(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01J 37/32

(11) 공개번호 10-2004-0014130
(43) 공개일자 2004년02월14일

(21) 출원번호 10-2002-7014224
(22) 출원일자 2002년10월23일
번역문 제출일자 2002년10월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2001/013576
(87) 국제공개번호 WO 2001/82328
(86) 국제출원출원일자 2001년04월25일
(87) 국제공개일자 2001년11월01일

(81) 지정국 국내특허 : 일본, 대한민국,

(30) 우선권주장 09/557,990 2000년04월25일 미국(US)

(71) 출원인 어플라이드 머티어리얼즈 인코포레이티드
미합중국 캘리포니아주 95052 산타 클라라 피.오.박스 450A

(72) 발명자 카두시제임스디
미국94086캘리포니아주서니베일게일애브뉴731

노어바크쉬하미드
미국94539캘리포니아주프레몬트캐년하이츠드라이브40327

리에반스와이
미국95035캘리포니아주밀피타스팜크레스트스트리트2327

샨홍퀑
미국95014캘리포니아주쿠퍼티노사우쓰스텔링로드1369

살리미안시아마크
미국94087캘리포니아주서니베일게버코트958

루스케르폴이
미국94087캘리포니아주서니베일플릭커웨이1365

웰치마이클디
미국94566캘리포니아주플레전튼피네토플레이스1169

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 챔버 배기장치내의 플라즈마용 자기 배리어

요약

챔버내의 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지하도록 자석 시스템을 갖는 플라즈마 챔버 장치 및 방법에 관한 것이다. 챔버 내부와 펌프 간의 배기 채널은 하나의 자석 및 배기 가스 흐름에서 터뷰런스를 생성하는 하나 이상의 편향기를 포함한다. 편향기에 의해 생성되는 터뷰런스 및 자계는 가스에서 하전 입자의 재결합율을 증가시키고, 이에 따라 자석과 편향기의 플라즈마 다운스트림을 충분히 제거하도록 하전 입자 집중도를 감소시키고, 이에 따라 챔버내의 플라즈마 본체가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지한다. 자계의 플라즈마 제한 효과로 인하여 자계없이 플라즈마를

막는데 필요한 채널보다 넓고 그리고/또는 덜 꾸불꾸불한 배기 채널을 이용할 수 있다. 따라서, 배기 채널에 걸친 압력 저하는 플라즈마를 막기 위한 꾸불꾸불한 배기 채널에 전적으로 의존하는 종래 기술의 설계와 비교할 때 감소될 수 있다. 다른 방법으로, 자계가 충분히 강력하다면, 자계만으로 배기 채널에서의 어떠한 편향기도 없이 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 막을 수 있다.

대표도

도 1

색인어

자계 배리어, 챔버 배기장치, 편향기, 자석 시스템

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 반도체 및 다른 전자 장치를 제조하는 프로세스에 이용되는 플라즈마 챔버에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 배기 경로, 즉 챔버를 배기 펌프와 연결하는 배기 채널을 통해 챔버내의 플라즈마가 연장되는 것을 방지하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

반도체 및 다른 전자 장치들을 제조하는데 이용되는 일련의 프로세스 단계에는 막을 에칭하거나 증착하기 위한 다양한 플라즈마 프로세스가 있다. 일반적으로 배기 펌프에 의해 저압으로 내부가 유지되는 진공 챔버내에서 이러한 플라즈마 프로세스를 수행한다. 펌프는 배기 채널을 통해 챔버 내부와 커플링된다.

배기 채널을 통해 배기 펌프로 플라즈마가 연장되는 것을 방지하는 것이 중요한 이유는 다양하다.

한 가지 이유는 배기 채널을 통해 상당한 거리를 연장하는 플라즈마가 특히 불안정하기 때문이며, 이것은 워크피스 (workpiece) 에 인접하는 주요 플라즈마 본체를 불안정하게 만드며, 플라즈마에 의해 방출되는 광의 깜박임 (flickering) 을 보게 됨으로써 알 수 있다. 이러한 불안정성으로 인하여 플라즈마 프로세스에 있어서 허용할 수 없는 비균일성이 초래된다.

플라즈마가 배기 펌프로 연장되는 것을 방지하는 것이 중요한 두번째 이유는 펌프를 부식과 불필요한 증착으로부터 보호하기 위해서이다. 일반적으로 플라즈마 이온의 충격으로 인해 플라즈마 챔버내의 플라즈마 본체 근처에 있는 어떠한 구성요소의 표면이라도 부식될 것이다. 또한, 많은 플라즈마 프로세스에서는, 플라즈마 본체에 인접하는 챔버내의 구성요소 상에 폴리머 또는 다른 불필요한 증착물을 형성하도록 결합할 수 있는 반응 종을 포함하는 부산물이 발생한다. 일반적으로 이러한 부식과 불필요한 증착을 방지하기 위해, 플라즈마 본체에 인접하거나 노출된 챔버 구성요소의 표면을 제거가능 라이너 (removable liner) 로 도포한다. 이 라이너는 부식될 때마다 주기적으로 대체된다.

전형적으로, 배기 펌프를 위한 쉽게 대체할 수 있는 구성 요소를 제공하는 것은 실용적이지 못하다. 따라서, 챔버내의 플라즈마가 배기 펌프 방향으로 너무 가깝게 연장되는 것을 방지하는 플라즈마 챔버 설계가 필요하다.

1999년 4월 6일 자로 Shan 에게 허여된 미국특허번호 제 5,891,350 호는, 챔버 내부와 펌프간에 길며 꾸불꾸불한 배기 경로를 삽입함으로써 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지하는 플라즈마 챔버 설계를 기재하고 있다. 이 설계의 한 가지 단점은 꾸불꾸불한 배기 경로에 의해 챔버 내부와 펌프간에 압력 저하가 발생한다는 것이다. 일부 응용에 있어서, 이 경우의 설계에서는 원하는 챔버 저압을 얻기 위해 너무 많은 비용이 필요하다.

발명의 개요

본 발명은 챔버 내부의 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지하도록 자석 시스템을 이용하는 플라즈마 챔버 장치 및 방법에 관한 것이다. 이 챔버는 챔버 내부와 펌프간에 배기 경로 또는 배기 채널을 포함한다.

본 발명의 일 태양에 있어서, 배기 채널의 내부에는 배기 가스의 터뷰런스를 생성하는 하나 이상의 편향기가 포함된다. 이 터뷰런스는, 가스내의 반응 종과, 편향기 그리고 편향기 근처의 배기 채널의 벽과의 충돌율을 증가시킨다. 이 충돌은 벽 상에 증착물을 생성하도록 반응 종 중에서 표면 반응을 촉진한다. 이것은 그러한 증착물을 생성하는 경향이 있는 반응 종의 배기 가스를 고갈시키며, 이에 따라 드플렉터의 배기 가스 다운스트림내의 반응 종의 집중도를 크게 감소시키거나 제거하고, 따라서 배기 펌프의 구성요소 상의 불필요한 증착물을 크게 감소시키거나 제거하게 된다.

또한, 배기 채널의 인접하는 영역내에 자계를 발생하도록 자석 시스템을 편향기 근처에 배치한다. 배기 채널을 통한 배기 가스 흐름의 방향을 횡단하는 자계 성분은 이동 전자를 편향시켜 이동 전자는 양 이온과 재결합할 가능성이 높아지며, 이에 따라 배기 가스내의 하전 입자의 농도를 감소시킨다.

편향기와 자석 시스템 모두는 하전 입자의 농도를 감소시키기 때문에, 이 둘을 조합하면 편향기와 자석 시스템의 플라즈마 다운스크림을 제거하기에 충분하도록 집중도를 감소시킬 수 있다. 특히, 자계는 충분히 강력해야 하며, 하나 이상의 편향기에 의해 야기되는 터뷰런스도 충분히 커야 하고, 이에 따라 자계와 편향기의 결합 효과로 인해 플라즈마 본체가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지할 수 있 다.

자계의 플라즈마 한정 효과로 인하여 자계없이 플라즈마를 막기 위해 필요한 채널보다 넓고 그리고/또는 보다 좁은 꾸불꾸불한 배기 채널을 이용할 수 있다. 따라서, 플라즈마를 막기 위해 배기 채널의 꾸불꾸불한 모양에만 전적으로 의존하는 종래 기술의 설계와 비교할 때 배기 채널에 걸쳐 압력 저하가 감소될 수 있다.

바람직한 실시예에서, 편향기는 채널 벽으로부터 배기 채널내로 연장되는 돌출부를 포함한다. 바람직하게는, 자석 시스템의 N극과 S극을 돌출부내에 배치한다.

본 발명의 제 2 태양에 있어서, 자석 시스템은 배기 채널에서 어떠한 편향기의 도움 없이도 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 막기에 충분히 강력한 자계를 생성한다.

본 발명의 제 3 태양은 하나의 원통형 자석 및 2개의 고리모양 극 피스를 포함하는 자석 시스템을 위한 효율적인 설계이다. 이 자석은 축 대향 단부에서 N극과 S극을 갖고, 2개의 극 피스는 자석의 2개 단부에 각각 인접한다. 다른 방법으로는, 자석 및 극 피스를 교차시킬 수 있어, 시스템은 하나의 원통형 극 피스 및 2개의 고리모양의 자석을 포함한다. 이 설계에서는, 처리되는 반도체 웨이퍼 또는 다른 워크피스 근처의 자계를 최소화하기 위해 플라즈마를 효과적으로 차단하도록 배기 채널내에 강력한 횡단 구성 요소를 갖고 또한 축방향으로 급속히 감소하는 세기를 갖는 자계를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 따른 고리모양의 돌출부내에 매입된 고리모양의 U자형 자석 시스템을 갖는 플라즈마 에칭 챔버의 평면도이다.

도 2 는 도 1 챔버에서 고리모양의 돌출부와 자석 시스템의 상세도이다.

도 3 은 바깥쪽으로 방사상으로 향하는 자극을 갖는 고리모양의 U자형 자석 시스템의 사시도이다.

도 4 는 도 3 의 실시예에 대하여 자석 및 극 피스가 교차되어 있는 자석 시스템의 사시도이다.

도 5 는 안쪽으로 방사상으로 향하는 자극을 갖는 고리모양의 U자형 자석 시스템의 사시도이다.

도 6 은 자석 및 극 피스가 도 5 의 실시예에 비교하여 교차되어 있는 자석 시스템의 사시도이다.

도 7 은 본 발명에 따른 2개의 고리 모양의 돌출부내에 매입된 2개의 고리모양의 자석을 갖는 배기관의 상세한 평면도이다.

바람직한 실시예의 상세한 설명

1. 종래의 챔버 구성요소

도 1 은 에칭 또는 화학기상증착 (CVD) 에 적절한 플라즈마 챔버에 적용되는 본 발명의 일실시예를 나타낸다. 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지하는 새로운 특성을 설명하기 전에 종래의 챔버 구성요소를 먼저 설명한다.

도시된 챔버는 원통형이며 그 이유는 반도체 웨이퍼와 같은 원형 워크피스를 처리하는데 적절하기 때문이다. 다른 방법으로, 종래에 직각형 기판을 처리하는 챔버는 직각 횡단 단면을 가질 수 있다.

원통형 측벽 (12), 원형 바닥벽 (14), 및 고리모양의 최상위벽, 즉 리드 (16) 는 챔버 내부용으로 밀폐된 진공 인클로저를 제공한다. 확산기 또는 샤워 헤드라고도 불리는 가스 분포판 (18) 을 리드 (16) 의 바닥면에 장착한다. 프로세스 가스가 챔버에 유입되게 하는 가스 흡입구 역할을 하도록 가스 분포판에 구멍을 낸다. 측벽 (12) 은 절연성이거나 금속성이다. 측벽이 금속이라면, 이 측벽은 이후에 설명하는 바와 같이 충분히 두꺼운 절연체로 도포되지 않는다면 전기적으로 접지된 전극 역할을 한다.

디스크 형태의 금속 서셉터 또는 페디스털 (22) 상에 또는 바로 위에 반도체 웨이퍼 또는 다른 워크피스 (20) 를 장착하고, 이 디스크 형태의 금속 서셉터 또는 페디스털 (22) 를 챔버의 하부 단부내에 장착한다. 전형적으로 워크피스 (20) 는 도시되지 않은 기계적 클램핑 링 또는 정전기적 처크와 같은 종래의 처크에 의해 서셉터 (22) 의 상위면에 대하여 결속되거나 유지된다. (또다른 종래의 처크는, 워크피스가 서셉터 위에 짧은 거리를 두는 복수의 리프트 핀이다.) 본 명세서에서, 처크는 플라즈마 처리동안 서셉터 상에 또는 근처에서 워크피스를 유지하는 수단으로 정의한다.

진공 펌프 (28) 는, 챔버내의 전체 가스 압력을 챔버내에서 수행하고자 하는 플라즈마 프로세스에 적절한 수준으로, 특히 10 millitorr 내지 20 torr 범위의 수준으로 감소시키기 위해 챔버로부터 고리모양의 배기관 (30) 과 원통형 펌핑 채널 (32) 을 통해 가스를 배기하며, 이 범위에서 보다 높은 값과 보다 낮은 값은 각각 에칭과 CVD 프로세스에 적절하다. 스로틀 밸브 (34) 를 펌핑 채널 (32) 내에 장착한다. 스로틀 밸브는 펌핑 채널내의 가스 흐름에 대한 임피던스를 제어함으로써 챔버내의 가스 압력을 조절하고, 이에 따라 원하는 챔버 압력을 유지할 필요가 있을 때마다 펌핑 채널에서의 압력 저하를 제어한다.

도 1 에 도시된 바와 같은 용량성 결합된 플라즈마 챔버에서, 챔버내의 전극에 직접 연결된 고주파 (RF) 전원에 의해 에너지를 플라즈마와 커플링한다. 전형적으로, 가스 분포판 (18) 및 서셉터 (22) 는 애노드와 캐소드 전극으로 각각 기능하도록 전기적으로 접속된다. 특히, 도시되지 않은 RF 전원을 (일반적으로 플라즈마 CVD 용인) 애노드 전극 (18) 또는 (일반적으로 반응성 이온 에칭용인) 캐소드 전극 (22) 에 연결한다. 다른 전극은 제 2 전원에 연결할 수 있고, 또는 접지될 수 있다. RF 전원은 챔버내의 가스를 플라즈마 상태로 여기시키는 애노드와 캐소드 전극간에 RF 전압을 제공한다.

용량성 결합에 대한 다른 방법으로서, 플라즈마를 생성하도록 에너지를 챔버내의 가스와 커플링하기 위해 종래의 어떠한 수단이라도 이용할 수 있다. 예를 들어, 안테나 또는 인덕션 코일에 의해 RF 전력을 챔버 내부에 커플링할 수 있고, 또는 극초단파 전력을 연결되어 있는 극초단파 파형 가이드를 통해 챔버에 커플링할 수 있다. 안테나 또는 인덕션 코일에 의한 RF 커플링은, 1995년 9월 12일자로 Hanawa 에게 허여되고 공통으로 양도된 미국특허번호 제 5,449,432 호, 1996년 7월 30일자로 Yin 에게 허여된 미국특허번호 제 5,540,824 호, 1996년 9월 17일자로 Collins 에게 허여된 미국특허번호 제 5,556,501 호, 1997년 3월 25일자로 Fairbairn 에게 허여된 미국특허번호 제 5,614,055 호, 1997년 11월 4일자로 Qian 에게 허여된 미국특허번호 제 5,683,539 호, 1998년 1월 13일자로 Collins 에게 허여된 미국특허번호 제 5,707,486 호, 1998년 1월 20일자로 Ye 에게 허여된 미국특허번호 제 5,710,486 호, 1998년 6월 30일자로 Li 에게 허여된 미국특허번호 제 5,772,771 호, 1998년 7월 21일자로 Ma 에게 허여된 미국특허번호 제 5,783,101 호에 기재되어 있다. 극초단파 플라즈마원은, 1997년 4월 15일자로 Watatani 에게 허여된 미국특허번호 제 5,620,526 호, 1997년 11월 4일자로 Shan 에게 허여되고 공통으로 양도된 미국특허번호 제 5,683,517 호, 1997년 12월 30일자로 Shan 에게 허여된 미국특허번호 제 5,702,530 호, 1998년 8월 4일자로 Shang 에게 허여된 미국특허번호 제 5,788,778 호, 1996년 8월 6일자로 Morita 에게 허여된 미국특허번호 제 5,543,688 호에 기재되어 있다. 상기한 특허 공보들은 본 발명에서 참조로 포함되어 있다.

일반적으로 챔버내의 플라즈마에 노출된 챔버 구성요소의 표면은 플라즈마 챔버의 동작동안 부식 또는 불필요한 잔여물 축적을 겪게 된다. 주요 챔버 구성요소를 대체하거나 세정할 필요성을 최소화하기 위해, 일반적으로 이러한 구성요소는 세정 또는 대체용으로 쉽게 제거가능한 라이너 또는 쉴드에 의해 도포된다. 특히, 도 1 에 도시된 바람직한 실시예에서, 챔버 측벽 (12) 을 외부 라이너 또는 외부 쉴드라고도 불리는 제 1 원통형 라이너 또는 쉴드 (36) 로 도포한다. 서셉터 (22) 의 원통형 외벽을 내부 라이너 또는 서셉터 쉴드라고도 불리는 제 2 원통형 라이너 또는 쉴드 (38) 로 도포한다. 또한, 웨이퍼 (20) 의 경계 외부인 서 셉터의 최상위면의 일부위에 워크피스 쉴드 링 (24) 을 도포한다.

내부 라이너 (38) 는, 내부 라이너 (38) 의 하부 단부으로부터 바깥쪽으로 방사상 연장되며 챔버 바닥벽 (14) 상에 배치되는 고리모양의 플랜지 (40) 를 포함한다. 플랜지 (40) 는 챔버 바닥벽의 표면을 도포하여 보호하며 도포되지 않은 경우 배기관 (30) 의 내부에 노출될 것이다. 내부 라이너 (38) 는 외부 절연 라이너 (36) 의 무게에 의해 제 위치에서 유지된다. O 링 (37) 은 내부 라이너와 외부 라이너간에 실 (seal) 을 제공한다.

각 쉴드 (36, 38, 24) 는 챔버에서 사용될 것으로 예상되는 가스의 화학적 성질에 의한 그리고 플라즈마에 의한 부식에 대하여 저항성을 가져야 한다. 반응성 이온 에칭용으로 사용되는 도시된 플라즈마 챔버에서, 외부 라이너 (36) 및

내부 라이너 (38) 는 양극 처리되며 워크피스 쉴드 링 (24) 은 석영이다.

그러나, 플랜지 (40) 의 바닥면은 양극처리되지 않은 베어 알루미늄 (bare aluminium) 이다. 베어 알루미늄은 내부 라이너 (38) 와 전기적으로 접지된 챔버 바닥벽 (14) 간에 양호한 전기적 컨택트를 일정하게 제공하고, 이에 따라 플랜지 (40) 의 양극처리된 바닥면이 일정하지 못한 전기적 컨택트를 제공할 때 제공되는 성능보다 챔버에서 수행되는 더 많은 일정한 반도체 제조 공정 성능을 제공한다. 다른 방법으로, 아래에 설명하는 바와 같이, 절연물질로 된 서셉터 쉴드를 제조하는 것이 바람직할 수 있다. 이 경우, 내부 라이너와의 일정하지 못한 전기적 컨택트는 발생하지 않는다.

O 링 (37) 를 외부 쉴드 (36) 및 내부 쉴드 (38) 에 부착할 수 있지만, 쉴드 를 대체할 때 이 쉴드를 분리하기 어려워진다. 그렇다면, O 링 (37) 과 외부 쉴드 (36) 의 바닥간에 (도시하지 않은) 박막의 알루미늄 링을 배치함으로써 그러한 부착을 방지할 수 있다.

외부 쉴드 (36) 및 내부 쉴드 (38) 의 표면상에서의 양극 처리는, 쉴드에 의해 도포되는 금속 표면과 플라즈마간에 RF 전류 흐름을 상당히 감소시키는 박막 절연체에 의한 것이다. 워크피스 (20) 근처 영역에 플라즈마를 집중시키기 위해 이러한 전류 흐름을 보다 크게 감소시키는 것이 바람직하다. 이것은 알루미늄을 양극처리 하기보다는 석영과 같은 완전한 절연 물질로 된 쉴드를 제조함으로써 가능하다.

외부 라이너 (36) 의 하부 절반 및 내부 라이너 (38) 각각은 고리모양의 배기관 (30) 의 외벽 및 내벽으로서 기능한다. 내부 라이너 (38) 의 바닥에서의 고리모양의 플랜지 (40) 는, 고리모양의 배기관으로부터 플랜지 애퍼처 (42) 를 통해 그리고 원통형 펌핑 채널 (32) 을 통해 스로틀 밸브 (34) 와 펌프 (28) 로 배기 가스가 이동하도록 원통형 펌핑 채널 (32) 에 맞춰 정렬된 아치형 애퍼처 (42) 를 포함한다.

상기한 다양한 챔버 구성요소는 1999년 4월 6일자로 Shan 에게 허여되고 공통으로 양도된 미국특허번호 제 5,891,350 호에 보다 상세히 기재되어 있으며, 그 전체 내용은 본 명세서에서 참조로 포함된다.

도시된 챔버의 배기 채널은 고리모양의 배기관 및 원통형 펌핑 채널을 포함한다. 이 고리모양의 배기관은 챔버 내부와 동축을 가지며 챔버 내부의 대부분 의 방위 또는 모든 방위 주위로 연장된다. 원통형 펌핑 채널을 하나의 방위 위치에서 배기관에 커플링한다. 일부 종래의 플라즈마 챔버는 어떠한 중간 펌핑 채널도 없이 배기 펌프에 직접 연결된 고리모양의 배기관을 포함한다. 다른 종래의 플라즈마 챔버는, 챔버 내부의 방위 주위로 연장되지 않는 펌핑 채널만을 이용하여 펌프를 챔버에 연결한다. 본 발명에서, '배기 채널' 또는 '배기 경로' 라는 용어는 고리모양의 배기관 또는 펌핑 채널, 또는 이 둘의 조합 모두를 포함한다.

2. 플라즈마 한정용 자석 및 배기 채널

도 1 내지 3 에 도시된 본 발명의 바람직한 실시예는, 챔버 내부의 플라즈마가 배기 펌프에 도달하는 것을 방지하도록 상승적으로 동작하는 가스 흐름 편향기 (44, 46) 및 자석 시스템 (50) 이라는 2가지 특징을 이용한다.

특히, 배기관 (30) 의 내부에는, 배기관을 통해 방해받지 않는 직선 경로에서 모든 배기 가스를 이동시키지 것이 아니라 적어도 배기 가스의 상당 부분을 횡단하여 편향시키는 하나 이상의 편향기 (44, 46) 가 포함된다. ('횡단' 라는 용어는 편향기가 없을 때 가스가 흐르는 경로 방향에 수직임을 의미한다.)

이 편향기는 가스내의 반응성 이온 종과 편향기와 편향기 근처의 배기관 벽과의 충돌율을 증가시키는 배기 가스 흐름에서 터뷰런스를 생성한다. 이 충돌은 벽 상에 증착물을 생성하도록 반응성 종 중에서 표면 반응을 촉진한다. 이것은 증착물을 생성하는 경향이 있는 반응성 종의 배기 가스를 고갈시키고, 이에 따라 드플렉터의 배기 가스 다운스트림내의 반응 종의 집중도를 크게 감소시키거나 제거하고, 따라서 스로틀 밸브 (34) 와 펌프 (28) 상의 불필요한 증착물을 크게 감소시 키거나 제거하게 된다.

또한, 편향기는 하전 입자의 재결합을 촉진하기 위해 배기 가스내의 하전 입자의 충돌율을 증가시키고, 이에 따라 배기 가스내의 하전 입자 집중도를 감소시킨다.

또한, 편향기 근처의 배기관내에 자계를 생성하도록 (이하 설명되는 소자 (52 ~ 57) 를 포함하는) 자석 시스템 (50) 을 편향기 (44, 46) 근처에 배치한다. 바람직하게, 이 자계는 배기관을 통해 배기 가스 흐름의 방향을 횡단하는 방향으로 실재 구성요소를 갖는다. 자계의 횡단 구성요소는 이동 전자를 횡단으로 편향시켜 이 전자들은 양 이온과 재결합할 가능성이 높아지며, 이에 따라 배기 가스내의 하전 입자의 집중도를 감소시킨다.

편향기와 자석 시스템은 배기 가스내의 하전 입자의 집중도를 감소시키기 때문에, 이 둘을 조합함으로써 집중도를 충분히 감소시켜 편향기와 자석 시스템의 플라즈마 다운스트림을 제거할 수 있다. 자세히 설명하면, 자계는 충분히 강력해야 하며, 하나 이상의 편향기에 의해 야기되는 터뷰런스도 충분히 강력해야 하고, 따라서 자계 및 편향기의 조합

효과로 인해 챔버내의 플라즈마 본체가 스로틀 밸브 (34) 및 배기 펌프 (28) 에 도달하는 것을 방지할 수 있다.

자계의 플라즈마 한정 효과로 인해 보다 넓고 그리고/또는 자계없이 플라즈마를 막기 위해 필요한 채널보다 넓고 그리고/또는 보다 좁은 꾸불꾸불한 배기 채널을 이용할 수 있다. 따라서, 플라즈마를 막기 위해 배기관의 꾸불꾸불한 모양에만 전적으로 의존하는 종래 기술의 설계와 비교할 때 배기 채널에 걸쳐 압력 저 하가 감소될 수 있다.

도 1 내지 3 에 도시된 바람직한 실시예에서, 편향기는, 배기관의 벽으로부터 배기관 (30) 의 가스 경로로 연장되며 2개의 동축 고리모양의 돌출부 (44, 46) 로 구성된다. 상위 돌출부 (44) 는 외부 절연 라이너 (36) 로부터 안쪽으로 방사상 연장되고, 하부 돌출부 (46) 는 내부 절연 라이너 혹은 캐소드 쉴드 (38) 로부터 바깥쪽으로 방사상 연장된다. 이 2개 돌출부는 방사상으로 서로 중첩되기 때문에 배기관을 통해 어떠한 배기 가스라도 직선으로 이동하지 못하며, 이에 따라 배기 가스내의 반응성 종이 돌출부 또는 배기관의 벽과 충돌할 가능성을 최소화한다.

'자석 시스템' 은, N극과 S극을 갖는 자계 회로를 형성하도록 0, 1 또는 그 이상의 자기적으로 투과가능한 극 피스와 조합된 하나 이상의 자석이라 정의한다. 도 1 내지 3 의 바람직한 실시예에서, 자석 시스템 (50) 은, 고리모양의 배기관 (30) 에 동축으로 장착되며 이 배기관의 축을 따라 이격되어 있는 2개의 고리모양의 자석 (52, 53) 으로 구성된다. 2개의 고리모양의 자석은, 제 1 (상부) 자석 (52) 이 방사상으로 자신의 외부 단부와 내부 단부에서 각각 N극과 S극을 갖고 제 2 (하부) 자석 (53) 이 방사상으로 자신의 내부 단부와 외부 단부에서 각각 N극과 S극을 갖는다는 점을 제외하고 동일하다. 또한, 자석 시스템 (50) 은 2개 자석의 내부 단부간에 방사상으로 연장되고 인접하도록 2개의 자석 (52, 53) 에 동축으로 장착되며 자기적으로 투과가능한 원통형의 극 피스 (54) 를 포함하고, 이에 따라 2개 자석간에 '자계 회로' 또는 자계 경로를 형성한다.

결과적으로, 자석 시스템 (50) 의 N극 (56) 은 고리모양의 제 1 자석 (52) 의 N극이며, 즉, 극 피스 (54) 에 인접하는 극에 반대되는 제 1 자석의 극이다. 자석 시스템 (50) 의 S극 (57) 은 고리모양의 제 2 자석 (53) 의 S극이며, 즉, 극 피스 (54) 에 인접하는 극에 반대되는 제 2 자석의 극이다.

바람직하게, 자석 시스템 (50) 은 하부 돌출부 (46) 내에 장착되어, 자석 시스템의 N극 (56) 및 S극 (57) 은 돌출부의 바깥쪽으로 방사상으로 존재하는 배기관내의 가스 경로의 좁은 부분에 가능한 가깝게 배치된다. 배기 가스가 받는 자계 세기를 최대화하기 위해서는 자석 시스템을 배기관 경로의 가장 좁은 부분에 가깝게 장착하는 것이 바람직하다.

상기한 자석 시스템의 바람직한 실시예는, 도 1 내지 3 에 도시된 바와 같이 안쪽으로 방사상 나타내는 U 의 베이스와 바깥쪽으로 방사상 나타내는 U 의 개방 단부를 갖는 U자형 단면부를 구비한다. 보다 상세하게, 자석 시스템의 형태는 챔버의 길이방향 축 둘레에서 선회되는 U자형 편자 자석이다.

이러한 U자형 자석 시스템에 의해 생성되는 자계 패턴은, 도 1 에서 자계 선 (58) 으로 표시되며, 배기관의 경로내에 대부분 집중되기 때문에 바람직한 것이다. 이러한 집중은 2가지 이상의 장점을 갖는다. 첫 번째 장점은, 상기한 바와 같이, 배기 가스가 받는 자계 세기를 최대화하고 이에 따라 자석의 플라즈마 다운스트림을 제거하는데 있어서 자석의 효율성을 최대화한다는 것이다.

U자형 자석 시스템의 두번째 장점은, 챔버의 길이 방향 축을 따라 자계 세기가 급격히 감소하여 워크피스 (20) 에서 자계 세기가 낮다는 것이다. 이온 충격 또는 정전기 전하 충전에 의해 워크피스를 손상시키는 위험을 최소화하기 위해, 워크피스에서의 자계 세기는 가능한한 낮아야 하며, 바람직하게는 5 gauss 이하이어야 하며, 더 바람직하게는 3 guass 이하이어야 한다. 워크피스 (20) 로부터 가능한 멀리 자석 시스템을 상위 돌출부가 아닌 하위 돌출부내에 장착하고, 이에 따라 워크피스에서의 자계 세기를 최소화한다.

도 1 내지 3 의 실시예의 실시에 있어서, 돌출부 (44, 46) 와 자석 시스템 (50) 을 조합함으로써 자석 (52, 53) 이 하위 돌출부 (46) 와 외부 챔버 라이너 (36) 간의 갭에 걸쳐 100 gauss 이상의 자계를 생성할 정도로 충분히 강력할 때 챔버내의 플라즈마가 하위 돌출부의 다운 스트림으로 연장되는 것을 막을 수 있었다. 이 갭의 방사상 (수평) 폭은 0.5 inch 이다. 플라즈마를 막는 보다 확실한 방안을 제공하기 위해, 바람직한 실시예에서 자석 시스템 (50) 은 이 실시예보다 50% 더 강력하며, 그 갭에 걸쳐 150 gauss 이상의 자계를 생성한다. 이러한 보다 강력한 자석 시스템에서도, 도시된 챔버에서 자계 세기가 자석 시스템으로부터 멀어질수록 급격히 감소하여 워크피스 위치 (20) 에서의 자계 세기는 3 gauss 미만이었으며, 이것은 워크피스의 손상 위험을 피하기에 충분한 것이다.

도 4 는 도 1 내지 3 의 실시예에 비교할 때 자석과 극 피스가 교차되어 있는 다른 자석 시스템 (60) 을 나타낸다. 특히, 상부 및 하부 고리모양의 멤버 (62, 63) 는 자석이 아닌 자기적으로 투과가능한 극 피스이다. 원통형의 멤버 (64) 는 극 피스가 아닌 자석이며 상부 극 피스 (62) 에 인접하는 자신의 길이방향 축의 상위 단부에서 N 자극을 갖고 하부 극 피스 (63) 에 인접하는 축의 하위 단부 에서 S 자극을 갖는다.

배기관의 다른 가능한 실시예에서는 상위 돌출부 (44) 를 생략하고 플라즈마를 막기 위해 자석 시스템 (50) 과 하위

돌출부 (46) 의 조합에 의존할 수 있다.

또다른 배기관 설계에서는 (내부 라이너 (38) 로부터 바깥쪽으로 방사상 연장되는) 하위 돌출부 (46) 를 생략하고 (외부 라이너 (36) 로부터 안쪽으로 방사상 연장되는) 상위 돌출부 (44) 내에 장착되는 도 5 에 도시된 변경된 자석 시스템 (51) 을 이용할 수 있다. 변경된 자석 시스템 (51) 의 N 및 S 자극 (56, 57) 은 상위 돌출부 (44) 의 방사상 안쪽 단부에서의 가스 경로에 인접해야 한다. 이것은 도 3 의 자석 시스템에 도시된 바와 같은 동일한 자석 (52, 53) 및 극 피스 (54) 을 이용해서 구성할 수 있지만, 이 때 극 피스 (54) 는 도 5 에 도시된 바와 같이 2개 자석의 방사상 내부 단부으로부터 방사상 외부 단부으로 이동된 구성을 갖는다.

도 6 은 자석과 극 피스가 교차되어 있다는 점에서 도 5 의 자석 시스템 (51) 과 상이한 다른 자석 시스템 (61) 이다. (도 4 실시예에 대한 설명 참조)

또한, 도 1 에 도시된 챔버와 다른 모든 것이 동일한 플라즈마 챔버내에서 도 7 에 도시된 배기관 설계를 테스트하였다. 도 7 의 배기관은 배기 채널의 상위 및 하위 돌출부 (44, 46) 내에 각각 장착된 상부 및 하부 고리모양의 자석 (68, 69) 을 포함한다. 상부 자석 (68) 은 방사상으로 내부 및 외부 단부에서 각각 N 및 S 극을 갖는다. 하부 자석 (69) 은 방사상으로 외부 및 내부 단부에서 각각 N 및 S 극을 갖는다. 그 결과, 상부 자석의 N 및 S 극은 하부 자석의 S 및 N 극 과 정렬된다. 그 결과 발생하는 자계는 자계 선 (70) 으로 표시되며 2개 돌출부간의 경로 또는 배기관 채널의 영역내에 집중되어 있다. 도 1 실시예에 대하여 설명한 바와 같이, 이러한 집중은 배기 가스가 받게 되는 자계 세기를 최대화하기 위해 그리고 워크피스 (20) 에서의 자계를 최소화하기 위해 바람직한 것이다.

상위 및 하위 돌출부 (44, 46) 간의 상이한 갭을 갖는 도 7 실시예를 용이하게 테스트하도록, 외부 절연 라이너 (36) 하부에 고리모양의 절연 스페이서 (72) 를 포함시켰다. 보다 두꺼운 스페이서 (72) 로 대체함으로써, 상위 돌출부 (44) 의 높이를 증가시킬 수 있고 이에 따라 2개 돌출부간의 갭을 증가시킬 수 있다. 테스트받는 모든 스페이서 두께에 대하여 동일한 자석 (68, 69) 을 이용하였다. 따라서, 보다 두꺼운 스페이서로 대체할 때, 갭을 증가시키면서 자계 세기를 감소시켰다.

이 테스트에서, 상부 및 하부 돌출부간의 갭이 0.5 inch 이하이고 이 갭에서의 자계 세기가 100 또는 150 gauss 이상일 때 플라즈마가 하위 돌출부 아래로 연장되는 것을 성공적으로 막을 수 있었다. 또한, 도시된 챔버에서, 자계 세기는 자석으로 멀어질수록 급격히 감소하여 워크피스 위치 (20) 에서의 자계 세기는 3 gauss 미만이었고, 이것은 워크피스의 손상 위험을 피하기에 충분히 낮은 것이다. 그러나, 2개 돌출부간의 보다 넓은 갭 그리고 이에 따라 이 갭에서의 보다 낮은 자계 세기를 테스트할 때, 플라즈마를 성공적으로 막을 수 없었다.

도 1 설계에서와 같이 한 개만의 돌출부내에 자석을 장착하는 것과 비교할 때 도 7 에서는 2개 돌출부내에 자석을 장착하기 위해 보다 많은 작업이 필요하기 때문에 도 1 의 실시예가 더 바람직하다.

외부 절연 라이너 (36) 를 생략하는 다른 실시예에서, 챔버 측벽은 고리모양의 배기관의 외벽으로서 기능할 수 있다. 이 챔버 측벽은 안쪽으로 연장되는 돌출부 (44) 를 포함할 수 있다.

배기관의 또다른 실시예에서는 하나의 돌출부 및 도 7 실시예에서의 대응하는 자석을 생략할 수 있다. 상위 돌출부 (44) 및 상부 자석 (68) 이 생략된 점을 제외하고 도 7 에 도시된 유형과 동일한 유형을 테스트하였다. 이러한 유형은 플라즈마가 하위 돌출부 아래에서 연장되는 것을 성공적으로 방지하였지만, 워크피스에서의 자계는 바람직하지 못하게 강력하였다. 그러나, 이 실시예는 이온 충격 또는 정전지 전하 충전에 의한 손상에 워크피스가 완전히 반응하지 않는 반도체 제조 공정에 적절할 수 있다.

일반적으로, 편향기 (44, 46) 는 배기관 벽으로부터 하나 이상의 돌출부일 필요가 없지만, 배기 가스의 상당한 터뷰런스를 야기시키는 배기 채널내에서 어떠한 구조도 가능하다. 상기한 바와 같이, 이러한 터뷰런스는 터뷰런스의 플라즈마 다운스트림을 제거하는데 도움이 되도록 하전 입자의 재결합을 촉진시키며, 펌핑 구성요소 (28, 34) 다운스트림 상이 아니라 편향기의 표면상에 반응물이 증착되도록 반응 종 중의 표면 반응을 촉진시킨다.

편향기 및 자석 시스템은, 펌핑 채널 (32) 과 같은 배기 채널의 어떠한 부분내에도 장착할 수 있으며, 심지어 바람직한 실시예에서 고리모양의 배기관내에 장착된다.

물론, 자계가 배기 가스에 도달하는 것을 막기 위해서는 배기 채널의 내부 및 자석 시스템 간의 어떠한 물질이라도 비자성 (non-magnetic) 이어야 한다. 상기한 바와 같이, 바람직한 실시예에서 자석 시스템이 장착되어 있는 돌출부는 양극화된 알루미늄이다.

자석 시스템이 배기 채널을 통해 가스 흐름을 횡단하는 방향으로 충분히 강력한 자계를 생성하면, 이러한 자계는 배기 채널에서의 어떠한 편향기도 없이 자석 시스템의 배기 펌프 다운스트림으로 플라즈마가 연장되는 것을 막을 수 있

다. 따라서, 이러한 강력한 자석 시스템을 갖는 본 발명의 다른 실시예에서는, 편향기를 완전히 생략할 수 있다.

챔버의 방위 둘레에서의 가스 흐름율을 균등화하기 위해, 펌핑 채널의 방위 근처의 배기관의 방사상 폭을 약간 감소시키고 펌핑 채널로부터 멀어지는 180도 방위 근처인 대향하는 방위의 방사상 폭을 약간 증가시키는 것이 바람직하다.

자계 방향은 본 발명의 동작에 영향을 끼치지 않고 반대로 될 수 있다. 따라서, 모든 N 극 및 S 극은 교차될 수 있다.

도시된 플라즈마 챔버는 하나의 원형 반도체 웨이퍼를 처리하기 위해 원형 대칭이다. 다중 기판 또는 직각 기판을 처리하는 챔버와 같은 다른 기하학을 갖는 플라즈마 챔버에서, 편향기와 자석 시스템과 같은 본 발명의 구성 요소는 직각 형태이거나 보다 복잡한 기하학일 수 있다. 본 발명에서 사용되는 '고리모양' 이라는 용어는, 원형 내부 또는 외부 경계를 갖는 형태로 제한되는 것이 아니며 직각 형태 및 보다 복잡한 형태도 포함하는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
챔버 내부를 둘러싸는 진공 챔버 인클로저;

가스를 상기 진공 챔버 내부로 유입하기 위한 가스 흡입 애퍼처;

상기 챔버 내부내에서 플라즈마를 생성하기 위해 적어도 상기 가스의 일부를 여기하도록 에너지를 상기 가스와 커플링하기 위한 플라즈마 여기 전원;

배기 펌프;

상기 챔버 내부로부터 상기 배기 펌프로의 가스 흐름 경로를 제공하도록 상기 챔버 내부와 상기 배기 펌프간에 연장되는 배기 채널;

상기 배기 채널을 통해 상기 가스 흐름내에 터뷰런스를 생성하도록 상기 배기 채널내에 위치하는 편향기; 및

상기 편향기에 인접하여 배치되는 N극 및 S극을 갖는 자석 시스템을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 2.
제 1 항에 있어서,

상기 자석 시스템은 플라즈마가 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 펌프로 연장되는 것을 막기에 충분히 강력한 자계를 생성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 3.
제 1 항에 있어서,

상기 챔버 내부내의 기판 위치에서 기판을 유지하는 처크를 더 구비하고,

상기 자석 시스템은 상기 기판 위치에서 5 gauss 보다 큰 자계를 생성하지 않도록 상기 기판 위치로부터 충분히 떨어져 위치하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 4.
제 1 항에 있어서,

상기 자석 시스템은 고리 모양의 형태를 갖고 상기 배기 채널과 동축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 5.
제 1 항에 있어서,

상기 N극 및 S극은 상기 가스 흐름 경로를 따라 서로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 6.
제 1 항에 있어서,

상기 N극 및 S극은 상기 가스 흐름 경로를 횡단하는 방향으로 자계를 생성하도록 상기 가스 흐름 경로의 대향면 상에 위치하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 7.
챔버 내부를 둘러싸는 진공 챔버 인클로저;

가스를 상기 챔버 내부로 유입하기 위한 가스 흡입 애퍼처;

상기 챔버 내부내에서 플라즈마를 생성하기 위해 적어도 상기 가스의 일부를 여기하도록 에너지를 상기 가스와 커플링하기 위한 플라즈마 여기 전원;

배기 펌프;

상기 챔버 내부로부터 상기 배기 펌프로의 가스 흐름 경로를 제공하도록 상기 챔버 내부와 상기 배기 펌프간에 연장되는 배기 채널;

상기 배기 채널을 통해 상기 가스 흐름의 상당량을 횡단하여 편향시키도록 상기 배기 채널내에 위치하는 편향기; 및

상기 편향기에 인접하여 배치되는 N극 및 S극을 갖는 자석 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 8.
제 7 항에 있어서,

상기 배기 채널은,

상기 챔버 내부와 유체 소통하는 흡입 애퍼처;

상기 펌프와 유체 소통하는 배기 애퍼처; 및

상기 흡입 애퍼처와 상기 배기 애퍼처간에 연장되는 하나 이상의 제 1 벽을 구비하고,

상기 편향기는 돌출부에 인접하는 상기 배기 채널의 횡단폭을 감소시키도록 상기 배기 채널의 상기 제 1 벽으로부터 상기 배기 채널로 연장되는 상기 돌출부를 구비하고,

상기 자석 시스템의 N극과 S극은 상기 돌출부내에 배치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 9.
제 8 항에 있어서,

상기 배기 펌프는 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 채널내의 가스 흐름 경로를 통해 상기 배기 펌프로의 가스 흐름을 생성하고,

상기 N극과 S극은 상기 가스 흐름 경로를 따라 서로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 10.
제 8 항에 있어서,

상기 자석 시스템은, 상기 플라즈마가 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 채널을 통해 상기 돌출부를 벗어나는 것을 막기에 충분히 강력한 자계를 생성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 11.
제 8 항에 있어서,

상기 챔버 내부내의 기판 위치에서 기판을 유지하는 처크를 더 구비하고,

상기 자석 시스템은 상기 기판 위치에서 5 gauss 보다 큰 자계를 생성하지 않도록 상기 기판 위치로부터 충분히 떨어져 위치하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 12.
제 8 항에 있어서,

상기 돌출부는 고리 모양의 형태를 갖고 상기 배기 채널과 동축으로 배치되며,

상기 자석 시스템은 고리 모양의 형태를 갖고 상기 배기 채널과 동축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 13.
챔버 내부를 둘러싸는 진공 챔버 인클로저;

가스를 상기 챔버 내부로 유입하기 위한 가스 흡입 애퍼처;

상기 챔버 내부내에서 플라즈마를 생성하기 위해 적어도 상기 가스의 일부를 여기하도록 에너지를 상기 가스와 커플링하기 위한 플라즈마 여기 전원;

배기 펌프;

배기 채널; 및

제 1 벽에 인접하여 배치되는 N극와 S극을 갖는 자석 시스템을 구비하고,

상기 배기 채널은,

상기 챔버 내부와 유체 소통하는 흡입 애퍼처;

상기 펌프와 유체 소통하는 배기 애퍼처; 및

상기 흡입 애퍼처와 상기 배기 애퍼처간에 연장되는 하나 이상의 상기 제 1 벽을 구비하며,

상기 자석 시스템에 인접하는 다른 어떠한 자석도 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 14.
제 13 항에 있어서,

상기 배기 펌프는 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 채널내의 가스 흐름 경로를 통해 상기 배기 펌프로의 가스 흐름을 생성하고,

상기 N극과 S극은 상기 가스 흐름 경로를 따라 서로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 15.
제 13 항에 있어서,

상기 N극과 S극은 상기 제 1 벽의 제 1 영역에 인접하며,

상기 자석 시스템은, 상기 플라즈마가 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 채널을 통해 상기 제 1 영역을 벗어나는 것을 막기에 충분히 강력한 자계를 생성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 16.
제 13 항에 있어서,

상기 챔버 내부내의 기판 위치에서 기판을 유지하는 처크를 더 포함하고,

상기 자석 시스템은 상기 기판 위치에서 5 gauss 보다 큰 자계를 생성하지 않도록 상기 기판 위치로부터 충분히 떨어져 위치하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버.

청구항 17.
제 1 및 제 2 축대향 단부를 갖고 자계 투과가능한 원통형 극 피스;

상기 극 피스의 제 1 단부에 인접하도록 상기 극 피스와 동축으로 배치되며, 방사상으로 내부 단부와 외부 단부에서 N극과 S극을 각각 갖는 고리모양의 제 1 자석; 및

상기 극 피스의 제 2 단부에 인접하도록 상기 극 피스와 동축으로 배치되며, 방사상으로 내부 단부와 외부 단부에서 S극과 N극을 각각 갖는 고리모양의 제 2 자석을 포함하는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 18.
제 17 항에 있어서,

상기 제 1 자석의 외부 단부는 상기 극 피스에 인접하며,

상기 제 2 자석의 외부 단부는 상기 극 피스에 인접하는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 19.
제 17 항에 있어서,

상기 제 1 자석의 내부 단부는 상기 극 피스에 인접하며,

상기 제 2 자석의 내부 단부는 상기 극 피스에 인접하는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 20.
제 17 항에 있어서,

상기 배기 채널은 고리 모양의 형태를 갖고,

상기 제 1 벽은 상기 배기 채널의 방사상 내부 경계를 제공하는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 21.
제 17 항에 있어서,

상기 배기 채널은 고리 모양의 형태를 갖고,

상기 제 1 벽은 상기 배기 채널을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 22.
제 17 항에 있어서,

상기 배기 채널은 일반적으로 원통형이며,

상기 제 1 벽은 상기 배기 채널을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 23.
자석의 축대향 단부에서 N극과 S극을 갖는 원통형의 상기 자석;

상기 자석의 N극에 인접하도록 상기 자석과 동축으로 배치되며 자계 투과가능한 고리모양의 제 1 극 피스; 및

상기 자석의 S극에 인접하도록 상기 자석과 동축으로 배치되며 자계 투과가능한 고리모양의 제 2 극 피스를 포함하는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 24.
제 23 항에 있어서,

상기 제 1 극 피스는 상기 자석의 N극에 인접하는 방사상의 외부 단부를 갖고,

상기 제 2 극 피스는 상기 자석의 S극에 인접하는 방사상의 외부 단부를 갖는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 25.
제 23 항에 있어서,

상기 제 1 극 피스는 상기 자석의 N극에 인접하는 방사상의 내부 단부를 갖고,

상기 제 2 극 피스는 상기 자석의 S극에 인접하는 방사상의 내부 단부를 갖는 것을 특징으로 하는 자석 시스템.

청구항 26.
플라즈마 챔버내의 플라즈마가 상기 챔버의 배기 채널을 통해 배기 펌프로 연장되는 것을 방지하기 위한 방법으로서,

챔버 내부를 둘러싸는 진공 챔버 인클로저를 제공하는 단계;

가스를 상기 챔버 내부에 유입하는 단계;

상기 챔버 내부내에 플라즈마를 생성하기 위해 상기 가스의 적어도 일부를 여기하도록 에너지를 상기 가스와 커플링하는 단계;

상기 챔버 내부로부터 상기 배기 펌프로의 가스 흐름 경로를 제공하도록 상기 챔버 내부와 상기 배기 펌프간에 연장되는 배기 채널을 제공하는 단계;

상기 배기 채널을 통해 상기 가스 흐름내에 터뷰런스를 생성하도록 상기 배기 채널내에 편향기를 배치하는 단계; 및

상기 가스 흐름 경로를 횡단하며 실재 성분을 갖는 자계를 상기 배기 채널내 에 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27.
제 26 항에 있어서,

상기 자계를 생성하는 단계는,

상기 플라즈마가 상기 챔버 내부로부터 상기 배기 펌프로 연장되는 것을 방지하기에 충분한 세기를 갖는 상기 자계를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28.
제 26 항에 있어서,

상기 챔버 내부내의 기판 위치에서 기판을 유지하는 단계를 더 포함하고,

상기 자계를 생성하는 단계는,

상기 기판 위치에서 상기 자계가 5 gauss 이하이도록 상기 배기 채널로부터 상기 기판 위치로 충분히 감소되는 세기를 갖는 상기 자계를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29.
제 26 항에 있어서,

상기 자계를 생성하는 단계는,

상기 배기 채널내에 고리모양의 자석 시스템을 동축으로 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30.
제 26 항에 있어서,

상기 자계를 생성하는 단계는,

자석 시스템의 N극과 S극이 상기 가스 흐름 경로를 따라 서로 이격되도록 상기 자석 시스템을 상기 배기 채널에 인접하게 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 31.
제 26 항에 있어서,

상기 자계를 생성하는 단계는,

상기 자석 시스템을 상기 배기 채널에 인접하게 배치하여 상기 자석 시스템의 N극과 S극이 상기 가스 흐름 경로의 대향면 상에 배치되어 상기 가스 흐름 경로를 횡단하는 자계를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

도면1

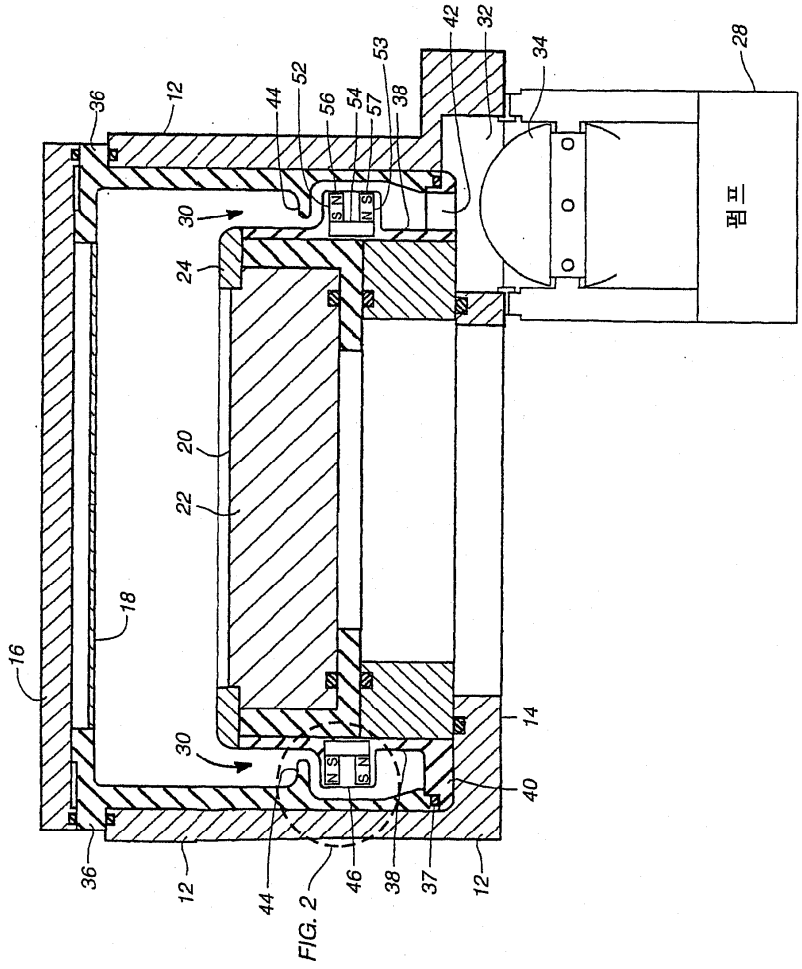
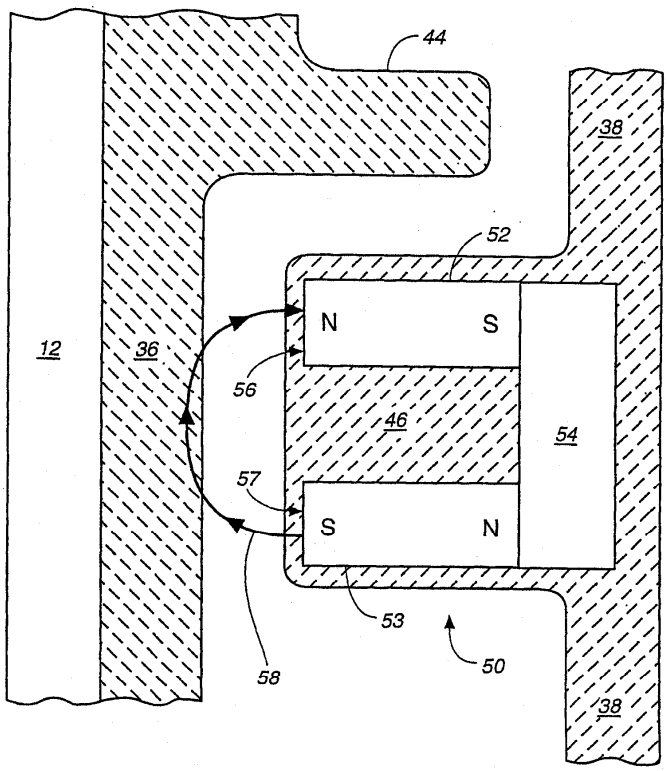
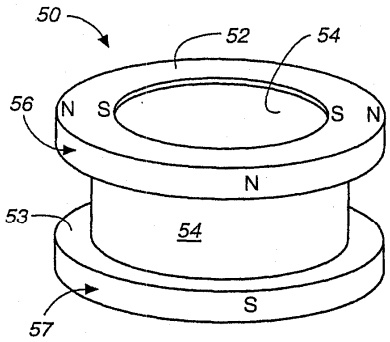


FIG. 2

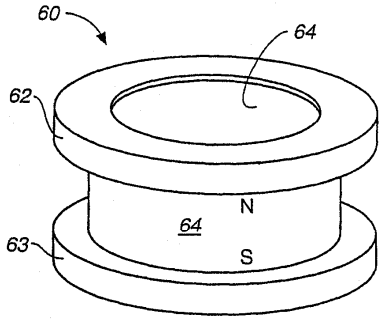
도면2


44
38
52
N
S
12
36
56
46
54
57
S
N
53
50
58
38

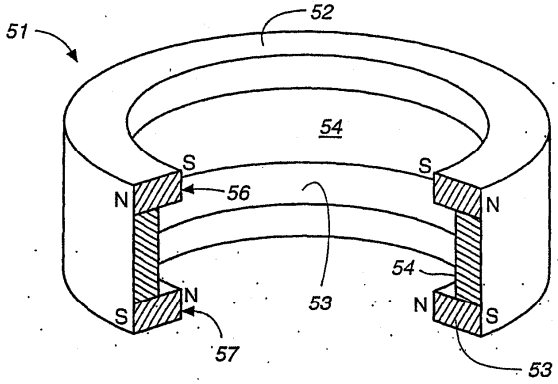
도면3


50
52
54
56
N
S
S
N
N
53
54
S
57

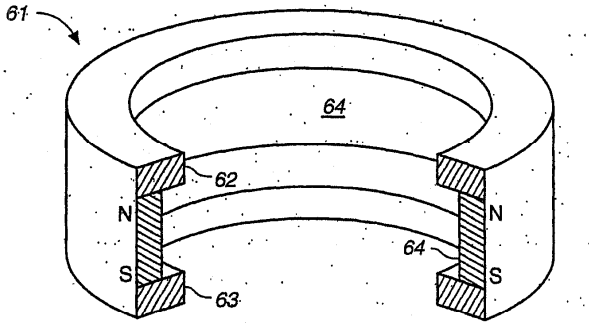
도면4


60
64
62
N
64
63
S

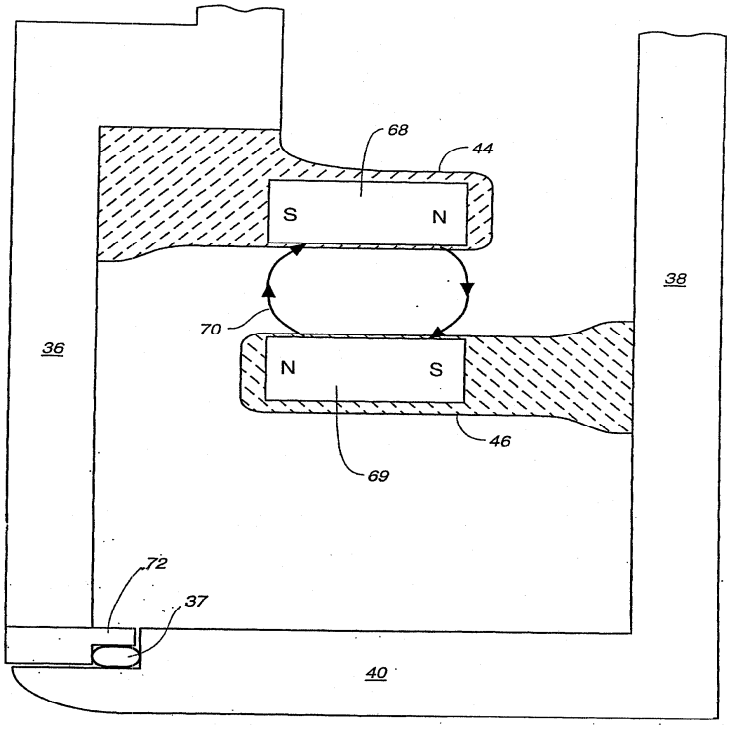
도면5


51
52
54
S
N
56
S
N
54
N
S
53
N
S
57
53

도면6


61
64
62
N
N
64
S
S
63

도면7


68
44
S
N
38
70
36
N
S
46
69
72
37
40