

磁場支援型プラズマエッチング装置によるフッ素樹脂 微細加工技術の開発

機械システム課 鍋澤浩文 立山マシン(株) 人母岳

1. 緒言

フッ素樹脂は、耐薬品性や撥水性、摩擦特性の点で優れた特性を持つため、微細加工が可能になれば、MEMSやマイクロリアクターの新しい基材としての活用が期待できる。特に、フッ素樹脂の中でも最も優れた特性を持つ完全フッ素化樹脂 (PTFE) を微細加工できれば、応用範囲が格段に広がることが予想される。しかし、PTFEは熱可塑性の特性を持たないため、射出成形やエンボシングなど、型を用いる加工法を適用することはできない。一方、機械加工¹⁾やFIB²⁾、放射光³⁾等、既報によるPTFEの微細加工事例では、加工精度や、加工面積、汎用性において課題が残っている。そこで、本研究では昨年度の研究結果をもとに、プラズマエッチングによるPTFEプレート上の微細構造形成を試みた。

2. 実験方法

2.1 加工表面粗さのプロセス圧力依存性

微細構造形成に先立ち、プロセス圧力の最適化について検討した。アセトンで超音波洗浄したPTFE基板(25mm角、厚さ1mm、表面粗さRa 200nm、融点327°C)を用い、プロセス圧力が表面粗さに及ぼす影響について調査した。エッチング条件は、RF電力を50W、冷媒温度を0°C、エッチング時間を25分で固定し、プロセス圧力を0.1Paから2.0Paまで変化させたときの加工表面粗さを測定した。

2.2 PTFE 基板上の微細構造形成

基板は2.1と同じものを用い、エッチングマスクの材料には、昨年度の実験結果から最もエッチング選択比の高いチタンを採用した。真空蒸着でチタンを100nm成膜した後、ポジ型フォトリソ AZP1350 (AZエレクトロニックマテリアルズ) を0.5 μm の厚さでコーティングした。5 μm から200 μm までのラインアンドスペースパターンが形成されているフォトリソマスクを用いて紫外線リソグラフィを行い、レジストのパターニングを行った。露出したチタンの除去は、溶液によるエッチングを用いた場合、剥離やクラックが発生するため、四フッ化炭素(CF₄)プラズマによるドライエッチングを用いた。エッチング条件は、プロセス圧力を0.1Pa、RF電力を50W、冷媒温度を0°C、エッチング時間を8分に設定した。PTFEのエッチングは、プロセス圧力を0.1Pa、加工時間を25分に設

定し、それ以外の条件は2.1節と同条件を用いた。

3. 実験結果および考察

3.1 表面粗さのプロセス圧力依存性

加工圧力が0.1Paから1.0Paまでは、Ra 200nm程度であり、処理前のPTFE基板とほとんど変化は見られなかった。一方、1.5Paと2.0Paでは、Raが300nm以上の粗面になり、微細構造形成には不適であることを確認した。

3.2 PTFE 基板上の微細構造形成

Fig. 1に5 μm のラインアンドスペースパターンを示す。微細構造の高さは12.5 μm であり、アスペクト比は2.5であった。側壁角度は90°であり、矩形性に優れた加工プロファイルが得られた。加工表面粗さは、3.1節で検討したプロセス圧力を採用したため、未処理基材と同程度の平滑さを維持することができた。

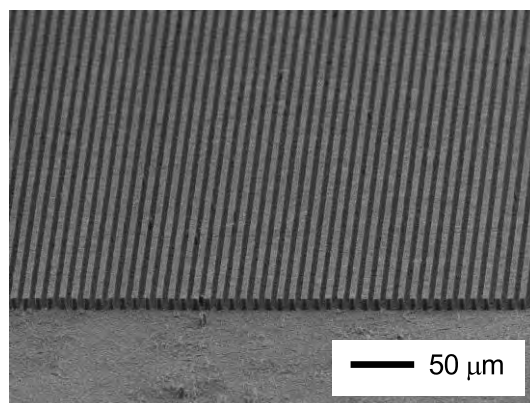


Fig. 1 Microstructure formation on bulk PTFE plate.

4. 結言

PTFEプレート上にチタンのエッチングマスクを形成し、加工圧力を最適化することによりミクロンオーダーの微細構造を形成することができた。今後、マスク材料やマスク形成法を改善し、より精密で高アスペクト比の微細構造形成について取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 平晋一郎, 吉岡正人, 砥粒加工学会誌, **51**, 2007, p. 41.
- 2) 鷲尾方一, 理工総研報告, **A 18**, 2010, p. 1/3.
- 3) M. Kishihara et al., *Microsyst. Technol.*, **14**, 2008, p.1417.