

전주법에 의한 Fe-Ni 합금의 자기적 특성 연구

한양대학교 허영두*, 김창경
한국생산기술연구원 구승현, 이홍렬, 임태홍

A Study on Magnetic Properties of Electroforming Fe-Ni Alloys

HANYANG UNIVERSITY Y, D, HEO*, C, K, KIM
KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY S, H, KOO, H, Y, LEE, T, H, YIM

1. 서 론

Fe-Ni 합금계 연자성 재료는 고투자율재로서 Permeability Alloy의 합성어인 Permalloy로 불리운다. 이재료는 크게 Ni 조성이 45~50%인 저Ni합금과 Ni 조성이 78%정도인 고Ni합금으로 분류된다. 상기 조성의 Fe-Ni 합금들은 합금의 첨가성분 및 조성 그리고 제조 및 가공법에 따라 다양한 자성 특성을 나타내고 자심재, 자기철드재 등으로 쓰인다.

한편 전주(electroforming)는 금속염 용액에서 특정한 형상의 음극판에 순금속 또는 합금을 전착시킨 후 박리시킴으로써 원하는 모양의 순금속이나 합금을 얻는 방법이다. Fe-Ni 합금도 전주로 제조가 가능하다¹⁾. 이 방법은 기존의 제조 방법에 비해 공정수가 적고 설비가 간단하며 Fe-Ni 합금을 얇은 형상으로 쉽게 만들 수 있는 장점들이 있다.

본 연구에서 전주공정으로 다양한 Ni 조성의 Fe-Ni 합금을 5~15 μ m 두께로 제조하였으며 이렇게 제조된 합금의 Ni 조성 및 두께에 따른 자성특성을 밝히고자 하였다.

2. 실험방법

전착 실험은 황산니켈과 염화철을 기본으로 하고 몇 가지의 첨가제를 더한 용액으로 패들셀(paddle cell)에서 하였다. 본 실험에서는 합금의 조성과 두께에 따른 자기적 특성을 고찰하고자, 전착 변수인 전류 밀도, 온도, pH 등은 일정하게 하였다. 시편의 Ni 조성은 40~80wt%로 하고, 두께는 5~15 μ m로 제조하였다.

시편의 실효투자율은 페라이트 코아법과 팔자 코일법으로 측정하였고, 조성과 미세구조는 각각 EDS와 XRD를 사용하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

시편의 Ni 조성은 각각 39.85, 54.09, 84.22wt%이다. 이들을 40Ni, 54Ni, 84Ni로 표시하였다. 각 시편의 XRD 회절 pattern을 분석하여 모두 fcc 구조임을 확인하였으며 그 회절피크를 분석하여 Scherrer 방정식²⁾으로 계산한 결과 결정립 크기는 7~10nm 이었다. 전주된 상태의 Fe-Ni 합금들은 나노결정질합금이다.

그림 1은 두께 5 μ m인 3가지 조성 시편의 주파수에 따른 실효투자율의 변화이며 팔자 코일법으로 측정하였다. 1~10MHz 범위의 실효투자율 곡선은 불안정하므로 여기서 사용한 기기로 실효투자율을 측정하는 경우 10MHz 이후의 측정값만 data로 유용한 것으로 생각한다. 10~100MHz 범위에서 Fe-Ni 합금은

Ni 함량이 적을수록 실효투자율이 높다. 그림 2는 두께가 다른 3종의 40Ni 시편의 주파수에 따른 실효투자율 변화이다. 시편이 얇을수록 실효투자율이 높다. 그림 1, 2에서 두께가 5 μ m인 40Ni 시편의 10MHz, 100MHz에서의 실효투자율은 각각 1248, 542 이다. 이 값은 Ni-Zn 페라이트의 대응되는 실효투자율 200, 40" 보다 높은 값으로써 Fe-Ni 합금을 마이크로 두께 포일로 제작하면 MHz단위에서도 자심재로 응용 가능함을 보여준다고 생각한다. 그림 3은 주파수 100KHz~100MHz 범위에서의 실효투자율 변화를 보기 위하여 페라이트법과 팔자 코일법으로 측정된 data를 합성한 것이다. 100KHz~1MHz 주파수범위에서는 페라이트법으로 실효투자율을 측정하였다.

4. 결론

- 1) 전주법으로 Fe-Ni 합금을 5, 10, 15 μ m 두께로 제조하였다. 이렇게 제조된 것은 나노결정질합금이며 결정립 크기는 7~10nm이다.
- 2) 전주법으로 제조한 Fe-Ni 합금의 주파수 10MHz~100MHz 범위에서의 실효투자율은 Ni-Zn 페라이트 것보다 높다. 그러므로 얇은 나노결정질 Fe-Ni합금은 이 주파수영역에서 자심재료로써 응용이 가능할 것이다.
- 3) 전주법으로 제조된 의한 Fe-Ni 합금의 주파수 100KHz 이상에서의 실효투자율은 Ni 조성이 낮을수록 시편의 두께가 얇을수록 높다.

5. 참고 문헌

- 1) 임태홍, 이흥렬등, "Fe-Ni 초박판재 응용기술 개발" 한국생산기술연구원 29 (1999)
- 2) 임태홍, 이흥렬, 강탁등, "고주파용 Fe-Ni계 박판 자심재 제조기술 개발" 산업자원부 119 (2000)
- 3) B.D. Cullity, "Elements of X-ray diffraction", (Addison-Wesley Publishing Company, Inc.) 127 (1972)
- 4) 이근철, 최호열, "트로이달 코어 활용 백과", 기전연구사, 서울 31 (1988)

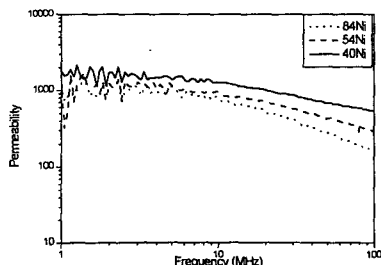


Fig. 1 permeability change with frequency (thickness : 5 μ m)

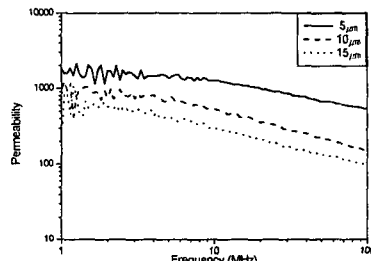


Fig. 2 permeability change with frequency (Ni content : 40wt%)

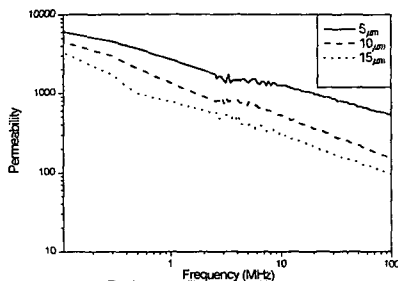


Fig. 3 permeability change with frequency (Ni content : 40wt%)