

磁場支援型ドライエッチング装置の開発および 非半導体材料の微細加工技術への応用

加工技術課 鍋澤浩文*1 立山マシン株式会社 人母岳, 五十嵐健隆

1. 緒言

近年、マイクロ流体チップを用いた細胞の分離・分析が多く試みられている。細胞を取り扱う場合、用いる試薬が水性溶媒であるため、耐薬品性よりも光学的透明性を考慮して、PDMS やアクリルが多く用いられている。一方、バイオ用途以外の化学分析・合成を行う場合、流体チップの材質は耐薬品性や耐熱性に優れたものが望ましい。フッ素樹脂基板は、これらの特性に優れているにも関わらず、ホットエンボッシングでの加工事例があるだけで、精密な微細構造を有するフッ素樹脂基板の流体チップは開発されていない。そこで、本研究では流路内に微細構造を有するフッ素樹脂マイクロ流体チップの実現を目指し、ドライエッチングを用いたフッ素樹脂の微細加工特性について調査した。

2. 実験方法

2.1 使用材料とエッチング条件

フッ素樹脂基板として、25 mm 角、厚さ 1 mm の PTFE と PFA 基板を用いた。アセトンと純水で超音波洗浄を行い、エッチング試料に供した。フッ素樹脂基板は、直径 70 mm の試料ホルダーに貼り付け、このホルダーを磁場支援型ドライエッチング装置の試料ステージに取り付けた。エッチング加工は、純酸素プラズマ（ガス流量レート 10 cm³/min）で行い、ステージ冷媒温度 0°C、RF 電力 50 W の条件下で行った。

2.2 試験方法

2.2.1 エッチング速さの圧力依存性

エッチング圧力を 0.1 Pa から 2.0 Pa の間で変化させ、各圧力条件下におけるエッチング速さと表面粗さを測定した。エッチングマスクとして、カプトンテープ（7 mm × 10 mm）を用い、エッチング処理後にカプトンテープを外した後の段差からエッチング速さを求めた。

2.2.2 エッチングマスクの検討

チタンとアルミ、酸化シリコンを成膜した PTFE 基板を準備し、これら材料の酸素プラズマへの耐性を調査した。チタンとアルミは真空蒸着で、酸化シリコンは電子ビーム蒸着で各 100 nm 成膜した。エッチング圧力を変化させたときのエッチング速さを調査した。

3. 実験結果および考察

3.1 エッチング速さの圧力依存性

Fig. 1 は、エッチング速さおよび自己バイアス電圧のプロセス圧力依存性を示している。プロセス圧力の増加とともにエッチング速さが増加している。また、セルフバイアス電圧とエッチング速さに強い相関が見られることから、フッ素樹脂のドライエッチングは、プラズマ中のイオン衝撃に強い影響を受けていることが示唆される。

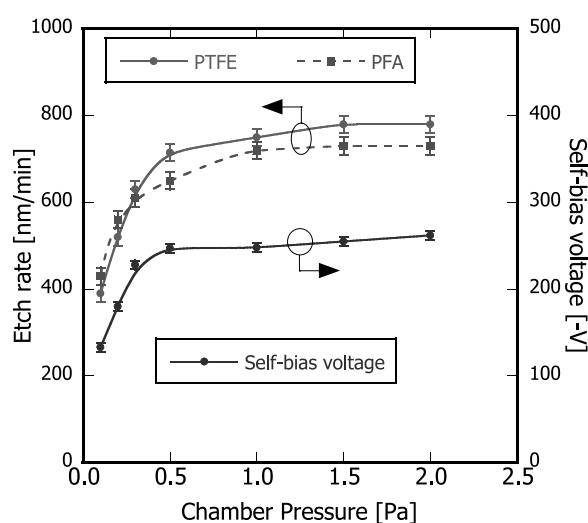


Fig. 1 Etch rates of bulk PTFE and PFA plates as a function of chamber pressure for oxygen gas plasma.

3.2 エッチングマスクの検討

チタンとアルミ、酸化シリコンのエッチング速さを調査、比較したところ、あらゆる圧力条件下でチタンのエッチング速さが低く、最大値を示した 2.0 Pa の圧力条件下でも 5 nm/min 以下であった。チタンは、フッ素含有ガスプラズマを用いると容易にドライエッチングが可能であること（ウェットエッチングを用いないので、基板からのチタン膜剥離を防ぐことができる）、通常のポジ型フォトリソとエッチング選択比が優れていることから、フッ素樹脂微細加工のエッチングマスクに適していると考えられる。

4. 結言

フッ素樹脂基板による微細構造を有するマイクロ流体チップを目標に、フッ素樹脂基板の微細加工特性を調査し、平滑加工面が得られる条件、マスクに適した材料等を見出すことができた。

*1 現 機械電子研究所・機械システム課