

パルスレーザー堆積法による成膜装置のターゲット移動機構の改良

Improvement of target working system of a pulsed laser deposition system

○李 鑫偉龍¹, 永田知子², 岩田展幸²* XINWEILONG LI¹, TOMOKO NAGATA², NOBUYUKI IWATA²

Abstract: The atomically flat interface is required for control of the spins by electric field in SrFeO₃/BiFeO₃ multilayer. We improved pulsed laser deposition (PLD) system in order to suppress the growth of cones on the target which makes the interface rough. We introduced in-plane oscillation of the target in addition to the in-plane rotation during the film growth. The load lock chamber was also introduced. The morphologies of the surface of the target and the interface will be discussed.

1. 背景

SrFeO₃/BiFeO₃ 積層膜は室温において外部電場により電子移動を誘発し磁氣的相互作用を変化させることで、磁化制御が可能であると考えている。このためには、原子レベルで平坦な界面を作製する必要がある。

これまでに我々はパルスレーザー堆積(pulsed laser deposition: PLD)法による成膜に取り組んできた。ターゲットに揮発性の高い元素が含まれている場合、アブレーションを繰り返すとターゲット表面には、レーザーの入射方向に向かってコーン状の突起物が形成されることが分かっている。この場合、ブルームがコーンの方向にガイドされ、膜には化学量論組成からズレや膜厚の不均一性、ドロップレットの付着等の障害が発生する[1-4]。コーンは同一方向から何度もレーザーを照射することにより形成されるので、コーンが形成

される前にレーザーの入射方向を変更できるようにすればよい。

そこで本研究では、成膜中のターゲットの移動機構を改良しターゲット表面にあらゆる方向からレーザーを照射できるようにした。併せてロードロックチャンバーを導入することでコンタミネーションの少ない薄膜の作製と成膜の効率化を図った。

2. 実験方法

図1に作製中の PLD 装置の概略図を示す。メインチャンバーにロードロックチャンバーを取り付け、基板ホルダーとターゲットホルダーに上下移動機構を与えることで基板、ターゲット共にメインチャンバーを開けずに交換が可能である。トランスファーロッドには外から軸方向の回転ができるようにし、上下方向

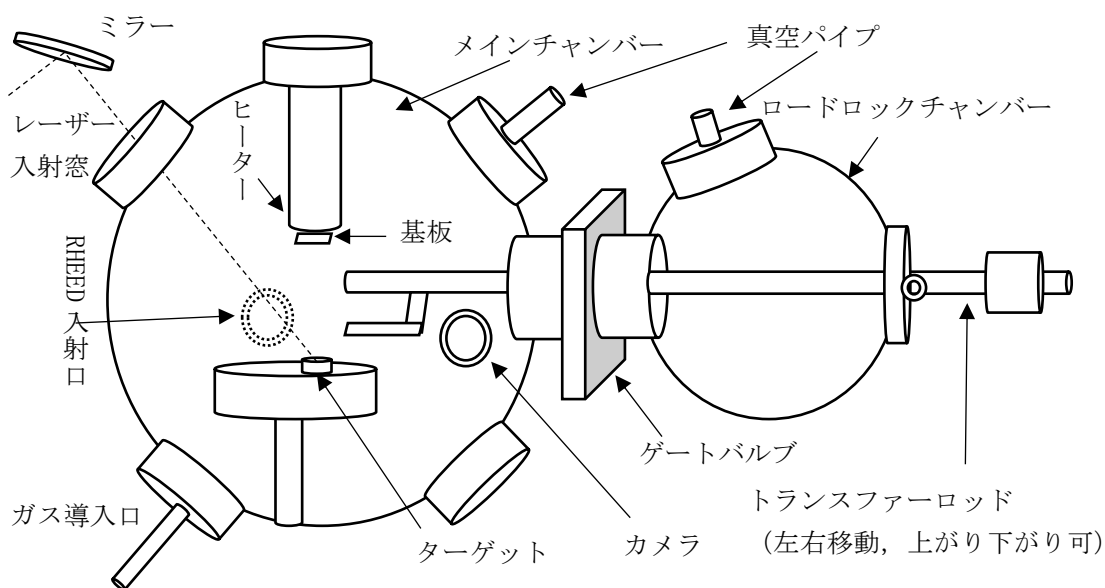


図1 作製中の PLD 装置概略図

にも 30 度程度の自由度を持たせた。

図 2 は成膜中のターゲットの移動機構を上から見た図である。ターゲットは成膜時に自転と公転を同時に行うことができる。自転により 180° 回転したとき、公転によって同じ箇所がアブレーションされる様にターゲットが戻ってくれば、レーザーの入射方向は反対向きとなる。これにより、ターゲット表面がコーン状になることを防ぐことができる。また、この機構により、ターゲット表面全体を均一にアブレーションできるため、組成ズレを極めて小さく抑えることができる。

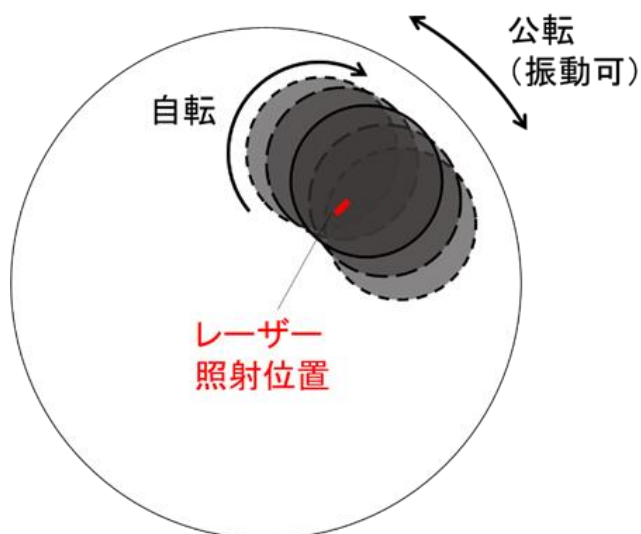


図 2 成膜中のターゲット移動機構

3. 結果・考察

図 3 に基板交換時のメインチャンバー内部の様子を示す。メインチャンバー内は狭い空間に基板ホルダーなどが密集しており、特にターゲットとトランスファーロッドの距離が近くぶつかりやすかった。また、トランスファーロッドとトランスファー用ホルダーの隙間が大きいため、メインチャンバーとロードロックチャンバーの間でもターゲットが落ちやすかった。そこでトランスファーロッドの角度等を調整しトランスファーがスムーズになるようにした。その結果、ロードロックチャンバーを導入する前は基板交換時の真空引きに要する時間が 1.5 時間から 20 分に短縮された。また、実験直後でチャンバー内が高温のままでもターゲットを交換することが可能になった。

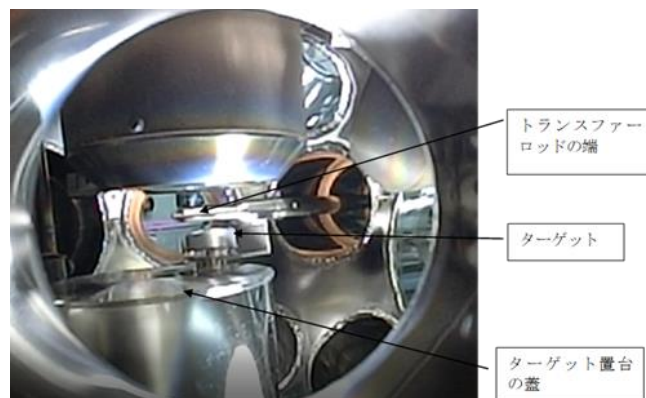


図 3 基板交換時のメインチャンバー内部の様子

4. まとめ

我々は SrFeO₃/BiFeO₃ 積層膜における磁化の電場制御を目指している。これには原子レベルで平坦な界面が必要である。そこで本研究ではターゲットの移動機構を改良した PLD 装置を立ち上げ、さらにロードロックチャンバーの導入も行った。

今後さらに細かい調整と成膜のテストを行っただうえで、成膜後のターゲットの表面状態および積層膜の界面状態を調べる。

参考文献

- [1] N. Iwata, et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc. **1454** (2012) 161.
- [2] N. Iwata, et al., Trans. Mater. Res. Soc. Jpn. **37** (2012) 381.
- [3] Y. Tsuchiya, et al., Trans. Mater. Res. Soc. Jpn. **37** (2012) 369.
- [4] N. Iwata, et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc. **1292** (2011) 125.