

結晶 Si 太陽電池の断面仕事関数測定に適した観察面研磨手法の検討

A study on surface polishing for cross-sectional workfunction measurements of crystalline Si solar cells

豊田工大 [○]山田 郁彦, 神岡 武文, 大下 祥雄, 神谷 格

明治大 須田 耕平, 中村 京太郎, 小椋 厚志

Toyota Tech. Inst., [○]Fumihiko Yamada, Takefumi Kamioka, Yoshio Ohshita and Itaru Kamiya

Meiji Univ., Kohei Suda, Kyotaro Nakamura and Atsushi Ogura

E-mail: fumihiko@toyota-ti.ac.jp

Si 太陽電池の変換効率は基板表面構成層同士の電氣的接触に強く依存するため、表面各層の局所的な電氣的接触を明らかにする必要がある。しかし、一般に用いられる解析手法は光電子分光法やデバイスの電流電圧特性評価であり、デバイス全体の平均情報しか得られない。そこで我々は原子間力顕微鏡(AFM)を応用したケルビンプローブ顕微鏡(KFM)を用いて、太陽電池構造の局所的な電氣的接触に関する特性評価を行っており、前回の講演までに Si ヘテロジャンクション(SHJ)太陽電池等の劈開面における仕事関数の絶対値測定が可能であることを報告した[1]。

KFM では AFM tip と試料の仕事関数差を測定することで、測定面内の仕事関数分布をナノスケール分解能で得ることが出来るが、試料断面のラフネスが空間分解能に影響を与える。これは AFM tip は先端曲率半径が 5 nm の半球と仮定できるコーン状となっており、急峻な試料形状変化が存在すると、AFM tip 側面と試料凹凸側面の仕事関数差を検出するためである。これまで当研究では断面の作製を Si 基板の劈開により行ってきた。この手法では Si 基板は劈開するが、アモルファス Si 層等は不定形な割れが発生するため、ラフな断面となってしまう、表面層界面測定のための空間分解能に大きな影響を与えている。そこで当研究では測定に適した断面の作製について検討を行った。

試料としては *n* 型結晶 Si (*n*-cSi) 表面に、真性アモルファス Si (*i*-aSi) を 5 nm、*p* 型アモルファス Si (*p*-aSi) を 20 nm、ITO を 70 nm 積層した基板および *n*-cSi 基板に銀を 400 nm 熱蒸着したものを作製した。基板はクロスセクションポリッシャー(JEOL IB-19510CP)を用い、キャリアガスを Ar、加速電圧 7 kV で断面研磨を行った。

銀を蒸着した Si(001)基板断面の SEM 像を図 1 に示す。SEM 像中、上部が銀膜に対応する。SEM 像ではボイドの有無により銀と Si の識別は可能であるが、明確な界面は見られなかった。図 2 は同基板の Si と銀界面における断面 AFM 及び仕事関数測定の結果である。形状像において、断面の広い範囲で粒子状の構造が出来てお

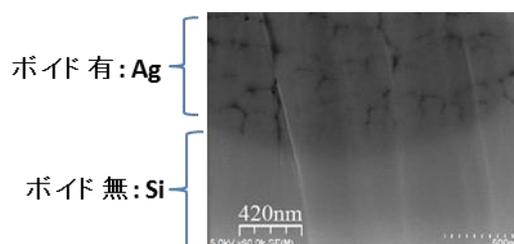


図 1. 銀を蒸着した Si 基板のイオンによる断面研磨結果。基板上辺が銀に相当する。銀はボイドを含んでいることから、ボイドの有無で銀膜と Si 基板の識別が可能である。しかし、この試料では明確な界面は見られない。

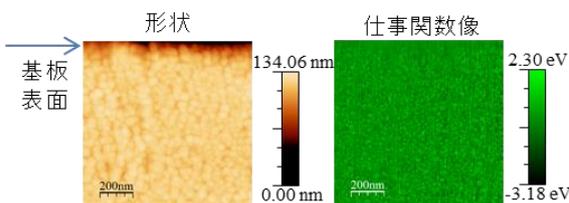


図 2. 銀と Si 界面近傍の形状像と仕事関数像。画像上辺が表面及び銀膜に相当する。形状像では銀の膜厚以上の領域で粒子状構造が見られ、仕事関数像では明確な変化が見られない。イオンで研磨された表面の銀が Si 基板に再付着していると考えられる。

り、仕事関数像においても明確なコントラストは見られない。また、形状像において、基板の深い位置では平坦な構造になっていることから、表面の銀がイオンで研磨された後 Si 断面に再付着していると考えられる。異種材料で構成された試料の断面をナノスケールで平坦にすることは非常に困難だが、イオンによる研磨及びクリーニング、機械研磨等を組み合わせた手法についての検討結果を報告する。

当研究は NEDO 極限シリコン結晶太陽電池の研究開発及び私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受けて行った。

参考文献

[1] 山田郁彦他, 第 62 回応物学会春 11p-C2-5.