

※課題番号 : F-12-NM-0061
※支援課題名 (日本語) : ナノインプリント法による光学素子の作製
※Program Title (in English) : Fabrication of optical devices by nanoimprint lithography
※利用者名 (日本語) : 三浦 篤志
※Username (in English) : Atsushi Miura
※所属名 (日本語) : 株式会社豊田中央研究所
※Affiliation (in English) : TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.

※概要 (Summary) :

近年、ナノ加工によって光の波長オーダーで加工したナノ構造体が特殊な光学特性を示すことが報告されており、これらのナノ構造体は光メタマテリアルやフォトニック結晶とよばれている。ナノ構造体は、これまでの光学部品にできない新しい光学特性をもつため、光学計測の測定精度や感度向上に貢献できる可能性がある。

応用例として、ドットパターン of ナノ構造体を利用すると、ガラスや樹脂の反射を防止できることが知られている。表面に微細な凹凸加工を施すと、空気とガラスの界面で見かけ上なだらかに屈折率が変化し、表面での反射が低減できる。また、サブ波長のグレーティングを用いて、ガラスと空気の臨界角以上に光を回折させる原理を用いた光のスイッチや光トラップなども提案されている。モーダル解析により、必要な回折光の位相を揃え、不必要な回折光は、逆に位相を打ち消しあうように構造を設計する技術が進んできている[1]。

これらのナノ加工には、電子ビーム描画と反応性ドライエッチングによる加工が用いられているが、大面積かつ高スループットの生産には、ナノインプリントが用いられつつある。ここでは、ナノインプリント法によるサブミクロンのナノ構造体の試作を試みた。

※実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

・ナノインプリント装置

【実験方法】

石英基板上にナノインプリント用のレジストを塗布し、光ナノインプリント装置を用いて、ナノ構造が作製されているモールドの形状を転写した。広い面積に均一にパターンが形成されるように、モールドには離型処理が施されている。また、レジストを硬化させ

るためのUV光量やモールドを押し当てる圧力を変えながら、最適な条件を探った。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

光ナノインプリント用に開発されたレジストを厚く塗布し、離型効果の高い離型剤を用いたことで、広い面積に均一なドットパターンを形成することができた。図1に、ナノインプリント後のレジストパターンのSEM写真を示す。数mm角に均一なサブミクロンのドットパターンを形成することができている。また、塗布するレジストを薄くし、基板へのモールドの圧力を上げていくと、残膜を薄くすることもできた。この場合には、ドットパターンが一部うまく形成できていない領域があり、モールドと基板との平行度の調整や効果的な離型処理が必要であると考えられる。

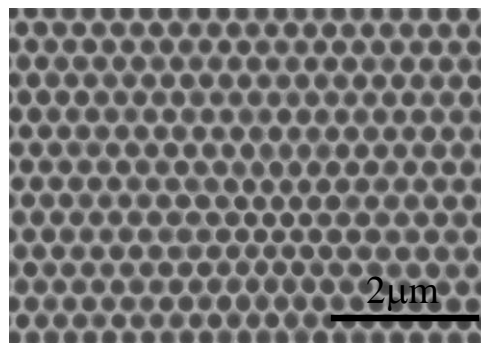


図1. ナノインプリントしたナノ構造のSEM写真

※その他・特記事項 (Others) :

今後は、試作したナノ構造体の光学特性評価を進める。また、今回得られた結果を応用して、大面積に高スループットで機能性のナノ構造体を作製する技術を確認していきたい。

参考文献 :

[1] H. Iizuka, et al., “Switching capability of double-sided grating with horizontal shift”, Appl. Phys. Lett. 97, 053108 (2010)