

## Co 薄膜の諸特性に及ぼす酸素添加による影響

日大生産工(院) ○ 太田 裕一

日大生産工 新妻 清純 蒔田 鐵夫

### 1. はじめに

磁性と半導体の性質を併せ持つ磁性半導体は、これまで(Ga,Mn)As等の半導体中にFe等の磁性元素を混入した化合物で報告されていたが、それらは100~200K以下の低温でのみ動作が確認されている。

2001年に東北大学の福村知智准教授らは同一ガス雰囲気中でのマグネトロンスパッタ法によりCoをドーピングさせたTiO<sub>2</sub>材料が600K以上のキュリー温度を有した強磁性を示すことを報告した<sup>1)</sup>。また、CoドーピングをおこなったTiO<sub>2</sub>は透明であり、可視光に反応する電気的な特性を有したデバイスへの応用が期待されている。

そこで本研究では、RFマグネトロンスパッタリング法によりTiO<sub>2</sub>薄膜の作製条件下にてCoターゲットのスパッタを行い、得られた試料の諸物性を検討する事を目的とした。

### 2. 実験方法

#### 2.1 成膜条件

本研究では、RFマグネトロンスパッタリング法により薄膜を作製した。装置概略図を図1に示す。ターゲットには、厚さ4[mm]、直径33[mm]φ、純度99.9[%]のCoを用いた。まず、チャンバー内の最終到達真空度を $7.0 \times 10^{-4}$ [Pa]以下まで高真空排気した後、スパッタガスとしてAr+5%O<sub>2</sub>混合ガスを用い、成膜ガス圧を1.0~3.0Paまで変化させ、

RF電源により、投入電力を150[W]一定として放電を行い、ターゲットより一定距離(55[mm])隔てたスライドガラス基板に成膜した。

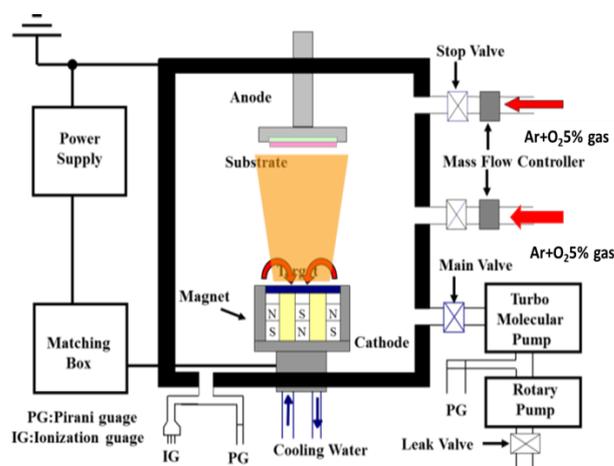


図1 RFマグネトロンスパッタリング装置概略図

#### 2.2 諸物性の評価方法

作製した酸素添加Co薄膜試料の評価方法として、結晶構造解析にはCu-K<sub>α</sub>( $\lambda=0.15405$ [nm])を線源とするX線回折装置(XRD)、膜厚測定には繰り返し反射干渉計、電気抵抗の測定には直流四端子法、磁気特性の測定には振動試料型磁力計(VSM)を用いた。表面形状観察には原子間力顕微鏡(AFM)を、定性分析には電子線マイクロアナライザ(EPMA)をそれぞれ用いた。

なお、電気抵抗の測定時、紫外線光源にはブラックライト(強度:1[mW/cm<sup>2</sup>],中心波長365[nm])を用いた。

### 3.実験結果

Co をターゲットに Ar+5%O<sub>2</sub> 混合ガス中で作製した薄膜試料における酸素添加による薄膜への影響について検討した。

#### 3.1 結晶構造解析

測定範囲 2θ=20~80°の高角領域における成膜ガス圧を変化させた薄膜試料の X 線回折図形を図 2 に示す。すべての試料の回折図形から 2θ = 37,45,65[°] 付近に Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> からの (220),(222)および(422)の回折線が認められた。また、●印の回折ピークについては現在調査中である。

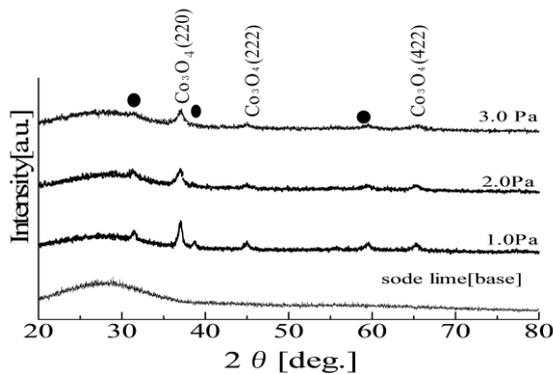


図 2 酸素添加 Co 薄膜の X 線回折図形

#### 3.3 紫外線照射時の電気抵抗率

室温時における各成膜ガス圧の電気抵抗率の結果は、1.0Paでは $\rho=9.01 \times 10^{11} [\Omega \cdot m]$ 、2.0Pa では $\rho=7.60 \times 10^{12} [\Omega \cdot m]$ 、3.0Pa では $\rho=2.80 \times 10^{13} [\Omega \cdot m]$ となった。これらの薄膜試料に対し、紫外線照射時間の電気抵抗率の依存性を図 3 に示す。図より全ての薄膜試料において顕著な変化は認められなかった。

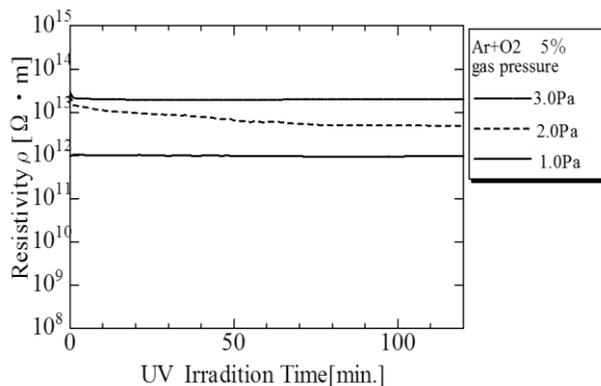


図 3 酸素添加 Co 薄膜における電気抵抗率の紫外線照射時間依存性

#### 3.3AFM による表面形状観察

成膜ガス圧を変化させて作製した酸素添加 Co 薄膜の原子間力顕微鏡による表面形状観察結果を図 4 に示す。各成膜ガス圧において 1.0Pa ではRa=1.828[nm]、2.0Pa ではRa= 2.840[nm]、3.0Pa ではRa=4.448[nm]となった。

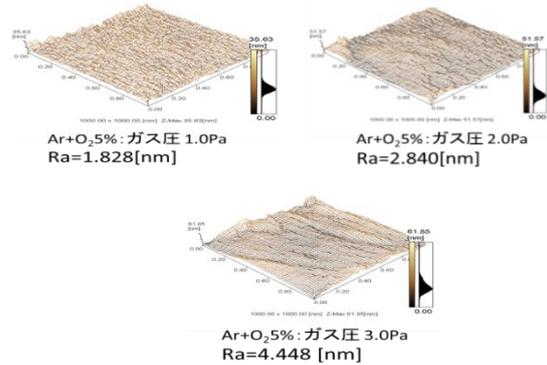


図 4 酸素添加 Co 薄膜における表面形状観察図よりガス圧増加に伴い平均粗さ Ra は増加傾向にあることが分かった。

### 4. まとめ

#### 1)X 線回折による結晶構造解析

X 線回折による結果から、成膜ガス圧 1.0 ~ 3.0Pa までの薄膜試料において Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>からの回折線が認められた。

#### 2) 紫外線照射時の電気抵抗率

室温時の電気抵抗率は、1.0Pa では $\rho=9.01 \times 10^{11} [\Omega \cdot m]$ 、2.0Pa では $\rho=7.60 \times 10^{12} [\Omega \cdot m]$ 、3.0Pa では $\rho=2.80 \times 10^{13} [\Omega \cdot m]$ となった。また、電気抵抗率は、紫外線照射時において顕著な変化は認められなかった。

#### 3) 表面形状観察

ガス圧増加に伴い平均粗さ Ra は増加傾向にあることが分かった。

### 参考文献

- (1) 産業技術開発機構：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” 福村知智(2008)
- (2) 山口涼矢,新妻清純, 移川欣男:「スーパーセンダスト系薄膜の軟磁気特性に及ぼす Cr 添加の影響」日本大学生産工学部第 42 回学術講演会 電気部会 (2009),141-144