

TiO₂ 薄膜への Co 添加の影響

日大生産工(院) ○太田 裕一

日大生産工 新妻 清純

日大生産工 蒔田 鐵夫

1.はじめに

スピニエレクトロニクスの研究において、電氣的・光学的特性が半導体的であり、強磁性、反磁性などの特性を同時に示す磁性半導体への注目が集まっている。

磁性半導体は、これまで(Ga,Mn)As などが報告されていたが、それらは 100～200K 程度の低温でのみ特性を示すことが知られている。2001 年、東京大学の福村知昭准教授は TiO₂ に Co を添加すると、この薄膜が T_C=400K 以上のキュリー温度を有することを発見した。¹⁾

そこで本研究ではその基礎研究として、RF マグネトロンスパッタリング法により TiO₂ 薄膜を作製し、得られた薄膜試料の諸特性を検討することを目的とした。

2.実験方法

2.1 成膜条件

薄膜試料は、RF マグネトロンスパッタリング法により作製した。装置概略図を図 1 に示す。ターゲットには、厚さ 3[mm]、直径 33[mm]φ、純度 99.5[%]の TiO₂ を用いた。まず、チャンバー内を最終到達真空度 5.0×10^{-4} [Pa]以下まで高真空排気した後、スパッタガスとして純 Ar ガスを成膜ガス圧 3.0[Pa]まで導入し、RF 電源により投入電力を 130[W]一定として放電を行い、ターゲットより一定距離(55[mm])隔てた基板に成膜した。

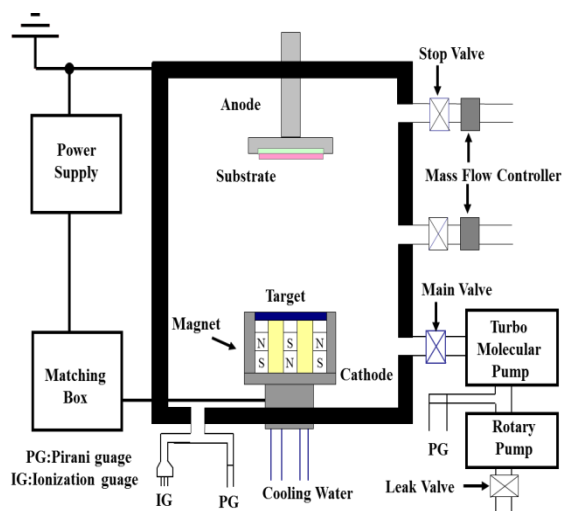


図 1RF マグネトロンスパッタリング装置
概略図

2.2 評価方法

成膜した試料の評価方法として、結晶構造解析には Cu-K_α($\lambda=0.15405$ [nm])を線源とする X 線回折装置(XRD)、膜厚は繰り返し反射干渉計、電気抵抗及びホール効果の測定には直流四端子法、吸収スペクトルの測定には紫外可視分光光度計(UV-Vis)、酸化分解反応には光触媒チェッカーを、定性分析には電子線マイクロアナライザ(EPMA)を用いた。

なお、電気抵抗の測定時の紫外光源にはブラックライト(強度：1 [mW/cm²], 中心波長 365[nm])を用いた。

3.実験結果

TiO₂をターゲットに Ar ガス中で作製した薄膜試料における膜厚の影響について検討した。今回の実験では Co は添加していない。

Effect of Co Addition in TiO₂ ThinFilm
Yuich OHTA, Tetsuo MAKITA, and Kiyozumi NIIZUMA

3.1 結晶構造解析

測定範囲 $2\theta=20\sim80^\circ$ の高角領域における膜厚 200～500[nm] の薄膜試料の X 線回折図形を図 2 に示す。すべての試料における回折図形から明瞭な回折ピークが認められないことから、アモルファスであることが分かった。

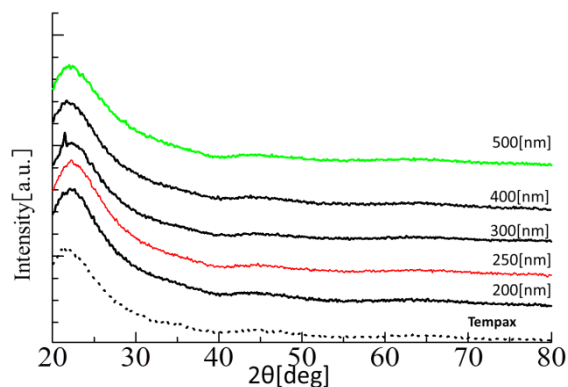


図. 2 TiO₂ 薄膜の X 線回折図形(200～500nm)

3.2 吸収スペクトルの波長依存性

膜厚を 200～500[nm] と変化させた薄膜試料の吸収スペクトルの波長依存性を図 3 に示す。図より、すべての試料において吸収端波長は 385[nm] 以下であった。

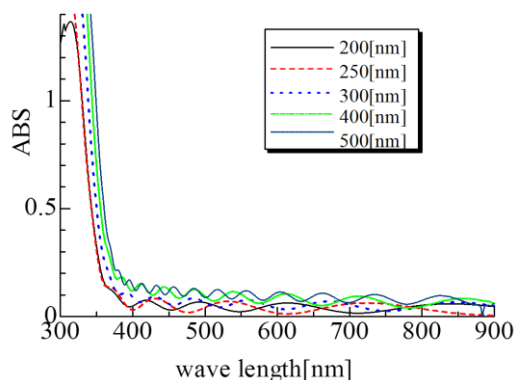


図 3 TiO₂ 薄膜の吸収スペクトル(200～500nm)

3.3 紫外線照射時の酸化分解反応

膜厚を 200～500[nm] と変化させた薄膜試料に対する酸化分解反応の紫外線照射時間依存性を図 4 に示す。図よりほとんどの試料において酸化分解反応は認められなかった。

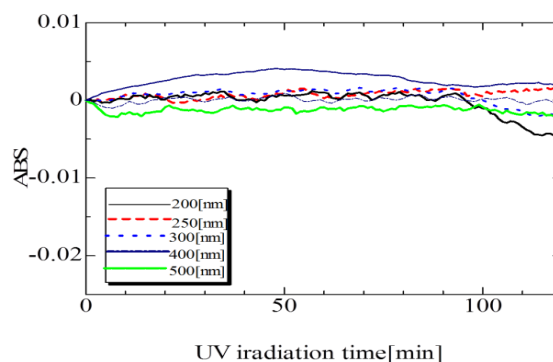


図 4 TiO₂ 薄膜の紫外線照射時の酸化分解反応(200～500nm)

以上の実験結果から、TiO₂ をターゲットに Ar ガス中でのスパッタを行った薄膜は、光触媒活性を示さないことがわかった。これは、Ar ガスのみのスパッタでは、薄膜に含まれる酸素が欠損することが原因と考えられる。今後は、Ar ガスに種々の比率で酸素を混合し、検討する予定である。

4. まとめ

1) X 線回折による結晶構造解析

X 線解析による結果から、膜厚を厚くしても TiO₂ の回折ピークが認められなかった。

2) 吸収スペクトルにおける波長依存性

吸収スペクトルによる波長依存性の結果からすべての試料において吸収端波長は 385[nm] 以下であった。

3) 紫外線照射時の酸化分解反応

ほとんどの試料において酸化分解反応は認められなかった。

参考文献

- (1) 福村知智：産技助成 vol.57“室温強磁性半導体を用いた室温動作スピントロニクスデバイス材料を開発” 産業技術開発機構(2008)
- (2) 東京大学物性研究所：物性科学辞典，(株)東京書籍(1996)
- (3) 榎澤俊介，移川欣男，新妻清純“RF マグネトロンスパッタリング法による Ti-N 系薄膜の諸物性”，日本大学生産工学部第 44 回学術講演会予稿集，2 - 26(2011)