

トーラス型装置NAGDIS-Tを用いた窒化チタン形成と特性評価

東條圭吾¹⁾、大野哲靖¹⁾、梶田信²⁾、田中宏彦¹⁾、西尾亮佑¹⁾、溝口桜子³⁾
Keigo Tojo¹⁾, NORIYASU Ohno¹⁾, Shin Kajita²⁾, Hirohiko Tanaka¹⁾, Ryosuke Nishio¹⁾,
Sakurako Mizoguchi³⁾.

¹⁾名大院工、²⁾名大未来研、³⁾名大工

¹⁾ Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ²⁾ IMASS, Nagoya Univ., ³⁾ Sch. Eng., Nagoya Univ.

1. 研究背景

窒化とは、鋼材の表面に窒素原子を拡散させて硬い拡散層を形成する方法であり、鉄鋼材料を長寿命化させることができる。また、チタンやタンタルの窒化物は波長が500~600 nmの可視光に応答する性質を持ち、光触媒として期待されている。

従来の窒化処理方法としては、アンモニアガスを用いるガス窒化やイオン窒化が知られている。しかし、これらは化合物層の形成による処理後の研磨が必要で、処理に50時間以上の時間を要したり、イオンの衝突によって表面構造がダメージを受けるなどの欠点がある[1][2]。そこで新たな窒化法として、窒素原子を用いたラジカル窒化法が検討されている。この方法は高密度の窒素原子を用いて窒化を行う手法であり、良質な窒化層を生成することが可能である。本研究ではトーラス型装置NAGDIS-Tを用いて、複数の方法によるチタン試料の窒化膜形成ならびに特性評価を行った。

2. 実験方法

トーラス型装置NAGDIS-Tでは、発生した窒素プラズマが装置内を循環する長い磁力線に沿って螺旋構造を形成し、輸送・冷却されることで解離性再結合により高密度の窒素原子を生成することが期待される[3][4]。

窒化処理は、磁場とバイアス電圧を変えて2つの方法で行なった。一つ目の方法では、チタン試料に負のバイアスをかけて1周目のプラズマを照射した（本研究では「イオン窒化」と呼ぶ）。二つ目の方法では、浮遊電位状態で2周目のプラズマを照射した（「ラジカル窒化」と呼ぶ）。照射中の試料温度は赤外線加熱装置で制御を行なった。照射後、X線光電子分光法（XPS）を用いて表面組成を分析した。

3. 結果と考察

図1は、それぞれ温度制御を行っていない条件下でラジカル窒化およびイオン窒化を行なったチタン板と未処理の試料をXPSで解析し

た結果である。イオン窒化を行なった試料は、TiNとN-Tiのスペクトルが確認されることから、窒化されていることがわかった。一方、ラジカル窒化を行なった試料では、未処理のチタン板と同様にTiO₂のスペクトルしか確認できず、窒化層が形成されていない。これらの結果から、ラジカル窒化による窒化が行われなかった原因は表面の酸化層にあると考えられる。

講演では、これらをもとに条件を変えて実験を行った結果と考察を示す。

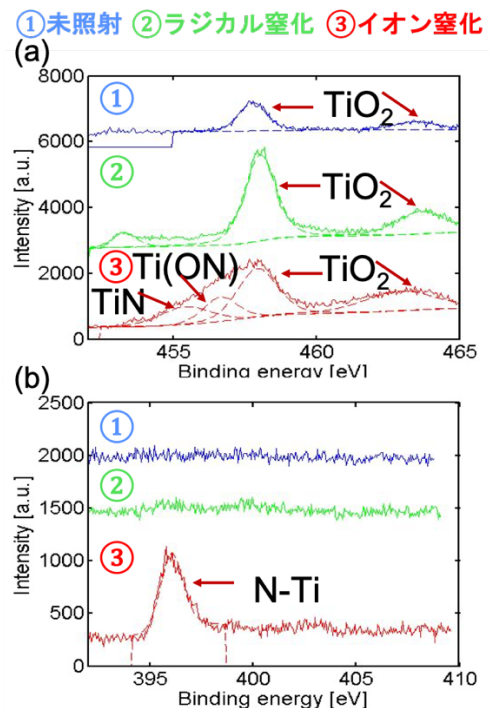


図1 ラジカル窒化、イオン窒化、未処理のチタン板のXPS分析結果 (a)Tiおよび(b)Nのスペクトル。

参考文献

- [1] T. Takase, *Tetsu-to-hagane*, **66**, 9, 1423-1434 (1980).
- [2] M. Hudis, *J. Appl. Phys.*, **44**, 1489 (1973).
- [3] K. Asaoka, *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **14**, 341069 (2019).
- [4] S. Kajita, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, 086002 (2020).