



大阪大学  
OSAKA UNIVERSITY

国立大学法人 大阪大学

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-1

TEL: 06-6877-5111 (代)

www.osaka-u.ac.jp

## Press Release

研究成果

記者発表あり



2024年7月17日

(工学研究科) **一元化・オートメーション化・迅速化 の三拍子を備えた次世代太陽電池開発手法**

(産業科学研究所) **パワー半導体モジュールの社会実装を一気に加速！**

**高信頼性、材料コスト削減を実現する銀とシリコンを用いた新接合材料**

大阪大学産業科学研究所、大学院工学研究科は、7/23(火)に4回目となる合同定例記者発表を開催します。

15:05 ~ 工学研究科からの発表

**一元化・オートメーション化・迅速化の三拍子を備えた次世代太陽電池開発手法**

大学院工学研究科 応用化学専攻 佐伯 昭紀 教授

(専門領域: ナノテク・材料、ものづくり技術、電子デバイス、電子機器)



**【ポイント】有毒な素材を使わない次世代太陽電池の新たな開発手法を提案**

### 一元化

機械学習→新規材料設計→物性評価→素子評価→フィードバックまでの一連の流れを1か所で展開

### オートメーション化

独自のハイスループット評価法をロボットで自動化。世界唯一の装置で研究を加速。

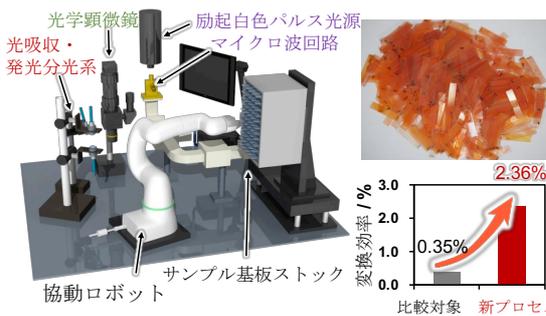
### 迅速化

手動だった作業を完全自動化・測定にかかる時間を6分の1に短縮し、変換効率を6倍に向上。

佐伯昭紀教授は、次世代太陽電池開発の一連の研究(設計・評価・探索)を、人工知能による機械学習やロボットによるオートメーション化により迅速化した手法を開発しました。当日は、評価装置の一部や、実際に機械学習で設計・合成・作成した太陽電池の薄膜の実物、および、このロボットが実際に太陽電池性能を評価する様子(動画)をご覧ください。

この「一元化・オートメーション化・迅速化」の一連の考え方は、太陽電池だけでなく、手作業が多く時間のかかる化学分野におけるあらゆる実験作業に応用できる可能性があります。

当日は、この3点からなる新たな開発手法の実用化について、またさらに先の展開についてもお話する予定です。



ロボットによる世界唯一のハイスループット探索装置

## Press Release

### <次世代太陽電池について>

現在実用化されているシリコンや無機太陽電池は、重量が大きい、柔軟性に乏しい、一部は毒性の高いカドミウムを使用しているという問題に加え、高効率化と低価格化は限界に達しています。これらを解決するため、有機太陽電池(organic photovoltaics: OPV)<sup>\*1</sup>や日本発の技術であるペロブスカイト太陽電池(perovskite solar cell: PSC)<sup>\*2</sup>が次世代光電変換デバイスとして期待されており、世界中で研究がされています。

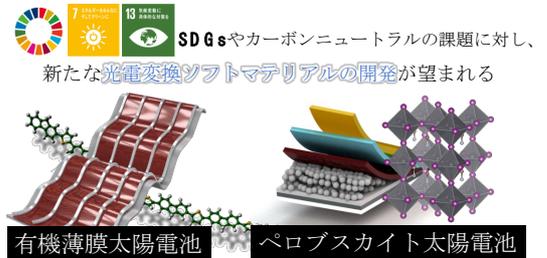
#### ※1:有機太陽電池(OPV)の現状:

変換効率上昇に伴い、化学構造式は複雑化、設計自由度も上昇しています。これにより、材料設計や一連の評価作業(開発～素子性能～物性評価)はかなり煩雑なものとなりました。

#### ※2:ペロブスカイト太陽電池(PSC)の現状:

すでに実用化が視野に入っている既存のものには有毒な元素(鉛)が使用されており、将来的には低毒な元素からなる膨大な材料の中から探索する研究が必要になります。

これらの次世代太陽電池の変換効率をさらに高めながら、無害な材料でつくるためには、材料の仮想探索や実験での材料・プロセス探索を飛躍的に進めることができる画期的な手法が必要です。今回開発した手法は、そのゲームチェンジャーとなりうるものです。



15:30 ~ 産業科学研究所からの発表

パワー半導体モジュールの社会実装を一気に加速！

高信頼性、材料コスト削減を実現する銀とシリコンを用いた新接合材料

産業科学研究所フレキシブル3D実装協働研究所

工学博士 陳 伝彤 特任准教授(常勤)

(専門領域:半導体実装技術、金属材料物性)



#### 【研究成果のポイント】

- ◆ 製品の信頼性向上・材料コストの削減につながる、銀とシリコンを用いた接合材料を新開発
- ◆ 従来材料(銀のみを使用した接合材料)と比較し、SiC パワー半導体実装構造の寿命が約 2 倍に向上
- ◆ EV(電気自動車)への応用をはじめ、パワー半導体モジュールの社会実装の加速へ期待

#### ❖ 概要

大阪大学産業科学研究所フレキシブル3D実装協働研究所<sup>1</sup>の陳伝彤(チン・テントウ)特任准教授(常勤)らの研究グループと株式会社ダイセルは、銀(Ag)とシリコン(Si)の複合焼結材料の新開発に成功しました。



株式会社ダイセルは、フレキシブル3D実装協働研究所において、大阪大学産業科学研究所と共同研究を行っています。

<sup>1</sup> 大阪大学における産学連携のオープンイノベーション拠点



この新開発材料は、銀のみを使用した従来材料と比較し、厳しい熱衝撃試験後の結果において(-50℃～250℃で 1000 サイクル)、約 2 倍の強度保持率を達成しています。この材料を使用することで、極めて高い信頼性を維持しながら、材料コストの削減を実現する高性能パワー半導体の製造につなげることができます。

### <従来材料の課題>

脱炭素化の社会において、EV(電気自動車)の普及に欠かせないのが「SiC(炭化ケイ素)パワー半導体」です。この半導体は、電力変換ロスを大幅に低減し、機器の小型化や、CO<sub>2</sub> 排出量削減に大きく貢献します。その一方で、200℃を超える高温環境下では動作上の課題を抱えており、その課題に対して、安定的な動作を保証するための耐熱・放熱技術や、構造信頼性を維持する材料の開発が遅れていました。

この高温動作の課題に対しては、現在までに銀ナノ粒子(粒径<100nm)焼結接合技術の活用が主に検討されていますが、それも厳しい熱衝撃試験(-50～250℃)では、銀接合層と半導体デバイス接合界面(境界)に亀裂が発生したり、構造が破壊されるなど、多くの課題が残されていました。

### <新開発材料の特徴>

今回の新接合材料では、銀とシリコンの接合界面におけるシリコン表面に酸化膜ができることで、低温界面が確実に形成され、低い熱膨張係数の接合材料を実現し、界面亀裂の発生および構造破壊の問題が大幅に改善されました(図1)。さらにシリコンの添加量を調整することにより熱膨張係数の制御が可能となります。

今回の研究で新開発した銀とシリコンの複合焼結材料を SiC パワー半導体と DBC 基板(Cu 回路付きセラミック基板)の接合材料として使用することで、SiC パワー半導体と接合材料の熱膨張ミスマッチを低減させ、厳しい使用環境においても接合界面の亀裂や構造破壊が起こりにくくすることができ、優れた接合信頼性を得ることが可能になります。さらに、シリコンを加えることにより、従来の銀のみの接合材料と比較して材料コストの削減につながる事が期待されます。

この成果は、SiC パワー半導体の長寿命化と、その実装構造の信頼性向上、ならびに接合材料コストの削減につながります。社会における EV(電気自動車)への応用など、新世代パワー半導体モジュールの社会実装を一気に加速することが期待されます。

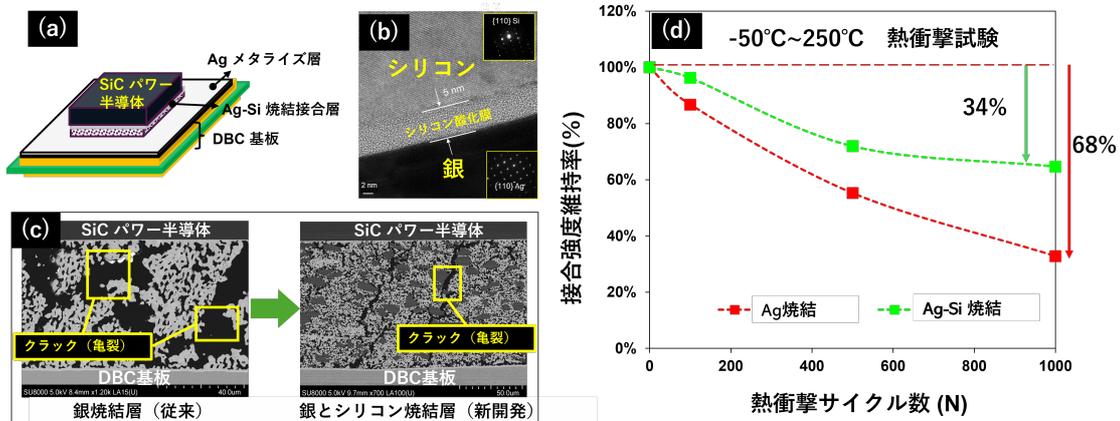


図 1. (a) SiC パワー半導体と DBC 基板との接合構造 (b) 銀とシリコンの接合界面におけるシリコン表面の酸化膜 (c) 同じ熱衝撃試験での 1000 サイクル後の構造内部の劣化比較。銀のみを使用した従来材料の接合構造と比較し、クラック(亀裂)が小さくなり数も減少 (d) 厳しい熱衝撃試験(-50℃～250℃)において、銀とシリコンの複合焼結材料は、銀のみの従来材料と比較し接合強度維持率が約 2 倍に。

❖ 記者発表のご案内

本件に関しては、報道関係者の方向けに「第4回 産研・工学研究科定例記者発表」にて発表を行います。  
一般の方のご参加はできません。

本プレスリリースに関する  
お問い合わせ先

[press-sankou@sanken.osaka-u.ac.jp](mailto:press-sankou@sanken.osaka-u.ac.jp)



大阪大学 産業科学研究所 広報室

TEL : 06-6879-8524



大阪大学工学研究科 総務課評価・広報係

TEL : 06-6879-7231