



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0084841
(43) 공개일자 2020년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/00 (2006.01) G01J 3/02 (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05H 1/0025 (2013.01)
G01J 3/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0081155(분할)
(22) 출원일자 2020년07월01일
심사청구일자 2020년07월01일
(62) 원출원 특허 10-2016-0018600
원출원일자 2016년02월17일
심사청구일자 2016년02월17일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
윤일구
서울특별시 강남구 삼성로 150, 206동 505호(대치동, 한보미도맨션)
이상명
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제1공학관 A228호 반도체 연구실
(74) 대리인
권혁수, 송윤호

전체 청구항 수 : 총 2 항

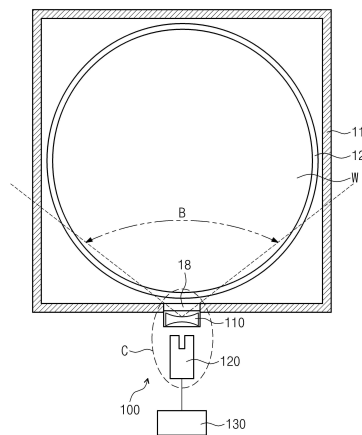
(54) 발명의 명칭 광학 분광 분석 장치 및 이를 구비한 플라즈마 처리 장치

(57) 요약

광학 분광 분석 장치 및 플라즈마 처리 장치가 개시된다. 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하기 위한 오목렌즈; 및 오목렌즈에 의해 수집된 광을 플라즈마 상태를 분석하기 위한 분석부로 전달하기 위한 광전달부를 포함한다. 오목렌즈는 광전달부로 제공될 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부 영역의 광을 수집하도록 수평 방향으로의 곡률이 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는다.

대표도 - 도4

10



(52) CPC특허분류

G01J 3/0208 (2013.01)

H01J 37/32935 (2013.01)

H01J 37/32981 (2013.01)

H05H 1/0037 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하기 위한 오목렌즈; 및

상기 오목렌즈에 의해 수집된 광을 플라즈마 상태를 분석하기 위한 분석부로 전달하기 위한 광전달부를 포함하고,

상기 플라즈마 공정 챔버의 벽체에는 투광부가 구비되고,

상기 오목렌즈는, 상기 투광부의 외측에 설치되어 상기 플라즈마 공정 챔버의 내부로부터 상기 투광부를 통과한 광이 입사되고, 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광 중에서 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부면 상의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡률이 상하 방향으로의 곡률보다 큰 구조를 가지며,

상기 오목렌즈는, 수평 방향으로의 횡단면이 오목한 형상을 갖도록 가공되고, 상하 방향으로의 종단면이 직사각 형상을 갖도록 가공되며, 상하 방향으로 일정한 횡단면 형상을 갖도록 가공되며,

상기 오목렌즈는, 상기 광전달부로 제공될 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부 영역의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡률이 상기 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖도록 가공되고,

상기 오목렌즈는 상기 플라즈마 공정 챔버의 서로 다른 위치에 각각 구비되고,

복수 개의 상기 오목렌즈는 서로 다른 기관 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는 광학 분광 분석 장치.

청구항 2

플라즈마를 발생하여 기관을 처리하는 플라즈마 공정 챔버;

상기 플라즈마 공정 챔버에 마련된 투광부를 통해 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하는 오목렌즈;

상기 오목렌즈에 의해 수집된 광을 전달하는 광전달부; 및

상기 광전달부를 통해 제공된 광을 분석하여 플라즈마 상태를 분석하는 분석부를 포함하고,

상기 오목렌즈는, 상기 투광부의 외측에 설치되어 상기 플라즈마 공정 챔버의 내부로부터 상기 투광부를 통과한 광이 입사되고, 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광 중에서 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부면 상의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡률이 상하 방향으로의 곡률보다 큰 구조를 가지며,

상기 오목렌즈는, 수평 방향으로의 횡단면이 오목한 형상을 갖도록 가공되고, 상하 방향으로의 종단면이 직사각 형상을 갖도록 가공되며, 상하 방향으로 일정한 횡단면 형상을 갖도록 가공되며,

상기 오목렌즈는, 상기 광전달부로 제공될 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부 영역의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡률이 상기 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖도록 가공되고,

상기 오목렌즈는 상기 플라즈마 공정 챔버의 서로 다른 위치에 각각 구비되고,

복수 개의 상기 오목렌즈는 서로 다른 기관 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는 플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 광학 분광 분석 장치 및 플라즈마 처리 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 플라즈마 공정 챔버 내의 플라즈마 상태를 측정하기 위한 광학 분광 분석 장치 및 이를 구비한 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 반도체 소자 및 평판표시 소자의 제조 공정이 점차 미세화되고 고도화됨에 따라, 식각 공정 및 화학기상 증착 공정 등을 수행하기 위한 장비로서 플라즈마 기판 처리 장치가 사용되고 있다. 플라즈마 기판 처리 장치는 스테이지 혹은 전극에 고주파 에너지를 인가하여 플라즈마 처리 챔버 내에 전기장 또는 자기장을 형성하고, 전자기장에 의해 플라즈마를 발생하여 기판을 처리한다.
- [0003] 챔버 내부의 전자 밀도, 이온 밀도와 같은 플라즈마 특성은 플라즈마 처리 공정의 처리율(process rate), 균질성(homogeneity), 균일성(uniformity) 및 웨이퍼 대 웨이퍼 반복성(wafer-to-wafer repeatability)에 영향을 미치는 요인이다. 예를 들어, 플라즈마 처리 챔버 내의 전자 밀도는 전자의 여기(excitation), 이온화(ionization), 해리(dissociation) 정도에 영향을 미친다. 따라서, 플라즈마 기판 처리 공정을 효과적으로 수행하기 위해서, 플라즈마 처리 챔버 내부의 상태를 감시하고, 플라즈마 상태를 파악하는 것이 중요하다.
- [0004] 이러한 플라즈마 상태에 관한 특성 변수들을 구할 수 있는 방법으로 플라즈마 농도 측정 센서, 예컨대, 랑뮤어 프로브(langmuir probe)를 통하여 플라즈마 밀도를 측정하는 방식이 있다. 랑뮤어 프로브를 이용하여 플라즈마 특성을 측정하는 방법은 플라즈마 분위기가 형성된 챔버 내부로 금속 프로브를 삽입하고, 금속 프로브에 전원 전압을 인가하여 전류의 변화를 측정함으로써, 플라즈마에 의한 전자 밀도를 판단한다.
- [0005] 이러한 접촉식 측정 방식은 필요할 때마다 챔버 내부로 금속 프로브를 삽입하여 플라즈마 밀도 등의 특성을 실시간으로 측정할 수 없다. 뿐만 아니라, 랑뮤어 프로브는 챔버 내의 플라즈마에 직접적으로 접촉시켜 플라즈마 상태를 분석하는 방식이기 때문에, 프로브가 챔버의 분위기에 따라 오염, 손상되고, 랑뮤어 프로브를 챔버 내에 도입하는 과정에서 불순물이 챔버 내로 유입되는 등의 여러 가지 문제점을 갖는다.
- [0006] 도 1은 종래의 플라즈마 공정 챔버(11)에 설치된 광학 발광 분석 장치를 개략적으로 보여주는 도면이고, 도 2는 종래의 플라즈마 공정 챔버(11)에 설치된 광학 발광 분석 장치를 개략적으로 보여주는 평면도이다. 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 반도체 플라즈마 공정을 광학 진단하는 기술인 OES(optical emission spectroscopy)의 광섬유(14)는 광 입사각 범위(A)가 30~40° 정도로 제한되며, 12인치 웨이퍼(W) 기준으로 대략 40% 면적에 해당하는 영역에 대하여만 플라즈마 상태를 측정할 수 있다. 즉, 기존의 OES 기술은 웨이퍼(W)에 영향을 주는 플라즈마 전체가 아닌 일부분만을 측정할 수밖에 없는 제한이 따른다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 기판의 중심부터 최외곽까지 플라즈마 상태를 고르게 분석하여 플라즈마 공정 챔버 내의 플라즈마 상태에 대한 분석 성능을 향상시킬 수 있는 광학 분광 분석 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 플라즈마 공정 챔버 내의 전체 영역에 대한 평균적인 이상 상태를 정확하게 측정할 수 있고, 필요에 따라 플라즈마 공정 챔버 내부에서 전체적으로 혹은 국부적으로 플라즈마 상태를 분석할 수 있으며, 기판의 다양한 영역별로 플라즈마 상태를 분석할 수 있으며, 다양한 기판 크기에 적응적으로 플라즈마 상태를 정확하게 분석할 수 있는 광학 분광 분석 장치를 제공하는 것에 있다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 측면에 따른 광학 분광 분석 장치는 플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하기 위한 오목렌즈; 및 상기 오목렌즈에 의해 수집된 광을 플라즈마 상태를 분석하기 위한 분석부로 전달하기 위한 광전달부를 포함하고, 상기 오목렌즈는, 상기 광전달부로 제공될 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기판의 상부 영역의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡

물이 상기 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0012] 상기 오목렌즈는 상하 방향으로 일정한 횡단면 형상을 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0013] 상기 오목렌즈는 횡단면이 오목한 형상을 가지며, 종단면이 직사각 형상을 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0014] 상기 오목렌즈는 수평 방향으로의 광 수용 각도가 160° 이상이 되도록 상기 횡단면이 가공된 것일 수 있다.

[0015] 상기 광전달부는 광섬유를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 플라즈마 처리 장치는 플라즈마를 발생하여 기관을 처리하는 플라즈마 공정 챔버; 상기 플라즈마 공정 챔버에 마련된 투광부를 통해 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하는 오목렌즈; 상기 오목렌즈에 의해 수집된 광을 전달하는 광전달부; 및 상기 광전달부를 통해 제공된 광을 분석하여 플라즈마 상태를 분석하는 분석부를 포함하고, 상기 오목렌즈는, 상기 광전달부로 제공될 상기 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 상기 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부 영역의 광을 수집하도록, 수평 방향으로의 곡률이 상기 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0017] 상기 오목렌즈는 상하 방향으로 일정한 횡단면 형상을 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0018] 상기 오목렌즈는 횡단면이 오목한 형상을 가지며, 종단면이 직사각 형상을 갖도록 가공된 것일 수 있다.

[0019] 상기 오목렌즈는 수평 방향으로의 광 수용 각도가 160° 이상이 되도록 상기 횡단면이 가공된 것일 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시 예에 의하면, 플라즈마 공정 챔버 내의 기관의 중심부터 최외곽까지 플라즈마 상태를 고르게 분석하여 플라즈마 상태 분석 성능을 향상시킬 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 실시 예에 의하면, 플라즈마 공정 챔버 내의 빛이 수용되는 범위를 확장하기 위해 광섬유 앞에 가공렌즈를 삽입하여, 광 수용 각도를 확장할 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시 예에 의하면, 기존의 OES에 특수 가공된 오목렌즈를 추가 삽입하는 것만으로 손쉽게 플라즈마 공정 챔버 내의 전체 영역에 대한 평균적인 이상 상태를 정확하게 측정할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 실시 예에 의하면, 필요에 따라 플라즈마 공정 챔버 내부에서 전체적으로 혹은 국부적으로 플라즈마 상태를 분석하고, 기관의 다양한 영역별로 플라즈마 상태를 분석하고, 현재 사용되는 200mm 나 300mm 기관 외 450mm 이상 대면적 기관에 적응적으로 플라즈마 상태를 정확하게 분석할 수 있다.

[0024] 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[0025] 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래의 플라즈마 처리 장치에 설치된 광학 발광 분석 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 종래의 플라즈마 처리 장치에 설치된 광학 발광 분석 장치를 개략적으로 보여주는 평면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 보여주는 평면도이다.

도 5는 도 4의 'C'부를 확대하여 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 구성하는 광수집부를 보여주는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 구성하는 광수집부의 평면도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 구성하는 광수집부의 측면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 보여주는 도면이다.

도 10은 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 보여주는 도면이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 보여주는 도면이다.

도 12는 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술하는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되지 않으며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 공지된 구성에 대한 일반적인 설명은 본 발명의 요지를 흐리지 않기 위해 생략될 수 있다. 본 발명의 도면에서 동일하거나 상응하는 구성에 대하여는 가급적 동일한 도면부호가 사용된다. 본 발명의 이해를 돕기 위하여, 도면에서 일부 구성은 다소 과장되거나 축소되어 도시될 수 있다.
- [0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다", "가지다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 반도체 플라즈마 공정 광학 진단 기술인 OES(Optical Emission Spectroscopy)를 활용하여 플라즈마 공정 챔버 내의 플라즈마 상태를 측정하기 위한 것으로, 웨이퍼에 영향을 주는 플라즈마 광원의 일부분만 수집하는 기존 광섬유의 전방에 특수 가공된 렌즈를 삽입하여, 플라즈마 공정 챔버 내부의 넓은 영역의 빛을 받아들임으로써, 기관의 중심부터 최외곽까지 플라즈마 상태를 고르게 분석하여 플라즈마 상태에 대한 분석 성능을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에서, 플라즈마 공정 챔버 내의 빛이 수용되는 범위, 즉 광 입사각의 범위를 확장하기 위해, 광전달부(예를 들어, 광섬유) 앞에 특수 가공된 오목렌즈를 삽입하여, 광 수용 각도를 획기적인 수준(대략 160° 혹은 그 이상)으로 확장할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 플라즈마(plasma)를 발생하여 기관을 처리하는 플라즈마 공정 챔버 내의 광을 수집하는 광수집부; 수집된 광을 전달하는 광전달부; 및 광전달부를 통해 제공된 광을 분석하여 플라즈마 상태를 분석하는 분석부를 포함하며, 광수집부는 플라즈마 공정 챔버의 내부에서 발생하는 광을 집속하여 광전달부로 제공하는 집광부를 포함한다. 집광부는 플라즈마 공정 챔버의 내부로부터 입사되는 광의 입사각 범위(영역)를 확장시키도록 하여 광을 집속하는 광학소자, 예를 들어 특수 가공된 오목렌즈(concave lens)로 제공될 수 있다. 일 실시 예에서, 웨이퍼의 상부면 상의 빛이 고르게 입사될 수 있도록, 오목렌즈는 수평 방향으로의 곡률이 상하 방향으로의 곡률보다 큰 구조를 가질 수 있다.
- [0031] 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치에 의하면, 다양한 웨이퍼 크기에 적응적으로, 플라즈마를 사용하는 반도체 식각이나 증착 등의 다양한 플라즈마 공정 챔버 내의 플라즈마 상태를 측정할 수 있으며, 웨이퍼의 중심부터 최외곽까지 플라즈마 상태를 고르게 유지하여 웨이퍼 스크랩이나 폐기 같은 별도의 추가 공정 없이 손실을 방지할 수 있다. 또한 본 발명의 실시 예에 의하면, 기존의 OES에 특수 가공된 오목렌즈를 추가 삽입하는 것만으로 손쉽게 플라즈마 공정 챔버 내의 전체 영역에 대한 평균적인 이상 상태를 정확하게 측정할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 집광부를 광전달부의 전방으로 이동시키거나, 광전달부의 전방으로부터 제거하는 구동부를 포함할 수 있다. 이러한 실시 예에 의하면, 필요에 따라 플라즈마 공정 챔버 내의 넓은 영역에 대해 평균적인 플라즈마 상태를 분석하거나, 특정 영역에 대한 플라즈마 상태를 국부적으로 분석할 수 있다. 본 발명의 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 집광부를 좌우 방향으로 회동시키는 회동부를 포함할 수 있다. 분석부는 집광부의 회동 각도별로 플라즈마 상태를 분석할 수 있다. 이러한 실시 예에 의하면, 웨이퍼의 다양한 영역별로 플라즈마 상태를 분석할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 일 실시 예에서, 집광부는 다수의 기관 크기에 대응하도록 서로 다른 광 입사각 범위를 갖는 복수의 집광기를 포함하고, 광학 분광 분석 장치는 복수의 집광기 중 플라즈마 공정 챔버에 배치된 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는 집광기를 광전달부의 전방으로 이동시키는 구동부를 포함할 수 있다. 광수집부는 플라즈마 공정 챔버의 서로 다른 위치에 구비된 복수의 집광부를 포함하고, 복수의 집광부는 서로 다른

기관 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 가질 수 있다. 이러한 실시 예에 의하면, 다양한 크기의 기관에 대하여 플라즈마 상태를 정확하게 분석할 수 있다.

[0034] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 플라즈마 처리 장치(10)를 개략적으로 보여주는 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 플라즈마 처리 장치(10)를 개략적으로 보여주는 평면도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 플라즈마 처리 장치(10)는 플라즈마를 발생하여 기관(W)을 처리하는 플라즈마 공정 챔버(11); 플라즈마 공정 챔버(11) 내의 광을 수집하여 광학 발광 분석(optical emission spectroscopy)에 의하여 플라즈마 공정 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 분석하는 광학 분광 분석 장치(100)를 포함한다. 기관(W)의 예로는 반도체 소자를 제조하기 위한 반도체 기관, 평판표시소자를 제조하기 위한 유리 기관 등을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 기관(W) 처리의 예로는 식각 공정, 화학 기상 증착 공정, 예칭 공정, 세정 공정 등을 들 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.

[0035] 플라즈마 처리 장치(10)는 CCP(capacitive coupled plasma) 설비, ICP(inductive coupled plasma) 설비, 마이크로파 플라즈마(microwave plasma) 설비, 혹은 그 밖의 다양한 플라즈마 기관 처리 장치로 제공될 수 있다. 플라즈마 공정 챔버(11)(이하, '챔버'로 약칭될 수 있음)는 기관(W)의 처리가 수행되는 공간을 제공한다. 챔버(11)는 진공을 유지할 수 있도록 밀폐 구조로 제공될 수 있다. 일 예로, 챔버(11)는 중공의 육면체 또는 중공의 원기둥, 혹은 그 밖의 형태를 가질 수 있다.

[0036] 챔버(11)는 가스 공급구(15) 및 가스 배출구(16)를 갖는다. 가스 공급구(15)는 챔버(11)의 측면 또는 상면에 구비될 수 있다. 가스 공급구(15)를 통해 기관(W)을 처리하기 위한 공정 가스가 공급된다. 가스 공급구(15)가 챔버(11)의 상면에 구비되는 경우, 공정 가스를 기관(W)으로 균일하게 제공하기 위한 샤워 헤드(미도시)가 챔버(11)의 내측 상부에 더 구비될 수 있다. 가스 배출구(16)는 챔버(11)의 저면 또는 측면 하부에 구비될 수 있다. 가스 배출구(16)를 통해 미반응된 소스 가스와 기관(W) 가공 공정의 부산물이 배출될 수 있다.

[0037] 스테이지(12)는 챔버(11)의 내측 저면에 구비되어 기관(W)을 지지할 수 있다. 스테이지(12)는 평판 형태를 가질 수 있다. 일 예로, 스테이지(12)는 정전기력으로 기관(W)을 고정하는 정전척을 구비할 수 있다. RF 전원부(13)는 상부 전극에 플라즈마의 생성이나 제어를 위한 고주파(Radio Frequency; RF) 전원을 인가하도록 제공된다. RF 전원부(13)는 하나 또는 다수의 전원으로 제공될 수 있다. 상부 전극은 챔버(11)의 내측 상부에 스테이지(12)와 마주보도록 배치될 수 있다. 상부 전극은 스테이지(12)와 평행하며 일정 간격 이격될 수 있다. 히터(17)는 기관(W)을 플라즈마 처리에 적합한 온도로 가열하기 위해 제공될 수 있다.

[0038] RF 전원부(13)에 의해 챔버(11) 내에 고주파 에너지가 인가되어, 스테이지(12)와 상부 전극 간의 전위차에 따라 스테이지(12)와 상부 전극 사이에 전기장이 형성되고, 그에 따라 챔버(11) 내에 플라즈마가 발생된다. 기관(W) 상에 형성되는 플라즈마의 밀도는 스테이지(12)와 상부 전극 간의 전위차에 따라 변화할 수 있다. 따라서 RF 전원부(13)의 고주파를 제어하여 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 조절할 수 있다.

[0039] 챔버(11) 내의 광을 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 모니터링하기 위한 광학 분광 분석 장치(100)로 제공하기 위해, 챔버(11)의 벽체 일측에는 개구부가 관통 형성되고, 개구부에 예를 들어, 석영(quartz)으로 된 투광부(18)가 구비될 수 있다. 챔버(11) 내에 불순물이 유입되지 않도록 하고 챔버(11) 내의 진공 상태가 유지될 수 있도록, 투광부(18)와 개구부 간은 밀폐될 수 있다.

[0040] 기관(W)의 상부면 상의 넓은 영역에 대한 평균적인 플라즈마 상태를 분석할 수 있도록, 광학 분광 분석 장치(100)는 챔버(11)의 측벽에 설치될 수 있다. 광학 분광 분석 장치(100)는 투광부를 통해 스테이지(12)와 상부 전극 사이 영역의 광을 수집할 수 있는 위치에 설치될 수 있다. 광학 분광 분석 장치(100)는 챔버(11)의 내부에 영향을 미치지 않도록, 챔버(11)의 외부에서 광학 발광 분석(optical emission spectroscopy)에 의해 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 분석한다.

[0041] 도 5는 도 4의 'C'부를 확대하여 보여주는 도면이다. 도 3 내지 도 5를 참조하면, 광학 분광 분석 장치(100)는 광수집부(110), 광전달부(120) 및 분석부(130)를 포함한다. 광수집부(110)는 플라즈마 공정 챔버(11) 내의 광을 수집한다. 광수집부(110)는 플라즈마 공정 챔버(11)의 내부에서 발생하는 광을 집속하여 광전달부(120)로 제공하는 집광부를 포함한다. 집광부는 광전달부(120)로 제공되는 광의 영역을 확장시키도록, 즉 광전달부(120)로 제공될 챔버(11) 내의 광의 입사각 범위를 넓히기 위하여 제공될 수 있다. 집광부는 도 4에 도시된 바와 같이, 플라즈마 공정 챔버(11)의 내부로부터 입사되는 광의 입사각 범위(B)를 확장시키도록 하여 광을 집속할 수 있다. 광전달부(120)는 광수집부(110)에 의해 수집된 광을 분석부(130)로 전달한다. 광전달부(120)는 광섬유를 포함할 수 있다. 분석부(130)는 광전달부(120)를 통해 제공된 광을 분석하여 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 분

석한다.

- [0042] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 구성하는 광수집부(110)를 보여주는 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 구성하는 광수집부(110)의 평면도, 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 구성하는 광수집부(110)의 측면도이다. 도 3 내지 도 8을 참조하면, 광수집부(110)를 구성하는 집광부는 특수 가공된 오목렌즈(concave lens)를 포함할 수 있다. 렌즈의 오염 및 식각을 방지하기 위하여, 오목렌즈는 퀴즈판(투광부)의 외측에 구비될 수 있다.
- [0043] 오목렌즈는 도 6에 도시된 바와 같이, 수평 방향(혹은 좌우 방향)으로의 곡률이 상하 방향으로의 곡률보다 큰 구조를 가질 수 있다. 플라즈마 공정 챔버 내의 광의 입사각 범위를 수평 방향으로 확장시키고 플라즈마 공정 챔버 내에 배치된 기관의 상부 영역의 광을 수집하도록, 오목렌즈는 수평 방향으로의 곡률이 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖도록 가공되고, 상하 방향으로 일정한 횡단면 형상을 갖도록 가공될 수 있다. 일 실시 예로, 오목렌즈는 횡단면이 오목한 형상을 가지며, 종단면이 직사각 형상을 갖도록 가공될 수 있다. 오목렌즈는 수평 방향으로의 광 수용 각도가 160° 이상이 되도록 횡단면이 가공될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 실시 예에 의하면, 광 입사각의 범위를 확장하는 집광부(오목렌즈)를 포함하는 광수집부(110)에 의해 플라즈마 공정 챔버(11) 내부의 넓은 영역의 빛을 받아들임으로써, 기관(W)의 중심부에서 최외곽까지 플라즈마 상태를 고르게 분석하여 플라즈마 상태에 대한 분석 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0045] 도 9는 본 발명의 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 보여주는 도면이다. 도 9를 참조하면, 광학 분광 분석 장치(100)는 광수집부(110)를 구성하는 집광부를 광전달부(120)의 전방으로 이동시키거나, 광전달부(120)의 전방으로부터 제거하는 구동부(140)를 포함할 수 있다. 도 9의 실시 예에 의하면, 집광부(오목렌즈)를 광전달부의 전방으로 이동시키거나, 광전달부의 전방으로부터 제거하여, 필요에 따라 플라즈마 공정 챔버 내의 넓은 영역에 대해 평균적인 플라즈마상태를 분석하거나, 특정 영역에 대한 플라즈마 상태를 국부적으로 분석할 수 있다.
- [0046] 도 10은 본 발명의 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 보여주는 도면이다. 도 10을 참조하면, 광학 분광 분석 장치(100)는 광수집부(110)를 구성하는 집광부를 수평 방향(좌우 방향)으로 회동시키는 회동부(150)를 포함할 수 있다. 이때, 분석부(130)는 집광부의 회동 각도별로 플라즈마 상태를 분석할 수 있다. 도 10의 실시 예에 의하면, 웨이퍼의 다양한 영역별로 플라즈마 상태를 분석할 수 있는 이점이 제공된다.
- [0047] 도 11은 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 보여주는 도면이다. 도 11을 참조하면, 집광부는 다수의 기관 크기에 대응하도록 서로 다른 광 입사각 범위를 갖는 복수의 집광기를 포함한다. 광학 분광 분석 장치(100)는 복수의 집광기 중 플라즈마 공정 챔버(11)에 배치된 기관의 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는 집광기를 광전달부(120)의 전방으로 이동시키는 구동부(160)를 포함할 수 있다.
- [0048] 일 실시 예로, 구동부(160)는 투광성을 갖는 회전판 상에 서로 다른 초점거리를 갖는 오목렌즈(집광기)가 부착된 구조로 제공될 수 있다. 구동부(160)는 모터에 의하여 회전판을 구동하여 회전시킴으로써, 챔버(11) 내의 기관 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 갖는 집광기가 광전달부(120)의 전방에 배치되도록 할 수 있다. 도 11의 실시 예에 의하면, 다양한 크기의 기관에 적응적으로, 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 정확하게 분석할 수 있다.
- [0049] 도 12는 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치(100)를 보여주는 도면이다. 도 12를 참조하면, 광학 분광 분석 장치(100)는 서로 다른 광수집부(110e, 110f, 110g, 110h)를 구비한 복수의 광학 분광 분석부(100a, 100b, 100c, 100d)를 포함할 수 있다. 광수집부(110)는 플라즈마 공정 챔버의 서로 다른 위치에 구비된 복수의 집광부(110e, 110f, 110g, 110h)를 포함한다. 복수의 집광부는 서로 다른 기관 크기에 대응하는 광 입사각 범위를 가질 수 있다. 도 12의 실시 예에 의하면, 다양한 크기의 기관에 적응적으로, 챔버(11) 내의 플라즈마 상태를 정확하게 분석할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 기존 플라즈마 사용 설비에 손쉽게 추가 장치가 가능한 확장성과 용이성이 크며, 플라즈마 이상상태를 미리 검출하고 조치하여 웨이퍼 스크랩이나 폐기를 감소시켜 생산 비용 절감에 기여할 수 있음. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 광학 분광 분석 장치는 웨이퍼에 영향을 주는 플라즈마의 모든 빛에 대해 플라즈마 상태를 분석할 수 있다. 또한, 기존의 EPD(End Point Detection) 설정 신호에도 영향을 주지 않으며, 범용적 사용이 가능하다.
- [0051] 이상의 실시 예들은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시된 것으로, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며, 이로부터 다양한 변형 가능한 실시 예들도 본 발명의 범위에 속하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 기술적 보호

범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명의 기술적 보호범위는 특허청구범위의 문언적 기재 그 자체로 한정되는 것이 아니라 실질적으로는 기술적 가치가 균등한 범주의 발명에 대하여까지 미치는 것임을 이해하여야 한다.

부호의 설명

W: 기관

10: 플라즈마 처리 장치

11: 플라즈마 공정 챔버

12: 스테이지

100: 광학 분광 분석 장치

110: 광수집부

120: 광전달부

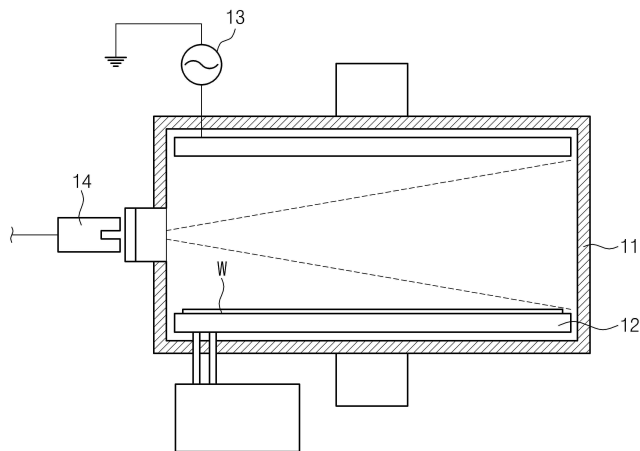
130: 분석부

140, 160: 구동부

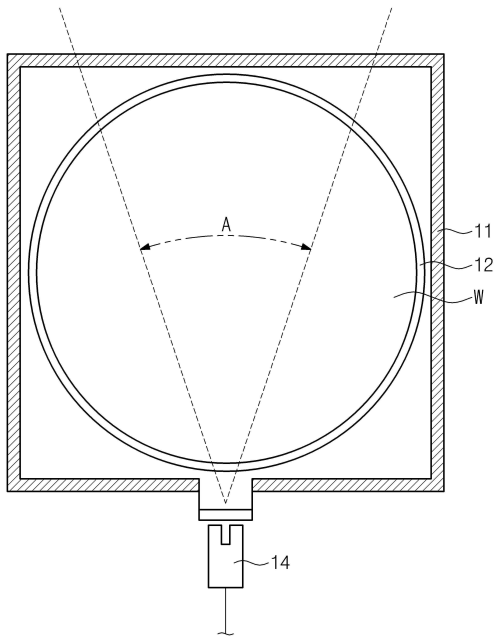
150: 회동부

도면

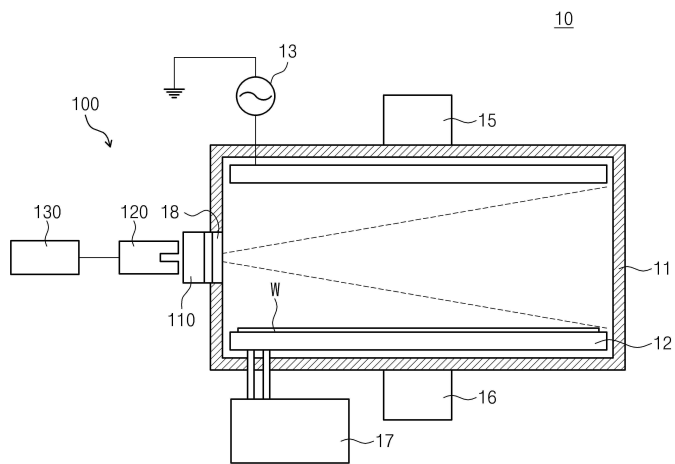
도면1



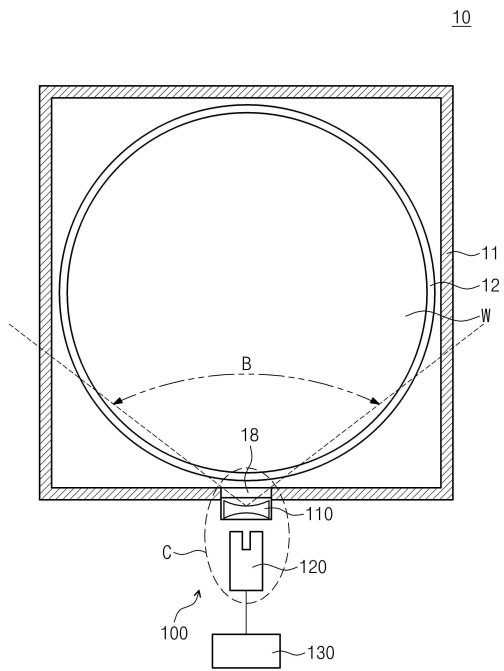
도면2



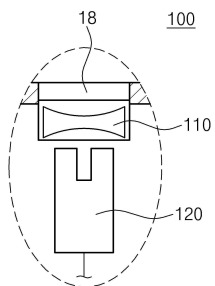
도면3



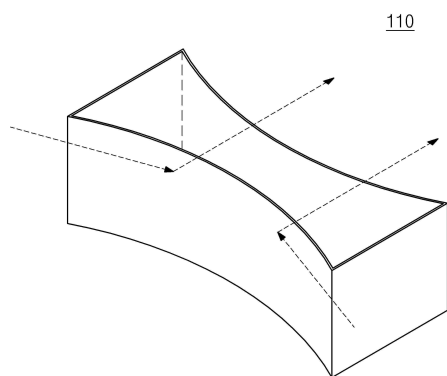
도면4



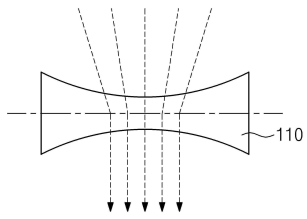
도면5



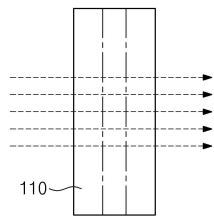
도면6



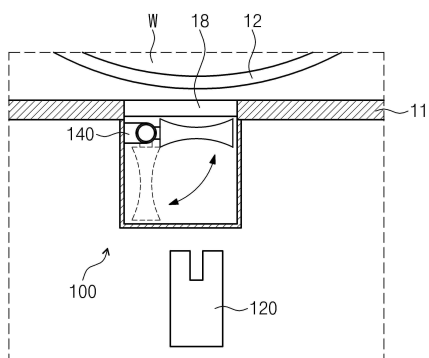
도면7



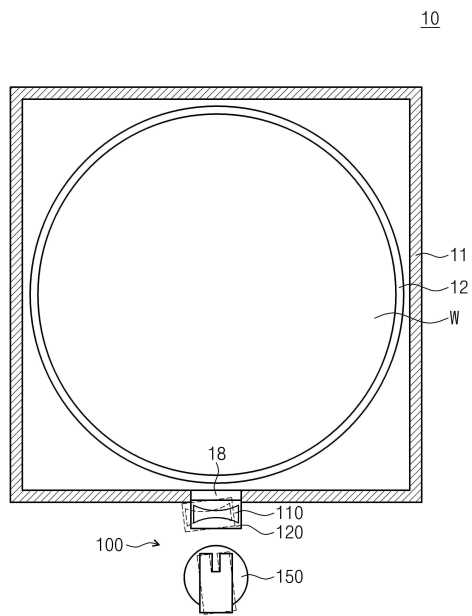
도면8



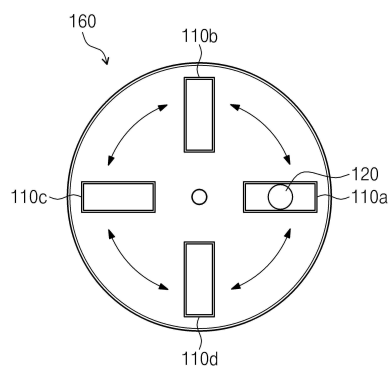
도면9



도면10



도면11



도면12

