

安全・安心な水提供をサポートする 高い除菌性能を持つ波長265nm 深紫外LED ～業界トップクラス200mW出力・高耐湿気密封止パッケージ採用～

スタンレー電気株式会社（以下、スタンレー電気）は、波長265nm深紫外LEDの開発を加速している。その背景には、新型コロナウイルスをはじめとした様々な細菌・ウイルスへの感染リスクに対する脅威から除菌ニーズが高まり、市場が拡大していることがある。拡大する市場のアプリケーションは、従来から想定されている水の除菌に加えて、空気除菌、表面除菌があり、例としては浄水器、エアコン、車載機器などが挙げられる。

スタンレー電気は、紫外市場において10年以上の採用実績を持つUV-CCL（冷陰極管ランプ）で培った除菌の知識と経験に加え、自動車ランプ事業における光学技術とLEDの開発および製造技術を生かした深紫外LEDの研究開発を継続している。除菌という社会的な課題に対する解決策として、特に高い除菌効果が確認されている発光波長265nmの深紫外LEDに注力しており、より高い除菌性能を目指し業界トップクラスとなる光出力200mWの高出力品をリリースした。



200mW高出力 265nm深紫外LEDシリーズ
ZEUDE265（4素子）とZHUDE265（1素子）
ドーム型レンズの気密封止パッケージ採用

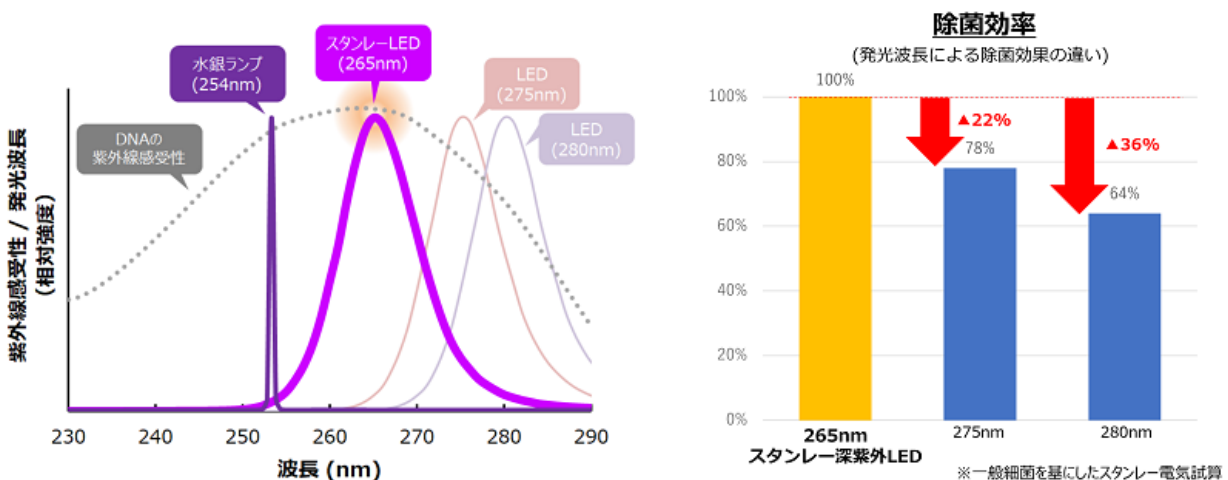
波長265nmの除菌効果

新型コロナウイルス感染症の広がりとともに、深紫外除菌技術が今まで以上に注目されている。深紫外線の除菌には、除菌対象は何か、光源から対象までの距離、光源の発熱等を考慮し、除菌目標値が達成できる適切な深紫外LEDを選択する必要がある。深紫外LEDの除菌効果に大きな影響を与える特性として、深紫外LEDの「発光波長」、「出力」、「寿命」が挙げられる。また、深紫外LEDの除菌効果はデータシートに記載されている仕様値だけからでは計ることは困難なため、実使用環境条件での除菌力の比較が重要になる。

深紫外LEDの発光波長による除菌効果の違い

紫外線除菌の原理は、微生物のDNAやRNAに作用して増殖機能を抑制し感染力を奪う不活化である。DNAなどには紫外線に対する感受性があり、感受性は紫外線の波長によって大きく変化する傾向があり、感受性が高い波長であるほど除菌効果が高くなる。

下図は、深紫外LEDの発光スペクトルとDNA紫外線感受性の関係、そして発光波長別の除菌効果を示したグラフである。これらのグラフから、265nm、275nm、280nmの3種類の波長の中でDNAの紫外線感受性が最も高いのは265nmで、265nmの波長の除菌効果に対して275nmおよび280nmは除菌効果が劣ることがわかる。



除菌性能の確認方法

不活化に必要なエネルギー（mJ）は「LED照度×照射時間」で定義され、除菌性能は「①光出力×②除菌効率×③実使用時の出力維持率」によって決まる。

深紫外LEDは通常のLEDと比較して発熱量も多いため、③実使用時の出力維持率も重要なファクターになる。したがって、より高い除菌性能を実現するためには、DNAの紫外線感受性が最も高い265nmの発光波長において、高出力かつ、高温時出力維持率が高いことが重要になる。

スタンレー電気の深紫外LEDの特徴

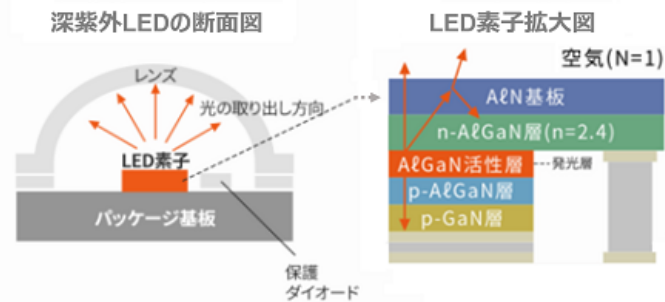
スタンレー電気の深紫外LEDは、現在流水浄化に使用されている水銀ランプの代替用途として、主なアプリケーションを水除菌と想定しているため、耐湿性の高い気密封止パッケージを採用。また、独自技術によって高い除菌性能と信頼性における優位性を実現した。以下に、そのために用いられた鍵となる技術を紹介する。

最初に説明のベースとして、スタンレー電気製深紫外LEDの強み、断面図およびLED素子の拡大図を示す。

スタンレー電気深紫外LEDの強み

■ 除菌性能(波長×高出力)+長寿命

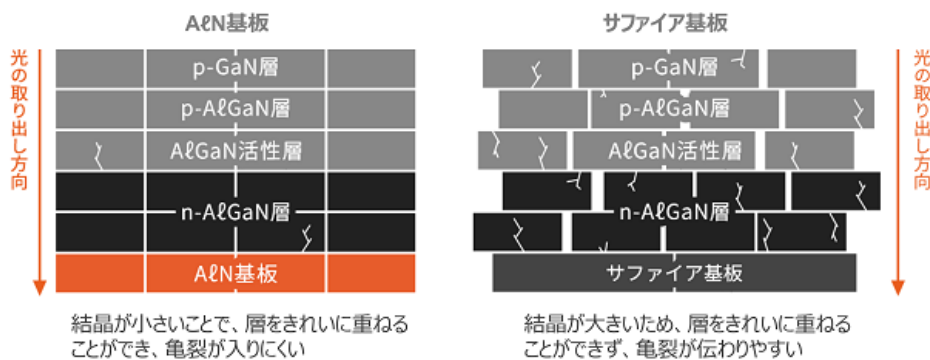
- ✓ 短時間除菌
- ✓ 耐湿構造不要
- ✓ 光源交換低減
- ✓ 光源ユニットの小型化
- ✓ LED員数低減
- ✓ 車載用途
- ✓ 部材コスト低減



LED素子：結晶欠陥の少ない基板材質を採用

多くの深紫外LEDの基板には、青色LEDに用いられているサファイア材質が使われているが、結晶の粒の間隔（格子定数）が大きいいため、基板の積層に亀裂が入りやすく、特に265nmのように短い波長の積層は難しいとされている。亀裂が入ると発光効率が下がり、小電流を流しただけでLED素子の温度が高くなり効率が落ちてしまう。

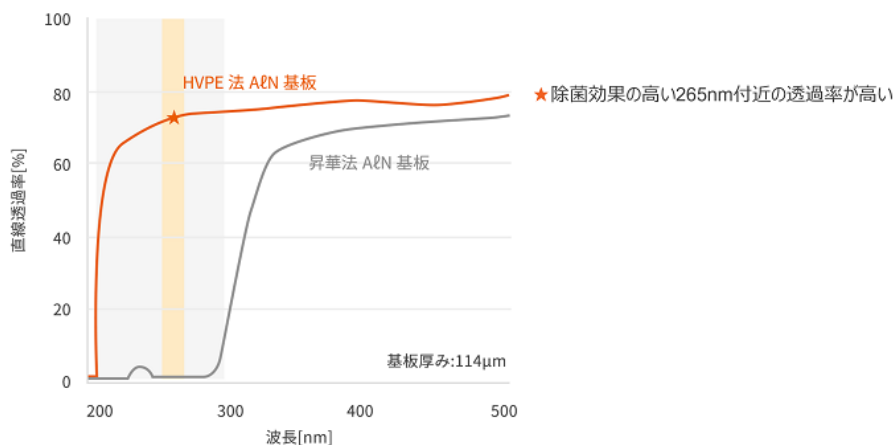
スタンレー電気は効率の高い265nm波長のLEDを実現するために、アルミニウム（Al）と窒素（N）からなるAlN（窒化アルミニウム）基板を採用している。AlN基板は結晶の粒の間隔が小さく、きれいな積層構造を作ることができるため、結晶欠陥が少なく亀裂が入りにくい特徴を持つ。しかしながら、製造には高度な技術が必要とされるため、スタンレー電気は世界有数のAlN基板技術を保有する米ヘキサテック（HexaTech）社を2019年に子会社化して技術強化を行い、AlN基板の自社製造を可能にした。これにより、高出力かつ高効率な265nm波長のLEDの開発を推進している。



LED素子：厚みがあるにも関わらず透過率の高い積層基板を実現する生成方法

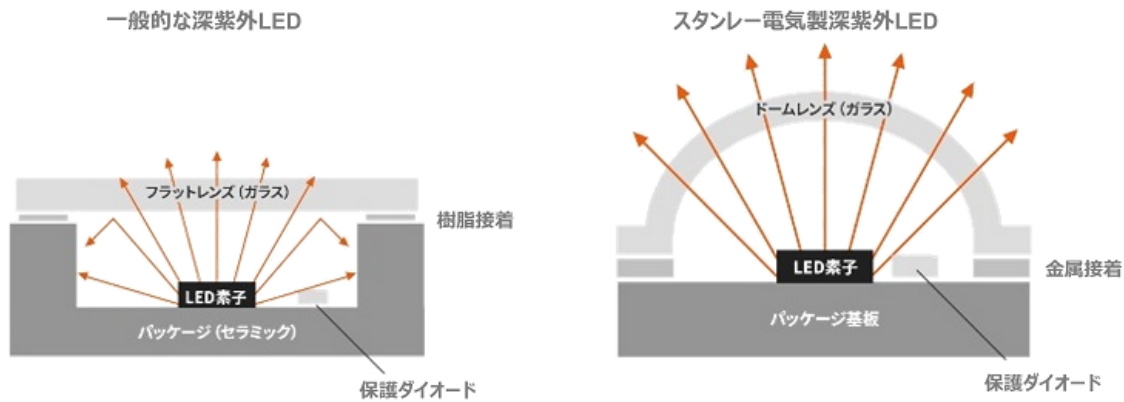
LED素子に関して2つ目の技術となるのは、素子から発光される光をより効率よく取り出す（光取り出し効率）ための技術である。AlN基板はLED素子の窓のような役割を果たし、透過性が高いほど多くの光を取り出すことが可能である。また基板に厚みがあることで、製造プロセスにおいて取り扱いの難易度が軽減される。つまり、基板は「高い透過率+厚み」を持つことが重要になる。しかし一般的な結晶成長方法である「昇華法」では、結晶の中に不純物が入ることで透過率が低下し、厚みを持たせるとさらに透過率が下がる。

この課題に対してスタンレー電気では、「HVPE（ハイドライド気相成長）法」という技術を採用した。HVPE法によるAlN基板は、従来の昇華法AlN基板に比べて波長300nm以下（下図の★印が除菌効果の高い265nm付近）の透過率が格段に高く、光を効率よく取り出すことができる。このように、素子から強く発した光を、より効率よく取り出すことで高効率を実現している。



パッケージ構造：ドーム型レンズの使用と信頼性の高い気密封止パッケージ

LEDパッケージには、素子が発する光をできるだけ損なわずに外に出すことが求められる。一般的に採用されているフラット形状のガラスレンズに基板を接着させる方式は、パッケージに起因する光の損失が大きいことが課題になっている。スタンレー製265nm深紫外LEDは、ドーム型のガラスレンズを採用することで、この課題に対処している。その構造からフラットレンズに対して光の損失や減衰が少ないことがわかる（下図参照）。



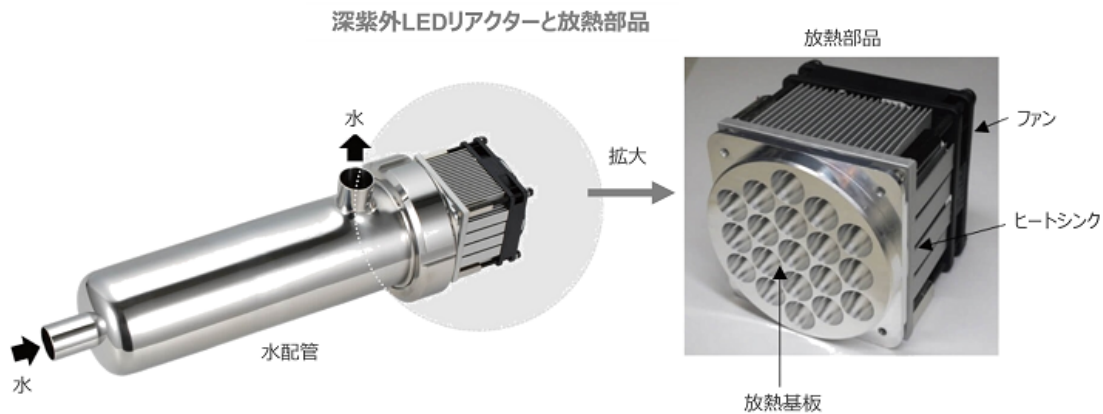
また、深紫外LEDは外部環境の影響を受けやすく、特に湿気がパッケージ内に入り込むと突発故障により発光しなくなったり、急激に出力が低下したりする可能性があるため、湿度に対しては注意を払う必要がある。スタンレー製の深紫外LEDは、一般的な樹脂接着ではなく、レンズとパッケージを金属で接合して封止する気密封止構造を採用することで、高い耐湿性と信頼性を確保している。また、製品に対する耐湿動作保証も行っている。

水除菌用モジュールに応用されている光学技術

自動車ヘッドランプで培った技術：熱マネジメント

深紫外LEDが光源として用いられている除菌製品において、LEDから放出される熱のマネジメントは、モジュールや完成品等の製品化にあたり解決すべき技術的課題の1つである。LEDが損失する電力は熱となりLEDの寿命を短くする原因になるため、LEDが実装される基板や周りのモジュールを含めた熱マネジメント技術は重要なポイントになる。

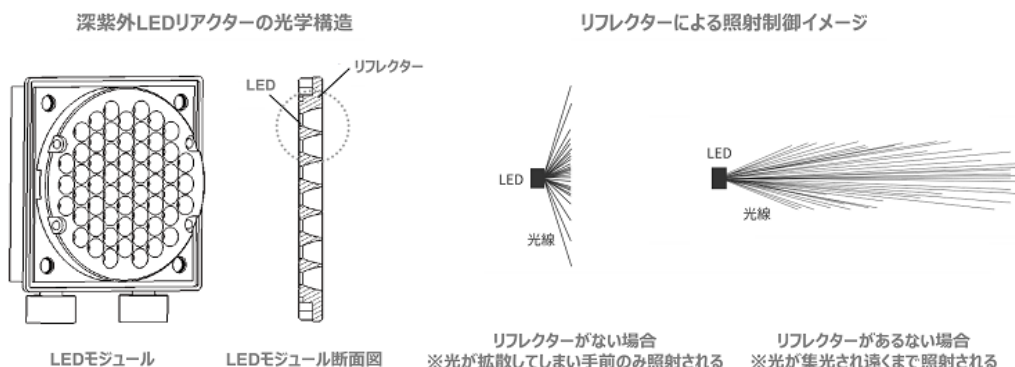
深紫外LEDリアクターのヒートシンクには、自動車ヘッドランプで培った最大限の小型軽量化を行いつつ放熱性能を高める技術が用いられている。この熱マネジメント技術の応用により、深紫外LEDリアクターの機能特性に合う小型で軽量の放熱部品を実現している。



自動車ヘッドランプで培った技術：光学設計

自動車ヘッドランプの配光技術は、深紫外線製品の開発にも活かされている。紫外線は除菌効果を持つと同時に、人体にも悪影響をもたらす可能性のある光でもあることから安全な活用が必要となる。

上記の深紫外LEDリアクターにおいては、照射の制御に樹脂レンズではなくリフレクター技術が用いられている。樹脂レンズは紫外線により劣化するので使用できないため、多数のLEDに合わせてリフレクターを最適配置することで各LEDの配光を制御し、配管内に流れてきた水などに対して深紫外線を均等に照射し除菌できる仕組みとなっている。



アプリケーションと今後の応用

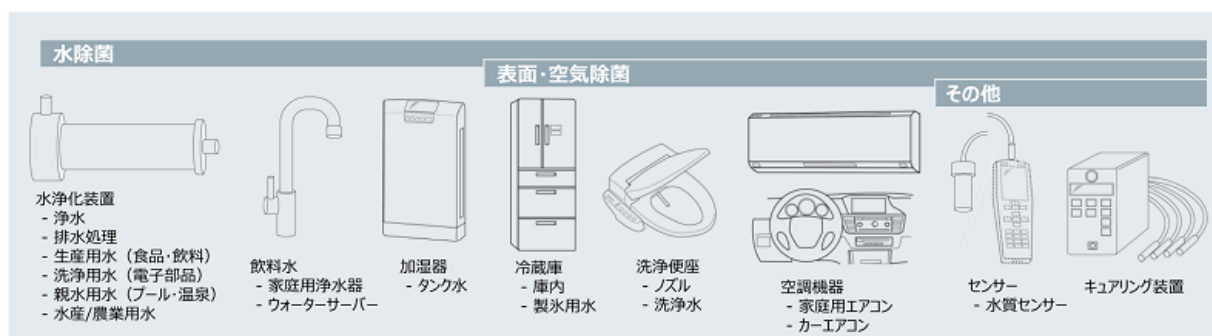
ZEUDE265およびZHUDE265は、高い除菌性能を実現するために265nmの発光波長と200mWの高光出力を実現した深紫外LEDシリーズである。主なアプリケーションは水除菌、空気除菌、表面除菌となっており、特に水除菌に長く使用されている従来の水銀ランプの代替用途として想定されている。

水銀ランプと比較した際のメリットは、コンパクト化、点灯時の立ち上がりの速さ、点灯・消灯の繰り返しに強いことに加えて、近年の環境問題において重要課題である水銀フリーを実現できることが挙げられる。また、塩素では不可能だった有害な微生物、クリプトスポリジウムの不活化を可能としており、深紫外線除菌は安全・安心な水を世界中に提供できる技術として、今後の活用が広がっていくと期待されている。

★水銀ランプに対するメリット

- ・ 除菌性能の高い発光波長（265nmの場合）
- ・ コンパクト
- ・ 水銀フリー
- ・ 点灯時の立ち上がり早い
- ・ ON/OFF繰り返し点灯に強い

アプリケーション例



製品ラインアップ

製品名		ZEUDE265 (4素子)	ZHUDE265 (1素子)	単位	
基本特性	ピーク発光波長	λ_p	265		
	光出力	P_o	200		
	順電圧	V_F	28.0	7.5	V
	順電流	I_F	400	1,700	mA
最大定格	ジャンクション温度	T_j	100	100	℃
	熱抵抗(※1)	$R_{th(j-s)}$	3.3	3.0	℃/W
	動作温度	T_{opr}	-30~+85		℃
	保存温度	T_{stg}	-40~+100		℃
外形寸法		L×W×H	4.1×4.1×3.0		mm

※上記仕様は変更になる可能性もある

※1：ジャンクション-はんだ付け部

まとめ

スタンレー電気は自動車ヘッドランプで培った技術力ベースに、AlN基板の採用をはじめとする独自技術を組み合わせることにより、業界トップクラスの除菌性能を可能にする深紫外LEDを実現した。深紫外LEDはこれまでのスタンダードであった水銀ランプに代わる紫外線光源として期待されており、様々なアプリケーションでの活用が見込まれる。一方、課題は発光効率向上とさらなる高出力化が挙げられる。スタンレー電気は今後、光源からモジュール、完成品まで自社による一貫設計生産体制を持つ強みを活かして、深紫外LEDのさらなる高出力化を推進し、今後採用領域が広がると考えられる市場において全世界での高シェア獲得を狙う。

関連情報

- [200mW高出力 265nm深紫外LEDシリーズ製品情報](#)
- [スタンレー電気の深紫外線 265nm LEDの技術](#)
- [スタンレー電気の深紫外線技術の強み](#)
- [スタンレー電気製LED光源の優位性](#)
- [除菌ニーズとアプリケーション：水除菌、表面除菌、空気除菌](#)
- [Aℓ NUV製品](#)
- [お問い合わせ](#)

スタンレー電気株式会社

〒153-8636 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
Tel : 03-6866-2222 (大代表) Fax : 03-6866-2678
URL : <https://www.stanley.co.jp/>
© STANLEY ELECTRIC CO., LTD.