

第75回応用物理学会秋季学術講演会参加報告

東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻

寺門 信明

Report on the 75th autumn meeting of the Japan Society of Applied Physics

Nobuaki Terakado

Department of Applied Physics, Tohoku University

9月17日から20日にわたり、北海道大学（札幌市）で第75回応用物理学会秋季学術講演会が開催された。私が参加した三日間（17日～19日）はいずれの日も天気雨に見舞われ、道外から来た参加者には肌寒く感じられた。しかし雨上りの空には遠い青空が広がり、秋の北海道を感じることができた。講演会場は私の見た限りではどのセッションも盛況であり（全部で約4000件の発表）、活発な議論・討論が交わされていた。また、展示会場（JSAP EXPO Autumn 2014）では、企業ブース他、今講演会で第4回目を迎えるJSAPフォトコンテスト（Science as Art）が開催されており、芸術作品と見間違ふような数多くの写真が来場者の目を引いていた。

本報告では、筆者がこれまでに参加・発表を行い活動の拠点としてきた非晶質・微結晶セッション（大分類16）の講演内容を中心に報告する。なお、本セッションは4日間にわたる約130の講演からなり、物質別にみると、酸化物（バルク、半導体薄膜）が約20件、カルコゲナイド（S, Se, Te系）が4件、そして薄膜シ

リコン（太陽電池）に関するものが100件超（シンポジウムを含む）であった。

学会初日の17日には、非晶質・微結晶セッションの分科企画として、「薄膜シリコン太陽電池技術の現状と課題」と題したシンポジウムが開催された。定員60人ほどの講義室は常に参加者で満員であり、立ち見の参加者が廊下まであふれるほどであった。研究機関や企業の薄膜太陽電池に対する関心の高さをうかがい知ることができた。講演内容は、薄膜シリコン太陽電池の基礎特性から評価方法、Staebler-Wronski効果として知られる光劣化とその制御、透明電極の開発技術、光閉じ込めに至るまで幅広いものであったが、発電コストの削減を目標とする点はいずれの研究チームにも共通しているようであった。光劣化に関しては、阪大・JST-CRESTの研究チームからPADS法（Precursor Assisted Defect Suppression）によるアモルファスSi:Hの光劣化制御について報告があった。製膜中に基板を高温に保つことによって、光劣化の原因の一つとされるSi-H₂結合密度を低減できるが、同時に膜表面に未結合種欠陥が形成してしまうことが知られている。PADS法では、Si-H₃製膜種を供給することにより未結合種欠陥生成を抑えつつも、SiH₂結合密度を低減できることが示された。テクスチ

チャ構造による光閉じ込めに関しては、産総研らのチームから規則性テクスチャ構造をプラットフォームとした薄膜微結晶 Si:H で高発電効率を達成したことが報告された。テクスチャに周期性を持たせることにより光吸収・散乱のシミュレーション解析が容易になり、解析結果をテクスチャの設計現場へと還元しやすくなるというものであった。テクスチャ構造による光閉じ込めに限らず、多角的な光マネジメント技術が今後ますます薄膜太陽電池の高効率化に寄与していくように感じられた。20日のシリコン系太陽電池に関する通常講演には筆者はわずかな時間しか参加できなかったが、そのなかで印象に残った講演は、走査型プローブ顕微鏡（誘電率、ケルビン力）を用いた太陽電池表面／断面の局所物性評価であった。現在、走査型プローブ顕微鏡で局所評価できる物性は多岐にわたっているが、それらの物性評価技術が幅広く適用されることが期待される。

18日は、非晶質・微結晶セッション内の「16.1 基礎物性・評価」に参加した。午前中は、カルコゲナイド系薄膜及び非晶質半導体に関する発表がおこなわれた。学術的に興味深かった講演は、北大・田中先生による Urbach エネルギーに関する発表であった。絶縁性非晶物質の多くは指数関数型 ($\exp(h\omega/E_U)$) の光吸収スペクトルを持つが、最小 Urbach エネルギー E_U は物質によらず 50 meV であることを示し、それが非晶物質固有の中距離構造ゆらぎ (~ 1 nm) に由来するという仮説を提唱した。われわれの扱う（非晶）物質には様々な特性があるが、それらの個性を伸ばすと同時に普遍性を探求する姿勢も重要であると改めて感じた。S 及び Se 系では二件の発表があり、いずれも光誘起現象に関するものであった。非晶質カルコゲナイドの光誘起現象が報告され半世紀になるが、S 及び Se 系の光誘起現象の機構解明やデバイス応用に関する報告は応用物理学会では年々減っているようであり少々さびしく感じた。一方、Te 系においては、上智大から Ag



写真 非晶質・微結晶セッション（18日）の様子

電極/Ge-Sb-Te における電気抵抗のスイッチ現象観察、LEAP からは GeTe/Sb₂Te₃ 超格子を用いた TRAM (Topological-switching RAM) の開発と熱的安定性に関する報告がなされた。いずれも抵抗変化型メモリへの応用が大いに期待され、これらの Te 系材料に関する研究がきっかけにカルコゲナイド系全体の講演数が増えてほしいと感じた。群馬大の後藤先生からは非晶質 InGaZnO₄ の光熱変更分光法による低エネルギー領域における光吸収と不純物濃度及びエネルギー構造との関係について議論がなされた。

18日の午後は酸化物に関する17件の発表が行われた。酸化物ガラスおよび結晶化ガラスのプリミティブな特性のほか、電池用固体電解質への応用を目指したイオン伝導性ガラスの開発、強化ガラスへの超音波スペクトロスコピーの応用など、酸化物らしいバラエティーに富んだ内容であった。東北大医工からは、スマートフォンやタブレット端末等に使用されている化学強化ガラスの表面応力を、独自開発した超音波マイクロスペクトロスコピー技術で評価する方法についての報告があった。化学強化層の評価だけでなく、化学強化ガラスにおける今後の強化・加工技術の発展にも大いに関連しており、ガラス業界とのコラボレーションによる早期の実用化が期待される。神戸大からはアルカリホウケイ酸塩ガラスと Mg の反応 (Ar 雰囲気中) というユニークな方法により、MgO, Mg₂Si および MgB₂ がマイクロスケールで混在した複合化合物が形成されることを示した。結

晶化ガラスについては4件の発表があり、 TiO_2 微結晶、Mn ドープ系結晶 (2件)、 ZnO 結晶に関するものであった。 TiO_2 は光触媒材料、 Mn^{2+} ドープ結晶については発光材料 (波長変換材料)、 ZnO は半導体・磁性応用を目指した研究がすすめられている。長岡技科大からは、レーザー誘起結晶化法で作製した高配向な結晶ラインを、FIB 加工と TEM 観察を用いて構造解析する新手法についての報告があった。同じく長岡技科大からは、リン酸塩をベースとする全固体型電池を目指したイオン伝導性ガラスについての報告があり、今後の実用化へ向けた研

究が期待される。

今回の応用物理学講演会は、筆者にとって4年ぶりの参加、なおかつ会場が筆者の母校、という二つの点で特別なものであった。講演会では、薄膜太陽電池、カルコゲナイドや酸化物を中心に最新の研究動向や知ることでき、大変有意義なものとなった。また、Web 上では講演会情報を閲覧できるスマートフォン向けの便利なアプリが配布されており、4年という月日の流れを感じた。以上を第75回応用物理学会秋季学術講演会参加報告とさせていただきます。