

課題番号 : F-18-UT-0086
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 微細加工技術による機能性材料の物性に関する研究
Program Title (English) : Study on the physical properties of functional materials by microfabrication
利用者名(日本語) : 大越慎一、生井飛鳥、吉清まりえ
Username (English) : S. Ohkoshi, A. Namai, M. Yoshikiyo
所属名(日本語) : 東京大学大学院理学系研究科化学専攻
Affiliation (English) : Department of Chemistry, School of Science, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : シミュレーション CAD、リソグラフィ・露光・描画装置、分割リング共振器

1. 概要(Summary)

分割リング共振器(Split Ring Resonator, SRR)とは、金属性の分割されたリングであり、電磁波の磁場成分がリングを貫くことで起電力が発生し、周回電流が流れて共振するというものである。本研究では、微細加工技術により分割リング共振器をシリコンウエハー上に作製し、その共振周波数をテラヘルツ時間領域分光法により測定することで、リング長と共振周波数の関係を調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、マスク・ウエハー自動現像装置群、光リソグラフィ装置 MA-6、4 インチ高真空 EB 蒸着装置、バルジャー蒸着装置、高密度汎用スパッタリング装置、高速シリコン深掘りエッチング装置、汎用 ICP エッチング装置、形状・膜厚・電気評価装置群、クリーンドラフト潤沢超純水付、ステルスダイサー、ブレードダイサー、UV レーザープリント基板加工装置。

【実験方法】

分割リング共振器は、以下のような方法で VDEC の設備を利用して行った。まず、シリコンウエハーに電子ビーム(EB)レジストを塗布し、電子線描画装置を用いて設計したリングを描画した。リング長が異なる複数種類のリングを設計した。そして現像によりリング部分のレジストを除去した後、金の蒸着を行った。なお、金蒸着の際には、接着層として Cr を 5 nm 程度蒸着してから金を約 100 nm 蒸着した。次に、レジストが残留しているリング以外の部分をリフトオフにより除去することで、分割リング共振器が蒸着されたシリコンウエハーを得た。また、シリコンウエハーの切断にはステルスダイサーを用いた。作製した分割リング共振器の共振周波数は、研究室所有のテラヘルツ時間領域分光装置により測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した分割リング共振器の共振周波数をテラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS)により測定した。THz-TDS 測定において十分なシグナルが得られるように、1 cm 角の面積に $20 \times 10 = 200$ 個のリングを配列したシリコンウエハーを作製した。THz-TDS 測定の結果、周波数スペクトルにおいて共振周波数を中心とするピークが観察され、リング長が長くなるに従い共振周波数は線形的に低下することがわかった(Fig. 1)。これは共振する電磁波の波長とリング長との関係を反映している。

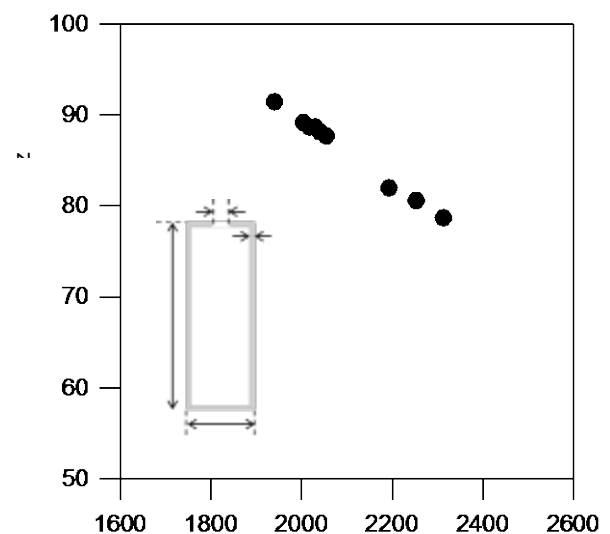


Figure 1. Resonance frequency versus length of the SRRs prepared on a silicon wafer. Inset shows the shape and size of one of the SRRs.

4. その他・特記事項(Others)

外部競争的研究資金

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) 先導研究プログラム「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」(研究代表者: 大越慎一)

謝辞

本研究では、微細加工プロセスにおいて、VDEC の三田吉郎先生、水島彩子氏にご協力を頂きました。厚く御礼を申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. Ohkoshi, K. Imoto, A. Namai, M. Yoshikiyo, S. Miyashita, H. Qiu, S. Kimoto, K. Kato, M. Nakajima, *J. Am. Chem. Soc.*, 141, 1775–1780 (2019).
- (2) S. Ohkoshi, 7th European Association for Chemical and Molecular Sciences (EuChemS) Chemistry Congress, Liverpool (UK), August 27, 2018. (Keynote Lecture)
- (3) 大越慎一, 電子情報通信学会 磁気記録・情報ストレージ研究会, 大阪大学, 平成 30 年 10 月 19 日. (招待講演)

6. 関連特許(Patent)

なし

