

バイオ・医療分野に向けたマイクロデバイス製造のためのチタンの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 新潟大学 安倍 隆
富山高等専門学校 浅地豊久 (株)リッチェル 城木正博

1. 緒言

チタンは高靱性、高耐食性、生体適合性などの優れた特性を持ち、マイクロデバイスの用途を飛躍的に広げる可能性がある。しかし、従来のチタン加工法であるレーザーや切削加工では、加工形状の自由度や精度、加工面の平滑性などの点で課題が多く、マイクロデバイス用途の微細加工には不十分である。そこで、本研究においては、反応性イオンエッチングによるチタンの微細加工技術について検討し、得られた加工条件を用いてマイクロスタンプやマイクロニードルへの応用を試みた。

2. 実験方法

2.1 チタンの微細加工

25 mm 角、厚さ 1 mm の純チタン上に、厚さ 7 μm のニッケルめっきを行い、酸素プラズマでレジスト除去したものをエッチング試料とした。この試料を、研究グループで開発した卓上型エッチング装置に取り付け、 SF_6 プラズマによるエッチング特性を調査した。エッチング圧力と高周波電力を変えながら、エッチング速さと表面粗度について調査を行った。

2.2 マイクロスタンプの製作

前述の卓上型エッチング装置より試料ステージサイズの大い磁場支援型エッチング装置を用いて、マイクロスタンプを製作した。64 \times 31 \times 1 mm の純チタン [TP340C] 上に、幅 20 μm から 500 μm のマイクロ流路パターンを持つニッケルマスクを形成し、卓上装置における実験条件結果を参考に深堀加工を行った。

2.3 流体チップの成形試験とマイクロニードルの試作

上記マイクロスタンプを用いて、2種類の樹脂（ポリカーボネート、マイクロレシコ R50S）による成形実験を行った。また、厚さ 20 μm のチタン箔の貫通加工を行いチタン製マイクロニードルの試作を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 チタンの微細加工

高周波電力を 50 W 一定とし、加工圧力を 0.3 Pa, 0.5 Pa, 0.7 Pa の 3 条件で加工したところ、エッチング速さと表面粗度に大きな変化は見られなかった。しかし、SEM 観察では 0.7 Pa のサンプルでヒゲ状の突起が前面に現れ、マ

イクロマスクによるものと考えられた。次にプロセス圧力を一定 (0.3 Pa) とし、高周波電力を 30 W, 50 W, 70 W の 3 条件で加工したところ、エッチング速さと表面粗度がともに電力に比例して変化することを見出した。また、30 W のときに表面粗度 55.4 nm (Ra)、70 W のときにエッチング速さ 0.51 $\mu\text{m}/\text{min}$ が得られ、高周波電力を制御することにより目標とする表面粗度、エッチング速さを達成した。

3.2 マイクロスタンプの製作

プロセスガス圧 0.5 Pa, 高周波電力 60 W, 加工時間 5 時間の条件でエッチング加工を行ったところ、加工深さ 47 μm , 表面粗度 100~200 nm (Ra) のマイクロスタンプが得られた。図 1 にスタンプの外観を示す。側壁角度はほぼ垂直であった。

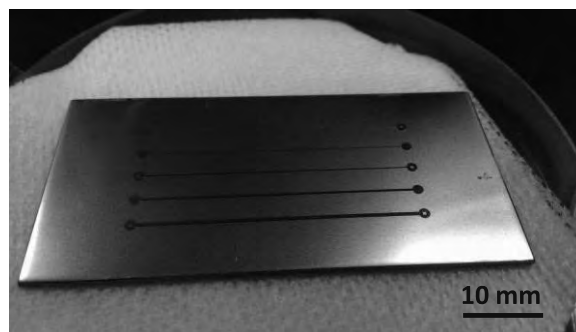


図 1 マイクロスタンプの外観写真

3.3 流体チップの成形実験とマイクロニードルの試作

2種類の樹脂を用いて成形実験を行ったところ、いずれの樹脂においても、スタンプ寸法通りに成形されていることを確認した。また、マイクロニードルについても、一枚のチタン箔から幅 50, 70, 100 μm のニードルを同時に加工し、少量多品種に適していることを示すことができた。

4. 結言

チタンを微細加工するためのマスク形成法、およびエッチング特性について基本的なデータを取得し、デバイス応用の可能性を示すことができた。今後は加工面粗度や加工面内分布を改善してエッチング装置の完成度を高めると同時に、チタン製スタンプ、マイクロニードルの実用化に向けた研究開発を進めていく予定である。