

## 16 非晶質・微結晶

東北大 藤原 巧

第 70 回応用物理学学会学術講演会( 9/8-11, 富山大学 )における表記分科の講演報告を以下に記す。なお、執筆に際して梶原浩一( 首都大 )、寺門信明( 北大 )、高橋儀宏( 東北大 )、宮島晋介( 東工大 )、大平圭介( 北陸先端大 )、柿本浩一( 九大 )、上迫浩一( 農工大 )の各氏のご協力を戴いた。

### 16.1 基礎物性・評価( 9月10日午前・午後 ) 31 件

アモルファスカルコゲナイド, シリコンナノ結晶, アモルファスシリコンカーバイドなど, この分野の伝統的な材料やテーマについて新しい基礎的知見が発表された一方で, 非晶質・微結晶の特徴を生かした電子デバイスの作製が活発になりつつあるように感じられた。遷移金属を包接したクラスターを形成させて, アモルファス Si 中のダングリングボンドを水素を用いずに終端するというのは興味深いアイデアである。用いる遷移金属の種類による pn 制御と, この材料の薄膜における TFT の動作が実証された( 筑波大・産総研 )。ゲート絶縁膜の絶縁破壊に対する耐性の良いメモリとして知られるメタルナノドットメモリの設計指針が示され, それに基づいた動作報告がなされた( 東北大 )。構造の制御された金クラスターも, 近年触媒や電子デバイスへの応用を目指して研究が活発化している材料であり, 今後の展開が期待される。

結晶化ガラスに関する報告が東北大グループの研究を中心に複数なされた。一見複雑そうに見える組成は機能性の付与のために詳細に設計されたものであり, 材料開発の真髄をうかがい知れた。また, 光非線形性材料だけでなく, 光触媒性・電気伝導性材料に関する基礎特性の研究も進んでいるようであり, 実用化へ向けた全容解明が待たれる。特に, 高橋らによる Boson ピークと結晶核形成の関連を述べた報告は, ガラス物理における旧来からの謎であるガラスの中距離構造とも関連し大変興味深かった。長岡技術科学大の萩沢らにより, 酸化タンゲステン結晶の新たな堆積法( 通電加熱法 )が報告された。通電から試料堆積にいたる過程がムービーで紹介され, 聴衆の理解の助けとなった。フォトクロミック現象を示すということであり, 応用を目指した研究が期待される。

講演内容は講演奨励賞記念講演を始めとし( 九大 ), 酸素欠陥や希土類を導入した新規発光材料( 神戸大, 群馬大, 豊田中研 ),  $BaTiO_3$  の第一原理計算( 村田製作所 ), シリカガラスの欠陥科学や仮想温度などの物性評価および失透現象解明( 首都大, 東北大, 福井高専 ), そしてガラスナノインプリント用材料や手法の開発( 産総研, 東工大 )と多岐にわたった。特に荒川ら( 東北大 )は, シリカガラスの音響特性を超音波マイクロスペクトロスコピー( UMS )法と呼ばれる独自の手法で研究を進めており, 発表者は精緻な実験結果に基づき, 極めて高い精度で音速を評価できることを実証した。また仮想温度も正確に決定できることから, UMS 法はガラス・単結晶基板材料への産業技術にとどまらず, ガラスの物性研究に寄与する有用な手法であり, 極めて興味深い内容であった。

### 16.2 プロセス技術・デバイス( 9月10日午前 ) 11 件

本セッションでは, 11 件の報告のうち 6 件がアモルファスシリコン系材料の結晶化に関する報告であった。従来通りの TFT への応用を目指した研究は 1 件であり, 5 件は薄膜多結晶太陽電池への応用を目指した研究である。北陸先端大からは, フラッシュランプアニールにより形成した poly-Si の特性改善に関する報告がなされた。簡便な熱アニールにより大幅に少数ライフタイムが向上することが明らかにされ, 太陽電池への応用に向けて着実な進展が見られた。ただし, ライフタイムの絶対値には議論の余地があり, 今後の詳細な検討が待たれる。また, 産総研および東海大学からは AI 誘起固相成長法に関する報告がなされた。結晶化以外のトピックでは, 大阪大の高速製膜微結晶 Si の欠陥低減に関する報告が注目を集めた。

### 16.3 シリコン系太陽電池（9月9日午前、10日午後）24件

本セッションでは、評価方法、透明導電膜形成、チャンバークリーニングなど、多岐にわたる研究開発の報告がなされた。岐阜大学のグループからは、ガラス基板上に形成した透明導電膜の物性を、分光エリプソメトリーを用いて評価する手法が紹介された。東ソーからは、円筒形回転ターゲットを用いて透明導電膜をスパッタ製膜することにより、製膜速度が向上する結果が報告された。鹿児島大のグループからは、ケルビンプローブ顕微鏡を用いて  $\mu\text{c-Si}$  太陽電池の断面評価を行うことにより、 $\mu\text{c-Si}$  膜の内部電界が、上部および下部の導電層との界面近傍に集中していることを示す結果が報告された。新たな流れとしては、東工大のグループから、薄膜太陽電池のさらなる高効率化を目指した、 $\text{a-Si}$  太陽電池の集光型応用や、 $\text{a-Si/CdTe}$  タンデム太陽電池の検討結果が報告された。

シリコン系太陽電池のセッションは、今回から新規に設定されたセッションであり、参加者への認知度はまだ余り高くはないように思えた。しかし、参加者数は会場が満員になるほどで、今後の展開が期待できる。講演内容としては、農工大から高圧水による酸化膜の改質、東工大からは、 $\text{SiO}_x$ 、 $\text{a-Al}_{1-x}\text{O}_x$  のパッシベーション膜による開放電圧等の向上に関する報告があった。また、九州大学からは、結晶育成炉内のガスの流れ解析をもとにした炭素と酸素の分布に関する解析結果が報告されていた。今後、シリコン結晶系太陽電池に関する発表は増加すると考えられ、本セッションの発展が楽しみである。



図1 UMS システムの実用機のプロトタイプ

超音波マイクロスペクトロスコピー (UMS) システムは、基板中を伝搬するバルク波（縦波、横波）や基板表面を伝搬する漏洩弾性表面波 (LSAW) の伝搬特性（速度、減衰）を非破壊・非接触で高精度に計測することにより、ガラス材料をはじめ、単結晶材料、薄膜材料等の評価に適用可能である。図1に開発した実用機のプロトタイプを示す。

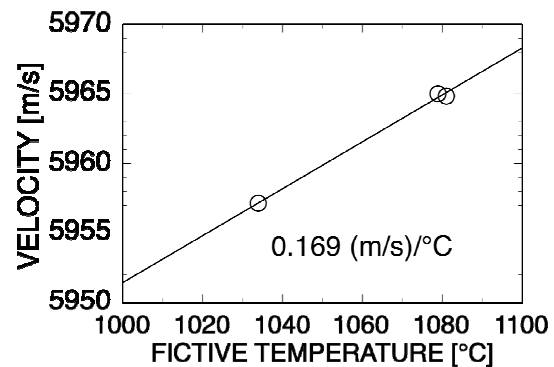


図2 UMS 技術により測定した合成石英ガラスの縦波音速の仮想温度依存性（○：測定値）

UMS 技術を合成石英ガラスの評価に適用した。密度測定値から文献により求めた仮想温度  $T_f$  と縦波音速  $V_l$  の関係を図2に示す。 $V_l$  の  $T_f$  に対する分解能は  $\pm 0.6$  であり、FT-IR やラマン分光分析法などの従来法と比較して25倍以上高い。