

厚さ数nmの板状有機ナノ粒子

薄膜デバイス用ナノ粒子をマイクロミキサーで連続製造



竹林 良浩

たけばやし よしひろ
y-takebayashi@aist.go.jp

ナノシステム研究部門
ナノケミカルプロセスグループ
主任研究員
(つくばセンター)

マイクロ流路を用いて混合状態や反応環境を迅速・精密に制御し、高温・高圧領域を含めた溶媒物性の変化に基づいて、ナノ材料の製造や光機能性分子の合成を連続的・効率的に進めるためのプロセス技術の開発や、物性測定・推算手法の研究を行っています。

関連情報：

- 共同研究者

池水 大、高 秀雄（コニカミノルタ株式会社）、陶 究、依田 智（産総研）

- 用語説明

* 動的光散乱法：ナノ粒子が分散している液にレーザー光を当て、散乱される光の強さの時間的な変化を測定することで、サイズの分布を知る方法。

** 原子間力顕微鏡：微細な針でなぞることにより、試料表面の微細な凹凸形状を観察する装置。

- プレス発表

2014年5月23日「厚さ数ナノメートルの有機半導体材料の板状ナノ粒子を製造」

有機半導体ナノ粒子への期待と課題

近年、有機半導体を用いた発光素子（有機EL）や太陽電池など、軽量でフレキシブルな有機薄膜デバイスが注目を集めています。これらのデバイスの高性能化のためには、有機半導体材料をできるだけ薄く成膜し、機能に応じて積層する技術が望まれています。しかし、真空蒸着や溶液塗布など既存の製造手法は、高コストであったり、積層が難しいなどの問題を抱えていました。これに対して、有機半導体をナノ粒子にし、それが分散した液を用いて成膜する手法が提案されていますが、数十ナノメートルよりもサイズの小さなナノ粒子を量産することは困難でした。

マイクロミキサーで板状ナノ粒子を連続製造

有機化合物をナノ粒子化する方法の一つに再沈法があります。これは、有機化合物の溶液にその有機化合物が溶けない液体（貧溶媒）を混合し、溶けきれなくなった有機化合物を固体ナノ粒子として析出させる方法です。今回私たちが開発した製造方法では、図1に示すように、マイクロミキサーとよばれる0.1～1 mm程度の内径をもつ流路を用いて、有機半導体の溶液と貧溶媒を高速かつ均一に混合します。これにより、有機半導体ナノ粒子を連続的に製造できます。

この手法により、有機半導体化合物N,N'-ピ

ス（1-ナフチル）-N,N'-ビスフェニルベンジジン（NPB）をナノ粒子化しました。図2に、得られたナノ粒子の分散液の写真を示します。レーザー光を当てると、光が散乱されて光路が見えることから、ナノ粒子が存在することがわかります。ナノ粒子の濃度が薄ければ、界面活性剤などを使用せずに、数ヶ月間安定に分散させることができます。

このナノ粒子のサイズを動的光散乱法*により測定したところ、60ナノメートルを中心とする分布をもつことが確認できました。さらに、粒子の形状を調べるため、分散液を平滑なマイカ（雲母）の基板に滴下し乾燥させ、原子間力顕微鏡**で観測したところ、直径が約60ナノメートルの円形であるのに対し、厚さは2～3ナノメートルととても薄く、図2に示すように円板に近い形状であることがわかりました。こうした分散液を塗布し、薄い板状ナノ粒子を積み重ねて薄膜を形成する新たな成膜プロセスが期待されます。

今後の予定

現在、得られたナノ粒子分散液を用いた成膜実験を進めています。今後は、成膜に適した粒子サイズの制御や、高濃度の分散液を得るための条件の最適化を目指すとともに、有機薄膜デバイスとしての性能評価を進めます。

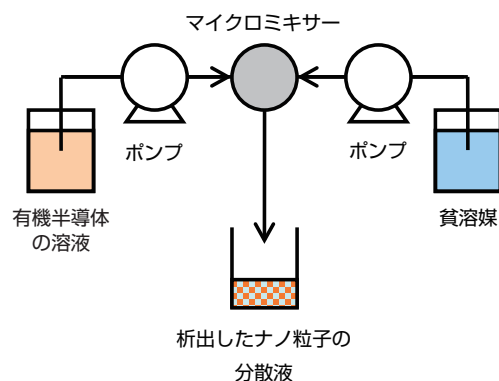


図1 有機半導体の板状ナノ粒子の連続製造方法
マイクロミキサーを用いて有機半導体化合物の溶液と貧溶媒を急速に混合することによりナノ粒子が析出する。

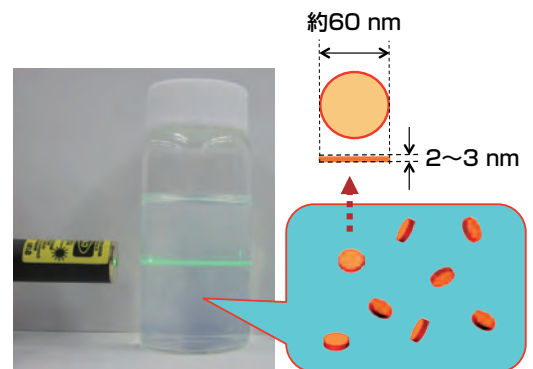


図2 有機半導体の板状ナノ粒子を含む分散液と、ナノ粒子の形状の模式図
ナノ粒子によりレーザー光が散乱されて光路が見える。