

기계적으로 분쇄된 Fe-6.5Si-N 분말 성형체의 자기적 성질 Magnetic Properties in mechanical milled Fe-6.5Si-N powder Compacts

윤종운, 이기선, 이희복*
공주대학교 재료공학과, *공주대학교 물리교육과
(execite@kongju.ac.kr)

1)서론

전자부품의 고주파화에 따라 이에 대응하는 연자성체의 특성개선이 요구되고 있다. 현재 주로 사용되고 있는 연자성체로 연질페라이트(ferrite) 및 분말코어(powder core)이 있다. 페라이트는 높은 저항(Resistivity)과 다양한 형상의 코어(Core)제조가 가능하나, 상대적으로 낮은 큐리온도(Curie temperature)와 포화자화가 문제점으로 지적되고 있다.1) 여기서, 분말코어에는 Permalloy계, Carbonly iron 및 Sendust 등이 있다. 이들은 금속 분말을 절연 코팅하여 가압하여 제조되고 있다. 특히, 전기저항을 조절하기 위한 방법으로 절연 산화막(Insulating Oxide layer) 뿐만 아니라 성형밀도 조절에 따른 공기층(Air gap)을 사용하고 있다.

2)실험방법

이 연구에서는 포화자화가 높은 Fe-6.5Si 합금 분말을 질화처리한 후 기계적으로 분쇄하여 1 μ m이하 크기의 분말을 제조하였다. 제조된 미세분말을 성형하여 분말코어를 제조하였다. 여기서, 분말 크기의 미세화, 응력 완화, 소결, 가압력 등이 고주파의 자기적 성질에 미치는 영향을 연구하였다. 균일한 질화반응을 유도하기 위해 진동형 질화처리 시스템이 제작되었다. 질화처리는 암모니아와 수소의 비를 1:0.6 유지하면서, 600 $^{\circ}$ C 온도에서 2시간 동안 실시되었다. 분말 분쇄는 고에너지 수평형 볼밀(High-energy horizontal-type ball mill)을 통하여 36시간 동안 기계적으로 분쇄하였다. 분쇄된 미세분말은 400 $^{\circ}$ C에서 2, 4시간 동안 응력완력 시켰다. 코어는 응력완력 된 미세분말을 약 1%의 폴리이미드 결합제와 혼합하여 10톤 하중으로 Cold pressing하여 성형되었다. 소결은 600, 700, 800, 900, 1000 $^{\circ}$ C에서 각각 30분, 1, 2 시간 동안 실시하였다. 코어 밀도는 Archimedean method를 이용하여 측정하였다. 투자율은 Impedance analyzer (HP4192A / Hewlett Packard)를 이용하여 측정하였다.

3)실험결과

응력완력 시킨 분말의 XRD 측정 결과 응력 완화로 인해 intensity 증가를 나타내고 있다. 제조된 분말코어는 분말크기의 미세화로 인해 조대한 분말에 비해 상대적으로 낮은 밀도를 나타내고 있다. 조대분말코어의 밀도는 80-85%이고, 미세분말코어의 밀도는 55-60%로 측정되었다. 낮은 밀도는 저투자율의 요인으로 작용되고 있다. 제조된 코어의 투자율을 측정한 결과 주파수 1~200MHz 까지 약 10-20으로 유지되었고, 200~250MHz의 고주파수 영역에서는 최대 100의 투자율을 나타냈다. 이러한 값은 지금까지 보고된 고주파 코어의 투자율 중 최고치로 평가되었다.2)

4)참고문헌

1. F. Mazaleyrat, L. K. Varga, J. Magn. Magn. Mater. 215-216 (2000) 253-259.
2. Changsheng Wang et al, Materials Science and Engineering, B99 (2003) 270/273.