



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년10월04일
 (11) 등록번호 10-0985369
 (24) 등록일자 2010년09월28일

(51) Int. Cl.

H01L 21/265 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0047251
 (22) 출원일자 2003년07월11일
 심사청구일자 2008년02월20일
 (65) 공개번호 10-2004-0007336
 (43) 공개일자 2004년01월24일

(30) 우선권주장

JP-P-2002-00202484 2002년07월11일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2000012530 A*

JP09027395 A

JP2000114198 A*

JP2002020865 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

서장찬, 최재철, 김기종

전체 청구항 수 : 총 8 항

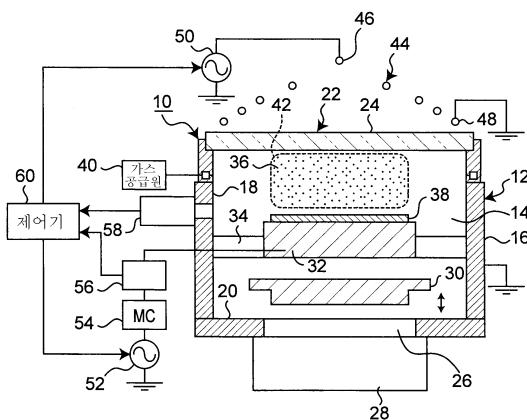
심사관 : 오창석

(54) 플라즈마 도핑 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명의 불순물 주입 방법에 따르면, 기판은, 진공 상태로 되고 또한 주입될 불순물이 공급되는 챔버 내에 구비된 테이블 위에 위치된다. 제1고주파 전력이 플라즈마 생성 소자에 인가됨으로써 플라즈마를 생성시켜, 챔버 내의 불순물이 기판에 주입된다. 또한, 제2고주파 전력이 테이블에 인가된다. 챔버 내의 플라즈마 상태가 검출되고, 테이블 내의 전압 또는 전류가 검출된다. 제어기는, 검출된 플라즈마 상태 및/또는 검출된 전압 또는 전류에 따라, 적어도 제1 및 제2고주파 전력 중 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 도핑 장치에 있어서,
 진공 챔버를 내부에 형성하는 진공 컨테이너와,
 불순물이 주입되는 기관을 지지하는 상기 챔버 내에 구비된 테이블과,
 상기 챔버 외측에 구비된 플라즈마 생성 소자와,
 제1고주파 전력을 상기 플라즈마 생성 소자에 인가하여 상기 챔버 내에 플라즈마를 형성하는 제1전원과,

제2고주파 전력을 상기 테이블에 인가하는 제2전원과,

상기 플라즈마의 상태를 검출하는 제1검출기와,

상기 테이블에 있어서의 전압 또는 전류를 검출하는 제2검출기와,

상기 제1검출기에 의해 검출된 플라즈마의 상태 및 상기 제2검출기에 의해 검출된 전압 또는 전류에 따라서, 제1 및 제2고주파 전력 중 적어도 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어하는 제어기와,

상기 테이블과 코일 및 저항을 통해서 결합되어 있는 감시용 도체와, 상기 감시용 도체로부터 순차적으로 상기 감시용 도체에 직렬로 접속된 저항, 코일, 저역 필터 및 전류 검출회로에 의해, 상기 감시용 도체의 직류전류를 감시하는 감시용 도체 측정부를 포함하는

플라즈마 도핑 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1검출기는, 광 방출 분광법, 단일 프로브법, 이중 프로브법, 삼중 프로브법, 레이저 유도 형광법, 적외선 레이저 흡수 분광법, 진공 자외선 흡수 분광법, 레이저 산란법 및 사중극자 질량 분광법 중의 한 방법을 사용하여 상기 플라즈마의 상태를 검출하는

플라즈마 도핑 장치.

청구항 3

플라즈마 도핑 장치에 있어서,

진공 챔버를 내부에 형성하는 진공 컨테이너와,

불순물이 주입되는 기관을 지지하는 상기 챔버 내에 구비된 테이블과,

상기 챔버 외측에 구비된 플라즈마 생성 소자와,

제1고주파 전력을 상기 플라즈마 생성 소자에 인가하여 상기 챔버 내에 플라즈마를 형성하는 제1전원과,

제2고주파 전력을 상기 테이블에 인가하는 제2전원과,

상기 테이블에 인접하여 구비되고, 커패시터를 통해서 상기 테이블에 접속된 전극과,

상기 플라즈마의 상태를 검출하는 제1검출기와,

상기 전극의 전압 또는 전류를 검출하는 제2검출기와,

상기 제1검출기에 의해 검출된 플라즈마의 상태 및 상기 제2검출기에 의해 검출된 전압 또는 전류에 따라서, 제1 및 제2고주파 전력 중의 적어도 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어하는 제어기와,

상기 테이블과 코일 및 저항을 통해서 결합되어 있는 감시용 도체와, 상기 감시용 도체로부터 순차적으로 상기 감시용 도체에 직렬로 접속된 저항, 코일, 저역 필터 및 전류 검출회로에 의해, 상기 감시용 도체의 직류전류를 감시하는 감시용 도체 측정부를 포함하는

플라즈마 도핑 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1검출기는, 광 방출 분광법, 단일 프로브법, 이중 프로브법, 삼중 프로브법, 레이저 유도 형광법, 적외선 레이저 흡수 분광법, 진공 자외선 흡수 분광법, 레이저 산란법, 및 사중극자 질량 분광법 중에서 선택한 방법을 사용하여 상기 플라즈마의 상태를 검출하는

플라즈마 도핑 장치.

청구항 5

기판에 불순물을 주입하는 방법에 있어서,

챔버 내에 구비된 테이블 위에 기판을 위치시키는 단계와,

상기 챔버 내에 진공을 형성하는 단계와,

상기 챔버 내에 불순물을 공급하는 단계와,

제1고주파 전력을 플라즈마 생성 소자에 인가함으로써 플라즈마를 생성하여, 상기 챔버 내의 불순물이 상기 기판에 주입되도록 하는 단계와,

제2고주파 전력을 상기 테이블에 인가하는 단계와,

상기 챔버 내의 플라즈마 상태를 검출하는 단계와,

상기 테이블 내의 전압 또는 전류를 검출하는 단계와,

상기 검출된 플라즈마의 상태 및 검출된 전압 또는 전류에 따라서, 제1 및 제2고주파 전력 중의 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 기판에 주입될 불순물의 주입 농도를 제어하는 단계와,

상기 테이블과 코일 및 저항을 통해서 결합되어 있는 감시용 도체와, 상기 감시용 도체로부터 순차적으로 상기 감시용 도체에 직렬로 접속된 저항, 코일, 저역 필터 및 전류 검출회로에 의해, 상기 감시용 도체의 직류전류를 감시하는 단계를 포함하는

기판에 불순물을 주입하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 각각의 제1 및 제2전원으로부터의 전력 주파수는 300KHz 내지 3GHz의 범위에서 제어되는

기판에 불순물을 주입하는 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

기판에 불순물을 주입하는 방법에 있어서,

챔버 내에 구비된 테이블 위에 기판을 위치시키는 단계와,

상기 챔버 내에 진공을 형성하는 단계와,

상기 챔버 내에 주입용 불순물을 공급하는 단계와,

제1고주파 전력을 플라즈마 생성 소자에 인가함으로써 플라즈마를 생성하여,

상기 챔버 내의 불순물이 상기 기판에 주입되도록 하는 단계와,

제2고주파 전력을 상기 테이블에 인가하는 단계와,
 상기 챔버 내의 플라즈마 상태를 검출하는 단계와,
 커패시터를 통해서 상기 테이블에 접속된 전극의 전압 또는 전류를 검출하는 단계와,
 상기 검출된 플라즈마의 상태 및 검출된 전압 또는 전류에 따라서, 제1 및 제2고주파 전력 중의 적어도 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어하는 단계와,
 상기 테이블과 코일 및 저항을 통해서 결합되어 있는 감시용 도체와, 상기 감시용 도체로부터 순차적으로 상기 감시용 도체에 직렬로 접속된 저항, 코일, 저역 필터 및 전류 검출회로에 의해, 상기 감시용 도체의 직류전류를 감시하는 단계를 포함하는
 기판에 불순물을 주입하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,
 각각의 제1 및 제2전원으로부터의 전력 주파수는 300KHz 내지 3GHz의 범위에서 제어되는
 기판에 불순물을 주입하는 방법.

청구항 10

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0022] 본 출원은 서기 2002년 7월 11일자로 출원된 일본국 특허 출원 제2002-202484호의 특장점에 대하여 청구하고 있으며, 상기 출원의 전체 개시 내용은 참조로써 본 명세서에 기술된다.
- [0023] 본 발명은, 플라즈마 도핑(doping) 또는 플라즈마 주입 기술을 사용하여 반도체 기판 등의 기판상에 불순물 이온을 주입시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.
- [0024] 미합중국 특허 공보 제4,912,065호는, 이온화된 불순물을 저감된 에너지로 기판에 주입하는 플라즈마 도핑을 개시하고 있다. 또한, 일본국 특허 제2,718,926호는, 주입된 불순물의 농도를 제어하기 위한 방법을 개시하고 있는데, 여기서는 고주파 전류를 방전되는 동안 측정함으로써 농도를 제어하고 있다.
- [0025] 그러나, 상기 제어 방법은, 고주파 전력을 변화시켜 고주파 전류를 제어함으로써, 전자 밀도, 플라즈마 내의 불순물 이온 농도, 및 기판에 인가되는 이온 에너지 등의 원치 않는 변화를 야기시켜서, 결과적으로 농도를 제어 불가능하게 하는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0026] 따라서, 본 발명의 목적은, 도핑 농도를 용이하게 제어할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- [0027] 본 발명의 플라즈마 도핑 방법 및 장치에 따르면, 기판은, 진공 상태로 되고 또한 주입 불순물이 공급되는 챔버 내에 구비된 테이블 위에 위치한다. 제1고주파 전력이 플라즈마 생성 소자에 인가됨으로써 챔버 내에서 플라즈마가 생성되고, 챔버 내의 불순물이 기판에 주입된다. 또한, 제2고주파 전력이 테이블에 인가된다. 챔버 내의 플라즈마 상태가 검출되고, 테이블 내의 전압 또는 전류가 검출된다. 제어기는, 검출된 플라즈마 상태 및/또는 검출된 전압 또는 전류의 상태에 따라 적어도 제1 및 제2고주파 전력 중 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어한다.

- [0028] 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 전압 또는 전류는, 커패시터를 통해 테이블에 접속된 전극에서 검출된다. 이후, 제어기는, 검출된 플라즈마 상태 및/또는 검출된 전압 또는 전류에 따라서, 적어도 제1 및 제2고주파 전력 중 하나를 제어함으로써, 주입될 불순물의 주입 농도를 제어한다.
- [0029] 이하에, 도면을 참조하여 본 발명의 플라즈마 도핑 방법 및 장치에 대한 각종 실시형태에 대하여 설명한다.
- [0030] 도 1에는, 참조 번호 10으로 표기된 본 발명에 따른 플라즈마 도핑 장치가 도시되어 있다. 플라즈마 도핑 장치(10)는 내부에 챔버(14)를 형성하는 원통형 컨테이너(12)를 구비한다. 이 컨테이너(12)는, 컨테이너(12)의 측벽(18)과 하부 벽(20)을 형성하는 제1부분(16)과 컨테이너(12)의 상부 벽(24)을 형성하는 제2부분(22)을 갖는다. 컨테이너(12)의 제1부분(16)은 알루미늄과 스테인리스 강(鋼)과 같은 도전성 재료로 제조되고, 전기적으로 지면에 접지된다. 컨테이너(12)의 제2부분(22), 즉, 상부 벽(24)은, 석영 유리(silica glass)와 같은 유전체 재료로 만들어지며, 이 부분을 통해 고주파 전계(電界)가 챔버(14) 내에 유도된다. 하부 벽(20)은 내부에 형성되어 터보 분자 펌프(turbo-molecular pump)와 같은 진공 펌프(28)에 유동적으로 연결되는 개구(26)를 갖는다. 챔버(14) 내와 개구(26) 부근에는 밸브 부재(30)가 구비되고, 이 밸브 부재(30)는 도시되지 않은 송강 장치에 의해 지지되어, 상기 개구(26)의 개구율과 이에 따른 챔버(14) 내의 진공은, 상기 밸브 부재(30)의 송강 운동에 의해 0.04Pa와 같은 소정의 값으로 제어된다.
- [0031] 또한, 챔버(14) 내에는, 알루미늄과 스테인리스 강과 같은 도전성 재료로 제조된 테이블(32)이 구비된다. 이 테이블(32)은, 챔버(14)의 중심에서 복수의 절연 지지체(34)에 의해 지지되고, 상부 유전체 벽(24)으로부터 일정 거리 이격(離隔)되어서, 플라즈마 형성을 위한 소정 체적의 공간(36)을 형성한다. 또한, 테이블(32)은, 특정 이온이 주입되는 실리콘 플레이트와 같은 기판(38)을 지지하기 위한 상부 평면을 갖는다.
- [0032] 플라즈마 가스 공급원(40), 즉, 불순물 공급 장치는, 챔버(14)와 유동적으로 연결되어, 아르곤(Ar) 및 디보란(B_2H_6)을 포함하는 특정 가스가 상기 공급원으로부터 챔버(14)에 공급된다. 예를 들면, 아르곤과 디보란 가스의 양(量)은 각각 10sccm(standard cubic centimeters per minute)과 5sccm으로 제어된다.
- [0033] 플라즈마 형성 공간(36) 내에서 플라즈마(42), 특히 유도 결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma)를 생성하기 위해서, 플라즈마 생성 소자 또는 나선형 코일(44)이 유전체 벽(24) 상부와 챔버(14) 외곽에서 원통형 컨테이너(12)와 동축 형태로 배열되어 있다. 도면에 도시되어 있는 바와 같이, 코일(44)의 중앙 단부(46)는 대향 주변 단부(48)보다 더 높게 위치되어서, 상기 코일(44)은 원추형 구조를 형성한다. 또한, 상기 코일(44)의 중앙 단부(46)는 고주파 전력을 공급할 수 있는 제1고주파 전원(50)에 연결된다. 제1고주파 전원(50)에 사용되는 전원은 챔버(14) 내에서 생성되는 플라즈마의 농도를 변화시키기 위하여, 300kHz 내지 3GHz의 주파수 범위 내로 주파수 제어 또는 펄스폭 변조를 통해서 전압을 제어할 수 있다. 본 실시형태에서는, 예를 들면, 13.56MHz의 주파수가 상기 코일(44)에 최초로 인가된다. 또 다른 한편, 상기 코일(44)의 주변 단부(48)는 지면에 접지된다.
- [0034] 또한, 플라즈마(42)에 대하여 테이블(32)과 기판(38)에 부극성을 부여하기 위하여, 제2고주파 전원(52)이 정합회로(54)와 전압 검출기(56)(제2모니터)를 통해서 테이블(32)에 전기적으로 접속된다. 이온화된 에너지를 변화시키기 위하여 사용되는 제2고주파 전원(52)은, 제1고주파 전원을 위한 전원과 유사하거나 또는 상이한 종래의 전원이어야 된다. 예를 들면, 300kHz 내지 3GHz의 주파수 범위 내의 주파수 제어 또는 펄스폭 변조를 통해서 전압을 제어할 수 있는 전원이 사용된다. 본 실시형태에서, 예를 들면, 600kHz의 주파수가 최초로 테이블(32)에 인가된다. 또한, 본 실시형태의 이온 주입 장치(플라즈마 도핑 장치)(10)는, 챔버(14) 내에서 생성되는 플라즈마의 상태를 검출하고, 이어서 이온 주입량을 제어하기 위해 광 방출 분광법(optical emission spectroscopy)을 사용한다. 이것을 위하여, 광 검출기(제1모니터)(58)는 챔버(14) 내의 플라즈마로부터 방출된 광량(光量)을 검출 및 측정할 수 있다. 이들 모니터(56, 58)는, 각각 코일(44)과 테이블(32)에 인가되는 고주파 전력을 제어하기 위하여 제어기(60)에 접속되고, 제어기는, 그 다음 제1 및 제2전원(50, 52)에 접속된다.
- [0035] 이렇게 구성된 이온 주입 장치(10)의 동작을 설명하면, 기판(38)이 테이블(32)의 대향면과 실질적으로 그 전체가 면 접촉을 이루도록 테이블(32) 위에 위치된다. 이 상태에서, 아르곤(Ar)과 디보란(B_2H_6)과의 혼합 가스가 플라즈마 가스 공급원(40)으로부터 챔버(14)에 공급된다. 또한, 챔버(14)는 펌프(28)에 의해 진공 상태로 되고, 밸브 부재(30)의 상하 운동에 의해, 결과적으로, 개구(26)의 개구율 조종에 의해 상기 진공 상태가 제어된다. 이 상태에서, 고주파 전원(50)이 동작하여 챔버(14) 내에 고주파 전계가 유도되면, 플라즈마(42)가 기판 위의 공간(36) 내에 생성된다. 동시에, 플라즈마(42)와 기판(38) 사이에 시스(sheath) 전압이 발생되어, 기판(38)의 상부 표면에 봉소가 주입되게 되어서, 초박형(ultra thin)의 봉소 주입 층이 형성되게 된다.

- [0036] 1000볼트가 테이블 및 기판에 인가되었을 경우의 방출 강도와 주입된 봉소 농도와의 관계, 및 플라즈마의 방출 강도가 코일에 대한 AC 전력의 제어에 의해 0.5 a.u.로 제어되었을 경우의 제2고주파 전원에 인가된 전압과 봉소 농도와의 관계를 결정하기 위하여, 이온 주입 장치를 사용하는 테스트를 실행하였다. 이 결과는 도 2 및 도 3에 각각 도시되어 있는데, 여기에서 봉소의 농도는 방출 강도 및 인가 전압에 따라 증가하였다. 이것은, 각각의 방출 강도와 전압이 플라즈마 상태를 나타내고, 봉소 농도와 직접적인 관련성이 있음을 의미한다. 이 결과는, 또한, 광 검출기(58)에 의해 측정된 플라즈마(42)의 광 방출에 상응하는 제1고주파 전원(50)의 출력을 제어하든가, 및/또는, 제2고주파 전원(52)의 출력, 즉, 테이블(32)에 인가되어 전압 검출기(56)에 의해 검출된 전압을 제어함으로써, 봉소 농도가 제어되는 것을 의미한다. 따라서, 본 발명의 이온 주입 장치(10)에 따르면, 제어기(60)는 제1 및 제2고주파 전원(50, 52)의 출력의 하나 또는 모두를 제어하여 기판(38) 표면 위에 원하는 이온 주입량이 주입되도록 프로그램을 하게 된다. 특히, 이러한 동작에서, 제1고주파 전원은 플라즈마 기상(vapor phase)을 일정하게 하도록 피드백되어 제어되고, 또한 제2고주파 전원도, 일정한 전압 또는 전력을 확보하도록 피드백되어 제어된다.
- [0037] 도 4를 참조하여, 참조 번호 10A로 표기된 본 발명의 제2실시형태의 또 다른 이온 주입 장치를 설명한다. 이 실시형태에서는, 챔버(14) 내에 생성된 플라즈마의 상태를 검출하고, 이어서 이온 주입량을 제어하는 단일 프로브법(single probe method)을 채택한다. 이것을 위하여, 텅스텐으로 제조된 막대형 전극을 지닌 단일 프로브(62)가 챔버(14) 내에 돌출되어 플라즈마 형성 공간(36)에 인접하게 된다. 또한, 이 프로브(62)는 전류 밀도를 감시하는 장치(64)와 전기적으로 접속되며, 이 장치(64)는 다음에 제어기(60)에 접속된다. 전류 밀도는 플라즈마의 방출 강도에 상응하며, 이것은 상기 장치(64)에 의해 측정된 전류 밀도가, 생성된 플라즈마의 상태와 이후 기판상의 주입된 봉소 농도를 제어하기 위해 제어기(60)에서 사용되는 것을 의미한다.
- [0038] 추가로, 도전성 재료로 제조된 환상(環狀) 감시 전극(66)이 테이블(68) 주위에 구비되며, 이 전극은 또한, 정합 회로(70)에 접속된다. 도 5는 본 실시형태의 정합 회로(70)의 상세 구성과 테이블(68)의 구조를 나타내고 있다. 도시된 바와 같이, 상기 테이블(68)은, 주입 기판(38)을 지지하기 위한 절연재로 제조된 상측 플레이트 부분(72)과, 도전성 재료로 제조되어 상측 플레이트 부분을 지지하는 하측 플레이트 부분(74)을 구비한다. 상측 플레이트 부분(72)은 내장된 적어도 1쌍의 쳐킹 전극(chucking electrode)인 제1전극(76) 및 제2전극(78)을 포함한다. 제1 및 제2쳐킹 전극(76, 78)은 DC 전원(80)에 접속되며, 소정의 DC 전압이 쳐킹 전극(76 및 78)에 인가되어 기판(38)을 테이블(68) 위에 고정하는 정전력(靜電力)을 형성한다.
- [0039] 정합 회로(70)는 고주파 전원(52)과 커패시터(84) 사이를 접속하는 고주파 입력 단자(82)를 구비한다. 이 단자(82)는, 또한 다른 커패시터(86), 코일(88), 또 다른 커패시터(90), 저역 필터(92), 및 전위차계(potentiometer)를 갖는 감시 회로(94)를 통해서, 제어기(60)에 접속된 다른 단자(96)에 접속된다. 또한, 커패시터(90)의 대향 단부는, 테이블(68)의 하측 플레이트 부분(74)에 접속된 제1출력 단자(98)와, 환상 감시 전극(66)에 접속된 제2출력 단자(100)에 접속된다. 이와 같은 구성으로, 전원(52)으로부터 커패시터(86), 코일(88), 커패시터(90) 및 출력 단자(100)를 통해서 환상 감시 전극(66)에 고주파 전력이 공급된다. 이 경우, 환상 감시 전극(66)의 전압은 출력 단자(100)의 전압과 동일해서, 감시 회로(94)에 의해 감시 전극(66)의 DC 전압에 비례하는 전압이 얻어진다. 제1실시형태에서 테이블의 전압에도 상응하는 상기 얻어진 전압은, 이후 제어기(60)에서 주입 봉소 농도를 제어하는데 사용된다.
- [0040] 이 정합 회로(70)에서는, 또한, 커패시터(90)가 감시 전극(66)을 테이블(68)의 하측 플레이트 부분(74)으로부터 분리시키고, 이것은, 상측 플레이트 부분(72)의 절연성 저하를 야기시키게 될 하측 플레이트 부분(74)의 큰 부전압 발생을 방지하게 된다. 저역 필터(92)는 고주파 전력을 제거한다.
- [0041] 이전 실시형태에서는, 환상 감시 전극이 회로에서 전기적으로 접속되어 있지 않아서, 회로에 전류가 흐르지 않았다. 이것과 반대로, 회로에 전류를 흘림으로써 검출 전류를 사용하는 전압을 얻기 위해서는, 도 6에 도시된 바와 같이, 회로에 변형이 이루어져야 한다. 특히, 이 변형된 회로에서, 정합 회로(54) 내의 감시 회로(102)는 자체 내부를 통과하는 전류를 검출하는 제1회로부(도시하지 않음)와 검출된 전류에 상응하는 전압을 산출하기 위한 제2회로부(도시하지 않음)를 구비한다. 또한, 일반적으로 전류를 검출하는 제1회로에 장착된 저항은 저감된 저항을 갖는데, 이것은 감시 회로 내의 과열과 그로 인한 오동작을 야기시킬 수 있다. 이것을 방지하기 위하여, 저항(104)을 환상 감시 전극(66)과 직렬로 접속하여 감시 회로로 흐르는 전류를 저감하는 것이 바람직하다. 또한, 도 6에 도시된 바와 같이, 추가 코일(106)을 커패시터(90)와 감시 회로(102) 사이에 접속하여 고주파 전류가 감시 회로(102)로 흐르는 것을 방지할 수도 있다.
- [0042] 도 6에 도시된 이온 주입 장치를 사용하여 테스트를 실행하였다. 이 테스트에서, 기판은 테이블 위에 위치시키

고, 아르곤과 디보란(B_2H_6)을 포함하는 주입용 혼합 가스를 챔버 내로 공급하였다. 아르곤과 디보란의 양은 각각, 10sccm 과 5sccm으로 제어하였고, 챔버 내의 압력은 0.04Pa로 유지하였다. 이 상태에서, 나선형 코일과 테이블(하측 플레이트 부분)에 전원(50, 52)으로부터 각각 고주파 전력이 인가되었다. 결과적으로, 붕소가 기판의 표면에 주입된 것을 확인하였다.

[0043] 또한, 상기 테스트에서 나선형 코일과 테이블(하측 플레이트 부분)에 대한 고주파 전력을 변경하였다. 동시에, 감시 전극에 흐르는 전류와, 기판의 상측 표면에서 1.0nm 떨어진 기판 내부의 주입 붕소 농도를 측정하였다.

[0044] 이 테스트 결과는, 환상 전극에 흐르는 DC 전류가 계속 일정하게 유지되면 붕소 농도는 이온 전류 밀도에 실질적으로 비례하여 증가하고, 또 다른 한편, 이온 전류 밀도가 일정하게 유지되면 붕소 농도는 환상 전극의 DC 전류에 실질적으로 비례하여 증가한다는 사실을 보여주었다. 이것은, 나선형 코일에의 고주파 전력을 제어하여 이온 전류 밀도를 일정하게 유지시키고, 또한 테이블에의 다른 고주파 전력을 제어하여 감시 전극의 전류를 일정하게 유지시킴으로써, 붕소 농도가 매우 정밀하게 제어된다는 것을 의미한다.

[0045] 지금까지 각종 실시형태를 설명하였지만, 본 발명의 이온 주입 장치는 다양한 방식으로 변형 및/또는 개선할 수도 있다. 예를 들면, 도 7에 도시된 바와 같이, 반구 돔형 상부 벽(108)을 도 1 및 도 4의 플레이트 형상 상부 벽 대신에 사용할 수도 있다. 이 실시형태에서, 코일은 나선형이 아닌 형태로 배치될 수도 있다. 또한, 상부 벽을 통과하여 기판을 향하는 자장(磁場)을 생성하기 위한 자기 코일(110)을 구비하여, 헬리콘 파동(helicon wave) 플라즈마나 자기 중성 루프(magnetic neutral loop) 플라즈마가 생성되도록 할 수도 있으며, 이때, 상기 각각의 플라즈마는 유도 결합 플라즈마보다 높아진 밀도를 갖는다. 대안적으로, 마이크로파 방출 안테나 및 자기 코일을 조합한 것을 사용할 수도 있다. 이 실시형태에서, 전자 사이클로트론 공명 플라즈마(electron cyclotron resonance plasma)가 챔버 내에서 생성되는데, 이 플라즈마는 유도 결합 플라즈마보다 높아진 밀도를 갖는다. 이와 같은 변형 예에서, 자기 코일에 흐르는 전류를 제어함으로써, DC 자장 또는 1KHz보다 낮은 저주파 자장을 챔버 내에 형성할 수도 있다.

[0046] 또한, 실리콘으로 제조된 반도체 플레이트를 기판으로 사용하였지만, 기타의 다른 물질로 제조된 기판이어도 된다.

[0047] 또한, 붕소를 이온 주입용 불순물, 즉, 도펀트(dopant)로 사용하였지만, 비소, 인, 알루미늄, 및 안티몬을 포함하는 기타의 불순물을 붕소 대신에, 또는 이에 추가하여 주입할 수도 있다.

[0048] 또한, 아르곤을 희석 가스로서 사용하였지만, 예를 들면, 질소 및 헬륨으로 제조된 다른 가스로 대체할 수도 있다.

[0049] 또한, 불순물은 가스 형태, 즉, B_2H_6 로 유입되지만, 소정의 기판 내부 또는 표면에 일체로 형성되어(불순물 공급), 이후, 예를 들면, 스퍼터링(sputtering)에 의해 기판에서 분리되어 챔버 내로 공급될 수도 있다.

[0050] 또한, 챔버 내의 플라즈마 상태를 감시하기 위하여 광 방출 분광법 및 단일 프로브법을 전술한 실시형태에서 설명하였지만, 레이저 유도 형광법(laser induced fluorescence method), 적외선 레이저 흡수 분광법(infrared laser absorption spectroscopy), 진공 자외선 흡수 분광법(vacuum ultra violet absorption spectroscopy), 레이저 산란법(laser scattering method), 이중 프로브법(double probe method), 삼중 프로브법(triple probe method), 및 사중극자 질량 분광법(quadrupole mass spectroscopy) 등의 다른 방법을 대신 사용할 수 있다.

[0051] 또한, 전술한 실시형태에서는 테이블에 인가되는 전압을 감시하였으나, 테이블에 흐르는 전류를 대신 감시할 수도 있다.

[0052] 또한, 전술한 실시형태에서는 감시 전극의 전압과 전류를 감시하였으나, 그 대신에 이 전극의 고주파 전류를 감시할 수도 있다.

발명의 효과

[0053] 본 발명에 따른 플라즈마 도핑 장치는 기판에 주입되는 불순물의 농도를 정밀하고 용이하게 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명의 제1실시형태에 따른 도핑 장치의 개략적 단면도.

[0002] 도 2는 방출 강도(emission intensity) 대 붕소 농도의 관계를 나타낸 그래프.

[0003] 도 3은 고주파 전압 대 봉소 농도의 관계를 나타낸 그래프.

[0004] 도 4는 본 발명의 제2실시형태에 따른 도핑 장치의 개략적인 종단면도.

[0005] 도 5는 테이블 구조와 정합 회로를 나타낸 도면.

[0006] 도 6은 정합 회로의 변형을 나타낸 회로도.

[0007] 도 7은 도핑 장치 변형의 개략 단면도.

[0008] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

[0009] 10: 플라즈마 도핑 장치 12: 원통형 컨테이너

[0010] 14: 챔버 16: 컨테이너 제1부분

[0011] 18: 측벽 20: 하부 벽

[0012] 22: 컨테이너 제2부분 24: 상부 벽

[0013] 26: 개구 28: 진공 펌프

[0014] 30: 밸브 부재 32: 테이블

[0015] 34: 지지체 36: 공간

[0016] 38: 기판 40: 가스 공급원

[0017] 44: 나선형 코일 46: 코일 중앙 단부

[0018] 48: 코일 주변 단부 50: 제1고주파 전원

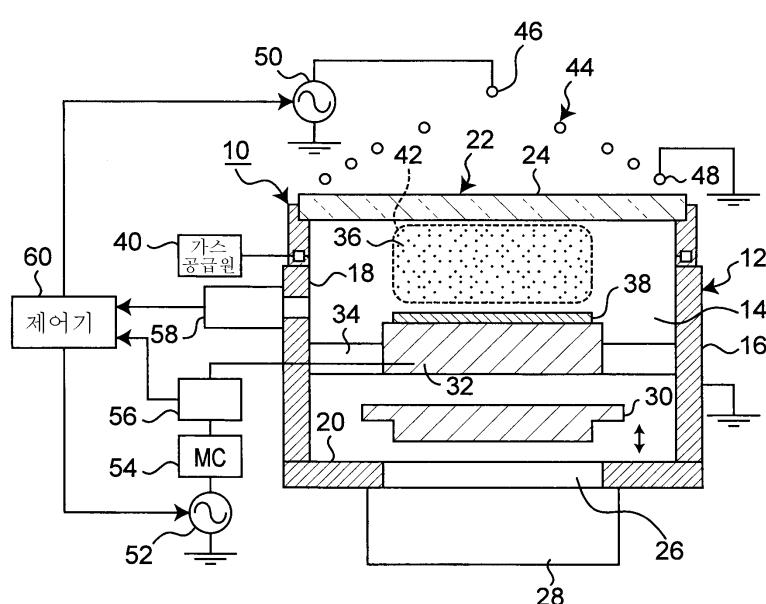
[0019] 52: 제2고주파 전원 54: 정합 회로

[0020] 56: 전압 검출기(제2모니터) 58: 광 검출기(제1모니터)

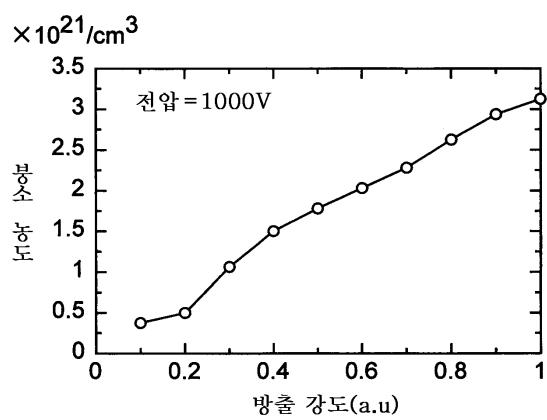
[0021] 60: 제어기

도면

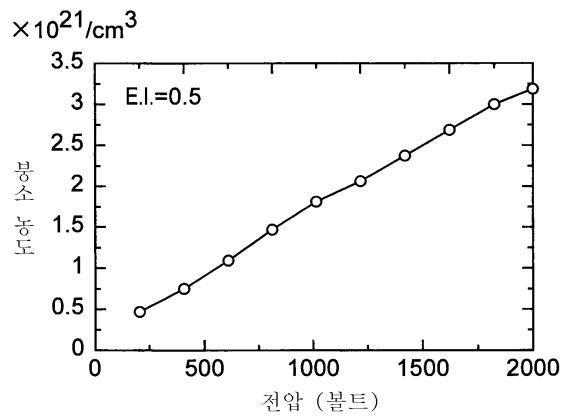
도면1



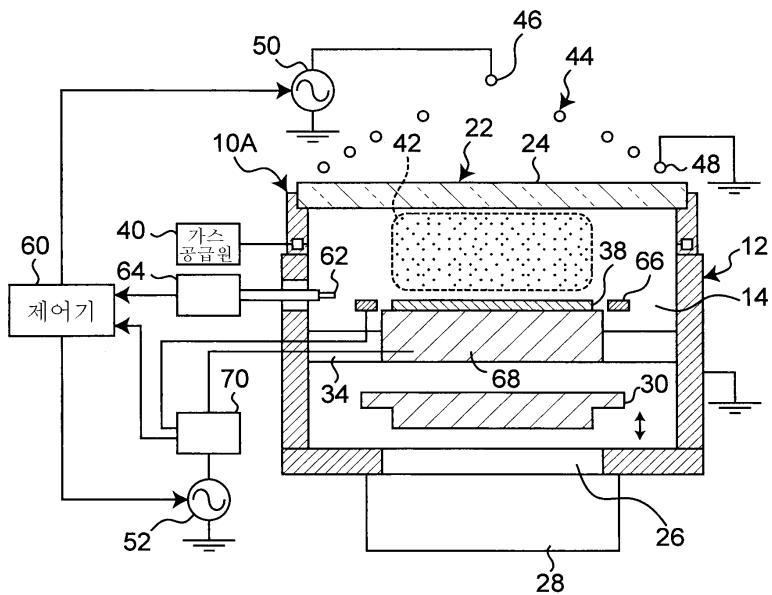
도면2



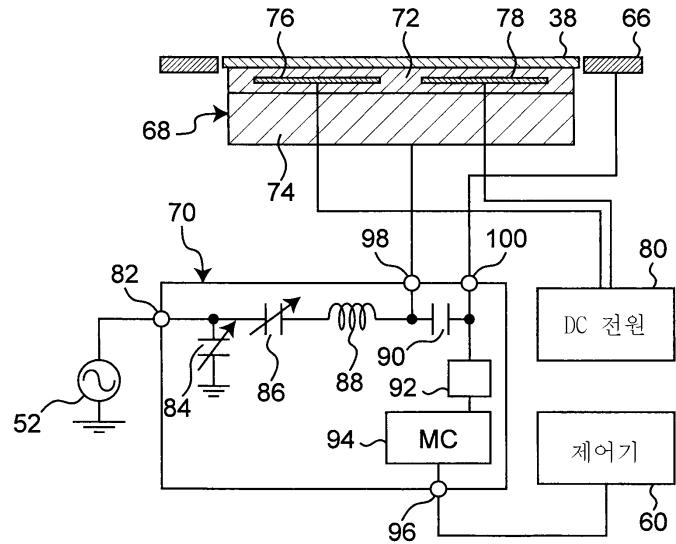
도면3



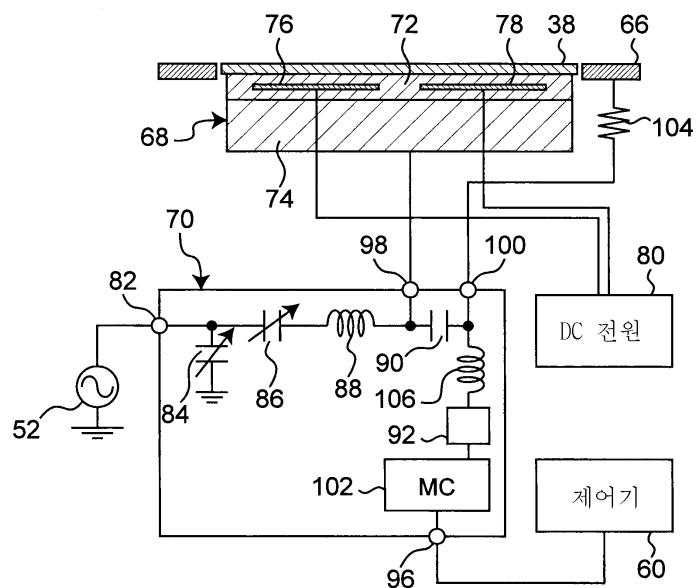
도면4



도면5



도면6



도면7

