

TiN을 코팅한 실리콘 팁 어레이의 전자 방출 특성 (Emission Properties of TiN coated Si Field Emitter Array)

한병욱, 안병태
한국과학기술원 재료공학과

1. 서론

전계 방출 소자로의 실리콘 이미터는 반도체 공정을 이용하여 팁 반경과 게이트 개구를 최소화하여 작동 전압을 낮추고 IC(integrated circuit)와의 공정 양립성(process compatibility) 면에서 장점이 있으나, 실리콘 물질이 가지는 낮은 전기전도도와 열전도도, 그리고 팁 표면에 형성되는 자연산화막으로 인하여 방출 전류의 안정성에 있어서 문제가 되고 있다. 이를 극복하기 위하여 여러 물질로 실리콘 팁 표면을 코팅하게 되는데 그 중 TiN은 낮은 일함수와 우수한 열적 안정성을 가져서 작동 전압과 장시간 사용에 따른 신뢰도 측면에서 실리콘 팁의 방출 특성을 향상시킬 수 있을 것을 기대된다.

2. 실험방법

방출 팁 어레이의 제조는 산화막이 성장되어 있는 p-type Si (100)에 사진 식각 공정을 통하여 감광막 패턴을 만들고 이를 마스크로 하여 산화막을 디스크 형태로 식각하고 실리콘 에칭은 ICP (Inductively Coupled Plasma) 장비로 수행하였다. TiN은 reactive DC magnetron sputtering system 방법을 이용하여 증착하였다. Ti target은 순도 99.9%, 지름이 3in이었고, 고순도(99.9999%)의 아르곤, 질소를 반응성 가스로 사용하였다. load lock chamber에 시편을 장입하기 전에 TCE, acetone, methanol에서 각각 10 분씩 3차례 순차적으로 ultrasonic cleaning 처리한 후 질소 가스를 이용해 송풍 건조한 후 Si기판에 형성된 native oxide를 제거하기 위하여 HF:H₂O=1:50 에천트에 40-60초 동안 표면 처리한 후 deionized water로 세정하였다. 반응성 가스의 혼합 비율과 TiN 막의 두께를 변화시키며 전계 방출 특성을 관찰하였다.

3. 실험결과

반응성 스퍼터링 방법으로 증착한 TiN 막은 (111) 방향으로 우선 성장하였고 막 증착시 기판 온도가 높을수록 저항은 감소 하였으며 반응 가스의 혼합 비율에 따라 증착 속도와 막의 색깔이 변화하였다.

TiN을 실리콘 팁 위에 증착 시켜 전계 방출 특성을 평가한 결과 bare 실리콘 팁에 비해 작동 전압이 감소하고 방출 전류의 양은 증가하였다. F-N plot에 의하면 TiN을 코팅한 팁의 경우 기울기가 감소되는데 이는 실리콘에 비해 TiN 물질이 낮은 일함수 값을 가지기 때문이라 판단된다. 장시간 사용에 대한 신뢰도 평가를 위하여 DC bias를 일정 시간 인가한 경우에서도 TiN의 고온 안정성에 의하여 향상된 방출 특성을 관찰하였다.