

## B12

### 금속분말을 이용하여 합성한 Cu-Ni-Zn 페라이트의 전자파 흡수특성과 미세조직

한양대학교 정재우\*  
금속재료공학과 이완재

Absorbing Properties of Electromagnetic Wave and Microstructure  
of Cu-Ni-Zn synthetic Ferrite using the metal powder

Hanyang University Jae Woo Joung\*  
Wan Jae Lee

#### 1. 서론

자성손실재인 페라이트는 전자파흡수체로 널리 사용되고 있다. 전자파 흡수특성은 상대복소투자율과 상대복소유전율인 재료정수와 밀접한 관계를 갖고 있고, 재료정수값은 동일조성에서도 미세조직에 따라 큰 영향을 받는다. 페라이트는 전기 저항이 크기 때문에 고주파 영역에서 잔류 손실(residual loss)이 전체 손실 중 큰 부분을 차지하며, 사용주파수 대역이 높아지면 자벽(domain wall)의 이동 속도가 빨라지므로, 이로 인한 자벽의 이동이 위상의 변화에 대응하지 못한다<sup>1)</sup>.

미세하고 균일한 조성의 혼합분말은 유기산염 열분해법<sup>2)</sup>으로 비교적 쉽게 제조할 수 있다. 이 제조법의 장점은 제조공정이 단순하며, 고가의 원료를 사용하지 않고도 용이하게 합성페라이트분말을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 Cu-Ni-Zn 페라이트의 첨가원소로 고가의 산화물분말을 사용하지 않고, 저가의 금속분말을 사용하여 유기산염 열분해법으로 미세하고 균일한 합성 페라이트 분말을 제조하고, 조직의 치밀화를 위하여 MnO<sub>2</sub>를 첨가하여 소결온도와의 관계로 관찰하여 미세조직이 미치는 전자파흡수특성의 영향에 대하여 조사 검토하였다.

#### 2. 실험방법

원료분말로는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu, Ni, Zn분말을 사용하여 Cu<sub>0.12</sub>Ni<sub>0.32</sub>Zn<sub>0.59</sub>Fe<sub>1.98</sub>O<sub>4</sub>의 화학양론 조성이 되도록 칭량하고, 일부시편에는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 치환하여 MnO<sub>2</sub>분말을 5, 10%첨가하여 유기산염 열분해법으로 합성분말을 제조하였다. 하소는 700℃에서 1시간씩 대기중에서 하였다. 하소한 후 분말을 유자막에서 분쇄한 후 Laser 입도분석기로 측정하고, 형상을 SEM으로 관찰하였으며, X-선 회절시험기로 스피넬량과 line broadening에 따른 입자의 크기를 조사하였다. 윤활제를 2%첨가한 후 100MPa의 압력으로 OD 9mmφ×ID 3.5mmφ×H 8mm의 코어형 시편으로 성형한 후 1100~1250℃에서 1시간동안 대기중에

서 소결하였다. 소결체의 밀도를 수증부유법(ASTM B-328)으로 측정하고, 광학현미경과 SEM으로 소결체의 조직을 관찰하였으며, X-선 회절시험기로 스피넬량을 조사하였다. 전자파흡수특성은 HP8720 Network analyzer를 이용하여 투과반사법으로 S-parameter를 측정하여 페라이트의 복소유전율과 복소투자율을 계산하였으며, 이들 값으로부터 흡수능을 계산하였다<sup>3)</sup>.

### 3. 실험결과 및 고찰

하소 후 유자막으로 분쇄한 분말을 레이저 입도분석기로 측정한 결과 약  $1.7\mu\text{m}$ 의 평균입도였으나, SEM으로 관찰하면, 약  $0.1\mu\text{m}$ 이하의 미립자가 다수 뭉쳐진 상태이었던 때문이며, 이를 고려하면 평균입도는 약  $0.3\mu\text{m}$ 라고 생각된다. X-선 회절시험기로 상의 형성 여부를 관찰하면, 산화물분말을 사용하여 하소한 분말과 동일한 스피넬상의 peak들과  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3(401)$ 만 나타났다. 따라서 금속분말을 사용하여 Cu-Ni-Zn 페라이트분말의 합성이 가능하다고 생각된다. 소결체의 밀도는 소결온도가 상승하면 증가하였으며,  $\text{MnO}_2$ 를 10% 첨가하고  $1200^\circ\text{C}$ 에서 1시간 소결한 시편이  $4.74\text{g}/\text{cm}^3$ 로 가장 높은 밀도값을 나타내었다. 미세조직은  $1250^\circ\text{C}$ 에서 소결한 시편은 입자성장이 일어났고,  $1200^\circ\text{C}$ 의 경우는 약  $2\mu\text{m}$ 정도의 입자크기를 갖고 있다.  $\text{MnO}_2$ 를 첨가한 경우가 좀더 치밀한 조직을 나타내었다.

상대복소유전율과 투자율값은  $1200^\circ\text{C}$ 에서 소결한 것이 비교적 높고,  $\text{MnO}_2$ 를 5% 첨가한 경우 6.161-0.203j와 60.335-118.622j의 값으로 가장 높게 나타났다. 전자파흡수능은  $\text{MnO}_2$ 가 첨가 되면 정합주파수가 낮은 쪽으로 이동하여 128~632MHz범위에서 20dB이상의 흡수능이 얻어졌고, 5%의 경우 두께가 5.9mm일때 44.76dB값이 얻어졌다.

### 4. 결 론

전자파흡수체로서 사용되는 Cu-Ni-Zn 페라이트를 금속분말을 첨가하여 제조하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 1) 첨가원소를 금속분말을 사용하여 Cu-Ni-Zn 페라이트를 제조할수 있다. 2) 동일 소결온도에서는  $\text{MnO}_2$ 의 첨가에 의하여 밀도가 증가하였다. 3) 전자파 흡수능은 시편의 두께가 6mm내의일때 50~2000MHz 전 주파수 대역에서 17dB이상의 값을 얻을 수 있었다.

### 5. 참고문헌

- 1) 清水 康敬, 杉蒲 行, 石野 健, 乾 哲司 : 電磁波の吸收と遮蔽, 日經技術圖書株式會社, (1989) 3, 121
- 2) T.Asaka, Y.Okazawa and K.Tachikawa : J.Japan Inst. Metals, 56 (1992) 715
- 3) Y.Naito and K.Suetake : IEEE Trans. Micro. Theory and Tech., MTT-19 (1971) 65