

超高強度スクリーン版対応 インクの粘弾性を最適化した最新スクリーン印刷事例

A フレキシブルクランプ式電流センサー

● 基板：ポリイミドフィルム ● 枠サイズ：320mm × 320mm ● メッシュ：HS-D650/14/CL17

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 製造は、これまでは半導体プロセスを利用して、センサー、アクチュエーター、電子回路を一つの基板上に作り込んだデバイスが主流でした。このため、シリコンやガラスなどの無機基板上に製作されることが通常でしたが、近年ではプラスチックの基板の上に製作するフレキシブルMEMSが必要とされてきました。

スクリーン印刷は、成膜やパターニングだけでなく、厚塗り、穴埋め、積層および三次元実装にも適用できるため、MEMS製造に最も適した印刷プロセスです。

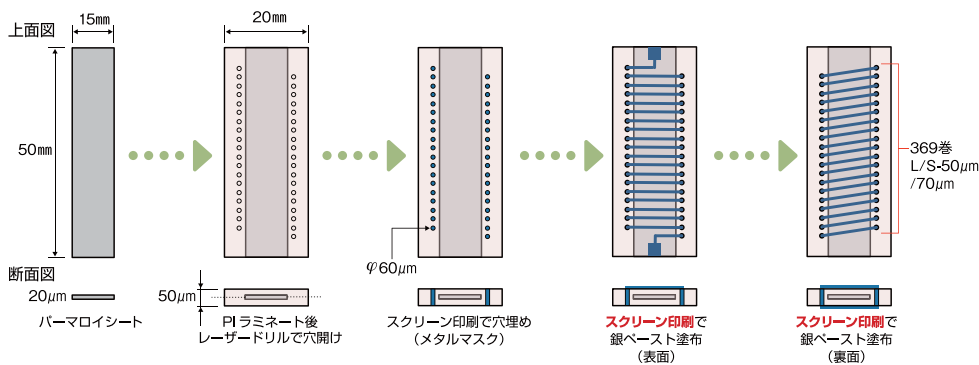
以下に、フレキシブルな基板の上にスクリーン印刷を適用したフレキシブルクランプ式電流センサーの製造プロセスを紹介します。この電流センサーは、店舗やオフィスの各配線に後付けで設置する事ができ、配線ごとの消費電力を監視し、ネットワーク化することで省エネルギーに貢献します。

協力：技術研究組合 NMEMS 技術研究機構・産業技術総合研究所

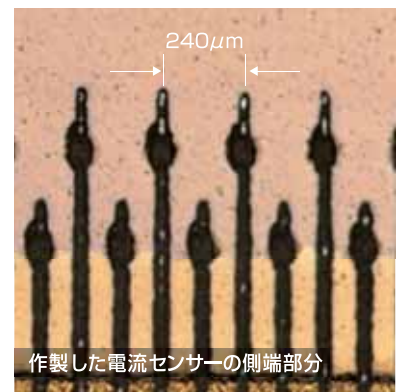
電流センサーの作製方法

- 1 パーマロイ基材の両面にカプトンシートを熱圧着により張り合わせ
- 2 レーザー加工により 240 ミクロン間隔で径 60 ミクロンの貫通穴を片側 369 個形成
- 3 スクリーン印刷で銀ペーストを穴埋め (25 ミクロン厚メタルマスク)
- 4 両面にライン/スペースが 50/70 ミクロンの微細配線を印刷
※銀ペースト粘度 200Pa.S
- 5 両面に絶縁ペーストでカバーレイ印刷

電流センサーの作製プロセス模式図



フレキシブル性を備えた
クランプ式電流センサー



作製した電流センサーの側端部分

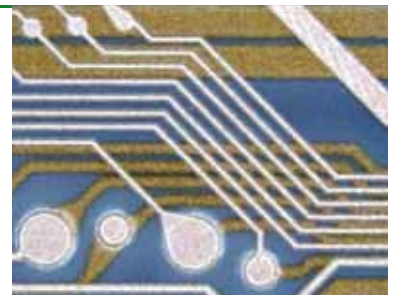
絶縁材料の両面に粘弾性の高い導電性ペーストをスクリーン印刷で塗布し、コイル構造を形成しています。両面の導通も、スクリーン印刷で穴埋めしています。

謝辞：本成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務である、「グリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクト(GSNプロジェクト)」により得られたものである。

B 印刷多層配線基板 (片面二層)

● 基板：PET フィルム ● 枠サイズ：550mm × 550mm ● メッシュ：HS-D360/25/CL41

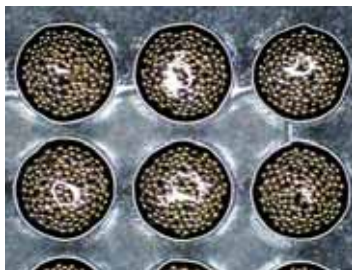
スクリーン印刷はゴム製のスキージで版開口部のインクを押し出す特有の原理で、基板の凹凸部にも均一に印刷することができます。「導体/層間絶縁膜/導体/保護膜」のように多層印刷が要求される PE 製品にはスクリーン印刷が最も有効です。PET フィルムへ 2層の 200 ミクロンの回路パターンと絶縁層、ソルダーレジスト層の 4層全てスクリーン印刷で作製しました。従来基板の高精細ジャンパー配線や部分多層基板にも適用できます。



C クリームはんだオフコンタクト印刷

- 基板：PET フィルム ● 枠サイズ：320 mm × 320 mm
- メッシュ：SHS230/25/CL25/EOM80

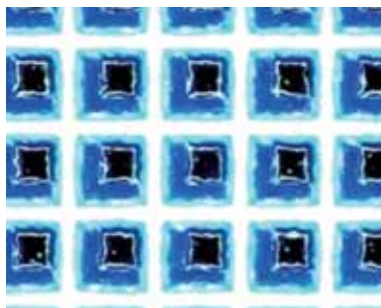
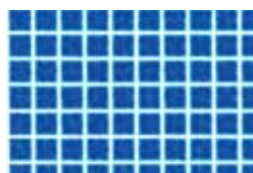
近年、部品の小型化により、クリームはんだの粒子は 30 ミクロン以下まで微細化されてきました。メタルマスクでなくメッシュ版の使用も可能になり、オフコンタクトのスクリーン印刷工法を採用することで、塗布体積が従来の ±50%から ±20%以下に安定し、滲みも防止することができます。0.4 mm ピッチ BGA パターンをオフコンタクトのスクリーン印刷で形成しました。



D 二色グラデーション加飾印刷

- 基板：PET フィルム ● 枠サイズ：550 mm × 550 mm
- メッシュ：HS-D500/19/CL25 ● インク提供：帝国インキ製造(株)

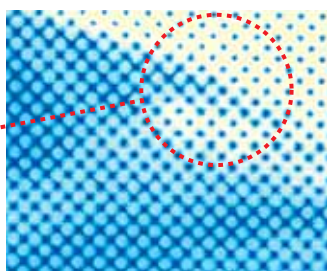
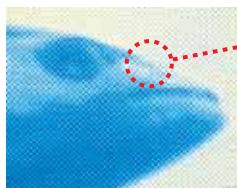
これまでのスクリーン加飾印刷用インクは非常に低粘度だったため、印刷途中でインクが裏回りし、安定した印刷が困難でした。超高強度 HS-D メッシュを高テンションで紗張りすることで、版離れが向上し、従来の 30 倍の高粘度インク（熱乾燥型）が使用できるようになります。印刷後のダレ幅を 5~8 ミクロンに抑制でき、オフセット印刷同等のグラデーション印刷が可能になりました。また、印刷位置精度が高い為、二色のグラデーション印刷も可能になります。



E 網点スクリーン印刷 (175 線)

- 基板：PET フィルム ● 枠サイズ：550 mm × 550 mm
- メッシュ：HS-D650/14/CL17 ● インク提供：帝国インキ製造(株)

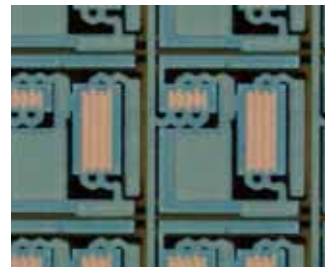
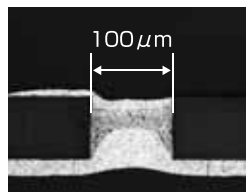
線径 14 ミクロン、メッシュ数 650、厚み 17 ミクロンの超高強度 HS-D ステンレスメッシュで 175 線の解像度で無処理の PET フィルム上に網点印刷しました。熱乾燥型の高粘弾性インクを使用しているため、にじみが少なく、再現性の高い画像を安定して連続印刷することが可能です。



F 「2T1C」有機トランジスタアレイ

- 基板：ポリイミドフィルム ● 枠サイズ：450 mm × 450 mm
- メッシュ：HS-D650/14/CL17

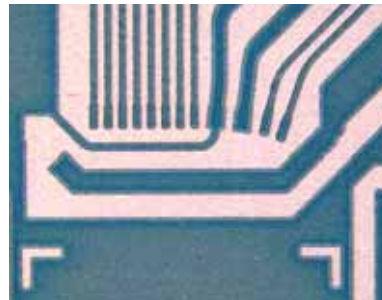
有機 EL 駆動用に、有機トランジスタ形成面の基板裏側に画素電極を配置する構造（東京大学染谷研究室協力）のデバイスを作製しました。ゲート電極とチャンネル長 30 ミクロンの S/D 電極を HS-D650 メッシュを使用して印刷しました。非常に平坦性の高い銀ペーストを使用しています。



G UV硬化型エッチングレジストインク印刷

- 基板：銅貼り積層板 ● 枠サイズ：950 mm × 950 mm
- メッシュ：HS-D500/19/CL25

銅貼り積層板にドライフィルムをラミネートする工法に替えて、高粘弾性エッチングレジストインクを直接スクリーン印刷し、エッチングする工法を紹介します。高強度 HS-D メッシュと高粘度インクの組合せにより、印刷解像性と寸法精度の両立が可能になりました。ライン幅設計値 120 ミクロンに対し、印刷後 130 ミクロンのラインが形成されています。



H 結晶系太陽電池 30μmフィンガー電極印刷

- 基板：シリコンウエハ ● 枠サイズ：355 mm × 355 mm
- メッシュ：HS-D650/14/CL17 ● 協力：(株)リタケカンパニーリミテド

開口率 40% の 650 メッシュ（線径 14 ミクロン）を使用し、焼成後 30 ミクロンのライン幅のフィンガー電極の印刷を実現しました。銀ペーストの粘弾性を適正化し、量産条件であるスキージ速度 300 mm/秒での印刷が可能になりました。現在、一般的なフィンガー電極の焼成後ライン幅は 45 ミクロン程度であり、今後、変換効率向上に向け、更なるライン化と高い平坦性が期待されています。

