

2008年3月28日
東レ株式会社

カーボンナノチューブ分散高性能有機半導体材料を創出

ナノテクと有機合成化学の融合により、塗布型有機 TFT で世界最高レベルの移動度を実現

東レ株式会社（本社：東京都中央区、社長：榊原 定征、以下「東レ」）は、このたび、ナノテクノロジーと有機合成化学との融合により、独自に開発した有機半導体と単層カーボンナノチューブ（単層 Carbon Nano-Tube：以下「単層 CNT」）をハイブリッド（複合）化し、アモルファスシリコン並みの高い移動度を示す塗布型有機半導体材料の創出に成功しました。本材料を用いて作製した有機薄膜トランジスタ（有機 Thin Film Transistor：以下「有機 TFT」）素子性能は、移動度 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オンオフ比 10^5 と、塗布型有機 TFT では世界最高レベルを実現しました。今後、有機 TFT の実用化に向けて、2年後を目途に材料基本技術の確立を目指します。

情報の多様化・ユビキタス化の進展に伴い、ディスプレイの大型化や軽量・薄型化の流れが益々強まることが予想されます。現在主流であるシリコン TFT は、製造プロセスが複雑で高真空、高温装置が必要などコスト面に課題があることから、大気中での製膜が可能な塗布型有機 TFT の実現が期待されてきました。しかし、有機 TFT の現状として、比較的高い移動度を示すペンタセンなどの低分子半導体は真空プロセスによる製膜を必要とします。一方、ポリチオフェンなどの高分子半導体は塗布プロセスで製膜できるものの移動度が低く、また大気中で性能が低下してしまうという課題があります。そこで、高い移動度でかつ大気安定な塗布型有機半導体材料が切望されていました。

東レは今回、塗布プロセスで製膜可能な有機半導体の中に、単層 CNT を微量に均一分散させ、有機半導体の結晶間での電荷の流れをスムーズにするという独自のコンセプトで、移動度 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オンオフ比 10^5 と、従来 TFT で用いられるアモルファスシリコンと同等の高い性能を有する塗布型有機半導体材料の創出に成功しました。さらに本有機半導体は、酸化に対して安定な分子構造を取り入れているため、大気中での長期間保存に対しても高い性能を維持することも可能にしました。

東レは、本材料の開発により、フレキシブルディスプレイなどの新しいエレクトロニクス製品の実現に貢献できると期待しています。今後、信頼性の向上を含めた材料基本技術を早期に確立し、有機 TFT の実用化に向けて開発を加速して参ります。

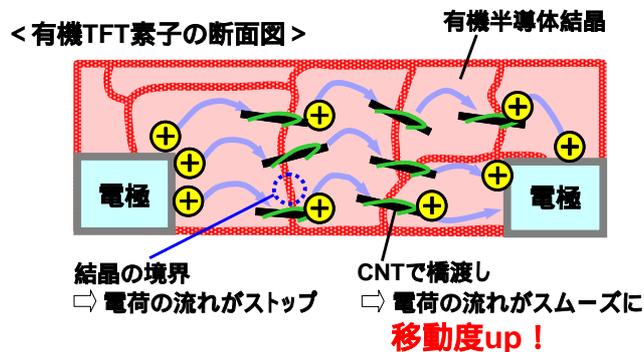
今回開発に成功した塗布型有機半導体材料の詳細は下記の通りです。

記

1. 材料開発の着眼点

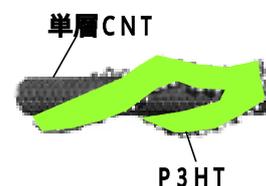
有機半導体の移動度を高めるためには、有機半導体薄膜中の電荷の流れを速くする必要があります。有機半導体薄膜は多くの微結晶で構成されていますが、一般に電荷の流れは結晶内部で速く、結晶間で遅いため、結晶サイズが小さく（結晶数が多く）になると移動度が低くなってしまいます。特に塗布プロセスで作製した有機半導体薄膜では結晶サイズが小さくなりやすく、高い移動度を実現することが困難でした。

東レは、有機半導体中に微量の単層 CNT をハイブリッド化することにより、電荷の流れが遅い有機半導体の結晶間を単層 CNT で橋渡しし電荷の流れをスムーズにさせるというコンセプトで、材料開発を行いアモルファスシリコン並みの高い移動度の実現に成功しました。



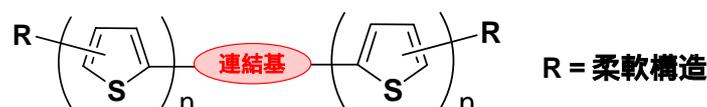
2. CNT 分散技術の開発

有機半導体の結晶間を単層 CNT で効果的に橋渡しするためには、有機半導体中に単層 CNT を均一に分散する必要があります。単層 CNT 同士は非常に集まりやすい性質をもちますが、単層 CNT の表面に導電性を阻害しないような高分子材料（ポリ - 3 - ヘキシルチオフェン (P3HT)）を付着させることにより単層 CNT の凝集を抑制できることを見出し、その結果、有機半導体中に単層 CNT を均一分散できるようになりました。東レは単層 CNT の均一分散技術の確立を目指し、世界に先駆けて研究を進め、既に単層 CNT の均一分散技術の基本特許を出願しています。



3. 塗布プロセス適用性材料の開発

有機 TFT を塗布プロセスで作製するためには、有機半導体の高い溶解性と大気中での製膜プロセスに耐えうる安定性が必要となります。通常、有機半導体の溶解性を高めると移動度が低下してしまいますが（二律背反）東レは、有機半導体の共役構造中に溶解性を高める柔軟構造を巧みに組み込んだ独自の分子設計により、高い溶解性と移動度の両立を可能にしました。さらに、酸化に対して安定な分子構造を取り入れることにより、大気中での長期間保存に対しても高い性能を維持できることを確認しています。



【製品に関するお問い合わせ】

東レ(株) 電子情報材料研究所 TEL : 077 - 533 - 8433

【リリースに関するお問い合わせ】

東レ(株) 広報室 TEL : <東京> 03 - 3245 - 5179 <大阪> 06 - 7688 - 3085

以上