連載企画 (エネルギー問題と表面科学⑩)

プリントドエレクトロニクス, フレキシブル材料が切り開く未来

井 上 博 史

次世代プリントドエレクトロニクス
技術研究組合 専務理事
〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1
産総研つくば中央第五事業所

(2013 年 6 月 5 日受理)

The Future, which is Developed by Printed Electronics and Flexible Materials

Hiroshi INOUE

Executive Director, Japan Advanced Printed Electronics
Technology Research Association,
AIST Tsukuba Central 5, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki
305-8565

(Received June 5, 2013)

1. は じ め に

プリントドエレクトロニクス技術は、印刷技術を駆使してディスプレイやセンサーなどの大面積なデバイスやフィルム形状のフレキシブルなデバイスを実現できる技術として、近年関心を集めている。

プラスチックフィルム基板上に形成されたデバイスは薄く、軽く、形状に自由度があり、持ち運びにも便利など、使う人の利便性を向上させ、新たな市場の創造も期待できる。一方で、本技術は低電力、省資源で効率よくデバイスを製造することのできる技術であり、今後の低電力社会の構築に向けたキーテクノロジーとしても大きな期待が寄せられている。また、従来の半導体デバイス製造プロセスのような高価な装置や広大な工場を必要としないことから、リーンスタートアップ可能なビジネスモデルの提案や、少量多品種生産に基づく地産地消デバイスによるマイクロマーケット創成など、産業のパラダイムを変革する技術としての期待も大きい。

2. 現状と表面科学の果たす役割

本技術の構築には、材料・設備・プロセスと広範囲に

わたる技術の集約が必要である。そこで、エレクトロニクスメーカー、印刷メーカー、装置メーカー、材料メーカーなどの業種横断的な企業（2013 年 4 月現在、27 社）が集い、独立行政法人産業技術総合研究所とともに当該技術開発を集中的に行い、「印刷デバイス製造技術」および「フレキシブルデバイス技術」の実用化加速のための基盤技術開発を行うことを目的とする「次世代プリントドエレクトロニクス技術研究組合」（JAPER A）を 2011 年 3 月に立ち上げ、本技術の早期実用化に向けた開発研究を推進している¹⁾。

また、JAPER A は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から「次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発（平成 22 年度～27 年度、プロジェクトリーダー：東京大学大学院工学系研究科 染谷隆夫教授）」を受託し、このプロジェクトの遂行を中心に、以下の内容の事業を行っている。

- ・大面積回路・素子を省エネ・省資源・高生産性で製造するための技術として、印刷デバイス製造技術を開発し、大面積電子回路製造のグリーン化を促進する。
- ・薄い、軽い、自由形状、耐衝撃性、大面積などの特徴を有するフレキシブルデバイスを開発し、端末デバイスの省エネ化と、産業競争力の高い市場開拓を図る。
- ・再現性の高い電氣的・機械的特性評価法、および信頼性評価方法を確立し、標準化に向けたデータを収集する。

JAPER A では、印刷による省エネルギー・高速・小規模・低消費電力な製造システムのための要素技術と、薄く・軽く・曲げても壊れない・形状の自由度が高いデバイスをつくるための要素技術を統合し、「工芸品から工業製品へ」をスローガンに、フレキシブルなディスプレイや給電シートのような出力デバイスから、各種センサーなどの入力デバイスを生産する技術の開発に取り組んでいる（Fig. 1）。

印刷によってプラスチックフィルム上にエレクトロニクスデバイスを作製するためには、導電インクや半導体インク、絶縁体インクなどの表面張力と、基材となるフィルムや重ね刷りをする際の下地層などの表面自由エネルギーを制御し、設計どおりにインクを転写させることが必要である。そのほか、インクの濡れ広がりや乾燥に伴う粘度の変化といったレオロジーなど、材料やプロセスの開発にとって、表面科学的知見や検討はきわめて重要である。また、印刷によって形成される各層の界面が、最終的にできあがるデバイスの性能をも左右するこ

Fig. 1. (color online). A schematic drawing of printed electronics technology development by JAPER.

とがわかっており、界面現象の観察と理解を進める表面科学がプリントエレクトロニクス技術の開発に果たす役割は、今後ますます重要になるであろう。

3. プリントエレクトロニクス、フレキシブル材料が切り開く未来

モノに溢れた現代社会において、一つの製品によって多くの消費者を満足させることはきわめて困難になってきていると思われる。こういった状況における「ものづくり」は、カスタマイズ性と使い勝手の良さが要求されると考えられ、従前の巨額投資による大量生産と、低価格化というパラダイムは破綻するかもしれない。これはすなわち、従前のパラダイムを支える垂直統合型産業構造も変革を余儀なくされる可能性を示唆するものとも考えられる。プリントエレクトロニクス技術は、我が国が強みとする素材産業が持てる力を活かし、材料・プロセス・デバイスなどの各技術分野を横断的に統合するものであり、技術のイノベーションにとどまらず、産業や社会のイノベーションをも誘起する可能性を秘めていると考えている。

フォトリソグラフィなど減算的手法によって作製される従来のエレクトロニクスデバイスはモジュール化され、そのモジュールを組み立てることで製品となっているのに対して、プリントエレクトロニクスでは、インク化された機能性材料を、その機能を発揮できるような形状にパターンニングすることを繰り返して製品が作製される。これは生産設備の規模を小さくしても同様なものづくりが可能となり、同じ規格のものを大量につくる

Fig. 2. (color online). Concepts of paradigm shift driven by printed electronics technology.

だけでなく、これまでは取りこぼされていたような消費者のニーズに即した、少量の製品を生産する「マイクロマーケット」にも対応することが可能となることを意味する。これを多品種に対して展開することでユビキタスエレクトロニクスの社会が実現され、結果として大きなマーケットを獲得したのに等しい経済効果も得られると考えている。このように多様なニーズに応える製品企画には、従来の高性能・多機能・低価格な商品の購入と所有という発想から脱却し、消費者の潜在的な体験欲求を先取りする発想が求められるとも考えている (Fig. 2)。

多様な消費者の様々な要求に柔軟に応える製品を、低環境負荷に生産し、消費者の生活を安全・安心で快いものとすることができれば、社会の発展を持続させることになる信じ、われわれはプリントエレクトロニクス技術の開発と実現を目指した研究を進めている。

文 献

- 1) <http://japera.or.jp/>