

準大気圧マイクロ波励起窒素系ラジカル源を用いた 窒化法に関する研究

Study on nitriding technique with quasi-atmospheric pressure utilizing a microwave excited nitrogen-based radical flow

産業技術総合研究所 電子光技術研究部門¹,

産総研 製造技術研究部門²,

産総研-名大 GaN-OIL³,

○板垣 宏知¹, 廣瀬 伸吾², 金載浩¹, 王学論³, 熊谷直人³, 小木曾久人², 榊田創¹

¹Electronics and Photonics Research Institute, AIST,

²Advanced Manufacturing Research Institute, AIST,

³AIST-NU GaN-OIL

○Hirotomo Itagaki¹, Shingo Hirose², Jaeho Kim¹, Xuelun Wang³, Naoto Kumagai³,

Hisato Ogiso², and Hajime Sakakita^{1,3},

E-mail: hirotomo.itagaki@aist.go.jp

プラズマ窒化は表面改質技術の1つとして知られ、表面硬化や滑り抵抗低減技術として様々な産業で用いられている。プラズマ窒化ではイオンやラジカルを積極的に生成し、バイアス印加された部材表面に供給するため、ガス軟窒化法や塩浴室化法と比べて処理時間の短縮を実現し、更にシアン化物等の有害物質を必要としないため環境負荷が非常に小さい。しかし、一般的なプラズマ窒化は、低圧下 (10 Torr 以下) でのグロー放電を利用するため、低圧放電特有の異常放電現象や kw 級の電力が必要となってしまうことに加え、炉の大型化に伴う設備費用の増大という問題がある。そこで本研究では、上記のプラズマ窒化処理の課題解決のため、高圧力下(準大気圧)でのマイクロ波励起窒素系ラジカルフローによる窒化処理法を提案した。この手法の実現により、低真空放電由来の異常放電による問題を根本的に解決できることに加えて、高い圧力領域での窒化処理でラジカル密度の高密度化による短時間・低パワー窒化処理が期待できる。

窒化処理材として、その耐腐食性から様々な産業で用いられる Ti への窒化処理を実施した。窒素ラジカルフローは、2.45 GHz マイクロ波を窒素ガスに印加することにより $5 \times 0.2 \text{ cm}^2$ の帯状に形成(Fig. 1 (a))され、プラズマ源下部スリットから基板に向かって照射される。ラジカルフローへの発光分光観測により窒素分子のラジカル種やイオンの輝線が観測されており、処理圧力 40Torr での窒素分子ラジカル種・イオン種生成を確認した。また、窒化処理後の Ti 基板への XRD 等の表面分析や硬度測定により、従来技術の 10 %以下の消費電力かつ 25%以下の処理時間(1-2 時間)で、従来技術と同等硬度(16 GPa)が得られることがわかった。発表では、処理圧力や処理温度等の制御値を変えた際の基材の硬度や表面分析の結果と共に、アンモニアガスを用いた準大気圧低温窒化処理(Fig. 1(b))の結果に関して報告する。

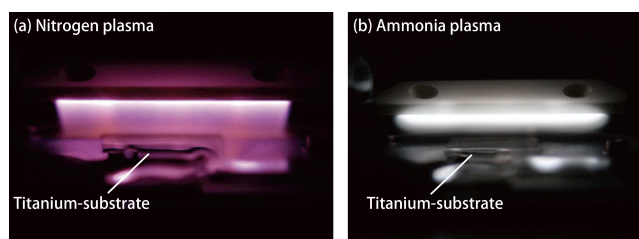


Fig. 1. Photographs of nitrogen-based radical flow using (a) nitrogen gas, and (b) ammonia gas