

貧溶媒法に代わる真空クエンチ法を用いたペロブスカイト太陽電池の作製

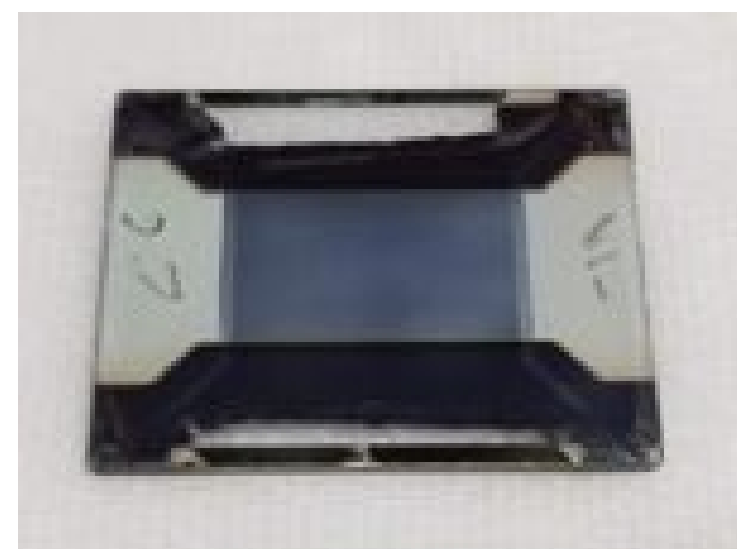
研究の概要

- ペロブスカイト/結晶シリコンタンデムセルを実用サイズ（シリコンウェハサイズ）で実現するための開発を進めている。
- トップセルとなるペロブスカイト太陽電池の作製方法・構造を検討
- 発表内容

- ① 貧溶媒法に代わる新規な真空クエンチ法を用いたペロブスカイト層の結晶化プロセスを開発（⇒本研究）
- ② 電子輸送層材料として、非フルーレン系材料（ペリレンジイミド（PDI）誘導体）を提案（⇒荒木らの発表）
- ③ 電子輸送層材料（コンタクト層）として、高耐熱性有機材料（NBPhen）を提案（⇒望月らの発表）
- ④ タンデムセルにおける電流整合設計を行い、トップセルとボトムセルの最適な組み合わせを考察。（⇒上出らの発表）

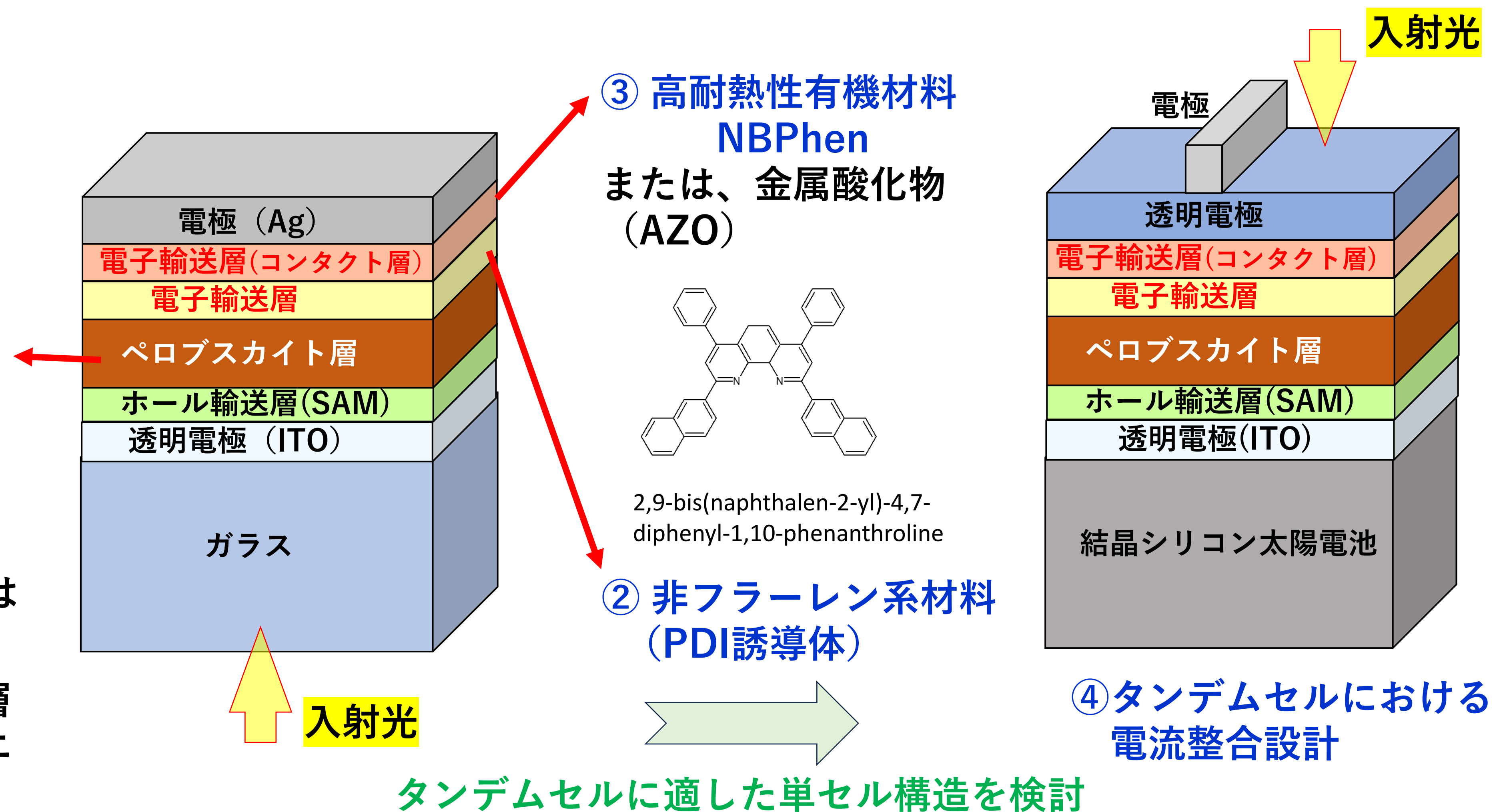
① ペロブスカイト層の作製方法の検討

- タンデムセルに適したトリプルカチオンペロブスカイト層を用いて検討を行っている。
- $\text{Cs}_{0.05}(\text{FA}_{0.76}\text{MA}_{0.24})_{0.95}\text{Pb}(\text{I}_{0.76}/\text{Br}_{0.24})_3$
バンドギャップ=1.69eV



1.04 cm²セル
(ガラス基板サイズ:
20 X 25 mm)

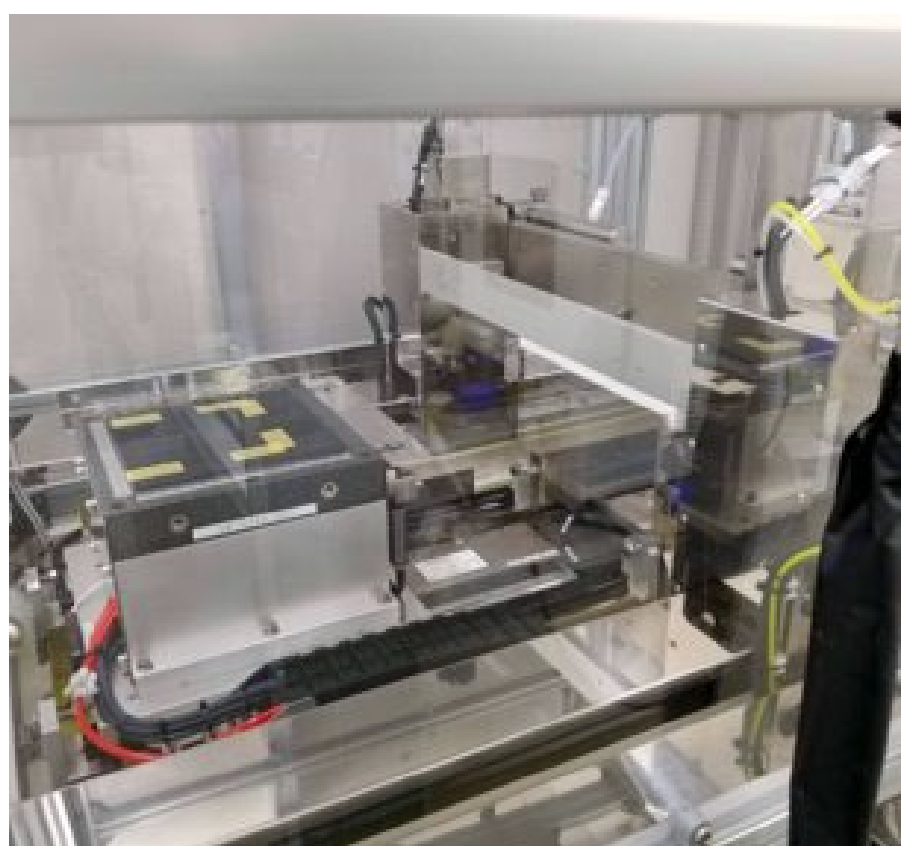
- スピンコートを用いた貧溶媒法は、小面積では非常に有効な手段（⇒大面積は困難）。
- 今回、ウェハサイズ基板へのペロブスカイト層の作製方法として、貧溶媒法に代わる真空クエンチ法の検討を行った。



真空クエンチ法によるペロブスカイト太陽電池の作製

1. ペロブスカイト溶液塗布

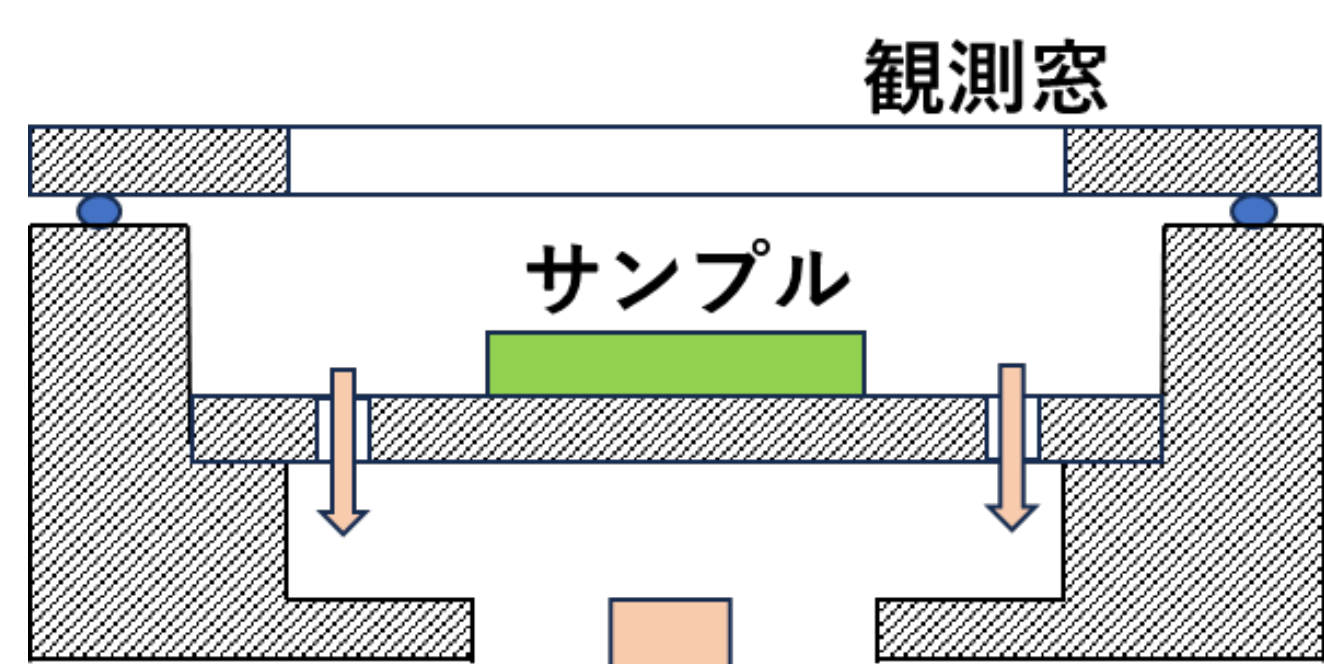
- 基板洗浄後、SAMを形成
- スピンコータまたは、スリットコータでペロブスカイト溶液を塗布



スリットコータの写真

2. 真空クエンチ法による前駆体形成 3. 熱アニールによる結晶化

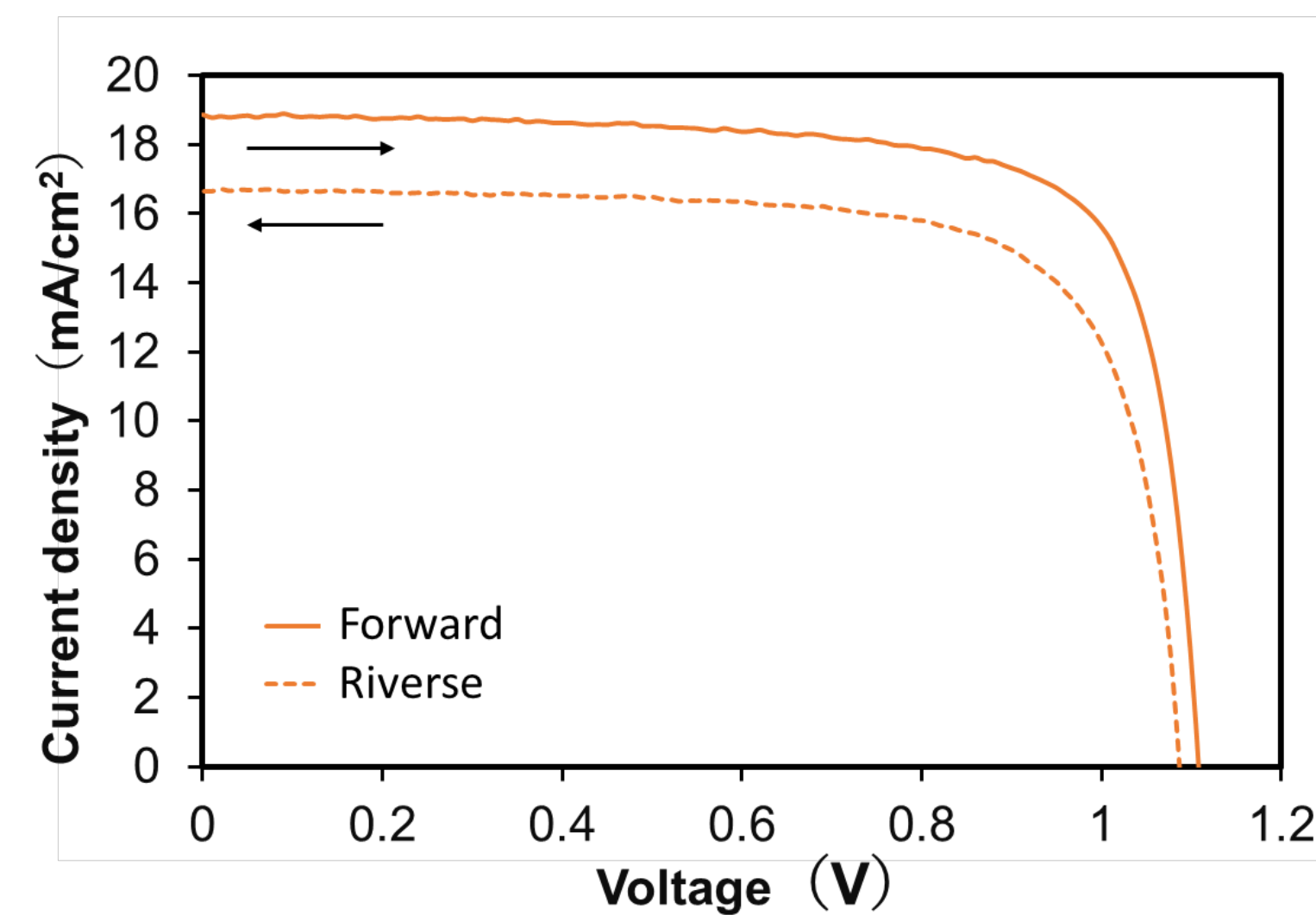
- チャンバ内の圧力を5 Pa程度以下まで急速に真空引きし、溶媒を素早く蒸発させることで、ペロブスカイト前駆体を形成（⇒結晶化開始）



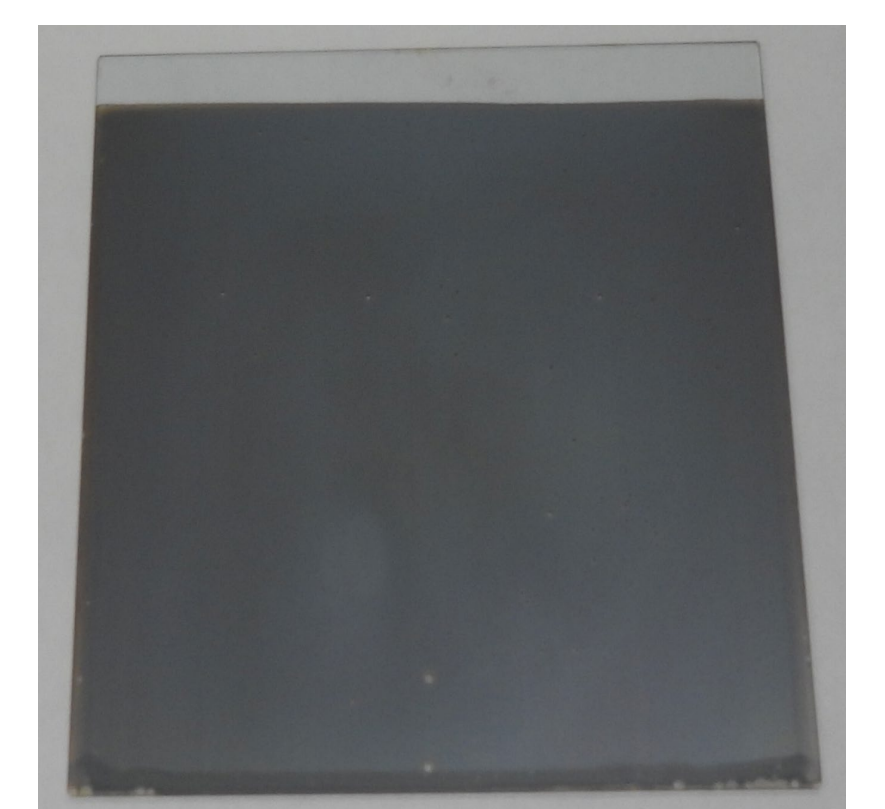
真空排気
真空クエンチ装置の概略図

- 真空クエンチ後、ホットプレート上で熱アニール（⇒結晶化完了）

作製したペロブスカイト太陽電池の特性



真空クエンチ法で作製した逆型ペロブスカイト太陽電池の電流-電圧特性例



10 cm角基板を用いて、スリットコータでペロブスカイト溶液を塗布後、真空クエンチ法により結晶化させたサンプルの写真

- スリットコータと真空クエンチ法を用いても貧溶媒法と同等の変換効率を得られるように作製条件の最適化を進めている。
 - ・IV曲線のヒステリシスの低減および変換効率の向上
 - ・基板面内で均一な膜厚になるような塗布条件の検討など

結論

- 貧溶媒法に代わる新規な真空クエンチ法を用いたペロブスカイト層の結晶化プロセスを開発した。
- 真空クエンチ法で作製したペロブスカイト太陽電池の変換効率として、15.9% (forward scan) を得た。
- 10 cm角ガラス基板上に、スリットコータでペロブスカイト溶液を塗布し、真空クエンチ法による結晶化を行うことができた。
- 現在、真空クエンチ法による最適な結晶化プロセス条件の探索を進めている。

参考

本研究の詳細は、2024年春季応用物理学会学術講演会にて発表予定。

謝辞

真空クエンチ法を用いたペロブスカイト太陽電池の作製方法に関する成果は、NEDOプロジェクトの委託業務（JPN20015）の結果得られたものです。関係各位に感謝いたします。