

水素結合エピタキシー法による膜生成過程と酸化物超格子の作製に関する研究

Research on Reaction Process and Preparation of Oxide Superlattice by Hydrogen Bond Epitaxy Method

(研究者)

神戸士郎、山形大学工学部、助教授

Shiro Kambe, Faculty of Engineering, Yamagata Univ., Assoc. Prof.

1. The excimer laser device was set up.
2. A hydrogen epitaxy chamber was manufactured.
3. A Ca(OH)_2 thin film was successfully prepared by the laser ablation method.

1. 研究目的

非平衡な物質を合成する手段としては、原子層エピタキシー (ALE) 法が知られている。ALEは、自発的結晶成長抑制機構によって一原子層ずつを積層してゆく方法で、積層する化合物は、1) 基板との格子整合がよく、2) 一原子層の自発的吸着ができるものに限られており、酸化物の合成は難しいとされている。

申請者の考案した水素結合エピタキシー (HBE) 法は、いったん原子層間を水素結合で固定して水素結合性層状物質を作り、その後のトポタキシャル脱水反応によって酸化物薄膜を形成する方法である。水素結合は結合距離の自由度が高いので、基板との格子整合や、原子種の制限が緩和される可能性がある。また、脱水による酸化物生成反応が300-500℃で起こるので、酸化物膜の合成温度を下げる事が可能である。

申請者はHBEの基礎過程を研究し、1) 通常配向しない方位に配向した酸化物厚膜が得られること、2) 酸化物超伝導体焼結体が、従来より200-450℃も低温で合成できることを明らかにしてきた。

HBE法では、水酸化物薄膜を基板上に合成する必要がある。しかし、水酸化物は分解しやすく、真空蒸着で高温に熱したり、スパッタで高エネルギーを与えると容易に分解してしまう。そこで、水酸化物を基板上に安定して堆積させる方法を開発することが不可欠となる。これには、比較的低温、低エネルギーの反応を用いるレーザーアブレーション法が最も好ましく、現有のエキシマレーザーを立ちあげる

必要があった。

本研究の目的は、1) 現有のエキシマレーザーを立ちあげて稼働させ、HBEによる膜生成の過程と条件を明らかにすることと、2) HBE法を用いて基板との格子整合や原子種の制限を緩和し、新しい酸化物超格子を作製することの二点である。

2. 研究経過及び成果

1) エキシマレーザーの立ち上げ

現有のエキシマレーザー装置(ルモニクス社製)にガス・排気管・冷却水・電源を配管・配線し、レーザーを稼働させた。エキシマレーザー立ち上げのための資金は、貴財団の援助をあてた。

2) 水素結合エピタキシー装置の組立

水素結合エピタキシー(HBE)用のチャンバーを製作した。チャンバー内は 10^8 Pa以下の圧力とし、排気系はターボ分子ポンプシステムを使用した。チャンバーには、真空計、架台が付属する。HBE装置作製のための資金は、科研費と貴財団の援助を用いたが、資金が不足したため、当初予定したゲートバルブ、直線回転導入機、サブチャンバーの設置は見送った。

3) 新しい酸化物超格子薄膜の作製

作製時のレーザーパワー、基板温度、雰囲気、ターゲット組成を変化させ、水酸化物薄膜の成長に成功した。KrFエキシマレーザーの出力0.8 kW、繰り返し周波数4 Hz、成膜時間1時間でCa(OH)₂ターゲットにレーザー照射を行った。基板はMgO(100)面を用い、基板温度は常温で成膜した。その結果を図1(a)に示す。(001)配向したCa(OH)₂が堆積し、膜厚は約1 μmであった。この配向性はRFスパッタ法で作製した膜のものと異なっており、成膜機構が異なることを示唆している。図1(b)に、本薄膜を800℃で2時間Ar中で脱水処理した結果を示す。脱水処理により(111)と(200)に配向したCaO薄膜が形成した。脱水処理の条件を最適化し、(111)方位の配向度を高めることが今後の課題である。

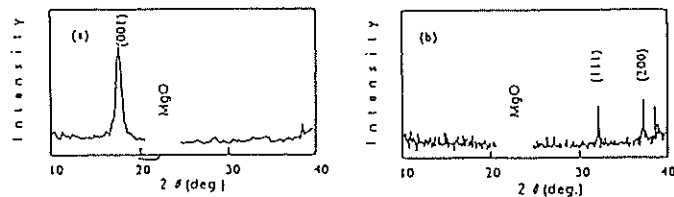


図1 (a)Ca(OH)₂薄膜と(b)CaO薄膜のXRDパターン

3. 発表論文リスト

1) 本研究テーマの論文

1. 神戸士郎：第11回YURNS研究会プロシーディングス(Yamagata University Research Network System, Yamagata, 1994) p23-31

新しい薄膜合成法の開発とその応用

2) 助成金を一部使用した研究論文

2. Isao Shime, Shiro Kambe, Shigetoshi Ohshima and Katsuro Okuyama: IEICE Trans. Electron E76-C(1993)1261-1264.

Structure and Resistivity of BaBiO_y , $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{BiO}_3$, and $\text{BaBi}_{1-x}\text{La}_x\text{O}_3$

3. Shiro Kambe, Isao Shime, Shigetoshi Ohshima, Katsuro Okuyama, Naoki Ohnishi and Kenji Hiraga: Physica C 220(1994) 119-126.

Structure of $\text{Ba}_2\text{InCuO}_y$: a new layered cuprate with a blocking layer of BaInO_y perovskite

4. Isao Shime, Chika Yoshida, Shiro Kambe, Shigetoshi Ohshima, Katsuro Okuyama and Shinichi Kikkawa: Proceedings of ISS'93, Advances in Superconductivity VI, (Springer-Verlag, Tokyo, 1994) p267-270.

Preparation and Physical Property of Cuprate Compounds with a Blocking Layer of Non-cuprate Perovskite

5. Shiro Kambe, Takahiro Akao, Isao Shime, Shigetoshi Ohshima and Katsuro Okuyama: Proceedings of ISS'93, Advances in Superconductivity VI, (Springer-Verlag, Tokyo, 1994) p339-342.

Structure and Physical Property of $(\text{Bi}_{1-x}\text{Cu}_x)\text{Sr}_2\text{YCu}_2\text{O}_y$