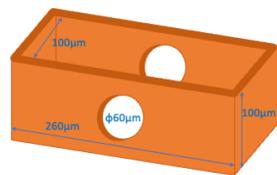


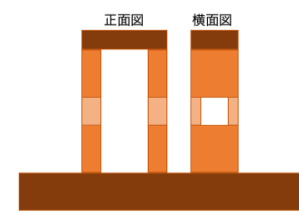
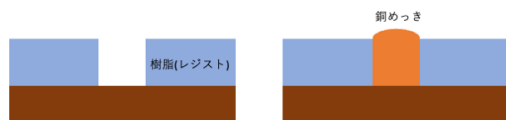
厚膜レジストを利用した銅の三次元構造作製(SU-8について考察)

大阪大学 産業科学研究所 技術室 神原 昇一

課題：ミクロンスケールの穴あき銅箱を作る

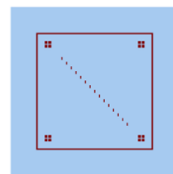


電子線とレーザー光を作用させる二方向開きの銅箱



こんな構造ならできそう！

研磨して第二層を重ねてゆく

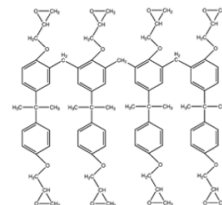


12mm角の銅板上に0.5/2mmピッチで並べる。外周に研磨時の保護の為の枠を設置。4隅は貫通穴を開ける場所

フォトリソグラフィーによる樹脂パターンニングと銅めっきを繰り返せば柱の構造を組み合わせることができる

■厚膜レジストSU-8

SU-8は、一般に使用されるエポキシ樹脂であるEPON SU-8をベースにしたネガティブフォトレジストである。0.1μmから2mmまでの厚みで塗布できる粘性の高い高分子で、コンタクトリソグラフィーのプロセスにも対応している(Wikipedia)。紫外線を露光し、熱を加えるとエポキシの架橋反応が起こる(Post Exposure Bake, PEB)。現像によって非露光部が除去され樹脂パターンを形成できる(フォトリソグラフィー)。光が当たったところが固まるネガ型フォトレジストである。



八つのベンゼン環と八つのエポキシ基で構成される
C. Liu et al., Phys. Chem. Chem. Phys., 2010, 12, 10577; S. Anscott, Lab Chip, 2014, 14, 3668.

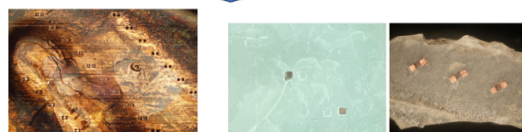
SU-8のあれこれ

カバーガラス上SU-8 厚さ50μm。
フォトリソグラフィー: 250W 水銀灯 35秒露光 (365nm 135mJ/cm²),
Post Exposure Bake 65°C 1min + 95°C 12min. 現像 1min.



専用リムーバーに12時間漬けた様子

SU-8はリムーバーで溶けない。ただ膨潤して破砕されるだけ。
フォトリソを繰り返すと破砕も起きなくなる。



フォトリソを繰り返すと硬化が進んで基板から浮いてしまう

SU-8を取ろうとすると、めっきした銅が持たず剥がれる

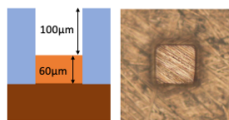


第2層からはめっき周囲のみSU-8の壁を作る。
ただし、パターン部のSU-8が取れないことには変わらない。

第2層からは高さを測定できて一石二鳥

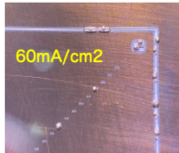
高さの測定

高さ60μmの柱の上に深さ100μmの窪みを作ると、柱の上面とSU-8越しの床面のフォーカスが合う。
↓
屈折率は1.6
その他、ミリターで削ってみてもそうでした。
銅板全体の厚さをマイクロメーターで測るのこともいい方法。



銅めっきについて

Meltex社製硫酸銅めっき添加剤ルーセントカパーSVFを使用。
めっき液の濃度は製品条件に従う(ほぼ飽和濃度)。
陽極は酸化イリジウムコートチタンを不溶性陽極として用いる。
陽極・陰極電流密度 10mA~20mA/cm² 推奨。

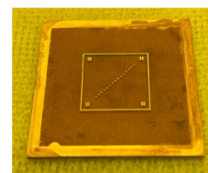


電流密度が大きいと、一部分だけめっきが進む現象が発生する。
推奨密度より小さいくらいが一樣なめっきになる。

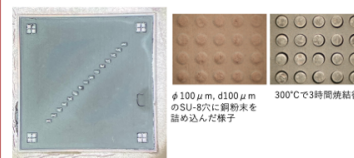


加工初期は裏面を保護してジャボ潰けでめっきしていました。しかし余分な部分にめっきが進んでしまい、フォトリソの度にやすりがけが必要だったので、今ではSU-8でカバーされた領域だけめっきしています。シリコンゴム(PDMS)に穴を開けたものを載せて壁を作っています。めっき液は下を伝ってしましますが、表面張力で漏れずに保たれます。

完成品(β版)



めっきと研磨終了時



300°Cでアニール。というのも銅粉末が焼結する温度が275°Cだったので、強度を高めるためやってみました。

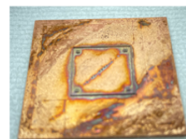


およそ600°C

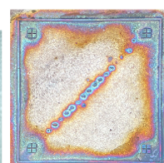
アルコールランプで焼いたら、ヒビが入った上に、SU-8は無くなりませんでした。



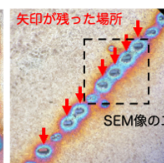
カセットコンロ (LPG, およそ1700°C) で焼いたら、SU-8は除去できました。



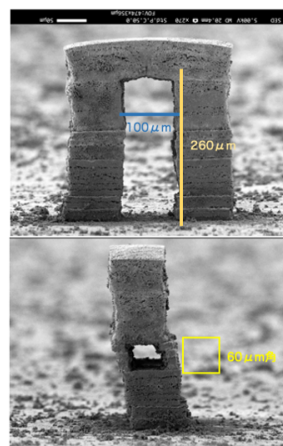
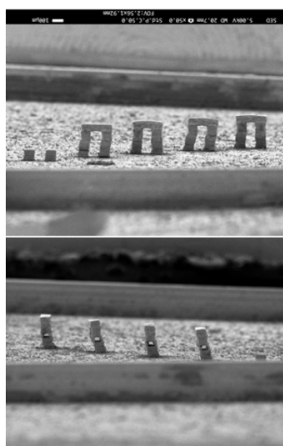
SU-8 除去完了



除去の過程で15本中8本が折れてしまいました('・_・')



矢印が残った場所 SEM像のエリア



設計より小さめで、アライメントもいまいちでした。

↓
引き続き加工中

力をかけずにSU-8を除去する方法の検討が必要。



このポスターはこちらから取得できます



もしかして炎で燃やせばいいのでは？
ガスバーナーで炙ると、発火して灰にすることができた！