

# Application Note

## (UVC LED Assembly)

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  <b>WARNING</b>                                                                                                            |
|                                                                                     | <b>UV LED</b><br>High intensity ultraviolet light<br>Eye and skin hazard -avoid exposure to eyes/skin<br>Do not look directly at light -use eye protection<br>Use warning labels on systems containing UV LED |

## 1. LEDの駆動について

### ● 安定した発光出力と信頼性確保のため定電流での駆動を推奨します。

#### 1-1. はじめに

##### 特性把握の重要性について

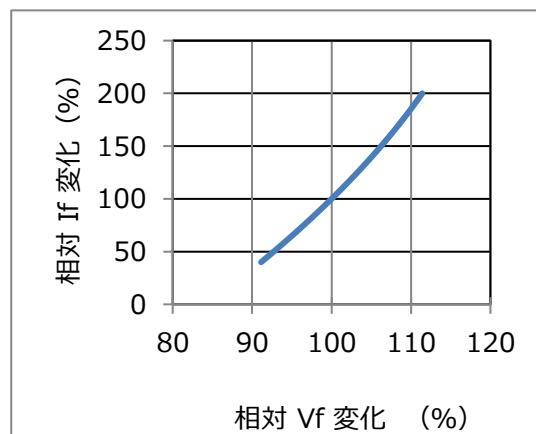
半導体製品であるLEDには様々な要素があるため、駆動するにあたっては、諸特性について事前に把握する必要があります。例えば順方向電圧：Vfの変動に対し、順方向電流：Ifが大幅に変動します。図1-1に示した例では、温度条件が一定の場合、Vfが10%上昇するとIfは80%以上の上昇率となります。

Ifの変動は、LEDの発光や発熱に大きく影響します。特に高出力の照明用LEDは、大電流で駆動するため、Ifの厳密な制御が求められます。

また、Vfは温度により変動しますので、LEDに対する放熱措置なども非常に重要です。

弊社製のLEDを駆動される場合には、必ず当該製品の仕様書ならびにアプリケーションノートをご覧ください、諸特性に応じた措置をお取り下さい。

図1-1. Vf-If 特性



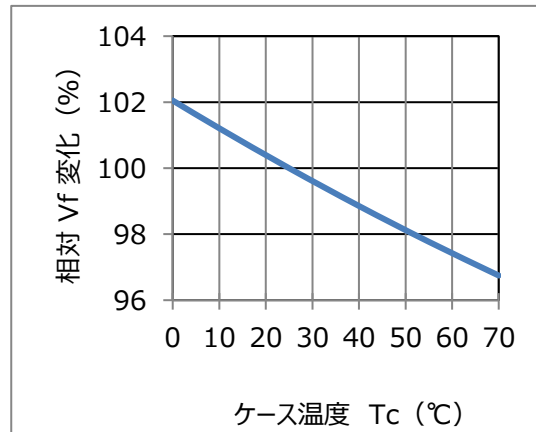
#### 1-2. 定電流駆動方式（推奨）

##### 安定した駆動のために

発熱などによりVfが変動するような条件下においても、一定の電流をLEDに供給し続ける方式を「定電流駆動方式」といいます。この方式を採用することで、環境条件などが変化しても比較的安定した駆動が可能となります。

一般的にLEDは、温度が上昇すると、一定の電流を流すためのVfが低下する傾向があります（図1-2）。弊社においては、安定した発光出力と信頼性確保の観点から、定電流駆動方式を推奨しています。

図1-2. Tc-Vf 特性



### ● 定電圧駆動では、温度変化によって明るさが不安定になる場合があります。

#### 1-3. 定電圧駆動方式

##### 定電圧で駆動する際の注意点

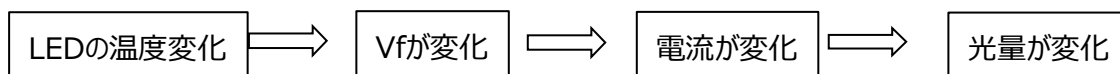
一定の電流を保つ定電流駆動方式に対し、一定の電圧で駆動する方式を「定電圧駆動方式」といいます。

前項で触れたとおり、LEDは温度が上昇すると、一定の電流を流すためのVfが低下する傾向があります。例えば図1-2の場合ケース温度：Tc=25℃に対しTc=70℃では約3%低いVfで同じ電流が流れます。別の見方をすると、ある一定電圧でLEDを駆動した時、温度が上昇するとより大きな電流が流れることになります。

定電圧駆動を行った場合、環境温度の変化等によりLEDの温度が安定しない条件では図3に示すように、温度変化がVfの変化電流の変化につながります。LEDの明るさは電流に依存しますので、結果として明るさが不安定になる場合があります。

従って定電圧駆動を行う場合には実使用状態の温度を想定し、電流制限抵抗を接続する等、適切な措置を取る必要があります。

図1-3. 定電圧駆動の不安定性



## 1-4. 突入電流に対する注意事項

### 最大定格値を超えない措置を

UVC LEDアセンブリをコンデンサなどの容量性負荷に接続している場合、ON-OFF時に瞬間的な突入電流が発生する可能性があります。例えば通電状態にある電源回路の2次側で、ON-OFF操作をした場合などが挙げられます。

極力、突入電流などの発生を回避した使用を推奨しますが、発生が避けられない場合には、当該LEDの絶対最大定格値を超えないような措置をお取り下さい。

## 1-5. 複数のLED間の接続について

### 直列接続を推奨

同一のUVC LEDアセンブリ製品を複数接続する場合、直列で接続すると、UVC LEDアセンブリに流れる電流が均一となります。安定した発光出力と信頼性確保の観点から、弊社では、直列接続を推奨します。

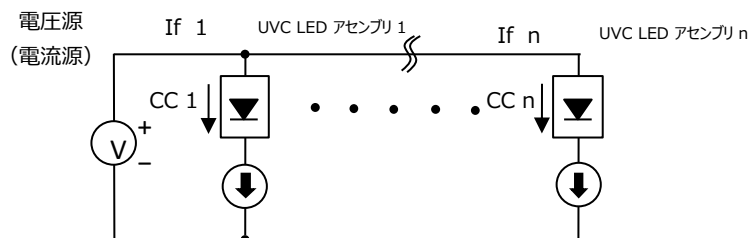
また、並列で接続する場合には、各UVC LEDアセンブリ間でのVfのバラツキを考慮する必要があります。並列接続された状態で、異なるVf特性を持つ各UVC LEDアセンブリに均一な電流を流すためには、実使用温度条件を考慮した上で、適切な電流均整用抵抗器を各UVC LEDアセンブリに対して直列接続するなどの措置が必要となります。

## 1-6. LED並列接続について

下記にUVC LEDアセンブリ n個を並列接続する場合の例を示します。

### 定電流回路を設ける場合

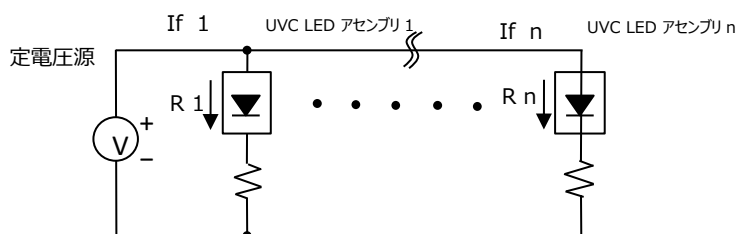
図1-4. 各UVC LEDアセンブリ列に定電流回路を設ける場合の例



- If 1, If n  
⇒各UVC LED アセンブリの電流
- CC 1, CC n  
⇒定電流回路

### 電流制限抵抗を設ける場合

図1-5. 各UVC LEDアセンブリ列に電流制限抵抗を設ける場合の例



- If 1, If n  
⇒各UVC LED アセンブリの電流
- R 1, R n  
⇒電流制限抵抗

## ■ 2. 放熱設計

### ● LEDが発した熱を効率的に伝導できる、放熱構造となっています。

#### 2-1. はじめに

##### 放熱構造の重要性について

UVC LEDの発光素子は投入電力に応じた光と熱を発します。しかし、UVC LEDパッケージの表面積は非常に小さく、パッケージレベルでの大気中への熱放射はほとんど期待できません。そのため、ヒートシンクなどの外部放熱器が必要となり、その放熱器との接続部位までは、主に熱伝導を利用した放熱構造となります。

UVC LEDパッケージでは、発光素子のジャンクション温度： $T_j$  [°C]の管理が大変重要であります。が $T_j$  [°C]を直接的に測定することは困難であるため、UVC LEDアセンブリの外郭部の特定部位の温度（ケース温度）： $T_c$  [°C]を測定し、仕様書の絶対最大定格以下にする必要があります。

本書では、UVC LEDアセンブリの詳細な放熱構造を示すとともに、機器などの熱設計時に必要な資料を提供する事でUVC LEDアセンブリの持つ性能を最大限に活かしていただく事を目的としています。

#### 2-2. UVC LEDアセンブリ構造と動作範囲

##### ジャンクション温度把握のために

UVM001を外部ヒートシンクに接続した場合の断面構造例を図2-1に示します。UVC LEDとアルミニウム基板を半田実装している積層構造になっています。

UVC LEDアセンブリ外郭部のアルミニウム基板面は、放熱性のTIMを介してヒートシンクに熱的に接続されます。

前述したように、発光素子のジャンクション部で発生する熱は主に熱伝導を利用しUVC LEDパッケージ→半田→アルミニウム基板→TIMを介して、ヒートシンクに伝わります。

ここで、UVC LEDのジャンクション部からパッケージ外郭部のアルミニウム基板面までの熱抵抗が $R_{j-c}$ となり、UVC LEDアセンブリ固有の熱抵抗値となります。従って、以下の式が成り立ちます。

$$T_j = R_{j-c} \cdot P_d + T_c$$

さらにパッケージ外部のTIMの熱抵抗は $R_{-TIM}$  [°C/W]、ヒートシンクの熱抵抗は $R_h$  [°C/W]、周囲環境温度は $T_a$  [°C]となります。

図2-2は図2-1の断面図に沿った等価熱抵抗を示しています。

このように、ジャンクション温度： $T_j$ と周囲環境温度： $T_a$ の間に、熱抵抗 $R_{j-c}$ 、 $R_{-TIM}$ 、 $R_h$ が直列に接続されることとなります。

ここで、パッケージ外の熱抵抗である $R_{-TIM}$ と $R_h$ をまとめて熱抵抗 $R_{c-a}$ とすることもできます。

つまり、以下の式も成り立ちます。

$$T_j = (R_{j-c} + R_{c-a}) \cdot P_d + T_a$$
$$T_c = R_{c-a} \cdot P_d + T_a$$

仕様書の製品図に記載の $T_c$ ポイントにて、最大定格を超えないようにケース温度( $T_c$ )－順電流特性を確認して使用して下さい。

図2-1. UVM001の断面構造図

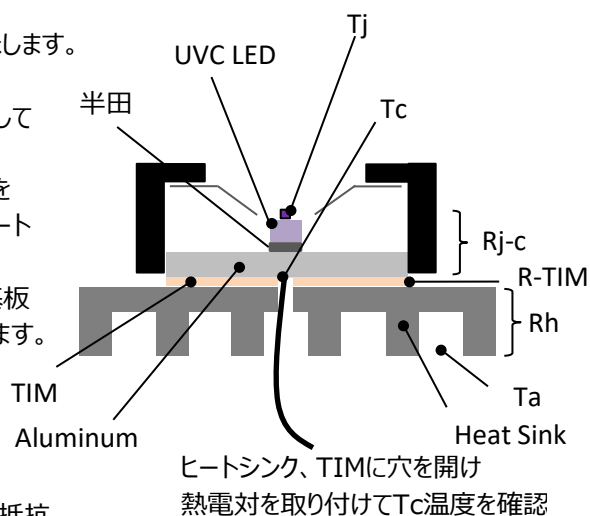
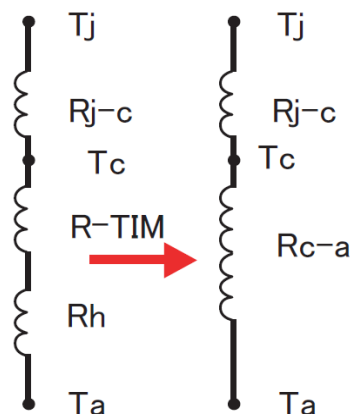


図2-2. UVM001の熱抵抗接続



## ■ パッケージ外熱抵抗と周囲環境温度の相関を 外部放熱機構を設計する上での参考としてお役立て下さい。

### 2-3. UVC LEDアセンブリ外の熱設計

#### 外部放熱機構のポイントについて

パッケージのTcを規定温度内にするための外部放熱機構の目安をつけることができます。

放熱用TIMとヒートシンクを合わせたパッケージ外熱抵抗：Rc-a[°C/W]は、投入電力：Pd[W]、および周囲環境温度：Ta[°C]ならびにパッケージ熱抵抗：Rj-c[°C/W]で制限されます。

つまり、

$$T_j = (R_{j-c} + R_{c-a}) \cdot P_d + T_a \quad R_{c-a} = (T_j - T_a) / P_d - R_{j-c}$$

これを変形すると、

$$R_{c-a} = -T_a / P_d + T_j / P_d - R_{j-c}$$

となります。

ここで、Tjが最大Tj (Tj max) とした時のRc-aはTjを規定温度内にするための目安となります。

一方、Rc-aとTcの関係は下式で表すことができます。

$$T_c = R_{c-a} \cdot P_d + T_a$$

これを変形すると、

$$R_{c-a} = (T_c - T_a) / P_d$$

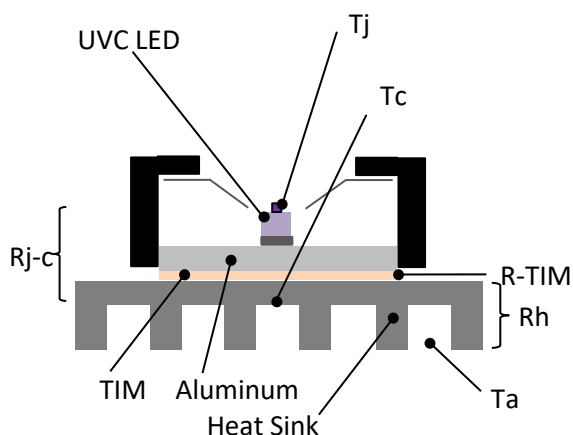
ここで、Tcが最大Tc (Tc max) とした時のRc-aはTc規定温度内にするための目安となります。

外部放熱部材選定の際には上記をひとつの目安としていただき、最終的には実機による熱検証をお願い致します。

複数のUVM001を一つのヒートシンクで取りつける際には、隣り合う製品同士間での熱の干渉が発生して、放熱が悪くなります。そのため、取り付け距離を十分に確保、ヒートシンクを大きくしたり、ファンなどの併用をして冷却できていることを確認してください。

- ★ UVM002/UVM003は、ヒートシンク付きの製品であるため、仕様書の製品図記載のヒートシンクの図2-3のTcポイントにて、最大定格を超えないようにケース温度(Tc)－順電流特性を確認して使用して下さい。詳細はデータシート参照をお願いします。

図2-3. UVM002/UVM003の断面構造図



ヒートシンクは、設置方向によって性能が異なります。  
温まった空気がヒートシンク付近に留まらないようにすることが重要です。  
最終状態での設置でTc温度確認をしてください。

## ■ 3. UVC LEDアセンブリの取り扱い上の注意

### 3-1. はじめに

#### UVCとは、

紫外線は、可視光線よりも波長の短いものとなり、一般に紫外線と呼ばれるものは、100～400nmの波長を持つ電磁波の総称であります。図3-1の通り、紫外線は波長により、さらに3つの領域に分別されており、UVC(200～280nm)、UVB(280～315nm)、UVA(315～400nm)と呼ばれております。(IEC国際電気標準により)

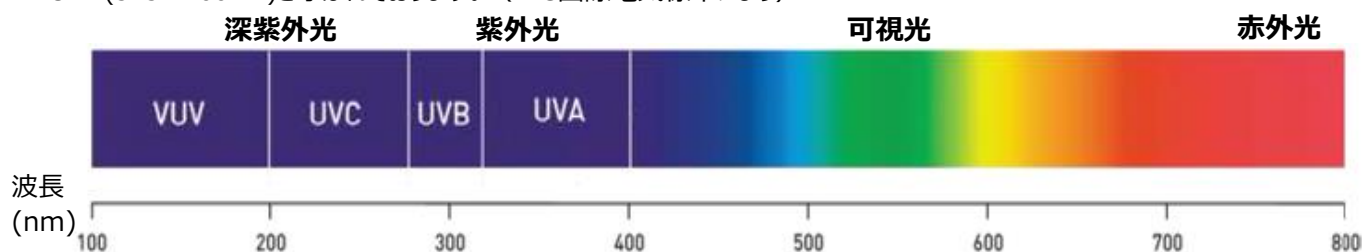


図3-1 波長別分類

当製品に搭載されるUVC LEDはピーク波長が260～270nmのUVC波長帯域のLEDとなります。

UVC光は、地球上の自然界には存在しておらず、人工的に作り出された光で第2次世界大戦以前から殺菌灯として広く使われていますが、近年では殺菌灯に加え、図3-2の通りUVC LEDによる殺菌・ウイルス不活化の殺菌効果があり、図3-3等放射パワーに対する波長別殺菌効果に示す通り、強い殺菌作用を有するため、生体にも危険性が高いので取り扱いには十分注意してください。

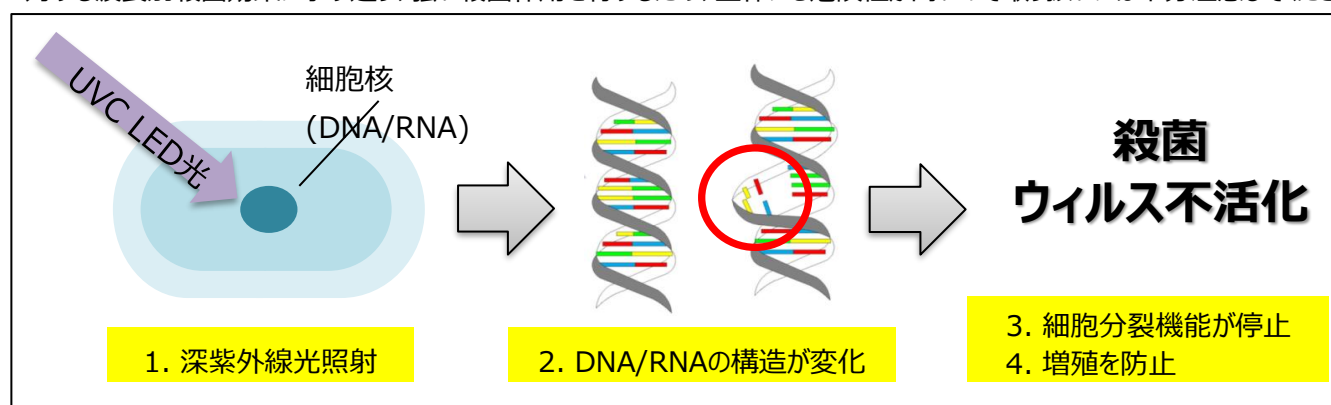


図3-2 UVC LED光による殺菌、ウイルス不活化のプロセス

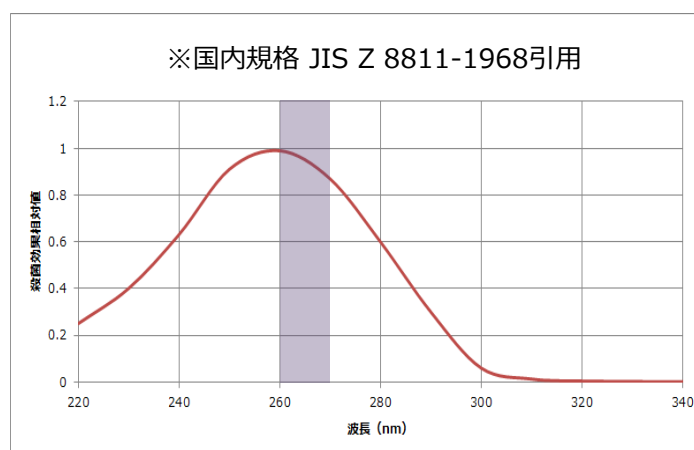


図3-3 等放射パワーに対する波長別殺菌効果

## 3-2. 紫外線による主な生物及び人体作用

### 紫外線による主な人体への影響

波長帯域ごとの人体への影響を参考として図3-4の通りになります。

| 紫外線の種類    | UVA       | UVB                                         | UVC                       |
|-----------|-----------|---------------------------------------------|---------------------------|
| 波長領域 (nm) | 400 ~ 315 | 315 ~ 280                                   | 280 ~ 200                 |
| 人体への影響    | 皮膚の日焼け    | DNA損傷反応<br>皮膚の日焼け<br>皮膚がん<br>目の角膜炎<br>目の白内障 | DNA損傷反応<br>皮膚がん<br>目の角結膜炎 |

図3-4 紫外線による主な人体への影響

人間の目と皮膚が浴びることができる紫外線の許容限界値（TLV: Threshold Limit Value）は、国際的に承認されており、JIS規格としても制定されておりますが、本製品のUVC光を直視したり、直接皮膚に浴びないようにしてください。

波長、放射照度、照射時間により影響度は異なりますので、使用する際には十分確認し曝露されないようにしてください。

TLVとは、Threshold Limit Valueの略号でACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists 米国労働衛生専門官会議) が決めた諸因子に対する安全規定値であります。

取り扱う際には、曝露に対するリスクを減少させるために、保護メガネ、手袋長袖、長ズボン、マスク着用などのガードが有効です。

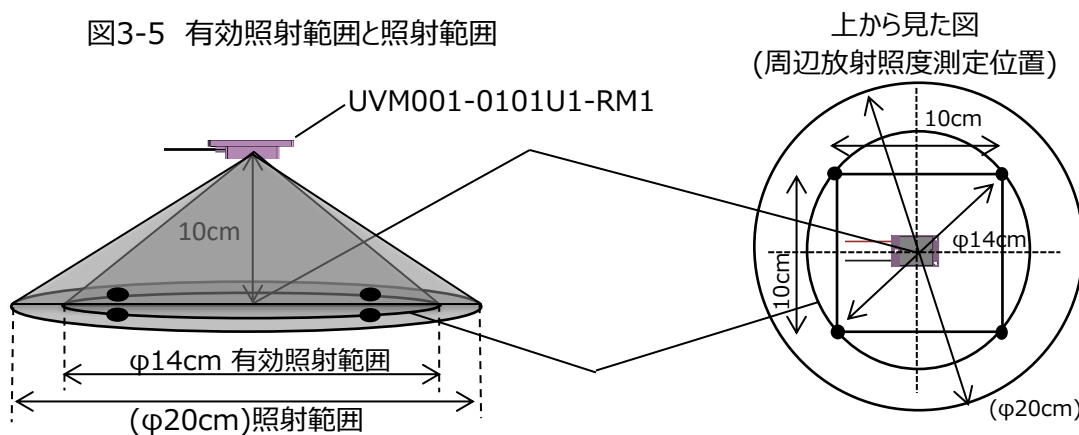
## 3-3. UVC LED アセンブリ取り扱い注意事項

- 本製品は深紫外線(UVC)を発光する製品です。  
UVC は細胞に強い影響力を持っていますので、直接、身体に暴露することは危険です。
- JISZ8812では紫外線の許容量が定められており、260nmの場合、 $4.6\text{mJ}/\text{cm}^2$ （1日8時間）、270nmの場合、 $3\text{mJ}/\text{cm}^2$ （1日8時間）となっております。  
長距離でも人体に影響が出る恐れがありますので、UVC光を直視しないでください。  
また、直接人体に照射されないよう必ず紫外線をカットする防護めがねや手袋を使用するなど対策をしてください。  
点灯中はUVC光を直視しないでください。眼の痛み・視力障害の恐れがあります。  
また、直接光のみならず反射光にも注意下さい。  
UVC光を直接皮膚に照射すると皮膚の炎症を起こす恐れがあります
- 分解や改造すると、落下や火災、感電、けがの原因となります。
- 濡れた手で電源線を抜き差ししたり、製品の操作をすると、感電の原因となります。



- 異臭や煙が出たら、すみやかに使用を中止してください。火災や感電の原因となります。
- 製品を覆ったり密閉すると内部に熱がこもり、火災や故障の原因となることがあります。
- 除菌用途以外の目的では使用しないでください。
- 製品に強い衝撃を与えたり、落としたりしないでください。また、照射部を触ったり、物を置いたりしないでください。故障や思わぬ事故の原因となります。
- 植物は紫外線に対して敏感です。植物の種類によっては、葉がしおれ、枯れてしまうことがあります。
- 本製品の電源系統は、照明器具やその他の機器と別系統にしてください。
- 紫外線は壁紙、樹脂製品などを劣化させます。また近距離で照射すると急激に変色する恐れがあります。光が照射される対象物の劣化、変色にはご注意ください。
- 照射中、照射直後は照射窓及びその周辺部は高温になっている可能性があります。照射窓やその周辺部には触らないようお願いいたします。
- 紫外線曝露によるお客様または第三者に生じた人的、物的損害に対し弊社はその責任を負うものではありません。
- 照射範囲外でのUVC光が人体及び照射物に影響が無いことを確認し使用してください。  
例 UVM001-0101U1-RM1の場合、有効照射範囲外においても照射範囲として約φ20cmになります。図3-5参照。  
使用設置状態でも異なる可能性がありますので必ず使用環境での確認をお願いします。

図3-5 有効照射範囲と照射範囲



- 本製品は特性が安定する定格電流の±10%での使用を推奨します。
- 雷サージなどの過電圧が本製品に加わらないようにしてください。
- 本製品は、高温高湿条件下で継続使用されますと劣化が促進され、放射束低下を招く恐れがありますので、事前に検証を行い使用してください。
- 本製品は、結露する環境で使用しないでください。結露環境下で使用した場合、リークを発生し、放射束低下に至る可能性があります。



## ● UVC LEDアセンブリの取り扱い上の注意 詳細 1

### トレイ取り出し時の注意点

UVC LEDアセンブリ製品 UVM001は、静電気対策トレイにて納品されます。トレイを運搬する際は、トレイ外周部を持ち、搬送してください。トレイ内部（製品収納部）へ、外力が加わるとトレイ底面が製品に干渉し、不具合に至る可能性がありますので、指等が接触しないよう注意してください。図3-6参照。

UVM002/UVM003などのUVC LEDラインアセンブリは、発泡ポリエチレンのクッション材に製品が、ポケット収納して納品されます。トレイを運搬する際は、UVM001同様に注意してください。

図3-6 トレイ持ち方について



製品をトレイから取り出す際には塵埃、水分、油分に曝される恐れのない平らな場所での取り扱いをお勧めします。

製品をトレイから取り出すときは静電防止手袋等を使用し、素手で製品に触れないようにしてください。図3-7参照。

また、ピンセットのような先端の鋭利なものでの取扱いは製品の損傷の恐れがありますので、ご使用にならないでください。

図3-7 トレイ取り出し時の注意事項



## ● UVC LEDアセンブリの取り扱い上の注意 詳細2

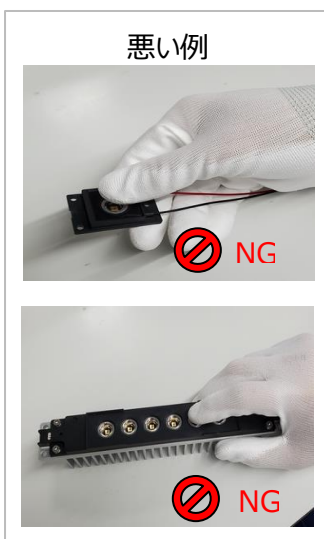
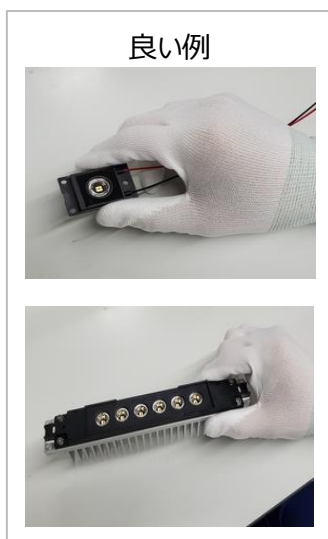
### 持ち方の注意点

製品の持ち方により、光学特性や製品寿命にダメージを与える恐れがあります。

特に、UVC LED部、リフレクター部やガラス部には外力を加えないようにご注意ください。製品の不灯の原因となることがあります。図3-8参照。

製品を持つ際は、静電防止手袋等を使用し、素手で製品に触れないようにしてください。素手でリフレクタ部やガラス部に直接触れると、表面を汚し光学特性に影響を及ぼすことがあります。

図3-8 製品の持ち方について



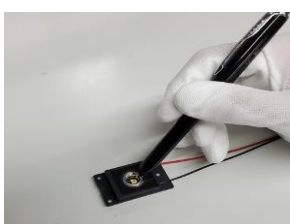
ヒートシンクに、エッジの鋭い部分がある可能性がありますので、製品の取り扱いの際は、ご注意ください。

また取り扱いの際、ドライバー、ねじ等先端の鋭利な物が、UVC LED部、リフレクター部やガラス部には接触しないように注意してください。図3-9参照。

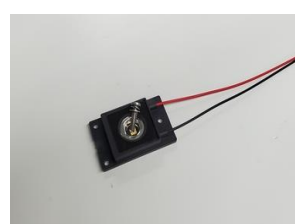
図3-9 取り扱い悪い例



❌ NG ドライバー



❌ NG ペン



❌ NG ネジ



❌ NG ドライバー



❌ NG ペン



❌ NG ネジ

## ● UVC LEDアセンブリの取り扱い上の注意 詳細3

### リード線取り扱いの注意点

リード線の持ち方について

リード線を持ち製品を取り扱わないで下さい。製品の機能・性能・信頼性に影響を及ぼす可能性があります。

また、リード線を付けた製品を持つ際は、リード線は触らずに製品の側面を持ち取り扱って下さい。図3-10参照。

図3-10 リード線の取り扱いについて



### リード線取り扱いの注意事項

以下に示す行為は製品の性能・機能・信頼性に影響を及ぼす可能性がありますので行わないで下さい。図3-11参照。

図3-11 リード線の取り扱い悪い例



## ●取り付け方法 1

### UVM001固定方法

UVCLEDアセンブリ、UVM001は、TIM (Thermal Interface material)を使用して本製品を組み込むことを推奨します。ヒートシンクに対しては、M3ネジで固定することが可能です。

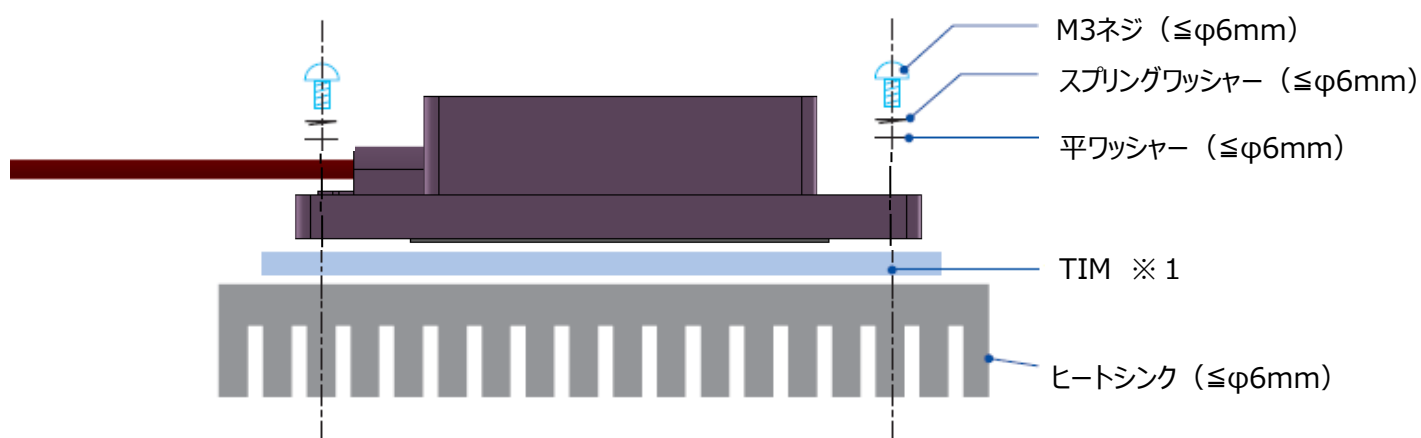
TIMを外す場合は、ヒートシンクが平坦でTcの温度確認をしてデータシートの動作範囲内であることを確認してください。

M3ネジの締め付けトルクはTYP0.4N・m、MAX0.6N・mとします。

M3ネジのネジ穴位置を以下に示します。

固定の際には左右のネジを仮締めした後で本締めする等、LEDパッケージに過大な応力や力が掛からないようにご注意ください。  
製品の放熱性を高めるために、LEDパッケージとヒートシンクの間にはTIMをご使用ください。図3-12参照

図3-12 推奨取り付け方法 (M3ネジ)



#### ※ 1 コメント追記

TIMのハンドリングについて 図3-13a,b参照

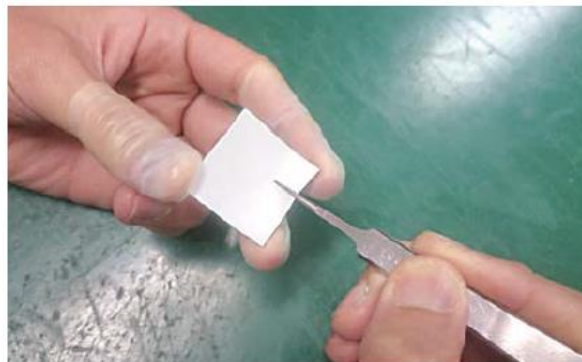
i) グリス状TIMを適用する場合は、スクリーン印刷を推奨致します

ii) シート状TIMを適用する場合は、気泡が巻き込まれないようにしてください

図3-13a グリスのTIMの参考写真



図3-13b シートのTIMの参考写真



#### ※注意：

グリス状TIMを印刷する際、シート状TIMを貼り付ける際に、発光ガラス面に触れないよう注意願います。

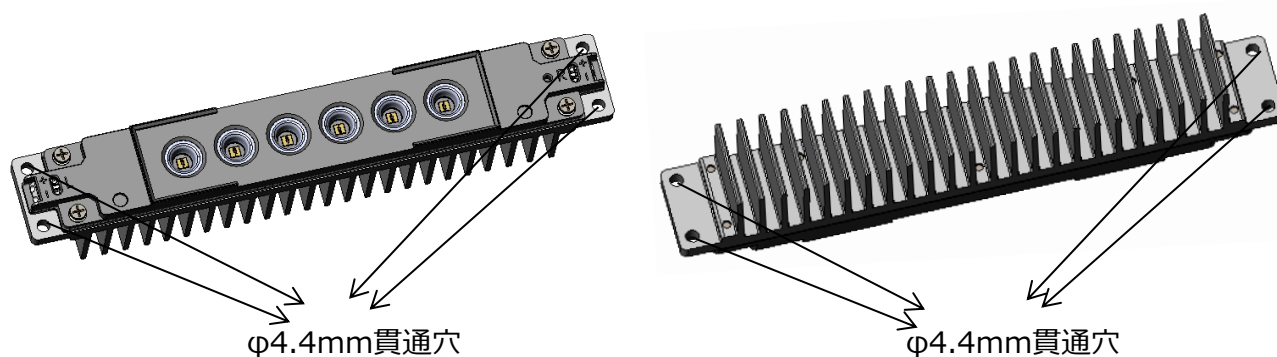


## ■取り付け方法 2

### UVM002/UVM003 ラインUVC LED ラインアセンブリ固定方法

UVM002/UVM003のUVC LEDラインアセンブリは、ヒートシンク付きとなりますので、ヒートシンクの四隅の貫通穴を使用して固定してください。図3-14参照

図3-14 UVM002,UVM003の固定の穴について

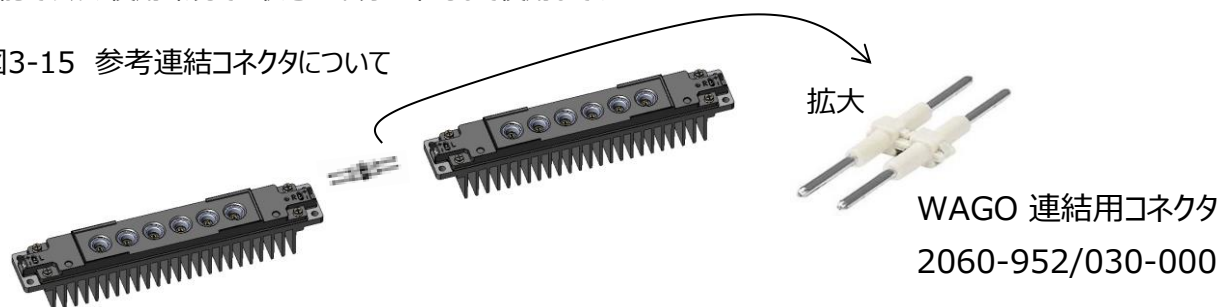


### UVM002/UVM003 ラインUVC LED ラインアセンブリ連結方法

連結してより長尺な線形発光をする場合、2つまでの連結としてください。

連結する場合、データシート記載のリード線の接続を推奨します。下記の連結コネクタ（図3-15参照）も連結することは可能ですが、使用環境での状態を十分に確認して使用してください。

図3-15 参考連結コネクタについて



○本書に掲載している技術情報及びデータの使用によって生じる、あるいは、使用できなかったことによって生じる不利益や損害、訴訟原因に対する責任、その他あらゆる損害、損失について、シチズン電子株式会社はその責任を一切負いません。

○本技術情報及びデータは利用者に対し、現状で提供されるものであり、シチズン電子株式会社は、本技術情報及びデータ上の誤りその他の瑕疵のないこと、本技術情報及びデータが特定目的に適合すること並びに本技術情報及びデータ及びその使用が利用者、又は利用者以外の第三者の権利を侵害するものでないこと、その他のいかなる内容についての保証も行うものではありません。

○シチズン電子株式会社は通知なしに技術情報及びデータを変更する権利を留保します。

掲載されている情報（文章、写真、画像など）は、著作権の対象であり、法律によって保護されています。

これらの情報について、「私的使用のための複製」や「引用」など著作権法上認められた場合を除き、シチズン電子株式会社の許可なく複製、転用等する事は法律で禁止されています。