

多結晶シリコン基板への pn ダイオード作製 Fabricated p-n diode on multi-crystal Silicon substrate

小椋 厚志

Atsushi Ogura

明治大学

Meiji University

多結晶シリコンは太陽電池用基板として広く用いられている。それは単結晶シリコン基板に匹敵する変換効率を有し、多結晶シリコン基板のほうが低コストで作成することが出来るからである。粒界、欠陥、不純物などにより単結晶シリコンと比べ特性が劣化してしまう。本研究では、微少な p-n ダイオードを多結晶シリコン基板上に作成し、電気特性と結晶性の評価を行い、特性劣化の起因を調べることを行った。

Multi-crystalline silicon (mc-Si) is widely used as solar cell substrate. For mc-Si it is desired to realize uniformly high conversion efficiency comparable to that of single-crystalline silicon with keeping its low production cost. Inhomogeneous degradation in the efficiency can be caused by grain boundaries, defects, impurities and so on. In this study, we fabricated p-n diode array on mc-Si and the diode was evaluated relation between electrical property and crystal quality for revealing as causes of degradation.

背景と研究目的：

多結晶シリコン太陽電池は単結晶シリコン太陽電池と比較して、コストの低減が見込まれているが、結晶欠陥、粒界、不純物、応力などの種々の問題からいまいち変換効率の向上が難しい。変換効率、特性の改善の為にはこれらの欠陥の挙動、および特徴を理解し、検証・評価することが求められている。

本研究では多結晶シリコン基板上に微小 p-n ダイオードアレイを作製し、各々の電気特性を測定することで基板内での分布、粒界や欠陥などの依存性を検証する。また同基板を用いて PL、EBIC、TEM を用いた不純物分布、および結晶性の評価を行う。

実験：

キャスト法により作成された多結晶Si基板を用いてp-nダイオードアレイを作成した。図1が多結晶Si基板上に作製したダイオードアレイの

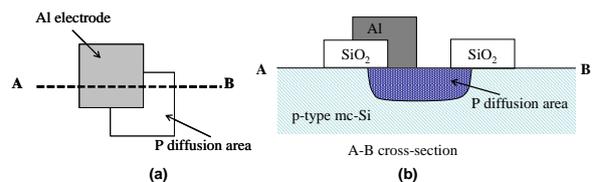


Fig.1: Structure of p-n diode, (a) layout, and (b) cross-section (A-B).

完成図である。Al電極をリン拡散領域に対しておよそ4分の1領域被せてある。電極の大きさは1 mm角で各電極間の距離は2 mmである。

電気特性の測定から理想係数 n 値とリーク電流に基板内で分布が見られることを確認した。同条件により単結晶Si基板に作成したものには見られなかった為、多結晶基板に見られる粒界や欠陥などが起因していると考え、結晶性評価をEBIC, PL, TEMを用いて行った。

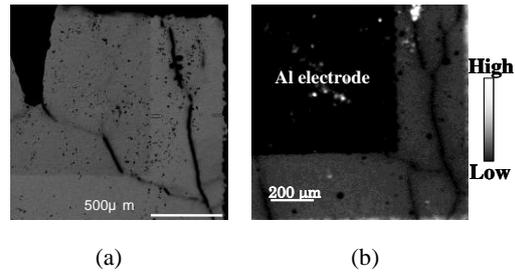


Fig.2. Images of (a) EBIC and (b) PL

結果、および、考察：

Fig.2 に PL 及び EBIC 像を示す。このダイオードアレイの特性は理想係数 n 値、リーク電流はそれぞれ 3.19、 $2.10E-08[A]$ を示し、明確な粒界の存在しないポイントであった。しかし、PL、EBIC 像には明らかなダークラインが確認され、これらが電気特性悪化に起因しているのではないかと考えられる。PL 測定に関して田島先生の論文の中で小傾角粒界に起因した発光の確認[]がなされ、今回測定した試料においても同様のものが見られたのではないかと考えられる。

ダークラインの構造を確認する為に TEM による観察を行った。Fig.3 の(a)は低倍率による観察、(b)及び(c)は電子回折像、(d)は高倍率による観察である。(a)及び(d)より転位が確認され、電子回折像の比較から、異なるパターンを示していることを確認した。

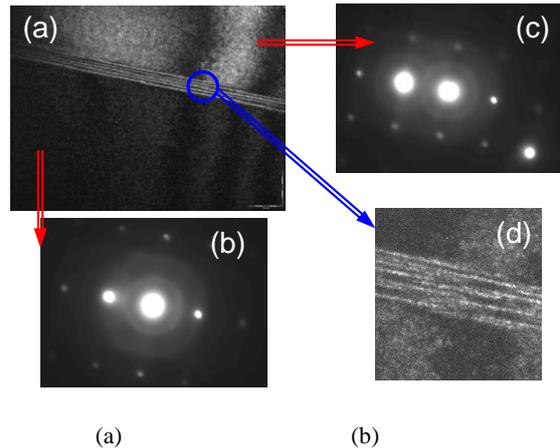


Fig.3. TEM images of the defect, (a) low magnification image, (b), (c) TED pattern, and (d) high magnification image

以上のことから、多結晶 Si 上に作成したダイオードアレイの電気特性を劣化させている原因は粒界だけではなく、小傾角粒界も影響を与えることを確認した。

今後の課題：

今回基板特性がダイオード特性に大きく影響を与えることを再度確認したので、今後は基板特性向上の為、欠陥の種類の評価、起因の解明を行う予定である。

謝辞：

本研究は、豊田工業大学、大下祥雄准教授、兵庫県立大学、新船幸二准教授の共同研究、九州大学、柿本浩一教授、宇宙航空研究開発機構、田島道夫教授のご助力に深く感謝致します。

論文発表状況・特許出願

[1] T. Tachibana et al., ECS Symposium, Austria 2009.10, 発表予定。

参考文献

1) H. Sugimoto, K. Araki, M. Tajima, T. Eguchi, I. Yamaga, M. Dhamrin, K. Kamisako, and T. Saitoh, J. Appl. Phys., 102, 054506 (2007)