

磁場アセンブリ法で形成した 2 次元および 3 次元マイクロ構造体の微細構造制御

Fine-tuning of 2D and 3D microstructures by magnetic assembly method

NICT¹, 神戸大院工² °青木 画奈¹, 瀧谷 昇哉², 山本 琢磨², 藤井 稔²

NICT¹, Kobe Univ.², °Kanna Aoki¹, Syoya Takidani², Takuma Yamamoto², Minoru Fujii²

E-mail: kanna.aoki@nict.go.jp

我々はマイクロ構造体を、それらの常磁性・反磁性などの磁氣的性質を利用し、外部磁場を印加することによって、自発的に規則配列させる、新しい遠隔微細構造組立技術の開発を進めている。これまでに、直径 1~2.8 μm の常磁性球を、反磁性のフォトレジストパターンに 2 次元[1]および 3 次元的[2]に配列させ、UV 光を照射し球とパターンを融着することにより、構造を半永久的に保存する方法を確立している。本研究では 2 次元パターンの大きさ・形状による、常磁性球間のギャップ間距離と配置制御について報告する。また、反磁性フォトレジストパターンに常磁性球と反磁性球を 3 次元的に配置する方法を検討した。

一辺 5.6~9.2 μm の三角凹パターンを設けた反磁性のフォトレジスト層上を、 $\phi 2.8 \mu\text{m}$ の常磁性球を分散した磁性流体で覆い、10 mT の外部磁場を表面の法線方向に印加すると、図 1 に示すようにパターンに対称に配列した。星印を付けた球は球同士の反発力が、凹パターンと球との吸引力より上回ったため、凹パターンの底部まで達しておらず、パターンの縁に留まっている。辺長が長くなるにつれ、球間距離は~500 nm から~2 μm まで伸長し、更に辺長が長くなると配列構造に新たに球が加わって、球間距離は~500 nm まで戻った。パターン形状や大きさを変えることにより、ギャップ長と対称構造の制御が可能であることが分かった[3]。

多種の単位構造を組み合わせて構造体を作製する場合、単位構造を組み立てる順序によって、外部磁場を印加した際に構造体に生じる磁気モーメントの分布が変わるため、最終的に得られる構造が異なると予想される。そこで、高さ 10 μm の反磁性凸パターンに、 $\phi 10 \mu\text{m}$ の反磁性球、 $\phi 2.8 \mu\text{m}$ の常磁性球を逐次、および同時にアセンブリした場合に得られる構造を比較した。同時にアセンブリした場合に、凸パターン頂上に反磁性球、側壁に常磁性球が配列した複雑な構造を得られた。

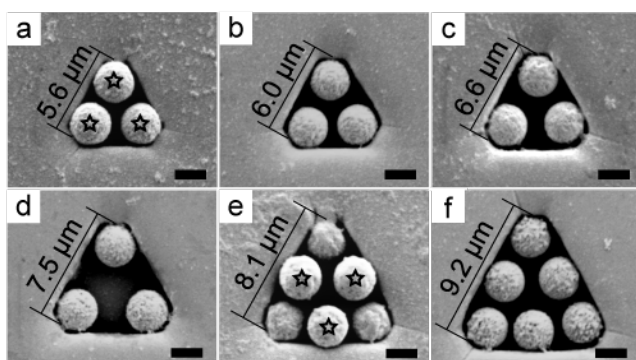


Fig.1 Scanning electron microscope images of $\phi 2.8 \mu\text{m}$ paramagnetic spheres magnetically aligned in diamagnetic triangular wells. Scale bars 2 μm .

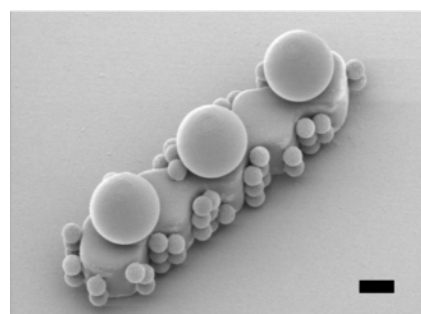


Fig.2 Scanning electron microscope image of simultaneously assembled $\phi 2.8 \mu\text{m}$ paramagnetic and $\phi 10 \mu\text{m}$ diamagnetic spheres around a diamagnetic pillar. Scale bar 5 μm .

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究費(C) (18K04911) の助成を受けた。

[1] 瀧谷昇哉、青木画奈、藤井稔、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会、13a-D61-7, [2] T. Yamamoto, M. Fujii, K. Aoki, Int. Symp. Micro-Nano Sci. Tech. 2016, U. Tokyo, Japan, Dec. 16-18, 2016, [3] S. Takidani, K. Aoki, M. Fujii, ACS Appl. Nano Mater. 1, 6055 (2018).