

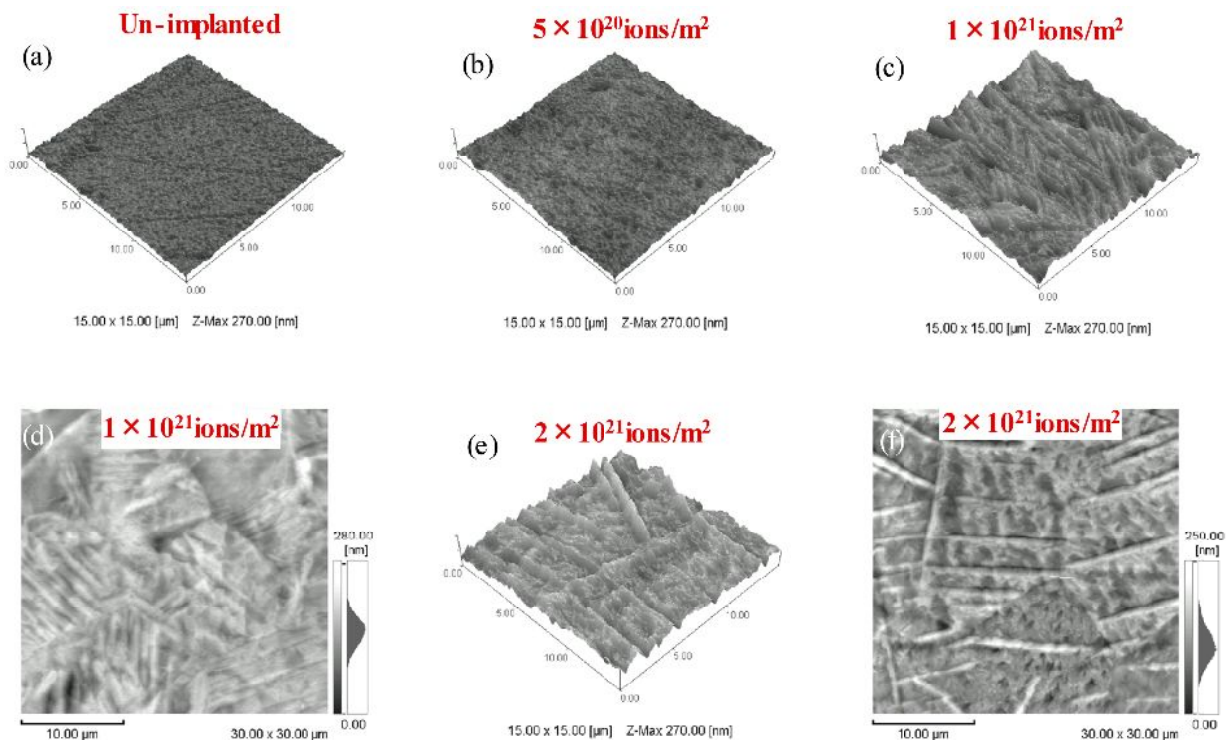
窒素イオン注入によるチタンの耐食性，耐水素化物形成 および耐酸化性の向上

広島大学名誉教授 中佐啓治郎

この文書の内容は、王 栄光博士（現：広島工業大学教授）の学位論文の内容の一部で構成されています。

チタンおよびチタン合金は、軽くて強く、耐食性に優れています。チタン合金は、機械構造部用材料としてのみならず、生体材料や形状記憶合金などの機能材料としても注目されています。しかし、塩酸、希硫酸などの非酸化性酸に対する耐食性は十分ではありません。また、チタンは、もともと活性の大きい金属であるため、水素と接触して水素化物を形成すること、高温では酸化が激しく耐酸化性が小さいことも欠点です。そこで、チタンにイオン注入を行い、耐食性、耐水素化物形成特性、耐酸化性がどの程度向上するかを調べました。

1. 窒素イオン注入による工業用純チタン試料表面のチタン窒化物析出による形状変化



Implantation current density: 0.05A/m²

Fig.1 イオン注入量の増加にともなう表面形状の変化
(原子間力顕微鏡 AFM による観察)

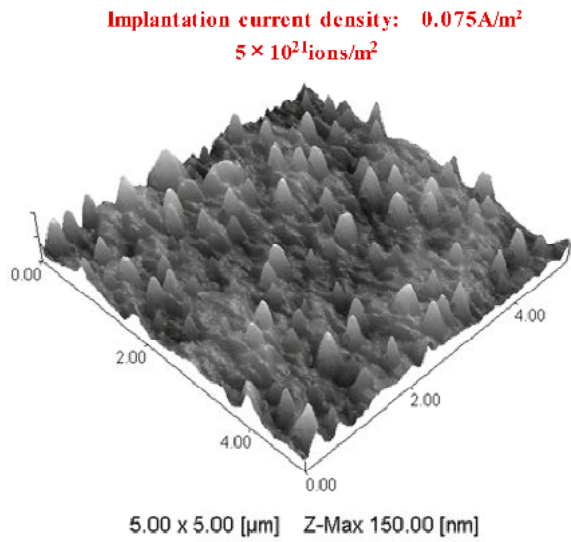


Fig.2 イオン注入によるチタン窒化物の表面析出

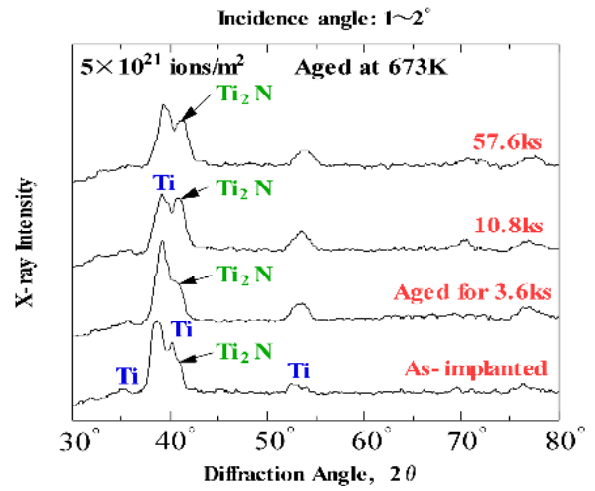
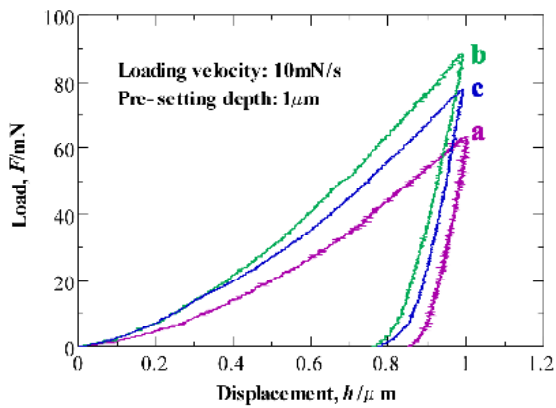
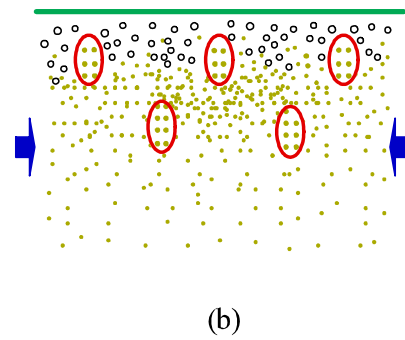
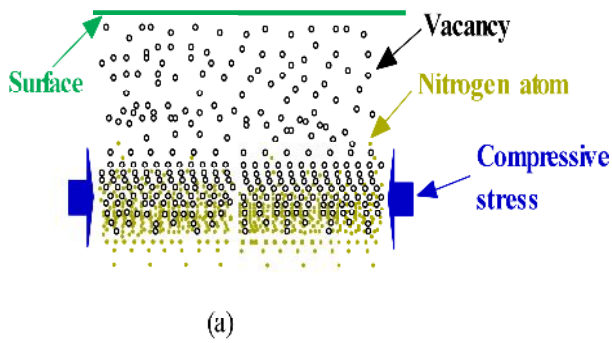


Fig.3 イオン注入表面のX線回折パターン



(a) unimplanted (b) implanted with $1 \times 10^{21}\text{ions/m}^2$
 (c) implanted with $1 \times 10^{21}\text{ions/m}^2$ and aged at 473K for 28.8ks

Fig.4 ナノインデンテーション曲線
 (窒化物の析出により表面硬化が起こる)

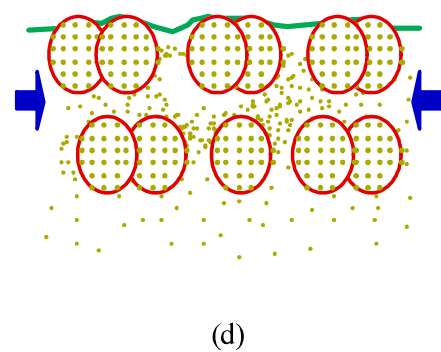


Fig.5 窒化物の表面析出機構

2. 窒素イオン注入による耐食性向上

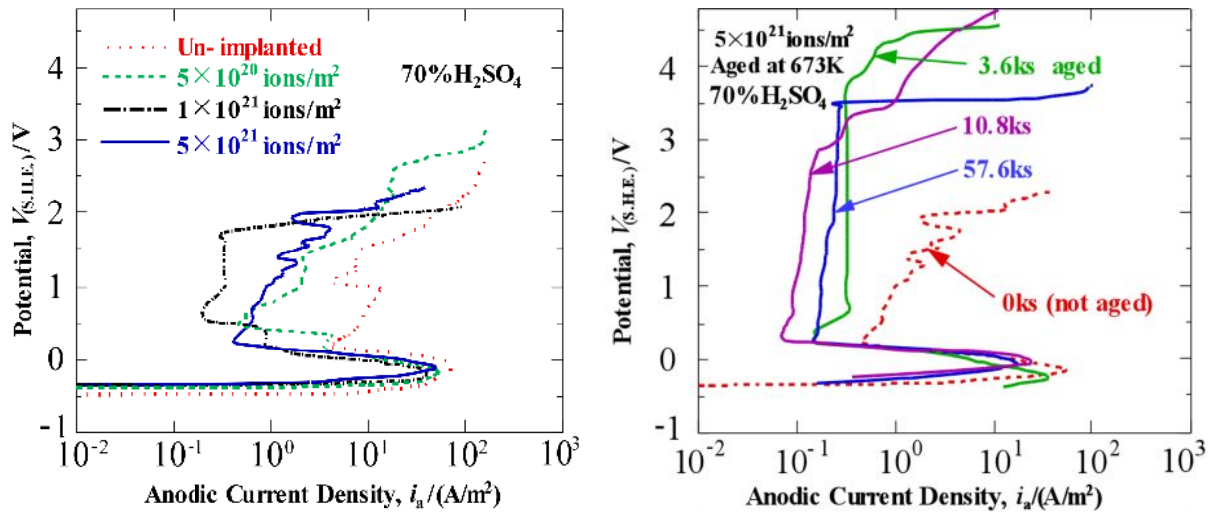


Fig.6 窒素イオン注入とその後の時効による耐食性の向上
(時効により窒化物の析出が促進され,耐食性はさらに向上する)

3. 窒素イオン注入による水素化物形成の防止

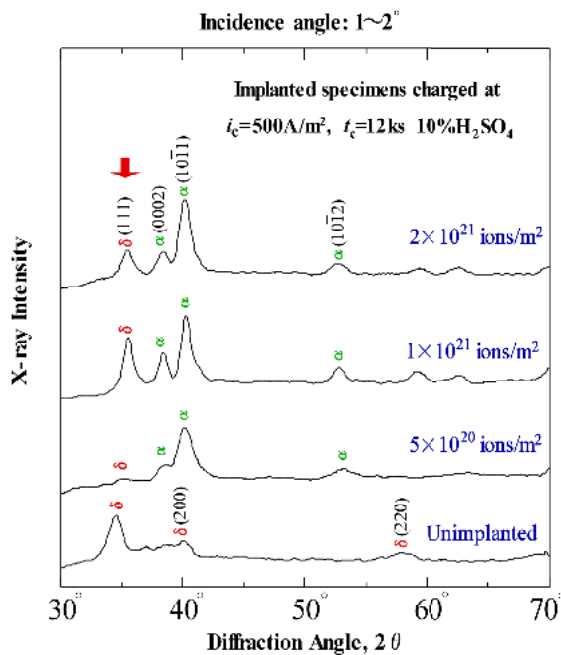


Fig.7 水素化物形成に及ぼす
イオン注入の影響

(未注入試料では,イオン注入により表面に
水素化物が形成されている。イオン注入
試料では,チタン 相が残っている)

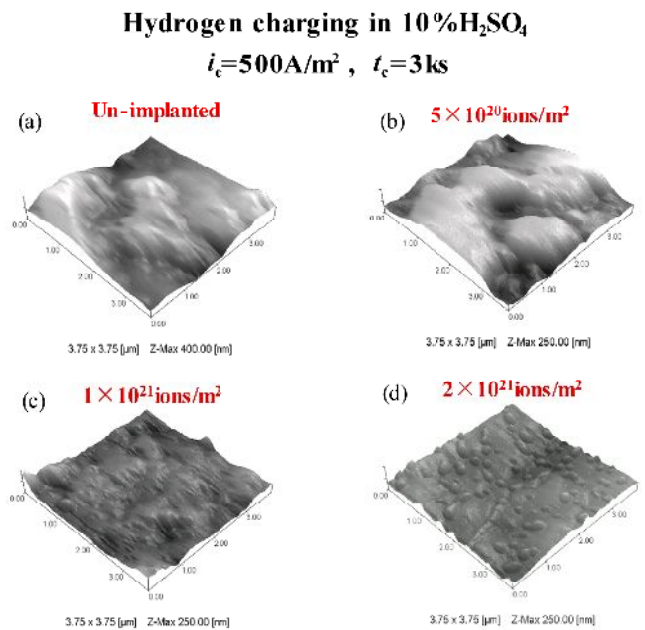


Fig.8 水素化物形成に及ぼす
イオン注入の影響

4. 窒素イオン注入による耐酸化性向上

Oxidation Condition
Temperature: 823K in water vapor

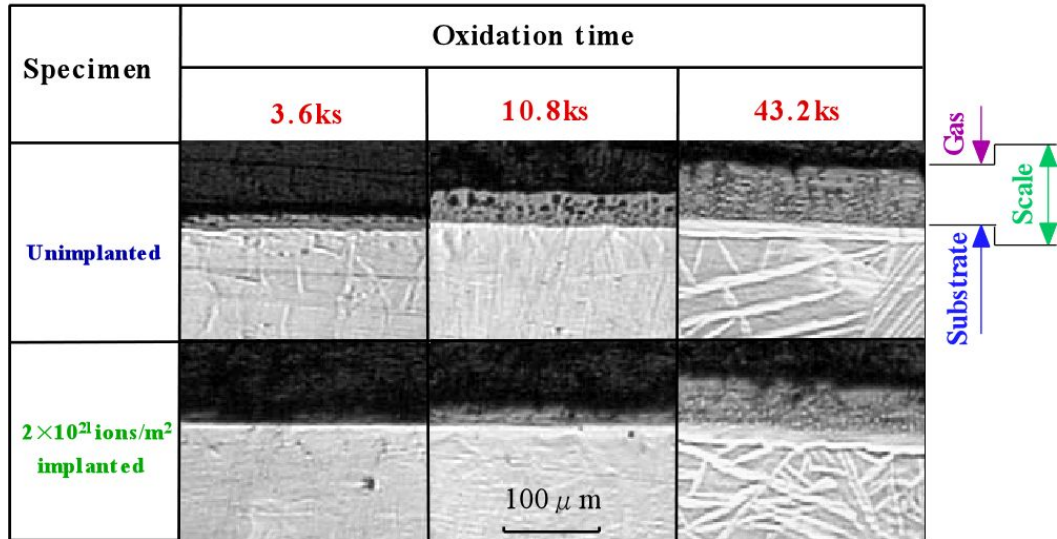


Fig.9 表面酸化に及ぼすイオン注入の影響（試料断面）

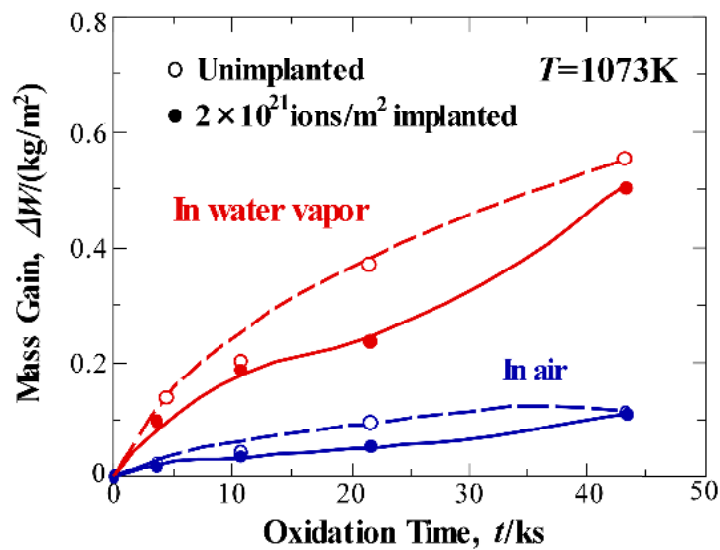


Fig.10 表面酸化に及ぼすイオン注入の影響
 （イオン注入試料では，酸化増量が少ない）

5. TiN スパッタコーティングおよび窒素イオンミキシングによる耐食性および耐水素化物形成特性の向上

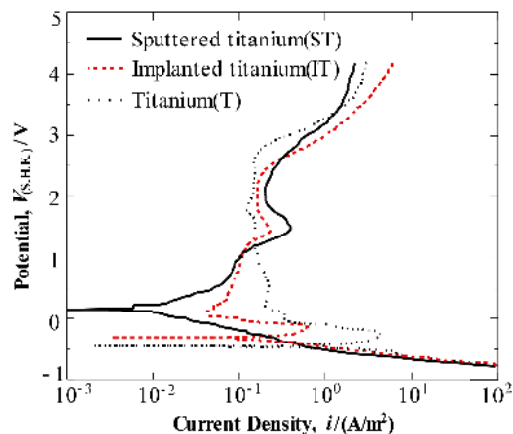


Fig.11 スパッタコーティングとイオンミキシングによる腐食電位の低下

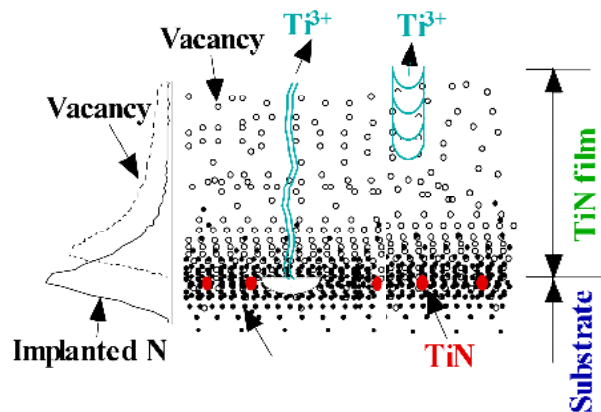


Fig.12 スパッタコーティングとイオンミキシングによる腐食防止機構

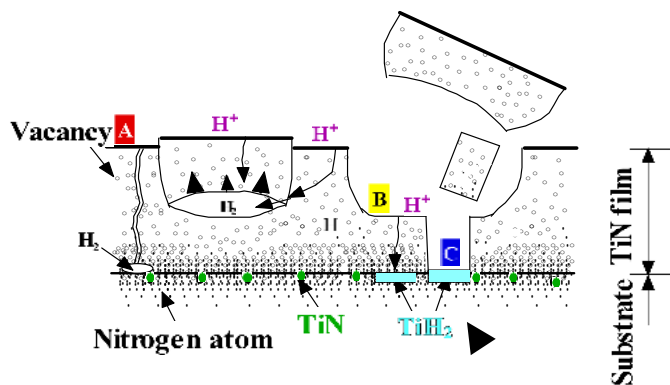


Fig.13 TiN スパッタコーティングとイオンミキシングによる水素化物形成防止機構

関連文献

1. 工業用純チタンの腐食挙動に及ぼす N_2^+ イオン注入の影響, 加藤昌彦, 王栄光, 中佐啓治郎, 材料, 48 (1999) pp.483-488.
2. 工業用純チタンの水素化物形成挙動に及ぼす窒素イオン注入の影響, 王栄光, 加藤昌彦, 中佐啓治郎, 日本金属学会誌, 63 (1999) pp.1015-1021.
3. N_2^+ イオン注入した純チタンの大気中および水蒸気中での高温酸化挙動, 王栄光, 加藤昌彦, 中佐啓治郎, 日本金属学会誌, 64 (2000) pp.125-133.
4. N_2^+ イオン注入した工業用純チタン表面の原子間力顕微鏡による観察, 王栄光, 加藤昌彦, 中佐啓治郎, 日本金属学会誌, 64 (2000) pp.616-624.
6. TiNスパッタコーティングした工業用純チタンの腐食挙動に及ぼす窒素イオン注入の影響, 王栄光, 加藤昌彦, 中佐啓治郎, 日本金属学会誌, 64 (2000) pp.887-894.

ホームページに戻る

<http://www006.upp.so-net.ne.jp/nakasa/>