

フェリチンの2次元配列におけるグリセロール含有溶媒の効果

Effect of Solution of Containing Glycerol for 2D Ferritin Arrangement

東北大流体研¹, 長瀬産業², 産総研³, 東北大AIMR⁴ ◯大堀 大介^{1,4}, 竹内 聡¹,
佐藤 旭¹, 石田 昌久², 曾田 匡洋², 田中 麻美², 遠藤 和彦^{1,3}, 寒川 誠二^{1,3,4}

IFS, Tohoku Univ.¹, NAGASE & CO., LTD.², AIST³, AIMR, Tohoku Univ.⁴,

◯Daisuke Ohori^{1,4}, Sou Takeuchi¹, Asahi Sato¹, Teruhisa Ishida², Masahiro Sota², Mami Tanaka²,
Kazuhiko Endo^{1,3}, and Seiji Samukawa^{1,3,4}

E-mail: daisuke.ohori.a4@tohoku.ac.jp, samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【緒言】

半導体量子構造は、高効率な太陽電池や発光ダイオード、レーザーを実現し、さらに近年ではフォノンなどの熱を制御する構造として盛んに研究されている。これらの周期ナノ構造をトップダウン技術で実現するためには、非常に高精度なエッチングマスクとエッチング技術が必要となる。しかしながら、微細加工に用いられるレジストマスクを用いたフォトリソグラフィ法では近年の加工寸法の微細化に伴い、照射する光の短波長化が進み、非常に高価な ArF 等エキシマレーザーや EUV 光を必要とする[1]。さらに、光の干渉の影響でパターン寸法の揺らぎが 10%以上となり、十数 nm からそれ以下のナノ構造による量子効果を実現するためには無視できないものとなる。これらに変わる手法として、フェリチンを使用したバイオテンプレート技術が上げられる。フェリチンは直径 13 nm のたんぱく質超分子の中心に直径 7 nm ほどの酸化鉄コアが含有されており、たんぱく質の自己組織化能とフェリチンにより配置された酸化鉄をエッチングマスクとして利用することで、ナノ構造形成を実現してきた[2]。しかしながら、フェリチンをより再現よく高密度に配列するためには、基板とフェリチンの相互作用と自己組織化能の最適化が必要となる。そこで、本研究ではフェリチン溶液の溶媒にグリセロールを含有させ、その比率を制御することで、フェリチンをより均一に並べる条件を検討した。

【実験方法と結果】

フェリチンの配列を確認するために、0.5 インチの Si ウェハを用意した。Si ウェハを洗浄し、自然酸化膜を 1%フッ化水素酸により除去した。その後、中性粒子ビーム酸化により高品質の SiO₂ 膜を形成した。フェリチンは、酢酸アンモニウム緩衝液 (20 mM, pH 8) に 0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0% のグリセリンを含有したものを用意した。その後、基板表面に 10 μ L 滴下し、スピコート法によって配列した。スピコート条件は、(1) 0 rpm, 10 sec, (2) 500 rpm, 2 sec, (3) 2900 rpm, 30 sec, (4) 0 rpm, 30 sec の順で行った。その後、全ての試料において図 1 に示すように中心から 1 mm ずつ、計 5 点を上面 SEM 観察により観察した。

図 2 に各グリセロール含有率におけるフェリチン密度の場所依存性を示す。結果より、グリセロール含有率 1.0% は中心から 2 mm において最も高い密度 ($6.5 \times 10^{11} / \text{cm}^2$) を示した。0%, 4.0% の試料に関して場所依存性と密度が低かった。含有率 0.5% および 2.0% に関して、0% と 4.0% の試料より高い密度であった。したがって、グリセロール 1.0% 含有のものが最も高い密度を示した。

Reference [1] R. H. Stulen and D. W. Sweeney, IEEE Journal of Quantum Electronics **35**, 694-699 (1999). [2] S. Samukawa, Japanese Journal of Applied Physics **45**, 2395-2407 (2006).

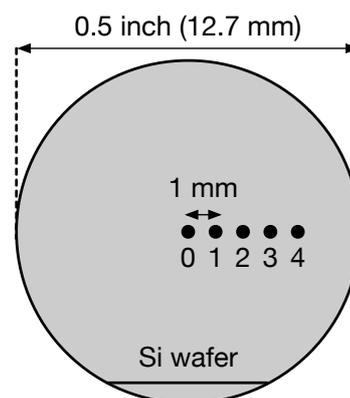


Fig. 1. Schematic image of half inch Si wafer and SEM observation points

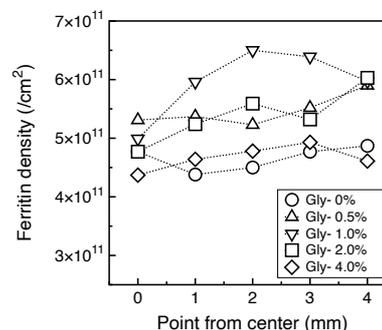


Fig. 2. Ferritin density of each observed point for glycerol content ratio 0% (Gly-0%, circle), Gly-0.5% (triangle), 1.0% (inverse triangle), 2.0% (square), and 4.0% (rhombus) samples.