

目次

【巻頭言】

- 1 就任にあたり思うこと
[エレクトロニクスソサイエティ次期会長] 大橋 弘美 (NTT エレクトロニクス)
-

【寄稿】

[各賞受賞記]

[エレクトロニクスソサイエティ賞]

- 2 Si エレクトロニクス分野
VLSI システムのノイズ問題に関する先駆的貢献
永田 真 (神戸大学)

- 4 化合物半導体および光エレクトロニクス分野
テラヘルツ固体素子の先駆的研究
浅田 雅洋 (東京工業大学)、鈴木 左文 (東京工業大学)

[レター論文賞]

- 6 平成 26 年度エレクトロニクスソサイエティレター論文賞を受賞して
斉藤 公彦 (福島大学)、

[ELEX Best Paper Award]

- 8 画素配置工夫により距離検知精度を向上させた三次元距離センサ LSI
川野 正智 (九州工業大学)、有馬 裕 (九州工業大学)

[学生奨励賞]

- 10 時間領域 RCS を用いた複素誘電率推定に関する研究
相磯 潤也 (中央大学)
金属メッシュ付き単層グラフェンによるテラヘルツ波増幅
板津 太郎 (北海道大学)
- 11 BPSK 変調を用いた 300 GHz 帯無線技術の検討
安田 優 (大阪大学)
DRAM 動作領域における STT-RAM 読み出し安定性の検討
風間 大和 (東京理科大学)
-

【論文誌技術解説】

- 12 英文論文誌小特集「マイクロ波・ミリ波フォトニクス」によせて
[ゲストエディタ (小特集編集委員会)] 村田 博司 (大阪大学)
- 13 英文論文誌 C 小特集「Recent Development of Electro-Mechanical Devices」発行に寄せて (2015 年 9 月号)
[ゲストエディタ] 長谷川 誠 (千歳科学技術大学)
- 14 英文論文誌 C 小特集「Special Section on Terahertz waves coming to the real world」の発刊によせて
[編集委員会 委員長] 中舎 安宏 (富士通研)
-



【巻頭言】

「就任にあたり思うこと」

エレクトロニクスソサイエティ次期会長

大橋 弘美 (NTT エレクトロニクス)



このたび、エレクトロニクスソサイエティ次期会長に就任しました大橋弘美です。これまで、電子情報通信学会には様々な形でお世話になってきました。昨年度、エレクトロニクスソサイエティ研究技術会議の副会長を仰せつかり、引き続き、今年度、次期会長として、電子通信情報学会の運営にかかわるようになりました。少しでも、ご恩返しできるようにしたいと思っております。よろしく申し上げます。

皆様ご存じのように、電子通信情報学会は2017年に、100周年を迎えることもあり、学会の“あり方”について様々な場で議論されています。私も議論に加わり、学会のあり方を自分なりに、考えてきましたので、今回、この場で紹介させていただきたいと思えます。

人は、様々なコミュニティの中で活動しています。企業、研究機関、大学、親族、家族、友人、など、各々のコミュニティが自分にとってどんな存在か、どんな存在意義を持つのかも、様々です。そして、その中で、学会は、どんな存在であるべきなのか、を改めて考えました。

冒頭に書かせていただきましたが、今回、学会運営に関わる際、私は、自然な気持で、これまで育てて頂いた学会に少しでも恩返ししたいと思えました。つまり、私にとって、学会は、成長させてくれた場だったのです。さらに言えば、学会という、研究活動を通して、同じ分野の方、関連分野の方との、コミュニケーションを提供してくれた場であり、そのコミュニケーションを通じて知り合った方々に育てていただいたことを感じています。

コミュニケーションは、国内会議、国際会議、研究会、論文、学会誌という形で提供されています。これらをコミュニケーションとして提供する場であるならば、学会は、広く、グローバルな活動を提供できる場であるべきです。電子通信情報学会は、国内のコミュニティでありますから、まず、国内のコミュニケーションを提供する場ありますが、当然、国際的活動を提供できる場でもあるべきです。

また、別の視点でも考えてみました。日本は、現在、変化を求められている局面にあります。戦後の高度成長時期を終え、そこで生み出された産業が、形態を変えつつあります。また、高度成長時期に生み出された技術が、国内の

枠を超え、海外で活用されている現在、日本の産業の形態は、同じものではありません。海外企業の柔軟な積極さに対して、日本企業の守りの姿勢では対抗できない状況を感じます。さらに、3.11においては、日本の技術力の限界も感じました。これらの状況下において、学会の役割も変わらざるをえませんし、これまで以上に重要な使命を持っています。単なるコミュニケーションを提供する場でなく、積極的に、世界に打って出る仕組みづくりを引っ張ることも必要だという議論も“あり方”ワーキングでは出ていましたが、私もその必要性を感じています。

以上、問題意識を羅列しただけになってしまいましたが、この問題意識の元に、学会活動、国内会議、研究会、論文、学会誌がどうあるべきか、再度考えたいと思えます。

昨年度、エレクトロニクスソサイエティは、新しい組織体制に向けて議論を進めてきました。新しい組織体制変革の主旨は、学会の活性化です。エレクトロニクスソサイエティの活動は、多くの研究専門委員会で成り立っていますが、その一方で、研究専門委員会委員長で成立している研究技術会議は、大きすぎる組織になってしまっていて、議論が十分できていないのではないかと、という危機感があり、提案された変革の一つです。ぜひ、新たな組織体制において、皆様のお考えを積極的に提示いただき、新しい時代に対応していきたいと思えます。

最後になりますが、電子通信情報学会は皆様の努力で成り立っていることを日々感じています。すでに、任期も三分の一がすぎようとしています。私自身が多くのことをできるとは思っておりませんが、皆様のご指導、ご鞭撻をいただきながら、活動させていただきたいと思えます。

著者略歴：

1985年早稲田大学卒、1987年東京工業大学修士課程修了。同年日本電信電話株式会社基礎研究所入所。半導体低次元光非線形の研究に従事。1993年フォトニクス研究所。光半導体デバイスの研究開発に従事。2007年東京工業大学博士(工学)学位取得。2014年からNTTエレクトロニクス。

2013年IEEE Photonics Society Japan Chapter Chair、2014年6月エレクトロニクスソサイエティ運営委員会研究技術会議副会長。



【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

「VLSI システムのノイズ問題に関する先駆的貢献」



永田 真 (神戸大学)

この度は、第 18 回エレクトロニクスソサイエティ賞を賜り、大変光栄に存じます。本賞へのご推薦・ご審査を頂きました諸先生方に深く感謝申し上げます。

VLSI システムのノイズ問題は、半導体集積回路設計分野において古くて新しい課題であり、集積規模の拡大、消費電力の低減、そして多機能化と高性能化など、高度する VLSI システム設計開発において乗り越えなければならない障壁として顕在化してきました。VLSI 分野における数多くの傑出した性能・機能達成の舞台裏で、卓越した設計者により様々なノイズの課題が克服されてきたことは注目すべき事実であります。このような中、これまで 15 年以上にわたり、国内外の半導体デバイスメーカー、設計サービスベンダ、設計ツールプロバイダ、等における開発現場の技術者・研究者と共同・連携しながら、VLSI チップと応用システムにおけるノイズの問題について多面的に取り組み、その理解と解析方法や対策技法について体系化を進めてきました。数多くの場面で、ノイズに関するデータと知見の共有や深い議論にお付き合い頂いた方々のご支援なしには、本受賞は実現しなかったと思います。心より御礼申し上げます。

さて、ここで着目している VLSI のノイズとは、電源ノイズです。集積回路が動作すれば、消費電流が動的に発生し、これが電源供給系の寄生インピーダンスに作用して電源電圧や電源電流の変動、すなわち電源ノイズを引き起こします。デジタル集積回路におけるタイミング変動やリーク電流の変動、ミックスドシグナル(アナログデジタル混載) VLSI における回路間の不要な干渉(クロストーク)、VLSI 応用システムにおける電磁環境両立性(EMC)の課題など、様々なトラブルの根源になることが知られています。

電源ノイズは集積回路の規模や動作周波数あるいは動作内容に依存し、チップからボード、さらにはケーブルや筐体まで広域に分散した物理構造に寄生するインピーダンスが関与します。回路とシステムの動作に起因する決定論的なノイズであり、これは電子のランダムな動き、熱によるゆらぎ、不純物準位へのトラップと放出など、統計的な振る舞いを示す素子ノイズとは本質的に異なります。

また、電源ノイズは集積回路の様々な場所で、シリコン基板上の電位変動(=基板ノイズ)として、あるいは金属配線に消費電流が流れることによる電磁界の変動(=電磁ノイズ)として、属性を変えながら広い範囲の周波数で観測されます。デジタル回路のクロック同期動作は周期的でインパルス様の電源ノイズを引き起こし、高次数の高調波成分が高周波無線回路の帯域内スプリアスとして混入します。基板ノイズはアナログ回路における素子のしきい電圧を動的に変化させ、素子マッチングやリーク電流変動により歪特性を劣化します。電磁ノイズは、空間を伝搬して他の機器の動作や特性に干渉します。いずれも、局所的な回路の動作が、ノイズを介して VLSI 応用システムの全体性能にネガティブな影響をおよぼす事象であり、時間・空間・周波数において幅広く作用します。このような課題の拡がりには 2000 年代初頭から議論されてきました(図 1)。

さらに近年、電源ノイズが VLSI システムの内部で扱われる情報処理プロセスや情報データと強い相関を示すことから、電源ノイズの統計的解析が、例えば暗号処理における秘匿データの推定に使われる問題が顕在化しています。暗号アルゴリズムは強固な数学的基盤に基づきますが、デジタル集積回路として具体化されると、電源ノイズのように本来の情報流ではない経路、すなわちサイドチャンネルと呼ばれる傍流経路を通じて秘匿性が損なわれる危険性が指摘されています。

このようにノイズ問題は、集積規模や機能性・性能の拡大とともに複雑化・複合化する厄介な存在です。

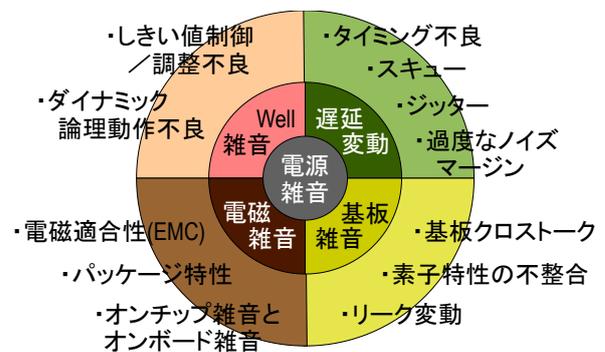


図 1 電源ノイズの問題 (2005 年頃の課題意識)

筆者はこれまで、VLSI のノイズ問題を俯瞰的に捉え、多くの事象に共通に使える理解と対策の抽出に努めてきました。ノイズ問題が難しいのは、「ノイズの発生や伝播の予測」および「ノイズが機能や性能に及ぼす影響の想定」を定量的に見極めることが容易でないからです。

「ノイズの発生や伝播の予測」について、電源ノイズの発生と伝播をチップレベルで精度良くシミュレーションするため、「大規模設計向けの大容量・高効率解析手法」、「小規模だが精度の高い解析手法」、および「ノイズの実測」の三者の相関性を示すことの重要性を提案しました(図 2)。ノイズ発生のモデリングには、トランジスタレベルの詳細な電流解析手法と、論理ゲートレベルのスイッチング情報に基づく電流見積手法があります。ノイズ伝搬のモデリングには、伝搬経路を構成する半導体不純物層や金属配線層等の自己および相互の結合を限定的な狭い範囲で高精度に表現する手法と、チップレベルの広い範囲をメッシュ状に粗く近似する手法があります。このように解析規模や解析精度の異なる手法を、VLSI システムの全体に階層的に適用し、効率のかつ精度を維持したシミュレーション・フローを構築する必要があります。ノイズ・シミュレーション結果の確からしさを評価する尺度は実測との相関性(コリレーション)です。あらかじめ、小規模だが精度の高いノイズ解析の期待できる標準的な解析対象を規定して、ノイズの振幅や周波数成分について期待される精度が得られるようシミュレーション・フローを検証して較正する、すなわちチューニングします。これを大規模の(未知の)VLSI システムの設計に適用することで、ノイズ・シミュレーションの定量的信頼性を確保できることとなります。このような手続きの必要性を示し、半導体製造プロセスの世代や種類に対して実践することを提案しました。ここでノイズの実測データを収集するため、チップ内部の電源配線・グランド配線・シリコン基板の電圧変化をその場で(オンチップで)観測するオンチップモニタ技術を開発しました。

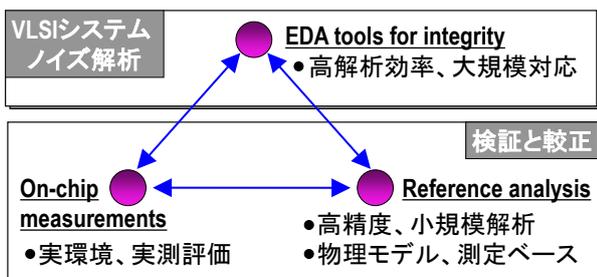


図 2 VLSI システムのノイズ・シミュレーション

「ノイズが機能や性能に及ぼす影響の想定」について、電源ノイズが VLSI システムの全体性能にどのように作用するか見極めるエミュレーション手法として、Hardware-in-the-loop (HILS) 環境によるノイズ評価法を提案しました。一例として、移動体通信システムにおいて、ベースバンド処理を担うデジタル回路のノイズによる無線信号帯域内のスプリアスが通信性能に及ぼす影響を、無線通信アナログフロントエンドとノイズ発生機構を混載したテストチップにより評価しました。無線通信システムシミュレータにより移動体通信方式に準拠した変調信号を生成し、これをテストチップに導入して、アナログフロントエンドによる信号処理出力を得るとともに、無線通信システムシミュレータに帰還して復調します。このようにシミュレータとテストチップを閉回路統合したループバックシステムを構築することで、テストチップ内部のノイズ干渉がスループット等の通信システム性能に与える影響を定量的に予測できることを実証しました。無線通信システム要件に照らして、スプリアスの許容量あるいは必要とされる削減量について知見を得ることができます。

これらの技法により、VLSI システムの構成要素である回路・チップ・パッケージ・プリント基板の全体を包括してノイズ問題の原因と結果を理解する助けとなり、設計者がノイズ対策仕様を策定しやすくなります。

VLSI システムのノイズ問題は、EMC やセキュリティなど、安全・安心の基本的な属性に深く関与するものであり、今後ますます目を離せなくなるでしょう。産業の広範な領域において、デバイス・回路・システムの階層をまたぐ設計法やモデリング(シミュレーション)手法を身につけたノイズ問題エキスパートの輩出が求められます。これからも、ノイズ問題に対処する新しく役に立つ技法の創出と体系化を追求したいと考えています。

最後に、本研究は産学連携、科研費、NEDO 委託事業、総務省委託事業などにより推進しました。

著者略歴：

1993 年学習院大大学院物理学専攻修士課程了、1994 年広島大大学院材料工学専攻博士課程退学、同年、広島大助手、2002 年神戸大助教授、2009 年同教授、現在同大学院システム情報学研究所教授。博士(工学)。2002 年～2005 年英文誌 C 分冊編集委員。2015 年論文賞。VLSI における雑音とセキュリティに関する研究開発に従事。本会シニア会員。



【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

化合物半導体および光エレクトロニクス分野 「テラヘルツ固体素子の先駆的研究」

浅田 雅洋 (東京工業大学)

鈴木 左文 (東京工業大学)



このたび、平成 27 年度の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。本選考にかかわられた学会員の皆様、ご推薦いただきました皆様、この研究を支えてくださった多くの方々に深く感謝申し上げます。

この賞をいただけることになった研究は、光と電波の中間の未開拓周波数であるテラヘルツ帯の室温半導体光源に関するものです。およそ 0.1~10THz のテラヘルツ帯は分光分析、透過イメージング、大容量無線通信など、さまざまな応用が期待され、現在、盛んに研究が行われています。分光分析では、テラヘルツ帯での有機物の特徴的なスペクトルから、化学、医療、バイオ・医薬品分析、環境計測などへの応用が期待され、またイメージングでは、多くの物質に対する透過性から、危険物質検出などのセキュリティ応用や非接触測定による工業材料の検査などの産業応用が期待されています。通信分野では、広帯域の未開拓周波数として、比較的短距離での数十~百 Gbps の超高速無線伝送が期待されています。これらのさまざまな応用には、この周波数帯の電磁波を発生できる光源がキーデバイスとなりますが、室温動作、高効率・高出力、コンパクトさという点を全般的に満足できるデバイスがないのが現状です。半導体単体の光源では、光の側からは量子カスケードレーザが盛んに研究されており、最高動作温度も上昇していますが、まだ室温動作は実現していません。マイクロ波・ミリ波の側から電子デバイスの動作周波数を上げていく研究もあり、室温デバイスとして、ダイオードではタンネット、インパット、ガン、共鳴トンネルダイオード (RTD)、また、トランジスタではヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT)、高電子移動度トランジスタ (HEMT)、シリコン CMOS トランジスタが研究されています。これらの電子デバイスは数百 GHz の動作が報告されていますが、我々はこの中の RTD において、半導体単体電子デバイスで初めて 1THz を超える室温発振に成功しました。

我々のテラヘルツ光源に関する研究は、1998 年頃に浅田が、RTD にテラヘルツ波を照射して電流電圧特性がどう変わるか見てみたいということで始めた実験がきっか

けになっています。これは、RTD のような半導体量子構造にフォトンエネルギーが数 meV のテラヘルツ波をあてたら誘導放出や吸収が起こるかという物理的興味と、それを利用した新しい高速デバイスができないかという漠然とした内容でしたが、この実験を考え始めたときに、テラヘルツ光源に便利なものがほとんどないことを知り、半導体によるコンパクトな光源の研究へと入って行きました。当時は、周波数 1THz 以上の電磁波の単色光源として実験室で使用可能なものは、ガスレーザか電子管しか探せませんでした。これらは非常に大きく、コンパクトな光源の必要性を痛感しました。現在は、マイクロ波からの通倍、単一走行キャリアフォトダイオード (UTC-PD) による光の差周波数発生、パラメトリック発振器など、単体の光源ではないものの、使いやすい装置も出てきています。

この研究では RTD でテラヘルツ波の誘導放出や吸収 (フォトンアシストトンネルと呼ばれる現象) が観測できました。しかし、それを用いた新しいデバイス構造はなかなか考えつかず、ともかくもコンパクトな光源として、従来からある RTD の微分負性抵抗を利用する原理の発振器を作って、数百 GHz から周波数をあげてテラヘルツ帯を目指そうと考えました。RTD 発振器は、1991 年に MIT からそれまでの最高周波数 712GHz が報告されていましたが、それ以降は周波数の向上はありませんでした。しかし、上述の実験から、共振器の工夫でもっと高い周波数まで可能かもしれないという感触を持ちましたので、特性の良い InP 基板上的 InGaAs/AlAs-RTD を使い、平面微細アンテナを集積したコンパクトな発振器を作る研究を始めました。

InP 系の RTD を選んだのは、特性がよいからでもありませんが、すぐ近くに InP 系光集積回路の荒井滋久先生と西山伸彦先生、InP 系トランジスタの古屋一仁先生 (現、東京国立高専校長) と宮本恭幸先生の研究室があったことも大きな理由です。デバイス作製に不可欠な InP 系半導体のエッチングや電極形成など、多くの技術の経験や蓄積があり、頻りにアドバイスをして頂くことができたため、大変な助けになりました。

どのようなアンテナを集積すべきか、低周波の寄生発振

が起りやすいが、それをどうやって抑圧したらよいのか、そもそも検出器は何を使ったらよいのかなどなど、手探りを繰り返しながら現在の微細スロットアンテナ構造に辿り着き、ようやく最初の発振が 93GHz で得られ、徐々に周波数が上がっていきました。この頃、鈴木が研究に参加し、RTD の層構造について具体的な議論を始めました。周波数が 340GHz に上がったときには、3 倍高調波 1.02THz の発生も観測できましたが、1THz 以上が出ているとは思わず、測定範囲を 1THz までしかとっていなかったために危うく見逃すところだったこともありました。

RTD の電子遅延時間など高速動作時の物理もいくらか理解できてきて、デバイス構造にそれが反映できるようになり、ようやく 2010 年に電子デバイスとしては初めての 1THz を超える室温基本波発振が得られました。その後も電子遅延時間と構造の関係を詳細に調べるとともに、作製プロセスの改善や、それによるアンテナの導体損失の低減などを行い、発振周波数を 1.3THz、1.55THz と上げていきました。現在、1.92THz までの発振が得られています

(図 1)。また、通常出力は 1~10 μ W と小さいのですが、アンテナ構造の工夫とアレイ構成により 600 μ W の素子も得られました。しかし、多くの応用では少なくとも 1mW は必要であり、もう一工夫が必要です。

1THz を超える発振が得られたので、各種応用に向けた新たな素子構造やその応用自体にも研究を拡張しました。いろいろな応用に便利のように簡単に取り扱えるモジュールを作り (図 2)、分光分析のための周波数掃引が可能な構造も作製しました。テラヘルツ帯の無線通信も RTD を用いて取り組み始めたのですが、最初の 3Gbps の達成以後さっぱり通信速度が伸びず苦勞しました。ごく最近になってようやく通信速度を伸ばすことが出来たのですが、それまでに、高速直接変調構造の模索や通信測定システムの構築から素子への電圧のかけ方などに至るまで、長い期間、議論を繰り返しました。

この様に発展してきた RTD 素子ではありますが、トランジスタの進展も、サブテラヘルツではありますが最近著しいので、RTD のほうはより高い周波数で種々の応用を開拓していくことや、あるいは種々の構造による高機能素子を考えるなど、まだまだ性能向上の努力をしていくことが必要です。

この研究が、試行錯誤がありながらも順調に進んだのは、上述のように、周囲から研究室を超えた交流をしていただくことができたほか、大学に量子ナノエレクトロニクス研

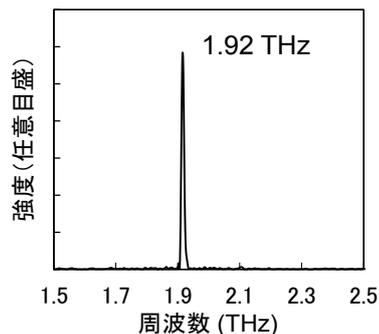


図 1 1.92THz 発振のスペクトル

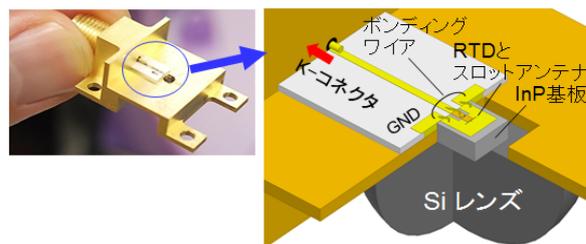


図 2 デバイスパッケージとその断面図

究センターという、電子ビーム露光装置などの極微細加工設備が非常に充実したセンターがあったことも幸運でした。このような環境と、浅田の学生時代からご指導いただいた恩師の末松安晴先生、面倒な議論に付き合っていた近隣研究室の皆様、そして研究を一緒に進めてくれた研究室の学生君たちに深く感謝したいと思います。

著者略歴：

浅田雅洋

1979 年東京工業大学工学部電子物理工学科卒業、1984 年同大学理工学研究科電子物理学専攻博士課程修了 (工学博士)。1986~87 年ドイツ、シュトゥットガルト大学物理研究所研究員 (フンボルト財団)。1999 年東京工業大学総合理工学研究科教授。2003 年および 2006 年応用物理学会 JJAP 論文賞、2006 年市村学術賞、文部科学大臣表彰科学技術賞、2007 年国際コミュニケーション基金優秀研究賞、2015 年 JJAP 編集貢献賞。信学会、IEEE、および応用物理学会フェロー。

鈴木左文

2005 年東京工業大学工学部電気電子工学科卒業、2009 年同大学総合理工学研究科博士課程修了、博士 (工学)。同年、同大学助教を経て、2014 年同大学大学院理工学研究科准教授。2006 年応用物理学会 JJAP 論文賞。信学会、応用物理学会会員。



【寄稿】（レター論文賞受賞記）

「平成26年度エレクトロニクスソサイエティレター論文賞を受賞して」



齊藤 公彦（福島大学）

この度は、私共が執筆した「インクジェット印刷を利用したパターンニングによる裏面電極型ヘテロ接合 Si 太陽電池の作製プロセス構築」というタイトルの論文が、平成26年度エレクトロニクスソサイエティレター論文賞を受賞することになり、正直大変驚いているとともに、非常に光栄に思っております。エレクトロニクスソサイエティの皆様、論文を審査して頂いた委員の皆様へ深く感謝申し上げます。この論文は金子哲也先生（現東海大）が中心となって、弊職の他、佐藤愛子研究員、野毛宏先生、近藤道雄先生と共に行った研究結果の報告になりますが、この開発自体が福島県地域イノベーション戦略支援プログラムの下、現在も福島大で引き続き実施されていることから、弊職の方でこの受賞記を執筆させて頂いております。現在は新たに高岸秀行先生を迎え入れ、更なる研究の進展を図っているところです。本論文の執筆当時は産総研太陽光発電工学研究センター御協力の下実施しておりましたが、現在は産総研福島再生可能エネルギー研究所とも連携し、また、北陸先端科学技術大学院大学下田研究室のアドバイスも頂戴しながら研究を進めており、これら関係各位にも感謝申し上げます。

ところで、先に変驚いていると記載いたしました、この理由は、太陽電池という、“電子情報通信”の（弊職の勝手な思い込みの）本流とは少し違った内容にもかかわらず賞を頂くことが出来たからであり、恐らく‘太陽電池’というよりは、‘インクジェット印刷を利用して半導体層をパターンニングする’といった研究のユニークさが評価されたものではないかと自負しております。

これまでもインクジェット印刷技術は、その非接触かつスケラブルなプロセス特性や、オンデマンドで必要な場所のみに材料を塗布するといった省資源性の特徴を活かして、Ag や Au の配線形成、液晶ディスプレイのカラーフィルターや配向膜の塗布、ポリイミド膜形成やプリント配線基板用のマスク作製といった様々なデバイスの作製プロセスに実用化されています。しかしながらその中身は、主に金属配線形成や、塗料をはじめとする樹脂インクを用いた色の塗り分けや絶縁膜の形成といった応用展開が主となっています。

私共グループでは、結晶シリコン太陽電池の低コスト化に向けて、シリコンウェハ薄型化とそのセル作製プロセスにおける要素技術開発に取り組んでおり、厚み 50 μm 以下のウェハに、高変換効率が期待できかつプロセス温度約 200 $^{\circ}\text{C}$ 程度で作製できる裏面電極型ヘテロ接合太陽電池を作り込むことを最終目標としています。現状市販品のウェハは厚み 160 μm 程度と自立できますが、厚み 50 μm 以下となると、屈曲性が付与できる半面、割れ易いといった、セル形成プロセスでのハンドリング性が著しく低下します。このため、通常はフォトリソグラフィ法でパターンニングされる裏面側の楕形状電極構造に対し、新たな方法として、パターンニングプロセスのステップを減らすことが出来かつ非接触でマスク形成が出来るインクジェット印刷に着目しました。インクジェット印刷の特性を活かすのであれば、p 型や n 型のシリコン半導体層を所望の場所に印刷形成する加法プロセスが本筋ですが、現状それに適切なインク材料が無く困難なため、今回私共は、従来から行われているシリコンを削るという減法加工に対して、そのマスク形成にインクジェット印刷を利用しようというコンセプトでプロセス構築に取り組みました（図 1）。これにより、楕形状電極構造作製のための p 層、n 層、ITO 層の 3 回のパターンニングに対して、フォトリソグラフィプロセスにおける“フォトレジストコート → プリベーク → 露光 → 現像 → ポストベーク”といった工程が“直接描画”の一工程にそれぞれ置き換えることが出来ます。この裏面電極型ヘテロ接合太陽電池の場合、電極幅は 0.2~3mm 程度といった幅であり、マスクずれによる結晶シリコン基板上のパッシベーション層の抜けを防止するために設ける p/n オーバーラップ層を考慮しても、印刷精度は 20~50 μm 程度あれば十分であるという結果を私共の行ったデバイスシミュレーションより得ていることから、解像度が課題とされるインクジェット印刷でも本マスクパターンニングに十分対応できるものと考えております。また、この受賞論文においては、ドライエッチングやウェットエッチング耐性での実績のあるフォトレジストをインクとして用いて検討を行いました、インクジェット印刷を用いる以上、インク材料に感光性は不要であり、現在は非感

光性の汎用的なインクをベースに検討を行っています。これにより、イエロールームを不要とし、より簡便なプロセスとすることが出来るものと期待しております（図2）。

今回の受賞論文では、これらのコンセプト実証ということで、インクジェット印刷マスクを用いたパターンニングでもデバイスが作製でき（図3）、電池の動作も確認することが出来ました。印刷精度や繰り返し再現性の確保にまだまだ課題があり、インクを始めとする改良がまだまだ必要な段階です。ただ、このプロセスの最大のメリットは、オンデマンドでデバイス設計の変更に対応が出来るということであり、例えば将来、IoTにおける小型センサーやチップへの電源確保用として様々なサイズ、形状、電流電圧特性の太陽電池セルを製造する必要がある

生じた場合、このようなインクジェット印刷法を用いたパターンニング方法が有効になるのではないかと考えております。今後、福島発の技術として復興に貢献できるよう、今回の受賞を糧に更に研究に励んでいきたいと思っております。

著者略歴：

1993年早稲田大学大学院理工学研究科修了、同年三井東圧化学（現 三井化学）入社。2008年より産業技術総合研究所太陽光発電研究センター非常勤研究員。2010年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士後期課程修了、同年太陽光発電技術研究組合技術部担当部長。2012年より現職。23rd International Conference on Amorphous and Nanocrystalline Semiconductors (ICANS 23), Young Researcher Award (2009)。

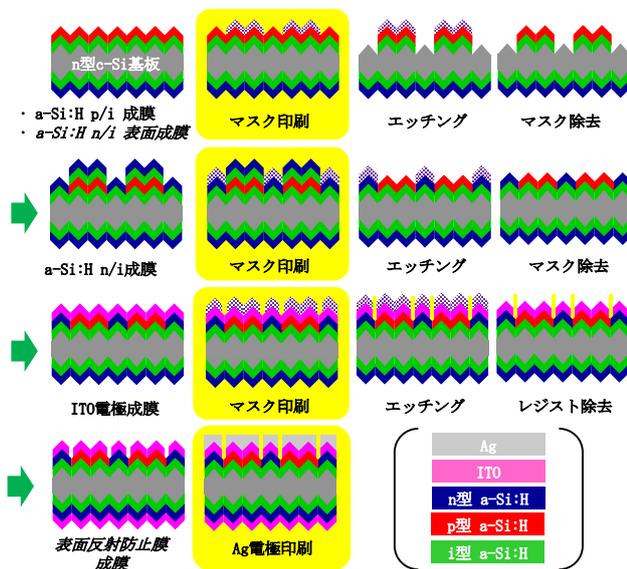


図1 今回検討を行った裏面電極型ヘテロ接合太陽電池のセル作製プロセス。黄色掛けのところにインクジェット印刷を適用。

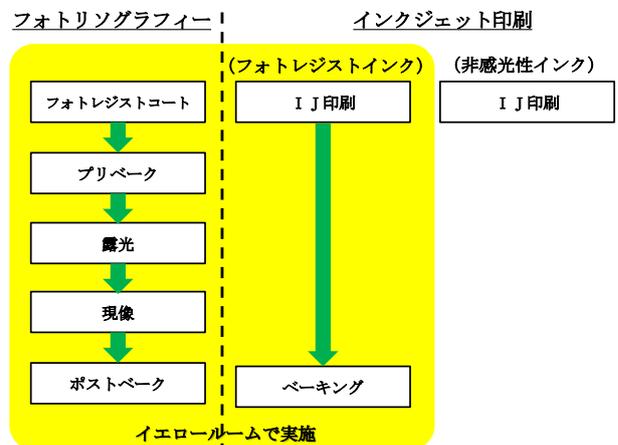


図2 パターンニングプロセス比較。

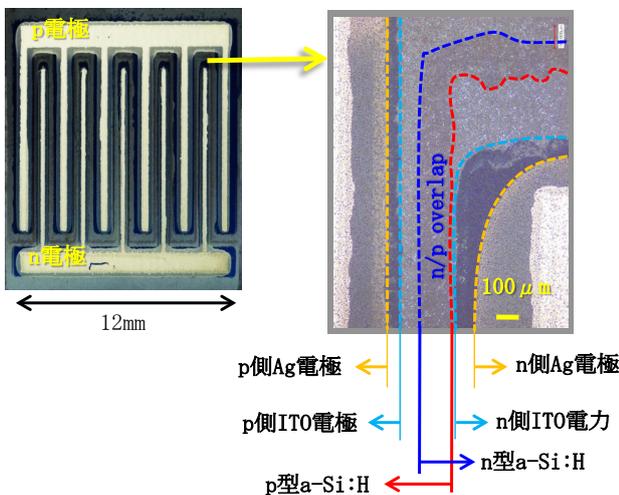


図3 インクジェット印刷マスクで実際にパターンニングを行って作製した裏面電極型ヘテロ接合太陽電池セルの裏面側写真



【寄稿】(ELEX Best Paper Award 受賞記)

「画素配置工夫により距離検知精度を向上させた 三次元距離センサ LSI」

川野 正智 (九州工業大学)

有馬 裕 (九州工業大学)



この度は、第 11 回 ELEX Best Paper Award を賜り、大変有難く光栄に存じます。推薦・評価くださった先生方・本会皆様方に、深く感謝を申し上げます。

我々は、これまでステレオ視方式による三次元距離センサ LSI の実用化を目指し研究・開発に取り組んできました [1-3]。三次元距離センサは、対象物の三次元位置情報をリアルタイムに取得できるので、自動車の衝突回避システムやロボットビジョン、空間センシング等への様々な応用が期待されています。三次元距離のセンシング手法は、大別して 2 種類があります。変調光を照射してその反射信号を基に距離計測を行うアクティブ方式と、照射をせずに受動撮像した情報に基づくパッシブ方式です。現在、ゲーム機用インターフェース機器で普及が進んでいる TOF (Time of Flight) などのアクティブ方式では、照射光の減衰による検知範囲の制限や外光の影響を受け易い問題があり、様々な環境下では利用できません。一方、ステレオ視方式はパッシブ方式であり、その様な制限が無い優位性を持っています。しかし、ステレオ画像間で同一物と判定する対応付け (対応点検索) の演算量が非常に大きく、処理の高速化とシングルチップ LSI 化の両立は非常に難しいテーマでした。

我々が開発してきたステレオ視方式の三次元距離センサ LSI は、2 つのイメージセンサと高速信号処理回路をシングルチップに集積しています (図 1)。このセンサでは、

2 つのイメージセンサで撮像した各画素情報を、輝度とその空間変化量を表したパルス信号に変換することで、対応点検索の為に相関 (類似) 度検知回路を大胆にコンパクト化し処理の完全並列化を実現しました。これにより、シングルチップ化を可能にし、三次元距離センサの低コスト化・小型化、リアルタイム検知に成功しています (図 2)。

その一方で、ステレオ視方式における距離検知精度の制約が課題として残されていました。ステレオ視方式の距離検知精度 (空間分解能) はイメージセンサの横方向画素数によって決まります。特に遠い距離になるほど検知精度が急激に悪くなるという問題があります。つまり、遠い場所にある物体は、実際は違う距離にあっても同じ距離に丸められて検知されてしまう問題が発生します。

この問題の最も簡単な解決手法は、イメージセンサの横方向の画素数を増やすことですが、その場合、対応点検索処理回路のサイズはイメージセンサの横画素数の 2 乗に比例して大きくなるため、センサ LSI 全体のサイズもほぼ 2 乗で増大することになります。

今回、受賞の対象となった論文 [4] では、この問題を解決する一手法を提案しています。この論文では、イメージセンサの画素配置を工夫することで、センサ LSI のサイズを変えずに距離検知精度を向上させる手法と、実際に試作した三次元距離センサ LSI を用いて距離検知実験を行った結果を示しています。

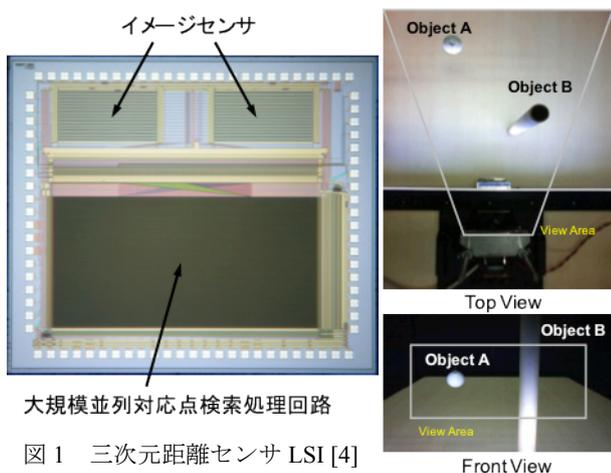


図 1 三次元距離センサ LSI [4]

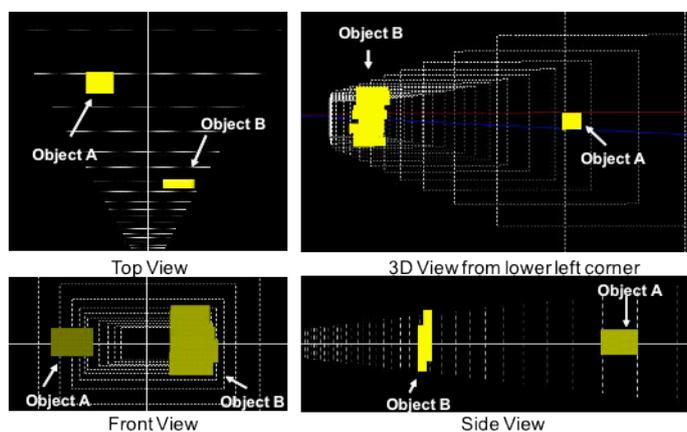


図 2 リアルタイム三次元距離検知実験結果の例 [2]

提案する手法では、図3に示すように、イメージセンサの画素配置を4ライン周期で少しずつ内側へスライドさせています。これによって、これら4つのライン間で異なる視差を得ることができます。したがって、各ラインの空間分解能は変わらないものの、検知可能な距離が4つのラインで少しずつ変化します(図4)。この画素配置構造で対象物を見た場合、その距離に応じて視差の異なる4ラインで検知距離が変化します。これらの検知距離(検知結果)は対象物の距離に応じて連続的に変化し、一定のパターンを示します。したがって、この4ラインの検知結果の分布パターンをみることで、対象物の距離を通常の4倍の精度で推定検知することが可能になります。提案した画素配置構造の三次元距離センサ LSI を、0.35 μm CMOS, 1-poly, 3-metal プロセスを用いて試作し(図1)、距離検知実験を行いました。この実験では、図5のように三次元距離センサ LSI から138cmの距離にターゲット A を置き、ターゲット B の距離を変化させながら距離検知を行いました。図6は、その実験結果を示しています。これらの結果から、通常の画素配置(a)では検知できない距離の違いでも、提案手法(b)~(d)を用いることで4段階の距離に分離して検知できることが確認できました。本手法は、画素配置の修正と簡単な(推定)後処理の追加だけでチップサイズを増大させることなく距離精度を向上できる点において実用化上、大変有用であると考えられます。

参考文献

[1] M. Kawano, N. Kawaguchi, T. Yoshida, and Y. Arima, Jpn. J. Appl. Phys. 49(4), 04DE05, 2010.
 [2] N. Kawaguchi, M. Kawano, and Y. Arima, Jpn. J. Appl. Phys. 49(4), 04DE06, 2010.
 [3] M. Kawano, Y. Hirata, and Y. Arima: IEEE TENCON2010, 2469, 2010.
 [4] M. Kawano, and Y. Arima, IEICE Electronics Express, 11(19), 20140747, 2014. 20148003 : ERRATA

著者略歴:

川野正智: 2007年九州工業大学情報工学部電子情報工学科卒。2009年同情報システム専攻博士前期課程修了。2015年同情報システム専攻博士後期課程修了 博士(情報工学)。2009年~2012年(財)福岡県産業・科学技術振興財 研究員。
 有馬 裕: 1983年熊本大学理学部物理学科卒。1985年同大学院修士課程了。同年三菱電機(株)入社。同社LSI研究所、半導体基礎研究所、先端技術総合研究所においてニューラルネットワーク LSI およびイメージセンサの研究開発に従事。1998年博士(工学)(東京大学)。2000年九工大マイクロ化総合技術センター助教授。2006年同教授。2000年大河内記念技術賞。信学会会員。

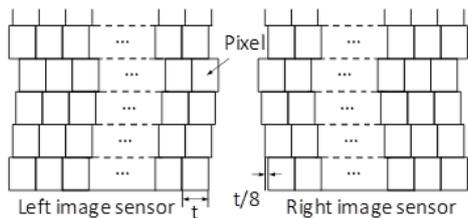


図3 提案手法の画素配置構造

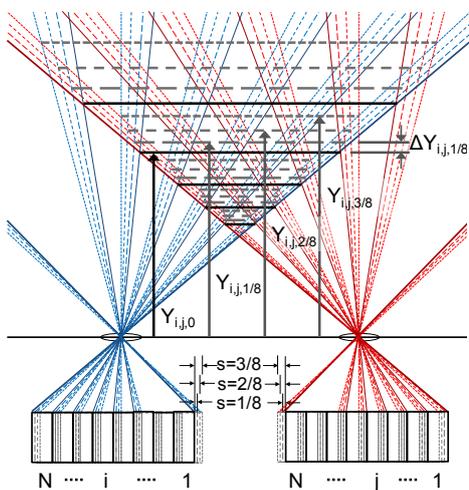


図4 画素配置と検知距離の関係

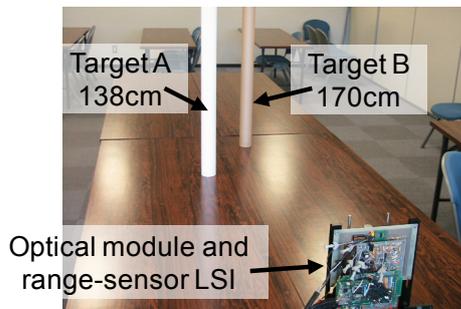


図5 距離検知実験風景

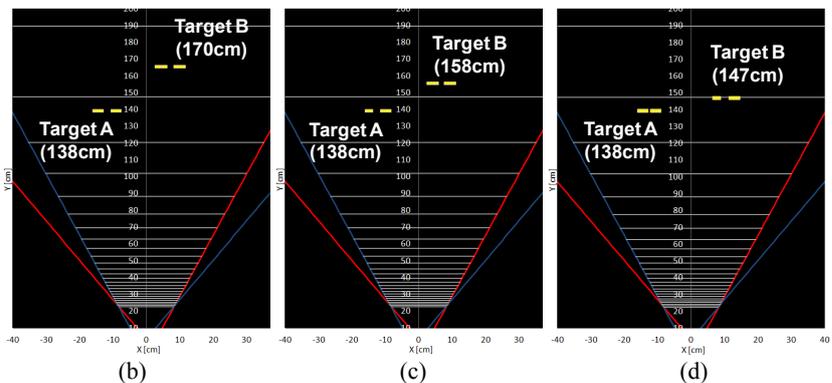
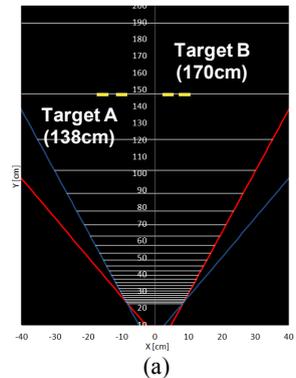


図6 距離検知実験結果 (a): 通常の画素配置 (b)~(d): 提案手法

【寄稿】(学生奨励賞受賞記)

「時間領域 RCS を用いた 複素誘電率推定に関する研究」

相磯 潤也 (中央大学)

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白井宏教授、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「時間領域 RCS を用いた複素誘電率推定に関する研究」は、誘電体円柱における後方散乱断面積 (RCS) を用いた複素誘電率を推定する方法についての研究報告です。近年、高周波数帯における物質の誘電率を精度よく測定する技術が望まれています。その方法には、同軸プローブ法や伝送線路法、共振器法など各種の方法がありますが、その一種である自由空間法は、高周波領域の測定に最適であるため、より精度の高い測定法の技術の進展が望まれています。そこで私達の研究室では、物体からの電磁波散乱量を示す指標として用いられる RCS に着目し、RCS 測定法を自由空間法に組み込むことで物体の複素比誘電率を推定する方法について検討してきました。そして過去の研究成果により、誘電体平面による RCS を定義して、その RCS により誘電体角柱の複素誘電率を推定する方法について報告されています。

本研究では、平面のみならず曲面の場合へと汎用性を高めるために、平面電磁波が有限長誘電体円柱に入射した場合の散乱電磁界を幾何光学近似に基づいて解析し、その結果から有限長誘電体円柱による RCS を求めています。そして、RCS を用いて誘電体円柱の複素誘電率推定する方法について検討しています。

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：

2014年、中央大学理工学部電気電子情報通信工学科卒業。2015年現在、同大学院理工学研究科電気電子情報通信工学専攻修士課程在学中。

「金属メッシュ付き単層グラフェンによる テラヘルツ波増幅」

板津 太郎 (北海道大学)

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。ご推薦下さいました学会関係者の方々、また本研究の遂行にあたり、ご指導頂きました佐野栄一教授、尾辻泰一教授、ならびに関係者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「金属メッシュ付き単層グラフェンによるテラヘルツ波増幅」は、グラフェンと金属メッシュ構造を用いたテラヘルツ (THz) 波増幅器に関する報告です。THz 領域を活用するためには、室温で動作し手軽に扱える THz 波発振器の開発が必須であることから、我々は THz 波光源の元となる THz 波増幅器の開発を行っています。グラフェンのバンド構造は伝導帯と価電子帯が完全対称かつ線形分散であることから、光学励起したグラフェンは THz 帯で反転分布・負性導電率を有することが報告されており、THz レーザーへの応用が期待されています。また金属メッシュ構造は、電磁波が金属表面に入射することで表面プラズモンポラリトン (SPP) が励起され、異常透過現象や電場増強効果が引き起こされることが知られています。本研究ではこれらの原理を用いた増幅器を作製するために、CVD 成長単層グラフェンを GaAs 基板上に転写し、グラフェン上面に金属メッシュを積層することで試料を作製し、THz 時間応答測定を行いました。その結果、グラフェンのみを転写した試料では THz 波の増幅は出来ませんでした。金属メッシュを併用することで SPP が光励起グラフェンと結合し、3 THz 近傍で約 10 dB の増幅を実現しました。現在は、より増幅率の大きい増幅器の設計を進めております。

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、どうぞ宜しくお願ひ申し上げます。

著者略歴：

2014年北海道大学工学部情報エレクトロニクス学科卒業、同年より同大学大学院情報科学研究科情報エレクトロニクス専攻修士課程在学中。平成 26 年 12 月度電子デバイス研究会において論文発表奨励賞受賞。

【寄稿】(学生奨励賞受賞記)

「BPSK 変調を用いた

300 GHz 帯無線技術の検討」

安田 優 (大阪大学)

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、身に余る光栄です。ご推薦くださいました学会関係者の皆様方には厚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永妻忠夫教授、久武信太郎助教、ならびに NTT 研究所をはじめとする関係者の方々に心から感謝申し上げます。



今回受賞対象となりました「BPSK 変調を用いた 300 GHz 帯無線技術の検討」は、300 GHz 帯無線への多値変調の導入を目的に、まず 2 値位相変調(BPSK)コヒーレント通信について研究したものです。超高速無線通信の実現が期待されるテラヘルツ(THz)波無線通信へコヒーレント多値変調を導入することは、受信感度向上とスペクトル利用効率向上の 2 つの観点から重要となっています。これまで、光周波数コムから光フィルタを用いて切り出された 2 本の光波のビート信号を光電変換するキャリア生成法がコヒーレント伝送に用いられていました。しかし、切り出された 2 本の光波が別々の光ファイバを伝搬した場合、各々独立した位相揺らぎが生じるため、THz 波の位相が変動し、データ信号の復調には、受信側においてデジタル信号処理が必須で、伝送特性の評価はオフラインで行われているといった問題がありました。そこで本研究では、独自の位相安定化システムを用いることでコヒーレント THz 波を生成し、BPSK 変調を用いた 300 GHz 帯無線において、20 Gbps のリアルタイム・エラーフリー伝送に成功しました。また、同システムにおいて、BPSK 変調を用いた場合、オンオフ変調(OOK)を用いた場合に比べ、2 dB 以上の受信感度向上が確認され、理論値(3 dB)に近い改善性能を得ることができました。

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、何卒宜しくお願い申し上げます。

著者略歴：

2014 年大阪大学基礎工学部電子物理科学科卒業。現在、同学基礎工学研究科システム創成専攻電子光科学領域修士課程在学中。

「DRAM 動作領域における STT-RAM

読み出し安定性の検討」

風間 大和 (東京理科大学)

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くことになり、大変光栄に思っています。ご推薦頂いた学会関係者の皆様方には厚く御礼申し上げます。また、本研究について指導を頂きました、河原尊之教授に心から感謝申し上げます。



今回受賞対象となりました「DRAM 動作領域における STT-RAM 読み出し安定性の検討」は、スピン注入メモリ(Spin-Transfer-Torque RAM(STT-RAM))の高速読み出し時における安定性に関する報告です。現在、STT-RAM は高集積性、不揮発性、及び DRAM 並の高速性から次世代 RAM の最有力候補とされています。この高速性の向上には、大きな読み出し電流が望まれますが、STT-RAM では大きな読み出し電流はメモリセルの読み出し安定性を劣化させてしまうという問題があります。また、DRAM ではメモリセル部分の読み出し時間は 10ns 以下が必要とされています。

そこで本研究では、10ns 以下での読み出し安定性についての検討を行いました。STT-RAM は 10ns 以下の短い読み出し時間の領域では、書換え電流が急激に増大するという現象が知られていました。この現象から、高速領域と低速領域における磁化反転過程の物理を解明し、新たな DRAM 動作領域での読み出し安定性のモデルを提案しました。さらにこのモデルを検討し、安定性を維持したまま読み出し速度の高速化が可能であることを示しました。これにより、STT-RAM の従来メモリ置き換えに対して一助になり得るものと考えております。

今回の受賞を励みとして、今後も低電力メモリの発展に貢献できるよう努力してまいりたいと思います。今後とも、皆様のご指導ご鞭撻のほど、何卒よろしくお願いいたします。

著者略歴：

平成 27 年東京理科大学工学部第一部電気工学科卒業、同年、同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程在学中。



【論文誌技術解説】

英文論文誌小特集「マイクロ波・ミリ波フォトニクス」によせて ゲストエディタ（小特集編集委員会）



村田 博司（大阪大学）

マイクロ波・ミリ波技術とフォトニクス技術との融合領域であるマイクロ波・ミリ波フォトニクス（MWP）は、その基本概念の提唱から約 30 年、第 1 回 MWP 国際会議が日本で開催されてから約 20 年を経て、着実に発展を続けています。MWP の黎明期に最も注目を集めていた光ファイバ無線（Radio over Fiber: RoF）技術は、移動体無線通信や TV 放送において実用化されています。近年では、フォトニクス技術を利用した低雑音マイクロ波・ミリ波発振器や光制御フェーズドアレイアンテナ、光デバイスによるミリ波・テラヘルツ波の発生・制御、光 A/D 変換、高速信号処理、センシング等の新しいデバイス・サブシステム・応用システムの研究が進められています。さらに、携帯電話・スマートフォンの目覚ましい普及を受けて、無線通信と光ファイバ通信との融合が一層進み、MWP 技術を駆使した通信ネットワークが形成されつつあります。最近のトピックスである第 5 世代（5G）無線システムにおいては、MWP 技術の導入が不可欠だと考えられています。

このような背景の下で、「マイクロ波・ミリ波フォトニクス」小特集が企画されました。特に、2014 年 10 月には、MWP 関係の世界最高峰の国際会議 MWP/APMP2014 (2014 International Topical Meeting on Microwave Photonics / the 9th Asia-Pacific Microwave Photonics Conference) が、エレクトロニクスソサイエティ主催で札幌コンベンションセンターにおいて開催されました。

札幌での MWP/APMP2014 には、MWP 会議史上最多となる 140 編の一般論文投稿がありました。質の高い論文が多く、査読は大変悩ましいものとなりましたが、世界各国の第一線の研究者から最新の報告があり、内容の濃い活発な議論が展開されました。マイクロ波工学とフォトニクスの融合・境界領域から、真の意味での新しい研究領域へと発展していることが感じられた、有意義な会議となりました。本小特集は、札幌において議論された研究成果を中心に最新の MWP 技術を集めたものとなっています。

本小特集への一般投稿は、論文 17 編、レター 1 編の計 18 編でした。第一線でご活躍中の査読委員の皆様による厳正なる査読結果に基づき、編集委員会で議論を重ね、15

編の論文を採択することになりました。これに 2 本の招待論文を加えた計 17 編が本小特集に掲載されています。

招待論文は、最新のシリコンフォトニクス技術を駆使した高速 UWB 信号の制御・生成に関するレビューと、超高速フォトダイオードと RoF への応用に関する最新の研究成果が纏められています。一般論文では、MWP 分野の最新のデバイスの報告が 4 編、光デバイスを用いた MWP サブシステムの報告が 2 編、光 A/D 変換およびフォトニクスによる信号処理関係が 3 編、RoF 応用システム技術が 2 件、センシング応用関係が 4 編と多岐にわたっています。現在の MWP の動向を纏めた面白い小特集になっています。関連分野における研究開発や学生・若手研究者の方々の向学のお役に立てるのではと思います。

本小特集の発行にあたっては、編集幹事ならびに編集委員に加えて、多数の査読委員の方々にご尽力を頂きました。ご多忙中のところ、編集・査読にご協力を頂いた皆様に厚く御礼を申し上げます。特に、編集幹事である同志社大学・戸田裕之先生と電力中央研究所・池田研介博士の献身的なご協力無くしては、本小特集を纏めることは困難でした。この紙面を借りて重ねて御礼を申し上げます。



小特集編集幹事ならびに編集委員

著者略歴：

平成 2 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了。同大学助手、講師、助教授を経て、平成 19 年准教授。現在に至る。高速電気光学変調・非線形光学デバイス、Radio-Over-Fiber システム、レーザーディスプレイ等の研究に従事。国際会議 MWP/APMP2014 プログラム委員長。第 35 回欧州マイクロ波会議（EuMC）最優秀論文賞受賞。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「Recent Development of Electro-Mechanical Devices」発行に寄せて (2015 年 9 月号)

ゲスト・エディタ

長谷川 誠 (千歳科学技術大学)



機構デバイス (Electro-Mechanical Devices) とは、狭義には一対の電極 (電気接点) の間の物理的な接触の有無により電流や電気信号の制御を行うリレー、スイッチ、コネクタを指し、より広義には、小形モータやアクチュエータなどの電気機械変換系、センサやマイクロマシン (MEMS)、光コネクタなど幅広い分野のデバイスを含みます。特に、リレー、スイッチ、コネクタによる電気・光信号の接続・制御技術は、デジタル化、小形化、高速化などが進む各種の電気電子機器の性能を根底で支える重要な基盤技術となっています。さらに最近では、マイクロエレクトロニクスからナノスケールエレクトロニクスへの技術の進展に伴う超小形機構デバイスにおける接触現象が重要な研究課題になる一方で、自動車のエレクトロニクス化の進展や直流給電技術の実用化への対応など、新しい局面での基礎研究や技術開発も活発となっています。

こうした基盤技術としての機構デバイス分野の大きな変化および発展を受けて、機構デバイス研究専門委員会では、本分野における最新の研究成果を広く世界に発信していく目的で、2001 年度から国際セッション (International Session on EMD : IS-EMD) を開催するとともに、この国際セッションで発表された研究成果を中心とする小特集を、英文論文誌 C にて継続的に企画・発刊しています。今年度は、昨年 (2014 年) の 11 月 29~30 日に北海道・千歳市で開催された国際セッション IS-EMD2014 で発表された研究成果を中心とする小特集を、2015 年 9 月号に掲載しました。

今回の小特集には、国内外から計 19 件 (フルペーパー 16 件、ブリーフペーパー 3 件) の投稿がありました (そのうち海外からの投稿は計 8 件)。これらの投稿に対して、査読結果に基づく小特集編集委員会での厳正な審議の結果、最終的に 4 件の論文が採録となりました (フルペーパー 2 件、ブリーフペーパー 2 件)。

フルペーパーのうち 1 件目の論文は、高い導電性および熱伝導性と高い硬度とを併せ持つ Cu-Mo 合金材料の電気接点としての特性に関する実験結果を報告しています。また、

2 件目の論文では、Au コーティングされたカーボンナノチューブ材料を MEMS リレーの電極材料として、その動作特性が報告されています。一方、2 件のブリーフペーパーでは、銅製のアークランナが設けられている場合の Ag 接点における開離アーク放電の挙動、電極開離速度が AgSnO₂ 接点对の開離アーク放電に与える影響に関する研究成果がそれぞれ報告されています。これらの論文で紹介されている研究成果は、いずれも実際の機器の設計や性能向上につながり得るものであり、ご興味をお持ちいただける様であれば、是非とも内容をご参照ください。

機構デバイス研究専門委員会では、今年度も 11 月 5~6 日に東北大学工学部の青葉記念会館で国際セッション IS-EMD2015 を開催するとともに、来年 (2016 年) 9 月号の英文論文誌 C にて小特集を企画しています。これらへの積極的なご参加、ご投稿を、是非ご検討ください。

おわりに、本小特集にご投稿いただいた著者の皆様、査読にご協力いただいた査読委員の皆様、ならびに編集作業にご尽力いただいた小特集編集委員の皆様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

小特集編集委員会 (敬称略)

委員長：長谷川誠 (千歳科学技術大学)

幹事：和田真一 (TMC システム)

委員：阿部宜輝 (NTT)、梅村茂 (千葉工大)、萱野良樹 (秋田大)、澤孝一郎 (日本工大)、鈴木健司 (富士電機機器制御)、関川純哉 (静岡大)、曾根秀昭 (東北大)、高見幸二 (オムロン)、虎澤裕康 (沖センサデバイス)、長瀬亮 (千葉工大)、林優一 (東北学院大)、吉田清 (日本工大)

著者略歴：

1986 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業、1991 年同大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了。工学博士。現在、千歳科学技術大学理工学部教授。2012~2013 年度 機構デバイス研究専門委員会委員長。2014 年度 エレクトロニクスソサイエティ 大会運営委員。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「Special Section on Terahertz waves coming to the real world」の発刊によせて 編集委員会 委員長



中舎 安宏 (富士通研)

IoT (Internet of Things) 時代が到来し、近い将来、モバイルスマートデバイス、M2M (Machine to Machine) デバイス、センサなど数兆台規模の機器がインターネットに接続され、膨大なデータがクラウドネットワークに氾濫すると予想されています。これに対応するため、従来より格段に高いスループット例えば毎秒 100 ギガビット (100 Gbps) クラスの無線システムの実現が期待されています。100 GHz から 10 THz 程度までの周波数帯はテラヘルツ波帯と呼ばれます。テラヘルツ波帯は、未利用の周波数帯を多く含み、10 GHz を超える広大な周波数帯域幅を使用できる可能性があることから、超大容量無線システムの実現に向けて注目を集めてきました。今世紀に入ってからテラヘルツ波帯通信システムを振り返ると、2002 年に NTT から 120 GHz 帯を利用する 10 Gbps の通信システムが世界で初めて報告されました。それ以来、主にフォトニクス技術を利用したテラヘルツ波帯通信システムが開発され、伝送速度は数十 Gbps に達しました。更に近年、これまでは超高周波動作の研究が中心だった電子デバイスにおいて III-V 化合物半導体デバイスや Si デバイスの着実な性能向上が進み、エレクトロニクス技術をベースとするテラヘルツ波帯通信システムの開発が着手され、100 GHz から 300 GHz 超の周波数帯ではフォトニクス技術ベースのテラヘルツ波帯通信システムに負けない性能が報告されるようになりました。こうした技術の進展にともない、IEEE や ITU-R において標準化が議論され始めるなど、テラヘルツ波帯通信分野は、基盤技術からシステムへと開発フェーズが進み、実用化が近いことを強く感じるところです。

本小特集は、こうした状況の中で、テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会の主導により、フォトニクススペースあるいはエレクトロニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムの最新動向をご紹介することを目的として企画されました。もちろんそのみにとどまらず、システムを支える固体素子デバイス、テラヘルツ集積回路、アンテナ、実装、評価に関する最新成果もご提供します。

本小特集には、国内外から 11 件の投稿があり、通常の査読プロセスと編集委員会での厳正な審査を行い、4 件の

招待論文を含む 9 件の論文を掲載することができました。最初の招待論文は永妻先生 (大阪大) によるもので、フォトニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムにおける最近の進展を振り返り、今後の開発方向について議論していただきました。NICT の菅野様は次の招待論文で、次世代バックホールやフロントホールへの応用に向け、最新フォトニクス技術に基づく超高速コヒーレント伝送をご提案いただきました。三番目の招待論文は Kalfass 先生 (Stuttgart 大) に執筆いただき、屋内無線伝送に向けたエレクトロニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムに関する最新技術を紹介いただきました。最後の招待論文は、今後のテラヘルツ波帯通信システム普及の切り札となる Si CMOS 技術について、藤島先生 (広島大) より、低消費電力超高速無線通信に向けたテラヘルツ CMOS 設計技術の最新動向を報告していただきました。

編集委員一同を代表し、本小特集の出版にご協力いただいた著者ならびに査読者の皆様に御礼申し上げます。また、編集作業に関し助言いただいた電子情報通信学会編集出版部の皆様にも感謝いたします。最後になりますが、本小特集が、テラヘルツ波帯通信システムの発展に多少なりとも貢献することを願ってやみません。

小特集編集委員会 (敬称略)

ゲストエディタ: 寶迫 巖 (NICT)

幹事: 矢板 信 (NTT)、笠松章史 (NICT)

委員: 伊藤 弘 (北里大)、鈴木左文 (東工大)、野竹孝志 (理研)、味戸克裕 (NTT)、ソンホジン (NTT)、田島卓郎 (NTT)、久々津直哉 (NTT)、川野陽一 (富士通研)

著者略歴: 1989 年 名古屋大学大学院工学研究科電気系工学専攻博士課程前期課程修了、同年株式会社富士通研究所入社、2014 年 主管研究員、化合物半導体デバイス・集積回路、70-100GHz 帯無線通信装置の研究開発に従事。2011 年 東京工業大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻博士。現在ミリ波帯・テラヘルツ波帯通信用デバイス・集積回路技術の研究開発に従事。

2013 年 電波功績賞 (ARIB 会長賞)。



【トピックス(Features)】

「Diagnosis of Signaling and Power Noise Using In-Plane Waveform Capturing for 3D Chip Stacking」



高谷 聡 (神戸大学)

メモリチップの三次元積層化は、低コストで高パフォーマンスな電子デバイスの実現に有望である。これらのシステムでは、超低消費電力、超広帯域幅、安定性とスケーラビリティ、小実装面積と大容量をバランス良く追求することが求められており、三次元積層技術が適している。三次元積層化による性能向上は、シリコン貫通ビア (Through Silicon Via, TSV) 技術により、積層チップ間の信号配線長と寄生容量を減らすことで可能となった。プリント基板やインタポーザ上に作られた平面のバス配線に比べ、メモリとロジックチップ間のデータ通信は、データ帯域幅だけでなく電力効率も大きく向上させることが可能である。

三次元積層システムの全体的なパフォーマンスは、スタックチップの垂直方向の配線性だけでなく、プリント基板との接続性などからも影響を受ける。TSV とマイクロバンプ (μ Bump) の結合系における電気特性と機械特性、そのばらつきを適切に表現する等価回路モデルは未だ確立されていない。三次元積層システムにおける垂直データ転送の信頼性向上のため、このような不確実性を扱う回路技術が必要である。内部信号の観測のためには、物理的に回路の内部ノードに針を当てるなどの方法が用いられるが、三次元実装においてはこの観測手法は不可能であり、オンチップでの電氣的な観測が必須である。また、垂直方向のデータ転送の信号伝播の様子の観測や、接続不良箇所の同定、スタックした複数のチップ間のカップリング雑音などの評価のため、三次元積層内の信号や電源配線のアナ

ログ波形の観測手法の確立が求められている。

本研究では、メモリチップ、インタポーザチップ、およびロジックチップの三層積層構造による三次元チップスタックを設計・試作し、BGA パッケージに組み立てた。さらに、超ワイド I/O データ通信の機能・性能試験システムを、ロジックチップやメモリチップの埋め込み自己テスト機構 (Built-in self test, BIST) と、FPGA に組み入れたテストプログラム機構の協調により構築した。さらに、インタポーザチップには、TSV バスを通過する信号や、電源ネットワークの波形を三次元積層チップの内部でその場評価するための波形取得機構を搭載し、電圧波形取得はもちろんアイ開口のその場評価を実現した。

本ワイド I/O テストシステムの構造を図 1 に示す。4096 ビットの超ワイド I/O TSV データバスは、1.2 V の電源で動作クロック 200 MHz と 0.56 pJ/bit で 100 GByte/秒の同期双方向データ転送が可能である。上層にメモリチップ (MEM)、中層にアクティブシリコンインタポーザ (ASI)、下層にロジックチップ (LOGIC) を配置した 3 層の積層構造からなり、全てのチップは 90 nm の CMOS プロセスで製造した。各チップの面積は $9.9 \times 9.9 \text{ mm}^2$ である。ピアラスタの $50 \mu\text{m}$ ピッチ Cu TSV、chip-to-chip の積層プロセスが使用されている。垂直方向の接続は、4096 ビットのデータバスを含む 7300 本の TSV と、同数の μ Bump で高密度に構成されている。このスタックは、527 ピン BGA の FR-4 インタポーザ上に搭載され、システム基板に組み付けられる。

ワイド I/O バスは図 2 に示すように、8 並列のバンクに分割されている。各バンクには 2 つの TSV アレイ (64×7 列と 64×6 列) があり、512 ビットに加えて、32:1 の割合で合計 16 ビットの冗長信号チャンネルを有する。

ASI には中央部分に波形取得機構が搭載されている。波形取得回路には 3.3 V デバイスを使用しており、1.2 V で動作するワイド I/O バスの信号がフルスイングで観測できる電圧範囲を有し、また低コストな CMOS プロセスで製造できる。波形取得の時間分解能と電圧分解能は 10 ビットで、ステップの大きさの最小値はそれぞれ 10 ps と 0.5

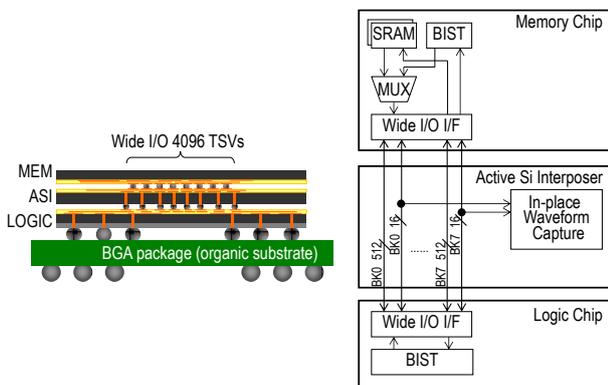


図 1 波形取得機構を備えたワイド I/O テストシステム

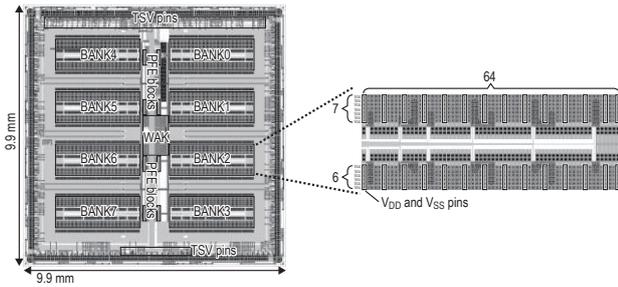


図2 シリコンインタポーザのレイアウトとワイド I/O の TSV 配置

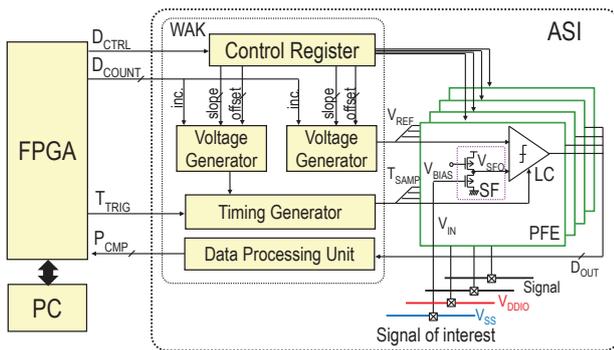


図3 波形取得機構のブロック図

mV に設定可能である。ワイド I/O 信号のうち冗長チャンネル全てと、各バンク 2 組の VDD と VSS ノードが選択的に観測可能である。観測用のプローブ配線は 150 以上あり、三次元チップスタック内の垂直方向のデータチャンネルを広範囲に診断できる。波形取得に必要な制御信号、出力信号、電源やバイアスも TSV を介して供給され、これらの信号はワイド I/O とは別に、チップ上辺付近または下辺の TSV アレイを用いている。

波形取得機構は、図 3 に示すように Probing Front End (PFE) のアレイと、それらに共通の Waveform Acquisition Kernel (WAK) から構成される。PFE 回路で対象点の電圧を取得し、WAK から供給される参照電圧とサンプリングタイミングによって波形がデジタル化される。PFE 回路は、対象とする V_{DD}、V_{SS}、V_{SIG_H}、V_{SIG_L} の電圧帯が評価できるよう、それぞれに特性を合わせて設計されている。

図 4(a)は、100 GByte/秒転送時のワイド I/O のあるバンクの信号波形を 16 信号取得したものである。これらの信号間のスキューは 308 ps と、200 MHz の動作クロック周期と比較して非常に小さいことが確認できる。また、図 4(b)は 1 信号に対してアイ開口を実測したものである。電源電圧に対してほぼフルスイングで信号伝送が行われている。これらの結果から、定格電圧での 100 GByte/秒転送時の信号間干渉は極めて小さく、高品質な信号伝送ができ

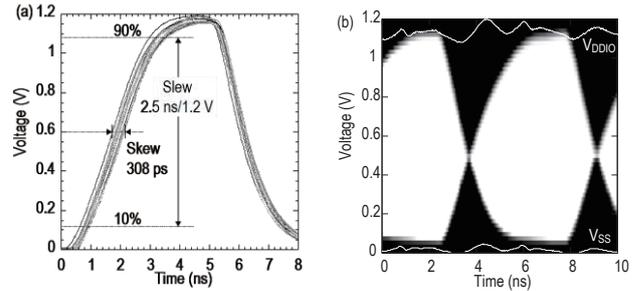


図4 ワイド I/O 信号の観測結果

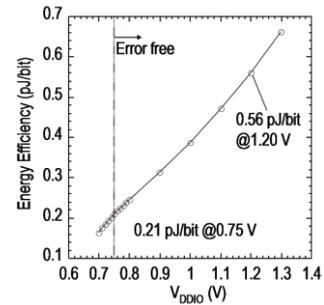


図5 ワイド I/O 動作電圧とエネルギー効率

ていることが確認できる。

図 5 はワイド I/O の電源電圧における信号伝送の電力効率の実測結果である。ワイド I/O の電源電圧 1.2 V では 0.56 pJ/bit、また電源電圧を 0.75 V まで下げ、信号振幅を小さくした場合は 0.21 pJ/bit であった。0.75 V 動作時は、BIST でエラーが発生していないこと、また、電圧波形観測およびアイ開口観測において信号伝送に問題が無いことを確認している。

TSV 技術によりメモリチップ、インタポーザチップ、およびロジックチップの三層積層構造による 4096 ビット幅の超ワイド I/O デバイスを設計・試作し、試験システムを構築した。ロジックチップとメモリチップ間で 100 GByte/秒のデータ転送を、ワイド I/O の標準電源電圧 1.2 V の時は 0.56 pJ/bit、電源電圧 0.75 V の時は 0.21 pJ/bit の消費エネルギーで実現できることを示した。また、TSV バスを通過する信号波形やアイ開口を、三次元積層チップの内部でその場観測するための機構を搭載し、その有効性についても実証した。

著者略歴：

2014 年神戸大学大学院システム情報学研究所博士課程修了、同年株式会社東芝入社。現在不揮発メモリの研究開発に従事。2015 年電子情報通信学会論文賞受賞。電子情報通信学会、IEEE 会員。



【報告】

「シリコンフォトニクスはまだまだ面白い？」

シリコン・フォトニクス時限研究専門委員会 副委員長

丸山 武男（金沢大学）



シリコン・フォトニクス時限研究専門委員会（SiPH）は、2004年9月に設立され昨年8月で5期10年を経過している。過去5期にわたる当該専門委員会やその他の研究機関の努力によって、シリコンフォトニクス分野の研究開発は急速に発展し、光エレクトロニクスにおける大きな研究分野としての立場を確立するとともに、一部はベンチャー企業などから製品化がなされる状況になっている。

しかしながら、光エレクトロニクス市場における小型・低消費電力・低コスト化などの市場の要求は高く、シリコンフォトニクス技術には、更なる低消費電力化、高速化、波長制御など継続的な技術革新が求められている。特に、Si上へのGeや化合物半導体など異種材料集積に関する技術は、これまでの性能を超え、更には新規機能性を与える意味でも将来的に欠かせない技術であり、学術的な観点から研究会としてこれらの萌芽的技術に対しても積極的にサポートする必要性を感じ、昨年9月から第6期目を中村委員長（光電子融合技術研究所）の下、継続している。

また、これまでのシリコンフォトニクス技術においても、初期段階から量産段階に進むべく、制御性や信頼性などの量産技術も視野に入れた議論を推し進める必要があり、当該研究会は各企業間の議論の場を提供している。さらに、CMOSラインとの共存が困難なプロセスや材料に関してどのように生産展開するか、新たな市場・分野を開拓するために実装技術をどうするかに対しては、他の研究会との連携が必要不可欠であり、その橋渡しとしても研究会は有用であると考えている。

さて話は変わるが、学会などで「この分野（ここではどの分野かは言わないし、当該分野かもしれない）の研究に最近飽きた。面白くない。」ということを目にする。これはどの分野においても「面白い（新しい）ことを考える人が出る→共感する人が集まる→分野が活発になり面白くなる→普通の人聞きつける→面白い人が相対的に減る→場がつまらなくなる→面白い人が逃げる→面白くなる→誰もいなくなる」ということでよく説明される。すなわち分野が継続・発展し続けるためには、「面白いところに、新しい（異なる）面白いことを考えている人が集まる」ことが大事なのだと思う。もちろん「面白い」は主観

的なことなので、学問的に面白い、技術的に面白い、お金が儲かりそうなので面白いなど人それぞれで「面白い」の定義は異なるが、とにかくいろんな「面白い」が集まるのが重要である。いろんな人が集まり過ぎて発散し、進むべき方向性が見つからないことになるかもしれないが、いろんな人がいれば何か出口が見つかるはずである。そして当該研究会のような「時限」研究会は、この「面白い」がなくなったときに役目を終えていいのかもしれない。

話は戻って当該研究会の活動として、第6期目最初の研究会は、今年1月22日、23日に「シリコンフォトニクスのアプリケーション展開：ネットワークからバイオまで」と題し、湯坂温泉（広島）にて開催した。当該研究会はどうしても通信用途に偏りがちなので、バイオ・医療関係などへのアプリケーション展開など含めた研究成果の報告を招待講演者からいただいた。またランプセッションでは「バイオ分野への応用や可能性」に対して、夜中まで議論が白熱した。

今後は12月10日、11日に金沢にて光エレクトロニクス研究会と併催し、当該研究会側のテーマとしてはシリコンフォトニクスの永遠！？の課題である「光源」に関して、様々な立場からの講演を10件程度予定している。また11月30日から12月2日にかけて、国内外のシリコンフォトニクスの最新成果が聴講できる国際シンポジウム「5th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2015)」が東京大学にて開催されるのでぜひ参加いただきたい。

最後になるが、「シリコンフォトニクスはまだまだ面白い」と皆様に思ってくださいよう、そして研究者（特に異分野の研究者や若手研究者、学生）に魅力ある研究発表・議論の場となるよう、研究会運営をしていきたいと考えている。皆様には、機会があれば当該研究会に参加し「面白い」か「面白くない」かを判断いただければと思う。

著者略歴：

2002年 東京工業大学 大学院 博士課程修了、同年 東京工業大学 助手、2008年 金沢大学 准教授。量子効果半導体レーザ、半導体薄膜レーザ、超高速シリコン光検出器に従事。電子情報通信学会、応用物理学会、IEEE、各学会会員。



【報告】

「半導体レーザ国際会議 2016・神戸の御紹介」 半導体レーザ国際会議国内委員会 委員長



東盛 裕一（ツルギフォトンクス財団）

半導体レーザ国際会議（International Semiconductor Laser Conference, ISLC）2016について、ご紹介いたします。本会議は2016年9月12日（月）～15日（木）に電子情報通信学会・エレクトロニクスソサイエティ主催、IEEE Photonics Society、及び応用物理学会の技術共催の元に神戸メリケンパークオリエンタルホテルにて開催いたします。

半導体レーザ国際会議は1967年の第1回開催以降、米⇒欧⇒アジア（日本）で隔年開催され、半導体レーザを主体とした光デバイス・光モジュール、並びに半導体光集積回路、フォトニック結晶、それらを支える半導体レーザ物理、光半導体結晶成長、プロセス、光材料物性について活発に議論されてきており、光通信の世界的な普及に光デバイスの立場で大きく貢献すると共に、青色レーザ等を生み出す議論環境も着実に育んできました。

本会議では、組織委員長は東盛が担当し、プログラム委員長はIEEE Photonics Society 会長の Kent Choquette 教授（Illinoi 大）に担当頂きます。

最近の会議では、半導体レーザの応用領域の多様化と共に適用分野も広がってきており、それらを網羅しながらシングルセッションにて120件程度の口頭及び、ポスター発表を行い、初日にはワークショップを開催、夜はRumpセッションを設定し、例年200名近くの参加者が初日から最終日まで活発に議論を行います。

投稿締め切りは2016年5月9日（金）を予定しており、また本年2015年12月18日（金）にはLQE研究会と連携してPre-Conferenceを機械振興会館にて予定しており、Kent Choquette 教授も招聘を予定しています。本会議、Pre会議ともに、皆様のご投稿、ご出席をお待ちしています。

著者略歴：

1981年東京工業大学工学部卒、1986年同大学博士課程修了、工学博士。同年NTT入社（厚木研究センター）、1989～1990年コロラド大学客員研究員、1997年主幹研究員、1999年グループリーダーを経て2007年光半導体研究部部長。2009年NTTエレクトロニクス転籍、技術開発統括センター部長。波長可変半導体レーザ、モノリシック集積レーザ、光集積回路の研究開発に従事。2015年4月半導体レーザの研究支援を行うツルギフォトンクス財団を設立、代表理事。

2005年LQE委員長、2010年エレンゾ編集副会長、2009～2011年IPDA委員長を担当。1988、2005年論文賞受賞、2005年エレクトロニクスソサイエティ賞受賞。IEEEフェロー、電子情報通信学会フェロー、応用物理学会会員。

| | | | | | | | |
|----|------|----------------|------|----|------|--------------|-------|
| 1 | 1967 | Las Vegas | アメリカ | 13 | 1992 | Takamatsu | 日本 |
| 2 | 1969 | Mexico City | メキシコ | 14 | 1994 | Maui | アメリカ |
| 3 | 1972 | Boston | アメリカ | 15 | 1996 | Haifa | イスラエル |
| 4 | 1974 | Atlanta | アメリカ | 16 | 1998 | Nara | 日本 |
| 5 | 1976 | Nemunosato | 日本 | 17 | 2000 | Monterey | アメリカ |
| 6 | 1978 | San Francisco | アメリカ | 18 | 2002 | Garmisch | ドイツ |
| 7 | 1980 | Brighton | 英国 | 19 | 2004 | Matsue | 日本 |
| 8 | 1982 | Ottawa | カナダ | 20 | 2006 | Hapuna Beach | アメリカ |
| 9 | 1984 | Rio de Janeiro | ブラジル | 21 | 2008 | Sorrento | イタリア |
| 10 | 1986 | Kanazawa | 日本 | 22 | 2010 | Kyoto | 日本 |
| 11 | 1988 | Boston | アメリカ | 23 | 2012 | San Diego | アメリカ |
| 12 | 1990 | Davos | スイス | 24 | 2014 | Mallorca | スペイン |
| | | | | 25 | 2016 | Kobe | 日本 |

ISLCの開催年と開催地の推移

日本では、ねむの里(1976)、金沢(1986)、高松(1992)、奈良(1998)、松江(2004)、京都(2010)で開催され、今回、神戸で第25回目の開催を迎えることとなりました。



ISLC 2016 神戸のアナウンス

(2016年5月9日投稿締め切り)



【短信】研究室紹介

「超低電力無線回路技術と応用技術の研究」

伊藤 浩之（東京工業大学）

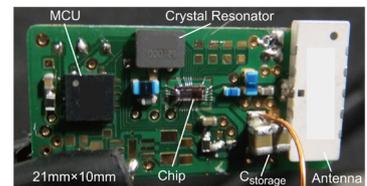
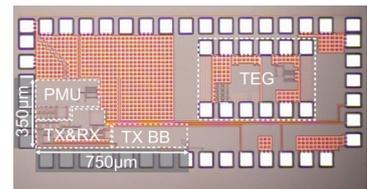


東京工業大学は5つの研究所を有していますが、私はその1つの精密工学研究所に所属し、益一哉教授（フロンティア研究機構）の研究グループで研究を進めています。このグループは、すずかけ台にあり、フロンティア研究機構の石原昇特任教授、異種機能集積研究センターの道正志郎研究員、総合理工学研究科物理電子システム創造専攻の町田克之連携教授、精密工学研究所の山根大輔助教、そして20名弱の学生が所属しています。

IoT（Internet of Things）や、毎年1兆個を超えるセンサが活用されるという Trillion Sensors といったキーワードを最近よく耳にします。あらゆるモノにセンサが入りネットワークに繋がっていくことで情報が実世界をより正確に表現するようになり、実世界と情報空間の融合が急速に進んでいくと考えています。我々の研究グループは、高周波アナログ回路と集積化 MEMS をコア技術として、このような未来に必要となるであろうセンサ端末ハードウェア技術とその応用技術の研究開発をしています。今回は、私が現在取り組んでいる超低電力無線回路技術と応用技術の研究について簡単に紹介したいと思います。

Trillion Sensors の時代が到来すると、1人あたり100個以上のセンサを持つ状況になります。スマートフォンの充電ですら煩わしく思えるのですが、大量のセンサ端末をメンテナンスすることは苦痛でしかありません。近年活発に研究開発されている環境発電技術の利用が必須であると考えています。この技術で得られる電力は一般的に微小であるため、センサ端末の回路、特に比較的大きな電力を消費する無線通信回路部の低電力化が必須となります。また一方で、ウェアラブルデバイスも普及しつつありますが、Cisco の市場予測や世界人口予測等をもとに概算したところ、満員電車や渋谷の交差点といった混雑した環境では、Bluetooth LE 等の近距離通信の場合ですら通信エリア内に150個近いデバイスが存在するようになることが分かりました。つまり、塵も積もれば山となって、WiFi で生じ

ているような輻輳が起これると考えています。我々は、超低電消費力だけでなく、周波数利用効率にも優れる無線通信回路技術を開発し、2015 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC 2015) で発表しました。この回路はRFID技術をベースとしており、反射係数を中間周波数の直交変調信号で制御することで多値変調を実現しています。最小配線半ピッチ65ナノメートルのシリコンCMOSプロセスで試作し、市販の無線機の10分の1未満である113 μ Wという極めて小さな消費電力で32QAMを実現しました。また、開発した無線モジュールを高周波無線給電により生成した電源で動作させ、温度データの取得にも成功しています。



また、このような回路技術・デバイス技術を、応用分野に展開することも重要であると考えています。私は、農業分野、特に露地栽培での課題解決に利用できないかと考え、農学部の先生方や企業と共同で研究開発を始めました。さらに我々は、CREST（益先生）や東工大 COI 等のプロジェクトを通して、組織の枠を超えて、超高感度慣性センサの医療応用や、低電力無線技術の社会実装にも取り組んでいます。研究室の見学は随時受け付けておりますので、お近くにお越しの際には是非お立ち寄り下さい。

研究室 HP : <http://masu-www.pi.titech.ac.jp/>

著者略歴 :

2006年 東京工業大学 総合理工学研究科 電子機能システム専攻 博士後期課程修了。博士（工学）。日本学術振興会 特別研究員 PD、東京工業大学 助教、Intel 客員研究員、富士通研究所研究員を得て、2013年より准教授。

【お知らせ】

◆フェロー称号贈呈者

下記の方（敬称略、50音順、カッコ内は申請時所属）がエレクトロニクスソサイエティからの新フェローに決まり、2015年ソサイエティ大会においてフェロー称号贈呈式が行われました。（敬称略）

- ・柴田 随道（東京都市大学）「電磁界・回路統合シミュレーションと広帯域モジュール設計応用」
- ・杉本 泰博（中央大学）「アナログ／デジタル混載 LSI 用 MOS アナログ基本回路の開拓」
- ・藤掛 英夫（東北大学）「フレキシブルディスプレイと機能性液晶デバイスの研究開発」
- ・益 一哉（東京工業大学）「CMOS 集積回路の高速・高周波化と異種機能集積化技術への展開」
- ・丸野 透（NTT アドバンステクノロジー）「光通信用有機光学材料の先駆的研究」
- ・村口 正弘（東京理科大学）「モノリシックマイクロ波集積回路の研究と実用化」

◆エレクトロニクスソサイエティ各賞受賞者

2015年ソサイエティ大会エレクトロニクスソサイエティ・プレナリーセッションにおいて、各賞の表彰式が行われました。（敬称略）

《第18回エレクトロニクスソサイエティ賞》

- ・第1分野：永田 真（神戸大学）「VLSI システムのノイズ問題に関する先駆的貢献」
- ・第2分野：浅田 雅洋（東京工業大学）、鈴木 左文（東京工業大学）「テラヘルツ固体素子の先駆的研究」
- ・第3分野：加屋野 博幸（東芝）「高温超伝導体を用いたマイクロ波フィルタの応用研究とその実用化」

《第15回エレス学生奨励賞 <2015年総合大会>》

- ・電磁波・マイクロ波分野：相磯 潤也（中央大学）、永井 翔太郎（山口大学）
- ・化合物半導体・光エレクトロニクス分野：板津 太郎（北海道大学）、安田 優（大阪大学）
- ・シリコン・エレクトロニクス一般分野：河村 峻哉（愛媛大学）、風間 大和（東京理科大学）

《第11回 ELEX Best Paper Award》

M. Kawano and Y. Arima（九州工科大学）

「Binocular range-sensor LSI with improved distance detection precision by coordinated pixel placement」

《第19回レター論文賞》

- ・金子 哲也¹、佐藤 愛子¹、野毛 宏¹、齊藤 公彦¹、近藤 道雄^{1,2} (1 福島大学、2 産業技術総合研究所) 「インクジェット印刷を利用したパターンニングによる裏面電極型ヘテロ接合 Si 太陽電池の作製プロセス構築」

《第5回エレソ招待論文賞》

- ・滝波 浩二、佐藤 潤二、嶋 高広、小林 真史、金丸 正樹、森下 陽平、北村 遼、秋月 泰司、岩本 光浩、築澤 貴行、野 紘一、齊藤 典昭、高橋 和晃 (パナソニック) 「60 GHz 帯ギガビット通信を実現する近距離無線システム用低消費電力 CMOS トランシーバ IC」

◆第19回(2015年度)エレクトロニクスソサイエティ賞候補の公募について

2015年度エレクトロニクスソサイエティ賞の公募が延長されています。

新たな分野を開拓した方に送られる賞で、是非若い方の応募をお待ちしています。

【推薦および応募要領】

・締め切り：2015年1月末日

・応募要領：下記様式の推薦書(推薦の場合)あるいは応募用紙(自薦の場合)にご記入の上、受賞対象となる業績名及び業績を示す代表的文献(論文、記事、特許等)1件を添付して学会事務局宛郵便でお送り下さい。

送付先：〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

(社)電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ賞 選奨委員会 事務局 宛

・推薦書および応募用紙の様式：

エレクトロニクスソサイエティ・ホームページ“お知らせ”(下記 URL)のエレソ賞公募案内をご覧ください。

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

※推薦および応募要項についても、上記ページからご確認頂けます。

◆2015年フェロー候補、シニア会員の申請について

本年度、フェローおよびシニアの贈呈時期が見直しになりました。総合大会にて贈呈式を実施することになり、応募は来年4月からとなります。なお、シニア会員については通年で受け付けておりますので

◆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 エレソニューズ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（詳細は下記 URL）にご連絡をお願いいたします。

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

◆エレソ News Letter は年 4 回発行します。次号は 2016 年 2 月発行予定です。

編集担当：橋本（企画広報幹事）、河合（編集出版幹事）、藤井（技術渉外幹事）

[編集後記]

今回発行が大幅に遅れてしまいました。新鮮な情報をおとどけするはずの NewsLetter ですがこのようなことになってしまい大変申し訳ございません。2016 年は信学会にとって改革の年となりますが、NewsLetter がそれらの状況を反映してタイムリーに発行するように尽力してまいりますのでどうぞよろしくをお願いいたします。

(橋本)