

振動流におけるウェットケミカルエッチング

Wet Chemical Etching by oscillatory flow

○杉野文弘, 電通大, 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, E-mail: sugino@miyazaki.mce.uec.ac.jp

宮寄武, 電通大院, 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, E-mail: miyazaki@mce.uec.ac.jp

Fumihiko SUGINO, Univ. of Electro-Communications, Chofugaoka 1-5-1, Chofu-shi, Tokyo, Japan

Takeshi MIYAZAKI, Univ. of Electro-Communications, Chofugaoka 1-5-1, Chofu-shi, Tokyo, Japan

Wet chemical etching is used for making shadow masks that have many microscopic holes in a steel sheet. Etching efficiency is thought to be limited by removal of the dissolution products away from the vicinity of the active surface. This paper describes Wet Chemical Etching by oscillatory flows. We investigate numerically fluid dynamical aspects and mass transport phenomena nearby the etching cavity.

1. 緒言

我々の身の回りには多くのエレクトロニクス製品が存在し、半導体装置の一部であるリードフレームやプリント配線板、ブラウン管で用いられているシャドウマスク等に代表される、金属を主体とし数 μm ～数百 μm の微細加工を要するエレクトロニクス関連部品が様々なところで使用されている。これらの部品の製造には電気化学的溶解作用を利用する化学エッチング加工法が用いられている。近年のエレクトロニクス製品の短小軽薄化に伴い、部品に対する誤差数 % 以下の高精度微細加工が求められており、品質や歩留まりの向上には理論的考察を踏まえたエッチング加工の最適化が不可欠である。これまでにスプレーでエッチング溶液を加工部分に吹き付けるスプレーエッチング加工法において、水平、鉛直方向及び斜め方向から吹き付けた場合の数値計算が行われている。(1,2) 本研究では、実際の加工工程で想定される振動流での加工部分に吹き付けた場合の流動現象について数値計算を行った。

2. 計算方法

半円形状の加工形状を想定した計算を行い、エッチング加工された部分の流れの状態を把握する。流動現象の計算は 2 次元の連続の式と振動する座標系での非圧縮性ナビエ・ストークス方程式で、これらを MAC 法により数値計算を行う。なお、数値計算方法の詳細に関しては、講演拡張要旨に記載している。エッチング溶液は塩化第二鉄溶液であり、加工での溶解反応は $4\text{FeCl}_3 + 2\text{Fe} \rightarrow 6\text{FeCl}_2$ である。エッチング加工の進行は溶解反応で生成された物質が反応面の近傍から除去される割合、修正シャーウッド数 $\overline{\text{Sh}}_x = -\frac{1}{\text{Sc}} \frac{\partial c}{\partial n}$ に依存すると仮定した。

3. 周期による変化

周期を $T = 0.5 \sim 5$ まで変化させた場合の様子を見る。レイノルズ数 $\text{Re} = 50$ 、シュミット数 $\text{Sc} = 50$ 、レジスト厚さ $h = 0.1$ である。T が小さくなるに従って $\overline{\text{Sh}}_x$ が次第に増大する事が分かる (Fig. 1)。これは、周期 T が小さくなるに従い、加工部分と外部との間で流れが生じる頻度が増加し、エッチング加工で生じた反応生成物質が効率良く加工部分から外部へ拡散流出するためであると考えられる。

4. レイノルズ数による変化

レイノルズ数を $\text{Re} = 25, 50, 75, 100$ の 4 通りに変化させた場合の様子を見る。周期を $T = 1$ 、シュミット数 $\text{Sc} = 50$ 、レジスト厚さ $h = 0.1$ である。Re が大きくなるに従って $\overline{\text{Sh}}_x$ が次第に増大する事が分かる。これは振動流の流れの速さがレイノルズ数の増加により速くなる事により、加工部分での流れも速くなり、エッチング加工で生じた反応生成物質が効率良く加工部分から

外部へ拡散流出するためであると考えられる。

5. シュミット数による変化

シュミット数を $\text{Sc} = 50, 100, 500$ の 3 通りに変化させた場合の様子を見る。周期を $T = 1$ 、レイノルズ数を $\text{Re} = 50$ 、レジスト厚さ $h = 0.1$ である。Sc が大きくなるに従って $\overline{\text{Sh}}_x$ が次第に減少する事が分かる。これは Sc の減少に伴い、物質拡散が減少するためである。

6. 加工形状への振動流の影響

エッチング加工に振動流が与える影響を考えると、周期を短く設定した方が加工部分内部と加工部分外部の流れの交換が促進されるが、 $\overline{\text{Sh}}_x$ 分布が均一で無くなるので、加工にムラを生じる事が考えられる。精度良く加工を行うためには、周期を短くする場合は周期回数を増やす必要性が考慮される。

7. まとめ

- ・ 振動流の流れでは外部と加工部分での流れの交換が周期的に行われる。
- ・ 周期が増加するに従い、 $\overline{\text{Sh}}_x$ は減少する。
- ・ レイノルズ数が増加する場合、 $\overline{\text{Sh}}_x$ は増大する。
- ・ シュミット数が増加する場合、 $\overline{\text{Sh}}_x$ は減少する。
- ・ 精度良く加工を行うためには、周期を短く設定し、周期回数を増やす事で、 $\overline{\text{Sh}}_x$ を加工部分で増加させて、かつ均一にする事が可能であると推測される。

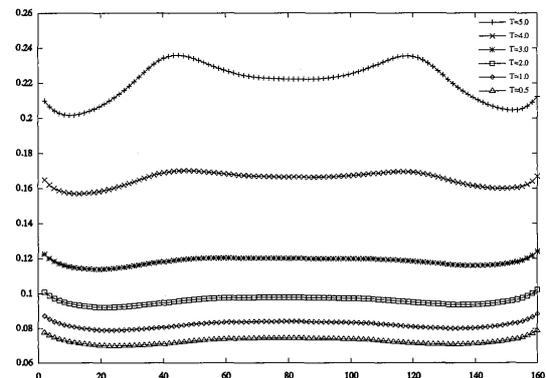


Fig. 1 周期による変化

参考文献

- (1) 西中川 遵・杉野文弘・宮寄武, “エッチング加工法における流動現象”, ながれ, **20**(2001) pp. 116-126
- (2) 杉野文弘・宮寄武, “斜め方向淀み線流におけるエッチング加工”, ながれ, **25**(2006) pp. 239-246