

トーラス型装置NAGDIS-Tを用いた窒素水素混合プラズマ照射による
窒化チタン形成

Titanium nitride formation by nitrogen-hydrogen mixed plasma irradiation using a
torus-type device NAGDIS-T

東條圭吾¹⁾、平岩晃汰¹⁾、田中宏彦¹⁾、梶田信²⁾、大野哲靖¹⁾

Keigo Tojo ¹⁾, Kota Hiraiwa ¹⁾, Hirohiko Tanaka ¹⁾, Shin Kajita ²⁾, NORIYASU Ohno ¹⁾

1)名大、2)東大

1) Nagoya Univ., 2) Univ. Tokyo

1.研究背景

金属材料は窒化することで表面硬度が上昇して長寿命化することから、窒化法は工業的に広く用いられている。また、窒化物半導体は広いバンドギャップを持つ等の性質から窒化物は研究されている。

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]。これらの弱点を克服した窒化法として、窒素(N)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、チタン(Ti)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、窒素水素混合プラズマをチタンのバルク材に試料バイアスを印加させて照射することで行った。その後、X線光電子分光法(XPS)を用いて、水素添加による酸化膜除去や窒化膜生成特性への影響を評価した。

3.結果と考察

図1は、純窒素プラズマ、及び同一流量の窒素と水素を流量比2:1の割合で混合させたプラズマで窒化処理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。図1(a)のチタン(Ti2p)のスペクトルにおけるTiO₂のピーク強度の差異から、水素添加により試料表面の酸化膜が除去されていることがわかる。一方でTi及びNの

スペクトルより、水素添加により窒化物のピーク強度は小さくなっている。

講演では、窒化チタン形成に対する水素添加効果について述べるとともに、螺旋状窒素プラズマの高性能化に関する実験結果について述べる。

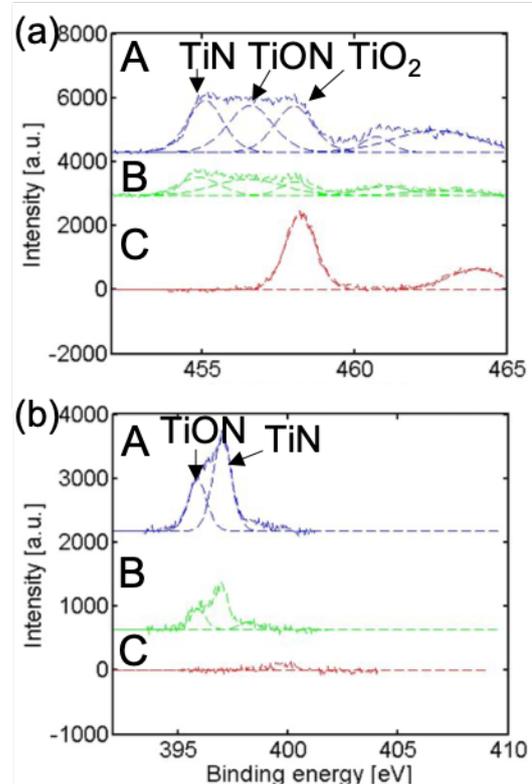


図1 A. 純窒素プラズマで処理した試料、B. 窒素水素混合プラズマで処理した試料、C. 未処理のチタン板のXPS分析結果。(a)Ti2p及び(b)N1sのスペクトル。

参考文献

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