

TiI₄를 이용한 TiSi₂ 화학기상증착에 관한 연구 (A Study on Chemical Vapor Deposition of TiSi₂ by TiI₄)

한국과학기술원 : 이화성, 장태용, 안병태

한국전자통신연구소 : 김윤태

1. 서론

CMOS의 S/D n⁺-Si 및 p⁺-Si와 금속간의 배선에 있어서 디자인룰이 0.3 μm인 현재는 접촉저항을 낮추기 위하여 collimated sputtering법에 의하여 Ti 혹은 TiSi₂를 증착시켜 열처리 후 TiSi₂를 형성시킨다. 그러나 향후 반도체소자의 초미세화가 진행됨에 따라 4G DRAM급 이상에서, 즉 contact size가 0.13 μm 이하이고 aspect ratio가 4이상인 contact hole에서도 collimated sputtering법에 의한 증착에 의해 p⁺-Si와의 접촉저항을 계속 낮게, 특히 재현성있게 가져가기가 매우 어려울 것이라는 점이다. Al reflow를 이용할 경우에도 barrier로 사용하는 TiN을 contact hole에 채우기 어렵고, W을 이용하는 경우에는 응력이 커서 많은 문제를 야기시킨다. 이들 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 기존의 S/D과 직접 contact이 가능한 TiSi₂를 새로운 소스를 이용한 화학기상증착방법에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

기존의 TiSi₂ CVD 방법에서는 LPCVD 반응소스로 TiCl₄와 SiH₄를 이용하여 750 °C 이상에서 C54의 TiSi₂를 형성하였다. 그러나 기존의 방법은 화학반응후 Cl기의 영향으로 인하여 반도체 디바이스에 나쁜 영향을 미친다. 또한 박막의 조립화 및 Si층의 consumption을 야기하였다. 따라서 본 실험에서는 TiCl₄ 대신 Ti-halides로서 상온에서 고체인 TiI₄를 이용하여 실험을 수행하였다. 이는 TiN의 증착시 TiCl₄와 같은 효과를 나타내는 것으로 최근 보고되어있다. 환원기체 및 carrier gas로서는 H₂와 Ar을 사용하였고 SiH₄를 반응기내로 흘려주었다. 증착시 기판의 온도는 600~750 °C로 변화시켜가며 실험하였고 박막특성의 변화를 관찰하였다.

3. 결과

상온에서 고체임에도 불구하고 용융점인 150 °C 이상에서 비교적 높은 증기압을 가지는 TiI₄는 Ti의 안정적인 공급원으로서 TiSi₂를 형성시킬 가능성이 크며 기존에 사용되어진 TiCl₄에 비해 Cl기에 의한 영향이 적다. Cl기와는 달리 박막형성후 박막내로 I의 유입은 관찰되어지지 않았으며 H₂와의 반응성이 높아 H₂를 carrier gas로 사용할 때 HI로 쉽게 환원될 수 있으므로 TiSi₂를 비교적 낮은 온도에서 증착시킬 수 있다. 본 연구에서 650 °C에서 증착된 박막의 비저항값이 $1.7 \times 10^3 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 로 비교적 낮은 비저항 값을 가지는 Ti와 Si의 화합물이 생성되었고 이는 TiSi와 TiSi₂의 C49상임을 알 수 있었다. 따라서 추후 정확한 공정변수의 조절을 통하여 정확한 조성의 TiSi₂를 형성시켜 contact hole plug in이 가능한 TiSi₂를 증착할 수 있는 새로운 CVD방법을 개발할 수 있을 것이다.