

## 超微細回路を簡便・高速・大面積に印刷できる新原理の印刷技術

(産総研センシングシステム研究センター) ○日下 靖之

High-resolution printed electronics for high-throughput and large-area devices (<sup>1</sup>*Sensing System Research Center, National Institute of Advanced Science and Technology*) ○Yasuyuki Kusaka

Printed electronics gathers attention as it realizes a facile, large-area, cost-effective patterning of nanomaterials for electronic device fabrications. By selectively transferring an applied ink layer that has dried on a silicone sheet to exhibit an elastoplastic behavior, single-micrometer level patterns can easily be patterned<sup>1)</sup>. We have revealed that an optimal solid content at the dried state to this printing is around 45 vol% and higher content reduced the adhesiveness of the ink layers, implying an upper limit for successful patterning<sup>2)</sup>. By using ionic liquids as the drying state controller, a fine patterning of semi-solid electrolytes is also enabled<sup>3)</sup>. By formulating nano-colloid inks, various devices are demonstrated such as thin-film thermistors, thin-film transistors and micro-supercapacitors.

**Keywords :** *Printed electronics; Colloid; Drying; Rheology*

各種機能性ナノコロイド材料をインク化し、印刷法によってパターンニングすることで様々な電子デバイスを大面積かつ簡便に製造可能になる。しかしスクリーン印刷やインクジェット印刷は、フォトリソと比べて解像性及び膜厚安定性が劣り、応用先が限定される。一方、シリコーンゴムの溶媒吸収選択性を利用してナノ分散液を弾塑性が発現するまで乾燥させたのちに、付着力と膜破断によってパターンニングすると、膜厚一定かつ一桁ミクロン解像度の微細回路が容易に形成できる<sup>1)</sup>。

モデルインクによる検討から、半乾燥時固形分率が 45 vol%程度で最適な印刷が可能であることが明らかになった<sup>2)</sup>。この考え方にに基づき、残存溶媒としてイオン液体を用いることで半固体電解質の微細パターンニングに成功した<sup>3)</sup>。また各種ナノコロイドインクを開発することで温度センサ、マイクロスーパーキャパシタ、薄膜トランジスタなどの応用デバイス開発をおこなった。



- 1) Recent advances in reverse offset printing: an emerging process for high-resolution printed electronics, Y. Kusaka et. al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **2020**, 59, SG0802.
- 2) Micro-transfer patterning of dense nanoparticle layers: roles of rheology, adhesion and fracture in transfer dynamics, Y. Kusaka et. al., *Soft Matter* **2020**, 16, 3276-3284.
- 3) High-resolution patterning of silica nanoparticle-based ionogels by reverse-offset printing and its characterization, Y. Kusaka et. al., *Flex. Print. Elec.* **2020**, 7, 035013.