

Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波を用いた ニオブとニオブ酸化物のパルスレーザー堆積

Pulsed laser deposition of niobium and niobium oxide

by fourth harmonic Nd:YAG pulsed laser

旭川高専 ○小野里 尚記, 簗 耕司, 中村 基訓, 吉本 健一

Asahikawa National College of Technology, Takaki Onozato, Koji Takamura,

Motonori Nakamura, Ken'ichi Yoshimoto

E-mail: takamura@asahikawa-nct.ac.jp

1. はじめに

パルスレーザー堆積(PLD)法は、新しい機能性材料の結晶成長法として研究されている。大きな熱電能を示す $\text{SrTiO}_3\text{:Nb}$ や ITO の代替として期待されている透明導電性酸化物のアナターゼ型 $\text{TiO}_2\text{:Nb}$ など、主に酸化物半導体において研究されてきた^[1,2]。

PLD 法による酸化物半導体の研究の多くは、excimer レーザーを用いて行われており、KrF などの気体のプラズマを用いた気体レーザーであるので安定性がよい。一方、固体レーザーであり、かつ高調波用結晶を用いる Nd:YAG レーザーは、出力の安定性の点では excimer レーザーに劣る。しかしながら、Nd:YAG レーザーは安価であることに加え、ガウシアンビームのため集光性がきわめてよく、容易に数 J/cm^2 以上の高エネルギー密度を得ることができる。

一方で、Nb や Ta などの高融点材料は、主に EB 蒸着法やスパッタリング法により薄膜を作製する。PLD 法によって高融点材料を成膜する場合には、高いエネルギー密度が必要であった。

本講演では、Nb 金属を Nd:YAG レーザー第 4 次高調波を用い、PLD 法にて金属薄膜、または酸化膜の結晶成長を行った結果を報告する。

2. 実験

入射光には Nd:YAG レーザーの第 4 次高調波 266nm の光を用いた。レーザー光の寿命は 5ns で繰り返し 10Hz である。レーザーから出た光をビームスプリッターによりエネルギーを調整し、集光用レンズの直前で、1 パルスあたり約 30mJ のエネルギー強度とした。集光用レンズは、AR コートされた焦点距離 50cm の片凸レンズであ

り、1mm 以下まで集光することができる。ターゲットには、Nb(3N)金属を用いた。

基板は無アルカリガラスを用い、室温で堆積させた。成膜時は、酸素無供給下(成膜中の圧力 $1 \times 10^{-5} \text{Pa}$)にて、または酸素雰囲気 $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ にて堆積を行った。

3. 実験結果と考察

Nb ターゲットを真空装置内に挿入した直後は、表面に自然酸化膜があり、 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 程度のレーザーエネルギー密度でブルームが観測された。このブルームは 5 分以上のレーザー照射で完全になくなった。自然酸化膜除去後、レーザーエネルギー密度を $3\text{J}/\text{cm}^2$ 以上とし成膜を行った。酸素無供給下にて 20 分成膜した試料では、接触段差計により膜厚は 20nm であることがわかった。

また、酸素雰囲気 $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ で成膜すると、ターゲットからのブルームの大きさは酸素無供給下と変わらないことがわかった。酸素雰囲気中のターゲット表面は成膜中に酸化が進んでいないことが示唆される。さらに、酸素雰囲気中で成膜した試料は、オージェ電子分光法の結果から、酸素が取り込まれていることがわかった。

参考文献

- [1] S. Ohta, T. Nomura, M. Hirano, H. Hosono and K. Koumoto, Appl. Phys. Lett. 87, 092108(2005).
- [2] Y. Furubayashi, T. Hitosugi, Y. Yamamoto, K. Inaba, G. Kinoda, Y. Hirose, T. Shimada and T. Hasegawa: Appl. Phys. Lett. 86 252101(2005).

謝辞

本研究の一部は、物質・デバイス領域共同研究拠点課題研究費の支援を得て行われた。