

17 紫外レーザー照射と大気圧プラズマ処理を併用したギガヘルツ帯プリント回路基板の開発 - 高周波回路基板用ふっ素樹脂の表面改質 -

柴原正文

1 目的

数十 GHz 帯の高周波領域を利用する送受信機に組み込まれるプリント回路基板は、優れた高周波低損失特性が必要であり、基板材料には誘電特性に優れたふっ素樹脂の PTFE が適している。回路形成には基板表面に数 μm 厚以下の銅薄膜を形成することが必要である。銅薄膜の形成にはスパッタ蒸着の適用が考えられるが、低コスト化を図るために無電解銅めっき処理の適用が望ましい。基板と銅薄膜との密着性を向上させるためには、環境負荷の高い溶融金属による化学エッチングでふっ素樹脂表面に凹凸を形成し、その表面に無電解銅めっき薄膜を積層して投錨効果を得る方法が一般的である。しかし、高周波電流は表皮効果により銅薄膜表面に集中するため、銅薄膜表面の平滑性はもちろんのこと、その下層表面である銅薄膜 / 基板界面の平滑性も保つことが求められる。このため、銅薄膜 / 基板界面の平滑性を保ったまま十分な密着性を得る新しいプロセスが求められ、紫外線レーザー照射による光化学反応^{1),2)}や、グラフト重合^{3),4)}による有機高分子薄膜の形成を利用した方法が提案されている。本研究では、自己集積化分子膜(以下、SAM)の末端官能基の化学吸着によって金属錯体を生成する方法⁵⁾に着目し、大気圧プラズマ表面処理により親水化した PTFE 表面に SAM を形成させて、PTFE 表面に銅薄膜を形成する方法について検討した。

2 実験方法

2.1 ふっ素樹脂の親水化

ふっ素樹脂の PTFE フィルム(厚み 0.2mm)から 50 × 80mm の寸法に切り出した試料を、水洗・アセトン超音波洗浄した後に大気圧プラズマ処理した。大気圧プラズマ処理には、大気開放型のプラズマ発生装置⁶⁾を使用した。プラズマ発生装置には、図 1 に示すように誘電バリア放電方式の大気開放型電極を取り付けた。有機溶剤等をバブリングした He ガスを電極近傍に供給し、RF 電力(13.56MHz)を電極・試料台に印加して、図 2 に示すような長尺状の大気圧プラズマを発生させた。大気圧プラズマ処理は、試料を大気圧プラズマの発生領域に対して直交方向に往復走査させて施した。処理後の試料はアセトンで超音波洗浄した。

2.2 SAM の形成

試料表面にアミノシラン SAM を形成するために、ア

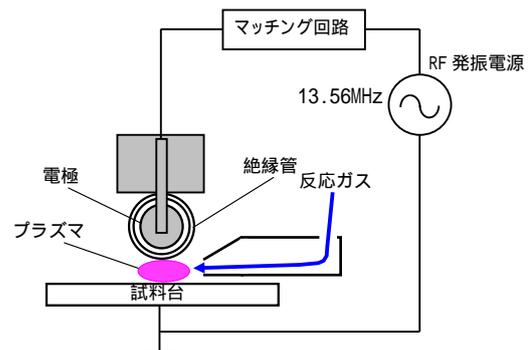


図1 大気圧プラズマ処理装置の概念図

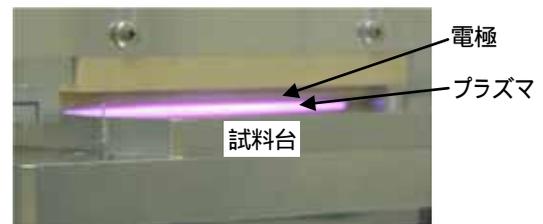


図2 長尺状大気圧プラズマの発生状況

ミノシランカップリング剤を適量滴下したガラス瓶と試料をともにふっ素樹脂製容器に挿入して、容器の蓋を閉めた上で加熱炉(炉内温度は 100 ~ 200)に入れて数時間保持した。処理後の試料は、酸・アルカリによる浸漬洗浄して、蒸留水で超音波洗浄した。

2.3 無電解銅めっき処理

試料を無電解めっき前処理溶液(センシタイザー: SnCl₂ 溶液、アクチベーター: PdCl₂ 溶液)に浸漬処理した後に、市販の無電解銅めっき溶液(奥野製薬工業製 OPC-750C)を用いて浸漬処理した。

各処理工程ごとの試料表面の性状は、蒸留水の接触角を測定する濡れ性試験、XPS 分析等により評価した。

3 結果と考察

3.1 大気圧プラズマ処理後の試料表面

大気圧プラズマ処理後の試料表面を XPS 分析した結果を図 3 に示す。主ピークの F1s、C1s の他に、O1s ピークも認められ、試料表面に OH 基等の官能基が生成したことが分かった。表面の濡れ性を示す蒸留水の接触角は 98° と未処理時の 120° に比べて減少した。

3.2 SAM 処理後の試料表面

アミノシラン SAM 処理後の試料表面を XPS 分析した結果を図 4 に示す。図から、F1s ピーク強度が減少する一方で、C1s、O1s、N1s ピーク（図 4 (b)）が明瞭に出現していることから、親水化処理した試料表面にアミノシラン SAM が試料表面に形成されたことが分かった。蒸留水の接触角は 48° と大きく減少した。

3.3 無電解銅めっき処理後の試料表面

アミノシラン SAM 処理後の試料表面に無電解銅めっき処理したところ、部分的な銅薄膜の析出が得られた。図 5 には、銅薄膜が析出しなかった部分の XPS 分析結果を示す。図から、Pd3d5/2 ピークは明瞭に出現している一方、Pd がイオン状態であることが分かった。すなわち、SAM の末端官能基(アミノ基)に Pd のイオンが化学吸着しているものの、Pd は金属化されていないと考えられた。現状では、十分な銅薄膜が試料表面に析出していないことから、めっき処理工程の改善を行う必要が

あると考えられる。

4 結 論

アミノシラン SAM を形成させた PTFE 試料表面に、Pd イオンの化学吸着により銅薄膜が析出できた。銅薄膜を均一に積層させるには、無電解めっき前処理、無電解銅めっき処理工程の改善がさらに必要である。

参 考 文 献

- 1) M. Murahara : Mater. Res. Soc. Symp. Proc. , 843, (2005)239.
- 2) H. Niino : Appl. Phys. Lett. , 63, 25, (1993) 3527.
- 3) N. Zetsu : Surface & Coatings Technology, 202, (2008)5284.
- 4) 大久保雅章 : 静電気学会講演論文集, (2008)195.
- 5) L. Xu : Thin Solid Films, 434, (2003)121
- 6) 柴原正文 : 兵庫県立工業技術センター研究報告書, 17, 28, (2008)

(文責 柴原正文) (校閲 柏井茂雄)

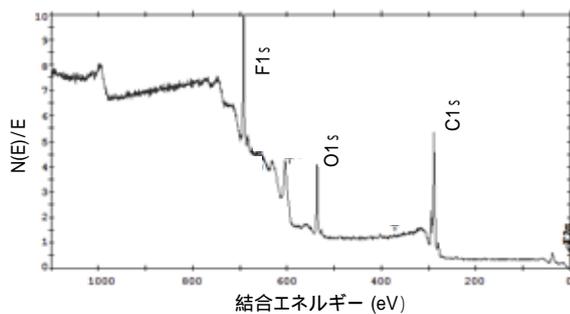


図 3 大気圧プラズマ処理後の試料表面の XPS 分析結果

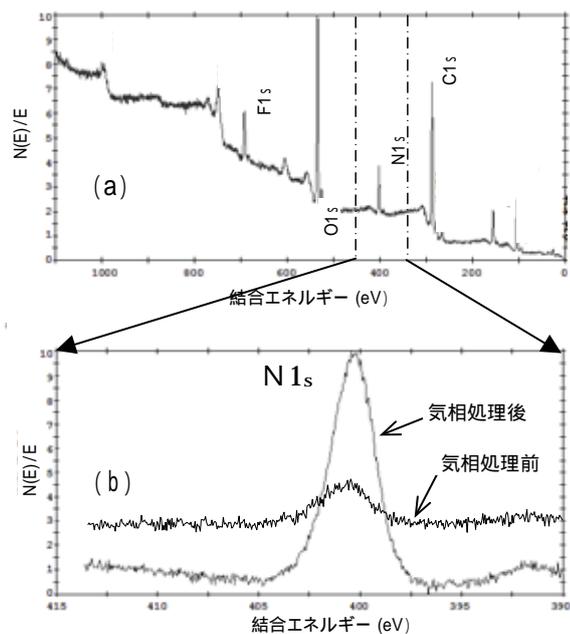


図 4 アミノシラン SAM 処理後の試料表面の XPS 分析結果 (N1s ピーク)

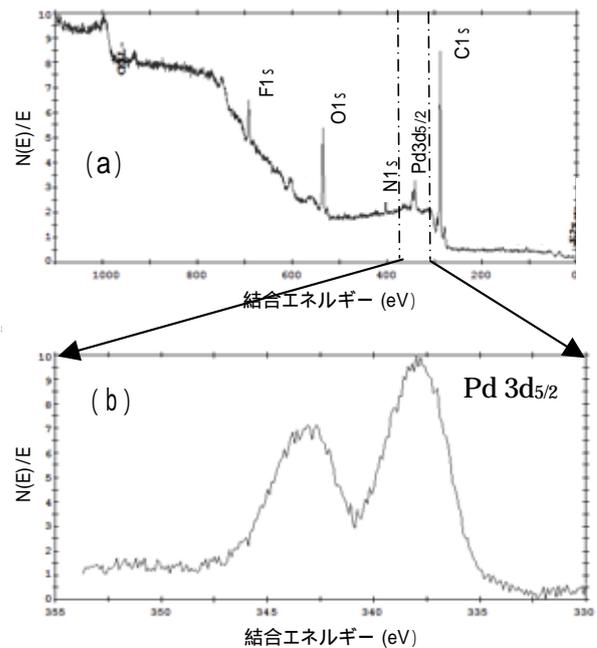


図 5 無電解銅めっき処理後の試料表面の XPS 分析結果 (Pd 3d5/2 ピーク)