

# RF 출력의 변화에 따른 광학용 TiN 박막의 특성 연구

## Characteristics of Optical TiN Films upon RF power

손영배, 김남영, 황보창권  
 인하대학교 물리학과

g1991484@inhavision.inha.ac.kr

TiN 박막은 부착력이 좋은 기계적 성질을 갖고 있으며 화학적 안정성이 뛰어난 장점을 갖고 있어 수명이 긴 박막으로 사용 할 수 있다. 또한 반도체 집적 회로소자에서는 Al과 Si 사이의 확산 방지막으로 널리 사용하고 있으며, 티타늄과 질소의 화학 조성비를 적절히 조절하여 노란 금빛을 띠는 TiN 박막을 시계나 장신구 등의 표면에 코팅하여 장식에도 많이 사용하고 있다<sup>[1]</sup>. 최근에는 얇은 전도성 TiN 박막을 사용하여 무반사 영역을 넓히고, 무정전 효과를 지니며, TiN 박막의 두께를 변화시켜 투과율을 조절하여 명도대비(contrast)를 향상시킬 수 있는 2층 무반사 무정전 박막을 연구하고 있다<sup>[2]</sup>. 여기서는 티타늄과 질소의 원소조성비에 따른 TiN 박막의 복소수 굴절률의 분산이 단 2층으로 넓은 가시광선 영역에서 무반사 효과를 가질 수 있도록 TiN 박막을 증착해야 한다. 이처럼 무반사 박막에 적합한 복소수 굴절률의 분산을 갖는 얇은 두께의 TiN 박막의 최적 증착 조건을 결정하면 3층 이상을 증착해야 하는 ITO 경우와는 달리 2층으로 무반사 무정전 박막을 실현 할 수 있다. 위와 같이 무반사 무정전 코팅에 이용되는 얇은 전도성 TiN 박막을 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 제작하였고, 특히 본 연구에서는 RF 출력을 180~360 W로 변화시키며 이에 따른 TiN 박막의 물리적, 광학적, 전기적, 화학적 특성을 조사하였다.

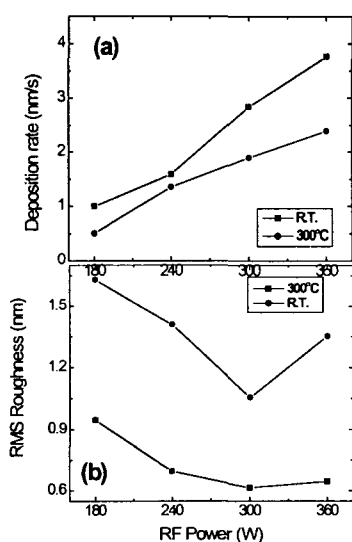


그림 1. RF출력에 따른 (a)TiN의 증착율과 (b) rms 표면 거칠기

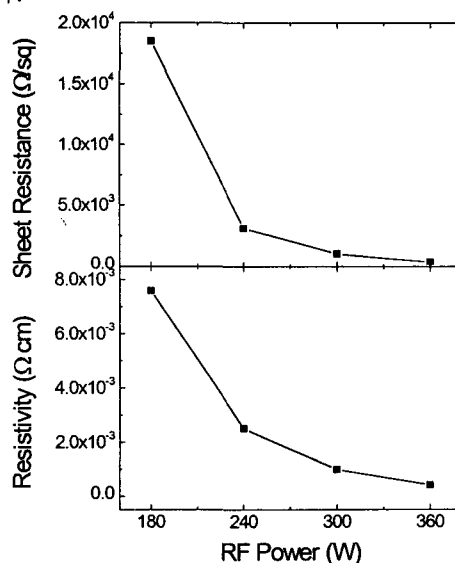


그림 2. RF출력에 따른 TiN의 면저항과 비저항

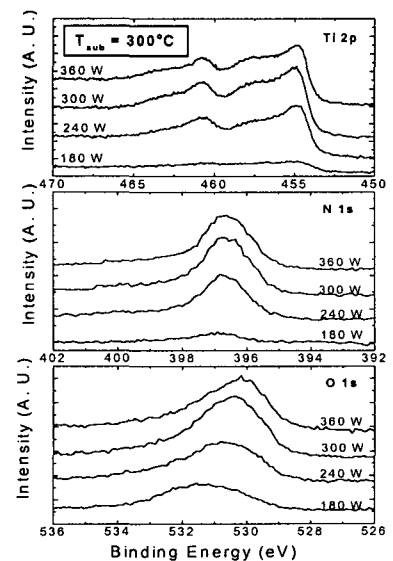


그림 3. RF출력에 따른 TiN의 XPS 스펙트럼

광학박막의 증착에 있어서는 박막의 물성과 함께 두께 조절이 매우 중요하며, 증착율을 조절하는 것도 중요하다. 따라서 AFM을 이용하여 박막의 두께를 측정하여 TiN 박막의 증착율을 계산하였다. 그림 1 (a)는 RF 출력에 따른 증착율의 변화를 보여준다. 증착율은 RF 출력에 민감하게 반응함을 알 수 있으며, 기판의 온도가 낮을 때 증착율이 더 높은 것을 보여주는데 이는 일반적으로 높은 온도에서 기판으로 입사하는 증착 물질의 경우 낮은 온도의 기판을 비교했을 때 migration이 증가하게 되고 더 안정된 자리(site)를 찾아감으로써 결과적으로 증착율이 낮아지는 것이다. 그림 1 (b)는 실온과 300°C에서 증착한 TiN 박막의 rms 표면 거칠기를 함께 나타내었다. 실온에서 증착한 TiN 박막의 경우 rms 표면 거칠기는 1.1~1.6 nm 정도이다. 300°C에서 증착한 TiN 박막이 실온에서 증착한 경우의 반정도로 작은 거칠기 값을 가진다. 이것은 기판에서 증착물질의 migration 효과에 기인한 것으로 생각된다. 또한 기판의 온도에 관계없이 RF 출력이 증가할수록 거칠기가 감소하다가 360 W에서 증가하는 경향을 보여준다. 일반적으로 RF 출력이 증가하면 기판으로 입사하는 증착물질의 에너지가 증가하게 되고 그것으로 인하여 기판 위에서의 증착물질의 migration 효과가 나타나는 것과 함께 증착되는 박막의 소프트 스퍼터링 효과를 보여주게 된다. RF 출력이 360 W인 경우에는 증착물질의 migration 효과보다는 소프트 스퍼터링 효과가 더 크게 나타나서 박막의 거칠기가 증가하는 것으로 판단된다.

RF 출력에 따른 TiN 박막 면저항의 변화를 조사하였다. 그림 2는 RF 출력이 증가할 경우 면저항이 감소하는 것을 보여 주고 있다. AFM을 이용해 TiN 박막의 두께를 측정하여 비저항을 계산하였다. 비저항 역시 RF 출력이 증가하면 감소하는 것을 보여주고 있다.

기판온도 300°C에서 증착한 TiN 박막의 XPS 스펙트럼을 그림 3에서 보여준다. 그림 3의 O 1s core level의 경우 RF 출력이 증가함에 따라 피크가 높은 결합에너지에서 낮은 결합에너지 쪽으로 이동하는 것을 볼 수 있다. 이는 RF 출력이 증가할수록 TiO에 의한 피크가 주가 됨을 의미하며, RF 출력이 높을수록 박막의 산화가 많이 일어남을 알 수가 있다.

서로 다른 RF 출력(240, 360 W)에서 증착한 TiN 박막 위에 동한 SiO<sub>2</sub>를 증착하여 2층 무반사 코팅을 증착하였다. 그림 4는 서로 다른 RF 출력에서 증착한 TiN 박막의 반사율과 투과율이다. 2층 무반사 코팅의 반사율은 그림 5와 같이 반사율 0.5 % 미만의 저반사율 대역은 두 경우 모두 520~750 nm 영역으로서 그 중심이 600~650 nm로 긴 파장 쪽에 위치하고 있음을 볼 수 있다.

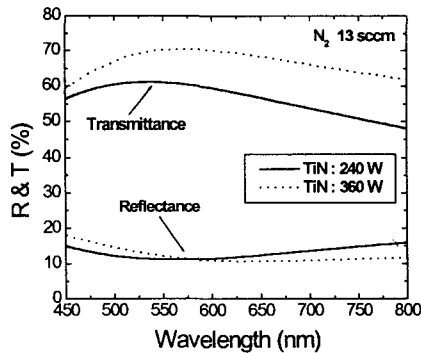


그림 4. 서로 다른 RF출력에서 증착한 TiN의 반사율과 투과율

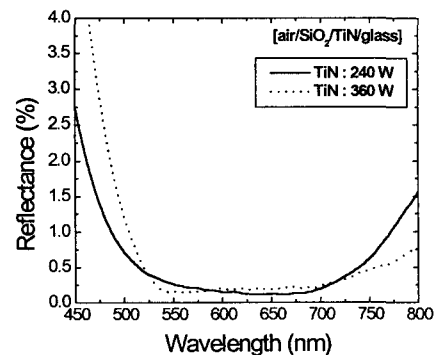


그림 5. 2층(공기/SiO<sub>2</sub>/TiN/유리) 무반사 코팅의 반사율

[.] R. D. Arnell, J. S. Colligon, K. F. Minnebaev, and V. E. Yurasova, Vac. 47, 425-431 (1996).

[:] Y. Zheng, K. Kikuchi, M. Yamasaki, K. Sonoi, and K. Vehara, Appl. Opt. 36, 6335-6338 (1997).