プレス発表 2015/1/26

阪大フォトニクスセンター「起業・製品化プロジェクト」

大阪大学

問い合わせ先：河田　聡　（大阪大学特別教授）
06-6879-7927　　kawata@parc.osaka-u.ac.jp

発表のポイント

阪大フォトニクスセンター（センター長：河田聡大阪大学特別教授）は、これまでの「産学官」の枠組みではなく大学教員「個人」が産業を興す試みを 2011 年より推進しています。今回、9 件の成果発表をします。

「産学連携」の重要性が認識されて久しく、現在まで様々なプログラムが行われていますが、その成果は満足できるものではありません。その理由は、産と学の社会に求められるミッションがそれぞれ異なることにあります。異なるセクションからなる産学連携は他力本願の側面があり完結に至りません。

大学教員は、学生を教育しかつ科学を創出することをミッションとしており、産学連携は本務ではありません。しかし自ら創造した科学技術を社会に提供することの意義は、強く認識しています。そこで、これまで国費で助成された研究成果を論文発表で終わらせることなく、その後の製品化への推進をフォトニクスセンターが「起業・製品化プロジェクト」として支援しています。

採択の審査は、投資会社、MBA スクール、シンクタンクなどに所属する外部有識者による選定委員会が行いました。すでに、４つの製品化をおこない、その内１社は起業し、1 社は本年に起業をおこないます。さらに 2 年間で 5 件の起業･製品化を目指しています。きたる 2 月 2 日(月)には、本センターにてフォトニクスデイを開催し、投資会社･金融機関を含めた方々にご紹介致します。

阪大フォトニクスセンターとは

2007 年に、文部科学省の「先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム」の 9 件の一つに選定される。採択プログラムの正式名称は「フォトニクス先端融合研究拠点の形成」（総括責任者 平野俊夫 大阪大学総長）。企業 5 社（株式会社島津製作所、シャープ株式会社、日東電工株式会社、株式会社三菱化学科学技術研究センター、IDEC 株式会社）と大阪大学（工学部、基礎工学部、医学部、生命機能研究科、レーザー研などから 22 研究室が参画）との協働により、フォトニクスに新しいイノベーションを起こすことを目的とする。2011 年にフォトニクスセンタービルを竣工し、フォトニクス関連製品のプロトタイプの試作ができる設備と技術職員を揃えたフォトニクス・キャナリー（Photonics Cannery）を運用中。

大阪大学は世界的に光科学の研究者を最も多く排する大学の一つであり、平野総長が推進する「未来戦略機構」の研究 4 部門の一つにも選ばれている。

■ Photonics Center, P3, Suita, Osaka 565-0871 Japan ■ http://www.parcjp.org ■ parchq@parc.osaka-u.ac.jp

フォトニクスとは

電子を媒体とするエレクトロニクスに対してフォトン（光子）を媒体とする科学技術として、使われる名称。光科学と類似であるが、最先端科学技術に限定されることが多い。光学はカメラや顕微鏡などの古典光学分野に限定されることが多いのに対して、フォトニクスはフォトンという量子を扱う。

先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラムとは

総合科学技術会議の提唱により、大学のシステム改革を含む産学連携の新たなスキームを形成し、企業との協働事業により産業のイノベーションを行う。

実施期間は原則 10 年であるが、当初の 3 年間は拠点の本格化に向けた絞り込みのための期間として位置づけられており、3 年目に再審査を行い、1/3 程度に絞り込みを行うこととなっている。本拠点申請時の採択件数は 9 件、再審査は 13 件の中から 5 件継続課題に選定。年間予算は年 10 億（国からの助成が 5 億円、企業負担が 5 億円）。

フォトニクスセンター起業･製品化プロジェクトとは

既に基礎研究の段階が済んだ大学発シーズから具体的なイノベーションを生み出すために、大学教員自らがベンチャー企業を起業するあるいは、外部企業との産学連携により製品化することを推進するためのプロトタイピングを支援するフォトニクスセンターのプロジェクト。応募の際の条件は、支援期間 2 年の後、起業･製品化すること。

第 1 回：2011 年 12 月　応募件数：18 件　採択件数：4 件
第 2 回：2012 年 12 月　応募件数：17 件　採択件数：3 件
第 3 回：2013 年　1 月　応募件数：　9 件　採択件数：2 件

PARC　平成24年度起業・製品化プロジェクト採択課題

熱輻射スペクトル制御によるeco電球の開発

ナノテクノロジーによる
白熱電球の復活

◆白熱電球フィラメントの熱輻射そのものを人工的に制御して、色（波長）を自在にコントロールできます。

◆赤外線の輻射が抑制されますので、熱は出ません。

◆ LED電球に匹敵する高い効率。

◆フィルター型ではないので、フィラメントの美しい輝きを損なうことがありません。

◆様々な色を出すことも原理的に可能。

ナノテクノロジーにより白熱電球フィラメントの表面に微細な穴（マイクロキャビティ）をあけ、穴のサイズによって可視域の熱輻射スペクトルが制御できることを実証しました。この技術を世に出すため自らメタルミナ合同会社を設立し、起業しました。メタルミナでは、高効率なeco電球の製品化を目指しています。メタルミナは最先端のナノテクノロジーで心安らぐあかりを提供することで、ストレスの多い現代社会を豊かなフルスペクトル光で満たします。

◆本件に関する問い合わせ先
・フォトニクスセンター　教授　高原淳一
TEL: 06-6879-8503 E-mail: takahara@ap.eng.osaka-u.ac.jp
・メタルミナ合同会社　代表社員　照明コンサルタント　高原淳一
E-mail: takahara@metalumina.com

プレス発表 2015/1/26

大阪大学フォトニクスセンター
06-6879-7927

分子分布観察用ナノ・ラマン顕微鏡の製品化

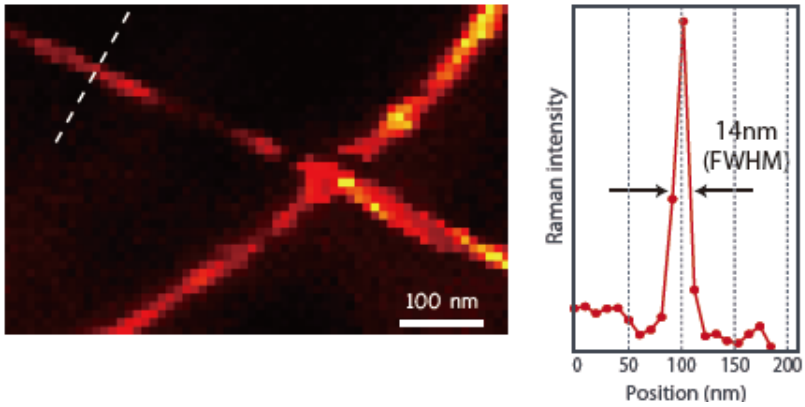
大阪大学フォトニクスセンターは、河田 聡大阪大学特別教授が発明した「先端増強ラマン散乱顕微鏡」の製品化研究を2012年-2013年度に支援し、その研究成果をナノフォトン株式会社に技術移転し、2013年に同社から「TERS sense」という名称で製品発表しました。

先端増強ラマン散乱(TERS)顕微鏡は、観察試料上を先鋭な金属ナノ探針(プローブ)で走査することによって、10ナノメーターの空間分解能で観察する顕微鏡です。金属ナノ探針の先端に生じる表面プラズモンを光ナノスポットとして活用します。1992年に大阪大学の河田聡教授により発明され、1999年に分子からのラマン散乱光を世界で初めて観察することに成功しました。

従来の顕微鏡と比べて空間分解能が30倍高く(従来の顕微鏡では300ナノメーターが限界ですが、開発した顕微鏡は10ナノメーターまで分解できます)、今年のノーベル化学賞受賞の超解像蛍光顕微鏡と比べると組織を染める必要が無く、分子を直接観察し、異なる分子をスペクトル(色)で識別することができます。今回、金属ナノ探針の構造設計と製作技術の開発に成功し、高い再現性と大きな光増強効果を実現することができました。

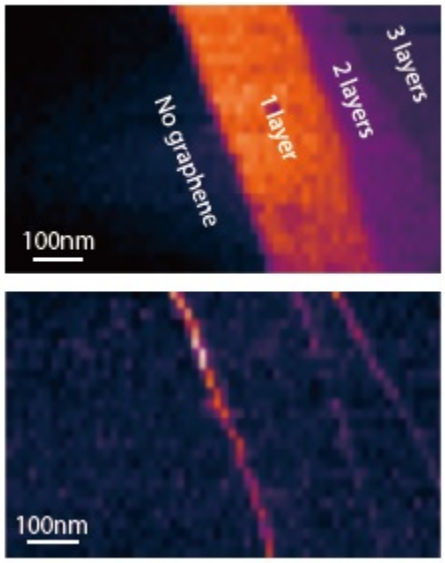
この顕微鏡は、生体分子や薬品、カーボンナノチューブやグラフェン(2010年ノーベル賞物理学賞受賞)などのナノカーボン材料や、ポリマーなどのナノテク材料、シリコンデバイスや化合物半導体デバイスやリチウムイオン・バッテリーなどの先端ナノ材料・高機能材料の観察と分析に応用されており、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーの分野において実用化が期待されていました。

カーボンナノチューブのTERSイメージ
（左：G バンド強度イメージ、右：空間分解能の評価）



カーボンナノチューブのデータでは、白い点線に沿ったピーク強度プロファイルより、14 ナノメーターの空間分解能でイメージングできていることが分かります。グラフェンの D バンド強度イメージでは、アームチェアエッジの分布を明瞭に観察できました。
（ナノフォトン社提供）

グラフェンのTERSイメージ
（上：2D/G 強度、下：D バンド強度）



開発の経緯

1992年	特許出願
1999年	ラマン顕微鏡としての応用を発表
2006-11年	科学技術振興機構のCRESTプロジェクト「プラズモニック走査分析顕微鏡」(代表者：河田 聡)によって研究推進
2012-13年	阪大フォトニクスセンターで製品開発
2013年9月	JASIS2013にて製品発表
2014年3月	ナノフォトン社から「TERS sense」という名称で販売開始

【用語解説】

ラマン散乱　：物質に単色光(レーザー光)を入射すると、物質中に含まれる分子の振動、あるいは結晶格子の振動により、入射光と異なる振動数の光が散乱される。この散乱光のスペクトルを分解して検出すると、試料に含まれる分子構造が分析できる。ラマン散乱は 1928 年にインド人のチャンドラ・セカール・ラマンが発見し、1930 年にノーベル物理学賞を受賞した。1999 年に河田聡教授が、分子結晶からの先端増強ラマン散乱顕微鏡を使って分子のラマン散乱を最初に画像観察している。

表面プラズモン　：金属内の自由電子の集団的振動が生み出す光。
金属の表面にのみ存在しその波長が極めて短いため、ナノの光スポットを形成することができる。

プレス発表 2015/1/26

島津製作所との共同研究により高感度ガスクロマトグラフシステム Tracera を発売

大阪大学

問い合わせ先：北野勝久　（大阪大学工学研究科アトミックデザイン研究センター准教授）
06-6105-5211　　kitano@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

発表のポイント

大阪大学の北野准教授は、株式会社島津製作所との共同研究により、高感度ガスクロマトグラフシステム Tracera(http://www.an.shimadzu.co.jp/gc/tracera/)を 2013/2 より世界市場で発売を開始した。大気圧プラズマを専門とする北野と、分析装置の国内トップメーカーの島津製作所が 2006 年より共同研究を進め、革新的なプラズマ検出器を搭載したガスクロマトグラフシステムの開発を行った。大気圧ヘリウムプラズマから放出される高エネルギーフォトンを用いることで、試料ガス成分を光イオン化することで電気信号として検出を行う。下記の様な優れた特徴を備えているにも関わらず、比較的低価格となっており、汎用的な検出器として今後の売り上げ増が期待できる。

高感度：従来の汎用検出器である TCD の 100 倍以上、FID の 2 倍以上の高感度を実現しており、0.1ppm レベルの微量成分を検出することが可能である。

ユニバーサル検出器：ヘリウムプラズマから放出される高エルギーフォトンによるイオン化現象を利用しているため、ネオン以外の無機ガスから有機ガスまで幅広いガスを相対感度差を低く検出可能である。

長期安定性：電極をプラズマと接触させない誘電体バリア放電方式を用いることで、電極の劣化が起こらず、長期間にわたって安定した分析が可能である。

ガスクロマトグラフとは

ガスクロマトグラフ（GC: Gas Chromatography）とは、注入口から打ち込まれた気体状（気体もしくは液体を気化したもの）のサンプルを、カラムと呼ばれる長い管を通る内にクロマトグラフィーの原理により各成分に分離して検出するガス分析装置である。この GC 用の検出器として、FID(Flame Ionization Detector)、TCD(Thermal Conductive Detector)など様々な方式が提案され、実用化されているが、感度、検出ガス、ダイナミックレンジなどそれぞれの特徴を有しており、試料ガスに適した検出器を接続して用いる。

大気圧プラズマとは

プラズマは電離した気体の状態を意味する言葉であり、固体、液体、気体に次ぐ第 4 の状態とも呼ばれている。真空容器内で放電することにより生成する場合が多いが、電極や電源などに工夫を凝らすことで、大気圧力下で指でも触れるプラズマを生成することも可能である。

高品質非線形光学結晶 Osaka CLBO™

大阪大学大学院工学研究科 森勇介
mori.yusuke@eei.eng.osaka-u.ac.jp

① 背景

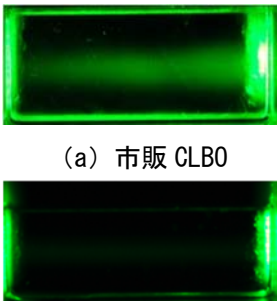
Source: Deutsche Messe AG

代表者らが発明・開発した非線形光学結晶 $CsLiB_6O_{10}$(CLBO)は、波長 266nm 以下の短波長紫外光発生において優れた波長変換特性を示し、CLBO によって実現した全固体深紫外レーザー(出力 500mW 以下)が半導体フォトマスクの検査用光源として世界的に普及し、スマートフォンを始めとした最先端情報通信機器の製造に貢献している。一方、ドイツで進められているインダストリー4.0 は IoT により様々な機器をネットワークにつなぎ、工場をスマート化させて第 4 次産業革命と呼ばれる流れを作り出すことを狙いとしている。IoT で用いられるマイクロサーバでは、ガラスコンポジット基板に実装されたハイエンド FPGA が必要とされているが、製造工程における透明材料のマイクロビア加工、シリコンウエハ上の残留ナノ微粒子検出等の高速化・高精度化が課題の1つとなっている。いずれの応用にも 5W 以上の高出力 266nm 光源が必要とされているが、唯一の波長変換結晶である CLBO の高レーザー損傷耐性(高品質化)が喫緊の課題となっていた。

② 製品・応用分野

これまで蓄積してきた CLBO の結晶成長条件の中から、結晶欠陥混入に関係すると考えられるパラメータを見直し、検討を重ねた結果、図1に示す高品質 CLBO 結晶の育成に成功した。緑色レーザー光(30mW)の入射に対して光路状に観察されていた結晶欠陥(図2上)は、図2下に示すように肉眼での観察は困難で、リソグラフィ用の人工水晶と同程度のレベルまで低減していることが明らかになった。紫外光を集光照射し、短時間で素子劣化を評価する系を構築し、各結晶の寿命試験(レーザー損傷耐性評価)を行った。図3に示すように、低散乱の CLBO では劣化開始までの時間が長くなっており、レーザー損傷耐性が大きく向上しているという結果が得られた。最新の成果では、市販結晶の約 1.8 倍の素子寿命が実現している。そこで、この低欠陥密度の CLBO をブランド名 Osaka CLBO™ として、従来の素子と差別化して 2013 年夏より製品販売開始した。現在、(株)創晶より販売しているが、本製品の製造を専業とする新会社の設立準備を進めている。

図 1 高品質 CLBO 202.4g
85×51×39 mm^3 (a×c×a)


(a) 市販 CLBO
(b) 高品質 CLBO
図 2 光路状散乱

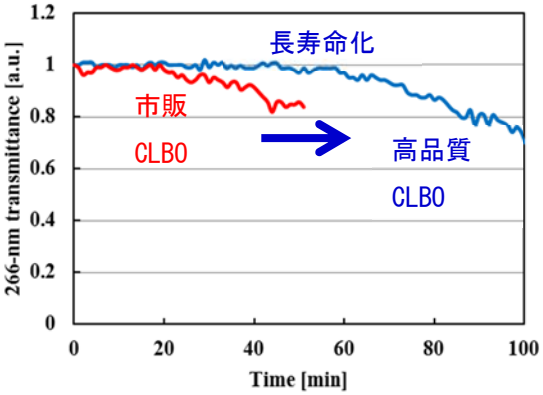


図 3 CLBO 寿命試験

2015 年春には、本製品を搭載したピコ秒パルスの出力 2W(最高出力 3W)、波長 266nm の高出力深紫外光源がベンチャー企業のスペクトロニクス(株)(大阪府茨木市)より製品リリースされる。266nm レーザー製品として、世界最高出力の仕様である。これを皮切りに、266nm 光の高出力化が加速的に進む見通しが得られている。新しい短波長 266nm 光源は、従来の波長 355nm の近紫外光に比べて材料に対する吸収性が良く、ガラスコンポジット基板のビア加工、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)やサファイア、LED 用窒化ガリウム、タングステンを含む難加工先端材料の微細加工に適している。

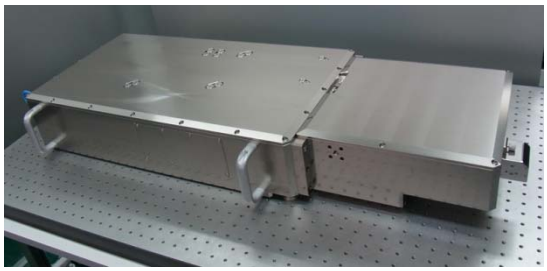


図 4 ピコ秒高出力 266nm 光源(2W)

参考文献:レーザー研究 Vol.43, pp.23-27 (2015).

起業・製品化課題:

窒化物系デバイス特性を向上させる世界最高品質 GaN ウエハ

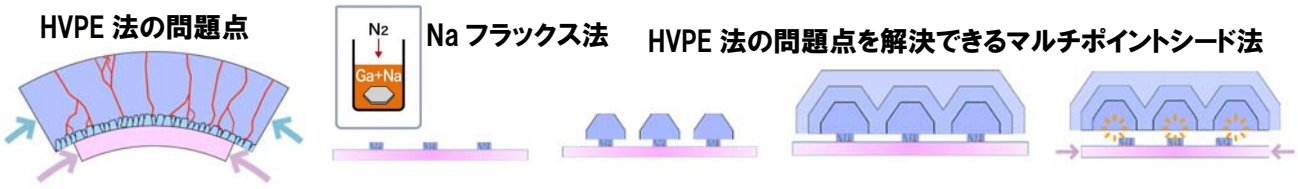
大阪大学・大学院工学研究科電気電子情報工学専攻・教授　森勇介

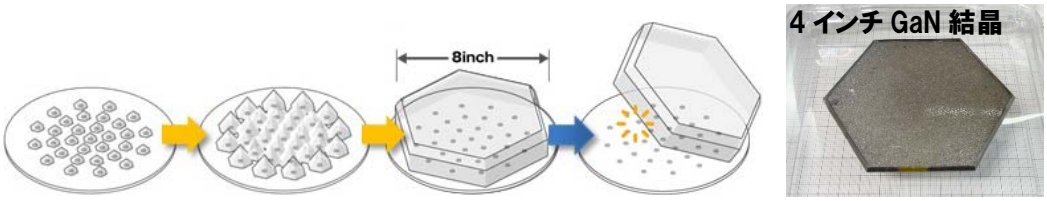
① 背景

GaN 系窒化物半導体は、半導体材料の中では最も優れた光・電子特性を有しているものの、サファイアや Si 等の異種基板を用いているためデバイス層の結晶品質が悪く、材料本来の特性が得られていない。大阪大学の技術により高品質 GaN ウエハが実用化され、GaN 系デバイスが本来の特性を発揮できるようになれば、レーザーディスプレー実現に不可欠な緑色レーザー光をはじめ、赤～紫外領域の高出力レーザーダイオードや高輝度照明用 LED といった光デバイスをはじめ、電力損失が Si の 1/10 以下のパワーデバイス、携帯電話の 1,000 倍の速度・通信容量を実現する超高速動作トランジスタ等の省エネルギー用光・電子デバイス技術が創出される。

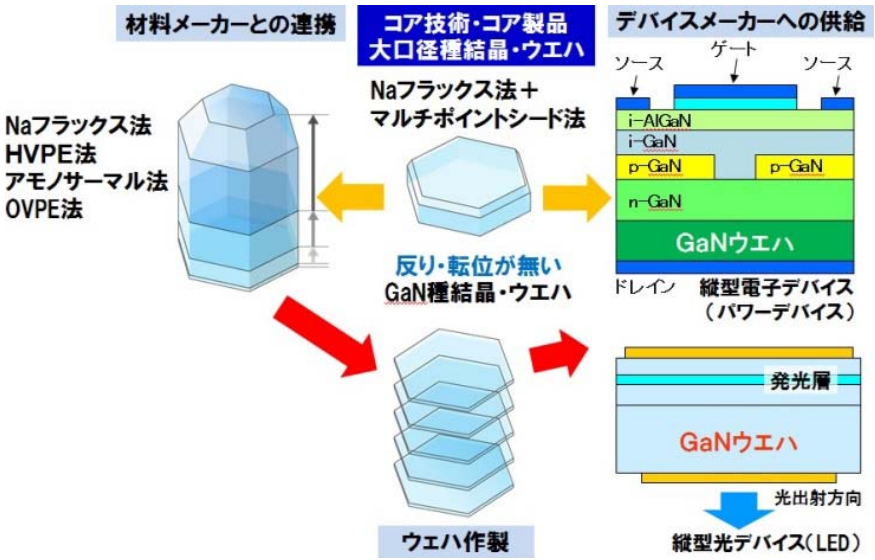
② 研究開発内容

高性能 GaN デバイスの実現には、Si ウエハと同等の高品質で低価格の GaN ウエハが必須となるが、従来法の HVPE 法では、実現不可能である（左上図）。このような状況において、大阪大学では液相成長法である Na フラックス法を用いて微小種結晶上（マルチポイントシード法と命名）に、Si 以外では存在しなかった「完全（無転位・無歪）GaN 結晶」の育成に初めて成功した。さらに、方位の揃った 2 つ以上の独立した微小種結晶上で GaN 結晶が成長中に合体・単一化することを見出し（マルチポイントシード法と命名）、冷却中に自動的にサファイア基板から剥離する現象を利用することで、世界で初めて結晶の合体により4インチ自立 GaN 結晶育成に成功している（右下図）。





③ コア技術・コア製品

コア技術は、Na フラックス法とマルチポイントシード法の組み合わせによる GaN 高品質結晶育成技術であり、コア製品は高品質 GaN 種結晶と高品質 GaN ウエハである。その概略を右図に示す。大阪大学ベンチャーが作製する GaN ウエハをデバイスメーカーへ提供し、高品質 GaN ウエハの商品価値を実感頂くとともに、GaN ウエハの大量生産のために、材料メーカーと連携する。

バルク結晶化技術としては、Na フラックス法、HVPE 法、アモノサーマル法、、そして大阪大学で新規開発された OVPE 法の全てに関して量産性を比較する。