

## ワイヤーアレイ構造のシリコン太陽電池に関する研究

利用者：国立研究開発法人 科学技術振興機構 白柳裕介，屋敷保聡  
研究支援者：東北大学 庄子征希，森山雅昭，鈴木裕輝夫，戸津健太郎

### 【研究目的】

フォトリソグラフィとDeep-RIE (Reactive Ion Etching) 加工技術を用いて、シリコン基板表面をマイクロサイズのワイヤーアレイ (WA) 形状に加工することを目的としている。WA形状に加工された基板に対して、WA構造の太陽電池セルを作製して、セル動作を確認する。

### 【成果】

作製したCrマスクを使用し、ポジ型フォトリソレジストをコートした6inchのSi基板に対し、露光、現像のプロセスを実施してパターニングを行った。さらに、Deep-RIEを用いて、シリコン基板を約50 $\mu\text{m}$ エッチングして、SPM洗浄によりレジストを除去した。各パターンで、エッチング加工されたシリコン基板の表面のSEM画像を図1に示す。プロセスバイアスは両側で約2 $\mu\text{m}$ あり、設計サイズ直径2 $\mu\text{m}$ 以下の微細構造では、WAの折損が確認できた。直径3 $\mu\text{m}$ の設計サイズでは、円型ではなく楕円形になっているが、直径約1 $\mu\text{m}$ のWAの加工に成功した。直径4 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ の設計サイズでは、約2 $\mu\text{m}$ の目減りが確認されるが、WAが円型に加工された。

Deep-RIE加工技術を用いてWA形状に加工したP型シリコン基板で太陽電池セルを作製した。受光面にN層、裏面側に高濃度P層を拡散により形成し、両側に透明電極と銀電極を形成した。図2に設計サイズ直径3 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ のWA加工基板で作製した太陽電池セルのI-V特性と外部量子効率を示す。直径3 $\mu\text{m}$ のパターンで設計されたWA加工基板では、短波長、中波長領域の量子効率が低く、電流も11.0 mA/cm<sup>2</sup> (効率：3.8%) と低い値となった。設計サイズが微小であるため、WA全面に拡散されており、WAが発電層として寄与していないことが原因として考えられる。一方で、直径4 $\mu\text{m}$ のパターンで設計されたWA加工基板では、短波長域、中波長域で高い量子効率が得られた。得られた電流も大きく向上し、31.6 mA/cm<sup>2</sup> (効率：10.6%) の値が得られたことから、WAの発電を確認し、WAを発電層とした太陽電池セルを作製することに成功した。

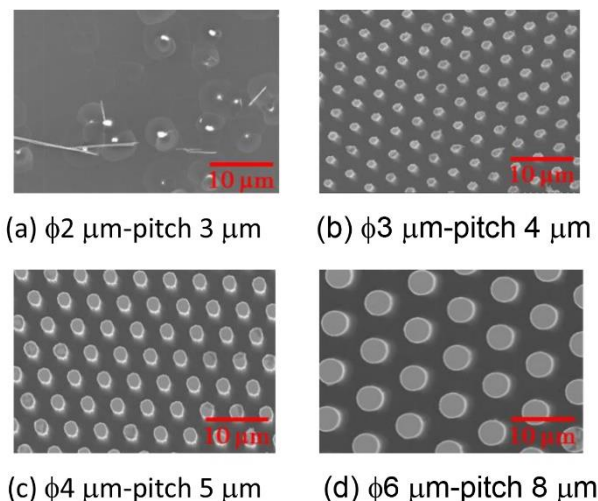


図1 加工後のSi基板の表面形状のSEM画像

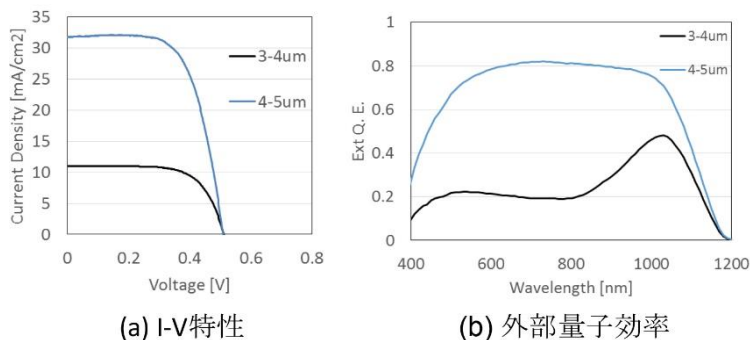


図2 WA加工基板の太陽電池セル特性

### 【支援実施機関からのコメント】

高密度シリコンワイヤーアレイ構造での発電に成功しており、現在、発電効率がおよそ25%で飽和しているシリコン太陽電池の高効率化が期待できる。福島県郡山市の拠点と東北大の設備を組み合わせ効率よく研究開発を進めていて、学会発表も継続して行われている[1,2]。

### 【参考文献等】

- [1] 屋敷, 白柳, 袴田, 小長井, “ラジアル型ワイヤー太陽電池におけるワイヤー径の影響”, 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 2015年9月14日。  
[2] 白柳, 屋敷, 加藤, 小長井, “Axial型ワイヤー構造太陽電池の作製”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月16日。