

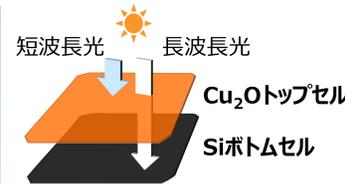
Cu₂Oタンデム型太陽電池の開発

団体名：株式会社 東芝、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人物質・材料研究機構

背景

*1 : https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100909.html
 *2 : S. Shibasaki et al., Applied Physics Letters, 119, 242102, 2021.
 *3 : N. Nakagawa et al., PRiME 2024, Honolulu, Hawaii, October 9, 2024.

- モビリティの電動化への需要が増し、限られたエリアで高効率(≥30%※)に発電する太陽電池が必要
 ※発電効率30%の場合の1日の走行可能距離は約39kmと試算*1
- 既存のSi太陽電池では短波長側の発電効率が低く、電動化の需要にこたえるには効率が不十分
 ⇒ 短波長側をより効率よく発電可能なCu₂Oをトップセルに用いたCu₂O/Siタンデム太陽電池を開発
- 東芝では世界初の透過型Cu₂O太陽電池を開発*2
 小型セル(10×3mm)では世界最高効率となる10.5%を実証*3
- Cu₂O/Siタンデム型太陽電池の実用化に向けて、実用サイズ(125×42mm以上)のセルにおいて、タンデム効率30%以上の実現を目指す



事業の目的・目標

目的

- 高効率Cu₂O/Siタンデム型太陽電池の車載応用に向けた実用サイズでの高効率、高耐久性の実証

目標

- ★ 実用サイズ (125×40mm以上) のCu₂O/Si 4端子タンデム型太陽電池セルにおいて、効率27%達成
- テストサイズ (40×40mm級) 以上のCu₂Oトップセルにおいて、20年相当の耐熱性または耐光性のいずれかを確認
 耐熱性：85℃で2000時間 (相対効率維持率90%以上) ⇒ 達成済(2300h)
 耐光性：1sun照射で1000時間 (相対効率維持率90%以上) ⇒ 達成済(3900h)

2024年の主な成果

タンデム高効率化に向けた課題抽出&対策立案

- 従来のCu₂Oトップセルでは反射による光学ロスが大きく、Siボトムセル効率が低下
 ⇒ 光学シミュレーションを用い、低反射なトップセル層構成の検討
 シミュレーションで得られた構成を試作評価し、実験的にも最適な構成を検討

改善点

- トップセルの平均反射率※を**4.5%**まで低減 (対策なし：12.4%)
 ※ 400-1000nmでの平均反射率
- ボトムセル効率は**16.8%**まで改善 (対策なし：13.2%)
- 125mm□の実用サイズで**タンデム効率26.1%**を実証
- 赤外領域の感度が良好なSiセルを用意することで効率が改善 (計算)

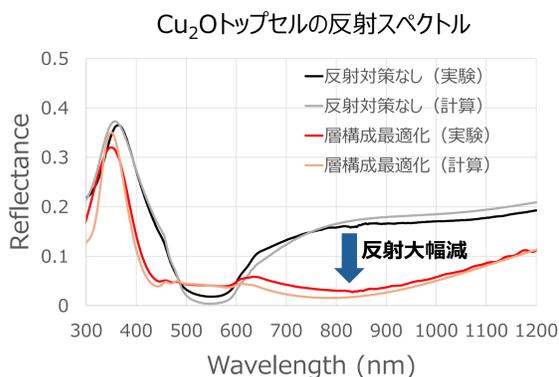
反射対策なし

反射対策あり

Air
AZO
ZTO
GaO
Cu ₂ O
ATO
ITO
Glass
Air
Si

層構成の最適化

Air
MgF ₂
AZO
TiO ₂
ZTO
GaO
Cu ₂ O
SiO ₂
ITO
SiO ₂
Glass
Motheye
Air
Si

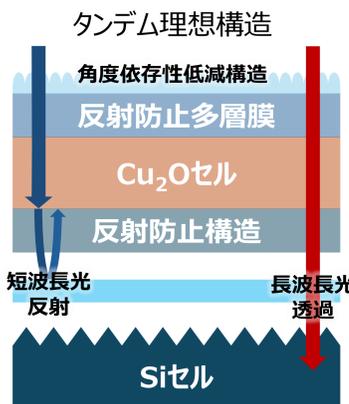


課題と今後の取り組み

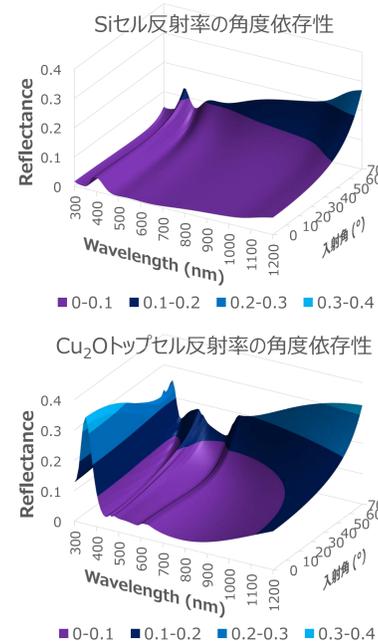
課題

- Cu₂Oトップセル反射率の角度依存性のデータ収集・対策検討
- タンデム効率のさらなる向上(≥30%)

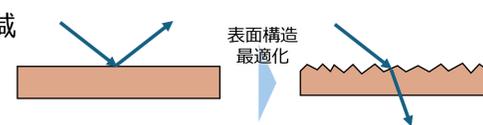
今後の取り組み



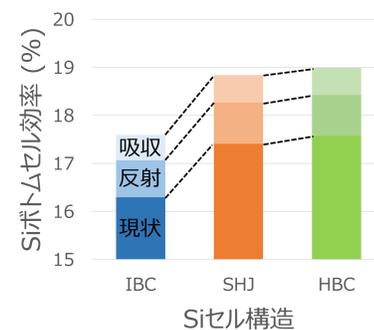
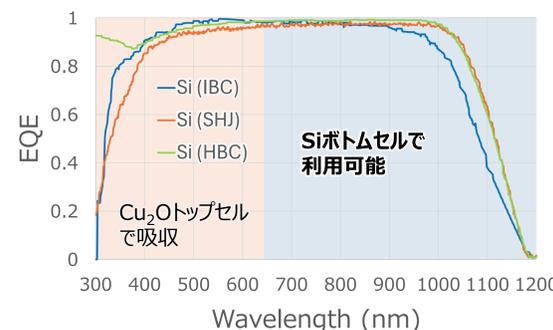
*4 : H. Wu et al., Nature 635, 604, 2024.
 *5 : H. Lin et al., Nature Energy 8, 789, 2023.
 *6 : M.A. Green et al., Prog. Photovolt. Res. Appl. 31, 3, 2023.
 *7 : M.A. Green et al., Prog. Photovolt. Res. Appl. 31, 651, 2023.
 *8 : M.A. Green et al., Prog. Photovolt. Res. Appl. 32, 425, 2024.



- Cu₂Oトップセル反射率の角度依存性低減
 ⇒ 実験、計算の両面から最適な構造検討



- 赤外領域で感度の高いSiセルの入手



文献から得られたEQEをもとに、現状のトップセルを用いた場合、反射ロスをなくした場合、吸収ロスをなくした場合のボトムセル効率を算出*4-8
 ⇒ 赤外領域の感度が高いSiセルを用いることでボトムセル効率増大見込み

実用化・事業化の見通し

- Cu₂O/Siタンデム型太陽電池のさらなる効率向上に取組み、2027-28年頃からEVの無充電走行実証を進めていく。
- EVの無充電走行実証後の2030年以降、車載応用でCu₂O/Siタンデム型太陽電池の実用化を目指す。