

課題番号 : F-20-KT-0117  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 構造的媒質と高強度レーザーとの相互作用による準定常強磁場生成の検証(1)  
Program Title (English) : Generation of quasi-static magnetic field by the interaction between a high-power laser and structured medium  
利用者名(日本語) : 岸本泰明、松井隆太郎、上原直希  
Username (English) : Yasuaki Kishimoto, Ryutaro Matsui, Naoki Uehara  
所属名(日本語) : 京都大学大学院 エネルギー科学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Energy Science, Kyoto University  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、エッチング、レーザー照射

## 1. 概要(Summary)

直径サブ  $\mu\text{m}$  で長さが数十  $\mu\text{m}$  オーダのロッド群と背景ガスからなる媒質(構造的媒質)に高強度レーザーを照射することで、ロッドと背景ガスが接触する領域に無衝突プラズマ境界層が形成される。そこでのダイナミクスを通じて、無衝突衝撃波による高エネルギーイオンの生成、キロテスラ級準定常強磁場による高エネルギー粒子の閉じ込め、といった多彩な非線形現象が創出されることが理論・粒子シミュレーションにより明らかにされている。本研究では、これらの現象を解明するため、京大化研の T6 レーザー・量研関西研の高強度レーザー J-KAREN-P を照射する実験に向けて、シリコンウエハのドライエッチング技術(ボッシュプロセス)を用いて、直径がサブ  $\mu\text{m}$  オーダのケイ素の準2次元のロッド集合体を作製する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ダイシングソー、ウエハスピン洗浄装置、電子線蒸着装置、厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置、大面積超高速電子線描画装置、磁気中性線放電ドライエッチング装置、深堀りドライエッチング装置 1

### 【実験方法】

ダイシングソーによりシリコンウエハから 30mm 角に切り出したシリコン基板を用いて、ウエハスピン洗浄装置により洗浄を行った後、電子線蒸着装置を用いてクロムの蒸着を行った。厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置を用いてレジストを塗布した後、大面積超高速電子線描画装置を用いて電子線リソグラフィにより基板上にパターンを描画した。パターンは CAD により設計し、直径サブ  $\mu\text{m}$  オーダの円が  $\mu\text{m}$  オーダの等間隔で規則的に配置した。描画後、レジスト現像装置により現像を行ってパタ

ーン部分を保護し(ネガ型レジスト)、磁気中性線放電ドライエッチング装置によるクロムのエッチング、および深堀りドライエッチング装置によるエッチングを実施した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子線リソグラフィにおける dose 量に関する最適化を行い、同一の空間充填率( $\sim 0.2$ )で直径が異なる2種類のロッド集合体の描画に成功した。一方、深堀りエッチング時において、基板上に粉末状の黒い物質が付着し、エッチングは失敗した。この原因として、エッチング時の印加電圧が低いことが考えられたため、印加電圧を上げたところ、粉末状物質の発現を回避することに成功した。さらに、ダイシング時の金属片の付着を防ぐため、ダイシングソー(B19)からレーザーダイシング装置(B18)に変更した。

## 4. その他・特記事項(Others) なし

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

(1)岸本泰明、松井隆太郎、深見一弘ら レーザー学会 学術講演会第 40 回年次大会、2020 年 1 月 21 日。

(2)岸本泰明ら 日本物理学会第 75 回年次大会、2020 年 3 月 17 日。

## 6. 関連特許(Patent) なし。