

2019年秋季講演会報告 大分類 16. 非晶質・微結晶

講演会会場となった北海道大学 札幌キャンパスは、会場へのアクセスに優れており、大規模の講義室から中小規模の講義室まで、講演会場のバリエーションに富んでいた。今後の講演会の会場には、2020年春 上智大学 四谷キャンパス(2020年3月12日(木)~15日(日))が予定されている。

「16.1 基礎物性・評価」では、酸化物系ガラス、薄膜、および微結晶に関する一般講演 23 件、ポスター10 件の発表があった。酸化物ガラスについて、発光特性が 2 件、非線形性が 1 件、粘弾性特性が 1 件、低融点化が 1 件、結晶化が 2 件と特性と構造に関する研究発表が多く見受けられた。ほかに、微結晶・薄膜の(励起子)発光特性が 2 件、ポロキサマーの MD 計算が 1 件報告された。神戸大からは、h-BN の発光に及ぼすインターカレーションの効果について、愛媛大からは、ゼロ光弾性と非線形性を有する光学素子を指向したビスマス含有酸化物ガラスの 2 光子吸収係数が報告された。産総研・長岡技科大からは、結晶化により低密度化するユニークなガラスの構造的起源が報告された。

シリコン系およびカルコゲナイド系材料では、アモルファスの構造解析、結晶化、相変化に関する最新の研究成果が報告された。九州工大、ならびに大阪府立大からは、電子線回折により放射線耐性に優れるアモルファス炭化ホウ素の構造が報告された。北陸先端大からは、テクスチャガラス基板上に作製した非晶質 Si 膜において平坦基板と同様に爆発的結晶化現象が報告された。相変化に関連する新材料や新技術について、東北大から MnTe スパッタリング薄膜の電気メモリ特性が報告された。結晶間の相変化であることが確認され、低動作エネルギーを実現できる可能性がある。東北大、Hanyang 大からは、p 型の N ドープ $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ と n 型の InGaZnO_4 の接合特性が報告された。双方向で非線形性を示し、新しい自己セレクトア素子として期待できる。

「16.2 エナジーハーベスティング」では一般講演 6 件の発表があった。熱電材料開発として、酸化バナジウム薄膜の加圧処理による特性の変化、 Mg_2Si 薄膜の Sn を添加した際の熱電パワーファクターの増大効果、 $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 薄膜の熱伝導率の評価が報告された。また、振動発電素子開発として、磁歪式の振動発電モジュールの開発と現場での適用、電気二重層エレクトレットという新材料を利用した振動発電素子の提案に関して報告された。最後に新しい発電方法として、微生物を利用した燃料電池の開発の現状について報告された。熱、振動、微生物など様々な方法を利用した環境発電技術に関して、基礎物性から応用面まで活発な議論が行われた。

「16.3 シリコン系太陽電池」では、一般講演 35 件、ポスター14 件の発表があり、結晶

Si の成長・評価，セル関連技術，新概念，太陽電池モジュールの信頼性評価などについて広く報告があり，活発な議論が行われた。

結晶 Si の成長・評価については，結晶中の転位，粒界，スライスダメージに関連した研究を中心に報告が行われた。転位に関しては結晶中格子間酸素による転位運動の固着を考慮した解析が行われ，低い転位密度を実現する結晶成長法の確立に期待が持たれた。結晶方位や粒界識別，粒界電気特性の評価については機械学習を応用した報告が多くなされたが，現段階では端緒の印象が強く，これからの発展が期待される。

セル関連技術については，セルの評価，形成技術，新型セル構造などについての報告が行われた。Si 基板表面のパッシベーション性評価法としてのレーザーテラヘルツエミッション顕微鏡 (LTEM) の有用性や 3 次元アトムプローブ法による初のテクスチャ基板上の a-Si:H/c-Si 構造解析の報告があった。今後，高効率 Si 太陽電池特性向上に紐づく評価法としての展開に注目したい。また，対向スパッタに関して，Si ヘテロ接合太陽電池の i-a-Si 形成や ITO の低ダメージ製膜について報告された。今後，高効率太陽電池向けの新プロセス技術として進展が期待される。さらに，テクスチャ加工時のシリカ微粒子添加によるテクスチャサイズの減少と加工速度の向上によりコスト低減を図るプロセスの量産化に向けた報告があり，従来のテクスチャと同様の光学的・電気的特性が達成されたことが報告された。同グループからは Cat ドーピングによる n 型 a-Si:H 層の p 型反転化についても報告された。リソグラフィフリーのバックコンタクトプロセスへの展開が期待される。テクスチャ基板に対する a-SiO_x:H 膜によるパッシベーション効果の検討，極薄 Si 太陽電池を目指した Rib 構造太陽電池の高性能化についても報告があり，着実な進展が見られている。結晶 Si 太陽電池以外では，5 接合薄膜 Si 太陽電池を用いた IoT 向け超高電圧セルの開発や Si 系超格子太陽電池を目指した基礎物性評価など次世代太陽電池に関する報告もあった。ポスター発表においては，様々な表面パッシベーション技術 (Al₂O₃, GaO_x, SiN_x) および界面の評価，内蔵電位評価技術，キャリア選択コンタクト材料，Si ナノ粒子などに関する検討例が報告された。

モジュール評価・解析に関しては，PID に対しての基板の導電型，エミッターの位置(表/裏)，印加電圧(正/負，パルス)，光照射(波長)，ARC 膜の構造/物性，などの影響について様々な知見が報告され，その機構が明らかになりつつある。すなわち，ARC 膜への電荷蓄積，セル表面への Na イオンの侵入(拡散とドリフト)，膜界面への Na 過剰蓄積が逐次的に起こり，劣化が進行することが判明してきている。膜内の電界強度や Na イオンの濃度分布など，理論的な解析も進められており，今後，理論と実データの両面から，定量的な理解の深耕化が期待される。p 型結晶 Si の PID に関しては，Si への Na の拡散とドリフトに起因する経時変化の解析モデルの提案，逆バイアス電圧印加による回復のメカニズムについて報告された。また，セル周囲の電極近傍から観測される着色を伴う劣化に関して，加速試験の有効性が議論された。モジュールの屋外評価では，周辺からの影の影響により，日の出・日の入りの時間帯に推定発電量と実発電量の差が大きくなることや，両面受光ヘテロ接合型太陽

電池における散乱光強度や床面の反射率と両面受光ゲインの関係などが紹介された。ポスター発表においては、太陽電池モジュール内での酢酸の生成およびその検出に関する報告が行われた。新船幸二(兵庫県立大), 松本光弘(パナソニック), 石川亮佑(東京都市大), 小出直城(シャープ), 城内紗千子(AIST)各氏の執筆協力をいただいた。