

ClF₃ プラズマレスドライエッチングを用いた 単結晶 Si 太陽電池のテクスチャ処理の最適化 (I)

Optimization of texturing process for mono-crystalline silicon solar cells using ClF₃ plasmaless dry etching (I)

成蹊大院理工, 宮坂 吉徳, 大島 学, °渡邊 良祐, 齋藤 洋司

Seikei Univ., Y. Miyasaka, M. Oshima, °R. Watanabe and Y. Saito

E-mail: yoji@st.seikei.ac.jp

【序論】本研究では ClF₃ (三フッ化塩素) ガスによるテクスチャ処理を検討している^[1]。ClF₃ ガスはプラズマレスでドライエッチングが可能であり基板へのダメージが少なく、単結晶、多結晶のどちらにも同等のテクスチャ処理を行える利点がある。しかし、これまでランダムテクスチャ処理をした太陽電池では、反射率の低減に見合った変換効率の向上が見られないという問題があった。この原因として、微細な凹凸を形成後に熱拡散を行った場合、拡散層の不純物濃度の不均一による高濃度部分の増加^[2]、過剰なエッチングによるリーク箇所の発生が考えられる。そこで、本報告では、単結晶 Si 太陽電池において様々な分圧、処理温度、処理時間で ClF₃ ガスによるテクスチャ処理を行い、凹凸構造を観察、太陽電池に適した、μm オーダーの凹凸構造の形成を試みた。また、その凹凸構造を実際に単結晶 Si 太陽電池に利用することで、反射率を低減し、短絡電流、変換効率を増加させ、太陽電池の高効率化を試みた。

【実験方法】p 型、面方位(100)の単結晶 Si 基板に ClF₃ ガスによるテクスチャ処理を行い、リンを熱拡散した。その後、表面及び裏面に Al 電極を形成し、太陽電池を完成させた。作製した太陽電池の表面 SEM 像、反射スペクトル及び出力特性を測定し評価した。

【結果および考察】ClF₃ ガスによるテクスチャ処理を行った単結晶 Si 基板の表面 SEM 像を図 1、反射スペクトルを図 2 に示す。今回の実験より、ClF₃ ガスにより形成される凹凸構造は同圧力、同処理時間において処理温度の違いでも形状が変わることがわかった。また、反射率も鏡面状態より、全波長領域で低減させることができた。また、本研究で作製した太陽電池の出力特性を図 3 に示す。鏡面の太陽電池に比べ、現在最も性能が向上したテクスチャ処理条件は、ClF₃ ガス分圧 3Torr、処理時間 3min、処理温度 25℃のものであり、出力電流が約 20%向上し、変換効率が 12.7%から 15.8%に向上した。

参考文献：

- [1] Y. Saito and T. Kosuge, Solar Energy Materials and Solar Cells vol. 91, pp.1800-1804, (2007)
- [2] Y. Saito and H. Kohata, Solar Energy Materials and Solar Cells vol. 94, pp.2124-2128, (2010)

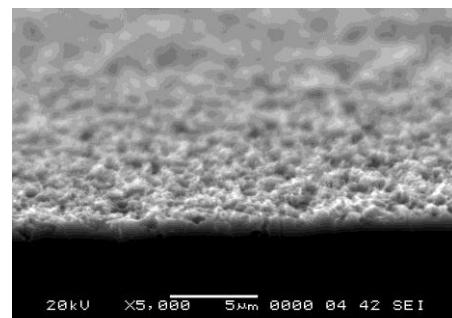


図 1 テクスチャ処理をした単結晶 Si 基板の表面 SEM 像

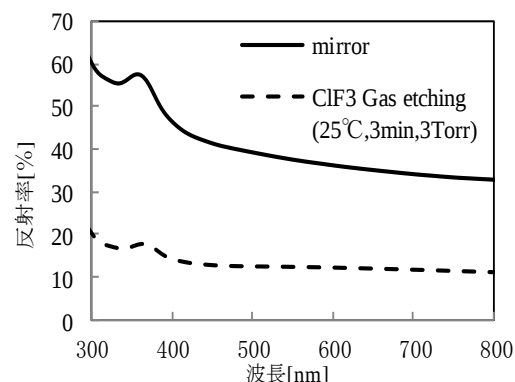


図 2 テクスチャ処理をした単結晶 Si 基板の反射スペクトル

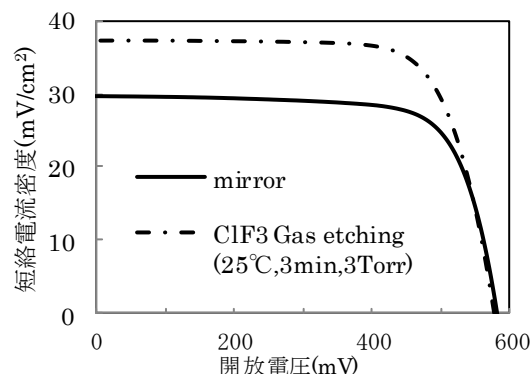


図 3 作製した太陽電池の電圧-電流密度特性