

고품질 자성체 박막 코팅 시스템

김기범, 황윤식*, 김영식*, 박장식**, 박재범**

금오공과대학교 기전공학과, 금오공과대학교 기계공학부*, (주)월드비전**

Coating System for High Quality Ferromagnetic Thin Films

Gi-Bum Kim, Yoon-Sik Hwang, Yeong-Shik Kim*, Jang-Sick Park, Jae-Bum Park**

Mechatronics eng., Kumoh national institute of technology, School of mechanical eng., Kumoh national institute of technology*,
World vision co.**

Abstract

Nickel oxide thin films were deposited by the DC magnetron reactive sputtering process under the conditions such as various oxygen flow rates(0, 3, 6, 8, 10 sccm) with constant 33 sccm argon flow rate for the sputtering time of 40 second with the power of 0.3 kW. Sheet resistances were measured by the four point probes. In order to observe discharge voltage characteristics according to the oxygen flow rates, the sputtering processes were performed under the powers of 0.2kW and 0.3kW. The feasibility of the coating system for high quality ferromagnetic thin films was tested through the electromagnetic simulation and the thin film thickness measurement from the experiment. It was shown that a discharge voltage was decreased under the low power and low oxygen flow rate, since the oxygen was quickly saturated on nickel target surface. The sheet resistance was increased as oxygen flow rate increased. The film thickness deposited by the coating system for ferromagnetic target was improved approximately 10% in comparison with previous coating systems.

Key Words : ferromagnetic, NiO, discharge voltage, sheet resistance, sputtering

1. 서 론

Nickel oxide (NiO) 필름은 광학적, 전기적, 자기적 특성은 물론 높은 화학적 안정성으로 우수한 재료이다. 그것은 반강자성체재료¹⁾, EC 디바이스²⁾를 위한 재료 및 화학적 센서³⁾를 위한 기능적 층재료로 사용되어 진다. 이 필름은 spray pyrolysis, PE-CVD 및 반응성 스퍼터링 방법 등에 의해서 제작되어 진다. 이 제작 방법중에서 대면적에 균일한 박막을 제작해서 넓게 사용되어 지는 반응성 스퍼터링(sputtering)법을 사용하였다⁴⁾. 본 논문에서는 대면적에 적용가능하며 기존에 개발된 비자성체용 캐소드에 비해 스퍼터링 속도와 타겟(target)의 사용효율이 높은 Ni, Fe 등과 같은 강자성체(ferromagnetic)에 적합한 캐소드를 개발하였다. 본 스퍼터링 시스템에 적용된 캐소드는 제작 전 전자기해석 시뮬레이션을 통해 강자성체에 적합한 것으로 입증되었다. 본 논문에서 개발된 캐소드를 사용하여 배치형 스퍼터링 시스템에서 산소를 사용한 반응성 스퍼터링 방법으로 NiO 박막을 제작하여 방전특성, 면저항, 박막두께 등의 특성을 조사하였다.

의 Ni 타겟(길이: 440mm, 폭: 110mm, 두께: 3.2mm)에 0.2kW~0.3kW의 전력을 인가하여 불활성 가스인 순도 99.99%의 Ar 가스와 반응성 가스인 O₂ 가스를 MFC(mass flow control)의 설정치에 따라 챔버내에 주입하여 NiO 박막을 제작하였다. 실험장비는 Batch 형으로 기판 글라스를 기판 홀더에 장착하고 챔버의 초기 진공도는 약 2×10⁻⁵ mtorr 이하로 배기하고 약 2~10 mtorr 박막 제작 진공도에서 기판을 회전해서 실온에서 성막을 했으며, 33sccm의 Ar 가스를 주입하고 0.3kW 전력에서 O₂ 가스 0, 3, 6, 8, 10 sccm 각각에 대해 40초간 성막을 실시하였다. 이 과정에서 타겟의 표면 오염을 제거하기 위해 Ar 이온으로 스퍼터링을 5분간 실시한 후에 박막을 제작하였다. 또한 산소 유량에 따른 방전 특성을 알아보기 위해, 0.2kW와 0.3kW의 인가전력 각각에 대해 Ar의 주입량을 33~34sccm으로 일정하게 하고 O₂의 주입량을 1sccm에서 11sccm으로 증가시키며 방전 전압을 관찰하였다. 박막의 두께는 α -step과 Dektak 6M을 사용하여 측정하였다.

본 논문에서는 자기장 시뮬레이션을 통하여 Ni 강자성체용 고품위 고효율 캐소드를 개발하여 사용하였다.

2. 실험

DC Magnetron reactive sputtering 방법으로 99.99% 순도

3. 결과 및 고찰

그림 1은 반응성 스퍼터링에서 O₂ 유량에 따른 챔버 내

부의 압력, 방전 전압과 각 압력과 방전 전압에 따라 성막된 박막의 면저항을 나타낸다. 인가전력을 0.3kW, Ar 가스 유량을 33 sccm으로 일정하게 유지한 상태에서 O₂ 유량만 0, 3, 6, 8, 10 sccm으로 변화시키며 각각에 대해 40초씩 스퍼터링을 실시하여 박막을 형성하였다. O₂ 유량이 6 sccm 일때 방전 전압은 최대가 되며, 6 sccm에서 8 sccm까지 방전 전압이 감소하다 8sccm 이상에서는 미미하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 본 실험에서 측정된 O₂ 가스 유량 변화에 따른 방전 전압 특성은 G Mohan Rao 등⁵⁾이 제시한 이론과 유사한 경향을 보여준다. O₂ 가스 6 sccm에서 니켈 타겟 표면의 산화가 포화되었다가 8 sccm의 산소 유량에서는 압력이 높아져서 방전 전압이 하강하게 된다.

그림 1의 면저항(sheet resistance)은 산소 유량이 6 sccm 이상부터 증가하는 것을 알 수 있으며 산소로 타겟표면이 완전히 산화된 것을 나타낸다.

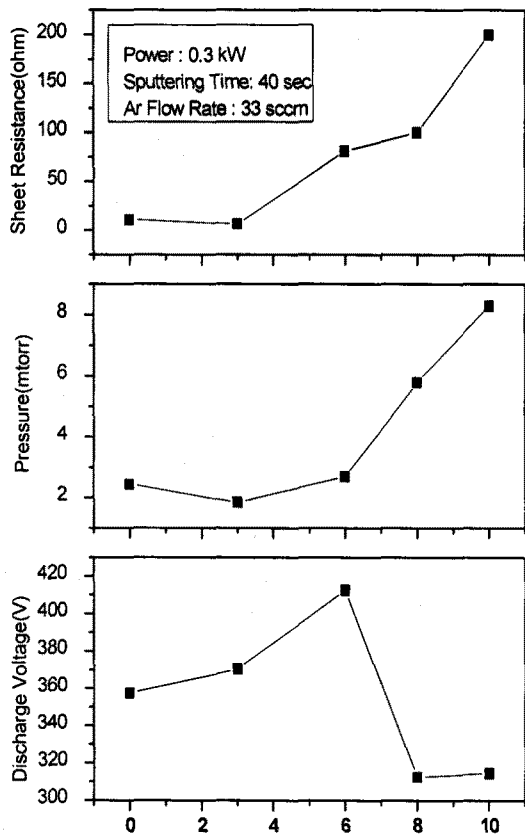


그림 1. 반응성 스퍼터링에서 산소유량에 따른 NiO 박막 특성 변화

그림 2는 인가전력이 0.2kW로 낮을 때 산소가 비교적 빨리 포화되어 5 sccm부터 방전 전압이 하강하는 것을 볼 수 있다. 반면 0.3kW의 높은 전력에서는 산소 유량 8sccm부터 방전 전압이 하강하는 것을 볼 수 있다.

본 논문에서 개발된 고품위 자성체 박막 캐소드를 사용하면 종래 개발된 캐소드보다 박막의 두께를 약 10% 정

도 향상할 수 있다.

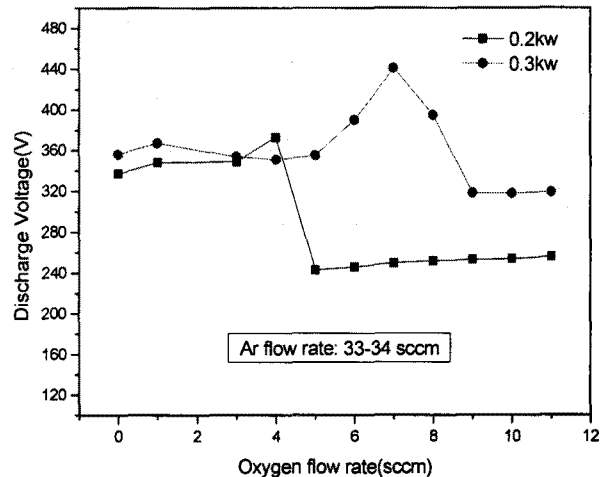


그림 2. 전력과 산소유량에 따른 방전 전압 변화

4. 결론

본 논문에서는 대면적에 적용가능하며 스퍼터링 속도와 타겟 효율이 높은 Ni과 같은 강자성체 타겟에 적합한 캐소드를 개발하여 방전특성, 면저항, 박막두께 등의 특성을 조사하였고 그 결과 다음의 결론을 도출했다.

- 1) 전력이 높아질수록 Ni 표면의 산소 포화는 높은 산소 유량에서 발생하고, 방전전압은 높은 산소 유량에서 하강하게 된다.
- 2) 산소 유량이 증가할수록 NiO가 많이 증착돼 면저항은 증가한다.
- 3) 마그네트론 스퍼터링에서 자성체에 적합한 캐소드를 적용할 경우 종래의 비자성체에 사용하던 캐소드보다 박막의 두께를 10% 정도 향상할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 금오공과대학교 자유 공모과제 및 중소기업 산학협력실 과제의 지원에 의해 수행하였음.

참고 문헌

- [1] E. Fujii, A. Tomozawa, H. Torri, R. Takayama, *Jpn. J. Appl. Phys.* 35 (1996) L328.
- [2] K. Yoshimura, T. Miki, S. Tanemura, *Jpn. J. Appl. Phys.* 34 (1995) 2440.
- [3] M. Bogner, A. Fuchs, K. Scharnagl, R. Winter, T. Doll, I. Eisele, *Sens. Actuators, B, Chem.* 47 (1988) 145.
- [4] H.L. Chen, Y.M. Lu, W.S. Hwang, *Thin Solid Films* 266-270 (2006) 498
- [5] G. Mohan Rao, S. Mohan, *J. Appl. Phys.*, 69 (1991) 6652.