

大気圧プラズマによる PTFE の表面処理と FTIR による振動解析

Surface treatment of PTFE using atmospheric plasma and its FTIR analysis

村山大地¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾, 坂口 雅人²⁾, 加藤 聖隆^{1,3)}

- 1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミックス研究室
- 2) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 複合材料構造研究室
- 3) 有限会社サーフクリーン

PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene) は、電気的特性が優れているため高周波基板への応用が考えられているが、接着性が極めて低いため銅箔等の金属を接着することが困難である。我々は PTFE 表面に大気圧プラズマ処理を行うことで接着強度の向上を図っている。本研究では、大気圧プラズマ処理時間の異なる PTFE サンプルを用意し、FTIR による振動解析を行うことで、接着強度に及ぼすと考えられる化学種の結合状態変化を観測した。

キーワード: PTFE, 大気圧プラズマ処理, FTIR

1. はじめに

フッ素原子と炭素原子のみからなる高分子化合物である PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene) は、耐熱性・耐薬品性・絶縁性・非接着性・耐摩耗性といった優れた特性を有するため、調理器具のコーティングや自動車の部品など様々な形で使用されている。また、誘電率と誘電正接がともに低いため、高周波基板への応用も検討されている。しかし、PTFE は接着性が極めて低く、回路を構成するための銅箔を接着するためには何らかの表面処理が必要となる[1]。これまでに提案されている表面処理方法として、プラズマ処理や Na エッティング処理等の方法が挙げられる[2,3]。しかし、Na エッティング処理は特殊な薬品を使用するため環境負荷が大きい。そこで、我々の研究室では、これまで大気圧プラズマ処理による PTFE 表面処理に取り組み、接着強度の向上を確認した[4]。図 1 はステンレス板と大気圧プラズマ処理を行った PTFE をエポキシ系接着剤で接着したサンプルにおけるせん断応力と大気圧プラズマ処理時間の関係を示す。本研究では、PTFE の大気圧プラズマ処理における表面化種の結合状態の変化と接着強度の関係を調査することを目的とした。

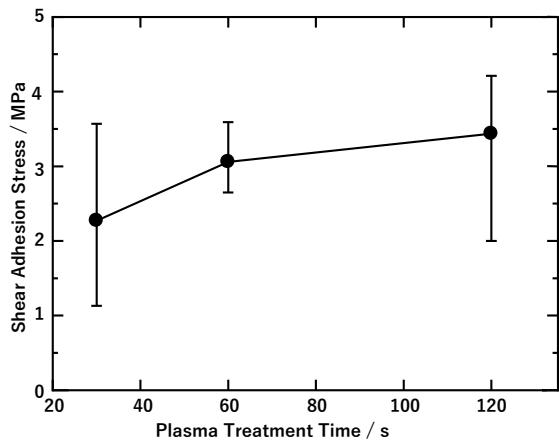


図 1 PTFE サンプルとステンレス板のせん断応力と大気圧プラズマ処理時間の関係 [4]

2. 実験方法

(1)サンプルの製作

2mm 厚の PTFE 板から 30mm×30mm のサイズにサンプルを切り出し、超音波洗浄した。

(2)大気圧プラズマ処理

洗浄後の PTFE 板表面に 5 および 10min の大気圧プラズマ処理を施した。図 2 に装置の概略図を示す。Ar ガス 5L/min、O₂ ガス 500mL/min をプラズマ発生ユニットとアース板の間に流入し、ここに 100V の交流電圧を印加することでプラズマを発生させた。

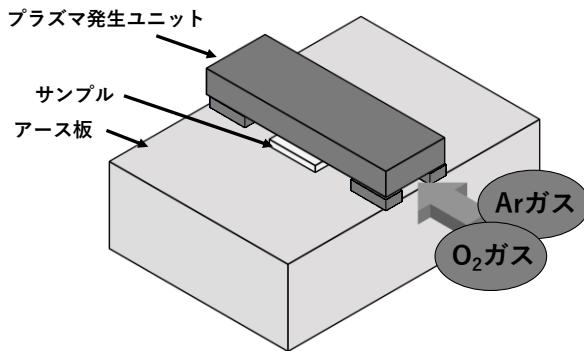


図 2 大気圧プラズマ処理装置の概略図

(3)一点反射 ATR 法による FTIR 測定

一点反射 ATR 法により未処理と大気圧プラズマ処理を行ったサンプル表面の振動解析を行った。波数範囲 $400\text{~}4000\text{cm}^{-1}$ 、分解能 4.0cm^{-1} 、積算回数 20 回として赤外反射光強度を測定した。

3. 結果

図 3 に大気圧プラズマ処理を行った各サンプルの IR スペクトルを示す。全てのサンプルにおいて CF_2 と CF_3 に起因する 1201.65 と 1145.72cm^{-1} のピークを確認した。図 4 に図 3 の縦軸を拡大したスペクトルを示す。未処理のサンプルにおいて CH_2 伸縮に起因する 2 つのピーク (2920.23 と 2852.72cm^{-1}) を確認した。この結果から今回用いた PTFE サンプルは完全にフッ化されていないことがわかった。また、これら 2 つのピークはプラズマ処理時間の増加に伴い消失した。一方、処理時間の増加により C=O の振動に起因するピーク (1884.45cm^{-1}) が増大した。以上より、大気圧プラズマ処理を施すことにより、PTFE 表面が酸化し、 CH_2 結合が減少し C=O 結合が増大したものと考えられる。また、化学種の結合状態の変化による接着強度の向上の可能性が示唆された。

4. まとめ

PTFE サンプルに大気圧プラズマ処理を行い一点反射 ATR 法 FTIR 測定による振動解析を行った。得られたサンプルについて FTIR スペクトルを比較したところ、表面の CH_2 結合が減少し C=O 結合が増大することを確認した。このことから、PTFE に大気圧プラズマ処理を施すことで、表面化学種の結合状態の変化により接着強度が向上した可能性が示唆された。

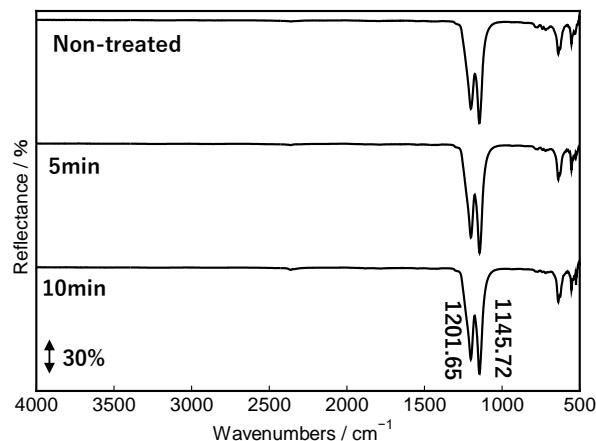


図 3 各サンプルの FTIR スペクトル

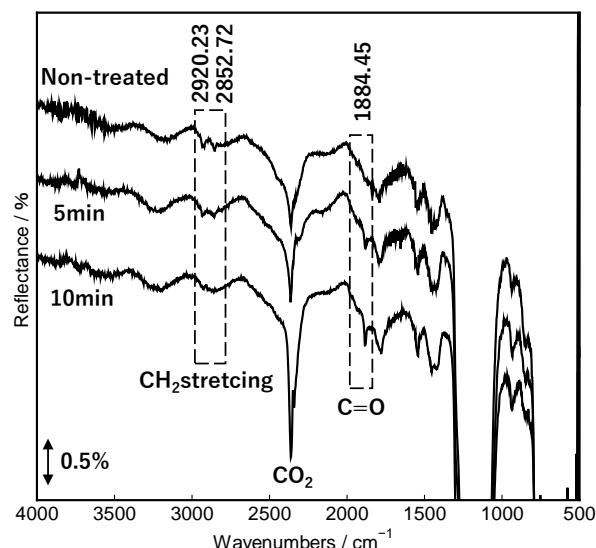


図 4 図 3 の縦軸を拡大した FTIR スペクトル

参考文献

- [1] 山田能生, 棚池修, 白石壮志: “炭素 TANSO”, No.215, 285-294 (2004)
- [2] 大久保雄司, 佐藤悠, 石原健人, 青木智紀, 遠藤勝義, 山村和也: “精密工学会春季大会学術講演会講演論文集”, S19, 1097-1098 (2015)
- [3] 柴原正文, 本田幸司: “精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集”, K21, 579-580 (2013)
- [4] 松本悠希: “第 9 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集”, D125, 170-171 (2017)