

부유대용융법에 의한 Ga^{3+} 이온과 Pr^{3+} 이온이 주입된 $SrTiO_3$ 단결정 성장

Crystal Growth of $SrTiO_3$ doped with Ga^{3+} and Pr^{3+} Ions by Floating Zone Method

이성영*, 이용재*, 류선윤**, 김병호*, 변재동*, 유영문¹

¹ 한국화학연구소, * 고려대학교 재료공학과, **선문대학교 재료금속공학부
¹ ymyu@pado.kriict.re.kr

부유대용융(Floating Zone; FZ)법으로 Ga^{3+} , Pr^{3+} 이온의 농도와 성장속도 및 소결온도를 조절하여 $SrTiO_3$ 단결정을 성장하고, 최적의 결정성장 조건과 결정결합 및 여기와 방출 스펙트럼에 의한 발광특성을 조사하였다.

결정성장용 원료로서 순도가 99.99%인 $SrCO_3$, Ga_2O_3 , TiO_2 , Pr_6O_{11} 를 사용하였다. Ga^{3+} 과 Pr^{3+} 이온의 첨가에 따르는 영향을 조사하기 위하여 성장한 단결정은 $(Sr_{1-x}Pr_x)TiO_3$ 및 $(Sr_{1-x}Pr_x)(Ti_{1-y}Ga_y)O_3$ 의 화학식에 따라 다결정 원료를 합성하였고, 이 때 Ga^{3+} , Pr^{3+} 이온의 농도는 각각 $x, y = 0, 0.1, 0.3, 0.6$ at%가 되도록 각각의 원료를 정밀하게 평량하고 균일 혼합하여 제조하였다. 균일 혼합된 원료를 직경 8mm의 고무 튜브에 넣고 CIP(Cold Isostatic Press)에서 2000 kg/cm²의 압력으로 성형한 후 1200°C~1600°C에서 1시간, 1~2회 소결함으로써 결정성장용 다결정 원료를 합성하였다.

합성된 다결정을 double ellipsoidal mirror 내에 설치하고, 1~1.5 l/min의 O_2 분위기 속에서 원료와 종자결정을 서로 반대방향으로 5~40 rpm의 회전속도로 각각 회전하면서 원료와 종자결정을 3~30 mm/hr의 속도로 하강하는 결정성장 조건을 사용하였다.

결정성장 실험 결과, 결정성장속도를 3~10 mm/hr로 하는 경우에는 소결원료에 균열이 발생하여 결정성장이 어려웠으며, 성장속도 15 mm/hr, 회전속도는 20 rpm에서 양질의 결정이 얻어졌다. $SrTiO_3$ 단결정은 갈색의 투명 결정으로 성장하였고, Pr^{3+} 이온의 주입농도에 비례하여 불투명하고 진한 흑색으로 성장하였다. 또한 Ga^{3+} 이온의 주입에 따라 전하보상이 용이하여 Pr^{3+} 이온 증가에 따라 결정성장이 용이하였다.

성장된 단결정을 성장축에 수직인 방향으로 각각 절단, 연삭, 연마하여 물성측정을 위한 박편을 제조하였다. 제조된 박편으로 흡수 스펙트럼 및 여기와 방출 스펙트럼을 측정하였다. Pr^{3+} 이온만 주입했을 때보다 Ga^{3+} 이온을 주입한 경우 615 nm에서 방출이 더 강하고 넓게 나타났는데 이것은 Ga^{3+} 이온의 hole trapping 효과와 Pr^{3+} 이온의 주입농도의 증가에 의한 $^1D_2 \rightarrow ^3H_4$ 적색형광방출로 보여진다.