

16 微結晶・非晶質文科企画シンポジウム

「結晶シリコン太陽電池の現在地と未来」

世話人 傍島 靖（岐阜大）、宮島 晋介（東工大）

新倉 ちさと（物材研）、小出 直哉（シャープ）

結晶シリコン太陽電池は近年加速度的に生産が拡大し、現在でも順調に生産規模を拡大しているが、今後発電施設として確立するためには、更なる高品質化、低コスト化などの要素技術開発や、長期安定動作に向けた継続した研究が必要である。

本シンポジウムでは、昨今加速度的に普及が進んでいる太陽電池の中でもトップシェアを誇る結晶シリコンの現状と将来の高効率・低コスト化を睥んだ各種研究成果について、国内を代表する研究者 8 名による招待講演（2 名の一般講演含む）を行っていただき、立ち見を含め 100 名以上もの聴講者が参加するなか開催された。会では同材料における国内外の動向、および将来展望も含めた活

発な議論を含めたシンポジウムを執り行った。世話人として先ずはここで大変お忙しい中他の御発表の質疑にて活発な議論までして頂きました招待講演者並びに一般講演者の方々、会議運営の方々、熱心に聴講頂きました参加者の全てに御礼申し上げます。

以下に、講演内容について簡単ではあるが、報告する。

招待講演：宇佐美 徳隆 先生（名古屋大学大学院工学研究科）

「多結晶材料情報学により高性能シリコンインゴットの創成に向けて」

様々な分野の研究に用いられている機械学習技術と、結晶シリコンに関する大量の実験データや理論計算結果を組み合わせることにより、これまでは複雑で解明困難とされた多結晶シリコン材料成長過程の理解とそれに基づく高品質化を目指した研究について紹介が行われた。最近の成果として、多結晶シリコンインゴットの複雑な組織と欠陥分布の3次元可視化や機械学習による結晶粒包囲分布の推定、転位領域の抽出精度向上等の報告、並びに今後の展望についての報告が行われた。

招待講演：伊原 学 先生（東京工業大学物質理工学院）

「ナノ表面粗さ制御によるウエハレベル太陽電池用 Si 膜の高速製膜」

低コストかつ高品質な薄型結晶シリコン基板の作製方法として、Rapid vapor deposition (RVD)法を用いたポーラスシリコン上への薄膜シリコンの超高速製膜と、ゾーンヒーティング再結晶、剥離法を組み合わせた手法に関しての紹介が行われた。小面積な基板ではあるが、高速に薄型シリコン基板が作製可能なことが報告され、低コスト化や大面積化の可能性について議論が行われた。

一般講演：神岡 武文 様（明治大学）

「aSi:H/cSi ヘテロ接合 Si 太陽電池の表面欠陥・トラップ 準位評価手段 -表面反転層ラテラル少数キャリア等価移動度 (1)-」

シリコンヘテロ接合太陽電池の高効率化に重要な a-Si:H/c-Si 界面の欠陥の高精度な評価法として、界面に平行な方向のキャリア輸送特性を観測する手法が提案された。開放電圧 0.715 V を示すシリコンヘテロ接合太陽電池の界面欠陥を容易に検出することが可能であり、ヘテロ界面の評価技術として有望であることが示された。

招待講演：大下 祥雄 先生（豊田工業大学）

「バンド構造制御に基づく次世代高効率結晶シリコン太陽電池」

結晶シリコンを用いた次世代太陽電池構造として、電子もしくは正孔を選択的に収集が可能な材料を用いたキャリア選択電極(CSC)型太陽電池の検討状況が報告された。CSCはそのキャリア選択性の発現のために仕事関数が重要になるが、接合界面で仕事関数が変化する可能性があることを指摘し、CSCと結晶シリコンが接合した状態での評価が重要であることが説明された。また、今後のCSC太陽電池の方向性について報告がなされた。

招待講演：山本 憲治 様（株式会社カネカ）

「高効率結晶シリコン系太陽電池の最新開発状況」

太陽光発電の低コスト化に関して、主要プレーヤーである中国の状況を含めた最新の状況が紹介された。また、次期太陽電池モジュールとして同社が注力するバックコンタクト型シリコンヘテロ接合太陽電池について、高品質 a-Si:H によるヘテロ接合技術や、電極低減技術などを駆使することにより、セル効率

26.7%、モジュール効率 24.5%が達成されたことが報告された。最後に、タンデム構造などによる発電性能の向上を視野に入れた今後の展望について報告された。

招待講演：大平 圭介 先生(北陸先端科学技術大学院大学)

「高効率結晶 Si 太陽電池のためのプロセス技術開発」

ヘテロ接合バックコンタクト型(HBC)応用を目的とした、(1)ガラス粒子混入アルカリ溶液を用いたシリコン表面テクスチャ構造形成技術、(2)非質量分離型プラズマイオン注入による HBC 構造の実現や (3) Cat-CVD 法を用いた薄膜シリコン材料による結晶シリコンパッシベーション技術について講演頂いた。

一般講演：石井 徹之様 他 (電中研)

「実使用条件下の結晶シリコン太陽電池の長期信頼性の評価」

シリコンヘテロ型(SHJ)やバックコンタクト型(IBC)における長期信頼性評価として屋外暴露試験を実施し、これらの高効率太陽電池における年劣化率が高いことが紹介された。

招待講演：増田 淳 様（産業総合研究所）

「結晶シリコン太陽電池の劣化メカニズム」

現在、流通している結晶シリコン太陽電池の長期運用時の劣化要因として、広く知られている PID(Potential Induced Degradation)現象の発現のみならず、吸収光量の低減や電極材料の変質におけるキャリア集電能力の低下などの太陽電池モジュールにとりまく各種要因について紹介され、現状の理解を基にした各々の劣化対策技術について披露された。

招待講演：小長井 誠 先生（東京都市大学総合研究所）

「Rib 型シリコン太陽電池の開発」

結晶シリコン太陽電池の薄型化は開放電圧の向上に有効であるが、同時に機械的強度が低下し、生産時の歩留まりが低下するという問題を有している。この問題の解決を目指して検討されている一部に厚い梁の領域を有する Rib 型構造シリコン太陽電池について紹介が行われた。十分な機械的強度を確保したまま、性能を向上させるための各種要素技術開発の現状と、多接合太陽電池のボトム

セル候補である Ge 太陽電池への適用と課題について報告が行われた。

招待講演：寺川 朗 様（パナソニック株式会社）

「シリコンヘテロ接合太陽電池のさらなる進化に向けて」

これまでの同社の太陽電池開発の歩みが紹介された後、現在開発が進められている両面発電型の「Super Bifacial(SBF)-SHJ 太陽電池」およびバックコンタクト型の「Super Back Contact(SBC)-SHJ 太陽電池」の開発状況について報告が行われた。光学損失低減技術や Hot-Wire CVD 法による高品質 a-Si:H パッシベーション膜の形成などについて説明がなされた。また、車載型太陽電池としての応用について詳細な報告がなされた。