

課題番号 : F-19-UT-0069  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 尖塔構造を持つエミッタアレイの作製  
Program Title (English) : Fabrication of an emitter array with a conical shape  
利用者名(日本語) : 橋郁哉<sup>1)</sup>, 鷹尾祥典<sup>2)</sup>  
Username (English) : F. Tachibana<sup>1)</sup>, Y. Takao<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学大学院理工学府, 2) 横浜国立大学大学院工学研究院  
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering Science, YNU, 2) Faculty of Engineering, YNU  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 膜加工・エッチング

## 1. 概要(Summary)

近年, 超小型衛星 (1-50 kg) の打ち上げ数が急増している. 超小型衛星に搭載でき, かつ精密な推力制御が可能な推進機の一つとして, エレクトロスプレースラスタが挙げられる.

エレクトロスプレースラスタは主に, 表面に多数のエミッタを有するエミッタチップと対向するエクストラクタ電極から構成され, それらの間に高電圧を印加してエミッタ先端部のイオン液体からイオンを放出し, 静電的に加速することで推力を得る. 精密な推力制御を行うためには, 多数のエミッタが均一な先端形状を有し, 放出されるイオンビーム電流が一様である必要がある. 本課題では, 均一な尖塔構造を有するエミッタをシリコンウエハ上に多数作製することを目的とした.

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置

高速シリコン深掘りエッチング装置

### 【実験方法】

シリコンウエハ表面に AZ P4620 レジストを膜厚 7  $\mu\text{m}$  で塗布し, レーザー直接描画装置を利用してフォトリソグラフィを行った. 続いて, 高速シリコン深掘りエッチング装置を利用して等方性エッチングを行うことでエミッタ先端部の円錐形状を作製する. ここで, 等方性エッチングの条件は, SF<sub>6</sub> 流量: 600 sccm, O<sub>2</sub> 流量: 15 sccm, APC1 pressure: 30 Pa, Bias power: 0 W, ICP: 2600 W である. さらに, Bosch プロセスによる異方性エッチングを行う. 最後に, レジストを剥離し, 再度等方性エッチングを行い, エミッタ先端部分を鋭利に形成した.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製したエミッタの SEM 画像を示す. レジスト剥離後に等方性エッチングを行ったため, エミッタ先端部分が均一に作製されていることがわかる.

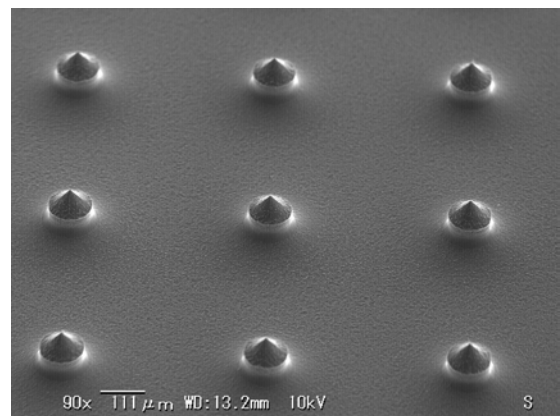


Fig. 1 SEM image of an emitter array on a Si wafer ( $\times 90$ ).

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 京都大学工学研究科マイクロエンジニアリング専攻 土屋智由 教授

・科研費 JP18H01623 および JAXA 研究開発部門

・東京大学武田先端知スーパークリーンルームのエリック・ルブラッスール様を始め技術スタッフの皆様に大変お世話になりました. ここに記し, 感謝申し上げます.

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

(1) 橋郁哉, 土屋智由, 鷹尾祥典, 第 63 回宇宙科学技術連合講演会, 徳島, 2019 年 11 月 7 日, P14 (JSASS-2019-4788).

## 6. 関連特許(Patent)

なし.