

元素戦略から生まれたユニークな物性をもつ透明酸化物半導体ZSO

中村 伸宏 Nobuhiro Nakamura

AGC 株式会社 材料融合研究所



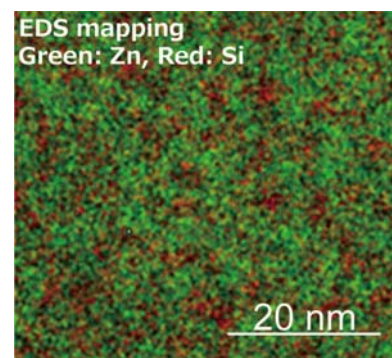
代表的な有機薄膜デバイスである有機ELに用いられるn型半導体材料は、高い電子供与性(低仕事関数)、高移動度、高透過率および化学的安定性が求められる。一般的なn型有機半導体材料は、低仕事関数、高透過率を有するものの、高移動度、化学的安定性の要件を満たすのは困難である。一方、酸化物半導体は高移動度、高透過率、化学的安定性を満たす多くのn型材料が存在するが、これらの仕事関数は高く適用できない。AGCは元素戦略プロジェクト電子材料研究拠点(TIES)細野栄誉教授の下、これらの条件を満たすn型酸化物半導体材料ZnO-SiO₂(ZSO)の開発に参画させていた。

スパッタ法により成膜されたZSO薄膜は、0.3-1.0cm²/(Vs)と有機薄膜より高い移動度を有し、かつ〜3.5eVという低仕事関数を実現している。また、さまざまな電極とオーミックコンタクトが可

能である。ZSO薄膜のTEM-EDS像を下の図に示す。ZSO薄膜は、ZnOナノ粒子とそれを被覆する極薄ZnO-SiO₂膜から構成されていることがわかる。ZSO膜の特性は、高透過率、高移動度、オーミックコンタクト性を有するZnO本来の特徴と、極薄ZnO-SiO₂により分離されたZnOナノ粒子の量子サイズ効果による低仕事関数化から生みだされたものであることがわかった。有機ELディスプレイは、高コントラスト、高速応答が特徴で、スマートフォンやテレビで普及してきているが、液晶と比較してコストが高いことが課題となっている。特に、有機材料は高価であると同時に蒸着プロセスを用いていることから利用効率が低く代替材料・プロセスのニーズが高い。

AGCでは現在、有機EL電子輸送層向けのZSOスパッタターゲットを開発している。得られたターゲットはDC放電可能であり大面積のディスプレイパネルプロセス

に適用可能である。現在、有機ELパネルメーカーにZSO薄膜を評価いただいているところである。その他にも、ZSOナノ粒子を担体とした担持触媒を開発、ZSOの高い電子供与性により、CO₂と水素からメタノールを得る触媒として高いメタノール生成速度が得られることを見いだしている。このようにZn、Si、Oとありふれた元素で構成されているながら高い電子供与性をもつZSOは、有機デバイス用途のみならずCO₂排出量削減の観点からも有用な材料として注目されている。



連名者・連携機関

細野 秀雄、雲見 日出也、金 正煥 東京工業大学 元素戦略研究センター、宮川直通、渡邊暁AGC株式会社 材料融合研究所

参考文献

- [1] H. Hosono, J. Kim, Y. Toda, T. Kamiya, S. Watanabe, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 114, 233 (2017)
- [2] N. Nakamura, J. Kim, H. Hosono, Adv. Electron Matter. 1700352 1-9 (2018)
- [3] H. Yang, J. Kim, K. Yamamoto, H. Hosono, Org. Electron. 46 133-138 (2017)

関連 WEB

東工大の研究グループが有機ELディスプレイの電子注入層と輸送層用の新物質を開発 | 東工大ニュース | 東京工業大学 (titech.ac.jp)