ICP 支援スパッタ法における基板入射イオンエネルギー分析と VO₂薄膜の低温成長に関する研究

Low-temperature growth of VO₂ thin films and substrate incident ion energy analysis in

ICP-assisted sputtering method

東海大院工, ⁰モハメッド シュルズ ミヤ, ヌルー ハニス アズハン, 沖村 邦雄

Course of Electrical and Electronic System Engineering, Tokai Univ.

^OMd. Suruz Mian , Nurul Hanis Azhan, Kunio Okimura

suruz_keronia@yahoo.co.jp

近年強い電子相関による相転移を示す物質が注目されている。中でも注目を集めている二酸化バナジウム(VO₂) は 68℃付近に おいて絶縁体に近い状態から金属的状態への転移(Insulator-Metal Transition: IMT)を示す. この IMT は電界印加によっても発現す るため VO₂薄膜上に一対の金属電極を有するプレーナ型構造において電圧印加スイッチングが調べられている. しかし, この構 造では高消費電力のスイッチングとなり易いことから導電層上への VO₂薄膜の積層構造が望まれている. [1]VO₂薄膜は Si や c-Al₂O₃など単結晶基板上へ 400℃以上で良好な結晶成長を示すが金属膜上では下地金属の拡散などにより難しいとされている. そ こで、前回我々は ICP 支援スパッタ法により Ti 薄膜上への VO₂薄膜の低温(<250℃) 成長と積層方向スイッチングについて報 告した. [2]今回、ICP 支援スパッタ法における基板入射イオンエネルギー分布を調べ、パワー依存性の測定結果より金属膜上へ の VO₂薄膜の低温成長の要因を検討したので報告する.

成膜には誘導結合型プラズマ(ICP)支援スパッタ法を用いた.下地金属はスパッタ法で Si(100)上に作製した Ti 膜である. ICP 支援スパッタ法による VO₂薄膜成長はターゲットに V (99.9%)を用い,Ar-O₂ガス圧 0.5 Pa, O₂流量 1.0 sccm, ターゲット rf 200 W, 基 板温度(250℃) と成膜時間(20 min)一定として, ICP rf パワー を 150~250W の間で変えて成膜した.

イオンエネルギー分析 (IED) は、基板をセットするアース電極から引き出したイオンに3つのグリッド (G1, G2, G3) 電極からなる静電エネルギー分析器を用いて測定した. IED のセットアップを Fig.1. の挿入図に示す。全てのグリッドは、0.25 mmタングステンメッシュで構成されている. G2 に印加した電圧 Vr によってエネルギー分析を行った。G1, G3 にはイオン引出及び電子抑制のため-30V 印加した.

Fig.1. (a), (b) は RF (RF 200W, 0.5Pa) のみ (ICP なし) と ICP あり(ICP200 W RF 200 W, 0.5 Pa)の時のイオンエネルギー分析 結果である. ICP パワーなしの時はイオンエネルギーのピークは約 25 eV にあるのに対して ICP を導入した時は約 150 eV の高イ オンエネルギー成分を持っていることが分かった. Fig.2(a) は基板温度 250℃と 400℃で作成したサンプルの XRD パターンを示 す. 250℃のサンプルでは 27.85° 付近に VO₂の (011) 面のピークが現れ、金属膜上へ低温で VO₂薄膜が成長したことが分かった. 一方高温の 400℃のサンプルではピークの強度が非常に弱くなり、VO₂薄膜の成長は難しいことが分かった. ICP 支援スパッタ法 では成膜時の高エネルギーイオン入射のアシスト効果により、金属膜上では非常に低温で結晶成長を実現できたと考えられる. Fig. 2 (b). は ICP パワーを変化させて作成したサンプルの積層方向への抵抗-温度 (R-T) 特性を示す. ICP パワーが 150 W では緩 やかな転移に対して ICP パワーを増加させたときに 200W と 250W ではより急峻な転移が得られた. これは ICP パワーを増加さ せたことによってより高エネルギーをもったイオンが VO₂結晶成長を促進したと考えている.



© 2013 年 応用物理学会