

課題番号 : F-13-RO-0040
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : 微細構造シリコンにおける増強ラマン散乱効果の研究
 Program Title(English) : Investigation on surface-enhanced Raman scattering effects observed for microstructured silicon
 利用者名(日本語) : 北原 邦紀
 Username(English) : K. Kitahara
 所属名(日本語) : 島根大学 総合理工学研究科
 Affiliation(English) : Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University

1. 概要(Summary):

半導体上微細構造におけるラマン散乱増強効果を研究してきた[1]。電子ビームリソグラフィ技術を用いて、シリコン(Si)半導体上に種々の形状を持つ微細構造を集積化させた。それらに対し、明瞭な増強効果に加えて偏光特性の変化が見いだされた。得られた増強効果を電磁波の共振の観点から解析した。微細構造形成により、微弱光に対する検出感度の向上を実現した。

2. 実験(Experimental):

2012 年度は Si {001}を基板とし、円柱、角柱、グレーティングなどの微細構造形成についてその作製手順と結果を報告した。2013 年度は Si に加えて絶縁体上 Si (SOD)も基板とし、リソグラフィに電子ビーム露光装置(日立 HL700)を使用し再度試作した。構造高さの設計値はいずれも~600 nm である。ラマン散乱は 515.0 nm レーザ光により励起し、520.5 cm⁻¹の Si-Si 光学フォノンモードを後方散乱配置で検出した。

3. 結果と考察(Results and Discussion):

形成した構造の一部を Fig. 1 に示す。Si 上に形成できたサイズの最小値は、円柱が直径 110 nm、角柱が一辺 130 nm、グレーティングが幅 66 nm である。いずれも底部に{111}面のファセットが現れる。SOI の場合、構造の形成と維持は Si より困難だが、底部まで垂直に切り立った構造が得られた。

各構造のサイズとラマン散乱増強割合 R の関係を Fig. 2 に示す。サイズ減少とともに R が増加する。最小サイズでは特に円柱の R が大きい。入射光偏光角に対する強度変化は、平坦部では Si のラマンテンソルを反映するが、特に小さな微細構造部の強度はほぼ等方的であった。構造による増強効果の違いは、電磁波の空洞共振器への

入射との類推により理解できる。

増強効果の応用として、プラズマ水素化した Si に対する Si-H 局在振動子モードの検出を試みた。平坦部では極めて微弱だが、円柱の集積構造を形成することにより検出感度が顕著に向上することを確認した。

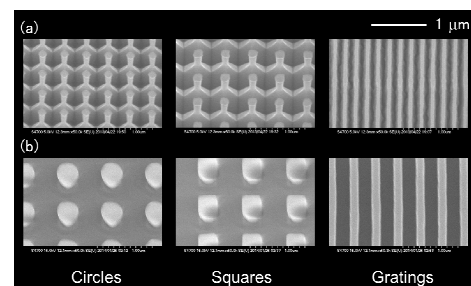


Fig. 1. The microstructure formed on (a) Si and (b) SOI substrates.

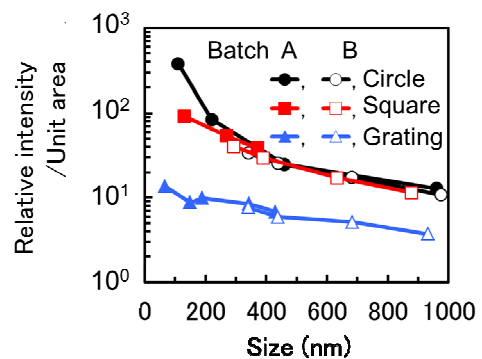


Fig. 2. Enhanced Raman scattering observed for the first and the second batches, A and B, respectively.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 黒木伸一郎、佐藤旦(広島大学)

・参考文献

[1] K. Kitahara and A. Ishizaki, J. Appl. Phys., 112, 123524 (2012).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation):

[1] 澁谷 他、第 10 回薄膜材料デバイス研究会、2013 年 10 月、京都、02P03

6. 関連特許(Patent): なし