

バイオ・医療用3次元マイクロナイフの開発に関する研究 —精密電鋳について—

材料科 材料スタッフ 高木 誠 増井裕久 鈴木一之*
有限会社コマーシャルリソース 山田善博

Development of 3D-Micro-Knives for Biotechnology and Medical Sciences - Fine Micro Plate Forming -

Makoto Takagi, Hirohisa Masui, Kazuyuki Suzuki *
and Yoshihiro Yamada

1. はじめに

マイクロマシン(MEMS)技術は、一般的な加工技術として広く利用されるものになっている。今後も産業全般、中でも医療・バイオ系には大きく利用拡大されることが期待されていることから、フォトリソグラフィ技術を用いたシリコンの微細加工に関する研究を進めてきた。しかし、シリコンには耐久性の点で問題があり、医療・バイオなどへの応用にはシリコン以外の材料の利用も必要である。そこで本研究ではニッケルなどの他の金属を用いてバイオ・医療分野向けのマイクロナイフの成形に取り組んだ。

2. 実験方法

2.1 電鋳母型への導電性付与方法の検討

本研究ではグレースケールリソグラフィ技術により作製する三次元形状のポリジメチルシロキサン(PDMS)樹脂を母型とした金属成型を行った。PDMSは転写性に優れ、離型性が良好である。母型はグレースケールリソグラフィ技術によって厚塗りレジストを三次元状に加工し、レジスト型にPDMSを流し込み、硬化後利用した。PDMSによる転写は容易なために母型を損なっても交換が容易である。一方で、PDMSは撥水性が高く、非導電性で電鋳に適さない。また樹脂めっきの前処理で一般的なスズ-パラジウム処理や銀鏡反応による導電性の付与がPDMSには適用できなかった。樹脂めっきでは密着性を上げるために表面をマイクロ状態が荒らす処理などを行い、親水性

や導電性を付加するが、PDMSに行った場合、表面が荒れたり、母型から電鋳品を取り外せない、などの影響が出る。MEMS研究では、スパッタにより導電性膜を母型に付けたり、下地金属を母型中に埋め込むなどしているが、間隙内壁に導電性膜を付けられなかったり、電流が流れる部位と流れない部位が出来るために不均一な金属析出となる、などの問題があり複雑な形状に対応出来ない。そこで本研究では、PDMSに導電性と親水性を付与する別の方法について検討した。

当初、PDMSに導電性フィラーを分散させ、母型全体に導電性を付加する方法について検討したが、亜鉛粉末やカーボン粉末などのフィラーは、PDMSの転写性を損なう量まで加えなければ導電性が付加できなかった。そこで、導電性フィラーをPDMSに分散させずに樹脂表面に付着させ導電性を確保する手法を試みたところ、PDMS表面に導電性が生じた。ただし、PDMS表面に粉末を付けるだけでは細い間隙内壁に導電性を付加する事が出来ないため、カーボン粉末を懸濁した液体を塗布して導電性を得る事とした。カーボン粉末は水系溶媒には分散しにくい。一方、非水系溶媒はPDMS表面形状を損なう可能性が高い。そこで水に分散剤を添加しカーボン粉末を分散させ、さらに界面活性剤を加えて導電処理剤とした。カーボン粉末、分散剤、水の比率は、1:1:100(重量比)である。界面活性剤は添加量を決めていない。母型全体に充分行き渡るよう導電処理剤を塗布した後、乾燥させてPDMS表面に導電性膜を形成した。導電性

*) 現 浜松工業技術支援センター

膜の任意の二点間で数十 kΩ の抵抗値まで塗布した後に電鍍を行った。

3. 結果

カーボン導電性膜を付与した PDMS 母型への電鍍はスルファミン酸ニッケル浴を利用し、電圧制御により電鍍を行った。100cm²あたり 1~2A の電流で電解すると、カーボン導電性膜では形状が不安定になったが、印加電圧 0.6~0.7V で平滑性の良好な電鍍となる。電流波形は矩形状で、正方向の 100 分の 1 秒だけ逆電流を流した。

三次元形状に作られた PDMS 母型へ電鍍を行った結果が図 1、2 である。

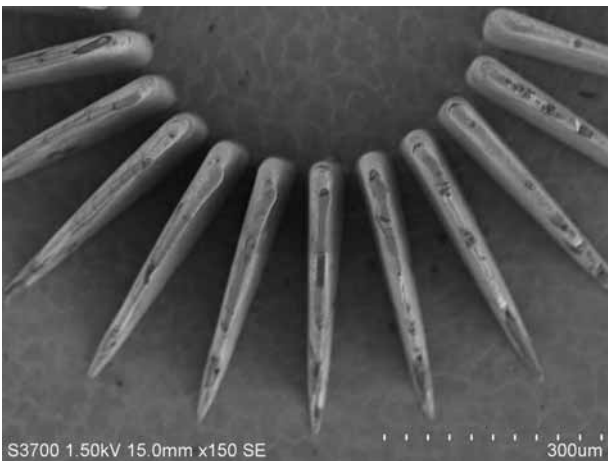


図 1. 羽根状電鍍品

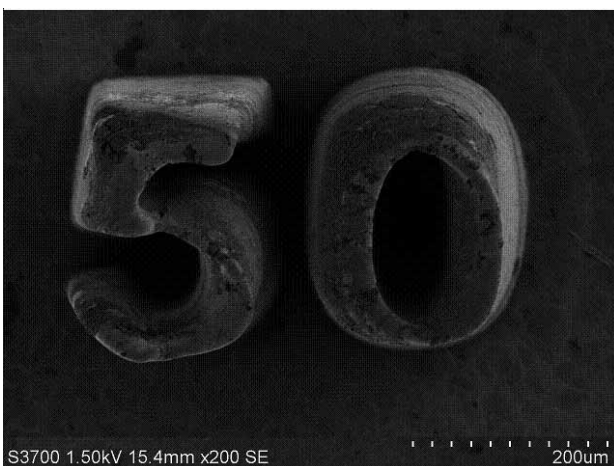


図 2. 数字状電鍍品

図 1 は羽根状のパターンに対して、図 2 は数字の形状に対して電鍍した結果である。どちらも数 10 μm 形状のパターンが転写されている事がわかる。どちらの成形品の表面も黒色でニッケルの金属光沢に

は乏しい。

4. 考察

実験の結果、数 10 μm 幅のパターンが転写されている事から、PDMS 母型の細かい間隙内壁にもニッケルが析出していることが判る。転写されるパターンのアスペクト比は 10 程度である。

電鍍品は母型からの離型性が良好で母型表面にはカーボン膜は残留しない。この事から電鍍は母型表面のカーボン粒子を取り込むと考えられる。従って、電鍍品表面が金属光沢に乏しく黒色なのは、表面にカーボン粒子を含むためと考えられる。

カーボン導電性膜利用のニッケル電鍍は簡便で転写性に優れるが、表面にカーボン粒子を含有する。カーボン粒子は強固に取り込まれており、加熱処理によっても取り除けない。従って、PDMS 表面に設ける導電性膜として

- ・透明性導電材料
- ・高導電性で薄くても電鍍を可能な材料
- ・後処理により除去できる材料

の利用も考えられた。そこで今後もニッケル以外の金属の電鍍も含め、幅広く実用化に向けた研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 入門新めっき技術 斎藤 圃、本間 英夫、山下 嗣人、小岩 一郎 共著 工業調査会