

事例名:短波長紫外LEDの開発

連携機関

- 名古屋大学
- 日機装株式会社
- 日機装技研株式会社
- 連携機関:名城大学

功労者候補者

- 名古屋大学 教授 天野 浩
- 日機装株式会社 代表取締役社長 甲斐 敏彦

事例の概要

- InGaN系材料の青色LEDは現在1兆円以上の市場規模を形成しているが、短波長紫外LED(別称:深紫外線LED、DUV-LED)に使われるAlGaN系材料の結晶成長技術ははるかに難易度が高く、最近まで市場の要求にこたえられる製品が出現していなかった。
- 名古屋大学の天野浩教授は、文部科学省科学研究費補助金の援助を受けて、従来1%以下であったAlGaN系DUV-LEDの効率を劇的に向上する結晶成長法を見出し、この研究成果をシーズとし、DUV-LEDの開発、および、量産化技術の確立を目的とした大学発ベンチャー・創光科学株式会社(日機装株式会社が実質筆頭出資者であり、現在、同社の子会社)が平成18年に設立された。
- 創光科学株式会社により確立された量産化技術をもとに、日機装株式会社、および、日機装技研株式会社が30mW以上の光出力、かつ、10,000時間以上の寿命を持つDUV-LEDを平成26年に世界で初めて商品化に成功した。
- 平成26年6月にDUV-LED初期量産工場(年間100万個規模の生産量)である、日機装株式会社白山工場が石川県白山市に完成した。
- 環境負荷が極めて高い水銀ランプからDUV-LEDへの置き換えが促進されるとともに、小型化、低消費電力、波長選択性、紫外線の放射方向への放射熱がないといったDUV-LEDの特長を生かした新規市場の創出が加速される。

ポイント

1. 連携の工夫・特長・波及効果

- ◎天野浩教授の基礎研究成果をもとに、大学と企業が連携して製品量産化技術まで開発。
- ◎名古屋大学医学部との医療応用の研究・開発の取り組みへの端緒となっている。

2. 社会(地域を含む)への貢献

- ◎小型・低消費電力・水銀フリーDUV-LEDモジュールの製品化により、
 - 手軽な殺菌機器を広めより安心な家庭・職場づくりを提供
 - 樹脂やインク硬化の品質を高め印刷システム機器等の小型化・効率化を支援

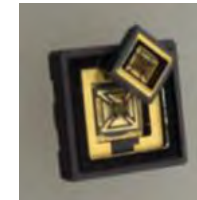
3. 技術への貢献

- ◎平成16年にサファイア基板上に高結晶品質を有するAlNバッファ層の結晶成長技術を確立。
- ◎平成22年に280nm以下の波長で3%の外部量子効率を持つDUV-LEDの安定生産技術を確立。

4. 市場への貢献

- ◎平成24年6月から日機装(株)が短波長紫外LEDの販売開始。平成26年度売上見込6千万円。
- ◎平成32年に500億円規模の新規市場を創出し、20%以上の市場占有率を目指す。

開発した製品・装置等の写真



DUV-LED



DUV-LED殺菌装置

DUV-LEDアレイモジュール (50x50mm²)

事例名：短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

1. 連携の工夫・特長・波及効果

- 名古屋大学の天野浩教授は、名城大学に在籍時に名城大学の赤崎勇教授らと短波長紫外LED(DUV-LED)に関する基礎研究を行い、その成果をシーズとした平成14年度NEDO基盤促進事業「極限紫外短波長光半導体の実用化開拓」を大阪ガス(株)らと実施し、DUV-LEDの事業化の取り組みが開始された。
- 創光科学(株)は、同基盤促進事業に参画していた大阪ガス(株)のメンバーを中心にDUV-LEDの開発、および、量産化技術の確立を目的とした大学発ベンチャーとして平成18年に設立され、大阪ガス(株)で獲得していたDUV-LEDに関する技術的な知見と経験が、創光科学(株)へ引き継がれた。
- 創光科学(株)は、日機装(株)、日本政策投資銀行を主な出資者とする地上の星投資有限責任組合からの約30億円の資金により、開発を進めた。日機装(株)は同組合の筆頭出資者であった。
- 日機装(株)は、創光科学(株)へ技術者を派遣し、資金面のみならず人材面においても開発促進に貢献した。
- さらに創光科学(株)は、天野浩教授をテクニカル・アドバイザーに迎え、技術的な助言、指導により、市販のMOCVD装置をDUV-LEDの実現が可能な高温CVD装置へ改造する設計を行い、短期間でDUV-LEDの実用化開発に成功した。
- 平成24年3月、創光科学(株)は日機装(株)の子会社となり、日機装(株)、および、日機装技研(株)が主体となって事業化を行うことになった。これは、①半導体製造に必要な数十億円単位の投資という資金面、②創光科学(株)が確立したDUV-LED設計・製造技術に加え、光学設計、流体設計、熱設計等の周辺技術のスキルを持つ技術者を豊富に持つ日機装(株)、および、日機装技研(株)との人材の融合、③この融合によりLED部品よりも付加価値の高いモジュールや装置の設計開発、製造により新規な紫外線市場開拓を加速させるという事業戦略、による。
- 平成26年6月にDUV-LED初期量産工場(年間100万個規模の生産量)である、日機装(株)白山工場が石川県白山市に完成した。
- 天野浩教授は、平成18年から創光科学(株)、平成26年からは日機装技研(株)と継続的に共同研究を行っており、次々世代のDUV-LED、および、短波長紫外レーザーダイオード(DUV-LD)の研究開発により、常に競合先よりも優れた特性をもつ製品の研究開発を日機装技研(株)とともにやり、技術面からの事業の継続性に貢献している。
- また、最近になって天野浩教授のDUV-LEDに関する研究成果が改めてスポットを浴び、名古屋大学医学部と連携してDUV-LEDによる医療応用の探索など、多岐な分野における新規な用途開拓が進められている。

(候補者の主な役割)

- 天野 浩： 平成22年3月まで名城大学理工学部教授、平成22年4月より名古屋大学大学院工学研究科教授。MOVPE法によるAlGaIn結晶成長において、高温成長による高品質化に世界で初めて成功するなど、DUV-LED、および、DUV-LEDに関する様々なシーズと知見を創光科学(株)、日機装(株)、日機装技研(株)に提供している。
- 甲斐敏彦：平成16年より日機装株式会社代表取締役社長。創光科学(株)、および、日機装(株)の100%子会社である日機装技研(株)の人材、資金、および、事業戦略といったDUV-LED事業に関わるあらゆる決定の最高責任者である。

事例名：短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

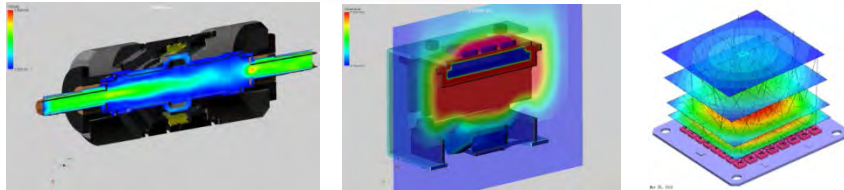
短波長紫外LED事業

応用技術

流体設計

光学設計

放熱設計



日機装(株)、日機装技研(株)

LED



DUV-LED
設計製造技術

量産化技術確立：創光科学(株)

↓

事業化：日機装(株)、日機装技研(株)

<波及効果>
医療用途の探索
(新たな産学官の連携の創出)

共同研究
(人材交流)

技術指導・助言

名古屋大学
医学部

天野浩教授
(名古屋大学)

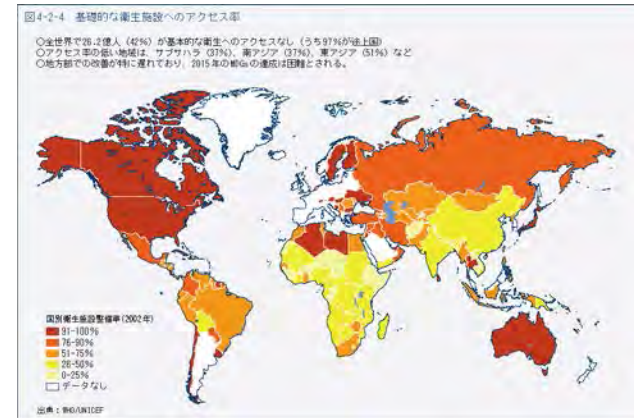
図1 名古屋大学天野浩教授と日機装グループの連携

事例名:短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

2. 社会(地域を含む)への貢献

- 環境負荷が極めて高い水銀ランプから短波長紫外LED(DUV-LED)への置き換えが促進されるとともに、小型化、低消費電力、波長選択性、紫外線の放射方向への放射熱がないといったDUV-LEDの特長を生かした新規市場の創出が加速される。
- 小型・低消費電力・水銀フリー短波長紫外LED(DUV-LED)モジュールの製品化により初めて次に示す世界が実現可能となる:
 - 手軽な殺菌機器を広めより安心な家庭・職場づくりを提供
 - 樹脂やインク硬化の品質を高め印刷システム機器等の小型化・効率化を支援
- 新聞記事掲載:①「日本経済新聞」掲載(平成25年10月19日12面)
 - ~ 日機装(株)がDUV-LED初期量産工場を石川県白山市へ進出することに関する記事
- ②「日経産業新聞」掲載(平成25年11月1日13面) ~ 日機装グループにおけるDUV-LED事業に関する記事
- 雇用創出:日機装(株)が石川県に初期量産工場の設置を決定して以降、工場での開発、製造要員を中心に新規に19名採用。
- 省エネ:面照射効率が従来技術の水銀含有の殺菌ランプに対して現状の30mW出力の短波長紫外LEDでも40%以上改善。
- 国際貢献:DUV-LED装置により衛生施設へのアクセス率の低く電力事情が悪い新興国等(図2)で簡易水衛生浄化システムの実現が加速される。
- 国内外の受賞歴:名古屋大学の天野浩教授の主な受賞歴を以下に記す。
 - 平成 6年 7月 オプトエレクトロニクス会議特別賞
 - 平成 8年 11月 米国IEEE/LEOS エンジニアリングアチーブメント賞
 - 平成 10年 9月 応用物理学会賞C(会誌賞)
 - 平成 10年 12月 英国Rank賞
 - 平成 13年 3月 丸文学術賞
 - 平成 14年 11月 武田賞
 - 平成 15年 9月 SSDM論文賞
 - 平成 20年 11月 日本結晶成長学会NCCG-38 論文賞
 - 平成 21年 9月 応用物理学会フェロー
 - 平成 21年 12月 文部科学省科学技術政策研究所企画課
ナイスステップな研究者2009
 - 平成 23年 10月 IOPフェロー
 - 平成 26年 3月 APEX/JJAP編集貢献賞
 - 平成 26年 11月 文化勲章、文化功労者
 - 平成 26年 12月 ノーベル物理学賞
- 文部科学省科学技術賞研究部門にエントリー (天野浩教授)



<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h22/html/hj10010402.html>

事例名:短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

3. 技術への貢献

◎具体的説明

- 世界に先駆けて、サファイア基板上に高結晶品質を有するAINバッファ層の結晶成長技術を確立した(図3、および、下記特許の技術である)。
- 平成22年に280nm以下の波長で3%の外部量子効率を持つ短波長紫外LED(DUV-LED)の安定生産技術を確立した(6ページに記載の査読付論文等の5番参照)。

◎現在の開発段階・状況:

- DUV-LEDの表面実装パッケージ品を開発し、285nmの発光波長で光出力が10mWの製品を2014年4月に、30mWを2014年10月にリリースし、現在50mWの製品を開発中であり、2015年10月までにリリース予定である(図4)。これらの製品の寿命は10,000時間以上と紫外線ランプの3,000-5,000時間よりも極めて長い寿命を有しており、50mW品ではさらに長寿命化が図られる見込みである。

◎特許:主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名及びパテント番号

- ・(特許第4433947号)(特開:2006-70325)(特願:2004-255404) 名称:「高温用CVD装置」
発明者:市岡幹朗、禅野由明、山本高稔、天野 浩 出願人:株式会社エピクエスト、天野浩

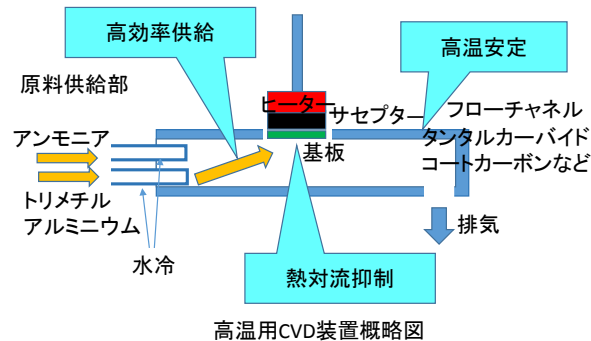
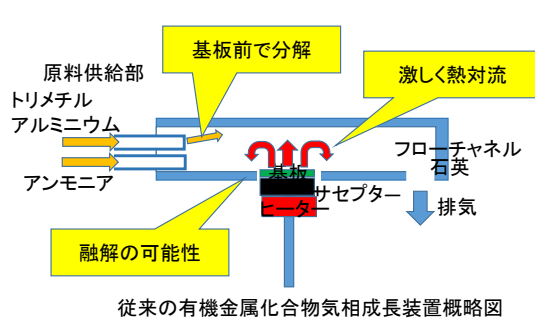


図3 従来のMOCVD装置と開発したMOCVD装置の概略図

図4 上市したDUV-LED

事例名：短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

3. 技術への貢献(つづき)

◎査読付論文等：主要なもののタイトルや掲載誌情報

- 1) AlN and AlGaIn by MOVPE for UV Light Emitting Devices, Materials Science Forum 590, (2008) 175.
- 2) Improvement of Light Extraction Efficiency for AlGaIn-Based Deep Ultraviolet Light-Emitting Diodes, Jpn. J. Appl. Phys., 50, (2011) 122101.
- 3) AlGaIn-Based Deep Ultraviolet Light-Emitting Diodes Fabricated on Patterned Sapphire Substrates, Appl. Phys. Exp., 4, (2011) 092102.
- 4) Development of high efficiency 255-355nm AlGaIn-based light-emitting diodes, Phys. Stat. Sol. A, 208, (2011) 1594.
- 5) Improved Efficiency of 255-280 nm AlGaIn-Based Light-Emitting Diodes, Appl. Phys. Exp., 3, (2010) 061004.
- 6) (著書)III-Nitride Based Light Emitting Diodes and Applications, Introduction Part A. Progress and Prospect of Growth of Wide-Band-Gap III-Nitrides, Springer, Hiroshi Amano, (2013).

◎基礎研究の革新的な応用等、学術的側面での特記事項

- ・流水殺菌での最適設計ルールを構築するために、DUV-LED流水殺菌装置(図5)を開発し、様々な細菌、ウイルスの殺菌性能の基礎データを収集中である。
- ・均一な面照射が可能なDUV-LEDモジュールの設計ルールを確立し、発光波長=285nm、照射面積=50x50mm²のDUV-LEDモジュール(図6)を開発した。このモジュールを評価した結果、照射距離=10~20mmで照度が80mW/cm²、面内バラツキが5%以内であり、樹脂硬化等の用途で使えることを実証した。



図5 開発したDUV-LED殺菌装置



図6 開発したDUV-LEDアレイモジュール

事例名：短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

4. 市場への貢献

◎具体的説明

- 平成24年6月から日機装(株)が短波長紫外LED(DUV-LED)の販売開始した。
- 平成25年11月以降同社の100%子会社である日機装技研(株)が販売している。
- 分析用途、殺菌用途、樹脂硬化関連用途の顧客をターゲットに、顧客の要求仕様を満たすカスタム設計がなされたDUV-LED装置の納入を開始した。
- 売上：平成26年度6千万円、平成27年度は6億円の見込である。
- 世界市場占有率：平成32年に500億円規模の新規市場を創出し、20%以上の市場占有率を目指している。Yole社の平成27年発行の紫外線LED(UV-LED)市場調査報告書によるUV-LED全体でのチップとパッケージ品の市場規模(図7)は平成31年で570百万米ドル(約680億円)であり、DUV-LEDはそのうち200百万米ドル(約240億円)である。日機装技研(株)はDUV-LEDモジュールと装置を含めた製品の市場規模は平成32年で少なくとも積もっても500億円と想定している。

UV LED MARKET SIZE FROM 2014 TO 2019, INCLUDING CHIP & PACKAGE

(Source: UV LED – Technology, Manufacturing and Application Trends report, February 2015, Yole Développement)



図7 UV-LEDの世界市場の成長予測

“UV LED – Technology, Manufacturing and Application Trends”, Yole Développement (Yole), Feb. 2015.

http://www.yole.fr/UVLED_2015.aspx

事例名：短波長紫外LEDの開発

具体的成果等

5. 補足資料等(データ)

(主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名、特許文献番号、発明者、出願人)

<事例に係る特許等の件数>

特許出願(申請)件数 (件)			
国内	62	海外	31
特許取得(成立)件数			
国内	25	海外	5
ライセンス件数			
国内	0	海外	0

※天野教授関連、日機装(株)、創光科学(株)の合計

- ①(特許第4433947号)(特開:2006-70325)(特願:2004-255404)
名称:「高温用CVD装置」 発明者:市岡幹朗、禪野由明、山本高稔、天野 浩
出願人:株式会社エピクエスト、天野浩
- ②(特許第5635013号)(特開:WO2011/077541)(特願:2011-547154)
(日本、米国、EU、韓国へ移行済)
名称:「エピタキシャル成長用テンプレート及びその作製方法」
発明者:天野浩、上山智、金明姫、ペルノシリル、平野光 出願人:創光科学株式会社
- ③(特許第4295535号)(特開:2004-289013)(特願:2003-081407)
名称:「AlGa_N系化合物半導体のp型活性化方法」
発明者:平野光、上山智、天野浩、赤崎勇 出願人:創光科学株式会社
- ④(特開:2014-233646)(特願:2013-114525)
名称:「水浄化装置」
発明者:越智 鉄美、千葉敏昭、鳥井信宏 出願人:日機装株式会社

<事例に係る主な補助金・委託費の件数> 2件

年度	補助者・委託者(受託者ではない)について		採択課題名	交付金額 (単位:千円)
	配分機関名	事業名		
H25~H27	(独)日本学術振興会	科学研究費助成事業(特別推進研究)	分極を有する半導体の物理構築と深紫外発光素子への展開	190,060
H24	経済産業省	円高・エネルギー制約対策のための先端設備等投資促進事業	次世代型深紫外線発光ダイオードの生産拡大に係る先端生産設備導入事業	300,146

<事例に係る共同・受託研究の件数> 共同研究 1件

共同/受託研究	実施時期	共同研究/受託研究の参加機関(自社含む)	内容	実施額(千円)
共同研究	H26.8~H27.9	日機装技研株式会社・名古屋大学天野浩教授	AlGa _N 系紫外線発光素子の開発	非開示