

課題番号 : F-21-GA-0076
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 微細ナノ構造の作製
 Program Title (English) : Fabrication of fine nanostructures
 利用者名(日本語) : 赤木良教
 Username (English) : Y. Akagi
 所属名(日本語) : 積水化学工業株式会社
 Affiliation (English) : Sekisui Chemical Co., Ltd.
 キーワード/Keyword : 電子線描画装置、規則構造、膜加工・エッチング、フォトニック結晶

1. 概要(Summary)

近年、身体への負担が少ない低侵襲性の液性検体(血漿や尿など)を用いた診断が注目されている^[1]。高感度測定方法として局在表面プラズモン^[2]や電気化学発光法などの研究・実用化が行われている。特に、ナノメートルサイズ誘電体周期構造を有する光学デバイスであるフォトニック結晶(ナノ周期構造)センサー^[3]は、僅かな屈折率の変化を波長に変換することでこれまでになく高感度で測定が可能になり、ナノ周期構造の精度が測定精度につながる。本研究では、均一なナノ周期構造の作製条件の検討を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線描画装置(エリオニクス社製、ELS-7500EX)
 シリコン深堀エッチング装置(SPPテクノロジー社製、MUC-21 ASE Pegasus)

【実験方法】

電子線描画を行った後、各条件での露光を行い、現像した後にSEMで観察を行い、さらにエッチング後に、SEM観察を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

昨年度までに成形用のSi母型となる直径230nmのナノ周期構造の作製に成功したが(Fig. 1(a)(c))、ナノ周期構造の外周部(外縁から数マイクロメートル以内)のナノ周期構造が乱れる現象が生じた(Fig. 1(b))。そこで、要因分析を実施し、外周部において露光が不十分なためレジスト残渣が残ったと考え、露光条件の検討を行った。はじめに電子線描画後に、現像を行い、レジストが除去された部分をSEMで観察を行った。露光量が110 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の場合、露光された部分の底面にレジスト残渣の様子が観察されたが、140 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ に増加させた場合、レジスト残渣は観察されなかった。次に、露光量を120、130、140 μC

/ cm^2 で露光、現像の後、エッチングを行ったSi基板の観察を行った。その結果、120 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以上であれば、外周部の乱れはなかった。さらに、エッチングで作製したナノ構造の直径を統計的(10エリア、各50個)に調べたところ120、130、140 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ においてそれぞれの平均直径が253 \pm 3.3 nm、262 \pm 4.8 nm、264 \pm 4.8 nmであった。露光量が増加するにつれ、ナノ構造の直径が増加した。以上より、昨年度と本年度の検討より、目標とするナノ周期構造を作製するためには、描画によるサイズ調整および露光量を検討することで均一なナノ周期構造の作製ができることが分かった。



Fig. 1 SEM images of nanostructures with an exposure dose of 110 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$. (a) is overall image. (b) is lower left part of (a). (c) is central part of (a).

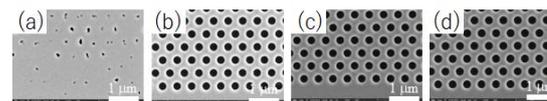


Fig. 2 SEM image under each condition. The exposure dose of (a), (b), (c) and (d) is 110, 120 130 and 140 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$, respectively.

4. その他・特記事項(Others) : 参考文献

- [1] Wan JCM *et al.*, Nat Rev Cancer. 223 17 (2017).
- [2] Ou. J *et al.*, Int J Mol Sci. 2019 20(2019).
- [3]BR . Patel *et al.*, Mikrochim Acta. ,186 844(2019).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

6. 関連特許(Patent)

赤木良教他, 特許第 6328853 号, 登録日 平成 30 年 4 月 27 日
 赤木良教他, WO2020/027197, 国際公開日 令和 2 年 2 月 6 日