

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H05H 1/36

(45) 공고일자 2005년07월01일  
(11) 등록번호 10-0497585  
(24) 등록일자 2005년06월17일

(21) 출원번호	10-2002-0071613	(65) 공개번호	10-2003-0043669
(22) 출원일자	2002년11월18일	(43) 공개일자	2003년06월02일

(30) 우선권주장	JP-P-2001-00361378	2001년11월27일	일본(JP)
	JP-P-2001-00367638	2001년11월30일	일본(JP)

(73) 특허권자  
알프스 덴키 가부시키가이샤  
일本国 도쿄도 오타구 유카가야 오츠카쵸 1반 7고

오미 다다히로  
일本国 미야기켄 센다이시 아오바쿠 고메가후쿠로 2쵸메 1반 17고 301

(72) 발명자  
나카노아끼라  
일본미야기肯 후루카와시후꾸누마 1-8-24

구마가이다다시  
일본후꾸시마肯 소우마시니시야마아자오모페니시야마 5-3

오오바도모후미  
일본미야기Ken 센다이시 아오바쿠 고메가후쿠로 1-13-5

오미 다다히로  
일本国 미야기Ken 센다이시 아오바쿠 고메가후쿠로 2쵸메 1반 17고 301

(74) 대리인  
특허법인코리아나

심사관 : 이승주

(54) 플라스마 처리장치 및 그 구동방법과 정합회로 설계시스템 및 플라스마 처리방법

### 요약

(과제) 플라스마 방전전력의 공급개시부터 플라스마 방전후의 효율적인 플라스마 방전상태로 되기 까지의 시간을 단축할 수 있는 플라스마 처리장치를 제공한다.

(해결수단) 본 발명의 플라스마 처리장치는, 고주파 전원 (1) 과 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 정합을 실시하는 정합회로 (2A) 와, 플라스마 생성을 위한 방전전에, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를, 방전하고 있지 않은 상태의 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z0) 에 정합시키는 정합제어장치 (31) 를 갖고, 예컨대 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스 (Z0) 를 기억부 (32) 에 기억시키고, 정합제어장치 (31) 가, 고주파 전원 (1) 으로부터의 고주파 전력투입시에, 기억부 (32) 로부터 방전전의 임피던스 (Z0) 를 불러내, 정합회로 (2A) 를 구성하는 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 캐패시턴스를 조정함으로써, 고주파 전력의 투입부터, 방전개시전의 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z0) 로의 조정을 용이하게 실시한다.

### 내포도

도 1

명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1 은 본원발명의 제 1 실시형태에 의한 플라스마 처리장치에서의 플라스마 처리실 유닛의 개략 구성을 나타낸 단면도이다.

도 2 는 도 1 의 플라스마 처리장치의 정합(整合)제어장치 (31) 의 동작예를 나타낸 플로우차트이다.

도 3 은 임피던스 측정구의 구성을 나타낸 개념도이다.

도 4 는 도 3 에 나타낸 임피던스 측정구를 사용하여, 도 1 에 나타낸 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스를 측정하는 방법을 나타낸 도면이다.

도 5 는 임피던스 측정구에 사용한 프로브 (105) 의 구성을 나타낸 개념도이다.

도 6 은 본원발명의 제 2 실시형태에 의한 플라스마 처리장치에서의 플라스마 처리실 유닛의 개략 구성을 나타낸 단면도이다.

도 7 은 도 6 의 플라스마 처리장치의 정합제어장치 (33) 의 동작예를 나타낸 플로우차트이다.

도 8 은 본 발명에 의한 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템의 구성을 나타낸 개념도이다.

도 9 는 본 발명에서의 제품정합회로의 구성을 나타낸 개념도이다.

도 10 은 도 8 에서의 기억부 (73) 의 데이터의 기억 포맷을 나타낸 도면이다.

도 11 은 도 8 에서의 기억부 (73) 의 데이터의 기억 포맷을 나타낸 도면이다.

도 12 는 본 발명에 의한 플라스마 처리장치에서의 플라스마 처리실 유닛의 개략 구성을 나타낸 단면도이다.

도 13 은 도 8 의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템의 동작을 나타낸 플로우차트이다.

도 14 는 도 9 의 제품정합회로의 각 부의 임피던스의 변화를 나타낸 스미스차트이다.

도 15 는 종래예에 의한 플라스마 처리장치에서의 플라스마 처리실 유닛의 개략 구성을 나타낸 단면도이다.

도 16 은 종래예에 의한 정합회로의 구성을 나타낸 개념도이다.

도 17 은 도 16 의 정합회로의 각 부의 임피던스의 변화를 나타낸 스미스차트이다.

\*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*

1 : 고주파 전원 2 : 매칭 박스

2A : 정합(整合)회로 3 : 급전판(給電板)

4 : 플라스마 여기 전극 5 : 샤크 플레이트

6 : 공간 7 : 구멍

8 : 웨이퍼 서셉터 9 : 절연체

10 : 챔버 벽 11 : 벨로스

13 : 샤프트 14 : 제어회로

16 : 기판 17 : 가스도입관

21 : 센서 30 : 반사파 측정기

31, 33 : 정합제어장치 32, 34 : 기억부

35 : 연산기 50 : 반사파 측정부

51 : 구동제어부 52 : 조정량 측정부

53 : 사용자 단말 60 : 챔버실

70 : 서버 71 : 연산부

72 : 설계부 73 : 기억부

101 : 기생(寄生) 고주파 저항 102 : 기생 인덕터

203, 253 : 기생 고주파 저항 204, 254 : 튜닝 인덕터

205, 255 : 튜닝 콘덴서 206, 256 : 로드 콘덴서

208 : 조정량 측정기 300, 301, 302 : 사업소

400 : 회사 AN : 임피던스 측정기

CN : 플라스마 처리실 I : 정보통신망

SW1, SW2 : 스위치

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 제조 프로세스에서의 애싱, 에칭 등의 플라스마 처리에 사용되는 플라스마 처리장치 및 이 플라스마 장치의 구동방법 및 이 장치를 사용한 플라스마 처리방법에 관한 것이다. 또 본 발명은 플라스마 처리에 사용되는 플라스마 처리장치 및 이 플라스마 처리장치의 플라스마 처리실의 부하 임피던스에 대응한 정합회로를 제작하는 정합회로 설계 시스템에 관련된 것이다.

CVD (chemical vapor deposition), 스퍼터링, 드라이에칭, 애싱 등의 플라스마 처리를 실시하는 플라스마 처리장치의 일례로서는, 종래부터 도 15에 나타낸 바와 같은 소위 1주파 여기 타입의 것이 알려져 있다.

도 15에 나타낸 플라스마 처리장치는, 고주파 전원 (1)과 플라스마 여기 전극 (4) 사이에 정합회로 (2C)가 개재되어 있다. 정합회로 (2C)는 이들 고주파 전원 (1)과 플라스마 처리실 (CN) 사이의 임피던스 정합을 얻기 위한 회로로서 설치되어 있다.

고주파 전원 (1)으로부터의 고주파 전력은 정합회로 (2C)를 통해 급전판 (3)에 의해 플라스마 여기 전극 (4)으로 공급된다. 이 정합회로 (2C)는 도전체로 이루어지는 하우징에 의해 형성되는 매칭 박스 (2) 내에 수납되어 있고, 플라스마 여기 전극 (4) 및 급전판 (3)은, 도체로 이루어지는 쟁시 (21)에 의해 덮여 있다.

플라스마 여기 전극 (캐소드 전극 ; 4)의 하측에는 볼록부 (4a)가 형성됨과 동시에, 이 플라스마 여기 전극 (4)의 아래에는, 다수의 구멍 (7)이 형성되어 있는 샤워 플레이트 (5)가 볼록부 (4a)에 설치되어 있다. 이들 플라스마 여기 전극 (4)과 샤워 플레이트 (5) 사이에는 공간 (6)이 형성되어 있다. 이 공간 (6)에는 가스도입관 (17)이 접속되어 있고, 도체로 이루어지는 가스도입관 (17)의 도중에는 절연체 (17a)가 삽입되어 플라스마 여기 전극 (4) 측과 가스공급원측이 절연되어 있다.

가스도입관 (17)으로부터 도입된 가스는, 샤워 플레이트 (5)의 구멍 (7)을 통해 챔버 벽 (10)에 의해 형성된 챔버실 (60)내로 공급된다. 또한 부호 9는 챔버 벽 (10)과 플라스마 여기 전극 (4)을 절연하는 절연체이다. 또 배기계의 도시는 생략되어 있다.

또한, 챔버실 (60)내에는 기관 (16)을 탑재하고 플라스마 여기 전극 (4)도 되는 웨이퍼 서셉터 (서셉터 전극 ; 8)가 설치되어 있고, 샤프트 (13)로 지지되어 있다.

샤프트 (13)의 하단부와 챔버 저부 (10A)가 벨로스 (11)에 의해 밀폐 접속되어 있다.

이들 웨이퍼 서셉터 (8) 및 샤프트 (13)는 벨로스 (11)에 의해 상하운동 가능하게 되어 있고, 플라스마 여기 전극 (4) 사이의 거리를 조정할 수 있다.

웨이퍼 서셉터 (8)는 직류적으로 접지되고, 챔버 벽 (10)과 직류적으로 동전위로 되어 있다.

상기 플라스마 처리장치에 있어서는, 일반적으로 40.68㎲ 정도인 주파수의 전력을 투입하여, 양 전극 (4, 8) 사이에서 플라스마를 생성하고, 이 플라스마에 의해, CVD (chemical vapor deposition), 스퍼터링, 드라이에칭, 애싱 등의 플라스마 처리를 실시하는 것이다.

그러나 종래 상기 플라스마 처리장치에 있어서는, 플라스마 처리실 (CN) 을 포함한 플라스마 처리장치 본체가 장치 메이커에 의해 제작되고, 정합회로 (2C) 가 고주파 전원을 작성한 전원 메이커에 의해 제작되었다.

그리고, 사용자는, 스퍼터링, 드라이에칭, 애싱 등의 플라스마 처리마다, 이들 플라스마 처리실 (CN) 과 고주파 전원 (1) 사이의 임피던스 정합을 상기 정합회로 (2C) 에 의해 실시한다.

여기에서 플라스마 처리실의 임피던스 (부하 임피던스) 로서는, 플라스마가 발생하기 전의 임피던스 (Z0) 와, 플라스마가 발생한 후의 임피던스 (Z1) 의 2종류가 있다.

임피던스 (Z0) 는, 장치 메이커에 의해 설계시에 어느 정도 결정되어, 정확한 수치가 측정되는 것인데, 기계적 치수 오차 등에 의해 완전히 동일한 플라스마 처리장치가 제작되는 것은 아니기 때문에, 작성되는 플라스마 처리실마다 다른 임피던스의 값을 갖는다.

또 플라스마가 발생하면, 임피던스 (Z1) 는, 처리에 사용하는 가스의 유량, 플라스마 처리실의 진공도 및 양 전극 (4, 8) 의 간격에 의해 변화되기 때문에, 동일한 플라스마 처리장치에서도 처리하는 플라스마 처리에 따라 달라지게 된다.

즉, 임피던스 (Z1) 는, 사용자가 사용하는 플라스마 처리의 최적화를 실행한 후, 비로소 실제값이 결정되는 파라미터이다.

예컨대 임피던스 (Z1) 는, 드라이에칭 장치의 경우, 소정의 재료로 형성되어 있는 박막을, 어떤 조건 (예칭속도, 예칭형상 등) 에서 예칭하는지에 따라 다른 것으로 되고, 막형성 장치의 경우도, 박막을 어떤 재료에서, 어떤 조건 (막형성속도, 박막 구조 등) 으로 막형성하는지에 따라 달라지게 된다.

따라서, 장치 메이커와 전원 메이커는, 임피던스 (Z1) 의 실제의 수치를, 사용자에게 플라스마 처리장치를 납입하기 전에, 설계정보로서 얻을 수 없다.

따라서 전원 메이커는, 임피던스 (Z0) 가 플라스마 처리실마다 다르고, 임피던스 (Z1) 가 사용자가 실행하는 프로세스마다 다르기 때문에, 정합회로 (2C) 의 임피던스 정합의 조정 마진을 넓게 하여 대응한다.

그리고 사용자는, 플라스마 처리 개시시에, 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0) 로 조정하고, 플라스마 방전을 개시시켜, 상기 임피던스 (Z1) 에 대응시켜 플라스마 방전을 안정화시킨다.

정합회로 (2C) 는, 플라스마 처리 개시시, 즉, 플라스마 방전 개시시에 있어서, 튜닝 콘덴서 및 로드 콘덴서가 리세트 상태 (최대값이나 최소값) 또는 플라스마 방전후의 임피던스 (Z1) 로 조정되어 있다.

그리고 제어회로 (14) 는, 정합회로 (2C) 를 구성하는 로드 콘덴서 (CL) 및 튜닝 콘덴서 (CT) 의 각 캐패시턴스를 조정하고, 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스를, 플라스마 방전이 개시되는 임피던스 (Z0) 로 조정한다.

이 때, 제어회로 (14) 는, 반사파 측정부 (15) 가 측정하는 반사파의 전력값 (예컨대, 스피리어스 전력으로서 검출) 이 최소가 되도록, 로드 콘덴서 (CL) 및 튜닝 콘덴서 (CT) 의 각 캐패시턴스를 조정한다.

여기에서, 반사파 측정부 (50) 는, 매칭 박스 (2) 와 고주파 전원 (1) 사이에 삽입되어 있다.

로드 콘덴서 (CL) 및 튜닝 콘덴서 (CT) 는, 예컨대 도시하지 않은 모터의 회전 등에 의해, 각 캐패시턴스의 값을 조정할 수 있는 가변 콘덴서 (배리어블 콘덴서) 이고, 상기 제어회로 (14) 가 도시하지 않은 상기 모터에 의해 조정 샤프트를 구동 시킴으로써 캐패시턴스의 값을 조정한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나 전술한 종래의 플라스마 처리장치에는, 플라스마 처리 개시시에 있어서, 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스가 임피던스 (Z0) 가 아니기 때문에, 임피던스 (Z0) 로 조정되기까지 시간이 걸린다는 결점이 있다.

또 이와 같은 종래의 플라스마 처리장치에서는, 임피던스 (Z0) 의 수치가 사용자에게는 불명확하기 때문에, 제어회로 (14) 가 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0) 로 완전히 조정할 수 없고, 즉, 임피던스 정합을 취할 수 없기 때문에, 플라스마 방전이 개시되지 않는다는 문제가 있다.

또한 종래의 플라스마 처리장치에서는, 플라스마 방전후에 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스의 임피던스 (Z1) 가 기억되어 있지 않기 때문에, 이 출력 임피던스가 임피던스 (Z1) 로 조정되기까지 시간이 걸린다는 결점이 있다.

또한 플라스마 처리실 (CN) 에서 플라스마 방전이 개시되면, 이 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스가 임피던스 (Z0) 로부터 임피던스 (Z1) 로 변화되지만, 종래의 플라스마 처리장치에서는, 임피던스 (Z1) 의 수치가 사용자에게는 불명확하기 때문에, 임피던스 (Z1) 로 완전히 조정할 수 없고, 즉, 임피던스 정합을 취할 수 없기 때문에, 효율적인 플라스마 방전을 할 수 없다는 문제가 있다.

또한 전술한 플라스마 처리장치에 있어서는, 정합회로 (2C) 의 조정 마진을 넓게 하기 때문에, 튜닝 인덕터의 인덕턴스를 필요 이상으로 크게 설계해야 한다.

따라서, 상기 플라스마 처리장치에는, 상기 튜닝 인덕터의 기생 고주파 저항 (고주파 저항성분) 도 커짐으로써, 정합회로 (2C) 에서의 전력손실이 증가된다는 결점이 있다.

예컨대 고주파 전원 (1) 의 출력파형의 주파수가 40.68MHz인 경우, 플라스마 처리실의 임피던스 (Z1 ; 플라스마가 발생하고 있는 경우의 임피던스) 가 「 $3.6\Omega + j1.4\Omega$ 」 이고, 저항 (101) 은 고주파 전원 (1) 으로부터의 동축 케이블 (1A) 과 튜닝 인덕터 사이의 금전선의 기생 고주파 저항이고, 40.68MHz 에서 0.33Ω의 저항값을 갖고, 인덕터 (102) 는 상기 금전선의 기생 인덕터이고, 161nH 의 인덕턴스를 가지므로, 도 9 에 나타낸 정합회로의 구성이 된다.

이 정합회로를 구성하는 각 소자의 정수 (설계회로상수) 에 대한 관계를, 도 10 의 스미스차트를 참고로 하여 설명한다.

여기에서 상기 스미스차트는, 전원계의 특성 임피던스 「 $50\Omega$ 」 에 의해 규격화되어 있다.

점 A가 정합회로 (2C) 의 입력측인 고주파 전원 (1) 및 동축 케이블 (1A) 로 이루어지는 전원계의 특성 임피던스 「 $50\Omega$ 」 를 나타내고, 점 B가 저항 (101) 에 의해 임피던스가 이동된 점을 나타내며, 점 C가 튜닝 인덕터 (102) 에 의해 임피던스가 이동된 점을 나타낸다.

동일하게, 점 D가 로드 캐패시터 (106) 에 의해 이동된 점을 나타내고, 점 E가 저항 (103) 에 의해 이동된 점을 나타내며, 점 F가 튜닝 인덕터 (104) 에 의해 이동된 점을 나타낸다.

이 도 17 의 스미스차트에 있어서, 점 G가 최종적인 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스이고, 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (부하 임피던스) 에 대하여, 공액 복소 임피던스의 수치로 되기 때문에, 점 G의 임피던스 (Z1\*) 의 수치는, 「 $3.6\Omega - j1.4\Omega$ 」 이 된다. 여기에서 임피던스 (Z1\*) 는 임피던스 (Z1) 의 공액 복소 임피던스로 한다.

따라서 튜닝 콘덴서 (105) 에 의해 점 F에서 점 G로 이동함으로써, 최종적으로 점 A에서 점 G로의 임피던스의 정합이 실시된다.

그러나 임피던스 (Z1) 가 플라스마 처리의 종류 및 사용조건 등에 따라, 어떤 값이 될지가 불명확하기 때문에, 임피던스가 이동해도 대폭 조정할 수 있고, 즉, 튜닝 콘덴서 (105) 로 조정할 수 있는 범위 (E점과 F점 사이) 를 크게 하기 위해, 튜닝 인덕터 (104) 의 조정범위를 크게 설정한다.

따라서, 상기 튜닝 인덕터 (104) 의 기생저항 (103) 이 「 $2.72\Omega$ 」 으로 큰 값으로 되어, 전력을 낭비하게 된다.

또, 이 기생저항 (103) 이 큰 값이 되기 때문에, 접속점 (P ; 도 16 참조) 위치의 임피던스가, 기생저항 (103) 의 원호 E-G 에서의 점 E로부터 어긋나, 점 D의 위치에 대응하는 값이 된다.

따라서 점 C로부터 점 D로 임피던스의 값을 변경하기 때문에, 로드 캐패시터 (106) 의 캐패시턴스가 커지고, 이 로드 콘덴서 (106) 를 통해 큰 전류가 흘러, 정합회로에 흐르는 전류손실을 크게 한다 (금전 손실의 증대).

따라서 종래의 정합회로에는, 저항 (101) 을 흐르는 전류도 전술한 바와 같은 이유에 의해 증가되고, 저항 (101) 으로 소비되는 전력도 커지고, 기생저항 (103) 으로 소비되는 전력과 합하면, 정합회로내부에서 소비되는 전력손실이 커진다는 문제가 있다.

또 전술한 바와 같은 문제를 해결하기 위해, 튜닝 인덕터 (104) 에서의 단자 위치를 가변으로 하고, 인덕턴스를 조정하는 인덕터가 고안되어 있다.

그러나 전술한 인덕터는, 고주파 전원으로부터 출력되는 높은 전력에 대해 사용하기 때문에, 단자의 접속지점의 접촉저항이 높은 경우, 이 접촉저항에서 큰 전력손실이 예상되고, 또한 접촉저항의 발열에 의해, 접속지점의 온도가 이상하게 상승됨으로써, 이 열에 의해 인덕터가 파손되는 것을 생각할 수 있다.

또 전술한 인덕터는, 최종적으로 가변범위가 최적화되지 않고 고정되지도 않기 때문에, 메인터넌스 등에 있어서, 인덕턴스가 변화함으로써 재조정이 필요하게 되고, 또 인덕터의 코일에 대해 단자의 이동을 실행하기 때문에, 플라스마 처리마다의 미조정을 하기 어려운 등의 문제가 있다.

또한 상기 인덕터를 사용한 정합회로도, 이미 서술한 종래예와 마찬가지로, 플라스마 처리실의 인덕턴스 (Z0, Z1) 가 불명확한 상태에서 조정되고 있는 것에 변함이 없다.

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 다음의 목적을 달성하려는 것이다.

1. 고주파 전원회로 (1)로부터의 플라스마 방전을 위한 전력의 공급개시로부터, 플라스마 방전후의 효율적인 방전상태로 될 때까지의 시간을 단축할 수 있는 플라스마 처리장치를 제공하는 것.
2. 임피던스 (Z0) 와 플라스마 처리마다의 임피던스 (Z1) 에 대하여 최적화된 정합회로를 제공하는 것.
3. 정합회로를 제작하는 메이커가 임피던스 (Z0) 및 임피던스 (Z1) 를, 통신수단을 통해 입수 가능하게 하는 것.
4. 임피던스 (Z0) 의 모니터를 가능하게 하는 것.
5. 정합회로를 구성하는 수동소자의 기생 고주파 저항에 의해 발생하는 회로손실을 저하시키는 것 (제품의 설계제조시에).
6. 정합회로의 정합의 편차에 의해 발생하는 미스 매치 로스를 저하시키는 것 (제품의 설계제조시에).

### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 플라스마 처리장치는, 고주파 전원 (고주파 전원 ; 1) 과, 플라스마 처리실 (플라스마 처리실 (CN)) 과, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실의 임피던스 정합을 취하는 정합회로 (정합회로 (2A)) 와, 플라스마 생성을 위한 방전전에, 상기 정합회로의 출력 임피던스를, 방전하고 있지 않은 상태의 플라스마 처리실의 임피던스에 정합시키는 정합회로 조정수단을 구비하고 있고, 예컨대 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스 (임피던스 (Z0)) 를 기억부에 기억시키고, 정합회로 조정수단이, 고주파 전원으로부터의 고주파 전력투입시에, 상기 기억부로부터 방전전의 임피던스를 호출하여, 정합회로를 구성하는 각 소자의 파라미터를 조정함으로써, 고주파 전력의 투입부터, 방전개시 전의 플라스마 처리실의 임피던스로의 조정을 용이하게 실행할 수 있어, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있고, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 또한 막형성장치의 경우, 막형성 초기에 발생하는 두께방향의 불균질을 작게 할 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 상기 플라스마 처리실에서의 방전개시를 검출하는 방전검지수단을 갖고, 상기 정합회로 조정수단이 상기 방전검출수단의 방전 검출에 의거하여, 상기 정합회로의 출력 임피던스를, 방전중인 상기 플라스마 처리실의 임피던스에 대하여 정합시키고, 예컨대 플라스마 처리실의 플라스마 방전후의 임피던스 (임피던스 (Z1)) 를 상기 기억부에 기억시키고, 정합회로 조정수단이, 고주파 전원으로부터의 고주파 전력투입시에, 상기 기억부로부터 방전전의 임피던스를 판독하고, 상기 정합회로를 구성하는 각 소자의 파라미터를 조정함으로써, 방전개시전의 임피던스 (임피던스 (Z0)) 로 하고, 방전검지수단이 플라스마 방전을 검출한 경우, 방전개시전의 플라스마 처리실의 임피던스로부터, 방전후의 상기 플라스마 처리실의 임피던스 (임피던스 (Z1)) 로 조정하기 때문에, 정합회로의 출력 임피던스의 조정이 플라스마 방전의 전후에서 용이하게 실행할 수 있고, 방전개시후에 효율적인 방전상태로 이행시키기 까지의 시간을 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 상기 플라스마 처리실에, 이 플라스마 처리실의 방전전의 임피던스를 측정하는 측정단자가 설치되어 있으므로, 방전전의 임피던스가, 플라스마 처리실의 사용시간에 대응하여 변화된 경우라도, 소정의 시간마다 (또는 플라스마 처리의 종료시마다) 측정하여, 상기 기억부의 방전전의 임피던스의 값을 갱신함으로써, 항상 고주파 전력의 투입부터, 방전개시전의 플라스마 처리실의 임피던스로의 조정을 용이하게 실행할 수 있어, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있으므로, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치의 구동방법은, 방전전의 상기 플라스마 처리실의 임피던스에, 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 1 정합회로 조정과정과, 고주파 전력이 상기 플라스마 처리실에 공급되는 전력공급과정과, 플라스마 처리실내에서의 상기 고주파 전력에 의한 방전을 검출하는 방전검출과정과, 방전중인 상기 플라스마 처리실의 임피던스에, 상기 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 2 정합회로 조정과정으로 이루어지고, 제 1 및 제 2 정합회로 검출과정에서 기억부에 격납된 플라스마 처리실의 방전전의 임피던스 (임피던스 (Z0)) 와, 방전후의 임피던스 (임피던스 (Z1)) 를 각각 호출하여 정합회로를 조정하기 때문에, 고주파 전력의 투입부터 방전개시까지, 또한 방전개시부터 효율적인 플라스마 방전상태까지의 조정시간을 대폭 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리방법은, 방전전의 플라스마 처리시의 임피던스에, 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 1 정합회로 조정과정과, 고주파 전력이 상기 플라스마 처리실에 공급되는 전력공급과정과, 상기 플라스마 처리실내에서의 상기 고주파 전력에 의한 방전을 검출하는 방전검출과정과, 방전중인 상기 플라스마 처리실의 임피던스에, 상기 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 2 정합회로 조정과정으로 이루어지고, 예컨대 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스 (임피던스 (Z0)) 를 기억해 두고, 제 1 정합회로 조정과정에서 고주파 전원으로부터의 고주파 전력투입시에, 상기 기억부로부터 방전전의 임피던스를 호출하여, 정합회로를 구성하는 각 소자의 파라미터를 조정하고, 방전이 개시된 후, 제 2 정합회로 조정과정에서 플라스마 방전중인 임피던스로 조정함으로써, 고주파 전력의 투입부터, 방전개시전의 플라스마 처리실의 임피던스로 용이하게 조정할 수 있어, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있고, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 또한 막형성 장치인 경우, 막형성 초기에 발생되는 두께방향의 불균질을 작게 할 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 고주파 전원 (고주파 전원 1) 과, 플라스마 처리실 (플라스마 처리실 CN) 과, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실 사이의 임피던스 정합을 실시하는 정합회로의 회로상수를 추출하는 조정용 정합회로를 갖고 있고, 상기 플라스마 처리실의 부하 임피던스에 대응한 임피던스 정합을 실시하는 정합회로에 최적한 회로상수를, 상기 조정용 정합회로의 조정결과에 의해, 사용하는 플라스마 처리마다 추출하여, 이 추출된 회로상수에 의거하여 실제의 플라스마 처리에 사용하는 제품정합회로를 작성하고, 작성된 플라스마 처리에 대응한 이 제품정합회로를, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실 사이에 삽입되는 정합회로로서 사용한다.

그 결과, 본 발명의 플라스마 처리장치는, 플라스마 처리에, 실제로 플라스마 방전을 실시한 상태에서, 플라스마 처리실의 임피던스(임피던스(Z1))를 측정하고, 이 임피던스에 의거하여 스미스차트 등을 사용한 파라미터 조정 알고리즘에 의해, 정합회로의 튜닝 인덕터의 인덕턴스 등의 회로상수의 최적화를 실시할 수 있고, 정합회로에 의한 정합의 편차에 의해 발생되는 미스 매치 로스를 저감시킬 수 있다. 또 튜닝 인덕터의 인덕턴스가 최적화(최소화) 됨으로서, 이 튜닝 인덕터의 기생 고주파 저항이 작아져, 이 기생 고주파 저항에서의 전력손실을 저하시킬 수 있게 되어, 정합회로에서의 회로손실을 저감시킬 수 있다.

따라서 본 발명의 플라스마 처리장치는, 플라스마 처리마다, 정합회로를 구성하는 수동소자의 기생 고주파 저항에 의해 발생되는 회로손실 및 정합회로의 정합의 편차에 의해 발생되는 미스 매치 로스가 적은 정합회로를 제작하고, 플라스마 처리실내의 플라스마 방전이 실시되고 있는 플라스마 처리공간에 대해, 실효적으로 공급하는 전력을 증가시켜, 플라스마 처리의 처리속도가 향상됨으로써, 장치에서의 제품(디바이스)의 생산성을 향상시키는 효과가 있다.

또한 본 발명의 플라스마 처리장치는, 새로 납입된 경우에 제품정합회로의 제작을 실시할 뿐만 아니라, 생산하는 제품을 교체하는 시점에서, 프로세스 조건의 변경에 의해, 플라스마 처리실의 임피던스가 변화된 경우에도, 새로 납입했을 때와 동일하게, 이 임피던스에 대응한 제품정합회로를 제작하여 제공함으로써, 항상 플라스마 처리장치에 최적한 전력손실이 적은 제품정합회로를 사용자에 제공할 수 있게 된다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 상기 제품정합회로가, 상기 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스(Z0) 와, 플라스마 방전후의 플라스마 처리실의 임피던스(Z1)를 포함시킨 대략 최소범위(즉 임피던스(Z0)와 임피던스(Z1)로 규정되는 범위를, 미조정할 수 있는 정도로 넓힌 범위)의 조정범위로 구성되어 있고, 이 조정범위에서 임피던스 정합을 실시함으로써, 종래예와 같은 임피던스(Z0) 및 임피던스(Z1)가 불명확하고 넓은 조정범위를 갖는 정합회로에 비교하여, 전력손실이 적은 상태에서 플라스마 처리를 실시할 수 있는 효과가 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 상기 플라스마 처리실에, 이 플라스마 처리실의 임피던스를 측정하는 측정단자가 설치되어 있고, 플라스마 처리를 변경할 때, 새로운 제품정합회로를 제작하는 조정범위의 결정에 사용하기 때문에, 임피던스의 측정에 필요한 시간을 단축할 수 있다.

또한 이 측정단자를 설치함으로써, 임피던스의 모니터를 수시로 실행할 수 있기 때문에, 이와 같은 이상을 검지함으로써, 통상 사용에서의 플라스마 처리실의 메인더넌스 시기의 추정도 가능해진다.

본 발명의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템은, 출력 임피던스가 내부의 가변수동소자의 조정에 의해 제어되는 조정용 정합회로와, 이 가변수동소자가 구동수단(도시하지 않은 모터)에 의해 조정된 조정량을 측정하는 조정량 측정수단과, 플라스마 방전시에 고주파 전원으로부터 공급되는 전력에 대한 반사파를 측정하는 반사파 측정수단과, 상기 반사파를 입력하고, 이 반사파가 최소가 되는 상태로 상기 가변수동소자를 상기 구동수단을 사용하여 제어하는 구동제어수단과, 상기 반사파를 최소로 한 조정량에 의거하여, 상기 플라스마 처리장치의 플라스마 처리실의 플라스마 방전후의 임피던스(Z1)를 연산하는 연산수단과, 이 임피던스(Z1)에 의거하여, 회로상수를 연산하여 제품정합회로를 설계하는 설계수단을 구비하고, 상기 각 주단이 통신수단을 통해, 정보통신망에 의해 각각 접속되어 있기 때문에, 정합회로를 제작하는 회사의 엔지니어가, 정보통신회선을 통해 얻어지는 상기 조정량에 의거하여, 연산수단에 의해 임피던스(Z1)를 구하고, 설계수단을 이용하여 이 임피던스(Z1)로부터 정합회로를 구성하는 소자의 최적 회로상수를 구하고, 제품정합회로를 설계한다.

이에 의해, 본 발명의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계시스템은, 엔지니어가 플라스마 처리장치가 설치되어 있는 현지에 가지 않고, 임피던스(Z1)의 데이터를 얻을 수 있기 때문에, 현지에 가기 위한 시간을 삽감시킬 수 있어, 제품정합회로의 제작에 걸리는 기간을 단축시키고, 또한 엔지니어가 현지에 가기 위한 비용이 들지 않게 되기 때문에, 정합회로의 제작비를 삽감시킬 수 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템은, 상기 플라스마 처리실에, 이 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스(Z0)를 측정하는 측정수단이 설치되어 있고, 이 측정수단이 이 측정단자에 의해 측정된 임피던스(Z0)를, 상기 설계수단에 출력함으로써, 엔지니어가 얻어진 임피던스(Z0, Z1)에 의거하여, 정합회로의 조정범위를 최적화할 수 있어, 전력손실이 대폭 삽감된 제품정합회로를 제작할 수 있는 효과가 있다.

본 발명의 플라스마 처리장치는, 상기 임피던스(Z0), 상기 임피던스(Z1) 및 상기 정합회로의 식별번호를, 상기 플라스마 처리실마다 대응시켜 기억하는, 상기 정보통신망에 접속된 기억수단을 갖고 있고, 메인더넌스 시 등에 필요에 따라 각 플라스마 처리실의 임피던스의 데이터를 상기 기억수단으로부터 판독할 수 있기 때문에, 출하된 플라스마 처리장치에 대해 제작한 제품정합회로의 데이터를 용이하게 확인할 수 있어 사용자로부터의 메인더넌스에 대한 문의에 신속하게 대응할 수 있고, 또 과거의 이력으로부터 플라스마 처리실의 과거에 작성된 정합회로의 회로상수를 용이하게 검색할 수 있어 과거에 대응하는 플라스마 처리로 되돌리는 경우 등에, 제품정합회로를 제작할 때의 데이터 베이스로서 상기 회로상수를 이용할 수 있어, 플라스마 처리에 대응한 전력손실이 적은 정합회로의 설계제조시간을 단축할 수 있게 된다.

### 발명의 실시형태

이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태에 대하여 설명한다.

#### <제 1 실시형태>

도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 의한 플라스마 처리장치의 개략 구성을 나타낸 개념도이다. 종래예의 도 15의 플라스마 처리장치와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 달아 구성의 설명을 생략한다.

본 실시형태의 플라스마 처리장치는, CVD (chemical vapor deposition), 스퍼터링, 드라이에칭, 애싱 등의 플라스마 처리를 실시하는 고주파 여기 탑입의 플라스마 처리장치로 되고, 플라스마를 여기하기 위한 평행평판형 전극 (4, 8) 을 갖는 플라스마 처리실 (CN) 과, 이 전극 (3) 에 접속된 고주파 전원 (1) 과, 상기 플라스마 처리실 (CN) 과 상기 고주파 전원 (1) 즉, 동축 케이블 (1C) 의 특성 임피던스) 의 임피던스 정합을 얻기 위한 정합회로 (2A) 를 구비하는 구성으로 된다.

더욱 상세하게 설명하면, 본 실시형태의 플라스마 처리장치는, 플라스마 처리실 (CN) 의 상부에 고주파 전원 (1) 에 접속된 플라스마 여기 전극 (전극 ; 4) 및 샤워 플레이트 (5) 가 설치되고, 플라스마 처리실 (CN) 의 하부에는 샤워 플레이트 (5) 에 대향하여 피처리기판 (16) 을 탑재하는 리셉터 (전극 ; 8) 가 설치되어 있다. 플라스마 여기 전극 (전극 ; 4) 은, 금전판 (고주파 전력 배전체 ; 3) 및 정합회로 (2A) 를 통해 제 1 고주파 전원 (1) 과 접속되어 있다. 이들 플라스마 여기 전극 (4) 및 금전판 (3) 은, 샐시 (21) 로 덮여짐과 동시에, 정합회로 (2A) 는 도전체로 이루어지는 매칭 박스 (2) 의 내부에 수납되어 있다.

금전판 (3) 으로는, 폭 50~100mm, 두께 0.5mm, 길이 100~300mm의 형상을 갖는 구리의 표면에 은도금을 실시한 것이 사용되고 있고, 이 금전판 (3) 은 후술하는 정합회로 (2A) 의 튜닝 콘덴서 (205) 의 출력단자 및 플라스마 여기 전극 (4) 에 각각 나사로 고정되어 있다.

또 플라스마 여기 전극 (캐소드 전극 ; 4) 의 하측에는 볼록부 (4a) 가 형성됨과 동시에, 이 플라스마 여기 전극 (캐소드 전극 ; 4) 의 아래에는, 다수의 구멍 (7) 이 형성되어 있는 샤워 플레이트 (5) 가 볼록부 (4a) 에 접하여 설치되어 있다. 이들 플라스마 여기 전극 (4) 과 샤워 플레이트 (5) 사이에는 공간 (6) 이 형성되어 있다. 이 공간 (6) 에는 가스도입관 (17) 이 접속되어 있고, 도체로 이루어지는 가스도입관 (17) 의 도중에는 절연체 (17a) 가 삽입되어 플라스마 여기 전극 (4) 측과 가스공급원측이 절연되어 있다.

가스도입관 (17) 으로부터 도입된 가스는, 샤워 플레이트 (5) 의 다수의 구멍 (7) 으로부터 챔버 벽 (10) 에 의해 형성된 챔버실 (60) 내로 공급된다. 챔버 벽 (10) 과 플라스마 여기 전극 (캐소드 전극 ; 4) 은 절연체 (9) 에 의해 서로 절연되어 있다. 또 배기계의 도시는 생략한다.

한편, 챔버실 (60) 내에는 기판 (16) 을 탑재하고 플라스마 여기 전극으로 되는 웨이퍼 서셉터 (서셉터 전극 ; 8) 가 설치되어 있다.

서셉터 전극 (대향전극 ; 8) 의 하부 중앙에는, 샤프트 (13) 가 접속되고, 이 샤프트 (13) 가 챔버 저부 (10A) 를 관통해 설치됨과 동시에, 샤프트 (13) 의 하단부와 챔버 저부 (10A) 중심부가 벨로스 (11) 에 의해 밀폐 접속되어 있다. 이들 웨이퍼 서셉터 (8) 및 샤프트 (13) 는 벨로스 (11) 에 의해 상하운동 가능하게 되어 있어, 플라스마 여기 전극 (4, 8) 간의 거리를 조정할 수 있다.

이들 서셉터 전극 (8) 과 샤프트 (13) 가 접속되어 있기 때문에, 서셉터 전극 (8), 샤프트 (13), 벨로스 (11), 챔버 저부 (10A), 챔버 벽 (10) 은 직류적으로 동전위로 되어 있다. 또한 챔버 벽 (10) 과 샐시 (21) 는 접속되어 있기 때문에, 챔버 벽 (10), 샐시 (21), 매칭 박스 (2) 는 모두 직류적으로 동전위로 되어 있다.

여기에서, 정합회로 (2A) 는, 플라스마 처리실 (CN) 내의 플라스마 상태 등의 변화에 대응하여 임피던스를 조정하기 위해, 그 대부분은 복수의 수동소자를 구비하는 구성으로 되어 있다.

또 정합회로 (2A) 는, 복수의 수동소자로서 고주파 전원 (1) 과 금전판 (3) 사이에, 튜닝 인덕터 (204) 및 튜닝 콘덴서 (205) 가 직렬로 설치되고, 이들 튜닝 인덕터 (204) 와 튜닝 콘덴서 (205) 에는, 병렬로 로드 콘덴서 (206) 가 접속되고, 이로드 콘덴서 (206) 의 일단은 매칭 박스 (2) 에 접속되어 있다.

여기에서 튜닝 콘덴서 (204) 는 금전판 (3) 을 통해 플라스마 여기 전극 (4) 에 접속되어 있다.

매칭 박스 (2) 는, 동축 케이블 (1C) 의 실드선에 접속되어 있고, 이 실드선이 직류적으로 어스되어 있다. 이에 의해, 서셉터 전극 (8), 샤프트 (13), 벨로스 (11), 챔버 저부 (10A), 챔버 벽 (10), 샐시 (21), 매칭 박스 (2) 는 접지전위로 설정되게 되고, 동시에 로드 콘덴서 (206) 의 일단도 직류적으로 어스된 상태로 된다.

또, 본 실시형태의 플라스마 처리장치에 있어서는, 13.56MHz 정도 이상의 주파수의 전력, 구체적으로는 예컨대 13.56MHz, 27.12MHz, 40.68MHz 등의 주파수의 전력을 투입하여, 양 전극 (4, 8) 사이에서 플라스마를 생성하고, 이 플라스마에 의해, 서셉터 전극 (8) 에 탑재한 기판 (16) 에 CVD (chemical vapor deposition), 드라이에칭, 애싱 등의 플라스마 처리를 실시한다.

이 때, 고주파 전력은, 고주파 전원 (1) 으로부터 동축 케이블 (1C), 정합회로 (2A), 금전판 (3), 플라스마 여기 전극 (캐소드 전극 ; 4) 에 공급된다. 한편, 고주파 전류의 경로를 고려한 경우, 전류는 이들을 통해 플라스마 공간 (챔버실 (60)) 을 경유한 후, 다시 다른 한쪽의 전극 (서셉터 전극 ; 8), 샤프트 (13), 벨로스 (11), 챔버 저부 (10A), 챔버 벽 (10) 을 통과한다. 그 후, 샐시 (21), 매칭 박스 (2), 동축케이블 (1C) 을 지나, 고주파 전원 (1) 의 어스로 되돌아간다.

다음으로 본 발명의 주요한 구성요소이다. 매칭 박스 (2) 주변의 반사파 측정기 (30), 정합제어장치 (31) 및 기억부 (32) 에 대해 상세하게 서술한다.

고주파 전원 (1) 은, 반사파 측정기 (30) 및 매칭 박스 (2) 를 통해 플라스마 처리실 (CN) 에, 플라스마 방전을 위한 전력을 공급한다.

정합회로 (2A) 는, 매칭 박스 (2) 내에 격납되고, 고주파 전원 (1) 의 출력 임피던스와 플라스마 처리실 (CN) 의 부하 임피던스와의 정합을 취한다.

이 정합회로 (2A) 는, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 인덕터 (204) 및 튜닝 콘덴서 (205) 로 구성되어 있다.

로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 는, 도시하지 않은 모터가 회전되고, 조정 샤프트가 구동됨으로써, 각각 캐패시턴스의 값을 조정할 수 있는 가변 콘덴서 (배리어블 콘덴서) 이다.

여기에서, 정합제어장치 (31) 는, 상기 각 모터의 회전량 및 회전방향을 제어시키면서, 조정 샤프트를 조정시킴으로써, 각각의 상기 배리어블 콘덴서 (로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)) 의 캐패시턴스량을 조정한다.

기억부 (32) 에는, 미리 측정된 임피던스 (Z0) 와 임피던스 (Z1) 로 조정하는 수치가 기억되어 있다.

여기에서는 Z0 는 정합회로 (2A) 를 플라스마 처리실로부터 분리시켜, 나중에 설명하는 임피던스 측정구를 사용하여 측정할 수 있다.

또 Z1 는 플라스마 방전이 발생된 후에, 정합이 취해진 상태에서, 정합회로 (2A) 를 플라스마 처리실로부터 떼어내, 고주파 전원으로 변경하여 더미 로드  $50\Omega$  를 접속하고, 정합회로 (2A) 의 출력단부터 상기 임피던스 측정구를 사용하여 그 임피던스 ( $Z1^*$ ) 를 측정한다.

정합상태에서는  $Z1^*$  과  $Z1$  이 복소 공액의 관계에 있는 것을 이용하여,  $Z1$  을 미리 측정할 수 있다.

상기 임피던스 측정구에 대하여 임피던스 (Z0) 의 측정을 예로 들어 이하에 설명한다.

도 3 은 임피던스 측정을 위한, 플라스마 처리실 (CN) 에 접속하는 핀스쳐의 구성을 나타낸 개념도이다.

핀스쳐는, 각각의 임피던스가 일치하는 복수개의 도선 (101a~101h) 의 일단을 프로브 장착구 (104) 에 접속하여 구성되어 있다.

프로브 장착구 (104) 는, 예컨대  $50\text{mm} \times 10\text{mm} \times 0.5\text{mm}$  의 구리판을, 조임부 (106) 와 링부가 생기도록 성형한다. 링부는 프로브 (105) 의 외측에 끼워 넣을 수 있는 직경으로 한다.

그리고 상기 프로브 장착부 (104) 에 도선 (101a~101h) 의 일단을 납땜 등에 의해 전기적으로 접속한다.

또 도선 (101a~101h) 의 타단에는, 측정대상 (피측정물) 과의 착탈용 단자 (압착단자 ; 102a~102h) 가 장착되어 있다.

이 핀스쳐를 사용할 때는, 프로브 장착구 (104) 의 링형상부 (104) 를 프로브 (105) 에 끼워 넣고, 조임부 (106) 로 조인다.

한편 각 도선 (101a~101h) 은, 대략 절대칭이 되도록 압착단자 (102a~102h) 에서 측정대상에, 도 4 에 나타낸 바와 같이 나사 (114) 로 착탈 자유롭게 고정한다.

상기 프로브 (105) 는, 도 5 에 나타낸 바와 같이, 도선 (110) 상에 절연피복 (112) 을 형성하고, 이 절연피복 (112) 상에 외주도체 (111) 를 피복하여 이루어진 것이다.

그리고 프로브 (105) 는, 동축 케이블을 통해 도면에 나타내지 않은 임피던스 측정장치에 접속되어 있다.

도선 (101a~101h) 은, 예컨대 알루미늄, 구리, 은, 금으로 구성하면 되고, 또는 은, 금을  $50\mu\text{m}$  이상 도금하여 구성해도 된다.

여기에서 핀스쳐는, 프로브 (105) 의 어스측에 장착한, 측정대상물 (여기에서는 플라스마 처리실 (CN)) 의 크기나 측정하는 2점간의 거리에 알맞은 길이의 도선을 나타낸다.

그리고 전술한 바와 같이 측정된 임피던스 ( $Z0$ ) 와 임피던스 ( $Z1$ ) 로 조정하는 수치는, 정합제어장치 (31) 가 로드 콘덴서 (206) 를 조정하는 변화량, 예컨대 모터의 회전량 및 회전방향을 나타내는 변화량 데이터 D0 (임피던스 ( $Z0$ ) 에 대응), D1 (임피던스 ( $Z1$ ) 에 대응) 이다.

또 튜닝 콘덴서 (205) 에 대한 상기 수치는, 정합제어장치 (31) 가 조정하는 변화량, 예컨대 모터의 회전량 및 회전방향을 나타내는 변화량 데이터 E0 (임피던스 ( $Z0$ ) 에 대응), E1 (임피던스 ( $Z1$ ) 에 대응) 이다.

상기 변화량 데이터 (D0, E0) 는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 기본위치로부터의 조정량을 나타낸다.

상기 변화량 데이터 (D1, E1) 는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 에 있어서, 변화량 데이터 (D0, E0) 에 의한 조정위치로부터의 조정량을 나타낸다.

따라서 정합제어장치 (31) 는, 플라스마 처리가 종료된 후, 모터를 회전시키고, 조정 샤프트를 구동시켜, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 조정위치를 기분위치로 되돌린다.

정합제어장치 (31) 는, 플라스마 방전전의 단계에서, 변화량 데이터 (D0 및 E0) 에 의거하여, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 콘덴서 (205) 각각의 모터에 의해 조정 샤프트를 구동시켜, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0) 로 조정한다.

한편, 정합제어장치 (31) 는, 임피던스 (Z0) 로 조정한 후에, 반사파 측정기 (30) 가 반사파를 검출함으로써, 플라스마 방전이 발생된 것을 검지하고, 변화량 데이터 (D1 및 E1) 에 의거하여, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 콘덴서 (205) 각각의 모터에 의해 조정 샤프트를 구동시켜, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z1) 로 조정한다.

또 정합제어장치 (31) 는, 임피던스 (Z0) 또는 임피던스 (Z1) 로 조정한 후, 반사파 측정기 (30) 가 검출하는 반사파의 전력값 (예컨대 스튜리어스 전력으로서 검출) 이 최소가 되도록, 정합회로 (2A) 의 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 를 미조정한다.

다음으로 도 1 및 도 2 를 참조하여, 일 실시형태의 동작예를 설명한다. 도 2 는 도 1 의 플라스마 처리장치의 동작예를 설명하는 플로우차트이다.

스텝 S1 에서, 작업자가 플라스마 처리실 (CN) 내에 피처리기판 (16) 을 세트한 후, 플라스마 처리의 개시를 나타내는 스타일을 온으로 하면, 정합제어장치 (31) 는, 기억부 (32) 로부터 변화량 데이터 (D0 및 E0) 를 판독하고, 이 변화량 데이터 (D0, E0) 에 의거하여, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0) 로 조정한다.

그리고 스텝 S2 에서, 정합제어장치 (31) 는, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0) 로 조정한 후, 고주파 전원 (1) 을 온상태로 하고, 플라스마 방전을 실시하는 고주파 전력을, 플라스마 처리실 (CN) 로 공급한다.

다음에 스텝 S3 에서, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 반사파의 강도 (반사파전력의 크기) 를 나타내는 검출신호가, 소정의 임계 강도를 초과하는지의 여부를 검출한다. 여기에서, 상기 소정의 임계 강도는, 미리 플라스마 방전이 개시된 경우의 반사파의 강도를 측정해 두고, 이 강도의 예컨대 90% 값으로 설정된다.

## 삭제

이 때, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 검출신호의 강도가 소정의 임계 강도를 초과한 경우, 플라스마 방전이 발생한 것으로 보고, 처리를 스텝 S5 로 진행시킨다.

한편, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 검출신호의 강도가 소정의 임계 강도를 초과하지 않는 경우, 플라스마 방전이 발생하지 않은 것으로 보고, 처리를 스텝 S4 로 진행시킨다.

다음에 스텝 S4 에서, 정합제어장치 (31) 는, 임피던스 (Z0) 를 중심으로 하여, 도시하지 않은 모터를 구동시켜, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 각 캐패시턴스를 미조정하고, 즉, 임피던스 (Z0) 의 값을 중심으로 하여, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스의 수치를 상하로 반복시켜 조정한다.

이 때, 정합제어장치 (31) 는, 반복할 때마다, 임피던스 (Z0) 의 값을 중심으로 상하로 어긋나게 하는 값을 순차적으로 크게 하여, 1회 수치를 어긋나게 할 때마다 (여기에서 상측 또는 하측의 한쪽으로 어긋나게 하는 경우를 1회라고 함), 플라스마 방전을 발생했는지 여부를 판정하기 때문에, 처리를 스텝 S3 으로 되돌린다.

다음에 스텝 S5 에서, 기억부 (32) 로부터 변화량 데이터 (D1 및 E1) 를 판독하고, 이 변화량 데이터 (D1, E1) 에 의거하여, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z1) 로 조정하고, 처리를 스텝 S6 으로 진행시킨다.

그리고 스텝 S6 에서, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 반사파의 강도 (반사파전력의 크기) 를 나타내는 검출신호가, 소정의 방전 임계 강도 이하인지의 여부를 검출한다.

여기에서 상기 소정의 방전 임계 강도는, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스가 임피던스 (Z1) 인 경우 (즉, 정합이 취해져 있는 경우) 에 있어서, 미리 플라스마 방전이 개시된 경우의 반사파의 강도를 측정해 두고, 이 강도의 수치가 설정된다.

이 때, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 검출신호의 강도가 소정의 방전 임계 강도 이하인 경우, 반사파가 없는 상태, 즉, 효율적인 플라스마 방전상태인 것을 검지하여, 처리를 스텝 S8 로 진행시킨다.

한편, 정합제어장치 (31) 는, 반사파 측정기 (30) 로부터 입력되는 검출신호의 강도가 소정의 방전 임계 강도를 초과하는 경우, 반사파가 갖는 상태, 즉 효율적인 플라스마 방전상태가 아닌 것을 검지하고, 처리를 스텝 S7 로 진행시킨다.

그리고 스텝 S7 에서, 정합제어장치 (31) 는, 임피던스 (Z1) 를 중심으로 하여, 도시하지 않은 모터를 구동시켜, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 각 캐패시턴스를 미조정하고, 즉, 임피던스 (Z1) 의 값을 중심으로 하여, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스의 수치를 상하로 반복시켜 조정한다.

이 때, 정합제어장치 (31) 는, 반복할 때마다, 임피던스 (Z1)의 값을 중심으로 상하로 어긋나게 하는 값을 순차적으로 크게 하여, 1회 수치를 어긋나게 할 때마다 (여기에서 상측 또는 하측의 한쪽으로 어긋나게 하는 경우를 1회라고 함), 효율적인 플라스마 방전상태인지의 여부를 판정하기 때문에, 처리를 스텝 S6 으로 되돌린다.

다음에 스텝 S8 에서, 정합제어장치 (31) 는, 소정 시간이 경과하여 플라스마 처리가 종료, 또는 작업자가 플라스마 처리를 종료시키는지 여부를 검출한다.

이 때 정합제어장치 (31) 는, 프로세스 종료를 검출한 경우, 고주파 전원 (1) 으로부터의 전력 공급을 정지하여 플라스마 처리를 종료한다.

한편, 정합제어장치 (31) 는, 프로세스 종료를 검출하지 않은 경우, 처리를 스텝 S6 으로 진행시킨다.

전술한 본원 발명의 제 1 실시형태에 의한 플라스마 처리장치는, 플라스마 처리실 (CN) 의 플라스마 방전전의 부하 임피던스인 임피던스 (Z0) 의 수치를 기억부 (32) 에 기억시키고, 정합제어장치 (31) 가, 고주파 전원 (1) 으로부터의 고주파 전력 투입시에, 기억부 (32) 로부터 임피던스 (Z0) 를 판독하고, 정합회로 (2A) 를 구성하는 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 각각의 캐패시턴스를 조정함으로써, 고주파 전력의 투입부터, 임피던스 (Z0) 로의 조정을 용이하게 실시할 수 있고, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

또 본원발명의 제 1 실시형태에 의한 플라스마 처리장치는, 정합제어장치 (31) 가 반사파 측정기 (30) 로부터의 검출신호에 의해, 플라스마 처리실 (CN) 에서의 방전개시를 검출하고, 정합제어장치 (31) 가 플라스마 방전의 발생을 검출하면, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 임피던스 (Z1) 에 대하여 정합시키고, 예컨대 플라스마 처리실 (CN) 의 플라스마 방전전 및 임피던스 (Z0, Z1) 각각을 기억부 (32) 에 기억시켜 두고, 정합제어장치 (31) 가 고주파 전원 (1) 으로부터의 고주파 전력 투입시에, 기억부 (32) 로부터 방전전의 임피던스 (Z0) 를 판독하고, 정합회로 (2A) 의 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 캐패시턴스를 조정함으로써, 방전개시전의 임피던스 (Z0) 로 조정하고, 플라스마 방전이 개시된 것을 검출한 후, 방전후의 임피던스 (Z1) 로 조정함으로서, 임피던스 (Z0) 로부터 임피던스 (Z1) 로의 조정을 용이하게 실시할 수 있고, 방전개시전부터 방전개시후에, 효율적인 플라스마 방전상태로 이행시키기 까지의 시간을 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

또한 본 발명의 제 1 실시형태에 의한 플라스마 처리장치의 구동방법은, 방전전의 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z0) 에, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 1 정합회로 조정과정과, 고주파 전력이 고주파 전원 (1) 으로부터 플라스마 처리실 (CN) 로 공급되는 전력공급과정과, 플라스마 처리실 (CN) 내에서의 고주파 전력에 의한 플라스마 방전을 검출하는 플라스마 방전 검출과정과, 방전중인 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z1) 에, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 2 정합회로 조정과정으로 이루어지고, 제 1 및 제 2 정합회로 검출과정에 있어서, 기억부 (32) 에 격납된, 플라스마 처리실의 방전전의 임피던스 (Z0) 로 조정하는 변화량 데이터 (D0, E0) 와, 방전후의 임피던스 (Z1) 로 조정하는 변화량 데이터 (D1, E1) 를 각각 호출하여, 정합회로 (2A) 의 출력 임피던스를 조정하기 때문에, 고주파 전력의 투입부터 방전개시까지, 또한 방전개시부터 효율적인 플라스마 방전상태까지의 시간을 대폭 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

## <제 2 실시형태>

도 6 은 본 발명의 제 2 실시형태에 의한 플라스마 처리장치의 개략 구성을 나타낸 개념도이다. 제 1 실시형태의 도 1 의 플라스마 처리장치와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 달아, 이 구성의 설명을 생략한다.

본원발명의 주요한 구성요소인, 매칭 박스 (2) 주변의 반사파 측정기 (30), 정합제어장치 (33), 기억부 (34) 및 연산기 (35) 에 대해 상세하게 서술한다.

고주파 전원 (1) 은, 반사파 측정기 (30) 및 매칭 박스 (2) 를 통해 플라스마 처리실 (CN) 에, 플라스마 방전을 위한 전력을 공급한다.

정합회로 (2A) 는, 매칭 박스 (2) 내에 격납되고, 고주파 전원 (1) 의 출력 임피던스와 플라스마 처리실 (CN) 의 부하 임피던스와의 정합을 취한다.

이 정합회로 (2A) 는, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 인덕터 (204) 및 튜닝 콘덴서 (205) 로 구성되어 있다

로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 는, 도시하지 않은 모터의 회전 등에 의해, 각각 캐패시턴스의 값을 조정할 수 있는 가변 콘덴서이고, 정합제어장치 (33) 가 상기 모터를 각각 구동시킴으로써 캐패시턴스의 값이 조정된다.

기억부 (34) 에는, 미리 측정된 임피던스 (Z0) 와 임피던스 (Z1) 로 조정하는 수치가 기억되어 있다.

여기에서 로드 콘덴서 (206) 에 대한 상기 수치는, 정합제어장치 (33) 가 조정하는 변화량, 예컨대 모터의 회전량 및 회전 방향을 나타내는 변화량 데이터 D0 ( 임피던스 (Z0) 에 대응), D1 (임피던스 (Z1) 에 대응) 이다.

또 튜닝 콘덴서 (205) 에 대한 상기 수치는, 정합제어장치 (33) 가 조정하는 변화량, 예컨대 모터의 회전량 및 회전방향을 나타내는 변화량 데이터 E0 ( 임피던스 (Z0) 에 대응), E1 (임피던스 (Z1) 에 대응) 이다.

상기 변화량 데이터 (D0, E0) 는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205) 의 기본위치로부터의 조정량을 나타낸다.

상기 변화량 데이터 (D1, E1)는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)에 있어서, 변화량 데이터 (D0, E0)에 의한 조정위치로부터의 조정량을 나타낸다.

따라서 정합제어장치 (33)는, 플라스마 처리가 종료된 후, 모터를 구동시켜, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)의 조정위치를 기본위치로 되돌린다.

정합제어장치 (33)는, 플라스마 방전전의 단계에서, 변화량 데이터 (D0 및 E0)에 의거하여, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 콘덴서 (205) 각각의 모터를 구동시켜, 정합회로 (2A)의 출력 임피던스를 임피던스 (Z0)로 조정한다.

한편, 정합제어장치 (33)는, 임피던스 (Z0)로 조정한 후에, 반사파 측정기 (30)가 반사파를 검출함으로써, 플라스마 방전이 발생된 것을 검지하고, 변화량 데이터 (D1 및 E1)에 의거하여, 로드 콘덴서 (206), 튜닝 콘덴서 (205) 각각의 모터를 구동시켜, 정합회로 (2A)의 출력 임피던스를 임피던스 (Z1)로 조정한다.

또 정합제어장치 (33)는, 임피던스 (Z0) 또는 임피던스 (Z1)로 조정한 후, 반사파 측정기 (30)가 검출하는 반사파의 전력값 (예컨대 스피리어스 전력으로서 검출)이 최소가 되도록, 정합회로 (2A)의 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)를 미조정한다.

정합제어장치 (33)는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)에 있어서, 임피던스 (Z0)의 조정위치로부터 임피던스 (Z1)로의 조정위치로의 변화량을, 각각 새로운 변화량 데이터 (D1, E1)로 하여 기억부 (34)의 변화량 데이터 (D1, E1)로 기록하여 변화량 데이터를 갱신한다.

임피던스 측정기 (AN)는, 플라스마 처리가 종료되어, 고주파 전원 (1)이 고주파 전력의 공급을 정지한 후, 플라스마 처리실 (CN)의 방전전의 부하 임피던스로서 임피던스 (Z0)를 측정한다.

연산기 (35)는, 임피던스와, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)의 조정위치와의 관계를 나타내는 함수, 또는 테이블에 의거하여, 상기 임피던스 (Z0)로부터 변화량 데이터 (D0, E0)를 연산한다.

정합제어장치 (33)는, 연산된 상기 변화량 데이터 (D0, E0)를 각각 새로운 변화량 데이터 (D1, E1)로 하여 기억부 (34)의 변화량 데이터 (D0, E0)로 기록하여 변화량 데이터를 갱신한다.

다음에 도 6 및 도 7을 참조하여 제 2 실시형태의 동작예를 설명한다. 도 7은 도 6의 플라스마 처리장치의 동작예를 설명하는 플로우차트이다.

스텝 S11~스텝 S17까지의 각각의 처리는, 스텝 S1~스텝 S7의 각각의 처리와 동일하기 때문에 설명을 생략한다.

상기 각 스텝에서, 정합제어장치 (33)는 정합제어장치 (31)와 동일한 동작을 하고, 기억부 (34)는 기억부 (32)와 동일한 동작을 한다.

스텝 S18에서, 정합제어장치 (33)는, 소정 시간이 경과하여 플라스마 처리가 종료, 또는 작업자가 플라스마 처리를 종료시킬지의 여부를 검출한다.

이 때 정합제어장치 (33)는, 프로세스 종료를 검출한 경우, 고주파 전원 (1)으로부터의 전력의 공급을 정지하여 플라스마 처리를 종료하고, 처리를 스텝 S19로 진행시킨다.

한편, 정합제어장치 (33)는, 프로세스 종료를 검출하지 않은 경우, 처리를 스텝 S16으로 진행시킨다.

다음에 스텝 S19에서, 정합제어장치 (33)는, 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)에 있어서, 임피던스 (Z0)의 조정위치로부터 임피던스 (Z1)로의 조정위치로의 변화량을 검출하고, 검출된 변화량 데이터를, 각각 새로운 변화량 데이터 (D1, E1)로 하여, 기억부 (34)의 변화량 데이터 (D1, E1)로 기록하여 변화량 데이터를 갱신한다.

그리고 스텝 S20에서, 임피던스 측정기 (AN)는, 플라스마 처리실 (CN)의 부하 임피던스, 즉 플라스마 방전전의 임피던스 (Z0)를 측정한다.

이 때, 임피던스 측정기 (AN)는, 스위치 (SW1)를 오프상태로 하고, 스위치 (SW2)를 온상태로 하여, 임피던스 (Z0)를 측정한다.

임피던스 측정기 (AN)는, 통상적으로, 즉 플라스마 처리를 실시하는 경우, 스위치 (SW1)를 온상태로 하고, 스위치 (SW2)를 오프상태로 한다.

또한 스위치 (SW1) ~ 점 B (도 6) 까지의 임피던스와, 스위치 (SW2) ~ 상기 점 B 까지의 임피던스는, 일치하도록 설계되어 있다.

다음에 스텝 S21에서, 연산기 (35)는, 측정된 임피던스 (Z0)에 의거하여, 변화량 데이터 (D0, E0)를 연산한다.

그리고 스텝 S22에서, 정합제어장치 (33)는, 연산된 변화량 데이터 (D0, E0) 각각을, 새로운 변화량 데이터 (D0), 변화량 데이터 (E0)로 하여, 기억부 (34)의 각각 대응하는 변화량 데이터 (D0, E0)로 기록하여 변화량 데이터를 갱신한다.

그리고 임피던스 측정기 (AN)는 스위치 (SW1)를 온상태로 하고, 스위치 (SW2)를 오프상태로 하며, 플라스마 처리장치는 플라스마 처리의 처리를 종료한다.

본원발명의 제 2 실시형태의 플라스마 처리장치는, 제 1 실시형태의 효과에 추가하여, 플라스마 처리실 (CN)에, 이 플라스마 처리실 (CN)의 방전전의 임피던스 (ZO)를 측정하는 측정단자 (61)가 설치되어 있으므로, 방전전의 임피던스 (ZO)가, 플라스마 처리실 (CN)의 사용시간에 대응하여 변화된 경우이더라도, 소정의 시간마다 (또는 플라스마 처리의 종료시마다) 측정하여, 기억부 (34)의 방전전의 임피던스 (ZO)로 하는 변화량 데이터 (D0, E0)의 값을 갱신향으로써, 항상 고주파 전력의 투입부터, 각 로드 콘덴서 (206) 및 튜닝 콘덴서 (205)의 캐패시턴스를 조정하는 조정위치를 기본위치로부터 방전개시전의 플라스마 처리실 (CN)의 임피던스 (ZO)가 되는 조정위치로의 조정을 용이하게 실시할 수 있고, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

### [제 3 실시형태]

도 8은 본 실시형태의 플라스마 처리장치의 정합장치 설계 시스템의 개략 구성을 나타낸 개념도로, 매칭박스 (2) 내부의 정합회로 (2A)의 구성을 알기 쉽게 나타내고 있다.

이 도면에서, 사업소 (300)에는, 플라스마 처리장치가 설치되어 있고, 이 플라스마 처리장치의 플라스마 처리실 (CN)과, 고주파 전원 (1) 사이에는 임피던스 정합을 취하는 정합회로 (정합회로 (2A) 또는 정합회로 (2B))가 삽입된다.

각 플라스마 처리에 대한 플라스마 처리장치의 첫 동작시에는, 상기 정합회로로서 정합회로 (2A ; 조정용 정합회로)가 사용되고 있고, 구동제어부 (51), 반사파 측정부 (50), 조정량 측정부 (52)에 의해, 임피던스 정합이 취해진 시점에서의 정합회로 (2A)의 조정량 정보가 사용자 단말 (53)에 의해, 정보통신회선 (I)을 통해, 정합회로를 제작하는 회사 (400)의 서버 (70)로 송신된다.

서버 (70)는 상기 조정량 정보를 연산부 (71)에 출력하고, 연산부 (71)는 이 조정량 정보에 의거하여 임피던스 (Z1)를 연산한다.

설계부 (72)는, 상기 임피던스 (Z1)에 의거하여, 정합회로 (2B ; 제품정합회로)를 구성하는 소자의 각 파라미터 (회로 상수)를 연산한다.

회사 (400)의 작업자는, 이 연산된 회로상수에 의거하여, 정합회로 (2B)를 제작하고, 작성된 정합회로 (2B)를 사업소 (300)로 보낸다.

그리고 사업소 (300)의 작업자는, 정합회로 (2A)와 정합회로 (2B)를 교환하여, 대응하는 플라스마 처리에 의한 생산을 개시한다.

이하, 이 구성에 대해 상세하게 설명한다.

고주파 전원 (1)은, 매칭 박스 (2)를 통해 플라스마 처리실 (CN)에, 플라스마 방전을 위한 전력을 공급한다.

정합회로 (2A)는, 매칭 박스 (2) 내에 격납되고, 고주파 전원 (1)의 출력 임피던스와 플라스마 처리실 (CN)의 부하 임피던스의 정합을 취한다.

이 정합회로 (2A)는, 조정용 정합회로로, 플라스마 처리실의 임피던스 (Z1)를 측정하는 구성으로 되어 있다.

즉, 구동제어부 (51)는, 반사파 측정부 (50)가 검출하는 반사파의 전력값 (예컨대 스피리어스 전력으로서 검출)이 최소가 되도록, 정합회로 (2A)의 로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255)를 조정한다.

여기에서 반사파 측정부 (50)는, 매칭 박스 (2)와 고주파 전원 (1) 사이에 삽입되어 있다.

로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255)는, 도시하지 않은 모터가 회전되고, 조정 샤프트가 구동됨으로써, 각각 캐패시턴스의 값을 조정할 수 있는 가변 콘덴서 (배리어블 콘덴서)이다.

여기에서 구동제어장치 (51)는, 상기 각 모터의 회전량 및 회전방향을 제어시키면서 조정 샤프트를 구동시킴으로서, 상기 배리어블 콘덴서 (로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255))의 각각의 캐패시턴스를 조정한다.

정합회로 (2A)의 출하시에 로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255)는, 정합회로를 제작하는 메이커에 의해 플라스마 처리실 (CN)의 임피던스 (Z0)에 대응한 초기값으로 설정되어 있다.

여기에서 도시하지 않은 플라스마 처리장치를 제작하는 메이커는, 정합회로를 제작하는 메이커 (회사 (400))로 정보통신망 (I)에 의해 임피던스 (Z0)의 데이터를 미리 송신한다.

또한 플라스마 처리장치를 제작하는 메이커에 따라서는, 임피던스 (Z0)의 데이터가 전혀 없기 때문에, 정합회로 (2A)에 대해서는 정합회로를 제작하는 메이커가 경험에 비추어 소정의 초기값으로 설정하여 출하되는 경우도 있다.

여기에서는, 플라스마 처리장치의 메이커와 정합회로의 메이커를 별도로 했지만, 2개의 메이커가 동일해도 상관없다.

조정량 측정부 (52) 는, 조정량 측정기 (207) 가 검출한, 구동제어회로 (51) 가 임피던스 (Z0) 의 위치로부터 로드 콘텐서 (256) 의 조정 샤프트를 구동시킨 변화량 (조정량), 예컨대 모터의 회전량 및 회전방향을 측정하고, 수치화하여 조정량 데이터 (D1) 로 한다.

마찬가지로, 조정량 측정부 (52) 는 조정량 측정기 (208) 가 검출한, 구동제어회로 (51) 가 임피던스 (Z0) 의 위치로부터 튜닝 콘텐서 (255) 의 조정 샤프트를 구동시킨 변화량 (조정량), 예컨대 모터의 회전량 및 회전방향을 측정하고, 수치화한 조정량 데이터 (D2) 로 한다.

또 반사파 측정부 (50) 로부터 입력되는 반사파 전력값이 최소가 된 시점에서, 조정량 측정부 (52) 는, 정합이 취해진 것을 나타내는 구동제어부 (51) 로부터의 제어신호와 함께, 이 조정량 데이터 (D1, D2) 를, 사용자 단말 (53) 로 송신한다.

사용자는, 사용자 단말 (53) 의 표시화면에 있어서, 정합회로 (2A) 에 의해 고주파 전원 (1) 과 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 정합이 취해진 것을 확인하고, 조정량 데이터 (D1 및 D2) 를 서버 (70) 로 송신한다.

서버 (70) 는, 사용자 단말 (53) 과 정보통신회선 (I) 을 통해 접속되고, 사용자 단말 (53) 과의 사이에서 각종 데이터를 송수신한다.

여기에서 정보통신회선 (I) 은, 공중회선망, 전용회선망, 인터넷 등에 의해 구성된 정보통신망이다.

연산부 (71) 는, 서버 (70) 로부터 입력되는 조정량 데이터 (D1, D2) 에 의거하여, 조정된 로드 콘텐서 (256) 및 튜닝 콘텐서 (255) 의 각각의 조정량분의 캐패시턴스를 연산한다.

여기에서 튜닝 인더터 (254) 의 인더턴스, 이 튜닝 인더터 (254) 의 기생 고주파 저항 (253) 의 저항값, 급전선(給電線)의 기생 인더터 (102 ; 정합회로 (2A 또는 2B) 의 입력단자와 로드 캐패시터 (206) 의 접점 (P) 사이의 배선)의 인더턴스, 상기 급전선의 기생저항 (101) 의 저항값의 각 수치와, 로드 콘텐서 (256) 및 튜닝 콘텐서 (255) 의 캐패시턴스의 초기값은, 미리 데이터 베이스 (73) 에 정합회로 (2A) 의 식별번호에 대응하여 격납되어 있다.

연산부 (71) 는, 로드 콘텐서 (256) 에서의, 조정량 데이터와 캐패시터의 관계를 나타낸 소정의 함수 또는 톨업테이블에 의거하여, 조정량 데이터 (D1) 에 대응한 캐패시턴스의 수치를 연산하고, 이 수치와 초기값을 가산하여, 임피던스 정합이 취해진 시점에서의 로드 콘텐서 (256) 의 캐패시턴스를 연산한다.

또 동일하게, 연산부 (71) 는, 튜닝 콘텐서 (255) 에서의, 조정량 데이터와 캐패시턴스의 관계를 나타내는 소정의 함수 또는 톨업테이블에 의거하여, 조정량 데이터 (D2) 에 대응한 캐패시턴스의 수치를 연산하고, 이 수치와 초기값 (임피던스 (Z0) 일 때의 캐패시턴스) 을 가산 (조정량이 감소방향이면 감산) 하여, 임피던스의 정합이 취해진 시점에서 튜닝 콘텐서 (255) 가 조정된 후의 캐패시턴스를 연산한다.

여기에서 연산된 각 수치는, 예컨대 튜닝 콘텐서 (255) 가 튜닝 콘텐서 (105 ; 도 6) 에 대응하고, 로드 콘텐서 (256) 가 로드 콘텐서 (106 ; 도 16) 에 대응하고 있다.

여기에서는 초기값에 조정량을 가산하여 구하였으나, 조정량 측정기 (208) 가 튜닝 콘텐서 (255) 의 조정위치정보를 검출하는 수단이면, 이것에 대응하는 함수 또는 톨업테이블을 준비하여, 조정량으로부터 캐패시턴스를 직접 구해도 된다.

또 연산부 (71) 는, 튜닝 인더터 (254) 의 인더턴스, 이 튜닝 인더터 (254) 의 기생 고주파 저항 (253) 의 저항값, 급전판의 기생 인더터 (102) 의 인더턴스, 급전판의 기생저항 (101) 의 저항값의 각 수치와, 로드 콘텐서 (256) 및 튜닝 콘텐서 (255) 의 연산된 캐패시턴스의 각 수치로부터, 임피던스 (Z1 ; 예컨대 도 16 의 회로상수로 하면 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z1) 는  $3.6\Omega + j1.4\Omega$  이 됨) 를 연산한다.

여기에서 실시되는 임피던스 (Z1) 의 연산은, 상기 연산용 파라미터와 임피던스 (Z1) 의 관계를 나타내는 함수, 또는 이 연산 파라미터와 임피던스 (Z1) 의 관계를 나타낸 톨업테이블의 검색에 의해 실시한다.

설계부 (72) 는, 상기 임피던스 (Z1), 임피던스 (Z0), 급전판의 기생 인더터 (102) 의 인더턴스, 급전선의 기생저항 (101) 의 저항값으로 이루어지는 설계용 파라미터에 의거하여, 도 9 에 나타내는 제품용 정합회로 (2B) 에서의, 로드 콘텐서 (206) 의 캐패시턴스, 튜닝 인더터 (204) 의 인더턴스, 튜닝 콘텐서 (205) 의 캐패시턴스의 각 설계회로상수를 연산한다.

여기에서 실시되는 상기 각 회로상수의 연산은, 상기 설계용 파라미터와 이 각 설계회로상수의 관계를 나타낸 함수, 또는 이 설계용 파라미터와 설계회로상수의 관계를 나타낸 톨업테이블의 검색에 의해 실시한다.

설계부 (72) 는 연산된 임피던스 (Z1) 의 수치와, 연산된 로드 콘텐서 (206) 의 캐패시턴스, 튜닝 인더터 (204) 의 인더턴스, 튜닝 콘텐서 (205) 의 캐패시턴스의 각 설계회로상수와, 연산부 (71) 에 입력된 조정량 (D1 및 D2) 을, 플라스마 처리실 (CN) 의 식별번호에 대응시켜 기억부 (73) 에 기억시킨다.

기억부 (73) 의 각 데이터의 격납 포맷을 도 10 및 도 11 에 나타낸다.

기억부 (73) 에는, 도 10 에서 나타낸 바와 같이, 각 플라스마 처리실의 식별번호에 대응시켜, 플라스마 처리실 (CN) 의 제조번호, 최신 임피던스 (Z0, Z1) 의 값이 기억되어 있다.

또 기억부 (73) 에는, 도 10 에 나타낸 기억 포맷의 각 상기 식별번호에 대응한 하위층으로서 도 11 에 나타낸 포맷에서 데이터가 기억되어 있다.

즉, 도 11 의 포맷에 나타낸 바와 같이, 식별번호에 대응하여, 로드 콘텐서의 변화형 데이터 (D1), 튜닝 콘텐서의 조정량 데이터 (D2), 이 때의 임피던스 (Z1), 튜닝 인더터 (204) 의 인더터스, 튜닝 콘텐서 (205) 의 캐패시턴스, 로드 콘텐서 (206) 의 캐패시턴스가, 플라스마 처리마다 조정한 날짜에 대응하여, 시계열 이력으로서 기억부 (73) 에 기억되어 있다.

또 조정량 측정부 (52) 는 도 10 에 나타낸 바와 같이, 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z0) 의 측정을, 소정 기간마다 (예컨대 1개월마다) 실시하고, 측정된 임피던스 (Z0) 를 서버 (70) 에 송신하고, 서버 (73) 는 이 최신 임피던스 (Z0) 의 수치를, 식별번호에 대응시켜, 기억부 (73) 에 격납한다.

이하, 정합회로 (2B) 및 플라스마 처리실 (CN) 의 구성을 나타내고, 임피던스 (Z0) 의 측정방법에 대해 도 12 를 사용하여 설명한다. 도 12 는 본 실시형태의 플라스마 처리장치의 개략 구성을 나타낸 도면으로, 전술한 실시형태의 도 1, 도 6 의 플라스마 처리장치와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 달아 그 구성의 설명을 생략한다.

여기에서, 본 실시형태의 플라스마 처리장치는, CVD (chemical vapor deposition), 스퍼터링, 드라이에칭, 애칭 등의 플라스마 처리를 실시하는 1주파수 여기 탑입의 플라스마 처리장치로 되고, 도 12 에 나타낸다. 전술한 실시형태의 도 1, 도 6 의 플라스마 처리장치와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 달아 그 구성의 설명을 생략한다.

플라스마 처리실 (CN) 은 플라스마 방전에서의 임피던스 (Z1) 가 가스 유량, 가스 종류, 플라스마 여기 전극 (4) 과 서셉터 전극 (8) 사이의 거리 등에 따라 다르기 때문에, 플라스마 처리마다 정합회로 (2B) 의 회로상수를 최적화할 필요가 있다.

또 플라스마 처리를 실시함으로써, 플라스마 처리실 (CN) 에는 열적 스트레스 등이 가해지기 때문에, 플라스마 처리실 (CN) 의 기계적 치수가 변화되어, 임피던스 (Z0) 가 서서히 변화될 뿐만 아니라, 애칭이나 막형성 처리의 플라스마 처리에서 발생한 생성물이, 플라스마 처리실 (CN) 의 내벽에 퇴적됨으로써 임피던스 (Z0) 가 서서히 변화되어 간다.

이 임피던스 (Z0) 의 변화에 의해, 플라스마실 사이로 실효적으로 공급하는 전력이 변화되어, 플라스마 처리의 결과가 변화되기 때문에, 본원발명에서는, 임피던스 (Z0) 를 모니터함으로써, 플라스마 처리실 (CN) 의 메인더너스의 시기를 판정하여, 항상 안정된 디바이스를 생산할 수 있게 한다.

즉, 서버 (70) 는, 조정량 측정부 (52) 로부터 송신되는 임피던스 (Z0) 와, 미리 데이터 베이스에 설정되어 있는, 메인더너스가 필요하게 되는 임피던스 설정값을 비교하여, 임피던스 (Z0) 가 이 임피던스 설정값을 초과한 경우, 메인더너스를 실시할 필요가 있는 것을, 표시화면에서 작업자 등에게 통지한다.

그리고 상기 통지에 의거하여, 메인더너스에 의해 플라스마 처리실 (CN) 내의 부품교환을 실시하기 때문에, 부품교환후에도 임피던스 (Z0) 가 상기 임피던스 설정값으로 유지되는 것을 확인한다.

또 플라스마 처리실 (CN) 은 메인더너스 후에 다시 열이력을 거치기 때문에, 기계적 치수의 시간경과에 따른 변화 등에 의해 임피던스 (Z0) 가 변동되므로, 이것이 임피던스 설정값으로 유지되고 있는 것을 계속 확인한다.

플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (Z0) 의 측정은, 도 8 및 도 12 에 나타낸 임피던스 측정기 (AN) 에 의해 실시한다.

조정량 측정부 (52) 는, 소정 기간마다, 임피던스 측정기 (AN) 가 임피던스 (Z0) 를 측정하도록 제어한다.

이 때, 조정량 측정부 (52) 는, 스위치 (SW1) 를 오프 상태로 하여 정합회로 (2B) 를 급전판 (3) 으로부터 분리하고, 스위치 (SW2) 를 온상태로 하여 급전판 (3) 의 측정단자에 임피던스 측정기 (AN) 를 접속하여, 임피던스 측정기 (AN) 에 플라스마 챔버 (CN) 의 임피던스 (Z0) 를 실시하게 한다.

따라서 플라스마 챔버 (CN) 의 측정범위로서는, 정합회로 (2B) 의 수동소자 중 출력최종단의 수동소자의 출력단위치에서 분리한 상태를 그 대상, 즉, 급전판 (3) 에 접속되는 튜닝 콘텐서 (205) 의 출력단 위치 (PR) 에서, 급전판 (3) 과 정합회로 (2B) 의 단자와의 접속을 스위치 (SW1) 에서 분리한 상태의 플라스마 챔버 (CN) 를 측정범위로 한다.

또한 스위치 (SW1) 로부터 점 B (도 12) 까지의 임피던스와, 스위치 (SW2) 로부터 점 B 까지의 임피던스는 일치하도록 설계되어 있다.

다음으로 도 8, 도 9, 도 12 및 도 13 을 참조하여, 제 3 실시형태의 동작예를 설명한다. 도 13 은 도 8 의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템의 동작예를 설명하는 플로우차트이다.

스텝 S1 에서, 사업소 (300) 에 납입된 플라스마 처리장치의 최초 동작시의 조건설정이, 플라스마 방전된 상태에서 실시되고, 플라스마 처리에 대응한 프로세스 조건 (가스유량, 가스 종류, 진공도 등) 이 결정된다.

이 때, 구동제어부 (51) 는, 플라스마 방전이 발생하는 상태에서, 반사파 측정부 (50) 에서 측정된 반사파가 최소가 되는 상태, 즉, 고주파 전원 (1) 과 플라스마 처리실 (CN) 사이의 임피던스 정합이 취해진 상태가 되도록, 정합회로 (2A) 의 튜닝 콘덴서 (255) 및 로드 콘덴서 (256) 의 각 캐패시턴스를 조정한다.

다음에 스텝 S2 에서, 조정량 측정부 (52) 는, 조정량 측정부 (207, 208) 가 각각 측정한, 구동제어부 (51) 가 조정한 로드 콘덴서 (256), 튜닝 콘덴서 (255) 의 조정 샤프트의 조정량을 검출한다.

그리고 스텝 S3 에서, 조정량 측정부 (52) 는, 로드 콘덴서 (256), 튜닝 콘덴서 (255) 의 조정량을, 각각 조정량 데이터 (D1), 변화량 데이터 (D2) 로서, 사용자 단말 (53) 로 출력한다.

이에 의해, 작업자는, 사용자 단말 (53) 의 표시화면에 있어서, 고주파 전원 (1) 과 플라스마 처리실 (CN) 사이의 임피던스 정합이 취해진 것을 확인하고, 정합회로 (2B) 의 작성 요구와 함께, 이들 조정량 데이터 (D1, D2) 를 서버 (70) 로 송신한다.

다음에 스텝 S4 에서, 연산부 (71) 는, 서버 (70)로부터 입력되는 변화량 데이터 (D1, D2) 에 의거하여, 각각 로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255) 의 조정된 변화분의 캐패시턴스를 연산한다.

이에 의해, 연산부 (71) 는, 로드 콘덴서 (256) 및 튜닝 콘덴서 (255) 의 연산된 캐패시턴스와, 기생저항 (101), 기생인덕터 (102), 튜닝인덕터 (254) 의 인덕턴스, 튜닝인덕터 (254) 의 기생고주파 저항 (253) 의 저항값을 이용하여, 이들 연산용 파라미터와 임피던스의 대응을 나타낸 함수에 의거하여, 임피던스 (Z1) 를 연산한다.

다음에 스텝 S5 에서, 설계부 (72) 는, 상기 연산된 임피던스 (Z1), 기억부 (73) 에 미리 기억되어 있는 임피던스 (Z0), 급전선의 기생인덕터 (102) 의 인덕턴스, 급전선의 기생저항 (101) 의 저항값의 설계용 파라미터를 사용하여, 이들 설계용 파라미터와, 정합회로에서의 로드 콘덴서의 캐패시턴스, 튜닝인덕터의 인덕턴스, 튜닝콘덴서의 캐패시턴스의 조합과의 대응을 나타낸 함수에 의거하여, 도 9 에 나타낸 정합회로 (2B) 에서의 로드 콘덴서 (206) 의 캐패시턴스, 튜닝인덕터 (204) 의 인덕턴스, 튜닝콘덴서 (205) 의 캐패시턴스의 각 설계회로상수를 연산한다.

이 설계회로상수는, 정합회로 (2B) 의 조정범위내에, 임피던스 (Z0) 와 임피던스 (Z1) 가 포함되는 값으로 한다.

여기에서, 상기 조정범위는, 가능하면 임피던스 (Z0) 와 임피던스 (Z1) 가 형성하는 임피던스의 영역에 대하여 대응하는 범위를 갖고, 또한 약간의 여유를 갖는 범위로 한다.

그리고 스텝 S6 에서, 작업자는, 얻어진 상기 각 회로상수에 의거하여 정합회로 (2B) 를 설계하고, 이 설계에 의거하여, 정합회로 (2B) 를 제작한다.

다음에 스텝 S7 에서, 회사 (400) 의 작업자는, 제작한 정합회로 (2B) 를 포장하여 사업소 (300) 로 발송한다.

그리고 사업소 (300) 의 작업자는, 정합회로 (2A) 를 플라스마 처리장치로부터 분리하여, 보내져 온 정합회로 (2B) 를 플라스마 처리장치에 탑재하고, 디바이스의 생산을 개시한다.

여기에서 최적화된 도 9 의 정합회로 (2B) 를 구성하는 소자의 설계회로상수를 도 14 의 스미스차트로 확인한다.

점 A 가 정합회로 (2B) 의 입력측인 고주파 전원 (1) 및 동축 케이블 (1A) 로 이루어지는 전원계의 특성 임피던스 「 $50\Omega$ 」 를 나타내고, 점 B 가 저항 (101) 에 의해 임피던스가 이동된 점을 나타내며, 점 C 가 인덕터 (102) 에 의해 임피던스가 이동된 점을 나타낸다.

마찬가지로, 점 F 가 로드 캐패시터 (206) 및 저항 (203) 에 의해 이동한 점을 나타내고, 점 G 가 튜닝인덕터 (204) 에 의해 이동한 점을 나타낸다.

이 도 14 의 스미스차트에 있어서, 점 H 가 최종적인 정합회로 (2C) 의 출력 임피던스이고, 플라스마 처리실 (CN) 의 임피던스 (부하 임피던스) 에 대하여, 공액복소 임피던스의 수치로 되기 때문에, 점 H 의 임피던스 ( $Z_{1*}$ ) 의 수치는 「 $3.6\Omega - j1.4\Omega$ 」 이 된다.

여기에서 임피던스 ( $Z_{1*}$ ) 는 임피던스 (Z1) 의 공액복소 임피던스로 한다.

따라서 튜닝콘덴서 (205) 에 의해 점 G로부터 점 H로 이동함으로써, 최종적으로 점 A로부터 점 H로의 임피던스의 정합이 실시된다.

여기에서 튜닝인덕터 (204) 의 인덕턴스가 정합회로 (2A) 의 튜닝인덕터의 그것에 비교하여 대폭 감소됨으로써, 기생고주파 저항 (203) 의 저항값이 감소되고, 로드콘덴서 (205) 의 캐패시턴스를 크게 하지 않아도, 튜닝인덕터 (204) 의 원호 (임피던스 차트상) 와 로드콘덴서 (206) 의 원호 (아디미던스 차트상) 가 점 F에서 접한다.

임피던스 Z1 (점 H) 및 임피던스 (Z0) 가 판명되어 있기 때문에, 튜닝인덕터 (204) 의 인덕턴스와 튜닝콘덴서 (205) 의 캐패시턴스를 조정할 수 있는 범위 (F점과 G점 사이) 를 최적화할 수 있고, 조정범위를 최저한에 가까운 범위로 설정할 수 있어, 정합의 편차에 의해 발생하는 미스매치 로스를 저감시킬 수 있다.

또 본 발명에서의 제품정합회로는, 기생 고주파 저항 (203)의 저항값 ( $0.2\Omega$ )이 종래의 기생 고주파 저항 (103)의 저항값 ( $2.72\Omega$ )에 비교하여, 1자릿수 작게 되어 있기 때문에, 여기에서 소비되는 전력손실도 1자릿수로 삭감되게 되어, 대폭 전력손실을 저하시키게 되고, 정합회로에서의 회로손실을 저감시킬 수 있다.

전술한 바와 같이, 본 발명의 정합회로 설계 시스템은, 정합회로 (2A)에 의해, 사용하는 플라스마 처리에서의 플라스마 방전에 대응하는 임피던스 (Z1)를 얻을 수 있고, 이 임피던스 (Z1)에 의거하여, 임피던스 (Z1)에 최적한 정합회로 (2B)를 제작하기 때문에, 정합의 편차에 의해 발생하는 미스매치 로스나 정합회로에서의 회로손실을 전반적으로 삭감시킬 수 있어, 플라스마 처리장치의 에너지를 절약할 수 있다.

이에 의해, 플라스마 공간에 대해 실효적으로 공급하는 전력을 증가시킬 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다. 또 동일한 처리결과를 얻기 위해 적은 투입전력으로 충분하므로 플라스마 처리장치의 소비전력을 저감시킬 수도 있다.

이상 본 발명의 일 실시형태를 도면을 참조하여 상세하게 서술해 왔는데, 구체적인 구성은 이 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 설계변경 등이 있어도 본 발명에 포함된다.

예컨대 도 8의 플라스마 장치의 정합회로 설계 시스템에 있어서, 회사 (400)에 설치된 서버 (70)에 연산부 (71) 및 설계부 (72)를 설치하고, 서버 (70)를 통해 정보통신망 (I)에 접속시키는 구성으로 설명했으나, 다른 구성으로서 연산부 (71)를 사업소 (300)에 설정된 사용자 단말 (53)에 접속되는 구성으로 해도 된다.

즉, 연산부 (71)가 사용자 단말 (43)을 통해 정보통신망 (I)에 접속되는 구성으로 해도 된다.

이 경우, 연산부 (71)는, 변화량 측정부 (52)로부터의 변화량 데이터 (D1, D2)에 의거하여 임피던스 (Z1)를 구한다.

사용자는 이 임피던스 (Z1)를 사용자 단말 (53)에 의해 서버 (70)로 송신한다.

그리고 설계부 (72)는 서버 (70)로부터 입력되는 임피던스 (Z1)를 포함하는 설계용 파라미터에 의거하여 설계회로상수를 연산한다.

또 도 8의 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템에 있어서, 또 다른 구성으로서, 연산부 (71) 및 설계부 (72)를 사업소 (300)에 설정된 사용자 단말 (53)에 접속되는 구성으로 해도 된다.

즉, 연산부 (71) 및 설계부 (72)가 사용자 단말 (53)을 통해 정보통신망 (I)에 접속되는 구성으로 해도 된다.

이 경우, 연산부 (71)는, 변화량 측정부 (52)로부터의 변화량 데이터 (D1, D2)에 의거하여 임피던스 (Z1)를 구한다.

다음에 설계부 (72)는 서버 (70)로부터 입력되는 임피던스 (Z1)를 포함하는 설계용 파라미터에 의거하여 설계회로상수를 연산한다.

그리고 사용자는, 이 설계회로상수를 사용자 단말 (53)에 의해, 서버 (70)에 송신한다.

전술한 2개의 다른 구성은, 연산부 (71)와 설계부 (72)의 설치장소가 다를 뿐으로, 그 이외의 동작에 대해서는 이미 서술한 일 실시형태와 동일하다.

또 전술한 2개의 다른 구성은 효과에 대해서도 일 실시형태와 동일하다.

이상 본 발명의 일 실시형태를 도면을 참조하여 상세하게 서술해 왔으나, 구체적인 구성은 이 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 한 범위의 설계변경 등이 있어도 본 발명에 포함된다.

### 발명의 효과

본 발명의 플라스마 처리장치에 의하면, 고주파 전원과 플라스마 처리실의 임피던스 정합을 취하는 정합회로와, 플라스마 생성을 위한 방전전에, 상기 정합회로의 출력 임피던스를, 방전하고 있지 않은 상태의 상기 플라스마 처리실의 임피던스에 정합시키는 정합회로 조정수단을 구비하고 있고, 예컨대 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스를 기억부에 기록시키고, 정합회로 조정수단이, 고주파 전원으로부터의 고주파 전력 투입시에, 상기 기억부로부터 방전전의 임피던스를 호출해, 정합회로를 구성하는 각 소자의 파라미터를 조정함으로써, 고주파 전력의 투입부터, 방전개시전의 플라스마 처리실의 임피던스로의 조정을 용이하게 실시할 수 있어, 방전개시까지의 시간을 단축할 수 있고, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 또한 막형성 장치의 경우, 막형성 초기에 발생하는 두께방향의 불균질을 작게 할 수 있다.

본원발명의 정합회로 설계 시스템에 의하면, 조정용 정합회로에 의해, 사용하는 플라스마 처리에서의 플라스마 방전에 대응하는 임피던스 (Z1)를 얻을 수 있고, 이 임피던스 (Z1)에 의거하여, 임피던스 (Z1)에 최적한 제품 정합회로를 제작하기 때문에, 정합 편차에 의해 발생하는 미스매치 로스나 정합회로에서의 회로손실을 전반적으로 삭감시킬 수 있고, 플라스마 처리장치의 에너지를 절약할 수 있으며, 플라스마 공간에 대해 실효적으로 공급하는 전력을 증가시킬 수 있어, 플라스마 처리의 생산성을 향상시킬 수 있다.

또 동일한 처리결과를 얻기 위해 적은 투입전력으로 충분하므로 플라스마 처리장치의 소비전력을 저감시킬 수도 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

고주파 전원과, 플라스마 처리실과, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실의 사이에 개재되어, 임피던스 정합을 실시하기 위해 복수의 소자를 구비하는 정합회로와, 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스를 기억부에 기억시키고, 플라스마 생성을 위한 방전전에, 상기 기억부로부터 방전전의 상기 임피던스를 불러내 상기 정합회로내의 복수의 소자의 파라미터를 조정하여, 상기 정합회로의 출력 임피던스를, 방전하고 있지 않은 상태의 플라스마 처리실의 임피던스에 정합시키는 정합회로 조정수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 플라스마 처리실에서의 방전개시를 검출하는 방전검지수단을 갖고, 상기 정합회로 조정수단이 플라스마 처리실의 플라스마 방전후의 임피던스를 상기 기억부에 기억시키고, 상기 방전검출수단의 방전의 검출시, 상기 기억부로부터 방전후의 임피던스를 불러내, 상기 정합회로내의 복수의 소자의 파라미터를 조정하여, 상기 정합회로의 출력 임피던스를, 방전중인 상기 플라스마 처리실의 임피던스에 대하여 정합시키는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 플라스마 처리실에, 방전전의 이 플라스마 처리실의 임피던스를 측정하는 측정단자가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 4.

방전전의 상기 플라스마 처리실의 임피던스에, 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 1 정합회로 조정과정과, 고주파 전력이 상기 플라스마 처리실에 공급되는 전력공급과정과, 상기 플라스마 처리실내에서의 상기 고주파 전력에 의한 방전을 검출하는 방전검출과정과, 방전중인 상기 플라스마 처리실의 임피던스에, 상기 정합회로의 출력 임피던스의 정합이 실시되는 제 2 정합회로 조정과정을 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치의 구동방법.

##### 청구항 5. 삭제

##### 청구항 6.

고주파 전원과, 플라스마 처리실과, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실 사이의 임피던스 정합을 실시하는 정합회로의 회로상수를 추출하기 위해 복수의 소자를 구비하는 조정용 정합회로를 갖고, 상기 플라스마 처리실의 부하 임피던스에 대응한 임피던스 정합을 실시하는 회로상수를, 상기 조정용 정합회로내의 복수의 소자의 파라미터를 조정하므로서, 사용하는 플라스마 처리마다 추출하여, 이 회로상수에 의거하여 제품정합회로를 제작하여, 플라스마 처리에 대응한 이 제품정합회로를, 상기 고주파 전원과 상기 플라스마 처리실 사이에 삽입되는 정합회로로 사용하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 7.

제 6 항에 있어서, 상기 제품정합회로가, 임피던스 정합의 조정범위로서, 상기 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스 ( $Z_0$ ) 와, 플라스마 방전후의 플라스마 처리실의 임피던스 ( $Z_1$ ) 를 포함시킨 범위를 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 8.

제 6 항에 있어서, 상기 플라스마 처리실에, 이 플라스마 처리실의 임피던스 ( $Z_0$ ) 를 측정하는 측정단자가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

##### 청구항 9.

출력 임피던스가 내부의 가변수동소자의 조정에 의해 제어되는 조정용 정합회로와, 이 가변수동소자가 구동수단에 의해 조정된 조정량을 측정하는 조정량 측정수단과, 플라스마 방전시에 고주파 전원으로부터 공급되는 전력에 대한 반사파를 측정하는 반사파 측정수단과, 상기 반사파를 입력하고, 이 반사파가 최소가 되는 상태로 상기 가변수동소자를, 상기 구동수단을 사용하여 제어하는 구동제어수단과, 상기 반사파를 최소로 한 조정량에 의거하여, 상기 플라스마 처리장치의 플라스마 처리실의 플라스마 방전후의 임피던스 ( $Z_1$ )를 연산하는 연산수단과, 이 임피던스 ( $Z_1$ )에 의거하여, 제품정합회로를 구성하는 소자의 회로상수를 연산하여 정합회로를 설계하는 설계수단을 구비하고,

상기 각 수단이 통신수단을 통해, 정보통신망에 의해 각각 접속되는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템.

## 청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 플라스마 처리실에, 이 플라스마 처리실의 플라스마 방전전의 임피던스 ( $Z_0$ )를 측정하는 임피던스 측정수단이 설치되어 있고, 이 측정수단이 이 측정단자에 의해 측정된  $Z_0$ 를, 상기 설계수단으로 출력하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템.

## 청구항 11.

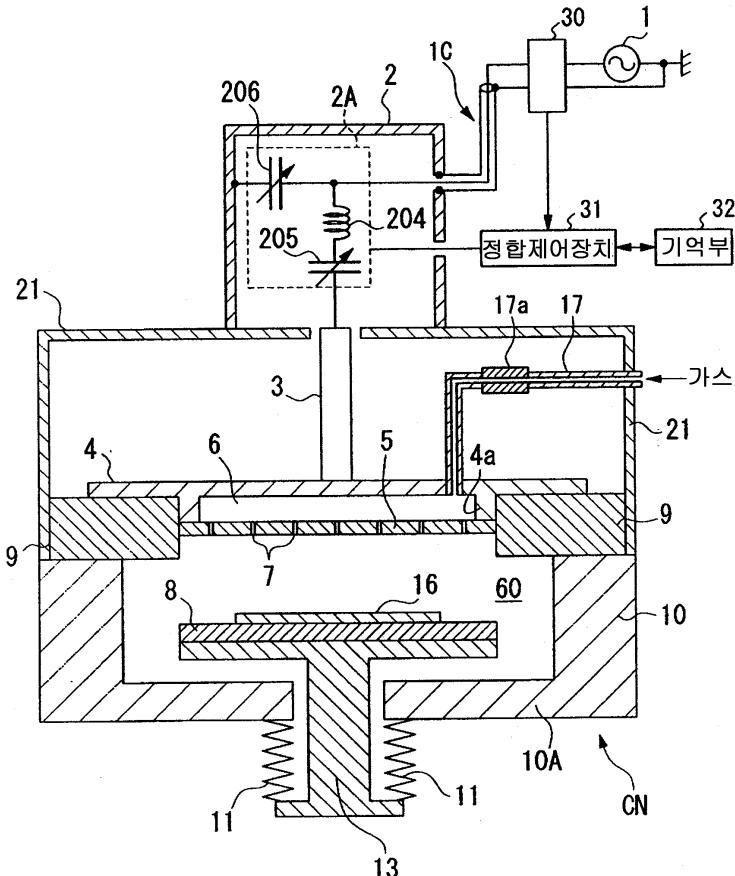
제 9 항에 있어서, 상기 임피던스 ( $Z_0$ ), 상기 임피던스 ( $Z_1$ ) 및 상기 정합회로의 식별번호를, 상기 플라스마 처리실마다 대응하여 기억하는, 상기 정보통신망에 접속된 기억수단을 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템.

## 청구항 12.

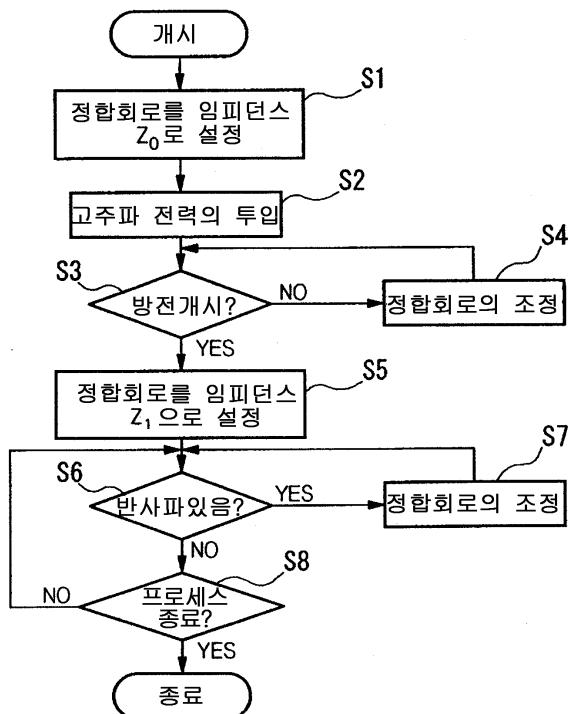
제 10 항에 있어서, 상기 임피던스 ( $Z_0$ ), 상기 임피던스 ( $Z_1$ ) 및 상기 정합회로의 식별번호를, 상기 플라스마 처리실마다 대응하여 기억하는, 상기 정보통신망에 접속된 기억수단을 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치의 정합회로 설계 시스템.

**도면**

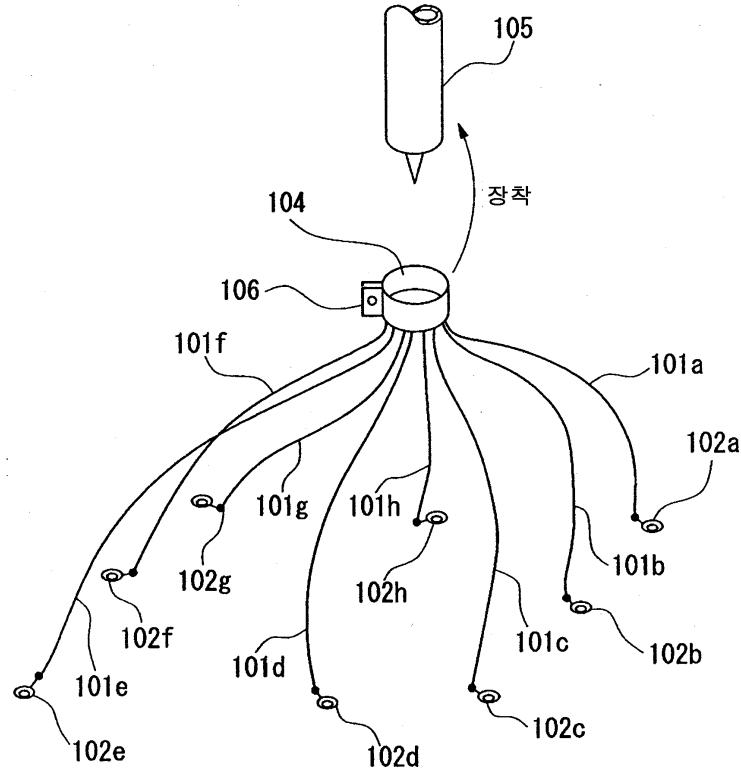
도면1



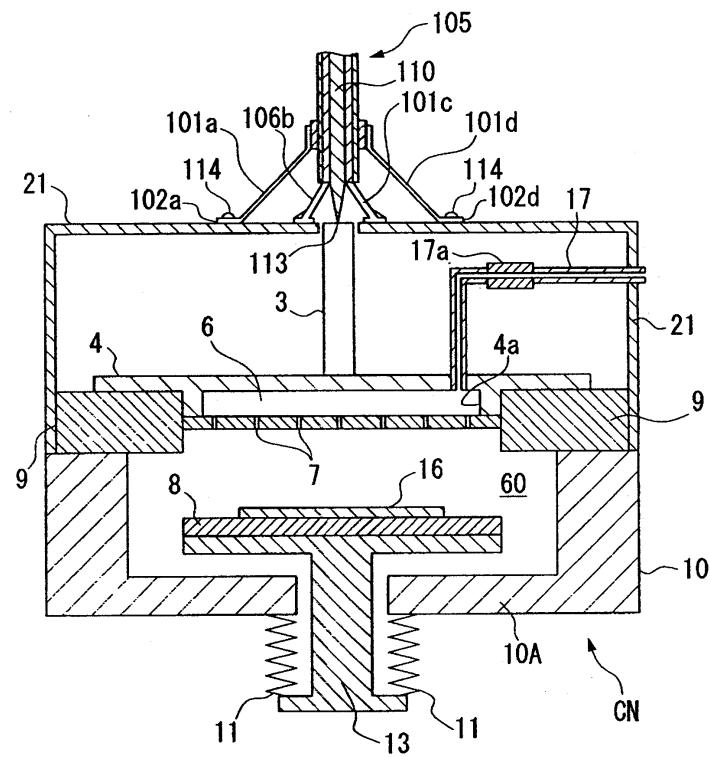
도면2



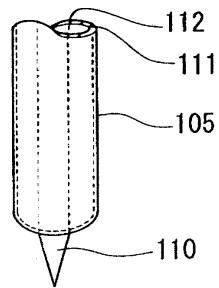
도면3



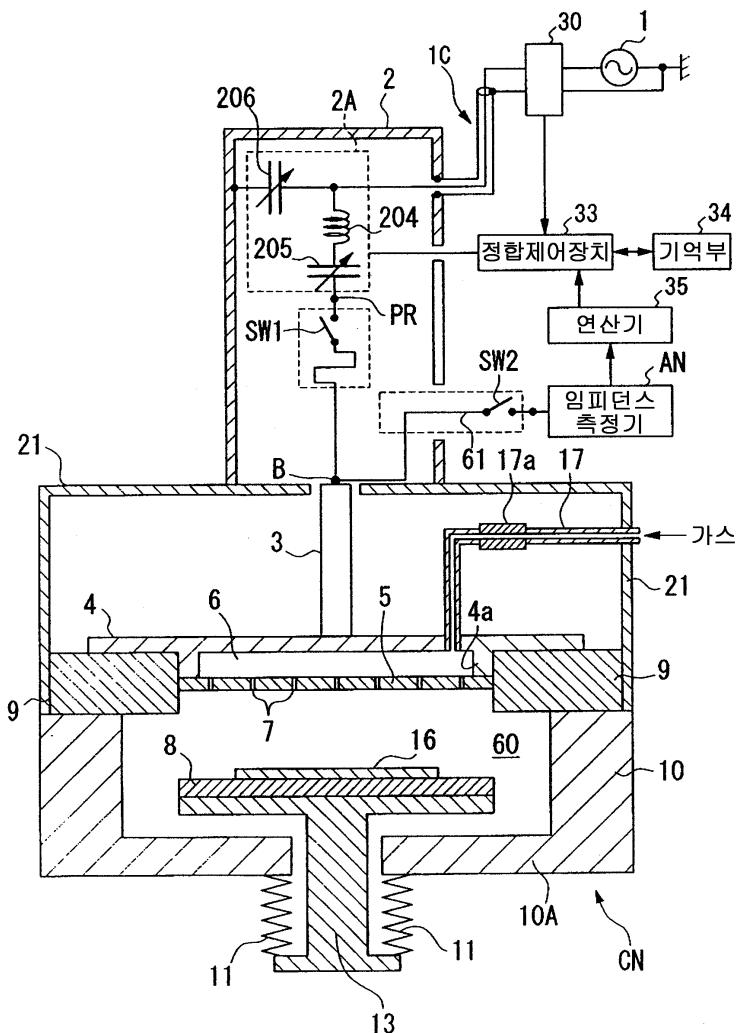
도면4



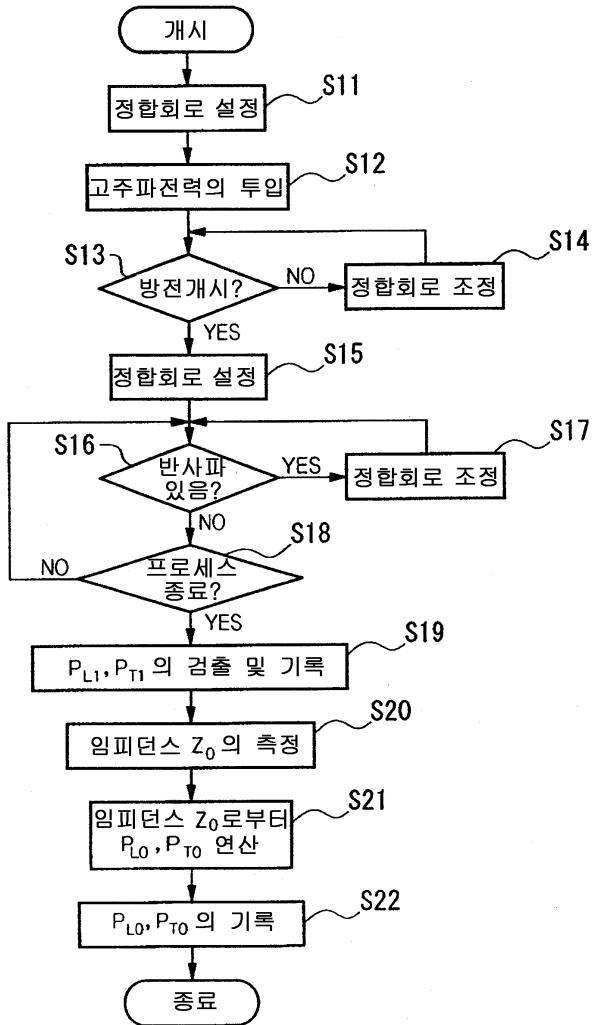
도면5



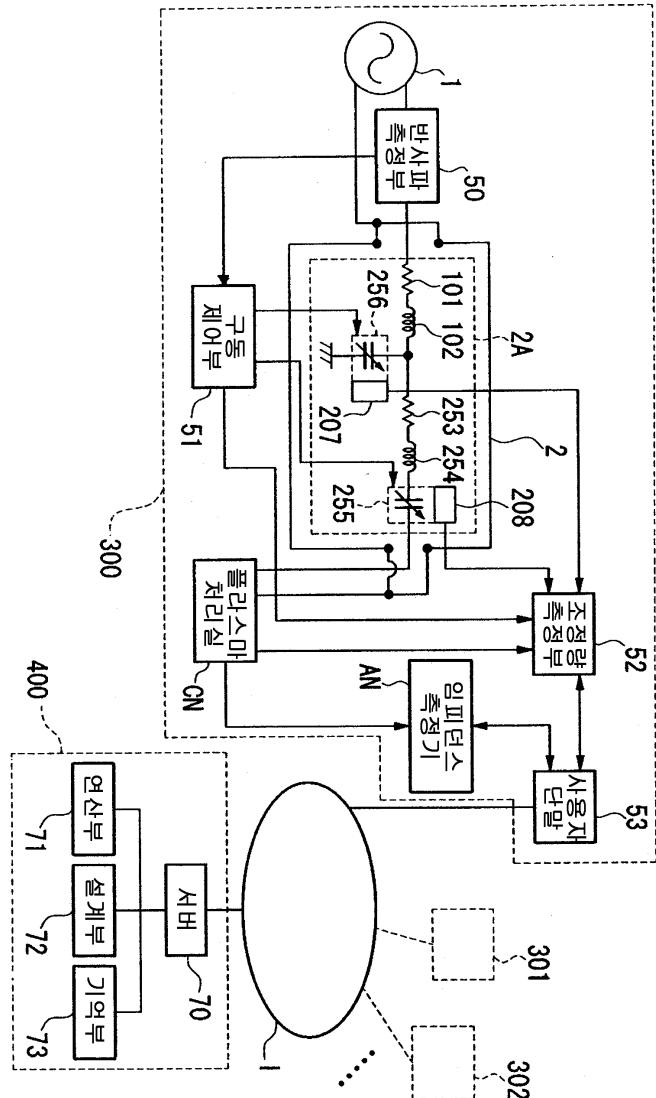
도면6



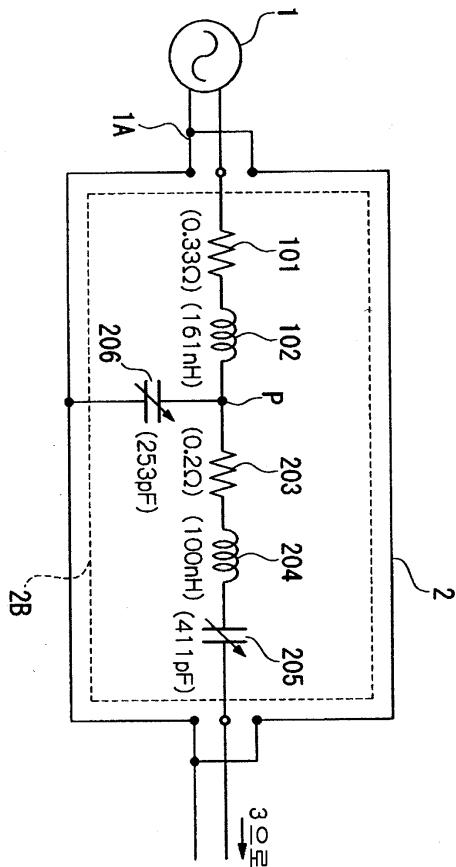
도면7



도면8



도면9



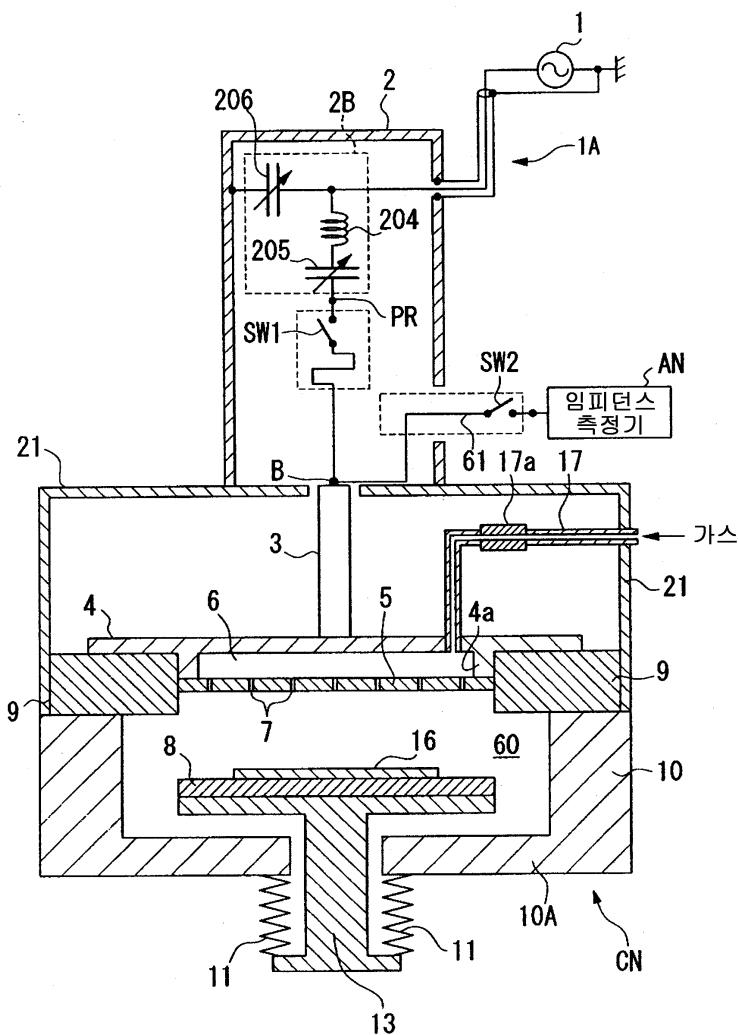
도면10

식별번호	플라스마 처리실번호	임피던스 $Z_0$	임피던스 $Z_1$
X1234	JDH324	$a+bj$	$c+dj$
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
Z6789	JEF846	$w+xj$	$y+zj$

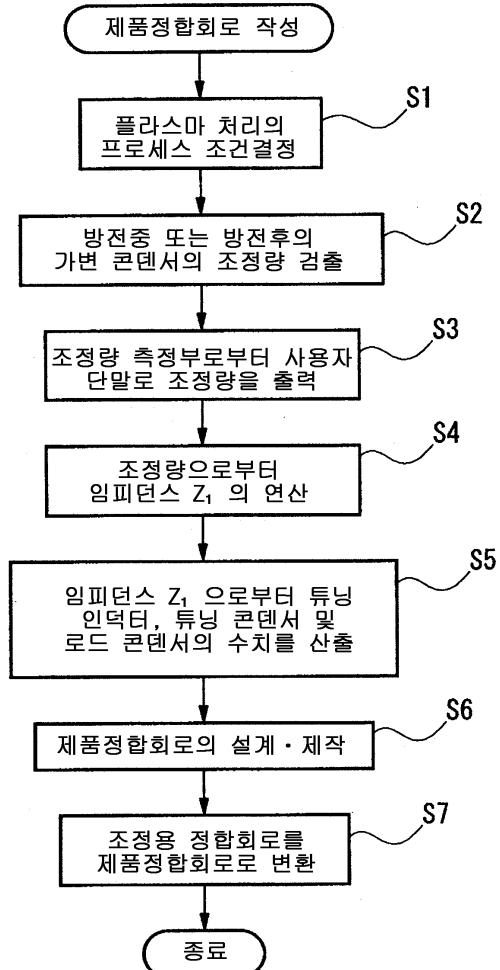
## 도면11

항목 \ 일자	2001/12/8	2001/8/15	2001/5/3
로드콘덴서의 변화량 데이터 D1	x	•••	•••
튜닝콘덴서의 변화량 데이터 D2	y	•••	•••
임피던스 $Z_1$	$3.6+1.4j$	•••	•••
튜닝인덕터의 인덕턴스	100 ( $nH$ )	•••	•••
튜닝콘덴서의 캐파시턴스	411 ( $PF$ )	•••	•••
로드콘덴서의 캐파시턴스	253 ( $PF$ )	•••	•••

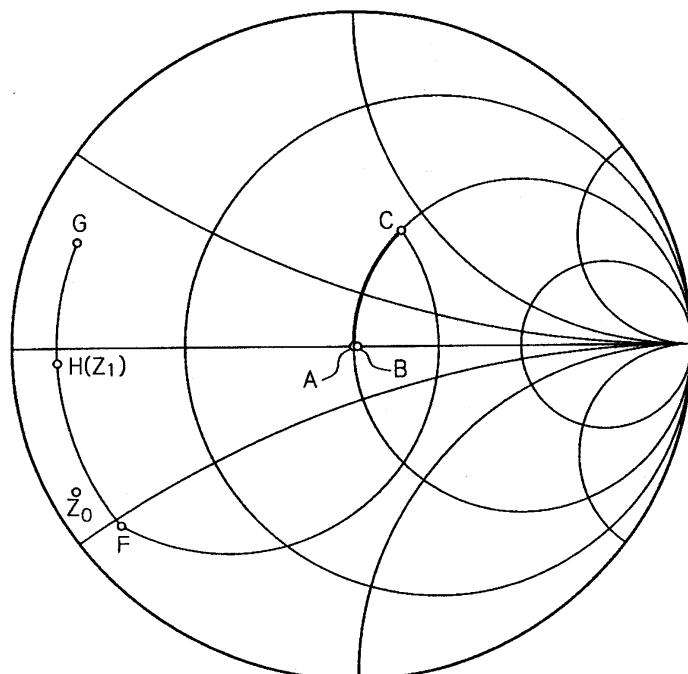
## 도면12



도면13

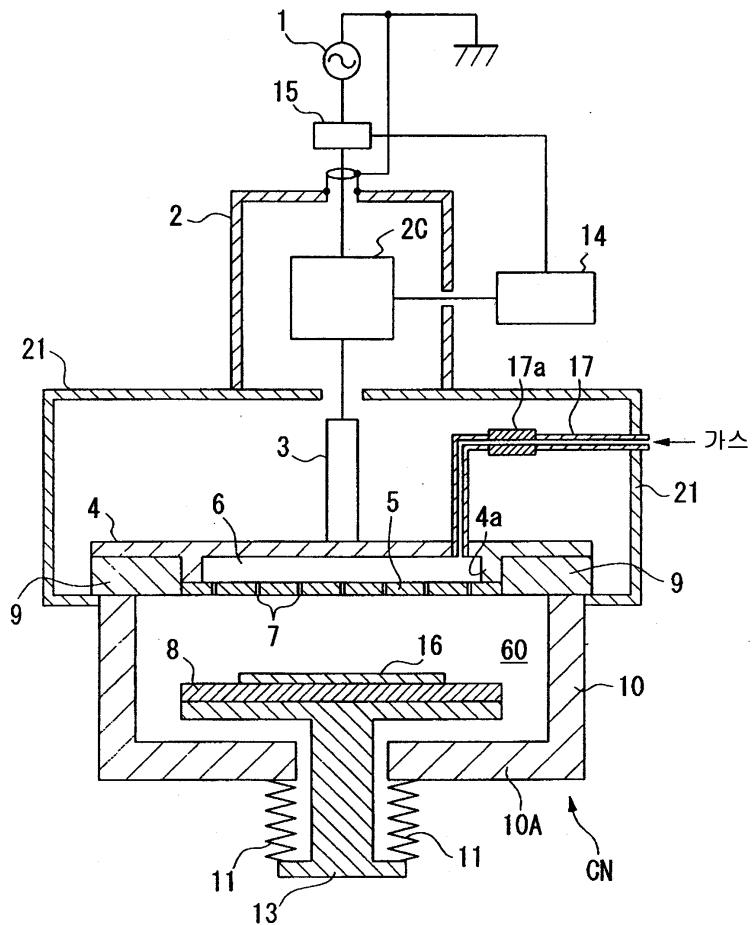


도면14

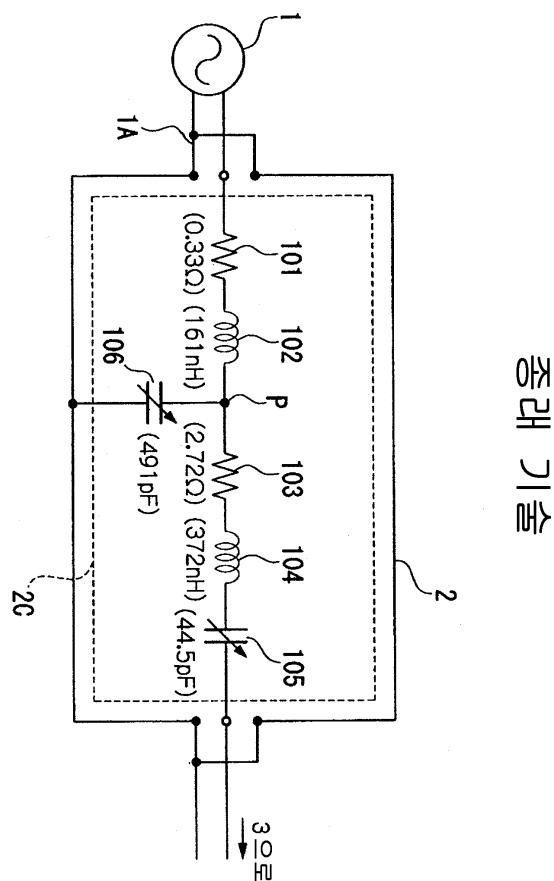


도면15

## 종래 기술



도면16



도면17

종래 기술

