

エステック株式会社は独自のマイルドプラズマ照射技術を活用し、接着剤を使わず低温でフッ素樹脂と銅箔を接合する 5G、6G 対応の高周波用電子回路用プリント基板の量産技術を開発した。同社は、基板メーカーなどにプラズマ照射した素材の受託生産などの事業を拡大する方針である。

企業名	STC エステック株式会社		
研究分野	オーダーメイドによる切断機、全自動試料調整装置、各種省力機械、測定検査機等の研究、開発、設計、製造、販売、メンテナンス 等		
所在地	〒699-0101 島根県松江市東出雲町揖屋 2797-3		
TEL	0852-52-6100	URL	http://www.stc-ipc.co.jp
資本金	8,500 万円	従業員数	38 名

【本技術の概要】

次世代情報通信である 5G・6G 等の通信機器のアンテナ等部品の材料として、高周波でも伝送損失が少なく、安価な基板材料として、フッ素樹脂 (FP) が注目されている。フッ素樹脂は、最適な比誘電率と誘電正接をもつものの、難接着性のため被接合材料の粗面化やフッ素樹脂を改質して接着性を持たせて接合する。そのため、高周波損失が増大するという課題があった。

エステックは、フッ素樹脂表面に極性基 (-COOH 基, -OH 基等) を高密度に付与し、樹脂の表層を粗さない量産型のマイルドプラズマ装置を開発した。また、従来の低温プラズマ処理と異なり、官能基の経時変化が少ないことも見出された。本技術を柔軟性フッ素樹脂に適用したところ、樹脂表面に存在していなかった -COOH 基及び -OH 基等の極性基が少なくとも 6 ヶ月以上樹脂表面に存在することを確認した。

本技術を用いて高周波用フッ素フィルムと超平滑銅箔 (R_z 0.85 μ m) とを接着剤なしで、200°C 以下の低温真空熱プレス接合したところ、伝送損失 -2.89 dB/100mm (80GHz) で、プリント配線板の製品規格値 0.65N/mm (90°ピール強度) を超える高強度接合力 10N/cm が得られた。

同社は、高速通信規格「5G」やその先の「6G」に対応を視野にプラズマ照射した素材を受託生産する方針で、基板メーカーなどに採用を働きかける方針である。

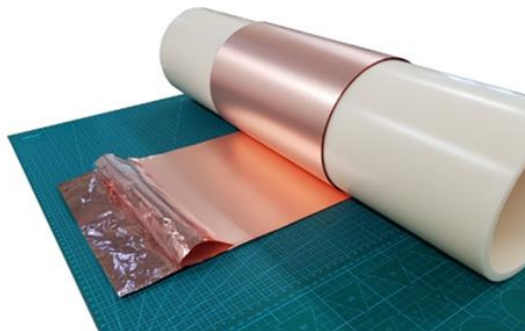


図 1. ロール状に加工したフッ素系 CCL (銅箔+フッ素樹脂+銅箔)

出典：2022 年 9 月 28 日(水)～30 日(金) N-PLUS コーティング・表面処理展での同社カタログ

【基本原理】

同社が開発したマイルドプラズマ技術は、独自の電源と電極により、照射するエネルギーをマイルドにすることで、樹脂表面へのエッチングによる物理的ダメージを少なくし、高密度の官能基を生成することができる。その結果、低温、低圧でも活性基同士の強い反応性により脱水縮合反応が促進され、接着剤を使わない直接接合を実現する。接着剤を使わないので、バルク特性が100%維持できる（図2.、図3.）。

また、樹脂表面を親水化にも撥水化にも、自由自在に改善でき最適な条件で処理が可能であり、N₂、O₂、Ar、H₂、CO₂ など使用可能なガスに制限がなく、使用量も少ないことが特徴である。

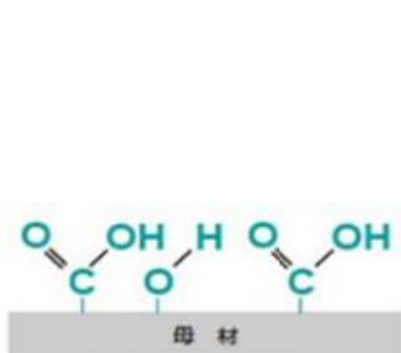


図2. 高密度の官能基生成

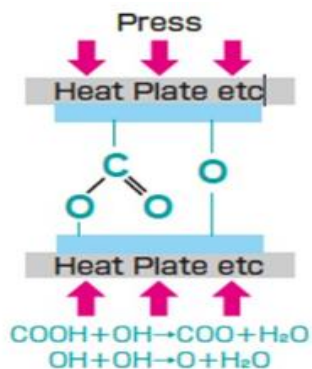


図3. 脱水縮合反応による直接接合

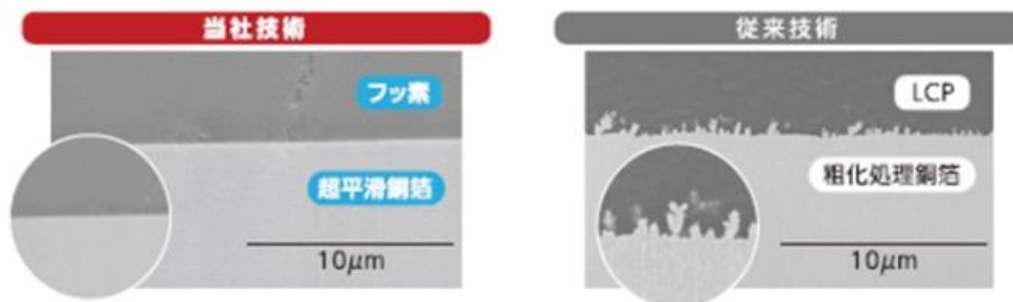


図4. 接合部断面の比較

表1. 他社フッ素系基板材料との特性比較

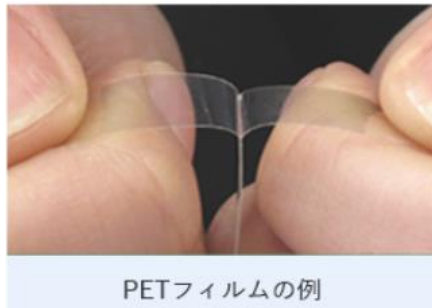
	当社	A社	R社
接合方式 温度	直接接合 200℃以下	接着性付与樹脂 200℃以下	熱圧着 300℃
比誘電率	2.0 (80GHz 実測値)	2.0 (60GHz カタログ値)	2.2 (80GHz 実測値)
誘電正接 (tanδ)	0.0008 (80GHz 実測値)	0.001 (60GHz カタログ値)	0.0016 (80GHz 実測値)
伝送損失	-2.89dB/100mm (80GHz 実測値)	-4.4dB/100mm (40GHz カタログ値)	-3.29dB/100mm (80GHz 実測値)

出典：2022年9月28日(水)～30日(金) N-PLUS コーティング・表面処理展での同社カタログ

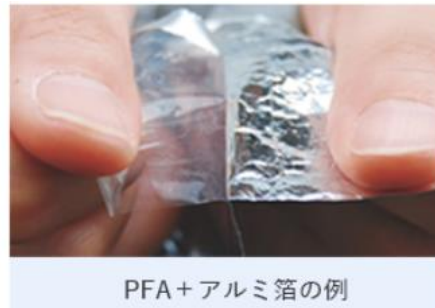
【接着剤レス直接接合の例】

表 2. 各種樹脂基板の直接接合の例

	PET	PI	PPS	Aramid	PP	PFA
PET	○		○	○	○	○
PI		○		○		
PPS	○			○		
Aramid	○	○	○	○		
PP	○				○	
PFA	○					○



PETフィルムの例



PFA+アルミ箔の例

https://www.stc-jp.co.jp/plasma_sp/

【親水・疎水基の密度制御】

マイルドプラズマ技術は、親水・疎水基の密度制御が容易にできることから、樹脂表面を親水にも疎水化にも自在に改質が可能である。図 5、図 6 に PET、PTFE フィルム処理例を示した。親水性・疎水性の目安は、基板上的水滴が形成する接触角で評価した。

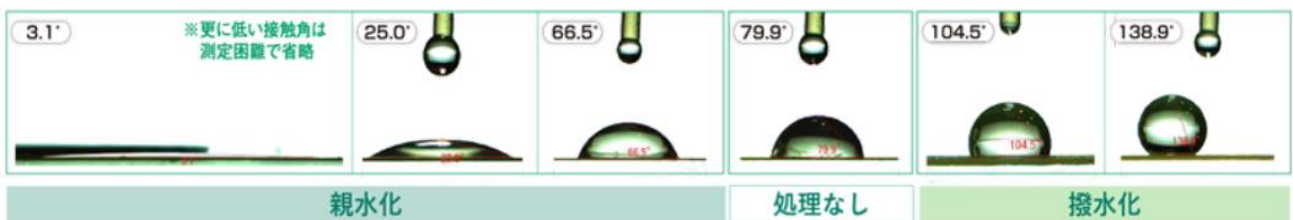


図 5. PET フィルムの親水化・疎水化処理例



図 6. PTFE フィルムの親水化処理例

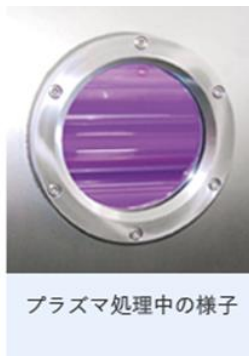
【特徴】

- ① 高周波特性を損なうことなく、フッ素樹脂表面に極性基（-COOH 基,-OH 基等）を高密度に生成させることが可能。
- ② 生成された樹脂表面に存在する官能基は、少なくとも6ヵ月安定に樹脂表面に存在する。
- ③ 接着剤を使わない直接接合で、バルク特性が100%維持できる。
- ④ 樹脂表面を親水化にも撥水化にも、自由自在に改善でき最適な条件で処理ができる。
- ⑤ N₂、O₂、Ar、H₂、CO₂ など使用可能なガスに制限がなく、使用量も少ない。

【マイルドプラズマによる高性能プリント基板量産技術】

量産技術開発では、フッ素樹脂と銅箔を平板に圧着するだけでなく、生産効率の向上が見込めるロール状に仕上げることが目標とした。ロール状化はしわができることが課題であったものの、温度管理を工夫することにより解決できた。これにより量産化を可能とし、平板に比べて大幅なコストダウンも実現した。同社は、松江市内の本社工場の一部にクリーンルームとプラズマ照射装置4台を整備し、1日当たり3,600平方メートル程度のフィルムにプラズマ照射を可能とする計画である。

- 本装置は最大500mm幅のロールツーロールを処理可能。
- 500mm幅以下のロールの受託加工も可能。
- 1,000mm幅の受託加工について計画中。



プラズマ処理中の様子



両面または片面へのプラズマ照射を、ロールツーロール処理します。

図7. 量産対応の巻取式プラズマ照射装置

https://www.stc-jp.co.jp/products/kishu_search/plasma_shousha/

【本技術の技術開発・事業展開】

同社は、マイルドプラズマ照射技術によるフッ素樹脂フィルムを受託生産し、国内外の基板製造会社に販売を計画する。また、ロール状にする機械は販売または既存機の改造でも対応可能なため有償で技術供与もする。同社の技術は、次世代通信機器だけでなく、車の自動運転の実現に向けた高速通信用途向け需要も視野に入れる。2021年9月期の売上高は約8億円で、数年後に15億円の売上高を目指す。

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC1663WOW2A510C2000000/>

専門家による目利きコメント

マイルドプラズマ技術により、フッ素フィルムと銅箔とを接着剤なし、低温で直接接合する量産技術が開発された。当該技術は、次世代情報通信 5G/6G 等の通信機器・部品材料に加えて、半導体・電子機器などの領域にも需要が見込めると期待される。

お問い合わせ

エステック株式会社 岸原 尚也

TEL: 0852-52-6100 FAX: 0852-52-6160

E-mail: kishihara@stc-jp.co.jp