

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 電子ビームリソグラフィを用いた連続ナノパターニング用ローラーモールドの実用化研究
プロジェクトリーダー	: 旭化成株式会社
所属機関	: 旭化成株式会社
研究責任者	: 松井真二（兵庫県立大学）

1. 研究開発の目的

IoT、Industry4.0、Trillion Sensor などのビジョンでは、情報ノードを持つあらゆるモノがネットワークにつながり、無意識に情報取得可能な未来が予測されている。これらアンビエントな社会到来に向け、大面積、壊れにくい、軽い、柔らかい、低コスト等の特徴を持つフレキシブルデバイスに対する期待は大きい。その一方、現状は枚葉プロセスによる小面積での試作実証にとどまっており、実用的な工業化技術が求められている。本研究では大面積ロール・トゥ・ロール(R2R)プロセスによるナノパターニング技術の実用化をめざし、電子ビーム(EB)リソグラフィを用いたサブミクロン解像度を持つローラーモールドを実現する事を目的とする。

2. 研究開発の概要

①成果

研究前は直径 100mm、幅 70mm のローラー表面に 150~200nm 解像度のパターン形成が可能であったが、市場から 50nm 解像度のパターンと少なくとも 210mm のモールド幅が求められていた。これらの課題に対し、開発した電子ビーム(EB)シミュレーションを用いて光学系と材料、プロセス条件を刷新した。加えて EB 露光装置用ローラーステージ構造、および計測システムを新規開発し、広幅 EB 露光装置を実現した。当該装置を用いた研究により、幅 210mm、最高解像度 100nm のローラーモールド(SRM)の開発に成功すると共に、50nm 解像度化への見通しも得た。また本モールドを用いたナノパターニングにより、250nm の電極を PET フィルム上へ形成する事にも成功した。

研究開発目標	達成度
① 50nm 以下のラインパターン取得に向けた高解像度露光技術の確立	① 開発した高解像度ステンシルマスクを用いて露光を行い、線幅 100nm のライン&スペースパターンを実現した。またシミュレーションでの検討により、新規後方散乱抑制技術を用いることで 50nm 化への見通しを得た。(達成度 90%)
② A4 縦相当幅を持つローラーへのレジスト薄膜均一塗工技術の確立	② 広幅化における課題であった厚み斑に対して、新規外乱抑制技術を盛り込んだ広幅ディップ塗工装置を開発することで、210mm 幅のローラーに対して 67nm±5%の均一な厚さでの薄膜レジスト塗工結果を得た。(達成度 100%)

<p>③ A4 縦相当幅を持つローラーへの高解像度露光用高精度回転ステージ技術の確立</p> <p>★ ①～③の技術による広幅ローラーモールドの実証</p>	<p>③ ステージ構成材料特性に応じた新規構造と接合技術の採用、位置計測誤差の最小化技術と補正アルゴリズムの開発により、広幅化前と同等の6nmの位置決め分解能を持つ回転ステージを開発した。(達成度 100%)</p> <p>★ 開発した露光装置群を用いて直径 100mm、A4 縦相当幅(210mm)のローラー全面への露光を実証した。その際のパターンとして、線幅 100、500、1000nmのL/Sパターンや格子パターンなどを取得した。(達成度 90%)</p>
--	--

②今後の展開

自社で開発した R2R ナノインプリントおよびナノプリント技術に、本研究で得られたサブミクロン解像度を持つローラーモールドを適用し、いくつかのデモ製品の試作に着手した。具体的には目視では配線が見えない透明電極フィルムや 2000ppi のトランジスタ電極フィルムなどといったものである。今後はこれらの試作作品を足掛かりに、国内外、社外の企業の方々と協業することで、高付加価値の新しい製品群を生み出していきたいと考える。

3. 総合所見

概ね目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための特に優れた成果が得られている。イノベーション創出が大いに期待できる。

マスクを用いた電子線描画なる技術確立等を通して、ナノインプリント技術を大きく前進させた。今後は企業が中心となり、実用化へ向け邁進して欲しい。