

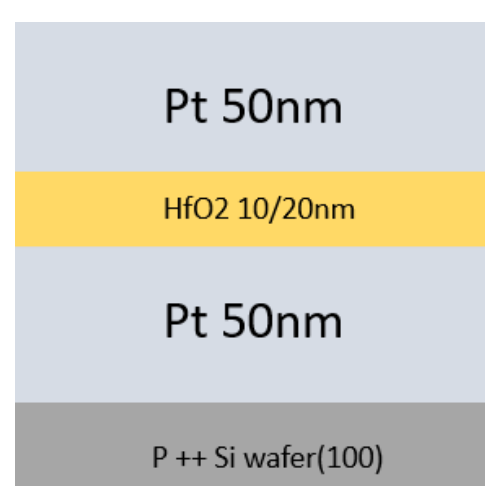
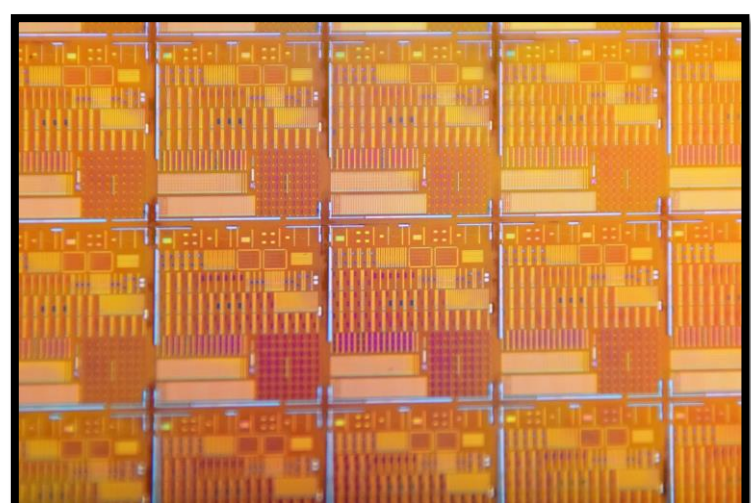
HfO₂ 강유전 특성 연구

학과 | 신소재공학부
전자재료공학전공
지도교수 | 이윤경

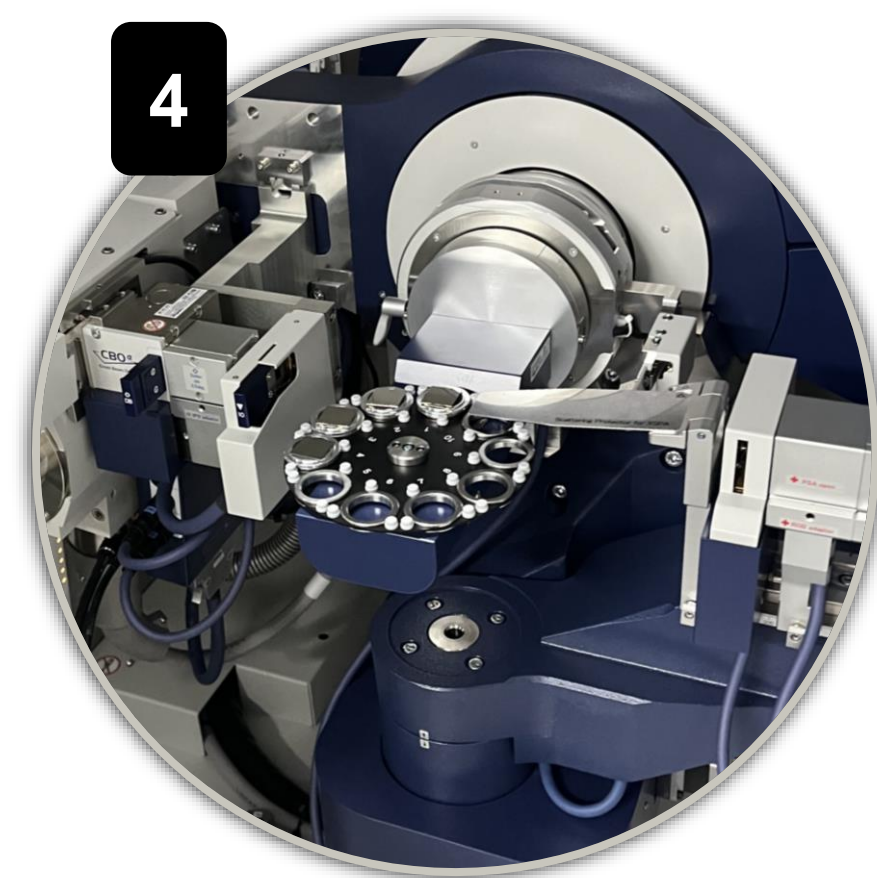
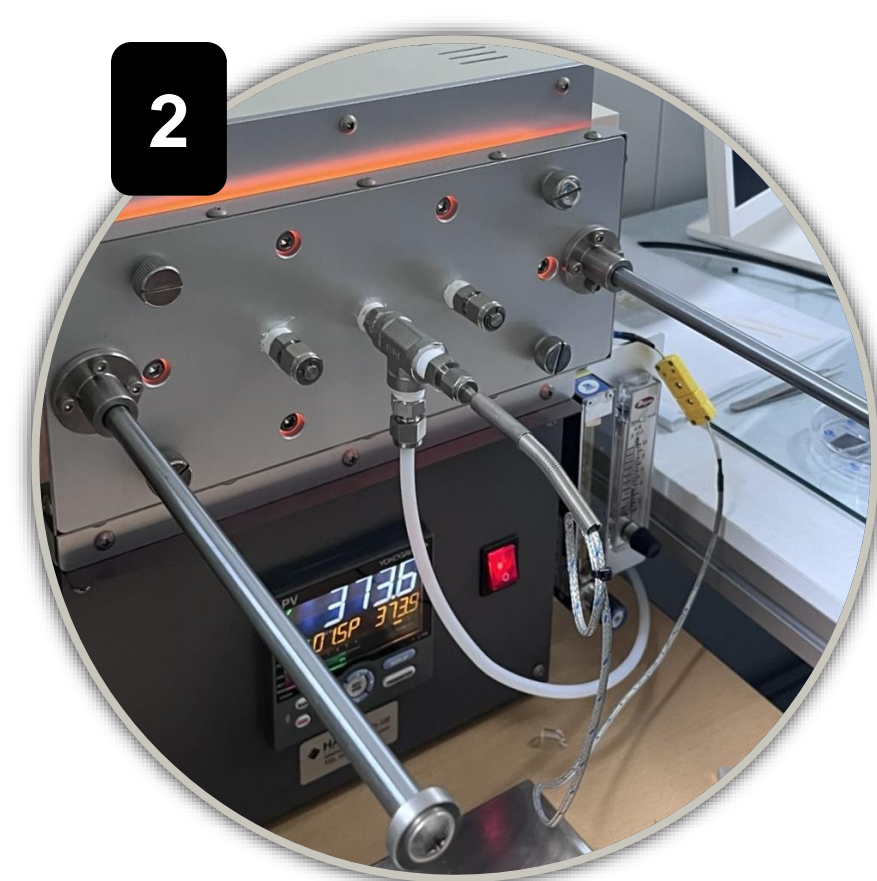
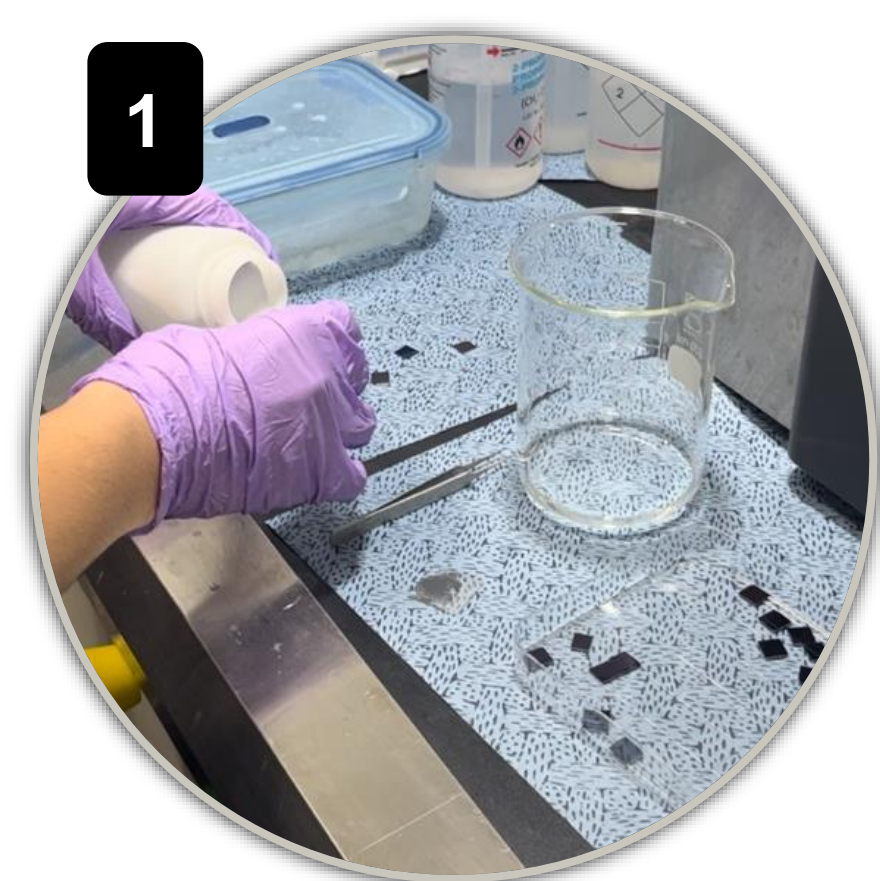
팀명 | 트릴리온
원 | 최재혁, 김하영, 배정윤

제작동기

- 기존 강유전체 재료
 - 기존 강유전체는 두께가 일정 수준(130nm) 이상이어야 분극 유지가 가능. 두께가 얇아지면 분극을 유지하기 어렵다는 특성 때문에 얇은 두께의 소자 제작이 어렵다는 단점이 있었다.
- HfO₂의 발견
 - 기존 강유전체 재료와 달리 매우 얇은 두께(10~20nm)에서도 안정적인 분극을 유지할 수 있는 HfO₂가 각광을 받고 있다.
- FeRAM – DRAM capacitor를 강유전 capacitor로 대체
 - FeRAM은 DRAM의 Capacitor를 강유전 Capacitor로 대체하여 DRAM의 휘발성 문제 해결.
 - 읽기 시 데이터 손실이 발생한다는 단점이 있지만, 빠른 읽기/쓰기 속도와 낮은 전력 소모로 주목받고 있다.
 - 우리는 HfO₂의 특성과 이를 활용한 FeRAM의 발전 가능성을 연구함으로써 차세대 메모리 반도체 소자를 학습해보고자 한다.

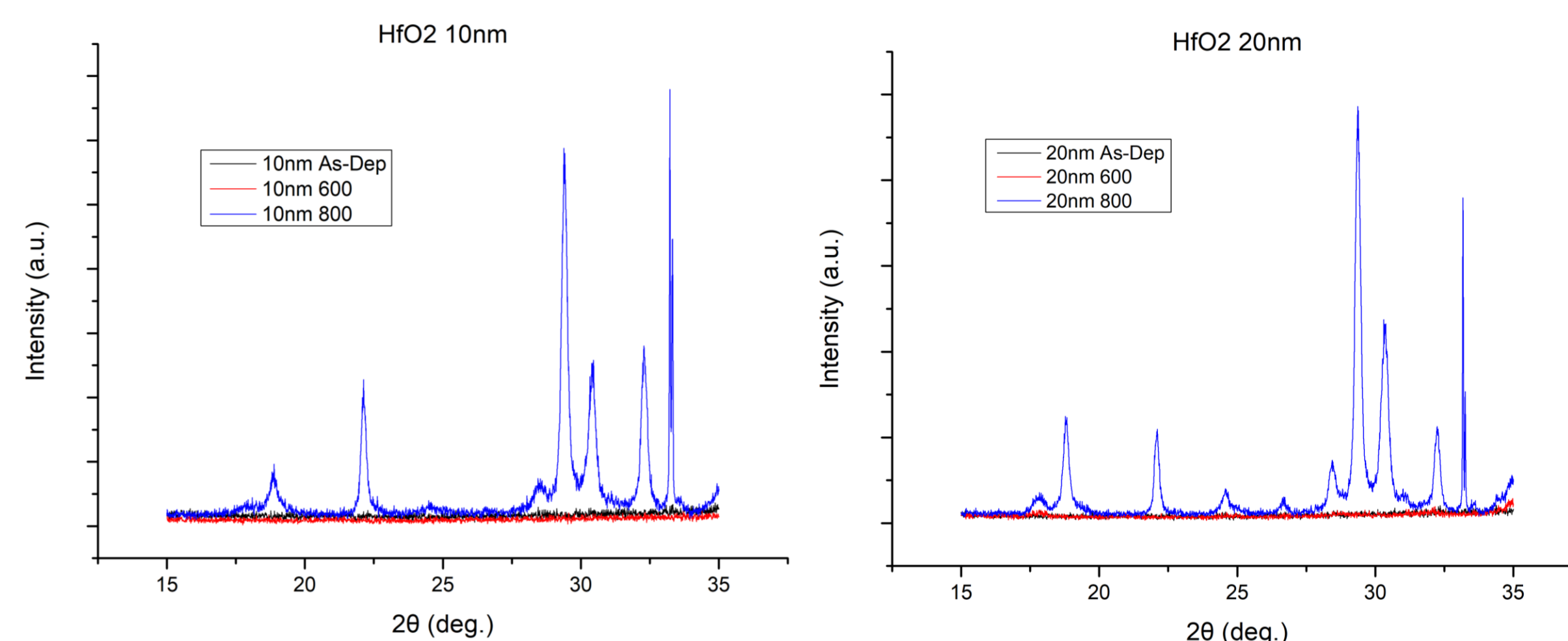


제작과정



1. p++ Si wafer 클리닝 : acetone, IPA, BOE용액 이용
2. 하부전극 증착 : e-beam evaporator 이용, 50nm Pt 증착
3. 절연체 증착: ALD 이용, 10/20nm HfO₂ 증착
4. 상부전극 증착 : e-beam evaporator 이용, 50nm Pt 증착
5. 어닐링 : RTA 장비 이용, 400 °C/600 °C/800 °C 30초, 승온속도 1분
6. XRD 분석

작품설명



• XRD 장비를 이용한 샘플의 phase 분석

- HfO₂는 orthorhombic phase 에서 강유전성을 띠고, monoclinic phase에서 강유전성을 띠지 않는다.
- 2θ = 30° 부근에서 나타나는 HfO₂ orthorhombic peak을 통해, 샘플이 강유전 특성을 띠는 것을 확인할 수 있었다.
- 어닐링 온도 400 °C, 600 °C -> 10nm, 20nm 샘플 모두에서 peak 나타나지 않음.
- 어닐링 온도 800 °C -> 10nm, 20nm 샘플 모두에서 가장 뚜렷한 peak을 보임.

결과 및 기대효과

• 결과

- FeRAM의 핵심이 되는 MIM capacitor를 HfO₂을 이용해 제작하였다.
- XRD 측정 결과, 800 °C 에서 어닐링한 샘플에서 강유전성을 보이는 HfO₂ orthorhombic peak을 확인할 수 있었다.

• 기대효과

- HfO₂의 강유전 특성으로 외부 전원이 제거되면 커패시터에 저장되어 있는 데이터가 사라지는 DRAM의 휘발성 이슈를 해결할 수 있다. 또한 다른 우수한 읽기/쓰기 속도와 낮은 전력 소모 등의 장점을 가진다.
- 강유전체는 강유전성, 압전효과, 초전효과, 전기광학효과 등 다양한 특성을 보유하고 있다. 따라서 메모리 반도체, 스위칭 소자, 액추에이터, 센서, 태양전지 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 강유전성을 기반으로 한 메모리 반도체 및 스위칭 소자 분야로는 FeRAM, Fe-FET, FTJ 등이 있다.