

薄膜材料デバイス研究会第4回研究集会報告

総括

薄膜材料デバイス研究会の第4回研究集会が、「明日の電子デバイスを支える薄膜新材料」というテーマの下に、2007年11月2、3日の2日間、京都市内の龍谷大学大宮学舎清和館にて開催された。過去最高の184名の参加者と60件の論文投稿を集め、チュートリアル、口頭発表、ポスター発表、ランブセッション、業者展示と盛大に行われた。今年も産業技術総合研究所次世代半導体研究センターの廣瀬全孝先生をはじめとする各界の著名な先生方を多数招待し、アモルファス半導体の歴史から最先端技術に至るまで貴重な講演をいただき、大変充実した内容となった。IV族系半導体、酸化物半導体、有機物半導体、誘電体、新材料など、日頃は顔を合わせる事のない異分野の研究者・技術者が一堂に会して自由に議論することで、新しい発見や技術の融合など、新鮮且つ質の高い情報交換の場を提供できたと考えている。参加者のアンケート結果では、“満足した”、“続けて欲しい”という声を多数いただいた。

参加者全員の投票によって決定されるアワードは今回から3名に増枠され、龍谷大学の笠川知洋さん、国立台湾科技大学の葉文昌さん、九州大学の芦峰智行さんに授与された。

本研究会の開催にあたり助成いただいた、財団法人 中部電力基礎技術研究所、財団法人 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団に深く感謝する。

チュートリアル

「明日の電子デバイスを支える材料」の代表として酸化物半導体・有機物半導体について、基礎からその特長、応用について、初学者にも充分理解できる内容で講演を

いただいた。高知工科大学の古田先生には、酸化物 TFT への応用について酸化物半導体の材料優位性と実用化への課題について、また大阪府立大学の内藤先生には、有機物半導体の光・電子物性について講演をいただいた。最近の国内外の研究結果とともにご自身の研究結果も紹介していただき各50分の講演は、非常に充実した内容であった。講演終了後も活発な議論が交わされ、両分野の感心の高さをうかがわせた。



オーラルセッション

セッション Ia「有機材料・デバイス」では3件の発表がなされた。まず、九州大学の安達氏が「有機発光性薄膜デバイスの新展開」と題する招待講演を行った。有機特有の自由度の高い材料設計によって、様々な発光波長の誘導放出が可能であること、また、有機半導体材料であっても適切な電極と放熱設計によって数 MA/cm^2 という極めて高い電流密度を達成できることなど、有機発光デバイスやその究極の姿である



レーザーの可能性が具体的に見えるような内容であった。セイコーエプソンの青木氏より、有機トランジスタにおける特性の半導体膜厚依存性について発表があった。ゲート絶縁膜との界面だけでなく、反対側の界面における界面準位が実際に閾電圧に大きく影響していることを定量的に示した。千葉大学の松原氏より、有機多結晶薄膜における電界効果移動度の結晶ドメインサイズ依存性と温度依存性について報告があった。独自の四探針をもちいる移動度評価装置を用い、モデルとの比較からドメイン境界のバリア高さやホールの有効質量を議論した。

セッション Ib「酸化物材料・デバイス」では3件の発表がなされた。北陸先端大学院大学の堀田氏は、FET型強誘電体メモリの特性向上について発表した。中間電極を用いた強誘電体メモリでは連続的な読み出しに問題があったところを、読み出しパルスなどを工夫することにより解消し、読み出し耐性 10^8 回以上、 150°C での保持時間が10年以上得られることを示した。JSTの平松氏は、ワイドギャップp型半導体である LaCuOSe への正孔ドーピングと有機LED用の電極応用について発表した。従来より1桁高い 10^{21} cm^{-3} の高濃度ドーピングを達成し、有機LED用の正孔輸送層であるNPBへの正孔注入障壁が従来使われているITOよりも低く抑えることができることを示した。東北大学の川崎氏からは、招待講演として「酸化物エレクトロニクス」について極めて広範な紹介がなされた。酸化物超伝導材料に端を発する同氏の華々しい研究成果の数々について、精密エピタキシャル技術や欠陥を徹底的に追い込んだ上で精密にドーピングする技術、コンビナトリアル手法の重要性など、酸化物以外の研究者にとっても示唆に富む講演であった。

セッション IIa および IIb「IV族系プロセス・デバイス」では、今年もたくさんの興味深い発表があった。今回の特徴は、薄膜トランジスタばかりでなく、MOSLSIに関する発表も多くあり、幅広い分野から投稿が集まったことである。また、台湾からの投稿もあり、国際色豊かなセッションとなった。招待講演者の九州大学の宮尾氏から、「シリコン系ヘテロ超構造技術の創出と未来型デバイスの夢」というテーマで、企業時代から大学における研究の

ありかたについての講演があった。同氏が、苦悩の中で、どのような思いで、研究の夢を貫いたかという他では聞けない印象的な講演であった。ハイテックシステムの佐野氏からは、赤外線レーザを使った不純物アニール技術に関する発表があった。DLC 膜を光吸収層として用いて、連続波赤外線レーザによるイオン注入不純物の活性化を検討した。B や P に対する活性化率がほぼ 100% という高い効率を実証した。九州大学の津村氏からは、Al 誘起層交換成長法による多結晶 SiGe の低温形成の提案がされた。Ge 濃度を変化させたさまざまな SiGe 膜を用いて、その結晶化状態を観測したところ、全 Ge 濃度において (111) に優先配向した SiGe 結晶の成長を確認できた。国立台湾科技大の葉氏からは、Si 薄膜のエキシマレーザ誘起横方向結晶成長過程の実時間観測法の提案があった。この手法を用いることで、横方向成長速度は過冷却度に関わらず一定であることが確認できた。京都大学の亀井氏からは、プラズマが最先端 MOSLSI に及ぼすダメージについての興味深い発表があった。ゲート絶縁膜だけでなく、接合破壊にも大きなダメージを誘起する可能性を示唆した。明治大学の林田氏からは、スパッタ法を用いた TiN ゲート金属を有する MOSFET の電気特性に関する発表があった。スパッタ時の窒素流量の変化がトランジスタのしきい値や g_m に与える影響を解析し、最適条件を明らかにした。

セッション IIc「絶縁膜、回路」では 3 件の発表がなされた。セイコーエプソンの田中氏は液体水素化ポリシランを前駆体として用いた SiO_2 絶縁膜形成を報告した。ポリシランの酸化反応を制御するために、ポリシラン塗布後、窒素中と大気等酸素分圧下での多段階焼成を工夫して良質の SiO_2 膜形成条件を見出した。誘電率、界面準位密度、リーク電流特性から、同材料の TFT ゲート絶縁膜としての適用可能性を示した。北陸先端大学院大学の Hana 氏はシリコン膜の結晶化を誘起するシード層として用いる YSZ 膜の最適形成条件を議論した。スパッタ成膜前のターゲットの酸化プロセスが YSZ 膜形成に重要であることを提示した。そして、強い (1 1 1) 配向を示す YSZ の形成のための最適ターゲット酸化条件を示した。東京工芸大学の丹呉氏は、チャンネル両側に LDD 構造をもつ n 型 TFT のホットキャリア発生について、シミュレーションを用いた議論を行なった。LDD-n 領域のドーピング濃度が低く、且つゲート及びドレイン電圧が大きいときには、両 LDD 領域において同時に顕著な電位降下が発生し、ソース側においてもホットキャリア劣化が生じる可能性を報告した。

ポスターセッション

ポスターセッションは、口頭発表された論文を含めて 56 件の発表を研究集会初日の 16:00-18:00 と 2 日目の 13:20-15:20 の 2 回に分けて行った。今回は、ポスター発表直前に口頭発表者を除く方に、1 件あたり 1.5 分、各回の全体の時間として 30 分程度のショートプレゼンテーションをお願いした。ほとんどの発表者は、制限時間内に内容の要点を的確に述べられ、全体的に慌てた感じは無く、比較的スムーズに進行したと思える。各発表時間は短かったが、直後に行うポスター発表への貴重な情報源としての機能は、十分に果たしたと

感じられた。ポスター発表自体は、清和館1、2階の2フロア全体を用いて行われ、その十分な広さとショートプレゼンテーションでの簡単な内容把握もあってか、各ポスター前では熱気にあふれた討論がなされ、セッション終了後も時間を忘れたかのように議論が続いた。また、口頭発表で聞いた話をより広く、深く議論できる場としても有効に働いたものと思われる。

ランプセッション

本研究集会では、バンケットと同時進行でいくつかのトピックス講演を聞くランプセッションが一つの目玉となっている。昨年は、東海大学の菊池誠先生に、「表面物理が生む『触発』～歴史の中の教訓～」の題目で、日本の半導体研究の黎明期から始まる歴史について、研究がさまざまな局面を繰り返しながら進展していくこと、“怪しい理解”を正面から攻め直すことの重要性など、これからを担う研究者にとって良き教訓となる内容を含んだご講演をいただいた。今年もこの流れを継承しつつ、本研究集会のテーマ「明日の電子デバイスを支える薄膜新材料」に関連して、産総研 次世代半導体研究センター長の廣瀬全孝先生にご講演していただいた。題目は「薄膜新材料とデバイス物理が切り開くサイエンス・イノベーション」で、1975年に初めてのpn制御が報告された当時革新的な新材料であった水素化アモルファスシリコンから、現在のSi MOSプロセスで研究が進められている high-K 材料に至るまで、新材料研究の楽しさ、興奮、そして困難が伝わってくるお話であった。

「新材料にかかわる研究グループをいかに動かすか」から始まり知的財産権などに至る多くの質問に対して、それらへの回答だけでなく、昨今の大学の姿勢への憂い・期待や米国における大学の研究・開発の事情を含め、詳しく丁寧にお答えいただいたことが印象に残る。



その後、投稿論文から特にトピックス性の高い3件の講演をお願いした。龍谷大学の笠川氏からは「Poly-Si TFT によるデバイスレベルニューラルネットワーク」と題し、低温ポリシリコンを新しい電子回路へ応用する先進的な研究について報告があった。キャノンの雲見氏からは、「アモルファス酸化物半導体:In-Ga-Zn-O TFT とその回路」と題し、新しい半導体材料であるアモルファス酸化物半導体 TFT の特徴をわかりやすく説明していただくとともに、現在までに複数社で電子ペーパー、有機 EL テレビの試作品発表がされていることなどの報告がなされた。最後に、千葉大学の渡邊氏から、「フレキシブルデバイスに向けた縦型有機トランジスタ」と題し、有機 SIT トランジスタの現状と課題や有機発光トランジス

タへの応用などについての報告があった。質問時間が十分とはいえない状況ではあったが、興味深い講演と活発な質疑がなされたこと、深夜までお付き合いいただいた講師の先生方と参加者の皆様に改めて御礼申し上げます。

展示・広告

薄膜材料デバイス研究会の研究集会では、研究開発機関と関連企業とのコミュニケーションを図る目的で、これまでも、研究集会会場における企業展示・アブストラクト集への広告掲載を行ってきた。

展示会場は、ポスター会場と併設しており、加えてコーヒーサービスもあって、多くの参加者が足を運んだ。ポスターセッションや昼休時間に、有意義な活動ができたと聞いている。展示企業の方々には、実機の展示などもしていただき、たいへん有意義な情報収集の場となったと思われる。また、展示コマーシャルとして、休憩時間に、展示内容の概要・企業の業務範囲などを紹介いただいたが、休憩時間にもかかわらず、多数の参加者に耳を傾けていただき、好評であった。広告としては、アブストラクト集の表紙・裏表紙などに、上質紙による広告を掲載させていただいた。参加者 180 名をはじめとする 200 部以上が流布し、また、手前味噌ではあるが、充実した内容のアブストラクト集は、今後も数年～十数年は、参加者のみなさまなどに参照されるであろうから、広告効果は絶大だと期待する。

以下は、展示・広告いただいた企業のリストである。最後になるが、出展企業のみなさま、足を運んでいただいた参加者のみなさまに、心より感謝を申し上げたい。

展示： サンヨー電子 株式会社

アジレント・テクノロジー 株式会社

ハイソル 株式会社

株式会社 リガク

株式会社 エイエルエステクノロジー

有限会社 デザインシステム

株式会社 シルバコ・ジャパン

株式会社 エピテック

株式会社 インターナショナル・サーボ・データー

広告： サンヨー電子 株式会社

住友重機械アドバンストマシナリー 株式会社

株式会社 エイエルエステクノロジー



株式会社 日本製鋼所

株式会社 アルバック

以上