(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0119717
(43) 공개일자 2016년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/78 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
H01L 21/268 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)
H01L 21/76 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/78 (2013.01)
H01L 21/02598 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0042089
(22) 출원일자 2016년04월06일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2015-078029 2015년04월06일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시기가이샤 디스코
일본 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2쵸메 13반 11고
(72) 발명자
히라타 가즈야
일본 143-8580 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2쵸메 13반 11고 가부시키가이샤 디스코 나이
니시노 요코
일본 143-8580 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2쵸메 13반 11고 가부시키가이샤 디스코 나이
요시노 도모키
일본 143-8580 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2쵸메 13반 11고 가부시키가이샤 디스코 나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **웨이퍼의 생성 방법**

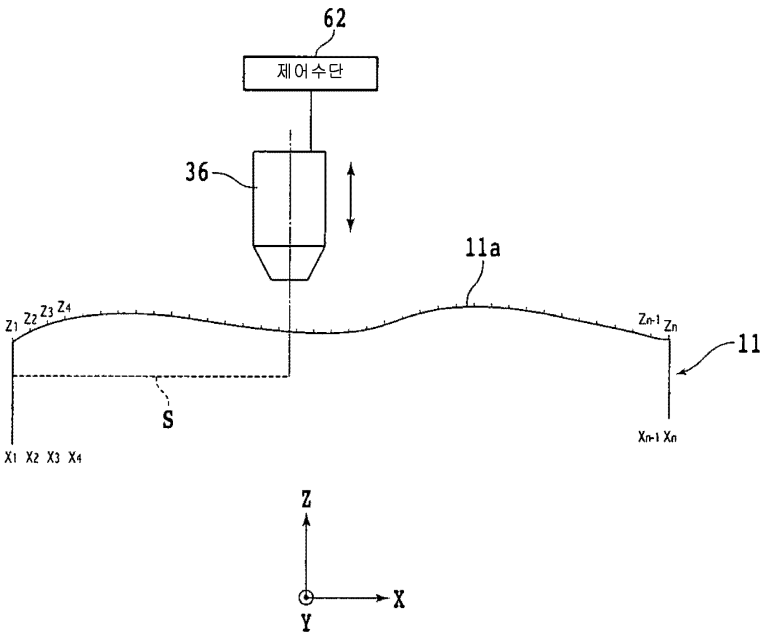
(57) 요 약

본 발명은, 잉곳으로부터 효율적으로 웨이퍼를 생성할 수 있는 웨이퍼의 생성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

잉곳으로부터 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼의 생성 방법으로서, 잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도12



하는 단부면 계측 단계와, 상기 단부면 계측 단계를 실시한 후, 잉곳에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 생성해야 할 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 레이저 빔의 집광점과 잉곳을 상대적으로 이동시켜 개질층 및 크랙을 포함하는 분리면을 형성하는 분리면 형성 단계를 포함한다. 분리면 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 잉곳의 굴절률(N)과 잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 잉곳의 동일 평면 상에 레이저 빔의 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 집광점의 높이 위치를 제어한다.

(52) CPC특허분류
H01L 21/268 (2013.01)
H01L 21/76 (2013.01)
H01L 22/12 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

잉곳으로부터 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼의 생성 방법으로서,

잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계와,

상기 단부면 계측 단계를 실시한 후, 잉곳에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 생성해야 할 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 상기 집광점과 상기 잉곳을 상대적으로 이동시켜 레이저 빔을 잉곳의 상기 단부면으로 조사하고, 개질층 및 상기 개질층으로부터 신장되는 크랙을 포함하는 분리면을 형성하는 분리면 형성 단계와,

상기 분리면 형성 단계를 실시한 후, 상기 분리면으로부터 웨이퍼의 두께에 상당하는 판상물을 잉곳으로부터 분리하여 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼 분리 단계

를 포함하고,

상기 분리면 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 잉곳의 굴절률(N)과 잉곳의 상기 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면 상에 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 것인, 웨이퍼의 생성 방법

청구항 2

제 1항에 있어서,

잉곳의 상기 단부면과 레이저 빔의 집광점이 위치하게 되는 분리면 사이의 거리를 h, 대물렌즈의 개구수(NA)를 $\sin\beta$, 대물렌즈의 촛점 거리를 L, 잉곳의 굴절률(N)을 $\sin\beta/\sin\alpha$, 잉곳의 상기 단부면에서 대물렌즈까지의 거리를 H로 하면,

상기 분리면 형성 단계에 있어서, $H=L-h(\tan\alpha/\tan\beta)$의 위치에 대물렌즈가 위치하게 되도록 제어하는 것인, 웨이퍼의 생성 방법.

청구항 3

제1 면과 상기 제1 면과 반대측의 제2 면과, 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면에 이르는 c축과, 상기 c축에 직교하는 c면을 갖는 육방정 단결정 잉곳으로부터 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼의 생성 방법으로서,

육방정 단결정 잉곳의 상기 제1 면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계와,

단부면 계측 단계를 실시한 후, 육방정 단결정 잉곳에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 잉곳 내의 상기 제1 면으로부터 생성될 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 상기 집광점과 상기 육방정 단결정 잉곳을 상대적으로 이동시켜 상기 레이저 빔을 상기 제1 면으로 조사하고, 상기 제1 면과 평행한 개질층 및 상기 개질층으로부터 c면을 따라 신장되는 크랙을 포함하는 분리면을 형성하는 분리면 형성 단계와,

상기 분리면 형성 단계를 실시한 후, 상기 분리면으로부터 웨이퍼의 두께에 상당하는 판상물을 상기 육방정 단결정 잉곳으로부터 박리하여 육방정 단결정 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼 박리 단계를 포함하고,

상기 분리면 형성 단계는, 상기 제1 면의 수선에 대하여 상기 c축이 오프각만큼 기울고, 상기 제1 면과 상기 c면 사이에 오프각이 형성되는 제2 방향과 직교하는 제1 방향으로 레이저 빔의 집광점을 상대적으로 이동시켜 제1 방향으로 연장되는 직선형의 개질층을 형성하는 개질층 형성 단계와,

상기 제2 방향으로 상기 집광점을 상대적으로 이동시켜 정해진 양만큼 인덱싱하는 인덱싱 단계를 포함하고,

상기 분리면 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 육방정 단결정 잉곳의 굴절률(N)과 육방정 단결정 잉곳의 상기 제1 면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면 상에 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 것인, 웨이퍼의 생성 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 육방정 단결정 잉곳을 웨이퍼형으로 슬라이스하는 웨이퍼의 생성 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] IC, LSI 등의 각종 디바이스는, 실리콘 등을 소재로 한 웨이퍼의 표면에 기능층을 적층하고, 이 기능층에 복수의 분할 예정 라인에 의해 구획된 영역에 형성된다. 그리고, 절삭 장치, 레이저 가공 장치 등의 가공 장치에 의해 웨이퍼의 분할 예정 라인에 가공이 행해지고, 웨이퍼가 개개의 디바이스 칩으로 분할되고, 분할된 디바이스 칩은 휴대전화, 퍼스널 컴퓨터 등의 각종 전자기기에 널리 이용되고 있다.

[0003] 또한, 파워 디바이스 또는 LED, LD 등의 광 디바이스는, SiC, GaN 등의 육방정 단결정을 소재로 한 웨이퍼의 표면에 기능층이 적층되고, 적층된 기능층에 격자형으로 형성된 복수의 분할 예정 라인에 의해 구획되어 형성된다.

[0004] 디바이스가 형성되는 웨이퍼는, 일반적으로 잉곳을 와이어 톱으로 슬라이스하여 생성되고, 슬라이스된 웨이퍼의 표리면을 연마하여 경면으로 마무리된다(예컨대, 일본 특허 공개 제2000-94221호 공보 참조).

[0005] 이 와이어 톱에서는, 직경 약 100~300 ㎛의 피아노 선 등의 1줄의 와이어를 통상 2~4줄의 간격으로 보조 롤러상에 형성된 다수의 홈에 감아, 일정 피치로 서로 평행하게 배치하여 와이어를 일정 방향 또는 양방향으로 주행시켜, 잉곳을 복수의 웨이퍼로 슬라이스한다.

[0006] 그러나, 잉곳을 와이어 톱으로 절단하고, 표리면을 연마하여 웨이퍼를 생성하면, 잉곳의 70~80%가 버려지게 되어, 비경제적이이라는 문제가 있다. 특히, SiC, GaN 등의 육방정 단결정 잉곳은 모스 경도가 높아 와이어 톱에 의한 절단이 곤란하고, 상당한 시간이 걸려 생산성이 나쁘며, 효율적으로 웨이퍼를 생성하는 데 있어서 과제를 갖는다.

[0007] 이들 문제를 해결하기 위해서, SiC에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 육방정 단결정 잉곳의 내부에 위치시켜 조사하고, 절단 예정면에 개질층 및 크랙을 형성하고, 외력을 부여하여 웨이퍼를 개질층 및 크랙이 형성된 절단 예정면을 따라 절단분할하여, 잉곳으로부터 웨이퍼를 분리하는 기술이 일본 특허 공개 제2013-49461호 공보에 기재되어 있다.

[0008] 이 공개 공보에 기재된 기술에서는, 펄스 레이저 빔의 제1 조사점과 상기 제1 조사점에 가장 가까운 제2 조사점이 소정 위치가 되도록, 펄스 레이저 빔의 집광점을 절단 예정면을 따라 나선형으로 조사하거나 또는 직선형으로 조사하여, 매우 고밀도의 개질층 및 크랙을 잉곳의 절단 예정면에 형성하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2000-94221호 공보

(특허문헌 0002) [특허문헌 2] 일본 특허 공개 제2013-49461호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나, 특허문헌 2에 기재된 잉곳의 절단 방법에서는, 레이저 빔의 조사 방법은 잉곳에 대하여 나선형 또는 직선형이며, 직선형의 경우 레이저 빔을 주사하는 방향은 전혀 규정되어 있지 않다.

[0011] 특허문헌 2에 기재된 잉곳의 절단 방법에서는, 레이저 빔의 제1 조사점과 상기 제1 조사점에 가장 가까운 제2 조사점 사이의 피치를 1 ㎛~10 ㎛로 설정하고 있다. 이 피치는, 개질층으로부터 발생한 균열이 c면을 따라 신장되는 피치이다.

[0012] 이와 같이 레이저 빔을 조사할 때의 피치가 매우 작기 때문에, 레이저 빔의 조사 방법이 나선형이든 또는 직선

형이든, 매우 작은 피치 간격으로 레이저 빔을 조사할 필요가 있어, 생산성의 향상이 충분히 도모되고 있지 않다고 하는 문제가 있다.

[0013] 또한, 잉곳의 단부면에 요철과 같은 기복이 존재하면, 기복을 따라 절단 예정면에 개질층이 형성되기 때문에, 표면 및 이면에 기복을 갖는 웨이퍼가 생성되어 연마에 의해 표면 및 이면으로부터 기복을 제거해야만 하여, 실질적으로 효율 좋게 잉곳으로부터 웨이퍼를 생성할 수 없음과 더불어 잉곳으로부터 버려지는 양을 경감할 수 없다고 하는 문제가 있다.

[0014] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 바는, 잉곳으로부터 효율적으로 웨이퍼를 생성할 수 있는 웨이퍼의 생성 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 청구항 1에 기재된 발명에 따르면, 잉곳으로부터 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼의 생성 방법으로서, 잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계와, 상기 단부면 계측 단계를 실시한 후, 잉곳에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 생성해야 할 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 상기 집광점과 상기 잉곳을 상대적으로 이동시켜 레이저 빔을 잉곳의 상기 단부면으로 조사하고, 개질층 및 상기 개질층으로부터 신장되는 크랙을 포함하는 분리면을 형성하는 분리면 형성 단계와, 상기 분리면 형성 단계를 실시한 후, 상기 분리면으로부터 웨이퍼의 두께에 상당하는 판상물을 잉곳으로부터 분리하여 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼 분리 단계를 포함하고, 상기 분리면 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 잉곳의 굴절률(N)과 잉곳의 상기 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면 상에 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 생성 방법이 제공된다.

[0016] 바람직하게는, 잉곳의 상기 단부면과 레이저 빔의 집광점이 위치하게 되는 분리면 사이의 거리를 h, 대물렌즈의 개구수(NA)를 $\sin\beta$, 대물렌즈의 촛점 거리를 L, 잉곳의 굴절률(N)을 $\sin\beta/\sin\alpha$, 잉곳의 상기 단부면에서 대물렌즈까지의 거리를 H로 하면, $H=L-h(\tan\alpha/\tan\beta)$의 위치에 대물렌즈가 위치된다.

[0017] 청구항 3에 기재된 발명에 따르면, 제1 면과 상기 제1 면과 반대측의 제2 면과, 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면에 이르는 c축과, 상기 c축에 직교하는 c면을 갖는 육방정 단결정 잉곳으로부터 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼의 생성 방법으로서, 육방정 단결정 잉곳의 상기 제1 면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계와, 단부면 계측 단계를 실시한 후, 육방정 단결정 잉곳에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 잉곳 내의 상기 제1 면으로부터 생성될 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 상기 집광점과 상기 육방정 단결정 잉곳을 상대적으로 이동시켜 상기 레이저 빔을 상기 제1 면으로 조사하고, 상기 제1 면과 평행한 개질층 및 상기 개질층으로부터 c면을 따라 신장되는 크랙을 포함하는 분리면을 형성하는 분리면 형성 단계와, 상기 분리면 형성 단계를 실시한 후, 상기 분리면으로부터 웨이퍼의 두께에 상당하는 판상물을 상기 육방정 단결정 잉곳으로부터 박리하여 육방정 단결정 웨이퍼를 생성하는 웨이퍼 박리 단계를 포함하고, 상기 분리면 형성 단계는, 상기 제1 면의 수선(垂線)에 대하여 상기 c축이 오프각만큼 기울고, 상기 제1 면과 상기 c면 사이에 오프각이 형성되는 제2 방향과 직교하는 제1 방향으로 레이저 빔의 집광점을 상대적으로 이동시켜 제1 방향으로 연장되는 직선형의 개질층을 형성하는 개질층 형성 단계와, 상기 제2 방향으로 상기 집광점을 상대적으로 이동시켜 소정량 인덱싱하는 인덱싱 단계를 포함하고, 상기 분리면 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 육방정 단결정 잉곳의 굴절률(N)과 육방정 단결정 잉곳의 상기 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면 상에 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 생성 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법에 따르면, 분리면 형성 단계를 실시하기 전에, 잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계를 실시하고, 분리면 형성 단계에 있어서는, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈의 개구수(NA)와 잉곳의 굴절률(N)과 잉곳의 단부면에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면 상에 분리면이 형성되도록 제어하기 때문에, 잉곳의 단부면에 요철과 같은 기복이 존재하더라도 기복의 영향을 받지 않고 잉곳의 내부에 평탄한 분리면을 형성할 수 있어, 잉곳으로부터 웨이퍼를 효율적으로 생성할 수 있음과 더불어 버려지는 양을 경감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법을 실시하는 데 알맞은 레이저 가공 장치의 사시도이다.

도 2는 레이저 빔 발생 유닛의 블록도이다.

도 3의 (A)는 육방정 단결정 잉곳의 사시도, 도 3의 (B)는 그 정면도이다.

도 4는 분리 기점 형성 단계를 설명한 사시도이다.

도 5는 육방정 단결정 잉곳의 평면도이다.

도 6은 개질층 형성 단계를 설명한 모식적 단면도이다.

도 7은 개질층 형성 단계를 설명한 모식적 평면도이다.

도 8의 (A)는 인덱싱 단계를 설명한 모식적 평면도, 도 8의 (B)는 인덱싱량을 설명한 모식적 평면도이다.

도 9는 단부면 계측 단계를 도시한 사시도이다.

도 10은 단부면 계측 단계를 설명한 모식적 평면도이다.

도 11은 단부면 계측 단계에서 계측된 단부면의 높이 위치를 나타낸 맵의 일례를 도시한 도면이다.

도 12는 분리면 형성 단계를 도시한 모식적 측면도이다.

도 13은 분리면 형성 단계에서 동일 평면 상에 분리면이 형성되도록 제어하는 제어 방법을 설명한 확대 모식도이다.

도 14는 웨이퍼 박리 단계를 설명한 사시도이다.

도 15는 생성된 육방정 단결정 웨이퍼의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법을 실시하는 데 알맞은 레이저 가공 장치(2)의 사시도가 도시되어 있다. 레이저 가공 장치(2)는, 정지 베이스(4) 상에 X축 방향으로 이동 가능하게 탑재된 제1 슬라이드 블록(6)을 포함하고 있다.

[0021] 제1 슬라이드 블록(6)은, 볼나사(8) 및 펄스 모터(10)로 구성되는 가공 이송 기구(12)에 의해 한 쌍의 가이드 레일(14)을 따라 가공 이송 방향, 즉 X축 방향으로 이동하게 된다.

[0022] 제1 슬라이드 블록(6) 상에는 제2 슬라이드 블록(16)이 Y축 방향으로 이동 가능하게 탑재되어 있다. 즉, 제2 슬라이드 블록(16)은 볼나사(18) 및 펄스 모터(20)로 구성되는 인덱싱 이송 기구(22)에 의해 한 쌍의 가이드 레일(24)을 따라 인덱싱 이송 방향, 즉 Y축 방향으로 이동하게 된다.

[0023] 제2 슬라이드 블록(16) 상에는 지지 테이블(26)이 탑재되어 있다. 지지 테이블(26)은 가공 이송 기구(12) 및 인덱싱 이송 기구(22)에 의해 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동 가능함과 더불어, 제2 슬라이드 블록(16) 내에 수용된 모터에 의해 회전된다.

[0024] 정지 베이스(4)에는 칼럼(28)이 세워져 있고, 이 칼럼(28)에 레이저 빔 조사 기구(레이저 빔 조사 수단)(30)가 부착되어 있다. 레이저 빔 조사 기구(30)는, 케이싱(32) 내에 수용된 도 2에 도시된 레이저 빔 발생 유닛(34)과, 케이싱(32)의 선단에 부착된 집광기(레이저 헤드)(36)로 구성된다. 케이싱(32)의 선단에는, 집광기(36)와 X축 방향으로 정렬되며 그리고 현미경 및 카메라를 갖는, 촬상 유닛(38)이 부착되어 있다.

[0025] 레이저 빔 발생 유닛(34)은, 도 2에 도시된 바와 같이, YAG 레이저 또는 YVO4 레이저를 발진하는 레이저 발진기(40)와, 반복 주파수 설정 수단(42)과, 펄스폭 조정 수단(44)과, 파워 조정 수단(46)을 포함하고 있다. 특히 도시하지 않지만, 레이저 발진기(40)는 브루스터 창(Brewster window)을 갖고 있고, 레이저 발진기(40)로부터 출사되는 레이저 빔은 직선 편광의 레이저 빔이다.

[0026] 레이저 빔 발생 유닛(34)의 파워 조정 수단(46)에 의해 소정 파워로 조정된 펄스 레이저 빔은, 집광기(36)의 미러(48)에 의해 반사되고, 또한 집광 렌즈(50)에 의해 지지 테이블(26)에 고정된 피가공물인 육방정 단결정 잉곳(11)의 내부에 집광점을 위치시켜 조사된다.

[0027] 도 3의 (A)를 참조하면, 가공 대상물인 육방정 단결정 잉곳(11)의 사시도가 도시되어 있다. 도 3의 (B)는 도 3의 (A)에 도시된 육방정 단결정 잉곳(11)의 정면도이다. 육방정 단결정 잉곳(이하, 단순히 잉곳이라 약칭하는

경우가 있음)(11)은, SiC 단결정 잉곳, GaN 단결정 잉곳, 또는 AlN 잉곳으로 구성된다.

[0028] 잉곳(11)은, 제1 면(상면)(11a)과 제1 면(11a)과 반대측의 제2 면(이면)(11b)을 갖고 있다. 잉곳(11)의 표면(11a)은, 레이저 빔의 조사면이 되기 때문에 경면으로 연마되어 있다.

[0029] 잉곳(11)은, 제1 오리엔테이션 플랫(13)과, 제1 오리엔테이션 플랫(13)에 직교하는 제2 오리엔테이션 플랫(15)을 갖고 있다. 제1 오리엔테이션 플랫(13)의 길이는 제2 오리엔테이션 플랫(15)의 길이보다 길게 형성되어 있다.

[0030] 잉곳(11)은, 표면(11a)의 수선(17)에 대하여 제2 오리엔테이션 플랫(15) 방향으로 오프각(α)만큼 경사진 c축(19)과 c축(19)에 직교하는 c면(21)을 갖고 있다. c면(21)은 잉곳(11)의 표면(11a)에 대하여 오프각(α)만큼 경사져 있다. 일반적으로, 육방정 단결정 잉곳(11)에서는, 짧은 제2 오리엔테이션 플랫(15)의 신장 방향에 직교하는 방향이 c축의 경사 방향이다.

[0031] c면(21)은 잉곳(11) 내에 잉곳(11)의 분자 레벨로 무수하게 설정된다. 본 실시형태에서는, 오프각(α)은 4° 로 설정되어 있다. 그러나, 오프각(α)은 4° 로 한정되지 않고, 예컨대 1° ~6° 의 범위에서 자유롭게 설정하여 잉곳(11)을 제조할 수 있다.

[0032] 도 1을 다시 참조하면, 정지 베이스(4)의 좌측에는 칼럼(52)이 고정되어 있고, 이 칼럼(52)에는 칼럼(52)에 형성된 개구(53)를 통해 압박 기구(54)가 상하 방향으로 이동 가능하게 탑재되어 있다.

[0033] 본 실시형태의 웨이퍼의 생성 방법에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 잉곳(11)의 제2 오리엔테이션 플랫(15)이 X축 방향으로 정렬되도록 잉곳(11)을 지지 테이블(26) 상에 예컨대 왁스 또는 접착제로 고정한다.

[0034] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 오프각(α)이 형성되는 방향(Y1)에, 환언하면, 잉곳(11)의 표면(11a)의 수선(17)에 대하여 c축(19)의 표면(11a)과의 교점(19a)이 존재하는 방향에, 직교하는 방향, 즉 화살표 A 방향을 X축에 맞춰 잉곳(11)을 지지 테이블(26)에 고정한다.

[0035] 이에 따라, 오프각(α)이 형성되는 방향에 직교하는 방향(A)을 따라 레이저 빔이 주사된다. 환언하면, 오프각(α)이 형성되는 방향 Y1에 직교하는 A 방향이 지지 테이블(26)의 가공 이송 방향이 된다.

[0036] 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법에서는, 집광기(36)로부터 출사되는 레이저 빔의 주사 방향을, 잉곳(11)의 오프각(α)이 형성되는 방향(Y1)에 직교하는 화살표(A) 방향으로 한 것이 중요하다.

[0037] 즉, 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법은, 레이저 빔의 주사 방향을 전술한 바와 같은 방향으로 설정함으로써, 잉곳(11)의 내부에 형성되는 개질층으로부터 전파되는 크랙이 c면(21)을 따라 매우 길게 신장되는 것을 발견한 점에 특징이 있다.

[0038] 본 실시형태의 웨이퍼의 생성 방법에서는, 우선, 지지 테이블(26)에 고정된 육방정 단결정 잉곳(11)에 대하여 투과성을 갖는 파장(예컨대 1064 nm의 파장)의 레이저 빔의 집광점을 제1 면(표면)(11a)으로부터 생성될 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 집광점과 육방정 단결정 잉곳(11)을 상대적으로 이동시켜 레이저 빔을 표면(11a)으로 조사하고, 표면(11a)에 평행한 개질층(23) 및 개질층(23)으로부터 c면(21)을 따라 전파되는 크랙(25)을 형성하여 분리 기점으로 하는 분리 기점 형성 단계를 실시한다.

[0039] 이 분리 기점 형성 단계는, 표면(11a)의 수선(17)에 대하여 c축(19)이 오프각(α)만큼 기울고, c면(21)과 표면(11a)에 오프각(α)이 형성되는 방향에, 즉, 도 5의 화살표(Y1) 방향에, 직교하는 방향, 즉 A 방향으로 레이저 빔의 집광점을 상대적으로 이동시켜 잉곳(11)의 내부에 개질층(23) 및 개질층(23)으로부터 c면(21)을 따라 전파되는 크랙(25)을 형성하는 개질층 형성 단계와, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 오프각이 형성되는 방향, 즉 Y축 방향으로 집광점을 상대적으로 이동시켜 소정량 인덱싱하는 인덱싱 단계를 포함하고 있다.

[0040] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 개질층(23)을 X축 방향으로 직선형으로 형성하면, 개질층(23)의 양측으로부터 c면(21)을 따라 크랙(25)이 전파되어 형성된다. 본 실시형태의 웨이퍼의 생성 방법에서는, 직선형의 개질층(23)으로부터 c면 방향으로 전파되어 형성되는 크랙(25)의 폭을 계측하고, 집광점의 인덱싱량을 설정하는 인덱싱량 설정 단계를 포함한다.

[0041] 인덱싱량 설정 단계에 있어서, 도 6에 도시된 바와 같이, 직선형의 개질층(23)으로부터 c면 방향으로 전파되어 개질층(23)의 한 쪽에 형성되는 크랙(25)의 폭을 W1로 한 경우, 인덱싱해야 할 소정량(W2)은, W1 이상 2W1 이하로 설정된다.

[0042] 여기서, 바람직한 실시형태의 개질층 형성 단계의 레이저 가공 방법은 이하와 같이 설정된다.

[0043] 광원 : Nd:YAG 펄스 레이저

[0044] 파장 : 1064 nm

[0045] 반복 주파수 : 80 kHz

[0046] 평균 출력 : 3.2 W

[0047] 펄스 폭 : 4 ns

[0048] 스폿 직경 : 10 ㎛

[0049] 집광 렌즈의 개구수(NA) : 0.45

[0050] 인덱싱량 : 400 ㎛

[0051] 전술한 레이저 가공 조건에 있어서는, 도 6에 있어서, 개질층(23)으로부터 c면을 따라 전파되는 크랙(25)의 폭(W1)이 대략 250 ㎛로 설정되고, 인덱싱량(W2)이 400 ㎛로 설정된다.

[0052] 그러나, 레이저 빔의 평균 출력은 3.2 W로 한정되지 않고, 본 실시형태의 가공 방법에서는, 평균 출력을 2 W~4.5 W로 설정하여 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 평균 출력 2 W의 경우, 크랙(25)의 폭(W1)은 대략 100 ㎛가 되고, 평균 출력 4.5 W의 경우에는, 크랙(25)의 폭(W1)은 대략 350 ㎛가 되었다.

[0053] 평균 출력이 2 W 미만인 경우 및 4.5 W 초과인 경우에는, 잉곳(11)의 내부에 양호한 개질층(23)을 형성할 수 없기 때문에, 조사하는 레이저 빔의 평균 출력은 2 W~4.5 W의 범위 내가 바람직하고, 본 실시형태에서는 평균 출력 3.2 W의 레이저 빔을 잉곳(11)으로 조사하였다. 도 6에 있어서, 개질층(23)을 형성하는 집광점의 표면(11a)으로부터의 깊이(D1)는 500 ㎛로 설정하였다.

[0054] 도 8의 (A)를 참조하면, 레이저 빔의 주사 방향을 설명하는 모식도가 도시되어 있다. 분리 기점 형성 단계는 왕로(X1) 및 복로(X2)에서 실시되고, 왕로(X1)에서 육방정 단결정 잉곳(11)에 개질층(23)을 형성한 레이저 빔의 집광점은, 소정량 인덱싱된 후, 복로(X2)에서 육방정 단결정 잉곳(11)에 개질층(23)을 형성한다.

[0055] 또한, 분리 기점 형성 단계에 있어서, 레이저 빔의 집광점의 인덱싱해야 할 소정량이 W 이상 2W 이하로 설정되는 경우, 육방정 단결정 잉곳(11)에 레이저 빔의 집광점이 위치하게 되어 최초의 개질층(23)이 형성될 때까지의 집광점의 인덱싱량은 W 이하로 설정되는 것이 바람직하다.

[0056] 예컨대, 도 8의 (B)에 도시된 바와 같이, 레이저 빔의 집광점을 인덱싱해야 할 소정량이 400 ㎛인 경우에는, 잉곳(11)에 최초의 개질층(23)이 형성될 때까지는, 인덱싱량 200 ㎛에서 레이저 빔의 주사를 복수 회 실행한다.

[0057] 최초의 레이저 빔의 주사는 허공을 때리는 것이며, 잉곳(11)의 내부에 최초로 개질층(23)을 형성한 것이 판명되었다면, 인덱싱량 400 ㎛로 설정하여 잉곳(11)의 내부에 개질층(23)을 형성한다.

[0058] 다음에, 도 9~도 13을 참조하여, 잉곳(11)의 제1 면(단부면 또는 상면)(11a)에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계에 대해서 설명한다. 잉곳(11)의 단부면(11a)에 요철과 같은 기복이 존재하면, 기복을 따라 절단 예정면에 개질층(23)이 형성되기 때문에, 웨이퍼 박리 단계를 실시하여 웨이퍼를 잉곳으로부터 분리하면, 표리면에 기복을 갖는 웨이퍼가 생성되고, 연마에 의해 표리면으로부터 기복을 제거해야만 하여, 실질적으로 효율 좋게 잉곳으로부터 웨이퍼를 생성할 수 없다고 하는 문제가 있다.

[0059] 이 문제를 해결하기 위해서, 본 발명의 웨이퍼의 생성 방법에서는, 분리면 형성 단계(분리 기점 형성 단계)를 실시하기 전에 잉곳(11)의 단부면(11a)에 존재하는 요철과 같은 기복을 계측하는 단부면 계측 단계를 실시한다.

[0060] 이 단부면 계측 단계는, 도 9에 도시된 바와 같이, 지지 테이블(26)에 지지된 잉곳(11)을 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시키면서 잉곳(11)의 단부면(11a)의 높이 위치를 계측하는 단부면 계측 장치(60)를 이용하여 실시한다.

[0061] 단부면 계측 장치(60)로는, 종래 공지된 레이저 방식 또는 초음파 방식의 높이 위치 검출 장치를 이용할 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 지지 테이블(26)에 지지된 잉곳(11)의 단부면(11a)의 좌표 위치(x1, y1)를 단부면 계측 장치(60)의 바로 아래로 이동시키고, 지지 테이블(26)을 X축 방향으로 이동시킴으로써, 좌표(x1, y1)에서의 단부면(11a)의 높이 위치(z1), 좌표(x1-1, y1)에서의 단부면(11a)의 높이 위치(z1-1), 좌표(x1-2, y1)에서의 단부면(11a)의 높이 위치(z1-2 · · · · ·) 좌표(x1-n, y1)에서의 단부면(11)의 높이 위치(z1-n)를 연속

적으로 측정하고, 이것을 레이저 가공 장치(2)의 제어 수단(컨트롤러)(62)의 메모리에 저장한다.

[0062] 지지 테이블(26)을 Y축 방향으로 인덱싱 이송하여, y2 위치에서의 단부면(11a)의 높이 위치를 지지 테이블(26)을 X축 방향으로 이동시키면서 차례 차례로 계측하고, 이것을 제어 수단(62)의 메모리에 저장한다.

[0063] 지지 테이블(26)을 y1~ym까지 인덱싱 이송하여, 도 11에 도시된 바와 같은 맵을 작성하고, 이것을 제어 수단(62)의 메모리에 저장한다. 이에 따라, 잉곳(11)의 단부면(11a)의 요철과 같은 기복을 단부면 전면에 걸쳐 계측할 수 있다.

[0064] 단부면 계측 단계를 실시한 후, 도 12에 도시된 바와 같이, 육방정 단결정 잉곳(11)에 대하여 투과성을 갖는 파장의 레이저 빔의 집광점을 단부면(11a)으로부터 생성될 웨이퍼의 두께에 상당하는 깊이에 위치시킴과 더불어, 집광점과 육방정 단결정 잉곳(11)을 상대적으로 이동시켜 레이저 빔을 단부면(11a)으로 조사하고, 잉곳(11)의 내부에 개질층(23) 및 크랙(25)을 포함하는 분리면(S)을 형성하는 분리면 형성 단계를 실시한다.

[0065] 이 분리면 형성 단계에서는, 레이저 빔의 집광점을 형성하는 대물렌즈(50)의 개구수(NA)와 잉곳(11)의 굴절률(N)과 단부면 계측 단계에서 계측한 잉곳(11)의 단부면(11a)에 존재하는 요철과 같은 기복에 기초하여, 동일 평면(S) 상에 집광점이 위치하게 되어 분리면이 형성되도록 제어 수단(62)으로 집광기(36)의 높이 위치를 제어한다.

[0066] 이 제어 방법을 도 13을 이용하여 상세히 설명한다. 대물렌즈(50)의 촛점 거리를 L, 잉곳(11)의 단부면(11a)에서 분리면(S)까지의 거리를 h(x), 대물렌즈(50)와 잉곳(11)의 단부면(11a) 사이의 거리를 H(x)로 하면, 개구수(NA)는 $\sin\beta$이고, 잉곳(11)의 굴절률(N)은 $\sin\beta/\sin\alpha$이기 때문에, $(L-H(x))\tan\beta=h(x)\tan\alpha$가 된다.

[0067] 따라서, $H(x)\tan\beta=L\tan\beta-h(x)\tan\alpha$

[0068] $H(x)=L-h(x)(\tan)\alpha/\tan\beta$를 얻을 수 있다.

[0069] 따라서, $H(x)=L-h(x)(\tan\alpha/\tan\beta)$의 위치에 집광기(36)의 대물렌즈(50)가 위치하게 되도록 집광기(36)의 높이 위치를 제어하면 된다.

[0070] 이와 같이, 집광기(36)의 높이 위치를 제어하면서, 잉곳(11)의 전체 영역의 분리면(S)의 위치에 복수의 개질층(23) 및 개질층(23)으로부터 c면(21)을 따라 신장되는 크랙(25)의 형성이 종료되었다면, 외력을 부여하여 개질층(23) 및 크랙(25)을 포함하는 분리면(S)으로부터, 웨이퍼의 두께에 상당하는 판상물을 육방정 단결정 잉곳(11)으로부터 분리하여 육방정 단결정 웨이퍼(27)를 생성하는 웨이퍼 박리 공정을 실시한다.

[0071] 이 웨이퍼 박리 공정은, 예컨대 도 14에 도시된 바와 같은 압박 기구(54)에 의해 실시한다. 압박 기구(54)는, 칼럼(52) 내에 내장된 이동 기구에 의해 상하 방향으로 이동하는 헤드(56)와, 헤드(56)에 대하여, 도 14의 (B)에 도시된 바와 같이, 화살표(R) 방향으로 회전되는 압박 부재(58)를 포함하고 있다.

[0072] 도 14의 (A)에 도시된 바와 같이, 압박 기구(54)를 지지 테이블(26)에 고정된 잉곳(11)의 위쪽에 위치시키고, 도 14의 (B)에 도시된 바와 같이, 압박 부재(58)가 잉곳(11)의 표면(11a)에 압접할 때까지 헤드(56)를 하강시킨다.

[0073] 압박 부재(58)를 잉곳(11)의 표면(11a)에 압접한 상태에서 압박 부재(58)를 화살표(R) 방향으로 회전시키면, 잉곳(11)에는 비틀림 응력이 발생하여, 개질층(23) 및 크랙(25)이 형성된 분리 기점으로부터 잉곳(11)이 파단되고, 육방정 단결정 잉곳(11)으로부터 도 15에 도시된 육방정 단결정 웨이퍼(27)를 분리할 수 있다.

[0074] 웨이퍼(27)를 잉곳(11)으로부터 분리한 후, 웨이퍼(27)의 분리면 및 잉곳(11)의 분리면을 연마하여 경면으로 가공하는 것이 바람직하다.

부호의 설명

[0075] 2 : 레이저 가공 장치 11 : 육방정 단결정 잉곳

11a : 제1 면(단부면) 11b : 제2 면(이면)

13 : 제1 오리엔테이션 플랫 15 : 제2 오리엔테이션 플랫

17 : 제1 면의 수선 19 : c축

21 : c면 23 : 개질층

25 : 크랙　　26 : 지지 테이블

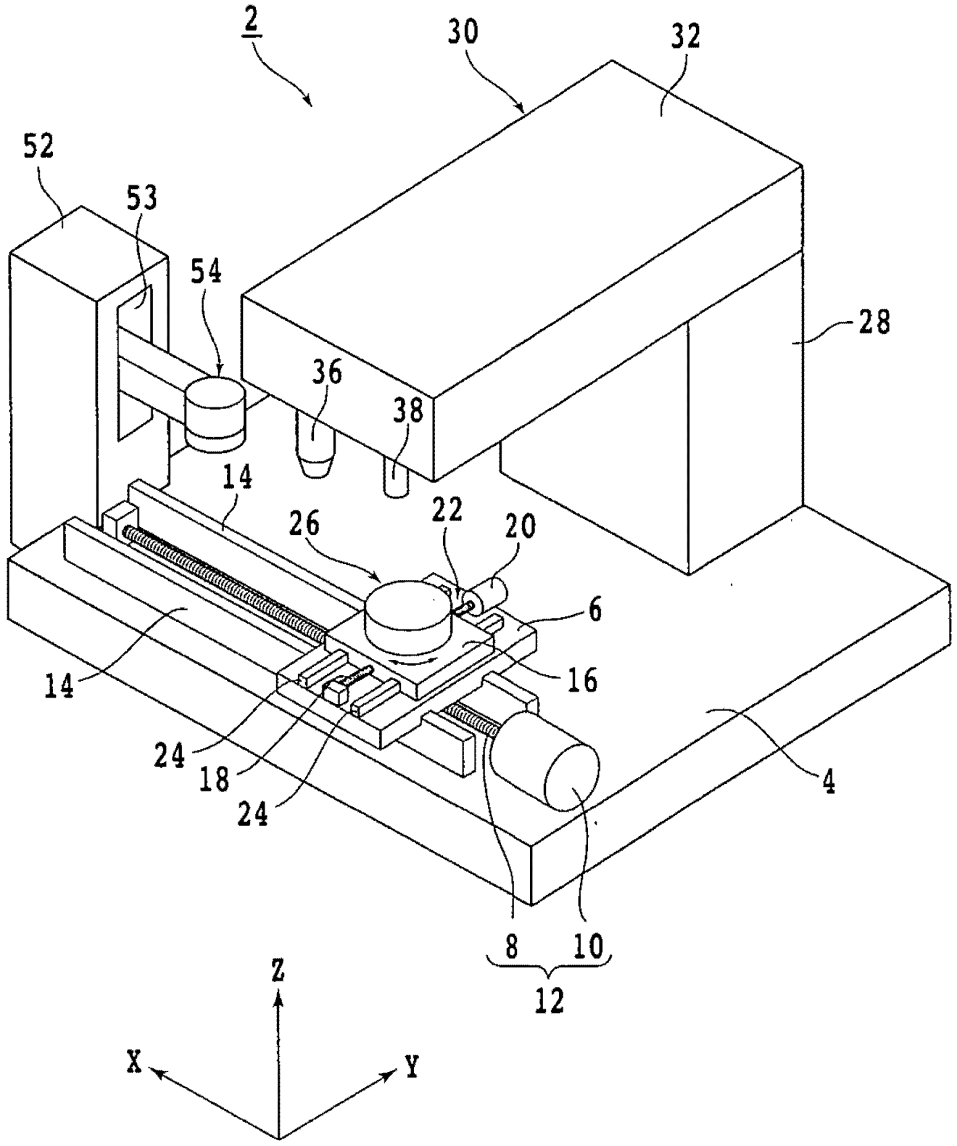
30 : 레이저 빔 조사 유닛　　36 : 집광기(레이저 헤드)

54 : 압박 기구　　56 : 헤드

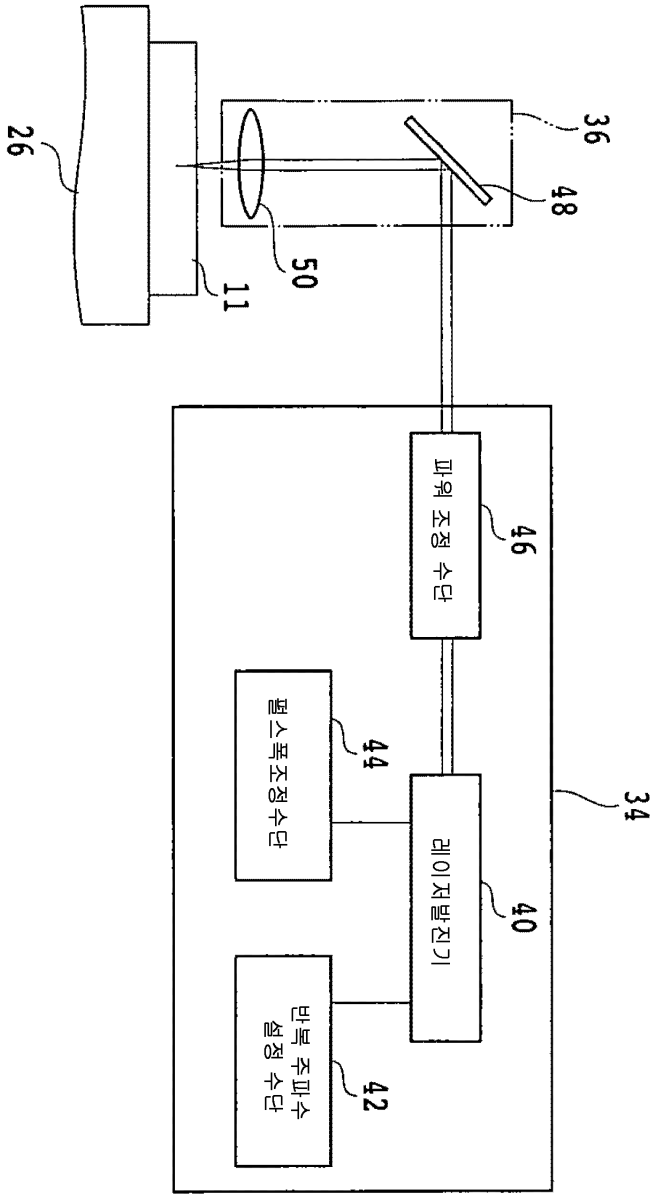
58 : 압박 부재　　60 : 단부면 계측 장치

도면

도면1

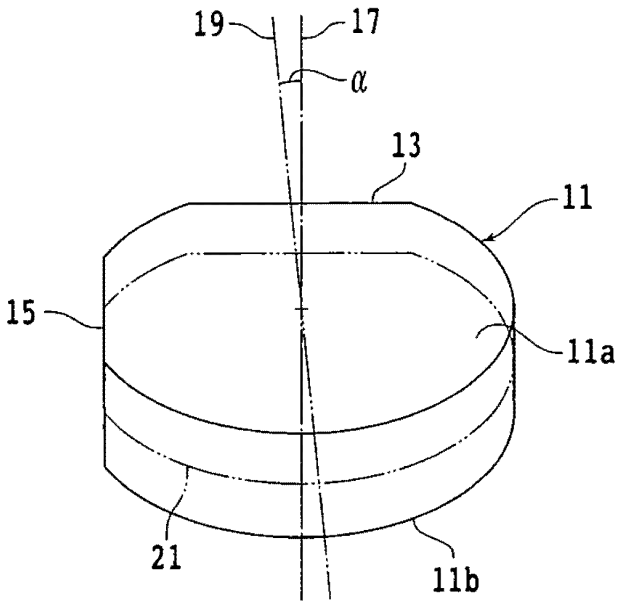


도면2

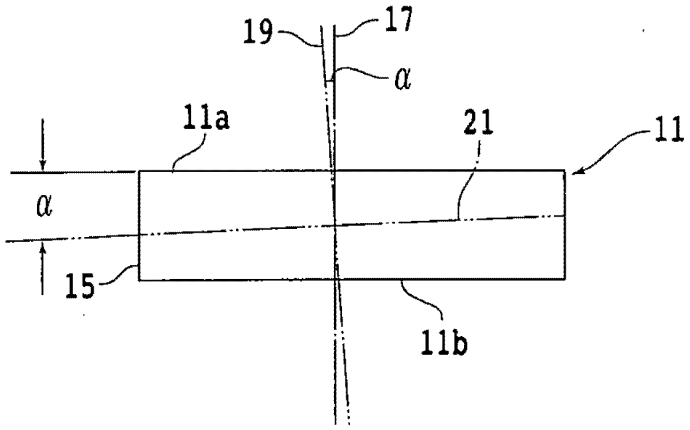


도면3

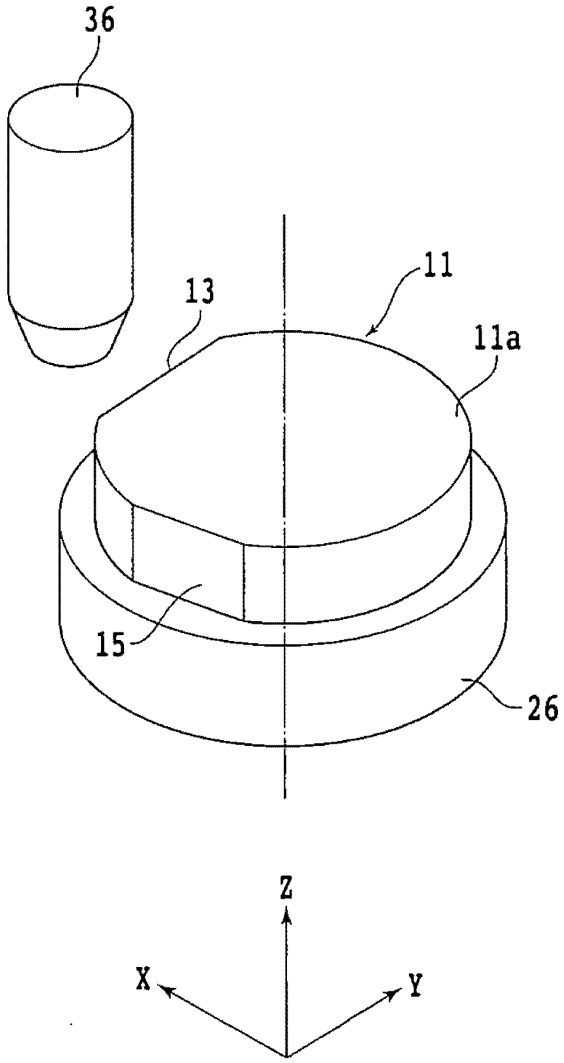
(A)



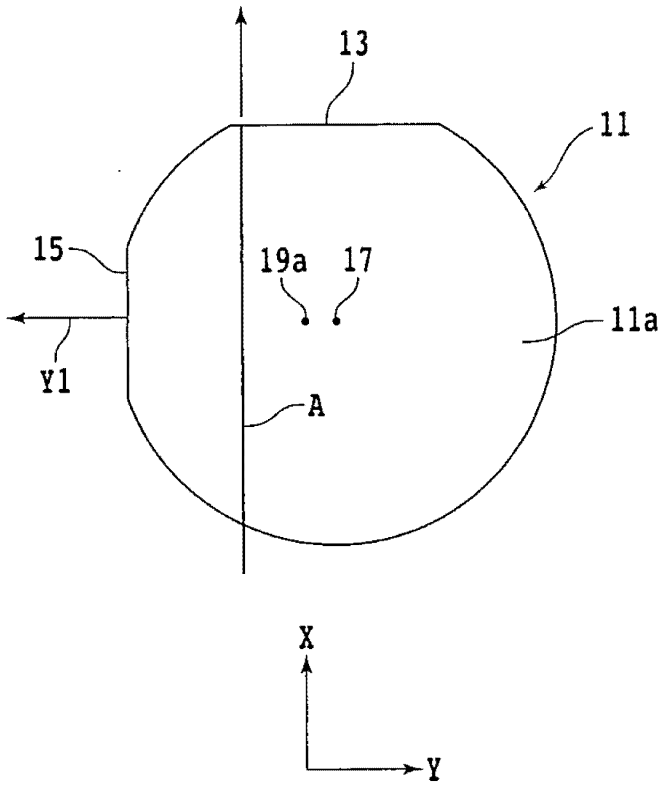
(B)



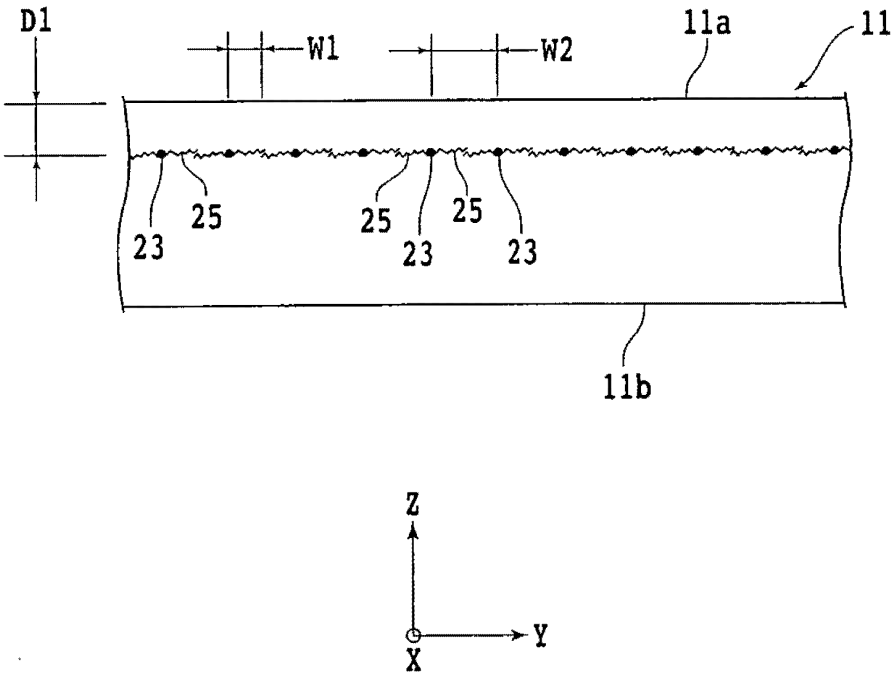
도면4



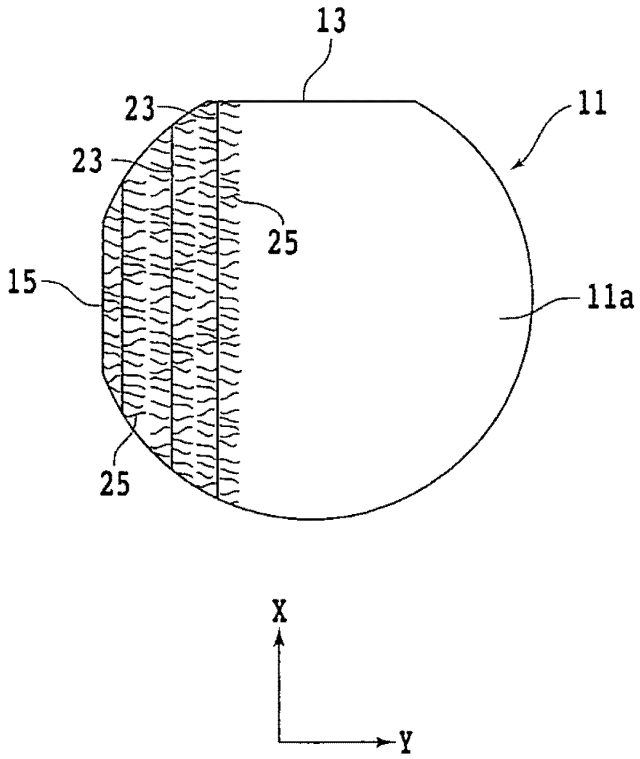
도면5



도면6

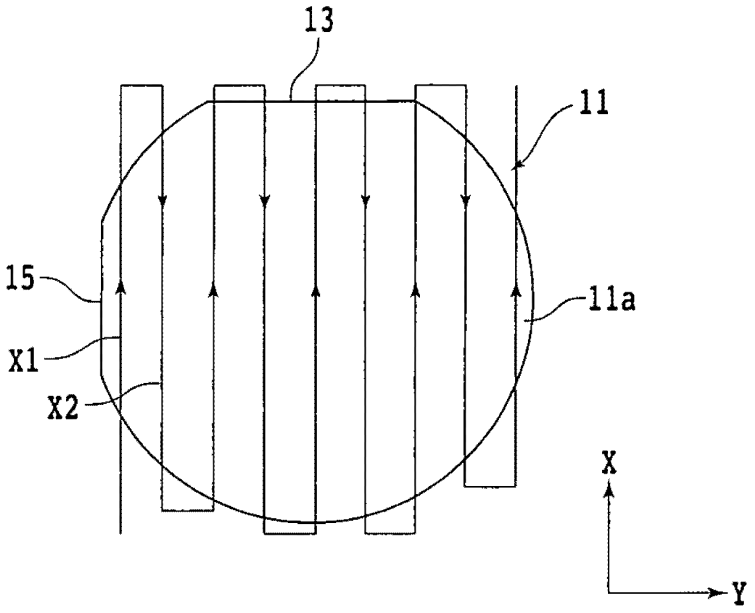


도면7

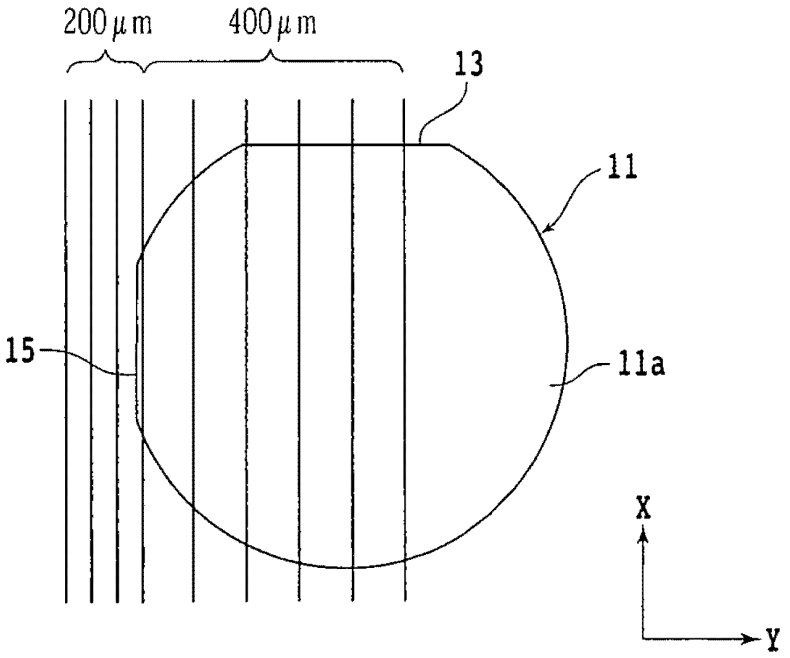


도면8

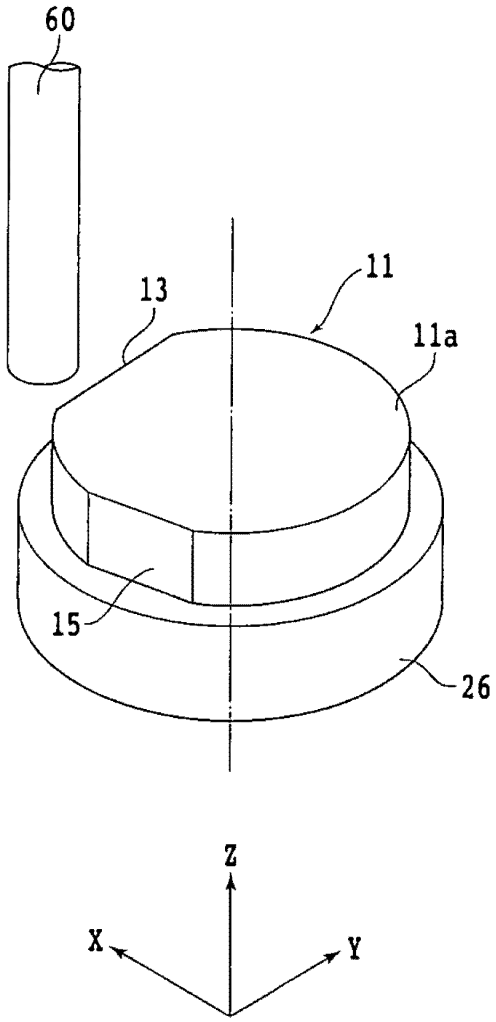
(A)



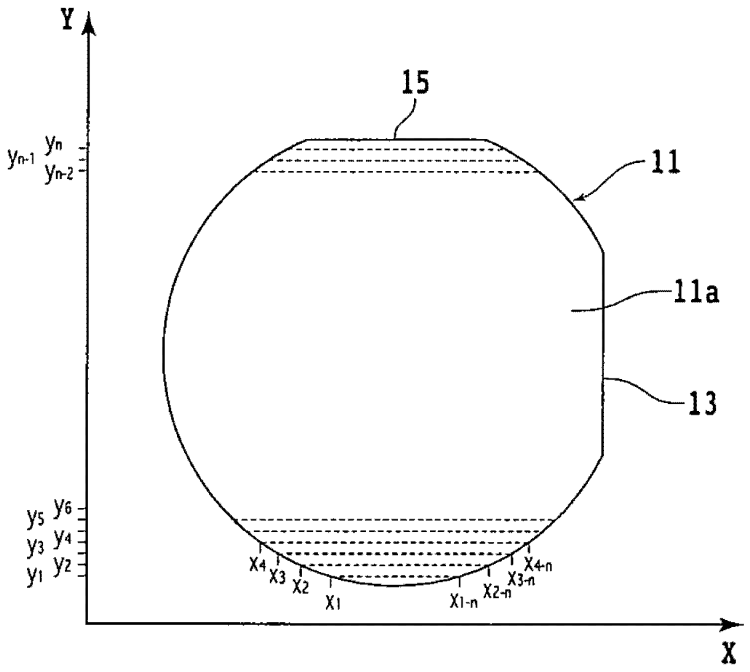
(B)



도면9



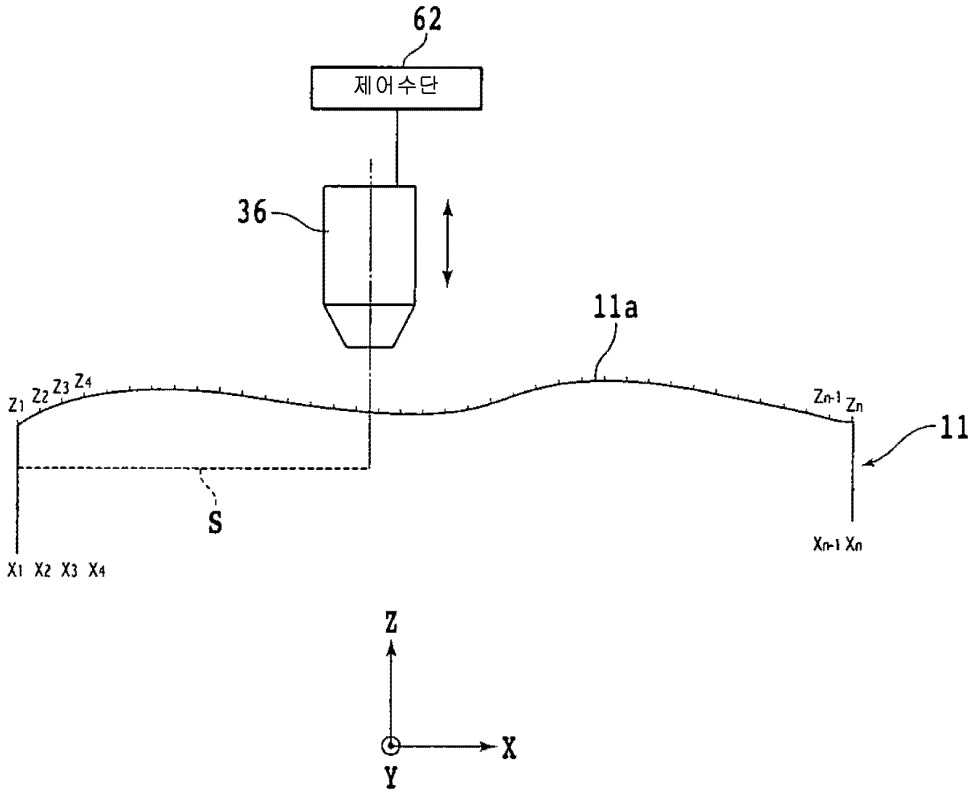
도면10



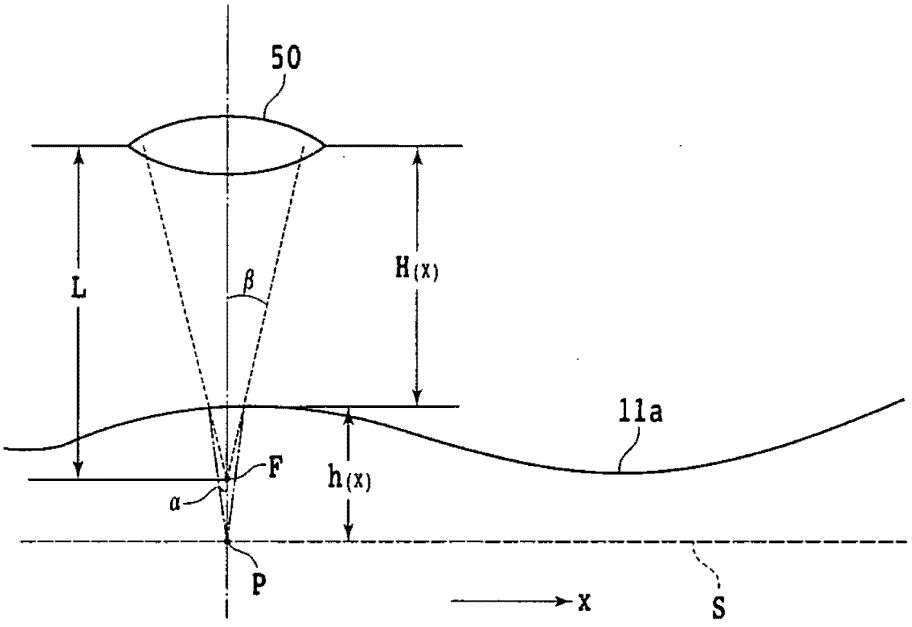
도면11

y1	(X1, Z1)	(X1-1, Z1-1)	(X1-2, Z1-2)	.....	(X1-n, Z1-n)
y2	(X2, Z2)	(X2-1, Z2-1)	(X2-2, Z2-2)	.....	(X2-n, Z2-n)
y3	(X3, Z3)	(X3-1, Z3-1)	(X3-2, Z3-2)	.....	(X3-n, Z3-n)
y4	(X4, Z4)	(X4-1, Z4-1)	(X4-2, Z4-2)	.....	(X4-n, Z4-n)
y5	(X5, Z5)	(X5-1, Z5-1)	(X5-2, Z5-2)	.....	(X5-n, Z5-n)
~					
ym-1	(Xm-1, Zm-1)	(Xm-1-1, Zm-1-1)	.....		(Xm-1-n, Zm-1-n)
ym	(Xm, Zm)	(Xm-1, Zm-1)	.....		(Xm-n, Zm-n)

도면12

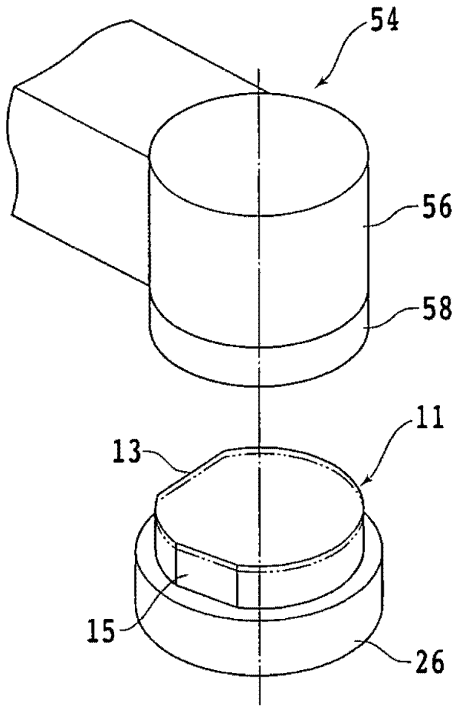

62
제어수단
36
11a
Z1 Z2 Z3 Z4
Zn-1 Zn
11
S
X1 X2 X3 X4
Xn-1 Xn
Z
X
Y

도면13

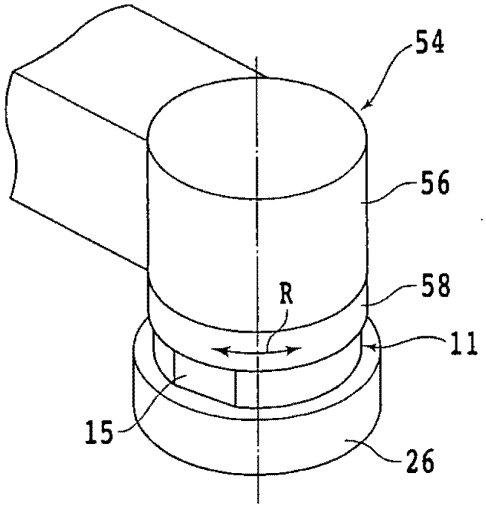
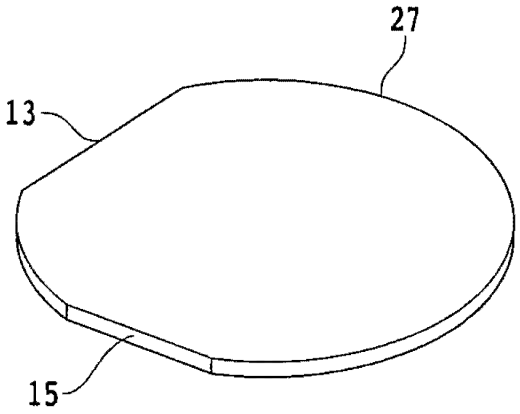

50
L
β
H(X)
11a
F
h(X)
α
P
x
S

도면14

(A)



(B)



도면15