

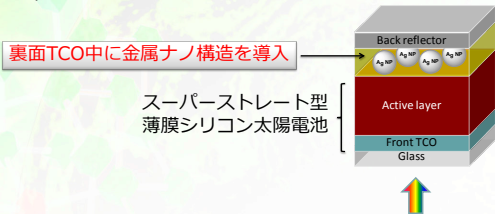
プラズモニック光閉じ込め技術の開発

水野 英範

実用化加速チーム

研究背景

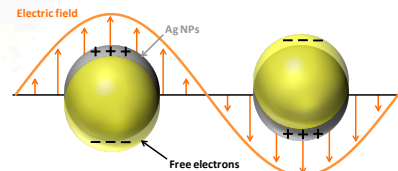
太陽電池における既存の光閉じ込め技術（表面テクスチャ化）と相補的な新手法の探索



金属と光の相互作用を利用するプラズモニック光閉じ込め効果を検討

プラズモニック光閉じ込め

金属ナノ粒子における局在表面プラズモンを利用^[1]



局在表面プラズモン =
光吸収 + 光散乱

- 光散乱の比率を粒子サイズで調整可能^[2]
- 大きな散乱断面積（粒子サイズの~10倍）→ 少ない表面被覆率^[3]

Transfer-Printing (転写) によるプラズモニック構造の作製

プロセス

金属 (Ag) 蒸着

スタンプ

転写

表面処理 (例えば SH, MeO, OH, NH₂ など)

PDMSスタンプの作製

Mold (reusable)

Inverse replica stamp

金属蒸着スタンプ

Ag (40 nm) before stamping

金属ナノ構造の作製

After stamping

On Si wafer

On Si wafer

Uniform transfer of Ag

Domain size = 200 nm
Spacing = 460 nm

Thickness = 40 nm

セル構造と特性

セル構造

銀ナノ構造の転写はセル（裏面GZO）中においても可能。

外部量子効率

近赤外長領域（650-1100 nm）で35%の向上を確認。

電流-電圧特性

	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	η (%)
Without Ag	11.3	0.530	0.766	4.6
With Ag	11.8	0.531	0.766	4.8

電流密度の増加により発電効率も向上。

まとめ

1. 転写手法を用いたプラズモニック銀ナノ構造を微結晶シリコン太陽電池裏面に導入した。
2. 近赤外領域における外部量子効率の向上を確認した (+35%, 650-1100 nm)。
3. 外部量子効率（電流密度）の向上により、発電効率も向上した (4.6 → 4.8%)。
4. 光学シミュレーションを駆使した銀ナノ構造の設計により、さらなる向上がきたいされる。

参考文献

- [1] H. A. Atwater and A. Polman, "Plasmonics for improved photovoltaic devices", *Nat. Mater.* **9**, 205 (2010).
- [2] K. Tanabe, "Optical radiation efficiencies of metal nanoparticles for optoelectronic applications", *Mater. Lett.* **61**, 4573 (2007).
- [3] K. R. Catchpole and A. Polman, "Design principles for particle plasmon enhanced solar cells", *Appl. Phys. Lett.* **93**, 191113 (2008).

謝辞

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託を受けて実施されたものであり、関係各位に感謝します。