

# プラズマ処理を施した PTFE における発光強度の比較

## Comparison of Luminescence Intensity of Plasma Treated PTFE

茂木 良樹<sup>1)</sup>  
指導教員 黒木 雄一郎<sup>1)</sup>

1)サレジオ工業高等専門学校 電子セラミック研究室

PTFE は高周波基板への応用が期待されているが、接着性を向上させる必要があり、その方法としてプラズマ処理が注目されている。また、そのプロセスモニタとしてフォトルミネッセンスの応用を検討している。処理時の Ar ガス圧を 100Pa とした R. F. プラズマ処理では、PTFE の PL 発光強度が増加した。

キーワード：PTFE, プラズマ処理, フォトルミネッセンス

### 1. 緒言

フルオロカーボン材料の 1 つである PolyTetraFluoroEthylene (PTFE) は、フッ素原子と炭素原子で構成された高分子材料である。また低誘電率、低誘電正接の特徴から高周波基板への応用が検討されている。しかし接着性が低く、回路形成のために銅膜を密着する過程において何らかの脱フッ素処理が必要である。従来法としてナトリウム溶液を含む薬品を使用した湿式エッチング処理を用いた接着強度の向上が達成されてきた[1,2]。しかし、ナトリウム溶液は劇薬であり、環境負荷が大きく、PTFE 表面が粗くなるため、代替手法としてプラズマ処理やプラズマ処理+表面グラフト重合などが注目されている[3,4]。私が所属する研究室では、各種プラズマ処理におけるプロセスモニタとして、光励起された電子が基底状態に戻る際に発生する光(フォトルミネッセンス:PL)を応用することを検討している。また、昨年マイクロ波プラズマを用いたプラズマ処理を施した PTFE は発光強度が増加することがわかった[5]。本研究では処理条件の異なる R. F. マグネトロンプラズマ処理を施した 2 種類の PTFE の発光強度を測定し比較を行った。

### 2. 方法

メーカーの異なる厚さ 2mm の PTFE 板(ニチアス製：#9000-s、モノタロウ製：型番不明)を 20×60mm に切断した。その後アセトン、プロパノールの順でそれぞれ 10 分間超音波洗浄を行い、洗浄液の揮発を目的として 24 時間以上乾燥させた。洗浄した試料に対して He-Cd レーザーの 325nm 線を励起源として PL 測定によって発光特性を測定した。その後 Ar ガス圧を 1、10、100Pa とし、それぞれ 100W でプラズマ処理を 15 分施し、PL 測定によって発光特性を評価した。処理前と処理後の測定位置の変化を  $\phi$  2mm 以内に収めた。図 1 に PL 測定に使用した測定系の概略図を示す[5]。

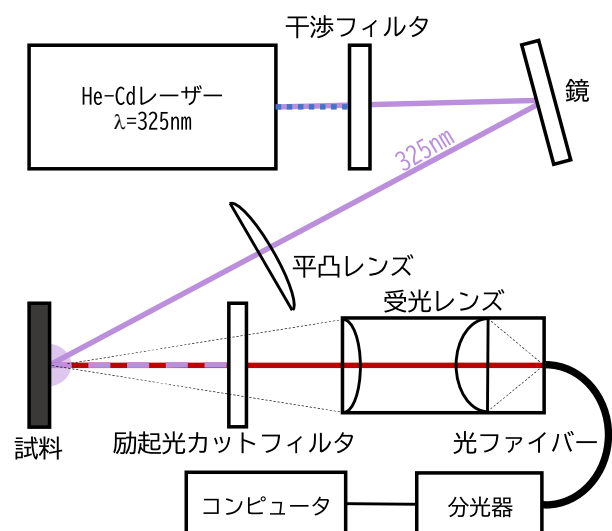


図 1 測定系の概略図

### 3. 結果

図2に Ar ガス圧を 1、10、100Pa でプラズマ処理を行ったモノタロウ製 PTFE の発光スペクトルを示す。モノタロウ製 PTFE 試料ではプラズマ発生時の Ar ガス圧が 1Pa では発光強度が減少した。一方、10 と 100Pa はどちらも発光強度の増加がみられ、100Pa の方がより増加した。図3に Ar ガス圧を 1、10、100Pa でプラズマ処理を行ったニチアス製 PTFE の発光スペクトルを示す。ニチアス製 PTFE では Ar ガス圧 1Pa 処理では発光強度に大きな変化は見られなかった。一方、10 と 100Pa はどちらも発光強度の増加がみられ、100Pa の方がより増加した。いずれの PTFE 試料も、プラズマ処理前に波長 450nm にピークを有する発光が確認された。(700nm 付近の\*で示された2つの鋭いピークは励起源によるものであり試料の発光とは無関係)。

### 4. 結言

プラズマ発生時のガス圧を 1、10、100Pa と変化させてプラズマ処理した PTFE の PL 測定を行った。どちらの PTFE 試料でも Ar ガス圧を 1Pa とした処理では発光強度に大きな変化は見られず、10 と 100Pa ではどちらも発光強度の増加がみられ、100Pa の方がより増加した。これは、圧力が高くなったことによりイオンと電子の分離が促進され、プラズマ密度が高くなり、処理効率が向上したためだと考えられる。

### 5. 今後の予定

10Pa と 100Pa の間の条件でプラズマ処理を行い、Ar ガス圧と発光強度の関係を詳細に調査する。また、マイクロ波プラズマ処理を施したサンプルとの比較、ラマンスペクトルや XRD を用いた比較を行う。

### 文献

- [1] M. L. Miller, R. H. Postal, P. N. Sawyer, J. G. Martin, M. J. Kaplit, Appl. Polym. Sci., 14, 257 (1970)  
 [2] David W Dwight, William M Riggs, "Fluoropolymer

surface studies", j.Adhesion, 39, 185(1992)

- [3] 大久保 雅章, 田原 充大, "気圧プラズマ複合表面処理によるフッ素樹脂の接着性向上とその応用"日本接着学会誌,46,3(2010)  
 [4] 大久保 雄司, "熱アシストプラズマ処理にの革新的な表面改質と異種材料との強力接着への応用"表面技術, 70, 2 (2019)  
 [5] 井西峻梨 "各種プラズマ処理を施した PTFE における発光強度の比較"サレジオ工業高等専門学校 (2023)

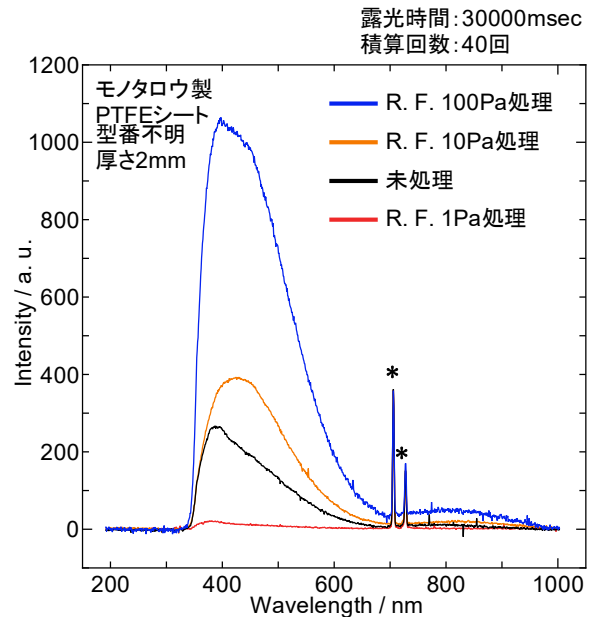


図2 モノタロウ製 PTFE の発光スペクトル

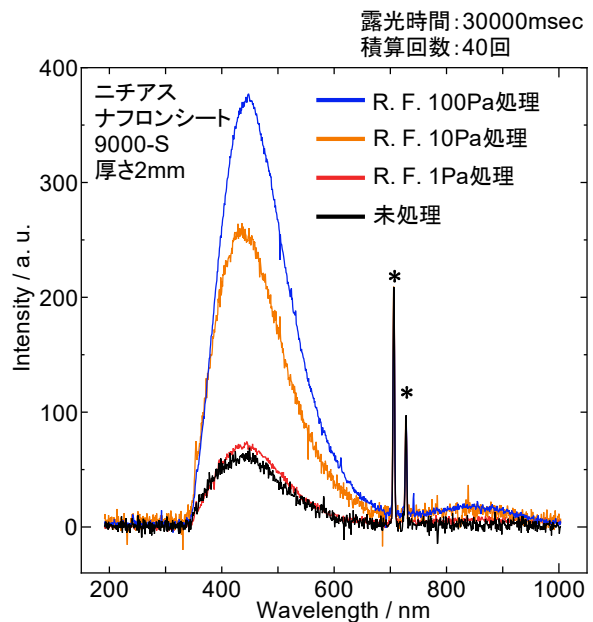


図3 ニチアス製 PTFE の発光スペクトル