

課題番号 : F-18-KT-0137  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 3D-MEMS 加工技術を利用したマイクロ宇宙推進機の抜本的な推進効率の向上  
Program Title(English) : Significant enhancement of micro space propulsion efficiency using 3D-MEMS fabrication techniques  
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) 横浜国立大学理工学部, 2) 横浜国立大学大学院工学研究院  
Affiliation(English) : 1) College 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)

2013 年以降, 超小型衛星 (1-50 kg) の打ち上げ数が急増している. また, 衛星コンステレーションを始めとする, 衛星間の精密な位置制御が必要なミッションを超小型衛星で行う計画もあり, その際に必須な小型推進機の需要が高まっている. 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ーが挙げられる.

エレクトロスプレースラスターは主に, 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, 印加電圧を変化させて安定したイオン引き出しを実現することが重要である.

本課題では安定したイオン電流を再現性良く取得することができるエミッタ作製を目的とし, 最適なエミッタ作製条件の検討を行った.

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置, 深堀りドライエッチング装置, 3D 測定レーザー顕微鏡

### 【実験方法】

レーザー直接描画装置を利用してパターンを描画したフォトマスクを用いて, シリコンウエハ表面に塗布したフォトリソグラフィを行った. このレジストをマスクとして, 深堀りドライ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し, 続いて Bosch プロセスによる異方性エッチングを行い, エミッタを完成させる.

## 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. エミッタ先端部分の径が数 $\mu\text{m}$  程度になるように, 深堀りドライエッチング装置を用いた等方性エッチングの時間を調整した. エミッタの詳細な寸法を調べるため, 3D 測定レーザー顕微鏡を利用した. その結果, エミッタの高さは 180  $\mu\text{m}$ , Bosch プロセスによる異方性エッチングで作製した円柱部分の高さは 133  $\mu\text{m}$ , 直径は 90  $\mu\text{m}$  であることを確認することができた.

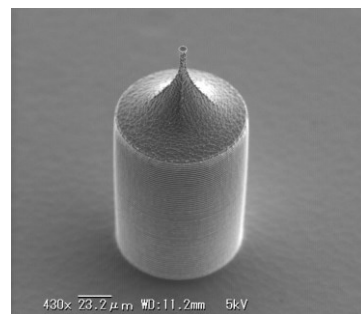


Fig. 1 SEM image of an emitter fabricated on the Si wafer ( $\times 430$ ).

## 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 准教授  
・京大ナノハブ拠点の瀬戸弘之様, 永松奈津子様, 高橋英樹様を始め技術スタッフの皆様にご多大のお世話になりました. ここに記し, 深く感謝申し上げます.

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

なし.

## 6. 関連特許(Patent)

なし.