

Ar/N₂ レーストラック型誘導熱プラズマを用いた

Ti 基板の一次元窒化試験

原 弘也・杉山 祐樹

田中 康規・石島 達夫・中野 裕介 (金沢大学)

幸本 徹哉・川浦 廣 (株式会社シー・ヴィ・リサーチ)

1 はじめに

筆者らは大面積にわたる表面改質を目指し、新たにレーストラック型誘導熱プラズマ (Racetrack-ICTP) 装置を開発している。この装置ではレーストラック型トーチを楕円型コイルにより挟み込み、トーチ面に垂直な交番磁界を印加して誘導熱プラズマを維持する。反応性ガスを導入したレーストラック型誘導熱プラズマの一部を基板上に直接生成することにより、高速表面処理が可能となる。レーストラック型装置はこれまでに開発してきたループ型誘導熱プラズマ装置 [1] よりも長尺な反応性プラズマを対象基板に照射可能なため更なる大面積処理が期待できる。本報告では、レーストラック型 ICTP 装置を用いた Ar/N₂ プラズマによる Ti 基板の一次元高速窒化を試みた。プラズマ照射後の基板に対して X 線回析 (XRD) 分析を行い、基板表面の窒化度および一様性を評価した。

2 実験条件

図 1 に、照射基板を設置した Racetrack-ICTP 装置の概形図を示す。レーストラック部分は内径 8 mmφ の石英管であり、半径 30 mmφ の半円および 120 mm の直線部分で構成されている。上下の直線部分には、ガス導入口 Q_T, Q_L, Q_C および Q_R が設けられている。トーチ下部は、高さ 50 mm, 横長さ 120 mm, 奥行き 20 mm の石英容器に接続されている。この石英容器内に Si₃N₄ 製の基板ホルダーを固定した。この基板ホルダー上に、厚さ 1 mm, 長さ 100 mm, 幅 10 mm の Ti 基板を設置した。トーチ上部 Q_T からプラズマ生成用ガスとして Ar を、トーチ下部 Q_L, Q_C, Q_R から Ar および反応性ガスとして N₂ を導入した。これにより基板上に直接 Ar/N₂ 誘導熱プラズマの生成を試みた。実験条件は、入力電力 7 kW, トーチ内圧力を 5 Torr, 照射時間 60 s, それぞれの導入口におけるガス流量を表 1 のようにした。Ar/N₂ プラズマ照射後の Ti 基板に対して XRD 分析を行った。

3 Ar/N₂ ICTP 照射後の Ti 基板の窒化度

図 2 に、Ar/N₂ ICTP 照射後の Ti 基板表面様相を示す。同図のように基板表面が褐色または黒色に変化した。一方で、 $x=20$ mm 付近では色の变化の乏しい箇所が存在した。XRD 分析の結果から、TiN を示すピークとして $I_{\text{TiN}42.6^\circ}$ および Ti を示すピークとして $I_{\text{Ti}70.7^\circ}$ の回析線が検出された。これらから次式の強度比 ζ を定義し、 x 方向窒化度を求めた。

$$\zeta = \frac{I_{\text{TiN}42.6^\circ}}{I_{\text{TiN}42.6^\circ} + I_{\text{Ti}70.7^\circ}} \quad (1)$$

この数値 ζ が 1 に近いほど TiN の割合が大きく、窒化されたことを示す。図 3 に、照射後の基板の x 方向窒化度 ζ

を表す。同図より、窒化度は 0.3 程度と算出された。また、窒化度が $x=-40, 0, 40$ mm のガス導入口の直下において高く、 $x=-20, 20$ mm では低くなった。これはガス導入口の直下では導入ガスにより熱プラズマが基板に押し付けられ、基板内への窒素ラジカルの拡散が促進されたためと考えられる。このことから、基板への Ar/N₂ プラズマの押し付けが窒化に有効と考えられる。今後は窒化度とその一様性の向上のため、基板全体に反応性プラズマを押し付けられるガス導入機構を検討する。

参考文献

- [1] Y.Maruyama, et, al., 13th Asia-Pacific Con. on Plasma Sci. & Techno. (APCPST2016), OC2, 2016

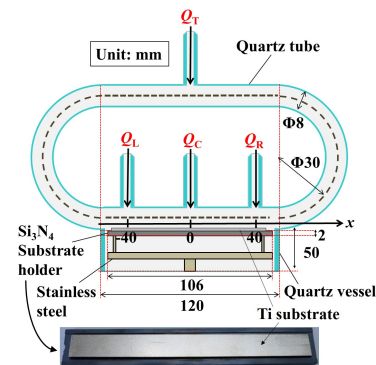
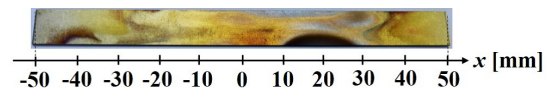
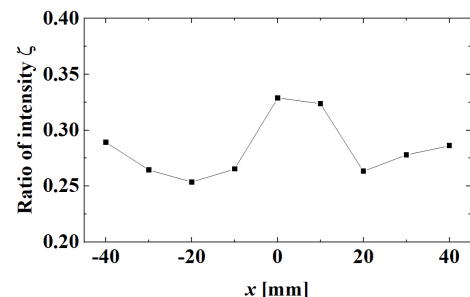


図 1: レーストラック型誘導熱プラズマトーチ

表 1: ガス流量 [slpm]

	Q _T	Q _L	Q _C	Q _R
Ar	0.5	0.3	0.3	0.3
N ₂	0	0.03	0.03	0.03

図 2: レーストラック型 Ar/N₂ ICTP 照射後の Ti 基板表面様相図 3: 照射後基板の窒化度の x 方向分布