

Spray Plating법으로 형성한 Ni-Zn Ferrite 막의 자기적 특성 (Magnetic Behaviors of Ni-Zn Ferrite by Chemical Spray Plating Method)

정형미, 배석, 문진석, 마노 야스히코.

삼성전기 중앙연구소

1. 서론

스피넬 페라이트(Spinel ferrite)는 자성체이면서 동시에 절연체로서 와전류 손실이 적은 특성 때문에 고주파용 인덕터, 트랜스포머 등 전자기변환소자 분야에 널리 응용되고 있다. 페라이트 막의 제작은 페라이트 파우더와 바인더를 결합한 페이스트를 소성하는 방법과 스퍼터링 혹은 CVD등의 진공증착법으로도 가능하다. 상기의 방법은 고온과 높은 진공도를 요구하는데 반해 본 논문에서 제시된 ferrite plating 법은 100 이하에서 비교적 간단한 장치로 양질의 ferrite 막을 빠르게 형성시키는 방법이다. ferrite plating법을 이용하여 제조된 Ni-Zn ferrite 막의 자기적 특성과 고주파 투자율 특성을 측정되었으며, Zn 함량 조절의 결과로서 ~800 emu/cc와 투자율 ~80 의 최적조성이 제시되었다.

2. 실험방법

pH 완충제인 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 와 NH_3 를 증류수에 용해 시켜 산화용액을 제조하였고, $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 table 1에 표시된 몰농도대로 증류수에 용해 시켜 반응용액을 준비하였다. 이때 증류수는 20시간 이상 N_2 Purge 하여 용존 산소량을 0.5mg/l 이하로 하였으며, 반응용액의 pH는 8.6 이었다. 3 5cm 의 Glass기판을 사용하여 90 , 150 r.p.m., 용액 flow ratio 30ml/min 조건에서 35분간 코팅하였다. 반응 chamber내에는 불필요한 산화반응을 막기 위해서 N_2 분위기가 계속 유지되었다.

Table1. Aqueous used in ferrite plating.

Reaction Solution [mmol/l]			Oxidizing Solution pH	substrate Temperature[°C]
$\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		
5.00 ~ 2.50	0 ~ 2.50	28.70	8.6	90

3. 실험결과 및 고찰

제작된 시료들은 XRD 분석을 통하여 spinel 상임을 확인하였으며, ICP 분석 결과 반응 용액 내 Zn량을 증가시킴에 따라 막의 Zn함량이 선형적으로 비례함을 알 수 있었다. Fig. 1에서는 Zn의 Ni에 대한 wt.% 에 따라 변화하는 Ms (포화자화) 값과 1 GHz에서의 투자율을 확인할 수 있다. 이때 Zn/(Ni+Zn)의 비율이 40%가 넘으면

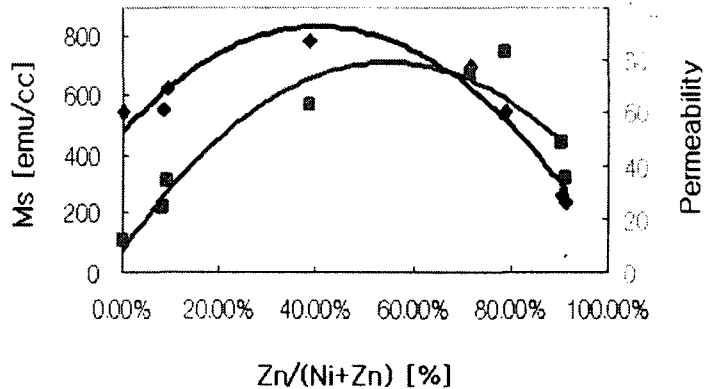


Fig1. Saturation magnetization and Permeability with Zn content ratio

Ms 값이 더 이상 증가하지 않는데, 이는 Zn^{2+} 이온이 입방체의 4면체 위치를 미리 점유하여 Fe^{3+} 이온을 8면체 위치로 이동시키는 역할을 하기 때문에 Zn^{2+} 가 증가할수록 자화량이 증가하는 것이다. 하지만 Zn^{2+} 가 계속 증가하면 Zn의 잔량에 따라 자기규칙도가 영향을 받기 때문에 자기모멘트는 다시 떨어진다고 밝혀진 바 있다.

투자율 값 역시 일반적으로 Ms와 비슷한 경향을 보였으며 Zn 함량이 많아졌을 때는 이방자계 값이 떨어져서 Ms값이 감소했는데도 불구하고 투자율 값이 오히려 증가한 것으로 보여진다. Fig.2의 SEM 이미지에서 Zn-rich 쪽이 페라이트 막의 결정성이 나쁜 것처럼 보여지며 Z축(두께방향)으로의 자기이방성도 약해졌다. 이러한 경향은 XRD와 VSM 분석결과와도 일치하였다.

Zn함량이 $Zn/(Ni+Zn) > 40\%$ 의 경우 막의 성장속도는 빨라지는데 비해 표면도 거칠어지며, 막질도 porous 하게 되는 것을 알 수 있다.

4. 결론

Ferrite Plating을 이용하여 Ni-Zn ferrite막을 제조할 수 있었다. $Zn/(Zn+Ni)$ wt.% 40~60% 범위에서 ~800 emu/cc 포화자화값과 투자율 ~80 의 특성이 관측되었다. 입방체인 Ni-ferrite에 Zn가 첨가됨에 따라 포화자화 값이 증가되었으며, 치환되는 금속이온의 절반 이상이 Zn^{2+} 로 치환되면 반대로 감소되었다.

미세구조 또한 $Zn/(Zn+Ni)$ wt.% 60% 이하의 범위에서 균일하고 치밀하게 잘 성장된 스피넬 구조가 얻어졌다.

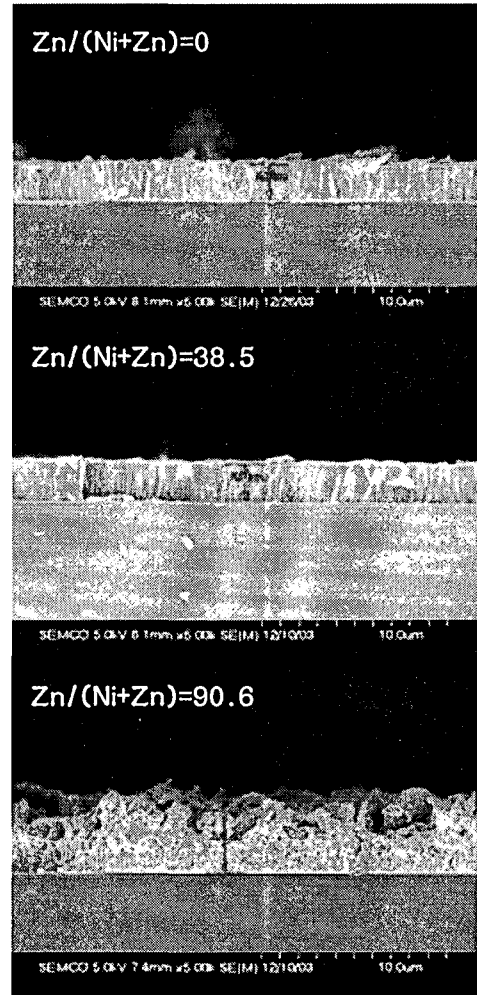


Fig2. SEM. Photographs of the cross section of the sample

5. 참고문헌

- [1] M.Abe and Y.Tamaura, J.Appl.Phys.55,2614(1984).
- [2] M.Abe and Y.Tamaura, Advances in ceramics 15,639(1985)
- [3] D. Kuruma, M. Yamaguchi, S. Yabukami, Y. Kitamoto, N. Matsushita, K. I. Arai, and M. Abe, "High frequency (10 MHz-3 GHz) permeability of (Ni; Zn; Fe) O films prepared by ferrite plating at 90 C," in *Proc.8th Int. Conf. Ferrites*, 2001, p. 503.
- [4] M. Yamaguchi, S. Yabukami, and K. I. Arai, "A new permeance meter based on both lumped elements/transmission line theories," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 32, pp. 4941-4943, Sept. 1996.
- [5] Sae Muli(The Korean Physical Society), Volume48, Number2, 2004년2월, pp183~188