



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월01일
 (11) 등록번호 10-1249240
 (24) 등록일자 2013년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21B 1/23 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0077715

(22) 출원일자 2011년08월04일

심사청구일자 2011년08월04일

(65) 공개번호 10-2013-0015624

(43) 공개일자 2013년02월14일

(56) 선행기술조사문헌

JP2003207394 A*

JP2006162509 A*

KR1020110017272 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)

(72) 발명자

오승태

세종특별자치시 노을3로 14, 111동 203호(한솔동, 첫마을아파트)

(74) 대리인

차상윤, 한상민, 남진필

전체 청구항 수 : 총 1 항

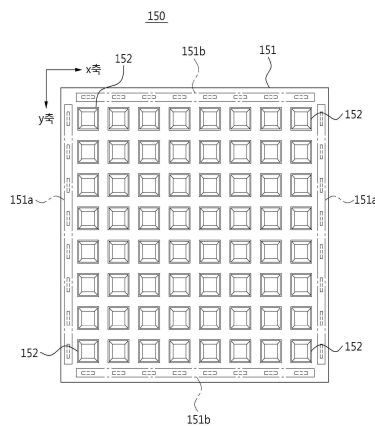
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 스펙트로미터

(57) 요약

KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 스펙트로미터가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 스펙트로미터는 KSTAR 장치 내부의 플라즈마로부터 방출되는 전자기파가 입사되는 슬릿, 슬릿을 통해 입사된 전자기파를 반사시켜 평행광으로 변화시키는 제1 미러, 제1 미러에 의해 반사된 평행광을 파장별로 분산시키는 회절부, 회절부에 의해 파장별로 분산된 평행광을 반사시키는 제2 미러, 2차원 포토 다이오드 어레이를 포함하고, 2차원 포토 다이오드 어레이에 제2 미러에 의해 반사된 평행광이 수신된 경우, 수신된 평행광에 대응하는 검출 신호를 생성하는 검출부 및 검출 신호를 이용하여 플라즈마의 상태를 분석 및 진단하는 신호 처리 장치를 포함한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 스펙트로미터에 있어서,

상기 KSTAR 장치 내부의 플라즈마로부터 방출되는 전자기파가 입사되는 슬릿;

상기 슬릿을 통해 입사된 전자기파를 반사시켜 평행광으로 변화시키는 제1 미러;

상기 제1 미러에 의해 반사된 평행광을 파장별로 분산시키는 회절부;

상기 회절부에 의해 파장별로 분산된 평행광을 반사시키는 제2 미러;

2차원 포토 다이오드 어레이를 포함하고, 상기 2차원 포토 다이오드 어레이에 상기 제2 미러에 의해 반사된 평행광이 수신된 경우, 상기 수신된 평행광에 대응하는 검출 신호를 생성하는 검출부; 및

상기 검출 신호를 이용하여 상기 플라즈마의 상태를 분석 및 진단하는 신호 처리 장치를 포함하는 스펙트로미터로서,

상기 2차원 포토 다이오드 어레이는,

서로 전기적으로 분리된 복수의 제1 전극 및 복수의 제2 전극을 포함하는 회로 기판;

상기 회로 기판 상에서, m개(행)×n개(열)(m, n은 2 이상의 정수임)의 매트릭스 형태로 배열된 복수 개의 포토 다이오드 소자

를 포함하고,

상기 매트릭스 형태로 배열된 상기 복수 개의 포토 다이오드 소자는 포토 다이오드 소자(152)로부터 생성된 검출 신호를 동시 생성하여 병렬적인 신호로 신호 처리 장치(160)에 전달하도록, 상기 복수의 제1 전극 및 상기 복수의 제2 전극에 개별적으로 연결된 것을 특징으로 하는 스펙트로미터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 스펙트로미터에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 포토 다이오드 어레이를 이용하여 플라즈마에서 방출되는 전자기파를 실시간으로 고속 검출할 수 있는 스펙트로미터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 물질을 수억 도까지 가열하게 되면 분자 상태의 기체에서 전자가 하나 둘씩 떨어져 나가 음전하를 띠는 전자와, 양전하를 띠는 이온으로 분리되며 이러한 상태를 플라즈마라고 한다. 이처럼 플라즈마가 전하를 띠는 입자들로 이루어졌다는 점에 착안하여 강력한 자기장을 가하여 하전입자들이 그 주위를 맴돌게 함으로써 플라즈마를 공중에 띄워놓고 가열하는 것이 토카막에 적용되는 자기 구속 핵융합 방식이다.

[0003] 한국형 토카막 장치로는 KSTAR(KOREA SUPERCONDUCTING TOKAMAK ADVANCED RESEARCH) 장치가 있다. 여느 토카막 장치와 마찬가지로, KSTAR 장치 역시 플라즈마 진단이 중요하다. 이를 위해 다양한 플라즈마 진단 장치가 있으며, 그 중 하나로 분광 진단 방식을 이용하는 스펙트로미터(spectrometer)가 있을 수 있다.

[0004] 스펙트로미터는 KSTAR 장치 내부의 플라즈마에서 방출되는 다양한 파장의 전자기파를 측정하는 장치이며, 전자

기파를 검출하는 구성으로 CCD(Charge Coupled Device, 전하결합소자) 또는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor, 상보형금속산화반도체)를 포함한다. 특히, CCD의 경우, 복수의 픽셀 영역을 포함하며, 복수의 픽셀 영역 내의 전하량 변화를 전기적 신호로 변환한다. 이 과정에서, CCD는 동일한 수직 열에 배열된 픽셀 영역의 전기적 신호를, 인접하여 연결된 수직의 쉬프트 레지스터(shift register)를 통해 이동시킨 후, 수평의 쉬프트 레지스터를 통해 행 단위로 출력한다. 즉, CCD의 경우, 복수의 픽셀에 대한 전기적 신호를 순차적으로 판독하기 때문에, 동일 시점에 발생된 전자기파라 하더라도 CCD에서 전자기파를 검출하는 시점은 복수의 픽셀 별로 차이가 있다. 다시 말해, 동일 시점에 방출된 전자기파를 촬영하더라도, 복수의 픽셀 영역의 위치에 따라 복수의 픽셀 영역의 검출에 다소 시간차가 발생할 수 있다. 따라서, 전자기파의 정확한 검출이 어려울 수 있으며, 심한 경우 모션 블러(motion blur) 현상이 발생할 수도 있다. 전자기파 검출 과정에서 시간차를 보상해 주기 위해서는 별도의 서터를 사용하여 일정 시간 후에는 CCD가 빛을 받아들이지 않도록 하거나, 또는 추가적인 신호 처리 작업이 수반될 수 있다. 그러나, 이 같은 방법들은 근본적인 해결책이 될 수 없으며, 특히, 추가적인 신호 처리 작업의 경우 플라즈마에서 방출되는 전자기파를 실시간으로 고속 측정하는 것이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 포토 다이오드 어레이를 이용하여 플라즈마에서 방출되는 전자기파를 실시간으로 고속 검출할 수 있는 스펙트로미터를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 스펙트로미터는 상기 KSTAR 장치 내부의 플라즈마로부터 방출되는 전자기파가 입사되는 슬릿, 상기 슬릿을 통해 입사된 전자기파를 반사시켜 평행광으로 변화시키는 제1 미러, 상기 제1 미러에 의해 반사된 평행광을 파장별로 분산시키는 회절부, 상기 회절부에 의해 파장별로 분산된 평행광을 반사시키는 제2 미러, 2차원 포토 다이오드 어레이를 포함하고, 상기 2차원 포토 다이오드 어레이에 상기 제2 미러에 의해 반사된 평행광이 수신된 경우, 상기 수신된 평행광에 대응하는 검출 신호를 생성하는 검출부 및 상기 검출 신호를 이용하여 상기 플라즈마의 상태를 분석 및 진단하는 신호 처리 장치를 포함한다.

[0007] 일측에 따르면, 상기 2차원 포토 다이오드 어레이는, 서로 전기적으로 분리된 복수의 제1 전극 및 복수의 제2 전극을 포함하는 회로 기관, 상기 회로 기관 상에서, m개(행)×n개(열)(m, n은 2 이상의 정수임)의 매트릭스 형태로 배열된 복수 개의 포토 다이오드 소자를 포함하고, 상기 매트릭스 형태로 배열된 상기 복수 개의 포토 다이오드 소자는 상기 복수의 제1 전극 및 상기 복수의 제2 전극에 개별적으로 연결될 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 실시예들에 따르면, 스펙트로미터는 포토 다이오드 어레이를 검출 구성으로 이용함으로써, 플라즈마에서 방출되는 전자기파를 실시간으로 고속 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스펙트로미터의 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 검출부의 구조를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져

야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스펙트로미터의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 한국형 토카막 장치인 KSTAR(KOREA SUPERCONDUCTING TOKAMAK ADVANCED RESEARCH) 장치는 자기장을 이용하여 플라즈마를 구속한다. 그러나, 자기장을 이용하더라도, 플라즈마는 불안정한 상태를 유지하려고 한다. 따라서, 플라즈마를 지속적으로 관찰하고, 안정한 상태로 유지시켜줘야 한다. 이를 위해 KSTAR 장치에 다양한 플라즈마 진단 장치를 배열 또는 설치하여 플라즈마를 진단하는 것이 중요하다.
- [0013] KSTAR 장치의 내부에 발생된 플라즈마에서 얻을 수 있는 가장 큰 정보는 자체적으로 방출하는 다양한 파장의 전자기파이다. 플라즈마 내부에서는 입자들이 끊임없이 움직이고 서로 반응하면서 에너지를 얻거나 잃는데, 이 과정에서 전자기파를 주고 받는다. 이러한 전자기파 중 일부가 바깥쪽으로 방출되고, 이렇게 방출된 전자기파는 플라즈마의 내부 상태를 알 수 있는 중요한 정보가 된다. 이 같이 플라즈마에서 방출되는 다양한 파장의 전자기파를 측정하는 방법으로, 분광 진단 방식이 이용된다. 분광 진단 방식에는 전자기파를 검출하고 검출된 전자기파에 대응하는 검출 신호를 생성하는 스펙트로미터(100)가 이용될 수 있다.
- [0014] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 스펙트로미터(100)는 슬릿(110), 제1 미러(120), 회절부(130), 제2 미러(140), 검출부(150) 및 신호 처리 장치(160)를 포함한다.
- [0015] 플라즈마에서 방출되는 전자기파는 슬릿(110)을 통과하면서 원뿔형으로 퍼지게 되며, 제1 미러(120)에 의해 반사되는 과정에서 평행광으로 바뀐다. 이 평행광은 회절부(130)로 진행하며, 회절부(130)에 의해 파장별로 분산된다. 이 같이 파장별로 분산된 광은 제2 미러(140)로 진행하며, 제2 미러(140)에 의해 반사되어 검출부(150)로 전달된다.
- [0016] 검출부(150)는 상술한 바와 같이, "반사-회절-반사"의 과정을 거친 전자기파(평행광)를 검출하여 그에 대응하는 검출 신호를 생성한다. 이 검출 신호는 플라즈마의 분포, 온도, 밀도 및 이외에 플라즈마의 상태를 알 수 있는 다양한 특성들을 나타내는 신호일 수 있다.
- [0017] 검출부(150)는 제2 미러(140)에 의해 반사된 평행광들을 검출하는 것으로, 포토 다이오드 어레이로 이루어진다. 검출부(150)와 관련해서는 도 2를 이용하여 구체적으로 설명한다.
- [0018] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 검출부의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0019] 앞서 설명한 바와 같이, 검출부(150)는 2차원 포토 다이오드 어레이로 이루어진다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 포토 다이오드 어레이는 회로 기판(151) 및 회로 기판(151) 상에 2차원 배열된 복수 개의 포토 다이오드 소자(152)를 포함한다. 회로 기판(151) 상에서, 복수 개의 포토 다이오드 소자(152)는 m개(행)×n개(열)(m, n은 2 이상의 정수임)가 포함되고, 이들은 매트릭스 형태로 배열된다. 하나의 포토 다이오드 소자(152)는 하나의 픽셀이 될 수 있으며, 포토 다이오드 소자(152)의 개수는 필요에 따라 변경될 수 있다.
- [0020] 또한, 회로 기판(151)은 복수의 제1 전극(151a) 및 복수의 제2 전극(151b)를 포함한다. 2차원 배열된 포토 다이오드 소자(152)는 복수의 제1 전극(151a) 및 복수의 제2 전극(151b)에 개별적으로 연결된다. 예를 들어, 어느 하나의 포토 다이오드 소자(152)는 인접한 하나의 제1 전극(151a)과 하나의 제2 전극(151b)에 일대일로 연결될 수 있다. 따라서, 회로 기판(151)은 복수의 제1 전극(151a) 및 제2 전극(151b) 각각에 연결된 포토 다이오드 소자(152)에 개별적인 제어 신호를 전달할 수 있으며, 반대로 포토 다이오드 소자(152)로부터 생성된 검출 신호를 동시에 생성하여 병렬적인 신호로 신호 처리 장치(160)에 전달할 수 있다. 즉, 복수의 포토 다이오드 소자(152)는 전기적으로 서로 분리되어 제어 및 동작되며, 각각의 검출 신호를 동시에 생성하며 병렬적인 신호로 신호 처리 장치(160)에 전달하기 때문에, 각 포토 다이오드 소자(152) 간의 검출 신호 생성에 시간차가 발생하지 않는다. 이를 위해서, 회로 기판(151)에 포함된 복수의 제1 전극(151a) 및 복수의 제2 전극(151b)이 신호 처리 장치(160)에 병렬적으로 연결되어 있을 수 있다.
- [0021] 따라서, 스펙트로미터(100)는 검출 신호와 관련하여 시간차 발생에 따른 별도의 신호 처리 작업이 수반되지 않으므로, 플라즈마에서 방출되는 전자기파를 실시간으로 고속 검출하여, 그에 대응하는 검출 신호를 생성할 수 있게 된다.
- [0022] 신호 처리 장치(160)는 검출부(150)로부터 검출 신호를 이용하여 플라즈마의 상태를 분석/진단한다. 구체적으로, 검출 신호의 세기에 따라 플라즈마의 분포, 온도, 밀도 및 이외에 플라즈마의 상태를 알 수 있는

다양한 특성들을 분석하고, 분석 결과를 기반으로 플라즈마의 상태를 진단할 수 있다.

[0023] 신호 처리 장치(160)는 도 1에 도시된 것과 같이, 스펙트로미터(100)에 장착되어 스펙트로미터(100)의 일 구성이 될 수도 있으며, 스펙트로미터(100)와 별개의 장치가 될 수도 있다.

[0024] 또한, 신호 처리 장치(160)는 검출 신호를 기반으로 한 플라즈마의 상태에 대한 분석 결과 또는 진단 결과를 표시하기 위한 디스플레이 화면을 포함할 수 있다. 따라서, 작업자는 디스플레이 화면을 통해 플라즈마의 상태에 대한 분석 결과 또는 진단 결과를 모니터링할 수 있다.

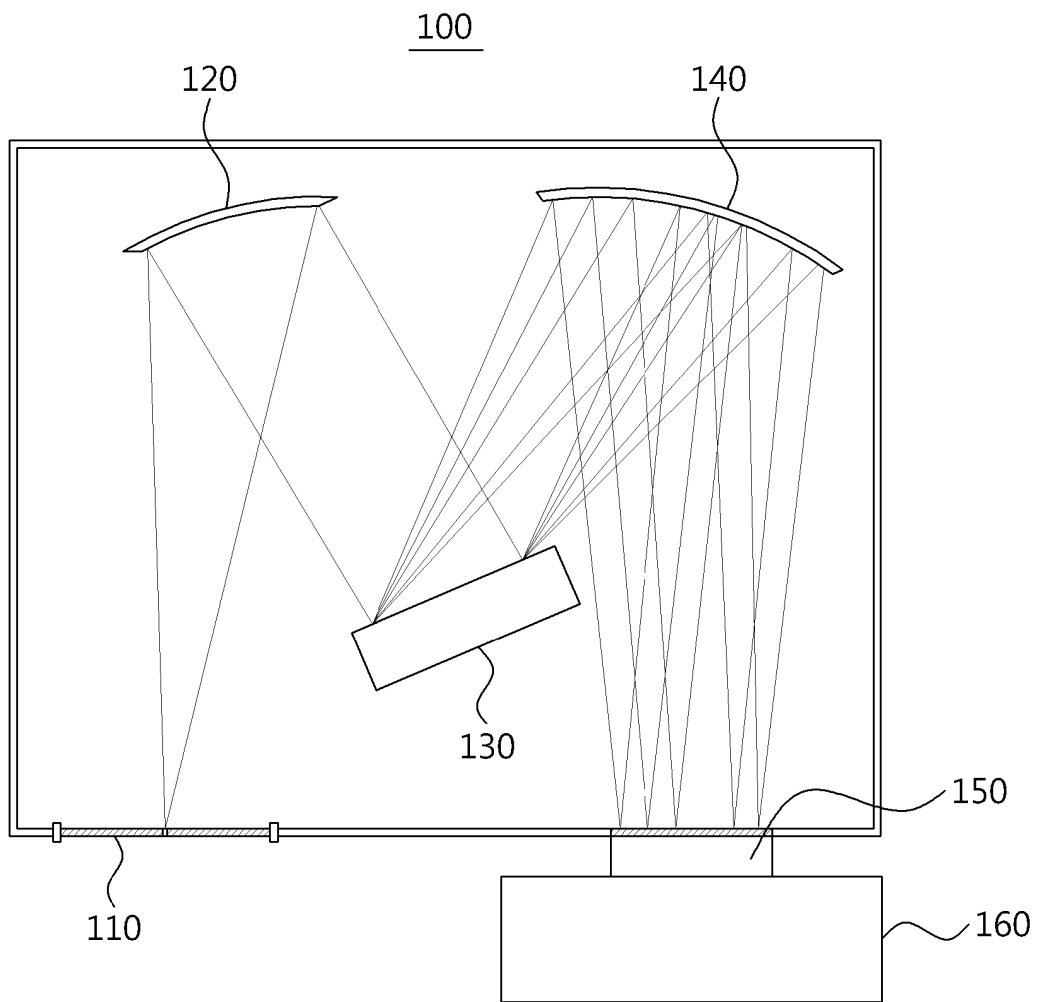
[0025] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

- [0026] 100: 스펙트로미터
 110: 슬릿
 120: 제1 미러
 130: 회절부
 140: 제2 미러
 150: 검출부
 151: 회로 기관
 151a: 제1 전극
 151b: 제2 전극
 152: 포토 다이오드 소자
 160: 신호 처리 장치

도면

도면1



도면2

