RTOS 적용된 Collimated Ti/TiN의 확산 방지 특성과 접합저항 변화
(Effects of the RTOS for the Collimated Ti/TiN on the Barrier Property and Electrical Contact Resistance)

홍미란, 김삼동, 김정태
현대전자(주) 메모리 연구소 공정개발2실
경기도 이천시 부발읍 아미리 산136-1
TEL : (0336)30-4475, (FAX) : (0336)30-4547

INTRODUCTION

0.35㎛ 이하의 design rule을 갖는 고집적 소자에서 Al을 1차 금속배선으로 사용할 경우 Al/Si의 junction spiking을 방지하고 접합저항을 감소시키기 위한 barrier metal 사용이 필수적이다. 열역학적 안정성과 낮은 비저항 등의 장점으로 Ti/TiN이 널리 연구되고 있으나 Al의 고온 증착 공정이 보편화되고 contact size가 sub-half 마이크론 이하로 작아짐에 따라서 높은 contact 저항과 junction spiking이 큰 문제로 대두되고 있다.

본 연구에서는 확산 방지막으로 dense한 구조를 가진 collimated Ti/TiN을 사용하여 RTP 장비로 RTOS(Rapid Thermal Oxygen Stuffing) 처리를 하였다. 기존의 furnace 열처리 방법을 사용한 경우와 비교할때 실제 디바이스 공정에 적용한 결과 누설전류가 전혀 없는 우수한 확산 방지 특성과 1/10 정도의 낮은 접합 저항 특성을 나타내었다.

EXPERIMENTAL

8 inch p-type 웨이퍼 위에 reactive sputtering 방법으로 300℃ chamber에서 collimated TiN을 1000Å 증착한 후 RTOS(650℃ 10sec) 처리를 하였다. TiN 표면의 grain boundary에 산소를 충진시켜 Al/Si의 상호확산을 방지하기 위해서 N_2와 극소량의 O_2 분위기에서 RTP 처리를 한 후 TiN 내의 산소충진 정도를 AES로 분석하였다. RTP 과정에서 Ti/Si interface 변화가 접합저항에 미치는 영향을 알아보기 위해서 collimated TiN300Å/Ti150Å/Si을 증착후 furnace anneal(450℃ 30min)과 RTP(650℃ 10sec)로 각각 진행한 후에 TEM과 XRD로 반응물을 확인하였다. 이 기술을실제 0.3㎛ DRAM 디바이스 공정에, 적용하여 실제 Hot-Al 1차 금속배선 공정에서의 접합저항 변화와 누설전류 상태를 기존의 furnace anneal과 비교하였다.

RESULTS

확산 방지막 Ti300Å/TiN600Å의 열처리를 RTOS 공정으로 진행하여 당 연구소의 0.3㎛ DRAM 디바이스 공정에 적용한 결과 0.3x0.4 contact size에서도 누설전류는 전혀 없었으며 P+ 콘택 체인 접합저항도 기존의 furnace 열처리 방법에 비해서 1/10로 감소되었다. 고온의 N_2/O_2 분위기에서 RTP 동안 주상조직을 가진 TiN의 grain boundary에는 산소가 충진되고 충진된 산소는 TiN과 반응하여 TiO_xN_Y 산화물 을 형성하여 Al/Si 상호확산 경로를 차단하게 되어 junction spiking을 방지하였으며 과도한 산소 충진에 의한 underlayer Ti로의 영향을 없애기 위해서 RTOS 시간을 최소화 하였다. TiN 두께에 대한 충진된 산소 profile을 알아보기 위해서 TiN1000Å을 증착한 후 RTP 후의 상태를 AES로 관찰한 결과를 그림 1에 나타내었다. *High density* 구조의 *collimated* TiN에서는 O_2 peak가 표면으로부터 250Å이하에서 존재하는 것으로 보아 contact bottom에서의 TiN 두께가 250Å이상인 경우에는 충진된 산소는 확산 방지 역할에만 기여함을 확인하였다. RTP후의 Ti/Si interface 변화를 TEM과 XRD로 관찰하여 결과를 그림 2와 그림 3에 각각 나타내었다. 접합저항의 급격한 감소는 RTP 후의 Ti/Si의 interface에서 Ti와 비교할때 비저항이 낮은 $C_{49}TiSi_2$ 상이 형성되면서 *contact* 형성과정에서 생성될 수 있는 Si 표면의 defect를 제거해 주기때문인 것으로 생각된다.

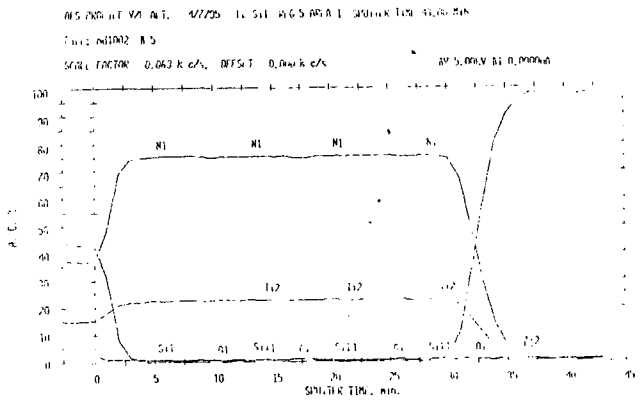

Fig. 1. AES depth profile of RTP oxygen stuffed TiN/Si sample.

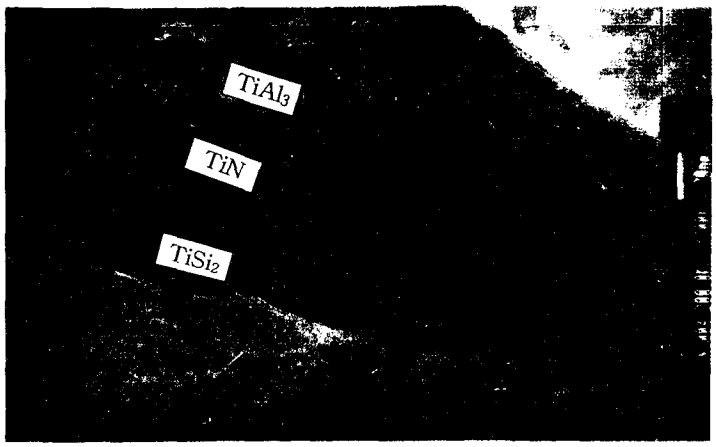

Fig. 2. Cross-sectional TEM micrograph obtained from the Al/Ti/RTP treated (TiN/Ti)/Si

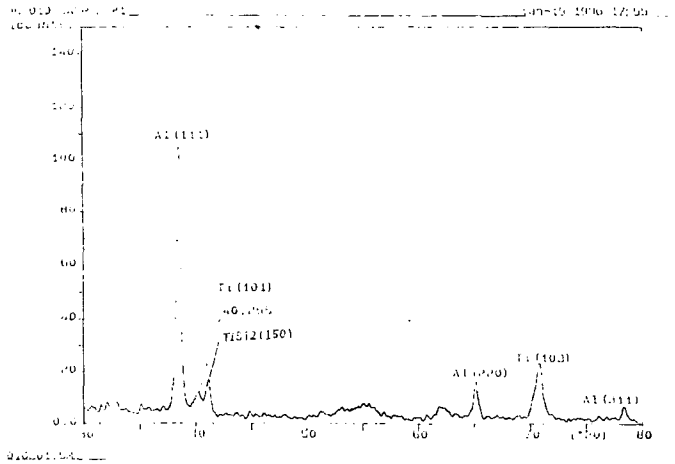

Fig. 3. XRD pattern obtained from the Al/Ti/RTP treated (TiN/Ti)/Si sample.