためパッケージ化での熱履歴における、冷却時の部材間の収縮差により、リッドが破損するという課題があった。リッドには高い UV 透過性の実現のために石英が、基材には放熱性のよい窒化アルミニウム (AlN) 等が使用される。しかし、リッドと基材間の熱膨張係数 (石英:0.63, AlN:4.6ppm/°C) の差が大きい<sup>5)</sup>ため、リッドの破損が一定割合で発生した。

### ②光取出し効率

従来の石英製キャップリッドは、十分な光取出し効率が確保できなかった。その理由は、光源から出射された光がリッドを通過する際、光が取り出されるリッド面での吸収や反射による損失があるためである。この損失を抑えるためには、リッド面に反射防止 (AR) 膜を形成することが一般的である。スクエア型リッドは凹面を有するため、リッドの外面には AR 膜が形成できても、リッドの内面に AR 膜を形成することができなかった。また、ドーム型リッドは形状が曲面であるため、均一な膜を形成することが困難であった。

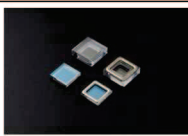


### ③量産性

従来のキャップリッドは、特殊な成形方法や切削加工技術等、量産が難しい製造工程となっている。そのため、安定生産、コスト、リードタイムに課題があった。

## 3.当社キャップリッドの特長

上記の石英製キャップリッドの 3 点の課題を、当社のキャ

表1 リッドの特長比較

項目	スクエア型リッド		ドーム型リッド	
外観				
適用例				
光取出し効率	265nm	280nm	265nm	280nm
	94%	96%	93%	95%
配光角	110°		120°	

チップリッドによって解決することが可能である。表1に、当社のシール材付きリッドの特長をまとめた。課題の解決方法の詳細を、以下で説明する。

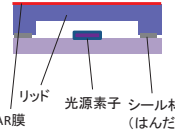
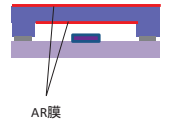
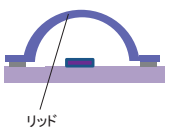
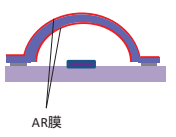
①高い信頼性

当社のキャップリッドは、熱膨張係数差によるリッドの破損不良の発生を抑えるために、基材と熱膨張係数が合ったUV透過ガラス組成を開発し、採用した。また、シール材及び下地膜の工夫による応力緩和を行い、リッドに生じる引張応力が従来の約5分の1にまで低減した。具体的には、従来よりシール材（金錫はんだ）の幅を狭く形成することで、リッドに生じる引張応力を抑えた。これにより、応力によるリッドの破損の発生率を、従来の1%から0.01%未満（※）に抑えることに成功した（※当社調べ）。

②高い光取出し効率

当社は、キャップリッドのUV光の透過性向上技術により、高い光取出し効率を実現した。その結果、当社では光取出し効率がスクエア型で96%、ドーム型で95%を達成した（いずれもLED波長280nm、1チップタイプ）。表2に、各リッドの改善前後の比較結果を示し、以下で各技術を簡単に紹介する。

表2 キャップリッド 成膜技術の改善効果

リッドタイプ	項目	改善前	改善後
スクエア型	形状		
	光取出し効率	92%	96%
ドーム型	形状		
	光取出し効率	89%	95%

UV光の透過性向上の取り組みとして、まず光が透過する部分のリッドの厚みを、機械的強度を担保しつつ薄くした。その上で、殺菌帯域の光透過性をAR膜により向上させた。AR成膜はリッドへの光の入射角度による減衰を抑えた設計と独自の技術により、実現した。また、構造上は成膜が困難なキャップリッドの凹面や曲面への成膜も可能となり、板ガラスへの成膜と遜色ない機能をもったAR膜を形成することができた。

③高い量産性

当社のキャップリッドは、一度に複数個加工する工程で成り立つ。そのため製造コストを抑えることができ、高い量産性を実現した。スクエア型リッドは、2種の板ガラスを高精度に貼り合わせる技術により母材を形成した後に個片化する。ドーム型リッドは、1枚の板ガラスを、当社独自の熱成形技術でドームを形成した後に個片化する。

4.おわりに

当社は各種シール材付きリッドのプレスリリースを皮切りに、多くの反響を頂いてサンプル供給を行ってきた。

我々は、「ポストコロナ」における殺菌用途の光源を中心として需要拡大を見据えている。UV光源の拡販に貢献すべく、リッドの技術を更に磨き、市場の要求に応じた性能と量産の実現に、タイムリーに対応していきたい。

参 考 文 献

- 1) LEDs Magazine Japan 2021.9 p.4-9
- 2) 外務省 HP (2021.01.26)  
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/suigin.html>
- 3) AGC 株式会社 HP (2021.01.26)  
[https://www.agc.com/products/electronic/pdf/calalog\\_data\\_glassfrit\\_pastesproduct\\_jp.pdf](https://www.agc.com/products/electronic/pdf/calalog_data_glassfrit_pastesproduct_jp.pdf)
- 4) 日本ガイシ株式会社 HP (2021.01.26)  
<https://www.ngk.co.jp/product/uv-led-microlens.html>
- 5) CERAMICS JAPAN 2021年4月号 p.269-270

連絡先：  
 〒525-0072  
 滋賀県草津市笠山一丁目4番37号  
 日本電気硝子(株) 電子部品事業部  
 第二製造部  
 間島 亮太  
 Tel:077-565-4541 Fax:077-565-4612  
 ホームページ：<https://www.neg.co.jp>