

課題番号 : F-16-FA-0015
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : シリコン太陽電池の裏面パッシベーションのための SiN 膜の最適化
 Program Title (English) : SiN fabrication for surface passivation of silicon solar cells
 利用者名(日本語) : 松本健俊, 小林 光
 Username (English) : T. Matsumoto, H. Kobayashi
 所属名(日本語) : 大阪大学産業科学研究所
 Affiliation (English) : ISIR, Osaka Univ.

1. 概要(Summary)

シリコン太陽電池の高効率化には、シリコン基板表面のパッシベーションが極めて重要である。これは、シリコン基板表面には、ダングリングボンド(未結合手)があり、これがバンドギャップ内にエネルギー準位をもち、光照射により生成した電子とホールとの再結合中心となるからである。一般的な太陽電池の裏面では、Al 電極を全面に形成する(Fig. 1a)ため再結合中心の低減が難しい。そこで、極低界面準位密度をもつパッシベーション膜を形成し、局所的に Al 電極を形成するポイントコンタクト型太陽電池(Fig. 1b)を作製し、変換効率の向上に挑戦している。我々は、これまで 120°C 以下の低温で界面準位密度が極低の硝酸酸化(NAOS)薄膜をシリコン基板表面に形成後[1,2]、熱酸化する[3]ことにより、SiO₂/Si の界面準位密度をさらに低減できることを見出している。そこで、この表面にプラズマ CVD-SiN 膜を形成し、硝酸酸化膜の特性を最大限に発揮できる SiN 膜の特性について検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置

【実験方法】

5 cm×5 cm の p 型太陽電池用シリコン基板表面をフッ化水素酸と硝酸の混合水溶液中でエッチングしたのち、硝酸水溶液中に浸漬し、硝酸酸化膜を形成した。その後、熱酸化を行い、北九州産業学術推進機構共同研究開発センターにある samco 社製プラズマ CVD 装置 PD220 を用いて、Si 基板の両面に SiN 膜を形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

焼成後の SiN 膜中の Si-H 結合密度が $\sim 8 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ と低いが Si-N 結合密度が $\sim 9 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ と高い SiN (H-poor SiN)膜では、焼成後の少数キャリアライフタイム

は 8 μs であった。一方、70 nm の膜厚の H-poor SiN 膜と SiO₂膜の界面に、焼成後の Si-H 結合密度が $\sim 5 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ と高い 20 nm の SiN 膜(H-rich SiN)を挿入した 2 層 SiN 膜構造では Si-H 結合密度は $\sim 9 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ と高く、焼成後の少数キャリアライフタイムは 180 μs と大きく増加した。これは、高密度の SiN 膜と NAOS-SiO₂ 界面に Si-H 結合密度が高い SiN 層を挿入することにより、より多くの H 原子が SiN 膜表面から放出されずに SiO₂/Si 界面に拡散し、シリコンダングリングボンドをより多く終端し、再結合を抑制するためと考えられる。

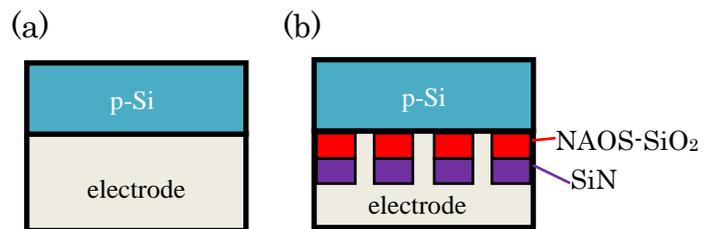


Fig.1 Rear contact structures of a conventional solar cell (a) and a PERC solar cell (b).

4. その他・特記事項(Others)

- (1) T. Matsumoto et. al., Appl. Surf. Sci. 395 (2017) 56.
- (2) T. Matsumoto et. al., Sol. Energ. Mat. Sol. C. 134 (2015) 298.
- (3) F. Shibata et. al., ECS J. Solid State Sci. Technol., 4 (2015) N36-N40.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 山田庸介, 松本健俊, 小林光, PERC 型太陽電池での硝酸酸化膜によるシリコン表面のパッシベーション効果, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川, 2017 年 3 月 17 日.

6. 関連特許(Patent)

なし