

Mn 산화물이 Mn-Zn 페라이트의 자기특성에 미치는 영향

Effect of Mn Oxides on the Magnetic properties of Mn-Zn Ferrite

관동대학교 정보통신공학과 박천세, 권오홍, 배철수, 임재재, 김진명

1. 서론

스위칭 전원의 소형화의 요구에 대응하는 Mn-Zn 페라이트의 이른바 고주파자기특성의 개선을 위해서는 미세구조의 균일화에 의한 히스테리시스 손실의 저감이 유효하다. 이 Mn-Zn 페라이트의 미세구조의 균일성은 출발원료의 Mn 산화물에 의해 아주 큰 영향을 받는다.

MnO₂, Mn₂O₃ 및 Mn₃O₄의 가수가 다른 Mn 산화물을 출발원료에 이용하여, 최적화된 Mn-Zn 페라이트의 작제조건을 기초로 시료를 작제하여 그것들의 투자율 및 코아로스의 주파수특성을 측정함에 따라 가수가 다른 Mn 산화물이 Mn-Zn 페라이트의 자기특성에 미치는 영향을 명확히 하였다. 다음으로 자기특성차이에 기인이되는 스피넬 구조의 미세구조를 XRD에 의해 분석. 그 위에 페라이트의 결정구조의 균일성을 조사하기 위해 자화의 온도 의존성을 조사하였다.

2. 실험 내용

Mn 산화물로서 MnO₂, Mn₂O₃ 및 Mn₃O₄를 선택하여 이것들과 α -Fe₂O₃, ZnO를 Mn:23.8at%, Fe:69.5at%, Zn:6.7at%의 비율이 되도록 칭량하였다. 실용되어 있는 Mn-Zn 페라이트는 이것에 SiO₂ 및 CaO등의 첨가물을 더하나, 본 실험에서는 가수가 다른 Mn 산화물이 Mn-Zn 페라이트의 미세구조 및 자기특성에 미치는 영향을 단리하기 위해 자기특성에 영향을 미치는 첨가물은 사용하지 않았다. 또, 출발원료인 3종의 Mn 산화물은 Mn 이온의 가수이외의 요인을 동일하게 하기 위해, 입경이 거의 같고, 불순물이 적은 것을 사용하였다. 칭량한 원료는 습식 볼밀로 2시간 혼합한 뒤, 950℃로 가소 하였다. 이것을 습식 볼밀로 2시간 분쇄하여 Toroidal형으로 성형하여 1200℃로 본 소결하였다. 시료의 투자율과 코아로스의 주파수특성 및 보자력은 BH analyzer를 이용하여 측정하였다. 시료의 결정구조는 XRD에 의해 분석하였다. 또 페라이트의 결정구조의 균일성을 조사하기 위해서 자화의 온도 의존성을 조사하였다. 스피넬상 생성반응은 TG-DTA 측정에 의해 분석하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Mn산화물이 투자율 및 코아로스의 주파수에 미치는 영향을 투자율, 주파수 특성 및 코아로스 주파수 의존성 등으로 분석한 결과 Mn₃O₄를 출발원료로 사용한 시료는 투자율이 높고 고주파역에 있어서도 투자율이 안정적으로 더구나 손실이 적음을 알수 있었다.

또한 Mn-Zn 페라이트의 X선 회절에 의한 결정상의 분석을 하여 본 결과 Mn₃O₄에서 작제한 Mn-Zn 페라이트의 면적 차분이 아주 적으므로 스피넬상의 균일성이 양호하다고 추측되었다.

X선 회절에서 얻어진 결과를 근거로, 생성된 스피넬상의 균일성을 확인하기 위해 자화의 온도특성을 측정하였다. 큐리온도는 스피넬 구조중의 조성 및 이온 배치를 반영한다. 따라서, 전자의 영향이 없음을 확인하기 위해서, 3종류의 Mn-Zn 페라이트의 조성이 배합시의

값과 동일함을 EDS 측정에 의해 확인하였다. 큐리온도가 높은 Mn 페라이트($T_c=300^\circ\text{C}$)가 분리돼 존재한다면, Mn-Zn 페라이트 전체로써의 큐리온도는 고온측에 시프트되어, M-T 커브의 경사를 보기위해 M-T 커브를 온도로 미분한 것이다. 이 그림에서 아주 자기특성이 양호한 Mn_3O_4 를 원료로 작제한 시료로 M-T 커브의 경사가 아주 급준하게 된다.

이상의 결과에서 출발원료인 Mn 산화물의 상위에 따른 자기특성의 차이는 스피넬상의 균일성에 의한 것이라 판단된다.

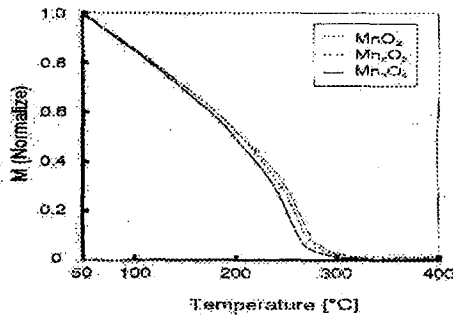


그림1. 자화의 온도특성

출발원료	$T_c [^\circ\text{C}]$
MnO_2	287.6
Mn_2O_3	284.3
Mn_3O_4	274.6

표1.자화의 온도 의존성

4. 결론

본 연구에서는 Mn-Zn 페라이트의 미세구조의 균일성이 출발원료의 Mn 산화물에 의해 아주 커다란 영향을 받는 것에 착안하여, MnO_2 , Mn_2O_3 및 Mn_3O_4 의 가수가 다른 Mn 산화물을 출발원료로 이용하여 Mn-Zn 페라이트를 작제하여, 이들의 자기특성의 차이를 명확히 하였다.

1) Mn_3O_4 를 출발원료로써 작제한 Mn-Zn 페라이트는 투자율 및 한계 주파수 모두 높고, 또 코야로스도 적어 자심 재료로써 뛰어난 특성을 나타냈다.

2) 자기특성의 양호한 Mn_3O_4 를 출발원료로 작제한 Mn-Zn 페라이트의 스피넬상의 균일성은 양호하나, 자기특성이 떨어지는 MnO_2 및 Mn_2O_3 를 원료로 작제한 시료의 스피넬상의 균일성은 저하하여 이들 시료는 미시적인 Mn-Zn 페라이트 및 Mn 페라이트에 분리된 불균일 상태인 것이 판명되었다.

5.참고문헌

- 1) P.I. Slick: "A Thermogravimetric Study of the Equilibrium Relations Between a Mn-Zn Ferrite and an $\text{O}_2\text{-N}_2$ Atmosphere", FERRITES: Proceeding of the international Conference, July(1970), Japan
- 2) J.M. Blank, "Equilibrium Atmosphere Schedules for the cooling of Ferrites", J.Appl. Phys. 3,378s(1961)
- 3) P.I Slick, H.Baseches, "A Thermogravimetric Study of the Solid-Gas interaction of Mn-Zn Ferrite and the Effect on Its Magnetic Properties", IEEE Trans. Mag-2 (1966) 603