

### 고주파수 펄스 전류가 구리 미세조직에 미치는 영향

## Effect of Higher Frequency of Pulse Current on Copper Microstructure

박채민<sup>a,b</sup>, 이효종<sup>b</sup>, 이규환<sup>a</sup>

<sup>a</sup>재료연구소 표면기술연구본부(E-mail: cmcmp@kim.re.kr)

<sup>b</sup>동아대학교 공과대학 신소재공학과

**초 록:** 금속의 기계적 강화방법인 결정립미세화의 일종으로 미세한 쌍정을 도입하여 기계적강도를 향상시키면서 전기전도도는 감소시키지 않는 방안으로 nanotwin 구조의 Cu가 보고되고 있다. Nanotwin 구조는 FCC결정구조에서 특정 결정면을 [(111) mirror plane]을 기준으로 정합계면을 유지하면서 원자층의 배열이 역전되는 구조가 수~수십나노 수준의 간격으로 이뤄진 미세조직을 의미한다. 전해도금법을 이용한 nanotwin Cu의 형성방법으로는 pulse 과형을 사용하는데, pulse과형의 on time동안의 높은 전류밀도로 인해 발생한 도금층의 stress가 off time동안에 release되면서 nanotwin구조가 형성되는 것으로 보고되고 있다. Nanotwin형성 조건으로 보고된 pulse 도금 조건은 수에서 수십밀리초의 on time에 duty cycle( $t_{on}/(t_{off}+t_{on})$ )이 1/100~1/10 수준이다. 본 연구에서는 전기이중층의 이온고갈에 필요한 회복시간인 수에서 수십 밀리초보다 짧은 시간인 마이크로 초(1 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 및 100 $\mu$ s)의 pulse 전류를 인가하였을 때에 발생하는 구리 도금층의 미세조직의 변화에 대해 알아보하고자 한다.

### 1. 서론

반도체 공정, 전자기기의 소형화, 경량화 및 고능성화의 추세가 급속이 요구되며 배선재료로서 전기도금법을 이용한 구리(Cu)의 균일전착성, 채움특성 및 고강도의 높은 신뢰성을 필요로 한다. 전해도금 공정에서 전류의 인가에는 일반적인 직류 전류(Direct Current, DC)와 맥동 전류(Pulse Current, PC) 및 역맥동전류(Reverse Pulse Current, RPC)방법이 있는데, PC와 RPC의 경우 off time 동안에 고갈된 이온에 대해 재확산을 할 수 있어 인가시간(on time)동안 높은 전류를 가해줄 수 있다. 즉, DC도금에서 도금표면층의 이온의 농도가 0이 되는데, 이때 도금면의 단위면적당 전류를 한계전류밀도라 하며, PC와 RPC도금은 이러한 한계전류밀도를 크게 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 PC도금의 장점을 이용하여 high aspect ratio를 가지는 via의 superfilling, nano-twined structure pillar 및 bump도금에 시도되고 있다. 특히 nano-twin 구조의 Cu는 기계적 강도를 상당히 증가시키며 전기전도도는 유지하는 해결책으로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 기존에 nanotwin 형성방법으로 보고되지 않은 마이크로 초(1 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 및 100 $\mu$ s)의 pulse 전류를 인가하였을 때에 발생하는 구리 도금층의 미세조직의 변화에 대해 알아보하고자 한다.

### 2. 본론

본 연구에서 사용된 구리도금용액의 조성은 1.0M CuSO<sub>4</sub>, 50g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 로 하였으며, 전류과형의 영향만을 확인하기 위해 기타 유기첨가제는 첨가하지 않았다. PC과형을 인가시 최대전류(Peak current)는 500mA/cm<sup>2</sup> 로 고정하였고 on time을 1 $\mu$ s, 10 $\mu$ s, 100 $\mu$ s로 하여 duty cycle을 1/100, 1/10, 1/2으로 각각 조절하여 도금을 진행하였다. 기판(substrate)은 Cu sheet를 사용하였고 도금용액의 온도는 23 $^{\circ}$ C로 일정하게 유지하였다.

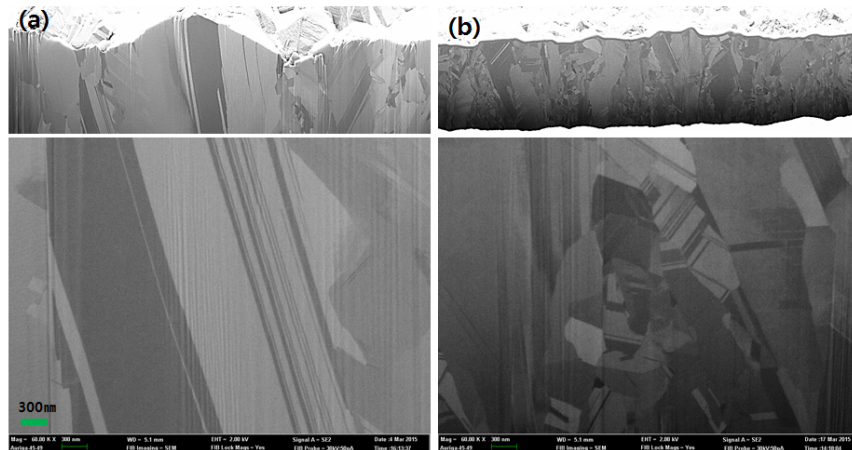


Fig. 1. FIB Cross-section images for electrodeposited Cu with pulse current; on time=1 $\mu$ s, (a)1/100 and (b)1/10 duty cycle.