



공개특허 10-2020-0029542



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029542
(43) 공개일자 2020년03월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/78 (2006.01) *B23K 26/364* (2014.01)
H01L 21/304 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/78 (2013.01)
B23K 26/364 (2015.10)
- (21) 출원번호 10-2020-7004267
- (22) 출원일자(국제) 2018년07월18일
심사청구일자 2020년02월13일
- (85) 번역문제출일자 2020년02월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/026852
- (87) 국제공개번호 WO 2019/017368
국제공개일자 2019년01월24일
- (30) 우선권주장
JP-P-2017-140872 2017년07월20일 일본(JP)
- (71) 출원인
이와타니 산교 가부시키가이샤
일본국 오사카후 오사카시 츄오쿠 혼마치 3초메
6반 4고
하마마츠 포토닉스 가부시키가이샤
일본국 시즈오카현 하마마쓰시 히가시쿠 이치노초
1126-1
- (72) 발명자
마나베 도시키
일본 1058458 도쿄도 미나토쿠 니시신바시 3초메
21반 8고 이와타니 산교 가부시키가이샤 내
세노 다케히코
일본 6610965 효고켄 아마가사키시 츠기야 3초메
3반 16고 이와타니 산교 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장수길, 성재동

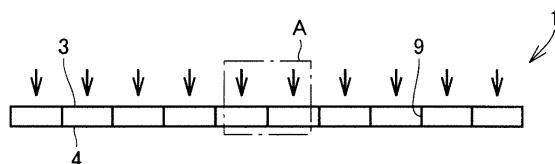
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 절단 가공 방법

(57) 요 약

절단 가공 방법은, 가공 대상물(1)에 개질 영역을 형성하는 공정과, 가공 대상물(1)에 개질 영역을 형성한 후에, 절단 예정 라인을 따라 가공 대상물(1)을 절단하는 공정을 구비하고 있다. 가공 대상물(1)을 절단하는 공정에서는, 가공 대상물(1)이 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 지지재에 고정된 상태에서, 가공 대상물(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향해 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 가공 대상물(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)에 이르도록 홈이 형성된다.

대 표 도 - 도13



(52) CPC특허분류

H01L 21/3043 (2013.01)

H01L 21/3065 (2013.01)

H01L 21/6838 (2013.01)

H01L 21/68714 (2013.01)

(72) 발명자

이즈미 고이치

일본 6610965 효고켄 아마가사키시 츠기야 3초메

3반 16고 이와타니 산교 가부시키가이샤 내

쇼조 다다시

일본 6610965 효고켄 아마가사키시 츠기야 3초메

3반 16고 이와타니 산교 가부시키가이샤 내

오기와라 다카후미

일본 4358558 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이
치노초 1126-1 하마마츠포토닉스가부시키가이샤 내

사카모토 다케시

일본 4358558 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이
치노초 1126-1 하마마츠포토닉스가부시키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

판상의 가공 대상물을 절단 예정 라인을 따라 절단하기 위한 절단 가공 방법이며,

상기 가공 대상물에 집광점을 맞추어 레이저광을 조사함으로써, 상기 절단 예정 라인을 따라 상기 가공 대상물에 개질 영역을 형성하는 공정과,

상기 가공 대상물에 상기 개질 영역을 형성한 후에, 상기 절단 예정 라인을 따라 상기 가공 대상물을 절단하는 공정을 구비하고,

상기 가공 대상물을 절단하는 공정에서는,

상기 가공 대상물이 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 지지재에 고정된 상태에서, 상기 가공 대상물의 표면으로부터 이면을 향해 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 상기 가공 대상물의 상기 표면으로부터 상기 이면에 이르도록 홈이 형성되는, 절단 가공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 상기 건식 에칭 처리에 할로겐계 에칭 가스가 사용되는, 절단 가공 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 할로겐계 에칭 가스는, 각각 3불화염소, 3불화질소, 6불화황, 불소, 염소, 취화수소, 4불화탄소, 8불화시클로부탄, 3불화메탄, 3염화붕소의 적어도 어느 것을 포함하는, 절단 가공 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 가공 대상물의 재료는, 규소, 텉스텐, 티타늄, 질화티타늄 및 몰리브덴의 적어도 어느 것을 포함하고,

상기 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 상기 할로겐계 에칭 가스로서 플라스마리스의 3불화염소 가스가 사용되고, 10Pa 이상 90kPa(abs) 이하의 압력 및 상기 재료의 각 불화물의 비점 이상 200°C 미만의 온도에서, 상기 건식 에칭 처리가 실시되는, 절단 가공 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 가공 대상물의 재료는, 이산화규소, 질산화규소 및 질화규소의 적어도 어느 것을 포함하고,

상기 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 상기 할로겐계 에칭 가스에 무수 불화수소가 첨가된 상태에서 상기 건식 에칭 처리가 실시되는, 절단 가공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 가공 대상물의 재료는, 규소, 텉스텐, 티타늄, 질화티타늄 및 몰리브덴, 이산화규소, 질산화규소 및 질화규소의 적어도 어느 것을 포함하고,

상기 가공 대상물을 절단하는 공정은, 에칭 가스로서 플라스마의 4불화탄소, 6불화황, 3불화메탄, 불화수소, 산소의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 상기 건식 에칭 처리가 실시되는, 절단 가공 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가공 대상물의 재료는, 알루미늄, 규소, 텉스텐, 티타늄, 질화티타늄 및 몰리브덴의 적어

도 어느 것을 포함하고,

상기 가공 대상물을 절단하는 공정은, 에칭 가스로서 플라스마의 염소, 추화수소, 염화수소, 3염화붕소의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 상기 건식 에칭 처리가 실시되는, 절단 가공 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 절단 가공 방법에 관한 것으로, 특히, 판상의 가공 대상물을 절단 예정 라인을 따라 절단하기 위한 절단 가공 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

종래, 판상의 가공 대상물에 집광점을 맞추어 레이저광이 조사됨으로써 개질 영역이 형성된 후에, 개질 영역에 에칭 처리가 실시되는 가공 방법이 알려져 있다. 이 가공 방법은, 예를 들어 일본 특허 공개 제2004-359475호 공보(특허문현 1)에 기재되어 있다. 이 공보에 기재된 가공 방법에서는, 개질 영역에 실시되는 에칭 처리로서, 습식 에칭 처리가 사용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003]

(특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2004-359475호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004]

상기 공보에 기재된 가공 방법을 사용하여 반도체 기판 등의 가공 대상물을 절단하는 절단 가공 방법을 생각할 수 있다. 이 경우, 반도체 기판이 익스팬드 테이프에 의해 절단 및 분단되는 것을 생각할 수 있다. 반도체 기판이 익스팬드 테이프에 의해 절단 및 분할되면 칩에 면 거칠어짐 및 크랙이 발생함으로써 칩의 기계적 강도가 저하된다는 문제가 있다. 또한, 반도체 기판이 익스팬드 테이프에 의해 익스팬드될 때에, 익스팬드 테이프의 접착 면적 강도에 비해 칩끼리의 결합 면적 강도가 상회하는 경우에는, 칩 형상의 불량이 발생한다는 문제가 있다.

[0005]

가공 대상물로서의 반도체 기판으로부터 형성되는 칩의 사이즈가 작은 경우, 습식 에칭 처리보다도 미세 가공이 가능한 건식 에칭 처리가 적합하다. 개질 영역에 실시되는 에칭 처리로서, 일반적인 건식 에칭 처리가 사용된 경우, 에칭 가스가 익스팬드 테이프의 기재 및 접착제와 반응한다. 이 반응에 있어서의 익스팬드 테이프의 화학 변화 및 열 변화에 의해, 익스팬드 테이프가 신축하도록 변형된다. 이 변형에 의해 반도체 기판에 외적 응력이 가해지기 때문에, 반도체 기판에 의도하지 않은 절단 및 분할이 발생한다는 문제가 있다. 또한, 에칭 가스와 익스팬드 테이프의 반응 생성물이 디바이스 내에 부착되기 때문에, 세정 작업이 발생한다는 문제가 있다. 또한, 에칭 가스와 익스팬드 테이프의 반응을 피하려고 하면, 에칭 가스의 압력, 처리 온도를 억제할 수밖에 없기 때문에, 실용에 충분한 에칭 속도를 확보할 수 없다는 문제가 있다.

[0006]

본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이고, 그 목적은, 익스팬드 테이프를 사용하지 않고, 가공 대상물을 절단 예정 라인을 따라 절단할 수 있는 절단 가공 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007]

본 발명의 절단 가공 방법은, 판상의 가공 대상물을 절단 예정 라인을 따라 절단하기 위한 것이다. 절단 가공 방법은, 가공 대상물에 집광점을 맞추어 레이저광을 조사함으로써, 절단 예정 라인을 따라 가공 대상물에 개질 영역을 형성하는 공정과, 가공 대상물에 개질 영역을 형성한 후에, 절단 예정 라인을 따라 가공 대상물을 절단

하는 공정을 구비하고 있다. 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 가공 대상물이 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 지지재에 고정된 상태에서, 가공 대상물의 표면으로부터 이면을 향해 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 가공 대상물의 표면으로부터 이면에 이르도록 홈이 형성된다.

발명의 효과

[0008]

본 발명의 절단 가공 방법에 의하면, 익스팬드 테이프를 사용하지 않고, 가공 대상물을 절단 예정 라인을 따라 절단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009]

도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 2는 도 1의 II-II선을 따르는 단면도이다.

도 3은 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 개질 영역의 형성에 사용되는 레이저 가공 장치의 개략 구성도이다.

도 4는 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 개질 영역의 형성 대상으로 되는 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 5는 도 4의 V-V선을 따르는 단면도이다.

도 6은 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 레이저 가공 후의 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 7은 도 6의 VII-VII선을 따르는 단면도이다.

도 8은 도 6의 VIII-VIII선을 따르는 단면도이다.

도 9는 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 개질 영역이 형성된 후의 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 10은 도 9의 X-X선을 따르는 단면도이다.

도 11은 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 홈의 형성에 사용되는 에칭 처리 장치의 개략 구성도이다.

도 12는 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 홈이 형성된 후의 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 13은 도 12의 XIII-XIII선을 따르는 단면도이다.

도 14는 도 10의 영역 A의 확대 단면도이다.

도 15는 도 10의 영역 A에 실시되는 건식 에칭 처리를 설명하기 위한 확대 단면도이다.

도 16은 도 10의 영역 A에 있어서 가공 대상물이 절단된 상태를 설명하기 위한 확대 단면도이다.

도 17은 분할 후의 가공 대상물의 개략 평면도이다.

도 18은 도 17의 XVIII-XVIII선을 따르는 단면도이다.

도 19는 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 레이저 가공 후의 가공 대상물에 있어서의 TEG 형성 영역의 개략 단면도이다.

도 20은 도 19의 TEG 형성 영역에 실시되는 건식 에칭 처리를 설명하기 위한 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010]

이하, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 특별히 설명하지 않는 한, 동일한 요소에 대해서는 동일한 부호를 붙여, 그 설명을 반복하지 않는다.

[0011]

도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법의 가공 대상물(1)이 준비된다. 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 가공 대상물(1)은, 예를 들어 반도체 기판이다. 이하, 가공 대상물(1)이 반도체 기

판인 경우에 대하여 설명한다.

[0012] 가공 대상물(1)로서의 반도체 기판은 대략 원판상으로 구성되어 있다. 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 외주에는 오리엔테이션 플랫(2)이 마련되어 있다. 가공 대상물(반도체 기판)(1)은, 예를 들어 실리콘(Si) 웨이퍼 등이다.

[0013] 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)에 복수의 기능 소자(도시하지 않음)가 마련되어 있다. 즉, 가공 대상물(반도체 기판)(1)은, 기판 본체와, 기판 본체의 표면에 배치된 복수의 기능 소자를 포함하고 있다. 기능 소자는, 예를 들어 결정 성장에 의해 형성된 반도체 동작층, 포토다이오드 등의 수광 소자, 레이저 다이오드 등의 발광 소자, 혹은 회로로서 형성된 회로 소자 등이다. 기능 소자는, 반도체 기판의 오리엔테이션 플랫(2)에 평행인 방향 및 수직인 방향으로 매트릭스상으로 복수 마련되어 있다.

[0014] 계속해서, 도 3 내지 도 10을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 개질 영역의 형성에 대하여 설명한다. 먼저, 개질 영역의 형성에 사용되는 레이저 가공 장치(100)에 대하여 설명한다.

[0015] 도 3에 도시된 바와 같이, 레이저 가공 장치(100)는, 레이저광(가공용 레이저광) L을 펄스 발진하는 레이저 광원(101)과, 레이저광 L의 광축의 방향을 90° 바꾸도록 배치된 다이크로익 미러(103)와, 레이저광 L을 집광하기 위한 집광용 렌즈(105)를 구비하고 있다. 또한, 레이저 가공 장치(100)는, 집광용 렌즈(105)에서 집광된 레이저광 L이 조사되는 가공 대상물(반도체 기판)(1)을 지지하기 위한 지지대(107)와, 지지대(107)를 X, Y, Z축 방향으로 이동시키기 위한 스테이지(111)와, 레이저광 L의 출력이나 펄스 폭 등을 조절하기 위해 레이저 광원(101)을 제어하는 레이저 광원 제어부(102)와, 스테이지(111)의 이동을 제어하는 스테이지 제어부(115)를 구비하고 있다.

[0016] 이 레이저 가공 장치(100)에 있어서는, 레이저 광원(101)으로부터 출사된 레이저광 L은, 다이크로익 미러(103)에 의해 그 광축의 방향이 90° 바뀌어, 지지대(107) 상에 적재된 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 내부에 집광용 렌즈(105)에 의해 집광된다. 이와 함께, 스테이지(111)가 이동되어, 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 레이저광 L에 대하여 절단 예정 라인을 따라 상대 이동된다. 이로써, 절단 예정 라인(5)을 따라, 절단의 기점이 되는 개질 영역이 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 형성되게 된다. 이하, 이 개질 영역에 대하여 상세하게 설명한다.

[0017] 도 4에 도시된 바와 같이, 판상의 가공 대상물(반도체 기판)(1)에는, 가공 대상물(반도체 기판)(1)을 절단하기 위한 절단 예정 라인(5)이 설정되어 있다. 절단 예정 라인(5)은, 직선상으로 연장된 가상선이다. 가공 대상물(1)의 내부에 개질 영역을 형성하는 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 내부에 집광점 P를 맞춘 상태에서, 레이저광 L을 절단 예정 라인(5)을 따라(즉, 도 4의 화살표 A방향으로) 상대적으로 이동시킨다. 이로써, 도 6 내지 도 8에 도시된 바와 같이, 개질 영역(7)이 절단 예정 라인(5)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 내부에 형성되고, 절단 예정 라인(5)을 따라 형성된 개질 영역(7)이 절단 기점 영역(8)으로 된다.

[0018] 또한, 집광점 P란, 레이저광 L이 집광하는 개소이다. 또한, 절단 예정 라인(5)은, 직선상으로 한정되지 않고 곡선상이어도 되고, 가상선에 한정되지 않고 가공 대상물(1)의 표면(3)에 실제로 그어진 선이어도 된다. 또한, 개질 영역(7)은, 연속적으로 형성되는 경우도 있고, 단속적으로 형성되는 경우도 있다. 또한, 개질 영역(7)은 적어도 가공 대상물(1)의 내부에 형성되어 있으면 된다. 또한, 개질 영역(7)을 기점으로 균열이 형성되는 경우가 있고, 균열 및 개질 영역(7)은, 가공 대상물(1)의 외표면(표면, 이면, 혹은 외주면)에 노출되어 있어도 된다.

[0019] 개질 영역(7)은, 밀도, 굴절률, 기계적 강도나 그 밖의 물리적 특성이 주위와는 상이한 상태로 된 영역을 말한다. 예를 들어, 용융 처리 영역, 크랙 영역, 절연 파괴 영역, 굴절률 변화 영역 등이 있고, 이들이 혼재된 영역도 있다.

[0020] 다시, 도 3을 참조하여, 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 레이저 가공 장치(100)의 지지대(107) 상에 고정된다. 그리고, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)을 레이저광 입사면으로 하여 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 내부에 집광점 P를 맞추어 레이저광 L이 조사되고, 지지대(107)의 이동에 의해, 인접하는 기능 소자 사이를 지나도록 격자상으로 설정된 절단 예정 라인(5)을 따라 집광점 P가 스캔된다. 또한, 절단 예정 라인(5) 상에 있어서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 두께 방향을 따라 집광점 P가 스캔된다.

[0021] 이로써, 도 9에 도시된 바와 같이, 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 개질 영역(7)이 격자상으로 형성된다. 또한, 도 10에 도시된 바와 같이 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 내부에 있어서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)측으로부터 이면(4)측을 향해 개질 영역(7)이 형성된다. 즉, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 두께

방향으로 개질 영역(7)이 형성된다.

[0022] 계속해서, 도 11 내지 도 16을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 홈(9)의 형성에 대하여 설명한다. 먼저, 홈(9)의 형성에 사용되는 에칭 처리 장치(200)에 대하여 설명한다.

[0023] 도 11에 도시된 바와 같이, 에칭 처리 장치(200)는, 챔버(201)와, 스테이지(지지재)(202)와, 압력계(203)와, 온도계(204)와, 밸브(205)와, 진공 펌프(206)와, 밸브(207)와, 유량 컨트롤러(209)와, 제1 가스 공급 장치(210)와, 밸브(211)와, 유량 컨트롤러(212)와, 제2 가스 공급 장치(213)를 구비하고 있다.

[0024] 에칭 처리 장치(200)에 있어서, 챔버(201)는, 개질 영역(7)이 형성된 가공 대상물(반도체 기판)(1)을 수용하도록 구성되어 있다. 챔버(201) 내에 배치된 스테이지(202)에 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 적재된다. 가공 대상물(반도체 기판)(1)은 자중에 의해 스테이지(202)에 고정된다. 또한, 스테이지(202)는 흡착 장치(202a)를 구비하고 있어도 된다. 이 경우, 가공 대상물(반도체 기판)(1)은, 흡착 장치(202a)의 흡착에 의해 스테이지(202)에 고정된다. 흡착 장치(202a)는, 예를 들어 정전 척, 진공 척 등이다. 즉, 가공 대상물(반도체 기판)(1)은 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 스테이지(202)에 고정된다. 스테이지(202)는 온도를 조정 가능하게 구성되어 있다. 스테이지(202)에 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 적재된 상태에서 스테이지(202)가 가열됨으로써, 가공 대상물(반도체 기판)(1)은 스테이지(202)와 온도가 동등해지도록 가열된다.

[0025] 챔버(201)에는, 챔버(201) 내의 압력을 측정하기 위한 압력계(203)가 접속되어 있다. 스테이지(202)에는 스테이지(202)의 온도에 기초하여 가공 대상물(1)의 온도를 측정하기 위한 온도계(204)가 접속되어 있다. 온도계(204)는, 스테이지(202)에 접속되어 있고, 스테이지(202)의 온도를 측정함으로써 스테이지(202)와 동일한 온도로 가열된 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 온도를 측정한다. 챔버(201)에는, 밸브(205)를 통해 진공 펌프(206)가 배관에 의해 접속되어 있다. 진공 펌프(206)는, 예를 들어 터보 분자 펌프, 메커니컬 부스터 펌프 등이다.

[0026] 챔버(201)에는, 밸브(207), 밸브(208), 유량 컨트롤러(209)를 통해 제1 가스 공급 장치(210)가 배관에 의해 접속되어 있다. 제1 가스 공급 장치(210)는, 에칭 가스를 공급 가능하게 구성되어 있다. 또한, 챔버(201)에는, 밸브(207), 밸브(211), 유량 컨트롤러(212)를 통해 제2 가스 공급 장치(213)가 배관에 의해 접속되어 있다. 제2 가스 공급 장치(213)는 에칭 가스를 공급 가능하게 구성되어 있다. 제2 가스 공급 장치(213)로부터 공급되는 에칭 가스는, 제1 가스 공급 장치(210)로부터 공급되는 에칭 가스와 동일한 에칭 가스여도 되고, 다른 에칭 가스여도 된다. 밸브(205), 밸브(207), 밸브(208), 밸브(211)는, 예를 들어 전자 조정 밸브 등이다. 유량 컨트롤러(209, 212)는, 예를 들어 매스 플로미터 등이다.

[0027] 또한, 도 11에서는, 에칭 처리 장치(200)는, 제1 가스 공급 장치(210) 외에 제2 가스 공급 장치(213)를 구비하고 있지만, 제1 가스 공급 장치(210)만을 구비하고 있어도 된다. 즉, 에칭 처리 장치(200)는, 1개의 가스 공급 장치만을 구비하고 있어도 된다. 또한, 에칭 처리 장치(200)는, 3개 이상의 가스 공급 장치를 구비하고 있어도 된다.

[0028] 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같이, 에칭 처리 장치(200)에 있어서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향한 건식 에칭 처리가 실시된다. 건식 에칭 처리는, 예를 들어 6불화황(SF₆), 8불화시클로부탄(C₄F₈) 및 산소(O₂)의 혼합 가스를 사용한 이방성의 건식 에칭 처리이다. 이로써, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)이 에칭된다. 이때, 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 있어서는, 예를 들어 단결정 실리콘인 비개질 영역의 에칭 레이트보다도, 예를 들어 다결정 실리콘인 개질 영역(7)의 에칭 레이트의 쪽이 높기 때문에, 절단 예정 라인(5)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)에 홈(9)이 형성된다. 또한, 건식 에칭 처리는, 기능 소자 상에, 예를 들어 포토레지스트가 형성된 상태에서 실시되어도 된다. 이 포토레지스트는 건식 에칭 처리의 종료 시에 제거된다.

[0029] 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 스테이지(202)에 고정된 상태에서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향해 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)에 이르도록 홈(9)이 형성된다.

[0030] 또한, 도 14 내지 도 16을 참조하여, 홈(9)의 형성에 대하여 상세하게 설명한다. 도 14 내지 도 16은, 도 10 및 도 13에 있어서의 일점 쇄선으로 둘러싸인 영역 A에 대응하고 있다.

[0031] 도 14에 도시된 바와 같이, 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 개질 영역(7)이 형성된 후에, 도 4에 도시되는 절단 예정 라인(5)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 절단된다. 즉, 도 15에 도시된 바와 같이, 가공 대상물

(반도체 기판)(1)에 대하여, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향해 건식 에칭 처리가 실시된다. 건식 에칭 처리에 의해, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)이 에칭된다. 또한, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향해 개질 영역(7)의 도중까지 홈(9)이 형성된다.

[0032] 도 16에 도시된 바와 같이, 다시 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)이 에칭된다. 또한, 홈(9)이 가공 대상물(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)에 이르도록 형성된다. 이와 같이 하여, 개질 영역(7)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)은 절단된다. 또한, 도 12 및 도 13에서는, 절단된 가공 대상물(반도체 기판)(1)로 이루어지는 각 칩간 거리가 대략 제로로 되는 상태가 도시되어 있다.

[0033] 이어서, 도 17 및 도 18을 참조하여, 절단된 가공 대상물(반도체 기판)(1)은 각 칩으로 분할된다. 즉, 각 칩간 거리가 넓어진다. 도 17 및 도 18에서는, 각 칩간 거리가 일정 이상으로 유지된 상태가 도시되어 있다. 또한, 각 칩간 거리는 다음의 공정에 적합한 거리이면 된다. 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 절단된 후에, 익스팬드 테이프에 전사되고, 익스팬드 테이프가 익스팬드(확장)됨으로써 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 분할되어도 된다.

[0034] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 건식 에칭 처리에 사용되는 에칭 가스에 대하여 상세하게 설명한다.

[0035] 제1 건식 에칭 처리 및 제2 건식 에칭 처리의 각각에 할로겐계 에칭 가스가 사용되어도 된다. 또한, 제1 내지 제n 건식 에칭 처리의 각각에 할로겐계 에칭 가스가 사용되어도 된다. 할로겐계 에칭 가스는, 각각 3불화염소(ClF3), 3불화질소(NF3), 6불화황(SF6), 불소(F2), 염소(Cl2), 취화수소(HBr), 4불화탄소(CF4), 8불화시클로부탄(C4F8), 3불화메탄(CHF3), 3염화붕소(BCl3)의 적어도 어느 것을 포함하고 있어도 된다. 즉, 할로겐계 에칭 가스는, 이들 재료를 사용한 단독 가스 및 혼합 가스의 어느 것이어도 된다. 할로겐계 에칭 가스는, 예를 들어 8불화시클로부탄(C4F8), 산소(O2)의 혼합 가스여도 된다.

[0036] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법의 작용 효과에 대하여 설명한다.

[0037] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 의하면, 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 개질 영역(7)이 형성된 후에, 절단 예정 라인(5)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 절단된다. 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 자중 및 흡착의 적어도 어느 것에 의해 스테이지(202)에 고정된 상태에서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)을 향해 건식 에칭 처리가 실시됨으로써, 가공 대상물(반도체 장치)(1)의 표면(3)으로부터 이면(4)에 이르도록 홈(9)이 형성된다. 이로써, 절단 예정 라인(5)을 따라 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 절단된다.

[0038] 따라서, 가공 대상물(반도체 기판)(1)을 절단 및 분할하기 위해 익스팬드 테이프에 사용되지 않는다. 이 때문에, 익스팬드 테이프에 의해 칩에 면 거칠어짐 및 크랙이 발생함으로써 칩의 기계적 강도가 저하되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 익스팬드 테이프의 접착 면적 강도에 비해 칩끼리의 결합 면적 강도가 상회하는 경우가 없기 때문에, 익스팬드 테이프에 의한 칩 형상의 불량의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 에칭 가스가 익스팬드 테이프의 기재 및 접착제와 반응함으로써, 익스팬드 테이프의 화학 변화 및 열 변화에 의해, 익스팬드 테이프가 신축하도록 변형되는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 이 변형에 의해 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 외적 응력이 가해짐으로써, 가공 대상물(반도체 기판)(1)에 의도하지 않은 절단 및 분할이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 에칭 가스와 익스팬드 테이프의 반응 생성물이 디바이스 내에 부착되지 않기 때문에, 세정 작업의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 에칭 가스가 익스팬드 테이프와 반응하지 않기 때문에, 에칭 가스의 압력, 처리온도를 억제할 필요가 없다. 그 때문에, 실용에 충분한 에칭 속도를 확보할 수 있다.

[0039] 또한, 가공 대상물(반도체 기판)(1)이 절단된 후에, 분할하기 위해 익스팬드 테이프에 전사되는 경우에는 전사 공정에 의해 가공 시간이 증가한다. 그러나, 에칭 가스의 압력을 높임으로써 개질 영역(7)과 반응하는 활성종이 증가하기 때문에, 에칭 속도를 향상시킬 수 있다. 이로써, 에칭에 걸리는 시간을 대폭으로 단축할 수 있기 때문에, 전체의 가공 시간을 단축하는 것이 가능해진다.

[0040] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 의하면, 건식 에칭 처리에 할로겐계 에칭 가스를 사용할 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 의하면, 할로겐계 에칭 가스로서, 각각 3불화염소(ClF3), 3불화질소(NF3), 6불화황(SF6), 불소(F2), 염소(Cl2), 취화수소(HBr), 4불화탄소(CF4), 8불화시클로부탄(C4F8), 3불화

메탄(CHF_3), 3염화붕소(BCl_3)의 적어도 어느 것을 사용할 수 있다.

[0042] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 각종 변형 예에 대하여 설명한다. 먼저, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제1 변형 예에 대하여 설명한다. 제1 변형 예로서, 도 19 및 도 20을 참조하여, 가공 대상물(반도체 기판)(1)의 절단 예정 라인 상에 TEG(Test Element Group)(10)가 형성되는 경우가 있다. 이 경우에는, TEG(10)의 재료로서, 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것이 사용되는 경우가 있다. 즉, 이 경우에는, 가공 대상물(반도체 기판)(1)은, 기판 본체, 기능 소자(도시하지 않음) 및 TEG(10)를 포함하고 있다.

[0043] 따라서, 가공 대상물(1)의 재료는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하고 있는 경우가 있다. 이 경우, 가공 대상물(1)을 절단하는 공정에서는, 할로겐계 에칭 가스로서 플라스마리스의 3불화염소(ClF_3) 가스가 사용되고, 10Pa 이상 90kPa(abs) 이하의 압력 및 재료의 각 불화물의 비점 이상 200°C 미만의 온도에서, 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 다시 도 11을 참조하여, 이 압력은 챔버(201) 내의 압력이다. 이 온도는 가공 대상물(1)의 온도이다.

[0044] 압력이 10Pa 미만인 경우에는 에칭의 반응 속도가 느려지는 것이 의해 에칭 속도가 느려지기 때문에, 압력은 10Pa 이상으로 된다. 또한, 진공 펌프(206)를 사용하여 압력을 10Pa 미만으로 하는 데에는 시간이 걸리기 때문에, 압력은 10Pa 이상으로 된다. 또한, 압력이 10Pa 미만으로 되어도 흠(9)으로부터 배출되는 반응 완료 잠재 반응 부생성물의 양은 압력이 10Pa로 된 경우와 거의 변화되지 않기 때문에, 압력은 10Pa 이상으로 된다. 또한, 터보 분자 펌프가 아니라 메커니컬 부스터 펌프를 사용하여 압력을 10Pa로 할 수 있기 때문에, 압력은 10Pa 이상으로 된다. 또한, 진공 장치에서는 압력을 90kPa보다도 높이는 것은 곤란하기 때문에, 압력은 90kPa 이하로 된다. 플라스마리스의 3불화염소(ClF_3) 가스에서는, 10Pa 이상 90kPa(abs) 이하의 압력의 범위에 걸쳐서 에칭할 수 있다. 이 때문에, 압력의 범위는 10Pa 이상 90kPa(abs) 이하로 된다. 3불화염소(ClF_3) 가스는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)을 에칭할 수 있다. 이 때문에, 가공 대상물의 재료로서 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)이 사용된다. 가공 대상물(1)의 재료의 각 불화물의 비점 이상으로 함으로써, 각 재료에 있어서의 에칭 속도를 확보할 수 있기 때문에, 온도가 재료의 각 불화물의 비점 이상으로 된다. 가공 대상물(1)에 형성된 디바이스를 다이싱할 때의 최고 온도는 200°C이기 때문에, 온도는 200°C 미만으로 된다.

[0045] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제1 변형 예에서는, 가공 대상물(1)의 재료는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 가공 대상물(1)을 절단하는 공정에서는, 할로겐계 에칭 가스로서 플라스마리스의 3불화염소(ClF_3) 가스가 사용되고, 10Pa 이상 90kPa(abs) 이하의 압력 및 재료의 각 불화물의 비점 이상 200°C 미만의 온도에서, 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 이로써, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하는 가공 대상물(1)을 에칭할 수 있다.

[0046] 계속해서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제2 변형 예에 대하여 설명한다. 제2 변형 예로서, 가공 대상물의 절단 예정 라인 상에 절연막이 형성되는 경우가 있다. 이 경우, 절연막의 재료로서, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것이 사용되는 경우가 있다. 또한, SiNx 는, SiN 화합물을 구성하고 있는 원자수의 비(조성)가 화학식 대로 존재하는 Si_3N_4 를 중심으로 하여 조성비(x)에 폭을 갖고 있다. x의 값은, 예를 들어 1.0 이상 1.5 이하여야 된다. 이 경우에는, 가공 대상물(반도체 기판)은, 기판 본체, 기능 소자 및 절연막을 포함하고 있다.

[0047] 따라서, 가공 대상물의 재료는, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하고 있는 경우가 있다. 이 경우, 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 할로겐계 에칭 가스에 무수 불화수소(HF)가 첨가된 상태에서 제1 건식 에칭 처리 및 제2 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 할로겐계 에칭 가스에 무수 불화수소(HF)가 첨가된 에칭 가스는, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)를 에칭할 수 있다. 이 때문에, 에칭 가스는 할로겐계 에칭 가스에 무수 불화수소(HF)가 첨가된 상태로 된다.

[0048] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제2 변형 예에서는, 가공 대상물의 재료는, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 가공 대상물을 절단하는 공정에서는, 할로겐계 에칭 가스에 무수 불화수소(HF)가 첨가된 상태에서 건식 에칭 처리가 실시

되어도 된다. 이로써, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하는 가공 대상물(1)을 예칭할 수 있다.

[0049] 또한, 상기한 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제1 변형예 및 제2 변형예에서의 플라스마리스에서의 복수의 건식 에칭 처리에 있어서는, 각 건식 에칭 처리 직전의 감압 처리에 비해, 가스 분자의 체적 밀도가 10배 이상 10000배 이하의 범위로 변화되어도 된다.

[0050] 계속해서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제3 변형예에 대하여 설명한다. 제3 변형예로서, 가공 대상물의 절단 예정 라인 상에 TEG 및 절연막이 형성되는 경우가 있다. 이 경우, TEG의 재료로서, 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것이 사용되고, 절연막의 재료로서, 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것이 사용되는 경우가 있다.

[0051] 따라서, 가공 대상물의 재료는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo), 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하고 있는 경우가 있다. 이 경우, 가공 대상을 절단하는 공정에서는, 에칭 가스로서 플라스마의 4불화탄소(CF_4), 6불화황(SF_6), 3불화메탄(CHF_3), 불화수소(HF), 산소(O_2)의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 이 압력을 챔버 내의 압력이다. 이 온도는 가공 대상물의 온도이다.

[0052] 플라스마의 4불화탄소(CF_4), 6불화황(SF_6), 3불화메탄(CHF_3), 불화수소(HF), 산소(O_2)는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo), 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)를 예칭할 수 있다. 이 때문에, 가공 대상물의 재료로서 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo), 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)가 사용된다. 리모트 플라스마의 최고 출력에 있어서의 압력이 0.8KPa이기 때문에, 압력은 0.8kPa(abs) 이하로 된다.

[0053] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제3 변형예에서는, 가공 대상물의 재료는, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo), 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 가공 대상을 절단하는 공정은, 에칭 가스로서 플라스마의 4불화탄소(CF_4), 6불화황(SF_6), 3불화메탄(CHF_3), 불화수소(HF), 산소(O_2)의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 이로써, 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo), 이산화규소(SiO_2), 질산화규소(SiON) 및 질화규소(SiNx)의 적어도 어느 것을 포함하는 가공 대상을 예칭할 수 있다.

[0054] 계속해서, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제4 변형예에 대하여 설명한다. 제4 변형예로서, 가공 대상물의 절단 예정 라인 상에 알루미늄막 및 TEG가 형성되는 경우가 있다. 이 경우, 알루미늄막의 재료로서, 알루미늄(Al)이 사용되고, TEG의 재료로서, 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것이 사용되는 경우가 있다.

[0055] 따라서, 가공 대상물의 재료는, 알루미늄(Al), 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하고 있는 경우가 있다. 이 경우, 가공 대상을 절단하는 공정은, 에칭 가스로서 플라스마의 염소(Cl_2), 취화수소(HBr), 염화수소(HCl), 3염화붕소(BCl_3)의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 건식 에칭 처리가 실시되어도 된다. 이 압력을 챔버 내의 압력이다. 이 온도는 가공 대상물의 온도이다.

[0056] 플라스마의 염소(Cl_2), 취화수소(HBr), 염화수소(HCl), 3염화붕소(BCl_3)는, 알루미늄(Al), 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)을 예칭할 수 있다. 이 때문에, 가공 대상물의 재료로서 알루미늄(Al), 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)이 사용된다.

[0057] 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제4 변형예에서는, 가공 대상물의 재료는, 알루미늄(Al), 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하고 있다. 가공 대상을 절단하는 공정은, 에칭 가스로서 플라스마의 염소(Cl_2), 취화수소(HBr), 염화수소(HCl), 3염화붕소(BCl_3)의 적어도 어느 것이 사용되고, 10Pa 이상 0.8kPa(abs) 이하의 압력 및 200°C 미만의 온도에서, 건식 에

칭 처리가 실시되어도 된다. 이로써, 알루미늄(Al), 규소(Si), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 질화티타늄(TiN) 및 몰리브덴(Mo)의 적어도 어느 것을 포함하는 가공 대상물을 에칭할 수 있다.

[0058] 또한, 상기한 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 가공 방법에 있어서의 제3 변형예 및 제4 변형예에서의 플라스마 방전에서의 복수의 건식 에칭 처리에 있어서는, 각 건식 에칭 처리 직전의 감압 처리에 비해, 압력의 변동이 10% 이상 100% 이하의 범위로 변화되어도 된다.

[0059] 또한, 가스 방전 공간과 기판 설치 공간을 방전용 압력 제어 벨브에 의해 구획한 다운스트림 플라스마 처리의 경우에는, 가스 방전 공간의 압력이 일정하게 유지된 채, 기판 설치 공간의 압력이 방전 압력의 1/10 이상 1/10000 이하의 범위로 변화되어도 된다.

[0060] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시이며 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는 상기한 설명이 아니라 청구범위에 의해 나타나고, 청구범위와 균등의 의미 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것을 의도하고 있다.

부호의 설명

[0061] 1: 가공 대상물

3: 표면

4: 이면

5: 절단 예정 라인

7: 개질 영역

9: 홈

100: 레이저 가공 장치

200: 에칭 처리 장치

201: 챔버

202: 스테이지

203: 압력계

204: 온도계

205, 207, 208, 211: 벨브

206: 진공 펌프

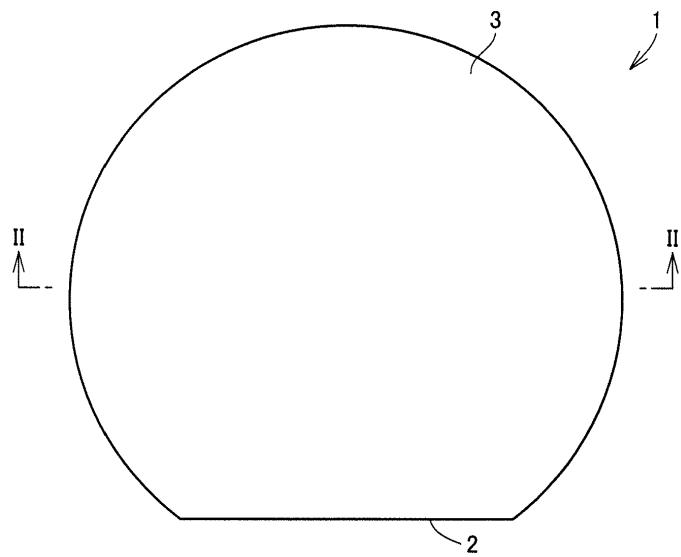
209, 212: 유량 컨트롤러

210: 제1 가스 공급 장치

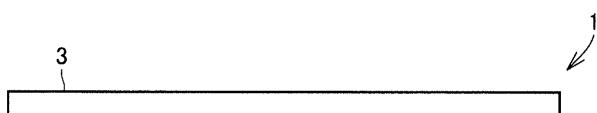
213: 제2 가스 공급 장치

도면

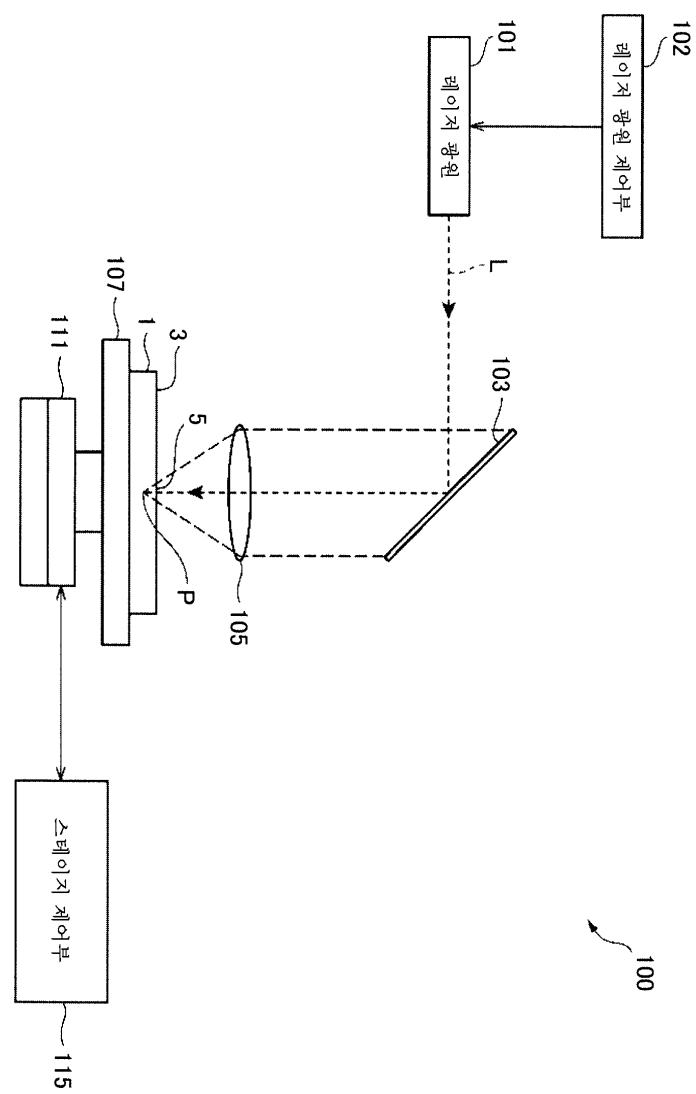
도면1



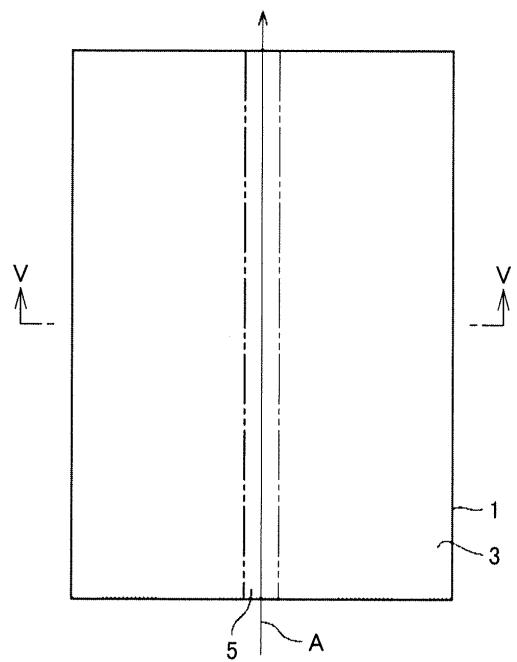
도면2



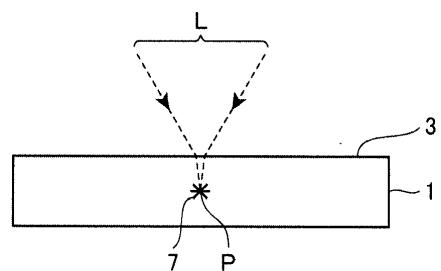
도면3



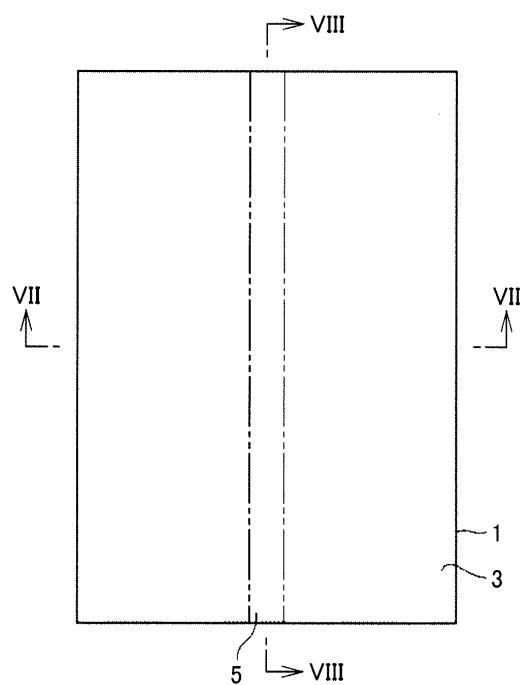
도면4



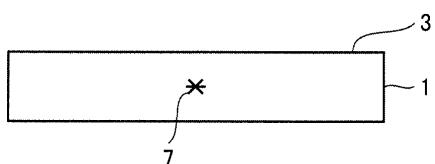
도면5



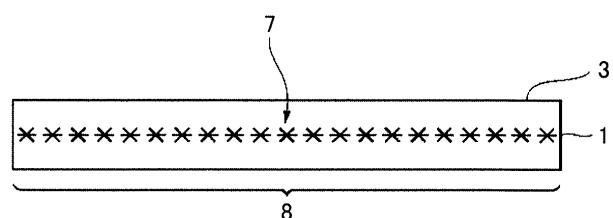
도면6



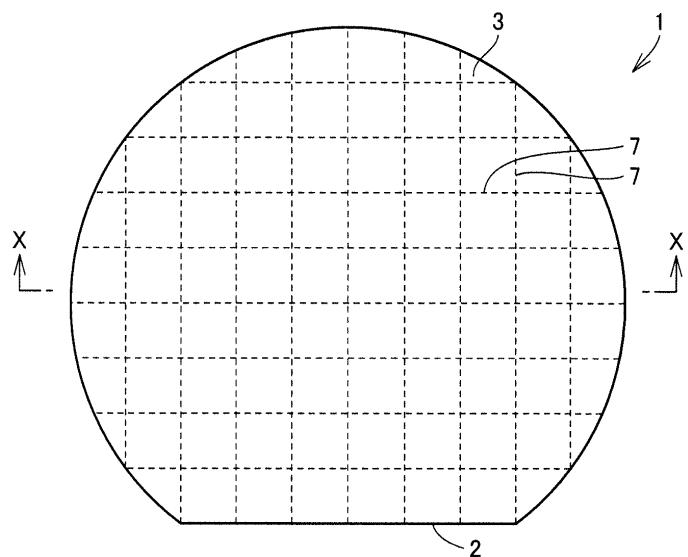
도면7



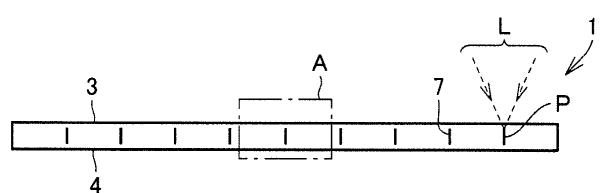
도면8



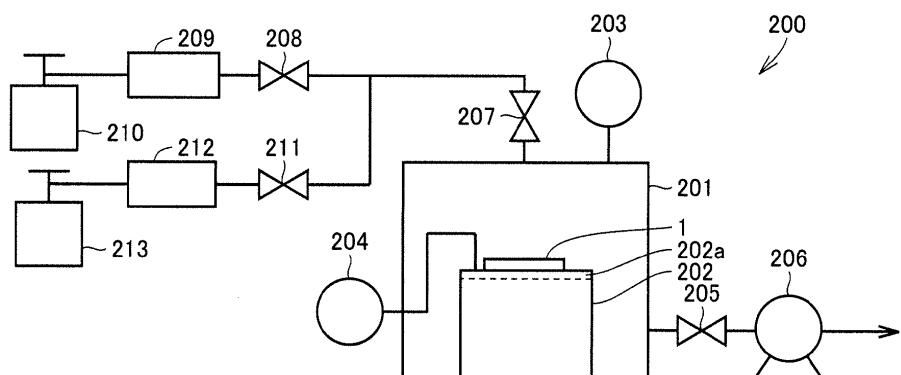
도면9



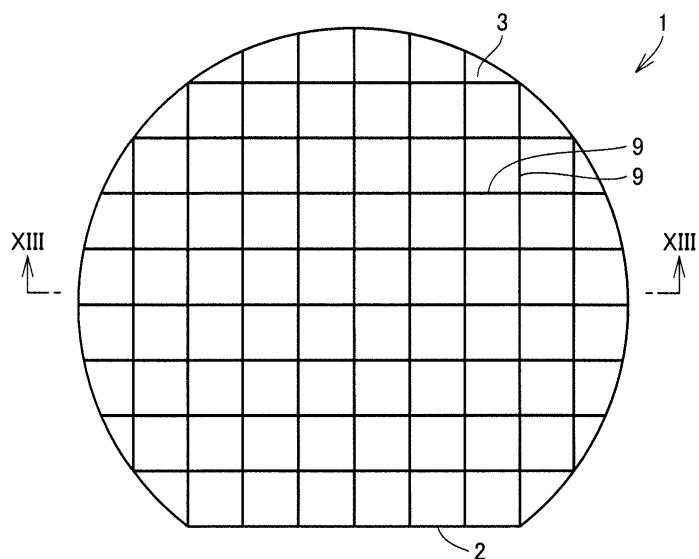
도면10



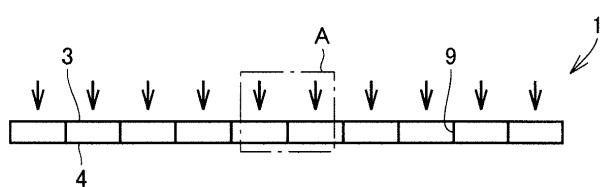
도면11



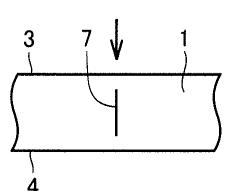
도면12



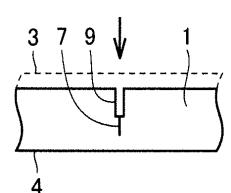
도면13



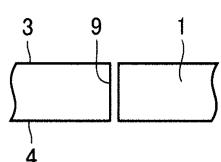
도면14



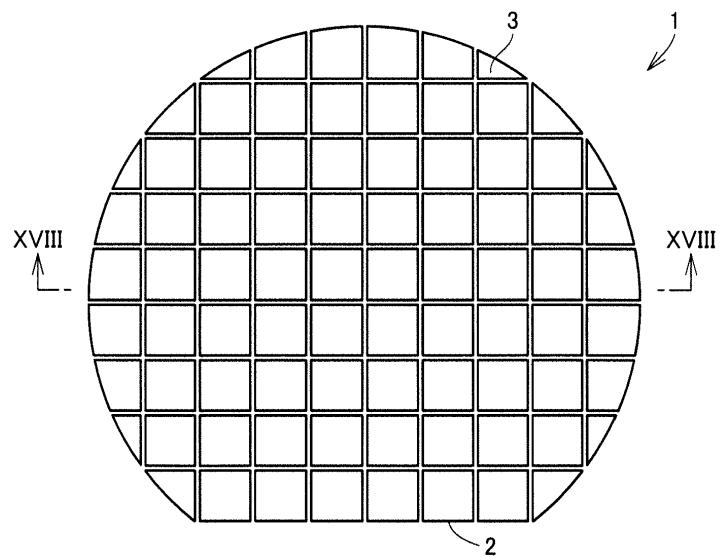
도면15



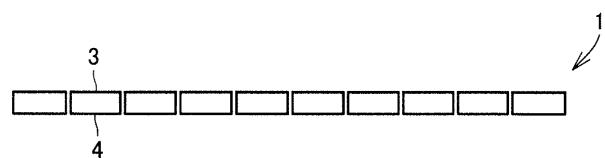
도면16



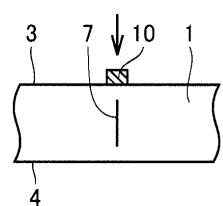
도면17



도면18



도면19



도면20

