

마그네트론 스퍼터링법으로 증착한 VOx 박막의 열처리에 따른 광학적·전기적 특성 변화

공영주, 박용섭, 박재욱, 이성욱, 홍병유
성균관대학교

Effect of thermal annealing on optical and electrical properties of VOx deposited by magnetron sputtering

Young Joo Kong, Yong Seob Park, Jae Wook Park, Sung Uk Lee, Byungyou Hong
Sungkyunkwan Univ.

Abstract : In this work, VOx thin films have been deposited by DC magnetron sputtering method on glass substrate using argon and oxygen gases. We examined the effects of the post annealing temperature on the structural, optical, and electrical variations of VOx films. The films were annealed at temperatures ranging from 300 to 500 °C in steps of 100 °C using RTA equipment in air ambient. The thickness of the film and interface between film and substrate were observed by field emission scanning electron microscopy (FESEM). To analysis the structural properties of VOx with various annealing temperatures, we used XRD method. Also, we investigated the electrical and optical properties of VOx thin films using hall measurement, 4-point probe, and UV-visible methods.

Key Words : VOx, magnetron sputtering, annealing temperature, Resistivity, transmittance.

1. 서 론

바나듐은 자연계에서 방사성 동위원소 (0.25%) 및 (99.75%)로 존재하며, 산화가는 -1, 0, +2, +3, +4 및 +5 가로 존재하나 +3, +4 및 +5가 가장 일반적 형태이고 이중 +4가 가장 안정하며, 바나듐의 가장 일반적인 상업적 형태로는 오산화바나듐(V₂O₅)이 있다. 층 구조를 이루는 바나듐 옥사이드는 박막의 퇴적이 용이하고 낮은 온도에서 열처리가 가능하며 넓은 온도 범위에서 우수한 열적 강도를 보이므로 방사 에너지 흡수층과 조합하여 적외선과 같은 방사 에너지를 검출하는 센서로의 응용이 시도되었고, 온도에 따라 비저항 값이 달라지는 hysteresis 특성, 우수한 광학적, 전기적, 유전 특성과 메모리 스위칭 특성에 기인하여 선택도와 강도가 좋은 에탄올 센서, 가스 센서 등 각종 센서의 감지막에 사용된다. 또한 바나듐을 기초로 한 합금과, V₂O₃, VO₂, V₂O₅ 박막등의 산화물은 탄화수소의 산화와 산화질소의 환원을 위한 촉매 그리고 태양전지의 창, 고체전지의 음극, 열·전기 차광소자, 열·광학 스위칭 소자, 화학 센서, 촉매 및 열감지 영상 소자 등의 제조를 위한 물질로서 광범위하게 응용되어 왔으며, VOx 박막은 열증착, 열산화, 스퍼터링, CVD 법으로 제조되고 있다. 스퍼터링 방법으로 얇은 바나듐 산화막을 증착시키는 경우 공정 조건에 따라 막내에 다양한 바나듐 산화물 형태가 혼재할 수 있으므로 단일 상의 안정된 바나듐 산화막을 얻기 위해서는 타겟물질, 기판 온도, 증착율, 박막의 두께, 산소 분압, 후 열처리 등의 공정 변수를 최적화 할 필요가 있다.

본 연구에서는 가장 특성이 좋은 우수한 박막을 형성시킬 수 있는 마그네트론 스퍼터링 방법을 사용하였으며, 바나듐(V)타겟을 DC 플라즈마 소스를 사용하여 스퍼터링

하였으며, 반응가스로써 산소를 주입하여 vanadium oxide 박막을 제조하였다. 증착되어진 vanadium oxide 박막은 RTA 장비를 사용하여 300, 400, 500 °C의 온도에서 각각 후 열처리 (post annealing) 하였다. 본 연구에서는 열처리 온도에 따라 변화되어지는 VOx 박막의 구조적, 광학적, 전기적 특성 변화를 관찰하고자 한다.

2. 실험

본 실험에서는 VOx 박막의 증착을 위해 마그네트론 스퍼터링 장치(Reactive DC magnetron sputtering method)를 사용하였으며, 기판은 glass로 사용하였고, 직경 4인치이며, vanadium 금속을 타겟으로 사용하였다. 스퍼터링 가스로써 아르곤(Ar)과 반응가스로써 산소(O₂) 가스를 주입하여 vanadium oxide 박막을 증착하였으며, 기판과 타겟과의 거리는 8 cm 로 유지하였으며, 박막 증착시 기판과 타겟과의 거리와 Ar 유량은 100 sccm, O₂ 유량은 20 sccm 으로 고정시켰고, Turbo molecular pump를 사용하여 박막 증착 전 실험 초기진공은 2 × 10⁻⁵ Torr로 유지하였으며, 증착 압력은 3 × 10⁻³ Torr로 유지하였으며, DC 파워(power)는 100 W에서 박막을 증착하였다. VOx 박막의 열처리시 rising time과 falling time은 각각 30초로 유지하였으며, holding time은 모두 1분으로 유지하였다. 증착되어진 박막의 두께는 surface profiler (Alpha-step 500)와 FESEM을 사용하여 측정하였고, 박막의 표면은 AFM을 이용하여 관찰하였다. 또한 증착된 박막과 후열처리 되어진 박막의 결정구조, 결정의 모양 그리고 구조적, 전기적, 광학적 특성들은 각각 XRD, UV-visible, 4-point probe 등을 이용하여 고찰하였다.