(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
H01L 21/304

(45) 공고일자 2006년01월27일
(11) 등록번호 10-0522380
(24) 등록일자 2005년10월11일

(21) 출원번호 10-1997-0058085
(22) 출원일자 1997년11월05일

(65) 공개번호 10-1998-0042073
(43) 공개일자 1998년08월17일

(30) 우선권주장 8-307507 1996년11월05일 일본(JP)
9-208412 1997년07월18일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1

(72) 발명자 오쿠야마 기쿠오
일본국 히로시마켄 히가시히로시마시 가가미야마 2쵸메 365, 히로다이 가가라 다이이치 쇼쿠인슈쿠샤 2-401

시마다 마나부
일본국 히로시마켄 히가시히로시마시 다카야쵸 오바타케 549-67

후지이 도시아키
일본국 가나가와켄 야마토시 츠키미노 8-8-3

(74) 대리인 김양오
송재련
한규환

심사관 : 김갑병

(54) 물품표면의입자제거방법및장치

요약

본 발명에 따르면 청정실 내의 반도체 웨이퍼와 같은 물품 표면으로부터 입자를 제거하는 방법 및 장치가 제공된다. 입자에 전하를 공급한다. 이어서, 전기장이 적용되는 동안, 전기적으로 하전된 입자를 표면으로부터 떼어내도록 초음파 또는 가스 스트림을 물품 표면에 적용하여, 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자를 표면으로부터 제거한다. 제거된 부유 입자에 대한 수집 부재가 존재할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 한 실시형태의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 다른 실시형태의 개략도이다.

도 3은 도 2의 이온화 장치(40)의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다.

도 6은 도 5의 이온화 장치(60)의 단면도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다.

도 8은 제거가능한 입자 크기의 한도를 마이크로미터로 나타낸 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 청정실 내의 반도체 웨이퍼, 반도체 장치 표면 코팅용 반응기 및 이의 주변기기, 및 액정용 유리와 같은 물품 표면으로부터 입자를 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

청정실은 반도체 장치 등을 제조하는 데 사용되며, 표면에 입자가 없는 반도체 웨이퍼를 제조하도록, 먼지 등의 입자가 없어야 한다. 예를 들어, 최근, 반도체 웨이퍼로부터 수 마이크로미터 크기만큼 작은 입자, 바람직하게는 1 마이크로미터 크기보다 작은 입자를 제거하는 것이 요구되고 있다.

물품의 표면에서 입자를 제거하는 통상의 방법은 도 8에 나타낸 바와 같은 접촉 공정 및 비접촉 공정을 포함한다. 접촉 공정은 고정 브러쉬 진공 공정과 회전 브러쉬 진공 공정을 포함한다. 두가지 접촉공정으로는 모두 수 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 입자를 제거할 수 있으나, 수 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자는 제거할 수 없다.

비접촉 공정은 진공 공정, 에어 나이프 공정 및 초음파 공기 공정을 포함한다. 진공 공정은 약 100 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 입자를 제거하며, 에어 나이프 공정은 수 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자는 제거할 수 없다. 초음파 공기 공정은 수 마이크로미터만큼 작은 크기의 입자를 제거할 수 있다. 그러나, 초음파 공기 공정은 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자는 제거할 수 없다.

본 발명자들은 웨이퍼에 자외선, 방사선 및 레이저를 조사하여, 입자를 제거하도록 광전자를 방출함으로써 웨이퍼로부터 입자를 제거하는 방법을 제안하였다(JP-A-4-239,131 및 JP-A-6-296,944 참조). 그러나, 이 공정에서는 웨이퍼 표면이 자외선, 레이저 또는 방사선으로 직접 조사된다. 그러므로, 웨이퍼 표면이 이들 광선에 민감한 경우에는, 웨이퍼 표면이 바람직하지 못한 화학반응을 일으킬 수 있으므로 그 적용이 제한된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이러한 견지에서, 본 발명의 목적은 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자까지 제거할 수 있는, 물품 표면으로부터 입자를 제거하는 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 한 실시형태에 따르면, 입자에 전하를 공급하는 단계; 및 제 1 전기장을 적용하는 동안, 전기적으로 하전된 입자를 물품 표면으로부터 떼어내도록 물품의 표면에 초음파 및 가스 스트림 중 하나 이상을 적용하는 단계를 포함하여 이루어지는 물품 표면의 입자 제거방법이 제공된다. 초음파 및/또는 가스의 적용과 함께 제 1 전기장에 의한 정전기력이 표면으로부터 입자를 제거하는 것을 용이하게 한다.

상기 공급 단계는 입자가 음으로 하전되도록, 전자 및 음으로 하전된 이온 중 하나 이상으로 물품의 표면에 충격을 가하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 공급 단계는 음으로 하전된 이온을 공급하도록, 1ppm 이상의 가스상 산소 및 물 중 하나 이상의 존재하에, 자외선 및 방사선 중 하나 이상을 광전자 방출 물질에 조사하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 공급 단계는 음으로 하전된 이온이 물품의 표면 방향으로 향하도록 하여, 음으로 하전된 이온이 입자와 상호작용하여 입자에 전하를 공급하도록 하는 제 2 전기장을 적용하는 단계를 더욱 포함할 수 있다. 이와 달리, 자외선을 조사하여 생성시킨 대류가 음으로 하전된 이온을 물품 표면의 입자 쪽으로 이동시킨다.

상기 공급 단계는 전기 방전에 의해 음으로 하전된 이온을 제공하는 단계 포함하는 것이 바람직하다.

상기 공급 단계는 음으로 하전된 이온이 물품의 표면으로 향하도록 하여, 음으로 하전된 이온이 입자와 상호작용하여, 입자에 전하를 공급하도록 하는 제 2 전기장을 적용하는 단계를 더욱 포함하는 것이 바람직하다. 이와 달리, 자외선 조사에 의해 생성된 대류가 음으로 하전된 이온을 물품 표면의 입자로 이동시킨다.

상기 방법은 표면에서 제거된 입자를 수집하는 단계를 더욱 포함하는 것이 바람직하다. 상기 수집 단계는 표면에서 제거된 입자에 전자 및 음으로 하전된 이온 중 하나 이상을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 수집 단계는 음으로 하전된 이온을 제공하도록, 1ppm 이상의 가스상 산소 및 물 중 하나의 존재하에, 자외선 및 방사선 중 하나 이상을 광전자 방출 물질에 조사하는 단계; 및 음으로 하전된 이온이 물품의 표면을 향하도록 제 2 전기장을 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 이와 달리, 상기 수집 단계는 전기 방전에 의해 음으로 하전된 이온을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

5 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자가 물품의 표면에서 제거되는 것이 바람직하다. 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자가 물품의 표면에서 제거되는 것이 더욱 바람직하다. 상기 입자는 0.1 마이크로미터 이상의 크기를 갖는 것이 바람직하다.

상기 물품은 제 1 전극 위에 배치되는 반도체 웨이퍼를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 물품은 제 1 전극에 가까이 세워진 반도체 웨이퍼를 포함하는 것이 바람직하다.

제 1 전기장은 센티미터당 10 볼트 내지 100 킬로볼트 범위가 바람직하다. 제 2 전기장은 센티미터당 0.1 볼트 내지 2 킬로볼트 범위가 바람직하다. 제 2 전기장은 센티미터당 10 볼트 내지 1 킬로볼트 범위가 바람직하다.

본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 물품 표면의 입자에 전하를 공급하는 이온화 장치; 물품 표면에 초음파를 적용하는 초음파 발생기 및 물품 표면에 가스 스트림을 생성시키는 스트림 소스 중 하나 이상; 및 전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면으로부터 떼어내기 위한 전기장을 형성시키는 제 1 전극을 포함하여 이루어지는 물품 표면의 입자 제거 장치가 제공된다.

상기 초음파 발생기는 압전 오실레이터, 폴리머 압전막, 전기 변형성 오실레이터, 랑제방 오실레이터, 자기변형성 오실레이터, 전기역학 변성기 및 커패시터 변성기 중 하나 이상을 포함한다. 상기 초음파 발생기는 압전 오실레이터를 포함하는 것이 더욱 바람직하다.

상기 스트림 소스는 에어 나이프를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 이온화 장치는 광전자 방출 물질 및 광전자 방출 물질에 자외선 및 방사선 중 하나 이상을 조사하기 위한 광원을 포함하는 것이 바람직하다.

상기 이온화 장치는 전기 방전이 가능한 것이 바람직하다. 상기 이온화 장치는 한 쌍의 제 2 전극을 포함하여, 제 2 전극들 사이의 가스를 통하여 전기가 통하는 것이 바람직하다. 상기 이온화 장치는 대류를 발생시키는 가열기를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 장치는 물품에서 제거된 입자를 수집하기 위한 트랩을 더욱 포함하는 것이 바람직하다. 상기 트랩은 물품에서 제거된 입자를 트랩하기 위한 제 3 전극을 포함할 수 있다.

본 발명에서는, 물품 표면에 존재하는 입자에 전하를 공급한다. 입자가 음으로 하전되도록, 전자 및/또는 음으로 하전된 이온으로 물품의 표면에 충격을 가한다.

본 발명에서는, 물품 표면의 입자에 전하를 공급하는 데 광전자가 사용될 수 있다. 이와 달리, 전기 방전이 입자에 전하를 공급하는 데 사용될 수 있다. 유사하게, 트랩이 용이하도록 물품 표면에서 제거된 입자에 전하를 공급하는 데 광전자 및 전기 방전이 사용될 수 있다.

본 발명에서는, 자외선 및/또는 방사선에 노출되어 광전자를 방출하는 광전자 방출 물질은 어떤 것도 사용할 수 있다. 광전자 방출 물질은 광전자 제조시 작은 일함수를 가지는 것이 바람직하다. 효율 및 비용 면에서, 상기 물질은 Ba, Sr, Ca, Y, Gd, La, Ce, Nd, Th, Pr, Be, Zr, Fe, Ni, Zn, Cu, Ag, Pt, Cd, Pb, Al, C, Mg, Au, In, Bi, Nb, Si, Ti, Ta, U, B, Eu, Sn, P 및 W 중 하나 이상 또는 이러한 원소를 함유하는 어떠한 화합물이나 합금 또는 이들의 어떠한 조합으로도 구성될 수 있다. 이러한 물질은 그 자체로 또는 혼합물로서 사용될 수 있다. 아말감 등 이러한 물질의 합성물이 사용될 수 있다.

광전자 방출 물질로 사용될 수 있는 화합물로는 산화물, 붕화물 및 탄화물이 포함된다. 산화물의 예로는 BaO, SrO, CaO, Y_2O_3, Cd_2O_3, Nd_2O_3, ThO_2, ZrO_2, Fe_2O_3, ZnO, CuO, Ag_2O, La_2O_3, PtO, PbO, Al_2O_3, MgO, In_2O_3, BiO, NbO 및 BeO가 포함된다. 붕화물의 예로는 YB_6, CdB_6, LaB_5, NdB_6, CeB_6, EuB_6, PrB_6 및 ZrB_2가 포함된다. 탄화물의 예로는 UC, ZrC, TaC, TiC, NbC 및 WC가 포함된다.

광전자 방출 물질로 사용될 수 있는 합금으로는 놋쇠, 청동, 인 청동, Ag와 Mg의 합금(2 내지 20 중량% Mg), Cu와 Be의 합금(1 내지 10 중량% Be) 및 Ba와 Al의 합금이 포함된다. Ag-Mg, Cu-Be 및 Ba-Al 합금 시스템이 바람직하다. 상기 산화물은 공기 중에서 금속 표면을 가열하여 산화시키거나, 화학약품으로 금속 표면을 산화시킨다.

다른 방법으로, 안정한 산화물층을 형성하도록 사용전에 금속 표면을 가열하는 방법을 채택할 수 있다. 예를 들어, Mg와 Ag의 합금은 표면에 산화물막이 형성되도록 수증기 중에서 300 내지 400℃ 범위의 온도로 가열한다. 상기 산화물막은 장기간 안정하게 유지된다.

JP-B-7-93098에는 광전자 방출 물질로 제공되는, 매트릭스 역할을 하는 석영유리 상에 코팅된 Au 박막이 개시되어 있다. 석영 유리는 자외선을 투과시킨다. JP-B-93098에 개시되어 있는 내용은 본 명세서에 참조로 병합되어 있다. JP-A-5-68875에서의 제안과 같이, 전도체가 광전자 방출물질과 함께 매트릭스에 병합될 수 있다. JP-A-5-68875에 개시되어 있는 내용은 본 명세서에 참조로 병합되어 있다.

광전자 방출 물질은 바 또는 로드형, 직선형, 섬유형, 격자형, 판형, 도금형, 곡선형, 실린더형, 스크린형을 포함하는 다양한 구조로 사용될 수 있다. 자외선 또는 방사선에 노출되는 영역이 넓은 형태가 바람직하다. JP-A-4-243540에 개시되어 있는 바와 같이, 광전자 방출 물질은 자외선 램프와 같은 자외선 소스의 표면 및/또는 그 근처 표면에 코팅될 수 있다. 적용분야, 장치의 모양 및 구조 등에 따라 사용할 형태를 결정할 수 있다.

조사하는 동안 방사 소스가 광전자 방출 물질로부터 광전자를 발생시킨다면, 광전자 방출 물질로부터 광전자를 방출시키기 위한 방사 소스는 제한되지 않는다. 방사 소스로는 자외선, 방사선, 전자기파 및 레이저가 포함되며, 적용분야, 장치의 크기, 모양 및 효과에 따라 선택할 수 있다. 효과 및 원활한 작동 면에서, 일반적으로 자외선 및/또는 방사선이 바람직하다.

조사하는 동안 방사 소스가 광전자 방출 물질로부터 광전자를 발생시킨다면, 자외선의 종류는 제한되지 않는다. 자외선 소스는 적용분야, 장치의 모양 및 구조, 이의 작동, 비용 등의 측면에서 선택될 수 있다. 예를 들어, 자외선 소스로는 수은등, 수소 방전관, 크세논 방전관 및 라이만 방전관이 포함된다. 또한, 살균등, 화학등, 블랙 램프 및 형광 화학등을 사용할 수 있다.

조사하는 동안, 광전자 방출 물질로부터 광전자를 발생시킨다면, 방사선은 제한되지 않는다. 방사선을 발생시키는 통상의 공정이 사용될 수 있다. 방사선은 살균 작용를 나타내는 것이 바람직하다. 예를 들어, ^{137}Ce, ^{60}Co는 모두 살균 작용을 하며, 방사선 소스로 바람직하다. 방사선 소스는 적용분야, 이의 작동, 비용 등의 면에서 선택될 수 있다.

방사선은 예를 들어, 알파선, 베타선 및 감마선을 포함한다. 방사선 소스는 코발트 60, 세슘 137, 스트론튬 90과 같은 방사능 동위원소; 핵 반응기에서 생산되는 방사능 폐기물; 방사능 폐기물을 적절히 처리하여 제조한 방사능 물질; 핵 반응기 자체; 전자 가속기와 같은 입자 가속기 등을 포함한다.

이하 전극을 설명한다. 전극은 광전자 방출, 광전자 가속, 물품 표면에서 하전된 입자 제거 및 표면에서 제거된 부유 입자 트랩을 위해 사용할 수 있다. 각각의 목적으로 별개의 전극을 사용할 수 있다. 이와 달리, 어떤 조합된 목적을 위해 동일한 전극을 공유할 수 있다.

광전자를 광전자 방출 물질로부터 전극으로 이동시키기 위해서, 캐소드 역할을 하는 광전자 방출 물질과 애노드 역할을 하는 전극 사이에 전기장을 형성시키는 것이 바람직하다. 전기장은 또한 광전자 방출 물질로부터 광전자의 방출을 용이하게 한다. 애노드 역할을 하는 전극은 물품에 근접하게 배치되어, 광전자가 입자가 존재하는 물품 표면에 충격을 가할 수 있다. 전기장은 센티미터당 0.1 볼트 내지 센티미터당 2 킬로볼트의 범위일 수 있다.

광전자는 가스상 산소 및 물과 상호작용하여 음으로 하전된 이온을 생산할 수 있다. 전기장은 음으로 하전된 이온을 광전자와 함께 애노드 방향으로 이동시킨다. 음으로 하전된 이온 및 광전자는 입자와 상호작용하여 입자에 전하를 공급한다.

전극은 예를 들어, 텅스텐, 스텐레스 강, Cu와 Zn의 합금 등을 포함하여, 어떠한 전도성 물질로도 구성될 수 있다. 전극은 바, 선, 격자, 판, 주름잡힌 판, 곡선 표면, 실린더형, 그물 등의 구조를 가질 수 있다. 전기장의 존재여부, 이의 세기, 전극 물질 및 형태는 적용분야, 장치의 종류 및 구조, 요구되는 성능에 따라 선택될 수 있으며, 예비 테스트로 선택할 수 있다.

이와 달리, 본 발명에서는 입자에 전하를 공급하는 데 전기방전을 사용할 수 있다. 전기방전은 입자 트랩이 용이하도록 물품의 표면으로부터 제거된 입자에 전하를 공급하는 데 사용될 수 있다.

본 상세한 설명에서, 전기 방전은 가스를 통한 전기의 이동을 의미한다. 전기방전으로는 코로나 방전, 글로 방전, 아크 방전, 스파크 방전, 크리핑 방전, 펄스 방전, 고주파 방전, 레이저 방전, 트리거 방전, 플라즈마 방전 등이 포함된다. 전기 방전을 발생시키는 통상의 방법을 본 발명에 사용할 수 있다.

크리핑 방전 및 펄스 방전은 이온의 농도를 증가시키므로, 장치를 소형화시킨다. 이러한 특성이 몇몇 적용에서 바람직하다. 코로나 방전은 간단하고, 작동하기 쉬우며, 효과적이다. 그러므로, 다른 적용에서는 코로나 방전이 바람직하다.

전기 방전을 발생시킬 때는, 양으로 하전된 이온보다 음으로 하전된 이온이 더 멀리 이동하는 경향이 있으므로, 일반적으로, 양으로 하전된 이온에 비하여 음으로 하전된 이온을 발생시키는 것이 바람직하다.

오존 가스가 존재하는 것이 바람직한 경우, 코로나 방전과 같은 전기방전에 의해서 음으로 하전된 이온이 제조될 수 있다. 음으로 하전된 이온은 양으로 하전된 이온보다 오존 가스를 더 많이 생성하는 경향이 있다. 물품의 표면은 입자이거나, 입자가 아닌 유기물을 가질 수 있으며, 오존가스가 존재하면 유기물을 산화시켜 분해한다. 그러므로, 유기물 및 다른 입자가 동시에 제거될 수 있다.

대조적으로, 오존 가스가 존재하는 것이 바람직하지 않은 경우에는, 전기 방전에 의해 양으로 하전된 이온이 제조될 수 있다.

방전 전극 및 전기 방전을 위한 상보 전극은 통상의 물질로 구성될 수 있으며, 통상의 구성을 가진다. 이러한 구성으로는 침형, 판형, 격자형, 선형, 구형, 파형, 주름형, 빗형 등이 포함된다.

일반적으로, 코로나 방전을 발생시키는 데는 1 킬로볼트 내지 80 킬로볼트 범위의 전압이 적용된다.

본 발명에 있어서는, 전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면으로부터 떼어내도록 전기장이 적용된 동안, 초음파 및 가스 스트림 중 하나 이상을 물품의 표면에 적용함으로써, 물품의 표면에서 입자가 효과적으로 제거된다. 상기 물품은 청정실 내의 반도체 웨이퍼, 반도체 장치 표면 코팅용 반응기 및 이의 주변기기, 및 액정용 유리일 수 있다. 반응기는 알루미늄 또는 스테인레스 강으로 구성될 수 있다.

전형적으로, 전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면에서 떼어내기 위한 전기장을 형성하는 데는 한쌍의 전극이 사용될 수 있다. 캐소드 역할을 하는 광전자 방출 물질로부터 광전자를 떼어내는 데 사용된 애노드는 전기적으로 하전된 입자를 물품

의 표면에서 떼어내기 위하여 캐소드로 전환될 수 있다. 전기적으로 하전된 입자를 떼어내기 위한 캐소드는 물품의 입자가 있는 표면 반대편에 배치될 수 있다. 전기적으로 하전된 입자를 떼어내기 위한 상보 애노드는 물품의 입자가 있는 표면과 같은 면에 개별적으로 배치될 수 있다. 이와 달리, 상보 캐소드가 광전자 방출 물질일 수 있다.

전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면에서 떼어내기 위한 전극은, 전극이 전기장을 형성할 수 있는 한 제한되지 않는다. 전극은 Cu-Zn 합금, 스테인레스 강, 텅스텐과 같이 어떠한 전도성 물질로도 구성될 수 있다. 전극의 구조는 직선형, 바형, 그물형, 격자형, 판형 등을 포함될 수 있다.

전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면에서 떼어내기 위한 전기장은 센티미터당 10 볼트 내지 100 킬로볼트의 범위일 수 있고, 센티미터당 0.1 볼트 내지 2 킬로볼트가 바람직하다. 전기장의 적절한 세기는 입자가 존재하는 물품 표면의 구조 및 성질, 입자의 화학조성 및 전하량에 따라 결정되며, 예비 테스트로 전기장의 세기를 결정할 수 있다.

본 발명에서는, 전기적으로 하전된 입자와 함께 전기장의 형성이 입자 제거에 유용하게 한다. 전기장에 의한 정전기력은 표면으로부터 입자 제거를 용이하게 한다. 초음파 및/또는 가스의 적용이 제거를 더 용이하게 한다.

본 발명에 따른 방법에 있어서, 초음파 및/또는 가스 스트림이 물품의 표면에 적용된다. 초음파는 1 kHz 내지 5,000 kHz 범위일 수 있으며, 10 kHz 내지 300 kHz 범위가 바람직하다. 초음파는 초음파 발생기에 의해 발생될 수 있다.

가스 스트림은 에어 나이프에 의해 적용될 수 있다. 가스 스트림은 고속 가압 가스의 흐름을 의미한다. 예를 들어, 무입자 공기, 질소 가스와 같은 무입자 불활성 가스가 사용될 수 있다.

본 발명에 따른 장치는 물품의 표면에 초음파를 적용하기 위한 초음파 발생기 및/또는 물품의 표면에 가스 스트림을 발생시키기 위한 스트림 소스를 가진다. 초음파 발생기는 압전 오실레이터, 폴리머 압전막, 전기변형성 오실레이터, 랑제방 오실레이터, 자기변형성 오실레이터, 전기역학 변성기 및 커패시터 변성기를 포함할 수 있다. 초음파 발생기는 압전 오실레이터를 포함하는 것이 바람직하다. 스트림 소스는 에어 나이프를 포함할 수 있다.

본 발명에 있어서, 초음파 및 가스 스트림을 모두 물품의 표면에 적용할 수 있다. 이와 달리, 초음파 또는 가스 스트림 중 어느 하나만을 물품의 표면에 적용할 수 있다. 입자의 직경이 작을 경우에는, 초음파 및 가스 스트림을 모두 적용하는 것이 입자를 제거하는 데 특히 효과적이다. 전기적으로 하전된 입자를 제거하기 위한 조건은 조합여부, 초음파의 주파수 및 초음파 생성 공정, 가스 스트림의 압력 및 속도 등이 포함되며, 장치, 입자의 종류 및 크기, 입자가 존재하는 표면의 종류 및 구성, 전기장의 세기, 장치의 크기 및 구성, 요구되는 성능 등에 의존한다. 전기적으로 하전된 입자를 제거하는 조건은 예비 테스트에 의해 결정될 수 있다.

본 발명에 있어서, 주변 공기의 오염을 방지하기 위하여, 물품의 표면에서 제거된 입자를 수집할 수 있다. 제거된 입자는 상기한 바와 같이 전기적으로 하전되어 있으며, 물품의 상부에는 반대 전하로 하전된 트랩이 배치될 수 있다. 예를 들어, 입자가 음으로 하전된 경우, 트랩은 양으로 하전될 수 있으며, 트랩은 애노드 역할을 하는 전극일 수 있다. 제거된 입자의 직경이 작거나, 전하가 충분하지 않으면, 상기한 바와 같이 제거된 입자에 광전자 또는 전기 방전의 방법으로 전하를 더 공급할 수 있다. 제거된 입자에 광전자를 공급하고, 트랩부재로 이들을 트랩하는 단계를 포함하는 공정이 상기한 문헌 뿐아니라 문헌["Aerosol Study" vol 8, issue 3, pages 239-248, 1993; "Clean Technology" vol 8, issue 7, pages 63-67, 1995]에 개시되어 있다.

하전된 입자용 트랩은 어떠한 안정한 형태일 수 있다. 먼지 수집판, 다양한 먼지 수집용 전극 및 정전기 필터를 예로 들 수 있다. 트랩은 또한 예를 들어, 스틸 울 전극 및 텅스텐 울 전극 등 그 자체로 전극 역할을 하는 양털 구조를 포함할 수 있다. 일렉트렛(Electret) 어셈블리를 또한 사용할 수 있다.

제거된 부유 입자를 트랩할 수도 있고, 제거된 부유 입자에 전하를 공급하기 위한 전기장을 형성할 수도 있기 때문에, 먼지 수집판, 먼지 수집용 전극, 그리고, 스틸 울 전극 및 텅스텐 울 전극과 같이 양털 구조를 가지는 전극이 바람직하다.

전기장을 적용하여 제거된 부유 입자를 트랩하는 경우, 전기장은 센티미터당 10 볼트 내지 1 킬로볼트 범위이다.

실시예

본 발명을 실시예에 의해 이하에 설명한다. 그러나, 하기 실시예는 본 발명을 설명하고자 하는 것이지 제한하는 것은 아니다.

실시예 1

도 1은 청정실 내의 본 발명의 장치(10)에 대한 개략도이다.

장치(10)는 차례로 청정실 내에 배치되는 챔버(38) 내에 배치된다. 장치(10)는 판 형태일 수 있는 전극(14)과 전극(14) 지지용 지지체(12)를 가진다. 전극(14)은 판 구조의 웨이퍼(30) 탑재용 베드 역할을 할 수 있다. 이와 달리, 웨이퍼는 일반적으로 가로 방향으로 랙에 세워 고정할 수 있다. 웨이퍼(30)는 표면(32)을 가지며, 다수의 입자(34)가 표면(32)에 존재한다.

장치(10)는 전극(14)을 향하는 광전자(29) 방출용 장치(20)를 가진다. 상기 장치(20)는 자외선 램프(22), 자외선 램프 표면 상의 코팅(24)을 가진다. 상기 코팅(24)은 광전자 방출 물질로 구성된다. 상기 물질은 전형적으로 전기 전도성이 있으며, 상기 코팅(24)은 광전자를 이동시키기 위한 전기장을 형성하는 데 사용되는 전극 중 하나의 역할을 할 수 있다. 자외선 및/또는 방사선으로 광전자 방출 물질을 조사하고, 가스 중의 입자에 전하를 공급하는 것이 미합중국 특허 제4,750,917호 및 제5,225,000호에 개시되어 있다. 상기 두가지 미합중국 특허의 개시 내용이 본 명세서에 참조로 병합되어 있다.

장치(10)는 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)에 초음파를 적용하기 위한 초음파 발생기(18)를 가진다. 초음파 발생기는 압전 오실레이터를 포함할 수 있다.

웨이퍼(30)에서 제거된 입자(34)를 트랩하기 위한 다른 전극(26)이 자외선 램프(22) 및 전극(14) 사이에 배치된다. 전극(26)은 격자 구조를 가질 수 있으며, 웨이퍼(30)와 나란한 방향으로 연장될 수 있다.

본 발명에 따른 방법에 있어서, 자외선 램프(22)를 켜서 자외선 램프(22) 상의 코팅(24)에 자외선을 조사하면, 광전자(29)가 코팅(24)으로부터 방출된다. 광전자(29)가 코팅(24)으로부터 발생되는 동안, 캐소드 역할을 하는 코팅(24) 및 애노드 역할을 하는 전극(12)에 전류가 적용되어, 코팅(24)으로부터 광전자(29)를 전극(14)으로 이동시키기 위한 전기장을 형성한다. 이동하는 동안, 광전자(29)는 대기 중에서 산소 및 물분자와 상호작용하여 이의 음으로 하전된 이온을 생성시킨다. 광전자(29)와 음으로 하전된 이온은 전기장에 의하여 전극(14)을 향하여 이동한다. 음으로 하전된 이온 및/또는 광전자(29)는 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)와 상호작용하여, 입자에 전하를 공급한다.

이어서, 각각 캐소드 및 애노드 역할을 하는 전극(14) 및 전극(26)에 전류를 적용하여, 음으로 하전된 입자(34)를 웨이퍼(30)로부터 전극(26)으로 이동시키기 위한 전기장을 형성시킨다. 전극(14)의 극성이 애노드에서 캐소드로 바뀌는 것에 주목해야 한다. 동시에, 초음파 발생기(18)가 초음파를 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)에 적용하여, 표면(32)으로부터 입자(34)의 제거를 유도한다. 입자(34)는 표면(32)에서 제거되어, 웨이퍼(32) 위를 부유한다.

본 발명에 있어서, 웨이퍼 표면(32)으로부터 제거된 것은 가스로부터 제거되는 것이 바람직하다. 캐소드 역할을 하는 전극(26)은 부유 입자를 트랩할 수 있다.

부유 입자는 애노드(26)에 의해 트랩하기에 용이하도록, 더욱 이온화하는 것이 바람직하다. 일반적으로, 입자가 작을수록 하전되기 어렵고, 트랩되기 어려운 반면에, 입자가 클수록 하전되기 쉽고, 전극(26)에 의해 트랩되기 쉽다. 상기한 면에서, 코팅(24)으로부터 광전자를 방출하도록 자외선 램프(22)를 다시 켜고, 캐소드 역할을 하는 코팅(24) 및 애노드 역할을 하는 전극(26)에 전류를 적용하여, 웨이퍼 위의 공간으로 광전자를 이동시키는 것이 바람직하다. 그러므로, 공간(B)에는 부유입자를 이온화 시키는 음으로 하전된 이온이 풍부하여, 전극(26)에 의하여 더욱 이온화된 입자를 트랩하기 용이하다.

실시예 2

도 2는 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다. 도 2의 실시형태는 이온화 장치(40)를 제외하고는 도 1과 동일하다. 장치(40)는 웨이퍼(30) 위에 배치된다.

도 3은 장치(40)의 단면도이다. 장치(40)는 축 방향을 따라 연장하는 보어(bore)로 정의되는 실린더 구조의 하우징(41)을 가진다. 하우징(41)은 전기적 절연체로 구성되는 것이 바람직하다. 전기적 절연체는 중합체 물질을 포함할 수 있으며, 불화된 중합체 물질 및 세라믹 물질이 바람직하다. 하우징(41)은 형태 면에서 하우징(41)의 내부 표면에 상보적인 실린더 구조의 전극(46)을 가지며, 전극은 메쉬 구조일 수 있다.

장치(40)는 실린더 구조의 자외선 램프(42)를 가지며, 이는 하우징(41)과 동축일 수 있다. 전기 전도성이 있는 광전자 방출 물질(44)이 자외선 램프의 표면에 코팅된다. 하우징(41)은 보어 내의 국부 공기가 상부로 이동하기 용이하도록, 수직 방향으로 고정하는 것이 바람직하다.

도 2 및 3에서, 자외선 램프(42)를 켜면, 자외선이 코팅(44)에 조사되어 광전자가 방출되고, 전류를 캐소드 역할을 하는 코팅(44)과 애노드 역할을 하는 전극(46)에 적용하면 광전자(49)가 전극(46) 방향으로 가속된다. 동시에, 자외선 램프(42)로부터 열이 하우징(41) 내의 국부 가스를 가열하여, 하우징(41) 내의 보어를 통하여 대류를 형성한다. 즉, 국부 가스가 광전자(49)를 상부로 이동시키는 동안, 보어 내의 국부 가스가 하우징(41) 내의 보어를 통하여 상부로 이동한다. 이러한 대류는 또한 광전자 및 장치(40)로부터 얻어진 음으로 하전된 이온을 웨이퍼(30)로 이동시켜, 웨이퍼 표면(32)의 입자(34)를 이온화시킨다.

웨이퍼(30) 표면(32)으로부터 전극(46)으로 전기적으로 하전된 입자를 이동시키는 전기장을 형성하도록, 캐소드 역할을 하는 전극(26) 및 애노드 역할을 하는 전극(46)에 전류가 적용되는 동안, 초음파 발생기(18)는 웨이퍼(30) 표면(32)에 초음파를 적용한다.

웨이퍼의 표면(32)에서 제거된 입자(34)를 하우징(41)의 보어 하단부로 이동시키기 위한 대류가 발생하도록 자외선 램프(42)를 켜는 것이 바람직하다. 동시에, 전극(46)으로 입자를 트랩하도록 캐소드 역할을 하는 코팅(42)과 애노드 역할을 하는 전극(64) 사이에 전기장을 형성할 수 있다.

실시예 3

실시예 1의 장치(10)를 포함하는 챔버(38)를 클래스 10의 청정실 내에 배치하고, 하기 실험을 실시하여 물품으로부터 입자의 제거를 확인하였다. 이러한 설명에서, 클래스는 1 제곱피트 내에 0.1 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 입자의 수를 의미한다. 상기 챔버는 29 리터의 부피를 가진다.

직경 5 인치의 고순도 실리콘 웨이퍼를 사용하였다. PSL로 나타내는 폴리스티렌 라텍스, 0.5 및 1.0 마이크로미터의 평균 크기를 가지는 표준 입자를 실리콘 웨이퍼(30) 상에 놓고, 각각 두 번 실시하였다.

6W의 살균등 표면을 두께 10 나노미터의 금층으로 코팅하였다. 광전자 및 음으로 하전된 이온을 웨이퍼(30)로 이동시키기 위한, 센티미터당 300 볼트의 전기장을 캐소드 역할을 하는 코팅(24) 및 애노드 역할을 하는 전극(16) 사이에 형성시켰다.

초음파 발생기(18)는 60 kHz의 압전 오실레이터를 가졌다.

웨이퍼(30) 표면(32)에서 폴리스티렌 라텍스로 구성된 입자의 수를 결정하기 위하여 웨이퍼용 먼지 검출기를 사용하였다.

입자 제거를 나타내기 위해 웨이퍼 표면(32)의 입자수를 표 1에 나타내었다.

[표 1]

실시 번호		1	2	3	4	5
이온화 단계		실시	실시하지 않음	실시	실시하지 않음	실시하지 않음
초음파 단계		실시	실시	실시	실시	실시하지 않음
전기장 단계		실시	실시	실시하지 않음	실시하지 않음	실시하지 않음
입자 크기	0.5 ㎛	18	750	650	800	850
	1.0 ㎛	15	800	650	900	950

표 1에서, 상기 이온화 단계는 코팅(24)으로부터 광전자(29)를 방출하도록 자외선 램프(22)로 코팅(24)에 자외선을 조사하고, 광전자 및 음으로 하전된 이온을 이동시키기 위해 전기장을 코팅(24)과 전극(14) 사이에 형성시키는 것을 의미한다.

상기 초음파 단계는 웨이퍼(30) 표면(32)에 초음파를 적용하는 것을 의미한다. 상기 전기장 단계는 초음파를 적용하는 동안, 하전된 입자(34)를 웨이퍼(30) 표면(32)으로부터 이동시키기 위해 전기장을 전극(14) 및 전극(26) 사이에 형성시키는 것을 의미한다. "실시"는 상기 단계를 실시함을 나타낸다. "실시하지 않음"은 상기 단계를 실시하지 않음을 나타낸다. 상기 수치는 직경 5 인치 웨이퍼의 상부 원형 표면에 존재하는 입자의 수를 나타낸다.

실시예 4

상기한 실시예 3의 장치(10)를 사용하여, 웨이퍼 표면(32)의 입자(34)로부터 유래한 부유 입자를 제거하기 위한 실시예를 추가 실시하였다. 실시예 3의 이온화 단계, 초음파 단계 및 전기장 단계를 동일한 조건하에서 두 번 실시하였다. 평균 크기 0.5 마이크로미터의 폴리스티렌 라텍스 입자를 사용하였다.

한번의 실시에서, 전극(26)으로 웨이퍼 표면에서 유래한 부유 입자를 제거하기에 용이하도록 전기장 단계 후에, 30분 동안 이온화 단계를 다시 실시하였다. 대조적으로, 다른 실시에서는 이온화 단계를 실시하지 않았다.

이어서, 무입자 질소 가스를 챔버(38)에 도입하여 공기를 세정한 후, 입자 카운터로 챔버(38) 내의 제곱 피트당 0.1 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 부유 입자의 수를 결정하였다. 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[표 2]

이온화 단계	제곱 피트당 입자의 수
실시	10
실시하지 않음	650-700

실시예 5

웨이퍼 표면(32)에 가스 스트림을 적용하기 위하여, 초음파 발생기(18)를 에어 나이프로 교체한 점을 제외하고는 실시예 3의 장치(10)와 동일한 장치를 사용하였다. 에어 나이프는 99.9999 이상의 순도를 가지는 무입자 N_2를 2기압의 압력으로 제공한다. 0.5 마이크로미터의 크기를 가지는 폴리스티렌 라텍스를 입자로 사용하였다.

실시예 3의 결과와 유사하게, 본 발명에 따른 이온화 단계, 에어 나이프 단계 및 전기장 단계를 포함하는 방법에 의하여 80 퍼센트 이상의 입자가 제거되었다.

대조적으로, 전기장 단계를 실시하지 않고 이온화 단계 및 이어지는 에어 나이프 단계를 포함하는 방법에서는, 70 퍼센트 이상의 입자가 웨이퍼 표면에 남아 있었다.

두 실시에서 모두, 표면에서 제거된 입자를 이어지는 이온화 단계에 의해 수집하였다.

실시예 6

도 4는 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다. 도 4의 실시형태는 전기방전용 이온화 장치(50)을 제외하고는 도 1의 것과 동일하다. 이온화 장치(50)는 전극(26) 위에 배치된다.

이온화 장치(50)는 지지체(52) 및 지지체(52)로부터 튀어나온 다수의 침(54)을 가진다. 침은 코로나 방전용 방전 전극의 역할을 한다.

이러한 실시형태에서, 캐소드 역할을 하는 방전 전극(54) 및 애노드 역할을 하는 전극(26)에 코로나 전압을 적용하여 코로나 방전을 발생시킨다. 그 결과, 다수의 음으로 하전된 이온 및 전자가 방전 전극(54) 주변에 발생하고, 음으로 하전된 이온 및 전자의 샤워가 캐소드(54)과 애노드(26) 사이의 전기장에 의해서 전극(26) 방향으로 이동된다. 음으로 하전된 이온은 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)와 상호작용하여 입자에 전하를 공급한다.

이어서, 전류를 각각 캐소드 및 애노드 역할을 하는 전극(14) 및 전극(26)에 적용하여, 음으로 하전된 입자(34)를 웨이퍼(30)로부터 전극(26)으로 이동시키기 위한 전기장을 형성시킨다. 전극(14)의 극성이 애노드에서 캐소드로 바뀌는 것에 주목해야 한다. 동시에, 초음파 발생기(18)가 초음파를 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)에 적용하여, 표면(32)으로부터 입자(34)의 제거를 유도한다. 입자(34)는 표면(32)에서 제거되어, 웨이퍼(30) 위를 부유한다.

웨이퍼 표면(32)에서 제거된 부유 입자는 또한 전극(26)에 의해서 가스로부터 제거하는 것이 바람직하다. 부유 입자는 트랩이 용이하도록 더욱 이온화될 수 있다. 특히, 캐소드 역할을 하는 방전 전극(54) 및 애노드 역할을 하는 전극(26)에 코로나 전압을 다시 적용하여, 코로나 방전을 생성시킬 수 있다. 그 결과, 다수의 음으로 하전된 이온 및 전자가 방전 전극(54) 주변에 발생하고, 음으로 하전된 이온 및 전자의 샤워가 캐소드(54)과 애노드(26) 사이의 전기장에 의해서 전극(26) 방향으로 이동된다. 음으로 하전된 이온은 웨이퍼(30) 위의 부유입자(34)를 이온화시켜, 더욱 이온화된 입자는 전극(26)으로 트랩하기 쉽다.

실시예 7

도 5는 본 발명의 다른 실시형태의 개략도이다. 도 5의 실시형태는 도2의 실시형태와 유사하다. 도 5에서는, 웨이퍼(30) 표면(32)에서 입자를 제거하는 가스 스트림을 적용하기 위하여 초음파 발생기(18) 대신에 에어 나이프(19)를 사용한다. 도 5에서는, 도 2의 이온화 장치(50)를 이온화 장치(60)로 교체한다.

도 6은 이온화 장치(60)의 단면도이다. 이온화 장치(60)는 축 방향으로 연장되는 보어로 정의되는 실린더 구조의 하우징(61)을 가진다. 하우징(61)은 전기 절연체로 구성되는 것이 바람직하다. 하우징(61)은 하우징(61)의 내면에 상보적인 형태인 실린더 구조의 전극(66)을 가진다.

이온화 장치(60)는 하우징(61)의 축방향으로 연장된 바 구조의 지지체(62) 및 일반적으로 방사상으로 지지체(62)로부터 튀어나온 다수의 침(64)을 가진다. 상기 침은 코로나 방전을 위한 방전 전극의 역할을 한다.

이온화 장치(60)는 대류를 발생시키는 가열기(68)를 가진다. 가열기(68)는 지지체(62)에 감겨 있으며, 침(64) 사이에 배치된다. 가열기(68)는 보어 내의 국부 공기를 가온시켜, 보어를 통하여 국부 공기가 상승하도록 하여, 챔버(38) 내에 대류를 발생시킨다. 대류로 인하여 하우징(61)의 보어 내에 있는 음으로 하전된 이온이 웨이퍼(30)로 이동하고, 웨이퍼 표면(32)에서 제거된 입자(34)가 하우징(61)의 보어로 이동한다. 하우징(61)은 보어를 통하여 대류가 일어나기 쉽도록 수직방향으로 고정되는 것이 바람직하다.

캐소드의 역할을 하는 방전 전극(64) 및 애노드의 역할을 하는 전극(66)에 코로나 전압을 적용하여, 코로나 방전을 발생시킨다. 그 결과, 다수의 음으로 하전된 이온 및 전자가 방전 전극(64) 주위에 발생하고, 음으로 하전된 이온 및 전자의 샤워가 캐소드(64) 및 애노드(66) 사이의 전기장에 의하여 전극(66)의 방향으로 이동한다.

코로나 방전 동안, 가열기(68)을 켜서, 하우징의 보어 내에 있는 음으로 하전된 이온을 포함하는 국부 가스를 하우징(61) 상부, 더 나아가 웨이퍼(30) 윗부분으로 이동시키는 대류를 발생시키는 것이 바람직하다. 음으로 하전된 이온은 웨이퍼(30) 표면(32)의 입자(34)와 상호작용하여 입자(34)를 이온화시킨다.

전류가 캐소드인 전극(14) 및 애노드인 전극(66)에 적용되어, 전기적으로 하전된 입자를 웨이퍼(30) 표면(32)으로부터 전극(66)으로 이동시키는 전기장을 형성하는 동안, 에어 나이프(19)가 입자를 제거하는 가스 스트림을 웨이퍼(30) 표면(32)에 적용시킨다.

캐소드의 역할을 하는 방전 전극(64) 및 애노드 역할을 하는 전극(66)에 코로나 전압을 더욱 적용하여 코로나 방전을 발생시키는 것이 바람직하다. 이렇게 생성된 음으로 하전된 이온은 표면(32)에서 제거된 부유입자에 음전하를 더욱 공급하므로, 전극(66)에 의해 트랩하기가 용이해진다. 코로나 방전동안, 가열기(68)를 켜서, 음으로 하전된 부유입자를 포함하는 공기를 하우징(61)의 보어 저부로 이동시키는 대류를 발생시켜, 전극(66)에 의한 트랩을 용이하게 하는 것이 바람직하다.

실시예 8

도 4의 실시예 6의 장치(11)을 포함하는 챔버(38)을 클래스 10의 청정실 내에 배치하고, 하기의 실험을 실시하여, 물품으로부터 입자의 제거를 확인하였다. 챔버의 부피는 30리터이었다.

지름 5인치의 고순도 실리콘 웨이퍼를 사용하였다. 폴리스티렌 라텍스(PSL로 나타냄), 0.5 및 1.0 마이크로미터의 평균 크기를 가지는 표준 입자를 실시콘 웨이퍼(30) 상에 놓고, 각가 두번 실시하였다.

이온화 장치(50)은 지지체(52) 및 방전 전극의 역할을 하는 다수의 침(54)을 가졌다. 방전 전극(54)과 판구조의 전극(14) 사이의 전기장은 센티미터당 2.5 킬로볼트로 설정되었다.

코로나 방전 후에, 음으로 하전된 이온을 웨이퍼(30) 표면(32)으로 이동시키기 위하여, 센티미터당 300볼트의 전기장을 캐소드인 방전 전극(54)과 애노드인 전극(14) 사이에 적용하였다.

초음파 발생기(18)는 60 kHz의 압전 오실레이터를 가진다.

음으로 하전된 부유 입자를 전극(26)으로 트랩하기 위하여, 센티미터당 100볼트의 전기장을 애노드인 전극(26)과 캐소드인 방전 전극(54) 사이에 적용하였다.

웨이퍼용 먼지 검출기를 웨이퍼(30) 표면(32)의 폴리스티렌 라텍스제 입자의 수를 측정하는 데 사용하였다.

입자의 제거를 나타내기 위하여 웨이퍼 표면(32)의 입자수를 표 3에 나타내었다.

[표 3]

실시번호		1	2	3	4	5
이온화 단계		실시	실시하지 않음	실시	실시하지 않음	실시하지 않음
초음파 단계		실시	실시	실시	실시	실시하지 않음
전기장 단계		실시	실시	실시하지 않음	실시하지 않음	실시하지 않음
입자 크기	0.5㎛	30	900	850	1000	1050
	1.0㎛	25	800	750	850	900

표 3에 있어서, 이온화 단계는 코로나 방전과 이어서, 음으로 하전된 이온을 기판 표면으로 이동시키기 위하여, 전기장을 적용하는 단계를 나타낸다. 초음파 단계는 초음파 발생기(18)로 초음파를 웨이퍼(30) 표면(32)에 적용하는 것을 나타낸다. 전기장 단계는 초음파를 적용하는 동안 하전된 입자(34)를 웨이퍼(30) 표면(32)으로부터 이동시키기 위하여 전극(54)과 전극(26) 사이에 전기장을 형성시키는 것을 나타낸다. "실시"는 상기 단계를 실시함을 나타낸다. "실시하지 않음"은 상기 단계를 실시하지 않음을 나타낸다. 상기 수치는 직경 5 인치 웨이퍼의 상부 원형 표면에 존재하는 입자의 수를 나타낸다.

실시예 9

실시예 6의 상기한 장치(11)을 사용하여, 웨이퍼 표면(32)의 입자(34)에서 유래한 부유입자를 제거하는 실험을 실시하였다. 실시예 8의 이온화 단계, 초음파 단계 및 전기장 단계를 동일 조건하에서 두 번 실시하였다. 평균 크기 0.5 마이크로미터의 폴리스티렌 라텍스 입자를 사용하였다.

한번의 실시에서, 웨이퍼 표면에서 유래한 부유 입자를 전극(26)으로 제거하기에 용이하도록, 전기장 단계 후에, 30분 동안 이온화 단계를 다시 실시하였다. 대조적으로, 다른 실시에서는 이온화 단계를 실시하지 않았다.

이어서, 무입자 질소 가스를 챔버(38)에 도입하여 공기를 세정한 후, 입자 카운터로 챔버(38) 내의 제곱 피트당 0.1 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 부유 입자의 수를 결정하였다. 그 결과를 표 4에 나타내었다.

[표 4]

이온화 단계	제곱 피트당 입자의 수
실시	10
실시하지 않음	650-700

실시예 10

도 7은 세정실 내의 본 발명의 장치에 대한 개략도이다. 상기 장치는 차례로 청정실 내에 배치되는 챔버(88) 내에 배치된다.

랙(100)은 바닥부(102), 저부(102)에 연결된 측벽(104, 105) 및 웨이퍼들을 서로 분리하기 위한 다수의 돌출부(106)를 가진다. 상기 랙(100)은 폴리프로필렌과 같은 합성수지로 구성될 수 있다.

판 구조를 가지는 웨이퍼(90)를 일반적으로 가로방향으로 랙(100)에 세운다. 웨이퍼(90)은 한쌍의 주표면(92, 96)을 가지며, 다수의 입자(94)가 주표면(92) 중 하나 상에 존재한다.

도 7에서, 전극(84)는 측벽(104)의 외면에 배치되어, 전극(74)과 전극(84) 사이에 전기장을 형성한다. 전극(84)은 웨이퍼(90)에서 입자(94)가 있는 면 반대편에 배치된다. 전극(74)은 웨이퍼(90)에서 입자(94)가 있는 면과 동일한 면에 배치된다. 전극(84)은 측벽(104) 외면의 금속 코팅일 수 있다.

장치는 광전자(79)를 전극(84) 쪽으로 방출시키는 장치(70)를 가진다. 장치(70)는 자외선 램프(72), 자외선 램프 표면의 코팅(74)을 가진다. 코팅(74)은 광전자 방출 물질로 구성되며, 코팅(74)은 광전자를 이동시키는 전기장 형성을 위한 전극 중 하나의 역할을 할 수 있다.

장치(10)는 가스 스트림을 웨이퍼(90) 표면(94)에 적용하는 에어 나이프(89)를 가진다. 에어 나이프(89)는 입자(94)가 있는 웨이퍼 면과 동일한 면에 배치될 수 있다.

웨이퍼(90)에서 제거된 입자(94)를 트랩하기 위한 다른 전극(86)을 자외선 램프(72) 및 전극(84) 사이에 배치한다. 전극(86)은 격자 구조를 가질수 있으며, 수평방향으로 연장될 수 있다. 전극(86)은 상기 랙(100) 위에 배치될 수 있다.

본 발명에 따른 방법에 있어서, 자외선 램프(72)를 켜서 자외선 램프(72) 상의 코팅(74)에 자외선을 조사하면, 광전자(79)가 코팅(74)으로부터 방출된다. 광전자(79)가 코팅(74)으로부터 생성되는 동안, 캐소드 역할을 하는 코팅(74) 및 애노드 역할을 하는 전극(84)에 전류가 적용되어, 코팅(74)으로부터 광전자(79)를 전극(84)으로 이동시키기 위한 전기장을 형성한다. 이동하는 동안, 광전자(79)는 대기 중에서 산소 및 물분자와 상호작용하여 이의 음으로 하전된 이온을 생성시킨다. 광전자(79)와 함께 음으로 하전된 이온이 전기장에 의하여 전극(84)을 향하여 이동한다. 음으로 하전된 이온 및/또는 광전자(79)는 웨이퍼(90) 표면(92)의 입자(94)와 상호작용하여, 입자에 전하를 공급한다.

이어서, 각각 캐소드 및 애노드 역할을 하는 전극(84) 및 전극(86)에 전류를 적용하여, 음으로 하전된 입자(94)를 웨이퍼(90)로부터 전극(86)으로 이동시키기 위한 전기장을 형성시킨다. 전극(14)의 극성이 애노드에서 캐소드로 바뀌는 것에 주목해야 한다. 동시에, 에어 나이프가 가스 스트림을 웨이퍼(90) 표면(92)에 적용한다. 표면(92)으로부터 입자(94)가 제거되어, 웨이퍼(90) 위를 부유한다.

본 발명에 있어서, 웨이퍼(90)로부터 제거된 입자는 가스로부터 더욱 제거되는 것이 바람직하다. 캐소드 역할을 하는 전극(86)은 부유 입자를 트랩할 수 있다. 부유 입자는 애노드(86)에 의해 트랩되기 쉽도록 더욱 이온화된다.

본 발명에 있어서, 10 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자, 특히 5 마이크로미터 이하와 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자까지 제거하기 위하여, 초음파 또는 가스 스트림 및 전기장을 조합하여 사용할 수 있다. 결과적으로 물품에서 제거된 부유 입자를 또한 제거하기 위하여, 수집 부재가 존재할 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자까지 제거할수 있는, 물품 표면으로부터 입자를 제거하는 방법 및 장치가 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광전자 방출 물질에 자외선 및 방사선 중 하나 이상을 조사하거나, 전기 방전에 의하여 광전자 또는 이온을 생성하는 단계,

전기적으로 하전된 입자를 생성시키기 위하여 물품의 표면을 향하여 광전자 또는 이온을 이동시키는 제2전기장을 적용하므로써 물품의 표면에 부착된 입자에 광전자 또는 이온을 공급하는 단계,

물품 표면에서 전기적으로 하전된 입자를 떼어내기 위하여 제 1 전기장을 적용하는 동안 초음파 및 가스 스트림 중 하나 이상을 물품 표면에 적용하는 단계를 포함하여 이루어지는 물품 표면의 입자 제거방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 공급 단계가 입자를 전기적으로 하전하도록 광전자 및 이온 중 하나 이상으로 물품 표면에 충격을 가하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 공급 단계가 음으로 하전된 이온을 생성하도록, 1ppm 이상의 가스상 산소 및/또는 물 중 하나의 존재하에, 자외선 및 방사선 중 하나 이상을 광전자 방출물질에 조사하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 공급 단계가 광전자 또는 이온과 반대의 전하를 물품의 표면에 공급하는 제2전기장을 형성하는 단계를 포함하므로써 광전자나 이온을 물품의 표면을 향하여 이동시키고, 전기적으로 하전된 입자를 생성하며, 그 후 입자의 전하와 동일한 전하를 물품의 표면에 공급하는 제1전기장이 형성되므로써 물품의 표면으로부터 전기적으로 하전된 입자를 떼어내는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

자외선의 조사로 생성된 대류가 광전자 또는 이온을 물품 표면의 입자 쪽으로 이동시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 공급 단계가 음으로 하전된 이온을 생성하기 위하여, 전기 방전을 실시하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 3 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 공급 단계가 입자에 전기적으로 음전하를 공급하도록, 물품의 표면에 양전하를 공급하는 제2전기장을 적용하는 단계를 추가로 포함하므로써, 물품의 표면을 향하여 광전자 또는 음으로 하전된 이온을 이동시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 1 항에서,

표면으로부터 제거된 입자를 수집하는 단계를 추가로 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

물품의 표면으로부터 5 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자가 제거되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

물품의 표면으로부터 1 마이크로미터 이하의 크기를 가지는 입자가 제거되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

물품의 표면으로부터 0.1 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 입자가 제거되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상기 물품이 제 1 전극 위에 배치되는 반도체 웨이퍼를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기장이 센티미터당 10 볼트 내지 100 킬로볼트의 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전기장은 센티미터당 0.1 볼트 내지 2 킬로 볼트의 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

물품의 표면의 입자에 전하를 공급하기 위해 광전자나 이온을 생성하는 장치;

물품의 표면의 입자를 향하여 광전자 또는 이온을 이동시키지 위한 제1전극과 함께 전기장을 형성하기 위한 제2전극;

물품의 표면에 초음파를 적용하기 위한 초음파 발생기 및 물품의 표면에 가스 스트림을 발생시키기 위한 스트림 소스 중 하나 이상; 및

전기적으로 하전된 입자를 물품의 표면으로부터 이동시키기 위한 제2전극과 함께 전기장을 형성하기 위한 제 1 전극을 포함하여 이루어지는 물품 표면의 입자 제거 장치.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 제2전극이 충전되어 제1전극과 함께 제2전기장을 형성하므로써, 광전자 또는 이온을 물품의 표면의 입자를 향하여 이동시키고, 상기 입자에 전하를 공급하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 제 2 전기장은 0.1 볼트 내지 2 킬로 볼트의 범위인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 전기장은 10 볼트 내지 1 킬로 볼트의 범위인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19.

제 15 항에 있어서,

상기 이온을 생성하는 장치는 한쌍 이상의 전극을 포함하여 이온을 생성하는 제2전극들 사이의 가스를 통하여 전기가 이동하는 것을 특징으로 하는 장치.

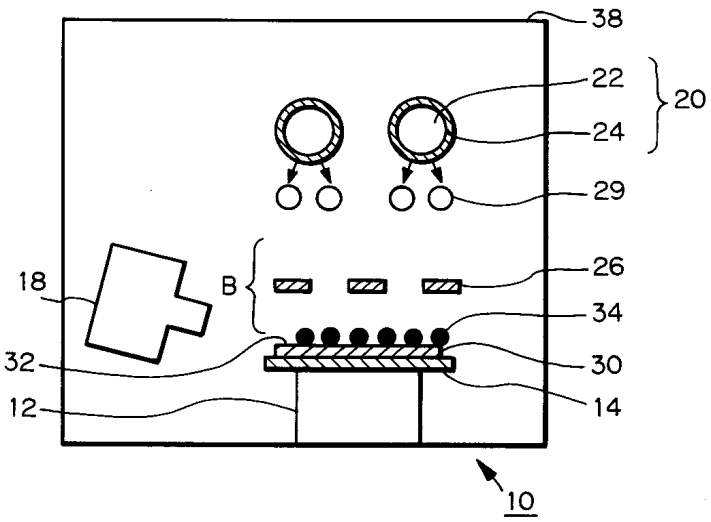
청구항 20.

제 15 항에 있어서,

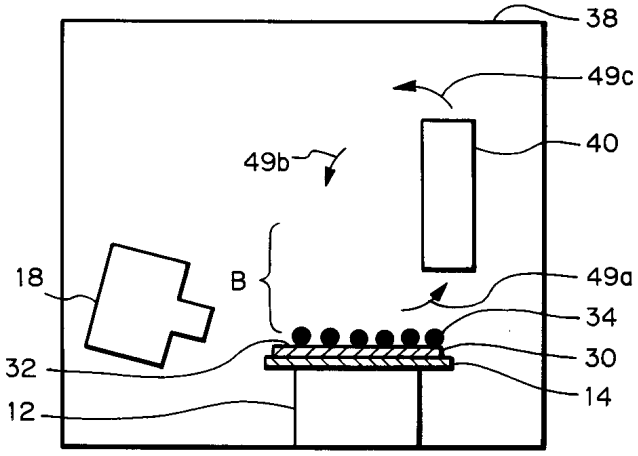
물품에서 제거된 입자를 수집하기 위한 트랩을 더욱 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

도면

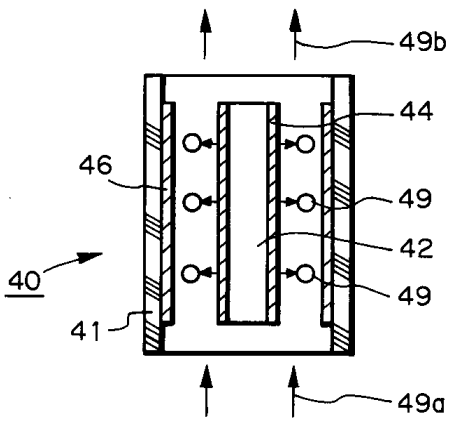
도면1



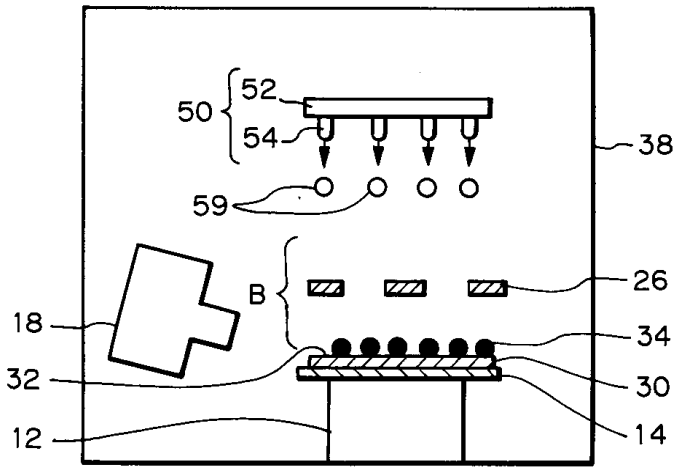
도면2



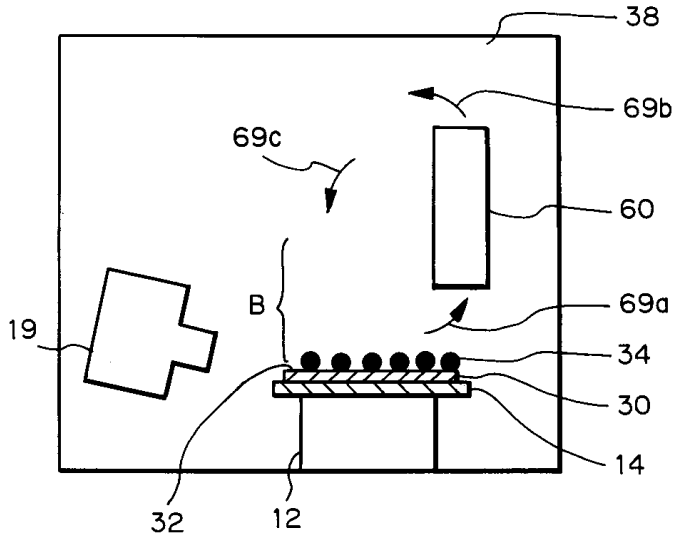
도면3



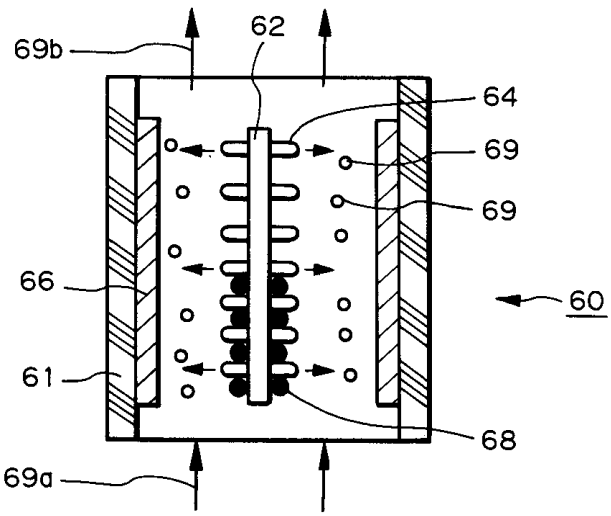
도면4


50
52
54
59
38
B
26
18
34
32
30
12
14

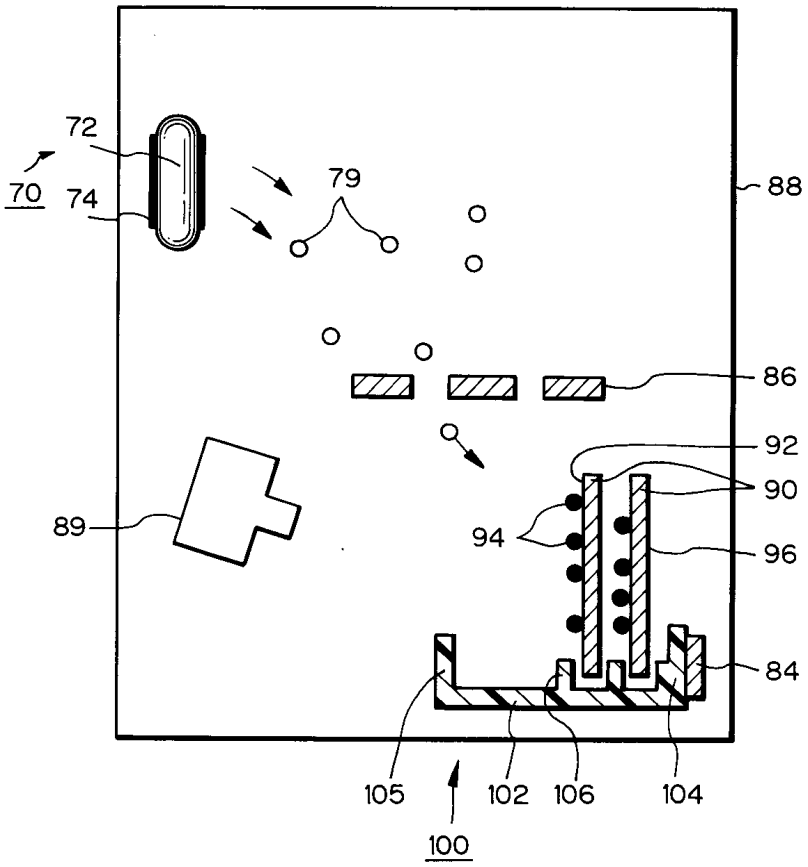
도면5


38
69b
69c
60
B
69a
19
34
30
14
32
12

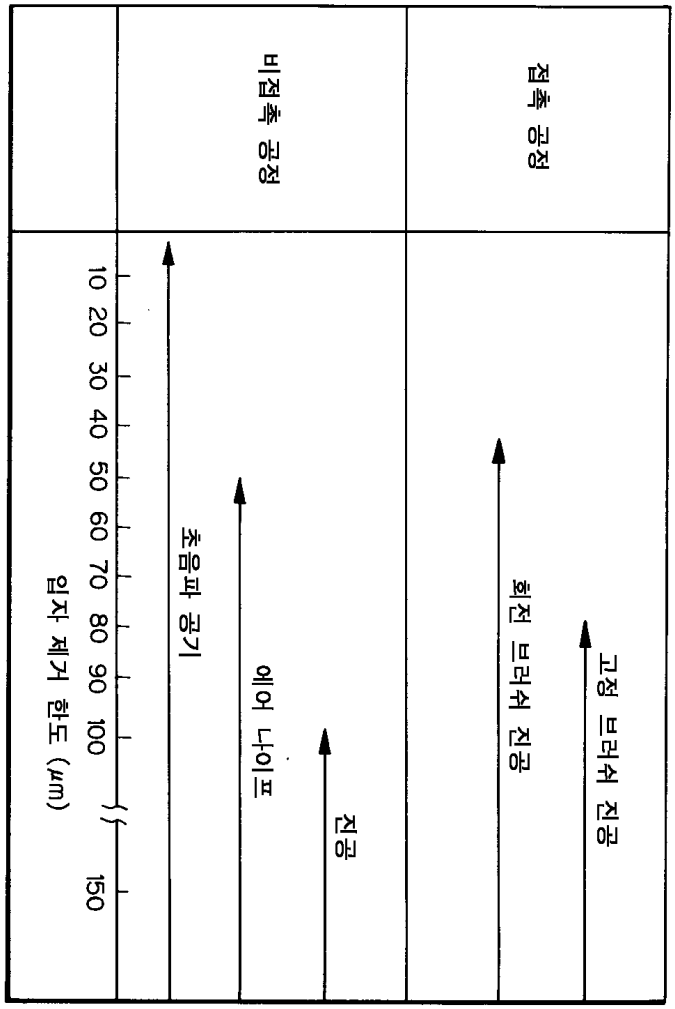
도면6


69b
62
64
69
69
66
60
61
68
69a

도면7



도면8


접촉 공정
비접촉 공정
고정 브러쉬 진공
회전 브러쉬 진공
진공
에어 나이프
초음파 공기
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150
입자 제거 한도 (㎛)