



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0135733
(43) 공개일자 2020년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 33/02 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03B 33/0222 (2013.01)
C03B 25/087 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0059804
(22) 출원일자 2020년05월19일
심사청구일자 2020년06월24일
(30) 우선권주장
10 2019 113 635.0 2019년05월22일 독일(DE)

(71) 출원인
쇼오트 아게
독일, 마인쯔 55122, 하텐베르그슈트라쎄 10
(72) 발명자
오토너 안드레아스
독일 55435 가우-알게쉴림 마인저-슈트라쎄 6엘
트린크스 올라
독일 95666 미테르테이흐 비에사우어 슈트라쎄 23
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진희, 김태홍

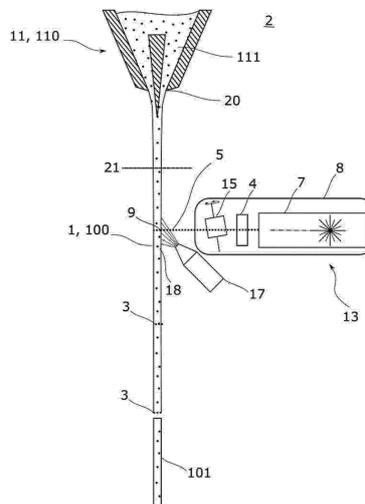
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 유리 부재를 가공하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 더 용이하게 그리고 더 신뢰가능하게 고온 공정 후에 유리 부재의 부품을 제조하는 목적을 기초로 한다. 이 목적을 위해, 초단 펄스 레이저(7)의 펄스 레이저 빔(5)에 의한 천공 라인(3)의 미리 결정된 과정과 함께, 이격된 필라멘트 결합(9)을 유리 부재(1)에 도입하는, 100°C 이상의 승온에서의 고온 가공 공정 동안 또는 그 후에, 유리 부재(1) 분리용 천공 라인(3)을 유리 부재(1)에 도입하며, 필라멘트 결합(9)의 도입 동안 또는 후에, 필라멘트 결합(9)에 기계적 응력을 유도하는 온도 구배를 생성시키기 위해 유리 부재(1)를 냉각시키고, 이에 의해 천공 라인(3)과 함께 유리 부재(1)의 분리에 필요한 과단력을 감소시키는, 유리 부재(1)의 가공 방법이 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C03B 29/10 (2013.01)

C03B 33/0215 (2013.01)

C03B 33/091 (2013.01)

(72) 발명자

바그너 파비안

독일 55118 마인츠 타우누스슈트라쎄 55

에츠 카르스텐

독일 55218 인겔하임 브루터-그림-슈트라쎄 55

자일러 다니엘라

독일 67596 디텔스하임-헤슬로흐 인 덴 에들렌 바
인가르텐 15

클루지 미하엘

독일 63073 오펜바흐 오베물슈트라쎄 16

크제펠카 페터

독일 55246 마인츠-코스트하임 운터 덴 가르텐 10

렌테스 프랑크-토마스

독일 55411 빙겐 괴테슈트라쎄 9

비츠만 안드레

독일 95679 발터스호프 월페르스레우더 슈트라쎄
18

아트만 레이너

독일 95666 미터타이흐 페초페네르슈트라쎄 12

명세서

청구범위

청구항 1

유리 부재(1)를 분할하기 위한 천공 라인(3)을, 100℃ 이상의 승온에서의 고온 가공 공정(hot processing process) 동안 또는 후에 유리 부재(1)에 도입하는 유리 부재(1)의 가공 방법으로서, 이격된 필라멘트 결함(filamentary flaw)(9)을 초단 펄스 레이저(7)의 펄스 레이저 빔(5)에 의해 천공 라인(3)의 미리 결정된 코스를 따라 유리 부재(1)에 도입하고, 필라멘트 결함(9)의 도입 동안 또는 후에, 온도 구배를 생성하기 위해 유리 부재(1)를 냉각시켜서, 필라멘트 결함(9)에서의 기계적 응력을 유도하여, 이에 따라 천공 라인(3)을 따라 유리 부재(1)를 분할하는 데에 요구되는 과단력이 감소되는 가공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 고온 가공 공정은 열간 성형, 특히 유리 용융물(111)로부터의 유리 부재(1)의 형성을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 열간 성형은, 바람직하게는 0.01 mm 내지 20 mm의 범위, 바람직하게는 0.05 mm 내지 10 mm의 범위, 특히 0.1 mm 내지 4 mm의 범위, 가장 특히 바람직하게는 0.1 mm 내지 2 mm의 범위의 두께를 갖는 유리 리본을 제조하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 천공 라인(3)의 도입은, 유리가 10^4 dPa·s의 점도를 갖는 온도 미만의 유리의 온도에서, 바람직하게는 연화점 미만의 온도에서, 특히 바람직하게는 유리 전이 온도 미만의 온도에서 수행하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각은 공기 또는 에어로졸에 의한 블라스팅에 의해 또는 액체의 분무에 의해 수행하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각은 액체 중에서의 퀘칭을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 유리 부재(1)는 초당 50℃ 이상, 바람직하게는 초당 100℃ 이상의 냉각 속도로 냉각시키는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각은, 하나 이상의 시점에서, 필라멘트 결함(9)의 위치에 밀리미터당 50℃ 이상의 온도 구배가 형성되도록 수행하는 것을 특징으로 하는 가공 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 천공 라인(3)은 하기 조건 중 하나 이상이 적용되는 유리 부재(1)상의 위치에 도입하는 것을 특징으로 하는 가공 방법:

- 온도가 100℃ 내지 400℃에 있음,

- 온도가 유리의 하한 냉각점(lower cooling point) 이하임.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 고온 가공 공정은 하기 공정 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 방법:

- 유리 세라믹을 제조하기 위한 유리 부재(1)의 세라믹화,
- 증공, 용기 또는 관 유리의 형태로의 유리 부재의 성형,
- 열 템퍼링,
- 세라믹 색상의 베이킹,
- 유리 부재(1)의 코팅.

청구항 11

- 유리 부재(1)를 고온 가공하기 위한 장치(11), 및
- 천공 라인(3)을 따라 유리 부재(1)를 분할하기 위해 유리 부재(1)에 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)를 포함하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2)로서,
천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는
 - 유리 부재(1)가 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치(11)에서의 가공 동안 가열 전에 100℃ 이상의 온도를 여전히 갖는 유리 부재(1) 가공용 장치(2)의 영역에서, 유리 부재(1)에 방사되도록 배열되고 정렬된 초단 펄스 레이저(7)를 포함하고,
 - 천공 라인(3)의 의도된 코스를 따라 레이저 빔(7)의 충돌 지점을 이동시키기 위해 이동 장치(15)가 제공되며, 초단 펄스 레이저(7)는 유리 부재(1)에 필라멘트 결합(9)을 도입하도록 설정되며,
유리 부재(1) 가공용 장치(2)는
 - 온도 구배를 생성하기 위해, 유리 부재(1)에 필라멘트 결합(9)을 도입하는 동안 또는 도입한 후에 유리 부재(1)를 냉각시켜서, 필라멘트 결합(9)에서의 기계적 응력을 유도하여, 이에 따라 천공 라인(3)을 따라 유리 부재(1)를 분할하는 데에 요구되는 파단력이 감소되도록 배열 및 설계된 냉각 장치(17)를 포함하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 12

제11항에 있어서, 유리 부재(1)를 고온 가공하기 위한 장치(11)는 특히 유리 용융물(111)로부터 유리 부재(1)를 형성하기 위한 열간 성형 장치(110)를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 13

제12항에 있어서, 고온 가공 장치(11)는 세장형 유리 리본(100) 형태의 유리 부재(1)를 인발하기 위한 열간 성형 장치(110)를 포함하고, 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는 두꺼운 가장자리(border)(102)를 각각 갖는 스트립 형상의 엣지(edge) 영역이 절단될 수 있는 유리 리본(100)의 길이 방향으로 천공 라인을 도입하기 위해 설정되는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 14

제9항 또는 제10항에 있어서, 열간 성형 장치(110)는 다운드로우 또는 업드로우 공정, 오버플로우 융합 공정, 리드로우 공정 또는 플로트 공정에 의해 유리 리본(100)을 제조하기 위한 장치, 또는 특히 대너 공정(Danner process) 또는 벨로 공정(Vello process)에 기초하여 유리관을 제조하기 위한 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 15

제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각 장치(17)는 냉각 유체 제트(18)를 방출하기 위한 노즐(20) 또는 액체 중에서 유리 부재를 켄칭하기 위한 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 16

제11항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는, 유리 부재(1) 상의 레이저 빔(5)의 충돌 지점이 냉각 제트(18)에 놓이도록 레이저 빔(5) 및 냉각 제트(18) 모두가 유리 부재(1)를 향하게 하는 가공 헤드(130)를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

청구항 17

제11항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각 장치(17)는, 냉각 제트(18)가 레이저 빔(5)이 충돌하는 영역의 반대쪽에 있는 유리 부재(1)의 영역을 향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유리 부재(1) 가공용 장치(2).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 유리를 원하는 분리 라인을 따라 분할하는 것에 의한 유리의 가공에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 분리 라인을 도입하기 위한 레이저 보조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 의도된 선을 따라 유리 시트를 분리하기 위해, 종종 스코어링 및 파단 방법이 사용된다. 이것은 유리가 선을 따라 먼저 스코어링된 다음 선에 굴곡 응력을 가함으로써 파단되는 것을 포함한다. 그러나, 이것은 특히 두꺼운 유리의 경우 분할에 의해 선에서 생성된 모서리면이 제대로 작동하지 않아, 더 이상 측면에 수직이 되지 않을 수 있는 문제를 수반한다.

[0003] WO 2015/095088 A1은 디스플레이 유리를 레이저 절단하는 방법을 개시한다. 이 방법에서, 유리 리본의 오버플로우 융합 형성 공정 후, 원하는 의도된 윤곽 및 크기의 유리 시트를 얻기 위해, 유리 리본의 경계가 절단되고, 유리 리본이 길이로 절단된 다음, 원하는 포맷으로 절단하는 공정이 수행된다. 절단은 초단 펄스 레이저로 이루어질 수 있다. 상응하는 상황은 또한 WO 2015/095091 A1에 기술되어 있다.

[0004] US9975799 및 WO 2016/007843은 특히 바이알의 목을 따라 필라멘트화하고 이어서 특히 CO₂ 레이저에 의해 기계적 또는 열 응력을 도입함으로써 필라멘트 라인을 따라 분리함으로써, 압력 열 성형(스트링 리본 공정으로 공지됨)에 의해 유리 리본으로부터 형성된 바이알을 분리하는 것을 개시한다. 분리 작업은 열간 성형 공정 직후에 일어난다.

[0005] 상기 인용된 문헌은 열간 성형 공정 후에 초단 펄스 레이저 공정이 수행되며, 고온 상태(hot state)에서의 파단을 위한 준비와 냉간 상태에서의 기관의 분리 사이에 별개의 시간차가 제공되지 않는 것이 공통적이다.

[0006] 필라멘트화는 열 기반 공정이기 때문에, 열팽창 계수와 같은 재료 특성뿐만 아니라 가공 중 공작물의 온도에도 의존한다. 실온에서의 취성 재료의 필라멘트화와 고온에서의 동일한 재료 사이에는 상당한 차이가 있는 것으로 밝혀졌는데: 필라멘트화 공정에 의해 생성된 국소 온도차 ΔT 는 가공물 온도가 증가함에 따라 떨어지기 때문에, 낮은 기재 온도보다 높은 공작물 온도에서 필라멘트화의 영역에서 훨씬 낮은 응력이 발생한다. 그 다음, 재료의 손상 정도가 또한 고온에서 상응하게 낮아진다. 생성된 필라멘트 주위의 손상 정도의 차이는 (높은 공작물 온도에서의 필라멘트화의 경우) 훨씬 큰 파단력에 의해 나타나며, 이는 추가로 훨씬 더 큰 편차를 갖는다.

[0007] 따라서, 필라멘트화 공정 동안 처리 온도가 증가함에 따라, 필라멘트화 라인을 개방하는 데에 필요한 파단력 및 그 편차가 증가한다는 것이 놀랍게도 발견되었다. 이 효과는 유리의 변형 온도까지 계속되며, 이 온도에 도달시 재료 결합의 절단성이 급격히 떨어진다. 이러한 효과는 인라인 공정에서, 특히 열간 성형 범위에 가깝거나 이 범위 내에 있는 고온에서 필라멘트화 방법의 적용에 있어서 상당히 중요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명은 특히 열간 성형과 같은 열간 공정에 따라 유리 부재의 분할을 더 용이하고 더 신뢰성있게 하는 것을 목적으로한다. 이 목적은 독립 청구항의 주제에 의해 달성된다. 본 발명의 유리한 개선이 각각의 종속항에 명시되어 있다.

[0009] 버스트 및/또는 버스트 주파수에서 펄스 수를 증가시킴으로써, 고온에서 분리 라인에서의 절단성 감소의 영향이 대응될 수 있으며, 이에 의해 더 심각한 결함 및 결과적인 더 낮은 파단력이 생성된다. 그러나, 본 발명은 레이저에 의해 도입된 결함 영역에서 급속 냉각이 수행되는 경우, 파단력 및 그 편차가 크게 감소될 수 있다는 인식에 기초한다. 개질된 물질의 영역에서 필라멘트화 공정 후에 직접 강제 냉각에 의해 야기되는 파단력 및 그 편차의 저하의 영향은 모두 냉각 속도가 높을수록 더 크고, 냉각 속도가 높을수록 파괴력의 감소는 더 크다.

과제의 해결 수단

[0010] 따라서, 본 발명은, 이격된 필라멘트 결함이 초단 펄스 레이저의 펄스 레이저 빔에 의해 천공 라인의 예정된 경로를 따라 유리 부재에 도입되며, 필라멘트 결함의 도입 동안 또는 후에, 유리 부재는 온도 구배를 생성하기 위해 냉각되어, 이것이 필라멘트 결함에서의 기계적 응력을 유도하여, 이에 따라 천공 라인을 따라 유리 부재를 분할하는 데에 요구되는 파단력이 감소되는, 100℃ 이상, 바람직하게는 200℃ 이상, 특히 바람직하게는 300℃ 이상의 승온에서의 고온 가공 공정 동안 또는 후에, 유리 부재를 분할하기 위한 천공 라인이 유리 부재에 도입되는 유리 부재의 가공 방법을 제공한다.

[0011] 유리 부재를 가공하기 위한 대응 장치는

[0012] - 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치, 및

[0013] - 천공 라인을 따라 유리 부재를 분할하기 위해 천공 라인을 유리 부재에 도입하기 위한 장치

[0014] 를 포함하며, 천공 라인을 도입하기 위한 장치는

[0015] - 유리 부재가 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치에서의 가공 동안 가열 전에 100℃ 이상의 온도를 여전히 갖는 유리 부재 가공용 장치의 영역에서, 유리 부재에 방사되도록 배열되고 정렬된 초단 펄스 레이저

[0016] 를 포함하고, 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치에서의 가공으로부터의 유리 부재는 여전히 100℃ 이상의 온도를 가지며,

[0017] - 천공 라인의 의도된 코스를 따라 레이저 빔의 충돌 지점을 이동시키기 위해 이동 장치가 제공되며,

[0018] 초단 펄스 레이저는 유리 부재에 필라멘트 결함을 도입하도록 설정되며, 유리 부재 가공용 장치는

[0019] - 온도 구배를 생성하기 위해 유리 부재에 필라멘트 결함을 도입하는 동안 또는 도입한 후에 유리 부재를 냉각시켜서, 필라멘트 결함에서의 기계적 응력을 유도하여, 이에 따라 천공 라인을 따라 유리 부재를 분할하는 데에 요구되는 파단력 및 통상적으로 이의 편차도 감소되도록 배열 및 설계된 냉각 장치

[0020] 를 포함한다. 파단력 및 편차는 이 경우 고온 상태에서의 필라멘트화와 비교하여 감소되고; 적절한 냉각에 의해, 실온에서의 필라멘트화와 비교하여 감소가 훨씬 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명으로, 파단력을 낮추는 것 외에, 취성 재료의 파단에 통상적인 통계적 분포가 또한 감소된다. 이는 유리 부재를 분할할 때 신뢰성을 증가시키거나 제어되지 않은 파손의 가능성을 감소시키는 데에 매우 유리하다.

[0021] 천공 라인의 도입이 일어나는 승온은 절대 온도로서 상기 기재한 바와 같이 선택될 수 있을 뿐만이 아니다. 본 발명의 일구체예에 따르면, 유리의 온도 선택은 실온과 유리 전이 온도 사이의 간격에 기초한다. 개발에 따르면, 이 점에서는, 유리 부재를 분할하기 위한 천공 라인이 승온에서의 고온 가공 공정 동안 또는 후에 유리 부재에 도입되고, 여기서 온도는 실온에서 유리 전이 온도까지의 온도 차이의 1/2 이상, 20℃ 실온과 비교하여 증가되는 것이 제공된다. 예컨대, 유리의 유리 전이 온도가 520℃인 경우, T_g 와의 차이의 1/2은 250℃의 온도 증가에 해당한다. 따라서, 천공 라인은 적어도 실온 (20℃) + 250℃, 즉, 270℃ 이상의 온도에서 도입된다. 개발에 따르면, 이 경우 천공 라인의 도입은 적어도 실온에, 실온과 유리 전이 온도 사이의 온도 간격의 3/4을 더한 온도에서 수행한다. 상기 예의 경우, 이는 적어도 $20℃ + (3/4) * 500℃ = 395℃$ 의 온도일 것이다.

- [0022] 특히 바람직하게는, 본 발명은 열간 성형 공정 형태의 고온 가공 공정에 사용된다. 따라서, 바람직한 구체예에 따르면, 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치는 유리 부재를 열간 성형하기 위한 장치를 포함한다. 특히, 열간 성형은 용융물로부터 유리 부재를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0023] 필라멘트화 공정 직후 또는 조사 직후에 강제 냉각에 의해 파단력을 효과적으로 낮추기 위해, 레이저 기반 열 분리, 예컨대 CO₂ 레이저로의 분리와 조합된 냉각 방법에 의존할 수 있다. 예컨대, 공기, 다른 기체 매체 또는 공기/기체-액체 혼합물(에어로졸)로 블라스팅하거나 액체에 침지하여 퀘칭(quenching)할 수 있다. 퀘칭은 또한 유리 노즐이 통과하는 주입 노즐로부터의 액체 커튼에 의해 이루어질 수 있다. 냉각시, 기체의 개질된 영역의 접촉이 필라멘트 결합과의 영역의 적어도 국소적인 냉각이 일어나게 하여, 필라멘트 변형, 또는 필라멘트 결합 주위의 미세 균열을 증가시키는 국소적 열 응력을 발생시키고, 따라서 재료의 추가 약화를 유도하는 것이 바람직하다. 냉각 방법의 선택은 특정 경우에 관련된 생산 제약 및 공정 파라미터의 요건에 따라 이루어질 수 있다.
- [0024] 필라멘트화 후 국소 퀘칭은 응력을 증가시키고, 결과적으로 미세 균열의 형성 또는 신장을 증가시켜, 이후의 분리에 요구되는 파단 응력이 더 큰 사전 손상의 결과로서 낮아진다.
- [0025] 본 발명의 목적을 위해 초단 펄스 레이저로서 특히 적절한 것은 1064 나노 미터의 파장을 갖는 네오디뮴-도핑된 이트륨-알루미늄-가넷 레이저이다. 이 레이저는 본 개시에서 설명된 모든 구체예에 사용될 수 있다. 본 발명에 적절한 초단 펄스 레이저의 평균 전력은 바람직하게는 20 내지 300 와트의 범위이다. 필라멘트 결합을 달성하기 위해, 본 발명의 유리한 개발에 따라, 400 마이크로줄 이상의 버스트에서의 펄스 에너지, 보다 유리하게는 500 마이크로줄 이상의 전체 버스트 에너지가 사용된다.
- [0026] 소위 버스트 모드에서 초단 펄스 레이저의 작동 중에, 반복 속도는 버스트 방출의 반복 속도이다. 펄스 지속 시간은 레이저가 단일 펄스 모드에서 작동하는지 또는 버스트 모드에서 작동하는지와는 본질적으로 독립적이다. 버스트 내의 펄스는 통상적으로 단일 펄스 모드에서 하나의 펄스와 같은 유사한 펄스 길이를 갖는다. 버스트 주파수는 15 MHz 내지 90 MHz, 바람직하게는 20 MHz 내지 85 MHz의 간격일 수 있다. 일례에 따르면, 버스트 주파수는 예컨대 15 MHz이고, 버스트 내의 펄스의 수는 1 내지 10 펄스, 예컨대 6 펄스이다.
- [0027] 본 발명의 일구체예에 따르면, 인접한 필라멘트 결합 사이의 평균 거리는 일반적으로 1 μm 내지 10 μm, 바람직하게는 3-8 μm이다.
- [0028] 필라멘트 결합에 충분한 기계적 응력을 발생시켜 후속 분리 공정을 용이하게 하기 위해, 다른 구체예에 따르면, 유리 부재는 초당 50°C 이상의 냉각 속도, 바람직하게는 100°C 이상의 냉각 속도로 냉각되는 것이 제공된다. 이는 전체 냉각 영역, 바람직하게는 표면, 그러나 적어도 필라멘트 결합의 위치에 적용될 필요는 없다. 바람직하게는, 냉각은 또한 적어도 한 시점에서 밀리미터당 50°C 이상의 온도 구배가 각 경우에 필라멘트 결합의 위치에 형성되도록 수행된다. 이 온도 구배는 표면을 따라 및/또는 유리의 부피 내에 놓일 수 있다. 예컨대, 유리를 퀘칭할 때, 표면은 넓은 영역에 걸쳐 냉각되어, 유리의 표면의 내부로의 온도 구배가 생성된다. 따라서 구배는 그 다음 필라멘트 결합의 길이 방향으로 진행된다.
- [0029] 본 발명은 첨부 도면을 기초로 하여 그리고 이를 참고로 하여, 아래에서 보다 정확하게 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 유리 부재를 가공하기 위한 장치를 도시한다.
- 도 2는 장치의 변형을 도시한다.
- 도 3은 플로트 유리의 제조 장치를 도시한다.
- 도 4는 천공 라인을 유리관에 도입하기 위한 장치를 도시한다.
- 도 5는 천공 라인을 파단할 때의 파단력의 측정 값의 도면이다.
- 도 6 및 도 7은 대너 공정 및 벨로 공정에 의해 유리관을 제조하기 위한 장치를 도시한다.
- 도 8은 가공 헤드를 도시한다.
- 도 9는 레이저 빔의 충돌 지점과 반대측의 냉각을 갖는 구성을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 발명의 상세한 설명
- [0032] 도 1은 예로서 유리 부재를 가공하기 위한 장치(2)의 구체예를 도시한다. 본 개시의 맥락에서, "가공"이라는 용어는 또한 일반적으로 그의 생산을 포함한다. 일반적인 가공은 유리 부재의 열간 성형이다. 도 1은 이러한 가공의 예이다. 여기서, 연속 유리 리본(100) 형태의 유리 부재는 유리 용융물(111)로부터 하향의 슬롯형 노즐(20)을 통해 인발된다. 유리 리본 또는 유리 시트에 대한 이러한 열간 성형 공정은 또한 다운드로우 공정으로서 공지되어 있다. 오버플로우 융합 공정에 기초한 열간 성형이 또한 유사하게 가능하다. 노즐(20)로부터의 거리가 증가함에 따라, 위치(21)에서 온도가 유리 전이 온도(Tg) 미만인 될 때까지, 유리의 온도가 떨어진다. 일반적으로, 도시된 특정 예에 제한되지 않고, 천공 라인의 도입이 유리 전이 온도 미만의 유리의 온도에서 발생하는 바람직한 구체예에 따라 제공된다. 그러나, 적어도 부분적으로 유리 전이 온도 초과에서 천공 라인을 도입하는 것이 가능하다. 그때 상한으로서 용융 온도, 또는 유리 점도가 10^4 dPa·s의 값을 갖는 온도가 간주된다. 그러나, 도입 후 필라멘트의 형태 및 위치에 더 이상 영향을 미치지 않기 위해, 유리 전이 온도 미만의 온도에서의 필라멘트화가 바람직하다. 이 조건은 연화점 미만의 온도, 즉, 점도가 $10^{7.6}$ dPa·s의 값을 갖는 온도에서 이미 충족될 수 있는데, 유리가 이미 이 온도 아래에서 치수적으로 안정하기 때문이다. 본 발명의 개발에 따르면, 따라서 천공 라인(3)의 도입은 유리의 점도가 10^4 dPa·s 미만인 온도, 바람직하게는 연화점 미만의 온도, 특히 $10^{11.5}$ dPa·s의 점도에서 변형 온도 미만, 특히 바람직하게는 10^{13} dPa·s의 유리 점도에서 상한(upper) 냉각점 미만의 온도, 가장 바람직하게는 유리 전이 온도 미만의 유리 온도에서 수행한다.
- [0033] 장치(2)는 일반적으로 유리 부재(1)에 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)를 포함한다. 천공 라인(3)은 유리 부재(1)가 나중에 천공을 따라 쉽게 분할될 수 있도록, 의도된 소정의 파단점 또는 재료의 약화를 나타낸다. 장치(13)는, 유리 부재(1)가 여전히 100℃ 이상의 온도를 갖는 유리 부재(1) 가공용 장치(2)의 영역에, 유리 부재(1), 여기서는 즉, 유리 리본(100)에 방사되도록 배열되고 정렬된 초단 펄스 레이저(7)를 포함한다.
- [0034] 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 그러나 레이저 빔(5)의 충돌 지점은 유리가 유리 전이 온도에 도달하는 위치(21)보다 노즐로부터 더 멀리 떨어진 위치에 있는 것이 바람직하다. 유리의 온도는 결과적으로 일반적으로 100℃ 내지 유리 전이 온도의 범위에 있다.
- [0035] 일반적으로, 도시된 바와 같이, 레이저 빔을 맞추기 위해 빔 성형 광학 유닛(4)이 제공될 수 있다. 특히, 빔 형성 광학 유닛(4)은 유리에서 전력 밀도를 증가시키기 위해 레이저 빔(5)을 집속할 수 있다. 개별 필라멘트 결합(9)은 레이저 빔(5)의 전파 방향에 따라 유리 부재(1)의 표면에 횡 방향으로, 바람직하게는 수직으로, 종 방향으로 연장된다.
- [0036] 도시된 예의 경우에, 유리 부재(1)의 가공은 개별 유리 시트(101)로의 분리를 포함한다. 천공 라인(3)은 여기에 제어된, 깨끗한 파단을 제공한다. 서로 옆에 놓인 필라멘트 결합(9)을 포함하는 천공 라인(3)을 도입하기 위해, 이 예에서, 표시 평면에 수직으로 그리고 유리 리본(100)의 길이 방향에 수직으로 진행하여, 레이저 빔(5)은 이에 따라 길이 방향에 수직으로 리본(100) 위를 이동한다. 이를 위해, 천공 라인(3)의 의도된 코스를 따라 레이저 빔(7)의 충돌 지점을 이동시키기 위해 이동 장치(15)가 제공된다. 이는 레이저 빔이 유리 위에 안내되는 것, 및 유리가 레이저 빔을 지나 안내되는 것 양쪽을 포함한다. 유사하게, 두 변형의 조합이 가능하다. 레이저 빔(5)을 유리 리본(100)의 이동 방향에 수직으로 이동시키기 위해, 예컨대 검류계 스캐너가 사용될 수 있다. 유리 리본(100)은 그 자체로 동시에 전진하기 때문에, 이동 장치(15)는 유리 리본의 이동을 보상하기 위해 유리 부재(1) 위로 레이저 빔(5)을 약간 비스듬히 안내할 수 있다. 따라서 검류계 스캐너는 여기서 약간 비스듬히 배열된 것으로 도시되어 있다. 이 구체예에서, 유리 리본의 옛지에 수직으로 진행되는 절단 과정을 보장하기 위해, 스캐닝 미러의 경사 위치는 유리 리본의 속도에 의존하고, 필요한 경우 맞춰질 수 있다.
- [0037] 열간 성형 공정 부근의 특수한 주변 조건으로 인해, 특히 도시된 예에서와 같이 유리 용융물로부터 성형하는 경우에, 도시된 바와 같이 빔 성형 광학 유닛(4) 및 장치(13)의 추가의 부재가 필요한 경우 냉각 인클로저(8)에 배열되는 것이 유리하다. 특히, 레이저(7) 및/또는 이동 장치(15)도 냉각 인클로저(8)에 배열될 수 있다. 냉각 인클로저는 유리하게는 일반적으로 장치(2)에 제공될 수 있고, 도 1의 예에 제한되지 않는다.
- [0038] 서로 옆에 놓인 필라멘트 결합(9)을 포함하는 천공 라인(3)이 도입되면, 최종적으로 개별 유리 시트(101)가 절단될 수 있다. 이 방법의 하나의 이점은, 유리가 여전히 뜨거울 때 분리 준비가 수행되기 때문에, 유리가 커버하는 거리가 단축될 수 있다는 것이다. 유리의 고온에서, 상기 설명된 바와 같이, 도입된 필라멘트 결합은 일반적으로 실온에서 가공할 때와 같이 뚜렷하지 않다. 그럼에도 불구하고, 신뢰성 있고 용이한 분리성을 달성하기

위해, 필라멘트 결합(9)의 도입 동안 또는 후에, 유리 부재(1)는 공간적으로 한정된 방식으로, 즉, 필라멘트 결합의 부근에서 냉각되어 온도 구배를 생성하고, 이것이 필라멘트 결합(9)에서의 기계적 응력을 유도하여, 이에 의해 천공 라인(3)을 따라 유리 부재(1)를 분할하는 데에 요구되는 파단력이 감소된다. 이를 위해, 유리 부재(1) 가공용 장치(2)는, 필라멘트 결합(9)을 도입하는 동안 또는 도입 직후, 가능한 빨리 유리 부재(1)를 냉각하여 언급된 온도 구배가 생성되도록 배열된 냉각 장치(17)를 갖는다. 특히 얇은 유리의 경우, 충분한 응력을 형성하기 위해 이 경우에는 높은 냉각 속도가 유리하다. 냉각 속도는 초당 50℃ 이상인 것이 바람직하다.

[0039] 특히 바람직한 구체예에 따르면, 냉각 장치(17)는 냉각 유체 제트(18)를 방출하기 위한 노즐(20)을 포함한다. 냉각은 예컨대 공기, 다른 기체 매체 또는 에어로졸(가스-액체 혼합물), 바람직하게는 담체로서의 공기로 블라스팅함으로써 일어날 수 있다. 냉각 유체는 또한 액체 제트일 수 있다. 따라서, 본 발명의 일구체예에 따르면, 도시된 특정 예에 제한되지 않고, 냉각은 공기 또는 에어로졸에 의한 블라스팅에 의해 또는 액체의 분무에 의해 수행하는 것이 제공된다.

[0040] 추가의 구체예에서, 냉각은 실온보다 낮은, 특히 바람직하게는 0℃보다 낮은 바람직한 온도에서 더 차가운 액체를 켈칭함으로써 수행된다. 이 구체예는 대안으로서 또는 블라스팅에 추가하여 일어날 수 있다. 예컨대, 블라스팅에 의한 보다 신중한 제1 냉각 후에, 켈칭에 의한 급속 냉각이 일어날 수 있다.

[0041] 도 2는 도 1에 따른 구체예의 대안적인 또는 추가 구성을 도시한다. 유리 부재(1) 가공용 장치(2)의 이 구체예의 경우, 연속 유리 리본(100)은 특히 얇은 유리 리본의 형태로 노즐(20)로부터 마찬가지로 인발된다. 도시된 바와 같이, 인발은 다운드로우 공정 또는 오버플로우 융합 공정에 의해 수행될 수 있다. 추가의 일반적으로 적용가능한 열간 성형 공정은 예비 성형품이 가열되고 인발되는 리드로우 공정이다. 일반적으로 그리고 도시된 예 및 인발 공정에 제한되지 않고, 유리 리본의 두께는 바람직하게는 0.01 mm 내지 20 mm의 범위, 바람직하게는 0.05 mm 내지 10 mm의 범위, 특히 0.1 mm 내지 4 mm의 범위, 가장 특히 바람직하게는 0.1 mm 내지 2 mm의 범위에 있다.

[0042] 공정의 결과로서, 이것은 유리 리본의 두 엷지에 소위 경계(즉, "비드형" 비후)의 형성을 동반하며, 이는 특히 레이저 공정, 예컨대 CO₂ 레이저 또는 초단 펄스 레이저를 사용하는 레이저 공정에 의해 절단될 수 있다. 분리 작업 동안 소모되는 높은 파단력으로 인해, 유리 리본에의 균열이 동반되어 유리 리본이 파손될 수 있다. 따라서, 실시예에 도시된 바와 같이, 열간 성형 구역으로부터 나오는 유리 리본은 2개의 초단 펄스 레이저(7)에 의해 경계 영역에서 필라멘트화되고, 그 직후 냉각 노즐 형태의 냉각 장치(17)에 의해 천공 라인(3)을 따라 일측 또는 양측에서 국소적으로 냉각된다. 냉각 속도는 (유리 리본에 응력을 발생시키는) 양질 표면에서의 유리 리본(100)의 영향을 방지하기 위해, 냉각 유체의 유량을 각각의 열간 성형 공정의 공정 파라미터(유리 리본 온도 및 전진 속도)로 제어함으로써 맞출 수 있다. 이러한 방식으로 제조된 유리 리본(100)은 기계적 응력을 도입함으로써 (예컨대 생산 라인의 수평 부분으로의 편향 동안 또는 후에) 차가운 상태에서 절단될 수 있다. 이를 위한 한 가지 가능성은 천공 라인(3)을 천공 롤러 위로 가져가는 것이다.

[0043] 가장자리(102)는 유리 리본(100)의 엷지를 따라 길이 방향으로 연장된다. 따라서, 천공 라인(3)이 또한 엷지 근처에서 유리 리본의 길이 방향으로 도입된다. 본 발명의 이 구체예의 경우에, 레이저 빔(5)은 본질적으로 고정되어 유지될 수 있다. 이동 장치(15)는 여기서 특히 유리 리본(100)을 인발하고 결과적으로 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)를 지나서, 특히 하나 이상의 초단 펄스 레이저를 지나서 이동하는 인발 롤러(25)를 포함한다.

[0044] 일반적으로, 도시된 특정 예에 제한되지 않고, 요약하면, 일구체예에 따르면, 고온 가공 장치(11)는 세장형 유리 리본(100) 형태로 유리 부재(1)를 인발하기 위한 열간 성형 장치(110)의 형태로 제공되며, 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는 두꺼운 가장자리(102)를 각각 갖는 스트립 형상의 엷지 영역이 절단될 수 있는 유리 리본(100)의 길이 방향으로 천공 라인을 도입하기 위해 설정된다. 도시된 바와 같이, 이동 장치(15)는 인발 장치, 특히 인발 롤러(25)를 포함할 수 있다. 구체예는 다른 인발 공정, 예컨대 업드로우 공정, 오버플로우 융합 공정 및 리드로우 공정, 및 관 인발 공정, 특히 대너 공정 또는 벨로 공정에 유사하게 적용될 수 있다.

[0045] 도 3은 또 다른 변형을 보여준다. 여기서, 유리 부재(1) 가공용 장치(2)는 재차 유리 리본(100)을 제조하기 위한 장치이다. 여기서, 고온 가공용 장치(11)는 플롯 탱크(31)를 포함한다. 유리 용융물(111)은 용융 탱크(29)로부터 플롯 탱크(31)로 유동하고, 인발 롤러에 의해 거기에서 분배되고 그로부터 인발되어, 주석 베스(33) 상에 부유하는 유리 리본(100)을 형성한다. 유리 리본(100)은 이어서 어닐링 레어(35)를 통과한다. 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는 바람직하게는 어닐링 레어(35)의 출구에 배치된다. 그러나 어닐링 레어 이전 또는 어닐링 레어 내에 천공 라인을 도입하는 것이 또한 가능하다. 냉각 장치(17)는 장치(13)에 통합되거나 장

치(13)의 하류에 배치될 수 있다. 예컨대, 냉각 장치는 유리를 국소적으로 퀘칭하기 위해 재차 하나 이상의 냉각 노즐 또는 아니면 액체 욕 또는 액체 제트 또는 커튼용 주입 노즐을 포함할 수 있다.

[0046] 또한, 도 3에 도시된 구체예의 경우에, 장치(13)는 유리 리본(100)의 가장자리(102)를 절단하기 위해 유리 리본(100)의 길이 방향으로 연장되는 엿지에서 천공 라인(3)을 도입하는 목적을 제공할 수 있다. 일반적으로 예컨대 이미 언급된 크라운형 롤러 형태의 분리 장치(37)가 절단을 위해 제공될 수 있다. 가장자리(102)는 유리 리본(100)의 나머지에서 분리 장치(37)에서 분리된 다음, 유리 부스러기 용기 내에 모일 수 있다. 어닐링 레어(35)를 통한 유리 리본(100)의 운반은, 레이저 빔이 유리 부재(1) 또는 유리 리본(100) 위로 안내되는 이동 장치(15)의 일부를 형성하는 운반 롤러(39)에 의해 이루어진다.

[0047] 바람직하게는, 어닐링 레어의 출구에서의 온도는 100°C 내지 400°C이다. 이것은 또한 일반적으로 고온 가공 공정은 독립적으로 바람직한 온도 범위이다. 마찬가지로, 하한 냉각점 이하의 온도, 즉, 유리의 점도가 10^{13} dPa·s 이상인 온도에서 천공 라인(3)을 도입하는 것이 바람직하다. 이 조건은 통상적으로 어닐링 레어의 출구에서 충족된다. 하한 냉각점 미만의 온도는 냉각 장치(17)에 의한 냉각 동안 원하지 않는 영구 응력의 축적을 피할 수 있게 한다. 따라서, 본 발명의 개발에 따라, 천공 라인 라인(3)은 상기 언급된 조건들 중 하나 이상이 만족되는, 즉, 100°C 내지 400°C 사이의 또는 하한 냉각점 미만의 기술된 온도인 유리 부재(1) 상의 위치에서 도입된다. 말할 필요도 없이, 본 발명의 이러한 개발은 플로트 공정으로 제한되지 않고, 대신에 모든 고온 가공 공정의 경우에 천공 라인을 도입할 때 기술된 온도 범위가 사용될 수 있다.

[0048] 플로트 공정은 두께가 0.3 mm 내지 8 mm, 바람직하게는 최대 4 mm 이하인 더 두꺼운 유리의 제조에 특히 적절하다. 그러나, 이러한 더 두꺼운 유리는 다른 기술된 인발 공정에 의해 제조될 수도 있다. 일반적으로, 도 1 내지 도 3에 도시된 특정 구체예에 제한되지 않고, 열간 성형용 장치(110)는 따라서 다운드로우 공정, 오버플로우 용합 공정, 리드로우 공정 또는 플로트 공정에 의해 유리 리본(100)을 제조하기 위한 장치를 포함한다.

[0049] 유리관을 분리하기 위한 예에 대한 설명이 이어진다. 이 경우, 유리관(재료: Fiolax clear; 직경: 6.85 mm; 내부 직경: 4.85 mm)을 관형 킬른에서 약 304°C로 가열하였다. 고온계로 온도를 측정하였다. 유리관을 노에서 꺼내고, 모터 구동 스핀들 상에서 회전시키면서 주위 원을 따라 직접 필라멘트화하였다. 도 4는 여기에서 이동 장치(15)로서 작용하고 모터(152)에 의해 구동되는 스핀들(151) 상의 관의 배열을 개략적으로 도시한다. 레이저 빔(5)에 의한 조사 동안의 회전은 유리관(103) 상의 주변의 천공 라인(3)을 생성하는 효과를 갖는다. 필라멘트 결합(9)을 생성하기 위해, 파장 1064 nm의 초단 펄스 레이저(7)가 사용되었다. 레이저 빔(5)은 20 mm의 초점 길이를 갖는 빔 형상 광학 유닛(4)으로서 이중 볼록 렌즈(40)에 의해 유리 부재(1) 또는 유리관(103) 상에 포커싱된다. 레이저 빔(5)의 원시 빔(raw beam) 직경은 12 mm였다. 초단 펄스 레이저는 버스트당 4개의 펄스를 갖는 버스트 모드에서 작동되었다. 레이저의 회전 속도 및 반복 속도는 필라멘트 결합이 외부 표면의 천공 라인을 따라 7 μm의 간격이 되도록 설정되었다.

[0050] 측정의 제1 시리즈에서, 천공 라인(3)이 제공된 유리관(103)은 능동 냉각없이 냉각시켰다. 측정의 제2 시리즈에서, 유리관(103)을 물로 퀘칭하였다. 비교 시험으로서, 측정의 제3 시리즈에서, 유리관을 실온에서 초단 펄스 레이저로 처리하였다. 마지막으로, 측정의 제4 시리즈에서, 304°C에서 필라멘트화한 후, 유리관(103)를 공기/물 냉각 혼합물 또는 공기-물 에어로졸을 천공 라인을 따라 적용하는 것에 의해 냉각 노즐로 강제 냉각함으로써 냉각시켰다. 부피 유량은 0.2 ml/분이었다. 측정의 각 시리즈에 대해, 24개 이상의 샘플이 시험되었다. 천공 라인(3)의 강도는 평균 파괴 응력 또는 와이불(Weibull) 파라미터를 결정함으로써 DIN EN 843-1에 따른 변형된 굽힘 강도 시험으로 결정되었다.

[0051] 도 5는 이중 로그 스케일 축을 사용한 다이어그램의 측정 결과를 보여준다. 이 다이어그램의 표시는 와이불 다이어그램에 해당한다. 측정 1 내지 4의 시리즈에 대한 측정 값의 그래프는 M1 내지 M4로 표시된다. 측정의 시리즈에 대한 추적성을 개선하고 와이불 파라미터를 결정하기 위해, 개별 그래프에 대해 회귀선이 각 경우에 포함된다. 결과는 다음 표에 나와 있다.

측정의 시리즈	샘플의 수	파단력 평균값	편차
		N	N
M1: 304°C에서 도입된 천공 라인, 느린 냉각	24	154.86	49.12
M2: 304°C에서 도입된 천공 라인, 켈칭에 의한 냉각	24	118.08	34.44
M3:	25	94.06	2.66
M4:	30	42.49	4.41

[0052]

[0053]

고온 상태에서 필라멘트화 후 한정된 국소적 힘 냉각을 이용시, 파단력은 실온에서 필라멘트화하는 경우에 비해 1/2 정도(유사한 편차를 가짐)인 것으로 밝혀졌다. 반면에, 고온 상태에서 필라멘트화 후 기재의 표면적에 대해 제어되지 않은 냉각을 이용시, 파단력은 실온에서의 조건과 비교하여 평균적으로 50% 초과로 증가하지만, 그 값은 여전히 느린 냉각의 경우 발생하는 파단력 훨씬 미만이다.

[0054]

우연히, 측정의 시리즈 2만이 와이불 분포와 근사한 파단력 값의 분포를 보여준다. 평균값 118 N 및 분산 34 N의 경우, 여기서 130 N의 특징적인 값 및 4.0의 와이불 계수가 또한 산출될 수 있다. 실시예는 본 발명에 의해 일반적으로 파단력의 상당한 감소가 달성될 수 있음을 보여준다.

[0055]

도 4의 예의 경우, 절단된 크기의 유리관이 처리되었다. 그러나, 본 개시에 따른 방법은 또한 유리 용융물(111)로부터 관을 열간 성형하는 경우에 도 1 내지 도 3을 기초로 설명된 예에 유사하게 적용될 수 있다. 도 6은 환형 천공 라인(3)이 대너 공정에 의해 연속적으로 인발된 유리관(103)에 도입되는 예를 도시한다. 이들 천공 라인(3)에서, 유리관(103)은 더 짧은 부분으로 분할될 수 있다. 이 방법의 경우에, 유리 용융물(111)은 샤프트(151)를 통해 모터(152)에 의해 회전이 설정되는 스펀들(26) 상에서 진행된다. 회전은 유리 용융물이 스펀들(26)의 원주에 걸쳐 자체적으로 분포되는 효과를 갖는다. 동시에, 이와 같이 생성된 관은 스펀들(26)로부터 인발된다. 관이 스펀들(26) 뒤에서 붕괴되는 것을 방지하기 위해, 압축 공기가 스펀들(26)을 통해 공급될 수 있다. 유리관(103)의 회전은, 레이저 빔(5)이 유리관의 원주에 걸쳐 안내되고 환형 천공 라인(3)을 여전히 고온 유리에 도입하는 것을 이미 보장하는 한편, 관(103)의 전진 속도에서 축 방향으로 레이저(7)를 추적하는 것도 또한 편리하다.

[0056]

도 7은 다른 예를 도시한다. 여기에 도시된 장치(2)의 경우, 연속 유리관(103)은 벨로 공정에 의해 인발된다. 유리관(103)은 하향 개방 노즐(20)을 통해 하향으로 인발되기 때문에, 이 공정은 도 1에 도시된 바와 같은 다운드로우 공정과 유사하다. 노즐(20) 내에 맨드릴(42)이 배치되어 환형 노즐 갭이 얻어진다. 유리 용융물(111)은 맨드릴을 따라 흐르고, 맨드릴(42)의 단부에서 관으로서 인발된다. 초기에 여전히 연한 관이 붕괴되는 것을 방지하기 위해, 압축 공기가 맨드릴(42)의 중앙 채널(44)을 통해 공급될 수 있다. 도 6의 예의 경우와 유사한 방식으로, 파단력을 감소시키기 위해, 환상 천공 라인(3)이 레이저(7)와 함께 도입되고, 냉각 유체 제트(18)에 의해 국소적으로 냉각된다.

[0057]

일반성을 제한하지 않으면서, 고온 유리 상에서의 필라멘트화 및 후속 능동 냉각을 이용한 본원에 기재된 절차는, 위에서 설명한 바와 같이 두 공정, 즉, 초단 펄스로 천공 라인을 도입하는 것 및 냉각 중 하나가 차례로 개별적으로 수행되거나 아니면 동시에 수행되는 방식으로 수행될 수 있다. 후자의 변형에서, 공정 가스가 적절히 설계된 용접 헤드를 통해 레이저 빔의 작동 부피로 공급되고 공정 가스 대신에 여기서는 대응하는 냉각제가 이미 필라멘트화 동안 공급되는 레이저 용접 방법에 의존할 수 있다. 유리 부재를 가공하기 위한 본 발명에 따른 장치의 일구체예에 따르면, 이러한 점에서, 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는 레이저 광이 조사되고 냉각 유체, 특히 냉각 제트가 유리 부재(1)를 향하는 헤드를 포함하는 것이 제공된다. 도 8은 이러한 가공 헤드(130)를 도시한다. 가공 헤드(130)는, 유리 부재(1)를 향하고 이 경우에 레이저 빔(5)의 충돌 지점이 냉각 제트(18)에 놓이고 냉각 유체에 의해 둘러싸이도록 레이저 빔(5) 및 냉각 제트(18) 모두가 안내되는 채널(131)을 갖는다. 공통 채널을 가진 구성은 유리하지만, 필수는 아니다. 그러나, 특정 설계에 관계없이, 본 발명의 일구체예에서, 천공 라인(3)을 도입하기 위한 장치(13)는, 유리 부재(1) 상의 레이저 제트(5)의 충돌 지점이 냉각 제

트(18)에 놓이도록 레이저 빔(5) 및 냉각 제트 모두가 유리 부재(1)를 향하게 하는 가공 헤드(130)를 포함하는 것이 제공된다. 일반적으로 냉각 유체가 레이저 빔(5)에 의해 처리된 영역을 직접 냉각시키는 컴팩트한 구성이, 레이저 빔(5)이 재차 나가는 유리 부재(1)의 영역 상에 적절하게 배열된 냉각 장치(17)에 의해 냉각 제트(18)가 향하거나, 냉각 제트가 레이저 빔(5)이 충돌하는 영역의 반대편에 있는 유리 부재(1)의 영역을 향하는 또 다른 구체예에 따라 가능하다. 도 9는 이 변형의 예를 보여준다. 레이저 빔은 렌즈(40)를 갖는 빔 형상 광학 유닛(4)을 통해 영역(105) 상으로 포커싱된 상태로 통과하는 반면, 냉각 제트(18)는 대향 영역(106)을 향하지만, 여기서는 도 6에 따른 구체예의 경우와 마찬가지로, 도 6은 조사가 일어나는 위치에 작용하여 온도 구배 및 결과적으로 기계적 응력을 생성한다.

[0058] 나타낸 모든 예는 냉각을 필라멘트화 동안 또는 후에 국소적으로 한정된 방식으로 수행한다는 공통점을 갖는다. 나타낸 특정 예에 제한되지 않고, 이것은 유리에서의 응력을 피하기 위해 일반적으로 유리하다.

[0059] 본 발명은 이전 도면에 도시된 열간 성형 공정에 제한되지 않는다. 추가의 고온 가공 공정은 세라믹 색상의 베이킹, 또는 장식, 및 유리가 승온에서 유지되는 코팅 공정이다. 특정한 예시적인 구체예들로 제한되지 않고, 본 발명의 일구체예에 따르면, 이 경우에 열간 처리 공정은 하기 공정 중 적어도 하나를 포함하는 것이 제공된다: 유리 세라믹을 제조하기 위한 유리 부재(1)의 세라믹화, 증공, 용기 또는 관 유리의 형태의 유리 부재의 성형, 열 템퍼링, 세라믹 색상의 베이킹 및 유리 부재의 코팅.

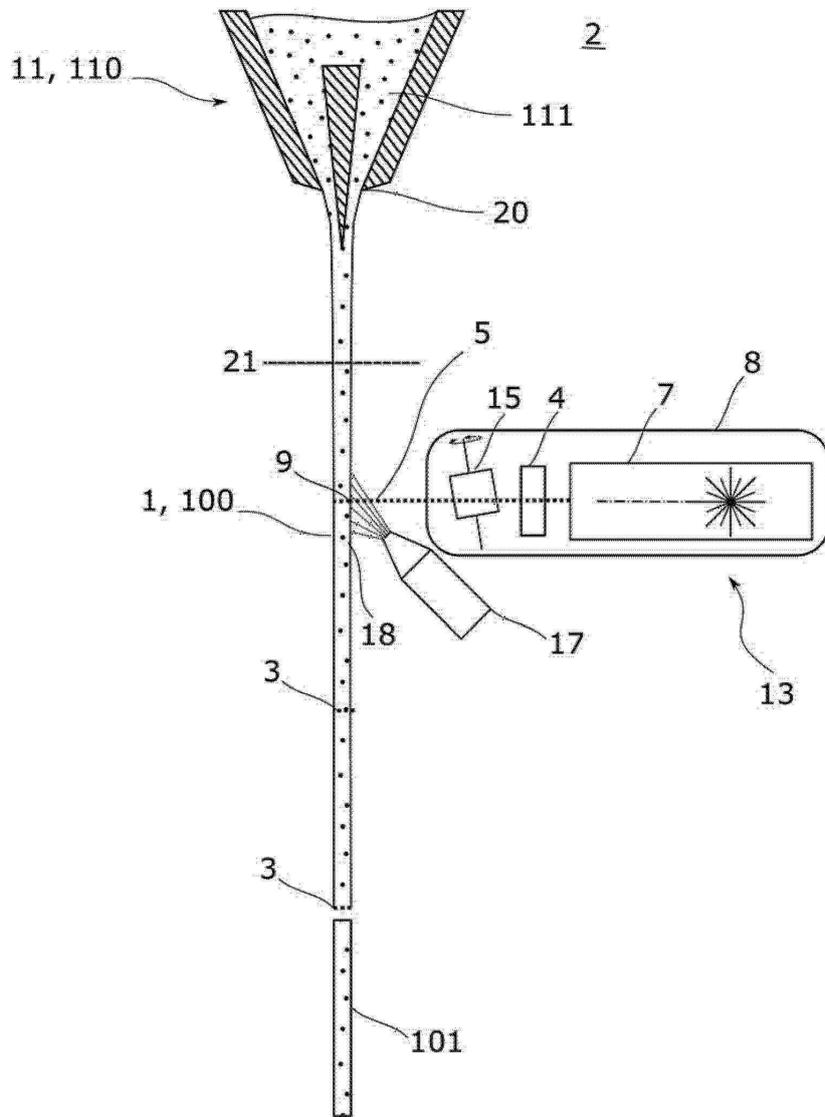
부호의 설명

- [0060]
- 1: 유리 부재
 - 2: 유리 부재 가공용 장치
 - 3: 천공 라인
 - 4: 빔 형상 광학 유닛
 - 5: 레이저 빔
 - 7: 초단 펄스 레이저
 - 8: 냉각 인클로저
 - 9: 필라멘트 결합
 - 11: 유리 부재를 고온 가공하기 위한 장치
 - 13: 천공 라인을 도입하기 위한 장치
 - 15: 이동 장치
 - 17: 냉각 장치
 - 18: 냉각 유체 제트
 - 20: 노즐
 - 21: T_g 에서의 위치
 - 25: 인발 롤러
 - 26: 스펀들
 - 28: 플로트 장치
 - 29: 용융 탱크
 - 31: 플로트 탱크
 - 33: 주석 베스
 - 35: 어닐링 레어
 - 37: 분리 장치

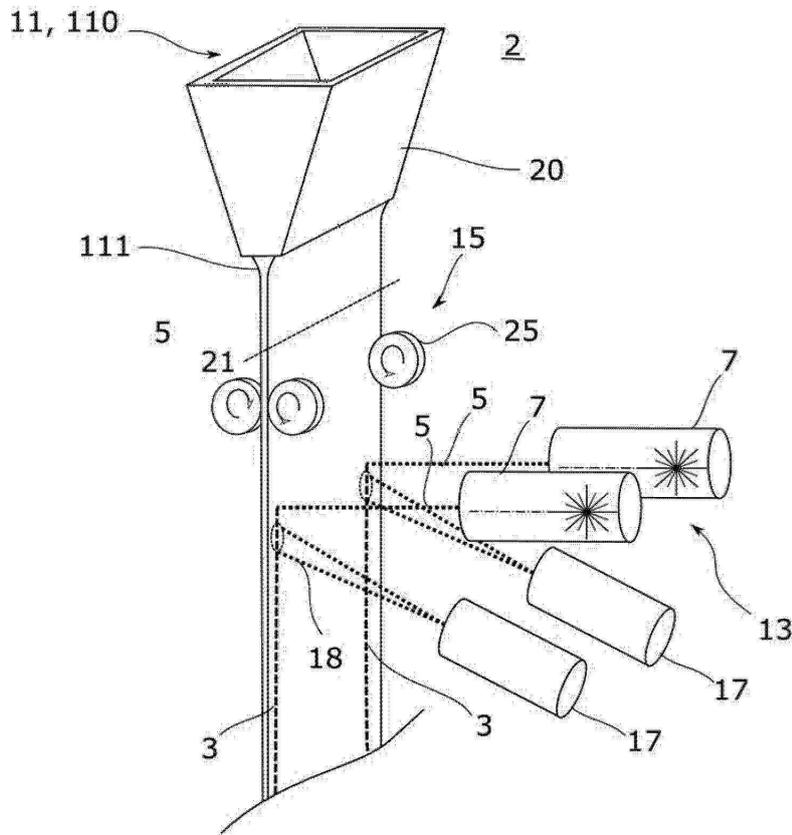
- 39: 운반 롤러
- 40: 렌즈
- 42: 맨드릴
- 44: 채널
- 100: 유리 리본
- 101: 유리 시트
- 102: 가장자리
- 103: 유리관
- 105, 106: 1의 영역
- 110: 열간 성형 장치
- 111: 유리 용융물
- 130: 가공 헤드
- 131: 채널
- 151: 스피들
- 152: 모터

도면

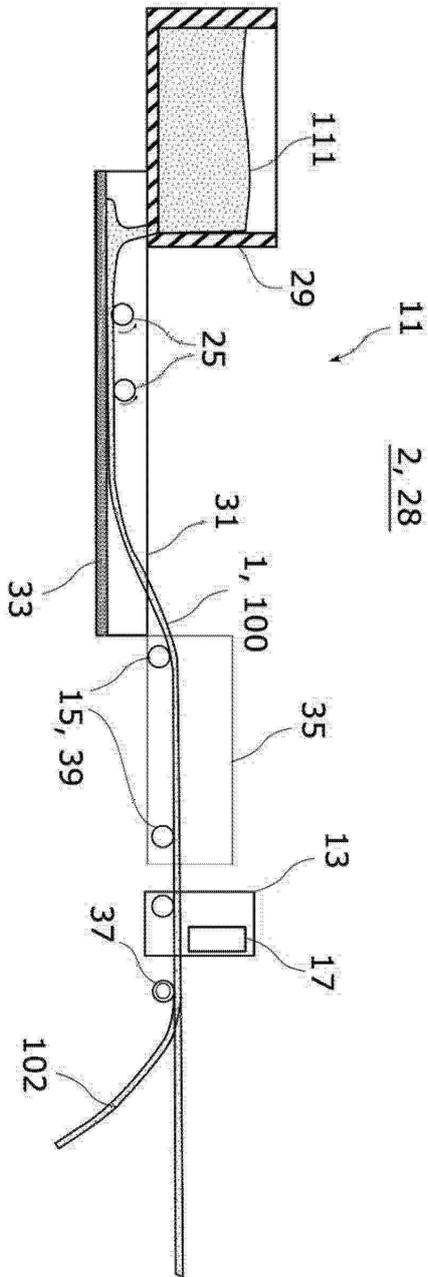
도면1



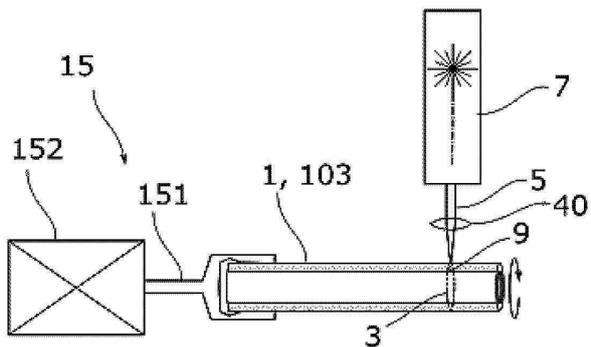
도면2



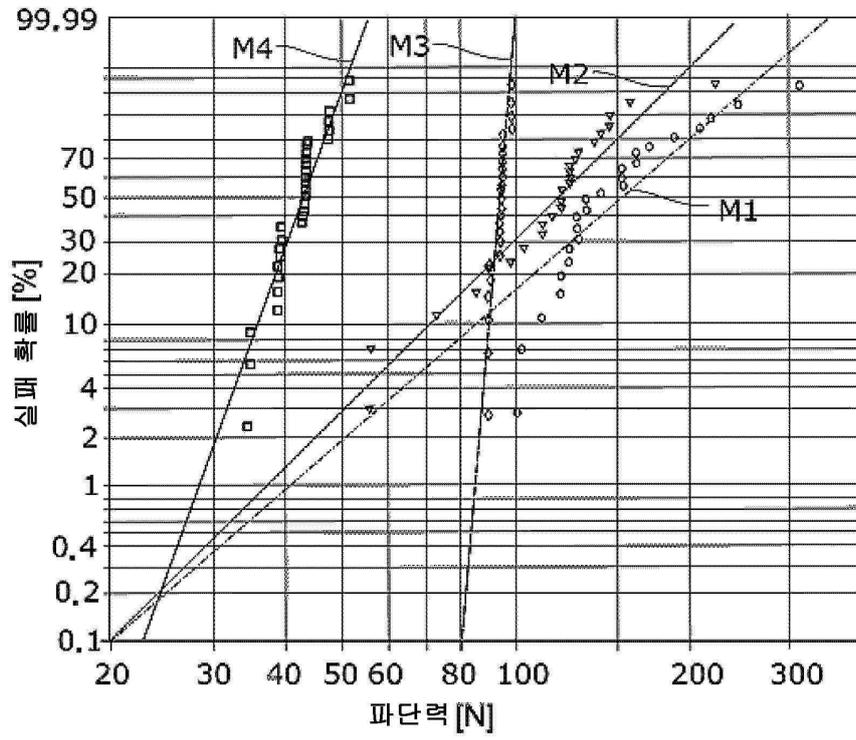
도면3



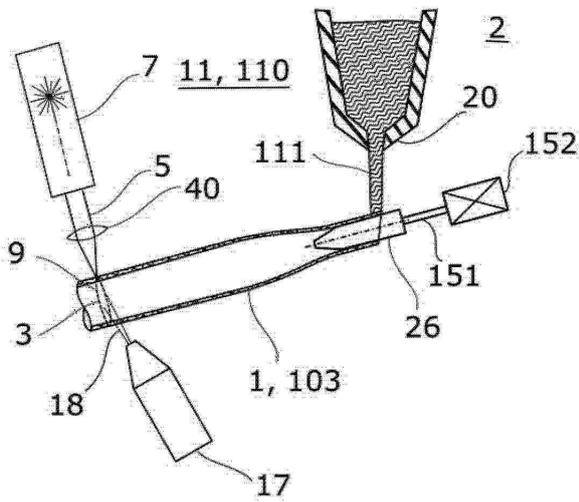
도면4



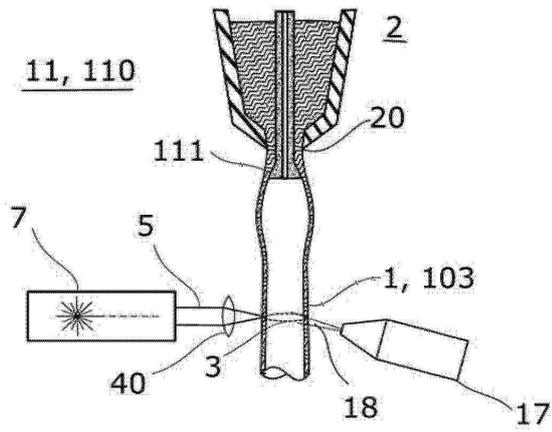
도면5



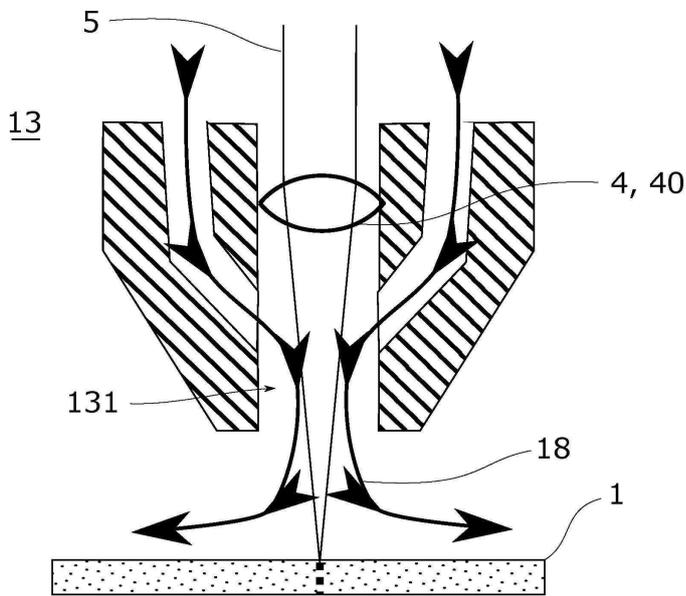
도면6



도면7



도면8



도면9

