

A - 4

원자층 증착법으로 형성한 TiN 박막의 특성 연구 (A Study on the Characteristics of TiN Thin Film Formed by Atomic Layer Deposition Method)

한양대학교 금속공학과 이준우, 전형탁

1. 서론

TiN 박막은 비저항이 낮고, 좋은 접착력을 갖고 있으며, 열적으로 안정하여 현재 반도체 금속공정에서 diffusion barrier층으로 사용되고 있다. 이러한 TiN의 증착방법은 현재 PVD법과 CVD법이 사용되고 있으나, PVD법의 경우 단차피복성이 불량하고, CVD 법의 경우 증착온도가 너무 높고, 불순물이 많아 ULSI 공정 및 다층배선공정에서 적용하기 곤란하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 원자층 증착법(ALD)을 적용한 Cyclic CVD 장치를 이용하여 낮은 온도에서도 불순물이 거의 없고 도포성이 매우 우수한 TiN 박막을 증착하고자 한다. 원자층 증착기구 적용 구간을 실험적으로 구할 것이다.

이를 위하여 먼저 증착 Cycle 수를 달리하여 박막의 성장이 Cycle 수에만 비례함을 보이고 온도와 source 공급 시간을 다르게 증착 실험하여 공정변수에 관계없이 원자층 화학증착이 적용되는 구간을 실험적으로 구하고, 이에 대한 물성을 분석하여 TiN 박막의 원자층 증착 기구를 규명할 것이다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용된 실리콘 기판은 저항이 5~10 Ω cm인 p-type Si (100) 기판이다. 이것을 piranha세정과 HF 세정을 하여 유기물과 자연산화막을 제거하였으며, TiCl₄와, NH₃를 각각 Ti source와 반응가스로 사용하였고, 밸브의 개폐를 컴퓨터로 자동제어하여 분리공급하고, 각 공급 사이에 Purge 공정을 삽입했다.

이번 실험의 목표인 공정 변수에 따른 증착 특성 변화를 확인하기 위하여 먼저 400°C에서 cycle 수를 250~1000cycle까지 변화시켜 실험하였고, 온도에 따른 박막 특성 변화를 확인하기 위하여 1000cycle에서 300~500°C 사이에서 온도를 변화시켜 증착 실험하고 있다. 그리고 원자층 증착장비로 성장된 TiN 박막의 공정변수에 따른 물리적, 화학적, 전기적 박막 특성 변화를 고찰하기 위해 XRD, TEM, AFM, AES, RBS, Four-point 분석을 실시하였다.

3. 실험 결과

본 실험에서는 일반 CVD보다 약 200°C 낮은 400°C에서 TiN를 성공적으로 증착하였으며, 증착 cycle 수를 250, 500, 750, 1000cycle로 나누어 실험한 결과 SEM 사진에 의한 두께 측정에서 cycle에 따라 증착 두께가 linear하게 증가했음을 확인할 수 있었다. 특히 AES 측정 결과 CVD TiN의 주 문제였던 Cl 불순물이 분해능 이하로 나타났다. 또한 AFM 분석결과 RMS roughness 값이 15.1Å로서 약간의 표면 거칠기를 보이며, TEM 사진 분석 결과 이러한 표면 거칠기는 TiN 박막이 주상정 입자구조를 가지고 있기 때문으로 파악할 수 있었다. 그리고 온도와 source 공급 시간에 따른 박막의 특성 실험이 진행중에 있으며, 이에 대한 박막 성장과 화학 조성 분석을 통해 ALD 반응기구를 규명하고, 공정변수에 따른 박막 물성 변화를 고찰할 것이다.