

活動報告 第13回 CPD 講座 すいようアカデミー

1. 日時：平成30年08月08日（水）18:30～20:00 CPD1.5時間
2. 場所・参加人数：神戸市勤労会館 3F 308 講習室、参加人数：27名
3. 講演テーマ：水銀フリー紫外光源の開発動向
4. 講師：喜多 隆（キタ タカシ）工学博士

神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 教授
主な研究分野：光とエレクトロニクスを融合した次世代のフォトニクスデバイスに関わる基礎サイエンスからデバイス技術に関わる研究。特に、高効率太陽電池、光アンプ、高性能光源などの開発研究に従事。



講師：喜多 隆 教授

5. 講演内容

◆ 紫外光源（紫外線）とは

紫外線には、3つの領域があるとされ、波長が長い紫外線から順に、UV-A(315～380nm：大気圏を通過する。皮膚の深くまで浸透する。シミ・ソバカスの原因となる)、UV-B(280～315nm：オゾン層で吸収される。皮膚の表面で吸収される。皮膚がんなどの原因となる)、UV-C(200～280nm：大気圏で吸収され、地表には届かない。DNAに損傷を与える。)と呼ばれている。波長300nm以下の紫外線は人体への危険性が高く、それ以上の波長の紫外線であれば、人体への危険性は低い。

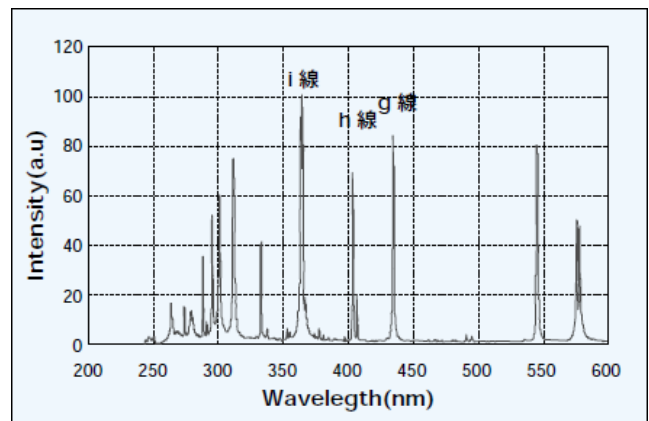
紫外線の用途は、半導体等の露光機、樹脂の洗浄や硬化、医療（UVを用いた治療）、植物工場用の光源である。

紫外光源といえば、超高压水銀ランプが代表例であるが、2017年に発効した水銀に関する水俣条約により、2020年までに製造、輸出入が原則禁止されることとなった。このため、水銀を用いない（以下、水銀フリーと記す）光源、または、規制内の水銀量を用いた（以下、水銀レスと記す）光源が注目されるようになっている。

超高压水銀ランプのスペクトル分布例を図1に示す。ピークの輝線が365nm(i線)付近に存在する。

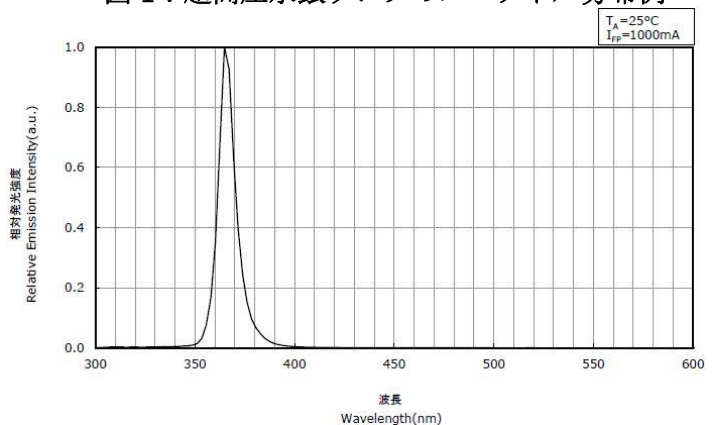
◆ LEDによる紫外光源の開発動向

紫外光源用LEDの3大メーカーは、日亜化学工業㈱、旭化成㈱、日機装㈱である。なかでも、水銀ランプ代替品としてLEDを開発しているのが、日亜化学工業㈱である。



出典：ウシオ電機㈱HPより

図1：超高压水銀ランプのスペクトル分布例



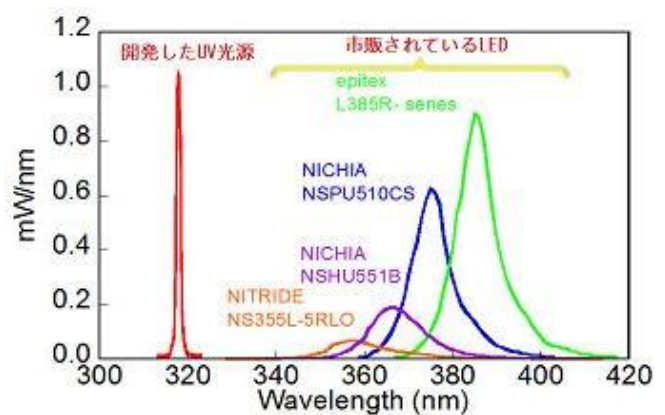
出典：日亜化学工業㈱HPより

図2：UV発光LEDのスペクトル分布例

旭化成は短波長の UV-C 領域の LED を、日機装機は殺菌用などの 300nm 以下の波長の LED を得意としている。日亜化学工業の LED は、バンドギャップを選ぶことで波長を任意に変更することができる特徴を活かし、高圧水銀ランプのピーク輝線である 365nm から 405nm まで 10nm 単位で波長をカバーする製品ラインアップを揃えている。同社 LED のスペクトル分布例を図 2 に示す。高圧水銀ランプに比べると、ピーク輝線のスペクトルは、少し幅広いことが分かる。また、発光波長が 300nm 以下となると電力消費効率が 1%以下となり、発生するジュール熱の放熱が問題となる。

◆ 水銀フリー・水銀レス紫外光源の開発

喜多教授は、2007 年から、希土類元素の 1 つである Gd (ガドリニウム) が波長 310nm にて発光することに着目し、水銀フリー紫外光源の研究を開始した。先生曰く Gd は「神に選ばれたような元素」とのことであり、人体への危険性が少ない波長で輝線のスペクトルは幅が狭く (図 3 参照)、希土類元素としては埋蔵量が豊富と良いこと尽くめである。当初は蛍光体を電子線で励起する方式を採用していたため真空構造が必要であり、実用化に必須のコストダウンが困難であったことから開発を終了した。続いて、2009 年からは、プラズマ TV の原理を応用した水銀フリー紫外光源の研究を開始した。クリプトン(Kr)から発せられる波長 147nm、キセノン(Xe) から発せられる波長 172nm のエキシマ光で Gd を含む蛍光体を励起させ波長 311nm の輝線スペクトルとして発光させる。これらのデバイスは 1



出典：神戸大学・喜多研究室 HP より

図 3：UV 光源比較 (スペクトル分布例)



図 4：水銀レス光源デモ模様

万時間以上の長寿命、ジュール熱が発生しない、曲面を作成可能という特徴を有している。

しかし、更にコストダウンを要求されたため、水銀フリーから軌道修正を行い、水銀に関する水俣条約規制内の水銀量を用いる水銀レス光源を研究するに至った。その結果、行き着いた光源は、パソコンディスプレイのバックライトとして用いられていた冷陰極管(CCFL)である。冷陰極管の寿命は 5 万時間以上であり、製品化する上で十分の長寿命である。また、プラズマ TV 応用の光源より小型化も可能であり、ジュール熱が発生しないという利点もそのままである。水銀レス光源のデモ模様は図 4 のとおりである。光の変換効率は LED と同等で 1%程度であり、冷陰極管から放射される可視光線が変換効率を低下させる要因であるため光源自体の温度上昇は 50 度以下であるとのことであった。

(文責：西村 直泰)

(にしむら なおやす、電気電子、ltng@nacs.ne.jp)