

プラズマイオン注入による B ドープされた a-Si のカウンタドーブ —カウンタドーブ n-a-Si 層のパッシベーション品質の B 濃度依存性—

Counter doping of boron doped a-Si by plasma ion implantation —the dependence of passivation quality of counter-doped n-a-Si films on boron concentration—

Huynh Thi Cam Tu¹, 東嶺 孝一¹, 山口 昇², 鈴木 英夫², 大平 圭介¹, 松村 英樹¹

JAIST¹, ULVAC²

E-mail: tu-huynh@jaist.ac.jp

アモルファスシリコン(a-Si)/結晶シリコン(c-Si)ヘテロ接合裏面電極型(HBC)太陽電池は 26%を超える変換効率が報告されている。しかし、裏面 p、n 領域のパターンを形成するには、多くの作製工程が必要である。もし、廉価な非質量分離型プラズマイオン注入装置を用い、ハードマスクを通して p-a-Si の一部を n-a-Si に変換できれば、裏面電極パターンの作製を簡略化でき、コスト低減が可能となる。これまで我々は、PH₃ プラズマイオン注入を用い、200 °C 以上の熱処理を行うことにより、p-a-Si を n-a-Si に変換した Si ヘテロ接合(SHJ)太陽電池の動作を確認した[1]。さらに、このカウンタドーブにより形成した n-a-Si 層の導電率は元の p-a-Si 層の B 濃度に依存しないが、パッシベーション品質が B 濃度に強く依存しており、B 濃度が高くなると、n-a-Si 層のパッシベーション品質が元々の p-a-Si 層のパッシベーション品質まで回復出来ないことを見出した[2]。本研究では、カウンタドーブ n-a-Si 層のパッシベーション品質の B 濃度に対する依存性の原因を調査したので報告する。

c-Si 基板（両面鏡面研磨）片面に、Cat-CVD 法を用いて p-a-Si/i-a-Si を形成した。a-Si 層は、 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ から $4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ まで B 濃度の異なるものを作製した。p-a-Si/i-a-Si 側に PH₃ イオンを 5 keV のエネルギーと $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ のイオンドーズ量で注入した後、ポストアニールを行うことで n 型化した。イオン注入前後の試料は、断面透過型電子顕微鏡(TEM)像と二次イオン質量分析(SIMS)により評価した。

図 1(a), (b)に、PH₃ プラズマイオン注入前後の試料の断面 TEM 像を示す。イオン注入後の試料において、c-Si の表面から 60 nm の深さまで欠陥の形成が確認された。SIMS プロファイルによると、この欠陥は P イオン注入ではなく、H イオン注入によって生成されたと考えられる。図 1(c)に、 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、 $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、 $4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の B 濃度の p-a-Si 層を有する試料中に注入された H イオンの SIMS プロファイルを示す。p-a-Si 層の B 濃度が多くなると、a-Si/c-Si の界面および c-Si 中の H 濃度が上昇した。欠陥生成が H イオンによるものだとすると、H 濃度の上昇は、欠陥量の増大を意味する。これらの実験より、p-a-Si 層を n-a-Si に変換した層のパッシベーション品質は、イオン注入前の p-a-Si 層の B 濃度に依存することを見出した。

[1] H.T.C.Tu 他、第 78 回応用物理学会春季学術講演会（早稲田大学） [2] H.T.C.Tu 他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会（名古屋大学）

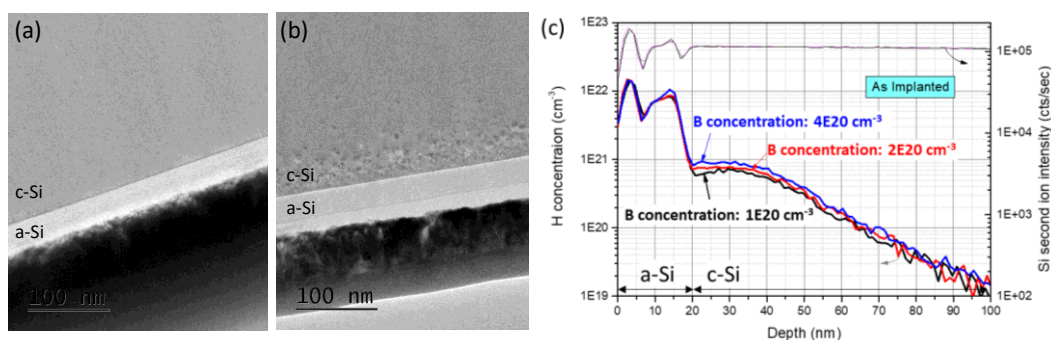


Fig. 1: Cross-sectional TEM images of a-Si/c-Si (a) before and (b) after PH₃ plasma ion implantation, (c) SIMS depth profiles of H atoms introduced by PH₃ plasma ion implantation into p-a-Si/c-Si samples with various B concentrations.