구리 도금 평탄제의 imine 작용기 4차화에 의한 도금 두께 불균일도 제어에 관한 연구

The Study on thickness uniformity of copper electrodeposits controlled by the degree of quaternization of imine functional group

조유근*, 김성민, 진상훈, 이운영, 이민형
한국생산기술연구원 표면처리그룹(E-mail:minhyung@kitech.re.kr)

초 록: Panel level packaging (PLP) 공정은 차세대 반도체 패키징 기술로써 wafer level packaging 대비 net die 면적이 넓어 생산 단가 절감에 유리하다. PLP 공정에 적용되는 구리 재배선 층 (RDL, redistribution layer)은 두께 불균일도에 의해 전기 저항의 유동이 민감하게 변화하기 때문에 RDL의 두께를 균일하게 형성하는 것은 신뢰성 측면에서 매우 중요하다. 구리 RDL은 주로 도금 공정을 통해 형성되며, 균일한 도금막 형성을 위해 도금조에 평탄제를 첨가하여 도금 속도를 균일하게 한다. 도금막에 대한 흡착은 주로 평탄제의 imine 작용기에 포함된 질소 원자가 관여하며, imine 작용기의 4차화에 의한 평탄제의 흡착 정도를 제어하여 평탄제 성능을 개선할 수 있다.

본 연구에서는 도금 평탄제에 포함된 imine 작용기의 질소 원자를 4차화하여 구리 RDL의 도금 두께 불균일도를 제어하고자 하였다. 유기첨가제와 4차화 반응을 위해 알킬화제로써 dimethyl sulfate의 비율을 조절하여 각각 0, 50, 100 %로 4차화 반응을 진행하였다. 평탄제의 4차화 여부를 확인하기 위해 gel permeation chromatography (GPC) 분석을 실시하였다. 도금은 20 ~ 200 um의 다양한 배선 폭을 갖는 구리 RDL 미세패턴에서 진행하였으며, 4차화 평탄제를 첨가하여 광학 현미경과 공초점 레이저 현미경을 통해 도금막 표면과 두께에 대한 분석을 실시하였다. GPC 분석을 통해 4차화 반응 후 알킬화제에 의해 나타나는 GPC peak이 감소한 것을 확인하였다. 광학 현미경 및 공초점 레이저 현미경 분석 결과, 4차화된 질소 원자가 존재하지 않는 평탄제의 경우, 도금 시 도금막의 두께가 불균일하였으며 단면 분석 시 dome 형태가 관찰되었다. 또한 100 % 4차화를 실시한 평탄제를 첨가하여 도금 한 경우 마찬가지로 두께가 불균일한 dish 형태의 도금막이 형성되었다. 반면, 50 % 4차화를 적용한 평탄제를 첨가한 경우, 도금막 단면의 형태는 평평한 모습을 보였으며 매우 양호한 균일도를 가지는 것으로 확인되었다. 이로 인해 imine 작용기를 포함한 평탄제의 4차화 반응을 통해 구리 RDL의 단면 형상 및 불균일도가 제어되는 것을 확인하였으며, 4차화된 imine 작용기의 비율을 조절하여 높은 균일도를 갖는 구리 RDL 도금이 가능한 것으로 판단되었다.