

反応性スパッタ法における基板バイアス印加によるVO₂薄膜の結晶成長制御
 The effect of substrate biasing on growth of vanadium dioxide thin film by reactive sputtering
 東海大院工 ○蘇 魁, ヌルーハニス アズハン, 沖村 邦雄
 Course of Electrical and Electronic System Engineering, Tokai Univ.
 ○Kui Su, Nurul Hanis Azhan, and Kunio Okimura

二酸化バナジウム(VO₂) は4~5桁に及ぶ急峻な抵抗率変化を示す絶縁体-金属転移(Insulator-Metal Transition: IMT)特性の応用に関心が集まり、電氣的・光学的な応用へ向けて盛んに研究が行われている。より結晶性に優れた組成制御されたVO₂薄膜を作製する技術は重要である。広く利用されている反応性スパッタによる成膜においては、酸素流量が膜組成に強く影響する。一般に適切な電力の下で酸素分圧を低く設定することで過剰な酸化相の成長が抑制されることが知られている。しかし、低い酸素流量は膜中の酸素欠陥を誘起したり、組成の異なる異相の僅かな混在を招くことが多い。基板に入射するイオンのエネルギーは膜質に強く影響することが知られている。[1] そこで本研究では、反応性スパッタプロセスにおいて、基板へバイアス電圧を印加してVO₂の堆積を行い、VO₂成長への基板バイアス印加の影響を調べた。基本条件として比較的酸素流量の多い条件を選び、基板へ入射するイオンエネルギー制御による良質なVO₂成長について検討した。本研究では基板に高周波RF電力を印加し、基板に発生する自己バイアスのコントロールによりイオンエネルギーを制御した。

成膜は金属V (99.9%)をターゲットとする反応性スパッタ法において、Si(100)及びコーニングガラス基板上へ行った。成膜の基本条件は、基板温度 400°C, Ar-O₂ガス圧 0.5 Pa, O₂流量 2.5 sccm, ターゲットRF200 W, 成膜時間 40 min一定とした。基板バイアスは、アース電極上のヒーター上にV(99%)プレート(50x50 mm²)を置き、ブロッキングコンデンサーを介して高周波(13.56 MHz)を印加することで、負の自己バイアス電圧を発生させた。自己バイアスはRF50 W印加時におおよそ-160 V程度であった。

Fig.1はSi基板上に成長した薄膜のXRDとSEM像である。バイアスなしでは結晶化は弱くV₆O₁₃が支配的である。バイアス電力を30 W以上印加するとVO₂(M1)(011)ピークのみが見られ、その強度は40 Wで最も強く、100 Wでは非常に弱い。SEM像においては0Wのとき花模様のV₆O₁₃結晶粒及び細長い棒状のVO₂(B)の結晶粒とVO₂M1相の結晶粒が見られるが、40Wを印加したサンプルではVO₂(M1相)の結晶粒のみ見られる。50 Wを印加した時500 nm前後に成長した大きな結晶粒が見られる。これは、入射イオンのエネルギーの増加により結晶粒の成長が促進されたと考えられる。一方、Fig. 2のガラス基板上に成長した薄膜のXRDでも類似の傾向が見られる、バイアス電力が30 W以上の時にVO₂(M1)(011)のピークがバイアス電力と共に強くなっており、100 Wでもかなり成長している。これらの結果は、バイアス印加によるイオン入射の効果によってVO₂(M)結晶相の成長が強く支援されることを示している。ガラス基板では基板面でのマイグレーション効果が小さいため、エネルギーの高いイオン入射がVO₂結晶成長により有効と考えられる。Fig.2のVO₂(M1)(011)の回折角より計算したVO₂(M1)(011)格子長の値をバイアス電圧に対してプロットした結果をFig.2に示す。これより、バイアスの増大と共にd(011)は短くなっており、高エネルギーイオンの入射によってVO₂(M1)結晶は(011)方向へ圧縮される傾向が見える。この方向へのストレスはM2相の成長要因となることが知られており、基板入射イオンエネルギーと結晶構造の関係を議論する上で有益なデータと考えられる。講演では、薄膜の他の物性や成膜時の条件を変えた場合のバイアス効果等について報告する。

[1]Y. Igarashi & H. Mitsuhashi, Thin Solid Films, **70** (1980) 17.

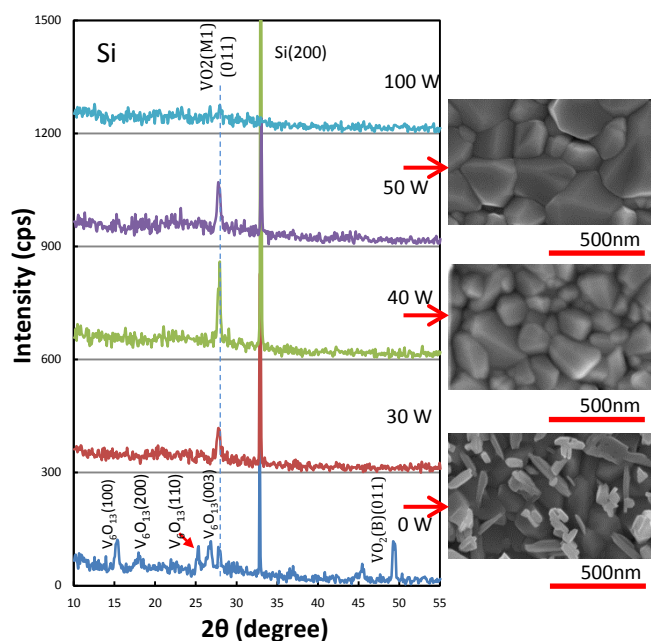


Fig.1. VO₂ films on Si substrates under RF biasing. Insets show SEM images.

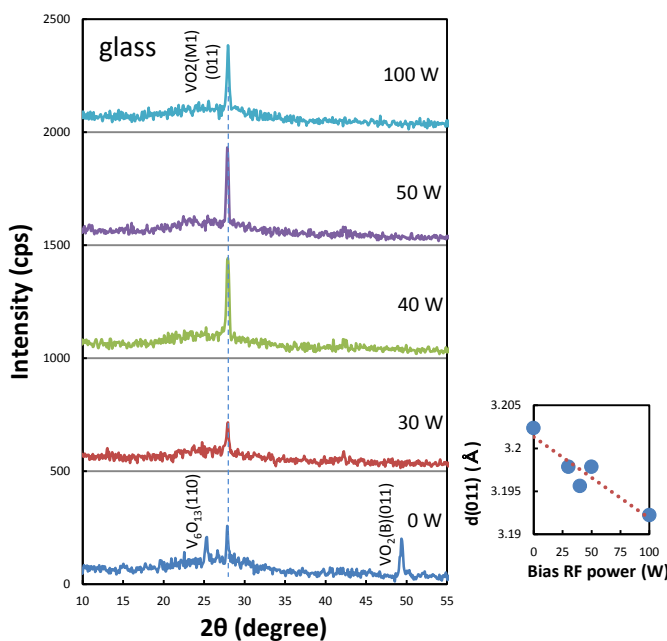


Fig.2. XRD patterns of biased VO₂ films on glass. Inset shows change of lattice distance between (011) in VO₂(M1) with the increase of bias.