

16. 非晶質・微結晶

シャープ 山崎一郎

16.1 基礎物性・評価

カルコゲナイドガラス関連で、半自由固定されたカルコゲナイドガラスの光変形に関する新たな実験事実（北大）や不揮発性メモリへの応用が期待される Si-Te / Ge-Te および $\text{Ge}_1\text{Cu}_2\text{Te}_3$ の相変化学挙動（東北大）について報告された。Si 関連材料については、ZnO などに関して、プラズマジェットによる短時間熱処理効果について調べられていた（埼玉大）。また、Sn 含有リン酸塩低融点ガラスの発光特性と光学応用（東北大）に関する講演奨励賞受賞記念講演も行われた。

酸化ガラス関連では、特にリン酸塩系ガラスの物性研究が多く、その構造および熱的特性（アルプス電気、産総研、日立）に注目されていた。その他に、低融点 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-TeO}_2$ 系ガラスの熱物性と封止特性についての報告（日立）は、鉛を含有しない低温封着可能かつ耐水性に優れたガラス材料の開発に関する興味深い内容であった。

SiO_2 ゲル（首都大）および ITO ゲル（北陸先端大）に関するもののほか、結晶化ガラスの作製について多くの講演があり、その応用先は、輝尽発光、光触媒、第 2 次高調波発生など多岐にわたった。さらに、非弾性散乱法を用いたガラスのナノ結晶化（東北大）について詳細な検討結果が報告され、ガラス構造と結晶化という興味深いテーマについて議論が深められた。

16.2 プロセス技術・デバイス

ホットワイヤーによる水素ラジカルに関して、常圧での水素ラジカル発生についての報告でレジスト除去への応用が期待されること（北陸先端大）や、スパッタによる Si 薄膜作製時の水素ラジカル導入で結晶化が促進できること（日大）が示された。スパッタによる製膜については、製膜速度が大きく低下しており、その反応機構の解明が期待される。ゲストフリー-Si クラスレートについて、従来法ではタイプ および クラスレートと結晶 Si の混合物となるが、処理温度を制御することで比較的高濃度のタイプ クラスレートの生成が可能なが報告された（岐阜大）。新材料として興味深い物質であり、今後の進展が期待される。また、スパッタで作製した Si/Ge 積層膜が熱処理することで高い抵抗温度係数を示し、その赤外線イメージセンサへの応用が示唆された（東京理科大）。

また、次世代薄膜系太陽電池材料として、Ge 膜の結晶配向の制御や、界面上に堆積させた Si 薄膜による水素終端（東海大）や、Cat-CVD 法とフラッシュランプアニールによって作製した poly-Si 膜に対するファーンেসアニールによる欠陥終端化技術（北陸先端大）ALILE 法を利用した大粒径結晶 Si（東工大）に関する報告がされた。また多接合トップ層として、多元同時 RF スパッタ法にて作製した InGaN 薄膜についての報告（岐阜大）もされた。

16.3 シリコン系太陽電池

薄膜関連技術として、透明導電膜(TCO)については表面形状の定量化や改良が試みられた（三洋電機、東工大）ほか、新規 TCO として InTiO が nip 型微結晶シリコン太陽電池の V_{oc} を ZnO よりも向上させること（阪大）が報告された。光制御技術として、陽極酸化ポーラス Si（東大）、金属ナノ粒子（東大）、Si ナノワイヤ（農工大）の効果について報告された。また、分光エリプソメトリーによるガラス基板上の a-Si 層の水素量評価（岐阜大）や微結晶 Si ドープ層の成長プロセス検討と熱処理効

果(阪大)などの実用的な報告があった。さらに、TEM トモグラフィーによる微結晶 Si 粒の 3 次元構造解析(岐阜大)では、(220)配向の微結晶 Si 粒が、卵の殻のように周囲だけ(220)配向で内部は異なる構造であることが示唆され、興味深い内容であった。

今後の超高効率化に向けては、伸長歪 Ge 薄膜(東工大)、Si/SiC 量子ドット太陽電池(東北大)の基礎的な報告があり、進展に期待したい。

薄膜太陽電池に関する講演では、プラズマ CVD で作した微結晶 Si の優先配向決定因子(埼玉大)、高速製膜微結晶 Si への界面欠陥制御層の効果(阪大)、大面積均一成膜等フィルム基板上への微結晶シリコン太陽電池作製(富士電機)に関する報告があった。また、微結晶 SiGe のアクセプター準位の酸素カウンタードーピングによる太陽電池特性の改善が報告され、高効率化へ向けた指針が示された(産総研)

結晶系太陽電池では、負の固定電荷を有する膜として、Al-Y-O 系材料(明治大)や α - $\text{Al}_{1-x}\text{O}_x$:H 膜(東工大)等について報告があった。界面パッシベーションは薄型基板太陽電池には必須の技術であり、今後の実用化が期待される。ヘテロ接合に微結晶 Si 膜を用いる方法(農工大)、3C-SiC 膜を用いる場合の界面制御(東工大)について報告があった。一方、将来の積層型太陽電池のための技術として、Ge 基板を用いた太陽電池(三菱重工)や、異種の太陽電池を導電性接着剤で接合する試み(農工大)が報告された。更なる最適化が課題であるが、今後の進展が期待される。また、テクスチャ化されたヘテロ接合太陽電池やガラス基板上 TCO に対する分光エリプソメトリーによる高精度解析法が報告された(岐阜大)

太陽電池用多結晶 Si の結晶性に関して、転位密度がヒーター移動速度等に強く依存することを示す数値解析結果(九大)、放射光白色 X 線マイクロビーム回折法を利用した格子歪みの詳細な解析結果(阪大)、 N_2 ガス雰囲気中での高温熱処理により結晶粒内にも不純物析出が生じることを示唆する成果(明治大)、Ni 不純物の作る界面準位がバンド的であることを示す成果(豊田工大)などの報告があった。

RF 水素リモートプラズマとスモーキング処理の併用で表面テクスチャが改善されること(農工大)、裏面反射層の開口率の最適化が世界最高効率(217.7 cm^2 で 19.3%)達成の一因となったこと(三菱電機)、選択エミッタも視野に入れたエミッタ形成技術として、低コスト化に有利なスクリーン印刷の検討状況(農工大)等が報告された。また、原子間顕微鏡を利用して表面再結合を評価するユニークな光熱分光測定(東大)が提案され、HF 洗浄効果についての議論がされた。

結晶系太陽電池の会場は常時満席で立ち見の状態であり、当分野への注目度が大きいことが伺えた。

最後に、執筆に際しては、吉田憲充(岐阜大)、高橋儀宏(東北大)、早川知克(名工大)、磯村雅夫(東海大)、傍島靖(大阪大)、神戸美花(旭硝子)、竹内良昭(三菱重工)、西岡賢祐(宮崎大)、齋藤洋司(成蹊大)、高橋琢二(東大)、谷口浩(NS ソーラーマテリアル)、伊藤貴司(岐阜大)の各氏にご協力頂きました。ここに感謝いたします。