

課題番号 : F-16-NU-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Si 基板上 BaSi₂ 太陽電池のバックサーフェイスフィールドの検討
 Program Title (English) : Effect of back surface fields on BaSi₂/Si solar cells
 利用者名(日本語) : 後藤 和泰, 宇佐美 徳隆
 Username (English) : K. Gotoh, N. Usami
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要(Summary)

バリウムシリサイド(BaSi₂)は Si 基板上に形成可能で、バンドギャップエネルギーが 1.3 eV のため、BaSi₂ 太陽電池を作製した場合、太陽光とのスペクトル整合が良く高い変換効率が期待できる材料である。^[1,2] バックサーフェイスフィールド(BSF)は基板の裏面に高ドープ層を形成することで、裏面でのキャリアの再結合を抑制するとともに金属/半導体のショットキー接合を緩和させることが可能である。^[3] 本研究では、裏面に BSF 層を形成した n 型の Si 基板上に BaSi₂ を成長することにより Si/金属界面の接触を改善し、ヘテロ接合型 BaSi₂/Si 太陽電池の変換効率の向上を目的とする。今回、BSF プロセスをはじめとする太陽電池の作製プロセスを行うために、ダイシングソー装置を用いて 4 インチの Si(111)基板のダイシングを行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ダイシングソー装置

【実験方法】

まず、名古屋大学微細加工プラットフォームのダイシングソー装置を用いて Si(111)基板を 2 cm 角にダイシングを行った。本研究室にて、ダイシングを行った基板の裏面に POCl₃ をスピコートにより塗布した後に 110°C で溶媒を飛ばし、拡散炉内で 850°C にて加熱することによりリン(P)を拡散させて n⁺ の BSF 層を形成した。裏面に残存したリンガラスを硝酸と弗酸の混合液にて除去した。次に、アルカリ溶液を用いて表面にテクスチャー加工を行った。その後、試料を筑波大学に送付して p 型の BaSi₂ を分子線エピタキシー(MBE)法を用いて表面に形成した。p-BaSi₂ は、Si と Ba、そしてボロン(B)を共蒸着することにより作製した。その後、電極としてスズドープ酸化インジウム(ITO)と Al を表面と裏面それぞれに堆積した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 は基板温度 650°C、B のるつぼを 1300 °C で p-BaSi₂ を成膜し、膜厚を 20-125 nm の範囲で変化させた際の BaSi₂ 太陽電池の電流-電圧(*J-V*)特性である。膜厚が 20 から 75 nm に増加したことで短絡電流と開放電圧が 0.04 V から 0.30 V に向上し、膜厚が 75 nm 以上になると短絡電流が 27.6 mA/cm² から 21.2 mA/cm² に減

少した。これは、別の実験から膜厚の増大に伴い、歪みが臨海膜厚を超えて転移が発生したため、p-BaSi₂ で再結合が支配的になり、吸収層である結晶 Si で生成したキャリアの収集が困難になったことが考えられる。

BSF 層を導入したことにより、裏面の Si/Al の界面特性は向上したが、いまだ効率は高くない。すなわち、太陽電池裏面ではなく表面側のさらなる改善が必要であることが分かった。そのためには、BaSi₂ 膜に対する良好なパッシベーション層の開発により、BaSi₂ 膜の表面再結合の抑制が今後の課題であることを見出すことができた。

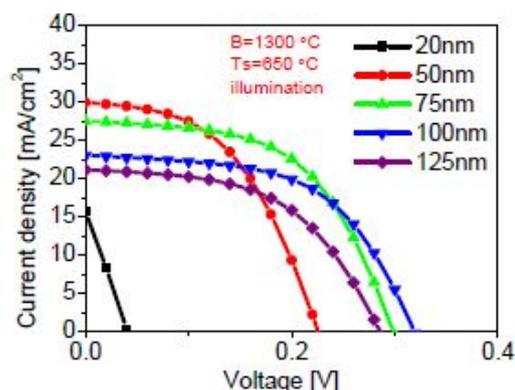


Fig. 1 *J-V* characteristics under AM 1.5 illumination measured for samples with different p-BaSi₂ thickness.

4. その他・特記事項(Others)

- [1] K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- [2] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. **50** (2017) 023001.
- [3] 浜川圭弘・桑野幸徳、「太陽エネルギー光学=太陽電池」、培風館、(1997).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Deng, R. Takabe, Z. Xu, K. Toko, K. Gotoh, N. Usami, T. Suemasu, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 28 年 3 月 16 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。