



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월30일
(11) 등록번호 10-1741405
(24) 등록일자 2017년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/317 (2006.01) C23C 14/48 (2006.01)
H01J 37/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7015073
(22) 출원일자(국제) 2010년11월12일
심사청구일자 2015년11월11일
(85) 번역문제출일자 2012년06월11일
(65) 공개번호 10-2012-0098774
(43) 공개일자 2012년09월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/002969
(87) 국제공개번호 WO 2011/059504
국제공개일자 2011년05월19일
(30) 우선권주장
12/616,662 2009년11월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20090095713 A1*
US20080121811 A1*
US06355933 B1
US20080223409 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
액셀리스 테크놀로지스, 인크.
미합중국 매사추세츠 (우편번호: 01915) 비벌리
체리 힐 드라이브 108
(72) 발명자
스리바스타바, 아셈
미국 01810 매사추세츠 앤도버 하이 스트리트 176
디버길리오, 윌리엄
미국 02142 매사추세츠 캄브리지 701 로거스 스트리트 10
길크리스트, 글렌
미국 01923 매사추세츠 덴버스 번햄 레인 3
(74) 대리인
이시용

전체 청구항 수 : 총 12 항

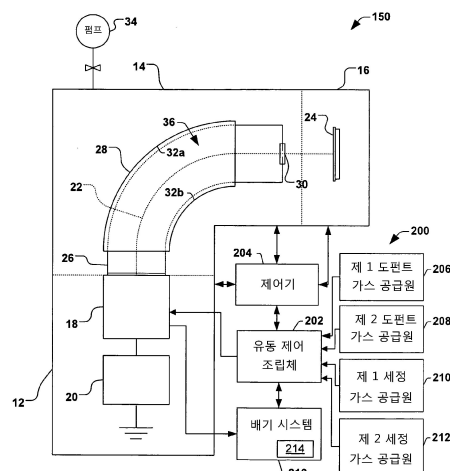
심사관 : 임은정

(54) 발명의 명칭 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 세정하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 명세서에서 공개된 소정의 기술은 분자 비임 부품으로부터 잔류물을 세정하는 것을 용이하게 한다. 예를 들면, 예시적인 하나의 방법에서, 분자 비임은 비임 경로를 따라 제공되어, 분자 비임 부품 상의 잔류물 축적을 일으킨다. 잔류물을 감소시키기 위해, 분자 비임 부품은 수소-탄화 플루오르 플라즈마에 노출된다. 수소-탄화 플루오르 플라즈마에 대한 노출은 제 1의 미리결정된 상태가 충족되었는지 여부를 기초로 하여 종결되며, 제 1의 미리결정된 상태는 잔류물의 제거의 정도를 표시한다. 다른 방법 및 시스템은 또한 공개된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

분자 비임을 추출하기 위해 사용된 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법으로서,
비임 경로를 따라 제 1 분자 비임을 추출하고 상기 이온 소스 부품 상에 제 1 잔류물을 동시에 축적하는 단계로서, 상기 제 1 분자 비임이 제 1 분자 종을 포함하는 제 1 가스를 이용함으로써 발생되는, 단계;
상기 비임 경로를 따라 제 2 분자 비임을 추출하고 상기 이온 소스 부품 상에 제 2 잔류물을 동시에 축적하는 단계로서, 상기 제 2 분자 비임이 제 2 분자 종을 포함하는 제 2 가스를 이용함으로써 발생되고 상기 제 2 잔류물이 상기 제 1 잔류물과 조성이 상이한, 단계;
상기 이온 소스 부품으로부터 상기 제 1 잔류물 및 상기 제 2 잔류물 각각의 제거를 용이하게 하도록 제 1 세정 플라즈마 방전 및 제 2 세정 플라즈마 방전을 선택적으로 발생시키는 단계를 포함하는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 세정 플라즈마 방전은 상기 제 1 및 제 2 플라즈마 방전 각각의 하류부에 있는, 제 1 및 제 2 잔광 각각을 생기게 하고; 상기 제 1 및 제 2 잔광이 각각 상기 제 1 및 제 2 잔류물을 제거하도록 상기 제 1 및 제 2 잔류물 각각과 접촉되는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 가스는 불소를 포함하고 그리고 NF_3 가 완전히 없는 것은 아니지만 적어도 거의 없는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 제 1 분자 종은 붕소를 포함하는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,
상기 제 2 가스는 산소를 포함하는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 제 2 분자 종은 탄소를 포함하는,
이온 소스 부품으로부터 잔류물을 제거하기 위한 방법.

청구항 7

비임 부품으로부터 잔류물의 제거를 용이하게 하기 위한 반응 가스 전달 시스템으로서,
복수의 상이한 도펀트 가스 공급원(dopant gas supplies), 복수의 상이한 세정 가스 공급원, 및 하나 이상의 플라즈마 챔버와 유체 연결되는 유동 제어 조립체;
비임 라인을 따라 상이한 각각의 종들을 가지는 분자 비임들의 추출을 용이하게 하기 위해, 상기 상이한 도펀트 가스 공급원으로부터 상기 하나 이상의 플라즈마 챔버 중 하나 또는 둘 이상의 플라즈마 챔버로 상기 가스를 선택적으로 전달하게 상기 유동 제어 조립체를 지시하도록 구성된 제어기를 포함하며,
상기 제어기는 상기 하나 이상의 플라즈마 챔버 중 하나 또는 둘 이상의 플라즈마 챔버에서 상이한 타입의 플라즈마 방전을 발생시키기 위해, 상기 상이한 세정 가스 공급원으로부터 가스를 선택적으로 전달하도록 추가로 구성되고, 상기 상이한 타입의 플라즈마 방전은, 상이한 종들을 가지는 분자 비임들이 비임 라인을 따라 추출될 때 형성되는 상이한 타입의 잔류물의 축적을 감소시키도록 구성되는,
반응 가스 전달 시스템.

청구항 8

이온 주입 시스템으로서,
제 2 플라즈마 챔버에 근접 위치된 제 1 플라즈마 챔버를 포함하는 이온 소스;
상기 제 1 플라즈마 챔버를 향하여 복수의 세정 가스들 중 하나의 세정 가스를 선택적으로 공급하도록 구성된 가스 공급 라인으로서, 상기 가스 공급 라인이 제 1 및 제 2 전도성 도관들 사이에 측방향으로 커플링되는 유전체 도관을 포함하는, 가스 공급 라인; 및
상기 유전체 도관의 내면에 의해 형성되는 공동 내에 플라즈마를 발생시키도록 구성된 플라즈마 발생 부품을 포함하는,
이온 주입 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 플라즈마가 발생되어 상기 플라즈마의 잔광이 상기 이온 소스 내에 축적된 잔류물을 제거하도록 상기 제 1 또는 제 2 플라즈마 챔버 중 하나 이상의 내로 드리프트되거나(drifts) 확산되는,
이온 주입 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
상기 유전체 도관은 사파이어를 포함하는,

이온 주입 시스템.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생 부품은:

상기 유전체 도관 둘레에 감싸지는 무선-주파수(RF) 코일; 및

상기 RF 코일을 구동하는 RF 전원을 포함하는,

이온 주입 시스템.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생 부품은 마이크로파 소스를 포함하는,

이온 주입 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 이온 주입 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이 같은 이온 주입 시스템에서 잔류물 축적(residue buildup)을 제거하기 위한 개선된 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 소자 및 다른 제품의 제조에서, 이온 주입 시스템은 재공품(work piece)(예를 들면, 반도체 웨이퍼, 디스플레이 패널, 유리 기판) 내로 도펀트 요소를 주입하기 위해 이용된다. 이러한 이온 주입 시스템은 통상적으로 "이온 주입기"로 지칭된다.

[0003] 이온 도우스(ion dose) 및 이온 에너지는 이온 주입기에 의해 수행되는 이온 주입의 특징을 나타내기 위해 통상적으로 이용되는 두 개의 변수이다. 이온 도우스는 재공품의 구역 내로 주입된 이온의 양과 관련되고, 보통 재공품 재료의 단위 면적 당 도펀트 원자의 개수로서 표현된다(예를 들면, 10^{18} 개의 붕소 원자/cm²). 이온 에너지는 이온이 재공품의 표면 아래로 주입되는 깊이와 관련된다. 예를 들면, 반도체 소자에서의 퇴화 웰(retrograde well)에 대한 상대적으로 깊은 접합부의 형성은 통상적으로 몇 백만(a few million) 전자 볼트(MeV) 까지의 이온 에너지를 요구하며, 반면 상대적으로 얇은 접합부의 형성은 일 천 전자 볼트(1 keV) 미만의 에너지를 요구할 수 있다.

[0004] 종래에는, 다수의 이온 주입이 소(small) 분자 또는 소위 "1원자 종"을 이용하여 수행되었다. 그러나, 최근에는, 처리량에서 상당한 개선이 예를 들면 붕소 분자(예를 들면, 데카보란(decaborane; B₁₀H₁₄), 옥타데카보란(octadecaborane; B₁₈H₂₂)) 또는 탄소 분자(예를 들면, C₇H₇, C₁₆H₁₄)과 같은 대(large) 분자를 이용함으로써 증명되었다. 각각의 웨이퍼가 더 짧은 시간에서(1원자 종으로부터 발생된 비임에 비해) 주어진 도우스를 수용하기 때문에 대 분자의 이용은 처리량 견지로부터 상당한 장점을 제공한다.

[0005] 그러나, 이러한 대분자를 이용하는 하나의 잠재적인 단점은 대분자들이 이온화된 후 해리되는 경향이 있다는 것이다. 이러한 해리는 적어도 일부의 해리된 분자들이 이온 주입기(예를 들면, 이온 소스) 내부에 "달라붙는" 원인이 되어 잔류물 축적이 일어난다는 것이다. 약간의 시간(some time) 후(예를 들면, 10 내지 20 시간), 잔류물은 이온 소스의 작동을 방해할 수 있고 비임 흐름을 감소할 수 있다.

[0006] 현존하는 이온 주입기는 순전히 물리적 수단에 의해 또는 NF_3 가스를 이용하여 플라즈마를 발생함으로써 잔류물을 제거하는 것을 시도하였다. 그러나, 이들 이전의 접근 방법 모두 상당한 단점을 가진다. 예를 들면, 비드블래스팅과 같은 순전한 물리적 수단은 잔류물로 코팅된 부품이 세정되도록 통상적으로 잔류물로 코팅된 부품이 이온 주입 장치로부터 제거되는 것을 요구하였으며, 이는 기계 비가동 시간 및 잠재적으로 제조 설비에 대한 처리량 손실을 초래한다. NF_3 가스를 기반으로 하는 플라즈마의 이용은 비용이 많이 드는데, 이는 NF_3 가 특별한 취급을 요구하기 때문이다. 또한, 비용에도 불구하고, NF_3 는 여전히 수 개의(several) 타입의 잔류물(예를 들면, 탄소를 이용하는 플라즈마 소스에 의한 흑연 잔류물)을 제거할 수 없으며 다수의 양태에서 환경에 대해 비친화적이다.

[0007] 따라서, 이온 주입 산업이 요구를 충족하기 위해, 이온 소스로부터 잔류물을 세정하는 방법에 대한 요구가 있었다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 소정의 양태들의 기본적 이해를 제공하도록 본 발명의 간단한 요약이 아래에서 제공된다. 이러한 요약은 본 발명의 확대된 개관이 아니며, 본 발명의 중요하거나 임계적인 요소들을 확인하는 것을 의도하지 않으며 또한 본 발명의 범위를 묘사하는 것을 의도하지 않는다. 오히려, 이 요약의 목적은 본 발명의 소정의 개념들을 나중에 제시되는 더욱 상세한 설명에 대한 서문으로서 간단화된 형태로 제공하는 것이다.

[0009] 여기서 공개된 소정의 기술들은 분자 비임 부품으로부터 잔류물의 세정을 용이하게 한다. 예를 들면, 하나의 예시된 방법에서, 분자 비임은 비임 경로를 따라 제공되며, 분자 비임 부품 상에 잔류물 축적을 유발한다. 잔류물을 감소시키기 위해, 분자 비임 부품은 불소를 포함하는 플라즈마로 노출된다. 소정의 방법에서, 상이한 종류의 플라즈마는 분자 비임 부품 상의 상이한 종류의 잔류물을 세정하도록 선택적으로 생성될 수 있다.

[0010] 하나의 예시적인 시스템에서, 반응 가스 전달 시스템은 다양한 타입의 하나 또는 둘 이상의 플라즈마 챔버들을 제공하는 유동 제어기를 포함한다. 유동 제어기는 후속적으로 하나 또는 둘 이상의 재공품 내로 이온 주입을 달성하도록 사용되는 플라즈마 전하를 발생하도록 붕소 화합물 및 탄소 화합물과 같은 가스들 중 일부를 전달한다. 붕소 화합물 및/또는 탄소 화합물은 상이한 타입의 잔류물들이 시스템 내에 축적되는 것을 일으킬 수 있다. 따라서, 유동 제어기는 또한 상이한 타입의 세정 가스들을 하나 또는 둘 이상의 플라즈마 챔버들로 선택적으로 전달할 수 있어 시스템으로부터 상이한 타입의 잔류물을 선택적으로 제거하도록 상이한 플라즈마 전하를 생성하도록 한다.

[0011] 아래의 상세한 설명 및 첨부된 도면은 소정의 예시적인 양태 및 본 발명의 실시를 상세하게 제시한다. 이들은 본 발명의 원리가 적용될 수 있는 다양한 방식으로 단지 몇 개(a few)의 다양한 방식을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 이온 주입 시스템의 일 실시예이다.

도 2는 소정의 실시예들에 따른 반응 가스 전달 시스템을 포함하는 이온 주입 시스템의 일 실시예이다.

도 3은 일 실시예에 따른 이온 주입기 부품으로부터 축적된 잔류물을 제한 또는 세정하기 위한 방법의 흐름도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 이온 주입기 부품으로부터 축적된 잔류물을 제한 또는 세정하기 위한 다른 방법의 흐름도이다.

름도이다.

도 5는 일 실시예에 따라 분자 비임을 발생하기 위한 예시적인 하나의 이온 소스의 등척의 사시도를 도시한다.

도 6은 일 실시예에 따라 분자 비임을 발생하기 위한 예시적인 이온 소스의 횡방향 섹션의 사시도를 도시한다.

도 7은 잔류물 축적되기 쉬운 이온 소스 부품들에 매우 근접하게 세정 플라즈마를 발생하는 하나의 메카니즘을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명은 일반적으로 이온 주입 시스템에 적용가능한 잔류물 제거 기술에 대한 것이다. 더욱 특별하게는, 본 발명의 시스템 및 방법은 예를 들면, 카르보란; 데카보란; 옥타데카보란 및 이코사보란; C_7H_7 및 $C_{10}H_{14}$ 와 같은 탄화수소와 같은 대분자 중, 뿐만 아니라 붕소 3불화물, 인 및 아르신(arsine)과 같은, 소 분자 이온 주입 중 (예를 들면, BF_2 및 1원자 중)의 제조를 위한 표준 이온 가스에 의해 발생된 잔류물을 감소하기에 효과적인 방식을 제공한다. 이온 주입 종들의 전술된 리스트가 단지 설명 목적을 위해 제공되며, 이온 주입 종들을 발생하기 위해 사용될 수 있는 이온 가스의 완전한 리스트를 나타내도록 고려되지 않아야 한다. 따라서, 본 발명의 양태들은 지금부터 도면을 참조하여 설명될 것이며, 여기서 동일한 도면부호는 동일한 요소 처리량을 지칭하기 위해 이용된다.

[0014] 도 1은 터미널(12), 비임 라인 조립체(14), 및 단부 스테이션(16)을 가지는 이온 주입 시스템(10)을 도시한다. 일반적으로 말해서, 터미널(12) 내의 이온 소스(18)는 소 분자(BF_2 , 및 1원자 중) 또는 대 분자를 이용하여 도펀트 가스를 이온화하여 이온 비임(22)을 형성하기 위해 전력 시스템(20)으로 커플링된다. 비임(22)은 단부 스테이션(16)에 위치한 재공품(24)(예를 들면, 반도체 웨이퍼, 또는 디스플레이 패널)에 충돌하기 전에 비임 라인 조립체(14)를 관통하여 통과한다.

[0015] 터미널(12)로부터 재공품(24)으로 비임(22)을 조종하도록, 비임 라인 조립체(14)는 비임 가이드(26) 및 질량 분석기(28)를 가진다. 쌍극자 자기장은 작동 동안 질량 분석기(28) 내에 설정된다. 부적당한 전하-대-질량 비율을 가지는 이온은 측벽(32a, 32b)과 충돌하며; 이에 의해 분해 통공(30)을 통하여 그리고 재공품(24) 내로 통과하도록 적당한 전하-대-질량 비율을 가지는 이온만이 남는다. 비임 라인 조립체(14)는 또한 이온 소스(18)와 단부 스테이션(16) 사이로 연장하는 다양한 비임 형성 및 성형 구조물을 포함할 수 있으며, 이는 이온 비임(22)을 유지하고 세장형 내부 공동 또는 통로(36)의 경계를 형성하며, 이 세장형 내부 공동 또는 통로를 통하여 비임(22)은 단부 스테이션(16)에 지지되는 재공품(24)으로 전달된다. 진공 펌프(34)은 통상적으로 공기 분자와의 충돌을 통한 비임 경로로부터 편향되는 이온의 가능성을 감소하도록 이온 비임 전달 통로(36)를 진공으로 유지한다.

[0016] 주입기(10)는 상이한 타입의 단부 스테이션(16)을 적용할 수 있다. 예를 들면, "배치" 타입의 단부 스테이션은 회전하는 지지 구조물 상에 다수의 재공품(24)을 동시에 지지할 수 있으며, 여기서 모든 재공품(24)이 완전히 주입될 때까지 재공품(24)은 이온 비임의 경로를 통하여 회전된다. "직렬" 타입 단부 스테이션은 한편으로 주입을 위한 비임 경로를 따라 단일 재공품(24)을 지지하고, 여기서 다수의 재공품(24)이 직렬 형태로 한 번에 한 번 주입되며, 각각의 재공품(24)은 다음 재공품(24)의 주입이 시작하기 전에 완전히 주입된다.

[0017] 대응책 없이, 다양한 오염물(예를 들면, 붕소, 탄소, 등 이온 소스(18)로부터 다른 도펀트 재료)은 증착되어 비임(22)에 인접한 다양한 이온 주입기 부품상에 하나 또는 둘 이상의 타입의 잔류물을 형성할 수 있다. 예를 들면, 붕소 종이 비임(22) 내에 존재할 때, 붕소-기반 잔류물은 이온 소스 내에 축적될 수 있으며; 반면 탄소 종이 비임(22) 내에 존재할 때 탄소-기반 잔류물이 유사하게 축적될 수 있다. 다른 타입의 잔류물은 또한 수행된 주입의 타입에 따라 축적될 수 있다. 이러한 공개물의 양태는 이 같은 잔류물을 제거 또는 그렇지 않으면 제한하기 위한 기술에 관련된다.

[0018] 도 2는 잔류물의 축적을 제한하기 위해 의도하는 이온 주입 시스템(150)의 일 예를 도시하는데, 이에 의해 긴 시간 주기에 걸쳐 시스템의 확실한 작동을 보장하는데 도움이 된다. 이전에 논의된 부품들에 부가하여, 도 2의 이온 주입 시스템(150)은 반응 가스 전달 시스템(200)을 포함한다. 반응 가스 전달 시스템(200)은 제어기(204)의 방향 하에서 이온 주입 시스템(150)으로 다양한 가스를 전달하도록 기계적 및/또는 전자-기계적 부품(예를 들면, 밸브, 펌프 및 유동 튜브)을 통상적으로 포함하는 유동 제어 조립체(202)를 포함한다. 특히, 다양한 가스는 이온 시스템 부품 상에 축적될 수 있는 상이한 타입의 잔류물을 제거하도록 적용되는 상이한 플라즈마 방출을 발생하도록 선택적으로 전달할 수 있다. 소정의 실시예에서, 오히려 플라즈마가 실제로 잔류물을 세정하지 않고, 플라즈마의 잔광이 실제로 잔류물을 세정할 수 있다. 본 기술분야의 기술자에 의해 인정된 바와 같이, 용어 "플라즈마"는 RF, 또는 마이크로파가 실제로 충돌하여 플라즈마(이온, 전자, 준안정 원자, 중성자, 등)를 생성하는 활성 발생 구역을 위해 이용되며, 반면 잔광은 종들이 더 이상 생성되지 않지만 확산으로 강제되고 효과적으로 이용되는 하류 구역에 있다.

[0019] 도시된 실시예에서, 제 1 및 제 2 도펀트 가스 공급원(206, 208) 뿐만 아니라 제 1 및 제 2 세정 가스 공급원(210, 212)으로 커플링된 유동 제어 조립체(202)가 도시된다. 종종, 비록 목표 가스가 또한 적절한 화학 반응 및/또는 이온화를 수행함으로써 인 시츄 방식으로 발생할 수 있지만, 가스 공급원(206 내지 212)은 가스 캐니스터에 저장된다. 비록 도시된 실시예가 단지 제 1 및 제 2 도펀트 가스 공급원(206, 208) 및 제 1 및 제 2 세정 가스 공급원(210, 212)을 도시하지만, 소정의 개수의 이 같은 가스 공급원은 목표 주입 및 세정 기능성을 수행하기 위해 포함될 수 있다는 것을 인정할 것이다.

[0020] 작동 동안, 제어기(204)는 유동 제어 조립체(202)에 도펀트 가스 공급원(206, 208)으로부터 진공 상태에 있는 이온 소스(18) 내의 플라즈마 챔버(도시안됨)로 도펀트 가스를 공급하도록 지시한다. 파워 시스템(20)은 이어서 에너지이징되어 플라즈마 챔버 내의 도펀트 가스 분자를 이온화하도록 하여, 도펀트 가스가 플라즈마 챔버 내에 존재하는 가에 따라 상이한 타입의 플라즈마를 발생한다. 예를 들면, 일 실시예에서, 제 1 도펀트 가스 공급원(206)은 분자 붕소(예를 들면, 데카보란($B_{10}H_{14}$), 옥타데카보란($B_{18}H_{22}$))를 포함하고 제 2 도펀트 가스 공급원(208)은 분자 탄소(예를 들면, C_7H_7 , $C_{16}H_{14}$)를 포함한다. 제 1 재공품(또는 재공품의 하나 또는 둘 이상의 배치)의 주입 동안, 분자 붕소는 제 1 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 챔버로 공급될 수 있으며, 제 1 플라즈마는 재공품(들) 상에 n-타입 구역을 형성하기에 적절한 제 1 타입의 이온 비입(22)을 형성하도록 추출된다. 다른 재공품(또는 n-타입 재공품의 다른 배치)이 후속적으로 주입될 때, 분자 탄소는 플라즈마 챔버로 공급되어 제 2 플라즈마를 생성할 수 있으며, 이 제 2 플라즈마는 반도체 소자 내의 압축 변형 구역을 형성하기에 적절한 제 2 타입의 이온 비입(22)을 형성하기 위해 추출될 수 있다.

[0021] 제 1 및 제 2 타입의 이온 비입이 상이한 분자 종들을 포함하기 때문에, 제 1 및 제 2 이온 비입은 시스템 내에 상이한 타입의 잔류물을 형성할 수 있다. 적절한 조치가 취해지지 않는 경우, 이러한 상이한 종류의 잔류물이 축적될 수 있어 비입 흐름을 목표 레벨 아래로 밀어낼 수 있다. 잔류물이 존재하는지를 기초로 하여(및/또는 세정 루틴들 사이의 미리결정된 시간이 발생되었는지를 기초로 하여), 제어기(204)는 임의의 이 같은 잔류물을 감소시키도록 세정 프로세스를 시작할 수 있다.

[0022] 붕소-기반 잔류물과 같은, 제 1 타입의 잔류물이 존재하는 경우(및/또는 미리-결정된 시간이 이전의 세정 작동으로부터 경과한 경우), 제어기(204)는 유동 제어 조립체(202)가 플라즈마 챔버를 진공으로 펌핑 다운시키고 이어서 제 1 세정 가스를 제 1 세정 가스 공급원(210)으로부터 오로지 세정 목적만을 위해 이용되는 제 2 플라즈마 소스로 공급할 것을 지시한다. 예를 들면, 소정의 실시예에서, 제 1 세정 가스는 탄화불소(분자 공식 C_aF_b 를 가지며, 여기서 a 및 b는 정수이다) 및/또는 하이드로-탄화불소(분자 공식 $C_xF_yH_z$ 를 가지며, 여기서 x, y, 및 z는 정수이다)를 포함한다. 이러한 제 1 세정 가스가 이온화되고 플라즈마가 이로부터 생성될 때, 이의 자유 반응 불소 원자가 제 1 타입의 잔류물(예를 들면, 붕소-기반 잔류물)을 제거할 수 있다. 소정의 실시예들에서, 제 1 세정 가스는 실질적으로, 완전히는 아니지만, NF_3 가스가 없으며; 이에 의해 특별한 가스 취급 기술에 대

한 요구를 완화하며, 비용을 감소하고, 그리고 본 발명의 기술을 NF_3 -기반 세정 기술 보다 소정의 관계에서 더욱 환경 친화적으로 만든다.

[0023] 역으로, 탄소 기반 잔류물과 같은, 제 2 타입의 잔류물이 존재하는 경우(및/또는 미리-결정된 시간이 이전의 세정 작동으로부터 경과된 경우), 제어기(204)는 또한 유동 제어 조립체(202)가 플라즈마 챔버를 진공으로 펌핑 다운하고, 이어서 제 2 세정 가스를 제 2 세정 가스 공급원(212)으로부터 제 2 플라즈마 소스로 공급할 것을 지시할 수 있다. 제 2 세정 가스는 산소를 포함할 수 있고 이에 의해 이온 소스 부품으로부터 제 2 타입의 잔류물(예를 들면, 탄소-기반 잔류물)을 제거하는 원자 산소를 포함하는 플라즈마를 생성한다. 제 1 세정 가스처럼, 제 2 세정 가스는 또한 실질적으로, 완전히는 아니지만, NF_3 가스가 없다.

[0024] 상이한 타입의 잔류물을 선택적으로 세정하도록 상이한 타입의 플라즈마 방전들 사이에서 변화됨으로써, 이러한 공개물은 이온 주입 시스템에 대한 확실한 작동을 용이하게 한다. 비록 이러한 개념이 제 1 및 제 2 타입의 잔류물을 각각 단지 제 1 및 제 2 세정 플라즈마 방전에 대해 위에서 논의되었지만, 이러한 개념은 각각 임의의 개수의 타입의 잔류물을 세정하도록 작동가능한 세정 플라즈마 방전의 임의의 개수로 연장가능하다.

[0025] 하나 또는 둘 이상의 잔류물이 이온 소스 부품으로부터 완전히 세정되었는지 여부를 결정하는 것을 돕기 위해, 이 시스템은 다양한 잔류물 감지 시스템을 채용할 수 있다. 예를 들면, 도 2는 이온 소스(18)에서 플라즈마 챔버와 유체 소통되는 배기 시스템(216)에 위치한 잔류물 감지 센서(214)를 도시한다. 비록 도 2가 잔류물 감지 센서(214)가 배기 시스템(216)에 남아 있는 일 실시예를 도시하지만, 다른 실시예에서, 잔류물 감지 센서는 다른 구역에 위치될 수 있다. 예를 들면, 잔류물 감지 센서(214)는 또한 예를 들면, 비임 라인 조립체(14)와 같은, 이온 소스의 하류에 위치될 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 잔류물 감지 센서(214)는 배기 시스템(216)에서 제 2 플라즈마 소스(도시안됨)를 이용하는 광학 분광 분석을 가능하게 할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 잔류물 감지 센서(214)는 잔류물의 양을 추적하기 위해 이온 소스에서 플라즈마 챔버로부터 배기물을 분석한다. 플라즈마가 제 2 플라즈마 소스로부터 점화될 때, 잔류물(존재하는 경우)은 잔류물을 표시하는 미리 결정된 양자화 에너지로 광양자/광을 방출한다. 상이한 타입의 잔류물로부터 방출된 광은 "핑거프린트(finger print)"의 종류로서 기능하며, 이 핑거프린트에 의해 상이한 타입의 잔류물이 식별될 수 있어, 제어기(204)가 감지된 특별한 타입의 잔류물을 제거하도록 적절한 세정 가스를 선택하는 것을 허용한다. 대안적으로, 축적된 잔류물이 정화될 때, 점점 작은 잔류물이 배기 시스템 내로 유동하며 일단 모든 잔류물이 제거되면 광학 핑거프린트는 소정의 미리설정된 한계치 아래로 떨어지며, 이는 제어기(204)가 세정 프로세스를 종결하도록 하여, 요구된 세정의 길이의 실시간 제어를 제공한다.

[0027] 다른 실시예에서, 잔류물 감지 센서(214)는 배기 시스템(216) 내에 위치한 4극자 자석(도시안됨) 및 제 2 플라즈마 소스를 이용하는 잔류물 질량 분석을 가능하게 할 수 있다. 잔류물 가스 분석(RGA)에서, 배기물의 분자 성분은 잔류물의 양을 추적하기 위해 다시 분석된다. 따라서, 이러한 실시예에서, 감지되는 질량은 "핑거프린트"의 종류로서 기능하며 핑거프린트에 의해 상이한 타입의 잔류물이 확인될 수 있어, 제어기(204)가 감지된 특별한 타입의 잔류물을 제거하도록 적절한 세정 가스를 선택하는 것을 허용한다.

[0028] 또 다른 실시예에서, 잔류물 감지 센서(214)는 온도 센서를 포함할 수 있다. 잔류물 분자가 반응 종의 존재에서 해리될 때, 화학 반응은 통상적으로 발열 반응이고, 이는 잔류물이 특성 온도 곡선에 따라 형성되는 표면을 가열하는 경향이 있으며, 이는 잔류물이 제거되었는지를 나타낼 수 있다. 이온 소스 부품에 통상적으로 장착된 온도 센서가 온도에서의 추가 상승이 없는 것을 보여주며, 잔류물과 반응 세정 플라즈마 사이의 발열 화학 반응이 완료되고, 온도 센서의 데이터가 세정 프로세스를 중단하기 위해 이용될 수 있다.

- [0029] 이제부터 이온 주입 시스템의 소정의 예들이 논의되며, 소정의 양태에 따른 방법들(300, 400)을 보여주는 도 3 내지 도 4를 참조한다. 이러한 방법들이 일련의 작동(act) 또는 이벤트(event)로서 아래에서 설명하고 묘사되지만, 본 공개물은 이 같은 작동 또는 이벤트의 설명된 순서에 의해 제한되지 않는다. 예를 들면, 일부 작동은 여기서 설명되고 및/또는 묘사된 것들과 다른 작동 또는 이벤트와 상이한 순서 및/또는 동시에 발생할 수 있다. 게다가, 모든 작동이 설명되는 것이 요구되지 않으며, 여기서 설명된 하나 또는 둘 이상의 작동이 하나 또는 둘 이상의 개별 작동 또는 페이즈(phase)를 수행할 수 있다.
- [0030] 목표 주입 루틴이 선택될 때 도 3은 302에서 시작하는 방법(300)을 설명한다. 예를 들면, 목표 주입 루틴은 원하는 n-타입 도핑 프로파일, 원하는 p-타입 도핑 프로파일, 또는 예를 들면 탄소 주입과 같은 소정의 다른 타입의 주입을 전달할 수 있다.
- [0031] 제 1 타입의 주입 루틴이 선택되는 경우, 상기 방법은 304로 진행되고 하나 또는 둘 이상의 재공품이 분자 붕소 이온 비임으로 주입된다. 이러한 주입은 제 1 타입의 잔류물이 하나 또는 둘 이상의 이온 비임 부품을 축적하도록 할 수 있다.
- [0032] 306에서, 그 위에 제 1 타입의 잔류물을 가지는 분자 비임 부품은 제 1 잔광(또는 제 1 세정 플라즈마)에 노출되며, 이는 잔류물의 제거를 용이하게 하도록 반응 해리 원자 불소 래티컬을 포함한다. 소정의 예들에서, 제 1 잔광으로 상승되는 제 1 세정 플라즈마가 탄화불소 및/또는 하이드로-탄화불소 가스를 포함하는 가스 혼합물을 이용함으로써 발생될 수 있다.
- [0033] 308에서, 제 1 잔광(제 1 세정 플라즈마)이 제 1의 미리결정된 조건이 충족되었는지를 기초로 하여 선택적으로 종결된다. 제 1의 미리결정된 조건은 잔류물의 제거의 정도를 표시한다. 예를 들면, 일 실시예에서, 제 1 상태는 노출의 시작 시간으로부터 제 1 잔광(afterglow)으로 측정된 바와 같이 종료되었는지 여부에 관한 것이다. 또 다른 실시예에서, 제 1 상태는 바람직하게는 배기 라인에서, 이에 제한되지 않음, 위치되는 보조 플라즈마 소스를 이용하여 광학 분광 분석은 제 1 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 완전히 제거되었는지를 표시하는지 여부에 관한 것이다. 또 다른 실시예에서, 제 1 상태는 제 1 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물이 완전히 제거되었는지를 잔류물 가스 질량 분석이 표시하는지에 관한 것이다. 또 다른 실시예에서, 제 1 상태는 제 1 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 완전히 제거되었는지를 온도 측정이 표시하는지에 관한 것이다. 제 1 상태가 또한 이러한 및 다른 실시예들에서 잔류물의 완전한 제거 미만에 관한 것을 표시한다.
- [0034] 310에서, 상기 방법은 또 다른 주입이 요구되는지를 결정한다. 그런 경우, 상기 방법은 302로 복귀되고 이전의 주입된 바와 같이 동일하거나 상이한 재공품 상에서 수행되도록 또 다른 주입 루틴을 선택한다.
- [0035] 제 2 주입 루틴을 취하는 것이 302, 312에서 선택되고 또는 더 많은 재공품이 분자 탄소 비임으로 주입된다. 이는 이온 비임 부품 상에 제 2 잔류물을 형성한다.
- [0036] 314에서, 이온 비임 부품은 예를 들면 분자 탄소 주입 동안 형성된 제 2 잔류물의 제거를 용이하게 하도록 반응 해리 원자 산소 래티컬을 포함하는 제 2 잔광(또는 제 2 세정 플라즈마)에 노출된다.
- [0037] 316에서, 제 2 잔광(또는 제 2 세정 플라즈마)에 대한 노출은 제 2 미리결정된 상태가 제 2 잔류물의 제거의 정도를 표시하는, 제 2 미리결정된 상태가 충족되었는지를 기초로 선택적으로 종료된다. 예를 들면, 일 실시예에서, 제 2 상태는 미리결정된 시간이 노출의 시작 시간으로부터 제 2 잔광으로 측정된 바와 같이 완료되었는지에 관련된다. 다른 실시예에서, 제 2 상태는 제 2 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 완전히 제거하는지를 보조 플라즈마 소스를 이용하여 광학 분광 분석이 표시하는지 여부에 관련된다. 또 다른 실시예에서,

제 2 상태는 제 2 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 완전히 제거하였는지 여부를 잔류 가스 질량 분석이 표시하는지 여부에 관련된다. 또 다른 실시예에서, 제 2 상태는 제 2 잔광이 이온 소스 부품으로부터 잔류물을 완전히 제거하였는지 여부를 온도 측정이 표시하는지 여부에 관한 것이다. 제 2 상태가 또한 이러한 및 다른 실시예들에서 잔류물의 완전한 제거 미만에 관한 것임에 주목한다.

[0038] 비록 도 3에 명확히 되지 않았지만, 부가의 상이한 종류의 잔광 또는 세정 플라즈마로 다른 노출은 이온 소스 부품 상에 남아 있는 임의의 잔류물을 추가로 제거하도록 수행될 수 있다. 각각의 노출은 이온 소스 부품으로부터 상이한 타입의 잔류물을 제거하기 위해 테일러링(tailor)될 수 있어, 잔류물 축적을 감소시켜 확실한 주입 작동이 달성될 수 있다.

[0039] 도 4는 소정의 실시예들에 따른 또 다른 방법(400)을 보여준다. 상기 방법(400)은 제 1 분자 비임이 제 1 분자 종을 포함하는, 제 1 분자 비임이 발생될 때, 402에서 시작한다. 설명을 위해, 방법(400)의 나머지 작동이 제 1 분자 종이 붕소이지만 다른 분자 종이 또한 사용될 수 있는 주입에 대해 아래에서 설명된다.

[0040] 404에서, 제 1 분자 비임은 비임 경로를 따라 제공되며, 이는 제 1 잔류물이 분자 비임 부품 상에 축적을 일으킨다.

[0041] 406에서, 분자 비임 부품은 제 1 잔류물의 제거를 용이하게 하도록 제 1 세정 플라즈마로 노출된다. 여기에서 설명된 예시적 실시예에서, 제 1 세정 플라즈마는 예를 들면 탄화불소 또는 하이드로-탄화불소로부터 발생될 수 있는 불소 이온 및/또는 불소 래디컬을 포함한다.

[0042] 408에서, 제 1 세정 플라즈마로 노출은 제 1 미리결정된 상태가 충족되는지 여부를 기초로 하여 선택적으로 종료된다. 예를 들면, 제 1 상태가 시간, 스펙트로그래픽 광학 분석, 잔류물 가스 질량 분석, 또는 온도 분석에 관련될 수 있다.

[0043] 410에서, 제 2 분자 종을 포함하는 제 2 분자 이온 비임이 발생된다. 여기서 설명된 예에서, 제 2 분자 종은 하나의 비-제한적인 예인 탄소로서 설명된다.

[0044] 412에서, 제 2 분자 이온 비임은 비임 경로를 따라 제공되어 제 2 잔류물이 분자 비임 부품 상의 축적을 일으킨다.

[0045] 414에서, 분자 비임 부품은 제 2 잔류물의 제거를 용이하게 하도록 제 1 세정 플라즈마와 상이한 제 2 세정 플라즈마로 선택적으로 노출된다. 여기에서 설명된 예에서, 제 2 세정 플라즈마는 비-제한적 예인 산소를 포함한다.

[0046] 416에서, 제 2 세정 플라즈마로 노출은 제 2의 미리결정된 상태가 충족되었는지 여부를 기초로 하여 선택적으로 종료된다. 예를 들면, 제 2 상태가 시간 스펙트로그래픽 광학 분석, 잔류물 가스 질량 분석, 또는 온도 분석에 관련될 수 있다.

[0047] 비록 도 4에 명확하게 도시되지 않았지만, 다른 타입의 이온 비임이 발생될 수 있으며, 다른 타입의 잔류물 축적을 유발한다. 또한, 다른, 상이한 종류의 플라즈마로 노출은 이온 소스 부품 상에 형성된 임의의 잔류물을 추가로 제거하기 위해 수행될 수 있다. 소정의 실시예에서, 각각의 노출은 이온 소스 부품으로부터 상이한 타

입의 잔류물을 제거하도록 테일러링될 수 있어, 잔류물 축적을 감소시켜 확실한 작동이 달성될 수 있다.

- [0048] 종종, 도 4에 도시된 방법은 비임 흐름이 유지될 수 있는 한, 웨이퍼의 배치(또는 다중 배치들)가 제 1 및/또는 제 2 종으로 실시된 후, 수행된다. 소정의 실시예들에서, 제 1 및 제 2 세정 프로세스(제 1 종 뿐만 아니라 제 2 종에 대해)는 미리결정된 유지 스케줄(예를 들면 설정된 개수의 웨이퍼가 주입된 후)에서 연속 방식으로 적용될 수 있다. 세정 프로세스가 임의의 잔류물이 원하는 방식으로 제거되는 것을 보장하기 위해 수 회 교대로 수행될 수 있는 것이 가능하다.
- [0049] 도 5 및 도 6은 소정의 실시예들에 따라 사용될 수 있는 이온 소스(500)의 일 실시예를 보여준다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 이온 소스(500)가 잔류물이 축적되기 쉬운(예를 들면 통공(520) 상에) 단지 하나의 타입의 이온 소스로서 설명 목적을 위해 제공되고 이온 소스의 모든 양태, 부품 및 특징을 포함하는 것을 의도하지 않는다. 대신, 예시적인 이온 소스(500)는 소정의 실시예들과 관련하여 사용될 수 있는 하나의 타입의 이온 소스의 추가의 이해를 용이하게 하도록 설명된다.
- [0050] 이온 소스(500)는 제 2 플라즈마 챔버(516)에 인접하게 위치된 제 1 플라즈마 챔버(502)를 포함한다. 제 1 플라즈마 챔버(502)는 가스 소스 공급 라인(506)을 포함하고 제 1 소스 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 플라즈마 발생 부품(504)으로 구성된다. 가스 공급 라인은 선택적으로 도펀트 가스(예를 들면, 도 2의 제 1 및/또는 제 2 도펀트 가스 공급원(206, 208))을 선택적으로 운반한다. 제 2 세정-플라즈마-소스로부터 플라즈마(예를 들면, 도 2의 제 1 및/또는 제 2 세정 가스 공급원(도 2의 210, 212))으로부터 공급되는 가스를 사용하는)가 가스/잔광 라인(518)을 통하여 제 1 플라즈마 챔버(502)로 운반된다.
- [0051] 플라즈마 발생 부품(504)은 도 6에 도시된 바와 같이, 캐소드(508)/아노드(510) 조합을 포함할 수 있다. 대안적으로, 플라즈마 발생 부품(504)은 가스 이온화 존 내로 이온화 에너지를 전달하도록 가스 제한 챔버 내에서 직접 장착된 무선 주파수 안내 세그먼트를 가지는 지지된 RF 유도 코일 안테나를 포함할 수 있다.
- [0052] 제 1, 또는 전자 소스, 플라즈마 챔버(502)는 이온 주입 시스템의 고 진공 구역, 즉 제 1 플라즈마 챔버(502) 내의 소스 가스의 압력 보다 매우 낮은 압력의 영역으로 통로를 형성하는 통공(512)을 형성한다.
- [0053] 전자 소스 플라즈마 챔버(502)는 또한 전자 소스 플라즈마 챔버(502)로부터 전자를 추출하기 위한 추출 통공을 형성하는 통공(514)을 형성한다. 바람직한 일 실시예에서, 추출 통공(514)은 그 안에 통공(514)이 형성된, 도 6에 도시된 바와 같은 대체가능한 아노드 요소(510)의 형태로 제공된다. 이와 같이, 전자 소스 플라즈마 챔버(502)가 소위 비-반사 모드로 플라즈마로부터 전자를 끌어당기기 위한 양으로 바이어싱된 전극(519)(캐소드(508)에 대해)을 가지도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 전극(519)은 소위 반사 모드로 전자가 전자 소스 플라즈마 챔버(502) 내로 역으로 반발하도록 하는 캐소드(508)에 대해 음으로 바이어싱될 수 있다. 이러한 반사 모드 구성은 전극(519)이 독립 바이어싱 및 전기적 절연과 함께, 플라즈마 챔버 벽의 적절한 바이어싱을 요구한다.
- [0054] 앞에서 설명된 바와 같이, 이온 소스(500)는 또한 제 2, 또는 이온 소스 챔버(516)를 포함한다. 제 2 이온 소스 플라즈마 챔버(516)는 소스 가스를 이온 소스 플라즈마 챔버(516) 내로 도입하기 위한 제 2 가스 소스 공급 라인(518)을 포함하며 전극 소스 플라즈마 챔버(502)로부터 전자를 수용하도록 추가로 구성되어, 전극과 제 2 소스 가스 사이의 충돌을 경유하여 그 안에 플라즈마를 형성한다. 제 2 가스 공급 소스 라인(518)은 도펀트 가스(예를 들면, 도 2의 제 1 및/또는 제 2 도펀트 가스 공급원(206, 208)) 및/또는 세정 플라즈마를 제 2 세정-플라즈마 소스(예를 들면, 도 2의 제 1 및/또는 제 2 세정 가스 공급원(210, 212))으로부터 가스를 사용하는)로부터 제 2 플라즈마 챔버(516)로 선택적으로 운반한다.

- [0055] 제 2의, 또는 이온 소스, 플라즈마 챔버(516)는 제 1 플라즈마 챔버(502)로부터 추출된 전자를 제 2 플라즈마 챔버(516)로 이동하는 것을 허용하기 위해 그 사이에 통로를 형성하는, 제 1 플라즈마 챔버(502)의 추출 통공(514)과 정렬되는 통공(517)을 형성한다. 바람직하게는, 이온 소스 플라즈마 챔버(516)는 이온 플라즈마를 생성하도록 전자와 가스 모듈 사이에 원하는 충돌을 생성하도록 소위 비-반사 모드로 이온 소스 플라즈마 챔버(516) 내로 주입되는 전자를 끌어당기기 위한 양으로 바이어싱된 전극(519)을 가지도록 구성된다. 대안적으로, 전극(519)은 소위 반사 모드로 전자가 이온 소스 플라즈마 챔버(516) 내로 역으로 반발하도록 음으로 바이어싱될 수 있다.
- [0056] 추출 통공(520)은 주입을 위한 이온 비임의 형성을 위한 이온을 추출하도록 제 2 플라즈마 챔버(516)에 구성된다.
- [0057] 일 실시예에서, 제 2 플라즈마 챔버(516)는 외부 바이어스 파워 공급원(515)(도 6)을 이용하는 제 1 플라즈마 챔버(502)에 대해 양으로 바이어싱된다. 전자는 따라서 전자 소스 플라즈마 챔버(502)로부터 추출되어 이온 소스 플라즈마 챔버(516) 내로 주입되며, 여기서 전자 소스 플라즈마 챔버(502)에 의해 제공된 전자와 제 2 가스 공급 라인(518)을 경유하여 제 2 플라즈마 챔버(516)로 공급되는 공급 가스 사이에 제 2 플라즈마 챔버(516)에서 충돌이 유도되어 플라즈마를 생성하도록 한다.
- [0058] 제 1 플라즈마 챔버(502) 및 제 2 플라즈마 챔버(516)가 3개의 개방 경계부; 가스 유입구(예를 들면, 제 1 가스 공급원 유입구(522) 및 제 2 가스 공급원 유입구(524)), 고 진공 영역에 대한 개방(예를 들면, 펌핑 통공(512) 및 추출 통공(520)) 및 제 1 및 제 2 플라즈마 챔버들(502 및 504) 각각 사이에 공통 통로를 형성하는 공통 경계 통공(514 및 517)을 가질 수 있다.
- [0059] 두 개의 플라즈마 챔버(502, 516)는 또한 도면 부호 "530"에 의해 설명된, 표준 엑셀리스 소스 자석에 의해 제공된, 추출 통공을 따라 지향된 자기장을 공유한다. 이온화 프로세스(및 이 경우 전자 발생 프로세스)가 플라즈마 발생 챔버에서 수직 자기장을 유도함으로써 더욱 효율적이 되는 것이 널리 알려져 있다. 이와 같이, 일 실시예에서 전자석 부재(530)는 바람직하게는 이들 사이의 공유된 경계의 축선을 따라, 제 1 및 제 2 플라즈마 챔버(502 및 516)의 외부에 위치된다. 이러한 전자석 요소(530)는 이온화 프로세스의 효율을 개선하도록 전자를 포획하는 자기장을 유도한다.
- [0060] 도 7은 세정 플라즈마가 가스 공급 소스 라인(518) 내에 위치되는 보조 플라즈마 소스(702) 내에 실제로 발생된다. 이러한 실시예에서, 반응 가스(예를 들면, 도 2의 가스 세정 공급원(210, 212))는 소정의 길이의 가스 공급 소스 라인(518)(예를 들면, 개략적으로 2 미터)에 전달된다. 이러한 실시예에서, 가스 공급 소스 라인(518)은 제 1 및 제 2 전도성 도관(706, 708) 사이로 각각 측방향으로 커플링되는 유전체 도관(704)을 포함한다. 제 1 전도성 도관(706)은 가스 공급 라인으로서 지칭될 수 있으며, 반면 제 2 전도성 도관(708)은 잔광 공급 라인으로서 지칭될 수 있다. 소정의 실시예에서, 전도성 도관(706, 708)은 사파이어(불소 적합성)를 포함할 수 있고 전도성 도관(704)은 금속을 포함할 수 있다. 유도성 코일(710)이 또한 통공(524) 바로 근처에 가스 공급 소스 라인(518) 둘레에 감싸진다. 정합 네트워크(714)를 경유하여 유도성 코일(710)로 커플링되는 RF 전원(712)이 작동될 때, 고 농축 플라즈마는 가스 공급 소스 라인(518) 내의 구역(716) 내에 발생된다. 따라서, 플라즈마는 반응성 종이 잔류물을 세정하기 위해 사용되도록 하는 제 1 및/또는 제 2 챔버(502, 516)로 매우 근접하게 발생된다. 비록 도 7이 RF 코일(710)을 포함하는 일 실시예를 보여주지만, 다른 실시예는 개구(524)에 근접한 마이크로파 소스 또는 다른 플라즈마 발생 부품을 이용할 수 있다.
- [0061] 도 7의 구성은 보조 플라즈마 소스가 가스/잔광 소스 공급 라인(518)의 먼 단부에 위치한 이전의 실시예에 대해 유용하다. 플라즈마가 가스/잔광 소스 공급 라인(518)의 먼 단부에 발생될 때(예를 들면, 종종 이온 소스로부터

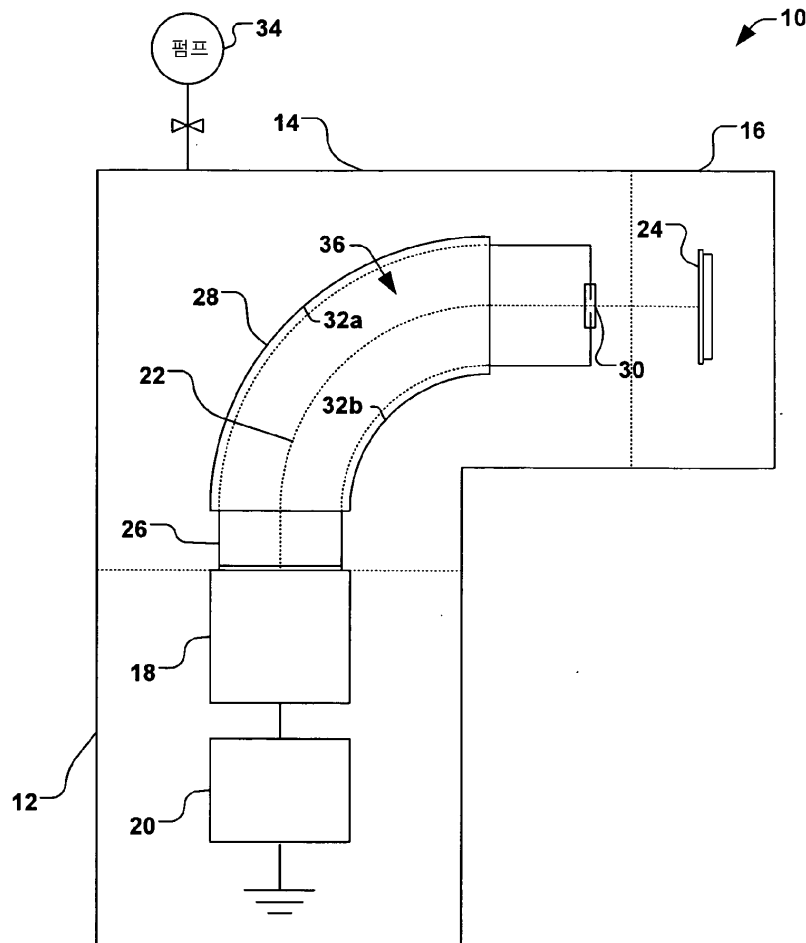
터 약 2미터), 가스/잔광 공급 소스 라인(518)의 벽 상의 컨덕턴스 및 표면 재조합 손실은 플라즈마 소스에 발생하는 반응 가스 종의 상당한 퍼센티지의 손실을 일으킨다. 따라서, 가스 공급 소스 라인(518) 내에 플라즈마 발생 부품을 포함함으로써, 도 7의 배치는 더 많은 반응 가스 분자가 이온 소스로 효과적으로 분산하는 것을 보장하도록 하여 이온 소스 내의 부품들로부터 잔류물의 효과적인 세정을 촉진하도록 하는 것을 돕는다. 당연한 결과로서, 소스 부품(516 및 502)에 매우 근접하게 세정 플라즈마를 발생하는 것은 세정 가스의 대 유동을 요구하지 않음으로써 또는 RF 전력 사용량을 상당히 감소시킴으로써 효율을 개선할 수 있다.

[0062]

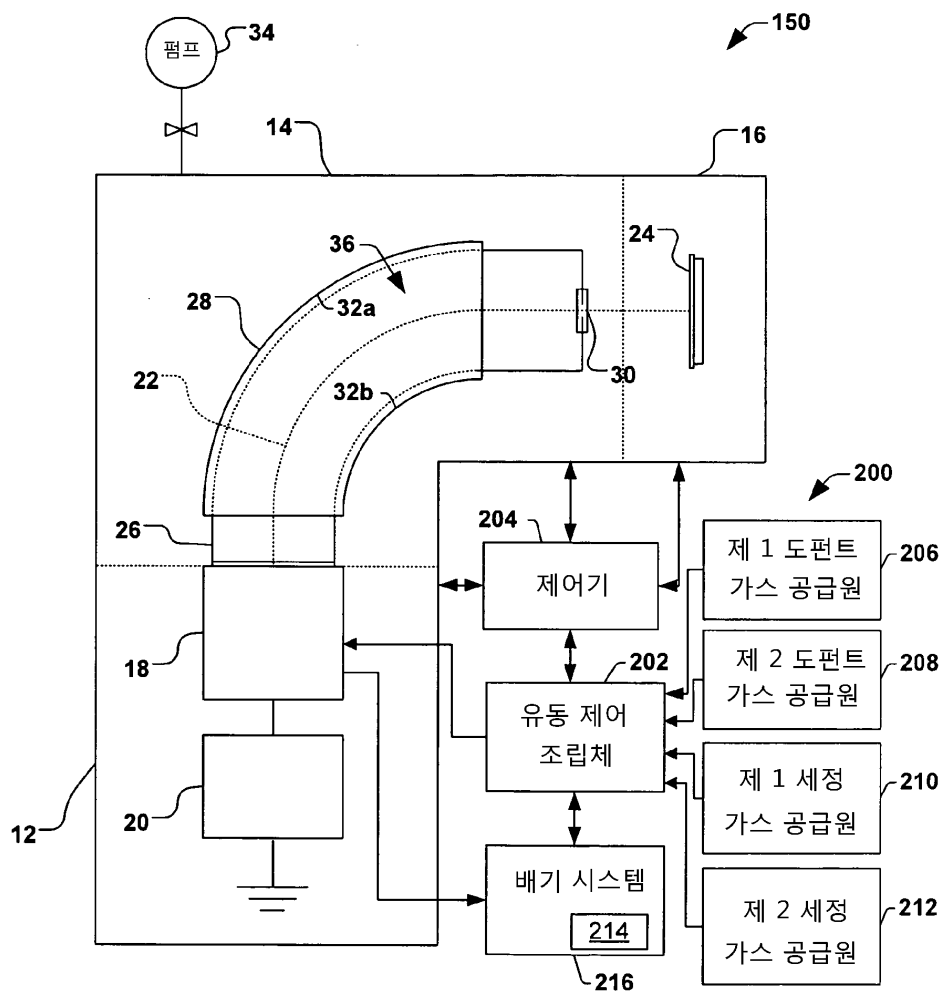
비록 본 발명이 하나 또는 둘 이상의 실시예에 대해 설명되고 도시되었지만, 개조 및/또는 변형은 첨부된 청구범위의 사상 및 범위로부터 이탈하지 않고 설명된 예들로 이루어질 수 있다. 특히, 상술된 부품들 또는 구조들(블록, 유닛, 엔진, 조립체, 장치, 회로, 시스템, 등)에 의해 수행된 다양한 기능에 대해, 이 같은 부품들을 설명하기 위해 이용된 용어("수단"에 대한 참조를 포함하여)는 비록 본 발명의 여기서 설명된 예시적인 실시예에서 기능을 수행하는 공개된 구조와 구조적으로 균일하지 않지만, 그렇지 않은 경우 표시되는 설명된 부품의 특정 기능(예를 들면 기능적으로 균등한)을 수행하는 임의의 부품 또는 구조에 대응한다. 또한, 본 발명의 특정 피처가 수 개의 실시들 중 단지 하나에 대해 설명되었지만, 이 같은 피처는 임의의 주어진 또는 특별한 적용에 대해 원하고 유용할 수 있는 바와 같이 다른 실시의 하나 또는 둘 이상의 다른 피처와 조합될 수 있다. 더욱이, 용어 "포함하는"("including", "includes"), "가지는"("having", "has"), "구비하는"("with") 또는 이들의 변형은 또한 상세한 설명 및 청구범위에서 사용되며, 이 같은 용어는 용어 "포함하는"("comprising")과 유사한 방식으로 포함하는 것으로 의도된다.

도면

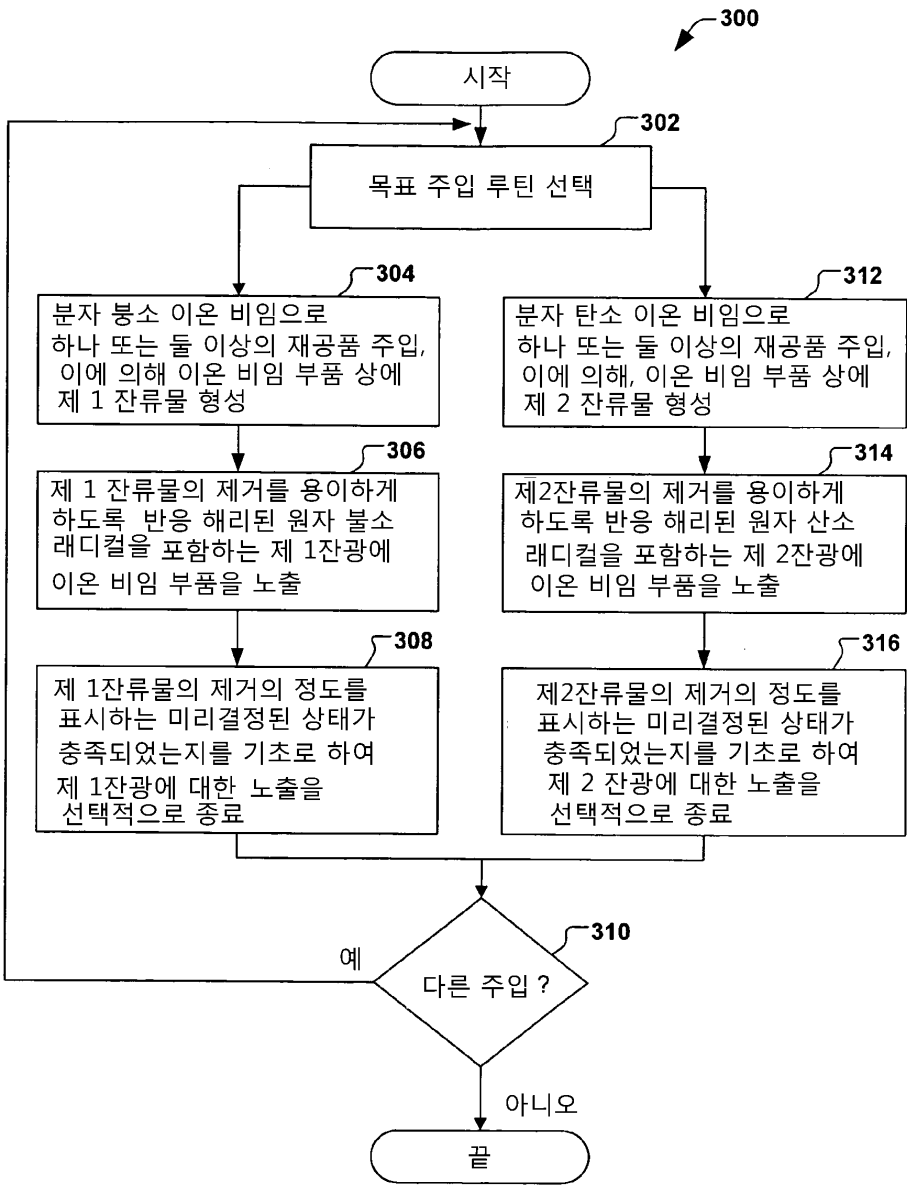
도면1



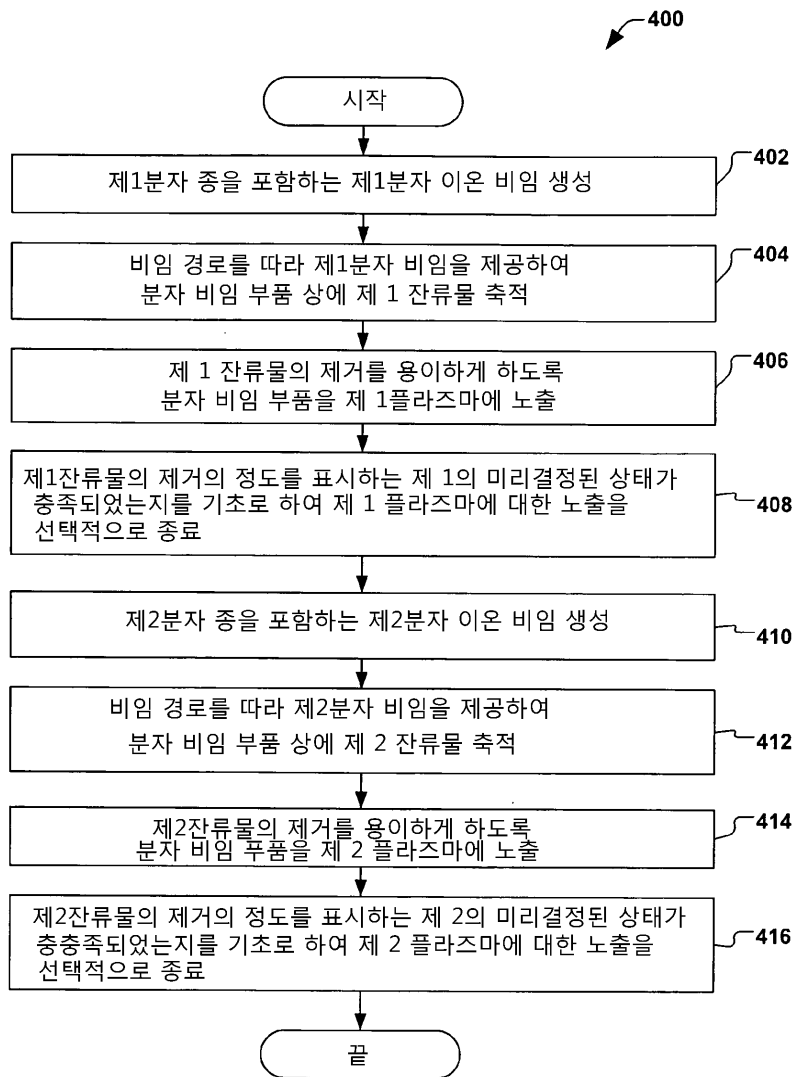
도면2



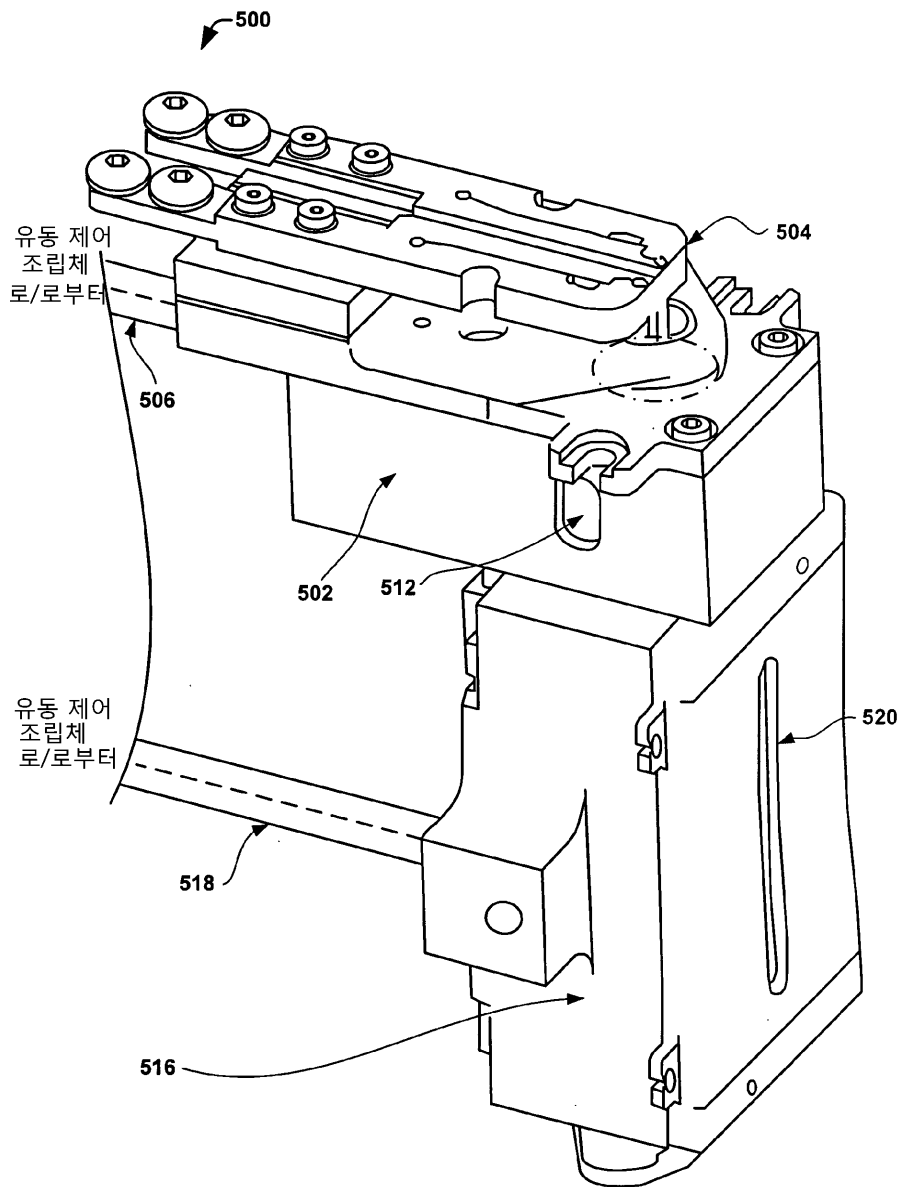
도면3



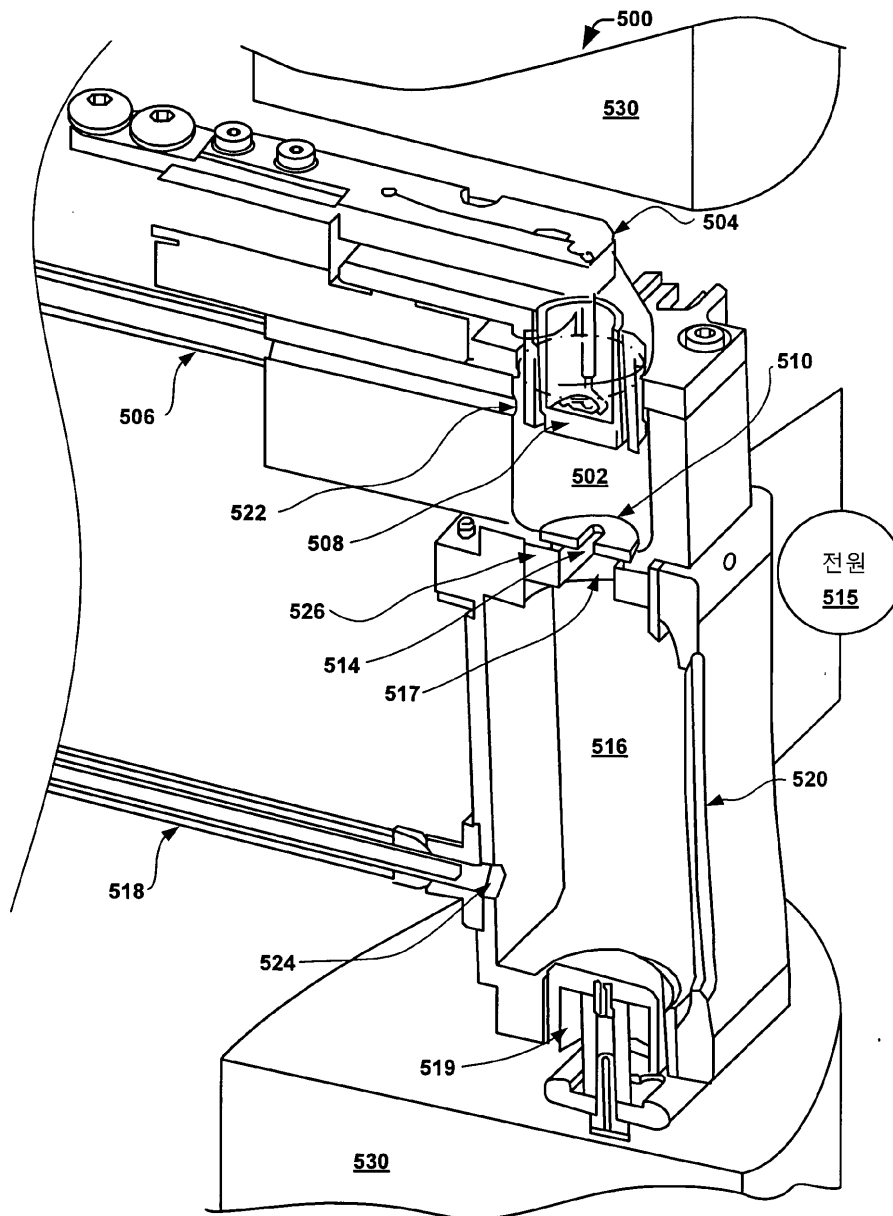
도면4



도면5



도면6



도면7

