

目次

---

【巻頭言】

- 1 エレソの持続可能な発展のために  
[エレクトロニクスソサイエティ副会長] 津田 邦男 (東芝)
- 

【寄稿】

[各賞受賞記]

[エレクトロニクスソサイエティ賞]

- 3 Si エレクトロニクス分野  
薄膜 BOX-SOI(SOTB)超低電力 CMOS 技術とその応用に関する先駆的研究開発  
土屋 龍太、杉井 信之 (日立製作所)、蒲原 史朗 (ルネサスエレクトロニクス)
- 6 光半導体およびフォトニクス分野  
周期分極反転ニオブ酸リチウム導波路を用いた位相感応増幅器の先駆的研究  
遊部 雅生 (東海大学)、梅木 毅伺、忠永 修 (日本電信電話株式会社)
- 8 エレクトロニクス一般  
エレクトロニクス実装用電子セラミック材料およびプロセスに関する先駆的研究開発  
今中 佳彦 (株式会社富士通研究所)

[招待論文賞]

- 11 「マイクロ波電力増幅器の統一的設計理論とその応用」の背景と経緯について  
本城 和彦 (電気通信大学)

[学生奨励賞]

- 13 完全カノニカル形 Cul-de-Sac 結合に基づく有極帯域通過フィルタの設計  
加藤 駿祈 (埼玉大学)
- 開放および短絡スタブを併用した有極形広帯域通過フィルタの設計  
濱野 竜飛 (埼玉大学)
- 14 InP モノリシック集積偏波アナライザの提案と試作  
川端 祐斗 (東京大学)
- 60GHz 帯集積型フォトニックアレーアンテナにおける 3.5-Gbit/s QPSK RoF 信号伝送  
平澤 崇佳 (東京工業大学)
- 15 電流不連続モード Single-Inductor Dual-Output DC-DC コンバータにおける  
ヒステリシス制御による高速応答化の実証  
山内 善高 (東京大学)
- 磁気渦コアの運動検出と極性反転の計算機シミュレーション  
牙 曉瑞 (九州大学)
- 16 ELEX Review Paper の紹介  
高橋 宏行 (NTT)
- 17 オンラインレター誌 ELEX の紹介  
高橋 宏行 (NTT)

---

## 【論文誌技術解説】

- 19 大学発マイクロ波論文特集の発刊に寄せて  
[大学発マイクロ波論文特集編集委員長] 豊田 一彦 (佐賀大学)
- 20 英文論文誌小特集「Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application」の発刊に寄せて  
[ゲストエディタ] 佐藤 源之 (東北大学)
- 21 英文論文誌 C 小特集「有機エレクトロニクスの新展開」の発刊によせて  
[ゲストエディタ] 加藤 景三 (新潟大学)
- 22 英文論文誌 C「Fabrication Technologies Supporting the Photonic/ Nanostructure Devices」  
小特集号の発刊に寄せて  
[レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長・小特集号編集委員長] 野田 進 (京都大学)
- 23 英文論文誌 C 小特集「Special Section on Low-Power and High-Speed Chips」発行に寄せて  
[ゲストエディタ] 池田 誠 (東京大学)、荒川 文男 (名古屋大学)
- 

## 【報告】

- 24 2016 年ソサイエティ大会のご報告  
[大会運営委員長] 加藤 景三 (新潟大学)
- 25 超高速光エレクトロニクス分野の拡がりをめざして  
[超高速光エレクトロニクス研究専門委員会 委員長] 小川 憲介 (フジクラ)
- 26 LSI を核に人を育てる  
[集積回路研究専門委員会 委員長] 藤島 実 (広島大学)
- 27 磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会の活動  
[磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会 委員長] 岡本 好弘 (愛媛大学)
- 28 半導体レーザ国際会議 International Semiconductor Laser Conference (ISLC) 2016@神戸の開催報告  
[半導体レーザ国際会議 (ISLC) 組織委員長] 東盛 裕一 (ツルギフォトンクス財団)
- 

## 【短信】

- 30 2017 年総合大会へのお誘い  
[大会運営委員長] 加藤 景三 (新潟大学)
- [研究室紹介]
- 31 3次元集積回路技術から食肉のおいしさ評価まで  
武山 真弓 (北見工業大学)
- 32 真のワイヤレス社会を目指して  
田村 昌也 (豊橋技術科学大学)
- 

## 【お知らせ】

2017 年フェロー候補者推薦公募について  
シニア会員の申請について  
エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について

---





## 【巻頭言】

### 「エレソの持続可能な発展のために」 (エレクトロニクスソサイエティ副会長)

津田 邦男 (東芝)

エレクトロニクスソサイエティ副会長(企画広報財務担当)を担当して2年目になります東芝の津田でございます。宜しくお願いいたします。

エレソ企画会議では、ソサイエティの財務状況把握と予算配分、会員サービスの企画・推進(学術コンテンツ配信、表彰等)、および、広報活動(HP管理、News Letter編集等)を担当しています。また、解決を要する重要課題に対し、アドホック委員で構成されるタスクフォース(TF)を組織化し、詳細な検討を実施しています。

さて、電子情報通信学会は理念(<http://www.ieice.org/jpn/about/rinen.html>)と倫理綱領/行動指針(<http://www.ieice.org/jpn/about/code1.html>)を定めており、そのなかで次のように謳っています。

#### ■電子情報通信学会の「理念」

本会は、電子情報通信および関連する分野の国際学会として、学術の発展、産業の興隆並びに人材の育成を促進することにより、健全なコミュニケーション社会の形成と豊かな地球環境の維持向上に貢献します。

#### ■電子情報通信学会倫理綱領/行動指針 抜粋

前文

電子情報通信技術が現代社会において果たす役割とその可能性は極めて大きい。一方で、この技術の根元である電子や電波あるいは物理的実体のない情報は直接的な理解が難しいばかりではなく、電子情報通信技術の発達や普及が長期的にどのような影響を及ぼすか明確に見通すことも容易ではない。

電子情報通信技術に関わる者は、電子情報通信技術のこのような特質を深く理解し、自らの職業的実践および専門的活動を通じて、全人類社会の健全な発展と地球環境の保全に貢献する責務がある。

本学会員は、これらを認識して広く電子情報通信技術者

が誠意と良識をもって職務を遂行することで尊敬される専門職となることを切望し、次の倫理綱領を遵守する。同時に、本学会は、電子情報通信技術者がこの倫理綱領に合致した行動を取ることができるように、教育と支援に努める。

2. [技術の目的] 電子情報通信技術の研究開発と活用を通じて、人々の安全、健康、福利の向上と社会の発展を目指す。

これらを果たしていくためには学会の持続的な発展が不可欠であり、そのためには学会活動に伴う支出と収入のバランスが重要であることはいまでもありません。しかしながらエレソは今、財務状況の悪化が喫緊の課題となっております。電子情報通信学会全体に共通する課題でもありますが、エレソでは特に顕著です。米田前副会長のもと、財務TFの活動を通じて、安定したソサイエティ運営を可能とする財務体質に改善するための中期計画を立て、予算段階の精度向上、直轄事業費の緊縮施策を打ち出し、各会議の協力の下実行してまいりました。しかし、“緊縮”だけでは財務状況悪化に歯止めがかからない状況になりつつあり、適切な収入の確保を意識しなければならない状況となっております。

現在のエレソの主な収入源は以下の通りです。

1. 会員の皆様からの会費
2. 研究会事業  
15の研究専門委員会が研究会を開催するとともに技術研究報告を発行  
7つの時限研究専門委員会が独自の研究会活動を実施
3. 出版(論文誌)事業  
和文論文誌、英文論文誌に加え、速報性とオープンアクセスを特徴とするELEXを発行

このうち、1はエレスが現会員の皆様と新たな会員となる若い世代の技術者・研究者の皆様にとって魅力ある組織であることによるのみ生まれる収入です。そして、2、3はその魅力の源泉となる事業であり、これらの収入をもとに、魅力を増すべく各種会員サービス事業を展開しております。

([http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/pdf/160/NewsLetter2015\\_04\\_kantougen.pdf](http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/pdf/160/NewsLetter2015_04_kantougen.pdf))。

エレスでは、平成25年度から執行委員会メンバーを中心としたエレス在り方WGを発足させ、エレスが抱える課題の解決にむけた議論を進めてまいりました。その成果の一つが、研究会事業を担う研究技術会議を中心としたエレスの組織改革

([http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/pdf/163/NewsLetter2016\\_10\\_kantougen.pdf](http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/pdf/163/NewsLetter2016_10_kantougen.pdf))として結実いたしました。今年度

からは信学会全体で進めようとしている研究会改革、論文誌改革を踏まえて、エレスとしての研究会改革、論文誌改革の議論を進めております。両改革の主体は研究技術会議と編集出版会議ですが、本ソサイエティが、「電子情報通信技術の研究開発と活用を通じて、人々の安全、健康、福利の向上と社会の発展に貢献」し続けるために、会員の皆様にとってより魅力的な学会となるよう、企画会議としても積極的に関わっていく所存です。会員の皆様のご支援を賜りたく、何卒宜しくお願い申し上げます。

著者略歴：

昭和58年東北大・工・電気卒、同年(株)東芝入社。以来、化合物半導体デバイスの研究開発に従事。現在、同社小向事業所基盤技術部勤務。平成23年～平成26年本会論文誌(和文C)編集委員、平成25年～平成27年エレス財務幹事、平成27年～エレス副会長(企画広報財務担当)。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

### Si エレクトロニクス分野

#### 「薄膜 BOX-SOI(SOTB)超低電力 CMOS 技術と その応用に関する先駆的研究開発」

土屋 龍太 (日立製作所)

杉井 信之 (日立製作所)

蒲原 史朗 (ルネサスエレクトロニクス)



この度、第 19 回エレクトロニクスソサイエティ賞をいただけることとなり、大変光栄に存じます。本選考に関わられた学会員の皆様、ご推薦いただきました皆様、この研究を支えて下さった多くの方々に深く感謝申し上げます。

CMOS 半導体は、様々な技術的限界を克服しながら 40 年以上に亘って、主に素子寸法の縮小(微細化)による性能向上を続けてきました。これまでは一貫して単結晶 Si 基板を用いたプレーナ型バルク CMOS が主に使われてきましたが、いよいよ微細化が困難になってきた昨今では FinFET と呼ばれる立体構造素子や FDSOI (Fully Depleted Silicon on Insulator) 素子に置き換わりつつあります。筆者らは、過去 10 年以上に亘り後者の FDSOI 素子である SOTB (Silicon on Thin Buried Oxide) の開発を行ってきました。本稿ではこの開発経緯をご紹介します。

CMOS 微細化の限界説は古くからありました。様々な技術的要因が指摘され、その都度革新的な技術により克服してきた歴史があります。本研究のきっかけとなったトランジスタの特性(しきい電圧  $V_{th}$ )ばらつき問題も'70 年代から指摘されていましたが、顕在化するの'00 年代に入ってからでした。微細化課題を先取りする形で、'80 年代には様々な革新的構造の提案がなされました。'84 年の電総研(当時)関川氏、林氏によるダブルゲート構造 XMOS、'88 年の NEC 福間氏による究極 MOS 構造(本研究の SOTB に類似した構造)、'89 年の日立 久本氏による DELTA 構造(現在は FinFET の呼称が一般的)や'95 年の日立 堀内氏による 2 重 BOX 型 FDSOI 構造(BOX は埋め込み絶縁層)などが代表例です。2 重 BOX は同時期に MIT から発表されましたが、上に挙げた提案のほとんどが日本からということは特筆すべきことです。

'00 年代に入り、技術世代としては 90nm のあたりで  $V_{th}$  ばらつきにより動作電圧が下げられず低消費電力化も困難という状況が見えてきました。この課題を解決するために、'03 年に発足したルネサステクノロジ(現ルネサスエレクトロニクス)との共同テーマとして本研究が始まりま

した。研究開始にあたり、最初の課題は SOI 基板の入手でした。幸いにもキヤノンの米原氏が発明された ELTRAN 基板を入手することが出来ました。当初は堀内氏が長年暖めてきた 2 重 BOX 構造を、素子毎に基板バイアスを印加することが可能な理想的構造ということで検討しましたが、さすがに製造困難ということで通常型の SOI 基板となりました。但し、要求した BOX 層の薄さは 5、7.5、10nm という極端な仕様でした。ELTRAN は素晴らしい技術で、上記困難な仕様の基板をすぐに入手できたのみならず、その膜厚均一性も現在の最先端 SOI 基板と比肩できる水準のものでした。なお当時本命と考えた BOX 膜厚 10nm は、現在でも SOTB 向けの最適膜厚です。この基板なしには我々の SOTB 開発を先駆けて行うことは不可能であり、SOI デバイス物理を長年追求されて来られた堀内氏と共に、ELTRAN 開発陣のご努力には感謝に堪えません。

SOTB の基本コンセプトは'04 年の IEDM 学会で土屋により発表されました。ここで簡単に SOTB の構造的特徴とそれが生み出す利点について示します。図 1 の断面模式図に示すように、SOI、BOX 層ともに 10nm 程度と非常に薄いことが構造的な特徴です。従来のバルク CMOS ではチャンネルに不純物を注入して  $V_{th}$  制御を行っていましたが、これが  $V_{th}$  ばらつき問題の主要因でした。SOTB でも同様に不純物注入を行います。SOI、BOX 両層を通過してその背面に注入されます。このため、チャンネルとなる SOI 層の不純物濃度は低く抑えられ、 $V_{th}$  ばらつきがバルク CMOS の 1/2~1/3 程度に小さく出来ます(第一の特長)。BOX 背面の不純物注入領域は第 2 ゲート電極となりダブ

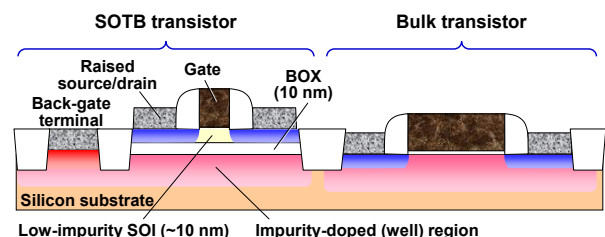


図 1 SOTB の断面模式図

ルゲート素子として機能します。このため、短チャネル効果に対する耐性と基板バイアス感度が高いという第二の特長があります。基板バイアスは  $V_{th}$  をチップ製造後に回路で制御、すなわち動作速度とリーク電流の制御を可能とし、この特長は低電力チップを作るうえで重要です。さらに、同じ基板で SOI、BOX 層を除去するだけで従来バルク CMOS も一緒に集積出来るという第三の特長があります。素子耐圧が必要な周辺回路や静電保護回路などは従来通りバルク領域に形成することが出来、論理回路セルの平面構造が従来と同じであることと相俟って、SOTB でのチップ設計が容易になります。他にもソフトエラー耐性に優れるという SOI 構造ならではの長があります。

'05 年より、ルネサスの開発ラインでの本格的な開発が始まりました。適用した技術世代は 65nm 相当でした。特筆すべきはこの技術世代を現在に至るまで 10 年以上変えていないことで、これは後述するように、本技術が他の微細化 CMOS 路線とは独立した主座標軸（消費エネルギー効率）で価値を追及してきた結果であることに他なりません。この開発フェーズでは、上記 SOTB の利点を素子レベルで実証しました。

その後、実用的な開発フェーズに進むためには大きな壁がありました。時期としては丁度リーマンショック直後の大不況時期であり、半導体産業再編の最中でもありました。幸いにして日立の小高氏、内山氏、木村氏などの応援団にも支えられ新たな国プロへの参画機会にこの技術も取り上げてもらえるようになりました。

'10 年より、超低電圧デバイスプロジェクトの一テーマとして 0.4V で動作する超低消費電力マイコンを新たなターゲットとして開発が再開されました。この 0.4V という目標は種々の経緯で設定された値ではありますが、CMOS 集積回路のエネルギー効率が最低になる電圧域であり、電池や環境発電により動作するセンシング端末など、限られたエネルギー源で最大限の動作をさせることを狙ったものです。'12 年頃より IoT という世界的潮流が起こる中で、その端末部分に適用できる技術という位置づけも加わりました。プロジェクト終了後に速やかに実用化出来ることを念頭に、プロセス開発はルネサスエレクトロニクスの製品ラインで行いました。開発開始直後に発生した東日本大震災で甚大な被害を受けた工場を短期間で復活させるなど、関係者の多大な努力には頭が下がります。

実用的なプロセスに仕上げるのと同時に重要な開発項目が集積回路設計基盤の開発でした。このために、東大 VDEC を始めとする多くの大学や国立研究機関の先生方

にご協力を頂き、SPICE パラメータ（標準コンパクトモデル HiSIM-SOTB）取得、セルライブラリ構築、チップ設計フロー構築と検証を進めました。Mb 級 SRAM の 0.37V 動作を皮切りに、マイコン、FPGA やアクセラレータなど各種チップの超低電圧動作実証を行い、共同研究機関により信学会にも多くの報告がなされました。東大 VDEC による SOTB チップの共同試作は現在も行われており、産学連携の研究活動に寄与できていることも喜ばしいことです。なお、このプロジェクトの成果は、増原氏、住広氏などのリーダーシップと、チップ設計・試作に要した多額な資金に対する NEDO 関係者によるご協力の賜物です。

開発した技術世代が一貫して 65nm 相当であったことを前述しました。CMOS 集積回路の動作あたり消費エネルギーを考えると、図 2 のように、電圧の二乗に比例する動作エネルギーと定常的なリークエネルギーが均衡する電圧でエネルギーが最低になります。言い換えると、リークの大きいプロセスでは相対的に最低エネルギー自体とそのときの動作電圧がどうしても高くなります。CMOS 微細化が 65~40nm までは何とか超低リークプロセスが実現できますが、それ以降は FDSOI などであっても実現困難な領域になります。高クロック周波数が必要な用途においては多少リークが大きくても最先端プロセスを用いる合理性があります。一方で、クロック周波数がそれほど高くない IoT 向けチップなどに対しては、現時点では SOTB で適用している 65nm あたりが超低リークで消費エネルギーを最小化できる最も微細なプロセスになるかと考えています。微細化がいよいよ終焉する今後は、用途に応じて最適な技術世代への棲み分けが明確になると考えており、消費エネルギー的に最も得な 65~40nm あたりの SOTB が IoT 向けチップの黄金世代になることを期待するものです。

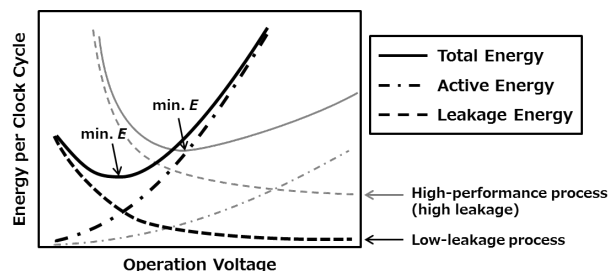


図 2 CMOS 集積回路消費エネルギーの動作電圧依存性  
最後に、本研究のデバイス開発に際してルネサスエレクトロニクス(株)関係者、回路設計環境開発に際しては東京大学 VDEC 始め大学・国立研究開発法人研究者の多大なご支援を頂きました。この場を借りて深く感謝申し上げます。本研究成果の一部は、文部科学省、JST、経済産業省、NEDO の委託研究によるものです。

著者略歴：

土屋 龍太

1998年東京工業大学総合理工学研究科材料科学専攻博士課程修了(工学)。1998年(株)日立製作所中央研究所入社。以来、高速・低電力 CMOS デバイスの研究開発、2008年より高効率太陽電池、2012年より SiC パワーデバイスの開発、2013～2015年日立ケンブリッジ研究所にて、量子コンピュータ、スピントロニクスの研究開発に従事。現在は、研究企画戦略業務に従事。

杉井 信之

1986年東京大学工学部工業化学科卒業。1988年同大学院化学エネルギー工学専攻修士課程修了。1995年博士(工学)。1988年(株)日立製作所中央研究所入社。以来、酸化物超伝導材料・デバイスの研究開発、1996年より SiGe/歪 Si CMOS デバイス、SOTB の開発。2010～2015年超低電圧デバイス技術研究組合兼務。現在は MEMS 等センシングデバイス・システムの開発に従事。2004～2015年東京工業大学大学院総合理工学研究科連携教授。2002～2004年および2014年～国際固体素子・材料コンファレンス論文委員、2012年～VLSI シンポジウムプログラム委員、2011

年～ IEEE S3S (SOI) Conference 委員。2015年応用物理学会フェロー、IEEE EDS シニアメンバー、信学会会員。

蒲原 史朗

1986年慶応義塾大学物理学科卒業、1988年東京工業大学原子核工学科修士課程修了、2008年首都大学東京電気電子工学科博士課程修了。1988年(株)日立製作所中央研究所入社。プロセス/デバイスシミュレータの開発に従事。1995年同社半導体事業部に転属。プロセス、デバイス、信頼性のモデリング&シミュレーションに従事。また、DRAM、SRAM、Logic、RF パワーMOS のデバイス設計に従事。1996～1997年 University of California at Berkeley の客員研究員として、デバイス物理の研究に従事。2003年(株)ルネサステクノロジ設立に伴い、同社へ転属。先端製品の歩留向上、不良解析、デバイス設計に従事。2006～2010年(株)Semiconductor Leading Edge Technologies 兼務。MIRAI-PJ/ロバストトランジスタプログラムに参加。デバイスのばらつきメカニズム解明に従事。2010～2015年超低電圧デバイス技術研究組合兼務。SOTB の開発に従事。



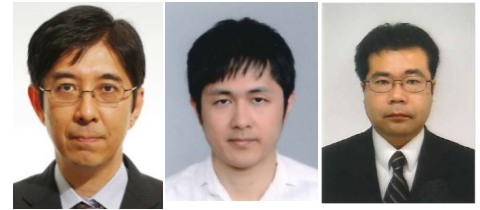
## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

### 光半導体およびフォトニクス分野

#### 「周期分極反転ニオブ酸リチウム導波路を用いた 位相感応増幅器の先駆的研究」

遊部 雅生 (東海大学)

梅木 毅伺、忠永 修 (日本電信電話株式会社)



この度、平成 28 年度のエレクトロニクスソサイエティ賞をいただき、大変光栄に存じます。エレクトロニクスソサイエティの皆様、推薦いただきました皆様、選考委員の皆様へ深く感謝申し上げます。

今回受賞の対象になったのは光通信の分野においてかして低雑音な光増幅器を実現するかという研究テーマから生まれた成果です。光通信の分野では昨今の IT 技術の進展を支えるために、1980 年代頃より目覚ましいスピードで研究開発が進んできており、黎明期の頃と比較して光ファイバでの伝送容量は 5 ケタ近くもの改善が図られてきました。今後も増大が予想される通信トラフィック量の要求に応えるためにはさらなる技術革新が期待されています。しかしながら大容量化に向けた本質的な課題として、最近光ファイバで伝送する信号の信号雑音比 (S/N 比) の限界による伝送容量の限界が指摘されています。これは現在の光通信に用いられている光増幅器が発生する雑音と光ファイバの非線形効果が原因であることが分っています。この限界を超えるための技術として従来とは異なる原理に基づく低雑音の光増幅器が有用なのではないかと考えています。

従来の光増幅器では理想的な場合であっても出力の S/N 比が半分劣化するのに対して、我々が研究している位相感応型光増幅器 (PSA: Phase Sensitive Amplifier) では理論的には増幅前後で S/N 比を劣化させずに増幅を行うことができることが以前より知られていました。PSA は非線形光学効果の一種である“パラメトリック増幅”を用いて増幅を行うのですが、従来効率の良い非線形光学媒質がなかったために、巨大なレーザを用いた原理確認実験が行われるだけで、光通信への適用を検討できるような技術ではありませんでした。

我々は 1990 年代半ば頃から効率の良い非線形光学媒質の研究を進めてきており、高い非線形光学効果が得られる周期分極反転 LiNbO<sub>3</sub> (PPLN: Periodically Poled LiNbO<sub>3</sub>) を異種ウエハ上へ直接接合することにより導波路構造を形成する独自の技術を開発しました。LiNbO<sub>3</sub> に導波路を形

成する方法としては Ti 拡散やプロトン交換などの方法が一般的ですが、これらの方法では結晶中の欠陥が多くなるため、フォトリフラクティブ効果による光損傷が生じてしまいます。一方ウエハ接合法により作製した PPLN 導波路は、結晶中の欠陥が少ないため、高い入力パワーに対する損傷耐性に優れ、安定した特性が得られるようになりました。さらに LiNbO<sub>3</sub> のドライエッチングによるリッジ導波路の形成技術を立ち上げ、高いパワー密度が得られるようになったために、高効率な非線形光学効果が得られるようになりました。PPLN 導波路の研究に着手した頃には NTT 研究所内では光ファイバの非線形効果を用いた PSA の先駆的研究が高田氏 (現徳島大教授)、今宿氏 (現近畿大准教授) らによって進められており、PSA への適用も念頭に置いて研究を進めていましたが、残念ながら当時の素子の効率では十分な利得が得られませんでした。素子の作製技術の研究が軌道に乗り始め、いよいよ応用研究にも着手しようとしていた時期に、2000 年頃の IT バブルの崩壊があり、研究所の中に“今研究しているものを通信以外の分野にも展開できないか?” という機運が生まれました。その影響もあり PPLN 導波路の研究は通信用デバイスから、通信用半導体レーザを他の波長に変換して通信分野以外でビジネス化するという方針に大きく舵を切ることになりました。この頃は高効率な波長変換のできる PPLN 導波路を信頼性のある技術として仕上げるということに重点を置いて研究開発を進めました。その甲斐があって、PPLN 導波路と通信用半導体レーザを組み合わせた波長変換レーザはレーザ蛍光顕微鏡用の励起光源として実用化に至りました。この開発を行っている間、PSA を始めとする基礎的な研究は一旦棚上げしていたのですが、実用化を行ったおかげで、素子の効率やモジュール化等の周辺技術のレベルが相当に進んでいたため、2010 年頃には光通信の研究に用いるような実験機器で PSA の検討ができるようになっていました。

PPLN 導波路のような 2 次の非線形光学材料を用いてパラメトリック増幅を行うためには、増幅される信号光の約



半分の波長をもつ励起光を用いる必要があります。そこで、PPLN に 1.55 $\mu\text{m}$  帯の光を入射し第二高調波発生(SHG)によって励起光を発生し、光ファイバで SH 光を取り出せるモジュールと、その SH 光と信号光である 1.55 $\mu\text{m}$  帯の光と SH 光を再び合波し、PPLN 導波路に入射してパラメトリック増幅を行うためのモジュールをそれぞれ作製し、この 2 つのモジュールを組み合わせて PSA の検討を開始しました。研究を始めた当初は、我々の PSA への理解が十分ではなく、1 つのレーザ光を分岐し、一方は光ファイバアンプで増幅して SHG 用のモジュールで励起光を生成し、他方のレーザ光と励起光をパラメトリック増幅用モジュールに入射するという極めてシンプルな構成で実験を試みました。当初は増幅は観測できるものの、利得が安定しませんでした。しかしこの現象は光ファイバの伸び縮みに伴う位相変化が原因であり、位相に応じた利得が得られる PSA の特徴が観測されていることに気がつきました。その後、位相安定化のための PLL 回路や伝送信号から搬送波位相を抽出し搬送波位相に同期した励起光を発生する技術などを開発することで、PSA の低雑音性の検証や伝送実験による有効性の検証などを行えるようになりました。今回の受賞は PPLN 導波路を用いた PSA の低雑音性や伝送実験による有効性を示したことを評価していただいたのではないかと感じていますが、そこに至るまでには上記のような綿々と続く技術開発の積み重ねがあつて初めて今回のような成果を生み出すことができたのではないかと考えています。我々にとって幸運だったと思えるのは、世の中の流れで研究の方向性が変化することはあつたものの、同じような技術に比較的長い時間関わって研究を続けてこれたことです。その結果として、いくつかの成果が生まれる瞬間に立ち会うという貴重な経験ができたと思っ

ています。このような機会を与えていただいた、旧 NTT フォトニクス研究所や NTT 未来ねっと研究所の同僚や諸先輩には改めて感謝申し上げる次第です。今後も今回の受賞を励みとして、微力ながら研究開発と教育に注力してまいりますので、宜しくお願いいたします。

著者略歴：

遊部 雅生

1987 年慶応義塾大学・理工卒。1989 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。以来、非線形光学効果を用いた光スイッチ、波長変換素子、及び超高速光伝送方式の研究に従事。2013 年より、東海大学工学部 電気電子工学科教授。博士(工学)。2014 年 フジサンケイアイ先端技術大賞 産経新聞社賞受賞。The Optical Society、応用物理学会、レーザ学会各会員。

梅木 毅伺

2002 年学習院大学理学部卒。2004 年東京大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。以来、非線形光学デバイスを用いた光信号処理技術の研究に従事。博士(学術)。2014 年フジサンケイアイ先端技術大賞 産経新聞社賞受賞。応用物理学会、レーザ学会各会員。

忠永 修

1993 年京都大学工学部金属加工学科卒業、1995 年同大学院工学研究科金属加工学修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。以来、面型光変調器、面発光レーザ、波長変換素子の研究・開発に従事。博士(工学)。2014 年フジサンケイアイ先端技術大賞 産経新聞社賞受賞。応用物理学会会員。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

### エレクトロニクス一般

#### 「エレクトロニクス実装用電子セラミック材料およびプロセスに関する先駆的研究開発」



今中 佳彦 (株)富士通研究所)

このたびは、エレクトロニクスソサイエティ賞という名誉ある賞を頂き、大変ありがとうございます。エレクトロニクスソサイエティ会長、審査頂きました先生方、ならびに事務局の方々など関係者には、御礼とともに深く感謝申し上げます。

昨今、半導体技術の進歩・発展とともに、エレクトロニクス技術開発が継続的に推進され、コンピュータの高性能化と小型化等の技術革新が成し遂げられ、半導体素子が組み込まれたエレクトロニクス電子機器があらゆる分野に浸透し、人間中心の豊かな暮らしが形成されてきました。エレクトロニクス実装技術は、半導体チップからシステムへの橋渡しする技術であり、半導体技術の性能を最大限に引き出しながら、社会ニーズ・要求に応じていく役割を担っております。デバイス技術とシステム技術の中間的な位置し、社会動向に対応しながら、研究の方向を見定める必要があるために、大学の学術領域に組みにくい分野であり、エレクトロニクス分野の民間企業が、これまで先導的に研究開発を進めてまいりました。その中でも、セラミックスを用いたエレクトロニクス実装分野の技術開発は、日本の大手エレクトロニクス関連会社の寄与が大きいといえます。

以下には、実装技術の2大潮流であるハイエンドコンピュータ分野とコンシューマプロダクト分野における基板・パッケージレベル部分のセラミック材料・プロセス技術を中心とした実装技術についての過去を振り返りながら、我々が先駆的に切り拓いてきた研究開発内容に触れたと思います<sup>1)</sup>。

日本のエレクトロニクス実装用電子セラミックの夜明けは、実質的に、1980年にIBMが発表したメインフレームコンピュータ3081とともに始まったと言えます。IBM 3081には、冷却ジャケットと一体化したTCM(Thermal Conduction Module)が使用され、このモジュールの中核をなすCPUボードには、モリブデンを配線材料とする酸化アルミニウムセラミックの小型の多層回路基板が初めて適用されました。当時、日本のコンピュータメーカーは樹脂プリント配線基板を用いており、実装技術の分野で大き

く遅れをとりました。これ以降、モリブデンより電気抵抗が低い金属を配線に使用し、酸化アルミニウムより誘電率が低い大型の多層セラミックの研究開発が盛んになりました。配線材料には、プリント配線基板に使用されており、今日ではLSIの配線にも用いられている銅が最も望ましいものの、銅は他の金属と比べると融点(1083℃)が低く、酸化しやすいために、一般に1000℃以上の酸化性雰囲気の高温で処理するセラミックと同じ製造プロセスを適用することは困難でした。我々は、銅の融点以下で焼結できる低誘電率の低温焼成セラミックを創製するとともに、銅とセラミックを同時に焼成するプロセス(現在では、低温焼成セラミックを金属と一体焼成することをLTCC(Low Temperature Cofired Ceramics)と呼んでいます)を世界で初めて開発し、IBMに先んじて銅を配線材料とした大型多層セラミック回路基板の開発に成功しました(図)。1990年には、富士通の大型汎用コンピュータM1800にこの回路基板を適用し、当時の世界最高性能のコンピュータの実現へ対して、多大な貢献をしました。本技術の詳細は、基本特許が満了となった2005年に関連したセラミック材料・プロセス技術を体系化した英文書籍の中に記しており、国際的にも高い評価を得ております(2010年中国語翻訳書籍も発刊)<sup>2)</sup>。

1990年代半ばまで、トランジスタの主流であったバイポーラは、高集積化が進むにつれ、素子の発熱量が増大し、熱伝導モジュールなどを駆使したセラミック基板を用いても冷却が困難になってきました。そこで、低消費電力の半導体CMOSの微細化・集積化技術開発に力が注がれました。そして、1994年にIBMはCMOSプロセッサを搭載したメインフレームコンピュータを発表しました。CMOSはスケーリング則に従い、微細な配線ルールを適用することにより高速化の実現が可能であり、これ以降、ハイエンドコンピュータ用基板には、熱的特性よりCMOS LSIの微細回路・端子に対応できる微細配線技術を施した基板が求められ、セラミックはそのメリットを活かすことができなくなり、ポリイミド樹脂の薄膜基板やエポキシ系樹脂ビルドアップ基板などが主流へと移り変わりました。しかしな

がら、現在、CMOSは微細化が一層進み、90年代前半のバイポーラトランジスタ並みの発熱密度を有しており、ハイエンドコンピュータ用のLSIパッケージには、再びセラミックス(LTCC技術)が適用されております。

一方、コンシューマ向けの実装基板は、1990年代までプリント基板が主流であり、能動・受動部品が基板にはんだ接続されておりました。時代とともに、表面実装(SMT: Surface Mount Technology)の高密度化が急速に進行しました。2000年代頃から、携帯電話の多機能化に向けた技術革新が進み、ワンセグ視聴、GPS、高画素カメラ機能、音楽ダウンロード、各種無線LANなどの機能が装備され、これらの多機能化の追求と同時に端末の薄型化が求められ、ハード技術の一層の変革が追求されました。モジュール用樹脂基板については、搭載部品の小型化と表面実装密度に限界が生じ、小型・薄型・高集積・低コストを実現できる新しい技術(電子部品を基板の中に埋込む部品内蔵基板)の導入が模索されました。次世代のモジュールとしては、近年、注目されているウェアラブル電子機器の一層の高性能化のため、折曲げ可能なフレキシブルな薄い樹脂シート上に膜状のキャパシタなどの受動素子を形成することが求められています。しかし、従来、受動素子の構成材料であるセラミックスは製造プロセス温度が1000℃程度と高く、脆いために、このような受動素子の機能を有するセラミック膜をやわらかい樹脂シート(耐熱温度:200~400℃)中に組み込むことは不可能と考えられていました。富士通では、セラミックスの表面凝集エネルギーを高めたナノ粒子を中間原料に用いることで、樹脂の耐熱温度以下、かつ金属の融点以下の低温で結晶性に優れた電子セラミック結晶膜を形成する手法を見出し、併せて、その膜形成のメカニズムを解明しました。この研究成果により、低温形成セラミック膜に対して、ドライエッチングおよび化学エッチングを用いた微細孔加工技術や多層化プロセスを導入することも可能となり、従来困難であった銅を内部配線とした多層セラミック構造を低温でフレキシブルシート上に形成できるようになりました<sup>3)</sup>。また、膜内部のナノ複合構造を制御することで、多層構造中の樹脂・セラミックス・金属の界面で高い信頼性が得られることも明らかにしました。

この電子セラミックスの低温形成技術は、電子機器のウェアラブル化・薄型化・高性能化の他、実装コストの低減や地球環境におけるCO<sub>2</sub>・エネルギー削減に対する寄与が期待されます。さらに、環境・エネルギー用途のデバイスへの適用も期待されております<sup>4)</sup>。

将来は、センサーネットワーク、クラウドコンピューティング、ビッグデータ解析、人工知能(AI)、セキュリティなどの様々なエレクトロニクス技術と環境・エネルギー技術がすべてつながっていく社会が構築されていくものと考えられます。これからの社会に向けて、エレクトロニクス(Electronics)・環境(Environment)・エネルギー(Energy)の技術革新のための研究開発を、引き続き、進めていく所存です。

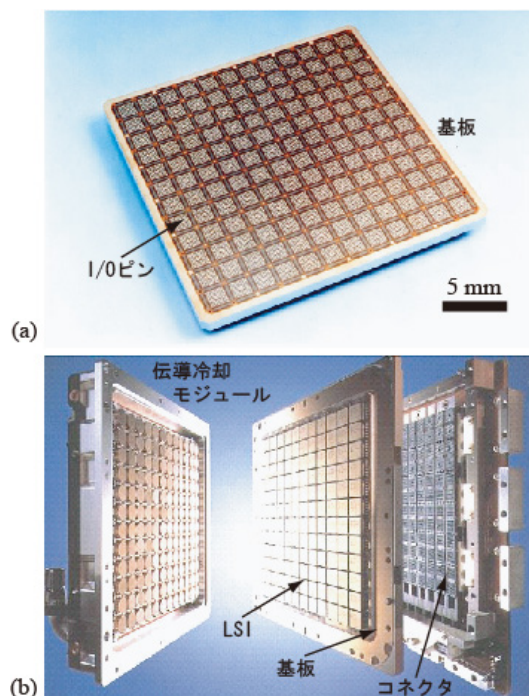


図 (a) メインフレームコンピュータ用多層セラミック回路基板 (245×245 mm、厚さ: 13 mm、層数: 61)、(b) 伝導冷却モジュール

#### 参考文献

- 1) 今中佳彦「エレクトロニクス実装分野のセラミック材料・プロセス技術 ―過去・現在・未来―」(招待論文), 電子情報通信学会論文誌 C Vol.J95-C No.11, 254~262, 2012年11月.
- 2) Y. Imanaka, Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology, Springer-Verlag, 2005年1月.
- 3) Y. Imanaka et.al, Nanoparticulated Dense and Stress-Free Ceramic Thick Film for Material Integration, Adv. Eng. Materials Vol. 15, 11, 1129-1135, 2013年11月.
- 4) Y. Imanaka et.al, An artificial photosynthesis anode electrode composed of a nanoparticulate photocatalyst film in a visible light responsive GaN-ZnO solid solution system, Scientific Reports, in press, doi:10.1038/srep35593, 2016年10月.

著者紹介：

(株)富士通研究所 デバイス&マテリアル研究所 主管研究員。  
九州大学工学部卒業、リーハイ大学大学院(米・ペンシルバニア州)修士課程修了、九州大学総合理工学研究科博士後期課程修了[博士(工学)]。2006年 Richard M. Fulrath Award、2007年 内閣府産官学功労者科学技術政策担当大臣賞、2011年 日本セラミックス協会賞技術賞、2013年 日本ファインセラミックス協会産業振興賞、2015年 文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)を受賞。

アメリカセラミックス学会フェロー、日本セラミックス協会フェロー。

専門：半導体実装材料・技術(電子セラミックス、メタライズ)、低温同時焼成セラミックス LTCC、受動部品(キャパシタ、高周波フィルタ)、ナノ粒子技術、エネルギー創成技術。

著書：Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology (Springer 2005年、中国語版 2010年)。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ招待論文賞受賞記)

### 「マイクロ波電力増幅器の統一的設計理論とその応用」の背景と経緯について



本城 和彦 (電気通信大学)

この度、エレクトロニクスソサイエティより、本城和彦、高山洋一郎、石川亮の3名の連名で執筆した招待論文“マイクロ波電力増幅器の統一的設計理論とその応用”に対して招待論文賞という栄えある賞を頂き大変光栄に思っております。この三名を代表しまして、私からこのような論文を書くに至った経緯や今後の展開などについて述べたいと思います。

我が国において、マイクロ波を用いた装置がレーダとして初めて実用化されてから今年で74年になります。マイクロ波の開発には紆余曲折がありましたが、数多くの研究者・技術者が幾世代に亘って関与し、今日の発展を見ております。このようなマイクロ波技術の中核をなすもの一つに電力増幅器技術があります。マイクロ波電力増幅器は、通信やレーダ用送信機など情報伝送・リモートセンシングの分野だけでなく、小型DC/DC変換器、無線電力伝送、電磁加熱などパワーエレクトロニクスの分野でも重要なコンポーネントです。

このようなマイクロ波電力増幅器の第一義的な機能は、直流電力をマイクロ波に高効率で変換することにあります。歴史的にこのような機能の実現は、マグネトロンやインパットダイオードなどを用いたマイクロ波発振器を起源に持つ系統と、進行波管(TWT)のように電子ビームとマイクロ波の分布的相互作用を用いるもの、さらに高周波用の板極真空管の増幅特性を用いる系統の3つに大別され、その技術の流れはそれぞれ現在に脈々と引き継がれています。特に上記3番目の板極管の系統は、立体回路から小型平面回路化・集積化への質的転換をし、低周波でのトランジスタ増幅理論を経てHEMT、HBTなどの化合物半導体デバイスや微細CMOS技術をベースとしたRFSiデバイスを用いたマイクロ波・ミリ波増幅器理論へと引き継がれてきています。ただし我が国の場合、欧米と異なり、増幅器研究をライフワークとしている技術者は比較的少なく、私達を含めデバイス開発やシステム開発の必要性からその都度それに合わせて増幅器の研究開発を行うというスタンスが多いように思われます。

このような経緯があるとともに、そもそも非線形現象を扱った複雑な事象であり、さらに皆様もご存じのように、

増幅器にはA級、B級、C級、D級、E級、逆E級、F級、逆F級を始めとしJ級やR級等多くの分類がされ、その動作の説明も、あるものは周波数領域を無視した時間領域の説明であったり、あるものは時間領域を無視した周波数領域の説明であったり、またあるものは単に直流バイアスの印加方法を示しているにすぎないものなど、大変分かりにくいものとなっています。例えば、B級増幅器の概念で出てくる半波整流電流波形を考える以上は、直流から無限次までの電流周波数成分を考慮することを前提としていますが、マイクロ波ではこれを実回路で実現することは難しいことなどが挙げられます。また、寄生リアクタンスを内部に持たないトランジスタにおいて、時間領域の瞬時ドレーン電流および瞬時ドレーン電圧がトランジスタ静特性の第四象限に入ることありません。

そこで本論文では、一般に物理量として保存されるエネルギー、運動量、角運動量の3要素の内、少なくともエネルギー保存の原則に立った増幅器の設計理論の構築を試みました。すなわち、直流供給電力、基本波入力電力といった増幅器に入力される電力と、基本波出力電力、高調波出力電力、発熱から構成される出力が、平均時間内でエネルギー的にバランスされるという視点から説明を出発しています。ここから生まれる設計ガイドラインは、高調波負荷を純リアクタンス化してこれを無効電力化し、基本波の出力電圧振幅・出力電流振幅に余裕を持たせ、基本波力率を調整することにより、直流入力電力と基本波出力電力をバランスさせることにより発熱の余地をなくして100%の電力効率を目指すことにあります。この時の最適負荷インピーダンスをスミス図上に表示すると、高調波負荷はスミス図の外周上にあり、基本波の負荷は等力率線上にあります。このときの寄生リアクタンスを含まない真性部トランジスタの瞬時ドレーン電流・ドレーン電圧の関係は上述のようにトランジスタ静特性範囲に常在する制約があります。

このように考えると、例えばF級増幅器の高調波負荷として必要な偶数次の零インピーダンスと奇数次の無限大インピーダンスは伴にスミス図外周上の特異点を表していることに気づきます。またA級、B級、C級の概念では

高調波の負荷条件が無視されていることが分かります。また一般的な時間領域での E 級や逆 E 級増幅器の説明では高調波に関する記述が不明確であり、理論通りの高効率動作を実現するには高調波に対する工夫が追加が必要となることも分かります。

さらにマイクロ波帯・ミリ波帯など周波数が高くなると、小さな浮遊容量、浮遊インダクタンスが大きな寄生リアクタンスを生じさせ設計誤差を生じさせます。このため、能動素子に付随する寄生素子による影響を排除・中和をしながら上記最適設計を行う技術が必要です。このような設計は基本波の負荷となる抵抗が高調波では零インピーダンスと見なせる短絡共振回路を付加したのち、純リアクタンス回路と見なせる高調波負荷回路に交互に現れる零点と極を適切に所望値に誘導することにより行えます。つまり、複雑な電力増幅器の最適設計のような現実的な非線形問題を、古典的線形回路理論を駆使して解決することができます。本論文で提唱された統一的設計理論を駆使して設計試作した GaNHEMT マイクロ波電力増幅器では、5.65GHz において出力 2W でドレイン効率 90% という高性能が達成されてその有効性が示されています。

ここまでは直流からマイクロ波への高効率な電力の流れについて説明しましたが、時間反転双対原理に従うと電力の流れを逆転させ、マイクロ波から直流への電力の流れを実現することもできます。時間反転双対とは、例えば電力分配器を逆の向きに使うと電力合成器としても使えることから理解できます。時間反転双対の定義は、電流の向きが逆で、電圧の向きは同じになり、時間軸に対して波形が反転している状態をいいます。すなわち  $i(t) \rightarrow -i(-t)$  で  $v(t) \rightarrow v(-t)$  を意味し、高出力増幅器などトランジスタの大信号スイッチング動作を含む回路の場合には、出力側から信号を逆注入するとともにトランジスタのスイッチングタイミングを逆相とすることで実現できます。この場合のエネルギーバランス方程式は増幅器のものと同じですが、パワーフローが逆転します。すなわち、最適に設計された高効率増幅器は最適に設計された高効率整流器として動作することを意味しており、増幅器の統一的設計理論は整流器の統一的設計理論と同じであることを意味し、“統一”の意味がより広いものであることが分かります。本論文ではこのような設計事例についても説明しています。

マイクロ波電力増幅器には小さい制御（入力）電力で第一義的機能である直流・マイクロ波電力変換を行うことが必要です。もともとトランジスタ (Transistor) の語源は Transfer Resistor からきており、入力側の低抵抗領域で発生した電流が、そのまま高抵抗領域へ遷移し、入力と出力における有能電力比を入力抵抗と出力抵抗の比から確保できるように PN 接合やショットキー接合、オーミック接合など基本構造をシステムチックに半導体チップ内に組み上げることから実現されます。もともとこの概念はバイポーラトランジスタから発したのですが、電界効果トランジスタの動作も電力利得の観点でみると、相互コンダクタンスによる電圧電流変換機能を加えれば同様な原理となっています。このような概念は一つのトランジスタによってのみ定義されるものではなく、複数のトランジスタを直接合成することによっても実現でき、トランジスタの機能を一層強化することができます。このような例として、独立バイアス化された CASCODE 増幅器により歪みや電力効率のトレードオフ関係を改善する方法や、負荷変調回路として四分の一波長線路を用いない直接結合型ドハティ増幅器により広帯域で高出力バックオフ時に広帯域で高電力効率を実現できる例などを示しています。

今後、より本質に迫る洗練された増幅器理論が出現し、さらにこれらの理論をトランジスタの改善にも活用して、全ての増幅器の電力効率が 100% に近づき、関連する産業が一層発展することを望みます。

著者略歴：

1974 年電通大卒、1976 年東工大大学院修士課程了、同年日本電気株式会社中央研究所入所。超高速デバイス研究部長、主席研究員を経て、2001 年電気通信大学情報通信工学科教授、2014 年より、情報理工学部長、情報理工学研究科長を歴任。IEEE MTT-S 理事 (1997~2003)、Japan Chapter Chair (2011~2012)、本会マイクロ波研究専門委員長 (2009~2011)。マイクロ波半導体回路、化合物半導体デバイス、電磁波伝送デバイスの研究開発に従事。1980 年本会学術奨励賞、1983 年および 1988 年 IEEE MTT-S Microwave Prize 受賞。1999 年本ソサイエティエレクトロニクス賞受賞。IEEE Life Fellow。工博。

「完全カノニカル形 Cul-de-Sac 結合に基づく  
有極帯域通過フィルタの設計」

加藤 駿祈 (埼玉大学)

この度は荣誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与頂き、大変光栄に存じます。ご推薦くださいました学会関係者の皆様方には深く御礼申し上げます。また、本研究の遂行にあたりご指導いただきました大平昌敬准教授、馬哲旺教授、ならびに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。



近年、無線通信技術の発展に伴い、周波数資源の有効利用が課題となっております。マイクロ波帯域通過フィルタでは、より汎用的な有極フィルタの設計手法として、一般化チェビシェフ関数を特性関数に用いた共振器並列形フィルタ回路の回路合成方法が提案されています。この回路合成法を用いれば任意の有限周波数に伝送零点を生成することで急峻なスカート特性を実現できます。しかし、共振器並列形フィルタ回路は共振器を並列接続して構成されるため、物理構造で設計することは困難であるとされてきました。

そこで本研究では、共振器並列形フィルタ回路の結合トポロジーと等価である完全カノニカル形 Cul-de-Sac 結合を実現するフィルタ構造を提案しています。この結合トポロジーを実現するためには、負荷と共振器の間に負結合が要求されます。そのため、半波長共振器の終端を開放または短絡構造による偶奇モード共振を用いることで必要な正負の結合を実現しました。これによって飛越結合を一切用いずに隣接する共振器間の結合係数の評価のみによる有極フィルタの設計を初めて可能にしました。

今回の受賞を励みとして、より一層の精進を重ねて参ります。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほど、どうぞよろしく御礼申し上げます。

著者略歴：

平成 27 年埼玉大学工学部電気電子システム工学科卒業、同年より同大学院理工学研究科数理電子情報系専攻電気電子システム工学コース博士前期課程在籍中。

平成 27 年マイクロ波研究専門委員会主催「2015 年度学生マイクロ波回路設計試作コンテスト」50dB 減衰部門最優秀賞受賞。

「開放および短絡スタブを併用した  
有極形広帯域帯域通過フィルタの設計」

濱野 竜飛 (埼玉大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与頂き、大変光栄に存じます。ご推薦下さいました学会関係者の皆様方、また日頃から熱心にご指導頂いております馬哲旺教授、大平昌敬准教授には厚く御礼申し上げます。



今回受賞対象となりました「開放および短絡スタブを併用した有極形広帯域帯域通過フィルタの設計」は、急峻な遮断特性を持つ広帯域帯域通過フィルタ(BPF)の設計に関する報告です。近年、種々の高速大容量無線通信技術の発展に伴い、広帯域 BPF に関する研究開発が盛んに行われ、多くの新しいフィルタ構造と設計法が提案されています。なかでも、短絡スタブを周期的に配置した構造は、微細な結合構造がなく製作が容易という利点があることから、広帯域 BPF の設計によく用いられます。しかし、この構造は、阻止域に伝送零点がなく、急峻な遮断特性を得るためには共振器段数を増やす必要があり、それに伴ってフィルタサイズが大きくなってしまいう問題がありました。

そこで本研究では、短絡スタブのみで構成される従来のフィルタ構造において、短絡スタブの 1 つを Stepped Impedance 開放スタブに変換した新たな構造を提案しております。提案した構造は、共振器段数を増やすことなく阻止域に複数の伝送零点を生成できます。また、理論解析により導出した設計公式を用いて、容易に伝送零点を所定の周波数に設計することも可能です。これらの技術によって周波数選択性の優れた広帯域 BPF を実現しました。

今回の受賞を励みとして、一層精進して参りたいと考えております。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほど、何卒よろしく御礼申し上げます。

著者略歴：

平成 27 年埼玉大学工学部電気電子システム工学科卒業。現在、同大学院大学院博士前期課程在学中。マイクロ波フィルタに関する研究に従事。

平成 27 年マイクロ波研究専門委員会主催「2015 年度学生マイクロ波回路設計試作コンテスト」低損失部門優秀賞受賞。

## 「InP モノリシック集積偏波アナライザの提案と試作」

川端 祐斗 (東京大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を頂きまして、大変光栄に存じます。本研究にあたりご指導を賜りました中野義昭教授、種村拓夫准教授、ならびに関係者の皆様に深く御礼申し上げます。



光通信における偏波状態の利用は、これまでも偏波多重方式として広く用いられていました。近年では、その偏波状態を多重ではなく変調に利用する偏波変調方式が注目されており、光の偏波状態の観測にはコヒーレントシステムが不要であり、その特性から QPSK などの位相変調方式と比較して低コストかつ、強度変調と比較して大容量の通信が可能であると見込まれております。しかし、実用的な光通信デバイスのための小型化、低コスト化が可能となる半導体光素子での送受信器の実現には至っていないのが現状です。

今回受賞いたしました「InP モノリシック集積偏波アナライザの提案と試作」では、InP 半導体基板上的導波路上に、当研究室より提案されたハーブリッジ型の偏波変換構造を適切に配置することによる、あるストークスペクトル成分を他の軸成分に変換する構造を提案しました。また、その構造を実際に半導体チップ上に作製することで、機能を実証することに成功しました。今後の展望として、量子井戸構造のような光吸収の偏波依存性の大きいディテクタと集積することにより、偏波状態を電流値として測定することが可能になると見込まれます。また、同じく半導体を用いた偏波変調送信器と組み合わせた偏波変調光通信システムが半導体基板で実現されることが期待できます。

今回の受賞を励みとして、より一層の精進を重ねて参ります。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほど、どうぞ宜しくお願い申し上げます。

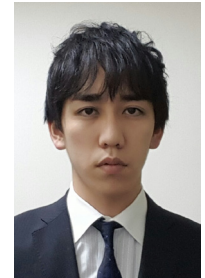
著者略歴：

平成 26 年東京大学工学部電気電子工学科卒業。平成 28 年、東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻修了。同年より東日本電信電話株式会社にて勤務。

## 「60GHz 帯集積型フォトニックアレーアンテナにおける 3.5-Gbit/s QPSK RoF 信号伝送」

平澤 崇佳 (東京工業大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を受賞することができ、大変光栄に存じます。ご推薦下さいました学会関係者の皆様に感謝申し上げます。また、常日頃から熱心にご指導頂きました秋葉重幸連携教授、安藤真教授、広川二郎教授をはじめ、ご協力頂いた研究室の皆様、他研究室の皆様にも深く御礼申し上げます。



本研究室では無線基地局における電波干渉の低減と無線基地局の小型化・省電力化を目的とし、Radio-over-Fiber (RoF) 技術と光ファイバの波長分散効果・波長可変光源・Uni-traveling carrier photodiode (UTC-PD) を組み合わせたアンテナビーム制御方式の検討に取り組んできました[1]。今回受賞対象となりました「60GHz 帯集積型フォトニックアレーアンテナにおける 3.5-Gbit/s QPSK RoF 信号伝送」は、UTC-PD 一体集積型 60 GHz 帯アレーアンテナ (Integrated Photonic Antenna : IPA) [2]と、RoF によるアンテナビーム制御技術による、信号伝送の実験的報告です。

本ビーム制御方式は、伝搬路の信号遅延量を RoF 光波長可変により制御する RF 移相器が不要な方法を採用しております。また IPA はアンテナ給電点に UTC-PD チップが直接搭載されており、RF 伝搬損失を抑え高出力な PD のみでアンテナ給電可能となっています。本実験では IPA 内 PD がバイアスフリーの条件下で 3.5 Gbps QPSK 信号伝送の実証に成功し、ビーム走査時の光波長制御量と RF 受信信号品質の関係を明らかにしました。RoF 信号以外電力供給の無い PD とアンテナのみの簡素な局構成の実現は、今後増加する無線トラフィックに追従するインフラ拡充問題の解決策の一つになると考えられます。

今回の受賞を励みとし、一層研究開発に邁進していきたいと思います。今後ともご指導、ご鞭撻の程よろしく御願いたします。

[1] S.Akiba et al., Proc. OFC2014, W2A.51, March 2014.

[2] T.Hirasawa et al., Proc. MWP, TuP-14, Oct. 2015.

著者略歴：

平成 28 年東京工業大学電気電子工学専攻修士課程修了、同年日本電信電話株式会社 ネットワークサービスシステム研究所入社。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞受賞記)

「電流不連続モード Single-Inductor Dual-Output DC-DC コンバータにおけるヒステリシス制御による高速応答化の実証」

山内 善高 (東京大学)

この度は、エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を頂くことになり、大変光栄に思います。ご推薦くださいました学会の皆様方に深く感謝申し上げます。また、日頃からご指導頂いております指導教員の高宮真准教授、ならびに桜井貴康教授、研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。



Single-Inductor Dual-Output (SIDO) DC-DC コンバータは、1つのインダクタのみを用いた2出力電源回路です。オフチップ部品(インダクタ)の数を半分に減らせるため、特に小型化要求が強い用途に適しており、集積回路分野では近年注目されております。この SIDO DC-DC コンバータには、従来の単一出力 DC-DC コンバータと同様に、インダクタ電流が連続する電流連続モードと、断続的になる電流不連続モードの2つの動作モードが存在します。そのうち、電流不連続モードは、SIDO DC-DC コンバータに特有の問題である出力電圧間の干渉が生じません。また、低電力出力時の動作モードであることから、IoT (Internet of Things) など電池で駆動されるエネルギー制約の厳しい回路応用を考えた場合に重要になります。しかしながら、従来報告されている電流不連続モードの SIDO DC-DC コンバータは過渡応答が遅く、負荷の低消費電力化のために有効な電源電圧の高速な切り替えが難しいという課題がありました。受賞対象となった発表は、高速応答化が見込めるヒステリシス制御を電流不連続モード SIDO DC-DC コンバータに適用することを検討し、実際に 0.18 $\mu\text{m}$  CMOS プロセスを用いて設計した集積回路の実測により、従来回路と比べて高速応答化できることを報告したものです。

今回の受賞を励みとして、より一層の精進を重ねて研究に取り組んで参ります。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほど、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

著者略歴：

平成 26 年東京大学工学部電気電子工学科卒業、平成 28 年東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻修士課程修了。現在、東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻博士課程在学中。

「磁気渦コアの運動検出と極性反転の計算機シミュレーション」

牙 曉瑞 (九州大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を頂き、大変光栄に存じます。ご推薦頂いた学会関係者の方々、また本研究を遂行するにあたってご指導頂きました松山公秀教授、ならびに、研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。



今回受賞対象となりました「磁気渦コアの運動検出と極性反転の計算機シミュレーション」は、磁気渦コアの運動解析と極性反転に関するマイクロマグネティックシミュレーション結果について述べた。近年、磁気渦コアの極性を情報担持体として利用する研究がなされている。磁気渦は薄膜面内に磁化が渦を巻くように安定化し、その中央の磁化は膜面に対し垂直方向に安定化する性質を持つ。これまでにサブミクロンスケールの円形・四角形のドットにおいて磁気渦がエネルギー的に安定化することが報告されている。磁気渦の磁化構造はコアの極性および渦の向きで定義され、コアの極性を直流磁界、スピン偏極電流、円偏波高周波磁界などで反転させる研究がなされている。高周波磁界により磁気共鳴を誘発することで極性反転を促す方法は省エネルギーであるが、メモリとして用いるには信号線による高周波磁界の発生と磁化挙動の検出が必要である。

本研究では、信号線形状およびサイズの最適化を行い、これによって発生する円偏波磁界を用いて磁気渦の共鳴を誘起することで信号の記録および電磁誘導による読み出し動作がエラーなく行えることをマイクロマグネティックシミュレーションで確認した。

今回の受賞を励みとして、一層の精進を重ね研究に励みたいと思います。今後とも皆様のご指導ご鞭撻のほど、何卒よろしくお願ひ申し上げます。

著者略歴：

2013 年、中国電気科技大学微電子と固体電子学部微電子技術学科卒業。2016 年現在、九州大学大学院システム情報科学府電気電子工学専攻修士課程在学中。



## 【寄稿】

### 「ELEX Review Paper の紹介」



高橋 宏行 (NTT)

電子情報通信学会のオンラインレター誌である Electronics Express (ELEX) は年に数回程度、エレクトロニクス分野における注目のテーマを選定して数編のレビュー論文を掲載しています。テーマ選定にご尽力いただいている編集委員の皆様や、レビュー論文執筆をご快諾頂きました皆様のご協力もあり、2011 年度から開始された本施策も 18 回を超えました。これまでに取り上げたテーマを下記にご紹介いたします。

- ・テラヘルツ技術
- ・メタマテリアル
- ・超伝導エレクトロニクス
- ・フォトニクス
- ・フォトニック結晶
- ・パワー半導体デバイス
- ・ワイヤレス給電
- ・先端 Si デバイス
- ・Si フォトニクス
- ・先端ミリ波技術
- ・光通信技術
- ・不揮発性メモリ
- ・受動マイクロ波回路
- ・太陽電池
- ・集積回路
- ・環境発電デバイス
- ・3D 集積デバイス
- ・光インターコネクト

いずれのレビュー論文も執筆当時の最新技術が分かりやすく解説、比較されており、研究を進める上での技術動向把握や自身の研究成果との比較に最適な内容となっております。本会会員の皆様が論文執筆や技術報告をされる際、技術動向を説明する引用文献として極めて有用ですので、近しい技術分野の方は是非レビュー論文の内容をご一読頂ければと思います。ELEX のレビュー論文は過去から最新のものまで全てが WEB ページの “Review Paper” からアクセスできます (<http://www.elex.ieice.org/>)。レビュー論文は閲覧、ダウンロード共に無料となっておりますので、お気軽にアクセス頂ければ幸いです。

最近のレビュー論文として、9 月に「化合物半導体のデバイス・回路技術」の特集を行い、東京工業大学の宮本恭幸先生、日本電信電話株式会社の長谷宗彦様にご執筆頂きましたので、この場を借りてご紹介いたします。

化合物半導体は高い移動度と耐圧特性を有することか

ら、高速回路やパワーデバイス等への応用に向けて研究が進められておりましたが、近年になってレーダーや通信基地局用デバイスのみならず、コンシューマ向けのデバイスの一部としての活用が進んできました。

宮本先生には化合物半導体で作成される heterojunction bipolar transistor (HBT)、high-electron-mobility transistor (HEMT)、MOSFET に関する最新技術のレビューを御執筆頂きました。各デバイスの基本的な構造や特徴について述べられた後に、構造に関する技術動向、特性のトップデータ、応用先のアプリケーション事例が紹介されており、大変参考になるレビュー論文となっております。

長谷様には設計の立場から、光通信システムにおける化合物半導体の回路の活用について御執筆頂きました。光通信システムの送信装置、受信装置を構成する digital-to-analog converters (DAC)、analog-to-digital converters (ADC)、optical driver、transimpedance amplifiers (TIA) などの要素回路において、使用される材料や性能を比較されており、化合物半導体の回路としての最新技術動向として大変興味深い内容となっております。

ご多忙にも関わらず、素晴らしい論文を執筆頂きました宮本先生、長谷様に深く御礼申し上げます。ELEX では、今後も会員の皆様にとって魅力あるテーマを取り上げたレビュー論文の掲載を継続する予定です。どうぞご期待下さい。

#### 著者略歴：

2003 年名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程修了。同年、日本電信電話株式会社 入社。社会人博士として 2014 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。ミリ波・テラヘルツ波帯 IC、高集積パッケージ技術、ミリ波帯高速無線システム等の研究開発に従事。本会 ELEX 編集幹事を歴任。2008 年 EuMIC Young Engineer Award、2010 年本学会学術奨励賞、2012 年 IEEE MTT-S Young Engineer Award 受賞。IEEE 会員。



## 【寄稿】

### 「オンラインレター誌 ELEX の紹介」



高橋 宏行 (NTT)

電子情報通信学会のオンラインレター誌である Electronics Express (ELEX) の 2016 年度編集幹事を務めさせて頂いております高橋と申します。NEWS LETTER への寄稿の機会を頂戴しましたので、この場をお借りして ELEX の紹介いたします。

ELEX は 2004 年の 4 月に設立され、今年度で 12 年になります。ELEX ではレター誌の特徴を活かし、論文投稿から掲載までに要する期間を短縮する努力を、継続的に行っておりまして。最近の取り組みとして、昨年度より査読を専従とする特別編集幹事を新設することを検討し、今年度から正式に運用を開始しております。特別編集幹事は論文執筆や査読に深い経験を有し、複数の技術分野の投稿論文に対して査読の支援を実施することが特徴です。運用開始から既に 8 ヶ月が経過していますが、編集委員と特別編集幹事との連携により、査読プロセスの一層の迅速化や、採択基準の明確化等の改善が見られています。今後も引き続き、編集委員と査読委員そして編集部の皆様のお力を借りながら、期間短縮と質の高い査読を心がけて参ります。

また、ELEX は発足当時から、全ての論文が無料で閲覧可能なフルオープンアクセスを採用しております。最近では、著者が追加オプション費用を支払うことで無料閲覧を可能にする、いわゆるハイブリッドオープンアクセス形態を取り入れる論文誌が増えております。しかし、特に電子回路分野においては、フルオープンアクセスの速報性電子ジャーナルは希少で、国内外の多くの方々に投稿頂いている理由になっているかと思えます。おかげさまで投稿件数は増加傾向となっており、創刊当初は 300 件前後であった投稿件数も最近では 1,000 件を超え、今年度も 1,200 件に届く見込みとなっております (図 1)。ELEX を支えて下さる全ての方に対し、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

さて、本会の会員の皆様は、ELEX の所掌の技術分野についてどのようなイメージをお持ちでしょうか。ELEX は

その名称から電子デバイスや IC 技術などの技術分野を想起させますが、実際には様々な技術分野からの投稿を受け付けています。以下に ELEX の SCOPE を紹介します。

- Integrated optoelectronics
- Optical systems
- Electromagnetic theory
- MW and MMW devices, circuits, and systems
- Electron devices, circuits and modules
- Integrated circuits (memory, logic, analog, RF, sensor)
- Power devices and circuits
- Micro- or nano-electromechanical systems
- Circuits and modules for storage
- Superconducting electronics
- Energy harvesting devices, circuits and modules
- Circuits and modules for electronic displays
- Circuits and modules for electronic instrumentation

上述のように光技術や電磁界理論などの電子電気技術と密接に関連する分野や、ディスプレイや計測器用の新規デバイス、環境発電用デバイス技術などの応用技術や新規技術分野についても、多くの論文が投稿されております。ELEX の投稿の要領についてはホームページ (<http://www.elex.ieice.org>) に記載されております。皆様の研究を進める中で、速報すべき結果が出た場合は是非 ELEX への投稿をご検討ください。

#### 著者略歴 :

2003 年名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程修了。同年、日本電信電話株式会社 入社。社会人博士として 2014 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。ミリ波・テラヘルツ波帯 IC、高集積パッケージ技術、ミリ波帯高速無線システム等の研究開発に従事。本会 ELEX 編集幹事を歴任。2008 年 EuMIC Young Engineer Award、2010 年本学会学術奨励賞、2012 年 IEEE MTT-S Young Engineer Award 受賞。IEEE 会員。

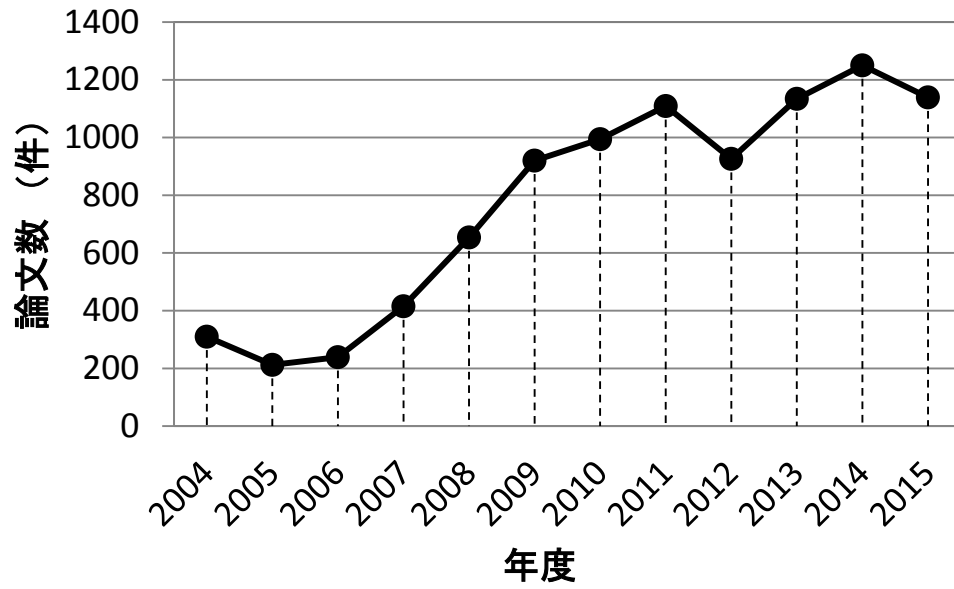


図1 年度ごとにおける ELEX への投稿件数の推移



## 【論文誌技術解説】

### 「大学発マイクロ波論文特集の発刊に寄せて」 (大学発マイクロ波論文特集編集委員長)

豊田 一彦 (佐賀大学)



大学発マイクロ波論文特集は、マイクロ波研究会の学生発表会で発表された論文をベースとして、更に大きく大学発として論文を集約し掲載することを目的に企画され、2004年の12月号以来、今回で13回目となる。この間、東日本大震災の影響を大きく受けたと思われる年を除いて常に10編以上の論文・ショートノートが掲載されており、この分野における大学等の教育研究機関によるアクティビティが衰えることなく継続されていることが伺える。また、干支でいえば一巡して新しい時代に入ったということであり、新たなスタートにふさわしい特集になるよう編集を行った。

本特集では、13編の論文と3編のショートノートの投稿があり、招待論文2編を含めて10編の論文と1編のショートノートを掲載している。技術的な内容としては、これまでと同様にマイクロ波回路・デバイスに関するものが多いが、メタマテリアルや無線電力伝送のためのビーム設計技術、更にはマイクロ波技術の医療応用や学生実験への適用などと幅の広いものとなっている。1件目の招待論文は呉工業高等専門学校の黒木太司先生らによるミリ波低損失伝送線路に関するものである。この論文では、ミリ波帯におけるプリント伝送線路の損失改善方法として、トリプレート型伝送線路を元にした新しい伝送線路を提案し、その低損失性や有効性を実証している。また、2件目の招待論文は、国士舘大学の二川佳央先生らによるマイクロ波技術の医療応用に関するものであり、核磁気共鳴画像(MRI; Magnetic Resonance Imaging)装置を用いた生体内温度分布の非侵襲推定を提案している。MRIの高分解能化に伴って要求される核磁気共鳴周波数はマイクロ波領域に及ぶため、今後の展開が期待される。いずれの論文も今後のマイクロ波・ミリ波技術の発展に重要な示唆を与えるものである。

近年は、5G(第5世代移動通信システム)やIoT(Internet of Things)、IoE(Internet of Everything)あるいは超スマート社会といったキーワードに代表されるように、ワイヤレス通信やレーダ・センサ等の高周波応用技術が我々の身近で広く利用されるようになってきた。このような高周波応

用技術を用いたサービス・システムは我々の生活の利便性の向上のみならず、省エネルギーなどの環境問題に対しても有効な手段であり、今後ますます利用されていくであろう。このようなサービスやシステムを実現するためには、ハードウェア技術であるマイクロ波・ミリ波技術が一つのキーであり、このマイクロ波・ミリ波などの高周波関連の技術開発をリードする優れた技術者の育成が喫緊の課題となる。大学等の高等教育研究機関における基礎的な研究は、その技術的な貢献もさることながら、これからの産業界の発展を担う若手技術者の育成にも大きく貢献している。本特集は大学等における研究開発の最先端の動向を集めたものであり、日本語で書かれているため、経験の浅い方々にも理解しやすいものとなっている。本特集が若手技術者の成長やこれから技術者になろうとする学生諸君のモチベーションの向上に寄与できることを期待している。しかしながら、大学等での研究活動には産業界や社会のサポートが必要不可欠である。産業界に対しては、これからも継続的なサポートと共同研究などによる連携をお願いしたい。

最後に、本特集のために貴重な研究成果を投稿頂いた著者の皆様、編集・査読に尽力いただいた編集幹事・編集委員・査読委員の皆様、ならびに事務的な面でお世話になった学会事務局の皆様には紙面を借りてお礼を申し上げます。

著者略歴:

1985年大阪大学工学部通信工学科卒業。1990年同大学院博士後期課程了。工学博士、同年、日本電信電話(株)入社。3次元MMICおよびユニプレーナMMICの研究及び事業化、ミリ波高速ワイヤレスシステムの研究開発及び標準化ならびに研究所のインキュベーション業務等に従事。2011年より佐賀大学教授。現在、電磁波の波動的性質を活用したマイクロ波回路とアンテナを融合したマイクロ波信号処理技術の研究に従事。1993年本会学術奨励賞、Japan Microwave Prize(APMC'94)、2003年電気通信普及財団テレコムシステム技術賞、2006年本会エレクトロニクス賞、2010年本会論文賞など受賞。本会シニア会員、IEEE、EuMA、電気学会各会員。



## 【論文誌技術解説】

### 英文論文誌小特集

## Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application の 発刊によせて (ゲストエディタ)



佐藤 源之 (東北大学)

電磁界理論研究専門研究会では電磁波の解析、散乱応用問題、アンテナ、光導波路、光デバイスに関する解析などの伝統的な電磁界問題に加え、メタマテリアル、効率的な数値解析を行うための手法提案や熱伝導など電磁気以外の物理法則と連携した数値解析など、新しい電磁界理論の応用への挑戦も発表されている。一方で電磁気学の基本法則をどのように解釈するかなどの議論も行われている。物理の基礎から最先端の応用まで網羅する幅の広い活動を特徴としている。

本専門委員会では、電磁界理論の進展とその応用に関する最近の新しい研究成果を総括することを目的として、毎年秋に泊まりがけで電磁界シンポジウムを開催している。第44回目を迎えた本シンポジウムは平成27年10月29日(木)～31日(土)に宮城県宮崎市で開催された。学生を含む研究者が60名以上集うシンポジウムでの発表を中心に、研究専門委員会では「電磁界理論の進展とその応用」小特集号 “Special Section on Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application” (平成29年1月号) の発行を企画した。本小特集号では、加えて本研究専門委員会が深く関わる関連の国際会議 (2015 AP-S and URSI, PIERS 2015, ISAP2015) 等での発表成果を発展させた論文についても募集した結果、国内国外の研究者から多くの投稿があった。査読を経た論文について編集委員会において慎重に審議し、小特集号にふさわしい9本の一般論文と2本のブリーフペーパーを採録した。

本小特集号の一般論文では基礎理論・解析としてグレーティングからの電磁波散乱解析、ウィーナーホッフ法を用いた解析、スモールアンテナに関する基礎理論の展開、数値解析としてDFBEM法によるグレーティングの解析、TDBEM法、モーメント法の新しい展開、更に電磁界解析の応用として誘電率測定方法、レーダイメージングのためのアンテナ校正法、FDTDによる電波伝搬など、またブリーフペーパーでは摂動法を利用する電磁界解析、FILT法による周期構造解析など、電磁界理論を応用する広い分野の論文が収められている。

本特集号の編集にあたっては、幹事を務められた新潟大学佐藤亮一先生のご尽力によるところが大きく、ここに改めて感謝いたします。

編集委員会委員 (敬称略)

ゲストエディタ

佐藤 源之 (東北大), 廣瀬 明 (東大)

幹事

佐藤 亮一 (新潟大), 西岡 泰弘 (三菱電機)

委員

安藤 芳晃 (電通大), 稲沢 良夫 (三菱電機), 上田 哲也 (京都工繊大), 大貫 進一郎 (日大), 尾崎 亮介 (日大), 後藤 啓次 (防衛大), 鈴木 敬久 (首都大東京), 柴崎年彦 (都立産技高専), 高橋 一徳 (東北大), 中嶋 徳正 (福岡工大), 平野 拓一 (東工大), 平山 浩一 (北見工大)

著者略歴:

1980年東北大・工・通信卒。1985年同大大学院工学研究科博士課程了。同大工学部助手、助教授を経て現在、同大東北アジア研究センター教授。2008～2011年東北大学ディスティングイッシュト プロフェッサー。1988～1989年ドイツ連邦地球科学資源研究所客員研究員。電磁波応用計測、人道的対地雷検知除去の研究などに従事。工博。2014年 Frank Frischknecht Leadership Award (SEG)受賞。2015年電磁界理論研究専門委員会委員長。電子情報通信学会正員、IEEE Fellow、電気学会 会員。



## 【論文誌技術解説】

### 英文論文誌 C 小特集「有機エレクトロニクスの新展開」の発刊によせて (ゲストエディタ)

加藤 景三 (新潟大学)



有機エレクトロニクスは、従来の半導体技術とは異なった観点からエレクトロニクス技術に新しいパラダイムをもたらし、環境負荷が少なく、ヒューマンフレンドリーなエレクトロニクス社会の実現に寄与すると期待されている。有機エレクトロニクス研究専門委員会では、急速に進展するこの分野で、関連する有機材料や、物理・化学、プロセス技術、デバイス応用などの国内外の最新の研究情報を交換し、有機エレクトロニクスの学術的進展に資すると共に、同技術分野の将来展望を共有することを目的とし、有機分子エレクトロニクスに関する国際シンポジウム“International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME)”をエレクトロニクスソサイエティの支援に基づいて開催してきている。第1回国際シンポジウムを2000年5月に名古屋大学で開催して以来、2002年に理化学研究所、2004年に京都大学、2006年に埼玉大学、2008年に兵庫県立大学、2010年に千葉大学、2012年にNTT研究開発センター、2014年に東京農工大学、と隔年で開催してきた。そしてこの度、第9回国際シンポジウム ISOME 2016を2016年5月18日(水)～20日(金)に新潟大学駅南キャンパス「ときめいと」にて開催した。

有機エレクトロニクス研究専門委員会では、従来からISOME 国際シンポジウムと並行して、IEICE Transactions on Electronicsの特集号を企画しており、毎回の国際シンポジウムの重要な成果を参照することができる。これまでに蓄積された情報は、有機エレクトロニクス分野の進展を総括するのみならず、将来を展望するための重要な学術資産となっている。今回の国際シンポジウム ISOME 2016と関連して、2017年2月号 (Vol.E100-C, No.2, 2017) に小特集「有機エレクトロニクスの新展開」“Special Section on Recent Progress in Organic Molecular Electronics”を企画しており、9件のBrief Paperが掲載される予定である。

ISOME 2016では、Prof. Mitsumasa Iwamoto (Tokyo Institute of Technology)より“Dielectric Physics Approach for Visualizing Carrier Motion in Organic Materials and Device”、Prof. Seung-Wuk Lee (University of California, Berkeley, USA)より“Manufacturing Goes Viral: Biomimetic Self-templating Assembly and Applications”、およびProf. Mitsuyoshi Onoda

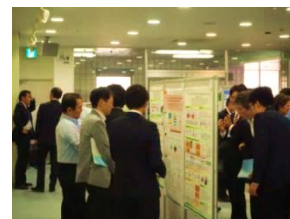
(Univ. of Hyogo)より“Electrochemistry in Organic Electronics: Learn of Ions -Beginning of Iontronics-”と題した3件のプレナリー講演が行われた。また、15件の招待講演も行われた。一般の口頭講演は18件、ポスター講演は42件で、プレナリー講演、および招待講演と合わせて計78件の発表があった。参加者数は招待者や同伴者等すべて含めて合計117名で、国内92名、国外25名(9ヶ国)であった。当日の会議の様子(写真)を図1に示す。今回の国際シンポジウムでは、優秀な研究発表を行った学生を“Best Poster Award”と“Best Oral Presentation Award”として口頭講演とポスター講演から各2名選考し表彰した。これにより、若手研究者育成の一助とするとともに、本学会の諸活動への参画を促す効果があるものと期待される。



口頭講演の様子(1)



口頭講演の様子(2)



ポスター講演の様子



学生の表彰の様子

図1 ISOME 2016 国際シンポジウムの様子 (写真)

著者略歴:

1982年3月東京工業大学工学部電気・電子工学科卒業。1987年3月同大学院博士課程修了(工学博士)。同年4月新潟大学工学部助手、同大学講師、助教授を経て、2002年4月より教授。現在、同大学院自然科学研究科教授。1999年4月～2000年3月英国シェフィールド大学客員教授。2013～2014年度有機エレクトロニクス研究専門委員会委員長。



## 【論文誌技術解説】

### 英文論文誌 C 「Fabrication Technologies Supporting the Photonic/ Nanostructure Devices」小特集号の発刊に寄せて

(レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長・  
小特集号編集委員長)



野田 進 (京都大学)

半導体発光デバイスは、我々の生活の中では 1980 年代初頭から CD や DVD 等の読み取り用レーザを代表に長年に渡って用いられてきました。21 世紀に入り、家庭でのインターネット用通信用機器をはじめ、映像機器のバックライトや投影装置、信号機や照明、更には無被爆検査が可能な医療機器に到るまで広く発展し活用し、我々の生活に欠かせない存在になりました。最近では、ナノ構造と呼ばれる微細技術と融合したり、成熟したシリコン LSI 製造技術を利用するための基盤技術開発も盛んで、応用的発展を続けています。

レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会 (LQE) では、前述の半導体発光デバイス技術を広く扱っており、年 7 回の研究会活動に加え、全国大会では企画シンポジウムも開催しております。中でも、2015 年秋全国大会に基礎・基盤技術を扱ったシンポジウムは、大勢の皆様に興味をもって頂き大変盛況でした。今回、先のシンポジウムの内容を中心に、現在の最新のデバイス作製技術も盛り込み発刊の運びとなりました。

本特集号では、当分野で経験の深い研究者の皆様には査読をお願いし、編集委員会での厳正な審査の結果、計 8 件(招待論文 7 件、一般投稿 1 件)のフルペーパーを採録いたしました。1 件目の招待論文は、III-V 族半導体加工の最新動向を紹介し、加工のメカニズムから装置の構造に到るまで詳しく解説しています。2 件目の招待論文は、ウェハ貼り付け技術です。原子レベルで平坦な金薄膜をウェハ上に形成することで、これまで必要とされていた高温/高圧での長時間の圧着工程を無くし、室温雰囲気でもしかも極弱い力で、1 秒程度で広い面積を均一に圧着でき、将来の新しい製造技術として期待されます。3 件目の招待論文は、半導体結晶成長バッファ層技術で、グラフェンをバッファ層とすることで、ガラス上に窒化物 LED が作製できるようになります。LED 作製には高価な基板が使われていましたが、将来的にはウェハ種類を選ばず、製造コスト低減に期待できます。4 件目の招待論文は、従来の露光工程を用いずに、ナノインプリントと呼ばれる鋳型押し付けによりフォトニック結晶を形成する技術です。バイオメディカル分野へ

応用しています。極少量の血液でフィブリノゲンを検出することができ、様々な病気の発見への利用・応用が期待されています。5 件目の招待論文は、テラヘルツ光を差周波発生させるため、VCSEL 技術とウェハ貼り付け技術を応用した作製技術・コンセプトの紹介です。テラヘルツ光は医療や環境面で、イメージングやセンシング技術への応用が期待されております。6 件目の招待論文は、最新の大容量コヒーレント通信用の InP モノリシック集積デバイス技術の紹介です。様々な機能を持つデバイスを洗練された結晶成長技術・加工技術により 1 チップ上に作りこむことで優れた特性のデバイスが大量生産できるようになりました。最後の招待論文は、光デバイスのモジュール実装技術の紹介です。パッケージの中に光デバイス実装して超小型の光学系を組み込む技術です。部品をレーザ照射により位置補正(トリミング)し、高精度でバラツキの無い特性を実現できます。

多くの皆様に興味を持ってご覧いただければ幸いです。最後に、著者の皆様、査読委員、および編集委員の皆様、心より御礼申し上げます。

#### 特集号編集委員会 (敬称略)

委員長：野田 進 (京都大学)

幹事：藤原 直樹 (NTT)

委員：有賀 博 (三菱電機)、佐藤 健二 (NEC)、  
田中 有 (富士通研)、野村 政宏 (東京大学)、  
宮本 智之 (東京工業大学)、八木 英樹 (住友電工)、  
石川 光映 (NTT/リエゾン委員)

#### 著者略歴：

1984 年京都大学修士課程卒業 (1991 年論文博士)、三菱電機中央研究所勤務、1988 年京大助手、1992 年同助教授、2000 年同教授。現在、量子ナノ構造、フォトニックナノ構造の研究に従事。日本 IBM 科学賞 (2000)、応用物理学会光量子エレクトロニクス業績賞 (2005)、IEEE LEOS Distinguished Lecturer Award (2005)、OSA Fraunhofer Award / Robert M. Burley Prize (2006)、文部科学大臣表彰科学技術賞 (2009)、IEEE Nanotechnology Pioneer 賞 (2009)、江崎玲於奈賞 (2009)、紫綬褒章 (2014)、他。





## 【論文誌技術解説】

### 英文論文誌 C 小特集「Special Section on Low-Power and High-Speed Chips」発行に寄せて

(ゲストエディタ)

池田 誠 (東京大学)、荒川 文男 (名古屋大学)



低電力高速チップは、主に組み込み機器の小型化、電池長寿命化、高性能化、多機能化に貢献しながら発展を遂げてきた。スマートフォンなどのモバイル通信端末、テレビ、監視カメラなどの様々なマルチメディア機器、ロボットや自動車、産業機械などのマイコン制御製品、広汎な IoT 関連機器など、その応用分野は多岐に亘る。また、担うべき機能も画像・音楽などのメディア処理、暗号処理、通信処理、制御処理と多様である。

さらに、従来は低電力化が重要ではなかったサーバやスパコンに於いても、大規模化と共に電力性能比が性能を決める時代となり、低電力高速チップが欠かせなくなっている。また、ハードウェアの進化と共にそれを活用するソフトウェアの進化も重要であり、これらの両輪がシステムの進化を支えている。

こうした低電力高速チップを取り巻く状況を鑑み、我々は 1998 年より毎年、国際会議 COOL Chips を開催し、その発展をサポートしてきた。特に、学術研究と製品開発の協創を意識して運営している。また、本会議では、参加者に魅力的な情報交換の場を提供すべく、一般論文の他に、キーノート、招待講演、スペシャルセッション、パネルディスカッションを企画している。

本小特集は、こうして発展してきた COOL Chips の発表論文の掲載機会を提供すべく企画した。しかし、発表論文に限定せず、広く質の高い論文を受け入れている。

今回の小特集には、国内外から 7 件の投稿があり、このうち 4 件を採択した。1 件目は 4K 動画のモーションエンステイメーションプロセッサの論文で、7 チップを三次元実装することで 120 fps を達成している。2 件目は、高速プロセッサに欠かせないレジスタファイル (RF) の小型低電力化に関する論文で、レジスタキャッシュ方式の 24 ポート RF を詳細に評価することで、有意義なサーベイ情報を提供している。3 件目は、フリップフロップ (FF) のタイミングマージンを削る方式として一般的な Razor FF をダイナミック回路に適用できるよう、新たなブリチャージ方式を提案し SRAM に適用評価したものである。4 件目は、10G bps クラスで高いジッター耐性を持つクロック

データリカバリ回路の自動設計を可能にした論文である。

最後に、本小特集号に貴重な先端研究成果をご投稿頂いた投稿者、それらの論文の査読に尽力して頂いた査読委員、そして本小特集号の編集にあたり多大なご苦勞を頂いた幹事の和田先生、江川先生をはじめとする編集委員の皆様、心より感謝の意を表す。また、国際会議 COOL Chips の開催を通じて当該分野の活性化に尽力いただいている、同会議 Advisory Committee 委員長の中村維男先生、Organizing Committee 委員長の小林広明先生をはじめ OC 委員の各位に感謝の意を表す。

小特集編集委員会 (敬称略)

ゲストエディタ：池田誠 (東大)、荒川文男 (名大)

幹事：和田康孝 (明星大)、江川隆輔 (東北大)

委員：大谷寿賀子 (ルネサス)、佐藤幸紀 (東工大)、柴田裕一郎 (長崎大)、島村光太郎 (日立)、滝沢寛之 (東北大)、並木美太郎 (東京農工大)、室山真徳 (東北大)、木村啓二 (早大)、児玉祐悦 (理研)、Jun Yao (Huawei)

著者略歴 (池田誠) :

1991 年東京大学工学部電子工学科卒業、1993 年同電子工学専攻修士課程修了、1996 年同博士課程修了。博士 (工学)。1996 年より東京大学助手。現在東京大学教授 (工学系研究科電気系工学専攻)。専門はスマートイメージセンサ、非同期式制御を用いた回路設計、暗号処理エンジンなど。ISSCC, VLSI Circuits Symposium, A-SSCC, COOL Chips など数多くの委員を歴任。

著者略歴 (荒川文男) :

1984 年東京大学工学部物理工学科卒業、1986 年物理工学専攻修士課程修了、2007 年同研究科より博士 (工学) 学位取得。日立、ルネサスなどを経て、2013 年 12 月より名古屋大学特任教授。専門はプロセッサアーキテクチャで、TRON チップ、SH シリーズなどを開発。COOL Chips PC Co-chair、IEEE Micro Guest Editor、ICD アーキテクチャ TPC チェア、ISSCC、A-SSCC、VLSI Circuits Symposium の TPC などを歴任。



## 【報告】

### 「2016年ソサイエティ大会のご報告」 (大会運営委員長)



加藤 景三 (新潟大学)

2016年ソサイエティ大会は、基礎・境界ソサイエティ、NOLTA ソサイエティ、通信ソサイエティ、エレクトロニクスソサイエティの4ソサイエティが合同して、2016年9月20日(火)～23日(金)の4日間、北海道大学にて開催されました。参加者総数は、2,928人でした。2015年ソサイエティ大会の東北大学での参加者総数は2,710人だったので、北海道での開催は相変わらず人気が高いことを示しています。

一般講演は、全ソサイエティの合計で1,508件でしたが、その内、エレクトロニクスソサイエティでは、各専門委員会からの一般講演セッション(C-1 電磁界理論、C-2 マイクロ波 A・B・C、C-3 光エレクトロニクス、C-4 レーザ・量子エレクトロニクス、C-5 機構デバイス、C-6 電子部品・材料、C-7 磁気記録・情報ストレージ、C-8 超伝導エレクトロニクス、C-9 電子ディスプレイ、C-10 電子デバイス/シリコン材料・デバイス、C-12 集積回路、C-13 有機エレクトロニクス、C-14 マイクロ波・ミリ波フォトニクス、C-15 エレクトロニクスシミュレーション)にて、合計322件の講演がありました。

一方、公募シンポジウムでは全体で101件の講演があり、その内、エレクトロニクスソサイエティでは、合計23件の講演がありました。エレクトロニクスソサイエティの公募シンポジウムでは、「CS-1 高周波近似法とその応用」、および「CS-2 コンピュータアーキテクチャを考慮したシミュレーション技術の最新動向」と題した2つのセッションが開催され、また通信ソサイエティとの共催で「BCS-1 5G 実現のための信号伝送及び無線機実現技術」と題したセッションも開催され、それぞれ活発な議論が行われました。

依頼シンポジウムとしては、「CI-1 光計測技術の生体、バイオ、環境分野への応用およびデバイス技術の進展」、「CI-2 多様化が進む光能動デバイス・装置と信頼性技術」、「CI-3 IoT時代に求められるセンサ技術・デバイス」、「CI-4 有機エレクトロニクスにおける評価・作製技術の進展」と題した4つのセッションで計27件、また基礎・境界ソサイエティとの共催の「ACI-1 センサ及びセンシング回路」と題したセッションで9件、通信ソサイエティとの共催の「BCI-1 光技術を利用した高周波信号計測の最新動向」と

題したセッションで6件の講演が行われました。チュートリアルセッションでは、「CT-1 有機エレクトロニクス・バイオデバイスにおける界面制御と評価技術」について、5件の講演が行われました。これらの依頼シンポジウムやチュートリアルセッションでは、いずれも最新の興味深いテーマで活発な議論が行われました。

大会2日目午後には、エレクトロニクスソサイエティプレナリーセッションとして、大橋弘美エレクトロニクスソサイエティ会長の挨拶の後、表彰式にて各賞(エレクトロニクスソサイエティ賞、ELEX Best Paper Award、招待論文賞、エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞)の贈呈が行われました。その後、2件の特別講演が行われました。最初の講演は、「フレキシブル有機エレクトロニクスの現状と課題」と題して、工藤一浩氏(千葉大学教授)がフレキシブルディスプレイや情報タグなどの要素素子である有機薄膜トランジスタ、発光素子、太陽電池などの有機半導体デバイスの技術課題と今後の展望について講演をされました。引き続き、「IoT時代のフレキシブル/プリントデバイス—その展望と課題—」と題して、鎌田俊英氏(産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センター長)が、IoTへのデバイスキーテクノロジーとなるフレキシブル・プリントデバイス技術の最近の進展と今後の展望、課題などについて講演されました。いずれも興味深いもので、大変有意義な特別講演となりました。

終わりに、本ソサイエティ大会の開催運営を担当された皆様に感謝を申し上げますとともに、今後とも、多くの方々にご講演・ご聴講を受け賜りますようお願い申し上げます。

#### 著者略歴：

1982年3月東京工業大学工学部電気・電子工学科卒業。1987年3月同大学院博士課程修了(工学博士)。同年4月新潟大学工学部助手、同大学講師、助教授を経て、2002年4月より教授。現在、同大学院自然科学研究科教授。1999年4月～2000年3月英国シェフィールド大学客員教授。2013～2014年度有機エレクトロニクス研究専門委員会委員長。



## 【寄稿】(超高速光エレクトロニクス研究専門委員会活動紹介)

### 「超高速光エレクトロニクス分野の拡がりをめざして」

超高速光エレクトロニクス研究専門委員会 委員長

小川 憲介 (フジクラ)



超高速光エレクトロニクス研究専門委員会 (UFO) はエレクトロニクスソサイエティフォトニクス技術領域委員会に属する時限研究専門委員会である。今期は 2015 年 3 月から 2017 年 2 月までの 2 年間を活動期間として、研究会の開催を主軸として活動している。

UFO で取り上げている技術テーマを列举すると、以下のようなになる。

- ◇ 超高速光波形制御と大容量光信号伝送への応用
- ◇ 光周波数コム
- ◇ 光波の位相制御
- ◇ 超高速光通信・各種光／電子デバイス技術
- ◇ 光ファイバ中の超高速非線形光学とデバイス・システム応用
- ◇ 超高速コヒーレント波長変換
- ◇ 超短光パルスの発生・伝送・制御・計測技術
- ◇ 超高速分光・計測技術と光物性研究への応用
- ◇ 超高強度光電場と物質の相互作用およびその制御技術
- ◇ 超短光パルスを用いた加工・造形・操作技術
- ◇ 超短パルスレーザーのケミストリー・バイオ・メディカル等新規応用技術
- ◇ 超高速ナノフォトニクス
- ◇ テラヘルツ電磁波の発生・応用技術

超高速時間領域での光波制御と超高速光エレクトロニクス技術の産業と基礎科学への応用に関し、各専門委員の専門性と知見を活かして技術テーマを設定し、幅広い分野をカバーしている。時間と周波数は互いにフーリエ共役の関係にあるため、超高速時間領域での光波制御では、広帯域の周波数領域での光波制御および光波の位相制御が不可欠である。このことを反映し、光周波数コム、光波の位相制御も重要な技術テーマとなっている。

毎回の研究会では、以上の技術テーマの中からいずれかを選択し、その技術テーマにおいて活躍している国内外の研究者を招き、最先端の研究成果の紹介と深く掘り下げた質疑応答を通じて、電子情報通信学会員への超高速光エレクトロニクス技術の浸透をはかっている。さらに、今期の研究会活動では、超高速光エレクトロニクス分野の拡がり

をめざし、外部組織の研究グループとの交流、エレクトロニクスソサイエティの研究専門委員会間の連携を進めている。

今期には、これまでに以下 4 回の研究会を開催した。第 3 回には、理化学研究所の高強度軟 X 線アト秒パルス研究チームとの共催により研究会を開催し、多くの非会員の参加を得て、本研究専門委員会の活動を紹介する絶好の機会となった。第 4 回には、エレソ 4 研究専門委員会の連携により第一種・第二種合同研究会として研究会を開催し、今後の研究専門委員会間の連携の布石となった。

- ◇ 第 1 回  
“データコムおよび超高速フォトニクスの最新動向”
- ◇ 第 2 回  
“光ファイバにおける光波制御および超高速ファイバレーザー”
- ◇ 第 3 回  
“超短パルス長波長光源の進展とその応用” (理研シンポジウム共催)
- ◇ 第 4 回  
“超高速分光計測・光物性研究の進展” (UFO・IPDA・OPE・OME 合同研究会)

以上、超高速光エレクトロニクス時限研究専門委員会の今期の活動について紹介した。今後の活動においても、各テーマを深く掘り下げるための場を提供するとともに、外部組織の研究グループとの交流、研究専門委員会間の連携をさらに深め、超高速光エレクトロニクス分野の一層の拡がりをめざす。

著者略歴：

1982 年 3 月、大阪市立大学理学部物理学科卒業。1987 年 3 月、大阪大学大学院理学研究科物理学専攻修了、理学博士号取得。同年 4 月、日立製作所中央研究所に入所。2002 年 5 月、三井物産ナノテク研究所に移動し、2006 年 7 月よりフジクラに在籍。現在、同社先端技術総合研究所、上席研究員。OSA Integrated Optics Technical Group Chair, OSA Traveling Lecturer (本会シニア会員)。



## 【寄稿】

### 「LSI を核に人を育てる」 (集積回路研究専門委員会 委員長)



藤島 実 (広島大学)

集積回路研究専門委員会(ICD)は、先端集積回路の講演だけでなく、集積回路を使ったユニークなアプリケーションや合宿形式のチュートリアルワークショップを企画しています。ICD の特徴的な企画をこの場を借りてご紹介します。若手からシニアまで多くのエンジニアに役立つ企画を来年も続けますのでこれからもよろしくお願いします。

**LSI とシステムのワークショップ** 高宮真(東京大学)  
ICD のフラッグシップ研究会として LSI とシステムのワークショップを毎年5月に開催しています。これまで琵琶湖と北九州にて開催してきましたが、平成28年度は初めて東京にて開催しました。「IoT×人工知能による人類の飛躍に向けた LSI とシステム」をテーマとし、第一人者による11件の招待講演・パネルディスカッションと73件のポスター発表が行われました。今回は、(1)東京開催、(2)特別参加企業の積極勧誘、(3)特別参加企業に対する web 配信の3つの工夫を行った結果、会場参加者373名、web参加者209名、総計582名(前回比2.9倍)という過去最高の参加者数を記録しました。平成29年度は「ロボティクス、AI、IoTによる快適社会の実現に向けた LSI とシステム」テーマとして5月15日～16日に東京にて開催します。

**アナログ RF 研究会夏の合宿** 伊藤浩之(東京工業大学)  
アナログ RF 研究会は、設立理念である「読み書きそろばんはみんなで勉強、アイデアで勝負」に従い、通常の学会や研究会では発表できないようなノウハウや失敗例の交換および人脈形成の場となることを目指して活動しています。通常の研究会に加えて、懇親会(飲みニケーション)による交流も重視し、さらには、測定技術やシミュレーション技術の習得を目的として2012年から夏に実習・合宿を行っています。本年度は、長野県の蓼科で、LNA とマッチングブロックを題材に、RF 回路とインピーダンス整合について実際に設計しながら習得することを目的とした合宿を行い、学生約20名と教員に参加頂きました。また、回路研究や技術開発の今後のあり方を議論・調査することを目的に、IoTを活用している工場のサイトビジットを行いました。

**アクセラレーション研究会** 夏井雅典(東北大学)  
集積回路の要素技術のみならず、その具体的な産業への応用をターゲットとした研究会として、アクセラレーション技術発表討論会を毎年開催しています。平成28年度はメインテーマを「IT 農業」とするとともに、サブテーマとして全脳シミュレーション/流体シミュレーション/センサー計測技術等を取り上げ、9月に静岡大学にて開催されました。IT 技術による農業の革新から、理研および PEZY のスーパーコンピュータシステムに至るまで、多岐にわたる講演が二日間に渡って行われるとともに、企業によるポスター展示も行われ、アプリケーションの実態に則した大学・公的研究機関・企業がそれぞれ取り組むべき課題・展望について関連な情報交換がなされました。講演件数は計16件、参加者は39名でした。一日目夜には懇親会も行われ、参加者同士の親交を深めるよい機会となりました。なお、平成29年度は理化学研究所(埼玉県和光市)にて開催が予定されています。

**学生・若手研究会** 橋本隆(パナソニック)  
学生・若手研究会は専門性を越えた若手研究者間の情報交換を目的としています。本研究会の企画と運営は、将来学会運営を担う学生達でプログラム委員会を組織し、学生達によって行われています。平成28年度は12月に東京工業大学にて開催し、企業、大学において集積回路、コンピュータ・システム分野で活躍する研究者による6件の招待講演、9件の一般講演と34件のポスター発表が行われました。招待講演では、多岐にわたる技術的な講演に加え、様々な経験に基づいて学生・若手への激励の言葉も贈られました。ポスター発表は、研究の完成度を問わず、研究を開始して間もない学部生、修士課程初年度の大学院生に研究内容を発表する場を提供し、育成することを目的にしており、2時間にわたって学生と企業、大学の先輩研究者との間で活発な討論が行われました。平成29年度は、学生・若手同士の繋がりを深め、若手の活動を活性化する趣旨で12月に開催する予定です。

著者略歴：1993年東京大学博士課程修了、2009年より現職。



## 【寄稿】

### 「磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会の活動」 (磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会 委員長)

岡本 好弘 (愛媛大学)



磁気記録・情報ストレージ (MRIS) 研究会は、磁気記録を中心に 40 年以上活発に活動してきた歴史のある磁気記録研究会 (MR) を 2006 年度より標記の研究会に改名し、情報ストレージ全般にわたる、原理・材料からシステムまでの情報ストレージ技術の情報交換・議論の場を提供するため、国内各地で研究会を開催しています。写真 1 に示すように、2014 年 6 月には 50 周年記念特別研究会が東北大学で開催されました。

本研究会が取り扱う主要な研究分野は、ハードディスク装置 (HDD)、磁気テープ装置、光ディスク装置、固体メモリなどの情報ストレージ装置における、

1. 情報記録の原理
2. 記録再生理論
3. 記録再生用材料・部品 (記録媒体・ヘッドなど)
4. 信号処理、変復調、サーボ、トライボロジ技術
5. 情報記録装置およびシステム
6. 情報記録関連の評価・計測技術
7. その他記録関連技術

です。HDD や磁気テープ装置における磁気記録だけでなく相変化記録やホログラム記録などの光記録関連、抵抗変化メモリ、強誘電体メモリ、相変化メモリなどの情報ストレージデバイス、デジタルアーカイブシステム、地域分散ストレージシステム、クラウドストレージシステムなどの情報ストレージシステムも対象としています。



写真 1 50 周年記念特別講演会

本研究専門委員会は、現在、委員長、幹事、幹事補佐、専門委員 28 名で構成され、幹事及び幹事補佐を中心に研究会の開催、ソサイエティ大会、総合大会のセッション運営を行っています。

2016 年度の活動状況を以下に報告します。年間 5 回の研究会開催を計画し、現在までに 4 回実施しています。ホットな話題提供として取り上げた 5 件のチュートリアル・招待講演を含めて 54 件の研究成果が報告され、活発に議論されました。5 回のうち、6 月の東北大学 (仙台市)、12 月の愛媛大学 (松山市)、3 月の名古屋大学 (名古屋市) の 3 回の研究会については開催地を固定し、7 月、10 月の研究会の開催地を変えて実施しています。来年度は 7 月に東京工業大学、10 月に新潟工科大学で開催を予定しています。

- 6 月 記録システム (東北大学) 15 件
- 7 月 固体メモリ・記録媒体 (中央大学) 8 件
- 10 月 ヘッド・スピントロニクス (九州大学) 18 件
- 12 月 信号処理 (愛媛大学) 13 件
- 3 月 光記録 (名古屋大学)

また、研究会においては、学部・大学院の学生の研究発表を奨励し、特に優秀な講演を行った学生 (筆頭著者に限る) を、磁気記録・情報ストレージ研究専門委員長賞として表彰しています。今年度はすでに 6 名の方を表彰し、若手研究者の活躍を期待しているところです。

#### 著者略歴:

1985 年 愛媛大学大学院修士課程修了、同年、シャープ(株)に入社。1990 年 愛媛大学工学部助手、講師、助教授を経て 2009 年 同大学大学院理工学研究科教授、現在に至る。2016 年 6 月より磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会 委員長。博士(工学)。映像情報メディア学会、日本磁気学会、IEEE 会員。



## 「半導体レーザ国際会議 International Semiconductor Laser Conference (ISLC) 2016@神戸の開催報告」

(半導体レーザ国際会議 (ISLC) 組織委員長)

東盛 裕一 (ツルギフォトニクス財団)



### 1. はじめに

2016年9月12日～15日まで神戸にて、電子情報通信学会主催、IEEE Photonics Society と応用物理学会の技術共催で第25回半導体レーザ国際会議 (International Semiconductor Laser Conference) ISLC2016が開催された。今回は第一回のラスベガス開催から半世紀を経過したことを記念した記念大会と位置づけ、多くの著名なレーザ研究者を招聘し、半導体レーザのこれまでの進捗レビューと今後の方向性について語っていただいた。

ここでは会議模様について紹介する。

### 2. 半導体レーザ会議の歴史

半導体レーザ国際会議の開催場所、歴代の組織委員長、プログラム委員長の変遷を図1に示す。

第一回は米国ラスベガスで開催され、会議は概ね2年間隔で北米/南米、欧州、アジアの持ち回りで開催されている。

Year	Location	Country	General Chair	Program Chair
1967	Las Vegas	USA	George Smith	Jacques Pankove
1969	Mexico City	Mexico	Jacques Pankove	Art D'Asaro
1972	Boston	USA	Art D'Asaro	Henry Kressel
1974	Atlanta	USA	Nick Holonyak	Art Calawa
1976	Nemunosato	Japan	Jun-ichi Nishizawa	Yasuo Nannichi
1978	San Francisco	USA	Tom Paoli	Chuck Neuse
1980	Brighton	England	Peter Selway	Ben Thomas
1982	Ottawa	Canada	Jack Dymant	Bill Streifer
1984	Rio de Janeiro	Brasil	Jose Ripper	Yasuharu Suematsu
1986	Kanazawa	Japan	Yasuharu Suematsu	Ivan Kaminow
1988	Boston	USA	Ivan Kaminow	Bob Goodfellow
1990	Davos	Switzerland	Bob Goodfellow	Tetsuhiko Ikegami
1992	Takamatsu	Japan	Tetsuhiko Ikegami	Martin Pollack
1994	Maui	USA	Martin Pollack	Chris Harding
1996	Haifa	Israel	Chris Harding	Yasuhiko Arakawa
1998	Nara	Japan	Yasuhiko Arakawa	Thomas Koch
2000	Monterey	USA	Thomas Koch	Karl Ebeling
2002	Garmisch	Germany	Karl Ebeling	Yuzo Yosikuni
2004	Matsue	Japan	Yuzo Yosikuni	Larry Coldren
2006	Hapuna Beach	USA	Larry Coldren	Anders Larsson
2008	Sorrento	Italy	Anders Larsson	Fumio Koyama
2010	Kyoto	Japan	Fumio Koyama	John Connolly
2012	San Diego	USA	John Connolly	Peter Smowton
2014	Mallorca	Spain	Peter Smowton	Yuichi Tohmori
2016	Kobe	Japan	Yuichi Tohmori	Kent D. Choquette

図1 半導体レーザ国際会議の開催場所

日本で初めての開催は1976年の第5回で、ねむの里で行われ、それ以降1986年金沢、1992年高松、1998年奈良、2004年松江、2010年京都で開催され、今回の2016年神戸に引き継がれている。

1990年中半からの投稿数の推移を図2に示す。

今回は、一般投稿は142件でそのうちOral採択は59件、Poster採択は57件で、更にPDP採択が1件であった。

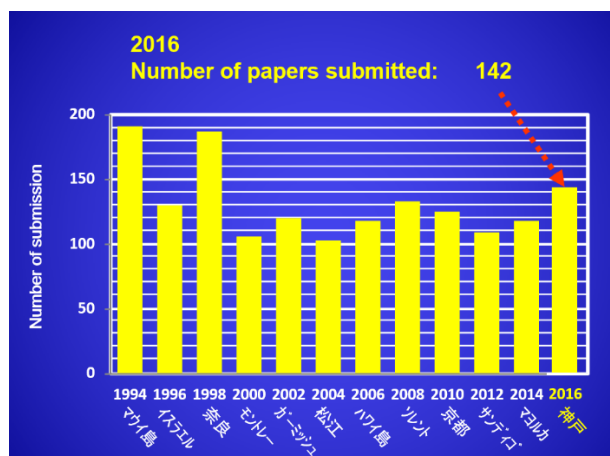


図2 半導体レーザ国際会議の投稿推移

### 3. ISLC2016 神戸の会議模様

今回の国際会議の構成は以下の通り。

招待講演は

基調講演；3件、

半世紀記念ワークショップ講演；12件、

各分野の招待講演；8件、

技術ワークショップ (高出力レーザ)；8件、

Rumpセッション (光集積回路技術)；8件

で構成された。基調講演者は下記の3名にお願いした。

Amnon Yariv 教授 (Caltech)

荒井滋久教授 (東京工業大学)

Peter M. Smowton 教授 (Cardiff University)

A. Yariv 教授はご高齢にもかかわらず近年は活発に講演をされており、今回の基調講演も快諾いただいた。講演模様を図3に示す。今回は半導体レーザのノイズが発振線幅に及ぼす影響などについて講演され、Si-Pの構造での線幅の狭窄化等にも言及された。

また半世紀記念ワークショップでは半導体レーザの各分野における著名な12名の研究者を招聘した。講演は3つのパートに分かれており、以下の方に講演頂いた。

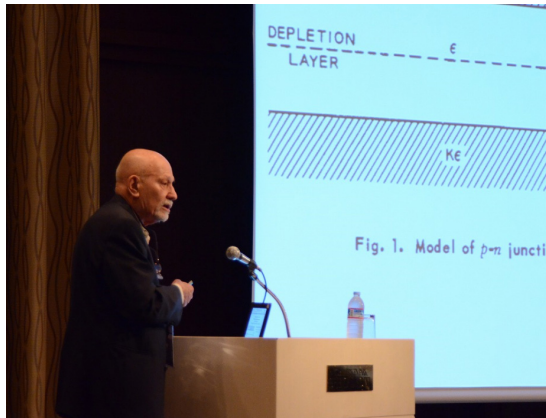


図3 A.Yariv 教授の講演模様

Part 1

- Peter Zory 教授 (University of Florida)
- John E. Bowers 教授 (U.C. Santa Barbara)
- 荒川泰彦教授 (東京大学)
- 野田進教授 (京都大学)

Part 2

- Markus C. Amann 教授 (Technical Univ. Munich)
- 伊賀健一教授 (東京工業大学)
- Jack L. Jewell 博士
- Karl Joachim Ebeling 教授 (Univ. of Ulm)

Part 3

- James J. Coleman 教授 (Univ. of Texas)
- Peter Blood 教授 (Cardiff Univ.)
- Larry A. Coldren 教授 (U.C. Santa Barbara)
- 末松安晴教授 (東京工業大学)

日本からは量子ドットレーザ関連で荒川泰彦教授、フォトニック結晶関連で野田進教授が講演された。また、末松安晴教授からは単一モードレーザ、波長可変レーザの進捗と現在の状況などが紹介され、DWDMの光源がDFBから波長可変レーザで置き換わってゆく様子も伝わってきた。



図4 末松安晴教授の講演模様

面発光関連では伊賀健一教授、Markus C. Amann 教授 Jack L. Jewell 博士、Karl Ebeling 教授が当時の研究模様、研究の連携を紹介し、更に4名の講演者相互の連携についての紹介があり、VCSELが90年代に大きく花開く模様が語られた。

4. おわりに

今回の ISLC2016 の参加者国別内訳を図5に示す。

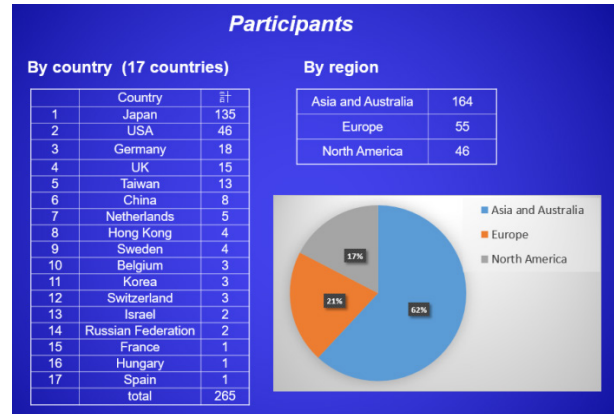


図5 ISLC2016 の参加者国別内訳

シングルセッションで参加者は262名。日本から135名、海外からは127名の参加があり、初日午前中のワークショップから最終日まで200名以上の参加者で会場は大盛況であった。

今回の国際会議では、著名な研究者と若手研究者が4日間会場のみならず、昼食(弁当支給)、Banquetで語り合うことができたと考えており、会議運営担当者としては、これからの半導体レーザの研究・開発の更なる加速に多少なりとも貢献できたと考えている。

文献

[1] ISLC2016 WEB

<http://islc2016.org/>

[2] Technical Digest of International Semiconductor Laser Conference (ISLC) 2016, Sept.12-15, 2016

著者略歴:

1986年 東京工業大学・電子物理専攻博士課程修了、工学博士。同年、日本電信電話株式会社・厚木研究所入社。波長可変レーザ、半導体光集積回路の研究・開発に従事。1989~1990年 コロラド大学 客員研究員。2007年 NTT 光半導体研究部・部長。2009年 NTT エレクトロニクス技術開発センター・部長。2015年4月 ツルギフォトニクス財団設立、代表理事。半導体レーザの研究支援活動を開始、現在に至る。1988年学術奨励賞、1987年、2005年論文賞、2005年エレクトロニクスソサイエティ賞受賞。電子情報通信学会フェロー、IEEEフェロー、応物学会会員。



## 【短信】

### 「2017年総合大会へのお誘い」 (大会運営委員長)



加藤 景三 (新潟大学)

2017年総合大会は、基礎・境界ソサイエティ、NOLTAソサイエティ、通信ソサイエティ、エレクトロニクスソサイエティ、情報・システムソサイエティの5ソサイエティが合同して、2017年3月22日(水)から25日(土)までの4日間に渡って、名城大学(名古屋市)にて開催致します。総合大会の開催準備・運営を担当される関係者の皆様に感謝を申し上げますと共に、多くの方々に大会でのご講演、ご聴講を受け賜りますよう、お願い申し上げます。

エレクトロニクスソサイエティでは、各研専からの一般講演セッション(C-1 電磁界理論、C-2 マイクロ波A・B・C、C-3 光エレクトロニクス、C-4 レーザ・量子エレクトロニクス、C-5 機構デバイス、C-6 電子部品・材料、C-7 磁気記録・情報ストレージ、C-8 超伝導エレクトロニクス、C-9 電子ディスプレイ、C-10 電子デバイス/シリコン材料・デバイス、C-12 集積回路、C-13 有機エレクトロニクス、C-14 マイクロ波・ミリ波フォトニクス、C-15 エレクトロニクスシミュレーション)に加えて、ご提案頂いた下記のセッションが企画されております。

依頼シンポジウムとして、光エレクトロニクス研専により「CI-1 光エレクトロニクス研究会(OPE)学生優秀研究賞表彰式」が企画され、学生の表彰および受賞者からの研究内容の紹介が行われます。レーザ・量子エレクトロニクス研専/光エレクトロニクス研専により「CI-2 窒化物半導体を用いた新光源とその応用」が企画され、高機能光源や新光源技術の最新動向やその応用について広く議論されます。電子デバイス研専により「CI-3 5Gにおける無線用途デバイスの現状と展望」が企画され、5Gに向けての無線用途デバイスの開発状況を俯瞰します。ポリマー光回路時限研専/有機エレクトロニクス研専により「CI-4 有機薄膜がシリコンデバイスの性能を飛躍的に伸ばす！」が企画され、実用化から見た課題やブレークスルー技術などを分かりやすくご説明を頂きます。また、基礎・境界ソサイエティとの共催で集積回路研専/回路とシステム研専により「ACI-1 IoTを支える要素回路技術とその応用」が企画され、IoTを支える要素回路技術とその応用や、最新技術について議論します。さらに、通信ソサイエティとの共催で光エレクトロニクス研専/エレクトロニクスシミュレ

ション研専/電磁界理論研専/光通信インフラの飛躍的な高度化に関する時限研専により「BCI-1 光デバイス設計におけるシミュレーション技術の応用と今後の展開」が企画され、産業応用も含めた課題や最新の研究開発動向、今後の展望について情報交換します。

また、超伝導エレクトロニクス研専による「CT-1 相次ぐ低温物理現象の発見と革新的超伝導機能デバイス」と題したチュートリアルセッションや、エレクトロニクスシミュレーション研専による「CP-1 電磁界シミュレータ利用における勘所」と題したパネルセッションも行われます。

公募シンポジウムとして、電磁界理論研専による「CS-1 逆問題・逆散乱への解析的・数値的手法のアプローチ」、マイクロ波研専による「CS-2 マイクロ波/ミリ波帯回路の実用化を支える材料・測定技術の最新動向」、有機エレクトロニクス研専による「CS-3 有機デバイスのデバイス特性の改善への作製・評価プロセスの重要性 -やってみたら!?これができた!!こうなった!!!-」も開催されます。

さらに特別企画セッションとして、マイクロ波研専により「CK-2 Thailand-Japan Microwave (TJMW) 2016 優秀発表賞特別セッション」が開催され、TJMW2016において優秀な発表を行った学生の講演が行われます。

大会2日目の3月23日(木)午後には、恒例の「CK-1 エレクトロニクスソサイエティプレナリーセッション」が開催され、表彰式や特別講演2件も予定しております。

2017年総合大会の聴講参加の事前申込締切は、2017年2月13日(月)までとなっております。総合大会に関する情報については、下記URLをご覧ください。

<http://www.ieice-taikai.jp/2017general/jpn/>

著者略歴：

1982年3月東京工業大学工学部電気・電子工学科卒業。1987年3月同大学院博士課程修了(工学博士)。同年4月新潟大学工学部助手、同大学講師、助教授を経て、2002年4月より教授。現在、同大学院自然科学研究科教授。1999年4月～2000年3月英国シェフィールド大学客員教授。2013～2014年度有機エレクトロニクス研究専門委員会委員長。





## 【短信】研究室紹介

### 「3次元集積回路技術から食肉のおいしさ評価まで」



武山 真弓（北見工業大学）

学生時代、日本の半導体産業は米国を抜いて世界シェア No.1 を誇り、その魅力にとりつかれた。実験が好きだった私は、迷わず集積回路の研究室に進んだ。私の卒業論文は Al 配線の新しいバリア材料に関するものだったが、J. Appl. Phys.等の学術雑誌に2編の論文として掲載された。修士に進んですぐ、研究室スタッフのポストが空き、そのまま就職して今に至る。時は流れ、配線材料は Al から Cu へと変化し、集積回路も2次元から3次元へと変貌した。

私の研究室も、今は3次元集積回路のシリコン貫通ビア配線に関する研究を行っているので、その一端を紹介する。

近年、チップ間の配線をシリコン貫通ビアとすることにより、チップ間を最短で配線することが可能となった3次元集積回路であるが、そのプロセスはまだ確立していない。特に、集積回路の多層配線のようにウェハ一括処理でシリコン貫通ビア配線を作るビア・ラストプロセス（LSIプロセスを先に、シリコン貫通ビアプロセスを後に行うことから、このような名前がつけられている）では、LSIの配線もしくはデバイスを劣化させない低温プロセスが要求される。ビアの成膜に関しては、絶縁バリアとバリアメタルが最も高い温度（従来は350~400℃程度）で成膜される。我々は、その両者を200℃以下で成膜する新たな技術を開発した。さらに、得られた膜は従来の高い温度で成膜されたものに匹敵する優れた特性を示した。さらに、絶縁バリアであるSiNx膜に関しては、室温成膜でも高密度な膜が得られること、スパッタと低温CVD法でのSiNx膜の特性を比較し、定量化したこと等が認められ、2016年9月、電気学会C部門誌において2件の論文奨励賞を受賞するなどスタッフにも恵まれ、北海道の東の端にあっても、学術的に興味深い研究を展開している。

一方、低温での薄膜作製は、3次元集積回路の分野だけでなく、コーティングなどの分野への応用が期待されている。従来、コーティングできなかつた熱に弱い材料上にもコーティングが可能となり、かつ極めて薄い数nmの厚さでも機能性を持たせた膜を成膜できる我々の独自の研究は、新たな展開を迎えつつある。

さらに、来年度学部改組を行う北見工業大学では、地域に根ざした研究にも力を入れている。その一つとして、

我々はエゾシカや道産和牛のおいしさ評価という新たな研究を始めた。一見すると集積回路と食肉は全く異なる分野のように見えるが、電気特性を評価するという点では、案外近いところがある。何より、測定終了後は官能検査というおいしさを自分たちの舌で味わうご褒美がついてくるので、学生たちには人気の研究テーマとなっている。このように、3次元集積回路からコーティング、そして食肉に関する研究と多岐に渡るテーマ展開でも、学生共々、日々楽しく研究できているのは、電子部品・材料研究会を始めとした諸先輩方に育てていただいたおかげであると感謝している。その恩は、私が次世代の研究者の卵たちに指導することで、引き継いで行こうと思う。

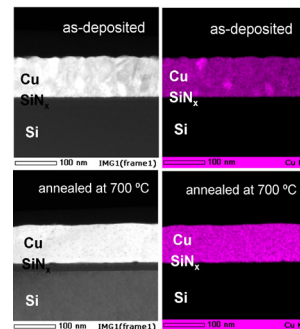


Fig. 1. STEM-HAADF images and EDX elemental mappings of Cu distribution in Cu/SiNx(20nm)/Si system before and after annealing at 700°C for 1 h.

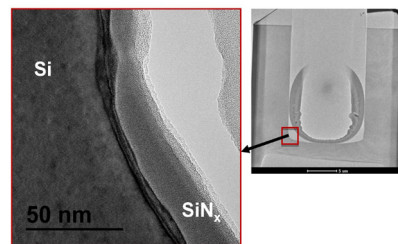


Fig. 2. Cross-sectional TEM images of sputter-deposited SiNx film within 10µm-diameter TSV.

著者略歴：

1991年北見工業大学工学部卒業。同年同大学院工学研究科中途退学。博士（工学）。1991年同大工学部文部技官（教務職員）、1993年より同助手、1997年より同助教授、2007年より同准教授。電子情報通信学会、応用物理学会会員。電子部品・材料研究会研究専門委員。SSDM Area2 委員、ADMETA プログラム副委員長を務める。



## 【短信】研究室紹介

「真のワイヤレス社会を目指して」



田村 昌也（豊橋技術科学大学）

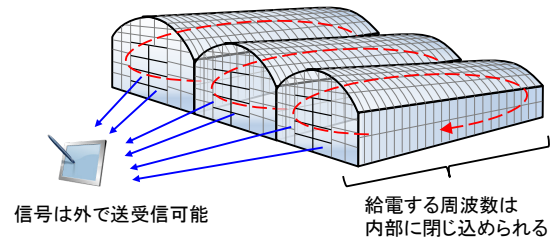
情報通信技術の進歩は目覚ましく、スマートフォンで映画を見たり、白物家電をコントロールしたり、と様々なことがワイヤレスで可能となってきました。一方で、電力は有線で給電、あるいはバッテリーを充電しなければなりません。そこで当研究室では、電源もワイヤレス化することで真のワイヤレス社会を目指すべく研究を進めています。ここでは、その取り組みのひとつであるバッテリーレスセンサシステムについてご紹介します。

### (1) 遮蔽空間における電力伝送方法

自動車や航空機、貨物列車といった輸送用機器から工場インフラまで環境や安全性の管理から多数の高性能センサが配置されています。これらは有線給電やバッテリー給電で駆動しています。しかし、有線給電では配線設計の制限、接続ミスや断線、バッテリー給電では無数にあるセンサの電池交換の煩雑性や交換作業時の危険性など様々な問題が挙げられます。この解決策として、本研究室はキャビティモードワイヤレス電力伝送（WPT）の研究に取り組んでいます。先に示したアプリケーションは金属骨組みや鉄筋、あるいは金属板と金属網で囲われた環境となっています。我々はこの点に注目しました。金属骨組みや鉄筋、金属網は高周波では周波数選択表面として動作します。つまり、工夫すれば給電に使用する電磁波は内部に閉じ込め、情報通信は建物の外で送受信できます（図1）。さらに、内部に電磁波を閉じ込めることができれば、ある周波数で共振を起こします。このとき、内部に存在する金属や絶縁体はリアクタンス素子として振る舞うため、リッジ導波管型キャビティの原理に基づいて全体へ分布する共振モードが生じます。これを給電に利用することで、いわゆる見通し外でも高効率に電力を伝送できます。

### (2) 実証実験

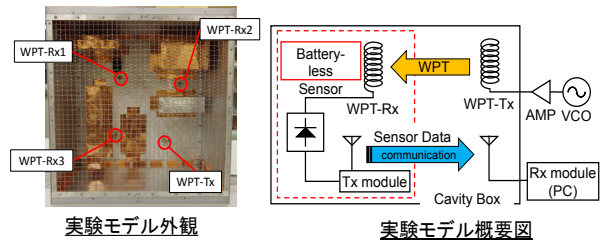
本当に給電に用いる電磁波は内部に閉じ込め、情報は外部でも送受信できるのか？それを調べるため、原理検証用のモデルを作製して実験しました。市販のアルミボックスを購入し、その内部に散乱体を配置しました。まず、全面をアルミ板とした場合、1面をアルミ網とした場合について送電器 Tx と受電器 Rx の透過反射特性を測定しました。



信号は外で送受信可能

給電する周波数は内部に閉じ込められる

図1 キャビティモード WPT



実験モデル外観

実験モデル概要図

図2 実証実験モデル

透過反射特性はほぼ一致する結果が得られました。1面を金属網に置き換えても特定の周波数を閉じ込められることが分かりました。シミュレーションで電磁界定在波が発生していることも確認できました。次に1面をアルミ網とした場合で、実際にボックス内にセンサを配置して駆動実験を行いました（図2）。送電器からワイヤレス給電された電力でセンサモジュール駆動し、測定した温度データをボックスの外にある親機で受信することができました。電力伝送効率は Rx1 : 74.3%、Rx2 : 39.6%、Rx3 : 46.7%を達成しました。現在は、さらなる効率の向上を目指して研究開発に邁進しています。

著者略歴：

2003年岡山大学大学院修士課程修了。2012年京都大学大学院博士課程修了。2003年にパナソニック株式会社 AIS 社入社。RFフィルタ、バイオセンサ、環境発電回路の研究開発に従事。2014年より豊橋技術科学大学准教授。2012年 IEEE MTT-S Japan Young Engineer Award。2012年 植之原道行記念賞。2013年 IEEE 関西支部メダル賞。2015年 IEEE MTT-S Outstanding Young Engineer Award。博士（情報学）。IEEE シニア会員。本会無線電力伝送研究専門委員会幹事。

## 【お知らせ】

### ◆2017年フェロー候補者推薦公募について

電子情報通信学会では、本会規則第2条第5項により、「学問・技術または関連する事業に関して顕著な貢献が認められ、本会への貢献が大きいシニア会員に対し、フェローの称号の証を贈呈」しています。エレクトロニクスソサイエティでは、皆様方からご推薦いただいた方の中からフェローピアレビュー委員会と執行委員会でフェロー候補者を選定し、学会本部のフェローノミネーション委員会に推薦します。本年の推薦期間は4月1日から6月30日ですので、エレクトロニクス分野でフェローの称号にふさわしい方のご推薦をお願い致します。なお、フェロー推薦に関しては以下のURLに掲載されておりますので、ご覧ください。  
<<http://www.ieice.org/jpn/fellow/suisen.html>>

### ◆シニア会員の申請について

シニア会員推薦規程が改正され、申請書及び推薦書の提出は年間を通して可能となりました。6月30日までに提出された申請書及び推薦書を当該年度の審査対象といたします。詳細は、電子情報通信学会の下記WEBページにも掲載されています。

<<http://www.ieice.org/jpn/senior/index.html>>

- ・2017年シニア申請〆切：2017年6月30日
- ・申請資格：本会が関連する技術分野に原則10年以上従事しており、本会会員として累計在籍年数5年以上の正員、あるいは顕著な業績・貢献が認められる正員。
- ・申請方法：シニア会員申請ページからの自己申告です。

### ◆エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について

2017年総合大会（2017年3月22日～25日、名古屋市、名城大学）において、第20回エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞の審査を行います。本賞はエレクトロニクス分野における優秀な発表（一般講演、シンポジウム講演）を行った学生に対して贈呈するものです。概要は以下の通りです。

\* 選定対象者： 次のすべての条件を満たす方。

- (1) 講演申込の際に筆頭者かつ講演者として登録し、かつ実際に講演を行った者。
- (2) 過去に電子情報通信学会の学術奨励賞、及び本賞を受賞したことがないこと。

該当者は自動的に本賞の選定対象者として登録されますので、申込み手続きは不要です。

\*表彰： 2017年総合大会のエレクトロニクスソサイエティのプレナリーセッションにおいて、下記3分野それぞれについて2名の方に表彰盾および賞金（30,000円）を贈呈します。

イ) 電磁波理論およびマイクロ波

(電磁界理論、マイクロ波/THz、エレクトロニクスシミュレーション)

ロ) 光半導体およびフォトニクス

(光エレクトロニクス、レーザ・量子エレクトロニクス、マイクロ波・ミリ波フォトニクス、  
ポリマー光回路、集積・超高速光エレクトロニクス、シリコン・ナノフォトニクス)

ハ) 回路およびエレクトロニクス

(電子部品・材料、電子デバイス、シリコン材料・デバイス、電子ディスプレイ、機構デバイス、  
磁気記録・情報ストレージ、集積回路、超伝導エレクトロニクス、有機エレクトロニクス)

◆エレソ News Letter 研究室紹介記事募集研究室紹介記事を募集します。

今年度も昨年度と同様に、【短信】研究室紹介のコーナーに一般公募記事の掲載も予定しております。研究紹介の機会として奮って応募下さい。

\*応募方法： タイトル、研究室名、連絡先 (e-mail) を下記応募先までご連絡下さい。

応募多数の場合は選考の上、編集担当より、フォーマット書類一式をお送り致します。

\*応募先： エレソ事務局 (h-sakai@ieice.org) TEL:03-3433-6691

これまでの記事は、下記URL エレソニュースレターのページに掲載されております。ご参考下さい。

<http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/>

◆エレソ News Letter の魅力的な紙面づくりにご協力下さい

本News Letterは、エレソ会長、副会長からの巻頭言や論文誌編集委員長、研究専門委員会委員長からの寄稿を中心に、年4回発行しております。今後、さらに魅力的な紙面づくりを進めるため、エレクトロニクスソサイエティでは、会員の皆様から企画のご提案やご意見を募集いたします。電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ事務局宛 (es@ieice.org) にご連絡をお願いいたします。

◆エレソ News Letter は年 4 回発行します。次号は 2017 年 4 月発行予定です。

編集担当：小久保 (企画広報幹事)、山之内 (編集出版幹事)、横内 (研究技術幹事)

[編集後記]

エレクトロサイエティ新体制での **News Letter** 第二号となる今号では、企画広報財務担当の津田副会長からのご挨拶と、各賞受賞者の皆様からのご寄稿をいただきました。記事を執筆下された関係者の皆様に御礼申し上げます。今年は電子情報通信学会創立 100 周年の節目の年となりますが、情報通信技術は今後さらに多様な分野に活用を広げていくものと思います。多様な分野の方々が情報を共有できる場として **News Letter** を活用いただけるよう尽力したいと考えておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。(山之内)