

105 レーザブレイティングの研究 (第5報) —パターン形成実験—

北海道大学工学部 ○ 川勝由美子 志田圭一 篠田健一郎 柴田隆行 高橋義美 牧野英司 池田正幸

要旨

レーザブレイティングにおいて、基板を走査することによりライン状に金を析出させる実験を行った。その結果、容易に直線性のよい析出物が得られ、カソード電位を卑へ移動させることで走査速度を大きくできた。

1. はじめに

レーザブレイティングはレーザ照射によって基板表面のめっき液を加熱し、照射部分にのみ高速に金属を析出させる方法である。この方法を用いて、微細な導体パターンや電気接点などをマスクレスで形成することが期待されている。これまで、レーザブレイティングによって金をスポット状に析出させ、その大きさに対するレーザ出力、カソード電位の影響を検討してきた。今回は、基板を走査することにより金をライン状に析出させ、パターン形成のための基礎実験を行った。

2. 実験装置および方法

実験装置および方法は第2報¹⁾と同じである。また、基板を走査させるため、セルを固定したステージをステッピングモータによって駆動した。図1にレーザ照射、めっき液(TEMPEREX702:EEJA製)の流動およびステージ作動の方向の関係を示す。これらの方向は互いに直交している。

実験は、レーザ出力を3W、めっき液の流速を1.33m/sとし、カソード電位-700、-1000mV vs SCE、走査速度12.5~225 μ m/sの範囲で行った。電解開始後直ちにレーザ照射、ステージの作動を行い、ライン長約2mmのめっきを行った。析出物の高さおよび幅は触針式表面粗さ計で得られた断面形状から測定した。幅は基板表面から0.2 μ mの位置で測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 析出物の形状

図2は実験で得られたラインの外観写真である。レーザビームの軌跡に沿って金が析出するので、ラインの直線性はステージ作動の精度に依存する。今回の実験では、ラインは蛇行することなく直線状となっていることがわかる。

図3に200 μ m間隔で測定した上記のラインの高さおよび幅の分布を示す。高さおよび幅にはばらつきがあることがわかる。表1に3種類の典型的なラインの高さおよび幅の平均値とその最大値と最小値の差を示す。カソード電位を-1000mV一定、走査速度を65.5、225.0 μ m/sとしたときのラインについて比較すると、走査速度の大きいほうがばらつきは小さくなることがわかる。ばらつきの原因には、ステージの送り精度や後述のめっき析出状態の変化などが関係していると考えられる。以下、ラインの4点で高さおよび幅を測定し、その平均値をラインの高さ、幅とした。

図4は各種条件で得られたラインの断面(上)と表面(下)のSEM写真である。ラインの断面は、(a)では金が高さの異なる丘状に(b)では台形状に分布しており、高さが大きくなるとその頂点はめっき液流動の上流側へず

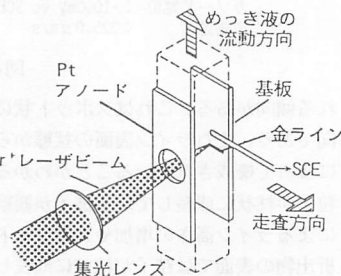


図1 レーザビーム照射部

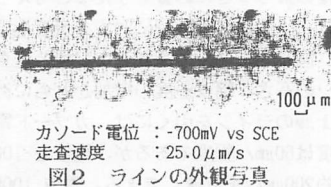


図2 ラインの外観写真

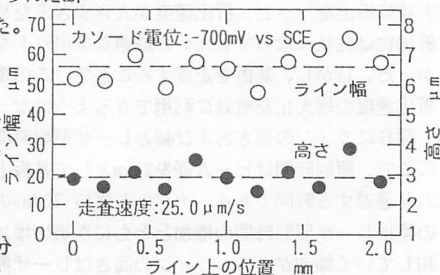


図3 ラインの高さおよび幅の分布

表1 ラインの高さおよび幅のばらつき

電位 mV(SCE)	走査速度 μ m/s	高さ		幅	
		平均	範囲	平均	範囲
-1000	225.0	0.85	0.32 (38%)	37.3	6.6 (18%)
-700	25.0	2.90	1.45 (50%)	55.8	18.0 (32%)
-1000	65.5	6.19	3.28 (53%)	72.6	25.1 (35%)

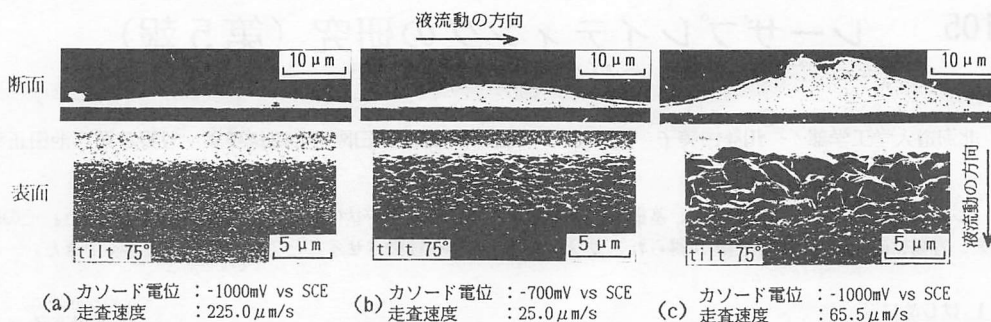


図4 ラインの断面および表面のSEM像

れる傾向がある。これはスポット状に析出させたとときと同じ傾向である。またライン表面の状態から、これらは細かい結晶粒によって構成されていることがわかる。一方、(c)では中央部に粒子が柱状に成長している様子が観察される。走査速度の減少によるライン高さの増加や、カソード電位の増加ともない、析出物の表面では粒子が柱状に成長し始める。すると、析出速度は増加し、表面の凹凸も大きくなる。これも析出物の高さや幅のばらつきに影響を与えると考えられる。

3.2 高さおよび幅に対する走査速度の影響

図5にラインの高さおよび幅と走査速度の関係を示す。ラインの高さ、幅は速度の増加とともに減少する傾向がある。高さ1μmのラインを引くには、カソード電位-700mVのとき走査速度は60μm/s程度であるが、電位を-1000mVと卑に大きくすれば約200μm/sまで速くできる。電位-1000mVの条件においてスポット状に析出を行うと、析出速度が大きすぎるため数100msecで析出物は柱状になってしまい、最適なスポットを得るのが難しかった。しかし、基板を走査することで、この電位増加による析出速度の増大化を有効に利用できるようになった。

図6にラインの高さおよび幅とレーザー照射時間の関係を示す。ここで、照射時間はビーム径を22μmとして基板上的1点をビームが通過する時間である。カソード電位-700mVのとき、ラインの幅はレーザー照射時間の増加とともに次第に増加していき、飽和していく傾向がある。ラインの高さはレーザー照射時間に比例して増加している。これらの関係はスポット状析出物の高さおよび直径とレーザー照射時間の関係とよく対応する。平均析出速度は2.77μm/sであり、スポットの場合(1.75μm/s)に比べやや大きい。カソード電位-1000mVでは平均析出速度が9.09μm/sとなり、レーザー照射時間が0.2s付近でさらに大きくなっている。これは、ここで析出が丘状から柱状へと変化するためである。

4. まとめ

(1)基板を走査することで直線性のよいライン状の析出物が容易に得られる。(2)カソード電位を卑に大きくすることで析出を高速化し、走査速度を大きくできる。(3)ラインの高さおよび幅とレーザー照射時間の関係はスポットの析出の場合と同様な傾向がある。

参考文献 1)志田他：1991年度精密工学会秋季論文集p633

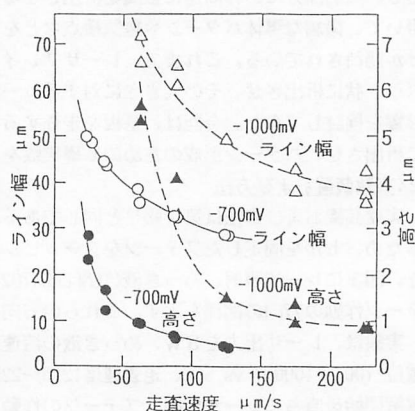


図5 走査速度とラインの高さ、幅の関係

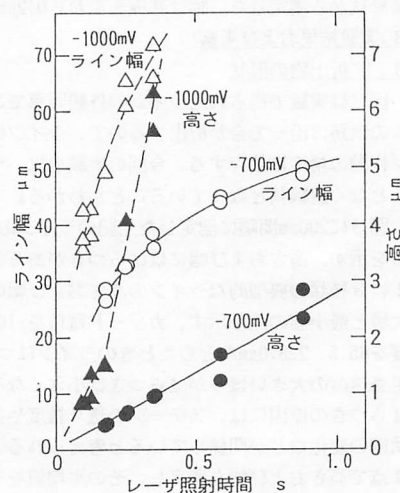


図6 レーザー照射時間とラインの高さ、幅の関係