The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 大気圧プラズマを用いたフッ素樹脂と異種材料の革新的接合技術 |
| Author(s) | 大久保, 雄司; 山村, 和也 |
| Citation | エレクトロニクス実装学会誌. 2016, 19(2), p. 127-131 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/84947 |
| rights | © 2016 一般社団法人エレクトロニクス実装学会 |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

# 大気圧プラズマを用いたフッ素樹脂と異種材料の革新的接合技術

大久保　雄司 *，山村　和也 *

## Innovative Technique for Bonding Fluoropolymers and Different Materials Using Atmospheric Pressure Plasma

Yuji OHKUBO* and Kazuya YAMAMURA*

＊大阪大学大学院工学研究科附属超精密科学研究センター（〒 565-0871　大阪府吹田市山田丘 2-1）
＊Research Center for Ultra-Precision Science & Technology, Graduate School of Engineering, Osaka University (2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871)

## 1. 緒　言

フッ素樹脂は，樹脂の中では非常に高価であるが，摩擦係数が非常に低く，撥水撥油性に優れ，融点が高いなど，価格に見合う以上のさまざまな特性を有している。近年では，優れた誘電特性にも注目が集まっており，フッ素樹脂の用途拡大が望まれているが，その表面エネルギは非常に低く，接着・接合が非常に難しいため，用途が制限されている。本稿では，フッ素樹脂の特徴と期待される用途，そして，フッ素樹脂の中でも最も接着・接合性が乏しいポリテトラフルオロエチレン (PTFE) の表面改質方法と異種材料との接合について解説した上で，革新的技術である熱アシストプラズマ処理の効果と接合例について紹介する。

### 1.1　フッ素原子とフッ素樹脂の特徴

フッ素樹脂とは，基本的に炭素原子とフッ素原子から構成される合成高分子化合物である。最もフッ素樹脂らしい性質を示す樹脂は PTFE であり，$-(CF_2-CF_2)-$ の繰り返し構造を有している。テフロン（DuPont 社の登録商標）は PTFE のことであり，フライパンの焦げ付き防止コーティングで知られている最も有名なフッ素樹脂である。PTFE 以外の代表的なフッ素樹脂としては，水素原子を含むポリフッ化ビニリデン (PVDF) やエチレン - テトラフルオロエチレン共重合体 (ETFE)，酸素原子を含むテトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (PFA)，塩素原子を含むポリクロロトリフルオロエチレン (PCTFE)，フッ素原子の一部がトリフルオロメチル基（$CF_3$ 基）に置き換わった構造のテトラフルオロエチレン－ヘキサフルオロプロピレン共重合体 (FEP) などがある。PTFE が四フッ化のフッ素樹脂であることに対して，それ以外のフッ素樹脂はフッ素原子の一部を別の原子に置き換えた構造になっている，つまり三フッ化，二フッ化のフッ素樹脂と考えると理解しやすい。

四フッ化，三フッ化，二フッ化を含めてフッ素樹脂に共通する特徴としては，優れた耐熱性・耐薬品性・撥水撥油性・電気絶縁性・誘電特性（高周波特性）などがある。これらのフッ素樹脂の特徴は，フッ素原子の電気陰性度が大きいこととフッ素原子の原子半径（ファンデルワールス半径）が小さいこととに起因している [1)]。元素の周期表において，フッ素原子は希ガスを除くと最も右上に位置し，電気陰性度 4.0 は全ての元素の中で最も大きな値であり，電子を引き付ける力が非常に強い。そして，フッ素原子の原子半径（ファンデルワールス半径）は水素原子に次いで小さい，つまり，結合する相手原子との距離（結合距離）が短くなる。よって，フッ素原子は，他の原子と一度反応すると非常に強固な結合を形成する。フッ素樹脂においては，C-F 結合の距離が短く，その結合エネルギが大きいため，極めて安定であることから「高耐薬品性」「高耐候性」「高難燃性」などの特徴を示す。そして，フッ素原子の電気陰性度は大きいため C-F 間の極性は大きいが，C-F 間の結合距離が短いため，分極率は小さくなり「高電気絶縁性」「低誘電率」「低誘電正接」「低屈折率」「低接着性」「高撥水性・高撥油性」などを示す。また，分子鎖同士の相互作用が弱いため，「低摩擦係数」を示す。

これらの特性を有するフッ素樹脂は，撥水撥油性を生かしたフライパン，非粘着性を生かしたはさみ，低摩擦性を生かしたアイロン，耐薬品性を生かした化学実験用器具，低透過性を生かした自動車内の燃料チューブ，耐候性と難燃性を生かしたビニールハウス，電気絶縁性と耐熱性を生かした同軸ケーブル，耐薬品性とクリーン性を生かしたクリーンルーム内のフィルターなど，家庭用品から化学工業，農業，半導体産業，そして，航空・宇宙産業まで幅広く利用されている [1)~4)]。ただし，2010 年のフッ素樹脂の国内生産量は 28,000 t であるが，ポリエチレン (PE) やポリエチレンテレフタレート (PET) といった樹脂の国内総生産量は約 10,000,000 t であることから，フッ素樹脂の占める割合は 0.3% 程度であり，非常に少ないことがわかる [2)]。他の樹脂との価格の違いも大きな要因であるが，フッ素樹脂の密着性の問題が解決されれば，フッ素樹脂の利用用途は拡大し，利用比率も増加することが予想される。現在注目されているフッ素樹脂の利用用途として，次節で述べる高周波

用プリント配線板材料があげられる。

### 1.2 高周波用プリント配線板材料とフッ素樹脂

インターネットの普及により，扱う情報が「文字→写真→音楽・動画」へと変化し，一人一人が扱う情報量が飛躍的に増加した。それに加えて携帯電話からスマートフォンへの移行が進み，扱う情報量はさらに増加した。今後も，その情報量の増加が見込まれており，情報の高速通信および大容量通信がさらに求められることは容易に予測される。高速通信および大容量通信を可能にするため，現在は高周波帯域の利用が進んでいるが，プリント配線板の回路に高周波の信号を伝送すると，周波数の増加に伴って伝送損失 $\alpha$ が増加してしまう。伝送損失 $\alpha$ は，式 (1) に示すように，導体（プリント配線板の配線金属材料）から生じる損失 $\alpha_A$ と誘電体（プリント配線板の樹脂材料）から生じる伝送損失 $\alpha_B$ の和で表される [5]。導体損失 $\alpha_A$ は，導体の材質，導体と誘電体の界面粗さ，回路形状に依存する。式 (2) に示すように，誘電体損失 $\alpha_B$ は，周波数 $f$ だけでなく比誘電率 $\varepsilon_r$ と誘電正接 $\tan\delta$ の増加に伴って増加する [5]。また，式 (3) で示されるように，信号の伝播速度 $u$ は，比誘電率 $\varepsilon_r$ が低いほど速くなる [6] ので，プリント配線板材料として比誘電率 $\varepsilon_r$ が低い材料を選択することは信号の高速化にも繋がり，二重のメリットがあると言える。

伝送損失 $\alpha$ = 導体損失 $\alpha_A$ + 誘電体損失 $\alpha_B$　　式 (1)

誘電体損失 $\alpha_B$ = 比例定数 $k_1 \times f/c \times \varepsilon_r^{1/2} \times \tan\delta$　　式 (2)

伝播速度 $u$ = 比例定数 $k_2 \times c \times \varepsilon_r^{-1/2}$　　式 (3)

よって，高周波用プリント配線板材料に要求されることは，「①比誘電率 $\varepsilon_r$ が低いこと」「②誘電正接 $\tan\delta$ が小さいこと」がまず挙げられる。また，吸水・吸湿によって，誘電特性が変化したり，吸水した状態で熱が加わると金属配線と樹脂基板の間で膨れが発生して局所的な断線を生じたりするため，「③吸水率が低いこと」も求められる [5),7)]。そして，プリント配線板上に電子部品を実装する際に，はんだ付けがおこなわれ 200°C 以上に加熱されるため，「④融点が高いこと」も条件となる [7]。さらに，「⑤金属配線材料との密着性が高いこと」「⑥金属配線と基板材料の界面粗さが小さいこと」も求められる。これら 6 つの要求を全て満たすことは容易なことではないが，フッ素樹脂は，材料の特性上，既に①～④の項目を満たしている。つまり，表面粗さを増加することなく，密着性を改善できれば，これら 6 つの要求を全て満たすことができ，高周波用プリント配線板材料としてフッ素樹脂を利用することが可能となる。

### 1.3 PTFE の表面改質方法

一般的な樹脂に対する表面改質方法としては，サンドブラストなどの機械的手法，強酸・強塩基などに浸漬する化学的手法，そして，プラズマ処理や UV 照射などがあげられる [8]。一方，フッ素樹脂，とりわけ PTFE は，前述したように，表面エネルギが低く，耐薬品性が高く不活性であるため，一般的な樹脂と同じ表面改質をおこなっても求める密着強度が得られないことがしばしば起こる。そこで，PTFE に対しては，金属 Na／ナフタレンまたは金属 Na／アンモニウムを使用した特別な薬剤で表面改質がおこなわれている [9),10)]。これらの薬剤で処理した場合は，PTFE であっても密着性が大幅に向上することが知られているが，薬剤は人体に有害であり，日本では規制が厳しく，廃液処理は海外でおこなわれている。また，これらの薬剤処理では密着性は劇的に改善されるが，表面粗さが増加してしまい，上述した「⑥金属配線と基板材料の界面粗さが小さいこと」を満たさないため，フッ素樹脂を高周波用プリント配線板材料として利用する際には適さない。そこで，有害な薬剤を使用することなく，PTFE を表面改質する方法として，プラズマ処理が注目されており，いくつかの報告がある [10)～13)]。ただし，高周波用プリント配線板材料としてフッ素樹脂を利用する場合は，プラズマで PTFE 表面をエッチングして表面粗さを増加する方法とプラズマ処理後に接着剤を介して接合する方法は利用できないため，注意が必要である。

## 2. 熱アシストプラズマ処理による PTFE と異種材料の強力接合

筆者らの研究グループでは，プラズマ処理中に加熱（熱アシストプラズマ処理）することで，PTFE の表面粗さを増加することなく接着剤フリーで PTFE と異種材料を強力に接合できることを発見した。以下に研究背景とその技術について紹介する。

### 2.1 PTFE とゴムの接着剤フリー強力接合

医療用途の 1 つとして，ブチルゴムの表面へ PTFE を接着剤フリーでラミネートし，シリコーンオイルを使用することなくプレフィルドシリンジの摺動性を向上させるニーズがある。筆者らの研究グループは，投入電力をパラメータとしてプラズマ処理をおこない，プラズマ処理後に熱圧縮して PTFE（ニトフロン No.900UL，日東電工製）と未加硫のブチルゴムとの接合を試みた。図 1 にブチルゴム／PTFE 接合体の剥離試験後の様子と T 字剥離試験による密着強度測定結果（数値）を示す。比較として，未処理の PTFE とブチルゴムを熱圧縮したが，全く接合していない（図 1(a)）。それに対して，低電力 (25 W) でプラズマ処理した場合は，PTFE とブチルゴムの一部が密着するようになったが，手で触れただけで簡単に界面剥離する程度の密着力

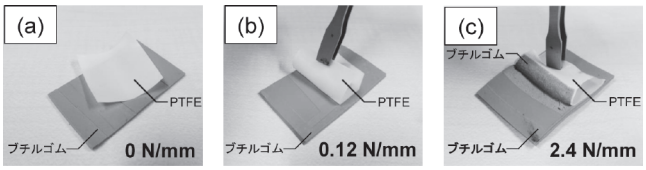


**図 1. ブチルゴム／PTFE 接合体の剥離試験後の様子 (a) 未処理，(b) 低電力プラズマ処理，(c) 高電力プラズマ処理**

である（図 1(b)）。一方，高電力 (65 W) でプラズマ処理した場合，界面剥離は起こらずブチルゴムが材料破壊している（図 1(c)）。高電力でプラズマ処理した場合に PTFE とブチルゴムの密着力が大幅に向上することは明らかである。低電力と高電力でプラズマ処理した際の違いを調査したところ，プラズマ処理中の表面温度が大きく異なることが明らかになった。低電力プラズマ処理と高電力プラズマ処理時の PTFE 表面の温度を放射温度計で測定すると，それぞれ約 90℃ と約 260℃ であった。この結果より，PTFE の密着性を改善する上で，プラズマ処理中の表面温度が非常に重要であると言える。

### 2.2　PTFE と無電解銅めっき膜の高密着化

高周波用プリント配線板として PTFE を利用するためには，PTFE 上に高密着な無電解銅めっき膜および銅配線を形成する必要がある。本節では，熱アシストプラズマ処理した PTFE と無電解銅めっき膜の密着性について検証した結果を紹介する。無電解銅めっき工程では，奥野製薬工業の無電解銅めっきキットを使用した。過去の経験より，プラズマ処理しただけでは，銅が析出しない，または，銅が析出しても試料をめっき液から引き上げただけで無電解銅めっき膜が簡単に剥離してしまうため，プラズマ処理後にアミノ基を有するポリマー（ポリメント NK-100PM, 日本触媒製）を溶液中でグラフト重合し，Pd 触媒を吸着した上で銅を析出させた。改質 PTFE と無電解銅めっき膜の密着強度を 90° 剥離試験により測定した結果を図 2 に示す。点線は，プリント配線板における製品規格値である 0.65 N/mm を示している。未処理の PTFE シート上 * では，銅が析出しなかったため密着強度を測定することはできなかった。一方，低電力 (25 W) でプラズマ処理後にグラフト化した PTFE シート上では，銅が析出し，製品規格値に近い値が得られている。そして，高電力 (65 W) でプラズマ処理した場合は，ブチルゴムの時と同様に，密着強度が大幅に向上しており，製品規格値の 3 倍程度の値が得られている。熱アシストプラズマ処理とグラフト化を組み合わせることで，PTFE に対して無電解銅めっき膜も強力に接合できることがわかる。

1.2 節において前述したように，フッ素樹脂を高周波用プリント配線板材料として利用する場合には，たとえ密着不足を改善しても金属配線と基板材料との界面粗さが大きいと高周波特性が低化してしまう。例として，図 3 にテトラエッチ処理（潤工社製）により改質した PTFE と大気圧 Ar プラズマ処理（表面加熱なし）後にグラフト化して改質した PTFE 上にそれぞれ無電解銅めっきし，パターニングして高周波特性を測定した結果を示す。いずれも周波数の増加とともに，伝送損失は低下しているが，大気圧 Ar プラズマ処理により改質した PTFE の方が傾きが緩やかであることがわかる。PTFE と無電解銅めっき膜の材質は同じであったにもかかわらず，テトラエッチ処理と（大気圧）プラズマ処理の場合で高周波特性が異なる要因としては，界面粗さが考えられる。つまり，大気圧プラズマ処理した PTFE シートは，テトラエッチ処理した PTFE シートよりも表面粗さが小さかったため，伝送損失が低減されたと言える。

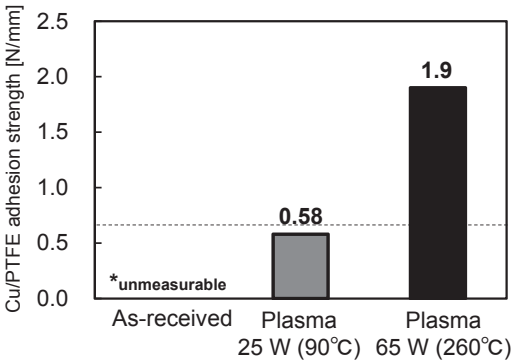


**図 2.　無電解 Cu めっき膜／PTFE 接合体の密着強度**

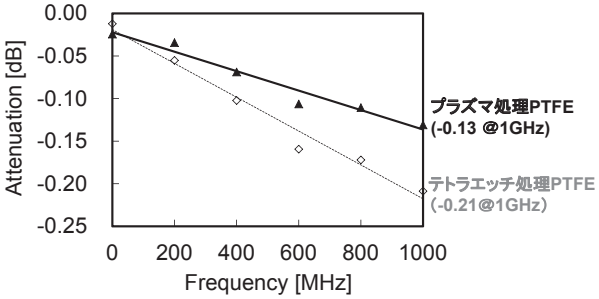


**図 3.　無電解 Cu めっき膜／PTFE 接合体の高周波特性（通過特性の実測値）**

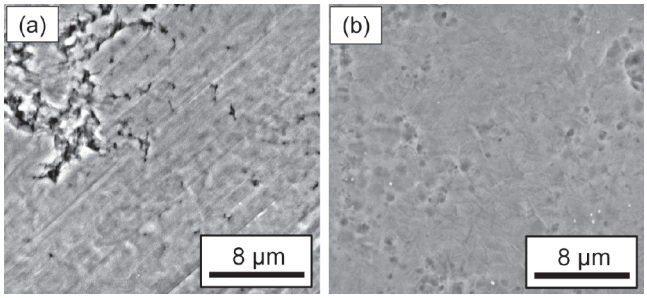


**図 4.　熱アシストプラズマ処理前後の PTFE 表面の SEM 像 (a) 処理前，(b) 処理後**

一般的にプラズマ処理すると表面がエッチングされて，表面粗さが増加するように思われがちだが，大気圧プラズマは低圧プラズマと比較すると，電子・イオンなどの荷電粒子や中性粒子の平均自由行程が短いため運動エネルギが小さく，したがって樹脂表面に物理的なダメージを与えにくく，ガス種を選択すれば，表面粗さをマイクロメートルオーダーでほとんど変化させることなく表面改質が可能である [14]。図 4 に熱アシストプラズマ処理前後の PTFE 表面の SEM 像を示す。PTFE は非メルト系フッ素樹脂であり，

溶融成形できないため，PTFE 粉末を押し固めて円柱型のバルク体を成型後，切削加工によってシート化（薄膜化）される。よって，図 4(a) のように，PTFE 表面には切削痕やピットが無数に存在する。一方，熱アシストプラズマ処理後の PTFE 表面では，切削痕は見られず，ピットのサイズも減少し，表面粗さは変化しないどころか，むしろ減少する傾向にある（図 4(b)）。よって，熱アシストプラズマ処理を利用すれば，図 3 で示した大気圧プラズマ処理（熱処理なし）の伝送損失をさらに低減できる可能性がある。

### 2.3　PTFE と Ag インク膜の高密着化

2.2 節において，熱アシストプラズマ処理とグラフト化を組み合わせれば PTFE シート上であっても表面粗さを増加することなく高密着性金属膜を製膜できることを紹介したが，無電解めっき法で配線を作製するためには，金属のベタ膜を作製した後にエッチングして不要な金属を除去する必要があり，時間とコストのロスが大きいと言える。そこで，インクジェット法により樹脂基板に金属配線を直接描画できる金属インクが注目されている。本節では，熱アシストプラズマ処理した PTFE と金属インクの密着性について検証した結果を紹介する。

金属インクとして，Ag 塩インク（日油製）を使用した。図 5 に Ag インク膜／PTFE 接合体のテープ剥離試験後の様子と 90° 剥離試験による密着強度測定結果（数値）を示す。使用した銀塩インクの表面エネルギは低く，未処理の PTFE シート上であってもスピンコートによって濡れ広がり，120°C 程度の低温加熱で Ag インク膜の製膜が可能である。しかし，その密着性は，テープ剥離試験により容易に界面剥離する程度である（図 5(a)）。それに対して，低電力プラズマ処理後にグラフト化した PTFE では密着強度が向上し，テープ剥離試験では Ag インク膜が剥離しない程度の密着性である（図 5(b)）。しかしながら，製品規格値である 0.65 N/mm を下回っており実用レベルではないことがわかる。一方，高電力プラズマ処理後にグラフト化した PTFE では密着強度が大幅に向上し，製品規格値の 2 倍以上の密着強度が得られている（図 5(c)）。熱アシストプラズマ処理とグラフト化の組み合わせは，金属インクに対しても有効であることは明らかである。また，テトラエッチ処理（潤工社製）した PTFE と Ag インク膜との密着強度が 1.5 N/mm であったことから，本手法はテトラエッチ処理と同等以上の改質能力を有しており，代替手段として利用可能であると言える。図 6 にプラズマで表面改質して密着性を向上させた PTFE シート上にインクジェット法によって Ag 配線パターンを形成した写真を示す。PTFE を屈曲させても Ag 配線は全く剥離することなく，フレキシブル基板へも対応可能であることがわかる。

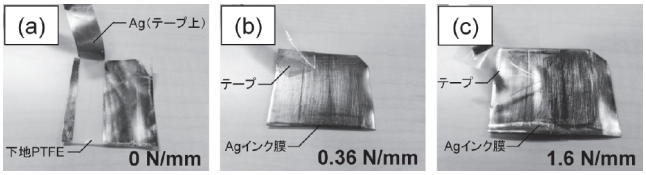


**図 5.　Ag インク膜／PTFE 接合体のテープ剥離試験後の様子 (a) 未処理，(b) 低電力プラズマ処理＋グラフト化，(c) 高電力プラズマ処理＋グラフト化**

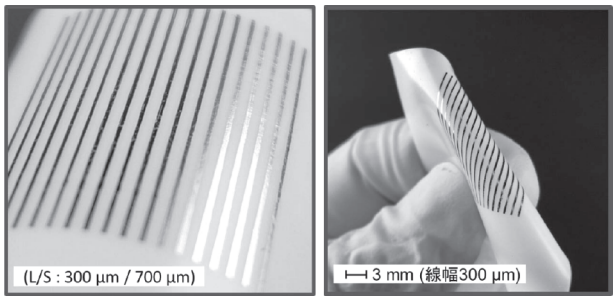


**図 6.　表面改質 PTFE シート上にインクジェット法で描かれた Ag 配線（提供：日油）**

### 2.4　PTFE と Cu ペースト膜の高密着化

金属ベタ膜のエッチングなしで樹脂基板上に金属配線を直接形成する方法として，金属ペーストが利用されることも想定される。本節では，熱アシストプラズマ処理した PTFE と金属ペーストの密着性について検証した結果を紹介する。金属ペーストとして，Cu ペースト（日油製）を使用し，スキージによって PTFE シート上に塗布し，ホットプレートを使用して大気中で加熱焼結した。Cu ペーストは，Ag 塩インクよりも粘性が高く，濡れ広がりにくいが，スキージにより未処理の PTFE 上であっても塗布可能である。図 7 にクロスカット試験による Cu ペースト膜と PTFE の密着性試験結果を示す。未処理 PTFE の場合，Cu ペースト膜はテープ剥離試験により容易に剥離し，テープ剥離後は 0/100 である（図 7(a)）。それに対して，高電力プラズマ処理（熱アシストプラズマ処理）後にグラフト化した PTFE では密着性が大幅に向上し，テープ剥離後も 100/100 である（図 7(b)）。図 8 にプラズマで表面改質して密着性を向上

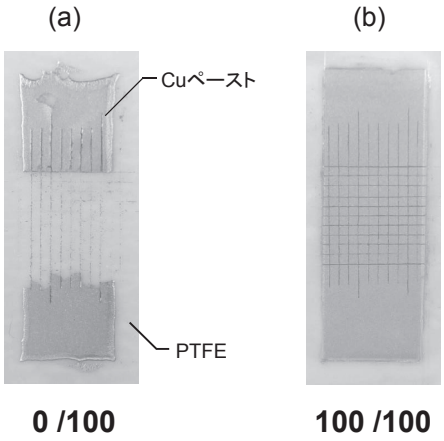


**図 7.　Cu ペースト膜／PTFE 接合体のテープ剥離試験後の様子 (a) 未処理，(b) 高電力プラズマ処理＋グラフト化（提供：日油）**

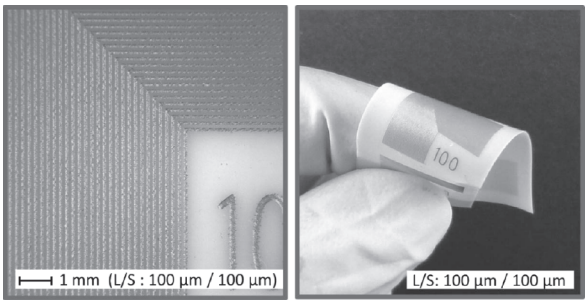


**図 8.　表面改質 PTFE シート上にスクリーン印刷法で描かれた Cu 配線（提供：日油）**

させた PTFE シート上にスクリーン印刷法によって Cu 配線パターンを形成した写真を示す。PTFE を屈曲させても Cu 配線は全く剥離することなく，フレキシブル基板へも対応可能であることがわかる。ただし，密着強度を 90° 剥離試験により測定したところ，銅ペースト膜／ PTFE の密着強度は 0.62 N/mm であり，Ag インク膜の時よりはかなり密着強度が低かった。この違いは，製膜された金属膜の組成により生じたと考えられる。金属インクは加熱焼結により有機成分は揮発し，金属ナノ粒子のみで金属膜が構成される。一方，金属ペーストは，加熱焼結しても樹脂成分が金属膜内に残り，樹脂と金属の複合膜となる。よって，PTFE 上にグラフト重合されたアミノ基と金属との接触面積が減少し，高い密着強度が得られなかったと考えらえる。樹脂成分と金属成分の比率を調整することによって，さらに密着強度が向上する可能性はある。密着強度，導電性，塗布方法およびプリント配線板の使用環境によって，金属インクと金属ペーストを使い分けることが求められる。

## 3.　結　言

本稿では，フッ素樹脂の中でも最も密着性が乏しい PTFE に対して，熱アシストプラズマ処理することで，接着剤フリーで PTFE と異種材料（ブチルゴム，無電解めっき膜，金属インク膜，金属ペースト膜）が高密着することを紹介した。テトラエッチ処理と同等以上の密着強度が得られており，危険な薬剤を使用することなく表面改質できることから，PTFE の新規表面改質方法として今後の利用が期待される。

（2016.1.12- 受理）

## 文　　献


1) ダイキン工業編：“ダイキン フッ素樹脂ハンドブック―改訂版―，”2009 年
2) 山辺正顕監：“トコトンやさしいフッ素の本，”日刊工業新聞社，2012 年
3) 堤　晋：“PTFE 原材料使いこなし技術の紹介，”バルカー技術誌，No. 28, pp. 3–5, 2015 年
4) 北島賢宏：“フッ素樹脂フィルムとその高機能化，”バルカー技術誌，No. 28, pp. 6–12, 2015 年
5) 清水　浩，鴨志田真一，富岡健一，土川信次：“環境対応低伝送損失多層材料 MCL-LZ-71G，”日立化成テクニカルレポート，No. 50, pp. 17–20, 2008 年 1 月
6) 三輪進著：“高周波の基礎，”東京電機大学出版局，2001 年
7) 水谷大輔：“プリント配線板材料の評価・解析技術，”雑誌 FUJITSU，Vol. **61**, No. 1, pp. 52–57, 2010 年 1 月
8) 小川俊夫監修：“高分子の表面改質・解析の新展開，”CMC 出版，2012
9) J. T. Marchesi, H. D. Keith, and A. Garton: “Adhesion to sodium naphthalenide treated fluoropolymers Part lll,” J. Adhesion, Vol. **39**, pp. 185–205, June 1992
10) M. Ohkubo, M. Tahara, Y. Aburatani, T. Kuroki, and T. Hibino: “Preparation of PTFE film with adhesive surface treated by atmospheric-pressure nonthermal plasma graft polymerization,” IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. **49**, No. 5, pp. 1715–1721, September 2010
11) 藤井政徳，上林裕之，下浦　斉，宮下芳次：“PTFE と金属の接着技術の開発―プラズマ照射を用いた PTFE 表面改質―，”三菱電線工業時報，Vol. **99**, pp. 78–84, 2002 年 7 月
12) K. M. Baumgärtner, J. Schneider, A. Schulz, J. Feichtinger, and M. Walke: “Short-time plasma pre-treatment of polytetrafluoroethylene for improved adhesion,” Surf. Coat. Tech., Vol. **142–144**, pp. 501–506, July 2001
13) 是津信行，山村和也，井筒祐志，我田　元，大石修治，手嶋勝弥：“プラズマプロセスを援用した高接着性ポリテトラフルオロエチレン／エポキシ樹脂／SUS304 界面形成技術，”表面技術，Vol. **65**, No. 5, pp. 227–233, 2014 年 5 月
14) 大久保雄司，山村和也：“フッ素樹脂と金属膜の強力接着技術，”コンバーテック，Vol. **43**, No. 2, pp. 51–54, February 2015


**著者紹介**

**大久保雄司**（おおくぼ　ゆうじ）
1981 年生まれ。岡山県岡山市出身。香川大学工学部卒。同大学院に進学後，（有）かがわ学生ベンチャーの代表取締役社長に就任。同大学院で単分子膜による表面改質の研究に従事し，博士（工学）号を取得。大阪大学で特任研究員を兼任し，触媒ナノ粒子の研究を開始。特別研究員 (PD) を経て，大阪大学の助教に着任。現在はプラズマを利用した表面改質（密着性向上）の研究に従事。

**山村和也**（やまむら　かずや）
1967 年生まれ。福井県福井市出身。大阪大学工学部卒。同大学院修了後，大阪大学の助手に着任。大阪大学で博士（工学）号を取得後，助教授（現准教授）に昇任し，現在に至る。専門は物理化学プロセスを用いた新しい超精密加工技術の開発で，特に大気圧プラズマを用いた形状創成，表面仕上げ，表面機能化技術の開発とその応用展開に力を入れている。