

IC 소자용 질화 텅스텐 박막의 면저항 특성

The Sheet Resistance Properties of Tungsten Nitride Thin films for Intergrated Circuit

이우선 조선대학교 전기공학과

정용호* 서강전문대 열냉동과

김남오 조선대학교 전기공학과

정종삼 조선대학교 전기공학과

유병수 조선대학교 전기공학과

Woo-Sun Lee Dept. of Electrical Eng, Chosun University

Yong-Ho Chung* Dept. of Heating and Refrigeration, Seokang College

Nam-Oh Kim Dept. of Electrical Eng, Chosun University

Chong-Sam Chung Dept. of Electrical Eng, Chosun University

Byung-Su Yoo Dept. of Electrical Eng, Chosun University

Abstract

We investigated the sheet resistance properties of tungsten nitride thin films deposited by RF and DC sputtering system. It deposited at various conditions that determine the sheet resistance. The properties of the sheet resistance of these films were measured under various conditions. Sheet resistance analyzed under the flow rate of the argon gas and contents of nitrogen from nitrogen-argon gas mixtures. We found that these sheet resistance were largely depend on the temperature of substrate, gas flow rate and RF power. Very high and low sheet resistance of tungsten films obtained by DC sputtering. As the increase of contents of nitrogen gas obtained from nitrogen-argon gas mixture, tungsten nitride thin films deposited by the reactive DC sputtering and the sheet resistance of these films were increased.

1. 서 론

VLSI 기술의 발전에 따라 DC 스퍼터링은 전극 박막증착에 많이 사용되고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 텅스텐 박막은 저항기에 요구되는 높은 비저항과 도체가 필요로 하는 낮은 비저항까지 다양한 비저항 값을 가질 수 있다.⁽³⁾⁽⁴⁾ 본 논문에서는 RF와 DC 스퍼터링에 의하여 증착된 텅스텐과 질화 텅스텐 박막들의 면저항 특성을 실험적으로 연구하였다. 박막의 특성은 기판 온도, 아르곤 가스의 flow rate, 질소-아르곤 혼합기체에서의 아르곤 가스의 비 등을 조절한 증착조건 하에서 실험되었다.

2. 실험방법

텅스텐 박막은 스퍼터링 시스템 (Vacuum science VSSE-2TS) 에 의하여 슬라이드 글라스 위에 증착하였고, 특성 분석을 위하여 전기적인 실험 장치를 구성하였다. 스퍼터링 전력이어서 DC power supply

와 RF power supply (13.56 MHz, Max power = 300 W) 가 사용되었으며, Rotary pump 는 10^{-4} Torr 까지의 배기에 사용되었고 확산펌프는 10^{-7} Torr의 고진공 배기에 사용되었는데 실험용 반응기체는 chamber 속으로 약 10^{-4} Torr 까지 주입하였다. 방전 플라즈마는 인가된 고주파 전원에 의하여 발생되었으며 4 point probe (Veeco) 에 의하여 면저항을 측정하였다. XRD 는 결정화와 화합물의 관측을 위하여 20~100 °의 범위에서 측정하였고 SEM 은 절단면 사진을 통하여 구조의 분석과 두께를 측정하기 위해서 사용하였다. 텅스텐 타겟은 cerac 5.08cm dia, 0.96cm thickness, 99.95% purity, USA 가 사용되었고 슬라이드 글라스는 초음파 세척기에서 세척한 후 아세톤으로 세척하였는데 간접방식으로 2시간 세척한 후 탈이온수로 세척하였다. 제작된 박막의 구조는 그림 1과 같다.

3. 실험결과 및 검토

그림 2는 인가된 RF 전력의 증가에 따른 텅스텐 박

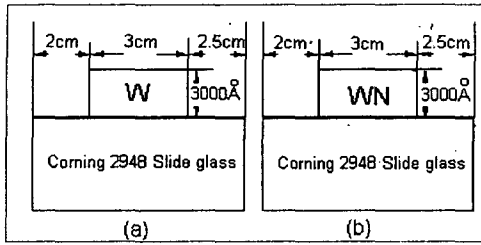


그림 1. 제작된 시료의 구조도

막의 면저항 특성을 나타낸다. 증착 조건으로서 아르곤 가스의 flow rate 는 1 (ℓ/min) 이고 기판온도는 50℃이다. 면저항은 증가하는 RF 전력에 따라서 감소되었는데, 30W 의 RF 전력으로 증착된 경우의 면저항은 20 (KΩ/□) 를 나타내었고 40W 의 RF 전력으로 증착된 경우의 면저항은 0.00424 (KΩ/□)를 나타내었다.

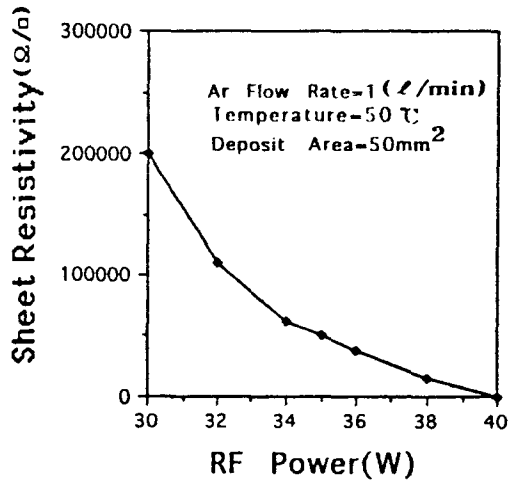


그림 2. RF 전력의 증가에 의한 박막 저항

그림 3은 기판온도의 증가에 따른 텅스텐 박막의 면저항을 나타낸다. 가스의 주입량은 각각 1 (ℓ/min) 와 2 (ℓ/min)로 하였고 DC 스퍼터 전압, 전류는 400V, 0.4A 였으며 두께는 3000Å이 되었다. 기판온도가 50℃일 때 면저항은 10.2 (Ω/□)였고 150℃일 때 면저항은 3 (Ω/□)이 되었다. 기판온도가 증가함에 따라 면저항은 감소하였다.

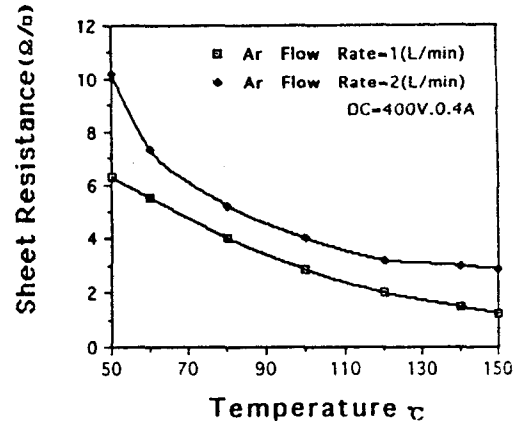


그림 3. 기판온도의 증가에 따른 텅스텐 박막의 면저항

그림 4는 기판온도가 각각 50℃일 때와 100℃일 때 질소와 아르곤의 혼합비를 변화시킨 조건에서의 질화 텅스텐 박막의 면저항을 나타낸 것이다. 기판온도가 50℃인 경우 아르곤 가스와 질소 가스의 flow rate가 각각 2 (ℓ/min), 1 (ℓ/min)일 때 면저항은 533 (Ω/□)가 되었고 아르곤 가스와 질소 가스의 flow rate가 각각 1 (ℓ/min), 2 (ℓ/min)일 때는 790 (Ω/□)가 되었다. 면저항은 질소가스의 양이 증가함에 따라 증가함을 나타내었다.

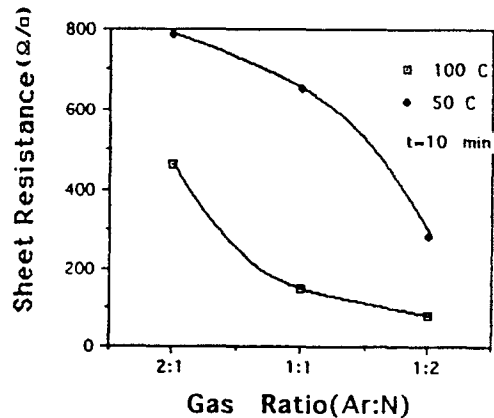


그림 4. 질소가스와 아르곤가스의 혼합비를 변화시킨 조건에서의 질화텅스텐 박막의 면저항

그림 5는 기판온도가 50℃일 때의 질소와 아르곤의 혼합비를 변화시킨 조건에서의 질화텅스텐 박막의 면저항 특성을 나타낸다. 면저항은 아르곤 가스보다 질소 가스에 크게 의존성이 있음을 알 수 있다.

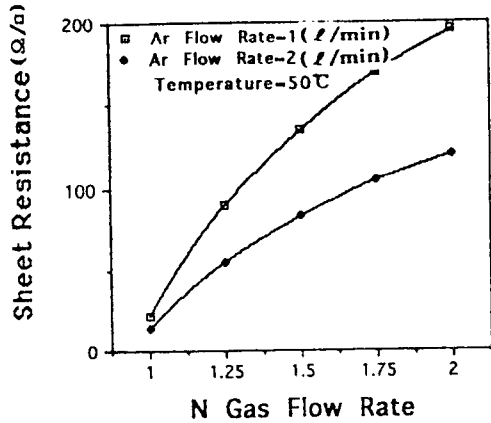


그림 5. 질소와 아르곤의 혼합비를 변화시킨 조건에서의 질화텅스텐 박막의 면저항 특성 (기판 온도 50℃)

그림 6은 아르곤 가스의 flow rate가 1 (l/min)일 때 RF 전력의 증가에 따른 비저항과 면저항을 나타내었다, 비저항은 30W에서 0.5 (kΩ-cm)에서 40W일 때 0.0042 (kΩ-cm)로 감소하였다.

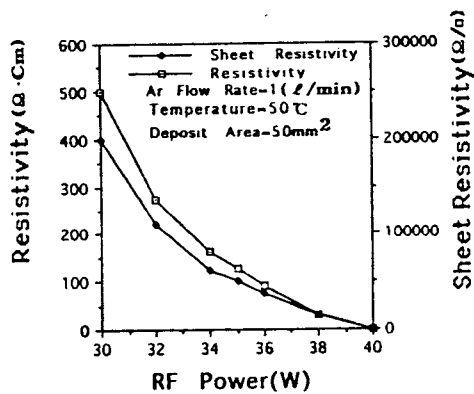


그림 6. RF 전력의 증가에 따른 비저항과 면저항 (Ar flow rate = 1 (l/min))

그림 7은 아르곤 가스의 flow rate가 2 (l/min)일

때 RF 전력의 증가에 따른 비저항과 면저항을 나타내었고 두께는 3000Å이었다.

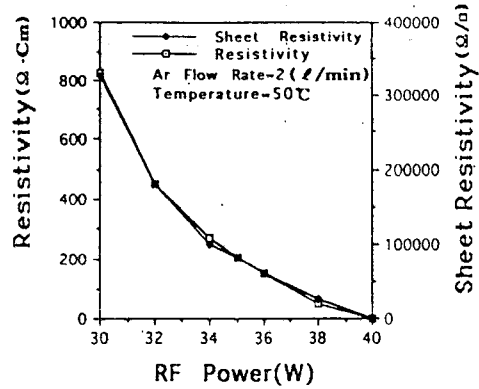


그림 7. RF 전력의 증가에 따른 비저항과 면저항 (Ar flow rate = 2 (l/min))

비저항은 30W의 RF전력에서 829 (kΩ-cm)이었고 40W일때 0.00704 (kΩ-cm)으로 감소하였다. 기판온도는 50℃로 하였고 플라즈마 발생전력은 30W로 하였으며 reflected power는 3W를 넘지 않도록 조절하였다. Flow rate가 2 (l/min)일 때 비저항은 1 (l/min)일 때보다 높은 값을 나타내었다. 아르곤 가스의 증가에 따라 비저항이 증가하는 이유는 박막내의 잔류기체의 양이 커지게 되기 때문이라고 생각된다.

4. 결론

본 논문에서는 IC의 전극재료로서의 가능성을 연구하기 위하여 텅스텐 박막의 시편을 제작하고 면저항 특성을 실험적으로 측정 하였다. RF 인가전력의 증가에 따라서 면저항은 감소 되었으며, 기판온도가 증가에 따라 감소되었고 질소가스량의 증가에 따라 면저항은 증가 되었다.

참고문헌

- (1) William W.Y.Lee "High resistivity of DC sputtered metal films" Journal of applied

physics : Volume 42 PP. 4366-4377 Nov.
1971

- (2) T.J.Wink, W.Walware, L.C.Adams,
A.G.Dirks, Mat Somers and Van der
Aker "Stress strain and microstructure in
thin tungsten films deposited by DC
magnetron sputtering" Journal of applied
physics : Volume 74(2) PP. 988-995 1993
- (3) A.Cavaleiro, M.T.Vieira and G.Lemperiers "
Influence of deposition conditions on the
morphology of sputtered WC(Co) films"
Thin Solid Films : Volume 213 PP. 6-12
July 1992
- (4) A.G.Dirks, R.A.M.Walter and A.E.M.De
Veirman "Columnar microstructures in
magnetron-sputtered refractory metal thin
films of tungsten molybdenum and
W-Ti-(N)" Thin Solid Films : Volume
208 PP. 181-188 July 1992