

16.非晶質・微結晶

パナソニック(株) 寺川 朗

「16.1 基礎物性・評価」では、酸化物ガラス、Si系材料、カルコゲナイド材料などの報告がなされた。超音波による熔融石英中のOH基と仮想温度の相関による定量マッピング(東北大)、薄板化が進んでいる基板ガラスの新たな化学強化手法であるコロナ放電によるガラスイオン交換(北大)、アナターゼ型TiO₂の選択形成による光触媒機能の向上(東北大)、従来バルクの結晶化ガラスで高い二次光非線形性を発現するBa₂TiSi₂O₈のゾルゲル法による合成とその電気光学効果(東北大)、などの興味深い報告がなされた。ジルコニアの超残光現象(東北大)、テルドロープリン酸系ガラスの紫外励起発光(京大)、金属リチウムを還元種としたアニール後のMgO₂、ZnOの発光(神戸大)など、酸化物発光材料に関する報告も注目された。酸化物ガラスの相変化(結晶化)を用いた機能性材料に関しては、非化学量論組成の酸化物ガラスからの結晶化という手法が主流で(東北大、長岡技大)、構造制御とさらなる機能向上には素過程研究の重要性が示された。Ndを添加したシリカガラスにおける930nm発振の試み(豊田工大)は挑戦的な取り組みであり今後の展開が期待される。シリカガラスへのSm、Dy、Eu添加に関する報告(豊田工大)では光学応用上重要な希土類イオンのガラス中の状態および発光効果に関する網羅的研究が紹介された。C12A7エレクトライドガラスの電気物性と局所構造に関する報告(東工大)は、三次元的なケージ構造が電気特性に密接に関連する事を実験的に証明し、新しい酸化物ガラスの合成から電気特性まで包括する大変興味深い講演であった。また、CPM法によるa-InGaZnO₄薄膜のギャップ内準位評価(日大)、光熱輻射分光法によるSi系薄膜の欠陥密度評価(岐阜大)、など欠陥評価に関する報告もあった。CaF₂/Si量子ドット超格子を用いたp-i-n構造の太陽電池に関する報告(東工大)ではSiドットの位置制御により短絡電流密度が大きく向上することが示された。また、カルコゲナイド材料におけるAgの光拡散(光ドーピング)に関する発表(CROSS)では中性子反射率測定の解析結果からAg拡散の描像に関する議論がなされた。

「16.2 プロセス技術・デバイス」では、分科内招待講演として「シリコンインクの製膜法と薄膜物性」と題してシランポリマー系 Si インクの物性、濡れ性、製膜性に関するレビュー報告(北陸先端大)がなされた。30mm 角サイズの結晶 Si 薄膜をメニスカス力を利用した低温プロセスで PET などの異種基板上への転写が可能であることを紹介した報告(広島大)は太陽電池、TFT などの薄膜素子の新形成技術としての展開が多いに期待される。その他にも、Si クラスレート薄膜形成プロセスと物性(岐阜大)、赤外センサー用薄膜、二酸化バナジウム(VO₂)の電気特性(東京理科大、豊田中研)に関する発表がなされた。特定のデバイス応用に特化しない、新規材料技術・プロセス技術の探索が今後さらに活発化することを期待する。

「16.3 シリコン系太陽電池」のセッションでは、結晶Si、薄膜Si、ヘテロパッシベーション、光閉じ込め、量子効果利用などの報告がなされた。結晶Si太陽電池の上工程(原料〜ウエハ)について基礎的な研究成果が多く発表された。珪砂の高純度化と還元(東大)、インゴット成長の結晶粒評価(NIMS)と欠陥発生シミュレーション(九大)、機能性粒界を利用した結晶成長(東北大)や2重る

つばを用いた結晶成長における転位発生メカニズム(名大)、などの報告がなされた。また結晶形態の制御手法としてファセットを利用した正方形単結晶の成長(京大)についても報告がなされ関心を集めた。Si中の不純物に関しては、PLによるドナー・アクセプター対発光の微細構造(JAXA)や極低温FT-IRにより窒素の関与したシャローサーマルドナー(神奈川県産技セ)などが報告された。太陽電池形成プロセス技術としては、化学的転写法によるSi表面へのナノ構造形成と低反射化(阪大)、スピンエッチングによる保護膜を用いない片面エッチング(明大)、アルミナ膜に対応可能なファイヤースルーペーストによる裏面構造形成(豊田工大)などが報告された。結晶Si太陽電池モジュールのPID現象の抑制に、イオン性物質を含まない軽量アクリル樹脂が有用であることが報告され注目を集めた(三菱レイヨン)。結晶Si太陽電池の高効率化にはヘテロパッシベーション技術が重要である。高性能パッシベーション材料として注目されている AlO_x 薄膜については、大気圧で成膜可能なミストCVDに関する報告(京大、兵庫県立大)では、 O_3 添加による不純物の低減や、成膜温度・アニール温度の最適化が有効であることが示された。また、a-Si/c-Siヘテロ接合に関しては、テクスチャ稜線部で発生する電流リークを防ぐために直流電源を用いたコロナ放電により導電部分のみを選択酸化する手法が提案された(岐阜大)。その他、a-Si N_x 膜、Si N_x /a-Si膜、新規材料であるSrO/Si膜についての報告がなされた。多接合太陽電池のボトムセル用SiGe薄膜に関する報告(産総研、福島大)では格子不整合に起因する転位を組成傾斜層の導入で低減可能であることが示された。薄膜太陽電池に関しては変換効率の更なる向上に向けて基礎的研究への立ち返りが見直されている。光閉じ込め技術としては、光散乱角度を制御したダブルテクスチャZnO(東工大)や、入射光側での光散乱を促す微粒子挿入(岐阜大)、裏面側でのプラズモン散乱効果の導入(産総研)などが提案された。a-Si製膜技術では、高次シラン系反応種の抑制(九大、阪大)では 10 \AA/s の高速製膜で $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以下の欠陥密度が実現され、量子分子動力学および密度汎関数を用いたシミュレーションによる緻密膜の堆積メカニズム(東北大)が提案された。その他にも、窓層用ワイドギャップ材料のa-SiCの高品質化(阪大)、ボトムセル用ナローギャップ材料のSiGeの酸素導入による光感度の向上(産総研)などが示された。量子構造を応用した太陽電池の研究も多数報告された。エッチングによる高アスペクトSiナノウォール(数十nm幅、1 μm 深さ)の形成(東工大)、Ge量子ドットの近接化技術の開発と太陽電池動作の検討(東工大)、ナノ結晶Siを用いた開放電圧向上(農工大)、電圧整合型太陽電池の波長選択層用 SiO_2/Si の一次元フォトニック結晶のシミュレーション(東大)、などの報告があり活発な議論が交わされた。

最後に、執筆に際しご協力を賜りました、本間 剛(長岡技大)、正井 博和(京大)、高橋 儀宏(東北大)、吉田 憲充(岐阜大)、白井 肇(埼玉大)、杓掛 健太郎(東北大)、新船 幸二(兵庫県立大)、宇佐美 徳隆(名大)、石河 泰明(奈良先端大)、傍島 靖(阪大)、高橋 勲(名大)の各氏に感謝いたします。