

Control of a- and c-plane Preferential Orientations of p-type CuCrO₂ Thin Films

김세윤, 성상윤, 조광민, 홍효기, 김정주, 이준형, 허영우

School of Materials Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

Kawazoe는 1997년 p-type TOS를 만들기 위해서는 3가지가 충족되어야 한다고 언급한바 있다. 첫 번째, 가시광영역에서 투명하기 위해서 cation의 d10s0이 가득 차야 한다. 가득 차지 않은 d10 shell은 광 흡수가 가능하여 투과도를 떨어뜨린다. N-type을 예로 들어 ZnO, TiO, In₂O₃가 각각 Zn²⁺, Ti⁴⁺, In³⁺가 되어 d shell을 가득 차게 만드는 것을 볼 수 있다. 두 번째, cation d10s0 shell은 산소의 2p shell과 overlap 되어야 한다. 이 valence band는 홀 전도를 더욱 좋게 한다. 예를 들어 Cu¹⁺(3d), Ag¹⁺(4d)가 해당한다. 세 번째로, 양이온과 산소간의 공유결합을 강하게 하기 위해서 결정학적 구조는 매우 중요하다. Delafossite 구조는 산소가 pseudo-tetrahedral 구조로서 공유결합에 유리하다. 이러한 환경은 O²⁻ (2p₆)을 형성하고 홀의 이동도를 증가시킨다. 예를 들어 Cu₂O의 경우 앞의 2가지를 만족시키지만 광학적 특성에서 좋지 않다. 그 이유가 3번째 언급한 결정학적인 요인에 있다. 결정 계의 환경은 Cu₂O를 따라가면서 3차원적인 연결을 2차원적으로 변형된 delafossite 구조에서는 quantum well이 형성되어 band gap이 커진다.

본 연구에서는 전기적 이방성을 가지고 있는 delafossite CuCrO₂ 상에서 우선배향을 일으키는 인자 중 기판을 변화시켜 실험을 진행하였다. 결과적으로 기판변화를 통해 우선배향조절이 가능하였으며 CuCrO₂ 박막을 시켰으며, 결정방향에 따른 전기적 물성의 이방성에 관한 연구는 계속 진행 중에 있다.

c-plane sapphire 기판위에는 [001]로 성장하는 반면, c-plane STO 기판 위에는 [015] 방향으로 성장하는 것을 확인하였다. 이러한 원인은 기판과 증착되는 박막간의 mismatch를 최소화 하여 strain을 줄이고, 계면에서의 Broken bonding 수를 줄여 계면에너지를 낮추는 방법이기 때문일 것으로 예상된다.

C-plane sapphire 기판위에 증착될 경우 증착온도가 증가함에 따라 c-축으로의 성장이 온전해지며 이에 따라 캐리어농도의 감소와 모빌리티의 증가가 급격하게 변하는 것을 확인할 수 있다. 반면 c-plane STO 기판에서는 증착온도에 따른 박막의 배향변화가 없으며 전기적 물성 변화 또한 비교적 작은 것을 간접적으로 확인하였다.

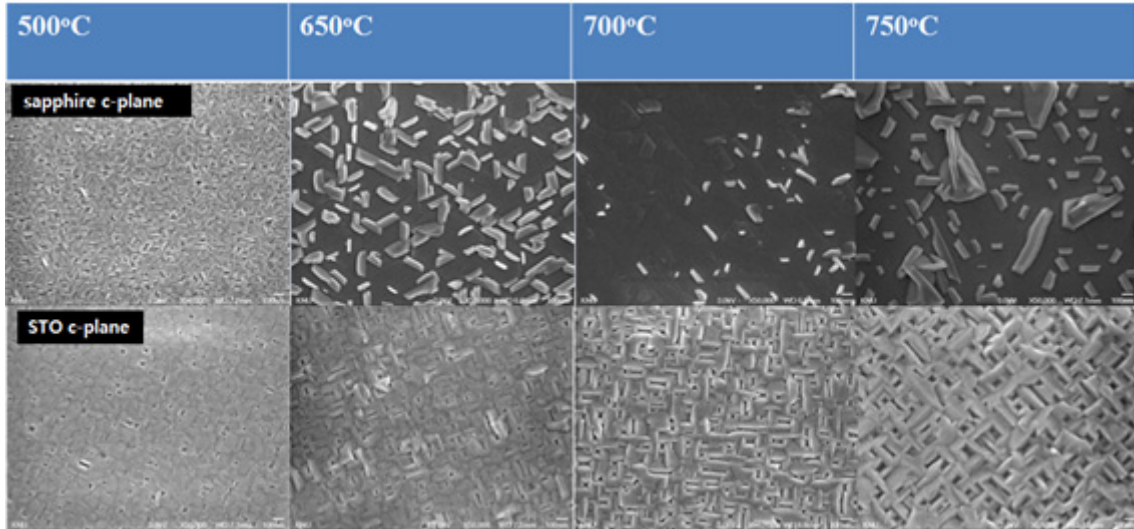


그림 1.

Keywords: CuCrO₂, p-type, epitaxial, orientation