

1.03 μ m 레이저 광발생용 Yb:YAG 단결정 성장

Crystal Growth of Yb:YAG for 1.03 μ m laser

이성영*, A.Y.Ageyev, 정석중, 김병호*, 유영문¹

한국화학연구소 *고려대학교 재료공학과

¹ ymyu@pado.kriict.re.kr

Floating Zone법과 Czochralski법에 의하여 Yb³⁺이온이 5~100at% 주입된 Yb:YAG 단결정을 성장하고, microchip 레이저 소자를 제조하였으며, 성장된 Yb:YAG 단결정의 결정결합과 분광특성을 조사하였다.

결정성장용 원료로서 순도가 99.99%인 Yb₂O₃, Y₂O₃, Al₂O₃ 분말을 사용하였으며, (Y_{1-x}Yb_x)₂Al₅O₁₂의 조성이 되도록 각 원료를 평량, 혼합, Cold Isostatic Press 가압성형, 고온소결 (1200 $^{\circ}$ C, 2시간)하여 결정성장용 다결정을 합성한 후 결정성장을 실시하였다. Floating Zone법에 의한 결정성장시 Yb³⁺ 이온의 농도 x는 각각 5, 10, 15, 20, 25, 33, 50, 75, 100 at%가 되도록 조절하였으며, Czochralski법에 의한 결정성장시에는 x = 5, 15, 25 at%가 되도록 Yb³⁺ 이온 농도를 조절하며 결정을 성장하였다.

Floating Zone법에 의한 결정성장 조건은 유속 1 l/min의 질소 분위기, 성장속도 1.0~5.0mm/hr로 하고 원료와 종자결정을 서로 반대방향으로 20rpm의 속도로 회전하였다. 성장된 결정은 산소결핍에 의해 옅은 청색으로 투명하였으나 대기 중에서 1450 $^{\circ}$ C, 2시간 동안 열처리했을 때 모두 무색 투명하게 변화하였다. 5.0 mm 이상의 직경, 또는 5.0 mm/hr 이상의 성장속도로 성장하였을 때 결정중심부에서 성장방향을 따라 관형의 기포가 형성되는 경우 성장된 결정에 균열이 발생하는 것이 관찰되었다.

Czochralski법에 의한 결정성장은 유속 1.5 l/min의 질소 분위기하에서 인상속도와 회전속도는 각각 2 mm/hr, 10 rpm으로 조절하였으며, 종자결정으로 <111>방위의 YAG 단결정 및 Iridium 도가니와 afterheater를 사용하였다. 성장된 Yb:YAG 단결정은 직경 20 mm, 길이 약 110 mm, 무게 약 190g으로 투명하고 옅은 청색이었고, 결정형이 잘 발달되어 양질의 결정이 얻어졌음을 확인할 수 있었다. 투명하게 단결정으로 성장된 부분으로부터 채취한 시료와 성장 후 도가니 내 남은 다결정으로부터 채취한 시료를 각각 분말법에 의해 X선 회절 실험 결과 투명하게 성장된 부분은 garnet의 결정구조를 갖는 것으로 구조동정되었고, 다결정은 YbAlO₃의 perovskite상을 제2상으로 소량 혼입하고 있는 것으로 분석되었다.

Floating Zone법 및 Czochralski법에 의하여 성장된 결정을 성장 방향에 수직 및 수평한 방향으로 절단, 연삭 및 연마하여 두께 1.2mm의 박편을 제조한 다음 편광현미경에 의하여 결정결합과 결정성장 특성을 조사하고 흡수스펙트럼을 측정하였다.

Micro-chip 레이저 소자를 제작하고, 가공된 레이저 소자의 평면정도를 interferometer에 의하여 측정하였으며, 흡수 및 형광방출 특성을 조사하였다.