

課題番号 : F-20-UT-0004
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と引き出し電極の作製
Program Title (English) : Fabrication of an emitter array with a conical shape and extractor
利用者名(日本語) : 橋郁哉¹⁾, 森田寛之²⁾, 鷹尾祥典³⁾
Username (English) : F. Tachibana¹⁾, H. Morita²⁾, Y. Takao³⁾
所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学大学院理工学府, 2) 同理工学部, 3) 同大学院工学研究院
Affiliation (English) : 1) Grad. School Eng. Sci., YNU, 2) College Eng. Sci., YNU, 3) Fac. of Eng., 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, エレクトロスプレーサスタ, イオン液体

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. 超小型衛星に搭載可能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サスタが挙げられる. この推進機は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る. エミッタ・エクストラクタ電極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, 多数のエミッタが均一な先端形状を有し, 一様に作動することが重要である. 本研究では, 均一な先端形状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. さらに, エミッタ先端部へのイオン液体流量を向上させるため, エミッタ側面に溝を設けた構造を作製した.

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】

レーザー直接描画装置を利用し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. 等方性エッチングレートはウエハ内の位置によって異なるため, エッチングレートに合わせて予めマスク径を調節することで, 等方性エッチング後に残るエミッタ先端径が均一になる. 続いて Bosch プロセスによる異方性エッチングを行う. レジストを剥離し, 最後にもう一度等方性エッチングを行い, エミッタ先端部の鋭利な形状を形成する. また, レジスト側面に溝を設ける構造は, マスク形状を円形から星形に変更することで実現した.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a) に作製したエミッタの SEM 画像を示す. エミッタ先端形状が均一に形成されていることがわかる. Fig. 1(b) に溝を設けたエミッタ作製に使用した星形のマスク形状を, Fig. 1(c) にこのエミッタの SEM 画像を示す.

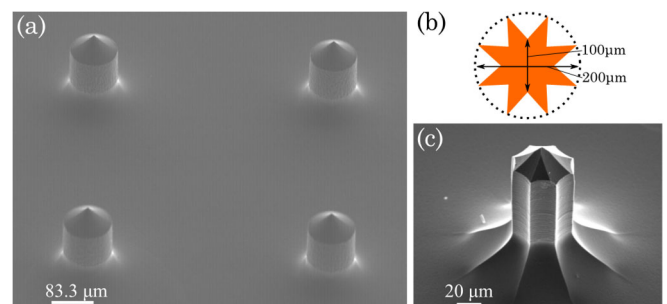


Fig. 1 (a) SEM image of uniform emitter array on the Si wafer ($\times 120$). (b) Schematic of the mask used for the emitter with grooves. (c) SEM image of the emitter with grooves ($\times 500$).

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

・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、技術スタッフの皆様に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) F. Tachibana, T. Tsuchiya, and Y. Takao, 33rd MNC, Nov. 9–12 (2020).

(2) F. Tachibana, T. Tsuchiya, and Y. Takao, Jpn. J. Appl. Phys., submitted.

6. 関連特許(Patent)

なし。