

알루미늄 Metal Depression에 관한 연구

김태건, 김남훈*, 김상용**, 이우선*, 장의구
 중앙대학교, 조선대학교*, 동부아남반도체**

An investigation on the metal depression of aluminum

Tae-Gun Kim, Nam-Hoon Kim*, Sang-Yong Kim**, Woo-Sun Lee* and Eui-Goo Chang
 Chung-Ang University, Chosun University*, Dongbu-Anam Semiconductor Co.**

Abstract : Aluminum(Al) sputtering is best known method to form Al film for the Si wafer in the process of 180nm and above. In the Al metal line process, one of the frequently founded and well-known defect was metal depression. In this paper, several experiments were performed such as temperature, Ar gas flow rate, thickness change in other to reduce the metal depression and find the origination of metal depression. Through experiments, it is found that metal depression was significantly related to the temperature. And the Ar gas flow rate did not influence to the creation of depression. The off status ESC also showed stable metal film without depression by same mechanism of temperature decrease. Also, thickness is strongly influence to the metal depression.

Key Words : Aluminum, depression, sputtering,

1. 서 론

실리콘 산업의 발달과 더불어 반도체의 배선 물질로 폭넓게 사용된 알루미늄(Al)은 낮은 비저항(resistivity)과 다른 물질과의 높은 접착성(adhesion)의 장점으로 인해 현재도 배선 물질로서 사용률이 매우 높은 물질이다. 알루미늄의 증착 방법 중 가장 널리 쓰이는 방법으로는 물리기상증착(PVD)기법중의 한 가지인 스퍼터링 방법이다. 스퍼터링 방법에도 여러 가지가 연구되어 DC 스퍼터링, DC magnetron 스퍼터링, reactive DC magnetron 스퍼터링 등의 여러 가지 방법의 스퍼터링 방법이 있다. 알루미늄이 배선 물질로 쓰이면서 큰 단점으로는 EM(Electro Migration)에 약하다고 할 수 있다는 점이다. 이를 위한 해결방안으로 구리를 첨가하는 등 다양한 방법이 소개되었다.⁽¹⁾

본 논문에서는 180nm 공정에서는 문제가 되지 않았던 metal depression에 관하여 기술되어졌다. 고속화와 직접화가 이루어지면서 점점 낮은 선폭을 요구함으로써 인하여 생기는 여러 가지 문제 중의 한 가지가 바로 metal depression이다. 기존에도 metal depression에 관해서 보고된 적은 있지만 특별한 문제점을 일으키지 않았기 때문에 발생 원인이나 해결 방안에 대해서 연구가 되어지지 않았다. 그러나 나노 급의 device의 개발 등으로 인하여 문제를 제기할 수밖에 없는 상황이 도래되었다. 본 실험에서는 metal depression의 발생원인과 해결책에 대해서 실험되어졌다.

2. 실험

실험은 4가지로 수행되었으며 실험에서 쓰인 스퍼터

링 장비는 AMAT사의 Endura 5500와 Ulvac사의 Ceraus Z1000 모델이었으며 0.5wt.% Cu가 함유된 Al 타겟과 4N5 순도의 Ti 타겟을 사용하였다. 실험은 증착 온도의 변화와 Ar가스의 유량의 변화에 의한 metal depression의 발생 빈도를 측정하였으며 연관 관계를 파악 하는데 중점을 두었다. 또한 Si의 두께에 대한 실험을 진행하였으며 그 각층의 두께는 200nm, 250nm, 300nm를 증착시켜 관찰하였다.

3. 결과 및 검토

temperature	200°C		250°C		300°C	
wafer number	wf1	wf2	wf3	wf4	wf5	wf6

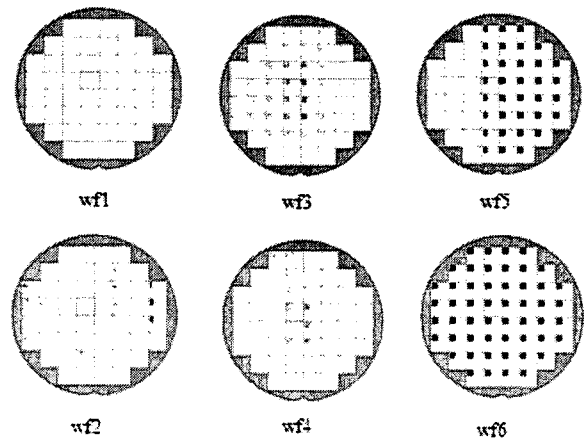


그림1 온도에 따른 metal depression발생 결과

처음 실험은 증착온도에 관한 실험으로 증착 온도를 처

음 200℃에서 시작 하여 50℃씩 온도를 올려가며 실험을 진행하였다. 실험의 결과 값은 그림 1에 나타나 있다. 그림1에서 온도가 높아지면서 metal depression의 증가를 알 수 있었다. 실험 결과 metal depression은 온도에 굉장히 민감하다는 것을 알 수 있었다.

그림2는 Ar 가스 유량에 대한 결과 값으로 유량이 변화에 의한 metal depression의 증가는 뚜렷이 나타나지 않았다. 그러나 ECS의 on off시 발생량의 변화를 볼 수 있었는데 이는 ECS의 온도의 변화로 추정할 수 있었다. 첫 실험결과 온도에 민감한 반응을 보이는 metal depression은 ECS의 on 상태로 될 때 온도가 증가하게 되고 이로 인한 결과라 할 수 있으며 Ar 가스의 유량의 변화에 대한 metal depression의 변화라 할 수 없었으며 스퍼터링시 측매 역할을 수행하는 Ar 가스의 증가에 대해서는 metal depression의 발생과는 깊은 연관성이 없음이 밝혀졌다.

Ar gas	Ar 30sccm		Ar 40sccm		Ar 40sccm		Ar 50sccm	
wafer number	wf1	wf2	wf3	wf4	wf5	wf6	wf7	wf8
								ECS-off

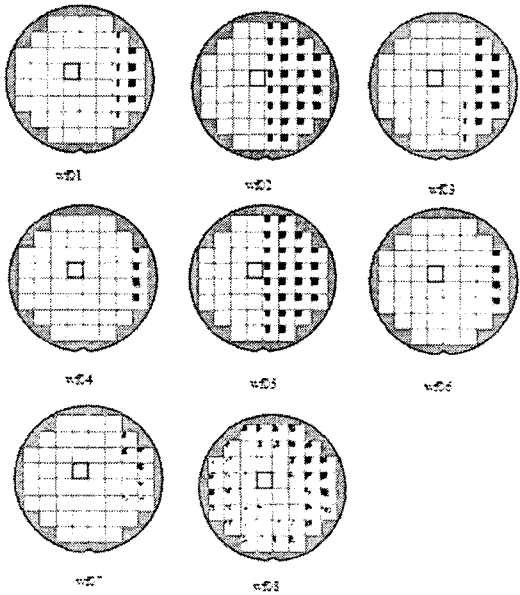


그림2 Ar 가스 유량에 변화에 대한 metal depression의 발생 결과

그림 3은 두께에 관한 실험으로 각각의 두께에 대한 metal depression의 발생빈도를 나타내었다. 이 실험에서 특이할 만한 점이 관찰 되었는데 알루미늄의 두께가 낮아지면서 metal depression의 증가 현상이었다. 실험에서 밝혀진 사실은 반도체 제조 공정이 점점 더 낮은 선폴에서 진행되면서 이 metal depression은 큰 문제점으로 제기 될 수 있는 가능성을 극명하게 보여주었다 할 수 있었다.

실험 결과를 종합 해 본 결과 metal depression의 발생은 온도에 관계가 있음을 알 수 있었으며 두께가 낮아지면서 심각한 문제를 야기할 수 있다는 결과를 도출할 수 있었다.

Al thickness	200nm	250nm	330nm
wafer number	wf1	wf3	wf5
MD ratio	56%	42%	32%

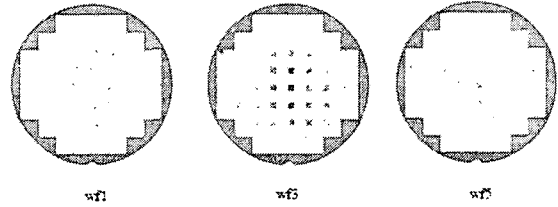


그림 3 알루미늄 두께 변화에 의한 metal depression 발생 결과

4. 결 론

아직 정확한 발생 원인이 밝혀지지 않은 metal depression의 발생 원인에 대하여 발생에 대한 3가지 실험이 진행되었으며 실험을 근거로 발생 원인을 추정할 수 있었다. 첫 번째 실험을 통하여 온도가 올라감으로 해서 metal depression이 활발히 진행된 것을 알 수 있었으며 두 번째 실험을 통하여 Ar 가스의 유량에 대해서는 연관성이 없음이 밝혀졌으며 세 번째 실험을 통하여 두께가 낮아지면서 metal depression이 많아짐을 알 수 있었다.

발생원인의 분석 결과 film 형성초기에 발생하는 grain들의 size에 의한 부분 성장의 차이가 나게 되고 이때 공정온도에 의하여 높은 온도가 가해졌을 시 좀더 활발한 성장이 일어나게 되면서 크기가 작은 grain의 성장이 크기가 큰 grain들의 방해로 판단되어진다. 이로 인해 낮은 두께로 metal 증착되게 된다면 성장이 더욱더 극심하게 차이가 나게 되며 많은 depression을 형성할 것이며 이것은 실험 3으로 입증이 되었다.

metal depression은 현재 심각한 수준의 defect로는 판단이 되지 않고 있지만 세 번째 실험을 근거로 하면 좀더 낮은 수준의 공정이 지속된다면 심각한 defect로 될 것으로 판단이 되며 이를 해결하기 위한 방안이 발생원인뿐만이 아닌 해결 방에 대한 연구도 필요하다 하겠다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00375-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] M. Inoue, K. Hashizume, and H. Tsuchikawa, J. Vac. Sci. Technol. A 6,(1636 ~1988).
- [2] S. M. Rossnagel, D. Mikalsen, H. Kinoshita, and J. J. Cuomo, J. Vac. Sci Technol. A 9, (261 ~1991).