

졸-겔법으로 제조된 Ni-Zn Ferrite 박막의 자기 및 유전 특성

한국과학기술연구원 배 승 영*
오 영 제

Magnetic and Dielectric Properties of Sol-Gel Derived Ni-Zn Ferrite Thin Films

Korea Institute of Science and Technology S. Y. BAE*
Y. J. OH

1. 서 론

페라이트는 자기기록 헤드를 비롯, 다양한 전자기 디바이스에서 사용되는 핵심 재료이다. 특히 정보통신용 무선통신의 수동소자로 널리 쓰이는 연성 페라이트는 표면 실장형 소자 (surface mounting module, SMD)로 페라이트 분말을 후막 형태로 적층하여 제조되는데 통신기기의 소형화의 추세에 따라 수동소자의 소형화가 필연적이며, 궁극적으로는 박막형 소자의 개발이 불가피하다.

졸-겔 공정은 분말 또는 박막의 저온 합성과 정밀한 조성 제어가 가능하며 무엇보다도 염가인 장점이 있음에도 불구하고 페라이트 박막 제조를 위한 졸-겔 공정 개발에 대한 연구는 아직껏 미미한 실정이다.

본 연구에서는 페라이트 박막의 제조에 응용될 수 있는 범용성의 졸-겔 공법을 개발, 각종 페라이트 박막 디바이스 제조를 위한 기반 기술로서 활용하기 위해 대표적인 연성 페라이트인 니켈-아연 페라이트 ($Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$)의 박막을 졸-겔 공법으로 제조, 미세구조와 자기·유전 특성을 평가하였다. 본 연구에서 개발된 페라이트 박막 졸-겔 공법은 금속염과 에탄올을 출발물질 및 용매로 사용하였기 때문에 염가이고 공정이 간단하며, 무엇보다도 물성향상을 위한 첨가물의 첨가가 용이한 확장성을 특징으로 한다.

2. 실험방법

$Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ($x=0.5$)의 코팅용 졸을 제조하기 위해 $Ni(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 를 무수 에탄올에 완전히 용해시키고, 가수분해와 중축합반응을 위해 증류수, 안정화제로서 Diethanolamine 을 첨가하였다. 용액을 상온에서 교반하면서 수일에 걸쳐 숙성시켜 코팅용 졸을 제조하였다. 박막은 졸을 스핀 코터를 이용, 200 Å 정도의 열산화 실리콘막이 덮여있는 Si(100) wafer위에 제조하였으며 적당한 박막 두께 (~1000 Å)를 얻기 위해 코팅을 10회 반복하였다. 각 코팅마다 박막을 hot plate위에서 400°C로 가열, 유기물을 분해시키고 최종적으로 500~900°C의 온도에서 공기중에서 3시간 동안 열처리 하였다.

박막의 결정상 분석은 XRD를 이용하였고, 미세구조와 표면 평활도는 AFM (atomic force microscope)로 관찰하였다. 박막의 조성분석은 RBS (Rutherford Backscattering Spectroscopy)와 AES를 사용하였다. 자성물성은 VSM (vibrating sample magnetometer), 유전특성은 impedance analyzer를 각각 이용, 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

XRD pattern으로 결정상을 분석한 결과 분말의 경우 400°C에서부터 페라이트의 스피넬 구조의 peak가 관찰되었으며 전 열처리 범위에서 페라이트 단일상이 확인되었다 (Fig. 1). 박막의 경우 700°C에서부터 스피넬 구조의 peak가 나타나기 시작하였으며 역시 단일상이 확인되었다 (Fig. 2). 박막 두께를 α -stepper로 확인한 결과 1회 코팅에서 얻어진 박막 두께는 약 100Å 정도였다.

AFM 결과에 의하면 박막은 수백 Å 정도의 균일한 구형 입자로 이루어져 있었으며, 열처리 온도가 증가함에 따라 입자 크기도 증가하는 경향을 보였다. 표면 평할도는 수십 Å 정도의 우수한 값을 나타내었다.

VSM으로 M-H hysteresis를 측정한 결과 700°C에서 열처리한 박막의 경우, 상온에서 포화 자화값 (M_s)은 약 200 emu/cm³, coercivity (H_c)는 다소 높은 약 132.2 Oe의 값이 얻어졌다.

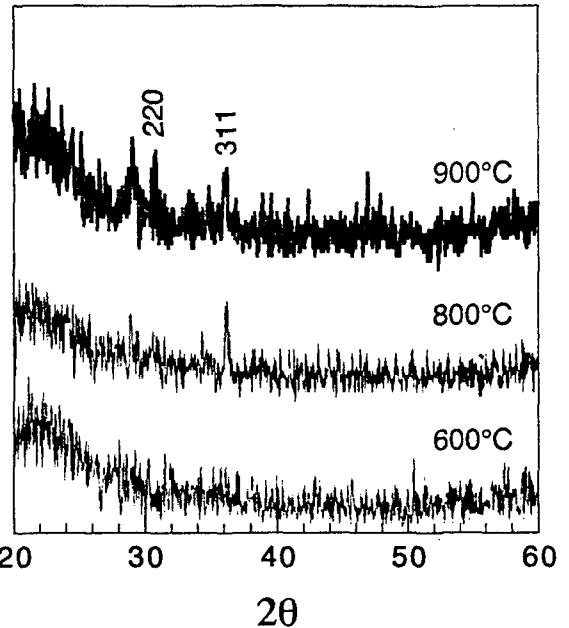
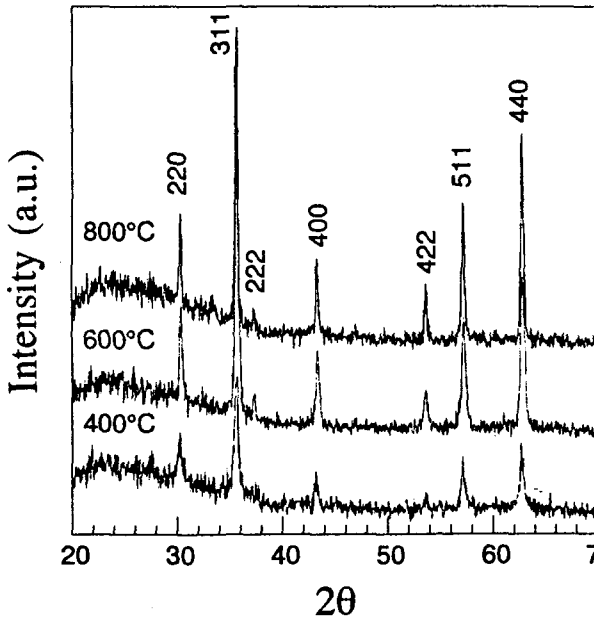


Fig. 1. XRD spectra of Ni-Zn ferrite powders as a function of firing temperature.

Fig. 2. XRD spectra of Ni-Zn ferrite thin films on SiO₂/Si(100) wafer as a function of firing temperature.

4. 결론

본 연구에서는 간단하며 확장성이 뛰어난 새로운 연성 페라이트 박막제조용 졸-겔 공법의 개발에 성공하였다. 제조된 박막은 입자크기 수백 Å, 표면 평할도 수십 Å의 우수한 미세구조를 가지고 있으며, 포화자화 값은 상용 페라이트 값에 근사한 반면 coercivity는 다소 큰 값을 갖는 것으로 판단되는데, 차후 공정 및 미세구조를 개선 자성물성을 향상시킬 계획이다.

5. 참고문헌

- ① M. Yamauchi et al., *IEEE Trans. Mag.* **29** 3222-4 (1993)
- ② T. Sato et al., *IEEE Trans. Mag.* **30** 217-23 (1994)