

EI02

ULSI 배선용 구리도금욕에서 첨가제의 역할 및 전착속도에 미치는 영향 The Effect of Additives on the Deposition of the Copper Electroplating for ULSI

송기덕, 김광범

연세대학교 재료공학부 전기화학응용연구실

반도체 배선 재료로서 사용되고 있는 알루미늄(비저항 $\rho=2.67 \mu\Omega\text{-cm}$)은 반도체 디바이스의 고집적화와 Dual Damascene 공정이라는 새로운 배선방법의 적용에 따른 배선용 재료로서의 한계를 보이고 있으며, 이에 따라 전기저항이 보다 낮은 새로운 재료로의 대체가 요구되고 있다. 현재 Al에 비하여 30%정도 비저항이 낮은 구리(비저항 $\rho=1.67 \mu\Omega\text{-cm}$)가 대체 물질로 주목받고 있으며, 1998년에는 IBM에서 Cu를 배선재료로 사용한 소자의 개발을 발표하였다. 폭이 좁고 깊은 배선용 trench 내로 Cu를 채우기 위한 방법으로는 전기도금법(Electroplating)이 가장 현실성 있는 방법으로 연구되고 있으며, 이는 기존의 반도체 공정에서 사용되어 왔던 MOCVD, PVD 등 건식 방법들에 비하여 증착속도가 빠르고 저온($\sim 30^\circ\text{C}$)에서 배선내 void나 seam 등의 결함이 없이 치밀하게 증착시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 여러 가지 건식 증착법들에 의해 형성된 구리층과 비교시, 전기도금법에 의한 구리층은 전기적, 기계적, 물리적 특성이 우수한 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 EQCM을 이용하여 전해액에 첨가된 inhibitor(억제제)나 depolarizer(촉진제) 등의 전해액 첨가제 작용기구 변화를 정량적으로 밝혀 내고자 한다. 이를 바탕으로 실제공정과 유사한 조건을 갖춘 전극(seed layer)을 sputtering 방법으로 제조하고 인위적인 전해액 첨가제 분포조절 조작기술 개발에 의한 전극내 trench 내부에서의 Cu 전착속도 및 형태 조절을 통해 다양한 형태의 trench에 void나 seam이 없는 Cu 도금층의 제조기술을 개발하고자 한다.

일반적으로 trench의 filling은 void나 seam이 없는 이른바 superfilling된 상태를 요구한다. 이러한 상태는 적절한 첨가제(additive)의 사용으로 얻을 수 있는데 여기서 첨가제는 크게 inhibitor(Cu deposition 억제제)와 depolarizer(Cu deposition 촉진제)로 나눌 수 있다. 이러한 첨가제는 대류와 확산을 통해 trench에 deposition된다. 첨가제가 inhibitor이면 inhibitor의 분포는 trench의 외벽과 외부 모서리에 가장 많이 쌓이고 trench의 내벽과 내부 모서리에 가장 적게 쌓인 형태가 된다. 그러면 inhibitor가 많은 부분에서는 Cu의 전착이 억제되므로 반대로 trench의 내부의 모서리, 바닥, 내벽, 외부 모서리, 외벽의 순으로 Cu의 전착이 활발히 이루어지며 최종적으로는 결함이 없는 superfilling이 가능하게 된다.

본 연구에서는 1단계로 전착속도를 조절할 수 있고 첨가제 분포를 조작할 수 있는 inhibitor와 depolarizer를 어떻게 설정, 적용할 것인가를 EQCM 실험을 통하여 밝혀낸 후 trench 전착에 이용하고자 한다.