

임피던스 정합 변환기에 응용되는 Mg_2TiO_4 세라믹스의
MgO 첨가량 변화에 따른 미세구조의 변화와 유전특성

(Variation of the microstructures and the dielectric properties with the
MgO content of Mg_2TiO_4 ceramics used for impedance matching transformer)

국방과학연구소, 이 만중, 유 병두, 김 한식

I. 서 론

위상배열 안테나(PAA, Phased Array Antenna)는 차기세대의 고성능 전자무기체계에 응용되는 주요 핵심 구성품으로 페라이트와 유전체로 구성되어 있는 각 복사소자(Radiating elements)에 공급되는 전류 또는 전압을 전자적으로 변화시킴에 따라, 전자파 빔(electromagnetic wave beam)의 조향(steering)을 원하는 방향으로 고속 조정할 수 있는 일종의 전자제어 주사식 안테나이다¹⁾.

PAA에 사용되는 페라이트 변위기는 변위차를 일으키는 페라이트와 전자파의 흐름을 원활하게 하는 임피던스 정합용 유전체로 구성되며, 유전체 정합 변환기는 진행하는 전자파와 인가자장의 상호작용을 증가시키는 역할을 한다. 이때 사용되는 유전체의 요구조건은 최적의 임피던스 정합을 위해 페라이트와 유전체의 유전율이 서로 동일해야 하며 사용 주파수대(X-Band)에서 유전손실이 매우 작아야하고 유전상수의 온도계수가 작은값을 가져야 한다.

페라이트 변위기에 응용되는 각종의 페라이트의 유전상수가 12~20의 범위에 존재하므로 위와 같은 유전율을 가지며 전술한 요구조건을 만족시키는 유전체 재료의 개발이 페라이트 변위기에 필수적이라 하겠다.

일반적으로 저손실을 나타내는 Mg_2TiO_4 스피넬과 기판용 재료로 널리 사용되는 MgO는 유전상수가 각각 14, 9 정도로 보고되고 있다²⁾. 따라서 본 연구에서는 Mg-ferrite의 유전율인 13에 근접하며 전술한 제반조건을 만족시키는 재료의 제조를 위해서 두 상을 복합화하여 보상효과에 의한 유전상수 제어에 목적을 두었으며 MgO 첨가량, 하소조건 그리고 소결온도 변화에 따른 미세구조 변화 및 유전특성(MHz, GHz대)에 대해 고찰하였다.

II. 실험

시편제조는 일반적인 산화물 혼합법으로 제조하였다. 하소온도는 1100 ~ 1200°C, 1시간이었으며 소결은 1350~1450°C까지 50°C 간격으로 3시간 동안 행하였다. X-선 회절분석으로 상합성을 확인하였으며, SEM으로 미세구조를 관찰하였다.

MHz대의 유전특성은 Precision LCR meter(HP 4284A)로 측정하였으며 10GHz에서의 유전특성과 Q값은 Network Analyzer를 사용하여 평행도체판 유전체 공진기법으로 TE₀₁₁ 모드로 측정하였다³⁾.

III. 결론

- 1) 소결밀도와 유전상수의 측정으로부터 Mg₂TiO₄ 세라믹스의 최적 하소온도로는 1100°C, 1시간임을 알 수 있다.
- 2) MgO 첨가량이 증가함에 따라 순수한 Mg₂TiO₄보다 저온에서 치밀화되는 세라믹스를 제조할 수 있다.
- 3) Mg₂TiO₄의 최적 소결조건은 1500°C, 3시간이었으며 Mg₂TiO₄/MgO 세라믹스 경우 MgO 첨가량이 10~25 wt%인 경우 1400~1450°C, 3시간임을 알 수 있었다.
- 4) MgO 첨가량이 증가할수록 입자크기가 균일한 치밀한 미세구조를 나타내었으며 유전상수는 선형적으로 감소하였다. 또한 10GHz에서의 Q값은 5000이상으로 매우 낮은 손실을 나타내었다.

References

1. A.J. Baden, Ferrite at Microwave Frequencies, IEEE Electromagnetic Wave Series 23 (1987)
2. R.C. Buchanun, Ceramic Materials for Electronics, Marcel Dekker(1986)
3. Y. Kobayashi, S. Tanaka, IEEE Tran. Micro. and Tech., MTT-33, 7(1985)