



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0130074  
(43) 공개일자 2023년09월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/67 (2006.01) B23K 26/0622 (2014.01)  
B23K 26/08 (2014.01) H01L 21/18 (2006.01)  
H01L 21/304 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 21/67092 (2013.01)  
B23K 26/0622 (2015.10)
- (21) 출원번호 10-2023-7027150
- (22) 출원일자(국제) 2022년01월04일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년08월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/000014
- (87) 국제공개번호 WO 2022/153886  
국제공개일자 2022년07월21일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2021-005325 2021년01월15일 일본(JP)

- (71) 출원인  
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
- (72) 발명자  
타노우에 하야토  
일본, 쿠마모토켄, 키쿠치군, 오즈마치,  
타카오노, 272-4, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가  
이샤 내
- 아라키 켄토  
일본, 쿠마모토켄, 키쿠치군, 오즈마치,  
타카오노, 272-4, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가  
이샤 내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인엠에이피에스

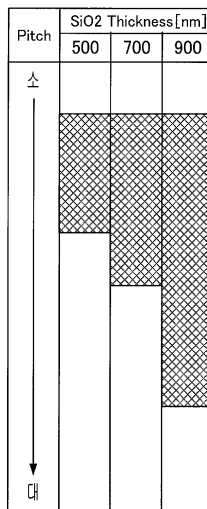
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 기판 처리 장치, 기판 처리 방법 및 기판 제조 방법

(57) 요약

제 1 기판과 제 2 기판이 접합된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서, 상기 중합 기판을 유지하는 기판 유지부와, 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 사이에 형성된 레이저 흡수층에 대하여 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 레이저 조사부와, 상기 기판 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 이동시키는 이동 기구와, 상기 레이저 조사부와 상기 이동 기구를 제어하는 제어부를 구비하고, 상기 제어부는, 상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 레이저 흡수층에 조사되는 상기 레이저광의 간격을 설정한다.

대표도 - 도11



(52) CPC특허분류

*B23K 26/0876* (2013.01)

*H01L 21/185* (2013.01)

*H01L 21/304* (2013.01)

(72) 발명자

**야마시타 요헤이**

일본, 쿠마모토켄, 키쿠치군, 오즈마치, 타카오노,  
272-4, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시기가이샤 내

**시라이시 교우스케**

일본, 쿠마모토켄, 키쿠치군, 오즈마치, 타카오노,  
272-4, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시기가이샤 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 기관과 제 2 기관이 접합된 중합 기관을 처리하는 기관 처리 장치로서,

상기 중합 기관을 유지하는 기관 유지부와,

상기 제 1 기관과 상기 제 2 기관의 사이에 형성된 레이저 흡수층에 대하여 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 레이저 조사부와,

상기 기관 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 이동시키는 이동 기구와,

상기 레이저 조사부와 상기 이동 기구를 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 제어부는, 상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 레이저 흡수층에 조사되는 상기 레이저광의 간격을 설정하는, 기관 처리 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이동 기구는,

상기 기관 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 회전시키는 회전 기구와,

상기 기관 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 수평 방향으로 이동시키는 수평 이동 기구를 구비하고,

상기 제어부는, 상기 레이저광의 간격으로서 둘레 방향 간격과 직경 방향 간격을 설정하는, 기관 처리 장치.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 중합 기관의 레이저 처리 시간이 최소가 되도록, 상기 레이저광의 간격을 설정하는, 기관 처리 장치.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 중합 기관의 레이저 처리 시간이 상기 기관 처리 장치에 요구되는 레이저 처리 시간이 되도록, 상기 레이저광의 간격을 설정하는, 기관 처리 장치.

#### 청구항 5

제 1 기관과 제 2 기관이 접합된 중합 기관에 있어서, 상기 제 1 기관과 상기 제 2 기관의 사이에 형성된 레이저 흡수층에 대하여 레이저광을 조사하는 기관 처리 방법으로서,

상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 레이저 흡수층에 조사되는 상기 레이저광의 간격을 설정하는 것과,

상기 레이저광의 간격이 되도록, 상기 레이저 흡수층에 상기 레이저광을 조사하는 것을 포함하는, 기관 처리 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 레이저광의 간격은 둘레 방향 간격과 직경 방향 간격을 포함하고,

상기 둘레 방향 간격이 되도록, 상기 중합 기판을 유지하는 기관 유지부와 상기 레이저광을 조사하는 레이저 조사부를 상대적으로 회전시키면서, 상기 레이저 조사부로부터 상기 레이저 흡수층에 상기 레이저광을 조사하고, 상기 직경 방향 간격이 되도록, 상기 기관 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 수평 방향으로 이동시키면서, 상기 레이저 조사부로부터 상기 레이저 흡수층에 상기 레이저광을 조사하는, 기관 처리 방법.

**청구항 7**

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 중합 기판의 레이저 처리 시간이 최소가 되도록, 상기 레이저광의 간격을 설정하는, 기관 처리 방법.

**청구항 8**

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 중합 기판의 레이저 처리 시간이 기관 처리 장치에 요구되는 레이저 처리 시간이 되도록, 상기 레이저광의 간격을 설정하는, 기관 처리 방법.

**청구항 9**

제 1 기관과 제 2 기관이 접합된 중합 기판을 제조하는 기관 제조 방법으로서,

상기 제 1 기관과 상기 제 2 기관의 사이에 레이저 흡수층을 형성하고, 상기 제 1 기관과 제 2 기관을 접합하여, 상기 중합 기판을 제조하고,

상기 레이저 흡수층에는, 상기 제 1 기관과 상기 제 2 기관의 접합 후에, 레이저광이 펄스 형상으로 조사되고,

상기 레이저 흡수층에 조사되는 상기 레이저광의 간격에 기초하여, 상기 레이저 흡수층의 두께를 설정하는, 기관 제조 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 레이저광의 간격은 둘레 방향 간격과 직경 방향 간격을 포함하고,

상기 둘레 방향 간격과 상기 직경 방향 간격에 기초하여, 상기 레이저 흡수층의 두께를 설정하는, 기관 제조 방법.

**청구항 11**

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 레이저광의 간격은, 상기 중합 기판의 레이저 처리 시간이 최소가 되도록 설정되는, 기관 제조 방법.

**청구항 12**

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 레이저광의 간격은, 상기 중합 기판의 레이저 처리 시간이 요구되는 레이저 처리 시간이 되도록 설정되는, 기관 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 기관 처리 장치, 기관 처리 방법 및 기관 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 특허 문헌 1에는, 반도체 장치의 제조 방법이 개시되어 있다. 이러한 반도체 장치의 제조 방법은, 반도체 기관

의 이면으로부터 CO<sub>2</sub> 레이저를 조사하여 박리 산화막을 국소적으로 가열하는 가열 공정과, 박리 산화막 중, 및/또는 박리 산화막과 반도체 기판과의 계면에 있어서 박리를 발생시켜, 반도체 소자를 전자처 기판에 전사시키는 전사 공정을 포함한다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2007-220749호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 개시에 따른 기술은, 제 1 기판과 제 2 기판이 접합된 중합 기판에 대하여, 레이저광을 이용한 기판 처리의 스루풋을 향상시킨다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일태양은, 제 1 기판과 제 2 기판이 접합된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서, 상기 중합 기판을 유지하는 기판 유지부와, 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 사이에 형성된 레이저 흡수층에 대하여 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 레이저 조사부와, 상기 기판 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 이동시키는 이동 기구와, 상기 레이저 조사부와 상기 이동 기구를 제어하는 제어부를 구비하고, 상기 제어부는, 상기 레이저 흡수층의 두께에 기초하여, 상기 레이저 흡수층에 조사되는 상기 레이저광의 간격을 설정한다.

#### 발명의 효과

[0006] 본 개시에 따르면, 제 1 기판과 제 2 기판이 접합된 중합 기판에 대하여, 레이저광을 이용한 기판 처리의 스루풋을 향상시킬 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 웨이퍼 처리 시스템에 있어서 처리되는 중합 웨이퍼의 구성의 개략을 나타내는 측면도이다.  
 도 2는 웨이퍼 처리 시스템의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 평면도이다.  
 도 3은 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 나타내는 측면도이다.  
 도 4는 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 나타내는 평면도이다.  
 도 5는 레이저 흡수막에 레이저광을 조사하는 모습을 나타내는 설명도이다.  
 도 6은 레이저 흡수막에 레이저광을 조사하는 모습을 나타내는 설명도이다.  
 도 7은 제 2 웨이퍼로부터 제 1 웨이퍼를 박리하는 모습을 나타내는 설명도이다.  
 도 8은 레이저 흡수막에 조사되는 레이저광의 조사 간격에 대한 설명도이다.  
 도 9는 레이저 흡수막의 두께와 레이저광의 펄스 에너지의 관계의 경향을 나타내는 그래프이다.  
 도 10은 레이저 흡수막의 두께와 웨이퍼 처리의 스루풋의 관계의 경향을 나타내는 그래프이다.  
 도 11은 레이저 흡수막의 두께와 레이저광의 조사 간격의 상관을 나타내는 표이다.  
 도 12는 웨이퍼 처리 시스템에 있어서의 다른 웨이퍼 처리의 주요 공정을 나타내는 설명도이다.  
 도 13은 웨이퍼 처리 시스템에 있어서의 다른 웨이퍼 처리의 주요 공정을 나타내는 설명도이다.

#### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 반도체 디바이스의 제조 공정에 있어서는, 표면에 복수의 전자 회로 등의 디바이스가 형성된 제 1 기판(반도체

등의 실리콘 기판)과 제 2 기판이 접합된 중합 기판에 대하여, 제 1 기판의 표면의 디바이스층을 제 2 기판에 전사하는 것이 행해진다. 이 때, 예를 들면 레이저광을 이용하여 제 2 기판으로부터 제 1 기판을 박리하는, 이른바 레이저 리프트 오프가 행해지는 경우가 있다. 레이저 리프트 오프에서는, 제 1 기판과 제 2 기판의 사이에 형성된 레이저 흡수층(예를 들면 산화막)에 레이저광을 조사함으로써, 제 1 기판과 제 2 기판의 계면에 있어서 박리를 발생시킨다.

- [0009] 상술한 특허 문헌 1에 기재된 방법은, 이 레이저 리프트 오프를 이용한 반도체 장치의 제조 방법이다. 특허 문헌 1에는, 산화막의 두께를 크게 함으로써, 디바이스층에 있어서의 반도체 소자의 특성 변동 및 손상 등을 방지하여, 안정된 레이저 처리를 행하는 것이 기재되어 있다. 그러나, 이 레이저 처리의 스루풋을 향상시키는 것에 대해서는 고려되어 있지 않으며, 그 시사도 없다. 따라서, 종래의 레이저 처리에는 개선의 여지가 있다.
- [0010] 본 개시에 따른 기술은, 제 1 기판과 제 2 기판이 접합된 중합 기판에 대하여, 레이저광을 이용한 기판 처리의 스루풋을 향상시킨다. 이하, 본 실시 형태에 따른 기판 처리 장치로서의 웨이퍼 처리 장치, 기판 처리 방법으로서의 웨이퍼 처리 방법, 및 기판 제조 방법으로서의 웨이퍼 제조 방법에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 가지는 요소에 있어서는, 동일한 부호를 부여함으로써 중복 설명을 생략한다.
- [0011] 본 실시 형태에 따른 후술하는 웨이퍼 처리 시스템(1)에서는, 도 1에 나타내는 바와 같이 제 1 기판으로서의 제 1 웨이퍼(W)와, 제 2 기판으로서의 제 2 웨이퍼(S)가 접합된 중합 기판으로서의 중합 웨이퍼(T)에 대하여 처리를 행한다. 이하, 제 1 웨이퍼(W)에 있어서, 제 2 웨이퍼(S)에 접합되는 측의 면을 표면(Wa)이라 하고, 표면(Wa)과 반대측의 면을 이면(Wb)이라 한다. 마찬가지로, 제 2 웨이퍼(S)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)에 접합되는 측의 면을 표면(Sa)이라 하고, 표면(Sa)과 반대측의 면을 이면(Sb)이라 한다.
- [0012] 제 1 웨이퍼(W)는, 예를 들면 실리콘 기판 등의 반도체 웨이퍼이다. 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는, 박리 촉진막(Fm), 레이저 흡수층으로서의 레이저 흡수막(Fw), 복수의 디바이스를 포함하는 디바이스층(도시하지 않음), 표면막(Fe)이 적층되어 형성되어 있다. 박리 촉진막(Fm)에는, 후술하는 레이저 조사 시스템(110)으로부터의 레이저광에 대하여 투과성을 가지고, 제 1 웨이퍼(W)(실리콘)와의 밀착성이, 적어도 레이저 흡수막(Fw)과의 밀착성보다 작은 막, 예를 들면 SiN막이 이용된다. 레이저 흡수막(Fw)에는, 후술하는 레이저 조사 시스템(110)으로부터의 레이저광을 흡수할 수 있는 막, 예를 들면 산화막(SiO<sub>2</sub>막, TEOS막) 등이 이용된다. 표면막(Fe)에는, 예를 들면 산화막(THOX막, SiO<sub>2</sub>막, TEOS막), SiC막, SiCN막 또는 접착제 등을 들 수 있다.
- [0013] 제 2 웨이퍼(S)도, 예를 들면 실리콘 기판 등의 반도체 웨이퍼이다. 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)에는, 복수의 디바이스를 포함하는 디바이스층(도시하지 않음)이 형성되고, 또한 표면막(Fs)이 적층되어 형성되어 있다. 표면막(Fs)으로서, 예를 들면 산화막(THOX막, SiO<sub>2</sub>막, TEOS막), SiC막, SiCN막 또는 접착제 등을 들 수 있다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)의 표면막(Fe)과 제 2 웨이퍼(S)의 표면막(Fs)이 접합된다.
- [0014] 도 2에 나타내는 바와 같이 웨이퍼 처리 시스템(1)은, 반입반출 블록(10), 반송 블록(20), 및 처리 블록(30)을 일체로 접속한 구성을 가지고 있다. 반입반출 블록(10)과 처리 블록(30)은, 반송 블록(20)의 주위에 마련되어 있다. 구체적으로 반입반출 블록(10)은, 반송 블록(20)의 Y축 부방향측에 배치되어 있다. 처리 블록(30)의 후술하는 웨이퍼 처리 장치(31)는 반송 블록(20)의 X축 부방향측에 배치되고, 후술하는 세정 장치(32)는 반송 블록(20)의 X축 정방향측에 배치되어 있다.
- [0015] 반입반출 블록(10)은, 예를 들면 외부와의 사이에서 복수의 중합 웨이퍼(T), 복수의 제 1 웨이퍼(W), 복수의 제 2 웨이퍼(S)를 각각 수용 가능한 카세트(Ct, Cw, Cs)가 각각 반입반출된다. 반입반출 블록(10)에는, 카세트 배치대(11)가 마련되어 있다. 도시의 예에서는, 카세트 배치대(11)에는 복수, 예를 들면 3 개의 카세트(Ct, Cw, Cs)를 X축 방향으로 일렬로 배치 가능하게 되어 있다. 또한, 카세트 배치대(11)에 배치되는 카세트(Ct, Cw, Cs)의 개수는 본 실시 형태에 한정되지 않으며, 임의로 결정할 수 있다.
- [0016] 반송 블록(20)에는, X축 방향으로 연신하는 반송로(21) 상을 이동 가능하게 구성된 웨이퍼 반송 장치(22)가 마련되어 있다. 웨이퍼 반송 장치(22)는 중합 웨이퍼(T), 제 1 웨이퍼(W), 제 2 웨이퍼(S)를 유지하여 반송하는, 예를 들면 2 개의 반송 암(23, 23)을 가지고 있다. 각 반송 암(23)은 수평 방향, 연직 방향, 수평축 둘레 및 연직축 둘레로 이동 가능하게 구성되어 있다. 또한, 반송 암(23)의 구성은 본 실시 형태에 한정되지 않으며, 임의의 구성을 취할 수 있다. 그리고, 웨이퍼 반송 장치(22)는, 카세트 배치대(11)의 카세트(Ct, Cw, Cs), 후술하는 웨이퍼 처리 장치(31) 및 세정 장치(32)에 대하여, 중합 웨이퍼(T), 제 1 웨이퍼(W), 제 2 웨이퍼(S)를 반송 가

능하게 구성되어 있다.

- [0017] 처리 블록(30)은 웨이퍼 처리 장치(31)와 세정 장치(32)를 가지고 있다. 웨이퍼 처리 장치(31)는, 제 1 웨이퍼(W)의 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광을 조사하여, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다. 또한, 웨이퍼 처리 장치(31)의 구성은 후술한다.
- [0018] 세정 장치(32)는, 웨이퍼 처리 장치(31)에서 분리된 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)측의 최표면(박리 촉진막(Fm)의 표면)을 세정한다. 예를 들면 박리 촉진막(Fm)의 표면에 브러시를 접촉시켜, 당해 표면을 스크립 세정한다. 또한, 표면의 세정에는, 가압된 세정액을 이용해도 된다. 또한, 세정 장치(32)는, 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)측과 함께, 이면(Sb)을 세정하는 구성을 가지고 있어도 된다.
- [0019] 이상의 웨이퍼 처리 시스템(1)에는, 제어부로서의 제어 장치(40)가 마련되어 있다. 제어 장치(40)는 예를 들면 컴퓨터이며, 프로그램 저장부(도시하지 않음)를 가지고 있다. 프로그램 저장부에는, 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서의 중합 웨이퍼(T)의 처리를 제어하는 프로그램이 저장되어 있다. 또한, 프로그램 저장부에는, 상술한 각종 처리 장치 및 반송 장치 등의 구동계의 동작을 제어하여, 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서의 후술하는 웨이퍼 처리를 실현시키기 위한 프로그램도 저장되어 있다. 또한, 상기 프로그램은, 컴퓨터에 판독 가능한 기억 매체(H)에 기록되어 있던 것으로, 당해 기억 매체(H)로부터 제어 장치(40)에 인스톨된 것이어도 된다.
- [0020] 다음으로, 상술한 웨이퍼 처리 장치(31)에 대하여 설명한다.
- [0021] 도 3 및 도 4에 나타내는 바와 같이 웨이퍼 처리 장치(31)는, 중합 웨이퍼(T)를 상면으로 유지하는, 기관 유지부로서의 척(100)을 가지고 있다. 척(100)은, 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)을 흡착 유지한다.
- [0022] 척(100)은, 에어 베어링(101)을 개재하여, 슬라이더 테이블(102)에 지지되어 있다. 슬라이더 테이블(102)의 하면측에는, 회전 기구(103)가 마련되어 있다. 회전 기구(103)는, 구동원으로서 예를 들면 모터를 내장하고 있다. 척(100)은, 회전 기구(103)에 의해 에어 베어링(101)을 개재하여,  $\theta$ 축(연직축) 둘레로 회전 가능하게 구성되어 있다. 슬라이더 테이블(102)은, 그 하면측에 마련된 수평 이동 기구(104)에 의해, Y축 방향으로 연신하는 레일(105)을 따라 이동 가능하게 구성되어 있다. 레일(105)은, 기대(106)에 마련되어 있다. 또한, 수평 이동 기구(104)의 구동원은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 리니어 모터가 이용된다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 상술한 회전 기구(103) 및 수평 이동 기구(104)가, 본 개시의 기술에 따른 '이동 기구'에 상당한다.
- [0023] 척(100)의 상방에는, 레이저 조사부로서의 레이저 조사 시스템(110)이 마련되어 있다. 레이저 조사 시스템(110)은 레이저 헤드(111), 및 레이저 조사부로서의 렌즈(112)를 가지고 있다. 렌즈(112)는, 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 승강 가능하게 구성되어 있어도 된다.
- [0024] 레이저 헤드(111)는, 레이저광을 펄스 형상으로 발진하는 레이저 발진기(도시하지 않음)를 가지고 있다. 즉, 레이저 조사 시스템(110)으로부터 척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T)에 조사되는 레이저광은 이른바 펄스 레이저이며, 그 파위가 0(제로)와 최대값을 반복하는 것이다. 또한, 본 실시 형태에서는 레이저광은 CO<sub>2</sub> 레이저광이며, CO<sub>2</sub> 레이저광의 파장은 예를 들면 8.9  $\mu\text{m}$  ~ 11  $\mu\text{m}$ 이다. 또한, 레이저 헤드(111)는, 레이저 발진기의 다른 기구, 예를 들면 증폭기 등을 가지고 있어도 된다.
- [0025] 렌즈(112)는, 통 형상의 부재이며, 척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T)에 레이저광을 조사한다. 레이저 조사 시스템(110)으로부터 발해진 레이저광은 제 1 웨이퍼(W)를 투과하고, 레이저 흡수막(Fw)에 조사되어, 흡수된다.
- [0026] 도 4에 나타내는 바와 같이 척(100)의 상방에는, 박리 처리부로서의 반송 패드(120)가 마련되어 있다. 반송 패드(120)는, 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 승강 가능하게 구성되어 있다. 또한, 반송 패드(120)는 제 1 웨이퍼(W)의 흡착면을 가지고 있다. 그리고, 반송 패드(120)는, 척(100)과 반송 암(23)과의 사이에서 제 1 웨이퍼(W)를 반송한다. 구체적으로, 척(100)을 반송 패드(120)의 하방(반송 암(23)과의 전달 위치)까지 이동시킨 후, 반송 패드(120)는 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)을 흡착 유지하여, 제 2 웨이퍼(S)로부터 박리한다. 이어서, 박리된 제 1 웨이퍼(W)를 반송 패드(120)로부터 반송 암(23)으로 전달하여, 웨이퍼 처리 장치(31)로부터 반출한다.
- [0027] 또한, 본 실시 형태에서는, 레이저 조사부(레이저 조사 시스템(110))와 박리 처리부(반송 패드(120))를 동일한 웨이퍼 처리 장치(31)의 내부에 마련했지만, 다른 처리 장치로서 레이저 조사 장치와 박리 처리 장치를 마련해도 된다.
- [0028] 다음으로, 이상과 같이 구성된 웨이퍼 처리 시스템(1)을 이용하여 행해지는 웨이퍼 처리에 대하여 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부의 접합 장치(도시하지 않음)에 있어서, 제 1 웨이퍼

(W)와 제 2 웨이퍼(S)가 접합되어, 미리 중합 웨이퍼(T)가 형성되어 있다.

- [0029] 먼저, 중합 웨이퍼(T)를 복수 수납한 카세트(Ct)가, 반입반출 블록(10)의 카세트 배치대(11)에 배치된다.
- [0030] 다음으로, 웨이퍼 반송 장치(22)에 의해 카세트(Ct) 내의 중합 웨이퍼(T)가 취출되어, 웨이퍼 처리 장치(31)로 반송된다. 웨이퍼 처리 장치(31)에 있어서 중합 웨이퍼(T)는, 반송 암(23)으로부터 척(100)으로 전달되어, 척(100)에 흡착 유지된다. 이어서, 수평 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 처리 위치로 이동시킨다. 이 처리 위치는, 레이저 조사 시스템(110)으로부터 중합 웨이퍼(T)(레이저 흡수막(Fw))에 레이저광을 조사할 수 있는 위치이다.
- [0031] 다음으로, 도 5 및 도 6에 나타내는 바와 같이 레이저 조사 시스템(110)으로부터 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 레이저광(L)은, 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)측으로부터 당해 제 1 웨이퍼(W) 및 박리 촉진막(Fm)을 투과하고, 레이저 흡수막(Fw)에 있어서 흡수된다. 이 때, 레이저 흡수막(Fw)은 레이저광(L)의 흡수에 의해 에너지를 축적함으로써 온도가 상승하여 팽창한다. 이 레이저 흡수막(Fw)의 팽창에 의해 생기는 전단 응력은, 박리 촉진막(Fm)으로도 전달된다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)에 대한 박리 촉진막(Fm)의 밀착력이 레이저 흡수막(Fw)의 밀착력보다 작기 때문에, 제 1 웨이퍼(W)와 박리 촉진막(Fm)과의 계면에 있어서 박리가 일어난다.
- [0032] 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 조사할 시, 회전 기구(103)에 의해 척(100)(중합 웨이퍼(T))을 회전시키고, 또한 수평 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 방향으로 이동시킨다. 그러면, 레이저광(L)은, 레이저 흡수막(Fw)에 대하여 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 조사되고, 그 결과, 외측으로부터 내측으로 나선 형상으로 조사된다. 또한, 도 6에 나타내는 검은 색 화살표는 척(100)의 회전 방향을 나타내고 있다.
- [0033] 레이저광(L)은 동심원 형상으로 환 형상으로 조사해도 된다. 또한, 레이저 흡수막(Fw)에 있어서, 레이저광(L)은 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 조사되어도 된다. 또한, 레이저 흡수막(Fw)의 중심을 정점으로 한 부채꼴 형상으로 레이저광(L)을 조사한 후, 척(100)을 이동시켜, 레이저광(L)의 미조사부에 대하여 부채꼴 형상으로 레이저광(L)을 더 조사하는 것을 반복 행하여, 레이저 흡수막(Fw) 전체에 조사해도 된다. 또한, 척(100)을 이동시켜, 레이저광(L)을 직선 형상으로 조사하여, 레이저 흡수막(Fw) 전체에 조사해도 된다.
- [0034] 또한, 본 실시 형태에서는 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 조사함에 있어, 척(100)을 회전시켰지만, 렌즈(112)를 이동시켜, 척(100)에 대하여 렌즈(112)를 상대적으로 회전시켜도 된다. 또한, 척(100)을 Y축 방향으로 이동시켰지만, 렌즈(112)를 Y축 방향으로 이동시켜도 된다.
- [0035] 이렇게 하여 웨이퍼 처리 장치(31)에서는, 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)이 펄스 형상으로 조사된다. 그리고, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 발진시킨 경우, 피크 파워(레이저광의 최대 강도)를 높게 하여, 제 1 웨이퍼(W)와 박리 촉진막(Fm)과의 계면에 있어서 박리를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 적절하게 박리시킬 수 있다.
- [0036] 또한, 본 실시 형태에 있어서, 레이저 흡수막(Fw)에 조사되는 레이저광(L)의 둘레 방향 간격(펄스 피치)과 직경 방향 간격(인덱스 피치)은, 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 기초하여 설정된다. 이 펄스 피치와 인덱스 피치의 설정 방법에 대해서는 후술한다.
- [0037] 이상과 같이 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 조사한 후, 다음으로, 수평 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 전달 위치로 이동시킨다. 그리고, 도 7의 (a)에 나타내는 바와 같이 반송 패드(120)로 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)을 흡착 유지한다. 이 후, 도 7의 (b)에 나타내는 바와 같이 반송 패드(120)가 제 1 웨이퍼(W)를 흡착 유지한 상태에서, 당해 반송 패드(120)를 상승시켜, 박리 촉진막(Fm)으로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다. 이 때, 상술한 바와 같이 레이저광(L)의 조사에 의해 제 1 웨이퍼(W)와 박리 촉진막(Fm)과의 계면에는 박리가 발생해 있으므로, 큰 하중을 가하지 않고, 박리 촉진막(Fm)으로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리할 수 있다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)의 디바이스층이 제 2 웨이퍼(S)에 전사된다. 또한, 반송 패드(120)를 상승시킬 시, 반송 패드(120)를 연속적으로 둘레로 회전시켜, 제 1 웨이퍼(W)를 박리해도 된다.
- [0038] 박리된 제 1 웨이퍼(W)는, 반송 패드(120)로부터 웨이퍼 반송 장치(22)의 반송 암(23)으로 전달되어, 카세트 배치대(11)의 카세트(Cw)로 반송된다. 또한, 웨이퍼 처리 장치(31)로부터 반출된 제 1 웨이퍼(W)는, 카세트(Cw)로 반송되기 전에 세정 장치(32)로 반송되어, 그 박리면인 표면(Wa)이 세정되어도 된다. 이 경우, 반송 패드(120)에 의해 제 1 웨이퍼(W)의 표리면을 반전시켜, 반송 암(23)으로 전달해도 된다.
- [0039] 한편, 척(100)에 유지되어 있는 제 2 웨이퍼(S)에 대해서는, 반송 암(23)으로 전달되어, 세정 장치(32)로 반송

된다. 세정 장치(32)에서는, 박리면인 표면(Sa)측의 최표면(박리 촉진막(Fm)의 표면)이 스크럽 세정된다. 또한, 세정 장치(32)에서는, 박리 촉진막(Fm)의 표면과 함께, 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)이 세정되어도 된다. 또한, 박리 촉진막(Fm) 표면과 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)을 각각 세정하는 세정부를 따로 따로 마련해도 된다.

- [0040] 이 후, 모든 처리가 실시된 제 2 웨이퍼(S)는, 웨이퍼 반송 장치(22)에 의해 카세트 배치대(11)의 카세트(Cs)로 반송된다. 이렇게 하여, 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서의 일련의 웨이퍼 처리가 종료된다.
- [0041] 다음으로, 웨이퍼 처리 장치(31)에 있어서 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 조사할 시, 도 8에 나타내는 둘레 방향에 대한 레이저광(L)의 조사 간격인 펄스 피치(P)와, 직경 방향에 대한 레이저광(L)의 조사 간격인 인덱스 피치(Q)의 설정 방법에 대하여 설명한다.
- [0042] 먼저, 발명자들은, 도 9에 나타내는 바와 같이 레이저 흡수막(Fw)(SiO<sub>2</sub>막)의 두께(도 9의 횡축)를 변화시킨 경우에, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리하기 위하여 필요한 레이저광(L)의 펄스 에너지(도 9의 종축)를 조사했다. 레이저 흡수막(Fw)의 두께가 작은 경우, 펄스 에너지를 흡수하는 체적이 작아 흡수 효율이 작기 때문에, 박리에 필요한 펄스 에너지는 커진다. 한편, 레이저 흡수막(Fw)이 큰 경우, 박리에 필요한 펄스 에너지는 작아진다.
- [0043] 다음으로, 발명자들은, 도 10에 나타내는 바와 같이 레이저 흡수막(Fw)(SiO<sub>2</sub>막)의 두께(도 10의 횡축)를 변화시킨 경우에, 웨이퍼 처리의 스루풋(도 10의 종축)을 조사했다. 상술한 바와 같이 레이저 흡수막(Fw)의 두께가 작은 경우, 박리에 필요한 펄스 에너지가 커진다. 이러한 경우, 펄스 에너지를 크게 하고자 하면 레이저광(L)의 펄스 주파수를 작게 할 필요가 있기 때문에, 웨이퍼 처리의 스루풋이 저하된다. 한편, 레이저 흡수막(Fw)이 큰 경우, 박리에 필요한 펄스 에너지는 작아, 레이저광(L)의 펄스 주파수를 크게 할 수 있기 때문에, 웨이퍼 처리의 스루풋은 향상된다.
- [0044] 이상과 같이, 레이저 흡수막(Fw)의 두께와 웨이퍼 처리의 스루풋에는 상관성이 있다. 그리고 발명자들은 더 예의 검토한 결과, 도 11에 나타내는 바와 같이, 박리를 가능하게 하기 위한, 레이저 흡수막(Fw)(SiO<sub>2</sub>막)의 두께와, 레이저광(L)의 펄스 피치(P) 및 인덱스 피치(Q)와의 사이에 상관성이 있는 것을 지견했다. 즉, 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 따라, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리할 수 있다. 예를 들면, 도 11 중의 망점 부분의 펄스 피치(P) 및 인덱스 피치(Q)의 범위에서는, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리할 수 있다. 또한, 도 11에 나타내는 예에서는, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)가 동일한 경우이지만, 이들 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)는 상이해도 된다.
- [0045] 본 실시 형태의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)의 설정 방법은 상기 지견에 기초하는 것이며, 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 기초하여, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 설정한다.
- [0046] 먼저, 레이저 흡수막(Fw)의 두께를 취득한다. 레이저 흡수막(Fw)의 두께는, 웨이퍼 처리 장치(31)에서 취득해도 되고, 웨이퍼 처리 장치(31)의 외부에서 미리 취득된 것이어도 된다. 또한, 레이저 흡수막(Fw)의 두께의 취득 방법은 특별히 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 센서 등에 의해 직접적, 또는 간접적으로 측정되어도 되고, 카메라 등에 의해 중합 웨이퍼(T)를 촬상함으로써 취득되어도 된다. 그리고, 이와 같이 취득된 레이저 흡수막(Fw)의 두께는 제어 장치(40)에 출력된다.
- [0047] 제어 장치(40)에서는, 취득된 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 기초하여, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 설정한다. 예를 들면 레이저광을 이용하여 웨이퍼 처리를 행하는 처리 시간(즉, 본 개시에 있어서의 레이저 처리 시간)이 최소가 되고, 스루풋이 최대가 되도록, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 설정해도 된다. 예를 들면 도 11에 나타내는 예에 있어서, 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 따라, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 박리 가능한 최대 피치로 설정한다. 이러한 경우, 웨이퍼 처리의 스루풋을 최대로 하여, 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)는, 상술한 바와 같이 동일해도 되고, 상이해도 된다.
- [0048] 또한, 예를 들면 웨이퍼 처리의 처리 시간(스루풋)이, 웨이퍼 처리 장치(31)에 요구되는 처리 시간(스루풋)이 되도록, 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 설정해도 된다. 이러한 경우, 웨이퍼 처리의 스루풋을 확보하면서, 웨이퍼 처리 장치(31)의 장치 능력을 최대한으로 살릴 수 있다.
- [0049] 이상과 같이 본 실시 형태에 따르면, 레이저 흡수막(Fw)의 두께에 기초하여, 레이저광(L)의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)를 설정하기 때문에, 웨이퍼 처리의 스루풋을 적절하게 제어할 수 있다.
- [0050] 다음으로, 상술한, 레이저 흡수막(Fw)의 두께와, 레이저광(L)의 펄스 피치(P) 및 인덱스 피치(Q)와의 사이에 상

관이 있다는 지견에 기초한, 중합 웨이퍼(T)의 제조 방법에 대하여 설명한다.

- [0051] 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부의 접합 장치(도시하지 않음)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)를 접합하여, 중합 웨이퍼(T)를 제조한다. 이 때, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는, 박리 촉진막(Fm), 레이저 흡수막(Fw), 디바이스층(도시하지 않음), 표면막(Fe)이 적층되어 형성되어 있다. 또한, 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)에는, 디바이스층(도시하지 않음), 표면막(Fs)이 적층되어 형성되어 있다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)의 표면막(Fe)과 제 2 웨이퍼(S)의 표면막(Fs)이 접합된다.
- [0052] 레이저 흡수막(Fw)의 두께는, 중합 웨이퍼(T)를 제조한 후, 웨이퍼 처리 장치(31)에 있어서 레이저 흡수막(Fw)에 조사되는 레이저광(L)의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)에 기초하여 설정된다. 즉, 상술한 바와 같이 웨이퍼 처리 장치(31)에 있어서의 웨이퍼 처리의 처리 시간(스루풋)으로부터 설정되는 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)에 기초하여, 예를 들면 도 11에 나타내는 상관을 이용하여, 레이저 흡수막(Fw)의 두께를 설정한다.
- [0053] 이상과 같이 본 실시 형태에 따르면, 레이저광(L)의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)에 기초하여, 레이저 흡수막(Fw)의 두께를 최적으로 설정할 수 있기 때문에, 웨이퍼 처리 장치(31)에 있어서의 웨이퍼 처리의 스루풋을 적절하게 제어시킬 수 있다.
- [0054] 또한, 이상의 실시 형태에서는, 중합 웨이퍼(T)에 있어서 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(L)을 조사하여 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리하는, 즉 레이저 리프트 오프를 행할 시에, 본 개시의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)의 설정 방법을 적용했지만, 적용 대상의 레이저 처리는 이에 한정되지 않는다.
- [0055] 예를 들면 도 12에 나타내는 바와 같이, 중합 웨이퍼(T)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)의 주연부(We)를 제거하는, 이른바 엣지 트림을 행할 시에도, 본 개시의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)의 설정 방법을 적용해도 된다. 또한, 제 1 웨이퍼(W)의 주연부(We)는, 예를 들면 제 1 웨이퍼(W)의 외단부로부터 직경 방향으로 0.5 mm ~ 3 mm의 범위이다.
- [0056] 구체적으로, 도 12의 (a)에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 내부에 레이저광(예를 들면 YAG 레이저광)을 조사하여, 주연 개질층(M1) 및 분할 개질층(M2)을 형성한다. 주연 개질층(M1)은, 제 1 웨이퍼(W)와 동심원 상에 환 형상으로 형성된다. 분할 개질층(M2)은, 주연 개질층(M1)으로부터 직경 방향으로 연신하여 형성된다.
- [0057] 이 후, 도 12의 (b)에 나타내는 바와 같이, 주연부(We)와 대응하는 위치에 있어서의 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(예를 들면 CO<sub>2</sub> 레이저광)을 펄스 형상으로 조사하여, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 접합 강도가 저하된 미접합 영역(Ae)을 형성한다.
- [0058] 이 후, 도 12의 (c)에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 주연부(We)의 제거, 즉 엣지 트림이 행해진다. 이 때, 주연부(We)는, 주연 개질층(M1)을 기점으로 제 1 웨이퍼(W)의 중앙부로부터 박리되고, 또한 미접합 영역(Ae)을 기점으로 제 2 웨이퍼(S)로부터 완전하게 박리된다. 또한 이 때, 제거되는 주연부(We)는 분할 개질층(M2)을 기점으로 소편화된다.
- [0059] 본 실시 형태에 있어서, 도 12의 (b)에 나타낸 바와 같이 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광을 조사할 시, 당해 레이저광의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)는, 상기 실시 형태와 마찬가지로 레이저 흡수막(Fw)에 기초하여 설정된다. 그 결과, 상기 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다, 즉 웨이퍼 처리의 스루풋을 향상시킬 수 있다.
- [0060] 예를 들면 도 13에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 내부에, 당해 제 1 웨이퍼(W)의 박화의 기점이 되는 내부면 개질층(M3)을 형성하고, 이러한 때에 주연부(We)를 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)측과 일체로 제거하는 경우에 있어서도, 본 개시의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)의 설정 방법을 적용해도 된다.
- [0061] 구체적으로, 도 13의 (a)에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 내부에 레이저광을 조사하여, 주연 개질층(M1) 및 내부면 개질층(M3)을 순차 형성한다. 내부면 개질층(M3)은, 제 1 웨이퍼(W)의 내부에 있어서 면 방향으로 연신하여 형성된다.
- [0062] 이 후, 도 13의 (b)에 나타내는 바와 같이, 주연부(We)와 대응하는 위치에 있어서의 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광(예를 들면 CO<sub>2</sub> 레이저광)을 펄스 형상으로 조사하여, 미접합 영역(Ae)을 형성한다.
- [0063] 이 후, 도 13의 (c)에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)는 내부면 개질층(M3)을 기점으로 박화되고, 또한 주연 개질층(M1) 및 미접합 영역(Ae)을 기점으로 주연부(We)가 일체로 박리되어 제거된다.
- [0064] 본 실시 형태에 있어서, 도 13의 (b)에 나타낸 바와 같이 레이저 흡수막(Fw)에 레이저광을 조사할 시, 당해 레

이저광의 펄스 피치(P)와 인덱스 피치(Q)는, 상기 실시 형태와 마찬가지로 레이저 흡수막(Fw)에 기초하여 설정된다. 그 결과, 상기 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다, 즉 웨이퍼 처리의 스루풋을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는 디바이스층이 형성되어 있었지만, 예를 들면 디바이스층이 형성되어 있지 않은 SOI 웨이퍼에 동일한 처리를 행하는 경우에도, 본 개시의 기술은 적용할 수 있다.

[0065] 또한, 상기 도 12에 나타낸 예에 있어서, 도 12의 (a)의 주연 개질층(M1) 및 분할 개질층(M2)의 형성과, 도 12의 (b)의 미접합 영역(Ae)의 형성의 순서는 반대여도 된다. 마찬가지로 상기 도 13에 나타낸 예에 있어서도, 도 13의 (a)의 주연 개질층(M1) 및 내부면 개질층(M3)의 형성과, 도 13의 (b)의 미접합 영역(Ae)의 형성의 순서는 반대여도 된다.

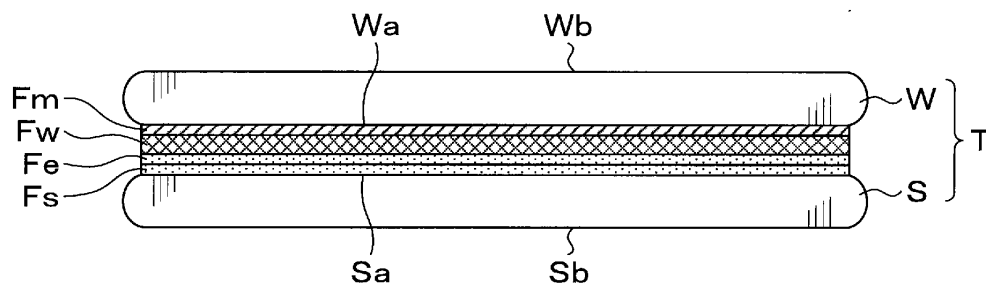
[0066] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시로 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 상기의 실시 형태는, 첨부한 청구의 범위 및 그 주지를 이탈하지 않고, 다양한 형태로 생략, 치환, 변경되어도 된다.

### 부호의 설명

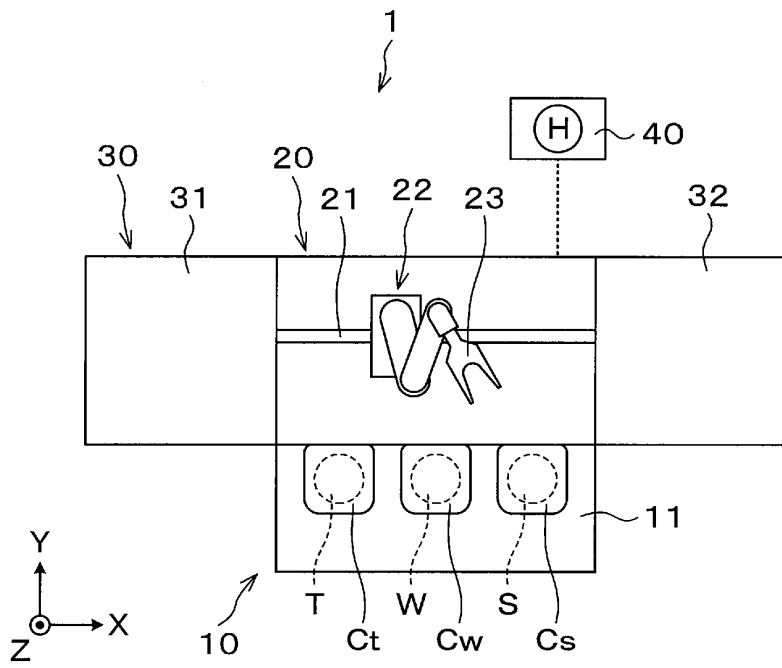
- [0067]
- 1 : 웨이퍼 처리 시스템
  - 31 : 웨이퍼 처리 장치
  - 40 : 제어 장치
  - 100 : 척
  - 103 : 회전 기구
  - 104 : 수평 이동 기구
  - 110 : 레이저 조사 시스템
  - 112 : 렌즈
  - Fw : 레이저 흡수막
  - P : 펄스 피치
  - Q : 인덱스 피치
  - S : 제 2 웨이퍼
  - T : 중합 웨이퍼
  - W : 제 1 웨이퍼

### 도면

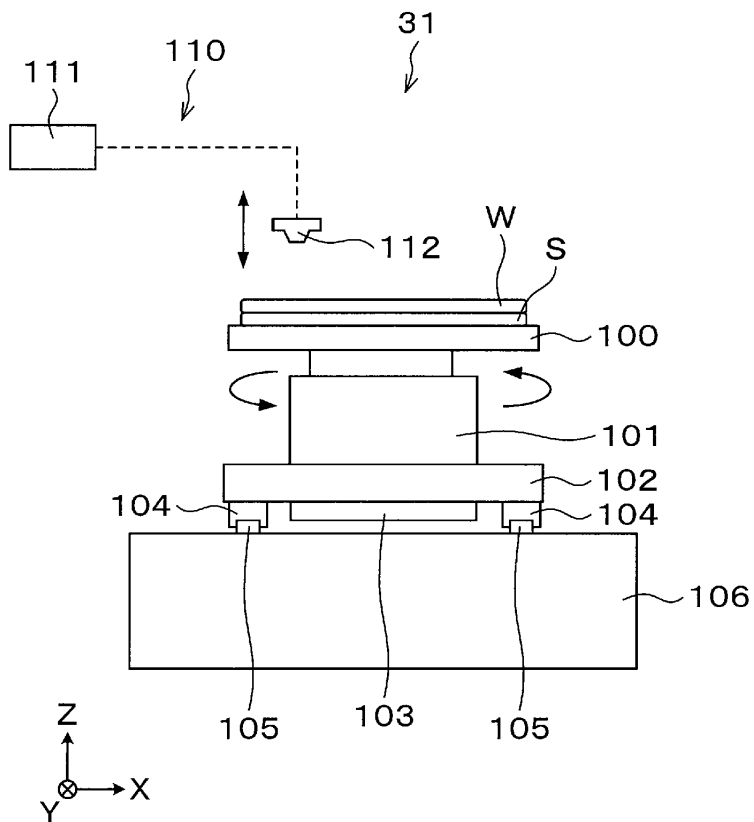
#### 도면1



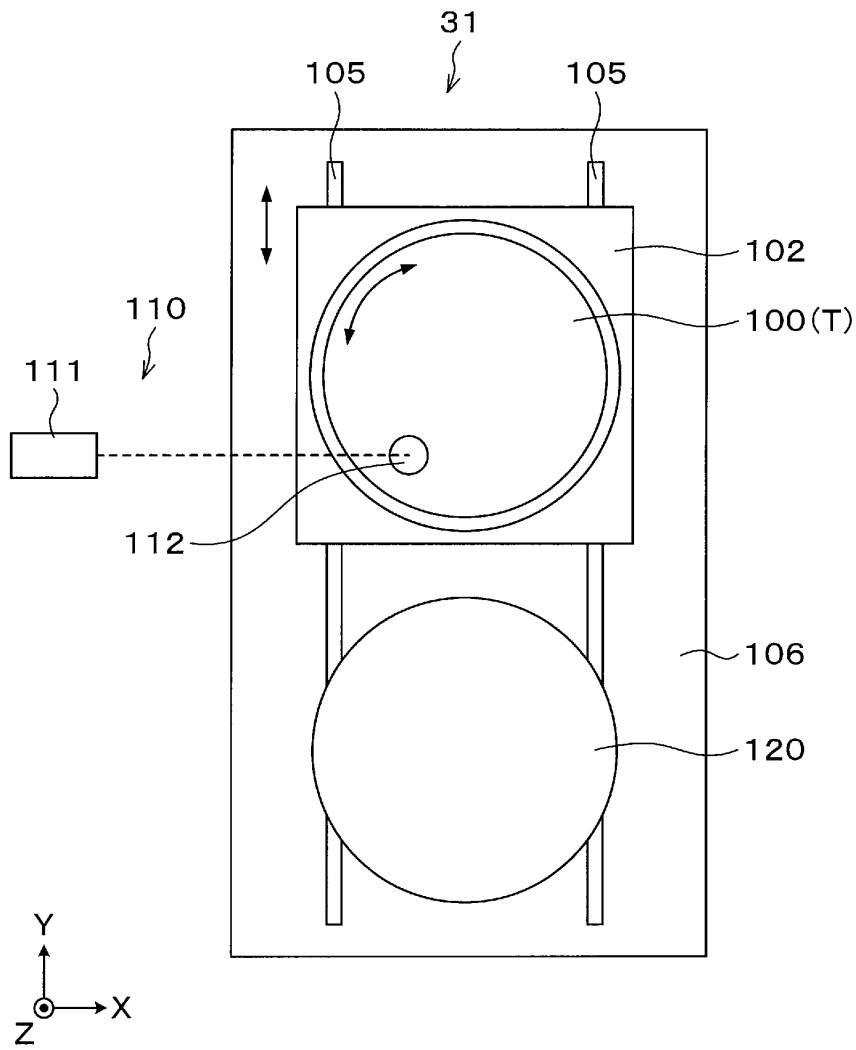
도면2



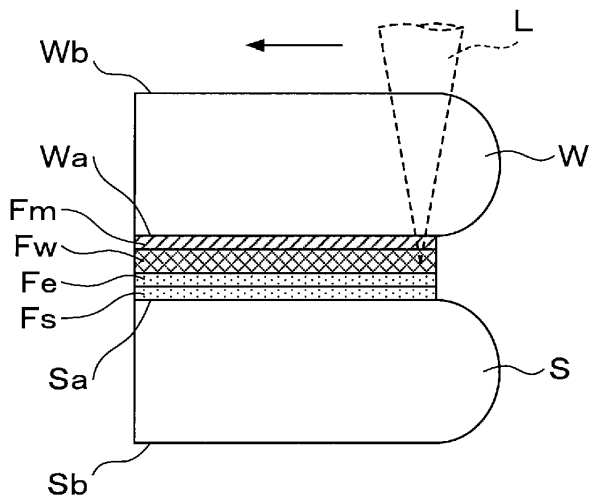
도면3



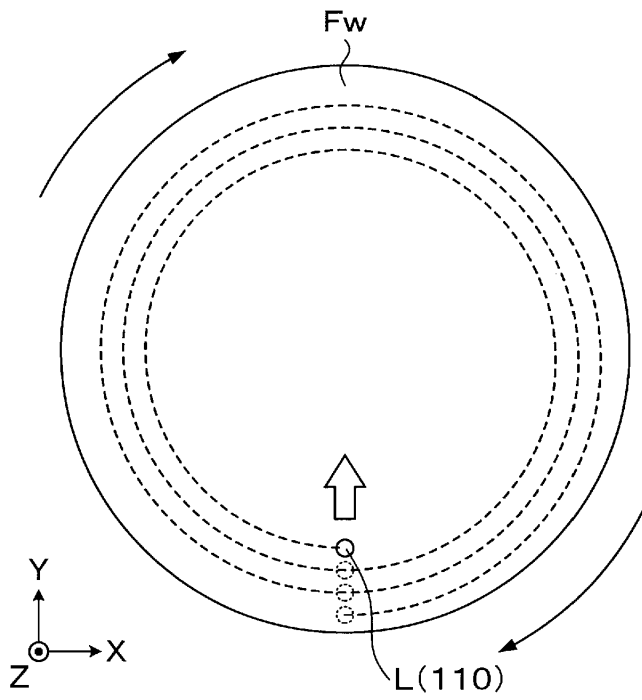
도면4



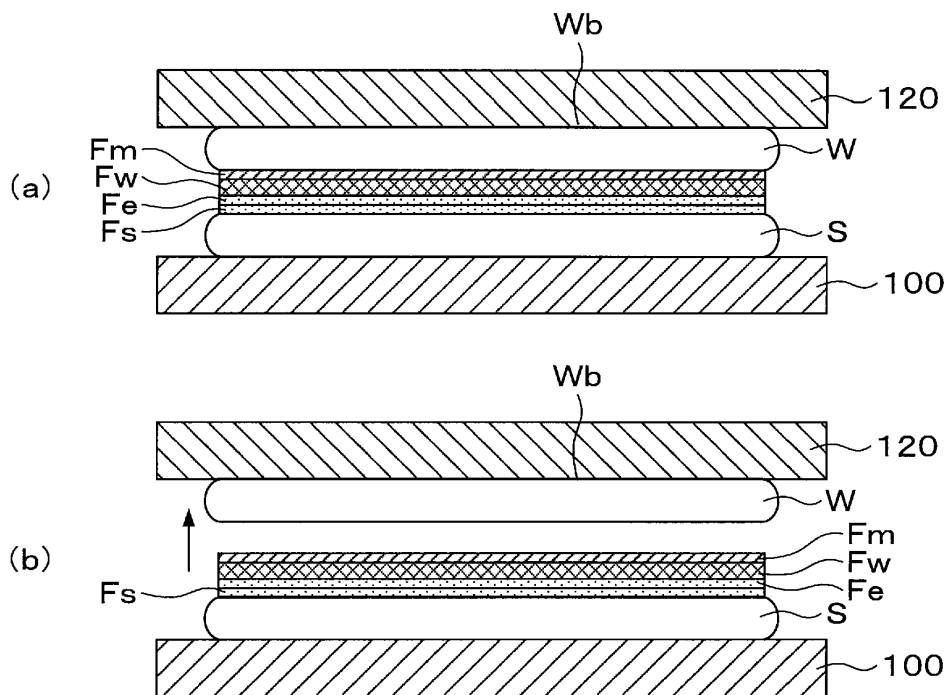
도면5



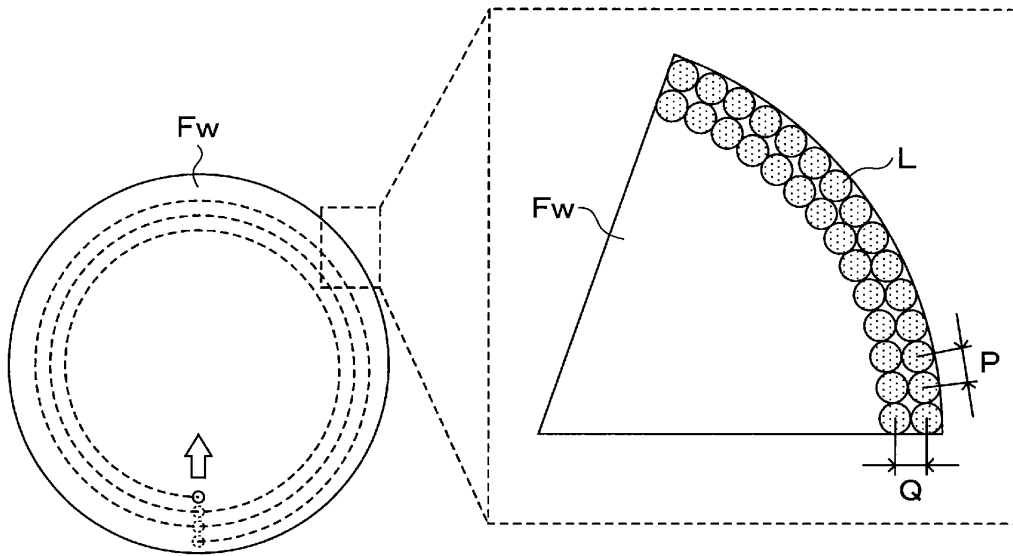
도면6



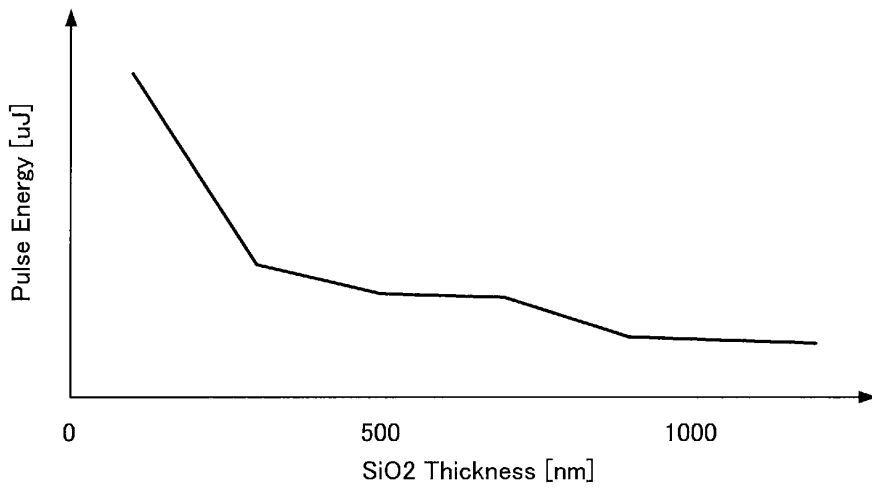
도면7



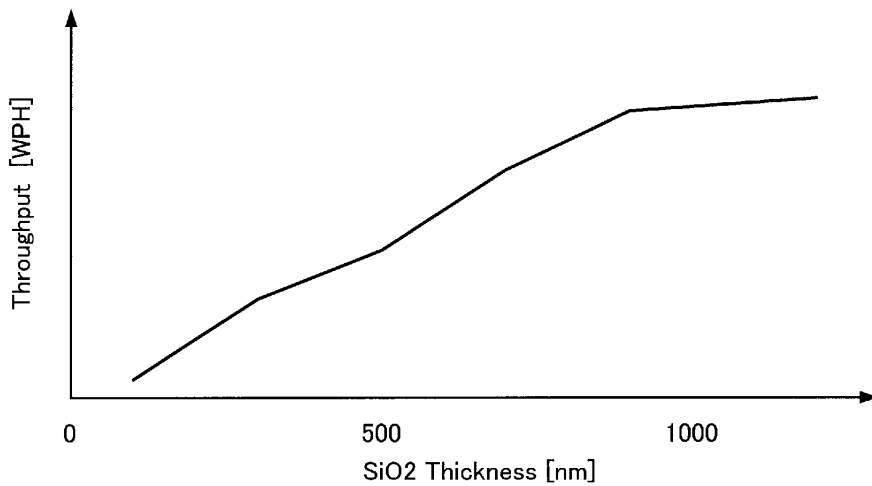
도면8



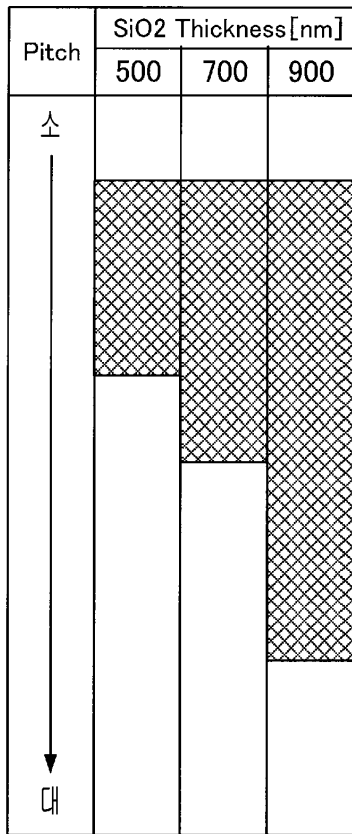
도면9



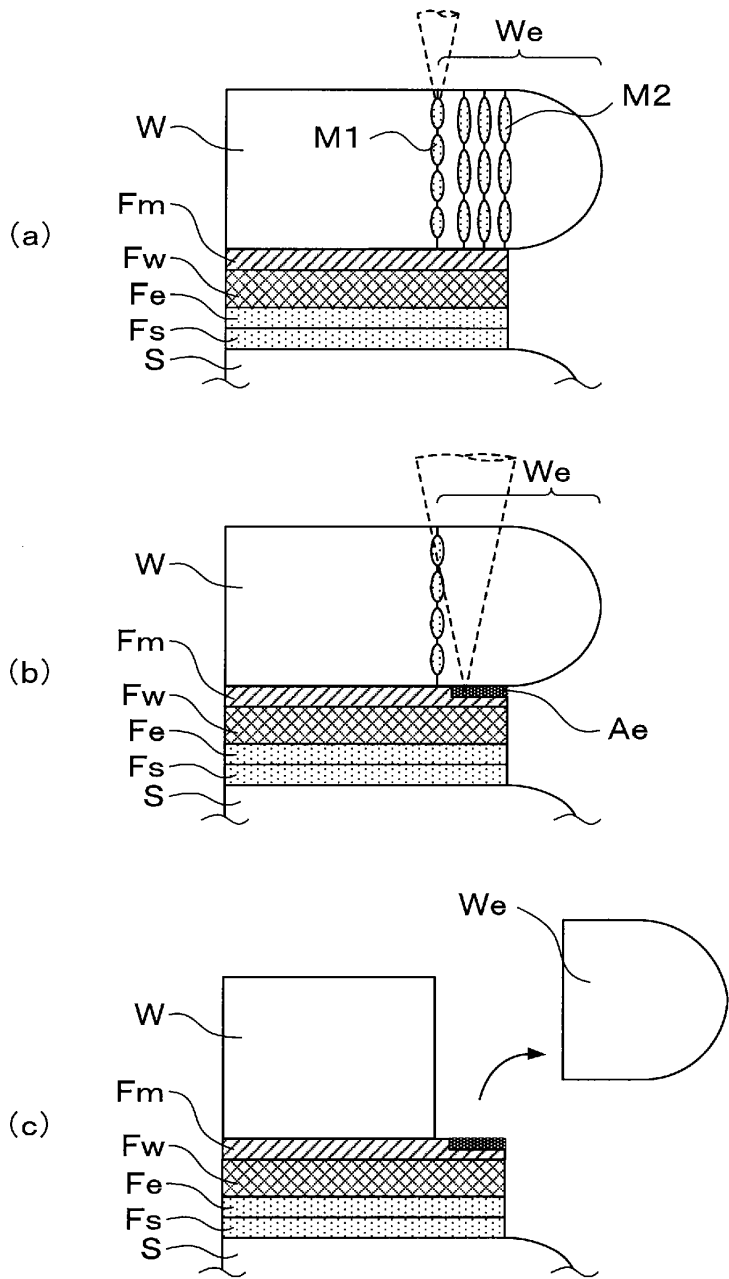
도면10



도면11



도면12



도면13

