

目次

【巻頭言】

- 1 研究者の満足度
[エレクトロニクスソサイエティ会長] 小山 二三夫 (東京工業大学)
- 2 論文誌活性化へ向けて
[エレクトロニクスソサイエティ副会長 (編集出版担当)] 八坂 洋 (東北大学)
-

【寄稿】

[新フェロー]

- 3 通信用半導体レーザの研究 - 長距離光ファイバ通信からオンチップ光配線へ
荒井 滋久 (東京工業大学)
- 5 LSI 用シリコン熱窒化および窒化酸化膜の開発
伊藤 隆司 (東京工業大学)
- 7 有機トランジスタの進展とフレキシブル電子デバイスへの応用
工藤 一浩 (千葉大学)
- 9 超高周波高速半導体集積回路の研究開発
佐野 栄一 (北海道大学)
- 11 単一モード AlGaAs/GaAs レーザとその長寿命化への先駆的研究
須崎 渉 (大阪電気通信大学)
- 13 小型・高効率マイクロ波半導体回路の研究・実用化を通じて、今思うこと
高木 直 (東北大学)
- 15 私の半導体レーザ研究開発事始
辻 伸二 (日立製作所)

[2011 年度 新任委員長]

- 17 日中合同マイクロ波国際会議について
[日中合同マイクロ波国際会議国内委員会 委員長] 古神 義則 (宇都宮大学)

[論文誌技術解説]

- 19 電子デバイスの高速・高密度実装とインテグレーション技術 (2011 年 11 月号) によせて
[和文論文誌特集号 編集委員長] 今中 佳彦 (富士通研究所)
- 20 和文論文特集号「マイクロ波論文 (大学発)」
[和文論文誌特集号 編集委員長] 磯田 陽次 (秋田県立大学)
- 21 英文論文誌小特集号「有機エレクトロニクス材料とナノテクノロジー」(*2011 年 10 月号訂正版)
[ゲストエディタ (電子部品・材料研究専門委員会)] 山本 寛 (日本大学)
- 22 英文論文誌小特集号「Special Section on Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application」
によせて [ゲストエディタ (電磁界理論研究専門委員会)]
小見山 彰 (大阪電気通信大学)、西本 昌彦 (熊本大学)
- 23 英文論文誌小特集号「ジョセフソン接合 —50 年の歴史と将来—」
[ゲストエディタ (超伝導エレクトロニクス研究専門委員会)]
日高 睦夫 (国際超伝導産業技術研究センター)
- 24 ELEX : 第二回レビュー論文紹介
[ELEX 編集委員会 編集幹事] 藤井 孝治 (NTT)

【報告】

[研究専門委員会]

- 25 2011 年ソサイエティ大会のご報告
[大会運営委員長] 松澤 昭 (東京工業大学)
- 26 情報爆発時代を支えるストレージ技術
[磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会 委員長] 吉田 和悦 (工学院大学)
- 27 電子デバイス研究専門委員会活動のご紹介
[電子デバイス研究専門委員会 委員長] 加地 徹 (豊田中央研究所)
- 28 夢のある電子部品・材料へ
[電子部品・材料研究専門委員会 委員長] 竹村 泰司 (横浜国立大学)
- 29 電磁界理論は古くて新しい魅力的な研究領域
[電磁界理論研究専門委員会 委員長] 西本 昌彦 (熊本大学)
- 30 テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会紹介
[テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会 委員長] 寶迫 巖 (情報通信研究機構)
- 31 次世代ナノ技術に関する時限研究専門委員会の取り組み
[次世代ナノ時限研究専門委員会 幹事] 天野 建 (産業技術総合研究所)
- 33 URSI 日本国内委員会の紹介
[URSI 日本国内委員会] 委員長 小林 一哉 (中央大学)、幹事 八木谷 聡 (金沢大学)
-

【短信】

- 34 2012 年総合大会へのお誘い
[大会運営委員長] 松澤 昭 (東京工業大学)
- [研究室紹介]
- 36 アナログ・RF・デジタル混載集積回路の研究開発
松澤 昭 (東京工業大学)
-

【お知らせ】

エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について
2012 年フェロー候補者推薦公募について
シニア会員申請について
特集号論文募集 (Call for Paper)
エレス研究会開催予定 (1 月～3 月 開催)
エレクトロニクスソサイエティ会員数の推移

【巻頭言】

「研究者の満足度」

エレクトロニクスソサイエティ会長

小山 二三夫（東京工業大学）



本学で推進している文部科学省グローバル COE プログラムのイベントの一貫として、博士課程学生諸君の発案で、研究者の満足度について議論するセミナーを企画することになった。本セミナーの題材となったのは Nature 誌が世界の 10,600 人の研究者へ行った待遇の満足度調査の結果である[1]。調査項目は、給与、休暇の取得、医療給付、育児休暇、年金等、労働時間、独立性、上司・同僚からのサポートの 8 項目である。表 1 に 1 点を満点として 8 項目を点数化した 16 カ国中の 8 カ国の抜粋した内容を示す。日本の満足度は、総合で 0.458 点の最低で、西・北欧諸国が総じて高いランキングを示し、トップはデンマークの 0.777 点、様々な国から研究者を収容する米国は 0.628 点、中国・インドも満足度は低かったものの近年の満足度上昇は大きいとのことで、昨今の経済成長の勢いを反映しているとも言える。0.5 点以下は 16 カ国中で日本のみであった。一般国民を対象にした幸福度の調査結果との類似傾向もみられ、昨今の格差拡大や将来不安も含めた閉塞感、国情が反映されているのかもしれない。特に、我が国が最低だったのは独立性、周囲による指導、休日、労働時間などである。後者については、日本の労働慣行特有のものかもしれないが、独立性、周囲による指導などについては、研究者としてのキャリアを豊かにしてくれる環境が提供されているかに係わる項目でもあり、頭脳流出なども懸念される。

さて、学会からの立場で、研究者・技術者の満足度を向上することにいかに貢献できるだろうか。研究者としてのキャリアを豊かにしてくれる環境が提供されているかが、重要な視点であると思われる。学会の立場から、研究者・技術者の満足度向上への寄与として、下記が考えられる。

- ・全国大会発表を通してその評価とフィードバック
- ・各種の表彰制度による業績の正当な評価と奨励
- ・研究会活動などによる人的ネットワーク形成
- ・シニアメンバーからの助言
- ・論文発表を通してのコミュニティへの発信
- ・国際会議支援による国際コミュニティへの参画

学会の役割を再認識して、研究者・技術者の満足度向上に貢献することも、学会の役割と考えている。

著者略歴：

昭和 55 年東京工業大学・電気電子工学科卒。昭和 60 年同大学院博士課程修了。同年同精密工学研究所助手。昭和 63 年同助教授。平成 12 年同マイクロシステム研究センター教授、平成 22 年同フォトニクス集積システム研究センター教授。半導体レーザー、半導体光集積回路の研究に従事。平成 2 年電子情報通信学会篠原賞、論文賞受賞。平成 10 年丸文学術賞、平成 16 年市村学術賞、平成 17 年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ賞、平成 19 年文部科学大臣表彰科学技術賞、平成 20 年 IEEE/LEOS William Streifer Award、2011 MOC Award など受賞。電子情報通信学会／応用物理学会／IEEE フェロー。

表 1. 各国の研究者の満足度調査 [1] Gene Russo, “For love and money”, Nature 465 (1104-1107), 2011 からの抜粋

	日本	米国	デンマーク	オランダ	スウェーデン	中国	韓国	インド	16カ国平均
給与	0.471	0.511	0.694	0.698	0.585	0.387	0.542	0.501	0.509
休暇の取得	0.424	0.682	0.870	0.854	0.861	0.517	0.504	0.521	0.69
医療給付	0.546	0.731	0.840	0.746	0.758	0.491	0.592	0.442	0.623
育児休暇	0.429	0.534	0.937	0.663	0.865	0.497	0.544	0.464	0.542
年金, 退職後の人生設計	0.341	0.565	0.771	0.703	0.571	0.455	0.421	0.443	0.516
労働時間	0.448	0.625	0.665	0.626	0.620	0.542	0.581	0.644	0.589
独立性	0.567	0.784	0.841	0.858	0.831	0.657	0.754	0.632	0.753
上司, 同僚からのサポート	0.442	0.595	0.598	0.600	0.594	0.466	0.523	0.466	0.533
総合評価	0.458	0.628	0.777	0.718	0.711	0.501	0.558	0.514	0.594

【巻頭言】

「論文誌活性化へ向けて」

エレクトロニクスソサイエティ副会長（編集出版担当）

八坂 洋（東北大学）



本年度のエレクトロニクスソサイエティ副会長（編集出版担当）を担当しております、東北大学の八坂でございます。宜しくお願いいたします。

エレクトロニクスソサイエティでは、会員の皆様方の最新の研究開発成果を発信する場として和文論文誌(C)、英文論文誌 (Trans. on Electronics)、及びオンラインジャーナルの ELEX (IEICE Electronics Express) を発刊してきました。和文論文誌、英文論文誌への投稿件数は毎年ほぼ 100 件、250 件で推移しておりますが、ELEX は 2010 年が 900 件、2011 年も 9 月中旬時点で 800 件に迫る投稿数となっています。これらの論文は WEB サイトからダウンロードできるようになっていますが、論文ダウンロード件数は ELEX が約 19,000 件／月、和文論文誌が約 2,000 件／月、英文論文誌が約 1,500 件／月となっており、ELEX と和文、英文論文誌には大きな差があります。これは、ELEX のダウンロードに際しては閲覧資格を規定しておらず、誰でも可能であるのに対して、和文、英文論文誌は会員でなくては閲覧できないようになっているためです。和文、英文論文誌に関しては機関購読制度を導入中で、各研究機関で閲覧できるようになってきてはいますが、まだ誰もが自由に閲覧できるようになっているわけではありません。先日、欧州研究機関の知人から「IEICE の英文論文誌に掲載されている君の論文をダウンロードできず、内容が確認できないので引用文献として記載できない」と連絡がありました。読めなければ引用されない。引用されなければインパクトファクターも上がらない。インパクトファクターが上がらないと論文投稿数も増えない。といった悪循環となってしまうことが懸念されます。

オープンアクセス状態にするか否かは多くの議論が必要ですが結論がだせませんが、誰もがアクセスしたくなるような魅力ある論文誌にしてダウンロードサイトへのアクセス数を増やすことを目指すことが大切であると考えております。

魅力という意味では論文ダウンロード件数からおもしろい傾向がわかります。投稿件数は英文論文誌の 1/2 程度であるのに、和文論文誌のダウンロード件数は英文論文誌

に比べて 3 割以上多くなっています。先般、論文誌に関する WEB アンケートを行いました、その中に「和文論文誌は、日本人研究者には情報を短時間で収集するのに都合が良く、また学生が最初に和文で投稿する論文誌として適切であることから是非続けて欲しい」というご意見が多くありました。ダウンロード件数が多いことは、このご意見にあるような和文論文誌の優位性を示すものと考えており、会員の皆様方には是非和文論文誌への投稿をご考慮頂ければ考える次第です。

魅力ある研究発表の場を提供すべく、和英論文誌、ELEX では次のような取り組みを進めています。

- ・和文論文誌
 - 研究専門委員会推薦論文強化による投稿の充実
 - オンライン早期公開の検討
- ・英文論文誌
 - 充実した毎号特集号企画による優良論文の掲載
- ・ELEX
 - 短期間での掲載（平均 2 ヶ月）
 - WEB での自由な論文閲覧（試行実施中）
 - 質の高い論文の掲載料免除制度

これら論文誌の質、魅力のさらなる向上へ向け、今後も努力を重ねてまいりたいと考えておりますので、多くの論文ご投稿を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

著者略歴：

1985 年 九州大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程修了。同年、日本電信電話株式会社 (NTT) に入社。以来、主に光通信用半導体光源、半導体光変調器、高機能半導体光集積回路デバイスの研究開発に従事。1993 年 工学博士 (北海道大学)。2008 年 4 月より東北大学電気通信研究所教授。電子情報通信学会英文論文誌 (論文誌 C) 編集幹事 (2007-2008)、編集委員長 (2009)。本学会以外に、日本物理学会、日本応用物理学会、IEEE/Photonics、各会員。



「通信用半導体レーザの研究」
- 長距離光ファイバ通信からオンチップ光配線へ -

荒井 滋久（東京工業大学）

このたび電子情報通信学会より「1.5 ミクロン波長帯半導体レーザの先駆的研究」における貢献に対してフェロー称号を賜りました。ご推薦頂いた方々をはじめ、この研究に携わる契機を与え、育てて頂いた恩師末松安晴東京工業大学名誉教授および諸先輩、特に1学年先輩として、卒業論文研究「InP 基板上の GaInAsP 四元混晶半導体レーザ」について実験器具の洗浄から学会報告・論文作成まで昼夜熱心に指導して頂いた故板屋義夫博士（前エレクトロニクスソサイエティ会長）、学会等で種々のご意見を頂いた皆様、また、私のつたない指導の下で惜しめない努力と多大な貢献をして頂いた後輩および卒業生の皆様に心より感謝致します。

学部 1-2 年生の時にはどちらかといえば苦手だった電磁気学の講義で、末松教授が光ファイバおよび半導体レーザに関する最新動向を機会あるごとに紹介されていたことが深く記憶に残り、卒業研究課題案として提示された「新しい材料の半導体レーザ」に惹かれて 1976 年 4 月に末松安晴・古屋一仁（現東京国立工業高等専門学校長）研究室に配属されたのが私の研究生生活の始まりです。多くの友人達からは、セブンイレブン（7:00am-11:00pm）あるいはサンチェーン（24 時間営業）とよばれている非常に厳しい研究室なので、3 年生まで学生生活を謳歌していた私には不釣り合いだと大変驚かれました。板屋先輩のマンツーマン指導（研究だけでなく、冬のスキー合宿や各地で開催される学会参加の折りの遠出など幅広い活動に対する）のお蔭で、修士 2 年生からは半導体レーザ用ウェーハの結晶成長（液相成長法）およびデバイス作製も自力でできるようになり、1978 年秋には当時作製が困難であった波長 1.5 ミクロン超の半導体レーザの室温動作、1979 年夏には室温連続動作に漕ぎ着けることができました。当時用いていた液相成長法で波長 1.5 ミクロン超の組成の GaInAsP 活性層成長後に InP クラッド層を成長しようとする、その融液中に成長した活性層が再溶解してしまうという問題（メルトバック）がありましたが、活性層と InP の中間組成のメルトバック防止層を入れるという独自の着想で良好な特性の 1.5 ミクロン波長帯レーザを実現することができ、学術誌や国際会議に第一著者として論文発表でき

たことが、その後の研究生生活を続ける上での大きな励みになりました。1976 年から板屋先輩と二人で始めた GaInAsP/InP 長波長半導体レーザの研究でしたが、1979 年始めからは集積二重導波路レーザグループも一緒になり、GHz 以上の高速直接変調下で単一モード動作可能な動的単一モードレーザや低電流動作のための埋め込みヘテロ（BH）構造レーザをはじめ、その後の波長可変レーザの研究へと大きく進展する機会に恵まれたことには感慨深いものがあります。

1982 年 3 月に博士課程を修了し、助手を 1 年勤めた後、思いがけず 1983 年 4 月より 1984 年 9 月まで米国 Bell 研究所（1984 年に AT&T Bell 研究所と改名）に客員研究員として滞在する機会にも恵まれ、現在では世界中の大学で活躍されている多くの方々と知遇を得ることができたのも大変幸運でした。「Japan As Number One」（Ezra F. Vogel 著：ハーバード大学出版 1979）が出版された後でもあり、1980 年代は、光通信や高性能半導体の分野において日本の技術が世界を席巻した時代だったので、私よりかなり年上の Bell 研究所の研究者の皆様と毎日の昼食時に日本の教育、宗教、経済、政治など多岐にわたる話ができることを有り難く思います。

帰国後は長波長半導体レーザの低電流動作化を目的として、材料的見地から低次元量子構造である量子細線を、構造的見地から新しい形式の回折格子を用いる分布反射型レーザ（DR レーザ）の研究に着手しました。低電流動作に有効な BH 構造レーザのしきい値電流が 20-30 mA の時代に、末松先生から目標値 1 mA 以下を示され、従来素子の延長では到達不可能な目標でしたが、2000 年に活性層を回折格子周期でエッチングすることにより回折格子の強さを従来の 4-5 倍に高め、同時に活性層体積を半減する新構造の分布帰還レーザでしきい値電流を 0.7 mA まで低減することができました。米国から帰国後これまでの 10 年以上、多くの学生の努力が量子細線レーザの室温連続動作をはじめ、半導体レーザ応用可能な極微構造形成技術の獲得に注がれましたが、その苦労がやっと報われたように感じたものです。一見無理とも思える目標設定でしたが、そこに到達するための新しい提案やそれを実現するため

の方法・技術の開拓が実を結ぶ好例となりました。

そこで、しきい値電流 0.1 mA 以下、レーザ共振器の片側への出射光に対する量子効率 50%以上というさらに高い目標値を設定して、2000 年以降多くの学生や職員と研究に取り組んでおります。2000 年に Stanford 大学の D. A. B. Miller 教授(筆者が AT&T Bell 研究所滞在時には SEED: Self-electrooptic effect device で活躍していた)が将来の集積回路では電気配線遅延・消費電力が問題となるため、光配線が優位性を持つであろうという論文を Proc. IEEE に発表しており、この期待に応えられる半導体レーザ(あるいは超高速・低消費電力光変調器)の必要性が近年高まっています。私たちは図 1 に示すように、半導体レーザ全体を厚さ 150-200 nm の薄膜状にして、半導体と低屈折率誘電体の大きな屈折率差を用いて活性層内に光を強く閉じ込める半導体薄膜レーザを提案し、光励起下の連続動作条件では所望の低しきい値動作が可能であることを 2002 年に示しました。

現在は、その電流注入動作下で光配線が優位性を持つ 10 Gbit/s 以上での低消費電力・高速変調動作を目標に鋭意努力しているところです。図 2 には、現在試作中の半導

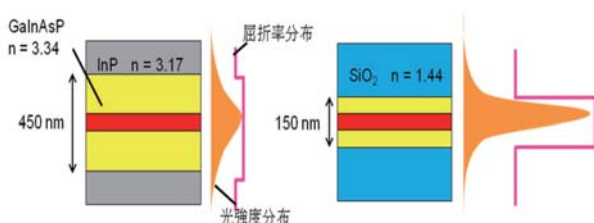


図 1. 従来レーザ(左)と半導体薄膜レーザ(右)の基本的な層構造と断面内の光強度分布

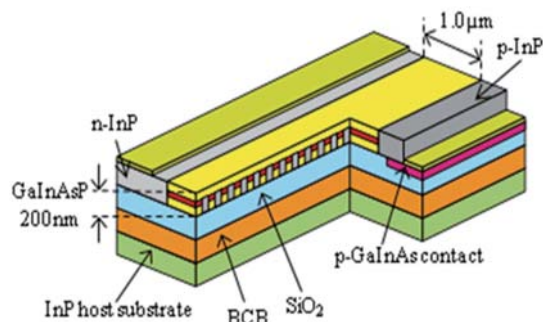


図 2. 活性層を周期状にエッチングした活性層分離型横方向電流注入薄膜 DFB レーザの構造

体薄膜分布帰還(DFB)レーザの模式図を示します。活性層は回折格子周期でエッチングされた活性層分離型構造であり、50 μm 以下の短い共振器長でも高い反射率が期待され、理論上はしきい値電流 0.1 mA 以下が可能なデバイスです。通常の半導体レーザと異なり、活性層ストライプの上下にも光電界が浸み出しているため、光吸収の大きな電極金属を上下に設けることはできません。そこで、電極をストライプの両脇に形成する横方向電流注入構造としております。既に活性層を回折格子形状にしていないうアプリ・ペロー共振器構造素子での室温動作は実現できましたので、目標実現に向けて鋭意努力しているところです。

長距離光ファイバ通信用半導体レーザが私の研究開始時の課題でしたが、現在では 1-2 cm の距離間の光通信が目標になりました。末松先生が研究室輪講で度々述べられていた「君子豹変す。(1 日 1 度程度の方針変更は僅かでも、毎日よく考えて変更するのであれば、半年後には全く反対の方向に進むこともある)」は、ものごとに固執することなく、いつでも新しいアイデアを採り入れる気持ちを大切にという意味で、大学教員だけでなく研究を志す学生諸氏にとって大変心強く感じている次第です。

著者略歴:

1977 年東京工業大学工学部電子工学科卒業、1979 年、1982 年同大学電子工学専攻修士、博士修了(工学博士)。1994 年同大学量子効果エレクトロニクス研究センター教授、2004 年同大学量子ナノエレクトロニクス研究センター教授。

受賞: 1988 年電子情報通信学会論文賞、2000 年 IPRM Michael Lunn Memorial Award、2008 年文部科学大臣表彰(科学技術賞)、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ賞、2011 年電子情報通信学会業績賞、IEEE/応用物理学会フェロー。

「LSI 用シリコン熱窒化および窒化酸化膜の開発」

伊藤 隆司（東京工業大学）



このたび伝統ある電子情報通信学会よりフェローの称号を賜り大変光栄に存じます。推薦して頂いた方々、関係者の皆様に厚くお礼を申し上げるとともに、この研究を支えてくださった多くの方々に深く感謝いたします。

LSI は今日の情報化社会を支える基本デバイスであり、社会のあらゆる分野に浸透しています。振り返ってみると、企業・大学を通じて 35 年の間一貫してシリコン LSI 製造技術の研究・開発に関わってこられたのは大変幸いでした。

表記テーマは、1974 年に筆者が富士通研究所に入社して間もなく開始した研究です。ムーアの法則の発表からほぼ 10 年たち、それが現実味を帯びてきたころであり、スケーリング則が発表されたのもこの年でした。シリコン LSI の驚異的な発展を可能にした要素のひとつとしてシリコン熱酸化膜の存在があります。しかしながら、熱酸化膜もゲート絶縁膜として万能ではなくアルカリイオンやボロンなどの不純物に対する拡散阻止力が弱いことさらに電気的ストレスで劣化することが調べられており、この先スケーリングで素子が微細化され、益々薄いゲート絶縁膜が必要になるとその信頼性が深刻な問題として表出することが予想されました（図 1）。それまでもシリコン熱酸化膜の代替材料についてはいくつかの検討がなされましたが、十分な性能のものは見つかっていませんでした。

シリコン熱酸化膜に替わりうる高信頼のゲート絶縁膜開発に挑戦するにあたり、シリコン界面の欠陥を極力低減するためにシリコンとの直接反応で生成することが不可欠と考え、また CVD シリコン窒化膜が緻密性に優れることが分かっていたので、シリコン直接窒化法に的を絞りました。Si-O-N 系の平衡安定組成領域を調べてみると化学量論組成の Si_3N_4 を得るためには残留酸素分圧を極めて低くしなければならず、 Si_3N_4 は自然界では安定組成として存在しません。当初は超高純度窒素ガスを用いて熱窒化を試みましたが、反応を活性化するため高純度アンモニアガスを採用し、残留酸素や水分を極力低減し、さらにプラズマ励起により発生した窒化種ラジカルを活用することによってウェーハ表面を均一に熱窒化することができるようになりました。ここに至るまでには活性なガスの精製、ウェーハ洗浄、ウェーハ搬送、素材等の周辺技術の開発が

必要であり、そのいくつかは熱窒化プロセス以外にも活用されています。生成した膜は正確には Si_3N_4 でなく酸素が含まれる SiN_xO_y 膜でしたが、界面準位は従来の熱酸化膜と同程度であり、不純物拡散阻止力、電気的ストレス耐性などは圧倒的に優れていることが分かり、ゲート絶縁膜として魅力的なものでした。早速、デバイスに応用し学会発表もしましたが、すぐに熱酸化膜の本格代替とはなりません。熱窒化膜では熱酸化膜のように必要な膜厚を得ることができないことが最大の理由ですが、膜が緻密であるが故の結果です。応用を模索していたとき、DRAM キャパシタ電極の多結晶シリコン表面を熱窒化することで DRAM の信頼性が 2 桁改善されることが確認されました。そのプロセス製造装置の開発も進み、シリコン熱窒化が有用技術として各社の DRAM 製造に本格的に採用されるようになったことは LSI に向けた熱窒化技術の提案者として幸いに思います。

あるとき、シリコン熱酸化膜をマスクとして選択的に熱窒化すると、シリコン熱酸化膜がフッ酸に溶けなくなること気が付きました。平衡熱力学的には窒化膜は酸化膜に変換しますが、1200℃の高温でも酸化膜の窒化膜への変換は起こらないので表面窒化にはわかには信じられませんでした。解析すると明らかに窒化酸化膜に変換していることが確認できました。酸化膜中の窒素の安定配置など、この現象は今でも完全には理解されていませんが、シリコン熱酸化膜ベースの窒化酸化膜として熱酸化膜を凌駕するさまざまな利点を持つことが確認できました。図 2 は MOS トランジスタの寿命について従来のシリコン熱酸化

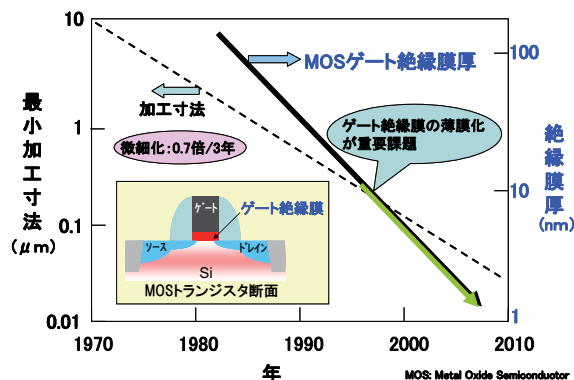


図 1. MOS トランジスタゲート絶縁膜の薄膜化

ゲート膜と比較した加速試験の例で、シリコン熱窒化酸化膜の採用によってホットキャリア注入寿命が約 1 桁改善されています。付随して発生した問題として、窒化に伴う低電界領域電子移動度の低下（高電界領域では向上）や正の微量固定電荷の発生などもありましたが、窒素量を最適化することによってゲート絶縁膜として使えるレベルになりました。0.25 μm 世代の LSI 製造から使われ始めましたが、シリコン酸化膜の窒化現象の発見から既に 15 年が経過していました。90nm 以降の世代では窒化酸化ゲート絶縁膜がほぼ不可欠になり、65nm ロジック製品では世界中で標準的に使われています。45nm 以降では High-k 膜が採用され始めていますが、現在のところシリコン界面のバリア層が必須で窒化酸化膜が使われているようです。

シリコン熱酸化膜の窒化は意図したものではなく、実験の過程で偶然見つかったものであり、まさに真実は実験室にある思いを強くしました。この一連の研究はかならずしも順調に進んだわけではなく、途中で中断した時期もありました。しかし、他の研究テーマを扱いながらもいつも頭の隅で次の展開を期待していました。シリコン窒化酸化膜中の窒素量も当初考えた値よりはるかに少ない量で窒化効果が得られ、新しい製造装置が開発されるなどの進展がありましたが、CVD などの堆積法ではない直接窒化という窒化膜生成プロセスが LSI 製造に不可欠の技術として定

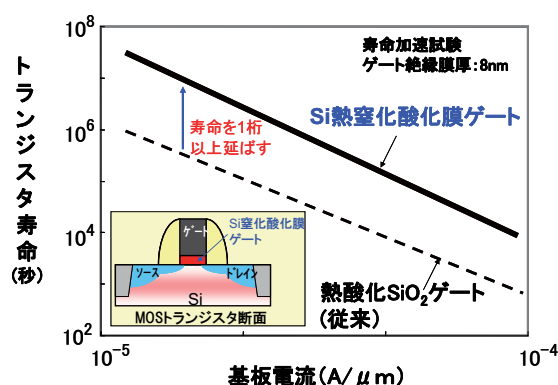


図 2. 熱窒化酸化膜ゲートによる寿命改善

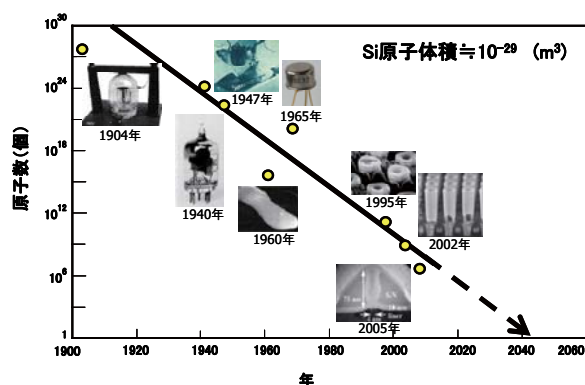


図 3. 1 機能素子を構成する換算原子数の推移

着したことは、感慨深い思いがします。また、この研究を通じて国内外の多くの研究者と議論する機会を得て、有益な見識に触れ、多くの知己を得たことは何ものにも代えられないものと思っています。

LSI は市場の拡大とともに、技術の高度化・多様化、投資の巨額化の課題に直面しており、これまでのように発展させることはきわめて厳しくなっています。しかし、新規な技術開発に新たな産業としての活路を見出す可能性があります。図 3 は 1 機能素子あたりの原子数を縦軸にとって、これまでに発表された色々なデバイスをプロットしたものです。シリコン原子の体積を 10^{-29}m^3 と仮定し、それぞれのデバイスの体積を規格化しています。1904 年にフレミングが作った 2 極真空管が 10^{27} 原子、ショックレーらのポイントコンタクトトランジスタが 10^{20} 原子、カーンが発表した最初の MOS トランジスタが 10^{15} 原子、最近の 40nm ゲート長の MOS トランジスタが 10^6 原子となり、これを延長して、1 機能を原子 1 個で実現することを限界とすれば、それは 2040 年頃になります。機能素子はあと 30 年くらい、少なくとも 10 年は進展する可能性が見えます。材料としてはシリコンに限らず、炭素系あるいは有機材料が本命になるかもしれませんが、いずれにしてもシリコン LSI 技術の膨大な蓄積を活用することになります。そこでも原子レベルのプロセス制御が不可欠となり、消費電力の抑制は共通の課題になります。

これからの技術開発は環境を抜きにしては考えられないわけですが、LSI は環境配慮社会の中核技術であり、これからも経済の成長エンジンです。オープンイノベーションと言われる中、その研究開発には戦略的な産学連携が不可欠になり、先導的な役目を負う学会活動が益々重要になると思います。本学会の益々の発展を祈念します。

著者略歴：

1974 年 東京工業大学大学院博士課程修了、工学博士。同年 富士通株式会社入社。富士通研究所半導体研究室長、部長、シリコンテクノロジー研究所長を経て、2001 年 LSI 事業本部技師長、(兼) あきる野テクノロジーセンタ長、(兼) 産業技術総合研究所先端 SOC 連携研究体長。2004 年 東北大学大学院工学研究科教授。2010 年 東京工業大学ソリューション研究機構特任教授、(兼) 広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所客員教授。大河内記念技術賞、電気科学技術賞（オーム技術賞）、山崎貞一賞、文部科学大臣表彰科学技術賞、渡辺記念研究奨励賞、手島記念研究奨励賞等受賞、IEEE/応用物理学会フェロー表彰。

「有機トランジスタの進展とフレキシブル電子デバイスへの応用」

工藤 一浩 (千葉大学)



このたび電子情報通信学会よりフェローの称号を賜り、ご推薦いただいた方をはじめ、ご支援いただいた多くの皆様に心より謝意を表します。ここでは、表題である有機薄膜トランジスタの研究開発の現状と課題について紹介し、今後フレキシブルディスプレイのみならず、環境、エネルギー、バイオ、医療など、広範囲の応用分野において高いポテンシャルを有していることを述べたい。

有機物質とエレクトロニクスとの繋がりとは、これまで通信ケーブルや電力ケーブルの絶縁材料に代表されるように柔軟性とよい絶縁性について評価されてきました。しかしながら、最近では有機半導体から超伝導を含む導電性材料が開発され、光起電力効果、発光機能、電界効果機能の性能向上により、太陽電池、有機 EL、有機トランジスタへの応用研究が活発に進められている。一方、液晶に代表されるように有機分子の特異な光学的機能、さらには医療・臨床分野に必要な医用センサ分野でも注目されている。

このような背景のもと、1987 年に電子情報通信学会において、有機エレクトロニクス研究専門委員会が発足した。現在はエレクトロニクスとして機能する有機材料を対象とし、導電性の高分子、有機超薄膜材料、ポリマー光導波路材料、有機発光ダイオード、光導波路素子、バイオ素子などを活動の主体としています。

1980 年代から低分子、高分子系有機半導体薄膜を用いたトランジスタの基礎特性が調べられてきたが、具体的なデバイス応用までには至っていなかった。最近では、図 1 に示すようにアモルファスシリコン (a-Si) からポリシリコン (poly-Si) にせまるキャリア移動度を持つ有機半導体材料を用いたトランジスタの報告が相次ぎ、Si、化合物半導体に続く第三の半導体材料として期待されるようになった。また、国内外の研究機関から有機トランジスタ集積回路やプラスチックトランジスタアレイを用いたアクティブマトリクスディスプレイが報告されている。しかしながら、有機半導体材料は無機半導体に比べて導電率、キャリア移動度が低い物がほとんどであり、有機薄膜トランジスタを実用化するためにはその動作性能の向上が課題となっている。すなわち、これまで知られている有機半導体を単純に無機系のトランジスタ構造に導入したのでは動

作速度、電力面で十分な特性を得ることは難しい。この課題を解決するために、(1) 材料物性の向上と新材料の探索、(2) デバイス構造の改善、(3) 新しい動作メカニズムによる高機能素子開発が進められている。最近では、ペンタセン、ルブレナなどの単結晶やその他の有機半導体材料の開発により、 $20\text{--}40\text{ cm}^2/\text{Vs}$ といったポリシリコンに匹敵する電界効果移動度や数 MHz 以上の動作速度が報告されるようになってきている。

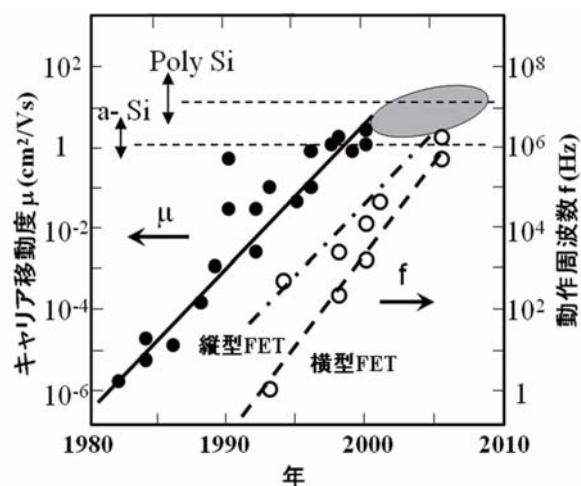


図 1. 有機トランジスタの電界効果
キャリア移動度と動作速度

一方、有機デバイスは塗布、印刷法といった低温かつロール-ロール (Roll to Roll) の大面積フィルム製造法が適用でき、省エネルギー、低環境負荷、低コストといった面からも注目される。一日に国内で印刷されている新聞紙の部数、家庭にまで普及した数多くのプリンタの台数を考えると印刷プロセスによる電子デバイスの生産性は非常に高く、低コスト化がイメージできる。また、印刷法は設計の変更が容易であるため新聞や週刊誌に代表されるように多様な製品をオンデマンドで生産できる特徴がある。一方、身の回りにある壁や衣服などの表面は電子的機能を付随してない。すなわち、曲面も含む商品やパッケージなどの種々表面へ印刷エレクトロニクスを適用することによって、電子機器、情報システムの大転換が見込まれる。特にインクジェット法は特定の場所に必要な材料のみを描画

することができる特長を有する。一方、マイクロコンタクトプリンティング（ナノインプリント）法と呼ばれる圧着成形法では、数ミクロンからサブミクロンという非常に微小な構造の作成が可能である。このように材料・製造コストが安い印刷法で種々表面にエレクトロニクス機能を導入できれば、大きなインパクトを社会に与えることになるだろう。特に、図2に示すような有機材料の柔軟性、軽量、低コストプロセスと多種多様な機能性を注目した有機デバイス開発の気運が高まっている。有機材料の持つフレキシビリティを活かしたシートディスプレイ、電子ペーパー、プラスチック IC カード、情報タグ等のフレキシブル携帯機器やウェアラブルデバイス等への応用に期待が集まっている。一方、有機トランジスタ構造を用いた種々センサデバイスへの研究も活発に進められている。種々雰囲気ガスや化学物質に対して有機薄膜の電気物性が大きく変化する事が多い。例えば犬の臭覚が現在でも犯罪捜査に使われているように、高感度の生体識別機能を利用したバイオミメティックデバイスや DNA、ウイルス検査など医療・臨床分野で必要な医用センサ分野でも注目されている。今後、高機能有機分子材料の開発に加え、有機薄膜物性評価技術の進展と低コストプロセス技術の確立により、これまでに実現できなかった新機能性を有する有機デバイス開発の可能性も秘めている。

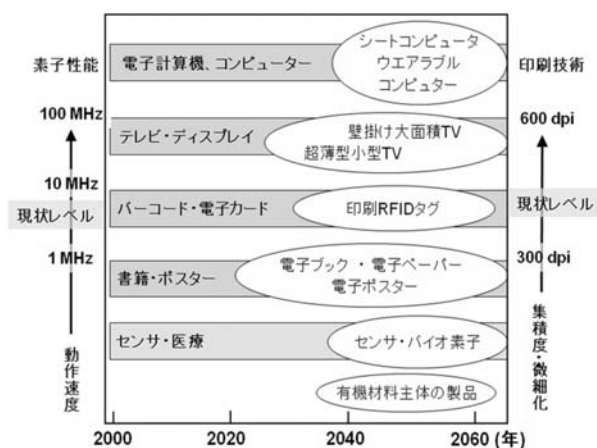


図2．期待される有機デバイス応用分野
素子性能・印刷技術

しかしながら、有機半導体は高抵抗、低移動度の材料が多いため、実用的デバイスに応用するには、超薄膜化による動作電圧の低減と高電流密度動作を計る必要がある。またシリコンプロセスに比べ、通常の印刷法は超微細化による高集積化が難しく、素子の寿命、安定性、均一性といった克服すべき課題も多い。さらに、機能性分子本来の電子機能を引き出すためには表面・界面でのエネルギー準位制御が重要であり、分子配向制御技術の確立が必要となる。有機半導体薄膜を実用的電子デバイスに応用するためには、有機物質のもつ機能性を活かし、目的とするデバイスに合致したプロセス技術と素子構造設計も重要である。たとえば、携帯機器における最終的な入出力は人間であり、入出力面は適切な面積が必要となる。このように有機デバイスの開発には表面・界面における分子オーダでのマイクロ制御と薄膜表面を有効利用する面マクロデザインとの融合がキーポイントとなる。

このように、有機エレクトロニクスには環境・エネルギー問題、安全・安心社会の実現に向けた要素技術を含んでおり、関連する各学会においても、新機能有機材料と分子ナノテクノロジーを基盤とする有機電子デバイスから次世代に繋がる環境・エネルギー、バイオエレクトロニクスへの展開が活発になってきている。また、この分野の開発研究には異分野研究者との連携が重要であり、他の関連学協会との協力関係を積極的に進めるべきであると考えている。その点、エレクトロニクス、情報、通信など主とする電子情報通信分野において今後の主役となるエネルギー、環境、安全・安心社会と密接な接点を有する本学会の役割は大きいと思われる。

著者略歴：

1977 年 東京工業大学工学部電子工学科卒業、1979 年 同大学大学院理工学研究科修士課程修了、1982 年 同大学院理工学研究科博士課程修了（工学博士）。同年松下電器（株）入社、1987 年 千葉大学助教授、1998 年 同大学教授。受賞：2003 年応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス論文賞、2003 年 MRS Presentation Award、2009 年応用物理学会フェローなど。

「超高周波高速半導体集積回路の研究開発」



佐野 栄一 (北海道大学)

このたび、表記によりフェローの称号を賜り、大変光栄に存じます。ご指導いただいた諸先輩、同僚、ご推薦していただいた関係者の方々にこの場をかりて深く感謝申し上げます。

電電公社武蔵野電気通信研究所入所から現在まで、若干の紆余曲折はありましたが、ほぼ「スピード狂」を通してきたと思います。裏話めいた昔話に終わるかもしれませんが、若い人に少しでも参考になれば幸いと、自身の研究を振り返ってみたいと思います。

入社して最初の本格的な研究テーマは、同じ研究室で生まれたばかりの SIMOX (酸素イオン注入による Si on Insulator) 技術を使った MOSFET のデバイス解析でした。修士課程修了者は入社 2 年目に研究テーマを企画し遂行するという仕組みがあり、その中でポアソン方程式と電流連続式を数値計算するためのプログラムを FORTRAN で組みました。IEEE の論文誌に掲載された私の最初の論文はその成果でした。当時は Si 膜の厚さも数 100nm、ゲート長も $1\mu\text{m}$ 程度の MOSFET の解析ですから、今の若い人には信じられないだろうと思います。最初に携わった研究分野というのは愛着もあり、手に職をつけると将来役立つものです。私の場合、その後も FDTD 電磁界シミュレータも自分で作成しましたので、プログラミングに関しては自信ができました。このごろは学生に、勉強になるから自分でコーディングしてみなさいと勧めるのですが、デバイスシミュレータも電磁界シミュレータも市販品があるので、自作するのはハードルが高いようです。ブラックボックス状態でシミュレータを使うと、とんでもない結果を持ってきたりしますので、教師たる者は注意してかからないといけません。そのようなこともあり、かつプログラミングは好きなので、今はグラフェン FET (究極の SOI と呼んでいます) のシミュレータを作って、それらの結果を主に応用物理学会論文誌で報告しています。

この研究テーマ企画では、企画提案と進捗状況報告時に発表会を開催します。その時、関連する研究室の先輩がアドバイザーとなります。伊達や粋狂でトランジスタを研究しているわけではなく、通信応用を考えなければいけない。そのため、アドバイザーの一人は伝送システムご専門の A

さんをお願いしました。私が最初にお話をしたシステム屋さんでした。

1980 年代の終わり頃に、NTT 厚木研究所に I グループという研究グループがありました。I さんをはじめとして 4 名がその後大学に転出していることから、そのグループのユニークさがわかると思います。その I グループでヘテロ構造バイポーラトランジスタ (HBT) を用いた 10 Gb/s 光通信用集積回路設計の研究を進めていました。当時私は、N さんや S さんとテラヘルツ波発生と検出の仕事をしていました。その I グループが解散することになり、テラヘルツ研究は N さんが引き続き担当し、S さんと私はテラヘルツ研究から光通信用集積回路設計に変わらなさいと言われてきました。テラヘルツ研究はおもしろかったので、なぜ回路設計に変わらなければならないのかと、出張中の京都の賀茂川べりで S さんと酒を飲みながら愚痴ったのを今でも鮮明に覚えています。そのような経緯で、光通信用集積回路の研究を始めました。仕事というのは不思議なもので、最初はテラヘルツに未練があって、なぜ回路の研究をしなくてはならないのかと消極的なのですが、時間が経つとそれがおもしろくなる。国内企業のみならず欧米とのスピード競争で、新しい回路を考えて、デバイスプロセス屋さんで試作してもらって、記録を塗り替えるわけですから、目標は単純で醍醐味があります。おもしろみがわかる頃はグループを任せられていました。グループの人達のキャリアパスを考えるために定期的に話を聴くのですが、回路を修士論文で取り上げたという新入社員はほとんど皆無で、回路設計は不向きなので材料やデバイスの研究室に移りたいという希望を申し出るものが何人かいました。そのような時、「大口叩く前に成果を出せ」と心では思っても、「不向きかどうかはやってみないとわからないでしょう。一仕事仕上げると考え方も変わるかもしれないよ」となだめます。大抵は、成果を上げると自信が付き、その後は活き活きと仕事ができるようになるというのが、その時得た教訓です。

NTT 研究所では 10 Gb/s と 40 Gb/s 光通信用集積回路の研究開発を担当させていただきました。これらのプロジェクトは当然のことながら、システム屋、回路屋、デバイス

屋の共同プロジェクトです。

最近、システム屋の大先輩のSさん（前出のSさんではない）が、光コネクタが日本の発明であることを若い人が知らなかったということで危機感を覚え、技術が細分化し過ぎていたので大本を辿ってみる必要がある、どのような理由や経緯で今のような形になったのか整理する必要がある、研究の極限追及と実用化のバランスを考える必要があるとの趣旨で、ある商業誌に光通信システムと要素部品の歴史と将来展望を連載する企画を立てられました。NTT横須賀研究所のMさんから、電子回路について書いてくれという依頼があり、その趣旨に共感し、「40G までは書けるが、10 年間光通信とは離れてしまっているから、最近の動向は NTT の現役のグループリーダーにお願いしてくれ」ということでお引き受けしました。その連載小文を書いていて、システム屋、回路屋、デバイス屋の共同作業の重要性を改めて感じましたので、共同プロジェクトについて述べたいと思います。

当時の光通信システムは「4 倍ゲーム」でしたから、2. 4G の次は 10G が開発目標になります。上記のように、I グループでは最高性能を出せる GaAs HBT を選択して研究を進めました。それと並行して GaAs MESFET の研究も別の部署で進められていて、デジタル回路については後者でも行けるということになり、コストや再現性・信頼性などで勝る GaAs MESFET が本命になりました（私の所内転職時期）。優れたデバイス技術を使えば従来からの回路構成で目標を達成できるというのであれば回路設計屋の出る幕はないわけですが、アナログ回路は目標に届かないから、新たな回路を考案する必要がありました。途方もない目標ではなく、部品屋が何とか頑張ればできそうだと、部品屋のやる気を起こさせるように性能目標と達成時期を定めることがシステム屋の腕の見せ所であろうと思います。

10G が一段落つくと、次は 40G です。デバイス技術の選択に関して研究所内では喧々諤々の議論をしました。GaAs MESFET の高性能版、GaAs HBT の信頼性向上版、GaAs より高性能化が期待できる InP HEMT と HBT が候補になるわけです。結局、GaAs MESFET の高性能版を本命にしようということになりましたが、MESFET の性能を 4 倍にすることはとても難しいから、アナログ回路については K さんと I さんが頑張って新しい分布アンプを、デジタル回路については O さんと M さんが頑張って新しいフリップフロップ（DFF）を考えてくれました。ところが、なかなか 40G の DFF を実現できません。システム屋さんとの約束の期限も

迫って、O さんに「仕事が 2 倍になって申し訳ないが、InP HEMT でも設計してくれないか」と頼み込み、O さんの了解をとって、InP デバイス担当のグループリーダーに掛け合って、何とか伝送実験に InP HEMT IC を使ってもらいました。GaAs MESFET を担当されていた方々からは冷たい奴だと思われたかもしれません。でも、40G IC ができなければ、部品屋への信頼が失われたと思われますので、ご容赦いただきたい。

グルーブメンバーが 40G HEMT IC のブラッシュアップに専念している頃に、私自身は InP HBT IC の設計をしていました。その理由は、HEMT と HBT で同じ相互コンダクタンスを実現する場合 HBT の電流の方が少ないから高集積化に有利であるという純粋に技術的な観点と HBT 研究者に対する罪滅ぼしの側面もありました。InP HBT 研究者に対して、GaAs HBT の件があるからデバイス信頼性データを積み重ねることが最重要だと強く主張し、地味な仕事を強いていましたから。今、NTT 研究所では InP HBT を使って 100G 用 IC を研究開発しているとのことです。

システム研究を先導するためには目利きのシステム屋が必要であるとともに、要素技術に関する研究者の数にクリティカルマスが存在すると、前述の光通信システムの連載で S さんが書かれています。同感です。

目標が明確なプロジェクト研究とともに、将来の芽を育てることが重要で、私が NTT 現役の頃はそのような考えでグルーブを運営することができました。昨今、企業の研究所では将来に対して十分な投資を行うことが厳しい状況になっているのではないかと思います。優位技術を生み出し続けるためには、産官学のより一層の連携が必要でしょう。微力ながら、学の一翼を担えるよう努力する所存です。今後ともよろしくお願い致します。

著者略歴：

1977 年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、同年電信電話公社入社、2001 年北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センター教授。博士（工学）。NTT 研究所にて MOSFET デバイス解析、アナデジ混載 CMOS、テラヘルツ電気光学サンプリング、アクティブデバイス融合電磁界解析、光通信用化合物半導体集積回路の研究に従事。現在、グラフェンのテラヘルツデバイス・回路応用、CNT 複合材料、メタマテリアル、RF CMOS、サブスレッショルド CMOS などの研究教育に従事。

「単一モード AlGaAs/GaAs レーザとその長寿命化への先駆的研究」

須崎 渉 (大阪電気通信大学)



半導体レーザが現在のインターネット社会の光情報通信システム構築に不可欠なキープデバイスになろうとは企業で半導体レーザ出現直後から実用化まで研究の中断を経ながらも開発・実用化に携わった筆者には感慨無量である。最初の半導体レーザ、Zn 拡散型の GaAs pn 接合ダイオードのレーザ発振が米国の GE、IBM、MIT で達成されたのは 1962 年の秋であり、来年で 50 周年を迎える。

筆者は 1961 年に三菱電機(株)に入社し、創設されたばかりの化合物半導体の研究グループでレーダなどの微弱マイクロ波信号の受信に使うバラクタダイオードの試作研究を行うことになった。1962 年春には国内で初めて Zn 拡散型 GaAs pn 接合ダイオードの作製に成功した。

1963 年に半導体レーザの研究を開始し、同年 5 月にヘキ開により光共振器構造にした GaAs pn 接合ダイオードにより液体窒素温度でパルス動作のレーザ発振に成功した。1963 年に液相成長法が RCA から報告され、1964 年には液層成長法でレーザの作製ができるようになった。n 基板上に Zn をドーブした p^+ 層を成長させ、高温でアニールして Zn を n 層中に拡散(押し出し拡散)させて p^+pn 3 層構造を作製した。この構造では、p 層へ注入される電子が正孔と再結合発光を起こし、屈折率が僅かに大きい p 層に光を閉じ込める。3 年あまり、p 層の厚さ、 p^+ 層と n 層のドーブ量を系統的に変えてしきい電流密度の低減を行なったが、室温では $3 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ 以下には低減することができないことが分かった[1]。Zn 拡散型でも Zn 拡散後にアニールによる押し出し拡散で $p+n$ から p^+pn 3 層構造を作製しても、同様な結果にとどまった。

1963 年の末に、しきい電流を低減させるダブルヘテロ接合レーザのアイデアが提案された。しかし、論文ではヘテロ接合を構成する材料の格子定数が異なるものが述べられており、ヘテロ接合界面に生ずる欠陥により発光が起らないのではないかと誰も着手しなかった。

1966 年になって GaAs と格子整合する AlGaAs を米国 GTE 社が気相成長で、Al の組成を増やすと GaAs の 900nm から 700 nm 以下まで発光したが、発光効率低い問題があった。

1966 年にはダブルヘテロ接合の作製を目指し、GaAs と

格子整合する AlGaAs の適用を考え、1967 年に入って直ぐ、欠陥の少ない液相成長法で AlGaAs の成長実験を始めた。1967 年の半ばに一足先に IBM より波長 850nm で発光する赤外ダイオードが報告された。我々は同年 9 月に波長が室温で 900~780nm(液体窒素温度では 840~640nm)のレーザ発振に成功した[2]。この成果を同年の 11 月 30 日に米国のラスベガスで開催された第 1 回半導体レーザ国際会議で発表した。IBM からレーザ発振の発表があったが、液体窒素温度で発振波長は 750nm のみであった。我々の組成を変えた系統的な報告はダブルヘテロ接合レーザの作製に対する大きなヒントを与えた。ベル研の林さんが発表後に筆者の部屋に來られ 1 時間あまり議論をし、室温連続発振はできると互いに確信し合ったのが昨日のように感慨深く思い出される。学会の後でベル、IBM、RCA、MIT、スタンフォード大の研究所訪問に加え、予定外のダラスの TI 社の研究所から誘われ、出張期間を延長するなど、AlGaAs レーザのヘテロ接合への適用の現実性が高まり、一大センセーションを惹き起した。

しかしながら、半導体レーザの研究は中止することになる。同年の 12 月末に意気揚々と帰社すると、発光ダイオード(LED)の生産のため、会社方針で直ぐには物にならない半導体レーザの研究を中止することが急に決定されており、LED の開発部隊がスタートしていた。連続発振の実現の手がかりを得たことを訴えたが、若輩の身にはどうにもならない状態であった。GaAsP 赤色 LED が米国で生産・市販され始め、各社は製品化を目指して半導体レーザの研究を止めて行く状況であった。(1974 年に石油危機で翌年から LSI に重点化するため生産を始めたばかりの LED をやめ、筆者は半導体レーザ部門へ移動。) 1968 年に、半導体国際会議の発表が注目され、ダラスで開催された第 2 回 GaAs 国際会議に渡航費・宿泊費全額支給で招待された。LED の開発の合間をぬって 1 週間だけレーザの作製を許され、シングルヘテロレーザの発振を確認したが、その内容は伏せておくことになり、半導体レーザ国際会議の発表を詳しく述べるにとどめた。

1970 年に林とパニッシュ、アルフェロフによる AlGaAs /GaAs/AlGaAs ダブルヘテロで室温連続発振の研究競争に

全く加われなかったのは残念であった。半導体レーザの連続発振の後で問題となったのは、蠟燭の火よりも短い寿命と電流によって変化する不安定な発振であった。

LEDの開発に従事している間、ダブルヘテロ接合を電流を閉じ込めるストライプとし、それにと垂直に横切る p^+pn 3層構造を形成する TJS (Transverse Junction Stripe) レーザを着想し、1974 年に同僚の協力により、内外で初めて単一モード動作が達成された。TJS レーザは実効的なストライプ幅が $2\mu m$ の押し出し拡散による $2\mu m$ 程度の p 層の厚さであり、基本横モードのみで発振する最初のレーザとなった。レーザ出力—電流特性が直線的に増加する“キンク”のない低電流動作レーザで、直流動作時では波長も単一となることが示され[3]、後の単一モードレーザの研究に大きな影響を与えた。当時の加工技術では、ストライプ幅を $\sim 5\mu m$ 以下にするのは困難で基本横モードに制限できなかったが、微細加工技術の発展で、各種の基本横モードのみで動作するレーザが開発され、“キンクフリー”のレーザ出力特性が得られるようになった。

また、赤色 AlGaAs - LED の開発中の 1971 年に非発光の暗点を顕微鏡で観察し、酸素の関与であると直感した。同僚とともに成長中に含まれる微量の酸素を徹底的に除去すると暗点が消え、さらに Al も酸素ゲッターとして働くことを発見した[4]。1975 年に酸素除去による結晶欠陥の発生を抑えて初めて AlGaAs/GaAs レーザの長寿命化を実現、半導体レーザの実用化の決定的な基礎を築いた。

半導体レーザの高出力化は光共振器端面の光吸収により妨げられ、これを防ぐには端面近傍のバンドギャップを大きくする方法が提案されていた。筆者らは、実際の解決策として、1976 年に、TJS レーザの端面付近で接合面をクランク状に曲げて、光を取り出す端面を n 領域とし、レーザ光を発生する p 領域よりバンドギャップを広げて、発生した光が殆ど吸収されない構造により、破壊限界出力を数倍に高められることを立証し、その後の高出力化の手法に先鞭をつけることができた。

また、1982 年に、CD 用の 780nm レーザを内外で最初に製品化し、その後、780nm が CD の国際的規格波長になるなど、1967 年に室温パルス動作で得た波長 780nm となったのは感慨深い。

1982 年からレーザ部門を離れる 1990 年までは、製作所に隣接した開発部門で AlGaAs 系に加え光通信用 InP 系半導体レーザの開発・実用化を推進した。1980 年代には InP 系光通信用レーザを実用化し、光幹線系や光海底ケーブルに高性能、長寿命素子を実現し、国内外の光通信システムに広く採用されている。

半導体レーザは現在の高度情報化社会の到来に不可欠であった。企業の半導体レーザ部門を離れて 20 年近くになるが、一技術者として半導体レーザの発展に些かは貢献できたのではないと思う次第である。

参考文献：紙面の都合上、半導体レーザの発展のエポックとなった論文 4 件のみを以下に示す。

- [1] W. Susaki, T. Sogo, T. Oku, “Threshold Current Density in Solution-Grown GaAs Laser Diodes”, IEEE J. Quantum Electron., QE-3, pp. 332-333, July 1967.
- [2] W. Susaki, T. Sogo, T. Oku, “Lasing Action in $(Ga_{1-x}Al_x)As$ Diodes”, IEEE J. Quantum Electron., QE-4, pp. 422-424, 1968.
- [3] H. Namizaki, H. Kan, M. Ishii, A. Ito, “Transverse-Junction -stripe-geometry double-heterostructure lasers with very low threshold current”, vol. 45, pp. 2785-2786, 1974.
- [4] M. Ishii, H. Kan, W. Susaki, “Suppression of Defects Formation in GaAs Layers by Removing Oxygen in LPE”, Appl. Phys. Lett., 29, pp. 375-377, 1976.

著者略歴：

1961 年京都大学工学部電子工学科卒業、同年三菱電機株式会社入社。1963 年から 1967 年まで半導体レーザの研究。1968 年から 1974 年まで LED の開発、生産。1975 年から 1990 年まで半導体レーザの研究・開発・企画。社内教育に従事後、1994 年に大阪電気通信大学教授、2009 年退官。現在同大学名誉教授、客員教授。1975 年東京工業大学工学博士、1980 年電子通信学会より業績賞、1984 年勤務会社であった三菱電機が米国業界紙 Laser Focus 誌より Laser Technical Achievement Awards。

「小型・高効率マイクロ波半導体回路の研究・実用化を通じて、今思うこと」

高木 直（東北大学）



このたびはフェロー称号を賜り、大変光栄に存じます。ご推薦を賜った関係者の方々に心より御礼申し上げます。また、これまでご指導いただいた諸先輩、ともに仕事をした、同僚、後輩の多くの方々に感謝いたします。

上記の小型・高効率のキーワードは、私が企業（三菱電機）にいたときの技術開発テーマ名であり、あるときは職名であったりもしました。その時々で当然やることは違っていたのですが、企業にあってそのような一環したテーマで仕事を続けることができたことは幸せなことであったと思います。私が研究開発の仕事で没頭していた当時、その気になったら世界一流のものを必ず創り出すことができるとの妙な自信がありました。日本全体がそのような気運にあったようにも思います。そういう日本に再びなるべきとの思いを強くするこの頃です。

私が三菱電機に入社した時の、研修テーマはトランジスタ増幅器のひずみ解析技術でした。当時、やっとマイクロ波帯で使えるバイポーラトランジスタが実用化されだしたばかりであり、ひずみ特性にまでなかなか手がまわらなかった時代に、随分進んだテーマをあたえてもらったのでした。とはいうものの、その時は Volterra Series によるひずみ解析の論文など読んでもほとんど理解不能だし、役にたった覚えもありませんでした。理論は知らなくても、製作所の先輩技術者が整合回路を調整して増幅器の相互変調ひずみ特性を巧みに改善するのを目の当たりにして感動を覚えました。それから時はめぐり、デジタル通信全盛の時代になって、ひずみ特性が極めて重要になったとき、少し懐かしい思いで技術開発ができたことは自分にとって幸いなことでした。

GaAs FET (Field Effect Transistor) による MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) が出てきたとき、三菱電機は MMIC による APAA (Active Phased Array Antenna) の実用化開発プロジェクトを起こし、私は最前線の一担当者として開発に参画しました。当時、GaAs MMIC はコスト的に Si と競争できるかということが、学会での大きなテーマとなって議論がされていた時代でした。後れてきた三菱電機は、そんなことはどこ吹く風で、担当者が要らぬ心配をせずに開発に専心できたことは幸せなこと

でした。

また、衛星通信時代の幕開けとともに、SSPA (Solid State Power Amplifier) による TWTA (Traveling Wave Tube Amplifier) の置換がうたい文句となり、GaAs FET を用いた衛星搭載用 SSPA の開発も多く手がけました。開発に先立つ受注のためのプロポーザルでは、かなり目一杯の性能を提案しました。開発途中でいろいろトラブルはあっても、初めの設計時点で計算上いけると出た性能は、最後には達成できるということを経験させてもらいました。私の場合、研究とはいうものの、即製品として実用化されるものを開発してきました。もちろん研究所で開発した SSPA は、その後、製作所で宇宙用の信頼性のあるものとして作り直され製品になりました。宇宙に打ち上がった先で SSPA が故障して通信できないことになったらどうしようとの心配も多少はあったのですが、そういうことより、衛星打ち上げ成功を祈願するほうがもっと重要でした。今でこそ、日本のロケット技術は優れているということになっていますが、当時私の開発した SSPA、特に 20GHz 帯 SSPA を搭載した衛星はことごとく打ち上げに失敗しました。あんなに一生懸命開発したのに、こんなことがあっていいのだろうかとの思いもありましたが、衛星打ち上げ技術を確立することは日本にとって最も重要なことの一つであり、その途上の打ち上げ失敗は甘んじて受け入れようと自分の中で言い聞かせてきました。

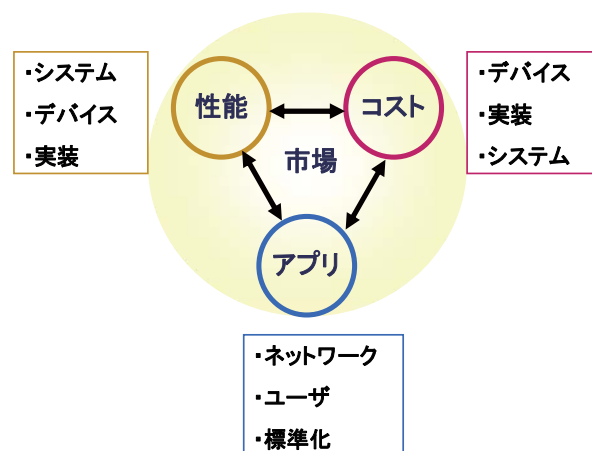
携帯電話による移動体通信の時代がやってくることはわかっていて、先人達が地道な研究を進めてきました。それでも、はじめは片手で電話をするには大きく、重く、こんなものは持ちたくないというのが実感でした。ところが、1989年にモトローラが製品化した携帯電話端末「マイクロタック」の出現は、日本のそれまでの携帯電話のイメージを一新させるものでした。これを凌駕する超小型・軽量の携帯電話端末の早急な開発が当時のNTTおよび日本の携帯電話端末メーカーに課せられた大きな課題であり目標となりました。APAAで開発したMMIC技術、衛星搭載用SSPAの開発で経験した、はじめの設計で計算された性能は必ず達成できるという経験に裏打ちされた(?) 自信の

もと、三菱電機は、MMICによる小型・高効率送信電力増幅器の開発を提案しました。出力はほぼ1Wで、効率は学会で当時注目されだしていたF級動作も取り入れて、従来に比べて10%以上高い60%を目標にしました。開発期間は1年(実質10ヶ月)。いざ一回目の試作品を測定してみると、どうしたことか出力は低いし、効率は20%程度しかない。はじめは原因がわからず、いろいろ検討した結果、原因はインピーダンス変成比の大きい整合回路の場合、少しの回路損失があっても、多重反射により、回路損失が大きくなるためであることがわかりました。原因がわかっても、MMICの回路損失を減らすことはそんなに簡単ではなく、性能はなかなかあがりませんでした。これが出来ないと三菱電機の携帯電話は出荷できないことになり、出荷の遅れが会社の損失になる、どうしよう、と一応そこまでは考えました。それでも、型式認定に間に合うかどうかの瀬戸際のところまで来て、それまでどうしてもクリアできなかった50%の壁を超えて、ようやくと効率55%の値を実現しました。目標の60%にはおよばないが、これなら、なんとか製品にしてもらえとの性能を携えて、半導体製作所と通信機製作所と設計を担当した研究所による打合せに臨みました。自分の中で、紺のスーツは結婚式かダンスパーティに着るものと決めていたのですが、その時は、紺のスーツに身を包み覚悟を決めて製作所のある関西に出張しました。会議は、はじめよそよそしく、緊張した中ではじまりましたが、最新の効率性能を報告したとき、安堵の空気にかわりました。ぎりぎり間に合うことができました。なお、効率60%以上の性能もその後実現されました。受動回路をやっている人にとっては当たり前のことかもしれないのですが、やはり設計時点で論理的に予測できたものは、ちゃんと実現できることが確かめられました。

私の場合、かろうじてハードウェア開発だけでも仕事が成り立つ時代を過ごすことが出来ましたが、現在の携帯電話は通信機器というよりは、通信できるコンピュータに様変わりしています。技術が進歩し、グローバル化が進展した結果、市場の様相も変わってしまったのだろうか。確かに、ネットワーク化やそれに伴う標準化の比率が増大しています。マイクロ波製品を出してきた多くの日本メーカーも苦勞していると思います。

でもよく見ると、見かけは違ってきても、市場の本質は、性能とコストとアプリで決まっており、そのことは昔も今も変わっていないと思います。コストは市場を形成

する一部に過ぎず、性能が伴わなければ、所詮市場を築くことはできない、でも、独りよがりの技術開発をしてもアプリがないところに市場はできない。いつもそうだったはずです。



技術立国日本は、天然資源が乏しい国土にあって、日本人の性向、能力、技術では負けなとの先人の努力の結果として、築き上げられてきたものだと思います。今だけを見る市場の見方や、性急な成果主義をはびこらせ、金儲け＝成果、その結果、技術の空洞化と国の弱体化、荒廃をさせてはならないと思います。

考えをめぐらせ、市場を作り出し、技術者が技術開発に専心でき、努力した人がそれなりに報われる日本を創ることが必要です。個人や企業の努力はもちろん重要であるが、よく考えた戦略が必要だと思います。この国の姿をどうするのか、国レベルの戦略が重要であり、志をもった日本人を育てていくことがもっとも重要であり、我々に課せられた責務だと思います。微力ながら、私も努めてまいりたいと思います。

著者略歴：

1973 年東工大理学部物理学科卒業、同年三菱電機（株）入社、2001 年同社光・マイクロ波回路技術部部长、2005 年東北大学教授、2010 年同学客員教授。

受賞：1990 年 R&D 100 Award by R&D Magazine、1997 年第 45 回 オーム技術賞、工学博士。

「私の半導体レーザ研究開発事始」



辻 伸二（日立製作所）

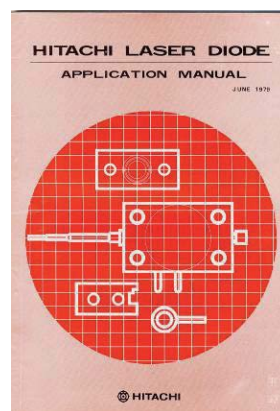
このたびはフェローの称号を頂き、推薦から選定にかかわられた皆様、私の研究開発や学会活動を共にさせていただきました皆様に感謝申し上げます。とくに今回は、わが国の半導体レーザ研究開発の草分けの一人であります須崎渉先生とご一緒に受賞させていただき、まことに光栄に思います。

半導体レーザの分野では、隔年ごとに半導体レーザ会議（ISLC）が開催されており、今年の10月にはサンディエゴで第23回目の会議が開かれる予定です。その第1回目の会議は、半導体レーザの室温CW発振が報告される2年前の1967年の冬にラスベガスで開催されました。私がまだ中学生の頃ですので直接には知る由もありませんが、プログラムを見ますと、1) Effects of Band Shape, Gain, Losses, 2) Delay and Modulation Effects, 3) Theory and Modes, 4) Laser Performance, 5) Materials and Structures と半導体レーザの基本的なところが議論され、Bell 研におられた林厳雄先生のほか、わが国から西澤潤一先生、末松安晴先生、池上徹彦先生、企業代表として須崎渉先生ほか三菱電機チームの日本人のお名前を見ることができます。当時は冷戦時代でしたのでロシアからの参加は無かったようですが、それでも86名の専門家が集まったと記録されています。そのような先達の基礎的研究の下に私どもがいることを忘れることはできません。

さて、私が半導体レーザの開発に携わったのは会社に入ってからで、すでに30年以上も前になります。大学では田中哲郎先生の研究室で松波弘之先生、当時大学院学生の方石田誠先生のご指導を受けながらPLZTという強誘電体材料の薄膜形成に関する研究をしておりました。研究室の雑誌会でInGaAsPというIII-V族混晶が組成をうまく調整すると可視に近いところから赤外域まで変えられる、魅力的な発光材料であることを知りました。修士の修了を控え、その後の身の振り方を考えていた際に、「私は研究に向いているのでしょうか」と田中先生に相談したところ、即座に「わからん」という返事を頂いてますます困り、とりあえず会社に入ろうと決心しました。1978年の春に入社し、希望していた中央研究所に配属されると気になっていたInGaAsPに出会うことになりました。伊藤良一先生、相木

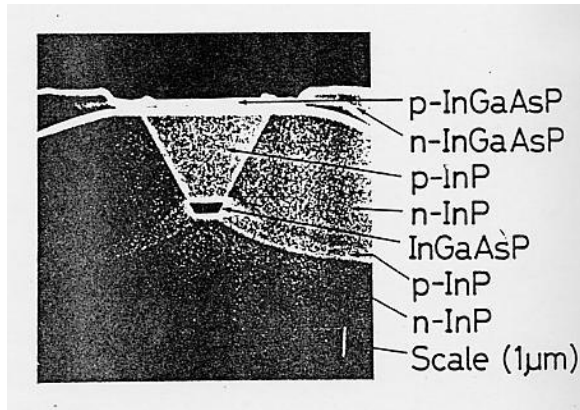
國男先生の研究室に入り、中村道治氏の率いるチームでその結晶成長とこれを用いた半導体レーザの研究に携わることになりました。当時の結晶成長は黒鉛スライドボートを用いた液相成長（LPE）法によるもので、平尾元尚氏の指導を受けながら、石英チューブにヒータとなるタンタルワイヤを巻いて温度分布の均一な成長管を作った、あるいは作ろうとしたことを思い出します。

当時は、半導体レーザの基礎研究を踏まえ、いよいよ事業化に向かう時でした。1970年の林先生らの半導体レーザ室温連続発振の報告を受けて多くの優秀な人材がこの研究分野に集められていました。わが国において、モード制御構造や高信頼化に向けた半導体レーザ工学としての基礎研究が進んでいたのはご存知のとおりです。そのような星の先輩が多数おられる中で、新参者の若造は何をすれば良いのでしょうか。



伊藤良一著、世界初の
半導体レーザアプリケーションマニュアル(1979)

私にとって幸運だったのは、半導体レーザにおいて、基礎研究から製品化に向けての開発へという転換点にあったことのように思います。例えば、GaAlAs系のチャネルストライプ（CSP）レーザの工場移管に向けて、幾枚もの結晶を成長しても良好な信頼性を確保できないという状況で、よくよく調べてみると共振器ミラーを形成するためのへき開の工程で欠陥を作っていたことが分かり、その後は順調に進んだという、今では笑い話のようなことも起こる時代でした。これなら私のような新参者にも活躍の場が



海底通信用波長 1.3 μ mBH レーザの断面構造

あります。

InGaAsP レーザは温度特性が悪いため、ストライプ幅の広い CSP 構造では、信頼度試験にかけることができません。そこで、しきい値の小さな埋め込み型ヘテロ構造、BH レーザをその材料で実現するのが平尾さんと私のミッションとなりました。初めは成長溶液の成分を不足気味にしてエッチング、すなわちメルトバックで 1 μ m 幅のメサ構造を作り、すぐさま再成長すれば良好な成長界面ができて信頼性の高い BH レーザが実現できるはずだという訳です。他の研究室から出ている論文にもそのような報告がありました。

しかし、溶液の濃度制御は極めて難しく、形状制御など全くおぼつかない有様で、これでは工業製品になりません。当時は化合物結晶を結晶欠陥なく加工するようなドライエッチ技術がありません。そこで、封印していたハロゲン系溶液を用いたウェットエッチングをメサ作成に用いることにしました。ハロゲンは電子親和力が強いので、イオン性のある結晶では、面方位によってエッチング速度が異なるからです。エッチングで取り除いたところに新たな結晶を埋め込むと写真にあるようなレーザ構造が実現できます。

ただ、出来上がったレーザの性能は一定ではありません。結晶基板の大きさがせいぜい 10 ミリメートル角の大きさでもあり、成長層の厚みが均一なところはほとんどありません。このためにメサの幅が大きくばらついてしまい、動作電流を下げることもできたとしても、安定な単一モードで発振するのは一回の成長で十数個といった状況でした。不安定性に伴って光出力特性に kink と称する折れ曲がりの現象が現れます。それは教科書にも出ていました。しかし、それを素子選別に用いるという考えは当時無かったよ

うです。その辺に転がっていたインダクタンスを用いて、微分回路を作り測定して、光出力特性とともに応用物理学会の発表で示したところ、「それは何ですか」といった質問があって、当然のように思っていた私は拍子抜けした記憶があります。後から考えれば、レーザの選別装置として特許化しておくべきだったかも知れません。今では標準的な手法ですから。

開発した 1.3 μ mBH レーザがベル研究所の目に留まり、受注開発の形で高信頼化開発がスタートしました。ベル研からはノーベル賞級の学者が半年に一度程度来日されて、状況を確認するといったことが数年続くことになります。共同研究者の水石賢一氏がハンダと結晶の反応が劣化原因のひとつと見出したのは、当時センセーショナルであったように思います。最後まで残ったのは、当初懸念したとおり埋め込み結晶界面での劣化です。当時のベル研に教わった統計的手法はその後も大変参考になりました。すなわち試験後のサンプルを 3 等分し、上位下位の 2 グループを解析、比較して下位の 1 グループが生じないようにする。これを繰り返すとほとんどの素子の信頼性や性能が高まるということです。結果的には、活性層の側面でのキャリアの再結合が大きな劣化要因であることがわかりました。

このデバイスが、世界初の大西洋横断の光ファイバ通信システム (TAT8) に適用され、1988 年から商用が開始されました。その成果はその後の光ファイバ通信の広がりの一里塚になったように思います。

例えその分野に疎い新参者であっても、その一步一步が世界の変化に影響を与えうる仕事につながることを示したく思い、細かいことを書き連ねてしまいました。現在、日本社会には内向きの雰囲気は漂っていますが、若い皆さんはそれにひるむことはありません。地球規模のサステナビリティが大きな課題である現状に大きなインパクトを与えたいものです。

著者略歴：

1978 年京都大学工学研究科修士課程修了、同年 (株) 日立製作所に入社、同社中央研究所に配属。以来、光通信用半導体レーザ、受光素子、光集積モジュール等の研究開発に従事。現在、同研究所主管研究員。電子情報通信学会では、英文論文誌 C 編集委員会委員長、レーザ量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長、東京支部幹事等を歴任。関東地方発明賞、市村産業賞貢献賞、応用物理学会フェロー賞等を受賞。

【寄稿】（新任委員長）

「日中合同マイクロ波国際会議について」 日中合同マイクロ波国際会議国内委員会 委員長

古神 義則（宇都宮大学）



日中合同マイクロ波国際会議（CJMW: China-Japan Joint Microwave Conference）は、1994年に第1回会議が中国大連市で開催されたのを皮切りに、その後およそ2年に一度のペースで中国各地を廻り（図1参照）、昨年中国杭州市で第9回会議が開催されるに至りました。第1回目の会議が企画された当初、まだ中国はマイクロ波技術分野の研究者人口が現在ほど多くなく、学術的な研究集会の開催も活発でない状態であったと聞いています。日中合同マイクロ波国際会議を立ち上げた諸先生の中には、発展途上にあった中国マイクロ波学術組織を技術的にサポートしつつ、共に成長し、将来のアジア地区のマイクロ波技術分野を牽引していきましょう、というお気持ちでおられた方が多かったのではないかと拝察します。こういったアジア諸国との二国間学術交流事業は、マイクロ波研究専門委員会の以前からの活動方針の一つであり、このCJMWを始め、韓国との合同会議であるKJMW、タイとのTJMWなどが現在も運営されています。いずれの会議名も“Japan”の文字が先頭に来ていないところが日本人の奥ゆかしさなのでしょう。面白いと感じながらも、それはさておき、かように多くの国際会議が実施されている現状では、“よりどりみどり”でどの会議に出席すればよいのか迷ってしまいます。主催者側は、それぞれの会議の意義や目的、特徴づけを明確にして、参加者を募るべきでありましょう。最近5回のCJMWの論文採択数（図2参照）を並べてみると、前回、前々回とその数は頭打ちの様相を呈しています。特に、CJMWは、マイクロ波研究専門委員会の国際事業から創設された会議の中で、唯一、エレス内に国内委員会の組織を持つものでありますから、会議開催の目的・意義について委員会の中でじっくりと議論し、明示していかなくてはいけないと考えております。

私自身こういった議論に加わり始めたのは、当委員会前々委員長の黒木太司先生（呉高専）の頃からです。以来、様々な方々のご意見を拝聴しながら、“CJMWはどこに向かうべきか”を考えてまいりましたが、今回、前委員長の馬哲旺先生（埼玉大）から任を引き継ぐに当たり、ようやく私なりの考え方もまとまって参りました。ここでは、紙面をお借りして、2013年に天津市で開催予定となってい



図1. CJMW開催地

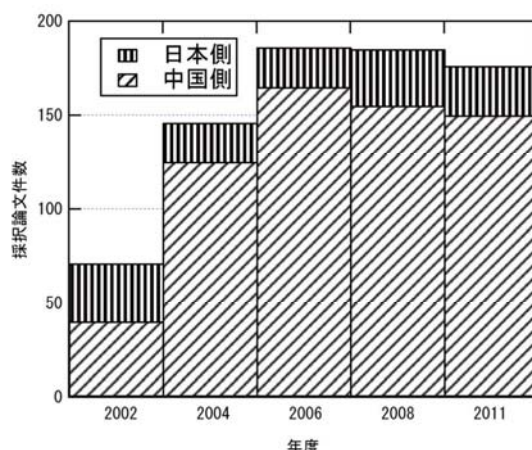


図2. CJMW採択論文数の推移（過去5回）

ます第10回CJMWの構想の一端をご紹介させていただきたいと存じます。

日本から見て、中国がもつ幾つかの魅力の中で注目したいのは、広大な国内に点在する多様な人々の中から質・量ともに豊富な人材を輩出できる点、巨大な市場を持ち上手に付き合えば日本のマイクロ波産業にとって大切なパートナーとなり得るという二点です。

前者については、日本から多くの若手技術者に参加して頂き、現地の優秀な若手研究者との交流を図ってもらう企画を考えたいと思っています。非常にアグレッシブで優秀

な中国人若手研究者との交流は、日本側参加者にとっては大きな刺激になるはずです。また、優秀な研究者を留学生や外国人特別研究員として日本の大学に招聘するきっかけとすることもできるかもしれません。

後者については、産業面からみたマイクロ波技術の動向について意見・情報交換の場を設けるために、関連ワークショップおよび付設展示会を企画する予定です。

ワークショップについては、前回会議でも「**Latest Technologies Are Changing the Framework of Microwave Industries**」と題して企画致しました。講師として民間企業から多くの参加者を頂き、内容的には良いものができたと自負していますが、準備期間が短かったこともあり、現地委員会へのワークショップ企画の趣旨説明が十分でなく、多くの聴講者を集めることが出来ませんでした。この経験を糧に次回は是非成功させたいと思います。

付設展示会については、これまで現地企業の出展ブースを会議場に設けるという試みはありましたが、日本側からの参加企業を積極的に募る、という意味において新しい試みとなります。現地の若手研究者が日本企業のものづくり技術に非常に高い関心を示している点、日本の企業とビジネスパートナーシップを結ぶことで飛躍を画している現地企業の中には、優秀な技術力や斬新なアイデアをもつ企業も多数存在する点などをアピールできれば、興味を持って頂ける日本企業も出てくるのではないかと思います。

以上の考えを現地実行委員会の委員長に相談してみたところ、多いに賛同して頂きました。今後、国内委員会の

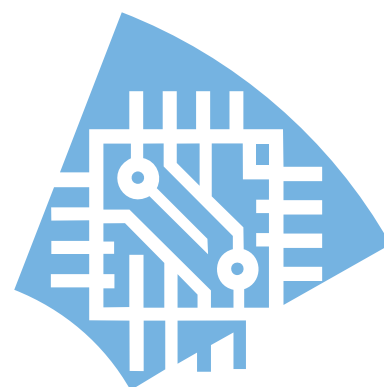
組織をさらに充実させ、現地実行委員会との連絡を密にしながら、本格的な準備に取り掛かりたいと存じます。

以上、産業を振興するという側面を強調し過ぎてしまったさらいがありますが、本会議はあくまで学術的な国際会議であることを忘れてはなりません。国際会議としての水準を如何に保つかという課題は、CJMW 発足時からあるようです。これについては、現地実行委員会とその対策を重ねて協議する必要があると思っています。そういう意味でも、前述のいくつかの新しい試みのために、現地実行委員会との協力体制を一新することは、良い契機になると思っています。

以上、委員長が未熟であるが故にその構想にまだまだ稚拙なところがある点はお見逃し下さい。幸いにも、委員として多くの優秀な方々にご協力頂くことになっており、委員一同力を合わせて次回会議を成功に導くことができればと思っています。

著者略歴：

昭和 63 年 埼玉大・工・電気卒。平成 2 年 同大学院修士課程了。平成 5 年 同博士後期課程了。同年宇都宮大・工・電気電子工学科助手。平成 13 年 同助教授、平成 20 年 同大学大学院工学研究科准教授。現在に至る。マイクロ波・ミリ波帯の誘電体共振器フィルタ、誘電率計測に関する研究に従事。電気学会、IEEE 各会員。



「電子デバイスの高速・高密度実装とインテグレーション技術
（2011年11月号）によせて」

和文論文誌特集号 編集委員長

今中 佳彦（富士通研究所）



科学技術の進歩とともに世の中の暮らしは進化し、より豊かな、快適な営みが行える社会が構築されている。ユビキタス社会・センサネットワーク社会の到来を迎え、コンシューマ向けの携帯電話、IT関連機器、デジタル家電、高周波無線通信機器などの電子機器は、更なる小型・薄型化や低コスト化、そして高周波動作を可能とする先端実装が求められている。こうした実装要求を支える要素技術として、部品内蔵化技術、エンベデッドパッシブ技術、モジュール化技術、バッテリー内蔵化技術、MEMS集積化技術、光・電気複合実装技術、放熱・ヒートスプレッド技術、水冷構造技術、システムインパッケージ技術、三次元積層技術、マイクロ接合技術などの研究開発の進展も顕著となっている。また、スーパーコンピュータなどのハイエンドコンピュータ用途についても、高速LSIを適用していくための実装技術として、以下の特性（伝送信号特性、電源供給特性、放熱特性、放射ノイズ特性）を改善するための技術開発が進められている。

ターゲットに応じて実装技術の要求は多様化してきているものの、将来に向けては、現状技術の壁を突き破る必要が生じてきている。限界をブレイクスルーするためには、インテグレーション技術の構築が大切であり、これから、より幅広い分野でこの技術開発が加速化し、その重要性はますます高まるものと考えられる。

上述の背景のもと、本特集号では最新の電子デバイスの高速・高密度実装とインテグレーション技術に焦点を絞り、本分野における研究・開発を更に進展させることを目的として、最新の研究成果を集約する企画を行った。特集号の招待論文として、シリコンウエハを用いた多機能集積化技術の現状と将来展望に関する「三次元集積化技術とヘテロインテグレーション」を執筆頂き、冒頭に掲載した。また、今後の高密度インターコネクト実装のために重要なマイクロバンプを用いたフリップチップ接続の高速・高精度接合技術の詳細内容を解説論文として記載した。

本特集号の委員会活動期間中の2011年3月には東日本

大震災が発生し、1万人以上の方々が亡くなられ、今もなお多くの方々が避難生活を強いられるなど、他に類をみない大災害が日本を襲った。また、原子力発電の放射能汚染の問題は今なお解決の見通しがつかない事態に陥り、今回の災害では、これまで声高に叫ばれていた持続可能社会とはCO₂だけの問題でないことを世に提示した。今後、環境・エネルギーの分野で日本がどのような行動を示していくか、世界が注目している。実装技術は、電子部品、電子デバイスをアセンブリし、そしてインテグレート化する技術であり、環境・エネルギーを主体とした社会を構築する上でも重要なものである。科学技術の力が見直されている今こそ、日本が強い実装技術の力で世界ナンバーワンの多くの製品を生み出し日本を支えていくことが、我々のミッションと考える。

電子情報通信学会において、和文論文誌 実装技術特集号は2004年から始まり、毎年11月に発刊され脈々と継続されている。本特集号が本学会においての実装技術の普及・浸透を推進する上での一助となれば幸いである。

著者略歴：

（株）富士通研究所 環境・エネルギー研究センター主管研究員。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)]。富士通入社以来、スーパーコンピュータなどの高速コンピュータ向けの回路基板・パッケージの開発ならびに携帯電話などの民生用実装技術の開発に従事。2006年 Richard M. Fulrath Award (The American Ceramic Society)、2007年 産官学功労者表彰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などを受賞。日本セラミックス協会理事、日本セラミックス協会誌編集委員長などを歴任。

著書: Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology (Springer-Verlag 社) 2005年出版。

和文論文特集号「マイクロ波論文（大学発）」

和文論文誌特集号 編集委員長

磯田 陽次（秋田県立大学）



2011年3月11日午後、突然東日本を襲った未曾有の大震災と大津波、さらには危険度レベル7に達した原発事故と放射能汚染という大災害が発生しました。たまたまそのとき、後期試験の監督で仙台に滞在していた私は、震度7の揺れと直後の停電、通信の途絶えを経験しました。今回の震災でも早い段階で携帯電話が使えなくなり、大学との連絡は公衆電話に頼るしかありませんでした。情報を得るために携帯電話でワンセグ放送を受信すると、みる間に電池が消耗し、長時間使用に耐えられたのは昔ながらの携帯用ラジオのみでした。このような経験から、マイクロ波工学に携わる者として、緊急時でも使用できる途絶えない通信システムの実現を目指していかなければならないと、強く感じています。

和文論文誌の「マイクロ波論文（大学発）特集」はC論文誌の12月号で企画され、今年で8回目を数えます。本特集論文は能動回路、アンテナ及び受動回路、計測、電磁界解析の広い分野にわたる最新の研究成果をまとめており、マイクロ波関連の技術を効率よく俯瞰できると思います。ぜひご一読ください。

マイクロ波技術は企業技術者の方々の努力により、広い範囲の製品に適用されています。例えば、携帯電話、Bluetoothや無線LAN等にその技術が適用され機器の高性能化、小型化、低コスト化に貢献しています。さらに、レーダ、衛星通信、電力伝送など宇宙・防衛・科学などの基盤技術となっています。

「温故知新」という言葉がありますが、今一度過去の技術を振り返ると、新しい技術を生み出すヒントになるかもしれません。既にダイレクトサンプリング等に代表されるデジタルRFという新しい技術や、他分野との連携で医工連携が実施されています。また、ミリ波やサブミリ波という未開拓の周波数領域の利用技術なども研究されています。このように新しい技術が芽吹いてきており、冒頭で述べた「途絶えない通信システム」が近い将来に「必ず実現する」と信じています。

大学・高専の御関係の方々が、今までに無い新しい発想で技術開発に邁進すれば素晴らしい成果が出るものと期待しています。その時はマイクロ波論文（大学発）で論文発表をして頂ければ、学会も活性化されて有り難いと思います。

著者略歴：

1979年大阪大学大学院修士課程了、同年三菱電機（株）入社。以来、電力分配器やフィルタなどのマイクロ波給電回路、マイクロ波増幅器などの研究開発に従事。2002～2004 東北大学電気通信研究所 IT-21 センター教授。2008 より秋田県立大学教授、現在に至る。エレクトロニクスソサイエティでの活動は 2005～2006 副会長、2005～2007 時限研究会のマイクロ波シミュレータ研究会委員長。



英文論文誌小特集号「有機エレクトロニクス材料とナノテクノロジー」

ゲストエディタ (電子部品・材料研究専門委員会)

山本 寛 (日本大学)



現在、シリコンを中心とした電子デバイスに加え、様々な材料を用いたデバイス、ナノ科学技術の進展が求められています。特に、最近進展の著しい有機材料を用いた新規電子デバイス、ナノデバイスへの期待が高まっています。そこでは、有機物の持つ、柔軟性の高い、多彩な分子性電子機能物性が着目されています。このような動向を踏まえ、関連の研究成果を発掘することを目的として、この度、電子部品・材料研究専門委員会は、「有機エレクトロニクス材料とナノテクノロジー」小特集号(平成23年12月号)を企画いたしました。当該分野の研究に携わる委員の一人として編集長を務めましたので、私からその概要について紹介させていただきます。

投稿されました論文は12編です。専門委員会委員からの一般投稿が多かったのですが、それらのテーマ分類の内訳は次のようになっています。

有機太陽電池関連 2 編

有機トランジスタ関連 2 編

有機 EL 素子関連 1 編

光導波路・センサー関連 3 編

ナノカーボン関連 2 編

この結果を見ると、期せずして最近特に注目されている有機物の電子応用分野がほぼ網羅されていることが分かります。

新しいエネルギーインフラとしてスマートグリッドシステムへの期待が高まる中、近年太陽電池(SC: Solar Cell)に関する研究は精力的に展開されています。その中で、現在主流となっているシリコン系SCに代わる次世代SCとして、有機薄膜SCや色素増感SCに関心が集まっていますが、特に低コスト化あるいは環境負荷低減へ向けての研究が重要視されています。山形大と九工大からの報告はまさにこの視点に立ったものとなっています。

フレキシブル・エレクトロニクスとも呼ばれる次世代半導体デバイスも注目されています。折り曲げ可能なディスプレイや集積回路の実現に向けて、有機物は不可欠な基盤材料として取り上げられています。産総研と山形大からの投稿はこうした有機半導体デバイスに関する基礎研究のトピックスです。

有機EL素子は高効率発光素子として大きな期待が寄せられていますが、我が国のEL研究のパイオニアである山形大グループからは青色・緑色発光の高効率化についての

基礎研究成果が報告されました。

東京海洋大、新潟大及び北大からはセンサーや光導波路応用の話題が報告されました。有機物ならではの機能が発揮されているところが興味深いところです。

近年、我が国で見出されたカーボンナノチューブをはじめとするナノカーボン研究が盛んに行われています。信州大ならびに日大からはそれぞれカーボンナノウォールの電界電子放出、単層カーボンナノチューブのカイラリティ制御に関する最新の成果が報告されています。

加えて、本特集では有機エレクトロニクス分野の先導的研究グループへ2編の招待論文をお願いしました。千葉大学工藤研究室からは、電界を用いて異方的有機分子結晶の成長を促進する、最新の分子操作技術の成果を紹介してもらいました。本来、電界による分子へ作用する力は弱いのですが、熱平衡状態に近い条件下では、明確な電界効果が見出せるところがポイントです。この手法は、1個の分子結晶を使ったナノトランジスタや分子レベルでの接合の形成などに応用できるのではないかと期待されます。また、新潟大学金子グループには、表面プラズモン共鳴、エバネッセント波を利用したナノ構造デバイスとそのバイオセンサーへの応用に関してレビューしていただきました。光の波長より短いスケールで、物質表面近くに漏れ出す定在波の場に存在する物質のもたらす影響を敏感に読み取ることが可能となります。この高感度なセンシング機能を応用すれば、新しいデバイスが実現できるのではないかと期待されているのです。

以上簡単に紹介しましたように、本特集は有機分子エレクトロニクスに焦点をあてつつ、マイクロからナノデバイスまで俯瞰し、新機能探求や課題発掘に挑戦した成果を取りまとめた小特集となりました。本特集が関連する多くの研究者が今後研究を進展させるうえで一助となり、貢献できることを願っています。

著者略歴:

1979年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程電気工学専攻修了(工学博士)、同年日本大学理工学部助手、1995年同教授、現在、同学部次長。主として、磁性・高温超伝導・ディスプレイ・有機分子エレクトロニクス薄膜研究に従事。1980年電気学会学術論文賞、2004年低温工学・超電導学会優良発表賞、2009年電子情報通信学会フェロー。

英文論文誌小特集号「Special Section on Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application」によせて
ゲストエディタ (電磁界理論研究専門委員会)

小見山 彰 (大阪電気通信大学)、西本 昌彦 (熊本大学)



電磁界理論研究会の取り扱う分野は非常に広く、電磁波 (電波、光波、X線) に関する基礎理論から応用研究まで大変多岐にわたっています。近年、フォトニック結晶構造やメタマテリアルズなどの新材料、大規模構造による散乱問題の高速数値解析アルゴリズム、更にはマイクロ波や光通信システムにおける各種デバイス内の伝搬解析など、電磁界理論を中心とした応用技術がますます盛んになってきています。このような現状を踏まえ、電磁界理論研究専門委員会では、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、英文論文誌Cの特集企画「電磁界理論の進展とその応用」小特集 “Special Section on Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application” の発行を進めています。今回の論文誌 (2012 年 1 月発行) は、平成 22 年 11 月 11 日 (木) ~13 日 (土) に福島県猪苗代で開催された「第 39 回電磁界理論シンポジウム」で発表された研究内容を中心に論文募集していますが、それに限らず、2010 年に開催された電磁界理論関連の国際会議 (IERS 2010-Xian, PIERS 2010-Cambridge, URSI EMTS2010-Berlin, ISAP 2010-Macao 等) での発表成果を発展させた内容についても、幅広く受け付けています。

今回は、総数 21 件 (ペーパー 15 件、ブリーフペーパー 6 件) の投稿があり、慎重な査読審査の結果、最終的に 11 件のペーパーと 5 件のブリーフペーパーが採録となりました。なお、この中には、一般論文のほか、電磁界理論の散乱回折の理論解析の分野で顕著な研究成果をまとめた招待論文「K. Hongo and H. Serizawa, “Kobayashi Potential in Electromagnetism”」も含まれています。採録論文の内容としては、電磁波の散乱回折の理論解析及び数値解析、高周波漸近理論、ランダム媒質による電磁波伝搬解析、周期構造及び不均質媒質中の電磁界解析、電磁界問題の各種数値解法と高速計算アルゴリズム、電磁波によるリモートセンシング技術、地震による地中電磁信号の解析など、さまざまな分野への応用を目指した電磁界解析に関する研究成果が含まれています。これらは電磁界理論

研究会の扱う分野の一部ではありますが、電磁界に関する広範な内容が含まれており、本研究会の取り扱う分野が広範にわたっていることをご理解いただけることと思います。今回は、電磁界の理論解析及び数値解析はもちろん、時代のニーズにあった最先端の電磁波応用技術に直結した研究成果が多く含まれています。いずれの論文も 2010 年度にまとめられた最新の研究成果が詳しく記載されていますので、電磁界関連の研究開発に携わる多くの技術者・研究者の皆様にご一読いただき、今後の研究の発展に役立てていただければと思っています。

最後に、本特集号発行の機会を与えていただいたエレクトロニクスソサイエティの関係の皆様、貴重な研究成果を原稿にまとめて投稿いただいた著者の皆様、公正な判定と適切なコメントをいただいた査読者の皆様に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。また、本特集号の編集にあたっては、2 名の編集幹事と 12 名の編集委員の協力をいただきました。特に、編集幹事には論文募集から査読、発行に至る全体の編集作業の調整と取りまとめにご尽力いただきました。記して謝意を表します。

編集幹事: 大貫進一郎 (日大)、藤崎清孝 (九大)

編集委員: 安藤芳晃 (電通大)、稲沢良夫 (三菱電機)、木寺正平 (電通大)、黒田道子 (東京工科大)、後藤啓次 (防衛大)、佐藤亮一 (新潟大)、田中雅宏 (岐阜大)、出口博之 (同志社大)、平野拓一 (東工大)、平山浩一 (北見工大)、横田光広 (宮崎大)、渡辺仰基 (福工大) [敬称略]

著者の略歴:

小見山 彰 1975 年明治大学卒。1977 年明治大学大学院修士課程修了。1985 年同博士課程修了。1986 年大阪電気通信大学講師。現在同大学教授 (2001 年~)。電磁波の散乱、画像直接伝送用光ファイバの伝送特性及び導波路系における光の局在、拡散に関する研究に従事。工博。電磁界理論研究専門委員会前委員長 (2009 年 5 月~2011 年 5 月)。

西本 昌彦 略歴は、29 頁【報告】[研究専門委員会]記事の著者略歴をご参照ください。

英文論文誌小特集号「ジョセフソン接合 —50 年の歴史と将来—」

ゲストエディタ (超伝導エレクトロニクス研究専門委員会)

日高 陸夫 (国際超伝導産業技術研究センター)



今年は 1962 年に B. Josephson がジョセフソン効果を発見してから 50 年目の節目の年にあたります。超伝導体は巨視的な量子状態が特徴であり、その中では波動関数の位相が重要な役割を果たしています。この超伝導体内の位相を外部に取り出したり、外部から制御するにはジョセフソン効果を用いたジョセフソン素子 (JJ: Josephson junction) が必要となります。

JJ は二つの超伝導体が弱く結合した素子です。超伝導体間の位相差に応じて電圧降下なしに電流が流れます (DC ジョセフソン効果)。また、超伝導体間の電圧に比例した速度で位相が回転します (AC ジョセフソン効果)。これらのジョセフソン効果は様々なデバイスに応用されています。例えば、位相差が最大 ($\pi/2$) になるまで抵抗なしに電流が流れ、それを越えると急に電圧が発生するという特性は、デジタル回路の超高速スイッチとして用いられています。また、JJ を含む超伝導ループの位相が外部磁場に敏感に反応して JJ に発生する電圧が周期的に変動する特性を利用して超高感度磁束計である SQUID が構成できます。AC ジョセフソン効果を用いれば外部からあてる電磁波に正確に比例した電圧を JJ に発生でき、電圧の国家標準に利用されています。このように JJ を使用したデバイスは、他では実現できない高い性能を持っています。

JJ の作製技術では日本が世界をリードしています。このため、本小特集では JJ 作製技術に焦点を当て、四人の方々に招待論文を執筆していただきました。論文では作製技術だけでなく代表的な応用例も紹介していただいています。

国立天文台の野口先生には金属の Nb を用いた代表的な JJ である Nb/AlO_x/Nb 接合について述べていただきました。この JJ は下部電極 Nb 上に成膜した薄い Al 表面を酸化してトンネルバリアとなる AlO_x を形成し、AlO_x を介して上下の Nb を弱く結合したものです。国立天文台では、ジョセフソン効果そのものではなくこの JJ のサブギャップ領域における強い非線形性を利用したミリメータ・サブミリメータ領域のミキサを開発しています。野口先生はギャップエネルギー虚数部という概念を導入することにより、サブギャップ電流の解析に成功しています。

産総研の山森氏には Nb よりも臨界温度が高く、ギャップエネルギーも大きい NbN を超伝導材料として用いた JJ について解説していただきました。論文では TiN をトンネルバリアとして用いた NbN/TiN/NbN 接合についてその作製方法の詳細、NbN 膜中のストレスとパーティクルを低減するよう成膜条件を制御することが重要だと述べられています。また、この JJ のジョセフソン電圧標準への展開が述べられています。

ISTEC の安達氏から酸化物超伝導体を使った JJ について最新の成果を述べていただきました。酸化物超伝導体を用いた JJ では積層型トンネル接合を作ることが困難であるため、異なる形状の JJ がいくつか紹介されています。特に Cu-poor 層を再結晶化してトンネルバリアを形成したランプエッジ接合についてその作製方法と特性が詳細に述べられています。また、この JJ を用いた SQUID とそれを用いた非破壊検査システムが紹介されています。

筑波大の南先生には、酸化物超伝導体の一種である Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ} が超伝導層となる CuO₂ 面と絶縁層となる Bi₂O₂ 面が交互に積層していることを利用した Intrinsic JJ について述べていただきました。この JJ はイメージングなどに用いる THz 光源として注目されています。この論文では、JJ の作製方法やその光学的・電気的特性、二つの JJ の同期動作などが議論されています。

この小特集を読んでいただき、50 年前に種がまかれたジョセフソン効果を応用に結びつけるためのモノづくりがどのようになされているかをご理解いただくことを期待しています。

著者略歴:

1982 年九州大学大学院修士課程修了、同年日本電気(株)入社。超伝導デジタル回路の設計・製造プロセス開発に従事、1998 年工学博士 (東京大学)、1990 年アリゾナ州立大学客員研究員、2002 年国際超伝導産業技術研究センター出向、現在同センター超伝導工学研究所低温デバイス開発室長、国立情報学研究所客員教授、2000 年未踏科学技術協会超伝導科学技術賞受賞、2002 年日本学術振興会第 146 委員会賞受賞、2005 年電子情報通信学会論文賞受賞。

「ELEX：第二回レビュー論文紹介」

ELEX 編集委員会 編集幹事

藤井 孝治（NTT）



オンラインレター誌 Electronics Express（通称 ELEX）では、2011 年 7 月より、3 ヶ月に一回、エレクトロニクス関連分野の中から特に日本が世界をリードする分野を選定し、数名の方にレビュー論文をご執筆いただき、読者の当該分野に関する理解を深めていただくための企画を開始致しました。

この度、ELEX10 月 25 日号にその第二回企画が掲載されました。第二回目の今回は、「光通信技術の最先端」をテーマに、東京大学・菊池和朗先生、日本電信電話（株）・美野真司博士、および情報通信研究機構・川西哲也博士にレビュー論文をご執筆いただくことができました。いずれの論文も、非常に読みやすく、分野の概要から最近の話題まで専門外の研究者にも理解しやすくまとめてられています。また、かなりの数の参考文献を引用していただいております。光通信技術の最近の動向を知り、調査しようとするには大変有益なものとなっています。以下、各論文の内容について簡単にご紹介させていただきます。

菊池先生の論文では、デジタルコヒーレント方式の光通信システムについて、原理、構成といった基本的な部分から、技術的課題、研究の方向性といった将来展望に至るまでをわかりやすく解説いただいております。専門外の研究者がこの分野の現状を把握するのに大変役立つものとなっております。まずはじめに、この分野の発展の歴史について、当時のデバイス・実装技術と光通信の要求仕様とを関連づけ、研究者はその時々でどのような技術的選択を行ってきたかについて詳しく述べられています。その上で本分野の研究動機は当初、受信器の高感度化であったが、光通信技術の発展の中で、意味合いが変容し、近年は、伝送容量の大容量化がこの分野の主たる動機となっていることが、ファイバアンプの出現による本分野の一時停滞などの逸話により興味深く紹介されています。続いて、コヒーレント方式の基本原則とデジタル信号処理の果たす役割が詳しく説明され、ファイバ伝送による線形ひずみを、アダプティブフィルタ等のデジタル信号処理によって補償する技術が重点的に解説されています。これらはデジタルコヒーレント方式ならではの位相情報を生かした等化技術であり、高度な変調方式による大容量化だけではな

い本分野の奥深さを示す例として大変興味深い内容となっています。

美野様の論文では、デジタルコヒーレント方式の光通信でキーとなる変復調器について、部品・実装技術に関する最先端の内容を解説いただいております。具体的にはチャンネルあたり 100Gbit/s を実現するための技術として、PLC と LiNO_3 結晶を集積化した光変復調器を中心に議論されています。この技術を駆使することにより、チャンネルごとに異なる変調フォーマットが設定可能となるなど、ファイバ伝送路の周波数利用効率を高めるための近年の取り組みも紹介されており、大変興味深い内容となっています。

川西様の論文では、本分野のキープブロックであるマッハツェンダ変調器（MZM）について、任意の直交変調フォーマットを実現するための技術が詳しく解説されています。最も平易な QPSK からより高度な 256-QAM まで段階的に説明されており、初学者にもわかりやすい内容となっています。また MZM の各ブランチ間の固有の特性ばらつきが、変調器の性能にどんな影響を与えるかについて詳しく説明されており、実用的な側面からも大変参考になります。

今回紹介したレビュー論文は ELEX Web サイト (<http://www.elex.ieice.org/>) からダウンロード頂けます。是非多くの会員の皆様に一読頂きたいと思っております。今後は以下のようなテーマを取り上げていく予定です。

2012 年 1 月 メタマテリアルと周辺技術

2012 年 4 月 不揮発性半導体メモリの現状

2012 年 7 月 超伝導エレクトロニクス・フォトンクス
末筆になりますが、この度企画にご賛同いただき、大変お忙しい中、素晴らしいレビュー論文をご執筆いただいた菊池先生、美野博士、川西博士には、改めて深く御礼申し上げます。

著者略歴：

1993 年東京工業大学大学院理工学研究科電子物理工学専攻修士課程修了。同年、日本電信電話（株）LSI 研究所。CMOS デジタル要素回路、ユビキタス無線用ベースバンド回路等の低消費電力化技術の研究開発に従事。2007 年電子情報通信学会論文賞受賞。

【報告】

「2011 年ソサイエティ大会のご報告」 大会運営委員長



松澤 昭（東京工業大学）

本年のソサイエティ大会は 2011 年 9 月 13 日（火）から 9 月 16 日（金）までの 4 日間、北海道大学（札幌市）にて、基礎・境界ソサイエティ、通信ソサイエティ、エレクトロニクスソサイエティの 3 ソサイエティ合同の大会として開催され、期間中、約 8,100 名の参加者を数えました。

一般講演は全体で 1,709 件、うちエレクトロニクスソサイエティが 429 件、シンポジウム講演は全体で 191 件、うちエレクトロニクスソサイエティが 32 件でした。ソサイエティ大会の開催・運営を担当された皆様、発表された皆様、聴講された皆様に感謝を申し上げます。

エレクトロニクスソサイエティでは、一般講演に加えて、各研究専門委員会などからご提案いただいた下記の公募シンポジウムが開催されました。

電磁界理論関係では、「電磁波問題解析における最適化手法及びその関連技術」

マイクロ波関連では、「メタマテリアル技術の最新動向――材料設計から実用化に向けた取組まで――」

マイクロ波・電子デバイス関連では、「高効率電力増幅器およびこれを支えるデバイス技術」

有機エレクトロニクス関連では、「有機半導体の物性とデバイス応用および今後の展開」

チュートリアルセッションとしては、

集積回路研究専門委員会の「VLSI-MEMS 融合で拓くグリーンテクノロジー」

依頼シンポジウムとしては、

レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会の「光能動デバイス・装置を支える信頼性・安全性技術」

マイクロ波・ミリ波フォトリソグラフィ時限研究専門委員会の「ブロードバンドアクセス技術の標準化動向」

集積光デバイスと応用技術時限研究専門委員会の「接合技術を用いた新規集積光デバイス」が開催されました。

これらの企画により、各分野のタイムリーなトピックスの技術動向が的確に把握できるとともに、他のソサイエティが企画したシンポジウムやチュートリアルなどを聴講することで、関連する技術分野の動向を的確に把握する

ことができるところが大会の良さと言えるでしょう。

また、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、特別講演、エレクトロニクスソサイエティ賞、エレクトロニクスソサイエティ招待論文賞、ELEX Best Paper Award の各賞の贈呈式が行われました。

その後、フェロー贈呈式が行われ、全体で 38 名、うちエレクトロニクスソサイエティの 7 名の方々にフェロー称号が贈呈されました。

エレクトロニクスソサイエティプレナリーセッションの特別講演は 2 件あり、東北大学、小柳光正教授による「More-Than-Moore 技術と 3 次元集積化」と題した講演では、集積回路の微細化に伴う各種課題の解決のための素子レベルでの 3 次元化や、異種チップをシリコン貫通配線 (TSV) を介して多層に集積する 3 次元集積化技術について、その着想、技術の現状や将来動向について豊富な経験や最新の資料に基づく発表がありました。私は「ギガビットミリ波通信を実現するアナログ・RF-CMOS 集積回路技術」と題し、東工大を中心に進められているミリ波通信システムと、開発した 60GHz CMOS トランシーバーや A/D 変換器に用いられている高周波技術、無線で 10Gbps を越える超高速データ通信を実現する集積回路技術などを解説しました。今後は CMOS でもテラヘルツまでの超高周波回路が実現できる可能性があります。

著者略歴：

1978 年 東北大学大学院 工学研究科電子工学専攻 修士課程修了。同年松下電器産業に入社。2003 年 4 月より 東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻 教授。超高速 A/D 変換器、RF-CMOS 回路、などのアナログ、アナ・デジ混載 LSI の設計の研究・開発に従事。信学会 英文論文誌編集長（'92, '97, '03, '05）、集積回路研究専門委員会 委員長（'07～'09）、SSDM プログラム副委員長（'99, '00）、エレクトロニクス実装学会 副会長（'08～'10）などを歴任。IR100 賞（'83）、注目発明賞（'94）、R&D100 賞（'94）などを受賞。IEEE Fellow（2002～）、IEICE Fellow（2010～）。工学博士（'97, 東北大学）。

「情報爆発時代を支えるストレージ技術」

磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会 委員長

吉田 和悦（工学院大学）



磁気記録・情報ストレージ研究専門委員会（MRIS）は、その母体を磁気記録研究専門委員会として1965年に発足しました。1980年代、世界を席巻したオーディオやVTRなどの磁気記録技術の交流の場として大きな役割を果たしてきました。また1980年代以降は磁気ディスク装置の研究交流の場として、その高記録密度化とともに歩んできました。2006年には情報ストレージ研究専門委員会と合同し光記録技術も含め、より広い立場からストレージ技術を議論する場としての役割を果たしています。

まず磁気ディスク装置（HDD）の歴史を図を用いてご紹介したいと思います。1956年にIBMによって磁気ディスク装置（RAMAC）が製品化されました。そのときの面記録密度はわずか2 Kbit/in²であり、ビット面積は0.3 mm²と目視可能な大きさでした。その後の目を見張る高密度化は図に示したとおりであり、現在は700 Gbit/in²と、半世紀の間に実に3億倍以上の高密度化を達成しています。この高密度化は図に示したように、要所々々で最先端技術を貪欲に取り込んで来たことにあります。このように磁気記録技術は、研究者、技術者の開発魂を魅了してきました。

当研究会では年7回の研究会を開催しております。東京で通常2回開催しており、ほかの5回は仙台や松山、大阪、名古屋、秋田、茨城などの磁気記録・光記録研究の拠点となっている大学、研究機関にお世話になっており、できるだけ全国の研究者・技術者や学生の皆様と交流できるように務めております。

磁気記録技術は材料をはじめとしてトライボロジ技術、精密機構制御技術、信号処理技術などから構成されており、極めて広い分野をカバーしております。そのため、研究会ごとにテーマを絞り込みながら開催するようにしておりますが、それでも分野ごとの壁は大きく、例えば材料研究者が信号処理技術を理解するのは難しく、また逆も言えます。そこで、今年から各専門分野においてご活躍されている方をご招待し、非専門分野の人でも理解できるように分かりやすくお話し頂くチュートリアル講演をもつようにしました。この試みが、専門領域を越えて研究者同士での交流を促進する潤滑剤のような役割を果たすことを願っております。また学生にとってはストレージ分野に興味

をもち、将来この分野に進むきっかけとなることを期待しております。

さて、最近日本のメーカーのHDD分野からの撤退が続いております。それは研究会への参加者数にも影響しているように思われます。磁気記録分野は日本が世界を主導した歴史もあるだけに残念です。しかし情報爆発時代のストレージを担う技術はHDDであることは間違いのないことであり、磁気記録技術の発展を担っていくことは我々の責任でもあると思っております。磁気記録の分野では超Tbit/in²を狙ったブレイクスルー技術が目白押しで提案されております。例えば、熱アシスト記録、高周波アシスト記録、瓦記録など多くの候補が挙がっております。また、スピントルク現象を用いたメモリーへの応用など、楽しい技術も控えております。先に述べたように磁気記録は新しい技術を貪欲に取り入れることによって進歩を遂げてきました。これからもこの事実は変わらないでしょう。垂直磁気記録（PMR）のように日本発の技術を発信できるように、本研究会が活発な研究交流の場となるよう務めて行きたいと考えております。

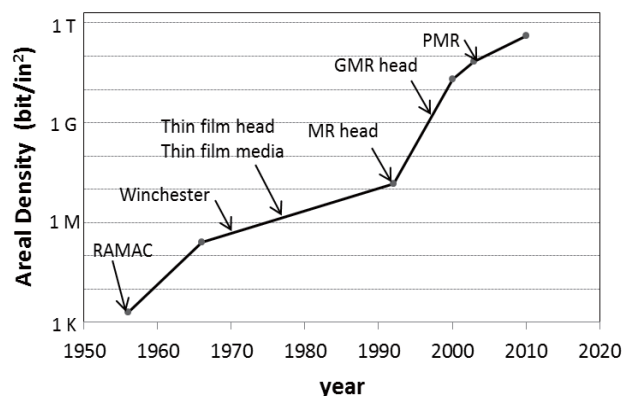


図 HDD の面記録密度の年次推移

著者略歴：

1971年：京都大学理学研究科化学専攻博士課程中退、同年日立製作所入社。2000年：工学院大学電子工学科教授、2006年：同大情報通信工学科教授。2010年：日本磁気学会優秀研究賞を受賞。工学博士。磁性材料、マイクロマグネティクス数値計算を用いた磁気記録研究に従事。

【報告】(研究専門委員会)

「電子デバイス研究専門委員会活動のご紹介」 電子デバイス研究専門委員会 委員長

加地 徹 (豊田中央研究所)



電子デバイス研究専門委員会(ED研)は、化合物半導体を中心にカーボンなどシリコン以外の新材料も視野に入れ、電子デバイスの革新を目指し活動を展開しています。活動は 1. 研究会の企画・主催、2. 国際会議・ワークショップの企画・共済、3. シンポジウム、チュートリアルなどの企画、4. 特別ワークショップの企画の四つの柱で行っています。

月例研究会はED研の中心となる活動で、2011年度は、4月：TFET(有機酸化物)(震災で7月実施)、5月：結晶成長、評価及びデバイス、7月：TFET(有機酸化物)、半導体のプロセス・デバイス、10月：電子管と真空ナノエレクトロニクス、11月窒化物及び混晶半導体デバイス、1月化合物半導体及び超高速デバイス、2月：機能ナノデバイスが計画され、実施されています。研究会では、発表時間は通常の学会より多く与えられるため、詳細な議論が出来ます。

国際会議はED研とシリコン材料・デバイス研究専門委員会(SDM)および韓国電子工業会との共催でAsia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices(AWAD)を、日本と韓国で毎年交互に開催しています。会議では、ULSIプロセス、高周波デバイス、パワーデバイスなど半導体技術全般にかかわる研究が議論されます。2011年度は韓国、大田廣域市(Daejeon)で6月29日～7月1日に開催されました。韓国側の出席者の平均年齢は大変若く、学生も積極的に質問をしており、韓国のアクティビティの高さを感じました。

また、隔年に開催する国際会議 Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics(TWHM)もED研が中心となって開催しています。今年は8月28日～8月31日岐阜市で開催されました。この会議の特徴は、招待講演を中心にプログラムが構成されていることで、高周波からパワー応用まで世界のトップ研究者が集められ、質の高い講演が聞ける貴重な機会となっています。

最近、大学の電子工学関連学部の人気が低いと聞きます。大変残念なことでもあり、また憂慮すべきことだと感じて

います。「物作り」に魅力が無くなっているのでしょうか。ED研が扱う化合物半導体の世界は、基本的に開発から生産まで国内で行われ、シリコンのような水平分業がまだ発達していません。経営の観点からの是非はともかく、この世界ではまだいわゆる「物作り」の文化が色濃く残っていると云えるでしょう。化合物半導体では、デバイス設計と結晶成長を含めたプロセス技術は、ほとんど一体で開発が進められます。新材料の場合は特に製造技術とデバイス設計は切り離せません。いわば、自分で設計したものを自分で作り、できなければ作り方を自分で工夫する、といった「物作り」の基本がまだ残っています。これは化合物半導体開発の大きな魅力だと考えます。デバイス開発は、出力、周波数、機能の三つの軸で表わされる座標のどの位置を狙うか、から始まります。材料、構造の工夫で、非常に広範囲の可能性が考えられるのが、化合物半導体の面白いところだと思います。まだまだ知恵の出し方如何で、画期的なデバイスができる可能性があります。

学生さんは是非自分でデバイス設計から製作までを経験し、自分の設計したデバイスが実際に動く感動を味わい「物作り」の面白さを感じていただきたいと思います。そして研究会に参加して、大いに刺激を受けてもらいたいと思います。また、若手研究者、特に将来のリーダーとなるべき学生を奨励するため、月例研究会の発表に対し「学生発表奨励賞」を、2009年度よりスタートさせました。該当する方は是非申し込んでください。

ED研は、革新的なデバイスの創出を通して日本の半導体デバイス技術が輝き続けるよう、関連専門委員会とも協力して尽力してゆきたいと考えています。

著者略歴：

1977年名古屋大学工学研究科博士前期課程修了、1978年株式会社豊田中央研究所に入社。工学博士。光応用計測、GaAsの結晶成長と半導体レーザの研究、GaNの結晶成長および光デバイスの研究、GaNパワーデバイスの研究開発に従事。1984年IR100賞、2008年応用物理学会JJAP論文賞受賞。

【報告】（研究専門委員会）

「夢のある電子部品・材料へ」

電子部品・材料研究専門委員会 委員長

竹村 泰司（横浜国立大学）



スティーブ・ジョブズ氏が先日亡くなった。アイデアと商品コンセプトの斬新さは誰もが認めるところであろう。盛田昭夫氏との共通点が指摘されるが、ジョブズ氏はトランジスタラジオや携帯音楽プレーヤーなどの画期的な製品が見本になったと言い、盛田氏を数少ない尊敬する人物と考えていたそうである。昨今の携帯端末等は、エレクトロニクス雑誌でも“分解してみました”のような記事が掲載され、そこで見るのは電子部品である。学生・大学院生に話しかけても残念ながらあまり興味を示さない。それでもそれを職とする卒業生は多い。研究室で卒業生に講演してもらう機会を設けているが、日夜チップコンデンサと格闘しているというような話を聴き、技術論を交わすのは楽しい。彼らは電子部品や実装の重要性を思い知ったと言う。

15 年程前であるが、所属する電子情報工学科の学生実験、2 年生はじめのオシロスコープの使い方で、外枠を外したブラウン管テレビを教材として使ったことがある。高圧箇所などの安全対策と指導は行ったが、後は好きに触らしていた。このような実験教材も今は少ない。よく言われるようにラジオ少年ももういない。電子部品に夢をもってくれるであろうか。

夢と言えば手前味噌であるが、卒研・大学院の 6 年間に

青色発光素子を目指して ZnS や ZnSe の研究をしていた。その間、窒素プラズマドーピング p 型 ZnSe エピ層が報告され、pn 接合、レーザ発振と続いた。これらのニュースや学会発表に興奮し、自分の研究は超格子物性であったが夢をもって実験していたように思い出す。そんななか孤軍奮闘（大変失礼ながら無知な学生の印象）されていた赤崎勇先生の GaN が一世を風靡するようになる。材料研究が青色 LED・レーザをブレイクスルーさせた。

もちろん電子部品・材料の分野でわくわくするような研究は今でもたくさんある。光・電子デバイス材料として窒化物半導体、昨今は酸化物半導体が透明導電膜他の用途に向け発表件数が増えている。薄膜作製・プロセスに関しても最新の研究成果が多く報告される場となっている。Si 系、集積回路の話題も尽きない。下表のように光記録をテーマとする研究会も開催している。フォログラムなどの次世代技術に加え、多層光ディスクで容量は TB（テラバイト）へ届かんとしている。

著者略歴：

1993 年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了、同年横浜国立大学に着任。2007 年横浜国立大学工学研究院・教授。

平成 23 年度の電子部品・材料研究会開催

開催日	開催地	テーマ	共催
4 月 22 日(金)	機械振興会館	光部品・光デバイスの実装・信頼性、一般	OPE, R
5 月 19 日(木), 20 日(金)	名古屋大学	結晶成長、評価技術及びデバイス(化合物, Si, SiGe, 電子・光材料)	ED, SDM
6 月 30 日(木)	機械振興会館	酸化物エレクトロニクス, 有機エレクトロニクス, 一般(材料デバイスサマーミーティング)	EMD, OME
8 月 10 日(水), 11(木)	弘前大学	電子部品・材料, 一般	
8 月 25 日(木), 26 日(金)	北海道大学	光部品・電子デバイス実装技術, 一般	EMD, LQE, OPE
9 月 16 日(金)	機械振興会館	光記録技術, 一般	
10 月 26 日(水), 27 日(木)	福井大学	薄膜プロセス・材料, 一般	
11 月 17 日(木), 18 日(金)	京都大学	窒化物半導体, 光・電子デバイス・材料及び関連技術, 一般	ED, LQE
11 月 28 日(月)－30 日(水)	ニューウェルシティ宮崎	LSI システムの実装・インターフェース技術及びテスト技術(デザインガイア)	ICD(単連 VLD, DC, IPSJ-SLDM, 併催: CPSY, RECONF)
2 月 10 日(木)	機械振興会館	電池技術関連, 一般	EE

「電磁界理論は古くて新しい魅力的な研究領域」
電磁界理論研究専門委員会 委員長



西本 昌彦 (熊本大学)

(1) 電磁界理論研究会の活動：電磁界理論研究会は1957年に電気学会内に設立され、さらに1981年から電子通信学会(現在の電子情報通信学会)内にも設置されました。そして両学会の協調体制の下、現在まで電磁界理論研究会は半世紀以上にわたって活動し発展を続けてきました。本研究会の取り扱う分野は非常に広く、電磁波(電波、光波、X線)に関する基礎から応用まで多岐にわたっています。設立当初は電磁界の基礎理論や理論解析のような純粋な学術的研究が中心でしたが、1960年代に始まるコンピュータの急速な進展に伴い、現在「計算電磁気学」と呼ばれている電磁界問題を数値解析するシミュレーション分野の確立にも、本研究会は大きく貢献してきました。現在は、電磁界の理論解析と数値解析、及びそれらを駆使した実用に直結した応用研究が活発に行われています。このような意味で、電磁界理論は今日でもなお発展し続けている古くて新しい研究領域といえます。電磁界に関連した分野であれば全て本研究会の研究対象となりますので、現在、様々な分野で活躍されている専門委員の皆さんの協力を得て、幅広く活動を行っています。

本専門委員会は年4回の研究会を開催していますが、中でも特徴的なことは、電磁界理論シンポジウム(連催：電気学会電磁界理論技術委員会)を開催していることです。このシンポジウムは毎年秋に風光明媚なところで3日間にわたって開催し、特別講演を含めて約60件程度の講演が行われます。参加者が寝食を共にしながら、昼間は講演を聴き、夜は研究についての議論をしたり親睦を深めたりします。昨今は世の中も忙しくなり、学会出張先まで電子メールで仕事が追いかけてくる時代となりましたが、年に1度、各自の研究についてじっくりと議論できる場として、このシンポジウムは大変よい機会となっています。また、夕食後に若手懇親会も開催され、学生や若手研究者が集まり、楽しく交流を深める場となっています。

(2) 最近の研究動向：現在の電気・電子・情報通信工学関連の全ての技術には、直接あるいは間接的に電磁現象が利用されているため、電磁界理論研究は益々その重要性を増しています。このような背景のもと、例えば、最近の研究会では、電磁界の理論解析や数値解析の他に、電磁界理

論に裏付けされた信頼性の高い高速数値計算法の開発、大規模数値計算の技術開発、光・マイクロ波デバイスの最適設計、メタマテリアル、フォトニック結晶デバイスの特性解析、電磁界の生体に及ぼす影響の解明、自然電磁波の影響の解明、電磁波によるリモートセンシングの技術開発と応用など、時代のニーズにあった研究成果が盛んに発表されています。

(3) 今後の活動方針：電磁界理論研究会の取り扱う分野は広範に及び、技術の進展とともに未開拓な領域や未解明の現象が現れているため、電磁界理論の研究対象は尽きる気配がありません。様々な分野の研究者から新たな電磁現象の解明が要求されている現状は、電磁界理論が単なる学術的理論ではなく、実用に直結した応用領域で必要とされていることを物語っています。このような、魅力的な研究課題が山積している電磁界理論研究の分野へ、多くの技術者・研究者の皆様がご参加いただければと思います。

また、研究会の重要な使命の一つに若手研究者の育成があります。現在は市販の電磁界解析シミュレータが充実し、マウス一つで複雑な電磁界解析が可能となったため、物理や数学の知識を必要とする電磁界理論は学生に敬遠されがちになっています。しかし、電磁界理論の知識は電磁現象の特性や解釈を容易にし、応用範囲を拡大します。また、電磁界の数値解析の知識なしにブラックボックス化したシミュレータが吐く結果を盲信することは、思わぬ落とし穴にはまることになります。このような観点から、複雑な電磁現象を理論的に解明し、そこから新たな応用を見いだしていくこと、また、電磁波応用技術を理論面から支えることの重要性を若い世代の研究者に継承していくことも、本研究会の重要な使命と考えています。

著者略歴：

1982年 熊本大・工・電子卒、1987年 九大・院・博士了、1987年 熊本大学工学部助手、助教授を経て、2004年 熊本大学大学院自然科学研究科教授、現在に至る。波動信号処理、計算電磁気学、電磁波逆散乱問題などに関する研究に従事。工博。2009-2010年 IEEE AP-S Fukuoka Chapter Chair、1992年 電気学会論文発表賞受賞、2008年 本会エレクトロニクスソサイエティ活動功績表彰。

【報告】（研究専門委員会）

「テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会紹介」

テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会 委員長

竇迫 巖（情報通信研究機構）



テラヘルツ波とは一般に、100GHz～10THz（波長：3mm～30μm）の2桁の周波数範囲の電磁波を指す言葉として用いられています。テラヘルツ帯電磁波を用いたシステム等の研究開発を議論するのを目的としてテラヘルツ応用システム時限研究専門委員会は7年前の2004年に発足し、この4月には第4期目の2年目が始まりました。

テラヘルツ帯電磁波を用いた非侵襲/非破壊分析技術や透視技術は実際の応用場面で使われ始め、帯域の持つ大容量性を活かした超高速ワイヤレス通信の実現に向けた研究開発や標準化を目的とした議論も IEEE802.15 の IGTHz（テラヘルツ インタレストグループ）や ITU-R で始まりつつあります。

テラヘルツ帯には使いやすい光源・検出器等が無かったため、これまで十分に利用されて来なかった帯域です。近年進歩の著しい超短パルス光源（フェムト秒レーザ）を用い、テラヘルツ帯のモノサイクル電磁波を発生させ、その時間波形を、フェムト秒レーザパルスをゲート光としたサンプリングによって再生し、時間波形をフーリエ変換することで分光情報を得るテラヘルツ時間領域分光法（THz-TDS：Terahertz Time Domain Spectroscopy）や非線形光学素子・フォトダイオードによるテラヘルツ波の差周波発生、DC電力を直接 THz 帯電磁波に変換できるテラヘルツ量子カスケードレーザ（Terahertz Quantum Cascade Laser）やインジウム・リン系の超高速トランジスタ、共鳴トンネルダイオード等が、またマイクロボロメータに基づく非冷却テラヘルツカメラも開発され、それらを用いた様々な応用開発の可能性が見えて来ているところです。

テラヘルツ帯は、上に述べた光源技術を見ても分かりますが、技術的には超高速エレクトロニクスと超高速フォトリソに支えられ、領域的には電波と光波の中間であり、応用分野的には非通信分野である各種センシング・イメージングに、超高速ワイヤレス通信も加わるなど、これまでに確立されている様々な学術領域に跨った技術の研究開発を行う必要がある領域です。そのため当委員会は、電子情報通信学会の様々な研究会や外部との連携をとり、テラ

ヘルツ帯技術開発に資する議論を行う場として機能する必要があります。

特に今後研究開発が本格化すると考えられる超高速ワイヤレス通信の実現に向けた議論は、一般的にもまた当然当委員会にとっても重要です。なぜなら 275 GHz 以上の電波（3 THz 以下の電磁波）は、国際的に利用用途が定められていないため、どのように利用を行うかを標準化機関等で、今後議論して行くことになるからです。非通信応用・通信応用、受動応用・能動応用等、様々な立場から広く意見を集めて議論を深めて行く必要があります。当委員会は標準化機関ではないため、インフォーマルな形での自由な議論が期待できると思います。

様々な研究開発が進む中で、また将来のテラヘルツ帯電磁波（特に法規上電波として規制を受ける 275 GHz-3,000 GHz の周波数帯）利用に関する標準化の議論が始まろうとする中で、当委員会に対して期待される役割は、その重要性を増して来ていると言えます。

今後の参考として、当委員会において議論を進めて行く内容を改めて下記に列記致します。このような内容について、皆様のご指導・ご協力を得ながら、議論を深めて参りたいと思います。

- ・デバイス技術（エレクトロニクス、フォトリソ）、計測技術、
- ・応用（分光センシング、イメージング、無線通信）、
- ・伝搬、
- ・EMC、
- ・標準（周波数、パワー、測定手順等）、
- ・標準化、他。

著者略歴：

昭63 東大・養・基礎科卒。平5 同大学院博士課程了（理博）。同年日本鋼管（株）入社。LSI 製造技術の研究に従事。平8 郵政省通信総合研究所採用、テラヘルツ帯の検出器、光学薄膜、レーザ、イメージングシステム、分光システム、超高速無線等の研究に従事。現在、（独）情報通信研究機構 未来 ICT 研究所 副研究所長 兼 超高周波 ICT 研究室長。

「次世代ナノ技術に関する時限研究専門委員会の取り組み」

次世代ナノ技術に関する時限研究専門委員会 幹事

天野 建 （産業技術総合研究所）



我々は非常に微小なナノメートル領域での物理、作製技術、デバイス技術を専門に扱っている研究専門委員会です。ナノメートルは10億分の1メートル、すなわち100万分の1ミリメートルの非常に小さい値となります。そして、このナノメートルがちょうど物質を形作っている分子一個くらいの大きさなのです。このとてつもなく小さな世界では、私達に想像もつかない奇妙な現象が起こることが分かってきました。その奇妙な現象をうまく利用して、いろいろな物事に応用しようというのがナノ技術なのです。

コンピュータや携帯電話に使われる半導体や、遺伝子治療に使われるDNAなども、このナノテクによって新たな可能性がひらけるものと期待されています。例えば、微小な発光体である量子ドット材料（図1）を用いる事で、究極の低消費電力光源の実現が可能です。光源が限りなく低消費電力となれば、現在は光ファイバ通信で実現している大容量情報通信技術をパソコン内やテレビ内で実現することができ、機器の性能を飛躍的に向上させる事が可能となります。

また、3次元集積技術を用いる事で微小な光マイクロセンサー（図2）を実現することも可能です。この技術がさらに発展すれば、人間と同じ機能や感覚を持つロボットの登場も夢ではないでしょう。

さらにナノ技術の特徴はとても小さな世界のことなので、新しい製作技術や観測技術が必要となります。例えば、ナノスケールの観測ですが、人間の目に見える光の波長よりも小さな世界なので性能のいい光学顕微鏡でも無理です。このため、特殊な観測技術が必要となります。また、製作技術を同様に特殊な技術が必要であり、ナノインプリントという技術が登場してきています。これはあらかじめ微小ナノパターンの型（図3）を作製しておき、対象物に押し当てパターンを転写する技術です。これにより、微小なナノパターンを大量に作製することが可能となります。

このようにして、ナノ技術と言っても様々な分野の最先端技術が集まり、更にその先を目指しているということがナノ技術なのです。ですから、その分野も非常に多岐にわたります。このため、当委員会でも研究対象領域は非常に

多岐に渡りますので、紙面ではすべて語ることはできません。百聞は一見にしかず、当委員会では数ヶ月間隔で研究会を主催しております（<http://www.ieice.org/~nnn/>）。是非一度参加されてはいかがでしょうか？

今後、次々に新しい発見や技術の進歩があり、皆様の生活がより良いものになるために当委員会では次世代ナノ技術の進展に貢献していきたいと考えています。

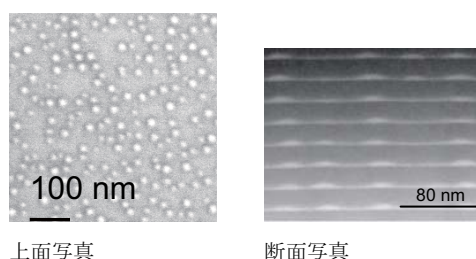


図1 高密度量子ドット形成（AIST 電子光技術部門）

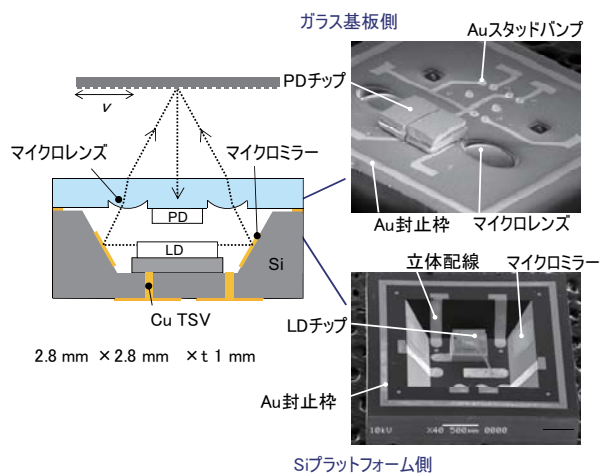


図2 ナノメートル分解能光変位センサ（東大・日暮研究室）

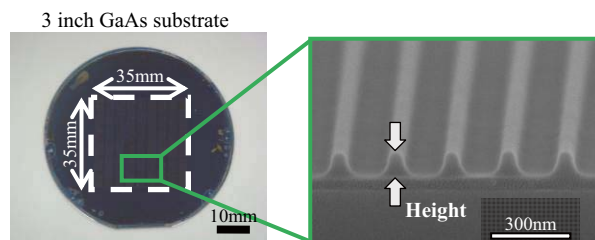


図3 GaAs 基板上ナノインプリント形成（早稲田大学水野研究室）

著者略歴：

2007 年東京工業大学大学博士課程修了、同年産業技術総合研究所に入所。量子ドットレーザ、光デバイスの研究に従事。2000 年 IEEE LEOS Japan Chapter Student Award 受賞、2002 年 IEEE EDS

Japan Chapter Student Award 受賞。現在、電子情報通信学会「次世代ナノ技術に関する時限研究専門委員会」幹事、電気学会「パワー半導体光源とその応用技術調査専門委員会」幹事、IEEE Photonics Society 会員。



【報告】(研究専門委員会)

「URSI 日本国内委員会の紹介」

URSI 日本国内委員会 委員長 小林 一哉 (中央大学)
幹事 八木谷 聡 (金沢大学)



国際電波科学連合 (International Union of Radio Science: URSI) は、電波科学の国際的な連絡とその発展を推進することを目的とした国際学術団体で、国際科学会議 (International Council for Science: ICSU) に加入する 30 の分野別国際学術団体の一つです。わが国では日本学術会議が URSI に加入しており、日本学術会議電気電子工学委員会 URSI 分科会が、URSI への公式対応組織として位置づけられています。一方、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの下には URSI 日本国内委員会が設置されており、同委員会は URSI 分科会と一体 (同一の委員会構成) となって、わが国の電波科学に関する活動を、主として財政的側面から支援しています。

URSI には、電波科学に関する幅広い学問分野をカバーする 10 の分科会 (A: 電磁波計測、B: 電磁波、C: 無線通信システム信号処理、D: エレクトロニクス・フォトンクス、E: 電磁波の雑音・障害、F: 非電離媒質伝搬・リモートセンシング、G: 電離圏電波伝搬、H: プラズマ波動、J: 電波天文学、K: 医用生体電磁気学) が設置されており、相互の緊密な連携の下に、電波科学の発展に資するための活動を積極的に行っています。わが国の URSI 分科会にもこれらと連携する A~K の 10 の小委員会が設置されており、各々の分野で重要な活動を行っています。

URSI の下でのわが国の電波科学研究分野の活動は活発で、1993 年に京都で開催された第 24 回 URSI 総会が大成功を収めたのを始めとして、これまで多くの URSI 本部役員 (会長、副会長、分科会議長・副議長) がわが国から選任されています。URSI 日本国内委員会は、第 24 回 URSI 総会の事業を引き継ぎ、3 年毎に開催される URSI 総会およびアジア・太平洋電波科学会議 (Asia-Pacific Radio Science Conference: AP-RASC) へ向けての国内活動を支援することを主な目的として活動しています。

国際会議 AP-RASC は、電波科学諸分野の連携を深め、かつアジア・太平洋地域における電波科学研究の一層の活性化と発展を図るべく、わが国が URSI 本部に提案して実現したものです。AP-RASC' 01 (2001 年、東京) 及び AP-RASC' 04 (2004 年、中国・チンタオ市) に引き続き、第 3 回目となる AP-RASC' 10 が、2010 年 9 月 22 日~26

日に、電子情報通信学会と URSI 本部の主催により富山市で開催されました。AP-RASC' 10 では、30 カ国・1 地域から 597 名の研究者・技術者が参加して 529 件の一般セッション論文が発表されるなど、大きな成果が得られました。特に、優秀な若手研究者を支援することを目的として二つの若手研究者学術賞プログラム (学生論文コンテスト、若手研究者学術奨励賞) を実施し、国内外から注目を集めました (写真は授賞式)。また、AP-RASC' 10 での発表論文の中から特に優れたものが、国際学術誌「Radio Science」及び「URSI Radio Science Bulletin」に掲載されています。このように、AP-RASC' 10 を通じてわが国の電波科学の活動を諸外国に周知することができ、関連分野の研究者から高い評価が得られました。次回の AP-RASC は 2013 年に台湾・台北市で開催される予定です。



以上のように、わが国は、世界の電波科学研究において中心的な役割を果たしています。URSI 日本国内委員会は、これからも、電波科学の発展並びに URSI の諸活動に積極的に貢献していきたいと考えております。なお、URSI 日本国内委員会の活動等については、ホームページ (<http://ursi.jp/>) も合わせてご覧ください。

著者略歴:

小林 一哉 1982 早稲田大理工学研究科修了、工学博士。同年中央大専任講師。1987~1988 米国ウィスコンシン大客員准教授。現在、中央大理工学部教授、中国浙江大兼任教授。1998 国際会議 MMET'98 で V. G. Sologub Prize 受賞。

八木谷 聡 1993 金沢大自然科学研究科修了、博士 (工学)。同年同大助手。1997~1998 米国ミネソタ大客員研究員。現在、金沢大理工学部教授。2001 産学連携いしかわ賞 (奨励賞) 受賞。

【短信】

「2012 年総合大会へのお誘い」 大会運営委員長



松澤 昭（東京工業大学）

今度の総合大会は 2012 年 3 月 20 日（火）から 3 月 23 日（金）までの 4 日間、岡山大学（岡山市）にて開催されます。

総合大会の開催・運営を担当される皆様に感謝を申し上げますとともに、多くの方々に本大会でのご講演もしくはご聴講を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、一般講演に加えて、各研究専門委員会などからご提案いただいた下記の公募シンポジウムが企画されております。

電磁界理論関係では「FDTD 法および関連手法の最近の進展と応用技術」と題し、数値電磁界解析に用いられる FDTD 法について ADI-FDTD 法や LOD-FDTD 法などの離散時間幅の制約が無い手法など進展を踏まえ、FDTD 法の動向や課題について討論を行います。

光エレクトロニクス関連では、「安全安心のためのモニタリング/通信技術：光技術のできるごと」と題し、春の大震災を踏まえ、過酷な環境下における通信・監視・セキュリティにおいて光技術のできるごとについて論議いたします。

機構デバイス関連では、「コネクタおよび電気接点関連技術の最新動向—直流から高周波まで—」と題し、近年スマートグリッドの発展などにより注目される、コネクタおよび電気接点関連技術の最新動向について論議いたします。

磁気記録・情報ストレージ関連では「現在および将来における情報ストレージ技術の要素技術」と題し、情報ストレージ容量への要求が加速している今日における、磁気記録技術、光記録技術の動向について論議いたします。

有機エレクトロニクス関連では、「有機分子の特性を活かした材料評価技術とセンシング技術」と題し、地球環境問題の解決法の一つとして注目される状態の可視化を中心に有機エレクトロニクスを活用した材料評価技術やセンサ技術を論議いたします。

エレクトロニクスシミュレーション関係では、「エレクトロニクスシミュレーション技術に関する最新動向」と題し、エレクトロニクスシステム全般にわたるシミュレーション技術について概観します。

チュートリアルセッションとしては、

集積回路研究専門委員会の「超低消費電力 LSI により広がる新しい応用」では、超低消費電力 LSI 技術と、その医療・健康への応用についての講演があります。

超伝導エレクトロニクス研究専門委員会の「発見から 50 年！ジョセフソン効果のインパクト」では、ジョセフソン効果の基礎から応用までの第一線の研究者の方々にご講演をいただき、ジョセフソン効果の果たしてきた役割と将来展望について概観いたします。

電子デバイス研究専門委員会の「ワイドギャップ半導体パワーデバイスの現状と展望」では、GaN、SiC といった高効率パワーデバイスを中心に、技術動向と将来動向について論議いたします。

依頼シンポジウムとしては、

レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会/光エレクトロニクス研究専門委員会の「光デバイス設計の最新動向」では、アクティブ・パッシブの光デバイスの設計技術に関し、産学の交流を含め全般的な技術動向を俯瞰いたします。

光エレクトロニクス研究専門委員会/光通信システム研究専門委員会/シリコン・フォトニクス時限研究専門委員会の「電子・光技術の融合集積による通信デバイス将来」では、通信用光デバイス・光集積回路の現状と将来動向について論議いたします。

次世代ナノ技術時限研究専門委員会の「ナノ加工技術の最新動向と次世代デバイスへの応用」では、主としてナノリソグラフィの最新動向と将来展望に関して論議いたします。

シリコン・フォトニクス時限研究専門委員会の「通信システム・光配線システム応用に向けた高密度集積フォトリソプラットフォーム」では、高密度デバイス集積に向けたフォトリソプラットフォームの現状と将来動向について論議いたします。

また、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、特別講演、活動功労表彰式、学生奨励賞授賞式などが予定されております。

大会委員会特別企画としては「国際標準化とビジネス戦

略（５）」と題した講演などが行われます。

講演登録・原稿締め切りは平成 24 年 1 月 11 日（水）17:00（厳守）となっております。また、ご講演・ご聴講、大会プログラムなどの情報は下記 URL

http://www.toyoag.co.jp/ieice/G_top/g_top.html をご覧下さい。索引機能付プログラムは 2 月中旬公開予定です。また、講演、聴講の事前準備のため、DVD 論文集は講演者や予約聴講者に事前送付されます。

（なお、シンポジウム課題等は 10 月現在の情報をもとにしており、開催時のプログラムとは異なる場合がありますことをご承知下さい。）

著者略歴：

1978 年 東北大学大学院 工学研究科電子工学専攻 修士課程修了。同年松下電器産業に入社。2003 年 4 月より 東京工業大学大学院理工学研究科 電子物理工学専攻 教授。超高速 A/D 変換器、RF-CMOS 回路、などのアナログ、アナ・デジ混載 LSI の設計の研究・開発に従事。信学会 英文論文誌編集長（'92, '97, '03, '05）、集積回路研究専門委員会 委員長（'07～'09）、SSDM プログラム副委員長（'99, '00）、エレクトロニクス実装学会 副会長（'08～'10）などを歴任。IR100 賞（'83）、注目発明賞（'94）、R&D100 賞（'94）などを受賞。IEEE Fellow（2002～）、IEICE Fellow（2010～）。工学博士（'97、東北大学）。



【短信】（研究室紹介）

「アナログ・RF・デジタル混載集積回路の研究開発」

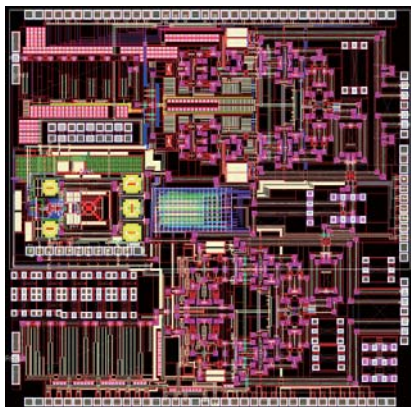


松澤 昭（東京工業大学）

東京工業大学大学院 理工学研究科 電子物理工学専攻松澤・岡田研究室では、岡田健一准教授、宮原正也助教を合わせて教員3名、スタッフ6名、博士課程学生17名、修士課程学生16名、学部学生5名、研究員6名からなり、うち留学生が18名と、国際色豊かな研究室です。主たる研究テーマは「アナログ・RF・デジタル混載集積回路」の関するものです。アナログ・RF・デジタルという3つの信号と回路を統合的に集積化する回路設計技術を研究し、この技術を用いた集積回路の開発およびシステムへの応用を図ることで、情報通信、医療、エネルギー、環境などの発展に貢献したいと考えております。

ミリ波用 60GHz CMOS トランシーバ SoC

当研究室が現在最も力を注いでいるテーマがミリ波通信の実用化を図る 60GHz CMOS トランシーバ SoC の研究開発です。ミリ波通信実用化の課題は、コストダウンの決め手となる CMOS 化が遅れていることや、多値変調技術を実現する低位相雑音発振器や A/D 変換器の性能・低消費電力化が不十分なことが挙げられます。



世界最速 16Gbps の無線データ伝送を実現した
60GHz CMOS トランシーバ SoC

我々は 100GHz までの正確な素子のモデリング技術と評価技術、インジェクションロック技術の研究から生まれた世界最小の位相雑音特性を有する 60GHz 直交発振器、世界最小レベルの消費電力で動作する A/D 変換器を開発し、図に示すような 16QAM を用いた、16Gbps という世界最速のミリ波トランシーバ用 SoC (65nm) を実現いたしました。消費電力はベースバンドチップと合わせても 500mW 以下に

抑えていることから、この SoC の開発によりミリ波の実用化が大きく進展するものと期待されます。

高性能・低電力 A/D 変換器と通信・医療等への応用

A/D 変換器は最後のアナログ回路と呼ばれ、システム性能の鍵を握っています。「補間パイプライン方式」と名づけた新変換方式の 10 ビット 400MSps の A/D 変換器と、これを集積したアナ・デジ混載 SoC (90nm) の実現により、38GHz 帯の中距離ミリ波通信において 64QAM の高度多値変調技術を用いることが可能となり、260MHz の帯域ながら 1Gbps の高速伝送を実現し、最大 4km のミリ波通信に成功しました。このミリ波システムは大岡山キャンパスに設置され、伝送実験を行っており、ミリ波ネットワークの実現が期待されます。また、容量のみで構成可能な回路を考案し、容量型圧力センサーの容量デジタル変換を 8nW という超低消費電力で実現し、膀胱内圧の遠隔測定を可能にするカプセルを試作いたしました。その他、0.5V の超低電圧で動作する A/D D/A 変換器なども研究しており、このような超低電力、超低電圧回路は今後の先端医療や環境保全などに大きく貢献するものと期待されます。

当研究室ではその他に、ソフトウェア無線機の実現に向けた増幅器、発振器や PLL、素粒子検出器などの研究を行っております。現代の集積回路は大規模化・複雑化し、高額な試作費がかかるために大学での研究開発は困難とされていますが、集積回路の開発がシステム実現の鍵であることは変わりません。今後も高性能アナログ・RF・デジタル混載集積回路の研究と開発を行い、それを用いた新たなシステムを実現していきたいと思っております。

著者略歴：

1978 年 東北大学大学院 工学研究科電子工学専攻 修士課程修了。同年松下電器産業に入社。2003 年 4 月より 東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻 教授。超高速 A/D 変換器、RF-CMOS 回路、などのアナログ・RF・デジタル混載 LSI 設計の研究・開発に従事。信学会 英文論文誌編集長（'92, '97, '03, '05）、集積回路研究専門委員会 委員長（'07～'09）、SSDM プログラム副委員長（'99, '00）、エレクトロニクス実装学会 副会長（'08～'10）などを歴任。IR100 賞（'83）、注目発明賞（'94）、R&D100 賞（'94）などを受賞。IEEE Fellow (2002～)、IEICE Fellow (2010～)。工学博士（'97, 東北大学）。

【お知らせ】

◆ エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について

2012年総合大会（2012年3月20日～23日、岡山市、岡山大学）において、第10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関する優秀な発表（一般講演、シンポジウム講演）を行った学生員に対して贈呈するものです。概要は以下の通りとなっております。

＊ 選定対象者：次のすべての条件を満たす方。

- (1) 講演時に電子情報通信学会の学生員であること。
- (2) 講演申込の際に筆頭著者かつ講演者として登録し、かつ実際に講演を行った者。
- (3) 過去に電子情報通信学会の学術奨励賞、及び本賞を受けたことがないこと。
- (4) 表彰時に電子情報通信学会の会員であること。

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：2012 年ソサイエティ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．電磁波およびマイクロ波

ロ．化合物半導体および光エレクトロニクス

ハ．シリコンおよびエレクトロニクス一般

◆2012 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正員に対し、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。つきましては、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。

【推薦手順】

フェロー推薦手順の詳細、推薦規程、書式については、電子情報通信学会の下記WEB ページに掲載されています。

<http://www.ieice.org/jpn/fellow/suisen.html>

フェロー候補者の推薦は、「原則在籍10年以上（累計）の正員・名誉員と海外セクション代表者少なくとも1名による他薦」によると定められています。また、3名以上の評価者（名誉員及びフェロー会員）の評価シートのご提出も必要です。

- ・推薦書、評価シートは、**2012 年 1 月 31 日**までに（当日消印有効）、
- ・推薦者、各評価者から別々に郵送にて下記までご提出ください。

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館

（社）電子情報通信学会

エレクトロニクスソサイエティ・フェローピアレビュー委員会

◆シニア会員の申請について

シニア会員の申請を2011 年 10 月 1 日から受け付けています。

申請期間：2011 年 10 月 1 日～**2012 年 1 月 31 日**

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

申請資格：本会会員として原則在籍累計5年以上で、本会が関連する技術分野に原則10年以上従事している正員。

申請方法：シニア会員申請ページからの自己申告です。

◆特集号論文募集 (Call for Paper)

ー高密度実装を牽引する材料技術とヘテロインテグレーション特集号 (和文論文誌C) 論文募集ー

高密度実装を牽引する材料技術とヘテロインテグレーション特集編集委員会

スマートフォンやタブレット PC 等の携帯情報端末の普及に伴いカメラモジュールや高周波無線通信システム、各種センサやディスプレイ、電池などが急速に進化し、将来の次世代電子機器では、更なる軽薄短小化、低コスト化、高機能化、高速動作化を可能とする先端実装技術が求められています。一方、東日本大震災以降、エネルギー需給問題の深刻化を受けて、電気自動車や太陽電池に対する関心がより一層高まっており、低消費電力デバイスや環境発電デバイスの実装、およびエネルギー消費の少ないプロセス技術にも注目が集まっています。

我が国競争優位の源泉と言われる実装技術は今もなお世界的に高い水準を維持しており、その根底を支えているのはフォトレジスト等の機能性高分子、鉛フリーはんだ、導電性接着剤、高放熱材、ナノ粒子などに代表される有機、金属、無機(セラミックス)やハイブリッド材料技術です。また、今後、従来の実装技術に加えてシリコン貫通配線(TSV)を用いた新しい実装技術や、フレキシブルエレクトロニクス、MEMS、光素子、受動素子技術などの異種技術を融合して、システム全体で高性能化をはかるヘテロインテグレーションと呼ばれるシステム集積化技術が必要となります。

本特集号では、最新の先端電子デバイス実装を支える材料技術と異分野を融合した高度な集積化システムの実現を目指す実装技術に焦点を絞り、この研究分野における研究開発を更に進展させることを目的として、研究成果を集約した特集号の企画を行いました。平成 24 年 11 月号の発行を予定していますので、多くの方々の積極的な投稿をお願い致します。

●論文投稿締切日 平成 24 年 2 月 29 日 (水) 必着

●問合せ先幹事

福島 誉史

東北大学 未来科学技術共同研究センター

Tel: 022-795-4119, Fax: 022-795-6907, E-mail: fukushima@bmi.niche.tohoku.ac.jp

●詳細は学会誌 12 月号をご覧ください。

ー最新マイクロ波ミリ波技術小特集号 (英文論文誌C) 論文募集ー

最新マイクロ波ミリ波技術小特集編集委員会

社会の高度情報化とユビキタス社会の進展にあわせ、韓国では WiBro、日本では LTE サービスの開始など、大容量かつ高速なワイヤレス通信システムの需要はますます高まりつつあります。この需要に応えるために、現在ワイヤレス通信で主に使われているマイクロ波帯を有効に活用するための技術や、更に高い周波数帯を利用するための技術に関する研究開発の進展が強く望まれています。これらマイクロ波及びミリ波帯の受動素子/能動素子/発振器/逓倍器/分周器/混合器/増幅器/フィルタ/共振器/メタマテリアル/アンテナなどに関する最新の研究成果を発掘することを目的として本小特集号 (平成 24 年 10 月号) を企画しました。2011 年 11 月に九州大学で開催された 2011Korea-Japan Microwave Conference (KJMW2011) で発表されたマイクロ波並びにミリ波分野の論文内容を中心に、同分野の最近の研究成果に関する論文集を想定しております。

●論文投稿締切日 平成 24 年 2 月 15 日 (水) 必着

●問合せ先幹事

堀井 康史

関西大学 総合情報学部

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

Tel: 072-690-2476, E-mail: horii@res.kutc.kansai-u.ac.jp

●詳細は学会誌 11 月号をご覧ください。

ー電子ディスプレイ小特集号（英文論文誌C）論文募集ー

電子ディスプレイ小特集編集委員会

情報ネットワーク技術が次世代の基幹産業になると予測されており、それを実現するヒューマンインタフェースとして、電子ディスプレイの果たす役割はますます大きくなっています。その電子ディスプレイの原理や用途は、極めて多彩であり、また構成部材も多様性に富んでいます。現在も各種ディスプレイ技術を進展させるため、材料からシステムに至るまで幅広い研究・開発が精力的に続けられています。

今回、電子ディスプレイ分野の一層の発展を期して、小特集号（平成24年11月号）を企画しました。多数の方々の積極的な御投稿を期待致します。

●論文投稿締切日 平成24年2月24日（金）必着

●問合せ先幹事

山口 留美子

秋田大学 大学院工学資源学研究科 電気電子工学科専攻

〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1

Tel: 018-889-2483, Fax: 018-833-7351, E-mail: yrumiko@ipc.akita-u.ac.jp

●詳細は学会誌11月号をご覧ください。



◆ エレソ研究会開催予定（1月～3月 開催）

研究会名	開催日	テーマ名	開催場所	発表申込 〆切	共催／併催
機構デバイス（EMD）	2012.1.20(金)	一般	レンタルホール 湘南平塚	11 月 18 日 (金)	
機構デバイス（EMD）	2012.2.17(金)	機構デバイスの信頼 性, 信頼性一般	オムロンラ ーニングセンタ	12 月 9 日(金)	継電器・コンタクトテクノロジー 研究会, IEEE CPMT JAPAN, R
機構デバイス（EMD）	2012.3.2(金)	卒論・修論特集(ショ ートノート)	工学院大学	1 月 16 日(月)	
磁気記録・情報ストレ ージ（MRIS）	2012.1.19(木) ～1.20(金)	映像情報機器・固体メ モリ + 一般	パナソニック (関西支部)	11 月 11 日 (金)	MR, IEEE CE Soc. Jpn
磁気記録・情報ストレ ージ（MRIS）	2012.3.16(金)	光記録 + 一般	名古屋大学	1 月 13 日(金)	MMS, IEEE Mag. Soc. Nagoya, 電気学 会マグネティクス研究会
超伝導エレクトロニ クス（SCE）	2012.1.26(木)	超伝導センシング基 盤技術及びその応用、 一般	機械振興会館	11 月 9 日(水)	
電子ディスプレイ （EID）	2012.1.27(月) ～1.28(金)	発光／非発光ディス プレイ合同研究会	秋田大学	10 月 29 日 (土)	SID 日本支部 映像 情報メディア学会 電気学会 照明学会
電子デバイス（ED）	2012.1 月	化合物半導体及び超 高周波デバイス／一 般	未定	未定	MW
電子デバイス（ED）	2012.2 月	機能ナノデバイス及 び関連技術	未定	未定	SDM
電子デバイス（ED）	2012.3 月	特別ワークショップ	未定	未定	
電磁界理論（EMT）	2012.1.26(木) ～27(金)	フォトニック NW・デ バイス, フォトニック 結晶, ファイバとその 応用, 光集積回路, 光 導波路素子, 光スウィ ッチング, 導波路解析, 一般	大阪大学コン ベンションセ ンター	11 月 10 日 (木)	電子情報通信学会, OPE, LQE, PN, MWP, EST
シリコン材料・デバイ ス（SDM）	2012.2.7(火) ～2.8(水)	機能ナノデバイスお よび関連技術	北海道大学	11 月 15 日 (火)	ED
マイクロ波（MW）	2012.1.11(水) ～1.13(金)	化合物半導体 IC およ び超高速・超高周波デ バイス／一般	機械振興会館	11 月 11 日 (金)	ED 研究会, IEEE MTT-S Japan Chapter, IEEE MTT-S Kansai Chapter
マイクロ波（MW）	2012.3.1(木) ～3.2(金)	マイクロ波一般	佐賀大学	1 月 13 日(金)	IEEE MTT-S Japan Chapter, IEEE MTT-S Kansai Chapter
集積回路（ICD）	2012.1.19(木) ～1.20(金)	集積回路とアーキテ クチャの協創 ～ノー マリオフコンピュー ティングによる低消 費電力化への挑戦～	電気通信大学	1 月 12 日(木)	IPJSJ-ARC

集積回路 (ICD)	2012.3.26(月) (予定)	最先端の脳科学と集積化技術の融合	大阪大学銀杏会館	1 月 12 日(木)	
有機エレクトロニクス (OME)	2012.1.20(金)	有機材料、一般	名古屋大学	未定	OEE-DEI
光エレクトロニクス (OPE)	2012.1.26(木) ～1.27(金)	フォトニック NW・デバイス、フォトニック結晶・ファイバとその応用、光集積回路、光導波路素子、光スイッチング、導波路解析、一般	大阪大学	11 月 10 日 (木)	LQE, EMT, PN
光エレクトロニクス (OPE)	2012.3.2(金)	光波センシング、光波制御・検出、光計測、ニューロ、一般	機械振興会館	12 月 7 日(金)	OFT
レーザ・量子エレクトロニクス (LQE)	2012.1.26(木) ～27(金)	フォトニック NW・デバイス、フォトニック結晶・ファイバとその応用、光集積回路、光導波路素子、光スイッチング、導波路解析、マイクロ波・ミリ波フォトニクス、及び一般	大阪大学コンベンションセンター	11 月 11 日 (金)	OPE, EMT, PN, MWP, MST
エレクトロシミュレーション (EST)	2012.1.26(木) ～27(金)		大阪大学コンベンションセンター	11 月 10 日 (木)	EMT, PN, LQE, OPE, MWP, IEE-EMT
マイクロ波・ミリ波フォトニクス (MWP)	2012.1.26(木) ～27(金)		大阪大学コンベンションセンター	11 月 10 日 (木)	EMT, PN, LQE, OPE, EST, IEE-EMT



◆ エレクトロニクスソサイエティ会員数の推移

エレクトロニクスソサイエティの現状を会員の皆様にご理解頂くため、エレクトロニクスソサイエティ登録会員数の推移を掲載しております。皆様の会員増強活動へのご協力をお願い致します。

		名誉員	正員	(国内)	(海外*)	学生員	(国内)	(海外*)	合計
2009年	4月	44	6,421	(6,155)	(266)	563	(502)	(61)	7,028
	7月	42	6,438	(6,156)	(282)	645	(574)	(71)	7,125
	10月	42	6,471	(6,171)	(300)	805	(717)	(88)	7,318
2010年	1月	40	6,410	(6,104)	(306)	860	(757)	(103)	7,310
	4月	40	6,591	(6,243)	(348)	543	(462)	(81)	7,174
	7月	42	6,619	(6,240)	(379)	723	(620)	(103)	7,384
	8月	42	6,644	(6,260)	(384)	765	(658)	(107)	7,451
	9月	42	6,659	(6,271)	(388)	812	(699)	(113)	7,513
	10月	42	6,629	(6,238)	(391)	857	(740)	(117)	7,528
	11月	42	6,629	(6,224)	(405)	884	(752)	(132)	7,555
	12月	42	6,601	(6,187)	(414)	901	(754)	(147)	7,544
2011年	1月	42	6,588	(6,174)	(414)	951	(801)	(150)	7,581
	2月	42	6,576	(6,155)	(421)	1,021	(863)	(158)	7,639
	3月	42	6,055	(5,683)	(372)	967	(803)	(164)	7,064
	4月	42	6,371	(5,946)	(425)	657	(531)	(126)	7,070
	5月	42	6,367	(5,934)	(433)	683	(549)	(134)	7,092
	6月	45	6,380	(5,935)	(445)	708	(571)	(137)	7,133
	7月	45	6,377	(5,927)	(450)	745	(605)	(140)	7,167
	8月	45	6,334	(5,875)	(459)	827	(683)	(144)	7,206
	9月	44	6,287	(5,822)	(465)	868	(707)	(151)	7,199
	10月	42	6,261	(5,796)	(465)	867	(713)	(154)	7,170
* 海外:「外国籍を有しかつ海外に在住する」会員									

◆ News Letter の魅力的な紙面づくりにご協力下さい

本Newsletter は、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 回発行させていただいております。今年度 7 月号より、Newsletter をリニューアルいたしました。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 2012 年 4 月発行予定です。

編集担当： 中村（企画広報幹事）、楢橋（編集出版幹事）、矢加部（技術渉外幹事）

【編集後記】

前号（10 月号）にて、論文誌技術解説（電子部品・材料研究専門委員会）の山本先生（日本大学）の記事で、誤りがあり、大変失礼致しました。謹んでお詫び申し上げます。

さて、本 Newsletter の編集も 3 回目となりましたが、今号は特に多くの方からご寄稿頂きました。きっとエレソ会員の方々に興味をもって頂ける内容になっていることと思います。企画広報担当としては大変ありがたいことですが、編集担当としては、作業量が増え前回にも増して苦戦しました。今号がお手元に届く頃には、大変だった一年があけ新年を迎えていることと思います。新たな気持ちで一年をスタートさせたいと思います。

企画広報幹事 中村誠

平成 23 年度エレクトロニクスソサイエティ運営委員 (2011 年 11 月現在)

ソサイエティ会長 (理事)
次期ソサイエティ会長 (理事)
総務幹事
総務幹事

小山 二三夫 (東京工業大学)
荒木 純道 (東京工業大学)
明吉 智幸 (NTT)
川西 哲也 (NICT)

企画会議

ソサイエティ副会長 (企画広報財務担当)
財務幹事
財務幹事
企画広報幹事
企画広報幹事
アドホック幹事 (ハンドブック)
アドホック幹事 (Web ページ企画委員)

山田 浩 (東芝)
竹中 充 (東京大学)
米田 尚史 (三菱電機)
中村 誠 (NTT)
山添 孝徳 (日立)
小山 二三夫 (東京工業大学)
高橋 浩 (NTT)

編集出版会議

ソサイエティ副会長 (編集出版担当)
庶務・財務幹事
庶務・財務幹事
編集出版幹事
編集出版幹事
編集出版連絡委員
和文論文誌編集委員長
和文論文誌編集幹事
英文論文誌編集委員長
英文論文誌編集幹事
ELEX 編集委員長
ELEX 編集幹事

八坂 洋 (東北大学)
荒川 太郎 (横浜国大学)
中西 衛 (NTT)
檜橋 祥一 (NTT ドコモ)
川崎 繁男 (JAXA)
原市 聡 (産業技術総合研究所)
松尾 慎治 (NTT)
津田 裕之 (慶應義塾大学)
廣瀬 明 (東京大学)
羽生 貴弘 (東北大学)
井筒 雅之 (東京工業大学)
岩本 敏 (東京大学)

研究技術会議

ソサイエティ副会長 (研究技術担当)
庶務・財務幹事
庶務・財務幹事
技術渉外幹事
技術渉外幹事
大会運営委員長
大会運営幹事

浦野 正美 (NTT)
永田 真 (神戸大学)
瀧口 浩一 (NTT)
加屋野 博幸 (東芝)
矢加部 利幸 (電気通信大学)
松澤 昭 (東京工業大学)
奥村 治彦 (東芝)

研究専門委員会 (第一種)

機構デバイス
磁気記録・情報ストレージ
超伝導エレクトロニクス
電子ディスプレイ
電子デバイス
電子部品・材料
電磁界理論
シリコン材料・デバイス
マイクロ波
集積回路
有機エレクトロニクス
光エレクトロニクス
レーザ・量子エレクトロニクス
エレクトロニクスシミュレーション
マイクロ波・ミリ波フォトニクス

吉田 清 (日本工業大学)
吉田 和悦 (工学院大学)
日高 睦夫 (ISTEC)
服部 励治 (九州大学)
加地 徹 (豊田中央研究所)
竹村 泰司 (横浜国立大学)
西本 昌彦 (熊本大学)
遠藤 哲郎 (東北大学)
大平 孝 (豊橋技術科学大学)
吉本 雅彦 (神戸大学)
臼井 博明 (東京農工大学)
山内 潤治 (法政大学)
勝山 造 (住友電工)
橋本 修 (青山学院大学)
塚本 勝俊 (大阪大学)

時限研究専門委員会

集積光デバイスと応用技術
超高速光エレクトロニクス
量子情報技術時限
テラヘルツ応用システム
次世代ナノ技術に関する
ポリマー光回路
シリコン・フォトニクス
超長期保管メモリ

裏 升吾 (京都工芸繊維大学)
神成 文彦 (慶應義塾大学)
北川 勝浩 (大阪大学)
寶迫 巖 (NICT)
井筒 雅之 (東京工業大学)
三上 修 (東海大学)
山田 浩治 (NTT)
小林 敏夫 (神奈川大学)

国際会議国内委員会

APMC 国内委員会
MWP 国内委員会
日中合同マイクロ波国際会議国内委員会
PIERS 国内委員会
URSI 日本国内委員会

橋本 修 (青山学院大学)
松島 裕一 (早稲田大学)
古神 義則 (宇都宮大学)
立居場 光生 (有明工業高等専門学校)
小林 一哉 (中央大学)