



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0108278
(43) 공개일자 2011년10월05일

(51) Int. Cl.

H05H 1/46 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0025782

(22) 출원일자 2011년03월23일

심사청구일자 2011년03월23일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-071872 2010년03월26일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 히다치 고쿠사이 덴키

일본국 도쿄도 치요다쿠 소토칸다 4초메 14반 1코
(우:101-8980)

(72) 발명자

도미타 마사유키

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

후나키 카츠노리

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지명

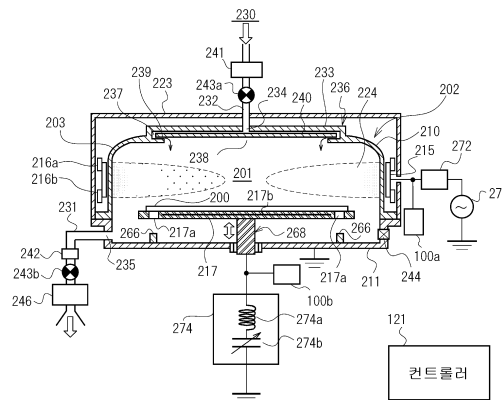
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 기판 처리 장치 및 반도체 장치의 제조 방법

(57) 요약

임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 처리 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것을 가능하게 한다. 기판 처리 장치는, 기판을 처리하는 처리실과, 처리실 내에서 기판을 지지하는 기판 지지부와, 처리실 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급부와, 처리실 내에 공급된 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 플라즈마 생성 전극과, 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과, 기판 지지부에 설치되어 기판의 전위를 제어하는 임피던스 가변 전극과, 임피던스 가변 전극에 접속되어 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 역수에 따라서 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구와, 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기부와, 적어도 임피던스 가변 기구를 제어하는 제어부를 구비해서 구성된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

야시마 신지

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치 2
초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

시마다 류이치

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치 2
초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

특허청구의 범위

청구항 1

기관을 처리하는 처리실;
 상기 처리실 내에서 상기 기관을 지지하는 기관 지지부;
 상기 처리실 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급부;
 상기 처리실 내에 공급된 상기 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 플라즈마 생성 전극;
 상기 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원;
 상기 기관 지지부에 설치되어 상기 기관의 전위를 제어하는 임피던스 가변 전극;
 상기 임피던스 가변 전극에 접속되어, 상기 플라즈마 생성 전극의 피크(peak)간(間) 전압값의 역수(逆數)에 따라서 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구;
 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기부; 및
 적어도 상기 임피던스 가변 기구를 제어하는 제어부;
 를 구비하는 기관 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 임피던스 가변 기구는, 가변 콘덴서를 구비하고,
 상기 제어부는, 상기 가변 콘덴서의 정전 용량을 조정하는 것으로, 상기 임피던스를 변경하는 기관 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값의 상기 역수를 정규화(normalize)해서 현재의 처리 속도를 추측하는 기관 처리 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값의 상기 역수를 정규화해서 현재의 처리 속도를 추측하는 기관 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 전압 측정부를 구비하고,
 상기 전압 측정부는, 상기 전압 측정부가 구비하는 반파 정류 회로에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 전압 측정부를 구비하고,

상기 전압 측정부는, 상기 전압 측정부가 구비하는 평균화 회로에 의해 복수 회 측정해서 평균화한 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 임피던스 가변 전극의 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고,

상기 제2 전압 측정부는, 상기 제2 전압 측정부가 구비하는 반파 정류 회로에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 임피던스 가변 전극의 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고,

상기 제2 전압 측정부는, 상기 전압 측정부가 구비하는 평균화 회로에 의해 복수 회 측정해서 평균화한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 임피던스 가변 전극의 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고,

상기 제2 전압 측정부는, 상기 제2 전압 측정부가 구비하는 반파 정류 회로에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 임피던스 가변 전극의 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고,

상기 제2 전압 측정부는, 상기 제2 전압 측정부가 구비하는 평균화 회로에 의해 복수 회 측정해서 평균화한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 기관 처리 장치.

청구항 11

임피던스 가변 기구를 원하는 임피던스로 하기 위해서, 상기 임피던스 가변 기구의 피크간 전압값의 역수에 따라서 가변 콘덴서 용량을 설정한 상태에서, 플라즈마 생성부가 처리실 내에 공급된 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 공정;

상기 처리실 내의 기관에 상기 플라즈마를 노출하여, 상기 기관을 처리하는 공정; 및

상기 처리한 기관을 상기 처리실 내로부터 반출하는 공정;

을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 플라즈마를 이용해서 기관을 처리하는 기관 처리 장치 및 반도체 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] DRAM 등의 반도체 장치의 제조 공정의 일 공정으로서, 플라즈마를 이용해서 기관 상에 성막(成膜) 등을 수행하는 기관 처리 공정이 수행되는 경우가 있다. 이와 같은 공정을 실시하는 종래의 기관 처리 장치는, 처리실 내에 공급된 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 플라즈마 생성 전극과, 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가하

는 고주파 전원과, 처리실 내에서 기판을 지지하는 기관 지지부와, 기관 지지부에 설치된 임피던스 가변 전극과, 임피던스 가변 전극에 접속되어 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구와, 적어도 상기 임피던스 가변 기구를 제어하는 제어부를 구비하고 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 플라즈마에 의한 처리 속도는, 플라즈마에 대한 기관의 전위, 즉 임피던스 가변 전극의 전위를 변경하는 것으로 제어할 수 있다. 임피던스 가변 전극의 전위는, 임피던스 가변 기구의 임피던스를 변경하는 것으로 제어할 수 있다. 임피던스를 변경하면, 기관의 전위뿐만 아니라, 임피던스 가변 전극의 피크(peak)간(間) 전압이나, 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압 등의 값이 따라서 변동한다. 임피던스 가변 전극의 피크간 전압의 변화와 처리 속도의 변화는 유사한 경향을 나타내는 것으로부터, 종래의 기관 처리 장치에서는, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압의 변화를 모니터링하고, 이와 같은 모니터 결과를 바탕으로 임피던스 값을 변경해서 처리 속도를 제어하도록 하고 있었다.
- [0004] 그러나, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압의 변화와 처리 속도의 변화는, 임피던스의 가변 범위 내의 일부에서는 유사한 경향을 나타내지만, 광범위에서는 일치하지 않는 경향이 있었다. 그 때문에, 임피던스 가변 기구의 임피던스를 광범위로 변경하는 경우에는, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압의 변화를 모니터링하여도, 처리 속도를 원하는 값으로 제어하는 것은 어려웠다.
- [0005] 본 발명은, 임피던스의 가변 범위 내의 광역(廣域)에 걸쳐 처리 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것이 가능한 기관 처리 장치 및 반도체 장치의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 제1 실시 형태에 의하면, 기판을 처리하는 처리실과, 상기 처리실 내에서 상기 기판을 지지하는 기관 지지부와, 상기 처리실 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급부와, 상기 처리실 내에 공급된 상기 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 플라즈마 생성 전극과, 상기 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과, 상기 기관 지지부에 설치되어 상기 기관의 전위를 제어하는 임피던스 가변 전극과, 상기 임피던스 가변 전극에 접속되어, 상기 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 역수(逆數)에 따라서 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구와, 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기부와, 적어도 상기 임피던스 가변 기구를 제어하는 제어부를 구비하는 기관 처리 장치가 제공된다.
- [0007] 본 발명의 제2 형태에 의하면, 임피던스 가변 기구를 원하는 임피던스로 하기 위해서, 상기 임피던스 가변 기구의 피크간 전압값의 역수에 따라서 가변 콘덴서 용량을 설정한 상태에서, 플라즈마 생성부가 처리실 내에 공급된 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 공정과, 상기 처리실 내의 기관에 상기 플라즈마를 노출하고, 상기 기관을 처리하는 공정과, 상기 처리한 기관을 상기 처리실 내에서 반출하는 공정을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명에 따른 기관 처리 장치 및 반도체 장치의 제조 방법에 의하면, 임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 처리 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 주요 구조를 나타내는 종단면도(縱斷面圖)이다.
- 도 2는 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 역수비(逆數比), 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값의 역수비 및 막 두께의 정수비(正數比)의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다.
- 도 3은 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 정수비, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값의 정수비 및 막 두께의 정수비의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다.
- 도 4는 임피던스 가변 전극의 피크간 전압이 극소값이 될 때를 기준으로 한 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 역수비, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값의 역수비 및 막 두께의 정수비와, 가변 콘덴서 포지션과의

관계를 도시하는 그래프 도면이다.

도 5는 임피던스 가변 전극의 피크간 전압이 극소값이 될 때를 기준으로 한 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 정수비, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값의 정수비 및 막 두께의 정수비와, 가변 콘덴서 포지션과의 관계를 도시하는 그래프 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 전압 측정부를 포함하는 회로 블록 도이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 전압 측정부 및 아날로그 입력 유닛을 포함하는 회로 블록도이다.

도 8은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 전압 측정부를 포함하는 회로 블록 도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 기관 처리 장치로서의 ICP 방식 플라즈마 처리 장치의 종단면도이다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따른 기관 처리 장치로서의 ECR 방식 플라즈마 처리 장치의 종단면도이다.

도 11은 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값, 기관에 인가되는 전압값, 기관 근방에서 소비되는 전력값 및 임피던스 가변 기구의 피크간 전류값의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다.

도 12는 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값, 임피던스 가변 전극의 피크간 전압값 및 막 두께의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] <본 발명의 제1 실시 형태>

[0011] 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치는, 변형 마그네트론형 플라즈마원 (Modified Magnetron Typed Plasma Source)을 이용해서 기관을 플라즈마 처리하는 기관 처리 장치(이하, MMT 장치라고 한다)로서 구성되어 있다. MMT 장치는, 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가해서 전계를 형성하는 동시에, 자계를 형성해서 마그네트론 방전을 발생시킨다. 이에 의해, 플라즈마 생성 전극으로부터 방출된 전자가, 드리프트하면서 사이클로이드 운동을 계속해서 주회(周回)하는 것으로 수명이 길어져, 전리(電離) 생성율을 높일 수 있다. 따라서, MMT 장치는 고밀도 플라즈마를 생성하는 것이 가능하다. MMT 장치는, 처리 가스를 여기(勵起) 분해시켜서, 예컨대 기관 표면 또는 기관에 형성된 박막을 산화하거나 질화하거나, 기관 상에 박막을 형성하거나, 기관 표면을 에칭하거나 하는 등, 각종의 플라즈마 처리를 실시할 수 있다.

[0012] 이하, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 구성에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다.

[0013] (1) 기관 처리 장치의 구성

[0014] 도 1은, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 종단면도이다. 기관 처리 장치는, 기관으로서의 웨이퍼(200)를 플라즈마 처리하는 처리로(202, 處理爐)를 구비하고 있다. 이 처리로(202)는, 처리 용기(203)를 구비하고 있다. 처리 용기(203)는, 돔형의 상측 용기(210)와 그릇 형태의 하측 용기(211)를 구비하고 있다. 상측 용기(210)는, 예컨대 산화 알루미늄(Al_2O_3) 또는 석영(SiO_2) 등의 비금속 재료로 형성되어 있다. 하측 용기(211)는, 예컨대 알루미늄(Al)으로 형성되어 있다. 상측 용기(210)는 하측 용기(211)의 위에 덮여진다. 상측 용기(210)와 하측 용기(211)로 처리실(201)이 기밀하게 형성되어 있다. 상측 용기(210)의 외주(外周)에는, 외부 환경이나 다른 처리로 등의 장치에 영향을 끼치지 않도록, 전계나 자계를 효율적으로 차폐하는 차폐판(223)이 설치되어 있다.

[0015] 하측 용기(211)의 저면에는, 후술하는 서셉터(217)에 대하여 웨이퍼(200)를 밀어 올리는 웨이퍼 승강판(266)이 적어도 3개 설치되어 있다. 또한, 하측 용기(211)의 측벽에는, 게이트 밸브(244)가 설치되어 있다. 게이트 밸브(244)가 열려있을 때에는, 도시되지 않은 반송 기구에 의해 처리실(201) 내에 웨이퍼(200)를 반송 가능하게 되고, 게이트 밸브(244)가 닫혀 있을 때에는 처리실(201) 내를 기밀하게 봉지(封止)할 수 있다. 또한, 게이트 밸브(244)는, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0016] (처리 가스 공급부)

[0017] 처리실(201)의 상부에는, 샤워 헤드(236)가 설치되어 있다. 샤워 헤드(236)는, 캡 형상의 개체(蓋體, 233), 가스 도입구(234), 가스 버퍼실(237), 가스 개구(開口)(238), 차폐 플레이트(240) 및 가스 분출구(239)를 구비하고 있다. 가스 도입구(234)에는, 가스 공급관(232)의 하류단(下流端)이 접속되어 있다. 가스 공급관(232)에는,

상류측으로부터 순서대로, 처리 가스(230)나 불활성 가스를 공급하는 도시되지 않은 가스 공급원, 매스 플로우 컨트롤러(241), 밸브(243a)가 설치되어 있다. 가스 버퍼실(237)은, 가스 도입구(234)로부터 도입된 가스를 분산하는 분산 공간으로서 설치되어 있다. 주로, 가스 공급관(232), 매스 플로우 컨트롤러(241), 밸브(243a), 샤워 헤드(236)에 의해 처리 가스 공급부가 구성되어 있다. 또한, 매스 플로우 컨트롤러(241) 및 밸브(243a)는, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0018] (배기부)

[0019] 하측 용기(211)의 측벽 하부에는, 가스 배기구(235)가 설치되어 있다. 가스 배기구(235)에는, 가스 배기관(231)의 상류단(上流端)이 접속되어 있다. 가스 배기관(231)에는, 상류측으로부터 순서대로, 압력 정합기인 APC(Auto Pressure Controller, 242), 개폐 밸브인 밸브(243b), 배기 장치인 진공 펌프(246)가 설치되어 있다. 또한, APC(242)는, 밸브를 개폐해서 처리실(201) 내를 진공 배기·진공 배기 정지를 할 수 있고, 밸브 개도(開度)를 조절해서 압력 조정 가능하도록 구성되어 있다. 진공 펌프(246)를 작동시키면서, 압력 센서(도면 중 생략)에 의해 검출된 압력에 기초해서 APC(242)의 밸브 개도를 조절하는 것에 의해, 처리실(201) 내의 분위기가 소정의 압력(진공도)이 되도록 진공 배기 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 차폐 플레이트(240) 및 하측 용기(211)는 접지되어 있다. 주로, 압력 센서, 가스 배기관(231), APC(242), 밸브(243b), 진공 펌프(246)에 의해 배기부가 구성되어 있다. 또한, APC(242), 밸브(243b), 진공 펌프(246) 및 압력 센서는, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0020] (플라즈마 생성부)

[0021] 처리 용기[203, 상측 용기(210)]의 외주측에는, 방전 기구로서 통 형상, 예컨대 원통 형상으로 형성된 플라즈마 생성 전극(215)이 설치되어 있다. 플라즈마 생성 전극(215)은, 처리실(201) 내의 플라즈마 생성 영역(224)을 둘러싸고 있다. 플라즈마 생성 전극(215)에는, 임피던스의 조정을 수행하는 임피던스 정합기(272)를 개재해서 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원(273)이 접속되어 있다. 플라즈마 생성 전극(215)과 임피던스 정합기(272)의 사이에는, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압을 측정하는 전압 측정부(100a)가 접속되어 있다. 전압 측정부(100a)는, 예컨대 오실로스코프나 플라즈마 모니터 등으로서 구성되어 있다. 전압 측정부(100a)에서 측정된 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압값 등의 데이터는, 후술하는 컨트롤러(121)에 출력되도록 되어 있다. 주로, 플라즈마 생성 전극(215), 임피던스 정합기(272) 및 고주파 전원(273)에 의해 플라즈마 생성부가 구성되어 있다. 또한, 전압 측정부(100a), 임피던스 정합기(272) 및 고주파 전원(273)은, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0022] 또한, 플라즈마 생성 전극(215)의 외표면(外表面)의 상하단(上下端) 근방에는, 자계 형성 기구로서 통 형상, 예컨대 원통 형상으로 형성된 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)이 배치되어 있다. 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)은, 예컨대 영구 자석에 의해 구성되어 있다. 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)은, 처리실(201)의 반경(半徑) 방향을 따른 양단[내주단(內周端)과 외주단(外周端)]에 자극(磁極)을 갖는다. 이들 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)은, 자극의 방향이 서로 반대가 되도록 설치되어 있다. 즉, 이들 내주부의 자극끼리가 서로 다른 극으로 되어 있다. 이에 의해, 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)의 내주면(內周面)을 따라 원통 축 방향으로 자력선이 형성 가능하다.

[0023] (서셉터)

[0024] 처리실(201) 내의 저측(底側) 중앙에는, 웨이퍼(200)를 보지(保持)하는 기관 지지부로서의 서셉터(217)가 배치되어 있다. 서셉터(217)는, 예컨대 질화알루미늄(AlN)이나 세라믹스 또는 석영 등의 비금속 재료로 형성되어 있다. 이에 의해, 후술하는 기관 처리의 플라즈마 생성 시에 웨이퍼(200)에 대하여 서셉터(217)로부터의 금속 오염을 저감 가능하게 하고 있다. 또한, 서셉터(217)는, 하측 용기(211)와 절연되어 있다. 서셉터(217)의 내부에는, 웨이퍼(200)를 가열하는 가열 기구로서의 히터(도면 중 생략)가 일체적(一體的)으로 매립되어 있다. 히터에 전원부(도면 중 생략)로부터 전력이 인가되는 것으로, 웨이퍼(200)를 예컨대 실온~1,000℃정도까지 가열 가능하다. 또한, 서셉터(217)에는 온도 센서(도면 중 생략)가 설치되어 있다. 전원부 및 온도 센서는 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다. 온도 센서(도면 중 생략)가 검출한 온도 정보에 기초하여, 전원부로부터 히터로의 통전 상태가 피드백 제어되도록 구성되어 있다.

[0025] 서셉터(217)의 중앙 하부에는, 서셉터(217)를 승강시키는 서셉터 승강 기구(268)가 설치되어 있다. 또한, 서셉터(217)의 주변측에는, 관통공(217a)이 적어도 3개 형성되어 있다. 관통공(217a)에는, 웨이퍼 승강편(266)이 관통 가능하다. 웨이퍼 승강편(266)과 관통공(217a)의 위치 관계는, 서셉터 승강 기구(268)에 의해 서셉터(217)가

하강되었을 때에, 비접촉 상태로 웨이퍼 승강핀(266)이 관통공(217a)을 관통하도록 구성되어 있다. 또한, 서셉터 승강 기구(268)는, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0026] 또한, 서셉터(217)의 내부에는, 웨이퍼(200)의 전위를 제어하는 임피던스 가변 전극(217b)이 설치되어 있다. 임피던스 가변 전극(217b)은, 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구(274)를 개재해서 접지되어 있다. 임피던스 가변 기구(274)는, 직렬로 접속된 코일(274a)과 가변 콘덴서(274b)를 구비하고 있다. 가변 콘덴서(274b)의 정전 용량이 조정되는 것으로 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스가 변경 가능하도록 구성되어 있다. 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스가 변경되는 것으로, 플라즈마에 대한 임피던스 가변 전극(217b)의 전위, 즉, 웨이퍼(200)의 전위가 제어되도록 구성되어 있다. 또한, 임피던스 가변 기구(274)와 임피던스 가변 전극(217b)의 사이에는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압 등을 측정하는 전압 측정부(100b)가 접속되어 있다. 전압 측정부(100b)에서 측정된 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압값 등의 데이터는, 후술하는 컨트롤러(121)에 출력되도록 되어 있다. 또한, 전압 측정부(100b) 및 임피던스 가변 기구(274)는, 후술하는 컨트롤러(121)에 접속되어 있다.

[0027] (제어부)

[0028] 제어부로서의 컨트롤러(121)는, 전압 측정부(100a, 100b), APC(242), 밸브(243b), 진공 펌프(246), 압력 센서, 서셉터 승강 기구(268), 게이트 밸브(244), 임피던스 정합기(272), 고주파 전원(273), 매스 플로우 컨트롤러(242), 밸브(243a), 전원부, 히터, 온도 센서, 임피던스 가변 기구(274)의 동작 등을 각각 제어하도록 구성되어 있다.

[0029] (2) 기관 처리 공정

[0030] 그 다음에, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 공정에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에 따른 기관 처리 공정은, 상술한 기관 처리 장치를 이용해서 웨이퍼(200)에 질화 처리를 실시하는 처리이며, 반도체 장치의 제조 공정의 일 공정으로서 실시된다. 또한, 이하의 설명에 있어서, 기관 처리 장치를 구성하는 각 부의 동작은 컨트롤러(121)에 의해 제어된다.

[0031] (기관 반입 공정)

[0032] 우선, 도면 중 생략한 반송 기구에 의해 처리실(201) 내에 웨이퍼(200)를 반입하고, 서셉터(217) 상에 재치(載置)한다. 구체적으로 설명하면, 서셉터(217)를 기관 반송 위치까지 하강시켜, 웨이퍼 승강핀(266)의 선단(先端)이 서셉터(217)의 관통공(217a)을 통과하도록 한다. 이 때, 서셉터(217) 표면보다도 소정의 높이만큼 승강핀(266)이 돌출된 상태가 된다. 다음으로, 게이트 밸브(244)를 열어, 반송 기구에 의해 웨이퍼(200)를 웨이퍼 승강핀(266)의 선단 상에 재치한다. 반송 기구를 처리실(201) 외로 퇴피(退避)시키면, 게이트 밸브(244)를 닫는다. 그리고, 서셉터 승강 기구(268)에 의해 서셉터(217)를 상승시키는 것으로, 서셉터(217) 상면에 웨이퍼(200)를 재치시켜, 도 1에 도시되는 처리 위치까지 웨이퍼(200)를 상승시킨다.

[0033] 서셉터(217) 내의 히터를 가열하여, 웨이퍼(200)의 온도가 예컨대 실온~1,000℃ 정도의 범위 내의 소정의 처리 온도가 되도록 한다. 또한, 진공 펌프(246)를 작동시키는 동시에 APC(242)의 개도를 적정하게 조정하여, 처리실(201) 내의 압력이 예컨대 0.1~100Pa의 범위 내의 소정의 처리 압력이 되도록 한다.

[0034] (처리 가스의 공급·배기 공정)

[0035] 웨이퍼(200)가 소정의 처리 온도로 가열되면, 처리실(201) 내로의 처리 가스의 공급을 개시한다. 구체적으로 설명하면, 밸브(243a)를 열어, 처리 가스로서의 N₂가스를, 도시되지 않은 가스 공급원으로부터 매스 플로우 컨트롤러(241)를 개재해서 가스 공급관(232) 내에 공급한다. 가스 공급관(232) 내에 공급된 N₂가스는, 가스 도입구(234)를 개재해서 샤워 헤드(236) 내에 공급되어, 가스 분출구(239)를 개재해서 처리실(201) 내에 공급된다. 처리실(201) 내에 공급된 N₂가스는, 웨이퍼(200)의 표면(처리면)을 향해서 샤워 형상으로 공급된 후, 가스 배기관(231)으로부터 배기된다. 또한, N₂가스의 가스 유량은, 예컨대 100~1,000sccm의 범위 내로 한다. 이 때, 압력 센서에 의해 검출된 압력에 기초하여 APC(242)의 밸브의 개도를 조절하여, 처리실(201) 내의 압력이 소정의 처리 압력(진공도)이 되도록 한다.

[0036] (플라즈마 처리 공정)

[0037] 처리실(201) 내의 압력이 안정되면, 고주파 전원(273)로부터 플라즈마 생성 전극(215)에, 임피던스 정합기(272)를 개재해서 고주파 전력을 인가한다. 또한, 인가하는 고주파 전력은, 예컨대 100W~500W의 범위 내로 한다.

고주파 전력이 인가되면, 플라즈마 생성 전극(215)과 차폐 플레이트(240)의 사이의 플라즈마 생성 영역(224)에 플라즈마 방전이 생긴다. 또한, 상부 자석(216a) 및 하부 자석(216b)의 자계의 영향을 받아서 마그네트론 방전이 발생하고, 웨이퍼(200)의 상방(上方) 공간에 전하가 트랩되어, 플라즈마 생성 영역(224)에 고밀도 플라즈마가 생성된다. 그리고, 생성된 고밀도 플라즈마에 의해 활성화된 N₂가스나 원자상(原字狀) 질소(N)가, 웨이퍼(200) 상에 공급되어, 웨이퍼(200) 상에 형성된 박막 표면을 질화해서 질화막이 형성된다. 이 때, 임피던스 가변 기구(274)의 가변 콘덴서(274b)의 정전 용량을 조정하는 것으로, 즉 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 변경하는 것으로, 웨이퍼(200)의 전위를 제어하고, 웨이퍼(200)로의 플라즈마 중의 이온 인입량(引入量)을 제어하고, 원하는 성막 속도(처리 속도)를 얻도록 한다.

[0038] 방전 개시로부터 소정 시간 경과 후, 원하는 막 두께의 질화막이 형성되면, 고주파 전원(273)으로부터 플라즈마 생성 전극(215)으로의 전력 공급을 정지해서 방전을 정지한다.

[0039] (기판 반출 공정)

[0040] 가스 공급관(232)의 밸브(243a)를 연 상태로 처리실(201) 내로 N₂가스의 공급을 계속하면서, 처리실(201) 내의 배기를 소정 시간 계속하고, 미반응 가스나 중간 생성물 등을 처리실(201) 내로부터 배출한다. 그리고, APC(242)의 개도를 조절하여, 처리실(201) 내의 압력을 인접하는 진공 반송실(도시 생략) 내의 압력과 동압화(同壓化)한다. 그리고, 웨이퍼(200)의 반입과는 반대의 순서로 처리 완료된 웨이퍼(200)를 처리실(201) 내로부터 반출하여, 본 실시 형태에 있어서의 기판 처리 공정을 종료한다.

[0041] (3)성막 속도의 조정

[0042] 그 다음에, 상술한 기판 처리 공정에 있어서의 성막 속도의 조정 방법에 대해서 설명한다.

[0043] 상술한 바와 같이, 성막 속도는, 임피던스 가변 기구(274)의 가변 콘덴서(274b)의 정전 용량을 조정하는 것으로, 즉 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 변경하는 것으로 조정할 수 있다. 임피던스를 변경하면, 웨이퍼(200)의 전위뿐만 아니라, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp) 및 임피던스 가변 기구(274)의 피크간 전류(RFCIpp)등의 값이 그에 따라서 변동한다. 여기서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압의 변화와 성막 속도의 변화가 유사한 경향을 나타내는 것으로부터, 종래는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 변화를 모니터링하고, 그 모니터 결과를 기초로 임피던스 값을 변경해서 성막 속도를 제어하도록 하고 있었다.

[0044] 그러나, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 변화와 성막 속도의 변화는, 임피던스의 가변 범위 내의 일부에서는 유사한 경향을 나타내지만, 광범위에서는 일치하지 않는 경향이 있었다. 그 때문에, 임피던스 가변 기구(274)의 가변 콘덴서(274b)를 광범위로 변경하는 경우에는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 변화를 모니터해도, 성막 속도를 원하는 값으로 제어하는 것이 곤란하였다. 또한, 모니터 값으로서 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)를 이용하는 것도 고려할 수 있지만, 전류 측정용 프로브는 대형이므로, 기판 처리 장치에의 설치가 곤란한 경우가 있었다.

[0045] 거기서, 발명자 등은, 임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 성막 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것이 가능한 파라미터를 찾기 위해 예의 연구를 수행하였다. 그 결과, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp) 값의 역수의 변화와 성막 속도의 변화가 거의 같은 증가 경향으로 결정되는 것을 밝혀냈다. 그리고, 발명자 등은, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp) 값의 역수를 모니터 하는 것으로, 임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 성막 속도를 용이하게 할 수 있다는 지견(知見)을 얻었다. 이하, 그 상세를 설명한다.

[0046] 우선, 여기서는, 웨이퍼(200)에서 인가되는 전압(Vdc) 및 웨이퍼(200)의 근방에서 소비되는 전력(P)을 구하는 것으로 한다. 또한, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp) 및 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)은 벡터값이다.

[0047] 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)은, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp) 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 이용해서 (식 1)에 나타낸 바와 같이 근사(近似)된다.

[0048] (식 1)

[0049]
$$V_{dc} \doteq RFV_{pp} - RFCV_{pp}$$

[0050] 또한, 웨이퍼(200)에 흐르는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCI_{pp})는, 임피던스 가변 기구(274) 내에 흐르는 전류와 동일하게 생각된다. 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCI_{pp})와 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCV_{pp})은, (식 2)에 나타낸 바와 같이 직각의 관계에 있다.

[0051] (식 2)

$$RFCI_{pp} \perp RFCV_{pp}$$

[0053] 또한, 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)은, (식 3)에 나타내는 바와 같이 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(V_{dc}≒RFV_{pp}-RFCV_{pp})과 웨이퍼(200)에 흐르는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCI_{pp})의 곱에 비례한다.

[0054] (식 3)

$$P \propto (RFV_{pp} - RFCV_{pp}) \cdot RFCI_{pp}$$

[0056] 또한, 일반적으로 전력(P)은, (식 4)에 나타내는 전압 벡터 V(이하, V)와 (식 5)에 나타내는 전류 벡터 I(이하, I)의 곱에 의해 산출된다. 따라서, 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)은 (식 6)에 나타내는 바와 같이 근사된다.

[0057] (식 4)

$$V = (RFV_{pp} - RFCV_{pp}) / 2$$

[0059] (식 5)

$$I = RFCI_{pp} / 2$$

[0061] (식 6)

$$P = (V / \sqrt{2}) \cdot (I / \sqrt{2})$$

$$= (1 / \sqrt{2}) \cdot (1 / 2) \cdot (RFV_{pp} - RFCV_{pp}) \times (1 / \sqrt{2}) \cdot (1 / 2) \cdot RFCI_{pp}$$

$$= (1 / \sqrt{8}) \cdot (RFV_{pp} - RFCV_{pp}) \times (1 / \sqrt{8}) \cdot RFCI_{pp}$$

$$= (1 / 8) \cdot |RFV_{pp} - RFCV_{pp}| \times |RFCI_{pp}| \times \cos \theta$$

[0066] 단, cos θ은, 전력(P)값의 역률(力率)이다.

[0067] 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(V_{dc}) 및 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)을, 실제의 플라즈마 처리 조건, 여기에서는, 웨이퍼(200) 상의 박막에 대하여 질화 처리를 실시한 경우에 적용해서 산출한 그래프를 도 11에 도시한다. 도 11은, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFV_{pp})값, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCV_{pp})값, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(V_{dc})값, 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)값 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCI_{pp})값의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다.

[0068] 또한, 가변 콘덴서 포지션은, 가변 콘덴서(274b)의 최대의 정전 용량값(F)에 대한 현재의 가변 콘덴서(274b)의 정전 용량값(F)의 비율을 퍼센트로 나타낸 것이다. 횡축은 가변 콘덴서 포지션(%)을, 종축은 전압(V) 및 전력(W)을 각각 나타내고 있다. 도 11 중의 △표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFV_{pp})값을, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCV_{pp})값을, ×표시는 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(V_{dc})값을, *표시는 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)값을, ◆표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCI_{pp})값을, 각각 나타내고 있다. 도 11 중의 그래프에서는, 처리실(201) 내의 압력은 50Pa, N₂가스의 유량은 500sccm, 처리 온도는 900℃, 고주파 전력은 200W, 처리 시간은 60초이다.

[0069] 또한, 도 11과 다른 처리 조건으로 웨이퍼(200) 상의 박막에 대하여 질화 처리를 실시한 경우의 그래프를 도 12에 도시한다. 도 12는, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값 및 막 두께[단위 시간 당의 성막 속도와 거의 동의(同義)]의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 도시하는 그래프 도면이다. 횡축은 가변 콘덴서 포지션(%)을, 종축은 전압(V) 및 막 두께(Å)를 각각 나타내고 있다. 도 12 중의 ◆표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값을, △표시는 막 두께를 각각 나타내고 있다. 도 12 중의 그래프에서는, 처리실(201) 내의 압력은 1Pa, N₂가스의 유량은 100sccm, 처리 온도는 400℃, 고주파 전력은 250W, 처리 시간은 90초이다.

[0070] 도 11 및 도 12로부터, 막 두께의 변화는 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)값의 변화와 거의 같은 경향으로 증가하고 있어, 막 두께의 변화와 전력(P)값의 변화는 비례에 유사한 관계에 있는 것이 추측된다. 또한, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 변화와 막 두께의 변화는 다른 경향이지만, 경사가 역전하여 반비례에 유사한 관계에 있는 것을 알 수 있다.

[0071] 그 다음에, 도 11의 처리 조건에 있어서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)의 위상값 및 실효값, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 위상값 및 실효값, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)의 위상값 및 실효값, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)의 위상값, 역률 및 실효값, 및 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)의 유효 전력값의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 데이터를 표 1에 나타낸다. 또한, 표 1에 나타내는 위상θ은, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)를 기준으로 해서, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 위상의 늦음이나 빠름에 의해 구하고 있다. 또한, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)값은, (식 1)에 기초하여 구한 값이다.

표 1

정전용량비	(%)	0	20	40	60	80
임피던스 가변전극의 피크간 전류(RFCIpp) (벡터값)	(°)	0	0	0	0	0
	실효값(A)	0.67	2.22	3.13	3.22	3.24
임피던스 가변전극의 피크간 전압(RFCVpp) (벡터값)	위상(°)	-90	-90	90	90	90
	실효값(V)	88	11.8	54	76	92
플라즈마 생성 전극의 피크간 전압(RFVpp) (벡터값)	위상(°)	-44.94	-41.04	-0.11	-7.63	-7.63
	실효값(V)	276.92	276.92	246.15	238.46	230.77
웨이퍼에 인가되는 전압(Vdc) (벡터값)	위상(°)	-30.53	-39.13	-12.48	-24.49	-28.2
	COS θ	0.861	0.775	0.976	0.91	0.881
	실효값(V)	227.6	234	252	259.7	259.5
웨이퍼 근방에서 소비되는 전력(P)	(W)	16.41195	50.32463	96.26691	95.12162	92.5909

[0072]

[0073] 도 11 및 표 1로부터 분석을 수행한 결과를 이하에 나타낸다. 또한, 이 분석은, 가변 콘덴서 포지션이 20%미만, 20%이상 40%미만, 40%이상의 3개의 범위로 나누어져 수행되어 있다.

[0074] 우선, 가변 콘덴서 포지션이 20%미만의 범위에 대해서 설명한다. 이 경우, 가변 콘덴서 포지션이 0%로부터 증가함에 따라서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값이 극소값을 향하고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)값과, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)값의 위상차가 증가하고, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)의 cosθ이 작아져 있는 것을 알 수 있다. 또한, 임피던스 가변 전극

(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)값이 작으므로, 웨이퍼(200) 근방에서 소비되는 전력(P)값도 작아져 있는 것을 알 수 있다.

[0075] 다음으로, 가변 콘덴서 포지션이 20%이상 40%미만의 범위에 대해서 설명한다. 이 경우, 가변 콘덴서 포지션이 20%로부터 증가함에 따라서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값이 극소값으로부터 증가 경향이 되어 있는 것을 알 수 있다. 또한, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)에 대한 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 위상차, 일정하게 되어 있는 것을 알 수 있다. 이 때문에, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp) 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)를 실효값에서 판단할 수 있다. 따라서, 가변 콘덴서 포지션이 20%이상 40%미만의 범위에서는, 모니터 값으로서 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 실효값(실측값)을 이용하는 것으로, 막 두께를 용이하게 제어 가능하다.

[0076] 다음으로, 가변 콘덴서 포지션이 40%이상의 범위에 대해서 설명한다. 이 경우, 가변 콘덴서 포지션이 40%로부터 증가함에 따라서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값이 최대값을 향하고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)과, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)의 위상차가 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 이 때문에, 웨이퍼(200)에 인가되는 전압(Vdc)의 $\cos\theta$ 이 감소 경향이 되고 있다. 또한, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전류(RFCIpp)값은 약간 증가하고 있지만 거의 일정한 값이 되고, 웨이퍼(200)근방에서 소비되는 전력(P)값은 약간 감소하고 있지만 거의 일정한 값이 되어 있다.

[0077] 따라서, 가변 콘덴서 포지션이 20%이상 40%미만의 범위에서는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 실효값이 막 두께의 제어에 사용 가능하다. 그러나, 가변 콘덴서 포지션이 20%미만의 범위, 40%이상의 범위에서는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 경사의 경향이 변화되어서 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 실효값과 막 두께가 동기(同期)하지 않게 되는 경향이 있다. 이 때문에, 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 광범위로 변경할 경우에는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 모니터 값으로 하여도, 막 두께(성막 속도)를 원하는 값으로 제어하는 것이 곤란하다.

[0078] 여기서, 상술한 바와 같이, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값과 막 두께는 경사가 역전하고 반비례의 관계에 있다. 거기서, 모니터 값으로서 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 고안한다. 또한, 이하에 도시하는 도 2~도 5의 그래프에 있어서, 횡축은 가변 콘덴서 포지션(%)을, 종축은 지수(指數)를 각각 나타내고 있다.

[0079] 우선, 가변 콘덴서 포지션이 0%일 때의 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값 및 막 두께의 실측값을 기준값으로 하여, 그들 기준값에 대한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값 및 막 두께의 각각의 비(이하, 정수비라고 부른다)를 취한다. 다음으로, 가변 콘덴서 포지션이 0%일 때의 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값을 기준값으로 하여, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값에 대한 상기 기준값의 각각의 비(이하, 역수비라고 부른다)를 취한다. 상기 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압의 정수비 및 역수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 정수비 및 역수비, 막 두께의 정수비의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 데이터를 표 2에 나타낸다.

표 2

가변 콘덴서 포지션 (%)	플라즈마 생성 전극의 피크간 전압(RFVpp)			임피던스 가변 전극의 피크간 전압(RFCVpp)			막 두께	
	실효값 (V)	정수비 (지수)	역수비 (지수)	실효값 (V)	정수비 (지수)	역수비 (지수)	실측값 (Å)	정수비 (지수)
0	544	1	1	135	1	1	24.15	1
10	534	0.981618	1.018727	94	0.696296	1.43617	25.97	1.075362
23	521	0.957721	1.044146	39	0.288889	3.461538	28.87	1.195445
40	509	0.935662	1.068762	63	0.466667	2.142857	30.44	1.260455
70	502	0.922794	1.083665	100	0.740741	1.35	31.83	1.318012
100	498	0.915441	1.092369	115	0.851852	1.173913	32.28	1.336646

[0080]

[0081] 이 표 2의 데이터의 일부를 그래프화한 것을 도 3 및 도 2에 도시한다.

[0082] 도 3은, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 정수비 및 막 두께의 정수비의, 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 나타내는 그래프 도면이다. 또한, 도 3 중의 ◆표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비를, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 정수비를, △표시는 막 두께의 정수비를 각각 나타내고 있다. 도 3에 의해, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비의 변화와 막 두께의 정수비의 변화는, 경사의 경향이 역전하고 있는 것을 알 수 있다.

[0083] 도 2는, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 역수비 및 막 두께의 정수비와의 가변 콘덴서 포지션에 대한 변화량을 각각 나타내는 그래프 도면이다. 또한, 도 2 중의 ◆표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비를, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 역수비를, △표시는 막 두께의 정수비를, 각각 나타내고 있다. 도 2에 의해, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비의 변화와 막 두께의 정수비의 변화는, 경사의 경향이 거의 일치하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서, 막 두께를 정수비로, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 역수비로 하는 것으로, 이들 쌍방에 가변 콘덴서 포지션의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 양호한 상관(相關)을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

[0084] 또한, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값이 극소값이 될 때의 가변 콘덴서 포지션, 예컨대 가변 콘덴서 포지션이 23%일 때를 기준으로 하여 상술한 바와 동일한 방식으로 정수비 및 역수비를 취한다. 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압의 정수비 및 역수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 정수비 및 역수비, 막 두께의 정수비의 가변 콘덴서 포지션에 대한 데이터를 표 3에 나타낸다.

표 3

가변 콘텐서 포지션 (%)	플라즈마 생성 전극의 피크간 전압(RFVpp)			임피던스 가변 전극의 피크간 전압(RFCVpp)			막 두께	
	실효값 (V)	정수비 (지수)	역수비 (지수)	실효값 (V)	정수비 (지수)	역수비 (지수)	실측값 (Å)	정수비 (지수)
0	544	1.044146	0.957721	135	3.461538	0.288889	24.15	0.836508
10	534	1.024952	0.975655	94	2.410256	0.414894	25.97	0.89955
23	521	1	1	39	1	1	28.87	1
40	509	0.976967	1.023576	63	1.615385	0.619048	30.44	1.054382
70	502	0.963532	1.037849	100	2.564103	0.39	31.83	1.102529
100	498	0.955854	1.046185	115	2.9488718	0.33913	32.28	1.118116

[0085]

[0086]

이 표 3의 데이터의 일부를 그래프화한 것을 도 5 및 도 4에 나타낸다.

[0087]

도 5는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)이 극소값이 될 때를 기준으로 한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 정수비 및 막 두께의 정수비와, 가변 콘텐서 포지션과의 관계를 나타내는 그래프 도면이다. 또한, 도 5 중의 ◆표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비를, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 정수비를, △표시는 막 두께의 정수비를, 각각 나타내고 있다. 도 5에 의해, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 정수비의 변화와 막 두께의 정수비의 변화는, 경사의 경향이 상술한 도 3과 거의 같은 것을 알 수 있다.

[0088]

도 4는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)이 극소값이 될 때를 기준으로 한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 역수비 및 막 두께의 정수비와, 가변 콘텐서 포지션과의 관계를 나타내는 그래프 도면이다. 또한, 도 4 중의 ◆표시는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비를, ■표시는 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값의 역수비를, △표시는 막 두께의 정수비를, 각각 나타내고 있다. 도 4에 의해, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비의 변화와 막 두께의 정수비의 변화는, 경향이 대단히 유사하고, 상술한 도 2보다 더욱 일치하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)이 극소값이 될 때를 기준으로 한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비 및 막 두께의 정수비로 하는 것으로, 가변 콘텐서 포지션의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 더욱 양호한 상관을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

[0089]

또한, 본 실시 형태에서는, 상술한 바와 같이 기준값을 취하는 방법에 의해 2종류의 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비를 얻을 수 있다. 기관 처리에 따라서는 기준값을 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)의 측정으로부터 얻을 수 있는 극소값으로 하는 것이 유효한 경우도 있다. 이 경우, 데이터 취득을 위한 예비 처리를 수행하여, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)이 극소값이 될 때의 가변 콘텐서 포지션을 특정한다. 그리고, 특정한 가변 콘텐서 포지션에 대한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 산출해서 이 산출한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 기준으로 하여 역수비를 산출한다. 즉, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 정규화한다. 그리고, 플라즈마 처리 중에 얻은 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를, 상술과 같은 방식으로 정규화하여, 현재의 성막 속도를 추측한다. 이에 의해, 광역에 걸쳐 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수와, 성막 속도(처리 속도)가 일치하는 것으로부터, 임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 성막 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것이 가능해진다.

[0090]

(3) 본 실시 형태에 관련되는 효과

[0091]

본 실시 형태에 의하면 이하에 나타내는 하나 또는 복수의 효과를 갖는다.

[0092]

(a) 본 실시 형태에 의하면, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수에 따라서 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구(274)를 구비하고 있다. 이에 의해, 광역에 걸쳐 플라즈마 생성 전극(215)의 피크

간 전압(RFVpp)값의 역수와 성막 속도(처리 속도)가 일치하는 것으로부터, 임피던스의 가변 범위 내의 광역에 걸쳐 성막 속도의 제어를 용이하게 수행하는 것이 가능하다.

- [0093] (b) 본 실시 형태에 의하면, 임피던스 가변 기구(274)는, 가변 콘덴서(274b)를 구비하고, 컨트롤러(121)는, 가변 콘덴서 포지션을 조정하는 것으로, 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 변경하도록 구성되어 있다. 이에 의해, 임피던스 가변 전극(217b)의 전위를 변경할 수 있고, 플라즈마에 대한 웨이퍼(200)의 전위를 제어할 수 있다. 따라서, 웨이퍼(200)로의 플라즈마 중의 이온 인입량을 제어할 수 있고, 원하는 성막 속도를 얻을 수 있다.
- [0094] (c) 본 실시 형태에 의하면, 컨트롤러(121)는, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값으로부터 산출하여 얻은 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 정규화해서 현재의 성막 속도를 추측하도록 구성되어 있다. 이에 의해, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수비의 변화와 막 두께(성막 속도)의 정수비의 변화가 잘 일치하고, 성막 속도의 제어를 보다 용이하게 할 수 있다.
- [0095] (d) 본 실시 형태에 의하면, 컨트롤러(121)는, 미리 취득한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값 및 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값에 기초하여 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값이 극소값이 될 때의 임피던스 가변 전극(215)의 임피던스 값을 특정하고, 이 임피던스 값에 있어서의 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수에 대하여 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 정규화하도록 구성되어 있다. 이에 의해, 플라즈마 처리 중에 얻은 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값이 극소값이 될 때의 임피던스 값에 의해 정규화할 수 있고, 성막 속도의 제어를 보다 용이하게 할 수 있다.
- [0096] <제2 실시 형태>
- [0097] 다음으로, 도 6을 참조해서 제2 실시 형태를 설명한다. 제1 실시의 형태와 다른 점은, 전압 측정부에 반파 정류 회로를 구비하는 점이다. 그 이외의 구성은, 제1 실시 형태와 동일하다.
- [0098] 도 6은, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 전압 측정부(300)를 포함하는 회로 블록도이다. 도 6에 도시되는 바와 같이, 플라즈마 생성 전극(215)과 임피던스 정합기(272)의 사이에 접속되어(도 1 참조), 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)을 측정하는 전압 측정부(300)를 구비하고 있다. 전압 측정부(300)는, 전압 측정부(300)가 구비하는 반파 정류 회로(301)에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)을 측정하도록 구성되어 있다. 반파 정류 회로(301)는, 다이오드(D)와 콘덴서(C)와 저항(R_L)을 구비하고 있다. 또한, 반파 정류 회로(301)의 하류측은, 가변저항(R1) 및 저항(R2)을 구비하고 있다.
- [0099] 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)이 입력되면, 전압 측정부(300)의 반파 정류 회로(301)는, 다이오드(D)에 의해 교류의 반(半) 사이클 분의 출력의 전류를 흘리면서, 콘덴서(C)를 충전하고, 다음 반 사이클의 사이에 콘덴서(C)에 모인 전력을 방출하고, 저항(R_L)에 의해 평활화한다. 반파 정류 회로(301)의 하류측은, 평활화된 전력으로부터 가변저항(R1) 및 저항(R2)에 의해 리플 분을 제거해서 직류 전압(Vdc)을 출력하고, 결과로서 직류 전압(Vdc)을 측정할 수 있다. 또한, 도시하지는 않지만 같은 방식으로 임피던스 가변 기구(274)와 임피던스 가변 전극(217b)의 사이에 접속한 전압 측정부는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 반파 정류하도록 구성되어 있다.
- [0100] 또한, 전압 측정부에서 반파 정류한 후의 직류 전압(Vdc)로부터 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값 및 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 변환해도 좋다. 도 7은, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 전압 측정부(300) 및 아날로그 입력 유닛(310)을 포함하는 회로 블록도이다. 도 7에 도시되는 바와 같이, 전압 측정부(300)의 하류측에 아날로그 입력 유닛(310)이 설치되어 있다. 아날로그 입력 유닛(310)은, 전압 측정부(300)로부터의 직류 전압(Vdc)이 입력되어서 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값으로 변환하도록 구성되어 있다. 또한, 도시하지는 않지만 같은 방식으로 전압 측정부의 하류측에 아날로그 입력 유닛이 설치되고, 전압 측정부로부터의 직류 전압(Vdc)값이 입력되어서 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값으로 변환하도록 구성되어 있다. 이에 의해, 보다 정밀도가 높은 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp) 및 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)의 측정이 가능해진다.
- [0101] 본 실시 형태에 의하면, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp) 및 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)의 측정 정밀도를 올리고, 측정기의 개체차에 의한 측정값의 편차(차이)를 저감시키는 것이 가능해진다. 또한, 반파 정류 회로 내의 부품은, 저항(R_L), 다이오드(D) 및 콘덴서(C) 등의 보급품으로 구성되어 있

다. 이에 의해, 부품 단체(單體)가 생산 중지가 되어도 동등한 성능의 대체품으로 변경하는 것으로, 장기간의 사용이 가능해진다. 따라서, 측량기의 개체차이에 의한 영향을 저감시켜, 비용을 삭감시킬 수 있다.

[0102] 또한, 종래는, 시판하고 있는 오실로스코프에 의해 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 측정해서 모니터 값으로 하고 있었다. 오실로스코프의 정밀도는, 예컨대 $\pm 24V$ (100V/div설정: 1눈급당 100V)이므로, 측정의 재현성(再現性)이 저하하는 경우가 있었다. 또한, 측정값의 최대값/최소값 비가 예컨대 약 10~50배의 범위 내에 있는 경우, 측정값의 변동 범위가 크므로, 양호한 측정 정밀도를 얻을 수 없을 경우가 있었다.

[0103] <제3 실시 형태>

[0104] 다음으로 도 8을 참조해서 제3 실시 형태를 설명한다. 상술한 실시의 형태와 다른 점은, 전압 측정부에 평균화 회로를 구비하는 점이다. 그 이외의 구성은, 상술한 실시 형태와 같다.

[0105] 도 8은, 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 전압 측정부(300B)를 포함하는 회로 블록도이다. 도 8에 도시되는 바와 같이, 플라즈마 생성 전극(215)과 임피던스 정합기(272)의 사이에 접속되어(도 1 참조), 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)을 측정하는 전압 측정부(300B)를 구비하고 있다. 전압 측정부(300B)는, 복수 회(도면 중, n회) 측정된 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)을, 평균화 회로(320)에 의해 평균화 처리하여 측정하도록 구성되어 있다. 또한 구체적으로 설명하면, 전압 측정부(300B)는, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 n개 보존하고, 그것을 평균화 회로(320)에 의해 평균화 처리한다. 그리고, 전압 측정부(300B)는, 이 평균화 처리한 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 모니터 값으로서 측정한다. 이 평균화 처리를 반복하여 수행하여, 연속적인 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값의 측정값을 얻는다. 또한, 도시하지 않지만 같은 방식으로 임피던스 가변 기구(274)와 임피던스 가변 전극(217b)의 사이에 접속한 전압 측정부는, 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 평균화 처리하도록 구성되어 있다.

[0106] 본 실시 형태에 의하면, n개의 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)값 및 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)값을 평균화 처리하는 것으로, 어스 불안정이나 외래 노이즈로부터의 영향을 경감할 수 있고, 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp), 임피던스 가변 전극(217b)의 피크간 전압(RFCVpp)을 안정되게 모니터 할 수 있다.

[0107] <본 발명의 다른 실시 형태>

[0108] 상술한 실시의 형태에서는, MMT 장치를 이용해서 실시하는 경우를 설명했지만, 본 발명은 그것에 한하지 않고 그 외의 장치, 예컨대 ICP(Inductively Coupled Plasma) 장치, ECR(Electron Cyclotron Resonance) 장치를 이용해도 실시 가능하다.

[0109] 도 9는, 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 기관 처리 장치인 ICP 방식 플라즈마 처리 장치(10A)를 도시하고 있다. 본 실시 형태에 따른 구성의 상세한 설명은, 상술한 실시 형태와 동일한 기능을 갖는 구성 요건에 동일한 부호를 첨부하여 생략한다. 본 실시 형태에 따른 ICP 방식 플라즈마 처리 장치(10A)는, 전력을 공급해서 플라즈마를 생성하는 플라즈마 생성부로서의 유도 코일(15A)을 구비하고 있다. 유도 코일(15A)은 처리 용기(203)의 천장벽의 외측에 부설되어 있다. 본 실시 형태에 있어서도, 처리 가스로서의 N_2 가스는 가스 공급관(232)으로부터 가스 도입구(234)를 경유해서 처리 용기(203)에 공급된다. 그리고, 고주파 전력이 플라즈마 생성부인 유도 코일(15A)에 인가되면, 전자 유도에 의해 전계가 생성된다. 공급된 N_2 가스는, 생성된 전계에 의해 플라즈마 상태로 되고, 이에 의해, 예컨대 질화 처리가 수행된다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 컨트롤러(121)가 유도 코일(15A)에 인가되는 플라즈마 생성 전극(215)의 피크간 전압(RFVpp)으로부터 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 산출해서 현재의 성막 속도를 추측하고, 현재의 성막 속도와 원하는 성막 속도의 차분(差分)으로부터 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 변경하도록 구성되어 있다.

[0110] 도 10은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따른 기관 처리 장치인 ECR방식 플라즈마 처리 장치(10B)를 도시하고 있다. 본 실시 형태에 따른 구성의 상세한 설명은, 상술한 실시 형태와 동일한 기능을 갖는 구성 요건에 동일한 부호를 첨부하여 생략한다. 본 실시 형태에 따른 ECR방식 플라즈마 처리 장치(10B)는, 마이크로파를 공급해서 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 마이크로파 도입관(17B)을 구비하고 있다. 본 실시 형태에 있어서도, 처리 가스로서의 N_2 가스는, 가스 공급관(232)으로부터 가스 도입구(234)를 경유해서 처리 용기(203) 내에 공급된다. 그리고, 도시되지 않은 마이크로파 발생원(發生源)으로부터 마이크로파(18B)가 마이크로파 도입관(17B)에 도입되어, 처리실(201) 내에 방사된다. 공급된 N_2 가스는, 마이크로파(18B)에 의해 플라즈마 상태가 되고, 이에

의해, 예컨대 질화 처리가 수행된다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 컨트롤러(121)가 도시되지 않은 마이크로파 전력의 피크간 전압(RFVpp)으로부터 피크간 전압(RFVpp)값의 역수를 산출해서 현재의 성막 속도를 추측하고, 현재의 성막 속도와 원하는 성막 속도의 차분으로부터 임피던스 가변 기구(274)의 임피던스를 변경하도록 구성되어 있다.

- [0111] 또한, 상술한 실시 형태에 있어서는, 웨이퍼(200) 상에 형성된 박막을 질화처리하는 경우에 적용하고 있지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 산화 처리, 탄화 처리, 성막 처리인 CVD(Chemical Vapor Deposition)법, ALD(Atomic Layer Deposition)법이나 PVD(Physical Vapor Deposition)법, 확산, 어닐링 등의 기판 처리를 실시하는 경우에도 바람직하게 적용 가능하다.
- [0112] 또한, 본 발명은, 본 실시 형태에 따른 기판으로서의 웨이퍼를 처리하는 기판 처리 장치에 한하지 않고, 프린트 배선(printed circuit) 기판, 액정 패널, 자기 디스크나 콤팩트 디스크 등의 기판을 처리하는 기판 처리 장치에도 바람직하게 적용할 수 있다.
- [0113] 이상, 본 발명의 실시의 형태를 구체적으로 설명했지만, 본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니고, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 종종 변경가능하다.
- [0114] <본 발명의 바람직한 형태>
- [0115] 이하, 본 발명의 바람직한 형태에 대해서 부기(付記)한다.
- [0116] 본 발명의 일 형태에 의하면, 기판을 처리하는 처리실과, 상기 처리실 내에서 상기 기판을 지지하는 기판 지지부와, 상기 처리실 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급부와, 상기 처리실 내에 공급된 상기 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 플라즈마 생성 전극과, 상기 플라즈마 생성 전극에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과, 상기 기판 지지부에 설치되어 상기 기판의 전위를 제어하는 임피던스 가변 전극과, 상기 임피던스 가변 전극에 접속되어 상기 플라즈마 생성 전극의 피크간 전압값의 역수에 따라서 임피던스를 변경 가능한 임피던스 가변 기구와, 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기부와, 적어도 상기 임피던스 가변 기구를 제어하는 제어부를 구비하는 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0117] 바람직하게는, 상기 임피던스 가변 기구는, 가변 콘덴서를 구비하고, 상기 제어부는, 상기 가변 콘덴서의 정전용량을 조정하는 것으로, 상기 임피던스를 변경한다.
- [0118] 보다 바람직하게는, 상기 제어부는, 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값의 상기 역수를 정규화해서 현재의 처리 속도를 추측한다.
- [0119] 보다 바람직하게는, 상기 제어부는, 미리 취득한 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값 및 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압값에 기초하여 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압값이 극소값이 될 때의 상기 임피던스 가변 전극의 상기 임피던스 값을 특정하고, 상기 임피던스 값에 있어서의 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값의 상기 역수에 대하여 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압값의 상기 역수를 정규화한다.
- [0120] 보다 바람직하게는, 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 전압 측정부를 구비하고, 상기 전압 측정부는, 상기 전압 측정부가 구비하는 반파 정류 회로에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정한다.
- [0121] 보다 바람직하게는, 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 전압 측정부를 구비하고, 상기 전압 측정부는, 상기 전압 측정부가 구비하는 평균화 회로에 의해 복수 회 측정해서 평균화한 상기 플라즈마 생성 전극의 상기 피크간 전압을 측정한다.
- [0122] 보다 바람직하게는, 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고, 상기 제2 전압 측정부는, 상기 제2 전압 측정부가 구비하는 반파 정류 회로에 의해 반파 정류해서 직류 전압으로 변환한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정한다.
- [0123] 보다 바람직하게는, 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정하는 제2 전압 측정부를 구비하고, 상기 제2 전압 측정부는, 상기 제2 전압 측정부가 구비하는 평균화 회로에 의해 복수 회 측정해서 평균화한 상기 임피던스 가변 전극의 상기 피크간 전압을 측정한다.
- [0124] 본 발명의 다른 형태에 의하면, 임피던스 가변 기구를 원하는 임피던스로 하기 위해서, 상기 임피던스 가변 기구의 피크간 전압값의 역수에 따라서 가변 콘덴서 용량을 설정한 상태로, 플라즈마 생성부가 처리실 내에 공급

된 처리 가스를 플라즈마 상태로 하는 공정과, 상기 처리실 내의 기판에 상기 플라즈마를 노출하고, 상기 기판을 처리하는 공정과, 상기 처리한 기판을 상기 처리실 내에서 반출하는 공정을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.

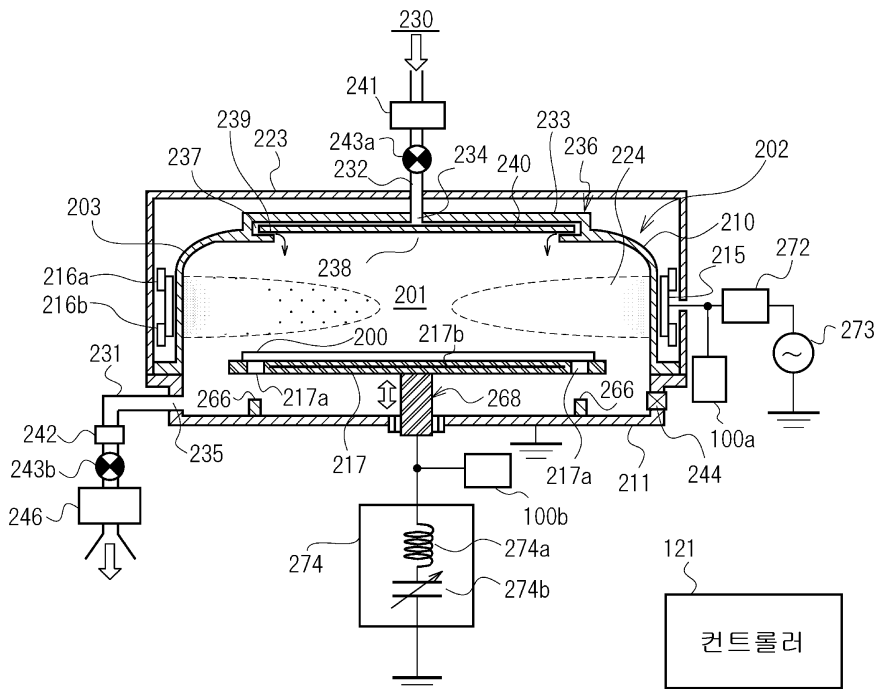
부호의 설명

[0125]

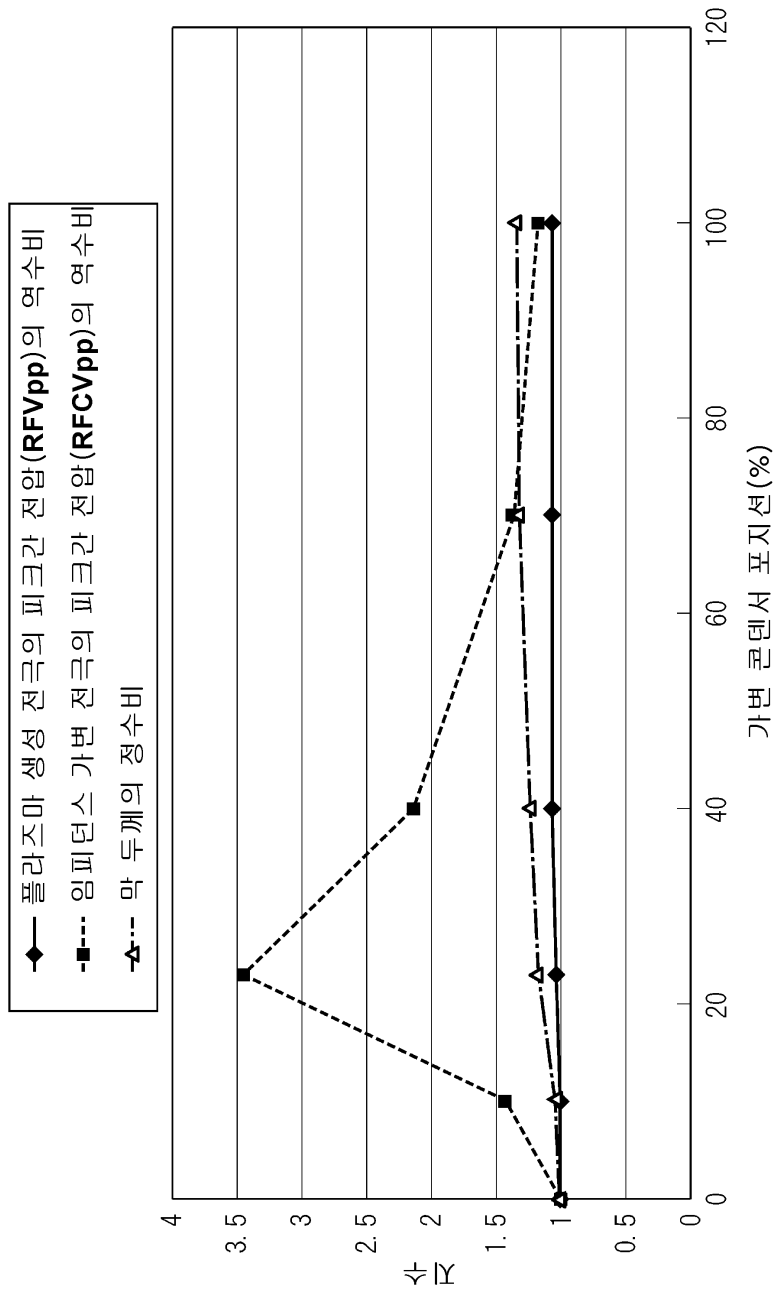
- 200...웨이퍼(기판)
- 201...처리실
- 215...플라즈마 생성 전극
- 217...셔셉터(기판 지지부)
- 217b...임피던스 가변 전극
- 273...고주파 전원
- 274...임피던스 가변 기구

도면

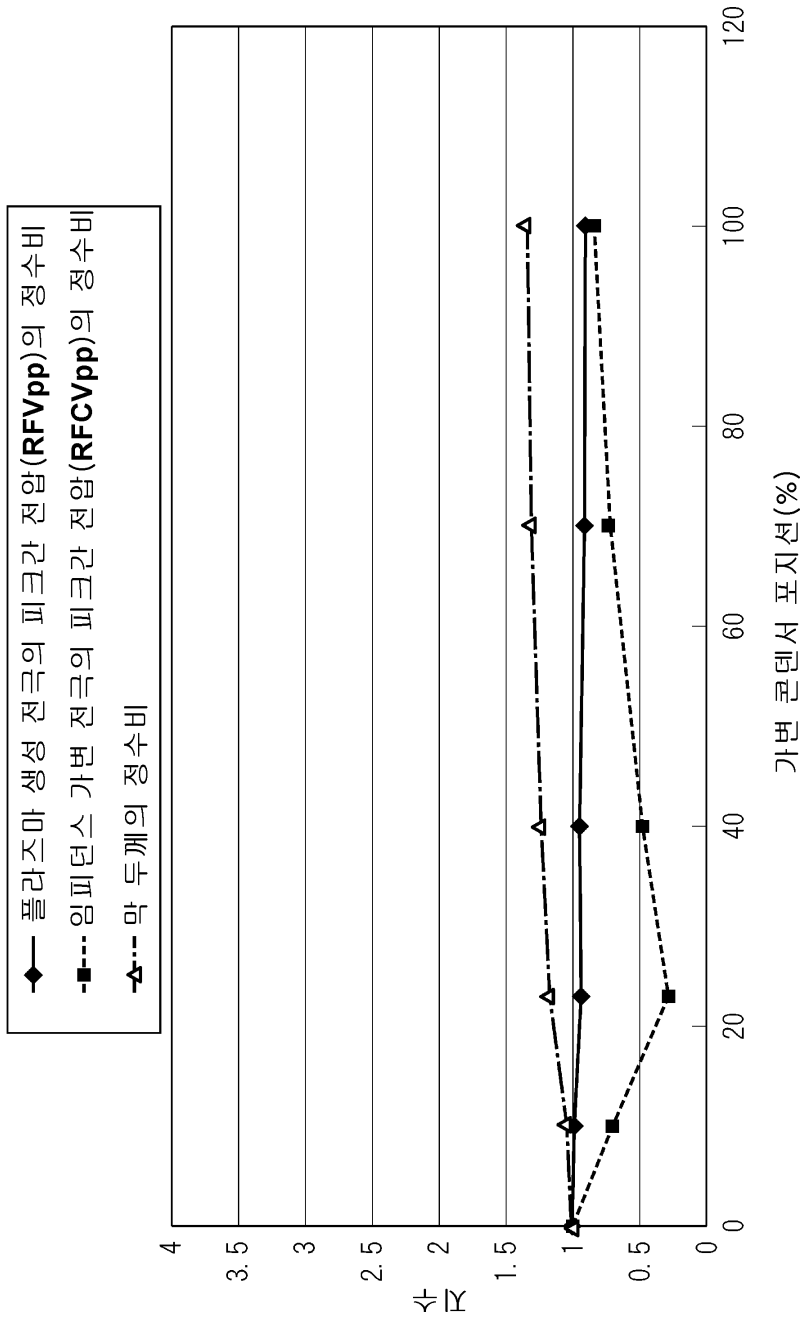
도면1



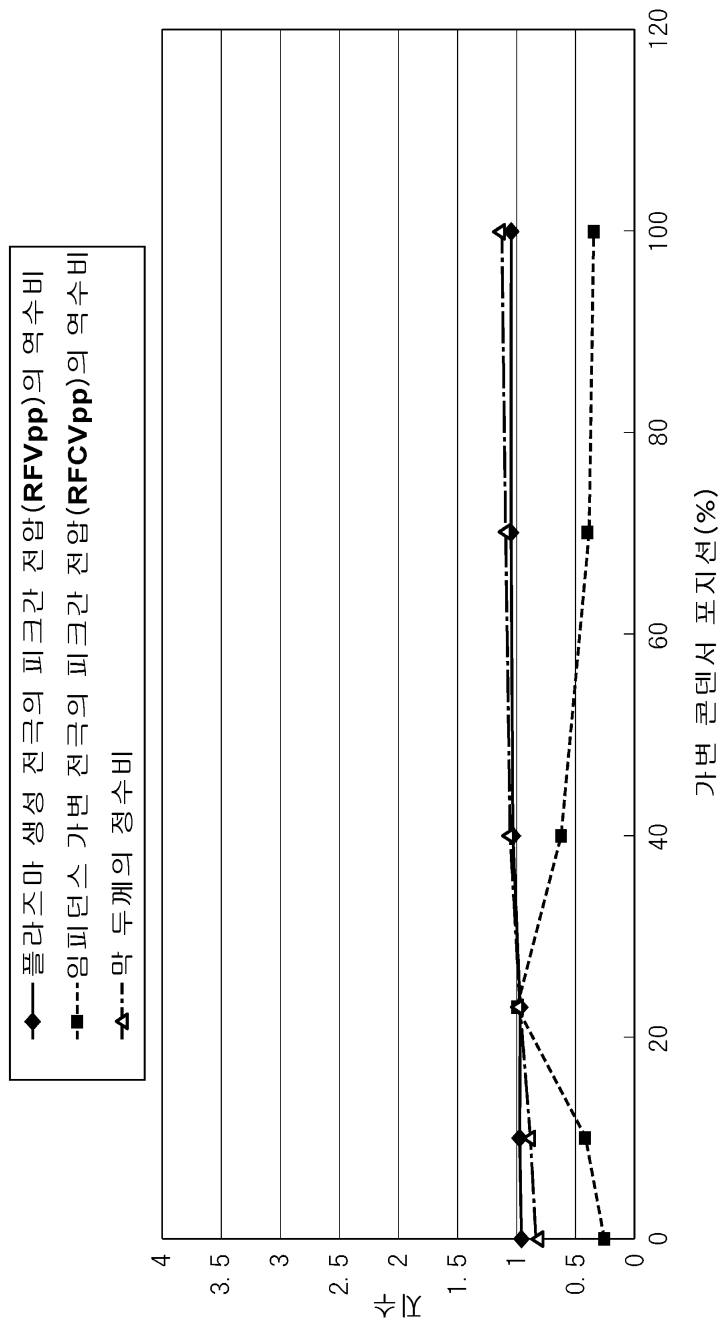
도면2



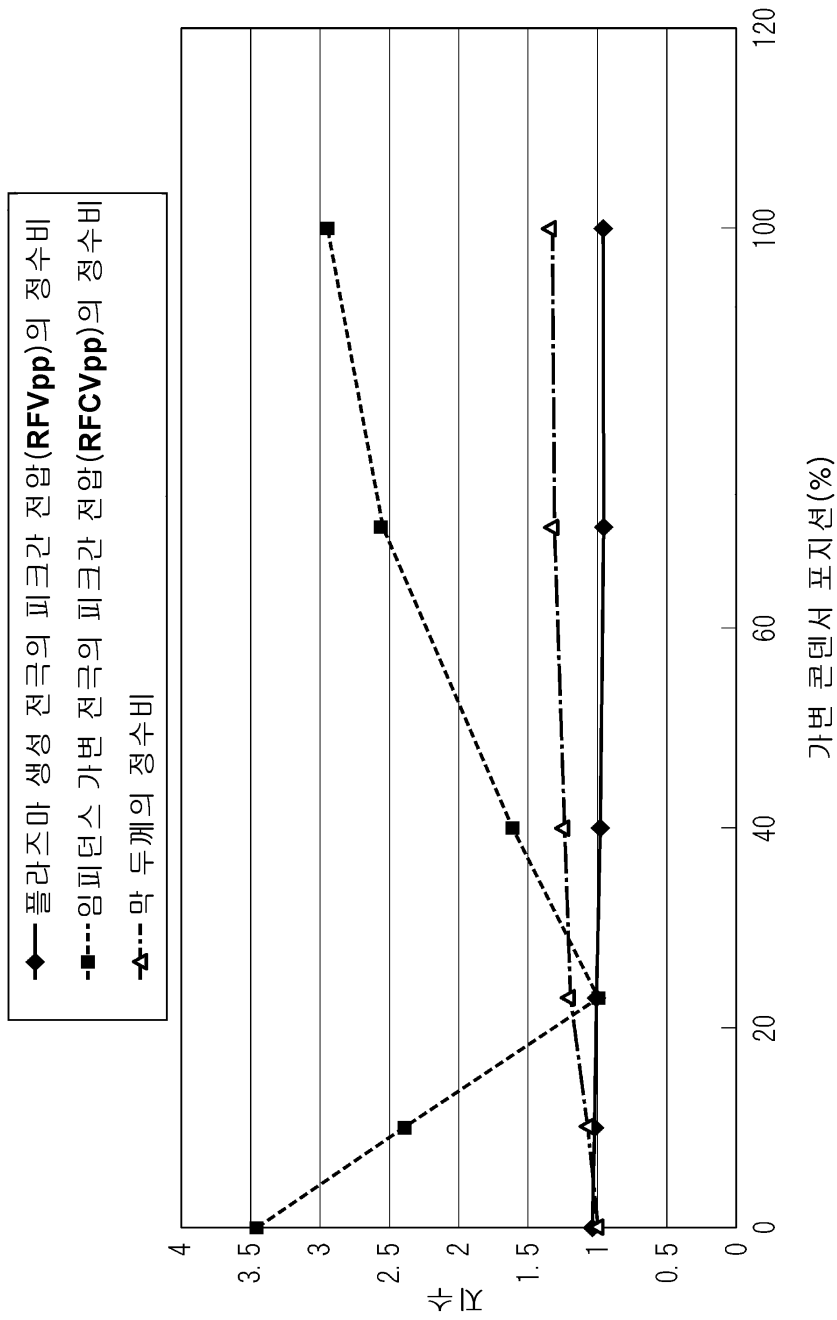
도면3



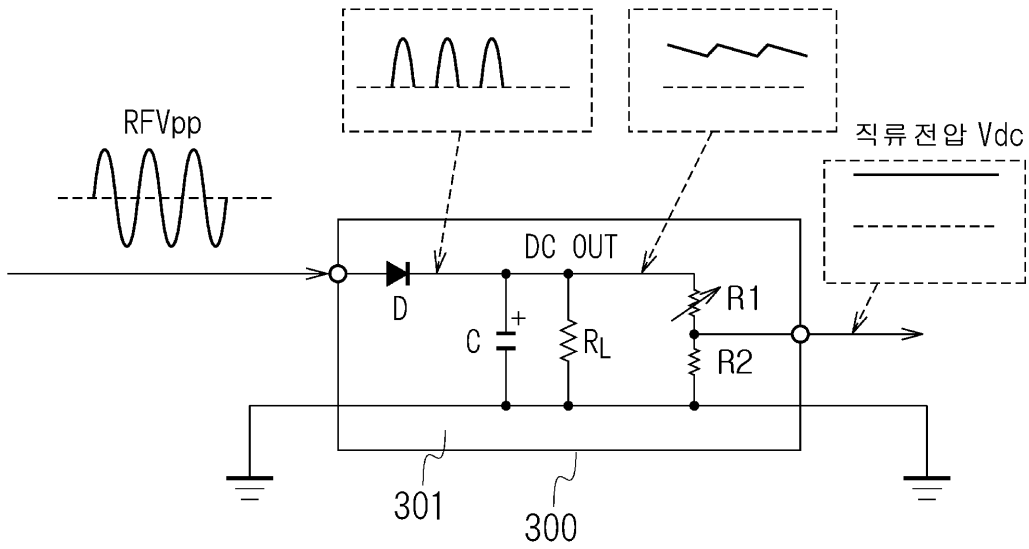
도면4



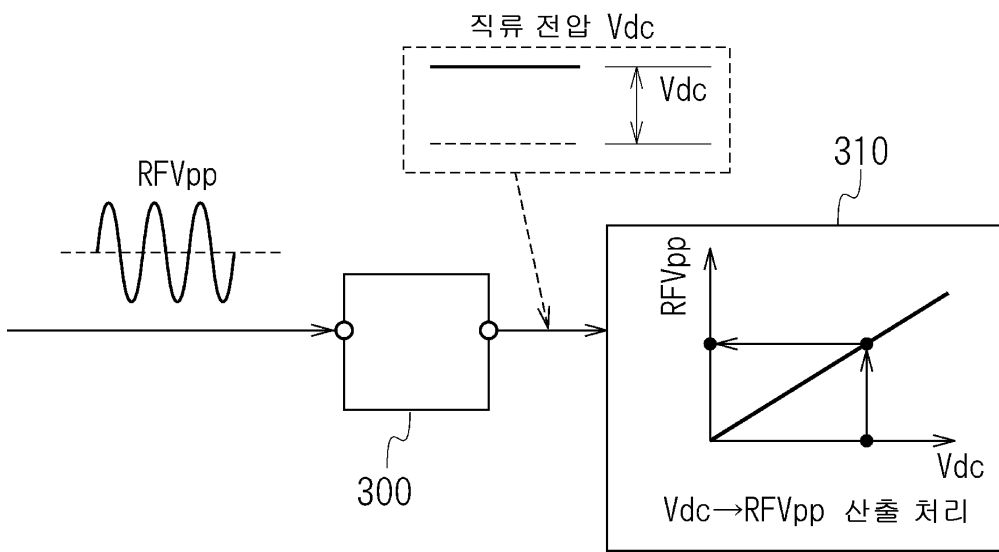
도면5



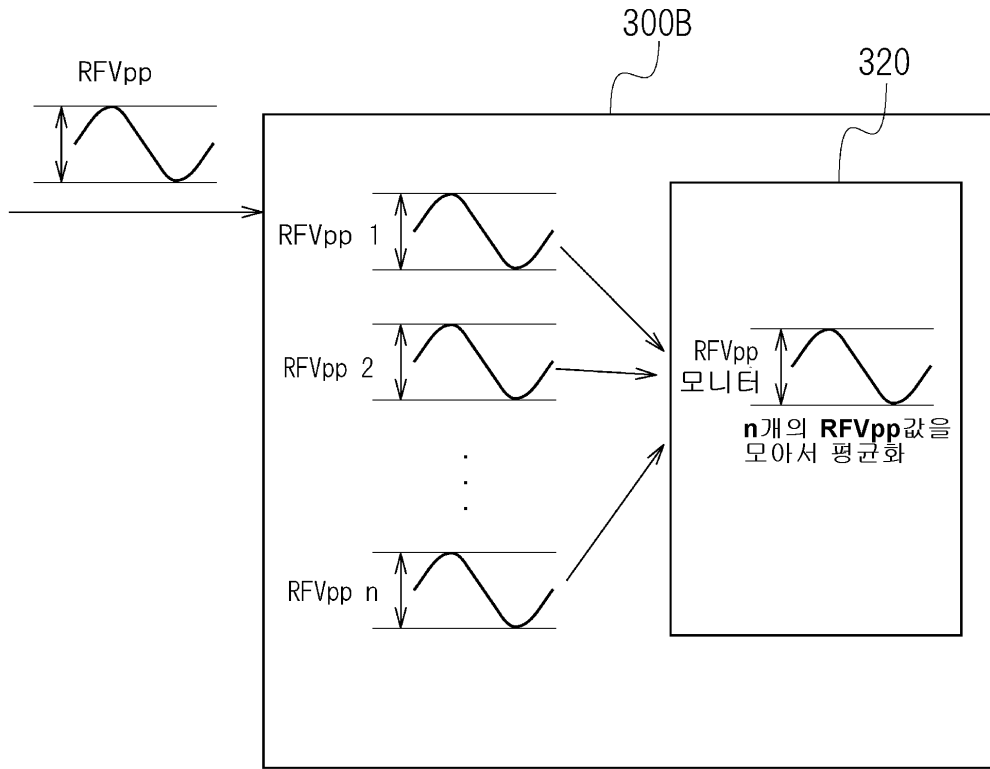
도면6



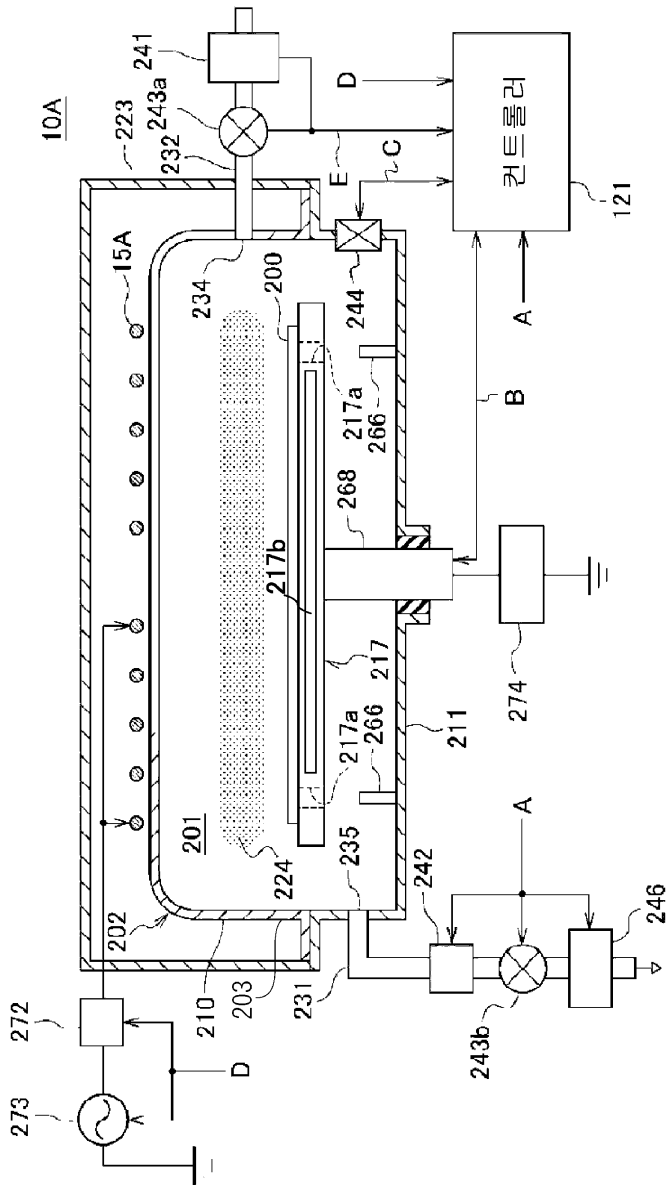
도면7



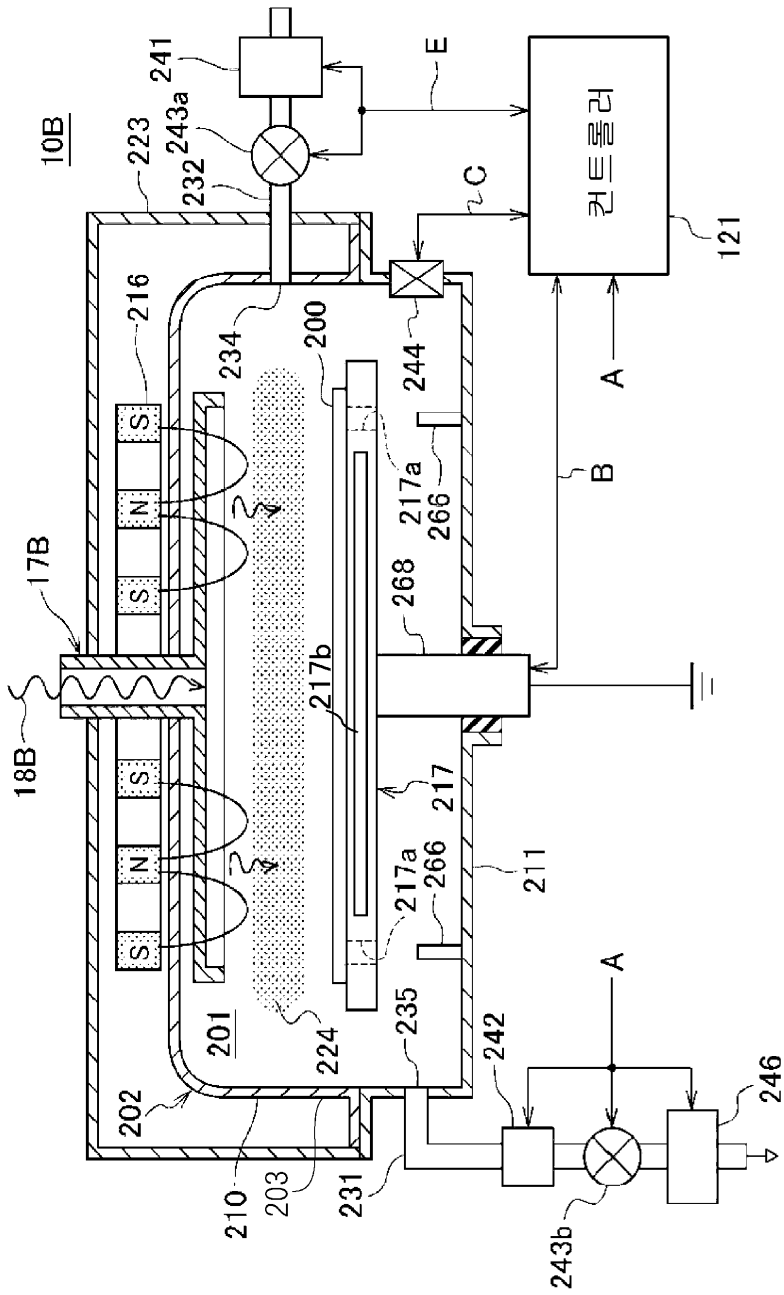
도면8



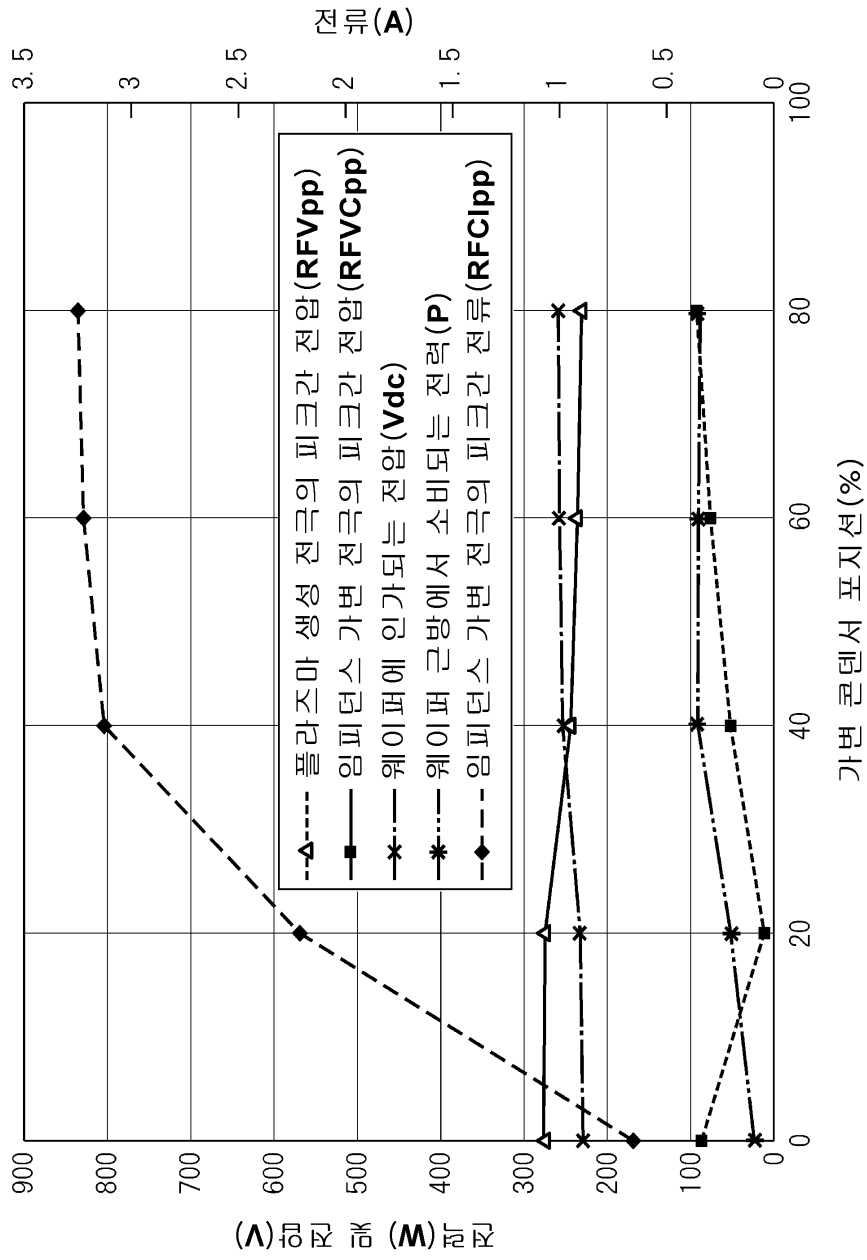
도면9



도면10



도면11



도면12

