

16. 非晶質・微結晶

シャープ株式会社 エネルギーソリューションカンパニー 小出 直城

「16.1 基礎物性評価」では、酸化物ガラス、金属複合化合物、カルコゲナイド系、などの幅広い材料について、物性制御やデバイス応用など様々な発表が行われた。セッション前半では、酸化物ガラスの光非線形性と、希土類イオンの局所構造に関する報告が目立った。Ag₂O-TeO₂ガラスの熔融時間に依存してテルライトの局所構造の変化に伴う、3次光非線形性に関する報告であったが、Al₂O₃の微量添加が着色と、ガラス化に大きく寄与する内容の報告があった(名工大、リモージュ大)。数マイクロメートルの立方体MgO単結晶を用いた室温における紫外レーザー発振に関する報告(神戸大、東大物性研)も注目を集めた。セッション後半では、Ge-Te系薄膜に関する講演が2件、いずれも抵抗変化型メモリ材料への応用に向けて、サンドイッチ型電極によるスイッチング特性(上智大)、Cr-Ge-Teの非晶質/結晶相における異常抵抗特性(東北大)が報告された。他に新規太陽電池材料(カルコゲナイド系)(群馬大)や薄膜トランジスタ材料におけるギャップ内準位の検出・評価方法に関する報告もなされた(日大)。

「16.2 エナジーハーベスティング」では、「9.4 熱電変換」とのコードシェアセッションを開催した。16.2 からは、意図的に欠陥導入を行った結晶化ガラスを用いた可視光照射による水分解や、同じく結晶化ガラスの熱流制御デバイス応用に向けた、レーザーによる結晶化ライン形成などの興味深い報告がなされた(すべて東北大)。熱電変換を専門とする多くの聴講者の関心も引いており、意義深いコードシェアセッションであった。

「16.3 シリコン系太陽電池」では、太陽電池モジュールの信頼性評価、結晶シリコン物性、結晶シリコンヘテロ接合太陽電池、薄膜シリコン系太陽電池などについて幅広く発表が行われた。

太陽電池モジュールの信頼性については、発表が7件あり、いずれもPID(Potential Induced Degradation: 高電圧誘起の出力劣化)に関連した報告で活発な議論が行われた。Na拡散や酢酸イオンの発生、レーザー加熱による回復などが議論され、中でも、レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(SCREEN、大阪大、産総研)や光過渡吸収法(NAIST、日清紡)を用いた検討は、劣化メカニズム解明に向けた新たな切り口として、今後の進展が期待される。

太陽電池用結晶シリコン物性については、シリコン結晶中の欠陥制御に関連した研究を中心に報告がなされた。多結晶シリコンに関しては、粒界構造制御による転位発生の抑制や意図的に導入した核形成層による結晶粒の微細化(名古屋大)、単結晶シリコンに関しては、結晶中の酸素濃度低減が期待出来るNOC法(JST FUTURE-PV)や撥液るつぼを用いたCZ法(産総研)の報告があった。また、太陽電池製造工程を模擬した熱プロセスによる酸素析出(明治大)についても報告があり、炭素濃度も重要な因子であることが明らかになりつつあり、結晶品質の向上、ひいては結晶シリコン太陽電池の高効率化に寄与するものと期待される。

シリコン太陽電池のデバイス、プロセス技術に関しては、ライフタイムが長く、光劣化が生じにくい

などの特徴から、n型基板の使用に対する関心が高まっている。PERT型セルでは、B拡散後にテクスチャ構造を維持しながら片面のドーブ層を除去する課題がある(産総研)。一方、片面のみがドーブされる常圧CVDによるホウケイ酸ガラスの成膜・拡散を用いた方法では、ドーピング濃度と深さをシミュレーションで最適化することで、効率21.3%が得られた(三菱電機)。また、p型層の形成方法として、500°Cという低温でAl誘起成長を行ったp型多結晶Siを用いるというユニークな提案(名古屋大)があり、注目を集めた。

シリコン太陽電池の高効率化に重要な表面パッシベーション技術に関しては、加熱濃硫酸による洗浄と Cat-CVD パッシベーション膜の組合せ(北陸先端大)、ポストプラズマ処理(明治大)、及びスプレー塗布型 Al_2O_3 薄膜(東ソー・ファインケム、東工大)による新規パッシベーション法の提案があり、低コスト高効率化の新技术として注目を集めた。また、界面状態の評価法として、少数キャリアライフタイムの温度依存性(東工大)やレーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(SCREEN、大阪大、産総研)の報告があり、データ解釈や新規アプリケーションについて討論された。非晶質シリコン薄膜のセッションでは、ヘテロ接合型太陽電池に関する発表が主であり、特に北陸先端大と東工大からの報告が多くを占めた。北陸先端大では、プラズマや Cat ドーピングの検討、液体シリコンのLVD法によるパッシベーションなど精力的に検討されている。中でも、a-Si成膜前の新規洗浄方法として100°C程度の硫酸処理を検討し、8 msec という非常に高いライフタイムを報告、インパクトのある技術として注目を集めた。また、東工大からは新しいシリコンとの異種接合として $Cu_2O:N$ の検討も開始されており、基本的な界面の状況把握が今後の課題と考えられる。高効率化の手法として、低倍率集光も提案され、シリコンヘテロ接合の課題についてシミュレーション手法を交えた考察が進んでいる。今後、システムとしての一アプローチとして注目される。

薄膜シリコン系太陽電池に関しては、Si系太陽電池改善の基礎的な検討に関する発表の中で、フォトニック技術を用いたアプローチが種々報告された(京都大、名古屋大)。光閉じ込め効果にフォーカスしているが、Ge材料との組合せで実現を目指している(名古屋大)。今後の展開に期待したい。a-Si成膜の基本的な評価・考察についても着実な進展が見られ、トライオードプラズマCVDを前提に、熱励起の影響(NIMS)、高温成膜での欠陥制御(大阪大)など興味深い結果が報告された。また、シリコンを用いた新概念太陽電池として、太陽光誘起レーザーと組み合わせた集光シリコンセル(豊田中研)、シリコンナノワイヤ、Si/SiO₂超格子ワイヤー、シリコンナノウォールを用いた太陽電池の作製も複数(名工大、JST、名古屋大、東工大、東京都市大)報告された。シリコンの理論効率越えを目指した挑戦的な取り組みとして、ブレークスルーを期待したい。

最後に執筆に際しご協力を賜りました、本間 剛先生(長岡技科大)、寺門 信明先生(東北大)、大平 圭介先生(北陸先端大)、野毛 宏先生(福島大)、新船 幸二先生(兵庫県大)、松本 健俊先生(大阪大)、高橋 勲先生(名古屋大)、高濱 豪様(パナソニック)に感謝致します。