T01

Ni-ferrite를 코팅한 Moly-permalloy 분말의 제조 및 특성 평가

인하대학교 박현규*, 오재희

(Preparation and Characteristics of the Ni-ferrite Encapsulated Moly-permalloy powder)

Inha University Hyun-Kyu Park*, Jae-Hee Oh

1. 서 론

퍼멀로이 (Permalloy)는 높은 직류투자율, 낮은 자기이력손실을 가지고 있으며, 가공성, 안정도 등이 우수하여, 변압기, 자기 코어, 자기 헤드, 스위칭 전원 및 쉴드 재료로서 광범위하게 사용되고 있으나, 낮은 비저항으로 인하여 주파수 증가에 따른 와전류 손실 (eddy current)이 커서 고주파 영역에서의 사용이 제한된다. 이 문제를 극복하기 위한 하나의 방법은 퍼멀로이 분말위에 페라이트층을 코팅 하는 것이다. M. Abe는 페라이트 플레이팅 (Ferrite Plating)법으로 퍼멀로이 분말 위에 NiZn-ferrite를 고팅하여 고주파 특성을 개선하였다는 보고를 한 바 있다[1]. 이 결과는 퍼멀로이를 고주파에서 활용 가능하게 했다는 점에서 중요하다. 그러나 페라이트 플레이팅 법으로 페라이트를 금속분말에 코팅하는 것은 어려우며, 초음파 사용으로 인하여 대량생산에 제한을 받는다[2].

이에 본 연구에서는 비교적 방법이 간단하고 대량생산이 가능한 무전해 도금 (electroless plating)법을 이용해 Moly-Permalloy분말 위에 NiFe층을 코팅하고 코팅된 NiFe층을 전기로(Electric furnace)에서 열처리하여 Moly-Permalloy/Ni-ferrite(metal/oxide)복합 자성분체를 제조한 후, 자기 코어로 제조하여 그 특성을 검토하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 수행한 실험과정의 공정도를 Fig. 1에 나타내었다. Moly-permalloy 분말 100g을 증류수 2*l*에 넣어 교반하였고, 교반이 끝난 후, 금속염 ($NiCl_2 \cdot 6H_2O$, $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$), 착화제 ($KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), 환원제 ($NaPH_2O_2 \cdot xH_2O$), 암모니아수를 순서대로 첨가하여 75℃에서 30분간 무전해 도금하였다. 무전해 도금으로 제조한 NiFe encapsulated Moly-permalloy 분말의 열처리는 ① 산화 (공기중, 600℃, 30~90분), ② 퍼징(질소가스, 600℃, 30분), ③ 결정화 (질소분위기, 800℃, 1시간) 순으로 진행하였고, 열처리에 의해 NiFe층이 Ni-ferrite층으로 상전이하였다. 제조한 Ni-ferrite가 코팅된 Moly-permalloy 분말을 내경 7.8mm 외경 12.7mm의 토로이드형으로 성형하고 열처리하여 자기코어 (magnetic core)로 제작한 후, 그 특성을 검토하였다.

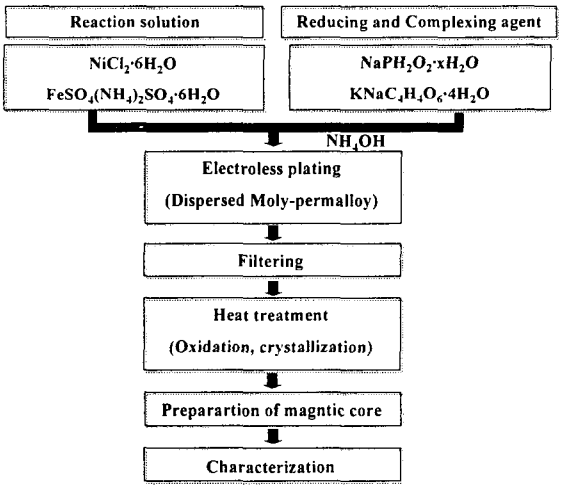
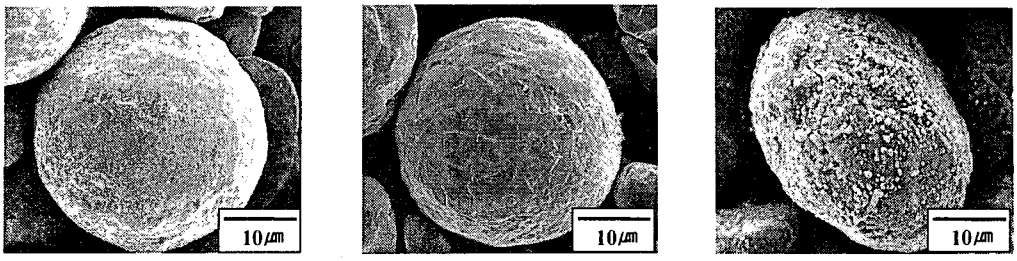


Fig. 1. Experimental procedure for preparing the magnetic core of Ni-ferrite encapsulated Moly-permalloy powder.

3. 실험결과 및 고찰

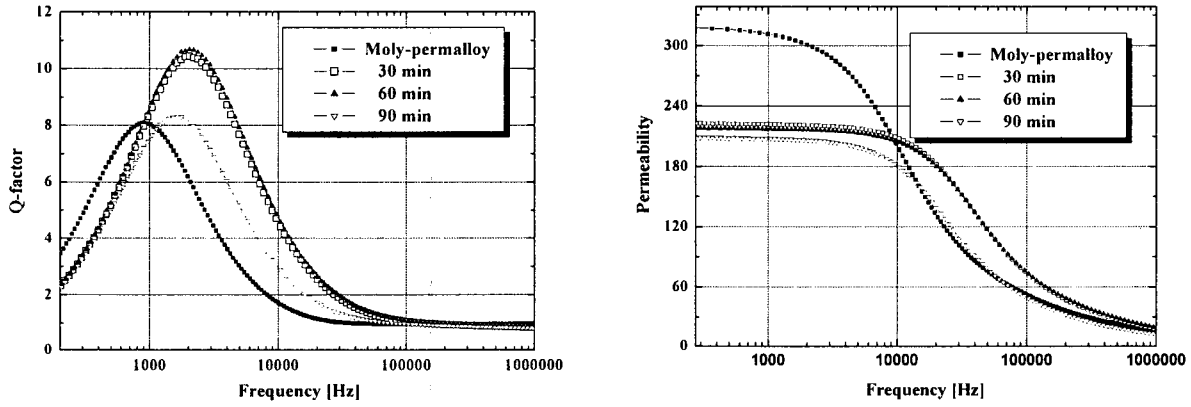
Fig. 2은 Moly-permalloy 분말, 금속염 (Ni salt 0.045M, Fe salt 0.105 M), 환원제 (0.12 M), 착화제 (0.3 M)를 넣어 제조한 NiFe가 코팅된 Moly-permalloy 분말과 산화 (30분, 600℃), 퍼징, 결정화의 단계로 열처리하여 제조한 Ni-ferrite가 코팅된 Moly-permalloy 분말의 SEM 이미지이다. NiFe는 Moly-permalloy 분말 표면에 판상의 형태로 잘 코팅되었음을 알 수 있고 열처리를 통하여 제조된 Ni-ferrite가 구형의 형태로 퍼멀로이 분말을 치밀하게 코팅하고 있음을 볼 수 있다.



(a) (b) (c)

Fig. 2. The SEM images of (a) Moly-permalloy, (b) NiFe encapsulated Moly-permalloy and (c) Ni-ferrite encapsulated Moly-permalloy powder.

Fig. 3은 Moly-permalloy 분말과 600℃에서 30, 60, 90 분으로 시간을 변화하여 산화한 후, 퍼징(purging)하고 결정화하여 제조한 분말로 제작된 자기 코어의 주파수 증가에 따른 투자율과 성능지수 (Q-fator)이다. Moly-permalloy 분말의 시편은 1 kHz부근에서 투자율이 감소하기 시작했고 성능지수도 8.1 정도이지만, 600℃에서 30, 60분 산화하여 제조한 분말의 시편은 10 kHz이상의 공명주파수와 10 이상의 성능지수를 보여 Moly-permalloy 시편보다 주파수특성과 성능지수가 향상되었음을 볼 수 있다. 그러나 90분 산화하여 제조한 분말의 시편의 경우 8 kHz 부근에서 투자율의 감소를 보였고, 성능지수도 Moly-permalloy 시편과 비슷한 수준인 8.3을 나타냈다.



(a) (b)

Fig. 3. (a) Permeabilities and (b) Q-factors as a function of frequency of the magnetic core prepared from Moly-permalloy powder and the Ni-ferrite encapsulated Moly-permalloy powder heat treated at 800 ℃ for 1 h in N_2 atmosphere, after oxidized with various times at 600℃.

4. 결 론

무전해 도금법으로 Moly-permalloy 분말 표면에 NiFe층을 코팅하였고, 열처리를 통하여 NiFe상을 Ni-ferrite상으로 변화시켜 Ni-ferrite encapsulated Moly-permalloy 분말을 제조하였다. Moly-permalloy 표면에 NiFe와 Ni-ferrite가 각각 판상과 구형으로 치밀하게 코팅되었음을 확인하였다. Ni-ferrite가 코팅된 분말로 제작된 자기 코어의 경우 600℃에서 30, 60 분 산화 하였을 때, Moly-permalloy 시편에 비해 좋은 주파수 특성과 성능지수를 나타내었다.

5. 참고문헌

[1] C. M. Fu, C. Y. Hsu, Y. C. Chao, D. S. Kim, N. Matsushita, M. Abe, J. Mag. and Mag. Mater., 272-276, 1839-1841 (2004).

[2] Y. Nakayama, H. Yajima, Y. Kitamoto and M. Abe, J. Kor. Ceram. Soc., 38(6), 506-508 (2001).