

초고집적회로의 금속연결을 위한 구리박막의 유기금속화학증착법

박상규, 김재민, 남갑진

포항공과대학교 화학공학과 재료공정 연구실, 산업과학기술연구소

MOCVD of Copper Thin Film for Interconnect of ULSIC

S. K. Park, J. M. Kim, and K.J. Nam

Laboratory for Advanced Materials Processing (LAMP)

Dept. of Chemical Engineering, POSTECH / RIST

1. 서 론

금속공정은 집적회로의 신뢰도와 수율에 가장 큰 영향을 주는 공정으로 256 MDRAM, 1GDRAM 등 초고집적화 시대를 맞이하면서 그 중요성이 더욱 증대되고 있다. 현재 금속공정에 쓰이고 있는 알루미늄이나 이의 합금은 소자가 고집적화됨에 따라 spiking 현상, 큰 전기적 이동(electromigration), hillock 의 발생, 낮은 용점, 나쁜 층덮임등의 단점이 노출돼 이를 대체할 수 있는 물질이 요구되고 있다. 차세대 금속재료가 갖추어야 할 조건으로는 전도도가 높고, 열적으로 안정하고, 실리콘과의 접촉저항이 낮아야 한다. 따라서 현재 금속 중 가장 낮은 저항($1.67\mu\Omega$ cm)을 가지고 전기적 이동도가 적은 구리 박막에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 구리 박막의 증착은 유기금속 화합물을 이용하는데 기존의 화학증착 공정에서 발생하는 많은 문제점들을 해결하여 보다 안전하고 간편하게 박막을 증착시킬 수 있다. 본연구의 목적은 256 MDRAM 급

이상의 차세대 소자의 제조를 위한 금속 박막으로서 전기적 이동도가 적고 낮은 저항치를 가지는 순수한 구리 박막의 화학증착공정 및 이를 위한 유기금속 화합물을 개발하는데 있다.

2. 실험

반응기는 기본적으로 thermal CVD의 형태이나 기체 유입부분에 inductive plasma 를 형성시켜 RPECVD(Remote Plasma Enhanced CVD)도 가능하도록 하였으며 cold wall, 저항가열 형태를 취하였다. 기체유입부에는 질량유속제어기를 설치하였고, 전구체의 공급을 위해 전기 가열되는 Bubbler를 설치하였으며 원료기체의 응축을 방지하도록 반응기까지의 line을 가열해 주었다. 본 연구에서는 기판의 온도, 압력, 유량등 여러 조업변수에 대하여 기본적인 조건을 설정하고 일정범위에서 조업변수를 변화시켜가며 실험하여 개개의 조업변수의 영향을 살펴보았다. 또한 기판의 종류, 증착시간, 운반기체의 종류에 따른 증착률과 저항을 살펴보았다.

- S. Iida, M. Sugimoto(Proceedings ICF-3, India, 1989) pp. 545-549.
3. S.N. Okuno, S. Hashimoto, and K. Inomata, J. Appl. Phys. 71, 5926(1992); in Ferrites, edited by T. Yamaguchi and M. Abe (Proceedings ICF-6, Tokyo,1992) pp. 417-420.

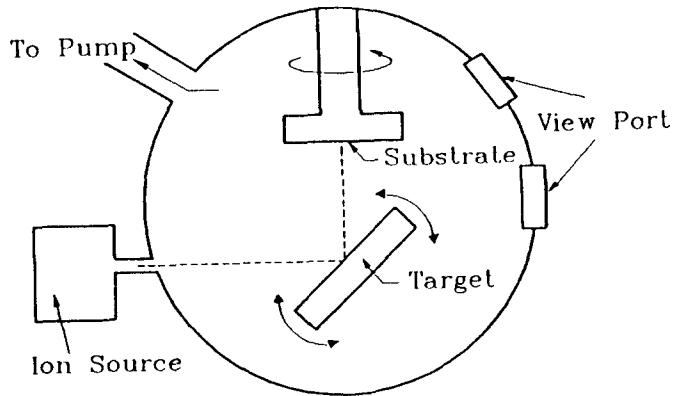


Fig. 1 Schematic diagram of IBS with single ion source. The ion beam reflected from the target bombards the deposited film during deposition.

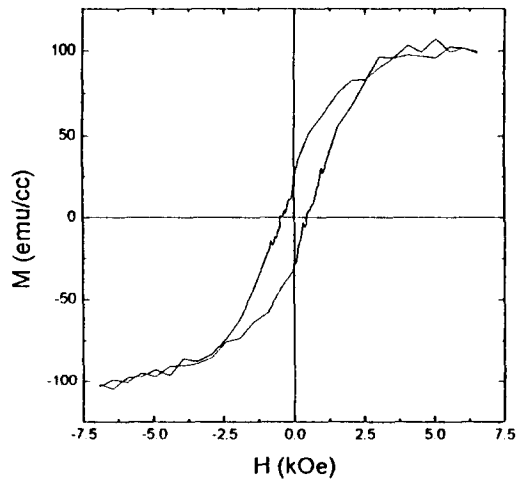


Fig. 2 Typical M-H hysteresis curve of the as-deposited films, which shows the typical ferrimagnetic characteristics.

Microbalance를 이용하여 각 조업조건에
서의 증착물을 측정하였으며 Four-Point
Probe, XRD, ESCA, AES, SEM 등을 사용
해 저항과 morphology, 불순물 존재여부를
관측하여 순수한 구리박막을 얻기 위한
조건을 찾고자 하였다.

3. 결과

(1) 구리박막의 증착은 $\text{Cu}(\text{hfac})_2$ 의 경우
350 °C, 10torr에서 30°A/min의 증착속도
를 나타내었으며, 활성화에너지는 6.6
kcal/mol 이었다. 플라즈마를 사용할 시
더 낮은 온도에서 박막의 증착이 가능하
나 thermal CVD에 비해 더 많은 탄소성분
이 검출되었다.

(2) XRD 분석을 통하여 결정성을 살펴보
았는데 플라즈마를 이용할 때와 증착온도
가 올라갈 때 Cu(111)/Cu(200) 비가 증가
하였다.

(3) SEM 분석을 통하여 박막의 성장경로
를 추정하였으며 thermal CVD와 플라즈마
CVD의 경우 박막의 응집형태를 비교하였
다. grain size는 600-2000Å 정도였으며
annealing에 의해 증가하였다(그림1).

(4) AES와 ESCA 분석을 통하여 화학적
조성을 살펴 보았다. 가장 많은 불순물인
탄소의 양은 반응온도에 따라 8-26%로 크
게 영향을 받았다(그림2). 플라즈마를 이
용하여 증착한 박막은 thermal 증착에 비
해 산소의 분율은 감소하나 탄소의 분율
은 훨씬 더 큰 것으로 나타났다.

(5) 300-400 °C 사이의 증착온도변화에 따
른 저항치와 증착속도를 보았다. 온도 감
소에 따라 증착속도가 저하됨과 더불어
저항이 급격히 감소됨을 볼수 있었다.

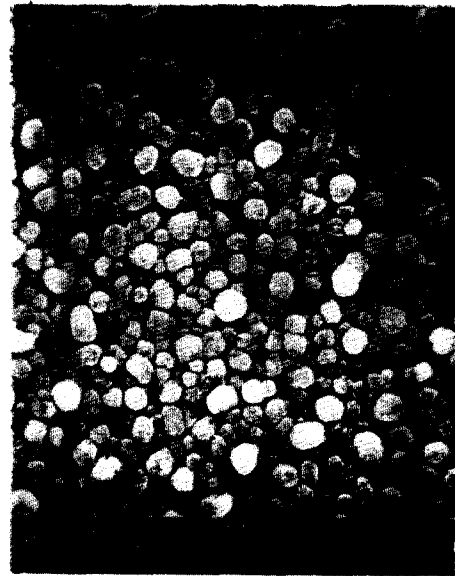


Fig.1. SEM image of copper film($T_s=400^\circ\text{C}$)

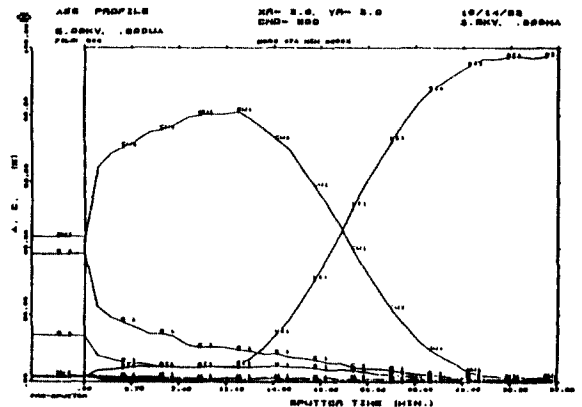


Fig.2. Auger depth profile of copper film
($T_s=400^\circ\text{C}$, $T_b=150^\circ\text{C}$, $P=0.1$ torr, $Q=5$ sccm)