



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0110510
(43) 공개일자 2021년09월08일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 33/03 (2006.01) C03B 33/02 (2006.01)
C03B 33/033 (2006.01) C03B 33/037 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
C03B 33/03 (2013.01)
C03B 33/0222 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0025466
(22) 출원일자 2021년02월25일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
10 2020 105 358.4 2020년02월28일 독일(DE)
10 2020 123 197.0 2020년09월04일 독일(DE)</p> | <p>(71) 출원인
쇼오트 아게
독일, 마인쯔 55122, 하텐베르그슈트라쎄 10</p> <p>(72) 발명자
소르 데이비드
독일 55120 마인츠 네슬레슈트라쎄 47
쿠니쉬 클레멘스
독일 55288 암스하임 안 더 카페슬케 6
나데르만 쿠르트
독일 55437 오펜헤임 암 스포르트펠트 12</p> <p>(74) 대리인
김진희, 김태홍</p> |
|---|--|

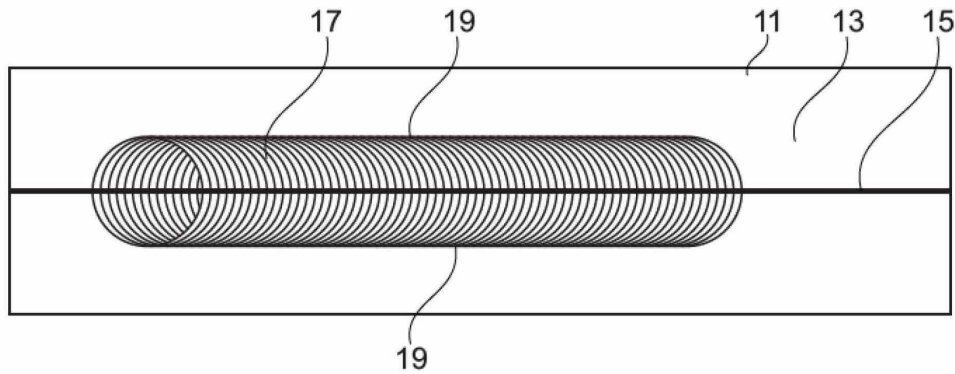
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 유리 부재의 분리 방법 및 유리 서브부재

(57) 요약

본 발명은 유리 부재를, 분리면을 따라 적어도 2개의 유리 서브부재로, 적어도 단면 방향으로 분리하는 방법, 및 특히 본 발명의 방법에 의해 제조되고 및/또는 제조될 수 있는 유리 서브부재에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C03B 33/033 (2013.01)

C03B 33/037 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유리 부재(1, 11)를, 분리면을 따라 적어도 2개의 유리 서브부재로, 적어도 단면 방향으로 분리하는 방법으로서,

적어도 1종의 유리 재료를 포함하는 적어도 하나의 유리 본체(3, 13)를 포함하는 유리 부재(1, 11)를 제공하는 단계;

적어도 하나의 인장 응력 구역(17) 및/또는 적어도 2개의 압축 응력 구역(19)이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록, 유리 본체(3, 13) 내의 적어도 하나의 라인 포커스를 제어하는 단계;

초기 손상을 도입하여, 인장 응력 구역(17)에 및/또는 2개의 압축 응력 구역(19) 사이에, 유리 재료 내에 각각 적어도 하나의 균열을 형성시키는 단계; 및

인장 응력 구역(17)에 또는 2개의 압축 응력 구역(19) 사이에, 유리 재료 내의 균열을 전방으로 유도하여 분리면을 형성시키고, 이 분리면을 따라 유리 부재(1, 11)를 분리하는 단계

를 포함하는 분리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

(i) 압축 응력 구역은 적어도 단면 방향으로 서로 이격되고;

(ii) 인장 응력 구역(17)은 적어도 단면 방향으로 각각 적어도 하나의 압축 응력 구역(19)으로 둘러싸이고;

(iii) 라인 포커스의 제어는, 적어도 하나의 인장 응력 구역(17) 및 적어도 2개의 압축 응력 구역(19)이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되는 것을 포함하고, 여기서 인장 응력 구역(17)은 적어도 단면 방향으로 각각 2개의 압축 응력 구역(19) 중 적어도 하나로 둘러싸이고;

(iv) 라인 포커스의 제어는, 라인 포커스에 대해 유리 부재(1, 11)를 이동시키는 것을 포함하고, 이 이동에 의해 라인 포커스가 바람직하게는 적어도 상이한 국소 영역에, 특히 순차적으로(successively) 또는 연속적으로(continuously) 형성될 수 있고;

(v) 라인 포커스의 제어는, 응력 구역의 비파괴적인 형성을 초래하고, 유리 재료에의 "약한(soft) 굴절을 변화" 유형의 변형을 유도하고, 및/또는 라인 포커스가 분리면을 따라 유리 재료의 상이한 국소 영역 내에 순차적으로 형성되어서 이들 국소 영역의 유리 재료가 각각 이의 국소 응력 값에 대해 변형되는 것을 포함하고, 여기서 적어도 바로 인접한 국소 영역이 적어도 부분적으로 중첩되어 유도된 변형의 연속적인 통로가 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록, 개별 국소 영역의 간격이 선택되고, 여기서 바람직하게는 몇 개의 국소 영역의 변형의 중첩에 의해 상이한 응력 구역이 형성되고, 및/또는 여기서 개별 국소 영역은, 직선 경로를 따라 유리 부재(1, 11)의 적어도 하나의 횡단면에 연장되고, 횡단면은 바람직하게는 유리 본체(3, 13)의 적어도 하나의 표면에 평행하게 연장되며, 표면은 특히 분리면의 절단 가장자리 중 적어도 하나를 포함하고, 및/또는 라이트 빔의 광축에 대해 수직으로 연장되며; 및/또는

(vi) 유리 본체(3, 13)의 표면에 평행한 적어도 하나의 횡단면에서, 바람직하게는 모든 횡단면에서, 국소 영역이 원형으로 형성되고 및/또는 각각의 2개의 바로 인접한 국소 영역은 (a) 이의 연장부, 특히 횡단면에서의 연장부의 최대 직경보다 작은 중심(center)간 거리 또는 영역의 도심(centroid)간 거리, 및/또는 (b) 1000 nm 이하, 바람직하게는 100 nm 이하, 더욱 바람직하게는 10 nm 이하, 가장 바람직하게는 1 nm 이하의 중심간 거리를 갖는 분리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

i. 라인 포커스는 특히 레이저 빔의 형태의 적어도 하나의 라인 빔에 의해 형성되고, 여기서 적어도 하나의 레이저 빔은 바람직하게는 적어도 라인 포커스의 영역에 에어리(Airy) 빔 프로파일 및/또는 베셀(Bessel) 빔 프로파일을 포함하며;

ii. 라인 빔은, 비대칭 빔을 공급하는 라인 빔의 형태로 적어도 라인 포커스의 영역에 설계되며, 특히 에너지가 비대칭적으로 공급되며, 바람직하게는 (a) 에너지 분포의 영역의 도심이, 이전에 변형되지 않은 유리 재료의 영역에서 빔 전파가 일어나는 평면에 수직인 적어도 하나의 평면에 놓이도록 구성되고, (b) 라인 빔의 부분 빔이 룬의 반의 반 또는 그의 일부로부터만 입사하고, (c) 라인 빔의 부분 빔은, 유리 재료가 이미 변형된 유리 본체의 영역을 통해 전파하지 않는 식으로 선택되는 방향으로부터만 입사하고, (d) 라인 빔은 빔 전파가 일어나는 평면에 평행한 적어도 하나의 반사면을 가지며, (e) 용어 "비대칭"은 "비회전 대칭"의 의미에서 이해되어야 하고, 특히 다른 대칭이 제외되지 않으며, 및/또는 (d) 유리 부재의 적어도 하나의 표면에 평행한 각각의 평면에서의 및/또는 라인 빔의 광축에 수직인 각각의 평면에서의 라인 빔의 부분 빔은 하나의 사분면으로부터만 또는 2개의 사분면으로부터만 입사하며;

iii. 레이저 빔 또는 빔들은 적어도 하나의 레이저에 의해 생성되고, 레이저는 펄스 모드, 특히 초단 펄스 레이저 모드로 작동되며;

iv. 레이저는 300 nm 내지 1200 nm, 바람직하게는 1064 nm의 파장, 0.1 ps 내지 100 ps, 바람직하게는 0.1 ps 내지 10 ps, 더욱 바람직하게는 1 ps 또는 8 ps의 펄스 지속기간, 및/또는 라인 포커스의 적어도 단면 방향으로, 포인트 포커스 1 nJ 내지 100 nJ에 대해, 그리고 버스트 1 nJ 내지 20 nJ에 대해, 10 nJ/mm 내지 200 μ J/mm, 바람직하게는 10 nJ/mm 내지 100 μ J/mm 또는 110 μ J/mm의 펄스 에너지를 가지며;

및/또는

v. 라인 포커스는 특히 입방 위상을 포함하는 적어도 하나의 위상 마스크에 의해, 적어도 하나의 현미경 대물렌즈에 의해, 적어도 하나의 4f 설정에 의해, 적어도 하나의 비대칭 빔 공급에 의해 및/또는 복수의 빔 성형 부재, 예컨대 특히 원통형 렌즈에 의해, 전체적으로 또는 부분적으로 형성되며, 여기서 특히 빔 성형 부재는, 라인 포커스가 코마 수차(coma), 비점 수차 및/또는 구면 수차에 의해 형성되도록 선택 및/또는 배열되는 분리 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

(i) 인장 및/또는 압축 응력 구역(17, 19)에서, 제1 주요 응력의 등압선(isobar)이 분리면에 평행하게 연장되고;

(ii) 2개의 압축 응력 구역(19)이 서로 분리되며, 특히 서로 평행하게 그리고 이격되어 연장되며; 및/또는

(iii) 유리 본체(3, 13)의 표면에 평행한 적어도 하나의 횡단면에서, 바람직하게는 모든 횡단면에서, 적어도 단면 방향으로, 바람직하게는 모든 곳에서

i. 인장 응력 구역(17)은 2개의 압축 응력 구역(19) 사이에 샌드위치식으로, 특히 바로 배열되고; 및/또는

ii. 인장 응력 구역(17)은 제1 두께를 가지고, 압축 응력 구역(19)은 제2 두께를 가지며, 여기서 제1 및 제2 두께는 각각 바람직하게는 분리면의 메인 연장 방향에 대해 수직인 방향으로 횡단면에서 측정되고 및/또는 압축 및 인장 응력 구역(17, 19)의 최대 두께는 각각 각각의 횡단면에 존재하며, 여기서 특히 제1 두께는 50 μ m 미만, 바람직하게는 10 μ m 미만, 더욱 바람직하게는 5 μ m 미만, 더더욱 바람직하게는 2 μ m 미만, 더더욱 바람직하게는 1 μ m 미만, 가장 바람직하게는 0.1 μ m 내지 1 μ m이고, 및/또는 제2 두께는 100 μ m 미만 및/또는 1 nm 초과, 특히 10 nm 내지 1 μ m인 분리 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

i. 초기 손상은 바람직하게는 80 μ J/mm 내지 300 μ J/mm의 펄스 에너지 및/또는 0.1 ps 내지 20 ps의 펄스 지속기간을 포함하는 펄스 레이저에 의해 유리 재료에 도입되고;

ii. 균열은 기계적 분쇄에 의해, 절단에 의해 및/또는 적어도 하나의 초단 펄스 레이저(USP) 공정에 의해 전방

으로 유도되며; 및/또는

iii. 분리면은 인장 응력 구역(17) 내에 및/또는 2개의 압축 응력 구역(19) 사이에 연장 및/또는 형성되는 분리 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

국소 영역은 적어도 하나의 횡단면에서 적어도 단면 방향으로 관형 및/또는 원통형 및/또는 곡면형, 특히 초승달 형상으로 유리 재료에 연장되고, 및/또는 바람직하게는 2개의 표면 사이에 에워싸인 유리 본체(3, 13)의 전체 두께 방향을 통해, 유리 본체(3, 13)의 표면으로부터, 상기 표면의 반대쪽의 유리 본체(3, 13)의 표면으로 연장되는 분리 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

유리 부재(1, 11), 특히 유리 본체(3, 13)는 적어도 단면 방향으로 및/또는 완전히 디스크형으로 형성되고, 및/또는 유리 재료는 적어도 부분적으로 실리케이트 유리, 예컨대 알루미늄실리케이트 유리 및/또는 보로실리케이트 유리를 포함하는 분리 방법.

청구항 8

적어도 1종의 유리 재료를 포함하고 적어도 하나의 측면을 갖는 적어도 하나의 유리 본체(3, 13)를 포함하는, 특히 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 분리 방법에 의해 제조되고 및/또는 제조될 수 있는 유리 서브부재로서,

적어도 단면 방향으로의 적어도 하나의 평면에서의 유리 본체(3, 13)의 응력 값은 바람직하게는 1 MPa 내지 3000 MPa, 특히 50 MPa 내지 700 MPa의 압축 응력에 바람직하게는 완전히 상당하며, 상기 평면은 바람직하게는 측면에 평행하게 연장되는 유리 서브부재.

청구항 9

제8항에 있어서, 적어도 단면 방향으로의 유리 본체(3, 13)의 측면에서의 응력 값은 인장 응력에 상당하며, 상기 평면이, 유리 본체(3, 13)의 응력 값이 압축 응력에 상당하는 체적 영역에, 및/또는 유리 본체(3, 13)의 제1 주요 응력의 등압선이 측면에 평행하게 연장되는 평면에 놓이는 유리 서브부재.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

측면을 따른, 특히 유리 본체(3, 13)의, 유리 서브부재의 가장자리 강도는, 100 MPa 초과이고 및/또는 전체 측면에 걸쳐 일정한 유리 서브부재.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

측면은, 거칠기 깊이 RZ가 5 nm 내지 10 μm , 특히 0.1 μm 내지 5 μm 인, 적어도 단면 방향으로의, 바람직하게는 평균의, 표면 거칠기를 포함하는 유리 서브부재.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

측면은 편평형 및/또는 곡면형이고, 특히 바람직하게는 측면에 수직인 적어도 하나의 횡단면에, 적어도 단면 방향으로 포물선형 및/또는 원형 코스 및/또는 사차 방정식에 따른 코스를 포함하는 유리 서브부재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유리 부재를, 분리면을 따라 적어도 2개의 유리 서브부재로, 적어도 단면 방향으로 분리하는 방법, 및 특히 본 발명에 따른 방법에 의해 제조되고 및/또는 제조될 수 있는 유리 서브부재에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유리 생산 및 가공에서는, 정밀하게 정의된 분리면을 따라 유리판과 같은 유리 부재를 정기적으로 분리해야 한다. 예컨대, 다른 구성 요소와 분리한 후 얻은 유리 서브부재의 상호호환성을 위해, 미리 정의된 분리면의 코스를 유지하는 것이 매우 중요하다.

[0003] 이와 관련하여 깨끗한 분리면 외에도, 사양은 분리면과 그 가장자리 모두의 낮은 거칠기 값과 높은 강도의 요구를 규정하는 경우가 종종 있다. 그 이유는 분리면과 가장자리의 거칠기가 낮은 반면 강도가 높은 유리 서브부재는 전체적으로 외부 영향에 덜 민감하기 때문이다. 이러한 방식으로, 분리면과 그 가장자리에 대한 외부 손상이 조금이라도 발생하고 기존 결합이 유리 내부로 전파되거나 외부 응력(기계적, 열적 등)의 작용으로 인한 초기 결합이 균열 전파를 일으켜서 유리 부품이 파손되는 것을 어느 정도 전체적으로 또는 적어도 부분적으로 방지할 수 있다.

[0004] 당업자에게 알려진 분리 공정을 수행하기 위한 일반적인 방법은 예컨대 CO₂ 레이저에 의한 열 레이저 빔 분리(TLS), 기계적 스크라이빙, 레이저 스크라이빙 또는 레이저 기반 열 절단(레이저 기반 열충격 절단)이다. 후자는 일반적으로 CO₂ 레이저에 의해 생성되는 열역학적 응력을 통해 유리 부재에서 초기 균열을 계속하는 것을 목표로 한다. 그러나 이러한 모든 방법의 공통점은 유리 내부의 균열 코스를 제어할 수 없거나 충분히 제어할 수 없다는 것이다. 특히 기계적 스크라이빙과 마찬가지로 스크래치 라인이 표면에만 정의되어 있는 경우, 깊이 영역에서 연장되는 실제 분리면은 부정확하게만 예측할 수 있다. 언급된 레이저 공정에서도 동일하게 관찰되었지만, 그 효과는 주로 유리 재료의 외부에만 한정되지는 않는다.

[0005] 당업자에게도 알려진 레이저 필라멘트화 방법에서, 분리될 유리 부재의 개별 영역은 원하는 분리면을 따라 레이저로 제거된다. 예컨대, 원하는 지점에 관통 구멍이 생성되고, 유리 부재 내에 여러 개의 공동, 소위 천공 구멍을 생성하기 위해 재료가 실린더 표면의 측벽으로 압착된다. 그 다음, 전처리된 유리 부재는 천공 구멍에 의해 형성된 천공 라인을 따라 예컨대 기계적 분쇄에 의해 또는 절단에 의해 최종적으로 분리된다. 그러나 천공 구멍으로 인해 나중 분리면의 거칠기 값도 증가한다. 그러나, 무엇보다도 분쇄에 의해 인열 선이 천공 선으로부터 이탈할 수 있고 그로부터 멀리 연장될 수 있으며, 이는 실제 원하는 코스와 일치하지 않는 분리면으로 이어질 수 있다는 것이 관찰되었다. 특히 레이저에 의해 도입된 천공은 개별 천공 구멍에서 유리 부재로 이어지는 미세 균열의 시작점으로 식별되어, 분리면의 코스에 영향을 미칠 수 있다.

[0006] 또한, 레이저 필라멘트화 후에 분쇄 대신에 에칭 공정이 수행되는 분리 공정이 알려져 있다. 레이저 공정과 관련된 양태 외에도, 필요한 에칭 공정이 준비 및 수행이 복잡하여 상대적으로 시간과 비용이 많이 든다는 사실도 있다.

[0007] 유리 재료가 절제 지점에 의해 반복적으로 제거되는 절제 방법은 또한 당업자에게 공지되어 있다. 그러나 이러한 방법은 수행하는 데 오랜 시간이 걸리기 때문에 종종 비효율적이다. 설상가상으로, 이러한 공정은 종종 유리 부재에 큰 손상 영역을 유발한다.

[0008] 또한, 유리 부재가 공지된 방법으로 분리될 때, 분리면과 그 가장자리는 비교적 높은 거칠기와 상대적으로 낮은 가장자리 강도를 가지므로, 분리면과 그 가장자리의 불안정화로 이어지고, 결과적으로 위에서 설명한 손상에 대한 민감도가 증가한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 발명의 목적은 종래 기술로부터 알려진 단점을 극복하고 유리 부재를 안전하고, 신뢰성 있고, 효율적이고 경제적인 방식으로 분리할 수 있게 하는 방법으로서, 특히 전체 깊이 범위에서 분리면의 향상된 결정가능성이 가능하며 그 가장자리를 포함한 결과 분리면은 거칠기 값이 낮고 가장자리는 강도가 더 높은 방법을 제공하는 것이다. 또한 본 발명의 목적은 고강도의 측면 또는 가장자리를 갖는 유리 서브부재를 제공하는 것이다.

여기서 가장자리라는 용어는 분리면의 동의어이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적은, 유리 부재를, 분리면을 따라 적어도 2개의 유리 서브부재로, 적어도 단면 방향으로 분리하는 방법으로서,
- [0011] 적어도 1종의 유리 재료를 포함하는 적어도 하나의 유리 본체를 포함하는 유리 부재를 제공하는 단계;
- [0012] 적어도 하나의 인장 응력 구역 및/또는 적어도 2개의 압축 응력 구역이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록, 유리 본체 내의 적어도 하나의 라인 포커스를 제어하는 단계;
- [0013] 초기 손상을 도입하여, 인장 응력 구역에 및/또는 2개의 압축 응력 구역 사이에, 유리 재료 내에 각각 적어도 하나의 균열을 형성시키는 단계; 및
- [0014] 인장 응력 구역에 또는 2개의 압축 응력 구역 사이에, 유리 재료 내의 균열을 전방으로 유도하여 분리면을 형성시키고, 이 분리면을 따라 유리 부재를 분리하는 단계
- [0015] 를 포함하는 분리 방법이 제안되는 제1 양태에 따라 본 발명에 의해 달성된다.
- [0016] 따라서, 본 발명은 유리 재료 내의 분리면이 특히 신뢰할 수 있는 방식으로 설정될 수 있고 나중 분리면의 원하는 코스를 따라 유리 재료에 인장 응력 구역을 먼저 형성함으로써 유리 재료의 전체 깊이 범위에 걸쳐 제어될 수 있다는 놀라운 발견에 기초한다. 초기 손상에 의해, 균열이 형성되고 이 인장 응력 구역에서 전방으로 유도될 수 있으며, 여기서 균열은 분리면의 미리 결정된 코스에 따라 이 인장 응력 구역을 통해 "채널링"된다. 이 경우 압축 응력 구역이 적어도 단면 방향으로 인장 응력 구역을 둘러싸기 때문에, 균열이 인장 응력 구역을 벗어나 주변 유리 재료로 퍼지는 것이 효과적으로 방지된다. 하나의 인장 응력 구역 또는 2개의 압축 응력 구역(상대적)이 균열 유도에 각각 충분할 수 있다.
- [0017] 라인 포커스는 유리 본체의 전체 깊이 영역을 변형하여 인장 응력 구역과 이를 둘러싼 압축 응력 구역이 실제로 전체 깊이 영역에 형성되도록 할 수 있다. 라인 포커스로 인해, 빛의 에너지는 특히 유리하게는 특정 영역, 즉 유리 본체의 깊이 영역에 묶여져 있으며, 응력 변화 형태의 변형은 그 다음 특히 유리한 방식으로 유리 재료에 도입될 수 있다. 그러나 무엇보다도, 라인 포커스는 유리 본체의 모든 곳에서 변하지 않는 품질과 일정한 특성으로 형성될 수 있으며, 따라서 유리 재료는 유리 본체의 모든 곳에서 균일한 방식으로 변형될 수 있다.
- [0018] 유리 재료의 상이한 응력 구역이 원하는 분리면의 코스에 따라서만 형성될 수 있는 한, 원칙적으로 본 발명에 따른 방법에 의해 분리면의 원하는 코스가 달성될 수 있다는 것이 특히 주목할 만하다. 그러나 이로써 매우 복잡한 분리면이 가능하며, 이는 종래의 방법으로는 달성할 수 없거나 매우 어렵게만 달성될 수 있다.
- [0019] 공동의 형성을 기반으로 하는 종래의 분리 공정에서, 임의의 균열 코스는 분리가 실제로 의도된 천공 라인을 따라 발생하지 않고 또한 그와 평행한 한쪽 또는 다른 쪽에서 전체적으로 또는 부분적으로 발생하는 결과를 초래할 수 있지만, 본 발명에 따른 응력 구역의 사양으로 인해 이는 현재는 그렇지 않다.
- [0020] 또한, 특히 클린 룸 조건 하에서의 기계 가공 공정의 경우, 전체 분리 공정이 재료 제거없이 발생하고, 따라서 재료 자체의 또는 환경에서의 오염을 유발하지 않는다는 본 발명의 또 다른 특히 중요한 이점이 있다. 반면에 기계적 절단의 경우, 특히 더 복잡한 분리면 형상의 경우, 콘코이드 균열 및/또는 파편이 발생할 수 있다.
- [0021] 완전히 놀랍게도, 본 발명에 따른 방법이 종래의 분리 방법과 비교하여 일부 경우에 분리면 및 그 가장자리의 강도를 상당히 증가시킨다는 것이 또한 밝혀졌다. 본 발명자들은 이것이, 압축 응력 구역이 나중 분리면을 유사하게 안정화시키고, 따라서 분리면 및 가장자리에 대한 손상이 발생하거나 유리 재료의 내부로 계속될 수 있다는 것을 분명히 방지하기 때문이라고 생각한다.
- [0022] 동시에, 본 발명자들은 또한 이전에 공지된 기술을 사용한 결과와 비교하여, 본 발명에 따른 방법으로 분리면 및 그 가장자리의 거칠기가 또한 감소될 수 있음을 발견하였다. 본 발명자들은 인장 응력 구역에 의한 분리면의 코스의 정확한 사양으로 인해, 유리 부재의 분리가 유사하게 보다 정돈되게 진행되어 더 적은 방해가 발생한다는 사실에 의해 이를 설명한다. 이 유사한 매끄러운 분리의 결과로, 분리면이 더 고르게 되어 덜 거칠어진다.
- [0023] 본 발명에 따른 방법에서 여기서 가장자리의 프리스트레싱이 액체의 사용을 필요로 하지 않는다는 것이 또한 특히 유리하다. 오히려 가장자리는 이미 본질적으로 프리스트레싱되어 있다. 따라서, 특히 바람직한 구체예에서, 분리면 및/또는 분리면의 가장자리는 특히 이 분리면을 따른 유리 부재의 분리 후에 본질적으로 프리스트레싱된

다는 점에 유의해야 한다.

- [0024] 따라서 제안된 방법은 균열 코스에 대한 상당히 향상된 제어를 달성하여, 즉 분리면에 대한 응력장을 제어함으로써, 거칠기 및 강도의 값이 향상되므로, 다수의 방식으로 향상된 분리 공정 및 결과에 기여한다.
- [0025] 그러나 동시에, 본 발명에 따른 방법은 종래의 수단을 사용하여 구현될 수 있고, 따라서 문제없이 기존 설비에 통합될 수 있다. 따라서, 특히 유리판을 절단하고 유리판 컷아웃을 분리하는 방법은 특히 효율적이고 특히 좋은 결과로 운용될 수 있다.
- [0026] 즉, 본 발명은 유리 본체의 유리 재료의 영역이 전체 깊이에 걸쳐 레이저를 사용하여 하나 이상의 연속 및/또는 이산 패스에 의해 변형될 수 있는 것으로 간략하고 간결하게 요약될 수 있으므로, 후속 단계에서 유리 부재는 정확하게 지정된 면을 따라 분리될 수 있다.
- [0027] 따라서 본 발명은 심지어 0.6 mm의 큰 두께, 특히 0.6 mm 내지 10 mm, 바람직하게는 0.6 mm 내지 5 mm 또는 3 mm 내지 5 mm의 두께를 갖는 유리판 또는 유리 판유리와 같은 유리 부재를 가능하게 하며, 더 바람직하게는 0.6 mm 내지 3 mm, 더욱더 바람직하게는 0.6 mm 내지 2 mm, 또는 가장 바람직하게는 0.6 mm 내지 1.5 mm는 단일 패스로 전체 깊이에서 변형될 수 있다. 예컨대, 유리 부재는 1 mm 내지 50 mm, 1 mm 내지 40 mm, 1 mm 내지 30 mm, 1 mm 내지 20 mm 또는 1 mm 내지 15 mm의 두께를 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 유리 부재는 1 mm 보다 크거나, 5 mm보다 크거나, 10 mm보다 큰 두께를 갖는다.
- [0028] 즉, 본 발명에 따른 방법은 원칙적으로 예컨대 관형 또는 원통형 변형과 같은 변형을 생성함으로써 제1 단계에서 유리 부재의 처리를 가능하게 한다. 추가 단계에서, 유리 부재는 재료에 기계적 및/또는 열적 응력을 가하여 분리되거나 폐쇄된 외부 윤곽이 생성될 수 있다. 원칙적으로 내부 윤곽은 예컨대 후속 에칭에 의해 생성될 수도 있다. 일반적으로 말해서, 추가 단계에서 사용되는 방법에 의해, 변형에 의해 생성된 인장 응력 구역의 손상이 전방으로 유도된다.
- [0029] 바람직한 구체예에서, 본 발명의 제1 양태에 따르면, 유리 본체 내에서 적어도 하나의 라인 포커스의 제어가, 적어도 하나의 인장 응력 구역 및 둘 이상의 압축 응력 구역이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되는 방식으로 구현되는 것이 대안적으로 또는 추가로 제공될 수 있다.
- [0030] 당업자는, 예컨대 압축 및/또는 인장 응력 구역과 같은 응력 구역의 형성과 같이 분리면을 "따라" 어떤 것이 발생하는 경우, 분리면이 이 지점 (아직) 반드시 존재할 필요는 없다는 것을 이해하는데, 이것이 유리 부재를 2개의 유리 서브부재로 분리한 후에만 완전히 형성되기 때문이다. 대신, 이것은 계획된 분리 영역이다.
- [0031] 따라서, 바람직한 구체예에서, 상기 방법은 대안적으로 또는 추가로 유리 부재의 계획된 분리면을 지정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0032] 아직 분리되지 않은 유리 부재의 분리면과 관련된 모든 것은 그 다음 계획된 분리면과 관련된다. 예컨대, 라인 포커스의 제어는 적어도 하나의 인장 응력 구역 및/또는 적어도 2개의 압축 응력 구역이 계획된 분리면을 따라 유리 재료에 형성되는 것을 포함한다.
- [0033] 당업자는 라인 포커스가 원칙적으로 유리 본체 내에 형성되어야 한다는 것을 이해한다. 여기에는 라인 포커스가 유리 본체 내에서 완전히 형성되는 경우, 즉 라인 포커스가 유리 본체 외부에 형성되지 않는 경우가 포함된다. 라인 포커스는 그 다음 바람직하게는 유리 본체 내의 유리 본체의 표면까지 형성되거나, 라인 포커스는 특정 거리, 예컨대 유리 본체 내 각 표면에 대해 최대 2 μm , 최대 1 μm 또는 최대 0.5 μm 의 거리에 형성된다. 그러나, 사실상 라인 포커스가 유리 본체 내부에 형성되지만, 그 외부로 연장되는 경우도 포함된다. 사실상, 이것은 선호되는 경우이다.
- [0034] 상기 목적은, 유리 부재를, 분리면을 따라 적어도 2개의 유리 서브부재로, 적어도 단면 방향으로 분리하는 방법으로서,
- [0035] 적어도 1종의 유리 재료를 포함하는 적어도 하나의 유리 본체를 포함하는 유리 부재를 제공하는 단계;
- [0036] 적어도 하나의 인장 응력 구역 및 적어도 2개의 압축 응력 구역이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록, 유리 본체 내의 적어도 하나의 라인 포커스를 제어하는 단계;
- [0037] 인장 응력 구역에 및/또는 2개의 압축 응력 구역 사이에, 유리 재료 내에 각각 적어도 하나의 균열을 형성시키기 위한 초기 손상을 도입하는 단계; 및

- [0038] 인장 응력 구역에 또는 2개의 압축 응력 구역 사이에, 유리 재료 내의 균열을 전방으로 유도하여 분리면을 형성시키고, 이 분리면을 따라 유리 부재를 분리하는 단계
- [0039] 를 포함하는 분리 방법이 제안되는 제2 양태에 따라 본 발명에 의해 달성된다.
- [0040] 본 발명의 제1 양태에 관한 진술을 참조할 수 있으며, 이는 이에 따라 여기에서도 적용된다.
- [0041] 따라서, 본 발명의 제2 양태에 따르면, 바람직한 구체예에서, 상기 방법은 또한 대안적으로 또는 추가로 유리 부재의 계획된 분리면을 특징하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0042] 대안으로서 또는 추가로, (i) 압축 응력 구역은 적어도 단면 방향으로 서로 이격되고; (ii) 인장 응력 구역은 적어도 단면 방향으로 각각 적어도 하나의 압축 응력 구역으로 둘러싸이고; (iii) 라인 포커스의 제어는, 적어도 하나의 인장 응력 구역 및 적어도 2개의 압축 응력 구역이 분리면을 따라 유리 재료에 형성되는 것을 포함하고, 여기서 인장 응력 구역은 적어도 단면 방향으로 각각 2개의 압축 응력 구역 중 적어도 하나로 둘러싸이고; (iv) 라인 포커스의 제어는, 라인 포커스에 대해 유리 부재를 이동시키는 것을 포함하고, 이 이동에 의해 라인 포커스가 바람직하게는 적어도 상이한 국소 영역에, 특히 순차적으로(successively) 또는 연속적으로(continuously) 형성될 수 있고; (v) 라인 포커스의 제어는, 응력 구역의 비파괴적인 형성을 초래하고, 유리 재료에의 "약한(soft) 굴절을 변화" 유형의 변형을 유도하고, 및/또는 라인 포커스가 분리면을 따라 유리 재료의 상이한 국소 영역 내에 순차적으로 형성되어서 이들 국소 영역의 유리 재료가 각각 이의 국소 응력 값에 대해 변형되는 것을 포함하고, 여기서 적어도 바로 인접한 국소 영역이 적어도 부분적으로 중첩되어 유도된 변형의 연속적인 통로가 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록, 개별 국소 영역의 간격이 선택되고, 여기서 바람직하게는 몇 개의 국소 영역의 변형의 중첩에 의해 상이한 응력 구역이 형성되고, 및/또는 여기서 개별 국소 영역은, 직선 경로를 따라 유리 부재의 적어도 하나의 횡단면에 연장되고, 횡단면은 바람직하게는 유리 본체의 적어도 하나의 표면에 평행하게 연장되며, 표면은 특히 분리면의 절단 가장자리 중 적어도 하나를 포함하고, 및/또는 라이트 빔의 광축에 대해 수직으로 연장되며; 및/또는 (vi) 유리 본체의 표면에 평행한 적어도 하나의 횡단면에서, 바람직하게는 모든 횡단면에서, 국소 영역이 원형으로 형성되고 및/또는 각각의 2개의 바로 인접한 국소 영역은 (a) 이의 연장부, 특히 횡단면에서의 연장부의 최대 직경보다 작은 중심(center)간 거리 또는 영역의 도심(centroid)간 거리, 및/또는 (b) 1000 nm 이하, 바람직하게는 100 nm 이하, 더욱 바람직하게는 10 nm 이하, 가장 바람직하게는 1 nm 이하의 중심간 거리 또는 영역의 도심간 거리를 갖는 것이, 본 발명의 제1 및 제 2 양태에 따라 또한 제공될 수 있다.
- [0043] 유리 본체 또는 유리 재료의 분리된 위상의 라인포커스 또는 균열의 제어가 공동의 의미에서 파괴없이 발생하기 때문에, 특히 유리하게는 분리면의 코스의 사양을 분리하는 것이 가능하다. 즉, 한편으로 인장 응력 구역을 형성하고 물리적 분리를 구현함으로써, 즉 다른 한편으로 인장 응력 구역 내로 또는 내에 균열을 도입하고 전방으로 유도하여, 서로로부터 그리고 이에 의해 종래의 방법에 비해 분리 공정에 대해 더 많은 제어를 얻는다.
- [0044] 이전에 알려진 분리 공정의 경우, 예컨대 코스의 사양은 이미 재료의 약화를 수반하여, 나머지 유리 재료에 대해 제어할 수 없는 손상을 초래할 수 있다. 그러나, 본 발명에서는, 재료에 균열, 공동 등이 도입되지 않도록 유리 재료를 변형하는 것이 가능하다.
- [0045] 거리는 바람직하게는 계획된 분리면을 따라 중심 영역에서 압축 응력 구역의 중첩이 방지되도록 선택되며, 여기서 거리는 압축 응력 구역의 두께의 약 2 배에 해당한다. 따라서 20-200nm의 평균 거리가 특히 바람직하지만, 더 작은 거리도 가능하다. "약한 굴절을 변화" 유형의 변형은 비파괴적이다. 즉, 응력 상태의 상당한 변화를 포함하는 방사형 균열, 공동 또는 강한 위상 대비가 없는 변형이다. 전문가 문헌에서, 이러한 유형의 변형은 굴절률의 관련 변화 때문에 종종 "약한 굴절을 변화"라고 한다.
- [0046] 이러한 변형의 장점(USP, USP 레이저 용접과 함께 작성된 도파관을 참조)은, 이전 변형으로 인해 라인 포커스를 개발하는 동안 간섭이 적다는 것이다.
- [0047] 라인 포커스를 형성하기 위한 유리 재료의 다른 국소 영역을 선택하고 이에 따라 이러한 국소 영역 내에서 유리 재료의 응력 값을 변형함으로써, 응력 구역의 코스와 형성을 구체적으로 결정하고 제어할 수 있다. 특히, 유리 본체 또는 유리 재료 내의 개별 위치는 응력 구역이 도입될 위치에서 선택될 수 있다.
- [0048] 그 다음 인접한 국소 영역이 겹치기 때문에, 유리 본체에서 해당 응력 값, 즉 통로에 의해 연속적인 체적 영역이 달성된다. 특히, 다른 응력 구역, 즉 하나의 인장 응력 구역 및/또는 2개의 압축 응력 구역의 형성이 여러 응력 구역에도 불구하고 인접한 국소 영역의 응력 변형 중첩의 결과로 발생하는 경우, 이의 생성에 단 하나의

포커스와 하나의 패스만이 필요하다. 물론, 국소 영역별로 라인 포커스의 포커스가 여러 개 있는 것도 생각할 수 있다. 바람직하게는, 변형을 개발하기 위해 여러 포커스가 사용되는 것이 가능하며, 특히 이러한 포커스 모두가 동일한 기하학적 구조를 가질 필요는 없다.

- [0049] 직선 분리면을 형성하기 위해, 직선 경로를 따라 연장되도록 개별 국소 영역을 선택할 수 있다.
- [0050] 당업자는 유리 재료의 국소 영역이 원칙적으로 라인 포커스가 유리 재료에서 차지하는 영역보다 클 수 있다는 것을 이해한다. 국소 영역은 이 국소 영역에서 라인 포커스를 통한 그의 응력 값과 관련하여, 유리 재료가 변형, 즉 변경된다는 점에서 결정된다.
- [0051] 바람직한 구체예에서, 라인 포커스의 제어는, 라인 포커스가 유리 본체를 통해 연속적으로 또는 이산적으로 안내되는 것을 포함하는 것이, 대안적으로 또는 추가로 제공될 수 있다.
- [0052] 당업자는 펄스 레이저의 경우 라인 포커스의 연속적인 형성이 불가능하다는 것을 알고 있지만, 본 발명의 의미에서 이러한 레이저로 형성된 라인 포커스는 "유리 본체를 통해 연속적으로" 매우 잘 안내될 수 있다. 그 다음 이것은 바로 라인 포커스가 형성되는 위치가 연속적으로 변경된다는 것을 의미한다.
- [0053] 이와 관련하여, 본 발명자들은 분리면을 따라 상이한 응력 구역을 형성하기 위해 여러 가지 방식으로 라인 포커스가 이동 및/또는 편향될 수 있음을 인식하였으며: 예컨대, 라인 포커스는 분리면을 따라 (유사하게) 연속적으로 이동할 수 있다. 이를 통해 특히 균일한 변형의 발생이 가능하다. 여기서, 이동 속도는 바람직하게는 각각의 응력 구역이 형성될 수 있도록 선택되어야 한다.
- [0054] 또는 라인 포커스는 개별 이산 위치, 즉 국소 영역에 연속적으로 도달한다. 언급된 바와 같이, 위치는 각각의 변형이 발생하는 적어도 인접한 국소 영역이 적어도 부분적으로 중첩되는 방식으로 선택되어야 한다. 예컨대, 라인 포커스가 곡면형 단면을 가지고 표면에 수직으로 방사하여 국소 영역이 유리 재료의, 원통형으로 형성되고 따라서 라인 포커스가 유리 본체 표면의 원형 영역을 나타내는 경우, 바람직한 구체예에서, 분리면을 따른 인접한 위치 사이의 거리는 원의 단일 직경 미만, 바람직하게는 직경의 1/2 미만으로 선택될 수 있다. 이를 통해 유리 재료에 연속적인 압축 및 인장 응력 구역이 형성되는 것을 보장한다. 예컨대, 단일 직경은 2 μm 이고 직경의 1/2은 1 μm 일 수 있다. 다른 국소 영역 및 유리 본체의 (일반적으로 설계된) 표면과의 교차점으로 이어지는 다른 라인 포커스의 경우, 고려 사항이 그에 따라 적용되며, 또한 중심간 거리를 영역의 도심간 거리로 대체할 수 있다.
- [0055] 대안적으로 또는 추가로,
- [0056] i. 라인 포커스는 특히 레이저 빔의 형태의 적어도 하나의 라이트 빔에 의해 형성되고, 여기서 적어도 하나의 레이저 빔은 바람직하게는 적어도 라인 포커스의 영역에 에어리(Airy) 빔 프로파일 및/또는 베셀(Bessel) 빔 프로파일을 포함하며;
- [0057] ii. 라이트 빔은, 비대칭 빔을 공급하는 라이트 빔의 형태로 적어도 라인 포커스의 영역에 설계되며, 특히 에너지 비대칭적으로 공급되며, 바람직하게는 (a) 에너지 분포의 영역의 도심이, 이전에 변형되지 않은 유리 재료의 영역에서 빔 전파가 일어나는 평면에 수직인 적어도 하나의 평면에 놓이도록 구성되고, (b) 라이트 빔의 부분 빔이 룬의 반의 반 또는 그의 일부로부터만 입사하고, (c) 라이트 빔의 부분 빔은, 유리 재료가 이미 변형된 유리 본체의 영역을 통해 전파하지 않는 식으로 선택되는 방향으로부터만 입사하고, (d) 라이트 빔은 빔 전파가 일어나는 평면에 평행한 적어도 하나의 반사면을 가지며, (e) 용어 "비대칭"은 "비회전 대칭"의 의미에서 이해되어야 하고, 특히 다른 대칭이 제외되지 않으며, 및/또는 (d) 유리 부재의 적어도 하나의 표면에 평행한 각각의 평면에서의 및/또는 라이트 빔의 광축에 수직인 각각의 평면에서의 라이트 빔의 부분 빔은 하나의 사분면으로부터만 또는 2개의 사분면으로부터만 입사하며;
- [0058] iii. 레이저 빔 또는 빔들은 적어도 하나의 레이저에 의해 생성되고, 레이저는 펄스 모드, 특히 초단 펄스 레이저 모드로 작동되며;
- [0059] iv. 레이저는 300 nm 내지 1200 nm, 바람직하게는 1064 nm의 파장, 0.1 ps 내지 100 ps, 바람직하게는 0.1 ps 내지 10 ps, 더욱 바람직하게는 1 ps 또는 8 ps의 펄스 지속기간, 및/또는 라인 포커스의 적어도 단면 방향으로, 포인트 포커스 1 nJ 내지 100 nJ에 대해, 그리고 버스트 1 nJ 내지 20 nJ에 대해, 10 nJ/mm 내지 200 $\mu\text{J}/\text{mm}$, 바람직하게는 10 nJ/mm 내지 100 $\mu\text{J}/\text{mm}$ 또는 110 $\mu\text{J}/\text{mm}$ 의 펄스 에너지를 가지며; 및/또는
- [0060] v. 라인 포커스는 특히 입방 위상을 포함하는 적어도 하나의 위상 마스크에 의해, 적어도 하나의 현미경 대물렌즈에 의해, 적어도 하나의 4f 설정에 의해, 적어도 하나의 비대칭 빔 공급에 의해 및/또는 복수의 빔 성형

부재, 예컨대 특히 원통형 렌즈에 의해, 전체적으로 또는 부분적으로 형성되며, 여기서 특히 빔 성형 부재는, 라인 포커스가 코마 수차(coma), 비점 수차 및/또는 구면 수차에 의해 형성되도록 선택 및/또는 배열되는 것이, 본 발명의 제1 및 제2 양태에서 또한 제공될 수 있다.

- [0061] 본 발명자들은 레이저가 이러한 목적을 위해 사용되는 경우(즉, 라이트 빔은 레이저 빔을 나타내거나 포함함), 시장에서 이용 가능한 통상적인 수단을 사용하여 특히 간단하고 효율적인 방식으로, 유리 본체 또는 유리 재료에 응력 구역을 도입할 수 있음을 인식하였다. 레이저 빔 또는 여러 레이저 빔을 사용하면 유리 재료의 응력 구역을 매우 정밀하게 형성할 수 있다. 또한, 레이저 시스템용 광학 부품을 쉽게 이용할 수 있다. 또한, 레이저는 가장 미세한 구조, 이 경우 응력 구역을 형성하게 할 수 있다.
- [0062] 레이저는 바람직하게는 초단 펄스 레이저이다. 특히, 초단 펄스 레이저는 펄스 길이가 20 ps 미만, 바람직하게는 10 ps 이하 또는 1 ps 이하인 펄스를 방출한다.
- [0063] 바람직하게는 라인 포커스를 갖는 초단 펄스 레이저 빔이 사용된다. 펄스 에너지가 적절하게 선택되면, 유리 재료에 공동이 생성되지 않지만, 유리 재료는 그의 응력 값과 관련하여 변형된다. 결과적으로, 예컨대 압축 응력 구역에 의해 양면이 둘러싸여 있는 인장 응력 구역이 생성될 수 있다.
- [0064] 당업자는, 펄스 레이저로 라인 포커스를 연속적으로 형성하는 것은 불가능하지만, 이러한 레이저로 형성된 라인 포커스는 본 발명의 의미에서 "분리면을 따라 연속적으로 이동할 수 있다"는 것을 알고 있다. 그 다음 이것은 바로 라인 포커스가 형성되는 위치가 연속적으로 변경된다는 것을 의미한다.
- [0065] 레이저 빔이 에어리 또는 베슬 빔 프로파일을 갖는 경우, 특히 효율적이고 간단한 방식으로 라인 포커스를 얻을 수 있다. 레이저가 펄스 모드에서 작동되면, 변형이 유리 재료에 특히 효율적으로 도입될 수 있다. 예컨대 구면 수차 렌즈를 사용하는 다른 라인 포커스 또는 (여러 번 통과하는 경우) 또한 포인트 포커스(예컨대 표준 가우시안 포커스)를 상정할 수 있다.
- [0066] 에어리 빔 또는 베슬 빔도 특히 쉽고 효율적으로 생성할 수 있다. 예컨대, 가우시안 빔은 시작점 역할을 할 수 있으며, 그 다음 액시콘과 같은 적절한 광학 장치를 사용하여 베슬 빔으로 성형된다. 예컨대, 에어리 빔은 위상 마스크(DOE 또는 SLM) 또는 원통형 렌즈를 사용한 설정에 의해 직접 생성되는 입방 위상을 갖는 빔의 이미지로 생성될 수 있다.
- [0067] 펄스 에너지 및/또는 펄스 지속기간은 바람직하게는 유리 재료가 파괴되지 않도록 선택된다.
- [0068] 비대칭 빔 공급은 레이저 빔의 보다 안정적인 포커스로 이어지며, 특히 부분 빔이 포커스로 가는 길에 광로 길이 를 덜 크게 벗어나게하는 경우에 더욱 그렇다. 굴절률 변화와 라인 포커스 사이의 평행성과 훨씬 더 많은 대칭이 결정적이다. 이는, 굴절률의 변화로 인한 광로 길이의 변화가 모든 부분 빔에 대해 동일하면, 포커스에 대한 방해가 최소화되기 때문이다. 따라서 비대칭 빔 공급은 유리 재료의 목표 변형으로 이어진다. 그럼에도 불구하고, 대칭 빔 형성, 예컨대 베슬 빔 또는 구면 수차 광학 장치/렌즈에 의해 발생하는 빔 형성도 상정할 수 있다.
- [0069] 당업자는, 비대칭 빔의 경우, 부분 빔의 비대칭 배열이 있지만, 물론 원칙적으로 비대칭 빔 공급을 위해 여러 빔 경로가 사용되지 않는다는 것을 이해한다.
- [0070] 비대칭 빔 공급을 사용하는 라이트 빔은 특히 간단하고 효과적인 방식으로 측면 부분 빔을 줄이거나 제거하는 특성을 충족한다. 이를 위해, 에너지는 (예컨대 빔 성형 광학 장치에 의해) 더 이상 원뿔형 표면을 따라 회전 대칭 방식으로 포커스 라인에 공급되지 않고, 오히려 비대칭적으로 공급된다. 즉, 라이트 빔은 종래에 사용된 라이트 빔과 달리, 이미 도입된 변형과 일치할 수 있는 라이트 빔의 어떤 부분도 포함하지 않는 방식으로 성형된다. 이것은 라이트 빔이 이미 존재하는 변형에 의해 거의 영향을 받지 않고 유지되고, 따라서 유리 부재의 전체 두께 범위에 걸쳐 일관되게 높은 품질로 라인 포커스가 형성될 수 있기 때문에, 특히 고품질의 응력 구역이 형성될 수 있는 것을 보장한다.
- [0071] 빔 공급 또는 에너지 공급과 관련하여, "비대칭"이라는 용어는 본원에서 "비회전 대칭"이라는 의미로 이해된다. 이것은 다른 대칭이 제외되지 않음을 의미한다. 예컨대 에어리 빔은 곡면형 코스가 있는 평면과 평행한 반사면을 갖는다.
- [0072] 에너지가 비대칭으로 공급되면, 바람직하게는 에너지 분포의 영역 도심이 이전에 변형되지 않은 유리 재료의 영역에서 빔 전과 방향에 수직인 평면에 배열되도록 설계되면, 특히 효과적으로 라인 포커스가 기존 변형의 영향

을 받는 것이 방지될 수 있다.

- [0073] 부분 빔은 룬의 반의 반 또는 그의 일부에서 전파될 수 있으며, 이에 따라 부분 빔이 아직 변형되지 않은 유리 영역에서 항상 전파되는 것이 보장된다.
- [0074] 에어리 빔은 특히 비대칭/측면 빔 공급에 적절하다. 베슬 빔은 특히 대칭/방사 빔 공급에 적절하다.
- [0075] 바람직한 구체에에서, 곡면형 포커스 라인이 존재하는 경우가 있다. 이러한 경우, 전문가는 "가속 라이트 빔"에 대해서도 말한다.
- [0076] 따라서, 상황에 따라 많은 수의 상이한 빔 형상(예컨대, 가우스, 베셀, 구면 수차 빔 등)이 본 발명에 특히 잘 사용될 수 있음이 입증되었다.
- [0077] 위상 마스크/수차에 대한 빔 직경의 스케일링 비율은, 2차 최대 값이 공정을 방해하지 않도록 선택해야 한다.
- [0078] 대안으로서 또는 추가로, 본 발명의 제1 및 제2 양태에 있어서, (i) 인장 및/또는 압축 응력 구역에서, 제1 주요 응력의 등압선(isobar)이 분리면에 평행하게 연장되고; (ii) 2개의 압축 응력 구역이 서로 분리되며, 특히 서로 평행하게 그리고 이격되어 연장되며; 및/또는 (iii) 유리 본체의 표면에 평행한 적어도 하나의 횡단면에서, 바람직하게는 모든 횡단면에서, 적어도 단면 방향으로, 바람직하게는 모든 곳에서, i. 인장 응력 구역은 2개의 압축 응력 구역 사이에 샌드위치식으로, 특히 바로 배열되고; 및/또는 ii. 인장 응력 구역은 제1 두께를 가지고, 압축 응력 구역은 제2 두께를 가지며, 여기서 제1 및 제2 두께는 각각 바람직하게는 분리면의 메인 연장 방향에 대해 수직인 방향으로 횡단면에서 측정되고 및/또는 압축 및 인장 응력 구역의 최대 두께는 각각 각각의 횡단면에 존재하며, 여기서 특히 제1 두께는 50 μm 미만, 바람직하게는 10 μm 미만, 더욱 바람직하게는 5 μm 미만, 더더욱 바람직하게는 2 μm 미만, 더더욱 바람직하게는 1 μm 미만, 가장 바람직하게는 0.1 μm 내지 1 μm 이고, 및/또는 제2 두께는 100 μm 미만 및/또는 1 nm 초과, 특히 10 nm 내지 1 μm 인 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0079] 압축 및/또는 인장 응력 구역에서 제1 주요 응력의 등압선이 계획된 분리면에 평행하게 연장되기 때문에, 균열의 특히 신뢰할 수 있는 "채널링" 및 이에 따른 원하는 코스에 따른 분리면의 특히 신뢰할 수 있는 형성이 달성될 수 있다.
- [0080] 이러한 방식으로 압축 응력 구역이 샌드위치식으로 인장 응력 구역을 둘러싸기 때문에, 균열이 인장 응력 구역 내에서 연장되고 그 밖으로 나오지 않는 것이 특히 잘 보장된다. 그 결과, 균열의 전파 및 이에 따른 원하는 경로에 따른 분리면의 형성이 특히 유리하게 지지될 수 있다.
- [0081] 압축 응력 구역 또는 인장 응력 구역에 적절한 두께를 선택하면, 유리 재료의 최소한의 변형으로 분리면과 관련하여 매우 좋은 결과를 얻을 수 있다.
- [0082] 특히, 제1 및 제2 두께가 서로에 대해 선호되는 비율을 충족하는 경우, 2개 구역 유형의 연장을 특히 잘 조정하여, 가능한 한 약한 변형만으로 분리에 대한 양호한 제어 및 분리면과 가장자리 모두의 양호한 특성이 제공된다. 제1 두께에 대한 바람직한 값은 <50 μm , 10 μm , 5 μm , 2 μm , 1 μm , 특히 0.1 μm -1 μm 이다. 제2 두께에 대한 바람직한 값은 <100 μm (또는 그 이상), >1 nm, 특히 10 nm-1 μm 이다.
- [0083] 인장 응력 구역의 폭 또는 압축 응력 구역 사이의 거리는 가능한 한 정확하게 최종 분리면의 위치를 정의하기 위해 가능한 한 작아야 한다. 반면에 압축 응력 구역의 두께는 가능한 한 안정적인 제품을 얻기 위해 가능한 한 두꺼워야 한다(큰 프리스트레싱 깊이). 압축 응력 구역의 두께와 진폭 사이에는 또한 상호 의존성이 있으며, 이는 최적화되어야 한다(프리스트레싱 유리의 경우).
- [0084] 대안적으로 또는 추가로, i. 초기 손상은 바람직하게는 80 $\mu\text{J}/\text{mm}$ 내지 300 $\mu\text{J}/\text{mm}$ 의 펄스 에너지 및/또는 0.1 ps 내지 20 ps의 펄스 지속기간을 포함하는 펄스 레이저에 의해 유리 재료에 도입되고; ii. 균열은 기계적 분쇄에 의해, 절단에 의해 및/또는 적어도 하나의 초단 펄스 레이저(USP) 공정에 의해 전방으로 유도되며; 및/또는 iii. 분리면은 인장 응력 구역 내에 및/또는 2개의 압축 응력 구역 사이에 연장 및/또는 형성되는 것이 본 발명의 제1 및 제2 양태에서 또한 제공될 수 있다.
- [0085] 펄스 레이저에 의해 초기 손상이 유리 재료에 도입되면, 공간적으로 매우 목표화된 방식으로 응용 분야에 최적화된 펄스 에너지로 균열이 개시될 수 있다.
- [0086] 초기 손상의 경우, 펄스 에너지는 0.1 ps-20 ps에서 80 $\mu\text{J}/\text{mm}$ -300 $\mu\text{J}/\text{mm}$ 가 바람직하다. 균열이 기계적 분쇄에 의해, 절단에 의해 및/또는 적어도 하나의 초단 펄스 레이저(USP) 공정에 의해 전방으로 유도되는 경우, 이는

이를 위해 쉽게 이용할 수 있고 쉽게 제어할 수 있는 종래의 익숙한 수단을 사용하여 수행할 수 있다.

- [0087] 바람직한 구체예에서, 본 발명의 제1 및 제2 양태에서, 분리면이 인장 응력 구역 내에 및/또는 제어된 라인 포커스에 의해 형성된 2개의 압축 응력 구역 사이에 연장 및/또는 형성되는 것이 대안적으로 또는 추가로 제공될 수 있다.
- [0088] 대안으로 또는 추가로, 본 발명의 제1 및 제2 양태에 있어서, 국소 영역은 적어도 하나의 횡단면에서 적어도 단면 방향으로 관형 및/또는 원통형 및/또는 곡면형, 특히 초승달 형상으로 유리 재료에 연장되고, 및/또는 바람직하게는 2개의 표면 사이에 에워싸인 유리 본체의 전체 두께 방향을 통해, 유리 본체의 표면으로부터, 상기 표면의 반대쪽의 유리 본체의 표면으로 연장되는 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0089] 바람직한 구체예에서, 국소 영역은 분리면의 메인 연장 방향에 수직인 방향으로 연장된다.
- [0090] 대안으로 또는 추가로, 본 발명의 제1 및 제2 양태에 있어서, 유리 부재, 특히 유리 본체는 적어도 단면 방향으로 및/또는 완전히 디스크형으로 형성되고, 및/또는 유리 재료는 적어도 부분적으로 실리케이트 유리, 예컨대 알루미늄오실리케이트 유리 및/또는 보로실리케이트 유리를 포함하는 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0091] 상기 목적은, 적어도 1종의 유리 재료를 포함하고 적어도 하나의 측면을 갖는 적어도 하나의 유리 본체를 포함하는, 특히 본 발명의 제1 및/또는 제2 양태에 따른 방법에 의해 제조되고 및/또는 제조될 수 있는 유리 서브부재로서, 적어도 단면 방향으로의 적어도 하나의 평면에서의 유리 본체의 응력 값은 바람직하게는 1 MPa 내지 3000 MPa, 특히 50 MPa 내지 700 MPa의 압축 응력에 바람직하게는 완전히 상당하며, 상기 평면은 바람직하게는 측면에 평행하게 연장되는 유리 서브부재가 제안되는 제3 양태에 따라 본 발명에 의해 달성된다.
- [0092] 따라서 본 발명은 유리 본체의 응력 값이 압축 응력에 상당하는 평면을 측면 "뒤에" 유리 재료 내에 유사하게 제공함으로써, 측면 및 그 가장자리에 대해 높은 강도가 달성될 수 있다는 놀라운 발견에 기초한다.
- [0093] 본 발명자들은 유리 본체의 압축 응력이 내부로부터 측면을 안정시켜 가장자리 강도 향상에 기여한다는 사실로 이러한 긍정적인 특성을 설명한다.
- [0094] 압축 응력이 있는 영역은 측면에 직접 배열되거나 그 바로 뒤에 배열될 필요가 없지만, 말하자면 내부로 약간만 오프셋된 구역의 압축 응력도 가장자리 강도에서의 상당한 개선을 가져온다는 것은 주목할 만하다. 그럼에도 불구하고, 측면에 가까운 체적도 압축 응력 하에서 설정되면 근본적으로 유리하다.
- [0095] 인장 응력 구역은 바람직하게는 압축 응력 구역에 비해 상당히 넓다. 측면은 바람직하게는 완전히 압축 응력 구역에 배열된다.
- [0096] 대안으로 또는 추가로, 본 발명의 제3 양태에 있어서, 적어도 단면 방향으로의 유리 본체의 측면에서의 응력 값은 인장 응력에 상당하며, 상기 평면이, 유리 본체의 응력 값이 압축 응력에 상당하는 체적 영역에, 및/또는 유리 본체의 제1 주요 응력의 등압선이 측면에 평행하게 연장되는 평면에 놓이는 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0097] 특히 바람직한 설정은, 평면에서 유리 본체의 제1 주요 응력의 등압선이 측면에 평행하게 연장될 때 제공된다. 이것은 바람직한 (중간) 제품 특성이다.
- [0098] 대안으로 또는 추가로, 본 발명의 제3 양태에 있어서, 측면을 따른, 특히 유리 본체의, 유리 서브부재의 가장자리 강도는, 100 MPa 초과이고 및/또는 전체 측면에 걸쳐 일정한 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0099] 가능한 가장 높은 가장자리 강도는 특히 안정적이고 따라서 사용하기 쉬운 유리 서브부재로 이어진다.
- [0100] 대안으로 또는 추가로, 본 발명의 제3 양태에 있어서, 측면은, 거칠기 깊이 RZ가 5 nm 내지 10 μm , 특히 0.1 μm 내지 5 μm 인, 적어도 단면 방향으로의, 바람직하게는 평균의, 표면 거칠기를 포함하는 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0101] 놀랍게도 낮은 표면 거칠기는 압축 응력 구역에 의해 발생하는 높은 가장자리 강도를 지원하므로, 특히 안정적이고 따라서 사용하기 쉬운 유리 서브부재로 이어진다.
- [0102] 대안적으로 또는 추가적으로, 본 발명의 제3 양태에 있어서, 측면은 편평형 및/또는 곡면형이고, 특히 바람직하게는 측면에 수직인 적어도 하나의 횡단면에, 적어도 단면 방향으로 포물선형 및/또는 원형 코스 및/또는 사차 방정식에 따른 코스를 포함하는 것이 또한 제공될 수 있다.
- [0103] 곡면형 측면의 경우, 그것에 작용하는 힘이 특히 유리하게 전환될 수 있고, 따라서 측면 및 그 가장자리의 안정

성이 증가될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0104] 본 발명의 추가 특징 및 장점이, 본 발명의 바람직한 구체예가 개략적인 도면을 참조하여 설명되는 다음 설명으로부터 나온다.

도면에서:

도 1은 유리 부재의 단일 (이산) 변형에 대한 응력 패턴을 도시한다.

도 2는 (이산) 변형의 중첩으로서 상이한 응력 구역을 갖는 유리 부재를 도시한다.

도 3a는 제1 횡단면에서의 에어리 빔의 광선 추적 모델의 제1 단면도를 도시한다.

도 3b는 제2 횡단면에서의 에어리 빔의 광선 추적 모델의 제2 단면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0105] 예

[0106] 도 1은 직사각형의 디스크형 유리 부재(1)를 평면도로 도시한다. 유리 부재(1)는 유리 재료를 포함하는 유리 본체(3)를 포함한다.

[0107] 유리 부재(1)의 표면(도 1에서 도면의 평면에 평행하게 연장됨)에 수직으로 연장되는 유리 본체(3) 내에 라인 포커스를 형성함으로써, 유리 재료는 전체 깊이 범위에서 그의 응력 값과 관련하여 변형되었다(도 1의 도면의 평면에 수직으로 연장됨). 즉, (동일한 방식으로 도 1의 도면의 평면에 평행한 모든 단면에서) 인장 응력 구역(5) 및 압축 응력 구역(7)이 형성되고, 여기서 인장 응력 구역(7)은 압축 응력 구역(5)에 의해 둘러싸여 있다. 내부에는 압축 응력 구역으로 둘러싸인 인장 응력 구역이 있어야 한다. 이는 더 높은 펄스 에너지(여기서는 고려되지 않음)로 인해 (개방) 채널이 생성되고, 그 벽은 변위된 재료의 압력을 받기 때문이다. 그러나, 본 발명에 따르면, 재료의 변위는 발생하지 않는다.

[0108] 라인 포커스가 원형 단면을 갖기 때문에, 인장 응력 구역(5)도 원형이고, 압축 응력 구역(7)은 환형이고, 동심원으로 배열되며, 인장 응력 구역(5)에 직접 인접한다.

[0109] 본 발명과 관련하여, 유리 본체(3)에서 압축 및 인장 응력 구역(5, 7)을 갖는 (체적) 영역은 본 발명에 따른 국소 영역에 상응할 것이다.

[0110] 도 2는 직사각형의 디스크형 유리 부재(11)를 평면도로 도시한다. 유리 부재(11)는 유리 재료를 포함하는 유리 본체(13)를 포함한다.

[0111] 적어도 하나의 인장 응력 구역(17) 및 적어도 2개의 압축 응력 구역(19)이 (계획된) 분리면을 따라 유리 재료에 형성되도록 하는 방식으로, 유리 본체(13) 내에서 라인 포커스가 제어되었으며, 그 코스는 도 2의 도면의 평면에 수직이고 가장자리(15)에 의해 표시되며, 여기서 인장 응력 구역(17)은 2개의 압축 응력 구역(19) 중 적어도 하나에 의해 적어도 단면적으로 각각 둘러싸여 있다.

[0112] 여기서, 라인 포커스의 제어는, 라인 포커스가 (계획된) 분리면을 따라 유리 재료의 상이한 국소 영역 내에서 연속적으로 형성되고, 이에 따라 이러한 각 국소 영역의 유리 재료가 그의 국소 응력 값과 관련하여 변형되는 것을 포함한다. 이를 위해, 유리 부재(11)는 라인 포커스에 대해 이동되고, 그 결과 라인 포커스는 상이한 국소 영역 내에서 연속적으로 형성될 수 있다. 각 국소 영역에서, 라인 포커스는 그 다음 도 1을 참조하여 설명한 대로 응력 패턴을 생성한다.

[0113] 이 경우, 개별 국소 영역 사이의 거리는, 적어도 바로 인접한 국소 영역이 적어도 부분적으로 중첩되도록 선택되어, 유리 재료에 도입된 연속적인 변형 통로가 (계획된) 분리면을 따라 형성된다. 여기서, 구체적으로, 바로 인접한 2개의 각각의 국소 영역은 도 2의 도면의 평면에 평행한 횡단면에서 국소 영역의 연장부의 가장 큰 직경보다 작은 중심간 거리를 갖는다. 여러 국소 영역의 변형을 중첩하는 수단을 통해 최종적으로 상이한 응력 구역이 (계획된) 분리면을 따라 형성된다. 도 2의 도면의 평면 및 이에 평행한 모든 횡단면에서, 인장 응력 구역(17)은 2개의 압축 응력 구역(19) 사이에 직접 끼워진다.

[0114] 도 2에서, 응력 구역(17 및 19)의 형태로 유리 본체(13)를 통해 연속적으로 연장되는 통로를 명확하게 볼 수 있

다.

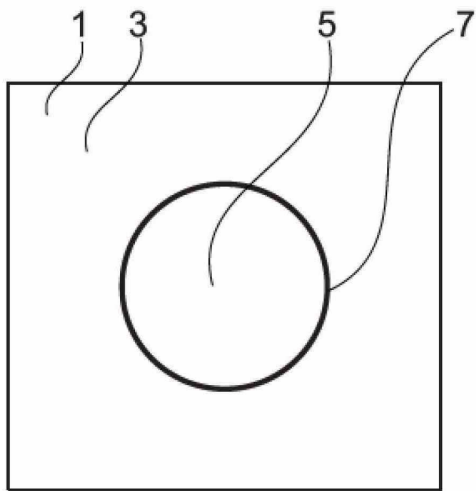
- [0115] 이어서, 균열을 형성하기 위한 초기 손상이 인장 응력 구역(17) 내에서 도입될 수 있으며, 이는 유리 부재(11)가 코스가 있는 (계획된) 분리면에서 2개의 유리 서브부재로 가장자리(15)를 따라 분리될 수 있도록 그 안에서 전방으로 유도될 수 있다.
- [0116] 도 2에서는 예시를 위해 응력 구역(17, 19)이, 당연히 유리 부재(11)를 분리할 필요가 있는 유리 부재(11)의 전체 폭 영역에 걸쳐, 즉 전체 가장자리(15)를 따라 형성되지 않은 것으로 도시되어 있다.
- [0117] 원칙적으로, 라인 포커스는 레이저 빔의 라인 포커스를 나타낼 수 있으며, 레이저 빔은 에어리 빔의 형태로 설계된다.
- [0118] 도 3a는 제1 횡단면에서의 에어리 빔의 광선 추적 모델의 제1 단면도를 도시한다. 여기서, 제1 횡단면은 가상 (예컨대 입방체) 유리 부재의 분리면에 평행하게 연장된다. 이는 분리면이 x-z 평면($y = 0$)에 있고 완전한 곡면형 포커스와 교차함을 의미한다. 도 3a에서, 라인 포커스는 그 중심, 즉 포인트($x = 0; z = 0$) 주변 영역에서 그의 최대 강도를 갖는다. 곡면형 라인 포커스에 상응하여 국소 영역도 동일하게 곡면형으로 연장된다. 본 발명에 따른 방법에서, 인접한 국소 영역은 양의 x 방향으로 차례로 이어진다.
- [0119] 도 3b는 제2 횡단면에서의 에어리 빔의 광선 추적 모델의 제2 단면도를 도시한다. 제2 횡단면은 제1 횡단면에 수직이다. 예컨대, 이것은 가상 (입방체) 유리 부재의 표면이거나 유리 부재 내에서 이와 평행하게 연장되는 평면일 수 있다. 본 발명에 따른 방법에서, 인접한 국소 영역은 양의 x 방향으로 차례로 이어진다.
- [0120] 도 3b의 횡단면은 포인트($x = 0, y = 0$) 주변 영역에서 레이저 빔의 라인 포커스와 교차한다. 또한 양의 x 값 영역에서, 레이저 빔의 측면 부분 빔을 볼 수 있다. 도 3b에서도 볼 수 있듯이, 에어리 빔은 음의 x 값에 대한 측면 구성요소를 갖지 않는다. 대신에, 빔이 본 발명에 따른 방법의 바람직한 구체예에 따라 비대칭적으로 공급된다. 즉, 도 3b의 상황에서는 양의 값을 갖는 룬의 반의 섹션으로부터만 공급된다. 결과적으로, 라인 포커스가 양의 x축 방향으로 상대적으로 이동하면, 이전 변형 영역에서 부분 빔이 발생하지 않는다.
- [0121] 이미 언급한 바와 같이, 용어 "비대칭"은 빔 공급 또는 에너지 공급과 관련하여 "비회전 대칭"의 의미로 이해되어야 한다. 이것은 다른 대칭이 제외되지 않음을 의미한다. 예컨대, 여기에 설명된 에어리 빔은 도 3b에서 볼 수 있듯이 x-z 평면에 평행한 반사면을 갖는다.
- [0122] 전문한 설명, 청구범위 및 도면에 개시된 특징은 개별적으로 그리고 임의의 조합으로 그의 다양한 구체예에서 본 발명에 필수적일 수 있다.

부호의 설명

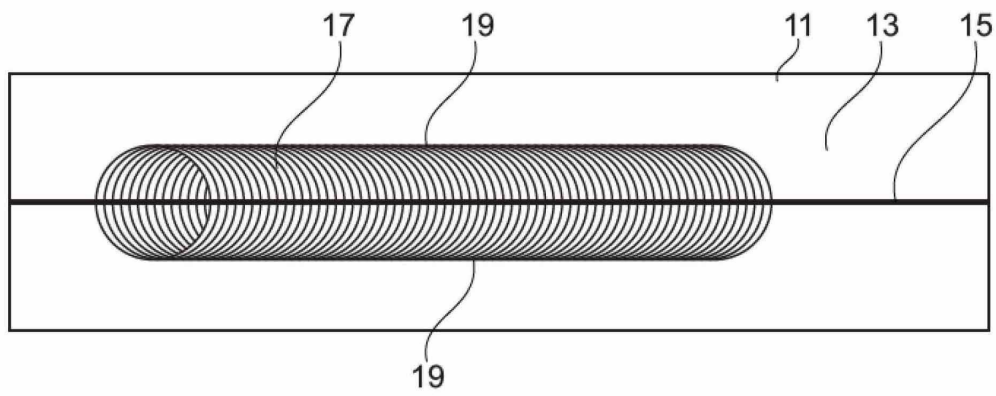
- [0123] 1 유리 부재
- 3 유리 본체
- 5 (인장) 응력 구역
- 7 (압축) 응력 구역
- 11 유리 부재
- 13 유리 본체
- 15 (계획된) 가장자리
- 17 응력 구역
- 19 응력 구역

도면

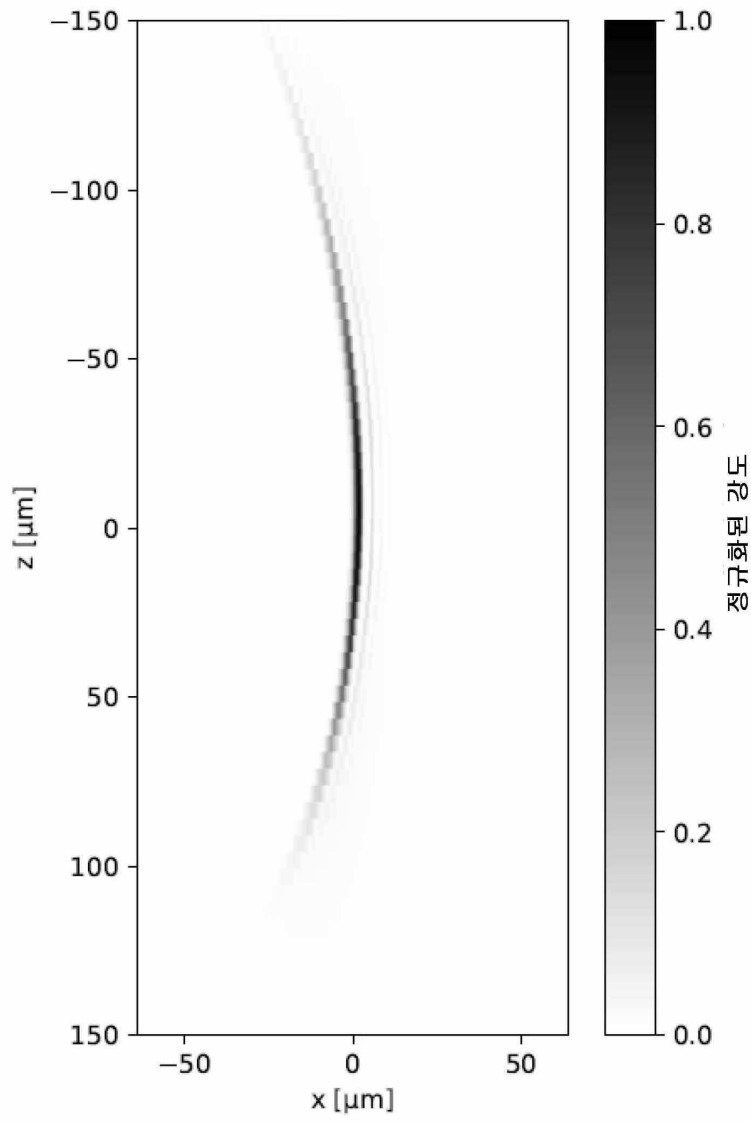
도면1



도면2



도면3a



도면3b

