

# Ar プラズマ処理と Ar<sup>+</sup>イオンビーム照射による PTFE 表面のぬれ特性の検討

## Investigation of wet characteristics of PTFE surface modified by Ar plasma treatment or Ar<sup>+</sup> ion beam irradiation

工学院大学工学部電気電子工学科

学生氏名；中山芳隆<sup>1)</sup>

指導教員；鷹野一朗<sup>1)</sup>

1) 工学院大学 工学部 電気電子工学科 電気電子機能材料研究室

キーワード：PTFE, プラズマ, イオンビーム, 表面改質, ぬれ性,

### 1. 緒言

ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)は、低摩擦係数、耐熱性、難燃性、電気絶縁性、耐薬品性、耐候性など優れた特性を有する。これらの特性を生かし PTFE は半導体、化学プラント、自動車、摺動材、情報・通信など様々な分野に用いられている。私たちの生活の中で身近なところでは、フライパンや電子ジャーなどの内面のコーティングに用いられ、表面へ調理材が焦げ付くのを抑制する効果を発揮する。これは、PTFE の特有の効果であり、分子を構成する炭素とフッ素の強力な結合によるものである。一方で、PTFE は高絶縁性と低誘電性を示すため、これからの情報社会で用いられる 5G などの高周波用基板としての用途が期待されている。しかしながらここで問題となるのが、先に述べた PTFE の特徴である非接着性である。すなわち、電子回路基板として用いるためには、金属配線を施す必要があり、配

線材料である銅と PTFE の接着が十分でなければならぬ。そこで、本研究室では、PTFE の付着性を向上させるために、Ar プラズマや Ar<sup>+</sup>イオンビームを用いて処理を行い、表面のぬれ性について検討を行った。Ar プラズマは、低エネルギーを使った表面処理として、繊維やガラス製の表面機能化への応用技術としても用いられている<sup>1)</sup>。Ar<sup>+</sup>イオンビームは、高エネルギーを使った処理で、装置は比較的高価で実験手順も多く実用的に劣ることが多いが、PTFE に照射した場合、針状構造を形成するなど特徴的な効果を得ることができる。先行研究では、イオンビームの指向性を利用し、PTFE に対する照射角度を変えることで、ぬれ性を調査し、角度依存性があることを明らかにした<sup>2) 3)</sup>。

本研究では、先行研究で行ってきた Ar<sup>+</sup>イオンビーム処理の効果を説明するとともに、接触角試験によるプラズマ処理とのぬれ性の比較について述べる。

## 2. 実験方法

試料とする PTFE には、フッ素樹脂粘着テープ No.903UL(日東電工(株))を用い、ガラス基板に貼付した。先行研究の  $\text{Ar}^+$  イオンビーム照射は、図 1 に示すマルチプロセスコーティング装置 (ULVAC Co.) を使い、加速電圧 10kV としイオン電流密度  $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$  で行った。 $\text{Ar}^+$  イオンビームは 45 度の磁場型質量分析器を行い、イオンビーム径  $\phi 20\text{mm}$  で試料に照射している。

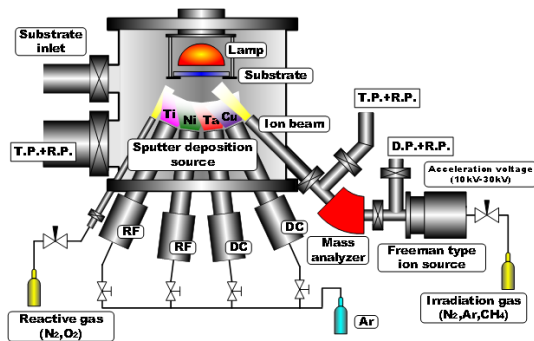


図 1 マルチプロセスコーティング装置

プラズマ処理には、図 2 のマルチプロセスコーティング装置の中間室に取り付けられた対向型の表面クリーニング用のプラズマ発生装置を用いた。本装置は図 1 の左側試料導入口に取り付けられている。処理室の到達圧力は  $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$  以下とし、Ar ガスを 5 sccm 導入後、RF 入力電力を 50W としプラズマ処理を行った。処理時間は 120s とした。

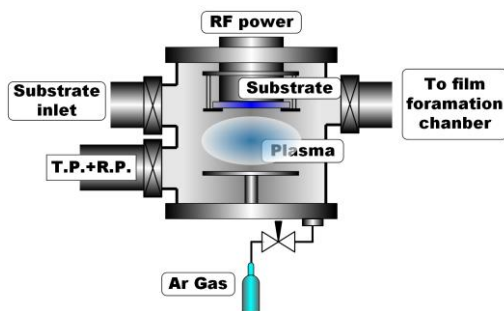


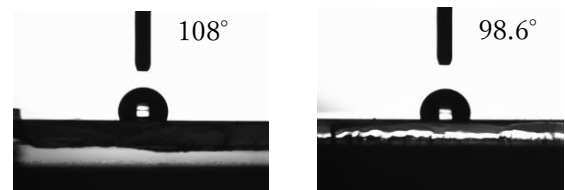
図 2 プラズマ処理装置

撥水性は接触角計(協和界面科学(株))を用いて、蒸留水  $1.0\mu\text{l}$  を滴下して 10 回測定し、最大・最小値を除いた平均値を接触角とした。接触角は液滴の左右端点と頂点を結ぶ直線の基板表面に対する角度

から  $\theta/2$  法で求めた。また、接触角は温度や湿度の影響を受けるため、恒温恒湿のもとで気温  $25^\circ\text{C}$ 、湿度 60% で測定を行った。

## 3. 結果及び考察

図 3 に今回測定した未処理の PTFE に対する接触角像を示す。図 3(a)の未処理では、接触角が  $108^\circ$  であるのに対して、(b)のプラズマ処理後の接触角は  $98.6^\circ$  であった。僅かではあるがプラズマ処理によって  $9.4^\circ$  接触角が低下し、表面のぬれ性が増したことがわかる。



(a)未処理

(b)処理後

図 3 プラズマ処理前後の接触角像

一方、イオンビーム照射においては、照射角度を垂直の  $90^\circ$  とした場合の接触角は  $113^\circ$  で、照射角度を  $30^\circ$  とした場合の接触角は  $106^\circ$  となり、照射角度の小さい方が接触角は低下した。また、一般にエネルギーの高いイオンビームの方が表面に与える影響は大きいですが、プラズマ処理の方が接触角は低下した。接触角の低下は、C-F 結合のフッ素が脱離したことにより生じると考えると、プラズマの方が効率よくフッ素を脱離したといえる。しかし、銅薄膜の付着性を向上させるためには、ぬれ性だけでなく PTFE の長鎖構造の維持も必要であるため、今後銅をコーティングして付着性を検証する。

## 参考文献

- 1) 藤井政徳, 上林裕之, 下浦斉, 宮下芳次: 三菱電線工業時報, Vol.99, pp.78-84 (2002)
- 2) 廣田雅也: “工学院大学工学部電気電子工学科卒業論文”(2019)
- 3) 家坂昂希: “工学院大学大学院電気・電子工学専攻修士論文”(2019)