

전자파 흡수재용 Cu-Ni-Zn 페라이트의 미세조직과 전자파 흡수능
(Microstructures and Electromagnetic Wave Attenuations
of Cu-Ni-Zn Ferrite for Electromagnetic Wave absorber)

한양대학교 정재우*, 이완재

1. 서론 : 전자 산업과 정보화 사회의 급속한 발달로 인해 전기 및 전자기기의 사용이 각 분야에서 급증하고 있다. 이에 따라 필연적으로 발생하는 전자파 장애(EMI)를 방지하기 위하여 전자파 흡수능력이 높은 재료가 요구되고 있다. 재료의 흡수능을 측정하는 방법에는 크게 직접 측정법과 간접 측정법이 있다. 직접 측정법은 전파암실등에서 전자파를 재료에 쏘여 직접값을 얻는 것으로 반사계수, 정재파비, 반사전력 측정법등이 있다¹⁾. 간접 측정법은 재료정수인 투자율과 유전율을 측정 한 후 전자파 흡수능을 계산하는 것으로 정재파법, 공진법, 섭동법, 투과반사법등이 있다²⁾. 이중 투과반사법의 경우 넓은 주파수범위에서 적은 오차로 측정이 가능하다고 알려져 있다. 본 연구에서는 전자파 흡수재료로 알려진 Cu-Ni-Zn 페라이트를 일반적인 분말야금법으로 제조하여 성형압력과 소결온도의 변화에 따른 미세조직을 관찰하고 투과반사법으로 전자파 흡수능을 측정하여 조직과의 관계로 검토하였다.

2. 실험방법 : Fe_2O_3 , CuO, NiO, ZnO 분말을 사용하여 $Cu_{0.12}Ni_{0.32}Zn_{0.58}Fe_{1.96}O_4$ 의 화학양론이 되도록 칭량하여 24시간 습식분말을 하였다. 하소시의 최적조건을 찾기 위해 온도와 시간을 변화시켰다. 하소한 후 분쇄하여 입도를 Malvern사제 Laser particle analyzer로 측정하고, 성형성을 양호하게 하기 위해 PVA를 2%첨가하였다. 전자파 흡수능 측정용 시편은 OD 9mm ϕ × ID 3.5mm ϕ × H 8mm의 코어형 시편으로 성형하였으며, 성형압은 주로 100MPa로 했으며 일부시편은 성형압력의 영향을 조사하기 위하여 500MPa로 행하였다. 이들 성형체를 1100~1325 $^{\circ}C$ 에서 1시간동안 대기중에서 소결하였다. 소결체의 밀도를 수중부유법으로 측정하고, 광학현미경과 SEM으로 소결체의 조직을 관찰하였고, X-ray Diffractometer로 스피넬량을 조사하였다. 전자파 흡수능은 HP8720 Network analyzer를 이용하여 투과반사법인 S-parameter를 측정하여 페라이트의 유전율과 투자율을 계산하였고, 계산한 유전율과 투자율값으로부터 흡수능을 계산하였다³⁾.

3. 결과 및 고찰 : 하소 후 유자막으로 분쇄한 분말의 평균입도는 1.66 μm 이었으며, 하소 온도와 시간에 따른 스피넬상과 $\alpha-Fe_2O_3$ 상의 비는 900 $^{\circ}C$ 에서 2시간 하소한 경우 스피넬화가 약 80%정도로 최적상태가 되었다. 이는 스피넬화가 80%정도인 경우 소결을 촉진시키고 치수제어에 유리하다. 소결체의 밀도는 소결온도가 상승하면 증가하였으며, 1325 $^{\circ}C$ 에서 1시간 소결한 시편중 100MPa로 성형한 것은 4.95g/cm³이고, 500MPa로 성형한 것은 5.04g/cm³으로 성형압력이 높을수록 밀도가 증가하였다. 밀도에 미치는 성형압력의 영향은 소결온도가 낮을수록 크고, 소결온도가 높을수록 적었다. 소결체에는 $\alpha-Fe_2O_3$ 상은 없었으며, 스피넬상만이 존재하였다. 따라서 소결중에 스피넬화가 100% 일어났다고 생각되었다. Network analyzer로 각 소결체의 S_{11} 과 S_{21} 를 측정하여 복소유전율과 복소투자율을 계산하였다. 투자율의 허수부가 실수부보다 큰 경우 흡수가 잘 일어나고, 투자율의 허수부와 실수부의 비율 loss tangent ($\tan\delta = \mu''/\mu'$)로 나타내었다. 본 연구에서 측정된 모든 조건의 시편에서 5GHz이하의 주파수 대역에서 loss tangent의 값이 1이상 얻어졌고, 100MPa로 성형하고 1300 $^{\circ}C$ 에서 소결한 시편의 경우 2.7GHz에서 270으로 최고값이 얻어졌다. 이때의 복소유전율(ϵ_r)과 복소투자율(μ_r)은 각각 17.3084+j5.3467, 0.0058+j1.5695이다. Naito²⁾등이 제시한 식($\alpha(dB) = 20 \log |S_{11}| = 20 \log |(Z-1)/(Z+1)|$, 단 $Z = \sqrt{\mu_r/\epsilon_r} \times \tanh(j\omega \sqrt{\mu_r \epsilon_r} \times d)$)에 의하여 전자파 흡수능을 계산하면, 시편의 두께가 3mm일때 4.08dB가 얻어졌고, 시편의 두께를 조절하면 전자파 흡수재로서 사용이 가능한 흡수능 20dB이상의 값을 얻

을 수 있을 것이라 생각한다.

4. 결 론 : 전자파흡수체용 Cu-Ni-Zn 페라이트 소결체의 미세조직과 전자파흡수능과 관계를 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 1) 900℃에서 2시간동안 하소하는 경우에 약 80%의 스피넬화가 이루어졌다. 2) 소결온도가 상승함에 따라 밀도가 증가하였다. 3) 동일 소결온도에서 성형압이 높은 경우가 소결밀도가 높게 나타났다. 4) 전자파흡수능은 소결온도가 상승할수록 높은 값을 나타냈고, 5GHz이하의 주파수 대역에서 높은 값을 나타내었다.

5. 참고문헌:

- 1) S.Li, C.Akyel and R.G.Bosiso : IEEE Trans. Micro. Theory and Tech., MTT-29 (1981) 1041
- 2) Y.Naito and K.Suetake : IEEE Trans. Micro. Theory and Tech., MTT-19 (1971) 65
- 3) Hewlett Packard : Measuring Dielectric Constant with the HP8510 Network Analyzer, Product Note No. 8510-3