

化学的転写法による極低反射率シリコン表面の形成と結晶シリコン太陽電池への応用

Fabrication of ultra-low reflectivity Si surfaces by use of Surface Structure Chemical Transfer method and application to crystalline Si solar cells



小林 光 ○
H. Kobayashi
今村 健太郎
K. Imamura

▶ キーワード Keyword

反射防止、結晶シリコン太陽電池、シリコンナノクリスタル
anti-reflection, crystalline Si solar cells, silicon nanocrystals

▶ 応用分野 Application

多結晶シリコン太陽電池、単結晶シリコン太陽電池
polycrystalline Si solar cells, single crystalline Si solar cells

▶ 目的・期待される効果

- 結晶シリコン太陽電池の高効率化と同時に低コスト化



研究内容

▶ 背景

太陽電池の表面で反射した光は、利用できません。したがって反射率の低減は、太陽電池の変換効率の向上に大変重要です。従来技術では、KOH等の強アルカリ水溶液を用いてシリコンをエッチングすることでピラミッド構造を形成して反射率を低減します。しかし反射率は10%以上と高く、さらにその形成には20~30分を要します。また、多結晶シリコンではアルカリエッチングを利用できず、酸エッチングによって表面を荒らす方法が用いられていますが、反射率は20%以上とさらに高くなっています。

▶ 技術概要

シリコンウェーハをH₂O₂+HF水溶液に浸し触媒体を接触させるだけで、瞬間的にシリコン表面の反射率が低下します。6インチサイズのウェーハを、7.5~15秒の短時間で、2%以下の極低反射率にすることができます。シリコン表面に、150nm程度の層厚のシリコンナノクリスタル層が形成されることによって、極低反射率が得られます。このウェーハを用いてpn接合太陽電池を作製した場合、AM1.5 100mW/cm²の光照射下40mA/cm²以上(一般の市販太陽電池では34~38mA/cm²)の光電流が得られます。また、表面パッシベーション処理を施すことによって、200μs以上の高い少数キャリアライフタイムが得られます。

	Voc(V)	Jsc(mA/cm ²)	FF	η(%)
化学転写法あり	0.605~0.613	42.1~43.0	0.772	19.7~20.3
化学転写法なし	0.571~0.575	34.4~35.1	0.763	15.1~15.3

▶ 特長

1. 2%以下の極低反射率
2. 40mA/cm²以上の光電流密度 (AM1.5 100mW/cm²照射下)
3. 高い少数キャリアライフタイム (パッシベーション処理後)

【論文 Paper】

- [1] K. Imamura, Y. Onitsuka, S. Kunieda, H. Kobayashi, Effective Passivation for Nanocrystalline Si layer/Crystalline Si Solar Cells by Use of Phosphosilicate Glass, Sol. Energy, 169 (2018) 297-30.
- [2] K. Imamura, D. Irishika, H. Kobayashi, Surface Nanocrystalline Si Structure for Highly Efficient Crystalline Si Solar Cells, Prog. Photovolt. 25 (2017) 358-366.
- [3] D. Irishika, K. Imamura, H. Kobayashi, Ultralow reflectivity surfaces by formation of nanocrystalline Si layer for crystalline Si solar cells, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 141 (2015) 1-6.

【特許 Patent】

- [1] 特願2015-33564, 小林 光, シリコン基板, 太陽電池およびその製造方法, 小林 光(出願人), 2015年2月24日.
- [2] 特願2015-001794, 小林 光, 半導体基板, 半導体装置の製造方法, 半導体装置の製造装置, 太陽電池およびその製造方法並びに太陽電池の製造装置, 小林 光(出願人), 2015年1月7日.