

●バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の電子顕微鏡観察

TN403

Electron Microscope Observations of Bulk-Hetero Junction Organic Solar Cells

[概要]

高い変換効率の有機薄膜太陽電池を開発するため、図 1 に示すようなバルクヘテロ層の研究開発が進められています。このバルクヘテロ構造をナノレベルで評価する手段として、電子顕微鏡の活用が考えられます。しかし、従来の高加速電圧 STEM(Scanning Transmission Electron Microscope) 観察では、バルクヘテロ構造を構成する各有機材料を鮮明に識別することが出来ませんでした。今回、低加速電圧 STEM 像及びプラズモンロス(plasmon loss)像により、有機薄膜太陽電池のバルクヘテロ構造を鮮明に評価することが出来たので、手法及び事例について紹介します。

[手法] *1

1. 低加速電圧 STEM 像

図 2 は、異なる加速電圧で STEM 観察を実施した例です。低加速電圧 STEM 像(図 2(b))では、高加速電圧 STEM 像(図 2(a))では明確でなかった p 型有機材料(CuPc)の形状および配向性が鮮明に観察出来ています。低加速電圧 STEM 像は、材料の密度・組成差に敏感であるため、従来困難であった各有機材料の識別を迅速に行うことが可能です。

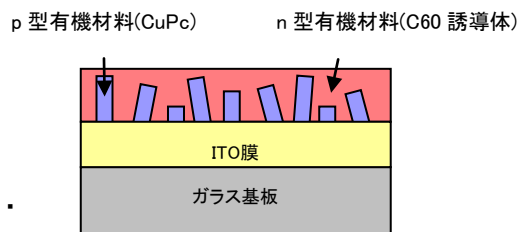


図 1 断面模式図

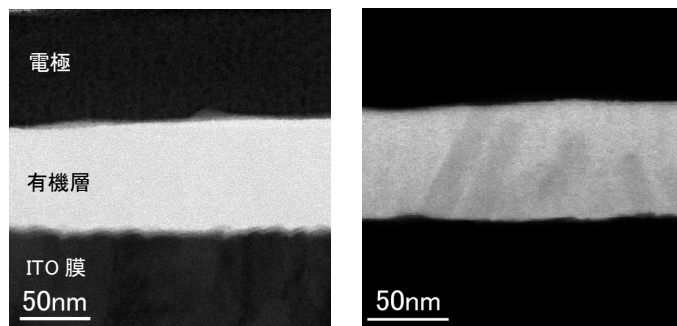
2. プラズモンロス像

図 3(a)は EELS(Electron Energy Loss Spectroscopy)で取得した C のマッピング(コアロス)像です。本試料では C 濃度が高い n 型有機材料(C60 誘導体)が明るく表示されます。

図 3(b)は低エネルギー損失領域(プラズモンロス)に着目して取得したプラズモンロス像です。この手法では、電子状態の違いによってコントラストの差が得られており、図 3(a)の元素マッピング像と比較して、より鮮明にバルクヘテロ構造が評価出来ています。

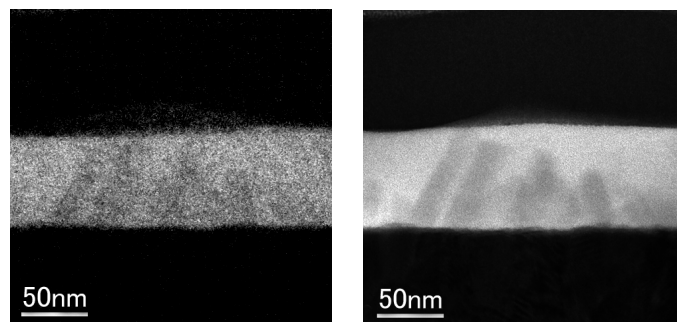
有機薄膜太陽電池のバルクヘテロ構造解析には、低加速電圧 STEM 像およびプラズモンロス像による評価が非常に有効であることが分かりました。

各手法を使い分けることにより、様々な有機材料の組み合わせに対する応用が可能です。



(a)高加速電圧 STEM 像 (b)低加速電圧 STEM 像

図 2 加速電圧による違い



(a)C マッピング像 (b)プラズモンロス像

図 3 プラズモンロス像による観察

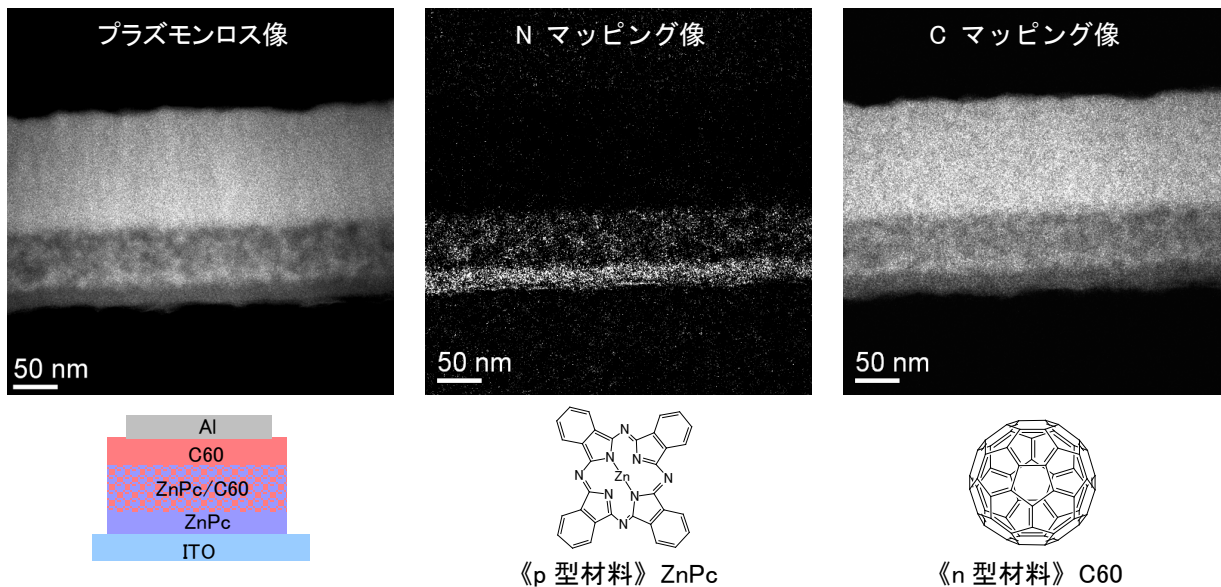
[事例]^{*2}

1. 有機薄膜太陽電池(低分子型、高分子型)の観察事例

ここでは、低加速電圧 STEM 像に比較して高い空間分解能が得られるプラズモンロス像を用い、低分子型有機薄膜太陽電池と高分子型有機薄膜太陽電池のバルクヘテロ構造の評価を行った事例を紹介します。

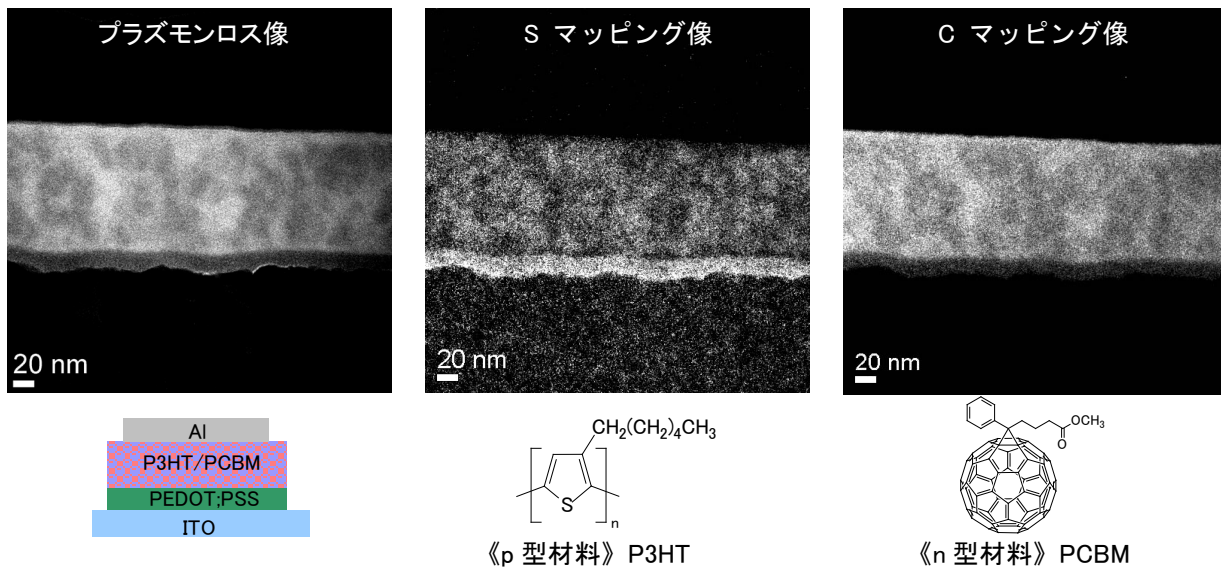
(1)低分子型有機薄膜太陽電池 (p型有機材料: ZnPc n型有機材料: C60)

プラズモンロス像の明るい部分が C60、暗い部分が ZnPc であることがマッピング像から分かります。



(2)高分子型有機薄膜太陽電池 (p型有機材料: P3HT n型有機材料: PCBM)

プラズモンロス像の明るい部分が PCBM、暗い部分が P3HT であることがマッピング像から分かります。



*1: 試料提供:九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター 安達研究室様

*2: 試料提供:独立行政法人 産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター様

[キーワード]

構造観察、相分離構造、モルフォロジ観察、EF-TEM