

TIRI NEWS EYE

最近注目されているトピックスを
取り上げ、ご紹介します

第21回

スーパーナップ法

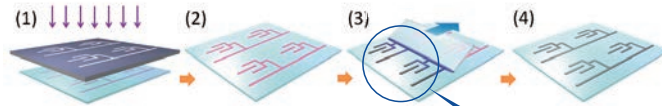
超微細回路を簡単に大面積に印刷
できる印刷技術「スーパーナップ
法(表面光反応性ナノメタル印刷
法)」についてお話を伺いました。

インクの塗布技術と接着力が課題 のプリントドエレクトロニクス

折り畳んだり、丸めたりして持ち運べるフレキシブルデバイスへのニーズが高まっています。それに伴い、軽くて柔らかいプラスチック基板などに、微細な電子回路を印刷によって形成する「プリントドエレクトロニクス」の研究開発が進められています。この技術を確立するためには、電子回路を形成する半導体層の有機材料および金属配線を形成するインクと印刷方法の開発が不可欠です。

これまでは、主に基材となるプラスチックなどにインクを塗布し、乾燥させる方法が研究されてきました。しかし、従来の方法では、乾燥後の厚みの均一化や微細化が難しい、基材へのインクの接着力が弱いために剥離しやすいなどの課題がありました。

また、一般的に金属配線を形成するためのインクには、粒径10~100ナノメートルの銀ナノ粒子を溶剤に溶かしたものが用いられます。この銀ナノ粒子は、そのままとインク中で凝固してしまうため、粒子の表面に有機物による保護層を施して安定性を保ちます。しかし、

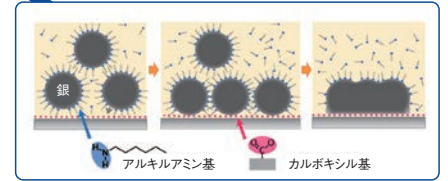


「スーパーナップ法」のしくみ

(1)~(2) プラスチック基材上に塗布したフッ素系ポリマーに、フォトマスクを通して深紫外光を照射し、パターンニング。

(3)~(4) 銀ナノ粒子を含むインクを表面に塗布すると、保護層のアルキルアミンに代わって、より結合力の強いカルボキシル基と銀ナノ粒子が化学結合し、高品質で高精細な金属配線が得られます。

現在のところ、配線の幅は最も細いもので0.8マイクロメートル。インクの濃度を変えることで、30~100ナノメートルの範囲で、厚みを制御することも可能です。



深紫外光の照射により、ポリマー内の化学結合が切れ、カルボキシル基が生成された基板の表面に銀ナノ粒子が吸着します。銀ナノ粒子も互いに融着し始め、発生する反応熱により、粒子同士の融着およびアルキルアミンの揮発が加速していきます。

導電性を得るためには、この保護層の除去が必要です。保護層を形成する保護基として主に用いられるカルボキシル基は、銀ナノ粒子との結合が強く、除去には熱を加える必要があります。そのため、基材となるプラスチック等への影響が問題視されています。

最大の特徴は化学結合

これらの課題を解決する新たなプリントドエレクトロニクス技術として、「スーパーナップ法」の開発が(国研)科学技術振興機構の産学共同実用化開発事業(NexTEP)の支援のもと、(国研)産業技術総合研究所を中心に進められています。

スーパーナップ法では、プラスチック基材などの表面に、まずフッ素系ポリマーの薄膜を形成し、その上に波長172ナノメートルの深紫外光を用いたパターン露光をほどこし、紫外光が当たった部分だけを活性化させます。活性化した部分に銀ナノ粒子を化学的に結合させることで、パターンニング通りの金属配線を得ます。

「これまでの塗布・乾燥という印刷方法とは異なり、山形大学の栗原正人教授が開発したアルキルアミンを保護層に使った銀ナノ粒子を採用しています。この銀ナノ粒子と活性化した基材の表面が化学結合していることが、スーパーナップ法の最大の特徴です。そのため、基材との結合がとても強く、配線の太さ

も均一で、微細化も可能です。スーパーナップ法で形成した金属配線は、常温で高い導電性を示し、基材を何度も曲げ伸ばししても剥がれないことが確認されています。しかも、保護層のアルキルアミンは比較的結合が弱く、加熱せずに除去することができるため、基材への影響もありません。スーパーナップ法は、従来技術の課題を解決する画期的な技術です」(長谷川氏)

スーパーナップ法の実用化に向けて

「通常のタッチパネルセンサーには、ガラス基板にITO(酸化インジウムスズ)を成膜した透明電極が使われています。これは、真空中で製造する必要があり、製造工程も複雑です。一方、スーパーナップ法を使ってプラスチック基板に透明電極を形成すれば、常温・常圧下で、簡便に透明タッチパネルセンサーを製造できます」(長谷川氏)

近々、ITOに代わりスーパーナップ法を使って製造した透明電極を搭載した電子デバイスが発売される予定です。

「今後は、フレキシブルデバイスの早期実用化に向けて、半導体層を形成する有機材料とその印刷方法の確立にも尽力していきます」(長谷川氏)

取材協力

国立研究開発法人産業技術総合研究所、
国立大学法人東京大学

長谷川 達生氏