

高密着性を有するプラスチック表面改質技術の開発

酸化銅ナノワイヤの作製とポリイミドに対する密着性評価

浅倉 秀一、長屋 喜八

1. はじめに

電子機器の小型化・高速化・高密度化に伴い、電子機器を構成するプリント配線基板を構成する導体パターンのファイン化、スリム化が求められてきている。基板材料として、耐熱性があり低誘電率のポリイミドが、導体材料として、抵抗率の低い銅を用いたプリント配線基板の作製技術の開発が望まれている。また、近年の要求から、高周波領域での動作が増えるに伴い、表面のラフネスによる伝送損失を抑えるためにラフネスを軽減させることや、さらに基板と導体との密着性を持たせることが重要となってきている。

2. 結果及び考察

図 1 に PC メンブレンとフォトマスクを用いて作製した PMMA 膜製テンプレートで覆われた銅基板へめっきをし、その後 PMMA 膜を除去した基板表面画像を示す。図 1(a)からわかるように、PC の細孔径約 $1.2\ \mu\text{m}$ の銅のドット構造が見られる。細孔が規則正しく空いていないため、ドット構造もランダムである。一方、図 1(b)のフォトマスクを用いた方では、径が $10\ \mu\text{m}$ 、ドット間隔が $50\ \mu\text{m}$ の銅のドット構造が規則正しく形成された。

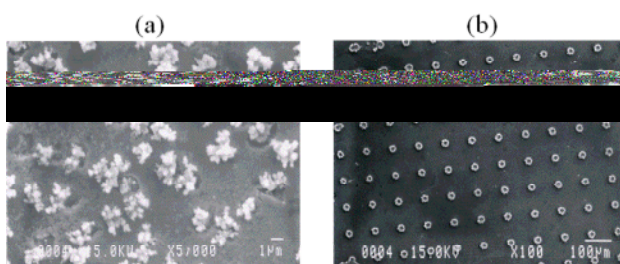


図 1

次に、PC メンブレンを用いて作製したテンプレートでめっきしたドット構造を持った銅基板を $200\text{--}400^\circ\text{C}$ で 30 分アニール処理した SEM 画像を図 2 に示す。 $200\text{--}300^\circ\text{C}$ では、図 2(a)からわかるように、ドット構造は丸みを帯びているが、ワイヤは観察されなかった。一方、図 2(b)より 400°C で 30 分アニール処理したものは、表面にナノワイヤが観察された。ワイヤの長さは $2.5\ \mu\text{m}$ 以下で径は約 $50\ \text{nm}$ であった。フォトマスクを用いて作製したテンプレートでめっきしたドット構造を 400°C でアニール処理した結果も同様にナノワイヤは形成され、長さが $1\ \mu\text{m}$ 以下、径が約 $50\ \text{nm}$ のナノワイヤが観察された。また、アニール温度の影響を調べるために、さらに研磨済みの銅基板を 500°C と 600°C で 30 分アニール処理した SEM 画像を図 3(a)、(b)にそれぞれ示す。図 3(a)では、長さが約 $2\ \mu\text{m}$ 以下で径が約 $50\ \text{nm}$ のナノワイヤが観察され、 400°C でアニール処理してできたナノワイヤより長いナノワイヤが形成されていた。

次に、PC メンブレンを用いて作製したテンプレートでめっきしたドット構造を持った銅基板を $200\text{--}400^\circ\text{C}$ で 30 分アニール処理した SEM 画像を図 2 に示す。 $200\text{--}300^\circ\text{C}$ では、図 2(a)からわかるように、ドット構造は丸みを帯びているが、ワイヤは観察されなかった。一方、図 2(b)より 400°C で 30 分アニール処理したものは、表面にナノワイヤが観察された。ワイヤの長さは $2.5\ \mu\text{m}$ 以下で径は約 $50\ \text{nm}$ であった。フォトマスクを用いて作製したテンプレートでめっきしたドット構造を 400°C でアニール処理した結果も同様にナノワイヤは形成され、長さが $1\ \mu\text{m}$ 以下、径が約 $50\ \text{nm}$ のナノワイヤが観察された。また、アニール温度の影響を調べるために、さらに研磨済みの銅基板を 500°C と 600°C で 30 分アニール処理した SEM 画像を図 3(a)、(b)にそれぞれ示す。図 3(a)では、長さが約 $2\ \mu\text{m}$ 以下で径が約 $50\ \text{nm}$ のナノワイヤが観察され、 400°C でアニール処理してできたナノワイヤより長いナノワイヤが形成されていた。

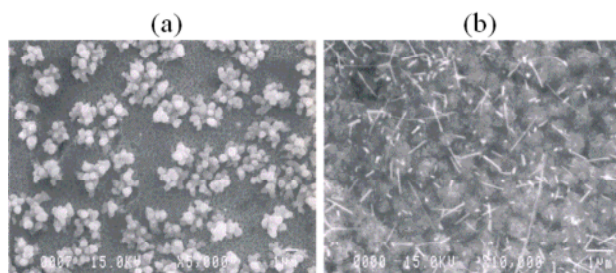


図 2

一方、図 3(b)では、長さが約 $5\ \mu\text{m}$ の長いナノワイヤも存在したが、ほとんど表面には形成されず、逆に粒界成長によって表面に凹凸が見られた。

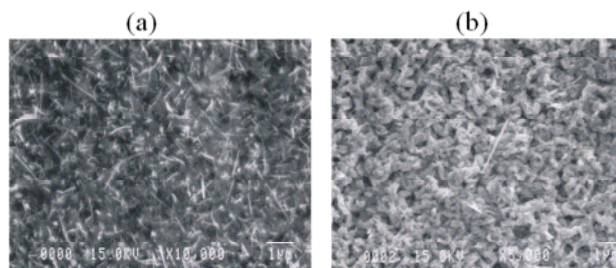


図 3

$400\text{--}500^\circ\text{C}$ でアニール処理をした表面にナノワイヤが形成された基板では、どれもピール試験によってポリイミドが剥離する結果となった。(図 4(a)) 一方、研磨後親水化処理をしたのちポリイミドを成膜した基板(図 4(b))、凹型の表面構造を持った基板、さらに 600°C でアニール処理した基板では、ほぼすべてのポリイミドが基板から剥がれずに残ったことから、高い接着力を有していると言える。これらの結果から、銅基板表面にナノワイヤが形成されている表面では、低い接着力であることが分かる。また、図 4(a)のように、引き剥がし後は、アニール後の黒かった表面ではなく、銅色であることから、剥がれた界面は、銅酸化物の層と下地の銅基板との間であると考えられる。

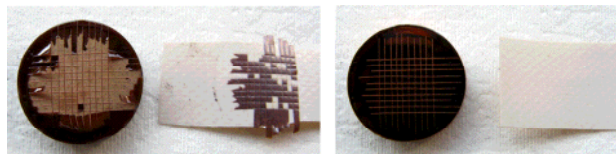


図 4

3. 今後の方針

アニール処理したサンプルの密着性の低さを改善するために、酸化銅のナノワイヤを作製した後、酸化物を還元すれば、形状は保ったまま、銅のナノワイヤが作製できる。その結果、下地の銅とナノワイヤの層が剥がれることなく、ポリイミドに対する密着性も増すと考えられる。