

# DC magnetron 방법과 RF 스퍼터링 방법으로 제작된 Nickel Oxide 박막의 특성 연구

\*최광남<sup>1</sup>, 박준우<sup>2</sup>, 백승호<sup>2</sup>, 이호선<sup>2</sup>, 곽성관<sup>3</sup>, 정관수<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 전자공학과, <sup>2</sup>경희대학교 물리학과, <sup>3</sup>유한대학 전자정보과

e-mail : [flash@khu.ac.kr](mailto:flash@khu.ac.kr), [ply년@khu.ac.kr](mailto:ply년@khu.ac.kr), [bluedew80@khu.ac.kr](mailto:bluedew80@khu.ac.kr), [hlee@khu.ac.kr](mailto:hlee@khu.ac.kr),  
[skkwak@yuhan.ac.kr](mailto:skkwak@yuhan.ac.kr), [kschung@khu.ac.kr](mailto:kschung@khu.ac.kr)

A study of Nickel Oxide thin film deposited by DC magnetron and RF sputtering method

\*Kwang Nam Choi<sup>1</sup>, Jun Woo Park<sup>2</sup>, Seoung Ho Baek<sup>2</sup>, Ho Sun Lee<sup>2</sup>,  
Sung Kwan Kwak<sup>3</sup>, Kwan Soo Chung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Electronic Engineering Kyunghee University

<sup>2</sup>Physics Kyunghee University

<sup>3</sup>Department of Electronic Engineering Yuhan College

## Abstract

We deposited nickel oxide(NiO) thin films on silicon(Si) substrates at Room temperature and 50 0°C using a nickel target by reactive DC and RF sputtering. In addition, we anneal to NiO thin films deposited at room temperature. Using spectroscopic ellipsometry, we obtained optical characteristics of every films. We discussed relations of the optical and structural properties of NiO thin films with the oxygen flow rate, substrate temperature and annealing temperatures. Refraction was decreased and defect was increased when NiO thin films was annealed. We also analyzed the electrical characteristics of NiO films which deposited DC and RF sputtering method.

## I. 서론

Nickel Oxide(NiO)는 그 저항의 변화가 크고 비교적 간단한 구조를 가지고 있기 때문에 최근 연구되어지는 ReRAM의 물질 중에서 가장 주목받는 물질 중 하나이다.[1][2]재까지 NiO박막에 대하여 광학적, 전기적인 특성은 많이 연구되어왔지만 굴절률과 흡수계수에 대한 연구는 보고되지 않았다. 본 연구에서는 반응성 DC 스퍼터링 방법과 RF 스퍼터링 방법에 따라 제작한 NiO 박막의 기본적인 물성 특성, 광학적 특성 그리고 전기적 특성 변화를 연구하였다.

## II. 본론

### 2.1 제작방법

반응성 DC 스퍼터링 방법으로 Ni 타겟을 아르곤과 산소의 가스 혼합비율을 변화시키며 증착하였다. 증착시 챔버안의 기저 압력은  $3 \times 10^{-6}$  Torr 이하였으며 성장 압력은  $5 \times 10^{-3}$  Torr이다. 산소비는 O/(Ar+O)로 정

의하였고, 아르곤과 산소 혼합가스의 산소비는 5% ~ 80% 까지 변화시켰다. RF 스퍼터링 방법도 기본적인 조건은 같게 하였다. 압력조건은 동일하며 산소 혼합가스의 산소비는 0% ~ 5% 까지 변화시켰다. 두 가지 방법에서의 기판은 Pt 증착한 Si 기판을 사용하였고 기판온도는 상온과 500°C에서 성장하였다. 스퍼터링 파워는 150 W이며 두께는 약 100 nm 로 증착하였다.

기본적인 물성 특성은 XRD, AES, TEM 등을 통하여 분석하였으며, 광학적 성질 측정은 엘립소메트리(ellipsometry)를 사용하였으며 빛에너지를 1 ~ 6 eV까지 변화시키면서 굴절률과 흡수계수를 측정하였으며, 전기적 특성은 I-V 특성을 HP 4156C로 확인하였다. 증착시간과 증착온도에 따라 전기적 특성과 광학적 특성은 차이를 보이며, 이는 계면에서의 제작 변수에 따른 성분 합성의 차이가 이러한 결과를 나타낸다고 판단된다. DC 스퍼터링 방법과 RF 스퍼터링 모두 상온에서 증착하였고, 1000°C까지 열처리를 하였고 산소와 아르곤가스의 분압은 DC 스퍼터링의 경우 0% ~ 80% 까지 변화를 주었고, RF 스퍼터링의 경우는 0% ~ 30% 변화를 주어 반응성 스퍼터링 방법으로 증착하였다.

### III. 결과

반응성 DC 스퍼터링 방법으로 제작한 NiO 박막은 상온에서는 산소비가 50%, 500°C에서는 10% 일때 가장 컸으며, RF 스퍼터링 방법으로 제작한 박막은 상온에서 산소비가 증가할 수록 그리고 열처리 온도가 400°C~600°C 일때 좋은 switching 현상을 보였다.

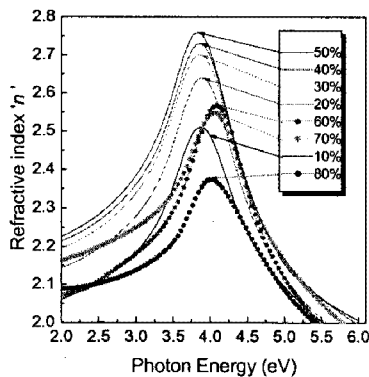


그림 1. Ellipsometry로 분석한 광학적 특성(n, k)

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

DC 및 RF 스퍼터링 방법으로 NiO 박막을 제작하였

으며, 증착 조건에 따라 박막의 광학적 그리고 전기적 특성을 연구하였다.

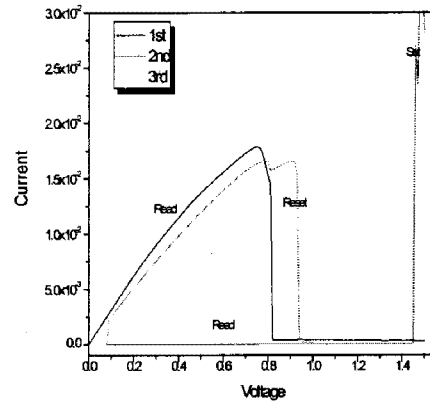


그림 2. RF 스퍼터링방법으로 제작한 NiO 박막의 switching 특성(200W, 5%, 상온)

DC 증착시 산소분압이 증가함에 따라 NiO 박막의 굴절률은 증가하나, 분압이 50% 이상에서는 감소하는 것을 확인하였으며, 전기적은 DC 증착방법 보다는 RF 증착방법이 상대적으로 좋았으며, 산소증가량에 비례하여 switching 특성도 좋아짐을 확인하였으며, 열처리 온도가 400°C~600°C에서 양호한 switching 현상을 보였다. 이는 NiO 와 전극(Pt) 계면에서의 산소결여에 따른 전기적 특성일 수도 있으며[3], metal oxide에서 보이는 conducting filaments 모델로도 설명할 수 있다.[4] 현재까지 여러 가지 메커니즘이 발표되었지만 저항변화의 궁극적인 원인은 밝혀지지 않았다. 앞으로 ellipsometry를 이용한 광학적 분석방법으로 NiO 박막의 switching 특성을 분석해 보려고 한다.

### 참고문헌

[1] [1] S.Seo, M.J.Lee, D.C.Kim, S.E.Ahn, B.-H Park, Y.S.Kim, I.K.Yoo, Appl. Phys. Lett. 87. 2005  
 [2] Y.M.Lu,W.S.Hwang, J.S.Yang, H.C.Chuang Thin Solid films. 420-421. 54-61. 2002  
 [3] I Hotový, J Huran, J Janík and A P Kobzev, Vacuum. 51. 2. 157-160. 1998  
 [4] 이동수, 심현준, 황현상, "차세대 Resistance 메모리 소자의 최근의 연구동향", 전자공학회지 제32권, 제2호, 2005