(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0048298
(43) 공개일자 2025년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *B23K 26/0622* (2014.01)
B23K 26/08 (2014.01) *B23K 26/18* (2014.01)
B23K 26/57 (2014.01) *H01L 21/687* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67092 (2013.01)
B23K 26/0622 (2015.10)
(21) 출원번호 10-2025-7007128
(22) 출원일자(국제) 2023년04월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년03월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/016358
(87) 국제공개번호 WO 2024/034197
국제공개일자 2024년02월15일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-127420 2022년08월09일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
야마시타 요헤이
일본, 쿠마모토켄, 키쿠치군, 오즈마치, 타카오노, 272-4, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

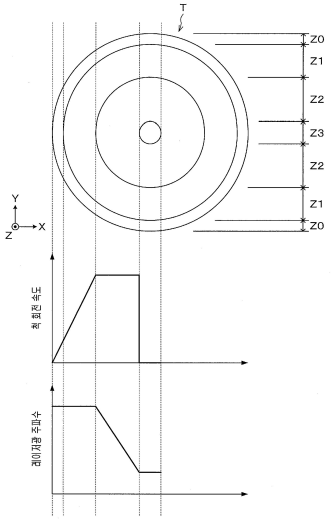
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 장치 및 기판 처리 방법**

(57) 요 약

제 1 기판, 적어도 레이저 흡수층을 포함하는 계면층, 및 제 2 기판이 적층되어 형성된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서, 중합 기판에 있어서, 제 1 기판과 제 2 기판의 미접합 영역을 포함하는 외주 영역과, 외주 영역의 직경 방향 내측으로서 제 1 기판과 제 2 기판의 접합 영역에 배치되는 내주 영역이 설정되고, 제어부는, 중합 기판을 회전시키고, 또한 당해 중합 기판에 레이저광을 직경 방향으로 이동시키면서 조사하여, 제 1 기판과 레이저 흡수층의 계면, 또는 상기 계면층과 상기 상기 레이저 흡수층의 계면에서 박리를 일으키는 제어와, 적어도 외주 영역에 있어서, 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는 제어를 실행한다.

대 표 도 - 도13



(52) CPC특허분류
B23K 26/0869 (2013.01)
B23K 26/18 (2013.01)
B23K 26/57 (2018.08)
H01L 21/68764 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제 1 기판, 적어도 레이저 흡수층을 포함하는 계면층, 및 제 2 기판이 적층되어 형성된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서,

상기 중합 기판을 유지하는 기판 유지부와,

상기 기판 유지부에 유지된 상기 중합 기판에 레이저광을 조사하는 레이저 조사부와,

상기 기판 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 수평 방향으로 이동시키는 이동 기구와,

상기 기판 유지부를 회전시키는 회전 기구와,

제어부를 구비하고,

상기 중합 기판에 있어서, 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 미접합 영역을 포함하는 외주 영역과, 상기 외주 영역의 직경 방향 내측으로서 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 접합 영역에 배치되는 내주 영역이 설정되고,

상기 제어부는,

상기 중합 기판을 회전시키고, 또한 상기 중합 기판에 상기 레이저광을 직경 방향으로 이동시키면서 조사하여, 상기 제 1 기판과 상기 레이저 흡수층의 계면, 또는 상기 계면층과 상기 상기 레이저 흡수층의 계면에서 박리를 일으키는 제어와,

적어도 상기 외주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 내주 영역에 있어서, 직경 방향 외측의 제 1 내주 영역과 직경 방향 내측의 제 2 내주 영역이 설정되고,

상기 제어부는,

상기 제 1 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광의 주파수를 일정하게 하면서, 상기 레이저광의 이동에 수반하여 상기 중합 기판의 회전 속도를 변동시켜, 상기 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 제어와,

상기 제 2 내주 영역에 있어서, 상기 중합 기판의 회전 속도를 일정하게 하면서, 상기 레이저광의 이동에 수반하여 상기 레이저광의 주파수를 변동시켜, 상기 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 레이저광에 의해 상기 외주 영역에 발생하는 응력이, 상기 레이저광에 의해 상기 내주 영역에 발생하는 응력보다 커지도록, 상기 레이저광을 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 이동시키면서 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 인접하는 영역에 있어서의 상기 레이저광의 이동 방향이 상이한 경우, 상기 인접하는 영역에 있어서의 상기 중합 기판의 회전 방향을 반대로 하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 외주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사한 후, 상기 내주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 내주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사한 후, 상기 외주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 중합 기판에 있어서, 상기 내주 영역의 직경 방향 내측으로서 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 접합 영역에 배치되는 중심 영역이 설정되고,

상기 제어부는,

상기 중심 영역에 있어서, 상기 중합 기판의 회전을 정지한 상태에서, 상기 레이저광을 주사시키면서 조사하는 제어를 실행하는, 기판 처리 장치.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 계면층은 박리 촉진막을 포함하고,

상기 계면층과 상기 레이저 흡수층의 계면의 박리를, 상기 박리 촉진막과 레이저 흡수층의 계면에서 발생시키는, 기판 처리 장치.

청구항 11

제 1 기판, 적어도 레이저 흡수층을 포함하는 계면층, 및 제 2 기판이 적층되어 형성된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 방법으로서,

상기 중합 기판에 있어서, 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 미접합 영역을 포함하는 외주 영역과, 상기 외주 영역의 직경 방향 내측으로서 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 접합 영역에 배치되는 내주 영역을 설정하는 것과,

기판 유지부로 상기 중합 기판을 유지하는 것과,

상기 기판 유지부에 유지된 상기 중합 기판을 회전시키고, 또한 레이저 조사부로부터 상기 중합 기판에 레이저광을 직경 방향으로 이동시키면서 조사하여, 상기 제 1 기판과 상기 레이저 흡수층의 계면, 또는 상기 계면층과 상기 상기 레이저 흡수층의 계면에서 박리를 일으키는 것과,

적어도 상기 외주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는

것을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 내주 영역에 있어서, 직경 방향 외측의 제 1 내주 영역과 직경 방향 내측의 제 2 내주 영역을 설정하는 것과,

상기 제 1 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광의 주파수를 일정하게 하면서, 상기 레이저광의 이동에 수반하여 상기 중합 기판의 회전 속도를 변동시켜, 상기 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 것과,

상기 제 2 내주 영역에 있어서, 상기 중합 기판의 회전 속도를 일정하게 하면서, 상기 레이저광의 이동에 수반하여 상기 레이저광의 주파수를 변동시켜, 상기 레이저광을 펄스 형상으로 조사하는 것을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는, 기판 처리 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 레이저광에 의해 상기 외주 영역에 발생하는 응력이, 상기 레이저광에 의해 상기 내주 영역에 발생하는 응력보다 커지도록, 상기 레이저광을 조사하는, 기판 처리 방법.

청구항 15

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 내주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 이동시키면서 조사하는, 기판 처리 방법.

청구항 16

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

인접하는 영역에 있어서의 상기 레이저광의 이동 방향이 상이한 경우, 상기 인접하는 영역에 있어서의 상기 중합 기판의 회전 방향을 반대로 하는, 기판 처리 방법.

청구항 17

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 외주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사한 후, 상기 내주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사하는, 기판 처리 방법.

청구항 18

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 내주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사한 후, 상기 외주 영역에 있어서 상기 레이저광을 조사하는, 기판 처리 방법.

청구항 19

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 중합 기판에 있어서, 상기 내주 영역의 직경 방향 내측으로서 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 접합 영

역에 배치되는 중심 영역을 설정하는 것과,

상기 중심 영역에 있어서, 상기 중합 기판의 회전을 정지한 상태에서, 상기 레이저광을 주사시키면서 조사하는 것을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 20

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 계면층은 박리 촉진막을 포함하고,

상기 계면층과 상기 레이저 흡수층의 계면의 박리를, 상기 박리 촉진막과 레이저 흡수층의 계면에서 발생시키는, 기판 처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 기판 처리 장치 및 기판 처리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허 문헌 1에는, 박리 산화막 및 반도체 소자가 표면 상에 형성된 반도체 기판에 있어서, 반도체 소자를 전사처 기판에 전사하는 것이 개시되어 있다. 특허 문헌 1에 기재된 방법은, 반도체 기판의 이면으로부터 광을 조사하여 박리 산화막을 국소적으로 가열하는 공정과, 박리 산화막 중, 및/또는 박리 산화막과 반도체 기판과의 계면에 있어서 박리를 일으켜, 반도체 소자를 전사처 기판에 전사시키는 공정을 포함한다.

선행기술문헌

특허문헌

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

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에 따른 기술은, 레이저 흡수층이 제 1 기판과 제 2 기판의 계면에 형성된 중합 기판에 있어서, 제 1 기판과 레이저 흡수층의 박리를 적절하게 행한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일태양은, 제 1 기판, 적어도 레이저 흡수층을 포함하는 계면층, 및 제 2 기판이 적층되어 형성된 중합 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서, 상기 중합 기판을 유지하는 기판 유지부와, 상기 기판 유지부에 유지된 상기 중합 기판에 레이저광을 조사하는 레이저 조사부와, 상기 기판 유지부와 상기 레이저 조사부를 상대적으로 수평 방향으로 이동시키는 이동 기구와, 상기 기판 유지부를 회전시키는 회전 기구와, 제어부를 구비하고, 상기 중합 기판에 있어서, 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 미접합 영역을 포함하는 외주 영역과, 상기 외주 영역의 직경 방향 내측으로서 상기 제 1 기판과 상기 제 2 기판의 접합 영역에 배치되는 내주 영역이 설정되고, 상기 제어부는, 상기 중합 기판을 회전시키고, 또한 상기 중합 기판에 상기 레이저광을 직경 방향으로 이동시키면서 조사하여, 상기 제 1 기판과 상기 레이저 흡수층의 계면, 또는 상기 계면층과 상기 상기 레이저 흡수층의 계면에서 박리를 일으키는 제어와, 적어도 상기 외주 영역에 있어서, 상기 레이저광을 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 이동시키면서 조사하는 제어를 실행한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 따르면, 레이저 흡수층이 제 1 기판과 제 2 기판의 계면에 형성된 중합 기판에 있어서, 제 1 기판과 레이저 흡수층의 박리를 적절하게 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 실시 형태에 따른 중합 웨이퍼의 구성예를 나타내는 측면도이다.

도 2는 웨이퍼 처리 시스템의 구성의 개략을 나타내는 평면도이다.

도 3은 레이저 조사 장치의 구성의 개략을 나타내는 평면도이다.

도 4는 레이저 조사 장치의 구성의 개략을 나타내는 측면도이다.

도 5는 분리 장치의 동작의 모습을 나타내는 측면도이다.

도 6은 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 7은 웨이퍼 처리 시스템에 있어서의 웨이퍼 처리의 주된 공정을 나타내는 순서도이다.

도 8은 중합 웨이퍼에 발생한 열의 확산의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 9는 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 10은 제 1 웨이퍼와 레이저 흡수층의 박리의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 11은 제 1 웨이퍼와 레이저 흡수층의 박리의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 12는 웨이퍼 처리 시스템에 있어서의 웨이퍼 처리의 주된 공정을 나타내는 순서도이다.

도 13은 중합 웨이퍼의 영역, 각 영역에 있어서의 척의 회전 속도, 및 각 영역에 있어서의 레이저광의 주파수를 나타내는 설명도이다.

도 14는 외주 영역과 제 1 내주 영역을 나타내는 측면도이다.

도 15는 외주 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 16은 외주 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 17은 외주 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 18은 제 2 내주 영역과 제 1 내주 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 19는 제 1 내주 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 20은 중심 영역에 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 21은 다른 실시 형태에 있어서 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 22는 다른 실시 형태에 있어서 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 23은 다른 실시 형태에 있어서 레이저광이 조사된 중합 웨이퍼의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 24는 박리 촉진층과 레이저 흡수층의 박리의 모습을 나타내는 설명도이다.

도 25는 다른 실시 형태에 따른 웨이퍼 처리의 주된 공정을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 반도체 디바이스의 제조 공정에서는, 2 매의 반도체 기판(이하, '웨이퍼'라 함)이 접합된 중합 웨이퍼에 있어서, 제 1 웨이퍼의 표면에 형성된 디바이스층을 제 2 웨이퍼에 전사하는 것이 행해지고 있다. 이 제 2 웨이퍼에 대한 디바이스층의 전사는, 제 1 웨이퍼와 디바이스층의 사이에 형성된 레이저 흡수층에 대하여 레이저광을 조사하여, 당해 제 1 웨이퍼와 레이저 흡수층을 박리시키는 것에 의해 실행된다. 구체적으로, 예를 들면 중합 웨이퍼를 회전시키고, 또한 레이저광을 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동시키면서, 당해 레이저광을 레이저 흡수층에 펄스 형상으로 조사한다.

[0009] 여기서, 중합 웨이퍼의 주연부는 면취된 면취부(베벨부)를 가지고, 이러한 주연부는 접합되어 있지 않다. 즉, 중합 웨이퍼의 외주 영역은 미접합 영역을 포함하고, 미접합 영역과 접합 영역의 경계에 있어서, 제 1 웨이퍼(디바이스층을 포함함)와 제 2 웨이퍼의 계면의 접합 강도가 낮다. 이러한 경우, 레이저광을 외주 영역에 조사하면, 당해 외주 영역에서는, 접합 강도가 낮은 제 1 웨이퍼와 제 2 웨이퍼의 계면에서 박리가 일어난다.

[0010] 이 상태에서, 외주 영역에 있어서 레이저광을 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동시키면서 조사하면, 미접합 영역의 직경 방향 내측에 인접하는 접합 영역에서는, 박리된 제 1 웨이퍼와 제 2 웨이퍼의 계면을 선단으로서 박리가 진행되기 쉬워진다. 즉, 외주 영역의 접합 영역에서는, 원하는 계면인 제 1 웨이퍼와 레이저 흡수층의 계면에서 박리가 일어나지 않는다. 그러면, 제 1 웨이퍼의 디바이스층을 제 2 웨이퍼에 전사할 수 없는 경우가 있다.

[0011] 본 개시에 따른 기술은, 레이저 흡수층이 제 1 기판과 제 2 기판의 계면에 형성된 중합 기판에 있어서, 제 1 기판과 레이저 흡수층의 박리를 적절하게 행한다. 이하, 본 실시 형태에 따른 기판 처리 장치로서의 레이저 조사 장치를 구비한 웨이퍼 처리 시스템, 및 기판 처리 방법으로서의 웨이퍼 처리 방법에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 가지는 요소에 있어서는, 동일한 부호를 부여하는 것에 의해 중복 설명을 생략한다.

[0012] 본 실시 형태에 따른 후술하는 웨이퍼 처리 시스템(1)에서는, 도 1에 나타내는 바와 같이 제 1 웨이퍼(W)와 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)와 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)와 접합되는 측의 면을 표면(Sa)이라 하고, 표면(Sa)과 반대측의 면을 이면(Sb)이라 한다.

[0013] 제 1 기판으로서의 제 1 웨이퍼(W)는, 예를 들면 실리콘 기판 등의 반도체 웨이퍼이다. 일실시 형태에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)는 대략 원판 형상을 가진다. 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는, 복수의 막이 적층된 적층막이 형성되어 있다. 적층막은, 표면(Wa) 측으로부터 차례로 레이저 흡수층(P), 디바이스층(Dw) 및 표면막(Fw)을 포함한다. 디바이스층(Dw)은, 복수의 디바이스를 포함한다. 표면막(Fw)으로서는, 예를 들면 산화막(THOX막, SiO_2막, TEOS막), SiC막, SiCN막 또는 접착제 등을 들 수 있다. 제 1 웨이퍼(W)는, 이 표면막(Fw)을 개재하여 제 2 웨이퍼(S)와 접합된다. 또한, 표면(Wa)에는, 디바이스층(Dw)과 표면막(Fw)이 형성되어 있지 않은 경우도 있다. 이 경우, 레이저 흡수층(P)은 제 2 웨이퍼(S) 측에 형성되고, 후술하는 제 2 웨이퍼(S) 측의 디바이스층(Ds)이 제 1 웨이퍼(W) 측에 전사된다.

[0014] 레이저 흡수층(P)은, 후술하는 바와 같이 레이저 조사부(110)로부터 조사된 레이저광을 흡수한다. 레이저 흡수층(P)에는, 예를 들면 산화막(SiO_2막, TEOS막)이 이용되지만, 레이저광을 흡수하는 것이면 특별히 한정되지 않는다. 레이저 흡수층(P)은, 예를 들면 후술하는 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부에 있어서, CVD(Chemical Vapor Deposition) 프로세스에 의해 형성된다. 레이저 흡수층(P)으로서의 산화막(SiO_2막, TEOS막)의 조성은, CVD 프로세스에 이용되는 처리 가스의 종류 또는 혼합비 등에 따라 임의로 변경할 수 있다.

[0015] 제 2 기판으로서의 제 2 웨이퍼(S)는, 예를 들면 실리콘 기판 등의 반도체 웨이퍼이다. 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)에는, 적층막이 형성되어 있다. 적층막은, 디바이스층(Ds)과 표면막(Fs)을 표면(Sa) 측으로부터 이 순으로 가진다. 디바이스층(Ds)과 표면막(Fs)은 각각, 제 1 웨이퍼(W)의 디바이스층(Dw), 표면막(Fw)과 동일하다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)의 표면막(Fw)과 제 2 웨이퍼(S)의 표면막(Fs)이 접합된다. 또한, 표면(Sa)에는, 디바이스층(Ds)과 표면막(Fs)이 형성되어 있지 않은 경우도 있다.

[0016] 또한, 본 개시의 기술에 있어서는, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 계면에 형성된 적층막, 구체적으로는 레이저 흡수층(P), 디바이스층(Dw, Ds), 표면막(Fw, Fs)을 아울러, '계면층'이라 하는 경우가 있다. 본 개시의 기술에 있어서, 계면층은, 적어도 레이저 흡수층(P)을 포함한다.

[0017] 또한, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 계면에 형성되는 적층막의 종류는, 도 1에 나타낸 예에 한정되지 않는다. 예를 들면 적층막은, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리를 적절하게 행하기 위한, 후술하는 '박리 촉진막'을 포함해도 된다. 이 경우, 상기한 계면층에는 박리 촉진막이 포함된다.

[0018] 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 부방향 측에 배치되어 있다. 처리 블록(30)의 후술하는 레이저 조사 장치(31) 및 후술하는 분리 장치(32)는 반송 블록(20)의 X축 부방향 측에 배치되고, 후술하는 제 1 세정 장치(33) 및 후술하는 제 2 세정 장치(34)는 반송 블록(20)의 X축 정방향 측에 배치되어 있다.

[0019] 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 배

치대(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.

[0020] 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) 또는 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), 레이저 조사 장치(31), 분리 장치(32), 제 1 세정 장치(33) 및 제 2 세정 장치(34)에 대하여, 중합 웨이퍼(T), 제 1 웨이퍼(W), 제 2 웨이퍼(S)를 반송 가능하게 구성되어 있다.

[0021] 처리 블록(30)은, 레이저 조사 장치(31), 분리 장치(32), 제 1 세정 장치(33) 및 제 2 세정 장치(34)를 가지고 있다. 일례에 있어서, 레이저 조사 장치(31)와 분리 장치(32)는, 반송 블록(20)의 X축 부방향 측에 있어서 적층되어 배치된다. 또한, 제 1 세정 장치(33)와 제 2 세정 장치(34)는, 반송 블록(20)의 X축 정방향 측에 있어서 적층되어 배치된다. 또한, 레이저 조사 장치(31), 분리 장치(32), 제 1 세정 장치(33) 및 제 2 세정 장치(34)의 수 및 배치는 이에 한정되는 것은 아니다.

[0022] 레이저 조사 장치(31)는, 중합 웨이퍼(T)의 내부, 보다 구체적으로는 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 레이저 흡수층(P)에 레이저광을 조사하여 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에 있어서의 접합 강도를 저하시킨다.

[0023] 도 3에 나타내는 바와 같이 레이저 조사 장치(31)의 내부에는 전달 위치(A1)와 처리 위치(A2)가 설정되어 있다. 전달 위치(A1)는, 반송 암(23)으로부터 후술하는 척(100)으로 중합 웨이퍼(T)의 전달을 할 수 있는 위치로서, 또한, 후술하는 카메라(120)에 의해 중합 웨이퍼(T)(레이저 흡수층(P))를 촬상할 수 있는 위치이다. 처리 위치(A2)는, 후술하는 레이저 조사부(110)로부터 중합 웨이퍼(T)(레이저 흡수층(P))에 레이저광을 조사할 수 있는 위치이다.

[0024] 도 3 및 도 4에 나타내는 바와 같이, 레이저 조사 장치(31)는, 중합 웨이퍼(T)를 상면으로 유지하는, 기판 유지부로서의 척(100)을 가지고 있다. 척(100)은 상면에 중합 웨이퍼(T)의 유지면을 구비하고, 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)의 전면, 또는 이면(Sb)의 직경 방향 내측의 일부를 흡착 유지한다. 척(100)은, 일례로서 정전 척(ESC : Electrostatic Chuck) 또는 진공 척(Vacuum Chuck)이다. 척(100)에는, 중합 웨이퍼(T)를 하방으로부터 지지하여 승강시키기 위한 승강 핀(도시하지 않음)이 마련되어 있다. 승강 핀은, 척(100)을 관통하여 형성된 관통 홀(도시하지 않음)을 삽입 관통하여, 승강 가능하게 구성되어 있다.

[0025] 척(100)은, 에어 베어링(101)을 개재하여, 슬라이더 테이블(102)에 지지되어 있다. 슬라이더 테이블(102)의 하면 측에는, 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, θ축(연직축) 둘레로 회전 가능하게 구성되어 있다. 슬라이더 테이블(102)은, 그 하면 측에 마련된 이동 기구(104)에 의해, 기대(105)에 마련되고 Y축 방향으로 연신하는 레일(106)을 따라, 상기한 전달 위치(A1)와 처리 위치(A2)의 사이에서 이동 가능하게 구성되어 있다. 또한, 이동 기구(104)의 구동원은 특별히 한정되는 것은 아니나, 예를 들면 리니어 모터가 이용된다.

[0026] 처리 위치(A2)에 있어서의 척(100)의 상방에는, 레이저 조사부(110)가 마련되어 있다. 레이저 조사부(110)는, 레이저 헤드(111), 광학계(112), 및 렌즈(113)를 가지고 있다. 레이저 조사부(110)는, 레이저광을 주사(스캔)시킬 수 있다. 이하의 설명에 있어서, 레이저광을 주사시킨다는 것은, 레이저 조사부(110)의 렌즈(113)로부터 조사되는 레이저광을, 레이저 흡수층(P)에 대하여 이동시키는 것을 말한다.

[0027] 레이저 헤드(111)는, 레이저광을 펄스 형상으로 발진하는 레이저 발진기(도시하지 않음)를 가지고 있다. 이 레이저광은, 이른바 펄스 레이저이다. 또한, 본 실시 형태에서는 레이저광은 CO_2 레이저광이며, CO_2 레이저광의 파장은 예를 들면 8.9 μm ~ 11 μm이다. 또한, 레이저 헤드(111)는, 레이저 발진기의 다른 기기, 예를 들면 증폭기 등을 가지고 있어도 된다.

[0028] 광학계(112)는, 레이저광의 강도 및 위치를 제어하는 광학 소자(도시하지 않음)와, 레이저광을 감쇠시켜 출력을 조정하는 어테뉴에이터(도시하지 않음)와, 레이저광을 주사시키는 레이저 주사부(도시하지 않음)를 가지고 있다. 레이저 주사부에는, 예를 들면 로터리 웨지 스캐너 또는 갈바노 스캐너가 이용된다. 또한,

광학계(112)는, 레이저광의 분기를 제어 가능하게 구성되어도 된다.

[0029] 렌즈(113)는, 척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T)에 레이저광을 조사한다. 레이저 조사부(110)로부터 발해진 레이저광은 제 1 웨이퍼(W)를 투과하여, 레이저 흡수층(P)에 조사된다. 렌즈(113)는, 이동 기구(도시하지 않음)에 의해 수평 방향으로 이동 가능하게 구성되어 있어도 되고, 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 연직 방향으로 승강 가능하게 구성되어 있어도 된다.

[0030] 또한, 전달 위치(A1)에 있어서의 척(100)의 상방에는, 카메라(120)가 마련되어 있다. 카메라(120)는, 매크로 카메라 또는 마이크로 카메라 등으로부터 선택되는 1 개 이상의 카메라를 가지고 있다. 또한, 카메라(120)는, 이동 기구(도시하지 않음)에 의해 수평 방향으로 이동 가능하게 구성되어 있어도 되고, 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 연직 방향으로 승강 가능하게 구성되어 있어도 된다.

[0031] 카메라(120)는, 척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T)를 촬상한다. 카메라(120)는, 예를 들면 동축 렌즈를 구비하며, 적외광(IR)을 조사하고, 또한 대상물로부터의 반사광을 수광한다. 카메라(120)로 촬상된 화상 데이터는, 후술하는 제어 장치(40)에 출력된다.

[0032] 또한, 후술하는 바와 같이 웨이퍼 처리 시스템(1)은 제어 장치(40)를 가지고 있는데, 이러한 제어 장치(40)는, 레이저 조사 장치(31)에 마련되어 당해 레이저 조사 장치(31)를 제어하는 제어부로서도 기능한다.

[0033] 분리부로서의 분리 장치(32)는, 레이저 조사 장치(31)로 접합 강도가 저하된, 박리 부분으로서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면을 기점으로서 제 2 웨이퍼(S)(중합 웨이퍼(T))로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다.

[0034] 일례에 있어서 분리 장치(32)는, 도 5에 나타내는 바와 같이, 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)을 하방으로부터 흡착 유지하는 흡착 척(200)과, 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)을 상방으로부터 흡착 유지하는 흡착 패드(210)를 가진다. 그리고 분리 장치(32)에서는, 도 5에 나타내는 바와 같이 흡착 척(200)이 제 2 웨이퍼(S)를 흡착 유지하고, 흡착 패드(210)가 제 1 웨이퍼(W)를 흡착 유지한 상태에서, 당해 흡착 패드(210)를 상승시켜, 레이저 흡수층(P)으로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다.

[0035] 또한, 분리 장치(32)의 구성은 이에 한정되는 것은 아니며, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리할 수 있으면, 임의의 구성을 취할 수 있다.

[0036] 제 1 세정 장치(33)는, 분리 장치(32)에서의 박리에 의해 분리된 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa) 측을 세정한다. 예를 들면 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa) 측의 레이저 흡수층(P)에 브러시를 접촉시켜, 당해 레이저 흡수층(P)을 세정한다. 또한, 제 2 웨이퍼(S)의 세정에는, 가압된 세정액을 이용해도 된다. 또한, 제 1 세정 장치(33)는, 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa) 측과 함께, 이면(Sb)을 세정하는 구성을 가지고 있어도 된다.

[0037] 제 2 세정 장치(34)는, 분리 장치(32)에서의 박리에 의해 분리된 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa) 측을 세정한다. 예를 들면 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 브러시를 접촉시켜, 당해 표면(Wa)을 세정한다. 또한, 제 1 웨이퍼(W)의 세정에는, 가압된 세정액을 이용해도 된다. 또한, 제 2 세정 장치(34)는, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa) 측과 함께, 이면(Wb)을 세정하는 구성을 가지고 있어도 된다.

[0038] 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 상기한 바와 같이 제 2 웨이퍼(S)를 세정하는 제 1 세정 장치(33)와 제 1 웨이퍼(W)를 세정하는 제 2 세정 장치(34)를 각각 독립적으로 배치했지만, 제 1 웨이퍼(W)의 세정과 제 2 웨이퍼(S)의 세정은, 동일한 세정 장치를 이용하여 행해져도 된다. 이 경우, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 세정은 동시에 행해져도 되고, 또는 독립적으로 행해져도 된다.

[0039] 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 분리 장치(32)를 이용하여 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리했지만, 레이저 조사 장치(31)의 내부에 있어서 이러한 박리를 행해도 된다. 예를 들면 레이저 조사 장치(31)의 전달 위치(A1)에, 승강 가능한 반송 패드(도시하지 않음)를 마련한다. 그리고, 척(100)이 제 2 웨이퍼(S)를 흡착 유지한 상태에서, 반송 패드로 제 1 웨이퍼(W)를 흡착 유지하고, 또한 반송 패드를 상승시킴으로써, 제 2 웨이퍼(S)로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다.

[0040] 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 매

체(H)에 기록되어 있던 것으로, 당해 기억 매체(H)로부터 제어 장치(40)에 인스톨된 것이어도 된다. 또한, 상기 기억 매체(H)는, 일시적인 것이어도 비일시적인 것이어도 된다.

[0041] 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.

[0042] 먼저, 복수의 중합 웨이퍼(T)를 수납한 카세트(Ct)가, 반입반출 블록(10)의 카세트 배치대(11)에 배치된다.

[0043] 다음으로, 웨이퍼 반송 장치(22)에 의해 카세트(Ct) 내의 중합 웨이퍼(T)가 취출되어, 레이저 조사 장치(31)로 반송된다. 레이저 조사 장치(31)에 있어서 중합 웨이퍼(T)는, 반송 암(23)으로부터 전달 위치(A1)에 배치된 척(100)으로 전달되고, 척(100)에 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)이 흡착 유지된다. 계속해서, 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 처리 위치(A2)로 이동시킨다.

[0044] 다음으로, 도 6에 나타내는 바와 같이 레이저 조사부(110)로부터 레이저 흡수층(P), 보다 상세하게는 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에 초점을 맞추고, 당해 계면에 레이저광(L)(CO_2 레이저광)을 펄스 형상으로 조사한다. 이 때, 레이저광(L)은, 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb) 측으로부터 당해 제 1 웨이퍼(W)를 투과하여, 레이저 흡수층(P)에 있어서 흡수된다. 그리고, 이 레이저광(L)에 의해, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합 강도를 저하시킨다. 또한, 실시 형태에 있어서 '접합 강도가 저하'란, 적어도 레이저광(L)의 조사 전과 비교해 접합 강도가 저하되어 있는 상태를 말하며, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리를 포함한다.

[0045] 또한, 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합 강도의 저하 메커니즘에 대한 상세는 후술한다.

[0046] 처리 위치(A2)에 있어서의 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사에 있어서는, 먼저, 카메라(120)로 중합 웨이퍼(T)(제 1 웨이퍼(W))를 촬상한다. 카메라(120)로 촬상된 화상 데이터는, 제어 장치(40)에 출력된다. 제어 장치(40)에서는, 화상 데이터에 기초하여, 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사 개시 위치를 결정한다.

[0047] 계속해서 처리 위치(A2)에서는, 레이저 조사부(110)로부터 평면에서 봤을 때의 레이저 흡수층(P)의 전면에 원하는 간격으로 레이저광(L)을 조사하여, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 전면에서 접합 강도를 저하시킨다. 이 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사 방법의 상세는 후술한다.

[0048] 레이저 흡수층(P)의 전면에 레이저광(L)이 조사되어, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 전면에서 접합 강도가 저하되면, 다음으로, 이동 기구(104)에 의해 척(100)(중합 웨이퍼(T))을 전달 위치(A1)로 이동시킨다.

[0049] 다음으로, 척(100) 상의 중합 웨이퍼(T)는 웨이퍼 반송 장치(22)의 반송 암(23)으로 전달되어, 분리 장치(32)로 반송된다. 분리 장치(32)에서는, 도 5의 (a)에 나타낸 바와 같이 흡착 척(200)으로 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)을 흡착 유지하고, 또한 흡착 패드(210)로 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb)을 흡착 유지한다. 이 후, 도 5의 (b)에 나타낸 바와 같이 흡착 패드(210)가 제 1 웨이퍼(W)를 흡착 유지한 상태에서, 당해 흡착 패드(210)를 상승시켜, 레이저 흡수층(P)으로부터 제 1 웨이퍼(W)를 박리한다. 이 때, 상술한 바와 같이 레이저광(L)의 조사에 의해 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서는 접합 강도가 저하되어 있으므로, 큰 하중을 가하지 않고, 레이저 흡수층(P)으로부터 제 1 웨이퍼(W)를 분리할 수 있다.

[0050] 분리된 제 1 웨이퍼(W)는, 흡착 패드(210)로부터 웨이퍼 반송 장치(22)의 반송 암(23)으로 전달되어, 제 2 세정 장치(34)로 반송된다. 이 때, 분리 장치(32)로부터 반출되는 제 1 웨이퍼(W)는, 예를 들면 반전 장치(도시하지 않음) 및 흡착 패드(210)의 동작에 의해 표리면이 반전되어, 표면(Wa)이 상측을 향한 상태로 된 후, 제 2 세정 장치(34)로 반송되어도 된다.

[0051] 제 2 세정 장치(34)에서는, 분리 장치(32)에서 분리된 측의 면인 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)이 세정된다. 또한, 제 2 세정 장치(34)에서는 표면(Wa)과 함께 이면(Wb)이 세정되어도 된다. 또한, 표면(Wa)과 이면(Wb)을 각각 세정하는 세정부를 따로 따로 마련해도 된다. 이 후, 제 2 세정 장치(34)에 의한 세정이 실시된 제 1 웨이퍼(W)는, 웨이퍼 반송 장치(22)에 의해 카세트 배치대(11)의 카세트(Cw)로 반송된다.

[0052] 한편, 흡착 척(200)에 유지되어 있는 제 2 웨이퍼(S)에 대해서는, 반송 암(23)으로 전달되어, 제 1 세정 장치(33)로 반송된다. 제 1 세정 장치(33)에서는, 분리 장치(32)에서 분리된 측의 면인 제 2 웨이퍼(S)의 표면(Sa)측, 구체적으로는 레이저 흡수층(P)의 표면이 세정된다. 또한, 제 1 세정 장치(33)에서는, 레이저 흡수층(P)의 표면과 함께, 제 2 웨이퍼(S)의 이면(Sb)이 세정되어도 된다. 또한, 레이저 흡수층(P)의 표면과 제 2 웨이퍼

(S)의 이면(Sb)을 각각 세정하는 세정부를 따로 따로 마련해도 된다. 이 후, 제 1 세정 장치(33)에 의한 세정이 실시된 제 2 웨이퍼(S)는, 웨이퍼 반송 장치(22)에 의해 카세트 배치대(11)의 카세트(Cs)로 반송된다.

[0053] 이렇게 하여, 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서의 일련의 웨이퍼 처리가 종료된다.

[0054] 계속해서, 상기한 레이저 조사 장치(31)의 처리 위치(A2)에 있어서의 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합 강도의 저하에 따른 메커니즘의 상세에 대하여 설명한다.

[0055] 상기한 바와 같이, 레이저 조사 장치(31)의 처리 위치(A2)에서는, 척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T)에 대하여, 제 1 웨이퍼(W)의 이면(Wb) 측으로부터 레이저광(L)이 조사된다(도 7의 단계(St11)). 레이저 조사부(110)의 렌즈(113)로부터 출력된 레이저광(L)은, 도 6에 나타낸 바와 같이, 실리콘(제 1 웨이퍼(W))을 투과하여 레이저 흡수층(P)에 흡수된다(도 7의 단계(St12)).

[0056] 레이저 흡수층(P)에서 흡수된 레이저광(L)은, 그 에너지 분포에 따라 열로 변환된다(도 7의 단계(St13)). 환언하면, 레이저광(L)의 흡수에 의해, 레이저 흡수층(P)의 온도가 상승한다. 레이저 흡수층(P)의 온도는, 레이저광(L)의 조사 직하(直下)의 영역에서 가장 높아져 있다.

[0057] 레이저광(L)의 흡수에 의해 레이저 흡수층(P)에 있어서 발생한 열(도면 중의 Ht)은, 도 8에 나타내는 바와 같이, 그 대부분이 제 1 웨이퍼(W) 측으로 확산된다(도 7의 단계(St14)). 환언하면, 레이저 흡수층(P)으로부터의 열 확산에 의해, 레이저 흡수층(P)과 제 1 웨이퍼(W)(실리콘)의 계면의 온도가 상승한다.

[0058] 레이저 흡수층(P)에서 발생한 열이 제 1 웨이퍼(W) 측으로 확산되면, 이 열의 영향, 즉 레이저 흡수층(P)과 제 1 웨이퍼(W)의 계면 온도의 상승에 의해, 도 9에 나타내는 바와 같이 레이저광(L)의 조사 부분에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)가 그 온도 분포에 따라 국소적으로 팽창(레이저 흡수층(P) 측에 대하여, 하측 볼록 형상으로 소성변형)한다(도 7의 단계(St15)).

[0059] 이하, 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는 열의 영향을 받는 영역을, 레이저광(L)의 '조사 영역(R)'이라 하는 경우가 있다. 환언하면, 제 1 웨이퍼(W)는, 레이저광(L)의 조사 영역(R)에 있어서 국소적으로 팽창한다.

[0060] 여기서, 제 1 웨이퍼(W)가 팽창하면, 이 제 1 웨이퍼(W)의 팽창에 수반하여, 레이저 흡수층(P)이 상측(제 1 웨이퍼(W) 측)으로부터 가압되고, 이에 의해, 도 9에 나타낸 바와 같이 레이저광(L)의 조사 위치에 있어서의 레이저 흡수층(P)에는 압축 응력(σ1)이 발생한다. 발생한 압축 응력(σ1)은, 도 9에 나타낸 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)을 박리하는 방향(도면 중의 하향 방향으로서, 레이저 흡수층(P) 측)으로 작용하여 박리 응력(σ2)을 발생시킨다.

[0061] 환언하면, 레이저광(L)의 조사 영역(R)에 있어서는, 레이저광(L)의 조사 직하의 영역(조사 영역(R)의 중앙부)에 있어서 실리콘(제 1 웨이퍼(W))이 팽창하여 압축 응력(σ1)이 발생하고, 또한 조사 영역(R)의 단부(Re)(도 9를 참조)에 있어서 압축 응력(σ1)에 기인하는 박리 방향의 응력인 박리 응력(σ2)이 발생한다. 이 박리 응력(σ2)은, 조사 영역(R)의 단부(Re)에 있어서 발생하는 인장 응력이다.

[0062] 발생한 압축 응력(σ1) 및 박리 응력(σ2)은, 레이저 흡수층(P)의 내부에 축적된다. 이 때, 조사 영역(R)의 단부(Re)에 있어서는, 복수의 조사 영역(R)에서 발생한 박리 응력(σ2)이 상승적(중복적)으로 작용한다.

[0063] 그리고, 조사 영역(R)의 단부(Re)에 있어서의 박리 응력(σ2)의 축적 총량(상승량)이, 당해 단부(Re)에 있어서의 단위 면적당 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 밀착력(Σ)을 초과했을 때(n x σ2 > Σ(단, n은 자연수로 레이저광(L)의 조사 수)), 도 10에 나타내는 바와 같이 조사 영역(R)의 단부(Re)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)과의 계면에서 박리가 일어나고, 그 결과, 레이저 흡수층(P)과 제 1 웨이퍼(W)의 접합 강도가 저하된다(도 7의 단계(St16)).

[0064] 또한, 레이저 흡수층(P)의 내부에 축적되어 있던 응력(σ)(압축 응력(σ1) 및 박리 응력(σ2))은, 이 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리에 의해 해방된다.

[0065] 그리고, 레이저 조사 장치(31)의 처리 위치(A2)에서는, 도 11에 나타내는 바와 같이, 평면에서 봤을 때 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)과의 계면의 전면에서 박리를 일으킴으로써, 환언하면, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)과의 계면의 전면에서, 조사 영역(R)의 단부(Re)에서 일어난 박리를 이음으로써, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 전면에 있어서 접합 강도를 저하시키고, 이에 의해, 분리 장치(32)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)을 적절하게 분리할 수 있다(도 7의 단계(St17)).

[0066] 또한, 처리 위치(A2)에 있어서의 레이저광(L)의 조사 후의 중합 웨이퍼(T)에 있어서는, 제 1 웨이퍼(W)의 전면

에 있어서 레이저 흡수층(P)과의 박리가 일어나 있는 것, 환언하면, 조사 영역(R)의 단부(Re)에서 박리가 일어난 후, 박리 응력(σ2)에 의해 조사 직하의 영역을 포함하는 조사 영역(R)의 중앙부에서도, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 박리되어 있는 것이 이상적이다. 그러나, 도 10에 나타낸 바와 같이, 조사 영역(R)의 중앙부(레이저광(L)의 조사 직하의 영역)에 있어서는, 조사 영역(R)의 단부(Re)에서 박리가 일어난 후에 있어서도, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 이어진 채의 상태(박리되어 있지 않은 상태)가 유지되는 경우가 있다. 이 때문에, 본 개시의 기술에 따른 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서는, 레이저광(L) 조사 후의 중합 웨이퍼(T)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)를 중합 웨이퍼(T)(레이저 흡수층(P))로부터 확실하게 분리하기 위하여, 분리 장치(32)를 배치하고, 당해 분리 장치(32)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)를 중합 웨이퍼(T)로부터 분리하는 공정을 마련하는 것이 바람직하다.

[0067] 여기서, 이와 같이 중합 웨이퍼(T)로부터의 제 1 웨이퍼(W)의 분리를 분리 장치(32)에서 행할 경우, 상기한 이상적인 상태, 즉 제 1 웨이퍼(W)의 전면에 있어서 레이저 흡수층(P)과의 박리가 일어나 있는 상태에서 분리 장치(32)에 대한 중합 웨이퍼(T)의 반송을 행하면, 이 반송에 수반하는 관성력 등에 의해 제 1 웨이퍼(W)가 제 2 웨이퍼(S)로부터 낙하해 버릴 우려가 있다.

[0068] 또한, 이와 같이 제 1 웨이퍼(W)의 전면에 있어서 레이저 흡수층(P)과의 박리가 일어나 있으면, 레이저광(L)의 조사 후의 중합 웨이퍼(T)를 분리 장치(32)로 반송할 필요가 없는 경우라도, 처리 위치(A2)에 있어서의 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사 중에 있어서, 척(100)의 회전에 수반하는 원심력 등에 의해 제 1 웨이퍼(W)가 제 2 웨이퍼(S) 상으로부터 날아가 버릴 우려가 있다.

[0069] 이러한 점을 감안하여, 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사 중, 및 중합 웨이퍼(T)의 반송 중에 제 1 웨이퍼(W)가 비산, 낙하해 버리는 것을 억제하기 위하여, 처리 위치(A2)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 적어도 일부가 이어진 채의 상태(박리되어 있지 않은 상태)를 유지하도록, 레이저광(L)의 조사 조건(조사 위치 또는 출력 등)을 제어하는 것이 바람직하다.

[0070] 이에 의해, 레이저광(L)의 조사 중 또는 분리 장치(32)로의 반송 중 등에 있어서 제 1 웨이퍼(W)가 레이저 흡수층(P)으로부터 완전하게 분리되어, 제 2 웨이퍼(S)로부터 비산, 낙하해 버리는 것이 억제된다.

[0071] 레이저 조사 장치(31)의 처리 위치(A2)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합 강도의 저하는, 이상과 같이 하여 행해진다. 즉, 본 실시 형태에 있어서 레이저 조사 장치(31)에서는, 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는 열에 의해 제 1 웨이퍼(W)를 팽창시켜, 레이저 흡수층(P)에 압축 응력(σ1)을 발생시킴으로써 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에 박리 방향의 박리 응력(σ2)이 발생하고, 이에 의해 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으킴으로써, 접합 강도를 저하시킨다.

[0072] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 도 9에 나타낸 바와 같이 레이저 흡수층(P)에 대하여 복수 회의 레이저광(L)의 조사를 행하고, 이에 의해 발생하는 박리 응력(σ2)의 축적 총량이 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 밀착력(Σ)을 초과했을 시에 조사 영역(R)의 단부(Re)에서 박리가 발생했는데, 이러한 박리가 발생하기 까지의 레이저광(L)의 조사 횟수는 복수 회라고는 한정되지 않는다.

[0073] 예를 들면 레이저광(L)의 조사 단발(1 회)로 발생하는 박리 응력(σ2)이, 단부(Re)의 밀착력(Σ)을 초과하는 경우에는, 당해 단발의 레이저광(L)의 조사에 의해, 조사 영역(R)의 단부(Re)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에 박리가 일어나는 경우도 있다.

[0074] 다음으로, 상기한 레이저 조사 장치(31)의 처리 위치(A2)에 있어서 레이저 흡수층(P)에 레이저광(L)을 조사하는 방법의 상세에 대하여 설명한다.

[0075] 먼저, 도 13에 나타내는 바와 같이 중합 웨이퍼(T)(레이저 흡수층(P))의 평면에서 봤을 때의 영역을, 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3)으로 설정한다(도 12의 단계(St20)). 구체적으로, 예를 들면 오퍼레이터가 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3)으로 설정하고, 이들 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3)은 제어 장치(40)에 기억된다. 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3)은, 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 이 순으로 배치된다. 또한 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 및 제 2 내주 영역(Z2)은 중합 웨이퍼(T)와 동심 환상(環狀)으로 배치되고, 중심 영역(Z3)은 중합 웨이퍼(T)와 동심원 형상으로 배치된다.

[0076] 도 13 및 도 14에 나타내는 바와 같이 외주 영역(Z0)은, 중합 웨이퍼(T)의 주연 영역으로서, 제 1 웨이퍼(W)(표면막(Fw))와 제 2 웨이퍼(S)(표면막(Fs))가 접합되어 있지 않은 미접합 영역(Q)과, 미접합 영역(Q)의 직경 방향 내측의 접합 영역(B)을 포함하는 영역이다. 미접합 영역(Q)은, 주연부가 면취 가공된 면취부(베벨부)를 포함한

다. 또한 미접합 영역(Q)은, 예를 들면 접합의 위치 어긋남 또는 그 외의 요인으로, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)가 접합되어 있지 않은 영역도 포함한다.

[0077] 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3)은 각각, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 접합 영역(B)에 배치되는 영역이다.

[0078] 여기서, 본 실시 형태에서는, 중합 웨이퍼(T)를 회전시키고, 또한 레이저광(L)을 직경 방향으로 이동시키면서, 당해 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 이 때, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리를 웨이퍼 면내에서 균일하게 행하기 위해서는, 레이저광(L)을 조사하는 간격, 즉 펄스의 간격을 일정하게 하는 것이 바람직하다. 이 점, 레이저광(L)의 조사 간격을 일정하게 하기 위하여, 예를 들면 레이저광(L)이 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동함에 따라 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 빠르게 한다. 또한 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도가 상한에 달하면, 다음으로, 예를 들면 레이저광(L)이 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동함에 따라 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사할 시의 주파수를 작게 한다. 그리고, 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도가 상한에 달하고, 또한, 레이저광의 주파수가 하한에 달하면, 예를 들면 레이저광(L)이 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동함에 따라 레이저광의 조사 간격은 작아져, 중합 웨이퍼(T)의 중심 영역에서는 레이저광(L)이 겹치는 경우가 있다.

[0079] 이에, 본 실시 형태에서는, 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 및 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 중합 웨이퍼(T)를 회전시키면서 레이저광(L)을 조사한다. 한편, 중심 영역(Z3)에 있어서, 중합 웨이퍼(T)의 회전을 정지시킨 상태에서 레이저광(L)을 주사시킨다.

[0080] 외주 영역(Z0) 및 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 레이저광(L)의 주파수를 일정하게 하면서, 레이저광(L)의 직경 방향 이동에 수반하여 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 변동시켜, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 구체적으로, 레이저광(L)이 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동할 시에는 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 빠르게 하고, 레이저광(L)이 직경 방향 내측으로부터 외측으로 이동할 시에는 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 느리게 한다.

[0081] 제 2 내주 영역(Z2)에서는, 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 일정하게 하면서, 레이저광(L)의 직경 방향 이동에 수반하여 레이저광(L)의 주파수를 변동시켜, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 구체적으로, 레이저광(L)이 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동할 시에는 레이저광(L)의 주파수를 작게 하고, 레이저광(L)이 직경 방향 내측으로부터 외측으로 이동할 시에는 레이저광(L)의 주파수를 크게 한다.

[0082] 또한, 제 1 내주 영역(Z1)과 제 2 내주 영역(Z2)의 경계 위치는, 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도가 상한에 달하는 위치로 설정된다. 제 2 내주 영역(Z2)과 중심 영역(Z3)의 경계 위치는, 레이저광(L)의 주파수가 하한에 달하는 위치로 설정된다.

[0083] 다음으로, 레이저 흡수층(P)에 레이저광(L)을 조사한다. 이 때, 영역(Z0 ~ Z3)마다 레이저 처리의 처리 조건을 변경한다. 그리고 본 실시 형태에서는, 외주 영역(Z0)에 대한 레이저광(L)의 조사(도 12의 단계(St21)), 제 2 내주 영역(Z2)에 대한 레이저광(L)의 조사(도 12의 단계(St22)), 제 1 내주 영역(Z1)에 대한 레이저광(L)의 조사(도 12의 단계(St23)), 및 중심 영역(Z3)에 대한 레이저광(L)의 조사(도 12의 단계(St24))를 이 순으로 행한다.

[0084] 단계(St21)에 있어서 외주 영역(Z0)에서는, 도 15에 나타내는 바와 같이 회전 기구(103)에 의해 척(100)(척(100)에 유지된 중합 웨이퍼(T))을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 이 때, 레이저광(L)은 주사시키지 않고 고정한다. 그러면, 외주 영역(Z0)에 있어서, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해, 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다. 또한, 상기한 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리 메커니즘에 의해, 도 16에 나타내는 바와 같이 외주 영역(Z0)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다.

[0085] 또한, 외주 영역(Z0)은 미접합 영역(Q)을 포함하기 때문에, 미접합 영역(Q)과 접합 영역(B)의 경계에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S)의 접합 강도, 즉 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 접합 강도가 낮다. 이러한 경우, 레이저광(L)을 외주 영역(Z0)에 조사하면, 도 17에 나타내는 바와 같이 외주 영역(Z0)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 밀착력(Σ)을 박리 응력(σ2)이 초과하지 않는 경우, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)에서는 박리가 일어나지 않는다. 그리고, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 볼록 형상이 표면막(Fw)에 전해져, 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 계면에 응력이 작용한다. 이 응력에 의해, 미접합 영역(Q)과 접합 영역(B)

의 경계에 있어서, 접합 강도가 낮은 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 계면에서 박리가 일어나는 경우가 있다. 이 상태에서, 외주 영역(Z0)에 있어서 레이저광(L)을 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동시켜 조사하면, 미접합 영역(Q)의 직경 방향 내측에 인접하는 접합 영역(B)에서는, 박리된 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 계면을 선단으로서 박리가 진행되기 쉬워진다. 즉, 외주 영역(Z0)의 접합 영역(B)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 원하는 계면에서 박리가 일어나지 않는 경우가 있다.

[0086] 이에, 본 실시 형태에서는, 외주 영역(Z0)에 있어서, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 레이저광(L)을 조사한다. 그러면, 도 16에 나타내는 바와 같이 접합 영역(B)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리(E1)가 일어난다. 이 때, 각 조사 영역(R)에는, 박리(E1)가 중앙부로부터 단부(Re)에 걸쳐 일어나도록, 응력(σ)을 발생시킨다. 이와 같이 큰 응력(σ)을 발생시키기 위해서는, 예를 들면 레이저광(L)의 주파수를 크게 해도 되고(레이저광(L)의 피치를 짧게 해도 되고), 레이저광(L)의 조사 강도를 높게 해도 된다. 또한, 접합 영역(B)과 미접합 영역(Q)의 경계에서는, 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 계면의 접합 강도가 낮기 때문에, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면으로부터 표면막(Fw)과 표면막(Fs)의 계면을 향해 연신하는 박리(E2)가 일어난다. 또한, 박리(E2)가 일어났다 하더라도, 당해 박리(E2)의 직경 방향 외측의 디바이스층(Dw)은 제품화되지 않는 디바이스이므로, 영향은 없다.

[0087] 다음으로, 단계(St22)에 있어서 제 2 내주 영역(Z2)에서는, 도 18에 나타내는 바와 같이 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 이 때, 레이저광(L)은 주사시키지 않고 고정한다. 그러면, 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해, 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다. 또한, 제 2 내주 영역(Z2)에서는, 도 11에 나타낸 바와 같이 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다.

[0088] 다음으로, 단계(St23)에 있어서 제 1 내주 영역(Z1)에서도, 도 18에 나타내는 바와 같이 단계(St22)에 있어서의 제 2 내주 영역(Z2)에 연속해 레이저광(L)을 조사한다. 즉, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 이 때, 레이저광(L)은 주사시키지 않고 고정한다.

[0089] 그러면 단계(St23)에서는, 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해, 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다. 이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의 레이저광(L)의 나선 형상은, 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서의 레이저광(L)의 나선 형상과, 외주 영역(Z0)에 있어서의 레이저광(L)의 나선 형상에 연속한다. 즉, 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1), 및 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 척(100)의 회전 방향은 반시계 방향으로 동일하며, 레이저광(L)의 조사 방향(이동 방향)은 직경 방향 내측으로부터 외측으로 동일하기 때문에, 레이저광(L)의 나선 형상은 연속한다.

[0090] 또한 단계(St23)에서는, 도 19에 나타내는 바와 같이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다. 이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 박리는, 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 박리와, 외주 영역(Z0)에 있어서의 계면의 박리에 연속한다.

[0091] 또한, 단계(St22)의 제 2 내주 영역(Z2)과 단계(St23)의 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 각 조사 영역(R)에 있어서, 단부(Re)에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 박리되고, 혹은, 접합력이 약한 상태가 되고, 중앙부에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 이어져 있다. 즉, 외주 영역(Z0)에 비해, 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 레이저 흡수층(P)의 내부에 축적되는 응력(σ)이 작다. 이와 같이 작은 응력(σ)을 발생시키기 위해서는, 예를 들면 레이저광(L)의 주파수를 작게 해도 되고(레이저광(L)의 피치를 길게 해도 되고), 레이저광(L)의 조사 강도를 낮게 해도 된다. 레이저광(L)의 피치를 길게 하는 경우, 레이저 처리에 걸리는 시간을 단축하여, 스루풋을 향상시킬 수 있다. 또한, 레이저광(L)의 조사 강도를 낮게 할 경우, 레이저 처리를 효율적으로 행할 수 있다.

[0092] 여기서, 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면이 완전하게 박리되는 큰 응력(σ)을 발생시키고, 당해 응력(σ)이 축적되면, 제 1 웨이퍼(W)가 깨질 우려가 있다. 이에, 상술한 바와 같이 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 적어도 일부가 이어진 채의 상태에서 박리되어, 제 1 웨이퍼(W)의 깨짐을 억제한다.

[0093] 그리고, 도 19에 나타내는 바와 같이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계

면의 박리(E3)가, 외주 영역(Z0)에 있어서의 박리(E1)에 이어지면, 제 1 내주 영역(Z1)과 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 전면이 박리된다. 또한, 전술한 '단부(Re)에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합력이 약한 상태'란, 이와 같이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 박리(E3)가, 외주 영역(Z0)에 있어서의 박리(E1)에 이어졌을 시에, 단부(Re)가 박리될 정도의 접합력이다.

[0094] 다음으로, 단계(St24)에 있어서 중심 영역(Z3)에서는, 척(100)의 회전을 정지한다. 그리고, 레이저 조사부(110)로부터 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 또한, 중심 영역(Z3)에 있어서 이 레이저광(L)을 주사시킨다. 이 때, 도 20에 나타내는 바와 같이 레이저광(L)의 X축 방향의 주사 조사와, 척(100)(중합 웨이퍼(T))의 Y축 방향으로의 이동을 교호로 반복해 행한다. 혹은, 레이저광(L)의 X축 방향의 주사 조사와, 척(100)의 Y축 부방향 이동을 동기시켜도 된다. 또한, 웨이퍼 처리의 스루풋을 향상시키기 위하여, 상기한 광학계(112)에 의해 레이저광(L)을 분기시켜, 레이저 흡수층(P)의 복수 점에 동시에 레이저광(L)을 조사해도 된다. 또한, 상기한 레이저광(L)의 조사에 의해 발생하는 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리 메커니즘에 의해, 중심 영역(Z3)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다.

[0095] 본 실시 형태에 따르면, 단계(St20 ~ St24)를 행함으로써, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으킬 수 있다. 그 결과, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)을 분리하여, 제 1 웨이퍼(W)의 디바이스층(Dw)을 제 2 웨이퍼(S)에 전사할 수 있다.

[0096] 또한, 단계(St21)에 있어서 외주 영역(Z0)에서는, 레이저광(L)을 직경 방향 내측으로부터 외측으로 이동시켜 조사하므로, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으킬 수 있다. 그러면, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 접합 강도를 저하시킬 수 있어, 당해 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)을 박리시킬 수 있다.

[0097] 또한, 단계(St22)의 제 2 내주 영역(Z2)과 단계(St23)의 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 레이저광(L)을 연속해 조사하므로, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서의 박리를 적절하게 이을 수 있다.

[0098] 또한, 상술한 바와 같이 레이저 조사 장치(31)에 있어서의 레이저광(L) 조사 후의 중합 웨이퍼(T)를 적절하게 반송하는 것을 감안하면, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 적어도 일부가 이어진 채의 상태가 바람직하다. 이에, 제 1 내주 영역(Z1), 제 2 내주 영역(Z2), 및 중심 영역(Z3) 중 적어도 어느 하나에 있어서, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 적어도 일부를 이은 상태를 유지하는 것이 바람직하다.

[0099] 또한, 상기 실시 형태의 효과를 얻기 위하여, 즉 적어도 외주 영역(Z0)에 있어서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리시키기 위해서는, 당해 외주 영역(Z0)에 있어서 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 레이저광(L)을 조사하면 된다. 그리고, 그 외의 처리 조건은 상기 실시 형태에 한정되지 않는다.

[0100] 구체적으로 영역(Z0 ~ Z3)마다, 레이저 처리의 처리 조건을 임의로 변경할 수 있다. 처리 조건은, 예를 들면 척(100)의 회전 속도, 레이저광(L)의 주파수, 척(100)의 회전 방향, 영역(Z0 ~ Z3)의 가공 순서(레이저광(L)의 조사 순서) 등이다.

[0101] 예를 들면, 도 21에 나타내는 바와 같이 제 2 내주 영역(Z2)에 대한 레이저광(L)의 조사, 제 1 내주 영역(Z1)에 대한 레이저광(L)의 조사, 외주 영역(Z0)에 대한 레이저광(L)의 조사, 및 중심 영역(Z3)에 대한 레이저광(L)의 조사를 이 순으로 행해도 된다.

[0102] 이러한 경우, 도 21의 (a)에 나타내는 바와 같이 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 단계(St22, St23)와 마찬가지로, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다.

[0103] 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 각 조사 영역(R)에 있어서, 단부(Re)에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 박리되고, 혹은, 접합력이 약한 상태가 되고, 중앙부에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)이 이어져 있다. 즉, 제 2 내주 영역(Z2)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 레이저 흡수층(P)의 내부에 축적되는 응력(σ)을 작게 한다. 상술한 바와 같이 큰 응력(σ)을 발생시켜 축적되면, 제 1 웨이퍼(W)가 깨질 우려가 있다. 이 점, 본 실시 형태와 같이 응력(σ)을 작게 함으로써, 제 1 웨이퍼(W)의 깨짐을 억제할 수 있다. 또한, 전술한 '단부(Re)에서 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 접합력이 약한 상태'란, 이와 같이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 박리(E3)가, 외주 영역(Z0)에 있어서의 박리(E

1)에 이어졌을 시에, 단부(Re)가 박리될 정도의 접합력이다.

[0104] 다음으로, 도 21의 (b)에 나타내는 바와 같이 외주 영역(Z0)에 있어서, 단계(St21)와 마찬가지로, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 외주 영역(Z0)에서는, 각 조사 영역(R)에 있어서, 박리(E1)가 중앙부로부터 단부(Re)에 걸쳐 일어나도록, 큰 응력(σ)을 발생시킨다.

[0105] 다음으로, 중심 영역(Z3)에서는, 단계(St24)와 마찬가지로, 척(100)의 회전을 정지한 상태에서, 레이저광(L)을 주사시킨다. 그리고, 중심 영역(Z3)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다.

[0106] 본 실시 형태에 있어서도, 상기 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으킬 수 있다.

[0107] 또한 예를 들면, 도 22에 나타내는 바와 같이 제 1 내주 영역(Z1)과 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 레이저광(L)을 직경 방향 외측으로부터 내측으로 이동시키면서 조사해도 된다. 이러한 경우, 외주 영역(Z0)에 대한 레이저광(L)의 조사, 제 1 내주 영역(Z1)에 대한 레이저광(L)의 조사, 제 2 내주 영역(Z2)에 대한 레이저광(L)의 조사, 및 중심 영역(Z3)에 대한 레이저광(L)의 조사를 이 순으로 행한다.

[0108] 먼저, 도 22의 (a)에 나타내는 바와 같이 외주 영역(Z0)에서는, 단계(St21)와 마찬가지로, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 반시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 정방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 그러면, 외주 영역(Z0)에 있어서, 직경 방향 내측으로부터 외측을 향해 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다. 외주 영역(Z0)에서는, 각 조사 영역(R)에 있어서, 박리(E1)가 중앙부로부터 단부(Re)에 걸쳐 일어나도록, 큰 응력(σ)을 발생시킨다.

[0109] 다음으로, 도 22의 (b)에 나타내는 바와 같이 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 부방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 그러면, 제 1 내주 영역(Z1)에 있어서, 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다.

[0110] 이러한 경우, 인접하는 외주 영역(Z0)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 척(100)의 회전 방향이 반대이며, 레이저광(L)의 조사 방향도 반대이다. 그러면, 외주 영역(Z0)과 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 레이저광(L)의 나선 형상을 연속시킬 수 있다. 환언하면, 인접하는 영역에 있어서 레이저광(L)의 조사 방향이 상이한 경우, 당해 인접하는 영역에 있어서의 척(100)의 회전 방향을 반대로 하면, 레이저광(L)의 나선 형상을 연속시킬 수 있다.

[0111] 다음으로, 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서도, 회전 기구(103)에 의해 척(100)을 시계 방향으로 회전시키고, 또한 이동 기구(104)에 의해 척(100)을 Y축 부방향으로 이동시키면서, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사한다. 그러면, 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 직경 방향 외측으로부터 내측을 향해 레이저광(L)이 나선 형상으로 조사된다.

[0112] 또한, 제 1 내주 영역(Z1)과 제 2 내주 영역(Z2)에 있어서, 레이저 흡수층(P)의 내부에 축적되는 응력(σ)의 대소는 한정되지 않는다. 제 1 내주 영역(Z1)에 레이저광(L)을 조사하면, 당해 레이저광(L)에 의한 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면의 박리는, 외주 영역(Z0)에 있어서의 박리(E1)에 이어진다. 따라서, 제 1 내주 영역(Z1)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 적절하게 박리된다. 그리고, 이 박리가 제 2 내주 영역(Z2)에도 전달되어, 당해 제 2 내주 영역(Z2)에서도, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 적절하게 박리된다.

[0113] 다음으로, 중심 영역(Z3)에서는, 단계(St24)와 마찬가지로, 척(100)의 회전을 정지한 상태에서, 레이저광(L)을 주사시킨다. 그리고, 중심 영역(Z3)에서는, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리가 일어난다.

[0114] 본 실시 형태에 있어서도, 상기 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으킬 수 있다.

[0115] 이상의 실시 형태에서는, 단계(St20)에 있어서 내주 영역을 제 1 내주 영역(Z1)과 제 2 내주 영역(Z2)의 2 개로 설정했지만, 내주 영역은 1 개여도 된다. 이 내주 영역에서는, 레이저광(L)의 주파수를 일정하게 하면서, 레이저광(L)의 직경 방향 이동에 수반하여 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 변동시켜, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사해도 된다. 혹은, 내주 영역에서는, 중합 웨이퍼(T)의 회전 속도를 일정하게 하면서, 레이저광(L)의 직경 방향 이동에 수반하여 레이저광(L)의 주파수를 변동시켜, 레이저광(L)을 펄스 형상으로 조사해도 된다. 어느 쪽

이든, 내주 영역에서는, 레이저광(L)의 조사 간격이 일정하게 되도록 처리 조건이 제어된다.

[0116] 이상의 실시 형태에서는, 레이저 처리를 행할 시, 척(100)을 수평 방향으로 이동시켰지만, 레이저 조사부(110)의 렌즈(113)를 수평 방향으로 이동시켜도 되고, 척(100)과 렌즈(113)의 양방을 수평 방향으로 이동시켜도 된다. 척(100)과 렌즈(113)를 상대적으로 수평 방향으로 이동시킴으로써, 레이저광(L)에 의한 레이저 처리를 실행할 수 있다.

[0117] 이상의 실시 형태에서는, 단계(St24)에 있어서 중심 영역(Z3)에 대하여, 척(100)의 회전을 정지한 상태에서 레이저광(L)을 주사시켜 조사했지만, 도 23에 나타내는 바와 같이 척(100)을 회전시키면서, 레이저 조사부(110)로부터 레이저광(L)을 주사시켜 조사해도 된다. 또한 이 때, 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1) 및 제 2 내주 영역(Z2)에 비교해 중심 영역(Z3)에 있어서의 척(100)의 회전 속도를 낮게 해도 된다.

[0118] 이상의 실시 형태에 있어서, 외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1) 및 제 2 내주 영역(Z2)에서는 레이저광(L)을 나선 형상으로 조사했지만, 동심원 형상으로 환상으로 조사해도 된다. 또한, 도 23에 나타낸 실시 형태에 있어서, 중심 영역(Z3)에서도, 레이저광(L)을 나선 형상으로 조사했지만, 동심원 형상으로 환상으로 조사해도 된다.

[0119] 이상의 실시 형태에 있어서는, 도 8 ~ 도 11에서 나타낸 바와 같이 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으켰다. 그러나, 상술한 바와 같이 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 박리를 적절하게 행하기 위한 박리 촉진막이 형성되어 있어도 되며, 이 경우, 박리 촉진막과 레이저 흡수층(P)의 계면에서 박리를 일으켜도 된다.

[0120] 구체적으로, 도 24의 (a)에 나타내는 바와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에는, 적층막으로서의 박리 촉진막(Pe), 레이저 흡수층(P), 디바이스층(Dw) 및 표면막(Fw)이 이 순으로 적층되어 형성될 수 있다. 박리 촉진막(Pe)은, 제 1 웨이퍼(W)의 제 2 웨이퍼(S)로부터의 박리를 용이하게 행하기 위하여 형성되고, 제 1 웨이퍼(W)(실리콘)와의 밀착성이, 레이저 흡수층(P)과의 밀착성보다 낮고, 또한 레이저광(L)에 대하여 투과성을 가지는 재료, 예를 들면 질화 규소(SiN)에 의해 형성된다.

[0121] 제 2 웨이퍼(S)로부터의 제 1 웨이퍼(W)의 분리에 있어서는, 먼저, 레이저 흡수층(P)에 대한 레이저광(L)의 조사가 행해진다(도 25의 단계(St31)). 레이저광(L)은, 제 1 웨이퍼(W) 및 박리 촉진막(Pe)을 투과하여 레이저 흡수층(P)에 흡수된다(도 25의 단계(St32)).

[0122] 레이저 흡수층(P)에서 흡수된 레이저광(L)은, 그 에너지 분포에 따라 열로 변환되고(도 25의 단계(St33)), 이에 의해 레이저 흡수층(P)의 온도가 상승한다. 레이저광(L)의 흡수에 의해 레이저 흡수층(P)에 있어서 발생한 열은, 그 대부분이 제 1 웨이퍼(W) 측의 박리 촉진막(Pe)으로 확산되고(도 25의 단계(St34)), 이 열 확산에 의해, 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 계면의 온도가 상승한다.

[0123] 레이저 흡수층(P)에서 발생한 열이 제 1 웨이퍼(W) 측으로 확산되면, 이 열의 영향, 즉 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 계면 온도의 상승에 의해, 도 24의 (b)에 나타내는 바와 같이 박리 촉진막(Pe)이 그 온도 분포에 따라 국소적으로 팽창한다(도 25의 단계(St35)). 이 때, 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 계면의 열 영향은 제 1 웨이퍼(W)에 영향을 주는 경우도 있으며, 도 24의 (b)에서 나타낸 바와 같이 제 1 웨이퍼(W)도 온도 분포에 따라 국소적으로 팽창하는 경우도 있다.

[0124] 이 후, 박리 촉진막(Pe)(및 제 1 웨이퍼(W))이 국소적으로 팽창하면, 이 팽창에 의해 발생한 응력에 의해, 도 24의 (c)에서 나타내는 바와 같이 밀착성이 낮은 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 계면에서 박리가 일어나고, 그 결과, 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 접합 강도가 저하된다(도 25의 단계(St36)). 그리고, 박리 촉진막(Pe)과 레이저 흡수층(P)과의 계면의 전면에서 박리를 이음으로써, 박리 촉진막(Pe)과 레이저 흡수층(P)의 전면에 있어서 접합 강도를 저하시키고, 이에 의해, 분리 장치(32)에 있어서 박리 촉진막(Pe)과 레이저 흡수층(P)(제 1 웨이퍼(W)와 제 2 웨이퍼(S))을 적절하게 분리할 수 있다(도 25의 단계(St37)).

[0125] 이와 같이, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에, 제 1 웨이퍼(W)(실리콘)와의 밀착성이, 레이저 흡수층(P)과의 밀착성보다 낮은 박리 촉진막(Pe)을 형성하고, 제 1 웨이퍼(W) 대신에, 또는 제 1 웨이퍼(W)와 함께 박리 촉진막(Pe)을 팽창시키는 것으로도, 제 1 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 디바이스층(Dw)의 전사를 적절하게 실행할 수 있다.

[0126] 또한, 도 24에 나타낸 예에서는, 박리 촉진막(Pe)을 제 1 웨이퍼(W)와 레이저 흡수층(P)의 계면에 형성했지만, 예를 들면 박리 촉진막(Pe)을 레이저 흡수층(P)과 디바이스층(Dw)의 계면에 형성하고, 레이저 흡수층(P)과 박리 촉진막(Pe)의 계면에서 박리를 일으킴으로써, 디바이스층(Dw)의 전사처인 제 2 웨이퍼(S) 측에 박리 촉진막(P

e)을 남기도록 해도 된다.

[0127] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시로 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 상기의 실시 형태는, 첨부한 청구의 범위 및 그 주지를 일탈하지 않고, 다양한 형태로 생략, 치환, 변경되어도 된다. 예를 들면, 상기 실시 형태의 구성 요건은 임의로 조합할 수 있다. 당해 임의의 조합으로부터는, 조합에 따른 각각의 구성 요건에 대한 작용 및 효과가 당연히 얻어지고, 또한 본 명세서의 기재로부터 당업자에게는 명백한 다른 작용 및 다른 효과가 얻어진다.

[0128] 또한, 본 명세서에 기재된 효과는, 어디까지나 설명적 또는 예시적인 것으로 한정적이지 않다. 즉, 본 개시에 따른 기술은, 상기의 효과와 함께, 또는, 상기의 효과 대신해, 본 명세서의 기재로부터 당업자에게는 명백한 다른 효과를 나타낼 수 있다.

부호의 설명

[0129] 31 : 레이저 조사 장치

40 : 제어 장치

100 : 척

103 : 회전 기구

104 : 이동 기구

110 : 레이저 조사부

L : 레이저광

P : 레이저 흡수층

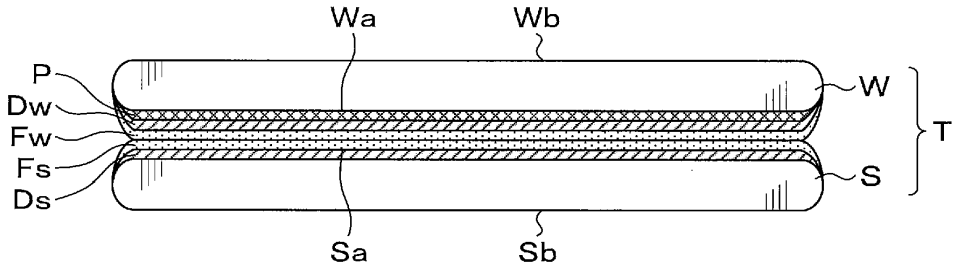
S : 제 2 웨이퍼

T : 중합 웨이퍼

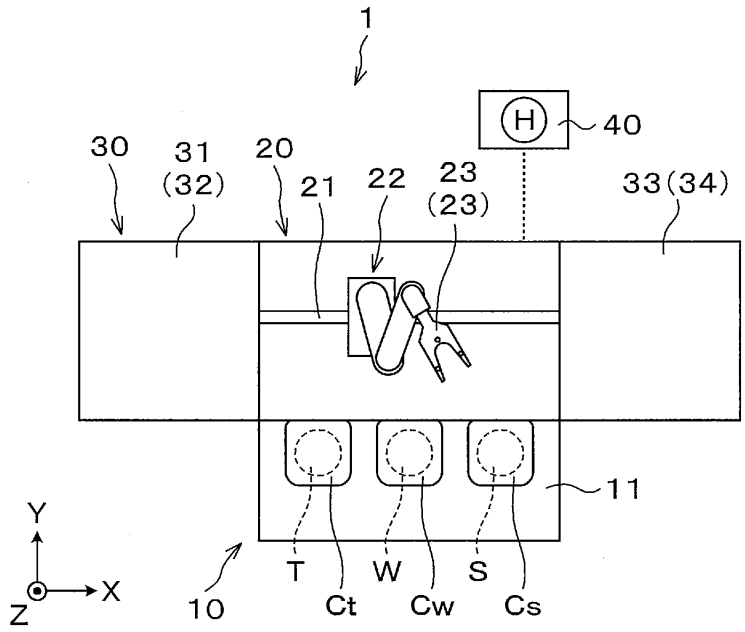
W : 제 1 웨이퍼

도면

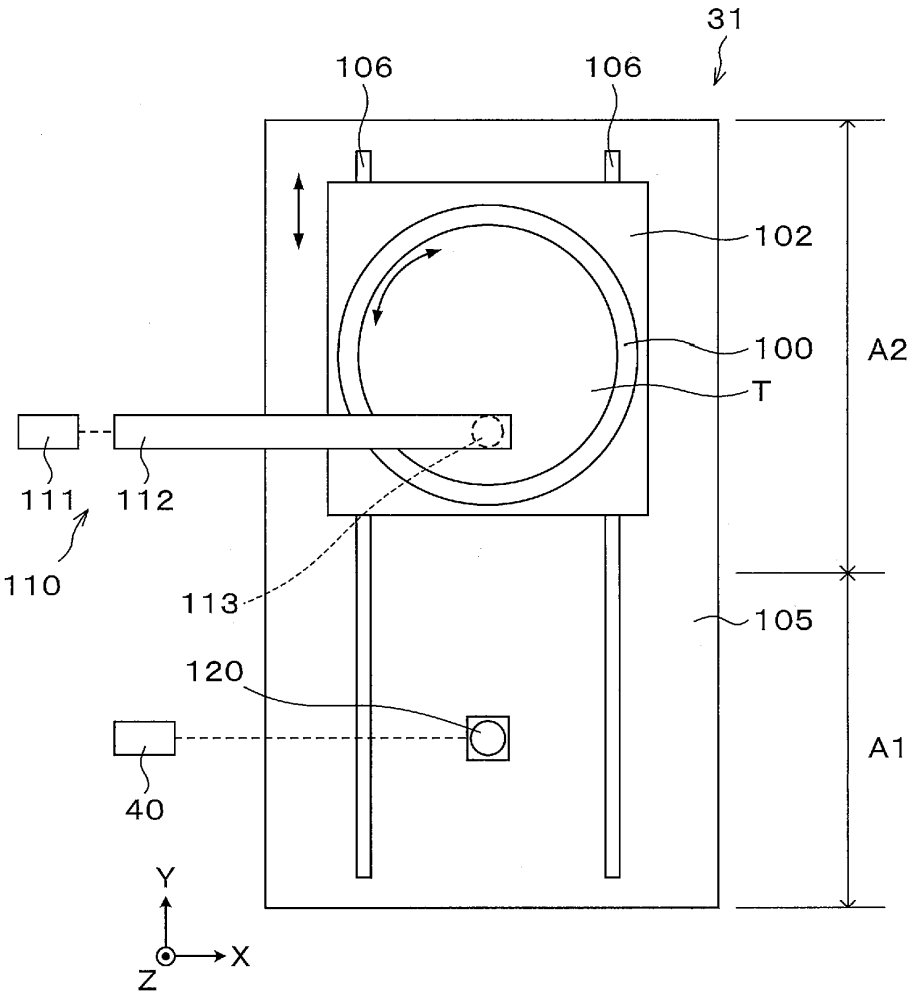
도면1



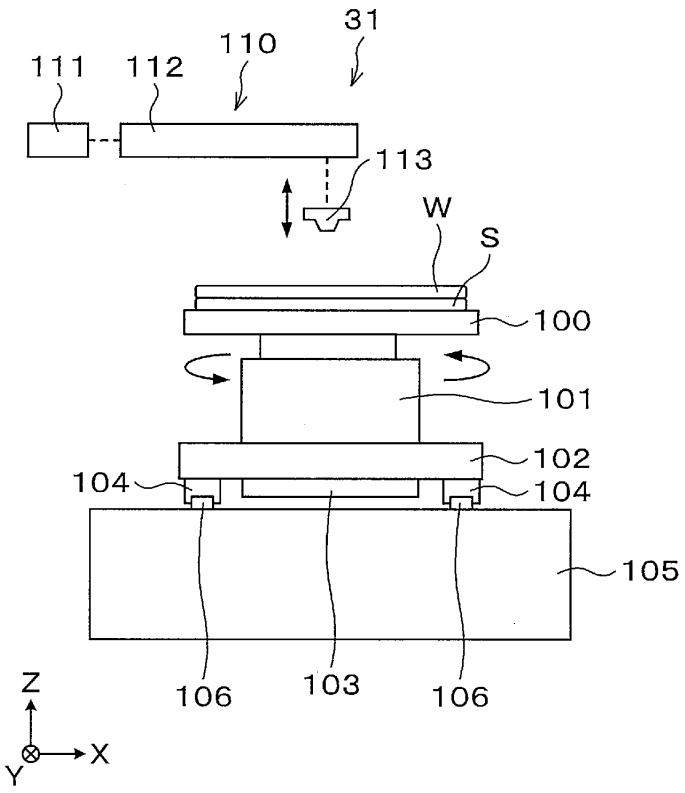
도면2


1
H
40
30
31
(32)
20
21
22
23
(23)
33(34)
11
Y
X
Z
10
T
Ct
W
Cw
S
Cs

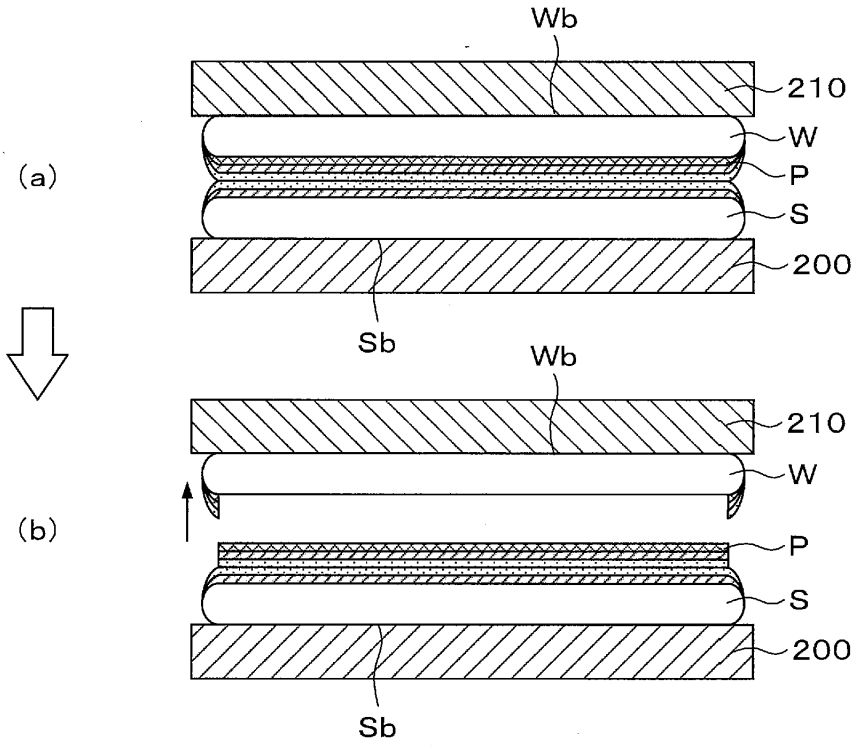
도면3


31
106
106
102
100
T
A2
111
112
110
113
105
120
A1
40
Y
X
Z

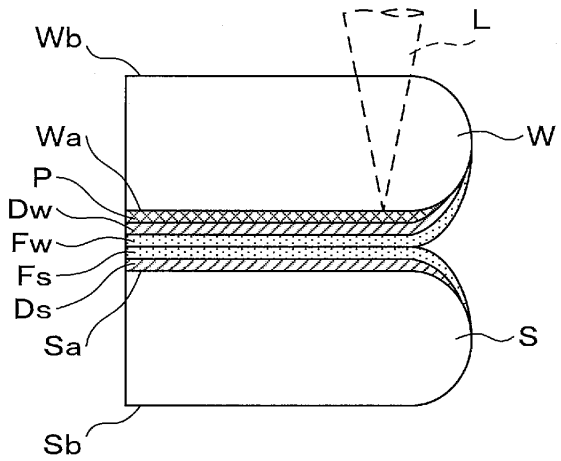
도면4


31
110
111
112
113
W
S
100
101
102
104
104
105
106
103
106
Z
X
Y

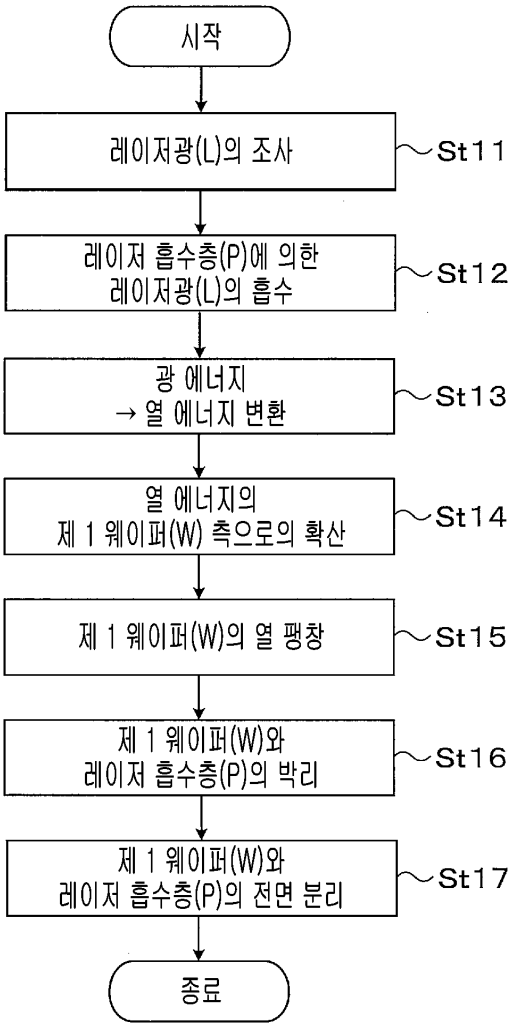
도면5


(a)
Wb
210
W
P
S
200
Sb
(b)
Wb
210
W
P
S
200
Sb

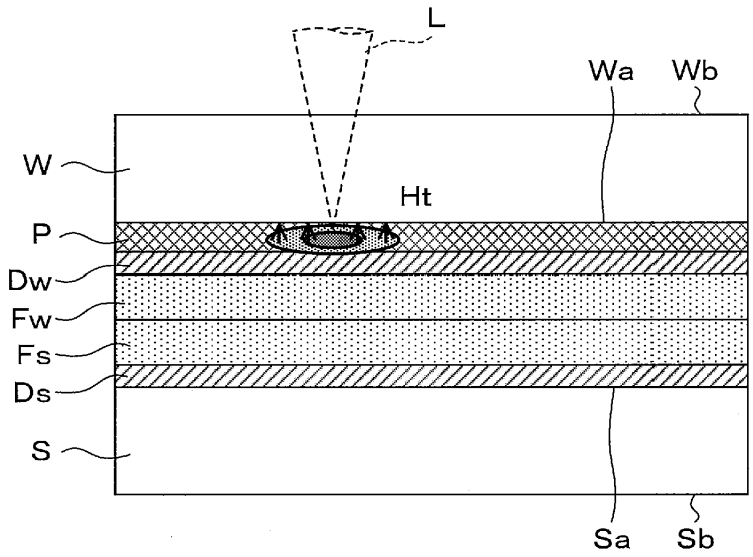
도면6


Wb
L
Wa
W
P
Dw
Fw
Fs
Ds
Sa
S
Sb

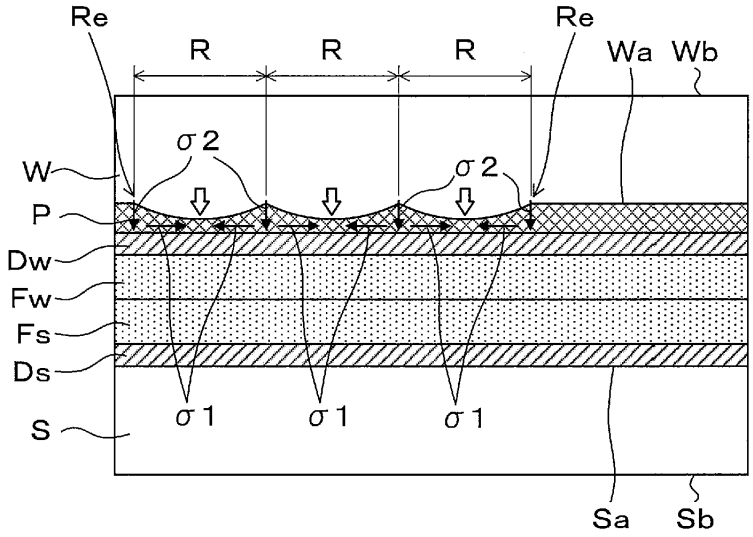
도면7


시작
레이저광(L)의 조사
St11
레이저 흡수층(P)에 의한
레이저광(L)의 흡수
St12
광 에너지
→ 열 에너지 변환
St13
열 에너지의
제 1 웨이퍼(W) 측으로의 확산
St14
제 1 웨이퍼(W)의 열 팽창
St15
제 1 웨이퍼(W)와
레이저 흡수층(P)의 박리
St16
제 1 웨이퍼(W)와
레이저 흡수층(P)의 전면 분리
St17
종료

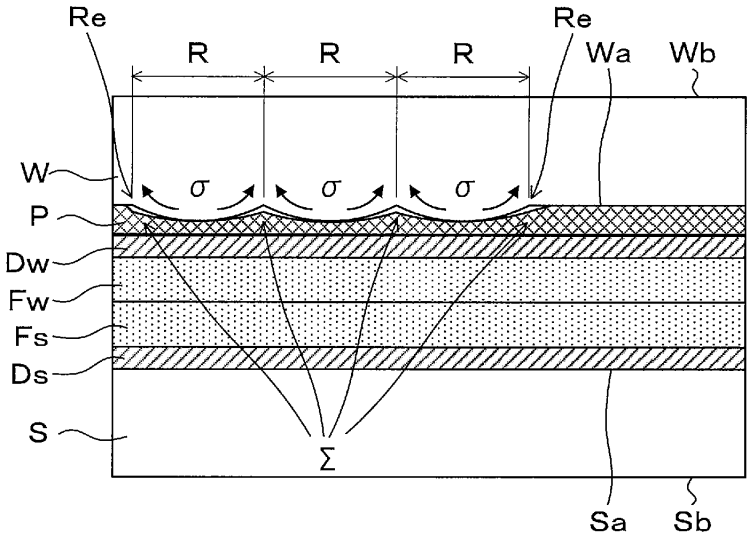
도면8


L
Wa
Wb
W
Ht
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
Sa
Sb

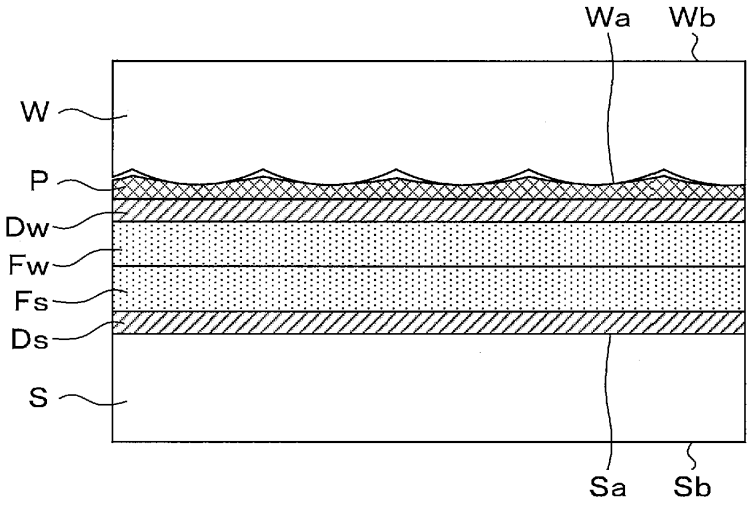
도면9


Re
R
R
R
Re
Wa
Wb
σ2
σ2
W
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
σ1
σ1
σ1
Sa
Sb

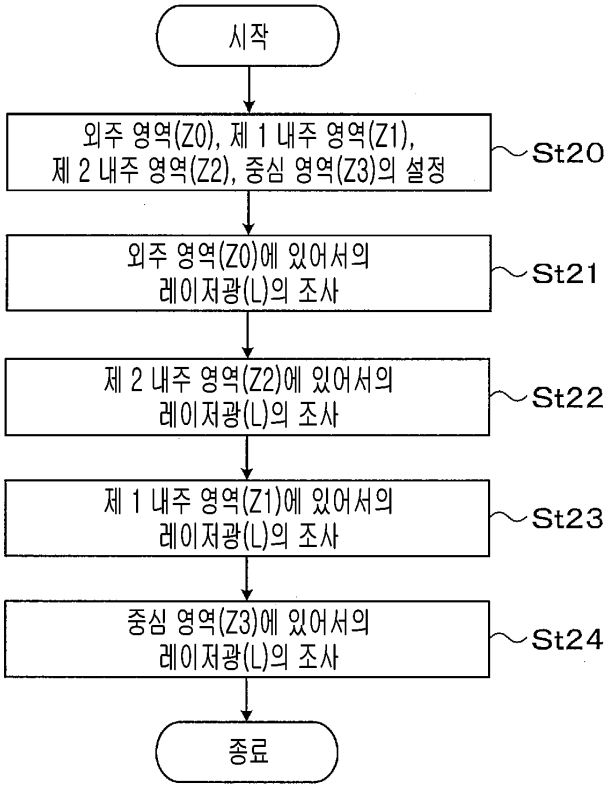
도면10



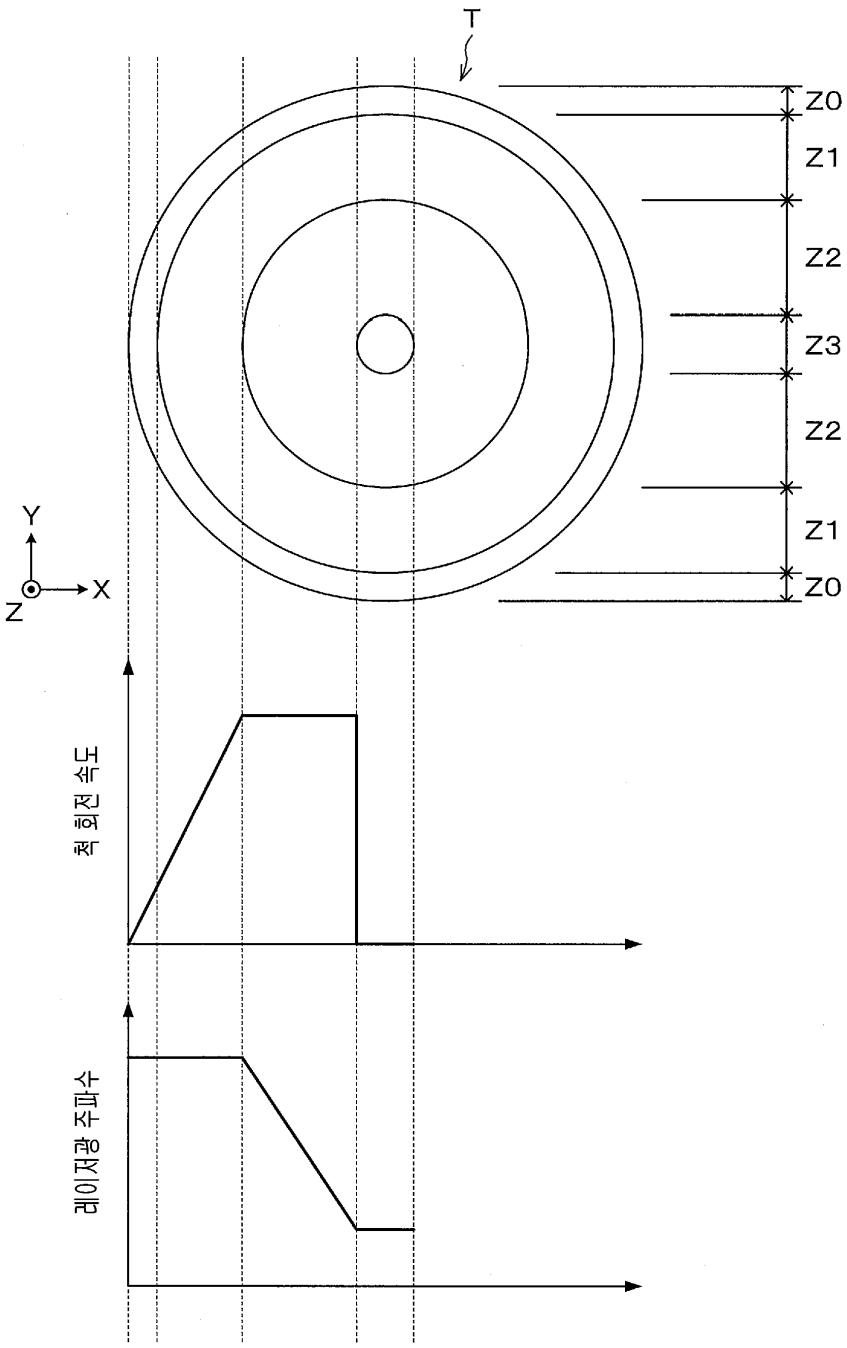
도면11



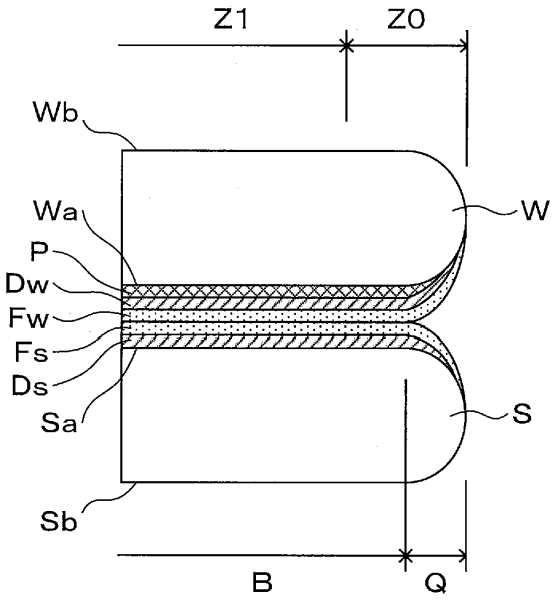
도면12


시작
외주 영역(Z0), 제 1 내주 영역(Z1),
제 2 내주 영역(Z2), 중심 영역(Z3)의 설정
St20
외주 영역(Z0)에 있어서의
레이저광(L)의 조사
St21
제 2 내주 영역(Z2)에 있어서의
레이저광(L)의 조사
St22
제 1 내주 영역(Z1)에 있어서의
레이저광(L)의 조사
St23
중심 영역(Z3)에 있어서의
레이저광(L)의 조사
St24
종료

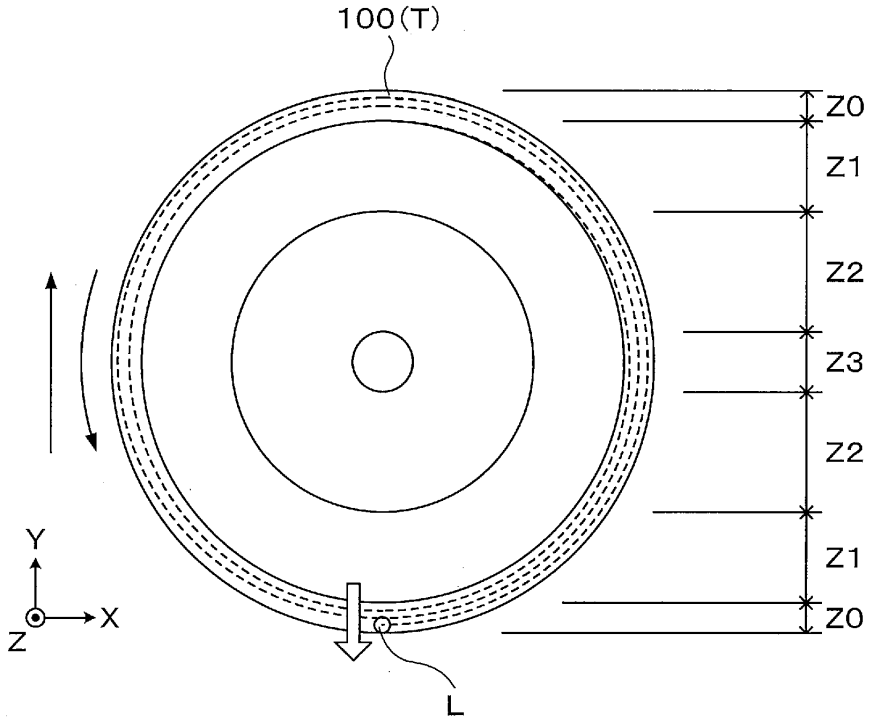
도면13



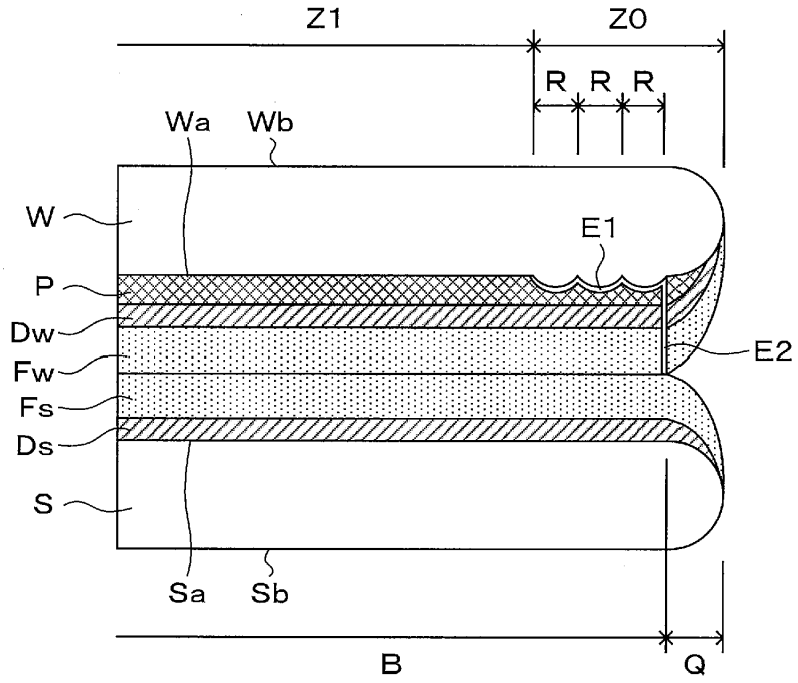
도면14



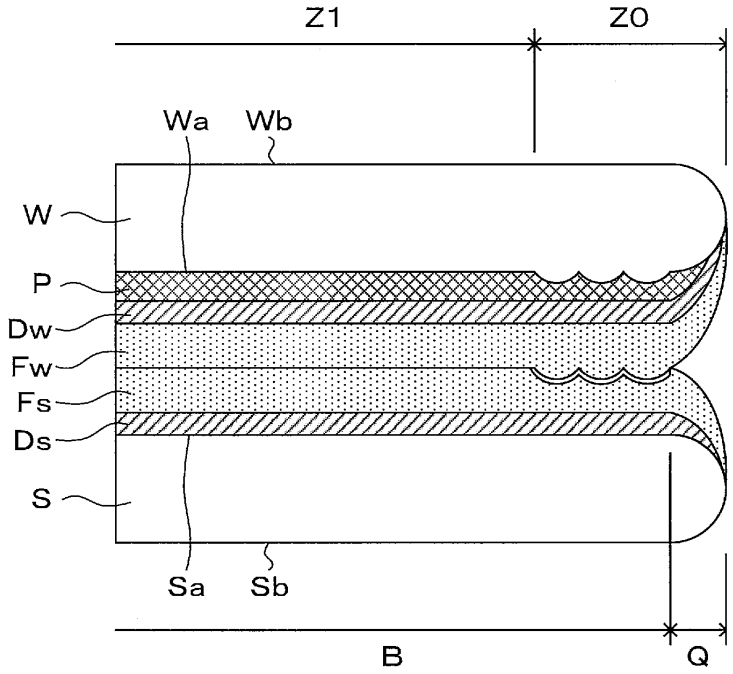
도면15



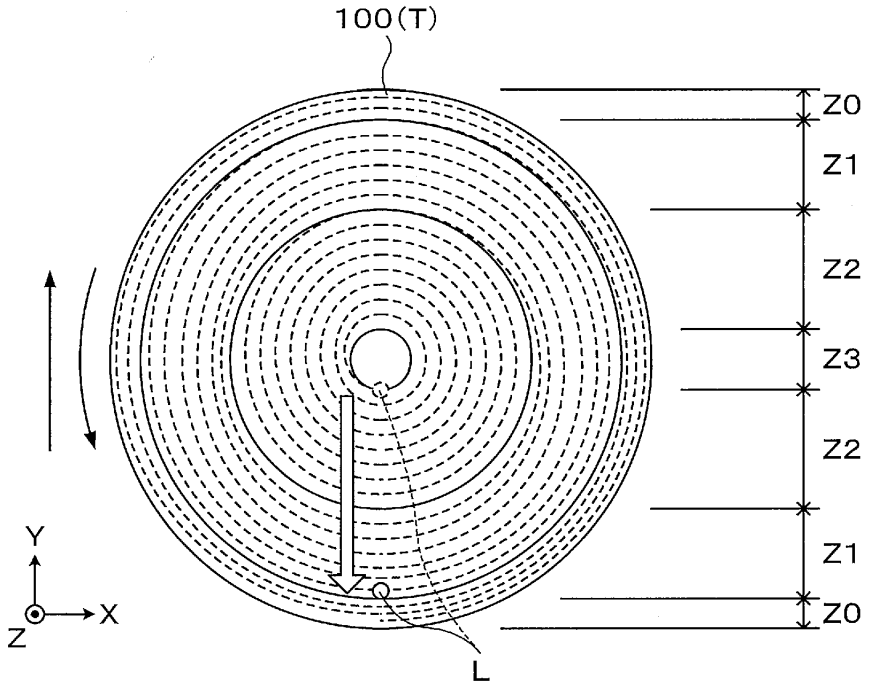
도면16


Z1
Z0
R R R
Wa Wb
W
E1
P
Dw
E2
Fw
Fs
Ds
S
Sa Sb
B
Q

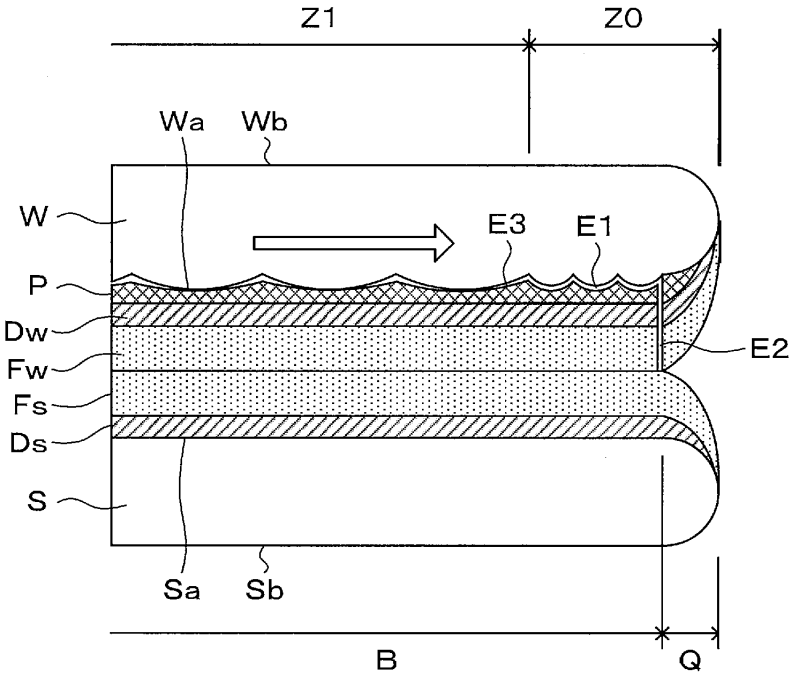
도면17


Z1
Z0
Wa Wb
W
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
Sa Sb
B
Q

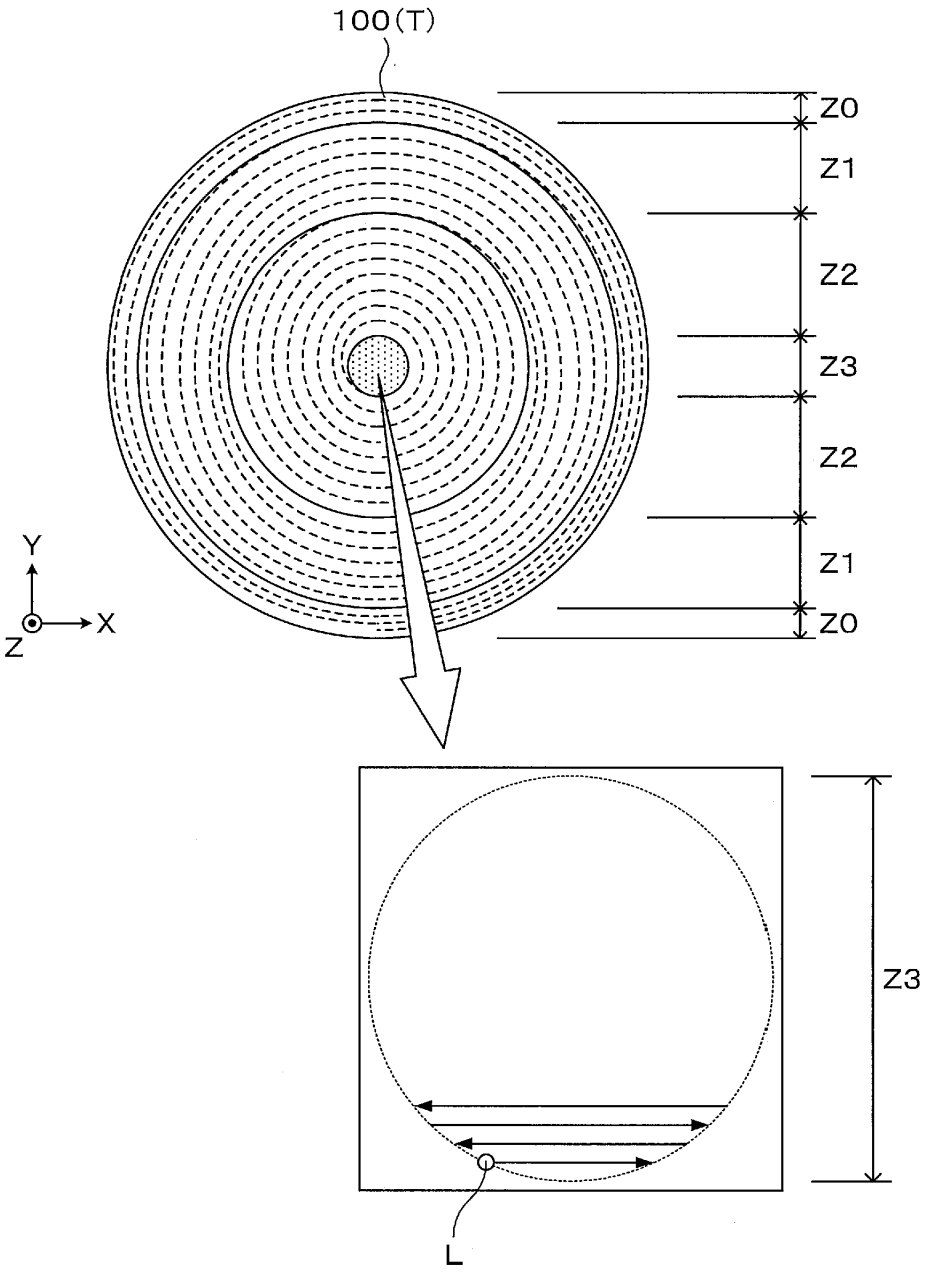
도면18


100(T)
Z0
Z1
Z2
Z3
Z2
Z1
Z0
Y
X
Z
L

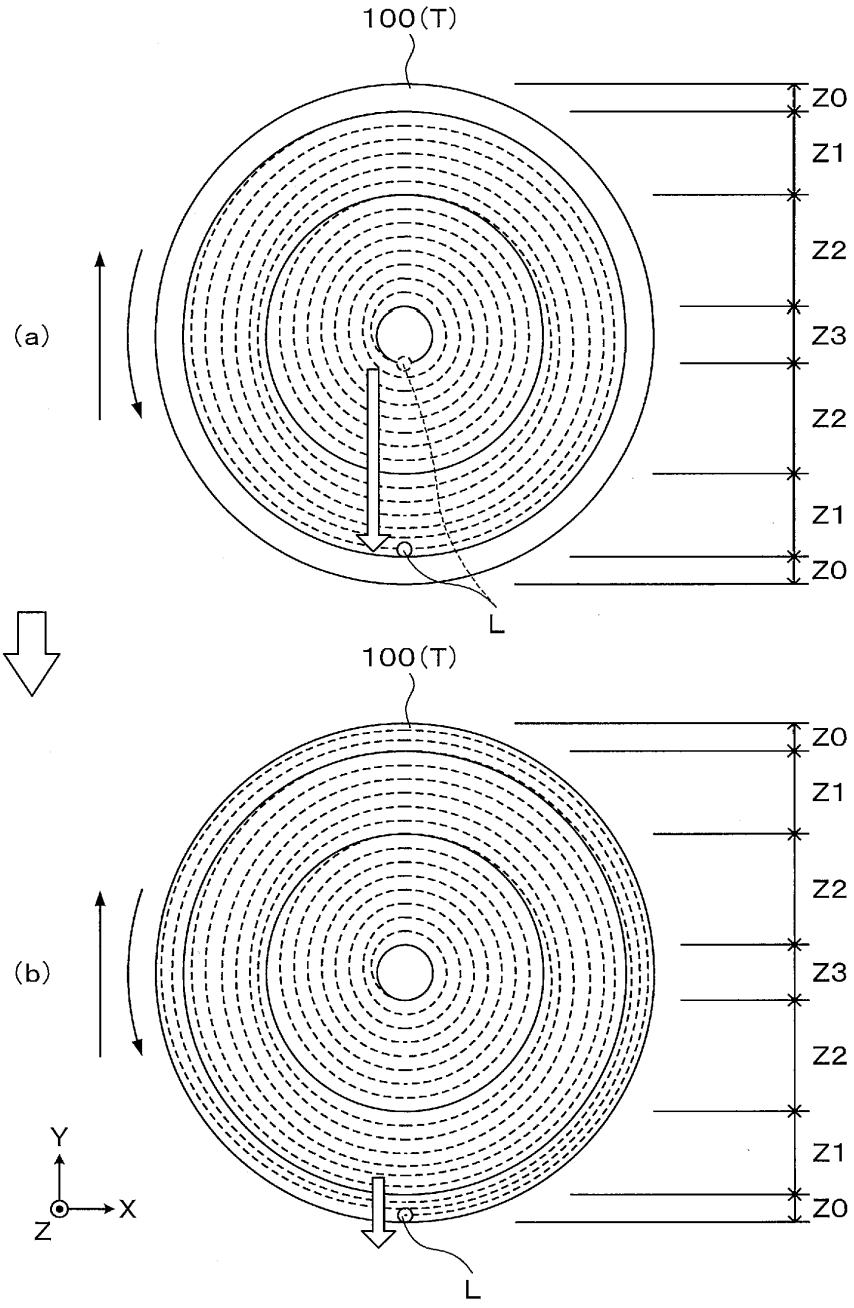
도면19


Z1
Z0
Wa
Wb
W
E3
E1
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
E2
Sa
Sb
B
Q

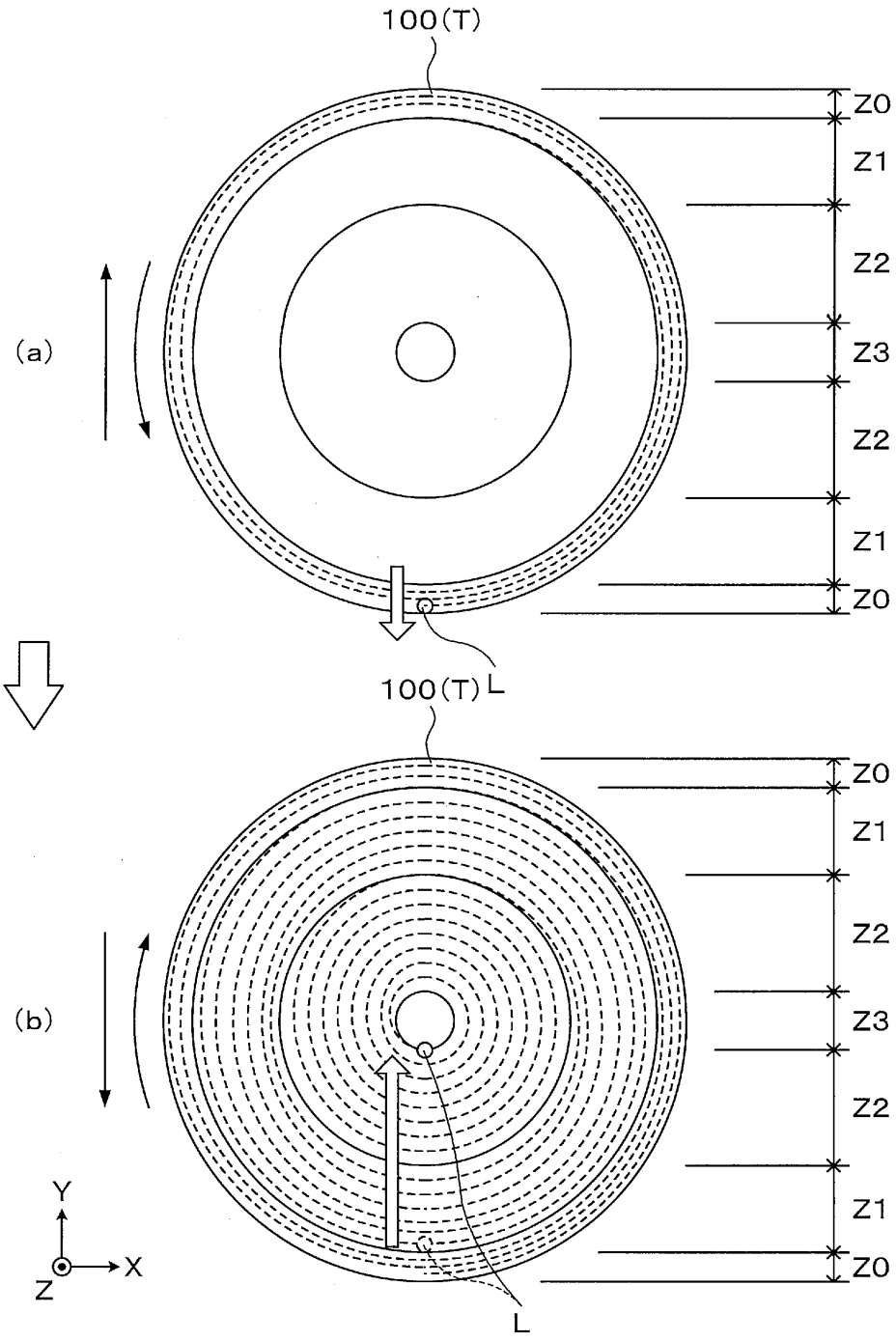
도면20



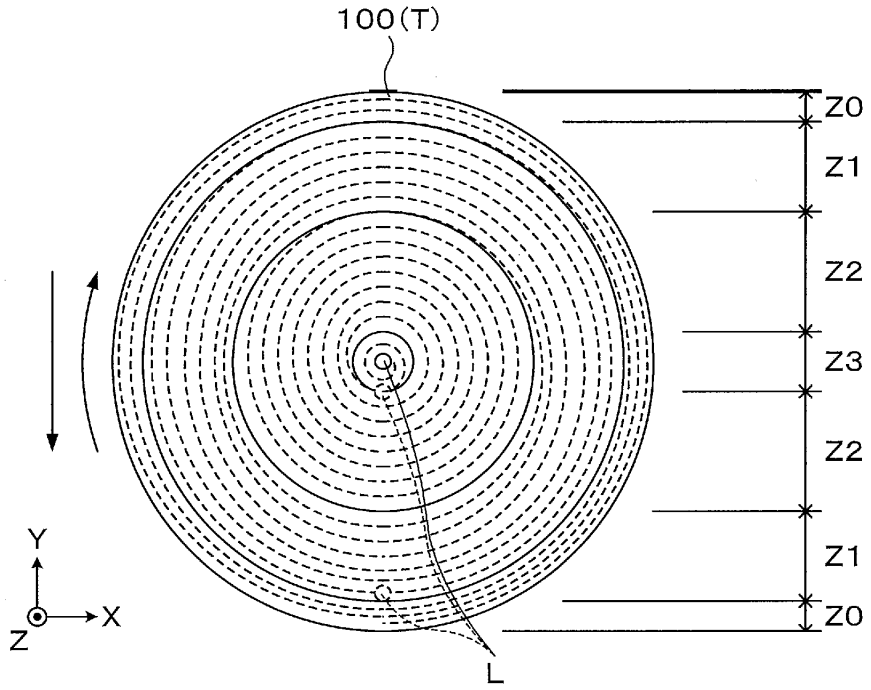
도면21



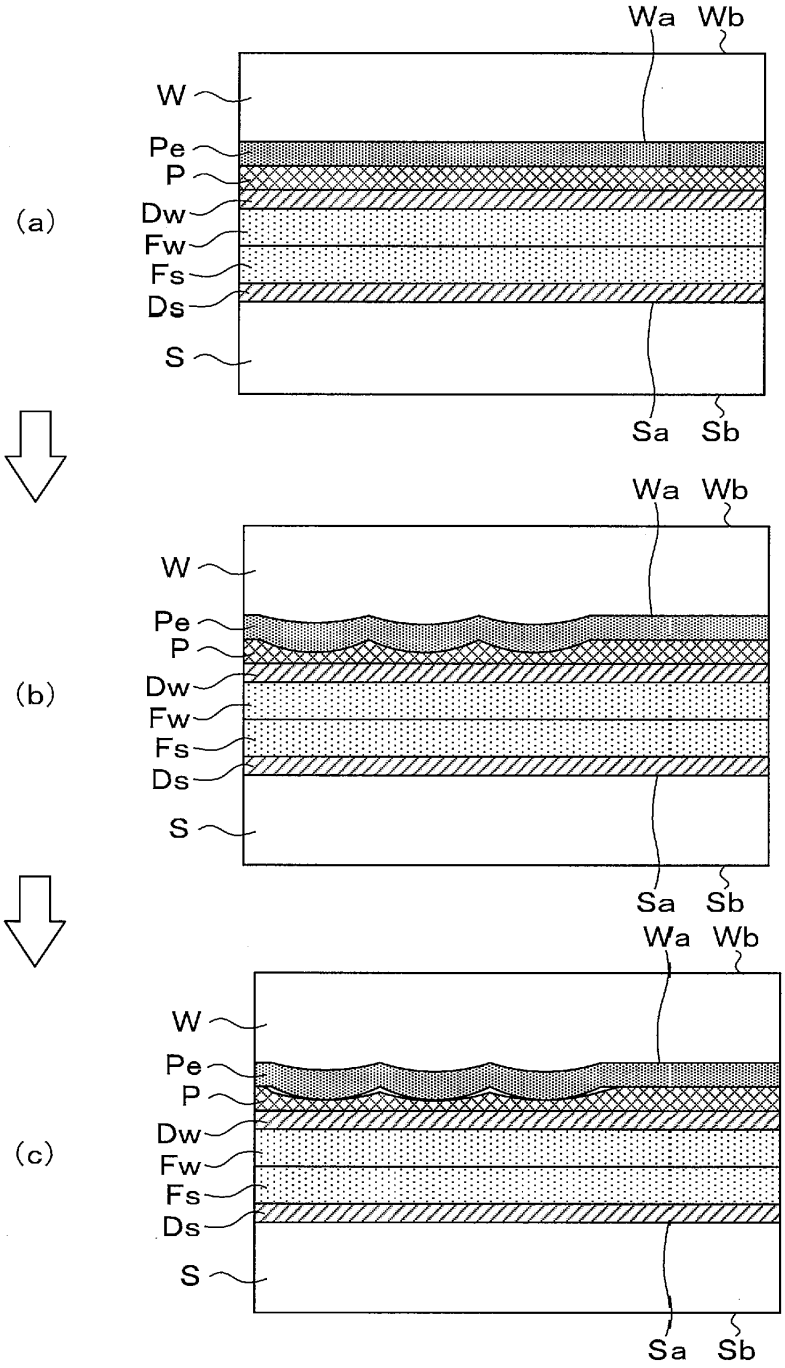
도면22



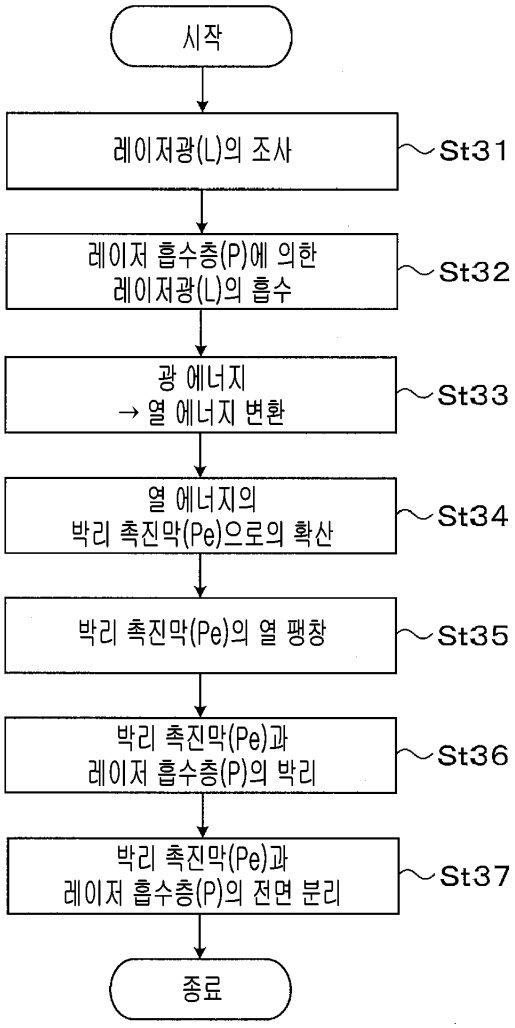
도면23



도면24


(a)
Wa
Wb
W
Pe
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
Sa
Sb
(b)
Wa
Wb
W
Pe
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
Sa
Sb
(c)
Wa
Wb
W
Pe
P
Dw
Fw
Fs
Ds
S
Sa
Sb

도면25


시작
레이저광(L)의 조사
St31
레이저 흡수층(P)에 의한
레이저광(L)의 흡수
St32
광 에너지
→ 열 에너지 변환
St33
열 에너지의
박리 촉진막(Pe)으로의 확산
St34
박리 촉진막(Pe)의 열 팽창
St35
박리 촉진막(Pe)과
레이저 흡수층(P)의 박리
St36
박리 촉진막(Pe)과
레이저 흡수층(P)의 전면 분리
St37
종료