

MgF₂(001)基板上に作製した W ドープ VO₂ 薄膜の金属-絶縁体転移

Metal-insulator transition in VO₂ films on MgF₂(001) substrates

岡山大基礎研¹, 岡山大院自然科学² °村岡 祐治¹, 中原 隼人², 脇田 高德¹, 横谷 尚睦¹

Okayama Univ. RIIS¹, Okayama Univ. Grad. Sch. Nat. Sci. Technol.²,

°Yuji Muraoka¹, Hayato Nakahara², Takanori Wakita¹, Takayoshi Yokoya¹,

E-mail: ymuraoka@cc.okayama-u.ac.jp

二酸化バナジウム(VO₂)は 340 K で構造相転移を伴う金属-絶縁体転移(MIT)を示す[1]。金属-絶縁体転移温度(T_{MI})は化学置換により低下するが、中でも W ドープはその変化が最も大きい。ルチル型 TiO₂(001)基板上に作製した V_{1-x}W_xO₂ (VWO)薄膜では W ドープ量の増加とともに T_{MI} は低下し、W ドープ量 8-10%で金属相基底状態が出現する。さらに W ドープ量を増やすと MIT が再び現れることが報告されている[2]。この変化には V を W で置換することによる電子キャリアドーピングと基板からの格子歪効果による寄与が含まれる。VWO 薄膜の MIT 特性が格子歪の大きさによりどのように変化するかを調べることは興味深い。これまでに、面内格子定数のより大きい MgF₂(001)の単結晶基板上にノンドープ VO₂ 薄膜を作製した例 [3] があるが、膜の面内格子は基板に拘束されず、格子歪は緩和傾向にある。我々は格子緩和の原因が VO₂ 膜と MgF₂ の面内格子ミスマッチが大きい (1.45%) ことにありと推測した。また、イオン半径の大きな W をドーピングした VO₂ 薄膜では格子定数の増大に伴い基板との面内格子ミスマッチが小さくなるため、面内格子整合した膜が得られやすくなると考えた。これまでに VWO 薄膜を MgF₂(001)基板上に作製した例はほとんどない。本研究では VWO/MgF₂(001)において、面内格子整合した膜を作製できるかどうかを調査し、あわせて、伝導特性の評価より VWO の MIT 機構に関する知見を得ることを目指した。

V_{1-x}W_xO₂ ($0 \leq x \leq 0.19$)薄膜は KrF エキシマレーザーを用いたパルスレーザー堆積法により MgF₂(001)および TiO₂(001)単結晶基板上に作製した。膜厚は約 20 nm である。得られた膜の格子定数は X 線回折および逆格子マップ測定より評価したところ、 $0 \leq x \leq 0.12$ では面内格子定数 a は x とともに増大した。W ドープに伴う格子膨張により、MgF₂ 基板の値に近づいている。しかし、 $0.15 < x$ において a 軸長は減少する傾向を示した。この結果は、W ドープ量を増やしても膜の面内格子は基板に拘束されるまでには至らないことを示している。また、W 高濃度領域の膜は基板からの格子歪みの影響を受けにくくなっていることを示唆している。発表では MgF₂ と TiO₂ 基板上に作製した膜の伝導特性を比較結果から、VWO 膜の MIT 機構について言及する。

参考文献

- [1]. F. J. Morin, Phys. Rev. Lett. **3**, 34 (1959).
- [2]. K. Shibuya *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 022102 (2010).
- [3]. K. Shibuya *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 021604 (2013).