

Si 基板上への金ナノ粒子の位置制御配列

Position-controlled alignment of gold nanoparticles on a silicon substrate

群馬大院理工 ○伊藤和男, 増山貴行, 野口克也

Gunma Univ., °Kazuo Itoh, Takayuki Mashiyama, Katsuya Noguchi

E-mail: itohk@el.gunma-u.ac.jp

【はじめに】近年、さまざまな機能をもつ微粒子が合成され、その用途は拡大している。我々は、Si 基板上に微細加工で形成した逆ピラミッド形くぼみに、コロイド液を用いて微粒子を一個一個位置制御して配列させる微粒子集積化技術の開発を行っている。これまでにポリスチレン粒子 (200nm 径) や ZnS 粒子 (350nm 径) に適用して、くぼみだけに粒子を配列させる良好な結果を得ている[1,2]。今回、金ナノ粒子の配列を試みた結果を報告する。金ナノ粒子は局在プラズモン共鳴による光吸収の増大効果など光学的に興味深い性質を示す。

【実験】異方性ウエットエッチング (TMAH, 70°C) により、(100)Si 基板上に逆ピラミッド形くぼみの配列を形成した。エッチングマスクの薄い Si 酸化膜は、基板平坦面を親水性に保つために残した。この基板に、クエン酸金コロイド液 (Au 粒子径 100nm) を滴下し、傾斜保持して液を流下させた。コロイド液滴の上流側界面がくぼみを通過する際に、くぼみに金ナノ粒子が取り残されるが、基板平坦面にも余分な粒子が付着してしまう。そこで、純水リンスをして平坦面に付着した粒子だけを選択的に除去した。選択的除去がうまくゆくには粒子が疎水性であり、くぼみ以外の基板平坦面が親水性であることが必要な条件である[1,2]。

【結果】平坦面に付着した余分な金ナノ粒子は超音波を加えて純水リンスすると除去できた。一方、くぼみに入った粒子はほとんど抜けず、リンス工程により平坦面付着粒子を選択的に除去できることがわかった。Fig.1 に Si くぼみだけに配列した金ナノ粒子の SEM 画像を示す。「コロイド液滴下—flow down—純水リンス」の工程 1 回では、粒子が入ったくぼみの割合 (以下、粒子捕捉率と呼ぶ) は少ない。

そこで、工程繰返しによりくぼみへの粒子捕捉率の向上を図った。Fig.2 は粒子捕捉率が工程繰返し回数及びくぼみ面密度でどう変わるかを調べた結果である。工程繰返しにより粒子捕捉率は増加する。また、くぼみの配列ピッチをつめてくぼみ面密度を大きくすると、粒子捕捉率は減少する。この結果は液中の Au 粒子密度がくぼみ密度に比べて不足しており、粒子捕捉率の更なる向上には工程繰返しだけでなくコロイド液濃度を上げる必要があること示唆している。

[1] 増田玄太, 野口克也, 伊藤和男, 第53回応用物理学関係連合講演会, 24pN4(2006春)

[2] 蔭山長泰, 笹澤宜由, 野口克也, 伊藤和男, 第68回応用物理学会学術講演会, 6pM18(2007秋)

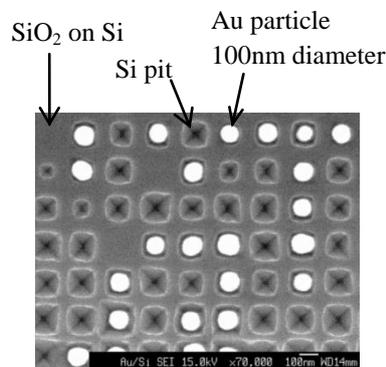


Fig.1 SEM image of Au nanoparticles trapped in pit array after 6 cycles of the process. Pit size is 100nm.

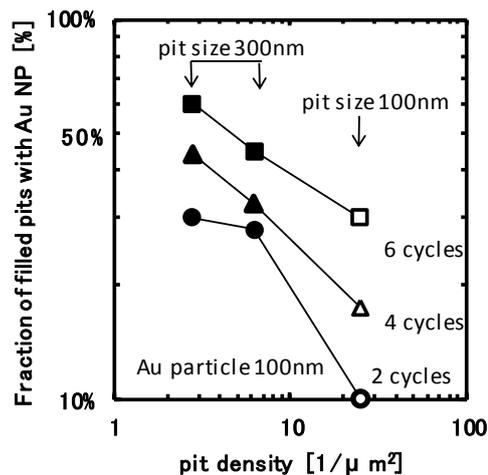


Fig.2 Fraction of pits filled with a Au nanoparticle (NP) vs. pit density. Cycle number shows the process repetitions.