

ナノインプリント技術による 金属ナノドットパターン形成に関する研究

電子技術課 横山義之 二口友昭* 企画管理部 坂井雄一 商工企画課 丹保浩行

若い研究者を育てる会 立山科学工業(株) 升方康智

1. 緒言

従来、金属や半導体の微細加工には、フォトリソグラフィ法が用いられてきた。しかし、この方法で微細加工を行うには、高額な露光装置を導入する必要がある。それに対して、微細な凹凸の付いたモールド（金型）を押し付けることで、微細加工を施すナノインプリント法が注目を集めている。この手法を用いれば、比較的安価な装置でナノスケールの微細構造の形成が可能である。

そこで、本研究では、安価な金属微細加工プロセスの構築を目的として、ナノインプリント法を用いた金属微細構造（Ag ナノドットパターン）の作製を試みた。さらに、得られたパターンを利用して、表面プラズモン共鳴現象の観測を試み、バイオセンサーへの応用に向けた基礎実験を行った。

2. 直接ナノインプリント法による微細パターンの作製

はじめに、固形分濃度 30wt% に調整した Ag ナノ粒子インク（平均粒径 10nm、アルバック製）をガラス基板上にスピン塗布した。次に、熱ナノインプリント装置（ナノインプロ Type 105、アイトリックス製）で、微細な凹凸を有するモールドを押し当て、所定の圧力で 1 分間保持し、パターンを転写した。その後、導電性を確保するため、Ag ナノ粒子同士を融着させる焼結（230°C、30min）を行った。金属ナノ粒子は、バルクの融点よりもはるかに低い温度で粒子同士の融着が可能である。用いたナノインプリントプロセスを図 1 に示す。

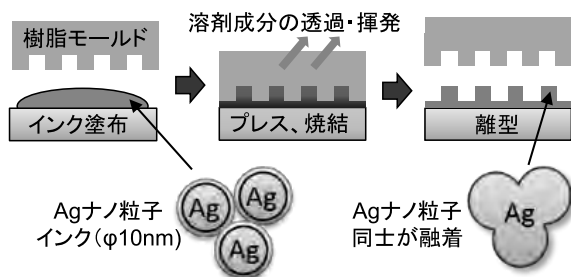


図 1 金属ナノ粒子インクを用いた直接ナノインプリントプロセス（プレス状態を維持したまま焼結）

この時、これまで用いていた石英製のモールドを、ガス透過性・柔軟性のあるシリコーン樹脂（ポリジメチルシロキサン、PDMS）製モールドへと変更し、溶媒を多く

含んだ液状のままの塗膜に対して転写を行うプロセスへと改良した。これにより、広範囲に均一な Ag ナノドットパターン（φ500nm、φ150nm）を低圧（0.13MPa）で転写することが可能になった。これは、溶剤を吸収・透過できる PDMS モールドは、モールド押し当て中に塗膜を乾燥させることができるため、流動性の高い液状の塗膜に対してモールドを押し込むことが可能になったこと、さらには、PDMS モールドが柔軟性を有していることにより基板や塗膜に多少のうねりが存在していても、しっかりとモールドが追従できたためと考えられる。

また、モールド離型後に行っていた焼結プロセスを、モールドを押し付けながら焼結を行うプロセスへと改良した。モールドからの圧力により焼結時の粒成長が抑えられ、焼結後もナノドットパターンが維持できることが分かった。焼結後の Ag ナノドットパターン（φ150nm）の走査型プローブ顕微鏡（SPM）像を図 2 に示す。

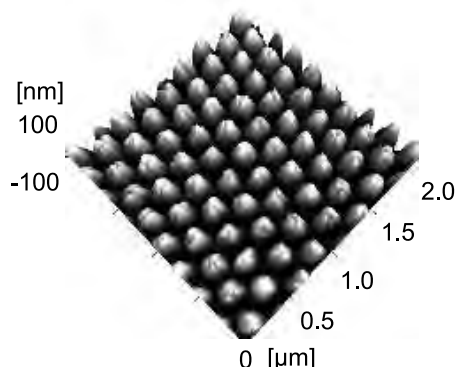


図 2 モールドを押し付けながら焼結を行った直径 150nm の Ag ナノドットパターンの SPM 像

3. 表面プラズモン共鳴の観測

焼結後の Ag ナノドットパターン（φ150nm）の吸収スペクトルを測定する事により、表面プラズモン共鳴による吸収ピーク（約 370nm）を観測した。また、屈折率の異なる種々の溶媒中で測定を行い、それに伴う共鳴波長のピークシフトを確認した。この共鳴波長の屈折率応答を利用して、Ag ナノドットパターン表面へのタンパク質の吸着を検出することができた。これにより、表面プラズモン現象を利用した安価なバイオセンサーの開発が可能になると考えられる。（詳細は、平成 25 年度若い研究者を育てる会「研究論文集」p.34～39 を参照。）

※現 センター次長，中央研究所長