

## Mg-Mn FERRITE의 CORE LOSS 고찰

삼화전자공업(주) 조성 일\* 장 경 오 이 동 영  
부설연구소 손 홍 재 허 원 도

## A STUDY ON CORE LOSS FOR Mg-Mn FERRITE

SAMHWA ELECTRONICS, CO., LTD. S.I. CHO\* K.O. JANG D.Y. LEE  
H.J. SHON W.D. HER

## 1. 서론

Antenna의 고성능화, 소형화, 다양화의 발전 추세에 대응하기 위하여 최근 transistor, diode 등의 능동 소자 및 ferrite 등의 비가역 소자를 일체화 하여 동작 하도록 한 새로운 개념의 위상 배열 antenna가 개발되었다. 이러한 체계의 antenna는 beam의 steering 및 radiation pattern을 제어할 수 있는 phase shifter 를 사용하고 있다.

Phase shifter는 응용 방식에 따라서 여러 형태가 있으나 주로 ferrite 소재를 이용한 digital phase shifter로, 이는 digital로 구동되므로, 응답 속도가 빠른 장점이 있다. 이러한 장점은 Mg-Mn ferrite 소재의 우수한 각형성에 의한 이방성 및 포화 자속 밀도에 기인하며, 우수한 각형성은 phase shifter의 동작을 pulse 전류로 제어할 수 있도록 하여 전체 system의 digital화가 가능하도록 한다.

Mg-Mn ferrite 소재의 개발에 관한 문헌은 상당량 발표되어 있으나, 주로 microwave 특성에 초점을 맞춘것으로써, 실제 적용시 문제에 봉착하게 될 것으로 예상 되는 pulse 인가 자장에 대한 core loss의 고찰은 발표되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 core 재료의 hysteresis, eddy current 계수 등 loss에대한 제 반사항을 고찰하여, 본 재료의 실제 적용시 참고 자료로 삼고자하며, 또한 구조성을 변화하여 구조성 변화에 따른 core loss 을 동시에 조사함으로써, 향후 목적에 맞는 재료 설계에 도움이 되도록 한다.

## 2. 실험 방법

Mg-Mn ferrite 삼원계에서 MnO를 5 m/o로 고정하고, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 MgO를 변화한 조성 영역의 시료들은 고상 반응법으로 시편을 하였다. 제조된 시편들은 VSM과 PHASE & GAIN analyzer (4194 :HP )를 이용하여 포화 자속 밀도, Curie 온도 및 전기 비저항을 측정 하였다.

또한 core 재료의 hysteresis, eddy current loss 계수등은 AC B-H loop analyzer (SY-8232 : IWATSU)를 이용하여 측정된 data로부터, 회기 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

MnO를 5 m/o로 고정하고, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 MgO를 변화시켜 전자기적 특성을 조사한 결과, 최대 자속 밀도와 잔류 자속 밀도 등은 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량이 증가함에 따라서 급격히 감소하는 경향을 보이다가 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 50 m/o 부근에서 감소됨을 알 수 있다. 그러나 보자력 및 Curie 온도는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량이 증가함에 따라서 급격히 증가하는 경향을 보이다가 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 50 m/o 부근에서 그 증가의 기울기가 완화되어 포화됨을 알 수 있다. 이에 비해서 포화 자속 밀도는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함량 증가에 따라 감소하다가 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 50 m/o 부근에서 재차 증가하는 현상이 나타난다. 이러한 현상은 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량 50 m/o를 경계로 전자기적 특성이 변화하는 soft ferrite의 일반적인 거동으로 판단된다.

상기의 재료중 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 45 m/o인 재료의 Hysteresis loss는 식(1)을 적용한 결과 식(2)와 같이 표현할 수 있었다.

$$k_h \cdot f = h \cdot B^n \cdot f \quad (1)$$

$$k_h \cdot f = 0.039 \cdot B^{1.98} \cdot f \quad (2)$$

식(2)에서 인가 자속 밀도, B의 지수항이 "2" 부근으로 분석되므로, 이 재료의 경우는 Rayleigh loop에 의한 근사 해석은 곤란할 것으로 판단된다.

#### Reference

- ① JAN SMIT, "MAGNETIC PROPERTIES OF MATERIALS", McGRAW-HILL INC., (1971)
- ② 未路加工技術協會編, "新時代の 磁性材料", 工業調査會, (1981)
- ③ T. SANE, A. MORITA & A. MATSUKAWA, "POWER FERRITE HAS LOSS THAN 400 mW/cm<sup>3</sup> CORE LOSS AT 1MHz, POWER ELETRONICS", PCIM, JULY, (1988)

#### ※ 후기

본 연구내용은 국방과학연구소의 위탁연구로 수행된 내용임.