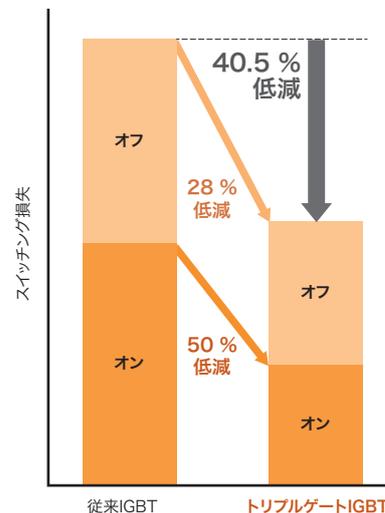
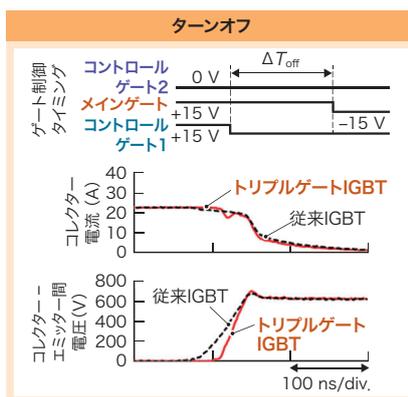
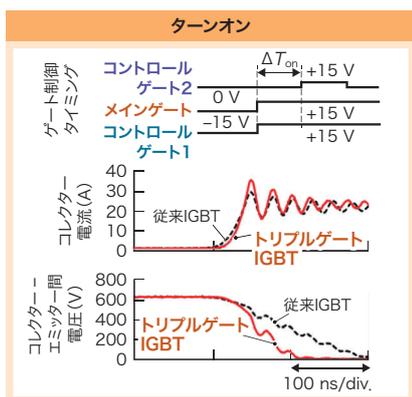
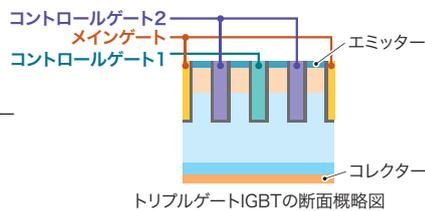
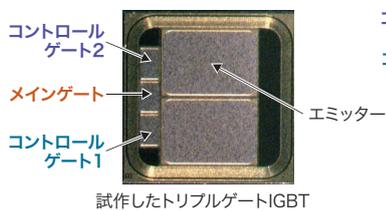


パワーエレクトロニクスシステムの高効率化に貢献する トリプルゲートIGBT



T:時間 div.:division

トリプルゲートIGBTと従来IGBTのスイッチング波形の比較

Comparison of switching waveforms of conventional and triple-gate insulated gate bipolar transistors (IGBTs)

トリプルゲートIGBTと従来IGBTのスイッチング損失の比較

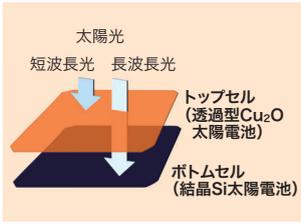
Comparison of switching losses of conventional and triple-gate IGBTs

電気自動車や産業用モーター駆動インバーターなどに多用されているパワー半導体であるIGBT（絶縁ゲート型バイポーラートランジスタ）において、電流のオンとオフが切り替わるスイッチング時の損失（スイッチング損失）を大幅に低減できる独自のトリプルゲートIGBTを開発した。

IGBTは、電子と正孔を電流のキャリアとすることで大電流を制御することが可能なパワー半導体で、これまでデバイスの内部構造を進化させることで、IGBTがオン状態の導通損失とスイッチング損失のトレードオフを改善し、電力損失の低減を実現してきた。しかし近年は、性能改善が飽和傾向にあることが問題となっていた。今回、独立したゲート電極数が従来よりも多い三つから成る新構造のトリプルゲートIGBT、及びそれらのゲート電極のオンとオフを高精度に切り替えるゲート制御技術を開発した。ゲート電極は、一つのメインゲート電極と二つのコントロールゲート電極から構成されており、これらは独立にオンとオフの制御が可能である。三つのゲート電極のオンとオフの組み合わせを最適制御することで、IGBTがオフからオンに切り替わるターンオン時にはキャリアを高速に注入し、オンからオフに切り替わるターンオフ時にはキャリアを高速に排出することが可能となる。この技術の適用で、ターンオンとターンオフのスイッチングを高速化でき、低い導通損失を維持したまま、スイッチング損失を大幅に低減できる。試作したトリプルゲートIGBTにおいて、従来のIGBTに比べて、ターンオン損失を最大50%、ターンオフ損失を最大28%、スイッチング損失全体では最大40.5%の低減を実現した。

今回開発したトリプルゲートIGBTを用いることで、パワーエレクトロニクスシステムの高効率化が促進され、カーボンニュートラル実現への貢献が期待できる。

■ 世界最高効率のCu₂Oセルを採用した低コスト・高効率のタンデム太陽電池

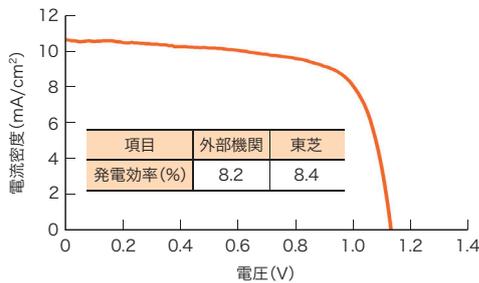


タンデム太陽電池の模式的な構造図
Schematic diagram showing structure of tandem solar cell with transparent cuprous oxide (Cu₂O) cell



*太陽電池セルの発電エリアサイズは40×40 mm。段階的に大型化を予定

開発中の大型Cu₂Oセル
Large Cu₂O cell under development



Cu₂Oセル効率のベンチマーク

Current density-voltage characteristics and benchmark comparison of efficiency of Cu₂O cell

限られた設置面積で必要な大電力を低コストに供給できる、亜酸化銅 (Cu₂O) 太陽電池セルをシリコン (Si) 太陽電池セルに積層した、タンデム太陽電池を開発している。キーとなる透過型Cu₂Oセルは、当社が2019年に開発に成功したもので、地球上に豊富に存在する銅と酸素から構成されているため、タンデム太陽電池の低コスト化が可能になる。

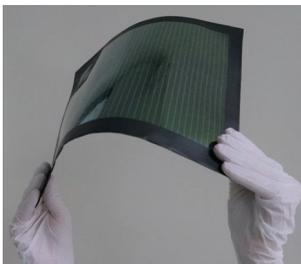
今回、Cu₂Oセルの発電層の不純物を抑制することで、Cu₂Oとして世界最高の発電効率^(注1)8.4%を実現した^(注2)。発電効率25%のSiセルと積層したタンデム太陽電池の効率は27.4%と試算でき、Si世界最高効率26.7%を超えるポテンシャルを有することを確認した。今後、Cu₂O太陽電池のサイズを量産タイプのSi太陽電池と同じサイズにまで拡大する大型化開発に取り組み、2025年度をめどに製造技術を確立していく。また、タンデム太陽電池の更なる効率向上を図り、電気自動車をはじめとする電動モビリティへの応用につなげて、将来のカーボンニュートラル社会の実現に貢献していく。

(注1) 2021年12月現在、当社調べ。

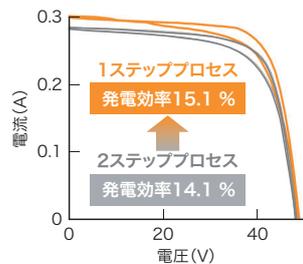
(注2) Appl. Phys. Lett. 2021, 119, 242102.に掲載。

研究開発センター

■ 発電効率を多結晶Si太陽電池の水準に向上させたフィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュール

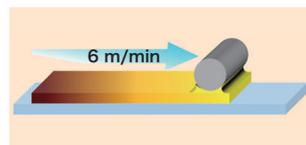


フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュール
Film-based perovskite photovoltaic module



面積703 cm²フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの電流-電圧特性

Current-voltage characteristics of film-based perovskite module with area of 703 cm²



1ステッププロセスによるメニスカス塗布法の模式図

Schematic of meniscus coating method using one-step process

フィルム型ペロブスカイト太陽電池は、軽量・薄型で曲げることができ、これまで太陽電池が設置できなかった多様な場所にも設置可能になるという特長を持つため、再生可能エネルギー比率の拡大に貢献する技術として期待されている。

今回、当社独自のメニスカス塗布法において、従来2段階(2ステッププロセス)で行っていたペロブスカイト層の成膜を、1段階(1ステッププロセス)で行う成膜法を開発した。その結果、量産時に必要と想定される塗布速度6 m/min^(注1)を達成した。また、面積703 cm²フィルム型モジュールにおいて、2ステッププロセスで14.1%であった発電効率を、膜質の均一化などの効果により15.1%に向上させることに成功した。この発電効率は、普及型の多結晶Si太陽電池並みであり、大面積フィルム型としては世界最高効率^(注2)である。

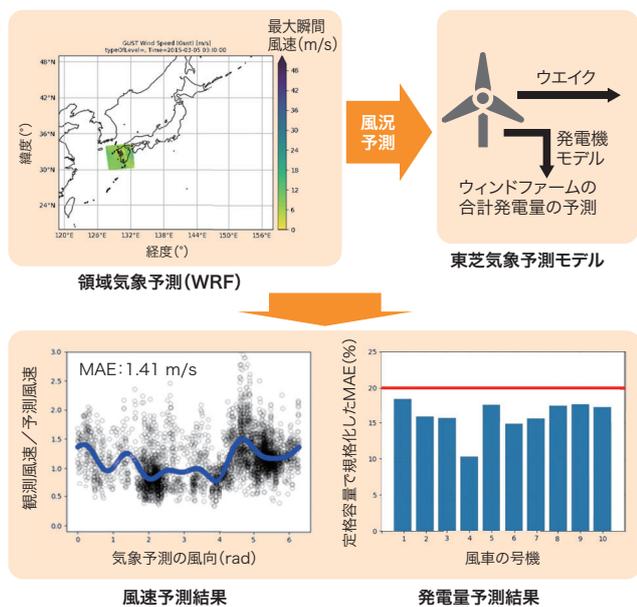
(注1) 当社調べ。検証サイズは5×5 cm。

(注2) 2021年9月現在、プラスチック基板で構成される受光部サイズ100 cm²以上のペロブスカイト太陽電池モジュールにおいて、当社調べ。

関係論文：東芝レビュー. 2021, 76, 3, p.17-20.

研究開発センター

■ 気象予測を活用した風力発電量予測技術



WRFを用いたウィンドファーム発電量予測システムの概要
Outline of power generation prediction system for wind farms using Weather Research and Forecasting (WRF) model

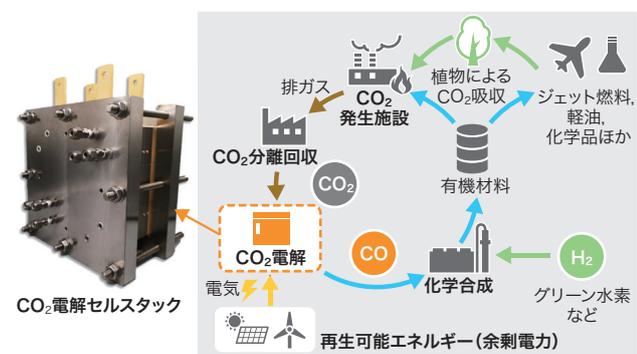
風力発電は、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて導入拡大が見込まれており、安定的な電力の需給管理を実現するにはFIP (Feed-in Premium) 制度の導入と併せて、高精度な発電量予測が重要である。従来の風力発電量予測技術では、気象予測の結果を用いて地形の影響を考慮した回帰モデルで計算した風速から、発電量を予測するのが一般的であった。

今回、気象モデルWRF (Weather Research and Forecasting) を活用することで風速の鉛直分布情報 (平均風速、乱流強度、大気安定度など) を詳細化し、地形だけでなく風車の影響なども考慮して、風車の大型化に対応した風速予測モデルを作成した。このモデルにより、風のシアや、乱れ、ウェイクなどを考慮して風速を予測し、風車の発電機モデルへ入力することで、ウィンドファーム全体の発電量を高精度に予測する技術を開発した。この技術により、複数サイトで前日予測の平均絶対誤差 (MAE) 20% 以下 (定格容量で規格化) を達成できることを確認した。今後、この技術を東芝グループの再生可能エネルギー アグリゲーション事業などに活用する予定である。

関係論文：東芝レビュー、2021、76、3、p.36-39。

研究開発センター

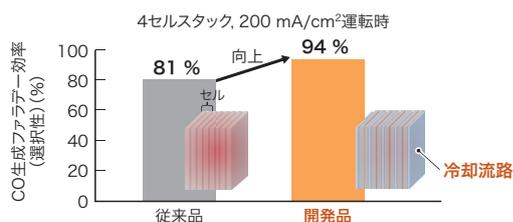
■ 電解によるCO₂の資源化技術P2C



H₂: 水素

CO₂電解セルとP2Cの概念

Carbon dioxide (CO₂) electrolysis cell and concept of power-to-chemicals (P2C)



開発したCO₂電解セルと従来品のCO生成ファラデー効率の比較
Comparison of faradaic efficiency of carbon monoxide (CO) production by conventional and newly developed CO₂ electrolysis cells

カーボンニュートラルの実現に向けて、化石資源依存からの脱却が課題となっている中、二酸化炭素 (CO₂) を資源として有効利用する技術開発が各所で進められている。

当社は、CO₂を燃料や化学品の原料となる一酸化炭素 (CO) に電解還元するCO₂資源化技術P2C (Power to Chemicals) において、複数セルを積層したCO₂電解スタック (23 (幅) × 13 (奥行き) × 23 (高さ) cm) を開発し、60 NL/h^(注1)のCO₂処理速度 (年間最大1.0 t-CO₂相当) を達成した。これは、常温環境下で稼働するCO₂電解スタックにおいて、設置面積当たりの処理速度が世界最高^(注2)である。セルのスタック化で顕著となる発熱による処理速度の低下を防ぐため、冷却機構を設けた独自のCO₂電解スタック構造を開発した。スタック化により単位設置面積当たりの処理量が増加するため、省スペースでCO₂を有価物に変換でき、P2Cの実用化に向けて大きく前進した。この成果の一部は、環境省の委託事業「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」により得られた。

(注1) 1h当たりの0℃、1気圧の標準状態における体積。

(注2) 2021年3月現在、当社調べ。

関係論文：東芝レビュー、2021、76、3、p.26-30。

研究開発センター