



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0050202
(43) 공개일자 2025년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H05H 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32935 (2013.01)
H05H 1/0062 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2023-0132859
(22) 출원일자 2023년10월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김용훈
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1
유신재
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영우

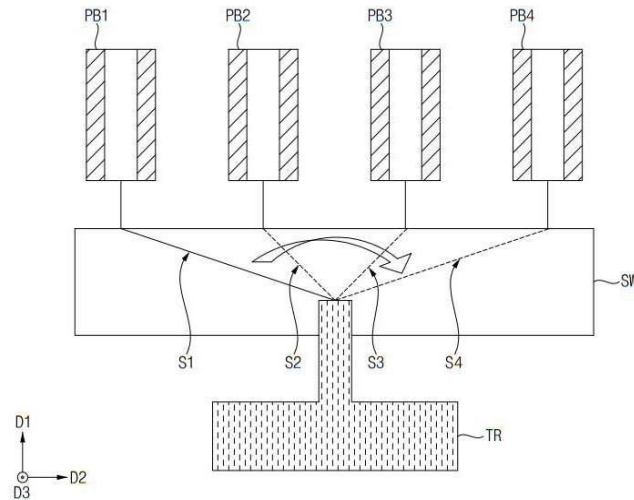
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 진단 장치 및 플라즈마 진단 방법

(57) 요약

플라즈마 진단 장치는 챔버 내부에 존재하는 플라즈마에 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 송신하는 제1 및 제2 프로브들 및 제1 및 제2 프로브들 각각에 상기 제1 신호를 송신하는 고주파 송수신기를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

김시준

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

김한준

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

이연주

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

조승원

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

최민수

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

박정은

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

이용구

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

명세서

청구범위

청구항 1

챔버 내부에 존재하는 플라즈마에 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 송신하는 제1 및 제2 프로브들; 및
상기 제1 및 제2 프로브들 각각에 상기 제1 신호를 송신하는 고주파 송수신기를 포함하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기는 1개인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 프로브들은 상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기는 상기 제1 및 제2 프로브들 각각으로부터 상기 제2 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 5

제3 항에 있어서, 상기 제2 주파수는 상기 플라즈마의 표면파 공진 주파수인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,
상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기를 선택적으로 연결하는 제1 스위치 및 상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기를 선택적으로 연결하는 제2 스위치를 포함하는 스위치부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,
상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기가 신호를 주고받는 제1 모드에서, 상기 제1 스위치는 턴-온되고, 상기 제2 스위치는 턴-오프되며,
상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기가 신호를 주고받는 제2 모드에서, 상기 제2 스위치는 턴-온되고, 상기 제1 스위치는 턴-오프 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 0.00000025초 이상 0.25초 이하 동안 유지되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서, 상기 챔버 내에 상기 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생부는 제3 주파수를 가지는 제3 신호를 발생시키고,
상기 제1 신호의 상기 제1 주파수는 상기 제3 신호의 상기 제3 주파수보다 큰 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서, 상기 제1 신호의 상기 제1 주파수는 1GHz 이상 5GHz 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 프로브들은 상기 챔버 내에 배치되고, 대상 기관이 안착되는 스테이지에 배치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 장치.

청구항 12

챔버 내에 존재하는 플라즈마를 진단하는 플라즈마 진단 방법에 있어서,

고주파 송수신기로부터 제1 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계;

상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계;

상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신한 상기 제2 신호의 상기 제2 주파수를 측정하여, 상기 제1 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 계산하는 단계;

상기 고주파 송수신기로부터 제2 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계;

상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 상기 제2 주파수를 가지는 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계;

상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신한 상기 제2 신호의 상기 제2 주파수를 측정하여, 상기 제2 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 계산하는 단계; 및

상기 제1 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도 및 상기 제2 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 비교하여 상기 챔버 내의 상기 플라즈마의 밀도의 균일도를 측정하는 단계를 포함하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기는 제1 스위치에 의해 전기적으로 연결되고,

상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기는 제2 스위치에 의해 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제1 스위치가 턴-온되고, 상기 제2 스위치는 턴-오프되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제2 스위치가 턴-온되면, 상기 제1 스위치는 턴-오프되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 16

제13 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계를 수행하는 동안, 상기 제1 스위치가 턴-온되는 시간은 0.00000025초 이상 0.25초 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 17

제13 항에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계를 수행하는 동안, 상기 제2 스위치가 턴-온되는 시간은 각각 0.00000025초 이상 0.25초 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 18

제12 항에 있어서, 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계에서,

상기 제1 신호의 제1 주파수는 1GHz 이상 5GHz 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 19

제12 항에 있어서,

상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계 및 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서,

상기 제2 주파수는 표면파 공진 주파수인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

청구항 20

제12 항에 있어서,

상기 챔버 내의 상기 플라즈마의 밀도의 균일도를 측정하는 단계는 상기 플라즈마를 통해 상기 챔버 내의 대상 기판을 처리하는 중에 수행되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 진단 장치 및 플라즈마 진단 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 표면파 공진 원리를 기반으로 플라즈마 공정을 실시간으로 모니터링할 수 있는 비침습형 플라즈마 공정 진단 장치 및 진단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라즈마는 매우 일반적이며 많은 산업 처리 환경에서 사용된다. 예를 들어, 저압 시스템은 예를 들어, 반도체 또는 의료 산업 분야에서 물질 증착 및 에칭을 포함하여 진보된 물질 처리를 위해 사용된다. 대기압 플라즈마 처리 시스템은 또한 산업 적용, 예를 들어, 항공 및 자동차 산업 부문을 위한 물질 세척, 결함, 증착, 에칭을 수행한다.

[0003] 이러한 플라즈마의 매개변수의 작은 변동이 제조에 상당한 비용을 추가할 수 있기 때문에 특히 중요하다. 따라서 플라즈마의 매개변수의 변화를 적절하게 모니터링함으로써, 공정 지연을 방지하고/하거나 제조 라인의 품질 변동을 최소화하는 것이 가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명의 일 목적은 비침습형 플라즈마 진단 장치를 제공하는 것이다.
- [0005] 본 발명의 다른 목적은 비침습형 플라즈마 진단 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 다만, 본 발명의 목적은 상술한 목적으로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 전술한 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 장치는 챔버 내부에 존재하는 플라즈마에 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 송신하는 제1 및 제2 프로브들 및 상기 제1 및 제2 프로브들 각각에 상기 제1 신호를 송신하는 고주파 송수신기를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기는 1개일 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 프로브들은 상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 수신할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기는 상기 제1 및 제2 프로브들 각각으로부터 상기 제2 신호를 수신할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 주파수는 상기 플라즈마의 표면파 공진 주파수일 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기를 선택적으로 연결하는 제1 스위치 및 상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기를 선택적으로 연결하는 제2 스위치를 포함하는 스위치부를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기가 신호를 주고받는 제1 모드에서, 상기 제1 스위치는 턴-온되고, 상기 제2 스위치는 턴-오프되며, 상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기가 신호를 주고받는 제2 모드에서, 상기 제2 스위치는 턴-온되고, 상기 제1 스위치는 턴-오프 될 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.00000025 초 이상 약 0.25초 이하 동안 유지될 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 챔버 내에 상기 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생부는 제3 주파수를 가지는 제3 신호를 발생시키고, 상기 제1 신호의 상기 제1 주파수는 상기 제3 신호의 상기 제3 주파수보다 클 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 신호의 상기 제1 주파수는 약 1GHz 이상 약 5GHz 이하일 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 프로브들은 상기 챔버 내에 배치되고, 대상 기관이 안착되는 스테이지에 배치될 수 있다.
- [0018] 전술한 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 방법은, 고주파 송수신기로부터 제1 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계, 상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계, 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신한 상기 제2 신호의 상기 제2 주파수를 측정하여, 상기 제1 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 계산하는 단계, 상기 고주파 송수신기로부터 제2 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계, 상기 제1 신호가 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 상기 제2 주파수를 가지는 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계, 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신한 상기 제2 신호의 상기 제2 주파수를 측정하여, 상기 제2 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 계산하는 단계 및 상기 제1 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도 및 상기 제2 프로브와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마의 밀도를 비교하여 상기 챔버 내의 상기 플라즈마의 밀도의 균일도를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제1 프로브와 상기 고주파 송수신기는 제1 스위치에 의해 전기적으로 연결되고, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거

쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제2 프로브와 상기 고주파 송수신기는 제2 스위치에 의해 전기적으로 연결될 수 있다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서, 상기 제1 스위치가 턴-온되고, 상기 제2 스위치는 턴-오프될 수 있다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서 상기 제2 스위치가 턴-온되면, 상기 제1 스위치는 턴-오프될 수 있다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계를 수행하는 동안, 상기 제1 스위치가 턴-온되는 시간은 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하 일 수 있다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기로부터 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계를 수행하는 동안, 상기 제2 스위치가 턴-온되는 시간은 각각 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다.

[0024] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계 및 상기 제2 프로브를 거쳐 제1 주파수를 가지는 상기 제1 신호를 상기 플라즈마에 송신하는 단계에서, 상기 제1 신호의 제1 주파수는 약 1GHz 이상 약 5GHz 이하일 수 있다.

[0025] 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수를 가지는 제2 신호를 상기 제1 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계 및 상기 플라즈마로부터 반사되어 얻어지는 상기 제2 신호를 상기 제2 프로브를 거쳐 상기 고주파 송수신기로 수신하는 단계에서 상기 제2 주파수는 표면파 공진 주파수일 수 있다.

[0026] 일 실시예에 있어서, 상기 챔버 내의 상기 플라즈마의 밀도의 균일도를 측정하는 단계는 상기 플라즈마를 통해 상기 챔버 내의 대상 기관을 처리하는 중에 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 플라즈마 진단 장치는 챔버, 상기 챔버 내 존재하는 플라즈마에 제1 주파수를 가지는 제1 신호를 송신하는 제1 및 제2 프로브들 및 상기 제1 및 제2 프로브들 각각에 상기 제1 신호를 송신하는 송수신기를 포함할 수 있다.

[0028] 따라서, 1개의 고주파 송수신기를 사용하여 플라즈마 진단 장치의 효율성을 증대시킬 수 있고, 주파수를 이용한 플라즈마 진단을 하여 기관에 대해 플라즈마 처리 중 플라즈마의 밀도 균일도를 측정할 수 있다.

[0029] 다만, 본 발명의 효과가 상기 효과들로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 장치를 나타낸 블록도이다.

도 2는 도 1의 플라즈마 진단 장치와 연결된 챔버의 일 예를 나타낸 측면도이다.

도 3은 도 2의 프로브, 스위칭부 및 송수신기를 확대 도시한 확대도이다.

도 4는 도 2의 스테이지의 일 예를 나타내는 평면도이다.

도 5는 도 4에 포함된 제1 프로브의 일 예를 나타내는 확대도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면 상의 동일한 구성 요소에 대하여는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대한 중복된 설명은 생략하기로 한다.

- [0032] 본 명세서에서, 제1 방향(D1) 및 상기 제1 방향(D1)과 교차하는 제2 방향(D2)에 의해 평면이 정의될 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 방향(D2)은 상기 제1 방향(D1)과 수직일 수 있다. 또한, 제3 방향(D3)은 상기 평면의 법선 방향일 수 있다. 즉, 상기 제3 방향(D3)은 상기 제1 방향(D1) 및 상기 제2 방향(D2)이 이루는 평면과 수직일 수 있다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 플라즈마 진단 장치(PDA)는 고주파 송수신기(TR), 프로브(PB), 측정부(MS), 제어부(CT), 연산부(CA), 저장부(SV) 및 디스플레이부(DP)를 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제어부(CT) 및 상기 프로브(PB)와 연결되어 기능할 수 있다. 예를 들어, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제어부(CT)의 제어에 따라 고주파를 생성하여 상기 프로브(PB)에 전송할 수 있다. 즉, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 프로브(PB)를 통해 챔버(도 2의 CB) 내부로 고주파를 전송할 수 있다.
- [0036] 상기 프로브(PB)는 상기 고주파 송수신기(TR), 상기 제어부(CT) 및 상기 측정부(MS)와 연결되어 기능할 수 있다. 예를 들어, 상기 프로브(PB)는 플라즈마(PS)에 고주파를 전송하고, 상기 플라즈마(PS)로부터 반사되는 신호를 검출할 수 있다. 즉, 상기 프로브(PB)는 고주파를 송신하고, 반사되는 주파수를 수신하는 송수신 안테나일 수 있다. 상기 프로브(PB)에 대한 내용은 하기 도 2 및 도 5에서 자세히 후술한다.
- [0037] 상기 측정부(MS)는 상기 프로브(PB) 및 상기 제어부(CT)와 연결되어 기능할 수 있다. 상기 측정부(MS)는 회로망 분석기(Network Analyzer)와 같은 고주파 계측기(MS1) 및/또는 펄스파-오실로스코프 계측 시스템(MS2)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 측정부(MS)는 상기 프로브(PB)에서 검출된 신호를 측정할 수 있다.
- [0038] 상기 제어부(CT)는 상기 프로브(PB), 상기 고주파 송수신기(TR), 상기 제어부(CT), 상기 측정부(MS), 상기 연산부(CA), 상기 저장부(SV) 및 상기 디스플레이부(DP)와 연결되어 기능할 수 있다. 예를 들어, 상기 제어부(CT)는 연산부(CA) 및 디스플레이부(DP)를 제어하고, 연산부(CA)의 추출 결과를 토대로 상기 플라즈마(PS) 공정을 모니터링할 수 있다.
- [0039] 상기 연산부(CA)는 상기 제어부(CT)와 연결되어 기능할 수 있다. 상기 연산부(CA)는 상기 측정부(MS)에서 측정된 데이터를 이용하여 상기 플라즈마(PS)의 밀도 및 균일도를 산출할 수 있다. 즉, 상기 연산부(CA)는 상기 프로브(PB)에서 검출된 신호 또는 상기 측정부(MS)에서 측정된 데이터를 이용하여 상기 플라즈마(PS)의 표면과 공진 주파수를 산출하고, 산출된 표면과 공진 주파수를 이용하여 상기 플라즈마(PS)의 밀도 및 균일도를 추출할 수 있다.
- [0040] 상기 저장부(SV)는 상기 제어부(CT)와 연결되어 기능할 수 있다. 상기 저장부(SV)는 상기 측정부(MS)에서 측정된 데이터와 상기 연산부(CA)에서 산출된 결과를 저장할 수 있다. 또한, 상기 디스플레이부(DP)는 상기 프로브(PB) 또는 상기 측정부(MS)의 데이터를 표시할 수 있다.
- [0041] 상기 디스플레이부(DP)는 상기 제어부(CT)와 연결되어 기능할 수 있다. 즉, 상기 디스플레이부(DP)는 상기 프로브(PB) 또는 상기 측정부(MS)에서 검출된 데이터를 토대로 주파수에 따른 반사 스펙트럼을 이용하여 추출된 공진 주파수를 나타낼 수 있다. 또한, 상기 디스플레이부(DP)는 주파수별 또는 전계 강도별 전기장 분포 이미지를 나타낼 수도 있다.
- [0042] 도 2는 도 1의 플라즈마 진단 장치와 연결된 챔버의 일 예를 나타낸 측면도이다. 도 3은 도 2의 프로브, 스위칭부 및 송수신기를 확대 도시한 확대도이다. 도 4는 도 2의 스테이지의 일 예를 나타내는 평면도이다.
- [0043] 도 2 내지 도 4를 더 참조하면, 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)는 상기 프로브(PB), 스위칭부(SW) 및 상기 고주파 송수신기(TR)를 포함할 수 있다. 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)는 챔버(CB)와 연결되어 기능할 수 있다. 상기 챔버(CB) 내부에는 플라즈마 발생부(PG) 및 스테이지(ST)가 배치될 수 있다.
- [0044] 상기 프로브(PB)는 제1 프로브(PB1), 제2 프로브(PB2), 제3 프로브(PB3) 및 제4 프로브(PB4)를 포함할 수 있다. 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4)은 상기 스테이지(ST)에서 상기 제2 방향(D2)을 따라 이격하여 배치될 수 있다. 본 발명에서 설명하는 상기 프로브(PB)는 고주파를 송신하고, 반사되는 주파수를 수신하는 송수신 안테나일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예들은 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0045] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 프로브(PB)는 복수개의 프로브를 포함할 수 있고 상기 제2 방향(D2) 및/또는 상기 제3 방향(D3)을 따라 상기 스테이지(ST)에 이격되어 배치될 수 있다. 또한 상기 스테이지(ST)뿐만 아니라 상기 챔버(CB) 내의 일측에 배치될 수도 있다. 예를 들어, 상기 프로브(PB)는 상기 플라즈마 발생부(PG)와 같은

면에 배치될 수도 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다. 상기 스위치부(SW)는 상기 챔버(CB)의 하측에 배치될 수 있다. 선택적으로, 상기 스위치부(SW)는 상기 스테이지(ST)의 하부 또는 내측에 배치될 수도 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다. 상기 스위치부(SW)는 상기 프로브(PB)와 전기적으로 연결되면서 상기 챔버 내부 또는 외부의 일측에 배치될 수 있다.

[0046] 상기 스위치부(SW)는 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각과 대응하는 제1 내지 제4 스위치(S1, S2, S3, S4)를 포함할 수 있다.

[0047] 도 3에서 도시한 바와 같이, 상기 제1 내지 제4 스위치(S1, S2, S3, S4)는 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각과 상기 고주파 송수신기(TR)를 선택적으로 연결할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 스위치(S1)는 상기 제1 프로브(PB1)와 상기 고주파 송수신기(TR)를 선택적으로 연결하고, 상기 제2 스위치(S2)는 상기 제2 프로브(PB2)와 상기 고주파 송수신기(TR)를 선택적으로 연결하고, 상기 제3 스위치(S3)는 상기 제3 프로브(PB3)와 상기 고주파 송수신기(TR)를 선택적으로 연결하며, 상기 제4 스위치(S4)는 상기 제4 프로브(PB4)와 상기 고주파 송수신기(TR)를 선택적으로 연결할 수 있다.

[0048] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프로브(PB1)가 상기 고주파 송수신기(TR)와 신호를 주고받는 제1 모드인 경우, 상기 제1 스위치(S1)는 턴-온 되고, 상기 제2 내지 제4 스위치(S2, S3, S4)는 턴-오프 될 수 있다. 상기 제2 프로브(PB2)가 상기 고주파 송수신기(TR)와 신호를 주고받는 제2 모드인 경우, 상기 제2 스위치(S2)는 턴-온 되고, 상기 제1, 제3 및 제4 스위치(S1, S3, S4)는 턴-오프 될 수 있다. 이와 마찬가지로, 상기 제3 프로브(PB3)가 상기 고주파 송수신기(TR)와 신호를 주고받는 제3 모드인 경우, 상기 제3 스위치(S3)는 턴-온 되고, 상기 제1, 제2 및 제4 스위치(S1, S2, S4)는 턴-오프 될 수 있다. 상기 제4 프로브(PB4)가 상기 고주파 송수신기(TR)와 신호를 주고받는 제4 모드인 경우, 상기 제4 스위치(S4)는 턴-온 되고, 상기 제1 내지 제3 스위치(S1, S2, S3)는 턴-오프 될 수 있다.

[0049] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 모드 내지 상기 제4 모드 각각은 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하동안 유지될 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.00000125초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.0025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 스위치부(SW)는 상기 프로브(PB)와 초당 약 4회 이상(4Hz) 약 4000000회 이하(4000000Hz) 교번하여 전기적으로 연결될 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0050] 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)와 인접하게 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)의 상기 제1 내지 제4 스위치(S1, S2, S3, S4)와 전기적으로 연결되며 배치될 수 있다. 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 챔버(CB) 1개 당 1개씩 배치될 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0051] 즉, 상기 스위치부(SW)에 의해, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 중 적어도 하나와 선택적으로 신호를 주고받을 수 있다.

[0052] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)를 통해 상기 제1 프로브(PB1)와 선택적으로 연결되어, 상기 제1 프로브(PB1)에 제1 주파수(F1)를 가지는 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 프로브(PB1)는 상기 챔버(CB)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다.

[0053] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 주파수(F1)는 약 1 GHz 이상 약 10 GHz이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 주파수(F1)는 약 1 GHz 이상 약 5 GHz이하일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0054] 또한, 상기 제1 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제1 프로브(PB1)로부터 제2 주파수(F2)를 가지는 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다. 상기 제2 신호(SG2)는 상기 제1 신호(SG1)가 상기 플라즈마(PS)로부터 반사되어 얻어질 수 있다. 즉, 상기 제1 신호(SG1)가 상기 플라즈마(PS)로부터 반사되어 상기 제2 신호(SG2)로 되고, 상기 제2 신호(SG2)가 상기 제1 프로브(PB1)로 수신될 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제1 프로브(PB1)로부터 상기 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다. 한편, 상기 제2 신호(SG2)의 상기 제2 주파수(F2)는 상기 플라즈마(PS)의 표면파 공진 주파수일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0055] 마찬가지로, 상기 제2 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)를 통해 상기 제2 프로브(PB2)와 선택적으로 연결되어, 상기 제2 프로브(PB2)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 프로브(PB2)는 상기 챔버(CB)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 또한, 상기 제2 모드에서, 상기 고주파

송수신기(TR)는 상기 제2 프로브(PB2)로부터 상기 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다.

- [0056] 마찬가지로, 상기 제3 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)를 통해 상기 제3 프로브(PB3)와 선택적으로 연결되어, 상기 제3 프로브(PB3)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 이에 따라, 상기 제3 프로브(PB3)는 상기 챔버(CB)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 또한, 상기 제3 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제3 프로브(PB3)로부터 상기 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다.
- [0057] 마찬가지로, 상기 제4 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 스위치부(SW)를 통해 상기 제4 프로브(PB4)와 선택적으로 연결되어, 상기 제4 프로브(PB4)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 이에 따라, 상기 제4 프로브(PB4)는 상기 챔버(CB)에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있다. 또한, 상기 제4 모드에서, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제4 프로브(PB4)로부터 상기 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다.
- [0058] 결과적으로, 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각에 상기 제1 신호(SG1)를 송신할 수 있고, 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각으로부터 상기 제2 신호(SG2)를 수신할 수 있다.
- [0059] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각으로부터 수신한 상기 제2 신호(SG2)의 상기 제2 주파수(F2)를 비교 분석하여 상기 챔버(CB) 내에서의 상기 플라즈마(PS)의 균일도를 측정할 수 있다. 예를 들어, 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)에 포함되어 있는 상기 제어부(CT), 상기 연산부(CA) 및 상기 측정부(MS)를 통해 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각에 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도를 비교할 수 있고, 이를 통해 상기 챔버(CB) 내에서의 상기 플라즈마(PS)의 균일도를 측정할 수 있다.
- [0060] 상기 챔버(CB)는 기판(SUB) 등을 외부로부터 밀폐된 환경을 제공하여 보호할 수 있으며, 상기 기판(SUB)이 배치되는 공간을 제공할 수 있다. 예를 들어, 상기 챔버(CB)는 상압(예를 들어, 약 1기압 또는 약 760Torr) 보다 낮은 진공압(예를 들어, 약 10 Torr 내지 약 200 Torr)을 가질 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0061] 상기 플라즈마 발생부(PG)는 상기 챔버(CB)의 내부에 배치될 수 있다. 상기 플라즈마 발생부(PG)는 상기 챔버(CB) 내부로 제공된 가스에 에너지를 전달하여 플라즈마(PS)로 여기시킬 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마 발생부(PG)는 제3 주파수(F3)를 가지는 제3 신호(SG3)를 상기 챔버(CB) 내에서 발생시킬 수 있다. 상기 제3 신호(SG3)는 상기 챔버(CB) 내에 주입된 가스를 플라즈마 상태로 여기시킬 수 있다. 예를 들어, 상기 제3 주파수(F3)는 약 0.1GHz 이상 약 1GHz 이하일 수 있다. 바람직하게는 상기 제3 주파수(F3)는 약 0.5GHz 이상 약 1GHz 이하일 수 있다. 다만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0063] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 신호(SG1)의 상기 제1 주파수(F1)는 상기 제3 신호(SG3)의 상기 제3 주파수(F3)보다 클 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 주파수(F1)가 상기 제3 주파수(F3)보다 클 때, 상기 제1 주파수(F1)가 상기 플라즈마(PS)로부터 반사될 때 노이즈가 저감될 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0064] 상기 스테이지(ST)는 상기 플라즈마 발생부(PG)와 상기 제1 방향(D1)의 반대 방향을 따라 이격하여 배치될 수 있다. 상기 스테이지(ST)는 상기 기판(SUB) 등이 배치될 수 있는 공간을 제공할 수 있다.
- [0065] 도 5는 도 4에 포함된 제1 프로브의 일 예를 나타내는 확대도이다. 도 5는 상기 제1 프로브(PB1)에 대해서 설명하였지만, 상기 제2 내지 제4 프로브들(PB2, PB3, PB4)의 경우에도 상기 제1 프로브(PB1)와 같은 형상을 포함할 수 있다. 이하에서 상기 제1 프로브(PB1)를 확대하여 설명한다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 상기 제1 프로브(PB1)는 내측의 동축 코어(CC) 및 외측의 동축 페리페럴(CP)을 포함할 수 있다. 즉, 상기 제1 프로브(PB1)는 내측과 외측을 가지는 동축관 또는 동축 케이블 구조를 포함할 수 있다.
- [0067] 상기 동축 코어(CC)는 지름(d)이 약 1mm 이상 약 5mm 이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 동축 코어(CC)의 지름(d)은 약 1mm 이상 약 3mm 이하일 수 있다. 상기 동축 코어(CC)의 상기 지름(d)이 작을수록 상기 표면과 공진 주파수의 측정 오차가 감소할 수 있다. 상기 동축 코어(CC)는 금속 등의 재질을 포함할 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.
- [0068] 상기 동축 페리페럴(CP)은 두께(t)가 약 0.5mm 이상 약 5mm 이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 동축 페리페럴(CP)은 두께(t)가 약 0.5mm 이상 약 3mm 이하일 수 있다. 상기 동축 페리페럴(CP)의 상기 두께(t)는 작을수록

상기 표면과 공진 주파수의 측정 오차가 감소할 수 있다. 상기 동축 페리페럴(CP)은 유전율이 약 2 이상 약 2.5 이하인 테프론 등의 유전체를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0069] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 진단 방법을 나타낸 순서도이다.

[0070] 상기 플라즈마 진단 방법은 고주파 송수신기(TR)로부터 제1 프로브(PB1)를 거쳐 제1 주파수(F1)를 가지는 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S10), 상기 제1 신호(SG1)가 상기 플라즈마(PS)로부터 반사되어 얻어지는 제2 주파수(F2)를 가지는 제2 신호(SG2)를 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S20), 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신한 상기 제2 신호(SG2)의 상기 제2 주파수(F2)를 측정하여, 상기 제1 프로브(PB1)와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도를 계산하는 단계(S30), 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 제2 프로브(PB2)를 거쳐 제1 주파수(F1)를 가지는 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S40), 상기 제1 신호(SG1)가 상기 플라즈마(PS)로부터 반사되어 얻어지는 상기 제2 주파수(F2)를 가지는 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S50), 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신한 상기 제2 신호(SG2)의 상기 제2 주파수(F2)를 측정하여, 상기 제2 프로브(PB2)와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도를 계산하는 단계(S60), 상기 제1 프로브(PB1)와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도 및 상기 제2 프로브(PB2)와 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도를 비교하여 상기 챔버(CB) 내의 상기 플라즈마(PS)의 밀도의 균일도를 측정하는 단계(S70)를 포함할 수 있다.

[0071] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S10) 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S20)에서, 상기 제1 프로브(PB1)와 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제1 스위치(S1)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 이와 마찬가지로, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S40) 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S50)에서, 상기 제2 프로브(PB2)와 상기 고주파 송수신기(TR)는 제2 스위치(S2)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 도 6에 도시하지는 않았으나, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제3 프로브(PB3)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제3 프로브(PB3)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 제3 프로브(PB3)와 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제3 스위치(S3)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 이와 마찬가지로, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제4 프로브(PB4)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제4 프로브(PB4)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 제4 프로브(PB4)와 상기 고주파 송수신기(TR)는 상기 제4 스위치(S4)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다.

[0072] 일 실시예에 있어서, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S10) 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S20)에서, 상기 제1 스위치(S1)가 턴-온되고, 상기 제2 스위치(S2)는 턴-오프될 수 있다. 상기 제1 스위치(S1)가 턴-온되고, 상기 제2 스위치(S2)는 턴-오프되는 상기 제1 모드 of 지속 시간은 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.00000125초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.0025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0073] 이와 마찬가지로, 상기 고주파 송수신기(TR)로부터 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S40) 및 상기 제2 신호(SG2)를 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 상기 고주파 송수신기(TR)로 수신하는 단계(S50)에서, 상기 제2 스위치(S2)가 턴-온되고, 상기 제1 스위치(S1)는 턴-오프될 수 있다. 상기 제2 스위치(S2)가 턴-온되고, 상기 제1 스위치(S1)는 턴-오프되는 상기 제2 모드 of 지속 시간은 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.00000125초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.0025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예는 이에 한정되는 것이 아니다. 상기 제3 모드 및 상기 제4 모드 of 지속 시간도 약 0.00000025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.00000125초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 제1 모드 및 상기 제2 모드 각각은 약 0.0025초 이상 약 0.25초 이하일 수 있다.

[0074] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프로브(PB1)를 거쳐 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계

(S10) 및 상기 제2 프로브(PB2)를 거쳐 제1 주파수(F1)를 가지는 상기 제1 신호(SG1)를 상기 플라즈마(PS)에 송신하는 단계(S40)에서, 상기 제1 신호(SG1)의 제1 주파수(F1)는 약 1GHz 이상 약 5GHz 일 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예에는 이에 한정되는 것이 아니다.

[0075] 일 실시예에 있어서, 상기 챔버(CB) 내의 상기 플라즈마(PS)의 밀도의 균일도를 측정하는 단계(S70)는 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)에 포함되어 있는 상기 제어부(CT), 상기 연산부(CA) 및 상기 측정부(MS)를 통해 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각에 대응되는 위치에서 상기 플라즈마(PS)의 밀도를 비교하여 상기 챔버(CB) 내에서의 상기 플라즈마(PS)의 균일도를 측정하는 단계일 수 있다. 즉, 상기 제1 내지 제4 프로브들(PB1, PB2, PB3, PB4) 각각으로부터 수신한 상기 제2 신호(SG2)의 상기 제2 주파수(F2)를 비교 분석하여 상기 챔버(CB) 내에서의 상기 플라즈마(PS)의 균일도를 측정할 수 있다.

[0076] 일 실시예에 있어서, 상기 챔버(CB) 내의 상기 플라즈마(PS)의 밀도의 균일도를 측정하는 단계(S70)는 상기 플라즈마(PS)를 통해 상기 챔버(CB) 내의 상기 기관(SUB)을 처리하는 중에 수행될 수 있다. 즉, 상기 플라즈마 진단 방법은 상기 기관(SUB)이 상기 플라즈마(PS)에 의해 처리되는 공정 중에 수행됨으로 인해 상기 기관(SUB)의 생산 수율을 증대할 수 있다.

[0077] 본 발명의 실시예들에 따른 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)는 상기 챔버(CB), 상기 챔버(CB) 내 존재하는 상기 플라즈마(PS)에 상기 제1 주파수(F1)를 가지는 상기 제1 신호(SG1)를 송신하는 상기 제1 및 제2 프로브들(PB1, PB2) 및 상기 제1 및 제2 프로브들(PB1, PB2) 각각에 상기 제1 신호(SG1)를 송신하는 상기 고주파 송수신기(TR)를 포함할 수 있다.

[0078] 따라서, 1개의 상기 고주파 송수신기(TR)를 사용하여 상기 플라즈마 진단 장치(PDA)의 효율성을 증대시킬 수 있고, 주파수를 이용한 플라즈마 진단을 하여 기관에 대해 플라즈마 처리 중 상기 플라즈마(PS)의 밀도 균일도를 측정할 수 있다.

[0079] 상술한 바에서는, 본 발명의 예시적인 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

산업상 이용가능성

[0080] 플라즈마 진단 장치 및 진단 방법은 표시 장치를 포함하는 다양한 전자 기기들을 제조하는 공정에 적용될 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 진단 장치는 휴대폰, 스마트폰, 비디오폰, 스마트패드, 스마트 워치, 태블릿 PC, 차량용 네비게이션, 텔레비전, 컴퓨터 모니터, 노트북, 헤드 마운트 디스플레이 등을 제조하는 공정에 적용될 수 있다.

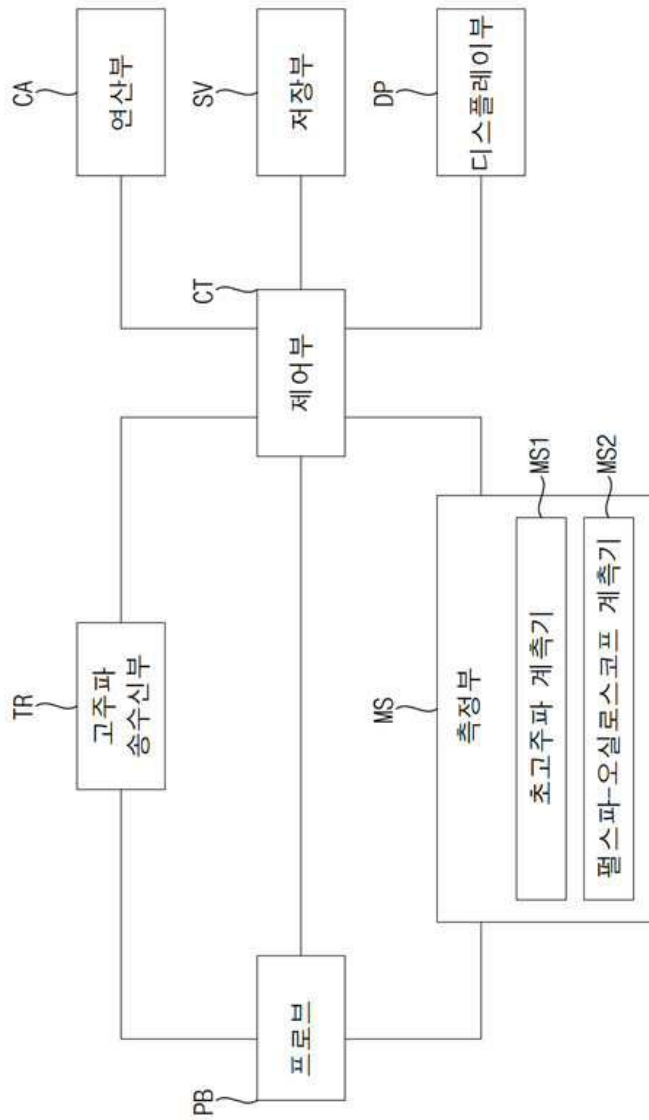
부호의 설명

[0081] TR: 고주파 송수신기 PB: 프로브
CA: 연산부 CT: 제어부
SV: 저장부 DP: 디스플레이부
MS: 측정부 PG: 플라즈마 발생부
PS: 플라즈마 CB: 챔버
PDA: 플라즈마 측정 장치 SUB: 기관
ST: 스테이지 SW: 스위치부
S1, S2, S3, S4: 제1 내지 제4 스위치 CC: 동축 코어
CP: 동축 페리페럴

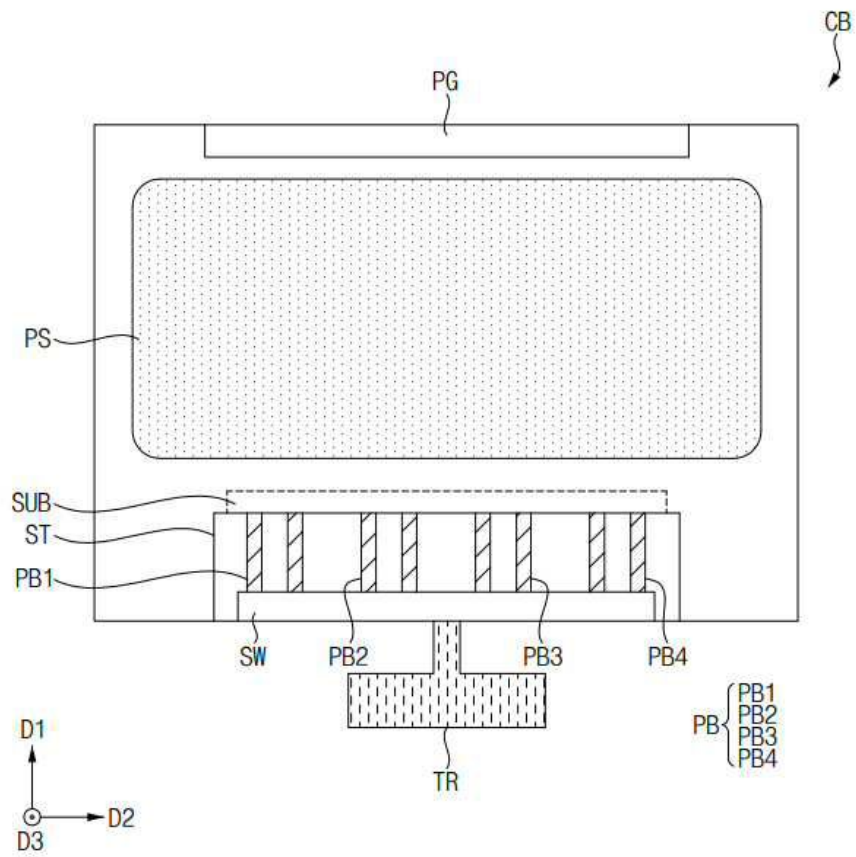
도면

도면1

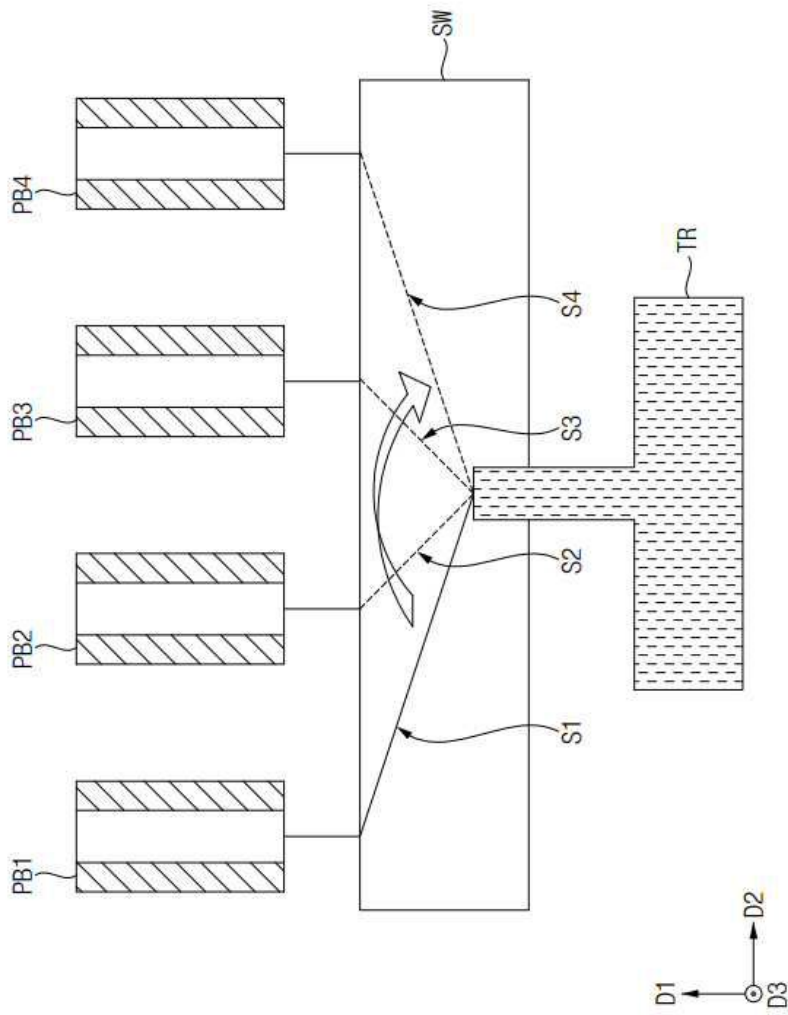
PDA



도면2

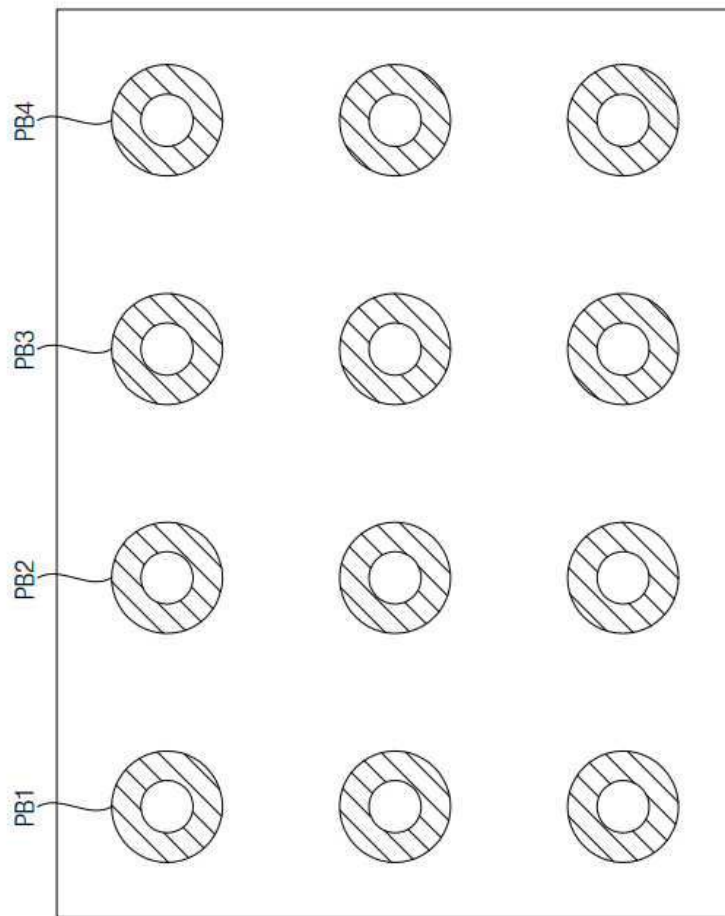


도면3



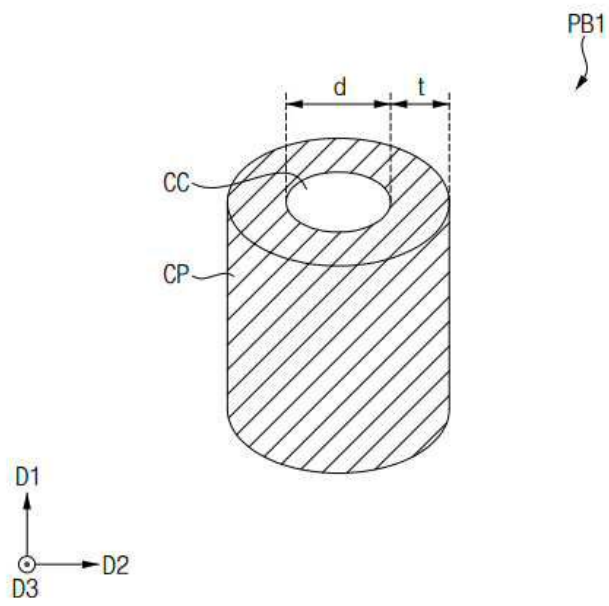
도면4

ST



D1
D2
D3

도면5



도면6

