



SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY

Newsletter

日本支部

第 75 号

発行元 : SID日本支部
発行責任者 : 木村 睦
発行日 : 2020年12月3日

支部 HP URL : <http://www.sid-japan.org/>

電気を流して希土類イオンを光らせる

藤原 康文 大阪大学



「20 世紀の予言」という有名な新聞記事があります。報知新聞が 1901 年 (明治 34 年) 1 月 2 日と 3 日に掲載した未来予測です。23 項目の予測があり、一部を除いて、その多くが現実のものとなっています。たとえば、「買物便法: 写真電話によりて遠距離にある品物を鑑定し、且つ売買の契約を整え、其品物は地中鉄管の装置によりて瞬時に落手することを得ん」として、アマゾンのビジネスモデルである通信販売 (ネットショッピング) を予測しています。では、「21 世紀の予言」をするとすると、何が挙げられるでしょうか。我々を悩ませている外国人との会話ですが、人工知能(AI)とモノのインターネット(IoT)の進歩により、早ければ大阪万博 (2025 年) には世界中の人々がお互いに母国語で意思疎通ができる世界が実現しているかもしれません。海外旅行は如何でしょう。

欧米へ出かける際に飛行機を利用しますが、12 時間近く椅子に座るなど、結構辛いものがあります。100 年後も 12 時間、椅子に座っているのでしょうか。「どこでもドア」ができているかもしれません。その実現を可能とする方法の一つが、現地での天候、風向き、生活雑音、臭いなども含めて忠実に再現できる仮想現実(VR)/拡張現実(AR)/複合現実(MR)と考えられます。ここで求められる重要な技術は綺麗で臨場感のある高精細なディスプレイであり、その有力候補がマイクロ発光ダイオード(LED)ディスプレイです。この自発光型ディスプレイでは、1 ピクセルのサイズが数十 μm 角以下の LED チップが用いられます。従来の液晶ディスプレイと比べて、カラーフィルターなどを使わない点で高い効率を得られ、同じ自発光型ディスプレイである有機エレクトロルミネッセンス(EL)ディスプレイに対しては高い輝度を得られる点で優位性があります。

青色・緑色 LED には 2014 年ノーベル物理学賞に輝いた $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 系半導体が、一方、街中でよく見かける赤色 LED には $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}/\text{GaAs}$ 系半導体が用いられています。マイクロ LED ディスプレイを作製するには、これら LED を 20 μm 角程度にチップ化 (サブピクセル化) し、物理的に並べて 1 ピクセルを形成する「ピック・アンド・プレイス法」が使用されています。しかしながら、この方法では、製造コストの削減に限界がある上、ピクセルサイズがせいぜい 100 μm 角程度であり、たとえば、20 μm 角以下のピクセルサイズが求められる超小型・高精細マイクロ LED ディスプレイの作製は困難です。ここで求められるキーテクノロジーは「如何にして、赤色 LED を窒化物半導体で実現するか」となります。

既に実用化されている青色や緑色 LED では発光層に $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 多重量子井戸構造が用いられており、発光波長の更なる長波長化に向けて In 組成をより高くすることが精力的に進められています。しかしながら、高 In 組成に起因する結晶性劣化やピエゾ電界効果による発光効率の低下が大きな問題となっています。実際

に試作された赤色 LED の発光半値幅が 50~100 nm と、ディスプレイに求められる色純度が悪く、注入電流の増加に対して発光ピーク位置が短波長化するなど、本質的に解決が困難な問題が山積しています。一方、青色／紫色 LED 上に緑色、赤色蛍光体を配置し、光励起による波長変換を用いてフルカラー集積化を目指すという試みがあります。その蛍光体として量子ドット蛍光体を用いられていますが、安定性に課題が残っています。

このような背景の中、我々は「半導体イントラセンダー・フォトンクス」の開拓に取り組んでいます。この半導体イントラセンダー・フォトンクスでは半導体と希土類蛍光体のハイブリッド材料である希土類添加半導体を新しい光機能材料として位置付け、希土類イオンの 4f 殻内遷移に着目し、「電気を流して、希土類イオンを究極的に光らせる」ことを目的としています。希土類イオン特有の発光は 4f 殻内での電子配置の変化により生じるため、従来の伝導帯—価電子帯間の電子遷移（インターバンド遷移）による発光とは全く性質が異なります。すなわち、発光スペクトルが非常にシャープであり、発光波長が周辺温度に対して変化しないという、これまでの半導体からの発光では考えられなかった特徴を有しています。

我々は産業界で広く用いられている有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法を用いて、赤色発光中心として蛍光灯などで広く用いられている 3 価のユウロピウムイオン(Eu^{3+})を添加した高品質 GaN (GaN:Eu)を作製し、それを用いた新しい赤色 LED の開発に成功しています [1]。主たる発光ピークは 621 nm で Eu^{3+} イオンの 4f 殻内遷移 ($^5D_0 \rightarrow ^7F_2$) に対応しており、GaN 母体に注入された電子・正孔から Eu^{3+} イオンへ効率的なエネルギー輸送が生じています。一方、逆方向バイアスの印加では発光が観測されないことから、 GaN:Eu を用いた世界で初めての LED 動作であり、従来の常識を打ち破る大きなブレイクスルーとなっています。その発光スペクトルの半値幅は室温で 1 nm 以下と色純度が極めて高く、周辺温度の変化に対する波長安定性は InGaAlP 系赤色 LED と比較して 100 倍も高いという優れた特徴を有しています。開発当初、1 μW であった光出力も様々な技術革新により、今では 1 mW を越え、実用化を視野に入れることが可能となっています。また、マイクロ LED ディスプレイで使用される低電流注入領域では外部量子効率が 9.2%と驚異的な値が得られています [2]。

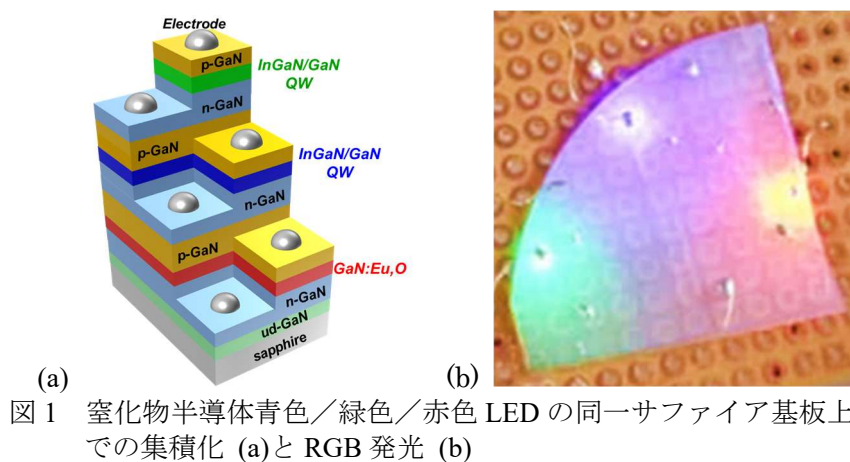
マイクロ LED ディスプレイの作製にあたり、現状では青色／緑色／赤色 LED をチップ化し、物理的に並べる手法が用いられていることは既に述べました。我々は図 1 のように、OMVPE 法を用いて GaN:Eu 赤色 LED と InGaN 系青色／緑色 LED を同一サファイア基板上に集積化することに成功しています [3]。集積化にあたり、3 種類の LED を「横方向」ではなく、「縦方向」に積層しているところに特徴があります。この集積化 LED は Rec.2020 規格に対して色域面積比 105.5%と広色域をカバーすることが明らかになっています。また、原理的にはいくらかでも小さなピクセルを作製できることから、

超小型・高精細マイクロ LED ディスプレイの基盤技術として世界的に注目を集めています。

[1] A. Nishikawa, T. Kawasaki, N. Furukawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara, Appl. Phys. Exp. **2**, 071004 (2009).

[2] B. Mitchell, V. Dierolf, T. Gregorkiewicz, and Y. Fujiwara, J. Appl. Phys. **123**, 160901 (2018).

[3] 日本経済新聞朝刊 (2019 年 11 月 25 日)、毎日新聞朝刊 (2020 年 4 月 16 日)。



SID 2020 Individual Honors and Awards Voices of Winners

今年、SID 日本支部所属の 3 名の皆様が SID2020 Individual Honors and Awards を受賞されました。本当におめでとうございます。ここに受賞者の皆様からのメッセージをお伝えいたします。

< Otto Schade Prize > 下平 美文 (静岡大学)



本年 (2020 年) SID から OTTO-SCHADE Prize なる名誉ある賞を頂き、大変光栄に思います。ご推薦頂きました方々に、これまでご指導とご協力を頂いた皆様に深謝いたします。本年度は新型コロナの感染拡大により、SID の Display Week および関連する行事が全て WEB 開催になったため、会場での授賞式が取り止めになってしまったことは、心残りでありましたが、記念のメダルと楯が自宅に送られてきたときは、さすがに受賞の実感がわいてきました。受賞の Citation は次の様になっています。

For his contribution to the research and development on the picture-quality improvement of display systems and the color-capturing characteristics of cameras.

これらの元になっている研究のテーマを振り返って見ますと、その期間がディスプレイデバイスの大きな変革が起こった時期およびテレビの色域が拡張された時期と重なっています。それまでのディスプレイデバイスの巨人 CRT から液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイへの大変革が起きました。並行して、画像信号のアナログからデジタルへの転換も同時に起こっています。

丁度この時期に巡り合わせたことが、画質上のデバイス固有の課題に気づく契機となりました。液晶ディスプレイにおける画像の動きぼけ妨害について初期の研究成果を研究会などで発表した折には、聴衆も少なくあまり注目されなかった経験があります。その後については多数の研究者が研究成果を発表されるようになりました。

画像におけるもう一つのパラダイムシフトは、UHD-TV の本放送が 2018 年に開始されたことであります。本放送開始以前から、画像分野の多方面にわたり大きな波及効果をもたらしていますが、その中の一つに「色域の拡張」があります。カラーテレビの本放送が開始されてから半世紀以上経って初めてテレビの色域の拡張が行われました。これがディスプレイまで含めて定着するにはまだ、年数が必要と思いますが、撮像における色域（ここでは、測色的に撮れる色の範囲とします）に興味を持ちカメラの色再現性について研究を行いました。理論的には人が見ることのできる色全ての撮像が可能です。課題はありますが、このようなカメラの産業への応用が始まっていることを嬉しく思います。

これらの画像分野における大きなパラダイムシフトに直面し、これが興味深い研究に結び付いたことが幸運だったと思います。この間、多くの方の叱咤激励を頂きました。若い研究者・技術者の方には、大きなパラダイムシフトがある場合は絶好のチャンスですので、そこには興味深い課題が多数あることを信じて、この機を逃さずに、研究に励んで頂くことを祈念します。

< Special Recognition Awards > 畠山 琢次 (関西学院大学)



この度、狭帯域青色発光材料「DABNA」の開発に基づく有機 EL デバイスの高輝度化および低消費電力化技術と科学への貢献、および学術論文への貢献が評価され、"For his contributions to narrowband deep-blue emitting materials for high-luminance and low-power OLED displays" との題目で、2020 SID Special Recognition Award を受賞いたしました。本研究は、2011-2014 年の科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（さきがけ/新物質科学と元素戦略）で見出したヘテロ元素の多重共鳴効果による分子軌道の精密制御が基盤となっています。その後、開発を進めて、2016 年に学術論文として報告し、現在では、有機 EL デバイスの標準的な発光材料として DABNA 類縁体が多くディスプレイに使用されています。その優れた特性から、類縁材料の開発が世界中の研究者によって行われていますが、多重共鳴効果を設計指針とした研究はまだ道半ばです。今後もさらに研究を重ねて、ディスプレイの発展に貢献できればと考えております。本研究を共同で推進してくださった JNC 石油化学株式会社の皆さまと、研究室の学生さん達に深く感謝いたします。また、今回の受賞に当たってご協力頂いた SID 日本支部の皆さまはじめご支援頂いた皆さまに感謝を申し上げます。

<SID Fellow> 石鍋 隆宏 (東北大学)



この度、"For his contributions to wide-view and low-power sunlight-readable LCDs, including highly functional optical films"として名誉ある SID Fellow の称号を頂きました。ご支援頂きました皆様、そして長きにわたりご指導頂きました先生方に深く感謝申し上げます。大学で私がディスプレイの研究を始めたのは、IPS 方式や MVA 方式の液晶ディスプレイが発表され、液晶ディスプレイの表示性能が飛躍的に向上してきた時期でありました。また、これに伴って位相差フィルムや光拡散フィルム、偏光板などの光学フィルムの機能性の向上が重要になってきた時期でもありました。当時は位相差フィルムの設計指針も十分に確立されておらず、毎日のように夜遅くまで議論したことが思い出されます。現在では高度なシミュレータが開発され、誰でも簡単に液晶ディスプレイの設計ができるようになりましたが、光学の本質を理解していれば問題の解決に何が必要か自ずと見えてくるものであり、そのような研究スタイルを今後も大学での研究を通じて学生に伝えていきたいと思っております。また、この度の受賞の対象となりました反射型ディスプレイの技術は、研究を始めてから約 20 年という長い年月をかけて、ようやく世の中に貢献できるものになりました。ここまでには様々な技術革新とニーズの変化が必要とされましたが、それまでの間、「低電力ディスプレイは絶対に実現しなければいけない技術」と開発を支えて下さった皆様のおかげと感謝しております。現在、ディスプレイパネルの製造はアジア諸国に広がり、様々なアイデアがそこから生まれています。この先を見る目とスピードは、私たちが今、一番学ばないといけないことだと思っています。この力とこれまでに築き上げてきた材料・プロセス技術が組み合わせられれば、必ず新しいディスプレイ産業の未来を創ることができるはずです。SID はそのような議論の場としてとても素晴らしいものであり、そのようなコミュニティとディスプレイ技術の発展に今後も微力ながら貢献していきたいと考えております。

第 27 回ディスプレイ国際ワークショップ(IDW'20)開催案内

(IDW '20 事務局配信メール (11/27) の一部を再掲いたします)

ディスプレイにご関係の皆様

世界の最新ディスプレイ技術が集まる第 27 回ディスプレイ国際ワークショップ(IDW'20)が、12 月 9 日(水)～11 日(金)まで開催されます。今年は、新型コロナウイルス感染の状況を考慮し Web を利用したオンライン開催となります。

3 日間の開催で、キーノートアドレス 3 件、スペシャルトーク 1 件、招待講演 116 件、口頭発表 100 件、ポスター発表 70 件、計 290 件の発表を予定しております。

この度、IDW '20 ファイナルプログラムが完成いたしました。詳細は下記リンクよりご覧ください。

<https://www.idw.or.jp/>

オンライン開催の特色

- ・リアル性を重視し、ライブなセッションを開催します。
- ・国際会議特有の時差問題も考慮し、ライブ Q&A の他に Q&A スレッドを準備し、Author Interviews など発表者との交流の機会を充実させます。
- ・会期終了後も 1 月末までは、発表内容を動画配信(VOD)サービスで視聴可能にします。
- ・参加登録費も減額され大変参加しやすくなっています。

ぜひご参加いただけますようご案内申し上げます。

なお、本メールを貴組織内やお知り合いにもご紹介（転送）頂ければ幸いです。

下記の基調講演、招待講演を予定しております。

講演者：三谷 公二氏（日本放送協会 放送技術研究所）

演題：The Evolution of Media Services with Diversifying Viewing Styles
-Diverse Vision: the Future of Media-

講演者：野本 和正氏（ソニー株式会社）

演題：Toward "KANDO" Creation with Immersive Visual Expression

講演者：Prof. Steven Paul DenBaars（カリフォルニア大学サンタバーバラ校）

演題：High Efficient GaN Based Micro LEDs for High Resolution Micro LED Displays

更に、Media Art Technology の特別セッションを設けます。

筑波大学の落合陽一先生から次のご講演をいただくなど、プログラムも充実させております。

"xDiversity Platform: Audio-Visual-Tactile Communication Technologies with AI-tools Towards an Inclusive Society"

参加登録

参加登録料金

ITE/SID/ASO 会員 30,000 円（当初 55,000 円）

ITE/SID/ASO 非会員 40,000 円（当初 65,000 円）

学生及びライフ会員 10,000 円（当初 17,000 円）

インターネットによる参加登録

<https://www.idw.or.jp/regist.html>

会議に関する最新情報を随時ホームページでご案内しますので、ご参照下さい。

<https://www.idw.or.jp/>

皆様のご参加をお待ちしております。

IDW '20 組織委員長

服部 励治

IDW '20 チュートリアル開催案内

上記にてご案内いたしました IDW'20 に先立ちまして、IDW '20 チュートリアルが 2020 年 12 月 8 日（火）Online（Zoom webinar）にて開催されます。

本チュートリアルは、各分野のエキスパートのご講演者に、IDW で予定されている発表の『背景と基礎知識』、『技術動向と トピックス』などについて解説していただき、翌日からの聴講の理解の助けとなることを狙うものです。特に学生や若手エンジニア、異分野エンジニア等も、IDW 本番での英語講演に先立って日本語での基礎解説や動向を聴講することにより、IDW 参加の意義・効果を高めていただけることを期待します。SID 日本支部と IDW の共催となります。本会議前の基礎知識習得や動向調査に、是非ご活用ください。

開催日時：2020 年 12 月 8 日（火） 13：00 - 17：05

開催形式：Online（Zoom webinar） ※会議の録画は禁止させていただきます。

主催：SID 日本支部

プログラム：IDW の Special Topics、Topical Session から次頁の 5 講演を選定しました。

時刻	Topics	講演タイトル	講演者
13:00	挨拶		SID 日本支部長 木村 睦
13:05	AR/VR and Hyper Reality	AR/VR/MR の概要と活用事例	株式会社ホロラボ 中村 薫
13:50	Automotive Displays	HMI 視点でみた車載ディスプレイの動向	ヤンマーホールディングス株式会社 美記 陽之介 中央大学 森田 和元
14:35	休憩	—	—
14:45	Micro/Mini LEDs	マイクロ LED ディスプレイにおける技術課題	工学院大学 本田 徹
15:30	Quantum Dot Technologies	ペロブスカイトナノ結晶の表面修飾と LED への展開	山形大学 千葉 貴之
16:15	Artificial Intelligence and Smart Society	AI による画像認識のしくみ / AIS の講演の紹介	奈良先端科学技術大学院大学 西本 宏樹 龍谷大学 木村 睦
17:00	閉会	—	SID 日本支部副支部長 荒井 俊明

参加資格：

- ・ IDW'20 に参加登録いただいた方（1 参加登録あたり 1 名の参加とさせていただきます）
- ・ Zoom webinar 参加時の録画・録音行為、画面キャプチャー・写真撮影など、複写行為の禁止にご同意いただける方（※事前参加申込時にご誓約頂きます）
- ・ アンケートにご協力いただける方（今回の参加動機や今後の講演希望などを問う簡単な内容です）

参加費：無料

問合せ先：IDW チュートリアル事務局 info@sid-seminar.org

ダイバーシティ推進活動 「国際学会等への参加に係るダイケア補助費」

SID 日本支部では、ダイバーシティ推進活動として、国際学会等への参加に係るダイケア補助費をサポートします。オンラインの国際会議も対象になります。積極的なご申請をお願いいたします。

<http://www.sid-japan.org/diversity.html>

2020 年 主な学会、研究会等日程のお知らせ

日程	研究会名	開催地
12 月 8 日	IDW' 20 チュートリアル	オンライン開催
12 月 9～11 日	IDW' 20(ITE 共催)	オンライン開催
12 月 14～16 日	「有機 E L 討論会」第 3 1 回例会	オンライン開催
1 月 28～29 日	発光型／非発光型ディスプレイ合同研究会	オンライン開催
1 月 29 日	照明学会光源・照明システム分科会 公開研究会 光・画像計測とデータの AI 活用、UV 照射による農作物・ 環境応用の現状と課題	オンライン開催
2 月末～3 月上旬	SID 日本支部主催 ディスプレイトレーニングスクール Micro(Mini)-LED, QD, OLED の基礎と技術動向（仮題）	オンサイトまたは オンライン開催

編集後記：

SID 日本支部会員の皆様、日頃よりお世話になっております。Covid19 が再び感染拡大してきております。改めて感染予防に努め、コロナ禍を切り抜けて参りましょう。

さて、本年度の SID Award を受賞された 3 名の皆様、おめでとうございます。SID 日本支部では、ご活躍されている皆様に積極的に Award に推薦しています。Award の中には SID 会員歴が必要なものとございますので、会員資格は是非継続して頂くことをお勧めいたします。

今号の巻頭記事は、「電気を流して希土類イオンを光らせる」と題しまして大阪大学の藤原 康文先生にご寄稿頂きました。マイクロ LED の着実な進化が感じられます。是非ご一読下さい。

編集担当：國松 登（日鉄ケミカル&マテリアル）email: kunimatsu.no.5qt@nscm.nipponsteel.com