

16 . 非晶質・微結晶

富士電機ホールディングス 和田雄人

第 57 回応用物理学会学関係連合講演会における表記分科の講演報告を以下に記す。

執筆に際して高橋儀宏（東北大）、梶原浩一（首都大東京）、早川知克（名工大）、寺門信明（北大）、新倉ちさと（物材機構）、高橋琢二（東大生研）、小野春彦（神奈川県産技セ）、上迫浩一（農工大）、松木伸行（岐阜大）の各氏のご協力を戴いた。

【16.1 基礎物性・評価】(17 日午前・午後、18 日午前)

メタルナノドットメモリに関する講演（東北大）を皮切りとし、相変化メモリに向けた Sb-Ge-As 系薄膜の作製および構造変化（明治大、群馬大）、非晶質 Si の電気・光物性（日大、産総研）、Ag/AsS₂ 非晶質膜の光ドーピング（北大）、ナノ結晶の評価および光学特性（宮崎大、神戸大、東工大）、そして非晶質 SiC の構造緩和（阪大）と、基礎～応用の両方の面において多岐にわたる報告があった。特にラマン分光法における励起波長制御による微結晶 Si 薄膜の結晶化度の分布評価（宮崎大）は、太陽電池用薄膜 Si の高効率化や品質管理に有用と考えられ、興味深い内容であった。

酸化物非晶質系材料の可視域で透明である特徴を生かした光学材料・素子の提案が多くみられた。太陽光励起レーザーを目標とした Nd³⁺ドープレーザー材料（豊田工大）、ホストガラスの非線形性を利用した光増幅・光スイッチ材料（豊田工大・名工大）などが発表された。希土類などの発光イオンを含まない発光材料・蓄光の設計も興味深い。

透明結晶化ガラスおよびレーザー結晶化についての報告が多く見られた。特に、KNbO₃（長岡技科大）や YLiF₄（豊田工大）を単一結晶相にもつ結晶化ガラスを得た研究は応用上重要なものになると考えられる。

鉛フリーの低融点ガラスとして注目が集まるリン酸塩系ガラスに関するものが半数を占めた。希土類元素添加による構造変化やハライド添加による光学特性変化（屈折率、吸収端）Sn 含有系の高い量子効率での発光等が報告された。リン酸塩系以外では、Ge(Ti、Sn) を添加したシリカ薄膜のスラブ導波路における誘導放出が報告され、目を引いた。

【16.2 プロセス技術・デバイス】(18 日午後)

17 件の報告があり、薄膜形成技術が 7 件、結晶化に関するものが 7 件あった。薄膜形成技術に関しては、触媒体によるもの（静岡大、長岡技科大）、スパッタ法（早大、岐阜大、東海大）、蒸着（東海大）、マルチホロープラズマ（物材機構）に関するものがあった。結晶化に関しては、SiGe の Al 誘起結晶化（九大）、フラッシュランプアニール（北陸先端大）、プラズマ結晶化（埼玉大）以外に、加熱したガスを用いたヒートビームに関するものがあった。膜質の向上によるデバイス特性改善につながるものと期待される。新規材料としては Si クラスレート（岐阜大）についての報告があった。

【16.3 シリコン系太陽電池】(18 日午前、午後、19 日午前、20 日午前)

アモルファス・微結晶 Si 薄膜系太陽電池と単・多結晶系太陽電池の材料や周辺技術に関する一般講演が 3 日間で 44 件あり、前回秋の学会の 24 件を大きく上回った。18 日の午後には結晶 Si に関連する発表が 14 件あり、結晶 Si 系太陽電池開発の重要性が再認識されてい

る傾向を反映したものと思われる。

テクスチャー構造に有効な分光エリプソメトリ解析手法（岐阜大）、微結晶 Si のバルク及び界面における欠陥密度分布や、サブサーフェスにおける結晶化についてのモデル（阪大）、クレーター型表面形状の微結晶 SiGe 膜成長初期における結晶粒界誘発の抑制効果（東海大）等についての報告があった。

結晶 Si 系では、重金属不純物や転位・結晶粒界等の評価に加え、軽元素の挙動にも関心が集まりつつある。特に欠陥と不純物との関係を顕微測定した報告が続き、有意義な質疑応答がなされた。欠陥や不純物の挙動を理解し制御することによる、低コストで高効率の太陽電池実現への努力が続けられている。未解決の部分はまだ多いが、LSI 用 Si 単結晶基板の研究者が多く参入してきており、今後の研究の進展が期待される。

4 件が「テクスチャによる反射率低減」に関する報告で、4 件が「パッシベーション膜による少数キャリアライフタイム向上」に関する報告であった。

反射率の低減に関しては、 ClF_3 をエッチングガスとして微細なテクスチャ構造を形成した後、フッ硝酸による処理を行う方法（成蹊大）、テクスチャ表面に真空蒸着した Pt を金属触媒として結晶 Si 基板に転写する方法（阪大）、水素リモートプラズマによるテクスチャエッチングの方法（農工大）、Si ナノワイヤ構造における変換効率の予測（日本 IBM）が報告された。

パッシベーションに関しては、 PH_3 ドーピングガス添加による表面クリーニング、 SiNx/a-Si 積層構造（北陸先端大）、 SiNx:H 膜の反射率低減・パッシベーション特性とアニール効果（農工大）、アルミナ膜による表面再結合速度低減効果（神奈川工科大）が報告された。さらなる高効率化に向けて動向が注目されており、会場はほぼ満員で、立ち見の状況もあった。

微結晶 Si 太陽電池におけるテクスチャ効果を系統的に検討した結果（産総研）は、これまで計算中心だった光閉じ込め設計に実証データを供する重要な報告であった。またナノインプリントや Si ナノワイヤによる光閉じ込め効果についても報告された（産総研、農工大他）。

SnO_2 に代わる透明電極材料として検討されている ZnO について、長波長領域での透過率向上と抵抗率低減および、 HCl エッチングによるテクスチャ効果について報告があり、同材料の有望性が示された（東ソー）。

第 3 世代太陽電池を目指した量子ドット超格子太陽電池（東工大）に関して報告があり、粒径制御性の向上などプロセスの着実な進展が見られた。太陽電池作製と並行し、量子サイズ効果に関する基礎物性のより詳細な検討も望まれる。

量子化学計算による SiC 中 Si ナノドットの電子構造解析（東北大）の結果は、ナノ結晶界面欠陥準位による再結合が無視できないレベルに達する予想を示した。作製プロセスに指針を与える計算モデルへの発展が期待される。