



## 応用物理学会春季学術講演会 注目講演プレスリリース

2023年 3月 13日

Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池の開発と展望

Development and Prospect of Cu<sub>2</sub>O/Si Tandem Solar Cells

### カーボンニュートラル実現に向けた、 30km以上の「無充電EV」を実現し得る、 高効率Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池を開発

東芝 研究開発センター

和田 淳

#### 【発表概要】

- ・ 発電効率において、世界最高記録となる9.5%を達成する「透過型亜酸化銅（Cu<sub>2</sub>O）太陽電池」を開発。
- ・ 透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池と高効率シリコン（Si）太陽電池積層による「Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池」による発電効率は28.5%と見積もられる。
- ・ Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池を電気自動車（EV）に搭載した場合、1日あたりの航続距離約37kmが見込まれる。

株式会社東芝 研究開発センターの和田淳氏らによる研究グループは、発電効率において、世界最高記録となる9.5%（株式会社東芝 研究開発センター調べ。2023年2月時点）を達成する「透過型亜酸化銅（Cu<sub>2</sub>O）太陽電池」を開発した。同社が力を入れる、2枚の太陽電池を積層して発電し、全体の発電効率を高める「タンデム太陽電池」の研究開発に貢献する研究成果だ。同社が開発した透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池に、発電効率25%の高効率シリコン（Si）太陽電池を積層した、「Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池」は、全体の発電効率が28.5%と見積もられる。この発電効率は、仮に電気自動車（EV）に搭載した場合、1日あたりの航続距離で約37kmが見込まれるという。同社は、タンデム太陽電池の効率的な量産に向け、より大型の透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池の開発に着手している。今後順次セルサイズの大規模化を図り、最終的には市販のSi太陽電池と同じ数インチサイズのセル製造技術を確認し、2025年の実用化を見据えている。

## 【詳細】

### ふたつの太陽電池の“いいとこどり”を実現するタンデム太陽電池

カーボンニュートラルの実現のためには、再生可能エネルギーの広範囲の社会利用が促進される必要がある。期待されている発電技術のひとつが、太陽電池だ。経済産業省は「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において、2050年までに日本の発電に占める再生可能エネルギーの割合を50～60%に引き上げる目標を発表している（※1）。この成長戦略で提唱されているのは、再生可能エネルギーの主電源化と運輸の電動化だ。これらは太陽電池に新しい利用の道を拓くことが期待できる。

また現在、2つの太陽電池セルを重ね合わせ、いわばふたつの太陽電池の“いいとこどり”によって高効率・低コスト・高信頼性を実現する「タンデム太陽電池」の研究開発が加熱している。設置スペースが限られる電気自動車などのモビリティシステムにおいても、タンデム太陽電池は有用だろう。

現在のタンデム太陽電池の先行研究には、ガリウムヒ素半導体（GaAs）などのIII-V族太陽電池（※2）のものと、ペロブスカイト系を用いたものがある。しかしガリウムヒ素半導体はSi太陽電池と比べて数百倍から数千倍もの製造コストがかかり、ペロブスカイト系は出力保障期間20年以上のSi太陽電池に比べれば信頼性に課題がある。

同社が開発する透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池は、信頼性に高い可能性を持ちながら大幅なコストダウンが期待できる点が特徴だ。また、透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池は、緑、青、紫外光などの短波長光を吸収し、赤、近赤外光などの長波長光を透過させる。そこでボトムセルに長波長光で効率よく発電するSi太陽電池を、トップセルに透過性の高いCu<sub>2</sub>O太陽電池を組み合わせ、Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池とすることで、短波長から長波長までの幅広い波長域で高効率の発電を実現することができる（図1）。

同社は発電効率30%を目標に、効率的な量産技術の開発を進め、数インチサイズのSi太陽電池と同じサイズのCu<sub>2</sub>O太陽電池の製造プロセスの確立を目指す。

### 発電効率28.5%のCu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池を実現

同研究チームはこのたび、透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池の発電効率を向上させることに成功し、世界最高効率である9.5%を記録した。2021年12月に発表していた発電効率8.4%を1.1%上回る数字である。高効率化の要因としては、発電効率の低下を招く、Cu<sub>2</sub>O発電層壁面でのキャリア再結合を抑制したことが挙げられる。

研究チームは、キャリア再結合を抑制するためには、セルサイズを拡大することが有効であることを突き止め、従来の3mm角のセル面積を12mm×3mmに拡大した。その結果、セル壁面で再結合する光キャリアの数が相対的に減少し、光電流が約10%増加、発電効率を9.5%に向上させることに成功した。セルサイズの拡大が発電効率の向上につながるというCu<sub>2</sub>Oの特性は、Cu<sub>2</sub>O太陽電池の大型化に有利な特性だ。

今回開発した発電効率9.5%の透過型Cu<sub>2</sub>Oをトップセルに、25%の高効率Si太陽電池をボトムセルに適用したCu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池の発電効率は28.5%と推定される。さらに、大面積の基板に成膜できる大型スパッタ装置を導入し、3mm角のセルに対して約180倍の発電面積を持つ40mm角のセルを試作（図2）。今後の量産化を見据える。

### 近距離ドライバーが自宅での充電設備が不要となるレベルの航続距離を実現

同社は開発したCu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池をEVに搭載した場合（図3）の試算についても、詳細に報告している。Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池の発電効率を28.5%、目標効率を30%、理論最大効率を42.3%とし、車載設置面積を3.33m<sup>2</sup>とした場合、充電を行わない1日の走行距離は約37km（発電効率）、39km（目標効率）、55km（理論最大効率）と試算されている（※3）。つまり、試算上はCu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池を搭載したEVは、30km以上を無充電で走行できることになる。この航続距離は、近距離ユーザーの1日の全走行距離をカバーすることができる。近距離ドライバーにとっては自宅などに充電設備を設置する必要がなくなり、長距離ユーザーであれば充電設備での充電量や充電回数を減らすことができる航続距離である。つまり試算上は、Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池は現実的なEVの電源として使用が可能だということだろう。

Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池は、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」における再生可能エネルギーの主電源化と運輸の電動化に貢献することが期待される。同社は東芝エネルギーシステムズ株式会社と共同研究を進め、2025年の実用化を目指している。

#### 【注釈】

※1 <https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

※2 III-V族太陽電池 III族元素であるガリウム（Ga）、インジウム（In）、アルミニウム（Al）などとV族元素であるリン（P）、ヒ素（As）などによって構成される化合物半導体による太陽電池。

※3 EVの電費には、NEDO試算で使用された2030年想定値12.5km/kWhを使用。

【図】

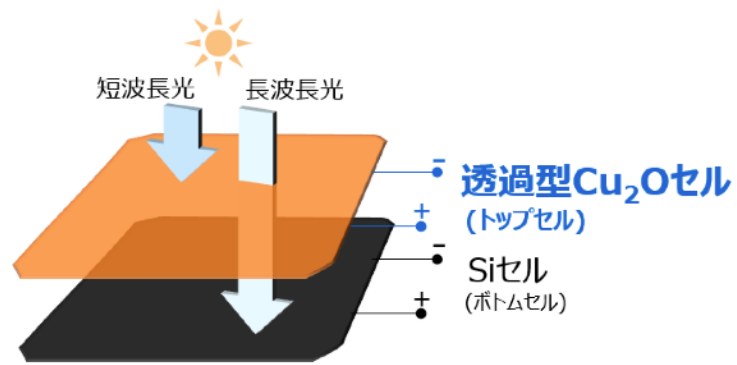


図1 Cu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池（4端子）の模式図（東芝 提供）



図2 試作された40mm角の透過型Cu<sub>2</sub>O太陽電池セル（東芝 提供）



図3 EVへのCu<sub>2</sub>O/Siタンデム太陽電池の搭載イメージ（東芝 提供）