

課題番号 : F-19-UT-0066  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 機械的大変形可能な 3D キラル THz メタマテリアル  
Program Title (English) : Mechanical Large Deformation 3D Chiral THz Metamaterial  
利用者名(日本語) : 小菅拓也, 菅哲朗  
Username (English) : T. Kosuge, T. Kan  
所属名(日本語) : 電気通信大学 情報理工学研究科  
Affiliation (English) : The University of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering,  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、Deep Reactive Ion Etching、電子線描画、フォトニクス

## 1. 概要(Summary)

THz 領域は結晶多形の解析に優れているなどの魅力的な特性をもつ波長領域であるが、動的偏光制御する素子の不足から、十分に活用できていない。近年、金とシリコンをらせん形状にパターンニングした構造に対して静電気や空気圧の様な外力を加えることで、立体的ならせん形状に変形し、THz 領域において面外変形量の増加に伴い、大きな偏光効果を示すことが報告された[1]。しかし、先行研究における変形方法では、変形方法によるらせん形状の構造の不安定性から偏光効果の大きさが制限されてしまった。本研究では、らせん構造の中心を他のウエハに対して選択的に接合し、そのウエハを上下させることで、らせん構造を機械的に持ち上げる変形方法を提案する。この変形方法では、機械的な引張による変形であるため、先行研究のような不安定性を生じることなく、安定した大変形が可能であり、大きな偏光効果が期待できる。

## 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・ウエーハ自動現像装置群
- \* 光リソグラフィ装置 MA-6
- \* 高速シリコン深掘りエッチング装置
- \* 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
- \* パリレンコーター

### 【実験方法】

高速大面積電子線描画装置及びマスク・ウエーハ自動現像装置群を用いてフォトマスクを製作した。ステルスダ

イサーで Silicon on Insulator (SOI) ウエハ(デバイス層: 3 [μm]、ボックス層: 2 [μm]、ハンドル層: 425 [μm])をダイシングした。電気通信大学のクリーンルームを利用し製作したフォトマスクをもとにデバイス層に対して表面パターンニングを行った。背面にアルミを成膜後、光リソグラフィ装置 MA-6 を用いて裏面アラインし、露光し、アルミをパターンニングした。接合するためのウエハに対してパリレンコーターを用いてパリレンの成膜を行った。電気通信大学のクリーンルームを利用して製作したフォトマスクをもとに接合部となる SU-8 をパターンニング後、パリレンが成膜されたウエハと重ね、熱と圧力を加えて接合を行った。高速シリコン深掘りエッチング装置でらせん形状の背面にあるハンドル層の Si をエッチングした。形状・膜厚・電気評価装置群で高速シリコン深掘りエッチング装置でエッチングした深さを計測した。らせん形状の背面にあるボックス層を除去した。安定した大変形が可能かを確かめるために、ステージと治具を用いて、ウエハ間の距離をはなし、顕微鏡によりその様子を観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

提案方法により、らせん形状が立体的に変形することを確認した。変形量は最大で 536 μm と先行研究の 10 倍の変形を確認した。

## 4. その他・特記事項(Others)

[1] T. Kan, *et al*, "Enantiomeric switching of chiral metamaterial for terahertz polarization modulation employing vertically deformable MEMS spirals," *Nat. Commun*, vol. 6, pp. 1-7 (2015).

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

\* 小菅拓也, 菅哲朗: 機械的変形可能な 3D キラル THz メタマテリアル, 電気学会第 36 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 浜松市, 19pm2-T-2,

19th-21th Nov 2019.

\* Takuya Kosuge, Tetsuo Kan, Kuniaki Konishi, Mizuho Matoba, Natsuki Kanda, and Makoto Kuwata-Gonokami: Mechanical Large Deformation 3D Chiral THz Metamaterial, The 33rd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2020), Vancouver, Canada, M227, 18-22 Jan. 2020.

#### 6. 関連特許(Patent)

なし。