

16. 非晶質・微結晶

富士電機(株) 下沢 慎

「16.1 基礎物性・評価」では、主としてカルコゲナイド材料及び各種ガラス材料に関する報告がなされた。分科内招待講演として、超格子材料を用いた相変化デバイスに関する講演(LEAP)が行われ、GeTe/Sb₂Te₃ からなる超格子における結晶-結晶相転移を利用することで、従来デバイスと比較して抵抗変化素子における動作電力を 1/10 程度まで低減できることが報告された。また講演奨励賞受賞記念講演として TiO₂ 結晶化ガラスの光触媒特性評価に関する講演(東北大、京大)があり、TiO₂ 結晶化ガラスにおいて、エッチングによる表面積増加に伴う触媒機能向上に関する講演があった。一般公演では、a-IGZO および a-ITZO を用いた薄膜トランジスタにおける特性不安定性解析(日大)、ソーダガラス中の微量鉄の局所構造評価(Spring-8/JASRI、日本板硝子(株)、兵庫県大)、太陽光励起ファイバーレーザーの実現性に関する数値シミュレーション(豊田工大)、テルトリ系ガラスを用いた超高速一括波長変換素子実現のための紫外光ポリアリク効果の評価(東京工科大)、ラマン分光法による多結晶 Si 薄膜の結晶性分布評価(明大、(株)東芝)等が報告され、活発な議論がなされた。また、リン酸塩ガラスにおける Sn²⁺-Ce³⁺もしくは Sn²⁺-Mn²⁺共添加による発光特性に関する報告(京大、九工大)がなされ、添加イオン間のエネルギー輸送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、主に、基礎プロセス、デバイス応用に関する報告がなされた。基礎プロセスに関しては、触媒反応 CVD におけるタングステンイオン上の酸素化合物の分解過程(静岡大)、II型クラスレート化合物の Na の低減プロセスの検討(岐阜大)、単結晶 Si 基板上に固相成長により形成する結晶 SiGe のエピタキシャル成長に関する検討(東海大)、フラッシュランプアニールを用いた透明導電基板上への多結晶 Si 薄膜の作製条件の検討(北陸先端大)等があった。今後の新たな展開と現象の正確な解析が待たれる。またデバイス応用としては、シリコンを原料とした非晶質 Si 薄膜膜質の焼成時間依存性、SiC 薄膜の作製、グリーンレーザーを用いた非晶質 Si のテクスチャ構造の形成(以上北陸先端大)、赤外線イメージセンサ用のシリコン・ゲルマニウムを用いたデバイスの開発、障壁構造の計算(以上東理大)、またメカニカル力を利用した大面積転写技術、及び MOSFET の作製(広大)についての報告があった。いずれもフレキシブルデバイスやローコストデバイスへの進展が期待される。

「16.3 シリコン系太陽電池」では、結晶 Si 太陽電池の性能向上に関する多岐にわたる報告や、非晶質 Si の膜特性等に関する報告がなされた。結晶 Si 太陽電池のパッシベーション技術に関しては、Al₂O₃ の他にも、Al₂O₃/YSZ 積層構造の検討(明治大、物材機構、兵庫県立大)、Sr_xSiO_{x+2} の化学組成と膜中固定電荷の相関(兵庫県立大、明治大)等の新材料適用に向けた検討、また触媒分解を用いた Pドーピングによるパッシベーション効果(北陸先端大)、硝酸酸化法によるシリコン表面のパッシベーション効果(阪大)等の報告があった。ヘテロ接合太陽電池に関しては、微結晶 3C-SiC:H エミッタの高品質化(東工大)、a-Si:H/c-Si ヘテロ接合型太陽電池の再結合抑制に向けた界面 SiH₂ 量の低減(岐阜大)、エピタキシャル成長抑制によるライフタイムの向上(北陸先端大)等の報告があった。今回は大学からの発表が主であったが、活発な議論を通してこれらの技術の速や

かな実用化が望まれる。光マネジメント(光閉じ込め)技術に関しては、フォトニック結晶を用いて、光散乱効果の最適化だけでなく、電磁波の共振効果(フォトニックバンドギャップ)を利用した光閉じ込め効果の検討(京大、シャープ(株)、阪大)、ハニカムテクスチャー構造を用いた微結晶 Si 太陽電池の長波長領域外部量子効率の向上(産総研、PVTEC、福島大)等があった。今後薄膜 Si 太陽電池高効率化のための設計指針となることが期待される。超高効率太陽電池の基盤技術として期待される量子効果を利用するために、 $\sim 3\text{nm}$ の微細加工技術、評価技術が要求される。今回は特に量子太陽電池への応用を期待して、バンドギャップ制御を目指した結晶・多結晶ナノワール、ナノピラー形成技術の検討が紹介された(東工大)。現段階では、微細加工および表面パッシベーションに関する内容が主体であったが、今後量子効果によるバンドギャップ制御の実証、太陽電池素子性能への効用が期待される。 $\alpha\text{-Si:H}$ 系太陽電池に関しては、Mg を導入した低 SiH_2 量 $\alpha\text{-Si}$ 系半導体の作製(岐阜大)、量子分子動力学法を用いた $\alpha\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{H}$ プラズマ CVD 成長機構(東北大)等、膜質向上や成長機構に関する報告の他、化学的安定性の高いグラフェンを透明電極として $\alpha\text{-Si:H}$ 太陽電池に適用し、 V_{oc} が 0.941V (単層グラフェン)、 0.945V (3層グラフェン)と非常に高い値が得られたという報告(東工大)があり、注目を集めた。本透明電極は耐熱性や耐食性にも優れており、今後の展開が期待される。太陽電池モジュールの信頼性に関しては、産総研を中心とするコンソーシアムの研究成果が多く報告された。封止材の化学状態とモジュール信頼性の関係(産総研、日清紡ホールディングス(株))、長期暴露モジュールの劣化状態と高温高湿試験との対応(大日本印刷(株)、凸版印刷(株)、産総研他)、塩水噴霧ストレスと PID の関係(エスパック(株)、JFE テクノリサーチ(株)、産総研他)、PID 耐性を有する反射防止膜の検討((株)島津製作所、明治大、産総研他)等で進展が見られた。シリコン結晶基板に関しては、基板結晶の成長と結晶欠陥(粒界、転位、歪み、不純物等)に関する報告が多く、中でも無転位の CZ インゴットをキャスト炉中で熱処理すると転位が発生するため、結晶を成長させた後の熱処理過程が重要であることを示した報告(物材機構、九大)が注目を集めた。計算でも実測された転位分布を再現でき、今後の進展が期待される。欠陥評価はフォトリソセスをプローブにした報告が多く、シリコン結晶における PL 強度と転位密度の相関(東北大、名大)が注目を集めた他、太陽電池用多結晶 Si 中における小角粒界の偏光 PL イメージング解析、高濃度・高補償比 Si 結晶で形成される不純物帯の PL 解析(明大、JAXA)等の報告があった。また顕微分光法で、 $50\mu\text{m}$ の空間分解能が得られた(静岡理工科大、浜松ホニクス(株))報告は、特筆すべき点であると感じられた。その他、n 型基板結晶 Si 太陽電池で、表面高濃度ボロン層の形成が基板表面での少数キャリア再結合の原因となることをシミュレーションで示した報告(明大、(株)天谷製作所)、インクジェット印刷を用いたパターンングプロセスによって作製した裏面電極型太陽電池についての報告(福島大、産総研)、Si 太陽電池のライフタイムをインペダンス測定から計算できるとした報告(兵庫県大)等があり、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、吉田 憲充(岐阜大)、清水 耕作(日大)、増田 淳(産総研)、白井 肇(埼玉大)、磯村 雅夫(東海大)、宇佐美 徳隆(名大)、綿打 敏司(山梨大)、吉田 豊(静岡理工科大)の各氏に感謝いたします。