

マイクロ金属構造体形成に関する研究

北 垣 寛^{*1} 宮 内 宏 哉^{*2}
松 本 賢 治^{*3} 中 村 知 彦^{*4}
廣 田 敦 司^{*5} 北 田 良 二^{*5}

【要 旨】

マイクロマシニング：MEMS技術の一つであるUV-LIGAプロセスについて、加工条件等を検討した結果、幅50 μm、高さ50 μmの微細金属構造体を試作することができた。

1 緒 言

パソコン・携帯電話等 電子機器の小型・高機能化に伴い、これらの構成部品はますます微細化している。このような微細部品のうち金属製品を形成する方法として従来は機械工具による精密加工法が用いられてきた。しかし、これら機械的加工法のみによるマイクロサイズの立体形状加工には限界がある。従来、電子部品用金型の製造方法は、放電加工、切削加工が主流であったが、超精密金型においては不適であり、新たな製造方法が求められている。

本報では、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) のひとつであるUV-LIGAプロセスを金型製造に応用することを目的として、マイクロリアクタや液晶表示用リフレクタとして有用な加工サイズである幅50 μm、高さ50 μmのニッケルめっきによる微細構造体の加工条件を検討し試作を行ったので報告する。

*1 研究開発課 主任

*2 技術支援課 技 師

*3 研究開発課 主任研究員

(現 京都府織物・機械金属振興センター)

*4 研究開発課 主 査

*5 TOWA株式会社

なお、UV-LIGAプロセスとは、LIGAプロセス¹⁾の露光工程において光源としてX線の代わりにUV光を用いる方法である。近年、優れたUV反応樹脂が開発されたことに伴い、LIGAプロセスに準じた加工精度が達成されるようになっている。²⁾

2 実験方法

UV-LIGAプロセスの概要を 図1 に示す。

4 インチのシリコンウエハに導電層を蒸着後、スピンドコートにより厚膜レジストを塗布し乾燥。

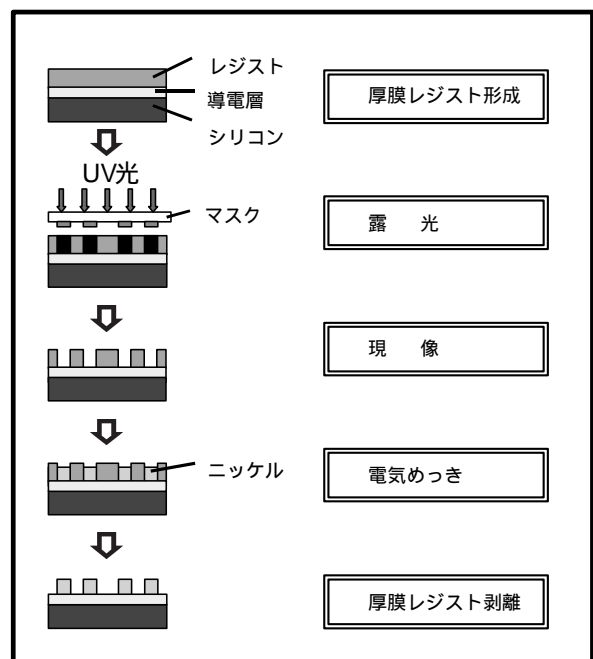


図1 UV-LIGAプロセスの概要

ガラスマスクによる微細パターンをUV露光装置により転写。

UVが照射されなかった部分を現像液により除去。スルファミン酸ニッケルめっき浴によりニッケル構造体を形成。

剥離液により、厚膜レジストを剥離。

3 実験結果及び考察

3.1 厚膜レジスト形成

真空蒸着装置により、後工程でめっきを施すためのクロム及びニッケルによる導電層を形成し、厚膜レジストをスピコート(ミカサ製：1H-D7)で塗布した後、オープンによりベーク(レジスト乾燥)を行った。厚膜レジストはJSR製THB-151を用いた。形成するレジスト厚さはスピコートの回転数で制御するが、本実験ではレジスト厚さを50 μm とする条件であるスピコート回転数1200rpm(レジスト温度：22度)を用いた³⁾。ベ

ーク条件については、ベーク温度を100 ~ 150、ベーク時間を5分~15分として、各条件におけるレジスト形成後の露光・現像による加工性を検討した結果、115 で10分の条件が最も良好であった。

3.2 露光

露光器はミカサ製：MA-20型を用いた。基板とマスクは完全に密着させるコンタクト露光法を用いた。単位時間当たりの露光量は18mW/cm²sとした。厚さ50 μm のレジストに直径30 μm の微細穴を加工した際、露光時間とレジスト加工状態を顕微鏡により観察した結果を表1に示す。

実験の結果、露光時間30秒の時が最も良好に現像できた。露光時間が短く露光不足になると、微細穴の底部が広がった。一方、露光時間を長くすると露光過多になり、底部が狭くなった。

表1 露光時間とレジスト加工状態

露光時間	全体の様子	結果	顕微鏡観察象
10秒	露光不足 (右写真)	×	 <p>露光量が少ないため底部が広がっている。</p>
20秒	露光不足	×	
25秒	やや露光過多		 <p>露光量が適量で基板に対して垂直にレジストが彫られている。</p>
30秒	良好 (右写真)		
60秒	やや露光過多		 <p>露光量が多すぎたため、底部が狭くなっている。</p>
120秒	露光過多 (右写真)	×	

3.3 現像

現像時間とレジスト加工状態を顕微鏡により観察した結果を表2に示す。現像時間は180秒の時が最も良好に現像できた。現像時間150秒では現像不足となり、30 μm のライン&スペースに現像液が入りこまずに現像できなかった。現像時間が210秒以上になると、硬化したレジストまで溶けてしまった。なお、現像方法は、現像液（JSR株式会社：THB-S1）を電動噴霧器で吹き付ける方法で行った。

3.4 電気めっき

めっき液は、スルファミン酸ニッケル液とした。めっき浴の組成及び析出条件は表3に示す。め

表2 現像時間とレジスト加工状態

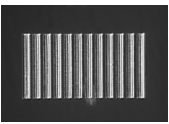
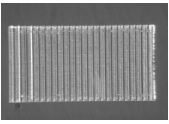
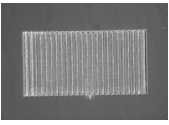
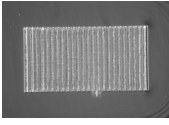
現像時間	全体の様子	結果	顕微鏡観察像
150秒	現像不足	×	
180秒	良好		
210秒	やや現像過多		
240秒	現像過多	×	

表3 めっき浴の組成及び析出条件

めっき浴の組成
スルファミン酸ニッケル：370 g / L、
ホウ酸：30 g / L、
ピット防止剤（ラウリル硫酸ナトリウム）：0.5 g / L
めっき浴量：4 L
析出条件
浴温度：37、浴pH：4、電流密度：3 A / dm ² 、
めっき時間：約90分間
攪拌：ポンプ及びパドル、ろ過：簡易フィルタ（1 μm ）

き装置は山本鍍金試験器社の精密めっき装置を用いた。析出めっきの厚さが概ね50 μm となるようにめっき時間を設定した。

3.5 レジストの剥離

レジストの剥離は、60 のレジスト剥離液（JSR社：THB-S1）を攪拌させながら10分間浸漬して行った。

3.6 微細金属構造体の電子顕微鏡観察

各種加工条件を検討して作成した微細金属構造体の電子顕微鏡像を図2に示す。幅50 μm 、高さ50 μm の微細金属構造体が形成できていることがわかる。しかし、同じ加工条件においても、部位によっては、中央部に空洞ができてしまうケースがあり、めっき析出工程の改善が今後の検討課題である。

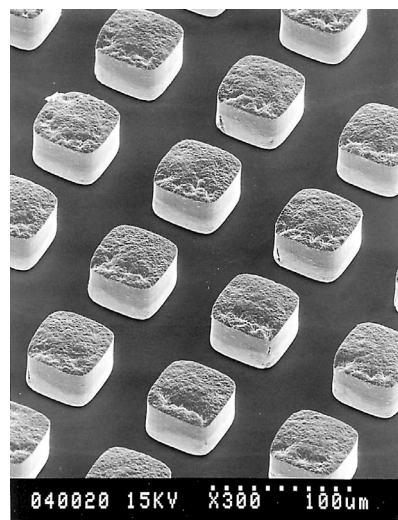


図2 UV-LIGAにより試作したニッケル微細構造体のSEM像
幅50 μm 、高さ幅50 μm の微細金属構造体

4 まとめ

UV-LIGAプロセスの加工条件を検討した結果、表4による加工条件により、幅50 μm 、高さ幅50 μm の微細金属構造体を試作した。今後、当該プロセスの微細金型への応用を検討する。

表4 レジスト厚さ50 μm 時における最適加工条件

スピコート 回転数・時間	1200rpm・20秒 (レジスト温度22)
ベーク温度・時間	115 ・10分
露光時間	30秒
現像時間	180秒

文献

- 1) マイクロオプトメカトロニクスハンドブック
浅倉書店 98 (1997)
- 2) マイクロシステム技術実用化調査研究報告書
社団法人電子情報技術産業協会 14 (2002)
- 3) 北垣寛, 宮内宏哉, 松田実, 廣田敦司, 北田良二; 京都府中小企業総合センター技報, 31, 33 (2003)