

고상 에피택시법으로 성장한 YIG 박막의 특성

청주대학교 이공대학 물리학과 장평우

山口大學 機能材料工學科 山本 節夫

Properties of YIG films grown by solid phase epitaxy

Department of Physics, Chongju University Pyungwoo JANG

Dep. of Functional Mater. Scj. & Eng., Yamaguchi University, Ube, Japan

S. Yamamoto

YIG 에피택시박막은 다른 강자성, 페리자성재료에 비해 수 GHz의 영역에서 매우 우수한 특성을 나타내고 있다. YIG 에피택시 박막은 고상에피택시 방법으로 제조할 경우 매우 편리하게 제조할 수 있는 것으로 알려져 있는데, 이 방법은 상온에서 Y-Fe-O박막을 GGG(111)기판에 스파터한 뒤 공기 중에서 열처리하면 간편하게 얻을 수 있다. 이 방법은 통상과 같이 고온에서 아주 느린 속도로 에피택시박막을 성장시키는 스파터방법에 비해 매우 간편하고 경제적인 것으로, 본 연구에서는 보통의 분말소결공정으로 제작된 2.5인치 YIG 타겟을 사용하여 두께 2.5 μm 비정질 Fe-Y-O박막을 만든 뒤 550 - 1050 $^{\circ}\text{C}$ 의 공기 중에서 열처리하였다. 비정질 박막을 600 $^{\circ}\text{C}$ 이하에서 10 시간동안 열처리하였을 경우 매우 약한 YIG상의 회절선만 관찰할 수 있었다. 반면에 온도를 650 $^{\circ}\text{C}$ 로 올리면 매우 강한 (444) 또는 (888)회절선과 매우 약한 다른 회절선을 관찰 할 수 있었다. 이 시편의 경우 (888)회절선의 강도는 GGG기판의 (888)회절선의 강도와 비교할 정도로 매우 강하여 에피택시성장이 매우 잘 이루어질 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다. 그리고 YIG(888) 회절선의 록킹곡선의 반가폭이 0.14 $^{\circ}$ 이었고, 이것은 에피택시성장이 매우 잘 이루어지고 있음을 의미하는 것이다. 열처리 온도가 감소함에 따라 YIG박막의 격자상수는 감소하였으며 YIG(888)회절선의 강도는 그림 1과 같이 넓어지고 그 강도는 약해진다. 따라서 열처리온도가 높을수록 YIG박막의 고상에피택시가 잘 형성될 수 있음을 알 수 있다. 그리고 매우 흥미있는 현상은 수직이방성이 열처리온도가 높아질수록 유도된다는 것으로 그림 2에 진동시료형자력계로 측정된 YIG박막의 M-H형상 나타내었다. 그림 2에서의 유추한 수직자기이방성의 크기는 약 8900 erg/cc정도로, 수직이방성은 GGG기판과 YIG박막간의 격자불일치때문에 유도되는 것으로 판단되며 1050 $^{\circ}$ 에서 열처리된 박막의 격자불일치는 약 0.15 %이었다. 그림 2의 850 $^{\circ}\text{C}$ 에서 열처리한 박막의 M-H형상에서 수직이방성이 없는 것처럼 보이나 강자성공명실험에서는 매우 약한 수직이방성이 유도되고 있음을 알 수 있다. 그림 3은 열처리온도에 따른 YIG박막의 공명자장변화를 나타낸 것으로 열처리온도가 낮을수록 박막에 수평한 방향 ($\theta=0^{\circ}$)의 공명자장은 증가하고, 수직한 방향의 공명자장은 감소하는 것에서 이를 확인할 수 있다. 열처리온도에 따른 공명자장의 변화는 비정질박막에서 에피택시박막으로의 상변태에 관한 흥미있는 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

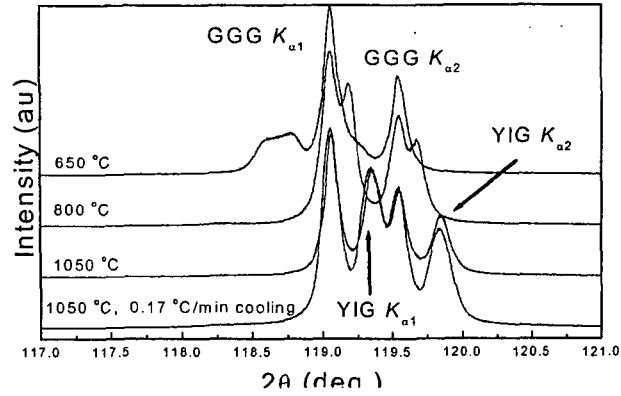


그림 1. 열처리온도에 따른 YIG박막의 (888)회절선의 변화

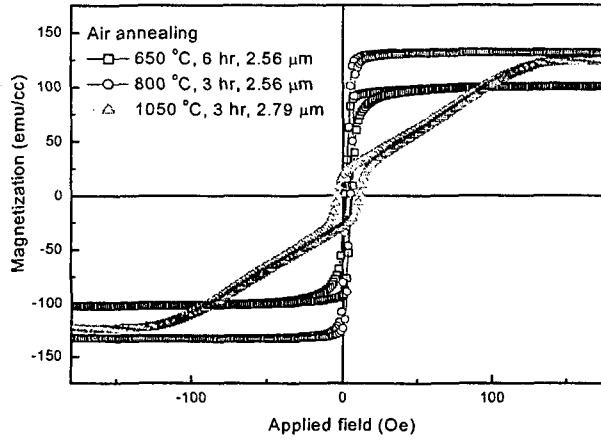


그림 2 열처리온도에 따른 YIG박막의 M-H곡선의 변화
(열처리온도가 증가하면 수직이방성이 유도된다.)

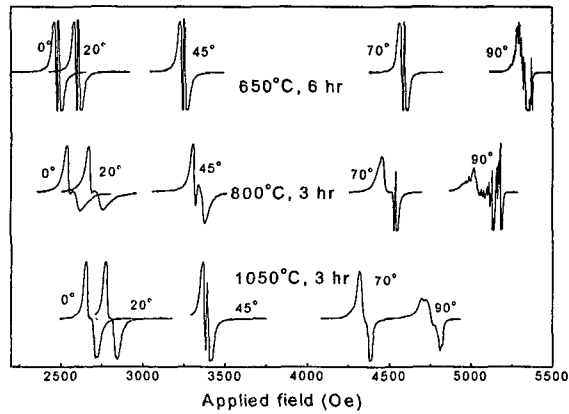


그림 3. 열처리온도에 따른 YIG박막의 강자성공명자장의 변화