

고종횡비 비아상의 스퍼터링을 이용한 씨드층 형성

Seed layer deposition using sputtering for high aspect ratio via

송영식^{a*,b}, 임태홍^b, 이재호^c, 김종렬^a

^a한양대학교 금속재료과(E-mail:yssong@kitech.re.kr), ^b한국생산기술연구원 열·표면연구그룹, ^c홍익대학교 신소재공학과

초 록: 금속 씨드 층(seed layer)을 직경 10 μm, 깊이 100 μm, 고종횡비 10:1 비아에 스퍼터링하였다. 금속 씨드 층의 두께는 스퍼터링 시간, 압력, 및 타겟과위를 변화하여 조절하였다. 금속 씨드층 스퍼터링 후 전기도금에 의해 구리 충전을 시도하였다. 비아의 고종횡비가 증가하면 비아 폭이 좁아져 비아의 하부층과 하단 측면 두께는 비아 상부 측면 두께만큼 충분하지 않아 문제가 될 수 있다. 스퍼터링 조건을 최적화 함으로써 씨드층의 특성을 높이고, 비아 홀 지름의 감소 속도를 줄일 수 있었다. 종래의 스퍼터링 방식을 이용하여 비아 입구의 opening percentage를 약 64%로 하고, 하부 씨드층 두께가 46.7 nm 인 금속 씨드층을 형성할 수 있었다. 이 씨드층 상에 전기도금으로 Cu filling을 성공적으로 할 수 있었다.

1. 서론

시스템 인 패키지 (SIP)는 내부적으로 미세 전극으로 연결되어 있는 하나의 모듈 안에 내장된 수많은 집적 회로 (IC) 이다. 특히 3D ICs는 through-silicon-vias (TSV)에 의해 상호 연결되는 IC들을 포함한다[1,2]. 이 3D ICs 기술은 무어의 법칙 (Moore's Law)을 계속 적용 가능하게 하고, CMOS 소자의 크기 감소의 한계를 극복하게 한다. 또한, 3D 시스템 통합 기술은 form factor 를 줄이고 회로간의 상호연결 밀도를 증가시켜, 소비 전력을 줄이면서도 칩 속도를 증가시킨다[3,4]. 현재 집적밀도를 더 높이기 위해 TSV의 고종횡비를 증가시킬 필요가 매우 커지고 있다. 일반적인 스퍼터링 기술로는 원하는 두께 만큼 두껍게 좁은 비아내부에 씨드층을 형성하기 어렵다. 따라서 원자층증착(ALD)이나 이온화 PVD(IPVD) 같은 방식이 고품질의 씨드층 제작을 위해 제안되기도 한다. 비록 값비싸고 대량생산에 적합한 공정일지라도, 종래의 스퍼터링 방법은 직선적인 증착방식이므로 고종횡비 비아의 씨드층 형성용으로는 널리 사용되지 않는다고 있다. 본 연구에서는 기존의 스퍼터링 방법으로 10:1 고종횡비 비아를 제작하기 위하여 씨드층의 형성에 대한 스퍼터링 조건의 영향을 살펴보았다. Cu 씨드층의 특성을 향상시키고자 우수한 전기전도도와 Si과 Cu 사이에 놓이는 열팽창계수를 갖는 Mo 버퍼층을 Cu 보다 먼저 증착하여, Cu 확산방지막과 밀착촉진막으로 작용하도록 하였다.

2. 본론

먼저 Mo 스퍼터링 조건으로 스퍼터링 시간과 기판 기울 효과를 확인하고자 하였다. Cu 스퍼터링 조건 중 압력별 비저항 특성을 살펴본 결과, 3 mTorr 이하의 낮은 압력에서 우수한 품질의 Cu 씨드층을 형성할 수 있었다. 낮은 스퍼터링 압력에서는 입자산란을 줄이고 직선방향 증착을 늘일 수 있다. Cu/Mo 씨드층 형성 실험을 통해 낮은 스퍼터링 파워와 짧은 스퍼터링 시간이 큰 via opening percentage를 얻기에 적합하나 충분한 하부 씨드층 두께를 얻기 위해 조절되어야 함을 확인하였다.

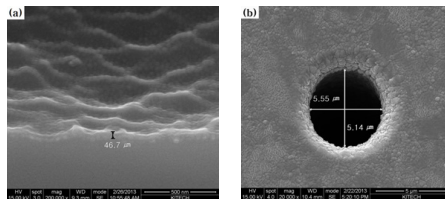


Fig. 1. FE-SEM micrographs of a Mo/Cu seed layer (a) cross sectional bottom seed layer, (b) top view of via hole.

3. 결론

10:1 고종횡비 비아상의 씨드층을 종래의 스퍼터링 방식으로 형성하였고 전기도금으로 Cu filling을 시도하였다. 비아상의 균일한 Cu/Mo 씨드층 형성을 위해 기판은 3° 기울였고, 연속적으로 상하운동을 하였다. 이로 인해 증착 깊이와 비아 opening percentage를 증가시켰다. 스퍼터링 파워와 압력을 낮춤으로써 하단 씨드층 두께의 심한 저하 없이 비아 opening percentage를 증가시킬 수 있었다. 스퍼터링 조건을 제어하고 스퍼터링시 각도를 기울임으로써 Cu/Mo 씨드층의 비아 opening percentage를 약 64%, 하부 씨드층 두께 46.7 nm에 도달하였고, Cu 전기도금후 Cu가 완전히 충전되도록 하였다.

참고문헌

1. C. Song, Z. Wang, L. Liu, *Microelectron. Eng.* 87 (2010) 510.
2. S. Sage, P. John, S. Dobritz, J. Börnge, J. Vitiello, M. Böttcher, *Microelectron. Eng.* (2013) in press.
3. D. Diehl, H. Kitada, N. Maeda, K. Fujimoto, S. Ramaswami, K. Sirajuddin, R. Yalamanchili, B. Eaton, N. Rajagopalan, R. Ding, S. Patel, Z. Cao, M. Gage, Y. Wang, W. Tub, S.W. Kim, R. Kulzer, I. Drucker, D. Erickson, T. Ritzdorf, T. Nakamura, T. Ohba, *Microelectron. Eng.* 92 (2012) 3.
4. J. Van Aelst, H. Struyf, W. Boullart, S. Vanhaelemeersch, *Thin Solid Films* 516 (2008) 3502.