

16. 非晶質・微結晶

物質・材料研究機構 新倉ちさと

「16.1 基礎物性・評価・プロセス・デバイス」では、招待講演 5 件、一般口頭 23 件の発表があった。セッションを通して 30-50 名の参加があり、活発な質疑応答が行われた。

3 月 22 日(火)午前前半に行われた酸化物系のセッションでは、国際ガラス年にちなんで招待講演 4 件と一般講演 2 件が行われた。2022 年は国連が定めた国際ガラス年で、応用物理学にとっては国際光年、国際周期表以来の記念すべき年である。ガラスは古くから使われてきた社会を支える基幹材料である一方で、製造には高温溶融を必要とするため CO₂ 削減は SDGs 達成に向けて喫緊の課題である。招待講演の冒頭で国際ガラス年の概要が報告された(京大、田部 国際ガラス年実行委員長)。ガラス工房におけるリサイクル、低温溶融への取り組みと課題が報告された(菅原工芸硝子)。焼結によるシリカガラスの製造は鋳込み成型が一般的であるが、光硬化性樹脂との複合化と 3D プリンティングを用いた成型法について報告された(九大)。ガラス工業と同じ課題を持つ製鉄業界での CO₂ 削減の取り組みが報告された(日本製鉄)。また、一般講演では、ガンマ線照射による高純度石英の欠陥形成での不純物(Li, Al)が与える影響について報告された(都立大)。高輝度 X 線回折と MD シミュレーションによる評価からフッ化バリウムと酸化亜鉛を含有する酸フッ化物ガラスの結晶化における特異な挙動が報告された(産総研)。

3 月 22 日(火)午後前半のセッションでは、下記の発表があった。シリコン系材料では、シリコンナノ結晶表面でのトリチウム濃縮(名市大、京大)、原子状水素による液相結晶化多結晶シリコン膜の低欠陥化(北陸先端大)、フラッシュランプアニーリングにより形成した n 型多結晶シリコン膜の裏面電極型 Si ヘテロ接合太陽電池への適用(北陸先端大)が報告された。一方、神戸大らのグループは MgB₂ の体積分率を 16%まで減らした複合体でバルク的な超伝導を見出しているが、この系に強磁性体粒子や半導体粒子を分散させた試料の作製と物性について発表した。また、ZnO:Ga 薄膜における Mahan 励起子によるフェルミエッジ付近の異常吸収と励起子発光(神戸大、物材機構)、光非線形結晶 Sr₂TiSi₂O₈ を析出させたガラスファイバのボイド除去による低損失化(東北大)が報告された。

3 月 22 日(火)午後後半のセッションの最初には講演奨励賞記念講演が行われ、Na₂Si₂O₅ との液相反応を用いた NaZr₂(PO₄)₃ の合成と Na 伝導特性が報告され、液相焼結法を用いることで導電性改質に寄与することが報告された(長岡技科大)。また、正極材として有望な Na₂FePO₄F をレーザー照射により非晶質化することが報告された(長岡技科大)。一方、スズリン酸塩ガラスにおいてボレート置換することによる構造や物性の変化(愛媛大)、リン酸ガラスにおける最密重点モデルを用いたヤング率予想(愛媛大)、さらには銀添加リン酸の銀が特異な価数状態を持ちそれがラジオフォトルミネッセンス特性に影響していること(産総研)、ラマン分光法を用いた強化ガラスの応力分布の解析について報告があった(東北大)。

3月23日(水)午前のセッションでは、カルコゲン系材料に関する一般口頭9件の発表があった。そのうち1件は本講演大会の注目講演に選出されたもので、毒性元素を用いないHf-O-Te系アモルファス薄膜のセレクトラ機能の発現について報告があった(産総研)。同じく産総研から、Ga-Sb-Sn-S系の硫化物ガラスの粘弾性挙動や、スパッタを用いた配向制御したカルコゲナイド薄膜について報告された。また、GeS₂ガラスへの光照射による銀の拡散現象をXAFSやXPSで分析した結果の続報が紹介された(CROSS)。一方、a-Se薄膜の反射分光法による光学特性の評価について(群馬大)、Ge-Te系材料における周波数通倍特性(上智大)について報告があった。さらに、N添加したCr₂Ge₂Te₆や、MnTe薄膜のレーザー誘起の相変換現象、MnTe薄膜の多形変化に及ぼす熱歪みの影響が報告された(東北大)。

「16.2 エナジーハーベスティング」では、3月26日(土)午前、一般口頭4件の発表があった。

未利用排熱の有効活用を目的としたGe増感型熱利用電池の特性評価(東工大)、ステンレス薄膜上に形成したZnOスパッタ薄膜を用いた振動発電デバイスの試作(東北大)、MEMS技術と整合性の高いカリウムイオンエレクトレットにおける劣化メカニズムの第1原理計算(名大)、そして熱電発電を用いた産業機械の無線モニタリングシステムの提案(兵庫県立大)についての発表があった。エナジーハーベスティングは、動作環境や目的に応じて棲み分けが必要であり、様々なアプローチによる社会実装を視野に入れたさらなる検討が期待される。

「16.3 シリコン系太陽電池」では、一般口頭20件、ポスター4件の発表があった。

3月26日(土)午前前半の太陽電池モジュールのセッションでは、カバーガラスの代わりに樹脂シートを用いたフレキシブルモジュール(産総研)、封止材を用いない構造のモジュール(新潟大、岐阜大、北陸先端大)など新構造モジュールの信頼性、出力特性の調査の報告がなされた。また屋外暴露モジュールの出力特性の調査(産総研)では、PERCセルを使用したモジュールが夏季期間にLeTIDと思われる出力低下を起こすことが確認された。

3月26日(土)午前後半のセッションでは、結晶Siの成長・評価について、機械学習を用いた結晶粒界構造とキャリア再結合速度の関係に関する報告が行われた(名大)。機械学習に関する報告は結晶成長・評価に関するのみであり、今後のデバイス作製への応用が期待される。セル関連技術に関しては、微細テクスチャ構造形成技術に関する報告(産総研、名大)、イオン注入による新規デバイス構造設計の提案に関する報告が行われた。微細テクスチャ構造形成技術に関してはヘテロ接合セルでの実証まで進めており、ペロブスカイト構造セルとの直接積層構造への応用が期待される。モジュール評価・解析に関して、Gaドープウェハを用いたPERCセルにおける光劣化に関する報告(産総研、京セラ)が行われた。これまでの主流であるBドープウェハとの比較を行っており、今後主流となるGaドープウェハの優位性を示していた。更なるデータの取得と劣化機構の解明が期待される。

3月26日(土)午後前半のセッションでは、ヘテロ接合型Ge太陽電池(都市大、福島大)およびタンデム太陽電池用の透明導電膜(明治大、豊田工大)に関する報告が行われた。Ge

太陽電池は、多接合太陽電池のボトムセルとして注目されている。ヘテロ接合型 Ge 太陽電池にて 8.6%変換効率を達成され、Ge 単接合太陽電池としては世界最高値である。洗浄方法やパッシベーション膜厚を調整することで 291mV という Ge 太陽電池としては高い開放電圧を得られたことがポイントである。今後、光閉じ込め技術を取り入れることでさらなる高効率化が可能であり、今後の展開に注目したい。また、ペロブスカイト/結晶 Si タンデム太陽電池が結晶シリコン太陽電池を超える次世代太陽電池として注目されている。タンデムセルには透明導電膜が必須であり、透明性や導電性の確保が重要となる。このような透明導電膜の候補として In フリーである AZO (Al 添加 ZnO) や高キャリア移動度が得られる IWO (W 添加 In₂O₃) の研究が報告された。IWO 製膜の際の O₂/Ar 流量比を調整することで、フリーキャリア吸収による光学ロスを低減することに成功し、ヘテロ接合型結晶 Si 太陽電池にて 0.7mA/cm² の光電流を向上させることに成功した。タンデムセル構造への応用が期待される結果である。

3月26日(土)午後後半のセッションでは、結晶シリコン太陽電池のパッシベーショングコンタクトに関するいくつかの新しい取り組みについて報告がなされた。近年、結晶シリコン太陽電池ではパッシベーションとキャリア選択性を有するパッシベーショングコンタクト(以後、単にコンタクトという)の開発が盛んに進められている。北陸先端大のグループは厚さ 1nm 程度の極薄 Al ドープ SiO_x 層が正孔選択性の機能とパッシベーション機能を併せもつことを見出し、今後、新材料・新構造太陽電池への応用が期待される。また、北陸先端大からは、Cat-CVD (Catalytic CVD) を用いた独自手法で結晶 Si 表面を窒化した極薄 SiN_x を形成する技術が報告され、結晶 Si/SiN_x/poly-Si からなる新型コンタクトの開発が進められている。また、北陸先端大と産総研の共同研究では、Cat-CVD で形成された緻密性の高い SiN_x 層を結晶シリコン太陽電池の表面パッシベーション・反射防止膜に用いる検討もなされている。名大からは TiO_x を電子選択性コンタクトに用いるテーマについて報告があり、TiO_x に金属が接触することに起因するパッシベーションの低下を TiN_x バッファ層で緩和させる技術について報告がなされた。一方、豊田工大からは ITO/SiO₂/Si というシンプルな構造のコンタクトの開発に取り組み、ITO の形成時に生じる界面欠陥が Si 中の酸素濃度に依存することが報告された。産総研 FREA からは、Si/SiO₂/poly-Si のコンタクトにフッ素を注入する検討がなされ、アニールによるフッ素の拡散や界面欠陥低減効果について報告があった。

3月24日(木)午後のポスター講演では、北陸先端大から、封止材無し p 型モジュールの電圧誘起劣化抑止への有効性等が報告され、産総研から、意匠性建材一体型モジュールのための透明カラー反射板の開発について報告された。

以上の報告は、本間剛先生(長岡技科大)、梶原浩一先生(首都大)、篠崎健二様(産総研)、齊藤雄太様(産総研)、中岡俊裕先生(上智大)、吉田憲充先生(岐阜大)、鈴木雄二先生(東大)、仙波妙子先生(新潟大)、立花福久様(産総研)、黒川康良先生(名大)、松井卓矢様(産総研)のご協力のもとに作成した。ここに深く感謝の意を表します。