研究課題別中間評価結果

1．　研究課題名：　超高速ナノインプリントリソグラフィ技術のプロセス科学と制御技術の開発

2．　研究代表者：　松井　真二　（兵庫県立大学　高度産業科学技術研究所　教授）

3．　研究概要

本研究は、光ナノインプリントを半導体デバイスの作製に適用する上での課題である高スループット化を実現するために、それに関わる個々のプロセスのサイエンスを理解すると共に、スピンコート膜、凝縮性ガス、および新構造のモールドを採用したナノインプリント技術を開発する。

光ナノインプリントを先端 CMOS デバイスリソグラフィへ適用する上で、

(1) 高スループット（目標値：100 枚/時間）

(2) 量産離型（目標値：10 万ショット）

の 2 つが解決すべき研究課題である。

(1)高スループットでは、凝縮性ガスとしてペンタフルオロプロパン（PFP：HFC-245fa）の完全充填効果を検証し、スケーリングにより 22nmhp でも有効に機能することを確認する。モールドへの樹脂充填時間を 100 枚/時を実現する上で必要な 0.1 秒以下の時間で、モールド全域の充填が 22nmhp レベルにおいても達成可能であることを実証する。

(2)量産離型では、離型評価システムにより離型剤の耐久性を評価する。1nm 未満の離型剤分子を設計合成し、10 万ショットの量産離型に耐えうる離型剤表面を最終目標とする。

本研究を進めるにあたり、高スループットを達成する新規光硬化樹脂および実用的な新規離型剤の研究開発に対して、材料メーカやマスクメーカとの研究協力連携を行う。

4．　中間評価結果

4－1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

研究チーム内で連携をしっかり行いながら、各グループでの自主的課題解決努力が見られ、よいチームワークである。レジストの流動化現象など科学的なアプローチや技術的指針の点ではやや不足しているが、研究成果の論文化や特許化などは良好であり、成果の科学的、技術的インパクトは高いと評価できる。

凝縮性ガスを用いる廣島法により離型力を低減化でき、バブル欠陥が消滅することなどの当初想定された効果が見出され、高速のパターン形成に必要な他の要素技術の開発に関しては着実な進展がみられるが、当初目標を達成するための、統合した最適解を着実に提示する必要がある。

4－2. 今後の研究に向けて

ナノインプリント技術の重要性や大きな課題は、スループット向上と欠陥低減であり、本研究で得られる知見は大きな貢献が期待できる。実用化に向けては、新たな課題も出現し、その解決には実用的なナノインプリント材料・プロセスのさらなる開拓が不可欠である。特に、材料特性と LER との関連の考察を深め、LER 問題を最優先課題としたい。一方、統合化した最適解の追求にはさらなる評価環境の整備、装置メーカやユーザの知見が不可欠となっている。

4－3. 総合的評価

ナノインプリント技術そのものはある分野では、既に実用化が始まっている。一方で、最先端の半導体プロセスでは依然として適用が難しい状況である。

本研究により、要素技術の開発と基本的な実証、さらに今後の課題抽出は進んだが、今後、掲げた目標を達成するための統合化実証には、材料開発、最適化に多くのリソースを必要とする段階にあり、ユーザ企業や装置企業との連携を積極的に進めたい。今後の研究では、低 LER 性の確認と離型性の優れた樹脂材料の開発に重点を置いて、計画の見直しを行う。