



등록특허 10-2048304



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월25일
(11) 등록번호 10-2048304
(24) 등록일자 2019년11월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01J 37/32174 (2013.01)
H01J 37/3211 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0004213
- (22) 출원일자 2018년01월12일
심사청구일자 2018년01월12일
- (65) 공개번호 10-2019-0032983
- (43) 공개일자 2019년03월28일
- (30) 우선권주장
JP-P-2017-180030 2017년09월20일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP05136089 A*
JP06140363 A*
JP2011242324 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14

(72) 발명자
소노다 야스시
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14
야스이 나오키
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
문두현

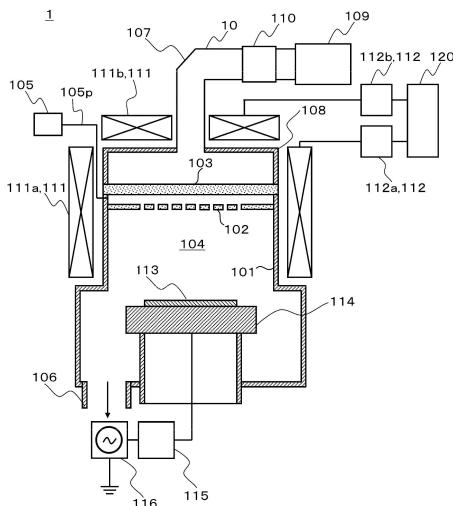
전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김주승

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리 장치****(57) 요약**

본 발명은 단시간의 처리 스텝을 실현 가능한 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

이러한 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 플라즈마 처리 장치는, 시료가 플라즈마 처리되는 처리실과, 마이크로파의 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 마이크로파와의 상호작용에 의해 플라즈마를 생성하기 위한 자장을 형성하는 자장 형성 수단을 구비하는 플라즈마 처리 장치이다. 자장 형성 수단은, 처리실 내에 자장을 형성하는 제 1 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 1 전원과 처리실 내에 자장을 형성하는 제 2 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 2 전원을 구비한다. 제 1 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도는 제 2 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도보다 강하며, 제 1 전원의 응답 시간 상수는 제 2 전원의 응답 시간 상수보다 작다.

대 표 도 - 도1

(72) 발명자
다나카 모토히로
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시 심바시 1-24-14

야마모토 고이치
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시 심바시 1-24-14

명세서

청구범위

청구항 1

시료가 플라즈마 처리되는 처리실과, 마이크로파의 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과,

상기 마이크로파와의 상호작용에 의해 플라즈마를 생성하기 위한 자장을 형성하는 자장 형성 수단을 구비하는 플라즈마 처리 장치에 있어서,

상기 자장 형성 수단은, 상기 처리실 내에 자장을 형성하는 제 1 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 1 전원과 상기 처리실 내에 자장을 형성하는 제 2 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 2 전원을 구비하며,

상기 제 1 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도(感度)는, 상기 제 2 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도보다 높고,

상기 제 1 전원의 응답 시간 상수는, 상기 제 2 전원의 응답 시간 상수보다 작은 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전원의 응답 시간 상수는, 상기 제 2 전원의 응답 시간 상수의 1/2 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전원의 응답 시간 상수 또는 상기 제 2 전원의 응답 시간 상수를 제어하는 응답 시간 상수 변경 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 자장 형성용 코일은, 상기 제 2 자장 형성용 코일의 하방(下方)에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 자장 형성용 코일에 흐르는 전류의 크기의 변화량이 상기 제 2 자장 형성용 코일에 흐르는 전류의 크기의 변화량보다 커지도록 상기 제 1 전원 및 상기 제 2 전원을 제어하는 제어 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 자장 형성 수단은, 상기 제 2 자장 형성용 코일의 상방(上方)에 배치되어 상기 처리실 내에 자장을 형성하는 제 3 자장 형성용 코일을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근의 반도체 기술의 미세화에 따라, 마스크 형상을 하층막에 전사하는 에칭 공정에 있어서, 보다 높은 형상 제어성 및 보다 높은 선택비가 요구되고 있다. 높은 형상 제어성을 갖는 에칭 방법에는 다양한 방법이 알려져 있는데, 그 중 하나로서, 가스 펄스법이 알려져 있다. 가스 펄스법에서는, 에칭 가스와, 그 에칭 가스에 대하여 에칭 내성이 높은 보호막을 형성하는 디포지션 가스를, 플라즈마 생성 상태를 유지한 채 주기적으로 교대로 처리실에 도입해서 플라즈마 에칭 처리를 행한다(예를 들면 특허문현 1).

[0003] 또한, ECR(전자 사이클로트론 공명) 에칭 장치에 있어서, 에칭 처리시의 선택비를 크게 하는 방법으로서, 플라즈마 처리실의 외주(外周)에 설치한 복수의 솔레노이드 코일에 의해 자장 강도를 변화시킴으로써, 시료의 처리시와 시료의 오버 에칭시에, 시료의 피처리 표면에 대한 평면 형상의 공명 영역의 평행 간격 거리를 바꾸고, 마이크로파에 의한 전계와 솔레노이드 코일에 의한 자장의 작용에 의해 발생시키는 플라즈마 위치를 변화시키는 방법이 알려져 있다(예를 들면, 특허문현 2). 가스 펄스법을 이용할 때에도, 가스의 주기적인 도입에 맞춰서 자장 강도를 변화시키는 것은, 선택비의 향상 및 형상 제어성의 향상에 유효하다.

[0004] 가스 펄스법의 제어성을 향상시키는 방법으로서, 사이클을 구성하는 각 프로세스의 스텝 시간을 짧게 하는 방법이 있다. 스텝 시간을 짧게 할 경우, 스텝 시간이 길 경우와 동등한 에칭량을 얻기 위해서는, 주기적으로 행하는 처리의 반복 횟수를 늘릴 필요가 있다.

[0005] 반복 처리중에 있어서는, 사이클을 구성하는 각 프로세스에 대하여 최적이 되도록 자장 발생 코일을 흐르는 전류의 전류값 등의 장치 파라미터가 제어된다. 그러나, 스텝 간에는, 각 장치 파라미터를 변화시키기 위한 과도 응답 시간이 존재하며, 이 시간은 목적하는 처리를 행하지 않는 쓸데 없는 시간이다. 반복 횟수가 늘어나면, 스텝 간에서 장치 파라미터를 변화시키는 쓸데 없는 시간이 반복 횟수에 비례해서 커지게 되어, 처리의 스루풋 및 형상 제어성이 저하된다.

[0006] 그래서, 가스 펄스법에 있어서, 스텝의 처리 시간을 짧게 하여, 반복 횟수를 늘릴 경우에는, 제어 파라미터를 변경할 때의 각 파라미터의 과도 응답 시간을 짧게 하는 것이 유효하다.

선행기술문현

특허문현

[0007] (특허문현 0001) 일본국 특개소 60-50923호 공보

(특허문현 0002) 일본국 특개평 7-130714호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기 종래 기술에서는, 복수의 자장 발생 코일의 전류를 변화시킬 때의 복수의 코일 간의 상호작용이 고려되어 있지 않기 때문에, 복수의 자장 발생 코일을 흐르는 전류를 고속으로 변화시킬 수 없다. 보다 구체적으로는, 첫째, 각 자장 발생 코일을 흐르는 전류의 전류값을 고속으로 변경할 경우, 전류값의 변화 속도에 비례한 높은 자기 유도 전압이 각 자장 발생 코일에 발생한다. 그리고, 각 자장 발생 코일에 접속된 전원(코일 전류를 제어하고 있는 전원)에는, 자기 유도에 의한 전압이 전류의 변화를 방해하도록 작용하기 때문에, 당해 전원에는, 거기에 맞는 높은 출력 전압이 요구된다. 그 결과, 전원의 전압이, 정격 전압까지 올라갈 경우가 있다. 둘째, 복수의 코일 간에는 상호 유도가 존재하기 때문에, 스텝 간에서 복수의 자장 발생 코일의 전류를 고속으로 변화시켰을 경우, 하나의 코일 전류 제어 전원에는, 전원 자신이 제어해서 출력하고 있는 정격 전압에 더하여, 다른 코일의 전류가 변화되는 것에 의해 발생하는 상호 유도 전압이 인가된다. 코일의 자기 유도 전압의 발생에 기인해서 정격 전압을 출력하고 있는 전원에 상호 유도 전압이 가해지면, 전원에 정격 전압을 초과하는 과대한 전압이 작용할 경우가 있다. 이 과대한 전압으로부터 코일 전류 제어 전원을 보호하기 위해서, 고속으로 전류를 변화시키는 것은 곤란했다.

[0009] 그래서, 본 발명의 목적은, 단시간에 플라즈마 생성 영역의 분포를 전환하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치를

제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명에 따른 대표적인 플라즈마 처리 장치는, 시료가 플라즈마 처리되는 처리실과, 마이크로파의 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 마이크로파와의 상호작용에 의해 플라즈마를 생성하기 위한 자장을 형성하는 자장 형성 수단을 구비하는 플라즈마 처리 장치이다. 상기 자장 형성 수단은, 상기 처리실 내에 자장을 형성하는 제 1 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 1 전원과 상기 처리실 내에 자장을 형성하는 제 2 자장 형성용 코일에 전류를 흘리는 제 2 전원을 구비한다. 상기 제 1 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도(感度)는, 상기 제 2 자장 형성용 코일에 의한 자장 변경의 감도보다 강하며, 상기 제 1 전원의 응답 시간 상수는, 상기 제 2 전원의 응답 시간 상수보다 작다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 의해, 단시간에 플라즈마 생성 영역의 분포를 전환하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치를 제공할 수 있다. 또, 상기한 것 이외의 과제, 구성 및 효과는, 이하의 실시형태의 설명에 의해 명백해진다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치의 일례이며, 자장 형성용 코일을 2개 구비한 플라즈마 처리 장치의 구성을 모식적으로 나타내는 개략 종단면도.

도 2는, 2개의 자장 형성용 코일 중, 하나의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류의 전류값만을 변화시킬 때의 전류 제어 전원에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화를 나타낸 도면.

도 3은, 2개의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류값을 동시에 변화시킬 때, 상호 유도 전압에 의해 각 코일 전류 제어 전원에 정격 전압을 초과하는 전압이 작용하는 모습을 나타낸 도면.

도 4는, 2개의 코일 전류 제어 전원의 응답 시간 상수가 달라지는 것에 의해, 2개의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류의 전류값을 동시에 변화시킬 경우에도, 각 코일 전류 제어 전원에 정격 전압을 초과하는 전압이 작용하지 않는 모습을 나타낸 도면.

도 5는, 제 1 전류 제어 전원에 제 1 응답 시간 상수 변경 장치가 접속되고, 제 2 전류 제어 전원에 제 2 응답 시간 상수 변경 장치가 접속된 모습을 나타내는 모식도.

도 6은, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 방법의 일례를 나타내는 플로우차트.

도 7은, 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치의 일례이며, 자장 형성용 코일을 3개 구비한 플라즈마 처리 장치의 구성을 모식적으로 나타내는 개략 종단면도.

도 8은, 제 3 전류 제어 전원에 제 3 응답 시간 상수 변경 장치가 접속된 모습을 나타내는 모식도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] (제 1 실시형태)

[0014] 이하, 도면을 참조하여, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1) 및 플라즈마 처리 방법에 대해 설명 한다.

[0015] 도 1은, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치의 일례이며, 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b)을 구비한 플라즈마 처리 장치(1)의 구성을 모식적으로 나타내는 개략 종단면도이다.

[0016] (플라즈마 처리 장치(1)의 개요)

[0017] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)의 개요에 대해 설명한다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 전자파를 공급하는 전자파 공급 장치(10)와, 자장 형성 수단(111)과, 가스를 공급하는 가스 공급 장치(105)와, 시료가 플라즈마 처리되는 처리실(104)을 포함한다.

[0018] 전자파 공급 장치(10)는, 전자파를, 처리실(104)에 공급하는 장치이며, 예를 들면 마이크로파의 고주파 전력(마이크로파 생성용의 고주파 전력)을 공급하는 고주파 전원(109)과, 도파관(107)(또는, 전자파 방사 수단인 안테나)을 포함한다.

- [0019] 자장 형성 수단(111)은, 처리실(104) 내에 자장을 생성한다. 도 1에 기재된 예에서는, 자장 형성 수단(111)은, 2개의 자장 형성용 코일, 즉, 제 1 자장 형성용 코일(111a), 및, 제 2 자장 형성용 코일(111b)을 구비한다. 또한 한 자장 형성 수단(111)은, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 전류를 흘리는 제 1 전원(제 1 전류 제어 전원(112a)), 및, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 전류를 흘리는 제 2 전원(제 2 전류 제어 전원(112b))을 구비한다. 도 1에 기재된 예에서는, 제 1 전류 제어 전원(112a)이, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 접속되고, 제 2 전류 제어 전원(112b)이, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 접속되어 있다.
- [0020] 또, 자장 형성 수단(111)이 구비하는 자장 형성용 코일의 수는, 3개 이상이어도 되고, 자장 형성 수단(111)이 구비하는 전원의 수는, 3개 이상이어도 된다.
- [0021] 가스 공급 장치(105)는, 플라즈마화되는 가스를 공급하는 장치이다. 가스 공급 장치(105)는, 처리실(104)에 접속된 가스 공급관(105p)을 포함한다.
- [0022] 처리실(104)은, 마이크로파와, 자장 형성 수단(111)에 의해 생성되는 자장의 상호작용에 의해 가스 공급 장치(105)(가스 공급관(105p))로부터 공급되는 가스가 플라즈마화되는 실(室)이다. 도 1에 기재된 예에서는, 처리실(104) 내에, 플라즈마에 의해 처리되는 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))와, 당해 시료를 지지하는 재치대(예를 들면, 시료대(114))가 배치되어 있다.
- [0023] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)는, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 의한 자장 변경의 감도가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 의한 자장 변경의 감도보다 강하고, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 작은 것을 특징으로 한다. 또, 응답 시간 상수란, 예를 들면 입력(예를 들면, 코일을 흐르는 전류의 목표값, 즉, 전류 설정값)이 스텝 형상으로 변화되었을 때, 출력 변화(예를 들면, 코일을 흐르는 전류의 변화)가 전체 변화분의 소정의 비율(예를 들면, 63.2%)에 도달할 때까지의 시간을 의미한다. 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 의한 자장 변경의 감도가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 의한 자장 변경의 감도보다 강하고, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 작은 것에 의한 효과에 대해서는, 후술된다.
- [0024] (플라즈마 처리 장치(1)의 상세)
- [0025] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)에 대해, 보다 상세하게 설명한다.
- [0026] (진공 용기)(101))
- [0027] 도 1에 기재된 예에서는, 플라즈마 처리 장치(1)는, 진공 용기(101)를 포함한다. 진공 용기(101)는, 처리실(104)과 진공 배기구(106)를 포함한다. 처리실(104)은, 진공 배기구(106) 및 진공 배기구에 장착되는 배관을 통해, 진공 배기 장치(도 1에는 도시되지 않음)에 접속된다. 진공 배기 장치의 운전에 의해, 처리실(104) 내의 압력이 제어된다.
- [0028] (샤워 플레이트(102))
- [0029] 샤워 플레이트(102)는, 진공 용기(101) 내에 배치되며, 처리실(104) 내에, 에칭 가스 등의 처리 가스를 도입하기 위해 사용된다. 즉, 샤워 플레이트(102)의 한쪽 측의 공간이 처리실(104)이며, 샤워 플레이트(102)의 다른 쪽 측의 공간에는, 전술한 가스 공급관(105p)으로부터 가스가 공급된다. 도 1에 기재된 예에서는, 샤워 플레이트(102)는, 복수의 가스 분출구를 구비한다.
- [0030] (유전체창(103))
- [0031] 유전체창(103)은, 진공 용기(101) 내에 배치된다. 도 1에 기재된 예에서는, 유전체창(103)은, 진공 용기(101) 내의 공간을, 처리실(104)과 공동(空洞) 공진기(108)로 분할한다. 즉, 유전체창(103)과 진공 용기(101)의 일부에 의하여, 감압 가능한 처리실(104)이 규정되며, 유전체창(103)과 진공 용기(101)의 다른 일부에 의하여 공동 공진기(108)가 규정되어 있다.
- [0032] 유전체창(103)은, 예를 들면 알루미나 등의 세라믹, 석영 등의 유전체로 구성되며, 처리실(104)의 상부를 기밀하게 밀봉한다. 공동 공진기(108) 내의 전자파의 일부는, 유전체창(103)을 통해, 처리실(104) 내에 도입된다.
- [0033] 도 1에 기재된 예에서는, 유전체창(103)과 재치대(예를 들면, 시료대(114)) 사이에, 샤워 플레이트(102)가 배치되어 있다.
- [0034] (가스 공급 장치(105))

- [0035] 가스 공급 장치(105)는, 가스 공급관(105p)을 통해, 플라즈마 에칭 처리 등의 처리를 행하기 위한 가스(예를 들면, 산소, 염소 등)를 공급한다. 도 1에 기재된 예에서는, 가스 공급관(105p)의 일단(一端)은, 유전체창(103)과 샤큐 플레이트(102) 사이의 공간에 연통되어 있다.
- [0036] (전자파 공급 장치(10))
- [0037] 전자파 공급 장치(10)는, 플라즈마를 생성하기 위한 전자파를 처리실(104)에 공급한다. 전자파 공급 장치(10)는, 전자파를 방사하는 도파관(107)(또는 안테나)을 포함한다. 도 1에 기재된 예에서는, 유전체창(103)의 상방(上方)에는 전자파를 방사하는 도파관(107)이 설치되어 있지만, 유전체창(103)의 상방에, 전자파를 방사하는 안테나가 설치되어도 된다.
- [0038] 도 1에 기재된 예에서는, 고주파 전원(109)이, 마이크로파의 고주파 전력(마이크로파 생성용의 고주파 전력)을 공급한다. 그리고, 고주파 전원(109)에 의해 발진된 전자파(마이크로파)가, 전자파 정합기(110)를 통해, 도파관(107)에 전송된다. 전자파 정합기(110)는, 고주파 전원(109)에 의해 발진된 전자파 빔의 강도, 위상을 원하는 강도, 위상으로 정형하는 정합기이며, 고주파 전원(109)에 의해 발진된 전자파 빔을, 도파관(107)에 효율적으로 결합시킨다.
- [0039] (공동 공진기(108))
- [0040] 공동 공진기(108)는, 도파관(107)으로부터 전파해 온 전자파에 의해 공동 공진기(108) 내에 특정한 모드의 정재파를 형성한다. 전자파의 주파수는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면 전자파는, 2.45GHz의 마이크로파이다.
- [0041] (자장 형성 수단(111))
- [0042] 자장 형성 수단(111)은, 전자파 공급 장치(10)로부터 공급되는 마이크로파와의 상호작용에 의해 플라즈마를 생성하기 위한 자장을 형성한다. 자장 형성 수단(111)은, 복수의 자장 형성용 코일(111a, 111b)을 구비한다. 도 1에 기재된 예에서는, 처리실(104)의 외부에, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)이 배치되어 있다. 도 1에 기재된 예에서는, 처리실(104)을 둘러싸도록 제 1 자장 형성용 코일(111a)이 배치되며, 처리실(104)의 상방에 제 2 자장 형성용 코일(111b)이 배치되어 있다. 그러나, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 배치는, 도 1에 기재된 예에 한정되지 않는다.
- [0043] 제 1 자장 형성용 코일(111a)에는, 당해 제 1 자장 형성용 코일을 흐르는 전류를 제어하는 제 1 전류 제어 전원(112a)(코일 전류 제어 전원)이 접속되며, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에는, 당해 제 2 자장 형성용 코일을 흐르는 전류를 제어하는 제 2 전류 제어 전원(112b)(코일 전류 제어 전원)이 접속되어 있다.
- [0044] 고주파 전원(109)에 의해 발진된 전자파에 의한 전계(마이크로파 전계)와, 자장 형성 수단(111)에 의해 형성된 자장의 전자 사이클로트론 공명(ECR: Electron Cyclotron Resonance)에 의해, 처리실(104) 내의 가스는 플라즈마화된다.
- [0045] (시료대(114))
- [0046] 샤큐 플레이트(102)에 대향한 처리실(104) 하부에는, 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))의 재치대를 겸하는 시료대(114)가 배치되어 있다. 시료대(114)에는, 고주파 정합기(115)(임피던스 정합기)를 개재하여, 고주파 전원(116)이 접속된다. 고주파 전원(116)으로부터 시료대(114)에 고주파 전력을 공급함으로써, 일반적으로 셀프 바이어스로 불리는 마이너스의 전압이 시료대(114) 상에 발생하고, 셀프 바이어스에 의해 플라즈마 중의 이온이 가속되어, 이온이 반도체 처리 기판(113)에 수직하게 입사된다. 그 결과, 시료(반도체 처리 기판(113))가 에칭 처리된다.
- [0047] (자장 형성용 코일을 흐르는 전류의 제어)
- [0048] 제 1 전류 제어 전원(112a), 제 2 전류 제어 전원(112b)에는, 제어 장치(120)가 접속되어 있고, 제어 장치(120)는, 실행되는 처리 공정에 맞춰서, 제 1 전류 제어 전원(112a), 제 2 전류 제어 전원(112b)을 제어한다.
- [0049] 보다 구체적으로는, 제어 장치(120)는, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 크기를 설정하는 제 1 전류 설정 신호를, 제 1 전류 제어 전원(112a)에 송신하고, 제 2 자장 형성용 코일(111b)을 흐르는 전류의 크기를 설정하는 제 2 전류 설정 신호를, 제 2 전류 제어 전원(112b)에 송신한다.
- [0050] 2.45GHz의 전자파와 전자 사이클로트론 공명을 일으켜서 플라즈마를 생성하기 위해서는, 0.0875T의 자장이 필요하다. 그러한 강한 자장을 발생시키기 위해서, 자장 형성용 코일로서 100mH 이상 1000mH 이하의 자기 인덕턴스

를 갖는 코일이 사용되며, 또한 각 전원(112)은, 10A 이상 60A 이하 정도의 전류를 대응하는 자장 형성용 코일에 공급한다. 각 전원(112)(각 전류 제어 전원)으로부터 자장 형성용 코일에 공급되는 전류의 전류값을 제어함으로써, 처리실(104) 내에 있어서, 전자 사이클로트론 공명을 유발하기 위한 자장 강도의 분포가 정밀하게 제어되며, 또한, 반도체 처리 기판(113)에 대한 플라즈마 생성 위치를 이동시킬 수 있다.

[0051] 또, 전원(112)에 더하여, 가스 공급 장치(105), 진공 배기 장치, 고주파 전원(109), 고주파 전원(116)이 제어장치(120)에 접속되며, 제어 장치(120)가, 실행되는 처리 공정(프로세스 조건)에 맞춰서, 이들 장치를 제어하도록 해도 된다. 플라즈마 처리 장치(1)가, 복수의 플라즈마 처리 공정을 실행할 경우, 제어 장치(120)는, 각 처리 공정에 맞춰서, 순차적으로 장치 파라미터를 제어한다. 이렇게 해서, 반도체 처리 기판(113)의 에칭 처리가 실행된다.

[0052] 다음으로, 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b) 중, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 전류값만을, 제 1 전류 제어 전원(112a)을 이용하여 변화시킬 경우를 상정한다. 도 2는, 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b) 중, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 전류값만을 변화시킬 때의 제 1 전류 제어 전원(112a)에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화를 나타낸 도면이다.

[0053] 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류값을 변화시킬 경우, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에는 자기 유도에 의한 역기전력이 발생한다. 이 때문에, 제 1 자장 형성용 코일(111a)의 저항 성분에 대한 전압에 대해서, 역기전력에 대응하는 높은 전압을, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 부가할 필요가 있다. 또한, 자기 유도에 의한 전압의 크기는, 전류의 변화 속도에 비례하기 때문에, 빠르게 전류값을 변화시키려고 할 경우에는, 가능한 한 높은 전압을 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 인가할 필요가 있다. 그 때문에, 제 1 전류 제어 전원(112a)은, 출력 가능한 최대의 전압인 정격 전압에 가까운 전압을 출력한다(도 2에 있어서의 화살표 A로 나타나 있는 전압을 참조).

[0054] 다음으로, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류값 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)을 흐르는 전류값을, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)을 이용하여 변화시킬 경우를 상정한다. 도 3은, 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b)을 흐르는 전류의 전류값을 함께 변화시킬 때의 제 1 전류 제어 전원(112a)에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화, 그리고, 제 2 전류 제어 전원(112b)에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화를 나타낸 도면이다.

[0055] 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b)을 흐르는 전류의 전류값을 동시에 변화시킬 경우, 자기 유도에 의한 역기전력에 대항해서, 각 전류 제어 전원(112a, 112b)은, 정격 전압에 가까운 전압을 대응하는 자장 형성용 코일에 인가한다. 이 때, 2개의 자장 형성용 코일 간의 상호 유도에 의해, 각 자장 형성용 코일(111a, 111b)에는, 플러스의 전압이 더 가해진다. 이에 따라 제 1 자장 형성용 코일(111a)에는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 정격 전압을 초과하는 전압이 인가되는 것으로 된다(도 2에 있어서의 화살표 B로 나타나 있는 전압을 참조). 제 1 전류 제어 전원(112a)으로부터 이 전압을 보았을 경우, 전원의 정격을 초과하는 전압이 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 작용하고 있는 것으로 된다(과전압 상태). 당해 과전압 상태는, 전원의 고장 등의 요인이 된다. 이 때문에, 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 상호 유도에 의해 과전압 상태가 생기지 않도록 하기 위해, 자장 형성용 코일의 전류를 빠르게 변경할 수 없다.

[0056] 또한, 도 3에 기재된 예의 경우, 한쪽의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류가 커질 경우에, 다른 쪽의 자장 형성용 코일에 상호 유도에 의한 플러스의 전압이 발생하고 있지만(플러스 결합), 자장 형성용 코일끼리의 결합의 태양에 따라서는, 한쪽의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류가 커질 경우에, 다른 쪽의 자장 형성용 코일에 상호 유도에 의한 마이너스의 전압이 발생할 경우(마이너스 결합)가 있다. 마이너스 결합의 경우에는, 한쪽의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류를 크게 하고, 다른 쪽의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류를 작게 하도록 제어했을 경우에, 전류 제어 전원에 의한 인가 전압의 변화의 극성(플러스 마이너스)과, 상호 유도에 의해 발생하는 전압의 극성(플러스 마이너스)이 같아진다. 이러한 전류 제어를 행할 경우, 플러스 결합의 경우와 마찬가지로, 2개의 자장 형성용 코일을 흐르는 전류의 전류값을 동시에 빠르게 변화시키려고 했을 때에, 적어도 한쪽의 자장 형성용 코일에, 전류 제어 전원의 정격 전압을 초과하는 전압이 작용할 가능성이 있다. 이 때문에, 이러한 전류 제어를 행할 경우에도, 동시에 복수의 자장 형성용 코일의 전류를 빠르게 변경할 수 없다.

[0057] (전류 제어 전원이 과전압 상태가 되는 것을 방지하는 방법)

[0058] 이하, 제 1 실시형태에 있어서, 전원(112)이 과전압 상태가 되는 것을 방지하는 방법에 대해 설명한다.

[0059] 처리실 내에 ECR 자장을 발생시키는 복수의 자장 형성용 코일 중, 제 1 자장 형성용 코일(111a)의 처리 프로세

스에 주는 영향이, 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 처리 프로세스에 주는 영향보다 클 경우를 상정한다. 이 경우, 제 1 실시형태에서는 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 작아지도록 2개의 응답 시간 상수가 설정된다.

[0060] 도 4는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수의 1/5 이하일 경우에, 2개의 자장 형성용 코일(111a, 111b)을 흐르는 전류의 전류값을 함께 변화시킬 때의 제 1 전류 제어 전원(112a)에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화, 그리고, 제 2 전류 제어 전원(112b)에 있어서의 전압의 변화 및 전류의 변화를 나타낸 도면이다.

[0061] 제 1 실시형태에서는 2개의 응답 시간 상수를 다르게 함으로써, 제어 장치(120)가, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)에, 동시에 전류를 변화시키는 제어 신호를 송신해도, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)이 과전압 상태로 되지 않는다. 구체적으로는, 제 1 자장 형성용 코일(111a)의 자기 유도에 대항해서 제 1 전류 제어 전원(112a)이 높은 전압을 출력하며, 또한, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류가 변화되어서, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 상호 유도에 의한 전압이 발생하고 있는 제 1 타이밍(도 4를 참조)과, 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 자기 유도에 대항해서 제 2 전류 제어 전원(112b)이 높은 전압을 출력하며, 또한, 제 2 자장 형성용 코일(111b)을 흐르는 전류가 변화되어서, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 상호 유도에 의한 전압이 발생하고 있는 제 2 타이밍이 서로 달라지는 것에 의해, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)이 과전압 상태로 되는 것이 방지된다.

[0062] 도 4에 기재된 예에서는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수의 1/5 이하이지만, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수는, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수의 1/2 이하, 1/3 이하, 혹은, 1/10 이하여도 된다. 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수의 1/2 이하인 것에 의해, 전술한 제 1 타이밍과 제 2 타이밍 사이의 시간차가 확보되어, 전원(112)이 과전압 상태로 되는 것이 적절하게 방지된다.

[0063] (응답 시간 상수를 작게 하는 전원의 선택)

[0064] 제 1 실시형태에서는, 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일에 대응하는 전원의 응답 시간 상수가, 자장 변경의 감도가 약한 자장 형성용 코일에 대응하는 전원의 응답 시간 상수보다 작아지도록 설정된다. 예를 들면, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 의한 자장 변경의 감도가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 의한 자장 변경의 감도보다 강할 경우, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 대응하는 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 대응하는 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 작아지도록 설정된다. 여기서, 「자장 변경의 감도」란, 자장 변경이, 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))의 처리에 주는 영향의 크기, 보다 구체적으로는, 예를 들면 플라즈마 생성 영역의 위치를 바꾸는 효과의 크기를 의미한다.

[0065] 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일의 구체적인 예에 대해 설명한다. 복수의 전원(112a, 112b) 중 전류 설정값의 변화가 보다 큰 쪽의 전원에 대응하는 자장 형성용 코일은, 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일의 제 1 예이다.

[0066] 자장 강도는 전류의 크기에 비례하기 때문에, 전류 설정값의 변화가 큰 자장 형성용 코일이 자장 분포, 및, 자장 분포에 의해 결정되는 플라즈마 발생 영역의 분포에 주는 영향은 크다(감도가 강하다). 이 경우, 2개의 플라즈마 처리 공정 간에서 전류 설정값의 변화가 가장 큰 자장 형성용 코일에 접속되어 있는 전류 제어 전원의 응답성을 빠르게 하면, 플라즈마 발생 영역의 분포를 변화시키는 속도를 빠르게 할 수 있다.

[0067] 예를 들면, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치가, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)을 제어하는 제어 장치(120)를 구비하며, 또한, 제어 장치(120)가, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 흐르는 전류의 크기의 변화량이 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 흐르는 전류의 크기의 변화량보다 커지도록, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및 제 2 전류 제어 전원(112b)을 제어할 경우를 상정한다. 이 경우, 자장 변경의 감도가 강한 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 접속되어 있는 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답성을 빠르게 하면(응답 시간 상수를 작게 하면), 플라즈마 발생 영역의 분포를 변화시키는 속도를 빠르게 할 수 있다.

[0068] 재치대(환연하면, 반도체 처리 기판(113))로부터의 거리가 보다 가까운 자장 형성용 코일은, 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일의 제 2 예이다.

[0069] 자장 형성용 코일에 의해 만들어지는 자장은, 자장 형성용 코일에 가까울수록 강해진다. 따라서, 재치대(환연하면, 반도체 처리 기판(113))로부터의 거리가 짧은 자장 형성용 코일에 의해 만들어지는 자장은, 반도체 처리

기판(113)에 대한 플라즈마 생성 영역의 위치를 바꾸는 효과가 크다(감도가 강하다). 이 경우, 복수의 자장 형성용 코일 중, 재치대(환연하면, 반도체 처리 기판(113))로부터의 거리가 보다 가까운 자장 형성용 코일에 접속되어 있는 전류 제어 전원의 응답성을 빠르게 하면, 플라즈마 발생 영역의 분포를 변화시키는 속도를 빠르게 할 수 있다. 또, 도 1에 기재된 예에서는, 제 1 자장 형성용 코일(111a)이, 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 하방에 배치되어 있다. 이 때문에, 제 1 자장 형성용 코일(111a)이, 재치대(환연하면, 반도체 처리 기판(113))에 보다 가까운 자장 형성용 코일이며, 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일이다.

[0070] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수 또는 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수를 제어하는 응답 시간 상수 변경 장치를 구비하고 있어도 된다. 응답 시간 상수 변경 장치를 이용하여, 전원(112)의 응답 시간 상수를 변화시키는 방법으로서는, 다양한 방법이 있다. 예를 들면 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 제어 장치(120)와, 전원(112) 사이에 RC 회로에 의한 로우패스 필터(130)를 개재시켜, 전류 설정값의 변화를 전달하는 속도를 변화시킴으로써, 전원(112)의 응답성(응답 시간 상수)을 바꿀 수 있다. 또, RC 회로에 있어서, 저항으로서 가변 저항을 사용하거나, 혹은, 콘덴서로서 가변 정전용량의 콘덴서를 사용하면, 로우패스 필터(130)의 응답 시간 상수를 간단하게 변경할 수 있다. 이 경우, 각 전원(112)에 접속된 로우패스 필터(130)의 응답 시간 상수의 변경에 의해, 당해 각 전원(112)의 응답성(응답 시간 상수)을 제어할 수 있다. 즉, 복수의 전원(112) 중 어떤 전원의 응답성을 다른 전원보다 빠르게 할지를 자유롭게 선택할 수 있게 된다. 또, 로우패스 필터(130)는, 응답 시간 상수 변경 장치의 일 태양이지만, 응답 시간 상수 변경 장치는, 로우패스 필터(130) 이외의 장치, 예를 들면 컴퓨터여도 된다. 이 경우, 컴퓨터가 소프트웨어를 실행함으로써, 응답 시간 상수 변경 장치로서 기능한다.

[0071] 각 로우패스 필터(130)의 응답 시간 상수의 변경은, 제어 장치(120)로부터의 제어 신호에 의거해서 행하여지는 것이 바람직하다. 예를 들면, 플라즈마 처리 장치(1)가, 제 1 처리 공정을 실행함에 앞서, 제어 장치(120)는, 제 1 전류 제어 전원(112a)에 접속된 제 1 로우패스 필터(130a)의 응답 시간 상수를 제 1 값으로 설정하고, 제 2 전류 제어 전원(112b)에 접속된 제 2 로우패스 필터(130b)의 응답 시간 상수를 제 2 값으로 설정한다. 제 1 값, 제 2 값의 설정은, 각 로우패스 필터의 가변 저항의 저항값 및/또는 각 로우패스 필터의 가변 정전용량의 정전용량값을 변경하는 것에 의해 행하여져도 된다. 다음으로, 플라즈마 처리 장치(1)가, 제 2 처리 공정을 실행함에 앞서, 제어 장치(120)는, 제 1 전류 제어 전원(112a)에 접속된 제 1 로우패스 필터(130a)의 응답 시간 상수를 제 3 값(제 1 변경값)으로 설정하고, 제 2 전류 제어 전원(112b)에 접속된 제 2 로우패스 필터(130b)의 응답 시간 상수를 제 4 값(제 2 변경값)으로 설정한다. 그 후에 플라즈마 처리 장치(1)는, 제 2 처리 공정을 실행한다.

[0072] 이상과 같이, 각 처리 공정의 실행에 앞서, 각 로우패스 필터(130)의 응답 시간 상수를 변경함으로써, 응답 시간 상수를 작게 하는 전원을 자유롭게 선택하는 것이 가능해진다.

[0073] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원의 응답 시간 상수보다 작다. 이 때문에, 복수의 처리 공정에 의해 구성되는 플라즈마 처리의 각 공정에 대응해서, 복수의 자장 형성용 코일에 공급하는 전류의 크기를 동시에 변화시킬 경우여도, 단시간에, 플라즈마 생성 영역의 분포를 전환할 수 있다. 즉, 하나의 처리 공정으로부터, 다른 처리 공정으로의 전환을 신속히 실행할 수 있다. 특히, 자장 변경의 감도가 강한 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수를, 다른 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수보다 작게 함으로써, 단시간에, 플라즈마 생성 영역의 분포를 전환하며, 또한, 플라즈마 생성 영역의 분포를 안정화할 수 있다. 또한, 제 1 실시형태에서는 단시간에, 플라즈마 생성 영역의 분포를 전환할 수 있기 때문에, 각 처리 공정의 시간을 짧게 하고, 처리 공정의 반복 횟수를 늘리는 것에 의해, 형상 제어성이 높고, 선택비가 높은 플라즈마 처리를 행할 수 있다. 또, 선택비란, 에칭하고자 하는 부분의 에칭 레이트(rate)를, 에칭하고 싶지 않은 부분의 에칭 레이트로 나누어서 얻어지는 값이다.

[0074] (플라즈마 처리 방법)

[0075] 도 6을 참조하여, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 방법의 일례에 대해 설명한다. 도 6은, 제 1 실시 형태에 있어서의 플라즈마 처리 방법의 일례를 나타내는 플로우차트이다.

[0076] 플라즈마 처리 방법은, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)를 사용하여 실행된다. 제 1 스텝(ST1)에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 제 1 처리 공정을 실행한다. 제 1 처리 공정은, 예를 들면 에칭 처리 공정이다.

- [0077] 제 1 스텝(ST1)에 있어서, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 제 1 전류값에 대응하는 전류가 흘려지고, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 제 2 전류값에 대응하는 전류가 흘려진다. 그 결과, 처리실(104) 내에 있어서 플라즈마가 생성되어, 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))에는, 플라즈마에 의해 제 1 처리(예를 들면, 에칭 처리)가 실시된다.
- [0078] 보다 구체적으로는, 제 1 스텝(ST1)에 있어서, 전자파 공급 장치(10)는, 전자파를 처리실(104)에 공급한다. 전자파는, 예를 들면 마이크로파(파장이, $100\text{ }\mu\text{m}$ 이상 1m 이하의 전자파)이다. 또한, 가스 공급 장치(105)는, 플라즈마화되는 가스를 처리실(104)에 공급한다. 또한, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)은, 처리실(104) 내에 자장을 생성한다. 그 결과, 처리실(104) 내에 있어서, 마이크로파와, 복수의 자장 형성용 코일에 의해 생성되는 자장의 상호작용에 의해 가스가 플라즈마화된다. 플라즈마화된 가스에 의해, 처리실(104) 내의 시료(재치대상의 기판)는, 제 1 처리된다.
- [0079] 제 2 스텝(ST2)에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 제 2 처리 공정을 실행한다. 제 2 처리 공정은, 예를 들면 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))의 표면에 피막을 형성하는 처리 공정이다.
- [0080] 제 2 스텝(ST2)에 있어서, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 제 3 전류값에 대응하는 전류가 흘려지고, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 제 4 전류값에 대응하는 전류가 흘려진다. 그 결과, 처리실(104) 내에 있어서 플라즈마가 생성되어, 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113))에는, 플라즈마에 의해 제 2 처리(예를 들면, 피막을 형성하는 처리)가 실시된다. 또, 제 3 전류값은, 제 1 전류값과는 다른 전류값이며, 제 4 전류값은, 제 2 전류값과는 다른 전류값이다.
- [0081] 보다 구체적으로는, 제 2 스텝(ST2)에 있어서, 전자파 공급 장치(10)는, 전자파를 처리실(104)에 공급한다. 전자파는, 예를 들면 마이크로파이다. 또한 가스 공급 장치(105)는, 플라즈마화되는 가스를 처리실(104)에 공급한다. 또한 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)은, 처리실(104) 내에 자장을 생성한다. 그 결과, 처리실(104) 내에 있어서, 마이크로파와, 복수의 자장 형성용 코일에 의해 생성되는 자장의 상호작용에 의해 가스가 플라즈마화된다. 플라즈마화된 가스에 의해, 처리실(104) 내의 시료(재치대상의 기판)는, 제 2 처리된다.
- [0082] 또, 제 2 스텝(ST2)에 있어서, 가스 공급 장치(105)가 공급하는 가스의 종류는, 제 1 스텝(ST1)에 있어서, 가스 공급 장치(105)가 공급하는 가스의 종류와는 달라져 있어도 된다. 또한, 제 2 스텝(ST2)(제 2 처리 공정)의 실행 전에, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 1 값에서 다른 값(제 3 값)으로 변경되어도 된다. 당해 변경에 의해, 제 2 처리 공정의 실행 시에, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및/또는 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 작용하는 전압이 정격 전압을 초과하는 것이 효과적으로 억제된다. 마찬가지로, 제 2 스텝(ST2)(제 2 처리 공정)의 실행 전에, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수가, 제 2 값에서 다른 값(제 4 값)으로 변경되어도 된다.
- [0083] 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 방법에서는, 제 1 전류 제어 전원(112a)의 응답 시간 상수가, 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 작다. 이 때문에, 전술한 바와 같이, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 전류값을, 제 1 전류값에서 제 3 전류값으로, 신속히 변경할 경우여도, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 작용하는 전압이, 정격 전압 이상으로 되지 않는다. 그 결과, 제 1 처리 공정에서 제 2 처리 공정으로의 전환을 신속하게 행할 수 있다.
- [0084] 또, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 방법에 있어서, 제 3 전류값과 제 1 전류값의 차분의 절대값은, 제 4 전류값과 제 2 전류값의 차분의 절대값보다 커도 된다. 이 경우, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 의해 생성되는 자계의 변화가 플라즈마 발생 영역의 변화에 주는 기여도가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 의해 생성되는 자계의 변화가 플라즈마 발생 영역의 변화에 주는 기여도보다 상대적으로 크다고 말할 수 있다. 따라서, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 전류값이, 제 1 전류값에서 제 3 전류값으로, 신속히 변경됨으로써, 플라즈마 발생 영역의 변화를 신속하게 실행할 수 있다.
- [0085] 대체적으로, 혹은, 부가적으로, 제 1 자장 형성용 코일(111a)과 재치대(예를 들면, 시료대(114)) 사이의 거리는, 제 2 자장 형성용 코일(111b)과 재치대(예를 들면 시료대(114)) 사이의 거리보다 짧아도 된다. 이 경우, 제 1 자장 형성용 코일(111a)에 의해 생성되는 자계의 변화가 시료(예를 들면, 반도체 처리 기판(113)) 근방의 플라즈마 발생 영역의 변화에 주는 기여도가, 제 2 자장 형성용 코일(111b)에 의해 생성되는 자계의 변화가 시료 근방의 플라즈마 발생 영역의 변화에 주는 기여도보다 상대적으로 크다고 말할 수 있다. 따라서, 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류의 전류값이, 제 1 전류값에서 제 3 전류값으로, 신속히 변경됨으로써,

시료 근방의 플라즈마 발생 영역의 변경을 신속하게 실행할 수 있다.

[0086] 또, 도 4에 나타나 있는 바와 같이, 제 2 처리 공정에 있어서 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류가 정상값으로 되는 것은, 제 2 처리 공정에 있어서 제 2 자장 형성용 코일(111b)을 흐르는 전류가 정상값으로 되는 것보다 빠른 것이 바람직하다. 제 1 자장 형성용 코일(111a)을 흐르는 전류가 신속하게 정상값(제 3 전류값)으로 되는 것에 의해, 제 2 처리 공정에 있어서의 플라즈마 발생 영역이 신속하게 안정화된다.

[0087] (제 2 실시형태)

[0088] 도 7 및 도 8을 참조하여, 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1')에 대해 설명한다. 도 7은, 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1')의 일례이며, 자장 형성용 코일을 3개 구비한 플라즈마 처리 장치의 구성을 모식적으로 나타내는 개략 종단면도이다. 도 8은, 제 3 전류 제어 전원(112c)에 제 3 응답 시간 상수 변경 장치가 접속된 모습을 나타내는 모식도이다.

[0089] 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1')(자장 형성 수단(111))는, 제 3 자장 형성용 코일(111c), 및, 제 3 전원(제 3 전류 제어 전원(112c))을 구비하는 점에서, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)와는 다르다. 그 밖의 점에서는, 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1')는, 제 1 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1)와 마찬가지이다. 이 때문에, 제 2 실시형태에서는, 제 3 자장 형성용 코일(111c), 및, 제 3 전류 제어 전원(112c)을 중심으로 설명하고, 제 1 실시형태에 있어서 설명 완료된 사항에 대한 반복이 되는 설명을 생략한다.

[0090] 도 7에 기재된 예에서는, 제 3 자장 형성용 코일(111c)은, 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 상방에 배치되어, 처리실(104) 내에 자장을 형성하는 자장 형성용 코일이다. 또한 제 3 전류 제어 전원(112c)은, 제 3 자장 형성용 코일(111c)에 접속되어, 제 3 자장 형성용 코일(111c)에 전류를 흘리는 전원이다.

[0091] 도 7에 기재된 예에서는, 제 3 자장 형성용 코일(111c)이, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)의 상방에 배치되어 있다. 따라서, 제 3 자장 형성용 코일(111c)은, 제 1 자장 형성용 코일(111a) 및 제 2 자장 형성용 코일(111b)과 비교하여, 재치대(환연하면, 반도체 처리 기판(113))로부터 보다 면 자장 형성용 코일이며, 자장 변경의 감도가 약한 자장 형성용 코일이다. 이 때문에, 제 3 자장 형성용 코일(111c)에 전류를 흘리는 제 3 전류 제어 전원(112c)의 응답 시간 상수는, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및/또는 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 커도 된다. 제 3 전류 제어 전원(112c)의 응답 시간 상수를, 제 1 전류 제어 전원(112a) 및/또는 제 2 전류 제어 전원(112b)의 응답 시간 상수보다 크게 함으로써, 자장 형성용 코일 간의 상호 유도에 기인하여, 제 1 전류 제어 전원(112a), 제 2 전류 제어 전원(112b), 및 제 3 전류 제어 전원(112c)이 과전압 상태로 되는 것이 방지된다.

[0092] 또, 도 7에 기재된 예에서는, 제 3 전류 제어 전원(112c)은, 제어 장치(120)에 접속되어 있으며, 제어 장치(120)는, 제 3 전류 제어 전원(112c)을 제어한다. 제어 장치(120)가 제 3 전류 제어 전원(112c)을 제어함으로써, 제 3 자장 형성용 코일(111c)에 흐르는 전류의 크기를 변화시키는 것이 가능하다.

[0093] 도 8에 나타나 있는 바와 같이, 제 2 실시형태에 있어서의 플라즈마 처리 장치(1')는, 제 3 전류 제어 전원(112c)의 응답 시간 상수를 제어하는 응답 시간 상수 변경 장치(예를 들면 제 3 로우패스 필터(130c))를 구비하고 있어도 된다. 제 3 로우패스 필터(130c)의 응답 시간 상수의 변경은, 예를 들면 제어 장치(120)로부터의 제어 신호에 의거해서 행하여진다. 플라즈마 처리 장치(1')가, 제 3 전류 제어 전원(112c)의 응답 시간 상수를 제어하는 응답 시간 상수 변경 장치를 구비할 경우에는, 시료의 특성 혹은 시료에 대한 처리의 종류 등에 대응해서, 제 3 전류 제어 전원(112c)의 응답 시간 상수를 자유롭게 변경하는 것이 가능해진다.

[0094] 또, 본 발명은, 전술한 실시형태에 한정되지 않는다. 본 발명의 범위 내에 있어서, 전술한 실시형태의 임의의 구성요소의 변형, 혹은, 전술한 실시형태의 임의의 구성요소의 생략이 가능하다.

[0095] 예를 들면, 실시형태에서는 자장 형성용 코일의 개수가 2개 또는 3개이며, 전류 제어 전원의 개수가 2개 또는 3개일 경우에 대해 설명되었지만, 자장 형성용 코일의 개수 및 전류 제어 전원의 개수는, 각각 4개 이상이어도 된다. 플라즈마 처리 장치가, 4개 이상의 자장 형성용 코일을 구비할 경우에는, 예를 들면 2개의 연속하는 처리 공정 간에 있어서의 설정 전류 변화량이 가장 큰 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수를, 그 이외의 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수보다 작게 하면 된다. 대체적으로, 혹은, 부가적으로, 재치대로부터의 거리가 가장 가까운 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수를, 그 이외의 자장 형성용 코일에 접속된 전류 제어 전원의 응답 시간 상수보다 작게 하면 된다. 이러한 구성에 의해, 플라즈마 처리 장치가, 4개 이상의 자장 형성용 코일을 구비할 경우여도, 각 자장 형성용 코

일에 작용하는 전압이 정격 전압을 초과하지 않는 상태에서, 신속하게, 처리실 내에 있어서의 자장 분포를 전환하는 것이 가능해진다.

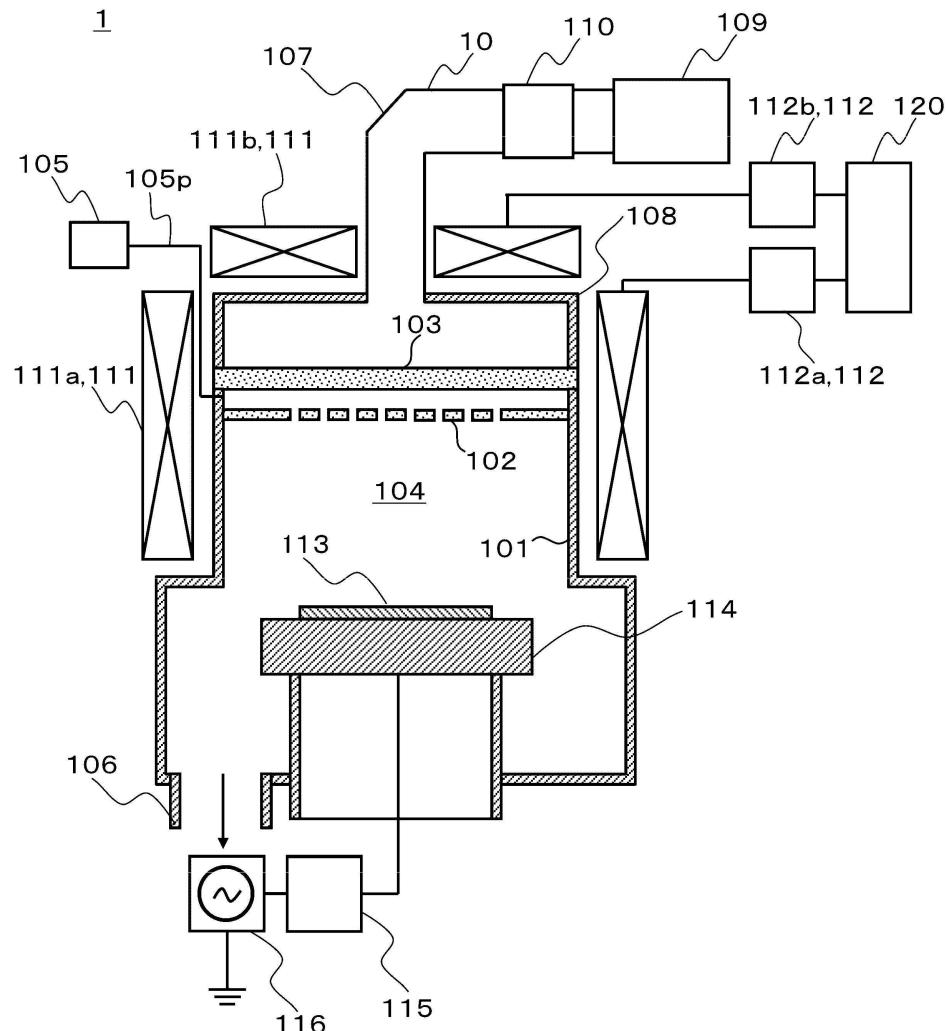
- [0096] 또한 도 5, 도 8에 기재된 예에서는, 응답 시간 상수 변경 장치(예를 들면, 로우패스 필터)가, 전류 제어 전원과는 별개의 장치로서 준비되며, 또한, 제어 장치와는 별개의 장치로서 준비될 경우에 대해 설명되었다. 대체적으로, 응답 시간 상수 변경 장치는, 전류 제어 전원 또는 제어 장치에 포함되어 있어도 된다.
- [0097] 또한, 실시형태에서는 제 1 처리 공정이 예칭 처리 공정이며, 제 2 처리 공정이 시료의 표면에 피막을 형성하는 처리 공정일 경우에 대해 설명되었다. 대체적으로, 제 1 처리 공정은 예칭 처리 공정 이외의 처리 공정이어도 된다. 또한 제 2 처리 공정은, 시료의 표면에 피막을 형성하는 처리 공정 이외의 처리 공정이어도 된다.

부호의 설명

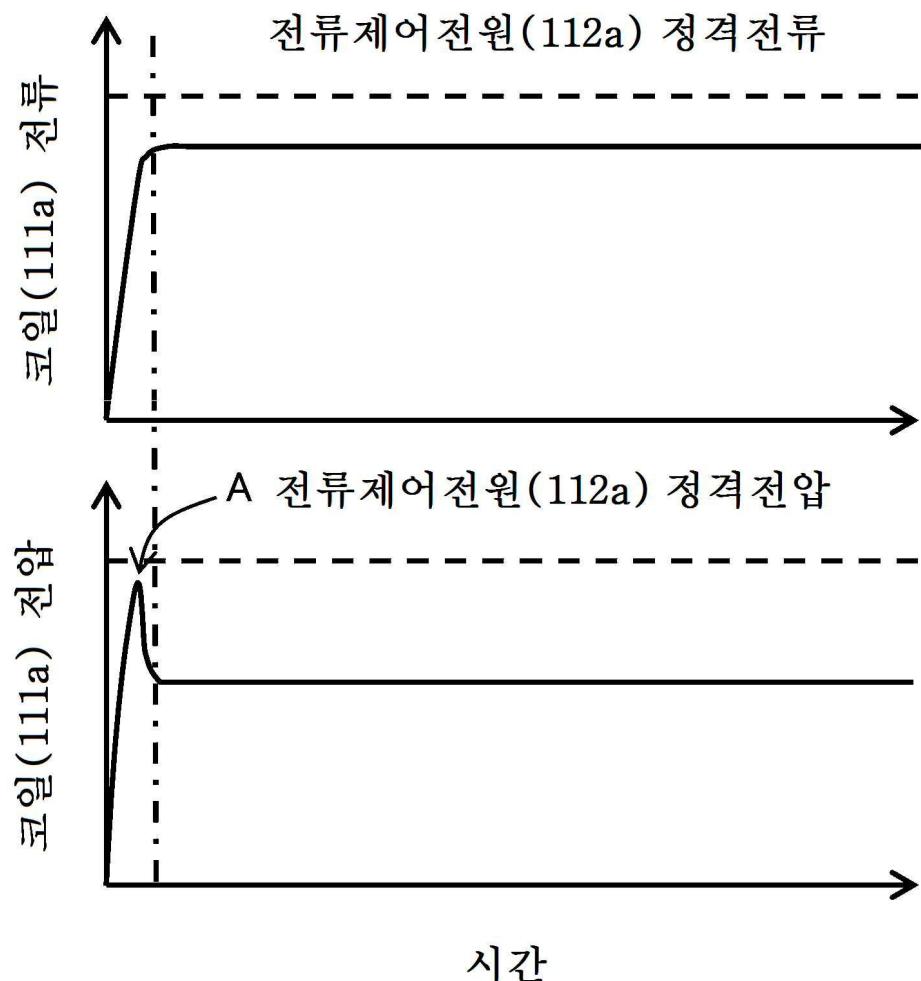
[0098]	1: 플라즈마 처리 장치	10: 전자파 공급 장치
	101: 진공 용기	102: 샤큐 플레이트
	103: 유전체창	104: 처리실
	105: 가스 공급 장치	105p: 가스 공급관
	106: 진공 배기구	107: 도파관
	108: 공동 공진기	109: 고주파 전원
	110: 전자파 정합기	111: 자장 형성 수단
	111a: 제 1 자장 형성용 코일	111b: 제 2 자장 형성용 코일
	111c: 제 3 자장 형성용 코일	112: 전원
	112a: 제 1 전류 제어 전원	112b: 제 2 전류 제어 전원
	112c: 제 3 전류 제어 전원	113: 반도체 처리 기판
	114: 시료대	115: 고주파 정합기
	116: 고주파 전원	120: 제어 장치
	130: 로우패스 필터	130a: 제 1 로우패스 필터
	130b: 제 2 로우패스 필터	130c: 제 3 로우패스 필터

도면

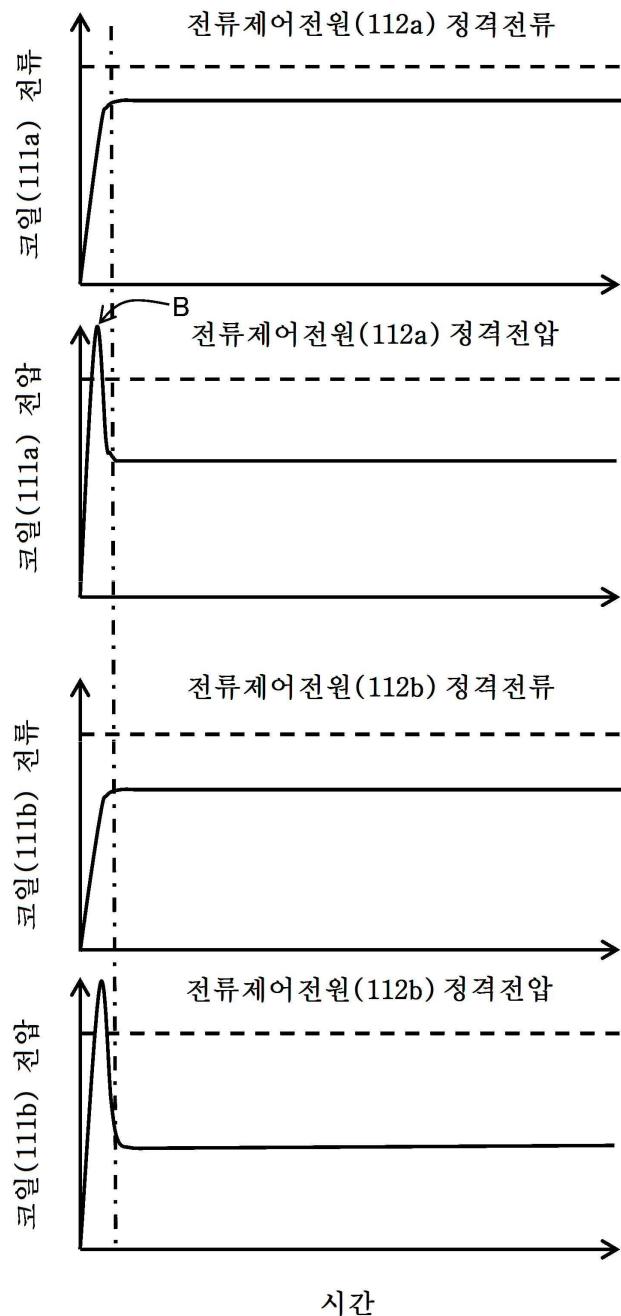
도면1



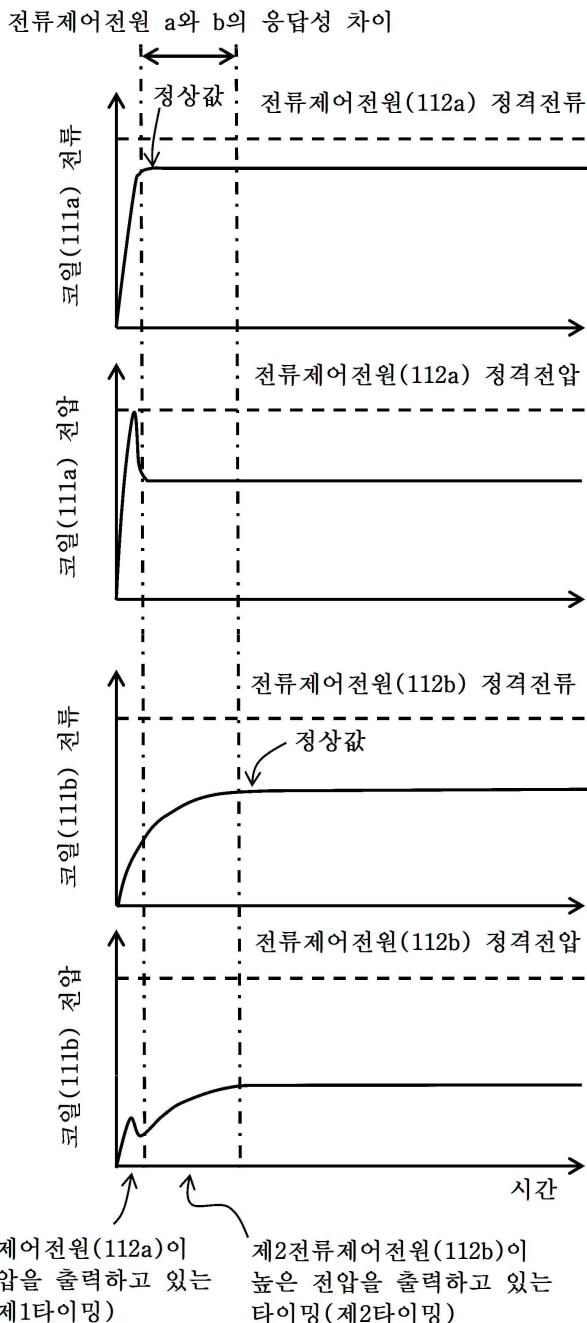
도면2



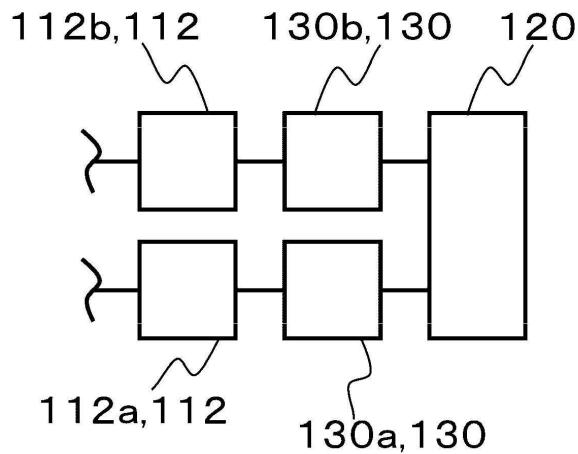
도면3



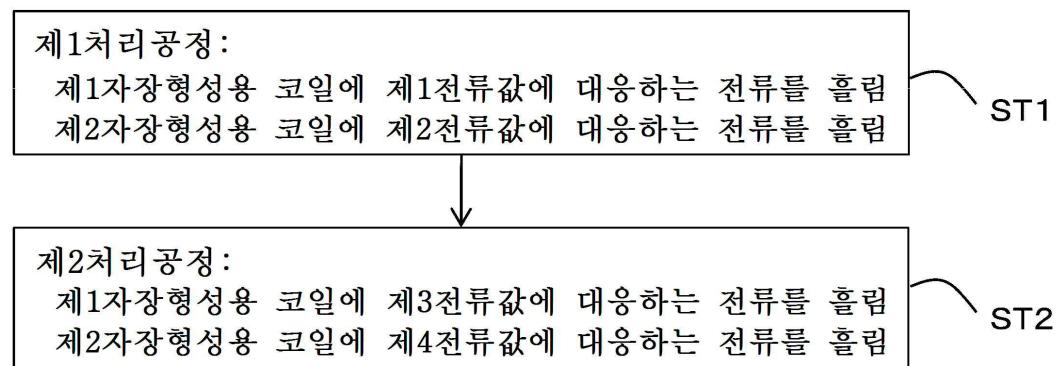
도면4



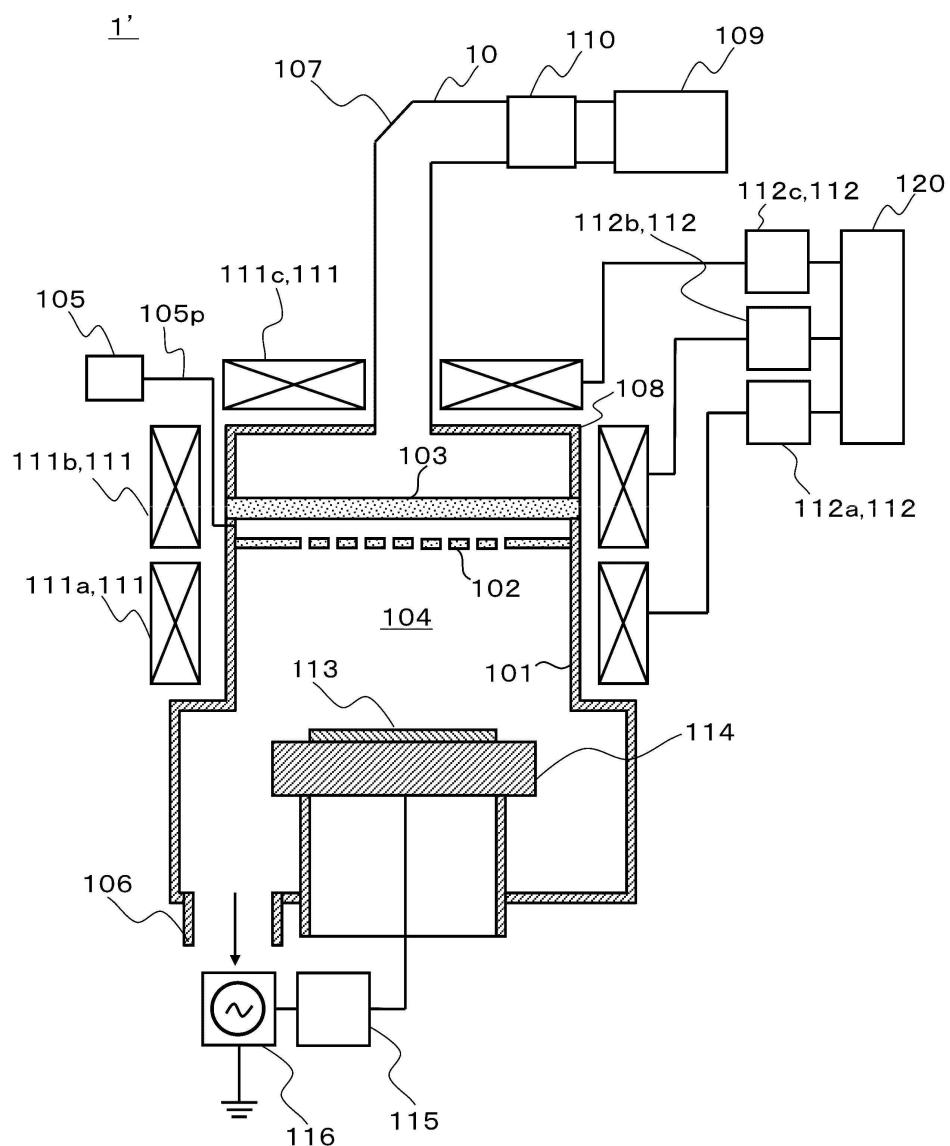
도면5



도면6



도면7



도면8

