



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월26일
(11) 등록번호 10-0789007
(24) 등록일자 2007년12월18일

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/304
(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0107765
(22) 출원일자 2006년11월02일
심사청구일자 2006년11월02일
(65) 공개번호 10-2007-0078966
(43) 공개일자 2007년08월03일

(30) 우선권주장
JP-P-2006-00023098 2006년01월31일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문현
JP2005039185 A
US20040185670 A1
US20060006136 A1

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 심병로

(73) 특허권자

동경 엘렉트론 주식회사

일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자

니시무라 에이이치

일본 야마나시켄 니라사키시 후지이초 기타게조
2381반치 1 동경엘렉트론 에이티 주식회사 내
기쿠치 다카미치

일본 야마나시켄 니라사키시 후지이초 기타게조
2381반치 1 동경엘렉트론 에이티 주식회사 내

(74) 대리인

김창세

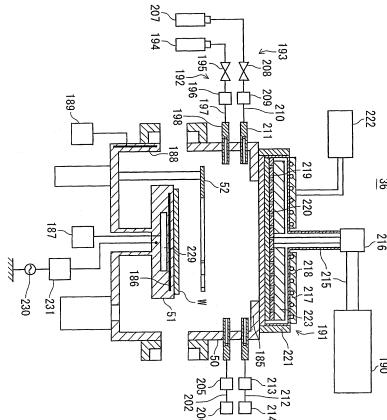
(54) 기판 처리 장치, 기판 처리 방법 및 기억 매체

(57) 요약

본 발명은 산화물층 및 유기물층을 효율적으로 제거할 수 있는 기판 처리 장치를 제공한다.

기판 처리 장치(10)의 제 3 프로세스 유닛(36)은 하우징 형상의 처리실 용기(챔버)(50), 산소 가스 공급계(192) 및 안테나 장치(191)를 구비하고, 산소 가스 공급계(192)는 웨이퍼(W)가 수용된 챔버(50)내에 산소 가스 공급 링(198)을 통해 산소 가스를 공급하고, 안테나 장치(191)는 산소 가스가 공급된 챔버(50)내에 마이크로파를 도입한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 장치로서, 상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 장치, 및 상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 장치를 구비한 기판 처리 장치에 있어서,

상기 열처리 장치는 상기 기판을 수용하는 수용실, 이 수용실내에 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급계, 및 상기 수용실내에 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로파 도입 장치는, 상기 수용실에 수용된 기판에 대향하도록 배치된 원판 형상 안테나를 갖고, 이 안테나의 주연부를 둘러싸도록 전자파 흡수체가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유기물층은 CF계 침착물로 이루어진 층인 것을 특징으로 하는 기판 처리 장치.

청구항 4

산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 방법으로서,

상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 스텝,

상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 스텝,

상기 열처리가 실시된 기판의 위쪽으로 향하여 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급 스텝, 및

상기 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 스텝을 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 5

산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 방법을 컴퓨터로 실행시키는 프로그램을 격납하는 컴퓨터 독취가능한 기억 매체로서, 상기 프로그램은,

상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 모듈,

상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 모듈,

상기 열처리가 실시된 기판의 위쪽으로 향하여 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급 모듈, 및

상기 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 모듈을 갖는 것을 특징으로 하는 기억 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<45> 본 발명은, 기판 처리 장치, 기판 처리 방법 및 기억 매체에 관한 것이며, 특히 유기물층을 제거하는 기판 처리 장치 및 기판 처리 방법에 관한 것이다.

<46> 실리콘 웨이퍼(이하, 단순히 「웨이퍼」라고 함)로부터 전자 디바이스를 제조하는 전자 디바이스의 제조방법에

서는, 웨이퍼의 표면에 도전막이나 절연막을 성막하는 CVD(화학 기상 침착, Chemical Vapor Deposition) 등의 성막 공정, 성막된 도전막이나 절연막 상에 원하는 패턴의 포토레지스트층을 형성하는 리쏘그래피 공정, 및 포토레지스트층을 마스크로서 이용하여 처리 가스로부터 생성된 플라즈마에 의해 도전막을 게이트 전극으로 성형하거나, 혹은 절연막에 배선구나 콘택트 홀을 성형하는 에칭 공정이 순차적으로 반복하여 실행된다.

<47> 예컨대, 어떤 전자 디바이스의 제조방법에서는 웨이퍼 상에 형성된, SiN(질화규소)층 및 폴리실리콘층으로 이루어지는 플로팅 게이트를 HBr(브롬화수소)계의 처리 가스를 이용하여 에칭하고, 플로팅 게이트 아래의 층간 SiO₂ 막을 CHF₃계의 처리 가스를 이용하여 에칭하고, 또한 층간 SiO₂막 아래의 Si층을 HBr(브롬화수소)계의 처리 가스를 이용하여 에칭하는 경우가 있다. 이 경우, 웨이퍼상에 형성된 트렌치(홈)(180)의 측면에 3개의 층으로 이루어진 침착물막(181)이 형성된다(도 13 참조). 이 침착물막은 상술한 각 처리 가스에 대응하여 SiOBr층(182), CF계 침착물층(183) 및 SiOBr층(184)으로 이루어진다. SiOBr층(182, 184)은 SiO₂층과 유사한 성질을 갖는 유사 SiO₂층이며, CF계 침착물층(183)은 유기물층이다.

<48> 그런데, 이들 SiOBr층(182, 184) 및 CF계 침착물층(183)은 전자 디바이스의 불량, 예컨대 도통 불량의 원인이 되기 때문에 제거해야 한다.

<49> 유사 SiO₂층의 제거 방법으로서, 웨이퍼에 COR(화학적 산화물 제거, Chemical Oxide Removal) 처리 및 PHT(후열 처리, Post Heat Treatment) 처리를 실시하는 기판 처리 방법이 알려져 있다. COR 처리는 유사 SiO₂층과 가스 분자를 화학 반응시켜 생성물을 생성하는 처리이며, PHT 처리는 COR 처리가 실시된 웨이퍼를 가열하여 COR 처리의 화학 반응에 의해 웨이퍼에 생성된 생성물을 기화·열산화(Thermal Oxidation)시켜 이 웨이퍼로부터 제거하는 처리이다.

<50> 이 COR 처리 및 PHT 처리로 이루어진 기판 처리 방법을 실행하는 기판 처리 장치로서, 화학 반응 처리 장치, 및 이 화학 반응 처리 장치에 접속된 열처리 장치를 구비하는 기판 처리 장치가 알려져 있다. 화학 반응 처리 장치는 챔버를 구비하고, 이 챔버에 수용된 웨이퍼에 COR 처리를 실시한다. 열처리 장치도 챔버를 구비하고, 이 챔버에 수용된 웨이퍼에 PHT 처리를 실시한다(예컨대, 특허문현 1 참조).

<51> [특허문현 1] 미국특허출원공개 제2004/0185670호 명세서

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<52> 그러나, 상술한 기판 처리 장치에서 유사 SiO₂층인 SiOBr층(184)을 제거한 경우, CF계 침착물층(183)이 노출된다. 이 CF계 침착물층(183)은 열처리를 실시하더라도 기화하는 일이 없고, 또한 가스 분자와 화학 반응하여 생성물을 생성하는 일이 없기 때문에, 상술한 기판 처리 장치로 CF계 침착물층(183)을 제거하는 것은 곤란하다. 즉, SiOBr층(184) 및 CF계 침착물층(183)을 효율적으로 제거하는 것은 곤란하다.

<53> 본 발명의 목적은 산화물층 및 유기물층을 효율적으로 제거할 수 있는 기판 처리 장치, 기판 처리 방법 및 기억매체를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<54> 상기 목적을 달성하기 위해, 청구항 1에 기재된 기판 처리 장치는, 산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 장치로서, 상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 장치, 및 상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 장치를 구비한 기판 처리 장치에 있어서, 상기 열처리 장치는 상기 기판을 수용하는 수용실, 이 수용실내에 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급계, 및 상기 수용실내에 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<55> 청구항 2에 기재된 기판 처리 장치는, 청구항 1에 기재된 기판 처리 장치에 있어서, 상기 마이크로파 도입 장치는 상기 수용실에 수용된 기판에 대향하도록 배치된 원판 형상의 안테나를 갖고, 이 안테나의 주연부를 둘러싸도록 전자파 흡수체가 배치되어 있는 것을 특징으로 한다.

<56> 청구항 3에 기재된 기판 처리 장치는, 청구항 1 또는 2에 기재된 기판 처리 장치에 있어서, 상기 유기물층은 CF 계 침착물로 이루어진 층인 것을 특징으로 한다.

<57> 상기 목적을 달성하기 위해, 청구항 4에 기재된 기판 처리 방법은, 산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형

성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 방법으로서, 상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 스텝, 상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 스텝, 상기 열처리가 실시된 기판의 위쪽으로 향하여 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급 스텝, 및 상기 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 스텝을 갖는 것을 특징으로 한다.

<58> 상기 목적을 달성하기 위해, 청구항 5에 기재된 기억 매체는, 산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 처리를 실시하는 기판 처리 방법을 컴퓨터로 실행시키는 프로그램을 격납하는 컴퓨터 독취가능한 기억 매체로서, 상기 프로그램은 상기 산화물층을 가스 분자와 화학 반응시켜 상기 표면 상에 생성물을 생성하는 화학 반응 처리 모듈, 상기 생성물이 상기 표면에 생성된 상기 기판을 가열하는 열처리 모듈, 상기 열처리가 실시된 기판의 위쪽으로 향하여 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급 모듈, 및 상기 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 모듈을 갖는 것을 특징으로 한다.

<59> 청구항 1에 기재된 기판 처리 장치에 의하면, 열처리 장치는 기판을 수용하는 수용실내에 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급계, 및 수용실내에 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 장치를 구비한다. 산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 있어서, 가스 분자와의 화학 반응에 의해 산화물층으로부터 생성된 생성물이 가열되면 이 생성물은 기화하여 유기물층이 노출된다. 또한, 산소 가스가 공급된 수용실내에 마이크로파를 도입하면 산소 라디칼이 발생된다. 노출된 유기물층은 발생된 산소 라디칼에 폭로되어, 이 산소 라디칼은 유기물층을 분해한다. 따라서, 산화물층에 계속하여 유기물층을 연속적으로 제거할 수 있으며, 이로써 산화물층 및 유기물층을 효율적으로 제거할 수 있다.

<60> 청구항 2에 기재된 기판 처리 장치에 의하면, 마이크로파 도입 장치의 안테나의 주연부를 둘러싸도록 전자파 흡수체가 배치되어 있어서, 안테나로부터의 마이크로파에 있어서의 정재파(횡파)를 흡수할 수 있으며, 이로써 정재파의 발생을 억제할 수 있다.

<61> 청구항 3에 기재된 기판 처리 장치에 의하면, 유기물층은 CF계 침착물로 이루어진 층이다. CF계 침착물은 마이크로파가 인가된 산소 가스로부터 발생되는 산소 라디칼에 의해 용이하게 분해된다. 따라서, 유기물층을 더욱 효율적으로 제거할 수 있다.

<62> 청구항 4에 기재된 기판 처리 방법 및 청구항 5에 기재된 기억 매체에 의하면, 산화물층으로 덮여진 유기물층이 표면에 형성된 기판에 있어서, 산화물층이 가스 분자와 화학 반응하여 기판의 표면 상에 생성물이 생성되고, 이 생성물이 표면에 생성된 기판이 가열되고, 열처리가 실시된 기판의 위쪽으로 향하여 산소 가스가 공급되고, 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파가 도입된다. 가스 분자와의 화학 반응에 의해 산화물층으로부터 생성된 생성물이 가열되면, 이 생성물은 기화되어 유기물층이 노출된다. 또한, 산소 가스가 공급된 기판의 위쪽으로 마이크로파가 노출되면, 산소 라디칼이 발생된다. 노출된 유기물층은 발생된 산소 라디칼에 폭로되어, 이 산소 라디칼은 유기물층을 분해한다. 따라서, 산화물층에 있어서 유기물층을 연속적으로 제거할 수 있으며, 이로써 산화물층 및 유기물층을 효율적으로 제거할 수 있다.

<63> 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

<64> 우선, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 기판 처리 장치에 대하여 설명한다.

<65> 도 1은 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<66> 도 1에 있어서, 기판 처리 장치(10)는 전자 디바이스용 웨이퍼(이하, 단순히 「웨이퍼」라고 함)(기판)(W)에 에칭 처리를 실시하는 제 1 프로세스 쉽(11), 이 제 1 프로세스 쉽(11)과 평행하게 배치되고 제 1 프로세스 쉽(11)에 있어서 에칭 처리가 실시된 웨이퍼(W)에 후술하는 COR 처리, PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시하는 제 2 프로세스 쉽, 및 제 1 프로세스 쉽(11) 및 제 2 프로세스 쉽(12)이 각각 접속된 직사각형상의 공통 반송실로서의 로더 유닛(13)을 구비한다.

<67> 로더 유닛(13)에는, 상술한 제 1 프로세스 쉽(11) 및 제 2 프로세스 쉽(12) 이외에, 25장의 웨이퍼(W)를 수용하는 용기로서의 포프(Front Opening Unified Pod)(14)가 각각 탑재되는 3개의 포프 탑재대(15), 포프(14)로부터 반출된 웨이퍼(W)의 위치를 프리얼라이먼트하는 오리엔터(16), 및 웨이퍼(W)의 표면 상태를 계측하는 제 1 및 제 2 IMS(Integrated Metrology System, Therma-Wave, Inc.)(17, 18)가 접속되어 있다.

<68> 제 1 프로세스 쉽(11) 및 제 2 프로세스 쉽(12)은 로더 유닛(13)의 길이 방향에서의 측벽에 접속됨과 동시에, 로더 유닛(13)을 협지하여 3개의 후프(hoop) 탑재대(15)와 대향하도록 배치되고, 오리엔터(16)는 로더 유닛(13)의 장방향에 관하여 한 단부에 배치되고, 제 1 IMS(17)는 로더 유닛(13)의 장방향에 관하여 다른 단부에 배치

되고, 제 2 IMS(18)는 3개의 후프 탑재대(15)와 병렬로 배치된다.

<69> 로더 유닛(13)은 내부에 배치된, 웨이퍼(W)를 반송하는 스카라(SCARA)형 듀얼 아암 타입의 반송 아암 기구(19)와, 각 후프 탑재대(15)에 대응하도록 측벽에 배치된 웨이퍼(W)의 투입구로서의 3개의 로드 포트(20)를 갖는다. 반송 아암 기구(19)는 후프 탑재대(15)에 탑재된 후프(14)로부터 웨이퍼(W)를 로드 포트(20) 경유로 취출하고, 이 취출한 웨이퍼(W)를 제 1 프로세스 쉽(11), 제 2 프로세스 쉽(12), 오리엔터(16), 제 1 IMS(17)나 제 2 IMS(18)로 반출입한다.

<70> 제 1 IMS(17)는 광학계 모니터이며, 반입된 웨이퍼(W)를 탑재하는 탑재대(21)와, 이 탑재대(21)에 탑재된 웨이퍼(W)를 지향하는 광학 센서(22)를 갖고, 웨이퍼(W)의 표면 형상, 예컨대 표면층의 막 두께, 및 배선구 게이트 전극 등의 CD(Critical Dimension)값을 측정한다. 제 2 IMS(18)도 광학계 모니터이며, 제 1 IMS(17)와 마찬가지로 탑재대(23)와 광학 센서(24)를 갖고, 웨이퍼(W)의 표면에서의 입자 수를 계측한다.

<71> 제 1 프로세스 쉽(11)은 웨이퍼(W)에 에칭 처리를 실시하는 제 1 프로세스 유닛(25)과, 상기 제 1 프로세스 유닛(25)에 웨이퍼(W)를 주고받는 링크형 싱글 픽 타입의 제 1 반송 아암(26)을 내장하는 제 1 로드 · 록 유닛(27)을 갖는다.

<72> 제 1 프로세스 유닛(25)은 원통 형상의 처리실 용기(챔버)와, 이 챔버내에 배치된 상부 전극 및 하부 전극을 갖고, 이 상부 전극 및 하부 전극 간 거리는 웨이퍼(W)에 에칭 처리를 실시하기에 적절한 간격으로 설정되어 있다. 또한, 하부 전극은 웨이퍼(W)를 쿨롱힘 등에 의해 척으로 고정하는 ESC(28)를 그 정수리 부분에 갖는다.

<73> 제 1 프로세스 유닛(25)에서는 챔버 내부에 처리 가스를 도입하여 상부 전극 및 하부 전극에 전계를 발생시킴으로써 도입된 처리 가스를 플라즈마화하여 이온 및 라디칼을 발생시켜, 이 이온 및 라디칼에 의해 웨이퍼(W)에 에칭 처리를 실시한다.

<74> 제 1 프로세스 쉽(11)에서는 로더 유닛(13)의 내부 압력은 대기압으로 유지되는 한편, 제 1 프로세스 유닛(25)의 내부 압력은 진공으로 유지된다. 그 때문에, 제 1 로드 · 록 유닛(27)은 제 1 프로세스 유닛(25)과의 연결부에 진공 게이트 밸브(29)를 구비함과 동시에, 로더 유닛(13)과의 연결부에 대기 게이트 밸브(30)를 구비함으로써 그 내부 압력을 조정가능한 진공 예비 반송실로서 구성된다.

<75> 제 1 로드 · 록 유닛(27)의 내부에는 대략 중앙부에 제 1 반송 아암(26)이 설치되고, 이 제 1 반송 아암(26)으로부터 제 1 프로세스 유닛(25)측에 제 1 베퍼(31)가 설치되고, 제 1 반송 아암(26)으로부터 로드 유닛(13)측에는 제 2 베퍼(32)가 설치된다. 제 1 베퍼(31) 및 제 2 베퍼(32)는 제 1 반송 아암(26)의 선단부에 배치된 웨이퍼(W)를 지지하는 지지부(픽)(33)가 이동하는 궤도상에 배치되고, 에칭 처리가 실시된 웨이퍼(W)를 일시적으로 지지부(33)의 궤도의 위쪽에 대파시킴으로써 에칭 미처리된 웨이퍼(W)와 에칭 처리 완료된 웨이퍼(W)의 제 1 프로세스 유닛(25)에서의 원활한 교체를 가능하게 한다.

<76> 제 2 프로세스 쉽(12)은 웨이퍼(W)에 COR 처리를 실시하는 제 2 프로세스 유닛(34)(화학 반응 처리 장치)과, 상기 제 2 프로세스 유닛(34)에 진공 게이트 밸브(35)를 통해 접속된, 웨이퍼(W)에 PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시하는 제 3 프로세스 유닛(36)(열처리 장치)과, 제 2 프로세스 유닛(34) 및 제 2 프로세스 유닛(36)에 웨이퍼(W)를 주고받는 링크형 싱글 픽 타입의 제 2 반송 아암(37)을 내장하는 제 2 로드 폭 유닛(49)을 갖는다.

<77> 도 2는 도 1에서의 제 2 프로세스 유닛의 단면도이며, (A)는 도 1에서의 선 II-II에 따른 단면도이고, (B)는 도 2의 (A)에 있어서의 A부의 확대도이다.

<78> 도 2의 (A)에 있어서, 제 2 프로세스 유닛(34)은 원통 형상의 처리실 용기(챔버)(38), 이 챔버(38)내에 배치된 웨이퍼(W)의 탑재대로서의 ESC(39), 챔버(38)의 위쪽에 배치된 샤워 헤드(40), 챔버(38)내의 가스 등을 배기하는 TMP(Turbo Molecular Pump)(41), 챔버(38) 및 TMP(41)의 사이에 배치된, 챔버(38)내의 압력을 제어하는 가변식 베터플라이 밸브로서의 APC(Adaptive Pressure Control) 밸브(42)를 갖는다.

<79> ESC(39)는 내부에 직류 전압이 인가된 전극판(도시하지 않음)을 갖고, 직류 전압에 의해 발생되는 클롱힘 또는 존센 라벡(Johnsen-Rahbek)력에 의해 웨이퍼(W)를 흡착하여 유지한다. 또한, ESC(39)는 온도 조절 기구로서 냉매실(도시하지 않음)을 갖는다. 이 냉매실에는 소정 온도의 냉매, 예컨대 냉각수나 가덴액이 순환 공급되고, 당해 냉매의 온도에 의해 ESC(39)의 상면에 흡착 유지된 웨이퍼(W)의 처리 온도가 제어된다. 또한, ESC(39)는 ESC(39)의 상면과 웨이퍼의 이면 사이에 전열 가스(헬륨 가스)를 빈틈없이 공급하는 전열 가스 공급계통(도시하지 않음)을 갖는다. 전열 가스는 COR 처리 사이에, 냉매에 의해 원하는 지정 온도로 유지된 ESC(39)와 웨이퍼의 열교환을 행하여 웨이퍼를 효율적으로 또한 균일하게 냉각한다.

- <80> 또한, ESC(39)는 이 상면으로부터 돌출 자유자재한 리프트 편으로서의 복수의 푸셔 편(56)을 갖고, 이들 푸셔 편(56)은 웨이퍼(W)가 ESC(39)에 흡착 유지될 때에 ESC(39)에 수용된, COR 처리가 실시된 웨이퍼(W)를 챔버(38)로부터 반출할 때에는 ESC(39)의 상면으로부터 돌출되어 웨이퍼(W)를 위쪽으로 들어 올린다.
- <81> 샤크 헤드(40)는 2층 구조를 가지며, 하층부(43) 및 상층부(44)의 각각에 제 1 베퍼실(45) 및 제 2 베퍼실(46)을 갖는다. 제 1 베퍼실(45) 및 제 2 베퍼실(46)은 각각 가스 통기 구멍(47, 48)을 통해 챔버(38)내에 연통한다. 즉, 샤크 헤드(40)는 제 1 베퍼실(45) 및 제 2 베퍼실(46)에 각각 공급되는 가스의 챔버(38)내로의 내부 통로를 갖는, 계층 형상으로 적층된 2개의 판상체(하층부(43), 상층부(44))로 이루어진다.
- <82> 웨이퍼(W)의 COR 처리를 실시할 때, 제 1 베퍼실(45)에는 NH_3 (암모니아) 가스가 후술하는 암모니아 가스 공급관(57)으로부터 공급되고, 이 공급된 암모니아 가스는 가스 통기 구멍(47)을 통해 챔버(38)내로 공급됨과 동시에, 제 2 베퍼실(46)에는 HF(불화수소) 가스가 후술하는 불화수소 가스 공급관(58)으로부터 공급되고, 이 공급된 불화수소 가스는 가스 통기 구멍(48)을 통해 챔버(38)내로 공급된다.
- <83> 또한, 샤크 헤드(40)는 히터(도시하지 않음), 예컨대 가열 소자를 내장한다. 이 가열 소자는 바람직하게는 상층부(44) 상에 배치되어 제 2 베퍼실(47)내의 불화수소 가스의 농도를 제어한다.
- <84> 또한, 도 2의 (B)에 나타낸 바와 같이, 가스 통기 구멍(47, 48)에서의 챔버(38)내로의 개구부는 끝으로 갈수록 차차 폐지는 형상으로 형성된다. 이에 의해, 암모니아 가스나 불화수소 가스를 챔버(38)내로 효율적으로 확산시킬 수 있다. 또한, 가스 통기 구멍(47, 48)은 단면이 잘록한 형상을 나타내므로, 챔버(38)에서 발생된 퇴적물이 가스 통기 구멍(47, 48), 나아가서는 제 1 베퍼실(45)이나 제 2 베퍼실(46)로 역류하는 것을 방지한다. 한편, 가스 통기 구멍(47, 48)은 나선 형상의 통기 구멍일 수 있다.
- <85> 이 제 2 프로세스 유닛(34)은 챔버(38)내의 압력과, 암모니아 가스 및 불화수소 가스의 체적 유량비를 조정함으로써 웨이퍼(W)에 COR 처리를 실시한다. 또한, 이 제 2 프로세스 유닛(34)은 챔버(38)내에 있어서 처음에 암모니아 가스 및 불화수소 가스가 혼합되도록 설계되어 있기(포스트 믹스 설계) 때문에 챔버(38)내에 상기 2종류의 가스가 도입되기까지 이 2종류의 혼합 가스가 혼합하는 것을 방지하여, 불화수소 가스와 암모니아 가스가 챔버(38)내로 도입전에 반응하는 것을 방지한다.
- <86> 또한, 제 2 프로세스 유닛(34)은 챔버(38)의 측벽이 히터(도시하지 않음), 예컨대 가열 소자를 내장하고, 챔버(38)내의 분위기 온도가 저하되는 것을 방지한다. 이에 의해, COR 처리의 재현성을 향상시킬 수 있다. 또한, 측벽내의 가열 소자는 측벽의 온도를 제어함으로써 챔버(38)내에 발생한 부생성물이 측벽의 내측에 부착되는 것을 방지한다.
- <87> 도 3은 도 1에서의 제 3 프로세스 유닛의 단면도이다.
- <88> 도 3에 있어서, 제 3 프로세스 유닛(36)은 하우징 형상의 처리실 용기(챔버)(50)와, 이 챔버(50)의 천정부(185)와 대향하도록 챔버(50)내에 배치된, 웨이퍼(W)의 탑재대로서의 스테이지 히터(51)와, 이 스테이지 히터(51)의 근방에 배치된, 스테이지 히터(51)에 탑재된 웨이퍼(W)를 위쪽으로 들어 올리는 베퍼 아암(52)을 갖는다.
- <89> 스테이지 히터(51)는 표면에 산화 피막이 형성된 알루미늄으로 이루어져 있고, 내장된 전열선 등으로 이루어진 히터(186)에 의해 상면에 탑재된 웨이퍼(W)를 원하는 온도까지 가열한다. 구체적으로는, 스테이지 히터(51)는 탑재된 웨이퍼(W)를 적어도 1분간에 걸쳐 100 내지 200°C, 바람직하게는 135°C까지 직접 가열한다. 한편, 히터(186)의 발열량은 히터 제어 장치(187)에 의해 제어된다. 또한, 스테이지 히터(51)는 온도 조절 기구로서 히터(186) 외에 냉매실(229)을 갖는다. 이 냉매실(229)에는 소정 온도의 냉매, 예컨대 냉각수나 가덴액이 순환 공급되고, 유기물층 제거 처리시에 당해 냉매의 온도에 의해 스테이지 히터(51)의 상면에 탑재된 웨이퍼(W)를 원하는 온도까지 냉각한다. 또한, 스테이지 히터(51)는 스테이지 히터(51)의 상면과 웨이퍼의 이면 사이에 전열 가스(헬륨 가스)를 빈틈없이 공급하는 전열 가스 공급계통(도시하지 않음)을 갖는다. 전열 가스는 유기물층 제거 처리 사이에 냉매에 의해 원하는 지정 온도로 유지된 스테이지 히터(51)와 웨이퍼(W)의 열교환을 행하고, 웨이퍼(W)를 효율적으로 또한 균일하게 냉각한다.
- <90> 챔버(50)의 측벽에는 카트리지 히터(188)가 내장되고, 이 카트리지 히터(188)는 챔버(50)의 측벽의 측벽 온도를 25 내지 80°C로 제어한다. 이에 의해, 챔버(50)의 측벽에 부생성물이 부착되는 것을 방지하고, 부착된 부생성물에 기인하는 입자의 발생을 방지하여 챔버(50)의 클리닝 주기를 연장한다. 한편, 챔버(50)의 외주는 열 쉴드(도시하지 않음)에 의해 덮여져 있고, 카트리지 히터(188)의 발열량은 히터 제어 장치(189)에 의해 제어된다.
- <91> 웨이퍼(W)를 위쪽으로부터 가열하는 히터로서, 시트 히터나 자외선 방사(UV radiation) 히터를 천정부(185)에

배치할 수 있다. 자외선 방사 히터로서는 파장 190 nm 내지 400nm의 자외선을 방사하는 자외선 램프 등이 해당된다.

<92> 베퍼 아암(52)은 COR 처리가 실시된 웨이퍼(W)를 일시적으로 제 2 반송 아암(37)에서의 지지부(53)의 궤도의 위쪽에 대피시킴으로써, 제 2 프로세스 유닛(34)이나 제 3 프로세스 유닛(36)에서의 웨이퍼(W)의 원활한 교체를 가능하게 한다.

<93> 이 제 3 프로세스 유닛(36)은 웨이퍼(W)를 가열함으로써 웨이퍼(W)에 PHT 처리를 실시한다.

<94> 또한, 제 3 프로세스 유닛(36)은 마이크로파원(190), 안테나 장치(191)(마이크로파 도입 장치, 산소 가스 공급 계(192) 및 방전 가스 공급계(193)를 구비한다.

<95> 산소 가스 공급계(192)는 산소 가스원(194), 밸브(195), MFC(Mass Flow Controller)(196) 및 이들을 접속하는 산소 가스 공급로(197)를 갖는다. 또한, 산소 가스 공급계(192)는 산소 가스 공급로(197)에 의해 챔버(50)의 측벽에 위치한 석영제 산소 가스 공급 링(198)에 접속되어 있다.

<96> 유기물층 제거 처리시, 산소 가스원(194)은 산소 가스를 공급하고, 밸브(195)는 개구하고, MFC(196)는 예컨대 브릿지 회로, 증폭 회로, 콤파레이터 제어 회로, 유량 조절 밸브 등을 갖고, 산소 가스의 흐름에 따라 열 이동을 검출함으로써 유량 측정을 행하고, 이 측정 결과에 기초하여 유량 조절 밸브에 의해 산소 가스의 유량을 제어한다.

<97> 도 4는 도 3에서의 산소 가스 공급 링의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<98> 도 4에 있어서, 산소 가스 공급 링(198)은 석영으로 이루어진 링 형상의 본체부(204), 산소 가스 공급로(197)에 접속된 도입구(199), 도입구(199)에 접속된 원환 형상의 유로(200), 유로(200)에 접촉된 복수의 산소 가스 공급 노즐(201), 유로(200) 및 후술하는 가스 배출로(202)에 접속된 배출구(203)를 갖는다. 복수의 산소 가스 공급 노즐(201)은 본체부(204)의 원주 방향을 따라 등간격으로 배치되어 있어 챔버(50)내에 균일한 산소 가스의 흐름을 형성한다.

<99> 또한, 산소 가스 공급 링(198)의 유로(200) 및 산소 가스 공급 노즐(201)은 가스 배출로(202)에 접속되고, 이 가스 배출로(202)는 PCV(Pressure Control Valve)(205)를 통해, 예컨대 TMP, 스퍼터 이온 펌프, 게터 펌프, 흡착(sorption) 펌프, 또는 크라이오 펌프로 이루어진 진공 펌프(206)에 접속되어 있다. 따라서, 유로(200) 및 산소 가스 공급 노즐(201)내의 (잔류) 산소 가스나 수분은 배출구(203)로 제거하는 것이 곤란한 유로(200) 및 산소 가스 공급 노즐(201)내의 (잔류) 산소 가스나 수분 등의 잔류물을 효과적으로 제거할 수 있다.

<100> PCV(205)는, 밸브(195)의 개구시에 폐구되고, 밸브(195)의 폐구시에 개구되도록 제어된다. 이에 의해, 밸브(195)가 개구되는 유기물층 제거 처리시에는 진공 펌프(206)는 개구되어, 산소 가스를 유기물층 제거 처리에 효율적으로 사용 가능하도록 한다. 한편, 유기물층 제거 처리의 종료 후 등의 유기물층 제거 처리 이외의 기간에 있어서 진공 펌프(206)는 개구되고, 산소 가스 공급 링(198)의 유로(200) 및 산소 가스 공급 노즐(201)내의 잔류물이 확실하게 배기된다. 이에 의해, 이하의 유기물층 제거 처리에 있어서 잔류물의 존재에 기인하는 산소 가스 공급 노즐(201)로부터의 산소 가스의 불균일한 도입이나 잔류물 그 자체의 웨이퍼(W)로의 부착을 방지할 수 있다.

<101> 방전 가스 공급계(193)는 방전 가스원(207), 밸브(208), MFC(209) 및 이들을 접속하는 방전 가스 공급로(210)를 갖는다. 또한, 방전 가스 공급계(193)는 방전 가스 공급로(210)에 의해 챔버(50)의 측벽에 배치된 석영제 방전 가스 공급 링(211)에 접속되어 있다.

<102> 유기물층 제거 처리시, 방전 가스원(207)은 방전 가스, 예컨대 희ガ스(네온 가스, 크세논 가스, 아르곤 가스, 헬륨 가스, 라돈 가스 또는 크립톤 가스 중 어느 하나)에 N₂ 및 H₂가 혼합된 가스를 공급한다. 한편, 밸브(208), MFC(209), 방전 가스 공급로(210) 및 방전 가스 공급 링(211)은 각각 밸브(195), MFC(196), 산소 가스 공급로(197) 및 산소 가스 공급 링(198)과 동일한 구조를 갖기 때문에 이들의 설명을 생략한다.

<103> 또한, 방전 가스 공급 링(211)의 유로 및 방전 가스 공급 노즐(모두 도시하지 않음)은 가스 배출로(212)에 접속되고, 이 가스 배출로(212)는 PCV(213)를 통해 진공 펌프(214)에 접속되어 있다. 한편, 가스 배출로(212), PCV(213) 및 진공 펌프(214)는 각각 가스 배출로(202), PCV(205) 및 진공 펌프(206)와 동일한 구조 및 기능을 갖기 때문에 이들의 설명을 생략한다.

<104> 마이크로파원(190)은 예컨대 마그네트론으로 이루어지며, 통상 2.45GHz의 마이크로파를 예컨대 5kW의 출력으로

발생할 수 있다. 또한, 마이크로파원(190)은 도파관(215)을 통해 안테나 장치(191)에 접속되어 있다. 도파관(215)의 도중에는 모드 변환기(216)가 배치되어 있다. 모드 변환기(216)는 마이크로파원(190)이 발생한 마이크로파의 전송 형태를 TM, TE 또는 TEM 모드 등으로 변환한다. 한편, 도 3에서는, 반사하여 마그네트론으로 되돌려 마이크로파를 흡수하는 아이솔레이터나 그 외 EH 튜너, 또는 스터브 튜너가 생략되어 있다.

<105> 안테나 장치(191)는 원판 형상의 온도 조절판(217), 원통 형상의 수납 부재(218), 원판 형상의 슬롯 전극(219) (안테나), 원판 형상의 유전판(220), 수납 부재(218)의 측면을 감는 원판 형상의 전자파 흡수체(221), 온도 조절판(217)에 접속된 온도 제어 장치(222), 원판 형상의 지파재(223)를 구비한다.

<106> 수납 부재(218)는 상부에 있어서 온도 조절판(217)을 탑재함과 동시에, 그 외부에 지파재(223)와 이 지파재(223)의 하부에 접촉하는 슬롯 전극(219)을 수납한다. 또한, 슬롯 전극(219)의 아래쪽에는 유전판(220)이 배치되어 있다. 수납 부재(218) 및 지파재(223)는 열전도율이 높은 재료로 이루어지고, 그 결과 수납 부재(218) 및 지파재(223)의 온도는 온도 조절판(217)의 온도와 거의 동일한 온도가 된다.

<107> 지파재(223)는 마이크로파의 파장을 얇게 하는 소정의 유전율로서, 열전도율이 높은 소정의 재료로 이루어진다. 또한, 챔버(50)에 도입된 마이크로파의 밀도를 균일하게 하기 때문에 슬롯 전극(219)에 후술하는 많은 슬릿(224)을 형성할 필요가 있으나, 지파재(223)는 마이크로파의 파장을 얇게 함으로써 슬롯 전극(219)에 많은 슬릿(224)을 형성하는 것을 가능하게 한다.

<108> 지파재(223)의 재료로서는 예컨대 알루미나계 세라믹, SiN, AlN을 이용하는 것이 바람직하다. 예컨대, AlN은 비유전율(ϵ_r)이 약 9이고, $1/(\epsilon_r)^{1/2}$ 로 표시되는 파장 단축율(n)이 약 0.33이다. 이에 의해, 지파재(223)를 통과한 마이크로파의 속도 및 파장은 각각 약 0.33배로 되며, 슬롯 전극(219)에서의 슬릿(224)의 간격을 얇게 할 수 있어 슬롯 전극(219)에 있어서 보다 많은 슬릿(224)을 형성할 수 있다.

<109> 슬롯 전극(219)은 지파재(223)에 나사 고정되어 있으며, 예컨대 직경 50mm, 두께 1mm 이하의 동판으로 구성된다. 슬롯 전극(219)은 본 발명에 속하는 기술 분야에 있어서 라디알 라인 슬롯 안테나(RLSA)(또는 초고능율 평면 안테나)로 지칭된다. 한편, 본 실시형태에 있어서 RLSA 이외의 형식의 안테나, 예컨대 1층 구조 도파관 평면 안테나 및 유전체 기판 평행 평판 슬롯 어레이를 이용할 수도 있다.

<110> 도 5는 도 3에서의 슬롯 전극의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<111> 도 5에 있어서, 슬롯 전극(219)의 표면은 서로 동일한 면적을 갖는 복수의 영역으로 가상적으로 분할되고, 각 영역에서 슬릿(224a 및 224b)으로 이루어진 1개의 슬릿 조(225)를 갖는다. 따라서, 슬롯 전극(219)의 표면에서의 슬릿 조(225)의 밀도는 거의 일정해진다. 이에 의해, 슬롯 전극(219)의 아래쪽에 배치되어 있는 유전판(220)의 표면에 있어서 균일하게 이온 에너지가 분포하기 때문에, 이온 에너지의 편재에 기인하는 유전판(220)으로부터의 원소 탈리(유리)의 발생을 방지할 수 있다. 그 결과, 유전판(220)으로부터 탈리한 원소가 산소 가스에 불순물로서 혼입하는 것을 방지할 수 있고, 이로써 고품질의 유기물층 제거 처리를 웨이퍼(W)에 실시할 수 있다.

<112> 또한, 각 슬릿 조(225)에 있어서 슬릿(224a 및 224b)은 대략 T자 형상으로 배치됨과 동시에 서로 상당히 이간된다.

<113> 각 슬릿(224a, 224b)은 그의 길이(L1)가 도파관(215)내에서의 마이크로파의 파장(이하, 「관내 파장」이라 함) (λ)의 대략 0.5배 내지 자유 공간에서의 파장의 대략 2.5배 중 어느 하나로 설정됨과 동시에, 그 폭이 대략 1mm로 설정되고, 인접하는 슬릿 조(225)끼리의 간격(L2)은 관내 파장(λ)과 대략 동일하게 설정되어 있다. 구체적으로는, 각 슬릿(224a, 224b)의 길이(L1)은 하기 수학식 1로 표시되는 범위내로 설정된다.

수학식 1

$$\frac{\lambda_0}{2} \times \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \leq L_1 \leq \lambda_0 \times 2.5$$

<114> 각 슬릿(224a, 224b)은 각각 슬롯 전극(219)의 중심으로부터 방사선에 대하여 45° 만큼 비스듬하게 배치되어 있다. 또한, 각 슬릿 조(225)의 크기는 슬롯 전극(219)의 중심으로부터 이간함에 따라 커진다. 예컨대, 중심으로부터 소정 거리로 배치된 슬릿 조(225)에 대하여 이 소정 거리의 2배에 해당하는 거리로 배치된 슬릿 조(225)의 크기는 1.2배 내지 2배 중 어느 하나로 설정된다.

- <116> 한편, 슬롯 전극(219)의 표면 상에서의 슬릿 조의 밀도를 대략 일정하게 할 수 있는 한, 슬릿(224)의 형상이나 배치는 상술한 것에 한정되지 않고, 또한 분할된 각 영역의 형상도 상술한 것에 한정되지 않는다. 예컨대, 각 영역에 동일한 형상을 가질 수도 있고, 상이한 형상을 가질 수도 있다. 또한, 동일한 형상을 갖는 경우에도 그 형상은 육각형으로 한정되지 않고, 삼각형이나 사각형 등의 임의 형상을 채용할 수 있다. 또한, 슬릿 조(225)는 동심원 형상 또는 과권(過卷) 형상으로 배열될 수도 있다.
- <117> 본 실시형태에 있어서 사용할 수 있는 슬롯 전극으로서는 도 5에 나타내는 슬롯 전극(219)에 한정되지 않고, 도 6의 (A) 내지 (C)에 나타내는 슬롯 전극(226), 슬롯 전극(227) 또는 슬롯 전극(228)도 해당된다. 도 6의 (A) 내지 (C)에 나타내는 슬롯 전극(226 내지 228)에 있어서 각 영역은 사각형을 갖는다. 또한, 슬롯 전극(226, 227) 모두 T자형의 슬릿 조(225)를 갖지만, 서로 슬릿(224)의 치수와 배치에 있어서 다르다. 또한, 슬롯 전극(228)에서는 각 슬릿 조(225)에 있어서 2개의 슬릿이 V자형을 이루도록 배치되어 있다.
- <118> 또한, 슬롯 전극(219)의 주연부, 나아가서는 수납 부재(218)의 측면을 둘러싸도록 폭 수mm 정도의 마이크로파 전력 반사 방지용 반사 소자로 이루어진 원환 형상의 전자파 흡수체(221)가 배치되어 있다. 전자파 흡수체(221)는 슬롯 전극(219)으로부터의 마이크로파에서의 정재파(횡파)를 흡수하여 이 정재파의 발생을 억제할 수 있고, 이에 의해 챔버(50)내에서의 마이크로파의 분포가 정재파에 의해 흐트러지는 것을 방지할 수 있고, 또한 슬롯 전극(219)의 안테나 효율을 높일 수 있다.
- <119> 온도 제어 장치(222)는 온도 조절판(217)에 접속된 온도 센서 및 히터(모두 도시하지 않음)를 갖고, 온도 조절판(217)에 도입되는 냉각수나 냉매(알코올, 가덴액, 프레온 등)의 유량, 온도 등을 조절함으로써 온도 조절판(217)의 온도를 소정 온도로 제어한다. 온도 조절판(217)은 열전도율이 높고, 유로를 내부에 형성하기 쉬운 재료, 예컨대 스테인레스로 이루어진다. 또한, 지파재(223) 및 슬롯 전극(219)은 수납 부재(218)를 통해 온도 조절판(217)에 접촉하고 있기 때문에, 이 온도 조절판(217)에 의해 온도가 제어된다. 따라서, 마이크로파에 의해 온도가 상승하는 지파재(223) 및 슬롯 전극(219)의 온도를 원하는 온도로 제어할 수 있고, 그 결과 지파재(223) 및 슬롯 전극(219)이 열팽창하여 변형하는 것을 막을 수 있으며, 따라서 지파재(223) 및 슬롯 전극(219)의 변형에 기인하는, 챔버(50)내에서의 마이크로파의 불균일한 분포의 발생을 방지할 수 있다. 이상에 의해, 마이크로파의 불균일한 분포에 기인하는 유기물층 제거 처리의 품질 저하를 방지할 수 있다.
- <120> 유전판(220)은 절연체로 이루어지며, 슬롯 전극(219)과 챔버(50) 사이에 배치되어 있다. 슬롯 전극(219)과 유전판(220)은 예컨대 땀납에 의해 강고하고 또한 기밀하게 면접합된다. 한편, 소성된 세라믹 또는 질화 알루미늄(AlN)으로 이루어진 유전판(220)의 이면에, 스크린 인쇄 등에 의해 동박막을 샌드버닝하도록 슬릿을 포함하는 슬롯 전극(219)을 형성할 수도 있다.
- <121> 유전판(220)은 챔버(50)내의 저압력에 기인하는 슬롯 전극(219)의 변형, 및 슬롯 전극(219)이 스퍼터되는 것이나 구리 오염의 발생을 방지한다. 또한, 유전판(220)은 절연체로 이루어지므로, 슬롯 전극(219)으로부터의 마이크로파는 유전판(220)을 투과하여 챔버(50)내에 도입된다. 또한, 유전판(220)을 열전도율이 낮은 재질로 구성함으로써 슬롯 전극(219)이 챔버(50)의 온도로부터 영향을 받는 것을 방지하여도 좋다.
- <122> 본 실시형태에서의 유전판(220)의 두께는 이 유전판(220)을 투과하는 마이크로파의 파장의 0.5배 내지 0.75배 중 어느 하나, 바람직하게는 약 0.6배 내지 0.7배 중 어느 하나로 설정되어 있다. 2.45GHz의 마이크로파는 전공 중에서 약 122.5mm의 파장을 갖는다. 유전판(220)이 AlN으로 구성되면, 상술한 바와 같이, 비유전율(ϵ_r)이 약 9이기 때문에 파장 단축율이 약 0.33이 되고, 유전판(220)내의 마이크로파의 파장도 약 40.8mm가 된다. 따라서, 유전판(220)이 AlN으로 구성되면, 유전판(220)의 두께는 약 20.4mm 내지 약 30.6mm 중 어느 하나, 바람직하게는 약 24.5mm 내지 28.6mm 중 어느 하나로 설정된다. 보다 일반적으로는, 유전판(220)의 두께(H)는 유전판(220)을 투과하는 마이크로파의 파장(λ)을 이용하여, $0.5\lambda < H < 0.75\lambda$ 를 만족하고, 보다 바람직하게는 $0.6\lambda \leq H \leq 0.7\lambda$ 를 만족하는 것이 바람직하다. 여기서, 유전판(220)을 투과하는 마이크로파의 파장(λ)은 전공 중의 마이크로파의 파장(λ_0)과 파장 단축율 $n=1/(\epsilon_r)^{1/2}$ 을 이용하여 $\lambda = \lambda_0 \times n$ 으로 표시된다.
- <123> 스테이지 히터(51)에는 바이어스용 고주파 전원(230)과 매칭 박스(정합기)(231)가 접속되어 있다. 바이어스용 고주파 전원(230)은 웨이퍼(W)에 음(-)의 직류 바이어스(예컨대 13.56MHz의 고주파)를 인가한다. 따라서, 스테이지 히터(51)는 하부 전극으로서도 기능한다. 매칭 박스(231)는 병렬 및 직렬로 배치된 바리콘을 갖고, 챔버(50)내의 전극 부유 용량이나 스토리지 인더턴스 등의 영향을 방지하고, 또한 부하에 대하여 매칭할 수 있다. 또한, 웨이퍼(W)에 음의 직류 바이어스가 인가되면, 웨이퍼(W)로 향하여 이온이 그의 바이어스 전압에 의해 가속되어 이온에 의한 처리가 촉진된다. 이온 에너지는 바이어스 전압에 의해 정해지고, 바이어스 전압은 바이어

스용 고주파 전원(230)으로부터 인가되는 고주파 전력에 의해 제어할 수 있다. 바이어스용 고주파 전원(230)이 인가하는 고주파 전력의 주파수는 슬롯 전극(219)의 슬릿(224)의 형상, 수 및 분포에 응하여 조절할 수 있다.

<124> 챔버(50)내는 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)에 의해 원하는 저압력, 예컨대 진공으로 유지된다. 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)는 챔버(50)내를 균일하게 배기함으로써 이 챔버(50)내의 플라즈마 밀도를 균일하게 유지한다. 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)는, 예컨대 TMP나 DP(dry pump)(모두 도시하지 않음)를 갖고, DP 등은 PCV(도시하지 않음)나 APC 밸브(69)를 통해 챔버(50)에 접속되어 있다. PCV로서는, 예컨대 컨덕턴스 밸브, 게이트 밸브 또는 고진공 밸브 등이 해당된다.

<125> 이 제 3 프로세스 유닛(36)은 PHT 처리가 실시된 웨이퍼(W)에 이 PHT 처리에 계속하여 유기물층 제거 처리를 실시한다.

<126> 도 1로 돌아가서, 제 2 로드 · 록 유닛(49)은 제 2 반송 아암(37)을 내장하는 하우징 형상의 반송실(챔버)(70)을 갖는다. 또한, 로더 유닛(13)의 내부 압력은 대기압으로 유지되는 한편, 제 2 프로세스 유닛(34) 및 제 3 프로세스 유닛(36)의 내부 압력은 진공 또는 대기압 이하로 유지된다. 이 때문에, 제 2 로드 · 록 유닛(49)은 제 3 프로세스 유닛(36)과의 연결부에 진공 게이트 밸브(54)를 구비함과 동시에, 로더 유닛(13)과의 연결부에 대기 도어 밸브(55)를 구비함으로써, 그 내부 압력을 조정가능한 진공 예비 반송실로서 구성된다.

<127> 도 7은 도 1에서의 제 2 프로세스 풍의 개략 구성을 나타내는 사시도이다.

<128> 도 7에 있어서, 제 2 프로세스 유닛(34)은 제 1 베퍼실(45)로 암모니아 가스를 공급하는 암모니아 가스 공급관(57), 제 2 베퍼실(46)로 불화수소 가스를 공급하는 불화수소 가스 공급관(58), 챔버(38)내의 압력을 측정하는 압력 게이지(59), 및 ESC(39)내의 배설된 냉각계통에 냉매를 공급하는 칠리 유닛(60)을 구비한다.

<129> 암모니아 가스 공급관(57)에는 MFC(도시하지 않음)가 설치되고, 이 MFC는 제 1 베퍼실(45)로 공급하는 암모니아 가스의 유량을 조정함과 동시에, 불화수소 가스 공급관(58)에도 MFC(도시하지 않음)가 설치되고, 이 MFC는 제 2 베퍼실(46)로 공급하는 불화수소 가스의 유량을 조정한다. 암모니아 가스 공급관(57)의 MFC와 불화수소 가스 공급관(58)의 MFC는 협동하여, 챔버(38)로 공급되는 암모니아 가스와 불화수소 가스의 체적 유량비를 조정한다.

<130> 또한, 제 2 프로세스 유닛(34)의 아래쪽에는 DP(도시하지 않음)에 접속된 제 2 프로세스 유닛 배기계(61)가 배치된다. 제 2 프로세스 유닛 배기계(61)는 챔버(38)와 APC 밸브(42) 사이에 배설된 배기 덕트(62)와 연통하는 배기관(63)과, TMP(41)의 아래쪽(배기측)에 접속된 배기관(64)을 가져 챔버(38)내의 가스 등을 배기한다. 한편, 배기관(64)은 DP의 바로 앞에서의 배기관(63)에 접속된다.

<131> 제 3 프로세스 유닛(36)은 챔버(50)내의 압력을 측정하는 압력 게이지(66)와, 챔버(50)내의 질소 가스 등을 배기하는 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)를 구비한다.

<132> 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)는 챔버(50)에 연통함과 동시에 DP(도시하지 않음)에 접속된 본 배기관(68), 이 본 배기관(68)의 도중에 배치된 APC 밸브(69), 본 배기관(68)으로부터 APC 밸브(69)를 회피하도록 분지되고, 또한 DP의 바로 앞에서의 본 배기관(68)에 접속되는 부 배기관(68a)를 갖는다. APC 밸브(69)는 챔버(50)내의 압력을 제어한다.

<133> 제 2 로드 · 록 유닛(49)은 챔버(70)로 질소 가스를 공급하는 질소 가스 공급관(71), 챔버(70)내의 압력을 측정하는 압력 게이지(72), 챔버(70)내의 질소 가스 등을 배기하는 제 2 로드 · 록 유닛 배기계(73), 및 챔버(70)내를 대기 개방하는 대기 연통관(74)을 구비한다.

<134> 질소 가스 공급관(71)에는 MFC(도시하지 않음)가 설치되고, 이 MFC는 챔버(70)로 공급되는 질소 가스의 유량을 조정한다. 제 2 로드 · 록 유닛 배기계(73)는 1개의 배기관으로 이루어지고, 이 배기관은 챔버(70)에 연통함과 동시에, DP의 바로 앞에서의 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)에서의 본 배기관(68)에 접속된다. 또한, 제 2 로드 · 록 유닛 배기계(73) 및 대기 연통관(74)은 각각 개폐 자유자재한 배기 밸브(75) 및 릴리프(relief) 밸브(76)를 갖고, 이 배기 밸브(75) 및 릴리프 밸브(76)는 협동하여 챔버(70)내의 압력을 대기압으로부터 원하는 진공도까지 중 어느 하나로 조정한다.

<135> 도 8은 도 7에서의 제 2 로드 · 록 유닛의 유닛 구동용 드라이 에어 공급계의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

<136> 도 8에 있어서, 제 2 로드 · 록 유닛(49)의 유닛 구동용 드라이 에어 공급계(77)의 드라이 에어 공급처로서는, 대기 도어 밸브(55)가 갖는 슬라이드 도어 구동용 도어 밸브 실린더, N₂ 페징 유닛으로서의 질소 가스 공급관(71)이 갖는 MFC, 대기 개방용 릴리프 유닛으로서의 대기 연통관(74)이 갖는 릴리프 밸브(76), 진공 흡입 유닛

으로서의 제 2 로드 · 록 유닛 배기계(73)가 갖는 배기 밸브(75), 및 진공 게이트 밸브(54)가 갖는 슬라이드 게이트 구동용 게이트 밸브 실린더가 해당된다.

<137> 유닛 구동용 드라이 에어 공급계(77)는 제 2 프로세스 쉽(12)이 구비하는 본 드라이 에어 공급관(78)으로부터 분지된 부 드라이 에어 공급관(79)과, 이 부 드라이 에어 공급관(79)에 접속된 제 1 솔레노이드 밸브(80) 및 제 2 솔레노이드 밸브(81)를 구비한다.

<138> 제 1 솔레노이드 밸브(80)는 드라이 에어 공급관(82, 83, 84, 85)의 각각을 통해 도어 밸브 실린더, MFC, 릴리프 밸브(76) 및 게이트 밸브 실린더에 접속되어, 이들로의 드라이 에어의 공급량을 제어함으로써 각 부의 동작을 제어한다. 또한, 제 2 솔레노이드 밸브(81)는 드라이 에어 공급관(86)을 통해 배기 밸브(75)에 접속되어, 배기 밸브(75)로의 드라이 에어 공급량을 제어함으로써 배기 밸브(75)의 동작을 제어한다. 한편, 질소 가스 공급관(71)에서의 MFC는 질소(¶) 가스 공급계(87)에도 접속되어 있다.

<139> 또한, 제 2 프로세스 유닛(34)이나 제 3 프로세스 유닛(36)도, 상술한 제 2 로드 · 록 유닛(49)의 유닛 구동용 드라이 에어 공급계(77)와 동일한 구조를 갖는 유닛 구동용 드라이 에어 공급계를 구비한다.

<140> 도 1로 돌아가서, 기판 처리 장치(10)는 제 1 프로세스 쉽(11), 제 2 프로세스 쉽(12) 및 로더 유닛(13)의 동작을 제어하는 시스템 컨트롤러와, 로더 유닛(13)의 길이 방향에 관하여 한 단부에 배치된 오퍼레이션 패널(88)을 구비한다.

<141> 오퍼레이션 패널(88)은 예컨대 LCD(Liquid Crystal Display)로 이루어진 표시부를 갖고, 이 표시부는 기판 처리 장치(10)의 각 구성 요소의 동작 상황을 표시한다.

<142> 또한, 도 9에 나타낸 바와 같이, 시스템 컨트롤러는 EC(Equipment Controller)(89)와, 3개의 MC(Module Controller)(90, 91, 92)와, EC(89) 및 각 MC를 접속하는 스위칭 허브(93)를 구비한다. 이 시스템 컨트롤러는 EC(89)로부터 LAN(Local Area Network)(170)을 통해 기판 처리 장치(10)가 설치되어 있는 공장 전체의 제조 공정을 관리하는 MES(Manufacturing Execution System)로서의 PC(171)에 접속되어 있다. MES는 시스템 컨트롤러와 연휴하여 공장에서의 공정에 관한 리얼 타임 정보를 기간 업무 시스템(도시하지 않음)에 피드백함과 동시에, 공장 전체의 부하 등을 고려하여 공정에 관한 판단을 행한다.

<143> EC(89)는, 각 MC를 총괄하여 기판 처리 장치(10) 전체의 동작을 제어하는 주 제어부(마스터 제어부)이다. 또한, EC(89)는 CPU, RAM, HDD 등을 갖고, 오퍼레이션 패널(88)에 있어서 유저 등에 의해 지정된 웨이퍼(W)의 처리 방법, 즉 레시피에 대응하는 프로그램에 응하여 CPU가 각 MC에 제어 신호를 송신함으로써 제 1 프로세스 쉽(11), 제 2 프로세스 쉽(12) 및 로더 유닛(13)의 동작을 제어한다.

<144> 스위칭 허브(93)는 EC(89)로부터의 제어 신호에 응하여 EC(89)의 접속처로서의 MC를 바꾼다.

<145> MC(90, 91, 92)는, 각각 제 1 프로세스 쉽(11), 제 2 프로세스 쉽(12) 및 로더 유닛(13)의 동작을 제어하는 부제어부(슬레이브 제어부)이다. 각 MC는 DIST(Distribution) 보드(96)에 의해 GHOST 네트워크(95)를 통해 각 I/O(입출력) 모듈(97, 98, 99)에 각각 접속된다. GHOST 네트워크(95)는 각 MC가 갖는 MC 보드에 탑재된 GHOST(General High-Speed Optimun Scalable Transceiver)로 지정되는 LSI에 의해 실현되는 네트워크이다. GHOST 네트워크(95)에는 최대로 31개의 I/O 모듈을 접속가능하고, GHOST 네트워크(95)로서는 MC가 마스터에 해당되고, I/O 모듈이 슬레이브에 해당된다.

<146> I/O 모듈(98)은 제 2 프로세스 쉽(12)에서의 각 구성 요소(이하, 「엔드 디바이스」라고 함)에 접속된 복수의 I/O부(100)로 이루어지고, 각 엔드 디바이스로의 제어 신호 및 각 엔드 디바이스로부터의 출력 신호의 송달을 행한다. I/O 모듈(98)에 있어서 I/O부(100)에 접속되는 엔드 디바이스에는, 예컨대 제 2 프로세스 유닛(34)에서의 암모니아 가스 공급관(57)의 MFC, 불화수소 가스 공급관(58)의 MFC, 압력 게이지(59) 및 APC 밸브(42), 제 3 프로세스 유닛(36)에서의 MFC(196), MFC(209), 마이크로파원(190), 압력 게이지(66), APC 밸브(69), 베퍼 아암(52) 및 스테이지 히터(51), 제 2 로드 · 록 유닛(49)에서의 질소 가스 공급관(71)의 MFC, 압력 게이지(72) 및 제 2 반송 아암(37), 및 유닛 구동용 드라이 에어 공급계(77)에서의 제 1 솔레노이드 밸브(80) 및 제 2 솔레노이드 밸브(81) 등이 해당된다.

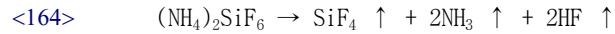
<147> 한편, I/O 모듈(97, 99)은 I/O 모듈(98)과 동일한 구성을 갖고, 제 1 프로세스 쉽(11)에 대응하는 MC(90) 및 I/O 모듈(97)의 접속 관계, 및 로더 유닛(13)에 대응하는 MC(92) 및 I/O 모듈(99)의 접속 관계도, 상술한 MC(91) 및 I/O 모듈(98)의 접속 관계와 동일한 구성이기 때문에, 이들의 설명을 생략한다.

- <148> 또한, 각 GHOST 네트워크(95)에는 I/O부(100)에서의 디지털 신호, 아날로그 신호 및 시리얼 신호의 입출력을 제어하는 I/O 보드(도시하지 않음)도 접속된다.
- <149> 기판 처리 장치(10)에 있어서, 웨이퍼(W)에 COR 처리를 실시할 때에는, COR 처리의 레시피에 대응하는 프로그램에 따라 EC(89)의 CPU가, 스위칭 허브(93), MC(91), GHOST 네트워크(95) 및 I/O 모듈(98)에서의 I/O부(100)를 통해서, 원하는 엔드 디바이스에 제어 신호를 송신함으로써 제 2 프로세스 유닛(34)에 있어서 COR 처리를 실행한다.
- <150> 구체적으로는, CPU가 암모니아 가스 공급관(57)의 MFC 및 불화가스 공급관(58)의 MFC에 제어 신호를 송신함으로써 챔버(38)에서의 암모니아 가스 및 불화수소 가스의 체적 유량비를 원하는 값으로 조정하고, TMP(41) 및 APC 밸브(42)에 제어 신호를 송신함으로써 챔버(38)내의 압력을 원하는 값으로 조정한다. 또한, 이때 압력 게이지(59)가 챔버(38)내의 압력값을 출력 신호로서 EC(89)의 CPU에 송신하고, 이 CPU는 송신된 챔버(38)내의 압력값에 기초하여, 암모니아 가스 공급관(57)의 MFC, 불화수소 가스 공급관(58)의 MFC, APC 밸브(42) 및 TMP(41)의 제어 파라미터를 결정한다.
- <151> 또한, 웨이퍼(W)에 PHT 처리를 실시할 때에는, PHT 처리의 레시피에 대응하는 프로그램에 응하여 EC(89)의 CPU가 원하는 엔드 디바이스에 제어 신호를 송신함으로써 제 3 프로세스 유닛(36)에 있어서 PHT 처리를 실행한다.
- <152> 구체적으로는, CPU가 APC 밸브(69)에 제어 신호를 송신함으로써 챔버(50)내의 압력을 원하는 값으로 조정하고, 스테이지 히터(51)에 제어 신호를 송신함으로써 웨이퍼(W)의 온도를 원하는 온도로 조정한다. 또한, 이때 압력 게이지(66)가 챔버(50)내의 압력값을 출력 신호로서 EC(89)의 CPU에 송신하고, 이 CPU는 송신된 챔버(50)내의 압력값에 기초하여 APC 밸브(69)의 제어 파라미터를 결정한다.
- <153> 또한, 웨이퍼(W)에 유기물층 제거 처리를 실시할 때에는 유기물층 제거 처리의 레시피에 대응하는 프로그램에 응하여 EC(89)의 CPU가 원하는 엔드 디바이스에 제어 신호를 송신함으로써 제 3 프로세스 유닛(36)에 있어서 유기물층 제거 처리를 실행한다.
- <154> 구체적으로는, CPU가 MFC(196) 및 MFC(209)에 제어 신호를 송신함으로써 챔버(50)내에 산소 가스 및 방전 가스를 도입하고, APC 밸브(69)에 제어 신호를 송신함으로써 챔버(50)내의 압력을 원하는 값으로 조정하고, 스테이지 히터(51)에 제어 신호를 송신함으로써 웨이퍼(W)의 온도를 원하는 온도로 조정하고, 마이크로파원(190)에 제어 신호를 송신함으로써 안테나 장치(191)의 슬롯 전극(219)으로부터 챔버(50)내로 마이크로파를 도입한다. 또한, 이때 예컨대 압력 게이지(66)가 챔버(50)내의 압력값을 출력 신호로서 EC(89)의 CPU에 송신하고, 이 CPU는 송신된 챔버(50)내의 압력값에 기초하여 APC 밸브(69)의 제어 파라미터를 결정한다.
- <155> 도 9의 시스템 컨트롤러에서는, 복수의 엔드 디바이스가 EC(89)에 직접 접속되지 않고, 이 복수의 엔드 디바이스에 접속된 I/O부(100)가 모듈화되어 I/O 모듈을 구성하고, 이 I/O 모듈이 MC 및 스위칭 밸브(93)를 통해 EC(89)에 접속되기 때문에 통신계통을 간소화할 수 있다.
- <156> 또한, EC(89)의 CPU가 송신하는 제어 신호에는 원하는 엔드 디바이스에 접속된 I/O부(100)의 어드레스, 및 당해 I/O부(100)를 포함하는 I/O 모듈의 어드레스가 포함되어 있기 때문에, 스위칭 밸브(93)는 제어 신호에서의 I/O 모듈의 어드레스를 참조하고, MC의 GHOST가 제어 신호에서의 I/O부(100)의 어드레스를 참조함으로써 스위칭 밸브(93)나 MC가 CPU에 제어 신호의 송신처의 확인을 행해야 할 필요를 없앨 수 있으므로, 이에 의해 제어 신호의 원활한 전달을 실현할 수 있다.
- <157> 그런데, 전술한 바와 같이, 웨이퍼(W) 상에서의 플로팅 게이트나 층간 SiO₂막의 에칭 결과, 웨이퍼(W) 상에 형성된 트렌치의 측면에 SiOBr층, CF계 침착물층 및 SiOBr층으로 이루어진 침착물막이 형성된다. 한편, SiOBr층은 상술한 바와 같이 SiO₂층에 유사한 성질을 갖는 유사 SiO₂층이다. 이들 SiOBr층 및 CF계 침착물층은 전자 디바이스의 부정합, 예컨대 도통 불량의 원인이 되기 때문에 제거할 필요가 있다.
- <158> 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법은, 이들에 대응하여 침착물막이 트렌치의 측면에 형성된 웨이퍼(W)에 COR 처리, PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시한다.
- <159> 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법에서는, COR 처리에 있어서 암모니아 가스 및 불화수소 가스를 이용한다. 여기서, 불화수소 가스는 유사 SiO₂층의 부식을 촉진하고, 암모니아 가스는 산화막과 불화수소 가스의 반응을 필요에 따라 제한하여, 최종적으로는 정지시키기 위한 반응 부생성물(By-product)을 합성한다. 구체적으로는, 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법에서는 COR 처리 및 PHT 처리에 있어서 이하의 화학 반응을 이용한다.

<160> (COR 처리)



<163> (PHT 처리)

<165> 한편, PHT 처리에 있어서는, N₂ 및 H₂도 약간 발생한다.

<166> 또한, 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법에서는, 유기물층 제거 처리에 있어서 산소 가스로부터 생성된 산소 라디칼을 이용한다. 여기서, COR 처리 및 PHT 처리가 실시된 웨이퍼(W)에서는 트렌치의 측면의 침착물막에 있어서 최표층의 SiOBr층이 제거되어 유기물층인 CF계 유기물층이 노출된다. 산소 라디칼은 노출된 CF계 침착물층을 분해한다. 구체적으로는, 산소 라디칼에 폭로된 CF계 침착물층은 화학 반응에 의해 CO, CO₂나 F₂ 등으로 분해된다. 이에 의해, 트렌치의 측면의 침착물막에 있어서 CF계 침착물층이 제거된다.

<167> 도 10은 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법으로서의 침착물막 제거 처리의 흐름도이다.

<168> 도 10에 있어서, 기판 처리 장치(10)에 있어서, 우선 트렌치의 측면에 SiOBr층, CF계 침착물층 및 SiOBr층으로 이루어진 침착물막이 형성된 웨이퍼(W)를 제 2 프로세스 유닛(34)의 챔버(38)에 수용하고, 이 챔버(38)내의 압력을 소정 압력으로 조정하여 챔버(38)내에 암모니아 가스, 불화수소 가스 및 희석 가스로서의 아르곤(Ar) 가스를 도입하여 챔버(38)내를 이들로 이루어진 혼합 기체의 분위기로 하여, 최표층의 SiOBr층을 소정 압력하에서 혼합 기체에 폭로한다. 이에 의해, SiOBr층, 암모니아 가스 및 불화수소 가스를 화학 반응시켜 착체 구조를 갖는 생성물((NH₄)₂SiF₆)을 생성한다(스텝(S101))(화학 반응 처리 스텝). 이때, 최표층의 SiOBr층이 혼합 기체에 폭로되는 시간은 2 내지 3분인 것이 바람직하고, 또한 ESC(39)의 온도는 10 내지 100°C 중 어느 하나로 설정되는 것이 바람직하다.

<169> 챔버(38)내에서의 불화수소 가스의 분압은 6.7 내지 13.3Pa(50 내지 100mTorr)인 것이 바람직하다. 이에 의해, 챔버(38)내의 혼합 기체의 유량비 등이 안정되기 때문에 생성물의 생성을 조장할 수 있다. 또한, 온도가 높을 수록 챔버(38)내에 발생한 부생물이 부착되기 어렵기 때문에 챔버(38)내의 내벽 온도는 측벽에 매설된 히터(도시하지 않음)에 의해 50°C로 설정되는 것이 바람직하다.

<170> 다음으로, 생성물이 생성된 웨이퍼(W)를 제 3 프로세스 유닛(36)의 챔버(50)내의 스테이지 히터(51) 상에 탑재하고, 이 챔버(50)내의 압력을 소정 압력으로 조정하고, 챔버(50)내에 방전 가스 공급 링(211) 등으로부터 산소 가스를 도입하여 점성류를 생기게 하여, 스테이지 히터(51)에 의해 웨이퍼(W)를 소정의 온도로 가열한다(스텝(S102))(열처리 스텝). 이때, 열에 의해 생성물의 착체 구조가 분해되고, 생성물은 사불화규소(SiF₄), 암모니아, 불화수소로 분리되어 기화된다. 기화된 이들 가스 분자는 챔버(50)내에 도입된 산소 가스의 점성류에 말려 들어가 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)에 의해 챔버(50)로부터 배출된다.

<171> 제 3 프로세스 유닛(36)에 있어서, 생성물은 배위 결합을 포함하는 착화합물(Complex compound)이며, 착화합물은 결합력이 약하고, 비교적 저온에서도 열분해가 촉진되므로, 가열된 웨이퍼(W)의 소정의 온도는 80 내지 120°C인 것이 바람직하며, 또한 웨이퍼(W)의 PHT 처리를 실시하는 시간은 30 내지 120초인 것이 바람직하다. 또한, 챔버(50)에 점성류를 생기게 하기 때문에, 챔버(50)내의 진공도를 높이는 것은 바람직하지 않고, 또한 일정한 유량의 가스류가 필요하다. 따라서, 이 챔버(50)에서의 소정 압력은 6.7×10 내지 $1.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ (500mTorr 내지 1Torr)인 것이 바람직하고, 질소 가스의 유량은 500 내지 3000SCCM인 것이 바람직하다. 이에 의해, 챔버(50)내에서 점성류를 확실히 생기게 할 수 있기 때문에 생성물의 열분해 의해 생긴 가스 분자를 확실히 제거할 수 있다.

<172> 다음으로, 제 3 프로세스 유닛(36)의 챔버(50)내에 방전 가스 공급계(193)로부터 방전 가스 공급 링(211)을 통해 방전 가스를 소정의 유량으로 공급함과 동시에, 산소 가스 공급계(192)로부터 산소 가스 공급 링(198)을 통해 산소 가스를 소정의 유량으로 공급한다. 산소 가스 공급 링(198)의 각 산소 가스 공급 노즐(201)은 도 4에 도시된 바와 같이, 챔버(50)의 중심으로 향하여 개구한다. 또한, 스테이지 히터(51)는 평면으로 볼 때 챔버(50)의 대략 중심에 배치되어 있다. 따라서, 산소 가스 공급 링(198)은 스테이지 히터(51)에 탑재된 웨이퍼

(W)의 위쪽으로 향하여 산소 가스를 공급한다(산소 가스 공급 스텝)(스텝(S103)).

<173> 다음으로, 마이크로파원(190)으로부터 마이크로파를, 도파관(215)을 통해 지파재(223)에 예컨대 TEM 모듈로 도입한다. 지파재(223)에 도입된 마이크로파는 이 지파재(223)를 투과할 때에 그 파장이 단축된다. 지파재(223)를 투과한 마이크로파는 슬롯 전극(219)에 입사하고, 슬롯 전극(219)은 각 슬릿 조(225)로부터 챔버(50)내에 마이크로파를 도입한다. 즉, 슬롯 전극(219)은 산소 가스가 공급된 챔버(50)내로 마이크로파를 도입한다(마이크로파 도입 스텝)(스텝(S104)). 이때, 마이크로파가 인가된 인가된 산소 가스는 여기하여 산소 라디칼을 발생한다. 발생한 산소 라디칼은 최표층의 SiOBr층이 제거되어 노출된 CF계 침착물층을 화학 반응에 의해 CO, CO₂나 F₂ 등의 가스 분자로 분해된다. 이들 가스 분자는 방전 가스 공급 링(211)으로부터 공급된 질소 가스의 점성류에 말려들어가 제 3 프로세스 유닛 배기계(67)에 의해 챔버(50)로부터 배출된다. 이때, 산소 가스를 챔버(50)내에 공급하는 시간은 10초 전후인 것이 바람직하고, 또한 스테이지 히터(51)의 온도는 100 내지 200°C 중 어느 하나로 설정되는 것이 바람직하다. 한편, 산소 가스 공급 구멍(197)으로부터 공급된 산소 가스의 유량은 1 내지 5SLM인 것이 바람직하다.

<174> 또한, 스텝(S104)에 있어서, 지파재(223) 및 슬롯 전극(219)은 원하는 온도로 유지되어 열팽창 등의 변형을 발생하지 않으므로, 각 슬릿 조(225)의 슬릿(224)은 최적의 길이를 유지할 수 있으며, 이에 의해 마이크로파는 균일하게(부분적 집중 없이) 또한 원하는 밀도로(밀도의 저하 없이) 챔버(50)내에 도입된다.

<175> 다음으로, 트렌치의 측면의 침착물막에 있어서 CF계 침착물막이 제거되어 최하층의 SiOBr층이 노출된 웨이퍼(W)를 제 2 프로세스 유닛(34)의 챔버(38)에 수용하고, 상술한 스텝(S101)과 동일한 처리를 이 웨이퍼(W)에 실시하고(스텝(S105)), 또한 이 웨이퍼(W)를 제 3 프로세스 유닛(36)의 챔버(50)내의 스테이지 히터(51) 상에 탑재하고, 상술한 스텝(S102)과 동일한 처리를 이 웨이퍼(W)에 실시한다(스텝(S106)). 이에 의해, 최하층의 SiOBr층을 제거하고, 그 후 본 처리를 종료한다.

<176> 한편, 상술한 스텝(S103 및 S104)이 유기물층 제거 처리에 해당한다.

<177> 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치에 의하면, 제 3 프로세스 유닛(36)은 챔버(50)내에 산소 가스를 공급하는 산소 가스 공급계(192) 및 산소 가스 공급 링(198)과, 챔버(50)내에 마이크로파를 도입하는 안테나 장치(191)를 구비한다. 최표층의 SiOBr층으로 덮어진 CF계 침착물층이 트렌치의 측면에 형성된 웨이퍼(W)에서, 암모니아 가스 및 불화수소 가스의 화학 반응에 의해 SiOBr층으로부터 생성된 생성물이 가열되면, 상기 생성물은 기화하여 CF계 침착물층이 노출된다. 또한, 산소 가스가 공급된 챔버(50)내에 마이크로파가 도입되면, 산소 가스가 여기되어 산소 라디칼이 발생한다. 노출된 유기물층은 발생한 산소 라디칼에 폭로되어, 이 산소 라디칼은 CF계 침착물층을 화학 반응에 의해 CO, CO₂나 F₂ 등의 가스 분자로 분해된다. 따라서, 최표층의 SiOBr 층에 계속하여 CF계 침착물층을 연속적으로 제거할 수 있고, 이로써 SiOBr층 및 CF계 침착물층을 효율적으로 제거할 수 있다.

<178> 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치는, 도 1에 나타낸 바와 같이 서로 평행하게 배치된 프로세스 쉽을 2개 구비하는 패러렐(parallel) 타입의 기판 처리 장치에 한정되지 않고, 도 11이나 도 12에 나타낸 바와 같이, 웨이퍼(W)에 소정의 처리를 실시하는 진공 처리실로서의 복수의 프로세스 유닛이 방사상으로 배치된 기판 처리 장치도 해당된다.

<179> 도 11은 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 제 1 변형예의 개략 구성을 나타내는 평면도이다. 한편, 도 11에 있어서는, 도 1의 기판 처리 장치(10)에서의 구성 요소와 같은 구성 요소에는 같은 부호를 붙여 그 설명을 생략한다.

<180> 도 11에 있어서, 기판 처리 장치(137)는 평면으로 볼 때 육각형 트랜스퍼 유닛(138)과, 이 트랜스퍼 유닛(138)의 주위에 방사상으로 배치된 4개의 프로세스 유닛(139 내지 142)과, 로더 유닛(13), 트랜스퍼 유닛(138) 및 로더 유닛(13) 사이에 배치된, 트랜스퍼 유닛(138) 및 로더 유닛(13)을 연결하는 2개의 로드 · 록 유닛(143, 144)을 구비한다.

<181> 트랜스퍼 유닛(138) 및 각 프로세스 유닛(139 내지 142)은 내부 압력이 진공으로 유지되고, 트랜스퍼 유닛(138)과 각 프로세스 유닛(139 내지 142)은 각각 진공 게이트 밸브(145 내지 148)를 통해 접속된다.

<182> 기판 처리 장치(137)에서는, 로더 유닛(13)의 내부 압력이 대기압으로 유지되는 한편, 트랜스퍼 유닛(138)의 내부 압력은 진공으로 유지된다. 이 때문에, 각 로더 록 유닛(143, 144)은 각각 트랜스퍼 유닛(138)과 연결부에 진공 게이트 밸브(149, 150)를 구비함과 동시에, 로더 유닛(13)과의 연결부에 대기 도어 밸브(151, 152)를 구비

함으로써 그 내부 압력을 조정가능한 진공 예비 반송실로서 구성된다. 또한, 각 로더 록 유닛(143, 144)은 로더 유닛(13) 및 트랜스퍼 유닛(138) 사이에 있어서 주고 받는 웨이퍼(W)를 일시적으로 탑재하기 위한 웨이퍼 탑재대(153, 154)를 갖는다.

<183> 트랜스퍼 유닛(138)은 그 내부에 배치된 휘어짐 및 선회가 자유자재로 되는 프로그레그(frogleg)형 타입의 반송 아암(155)을 갖고, 이 반송 아암(155)은 각 프로세스 유닛(139 내지 142)이나 각 로드 · 록 유닛(143, 144)의 사이에서 웨이퍼(W)를 반송한다.

<184> 각 프로세스 유닛(139 내지 142)은 각각 처리가 실시되는 웨이퍼(W)를 탑재하는 탑재대(156 내지 159)를 갖는다. 여기서, 프로세스 유닛(139, 140)은 기판 처리 장치(10)에서의 제 1 프로세스 유닛(25)과 동일한 구성을 갖고, 프로세스 유닛(141)은 제 2 프로세스 유닛(34)과 동일한 구성을 갖고, 프로세스 유닛(142)은 제 3 프로세스 유닛(36)과 동일한 구성을 갖는다. 따라서, 프로세스 유닛(139, 140)은 웨이퍼(W)에 에칭 처리를 실시하고, 프로세스 유닛(141)은 에이퍼(W)에 COR 처리를 실시하고, 프로세스 유닛(142)은 웨이퍼(W)에 PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시할 수 있다.

<185> 기판 처리 장치(137)에서는, 트렌치의 측면에 SiOBr층, CF계 침착물층 및 SiOBr층으로 이루어진 침착물막이 형성된 웨이퍼(W)를 프로세스 유닛(141)에 반입하여 COR 처리를 실시하고, 추가로 프로세스 유닛(142)에 반입하여 PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시함으로써 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법을 실행한다.

<186> 한편, 기판 처리 장치(137)에서의 각 구성 요소의 동작은 기판 처리 장치(10)에 있어서의 시스템 컨트롤러와 동일한 구성을 갖는 시스템 컨트롤러에 의해 제어된다.

<187> 도 12는 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 제 2 변형예의 개략 구성을 나타내는 평면도이다. 한편, 도 12에 있어서는 도 1의 기판 처리 장치(10) 및 도 11의 기판 처리 장치(137)에서의 구성 요소와 동일한 구성 요소에는 동일한 보호를 붙여 그 설명을 생략한다.

<188> 도 12에 있어서, 기판 처리 장치(160)는 도 11의 기판 처리 장치(137)에 대하여 2개의 프로세스 유닛(161, 162)이 추가되고, 이에 대응하여 트랜스퍼 유닛(163)의 형상도 기판 처리 장치(137)에서의 트랜스퍼 유닛(138)의 형상과 다르다. 추가된 2개의 프로세스 유닛(161, 162)은 각각 진공 게이트 밸브(164, 165)를 통해 트랜스퍼 유닛(163)과 접속됨과 함께 웨이퍼(W)의 탑재대(166, 167)를 갖는다. 프로세스 유닛(161)은 제 1 프로세스 유닛(25)과 동일한 구성을 갖고, 프로세스 유닛(162)은 제 2 프로세스 유닛(34)과 동일한 구성을 갖는다.

<189> 또한, 트랜스퍼 유닛(163)은 2개의 스카라 아암 타입의 반송 아암으로 이루어진 반송 아암 유닛(168)을 구비한다. 이 반송 아암 유닛(168)은 트랜스퍼 유닛(163)내에 배설된 가이드레일(169)에 따라 이동하고, 각 프로세스 유닛(139 내지 142, 161, 162)이나 각 로드 · 록 유닛(143, 144)의 사이에 있어서 웨이퍼(W)를 반송한다.

<190> 기판 처리 장치(160)에서는 기판 처리 장치(137)와 동일하게 트렌치의 측면에 SiOBr층, CF계 침착물층 및 SiOBr층으로 이루어진 침착물막이 형성된 웨이퍼(W)를 프로세스 유닛(141) 및 프로세스 유닛(162)에 반입하여 COR 처리를 실시하고, 추가로 프로세스 유닛(142)에 반입하여 PHT 처리 및 유기물층 제거 처리를 실시함으로써 상술한 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법을 실행한다.

<191> 한편, 기판 처리 장치(160)에서의 각 구성 요소의 동작도 기판 처리 장치(10)에서의 시스템 컨트롤러와 동일한 구성을 갖는 시스템 컨트롤러에 의해 제어된다.

<192> 본 발명의 목적은 상술한 본 실시형태의 기능을 실현하는 소프트웨어의 프로그램 코드를 기록한 기억 매체를, EC(89)에 공급하고 EC(89)의 컴퓨터(또는 CPU나 MPU 등)가 기억 매체에 격납된 프로그램 코드를 읽어 내어 실행함으로써 달성된다.

<193> 이 경우, 기억 매체로부터 읽어 내여진 프로그램 코드 자체가 상술한 본 실시형태의 기능을 실현하게 되어, 그 프로그램 코드 및 상기 프로그램 코드를 기억한 기억 매체는 본 발명을 구성하게 된다.

<194> 또한, 프로그램 코드를 공급하기 위한 기억 매체로서는, 예컨대 플로피(등록상표) 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크, CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW 등의 광 디스크, 자기 테이프, 비휘발성 메모리 카드, ROM 등을 이용할 수 있다. 또는, 프로그램 코드를 네트워크를 통해 다운로드할 수도 있다.

<195> 또한, 컴퓨터가 읽어 낸 프로그램 코드를 실행함으로써 상기 본 실시형태의 기능이 실현되는 것 뿐만 아니라, 그 프로그램 코드의 지시에 기초하여 컴퓨터상에서 가동되고 있는 OS(Operating System) 등이 실제 처리의 일부 또는 전부를 행하여, 그 처리에 의해 상술한 본 실시형태의 기능이 실현되는 경우도 포함된다.

<196> 또한, 기억 매체로부터 읽어 내여진 프로그램 코드가 컴퓨터에 삽입된 기능 확장 보드나 컴퓨터에 접속된 기능 확장 유닛에 구비된 메모리에 쓰여진 후, 그 프로그램 코드의 지시에 기초하여 그 확장 기능을 확장 보드나 확장 유닛에 구비된 CPU 등이 실제 처리의 일부 또는 전부를 행하여, 그 처리에 의해 상술한 본 실시형태의 기능이 실현되는 경우도 포함된다.

<197> 상기 프로그램 코드의 형태는 오브젝트 코드, 인터프리터에 의해 실행되는 프로그램 코드, OS에 공급되는 스크립트 데이터 등의 형태로 이루어질 수도 있다.

발명의 효과

<198> 본 발명의 기판 처리 장치 및 방법에 따르면 기판의 표면에 형성되어 있는 산화물층 및 유기물층을 효율적으로 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<2> 도 2는 도 1에서의 제 2 프로세스 유닛의 단면도이며, (A)는 도 1에서의 선 II-II에 따른 단면도이고, (B)는 도 2의 (A)에서의 A부의 확대도이다.

<3> 도 3은 도 1에서의 제 3 프로세스 유닛의 단면도이다.

<4> 도 4는 도 3에서의 산소 가스 공급 링의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<5> 도 5는 도 3에서의 슬롯 전극의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<6> 도 6은 도 5의 슬롯 전극의 변형예를 나타내는 평면도이며, (A)는 제 1 변형예를 나타내는 도면이고, (B)는 제 2 변형예를 나타내는 도면이고, (C)는 제 3 변형예를 나타내는 도면이다.

<7> 도 7은 도 1에서의 제 2 프로세스 쉽의 개략 구성을 나타내는 사시도이다.

<8> 도 8은 도 7에서의 제 2 로드 · 롤 유닛의 유닛 구동용 드라이 에어 공급계의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

<9> 도 9는 도 1의 기판 처리 장치에서의 시스템 컨트롤러의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

<10> 도 10은 본 실시형태에 따른 기판 처리 방법으로서의 침착물막 제거 처리의 흐름도이다.

<11> 도 11은 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 제 1 변형예의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<12> 도 12는 본 실시형태에 따른 기판 처리 장치의 제 2 변형예의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.

<13> 도 13은 SiOBr층, CF계 침착물층 및 SiOBr층으로 이루어진 침착물막을 나타내는 단면도이다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

<15> W 웨이퍼 10, 137, 160 기판 처리 장치

<16> 11 제 1 프로세스 쉽 12 제 2 프로세스 쉽

<17> 13 로더 유닛 17 제 1 IMS

<18> 18 제 2 IMS 25 제 1 프로세스 유닛

<19> 34 제 2 프로세스 유닛 36 제 3 프로세스 유닛

<20> 37 제 2 반송 아암 38, 50, 70 챔버

<21> 39 ESC 40 샤워 헤드

<22> 41 TMP 42, 69 APC 벨브

<23> 45 제 1 베퍼실 46 제 2 베퍼실

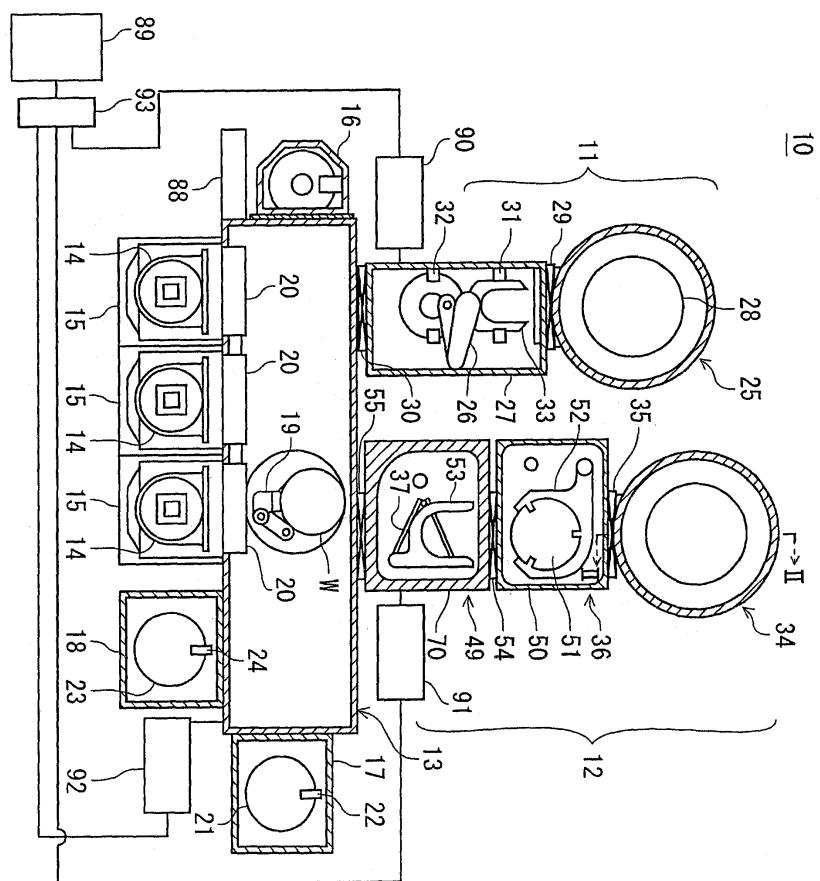
<24> 47, 48 가스 공기 구멍 49 제 2 로드 · 롤 실

<25> 51 스테이지 히터 57 암모니아 가스 공급관

<26>	58 불화수소 가스 공급관	59, 66, 72 압력 게이지
<27>	61 제 2 프로세스 유닛 배기계	71 질소 가스 공급관
<28>	67 제 3 프로세스 유닛 배기계	73 제 2 로드 · 록 유닛 배기계
<29>	74 대기 연통관	89 EC
<30>	90, 91, 92 MC	93 스위칭 헤브
<31>	95 GHOST 네트워크	97, 98, 99 I/O 모듈
<32>	100 I/O부	138, 163 트랜스퍼 유닛
<33>	139, 140, 141, 142, 161, 162 프로세스 유닛	
<34>	170 LAN	171 PC
<35>	180 트렌치	181 침착물막
<36>	182, 184 SiOBr총	183 CF계 침착물총
<37>	190 마이크로파원	191 안테나 장치
<38>	192 산소 가스 공급계	193 방전 가스 공급계
<39>	198 산소 가스 공급 링	206, 214 진공 펌프
<40>	211 방전 가스 공급 링	217 온도 조절판
<41>	218 수납 부재	219, 226, 227, 228 슬롯 전극
<42>	220 유전판	221 전자파 흡수체
<43>	222 온도 제어 장치	223 지파재(遲波材)
<44>	224, 224a, 224b 슬릿	225 슬릿 조

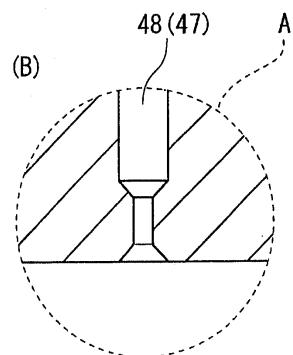
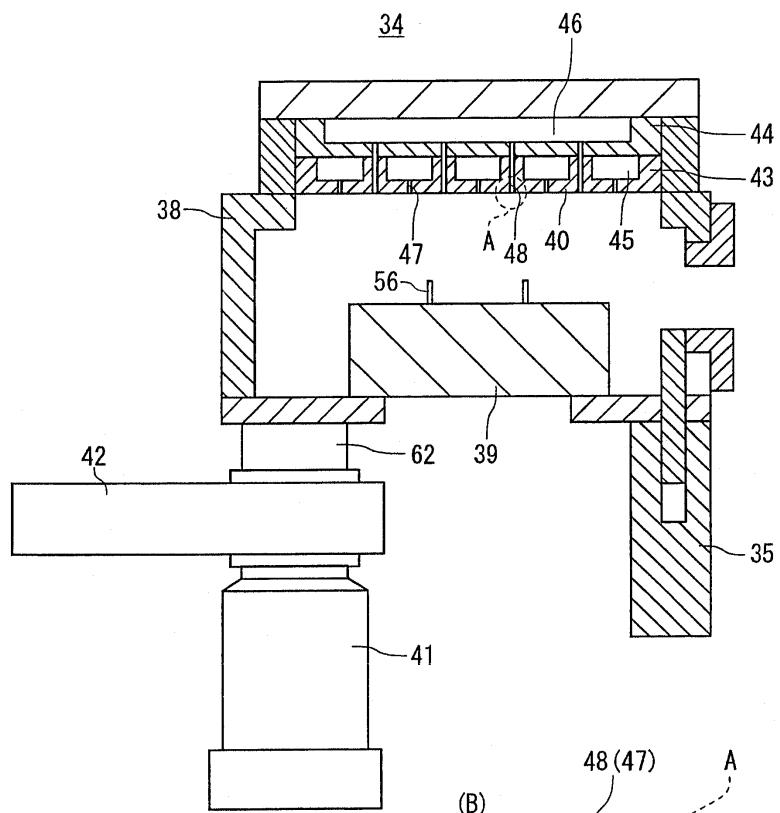
도면

도면1

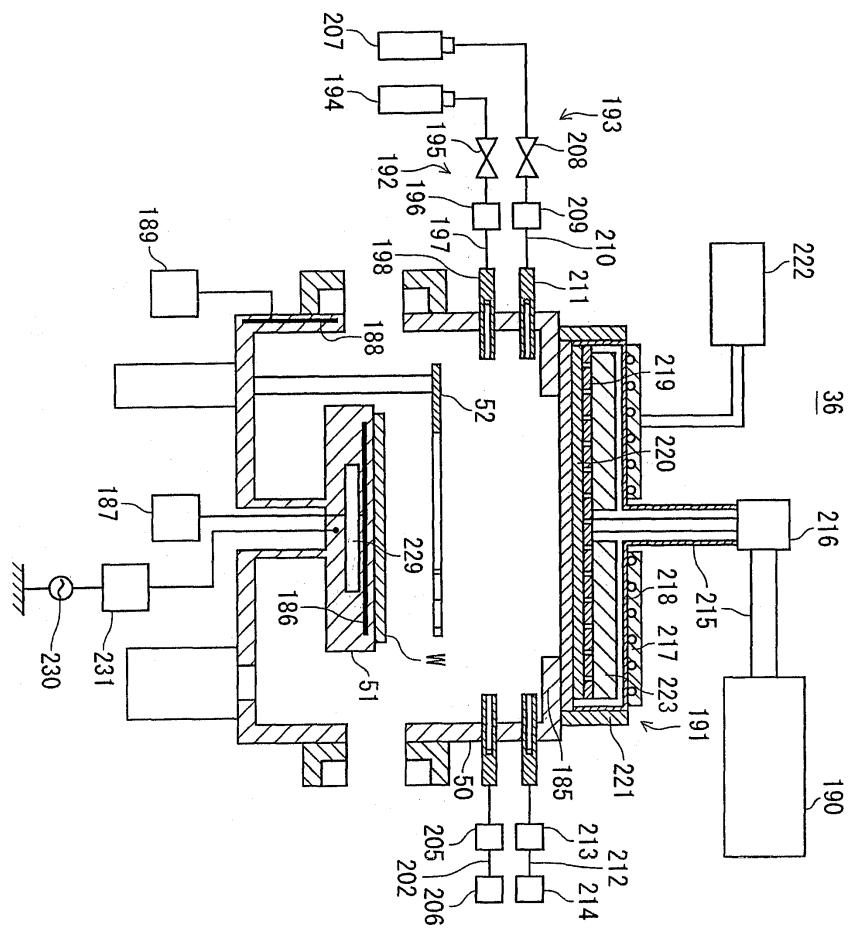


도면2

(A)

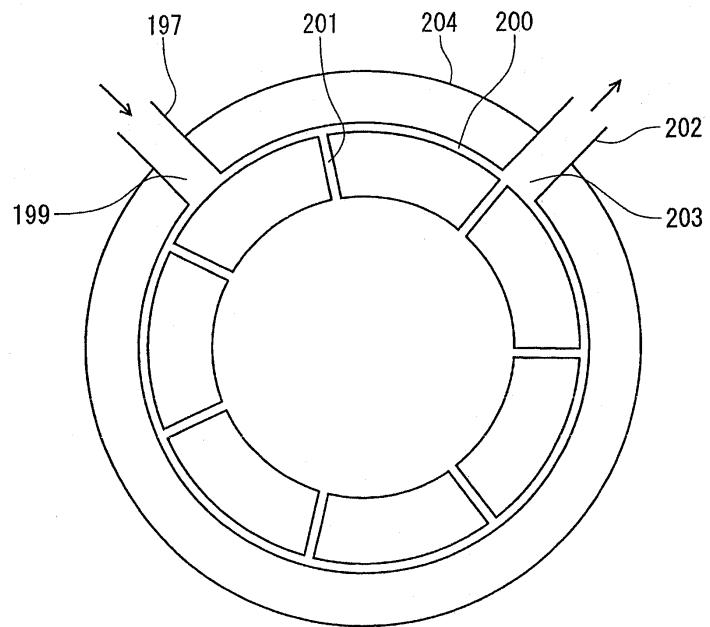


도면3



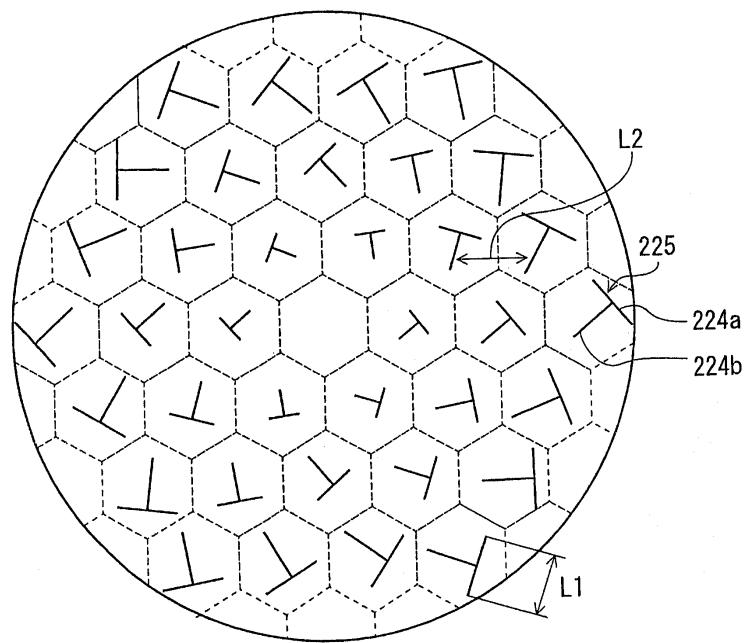
도면4

198



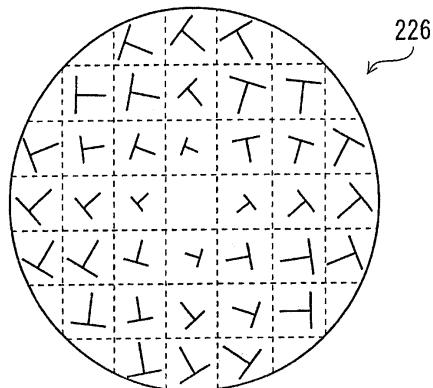
도면5

219

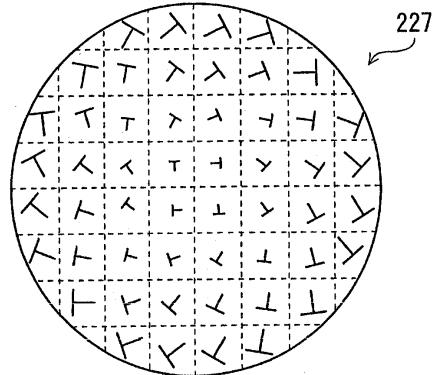


도면6

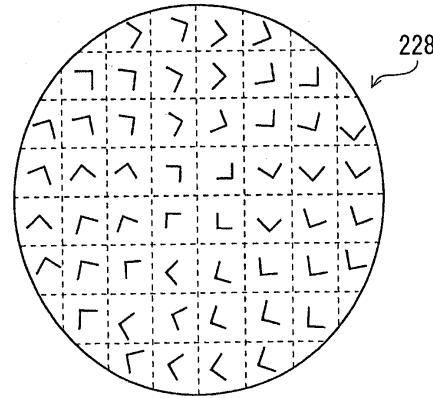
(A)



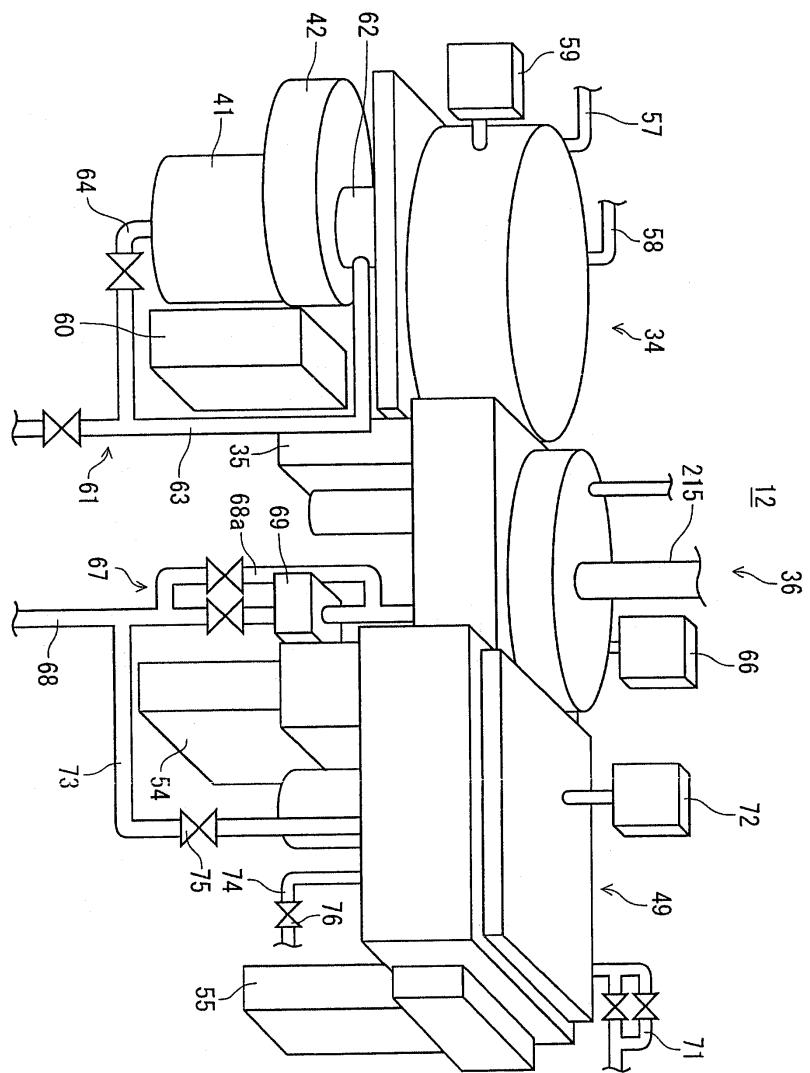
(B)



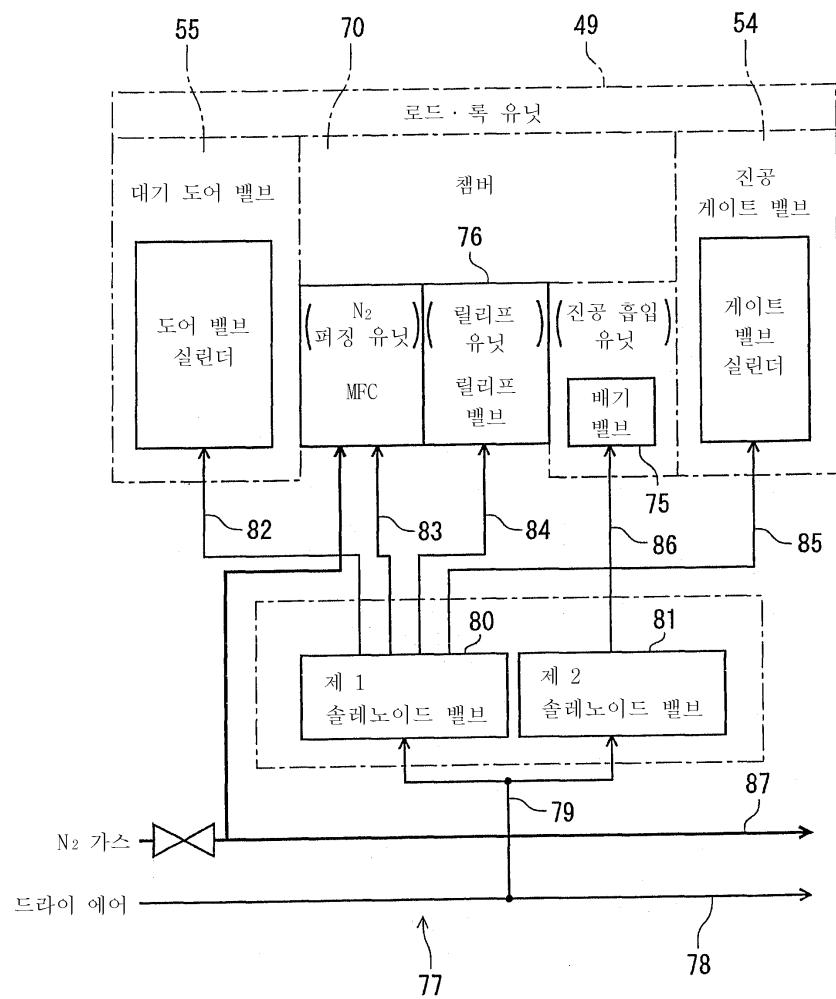
(C)



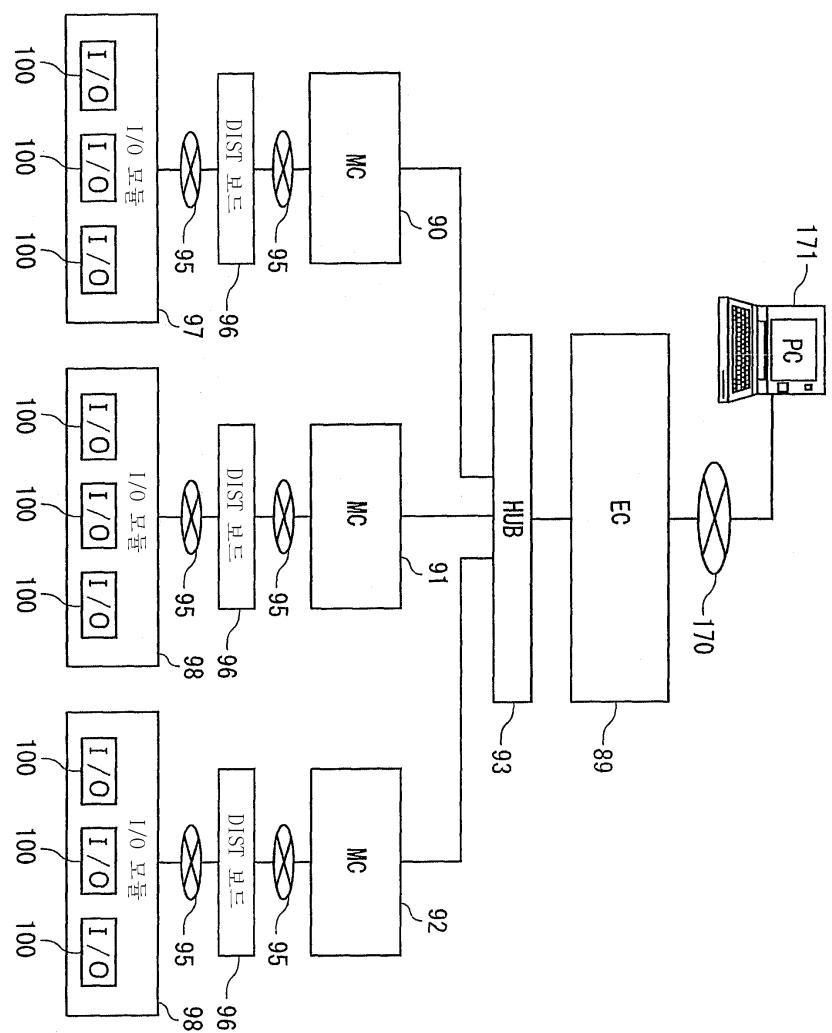
도면7



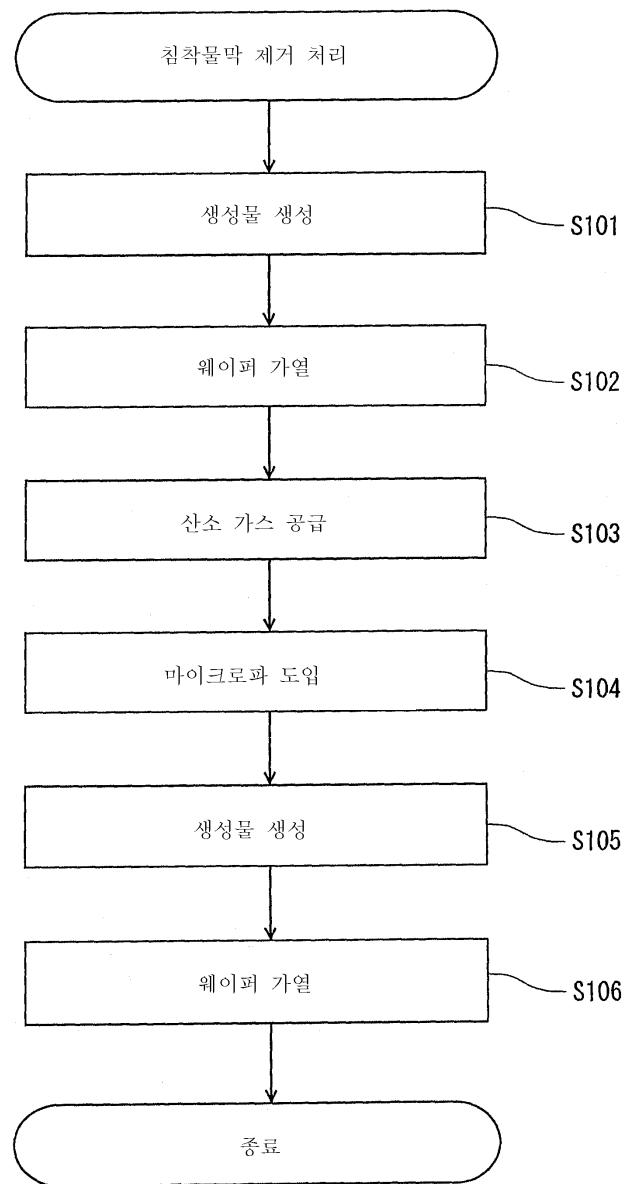
도면8



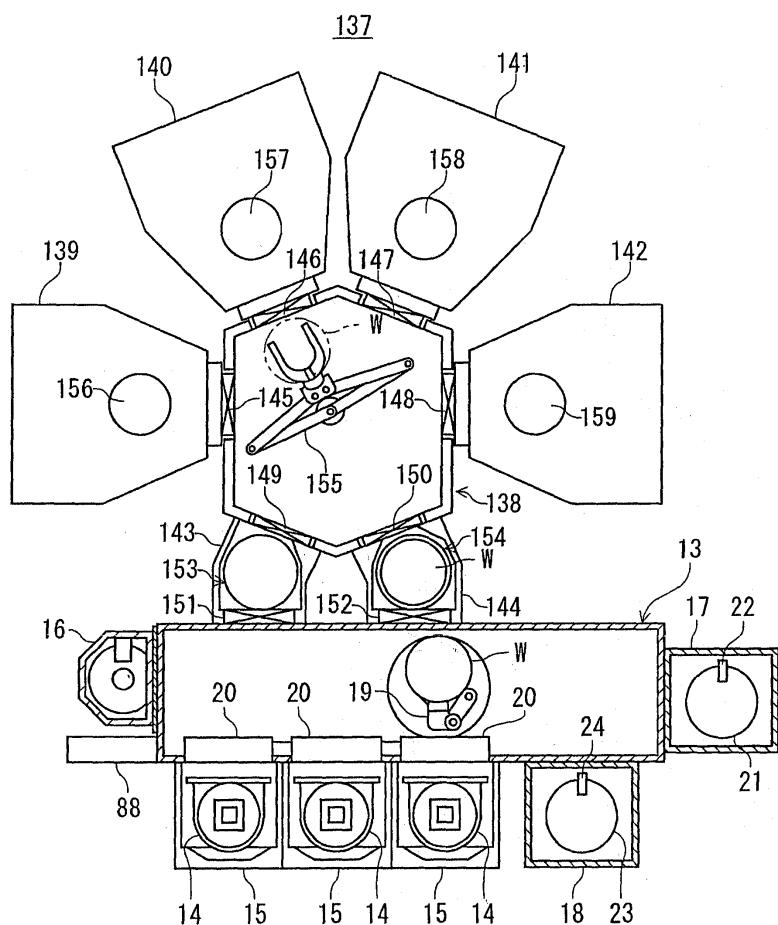
도면9



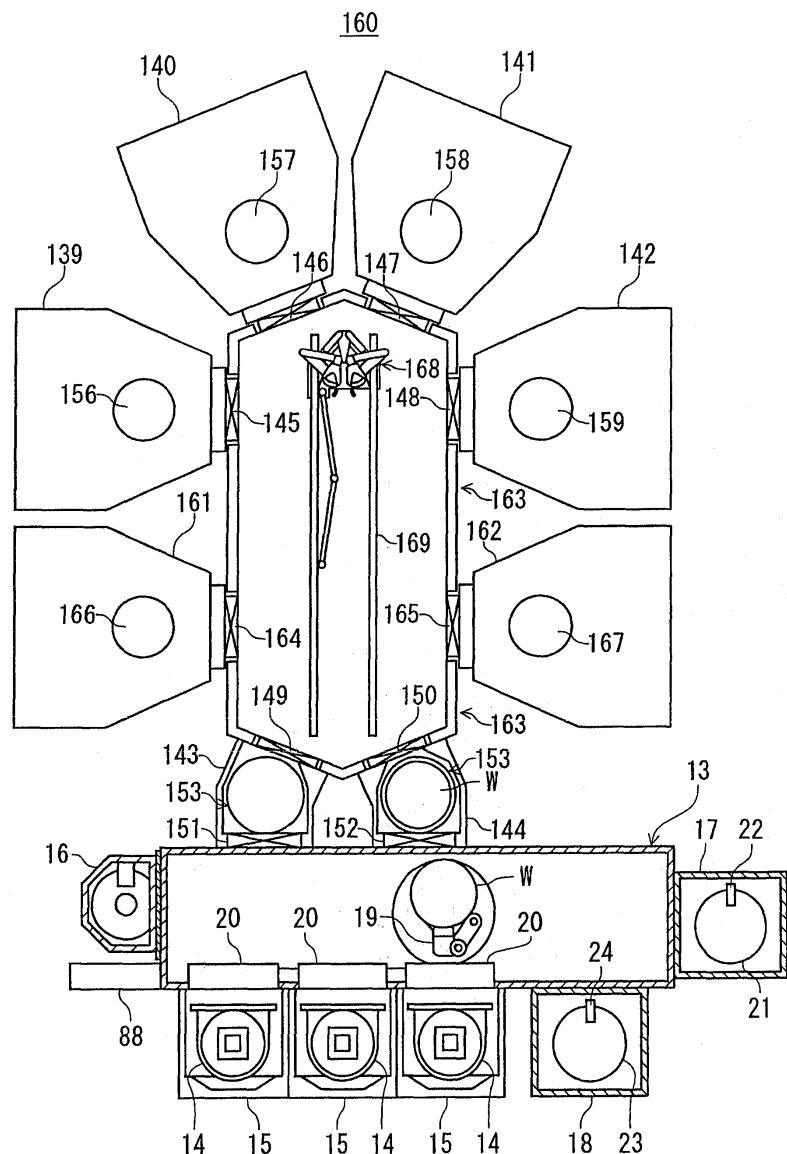
도면10



도면11



도면12



도면13

