

レーザー干渉法によるナノ構造をもつ光学部品の開発

評価技術課 本保栄治*、佐々木克浩
加工技術課 小幡 勤 材料技術課 大永 崇

1. 緒言

光の波長より短い周期をもつ表面構造は、屈折率、複屈折、共鳴現象など制御できることから、微細な突起が整列した構造による反射防止、金属を線状に配置したワーヤグリッド偏光板、および回折光学素子が、実用化されつつある。これらの光学素子は微細な構造を効率良く作製するために、モールドを樹脂に押しつけて凹凸を形成する、ナノインプリント法を利用することができる。また、金属グリッド構造は、透明電極、熱線反射ガラス、電磁波反射窓、熱輻射制御への応用が可能である。

そこで、金属微細構造を効率良く製造するためのプロセスの開発のために、構造をインプリント法により構造を転写し、成膜とエッチングのみにより金属グリッド構造を作製するプロセスを検討したので、報告する。

2. 実験方法

図1は、金属グリッド構造作製のためのプロセスフローの概要である。グリッド構造の溝は、スライドガラス基板に紫外線硬化樹脂を塗布し、紫外線照射装置を使用して型の形状を転写することにより形成した。型はフォトリソグラフにより加工したマスクブランクを使用した。グリッド部の高さは、150nmであった。金属膜を平坦化して溝部分に金属を埋め込み微細構造を作製する方法として、次の3方法を検討した。

(1) 赤外線ランプを用いた表面加熱

金属膜材として、低融点の Sn を利用し、赤外線吸収を高めるために Si 膜を積層した。赤外線ランプを照射することにより、表面を熔融し、平坦化を行った。

(2) バイアスパッタ法による平坦化成膜

金属膜材として、Ag を利用し、基板に RF バイアス電圧を印加しながら成膜するバイアスパッタ法により、平坦化成膜を行った。

(3) ナノ金属インクを用いた溝埋め形成

ナノ金属インクとして、L-Ag1TeH(ULVAC 製)を利

用した。スピコートにより塗布し、表面をスキージで除去して、溝に埋め込んだ。このインクは、160°C 大気加熱で $10\mu\Omega\cdot\text{cm}$ であり、樹脂にも使用することができる。

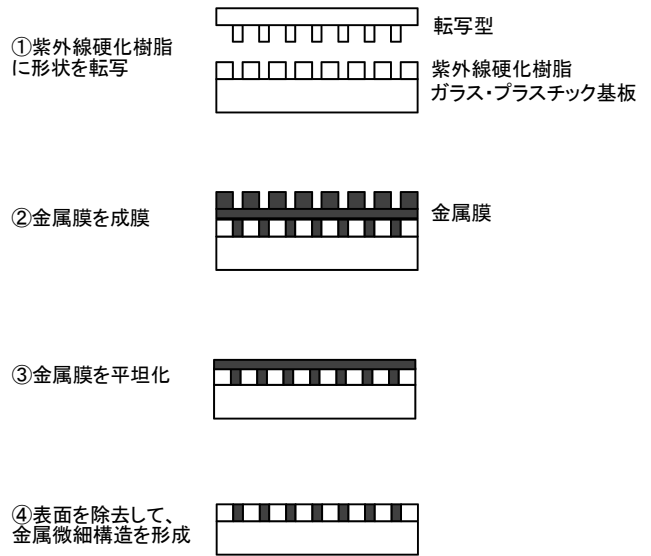


図1 金属微細構造の作製プロセスフロー

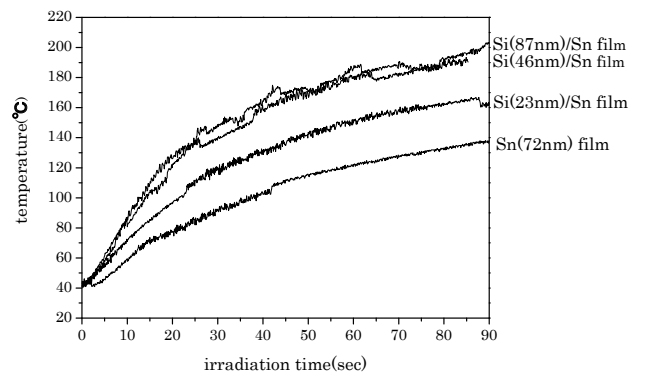


図2 赤外線ランプ加熱による温度変化

*現 企画管理部

3. 結果及び考察

樹脂へ転写・硬化後の形状を表面形状測定装置で測定したところ、線幅 10 μ m、ピッチ 100 μ m、深さ 150nm と型の形状通り転写されていた。

(1)赤外線ランプを用いた表面加熱

図2は、銅板に Sn 薄膜、さらに Si 薄膜を積層し、赤外線ランプ加熱した時の裏面の温度変化である。表面に Si 薄膜を形成すると赤外線吸収により温度上昇が大きくなる。溝構造の樹脂に適合したところ、膜の熔融は見られたが、平坦性を得るには至らなかった。

(2)バイアススパッタ法による平坦化成膜

図3は、バイアスによる成膜速度の変化である。バイアス電力の増加とともに、成膜速度は低下し、バイアス/スパッタ電力比 1 で成膜速度は 1/2 に低下する。溝構造の樹脂に適合したところ、側面への成膜は増加するものの、溝深さに変化はなかった。これは、アスペクト比が浅いためエッチング効果が得られないためと考えられる。

(3)ナノ金属インクを用いた溝埋め形成

図4は、ナノ金属インクを用いて作製したグリッド構造の可視光透過率である。波長 550nm において透過率 80%以上と透明である。また、波長 400nm 付近に銀ナノ粒子によると思われる吸収がみられる。図5は、グリッドの SEM 反射像である。グリッドの一部の溝部分に金属粒子が埋め込まれているが、埋め込まれていない溝部分も多い。また、この構造では低抵抗を得ることはできなかった。これは、溝深さが十分ではないためと考えられる。

4. まとめ

インプリント法とナノ金属インクを利用することにより、簡便なプロセスで金属微細金属構造が得られることを示した。今後、さらに形状を検討することにより実用化も可能である。

キーワード：グリッド構造，インプリント，赤外線ランプ加熱，バイアススパッタ，ナノ金属インク

Development of Optical Elements with Nano-Length Structured Surfaces by Laser Interference Method

Eiji HONBO, Katuhiro SASAKI, Tsutomu OBATA, Takashi ONAGA

Grid ditch structured surfaces have been formed by using imprint method. Further grid metal structure have been tried forming by IR lamp heating, bias-sputtering method and nano-metal ink, and have been measured the optical properties and the structures.

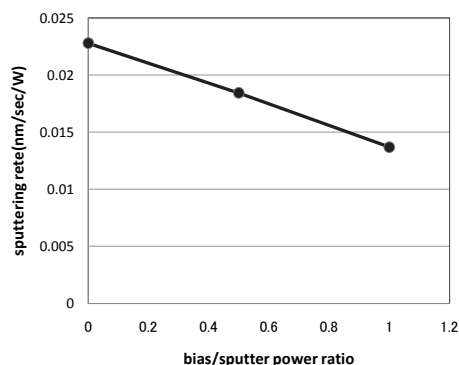


図3 バイアス/スパッタ電力比による成膜速度

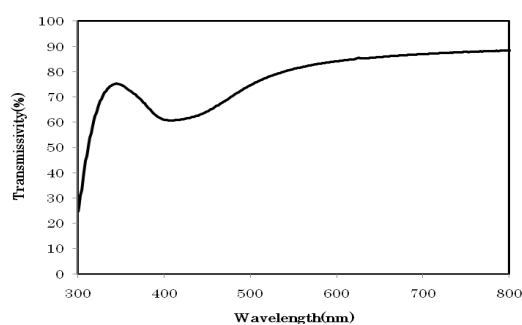


図4 グリッド構造の可視光透過率

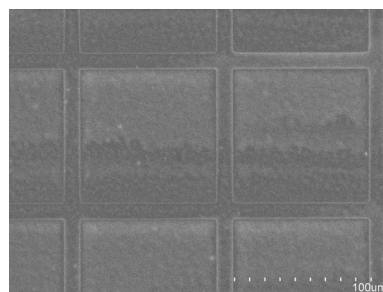


図5 グリッド構造のSEM像