

水蒸気エタノールアルゴン混合ガス 大気圧プラズマによる PTFE の表面改質

1190099 谷 雅彦 (プラズマ応用研究室)
(指導教員 八田 章光 教授)

1. はじめに

ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)は、フッ素と炭素原子のみからなるフッ素樹脂であり、いくつかの優れた特性を持っていることが知られている。例えば、耐熱性、耐薬品性、電気特性、低摩擦性、非粘着性などである[1]。PTFE は他の材料と接着する場合、表面を親水化する必要がある。親水化処理方法の一つである大気圧プラズマ処理は、環境負荷が小さく、高速処理が期待できる[2]。

アルゴンと水蒸気を用いた大気圧プラズマ処理の確認実験を進めていた際、他のデータより親水性が大幅に向上したサンプルを発見した。親水性が向上した原因を調査したところ、水蒸気アルゴンを用いた実験の前にエタノール蒸気アルゴンを用いた実験をしており、配管内に残った微量のエタノールが関係している可能性があるという考えに至った。そこで、水蒸気とエタノール蒸気をアルゴンに適量混合したガスの大気圧プラズマによる PTFE の表面改質に取り組んだ。さらに、処理のメカニズムを理解するためプラズマで生成されるガスを質量分析法によって分析した。

2. 実験方法

PTFE 表面改質の実験系を図 1 に示した。アルゴンガスを水エタノール混合溶液中でバブリングし、混合ガスを放電管に流した。エタノール濃度は 0~100%まで変化させた。放電管は矩形管で、厚さ 0.3mm ガラス板上に電極を配置した平行平板の誘電体バリア放電構造となっている。アセトン 5 分、エタノール 5 分、脱イオン水 5 分の順で超音波洗浄した厚さ 1mm の PTFE シートを放電管の底面ガラス上に配置し、電極に 10kVp-p、25kHz の正弦波電圧を印加して 10 秒間プラズマ処理を行った。処理した PTFE に脱イオン化水を 1μL 滴下し、滴下 30 秒後の接触角を測定した。また、プラズマで生成される水素ガスについて四重極型質量分析計(QMS)を用いて測定した。

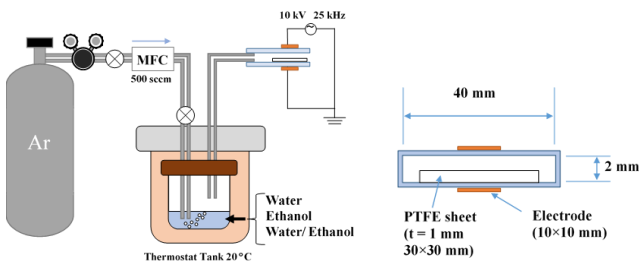


図 1. 大気圧プラズマ処理装置と放電管の概要

3. 結果・考察

Ethanol の濃度変化に対する水素の生成量についてのグラフを図 2 に示す。Ethanol 濃度 0%~9%の範囲では水素の生成量は濃度に伴って増加する傾向が見られた。9%~25%の範囲では、水素の生成量はほとんど一定の値を示した。40%~60%の範囲では、9%~25%の範囲よりも高く、全範囲で考えても最も高い値を一定に保っている。75%~100%の範囲では、9%~25%とほとんど等しい水素生成量を一定に保っている。

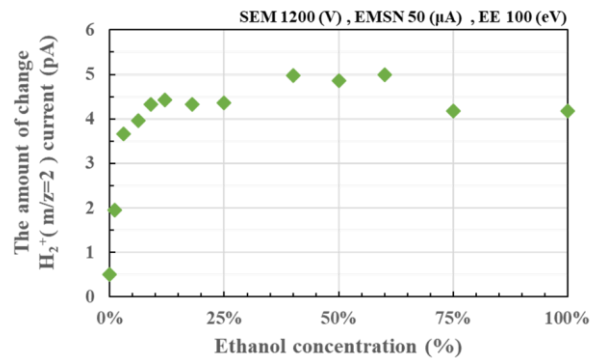


図 2. Ethanol の濃度変化に対する水素の生成量

処理前後の PTFE の接触角を図 3 に示す。処理前の 111° からより小さな接触角になり、いずれの条件でも親水性は向上した。親水化はプラズマ中で水素ラジカルが生成され、PTFE 表面のフッ素と反応することによりフッ素が引き抜かれ、そこに親水性の官能基が生成されて親水化したと考えられている[3]。

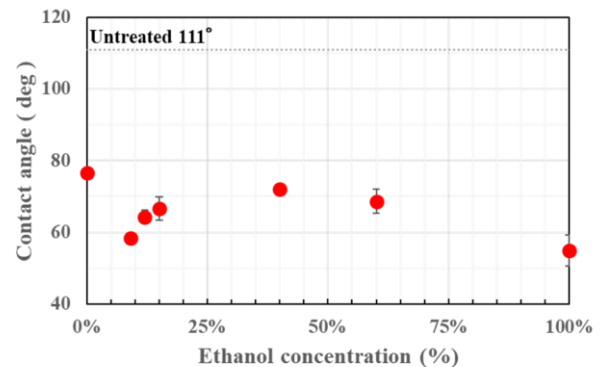


図 3. Ethanol の濃度変化に対する接触角

濃度 100%と 9%で大気圧プラズマ処理をした PTFE 表面の接触角がおおよそ等しいことを確認した。一方、水と Ethanol 混合溶液を用いた大気圧プラズマ処理では、QMS によるガス組成分析の結果から、表面改質の効果について水素の生成量だけでは予測できないと考えられる。

4. まとめ

Ethanol 含有量 100%と 9%の接触角がおおよそ等しいことから、Ethanol の含有量について大幅に減少させることができ、最適値に近づいたと考えられる。

参考文献

- [1] 日本化学会, “フッ素化合物の応用”, 新しいフッ素化学, 飛田 満彦, pp.9, 学会出版センター, 1980.
- [2] 矢島英樹, 芹澤和泉, 古田 寛, 八田章光, Ar/エタノール混合ガスを用いた 大気圧プラズマによるポリテトラフルオロエチレンの表面改質, 第 65 回応用物理学会春季 学術講演会, 20p-P4-12, pp. 07-126, 07.2018.
- [3] 柴原正文, 赤松正守, 神崎 仁, 山村和也, 大気圧プラズマ処理によるポリテトラフルオロエチレンの表面改質, 表面技術, Vol. 58, No. 7, pp.38-40, 2007.