熱ナノインプリント一括転写プロセスを用いた原子ステップポリマー基板上への金ナノ粒子の配列パターン作製

Fabrication of array patterns of Au nanoparticles onto atomically stepped polymer sheets by thermal-nanoimprint batch transfer process

○嶋田 航大 [1], 譚 ゴオン [1], 野沢 靖久 [1], 浦上 達宣 [2], 小山 浩司 [3], 三田 正弘 [4], 金子 智 [5, 1], 松田 晃史 [1], 吉本 護 [1]

([1] 東工大、[2] 三井化学、[3] 並木精密宝石、[4] 協同インターナショナル、[5] 神奈川県産技センター)

°K. Shimada[1], G. Tan[1], Y. Nozawa[1], T. Urakami[2], K. Koyama[3], M. Mita[4], S. Kaneko[5, 1], A. Matsuda[1], M. Yoshimoto[1]

([1]Tokyo Inst. of Tech, [2]Mitsui Chemicals, Inc., [3]Namiki Precision Jewel Co., Ltd., [4]KYODO INTERNATIONAL, INC., [5]Kanagawa Ind. Tech. Cent.)

E-mail: yoshimoto.m.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】金などの貴金属ナノ粒子を基板上で周期配列させた微細パターンは半導体ナノワイヤの成長触媒やガスセンサに用いられる。また、局在表面プラズモン共鳴による光電場増強が発現することから、SERS(表面増強ラマン散乱)基板などバイオセンシング分野などで広い応用が可能である。さらに超平坦、あるいはフレキシブルなポリマー材料表面に極薄な金粒子の微細構造を作製することによって、生体分子観察やバイオセンサー用の基板、半導体ナノワイヤの高精度な位置・配向制御が可能な成長触媒基板として応用できる可能性がある。我々はこれまでに、原子レベルの平坦性をもつ原子ステップサファイア基板を DNA などの生体分子の AFM 観察用ステージとして応用している[1, 2]。またこの原子ステップサファイアをモールドとした熱ナノインプリント法により、アクリル(PMMA : 三菱レーヨン製)シート上に高さ約 0.3nm の原子スケールのステップパターンの転写に成功している[3]。超平坦なポリマー基板を用いることにより極薄かつ粒径や連続性を制御したナノスケールの金パターン作製が可能になると期待できる。本研究では熱ナノインプリント装置を用いた一括転写プロセスによる、独自製作の原子ステップ PMMA シート表面への金ナノ粒子の周期的パターンの一括転写、および作製条件が表面パターン形状に及ぼす影響について検討した。

【実験・結果】まず熱ナノインプリントにより、図1(a)および(b)に示すステップPMMA基板(T_g=105℃)とポリイミド(PI)レプリカピラーモールド(三井化学 ECRIOS™、T_g=265℃)を作製した。それぞれ原子ステップサファイアモールド(ステップ高さ約0.3 nm、テラス幅約1 μm)、およびSiマスターホールモールド(ホール径約230 nm、深さ約200 nm、ピッチ約460 nm)を用いた。続いて、図2に示すように大気中ナノコンタクトプリントにより、PIレプリカピラーモールドにスパッタ堆積した金をステップPMMAに転写した。モールド上の金膜厚は30 nmであり、転写条件は1.0 MPaの圧力で80℃の温度を5分間保持したあと、冷却後30℃における除圧とした。ナノコンタクトプリント後のPMMA表面形状のAFM像を図3(a)に、高さプロファイルを図3(b)に示す。高さ約0.3 nmのステップ形状を維持しながら、表面上に直径約110 nm、高さ約1 nmの粒子が、モールドに対応した約480 nmのピッチで周期的に配列していることを確認した。転写される金ナノパターン形状やサイズは、圧力や温度により制御が可能であり、種々の特性に与える影響についても報告する。

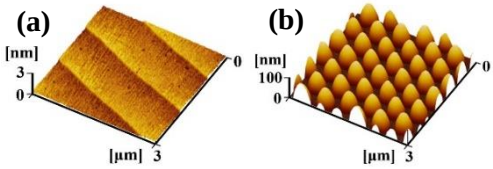

図 1 表面 AFM 像。(a)ステップ PMMA 基板、(b)PI レプリカピラーモールド(SCIVAX 製)。

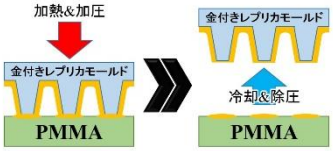

図 2 ナノコンタクトプリントによる金ナノパターンの転写プロセス。

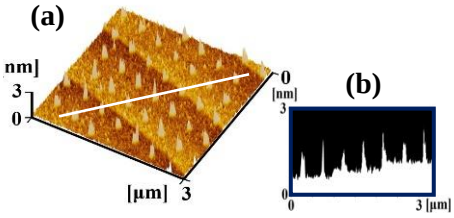

図 3 (a)ナノコンタクトプリント後のステップ PMMA 表面 AFM 像、(b)高さプロファイル ((a)図中の白線)

[1] M. Yoshimoto et al., Appl. Phys. Lett. **67** (1995) 2615. [2] K. Yoshida et al., Biophys. J. **74** (1998) 1654.
[3] G. Tan et al., Appl. Phys. Exp. **7** (2014) 055202.

© 2016年 応用物理学会