

# 解説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 88 [2], 35-38 (2015)

## 有機分子性単結晶薄膜のダブルショット・インクジェット印刷技術

峯廻 洋美<sup>\*,†</sup>・野田 祐樹<sup>\*</sup>・山田 寿一<sup>\*</sup>・長谷川 達生<sup>\*,\*\*</sup>

<sup>\*</sup>独立行政法人産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センター 茨城県つくば市東1-1-1 (〒305-8562)

<sup>\*\*</sup>東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 東京都文京区本郷7-3-1 (〒113-8656)

<sup>†</sup>Corresponding Author, E-mail: minemawari-rom@aist.go.jp

(2014年9月19日受付, 2014年10月17日受理)

### 要 旨

高性能薄膜トランジスタの印刷製造はプリントドエレクトロニクスにおける中心的な課題の一つである。とりわけ有機半導体層については、特性を最大限に引き出すための高品質薄膜化が不可欠であり、インクを介した印刷プロセスにおいて結晶化を自在に制御できるプロセス技術の開発が必要となる。われわれはインクジェット印刷に「貧溶媒添加晶析」を取り入れ、半導体層の形成をインク対流・蒸発から切り離すことにより、インク液滴界面で半導体層全体にわたる高均質な結晶成長を実現する新たな印刷法を開発した。本稿では、このようなダブルショット・インクジェット印刷法の概念と有機半導体薄膜の高均質薄膜化の例について紹介する。

キーワード：プリントドエレクトロニクス, 有機半導体, インクジェット, 結晶成長, 薄膜トランジスタ

### 1. はじめに

印刷技術により電子デバイスを作製するプリントドエレクトロニクスは、従来の高温・真空製膜技術やリソグラフィによる製膜・パターニングに比べ、デバイス製造プロセスの大幅な省エネルギー化・省資源化や、高温プロセスでは使用できないプラスチック基材を用いたフレキシブルデバイスの製造を可能とすることから、エレクトロニクス産業に変革をもたらす技術として期待されている<sup>1,2)</sup>。現在、その実現に向けた研究開発が世界的に進行しており、その中心的な課題となっているのが、ディスプレイなどの各画素のスイッチング（アクティブマトリックス駆動）に用いられる基本素子である薄膜トランジスタ（TFT：Thin Film Transistor）の印刷製造技術の開発である。

TFT機能の核となる半導体としては、インク化が容易で低温・常圧下における製膜が可能な有機半導体が最有力である。有機半導体層の印刷形成においては、いかに分子の自己組織化をうまく促し層全体にわたる均質性と規則正しい分子配列を確保できるかが、材料の性能を最大限に引き出すための鍵となる。しかしながら、有機半導体の高い結晶性は優れたデバイス特性の起源である一方で、強い凝集力により容易に層の不均質化を招きやすい。加えて、基材上に印刷塗布されたマイクロなインク液滴内では、溶媒の蒸発をともなった液体の拡散という複

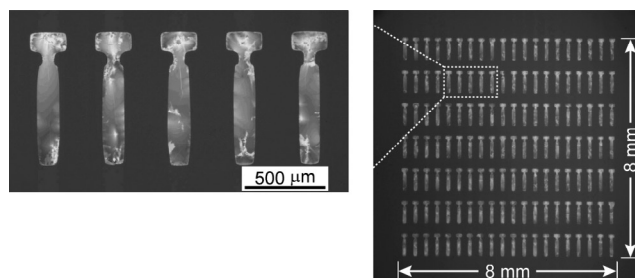


図-1 ダブルショット・インクジェット印刷による単結晶薄膜アレイ<sup>4)</sup>

雑な現象により「コーヒー染み効果」<sup>3)</sup>に代表されるような層の著しい不均質化が問題となる。このため、従来の印刷技術のまま均質な半導体層を得ることは容易でない。

このような背景のもと、われわれは半導体インクと結晶化インクの2種のインクにより半導体材料の結晶化を制御し高均質な層形成を可能とする新たな印刷法、ダブルショット・インクジェット印刷法を開発した<sup>4)</sup>。本印刷技術ではインクジェット法によるマイクロ液滴界面の性質やドロップ・オン・デマンド機能を活用することにより、単結晶薄膜アレイの印刷形成をも可能としている（図-1）。本稿では、ダブルショット・インクジェット印刷法の考え方と、本印刷法を活用した有機半導体単結晶層の形成および高性能有機TFTの作製について紹介する。

### 2. インクジェット技術の有機半導体への応用

われわれが有機半導体層の印刷手法として用いているインクジェット技術は、圧電素子などを利用して微細なノズルから数〜数十ピコリットルのインクを押し出し、基材上に直接塗布する技術である。基材上の望みの位置に、必要な材料を必要な量だけ直接塗布するドロップ・オン・デマンド機能や高い材料利



〔氏名〕 みねまわり ひろし  
〔現職〕 独産業技術総合研究所 研究員  
〔経歴〕 2009年、北海道大学理学院化学専攻博士後期課程修了。同年、独産業技術総合研究所特別研究員。2012年より現職。博士(理学)。