

YIG의 자기 및 마이크로웨이브 특성에 대한 SrTiO₃ 첨가 영향

부산대학교 장학진*, 윤석영, 김태욱

The effect of SrTiO₃ addition on the magnetic and microwave properties of YIG

Pusan National University H. J. Jang*, S. Y. Yoon, T. O. Kim

1. 서 론

산화물계 페리자성체인 Yttrium Iron Garnet (YIG) [Y₃Fe₅O₁₂]는 자기적 손실이 가장 작고, 우수한 마이크로파 특성을 가지고 있기 때문에 많은 연구가 되어지고 있다^[1-2]. YIG는 매우 높은 온도에서 소결되는 특성을 가지고 있어 약 1500°C 온도 주위에서 장시간 소결과정이 이루어지므로 소결능을 향상시키는 실험이 활발히 연구되어지고 있는 실정이다^[3-5]. 본 연구에서는 YIG 소결체의 소결능을 증진시키기 위해 Y⁺³이온에 이온반경이 비슷한 Sr⁺²를 치환시키고, 전기적 보상으로 Fe⁺³이온에 Ti⁺⁴이온을 치환할 수 있는 SrTiO₃를 소결첨가제로 선택하여 첨가량을 달리하여 소결온도를 변화시켜 얻은 소결체의 결정상, 밀도변화, 자기적 특성 및 마이크로파 특성에 대하여 조사하였다.

2. 실험방법

시편제작을 위한 시료는 순도 99.9%인 Y₂O₃, Fe₂O₃ 및 SrTiO₃를 원료 분말로 일반 세라믹 공정을 이용하여 YIG를 제조하였다. 1300°C에서 하소된 분말에 SrTiO₃를 0.0mol%에서 0.3mol%까지 변화시키면서 첨가하였다. 디스크 모양의 성형체를 1320°C, 1420°C로 공기중에서 소결하였다. 제조된 소결체를 XRD, SEM, VSM, FMR로서 특성에 대해 연구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

소결온도에 따른 X-선 회절결과는 변화없이 동일하게 입방정의 YIG상으로부터 회절된 것으로 나타났으며, SrTiO₃ 첨가량을 변화시키면서 각각의 X-선 회절피크로 계산한 격자상수의 변화는 12.402Å에서 12.457Å로 다소 증가하였고, 이는 Y⁺³와 Fe⁺³이온의 이온반경 0.93와 0.64Å인 반면에 첨가된 Sr⁺²와 Ti⁺⁴이온의 이온반경이 1.13와 0.68Å으로 이온반경이 다소 크기 때문에 일반적인 화합물의 격자상수가 mol비에 따라 변화한다는 Vegard's law를 따르는 것으로 추정된다^[6].

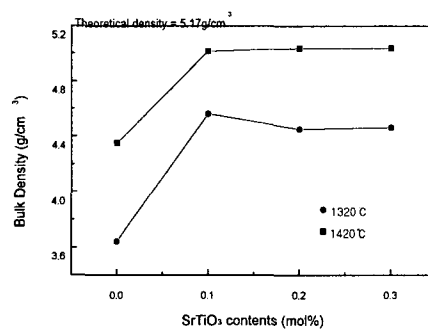


Fig 1. Bulk densities of sintered YIG with SrTiO₃ contents from 0.0 to 0.3 mol %

SrTiO₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 YIG소결체의 밀도 변화를 Fig. 1에 나타내고 있고 소결체의 밀도는 소결온도에 매우 민감하게 변화하며, 소결온도가 증가함에 따라 소결체의 밀도가 증가하고 있으며, 소결온도가 1420°C인 경우에는 순수한 YIG의 격자상수로부터 구한 YIG의 이론밀도인 5.17 g/cm³의 약 98%에 도달하고 있음을 알 수 있었다. 한편, 1420°C의 소결온도에서 SrTiO₃ 첨가량의 영향을 보면 첨가량이 증가할수록 밀도가 증가하다가 0.2mol%에서 최대의 값을 보였다. 소결체의 미세구조를 관찰한 결과, SrTiO₃ 첨가량이 증가에 따라 소결정도가 향상되어짐을 볼 수 있었고, 입자의 크기는 소결온도가 1320°C일 때 2~3 μ m 정도였고, 1420°C에서 9~11 μ m 정도로 나타났다. 포화자화값(M_s)은 첨가량에 따라 28.43 emu/g에서 28.00 emu/g정도로 다소 감소를 보이고 있고, 보자력값(H_c)은 소결체의 입자크기에 매우 민감하다는 사실을 반영하는 결과로서 소결온도가 1420°C인 경우 1320°C보다 다소 낮았다. Fig. 2. 는 강자성 공명 실험 결과로서 소결체의 밀도가 증가함에 따라 시료내의 기공으로 인한 반자장 효과를 줄임으로 ΔH 값이 감소함을 보여주고, 0.2mol%첨가시 최소값 약 80Oe정도의 값을 가짐을 알 수 있다.

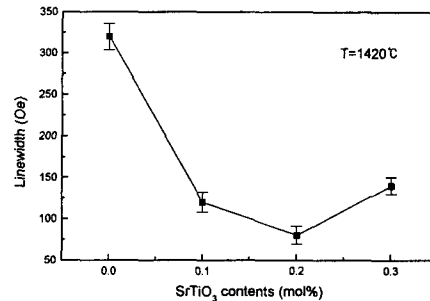


Fig. 2. Effect of SrTiO₃ addition on ferromagnetic resonance linewidth ΔH of YIG, sintered 1693K.

4. 결 론

본 실험조건에서 0.2mol% 정도 SrTiO₃를 첨가하고 1420°C에서 소결한 경우 YIG의 자기적 성질에는 영향을 주지않고 이론밀도의 98%이상의 치밀화를 얻을 수 있었고, ΔH 는 80Oe정도의 값을 가졌다.

5. 참고문헌

- [1] R. H. Knerr, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.* Mtt-23, 818 (1975).
- [2] D. D. Urus and I. D. Bursuc, *IEEE Trans. Magn.*, MAG-21, 1201 (1985).
- [3] W. R. Holmquiat, C.F.Kooi, R.W.Moss, "Reaction kinetics of polycrystalline yttrium iron garnet", *J. Am. Ceram. Soc.*, 44, 194 (1961).
- [4] Y.Y.Song *et al*, "The effect of Bi₂O₃ additon on the microstructure and magnetic properties of YIG", *J. Magn. Magn. Mater*, 177-181, 257-258 (1998).
- [5] R.J.Yang, T.B.Wu, I.N.Lin, "Densification and microstructure development in the reaction sintering process of yttrium iron garnet", *J. Mater. Sci.*, 25, 3566-3572 (1990).
- [6] Dr.Gerhard Winkler, "Vieweg Tracts in pure and applied physics" volume 5. magnetic garnet. Friedr Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiesbaden, 34,48 (1981).