

스핀 홀 효과를 위한 산화물 박막 제조

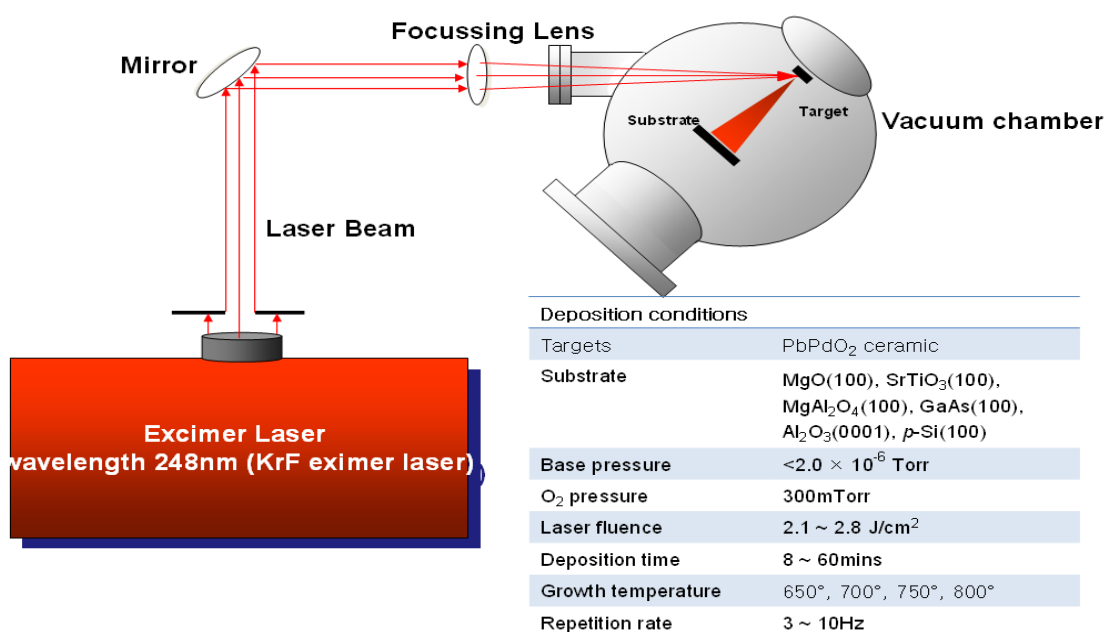
추성민*, 박성민, 최철환, 최창호, 이규준, 김수현, 최기영, 박광서, 이성익, 정명화
서강대학교 물리학과

1. 서론

스핀트로닉스 응용을 위한 물질은 일반적으로 높은 스핀 분극과 긴 스핀 자유경로를 가져야한다. 높은 스핀 분극을 위한 물질로는 반금속(half metal), 긴 스핀 자유경로를 위한 물질로는 자성 반도체(magnetic semiconductor)가 필수적이다. 하지만, 반금속은 완전한 스핀 분극을 이루지만 스핀 자유경로가 짧고, 자성 반도체는 스핀 자유경로가 길지만 완전한 분극을 이루지 못한다. 따라서, 이 두 조건을 다 만족시키기 위한 새로운 물질계인 틸없는 자성 반도체인 $PbPdO_2$ 를 제안하고자 한다. 틸없는 자성 반도체인 물질을 홀 효과(Hall effect)에 적용한다면, 완전히 분극된 스핀 업 홀(또는 전자)과 완전히 분극된 스핀 다운 전자(또는 홀)로 나뉘질 것이다. 이러한 결과는 특이하게도 외부의 자극없이도 스핀을 완전히 분극시킬 수 있는 스핀 홀 효과와 매우 유사하다. 따라서 강한 스핀-궤도 상호작용을 가지는 반도체에서의 효과적인 스핀 홀 물성을 연구하고자 새로운 산화물인 $PbPdO_2$ 박막을 제조하기 위한 방법을 제안하고자 한다.

2. 실험방법

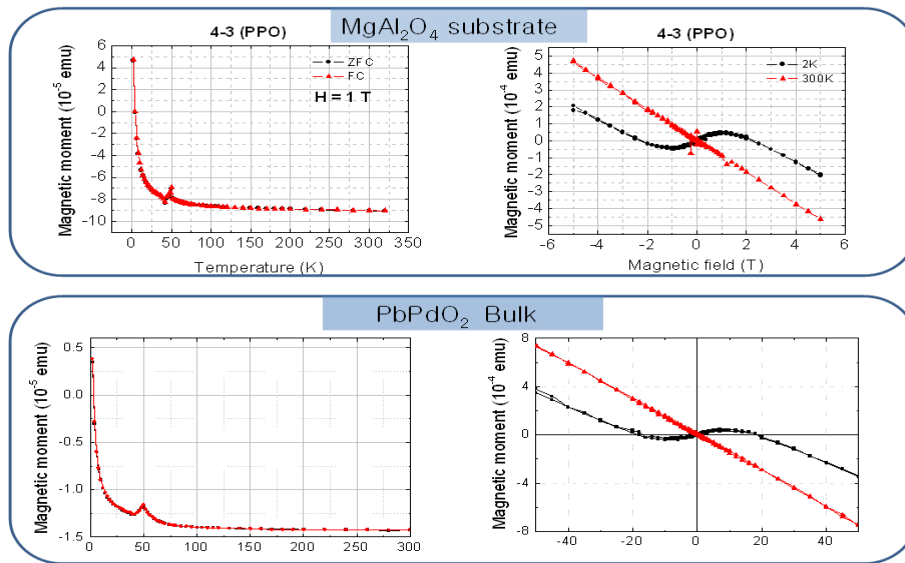
Sample preparation : pulsed laser deposition



3. 실험결과

Best Deposition conditions	
Substrate	MgAl ₂ O ₄ (100), GaAs(100)
Base pressure	<2.0 × 10 ⁻⁶ Torr
O ₂ pressure	300mTorr
Laser fluence	2.6J/cm ²
Deposition time	10mins
Growth temperature	750°
Repetition rate	3 Hz

Temperature dependant Magnetization & M vs. H



4. 고찰

여러 가지 기판을 사용해 박막을 만들어본 결과 MgAl₂O₄기판을 이용한 박막이 가장 적은 impurity peak을 보이며 highly oriented된 양상을 보이거나 아직 완벽히 continuous한 모습을 보이지 않았다. 그러나, PbPdO₂ 벌크와 박막의 자성 측정을 비교한 결과, PbPdO₂ 벌크와 비슷한 성질을 볼 수 있었다. 또한, MgAl₂O₄기판에서 증착한 PbPdO₂는 MT측정결과 50 K 이하에서 강한 온도의존성을 보인다.

5. 결론

PbPdO₂ 박막을 제조하는데 증착온도와 시간, PLD의 laser 파워와 방출률을 달리한 결과, 최적의 박막제조를 위한 조건을 찾아 가고 있으며, 동시에 이차상이 존재하지 않는 최적의 기판 조건에 대한 결과를 발표하고자 한다. 현재까지의 진행상태는 균일한 박막을 성장시키지 못하였지만, 이는 기판의 격자구조에 의한 변형 때문이라고 예상되어, PbPdO₂와 비슷한 격자상수를 가지고 있을 것이라고 예상되는 새로운 기판에서 새로이 형성된 박막에 대한 새로운 물성 결과를 발표할 것이다. 그리고 더 epitaxial한 박막을 만들기 위해 다양한 노력을 기울일 것이다.

6. 참고문헌

[1] X. L. Wang, Phys. Rev. Lett. 100, 156404 (2008).