



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0025381
 (43) 공개일자 2014년03월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01B 11/06 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
 G01N 21/33 (2006.01) G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7026721
- (22) 출원일자(국제) 2012년04월06일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년10월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/059495
- (87) 국제공개번호 WO 2012/141090
 국제공개일자 2012년10월18일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2011-087179 2011년04월11일 일본(JP)

- (71) 출원인
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
- (72) 발명자
 티엔 차이쥬
 일본, 오사카후, 오사카시, 츠루미쿠, 하마,
 2-3-25-1313
- 노자와 토시히사
 일본, 미야기켄, 센다이시, 이즈미쿠, 오사와 3초
 메, 2-1, 도쿄 엘렉트론 기쥬츠 켄큐쇼 가부시키키
 가이샤 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 특허법인엠에이피에스

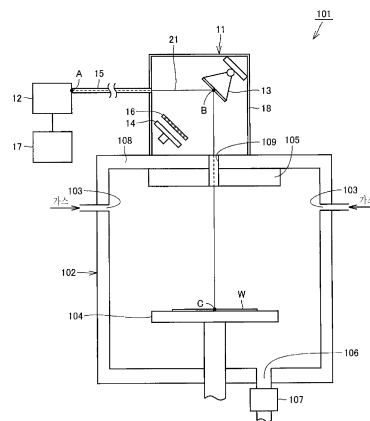
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 장치에 이용되는 프로세스 모니터 장치, 프로세스 모니터 방법 및 기판 처리 장치**

(57) 요약

프로세스 모니터 장치(11)는, 광을 출사하는 광원부와, 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부와, 광원부로부터 출사된 광을 웨이퍼(W)까지 유도하고, 웨이퍼(W)로부터 반사된 반사광을 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 경로(21)와, 제 1 광 경로(21)와 동등한 광 전반 특성을 가지도록 구성되고, 광원부로부터 출사된 광을, 웨이퍼(W)를 경유하지 않고 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 경로와, 제 2 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 제 1 광 경로(21)를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 웨이퍼(W)의 구조를 해석하는 컨트롤러(17)를 구비한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

모야마 카즈키

일본, 미야기켄, 센다이시, 이즈미쿠, 오사와 3쵸메, 2-1, 도쿄 엘렉트론 기류츠 켄큐쇼 가부시기가이샤 내

센다 타카히로

일본, 미야기켄, 센다이시, 이즈미쿠, 오사와 3쵸메, 2-1, 도쿄 엘렉트론 기류츠 켄큐쇼 가부시기가이샤 내

카토 카즈유키

일본, 미야기켄, 센다이시, 이즈미쿠, 오사와 3쵸메, 2-1, 도쿄 엘렉트론 기류츠 켄큐쇼 가부시기가이샤 내

야마가미 무네타카

일본, 도쿄도, 미나토쿠, 아카사카 5쵸메, 3-1, 아카사카 비즈 타워, 도쿄 엘렉트론 가부시기가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

기관 처리 장치의 처리 용기 내에 설치된 피처리 기관의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써 상기 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 프로세스 모니터 장치로서,

광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부와,

외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부와,

상기 광원부로부터 출사된 광을 상기 피처리 기관까지 유도하고, 상기 피처리 기관으로부터 반사된 반사파를 상기 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 경로와,

상기 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지도록 구성되고, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 피처리 기관을 경유하지 않고 상기 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 경로와,

상기 제 2 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 상기 제 1 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 상기 피처리 기관의 구조를 해석하는 컨트롤러를 구비하는 프로세스 모니터 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광 경로 및 상기 제 2 광 경로는, 각각의 경로 내에서 동일 재료 또한 동일 총 길이의 광 파이버 케이블을 가지는 프로세스 모니터 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광원부로부터 출사된 광을 반사 가능하게 설치되고, 그 반사 방향을 변경 가능한 제 1 미러와,

상기 제 1 미러에 의해 반사된 광을 더 반사 가능하게 설치된 제 2 미러를 더 구비하고,

상기 제 1 미러는, 상기 피처리 기관을 향해 광을 반사하는 방향과, 상기 제 2 미러를 향해 광을 반사하는 방향과의 사이에서, 그 반사 방향을 주기적으로 변경 가능하게 구성되고,

상기 제 1 광 경로는, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 제 1 미러를 거쳐 상기 피처리 기관에 조사하고, 그 반사파를 상기 광 검지부까지 유도하고,

상기 제 2 광 경로는, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 제 1 미러 및 상기 제 2 미러를 거쳐 상기 광 검지부까지 유도하는 프로세스 모니터 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 광원부로부터 출사된 광을 상기 제 1 미러까지 유도하는 광 파이버 케이블을 구비하고,

상기 제 1 광 경로는, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 광 파이버 케이블 및 상기 제 1 미러를 거쳐 상기 피처리 기관에 조사하고, 그 반사파를 상기 제 1 미러 및 상기 광 파이버 케이블을 거쳐 상기 광 검지부까지 유도하고,

상기 제 2 광 경로는, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 광 파이버 케이블 및 상기 제 1 미러를 거쳐 상기 제 2 미러에 조사하고, 그 반사파를 상기 제 1 미러 및 상기 광 파이버 케이블을 거쳐 상기 광 검지부로 유도하는 프로세스 모니터 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 제 2 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보와, 프로세스 개시 당초에 상기 제 2 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보의 차에 기초하여, 상기 제 1 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정함으로써, 상기 피처리 기판의 구조를 해석하는 프로세스 모니터 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광원부에 의해 생성되는 광은, 300 nm 이하의 파장을 가지는 프로세스 모니터 장치.

청구항 7

기판 처리 장치의 처리 용기 내에 설치된 피처리 기판의 표면에 광을 조사하고, 그 반사광을 검지함으로써 피처리 기판의 구조를 평가하기 위한 프로세스 모니터 방법으로서,

광원부로부터 출사된 광을 상기 피처리 기판까지 유도하고, 상기 피처리 기판으로부터 반사된 반사광을, 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 도파 단계와,

상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 피처리 기판을 경유하지 않고 상기 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 도파 단계와,

상기 제 2 광 도파 단계를 거쳐 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 제 1 광 도파 단계를 거쳐 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 상기 피처리 기판의 구조를 해석하는 해석 단계를 구비하고,

상기 제 1 광 도파 단계에서 광이 통과하는 제 1 광 경로와, 상기 제 2 광 도파 단계에서 광이 통과하는 제 2 광 경로는, 그 광 전반 특성이 동등하게 되도록 구성되는 프로세스 모니터 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 광 경로 및 상기 제 2 광 경로는, 각각의 경로 내에서 동일 재료 또한 동일 총 길이의 광 파이버 케이블을 가지는 프로세스 모니터 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 광 도파 단계는,

상기 광원부로부터 출사된 광을, 반사 방향을 변경 가능한 제 1 반사 수단으로 유도하는 단계와,

상기 제 1 반사 수단에 의해 상기 피처리 기판을 향해 광을 반사하는 단계와,

상기 피처리 기판으로부터 반사된 광을 상기 광 검지부로 유도하는 단계를 가지고,

상기 제 2 광 도파 단계는,

상기 광원부로부터 출사된 광을 상기 제 1 반사 수단으로 유도하는 단계와,

상기 제 1 반사 수단에 의해 반사된 광을 더 반사 가능한 제 2 반사 수단을 향해, 상기 제 1 반사 수단에 의해 광을 반사하는 단계와,

상기 제 2 반사 수단으로부터 반사된 광을 상기 광 검지부로 유도하는 단계를 가지고,

상기 제 1 반사 수단은, 상기 피처리 기판을 향해 광을 반사하는 방향과, 상기 제 2 반사 수단을 향해 광을 반사하는 방향과의 사이에서, 그 반사 방향을 주기적으로 변경하도록 제어되는 프로세스 모니터 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 광 도파 단계에서, 상기 피처리 기관으로부터 반사된 광은, 상기 제 1 반사 수단을 재차 경유하여 상기 광 검지부로 유도되고,

상기 제 2 광 도파 단계에서, 상기 제 2 반사 수단으로부터 반사된 광은, 상기 제 1 반사 수단을 재차 경유하여 상기 광 검지부로 유도되는 프로세스 모니터 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 해석 단계는,

상기 제 1 광 도파 단계를 거쳐 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 측정하는 제 1 측정 단계와,

상기 제 2 광 도파 단계를 거쳐 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 측정하는 제 2 측정 단계와,

프로세스 개시 당초에 상기 제 2 광 도파 단계를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도와, 상기 제 2 측정 단계에 의해 측정된 광의 강도와를 차를 계산하는 계산 단계와,

상기 계산 단계에 의해 산출된 광의 강도차에 따른 정보에 기초하여, 상기 제 1 측정 단계에 의해 측정된 광의 강도를 보정하는 보정 단계와,

상기 보정된 광의 강도 정보에 기초하여, 상기 피처리 기관의 구조를 해석하는 구조 해석 단계를 가지는 프로세스 모니터 방법.

청구항 12

내부에서 피처리 기관에 플라즈마 처리를 행하는 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 설치되고, 상기 피처리 기관을 재치 가능한 재치대와,

상기 처리 용기 내로 프로세스 가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 처리 용기 내에 플라즈마를 생성하는 플라즈마 생성부와,

상기 피처리 기관의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써 상기 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 프로세스 모니터 장치를 구비하고,

상기 프로세스 모니터 장치는,

광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부와,

외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부와,

상기 광원부로부터 출사된 광을 상기 피처리 기관까지 유도하고, 상기 피처리 기관으로부터 반사된 반사파를 상기 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 경로와,

상기 제 1 광 경로와 동등한 광 전방 특성을 가지도록 구성되고, 상기 광원부로부터 출사된 광을, 상기 피처리 기관을 경유하지 않고 상기 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 경로와,

상기 제 2 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 상기 제 1 광 경로를 통하여 상기 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 상기 피처리 기관의 구조를 해석하는 컨트롤러를 가지는 기관 처리 장치.

명세서

기술분야

본 발명은, 기관 처리 장치에 이용되는 프로세스 모니터 장치, 프로세스 모니터 방법 및 기관 처리 장치에 관한 것으로서, 특히 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 프로세스 모니터 장치, 프로세스 모니터 방법 및 기관 처

[0001]

리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조 분야에서는, 반도체 장치의 진보된 미세화 및 고밀도화가 요구되고 있다. 이러한 배경하에, 보다 부가 가치가 높은 반도체 장치를 제조하기 위하여, 예를 들면 CVD(Chemical Vapor Deposition) 처리에 의해 성막된 막의 막 두께, 또는 에칭 처리를 할 때의 막 두께, 또는 웨이퍼 표면의 구조 등을 프로세스 과정에서 계측하고, 그 계측값과 레퍼런스값을 비교함으로써, 각종 처리 파라미터를 보정하는 것이 행해지고 있다. 이 때문에, 종래부터, 웨이퍼에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지 / 해석함으로써, 웨이퍼 표면의 구조 등을 결정하기 위한 프로세스 모니터 장치가 개발되어 왔다. 이러한 장치로서, 일본특허공개공보 2005-033187호(특허 문헌 1)에서는, 웨이퍼의 표면 구조를, 엘립소메트리법 등의 광학적 방법을 이용하여 계측하는 장치 및 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2005-033187호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기한 특허 문헌 1에 기재된 장치를 비롯하여, 광학적 방법을 이용하여 피처리 기관의 구조 계측을 행하는 프로세스 모니터 장치에서는, 이하에 나타낸 과제가 있기 때문에, 정확한 계측을 행할 수 없을 우려가 있었다.

[0005] 피처리 기관 처리 시에 피처리 기관 표면에 광을 조사하기 위해서는, 광원으로부터 처리 용기 내로 광을 도입할 필요가 있다. 일반적으로, 광원과 처리 용기는, 광 파이버 케이블을 이용하여 접속되어 있다.

[0006] 여기서, 광 파이버 케이블을 계속하여 사용하면, 광의 자외선 성분에 의해 광섬유가 시간이 지남에 따라 열화되고, 광 파이버 케이블 내를 통과하는 자외선 성분을 서서히 감쇠시키는 현상이 일어난다. 이 때문에, 피처리 기관으로부터의 반사파의 강도(인텐시티) 스펙트럼을 검출하고, 이 강도에 따른 정보를 하나의 파라미터로서 피처리 기관의 표면 구조의 분석을 행할 경우에는, 장시간 계속하여 장치를 사용하면, 피처리 기관의 표면 구조의 정확한 계측을 행할 수 없게 된다고 하는 과제가 있었다. 특히, 수 nm 정도의 극히 얇은 박막의 막 두께를 계측할 경우 등에는, 보다 파장이 짧은 자외선을 이용할 필요가 있다. 따라서, 상기와 같이 광의 자외선 성분이 감쇠하면, 계측 결과에 오차를 발생시켜, 정확한 계측을 할 수 없게 될 우려가 있었다.

[0007] 따라서 본 발명의 목적은, 상기 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 광학적 방법을 이용하여 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 계측할 수 있는 프로세스 모니터 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은, 광학적 방법을 이용하여 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있는 프로세스 모니터 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은, 광학적 방법을 이용하여 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있는 기관 처리 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 프로세스 모니터 장치는, 기관 처리 장치의 처리 용기 내에 설치된 피처리 기관의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 장치이다. 이 프로세스 모니터 장치는, 광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부와, 외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부와, 광원부로부터 출사된 광을 피처리 기관까지 유도하고, 피처리 기관으로부터 반사된 반사파를 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 경로와, 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지도록 구성되고, 광원부로부터 출사된 광을, 피처리 기관을 경유하지 않고 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 경로와, 제 2 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 제 1 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 피처리 기관의 구조를 해석하는 컨트롤러를 구비한다.

- [0011] 이 구성에 따르면, 계속 사용에 의한 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화를 요인으로서 발생하는 광의 강도의 변동을, 상기 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지는 제 2 광 경로를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도의 변동을 계측함으로써, 정확하게 파악할 수 있다. 그 결과, 상기 변동에 따른 정보에 기초하여, 제 1 광 경로를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도 정보를 보정하는 것이 가능해진다. 즉, 제 1 광 경로를 거쳐 광 검지부에 의해 계측된 광의 강도 정보로부터, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화의 영향을 배제할 수 있기 때문에, 피처리 기관으로부터의 반사파의 강도를 정확하게 계측하는 것이 가능해진다. 이에 의해, 피처리 기관의 구조를 고정밀도로 평가할 수 있다.
- [0012] 바람직하게는, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로는, 각각의 경로 내에서 동일 재료 또한 동일 총 길이의 광 파이버 케이블을 가진다. 이 구성에 따르면, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로를, 동일한 광 전반 특성을 가지는 재료에 의해 구성할 수 있기 때문에, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화에 의한 광의 강도의 변동을, 보다 정확하게 검출하는 것이 가능해진다. 따라서, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 광원부로부터 출사된 광을 반사 가능하게 설치되고, 그 반사 방향을 변경 가능한 제 1 미러와, 제 1 미러에 의해 반사된 광을 더 반사 가능하게 설치된 제 2 미러를 더 구비한다. 여기서 제 1 미러는, 피처리 기관을 향해 광을 반사하는 방향과, 제 2 미러를 향해 광을 반사하는 방향과의 사이에서, 그 반사 방향을 주기적으로 변경 가능하게 구성된다. 그리고 제 1 광 경로는, 광원부로부터 출사된 광을, 제 1 미러를 거쳐 피처리 기관에 조사하고, 그 반사파를 광 검지부까지 유도한다. 또한 제 2 광 경로는, 광원부로부터 출사된 광을, 제 1 미러 및 제 2 미러를 거쳐 광 검지부까지 유도한다.
- [0014] 더 바람직하게는, 광원부로부터 출사된 광을 제 1 미러까지 유도하는 광 파이버 케이블을 구비한다. 그리고 제 1 광 경로는, 광원부로부터 출사된 광을, 상기 광 파이버 케이블 및 제 1 미러를 거쳐 피처리 기관에 조사하고, 그 반사파를 제 1 미러 및 상기 광 파이버 케이블을 거쳐 광 검지부까지 유도한다. 또한 제 2 광 경로는, 광원부로부터 출사된 광을, 상기 광 파이버 케이블 및 제 1 미러를 거쳐 제 2 미러에 조사하고, 그 반사파를 제 1 미러 및 상기 광 파이버 케이블을 거쳐 광 검지부로 유도한다.
- [0015] 이 구성에 따르면, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로에, 공통의 광 파이버 케이블을 채용하는 것이 가능해진다. 이에 의해, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화에 의한 광의 강도의 변동을, 더 정확하게 검출하는 것이 가능해지기 때문에, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다. 또한 제 1 광 경로와 제 2 광 경로를, 반사 방향을 변경 가능한 제 1 미러를 제어함으로써 임의로 전환할 수 있기 때문에, 피처리 기관의 구조 평가를 임의로 제어하는 것이 가능해진다. 또한, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로의 일부를 공통으로 할 수 있고, 또한 제 1 광 경로와 제 2 광 경로의 전환을 단순한 미러 부재에 의해 실현할 수 있기 때문에, 프로세스 모니터 장치를 보다 간단한 구성으로 할 수 있다.
- [0016] 바람직하게는, 컨트롤러는, 제 2 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보와, 프로세스 개시 당초에 제 2 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보의 차에 기초하여, 제 1 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정함으로써, 피처리 기관의 구조를 해석한다. 이 구성에 따르면, 시간이 지남에 따른 열화가 발생하지 않은 프로세스 개시 당초부터의 광 강도의 변동을 정확하게 검출할 수 있기 때문에, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화의 영향을 보다 확실히 배제할 수 있다. 따라서, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다.
- [0017] 바람직하게는, 광원부에 의해 생성되는 광은, 300 nm 이하의 파장을 가진다. 이 구성에 따르면, 비교적으로 파장이 짧은 광을 이용함으로써, 보다 치수가 작은 구조의 평가를 행하는 것이 가능해진다.
- [0018] 본 발명의 다른 국면으로서, 본 발명에 따른 프로세스 모니터 방법은, 기관 처리 장치의 처리 용기 내에 설치된 피처리 기관의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 방법이다. 이 프로세스 모니터 방법은, 광원부로부터 출사된 광을 피처리 기관까지 유도하고, 피처리 기관으로부터 반사된 반사파를, 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 도파 단계와, 광원부로부터 출사된 광을, 피처리 기관을 경유하지 않고 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 도파 단계와, 제 2 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 제 1 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 피처리 기관의 구조를 해석하는 해석 단계를 구비한다. 여기서, 제 1 광 도파 단계에서 광이 통과하는 제 1 광 경로와, 제 2 광 도파 단계에서 광이 통과하는 제 2 광 경로는, 그 광 전반 특성이 동등하게 되도록 구성된다.
- [0019] 이 구성에 따르면, 계속 사용에 의한 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화를 요인으로서 발생하는 광의 강

도의 변동을, 상기 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지는 제 2 광 경로를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도의 변동을 계속함으로써, 정확하게 파악할 수 있다. 그 결과, 상기 변동에 따른 정보에 기초하여, 제 1 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도 정보를 보정하는 것이 가능해진다. 즉, 제 1 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부에 의해 계속된 광의 강도 정보로부터, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화의 영향을 배제할 수 있기 때문에, 피처리 기관으로부터의 반사파의 강도를 정확하게 계속하는 것이 가능해진다. 이에 의해, 피처리 기관의 구조를 고정밀도로 평가할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로는, 각각의 경로 내에서 동일 재료 또한 동일 총 길이의 광 파이버 케이블을 가진다. 이 구성에 따르면, 제 1 광 경로 및 제 2 광 경로를, 동일한 광 전반 특성을 가지는 재료에 의해 구성할 수 있기 때문에, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화에 의한 광의 강도의 변동을, 보다 정확하게 검출하는 것이 가능해진다. 따라서, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다.

[0021] 바람직하게는, 제 1 광 도파 단계는, 광원부로부터 출사된 광을, 반사 방향을 변경 가능한 제 1 반사 수단으로 유도하는 단계와, 제 1 반사 수단에 의해 피처리 기관을 향해 광을 반사하는 단계와, 피처리 기관으로부터 반사된 광을 광 검지부로 유도하는 단계를 가진다. 또한 제 2 광 도파 단계는, 광원부로부터 출사된 광을 제 1 반사 수단으로 유도하는 단계와, 제 1 반사 수단에 의해 반사된 광을 더 반사 가능한 제 2 반사 수단을 향해, 제 1 반사 수단에 의해 광을 반사하는 단계와, 제 2 반사 수단으로부터 반사된 광을 광 검지부로 유도하는 단계를 가진다. 여기서 제 1 반사 수단은, 피처리 기관을 향해 광을 반사하는 방향과, 제 2 반사 수단을 향해 광을 반사하는 방향과의 사이에서, 그 반사 방향을 주기적으로 변경하도록 제어된다. 더 바람직하게는, 제 1 광 도파 단계에서, 피처리 기관으로부터 반사된 광은, 제 1 반사 수단을 재차 경유하여 광 검지부로 유도되고, 제 2 광 도파 단계에서, 제 2 반사 수단으로부터 반사된 광은, 제 1 반사 수단을 재차 경유하여 광 검지부로 유도된다.

[0022] 이 구성에 따르면, 제 1 광 도파 단계 및 제 2 광 도파 단계에서, 광원부와 제 1 반사 수단 간의 광 경로를 공통으로 하는 것이 가능해진다. 즉, 이 공통의 경로를, 예를 들면 하나의 광 파이버 케이블에 의해 구성하는 것이 가능해진다. 이에 의해, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화에 의한 광의 강도의 변동을, 더 정확하게 검출하는 것이 가능해지기 때문에, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다. 또한 제 1 광 경로와 제 2 광 경로를, 반사 방향을 변경 가능한 제 1 반사 수단을 제어함으로써 임의로 전환할 수 있기 때문에, 피처리 기관의 구조의 평가를 임의로 제어하는 것이 가능해진다.

[0023] 바람직하게는, 해석 단계는, 제 1 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 계속하는 제 1 계속 단계와, 제 2 광 도파 단계를 거쳐 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 계속하는 제 2 계속 단계와, 프로세스 개시 당초에 제 2 광 도파 단계를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도와, 제 2 계속 단계에 의해 계속된 광의 강도와의 차를 계산하는 계산 단계와, 계산 단계에 의해 산출된 광의 강도차에 따른 정보에 기초하여, 제 1 계속 단계에 의해 계속된 광의 강도를 보정하는 보정 단계와, 보정된 광의 강도 정보에 기초하여, 피처리 기관의 구조를 해석하는 구조 해석 단계를 가진다. 이 구성에 따르면, 시간이 지남에 따른 열화가 발생하지 않은 프로세스 개시 당초부터의 광 강도의 변동을 정확하게 검출할 수 있기 때문에, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화의 영향을 보다 확실히 배제할 수 있다. 따라서, 피처리 기관의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있다.

[0024] 본 발명의 또 다른 국면으로서, 본 발명에 따른 기관 처리 장치는, 내부에서 피처리 기관에 플라즈마 처리를 행하는 처리 용기와, 처리 용기 내에 설치되고, 피처리 기관을 재치(載置) 가능한 재치대와, 처리 용기 내로 프로세스 가스를 공급하는 가스 공급부와, 처리 용기 내에 플라즈마를 생성하는 플라즈마 생성부와, 피처리 기관의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써 피처리 기관의 구조를 평가하기 위한 프로세스 모니터 장치를 구비한다. 여기서 프로세스 모니터 장치는, 광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부와, 외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부와, 광원부로부터 출사된 광을 피처리 기관까지 유도하고, 피처리 기관으로부터 반사된 반사파를 광 검지부까지 유도하는 제 1 광 경로와, 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지도록 구성되고, 광원부로부터 출사된 광을, 피처리 기관을 경유하지 않고 광 검지부까지 유도하는 제 2 광 경로와, 제 2 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보에 기초하여, 제 1 광 경로를 통하여 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도 정보를 보정하고, 피처리 기관의 구조를 해석하는 컨트롤러를 가진다.

[0025] 이 구성에 따르면, 피처리 기관에 대하여 플라즈마 처리를 행하면서, 피처리 기관의 구조를 고정밀도로 평가하는 것이 가능한 기관 처리 장치를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 계속 사용에 의한 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화를 요인으로 발생되는 광의 강도의 변동을, 상기 제 1 광 경로와 동등한 광 전반 특성을 가지는 제 2 광 경로를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도의 변동을 계측함으로써, 정확하게 파악할 수 있다. 그 결과, 상기 변동에 따른 정보에 기초하여, 제 1 광 경로를 거쳐 광 검지부로 도입된 광의 강도 정보를 보정하는 것이 가능해진다. 즉, 제 1 광 경로를 거쳐 광 검지부에 의해 계측된 광의 강도 정보로부터, 제 1 광 경로의 시간이 지남에 따른 열화의 영향을 배제할 수 있기 때문에, 피처리 기관으로부터의 반사파의 강도를 정확하게 계측하는 것이 가능해진다. 따라서, 피처리 기관의 구조를 고정밀도로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 모니터 장치를 개략적으로 도시한 도이며, 광학 모니터로부터 출사된 광이, 제 1 광 경로를 통과하고 있는 상태를 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 모니터 장치를 개략적으로 도시한 도이며, 광학 모니터로부터 출사된 광이, 제 2 광 경로를 통과하고 있는 상태를 나타낸 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 모니터 방법의 순서도를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 개시 단계에서의 계측 결과를 나타낸 그래프이다.

도 5는 광학 모니터의 광원부의 ON/OFF 신호와, 제 1 미터의 제어 신호의 시간 파형을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 해석 단계의 순서도를 나타낸다.

도 7은 광 파이버 케이블을 계속적으로 사용한 경우에서의 자외선 강도와, 계측 개시부터의 시간과의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 모니터 장치가 설치된 마이크로파 플라즈마 처리 장치의 주요부를 도시한 개략 단면도이며, 프로세스 모니터 장치에 의해 광이 제 1 광 경로를 통과하고 있는 상태를 나타낸다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치를 개략적으로 도시한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 상세히 설명한다. 우선, 도 1 및 도 2를 이용하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)의 구성에 대하여 설명한다. 도 1은, 광학 모니터(12)로부터 출사된 광이, 제 1 광 경로(21)를 통과하고 있는 상태를 나타내고, 도 2는, 광학 모니터(12)로부터 출사된 광이, 제 2 광 경로(22)를 통과하고 있는 상태를 나타내고 있다. 또한 이하의 설명 중에서의 상하 방향은, 도 1의 지면 상하 방향을 나타내는 것으로 한다. 또한 도 1 및 도 2에서는, 이해의 용이의 관점으로부터, 구성 부재의 일부를 단면으로서 도시하고, 해칭을 생략하여 도시하고 있다.

[0029] 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)는, 플라즈마 처리 장치(101)에 설치되는 장치로서, 피처리 기관으로서의 웨이퍼(W)의 기관 표면에 형성된 박막의 막 두께를 광학적 방법에 의해 계측하기 위한 장치이다.

[0030] 플라즈마 처리 장치(101)는, 내부에서 웨이퍼(W)에 플라즈마 에칭 처리를 행하는 처리 용기(102)와, 처리 용기(102) 내로 에칭 처리용의 가스를 공급하는 가스 공급부(103)와, 웨이퍼(W)를 하방으로부터 지지하는 원판 형상의 지지대(104)와, 처리 용기(102) 내에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부(105)와, 처리 용기(102)의 하부에 형성된 배기관(106)을 거쳐 처리 용기(102) 내의 가스를 배기하는 배기 장치(107)와, 플라즈마 처리 장치(101) 전체를 제어하는 프로세스 컨트롤러(도시하지 않음)를 구비한다. 프로세스 컨트롤러는, 플라즈마 처리용 가스 공급부(103)에서의 가스 유량 또는 처리 용기(102) 내의 압력 등, 플라즈마 처리 장치(101) 전체의 제어를 행한다.

[0031] 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)는, 처리 용기(102) 내에서 웨이퍼(W)에 에칭 처리가 행해지고 있는 동안, 웨이퍼(W)의 표면에 광을 조사하고, 그 반사파를 검지함으로써, 웨이퍼(W)의 기관 표면에 형성된 박막의 막 두께를 계측하는 장치이다.

[0032] 프로세스 모니터 장치(11)는, 광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부, 및 외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부(모두 도시하지 않음)를 가지는 광학 모니터(12)와, 처리 용기(102)의 상방에 설치되고, 광학

모니터(12)로부터 출사된 광을 반사 가능한 제 1 미러(13)와, 제 1 미러(13)에 의해 반사된 광을 더 반사 가능하게 설치된 제 2 미러(14)와, 광학 모니터(12)로부터 출사된 광을 제 1 미러(13)까지 유도하는 광 파이버 케이블(15)을 구비한다.

- [0033] 광학 모니터(12)는 광을 발생시키고, 광 출사구(A)로부터 출사하는 광원부를 가진다. 광을 발생하는 광원으로서, 예를 들면 크세논 램프가 적용 가능하다. 이 경우, 자외선 영역으로부터 적외선 영역에 걸친 스펙트럼을 가지는 광이 생성되고, 광 출사구(A)로부터 출사된다.
- [0034] 또한, 광학 모니터(12)는 입사된 광을 수광하고, 그 광의 강도를 측정하는 광 검지부를 가진다. 광 검지부는, 예를 들면 크세논 램프를 광원으로 하는 백색광을 수광한 경우, 내장하는 분광기에 의해 백색광을 각 주파수대로 분광하고, 웨이퍼(W)의 구조를 평가하는데 적합한 주파수대의 스펙트럼 강도를 추출한다. 그리고, 이와 같이 얻은 광의 강도 정보를 컨트롤러(17)로 출력한다. 컨트롤러(17)의 동작에 대해서는 후술한다.
- [0035] 광 파이버 케이블(15)은 광을 전달 가능한 가요성(可撓性)의 케이블로서, 소정의 길이를 가지고 있다. 일반적으로 광학 모니터(12)는, 처리 용기(102)로부터 이격된 위치에 설치된다. 따라서, 광 파이버 케이블(15)은 광학 모니터(12)로부터의 광을, 처리 용기(102)의 상방 영역까지 유도하기 위하여 이용된다.
- [0036] 제 1 미러(13)는 광 파이버 케이블(15)을 거쳐 도입된 광을, 처리 용기(102) 내에 설치된 웨이퍼(W)의 방향과, 제 1 미러(13)의 근방에 배치된 제 2 미러(14)의 방향과의 사이에서, 그 반사 방향을 변경 가능하게 되도록 제어된다. 제 1 미러(13)의 제어 및 동작에 대해서는 후술한다.
- [0037] 제 2 미러(14)는, 그 경면이 제 1 미러(13)의 방향을 향하도록, 제 1 미러(13)의 근방에 고정되어 있다. 또한 본 실시예에서는, 제 1 미러(13)와 제 2 미러(14)의 사이에, 제 2 미러(14)로부터 제 1 미러(13)로 반사하는 반사율을 일정하게 제어하기 위한 슬릿판(16)이 설치되어 있다. 그리고 제 1 미러(13), 제 2 미러(14) 및 슬릿판(16)이 중공의 케이스(18)의 내부에 수용되어 있다.
- [0038] 이하에, 도 1 및 도 2에서의 광의 경로에 대하여 상세히 설명한다. 도 1에 나타난 상태에서는, 제 1 미러(13)는, 광 파이버 케이블(15)로부터 도입된 광을, 웨이퍼(W)를 향해 반사하는 각도로 설정되어 있다. 웨이퍼(W)는, 처리 용기(102) 내에 설치된 지지대(104) 상에 배치되어 있고, 본 실시예에서는, 제 1 미러(13)는 웨이퍼(W)의 직상(直上) 부근에 배치되어 있다. 또한, 처리 용기(102)의 상부(108) 및 플라즈마 생성부(105)에는, 제 1 미러(13)에 의해 반사된 광이 간섭을 받지 않고 투과 가능하게 하기 위한 광 통로부(109)가 형성되어 있다. 광 통로부(109)는 예를 들면 석영으로 구성되고, 처리 용기(102) 내의 분위기를 유지하기 위한 셀 부재(도시하지 않음)를 구비한다. 또한 석영 이외에도, 광을 투과 가능하면 어떠한 재료에 의해 광 통로부(109)를 구성해도 된다.
- [0039] 도 1에 나타난 상태에서, 광학 모니터(12)의 광 출사구(A)로부터 광이 출사되면, 이 광은, 광 파이버 케이블(15)을 통하여 제 1 미러(13)로 도입되고, 제 1 미러(13) 경면 상의 반사점(B)에서 반사된다. 반사된 광은, 광 통로부(109) 내를 투과하여 처리 용기(102) 내의 웨이퍼(W)에 조사되고, 웨이퍼(W) 표면의 반사점(C)에서 반사된다. 웨이퍼(W)는 대략 수평하게 지지되어 있기 때문에, 웨이퍼(W)로부터 반사된 광은, 상기와 같은 경로를 통과하게 된다. 즉, 제 1 미러(13)에 도달하여, 제 1 미러(13)의 점(B)에서 재차 반사되고, 광 파이버 케이블(15)을 거쳐 광 입사구(A)로 회귀한다. 그리고, 광학 모니터(12)에 의해 웨이퍼(W)로부터의 반사광이 검지된다.
- [0040] 도 2에 나타난 상태에서는, 제 1 미러(13)는, 광 파이버 케이블(15)로부터 도입된 광을, 제 2 미러(14)를 향해 반사하는 각도로 설정되어 있다. 이 경우, 광학 모니터(12)의 광 출사구(A)로부터 출사된 광은, 광 파이버 케이블(15)을 통하여 제 1 미러(13)로 도입되고, 제 1 미러(13) 상의 반사점(D)에서 반사된다. 반사된 광은, 슬릿판(16)을 통과하여 제 2 미러(14)에 조사되고, 제 2 미러(14) 경면의 반사점(E)에서 반사된다. 제 2 미러(14)는, 그 경면이 입사광과 직교하도록 설치되어 있고, 제 2 미러(14)로부터 반사된 광은, 상기와 동일한 경로를 통과하게 된다. 즉, 제 1 미러(13)에 도달하여, 제 1 미러(13)의 점(D)에서 재차 반사되고, 광 파이버 케이블(15)을 거쳐 광 입사구(A)로 회귀한다. 이렇게 하여, 도 1에 도시한 제 1 광 경로(21)와 공통의 광 파이버 케이블(15) 내를 왕복하고, 또한 웨이퍼(W)를 경유하지 않고 회귀한 광의 강도가, 광학 모니터(12)에 의해 검지된다.
- [0041] 이와 같이, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)에서는, 광학 모니터(12)로부터 출사된 광이, 광 파이버 케이블(15) 및 제 1 미러(13)에 의해 유도되어, 도 1에 나타난 점(A) → 점(B) → 점(C) → 점(B) → 점(A)에 이르는 제 1 광 경로(21)가 형성된다. 또한, 광학 모니터(12)로부터 출사된 광이 광 파이버 케이블(15), 제 1 미러(13) 및 제 2 미러(14)에 의해 유도되어, 도 2에 나타난 점(A) → 점(D) → 점(E) → 점(D) → 점(A)에 이르는 제 2 광 경로(22)가 형성된다. 그리고 제 1 광 경로(21)와 제 2 광 경로(22)는, 제 1 미러(13)의 각도를 제

어함으로써 전환 가능한 구성으로 되어 있다.

- [0042] 제 1 광 경로(21) 및 제 2 광 경로(22)의 각각을 경유하여 광학 모니터(12)에 입사된 광은, 상기한 바와 같이, 분광기에 의해 계측에 적합한 주파수 성분만이 추출된다. 그리고, 이들 광 강도에 따른 정보가 컨트롤러(17)로 보내진다. 컨트롤러(17)는, 후술하는 방법에 기초하여 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 계산한다. 또한 컨트롤러(17)는, 상기한 프로세스 컨트롤러와 통신 가능하게 접속되어 있다.
- [0043] 이어서, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)를 이용하여 막 두께를 계측하는 프로세스 모니터 방법에 대하여, 도 1 ~ 도 7을 참조하여 설명한다.
- [0044] 도 1 ~ 도 7을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세스 모니터 방법은, 에칭 처리되어 있는 웨이퍼(W)의 박막의 막 두께를, 상기 프로세스 모니터 장치(11)를 이용하여 계측하기 위한 방법이다. 이 프로세스 모니터 방법은, 막 두께의 계측을 하기 위하여 필요한 레퍼런스 데이터를 얻기 위한 프로세스 개시 단계(31)와, 광학 모니터(12)의 광원으로부터 출사된 광을, 제 2 광 경로(22)를 통과시켜 광학 모니터(12)의 광 검지부로 유도하는 제 2 광 도파 단계(32)와, 광학 모니터(12)의 광원으로부터 출사된 광을, 제 1 광 경로(21)를 통과시켜 광학 모니터(12)의 광 검지부로 유도하는 제 1 광 도파 단계(33)와, 제 2 광 도파 단계(32) 및 제 1 광 도파 단계(33)의 각각을 거쳐 얻어진 광의 강도 정보에 기초하여 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 계산하는 해석 단계(34)와, 미리 기록된 소정의 데이터에 기초하여 막 두께의 계측을 종료시키는 프로세스 종료 단계(35)를 구비한다.
- [0045] 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 계산하기 위하여, 우선 프로세스 개시 단계(31)에서, 광학 모니터(12)에 의해 검지되는 웨이퍼(W)로부터의 반사파의 광 강도와 막 두께 간의 상관 관계에 따른 레퍼런스 데이터를 취득한다. 우선, 기판 상에 소정의 막 두께를 가지는 박막이 형성된 레퍼런스 웨이퍼를 마련하고, 그 막 두께를 전자 현미경 등을 이용하여 계측한다. 이어서, 레퍼런스 웨이퍼에 광을 조사시키고, 그 반사파의 자외선 성분의 강도를 계측한다. 그리고, 레퍼런스 웨이퍼에 대하여 에칭 처리를 실시하면서, 반사파의 자외선 강도를 순차적으로 계측해 간다. 그리고, 소정 시간 경과 후에 에칭 처리를 종료하고, 그 때의 막 두께를 전자 현미경 등을 이용하여 계측한다.
- [0046] 도 4에, 이 프로세스 개시 단계(31)에서 행해진 레퍼런스 광 강도 계측의 계측 결과를 나타낸다. 도 4에서 횡축은 에칭 처리 시간을 나타내고, 종축은 반사파의 자외선 강도를 나타낸다. 또한, 도 4 중의 실선(37)은 강도의 실측값을 나타내고, 일점 쇄선(38)은 그 평균값을 나타낸다. 이 레퍼런스 광 강도 계측에서는, 레퍼런스 웨이퍼에 성막된 박막의 초기의 막 두께는 12.4 nm이며, 그 때의 자외선의 상대 강도는 약 1300이었다(도 4 중의 점(36)).
- [0047] 도 4에 나타낸 바와 같이, 웨이퍼에 에칭 처리를 실시하고, 박막의 막 두께가 감소됨에 따라, 그와 상관하여 광 강도가 증가되어 간다. 이 메커니즘에 대하여, 이하에 간단히 설명한다. 기판 상에 소정의 막 두께의 박막이 형성되어 있는 웨이퍼에 광을 조사한 경우, 박막의 표면에서 반사되는 광과, 박막을 투과하여 웨이퍼의 기판 표면에서 반사되는 광이 발생한다. 이들 반사파는, 서로 중첩되어 간섭하기 때문에, 반사파의 광 강도에 영향을 주게 된다. 이러한 광의 간섭은, 박막의 막 두께에 의존하여 변동한다. 즉, 반사파의 강도와 웨이퍼에 형성된 박막의 막 두께는, 도 4에 나타낸 바와 같이 서로 상관 관계를 가지고 있다. 따라서, 이와 같이 광 강도를 계측함으로써, 막 두께를 정량적으로 평가하는 것이 가능해진다.
- [0048] 도 4에 나타낸 바와 같이, 소정 시간 에칭 처리를 행한 결과의 막 두께는 1.9 nm가 되고, 이 때 계측된 자외선의 상대 강도는 약 1400이었다(도 4 중의 점(39)). 즉, 막 두께가 1 nm 변화한 경우의 광 강도의 변화량(δL)은
- [0049]
$$\delta L = (1400 - 1300) / (12.4 - 1.9) = 9.5[\text{상대 강도}/\text{nm}]$$
- [0050] 가 된다. 이 변화량(δL)은, 광 강도와 막 두께 간의 상관 관계를 나타낸 레퍼런스 데이터이며, 광 강도에 기초한 막 두께의 계산에 필요한 데이터가 된다.
- [0051] 프로세스 개시 단계(31) 후에, 실제로 처리를 행하는 웨이퍼(W)에의 에칭 처리가 개시된다. 그리고, 웨이퍼(W)에 에칭 처리가 행해지는 동안, 후술하는 제 2 광 도파 단계(32), 제 1 광 도파 단계(33) 및 해석 단계(34)가 실시된다. 또한 실제의 양산 공정에서는, 복수의 웨이퍼에 대하여 연속적으로 처리를 행하게 된다. 이러한 경우, 프로세스 개시 단계(31)에서 레퍼런스 웨이퍼를 에칭하고, 상기 레퍼런스 데이터(δL)를 취득하는 작업은, 프로세스의 시작에 적어도 한 번 행하면 된다. 즉, 프로세스 개시 당초에 한 번 레퍼런스 데이터를 얻으면, 그 후의 처리에서는 그 레퍼런스 데이터를 이용할 수 있기 때문이다. 또한 동일한 처리를 행할 경우에서

는, 레퍼런스 데이터를 공유해도 된다.

- [0052] 이어서, 제 2 광 도파 단계(32)에서, 우선 제 1 미러(13)의 각도가 도 2에 도시한 상태로 세트된다. 이 상태에서, 광학 모니터(12)의 광원부가 광을 출사한다. 광 출사구(A)로부터 출사된 광은, 광 파이버 케이블(15), 제 1 미러(13) 및 제 2 미러(14)를 거쳐, 도 2에 나타난 점(A) → 점(D) → 점(E) → 점(D) → 점(A)에 이르는 제 2 광 경로(22)를 통과하도록 유도되어, 광학 모니터(12)의 광 검지부에 입사된다.
- [0053] 이어서 제 1 광 도파 단계(33)에서, 제 1 미러(13)의 각도가 도 1에 도시한 상태로 세트된다. 이 상태에서, 광학 모니터(12)의 광원부가 재차 광을 출사한다. 광 출사구(A)로부터 출사된 광은, 광 파이버 케이블(15) 및 제 1 미러(13)를 거쳐, 도 1에 나타난 점(A) → 점(B) → 점(C) → 점(B) → 점(A)에 이르는 제 1 광 경로(21)를 통과하도록 유도되어, 광학 모니터(12)의 광 검지부에 입사된다.
- [0054] 도 5에, 광학 모니터(12)의 광원부의 ON/OFF 신호와 제 1 미러(13)의 제어 신호의 시간 파형을 나타낸다. 광원부가 ON이 되어 있는 기간(T_1 , T_3)에 광원부로부터 광이 출사된다. 또한 제 1 미러(13)의 제어 신호가 ON이 되어 있는 기간(T_5)은, 제 1 미러(13)가 도 2에 도시한 각도가 되도록 제어되고, 제 1 미러(13)의 제어 신호가 OFF가 되어 있는 기간(T_6)은, 제 1 미러(13)가 도 1에 도시한 각도가 되도록 제어된다. 즉, 제 1 미러(13)는, 그 각도를 전기적으로 제어 가능한 방향 가변 미러이며, 이러한 미러로서 예를 들면 갈바노 미러를 적용할 수 있다.
- [0055] 제 2 광 도파 단계(32)는 기간(T_5) 동안에 행해진다. 즉, 기간(T_1) 동안에 광원부로부터 광이 출사되고, 광의 강도 측정이 행해진다. 그리고, 기간(T_2) 동안에는 광의 생성이 정지된다. 제 1 광 도파 단계(33)는 기간(T_6) 동안에 행해진다. 즉, 기간(T_3) 동안에 광원부로부터 광이 출사되고, 광의 강도 측정이 행해진다. 그리고, 기간(T_4) 동안에는 광의 생성이 정지된다. 도 5에 나타난 ON/OFF 신호의 주기의 실시예로서는, $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 50$ msec ~ 100 msec가 되도록 설정해도 된다. 즉, 제 1 미러(13)를 2.5 Hz ~ 5 Hz의 주파수로 전환하도록 제어해도 된다. 이와 같이, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 방법은, 도 5에 나타난 바와 같은 제어 신호에 의해 전기적으로 제어 가능하게 행해진다.
- [0056] 이어서 해석 단계(34)에서, 제 2 광 경로(22) 및 제 1 광 경로(21)의 각각을 통과한 광의 강도가 측정되고, 그들 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산이 행해진다. 도 6에 본 발명의 실시예에 따른 해석 단계인 34의 순서도를 나타낸다. 해석 단계(34)는, 제 2 광 도파 단계(32)를 거쳐 광학 모니터(12)의 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 측정하는 제 2 측정 단계(341)와, 제 1 광 도파 단계(33)를 거쳐 광 검지부에 의해 검지된 광의 강도를 측정하는 제 1 측정 단계(342)와, 상기 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 광의 강도를, 막 두께 측정 프로세스의 개시 당초에 측정된 데이터와 비교하여, 그 차를 계산하는 강도차 계산 단계(343)와, 강도차 계산 단계(343)에 의해 산출된 광의 강도차에 따른 정보에 기초하여, 제 1 측정 단계(342)에 의해 측정된 광의 강도를 보정하는 보정 단계(344)와, 보정된 광의 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)의 막 두께를 계산하는 막 두께 계산 단계(345)를 가진다.
- [0057] 본 실시예에서는, 광 검지부에 의해 검지한 광의 주파수 성분 중, 자외선 성분의 광 강도를 검출함으로써 막 두께 계산을 행한다. 즉, 제 2 측정 단계(341) 및 제 1 측정 단계(342)에서는, 상기 분광기를 이용하여, 광학 모니터(12)에 입사된 광의 자외선 강도를 측정한다.
- [0058] 여기서 참고 데이터로서, 도 7에 광 파이버 케이블(15)을 계속적으로 사용함으로써 발생하는 자외선 강도의 감소에 관한 그래프를 제시한다. 도 7은, 광 파이버 케이블(15)을 통과시킨 후에 예칭 처리를 행하지 않은 정상 상태의 웨이퍼에 광을 조사하고, 그 반사파의 자외선 강도를 계속적으로 측정했을 때의 자외선 강도와, 측정 개시부터의 시간과의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 7에서 횡축은 시간을 나타내고, 종축은 광의 자외선 강도를 나타낸다. 또한, 실선(40)은 자외선 강도의 실측값을 나타내고, 일점 쇄선(41)은 그 평균값을 나타낸다. 또한 도 7에 나타난 측정 결과는, 처리 조건으로서 분위기를 N_2 , 압력을 100 mT로 하고, 베어 실리콘 상에 SiO_2 막을 성막 한 웨이퍼에 대하여, 200 nm의 파장의 자외선을 조사한 경우에서의 결과를 나타낸 것이다. 또한, 샘플링 시간은 0.1 초이다.
- [0059] 도 7에 나타난 바와 같이, 상기 측정계에서 자외선 강도를 계속적으로 측정 해 가면, 시간과 함께 강도가 점감하는 경향이 있는 것이 명백하다. 여기서, 이 측정에서는, 예칭 처리가 실시되어 있지 않은 정상 상태의 웨이퍼로부터의 반사파의 자외선 강도를 측정하고 있을 뿐이기 때문에, 측정되는 자외선 강도는, 본래는 일정하게 되어야 하는 것이다. 그러나 실제로는, 광 파이버 케이블(15)을 계속적으로 사용함으로써, 자외선 강도가 시간과 함

게 감쇠한다. 이는, 상기한 바와 같이 광의 자외선 성분에 의해 광 파이버 케이블이 시간이 지남에 따라 열화되고, 광 파이버 케이블(15) 내를 통과하는 광의 자외선 성분을 감쇠시키는 현상에 기인한다.

[0060] 도 7에 나타낸 바와 같이, 자외선 강도 측정 프로세스의 개시 당초에 측정된 상대 강도는 약 2125였다(도 7 중의 점(42)). 자외선 강도 측정 프로세스를 계속 진행함에 따라 그 강도는 감소하고, 소정 시간 경과 후에는 상대 강도는 약 2100이 되었다. 즉, 광 파이버 케이블(15)의 시간이 지남에 따른 열화에 의해, 예칭에 의한 막 두께의 감소와는 관계없이, 자외선의 상대 강도가 $\delta x = 25$ 만큼 감쇠한다. 이 상대 강도의 감쇠량($\delta x = 25$)은 상기 변화량(δL)에 기초하여 박막의 두께의 변화량(δt)으로 변환하면,

[0061]
$$\delta t = 25 / 9.5 \approx 2.63 \text{ nm}$$

[0062] 에 상당한다. 이 결과로부터 명백한 바와 같이, 막 두께 측정 프로세스에서, 광 파이버 케이블(15)을 계속적으로 사용하면, 측정 결과에 상기 δt 에 상당하는 오차가 포함되게 되기 때문에, 정확한 막 두께의 측정을 행하는 것이 곤란해진다.

[0063] 따라서 본 실시예에 따른 해석 단계(34)에서는, 막 두께 계산 단계 전에, 상기 감쇠(δx)를 산출하는 강도차 계산 단계(343)와, 감쇠(δx)의 정보에 기초하여 광 강도 정보를 보정하는 보정 단계(344)가 형성되어 있다.

[0064] 강도차 계산 단계(343)에서는, 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 광의 강도 정보를, 프로세스의 개시 당초에 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 강도 정보와 비교하여, 감쇠(δx)의 값을 산출한다. 즉, 도 7을 이용하여 설명하면, 도 7 중의 점(42)에 나타난 강도(프로세스 개시 당초에 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 자외선 강도)와 점(43)에 나타난 강도(현 측정시에 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 자외선 강도)의 차(δx)를 산출한다. 그리고 보정 단계(344)에서, 제 1 측정 단계(342)에 의해 측정된, 웨이퍼(W)로부터의 반사파의 강도에 감쇠(δx)를 가산하는 보정을 행한다. 이러한 보정을 행함으로써, 제 1 측정 단계(342)에 의해 얻어진 광 강도 정보로부터, 광 파이버 케이블(15)의 시간 지남에 따른 열화에 의한 영향을 배제할 수 있다.

[0065] 보정 단계(344) 후, 막 두께 계산 단계(345)에서, 상기 보정 후의 광 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산이 행해진다. 이 막 두께 계산은, 상기 프로세스 개시 단계(31)에서 얻어진 변화량(δL)을 이용하여 행해진다. 이하에, 막 두께 계산 단계(345)에서의 막 두께 계산의 구체예를 나타낸다.

[0066] 프로세스 개시 전의 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 t_0 , 프로세스 개시 직후에 제 1 측정 단계(342)에서 측정된 광 강도를 L_0 로 한다. 그리고, 예칭 처리의 결과, 제 1 측정 단계(342)에서 측정된 광 강도가 L_x 가 되고, 그 때 강도차 계산 단계(343)에서 얻어진 감쇠가 δx 였다고 한다. 이 경우, 보정 단계(344)에서, 제 1 측정 단계(342)에서 측정된 광 강도(L_x)가 보정되어, $L_x + \delta x$ 가 된다. 이 보정 후의 광 강도 정보에 기초하여, 프로세스 개시부터 예칭에 의해 깎인 두께(t_e)가 이하의 식에 의해 계산된다.

[0067]
$$t_e = (L_x + \delta x - L_0) / 9.5$$

[0068] 따라서, 이 시점에서 웨이퍼(W)에 잔류하고 있는 박막의 막 두께(t_r)는,

[0069]
$$t_r = t_0 - t_e = t_0 - (L_x + \delta x - L_0) / 9.5$$

[0070] 로서 계산되게 된다. 이와 같이 하여, 막 두께 계산 단계(345)에서, 웨이퍼(W)에 잔류하는 박막의 막 두께(t_r)를, 광 강도 정보에 기초하여 정량적으로 산출할 수 있다.

[0071] 해석 단계(34)에 의해 상기와 같이 막 두께 계산을 행한 후, 제 2 광 도파 단계(32)로 돌아와, 웨이퍼(W)에 대하여 예칭 처리를 실시하고, 또한 막 두께의 계산을 순차적으로 행한다. 그리고, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께가 소정의 두께가 되었을 때, 프로세스 종료 단계(35)가 프로세스를 종료시킨다. 즉, 요구되는 예칭 처리 후의 막 두께에 따른 데이터를 미리 기록해 두고, 상기 해석 단계(34)에 의해 산출된 잔류 박막의 막 두께(t_r)가 요구되는 막 두께가 되었을 때, 프로세스 종료 단계(35)가 도 3에 나타낸 사이클을 종료시킨다.

[0072] 본 실시예에 의하면, 프로세스 모니터 장치(11)를 계속적으로 사용한 경우에도, 보다 고정밀도의 막 두께 계산을 행할 수 있다. 이에 대하여 이하에 설명한다.

[0073] 도 7에 나타낸 바와 같이, 광 파이버 케이블(15)을 계속 사용하면, 광의 자외선 성분에 의해 광 파이버가 시간이 지남에 따라 열화되고, 자외선 성분을 감쇠시킨다. 상기한 바와 같이, 이는 정확한 막 두께 측정을 방해하는

요인이 된다.

- [0074] 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 방법은, 막 두께 계산을 위한 광 강도 정보를 얻는 제 1 광 도파 단계(33) 전에, 상기 시간이 지남에 따른 열화에 의한 광 강도의 감쇠값(δx)을 얻기 위한 제 2 광 도파 단계(32)를 형성하고, 해석 단계(34)에서, 막 두께 계산용의 광 강도 정보를 감쇠값(δx)에 의해 수시 보정하는 구성으로 되어 있다. 또한 자외선에 의한 광 파이버 케이블의 시간이 지남에 따른 열화는, 수 분 단위로 진행되는 것을 알 수 있다. 이에 대하여, 본 실시예에서는, 도 5에 나타낸 바와 같이, 100 ~ 200 msec의 간격으로 보정용의 광 강도 정보를 얻는 계측과, 막 두께 계산용의 광 강도 정보를 얻는 계측을 교호로 행하고 있다. 따라서, 이 두 개의 계측 간의 광 파이버의 시간이 지남에 따른 열화의 영향은 무시할 수 있다.
- [0075] 또한 제 1 광 경로(21) 및 제 2 광 경로(22)는, 그 경로 내에서 동일한 광 파이버 케이블(15)을 공유하고 있다. 또한, 제 1 광 경로(21)에서의 점(B) ~ 점(C) 간의 경로, 및 제 2 광 경로(22)에서의 점(D) ~ 점(E) 간의 경로는 통과하는 광의 특성에 영향을 주지 않고, 자외선의 감쇠 등을 발생시키지 않는다. 따라서, 제 1 광 경로(21)와 제 2 광 경로(22)는, 시간이 지남에 따른 열화에 의한 자외선 감쇠 등과 같은 광 전반 특성이 동일하다고 간주할 수 있다.
- [0076] 즉, 본 실시예에 의하면, 제 1 광 경로(21)에서 광 파이버 케이블(15)의 시간이 지남에 따른 열화를 요인으로서 발생하는 광의 강도의 변동을, 제 2 광 경로(22)를 거친 광의 강도의 변동을 계측함으로써 정확하게 파악할 수 있다. 이에 의해, 제 1 광 도파 단계(33)를 거쳐 얻어진 막 두께 계산용의 광 강도 정보를, 상기 변동을 상쇄하도록 보정하는 것이 가능해진다. 즉, 막 두께 계산용의 광 강도 정보로부터, 광 파이버 케이블(15)의 시간이 지남에 따른 열화에 의해 초래되는 영향을 배제할 수 있다. 따라서, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 정확하게 계측하는 것이 가능해진다.
- [0077] 또한 본 실시예에 의하면, 제 1 광 경로(21)와 제 2 광 경로(22)를, 반사 방향을 변경 가능한 제 1 미러(13)를 전기적으로 제어함으로써 임의로 전환 가능한 구성으로 되어 있다. 즉, 본 측정과 보정용 측정을 임의로 제어할 수 있다. 이에 의해, 웨이퍼(W)의 막 두께 계측을 보다 제어된 형태로서 실행할 수 있다. 또한, 제 1 광 경로(21)와 제 2 광 경로(22)의 전환을, 범용 부재인 갈바노 미러에 의해 실현할 수 있기 때문에, 프로세스 모니터 장치(11)를 보다 용이하게 구성할 수 있다.
- [0078] 또한 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)는, 마이크로파를 플라즈마원으로 하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치, 또는 평행 평판형 플라즈마 처리 장치, ICP(Inductively-Coupled Plasma) 플라즈마 처리 장치, 또는 ECR(Electron Cyclotron Resonance) 플라즈마 처리 장치 등, 어떠한 플라즈마 처리 장치에도 적용 가능하다. 이하에, 하나의 적용예로서, 슬롯 안테나를 이용한 마이크로파 플라즈마 처리 장치에 프로세스 모니터 장치(11)를 적용한 실시예에 대하여 설명한다.
- [0079] 도 8은, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)가 설치된 마이크로파 플라즈마 처리 장치(111)의 주요부를 도시한 개략 단면도로서, 프로세스 모니터 장치(11)에 의해 광이 제 1 광 경로를 통과하고 있는 상태를 나타낸다.
- [0080] 도 8을 참조하여, 플라즈마 처리 장치(111)는, 내부에서 웨이퍼(W)에 플라즈마 처리를 행하는 처리 용기(112)와, 처리 용기(112) 내로 플라즈마 처리용의 가스를 공급하는 플라즈마 처리용 가스 공급부(113)와, 웨이퍼(W)를 하방으로부터 지지하는 원판 형상의 지지대(114)와, 처리 용기(112) 내에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생 기구(119)와, 플라즈마 처리 장치(111) 전체를 제어하는 프로세스 컨트롤러(도시하지 않음)를 구비한다. 프로세스 컨트롤러는, 플라즈마 처리용 가스 공급부(113)에서의 가스 유량, 처리 용기(112) 내의 압력 등, 플라즈마 처리 장치(111) 전체의 제어를 행한다. 프로세스 모니터 장치는, 컨트롤러(17)를 개재하여 프로세스 컨트롤러와 통신 가능하게 접속되어 있다.
- [0081] 처리 용기(112)는, 지지대(114)의 하방측에 위치하는 저부(底部)(121)와, 저부(121)의 외주로부터 상방향으로 연장되는 측벽(122)을 포함한다. 측벽(122)은 대략 원통 형상이다. 처리 용기(112)의 저부(121)에는, 그 일부를 관통하도록 배기용의 배기관(123)이 형성되어 있다. 처리 용기(112)의 상부측은 개구되어 있고, 처리 용기(112)의 상부측에 배치되는 환상부(環狀部)(124), 후술하는 유전체창(116), 및 유전체창(116)과 환상부(124)의 사이에 개재되는 셸 부재로서의 O링(125)에 의해, 처리 용기(112)의 내부가 밀봉되어 있다.
- [0082] 플라즈마 처리용 가스 공급부(113)는, 웨이퍼(W)의 중앙을 향해 가스를 공급하는 제 1 플라즈마 처리용 가스 공급부(126)와, 웨이퍼(W)의 외측으로부터 가스를 공급하는 제 2 플라즈마 처리용 가스 공급부(127)를 포함한다. 제 1 플라즈마 처리용 가스 공급부(126)는, 유전체창(116)의 직경 방향 중앙부에 형성된 가스 공급홀(130a)을

거쳐, 처리 용기(112) 내로 가스를 공급하고 있다. 제 1 플라즈마 처리용 가스 공급부(126)는, 제 1 플라즈마 처리용 가스 공급부(126)에 접속된 가스 공급계(129)에 의해 유량 등을 조정하면서 플라즈마 처리용 가스를 공급한다. 제 2 플라즈마 처리용 가스 공급부(127)는, 측벽(122)의 상부측의 일부에 형성된 복수의 가스 공급홀(130b)을 거쳐, 처리 용기(112) 내로 플라즈마 처리용 가스를 공급하고 있다. 복수의 가스 공급홀(130b)은 둘레 방향으로 대략 등배로 형성되어 있다.

- [0083] 지지대(114)는, 정전 척(도시하지 않음)에 의해 그 위에 웨이퍼(W)를 보지 가능하다. 또한, 이 정전 척은 생략해도 된다. 지지대(114)는 내부에 설치된 온도 조정 기구(도시하지 않음)에 의해 원하는 온도로 설정 가능하다. 지지대(114)는, 저부(121)의 하방측으로부터 수직 상방으로 연장되는 절연성의 통 형상 지지부(131)에 지지되어 있다. 상기한 배기관(123)은, 처리 용기(112)의 저부(121)의 일부를 관통하도록 형성되어 있다. 배기관(123)의 하방측에는 배기 장치(도시하지 않음)가 접속되어 있다. 배기 장치는 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 가지고 있다. 배기 장치에 의해 처리 용기(112) 내를 소정의 압력까지 감압할 수 있다.
- [0084] 플라즈마 발생 기구(119)는, 처리 용기(112) 밖에 설치되는 플라즈마 여기용의 마이크로파를 발생시키는 마이크로파 발생 장치(120)와, 지지대(114)와 대향하는 위치에 배치되고, 마이크로파 발생 장치(120)에 의해 발생시킨 마이크로파를 처리 용기(112) 내로 도입하는 유전체창(116)과, 유전체창(116)의 상방측에 배치되고, 마이크로파를 유전체창(116)에 방사하는 슬롯 안테나판(117)과, 슬롯 안테나판(117)의 상방측에 배치되고, 도입된 마이크로파를 직경 방향으로 전파하는 유전체 부재(118)와, 마이크로파 발생 장치(120)에 의해 송신된 마이크로파를 유전체 부재(118)로 도입하는 도파관(128)을 포함한다. 유전체 부재(118)의 상방에는, 커버 플레이트(115)가 유전체 부재(118)를 상방으로부터 덮도록 하여 설치되어 있다.
- [0085] 유전체창(116)은 대략 원판 형상의 유전체로 구성되어 있고, 처리 용기(112)의 상부 통로를 폐쇄하도록 상기 환상부(124) 상에 배치된다. 또한 유전체창(116)의 구체적인 재질로서는, 석영 또는 알루미늄아 등을 들 수 있다.
- [0086] 슬롯 안테나판(117)은 박판 형상의 원판 부재이다. 슬롯 안테나판(117)에는, 복수의 슬롯(117s)이 형성되어 있다. 유전체 부재(118)로부터 슬롯 안테나판(117)으로 도입된 마이크로파는, 이 슬롯(117s)을 통과하여, 유전체창(116)으로 방사된다.
- [0087] 유전체 부재(118)는 원형 형상의 박판 형상 부재이며, 유전체창(116)과 동심에 배치되어 있다. 또한 유전체 부재(118)는, 유전체 부재(118)의 하단면과 유전체창(116)의 상단면이 대면하도록 배치되어 있다. 이 유전체 부재(118)는, 도파관(128)으로부터 도입된 마이크로파를 외경 방향으로 전반시켜, 슬롯 안테나판(117)으로 도입한다.
- [0088] 도파관(128)은, 단면 원형 형상 또는 직사각형 형상의 도전체로 구성되어 있고, 일단이 마이크로파 발생 장치(120)에 접속되고 타단이 슬롯 안테나판(117)의 중심부에 접속되어 있다.
- [0089] 마이크로파 발생 장치(120)로부터 공급된 마이크로파는, 도파관(128) 내를 전반하여, 유전체 부재(118)로 도입된다. 그리고, 유전체 부재(118)의 내부를 외경 방향으로 전반하여, 슬롯 안테나판(117)에 형성된 복수의 슬롯(117s)으로부터 유전체창(116)에 방사된다. 유전체창(116)으로 도입된 마이크로파는 유전체창(116)의 내부에 전계를 형성한다. 그리고, 유전체창(116)을 투과한 마이크로파가, 유전체창(116)의 직하(直下)에 전계를 발생시킨다. 그리고, 처리 용기(112) 내의 플라즈마 처리용 가스를 여기함으로써 플라즈마가 생성된다.
- [0090] 본 실시예에서는, 프로세스 모니터 장치(11)가, 커버 플레이트(115) 상의 중심으로부터 약간 외경측의 위치에 설치되어 있다. 유전체창(116), 슬롯 안테나판(117), 유전체 부재(118) 및 커버 플레이트(115)에는, 프로세스 모니터 장치(11)의 케이스(18)의 직하의 위치에서, 상하 방향으로 관통하도록 광 통로부(139)가 형성되어 있다. 광 통로부(139)에는, 처리 용기(112) 내의 감압 상태를 유지하면서 광을 투과시키기 위한 광 투과 부재가 설치되어 있다. 이 광 투과 부재는, 통과하는 광의 특성에 영향을 주지 않는 재료, 예를 들면 석영에 의해 구성된다. 또한 광 투과 부재는, 유전체창(116)에 일체적으로 설치되어 있어도 된다. 또한, 상기 실시예와 같이 자외선을 이용하여 웨이퍼(W)의 막 두께 측정을 행할 경우에는, 이 광 통로부(139)에, 단파장의 전자파에 대한 투과율이 높은 합성 석영을 적용할 수 있다. 이 경우, 광이 광 통로부(139)를 통과할 시, 자외선 강도가 감쇠하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0091] 이와 같이, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(11)를, 도 8에 도시한 바와 같이 플라즈마 처리 장치(111)에 설치함으로써, 처리 용기(112) 내에서 웨이퍼(W)에 플라즈마 처리를 실시하면서, 웨이퍼(W)의 막 두께를 적절하게 모니터링할 수 있다.
- [0092] 이어서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(51)에 대하여, 도 9를 이용하여 설명한다. 또한,

상기한 실시예와 동일한 구성 부재에는 동일 부호를 부여하고, 상세한 설명을 생략한다. 또한 도 9에서는, 이해의 용이의 관점으로부터, 구성 부재의 일부를 단면으로서 도시하고, 해칭을 생략하여 도시하고 있다.

- [0093] 도 9를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(51)는, 플라즈마 처리 장치(101)에 설치되는 웨이퍼(W)의 막 두께 측정용의 장치로서, 광을 발생시켜 외부로 출사하는 광원부(52)와, 외부로부터 입사된 광의 강도를 검지 가능한 광 검지부(53)와, 광 검지부(53)에 접속되고, 광 검지부(53)에 입사된 광의 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산하는 컨트롤러(54)를 구비한다.
- [0094] 여기서, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(51)는, 광원부(52)의 제 1 광 출사구(A₁)로부터 출사된 광을, 웨이퍼(W)까지 유도하는 제 1 광 파이버 케이블(55)과, 웨이퍼(W)로부터 반사된 반사광을 광 검지부(53)의 제 1 광 입사구(B₁)까지 유도하는 제 2 광 파이버 케이블(56)과, 광원부(52)의 제 2 광 출사구(A₂)로부터 출사된 광을, 웨이퍼(W)를 경유하지 않고 광 검지부(53)의 제 2 광 입사구(B₂)까지 유도하는 제 3 광 파이버 케이블(57)을 구비한다.
- [0095] 제 1 광 파이버 케이블(55)의 웨이퍼(W)측의 단부에는, 광 파이버를 통하여 전달된 광을 웨이퍼(W)를 향해 조사하는 발광부(58)가 설치되어 있다. 또한, 제 2 광 파이버 케이블(56)의 웨이퍼(W)측의 단부에는, 웨이퍼(W)로부터 반사된 광을 수광하여, 제 2 광 파이버 케이블(56)로 보내는 수광부(59)가 설치되어 있다.
- [0096] 본 실시예에서는, 도 9에 도시한 바와 같이, 제 1 광 경로(61)가 제 1 광 파이버 케이블(55), 발광부(58), 수광부(59) 및 제 2 광 파이버 케이블(56)에 의해 형성되어 있다. 보다 구체적으로, 광원부(52)의 제 1 광 출사구(A₁)로부터 출사된 광은, 제 1 광 파이버 케이블(55) 내를 통과하여, 발광부(58)에 의해 웨이퍼(W)에 조사되고, 웨이퍼(W) 표면의 반사점(C₁)에서 반사된다. 반사된 광은 수광부(59)에 의해 수광되고, 제 2 광 파이버 케이블(56)을 거쳐 광 검지부(53)의 제 1 광 입사구(B₁)에 입사된다. 이와 같이, 광원부(52)로부터 출사된 광이 점(A₁) → 점(C₁) → 점(B₁)을 거치도록 유도되어, 제 1 광 경로(61)가 형성되어 있다.
- [0097] 제 2 광 경로(62)는 제 3 광 파이버 케이블(57)에 의해 형성되어 있다. 즉, 광원부(52)로부터 출사된 광이, 제 3 광 파이버 케이블(57)에 의해 웨이퍼(W)를 경유하지 않고, 점(A₂) → 점(B₂)에 이르도록 유도되어 있다.
- [0098] 여기서, 제 1 ~ 제 3 광 파이버 케이블(55, 56, 57)은, 제 1 광 경로(61)와 제 2 광 경로(62)의 광 전반 특성이 동등하게 되도록 선택된다. 즉, 그 구체적으로는, 제 3 광 파이버 케이블(57)의 길이를, 제 1 광 파이버 케이블(55)과 제 2 광 파이버 케이블(56)의 길이의 합과 동일하게 하고, 또한 제 1 ~ 제 3 광 파이버 케이블(55, 56, 57)을 모두 동중으로 하는 것이 상정된다. 이와 같이 구성함으로써, 제 1 광 경로(61)와 제 2 광 경로(62)의 광 전반 특성을 동등하게 할 수 있다. 즉, 제 1 광 경로(61)와 제 2 광 경로(62)에서 발생하는 자외선에 의한 시간이 지남에 따른 열화의 정도도 동등하게 할 수 있다.
- [0099] 컨트롤러(54)는, 광 검지부(53)에 입사된 각각의 광의 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산을 행한다.
- [0100] 이어서, 본 실시예에 따른 프로세스 모니터 장치(51)의 동작에 대하여 설명한다. 프로세스 모니터 장치(51)는, 상기한 실시예와 마찬가지로 도 3 및 도 6에 나타난 순서도에 따라 동작한다. 따라서, 상기 실시예와 동일한 부분에 대해서는, 상세한 설명을 생략한다.
- [0101] 우선, 프로세스 개시 단계(31)에서, 광의 강도와 막 두께 간의 상관 관계에 따른 레퍼런스 데이터를 취득한다. 즉, 막 두께가 1 nm 변화한 경우의 광 강도의 변화량(ΔL)에 따른 데이터를 취득한다. 이어서 제 2 광 도파 단계(32)에서, 광원부(52)로부터 출사된 광이 점(A₂) → 점(B₂)으로 경유하는 제 2 광 경로(62)를 통과하도록 유도되어, 광 검지부(53)에 입사된다. 이어서 제 1 광 도파 단계(33)에서, 광원부(52)로부터 출사된 광이 점(A₁) → 점(C₁) → 점(B₁)으로 경유하는 제 1 광 경로(61)를 통과하도록 유도되어, 광 검지부(53)에 입사된다. 이어서 상기한 해석 단계(34)에서, 제 2 광 경로(62) 및 제 1 광 경로(61)의 각각을 통과한 광의 강도가 측정되고, 그들 강도 정보에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산이 행해진다.
- [0102] 해석 단계(34)에서는, 우선 제 2 측정 단계(341)에 의해 제 2 광 경로(62)를 통과한 광의 강도를 측정한다. 그리고, 제 1 측정 단계(342)에 의해 제 1 광 경로(61)를 통과한 광의 강도를 측정한다. 이어서 강도차 계산 단계(343)에서, 이 시점에서 제 2 측정 단계(341)에 의해 측정된 광의 강도 정보와, 프로세스의 개시 당초에 측정된 강도 정보를 비교하여, 감쇠(Δx)의 값을 산출한다. 이어서 보정 단계(344)에서, 제 1 측정 단계(342)에서 측정

된 광의 강도에 감쇠(δx)를 가산하는 보정을 행한다. 그리고 막 두께 계산 단계(345)에서, 상기 보정 후의 광 강도 정보와, 레퍼런스 데이터 : 변화량(δL)에 기초하여, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께 계산을 행한다.

[0103] 여기서 본 실시예에서는, 상기한 바와 같이, 제 1 광 경로(61)와 제 2 광 경로(62)의 광 전반 특성이 동등하게 되도록 구성되어 있고, 프로세스 계속 중에 제 1 광 경로(61) 및 제 2 광 경로(62)에서 발생하는 광의 자외선 강도의 감쇠는, 동등하다고 간주할 수 있다. 따라서, 제 1 광 도파 단계(33)를 거친 막 두께 계산용의 광 강도 정보를, 제 2 광 도파 단계(32)를 거친 보정용의 광 강도 정보를 가지고 보정함으로써, 막 두께 계산을 위한 광 강도 정보로부터 광 파이버 케이블의 시간이 지남에 따른 열화에 의한 영향을 배제할 수 있다. 이에 의해, 웨이퍼(W)에 형성된 박막의 막 두께를 정확하게 계측하는 것이 가능해진다.

[0104] 또한 상기 실시예에서는, 일례로서 웨이퍼에 형성된 박막의 막 두께 계측을 행하기 위한 장치 및 방법에 대하여 설명했지만, 본 발명의 개념은, 피측정물을 경유하는 제 1 경로를 통과한 광의 강도 정보(본측정용 정보)를, 피측정물을 경유하지 않고, 또한 제 1 경로와 특성이 동등한 제 2 경로를 통과한 광의 강도 정보(보정용 정보)에 의해 보정함으로써, 본측정용 정보로부터 경로에 기인하는 영향을 배제하는 것에 있다. 따라서 본 발명의 개념은, 박막의 막 두께 계측의 용도뿐 아니라, 피측정물에 광을 조사하여 피측정물의 구조의 특성(치수, 표면 형상, 물질의 조성 등)을 평가하는 용도이면, 어떠한 용도에도 적용 가능하다.

[0105] 또한 상기한 설명 중에 사용하는 ‘광 전반 특성’이란, 통과하는 광의 강도, 파장, 위상, 편광, 왜곡 등과 같은, 광에 관한 파라미터에 영향을 줄 수 있는 모든 특성을 포함하는 것을 의도하고 있다는 점에 유의를 바란다. 따라서 본 발명의 개념은, 상기 실시예와 같이, 광의 ‘강도’를 기초로 피측정물의 구조 평가를 행하는 형태에 한정되지 않고, 파장, 위상, 편광, 왜곡 등과 같은 그 외의 광에 관한 파라미터에 기초하여, 피측정물의 구조 평가를 행하는 형태에도 미치는 것이다.

[0106] 또한 상기 실시예에서는, 도 4에 나타낸 방법에 의해 레퍼런스 데이터(δL)를 취득하고, 이 δL 와 취득한 광의 강도 정보에 기초하여, 막 두께를 정량적으로 평가하는 경우에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 광의 강도에 따른 정보를 하나의 파라미터로서 웨이퍼 구조의 결정을 행하는 것이면, 어떠한 방법에 기초하여 구조의 결정이 행해져도 된다.

[0107] 또한 상기 실시예에서는, 피측정물을 경유하는 본측정용의 광 경로와 피측정물을 경유하지 않는 보정용의 광 경로를, 각각 하나의 경로에 의해 구성된 경우에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 본측정용의 광 경로 및 보정용의 광 경로가, 각각 복수의 경로에 의해 구성되어도 된다.

[0108] 또한 상기 실시예에서는, 광 파이버 케이블 및 미러를 이용하여 광 경로가 형성된 경우에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 광이 통과 가능하며, 또한 본측정용의 광 경로와 보정용의 광 경로가 동등한 광 전반 특성을 가지는 것이면, 어떠한 부재, 방법을 적용해도 된다.

[0109] 또한 상기 실시예에서의 광 파이버 케이블의 특성으로서, 광 파이버 케이블의 계속 사용을 일시 중지하고, 다시 자외선 강도를 계측하면, 자외선 강도의 값이 증가하는 것이 명백하게 되어 있다. 즉, 광 파이버 케이블의 시간이 지남에 따른 열화는, 사용의 중지에도 의해 회복된다고 할 수 있다. 또한 처리 압력 또는 분위기에 의해서도 자외선 강도의 값이 변화하는 것도 명백하게 되어 있다. 이와 같이, 자외선 강도의 증감은, 다양한 요인에 의해 발생되고, 또한 시시각각 변화하는 것이다. 따라서, 웨이퍼의 막 두께 계측을 행할 시에는, 상기 실시예와 같이, 보정용의 계측과 막 두께 계산용의 계측을 교호로 행하고, 자외선 강도의 보정을 순차적으로 행하는 것이 효과적이다.

[0110] 또한 상기 실시예에서는, 에칭 처리에서의 막 두께 계측을 위한 장치 및 방법에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, CVD 등의 성막 처리 또는 스퍼터링 등, 그 외의 어떠한 반도체 제조에 따른 처리에서의 구조 평가에 적용되어도 된다.

[0111] 또한 상기 실시예에서는, 처리가 실시되는 피처리 기관으로서 반도체 웨이퍼를 대상으로 한 경우에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 본 발명은, 예를 들면 플랫 패널 디스플레이용의 글라스 기관, 또는 가요성의 플라스틱 기관 등 다양한 기관의 처리에 적용하는 것이 가능하다.

[0112] 또한 상기 실시예에서는, 광원으로서, 백색광을 생성하는 크세논 램프를 적용한 경우에 대하여 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 보다 미세한 구조를 유리하게 평가하기 위하여, 300 nm 이하의 자외선을 생성 가능한 광원을 채용하고, 자외선만을 이용하여 피계측물의 구조 평가를 행하는 구성이어도 되고, 그 외에 어떠한 소정의 파장을 가지는 전자파를 이용하는 구성이어도 된다.

- [0113] 또한 도 1, 도 2, 도 8 및 도 9에서는, 이해의 용이의 관점으로부터, 광 경로를 선으로서 표현하고 있지만, 실제로 광 경로를 통과하는 광은, 소정의 단면적을 가지는 수축광(빔)으로서 조사되는 점에 유의를 바란다.
- [0114] 이상, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명했지만, 본 발명은 도시한 실시예에 한정되지 않는다. 도시한 실시예에 대하여, 본 발명과 동일한 범위 내에서, 혹은 균등한 범위 내에서, 각종 수정 또는 변형을 가하는 것이 가능하다.
- [0115] 산업상의 이용 가능성
- [0116] 본 발명은, 광학적 방법을 이용하여 웨이퍼의 구조를 보다 고정밀도로 평가할 수 있는 프로세스 모니터 장치 및 프로세스 모니터 방법을 제공하는 것으로서, 반도체 제조 분야에 유리하게 이용된다.

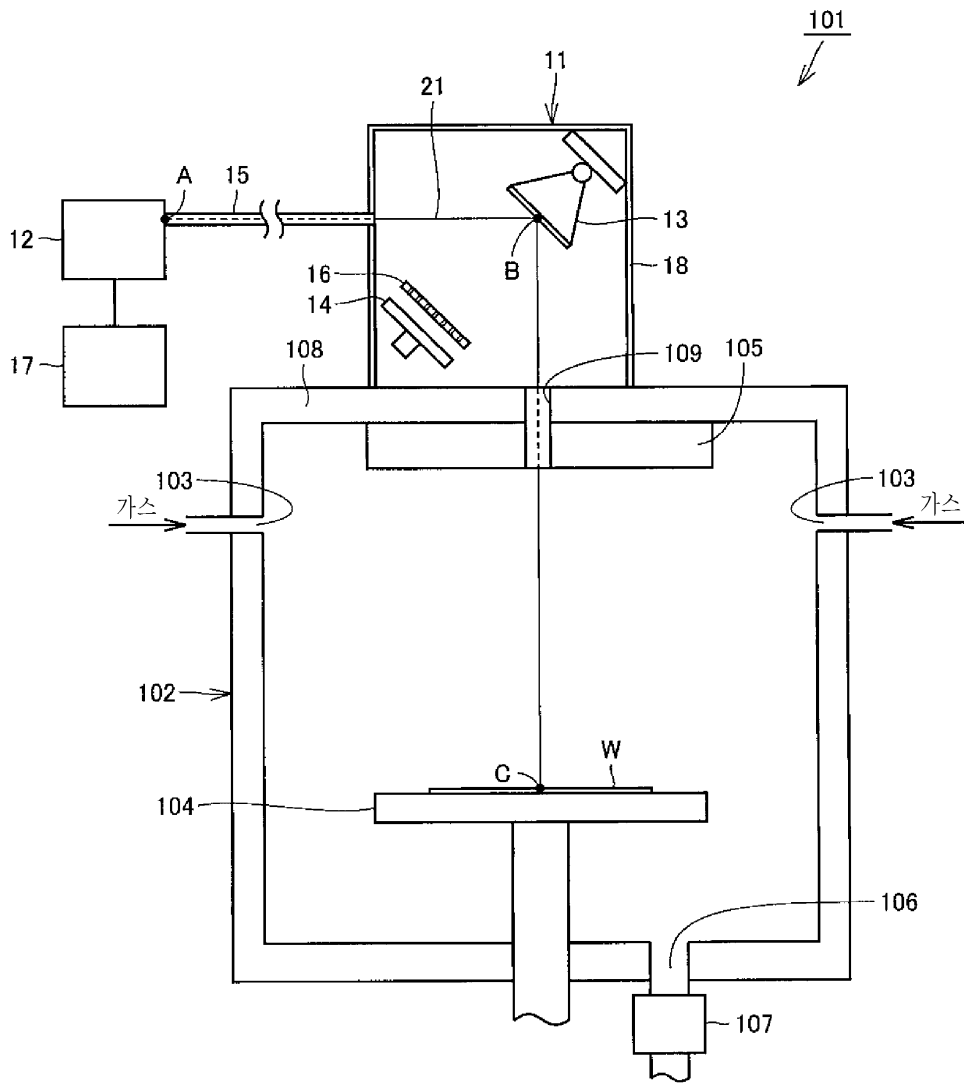
부호의 설명

- [0117] 11, 51 : 프로세스 모니터 장치
- 12 : 광학 모니터
- 13 : 제 1 미러
- 14 : 제 2 미러
- 15, 55, 56, 57 : 광 파이버 케이블
- 16 : 슬릿판
- 17, 54 : 컨트롤러
- 18 : 케이스
- 21, 61 : 제 1 광 경로
- 22, 62 : 제 2 광 경로
- 31, 32, 33, 34, 341, 342, 343, 344, 345, 35 : 단계
- 36, 39, 42, 43 : 접
- 37, 38, 40, 41 : 선
- 52 : 광원부
- 53 : 광 검지부
- 58 : 발광부
- 59 : 수광부
- 101, 111 : 플라즈마 처리 장치
- 102, 112 : 처리 용기
- 103, 113, 126, 127 : 가스 공급부
- 104, 114 : 지지대
- 105 : 플라즈마 생성부
- 106, 123 : 배기관
- 107 : 배기 장치
- 108 : 상부
- 109, 139 : 광 통로부
- 115 : 커버 플레이트

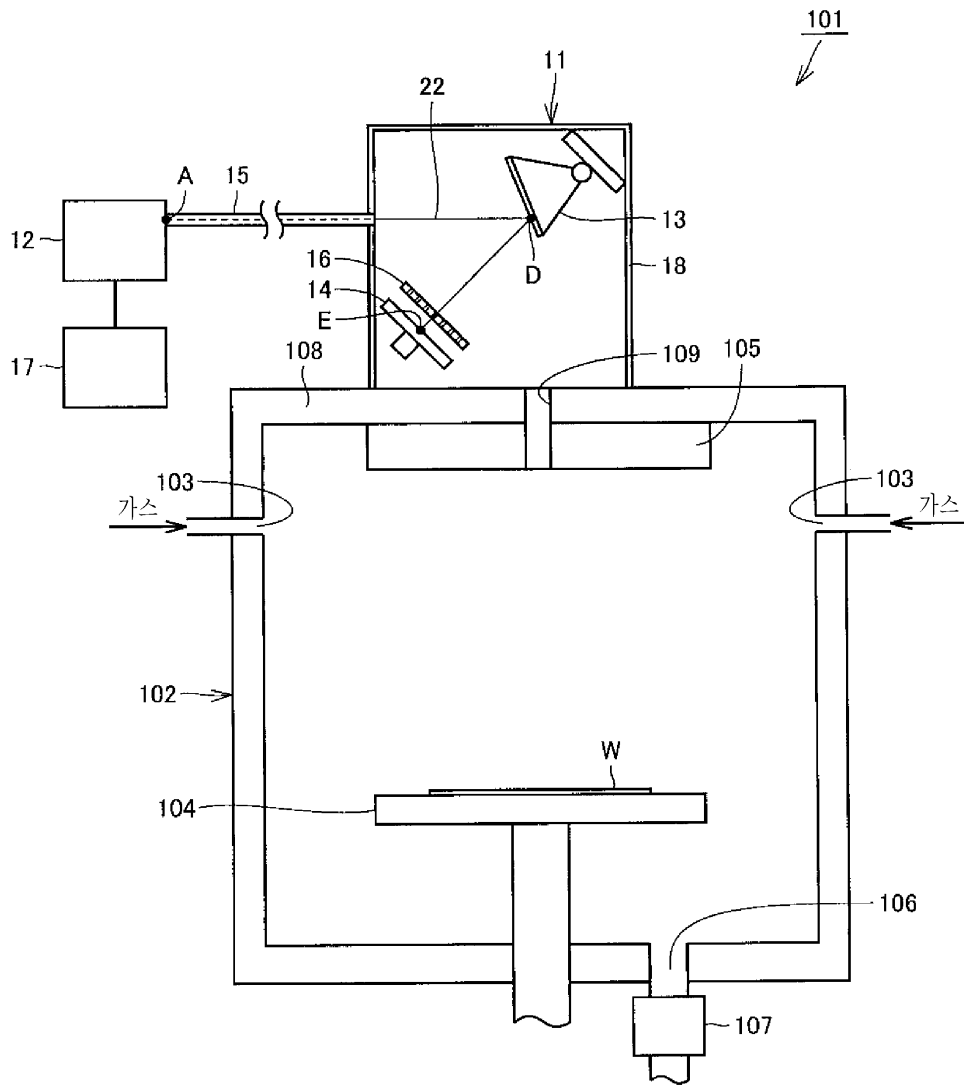
- 116 : 유전체창
- 117 : 슬롯 안테나판
- 117s : 슬롯
- 118 : 유전체 부재
- 119 : 플라즈마 발생 기구
- 120 : 마이크로파 발생 장치
- 121 : 저부
- 122 : 측벽
- 124 : 환상부
- 125 : O링
- 128 : 도파관
- 129 : 가스 공급계
- 130a, 130b : 가스 공급홀

도면

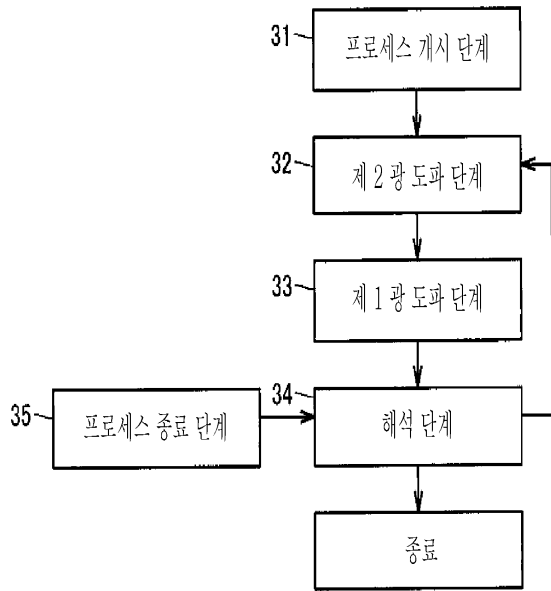
도면1



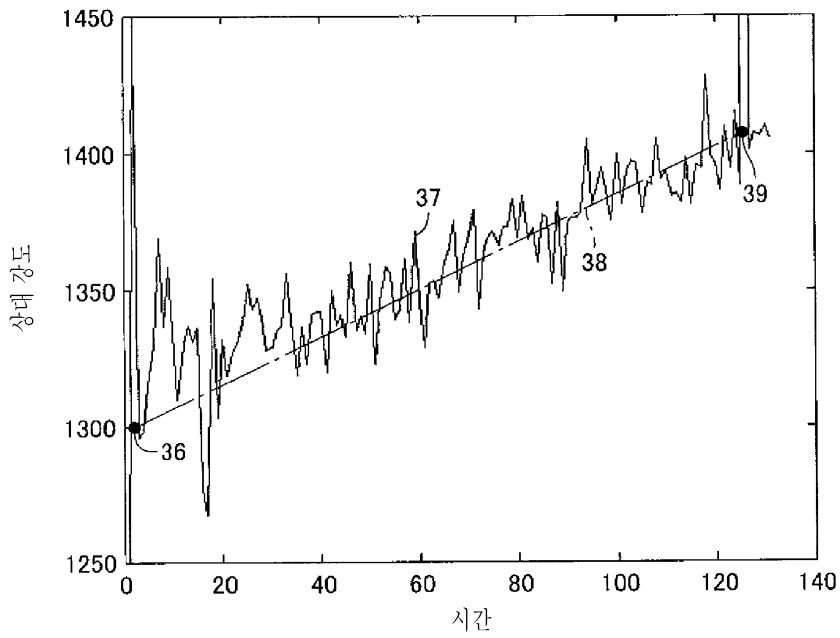
도면2



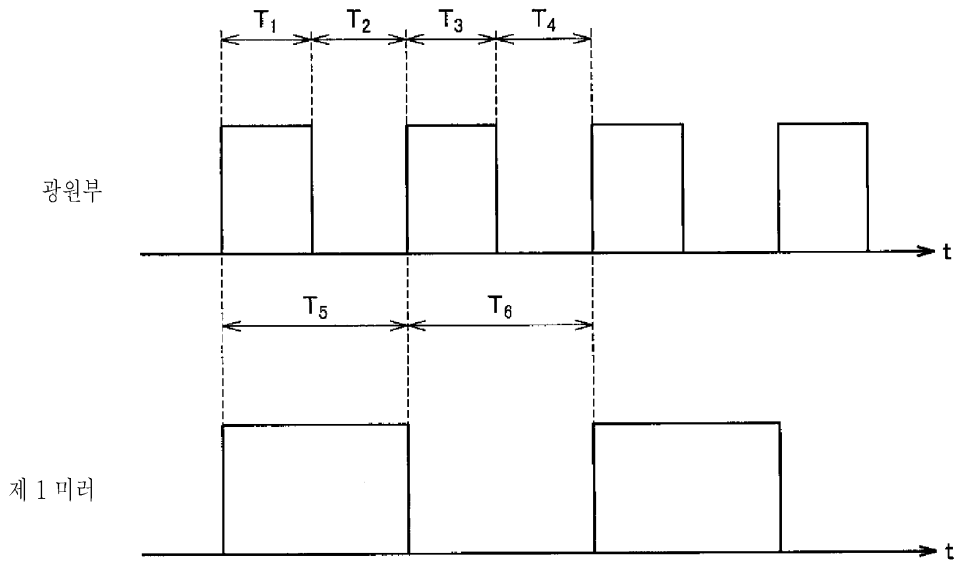
도면3



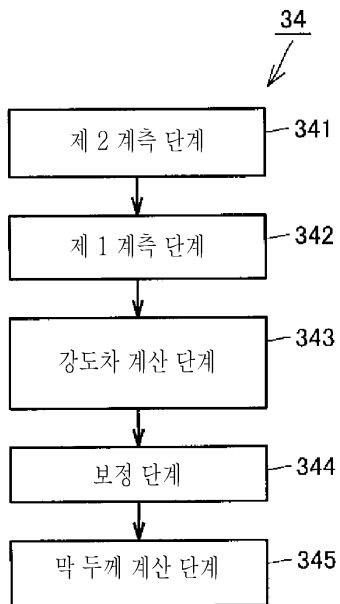
도면4



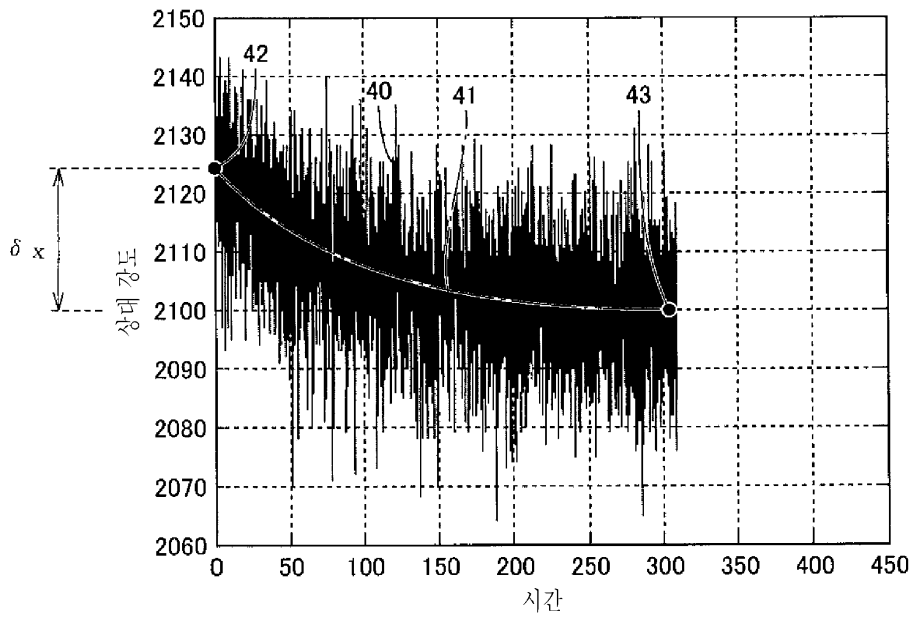
도면5



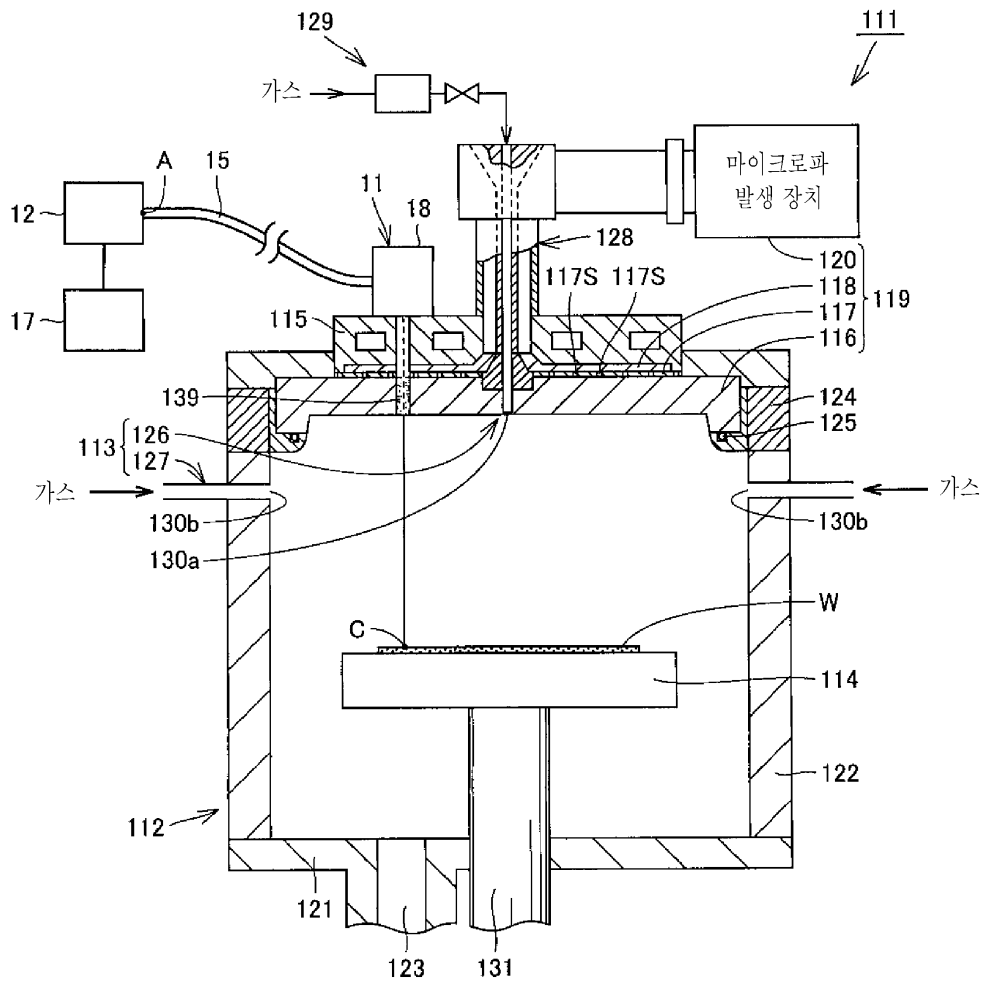
도면6



도면7



도면8



도면9

