

高周波グロー放電によるふっ素樹脂の表面処理技術

研究者	故中井順吉	元 大阪大学工学部	教授
開発企業	鎌居五朗	日東電工株式会社	取締役社長
(推薦者)	鎌居五朗	日東電工株式会社	取締役社長)



故 中 井 順 吉 氏



鎌 居 五 朗 氏

1. 技術の背景

ふっ素樹脂は、耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性、自己潤滑性、耐候性、難透湿性、透明性など種々の優れた性質を有していることから、これをフィルム等に成形加工して他の材料と接着し、電子機器、産業機械、自動車、医療分野などでの機能部品として利用したいという要望が年々強まっている。

しかし、ふっ素樹脂の特性のひとつである非接着性がこれらへの応用を阻む隘路となっている。

従来、ふっ素樹脂表面に接着性を付与する方法としては、金属ナトリウムを特殊な溶剤に溶かした処理液に樹脂を浸漬するナトリウム処理法が唯一工業的に用いられているが、この方法で処理した樹脂は接着強度の向上に限界があり、着色し透明性を失い、また紫外線を受けると接着力が大幅に劣化することなどから、高い接着性等を要しない汎用粘着テープとしての利用に止まっている。

さらに、このプロセスでは、湿式で化学反応性に富む金属ナトリウムと有機溶剤を使用するため、作業中の火災発生防止、廃液処理などの対策が不可欠である。

2. 技術の概要

本技術は、高周波グロー放電によって陰極暗部領域に生じるアルゴンなどの高エネルギーイオンを、ふっ素樹脂表面に衝突させることにより、微細な突起物を形成させて、高い接着性を付与するもので、安全な乾式クローズドシステム（真空槽中）により、フィルムやシート等の樹脂成形品を連続的に能率良く処理し、各産業分野の要求に応えようとするものである（図1参照）。

本技術は、表面処理プロセスとして以下の重要な技術的課題を解決したことにより完成したものである。

- ①高周波グロー放電による微小な円錐状突起の生成、成長メカニズムを解析し、処理条件と表面構造との関係等を明確にしたこと（図2参照）。
- ②回転するロール型電極に大出力の高周波電力を安定して導入する電力供給機構を確立したこと。
- ③ふっ素を主成分とする分解生成ガスによる排気捕集ポンプ等の腐食を防止する技術、および排ガス処理技術を確立したこと。
- ④表面処理ガスの組成、分圧等を適宜制御できるガス供給機構を設け、一つのシステムで、各種組成のふっ素樹脂の表面処理に対応可能な多品種生産技術を確立したこと。
- ⑤長尺フィルムに適用し、均一な処理表面が得られる連続ロール方式処理技術を確立したこと。

また、本技術により処理されたふっ素樹脂は、ナトリウム処理品と比べて以下の特徴を有している。

- ①同一接着剤を用いた場合、約1.8倍の接着強度が得られる。
- ②接着時の加熱処理温度を大幅に下げても十分な接着強度が得られる（低温接着性）。
- ③無色透明性が保持され、化学的にも長期に安定で耐紫外線性にも富む。
- ④特段の前加工を行うことなく、片面のみに接着性を有する処理品が容易に得られる。

なお、本技術により樹脂表面の接着性が格段に向上するのは、微細突起による接着界面への物理的なアンカリング（投錨）効果（強度全体の約8割に寄与）と、処理面の一部が化学的に活性化され接着剤と結合する化学的効果（2割寄与）が複合的に作用していることによると推定される。

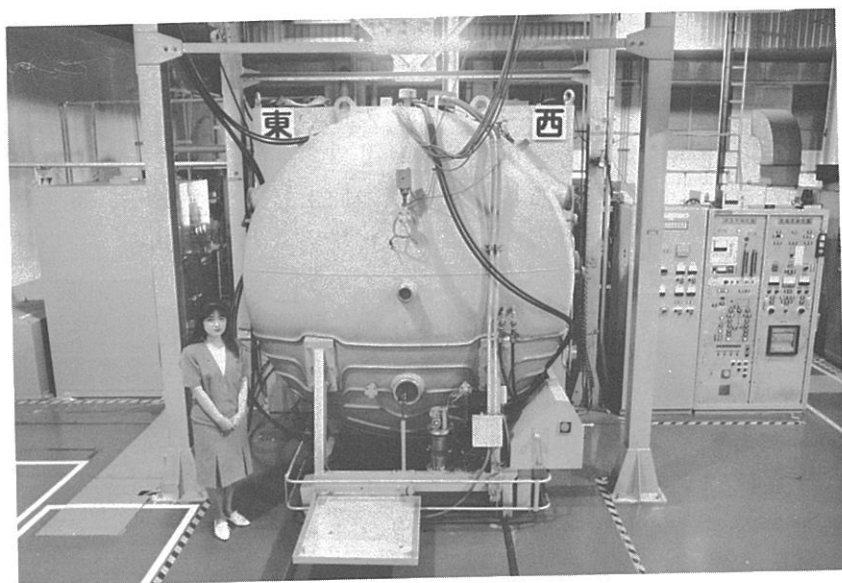


図1 表面処理装置の外観

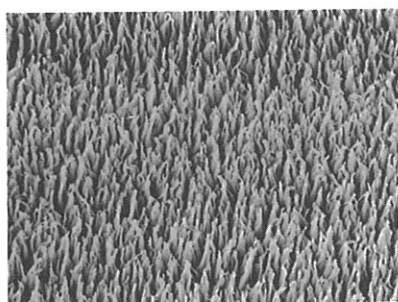
3. 効果

本技術により表面処理されたふっ素樹脂フィルム等は、本来の優れた性質に加え、従来にない特質を備えているため、単体あるいは他の材質と組み合わせて、電気・電子工業分野、医療分野、機械工業分野など、多くの産業分野における機能部品への応用が期待される。

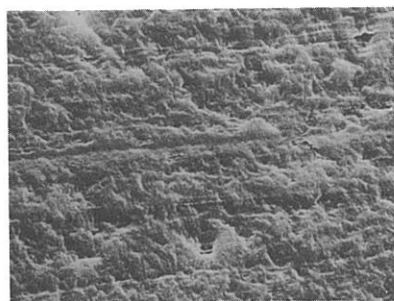
既に応用されている製品は以下のものである。

- ①高い透光性、低温接着性、難透湿性を利用したもの：ワープロ、パソコンの液晶表示用のエレクトロルミネッセンス（EL）素子のシール材（図3参照）。
- ②高い接着強度、各種の薬液を汚染しない化学的安定性等を利用したもの：薬液ボトルのキャップなど。
- ③高い接着強度と自己潤滑性を利用したもの：複写機の紙搬送部の摺動材、ビデオカセットテープのテープガイド用パッドなど。

更に今後は、①透光性、難透湿性等の特質を生かしての自動車用ミラーカバー（くもり防止）、薬品バッグ、②高接着強度、化学的安定性を生かしての注射器用シリンダーヘッド部のラミネート、③高接着強度、自己潤滑性等を生かしての自動車用エアバッグとステアリング軸間の摺動部材など、広範な分野での応用が期待されている。



〔本 製 品〕



〔ナトリウム処理品〕

図2 本製品と従来のナトリウム処理品の表面形状の比較

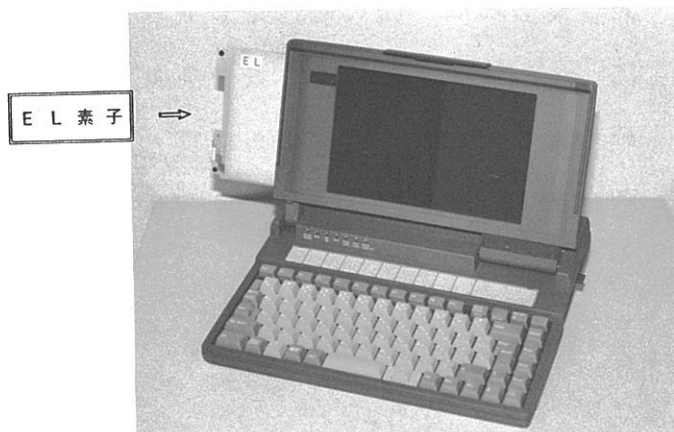


図3 応用例：液晶表示用EL素子のシール材