

반응성 스퍼터링에서 산화 티타늄 박막의 성장 특성

Growth Characteristics of Titanium Oxide Thin Films
during Reactive Sputtering

아주대학교 이 변홍, 고 경현, 안 재환, 이 순일

1. 서론:

산화티타늄 박막은 우수한 광학적 특성으로 인해 optical thin film device에 널리 이용된다. 본실험에서는 DC magnetron 스퍼터링법으로 기판의 종류, 증착변수 P_{O_2}/P_{Ar} 의 변화 및 증착이후 열처리시 나타나는 상변화의 특성을 연구하였다.

2. 실험방법:

기판은 (100) 실리콘 웨이퍼와 coming 7059 glass을 사용하였으며 target은 금속 Ti(99.9%)를 사용했다. Ar과 산소를 혼합한 전체 가스압력은 20mTorr, power는 300W로 고정시키고 P_{O_2}/P_{Ar} 10~60% 까지 변화시키며 두께가 약 1000Å이 되도록 증착하였다. 이때 타겟에 산화에 의한 증착속도의 변화를 방지하기 위하여 RF 마그네트론 스퍼터링으로 타겟을 presputtering하여 refreshing 하였다. 산소의 농도에 따른 열처리후의 상변화를 분석하기 위하여 증착한 시편을 500°C, 900°C에서 각각 3시간씩 열처리하였고, 열처리 시간에 따른 상변화는 $P_{O_2}/P_{Ar} = 10\%$ 로 7000Å 증착한 시편을 450, 500, 550, 600°C에서 10min~24hr까지 시간별로 각각 열처리 하였다. 열처리는 muffle furnace로 Air 상태에서 행했으며, 막의 두께는 α -step 으로 측정하였고, 열처리후 박막의 상변화를 분석하기위해 XRD, Raman spectroscopy 등을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰:

XRD분석결과 증착후의 박막은 모든조건에서 비정질상을 형성하였으며 500°C에서 3시간의 열처리할 때 10%일 때 rutile상이 형성되었고 15%이상에서는 anatase상이 나타났다. 그러나 900°C에서 동일시간에서 열처리하면 산소의 농도와 관계없이 rutile상이 나타났다. 저온(500°C)에서도 $O_2\%$ 가 10% 이하일 때 비정형상인 rutile상이 안정하게 되는 것은 산소결핍성 비정질막으로 증착된 비정질상에서는 열처리시 산화에 의한 상변태의 임계 핵생성에너지가 rutile인 경우가 더 작기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결론은 열처리 시간에 따른 상의 변화를 분석한 결과에서도 확인되었다. 산소가 10%인 경우 550°C 이상이 되면 20min의 단기간 열처리시에는 anatase이 rutile과 공존하지만 30min 이상이 되면 anatase상이 사라지고 모두 rutile상이 형성되었으며 500°C 이하의 열처리시에는 Magneli(Ti_nO_{2n-1})상이 rutile상과 함께 공존하다가 점차 rutile 단일상으로 변태한다. 또한 500°C에서는 Si기판의 경우 2.5hr이상이되면 Magneli상이 소멸되며 Corning 7059 glass (비정질) 기판에서는 10hr 까지도 Magneli상이 존재하다가 24hr 이상의 열처리한 후에야 소멸되었다. 동일한 관점에서 보면 이 결과는 비정질 기판 위에서 rutile상의 핵생성이 계면에너지의 증가 등에 의하여 어려워지기 때문인 것으로 생각된다.

5. 참고문헌:

- 1) L.S.Hsu, R.Rujkorakam, J.R.Sites, and C.Y.She, J.Appl.Phys. 59(10), 3475, 1986
- 2) M.H.Suhail, G.Mohan Rao, and S.Mohan, J.Appl.Phys. 71(3), 1421, 1992