

2017 年 11 月 30 日

薄膜材料デバイス研究会 第 14 回研究集会開催報告

第 14 回研究集会実行委員長 野々口 斐之

はじめに

薄膜材料デバイス研究会第 14 回研究集会を、2017 年 10 月 20 日（金）～10 月 21 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「薄膜デバイスの創りかた・調べかた」をテーマとし、薄膜材料デバイスの基礎から応用まで、幅広い研究分野と機関からの参加者を集めて議論した。薄膜材料デバイスが現代の光・電子デバイス製品の一翼を担っていることは言うまでもないが、次世代のエレクトロニクスが革新的な材料技術と評価技術の両輪により実現されるとの思いでテーマを設定した。今回は悪天候のなか、120 名の参加者を集めることができた。

招待講演として 7 名の先生方にご講演いただいた。チュートリアルでは、有機 E L の界面制御についてと、人工ニューラルネットについての 2 件の講演が行われた。それぞれ、株式会社日本触媒の森井克之様と法政大学の斎藤利通先生にご講演いただいた。初日の招待講演では、有機熱電材料の開発と低温結晶化シリコン薄膜トランジスタについて、それぞれ産業技術総合研究所の石田敬雄先生と東北学院大学の原明人先生からご講演をいただいた。ランプセッションでは超高感度 HARP 撮像管の発明についてニューヨーク州立ストーニーブルック大学の谷岡健吉先生からご講演をいただいた。二日目の招待講演では、熱電物性の電解変調制御と有機無機ペロブスカイト F E T について、それぞれ北海道大学の太田裕道先生と九州大学大学の松島敏則先生よりご講演いただいた。

一般講演としては、今回は 41 件の発表があった（内 30 件はポスター発表）。口頭発表、ポスター発表ともに活発な議論が相次ぎ、特に分野を越えた研究者間の議論が目立った。本研究会の目的の一つである、研究者間の互いの研究交流を図ることができた。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 2 件とスチューデントアワード 3 件が選ばれた。審査は参加者の投票により行ったが、とくに 2 件の発表が甲乙つけ難く、ベストペーパーアワードを 2 件とした。

尚、今回の研究集会では、公益財団法人村田学術振興財団からの助成金と、12 社の協賛企業からのご協力があった。この場をもってお礼申し上げたい。

チュートリアル

研究会 1 日目と 2 日目にそれぞれチュートリアル講演がなされた。1 日目は株式会社日本触媒の森井克行先生の「有機 EL 素子における界面制御」で、層間障壁の低減のための界面制御の重要性と世の中の最新動向、今後の有機 EL ディスプレイへの期待等について語られました。歴史上 7 のつく年には有機 EL について大きな進展が起こるとしており、今年は正にそれに当たることから、残すこと 2 か月ですが起こるかも知れないと語られました。続いて 2 日目は法政大学 斎藤利通先生の「人工ニューラルネットとそのハードウェアの基礎」で、近年急激な進展を遂げている人口知能に関連して、アナログとデジタルの両面から人工ニューラルネットワークとそのハードウェアについて述べられました。両講演とも関心が高い分野であることから、会場からの質問も多く、非常に盛況なチュートリアルとなりました。



チュートリアル講演 左：森井克之先生（日本触媒）、右：斎藤利通先生（法政大）

オーラルセッション 1

産業技術総合研究所の石田敬雄先生から、有機導電材料 PEDOT:PSS を用いた熱電材料の設計、異方性計測、またその集積モジュール化について招待講演をいただいた。黎明期にある有機熱電分野において試料に合わせた計測の重要性、さらに有機モジュールから十分な環境発電が可能であることが指摘された。近い将来の学術創成から実用性まで力強いメッセージをいただいた。神戸大学の高橋一氏からは、ペンタセン T F T を用いたエンハンスメント／ディプレッション型インバータが報告された。メタルマスクを用いて SiO_2



石田敬雄先生（産総研）による招待講演

絶縁層に異なる時間の酸素プラズマ処理を施すことで、正と負の異なる閾値電圧をもつペンタセン TFT が作製できたことにより、上記のインバータが実現された。続いて、大阪府立大学の塩野郁弥氏から、可溶性ペンタセンを電荷蓄積層に分散させた有機フローティングゲート・不揮発性有機トランジスタメモリの光応答性が報告された。光照射化での安定性に基づき、光強度依存性を利用した多ビット書込や書込情報の長期保持が示された。

オーラルセッション 2

東北学院大学の原明人先生から、ガラス基板上の低温 poly-Si TFT に関する招待講演をいただいた。ボトムとトップの両方にゲート絶縁膜および電極を用いた 4 端子 poly-Si TFT において、しきい値電圧の制御を可能にした成果が丁寧に解説された。また、この 4 端子 poly-Si TFT を用いて作製した CMOS の動作を実証した結果も紹介された。広島大学の平岩氏からは、マルチラインビーム CW レーザーで横方向結晶化により形成した poly-



原明人先生（東北学院大）による招待講演

Si を用いた TFT に関する発表がなされた。粒内の結晶粒界の性質と作製した TFT の on/off 比に明確な相関があることを見出し、また、膜中に混入した酸素がドナーとして働くことで off リーク電流が増大した可能性を示唆する結果も示された。また、広島大学の花房氏からは、大気圧熱プラズマジェットの高パワー化とその a-Si 膜の結晶化への応用に関する講演がなされた。アルゴンガスに対し窒素ガスを添加することにより、最大で 125 kW/cm^2 という高いパワーを実現した。この高パワープラズマジェットで a-Si 膜の結晶化を行うことで、熔融状態から核生成が発現する新たな結晶化モードも確認した。

オーラルセッション 3

オーラルセッション 3：酸化物・化合物デバイスでは、東北学院大の西口氏よりガラス基板上での自己整合ダブルゲート Cu-MIC 多結晶ゲルマニウムスズ薄膜トランジスタに関して Ge への Sn 添加が結晶化やデバイス特性に及ぼす影響の考察、龍谷大学の生島氏から Ga-Sn-O 薄膜をシナプスに用いたニューラルデバイスの可能性、日本大学の清水氏より酸化物半導体 InSnZnO への原子状水素や酸素プラズマ処理がギャップ内準位に及ぼすに関する反射型光電流一定法による評価結果、に関して報告され、活発な議論が行われた。

ランプセッション

今回は、ニューヨーク州立ストーニーブルック大学の谷岡健吉先生をお迎えして、超高感度 HARP 撮像管の発明とその応用について、講演いただいた。地方の NHK 放送局勤務から、技術研究所の所長になるまでの苦労話を交えた、非常に有意義な講演であり、特に若い人に強烈なメッセージを伝えた。そのあと、広島大学の水上陸達氏から単結晶 Si の CMOS 回路について、高知工科大学の曲勇作氏から IGZO による自己整合トランジスタについての完成度の高い発表が続いた。今回も盛況なランプセッションであった。



谷岡健吉先生（ストーニーブルック大）の招待講演

オーラルセッション 4

オーラルセッション 4 「評価技術」では今回については特別に 1 件の招待講演のみで構成し、北海道大学の太田裕道先生より「薄膜トランジスタ構造を用いた熱電能の計測」と題してご講演いただいた。熱電変換材料ではその性能をしばしばゼーベック係数、電気伝導率、熱伝導率によって表される性能指数 Z で表されるが、本講演では、ゼーベック係数に注目し、特に薄膜トランジスタ構造でキャリア濃度を変えた場合についての結果



太田裕道先生（北大）による招待講演

をご紹介いただいた。ゼーベック係数が状態密度のエネルギーに対する変化量に比例することから、キャリア濃度を变化させた際に、ゼーベック係数の変化を観察しようとする試みが紹介された。特に 2 次元ガスのような状態密度がエネルギーに対して階段状に変化する場合に、ゼーベック係数が急激に大きくなることが予想され、実際に SrTiO_3 の電界効果トランジスタでキャリア濃度が 10^{14} cm^{-2} を超える場合にゼーベック係数が増加することが示された。熱電材料の物性を物理的に分かりやすく説明した内容であり大変興味深いもので

あった。

オーラルセッション 5

「新材料・評価技術」というセッションタイトルにて、まず、招待講演として、九州大学の松島敏則先生より、「有機無機ペロブスカイト半導体を用いた高キャリア移動度トランジスタ」と題してご講演をいただいた。ペロブスカイト構造に起因する半導体特性はまだ研究がはじまったばかりであり、今後の開発が期待されることがよくわかった。そのあと、投稿講演として、千葉大学の酒井正俊氏より、「タイムドメインリフレクトメトリによる有機 MIS キャパシタへのキャリア注入過程」と題してご講演をいただいた。有機半導体のキャリア注入過程をリアルタイムで観測できるユニークな方法であり、今後はこの評価技術によりさまざまな現象が明らかになるのではないかと期待できる。最後に、やはり投稿講演として、同志社大学の春田正和氏より、「薄膜技術を用いたリチウムイオン電池用 Si 負極の高性能化研究 ー人工被膜を形成した Si 薄膜の in-situ AFM による表面形態観察ー」と題してご講演をいただいた。リチウムイオン電池のような研究領域においても、薄膜技術の利用とその評価が重要であることが再認識できた。電池応用は本研究会が今後も力を入れてゆきたい分野である。

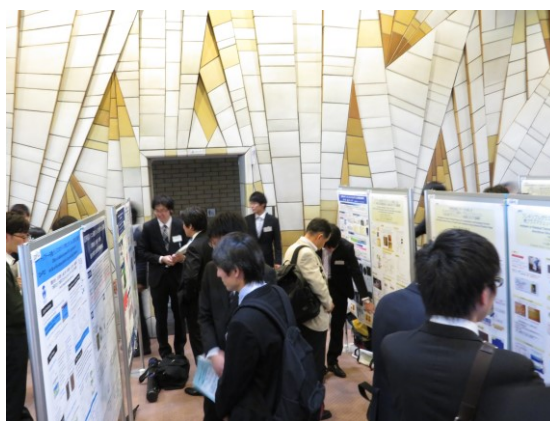
微細

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 16:40-18:20 および二日目の 13:00-14:40 に開催された。各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た。ショートプレゼンテーションはいずれも要点が押さえられた形で行われており、異分野の最新の研究動向を把握するショートニュースとしても有益だったと思われる。その後、一般口頭講演者及び一部の招待



松島敏則先生（九大）による招待講演



ポスターセッションの様子

講演者を含めた計 45 件のポスター発表が行われた。これまでと同様に参加者の利便性に配慮し、「シリコン・IV 族」、「有機材料」、「酸化物」、「新材料」という分類を設けたが、学生等の若い研究者らも含めて、異分野間で積極的に議論が交わされる盛況なセッションとなった。

アワード

研究会一般講演者の中から、次の 5 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。



受賞者の集合写真

ベストペーパーアワード（2 件）

① 水上 隆達、山下 知徳、東 清一郎

「中空構造 SOI 層を用いた低温転写によるプラスチック基板上での単結晶シリコン CMOS 回路作製プロセスの構築」

② 曲 勇作、牧野 久雄、古田 守

「He および Ar プラズマによる InGaZnOx 導電層形成メカニズムと自己整合型トランジスタ応用」

スチューデントアワード（3 件）

① 塩野 郁弥、永瀬 隆、小林 隆史、内藤 裕義

「可溶性ペンタセンを用いた塗布型有機フローティングゲート不揮発性有機トランジスタメモリの光応答性の評価」

② 木瀬 香保利、藤井 茉美、J.P.S. Bermundo、石河 泰明、浦岡 行治

「ゲートおよびドレイン電界印加による非晶質 IGZO 薄膜トランジスタの微小発光現象」

③ 中野 元博、中嶋 琢也、河合 壯、野々口 斐之

「電解質吸着による単層カーボンナノチューブの熱電増強効果」

（順不同、敬称略）

広告展示

アドバンスソフト(株)、アルバックテクノ(株)、ケニックス(株)、(株)フジキン、アイアー

ルシー(株)、テクノリサーチ(株)、(株)豊島製作所による展示会、および(株)エリオニクス、(株)小倉理化、(株)シーエムシー、(株)島津製作所、(株)スプリードのご広告を得て、研究会が盛大なものとなった。大きな展示会とは異なり、参加者の身近な課題や解決したい問題点を相談できる場としても利用されており、材料、素材、装置部品、から中古機器およびカスタムメイドの装置まで、広い業種の方々にご参加いただいた。



企業展示風景

参加者からは、問題の解決法や手段、材料選定の仕方、選定の際に気を付けなければならないことなどを聞くことができ感謝しているという声が寄せられた。今後の売り上げに結び付くことを期待したい。ご参加の方々にこの場を借りて、感謝申し上げる。