冷却Arイオンミリング法を用いたペロブスカイト太陽電池の断面作製

関連製品：走査電子顕微鏡(SEM), クロスセクションポリッシャ™

はじめに

ペロブスカイト太陽電池は、ペロブスカイト型結晶構造を有する材料を光吸収層として用いる次世代太陽電池であり、高い変換効率に加え、軽量で柔軟性を有し、設置の自由度が高いことから注目されている。

その断面構造解析では、一般的に割断法による試料作製が広く用いられている。割断は簡便である一方、断面に凹凸が多く生じるため、SEM観察において結晶構造や層構造の詳細な評価が困難となる場合がある。また、イオンミリング法は平滑な断面作製が可能であるものの、イオンビーム照射による局所的な発熱の影響により、ペロブスカイト層の変形や損傷が生じやすく、適用が難しいとされてきた。

本アプリケーションノートでは、ソフトマテリアルに対する低ダメージ加工に定評のある日本電子製冷却クロスセクションポリッシャ™（冷却CP）を用いることで、ペロブスカイト太陽電池において低ダメージかつ平滑な断面作製を実現した事例を紹介する。これにより、SEMおよびCCPを組み合わせた高品質な断面構造解析の有効性を示す。

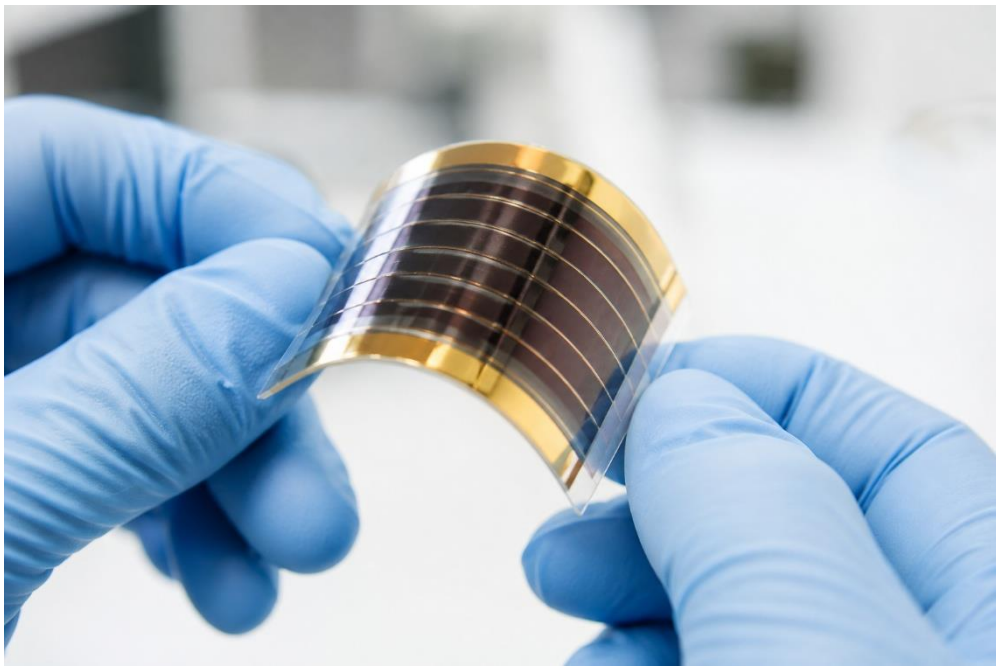


Fig.1 ペロブスカイト太陽電池のイメージ図

この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3−1−2 TEL：(042) 543−1111(大代表) FAX：(042) 546−3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得

Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.

試料情報

Fig.2に、本試料の割断面におけるSEM像を示す。本試料は、上部からAu電極、正孔輸送層（Spiro-OMeTAD）、ハロゲン化鉛ペロブスカイト層、電子輸送層（チタニア）、FTO層、ガラス基板の順に積層された構造を有している。

試料ご提供：
東京大学 先端科学技術研究センター
内田聡先生、瀬川浩司先生、Ajay Kumar Jena先生

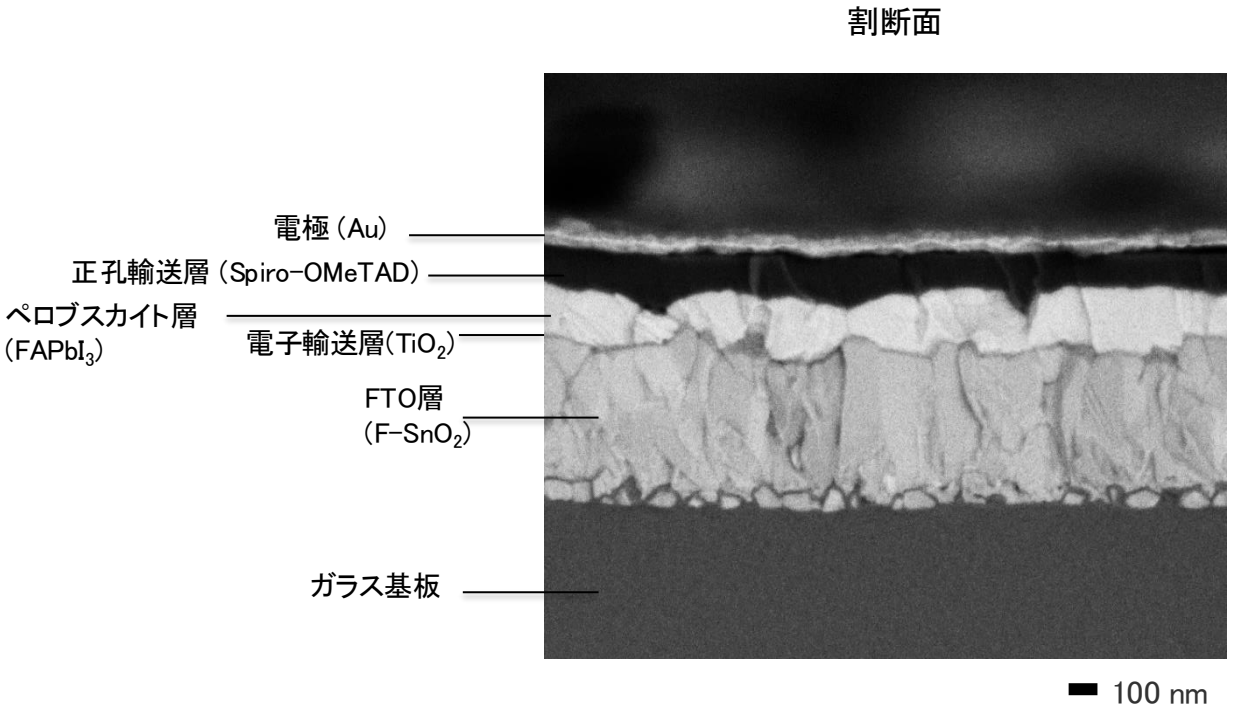


Fig.2 ペロブスカイト太陽電池の構成（割断面）

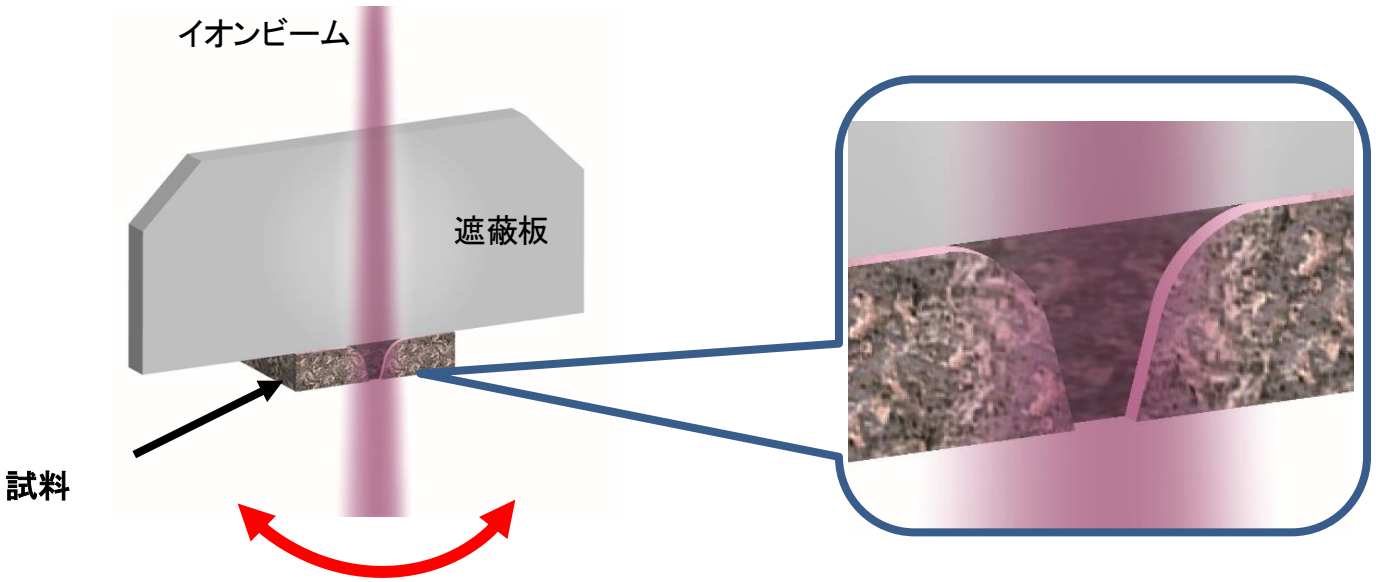
この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

JEOL 日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3−1−2 TEL：(042) 543−1111(大代表) FAX：(042) 546−3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得
Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.

クロスセクションポリッシャ™の原理

クロスセクションポリッシャー（CP）は、遮蔽板により加工領域を限定しながらArイオンビームを照射することで、試料断面を作製する手法である。機械研磨では困難な広範囲かつ平滑な断面加工が可能である。冷却機構を併用することで、熱に敏感な材料に対しても低ダメージで平滑な断面を作製できる。

使用装置：IB-19520CCP クロスセクションポリッシャ™



遮蔽板から試料を突き出させた箇所にイオンビームを照射する

Fig.3 クロスセクションポリッシャ™の加工原理



Fig.4 IB-19550CCPの外観写真

この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

JEOL 日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558　東京都昭島市武蔵野3－1－2　TEL：(042) 543－1111(大代表)　FAX：(042) 546－3353
www.jeol.co.jp　ISO 9001・ISO 14001　認証取得

Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.

冷却Arイオンミリング法を用いた断面作製

Fig.5に、割断面とArイオンミリング断面のSEM像比較を示す。Arイオンミリング法を用いることで、割断法と比較して平滑な断面が得られ、断面の凹凸による影響を受けることなく、各層の結晶方位に起因するコントラスト（チャネリングコントラスト）を明瞭に観察することができた。

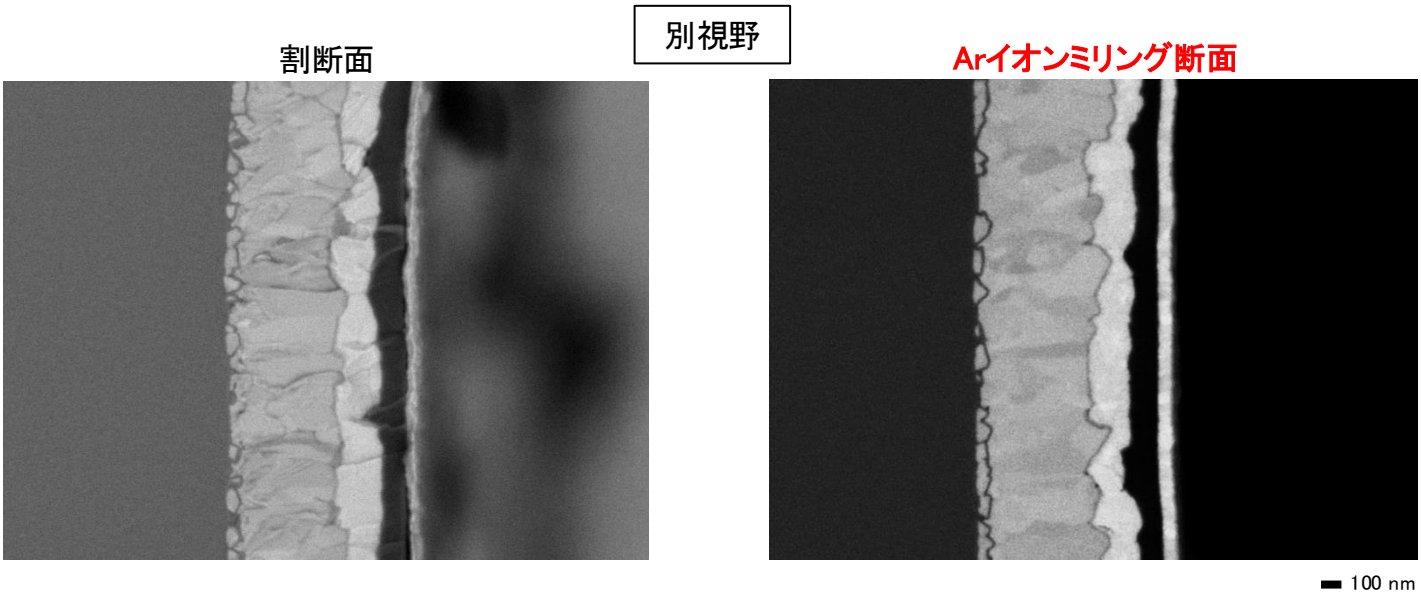


Fig.5 割断面とArイオンミリング断面の比較（無蒸着）

この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

JEOL 日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3−1−2 TEL：(042) 543−1111(大代表) FAX：(042) 546−3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得

Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.

イオンミリング断面での測長

Fig.6にペロブスカイト太陽電池のArイオンミリング断面における測長結果を示す。Arイオンミリングでは、割断時に生じる応力起因のレイヤー剥離や凹凸の発生を抑制できるため、構造をより正確に評価することが可能となる。

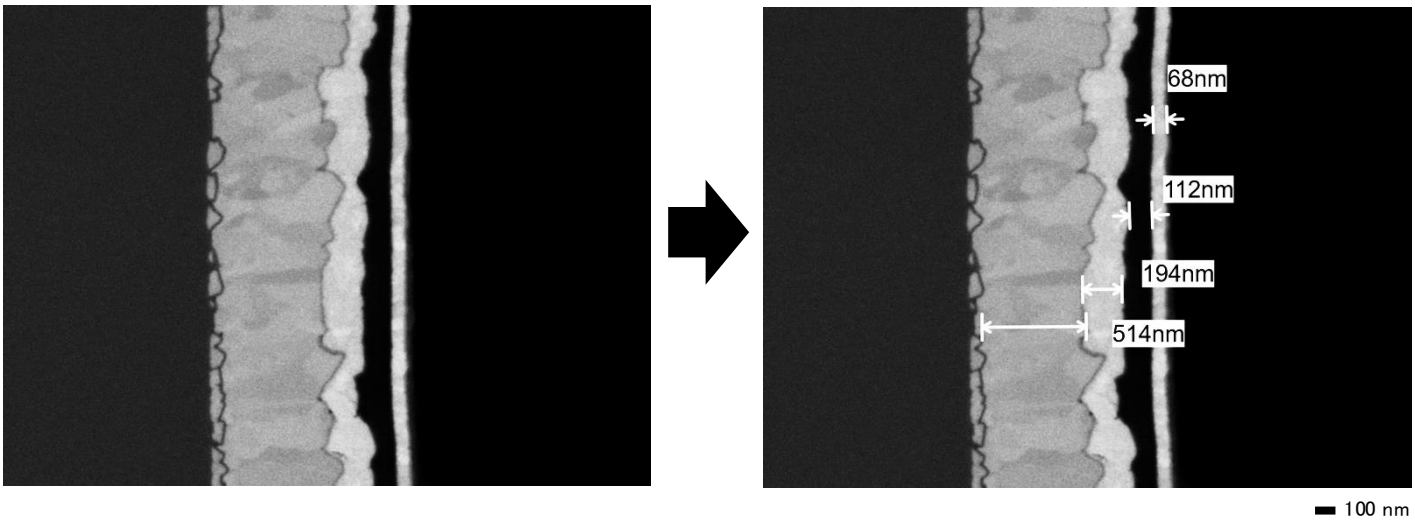


Fig.6 イオンミリング断面における測長結果（無蒸着）

この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

JEOL 日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558　東京都昭島市武蔵野3－1－2　TEL：(042) 543－1111(大代表)　FAX：(042) 546－3353
www.jeol.co.jp　ISO 9001・ISO 14001　認証取得

Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.

まとめ

本検討により、冷却CPを用いることで割断法と比較して平滑な断面を作製でき、ペロブスカイト太陽電池の各層における結晶コントラストをより鮮明に観察できることを確認した。また、Arイオンミリングによる高品質な断面とインレンズ検出器を組み合わせることで、表面形状の影響を低減した観察が可能となり、構造および結晶情報に基づく高精度な像解釈に有効であることが示された。

この資料に掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせください。

JEOL 日本電子株式会社
本社・昭島製作所
〒196-8558　東京都昭島市武蔵野3－1－2　TEL：(042) 543－1111(大代表)　FAX：(042) 546－3353
www.jeol.co.jp　ISO 9001・ISO 14001　認証取得

Copyright © JEOL Ltd. All rights reserved.