

レーザーMBE法によるホウ化物系エピタキシャル薄膜の作製と組成変調による電気特性制御

Laser MBE Fabrication of Epitaxial Boride Thin Film System and Control of Electrical Properties with Composition Modulation

東工大物創¹, 豊島製作所², 神奈川産技セ³, 東工大弁理士⁴ ○加藤侑志¹, 白石尚輝¹, 荒井秀樹¹, 土嶺信男², 小林晋², 金子智³, 吉本護^{1,4}

Dept. of Innov. Eng. Mater., Tokyo Inst. of Tech.¹, TOSHIMA Manufacturing Co., Ltd², Kanagawa Ind. Tech. Center³, Patent Attorney⁴

°Y. Kato¹, N. Shiraishi¹, H. Arai¹, N. Tsuchimine², S. Kobayashi², S. Kaneko³, M. Yoshimoto^{1,4}

E-mail: kato.y.am@m.titech.ac.jp

【はじめに】六ホウ化物系材料は、組成変調により、広い電気特性の変化（絶縁体から超伝導体まで）や、高温強磁性の発現など特異な機能発現が報告され、注目を浴びている材料である。特に、希土類六ホウ化物 LaB_6 は金属導電性で極めて小さい仕事関数をもち、一方、アルカリ土類系六ホウ化物 SrB_6 , CaB_6 は半導体で優れた熱電変換特性を有する。このように六ホウ化物系材料は、機能的に未知の可能性を秘めている材料であるが、これまで主に焼結体や単結晶体のようなバルク状態の材料研究が盛んに行われており、ホウ化物系薄膜の材料研究は内外共に極めて少ない。特に薄膜合成分野では、多結晶薄膜が主で、単結晶ライクなエピタキシャル薄膜の合成に関する研究報告は今のところ我々以外無いのが現状である。そこで本研究では、気相を介した非熱平衡プロセスの代表である薄膜プロセスの特徴を生かし、バルク体では実現困難な原子レベルでの組成変調や積層構造、更には単結晶基板上での緩衝層を利用した低温成長を検討し、新規なホウ化物系材料の探索や新機能の創出を検討した。

【実験・結果】本研究では薄膜作製手法として、高融点セラミックス薄膜の作製に威力を発揮している Laser MBE 法を用いた。基板には熱処理により原子ステップと超平坦テラスを発現させた超平坦サファイア (Al_2O_3) (0001) および MgO (100) を用い、様々な条件下で LaB_6 , SrB_6 , CaB_6 , $(\text{La,Sr})\text{B}_6$, $(\text{La,Ca})\text{B}_6$ 薄膜を作製した。得られた薄膜の構造を XRD、in-situ での表面結晶成長過程を RHEED、表面形態を AFM、仕事関数および表面電子状態をケルビンプローブ、成長中の薄膜最表面の元素同定を同軸型直衝突イオン散乱分光、電気特性を ρ -T 四端子法にてそれぞれ評価した。各種基板上に作製した LaB_6 , SrB_6 , CaB_6 薄膜の RHEED 像を Fig. 1 (a), (b), (c) にそれぞれ示す。いずれの RHEED 像においてもストリークパターンが確認でき、面内異方性も有していることから、エピタキシャル成長したことが示唆される。組成変調による結晶構造・物性評価については当日報告する。

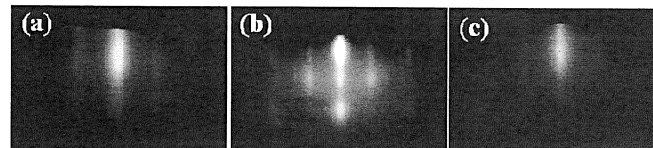


Fig. 1: RHEED images of (a) LaB_6 and (b) SrB_6 thin film deposited on the sapphire (0001) substrate, and (c) CaB_6 thin film grown on the MgO (100) substrate.