

スポット型大気圧プラズマ装置による金属チタンの酸化挙動

Oxidation Behavior of Metallic Titanium by Spot Atmospheric Pressure Plasma

馬場瞭英¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

私が所属する研究室では幅広型の大気圧プラズマ処理によりチタンなどの各種金属のプラズマ酸化を試みてきたが厚い酸化膜の形成を行えていない。そこで幅広型と比較して効率的に処理を行えるスポット型大気圧プラズマ処理装置をTIG トーチを使用して製作し、チタンのプラズマ酸化を行えることを確認した。

キーワード：チタン, 大気圧プラズマ処理

1. 緒言

酸化チタンは温度や圧力に応じて、ルチル、アナターゼ、ブルックタイトの三種類の構造になることが知られている。ルチル型とアナターゼ型のは古くから白色顔料として利用されてきた。アナターゼ型の酸化チタンが高い光触媒性能を示すことが知られてからは、自動車や外壁塗装のコーティング剤などに利用されている。また、スポット型大気圧プラズマを用いて形成した酸化チタンは歯科用チタンインプラントの抗菌に有効である可能性が報告されている[1]。私が所属する研究室では、幅広型の大気圧プラズマ処理装置を用いて各種金属の酸化を試みてきた。しかし、幅広型の大気圧プラズマ装置によるプラズマ酸化は厚い酸化膜の形成に適さない。そこで本研究では、効率的にプラズマ処理を行えるスポット型プラズマ処理に注目した。TIG(Tungsten Inert Gas)トーチを利用して、チタンに対してスポット型のプラズマ処理を行う環境を構築することを目的とする。

2. 方法

(1) サンプルの準備

厚さ 0.2mm の金属チタン板を裁断機を使用して 20×20mm に切り出した。アセトン→プロパノール→精製水の順番でそれぞれ10分間ずつ超音波洗浄を行った。

(2) プラズマ処理

使用した装置の概略を図1に示す。TIG トーチに先端が平面な電極と鋭角な電極を設置し、電極からサンプル表面までの距離を 1mm に設定した。使用した電極を図2に示す。Ar ガス 5.0L/min、O₂ ガス 1.5L/min を電極とサンプルの間に流入し、100V の交流電圧を交流高圧電源を使用して 10kV に昇圧、印加することでプラズマを発生させ、それぞれ 3 分、6 分、9 分、12 分、15 分間プラズマ処理を行った。

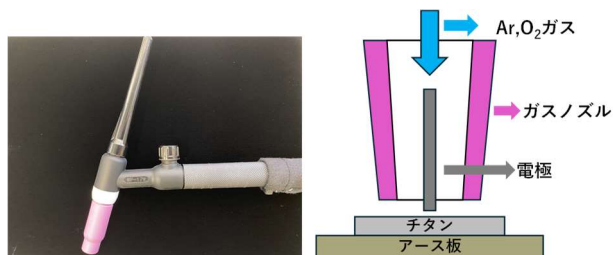


図1 TIGトーチを使用した大気圧プラズマ装置の概略

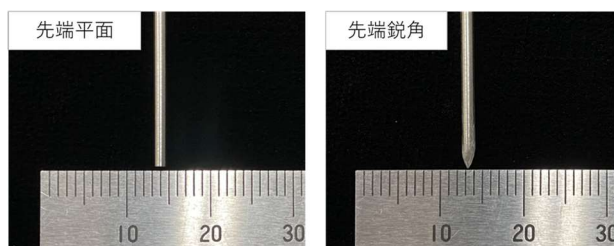


図2 使用した電極先端の形状

3. 結果

各電極の処理時間ごとのサンプルの表面の様子を図3、電極の先端が平面な物を使用して12分間処理した場合に得られたサンプルの拡大写真を図4、先端が鋭角的な場合を図5に示す。それぞれの電極で処理時間の増加に従ってプラズマ処理の範囲が増加していることを確認した。また、先端が平面な電極では9分以降、鋭角な電極では12分以降で処理の範囲と酸化膜の厚さの変化が小さくなった。それぞれ直径約2.5mmの範囲でプラズマ処理を施すことができた。電極の先端が平面な場合には、中心部から青→白→青→紫→茶色と酸化膜の干渉色に変化しており干渉色の色[2]から約25~50nmの厚さの酸化膜を作ることができた。中心部の青色の部分では粒子状の模様が確認できた。電極の先端が鋭角な場合には、中心部から白→ピンク→緑→紫→黄色→白→青→茶色と酸化膜の干渉色に変化しており、約25~150nmの酸化膜を作ることができた。先端が平面のものと比較して、中心部の粒子状の模様が確認できる範囲が狭く、また中央に大きな凹部を確認した。

4. 結言

TIG トーチを用いたスポット型大気圧プラズマ装置を使用して金属チタンにプラズマ処理が行えることを確認した。干渉色の色から電極の先端が平面なものでは約25~50nm、鋭角のものでは約25~150nmの厚さの酸化膜を作ることができた。

5. 今後の予定

電極間距離やガス流量などの処理条件を変更して観察を行う。X線回折装置(XRD)やラマン分光装置を用いて処理後のサンプルの物質の同定を行う。

文献

- [1]Myung-Jin Lee, et. al.” The antibacterial effect of non-thermal atmospheric pressure plasma treatment of titanium surfaces according to the bacterial wall structure” Sci. Rep. 9, 1938 (2019)
- [2] 屋敷貴司 上窪文生, ”チタンの表面処理技術” 軽金属 第50巻, 577(2000)

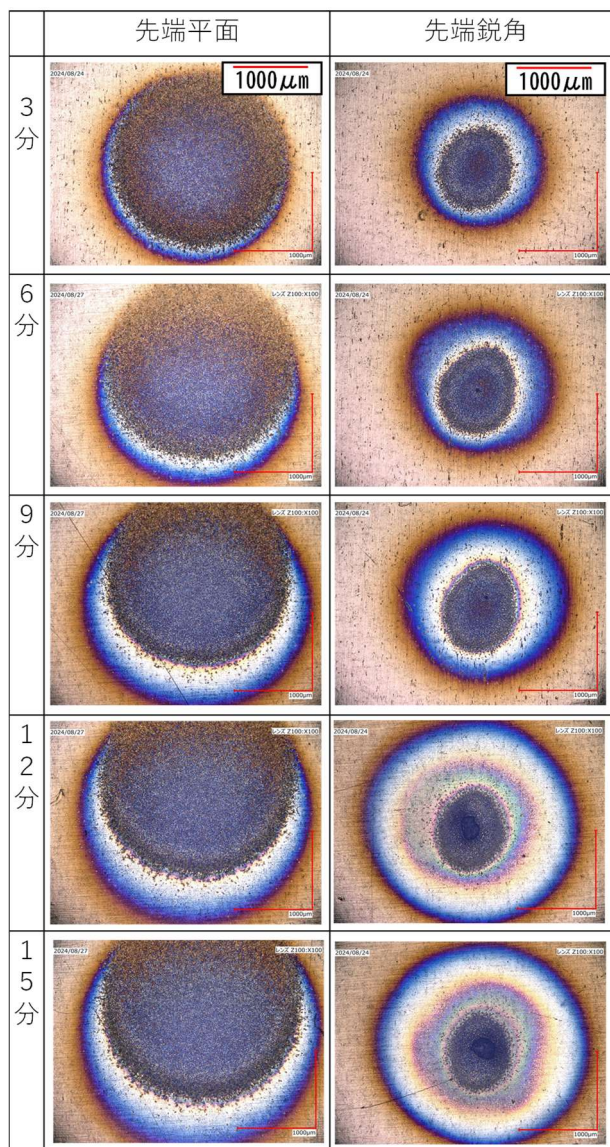


図3 各電極の処理時間ごとのサンプルの写真

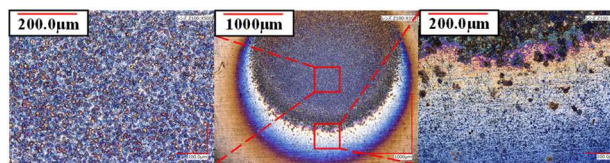


図4 先端が平面な電極を使用したサンプル

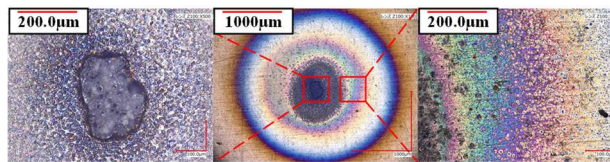


図5 先端が鋭角的な電極を使用したサンプル