



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월25일
(11) 등록번호 10-1571928
(24) 등록일자 2015년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/66 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0085658
(22) 출원일자 2013년07월19일
심사청구일자 2013년07월19일
(65) 공개번호 10-2014-0011996
(43) 공개일자 2014년01월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-161130 2012년07월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP09306894 A*
US20090211706 A1*
JP2009206275 A
JP2003092286 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시킴이샤 히다치 하이테크놀로지스
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14
(72) 발명자
야사꾸라 료지
일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 1쵸메 6-1 가부
시킴이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권 본부
다마키 겐지
일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 1쵸메 6-1 가부
시킴이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권 본부
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 박충범, 이중희

전체 청구항 수 : 총 6 항

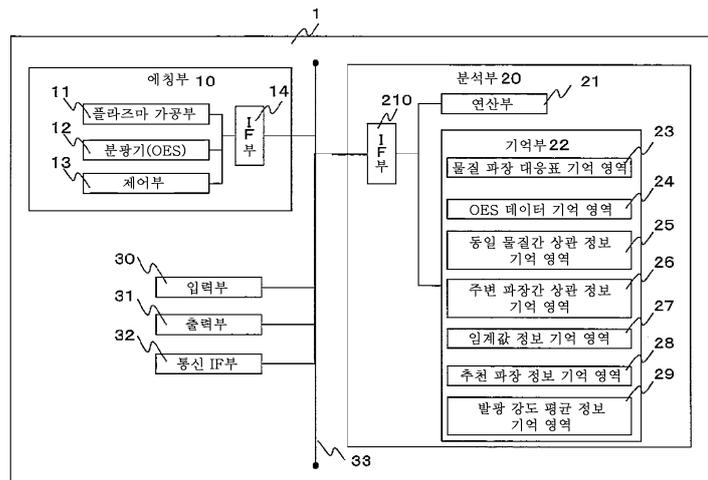
심사관 : 홍중선

(54) 발명의 명칭 분석 방법, 분석 장치 및 에칭 처리 시스템

(57) 요약

플라즈마로 웨이퍼를 가공하는 에칭 장치에 관계되고, 플라즈마의 발광 데이터를 구성하는 다수의 파장 중으로부터, 에칭 처리의 모니터·감시·제어에 사용하는 파장을 특정한다. 분석 장치는 반도체 웨이퍼를 에칭 처리 중 챔버 내의 발광을 측정하는 스텝과, 측정한 상기 챔버 내의 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 시계열 변화를 파장마다 구하는 스텝과, 미리 특정된 물질이 발광하는 파장에 대응하는 상기 시계열 변화를 비교하는 스텝과, 비교한 결과를 사용해서 상기 챔버 내의 발광에 기인하는 물질이 발광하는 특정 파장인 것을 특정하는 스텝에 의해, OES 데이터의 복수의 파장 중, 챔버 내에서 발광하는 복수의 파장으로부터 플라즈마에 포함되는 물질의 발광을 나타내는 파장을 특정할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

가고시마 아끼라

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1쵸메 6-1 가부
시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권 본부

시라이시 다이스께

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1쵸메 6-1 가부
시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권 본부

마스다 도시오

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1쵸메 6-1 가부
시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권 본부

명세서

청구범위

청구항 1

반도체 웨이퍼의 에칭 처리 중에 챔버 내의 발광을 계측하는 스텝과,
 미리 특정된 물질이 발광하는 복수의 파장의 파장마다 상기 계측된 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제1 시계열 변화를 구하는 스텝과,
 미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 주변 파장의 파장마다 상기 계측된 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제2 시계열 변화를 구하는 스텝과,
 상기 제1 시계열 변화의 파장 간의 상관관을 나타내는 제1 상관 값을 상기 미리 특정된 물질마다 산출하는 스텝과,
 상기 제1 시계열 변화와 상기 제2 시계열 변화 사이의 상관관을 나타내는 제2 상관 값을 파장마다 산출하는 스텝과,
 상기 제1 상관 값 또는 상기 제2 상관 값을 사용하여 상기 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광의 파장을 특정하는 스텝
 을 갖는 것을 특징으로 하는 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 주변 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화는, 상기 미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 파장까지의 발광 강도의 평균값의 시계열 변화인 것을 특징으로 하는 분석 방법.

청구항 3

반도체 웨이퍼의 에칭 처리 중에 계측된 챔버 내의 발광 값을 수신하는 수단과,
 미리 특정된 물질이 발광하는 복수의 파장의 파장마다 상기 수신한 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제1 시계열 변화를 구하는 수단과,
 미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 주변 파장의 파장마다 수신한 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제2 시계열 변화를 구하는 수단과,
 상기 제1 시계열 변화의 파장 간의 상관관을 나타내는 제1 상관 값을 상기 미리 특정된 물질마다 산출하는 수단과,
 상기 제1 시계열 변화와 상기 제2 시계열 변화 사이의 상관관을 나타내는 제2 상관 값을 파장마다 산출하는 수단과,
 상기 제1 상관 값 또는 상기 제2 상관 값을 사용하여 상기 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광의 파장을 특정하는 수단
 을 갖는 것을 특징으로 하는 분석 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 주변 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화는, 상기 미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 파장까지의 발광 강도의 평균값의 시계열 변화인 것을 특징으로 하는 분석 장치.

청구항 5

챔버 내에서 반도체 웨이퍼를 에칭 처리하는 수단과 상기 챔버 내의 발광의 강도를 계측하는 수단을 구비하고 상기 반도체 웨이퍼를 에칭 처리하는 에칭 장치와, 상기 에칭 처리의 상태를 분석하는 분석 장치를 구비하는 에칭 처리 시스템으로서,

상기 분석 장치는, 상기 반도체 웨이퍼의 에칭 처리 중에 계측된 챔버 내의 발광 값을 수신하는 수단과,

미리 특정된 물질이 발광하는 복수의 파장의 파장마다 상기 수신한 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제1 시계열 변화를 구하는 수단과,

미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 주변 파장의 파장마다 수신한 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 제2 시계열 변화를 구하는 수단과,

상기 제1 시계열 변화의 파장 간의 상관을 나타내는 제1 상관 값을 상기 미리 특정된 물질마다 산출하는 수단과,

상기 제1 시계열 변화와 상기 제2 시계열 변화 사이의 상관을 나타내는 제2 상관 값을 파장마다 산출하는 수단과,

상기 제1 상관 값 또는 상기 제2 상관 값을 사용하여 상기 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광의 파장을 특정하는 수단

을 구비하는 것을 특징으로 하는 에칭 처리 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 주변 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화는, 상기 미리 특정된 물질이 발광하는 파장으로부터 소정의 거리에 있는 파장까지의 발광 강도의 평균값의 시계열 변화인 것을 특징으로 하는 에칭 처리 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 반도체의 웨이퍼를 플라즈마를 사용해서 가공하는 에칭 장치에 있어서, 플라즈마 에칭 처리(이하, 에칭 처리라고 부름)의 사이에 계속되는 발광 데이터 중으로부터, 에칭 처리 결과에 영향을 미치는 파장을 선정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 웨이퍼 위에 형성되는 반도체 장치 등의 미세 형상을 얻기 위해, 플라즈마를 이용해서 물질을 전리하고, 그 물질의 작용(웨이퍼 표면에서의 반응)에 의해 웨이퍼 위의 물질을 제거하는 에칭 처리가 행해진다. 전리하는 물질은 다양하고, 웨이퍼 위의 물질도 제품 기능에 따라서 다종 다양하다.

[0003] 또한, 웨이퍼 위에 형상을 형성하기 위해, 유기계 물질의 레지스트를 도포하여 포토리소그래피에 의해 형상을 형성하고 나서 에칭 처리를 행한다. 또한, 소정의 형상을 얻기 위해 반응의 속도를 조절하기 위한 물질도 도입된다. 에칭 처리를 행하고 있는 챔버 용기 내에서는 다종 다양한 물질이 서로 반응하고 있다.

[0004] 플라즈마에 의한 전리 현상은 발광 현상을 수반하므로, 플라즈마를 이용해서 처리를 행하는 에칭 장치에는, 분광기(OES:Optical Emission Spectroscopy)를 탑재하고, 플라즈마의 발생 상태를 모니터할 수 있게 하고 있다.

[0005] 분광기에 의해 측정된 데이터를 이하에서는, OES 데이터라고 부른다.

[0006] OES 데이터는, 파장과 시간의 이차원의 요소를 갖고, 각 파장, 각 시간에 대해서 각각 측정된 발광 강도의 값을 갖고 있다.

[0007] OES 데이터는 에칭 처리의 상태에 따라서 발광 강도의 값이 변화하기 때문에, OES 데이터를 사용한 에칭 처리의 제어가 행해지고 있다.

[0008] 제어의 예로서는, OES 데이터 중 특정 파장의 값이 임계값을 초과한 경우에 에칭 처리를 종료시키거나, 또는, 투입하는 가스의 양을 감소시키는 등의 것을 들 수 있다.

[0009] OES 데이터로부터 제어에 이용하는 파장을 특정하는 방법으로서, 특허문헌 1에 기재하는 방법이 알려져 있다.

[0010] 특허문헌 1(일본 특허 출원 공개 평9-306894호 공보)에는, 플라즈마 장치를 사용해서 행해지는 플라즈마 처리에 수반하여 생기는 발광을 분석하고 특정 파장에서의 발광 강도의 계시적인 변화에 기초하여 플라즈마 처리의 실행에 앞서서 미리 중점의 검출에 최적의 파장을 자동적으로 설정하는 것이다. 구체적으로는, 강도차 검출 회로에 의해 검출된 차분이 최대값을 갖는 파장을 최적 파장으로 결정하는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 평9-306894호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 최근, 에칭 처리 대상인 반도체 웨이퍼의 패턴의 미세화가 진행되어, 에칭 처리에는 높은 정밀도가 요구되고 있다.

[0013] 플라즈마에 포함되어 있는 물질의 상태는, 에칭 처리의 결과와 강하게 관계되어 있다. 따라서, 에칭 처리를 고 정밀도로 행하기 위해서는, 에칭 처리 중 챔버 내의 플라즈마의 발광을 관찰하고, 관찰한 발광 상태에서부터 플라즈마에 포함되어 있는 물질의 발광을 나타내는 파장을 특정하는 것이 중요하다. 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광의 정보(발광 강도의 값이나 변화량)를 사용해서, 에칭 상태를 모니터링 하고, 처리를 감시·제어함으

로써, 에칭 처리의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0014] 에칭 처리 중 에칭을 종료시키는 타이밍인 종점을 검출하는 방법으로서 특허문헌 1의 방법이 있다. 그러나, 특허문헌 1에 기재된 방법에서는, 특정한 2개의 시점에서의 발광 강도를 평가하여 과장을 선택하고 있으므로, 그 2개의 시점 이외의 시점(예를 들어 에칭 처리의 중간 시점)에서의 발광 강도를 에칭 처리의 제어에 사용하는 경우에는, 유효한 과장을 선택할 수 없다고 하는 문제가 있었다.

[0015] 또한, 선택한 과장에서의 발광 강도가 플라즈마 중에 포함되는 물질에 기인하는 것인지 여부를 판단하는 것이 곤란하다고 하는 문제가 있었다.

[0016] 따라서 본 발명은, 에칭 중의 발광을 관찰한 OES 데이터로부터, 플라즈마에 포함되는 물질의 발광을 나타내는 과장을 특정하고, 에칭 처리의 모니터·감시·제어를 행하는 OES 데이터의 분석 방법, 분석 프로그램, 분석 장치 및 분석 시스템을 제공하는 것이 목적이다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 대표적인 형태는, OES 데이터에 대하여 연산을 행하는 분석부를 구비하는 에칭 장치 등이며, 이하에 나타내는 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명은, 반도체 웨이퍼를 에칭 처리 중 챔버 내의 발광을 계측하는 스텝과, 계측한 상기 챔버 내의 발광의 발광 강도가 시간에 따라서 변화하는 시계열 변화를 과장마다 구하는 스텝과, 미리 특정된 물질이 발광하는 과장에 대응하는 상기 시계열 변화를 비교하는 스텝과, 비교한 결과를 사용해서 상기 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질의 발광을 나타내는 과장인 것을 특정하는 스텝을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, OES 데이터의 복수의 과장으로부터, 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광을 나타내는 과장을 특정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 에칭 장치의 구성을 도시하는 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 에칭부의 구성을 도시하는 구성도이다.

도 3은 OES 데이터의 예를 설명하는 도면이다.

도 4는 특정 과장에서의 OES 데이터의 시계열 변화의 예를 설명하는 도면이다.

도 5는 물질 과장 대응표의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 6은 OES 데이터의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 7은 동일 물질간 상관 정보의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 8은 주변 과장간 상관 정보의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 9는 임계값 정보의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 10은 추천 과장 정보의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 11은 발광 강도 평균 정보의 테이블 예를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 분석 장치의 처리 플로우를 도시하는 도면이다.

도 13은 과장간의 시계열 변화에 상관성이 있는 경우의 예를 나타내는 도면이다.

도 14는 과장간의 시계열 변화에 상관성이 없는 경우의 예를 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 화면을 도시하는 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 화면을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 실시 형태를 설명하기 위한 전체 도면에 있어서, 동일한 부재에는 원칙적으로 동일한 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.
- [0022] [에칭 장치]
- [0023] 본 발명에서는 도 1의 에칭 장치의 구성도에 도시하는 바와 같이, 에칭 장치(1)는 에칭부(10)와 분석부(20)와 입력부(30)와 출력부(31)와 통신 IF부(32)를 갖고 이들은 버스(33)를 통해서 서로 접속되어 있다.
- [0024] 에칭부(10)는 플라즈마 가공부(11)와 분광기(OES)(12)와 제어부(13)와 IF부(14)를 구비하고, 플라즈마 가공부(11)는 플라즈마를 발생시켜 웨이퍼를 가공하고, 분광기(OES)(12)는 에칭 처리가 행해지는 동안에 플라즈마의 발광 데이터인 OES 데이터를 취득한다. OES 데이터는 IF부(14)를 통해서 분석부(20)가 갖는 기억부(22)에 저장된다. 제어부(13)는 플라즈마 가공부(11)에서의 처리를 제어한다. 에칭부(10)의 상세를 후술하는 도 2에서 설명한다.
- [0025] 분석부(20)는, 수집한 OES 데이터를 연산 처리하는 연산부(21)와, OES 데이터와 각 물질이 발하는 광의 파장을 나타내는 데이터와 연산 처리의 결과를 기억하는 기억부(22)와, IF부(210)를 구비하고, 연산부(21)는 OES 데이터보다 복수의 발광 강도의 시계열 데이터를 취득하고, 취득한 시계열 데이터간의 상관 계수 등의 유사도를 계산하고, 유사도의 크기로부터 에칭 처리의 모니터·감시·제어에 이용해야 할 파장을 특정하는 처리를 행한다. 연산부(21)가 행하는 연산 처리의 상세를 도 13에서 설명한다.
- [0026] 입력부(30)는, 유저 조작에 의한 정보 입력을 접수하는 예를 들어 마우스나 키보드 등이다. 출력부(31)는, 유저에 대하여 정보를 출력하는 디스플레이나 프린터 등이다. 통신 IF부(32)는, 버스(33)나 외부 네트워크 등을 통해서 다른 장치나 시스템(기존의 생산 관리 시스템 등과도 접속 가능함)과 접속하고 정보 송수신을 행하기 위한 인터페이스이다. 버스(33)는, 각 부(10, 20, 30, 31, 32)를 연결한다. 각 부의 IF부(14, 29 등)는, 버스(33)를 통해서 정보 송수신을 행하기 위한 인터페이스이다. 또한, 분석부(20)가, 에칭 장치(1)의 외부에 분석 장치로서 접속되는 형태로 해도 좋다.
- [0027] [에칭부]
- [0028] 에칭부(10)는 플라즈마 가공부(11)와 분광기(OES)(12)와 제어부(13)와 IF부(14)를 구비하고, 플라즈마 가공부(11)는 챔버(111)와 전극(112a, 112b)과 창(115)과 가스 공급기(117)를 구비하고 있다. 제어부(13)로부터의 지시에 의해 플라즈마 가공부(11)는 웨이퍼(114)를 챔버(111)의 내부에 저장하고, 가스 공급기(117)로부터 에칭 가스를 공급하고, 전극(112a, 112b)을 사용해서 전압을 거는 것에 의해 플라즈마화된 가스(113)를 웨이퍼(114)에 충돌시킴으로써 웨이퍼(114)를 가공한다. 가스(113)는, 가스 공급기(117)로부터 공급된 에칭 가스에 포함되는 물질이나 웨이퍼(114)로부터 가공의 과정에서 발생한 물질을 포함하고 있고, 가스에 포함되어 있는 물질에 따른 파장의 광(116)을 발생시킨다. 발생한 광은 창(115)을 통해서 분광기(OES)(12)에 의해 계측된다.
- [0029] [OES 데이터]
- [0030] 도 3에 분광기(OES)(12)에 의해 계측된 OES 데이터의 예를 나타낸다. OES 데이터는 파장과 시간의 이차원의 요소를 갖고, 각 파장, 각 시간에 대해서 각각 계측된 발광 강도의 값을 나타내고 있다. 도 4는 특정 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화를 나타낸다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 발광 강도의 값은 시간에 따라서 변화한다. 이 시계열 변화의 궤적은, 파장에 의해 다르다.
- [0031] [분석부]
- [0032] 도 1에 도시하는 바와 같이, 분석부(20)는 연산부(21)와 기억부(22)와 IF부(210)를 구비하고, 기억부(22)는 물질 파장 대응표 기억 영역(23)과, OES 데이터 기억 영역(24)과, 동일 물질간 상관 정보 기억 영역(25)과, 주변 파장간 상관 정보 기억 영역(26)과, 임계값 정보 기억 영역(27)과, 추천 파장 정보 기억 영역(28)을 구비하고 있다.
- [0033] 물질 파장 대응표 기억 영역(23)에는, 가스(113)에 포함될 가능성이 있는 물질에 대해서, 그 물질이 발하는 광(116)의 파장을 특정하는 정보가 저장된다. 상기 물질은, 단일 원소 또는 복수 원소가 결합된 것이고, 각 물질이 발하는 광의 파장은 사전에 계측되어 특정된 것이다. 또한, 여기에 기재된 물질이 항상 가스(113)에 포함되는 것은 아니다. 또한, 각 물질이 발하는 광의 파장은, 에칭 장치(1)의 조건이 서로 달라도 동일 물질이면 동일하다.
- [0034] 도 5는, 물질 파장 대응표 기억 영역(23)의 일 실시예인 물질 파장 대응표 테이블(23a)을 도시한다. 본 테이블

은, 물질란(23b), 파장란(23c) 등의 각 필드를 갖는다.

- [0035] 물질란(23b)에는, 가스(113)에 포함될 가능성이 있는 물질을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0036] 파장란(23c)에는, 물질란(23b)에서 특정된 물질이 발하는 광의 파장을 특정하는 정보가 저장된다. 파장란(23c)에서 특정되는 파장은, 1개 또는 복수의 물질에 대응지어진다.
- [0037] 또한, OES 데이터 중, 파장란(23c)에 저장된 파장에서의 발광 강도의 값은, 물질란(23b)에 대응지어진(동일 행에 저장된) 물질의 발광에 의해 결정된다고는 할 수 없다. 그 때문에, 파장란(23c)에 저장된 파장 중, 물질란(23b)에 대응지어진 물질의 발광에 의해 발광 강도의 값이 결정되는 것을 특정하는 것이, 플라즈마 가공부(11)의 모니터·감시·제어를 하는 데 있어서는 필요해진다.
- [0038] OES 데이터 기억 영역(24)에는, 분광기(OES)(12)에 의해 측정된 OES 데이터를 특정하는 정보가 저장된다.
- [0039] 도 6은, OES 데이터 기억 영역(24)의 일 실시예인 OES 데이터 테이블(24a)을 도시한다. 본 테이블은, 파장란(24b), 시간란(24c), 발광 강도란(24d) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0040] 파장란(24b)에는, 측정된 OES 데이터의 파장을 특정하는 정보가 저장된다. 파장란(24b)에는, 전술한 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)에 저장된 값과 동일한 값이 저장된 열이 존재한다.
- [0041] 시간란(24c)에는, 측정된 OES 데이터의 시간을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0042] 발광 강도란(24d)에는, 파장란(24b)에서 특정된 파장 및 시간란(24c)에서 특정된 시간에서의, OES 데이터의 발광 강도를 특정하는 정보가 저장된다.
- [0043] 동일 물질간 상관 정보 기억 영역(25)에는, OES 데이터 기억 영역(24)에 기억된 OES 데이터 중 물질 파장 대응표 기억 영역(23)에 기억된 파장에 해당하는 것에 대해서, 발광 강도의 시계열 데이터의 유사도인 상관 계수를 계산한 결과가 저장된다.
- [0044] 도 7은, 동일 물질간 상관 정보 기억 영역(25)의 일 실시예인 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)을 도시한다. 본 테이블은, 물질란(25b), 파장란(열 방향)(25c), 파장란(행 방향)(25d), 발광 강도 상관 1란(25e) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0045] 물질란(25b)은, 파장란(열 방향)(25c) 및 파장란(행 방향)(25d)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장의 광을 발하는 물질의 명칭이 저장된다.
- [0046] 파장란(열 방향)(25c)은, 물질란(25b)에 저장되는 값에 의해 특정되는 물질이, 물질 파장 대응표 테이블(23a)에 의해 대응지어져 있는 파장을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0047] 파장란(행 방향)(25d)은, 파장란(열 방향)(25c)과 마찬가지로, 물질란(25b)에 저장되는 값에 의해 특정되는 물질이, 물질 파장 대응표 테이블(23a)에 의해 대응지어져 있는 파장을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0048] 발광 강도 상관 1란(25e)은, 파장란(열 방향)(25c)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화와, 파장란(행 방향)(25d)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화와의, 유사도인 상관 계수를 특정하는 정보가 저장된다. 또한, 전술한 발광 강도의 시계열 변화는, OES 데이터 테이블(24a)에 의해 특정되는 값이다.
- [0049] 주변 파장간 상관 정보 기억 영역(26)에는, OES 데이터 기억 영역(24)에 기억된 OES 데이터 중 물질 파장 대응표 기억 영역(23)에 기억된 파장에 해당하는 것에 대해서, 발광 강도의 시계열 데이터의 유사도인 상관 계수를 계산한 결과가 저장된다.
- [0050] 도 8은, 주변 파장간 상관 정보 기억 영역(26)의 일 실시예인 주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)을 도시한다. 본 테이블은, 물질란(26a), 파장란(26c), 주변 파장란(26d), 발광 강도 상관 2란(26e) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0051] 물질란(26b)은, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)에 저장되는 값에 대응하는 물질명이 저장된다.
- [0052] 파장란(26c)은, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)에 저장되는 값에 대응하는 파장의 값이 저장된다.
- [0053] 주변 파장란(26d)은, 파장란(26c)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장을 기준으로 한, 파장의 주변 범위를 나타내는 정보가 저장된다. 도 8의 예에서는, 파장란(26c)에 저장되는 값으로부터 50을 뺀 값으로부터, 파장란(26c)에 저장되는 값으로부터 50을 더한 값까지가, 주변 파장란(26d)에 저장되어 있지만, 50 이외의 값이어도 좋고, 또한 뺀 값과 더한 값이 다른 값이 되어도 좋다.

- [0054] 발광 강도 상관 2란(26e)은, 파장란(26c)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장에서의 발광 강도의 시계열 변화와, 주변 파장란(26d)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장의 범위에서 평균적인 발광 강도의 시계열 변화와의, 유사도인 상관 계수를 특정하는 정보가 저장된다. 또한, 전술한 발광 강도의 시계열 변화는, OES 데이터 테이블(24a)에 의해 특정되는 값이다. 전술한 평균적인 발광 강도의 시계열 변화는, 후술하는 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)에 의해 특정되는 값이다.
- [0055] 임계값 정보 기억 영역(27)에는, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용하는 데 적합한 파장을 선택하기 위한 조건이 저장된다.
- [0056] 도 9는, 임계값 정보 기억 영역(27)의 일 실시예인 임계값 정보 테이블(27a)을 도시한다. 본 테이블은, 임계값 1란(27b), 임계값 2란(27c), 임계값 3란(27d) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0057] 임계값 1란(27b)은, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)에 있어서, 큰 상관 계수가 저장되어 있는 셀을 특정하기 위한 정보가 저장된다.
- [0058] 임계값 2란(27c)은, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)에 저장된 정보를 사용해서, 추천 파장으로 해야 할 파장을 특정하기 위한 정보가 저장된다.
- [0059] 임계값 3란(27d)은, 주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)에 저장된 정보를 사용해서, 추천 파장으로 해야 할 파장을 특정하기 위한 정보가 저장된다.
- [0060] 추천 파장 정보 기억 영역(28)은 물질 파장 대응표 기억 영역(23)에 기억된 파장 중, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용하는 파장을 특정하는 정보를 기억한다.
- [0061] 도 10은, 추천 파장 정보 기억 영역(28)의 일 실시예인 추천 파장 정보 테이블(28a)을 도시한다. 본 테이블은, 물질란(28a), 파장란(28c), 추천 파장란(28d) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0062] 물질란(28b)은, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)에 저장되는 값에 대응하는 물질명이 저장된다.
- [0063] 파장란(28c)은, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)에 저장되는 값에 대응하는 파장의 값이 저장된다.
- [0064] 추천 파장란(28d)은, 파장란(28c)에 저장되는 값에 의해 특정되는 파장이, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 의 이용에 적합한 파장인 것을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0065] 발광 강도 평균 정보 기억 영역(29)은, OES 데이터 기억 영역(24)에 기억된 OES 데이터를 특정 파장 구간에서 평균적인 값을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0066] 도 11은, 발광 강도 평균 정보 기억 영역(29)의 일 실시예인 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)을 도시한다. 본 테이블은, 주변 파장란(29b), 시간란(29c), 발광 강도 평균란(29d) 등의 각 필드를 갖는다.
- [0067] 주변 파장란(29b)은, 발광 강도 평균란(29d)에 저장되는 값에 의해 특정되는 발광 강도 평균을 산출한, 파장의 주변 범위를 특정하는 정보가 저장된다.
- [0068] 시간란(29c)은, 발광 강도 평균란(29d)에 저장되는 값에 의해 특정되는 발광 강도 평균이 측정된 시간을 특정하는 정보가 저장된다.
- [0069] 발광 강도 평균란(29d)에는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값을, 주변 파장란(29b)에 저장되는 값에 의해 특정되는 범위에서 평균화한 결과를 특정하는 정보가 저장된다.
- [0070] [분석부(20)의 분석 처리]
- [0071] 도 12는, 분석부(20)의 주로 연산부(21)에 의한 분석 처리를 도시한다(S101등은 처리 스텝을 나타낸다). 도 12를 사용해서, 분석 처리를 설명한다.
- [0072] 연산부(21)는 예칭부(10)에 의한 예칭 처리가 종료되거나, 혹은 유저에 의한 분석 처리의 실행 명령이 입력되면, 도 12에 도시하는 분석 처리를 실행한다. 분석 처리 실행의 단계에서, 물질 파장 대응표 테이블(23a), OES 데이터 테이블(24a), 임계값 정보 테이블(27a)에는 각각 값이 저장되어 있다. 물질 파장 대응표 테이블(23a)에는 과거의 실험에 의해 측정된 값이, OES 데이터 테이블(24a)에는 분광기(OES)(12)에 의해 측정된 값이, 임계값 정보 테이블(27a)에는 설계자에 의해 결정된 값이, 저장되어 있다.
- [0073] (S101)

- [0074] S101에서는, 연산부(21)는, 각 데이터 테이블에 계산상 필요한 데이터를 저장한다.
- [0075] 우선, 연산부(21)는 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)에 저장된 값을, 주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)의 물질란(26b)에 저장하고, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)에 저장된 값을, 파장란(26c)에 저장한다.
- [0076] 또한, 연산부(21)는 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)에 저장된 값을, 추천 파장 정보 테이블(28a)의 물질란(28b)에 저장하고, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)에 저장된 값을, 파장란(28c)에 저장한다.
- [0077] 또한, 연산부(21)는 OES 데이터 테이블(24a)의 시간란(24c)에 저장된 값을, 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 시간란(29c)에 저장한다.
- [0078] S101 종료시에, 연산부는 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 행 번호를 나타내는 값 i에 1을 저장한다.
- [0079] (S102)
- [0080] S102에서는, 연산부(21)는 OES 데이터 테이블(24a)의 정보를 입력으로서, 동일 물질간에서의 발광 강도의 시계열 데이터의 상관을 산출하고, 산출한 상관을 동일 물질 상관 정보 테이블(25a)에 저장한다.
- [0081] 우선 연산부(21)는 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 전체 데이터를 소거한다.
- [0082] 다음에, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)의 i행째에 저장된 값(물질 i)을 읽어들이고, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 물질란(25b)에 저장한다.
- [0083] 또한, 연산부(21)는 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)을 제1행째로부터 최종 행까지 주사하고, 물질 i와 동일한 값이 저장된 행에 대해서는, 파장란(23c)의 당해 행에 저장된 값을 파장란(열 방향)(25c)의 최종 열 및 파장란(행 방향)(25d)의 최하 행에 저장한다. 또한, 최하 열에 이미 값이 저장되어 있는 경우에는 최종 열에 1열 추가하고, 당해 열에 값을 저장한다. 또한, 최하 행에 이미 값이 저장되어 있는 경우도 마찬가지로, 최하 행에 1행 추가하고, 당해 행에 값을 저장한다. 이 처리에 의해, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 파장란(열 방향)(25c) 및 파장란(행 방향)(25d)에는, 물질 i에 대응하는 파장을 특정하는 값이 저장되게 된다.
- [0084] 또한, 연산부(21)는 발광 강도 상관 1란(25e)에 값을 저장한다. 파장란(열 방향)(25c)의 열 번호를 j로 하고, 파장란(행 방향)의 행 번호를 k로 두면, 발광 강도 상관 1란(25e)의 k행 j열에 저장되는 값(r₁)은, 하기의 수학적 식 1에 의해 산출된다.

수학적 식 1

$$r_1 = \left[\frac{\left\{ \sum_{l=1}^n \left(x_{lp} - \sum_{m=1}^n x_{mp} / n \right) \left(x_{lq} - \sum_{m=1}^n x_{mq} / n \right) \right\}^2}{\left\{ \sum_{l=1}^n \left(x_{lp} - \sum_{m=1}^n x_{mp} / n \right)^2 \right\} \left\{ \sum_{l=1}^n \left(x_{lq} - \sum_{m=1}^n x_{mq} / n \right)^2 \right\}} \right]^{1/2}$$

- [0085]
- [0086] 수학적 식 1에서의 각 기호의 의미는 하기와 같다.
- [0087] p는, OES 데이터 테이블(24a)의 파장란(24b)에서, 파장란(열 방향)(25c)의 j열에 저장된 값과 동일한 값이 저장된 열의 번호를 나타낸다.
- [0088] q는, OES 데이터 테이블(24a)의 파장란(24b)에서, 파장란(행 방향)(25d)의 k행에 저장된 값과 동일한 값이 저장된 열의 번호를 나타낸다.
- [0089] x_{lp}는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, l행 p열에 저장된 값을 나타낸다.
- [0090] x_{mp}는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, m행 p열에 저장된 값을 나타낸다.
- [0091] x_{lq}는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, l행 q열에 저장된 값을 나타낸다.

- [0092] x_{mq} 는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, m행 q열에 저장된 값을 나타낸다.
- [0093] n은, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)의 행수를 나타내고 있다.
- [0094] r_1 은, 수학적 식 1에서 계산되는 값(상관 계수)이고, 발광 강도란(24d)의 p열에 저장된 값과, 발광 강도란(24d)의 q열에 저장된 값의, 시계열 변화의 유사도의 크기를 나타내고 있다.
- [0095] 도 13에, 발광 강도의 시계열 변화를 그래프화한 것과, 그 2개의 그래프로 나타내는 시계열 변화간의 상관 계수 r_1 의 값을 나타낸다. 2개의 그래프의 시계열 변화는 유사하고 있고, 상관 계수 r_1 도 큰 것을 알 수 있다.
- [0096] 또한, 수학적 식 1에서는, 상관 계수를 이용하고 있지만, 그 이외의 유사도를 평가하는 지표를 이용해도 좋다.
- [0097] 연산부(21)는 발광 강도 상관 1란(25e)의 행 및 열의 모든 조합에 대해서, 수학적 식 1을 사용해서 상관 계수를 산출하고, 산출한 값을 저장한다.
- [0098] (S103)
- [0099] S103에서는, 연산부(21)는 OES 데이터 테이블(24a)의 정보를 입력으로서, i행째 파장의 주변의 파장에서의 발광 강도의 평균값을 산출하고, 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)에 저장한다.
- [0100] 우선, 연산부(21)는 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값을 읽어들이고, 읽어들이는 값을 기준으로 한 파장의 주변 범위를 결정한다. 본 실시예에서는, 읽어들이는 값으로부터 50을 뺀 값을 범위의 최소값으로 하고, 읽어들이는 값에 50을 더한 값을 범위의 최대값으로 한다.
- [0101] 연산부(21)는, 결정한 범위를, 「범위의 최소값 내지 범위의 최대값」의 형식으로, 주변 파장간 상관 정보 테이블(26d)의 주변 파장란(26d)의 i행째와, 추천 파장 정보 데이터 테이블(29a)의 주변 파장란(29b)에 저장한다.
- [0102] 다음에, 연산부(21)는 OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)의 1행째로부터 최하 행에 대해서, 주변 파장에서의 발광 강도의 평균값을 하기의 수학적 식 2에 의해 산출하고, 산출한 값(Ave_o)을 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 발광 강도 평균란(29d)에 저장한다.

수학적 식 2

$$Ave_o = \frac{\left(\sum_{s=1}^u f(x_{os}) \right)}{\left(\sum_{s=1}^u g(x_{os}) \right)}$$

$$f(x_{os}) = \begin{cases} x_{os} \cdot \lambda_s \geq \lambda_{\min} \text{ and } \lambda_s \leq \lambda_{\max} \text{ and } \lambda_s \neq \lambda_i \\ 0, \text{ 상기 이외} \end{cases}$$

$$g(x_{os}) = \begin{cases} 1, \lambda_s \geq \lambda_{\min} \text{ and } \lambda_s \leq \lambda_{\max} \text{ and } \lambda_s \neq \lambda_i \\ 0, \text{ 상기 이외} \end{cases}$$

- [0103]
- [0104] 수학적 식 2에서의 각 기호의 의미는 하기와 같다.
- [0105] o는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에서의 행 번호를 나타낸다.
- [0106] x_{os} 는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, o행 s열에 저장된 값을 나타낸다.
- [0107] λ_s 는, OES 데이터 테이블(24a)의 파장란(24b)에 저장된 값 중, s열에 저장된 값을 나타낸다.
- [0108] λ_{\min} 은, 전술한 범위의 최소값을 나타낸다.
- [0109] λ_{\max} 는, 전술한 범위의 최대값을 나타낸다.
- [0110] λ_i 는, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값을 나타낸다.
- [0111] u는, OES 데이터 테이블(24a)의 파장란(24c)의 열수를 나타낸다.

[0112] Ave_o는, 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 발광 강도 평균란(29d)의 o행에 저장되는 값을 나타낸다.

[0113] 수학적 식 2는, 주변 파장간 상관 정보 테이블(26d)의 주변 파장란(26d)의 i행째에 저장된 값의 범위에 포함되고, 또한, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값에 일치하지 않고, 파장에 대해서 발광 강도의 평균을 산출하는 것을 의미하고 있다. 또한, 여기서는 i행째에 저장된 값과 일치하는 파장의 발광 강도를 평균값의 계산으로부터 제외하고 있지만, 포함시켜도 좋다.

[0114] (S104)

[0115] S104에서는, 연산부(21)는 OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 정보와, 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 발광 강도 평균란(29d)에 저장된 정보로부터, 발광 강도의 시계열 데이터의 상관을 산출하고, 산출한 값을 주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)의 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장한다.

[0116] 연산부(21)는 발광 강도 상관 2란(26e)의 i행째에, 하기의 수학적 식 3에 의해 산출되는 값(r₂)을 저장한다.

수학적 식 3

$$r_2 = \left[\frac{\left\{ \sum_{l=1}^n \left(x_{lp} - \sum_{m=1}^n x_{mp} / n \right) \left(y_l - \sum_{m=1}^n y_l / n \right) \right\}^2}{\left\{ \sum_{l=1}^n \left(x_{lp} - \sum_{m=1}^n x_{mp} / n \right)^2 \right\} \left\{ \sum_{l=1}^n \left(y_l - \sum_{m=1}^n y_l / n \right)^2 \right\}} \right]^{1/2}$$

[0117]

[0118] 수학적 식 3에서의 각 기호의 의미는 하기와 같다.

[0119] p는, OES 데이터 테이블(24a)의 파장란(24b)에서, 파장란(23c)의 i행에 저장된 값과 동일한 값이 저장된 열의 번호를 나타낸다.

[0120] x_{lp}는, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값 중, l행 p열에 저장된 값을 나타낸다.

[0121] y_l은, 발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 발광 강도란(29d)에 저장된 값 중, l행에 저장된 값을 나타낸다.

[0122] n은, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)의 행수를 나타내고 있다.

[0123] r₂는, 수학적 식 3에서 계산되는 값(상관 계수)이고, OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)의 p열에 저장된 값과, 발광 강도란(24d)의 q열에 저장된 값의, 시계열 변화의 유사도의 크기를 나타내고 있다.

[0124] 또한, 수학적 식 3에서는, 상관 계수를 이용하고 있지만, 그 이외의 유사도를 평가하는 지표를 이용해도 좋다.

[0125] (S105)

[0126] S105에서는, 연산부(21)는 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)에 저장된 정보를 사용해서, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값에 의해 특정되는 파장이, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 파장인지 여부를 판정한다.

[0127] 연산부(21)는 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)에 저장된 값을 입력으로서, 발광 강도 상관 1란(25e)에 저장된 값이, 임계값 정보 테이블(27a)의 임계값 1란(27b)에 저장된 값을 이상이 되는 비율(R₁) 하기의 수학적 식 4를 사용해서 산출한다.

수학식 4

$$R_1 = \begin{cases} \sum_{w=1}^a h(z_{vw}) / (a-1), a \neq 1 \\ 0, a = 1 \end{cases}$$

$$h(z_{vw}) = \begin{cases} 1, z_{vw} \geq Th_1 \text{ and } \lambda_v \neq \lambda_w \\ 0, \text{상기 이외} \end{cases}$$

[0128]

[0129]

수학식 4에서의 각 기호의 의미는 하기와 같다.

[0130]

v 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 과장란(행 방향)(25d)에 있어서, 과장란(23c)의 i 행에 저장된 값과 동일한 값이 저장된 행의 번호를 나타낸다.

[0131]

w 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)의 열 번호를 지정하는 값이다.

[0132]

a 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)의 열수를 나타낸다.

[0133]

z_{vw} 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)에 저장된 값 중, v 행 w 열에 저장된 값을 나타낸다.

[0134]

Th_1 은, 임계값 정보 테이블(27a)의 임계값 1란(27b)에 저장된 값이다.

[0135]

λ_v 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 과장란(행 방향)(25d)에 저장된 값 중, v 행에 저장된 값을 나타낸다.

[0136]

λ_w 는, 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 과장란(열 방향)(25c)에 저장된 값 중, w 열에 저장된 값을 나타낸다.

[0137]

R_1 은, 수학식 4에서 계산되는 값이고, 물질 과장 대응표 테이블(23a)의 과장란(23c)의 i 행째에 저장된 값에 의해 특정되는 과장의 발광 강도의 상관 계수가, 임계값 1란(27b)에 의해 특정되는 값 이상인 것의 비율을 나타내고 있다. R_1 의 값이 큰 것은, 동일 물질에 대응지어진 과장의 발광 강도가, 유사한 시계열 변화를 하고 있는 것을 나타내고 있다. 유사한 시계열 변화를 하는 이유는, 그 대응지어진 물질의 양의 증감 등에 기인한다고 생각된다(물질의 양이 증가하면, 그 물질에 대응지는 과장의 발광 강도는 물질의 양의 증가량에 따라서 커진다). 그와 같은 과장의 발광 강도를 에칭부(10)의 모니터·감시·제어에 사용함으로써, 가스(113)에 포함되는 물질의 양 등을 파악할 수 있어, 에칭부(10)를 적절하게 모니터·감시·제어할 수 있다고 생각된다.

[0138]

상기의 사고 방식 하에, 다음에 연산부(21)는 R_1 과 임계값 2란(27c)에 저장되는 값을 비교하고, R_1 이 임계값 2란(27c)에 저장되는 값 이상이면, 물질 과장 대응표 테이블(23a)의 과장란(23c)의 i 행째에 저장된 값에 의해 특정되는 과장이, 에칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 과장이라고 판정하고, S106의 처리로 진행한다.

[0139]

R_1 이 임계값 2란(27c)에 저장되는 값보다도 작으면, 연산부(21)는 S107의 처리로 진행한다.

[0140]

(S106)

[0141]

S106에서는, 연산부(21)는 추천 과장 정보 테이블(28a)의 추천 과장란(28d)의 i 행에, 에칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 과장이라고 판정한 것을 나타내는 “추천 1”의 값을 저장한다.

[0142]

(S107)

[0143]

S107에서는, 연산부(21)는 동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)에 저장된 정보를 사용해서, 물질 과장 대응표 테이블(23a)의 과장란(23c)의 i 행째에 저장된 값에 의해 특정되는 과장이, 에칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 과장인지 여부를 판정한다.

[0144]

연산부(21)는 주변 과장간 상관 정보 테이블(26a)의 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장된 값과, 임계값 정보 테이블

블(27a)의 임계값 3란(27d)에 저장된 값을 비교하고, 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장된 값이, 임계값 3란(27d)에 저장된 값보다도 작으면, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값에 의해 특정되는 파장이, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 파장이라고 판정하고, S108의 처리로 진행한다.

[0145] 주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)의 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장된 값이 작은 경우는, 도 14에 도시하는 바와 같이 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값에 의해 특정되는 파장의 발광 강도의 시계열 변화와, 주변의 파장에서의 발광 강도의 평균의 시계열 변화 사이의, 유사도가 작은 것을 나타내고 있다. 이 경우, 당해 파장의 발광 강도는, 그 대응지어진 물질의 양이나 온도 등에 기인하여 증감하는 것이라고 생각된다. 그와 같은 파장의 발광 강도를 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 사용함으로써, 가스(113)에 포함되는 물질의 양이나 온도 등을 파악할 수 있어, 예칭부(10)를 적절하게 모니터·감시·제어할 수 있다고 생각된다.

[0146] 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장된 값이, 임계값 3란(27d)에 저장된 값 이상이면, 연산부(21)는 S109의 처리로 진행한다.

[0147] (S108)

[0148] S108에서는, 연산부(21)는 추천 파장 정보 테이블(28a)의 추천 파장란(28d)의 i행에, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 파장이라고 판정한 것을 나타내는 “추천 2”의 값을 저장한다. 또한, 이미 “추천 1”의 값이 저장되어 있었던 경우는, “추천 1”과 “추천 2”를 병기한다.

[0149] (S109)

[0150] S109에서는, 연산부(21)는 S106 또는 S108의 처리를 실행한 경우에, 예칭부(10)의 모니터·감시·제어에 이용할 수 있는 파장을 유저에게 제시하는 처리를 행한다.

[0151] 추천 파장 정보 테이블(28a)의 추천 파장란(28d)의 i행에 “추천 1”의 값이 저장되어 있었던 경우는, 연산부(21)는 출력부(31)에 예를 들어 도 15에 도시하는 바와 같은 정보를 표시한다.

[0152] 연산부(21)는, 챔버 내의 플라즈마에 포함되는 물질이 발하는 광을 나타내는 파장이라고 판정되고, 장치 제어 및 품질 해석에 사용하는 것을 추천이 되는 파장[물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값]과 그 파장이 대응지어진 물질의 명칭[물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)의 i행째에 저장된 값]을 표시한다.

[0153] 또한, 연산부(21)는, 추천으로 하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화와, 추천으로 하는 파장과 동일 물질에 기인하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화와의 상관 계수[동일 물질간 상관 정보 테이블(25a)의 발광 강도 상관 1란(25e)에 저장된 값]를 표시한다.

[0154] 또한, 연산부(21)는, 추천으로 하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화와, 추천으로 하는 파장과 동일 물질에 기인하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화[OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값]를 그래프로서 표시한다.

[0155] 추천 파장 정보 테이블(28a)의 추천 파장란(28d)의 i행에 “추천 2”의 값이 저장되어 있었던 경우는, 연산부(21)는 출력부(31)에 예를 들어 도 16에 도시하는 바와 같은 정보를 표시한다.

[0156] 연산부(21)는, 추천으로 하는 파장[물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 i행째에 저장된 값]과 그 파장이 대응지어진 물질의 명칭[물질 파장 대응표 테이블(23a)의 물질란(23b)의 i행째에 저장된 값]을 표시한다.

[0157] 또한, 연산부(21)는, 추천으로 하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화와, 추천으로 하는 파장의 주변 파장에서의 발광 강도 평균의 시계열 변화와의 상관 계수[주변 파장간 상관 정보 테이블(26a)의 발광 강도 상관 2란(26e)에 저장된 값]를 표시한다.

[0158] 또한, 연산부(21)는, 추천으로 하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화[OES 데이터 테이블(24a)의 발광 강도란(24d)에 저장된 값]와, 추천으로 하는 파장과 동일 물질에 기인하는 파장의 발광 강도의 시계열 변화[발광 강도 평균 정보 테이블(29a)의 발광 강도 평균란(29d)에 저장된 값]를 그래프로서 표시한다.

[0159] (S110)

[0160] S110에서는, 연산부(21)는, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 최하 행에 도달하고 있는 경우는 처

리를 종료하고, 최하 행에 도달하지 않은 경우는, i에 1을 더하여, 물질 파장 대응표 테이블(23a)의 파장란(23c)의 다음 행에 대해서 계산을 실행한다.

[0161] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태의 에칭 장치(1)[분석부(20)]에서는, 분광기(OES)가 측정한 데이터와, 각각의 물질이 발하는 광의 파장의 정보 등을 입력 정보로서, 가스(113)의 특성[가스(113)에 포함되는 물질의 양이나 온도 등]을 적절하게 파악할 수 있는 파장을 제시할 수 있다. 에칭 장치(1)의 제어부(13)는 제시된 파장의 발광 강도를 입력으로서, 챔버(111)에 공급하는 가스의 양이나 온도, 전압 등을 적절하게 제어함으로써, 에칭 처리를 보다 효율적으로 행할 수 있다.

[0162] 또한, 다수의 후보를 갖는 OES 데이터의 파장 중으로부터, 모니터·감시·제어에 이용하는 파장을 자동적으로 선정할 수 있으므로, 큰 공수가 가해지는 에칭 데이터의 해석을 삭감하여, 효율적으로 에칭의 모니터·감시·제어를 하는 것이 가능해진다.

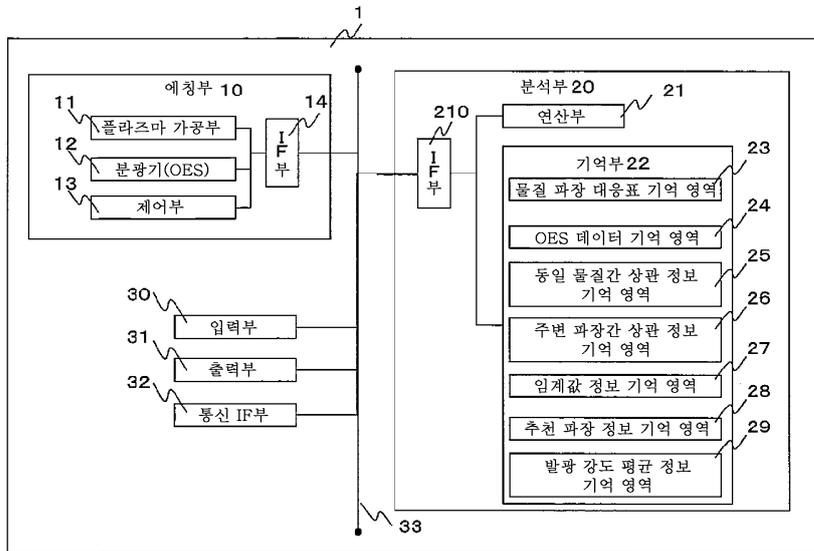
[0163] 이상, 본 발명을 실시 형태에 기초하여 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되는 것이 아니라, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경 가능하다.

부호의 설명

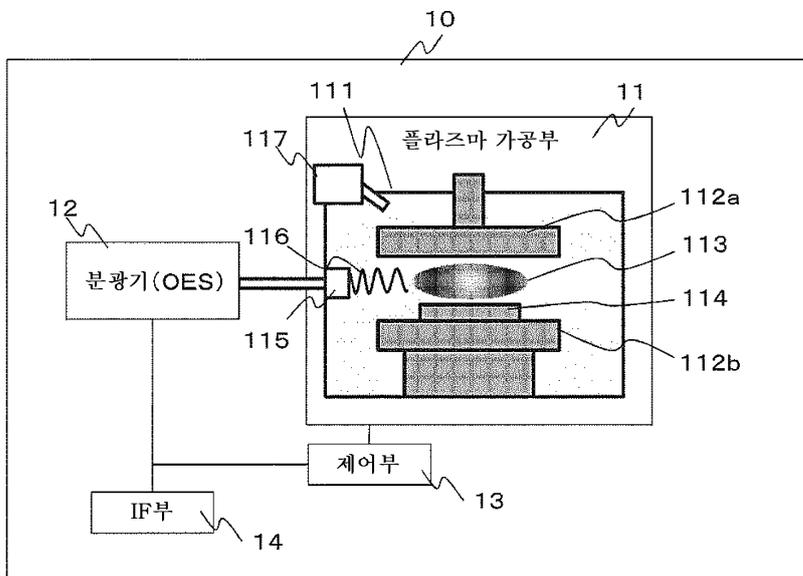
- [0164] 1 : 에칭 장치
- 10 : 에칭부
- 11 : 플라즈마 가공부
- 12 : 분광기(OES)
- 13 : 제어부
- 14 : IF부
- 20 : 분석부
- 21 : 연산부
- 22 : 기억부
- 23 : 물질 파장 대응표 기억 영역
- 24 : OES 데이터 기억 영역
- 25 : 동일 물질간 상관 정보 기억 영역
- 26 : 주변 파장간 상관 정보 기억 영역
- 27 : 임계값 정보 기억 영역
- 28 : 추천 파장 정보 기억 영역
- 29 : 발광 강도 평균 정보 기억 영역
- 210 : IF부
- 30 : 입력부
- 31 : 출력부
- 32 : 통신 IF부
- 33 : 버스

도면

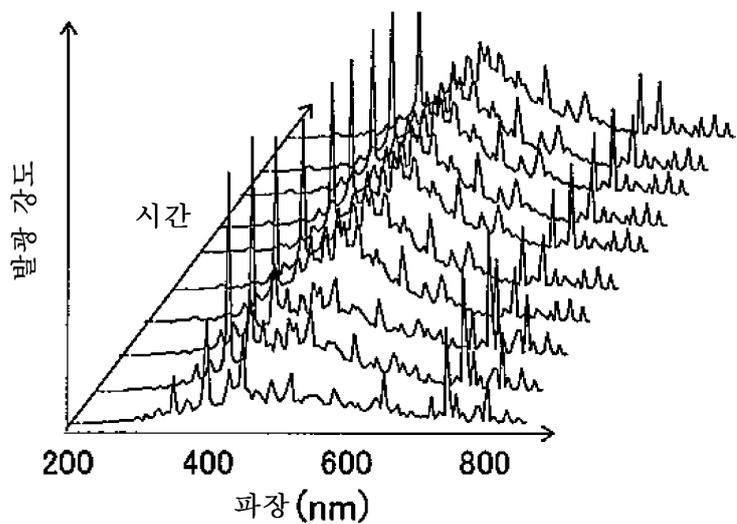
도면1



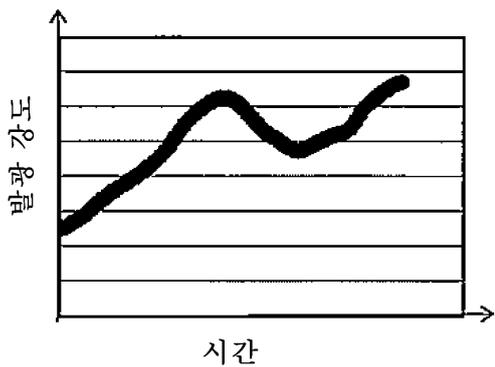
도면2



도면3



도면4



도면5

23a

23b 23c

물질	파장
Al	308.2
Al	309.3
Al	394.4
Al	396
AlCl	261.4
AlCl	264.8
AlCl	268.3
□ □ □	□ □ □
Ti	294.2
□ □ □	□ □ □

도면6

24a

24b

24c

24d

시간	파장 (nm)						
	201.1	201.2	...	294.2	...	300.0	...
0	257.9	259.1	...	259.4	...	259.5	...
0.5	256.9	258.7	...	265.4	...	276.5	...
1	255.6	256.4	...	268.3	...	262.5	...
1.5	255.3	256.4	...	281.4	...	261.2	...
2	255.6	257.3	...	287.3	...	261.7	...
2.5	255.2	256.8	...	302.5	...	265.4	...
3	256.2	256.4	...	316.8	...	266.5	...
3.5	256.0	257.5	...	327.9	...	265.3	...
4	256.4	256.9	...	337.3	...	262.2	...
4.5	256.0	257.6	...	357.0	...	273.2	...
...
100	254.8	255.5	...	470.5	...	266.3	...

도면7

25a						
25b	물질	Al	25c			
25d	파장	25e				
		308.2	309.3	394.4	396	
		308.2	1	0.96	0.77	0.78
		309.3	0.97	1	0.71	0.75
		394.4	0.77	0.71	1	0.98
396	0.78	0.75	0.98	1		

도면8

26a				
26b	26c	26d	26e	
물질	파장	주변 파장	발광 강도 상관 2	
Al	308.2	258.2 ~ 358.2	0.93	
Al	309.3	259.3 ~ 359.3	0.95	
Al	394.4	344.4 ~ 444.4	0.98	
Al	396	346 ~ 446	0.97	
AlCl	261.4	211.4 ~ 311.4	0.95	
...	
Ti	294.2	244.2 ~ 344.2	-0.75	
...	

도면9

27a		
27b	27c	27d
임계값 1	임계값 2	임계값 3
0.95	0.5	0.5

도면10

물질	파장	추천 파장
Al	308.2	
Al	309.3	
Al	394.4	
Al	396	
AlCl	261.4	추천 1
AlCl	264.8	
AlCl	268.3	
...	...	
Ti	294.2	추천 2
...	...	

도면11

29a

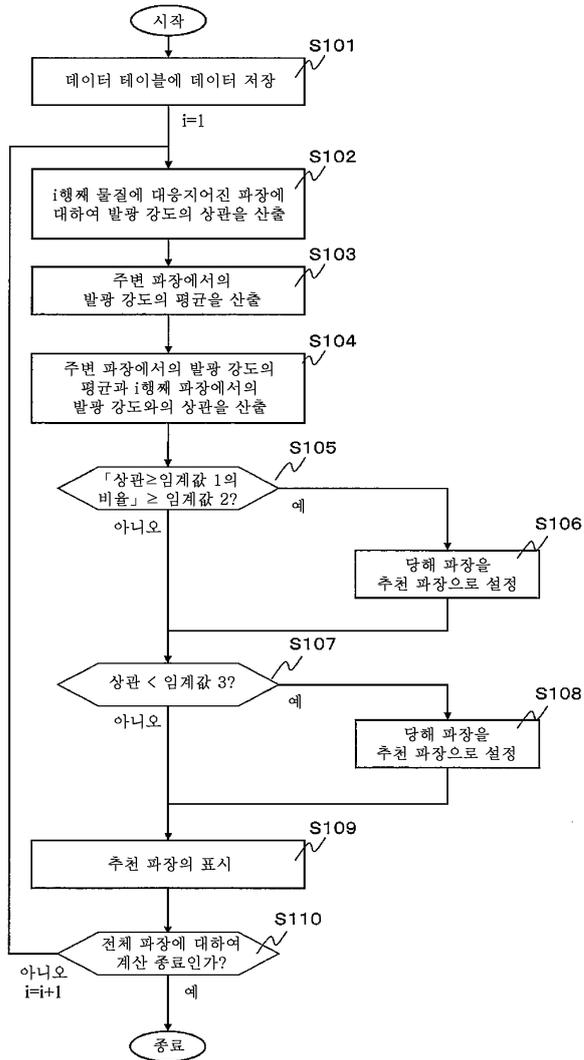
29b

29c

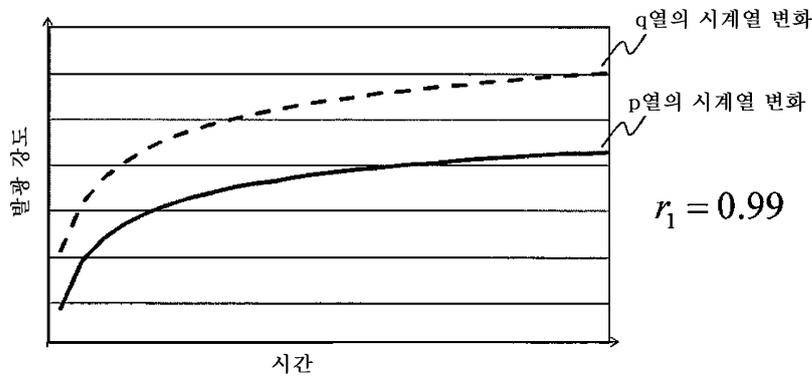
29d

주변 파장	
244.2 ~ 344.2	
시간	발광 강도 평균
0	263.9
0.5	262.7
1	261.6
1.5	260.4
2	261.1
2.5	260.7
3	262.0
3.5	261.5
4	262.0
4.5	261.2
...	...
100	260.4

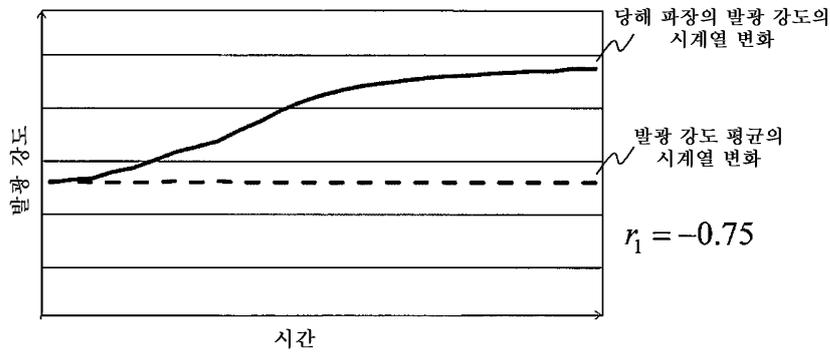
도면12



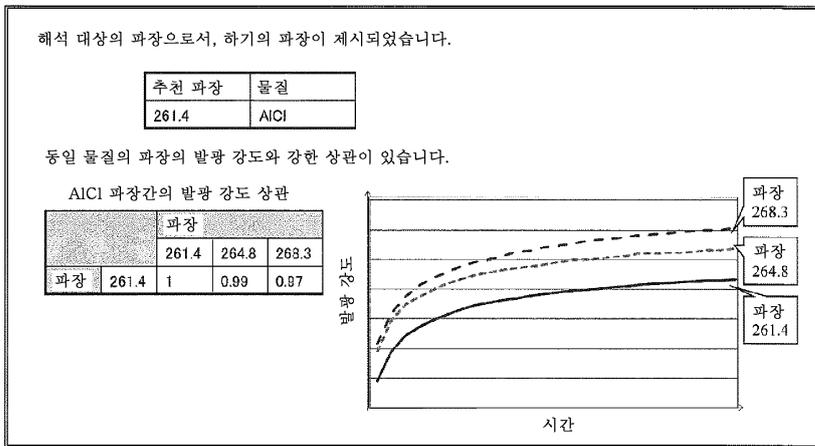
도면13



도면14



도면15



도면16

