

イオン注入による Ti 強度の向上

量子ビーム研究室

瀬崎 弘一

1. 緒言

本研究は、イオンビームを試料に照射し、イオンを固体内に注入させる事により、試料の強度を向上させることが目的である。従来の金属強度を向上させる方法は、その作業領域においてマイクロサイズまでが限界であった。しかし、イオンビームを用いることによって、ナノサイズでの強度制御を可能とする。金属の中でも現在、飛行機の機体や携帯電話のボディ等といった多くの製品に使われているチタンに着目し、その強度を向上させることができれば、多くの分野に応用できると考え、この研究を行なった。

2. 実験装置および方法

2.1 実験装置

E C R イオン源で生成した N のイオンをビーム化した。このビームから分析磁石によって、 N^{1+} 、 N^{2+} を選択し、試料である Ti に注入した。なお、イオン注入時には 4 枚の基板に価数、照射エネルギー、照射量の条件を変えてビームの照射を行なった。その後、ナノインデントを用いて、試料の硬度とヤング率の測定を行なった。

2. 2 照射条件

	価数	照射エネルギー (keV)	加速電圧 (kV)	照射量 ($\mu C/cm^2$)
基板1	N^{1+}	100	100	10000
基板2	N^{1+}	100	100	20000
基板3	N^{1+}	50	50	10000
基板4	N^{2+}	100	50	20000

3. 実験結果及び考察

3.1 実験結果

今回の照射実験で、ビーム照射による硬度、ヤング率の変化が注入深さ 100nm 以下で顕著に表れており、その中でも変化が大きかった深さ 40nm~50nm に着目し、その深さでの測定点の平均値を以下とグラフにまとめた。

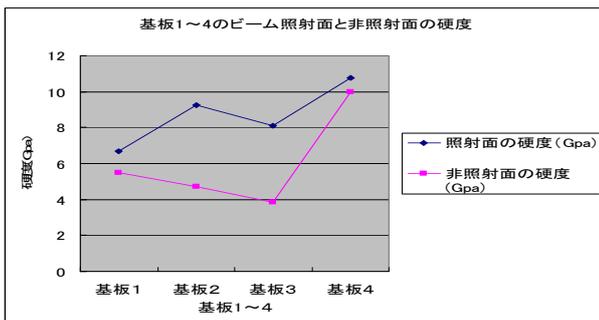


図.1 注入深さ 40~50[nm]での各基板の硬度の平均値

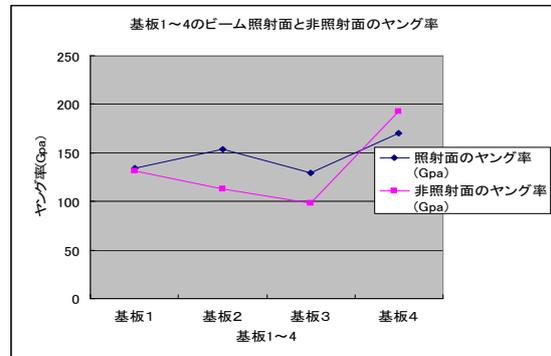


図.2 注入深さ 40~50[nm]での各基板のヤング率の平均値

3.2 考察

3.2.1 硬度

図 1 を見ると、イオンビーム照射による価数の増加による硬度の向上はほとんどない。基板 1 と各基板の照射面と非照射面を比較すると、基板 2 のイオンビーム照射による硬度の向上率が高いと言える。その次に基板 3 の硬度が向上している。

3.2.2 ヤング率

図 2 を見ると、イオンビーム照射によるヤング率の変化は硬度の時ほど見られないが基板 2 と基板 3 のヤング率は向上している。

4. 結論

今回の照射条件の範囲では、価数が増えても、硬度、ヤング率は変化しないことが分かった。照射エネルギーが増えると、硬度は確実に向上することが分かったが、ヤング率に関しては、断定はできないが、向上すると予想できる。照射量が増えると、硬度、ヤング率、いずれも向上することが分かった。

- 1) Ti を N イオン照射により強度を向上させるには、照射量の増加が必要不可欠である。
- 2) 照射エネルギーを増加させても強度は向上できる。
- 3) 価数の増加による強度の向上は期待できない。

参考文献

- 1) 荷電粒子ビーム工学 (コロナ社)
- 2) イオンビームを用いた窒化チタンの超薄膜形成
- 3) 柏原正樹 イオンビームリソグラフィーを用いた YSZ の微細加工