

Ar プラズマ処理された各種 PTFE 基板に対する Cu 薄膜の付着性評価

Adhesive evaluation of Cu thin films on various PTFE substrates treated by Ar plasma

工学院大学 工学部 電気電子工学科

黒河内 琢巳¹⁾

指導教員：鷹野 一郎¹⁾

¹⁾ 工学院大学 工学部 電気電子工学科 電気電子機能材料研究室

キーワード：PTFE, プラズマ処理, 表面改質, 反応性スパッタリング

1. 緒言

6Gなどの次世代モバイル機器の使用周波数は益々高くなっており、それらの技術に因應するためには伝送損失の小さい素材を電子基板に適用することが期待されている。伝送損失を小さくするためには誘電率や誘電正接が小さい必要があり、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン：CF₂）はその性質を持つため材料として最適である¹⁾。しかし、PTFEの他物質との高い離形性が問題となっており、高周波用プリント基板としてPTFEを活用するためには、Cuなどの配線材との付着性の改善が必要である。PTFEはテトラフルオロエチレン(C₂F₂)の重合体であり、Cの直鎖構造にFのみがついているフッ素樹脂である²⁾。PTFEにプラズマ処理を行うことで表面層にあるFを除去し、Cのフリーボンドを生成することによって、PTFEの付着性を改善することができる。本研究では、異なるPTFE基板にArプラズマによる表面改質を行い、各基板とCuとの付着性を調査した。

2. 実験方法

2.1 プラズマ処理

試料基板としてガラス基板に貼付したフッ素樹脂粘着テープ（日東電工(株)、厚さ0.13 mm、以降Tapeと表記）、同じくガラス基板に貼付したフッ素樹脂フィルム（日東電工(株)、厚さ0.2 mm、以降Film）、PTFEシート（ニチアス(株)、厚さ2 mm、以降Sheet）の厚さの異なる3種類を用いた。プラズ

マ処理にはマルチプロセスコーティング装置（BC5146, ULVAC Corp.）を用い、入力電圧100 W、Ar流量5 sccmの条件で、処理時間を0, 30, 60 sとした。試料基板は準備室に導入し、中間室に搬送後Arプラズマによる表面処理を行い、処理時間を変えることで付着性の変化を調べる。

2.2 成膜方法

前項の処理を行った後、マルチプロセスコーティング装置の成膜室に移動し、スパッタリング法によりCu成膜を行った。成膜条件は、スパッタガスをAr、ターゲットをCuとし、入力電力30 W、Ar流量は15 sccm、膜厚は50 nmとした。

2.3 評価方法

付着性に関わる表面自由エネルギーを測定するため、 $\theta/2$ 法による水接触角測定には接触角計（DM-300, 共和界面科学(株)）を用い、温度25 °C、湿度60 %の条件下において蒸留水で測定した。化学結合状態については、イメージングX線光電子分析装置（KRATOS ULTRA2, (株)島津製作所）を用いて、C1s軌道を主体に測定した。付着性の測定には連続荷重式表面性試験機（HEIDON-22, 新東科学(株)）を用い、荷重を0~100 gf、使用する圧子を200 μ mとしてスクラッチ試験を行った。

3. 実験結果

図1に水接触角測定の結果を示す。プラズマ処

理時間が増加すると、何れの試料も接触角は低下し親水性が高くなることが確認できた。

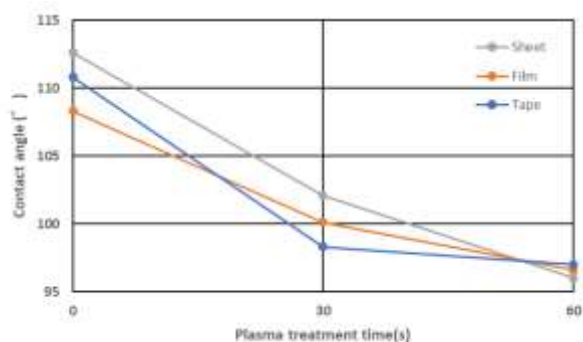


図1 プラズマ処理時間に対する水接触角

図2 (a)～(c)には、(a)Tape, (b)Film, (c)SheetをXPS測定した際のC1sのスペクトルを示す。処理時間が増加するとCF₂のピークが減少し、C-C結合が増加することがわかる。プラズマ処理によるFの減少と、再結合によるC-C結合の増加が確認できたことから、水接触角試験結果と合致した結果となり表面の活性化が確認できた。また、それぞれのスペクトルに大きな違いはなく、明確な官

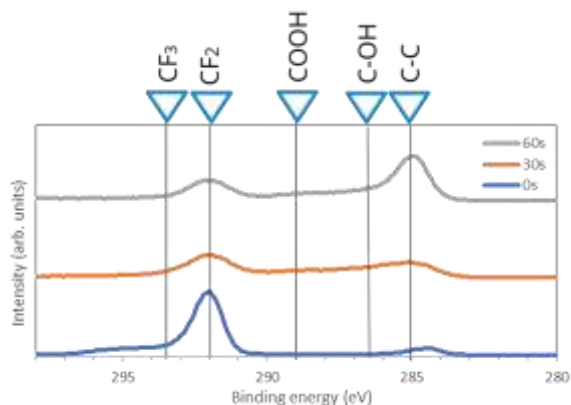


図2(a) TapeのC1sスペクトル

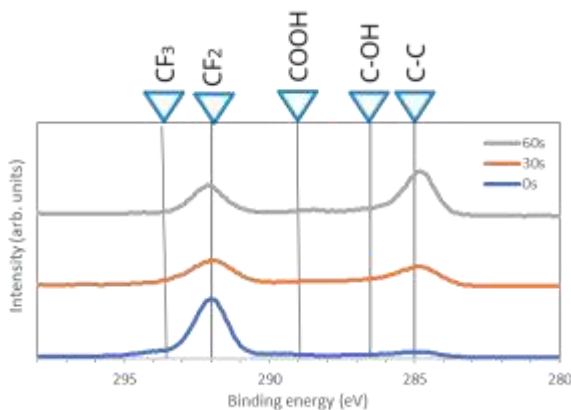


図2(b) FilmのC1sスペクトル

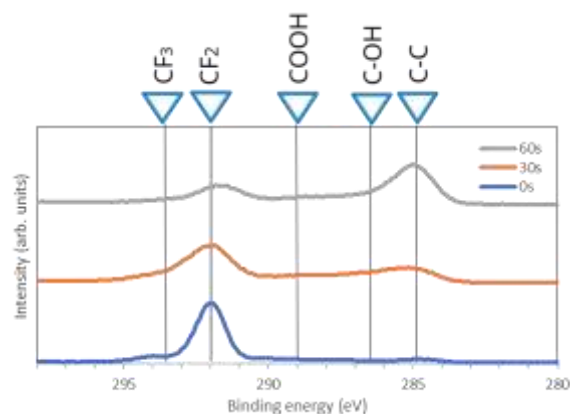


図2(c) SheetのC1sスペクトル

能基の吸着は現れなかった。

付着性については、スクラッチ試験で測定したが、設定条件が精査されておらず、薄膜は容易に剥がれてしまい、付着力の違いを測定するには至らなかった。

4. 結言

本研究では、異なるPTFE基板にArプラズマ処理を行い、各基板の表面状態とCuとの付着性を調査した。プラズマ処理を行うことで、親水性に移行する表面自由エネルギーの増加は、撥水性を示すCF₂の減少によるものと確認できた。Cuの付着性については、大きな違いが得られなかったため、今後スクラッチ条件を精査する。

謝辞

本研究を行うにあたり工学院大学工学部電気電子工学科の中山芳隆氏(2020年度卒)の卒業論文と工学院大学大学院電気・電子工学専攻の家坂昂希氏(2018年度卒)の修士論文を参考にさせていただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 島健太郎「高分子の表面改質・解析の新展開」, (株)シーエムシー (2007) pp11-13, pp21-31.
- 2) 岩森暁「高分子表面加工学－表面改質・加工・コーティング」, 技報堂出版(株) (2005) pp7-8, pp40-43.