

2019年12月6日

薄膜材料デバイス研究会 第16回研究集会開催報告

第16回研究集会実行委員長 市川 和典

はじめに

薄膜材料デバイス研究会第16回研究集会を、2019年11月8日（金）～11月9日（土）の日程で、龍谷大学響都ホール校友会館で開催した。今回の研究集会は「新時代に向けた薄膜材料のデバイス技術」をテーマとし、この研究会のテーマである薄膜材料デバイスにスポットを当てたプログラムを用意した。酸化物半導体、窒化半導体、Si、有機、光デバイスなどの各分野から、第一線で活躍中の先生方に招待講演、チュートリアル講演をお願いした。一般講演については、例年同様、材料・プロセス・デバイスなど薄膜に関係するすべての研究を対象とした。今回は企業展示の方を含めて110名の方に参加いただいた。

招待講演として8名の先生方にご講演いただいた。チュートリアルセッションでは、初日午前前にTFTの歴史と最新技術に関する講演を奈良先端大の浦岡行治先生から、二日目午前前に面発光レーザーフォトンクスに関する講演を東京工業大学の小山二三夫から、それぞれいただいた。初日の招待講演では、アモルファス酸化物半導体について東京工業大学の井手啓介先生から、パワーデバイス応用について富士電機株式会社の上野勝典様から、有機半導体レーザーについて東北大学の谷垣勝己先生からそれぞれご講演をいただいた。また、ランプセッションでは、45年間の研究生活を振り返り新しいアイデアを得たきっかけについて、東京工業大学名誉教授の石原宏先生からご講演をいただいた。二日目の招待講演では、面発光レーザー（VCSEL）の産業応用についてリコー株式会社の佐藤俊一様から、深紫外発光制御デバイスについて情報通信研究機構の井上振一郎様からそれぞれご講演をいただいた。

一般講演としては、30件のポスター発表も含む、39件の発表があった。一般講演の中にも、デバイス関連の研究に関する発表が多くみられ、新たな薄膜材料のデバイス技術の展開を、多角的に議論できる研究集会となった。一般講演の中から、特に優れた発表に対して、ベストペーパーアワード1件とスチューデントアワード5件を選定した。

なお、今回の研究集会では、公益財団法人 中部電気利用基礎研究振興財団からの助成金と、9社の協賛企業からのご協力があった。この場をもって御礼申し上げたい。

チュートリアル（初日）

チュートリアルは初日と2日目で2件行われた。初日は奈良先端科学技術大学院大学の浦岡行治先生による「TFTの歴史と最新技術」でした。真空管からトランジスタまでの歴史の中でのTFTから、その市場応用、最新技術、と縦断的に紹介されました。さらに横断的に現在主流となっている結晶Si-TFTと酸化物系TFTを取り上げました。結晶Si-TFTに関してはすでに市場応用されているエキシマレーザー結晶化法から、現在研究段階中のcwレーザーアニール法の現状を紹介され、酸化物系については組成比による特性への影響や、酸化物膜の新しい形成方法まで紹介されました。



図1.浦岡先生のご講演の様子

オーラルセッション1

「酸化物デバイス」というセッションタイトルにて、まず、招待講演として、東京工業大学の井手啓介先生より、「アモルファス酸化物半導体を用いた新規デバイスの開拓」と題してご講演をいただいた。IGZOがメインのご講演であり前半部分では、歴史などの基礎をまずは紹介していただき、後半部分では現在のIGZO-TFTの構造やホットキャリアの影響など研究者にとって知りたい



図2.井手先生のご講演の様子

情報が満載であるご講演であった。そのあと、一般講演として、高知工科大学の森海氏より、「酸化アルミニウムゲート絶縁膜によるIn-Ga-Zn-O薄膜トランジスタの毛低温形成」と題して講演をいただいた。複雑なプロセスでは無く、アルゴンと酸素と水素の混合ガスによりスパッタすることで低温合成が容易に行えるという内容であった。最後に、やはり一般講演として、北海道大学の梁豆豆氏より、「アモルファスSnO₂透明薄膜トランジスタの熱電能電解変調」と題して英語での講演をしていただいた。SnO₂薄膜トランジスタの入出力特性の評価から熱電能を評価している内容であった。森氏、梁氏の両講演はスチューデントアワードとして表彰された。

オーラルセッション2

「エネルギー・パワーエレクトロニクス」というセッションタイトルにて、まず、招待講演として、富士電機株式会社の上野勝典様より、「パワーデバイス応用のためGaN基板上MOS特性」と題してご講演をいただいた。パワーデバイスの応用の背景や動作の基本の理

論からはじまり、最新の GaN の研究の内容まで、充実したご講演であった。そのあと、一般講演として、松江工業高等専門学校の森岡凜久氏より、「グラフェンの合成技術を応用した新規 Ni 炭化物半導体の作製とショットキーバリアダイオード特性評価」と題して講演をいただいた。炭素が固溶する Ni に炭素を閉じ込めことを応用したものであり、様々な角度からショットキーダイオードを評価しているご講演であった。

オーラルセッション 3

オーラルセッション 3「有機デバイス」では、まず、東北大学の谷垣勝己先生より、「電流駆動有機半導体レーザーの実現に向けて」という題目で招待講演をいただいた。GaP などの無機の半導体レーザーが主流である中で、有機半導体レーザーの発光効率が飛躍的な向上が見られているなど、現在の有機半導体レーザーについて詳しくご講演いただいた。その中でレーザーの構造は TFT に近く本研究会の参加者にもなじみ深く、参加者も分かりやすい内容であった。その後、一般公演として神戸大学の濱野凌氏より、「フルオロベンゼンチオールを電極表面に修飾した有機薄膜トランジスタ」と題してご講演をいただいた。フルオロベンゼンチオールによる電極表面処理が有機トランジスタの特性に与える影響についてのご講演だった。フルオロベンゼンチオールはしきい値電圧には影響を与えず、コンタクト抵抗に影響を与えることが分かった。このご講演はスチューデントアワードとして表彰された。

ランプセッション

初日夕刻には、会場を変え、ランプセッションが行われた。一つ目の講演は、東京工業大学・石原宏名誉教授による「45年間の研究生生活を振り返って - 新しいアイデアを得たきっかけ -」という題目での1時間の招待講演であった。石原先生が学生時代に携わられた実験内容と初めて書かれた学術論文から歴代の研究テーマ・成果についてのご紹介があり、最後にまとめとして、45年間の研究生生活で得てこられた研究に対する心得、姿勢についてお話しくくださった。また、質疑応答時には社会人2名



図 3.上野様のご講演の様子



図 4.谷垣先生のご講演の様子



図 5.石原先生のご講演の様子

に加えて学生からも質問が出るなど、活発な質疑が行われた。続いて、千葉大学・酒井正俊准教授と大阪府立大学・阿部駿人氏からそれぞれ2件の講演があり、OTFTや有機トランジスタに関する最新の研究成果について報告された。これらの場合も、複数名から質問があり、活発な議論が行われた。盛会のうちにランプセッションを終えることができた。阿部氏のご講演はベストペーパーアワードとして表彰された。

チュートリアル（二日目）

二日目午前のチュートリアルは、東京工業大学小山二三男教授による「面発光レーザフォトニクスの進展」という題目での1時間のご講演であった。近年の面発光レーザーの様々な製品への応用と実用化、なぜ面発光レーザーなのかという背景から、現在の研究開発の現状、最新の成果の照会と、濃密な極めて有益な内容であった。面発光レーザーに関する情報を収集するのに非常に適したご講演であった。ご講演後は、会場から計3件の質問があり、面発光レーザーの更なる今後の展開や現在の課題について詳しく回答があった。



図 6.小山先生のご講演の様子

オーラルセッション4

オーラルセッション4：薄膜デバイスでは3件の一般講演があった。出光興産株式会社の稲留氏より「 Cu(In,Ga)(Se,S)_2 薄膜太陽電池へのアルカリ処理の効果」というタイトルで講演頂いた。近年の CIS 系太陽電池の変換効率向上においてアルカリ処理の有効性が報告されており、Na,K,Rb,Cs それぞれの効果をキャリア密度、PL 寿命などの観点から比較を行い、Cs 処理が特性改善に最も効果的であることが報告された。

島根大学の平末氏より「 μCLBS 結晶 Si 帯への薄膜トランジスタ形成と特性評価」とのタイトルで講演頂いた。マイクロシエブロンレーザービーム走査法によって形成された Si 帯上に作製した TFT の特性について報告された。レーザー照射のみでは特性にばらつきがあったものの、ポストアニール処理を施すことにより特性の均一性が向上した。結晶の方位や歪が特性のばらつきの原因になっていることが指摘された。このご講演はスチューデントアワードとして表彰された。

北海道大学の須郷氏より「バンド絶縁体 SrTiO_3 -モット絶縁体 LaTiO_3 全率固溶体エピタキシャル薄膜の熱電特性」について報告された。PLD 法により La 置換量(x)を 0.01~1 の広い領域で変化させた $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ 薄膜を作製し、キャリア濃度、Hall 移動度、熱電能、キャリア有効質量などを詳細に調査した。低置換領域において Power Factor が大きくなること、また、 $x \sim 0.5$ 、 ~ 0.7 において Hall 移動度、キャリア有効質量にとびが生じることが報告された。このご講演はスチューデントアワードとして表彰された。

オーラルセッション5

「光デバイス」というセッションタイトルにて、まず、招待講演として、株式会社リコーの佐藤俊一様より、「面発光レーザ（VCSEL）の産業応用」と題してご講演をいただいた。前半部分の動作原理や作製方法のわかりやすい説明とともに、後半部分の産業応用とくにレーザプリンタ用 VCSEL アレイやスマートフォンや LIDAR（Light Detection and Ranging）に用いられる三次元計測応用の紹介は、VCSEL についての知識を整理するのにおおいに役に立った。そのあと、やはり招待講演として、情報通信研究機構の井上振一郎様より、「ナノ光構造技術を用いた深紫外発光・制御デバイスの高機能化」と題してご講演をいただいた。深紫外技術は新しい技術でさまざまな応用が考えられ、現在の最大の課題のひとつは光取り出し効率であって、それを改善するナノ光構造技術を紹介していただき、将来の可能性について理解できた。



図 7.佐藤様のご講演の様子



図 8.井上様のご講演の様子

ポスターセッション

ポスターセッションは、研究集会初日の 16:20-18:00 および二日目の 13:00-14:40 に開催された。セッションの冒頭にはポスター講演者による 1 分間のショートプレゼンテーションが行われ、その後、一般口頭講演者及び招待講演者を含めた 45 件のポスター発表が行われた。ポスター講演では、シリコン、IGZO、有機半導体を用いた TFT の高性能化に向けたプロセス改善や特性解析・制御に加えて、新たな酸化物や窒化物材料の

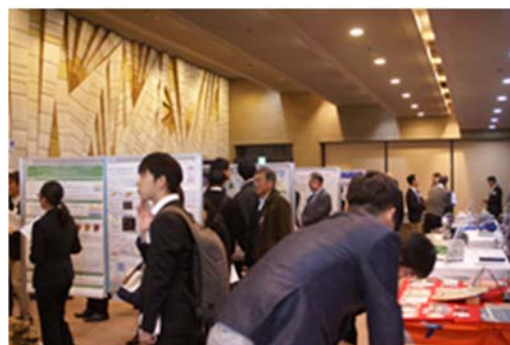


図 9.ポスターセッションの様子

の開発や物性評価、熱電変換素子、メモリ素子、化合物太陽電池、有機 EL、ガスセンサ、ダイオード等の薄膜デバイス応用等、多岐に渡る研究報告が行われた。ショートプレゼンテーションは何れも要点が抑えられた形で行われ、ポスター討論では学生同士でも活発に意見交換が行われていた。この様な異分野間での議論は研究知見を広めるうえで有益であり、意見交換や情報共有の場として、今後も多くの皆様の参加や投稿を期待したい。

アワード

一般講演者の中から、次の 6 件の講演がアワードに選ばれた。アワード選定にあたり、研究会全参加者による投票を行い、得票数上位の講演から組織委員の合議によってアワード受賞講演を選定した。



図 10.アワード受賞者

ベストペーパーアワード (1 件)

①阿部駿人, 永瀬隆, 小林隆史, 内藤裕義

「塗布型有機フローティングゲートトランジスタの光メモリ機能とイメージセンサ応用に向けた性能評価」

スチューデントアワード (5 件)

①平末 充紀, 葉文昌, 土屋 敏章

「 μ CLBS 結晶 Si 帯への薄膜トランジスタ形成と特性評価」

②森海, 是友大地, 河野守哉, 古田守

「酸化アルミニウムゲート絶縁膜による In-Ga-Zn-O 薄膜トランジスタの低温作製」

③梁 豆豆, 張 雨橋, ジョ・ヘジュン, 太田裕道

「アモルファス SnO_2 透明薄膜トランジスタの熱電能電界変調」

④濱野 凌, 藤田 宏樹, 木村 由斉, 服部 吉晃, 北村 雅季

「フルオロベンゼンチオールを電極表面に修飾した有機薄膜トランジスタ」

⑤須郷 堅雄, 張 雨橋, ジョ・ヘジュン, 太田 裕道

「バンド絶縁体 SrTiO_3 -モット絶縁体 LaTiO_3 全率固溶体エピタキシャル薄膜の熱電特性」
(順不同、敬称略)

広告展示

アイアールシー (株)、アルバックテクノ (株)、テクノリサーチ (株)、(株) 豊島製作所、ピエゾパーツ (株) の出展と (株) アイリン真空、(株) スプリード、(株) 島津製作所および前田印刷 (株) の広告を得て、今回も盛況な展示広告を開催することができた。

ポスターセッション、セッションの間の休憩やお昼休みには、多くの参加者からの問い合わせや技術に関する質問など活発な議論がなされていた。また 1 日目の午後には製品の宣伝をいただき、多くの参加者が聞き入った。企業の皆様からは、たいへん近い距離で様々な要望を聞くことができ有意義であったこと、また参加者からは、自分の使っている装置上の問題点について相談に乗っていただき、対処法まで伝授していただき嬉しかったという声を聞くことができた。今回のご出展、ご広告が営業活動に大きく貢献できることを期待したい。ご参加いただいた全企業の皆様に心より感謝申し上げます。