

近紫外から近赤外光にわたる超広帯域 LED 素子を開発しました

ー ハロゲンランプ代替など産業用光源をはじめ幅広い活用に期待 ー

平成30年9月11日

フェニックス電機 株式会社

フェニックス電機株式会社(代表取締役社長 田原廣哉)は国立研究開発法人 産業技術総合研究所(理事長 中鉢 良治)、株式会社サイアロンと協力して、近紫外から近赤外光の広帯域の波長を有するLED 素子を開発しましたので発表いたします。

■ ポイント ■

- ・ 近紫外 から 近赤外 にわたる極めて広い波長範囲の光を発する、従来にない LED 光源を開発
- ・ 高輝度の 紫外 LEDによって複数の 蛍光体 を励起することで1チップ当り40mW以上(全波長の合計値)を実現
- ・ 従来、一般的であった ハロゲンランプ などを代替する新しいメンテナンスフリーな小型・省エネ光源として広範な分野での活用が期待できる

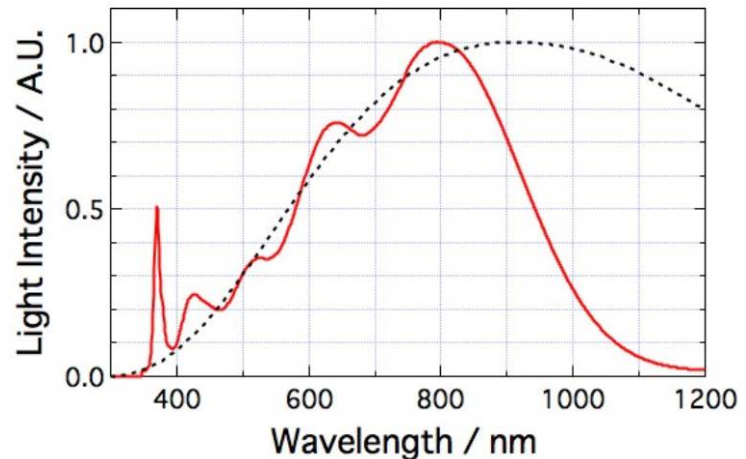
■ 概要 ■

フェニックス電機株式会社【代表取締役社長 田原廣哉】(以下「フェニックス電機」という)郷田哲也 LED 開発グループマネージャー、国立研究開発法人 産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】(以下「産総研」という)電子光技術研究部門【研究部門長 森 雅彦】光センシンググループ【藤巻真 研究グループ長】福田隆史 主任研究員、株式会社サイアロン(国立研究開発法人物質・材料研究機構の認定ベンチャー企業) 高橋向星 開発部長は、近紫外(350nm)から近赤外(1200nm)にわたる極めて広い波長範囲の光を発することができる、従来にない LED 発光素子を世界で初めて開発した。(2018年7月31日現在 当社調べ)

近紫外から近赤外にわたる極めて広い波長の光を発し、かつ、発光波長や強度が安定な新しい光源の実現はこれまで強く切望されていたもので、今後、医療・分析・科学計測から民生機器などの極めて広範な産業分野において、従来のハロゲンランプなどを代替する新しいメンテナンスフリーな小型・省エネ光源として普及していくことが期待できる

なお、この技術は、平成 30 年 9 月 5～7 日に幕張メッセ国際展示場(千葉県千葉市美浜区)で開催された JASIS2018(Japan Analytical and Scientific Instruments Show)の産総研ブースで展示されました。

_____は【用語の説明】参照



開発に成功した超広帯域 LED 発光素子(左図)とハロゲンランプの発光スペクトル(黒点線:典型値)を模して蛍光体の構成を調整した超広帯域 LED 発光素子の発光スペクトル(赤実線)(右図)

■ 開発の社会的背景 ■

LED(発光ダイオード)は、素子ベースで2000億円超、器具を含めると1兆円超にも達する極めて重要な電子部品(出典:経済産業省 生産動態統計年報 機械統計編 平成29年度版)である。近年では、照明・バックライト・自動車のヘッドライト・信号機をはじめ、私たちの生活に深く浸透している。ただし、そのほとんど全ては白色LED、または、可視LEDと呼ばれる発光素子であり、人間の眼が感じることのできる波長範囲(一般的な視感度範囲:380-780nm)の光を発するものであった。

それに対して、産業機器用の光源、あるいは、新しい光計測用の照明としての利用を考える場合は、より広帯域の発光が一般に必要であり、また、点灯の間、発光波長や輝度が安定であることが望ましい。そのため、従来は、ほとんどの場合、ハロゲンランプが利用されていた。しかし、ハロゲンランプも、「エネルギー効率が低い」・「閉所やクリーンルーム環境などでは廃熱の問題を伴う」・「ランプ寿命が比較的短い」・「パルス電流駆動には向いておらず、連続点灯が原則となる」、などの短所を抱えているため、必ずしも理想的な光源とは言えなかった。

そのため、それらの諸問題を解決する新しい光源の開発は古くからの夢であり、その実現が切望されていた。

■ 研究の経緯 ■

産総研は、ポータブルな光計測器(乾電池で駆動できるバイオセンサー(2013年1月17日産総研プレス発表)、超小型分光光度計、色度計、複屈折プロファイラ(2016年1月26日産総研プレス発表)など)の研究開発を行うとともに、それらの小型化・省電力駆動化・高機能化のために光源開発にも取り組み、広帯域の発光を高効率で得るための素子構造の研究などを進めてきた。

(株)サイアロンの母体である物質・材料研究機構は、サイアロン蛍光体をはじめとした高効率蛍光体の開発に関して世界をリードする研究開発を展開し、白色LEDの実用化を支えてきた。

フェニックス電機は、高輝度の紫外 LED ならびに、特殊用途のカスタム LED 製造プロセス等の高度な技術を保有しており、一般照明用 LED モジュールのみならず、特殊用途製品の開発を精力的に進めてきた。

今回、それらの3者の材料・技術と知見を組合せることで、従来にない広帯域の発光を可能とする LED 素子の開発に世界で初めて成功した。

■ 研究の内容 ■

今回開発に成功した素子の発光波長範囲は、350nm から 1200nm までをカバーしており、蛍光体層内の蛍光体含有量や配合、および、厚さを変えることで所望の光強度分布に発光スペクトルを調整することができる。350nm から 1200nm までの波長帯域は、一般的に広く活用されている受光素子であるシリコンフォトダイオードの応答波長域とよく一致しているため、今回開発した超広帯域 LED 素子を光源として活用すれば、双方のデバイス性能を最大限に活用しあう計測機器の構築が可能となる。例えば、【概要】の項で示した素子の発光スペクトルはハロゲンランプの光強度分布を模して調整したものであり、図1は発光波長範囲内において輝度ができるだけ一定(いわゆるトップハット型)になるように調整したものである。これらは一例であり、機器の特性や計測目的に最適化させることができる。

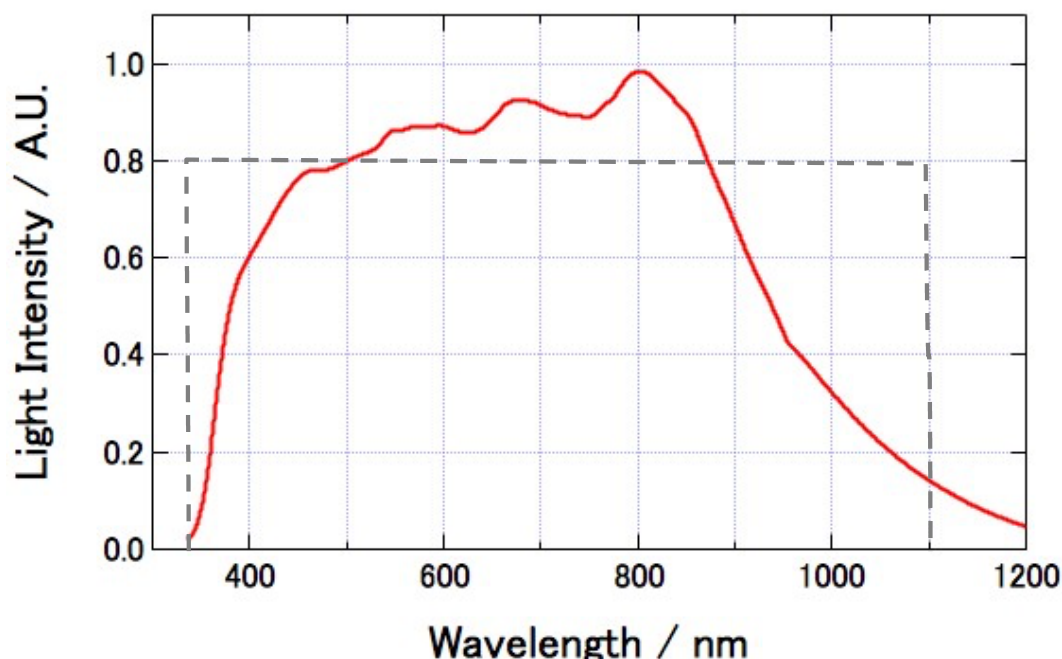


図1 トップハット型の光強度分布を模して調整した素子の発光スペクトル
(図中の黒点線はトップハット型の目安)

現時点における素子の発光強度は、直流電流駆動(電流値 500mA、順方向電圧 3.5V)の場合、約 16mW(典型値:全波長の合計値)、パルス電流駆動(最大電流値 1000mA、順方向電圧 3.9V)の場合、約 42mW(典型値:全波長の合計値)であり、様々な計測の光源として活用できる。発光の 指向特性 は図2のようなもので、半値角($\theta_{1/2}$) 58° (典型値:100mA 通電時)である。

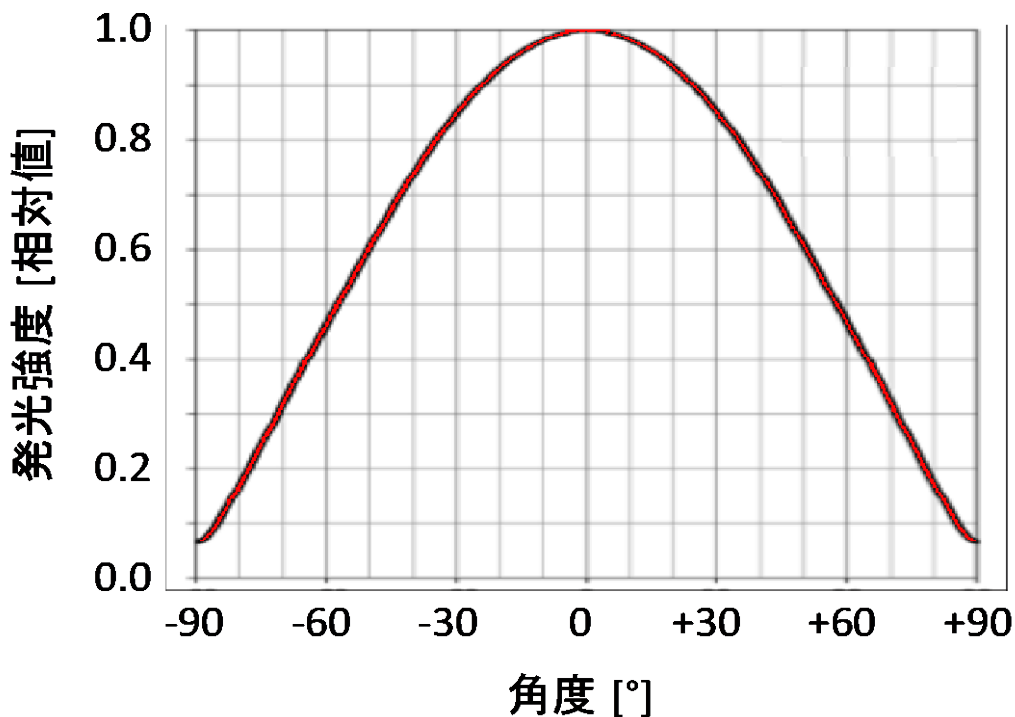


図2 素子の発光指向特性

また、図3は素子に通電する電流値（順方向電流値）に対する発光強度の変化を示すデータである（このデータはパルス駆動：パルス幅=1ms、周期=10Hz、環境温度=25°Cにて測定されたものである）。図から、順方向電流値が20mAから1000mAの範囲においては、発光強度が通電電流値にほぼ比例して得られるため、計測用光源としても発光強度の制御が容易であることが分かる。

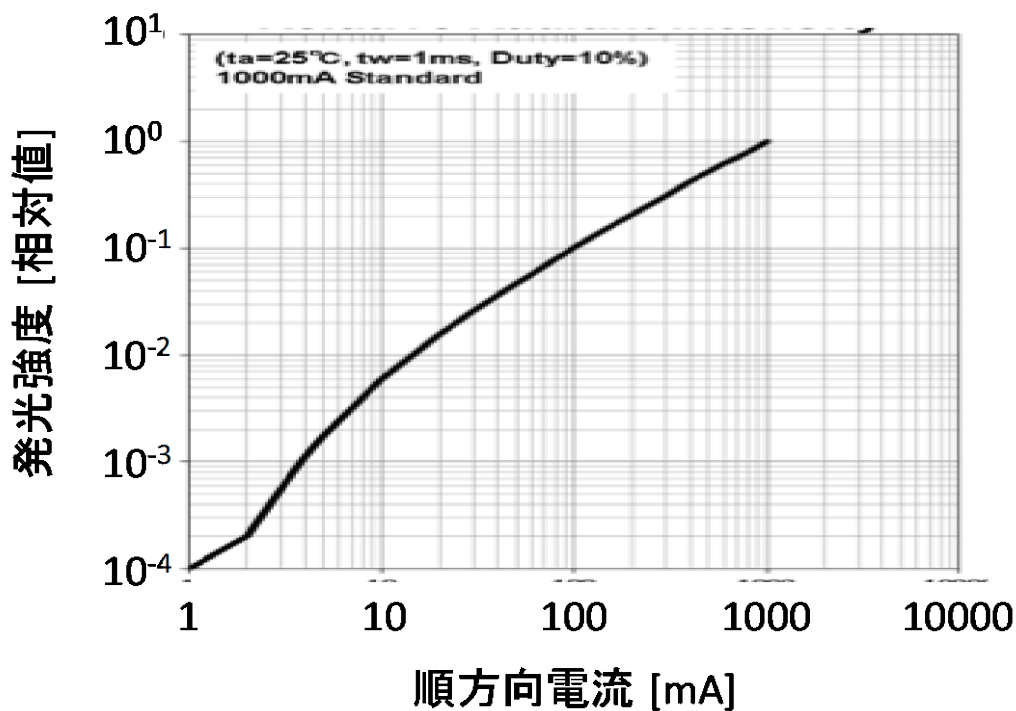


図3 素子の発光強度と通電電流値の関係

開発した素子は一般的な LED と同様に、「通電直後に安定した発光強度が得られ」、また、「振動や衝撃に強く、壊れにくく」、「発光強度が環境温度に左右されにくい」、「省エネ、長寿命である」などの優れた特徴を持っており、また、上述の通り、通電電流値による発光強度の調整も容易であるため、産業機器用のメンテナンスフリー光源として好適に用いることができると考えている。

■ 今後の予定 ■

産総研では当該素子を活用した光計測技術・機器の開発などを進め、様々な応用展開の提案を積極的に行い、当該素子の普及を図る。また、物材機構では、新規蛍光体の開発や性能向上に関する研究を加速させる。フェニックス電機は、今回開発した超広帯域 LED 素子の量産化に向けた準備を進めるとともに、産総研・(株)サイアロンと連携して、さらなる高出力化・高機能化に向けた開発を推し進める。

■ 本件問い合わせ先 ■

フェニックス電機株式会社

第一営業部 マネージャー 宮田 忠幸

〒679-2122

兵庫県姫路市豊富町御蔭 703 番地

TEL:079-264-6052 FAX:079-264-5763

E-mail: sales@phoenix-elec.co.jp

【用語の説明】

◆用語の名称

◆近紫外光

紫外光(紫外線)のうち、波長が 315nm から 380nm の光を、特に近紫外光と呼ぶ。UV-A と記載されることもある。今回開発した素子の最短発光波長は 350nm であり、近紫外光の範囲に該当する。

◆近赤外光

赤外光(赤外線)のうち、波長が 780nm から 1400nm の光を、特に近赤外光と呼ぶ。NIR あるいは IR-A と記載されることもある。今回開発した素子の最短発光波長は 1200nm であり、近赤外光の範囲に該当する。

◆紫外 LED

紫外光を発生する発光ダイオード(LED)素子。

◆蛍光体

光を照射した場合に照射した光とは異なる波長の光(一般にはより長い波長の光)を発生する物質。非金属元素で構成される無機材料系の蛍光体や主に炭素(他に水素、酸素、窒素などの元素)で構成される有機材料系の蛍光体がある。

◆ハロゲンランプ

ハロゲンガス(主に気体のヨウ素や臭素を用いる)とフィラメント(主にタングステンのコイル)をガラス管などに封入し、フィラメントに電流を流し、白熱させて光らせる光源。白熱電球に比べると発光強度が強く、寿命も長いため、産業用計測器はもとより、施設照明や自動車のヘッドライトなど、社会のあらゆる場面で極めて一般的に用いられている。発光スペクトルは 300nm から 3000nm 以長にも及ぶ。

◆パルス電流駆動

LED 素子に通電する際、連続して電流を流す(直流電流駆動)のではなく、ON/OFF を繰り返して素子を断続点灯させる方法。ON/OFF の比率を変えることで容易に調光(光強度を制御)することができることや、直流電流駆動に比べて消費電力や発熱を抑えることができることなどのメリットがある。ON/OFF の切り替えを高速(概ね 50Hz 以上)で行えば、人間の目には連続して光っているように見える。

◆サイアロン蛍光体

ケイ素(Si)、アルミニウム(Al)、酸素(O)、窒素(N)の元素から成る無機材料の総称。高温での機械的性質に優れ、耐食性が良いことから、エンジンやタービンの構造材としての研究開発が進んだが、微量の金属を混入させることで高効率の蛍光体となるものが物材機構によって発見され、世界に先駆けられた研究開発が進められた。サイアロン蛍光体は現在、ほとんどの白色 LED に使用されている。

◆指向特性

光源から発せられた光の強さが方向によって変わる特性を表す。指向特性が高い、という場合は、ある方向以外には光が発せられない特徴を示しており、光のエネルギーを集めて用いることに向いている。反対に、指向性が低い、という場合は、あらゆる方向に光が発せられる特徴があり、照明用途などに向いている。光源装置では、光を集める(あるいは発散させる)レンズや拡散板などの素子を用いて、発光素子の特性を整形し、指向特性を調整することが多い。