

チタンプレートのドライエッチングに関する基礎的研究

機械システム課 鍋澤浩文 立山マシン(株) 人母岳

1. 緒言

チタンは、軽量で耐蝕性に優れた生体適合材料であることから医療用器具に用いられている。また、弾性や靱性に優れることから、シリコンに代わる新しい MEMS 材料としても注目を集めている。しかし、レーザ加工や電解研磨等、既報の加工事例では数十ミクロン程度の加工寸法が限界であり、加工速度も遅い。一方、ドライエッチングは、シリコンの深掘加工技術が開発されて以降、石英や樹脂など加工対象を増やししながら、MEMS の基盤技術としての地位を確立している。そこで本研究では、ドライエッチングによるチタンの微細加工を試み、マスク形成法の検討と基本的なエッチング特性についての調査を行った。

2. 実験方法

エッチング基材は、厚さ 1mm、表面粗さ (Ra 0.6 μ m) の純チタン (TP340C) を採用した。加工装置は、低プロセス圧力条件でもプラズマ放電を維持できる磁場支援型反応性イオンエッチング装置を用いた。エッチングガスについては、チタン化合物の揮発性を考えた場合、塩素系のガスが望ましいが、真空チャンバーや排気ポンプの汚染を考慮して、フッ素系の SF₆ を採用した。エッチングマスクについては、揮発性物質を生成する化学的作用を期待できないことから、物理的エッチングに耐性のあるニッケルの電鍍マスクを用いることにした。エッチング試料の作製フローは以下の通りである。まず、電気めっきの下地層として、表面粗さを考慮し Au/Cr 膜を 60nm 形成する。次に、厚膜フォトリソレジスト PMER P-LA900 PM (東京応化工業(株)) を、厚さ 12 μ m コーティングする。このレジスト膜を紫外線リソグラフィにより、パターンニングし、その後で酸素プラズマによるレジスト残渣の除去を行う。この試料にニッケルの電気めっきを行い、Au/Cr 膜の露出した領域のみニッケルの厚膜を形成する。めっき後は、酸素プラズマによりレジストの除去を行う。チタンのエッチング条件は、SF₆ 流量を 10sccm、プロセス圧力を 0.3Pa、冷媒温度を 0 $^{\circ}$ C、エッチング時間を 2 時間に設定した。エッチング後は、ニッケルマスク及び Au, Cr を専用のエッチング液で除去した。エッチング特性の評価は、エッチング前後の段差測定から、エッチング速さと選択比を計算し、SEM 観察と表面段差計により、加工形状と加工表面粗さの評価を行った。

3. 実験結果および考察

Fig. 1 は、加工したチタンの加工プロファイルを示す。微細構造のエッチング高さは 9.6 μ m で、側壁角度は、約 70 $^{\circ}$ であった。エッチング速さは、80nm/min であり、石英やアクリルに比較してかなり低いことがわかった。順テーパ形状は、被エッチング物質が側壁に付着する物理エッチング特有の現象であるが、改善するためには、チタンのフッ化物を揮発させる工夫が必要である。試料を高温にする仕組みを装置に設ければ、エッチング速さの向上も期待されるため、今後検討していく予定である。加工表面粗さは、基材と変わらない Ra 0.6 μ m ~0.7 μ m であり、表面粗さについては、表面研磨を施した基材を用いれば、平滑な加工面が得られるものと考えられる。ニッケルマスクとのエッチング選択比は約 4 であり、精密な加工を行うためには、選択比を更に向上させる必要がある。そのためには、ニッケル電鍍マスクの形成法、具体的にはめっき液の成分や配合、めっき液への給電方法について検討していく必要がある。

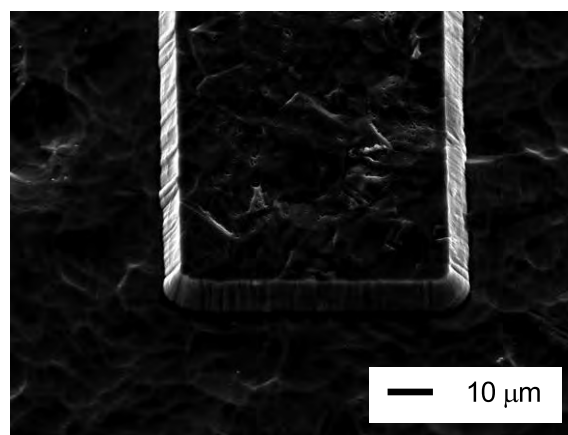


Fig. 1 Etch profile of titanium plate.

4. 結言

チタンのマスク形成法及びエッチング特性について基本的な評価を行った。基本的な加工データを得ることができたが、チタンを精密に加工するために、装置の構成やマスク形成法を含め、更なる改善を行っていく予定である。

謝 辞

終わりに、本研究推進にあたり数多くご指導を頂いた新潟大学 安部教授に深く感謝致します。