シリコンナノクリスタル層/結晶シリコン構造の PSG によるパッシベーション

Passivation of nanocrystalline Si layer/Si structure by use of phosphosilicate glass

○今村　健太郎、鬼塚　裕也、入鹿　大地、小林　光（阪大産研, CREST-JST）

°Kentaro Imamura, Daichi Irishika, Yuya Onitsuka, Hikaru Kobayashi (ISIR, Osaka Univ., CREST-JST)

E-mail: k.imamura@sanken.osaka-u.ac.jp

我々は、結晶シリコン表面の新規な極低反射化手法である化学的転写法を開発し、単純構造 pn 接合太陽電池に応用することで、低コストプロセスで結晶シリコン太陽電池の高効率化を目指している。化学的転写法は、白金触媒を装着したローラーを HF、H_2O_2 混合溶液中に浸漬した Si 基板に 20～30 秒接触させる簡単な方法であり、シリコン表面に 250nm 程度のシリコンナノクリスタル層を形成することで、反射率 3%以下のシリコン表面を実現する。これまでの報告では、725μm 厚の平坦単結晶シリコン基板に化学的転写法を 30 秒間施し、その後 pn 接合を作製する際に形成されたリンケイ酸ガラス(PSG)を表面パッシベーション膜として用いることで、19.5%以上の変換効率が達成できることを示してきた。また薄型基板であってもシリコン基板表面に凹凸構造を形成し、化学的転写法を施すことで、極低反射化と光閉じ込め効果が両立可能であることも示してきた。

本検討では、量産に用いられる 180μm 厚のピラミッド構造単結晶 p 型シリコン基板に最適な化学的転写法と PSG パッシベーションの条件を検討した。最適な条件で作製した太陽電池表面対称構造の QSSPC 測定では、implied Voc 値として~650mV、J_{0e} として~120fA/cm^2 が得られている。また、化学的転写法の最適化を行うため、各反応時間における反射率(Fig. 1)と、形成されるシリコンナノクリスタル層の構造(TEM 観測)、そしてシリコンのナノクリスタル化によるフォトルミネッセンス(PL)の変化を検討した。

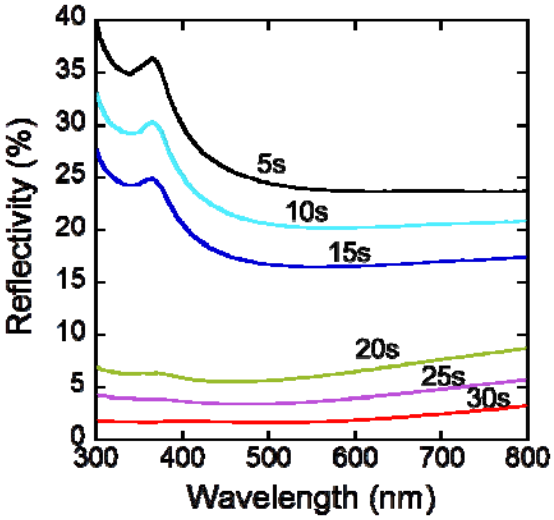

Fig. 1 Reflectivity of flat Si wafers after the SSCT treatment for 5, 10, 15, 20, 25, and 30s.

シリコン平坦面に化学的転写法を施した場合、反応開始から 15～20 秒後に反射率が急激に低下し、反射率は 6%程度となった。また、PL 強度は反応開始 15～20 秒後に急激に増加した。PL 強度の増加は、化学的転写法により形成される～5nm 以下のシリコンナノクリスタルの増加によるものであり、シリコンナノクリスタル層の形成によって極低反射化にされることを示している。しかし、ナノサイズ化によって表面積が増大し、表面再結合の原因ともなる。太陽電池への化学的転写法の最適化は、パッシベーションが可能な深さと微視的構造でシリコンナノクリスタル層を形成することであり、図 1 の優れた implied Voc と J_{0e} は、その最適化によって得られた。

© 2016年 応用物理学会