

Chemical Mechanical Polishing (CMP) 공정후의 금속오염의 제거를 위한 건식세정

전부용 · 이종무

인하대학교, 재료공학부
(1999년 9월 9일 접수)

Dry cleaning for metallic contaminants removal after the chemical mechanical polishing (CMP) process

Bu-yong Jeon and Chongmu Lee

School of Materials Science and Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea
(Received September 9, 1999)

요 약 - Chemical mechanical polishing (CMP) 공정 중 제거된 막과 연마재의 지꺼기를 제거하기 위하여 일반적으로 사용하는 scrubbing과 같은 기계적인 세정법으로는 기가급 소자 제조시에 요구되는 $10^{10}/\text{cm}^2$ 이하의 오염도에 도달하기 어렵다. 따라서 이러한 기계적인 세정법에 이어 충분히 제거되지 못한 금속오염물을 제거하기 위한 2차 세정이 요구된다. 본 논문에서는 리모트 플라즈마 세정법과 UV/O₃ 세정법을 사용하여 oxide CMP 후에 웨이퍼 표면에 많이 존재하는 K, Fe, Cu 등의 금속오염물을 제거하는데 대한 연구결과를 보고하고자 한다. 리모트 수소 플라즈마 세정결과에 의하면, 세정시간이 짧을 수록, rf-power가 증가할수록 세정 효과가 우수한 것으로 나타났으며, CMP 공정 후 웨이퍼 표면에 특히 많이 존재하는 금속 불순물인 K, Fe, Cu 등의 오염 제거를 위한 최적 공정 조건은 세정시간이 1분, rf-power가 100 W인 것으로 나타났다. AFM 분석 결과에 의하면 rf-power의 증가에 따라 표면 거칠기가 미소하게 증가하는데, 이것은 플라즈마에 의한 손상 때문인 것으로 보이나 그 정도는 무시할만하다. 한편, UV/O₃ 세정의 경우에는 세정공정시간이 30 sec 일때 가장 우수한 세정효과가 얻어졌다. 리모트 수소 플라즈마 및 UV/O₃ 세정방법에 의한 Si 웨이퍼 표면의 금속 불순물 제거기구는 Si 표면 금속오염의 하단층에 생성된 SiO₂가 H⁺ 및 e⁻와 반응하여 SiO*상태로 휘발될 때 금속불순물이 SiO*에 묻어서 함께 제거되는 것으로 사료된다.

Abstract - It is difficult to meet the cleanliness requirement of $10^{10}/\text{cm}^2$ for the giga level device fabrication with mechanical cleaning techniques like scrubbing which is widely used to remove the particles generated during Chemical Mechanical Polishing (CMP) processes. Therefore, the second cleaning process is needed to remove metallic contaminants which were not completely removed during the mechanical cleaning process. In this paper the experimental results for the removal of the metallic contaminants existing on the wafer surface using remote plasma H₂ cleaning and UV/O₃ cleaning techniques are reported. In the remote plasma H₂ cleaning the efficiency of contaminants removal increases with decreasing the plasma exposure time and increasing the rf-power. Also the optimum process conditions for the removal of K, Fe and Cu impurities which are easily found on the wafer surface after CMP processes are the plasma exposure time of 1min and the rf-power of 100 W. The surface roughness decreased by 30~50 % after remote plasma H₂ cleaning. On the other hand, the highest efficiency of K, Fe and Cu impurities removal was achieved for the UV exposure time of 30 sec. The removal mechanism of the metallic contaminants like K, Fe and Cu in the remote plasma H₂ and the UV/O₃ cleaning processes is as follows: the metal atoms are lifted off by SiO* when the SiO* is evaporated after the chemical SiO₂ formed under the metal atoms reacts with H⁺ and e⁻ to form SiO*.

1. 서 론

오늘날 반도체 집적회로는 거의 대부분이 다층배선구조를 취하고 있으며 앞으로 집적회로의 집적도가 더욱 증가됨에 따라 배선의 층수도 더욱 늘어갈 것으로 전망된다 [1]. 다층 배선 구조를 실제로 제작하는 데 있어 반드시 고려해야 할 사항들 중에 하나는 회로의 평탄화(planarization)이다. 다층 배선 구조는 회로의 요철을 심화시키므로 다층 배선 구조 내에서의 최상부 배선층이 국부적으로 얇아져 전자이주(electromigration) 및 응력이주(stress-migration)에 의한 단선(metal open)이나 배선층간의 단락을 일으키기 쉽다. 2층 배선 구조 수준에서는 종래의 평탄화 방법인 reflow, etch-back법이나 SOG(Spin-On-Glass)를 보조적으로 사용하는 방법 등에 의하여 원하는 수준의 평탄화를 얻을 수 있으나, 3층 또는 4층 배선구조에서는 보다 더 확실한 평탄화 기술이 요구되며, 이러한 요구에 부응하여 최근에 널리 연구되고 있는 평탄화 방법이 CMP(chemical-mechanical polishing)법이다 [2, 3]. 이 CMP법은 다층 배선 구조에서의 층간절연막을 평탄화하는 목적 이외에 현재 널리 연구되고 있는 AI를 대체할 새로운 상부배선재료인 Cu를 patterning하기 위한 기술로도 사용될 것이다 [4]. Cu는 플라즈마를 이용한 종래의 건식 에칭 방법으로 에칭하는 것이 불가능하므로 Cu 배선을 patterning하기 위해서는 CMP법과 같은 새로운 기술을 사용하지 않으면 안된다. 이 CMP법은 현재 개발되고 있는 기술이므로 이것이 양산에 적용되는 시기는 1 G DRAM급이 양산되는 시기와 일치할 것으로 전망된다.

CMP법을 적용할 때에는 CMP 공정중 제거된 지꺼기 및 연마재(slurry)에 의한 오염이 많이 발생할 뿐만 아니라 이러한 고집적도의 집적회로에서 허용되는 오염도가 극히 낮으므로, CMP 공정후 water scrubbing이나 brush scrubbing [5, 6]과 같은 기계적 세정법을 사용하여 그것들을 제거해주는 것이 필수적이다. 그러나, giga급 소자제조 시에는 금속오염을 $10^{10}/\text{cm}^2$ 이하로 관리해야 하는데 [7], 이것은 단순한 기계적 세정법이나 습식세정법으로는 도달하기 어려운 수준이다. 그러므로 본 연구에서는 이러한 배경에서 CMP후 세정과 건조과정을 거친 웨이퍼가 다음 배선공정으로 들어가기 전에, 기계적 세정법으로 충분히 제거하지 못한 금속오염을 제거하기 위하여 2차로 적용할 건식세정기술에 관한 연구를 수행하였으며, CMP 공정중 가장 오염 가능성이

높은 금속 불순물인 K, Fe, Cu 중에서 반도체 소자의 성능, 특히 전기적 특성에 가장 큰 영향을 끼치고 있는 대표적 중금속 오염물질인 Fe를 선택하고 FeCl₃ 용액을 오염원으로 사용하여 리모트 수소 플라즈마 및 UV/O₃의 Fe 및 기타 다른 금속 오염물(Cu, K)에 대한 세정효과 및 그 제거기구를 연구하였다.

2. 실험방법

실험방법은 그림 1에 나타난 바와 같으며 실험 전반에 걸쳐서 p-type (100), 직경 4 inch, 저항 5-10 Ωcm 인 Si 웨이퍼를 사용하였다. 본 연구에서 사용한 PECVD(Plasma Enhanced CVD) 및 UV/O₃ 시스템은 그림 2와 같이 구성되어 있다.

먼저 리모트 수소 플라즈마 세정실험에서는 먼저 시편의 예비처리를 다음과 같이 실시하였다. 우선 피라나

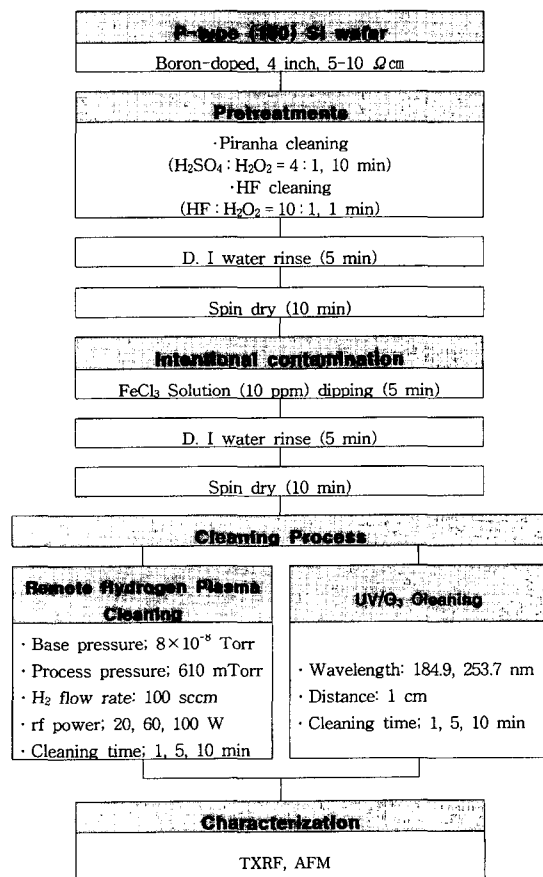


그림 1. Experimental procedures.

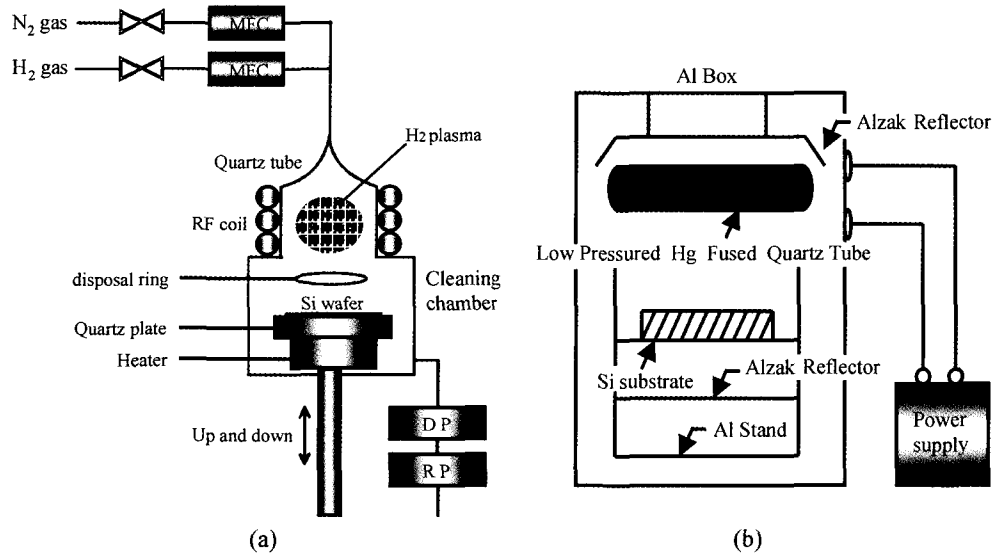


그림 2. Schematic diagram of (a) the remote plasma and (b) the UV/O₃ cleaning system.

세정(H₂SO₄:H₂O₂ = 4:1)과 탈이온수 린스를 10분 동안 실시하여 웨이퍼 표면에 있는 유기 오염을 제거하였다. 만약 유기 오염이 Si 웨이퍼 표면에 존재하면 금속 불순물이 균질하지 못하고, 표면을 소수성으로 만들어 다른 세정용액이 표면에 도달하지 못하게 하며, 플라즈마에 의한 불순물의 제거도 여의치 않으므로 유기 오염의 제거는 필수적이라고 할 수 있다 [8, 9]. 그다음 웨이퍼를 불산 용액(HF:DI water = 10:1)에 10분 동안 침잠시켜 피라나 세정시 웨이퍼 표면에 생성된 화학적 산화막을 제거하고, 표면을 수소로 종단시켜 보호하였으며, HF 처리가 끝난 이 웨이퍼들을 탈이온수로 린스하고(5 min)와 회전건조(10 min) 처리함으로써 시편의 예비처리를 마쳤다.

이렇게 준비된 Si 웨이퍼를 10 ppm FeCl₃ 표준 화학 용액에 5분 동안 침잠시켜 인위적으로 오염시킨 후 탈이온수 린스와 회전 건조를 실시하였고 리모트 수소 플라즈마 체임버에 넣어 웨이퍼를 플라즈마 중심부에서 20 cm 아래에 위치시켰다. 표준 세정 공정 조건을 rf-power: 20 W, H₂ 유량: 100 sccm, 기판 온도: 26°C, 세정시간: 5 min 기본 진공도: 8×10⁻⁸ Torr, 공정 압력: 610 mTorr로 고정시키고, rf-power, 세정시간, 그리고 기판 온도 등의 공정변수들을 각각 변화시키며 리모트 수소 플라즈마 세정을 실시하여, 금속 오염의 제거효과 및 그 제거기구를 각각 조사하였다.

한편, UV/O₃ 세정실험에서는 공정매개변수 중 자외

선의 파장(wavelength), UV 소스에서 샘플 표면까지의 거리, 기판의 전처리 등을 고정시키고, 세정시간만을 변화시켜 실험을 실시하였다. 사용된 저압 수은 자외선 소스(discharge tube)는 UV/O₃ 세정시 184.9 nm, 253.7 nm 특성 파장의 자외선을 발생시킨다. 실험은 예비처리를 마친 후 오염을 가한 시편을 UV/O₃ 체임버에 넣어 기판을 UV 소스 램프로부터 Si 표면까지의 거리가 약 1 cm 되도록 위치시킨 후, 세정시간을 30 sec, 1 min, 5 min, 10 min으로 변화시키며 UV/O₃ 세정을 실시하여, 금속 불순물오염의 제거 효과 및 세정기구를 각각 조사하였다.

Si 웨이퍼의 표면분석과 금속 불순물의 검출 방법으로는 TXRF(Total Reflection X-ray Fluorescence: Rigaku Inc., Model No.: 3726)와 AFM(Atomic Force Microscope: Park scientific instruments Inc., Model No.: Autoprobe cp)을 사용하였다. TXRF는 세정 후 Si 웨이퍼 표면에 잔류하는 금속 불순물 농도를 정량적으로 알아내는 데에 사용하였고, AFM은 세정 전후의 표면 거칠기(roughness)의 변화를 관찰하는 데에 사용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1. 리모트 수소 플라즈마 세정

그림 3은 리모트 수소 플라즈마 세정시 rf-power 및 다른 공정 조건을 표준 공정 조건으로 고정시키고, 세

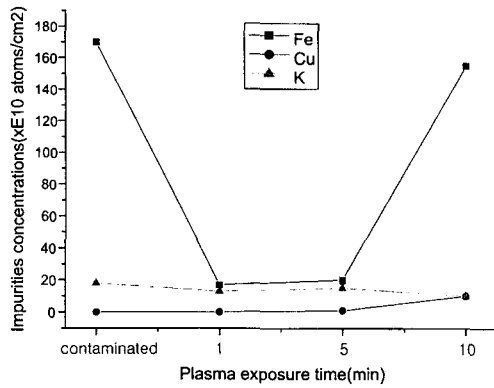


그림 3. Effects of the plasma exposure time of the remote hydrogen plasma cleaning process on the removal of various metallic impurities.

정 시간을 변화시켰을 때의 불순물의 농도의 변화를 나타낸 TXRF 분석결과이다. 여기서 'contaminated' 시편은 예비처리를 거친 다음 오염을 가한 후 세정처리하지 않은 Si 웨이퍼를 의미한다. TXRF 분석결과에 나타난 것과 같이 세정 처리 시간이 1분이었을 때 Cu 및 K 불순물의 농도는 크게 변하지 않았지만, Fe 불순물의 농도는 1.6×10^{11} atoms/cm²로 크게 감소하였으며, 전반적으로 세정효과가 가장 우수하였다. 또한, 세정시간이 5분, 10분으로 증가할수록 Si 표면에서의 불순물의 농도가 증가함을 알 수 있는데, 이것은 불순물들의 재흡착 속도(redeposition rate)가 증가되었기 때문인 것으로 생각된다 [10].

타 연구자들의 보고에 따르면, 일반적으로 세정장비를 비롯한 각종 진공 장비 챔버 내에 존재하는 가장 일반적인 불순물은 수증기(water vapor)이며, 수증기는 챔버 문을 여닫을 때 챔버 벽에 흡착되거나, 챔버 내로 들어오는 시편의 표면에 흡착되었다가 탈착된다고 한다. 수증기가 탈착되는 속도(desorption rate)는 수소 플라즈마의 down-stream이나 이온 충돌(ion bombardment)에 의해 증가된다. 수증기는 수소 플라즈마에 의해 O, OH, H 등의 라디칼로 분해된다. 그러면 O와 OH는 수소 플라즈마에 의해 제거되는 Fe, Cu 및 K와 화학적으로 반응하여 산화물(oxide)을 형성하여 Si 표면을 재오염시킨다. 한편, 세정공정 중 리모트 플라즈마 공정 챔버 내에서 Fe 오염의 또다른 소스는 스테인레스 스틸로 된 챔버 벽이다. 높은 에너지를 가지고 있는 일부 이온들은 챔버 벽을 때리고, 챔버 벽의 원자들은 벽으로부터 sputter-off 되어 웨이퍼 표면으로 떨

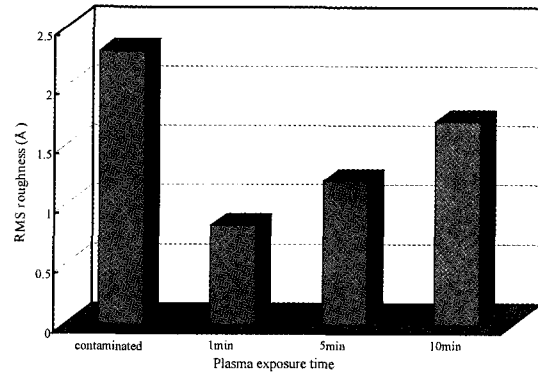


그림 4. Surface roughness values (RMS) depending on the plasma exposure times.

어질 것이다. 그러므로, 챔버 벽으로부터 생성된 웨이퍼 표면의 오염물은 플라즈마 노출시간에 비례하여 증가할 것으로 생각된다. 이러한 이유 때문에 가장 많은 제거량을 보인 Fe 불순물의 오염도가 플라즈마 세정시간이 증가할수록 크게 증가된 것으로 사료된다. 한편, 이때 잔류하던 H는 수소 플라즈마의 흐름과 함께 진공 펌프로 의해 배출된다.

그림 4에 나타난 AFM 분석결과는 1분 동안 리모트 수소 플라즈마 처리를 한 경우에 가장 낮은 표면 거칠기(roughness) 값을 보여주고 있으며, 세정시간의 증가에 따라 표면 거칠기가 더 증가하는 경향을 나타내고 있다. 일반적으로 표면 거칠기가 증가하는 주원인은 플라즈마 방사선(radiation)에 의한 표면의 손상이나 입자(particle) 형태의 오염물의 증가인데, 여기서는 재흡착에 의한 입자 형태의 오염물에 의한 거칠기 증가가 원인인 것으로 생각된다. 그림 5의 AFM 사진들을 보면 시편의 표면에 입자들로 추정되는 흰 반점들이 많이 나타나 있으며, 이들이 바로 표면 거칠기의 원인이다. 이 입자들에 오염물질들이 섞여 있는 것으로 판단되므로 이러한 AFM 분석결과는 세정시간의 증가에 따라 불순물이 증가하는 경향을 나타내는 TXRF 분석결과와 일치하는 것이다.

그림 6은 리모트 수소 플라즈마 세정시 세정 시간 및 다른 공정조건을 표준 공정 조건으로 고정시키고, rf-power를 변화시켰을 때 불순물 농도의 변화를 나타낸 TXRF 분석결과이다. TXRF 결과에 의하면, 100 W 이하의 범위에서 rf-power가 증가됨에 따라 Fe, Cu 및 K 불순물의 제거효과가 향상되는 경향을 볼 수 있으나, 100 W 이상의 범위에서는 rf-power < 100 W 범

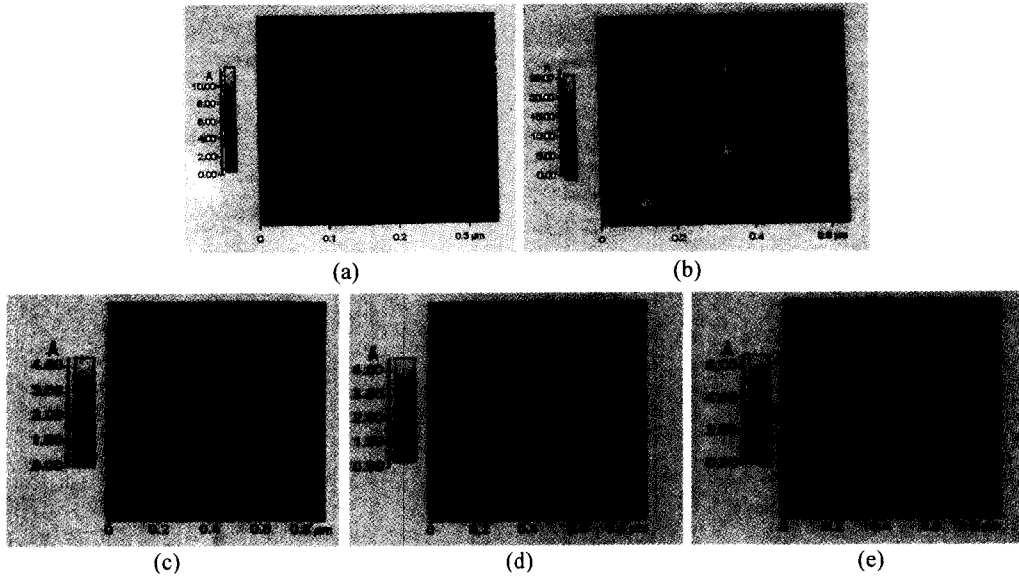


그림 5. 2-dimensional AFM images of the samples remote plasma - treated with the various plasma exposure times : (a) bare, (b) contaminated, (c) 1 min, (d) 5 min, (e) 10 min.

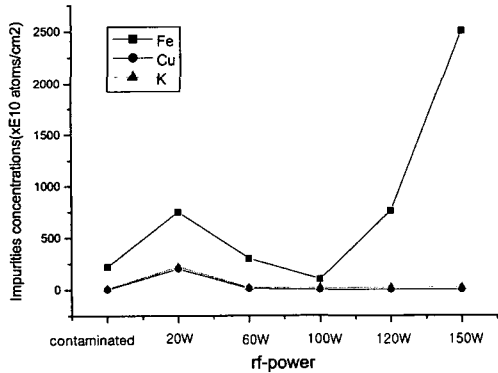


그림 6. Effects of the rf-power of the remote hydrogen plasma cleaning process on the removal of various metallic impurities.

위와는 달리 rf-power의 증가에 따라 오염물 중에서도 Fe의 농도가 크게 증가함으로써 전체적인 오염제거 효과가 감소하는 경향을 보여, 결과적으로 오염제거를 위한 최적 rf-power가 100 W임을 알 수 있다.

또한, 그림 7의 TXRF 결과를 보면 그림 6과 마찬가지로 rf-power가 100 W로 부터 120 W 및 150 W로 증가함에 따라 Fe 뿐만 아니라, Cr 및 Ni 불순물의 수준도 급격히 증가하는 경향을 볼 수 있는데, 이와 같이 높은 rf-power 범위에서 불순물의 농도가 증가되는 이유는 스테인레스 스틸로 된 챔버 벽이 수소 이온에

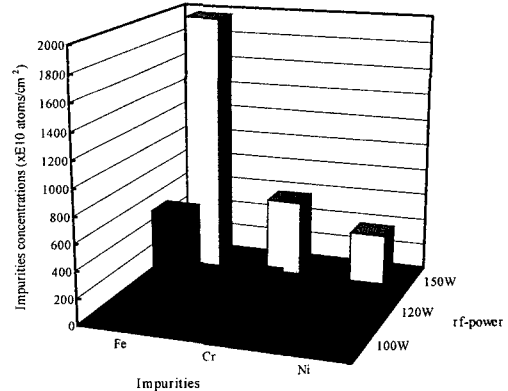


그림 7. Effects of the rf-power (>100W) of the remote hydrogen plasma cleaning process on the removal of various metallic impurities.

의하여 '스퍼터-오프(sputter off)'되어 스테인레스 스틸의 주성분인 Fe, Cr, 및 Ni의 오염이 급증하기 때문인 것으로 판단된다.

그림 8의 AFM 분석결과는 100 W 이하의 범위에서 rf-power가 커짐에 따라 미소하게 거칠기가 증가함을 알 수 있는데, 이는 rf-power가 증가함에 따라 플라즈마 방사선에 의한 Si 웨이퍼 표면의 손상이 약간 커지기 때문으로 생각된다.

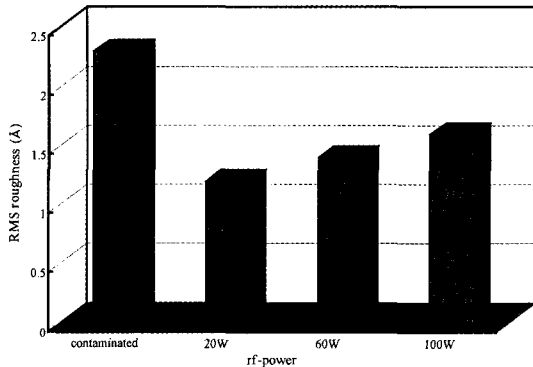


그림 8. Surface roughness values (RMS) depending on the rf-power of the remote hydrogen plasma.

리모트 수소 플라즈마 세정시 금속불순물 세정 매개체의 근원으로 사용되는 수소 이온이나 전자 그 밖의 화학적으로 반응성이 있는 라디칼들은 수소 플라즈마로부터 발생된다. 비교적 불활성에 가까운 기체의 플라즈마로부터 화학적으로 반응성이 있는 입자들(이온, 전자, 라디칼)이 생성되고, 이러한 입자들의 흐름이 시편 표면과 화학적 반응을 일으켜 휘발성이 강한 기체가 되어 탈착됨으로써 에칭효과가 나타나게 된다. 또한, 수소 플라즈마에서 생성된 반응성을 가진 수소 원자는 비교적 작은 질량과 낮은 에너지를 갖기 때문에 리모트 수소 플라즈마를 이용한 금속오염의 세정기구는 스퍼터링(sputtering)에 기인하기보다는 화학적인 반응(chemical reaction)에 의하여 이루어진다.

M. Delfino [11] 등은 수소 이온 충돌에 의한 산화막의 에칭 효과를 알아보기 위해 마이크로웨이브 수소 플라즈마를 사용하여 조사한 결과를 발표했는데, Si 기판에 bias를 변화시킴으로써 이온 충돌(ion bombardment) 효과를 높여도, 수소이온 충돌, 즉 물리적인 스퍼터링은 SiO₂의 제거 효율에 거의 영향을 주지 않았다고 한다. 그러므로 수소 플라즈마를 이용한 세정 기구를 규명하기 위해서는 수소 원자, 산화막, Si 웨이퍼 표면, 그리고 Si 표면 위의 오염물질 사이의 화학반응을 고려해야 한다. 이러한 점들을 고려할 때 리모트 수소 플라즈마 세정에 의한 금속 오염물질의 제거 기구는 다음과 같은 것으로 생각된다.

우선, 수소 플라즈마 내에서 수소 라디칼(H*)들은 전자와 이온의 충돌과정에 의해서 생성될 것이다.

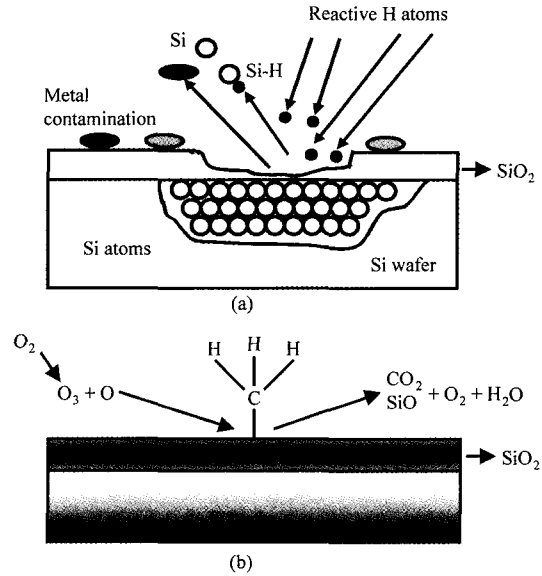
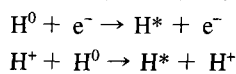
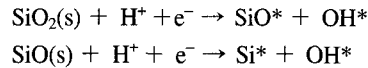


그림 9. Metallic impurities and Si oxide removal mechanism by the remote hydrogen plasma and the UV/O₃ cleaning.

이러한 반응에서 H⁺, H₂⁺, H₃⁺ 등의 수소 이온들이 발생하게 되며, Si 표면 위에 흡착된 금속불순물 아래에 형성된 화학적 산화막은 반응성이 큰 수소 이온 및 전자와의 반응에 의해 에칭되어 제거된다.



금속 불순물은 그림 9(a)에서와 같이 이렇게 산화층 및 실리콘이 에칭되어 제거될 때 Si*나 SiO*와 함께 떨어져 나가는 것으로 판단된다. 한편, SiO₂층 표면의 SiO₂분자와 SiO₂층 표면에 흡착되어 있는 그림 9(b)에서와 같이 산소원자와 반응하여 SiO, CO₂ 및 H₂O가 되어 기화함으로써 제거된다.

3. 2 UV/O₃ 세정

그림 10은 세정 시간을 변화시키며 UV/O₃ 세정을 실시했을 때 얻은 TXRF 분석 결과이다. 세정시간이 증가함에 따라서 세정효과가 떨어지는 경향을 나타내며, 최적 UV/O₃ 세정시간은 30초인데, 이것은 효과적인 UV/O₃ 세정이 1분내에 일어난다는 일반적인 사실과 일치하는 결과이다. 긴 UV/O₃ 세정 시간은 오히려 바람직하지 못한데, 그것은 세정공정시간이 긴 경우 기화되

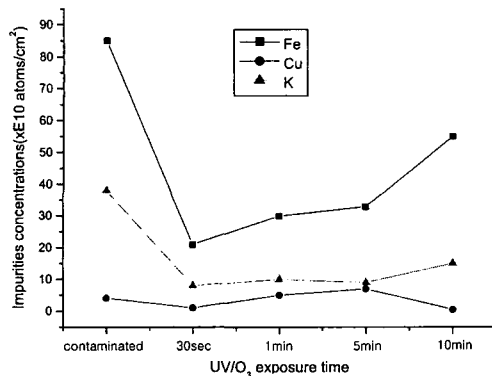


그림 10. Effects of the UV/O₃ exposure time of the UV/O₃ cleaning process on the removal of various metallic impurities.

어서 제거된 금속 오염물질이 UV에 의하여 해리된 다음 재오염될 뿐만 아니라 강력한 산화능력을 가지는 오존에 의하여 Si 표면이 산화가 되기 때문이다.

일반적으로, UV/O₃ 세정은 주로 광화학적인 작용에 의하여 탄화수소를 제거하는 것으로 보고되고 있으며, 이것은 photosensitized oxidation의 과정으로부터 설명될 수 있다. 우선 불순물 원자들이 $\lambda = 253.7$ nm의 자외선을 흡수하여 여기되거나 분해된다. 동시에 산소가 파장 245.4 nm이하의 자외선(본 실험에서는 $\lambda = 184.9$ nm의 자외선)을 흡수하여 산소 원자나 오존을 생성한다. 산소 원자는 오존이 자외선을 흡수할때 생성되며 보다 긴 파장의 자외선을 방사(radiation)에 의해서도 생성된다. 여기되거나 분해된 오염물질의 분자들이 산소원자와 반응하여 휘발성이 강한 CO₂, H₂O, N₂ 등을 형성하여 제거된다. 그러므로 UV/O₃ 세정에서는 산소 원자와 Si 표면과의 반응, 산소원자와 금속 오염물질과의 반응을 고려해야 한다.

M. Tabe [12] 등은 진공 중에서 UV/O₃ 세정법을 사용하여 실리콘 표면의 산화막을 제거할 수 있다고 보고하였는데, 이는 산소 원자가 Si 혹은 SiO_x의 산화막과 화학반응을 일으켜 휘발성있는 SiO 분자를 형성하기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 그림 9(b)에 나타난 바와 같이 UV/O₃ 세정에 의한 금속 오염의 제거는 리모트 수소 플라즈마 세정과 마찬가지로 Si 표면의 금속 오염의 하단층에 생성된 산화막이 제거 될 때 함께 제거되는 간접적인 메커니즘에 의한 것으로 생각된다.

UV/O₃ 세정의 처리조건에 따른 RMS(Root Mean Square) 거칠기(roughness)값의 변화를 나타낸 그림 11

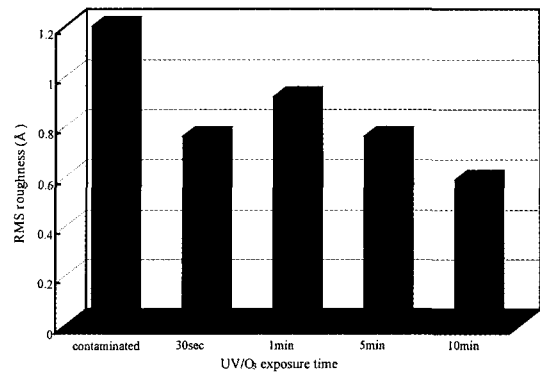


그림 11. Surface roughness values (RMS) depending on the UV/O₃ exposure time

의 AFM 분석결과를 보면 UV/O₃ 세정시간이 1분 이상으로 증가함에 따라서 세정효과는 떨어지는 경향을 나타내었지만, 표면 거칠기는 향상되었는데, 이것은 Si 표면의 산화에 의하여 나타난 결과라고 생각된다.

4. 결 론

CMP 공정후에 기계적 세정법으로 충분히 제거하지 못한 K, Fe, Cu 등의 금속오염을 giga급 집적회로에서 요구되는 수준(10^{10} atoms/cm² 이하)으로 낮추기 위하여 2차로 적용할 건식세정기술에 대해 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

리모트 수소 플라즈마 세정결과에 의하면, 세정시간이 짧을 수록, rf-power가 증가할수록 세정 효과가 우수한 것으로 나타났으며, CMP 공정 후 웨이퍼 표면에 특히 많이 존재하는 금속 불순물인 K, Fe, Cu 등의 오염 제거를 위한 최적 공정 조건은 세정시간이 1분, rf-power가 100 W인 것으로 나타났다. AFM 분석 결과에 의하면 rf-power의 증가에 따라 표면 거칠기가 미소하게 증가하는데, 이것은 플라즈마에 의한 손상때문인 것으로 보이나 그 정도는 무시할만하다. 한편, UV/O₃ 세정의 경우에는 세정공정시간이 30 sec일때 가장 우수한 세정효과가 얻어졌다.

리모트 수소 플라즈마 및 UV/O₃ 세정방법에 의한 Si 웨이퍼 표면의 금속 불순물 제거기구는 Si 표면 금속오염의 하단층에 생성된 SiO₂가 H⁺ 및 e⁻와 반응하여 SiO*상태로 휘발될 때 금속불순물이 SiO*에 묻어서 함께 제거되는 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 한국과학재단의 98-99 핵심전문연구(과제 번호:981-0907-025-2)사업의 연구비지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Shyam P. Muraka, Metallization: Theory and Practice for VLSI and ULSI, pp. 195-224, Butter Worth-Heinemann, USA (1993).
- [2] F. B. Kaufman, D. B. Thompson, R. E. Broadie, M. A. Jaso, W. L. Guthrie, D. J. Person, and M.B.Snell, J. Electrochem. Soc. **138**, 3460 (1991).
- [3] M. A. Martinez, Solid State Technology, May 1994, p. 26.
- [4] J. T. Pan, S. Poon, B. Nelson, Proc. of 8th Ann. Int. Electronics Packaging Conf., Nov. (1988), p. 174.
- [5] S. R. Roy, I. Ali, G. Shinn, and N. Furusawa, R. Shah, S. Peterman, K. Witt, S. Eastman, and P. Kumor, J. Electrochem. Soc., **142**(1995), 216.
- [6] W. C. Krusell, J. M. de Larios, and J. Zhang, Solid State Technology, No. 6 (1995) 109.
- [7] T. Ohmi, J. Electrochem. Soc. **143**, 2957 (1996).
- [8] C. W. Nam, and S. Ashok, J. Vac. Sci. Technol, B **12**(5), 3010 (1994).
- [9] H. F. Schmit, M. Meuris, P. W. Mertens, S. Verharerbeke, M. M. Heyns, IMEC and K. Dellenbeck, formerly of Ashland Chemical, Microcontamination September/october, 27 (1993).
- [10] S. M. Rossnagel, J. J. Coumo, and W. D. Westwood, Handbook of plasma processing technology, pp. 1-12. NOYES publication, Park Ridge, New Jersey, USA.
- [11] M. Delfino, S. Salimian, D. Hodul, A. Ellingboe and W. Tsai, J. Appl. Phys., **71**(2), 1006 (1992).
- [12] M. Tabe, Appl. Phys. Lett. **45**(10), 1073 (1984).