

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

研究分野
Department

半導体材料・プロセス
Semiconductor Materials and Processes

研究者
Researcher

小林 光 今村健太郎
H. Kobayashi 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

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

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。

概要・特徴

太陽電池表面の反射率を低減する技術、化学的表面構造転写法を開発しています。化学的転写法では、シリコンウェーハを薬液に浸し、ローラーに取り付けた白金触媒体をシリコン表面に接触させるだけで、極低反射率が得られます。

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)

技術内容

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

社会への影響・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を実現

【論文 Paper】

- [1] 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] 特開2016-051893, 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).
[2] 特開2016-131232, 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).