

# 高密着性を有するプラスチック表面改質技術の開発 - 低粗度銅箔を用いた高接着ポリイミド/銅界面の作製 - 浅倉秀一、道家康雄

## 1. はじめに

電子機器の高速化・小型化の進展に伴い、プリント配線基板を構成する配線の微細化と信号の高周波数化が進んでいる。配線を構成する金属表面に凹凸構造を形成し、物理的なアンカー効果によって、基板を構成する樹脂と配線の密着性を確保するということが広く行われているが、高周波回路では表皮効果により電流が配線の表面付近に集中して流れるため、凹凸構造により電流の伝送損失が大きくなり、課題となっている。これを解決するためには、導体表面の粗度（ラフネス）を小さくすればいいが、そうすると導体と樹脂との間のアンカー効果が小さくなり、密着性が得られなくなるといった問題があった。

そこで本研究では、フレキシブル基板として今度さらに広まって行くことが予想されるポリイミド/銅基板について、従来行われている銅箔への表面処理方法とは異なる新規手法により粗度が極めて小さく、かつ高い接着強度を有するポリイミド/銅界面の作製を目指す。

## 2. 実験方法

研磨した圧延銅箔を400 に保持された大気雰囲気炉に入れ、2分～5分アニール処理を行った。アニール処理によって形成された銅酸化皮膜の表面形状および結晶構造は、原子間力顕微鏡（AFM）とX線光電子分光装置（XPS）を用いてそれぞれ評価した。ポリイミドの成膜は、前駆体のポリアミック酸をコーティングした後、窒素雰囲気下でイミド化させた。銅箔とポリイミドの密着性は、クロスカット法および90°ピール試験によって評価した。

## 3. 結果及び考察

アニール温度を400、アニール時間を2～4分と短時間にする事で、図1のように表面ラフネスが $Rz=35\text{nm} \sim 79\text{nm}$ の100nm以下の銅箔表面が形成された。これはアニールによって銅の酸化皮膜が成長してできたものであり、アニール時間が長くなるにつれて、粒径も大きくなっていることが分かった。XPSを用いて表面の銅の結合状態および深さ方向の分析を行ったところ、表面に薄いCuO層が存在し、その下は図2に示すようにCu<sub>2</sub>Oで構成されていた。しかしながら、このCu<sub>2</sub>O/CuO酸化皮膜は下地の銅に対して密着性が悪く、クロスカット法では図3(a)のようにポリイミドが銅箔から剥がれ、接着強度は0.6kN/m以下であった。剥離面を分析したところ、図3(b)のCuとCu<sub>2</sub>Oの間に剥離していることが分かった。そこで、銅酸化皮膜をホルマリン水溶液で還元処理を施すと、クロスカット法ではポリイミドは全く剥がれず、90°ピール試験で評価した結

果、400 で4分処理したもの( $Rz$ 値79nm)は0.8kN/m以上の接着強度を示した。

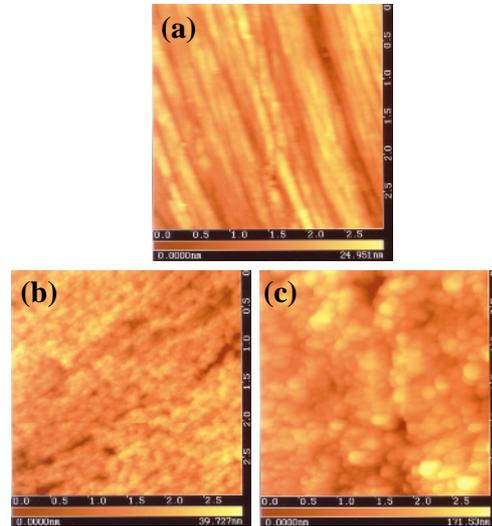


図1 AFM画像；(a) 研磨後、(b) 400 で3分アニール後、(c) 400 で5分アニール後

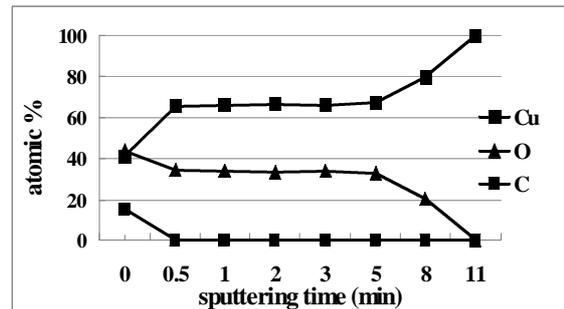


図2 400 で3分アニール処理した銅箔表面をArでスパッタしながらXPS測定した原子濃度の変化

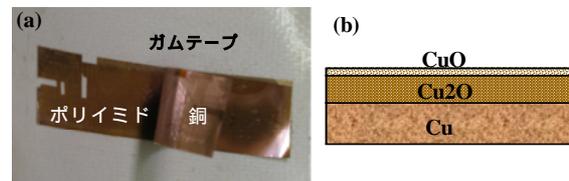


図3 400 で5分処理したサンプルの引き剥がし試験結果(a)とアニール後の銅酸化皮膜の構造(b)

以上により、アニール処理によるナノオーダーの凹凸形成および、凹凸構造を保持したままの還元処理によって、ポリイミドに対して高い密着性を有する銅箔表面の形成が可能となった。本技術は、表面ラフネスが小さいことから高周波回路における伝送損失が抑えられ、かつ銅箔とポリイミドの間に何も挟まず接着させていることから、薄型であり、配線の微細化に対し高解像度が期待できる。

