

磁気を用いた電子配線基板の高性能化

森本良一*

The Performance Enhancement of Electron Circuit Board using the Magnetic Field

MORIMOTO Ryoichi*

抄録

電子配線基板に用いられている銅めっきに適用可能な磁気を用いためっき法の開発を目的として、硫酸酸性の硫酸銅溶液から電解銅めっきを行った。磁気の有無による析出形態の比較測定の結果、磁気による析出形態の変化が確認され、このめっき法の有用性が示された。

キーワード：電解めっき，銅，磁気めっき，析出形態

1. はじめに

電子機器の高性能化・小型化に対応して電子配線基板の高密度化が求められている。基板上の配線に銅めっきが用いられているものの、配線の細密化などで、表面や内部構造についてより高精度なめっきが必要となってくる。銅めっきに磁気を作用させたときの効果^{1),2)}について、硫酸銅濃度が低濃度である場合の電解銅めっきでは、析出時における結晶核の成長を磁気により制御することで析出形態が変化することを前報³⁾で報告した。

本研究では、硫酸酸性の硫酸銅溶液で濃度を増加させた場合の磁気電解銅めっき面の表面形態及び内部構造について検討した。

2. 実験方法

2.1 析出表面での磁気の効果

硫酸酸性の硫酸銅溶液を用いて、定電位条件で析出を行い、磁気の有無による変化を測定した。電極には、磁気効果を適切に検出するために、銅板で構成されるMHD電極⁴⁾を使用した(MHD

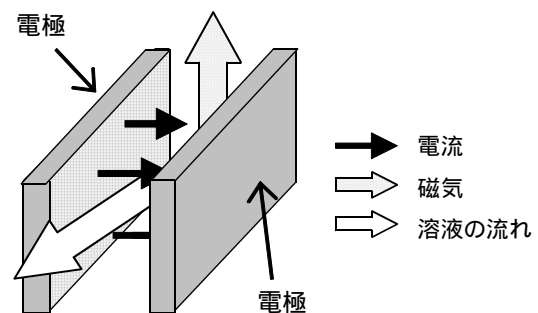


図1 電極の構成

= Magneto-hydrodynamic : 磁気対流)。硫酸酸性の硫酸銅溶液には、 100mol/m^3 (約25g/L)の硫酸銅五水和物と 500mol/m^3 (約50g/L)の硫酸を使用し、 -0.2V の定電位条件により銅の析出を20分間行った。磁気は、超電導磁石(住友重機械工業(株)HF10-100VHT)を用いて、図1に示すとおり電極面に平行に1T(テスラ)、2Tの強さの磁気を作用させた。析出面を走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope = SEM : (株)日立製作所 S-2150)で観察した。

* 材料技術部

2.2 析出断面での磁気の効果

前項と同じ濃度の硫酸酸性硫酸銅溶液を用いて、定電流条件で析出を行い、析出膜の膜厚を一定にした場合の磁気の有無による変化を測定した。1Tの磁気を用いて電極には同じく銅板を用いた。1.0A/dm²の定電流条件で約7μmの製膜を行った。析出表面についてSEMで観察を行い、また樹脂埋め込み、切断及び研磨の後、断面観察をSEMにより行った。

3. 結果及び考察

3.1 磁気の効果

電解めっきに磁気を作用させると、電流と磁気との相互作用により力(ローレンツ力)が発生し、この力が溶液を流動させる。これはマクロのMHD流れと呼ばれる。また、このとき電極表面上ではマクロのMHD流れのほかに図2に示すように電極表面近傍にマイクロMHD流れと呼ぶ小

微小対流(マイクロMHD流れ)

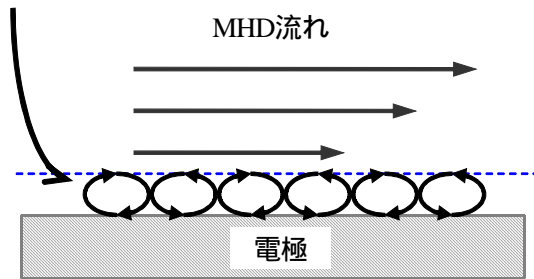


図2 析出時の電極表面模式図

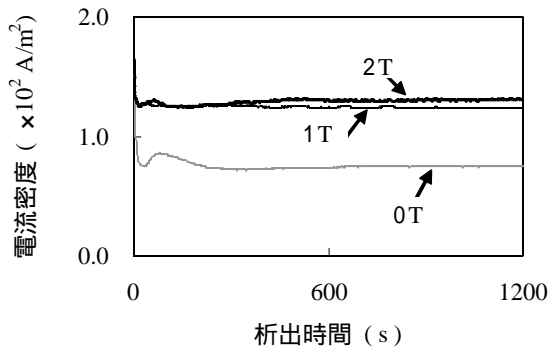


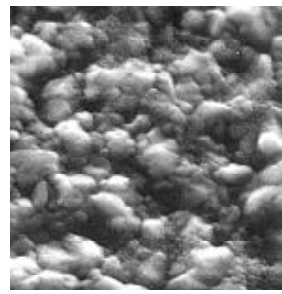
図3 反応電流測定

さな対流が発生する。

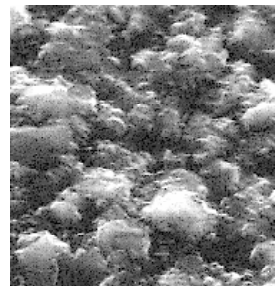
マクロのMHD流れは、溶液中の銅イオンの移動を促進するので反応を促進させる。また、マイクロMHD流れは、析出時における電極表面での結晶核の成長を制御するため結晶成長を抑制する働きをする。

3.2 表面観察結果

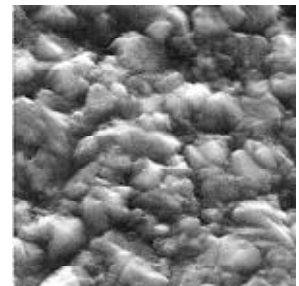
電解銅めっきを行ったときに測定される反応電流を図3に、図4に表面観察結果を示す。図3から、低濃度の場合¹⁾と同様に磁気が作用すると磁気がないときに比べ電流値が増大しており、磁気により銅の析出量は増大することが分かる。一方で、図4のSEM観察による表面形状で示されるようにマイクロメートルスケールで析出した結晶の大きさをみると、1Tで微細な析出を含みながらやや大きく析出している。これは、低濃度の場合には、マイクロMHD流れによる微細化の効果が強く表れたために微細な表面が観察されたが、溶液濃度が増加したことによりマクロのMHD流れの効果も強くなり、マクロのMHD効果による促進効果と、マイクロMHD効果による抑制効果がバランスしているものと考えられる。2Tでは、マ



磁気のない場合(0T)



磁気のある場合(1T)



磁気のある場合(2T)

図4 電子顕微鏡観察結果

ク口の流れが強まることにより微細な析出がなくなっている。

3.3 断面観察結果

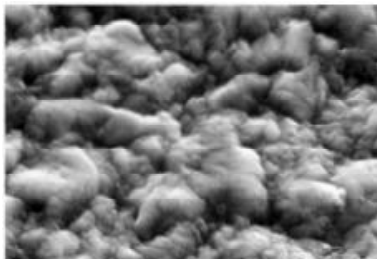
定電流で析出を行った結果について、図5に表面形状、図6に断面形状を示す。図5に示されるとおり、磁気のある場合は、前項の定電位条件で析出させたときと同様に、磁気のない場合に比べ微細な析出を含みながらやや大きく析出していることが分かる。また図6から、磁気が作用すると緻

密な析出をしており、表面も磁場が作用しない場合に比べ平滑になっていることが判明した。これは、析出時のマイクロMHD流れによる微細化の効果により磁場のない場合に比べ整然とした析出をしているためであると考えられる。

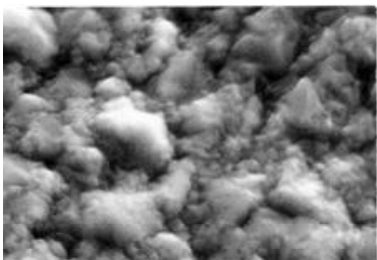
4.まとめ

磁気による反応の促進と抑制の双方の効果が現れる場合の電解銅めっき膜の表面・断面観察により以下のことが判明した。

- (1)磁気めっき法により反応全体としては銅の析出が促進される。
- (2)表面形状としては、溶液濃度が増加すると磁気により結晶が大きく析出する。
- (3)析出皮膜の内部では、磁気により緻密な析出がなされる。



磁気のない場合(0T)



磁気のある場合(1T)

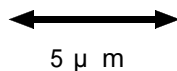
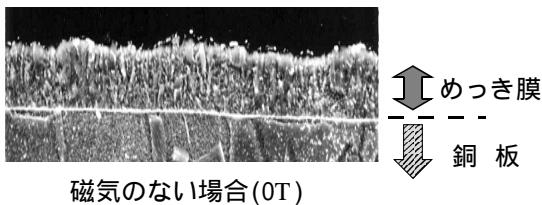
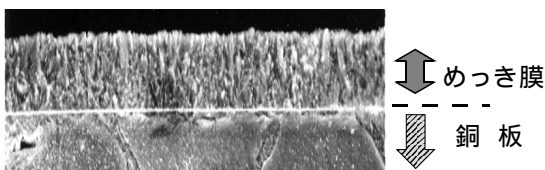


図5 表面観察結果



磁気のない場合(0T)



磁気のある場合(1T)

図6 断面観察結果

謝辞

本研究に関して御指導いただきました、職業能力開発総合大学校教授 青柿良一氏、また本研究の実施にあたり多大なる御協力をしてくださいました、元東京都立大学教授 伊藤栄子氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1)R. Aogaki : Magnetic field effects in electro-chemistry, *Magneto hydrodynamics*, 37, 1(2001) 143
- 2)森本良一, 走出 真, 永井 寛, 青柿良一: 銅めっきに対する磁場効果の空間パワースペクトルによる検討, *表面技術*, 53, 7(2002)453
- 3)森本良一, 走出 真, 永井 寛, 杉山敦史, 青柿良一: 高磁場応用プロセスの実用化技術開発 - 磁気を用いたナノスケール表面加工法の開発 -, *埼玉県産業技術総合センター研究報告*, 1, (2003) 167
- 4)S. Yamanaka, R. Aogaki, M. Yamato, E. Ito and I. Mogi : Magnetic Field Effect on Electron Transfer Process in Electrochemical Reaction, *Sci. Rep. RITU A-Vol.*, 38, 2(1993)399