

시분할 화학증착장치를 이용한 TiN 박막의 성장과 특성

Growth and Properties of Pulsed-Source Chemical Vapor Deposited TiN Thin Films

이상수, 전형탁

한양대학교 재료공학부

1. 서론

ULSI 소자의 고집적화로 인해 TiN 확산방지막에 대한 대안적인 증착법이 요구되고 있다. 기존의 Sputter 법은 단차도포성(step coverage) 문제를, CVD 방법은 증착시 입자 오염과 불순물로 인한 비저항 증가문제를 가지고 있다. $TiCl_4$ 와 NH_3 를 이용한 CVD 방법은 좋은 단차도포성과 비저항 특성을 나타내긴 하지만 현 금속배선공정에 적용하기에는 증착온도가 너무 높은 단점이 있다. 증착온도를 낮출 수 있는 MOCVD 공정은 높은 불순물 농도로 인해 비저항이 증가하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 불순물 함량이 낮고 입자오염을 억제하며, 도포성이 우수한 박막을 낮은 온도에서 증착할 수 있는 단원자층 증착법(atomic layer deposition)을 사용하였다. 특히 단원자층 증착법은 박막의 두께를 원자단위까지 조절할 수 있기 때문에 차세대 박막제조법으로 적합하다 하겠다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용하는 PS-CVD 장비는 source와 반응가스를 교대로 주입하며 그 사이에 purge 공정을 삽입하여 반응물간의 기상반응을 억제하게 된다. 먼저 $TiCl_4$ pulse 시 $TiCl_4$ 분자가 단원자층으로 흡착되며 $TiCl_4$ purge 공정에서 Ar 가스로 반응기 내부를 purge한다. 이어서 NH_3 를 주입하여 흡착되어 있는 $TiCl_4$ 와 반응하여 TiN 단원자층을 형성하고 다시 purge 공정을 하여 한 cycle을 이루게 된다. 본 실험에서는 4~p-type Si(100) 기판과 Si 위에 SiO_2 를 성장시킨 기판을 사용하였고, Ti source로 $TiCl_4$ 를 반응가스로 NH_3 를 사용하였다. 3-5 torr의 공정압에서 증착하였고, 공정압을 일정하게 하기 위해 $TiCl_4$, NH_3 , Ar의 유량은 모두 100sccm으로 하였다.

먼저 자기제한기구(self-limiting mechanism)가 적용되는 ALD 온도구간을 설정하기 위해 300, 400, 500°C에서 1000 cycle 동안 TiN 박막을 증착하였다. XRD, SEM, AES, AFM, four-point probe, TEM 등의 분석을 통하여 막 특성을 비교한 뒤 가장 적절한 증착온도를 정하고, 이어서 증착시간을 줄이기 위해 $TiCl_4$ pulse time과 NH_3 pulse time을 변화시키며 적정 pulse time을 결정하였다.

3. 실험결과

온도구간 설정실험에서 4~기판 전체에 균질한 막이 증착되었고, XRD로 TiN(200)임을 확인하였다. AES 분석결과 $TiCl_4$ 사용시 가장 큰 문제점인 Cl 함량이 3%미만으로 거의 오차범위임을 확인하였고, AFM 측정으로 RMS 거칠기가 10Å 미만으로 매우 균일한 막임을 알 수 있었다.