(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0040001
(43) 공개일자 2017년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) *H05H 1/46* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32183 (2013.01)
H01J 37/32091 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0139302
(22) 출원일자 2015년10월02일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 원익아이피에스
경기도 평택시 진위면 진위산단로 75 ()
(72) 발명자
이근혁
경기도 용인시 기흥구 흥덕중앙로105번길 24 흥덕마을10단지동원로얄듀크아파트 1007동 1802호
왕현철
경기도 오산시 여계산로 60 금암마을휴먼시아5단지아파트 507동402호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김준영

전체 청구항 수 : 총 13 항

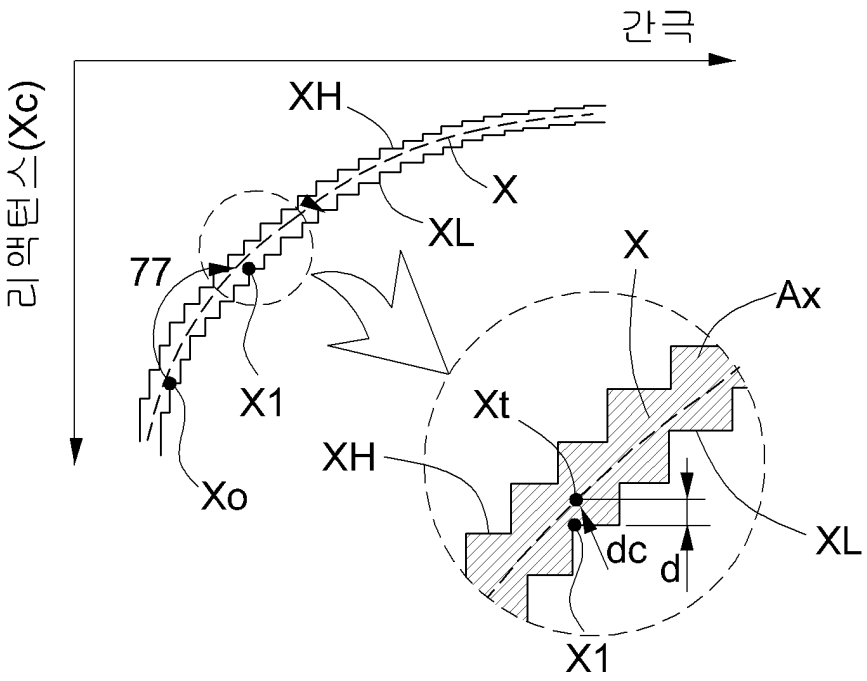
(54) 발명의 명칭 **플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치**

(57) 요 약

본 발명은 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치에 관한 것으로, 파워를 출력하는 고주파 발생기와; 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어레이를 포함하여, 상기 고정 캐패시터의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기로부터 출력된 파워의 임피던스를 상기

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도11b



플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되는 정합 회로망과; 상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 편차를 보상하는 보상 유닛을; 포함하여 구성되어, 보상 유닛에 의하여 제1매칭값과 제1조합값의 편차를 보상함에 따라 고주파 발생기로부터의 출력 임피던스를 보다 짧은 시간 내에 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 결레값으로 정확하게 조절하여, 고주파 발생기로부터의 파워를 플라즈마 챔버에서 반사되는 파워를 최소화하면서 플라즈마 챔버에 원활하게 공급할 수 있게 하는 임피던스 매칭 장치 및 이를 이용한 파워 공급 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류
H01J 37/32311 (2013.01)
H05H 1/46 (2013.01)
H05H 2001/4682 (2013.01)

(72) 발명자
이내일
경기도 오산시 동부대로 332-14 오산자이아파트 111-1001

박민근
경기도 오산시 박동길 8 삼익수청아파트 101동 101호

명 세 서

청구범위

청구항 1

플라즈마 챔버에 파워를 공급하는 장치로서,

파워를 출력하는 고주파 발생기와;

다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열되어 상기 고정 캐패시터의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되는 정합 회로망과;

상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 편차를 보상하는 보상 유닛을;

포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 보상 유닛은, 상기 고주파 발생기의 출력 주파수를 변동시키는 주파수 조절부를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 고주파 발생기의 출력 주파수의 변동 범위는 정격 주파수의 -15% 내지 +15%의 범위 내에서 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 보상 유닛은, 상기 제1조합값과 상기 제1매칭값의 편차만큼 가변되는 가변 캐패시터가 상기 고정 캐패시터 어레이에 연결된 전하 용량 조절부를;

포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 보상 유닛은,

상기 플라즈마 챔버 내의 공정 변수 데이터와 상기 고주파 발생기의 출력 데이터 중 어느 하나 이상을 수신하는 수신부와;

상기 수신부로부터 수신된 데이터에 따라 상기 고주파 발생기로부터 발생되는 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 보정하는 보정 데이터를 저장하는 메모리를;

포함하여 구성되어, 상기 메모리로부터 호출된 보정 데이터로 상기 제1조합값과 상기 제1매칭값의 편차를 보상하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치.

청구항 6

제 1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고주파 발생기의 공급 파워를 감지하는 공급파워 감지센서와;

상기 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 감지하는 반사파워 감지센서를;

더 포함하고, 상기 보상 유닛은 상기 공급파워 감지센서에서 감지되는 공급파워과 상기 반사파워 감지센서에서 감지되는 반사 파워의 비율이 미리 정해진 설정 범위 이내에 도달할 때까지 보상을 행하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치.

청구항 7

플라즈마 챔버에 파워를 공급하는 과정에서 고주파 발생기의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 매칭시키는 방법으로서,

상기 고주파 발생기로부터의 출력 임피던스가 정합 회로망을 거치면서 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합이 되도록 보상하되, 상기 정합 회로망의 일부를 이루면서 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어레이를 포함한 캐패시터의 전하 용량값과 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수 중 어느 하나 이상을 조절한 상태에서 행해지는 제1보상단계를;

포함하여 구성되고, 상기 제1보상단계가 행해진 출력을 상기 플라즈마 챔버에 공급하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제1보상단계는, 상기 고정 캐패시터 어래이의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되고, 동시에 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수를 변동시키면서 상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 편차를 보상하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 플라즈마 챔버 내의 공정 변수 데이터와 상기 고주파 발생기의 출력 데이터 중 어느 하나 이상에 대한 보정데이터를 메모리로부터 호출하여, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수와 상기 스위칭 소자가 제어되어 상기 제1보상단계가 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 플라즈마 챔버의 공정 변수 데이터의 변동을 지속적으로 감시하는 감시부를; 더 포함하고,

상기 감시부에 의하여 상기 플라즈마 챔버의 공정 변수가 변동되면, 변동된 공정 변수 데이터에 대한 보정데이터를 메모리로부터 호출하여, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수와 상기 스위칭 소자가 제어되어 상기 제1보상단계가 다시 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 11

제 7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고주파 발생기에서 출력되는 공급 파워를 측정하고, 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 측정하여, 상기 공급 파워와 상기 반사 파워의 비율이 정해진 값 이내에 도달할 때까지 상기 출력 임피던스를 보상하는 제2보상단계를;

더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 제2보상단계는,

상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수를 조절하는 것에 의하여 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

청구항 13

제 11항에 있어서, 상기 제2보상단계는,

상기 고정 캐패시터 어레이의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되고, 상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 차이를 상기 고정 캐패시터 어레이에 연결된 가변 캐패시터에 의해 보상하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고주파 발생기로부터의 파워를 플라즈마 챔버에 빠른 응답 속도로 파워 손실을 최소화하면서 플라즈마 챔버에 파워를 공급하게 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체나 평판 디스플레이를 제조하는 과정에서 플라즈마 처리 공정이 적용될 수 있다. 이를 위하여, 도1에 도시된 바와 같이, 플라즈마가 발생되는 공정 챔버(30) 내에 고주파 발생기(10, RF Generator)로부터 파워를 공급한다.

[0003] 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스와 플라즈마 발생기(30)의 부하 임피던스가 서로 정합이 되지 않으면, 고주파 발생기(10)의 출력인 파워(Po)가 플라즈마 발생기(30)에 전부 공급되지 못하고 일부가 반사되어 다시 고주파 발생기(10)로 되돌아 오는 현상이 발생되어, 파워의 손실과 반사된 파워에 의해 고주파 발생기(10)의 손상이 야기된다.

[0004] 따라서, 대한민국 등록특허공보 제10-0708313호에 개시된 바와 같이, 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스와 플라즈마 발생기(30)의 부하 임피던스가 서로 켤레를 이루는 정합(matching)이 되도록, 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와 매칭시키는 정합 회로망(20)이 고주파 발생기(10)와 플라즈마 챔버(30)의 사이에 배치된다.

[0005] 그런데, 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스는 사용 가스의 종류, 가스의 유속, 공급 전압 등의 공정 변수에 따라 변동되므로, 정합 회로망(20)도 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 맞게 변동되어야 한다. 이를 위하여, 도2에 예시된 정합 회로망(20)은 가변 캐패시터(Co1, Co2)를 포함하여, 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 맞게 가변됨으로써, 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스를 플라즈마 발생기(30)의 부하 임피던스의 켤레가 되게

조절한다.

[0006] 그러나, 가변 캐패시터(Co1, Co2)는 전하 용량을 조절하기 위하여 모터 구동에 의하여 전극판을 기계적으로 이동시키므로, 전극판의 이동시간 동안 가변 캐패시터의 응답 속도가 저하되는 문제가 발생된다. 즉, 도3a 및 도3b에 도시된 바와 같이, 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수가 변동되어 가변 캐패시터(Co1, Co2)의 전하 용량값을 Co로부터 Ct로 변동(88)시키고자 하면, 가변 캐패시터(Co1, Co2)의 전극판을 Co에서 Ct로 이동시키는 데 시간이 오래 소요되고, 이에 따라 고주파 발생기(10)의 리액턴스 성분이 Xo에서 Xt으로 변동(89)시키는 데에 오랜 시간이 소요된다.

[0007] 이와 같은 문제를 해소하기 위하여, 정합 회로망(20)에 다수의 고정 캐패시터를 설치하면, 스위칭 조작에 의해 고정 캐패시터의 조합으로 얻어지는 조합값에 의해 전하 용량값을 신속하게 변동(98)시킬 수 있다. 그러나, 도4a에 도시된 바와 같이 고정 캐패시터의 조합으로 이루어지는 전하 용량값은 계단 형태로만 변동하므로, 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레로 정확하게 보정하는 전하 용량값에 도달할 수 없다. 따라서, 도4b에 도시된 바와 같이, 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레로 되는 매칭 리액턴스(Xt)와는 편차(d)를 갖는 리액턴스값(Xr)을 얻을 수 있을 뿐이어서, 고주파 발생기(10)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 정확하게 매칭시키지 못하는 한계가 있었다.

[0008] 한편, 상기와 같은 본 발명의 배경 기술은 본 발명과 대비되는 기술을 기재한 것으로, 상기 기재된 사항이 이미 공지된 기술을 의미하는 것은 아니다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 빠른 속도로 매칭시켜, 고주파 발생기로부터의 파워를 플라즈마 챔버에 공급하는 데 사용되는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은, 플라즈마 챔버에서 처리 공정 중에 가스의 유속, 챔버 압력 등의 공정 변수가 변동되더라도, 변동된 공정 변수에 따라 신속하게 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 변동된 부하 임피던스에 맞게 정합으로 보정하여, 파워의 반사량을 최소화하면서 빠른 응답 속도로 파워를 플라즈마 챔버 에 공급하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 플라즈마 챔버에 파워를 공급하는 장치로서, 파워를 출력하는 고주파 발생기와; 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어레이를 포함하여, 상기 고정 캐패시터의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기로부터 출력된 파워의 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되는 정합 회로망과; 상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 편차를 보상하는 보상 유닛을; 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치를 제공한다.

[0012] 이는, 정합 회로망의 고정 캐패시터 어레이를 스위칭 소자의 ON/OFF 조작에 의하여 고정 캐패시터 어레이의 전하 용량 조합값을, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근접한 제1조합값이 되게 조절하고, 보상 유닛에 의하여 제1매칭값과 제1조합값의 편차를 보상하는 미세 조정을 하는 것에 의하여, 처리 공정의 초기에도 고주파 발생기로부터의 출력 파워가 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 낮추면서 제1매칭값과 제1조합값의 편차를 보상 유닛으로 보상함에 따라, 보다 짧은 시간 내에 고주파 발생기로부터의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스에 정확히 매칭시켜, 플라즈마 챔버에서의 공정 중에 고주파 발생기로부터의 출력을 최대로 공급하기 위함이다.

[0013] 이와 같이, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합 상태로 짧은 시간 내에 보정하여, 고주파 발생기로부터의 파워를 플라즈마 챔버에서 손실되는 것을 최소화하면서 공급할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 보상 유닛은, 상기 고주파 발생기의 출력 주파수를 변동시키는 주파수 조절부를 포함하여 구성될 수 있다. 고주파 발생기의 출력 임피던스 중 리액턴스 성분은 주파수에 따라 변동되므로, 고주파 발생기로부터 발진되는 출력의 정격 주파수로부터 소폭 변동시키는 것에 의하여, 고정 캐패시터 어레이의 제1조합값과 고주파

발생기의 출력 임피던스를 매칭시키는 보정에 필요한 제1매칭값과의 편차를 보상할 수 있다. 예를 들어, 상기 고주파 발생기의 출력 주파수의 변동 범위는 정격 주파수의 -15% 내지 +15%의 범위 내에서 행해질 수 있다.

[0015] 이와 같이, 고주파 발생기의 출력 주파수는 순간적으로 변동 가능하므로, 가변 캐패시터의 전하 용량값을 변경시키는 것에 비하여 보다 응답 속도를 높일 수 있는 잇점이 있다.

[0016] 한편, 상기 보상 유닛은, 상기 제1조합값과 상기 제1매칭값의 편차만큼 가변되는 가변 캐패시터가 상기 고정 캐패시터 어레이에 연결된 전하 용량 조절부를; 포함하여 구성되어, 정합 회로망에 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의하여 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값이 되게 신속하게 조절하고, 그 이후나 동시에, 제1매칭값과 제1조합값의 편차만큼을 가변 캐패시터로 조절하는 것에 의하여, 종래에 가변 캐패시터에 의한 큰 변동폭을 구동 모터로 조절하는 것에 비하여 훨씬 짧은 시간 내에 정확한 제1매칭값의 전하 용량값으로 변동할 수 있게 되어, 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스에 정합시키는 시간을 단축하면서 정확하게 매칭시킬 수 있는 잇점을 얻을 수 있다.

[0017] 무엇보다도, 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 본 발명은, 상기 플라즈마 챔버 내의 공정 변수 데이터와 상기 고주파 발생기의 출력 데이터 중 어느 하나 이상을 수신하는 수신부와; 상기 수신부로부터 수신된 변수 데이터에 따라 상기 고주파 발생기로부터 발생되는 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 보정하는 보정 데이터를 저장하는 메모리를; 포함하여 구성되어, 상기 수신부에 수신된 공정 변수 데이터에 따라 상기 메모리로부터 호출된 보정 데이터로 상기 제1조합값과 상기 제1매칭값의 편차를 1차적으로 보상하도록 구성될 수 있다.

[0018] 이를 통해, 플라즈마 챔버의 공정 변수가 공정 중에 변동되더라도, 변동된 공정 변수를 작업자의 입력이나 센서의 감지 등의 수단에 의하여 인식하여, 변동된 공정 변수에 따라 메모리에 미리 저장되어 있는 보정 데이터를 호출하여, 보정 데이터에 따라 고정 캐패시터 어레이의 스위칭 소자들이 작동하여 제1조합값을 변동된 공정 변수에 맞게 변동시키고, 동시에 보상 유닛은 보정 데이터에 따라 고주파 발진기의 출력 주파수를 변동시키거나 가변 캐패시터의 전하 용량값을 조절하여 제1조합값과 제1매칭값의 편차를 보상함으로써, 플라즈마 챔버의 공정 변수의 변동에도 고주파 발생기로부터의 파워를 짧은 시간 내에 챔버의 부하 임피던스의 켤레값이 되게 매칭시켜 원활하게 플라즈마 챔버에 공급할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0019] 이 뿐만 아니라, 본 발명은, 상기 고주파 발생기의 공급 파워를 감지하는 공급파워 감지센서와; 상기 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 감지하는 반사파워 감지센서를; 더 포함하고, 상기 보상 유닛은 상기 공급파워 감지센서에서 감지되는 공급파워과 상기 반사파워 감지센서에서 감지되는 반사 파워의 비율이 미리 정해진 설정 범위 이내에 도달할 때까지 보상을 행함으로써, 보상 유닛에 의하여 고주파 발생기의 출력 임피던스가 1차의 보상 단계에 의해 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되지 못한 경우라고 하더라도, 수회의 보상 단계를 짧은 시간에 행하여 챔버의 부하 임피던스와 출력 임피던스를 정합으로 조정하여, 플라즈마 챔버에 파워를 정상적으로 공급할 수 있도록 한다.

[0020] 한편, 발명의 다른 분야에 따르면, 본 발명은, 플라즈마 챔버에 파워를 공급하는 과정에서 고주파 발생기의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 매칭시키는 방법으로서, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 임피던스가 정합 회로망을 거치면서 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합이 되도록 보상하되, 상기 정합 회로망의 일부를 이루면서 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어레이를 포함한 캐패시터의 전하 용량값과 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수 중 어느 하나 이상을 조절한 상태에서 행해지는 제1보상단계를; 포함하여 구성되고, 상기 제1보상단계가 행해진 파워를 상기 플라즈마 챔버에 공급하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법을 제공한다.

[0021] 상기 정합 회로망의 상기 캐패시터는 다수의 고정 캐패시터가 스위칭 소자에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어래이를 포함하고; 상기 제1보상단계는, 상기 고정 캐패시터 어래이의 조합에 의해 얻어지는 조합값들 중에, 상기 고주파 발생기로부터 출력된 파워의 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값으로 상기 스위칭 소자가 조작되고, 동시에 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수가 변동되어 상기 제1매칭값과 상기 제1조합값의 편차를 보상하게 구성될 수 있다.

[0022] 여기서, 상기 플라즈마 챔버 내의 공정 변수 데이터와 상기 고주파 발생기의 출력 데이터 중 어느 하나 이상에 대한 보정데이터를 메모리로부터 호출하여, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수와 상기 스위칭 소자가 제어되어 상기 제1보상단계가 행해짐으로써, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 보다 짧은 시간 내에 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되게 매칭시킬 수 있다.

[0023] 그리고, 상기 플라즈마 챔버의 공정 변수 데이터의 변동을 지속적으로 감시하는 감시부를; 더 포함하고, 상기 감시부에 의하여 상기 플라즈마 챔버의 공정 변수가 변동되면, 변동된 공정 변수 데이터에 대한 보정데이터를 메모리로부터 호출하여, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수와 상기 스위칭 소자가 제어되어 상기 보상단계가 다시 행해짐으로써, 플라즈마 챔버의 처리 공정 중에 공정 변수가 변동되더라도, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 짧은 시간 내에 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되게 매칭시킬 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 고주파 발생기에서 출력되는 공급 파워를 측정하고, 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 측정하여, 상기 공급 파워와 상기 반사 파워의 비율이 정해진 값 이내에 도달할 때까지 상기 출력 임피던스를 보상하는 제2보상단계를; 더 포함하여 구성되어, 1차보상단계에서 고주파 발생기의 출력 임피던스가 챔버의 부하 임피던스와 정합으로 매칭시키지 못하더라도, 수회의 시행착오에 따른 보상 단계를 거쳐 추가적인 짧은 시간 내에 챔버의 부하 임피던스와 출력 임피던스를 정합으로 매칭시켜 플라즈마 챔버에 파워를 정상적으로 공급할 수 있게 된다.

[0025] 이 때, 상기 제2보상단계는, 상기 고주파 발생기로부터의 출력 주파수를 조절하는 것에 의하여 행해짐으로써, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 매칭시키는 시간을 크게 단축하면서도 정확한 켤레값으로 보정할 수 있다.

[0026] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '정합', '매칭(matching)' 및 이와 유사한 용어는 임피던스가 켤레(공액, conjugate)가 되게 하는 상태를 지칭하는 것으로 정의한다.

[0027] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '파워'와 '출력' 및 이와 유사한 용어는 고주파 발생기로부터 플라즈마 챔버로 전송하고자 하는 전력, 에너지 등을 통칭하는 것으로 정의한다.

[0028] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '매칭값', '매칭 리액턴스' 및 이와 유사한 용어는 고주파 발생기의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되게 하는 값을 지칭하는 것으로 정의한다.

[0029] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '전하용량 조합값', '조합값', '제1조합값' 및 이와 유사한 용어는 고정 캐패시터 어레이의 다수의 고정 캐패시터 중 일부 이상의 스위칭 소자의 ON/OFF에 의해 고정 캐패시터의 조합으로 얻어지는 전하 용량값으로 정의한다.

[0030] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '제어 인수'라는 용어는 고주파 발생기의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되도록 제어하는 데 필요한 인수(parameter)로 정의한다. 예를 들어, 고주파 발생기의 출력 주파수, 고주파 발생기의 공급 파워, 고정 캐패시터 어레이(스위칭 소자를 포함함), 고정 캐패시터 어레이에 연결된 가변 캐패시터 등이 있다.

[0031] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '공정 변수'라는 용어는 플라즈마 챔버 내에서 식각, 증착 등의 처리 공정을 행하는 데 영향을 미치는 각종 변수로서, 플라즈마 챔버의 부하 임피던스에 영향을 미치는 변수를 지칭한다. 예를 들어, 플라즈마 챔버 내의 가스의 종류, 가스의 유속, 압력 등이 있다.

[0032] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '보정' 및 이와 유사한 용어는 고주파 발생기의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 정합이 되도록 제어하는 모든 동작을 지칭하는 것으로 정의한다.

[0033] 이와 유사하지만, 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '보상' 및 이와 유사한 용어는 고정 캐패시터 어레이의 전하용량 조합값에 의하여 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스에 매칭시키는 매칭값에 도달하지 못하는 편차(d)를 제거하여, 보다 정확한 정합이 이루어지게 하는 동작을 지칭하는 것으로 정의한다.

발명의 효과

[0034] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은, 정합 회로망의 고정 캐피시터 어레이의 전하 용량값이 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값이 되도록 조절하고, 고주파 발생기의 주파수를 조절하는 보상 유닛에 의하여 제1매칭값과 제1조합값의 편차를 보상함으로써, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 매칭시키는 시간을 단축하면서 정확하게 매칭시킴으로써, 고주파 발생기로부터 파워를 플라즈마 챔버에 시간 지연없이 원활하게 공급할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0035] 무엇보다도, 본 발명은, 플라즈마 챔버 내의 공정 변수 데이터와 상기 고주파 발생기의 출력 데이터 중 어느 하나 이상을 수신부를 통해 수신하고, 수신부에 수신된 변수 데이터에 따라 메모리로부터 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 매칭시키기 위한 제어 인수의 보정 데이터를 호출하여, 보정 데이

터에 따라 보상 유닛과 정합 회로망을 제어함으로써, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스에 정확하게 또는 적어도 매우 근접하게 매칭시킬 수 있게 되므로, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 매칭시키는 시간을 크게 단축할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0036] 그리고, 본 발명은, 고주파 발생기에서 출력되는 공급 파워를 측정하고, 플라즈마 챔버에서 반사되는 반사 파워를 측정한 후, 상기 공급 파워와 상기 반사 파워의 비율을 지속적으로 감시하여, 공급 파워와 반사 파워의 비율이 정해진 값 이하로 도달할 때까지 출력 임피던스를 추가적으로 보상함에 따라, 1차보상단계에서 고주파 발생기의 출력 임피던스가 챔버의 부하 임피던스와 정합으로 매칭시키지 못하더라도, 제어 인수를 조금씩 변동시키면서 시행착오(trial and error)에 따른 보상 단계를 거쳐 추가적인 짧은 시간 내에 챔버의 부하 임피던스와 출력 임피던스를 허용 범위 이내에서 정합으로 매칭시켜 플라즈마 챔버에 파워를 정상적으로 공급할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0037] 이를 통해, 본 발명은, 고주파 발생기의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버의 부하 임피던스와 빠른 시간 내에 정확하게 매칭시킴으로써, 고주파 발생기로부터의 출력을 플라즈마 챔버에 시간 지연을 최소화하고 반사되는 파워의 양을 최소화하면서 원활히 공급할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도1은 고주파 발생기로부터 플라즈마 챔버로 파워를 공급하는 종래의 임피던스 매칭 장치의 구성을 도시한 블럭도,

도2는 도1의 정합 회로망의 구성을 도시한 도면,

도3a는 도2의 가변 캐패시터의 변동 범위를 도시한 그래프,

도3b는 도3a의 가변 캐패시터의 변동 범위에 따른 리액턴스 범위를 도시한 그래프,

도4a는 도2의 캐패시터에 고정 캐패시터 어레이로 대체된 정합 회로망에서 고정 캐패시터 어레이의 변동 범위를 도시한 그래프,

도4b는 도4a의 고정 캐패시터 어레이의 변동 범위에 따른 리액턴스 범위를 도시한 그래프,

도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치의 구성을 도시한 도면,

도6은 도5의 보상 유닛의 구성을 도시한 블럭도,

도7은 도5의 정합 회로망의 일례 구성을 도시한 도면,

도8a는 도7의 'A'부분의 상세 구성을 도시한 도면,

도8b는 도7의 'B'부분의 상세 구성을 도시한 도면,

도9a는 도5의 캐패시터의 전하 용량 조합값의 변동 범위를 도시한 그래프,

도9는 도5의 임피던스 매칭 장치에 의한 리액턴스 변동 범위를 도시한 그래프,

도10은 도5의 임피던스 매칭 장치를 이용한 파워 공급 방법을 순차적으로 도시한 순서도,

도11a 및 도11b는 도10의 방법에 따라 고주파 발생기의 파워를 매칭시키는 작용 원리를 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치(100) 및 이를 이용한 파워 공급 방법(S100)을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.

[0040] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 장치(100)는, 정현파의 파워를 발생시키는 고주파 발생기(110)로부터 발생된 출력 임피던스를 파워가 공급되는 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 매칭시키는 장치로서, 다수의 고정 캐패시터(C1, C2, C3,...)가 다이오드 등의 스위칭 소자(SW)에 의해 개폐 가능하게 어레이 형태로 배열된 고정 캐패시터 어레이(Cx)를 구비하여 고주파 발생기(110)의 출력

임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 매칭시키는 정합 회로망(120)과, 고주파 발생기(110)로부터의 공급 파워(Po)와 플라즈마 챔버(30)에서 반사되는 반사 파워(Pc)를 측정하는 파워 감지 센서(130)와, 고주파 발생기(110)와 정합 회로망(120) 중 어느 하나 이상의 일부를 형성하면서 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 매칭시키는 데 발생되는 편차(d)를 보상하는 보상 유닛(140)을 포함하여 구성된다.

[0041] 상기 플라즈마 챔버(30)는 외기로부터 차단시키는 케이싱(31) 내에 샤워 헤드(32) 및 서셉터(34)가 서로 이격 배치되어, 고주파 발생기(10)로부터 샤워 헤드(32)에 공급되는 전원에 의하여 샤워 헤드(32)와 서셉터(34) 사이의 공간에 플라즈마(55)를 생성한다.

[0042] 상기 고주파 발생기(110)는 정현파의 파워를 발생시켜 플라즈마 챔버(30)에 공급한다. 고주파 발생기(10)에 의해 발생된 파워는 DC 방전에 비하여 플라즈마의 발생과 유지에 효율적이므로, 식각 공정이나 증착 공정이 행해지는 플라즈마 챔버(30)에 파워를 공급하는 데 적합하다.

[0043] 상기 정합 회로망(120)은 고주파 발생기(110)에서 발생된 파워(Po)가 플라즈마 챔버(30)에서 반사되지 않고 공급되도록, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레값이 되도록 보정한다. 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 보정하기 위한 정합 회로망(120)은 도7에 예시된 바와 같이 캐패시터와 인덕턴스가 조합되어 이루어진다. 도7에 예시된 정합 회로망(120)은 L자형 회로로 이루어져 있지만, π자형 회로 등 다양한 등가 회로로 변환될 수 있다.

[0044] 정합 회로망(120)의 캐패시터(Cx, Cx') 중 어느 하나 이상은, 도8a 및 도8b에 도시된 바와 같이, 스위칭 소자(SW)에 의하여 다수의 고정 캐패시터(C1, C2, C3,..., C7)중 일부 이상을 연결하는 어레이 형태의 고정 캐패시터 어레이(Cx)를 포함한다. 여기서, 고정 캐패시터 어레이(Cx)를 구성하는 고정 캐패시터(C1, C2, C3, ..., C7)의 개수는 다양하게 조절될 수 있으며, 일부 이상의 스위칭 소자(SW)의 ON/OFF에 의하여 고정 캐패시터(C1, C2, C3, ..., C7)의 각각의 전하 용량이 조합되어 이루어지는 조합값들의 범위도 다양하게 정해진다. 바람직하게는 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수의 변동 범위에 따른 부하 임피던스의 변동 범위에 대하여, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 정합이 되게 하는 전하 용량 범위를 갖도록 정해진다.

[0045] 이와 같이, 정합 회로망(120)의 캐패시터(Cx, Cx')는 고정 캐패시터(C1, C2, C3,...)가 다수 연결되어 있으므로, 스위칭 소자(CW)의 ON/OFF 조작에 의하여 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하 용량 조합값을 도9a에 도시된 바와 같이 Co에서 Cr로 순간적으로 변동(98)시키는 것이 가능해진다.

[0046] 한편, 고정 캐패시터 어레이(Cx)는 고정 캐패시터(C1, C2, C3, ..., C7)를 병렬로 연결되어 전하 용량의 조합값을 산출하는 연산이 단순해지는 잇점이 있다. 그러나, 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 고정 캐패시터(C1, C2, C3,...)는 직렬로 연결될 수도 있고, 직렬과 병렬의 조합으로 연결될 수도 있다. 그리고, 도면에는 고정 캐패시터 어레이(Cx)가 2개인 회로를 예로 들었지만, 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면 고정 캐패시터 어래이(Cx)는 1개 또는 3개 이상 배치될 수 있다.

[0047] 상기 파워 측정 센서(130)는, 고주파 발생기(110)의 출력단에 설치되어 고주파 발생기(110)로부터 출력되는 파워(P)를 측정하는 공급파워 측정센서(131)와, 정합 회로망(120)의 입력단에 설치되어 플라즈마 챔버(30)에서 반사된 반사 파워(Pr)를 측정하는 반사파워 측정센서(132)로 이루어진다.

[0048] 그리고, 공급파워 측정센서(131)와 반사파워 측정센서(132)의 측정 데이터는 실시간으로 보상 유닛(140)으로 전송된다. 이에 따라, 보상 유닛(140)은 공급파워 측정센서(131)와 반사파워 측정센서(132)에서 각각 측정된 공급파워(P)에 대한 반사 파워(Pr)의 비율(Γ)이 정해진 값 이내가 될 때까지 제어 인수를 변경하면서, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 보다 정확하게 매칭시킨다. 예를 들어, 이 비율(Γ)은 0.01 ~ 0.1로 정해져 공급 파워(P)의 1% 내지 10% 중 어느 하나의 값 이하만큼으로 반사 파워(Pr)가 도달할 때까지 출력 임피던스를 보상하는 공정이 지속될 수 있다.

[0049] 상기 보상 유닛(140)은 제어 신호를 수신하고 제어 명령을 전송하는 중앙 처리부(141)와, 중앙 처리부(141)로부터 수신된 제어 명령에 따라 고주파 발생기(110)의 출력 주파수를 조절하는 주파수 조절부(142)와, 중앙 처리부(141)로부터 수신된 제어 명령에 따라 정합 회로망(120)의 가변 캐패시터(Cv)를 조절하는 전하 용량 조절부(143)와, 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수를 감시하는 감시부(144)와, 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수에 따른 중앙 처리부(141)에서의 제어 데이터를 라이브러리 형태로 저장하고 있는 메모리(145)를 포함하여 구성된다.

[0050] 상기 주파수 조절부(142)는 고주파 발생기(110)의 일부로 포함되어 고주파 발생기(110)로부터 출력되는 파워의 출력 주파수를 조절한다. 이 때, 출력 주파수의 조절에 의하여 출력 파워가 변동되는 것을 방지하기 위하여, 주

파수 조절부(142)는 스미스 챠트에 따라 주파수의 조절과 출력 파워의 조절을 병행하여, 고주파 발생기(110)로부터 출력되는 파워는 변동되지 않으면서 출력 주파수를 변동시킨다. 이와 같이, 주파수 조절부(142)에 의하여 고주파 발생기(110)로부터 출력되는 파워의 출력 주파수를 변동시킴으로써, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스 성분을 미세 범위(Xc) 내에서 조절할 수 있게 된다.

[0051] 여기서, 고정 캐패시터 어레이(Cx)를 이루는 고정 캐패시터(C1, C2,...)의 개수에 따라 변동될 수 있지만, 주파수 조절부(142)에 의해 고주파 발생기(110)의 정격 주파수(예를 들어, 13.56MHz)를 -15% 내지 +15%의 범위로 조절하면, 고정 캐패시터(C1, C2, ...)로 조합 가능한 각각의 전하 용량 조합값의 사이 간격을 커버할 수 있다. 경우에 따라서는, 고주파 발생기(110)의 출력 주파수의 변동 범위는 -15% 내지 +15%를 초과할 수도 있다.

[0052] 따라서, 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하용량 조합값(도9a의 실선)은 계단 형태로 변동되고, 이에 따라 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 보정된 리액턴스도 계단 형태로 변동될 수 밖에 없지만, 이와 병행하여, 주파수 조절부(142)로 고주파 발생기(110)의 출력 주파수를 조절함으로써, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 변동 범위를 도9b의 계단 형태의 그래프(XL, XH)를 경계로 하는 사잇 영역(도9b의 빗금친 영역, Ax) 이내로 확장할 수 있다. 이를 통해, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 정합이 되게 하는 매칭 리액턴스값(도9b의 점선 중 어느 하나의 위치)은 도9b의 계단 형태의 리액턴스 경계값(XL, XH)으로 둘러싸인 사잇 영역(Ax)의 내부에 속하므로, 주파수 조절부(142)를 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)와 병행하여 제어함으로써, 고주파 발생기(110)로부터의 출력 임피던스의 리액턴스 성분을 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레가 되는 정합 상태로 정확하게 보정할 수 있다.

[0053] 더욱이, 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하 용량 조합값을 출력 임피던스의 매칭값에 가장 근접한 값으로 먼저 도달시킴에 따라, 종래 가변 캐패시터에서 전극판을 기계적으로 이동하는 데 소요되는 시간만큼 응답이 지연되었던 한계를 극복할 수 있고, 동시에, 플라즈마 챔버(30)로부터의 반사 파워를 적정한 수치 이하로 순간적으로 조절이 가능해진다. 그리고, 이 상태에서, 주파수 조절부(142)로 고주파 발생기(110)의 출력 주파수를 변동시킴에 따라, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스가 도10b의 dx로 표시된 범위 내에서 변동하면서, 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레가 되는 매칭 리액턴스(Xt)에 정확히 도달할 수 있게 되므로, 종래의 응답 지연 문제와 부정확한 매칭 문제를 일거에 해결할 수 있다.

[0054] 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 정확히 매칭되는 지 여부는 파워 감지센서(130)에서 감지되는 공급 파워와 반사 파워의 비율(Γ=Pr/P)로부터 알 수 있다.

[0055] 한편, 주파수 조절부(142)는 전하용량 조절부(143)에 비하여 기계적인 이동을 배제하고 전기적인 명령에 의하여 고주파 발생기(110)의 출력 주파수를 조절하므로, 보다 짧은 시간 내에 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스 성분을 매칭 리액턴스(Xt)값에 도달하게 하는 잇점도 얻어진다.

[0056] 상기 전하용량 조절부(143)는 정합 회로망(120)의 일부로 포함되어 고정 캐패시터 어레이(Cx)에 가변 캐패시터(Cv)로 연결되어 구성된다. 그리고 가변 캐패시터(Cv)의 전하 용량값의 변동 범위는 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 스위칭 소자(SW)의 ON/OFF에 의해 얻어지는 조절값의 차이만큼으로 정해진다.

[0057] 이와 같이, 도9a에 도시된 바와 같이, 전하용량 조절부(143)에 의하여 가변 캐패시터(Cv)의 전하 용량값을 가변(dc)으로 변동시킴으로써, 도9b에 도시된 바와 같이 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스 성분을 미세 범위(Xc) 내에서 조절할 수 있게 된다.

[0058] 따라서, 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하용량 조합값(도9a의 실선)은 계단 형태로 변동되고, 이에 따라 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 보정된 리액턴스도 계단 형태로 변동될 수 밖에 없지만, 이와 병행하여, 전하용량 조절부(143)로 고정 캐패시터 어레이(Cx)에 연결된 가변 캐패시터(Cv)의 전하용량값을 조절함으로써, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 변동 범위를 도9b의 계단 형태의 그래프(XL, XH)를 경계로 하는 사잇 영역(도9b의 빗금친 영역, Ax) 이내로 확장할 수 있다. 이를 통해, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 정합이 되게 하는 매칭 리액턴스값(도9b의 점선 중 어느 하나의 위치)은 도9b의 계단 형태의 리액턴스 경계값(XL, XH)으로 둘러싸인 사잇 영역(Ax)의 내부에 속하므로, 전하용량 조절부(143)를 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)와 병행하여 제어함으로써, 고주파 발생기(110)로부터의 출력 임피던스의 리액턴스 성분을 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레가 되는 정합 상태로 정확하게 보정할 수 있다.

[0059] 마찬가지로, 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하 용량 조합값을 출력 임피던스의 매칭값에 가장 근접한 값으로 먼저 도달시킴에 따라, 종래 가변 캐패시터에서 전극판을 기계적으로 이동하는 데 소요되는 시간만큼 응답이 지연되었던 한계를 극복할 수 있고, 동시에, 플라즈마 챔버(30)로부터의 반사 파워를 적정한 수치 이하로 순간적으

로 조절이 가능해진다. 그리고, 이 상태에서, 전하용량 조절부(143)로 가변 캐패시터(Cv)의 전하 용량값을 변동시킴에 따라, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스가 도10b의 dx로 표시된 범위 내에서 변동하면서, 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레가 되는 매칭 리액턴스(Xt)에 정확히 도달할 수 있게 되므로, 고주파 발생기(110)로부터 플라즈마 챔버(30)에 공급하는 데 발생되는 반사 파워를 최소화한 상태로 플라즈마 챔버(30)에 파워를 공급할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0060] 상기 감시부(144)는 플라즈마 챔버(30) 내의 가스 종류, 가스 유속, 압력, 공급 전압 등의 공정 변수를 실시간으로 감시하고, 고주파 발생기(110)로부터 출력되는 임피던스, 파워 등의 출력 데이터를 감시하여, 얻어진 공정 변수 데이터 및 출력 데이터를 중앙 처리부(141)로 전송한다. 감시부(144)는 플라즈마 챔버(30) 등에 센서를 설치하여 자동으로 감시할 수도 있으며, 작업자에 의하여 공정 변수 등을 수동으로 입력받을 수도 있다.

[0061] 이를 통해, 플라즈마 챔버(30)에서 새로운 공정이 시작되거나, 처리 공정의 변화로 인하여 공정 변수가 급작스럽게 변동된 경우라도, 감시부(144)로부터 수신된 공정 변수 데이터에 기초하여 곧바로 보정 유닛(140)에 의한 보정 공정이 행해진다. 따라서, 플라즈마 챔버(30)에서의 처리 공정을 중단없이 연속 진행하면서 공정 변수가 급작스럽게 변동되더라도, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와의 차이로 인하여 고주파 발생기(110)로부터 플라즈마 챔버(30)에 파워를 공급하지 못하는 현상을 방지할 수 있다.

[0062] 상기 메모리(145)는 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수에 따라 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)와, 주파수 조절부(142)와, 전하 용량 조절부(143)의 제어 데이터를 라이브러리 형태로 저장하고 있다.

[0063] 이에 따라, 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수 데이터를 감시부(144)로부터 수신하고 있다가, 공정 변수 데이터가 비정상적으로 변동되거나 공정을 진행하면서 의도적으로 변동되면, 감시부(144)로부터 변동된 공정 변수 데이터를 수신한 중앙 처리부(141)는 메모리(145)에 저장되어 있는 현재의 공정 변수값들에 따른 제어 데이터를 수신받는다.

[0064] 그 다음, 중앙 처리부(141)는 메모리(145)로부터 수신된 제어 데이터에 입각하여, 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)와, 주파수 조절부(142)와, 전하 용량 조절부(143)의 구성 요소에 대하여 (예를 들어, 고정 캐패시터 어레이의 전하용량 조합값과, 고주파 발생기의 출력 주파수와, 전하용량 조절부(143)의 가변 캐패시터의 전하용량값 등의) 제어 인수를 제어하여, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와 매칭되게 보정한다.

[0065] 이와 같이, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와 매칭되는 켤레값이나 이에 매우 근접한 값으로 한번에 도달하므로, 고주파 발생기(110)로부터 플라즈마 챔버(30)에 공급되는 파워가 임피던스 매칭이 되지 않아 반사되는 현상을 실질적으로 없앨 수 있고, 적어도 매우 짧은 시간 동안에 매우 적은 양으로 제한할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다.

[0066] 이하, 첨부된 도10을 참조하여, 상기와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 챔버의 임피던스 매칭 방법(S100)을 상술한다.

[0067] 단계 1: 먼저, 플라즈마 챔버(30)에서 플라즈마(55)를 발생시켜 증착이나 식각 등의 처리 공정을 시작하고자 하는 경우에, 보상 유닛(140)의 감시부(144)는 플라즈마 챔버(30)에 공급되는 가스의 종류, 가스의 유속, 압력, 전압 등의 공정 변수와 고주파 발생기(110)로부터 플라즈마 챔버(30)에 공급해야 하는 파워 데이터를 감지하거나 작업자로부터 입력받는다(S110). 그리고, 감시부(144)에서 인식된 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수 데이터는 보상 유닛(140)의 중앙 처리부(141)로 전송된다.

[0068] 플라즈마 챔버(30) 내에서 처리 공정이 진행되고 있는 동안에도, 감시부(144)는 지속적으로 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수와 고주파 발생기(110)로부터 공급해야 하는 파워값 중 어느 하나 이상이 변동되는 지를 감시하여 중앙 처리부(141)로 공정변수 데이터를 전송한다.

[0069] 단계 2: 그리고 나서, 중앙 처리부(141)는 감시부(144)로부터 수신된 공정 변수에 따른 제어 데이터를 메모리(145)로부터 호출하여 수신한다. 여기서, 메모리(145)에 저장되어 있는 제어 데이터는 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수에 따라 정해지는 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 매칭시키는 데 필요한 제어 인수들, 즉, 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하용량 조합값과, 주파수 조절부(142)에 따른 고주파 발생기(110)의 출력 주파수와, 고주파 발생기(110)의 출력 파워(P)와, 전하용량 조절부(143)에 따른 가변 캐패시터(Cv)의 전하 용량값 등을 포함한다.

[0070] 상기 제어 데이터에 기초하여 중앙 처리부(141)로부터 전송된 제어 인수에 따라, 정합 회로망(120), 주파수 조

절부(142), 전하용량 조절부(143), 고주파 발생기(110)는 플라즈마 챔버(30)에서 처리 공정이 시작됨과 동시에 정해진 값으로 도달하게 제어한다(S120, S130).

[0071] 예를 들어, 메모리(145)에 저장되어 있는 제어 데이터에 따라, 고주파 발생기(110)로부터의 파워는 20W이면서 13.56MHz의 0.98배로 출력 주파수가 조절되고, 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하용량 조합값은 제1조합값인 225pF으로 도달하게 제어하여, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스의 켤레값이 되도록 한번에 보상하는 공정이 곧바로 행해진다.

[0072] 이를 나누어 살펴보면, 고주파 발생기(110)로부터의 파워를 20W로 유지하면서, 고정 캐패시터 어레이(Cx)의 전하용량 조합값은 제1조합값인 225pF으로 도달하게 제어하면, 이에 따른 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스의 리액턴스 성분은 도11a에 도시된 계단 형태의 리액턴스값들 중 매칭 리액턴스(Xt)에 근접한 값(X1)에 도달한다(S120). 이 때, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와 완전한 매칭이 되기 위한 매칭 리액턴스 값(제1매칭값, Xt)은 X1과 편차(d)가 있으므로, X1과 Xt의 편차(d)를 보상할 필요가 있다.

[0073] 이를 위하여, 보상 유닛(140)의 주파수 조절부(142)에 의하여 13.56MHz의 출력 주파수를 13.56MHz * 0.98로 조절함으로써, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 dx로 표시된 방향으로 미세 조절하여 정확한 매칭 리액턴스값(Xt)에 도달할 수 있게 된다(S130). 이 때, 출력 조절부(142)는 출력 주파수를 조절하면서 변동되는 파워(P)의 크기를 고려하여, 스미스 챠트에 따라 의도한 파워(P)가 출력되도록 조절된다.

[0074] 한편, 상기에서는 주파수 조절부(142)에 의해 출력 주파수를 조절하는 구성을 예로 들었지만, 주파수 조절부(142)에 의한 미세 제어와 별개로 또는 병행하여, 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)에 가변 캐패시터(Cv)를 전하용량 조절부(143)로서 연결하여, 가변 캐패시터(Cv)의 전극판 간격을 미세 조정함으로써, 정확한 매칭 리액턴스값(Xt)에 도달하도록 구성할 수도 있다.

[0075] 이와 같이, 정합 회로망(120)에 고정 캐패시터 어레이(Cx)에 대하여 스위칭 소자(SW)를 ON/OFF 제어하여 전하용량 조합값을, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 상기 플라즈마 챔버의 부하 임피던스의 정합으로 매칭시키는 제1매칭값에 근사한 제1조합값(예를 들어, 225pF)으로 한번에 점핑(78)하게 제어함으로써, 플라즈마 챔버(30)에서의 처리 공정이 시작되거나 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수가 급작스럽게 변동되더라도, 고주파 발생기(110)로부터 공급되는 파워(P)의 임피던스도 점핑(77)하여 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스와 거의 매칭되게 함으로써, 플라즈마 챔버(30)에서 반사되는 파워(Pr)의 크기를 최소화하면서 플라즈마 챔버(30)에 파워(P)의 전부 또는 적어도 대부분을 공급할 수 있게 된다.

[0076] 단계 3: 한편, 단계 2에 의하여 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 곧바로 완전한 정합이 될 수도 있지만, 처리 공정 중에 플라즈마 챔버(30) 내의 공정 변수는 미세하게 변동됨에 따라, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스가 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 곧바로 완전한 정합이 되는 데 한계가 있다.

[0077] 따라서, 플라즈마 챔버(30)에서 행해지는 처리 공정의 정확도 등을 고려하여, 파워 감지 센서(130)에 의하여 고주파 발생기(110)로부터의 공급 파워(P)와 플라즈마 챔버(30)에서의 반사 파워(Pr)를 측정(S140)하고, 이들의 비율(Γ=Pr/P)이 정해진 값(예를 들어, 0.05)에 도달할 때까지 제어 인수를 변경하면서, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 매칭되게 하는 2차 보상 단계를 피드백 제어 형태로 행한다.(S150)

[0078] 이를 통해, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 매칭시키는 정확성을 보다 높일 수 있으며, 단계 2에서의 1차 보상 단계에서, 감지부(144) 등의 오류가 발생하였더라도 2차 보상 단계에서 이를 보정함으로써 신호 처리의 오류를 곧바로 해소하여, 고주파 발생기(110)로부터 플라즈마 챔버(30)에 파워(P)를 원활하게 공급할 수 있도록 한다.

[0079] 한편, 최근에는 보다 높은 생산성을 확보하기 위하여 플라즈마 챔버(30)의 작동을 중단시키지 않고, 공정 변수를 변경하여 연속적인 처리 공정이 행해지기도 하는데, 이와 같이 플라즈마 챔버(30)의 공정 변수가 변동되더라도, 감시부(144)에 의하여 실시간으로 공정 변수의 변동이 감지되고, 곧바로 메모리(145)로부터 변동된 공정 변수에 따른 제어 데이터를 호출하여, 이에 따라 고주파 발생기(110), 주파주 조절부(142), 전하용량 조절부(143), 정합 회로망(120)의 고정 캐패시터 어레이(Cx)를 제어하는 단계 2 및 단계 3을 행함으로써, 고주파 발생기(110)의 출력 임피던스를 빠른 응답 속도로 플라즈마 챔버(30)의 부하 임피던스에 정확하게 매칭시킬 수 있다. 이를 통해, 플라즈마 챔버(30)에서의 반사 파워(Pr)를 최소화하여 고주파 발생기(110)의 손상을 방지하면

서, 플라즈마 챔버(30)로의 파워(P)를 원활하게 공급할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0080] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시적으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이와 같은 특정 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 특허청구 범위에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

부호의 설명

[0081] 100: 임피던스 매칭장치 110: 고주파 발생기

120: 정합 회로망 130: 파워 감지 센서

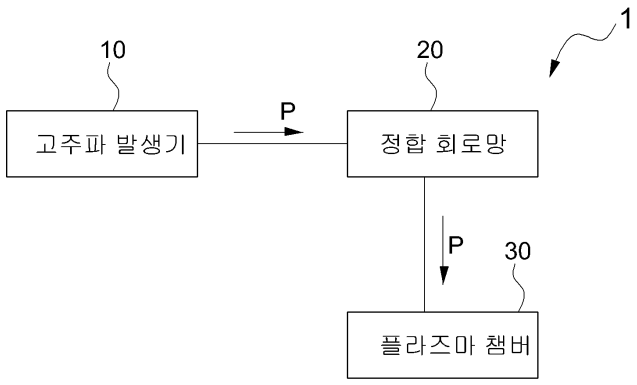
140: 보상 유닛 141: 중앙 처리부

142: 주파수 조절부 143: 전하용량 조절부

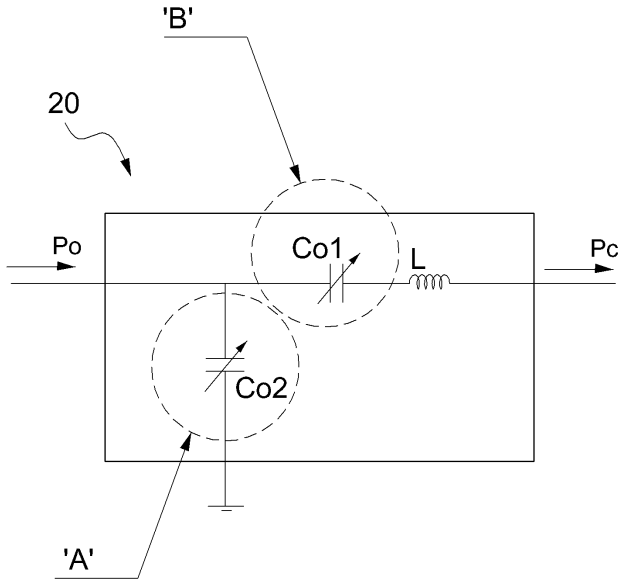
144: 감시부 145: 메모리

도면

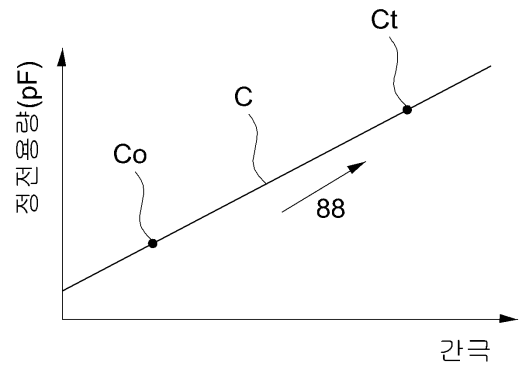
도면1



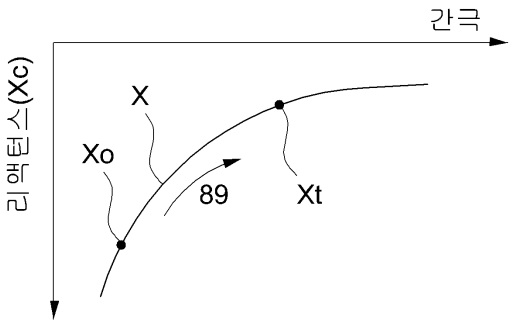
도면2



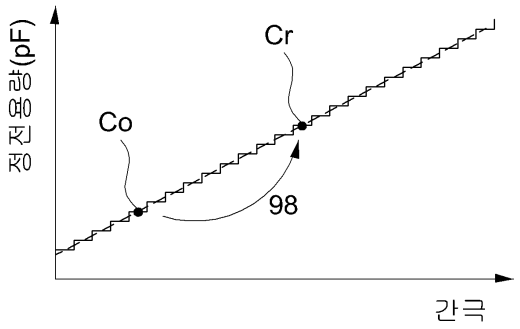
도면3a



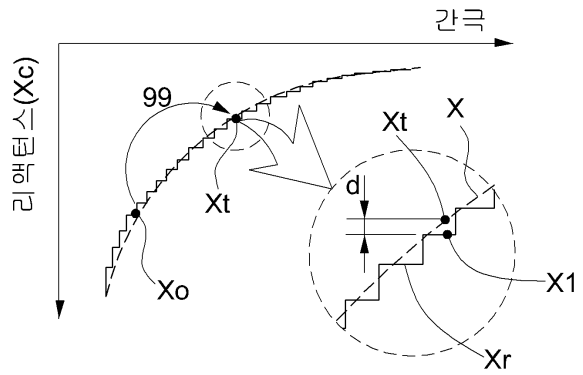
도면3b



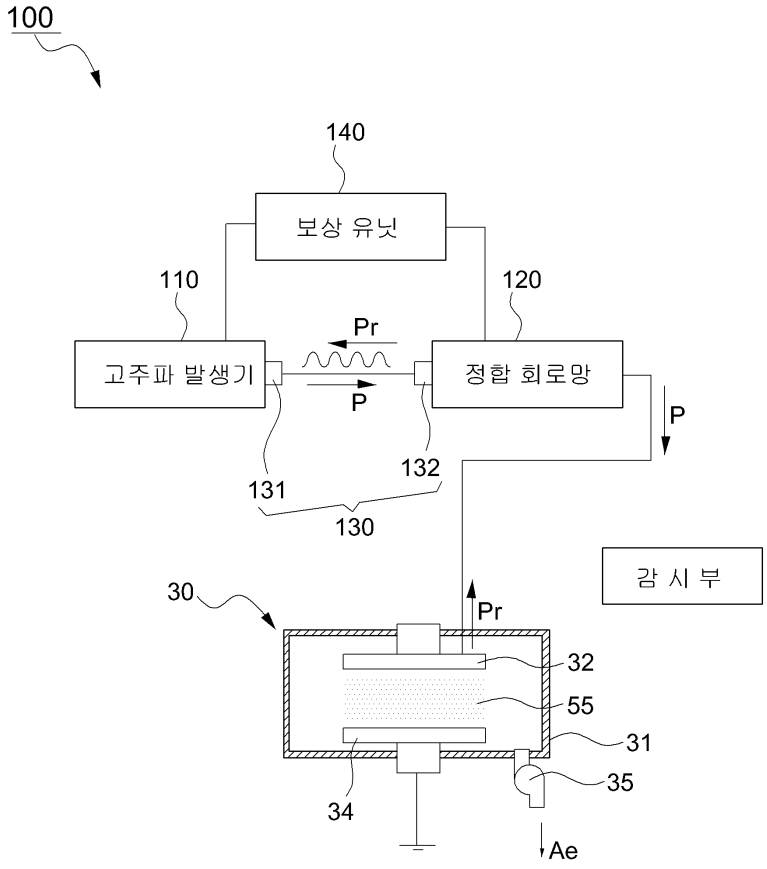
도면4a



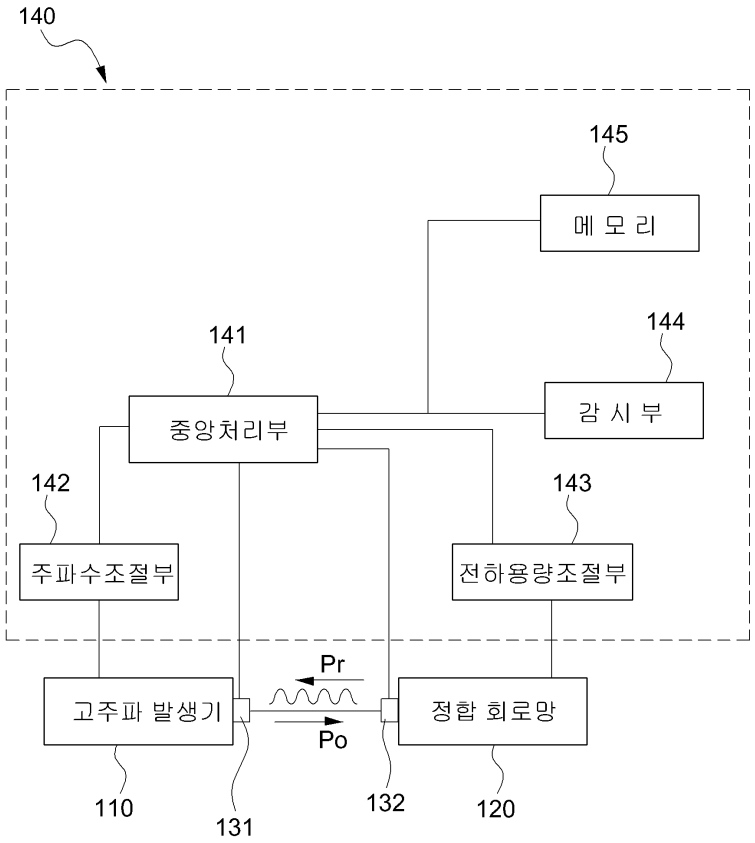
도면4b


간극
리액턴스(Xc)
99
Xt
X
d
Xt
Xo
X1
Xr

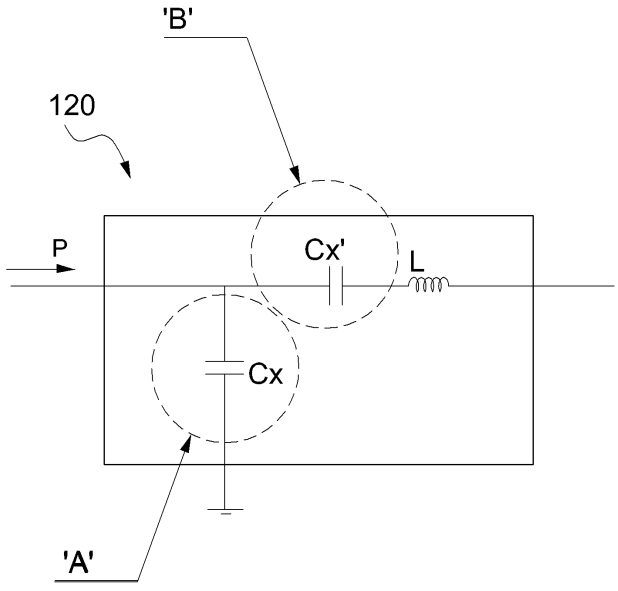
도면5


100
140
보상 유닛
110
120
Pr
고주파 발생기
정합 회로망
P
P
131
132
130
감 시 부
30
Pr
32
55
31
35
34
Ae

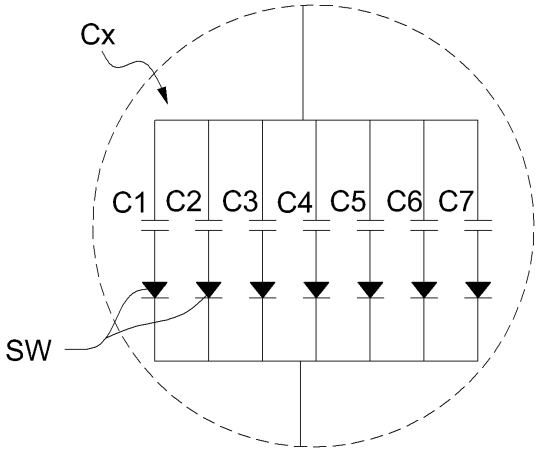
도면6


140
145
메 모 리
141
144
중앙처리부
감 시 부
142
143
주파수조절부
전하용량조절부
Pr
고주파 발생기
Po
정합 회로망
110
131
132
120

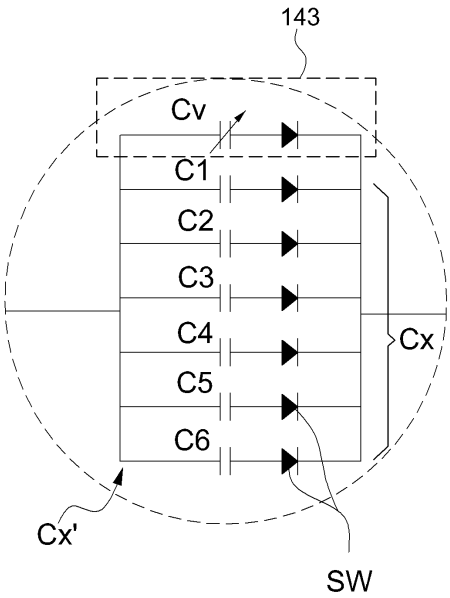
도면7


'B'
120
P
Cx'
L
Cx
'A'

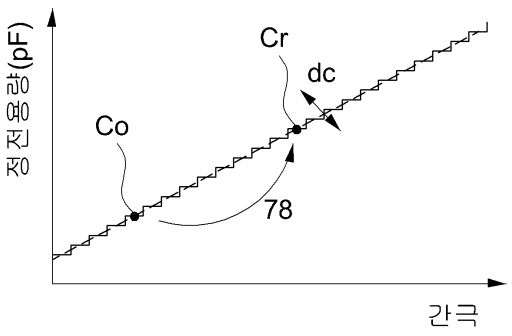
도면8a



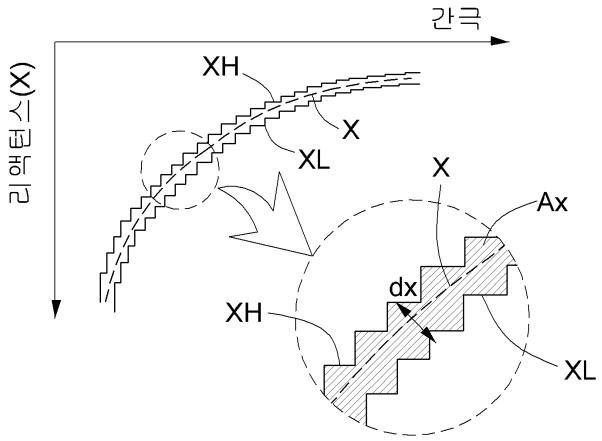
도면8b



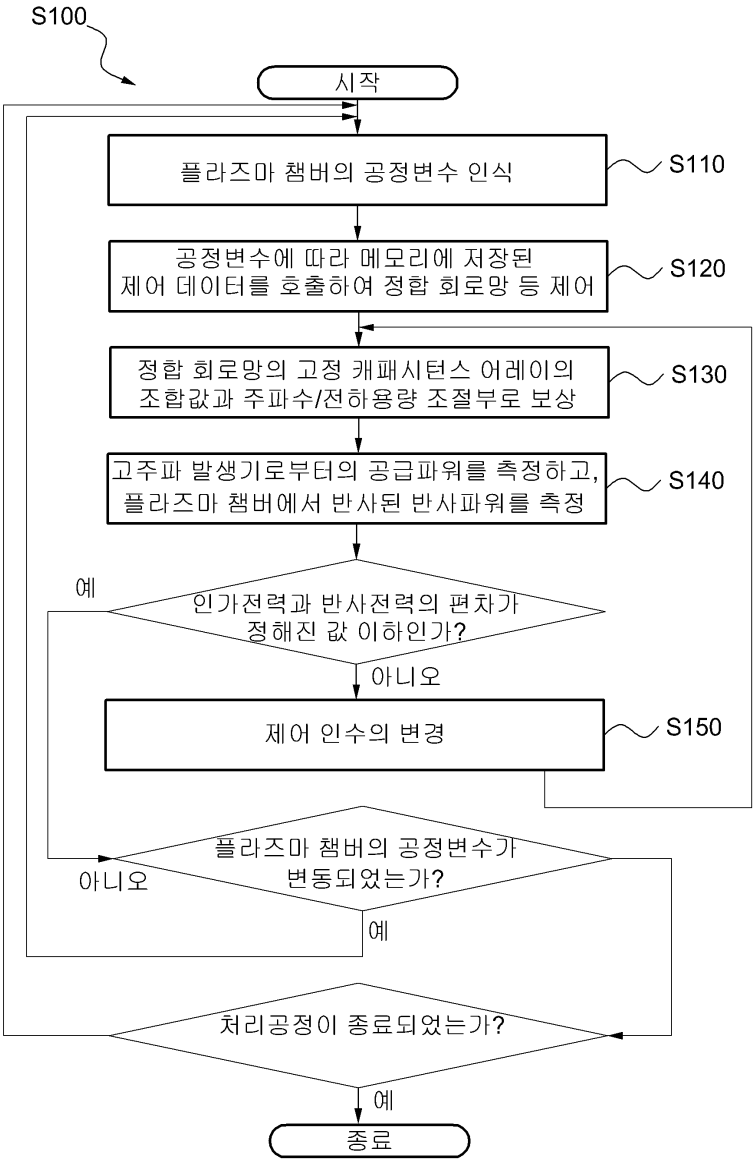
도면9a



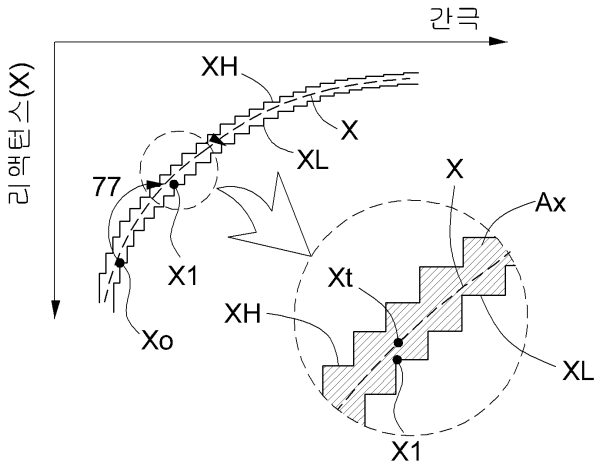
도면9b


간극
리액턴스(X)
XH
X
XL
X
Ax
dx
XH
XL

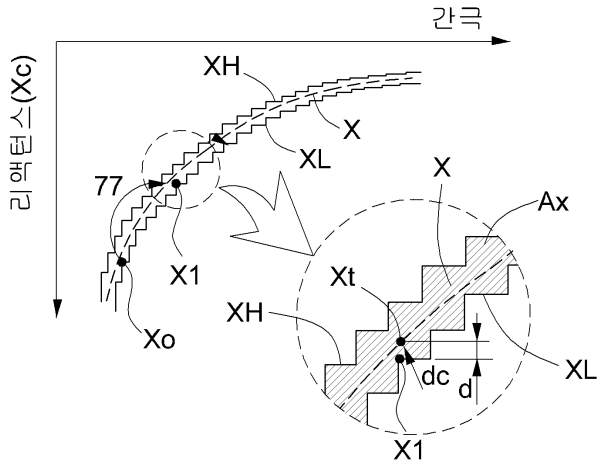
도면10


S100
시작
플라즈마 챔버의 공정변수 인식
S110
공정변수에 따라 메모리에 저장된
제어 데이터를 호출하여 정합 회로망 등 제어
S120
정합 회로망의 고정 캐패시턴스 어레이의
조합값과 주파수/전하용량 조절부로 보상
S130
고주파 발생기로부터의 공급파워를 측정하고,
플라즈마 챔버에서 반사된 반사파워를 측정
S140
예
인가전력과 반사전력의 편차가
정해진 값 이하인가?
아니오
제어 인수의 변경
S150
플라즈마 챔버의 공정변수가
변동되었는가?
아니오
예
처리공정이 종료되었는가?
예
종료

도면11a


간극
리액턴스(X)
XH
X
XL
77
X1
Xo
X
Ax
Xt
XH
XL
X1

도면11b


간극
리액턴스(Xc)
XH
X
XL
77
X1
Xo
X
Ax
Xt
XH
dc
d
XL
X1