

Cu 배선 공정의 electroplating 공정을 위한 Cu 씨앗층의 원자층 증착 방법

한별¹, 박광민¹, 강성근¹, 박광철², 박정우³, 이원준¹

¹세종대학교 나노신소재공학과, ²한국과학기술원 신소재공학과, ³(주)유피케미칼,

Cu 배선은 Al 배선에 비해 RC delay, power consumption, electromigration 저항성 등의 특성을 향상시킬 수 있다. Cu 배선은 현재 electroplating 방법에 의해 형성되고 있으며, 이 방법은 wafer 전체에 전류를 고르게 흘려주고 박막의 nucleation 을 촉진시키는 Cu 씨앗층이 필수적이다. 현재 씨앗층 증착 방법으로는 ionized PVD 방법이 사용되고 있으나, 초미세 패턴에서 step coverage 한계에 의해 씨앗층이 균일하게 증착되지 않아 electroplating 과정에서 gap filling 이 잘 되지 않는다. 하지만 원자층 증착 (ALD, Atomic Layer Deposition) 방법을 이용하면 step coverage 특성이 우수하기 때문에 씨앗층이 균일하게 증착되어 gap filling 이 좋아질 것으로 기대 된다.

ALD Cu 박막은 Cu 원료기체를 환원시키거나 또는 ALD CuO 박막으로부터 환원을 시키는 방법으로 형성할 수 있다. 직접 Cu 원료기체를 환원시키는 방법은 barrier metal 표면에서 좋지 못한 nucleation 특성을 나타내고, ALD CuO 박막으로부터 환원을 시키는 방법은 예상치 못한 barrier metal의 산화를 일으키거나, 또는 높은 온도에 의해 Cu 원자들의 응집 현상이 나타날 수 있다. 하지만 최근에 Cu(I) amidinate 와 NH₃ 를 이용한 ALD CuN 박막을 이용하여 이 문제들을 해결하였다[1]. CuN 박막은 준안정하며 급격히 분해되기 때문에 낮은 온도에서도 쉽게 환원이 일어난다.

본 연구에서는 fluorine이 없고 Cu(I) 원료기체보다 열적 안정성이 우수한 Cu(II) 원료기체를 이용하여 박막을 형성하였다. ALD Cu 박막은 Cu(II) 원료기체와 H₂, ethanol, 등의 환원제를 이용하여 형성하였다. Cu(II) 원료기체와 NH₃ 를 교대로 공급하여 ALD CuN 박막을 형성하였고, 그 후 H₂, ethanol 등의 환원제로 환원 공정을 수행하였다. ALD Cu 박막과 환원공정 전후의 ALD CuN의 비저항(4-point probe), 불순물 및 화학조성 (Auger electron spectroscopy), step coverage (SEM), 그리고 접착력 (Scratch test, pull off test) 을 분석하였다. 그리고 ALD Cu 박막과 환원공정 후의 ALD CuN 박막, sputter 방법에 의해 증착된 Cu 박막의 특성을 비교하였다.

[1] Z. Li and R. G. Gordon, Chemical Vapor Deposition **12**, 435 (2006).