



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/304 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년01월30일 10-0676206 2007년01월24일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0108616 2005년11월14일 2005년11월14일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자	삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 매탄동 416
(72) 발명자	신일권 경기도 수원시 권선구 권선동 주공3단지 332동 1804호
(74) 대리인	김능균
(56) 선행기술조사문헌 1019970052670 * 심사관에 의하여 인용된 문헌	

심사관 : 이창희

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법

(57) 요약

본 발명은 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법에 관한 것이다. 본 발명에서는, 알루미늄을 이용한 메탈 공정이 수행되는 플라즈마 식각 챔버를 세정함에 있어서, C, H, F, N 또는 Cl 기를 포함하는 세정 가스를 이용함을 특징으로 한다. 상기와 같은 세정 가스를 이용할 경우, 플라즈마 식각 설비(특히, 상부 챔버의 천정을 구성하는 돔) 내부에 부착된 폴리머를 효과적으로 제거할 수 있게 된다. 그 결과, 후속 투입되는 웨이퍼 상부에 폴리머가 드롭되어 웨이퍼를 손상시키는 문제점을 해소함으로써, 웨이퍼 손실을 최소화할 수 있으며, PM 주기를 연장시켜 설비 가동률을 보다 향상시킬 수 있게 된다.

대표도

도 6

특허청구의 범위

청구항 1.

반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법에 있어서:

$N_2$ 가 포함된 공정 가스를 이용하여 알루미늄 식각 공정을 완료한 후, 상기 식각 공정이 완료된 웨이퍼를 프로세스 챔버로부터 인출하는 단계와;

상기 웨이퍼가 인출된 프로세스 챔버 내부에  $NH_3 + O_2$ 로 구성된 세정용 가스를 주입하는 단계와;

상기 프로세스 챔버 내부에 주입된 상기 세정용 가스를 플라즈마화시켜, 상기 식각 공정에 사용된 식각 가스로 인해 프로세스 챔버 내부에 발생된 파티클을 제거하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

## 청구항 2.

삭제

## 청구항 3.

삭제

## 청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 식각 공정에 사용된 공정 가스는  $BCl_3$ ,  $Cl_2$ ,  $CHF_3$ ,  $N_2$  및 Ar 임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

## 청구항 5.

삭제

## 청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입한 후, 프로세스 챔버 내부의 RF 파워는 500~2000 Watt, 압력은 5~100mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 0~150°C로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

## 청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입한 후, 프로세스 챔버 내부의 RF 파워는 1000~1500 Watt, 압력은 8~50mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 50~140°C로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

## 청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 플라즈마를 이용한 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 시간은 1~3600sec로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

## 청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입하기 전에 펌프를 이용하여 프로세스 챔버 내부를 고진공 상태로 펌핑하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 10.**

제 1항에 있어서, 상기 파티클은 피식각막과, 상기 피식각막을 식각하기 위해 주입된 공정 가스간의 화학반응으로 인해 형성된 폴리머임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 11.**

반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법에 있어서:

웨이퍼 상부의 물질막을 희망하는 패턴으로 형성하기 위한 식각 공정이 완료된 웨이퍼를 프로세스 챔버로부터 인출하는 단계와;

상기 웨이퍼가 인출된 프로세스 챔버 내부에 C,H,F,N 또는 Cl기를 띠는 세정용 가스를 주입하는 단계와;

상기 프로세스 챔버 내부로 주입된 세정용 가스를 플라즈마화시킨 뒤, 상기 플라즈마 입자를 이용하여 상기 프로세스 챔버 내부에 존재하는 파티클을 분해하는 단계와;

상기 분해된 파티클을 프로세스 챔버 외부로 배출시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 12.**

제 11항에 있어서, 상기 식각 공정은 알루미늄을 이용한 메탈 공정임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 13.**

제 12항에 있어서, 상기 세정용 가스가 사용된 경우, 상기 식각 공정은 N<sub>2</sub>가스를 식각 가스로써 사용한 메탈 공정임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 14.**

제 13항에 있어서, 상기 식각 공정에 사용된 공정 가스는 BCl<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, CHF<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> 및 Ar 임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 15.**

제 14항에 있어서, 상기 프로세스 챔버 내부로 주입되는 세정용 가스는 CHF<sub>3</sub>+O<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>, 또는 NH<sub>3</sub>+O<sub>2</sub> 가스중의 어느 하나임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 16.**

제 15항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입한 후, 프로세스 챔버 내부의 RF 파워는 500~2000 Watt, 압력은 5~100mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 0~150℃로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 17.**

제 16항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입한 후, 프로세스 챔버 내부의 RF 파워는 1000~1500 Watt, 압력은 8~50mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 50~140℃로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 18.**

제 17항에 있어서, 상기 플라즈마를 이용한 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 시간은 1~3600sec로 유지시킴을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 19.**

제 18항에 있어서, 상기 세정용 가스를 주입하기 전에 펌프를 이용하여 프로세스 챔버 내부를 고진공 상태로 펌핑하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**청구항 20.**

제 19항에 있어서, 상기 파티클은 피식각막과, 상기 피식각막을 식각하기 위해 주입된 공정 가스간의 화학반응으로 인해 형성된 폴리머임을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 반도체 디바이스 제조설비의 세정방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법에 관한 것이다.

최근, 정보 통신 분야의 급속한 발달과 컴퓨터와 같은 정보 매체의 급속한 대중화에 따라 반도체 디바이스도 비약적으로 발전하고 있다. 따라서, 그 기능적인 면에 있어서 고속으로 동작하는 동시에 대용량의 저장 능력을 가질 것이 요구되고 있다. 또한, 반도체 디바이스의 고집적화 및 대용량화 추세로 인해 반도체 디바이스의 메모리셀을 구성하는 각각의 단위소자의 사이즈도 점차 축소되고 있다. 그리고, 단위소자의 사이즈가 축소되어 공정 마진이 감소됨에 따라 반도체 디바이스를 제조하기 위한 단위 공정에 있어서 최상의 정밀성이 요구되고 있다.

일반적으로 반도체 디바이스는 웨이퍼 표면 상부에 여러 가지 기능을 수행하는 박막을 증착하고 이를 패터닝하여 다양한 회로 기하구조를 형성함으로써 제조하게 된다. 이러한 반도체 디바이스를 제조하기 위한 단위 공정은, 크게 반도체 내부로 3B족(예컨대, B) 또는 5B(예컨대, P 또는 As)족의 불순물 이온을 주입하는 불순물 이온주입 공정, 반도체 기판 상에 물질막을 형성하는 박막 증착(deposition)공정, 상기 물질막을 소정의 패턴으로 형성하는 식각 공정, 그리고 웨이퍼 상부에 층간절연막등을 증착한 후에 일괄적으로 웨이퍼 표면을 연마하여 단차를 없애는 평탄화(CMP:Chemical Mechanical Polishing) 공정을 비롯하여 불순물 제거를 위한 웨이퍼 및 챔버 세정 공정등과 같은 여러 단위 공정들로 구분할 수 있다. 따라서, 반도체 디바이스를 제조하기 위해서는 상기와 같은 여러 단위 공정들을 각각의 프로세스 챔버를 이용하여 여러 번 반복적으로 실시하게 된다.

특히, 상기한 여러 단위 공정 중 식각 공정은 웨이퍼 표면 상부에 여러 가지 기능을 수행하는 물질막 패턴을 형성하기 위해 진행되는 메인 공정중의 하나이다. 이러한 식각 공정은 반도체 기판 상부에 증착된 전체 물질막 중에서 필요한 부분은 남

겨두고 불필요한 부분은 제거하기 위한 공정으로서, 크게 습식 식각 및 건식 식각으로 구분할 수 있다. 상기 습식 식각은 용액성 화학물질을 사용하여 물질막을 패터닝하는 식각 방법이며, 건식 식각은 용액성 화학물질을 사용하지 않고 가스 플라즈마나 이온빔 또는 스퍼터링을 이용하여 물질막을 패터닝하는 식각 방법이다. 그러나, 반도체 소자의 고집적화 추세에 가속됨에 따라 메모리셀을 구성하는 각각의 단위 영역들간의 단차가 증가하여 종횡비(aspect ratio)가 증가되고, 이러한 반도체 소자의 고집적화에 대응하기 위하여 회로패턴의 선폭이 더욱 미세해지고 있는 바, 보다 정밀한 패턴 형성이 가능한 건식 식각이 널리 이용되고 있다.

한편, 반도체 디바이스 제조를 위해 실시되는 수많은 패턴 형성 공정중 백엔드(backend) 공정으로서 메탈 공정을 진행하게 된다. 이러한 메탈 공정은 반도체 디바이스의 신뢰성 및 수율을 결정짓는 중요공정으로서, 반도체 디바이스의 고집적화에 따라 그 중요성이 부각되고 있다. 이러한 메탈 공정은 소자와의 접촉을 위한 콘택, 소자들간의 전기적 연결을 위한 인터커넥션, 그리고 칩과 외부회로와의 전기적 연결을 위한 와이어 본딩을 위하여 수행되는데, 특히 알루미늄을 이용한 메탈 공정에 플라즈마를 이용한 건식 식각 공정이 적용되고 있다. 이러한 플라즈마를 이용한 건식 식각 공정은 플라즈마 발생에 필요한 소모전압이 낮으며, 이온 농도 및 이온 에너지에 대한 제어가 자유로우며, 물질막에 대한 선택비가 우수하여 공정의 마진을 증가시킬 수 있으며, 열화를 방지하여 웨이퍼 손상을 최소화할 수 있다는 장점으로 인해 본 분야에 적극적으로 이용되고 있다.

도 1a 내지 도 1c는 플라즈마에 의한 알루미늄 메탈 공정이 개략적으로 도시되어 있다.

먼저, 도 1a를 참조하면, 트랜지스터가 형성되어 있는 반도체 기판 상부에 IMD(Inter Metal Dielectric:메탈간 층간절연막, 10)을 증착한다. 그리고, 상기 IMD막(10) 상부에 메탈 공정을 위한 메탈막(12)을 형성한다. 여기서, 상기 메탈막(12)으로서, 예컨대 알루미늄을 이용할 수 있다. 그리고, 상기 메탈막(12) 상부에 포토레지스트막(14)을 도포한다.

이어서, 상기 포토레지스트막(14) 상부에 포토 마스크(도시되지 않음)를 배치한 뒤, 노광 및 현상 공정을 실시한다. 그 결과, 상기 메탈막(12)을 부분적으로 노출시키는 포토레지스트 패턴(14)이 형성된다. 계속해서, 상기 포토레지스트 패턴(14)을 자기정렬된 식각 마스크로 이용하여 상기 메탈막(12)을 패터닝하게 된다. 이러한 메탈막(12) 패터닝은 플라즈마 식각 공정을 통해 진행되는데, 이러한 플라즈마 식각 공정을 위해 웨이퍼를 예컨대 DPS 플라즈마 식각 장비 내부(프로세스 챔버)로 주입하게 된다.

도 1b에는 플라즈마 식각 장비 내부에서 이루어지는 플라즈마 식각 공정이 도식적으로 나타나 있다. 도 1b를 참조하면, 상기 포토레지스트 패턴(14)이 형성되어 있는 웨이퍼로부터 일정 간격 이격된 위치에 양전하(+)를 띠는 + 이온들, 음전하(-)를 띠는 전자들, 그리고 전하를 띠지 않는 중성입자인 라디칼(\*) 성분들이 혼합되어 있는 플라즈마(16)가 형성되어 있다. 이때, 상기 플라즈마 발생을 위하여 프로세스 챔버 내부로 주입되는 공정 가스는, 예컨대,  $\text{BCl}_3$ (120SCCM),  $\text{Cl}_2$ (60SCCM),  $\text{CHF}_3$ (10SCCM),  $\text{N}_2$ (10SCCM) 및  $\text{Ar}$ (100SCCM) 이다. 그리고, 플라즈마 발생을 위한 RF 파워는 1000 Watt, 압력은 8~20mT, 온도는 0~150°C, 시간은 100~150sec 로 유지하는 것이 바람직하다.

이처럼 프로세스 챔버 내부에 플라즈마(16)가 형성되어 있는 상태에서, 웨이퍼가 로딩되어 있는 하부전극측에 음(-) 전압을 인가한다. 그러면, 상기 플라즈마를 이루고 있는 입자들 중에서 특히 양전하를 띠는 + 이온들이 웨이퍼쪽으로 이동하여 포토레지스트 패턴(14)에 의해 노출된 알루미늄막(12) 표면에 흡착하게 된다. 이처럼 + 이온들이 알루미늄막(12) 표면에 흡착되면, 흡착시 발생하는 이온충돌과 같은 물리적 에너지의 영향으로 + 이온과 알루미늄막(12)간에 화학 반응이 발생되어 휘발성 화합물을 형성하게 된다. 그리고, 상기 휘발성 화합물이 알루미늄막(12) 표면으로부터 이탈함에 의해 도 1c에 도시되어 있는 것과 같이, 알루미늄 패턴(12a)이 형성되는 것이다.

한편, 상기와 같이 알루미늄 패턴을 형성하기 위한 플라즈마 식각 공정시 공정 가스 및 알루미늄간의 화학 반응으로 인하여 불가피하게 폴리머가 형성된다. 따라서, 통상적으로, 플라즈마 식각 공정이 완료된 후, 진공 장비(터보 펌프)를 통해 챔버 내부의 잔류 가스들을 비롯한 폴리머를 외부로 배출시킨다. 그러나, 진공 장비를 통해 배출되지 못한 폴리머들이 프로세스 챔버 상부의 돔에 흡착된다. 따라서, 본 분야에서는 이러한 배기 과정을 거친 후, 프로세스 챔버 내부(특히, 돔의 표면)에 흡착된 폴리머를 제거하기 위한 플라즈마 세정 공정을 실시하게 된다.

이러한 플라즈마 세정 공정에 사용되는 세정 가스로는  $\text{Cl}_2$ 와  $\text{O}_2$ 가 사용된다. 그러나, 상기  $\text{O}_2$  및  $\text{Cl}_2$ 로 이루어진 세정 가스는  $\text{N}_2$ 가 사용되지 않는 공정에서는 폴리머 제거에 우수한 효과를 나타낸다. 그러나, 알루미늄 패턴의 프로파일을 정밀화시키기 위해서는 상기와 같이  $\text{N}_2$ 가스가 필수적으로 사용되는 바, 이처럼  $\text{N}_2$ 가 사용되는 공정에서는  $\text{Cl}_2$  및  $\text{O}_2$  로 이루어

어진 세정 가스를 이용하여 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 공정을 진행하더라도 폴리머 제거에 취약한 단점이 있다. 따라서, 상기  $Cl_2$  및  $O_2$  로 이루어진 세정 가스를 이용한 세정 공정을 완료한 후에도 프로세스 챔버 내부의 돔 표면에 여전히 폴리머가 부착되어 있다. 그리고, 이처럼 돔 표면에 부착된 폴리머는 후속 투입된 웨이퍼 상부에 드롭된다.

도 2에는 웨이퍼(20) 상부에 폴리머(22)가 드롭되어 있는 상태가 도시되어 있다. 프로세스 챔버 내부의 돔 표면에 부착되어 있던 폴리머가 웨이퍼 표면으로 드롭될 경우, 이러한 폴리머는 메탈 공정을 위해 새로이 투입된 웨이퍼에 대해 파티클로서 작용하게 된다. 반도체 디바이스의 수율은 대기중에 존재하는 미세 먼지에 의해서도 크게 저하되는 바, 미세 먼지에 비해 수백배 크기에 달하는 폴리머 덩어리가 웨이퍼 상부에 드롭될 경우 웨이퍼에 치명적인 불량을 일으키게 된다.

이처럼 웨이퍼 표면에 폴리머가 드롭되면 웨이퍼 손실을 야기하여 전체 반도체 디바이스 수율에 치명적인 악영향을 미치게 된다. 또한, 돔 표면에 부착된 폴리머 제거를 위하여 오랜 시간 세정 공정을 진행할 경우, PM 주기가 길어져 설비 가동률이 저하되어 결과적으로 생산성 저하를 야기하게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 알루미늄 패턴 형성시 프로세스 챔버 내부에 발생된 폴리머를 보다 클리어하게 제거할 수 있도록 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 목적은, 알루미늄 패턴에 대해서는 우수한 식각 프로파일을 얻을 수 있도록 하면서도, 챔버 내부에 발생된 폴리머에 대해서 우수한 세정 효과를 기대할 수 있도록 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은, 웨이퍼 로스를 최소화하여 수율 향상을 꾀할 수 있도록 하는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은, PM 주기를 연장하여 설비 가동률을 향상시킬 수 있는 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정 방법을 제공함에 있다.

### 발명의 구성

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법은,  $N_2$ 가 포함된 공정 가스를 이용하여 알루미늄 식각 공정을 완료한 후, 상기 식각 공정이 완료된 웨이퍼를 프로세스 챔버로부터 인출하는 단계와; 상기 웨이퍼가 인출된 프로세스 챔버 내부에  $NH_3+O_2$ 로 구성된 세정용 가스를 주입하는 단계와; 상기 프로세스 챔버 내부에 주입된 상기 세정용 가스를 플라즈마화시켜, 상기 식각 공정에 사용된 식각 가스로 인해 프로세스 챔버 내부에 발생된 파티클을 제거하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

또한, 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체 디바이스 제조설비에서의 프로세스 챔버 세정방법은, 웨이퍼 상부의 물질막을 희망하는 패턴으로 형성하기 위한 식각 공정이 완료된 웨이퍼를 프로세스 챔버로부터 인출하는 단계와; 상기 웨이퍼가 인출된 프로세스 챔버 내부에 C,H,F,N 또는 Cl기를 띠는 세정용 가스를 주입하는 단계와; 상기 프로세스 챔버 내부로 주입된 세정용 가스를 플라즈마화시킨 뒤, 상기 플라즈마 입자를 이용하여 상기 프로세스 챔버 내부에 존재하는 파티클을 분해하는 단계와; 상기 분해된 파티클을 프로세스 챔버 외부로 배출시키는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

### 삭제

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 본 발명의 카테고리를 벗어나지 않는 범위내에서 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

반도체 디바이스 제조공정 중 백엔드(backend) 공정으로서 메탈 공정을 진행하게 된다. 이러한 메탈 공정은 반도체 디바이스의 신뢰성 및 수율을 결정짓는 중요공정으로서, 반도체 디바이스의 고집적화에 따라 그 중요성이 부각되고 있다. 이러한 메탈 공정은 소자와의 접촉을 위한 콘택, 소자들간의 전기적 연결을 위한 인터커넥션, 그리고 칩과 외부회로와의 전기적 연결을 위한 와이어 본딩을 위하여 수행되는데, 64M 이전에서는 비아 콘택 또는 배선 공정등과 같은 백엔드 공정에 치중되어 있었으나, 64M 이후에는 게이트, 비트라인 또는 캐패시터 형성을 위한 프론트 공정에도 적용되고 있다.

본 발명은 이러한 메탈 공정에 적용되는 도전물질층, 특히 알루미늄을 이용한 메탈 공정중 발생하는 폴리머를 효과적으로 제거할 수 있도록 하는 개선된 프로세스 세정 방법에 관한 발명이다. 따라서, 하기의 도면들을 참조하여 알루미늄 메탈 공정 및 알루미늄 메탈 공정이 완료된 후 프로세스 챔버에 대해 실시되는 본 발명에 따른 세정 공정에 대하여 설명하고자 한다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 세정 방법을 설명하기 위해 도시된 플라즈마 식각 설비로서, AMT사의 DPS 플라즈마 식각 설비의 사시도 및 단면도가 도시되어 있다.

도 3 및 도 4에 도시된 DPS 플라즈마 식각 설비는, 이온 농도 및 이온 에너지를 독립적으로 제어할 수 있고, 공정마진을 증가시킬 수 있으며, 웨이퍼 손상을 크게 줄일 수 있다는 장점으로 인해 본 분야의 메탈 공정에 통상적으로 사용되고 있는 플라즈마 식각 설비중의 하나이다.

도 3 및 도 4를 참조하여 이러한 DPS 플라즈마 식각 설비의 구조를 살펴보면, 웨이퍼 상에 형성된 피가공막을 전기적 특성을 가지는 패턴으로 식각하기 위한 식각 공정이 진행되는 일정 두께의 챔버 벽을 가지는 프로세스 챔버(100)가 구비된다. 그리고, 상기 프로세스 챔버(100)는 크게, 웨이퍼 상부의 피가공막을 소정의 패턴으로 식각하기 위한 공정가스가 주입되는 상부 챔버 및 웨이퍼가 로딩되는 하부 챔버로 이루어진다.

이러한 상부에는 RF 파워가 인가되는 상부전극(102)이 형성되어 있다. 상기 RF 파워는 약 60MHz 이상의 고주파로서, 이러한 고주파수를 인가함으로써, 프로세스 챔버(100) 내부에 주입된 가스를 플라즈마화시킬 수 있게 되고, 10mT 이하의 저압조건하에서도 플라즈마에 의한 식각 공정이 가능하도록 하여 디자인을 감소에 대응할 수 있도록 한다. 그리고, 상기 상부 챔버에는 샤워헤드(104)가 형성되어 있다. 이러한 상기 샤워헤드(104)는 석영 재질 또는 상기 석영 재질에 비해 강도가 우수하며 절연특성이 있는 세라믹 재질로 형성할 수 있다. 그리고, 상기 샤워헤드(104)에는 가스공급관을 통해 공급되는 가스를 그 내부에 일시적으로 저장시키는 버퍼공간(106)이 마련되어 있으며, 상기 버퍼공간(106)에 일시적으로 저장된 가스를 프로세스 챔버 내부로 분사시키기 위한 복수개의 가스분사홀(108)이 형성되어 있다.

또한, 상기 상부 챔버의 상부에는 RF 파워와 연결되어 RF 에너지가 공급되며, 프로세스 챔버 내부의 온도를 약 80℃의 적정온도로 유지시켜주는 보조 챔버로서 기능하는 DTCU(Dome Temp Control Unit:110)가 설치된다. 그리고, 상기 상부 챔버에는 상부 챔버의 천정을 커버하는 형성하는 돔(112)이 설치되어 있다. 보다 구체적으로, 상기 돔(112)은 RF 파워와 온도 제어를 위하여 돔 온도 제어 유닛(DTCU) 내부에 설치되며, 수정, 알루미늄 또는 알파 알루미늄(사파이어)와 같은 절연재질 또는 세라믹 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 돔(112)은 플라즈마 식각 공정을 진행하는 과정에서 발생된 폴리머를 보다 용이하고 신속하게 흡착하여 웨이퍼 로스를 최소화하기 위한 목적으로 구비된 것으로서, 도 3에 도시된 것과 같이, 반구형태로 이루어져 있다. 그리고, 상기 돔(112)의 상측에는 프로세스 챔버(100)의 내부를 소정의 온도 조건으로 유지시키기 위한 다수개의 램프(114) 및 특히 플라즈마 형성에 필요한 RF 파워를 공급하는 RF 코일(116)이 구비되어 있다. 또한, 도면상으로 도시되지는 않았으나, 상기 돔(112)의 천정에는 식각 종료 시점을 검출하도록 하는 식각 종말점 감지부가 형성되어 있다.

또한, 상부 챔버의 일측에는 배기라인(118)이 형성되어 있으며, 이러한 배기라인(118)에는 프로세스 챔버(100) 내부를 진공 상태로 만들고, 프로세스 내부의 가스 및 파티클등을 외부로 배출시키기 위한 터보 펌프(120)가 연결되어 있다. 통상적으로, 플라즈마 식각 공정을 수행하기 위해서는, 프로세스 챔버(100) 내부를 소정의 압력분위기로 조성하여야 하는데, 상기 배기라인(118)을 통하여 진공압을 발생시키기 위해 구비된 터보 펌프(120)에 의해 프로세스 챔버(100) 내부를 일정한 진공압 상태(약 0.1mT 이하)로 유지시킬 수 있다. 그리고, 이러한 프로세스 챔버(100)에 대한 진공압의 조절은 터보 펌프(120) 상측에 형성되어 있는 게이트 밸브(122)에 의해서 이루어진다. 또한, 상기 터보 펌프(120)에는 드라이 펌프(도시되지 않음)가 연결되어 있는데, 이러한 드라이 펌프는 상기 터보 펌프(120)와 함께 플라즈마 식각 공정이 진행되는 프로세스 챔버(100) 내부의 공정 가스를 배출시키기 위한 기능을 수행하는 펌프로서, 상기 드라이 펌프 자체에서 발생하는 열을 냉각시키기 위한 오일 시스템(도시되지 않음) 및 프로세스 쿨링 워터를 공급하는 워터 플로우 라인(도시되지 않음)이 구비된다. 또한, 상기 드라이 펌프는 일반적으로 프로세스 챔버 및 버퍼 기능의 트랜스퍼 챔버의 압력을 진공상태로 유지하는 기능을 수행하기 위하여 항시 펌핑기능을 유지하고 있다.

한편, 상기 하부 챔버에는 RF 파워가 인가되는 하부전극(124)이 설치되어 있고, 상기 하부전극(124) 상부에는 웨이퍼가 안착되는 척(126)이 형성되어 있다. 여기서, 상기 하부전극(124)에 인가되는 RF 파워의 주파수는 약 2MHz로서, 웨이퍼 측으로 플라즈마 이온들을 유인하게 된다. 그리고, 상기 척(126)의 종류로서, 먼저 진공척은 단위공정들이 진공 조건하에서 수행될 경우, 진공척과 외부 진공간의 압력차이가 생성되지 않기 때문에 사용에 한계가 있으며, 또한 흡입작용에 의해 웨이퍼를 고정하기 때문에 정밀한 고정이 불가능한 결점이 있다. 따라서, 최근에는 전위차에 의해 발생하는 유전분극 현상

과 정전기적 원리를 이용하여 웨이퍼를 척킹하는 정전척(ESC:Electro Static Chuck)이 보다 보편적으로 사용되고 있다. 그리고, 상기 척(126)의 에지부에는 클램프 링(128)이 설치되어 있는데, 이러한 클램프 링(128)은 상기 척(126)에 안착된 웨이퍼의 에지부위를 에워싸는 환형으로 이루어져 있다. 이러한 클램프 링(128)에 의해 척(126) 상부에 안착된 웨이퍼는 소정의 위치에 고정될 수 있으며, 플라즈마 환경 영역을 웨이퍼의 외측 부위까지 확대시켜 웨이퍼 전체 영역이 플라즈마 작용을 받을 수 있도록 한다. 여기서, 상기 클램프 링(128)은 강도가 높고, 내식성, 내산화성, 내열충격성이 우수한 소재로서, 예컨대 탄화규소(SiC)로 형성하는 것이 바람직하다.

그리고, 웨이퍼를 상하 방향으로 수직운동시키기 위한 리프트핀(130)을 포함한 리프트(132)가 형성되어 있다. 상기 리프트(132)는 구동수단을 이용하여 상기 리프트 핀(130)을 승하강시키며, 이러한 리프트 핀(130)의 승하강에 의해 웨이퍼의 수직 운동이 이루어지게 된다. 이때, 웨이퍼는 하부 챔버의 일측에 설치된 웨이퍼 투입구(도시되지 않음)를 통해 척(126) 상부로 로딩되어진다.

따라서, 상기와 같은 구성을 가지는 플라즈마 식각 설비를 이용하여 알루미늄 메탈 공정을 실시하기 위해서는, 먼저 알루미늄이 적층된 웨이퍼를 밀폐된 프로세스 챔버(100) 내에 장착하고 플라즈마 식각을 위한 반응가스를 주입한다. 그리고 나서, 상기 상부전극(102) 및 하부전극(124)에 고주파 혹은 마이크로웨이브 전력을 인가하게 되면, 프로세스 챔버(100) 내부로 주입된 반응가스가 플라즈마 상태로 여기된다. 그리고, 이처럼 여기된 플라즈마 입자가 포토레지스트 패턴에 의해 노출된 알루미늄막과 반응하여 불필요한 영역이 제거됨으로써, 알루미늄 메탈 공정을 완료하게 되는 것이다.

그러면, 하기 도 5a 및 도 5b를 참조하여 상기 플라즈마 식각 장비를 통해 수행되는 알루미늄 메탈 공정을 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

먼저, 도 5a를 참조하면, 얇은 트렌치 소자분리(Shallow Trench Isolation)에 의한 소자분리막(202)에 의해 액티브(active) 영역과 필드(field) 영역이 구분되어 있는 반도체 기판(200)에 게이트 전극(210)을 형성한다. 이때, 상기 게이트 전극(210)은 전기적 특성의 향상을 위하여 폴리실리콘막(204) 및 실리사이드막(206)을 차례로 증착한 뒤, 소정 면적을 가지도록 패터닝한다. 그리고 나서, 상기 결과물의 전면 상부에 스페이서 형성용 절연막을 증착한 뒤, 예컨대 에치백(etch back) 식각등과 같은 이방성 식각 공정을 실시하여 상기 폴리실리콘막(204) 및 실리사이드막(206) 패턴 측벽에 게이트 스페이서(208)를 형성함으로써 완성한다. 또한, 상기 실리사이드막(206)은 게이트 전극의 전기적 특성을 보다 향상시킬 수 있도록 하기 위하여 텅스텐 실리사이드막으로 이용할 수 있으며, 게이트 스페이서(208)는 질화막으로 형성할 수 있다.

그리고, 상기 게이트 전극(210)이 형성되어 있는 반도체 기판(200)에 3족(예컨대, B) 또는 5족(P, As)의 불순물을 이온주입하여 반도체 기판(200) 내부에 소오스 및 드레인 영역(도시되지 않음)을 형성한다. 이러한 불순물 이온주입 공정시, 상기 게이트 전극(210)은 셀프얼라인된 이온주입 마스크로서 기능하게 된다.

이어서, 상기 소오스 및 드레인 영역이 형성되어 있는 결과물의 전체 상부에 제1층간절연막(212)을 도포한 뒤, 에치백 또는 화학적 기계 연마(Chemical Mechanical Polishing) 공정을 실시하여 상기 제1층간절연막(212)의 표면을 평탄화시킨다. 이때, 후속의 열 처리 공정에 의해 상기 소오스 및 드레인 영역에 주입된 불순물이 타 영역으로 확산되는 것을 방지하고, 세정 공정에서의 프로파일 찌그러짐을 방지하기 위하여, 상기 제1층간절연막(212)은 화학기상증착(Chemical Vapor Deposition)에 의한 고밀도 플라즈마 산화막(High Density Plasma Oxide)으로 형성할 수 있다.

그리고, 상기 평탄화된 제1층간절연막(212)에 사진 및 식각 공정을 진행하여 상기 드레인 영역에 이르는 버리드(buried) 콘택홀을 형성한다. 그리고 나서, 상기 버리드 콘택홀을 포함한 반도체 기판 전면 상부에 도전물질을 증착하여 비트라인(216)을 형성한다. 상기 비트라인(216)은 상기 버리드 콘택홀에 도전물질이 필링됨에 의해 형성된 버리드 콘택(214)을 통해 상기 드레인 영역과 전기적으로 연결된다. 여기서, 상기 비트라인(216)은 반도체 디바이스의 속도 향상을 위하여 다음과 같이 형성할 수 있다. 즉, 티타늄을 이용하여 티타늄 실리사이드막을 형성하고, 상기 티타늄 실리사이드막 상부에 질화티타늄을 이용하여 장벽층을 형성한다. 이어서, 상기 질화티타늄으로 이루어진 장벽층 상부에 텅스텐막을 형성한 뒤, 상기 텅스텐막 상부에 질화막을 형성한다. 계속해서, 상기 질화막을 식각마스크로서 이용하여 하부의 텅스텐막, 질화티타늄막 및 티타늄 실리사이드막을 차례로 패터닝하여 비트라인(216)을 형성하게 된다.

이어서, 상기 비트라인(216)이 형성되어 있는 결과물의 전체 상부에 저온에서 증착가능한 고밀도 플라즈마 산화막으로 제2층간절연막(218)을 형성한다. 그리고 나서, 에치백 또는 화학적 기계 연마 공정을 실시하여 상기 제2층간절연막(218)의 상부 표면을 평탄화시킨다. 그리고, 상기 제2층간절연막(218)의 상부 표면에서 소오스 영역에 이르는 버리드 콘택홀을 형성한 뒤, 상기 버리드 콘택홀에 도전물질을 충전하여 버리드 콘택(222)을 형성한다. 이때, 상기 버리드 콘택(222)은 정렬마진을 위하여 소오스 영역 상부에 형성시킨 랜딩 패드(220)에 연결될 수 있다.

계속해서, 상기 버리드 콘택(222)과 전기적으로 연결되는 캐패시터(230)를 형성한다. 상기 캐패시터(230)는 하부전극(224), 고유전막(226) 및 상부전극(228)으로 이루어진다. 이러한 캐패시터(230) 형성방법은 예컨대, 폴리실리콘막을 증착한 뒤, 이를 패터닝하여 캐패시터 하부전극(224)을 형성한다. 이때, 상기 캐패시터 하부전극(224)은 캐패시턴스(capacitance) 증대를 위하여 스택형 또는 실린더형과 같은 형태로 구현할 수 있으며, 본 실시예에서와 같이 반구형 그레이인(HSG) 형태로 구현할 수도 있다. 그리고, 캐패시터 하부전극(224) 표면에 고유전막(226)을 형성한 뒤, 상기 고유전막(226) 상부에 캐패시터 상부전극(228)을 형성함으로써, 완성하게 된다. 여기서, 상기 고유전막(226)으로서는, 산화탄탈륨( $Ta_2O_5$ ), 원자층 증착에 의한 산화알루미늄( $Al_2O_3$ ) 또는 질화막-산화막-질화막의 적층구조로 이루어진 ONO막중 하나를 선택하여 형성할 수 있다. 그리고, 상기 캐패시터 상부전극(228)으로서는, 폴리실리콘 또는 질화티타늄과 폴리실리콘으로 이루어진 이중막 구조로 형성할 수 있다.

이어서, 캐패시터(230)가 형성되어 있는 상기 결과물의 전체 상부에 제3층간절연막(232)을 도포한다. 그리고 나서, 상기 캐패시터의 상부전극(228), 그리고 주변영역상의 액티브 영역에 이르는 콘택홀(234,236)을 형성한 뒤, 도전막(238)을 증착한다. 여기서, 상기 도전막(238)은 메탈 공정을 위해 증착되는 메탈막으로서, 예컨대 알루미늄막이 증착된다.

이어서, 상기 알루미늄으로 이루어진 도전막(238) 상부에 포토리소그라피 공정을 위한 포토레지스트막을 코팅한다. 그리고, 상기 포토레지스트막 상부에 포토 마스크(도시되지 않음)를 형성한 뒤, 노광 및 현상 공정을 실시하여 포토레지스트 패턴(240)을 형성한다.

여기서, 상기 포토레지스트 패턴(240)은 하부의 도전막(238)을 식각하기 위해 형성된 것이다. 따라서, 상기 포토레지스트 패턴(240)이 형성되어 있는 반도체 기판(200)은 상기 도 3 및 도 4에 도시되어 있는 DPS 플라즈마 식각 설비 내부로 주입되어 메탈 공정이 실시된다.

상기 도 3 및 도 4에 도시되어 있는 DPS 플라즈마 식각 설비 내부에서 실시되는 메탈 공정을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 상기 포토레지스트 패턴(240)이 형성되어 있는 반도체 기판(200)을 DPS 플라즈마 식각 설비의 프로세스 챔버(100) 내부로 주입한다. 그리고, 상기 프로세스 공정 가스 라인(134)을 통해 프로세스 챔버 내부로 플라즈마 식각을 위한 공정 가스를 주입한다. 이때, 상기 프로세스 챔버 내부로 주입되는 공정 가스는 예컨대,  $BCl_3$ (120SCCM),  $Cl_2$ (60SCCM),  $CHF_3$ (10SCCM),  $N_2$ (10SCCM) 및  $Ar$ (100SCCM)이다. 그리고, 상기 프로세스 챔버 내부로 주입된 공정 가스를 플라즈마화시키기 위한 분위기를 조성하게 되는데, 예컨대, RF 파워는 1000 Watt, 압력은 8~20mT, 온도는 0~150°C로 유지시키는 것이 바람직하다. 그리고, 상기와 같은 프로세스 챔버 분위기하에서 플라즈마가 생성되면, 약 100~150sec 동안 플라즈마 식각 공정을 실시한다. 그러면, 포토레지스트 패턴(240)에 의해 커버링되지 않은 부분에서 알루미늄과 플라즈마 입자간에 화학 반응이 발생된다. 그 결과, 도 5b에 도시된 것과 같이 반도체 기판(200) 상부에 알루미늄 패턴(242)이 형성된다.

한편, 상기와 같이 알루미늄 패턴을 형성하기 위한 플라즈마 식각 공정을 실시할 경우, 공정 가스와 알루미늄간의 화학 반응으로 인하여 프로세스 챔버 내부에는 폴리머를 비롯한 파티클들이 불가피하게 발생하게 된다. 이러한 폴리머를 비롯한 파티클을 제거하기 위하여 플라즈마 식각 공정이 완료된 후, 진공 장비를 통해 챔버 내부의 잔류 가스를 외부로 배기시킨다. 그러나, 진공 장비를 통해 프로세스 챔버 내부의 파티클을 완벽하게 제거하는 것은 한계성이 있다. 그리고, 이처럼 배출되지 못한 파티클은 프로세스 챔버 내부에 여전히 부유하게 되어 PM 주기를 단축시키는 원인이 되고 있으며, 특히 플라즈마 반응에 의해 발생된 폴리머들은 상부 챔버의 천정을 이루고 있는 돔에 집중적으로 고형화되어 흡착된다.

따라서, 본 분야에서는 상기와 같은 플라즈마 식각 공정이 완료된 후, 프로세스 챔버 내부에 대하여 필수적으로 세정 공정을 실시하게 된다. 그러나, 플라즈마 식각 설비에 대하여 세정 공정을 실시함에 있어서, 종래에는 돔에 흡착된 폴리머를 제거하기 위한 세정 가스로서,  $Cl_2$  및  $O_2$  로 이루어진 혼합가스를 이용하였다. 이처럼  $Cl_2$  및  $O_2$  로 이루어진 세정 가스를 이용할 경우,  $N_2$ 가 사용되지 않는 공정에서는 폴리머 제거에 우수한 효과를 나타낸다. 그러나, 알루미늄을 플라즈마 식각하는 메탈 공정에서는 알루미늄 패턴의 프로파일을 정밀화시키기 위해서 일반적으로  $N_2$ 는 물론  $CHF_3$  가스가 사용된다. 따라서, 종래의  $Cl_2$  및  $O_2$  를 이용하여 프로세스 챔버를 세정할 경우, 폴리머 제거에 매우 취약하다는 단점이 있다. 따라서, 플라즈마 식각 공정의 부산물인 폴리머가 완전히 제거되지 못하고, 돔 표면에 그대로 부착되어 후속 공정의 효율을 저해하는 원인이 되고 있다. 또한, 돔에 부착되어 있는 폴리머는 아이들 타임 경과후 챔버 내부로 주입된 웨이퍼 표면으로 낙하하여 웨이퍼에 치명적인 불량을 일으켜 웨이퍼 손실을 야기한다.

따라서, 본 발명에서는 돔 표면에 부착된 파티클, 특히 폴리머들을 효과적으로 제거하여 상기와 같은 종래의 문제점을 해소할 수 있는 혁신적인 세정방법을 제안하고자 한다.

그러면, 하기 도 6을 참조하여, 본 발명에 따른 세정방법을 설명하면 다음과 같다. 먼저, 상기 도 5a 및 도 5b를 참조하여 설명되어진 알루미늄 메탈 공정이 완료되면, 반도체 기판을 프로세스 챔버 외부로 인출한다(S300). 그리고, 상부챔버와 연결된 터보 펌프를 이용하여 상기 프로세스 챔버 내부를 배기시킨다.

이어서, 프로세스 챔버 내부, 특히 돔 표면에 집중적으로 부착된 폴리머 제거에 탁월한 효과가 있는 세정 가스를 프로세스 챔버 내부로 주입한다(S302). 즉, 본 발명에 따른 상기 세정 가스는 알루미늄 메탈 공정시의  $N_2$  사용 여부에 구애받지 않고 폴리머 제거에 탁월한 효과가 있는 세정 가스이다. 이러한 본 발명에 따른 상기 세정 가스는, C, H, F, N, 또는 Cl 기를 가지는 가스임을 특징으로 한다. 보다 구체적으로는,  $CHF_3+O_2$ ,  $CF_4+O_2$ ,  $NH_3+O_2$  등의 세정가스가 사용될 수 있다. 여기서, 상기  $CHF_3$ ,  $CF_4$ ,  $NH_3$  성분은 고형화된 폴리머를 잘게 부수어 표면적을 증가시키는 기능을 하며,  $O_2$  성분은 이처럼 잘게 부수어진 폴리머를 산화시키는 기능을 하게 된다. 따라서, 상기  $CHF_3$ ,  $CF_4$ ,  $NH_3$  가스 및  $O_2$ 는 세정 가스 주입부에 형성되어 있는 독립된 세정 가스 라인(136)을 통하여 프로세스 챔버 내부로 선택적으로 주입된다.

계속해서, 상기 프로세스 챔버 내부로 주입된 상기 세정 가스를 플라즈마화시킨다(S304). 즉, 상기 프로세스 챔버 내부로 주입된 세정용 가스를 플라즈마화시키기 위한 분위기를 조성하게 되는데, 프로세스 챔버 내부의 RF 파워는 500~2000 Watt, 압력은 5~100mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 0~150℃로 유지한다. 보다 바람직하게는, RF 파워는 1000~1500 Watt, 압력은 8~50mT, 온도(돔 및 챔버벽)는 50~150℃로 유지한다. 그리고, 상기와 같은 조건하에서 세정 가스가 플라즈마화 되면, 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 공정이 진행된다. 즉, 상기 플라즈마 입자들이 프로세스 챔버 내부에 고착화된 폴리머를 분해한다(306). 여기서, 본 발명에 따른 상기 세정 가스 성분중의  $CHF_3$ ,  $CF_4$ , 또는  $NH_3$ 는 고형화된 폴리머를 잘게 부수어 표면적을 증가시키는 기능을 하며,  $O_2$  성분은 이처럼 잘게 부수어진 폴리머를 산화시키는 기능을 함으로써, 폴리머를 분해시키게 된다. 그리고 나서, 분해된 폴리머 입자를 터보 펌프 등의 펌핑장치를 이용하여 프로세스 챔버 외부로 배출시킴으로써(S308), 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 공정을 완료하게 된다. 이때, 프로세스 챔버 내부에 대한 전체 세정 시간은 1~3600sec로 유지하는 것이 바람직하다.

상기한 바와 같이, 본 발명에서는 알루미늄 메탈 공정이 수행되는 플라즈마 식각 설비를 세정함에 있어서, C, H, F, N 또는 Cl 성분을 포함하는 세정 가스(예컨대,  $CHF_3+O_2$ ,  $CF_4+O_2$ ,  $NH_3+O_2$ )를 프로세스 챔버 내부로 주입한다. 그리고 나서, 상기 주입된 세정 가스를 플라즈마화시켜 프로세스 챔버 내부에 형성되어 있는 파티클을 제거한다. 본 발명에 따른 상기 세정 가스를 적용할 경우, 특히 폴리머 포집을 위한 목적으로 프로세스 챔버 내부에 구비된 돔의 표면에 부착된 폴리머 제거에 탁월한 효과가 있다. 그러면, 하기의 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 세정 가스의 폴리머 제거 효과를 확인해 보도록 하자.

먼저, 도 7은 RGA(가스분석기)를 이용하여 상기 프로세스 내부의 폴리머 성분을 분석한 결과를 나타낸다. RGA는 프로세스 챔버와 터보 펌프간에 연결되어 있다. 따라서, 터보 펌프를 이용한 펌핑시 프로세스 챔버 내부로부터 배출되는 가스 성분을 분석하여 폴리머 검출 여부를 확인하게 된다.

따라서, 플라즈마 식각 설비에 대하여 본 발명에 따른 상기 세정 가스를 이용한 세정 공정을 완료한 후, 터보 펌프를 이용하여 상기 플라즈마 식각 설비의 프로세스 챔버 내부의 가스를 배출시킨다. 그리고, 이처럼 프로세스 챔버 내부로부터 배출되는 가스 성분을 RGA를 이용하여 폴리머 성분의 유무를 분석한다.

도 7에 도시된 그래프의 X축은 폴리머 검출 시간을 나타내며, Y축은 검출된 폴리머 양을 나타낸다. 그리고, 라인 L1 및 라인 L2는 본 발명에 따른 세정 가스를 적용한 경우로서, 먼저 라인 L1은  $CHF_3+O_2$ 를 사용한 경우의 폴리머 검출 결과를 나타내며, 라인 L2는  $CF_4+O_2$ 를 사용한 경우의 폴리머 검출 결과를 나타낸다. 그리고, 라인 L3은 종래 사용된 세정 가스인  $Cl_2+O_2$ 를 사용한 경우의 폴리머 검출 결과를 나타낸다.

도 7의 검출 결과를 통해 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 세정 가스인  $CHF_3+O_2$  또는  $CF_4+O_2$ 를 적용하였을 경우(L1,L2)에는, RGA를 통해 다량의 폴리머가 검출되었음을 알 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 세정 가스를 적용하였을 경우에는, RGA를 통한 폴리머 검출 초기에 다량의 폴리머가 검출되었음을 알 수 있다. 이는 본 발명에 따른 세정 가스를 적용하게 되면, 돔 표면에 부착되어 있던 고형화된 폴리머들이 분해되어 프로세스 챔버 내부에 부유하고

있으며, 터보 펌프를 이용한 펌핑시 프로세스 챔버 외부로 일시에 다량 배출되고 있음을 의미한다. 그리고, 상기 7의 검출 결과에 도시되지는 않았지만, 본 발명에 따른 또 다른 세정 가스인  $NH_3 + O_2$ 를 적용하더라도 상기 L1 또는 L2와 유사한 폴리머 검출 결과를 얻을 수 있다.

이에 비하여, 종래 세정 공정에 사용되었던  $Cl_2 + O_2$ 를 적용하였을 경우(라인 L3)에는, 상기  $CHF_3 + O_2$  또는  $CF_4 + O_2$ 를 적용하였을 경우와 동일 시간 대비 RGA를 통해 폴리머가 거의 검출되지 않았음을 알 수 있다. 이는  $Cl_2 + O_2$ 를 이용하여 프로세스 챔버에 대하여 세정 공정을 실시하더라도 챔버 내부에 부착되어 있는 폴리머에 대한 분해 작용이 일어나지 않았으며, 그로 인해 프로세스 챔버 내부의 돔 표면에는 여전히 고형화된 폴리머가 존재함을 예측할 수 있다.

상기 도 7에 도시된 것과 같이, 본 발명에 따른 세정 가스와 종래 기술에 따른 세정 가스의 세정 효과는 큰 차이를 보이고 있다. 그리고, 이러한 실질적인 세정 효과의 차이는 하기 도 8a, 8b 및 도 9a, 9b를 통하여 서로 비교 및 확인해 볼 수 있다.

먼저, 도 8a 및 8b는 종래 방법에 따른 세정 공정이 완료된 돔의 표면 상태를 나타내며, 도 9a 및 9b는 본 발명의 실시예에 따른 세정 공정이 완료된 돔의 표면 상태를 나타낸다.

도 8a는 종래 방법에 따른 세정 가스인  $Cl_2 + O_2$ 를 이용한 세정 공정후 돔의 표면(참조부호 A)을 직접 촬영한 사진이며, 도 8b는 상기 도 8a에 대한 도식화된 도면으로서, 돔의 표면에 폴리머가 그대로 부착되어 있음을 알 수 있다. 즉, 육안으로 쉽게 보이는 성분들이 고형화된 폴리머이다. 이처럼 돔의 표면에 부착된 폴리머가 세정 공정시 완전하게 제거되지 못할 경우, 후속 투입되는 웨이퍼 상부로 폴리머가 드롭되어 웨이퍼 손상 및 웨이퍼 로스를 야기하여 신뢰성 및 수율을 저하시키게 된다.

이에 비하여, 도 9a는 본 발명에 따른 세정 가스를 이용한 세정 공정후 돔의 표면(참조부호 B)을 직접 촬영한 사진이며, 도 9b는 상기 도 9a에 대한 도식화된 도면으로서, 상기 도 8a 및 도 8b와 비교해 볼 때 돔의 표면이 깨끗함을 알 수 있다. 즉, 돔 표면에 부착되어 있는 폴리머가 클리어하게 제거되어 돔의 본래 재질이 그대로 드러나 있는 것이다.

이처럼, 본 발명에 따른 세정 가스를 적용하여 세정 공정을 실시하게 되면, 돔 표면에 부착된 폴리머가 클리어하게 제거되어 후속 투입된 웨이퍼 상부에 폴리머가 드롭되는 문제점을 해소할 수 있게 된다. 그리고, 웨이퍼 상부로 폴리머가 드롭되는 문제점을 해소함으로써, 반도체 디바이스의 신뢰성을 향상시킬 수 있음은 물론 전체적인 수율 또한 향상시킬 수 있게 된다.

한편, 상기에서는 알루미늄을 이용한 메탈 공정을 제시하여 본 발명에 따른 세정방법을 설명하였다. 그러나, 이는 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 알루미늄을 이용한 메탈 공정 이외에 옥사이드 또는 폴리실리콘을 비롯한 다양한 패턴 형성을 위한 식각 공정을 실시한 후에, 상기 식각 공정이 실시된 프로세스 챔버에 대하여 본 발명에 따른 세정방법을 적용할 수 있음은 물론이다.

### 발명의 효과

상기한 바와 같이 본 발명에서는, 알루미늄등을 패터닝하기 위한 메탈 공정이 수행되는 플라즈마 식각 챔버에 대하여 C, H, F, N 또는 Cl 기를 포함하는 세정 가스를 이용하여 세정 공정을 실시한다. 그 결과, 상기 플라즈마 식각 설비 내부, 특히 상부 챔버의 천정을 구성하는 돔의 표면에 부착된 폴리머에 대한 세정 효과가 향상되어 후속 투입되는 웨이퍼 상부에 폴리머가 드롭되어 웨이퍼를 손상시키는 종래의 문제점을 해소할 수 있게 된다.

또한, 플라즈마 식각 공정이 수행되는 프로세스 챔버 내부에 대한 세정 효과가 우수하여 PM 주기를 연장시킬 수 있게 됨으로써, 설비 가동률 또한 보다 향상시킬 수 있고, 그로 인해 반도체 디바이스의 생산성 향상에도 기여할 수 있게 된다.

### 도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1c는 플라즈마에 의한 일반적인 식각 원리를 설명하기 위한 도식화된 도면이다.

도 2는 웨이퍼 상부에 고형화된 폴리머가 드롭되어 있는 상태를 나타낸다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 세정 방법을 설명하기 위한 플라즈마 식각 설비의 사시도 및 단면도를 나타낸다.

도 5a 및 도 5b는 플라즈마 식각 장비를 통해 수행되는 통상의 알루미늄 메탈 공정을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 6은 본 발명에 따른 세정 방법을 설명하기 위한 공정 흐름도이다.

도 7은 가스분석기(RGA) 이용한 폴리머 검출 결과를 나타내는 그래프이다.

도 8a 및 8b는 종래 방법에 따른 세정 공정이 완료된 돔의 표면 상태를 나타낸다.

도 9a 및 9b는 본 발명의 실시예에 따른 세정 공정이 완료된 돔의 표면 상태를 나타낸다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

100: 프로세스 챔버 102: 상부전극

104: 샤워헤드 106: 버퍼공간

108: 가스분사홀 110: DTCU

112: 돔 114: 램프

116: RF 코일 118: 배기라인

120: 터보 펌프 122: 게이트 밸브

124: 하부전극 126: 척

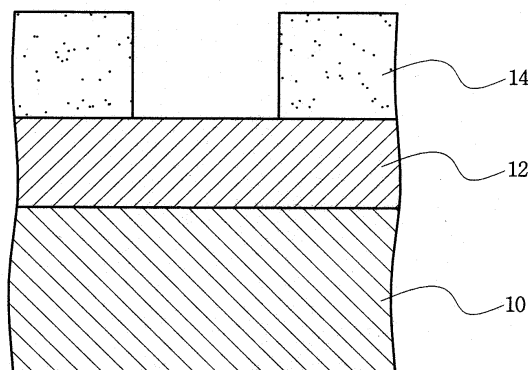
128: 클램프 링 130: 리프트핀

132: 리프트 134: 프로세스 공정 가스 라인

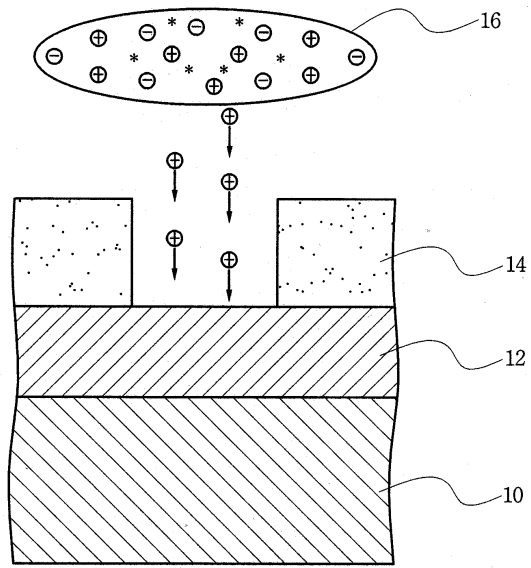
136: 세정 가스 라인

도면

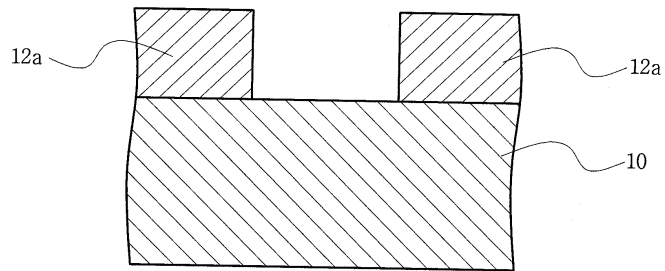
도면1a



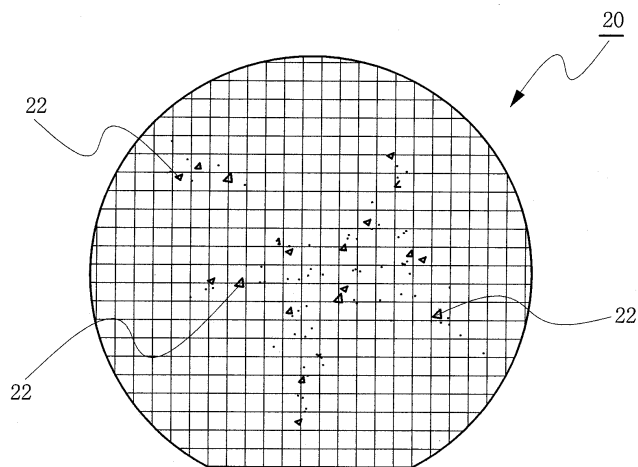
도면1b



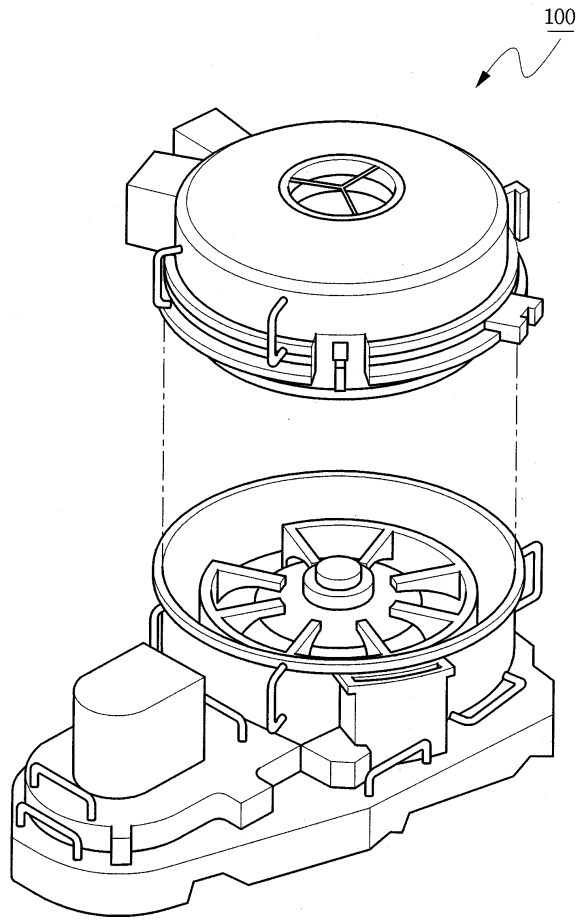
도면1c



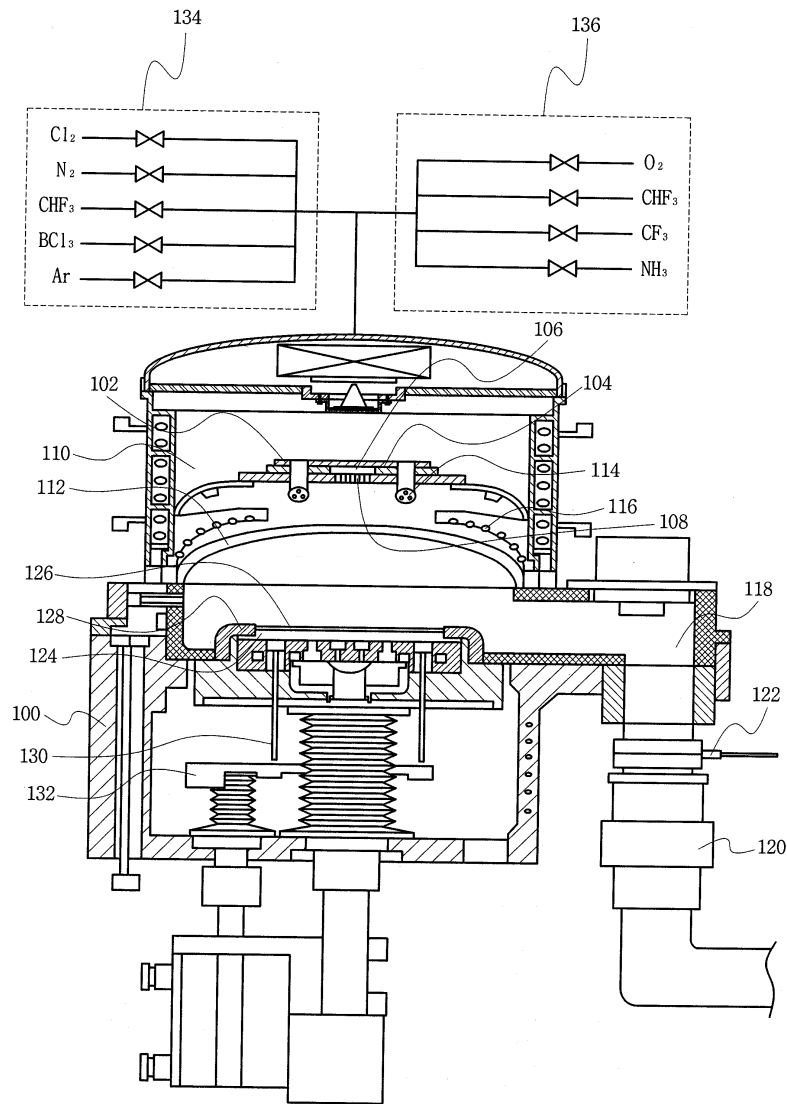
도면2



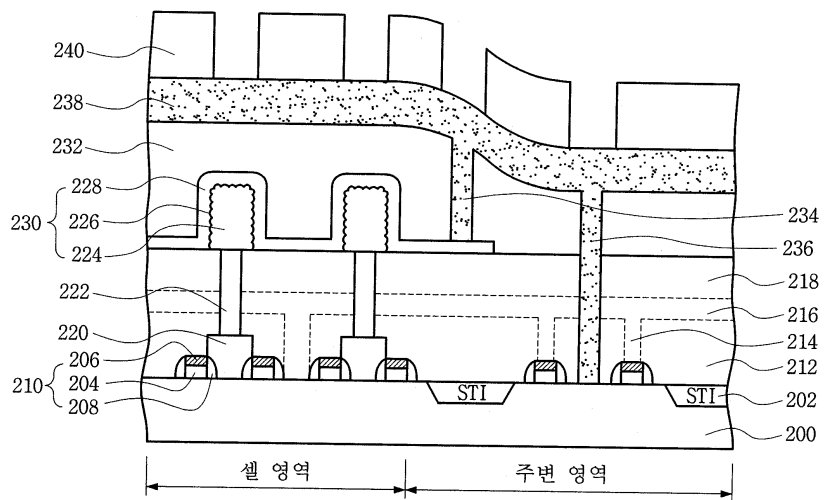
도면3



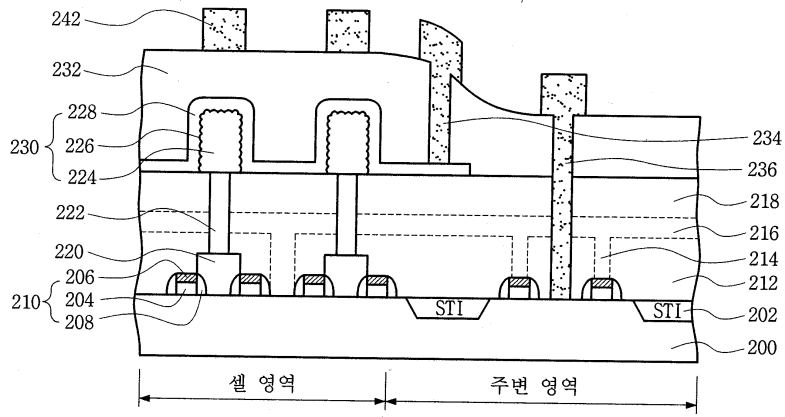
도면4



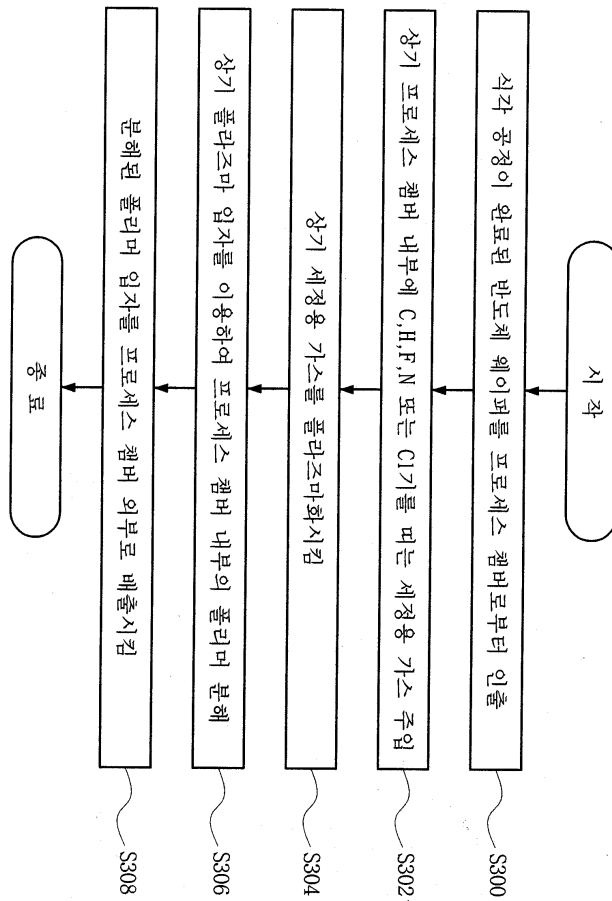
도면5a



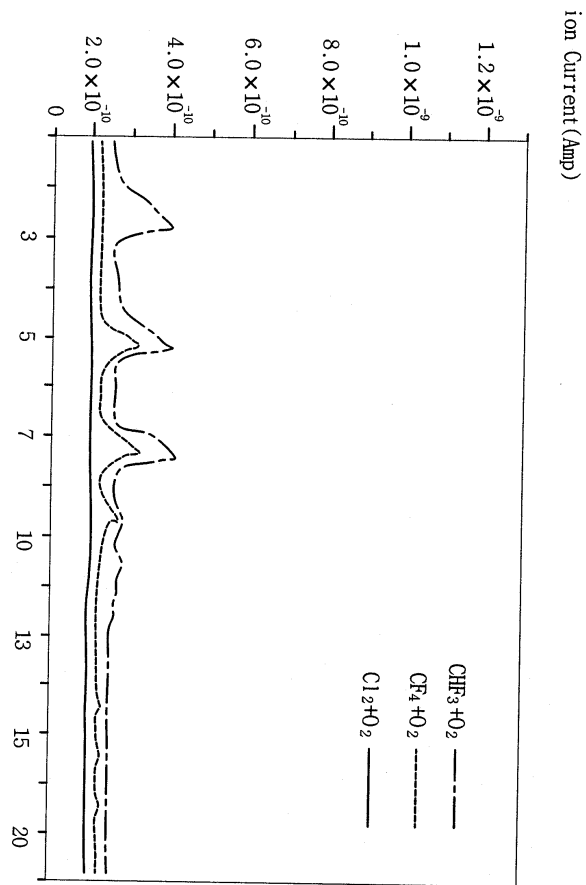
도면5b



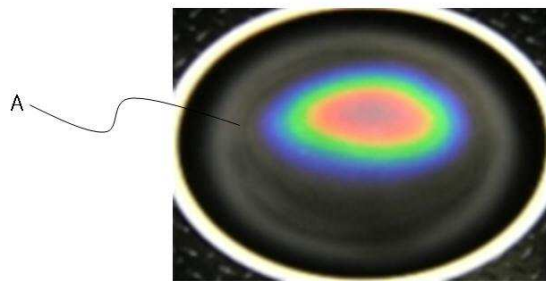
도면6



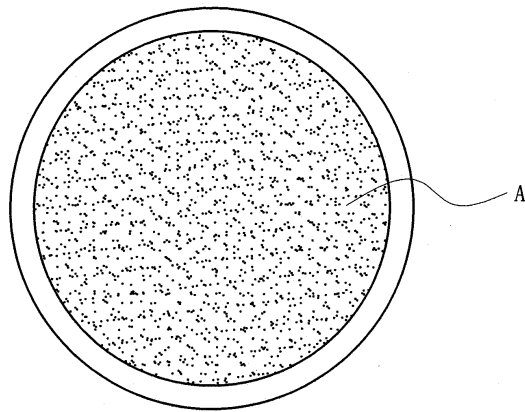
도면7



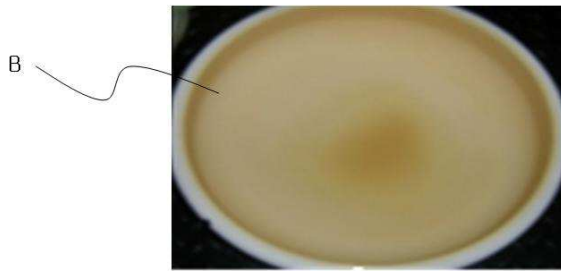
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

