

# 電解エッチングによる金属基板上の微細パターン形成

北海道大学大学院工学研究科

○山下泰二郎 柴田隆行 牧野英司 池田正幸

## 要旨

フォトエッチングによって金属基板上へ微細パターンを形成するために電解エッチングを適用し、エッチング形状に対する印加電圧、電極間距離およびパターン幅の影響を検討した。エッチファクタは溝幅  $100\mu\text{m}$  以下では約 1.5、 $200\mu\text{m}$  以上では印加電圧とともに増加し 2.0 以上の大きな値であり、形状精度の高いエッチングを行える可能性がある。また、貫通パターンのエッチングでは深さ方向にストレートな断面形状の実現が可能であり、これを用いて蒸着用シャドウマスクの作製を行った。

## 1.はじめに

マイクロマシンのデバイス作製には、エッチングやリフトオフ法などフォトリソグラフィに基づく手法が一般に用いられている。しかし、比較的単純な薄膜パターンを繰り返し形成する場合には、複数のプロセスを必要とするフォトリソグラフィを用いるよりも、蒸着マスクを利用する方がより簡便となる。本研究では、このような蒸着用マスクを作製するために電解エッチングによる金属基板上への微細パターン形成を行い、印加電圧、極間距離などのエッチング条件の影響を検討した。

## 2.実験方法

電解エッチング用の金属基板には厚さ  $150\mu\text{m}$  のステンレス鋼(SUS304)を使用した。基板洗浄後、ネガ型フォトレジスト(東京応化 OMR83)を用いて、レジストパターンを形成し、電解エッチングを行った。電解液には 20%  $\text{NaNO}_3$  を使用し、液量は 200ml、液温は  $25^\circ\text{C}$  とした。対向電極には Cu を用い、液を攪拌しながら、印加電圧を 4、8、12V、極間距離を 5、20、40mm において定電圧エッチングを行った。

## 3.電解エッチング基礎実験

図 1 は印加電圧 8V、極間距離 20mm の条件で 80s 間電解エッチングを行ったときの典型的な試料の(a)表面および(b)溝幅  $75\mu\text{m}$  の断面形状写真である。長さ 6mm で幅  $25\sim 1000\mu\text{m}$  の 9 本の溝パターンが入口部分のダレも小さく良好にエッチングされていることがわかる。

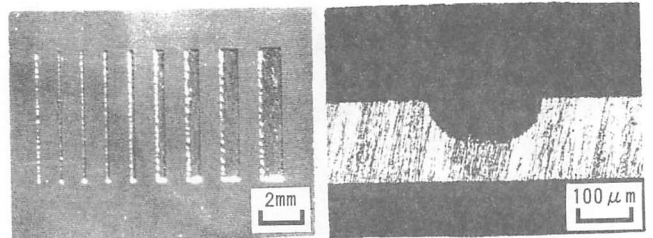
図 2 に溝幅  $100\mu\text{m}$  における(a)エッチング深さ、(b)サイドエッチのエッチング時間による変化、および(c)エッチング深さによるエッチファクタ(エッチング深さ/サイドエッチ)の変化を示す。エッチング深さおよびサイドエッチは時間とともに増加するが、エッチング時間が大きくなると増加量は減少する。また、エッチファクタはエッチング深さが増加すると減少し、エッチング深さ  $50\mu\text{m}$  以上では約 1.5 とほぼ一定となっている。

図 3 に溝幅  $400\mu\text{m}$  の結果を示す。溝幅が  $100\mu\text{m}$  のように小さな場合とは異なり、エッチング深さ、サイドエッチともに時間に比例して増加している。(a)の傾きから求めた深さ方向のエッチレートは 8V では約  $0.9\mu\text{m/s}$ 、12V では  $2.4\mu\text{m/s}$  にも達している。エッチファクタも溝幅  $100\mu\text{m}$  の場合とは異なりエッチング深さに依存しないことがわかる。

図 4 にエッチング深さ  $60\mu\text{m}$  のときの印加電圧とエッチファクタの関係を示す。溝幅 50、 $100\mu\text{m}$  では、印加電圧によらずエッチファクタは一定となっている。一方、溝幅 200、 $400\mu\text{m}$  では、印加電圧とともにエッチファクタは大きくなり、12V ではその値は約 2.5 と向上している。

極間距離を 5、40mm と変化させて同様のエッチング実験を行いエッチング深さおよびサイドエッチのエッチング時間による変化を調べたところ、本実験条件の範囲内では極間距離影響は見られなかった。

図 5 にエッチング深さ  $60\mu\text{m}$  のときの極間距離とエッチファクタの関係を示す。エッチファクタは溝幅 50、 $100\mu\text{m}$  では約 1.5、溝幅 200、 $400\mu\text{m}$  では約 2.3 であり、極間距離によらず一定である。



(a) パターン形状 (b) 断面形状 (溝幅  $75\mu\text{m}$ )

図 1 エッチングパターン  
(印加電圧 8V、極間距離 20mm、エッチング時間 80s)

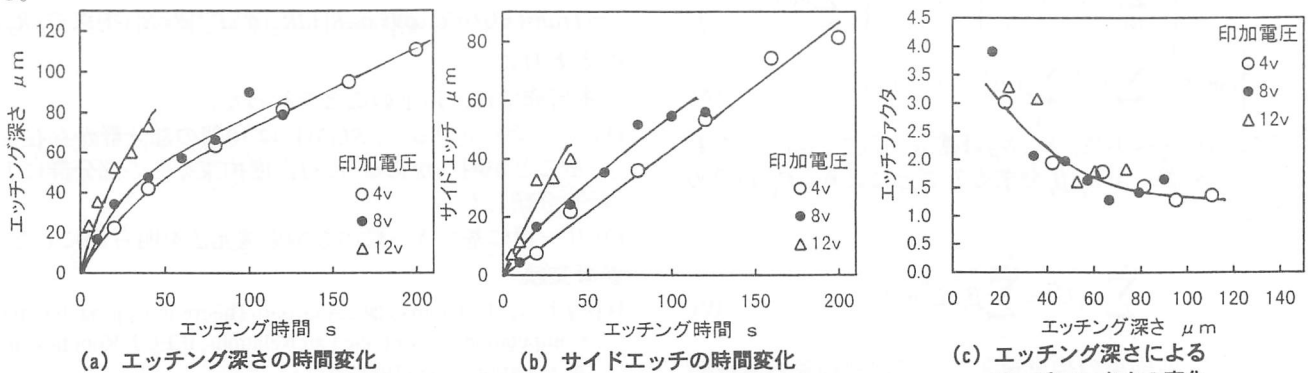
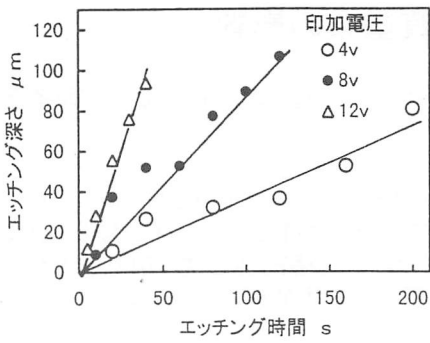
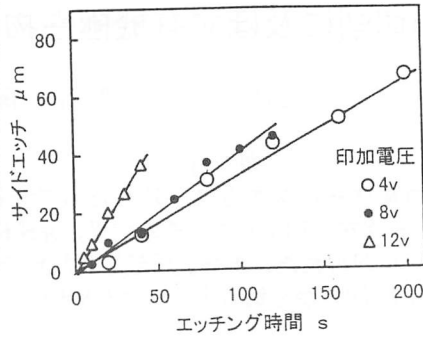


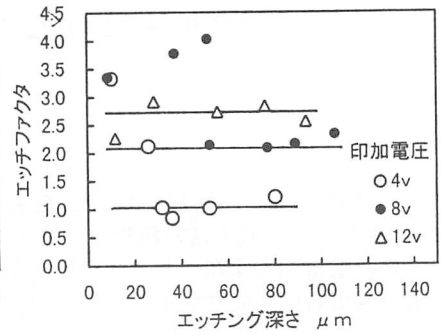
図 2 溝幅  $100\mu\text{m}$  のときのエッチング特性 (極間距離 20mm)



(a) エッチング深さの時間変化



(b) サイドエッチの時間変化



(c) エッチング深さによるエッチファクタの変化

図3 溝幅 400 μm のときのエッチング特性 (極間距離 20mm)

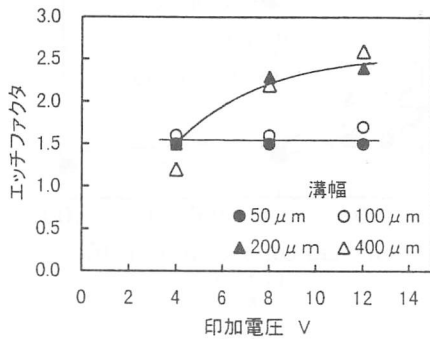


図4 印加電圧とエッチファクタの関係 (極間距離 20mm, エッチング深さ 60 μm)

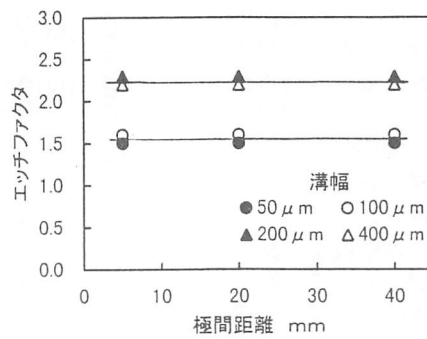


図5 極間距離とエッチファクタの関係 (印加電圧 8V, エッチング深さ 60 μm)

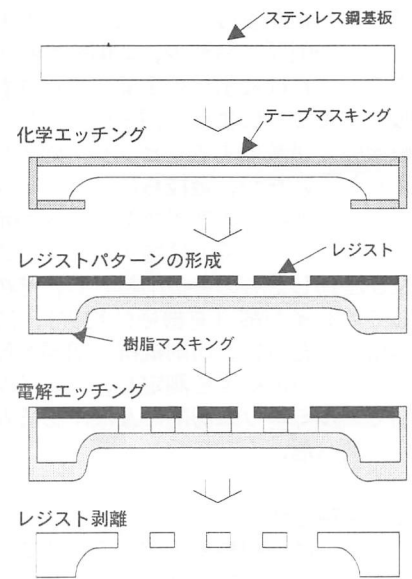


図6 蒸着マスク作製プロセス

#### 4. 蒸着マスクの作製

図6に蒸着マスクの作製プロセスを示す。厚さ 150 μm のステンレス鋼基板の裏面を深さ約 100 μm まで化学エッチングし、蒸着マスクパターンを形成する部分を薄くした。化学エッチングには FeCl<sub>3</sub> (42 ボーメ) を使用し、液温 60°C、60min のエッチングを行った。その後、おもて面にレジストパターンを形成し、電解エッチングによって貫通パターンを形成した。電解エッチングは上述の基礎実験の結果に基づいて、印加電圧 8V、極間距離 20mm で行い、エッチング時間を 80s ~ 120s の範囲で変化させた。

図7は貫通エッチングを行った試料の断面形状写真である。エッチング時間 80s の(a)では貫通部分に溶け残りがあり、このため開口部および貫通部の幅がそれぞれ約 516 μm、約 483 μm と両者の差が大きくなっている。一方、エッチング時間 110s の(b)では、開口部および貫通部の幅はそれぞれ約 521 μm、約 497 μm となっており、貫通部の溶け残り部分でエッチングが選択的に進行して断面が直線状へと改善されている。このように貫通後もエッチングを適当な時間続けることによって蒸着マスクとしての精度が向上することがわかった。

#### 5. まとめ

電解エッチングにおいてエッチファクタは溝幅に依存し、溝幅 100 μm 以下では電圧によらず一定で約 1.5 であり、溝幅 200 μm 以上では電圧とともに増加し 2.0 以上の大きな値となる。

電解エッチングを用いることにより、貫通パターン形成において貫通部分の溶け残り部分が選択的に溶解し、深さ方向にストレートな断面形状を得ることができる。



(a) エッチング時間 80s



(b) エッチング時間 110s

図7 貫通エッチングの断面形状 (溝幅 400 μm、印加電圧 8V、極間距離 20mm)