

流体チップ形成用マイクロモールド製作技術の開発

機械システム課 鍋澤浩文*1 立山マシン株式会社 人母岳

1. 緒言

流体チップは DNA や細胞の高スループット分析ツールとして発展し、近年では医療診断に用いることが期待されている。しかし、このような用途ではチップを量産するだけでなく、複雑な流体制御を行うために流路基板の積層化が求められている。一方、射出成形は樹脂部品の量産に適しているが、射出圧や型締め等、モールドに大きな外力が加わることから、従来からのシリコンやニッケル電鍍モールドでは高アスペクト比の微細構造や貫通孔の形成が困難であった。このような背景から、本研究ではチタンプレートに直接加工した流体チップ用マイクロモールドを製作し、流体チップ用射出成形モールドとして用いたときの適応性について検討した。

2. 実験方法

2.1 チタンプレートのプラズマエッチング特性評価

25 mm 角、厚さ 1.1 mm の 64 チタン (Ra: 約 20 nm) について、SF₆ プラズマに対するエッチング特性評価を行った。プロセス圧力をパラメータに、エッチング速度、表面粗さ及び表面元素組成を測定し、平滑加工に必要な条件について考察した。

2.2 マイクロモールドの製作

2.1 の条件で平滑に加工できる条件を用い、50 mm 角、厚さ 1.1 mm の 64 チタン上に流路パターンを形成した。流路パターンは 4 種類で、流路幅は 50~500 μm 、流路高さは 10 μm の加工を行った。流路の両端には貫通孔形成用のピンを突き当てるために直径 2 mm のパターンを形成した。また、貫通孔を形成する入れ子型は、流路モールドと同じ 50 mm 角の 64 チタンに $\phi 0.5\sim 2.0$ mm のストレートまたはテーパ付の金属ピンを計 8 本立てた。

2.3 流体チップの射出成形

2.2 で製作したマイクロモールドを用い流路基板の射出成形を行った。樹脂は、マイクロレシコ (㈱リッチェル製) を用いた。成形した樹脂基板の表面粗さ、貫通孔形成を含めた転写性、及び射出成形を終えた後のマイクロモールドの欠損や変形の有無についても評価した。さらに、同樹脂で製作した蓋を用いてマイクロ流体チップを完成させた後エタノールを導入し、6 日目まで放置したときの漏れや滲みなどについて評価した。

3. 実験結果および考察

3.1 チタンプレートのプラズマエッチング特性評価

RF 電力を 50 W、ステージ温度を 0°C、エッチング時間を 30 分で一定とし、プロセス圧力を 0.1~1.5 Pa に変化させたときの表面粗さ (Ra) を測定したところ、30~50 nm の範囲にあり、圧力に依らず鏡面加工できることを見出した。これは純チタンプレートでは見られない傾向であり、結晶粒界や表面温度に起因しているものと考えられるが、詳細なメカニズムについては今後解明していく予定である。エッチング速度も圧力に依らず約 100 nm/min 程度であった。表面組成については、未処理基板に比較してガスの構成元素であるフッ素の濃度が増加する以外、主成分である Ti や V、Al に大きな変化は見られなかった。

3.2 マイクロモールドの製作及び流体チップの射出成形

2 時間のエッチング加工によりモールドを製作したところ、表面粗さ (Ra) は約 30 nm で鏡面であった。このモールドを用いて射出成形したところ、全てのサイズの貫通孔を形成することができた。成形後のモールドは変形や欠損など見られず、シリコンやニッケルモールドに対して優位性を示すことができた。Fig. 1 にエタノールを導入して 6 日後のマイクロ流体チップを示す。液の滲みや漏れは見られず、モールドの表面粗さが実用上問題ないことを明らかにした。

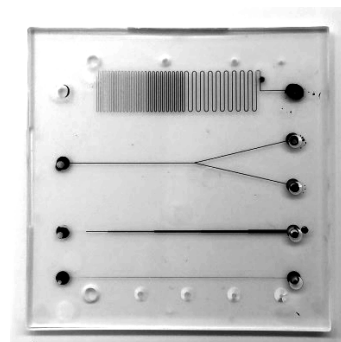


Fig.1 A microfluidic chip after introducing ethanol

4. 結言

表面粗さ、機械強度等の観点から、チタン製モールドがシリコンやニッケル電鍍モールドに対して優位であることを示した。

謝辞

終わりに、本研究推進にあたりご指導を頂いた新潟大学 安倍教授に深く感謝致します。

*1 現 企画情報課