



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월01일  
(11) 등록번호 10-0960791  
(24) 등록일자 2010년05월24일

(51) Int. Cl.

*H01L 21/265* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0046722  
(22) 출원일자 2003년07월10일  
심사청구일자 2008년02월20일  
(65) 공개번호 10-2004-0007305  
(43) 공개일자 2004년01월24일

(30) 우선권주장

JP-P-2002-00202483 2002년07월11일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP09115851 A\*

KR1020010033787 A

KR1019970067610 A

JP09190986 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

파나소닉 주식회사

일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006  
반지

(72) 발명자

오큐무라도모히로

일본오오사카후가도마시스에히로쵸13-13-201

나카야마이치로

일본오오사카후가도마시스에히로쵸13-17

미즈노분지

일본나라켄이코마시기타야마토2-31-15

(74) 대리인

김기종, 서장찬, 최재철

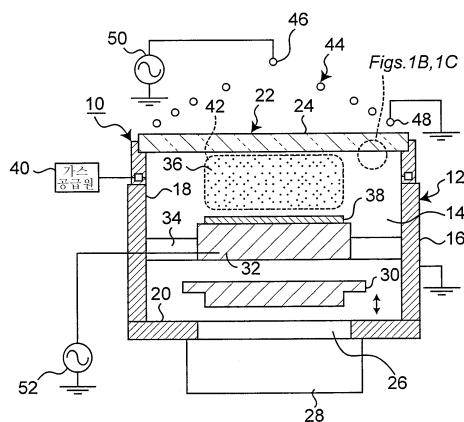
전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 설관식

(54) 플라즈마 도핑 장치

**(57) 요 약**

본 발명의 도핑(doping) 장치는, 내부에 챔버(chamber)를 형성하는 진공 용기를 구비하고 있다. 상기 용기는, 유전(誘電) 재료로 제조되고 또한 챔버 내에 설치되어서, 기판에 도핑되는 불순물을 포함하는 부분을 구비하고 있다. 또한, 상기 용기의 상기 부분을 통해서 전계(電界)를 형성함으로써 챔버 내에 플라즈마를 생성하는 플라즈마 소스(plasma source)가 설치되어 있다. 이러한 장치에 의해서, 플라즈마 내의 이온이 상기 용기의 상기 부분에 충돌하여, 상기 용기의 상기 부분으로부터 챔버 내로 불순물을 공급한다.

**대 표 도** - 도1a

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

플라즈마 도핑 장치에 있어서,

내부에 챔버를 형성하고, 유전 재료로 제조된 부분을 구비하고, 또한 상기 부분이 상기 챔버 내에 설치된 기판에 도핑될 불순물을 함유하고 있는 진공 용기와,

상기 용기의 상기 부분을 통해서 전계(電界)를 형성함으로써 챔버 내에 플라즈마를 생성하여, 플라즈마 내의 이온을 상기 용기의 상기 부분에 충돌하게 하여 상기 용기의 상기 부분으로부터 챔버 내로 불순물을 인출하는 플라즈마 소스(plasma source)를 포함하고 있으며,

상기 유전 재료로 제조된 부분은, 상기 진공 용기의 상부로서 상기 이온이 주입되는 기판을 지지하는 전극에 대향하는 부분이며,

상기 유전 재료로 제조된 부분의 근처에 배치된 코일 또는 안테나에 고주파 전력을 공급함으로써, 상기 진공 용기의 상기 챔버 내에 플라즈마가 형성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 용기의 상기 부분의 표면 위에 불순물이 증착되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용기의 상기 부분의 내부에 불순물이 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 플라즈마 소스는, 코일 또는 안테나와, 상기 코일 또는 안테나의 일단(一端)에 고주파 전력을 인가함으로써 챔버 내에 플라즈마를 생성하는 전력 소스(power source)를 구비하고, 상기 전력 소스는, 제1주파수(f1)를 갖는 제1전력을 공급하는 제1전원과, 제2주파수(f2)를 갖는 제2전력을 공급하는 제2전원을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 코일 또는 안테나의 타단(他端)은 접지되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 플라즈마 소스는, 코일 또는 안테나와, 상기 코일 또는 안테나에 제1고주파 전력을 인가함으로써 챔버 내에 플라즈마를 생성하는 제1전원과, 상기 코일 또는 안테나와 상기 용기의 상기 부분과의 사이에 설치된 바이어싱 전극, 및 상기 바이어싱 전극에 제2고주파 전력을 인가하는 제2전원을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 도핑 장치.

### 청구항 7

제1항의 플라즈마 도핑 장치에 의해서 불순물이 도핑된 기판의 일부 또는 전부를 포함하는 디바이스(device).

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0032] (관련 특허 출원)

[0033] 본 발명은 2002년 7월 11일 일본국에서 출원된 특허 출원 번호 제2002-202483호의 권리를 주장하며, 그 전체의 개시 내용은 여기에 참조로서 포함된다.

[0034] 본 발명은 플라즈마 도핑, 또는 플라즈마 이온 주입 기술을 이용하여 반도체 기판 등의 기판에 불순물 이온을 도핑하는 장치에 관한 것이다.

[0035] 도 11은 종래의 플라즈마 도핑 장치를 나타내며, 참조 번호 200으로서 표시되어 있다. 상기 장치는, 내부에 진공 챔버(204)를 형성하는 용기(202)를 구비하고 있으며, 상기 챔버(204) 내에는 기판(208)을 지지하는 전극 또는 테이블(206)이 설치되어 있다. 용기(202)는,  $B_2H_6$  등 도핑 가스를 공급하는 가스 공급 장치(210)와, 상기 챔버(204) 내에 진공을 형성하는 진공 펌프(212)에 모두 연결되어 있다. 또한, 용기(202)에는, 윈도(window)(216)를 통하여 챔버 내에 마이크로파를 방사(放射)하는 마이크로파 도파관(214), 및 마이크로파의 방향을 기판(208)으로 향하게 하는 자기(磁氣) 장치(218)가 설치되어 있다. 윈도(216)는 실리콘 유리 등 유전 재료로 구성되어 있다. 또한, 테이블(206)은, 커페시터(220)를 통해서, 테이블(206)의 전압을 제어함으로써 기판에 도핑되는 불순물의 양을 제어하는 고주파 전원(222)에 접속되어 있다. 동작 시에, 도핑 가스가 챔버(204) 내에 공급되고, 여기서 마이크로파 및 DC 자계(磁界) 간의 상호 작용에 의해 이온화되어서 마이크로파 플라즈마, 즉, 사이클로트론 공명 플라즈마(cyclotron resonance plasma)(224)를 형성한다. 이어서, 이온화된 붕소(boron)가 전원(電源)(222)의 작용에 의해서 기판(208)의 표면에 주입된다. 다음으로, 예를 들어, 기판(208)은 도핑된 표면 위에, 금속 배선층이 형성된다. 또한, 금속 배선층 위에 얇은 산화막층을 생성한다. 최종적으로, CVD 등 종래의 증착 기술에 의해서 게이트 전극이 형성되어서 MOS 트랜지스터가 생성된다.

[0036] 그러나, 실리콘 기판 등의 기판에 부가될 때 전기적 작용을 나타내는 붕소를 포함하는  $B_2H_6$  등의 도핑 가스는 독성 물질인 것으로 알려져 있다. 또한, 플라즈마 도핑에 의하면, 도핑 가스 중의 모든 물질이 기판에 도핑된다. 예를 들어,  $B_2H_6$ 의 경우에, 붕소만이 유효 물질이지만, 붕소 이온뿐만 아니라 수소 이온도 기판에 도핑된다. 그러면, 도핑된 수소 이온은, 에피택시얼(epitaxial) 성장 공정 등 이후의 열처리에서 기판에 격자 결함을 발생시킬 수 있다.

[0037] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 일본국 특개평9-115851호 공보에 또 다른 도핑 장치가 제안되어 있고, 이 장치를 도 12에 나타낸다. 참조 번호 230으로서 표시된 상기 도핑 장치는, 챔버(204) 내에 설치된, 불순물을 포함하는 블록(232)을 구비하고 있다. 상기 블록(232)은 커페시터(236)를 통하여 고주파 전원(238)에 전기적으로 접속된 고정 지지대(234)에 의해서 지지되어 있다. 상기 구성으로써, 가스 공급 장치(210)로부터 공급된 아르곤 등의 가스가 이온화되어서 플라즈마 이온을 형성하고, 이어서 이 이온이 상기 블록에 충돌하여 블록으로부터, 기판에 이온 주입을 하기 위한 불순물 이온을 끌어낸다. 이 장치는 도 11의 이전 장치의 결점을 확실하게 제거하지만, 지지대(234)를 포함하는 추가적인 구조물로 인하여 장치의 체적이 커지게 된다. 또한, 블록(232)과 기판(208)의 비대칭적인 구성으로 인하여 블록(232)으로부터 인출된 불순물 이온이 기판에 불균일하게 주입된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0038] 따라서, 본 발명의 목적은, 불순물을 기판에 균일하게 도핑할 수 있는, 개선된 플라즈마 도핑 장치를 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

[0039] 본 발명의 플라즈마 도핑 장치에 의하면, 내부에 챔버를 형성하는 진공 용기를 구비하고 있다. 상기 용기는, 챔버 내에 설치되어서, 기판에 도핑되는 불순물을 함유하는 부분을 구비하고 있다. 또한 상기 장치에는, 상기 챔버의 상기 부분을 통하여 전계를 형성함으로써 상기 챔버 내에 플라즈마를 생성하는 플라즈마 발생기가 설치되어 있고, 이 장치는 플라즈마 내의 이온을 상기 용기의 상기 부분에 충돌시켜 상기 용기의 상기 부분에서 챔버 내로 불순물을 인출시킨다.

[0040] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 플라즈마 도핑 방법 및 장치의 각종 실시예를 설명한다.

[0041] 도 1a를 참조하면, 참조 번호 10으로서 표시된, 본 발명에 의한 플라즈마 도핑 장치가 도시되어 있다. 상기 도핑 장치(10)는 내부에 챔버(14)를 형성하는 용기(12)를 구비하고 있다. 상기 용기(12)는, 용기(12)의 측벽(側壁)(18)과 저벽(底壁)(20)을 형성하는 제1부분(16), 및 용기(12)의 상벽(上壁)을 형성하고 제1부분(16)

에 착탈(着脫) 가능하게 부착된 제2부분(22)을 구비하고 있다. 용기(12)의 제1부분(16)은, 알루미늄 및 스테인리스강 등 도전성 재료로 제조되어 있으며, 전기적으로 접지(接地)되어 있다. 용기(12)의 제2부분(22), 즉, 상벽(24)은, 실리콘, 실리카 유리, 실리콘 질화물 등 유전 재료로 제조되어 있으며, 이것을 통하여 챔버(14) 내에 고주파 전계(電界)가 유도된다. 저벽(20)에는, 터보 분자 펌프(turbo molecular pump) 등의 진공 펌프(28)와 유체가 통하게 연결되는 개구(26)가 형성되어 있다. 챔버(14)에는, 개구(26)에 인접해서, 도시되어 있지 않은 승강 장치에 의해서 지지되는 밸브 부재(30)가 설치되어 있고, 상기 밸브 부재(30)를 승강시킴으로써 개구(26)의 개구 비율 및 이에 따르는 챔버(12) 내의 진공도가 0.04Pa 등 소정의 양으로 제어된다.

[0042] 특히, 도 1b에 가장 잘 도시되어 있는 바와 같이, 챔버(14) 일부분을 형성하는 상벽(24)의 하측 면 부분은, 봉소 등, 이온 주입 불순물로 이루어진 층(25A)을 포함하고 있다. 상기 봉소층의 두께는 약 10~100 $\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다. 하한치는 주파수 변경을 고려하여 결정하고, 또한 상한치는 상기 층의 박리(剝離)를 고려하여 결정하는 것이 유리하다. 또 다른 방법으로는, 도 1c에 나타내는 바와 같이, 봉소(25B)를 상벽(24)의 내부에 함유시킬 수도 있다. 이 경우에, 봉소는 상기 벽(24)의 제조 과정에서 혼합된다. 예를 들어, 상벽을 실리카 유리로 제조할 경우에, 용융 실리카에 분말 봉소를 균등하게 첨가한다. 한편, 상벽을 세라믹 재료로 제조할 경우, 소결(燒結) 전에 봉소를 세라믹 재료와 혼합한다.

[0043] 또한, 챔버(14)에는, 테이블(32)이 설치되어 있다. 상기 테이블(32)은, 복수의 지지대(34)에 의해서 챔버(14)의 중앙에, 유전체 상벽(24)으로부터 소정의 거리만큼 간격을 두고 지지되어서, 플라즈마 형성을 위한 소정의 체적 인 공간(36)을 형성한다. 또한, 상기 테이블(32)은, 소정의 이온이 주입되는 실리콘 플레이트 등 기판(38)을 지지하는 평탄한 상측 면을 구비하고 있다.

[0044] 챔버(14)에는, 플라즈마 가스 공급원(40)과 유체가 통하도록 연결되어서, 아르곤(Ar)을 포함하는 소정의 가스가 챔버(14) 내에 공급된다. 예를 들어, 아르곤의 양은 10sccm(standard cubic centimeters per minute)으로 제어된다.

[0045] 플라즈마 형성 공간(36)에, 플라즈마(42), 특히 유도 결합 플라즈마(ICP; Inductively Coupled Plasma)를 생성하기 위하여, 유전체 벽(24)의 상측이면서, 챔버(14)의 외측에, 나선상의 코일(44)이 원통형 용기(12)와 동축(同軸) 형상으로 배치되어 있다. 도면에 나타내는 바와 같이, 상기 코일(44)의 중앙 단부(46)는, 대향하는 주변 단부(48)보다 더 높게 배치되어서 상기 코일(44)의 외형이 원뿔 형상을 이루고 있다. 또한, 상기 코일(44)의 중앙 단부(46)는, 예를 들어, 13.56MHz의 고주파 전력을 인가할 수 있는 제1고주파 전원(50)에 접속되어 있다. 또 다른 한편, 상기 코일(44)의 주변 단부(48)는 지면에 접지되어 있다.

[0046] 또한, 테이블(32) 및 기판(38)에, 플라즈마(42)에 대하여 부(負)의 극성을 인가하기 위하여, 제2고주파 전원(52) 또는 전력 공급원이 테이블(32)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0047] 이렇게 구성된 플라즈마 도핑 장치(10)의 동작 시에, 기판(38)이 테이블(32)의 대향면과 사실상 완전 표면 접촉을 이루도록 상기 테이블(32) 위에 상기 기판(38)이 배치된다. 이러한 상태에서, 아르곤 가스가 플라즈마 가스 공급원(40)으로부터 챔버(14) 내로 공급된다. 또한, 상기 챔버(14)는 펌프(28)에 의해서 진공으로 되며, 밸브 부재(30)의 상향 이동 및/또는 하향 이동에 의해서, 개구(26)의 개구 비율을 조절함으로써 진공도를 조절한다. 또한, 테이블의 온도는 10°C로 유지한다. 상기 조건 하에서, 전원(50 및 52)으로부터 코일(44) 및 테이블(32)에 고주파 전력 500W 및 800W가 각각 인가된다. 따라서, 기판(38) 상부의 공간(36) 내에 플라즈마(42)가 생성된다. 이로 인하여, 플라즈마 내의 이온이 상벽(24)에 충돌하고, 이어서 상벽의 봉소층 또는 내부로부터 챔버(14) 내로 봉소 이온이 방출된다. 이어서, 챔버(14) 내의 봉소 이온은, 플라즈마(42)와 기판(38)과의 사이에 생성된 시스(sheath) 전압으로 인하여 기판의 표면에 주입되어서, 기판(38) 표면에 극히 얇은 봉소 이온 주입층을 형성한다.

[0048] 특히, 나선상의 코일(44)이 원뿔 형상으로 배치되어 있기 때문에, 그 중앙 단부(46)는 주변 단부(48)보다 상변(24)으로부터 더 많은 간격을 두고 있다. 이로 인하여, 봉소층(25A) 및 상벽(24)의 모든 부분에 사실상 균일한 고주파 전계가 인가되어서, 봉소 이온이 인출되어 사실상 균일하게 기판에 주입된다.

[0049] 도 2에 나타내는 바와 같이, 나선상 코일(44)은, 상기 코일(44)의 모든 부분이 상벽(24)으로부터 일정한 거리를 유지하도록, 상벽(24)에 평행하게 배치될 수도 있다. 이렇게 하면, 봉소층 또는 상벽의 중앙부로부터의 봉소 운반이 향상된다. 따라서, 이 경우에, 상벽(24)의 주변부는 중앙부보다 더욱 많은 봉소를 유지하여 상벽(24)의 모든 부분이 사실상 균일하게 봉소를 공급한다.

[0050] 도 3을 참조하면, 상벽(24)은 반원형 돔(dome) 부분(60)을 구비할 수도 있다. 본 실시예에서, 코일(62) 또는 안

테나가 반원형 돔 부분(60)을 둘러싸고 있다. 또한, 코일(62) 주위에는, 전원(66)에 접속되어 있는 자기 코일(magnetic coil)(64)이 설치되어서, 반원형 돔 부분(60)을 통과하여 기판으로 향하는 자계를 생성한다. 이로 인하여, 유도 결합 플라즈마보다 각각 밀도가 상승된 헬리콘 파동 플라즈마(helicon wave plasma) 또는 자기 중성 루프 플라즈마(magnetic neutral loop plasma)가 생성된다. 또한, 전원(66)으로부터 자기 코일(64)에 인가되는 전류를 제어함으로써 챔버(14) 내에 DC 자계(磁界) 또는 1kHz 이하의 저주파 자계를 생성할 수도 있다.

[0051] 도 4를 참조하면, 2개의 자기 코일(68 및 70)을 코일(62)의 대향 측 주위에 대칭으로 설치하여, 상이한 방향으로 흐르는 각각의 전류를 인가할 수 있는 각각의 전원(72 및 74)에 접속함으로써, 코일(62)의 대향 측에 반발 자계가 형성되어서 유도 결합 플라즈마보다 밀도가 상승된 자기 중성 루프 플라즈마를 생성할 수도 있다. 또한, 전원으로부터 자기 코일에 인가되는 전류를 제어함으로써 챔버(14) 내에 DC 자계 또는 1kHz 이하의 저주파 자계를 생성할 수도 있다.

[0052] 도 5는, 장치의 또 다른 변형 예를 나타낸다. 이 변형 예에 의하면, 안테나 또는 코일(46)의 중앙 단부는, 500kHz의 전력을 공급하는 또 다른 고주파 전원(76)에도 접속되어 있다. 이 장치는 또한, 코일(44)로부터 전원(50)으로 되돌아오는 13.56MHz의 반사파를 검출하는 반사파 검출 회로(80)를 포함하고 있다. 또한, 검출 회로(80)는 대역 통과 필터(82)에 접속되어 있어서 회로(80)가 전원(76)으로부터의 500kHz의 주파수에 의해서 반대로 영향을 받는 것이 방지된다. 이로 인하여, 검출 회로(80)는, 500kHz의 고주파 전력으로 인한, 유전체 벽(24)의 시스의 두께 변동에 의해서 발생하는 어떠한 반대 영향도 없이, 13.56MHz를 갖는 성분만을 검출하여, 고주파 전원(50) 및/또는 도면에 나타내지 않은 정합 회로(matching circuit)에서 발생할 수도 있는 어떠한 문제도 즉시 검출할 수 있게 된다. 코일(44)의 주변 단부(48)는, 예를 들어, 약 1,000pF의 용량을 갖는 커패시터(84)를 통해서 접지되어 있다.

[0053] 도 5에 나타낸 장치를 이용하여 테스트를 실시하였다. 이 테스트에서, 테이블 위에 기판을 배치한 후에, 테이블(32)의 온도를 10°C로 유지하였다. 또한, 아르곤을 포함하는 가스를 10sccm(standard cubic centimeter per minute)으로 챔버 내에 공급하였다. 챔버 내의 압력은 0.04Pa로 유지하였다. 이어서, 나선상 코일(44)에 전원(50)으로부터 800W의 13.56MHz 고주파 전력, 및 동시에 전원(76)으로부터 400W의 500kHz 고주파 전력을 인가하였다. 또한, 전원(52)으로부터 테이블(32)에 또 다른 고주파 전력을 인가하였다. 결과적으로, 기판의 표면에 봉소가 주입되는 것이 확인되었다.

[0054] 도 2 내지 도 4에 나타낸 실시예에 관련하여 설명한 바와 같이, 코일, 상벽 및 자기 코일에 대하여 여러 가지 변경 및 대안이 사용될 수도 있다.

[0055] 상기 실시예에서는, 13.56MHz(f1)와 500kHz(f2)의 고주파 전력을 코일에 인가하였지만, 후자의 주파수 f2는 전자의 주파수 f1의 약 1/10로 결정하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 13.56MHz와 500kHz를 코일에 인가한 상기 실시예에 있어서, 상측 고주파 및 하측 고주파, f1과 f2에 대한 커패시터(84)의 임피던스 성분은, 각각 아래와 같이 계산된다.

$$1/(2\pi \times 13.56 \times 10^6 \times 1000 \times 10^{-12}) = 12\Omega \quad (1)$$

$$1/(2\pi \times 500 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-12}) = 320\Omega \quad (2)$$

[0058] 한편, 코일(44)의 인덕턴스를 0.8μH로 가정하면, f1과 f2에 대한 코일(44)의 임피던스 성분은 각각 아래와 같이 계산된다.

$$2\pi \times 13.56 \times 10^6 \times 0.8 \times 1000 \times 10^{-6} = 68\Omega \quad (3)$$

$$2\pi \times 500 \times 10^3 \times 0.8 \times 1000 \times 10^{-6} = 2.5\Omega \quad (4)$$

[0061] 이어서, f1 및 f2에 대하여 코일(44)과 커패시터(84)에 인가되는 전압의 비는 각각 아래와 같이 계산된다.

$$68 \div 12 = 5.7 \quad (5)$$

$$2.5 \div 320 = 0.0078 \quad (6)$$

[0064] 이 결과는, f1의 관점에서 볼 때 코일 및 커패시터를 포함하는 직렬 회로는 인덕터 소자로서 작용하는 반면에, f2의 관점에서 볼 때는 커패시터 소자로서 작용하는 것을 의미한다. 따라서, 고주파 f1에 의해서 유도 결합 플라즈마가 생성되면서, 고주파 f2의 작용에 의한, 코일(44)과 플라즈마와의 사이의 용량 결합으로 인하여 이온이

상벽(24)에 충돌하게 된다. 이로 인하여, f1의 고주파 전력을 제어하여 플라즈마 밀도를 제어하고, 또한 독립적으로 f2의 고주파 전력을 제어하여 이온의 충돌을 제어할 수 있게 되며, 이것은 주파수 f2가 f1의 약 1/10 이하일 때에만 달성되는 것으로 생각된다.

[0065] 또한, f1에 대한 코일(44)의 임피던스가 커패시터(84)의 임피던스의 2배 이상일 때, 또는 f2에 대한 코일의 임피던스가 커패시터의 임피던스의 1/5 미만일 때, f1과 f2의 차이가 코일(44)과 커패시터(84)에 인가되는 전압의 비율에 효과적으로 반영된다. 하나의 평면에 배치된 복수의 나선상 코일을 사용하는 경우, 코일과 커패시터의 각각의 조합에 대하여 임피던스를 고려해야 하는 것을 이해할 수 있다.

[0066] 예를 들어, f1에 대한 커패시터의 임피던스가  $25\Omega$  미만이고, f2에 대한 커패시터의 임피던스가  $250\Omega$  이상인 경우, 코일(44)과 커패시터(84)에 인가되는 전압에 있어서 유효한 차이가 발생하는 것을 이해할 수 있다. 또한, f1에 대한 코일의 임피던스가  $5\Omega$  미만이고, f2에 대한 코일의 임피던스가  $50\Omega$  이상인 경우, 동일한 효과를 얻게 된다.

[0067] 도 6a는 본 발명의 도핑 장치의 또 다른 실시예를 나타낸다. 본 실시예에서는, 특히, 상벽(24) 위에, 또는 상벽(24)의 상측이면서 코일(44)의 하측에, 판상(板狀)의 전극(90)이 설치되어 있다. 도 6b에 가장 잘 도시되어 있는 바와 같이, 전극(90)은, 챔버(14)의 축선에 대응하는 중심으로부터 반경 방향 외측으로, 또한 대칭으로 각각 연장되는 복수의 브랜치(branch)를 갖도록 설계되어 있다. 또한, 상기 전극(90)은 고주파 전원(92)에 접속되어서, 이 전원이 전극에 900㎏의 고주파 전력을 공급한다. 이러한 구성에 의해서, 봉소는 상벽의 표면 또는 내부로부터 챔버(14) 내에 균일한 방식으로 방출된다. 또한, 전극의 각각의 브랜치는, 나선상 코일에 대하여 수직으로 연장되어서, 상기 코일에 의해서 생성되는 자계에 대하여 아무런 역영향도 주지 않는다.

[0068] 도 7에 나타내는 바와 같이, 나선상 코일(44)은, 원뿔 형상보다는, 상벽에 평행한 하나의 평면에 배치될 수도 있다.

[0069] 또한, 도 3 및 도 4를 참조로 하여 설명한 장치의 변형 예를 나타내는 도 8a, 도 8b 및 도 9에 도시되어 있는 바와 같이, 상벽(24)이 반원형 둑 부분(60)을 구성한 경우, 반원형 둑(60)과 자기 코일(64)과의 사이에, 고주파 전원(96)에 접속된 전극(94) 또는 안테나가 설치된다. 전극(94)은, 반원형 둑 부분(60)을 둘러싸는 환상(環狀) 부분과, 상기 환상 부분으로부터 반경 방향 외측으로, 반원형 둑 부분(60)의 외측 면을 따라 각각 연장되는 복수의 브랜치(98)를 구비하고 있다.

[0070] 또한, 도 10에 나타내는 바와 같이, 반원형 둑 부분(60)과 전극(94)을 덮어씌워서 그 주위에 캐비티(102)를 형성하도록 엔클로저(enclosure)(100)를 설치할 수도 있다. 캐비티(102)는 마이크로파를 발생하는 마그네트론(104)에 연결되어 있다. 이 장치에 의하면, 마그네트론(104)으로부터의 마이크로파가 캐비티(102)를 통하여 전극(94)에 전송되어서, 챔버(14) 내에 유도 결합 플라즈마보다 밀도가 높은 사이클로트론 공명 플라즈마를 생성되게 한다.

[0071] 지금까지 여러 가지 실시예를 설명하였지만, 본 발명의 이온 주입 장치는 여러 가지 방식으로 변형되거나 또는 개선될 수도 있다.

[0072] 또한, 실리콘으로 제조한 반도체 플레이트를 기판으로서 사용하였지만, 기판은 어떠한 재료로 제조해도 좋다.

[0073] 또한, 봉소를 이온 주입 불순물, 즉, 도펀트(dopant)로서 사용하였지만, 비소, 인, 알루미늄, 및 안티몬을 포함하는 또 다른 불순물을, 봉소에 대신해서, 또는 그것에 추가해서 주입할 수도 있다.

[0074] 또한, 아르곤을 희석(稀釋) 가스로서 사용하였지만, 예를 들어, 질소 및 헬륨으로 된 또 다른 가스로 대체할 수도 있다.

### 발명의 효과

[0075] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의해서 불순물을 기판에 균일하게 도핑할 수 있는, 개선된 플라즈마 도핑 장치를 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

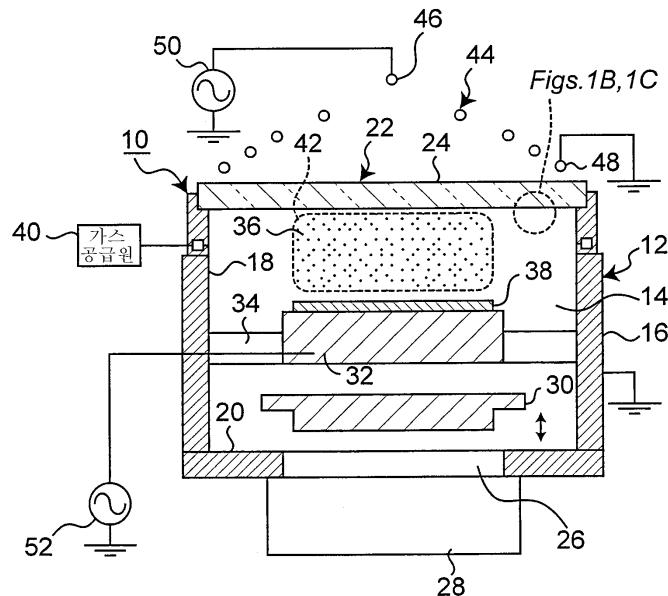
[0001] 도 1a는 본 발명의 제1실시예에 의한 도핑 장치의 개략 단면도.

[0002] 도 1b는 도 1a의 상벽(上壁)의 확대 단면도.

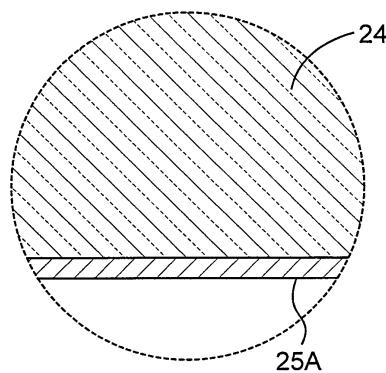
- [0003] 도 1c는 본 발명의 또 다른 실시예의 상벽의 확대 단면도.
- [0004] 도 2는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0005] 도 3은 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0006] 도 4는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0007] 도 5는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0008] 도 6a는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0009] 도 6b는 도 6a에 나타낸 도핑 장치에 사용된 전극의 평면도.
- [0010] 도 7은 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0011] 도 8a는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0012] 도 8b는 도 8a에 나타낸 도핑 장치에 사용된 전극의 사시 단면도.
- [0013] 도 9는 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0014] 도 10은 본 발명의 또 다른 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0015] 도 11은 종래의 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0016] 도 12는 또 다른 종래의 도핑 장치의 개략 단면도.
- [0017] \*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명
- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| [0018] 10: 이온 도핑 장치       | 12: 용기          |
| [0019] 14: 챔버             | 16: 용기의 제1부분    |
| [0020] 18: 측벽(側壁)         | 20: 저벽(底壁)      |
| [0021] 22: 용기의 제2부분       | 24: 상벽(上壁)      |
| [0022] 25A: 붕소총           | 25B: 붕소         |
| [0023] 26: 개구             | 28: 진공 펌프       |
| [0024] 30: 벨브 부재          | 32: 테이블         |
| [0025] 34: 지지대            | 34: 간격          |
| [0026] 38: 기판             | 40: 플라즈마 가스 공급원 |
| [0027] 42: 플라즈마           | 44: 나선상(螺旋狀) 코일 |
| [0028] 46: 코일 중앙 단부(端部)   | 48: 코일 주변 단부    |
| [0029] 50: 제1고주파 전원       | 52: 제2고주파 전원    |
| [0030] 60: 반원형 돔(dome) 부분 | 62: 코일          |
| [0031] 64: 자기(磁氣) 코일      | 90: 전극          |

도면

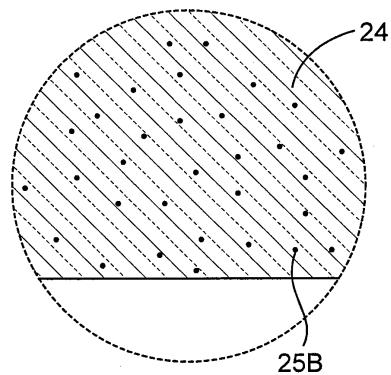
도면1a



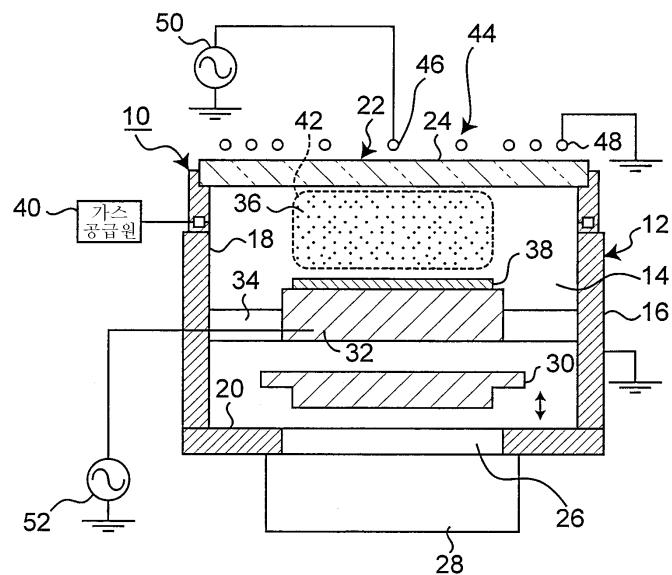
도면1b



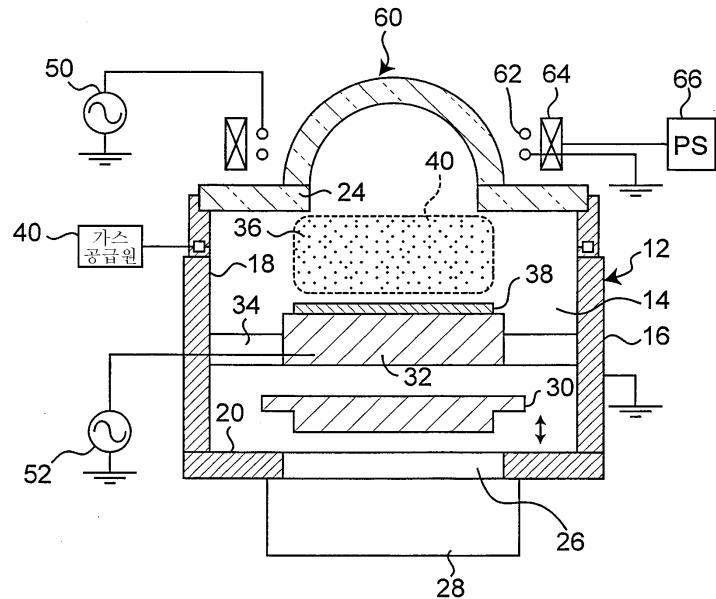
도면1c



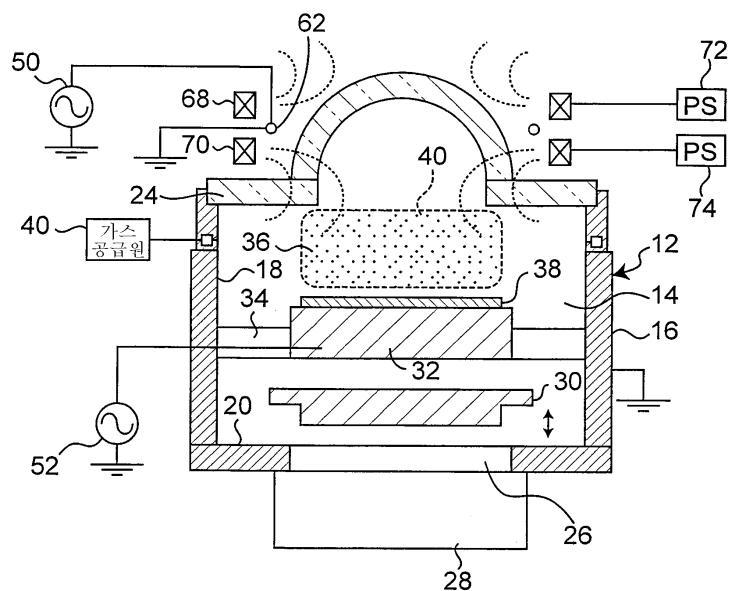
도면2



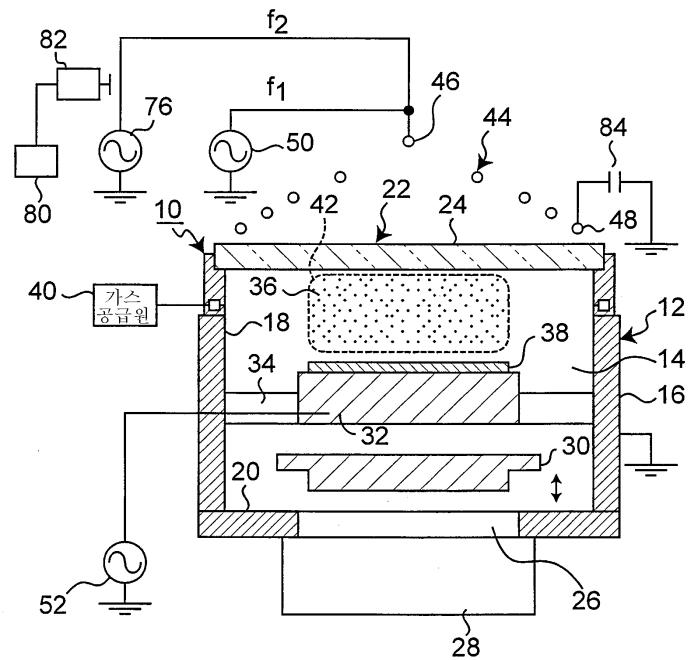
## 도면3



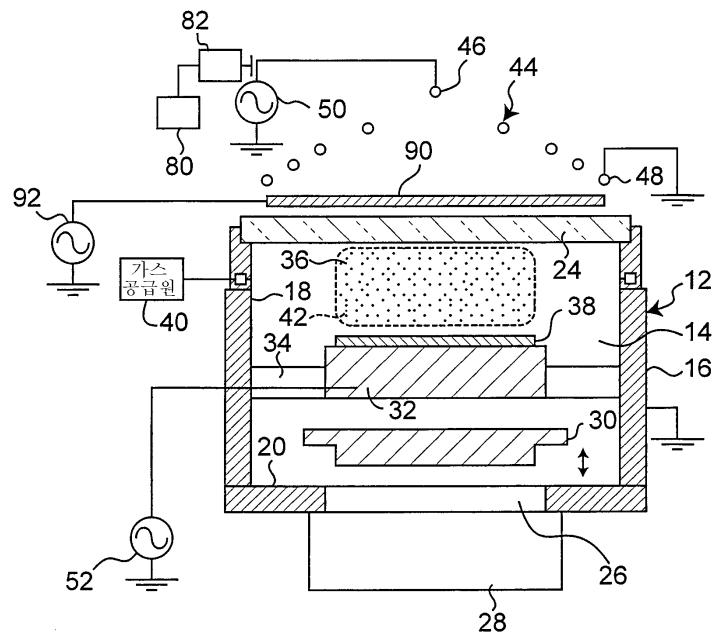
## 도면4



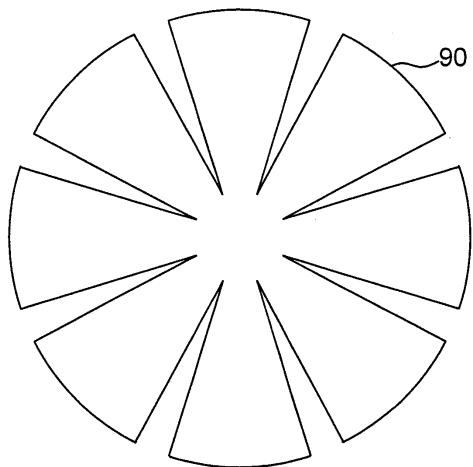
도면5



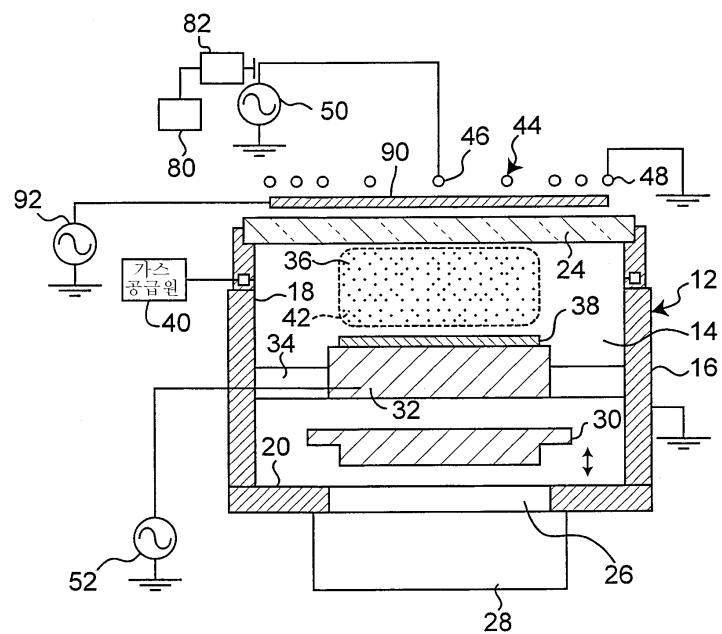
도면6a



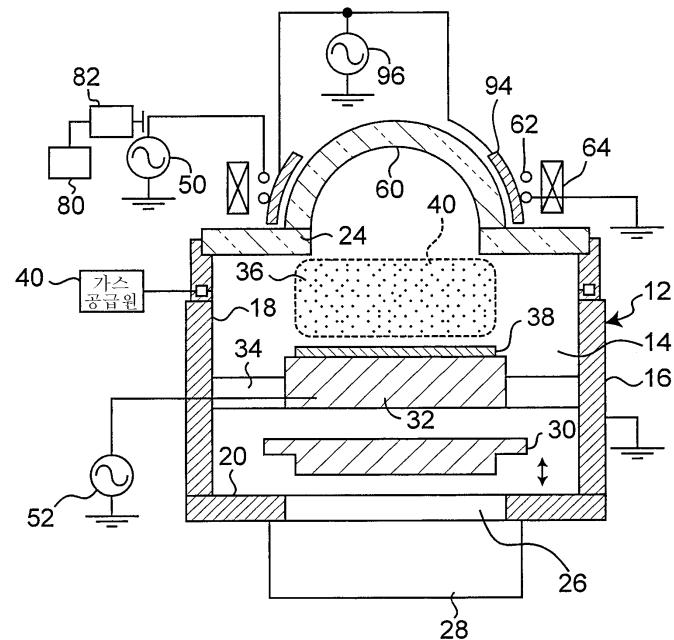
도면6b



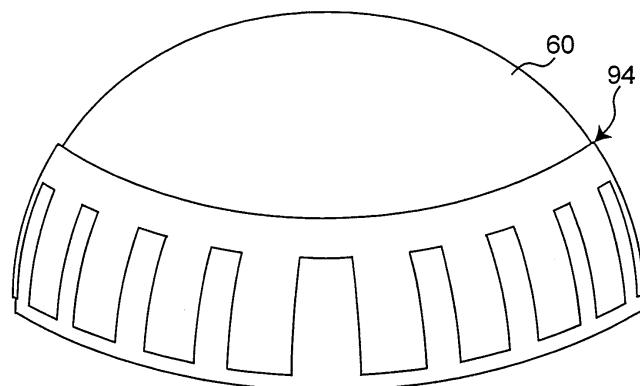
도면7



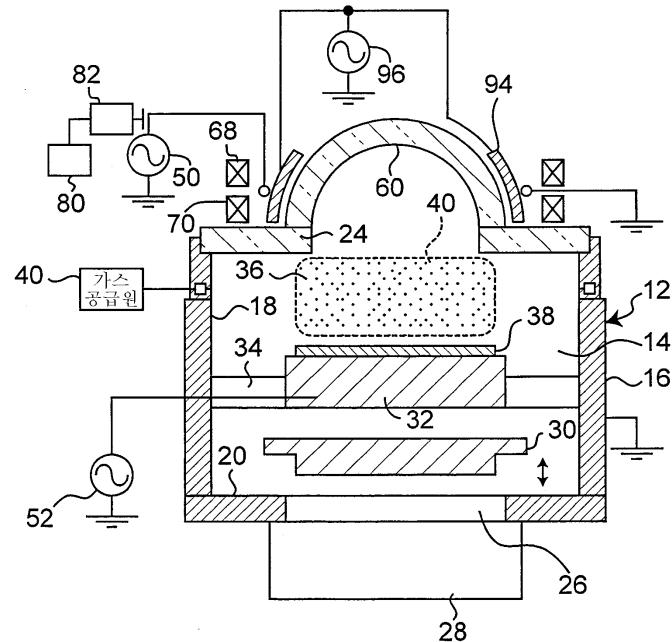
도면8a



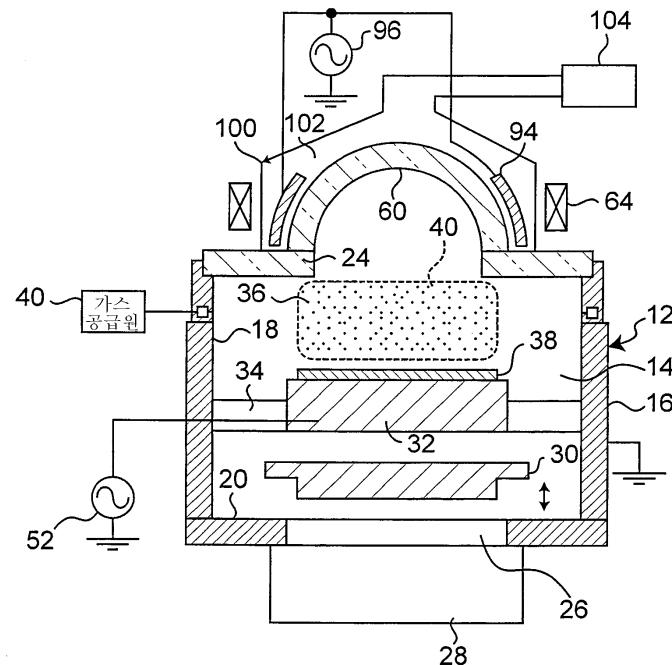
도면8b



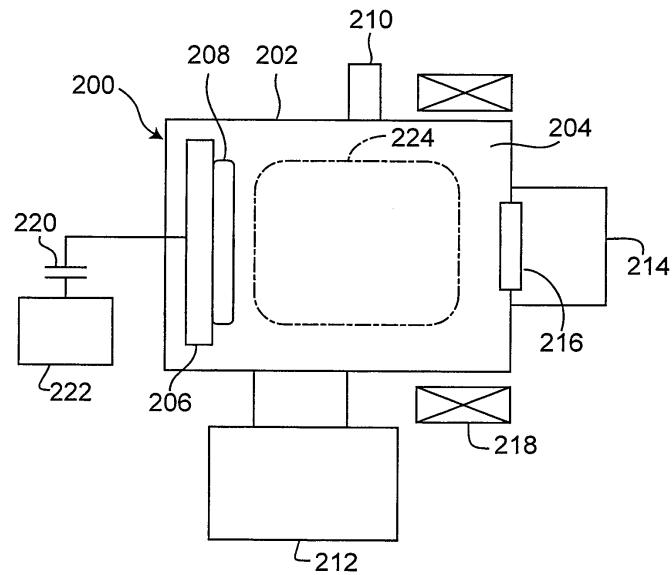
도면9



도면10



도면11



도면12

