

16. 非晶質・微結晶

大阪大学大学院基礎工学研究科 傍島靖

16.1 基礎物性評価では、カルコゲナイド系、酸化物ガラス、IV族材料など幅広い材料についての報告が行われた。シリケート系結晶化ガラスの紫外発光(首都大)および近赤外発光(豊田中研)に関する報告は、結晶中の希土類・遷移金属イオンが活性化することで高い発光効率が実現され、注目を集めた。ミクロンサイズのZnO結晶に特有の励起子-電子散乱過程による発光、乱層構造を有する窒化ホウ素の深い準位からの発光、高周波誘導加熱により作製されたシリカガラスの2配位Siからの熱履歴を有する発光といった結晶構造や欠陥に由来する特異な発光に関する報告(いずれも神戸大)が続いた。また、シリカガラスの熱接合時に問題となる界面でのOH基の拡散に関する報告(福井大, 東ソーSGM)もなされた。Li₂O-SiO₂ガラスに関する報告(京大, 立命館大)では、ブリルアン散乱とガラスの長距離構造のランダム性との関連が明らかになり、組成-作製条件-物性の関係を解明する手がかりとなる可能性があることが示された。ナノインプリント用の高屈折リン酸塩ガラスに関する報告(産総研)では、高い転写性が得られるガラスは高温での粘度の温度依存性が低いことなどが明らかになり、高度な光学素子の実現が期待される。

また、主としてカルコゲナイド材料およびシリコン材料に関する発表が行われた。一般講演として、産総研からTeを含むカルコゲン化合物を用いた電気相変化や熱電変換素子への応用に関する報告が行われた。その他に、TeO_xのI-V特性(上智大)、および、GeTeおよびGe₂Sb₂Te₅薄膜の特異な円状のフィラメントの形成に関する報告が行われた(上智大)。また、光熱偏向分光法を用いたIn-S薄膜のギャップ内準位について報告された(群馬大)。カルコゲナイド非晶質薄膜に関する報告として、アモルファスAs₂Se₃蒸着薄膜に、超高真空中でバンドギャップ光を照射して得られた真空紫外透過スペクトルが示された(岐阜大)。さらに、超高感度ビジコンやX線撮像素子に用いられるアモルファスSe薄膜のAs、Clドープ機構について、DFT計算によるSeのユニークな鎖状構造が示され、その構造の妥当性と課題について、活発な議論が行われた(北大)。その他に、フラッシュランプアニール法を用いた多結晶Si膜作製のためのSiN_x膜の効果(北陸先端大)、シリコン系材料の接合界面の評価として、変調アドミタンス法を用いたダイオード特性が報告された(日大)。

16.2 エナジーハーベスティングは、9.4 熱電変換とのコードシェアセッションとして開催した。詳細はそちらを参照のこと。

16.3 シリコン系太陽電池では、前回に引き続き、モジュールの信頼性向上や、低コスト・高品質材料作製、新規構造など多岐に渡る報告が行われた。

太陽電池モジュール関連では信頼性向上を中心に、モジュールの劣化要因解析、セル電極腐食過程の解析、多接合波長スプリッティング太陽電池の発電評価等について発表が行われた。特に目を引いたのは PID (Potential Induced Degradation) に関連した発表であり、光照射を伴った PID 試験 (産総研) や、PID 試験により移動した太陽電池セル表面の Na 分布評価 (岐阜大、産総研) は、PID メカニズム解明に大きく寄与するものとして、今後の進展が期待される。

太陽電池用結晶シリコン品質評価では、PL イメージングを用いた少角粒界での結晶欠陥と鉄汚染による影響 (明治大学) や顕微メスバウア分光による鉄汚染された結晶シリコン中の拡散挙動 (静岡理工科大学) について報告があり、提案された各種画像解析手法が結晶品質評価に有効であることが示された。スライス加工技術関連では、品質評価を PL イメージングで行い、加工によるダメージと変換効率との相関 (明治大学) や、スライスでの切削抵抗測定を用いた、結晶方位依存性 (産総研) が報告され、工程のコストダウンや品質向上への寄与が期待される。結晶シリコンの酸素析出では、単結晶引き上げ条件と炭素濃度が酸素析出に関係しており開放電圧を左右すること (トクヤマ、明治大学) やプロセス中の熱処理の冷却速度により酸素析出核の形成機構が異なる (明治大学) ことが明らかにされ、今後の高効率化への寄与が期待される。結晶成長関連では、キャスト法をベースにした機能性粒界と機能性欠陥を用いた擬単結晶シリコン成長の新しい結晶成長法「SMART」(名古屋大学) や NOC 法により成長した n 型単結晶シリコン太陽電池で、最高効率 19.8% で変動幅 2%、p 型単結晶シリコン太陽電池で最高効率 19.14%、変動幅 0.34% の極めて高い均一性が得られている (JST FUTURE-PV) など、低コスト高品質結晶成長法として今後の進展が期待される。

新型太陽電池の作製・プロセス技術では、Axial 型ワイヤー (JST)、横型ナノウォール (東工大)、超格子マイクロディスクなどの多様な微細構造を用いることにより、量子サイズ効果を応用した太陽電池の製造技術開発および微細構造特有の外部環境の影響などが議論された。また薄膜系太陽電池としては、トライオード PECVD 法を用いた nip 型の多接合型薄膜シリコン太陽電池において世界最高効率 14.04% を達成したという報告 (産総研) があった。今後のさらなる進展が期待される。また、ヘテロ接合型太陽電池については、水素化アモルファスシリコンやシリコン酸化膜等のパッシベーション膜上部への金属酸化膜の成膜によるパッシベーション効果 (東工大) および接合界面 (豊田工大) への影響が議論された。

結晶シリコン太陽電池のプロセス技術に関しては、将来的なバックコンタクト型太陽電池の pn 接合パターンの簡易形成を視野に入れたイオン注入プロセス (産総研)、n-PERT 型

セル作製プロセスにおける表面ボロン低濃度層除去による特性改善（産総研）、バスバーレスを目指したメタルラップスルー（MWT）型太陽電池のレーザー加工プロセスに関する報告（福島県ハイテクプラザ）など興味深い報告があった。

Ge 量子ドット（名大）やナノインプリント技術（奈良先端大）を用いた表面凹凸形成と反射率低減に向けた研究に関する講演があった。化学的転写法により低光反射を実現する手法に関しては、表層のナノクリスタル層をリンケイ酸ガラス(PSG)によりパッシベーションする試みにおいて、ピラミッド構造との組み合わせにより 650 mV を超える implied V_{oc} と極低反射率を両立できる結果が示された（阪大）。また、Cu 電極の結晶 Si 太陽電池応用に向けた、 SiN_x 膜のレーザー除去を含めたセル作製工程の検討結果も報告された（東北大）。評価技術としては、レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(LTEM)を用いた $SiN_x/c-Si$ 界面の解析において、光照射時の C-V 特性に該当するデータを取得可能であるという、興味深い結果が報告された(SCREEN)。

最後に執筆に際しご協力を賜りました、鈴木 健伸先生(豊田工業大)、 齊藤 全先生(愛媛大)、大和田 寛人様(信越化学)、白澤 勝彦様(産総研)、大橋 史隆先生(岐阜大)、齋 均様(産総研)、大平 圭介先生(北陸先端大)に深く感謝致します。