

세 정 평 가

안 강 호
 생 산 기 술 연 구 원
 기 계 · 소 재 개 발 센 터

1. 웨이퍼 표면의 요구 청정도

고집적 반도체소자와 같은 미세하고 고밀도의 가공을 요하는 제품은 어느것이나 가공 표면이 오염되어서는 안된다. 미립자, 불순물 원소, 유기분자막 등이 전혀 존재하지 않는 표면이 얻어질 수 있다면 이상적이겠으나, 현실 세계에서는 불가능하다. 따라서 제품의 성능, 신뢰성, 생산수율 등의 견지에서 최소한으로 간주되는 미량만이 허용되고 있다. 제품의 종류, 가공내용에 따라 문제가 되는 오염물의 종류나 허용량은 변해진다. 세정의 목적은 제조과정에서 요구되는 물체의 청정을 실현하는 것이므로 목표로 하는 청정도의 내용과 정도를 명확히 하는 것이 중요하다.

초 LSI의 경우를 예로들면, 의도하지 않은 불순물원소의 표면농도는 10^{11} 원자/cm² 레벨을 목표로 하고 있다. 이것은 소자의 집적도와 관계없이 반도체에 공통된 요구치이다. 그러나 미립자의 경우는 집적도와 큰 관계가 있으며, 집적도가 커질수록 허용치가 엄격해진다. 미립자는 웨이퍼의 표면에 Random하게 부착되어 있으며, 그 표면밀도 (1cm² 당의 입자수)를 D라 하고, 1개의 소자를 형성하는

영역 A(cm²)에 입자가 1개라도 들어 있으면 불량이라 하여 수율 Y를 구할 수 있다. 그 식으로 다음식이 제안되어 있다.

$$Y = 1/(1+AD)$$

웨이퍼 Process가 있는 가공단계에서 윗식이 성립한다면 전공정을 통한 수율 Y_i는 각 공정의 수율 Y_i의 곱이 된다. 그러나 IC process에서는 최소 Pattern size의 가공공정은 무엇보다도 입자의 영향을 받기 쉽고, 거기서의 입자밀도 D를 어떻게든 작게 억제할 수 있는가는 IC공장의 청정화 기술의 수준에 의존한다. 최소 Pattern size의 가공, 다시 말하면 가장 수율면에서 가장 엄격한 공정이 몇번 반복되느냐에 따라 Y_i는 거의 결정된다. 즉, Critical한 process의 반복횟수를 n이라고 하면, Y_i는

$$Y_i = 1/(1+AD)^n$$

가 된다. 여기서 D는 공장의 오염관리능력(제조환경의 청정도, process장치나 process재료의 청정도, 오염관리의 management등)으로 결정되며 가장 작은 값에 이르게 하는 것이 당연한 귀결이다.

제조품종이 결정되면, 소자칩의 면적 A나 Critical한 제조 Process수 n는 일정치가 주어

지므로, 수율과 입자밀도의 관계가 결정된다. 즉 수율을 얼마로 설정하느냐에 따라 웨이퍼의 입자오염관리 목표치가 결정된다. 여기서 문제가 되는 입자의 크기는 최소 Pattern size의 1/5~1/10이 된다. 집적도가 높아지면 관리대상이 되는 입자의 크기가 최소 Pattern size 축소에 따라 작아지기 때문에 입자밀도 수치의 비율이상으로 실현하는데 어려움이 커진다는 것을 주지하지 않으면 안된다. 왜냐하면 제조환경에 존재하는 오염입자의 입경 분포에서 입경이 1/2이 되면 누적입자수는 4배가 되기 때문이다.

2. 미립자 제거율

세정 Process의 설정에 있어서는 물체 표면상의 오염물을 적용공정이 요구하는 청정도까지 손상을 주지않고 효율 좋고 경제적으로 제거하는 것을 목표로 한다.

LSI 제조 Process에서는 수율저하의 원인이 되는 웨이퍼상의 부착입자를 제거하는 세정을 빈번히 하지만, 웨이퍼가 평활면인가, Pattern이 형성된 요철면인가, 다음이 열산화 공정인가, Photoresist의 도포공정인가, 박막형성 공정인가 등의 Process 상황에 따라 기본적으로 세정방법이 결정된다. 거기서 행해지는 세정이 목표로 하는 입자밀도를 실제로 달성 가능하다는 것이 보증되어 있지않으면 생산은 안정하지 않다. 세정효과는 오염상태등에 의해 변동하므로, 실제 공정에서 목적 달성이 가능나가 그렇지 않은가를 파악해 두지 않으면 안된다.

경면상태 웨이퍼의 세정에 있어서는, 표면 부착입자의 광산란 측정법에 의해 신속하게

웨이퍼 상의 입자수를 계수할 수 있다. 세정 전후의 웨이퍼 입자수에 관해서는, Process 조건 변동의 영향을 해석할 수 있을 정도의 세정횟수만 측정한다. 이러한 데이터로부터 오염시의 입자수와 그것이 세정 공정을 거쳤을 때의 입자제거율과의 관계를 얻을 수 있다. 그것을 설명하기 쉽게 모델화한 것으로 그림 1에 나타내었다. 세정 공정의 평균입자제거율이 가능한 높은 것이 바람직하다는 것은 물론이다. 그러나 실제로 측정해 보면 60~70% 밖에 되지 않는 예도 가끔있다. 90~95%에 도달하면 세정 공정으로는 합격점을 얻을 수 있을 것이다. 따라서 90%에도 달하지 못한다고 판단되면 세정방법과 조건이

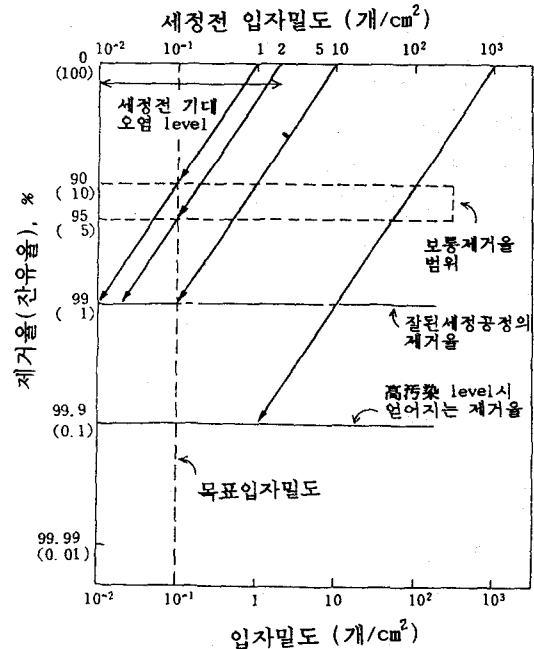


그림 1 세정 공정의 입자제거율과 목표 세정도를 달성시키기 위해서 관리해야할 오염웨이퍼의 입자수 밀도 범위

적절한가, 혹은 무엇인가 공정중에 2차 오염이 일어나지 않는가를 검토해 볼 필요가 있다.

실제 생산규모의 평가에서 경험해 보면 판단가능하나, 터무니 없이 좋은 제거율이 얻어지는 일은 기대하기 어렵다. 세정후에 얻어지는 입자수 밀도가 결정되어 있으면 당연히 공정이 갖는 입자제거율에 목표의 달성가능한 범위에 세정전의 웨이퍼 오염이 들어가 있지 않으면 안된다. LSI 공정 전체가 고정정한 Clean Room내에서 엄격한 오염관리하에 행해지지 않으면 안되는 이유이다.

초기의 오염레벨이 높을수록 입자제거율은 높게 나오는 경향이 있다. 따라서 너무 실제 레벨과 동떨어진 조건에서 얻어진 제거율을 실제 작업에서 기대하는 것은 위험하다. 어디까지나 공정평가는 실제 조건에 가까운 상태에서 행한 효과의 최종적 확증을 해 두지 않으면 안된다.

세정평가는 전기특성 평가후 소자 수출평가를 하지않을 수 없다. 단 세정공정을 노력과 시간이 걸리는 간접평가에 처음부터 하는 것은 좋은 방법은 아니다. 세정공정 조건의 대략적인 평가로, 경면 웨이퍼에 따른 입자제거율을 구해두는 것이 좋다. 적어도 조건간의 상대적 효과비교는 가능하고, 그 중에서 가장 제거효과가 큰 조건을 선정해 두어야만 할 것이다.

세정공정, 혹은 세정방법, 또한 그러한 설정조건에 대한 입자제거효과를 비교검토할 경우에는, 인위적으로 일정량의 미립자를 부착시킨 웨이퍼를 사용하여 실험하고, 세정전후의 입자수로부터 제거율을 구한다. 통상 입자총수는 웨이퍼당 수백개에서 수천개가 좋

다. 단 테스트용으로 입자를 부착시키기 전의 웨이퍼면이 충분히 세정되어 있는 가를 측정 장치에 걸어서 확인해 둘 필요가 있다.

처음부터 현저하게 계수치가 높게 나오는 웨이퍼는 단순히 입자가 부착되어 있기 때문이라고는 할 수 없고, 표면의 Defect등이 광산란을 일으켜 계수되고 있는 경우가 있으며, 그러한 웨이퍼로는 세정이 유효해도 세정후에 높은 계수치를 나타내기 때문에 결과를 그르칠 위험이 있다. 또 설사 부착입자 때문이라도 입자의 종류와 부착 메카니즘이 다를 가능성이 있어서 공평한 비교가 되지 않는다.

이러한 세정평가에 사용하는 오염입자로는, Si결정분, SiO_2 , Al_2O_3 , 폴리스티렌 표준입자, AC fine dust등이 사용되고 있다. 이것들의 부착방법으로 직접 뿌리는 것, 물에 현탁시킨 후 웨이퍼를 침적시키는 것, 현탁액을 스프레이하는 방법등이 있다. 웨이퍼 표면의 자연산화막이 있는 상태로 부착시키는 경우와 자연산화막을 불산으로 제거하여 부착시키는 경우가 있다. 이러한 요인들의 조합에 따라 웨이퍼와 입자와의 부착력에 차이가 생기며, 습식 세정 할 경우 세정액 중에서의 미립자와 기관면의 표면전위의 관계에 영향을 끼친다. 따라서 목적으로 하는 세정상태에 가능하면 가까운 모델을 선택하는 것이 좋다.

습식세정의 경우, 마지막에 건조가 반드시 뒤따른다. 그러나 오염을 받지 않고 건조하는 것이 의외로 어렵다. 건조조작에 의한 입자나 얼룩의 부착은 웨이퍼 요구 청정도에 대해 충분히 낮은 수준인 것을 확인한 후 세정평가에 들어가는 것이 중요하다.

또, 웨이퍼 상의 미립자수를 10~20개 수준

을 목표로 하는 정밀세정에서는 세정조작자체를 청정한 환경, 가령 class 10이라고 할만한 값이 필요하다는 것도 충분히 인식되어 있지 않으면 안된다.

세정과정은 최종건조에서의 입자오염의 절대치를 얼마로 작게 억제할 수 있는지가 오염이 작은 경우의 입자제거율 값에 크게 영향을 끼친다. 부착입자수가 많은 경우에 비해, 적은 경우에는 제거율이 아무래도 나쁘기 때문이다.

3. 표면오염 제거효과

Clean Room에 의한 제조환경의 청정화는 주로 부유입자의 제거에 있다. 따라서 외기중에 존재하는 유기증기와 무기가스는 신선한 공기와 함께 유입된다. 또 Clean Room 내에서는, 제조장치에 사용되는 윤활제나 진공배기용 Pump oil로부터의 oil 증기, 혹은 Mist의 발생이 차츰 문제가 되어 왔다. 그외 공업유기재료로써 도료, 접착제, 고분자성형재료, Elastomer, Ink등이 많이 사용되기 때문에 이러한 것들로부터 휘발성분 증기도 Clean Room 내 공기를 오염시키고 있다.

보관상태(걸리는 시간의 80%를 차지)에 있던 웨이퍼는 반드시 이러한 유기증기의 응축 또는 흡착에 의해 표면에 유기분자의 오염막이 형성된다. 이것은 Auger 분석등에 의해 많이 뒷받침되어 있다.

유기오염막의 존재는 웨이퍼면위 박막형성에 중대한 장애가 되기 때문에 Epi 성장, Chemical Vapor Deposition, Metalization

등의 공정에 앞서 반드시 제거를 위한 세정이 행해진다. 오염된 유기분자라고 해도 탄소, 수소, 산소 이외의 원소 예를들면 인, 황, 할로젠을 포함하고 있기 때문에 오염된 그대로 열처리하면 결정에 좋지 않은 확산이 생긴다. 웨이퍼면에 부착된 유기오염막은, 표면을 소수성으로 하기 때문에 미립자 제거의 세정에서 세정제의 작용을 약화시킨다. 복합된 오염을 제거하는 습식 세정에서는, 우선 제일먼저 유기오염을 제거하는 처리로부터 시작한다.

유기오염물이 많이 존재할 경우에는 유기용매에 의해 용해하는 처리가 유효하다. 그러나 이 처리만으로는 표면에 부착된 오염분자의 제거가 충분하지 않다. 계속하여 습식 혹은 건식의 산화분해 처리를 하는 것이 통례이다. 반도체 재료에서는 좀처럼 사용되지 않지만, 금속재료와 Glass에서는 알칼리 세제에 의한 탈지처리가 자주 사용되고 있다.

이러한 유기오염물에 대한 세정처리 효과를 평가하는 데는, 물체면의 유기물량을 어떤 방법으로든 계량하지 않으면 안된다. 그 방법으로는 크게 나누어 (1) 표면 오염물을 분석하는 방법, (2) 표면의 물리적 성질과 상태를 조사하는 간접법, (3) 형광체나 Isotope 등으로 미리 시료를 오염시켜 두고, 세정후의 잔존오염을 고감도로 검출하여 정밀한 조건비교를 하는 Challenge-test법이 있다. 이것의 개요를 표 1~3에 나타내었다.

표면청정화 처리의 효과를 확인하는 평

표 1. 표면유기오염의 분석적 평가법

방법명	방법의 개요	검출감도	특 색
AES	고진공중에서 조사된 전자빔으로 여기된 시료표면원자가 방출하는 Auger 전자의 에너지값과 강도를 측정. 특히 탄소를 측정하여 표면유기물의 상대적인 양 비교 가능	10^{-3} ML (ML: mono-layer)	고가인 장치필요, 시료의 크기제한(10mm 이하). 유기물의 종류는 구별 불가, 휘발하기 쉬운 물질의 측정은 불안정 다른 오염원소분석 가능.
GC	Carrier Gas중에서 240°C로 시료를 가열하고, 표면흡착 유기물을 탈리시켜, 냉각(-10°C)분리칼럼에 Drop한다. 다음 칼럼을 가온시키면서 Carrier Gas를 보내 수소 이온화 검출기로 Gas Chromatogram을 얻는다. 용출시간과 Peak강도로부터 분석한다.	1×10^{-11} g/cm ² $1 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-3}$ ML	시료의 면적은 크게 얻을 수 있다. 가열관에 들어가는 짧은 다발상태로 한다. 물질의 식별 가능. 싼값의 장치로 분석가능
Photoelectron emission법	자외선의 조사로 여기된 시료 표면으로부터의 광전자 양을 그에 따라 생기는 산소이온 전류로 측정한다. 광전자의 발생량은 표면오염량에 따라 감소하는 것을 이용한다.	0.11 ML	금속면의 오염평가에 가장 적합. 반도체도 가능. 대기중에서 측정가능. 0.2mm 정도의 소면적이 측정된다.
Evaporative Rate Analysis법	C-14로 라벨한 1,1,2,2 Tetra bromoethane을 1,1,2 Trifluoro-trichloroethane으로 녹인 액을 시료표면에 1방울 가하고, GM관으로 방사능의 감쇠를 측정. 유막존재량의 다소로 증발속도가 영향 받는 것을 이용. 깨끗할수록 증발이 빠르다.	0.1ML이하	기판 표면상태의 영향을 받기 때문에 시료별로 오염량과 방사능 감쇠속도의 관계를 구해 둔다. 예민한 비교가 수치적으로 나타난다.
TOC법	시료를 공기 혹은 산소중에서 자외선을 쬐어, 발생된 오존으로 오염유기물을 CO ₂ 로 산화분해한다. 생성된 CO ₂ 전량을 GC로 정량하든지, 액에 흡수된 도전을 측정으로 구할 수 있다.	10^{-3} ML	시료면적을 크게 하면 감도는 올라간다. 시료의 자외선 조사는 석영셀중에서 한다.

표 2. 오염표면의 물리적 성질과 상태를 이용하는 평가법

방법명	방법의 개요	검출감도	특 색
수막법	시료를 수중에 침적시킨후 꺼내, 표면상의 수막이 균일하게 형성되었나를 본다.	0.1~1.0ML 스테아린산 $1.1 \times 10^{-7} \text{g/cm}^2$	간편, 정성적 판정에 개인차. 계면활성제의 존재에 주의
수적분무법	분무기로 미세화된 물방울을 시료면에 뿌려, 표면에 물방울 그대로 부착되어 있는지 고르게 젖어있는지를 본다.	0.1ML이하 스테아린산 $0.16 \times 10^{-7} \text{g/cm}^2$	수막법보다 한층 고감도이지만, 다른 사항은 같다.
수적응축법	시료를 냉각 Stage에 놓고, 냉각시켜 대기중의 습기를 표면에 결로시킨다. 결로후의 표면이 한쪽으로 붙어있는가를 본다.	0.1 ML	재현성이 양호 다른것은 수적분무법과 동일
접촉각 측정법	시료면상에 일정 용적의 물방울을 떨어뜨려 그 접촉각을 측정한다.	0.1~1.0ML	간편,정량적,재현성은 좋지않다. 오염정도의 상대비교
수적확산법	시료면위에 일정량의 물방울을 떨어뜨려 일정시간후의 퍼진 직경을 측정한다.	0.1~1.0ML	간편,정량적,재현성은 좋지않다. 오염정도의 상대비교
정지마찰계수법	기판위에 하중을 가한 청정한 時計접시를 놓고, 수평방향으로 잡아당길 때의 마찰계수를 측정, 청정할수록 마찰계수는 크다.	1.0ML	Glass 기판에 적용 기판을 경사지게 하여 미끄러지기 시작하는 각도를 구하는 방법도 있다.

표 3. Challenge Test법

방법명	방법의 개요	검출감도	특 색
형광법	형광염료를 용해시킨 유지를 시험편에 칠해, 세정후 표면의 형광염료 잔존상태를 자외선 램프로 비추어 조사	감도는 그다지 좋지않다.	시료면의 세정효과 균일성을 육안으로 직접 관찰하는 것이 주목적임.
isotope법	Isotope를 혼합한 유지를 시험편에 입혀, 세정후 Isotope의 잔존상태를 GM관으로 측정	10^{-3}ML	고감도, 고정도한 평가법 특별한 시험실 필요
Galvano Potential법	Ti, Au, Pt등의 한쌍의 전극 한쪽을 미리 오염시킨다. 이것을 세정후 다른쪽 청정전극과 조합시켜 수중에서 Galvano Potential을 측정. 정전기극간의 포텐살과 비교	0.1mm 오염막 두께	세정조건의 상대적 효과에 예민한 비교가 가능하나, 물체 그 자체는 아니다. 오염의 피복률 정보를 얻을 수 있다.

가법으로서 연구논문으로 무엇보다도 잘 알려져 있는 것은, Auger 전자분광 분석법 (AES)이다. 실리콘 웨이퍼의 청정화 처리로서는, 습식세정(H₂SO₄+H₂O₂액 가열 처리후 HF 에칭), 산소 플라즈마처리, Argon Sputtering의 비교를 AES로 한 예를 그림 2에 나타내었다. 유기오염물의 양을 나타내는 탄소의 Auger Peak의 크기에 의해 건식처리쪽이 습식보다 높은 세정도가 얻어졌다고 판단된다.

다음에 8가지의 습식 세정공정 효과를 AES 분석으로 평가한 결과를 표 4에 나

타내었다. 검출원소의 Auger Peak값을 표면피복률의 형태로 변환하여 표시하고 있다. 즉 i 원소의 표면피복률 C_i는 다음식으로 계산한다.

$$C_i = \frac{a_i/a_j^0}{\sum(a_i/a_j^0)} \times 100$$

a_i, a_j : i 원소 및 j 원소의 Auger peak 값
 a_i⁰, a_j⁰ : i 원소 및 j 원소의 순물질로부터 얻어진 Auger Peak 값

단 ∑는 i를 포함하여 검출된 전원소에 관한 합을 취한 것을 나타낸다.

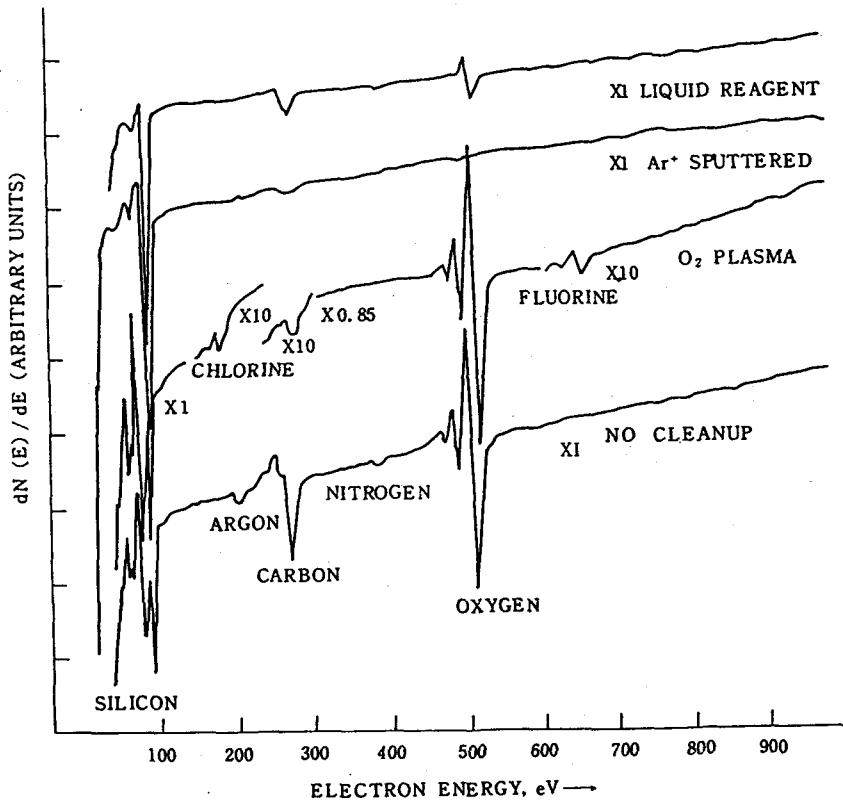


그림 2 각종 표면세정처리 후 Auger Spectrum

표 4. 습식 세정후 표면에 존재하는 각원소의 표면 피복률

Clean Up	Si ^{a)} (78 eV)	Si (91 eV)	B/Cl ^{b)}	S	C	N	O	Fe	Ni
미처리	17.2	11.3	Tr ^{c)}	0.14	55.4	1.2	14.7		
A	37.4	32.1	Tr		10.5		20.0		
B		75.4			21.3		3.3		
C	35.4	16.2			15.3	2.4	24.0	1.9	4.9
D	36.4	17.1			14.3	2.4	25.6	1.0	3.3
E	22.5	22.6			37.4	1.6	16.0		
F	27.0	17.6			34.1	1.9	19.3		
G		25.7			72.0	0.5	1.8		
H		51.5		0.12	45.1	0.4	2.9		
D. I. Rinse	37.4	32.1			10.5		20.0		

a) Si의 Auger Peak는 91eV이나, SiO₂가 되면 78eV로 천이된다.

b) Boron의 Auger Peak는 179 eV, 염소는 181 eV이다.

c) Trace Level

세정후의 탄소의 피복율을 보면 가장 낮은 값을 나타내고 있는 것이 A공정으로, 유기용매처리에 이어서 피라니액(H₂SO₄ : H₂O₂=7:3)으로 습식산화한 것이다. 역으로 나쁜 예로 G와 H가 있다. 이 두 공정에 공통되어 있는 것은 진한 HF 혹은 HF-NH₄F 액으로 표면 산화막을 제거하고 순수세정 후 N₂ Gas로 Blow건조시키고 있는 점이다. 산화막이 없는 실리콘 결정면은 활성으로, 대기 중의 탄화수소류를 매우 잘 흡착한다. 산화막이 형성되지 않는 G,H(O의 값이 작다)에서는 측정할 때까지의 보관중에 유기물로 오염되었다는 것도 고려될 수 있다. 한편 D공정과 같이 비슷한 공정이지만 희석 불산 처

리와 Spin Dry(산소와 접촉)의 경우에는 자연산화막이 형성되어 있고, 따라서 탄소 값도 작다. 그러나 C,D의 결과에만 Fe, Ni이 검출되어 있으나, 실험상의 실수에 의해 오염된 것으로 공정상의 결함은 아니다. 맨밀줄의 예는 보호 산화막상에 유기물이 오염된 경우에는 간단한 순수 세정만으로도 잘 제거된다는 것을 나타내고 있다.

고가의 Auger 전자분광장치를 사용하지 않고 오염유기물을 정량하는 방법으로서 가스크로마토그래피법이 있다. 이 방법은 시료를 240°C로 가열하여 증발하는 유기화합물의 분석에 한정된다. 이보다 높은 온도로 하면 유기물이 열분해하여 저분자

화된 Fragment가 분석된다. 고분자 유기 물질의 유무를 조사할 목적으로 고온으로 하는 Pyrolysis GC법도 있다.

청정한 웨이퍼를 Clean Room의 분위기에 2시간 두고, GC법으로 분석한 결과를 그림 3에 나타내었다. C₁₂, C₂₄ Peak 내표준으로서 탄소수 12 및 24 탄소수의 탄소수소 표준물질의 이미 알고있는 량을 시

료에 첨가하였기 때문에 얻어진 것이다. A~G까지의 Peak가 오염물질의 Peak로, 그 양은 $1.54 \times 10^{-9} \text{g/cm}^2$ 로 정량되어 있다. 이것의 성분에 관해서는 PVC 커튼재료로부터 유래한 것이라는 것이 잘 알려져 있다. 통상 공정중의 유기오염이 이러한 것이라고 하면 GC법 분석은 정량가능한 우수한 평가법으로서 사용할 수 있다.

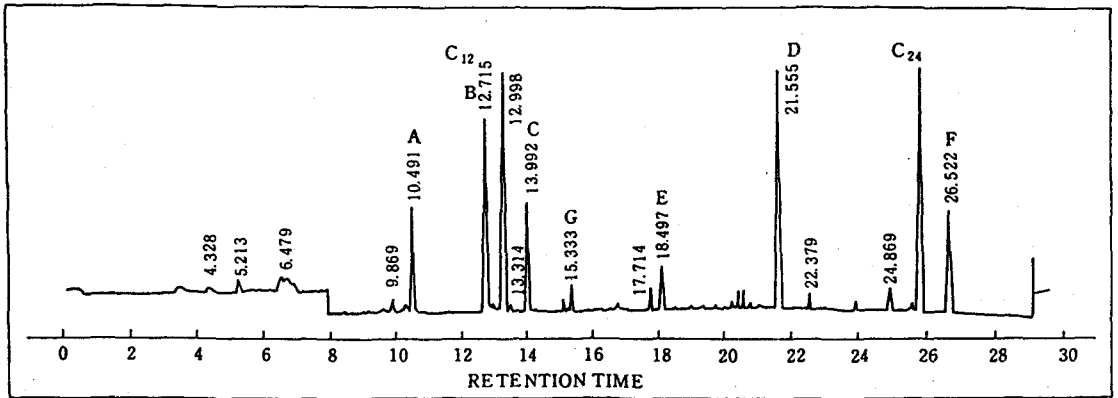


그림 3 Clean room의 분위기에 2시간 둔 웨이퍼의 GC

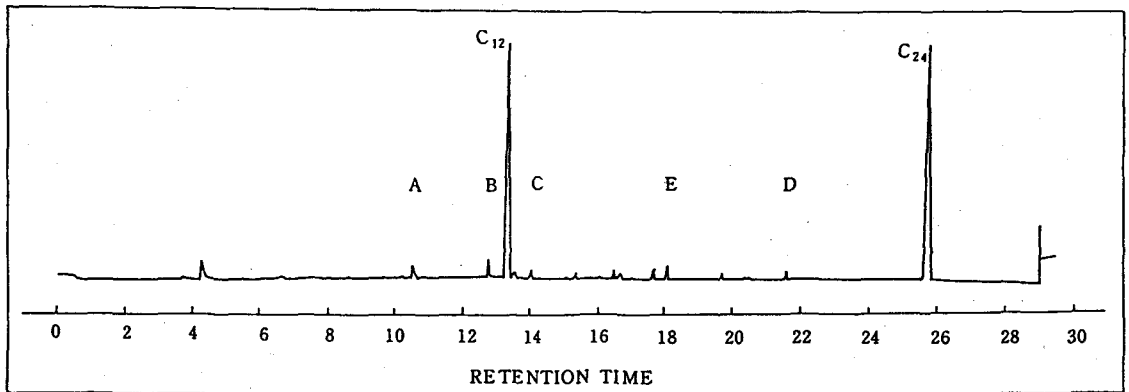


그림 4 그림 3의 오염웨이퍼를 세정하여 청정화한 것의 GC

오염웨이퍼를 RCA 세정한 후 분석한 결과를 그림 4에 나타내었다. 약하게 오염물의 Peak가 보이는데, 그양은 7.58×10^{-11} g/cm²로 정량되어 있다. 이것이 세정으로 제거되지 않고 남아있는 것인지, 혹은 측정하는 동안에 오염된 것인지는 명확하지 않다.

그리고 GC법 장치의 구성과 측정조건을 그림 5, 표 5에 나타내었다.

물의 젖음성을 이용하여 유기오염의 정도를 아는 방법은 간편할 뿐만 아니라 상당히 감도가 높은 방법이고 표 2에 나타낸 여러가지 형태로 사용되고 있다. 수막법과 수적분부법을 사용하여 금속표면의 세정법에 관해서 평가한 결과를 표 6에 나타내었다. 전자에서 완전히 젖은 것이라고 보이는 것도 후자에서는 젖음성이 불충분하다고 판단되는 만큼 고감도 판정이 가능하다. 물의 젖음형상은 빛의 반사방향을 잘 선택하면 매우 잘 볼 수 있다.

통상 정밀제품에서 요구되는 세정은 미립자와 유기오염물을 대상으로 하면 좋은 예가 많지만, 반도체소자에 관해서는 매우 미량의 표면불순물도 문제가 된다. 반도체 공정에서는 고온 열처리가 빈번히 행해지므로 표면에 불순물이 존재하면 결정내로 확산도 되어서, 소자의 특성을 변화시키기도 하고, 불안정하게 되어 버린다. 미립자나 유기오염물 모두 표면오염물이므로 당연히 제거대상이지만, 알칼리금속과 할로젠 원소등의 이온과 중금속원소의 원자가 표면에 오염물로 존재하는 것도 문제가 된다. 주로 가스 및 약품 등 공정재료의 불

순물이 웨이퍼 표면에 흡착되어 문제가 발생하기도 하지만 장치와 치구와의 접촉으로 생기는 경우도 있다.

반도체 결정 기판은 불순물 농도를 $10^{13} \sim 10^{16}$ 원자/cm³로 정밀한 제어를 하고 있어서, 표면오염에 의해 여분의 불순물이 혼입하면 특성이 변해 버린다. 따라서 깨끗한 표면이라는 것은 $1/10^4$ monolayer(銅을 예로들면 20pg/cm²)이하로 불순물을 제어한 상태이다. 세정에 의해 불순물을 필요한 청정도까지 제거되었는가를 확인하는데는 매우 고감도 분석법을 필요로 한다고 생각된다. 현재 실용되고 있는 분석법으로 이 정도의 검출감도에 달하는 것은 방사화분석과 질량 분석이다.

방사화분석법(Neutron Activation Analysis, NAA)은 원자로안에서 시료에 열중성자를 조사하여 핵반응으로 방사화된 원자핵의 괴변(壞變)으로 방출되는 γ 선의 에너지와 강도를 측정하여 정성·정량화하는 것이다.

Si가 방사되어 생기는 ³¹Si의 반감기가 2.62시간으로 비교적 짧아서, Si는 NAA의 적용에 있어 가장 알맞는 분석 불순물이다. 특히 B를 Dope한 웨이퍼로 ¹¹B, ¹²B의 반감기가 1초 이하이기 때문에 전혀 방해가 없고, 오염실험용 시료로 가장 적절하다.

방사화분석으로 Si중의 불순물을 분석할 때 얻을 수 있는 검출감도를 다른 분석법과 비교하여 표 7에 나타내었다. NAA는 매우 좋은 감도를 가지고 있으나, 전체 원소가 분석가능하지는 않고, 경원소 B, P, S

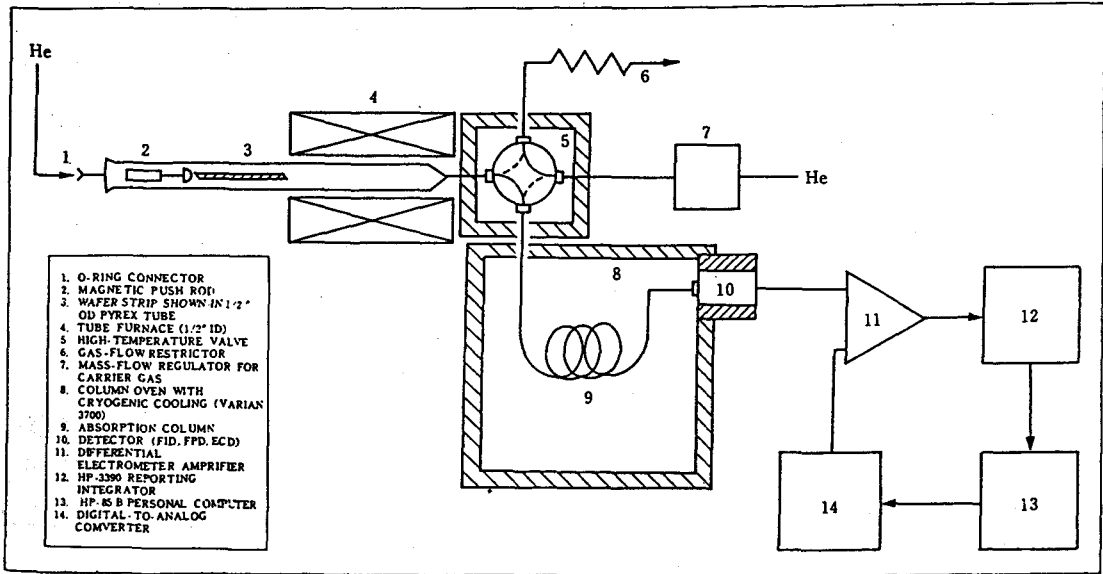


그림 5 웨이퍼 표면오염물을 정량하는 GC장치의 구성

표 5. Gas Chromatography 법의 분석조건

Desorption temperature	240°C
Carrier Gas(organic)	Helium at 20 cc/min
Carrier Gas(Phosphorus)	Helium at 30 cc/min
Column	30 m Megabore DB-1, fused silica methyl silicone stationary phase
Detector for organics	FID
Detector for Phosphorus	FPD
Electrometer sensitivity	1×10^{-12}
Recorder attenuation	$\times 4$
Column oven (organics)	-10°C to 290°C at 10° /min
Column oven (Phosphorus)	-10°C to 250°C at 10° /min

표 6. 수막 시험에 의한 오염금속판의 세정평가

세정방법	조 건		평가결과	
			수막법	수적분무법
유기용매세정	CCl ₄ 250ml의 조에 25ml/min의 Over Flow	25°C 10min	×	×
		75°C 10min	×	×
	CCl ₄ 증기세정 75°C		×	×
산 Etching	HCl (10%), H ₂ O ₂ (0.15%)	100°C 20min	0	×
	CH ₃ COOH (74%)	70°C 0.17min	0	×
	HCl (1.5%)			
	HNO ₃ (24.5%)	70°C 0.25min	0	0
알카리 세정	NaOH(4g), Na ₂ CO ₃ (16g)	20min	0	×
	Igepal (CO-710) 20ml을	30min	0	×
	1 Liter로 한다	95°C 40min	0	×
	Na ₂ CO ₃ (6.5g), Na ₂ SiO ₃ (40g)	10min	0	×
	Igepal (Co-710) 20ml을	15min	0	0
	1 liter로 한다	95°C 20min	0	0
과산화수소 용액세정	3% H ₂ O ₂ (pH조정은 NH ₄ OH)	pH5-6 80°C 20min	0	×
		" 90°C 20min	0	0
		PH 10이상 100°C 20min	0	0
초음파세정 400 kHz	계면활성제 (0.05% Igepal)	70°C 30min	×	×
	CCl ₄	25°C 10min	×	×
		75°C 10min	×	×
	알카리 실리케이트	60°C 10min	0	×
		60°C 30min	0	0

오염시료 0.13mm Ni Sheet 1 in²을 윤활유에 오염시킨 것.

약품에 세정한 경우는 15분 Over Rinse후 대기중에서 건조

0 : 청정으로 판정

× : 불충분으로 판정

표 7. Si bulk결정중의 미량불순물 분석에 사용되는 분석법의 검출한계

(단위 : ppm)

	Emission spectroscopy	Neutron activation	Electron microprobe	O ⁺ Ion microprobe	Cs ⁺ Ion microprobe	X-ray fluorescence	Spark-source mass spectroscopy
Aluminum	0.2	—	110	0.005	3	—	0.003
Antimony	0.2	0.000003	2000	1	2	10	0.03
Arsenic	0.4	0.000005	1200	10	0.1	0.5	0.02
Barium	1	0.006	750	0.05	>1000	5	0.03
Beryllium	0.002	—	—	0.05	3	—	0.02
Bismuth	0.05	—	2200	1	4	15	0.02
Boron	0.4	—	—	0.01	0.1	—	0.03
Bromine	—	0.000008	2700	0.1	<0.05	0.4	0.03
Cadmium	5	0.01	1600	1	>100	10	0.15
Calcium	4	—	220	0.1	0.9	0.7	0.02
Carbon	—	—	1100	100	0.006	—	0.3
Cerium	200	0.00019	1500	1	10	10	0.15
Cesium	50	0.0005	—	0.1	—	5	0.02
Chlorine	—	—	230	0.1	<0.05	2	0.03
Chromium	2	0.001	170	0.1	6	0.4	0.02
Cobalt	0.04	0.0003	300	1	2	0.2	2
Copper	0.03	0.000008	290	0.1	0.8	0.1	0.02
Dysprosium	200	30	1500	1	>10	10	0.02
Erbium	100	—	1500	1	>10	10	0.02
Europium	100	0.000012	1500	1	>10	10	0.02
Fluorine	—	—	3600	0.1	<0.1	—	0.02
Gadolinium	300	0.001	1500	1	>10	10	0.03
Gallium	0.02	0.00006	490	0.05	70	0.6	0.03
Germanium	—	0.1	710	1	0.09	0.6	0.06
Gold	0.07	0.0000016	1400	100	0.06	10	0.1
Hafnium	3	0.00003	560	0.1	>10	5	0.1
Holmium	300	0.0001	1500	1	>10	10	0.01
Hydrogen	—	—	100	—	≤ 0.1	—	—
Indium	0.004	0.00022	2000	0.05	200	10	15
Iodine	—	—	—	1	~0.1	10	0.02
Iridium	0.8	0.0000007	1000	5	0.07	8	0.03
Iron	0.1	0.1	260	50	50	0.3	0.3
Lanthanum	50	0.000003	560	1	>10	5	0.02
Lead	0.02	—	2300	0.5	~3	15	0.02
Lithium	0.4	—	—	0.1	~1	—	0.3
Lutetium	—	0.000004	1500	1.0	>10	10	0.02
Magnesium	0.0004	—	1300	0.01	>10	—	0.2
Manganese	0.04	0.28	230	0.1	>1000	0.3	0.02
Mercury	0.3	0.00008	1900	—	—	12	0.1
Molybdenum	0.07	0.00026	1000	0.1	9	1.5	0.1
Neodymium	300	0.001	1500	1	>10	10	0.01
Nickel	0.3	0.001	340	10	10	0.2	0.6
Niobium	—	—	950	0.1	0.7	0.7	0.02
Nitrogen	—	—	—	—	>1000	—	0.6
Osmium	300	0.0002	1000	1	0.1	8	0.06
Oxygen	—	—	10000	—	0.1	—	1.0
Palladium	0.003	0.001	1200	100	8	5	0.1
Phosphorous	0.9	—	170	10	5	—	0.02
Platinum	0.007	0.0009	1100	100	0.07	10	0.06
Potassium	0.1	0.05	250	0.01	~1	1	0.02
Praseodymium	300	0.001	1500	1	>10	10	0.1
Rhenium	0.3	0.0001	1000	1	40	8	0.3
Rhodium	0.2	—	1100	1	2	8	0.02
Rubidium	0.1	0.01	1100	1	~1	8	15
Ruthenium	0.6	—	1000	1	6	8	0.06
Samarium	—	0.00002	1500	1	>10	10	0.03
Scandium	—	0.00016	200	—	>1000	0.5	0.02
Selenium	50	0.01	2700	10	0.07	0.5	0.03
Silver	0.002	0.0008	1200	1	3	10	0.03
Sodium	0.1	0.00009	2200	0.01	2	—	0.02
Strontium	0.06	0.25	1000	100	>1000	1	20
Sulfur	—	—	220	1	0.04	3	0.6
Tantalum	50	0.00006	560	1	500	5	1
Tellurium	0.6	10	2600	10	0.3	15	0.06
Terbium	300	0.001	1500	—	>10	10	0.01
Thallium	50	—	2000	1	>10	15	0.03
Thulium	—	0.0002	1500	1	>10	10	1
Tin	0.2	0.028	2200	0.5	1	12	0.06
Titanium	0.07	—	100	0.02	1	0.4	0.2
Tungsten	100	0.000005	600	1	0.8	5	0.06
Vanadium	0.6	—	150	0.05	0.5	0.3	0.02
Ytterbium	100	0.000009	1500	—	10	0.03	0.1
Zinc	0.4	0.010	390	1	>1000	0.7	0.1
Zirconium	0.5	0.011	900	0.02	7	0.9	0.1

와 중원소 Ti, Pb, Bi 등 γ 선을 방출하지 않는 것과 반감기가 매우 짧은 것, 예를들면 V, Mg, Al, Cl, F 등은 적용할 수가 없다.

NAA는 본래 Bulk 분석법 이지만, 반도체 웨이퍼 중에 존재하는 불순물 원소는 극미량이므로 Blank값으로서 청정웨이퍼를 측정해 두면, 그것과의 차의 증가분은 표면오염량이라고 간주할 수 있다.

실리콘 웨이퍼에 표준적인 화학세정(암모니아 과산화수소, 희석 불산, 염산과산화수소에 의한 일련의 침적처리)을 한 것에 대해서 NAA로 평가한 결과, Au: 4.2×10^{10} , Cu: 9.9×10^{11} , Na: 2.6×10^{12} 원자/cm² 라는 값이 얻어졌다.

그러나 NAA는 특별한 시설을 필요로 하기 때문에 세정공정의 평가에 적용된 예는 적다. 좀 감도는 떨어지나 2차 이온 질량분석법(Secondary Ion Mass Spectrometry, 약자로 SIMS라 하자)은 통상의 원소를 10^{-3} Monolayer까지 분석가능한 표면 분석법으로 널리 이용되고 있다. SIMS를 실리콘 웨이퍼의 표면불순물 세정평가에 이용한 예를 아래에 나타내었다.

평가에 사용한 오염웨이퍼의 작성법은 다음과 같다. 세정하여 청정하게 한 4인치 웨이퍼를 HF(1+9)로 2분간 Etching하고, 액으로부터 꺼내 30초 방치한다. 웨이퍼는

린스를 하지않고 오염액(A)에 침적하여, 때때로 교반하면서 10분간 둔다. 오염액(A)는 생수 중에 동(銅), 스테인레스강, 금(金)을 용해시킨 것이다. 웨이퍼를 액으로부터 꺼내 30초간 방치한 후 세정하지 않고 오염액(B)에 담근다. 오염액(B)는 수돗물에 탄산나트륨, 염화나트륨, 수산화칼륨을 용해시킨 것이다. 가끔 교반하면서 10분간 두고, 액으로부터 웨이퍼를 꺼내, 순수조에서 3분간 세정하고, 다음에 통상 로에서 150°C, 10분간 가열한다. 적어도 30분간 냉각한 후, 아세톤으로 10초마다 2회 씻어서 대기중에서 건조시킨다.

오염웨이퍼의 SIMS에 의한 분석결과를 표 8에 나타내었다. 이 오염 웨이퍼를 7번의 세정처리한 후 잔존하는 불순물을 SIMS로 분석하여 표 9,10에 나타낸 결과를 얻었다. 물론 존재량이 적은 세정법이 제거효과가 높다는 것을 의미하지만, 세정의 순서와 세정제품의 종류에 따라 특정 잔존불순물에 큰 차가 생기는 것은 흥미 있는 결과이다. 이 분석에서 얻어진 SIMS 스펙트럼의 예를 그림 6,7에 나타내었다.

분석적인 방법이외에 Isotope를 불순물의 Tracer로 사용하여 세정시 불순물의 제거경과를 추적하는 방법이 있다. Isotope의 방사능 측정은 고감도로, $10^{10} \sim 10^{13}$ 원자/cm²

표 8. 세정평가용 실리콘 웨이퍼의 표면불순물량 SIMS 측정결과

Na	K	Al	Ca	Mg	Cr	Cu
6.89	3.92	13.4	13.5	112.5	1.87	1.09

* 수치는 불순물 peak/si peak $\times 10^{-3}$

표 9. SIMS 분석에 따른 표면 무기오염의 세정법 평가(I)

세정법	세정순서	시간	온도	Na	K	Ca	Mg	Cr	Cu	Al
RCA세정	1) H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ (4:1)	1.5분	104°C							
	2) NH ₄ OH/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
	3) HF/H ₂ O(1:10)	1	RT	26.7	31.6	69.9	ND	ND	ND	ND
	4) HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
	1) H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ (4:1)	1.5	104							
	2) HF/H ₂ O(1:10)	1	RT	30.0	25.3	134	131	ND	ND	645
	3) NH ₄ OH/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
	4) HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
코린 세정	1) HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
	2) HF/H ₂ O(1:10)	1	RT	26.2	34.6	160	ND	ND	ND	33620
	3) 코린/H ₂ O ₂ /H ₂ O	3	70							
	1) 코린/H ₂ O ₂ /H ₂ O	3	60							
	2) HF/H ₂ O(1:10)	1	RT	37.0	27.5	92.3	?	ND	ND	ND
	3) HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	60							

*조성비는 1:1:5

표시치는 불순물 Peak/Si Peak × 10⁻⁶

표 10. SIMS 분석에 따른 표면 무기오염의 세정법 평가(II)

세정법	세정순서	시간	온도	Na	K	Ca	Mg	Cr	Cu	Al
王水세정	1) HCl/HNO(3:1)	5분	40°C							
	2) HF/H ₂ O(1:10)	2	RT	38	ND	440	160	57	340	171
	3) HCL/HNO(3:1)	5	40							
發煙硝酸	1) 發煙 HNO ₃	15	50	179	1763	560	93	160	296	3380
	2) 發煙 HNO ₃	5	70							
피라니아+HF (원심 spray)	1) H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ (4:1)	2	104	30	210	360	30	80	20	ND
	2) HF/H ₂ O(1:10)	2	RT							
RCA세정	1) H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ (4:1)	1.5	104							
	2) NH ₄ OH/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							
	3) HF/H ₂ O(1:10)	1	RT	15	103	270	57	80	14	ND
	4) HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O*	3	70							

*조성비는 1:1:5

표시치는 불순물 Peak/Si Peak × 10⁻⁶

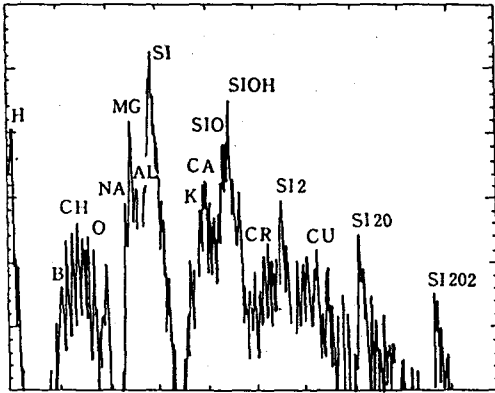


그림 6 평가실험용 오염웨이퍼의 SIMS 스펙트럼

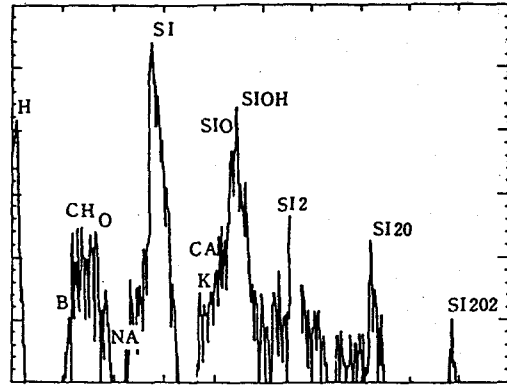


그림 7 오염 웨이퍼를 표준 세정공정에서 처리한 후의 SIMS 스펙트럼

표 11. 세정평가의 Trace에 이용되는 방사성 Isotope

Semiconductors	Reagent	Radiotracer	Conditions*	Impurity Atoms**	
Silicon Wafers, p-type	HF 49%	4.5 ppm Fe ⁵⁹	30 min 23°C	1.3 × 10 ¹¹ Fe/cm ²	
	HF 49%	6.2 ppm Au ¹⁹⁸	30 min 23°C	2.2 × 10 ¹⁵ Au/cm ²	
	HF 49%	2.3 ppm Cr ⁵¹	30 min 23°C	2.2 × 10 ¹⁴ Cr/cm ²	
	HCl 19%	3.7 ppm Fe ⁵⁹	30 min 23°C	2.8 × 10 ¹¹ Fe/cm ²	
	HCl 37%	3.1 ppm Au ¹⁹⁸	15 min 23°C	2.4 × 10 ¹² Au/cm ²	
	HNO ₃ 70%	3.1 ppm Au ¹⁹⁸	15 min 23°C	1.9 × 10 ¹² Au/cm ²	
	NaOH 5%	3.7 ppm Fe ⁵⁹	60 sec 100°C	6.4 × 10 ¹⁵ Fe/cm ²	
			10 ppm Au ¹⁹⁸	60 sec 100°C	3.3 × 10 ¹⁵ Au/cm ²
	2 to 9 Ohm-cm Resistivity	H ₂ O ₂ 3%	2.3 ppm Cr ⁵¹	15min 95°C	1.6 × 10 ¹⁵ Cr/cm ²
		93 Vol. HNO ₃	6.2 ppm Au ¹⁹⁸	15 min 23°C	7.4 × 10 ¹³ Au/cm ²
	70% + 7 Vol. HF 49%	2.3 ppm Cr ⁵¹	100 sec 23°C	4.5 × 10 ¹² Cr/cm ²	
	Iodine Etch	6.2 ppm Au ¹⁹⁸	60 sec 23°C	2.0 × 10 ¹⁴ Au/cm ²	
		2.3 ppm Cr ⁵¹	60 sec 23°C	3.9 × 10 ¹² Cr/cm ²	

* 시료 1cm²당 0.5~5ml 도포

** 도포 건조후 30초간 초순수 Rinse

의 불순물을 검출할 수 있으므로 반도체의 표면오염 연구에 좋은 방법이다. 표 11에 실리콘 웨이퍼의 세정평가에 사용된 방사성 Tracer를 나타내었다. 이러한 Tracer를 부착시킨 웨이퍼에 각종 세정처리를 한 후, 적당한 방사능계수기로 잔류 방사능계수율을 측정하면 비방사능 (Tracer 원소의 단위중량당 방사능)으로부터 잔존 불순물량이 산출된다. 아래에 약간의 예를 들었다.

0.025 N NaOH 용액에 침적시켜 $2 \sim 4 \times 10^{13}$ Ion/cm²의 Na⁺를 흡착시킨 실리콘 웨이퍼를 순수로 세정했을 때의 탈착 양상을 그림 8에 나타내었다. 실온(20°C)에서는 최초 1분간에 약 1/10이 되지만, 그 후의 탈착은 점점 느려져 15분후에 약 1/50이 된다. 한편 온수로 세정하면 2분간 1/200까지 감소한다.)

마찬가지로 NHF¹⁸ 용액에 침적시킨 웨이퍼에서 F⁻의 세정에 의한 탈착을 조사한

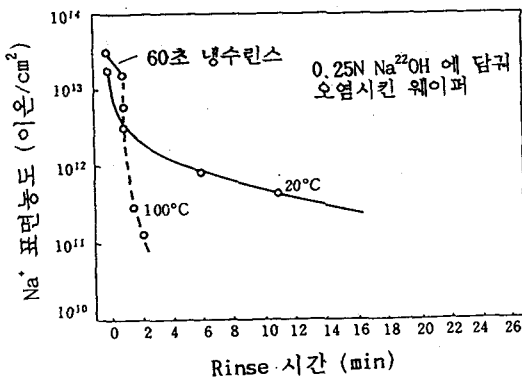


그림 8 Trace 법으로 조사한 오염웨이퍼로부터의 Na 제거 거동

결과를 그림 9에 나타내었다. 3×10^{17} F⁻/cm²의 표면농도가 2분간의 세정으로 1/30이 되지만, 이후 감소율은 늦어져서 계속해서 15분 까지 세정하여도 5×10^{15} F⁻/cm²에 그쳤다. 냉수 세정 도중서부터 온수나 NaOH액에 처리하더라도 Monolayer를 형성한 F⁻를 제거하는 것은 용이한 일이 아니라는 것을 그림에 나타내고 있다. 한편 Cl⁻쪽도 HCl³⁸에 따른 같은 방법의 실험으로 실온의 순수 세정 9분간에 10^{14} Cl⁻/cm² 이하가 되고 계속해서 세정하면 같은 비율로 Cl이 제거된다.

5% NaOH의 가열액에 Cu⁶⁴로 라벨한 동(銅)을 녹여두고, 실리콘웨이퍼를 침적하여 동(銅)을 절출(折出)시켜, 8×10^{15} 원자/cm²의 표면농도로 오염시켰다. 이것을

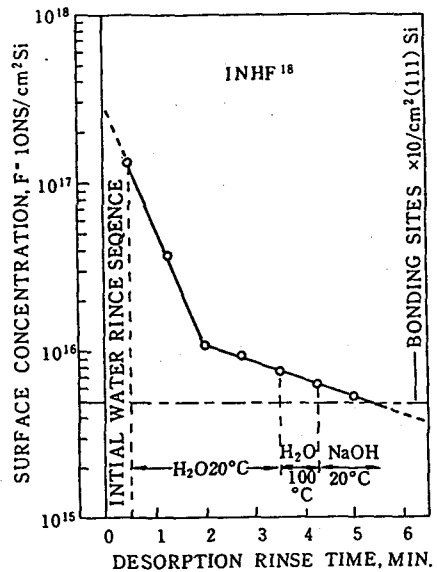


그림 9 Tracer 법으로 조사한 오염 웨이퍼로부터 F ion의 제거 거동

시료로서 제거 검토를 한 결과를 그림 10에 나타내었다. 19% HCl로 처리후 실온에서 초음파를 켜면서 순수 세정을 하면 5분에 1/40으로 동(銅)을 제거할 수 있다. 그 후 열수로 계속해서 세정을 장시간해도 그다지 큰 제거효과는 얻을 수 없고 70% HNO₃에 의한 처리효과 쪽이 더 크다.

NaOH 가열용액으로부터 Fe⁶⁰를 실리콘 웨이퍼에 절출시켜 제거 검토를 마찬가지로 한 예를 그림 11에 나타내었다. 단지물로 세정한것만으로는 Fe는 제거되지 않고, HCl의 농도가 높을수록 제거율은 높아지지만, 10¹²Fe/cm²부근에서 평형에 도달하는 경향이 보인다. 그러한 평형흡착층도 HF로는 제거된다.

실리콘 표면에서의 불순물 금(金) 제거 효과를 Au¹⁹⁸을 사용하여 검토한 결과를 그림 14에 나타내었다. HNO₃-HF의 Etching액중에 불순물로 라벨한 Au를 첨가하고, Etching웨이퍼면에 7.3×10¹³원자/cm²의 Au를 절출시킨다. HCl-H₂O₂-H₂O혼합액으로 90°C, 15분간 처리하면 Au는 97.4% 제거된다. 그러나 HCl 대신 개미산을 사용하면, 같은 조건에서 제거율은 86%로 저하된다.

회석 불산 침적에서 웨이퍼상의 Au를 2×10¹⁵원자/cm² 절출시킨 경우도, 염산과 산화수소 용액이 마찬가지로 양호한 제거율을 나타낸다. 그러나 HF-HNO₃에 옥소를 첨가한 에칭액에서 절출된 Au의 제거에는 개미산 과산화수소 용액이 염산 과

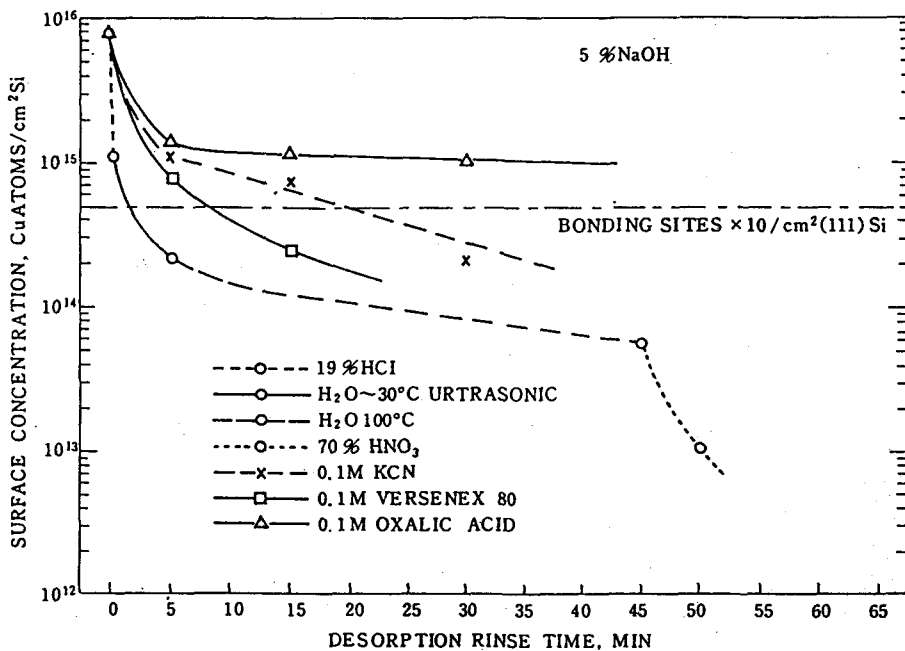


그림 10 Tracer 법으로 조사한 오염웨이퍼로부터의 Cu 제거 거동

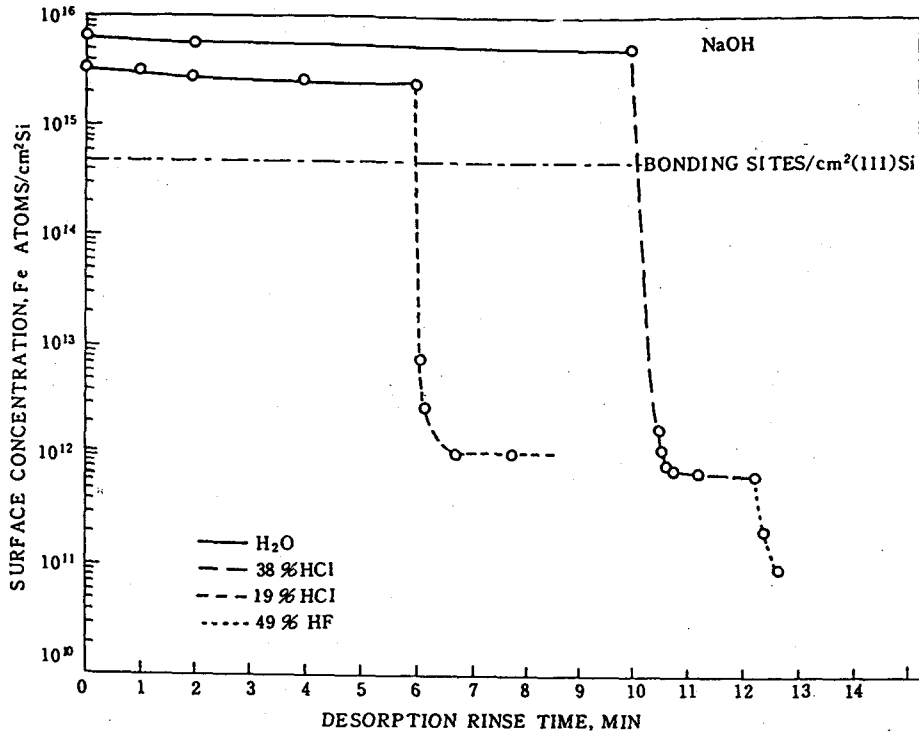
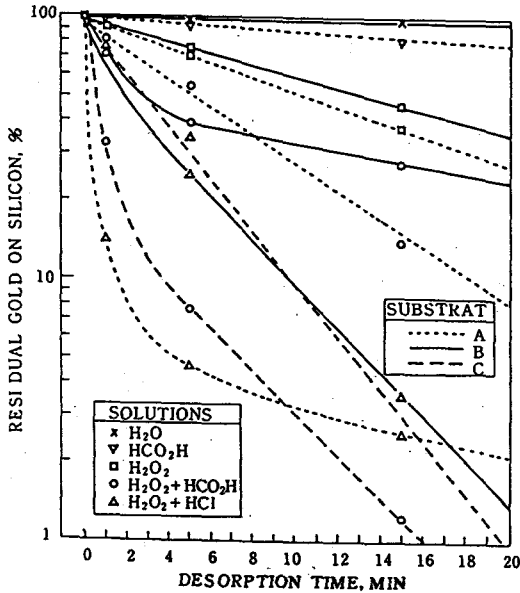


그림 11 Tracer 법으로 조사한 오염웨이퍼로부터 Fe의 제거 거동



Substrates :

Curve A (dotted line) — Si etched in HNO₃+HF + Au¹⁹⁸ ; 100% = 7.3 × 10¹³ Au atoms/cm²

Curve B (solid line) — Si immersed in 49% HF + Au¹⁹⁸ ; 100% = 2.2 × 10¹⁵ Au atoms/cm²

Curve C — (dashed line) — Si etched in HF + HNO₃+I₂+CH₃CO₂H + Au¹⁹⁸ ; 100% = 3.0 × 10¹⁵ Au atoms/cm²

Solutions :

x Deionized and distilled H₂O, 100°C

▽ 1 vol 90% HCO₂H + 9 vol H₂O, 90°C

□ 1 vol 30% H₂O₂ (unstabilized) + 9 vol H₂O, 90°C

○ 1 vol 30% H₂O₂ + 1 vol 90% HCO₂H + 8 vol H₂O, 90°C

△ 1 vol 30% H₂O₂ + 1 vol 1N HCl + 8 vol H₂O, 90°C

그림 12 Etching액으로부터 析出한 웨이퍼상의 불순물 Au의 Tracer법에 의한 세정평가

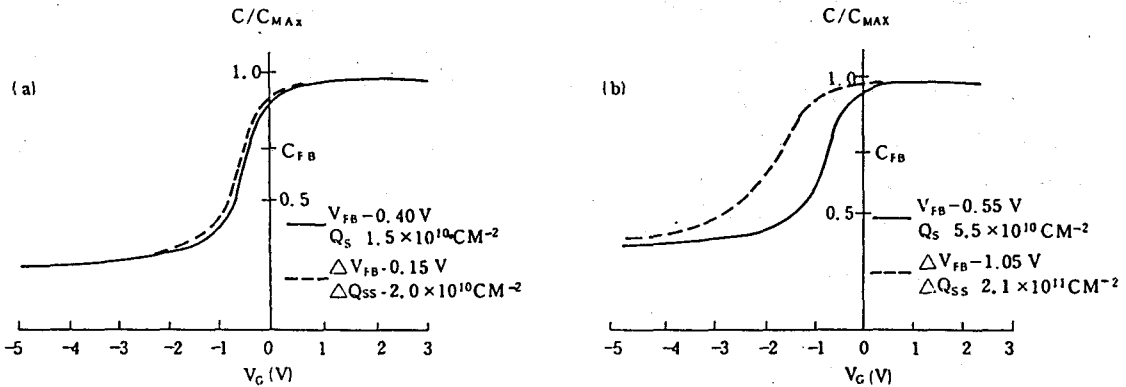


그림 13 Gate 산화막 형성전의 세정공정평가를 위한 C-V curve 측정

산화수소용액보다 반대로 98.8%의 좋은 효과를 나타내었다.

오염이 반도체소자의 전기특성을 손상시키는 것을 역이용하여 오염상태를 평가할 수 있다. 예를들면 산화막 형성전의 웨이퍼 세정효과를 평가하려는 경우, 형성된 산화막에 측정전극을 써서, CV 특성을 측정하여 V_{FB} (flat band 전압)과 bias 온도처리(BT처리)를 했을 때의 V_{FB} 의 변화량을 구한다. 그에 따라 산화막중의 가동 이온량(표면불순물에서 유래)을 산출할 수 있다. 표준적인 세정공정인 $H_2SO_4 + H_2O_2$ (1:1)침적 → 순수세정 → $HCl + H_2O_2 + H_2O$ (1:1:6)80°C 침적 → 순수 세정한 n형 Si 웨이퍼에 875°C로 1000 Å의 Gate 산화막(산화 후 N_2 Annealing)을 입혀, BT-CV Curve를 얻은 예가 그림 13(a)이다. V_{FB} 는 -0.23V이고, 250°C에서 ±10 V를 15분간 인가하여 BT 처리를 해도 거의 V_{FB} 는 Shift하지 않는다. 이것으로부터 가동 이온의 값은 $2 \times 10^{10}/cm^2$ 이 된다. 만일 산화막중에

불순물이 증가하면 그림 13(b)처럼 V_{FB} 의 Shift가 나타난다. 실제로 (b)의 예는 세정의 불량으로 일어난 것이 아니라, 산화막상에 칠해진 Photoresister를 산소 플라즈마로 제거한 후 재세정한 것의 데이터로, (레지스터 중의)금속불순물이 $2.1 \times 10^{11}/cm^2$ 산화막에 남는 경우의 Shift예로서 나타내었다.

Gate 산화막의 내압 측정으로부터 산화전 세정의 평가를 할 수 있다. 또 pn접합공정의 오염평가에는 Test 웨이퍼에 단순한 P형이형 접합 다이오드 패턴을 실제공정에 집어넣어 작성하여, Leak전류를 측정하는 것이 행해졌다. 이외 소수 Carrier의 Lifetime측정도 세정평가에 이용할 수 있다.

-참고문헌-

1. J. A. Amick : Solid State Technology, 47 -52, Nov. (1976).

2. W. Kern : Semiconductor Products, 23-27, Nov. (1963).
3. M. R. Gulett : Semiconductor International, 87-94, March (1981).
4. P. S. Burggraaf : Semiconductor International, 100-103, May (1984).
5. L. A. Ferguson : Microcontamination, Vol. 4, No. 4, 33-37, 60 (1986).
6. D. O. Feder, D. E. Koontz : Symposium on Cleaning of Electronic Devices, ASTM No. 246, 40-63 (1959).
7. M. G. Yang, K. M. Koliwad : J. Electrochem, Soc. Vol. 122, No. 5, 675-678 (1975).
8. G.E. McGurie, L. B. Church, D. L. Jones, K. K. Smith, D. T. Tuenge, J. Vac. Sci. Tech. A1 (2), 732-738 (1983).
9. J. A. Keenan, G. B. Larrabee : VLSI Electronics : Microstructure Science, V. 6. 9-13 Academic Press (1983).
10. S. P. Murarka, C. J. Mogab : J. Electronic Materials, V. 8, #6, 763-779, (1979).
11. B. F. Phillips, D. C. Burkman, W. R. Schmidt, C. A. Peterson, J. Vac. Sci. Tech., A1, #2, 646-649 (1983).
12. W. Kern : Solid State Technology, 34-38, Jan.(1972).
13. W. Kern, D. A. Pluotinen : RCA Review, Vol. 31, No. 7, 187-205, (1970).
14. W. Kern : RCA Review, Vol. 31, No. 7, 207-263 (1970).
15. R. L. Meddcox, H. L. Parker : Solid State Technology, 107-113, April (1978)
16. J. R. Monkowski, R. T. Zahour : Proc. IEEE Reliability Phys. Symp., 244-248 (1982)
17. 村岡久志 : 集積回路における評價技術, 半導體研究 Vol. 17, 1-21, Nishizawa 編, 工業調査會 (1981)

뉴스

■ 「단체표준」정부차원주도

국제시장에서의 상품경쟁력제고를 위한 정부차원의 단체표준 활성화가 추진된다.

공업진흥청은 생산자모임 단체가 임의제정한 「단체표준」이 KS와 같은 국가주도의 표준체계가 아니어서 국가간 무역협상대상에서도 제외될 가능성이 크다고 보고 오는 97년까지 단체표준의 활성화, 선진화정책을 지속 추진, 이에 대비하기로 했다고 밝혔다.

공진청은 우선 이들 단체의 단체표준제정능력 배양이 시급하다고 보고 인력 전문성 제고와 연구 기관과의 연계성 제고에 역점을 두어 이를 실시해 나갈다는 방침이다.

이를 뒷받침하기 위해서 한국표준협회내에 단체표준 전문가 육성프로그램을 신설, 단체표준의 추진 및 작성방법, 제정절차등을 교육하기로 했다.

또 한국산업표준원 한국표준협회등 전문기관을 생산자단체와 연계, 단체표준 자체 관리능력 및 기술지도를 실시토록 하고 전문인력 확보, 연수, 교육활동등도 적극 지원한다는 계획이다.

이와함께 전문분야 단체별로 외국의 관련 민간단체들과 자매결연을 추진, 외국의 단체표준 실태 파악 및 협조체제 구축에도 나서도록 했다.