



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0129224
(43) 공개일자 2017년11월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 33/02 (2006.01) B23K 26/38 (2014.01)
C03B 33/09 (2006.01) B23K 103/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C03B 33/0215 (2013.01)
B23K 26/38 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7029865
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월17일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년10월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/022784
- (87) 국제공개번호 WO 2016/149458
국제공개일자 2016년09월22일
- (30) 우선권주장
62/134,827 2015년03월18일 미국(US)

- (71) 출원인
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자
버데트, 스티븐 로이
미국, 뉴욕 14814, 빅 플래즈, 오차드 드라이브 55
마다푸시, 쉬리람 팔란탄달람
미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 혼비 드라이브 99
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
청운특허법인

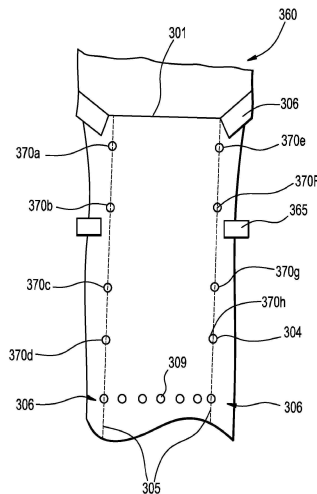
전체 청구항 수 : 총 42 항

(54) 발명의 명칭 유리 리본의 가장자리를 제거하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

성형 바디에서 인발된 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하도록 구성된 성형 바디와, 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 점탄성 구역에서 균열을 개시하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치, 및 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에서 개시된 균열 위치를 탐지하거나 또는 개시된 균열을 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치를 포함하는 유리 리본을 형성하는 방법 및 장치.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

C03B 33/091 (2013.01)

B23K 2203/54 (2015.10)

Y02P 40/57 (2015.11)

(72) 발명자

니콜린, 일리아 안드레이에비치

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 우드세지 드라이브 142

텔리어, 자비에르

프랑스, 89690 체로이, 아본, 루 볼테르 7

장, 루이

미국, 뉴욕 14903, 엘미라, 우즈 뷰 드라이브 14

명세서

청구범위

청구항 1

루트(root)에서 연결되는 수렴 성형 표면을 포함하며, 상기 루트에서 인발되는 연속으로 이동하는 유리 리본(glass ribbon)을 형성하는 용융된 유리를 갖도록 구성된 성형 바디;

상기 연속으로 이동하는 유리 리본에서 수직 균열을 개시하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치;

상기 연속으로 이동하는 유리 리본에서 개시된 균열 위치를 탐지하거나 또는 개시된 균열을 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치; 및

상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 수평으로 분리하도록 구성되며, 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류의 분리 기계장치를 포함하는 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제2 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트(jet), 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 또는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 상기 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 제3 가열 또는 냉각 장치를 더 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 7

청구항 4 또는 5에 있어서,

상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링(scoring) 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제2 가열 기계장치는 상기 루트의 하류에 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류에 약 500mm에서 약 5500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 12

상기 청구항 1의 유리 리본을 형성하는 장치를 이용하는 단계를 포함하는 유리 리본을 제조하는 방법.

청구항 13

루트에서 연결되는 수렴 성형 표면을 포함하며, 상기 루트에서 인발되는 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하는 용융된 유리를 갖도록 구성된 성형 바디;

상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유동 방향으로 분리하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치; 및

상기 루트 전에 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 분리 위치를 탐지하거나 또는 분리를 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치;를 포함하는 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 수평으로 분리하도록 구성되며, 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있는 분리 기계장치를 더 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 제1 및 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 또는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 상기 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 제3 가열 또는 냉각 장치를 더 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 제2 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 17

청구항 13에 있어서,

상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트(jet), 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 18

청구항 13에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 19

청구항 13에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 20

청구항 18 또는 19에 있어서,

상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 21

청구항 14에 있어서,

상기 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링(scoring) 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 22

청구항 13에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 분리 기계장치 이후 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 23

청구항 13에 있어서,

상기 제2 가열 기계장치는 상기 루트의 하류에 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 24

청구항 13에 있어서,

상기 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류에 약 500mm에서 약 5500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 25

상기 청구항 13의 유리 리본을 형성하는 장치를 이용하는 단계를 포함하는 유리 리본을 제조하는 방법.

청구항 26

연속으로 이동하는 유리 리본이 인발되도록 구성된 성형 바디;

상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 점탄성 영역에서 균열을 개시하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치; 및

상기 연속으로 이동하는 유리 리본에서 개시된 균열 위치를 탐지하거나 또는 균열을 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치;를 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 27

청구항 26에 있어서,

상기 성형 바디는 상기 성형 바디의 루트에서 연결되는 수렴 성형 표면을 더 포함하며, 상기 성형 바디는 상기 루트에서 인발된 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하는 용융된 유리를 갖도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 28

청구항 26에 있어서,

상기 개시된 균열이 유동 방향에 있는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 29

청구항 26에 있어서,

상기 개시된 균열이 유동 방향에 수직인, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 30

청구항 26에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 분리하도록 구성되며, 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있는 분리 기계장치를 더 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 31

청구항 26에 있어서,

상기 제2 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 32

청구항 26에 있어서,

상기 제1 및 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 또는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 상기 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 제3 가열 또는 냉각 장치를 더 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 33

청구항 26에 있어서,

상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트(jet), 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 34

청구항 26에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 35

청구항 26에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며, 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성되는, 유리 리본을 형성하는

장치.

청구항 36

청구항 34 또는 35에 있어서,

상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택되는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 37

청구항 30에 있어서,

상기 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링(scoring) 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 38

청구항 26에 있어서,

상기 연속으로 이동하는 유리 리본은 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 39

청구항 27에 있어서,

상기 제2 가열 기계장치는 상기 루트의 하류에 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 40

청구항 26에 있어서,

상기 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류에 약 500mm에서 약 5500mm 사이에 위치하는, 유리 리본을 형성하는 장치.

청구항 41

상기 청구항 26의 유리 리본을 형성하는 장치를 이용하는 단계를 포함하는 유리 리본을 제조하는 방법.

청구항 42

청구항 1, 14 또는 26에 있어서,

상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 그 각각의 유리 전이 온도로 유리 리본의 일부분으로부터 상류에 있는, 유리 리본을 형성하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119하에서, 2015년 3월 18일에 제출된 미국 가출원 번호 62/134827의 우선권을 주장하며, 그 내용 전체가 참조로 본원에 포함된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 유리 제조 시스템에 대한 것이며 더욱 구체적으로는 유리의 리본(ribbon)을 절단하는 것과 더불어 유리 리본에서의 균열 전파 및 균열 위치 탐지 또는 균열 멈춤에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 액정 디스플레이(LCD) 및 플라즈마 디스플레이와 같은, 고성능 디스플레이 장치는 보통 휴대폰, 노트북, 테블릿, TV, 및 컴퓨터 모니터와 같은 다양한 전자기술에서 사용된다. 현재 시판되는 디스플레이 장치는 예컨대, 몇몇 분야를 지정하기 위해, 전자회로 구성요소를 위한 기관으로서, 또는 컬러 필터로서, 하나 이상의 고정밀 유리 시트를 채용할 수 있다. 이러한 고품질 유리 기관을 만들기 위한 선도 기술은 코닝 인코포레이티드

에 의해 개발된 융합 인발 공정이며, 예컨대, 미국특허 3,338,696 및 3,682,609에 게시되어 있으며 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.

[0004] 상기 융합 인발 공정은 성형 바디(예, 아이소파이프(isopipe))를 포함하는 융합 인발 기계(FDM)을 이용할 수 있다. 성형 바디는 상부 트로프 형태의 부분과 루트(root)에서 연결되기 위해 하향으로 경사진 두 개의 주 측면(또는 성형 표면)을 가진 웨지 형태 단면을 가진 하부 부분을 포함할 수 있다. 유리 성형 공정 중, 용융된 유리는 아이소파이프의 일측 단부("이송 말단부")로 이송될 수 있으며, 대향하는 단부("압축 말단부")로 트로프 측벽(또는, 위어(weir))을 통해 흐르는 동안 아이소파이프의 길이 아래로 이동할 수 있다. 용융된 유리는 두 개의 유리 리본으로서 두 개의 성형 표면을 따라 아래로 흐를 수 있으며, 이는 궁극적으로 통합된 유리 리본을 형성하기 위해 함께 융합되는 루트에서 모이게 된다. 유리 리본은 이로써 성형 바디의 표면으로 노출되지 않은 두 개의 본래의 외부 표면을 가질 수 있다. 리본은 이후 아래로 인발되고 냉각되어 원하는 두께와 본래의 표면 품질을 가진 유리 시트를 형성할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 융합 또는 다른 성형 공정(예, 부유, 경사, 인발 등)에 의한 것인지에 관계 없이, 평평한 유리를 형성하는 것은 각각의 제조 공정에서 얇은 유리 리본의 가장자리에 유리의 두꺼운 영역의 형성을 초래할 수 있다. 이러한 유리의 두꺼운 영역은 일반적으로 비드(bead)로 불린다. 비드 두께는 계획한 중앙부 리본 두께에 약 3에서 4배에서 10배까지도 변할 수 있다. 비드는 유리 형성의 곤란을 야기할 수 있으며 제품 품질을 제한할 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 따라서, 유리 형성 공정에서 비드를 제거할 필요가 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 유리 리본에서 비드를 연속으로 형성하고 제거하는 방법 및 시스템에 대한 것이다.

[0007] 일부 실시예는 유리 리본을 형성하기 위한 장치를 제공하며, 상기 장치는, 루트에서 연결되는 수렴 성형 표면을 포함하며, 상기 루트로부터 인발된 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하는 용융 유리를 갖도록 구성된 성형 바디와, 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에서 수직 균열을 개시하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치, 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 개시된 균열 위치를 탐지하거나 또는 개시된 균열을 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치, 그리고 상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 수평 분리하도록 구성된, 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류의 분리 기계장치를 포함한다. 일부 실시예에서, 제2 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 위치한다. 다른 실시예에서, 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트(jet), 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함한다. 일부 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도로 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본에 가스를 전달하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 제3 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있거나 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택된다. 일부 실시예에서, 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리한다. 다른 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는다. 일부 실시예에서, 제2 가열 기계장치는 루트의 하류에서 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치된다. 다른 실시예에서, 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류로 약 500mm에서 5500mm 사이에 위치한다. 일부 실시예에서, 유리 리본을 제조하는 방법은 전술한 장치를 이용하여 제공된다.

[0008] 추가 실시예에는, 유리 리본을 형성하기 위한 장치가 제공되며, 상기 장치는, 루트에서 연결되는 수렴 성형 표면을 포함하며, 상기 루트로부터 인발된 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하는 용융 유리를 갖도록 구성된 성형 바디와, 유동 방향으로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 분리하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치, 그리고 루트 전에 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 분리 위치를 탐지하거나 또는 분리를 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치를 포함한다. 일부 실시예는 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 분리 기계장치를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 분리 기계장치는 상기 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 수평 분리하

도록 구성된다. 추가 실시예는 제3 가열 또는 냉각 장치를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 제3 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 위치하거나 또는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 상기 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 위치한다. 일부 실시예에서, 상기 제2 가열 또는 냉각 장치는 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있다. 다른 실시예에서, 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트, 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함한다. 일부 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본으로 가스를 전달하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본으로 가스를 전달하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 다른 실시예에서, 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리한다. 일부 실시예에서, 분리 기계장치 이후, 연속으로 이동하는 유리 리본은 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는다. 다른 실시예에서, 제2 가열 기계장치는 루트의 하류에 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치된다. 일부 실시예에서, 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류로 약 500mm에서 5500mm 사이에 위치한다. 다른 실시예에서, 유리 리본을 제조하는 방법은 전술한 장치를 이용하여 제공된다.

[0009] 또 다른 추가 실시예에는 유리 리본을 형성하기 위한 장치가 제공되며, 상기 장치는, 거기에서 인발되는 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하도록 구성된 성형 바디와, 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 점탄성 구역에서 균열을 개시하기 위한 제1 가열 또는 냉각 장치, 상기 연속으로 이동하는 유리 리본의 개시된 균열위치를 탐지하거나 또는 균열을 멈추기 위한 제2 가열 또는 냉각 장치를 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 성형 바디는 성형 바디의 루트에서 연결되는 수렴 성형 표면을 추가로 포함하며, 상기 성형 바디는 루트로부터 인발되는 연속으로 이동하는 유리 리본을 형성하는 용융된 유리를 갖도록 구성된다. 다른 실시예에서, 개시된 균열은 유동 방향으로 있다. 일부 실시예에서, 개시된 균열은 유동 방향에 수직한 방향이다. 다른 실시예는 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 분리 기계장치를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 분리 기계장치는 연속으로 이동하는 유리 리본을 유리 시트로 수평 분리하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 제2 가열 또는 냉각 장치는 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류에 있다. 다른 실시예는 상기 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치의 하류에 위치하거나 또는 상기 제1 가열 또는 냉각 장치의 하류와 상기 제2 가열 또는 냉각 장치의 상류에 위치하는 제3 가열 또는 냉각 장치를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 및 제2 가열 또는 냉각 장치는 노즐, 제트(jet), 레이저, IR 가열기 및 버너 중 적어도 하나를 포함한다. 다른 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 연속으로 이동하는 유리 리본으로 가스를 전달하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 제1 온도로 있으며 상기 제1 가열 또는 냉각 장치는 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 상기 연속으로 이동하는 유리 리본으로 가스를 전달하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 상기 가스는 공기, 질소, 수소, 가연성 가스, 불활성 가스 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 일부 실시예에서, 분리 기계장치는 레이저 기계장치, 기계 스코어링 기계장치, 및 하나 이상의 추가 가열 또는 냉각 장치 중 적어도 하나를 이용하여 유리를 분리한다. 다른 실시예에서, 연속으로 이동하는 유리 리본은 약 0.01mm에서 약 5mm 사이의 두께를 갖는다. 일부 실시예에서, 제2 가열 기계장치는 루트의 하류에서 약 2500mm에서 약 7500mm 사이에 위치된다. 다른 실시예에서, 제1 가열 기계장치는 상기 제2 가열 기계장치의 상류로 약 500mm에서 5500mm 사이에 위치한다. 다른 실시예에서, 유리 리본을 제조하는 방법은 전술한 장치를 이용하여 제공된다.

[0010] 본 발명의 추가적인 특징 및 이점은 이하의 상세한 설명에 기재될 것이고, 일부는 그 설명으로부터 당업자에게 쉽게 명백하게 될 것이며, 또는 다음의 상세한 설명, 청구 범위, 및 첨부 도면을 포함하는, 본원에 기재된 방법을 실시함으로써 이해될 것이다.

[0011] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 본 발명의 다양한 실시 예를 제시하고 청구 범위의 본질 및 특성을 이해하기 위한 개요 또는 프레임 워크를 제공하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부 도면은 본 발명의 상세한 설명을 제공하기 위해 포함되며 본 명세서에 통합되어 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 본 개시의 다양한 실시예를 도시하고 설명은 본 발명의 원리 및 동작을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 다음의 상세한 설명은 다음의 도면과 관련하여 읽혀질 때 가장 잘 이해될 수 있으며, 유사한 구조는 가능한 같은 참조 번호로 표시된다.

- 도 1은 유리 리본을 만들기 위한 예시의 융합 인발 공정에 사용되는 예시의 성형 바디를 나타낸다.
- 도 2는 도 1의 성형 바디의 단면도이다.
- 도 3은 예시의 유리 제조 시스템을 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 주제에 대한 일부 실시예의 측면도이다.
- 도 5는 예시의 노즐 기계장치의 일부 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 6은 균일한 인장 응력 σ 이 가해진 견본에서의 길이 a의 관통 균열을 나타낸다.
- 도 7은 견본에 대한 균열 중지를 나타낸다.
- 도 8은 일련의 응력 플롯(plot)으로서, 잔류 응력을 생성하는 유리 리본 상의 어떤 높이에서의 냉각과 균열 위치를 탐지하거나 중지시키기 위해 다양한 위치에서의 냉각 또는 가열을 나타낸다.
- 도 9는 균열 위치 탐지 또는 중지 버너, 노즐, 또는 제트를 위한 열 모델을 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 균열 위치 탐지 또는 중지 버너, 노즐, 또는 제트로 유리 리본의 열적-기계적 그래프 분석이다.
- 도 11은 유리 리본의 측면이 얇아짐으로 인해 유리 리본에서의 온도 변화 및 유도된 잔류 응력을 나타내는 일련의 플롯이다.
- 도 12는 유리 리본의 측면이 얇아짐으로 인해 유리 적층 리본에서의 온도 변화 및 유도된 잔류 응력을 나타내는 다른 일련의 플롯이다.
- 도 13 및 14는 적층 리본에서의 압축 응력에 대한 플롯이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본원 발명은 유리 리본을 생산하기 위한 시스템 및 장치에 대한 것이다. 본 발명의 실시예는 도 1-2를 참고하여 설명될 것이며, 이는 유리 리본을 생산하기 위한 예시의 유리 제조 공정에 사용되기 적합한 예시의 성형 바디, 예컨대, 아이소파이프(isopipe)를 나타낸다. 도 1을 참고하여, 융합 인발 공정과 같은, 유리 제조 공정 중, 용융된 유리는 성형 바디(100)로 도입될 수 있으며, 상기 성형 바디(100)는 유입 파이프(101)를 매개로하는 트로프(103, trough)를 포함한다. 물론, 본원에 첨부된 청구범위는 융합 인발 공정에 한정되지 않아야 하며, 이는 청구된 발명이 슬롯 인발, 플롯(float), 재인발, 및 다른 공정을 포함하는 연속하는 유리 리본을 가진 임의의 유리 제조 공정에 채용될 수 있게 때문이다. 트로프(103)가 완전히 채워지면, 용융된 유리는 유리 리본(111)을 형성하기 위해 루트(109, root)에서 함께 융합되기 전 트로프의 측면을 너머 흘러넘치고 두 개의 마주하는 성형 표면(107) 아래로 흘러넘칠 수 있다. 유리 리본은 이후 예컨대, 롤러 조립체(미도시)를 이용하여 방향(113)으로 아래로 인발되고 유리 시트를 형성하기 위해 추가 처리될 수 있다. 성형 바디 조립체는 마감 캡(105) 및/또는 가장자리 디렉터(미도시, directors)와 같은 보조 요소를 추가로 포함할 수 있다.
- [0014] 도 2는 도 1의 성형 바디의 단면도를 나타내며, 여기에서, 성형 바디(100)는 상부 트로프 형태의 부분(102)과 하부의 웨지 형태의 부분(104)을 포함할 수 있다. 상부 트로프형 부분(102)은 용융된 유리를 수용하도록 구성된 채널(channel) 또는 트로프(103)를 포함할 수 있다. 트로프(103)는 내부 표면(121a, 121b)을 포함하는 두 개의 트로프 벽(또는 위어(weir))(125a, 125b)과, 트로프 바닥(123)으로 정의될 수 있다. 트로프가 내부 표면이 트로프 바닥과 거의 90도 각도를 형성하는 사각형 단면을 가진것으로 도시되지만, 다른 트로프 단면도 가능하며, 더불어 트로프의 내부 표면과 바닥 사이에 다른 각도를 가진 것도 가능하다. 상기 위어(125a, 125b)는 웨지 외부 표면(129a, 129b)과 함께, 두 개의 대향하는 성형 표면(107)으로 이루어질 수 있는 외부 표면(127a, 127b)을 추가로 포함할 수 있다. 용융된 유리는 위어(125a, 125b) 너머로 그리고 성형 표면(107) 아래로 흐를 수 있으며, 이후 루트(109)에서 함께 융합되어 균일한 유리 리본(111)을 형성할 수 있는 두 개의 유리 리본을 형성한다. 리본은 이때 방향 (113)으로 아래로 인발될 수 있으며, 일부 실시예에서, 유리 시트를 형성하기 위해 추가 가공될 수 있다.
- [0015] 성형 바디(100)는 유리 제조 공정에 사용되기 적합한 임의의 재료, 예컨대, 지르콘(zircon), 지르코니아(zirconia), 알루미나(alumina), 산화 마그네슘, 탄화 규소, 질화 규소, 산질화 규소, 제노타임(xenotime), 모나자이트(monazite), 이들의 합금, 및 이들의 조합과 같은, 내화 재료로 이루어질 수 있다. 다양한 실시예에 따라, 성형 바디는 단일 부품, 예컨대, 단일 소스(source)에서 가공된 하나의 부품으로 이루어질 수 있다. 다른 실시예에서, 성형 바디는 함께 접착되거나, 융합되거나, 부착되거나 또는 결합된 두 개 이상의 부품으로 이루어

질 수 있으며, 예컨대 트로프형 부분과 웨지형 부분은 같거나 다른 재질로 이루어진 두 개의 개별 부품일 수 있다. 몇가지 예를 들면, 길이, 트로프 깊이 및 폭, 그리고 웨지 높이 및 폭을 포함하는, 성형 바디의 치수는 요구되는 응용에 따라 변할 수 있다. 특정 제조 공정 또는 시스템에 적합한 것으로서 이러한 치수를 선택하는 것은 당업자의 능력 내에 있다.

[0016] 도시되지는 않았지만, 예시의 성형 바디(100)는 피어 블록(pier blocks)(또는 지지부)가 장착될 수 있으며, 이는 예컨대, 성형 바디(100)의 하부 웨지형 부분(104)와 접하고 있을 수 있다. 피어 블록은 한쪽 또는 양쪽 말단 부에서 성형 바디(100)에 압축 힘을 적용하는데 사용될 수 있다. 피어 시트(pier seats)(예컨대, 컷-아웃(cut-outs) 또는 리세스(recesses))는 피어 블록을 수용하기 위해 성형 바디(100)에 형성될 수 있으며, 실질적으로 사각형 또는 직사각형일 수 있으며, 피어 블록은 일부 실시예에서 상응하는 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 피어 블록은 피어 블록과 피어 시트 사이에 불연속적인 접촉을 생성하기 위해 경사진 모서리 또는 비스듬한 면이 형성될 수 있으며, 또는 피어 블록 및/또는 피어 시트는 또한 곡선으로 이루어질 수 있다. 피어 블록은 유리 제조 공정에서 사용되기 적합한 임의의 재질, 예컨대, 전술한 바와 같은, 지르콘(zircon), 지르코니아(zirconia), 알루미나(alumina), 산화 마그네슘, 탄화 규소, 질화 규소, 산질화 규소, 제노타임(xenotime), 모나자이트(monazite), 이들의 합금, 및 이들의 조합과 같은, 내화 재료로 이루어질 수 있다. 다른 실시예에서, 피어 블록은 각각의 인접한 성형 바디에 사용된 것들과 다른 재질로 이루어질 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예는 또한 도 3을 참고로 설명되며, 유리 리본(304)을 생산하기 위한 예시의 유리 제조 시스템(300)을 도시하고 있다. 다시, 도 3이 용융 인발 공정을 나타내고 있지만, 본원에 첨부된 청구범위는 이에 한정되지 않아야 하며, 이는 청구된 주제가 슬롯 인발, 플롯(float), 재인발, 및 다른 공정을 포함하는 연속 유리 리본을 가진 임의의 유리 제조 공정에 채용될 수 있기 때문이다. 유리 제조 시스템(300)은 용융 용기(310), 용융-청징 관(315), 청징 용기(예, 청징 튜브)(320), 청징-교반 챔버 연결 관(325)(거기에서 연장되는 평평한 관찰 스탠드 관(327)을 가진), 교반 챔버(예, 혼합 용기)(330), 교반 챔버-보울(bowl) 연결관(335), 보울(예, 이송 용기)(340), 강하관(345, downcomer), 및 유입구(355), 성형 바디(예, 아이소파이프)(360), 및 풀 롤(pull roll) 조립체(365)를 포함할 수 있는 용융 인발 기계(FDM)(350)를 포함할 수 있다.

[0018] 유리 배치 재료(glass batch materials)는 화살표(312)로 나타낸 것처럼, 용융 용기(310)으로 도입되어 용융 유리(314)로 형성될 수 있다. 청징 용기(320)는 용융-청징 관(315)을 통해 용융 용기(310)와 연결된다. 청징 용기(320)는 용융 용기(310)로부터 용융된 유리를 수용하고 용융된 유리로부터 기포를 제거할 수 있는 고온 처리 영역을 가질 수 있다. 청징 용기(320)는 청징-교반 챔버 연결관(325)를 통해 교반 챔버(330)에 연결된다. 교반 챔버(330)는 교반 챔버-보울 연결관(335)을 통해 보울(340)에 연결된다. 보울(340)은 하향관(345)을 통과하여 FDM(350)으로 용융된 유리를 이송할 수 있다.

[0019] "배치 재료(batch materials)"라는 용어와 이것의 변형은 본원에서 용융 시, 반응하거나 및/또는 결합하여 유리를 형성하는 유리 전구(前驅) 성분의 혼합물을 나타낸다. 유리 배치 재료는 유리 전구 재료(precursor material)를 결합하기 위한 임의의 공지된 방법에 의해 준비되거나 및/또는 혼합될 수 있다. 예를 들어, 어떤 비-제한적인 실시예에서, 유리 배치 재료는 예컨대, 어떤 용액 또는 액체 없이 유리 전구 입자의 건조된 또는 실질적으로 건조된 혼합물을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 유리 배치 재료는 슬러리 형태일 수 있으며, 예컨대, 액체 또는 용액이 존재하는 유리 전구 입자의 혼합물일 수 있다. 다양한 실시예에 따라, 배치 재료는 이산화규소, 알루미나, 및 붕소, 마그네슘, 칼슘, 소듐, 스트론튬(strontium), 주석, 또는 티타늄 산화물과 같은 다양한 첨가 산화물과 같은 유리 전구 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 유리 배치 재료는 하나 이상의 추가 산화물을 갖는 이산화규소 및/또는 알루미나의 혼합물일 수 있다. 다양한 실시예에서, 유리 배치 재료는 집합적으로 알루미나 및/또는 이산화규소의 약 45에서 약 95 중량% 및 집합적으로 붕소, 마그네슘, 칼슘, 소듐, 스트론튬, 주석, 및/또는 티타늄 산화물의 적어도 하나의 약 5에서 약 55 중량%를 포함할 수 있다. 배치 재료는, 도 3을 참고로 본원에 설명된 방법을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 방법에 따라 용융될 수 있다. 예를 들어, 배치 재료는 용융 용기에 추가되고, 약 1100°C에서 약 1700°C, 예컨대, 모든 범위와 그 사이의 하위범위를 포함하여, 약 1300°C에서 약 1550°C, 약 1350°C에서 약 1500°C, 또는 약 1400°C에서 약 1450°C 범위의 온도로 가열될 수 있다. 배치 재료는 어떤 실시예에서, 다양한 변수에 따라, 예컨대, 작동 온도 및 배치 크기에 따라, 수분에서 수 시간 범위의 용융 용기에서의 체류 시간을 가질 수 있다. 예를 들어, 체류 시간은, 모든 범위와 그 사이의 하위 범위를 포함하여, 약 30분에서 약 8시간, 약 1시간에서 약 6시간, 약 2시간에서 약 5시간, 또는 약 3시간에서 약 4시간 범위일 수 있다.

[0020] 계속해서 도 3을 참고하여, FDM(350)은 유입구(355), 성형 바디(360), 및 풀롤 조립체(365, pull roll assembly)를 포함할 수 있다. 유입구(355)는 하향관(345)으로부터 용융된 유리를 수용할 수 있으며, 그로부터

성형 바디(360)로 흐를 수 있고, 이는 유리 리본(304)으로 형성된다. 풀롤 조립체(365)는 추가 선택 장치에 의해 추가 처리를 위해 인발된 유리 리본(304)을 이송할 수 있다. 예를 들어, 유리 리본은 유리 리본을 스코어링하기 위한 기계 스코어링 장치(scoring device)를 포함할 수 있는 이송 앤빌 기계(TAM, traveling anvil machine)에 의해 추가 처리될 수 있으며, 또는 유리 리본을 스코어링하거나 또는 유사하게 자르기 위해 레이저 기계장치에 의해 처리된다. 스코어링된 유리는 이후 당업계에 공지된 다양한 방법과 장치를 이용하여, 유리 시트의 조각으로 분리되고, 가공, 폴리싱(polishing), 화학적 강화, 및/또는 예컨대, 에칭(etching)과 같은 표면 처리될 수 있다. 통상적으로, 가장자리 부분 또는 비드는 유리 시트에서 분리되어 다음으로 유리 제조 시스템의 마무리 라인 또는 부분(미도시)의 TAM에 의한 처리된다. 상기 가장자리 부분 또는 비드를 분리하는 종래의 수단은 당업계에 공지된 레이저 분리 및/또는 기계적 스코어링 방법 및 장치를 포함한다.

[0021] 용융된 유리는 또한 예컨대, 기포 제거를 위한 청징 단계와, 용융 유리를 균질화하기 위한 교반 단계를 포함하는 다양한 추가 공정 단계를 겪을 수 있다. 용융된 유리는 이후 원에 게시된 성형 바디를 이용하여 유리 리본을 생산하도록 처리될 수 있다. 예를 들어, 전술한 것처럼, 용융된 유리는 하나 이상의 유입구를 통해 이송 말단부에서 성형 바디의 트로프형 부분으로 도입될 수 있다. 유리는 이송 말단부에서 압축 말단부로 진행 방향으로 흐를 수 있으며, 두 개의 트로프 벽을 넘어서, 웨지형 부분의 두 개의 대향하는 외부 표면 아래로 흘러, 단일 유리 리본을 형성하도록 루트에서 수렴된다.

[0022] 비-제한적인 예시로서, 성형 바디 장치는, 또한, 모든 범위와 그 하위 범위를 포함하여, 가장 고온 지점에서(예, 트로프형 부분 근처의 상부 "머플(muffle)" 지역에서), 약 1100°C 에서 약 1350°C, 약 1150°C 에서 약 1325°C, 약 1150°C 에서 약 1300°C, 약 1175°C 에서 약 1250°C, 또는 약 1200°C 에서 약 1225°C의 온도 범위에서 작동하는 용기에 둘러싸일 수 있다. 그 가장 낮은 온도 지점에서(예, 성형 바디의 루트 근처 하부의 "전이" 지역에서), 용기는, 모든 범위와 그 하위 범위를 포함하여, 약 800°C 에서 약 1250°C, 약 850°C 에서 약 1225°C, 약 900°C 에서 약 1200°C, 약 950°C 에서 약 1150°C, 또는 약 1000° 에서 약 1100°C, 온도 범위에서 작동할 수 있다.

[0023] 도 3을 참고하여, 본원에 설명된 예시의 실시예는, 기계 스코어링 기계장치 또는 레이저 기계장치에 의해 수평 분리된 후 유리 시트의 비드 또는 가장자리 부분을 분리하는 것 대신, TAM, 레이저 절단 기계장치, 또는 다른 적합한 절단 기계장치로 절단하기 전에 FDM(350)의 유리 리본(304)의 어떤 적합한 위치에서 유리 리본의 균열을 개시하고, 위치를 탐지하거나 멈출 수 있다. 상기 "개시한다"는 용어가 시작하게 하거나 및/또는 한정하게 한다는 것을 의미한다는 것을 알아야 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 균열은 유리 리본에서 개시되거나 또는 시작하게 하거나 및/또는 한정될 수 있다. 예를 들어, 도 4는 본 발명의 일부 실시예의 측면 모습이다. 도 4를 참고하여, 용융된 유리는 예시의 성형 바디(360)로 공급될 수 있으며, 상기 용융된 유리는 성형 바디의 벽을 흘러 넘쳐서 두 개의 개별 흐름의 용융된 유리로 분리되며, 수렴 성형 표면 위로 흘러 성형 바디(360)의 루트(301)로 흐른다. 용융된 유리의 분리 유동이 성형 바디(360)의 루트(301)에 도달하면, 이들은 성형 바디(360)의 루트로부터 하강하는 유리 리본(304)을 형성하기 위해 재결합한다. 가장자리 디렉터(306)는 루트(301)의 폭을 확장하기 위해 성형 바디(360)에 배치될 수 있으며, 이로써 유리 리본(304)을 쉽게 넓게하거나, 최소한으로, 유리 리본(304)이 좁아지는 것을 최소화하도록 작동한다. 작동 시, 통상적으로 4개의 가장자리 디렉터(306)가 있으며, 두 개의 가장자리 디렉터는 성형 바디의 일측 단부에서 서로 대향하며 나머지 대향하는 둘은 성형 바디의 반대 말단에 배치된다; 그러나, 도 4는 하나의 예시의 성형 바디(360)의 사시도로서, 가장자리 디렉터 중 두개는 보이지 않는다.

[0024] 유리 리본(304)이 루트로부터 하강하기 때문에, 풀링 롤(365, pulling rolls)은 그 가장자리를 따라 점도가 있는 유리 리본과 접촉하며 하향 경로로의 리본의 인발을 돕는다. 풀링 롤(365)은 유리 리본의 가장자리 부분에서 유리 리본(304)을 파지하고 유리 리본을 하향으로 인발하는, 대향하는 역회전 롤러(counter-rotating roller)를 포함한다. 도시되진 않지만, 풀링 롤(365) 위에 및/또는 아래에 배치된 추가 구동되는 또는 비-구동되는 롤이 또한 유리 리본의 가장자리에 접촉하여 리본을 가이드하고, 리본의 폭을 줄이도록 자연히 일어나는 표면 장력 효과에 대해 리본의 폭을 유지하는 것을 도울 수 있다. 또한, 임의의 수의 도시된 및/또는 추가로 구동되는 또는 비-구동되는 롤은 수평에 대해 경사지거나 기울어질 수 있다.

[0025] 다수의 냉각 또는 가열 노즐, 버너, 레이저, IR 가열기 또는 제트(370a-h)는 예시의 FDM(350) 내에 배치될 수 있으며, 각각은 냉각 가스 또는 가열 가스를 공급할 수 있다. 이에 한정하지 않지만, 상기 가스는 공기, 질소, 수소, 불활성 가스, 다른 가연성 가스, 이들의 혼합 등을 포함한다. 물론, 가열 노즐, 버너 또는 제트는 오직 예시이며 청구 범위는 이에 한정되어선 안되며 다양한 다른 기계장치가 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 레이저, IR 가열기 등과 동일한 목적을 가진 가열 장치 또는 기계장치가 채용될 수 있다. 추가 실시예

에서, 공급된 가스는 각각의 가열 노즐, 버너 또는 제트(370a~h)로 이송되기 전에 냉각, 혼합 및/또는 가열될 수 있다. 예시의 실시예에서, 다수의 가열 또는 냉각 노즐(370a~h)은 가열 또는 냉각된 공기를 연속으로 이동하는 유리 리본(304)의 특정 부분에서 리본의 미리 정해진 부분, 선 또는 영역(305)을 따라 지향되도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 유리 리본의 이러한 미리정해진 부분(305)의 수직 분리(예, 유동 방향으로의 분리)는 불필요한 비드를 포함하는 유리 리본의 최외곽 부분 또는 가장자리(306)를 필수적으로 제거할 것이다. 일부 실시예에서, 예시의 가열 또는 냉각 노즐, 제트 또는 버너(370a~h)는 가연성 혼합물을 제공하여 인접한 유동하는 유리 리본으로 화염을 제공할 수 있다. 도 5는 예시의 노즐 기계장치의 일부 실시예의 사시도이다. 도 5를 참고하여, 예시의 노즐, 제트 또는 버너(370)는 인근 말단부(372)에 하나 이상의 유입구 또는 공급 라인(371)을 구비할 수 있으며, 상기 인근 말단부(372)는 인접한 유동하는 유리 리본(미도시)으로 화염, 가열된 공기, 냉각된 공기, 가열된 또는 냉각된 공기의 제트 등을 공급하기 위해 하나 이상의 가스를 노즐, 제트 또는 버너(370)로 그리고 말단부(374)의 하나 또는 다수의 노즐, 구멍 또는 제트(373)로 하나 이상의 가스를 공급한다. 물론, 다양한 가스 전달 장치가 출원인의 유리 제조 시스템에 연속하는 유리 리본의 균열을 개시하고 위치를 탐지하거나 멈추도록 채용될 수 있을 것이 예상되므로, 도 5에 도시된 실시예는 본원에 첨부된 청구 범위에 한정하지 않아야 한다. 공급된 가스는, 그 사이의 모든 하위 범위를 포함하여, 약 20°C 에서 약 1700°C, 약 500°C 에서 약 1700°C, 약 700°C 에서 약 1700°C, 약 750°C 에서 약 850°C, 약 850°C 에서 약 1450°C, 약 1450°C 에서 약 1700°C의 범위의 온도로 제공될 수 있다. 공급된(가열된 또는 냉각된) 가스는 또한 모든 범위 및 그 사이의 하위 범위를 포함하여, 약 +/- 0.1°C 에서 약 900°C 사이의 온도차(이상 또는 이하)로 연속 유리 리본에 제공될 수 있다. 상기 온도와 온도차는 예시의 실시예에 의해 채용되어 유리 리본의 압축 또는 인장 응력을, 모든 하위 범위들을 포함하여, 약 0.1MPa에서 약 50MPa 이상 사이, 약 1MPa에서 약 25MPa, 또는 약 5MPa에서 20MPa 사이에서 변경할 수 있다. 도 4에 도시된 것처럼, 예시의 노즐, 버너 또는 제트(370a~h)는 유리 리본(304)의 가장자리의 안쪽으로 성형 바디(360)의 루트(301)에 또는 루트 근처에 배치될 수 있다(예, 유리 리본의 가장자리와 중앙선 사이). 일부 실시예에서, 균열 개시 노즐, 버너 또는 제트(370a~h)는 루트의 하류에 약 2500mm에서 7500mm 사이에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 위치는 그 사이의 모든 하위 범위를 포함하여, 루트의 하류에 약 1000 mm 에서 약 8000 mm 사이, 약 2000 mm 에서 약 7000 mm, 약 3000 mm 에서 약 6000 mm, 또는 약 4000 mm 에서 약 5000 mm 사이에 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 균열 저지 노즐 버너 또는 제트(370a~h)는 루트에 그리고 균열 개시 노즐의 상류에 약 500mm 에서 약 5500mm 사이에 위치될 수 있다. 추가 실시예에서, 위치는, 모든 하위 범위를 포함하여, 균열 개시 노즐의 상류에, 약 100 mm 에서 약 6000 mm 사이, 약 500 mm 에서 약 5500 mm 사이, 약 1000 mm 에서 약 5000 mm 사이, 또는 약 2000 mm 에서 약 4000 mm 사이에 있을 수 있다. 예시의 노즐, 버너 또는 제트(370a~h)는 수평 기계의 또는 레이저 스코어링/절단 기계장치와 같은 하류의 절단 기계장치(미도시)와 루트(301) 사이에서 유리 리본을 따라 임의의 장소에 배치될 수 있다. 다른 실시예에서, 예시의 노즐, 버너 또는 제트 또는 상기 장치(309)의 배열은 본원에 명시된 동일한 원리를 이용하여 하류 절단 기계장치를 대체하기 위해 유리 유동 방향에 수평으로 또는 수직으로 배치될 수 있다. 노즐, 버너 또는 제트(370, 309)에 의해 방출된 가스는 유리 리본에 영향을 주며 유리의 점도를 국부적으로 변형시켜 부분적으로 얇아지게 하거나 및/또는 압축 응력의 변화를 야기할 수 있다. 예시의 노즐, 버너, 또는 제트(370, 309)가 리본 상의 상대적인 위치를 변화시키고 잘려나갈 리본의 양 또는 절단 위치를 변화시키기 위해 고정되는 대신 움직일 수 있다는 것을 알 수 있다. 도시되진 않았지만, 추가 기계장치들(기계적인 또는 다른)은 임의의 리본 가장자리 손상을 막고 하류 작업으로 인한 비드의 움직임을 막도록 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체하기 위해 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370a~h)의 하류에 채용될 수 있다.

[0026]

물론, 도면은 단지 예시적인 것이어야 하며 예시의 가열기 및 냉각기(더불어 다른 기계장치들)로서 청구범위를 한정하지 않아야 하며, 그 위치는 유리 리본의 균열을 개시, 전파하고 그리고 멈추거나 위치를 탐지하기 위해 실시예에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 한 세트의 가열 기계장치(370a,e)는 루트에 가까운 상부 경계와 루트 아래의 약 25mm에서 100mm의 하부 경계를 가진 것으로 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 루트에 대한 예시의 위치가 에너지를 유리의 표면에서 전체 두께로 전달할 수 있으며 유리를 효과적으로 얇게 하는데 사용될 수 있음을 몇몇 실험이 나타내고 있기 때문에, 상기 상부 경계는 루트보다 약 100mm 위에 있을 수 있다. 이러한 가열 기계장치는 유리의 용융 온도(T_{glass}) 이상의 온도로 제공되어 유리 리본의 점도를 낮추고 선택된 부분에서 유리 리본을 얇게 한다. 또한, 점탄성 구역 아래로 저 진폭 잔류 압축 응력을 유도하며 균열 전파를 수직으로 유도 또는 제어할 수 있으며 균열을 제한할 수 있는 유리 리본의 얇은 레인(thin lane)을 생성하도록 이러한 가열 기계장치는 채용될 수 있다. 이러한 예시의 가열 기계장치는 일반적으로 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동되어야 한다. 상기 가열 기계장치는 일반적으로 얇게 만들기 위해 채용될 수 있으며, 가스를 사용하는 경우, 가스 온도는 약 150,000 poise의 유동 점도에서 유리 온도보다 적어도 100°C 이상에서

적어도 200℃ 이상이어야 하며, 또는 약 140,000poise의 점도를 가진 유리에 대해, 온도 범위는 약 1040℃에서 1240℃이어야 한다. 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 상부 세팅 구역 경계로부터 상류에 약 300mm 또는 가열 기계장치(370a,e)로부터 하류에 약 200mm의 상부 경계를 구비하며, 어느 쪽이든지 더 하류에 있으며, 구역이 시작되는 곳으로부터 하류에 약 300mm에 하부 경계를 구비할 수 있다. 일반적으로, 세팅 구역의 위치는 리본 냉각 속도에 따른다. 상기 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 냉각된 레인을 생성하고 유도된 응력의 진폭을 증가시킨다. 상기 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 기계장치(370a,e)로부터 얇은 또는 냉각된 레인과 정렬된다. 또한, 균열 개시를 위해 FDM의 출구에서 응력(압축 또는 인장) 밴드(band)를 유지하고 균열의 상류 전파를 허용하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 예시의 제1 냉각 기계장치는 일반적으로 균열 개시 전에 작동해야 하며 이후 필요시 작동이 유지될 수 있다. 일반적으로, 유리 전이 온도는 약 630℃에서 약 830℃의 온도 범위이다. 세팅 구역은 일반적으로 유리 전이 온도에서 약 +/- 65℃이며, 이로써, 제1 세트의 냉각 기계장치로부터의 가스의 온도는 유리 온도보다 100℃ 이하이어야 하며, 이는 제1 세트의 냉각 기계장치에서 약 650℃에서 약 950℃이다. 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 이때 냉각된 레인과 정렬될 수 있으며 유리 전이 온도의 위치에서의 상부 경계와 유리 전이 온도로부터 하류의 임의의 하부 경계를 구비할 수 있다(예, 하향 인발 융합 성형에 대해, 이러한 위치는 하류 세팅 구역 경계의 +/- 100mm 일 수 있다). 상기 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 유도된 응력을 다룰 수 있으며 한정된 위치에서 균열을 멈추는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 제2 냉각 기계장치는 일반적으로 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동되어야 한다. 추가 기계장치(기계적인 또는 다른)는 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370)의 하류에 채용되어 하류 작동으로 인한 비드의 움직임을 막고 임의의 리본 가장자리 손상을 막기 위해 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체할 수 있다. 이러한 추가 기계장치는 균열 개시 이후 활성화되어야 하며 이후 항상 작동을 유지해야 하고, 일부 실시예에서는 제2 세트의 냉각 기계장치의 하류에 약 500mm 에서 1000mm 에 배치될 수 있다.

[0027]

추가 실시예에서, 일부 실시예에서, 제1 세트의 가열 기계장치(370a,e)는 루트에 가까운 상부 경계와 루트 아래에 약 25mm 에서 약 100mm 에 하부 경계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 루트에 대한 예시의 위치가 에너지를 유리의 표면에서 전체 두께로 전달할 수 있으며 유리를 효과적으로 얇게 하는데 사용될 수 있음을 몇몇 실험이 나타내고 있기 때문에, 상기 상부 경계는 루트보다 약 100mm 위에 있을 수 있다. 이러한 제1 세트의 가열 기계장치는 유리의 용융 온도(T_{glass}) 이상의 온도로 제공되어 유리 리본의 점도를 낮추고 선택된 부분에서 유리 리본을 얇게 한다. 또한, 점탄성 구역 아래로 저 진폭 잔류 압축 응력을 유도하며 균열 전파를 수직으로 유도 또는 제어할 수 있으며 균열을 제한할 수 있는 유리 리본의 얇은 레인을 생성하도록 이러한 제1 세트의 가열 기계장치는 채용될 수 있다. 이러한 예시의 가열 기계장치는 일반적으로 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동되어야 한다. 상기 가열 기계장치는 일반적으로 얇게 만들기 위해 채용될 수 있으며, 가스를 사용하는 경우, 가스 온도는 약 150,000 poise의 유동 점도에서 유리 온도보다 적어도 100℃ 이상에서 적어도 200℃ 이상이어야 하며, 또는 약 140,000poise의 점도를 가진 유리에 대해, 온도 범위는 약 1040℃에서 1240℃이어야 한다. 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 상부 세팅 구역 경계로부터 상류에 약 300mm 또는 가열 기계장치(370a,e)로부터 하류에 약 200mm의 상부 경계를 구비하며, 어느 쪽이든지 더 하류에 있으며, 구역이 시작되는 곳으로부터 하류에 약 300mm의 하부 경계를 구비할 수 있다. 일반적으로, 세팅 구역의 위치는 리본 냉각 속도에 의존한다. 상기 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 냉각된 레인을 생성하고 유도된 응력의 진폭을 증가시킨다. 상기 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 기계장치(370a,e)로부터 얇은 또는 냉각된 레인과 정렬된다. 또한, 균열 개시를 위해 FDM의 출구에서 응력(압축 또는 인장) 밴드(band)를 유지하고 균열의 상류 전파를 허용하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 예시의 제1 냉각 기계장치는 일반적으로 균열 개시 전에 작동해야 하며 이후 필요시 작동이 유지될 수 있다. 일반적으로, 유리 전이 온도는 약 630℃에서 약 830℃의 온도 범위이다. 세팅 구역은 일반적으로 유리 전이 온도에서 약 +/- 65℃이며, 이로써, 냉각 기계장치 세트로부터의 가스의 온도는 유리 온도보다 100℃ 이하이어야 하며, 이는 제1 세트의 냉각 기계장치에서 약 650℃에서 약 950℃이다. 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 이때 냉각된 레인과 정렬될 수 있으며 유리 전이 온도의 위치에서의 상부 경계와 유리 전이 온도로부터 하류의 임의의 하부 경계를 구비할 수 있다(예, 하향 인발 융합 성형에 대해, 이러한 위치는 하류 세팅 구역 경계의 +/- 100mm 일 수 있다). 상기 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이상의 온도(예, 100℃ 이상)로 제공되어 유도된 응력을 다룰 수 있으며 한정된 위치에서 균열을 멈추는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 제2 가열 기계장치는 일반적으로 균열 개시 바로 전에 활성화되어야 하며 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동을 유지하여야 한다. 추가 기계장치(기계적인 또는 다른)는 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370)의 하류에 채용되어 하류 작

동으로 인한 비드의 동작을 막고 임의의 리본 가장자리 손상을 막기 위해 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체할 수 있다. 이러한 추가 기계장치는 균열 개시 이후 활성화되어야 하며 이후 항상 작동을 유지해야하고, 일부 실시예에서는 제2 세트의 냉각 기계장치의 하류에 약 500mm 에서 1000mm 에 배치될 수 있다.

[0028] 추가 실시예에서, 제1 세트의 가열 기계장치(370a,e)는 루트에 가까운 상부 경계와 루트 아래에 약 25mm 에서 약 100mm 에 하부 경계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 루트에 대한 예시의 위치가 에너지를 유리의 표면에서 전체 두께로 전달할 수 있으며 유리를 효과적으로 얇게 하는데 사용될 수 있음을 몇몇 실험이 나타내고 있기 때문에, 상기 상부 경계는 루트보다 약 100mm 위에 있을 수 있다. 이러한 제1 세트의 가열 기계장치는 유리의 용융 온도(T_{glass}) 이상의 온도로 제공되어 유리 리본의 점도를 낮추고 선택된 부분에서 유리 리본을 얇게 한다. 또한, 점탄성 구역 아래로 저 진폭 잔류 압축 응력을 유도하며 균열 전파를 수직으로 유도 또는 제어할 수 있으며 균열을 제한할 수 있는 유리 리본의 얇은 레인을 생성하도록 이러한 제1 세트의 가열 기계장치는 채용될 수 있다. 이러한 예시의 가열 기계장치는 일반적으로 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동되어야 한다. 상기 가열 기계장치는 일반적으로 얇게 만들기 위해 채용될 수 있으며, 가스를 사용하는 경우, 가스 온도는 약 150,000 poise의 유동 점도에서 유리 온도보다 적어도 100°C 이상에서 적어도 200°C 이상이어야 하며, 또는 약 140,000poise의 점도를 가진 유리에 대해, 온도 범위는 약 1040°C에서 1240°C이어야 한다. 한 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 상부 세팅 구역 경계로부터 상류에 약 300mm 또는 가열 기계장치(370a,e)로부터 하류에 약 200mm의 상부 경계를 구비하며, 어느 쪽이든 더 하류에 있으며 구역이 시작되는 곳으로부터 하류에 약 300mm의 하부 경계를 구비할 수 있다. 일반적으로, 세팅 구역의 위치는 리본 냉각 속도에 따른다. 이러한 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 냉각된 레인을 생성하고 유도된 응력의 진폭을 증가시킨다. 또한, 균열 개시를 위해 FDM의 출구에서 응력(압축 또는 인장) 밴드를 유지하고 균열의 상류 전파를 허용하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 예시의 냉각 기계장치는 일반적으로 균열 개시 전에 작동해야 하며 이후 필요시 작동이 유지될 수 있다. 일반적으로, 유리 전이 온도는 약 630°C에서 약 830°C의 온도 범위이다. 세팅 구역은 일반적으로 유리 전이 온도에서 약 +/- 65°C이며, 이로써, 냉각 기계장치 세트로부터의 가스의 온도는 유리 온도보다 100°C 이하이어야 하며, 이는 세트의 냉각 기계장치에서 약 650°C에서 약 950°C이다. 추가 기계장치(기계적인 또는 다른)는 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370)의 하류에 채용되어 하류 작동으로 인한 비드의 동작을 막고 임의의 리본 가장자리 손상을 막기 위해 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체할 수 있다. 이러한 추가 기계장치는 균열 개시 이후 활성화되어야 하며 이후 항상 작동을 유지해야하고, 일부 실시예에서는 제2 세트의 냉각 기계장치의 하류에 약 500mm 에서 1000mm 에 배치될 수 있다.

[0029] 일부 실시예에서, 어떤 가열 기계장치도 사용되지 않는다; 그러나, 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 상부 세팅 구역 경계로부터 상류에 약 300mm 또는 구역이 시작되는 곳으로부터 하류 약 300mm의 상부 경계를 구비한다. 일반적으로 세팅 구역의 위치는 리본 냉각 속도에 따른다. 이러한 제1 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 냉각된 레인을 생성하고 유도된 응력의 진폭을 증가시킨다. 이러한 제1 세트의 가열 기계장치는 또한 균열 전파를 수직으로 유도하고 균열을 제한하는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 제1 냉각 기계장치는 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동을 유지해야한다. 일반적으로, 유리 전이 온도는 약 630°C에서 약 830°C의 온도 범위이다. 세팅 구역은 일반적으로 유리 전이 온도에서 약 +/- 65°C이며, 이로써, 냉각 기계장치 세트로부터의 가스의 온도는 유리 온도보다 100°C 이하이어야 하며, 이는 제1 세트의 냉각 기계장치에서 약 650°C에서 약 950°C이다. 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 이때 냉각된 레인과 정렬될 수 있으며 유리 전이 온도의 위치에서 상부 경계와 유리 전이 온도로부터 하류의 임의의 하부 경계를 구비할 수 있다(예, 하향 인발 융합 성형에 대해, 이러한 위치는 하류 세팅 구역 경계의 +/- 100mm 일 수 있다). 상기 제2 세트의 냉각 기계장치(370c,g)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 유도된 응력을 다룰 수 있으며 한정된 위치에서 균열을 멈추는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 제2 냉각 기계장치는 일반적으로 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동되어야 한다. 추가 기계장치(기계적인 또는 다른)는 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370)의 하류에 채용되어 하류 작동으로 인한 비드의 동작을 막고 임의의 리본 가장자리 손상을 막기 위해 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체할 수 있다. 이러한 추가 기계장치는 균열 개시 이후 활성화되어야 하며 이후 항상 작동을 유지해야하고, 일부 실시예에서는 제2 세트의 냉각 기계장치의 하류에 약 500mm 에서 1000mm 에 배치될 수 있다.

[0030] 또 다른 실시예에서, 한 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 상부 세팅 구역 경계로부터 상류 또는 구역이 시작되는 곳으로부터 하류의 약 200mm의 상부 경계를 구비한다. 일반적으로, 세팅 구역의 위치는 리본 냉각 속도에 따

른다. 이러한 세트의 냉각 기계장치(370b,f)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이하의 온도로 제공되어 냉각된 레인을 생성하고 유도된 응력의 진폭을 증가시킨다. 이러한 세트의 냉각 기계장치는 또한 균열 전파를 수직으로 유도하고 균열을 제한하는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 제1 냉각 기계장치는 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동을 유지해야한다. 일반적으로, 유리 전이 온도는 약 630°C에서 약 830°C의 온도 범위이다. 세팅 구역은 일반적으로 유리 전이 온도에서 약 +/- 65°C이며, 이로써, 냉각 기계장치 세트로부터의 가스의 온도는 유리 온도보다 100°C 이하이어야 하며, 이는 제1 세트의 냉각 기계장치에서 약 650°C에서 약 950°C이다. 한 세트의 가열 기계장치(370c,g)는 이때 잔류 응력 레인의 양측에 배치되거나 정렬될 수 있으며 유리 전이 온도의 위치에서 상부 경계와 유리 전이 온도로부터 하류의 임의의 하부 경계를 구비할 수 있다(예, 하향 인발 융합 성형에 대해, 이러한 위치는 하류 세팅 구역 경계의 +/- 100mm 일 수 있다). 이러한 세트의 가열 기계장치(370c,g)는 유리의 용융온도(T_{glass}) 이상의 온도(예, 100°C 이상)로 제공되어 유도된 응력을 다룰수 있으며 한정된 위치에서 균열을 멈추는데 사용될 수 있다. 이러한 예시의 가열 기계장치는 일반적으로 균열 개시 바로 전에 활성화되어야 하며 예시의 유리 제조 시스템의 작동 중 항상 작동을 유지하여야 한다. 추가 기계장치(기계적인 또는 다른)는 예시의 가열 및 냉각 기계장치(370)의 하류에 채용되어 하류 작동으로 인한 비드의 동작을 막고 임의의 리본 가장자리 손상을 막기 위해 유리 리본에 의해 형성된 평면의 외측의 분리된 비드를 대체할 수 있다. 이러한 추가 기계장치는 균열 개시 이후 활성화되어야 하며 이후 항상 작동을 유지해야하고, 일부 실시예에서는 제2 세트의 냉각 기계장치의 하류에 약 500mm 에서 1000mm 에 배치될 수 있다.

[0031] 우리는 탄성 파괴 역학이 적용되는 취성 재료이다. 균열이 진행됨으로써 발생한 에너지가 새로운 표면 영역을 생성하는데 필요한 에너지보다 더 큰 경우 균열은 이러한 재료에서 전파된다. 이러한 개념은 응력 강도 인자 및 파괴 인성(fracture toughness)을 이용함으로써, 본원에 게시된 실시예에 채용될 수 있다. 응력 확대 계수는 재료의 탄성 특성, 형상, 및 하중으로부터 계산될 수 있으며, 균열의 선단(tip) 근처의 응력 조건으로 요약된다. 도 6은 균일한 인장 응력 σ 을 받는 표본의 길이 a 의 관통 균열의 개략도이다. 도 6에 도시된 상황에 대한 응력 확대 계수는 하기의 수식의 K_I (응력 x 길이)으로 제공될 수 있다.

$$K_I = 1.12\sigma\sqrt{\pi a} \quad - (1)$$

[0032] 파괴 인성, K_{Ic} 는 균열에 대한 저항을 나타내는 재료 특성이다. K_I 이 K_{Ic} 를 초과하는 경우, 균열이 전파된다. 그러나, 균열이 응력 분포를 변화시킴으로써 멈춰질 수 있으므로 K_I 은 K_{Ic} 이하로 떨어진다는 것이 밝혀졌다. 도 7은 표본에 대한 균열이 정지에 대한 개략도이다. 도 7에 도시된 것처럼, 점선으로 표시된 균열은 좌표계의 원점에서 끝나고, 압축 응력 레인은 다음에 의해 주어진 온도 필드에 의해 생성된다:

$$\Delta T(y) = \Delta T_{max} \exp\left[-4\ln(2)\frac{y^2}{w^2}\right] \quad - (2)$$

[0033] 여기서, ΔT_{max} 는 레인의 최대 온도 변화를 나타내고 w 는 최대값의 절반에서의 폭을 나타낸다. 용어 "레인(lane)"은 본원에서 일반적으로 유리 리본의 일부분으로서 사용된다. 이 일부분은 표면 영역일 수 있으며 또는 응력이 벌크 유리 리본의 응력과 다른 체적일 수도 있다. 이러한 온도 분포는 융합 성형 공정에서의 세팅 구역 위의 좁은 스트립(strip)을 냉각함으로써 발생된 것과 유사한 응력을 야기할 수 있다. 도 7에 도시된 구성에서 그리고 수식 (2)의 $\Delta T(y)$ 에 따라, K_I 은 유한 요소 모델에 의해 결정될 수 있으며 하기 관계에 의해 근사된다:

$$K_I = \frac{1.45}{m\sigma_s} Ew\alpha\Delta T_{max} \quad - (3)$$

[0034] 여기서 E 는 유리의 영률(young's modulus)을 나타내고, α 는 유리의 열팽창 계수를 나타내며, m 은 1미터를 나타낸다. 수식(2)와 다른 온도 분포의 함수 형태가 결정될 수 있지만 유사한 형태이지만 다른 상수를 가진 수식 (3)에서의 좌표 y 결과($\Delta T(y)$)에 여전히 의존할 수 있다.

[0035] 응력 레인의 폭과 크기 모두가 균열이 전파되는지 여부의 인자임을 알아야 하며, ΔT_{max} 가 감소함으로써 K_I 이 K_{Ic} 이하로 감소될 수 있다는 것을 상기 관계로부터 확인할 수 있다. 다른 실시예에서, 국부적인 냉각은 도 7에 도시된 배열에서 K_I 을 감소하는데 사용될 수 있다. 추가 실시예에서, 유리 시트의 온도는 국부적인 냉각 부분 또는

영역의 효과를 다음의 관계로 추가함으로써 바뀔 수 있다:

$$\Delta T(x, y) = \Delta T_{max} \exp \left[-4 \ln(2) \frac{y^2}{w^2} \right] - \Delta T_{cool} \exp \left[-4 \ln(2) \frac{y^2}{w_{cool}^2} - 1.207 \frac{(x-d)^{0.8}}{h^{0.8}} \right] \quad (4)$$

여기서, w_{cool} 은 y 방향의 냉각 부분/영역의 폭을 나타내고, d는 부분/영역의 x 좌표 중심을 나타내며, h는 x 방향의 부분/영역의 폭을 나타낸다. 지수 0.8은 융합 또는 다른 유리 성형 공정에서의 예시의 노출, 버너 또는 제트로부터 열전달을 근사하기 위해 선택될 수 있다. 예를 들어, 융합 공정에서 유리 시트는 양의 x 방향으로 움직이므로, h의 값은 $x > d$ 일 때 130mm이며 $x \leq d$ 인 경우 15mm가 되도록 선택될 수 있다. 이러한 공식화는 일부 실시예에서 -x방향으로의 균열 전파를 막고, 위치를 탐지하거나 멈추는데 냉각이 어떻게 사용될 수 있는지를 조사할 수 있게 한다. 다른 실시예에서, $K_I < K_{Ic}$ 일 때 균열 위치 또는 정지가 일어날 수 있다. 일부 예시의 산화물 유리에 대한 파괴 인성은 대략 $K_{Ic} = 0.8 \text{MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 일 수 있다. 도 7 및 하기 표 1을 참고하면, 응력 확대 계수는 다양한 변수 조합과 실시예를 위해 $E = 73.6 \text{GPa}$ 및 $\alpha = 3.60 \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 로 제공된다. 물론, 응력 확대 계수의 다양한 값이 수식(4)로부터 적용된 $\Delta T(x, y)$ 및 표 1의 변수들을 통해 유한 요소 분석을 이용하여 결정될 수 있으므로 이러한 응력 확대 계수는 이곳에 첨부된 청구항의 범위를 한정하지 않아야 한다.

표 1

케이스	$\Delta T_{max}, ^\circ\text{C}$	w, mm	$\Delta T_{cool}, ^\circ\text{C}$	w_{cool}, mm	-d, mm	$K_I, \text{MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$
1	130	20	0	0	0	1.03
2	130	20	50	10	600	1.03
3	130	20	50	10	500	0.98
4	130	20	50	10	400	0.93
5	130	20	50	10	300	0.87
6	130	20	50	10	200	0.81
7	130	20	50	10	100	0.77
8	130	20	50	20	100	0.58
9	130	20	75	20	100	0.30
10	130	20	25	20	100	0.80

표 1을 참고하면, 균열이 냉각 없이(케이스 1) 전파할 수 있지만, 예컨대, 케이스 6에서 10과 같이 냉각이 적용된 경우 균열이 위치 결정되거나 또는 멈춰질 수 있다는 것을 제공된 실험 또는 케이스는 나타낸다. 추가 실험에서, 생산 규모 케이스가 수행되었고, 도 8에서 관찰될 수 있다. 도 8은 일련의 응력 플롯(plot)이며 이는 잔류 응력을 생성하기 위한 유리 리본 상에 어떤 높이에서의 냉각과, 균열 위치 또는 정지를 위한 다양한 위치에서의 냉각 또는 가열을 나타낸다. 도 8을 참고하면, 수직 방향의 법선 응력은 몇몇 가열 및 냉각 구성으로 표시된다(예, 350 μm 고 냉각, P3 냉각, P3 냉각, P5 냉각, P5 냉각). 이러한 구성은 성형 용기의 루트에서 거리로 mm 단위로 측정된다. 도 8에서, 잔류 응력 레인의 가열 및 냉각 모두가 효과적으로 균열을 안내하기 위해 레인에서의 압축 응력의 크기를 줄이는데 효과적일 수 있다는 것을 나타낼 수 있다. 더욱이, 압축 잔류 응력의 레인의 가열 및 레인 근처의 가열이 또한 일부 실시예에서 효과적으로 균열 전파의 위치를 탐지하거나 균열 전파를 멈출 수 있음이 발견된다. 냉각 분석을 위해 상기 사용된 동일한 공식화는 또한 하기 표 2에 도시된 결과를 가지고 ΔT_{cool} 의 부호를 바꿈으로써 가열을 분석하는데 사용될 수 있다.

표 2

케이스	$\Delta T_{max}, ^\circ\text{C}$	w, mm	$\Delta T_{cool}, ^\circ\text{C}$	w_{cool}, mm	-d, mm	$K_I, \text{MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$
11	130	20	20	100	40	0.96
12	130	20	20	100	30	0.79
13	130	20	20	100	20	0.60
14	130	20	20	75	40	1.00
15	130	20	20	75	30	0.85

16	130	20	20	75	20	0.67
----	-----	----	----	----	----	------

- [0044] 표 2를 참고하면, 일부 실시예에서 더 넓은 가열 구역이 K_1 을 줄이는데 더 효과적일 수 있으며, 균열이 냉각 구역보다 가열 구역에 더 가까이에서 위치됨지되거나 멈출 수 있음을 알 수 있다.
- [0045] 일부 실시예에서, 또한 압축 응력 레인 근처의 유리 리본 상 영역의 가열이 냉각 외 다른 기계장치에 의해 균열 위치를 탐지하거나 또는 균열을 멈출 수 있음이 밝혀졌다. 냉각이 균열을 전파하게 하는 압축 응력을 직접 감소시킬 수 있음이 밝혀졌지만, 압축 응력 레인 근처의 동일한 영역의 가열이 압축 응력 레인에 수직인 방향으로의 압축 응력을 야기할 수 있다. 이러한 레인에 수직하는 방향의 압축 응력은 균열을 닫아 균열이 더 이상 전파하지 않게 할 수 있다. 물론, 본원에 설명된 실시예는 균열을 멈추기 위해 냉각 및 가열을 단독으로 또는 함께 채용할 수 있다. 본원에 실험적으로 설명되고 논의된 바와 같이, 수직 균열은 유리 리본에서 시작되고, 전파되고, 위치탐지되거나 멈춰질 수 있다. 이는 유리의 단일 시트에 대해, 적층 유리 리본(a laminate glass ribbon)에 대해(적층 코어가 인장 상태에 있을 수 있더라도), 그리고 유리 웹(web)에 대해 일어날 수 있다. 유리 리본 또는 시트, 웹 또는 적층에 대한 예시의 두께는, 하위 범위를 포함하여, 약 0.01 mm 에서 약 5 mm, 약 0.1 mm 에서 약 3 mm, 약 0.1 mm 에서 약 2 mm, 약 0.1 mm 에서 약 1 mm, 약 0.1 mm 에서 약 0.7 mm, 약 0.1 mm 에서 약 0.5 mm, 사이의 범위에 있을 수 있다.
- [0046] 풀 스케일 FDM(full scale FDM)을 이용하여 추가 실험이 수행되며, 성형 가스 버너(H₂/N₂ 5/95 믹스)에 기초한 가열기는 압축 응력 레인의 양측에서 기관을 국부적으로 재가열하도록 채용된다. 도 9는 균열 위치탐지 또는 멈춤 버너를 위한 열적 모델을 나타내는 그래프이다. 도 10은 균열 위치탐지 또는 멈춤 버너를 가진 유리 리본의 열-기계 그래프 분석이다. 도 9 및 10을 참고하여, 유동하는 유리 리본 상에 버너 화염의 열 충격이 발견될 수 있다. 예를 들어, 도 10에서, 결과는 버너가 활성화하지 않는 베이스 케이스 대 버너가 활성화하는(낮은 패널) 실험 케이스에 대해 제공된다. 관찰할 수 있는 바와 같이, 균열은 베이스 케이스에서 진행되는 것에 반하여(예, 압축 응력 밴드 진폭이 K_{Ic} 를 초과하도록 K_1 에 대해 충분히 큰), 실험 케이스에서, 균열의 선단에서 발생한 인장 응력과 그 주변 영역은 버너가 활성화된 후 균열 위치를 탐지하거나 또는 균열을 멈출때 압축 응력으로 변형된다.
- [0047] 유리 리본의 균열 개시 및/또는 얇아짐에 대해, 도 11은 일련의 플롯(plot)으로서 유리 리본의 측면 상의 얇아짐으로 인한 유리 리본의 온도차 및 유도된 잔류 응력을 나타낸다. 도 4 및 11을 참고하여, 냉각 또는 가열 노즐, 제트, 레이저, IR 가열기, 버너(370a-h) 등은 유리 리본(304)의 일부분(305)을 '얇게' 하는데 사용될 수 있다. 도 11은 노즐(370a-h)로부터 출구 가스를 이용하여 유리 리본을 얇게하는 효과를 나타내며, 온도는 얇은 구역 또는 레인에서 더 낮으며 이로인해 압축 잔류 응력을 발생한다. 관찰될 수 있는 것처럼, 리본에서 발생하는 응력 차이는 유리 리본에서 균열을 개시하는데 단독으로 사용될 수 있거나 또는 개시를 위해 기계적인 수단도 이용될 수 있다. 공급된 가스는, 하위 범위를 포함하여, 약 20°C 에서 약 1700°C 범위, 약 500°C 에서 약 1700°C 범위, 약 700°C 에서 약 1700°C 범위, 약 750°C 에서 약 850°C 범위, 약 850°C 에서 약 1450°C 범위, 약 1450°C 에서 약 1700°C 범위의 온도로 제공될 수 있다. 물론, 공급된 온도는 각 노즐에 필요한 기능, 즉, 균열 개시, 균열 전파, 또는 균열 위치탐지 또는 멈춤에 따를 것이다. 예를 들어, 일부 실시예에서 가열 기계장치的气体 온도는 약 150,000poise의 유동 점도에서 유리의 온도보다 적어도 100°C에서 적어도 200°C 이상일 수 있다. 약 140,000poise의 점도를 가진 유리에서, 가열 기계장치의 가스 온도는 약 1040°C에서 약 1240°C 사이의 범위에 있어야 한다. 상기 온도와 온도차는 그 사이의 하위 범위를 포함하여, 약 0.1MPa에서 약 50MPa 이상 사이, 약 1MPa에서 약 25MPa 사이, 또는 약 5MPa에서 약 20MPa 사이의 유리 리본의 압축 응력을 변경하기 위해(예, 감소시키기 위해) 예시의 실시예로서 채용될 수 있다. 실시예가 지금까지는 유리 리본을 참조하였지만, 본원에 첨부된 청구항은 실시예가 적층 구조물에 적용가능한 것으로(예, 하나 이상의 클래드 층(clad layers), 유리 웹 등), 한정되어서는 않된다. 예를 들어, 도 12는 다른 일련의 플롯(plot)으로서 유리 적층 리본의 측면 상에 얇아짐으로 인해 유리 적층 리본에서의 온도차와 유도된 잔류 응력을 나타낸다. 도 12를 참고하여, 적층 유리 리본의 제1 플링 기계 높이에서의 얇은 영역에서의 냉각 효과가 관찰될 수 있으며, 좌측 패널은 얇아진 영역의 냉각으로 인한 온도의 차이를 나타내고, 우측 및 중앙 패널은 온도차이의 결과로서 증가한 응력을 나타낸다. 예시의 실시예에 의해 유도된 이러한 높은 압축 응력은 균열을 시작하는데 활용될 수 있으며 균열이 전파되게 하여 원치 않는 비드를 분리시킨다. 도 13 및 14는 적층 리본의 압축 응력의 플롯이다. 도 13 및 14를 참고하면, 높은 압축 응력은 미리 정해진 구역, 레인 또는 부분(305)에서 관찰될 수 있으며, 균열은 예시의 FDM(350)에서 위쪽으로 시작되고 전파되어 비드를 분리시킨다. 균열은 이후 추가 냉각 및/또는 가열 노

즐, 버너 또는 제트(370)의 선택 활용을 통해 FDM(350)에서 멈춰질 수 있으며, 연속되는 유리 리본의 지속적인 비드 분리 공정을 야기할 수 있다.

[0048] 따라서, 일부 실시예에서, 냉각은 다음의 수식에 의해 설명될 수 있다:

$$\frac{\partial T}{\partial y} = \frac{h}{tU\rho C_p}(T - T_a) \quad (5)$$

[0050] 여기서, T는 유리 온도이며, y는 리본 상의 수직 좌표를 나타내고, ρ는 밀도, Cp는 열용량을 나타내고, t는 두께, U는 수직 리본 속도를 나타내며, h는 열 전달계수를 나타내고, Ta는 냉각 매체 또는 가스의 온도를 나타낸다. 수식(5)를 참고하면, 잔류 응력 발생이 온도 구배 ∂T/∂y와 직접 관련있고, 또한 온도 변화는 두께에 반비례한다고 결정되었다. 따라서, 높은 잔류 응력은 더 얇은 유리에서 발생할 수 있다. 일부 실시예에서 주어진 냉각 또는 가열 기계장치로부터의 잔류 응력이 오히려 유동 및 폭에 비례하는 가스 속도와 유리 두께의 곱에 의존할 수 있다.

[0051] 일부 실시예에서, 노즐, 제트 또는 버너(370)는 점탄성 구역(예, 풀링롤(pulling rolls) 위의 리본의 일부분에서)에서 또는 그 위의 유리 표면에 작용하는 공기 제트를 이용하여 압축 응력 레인이 생성되었던 예시의 FDM(350)에 설치될 수 있다. 물론, 노즐, 제트 또는 버너(370)는 유리 리본의 탄성 구역에도 배치될 수 있으며, 따라서 이러한 예시는 본원에 첨부된 청구항의 범위에 제한되어서는 않된다. 예시의 노즐(370)의 가스 유동은 리본 상의 미리 정해진 위치에서의 균열을 제어하거나 위치 탐지하거나 멈추도록 조절될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 20scfh의 가스 유동은 노즐 중앙으로부터 약 50mm에서 진행되는 균열을 늦췄고 노즐 중앙으로부터 약 15mm에서 멈췄다. 상기 높이에서 균열 전파 속도는 리본 속도와 일치하며 균열은 안정하게 위치된다. 예시의 가스 유동은 그 사이의 모든 하위 범위를 포함하여 약 5 scfh에서 약 50 scfh, 약 10 scfh 에서 약 30 scfh 범위에 있을 수 있다. 가스의 온도와 더불어 각 노즐의 위치에 따른 공기유동은 유리 리본의 적절한 얇게 함과, 유리 리본의 압축 응력에 대한 적절한 변형 등을 제공하도록 바뀔 수 있으며, 균열을 제어가능하고 위치 확인이 가능하게 한다. 즉, 인발 아래의 국부적인 냉각 또는 가열(예, 유리 리본의 길이를 따른)은 유리 리본의 균열을 시작하고, 전파하고, 제어하고 위치탐지하나 멈추기 위한 예시의 실시예를 이용하여 조절될 수 있다.

[0052] 따라서, 본원에 게시된 실시예는 연속하는 유리 웹, 슬롯 인발, 플롯(float), 재인발으로부터, 또는 다른 성형 공정으로부터의 융합 성형 비드 분리 공정에서 유리 리본으로부터 가장자리 또는 비드를 제거하는 것과 관련된 여러 쟁점들을 다룬다. 하나의 상기 쟁점은 균열 선단의 위치의 안정화이다. 예를 들어, 리본 움직임의 방향 또는 그에 수직인 방향을 따른 균열 선단의 작은 움직임조차도 작은 매끄러운 표면에서의 가장자리 품질의 저하를 야기할 수 있다. 그러나, 큰 움직임은 전체 리본 폭을 가로지르는 균열을 야기할 수 있다. 본원에 설명된 실시예는 열적 방법을 제공하여 균열 선단 주변의 응력을 변화시켜 그 위치를 안정화시키며 균열 선단 위치의 견고함을 리본에 대한 기계적 교란으로 개선시킬 수 있다.

[0053] 추가 실시예는 리본에 채용된 잔류 응력을 이용하여 기계적 전단 또는 균열 전파에 대한 다른 기계적 방법을 이용하는 것보다 균열 전파를 야기할 수 있다.

[0054] 일부 실시예는 얇아진 구역의 높은 압축 응력을 유도하는 유리 리본의 얇아진 구역에서 집중 냉각을 이용한다. 유리의 얇은 구역을 냉각함으로써 증가한 높은 잔류 응력은 제조 공정 및 장치에서 분리되기 위한 비드에 대한 조건을 생성할 수 있으며, 또는 수평 유리 분리를 제공하는데 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 유리 전이 체제에서의 집중 냉각은 비드 분리를 위해 균열의 전파를 용이하게 할 수 있는 잔류 응력을 열릴 수 있다. 그러나, 특정 공정의 경우, 분리를 위한 균열을 전파하기 위해 충분히 높은 응력을 열리기 필요한 냉각의 양은 비실용적일 수 있으며, 이러한 전파를 위치 탐지하거나 멈추기 위한 방법은 본원에 설명되어 있다. 물론, 예시의 실시예는 적층 유리 리본, 단일 유리 리본, 연속하는 유리 웹 등에 사용될 수 있다.

[0055] 따라서, 본 발명의 실시예를 이용한 예시의 융합 인발 기계(FDM)에서의 비드의 분리는, 유리 리본의 형태가 더욱 안정하고 평평해질 수 있으므로 높은 품질의 유리 시트를 생산하기 위한 프로세스 윈도우(process window)를 개시할 수 있으며, 압축, 뒤틀림, 응력 등과 같은 개선된 특성을 가진 제품을 생산하는 성형 공정을 가능하게 할 수 있다. 또한, 이와 같은 방식의 비드의 분리는 또한 일반적으로 종래의 비드 분리 방법(예, 스코어링 및 파괴)과 연관된 유리 시트에서의 접촉된 유리의 양을 감소시킬 수 있다.

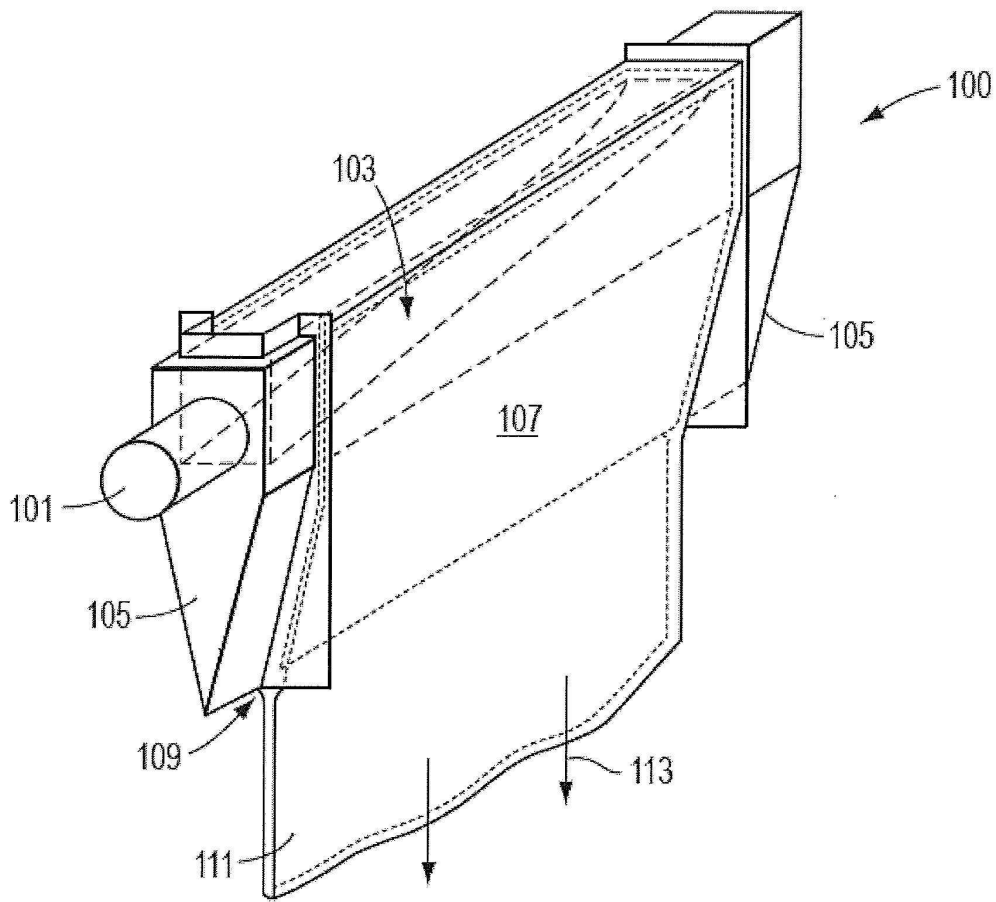
[0056] 압축 응력의 영역, 일부분, 레인, 또는 선을 가진 유리 리본을 포함하는 추가 실시예는 또한 레인 근처 구역의 온도를 변화시킴으로써 그 레인에서 위쪽으로는 균열 전파를 위치 탐지하거나 멈출 수 있다. 예를 들어, 가열 및/또는 냉각은 균열 전파를 멈추거나 위치 탐지하기 위해 선택적으로 채용될 수 있다. 따라서, 일부 실시예에

서, 균열을 전파하는 것을 안내하는 압축 응력의 레인 내에서의 냉각은 균열 위치를 탐지하거나 멈추는데 사용될 수 있으며, 압축 응력의 레인과 바로 그 주변의 영역의 가열은 균열 위치를 탐지하거나 멈추는데 사용될 수 있고, 또는 가열 및 냉각 모두는 균열 전파를 위치 탐지하거나 멈추는데 사용될 수 있다. 추가 실시예는 유리한 물리적인 위치에서 균열 선단을 찾음으로써, 상류 또는 하류 리본 움직임을 방해하는 것으로부터 균열 전파를 격리할 수 있다.

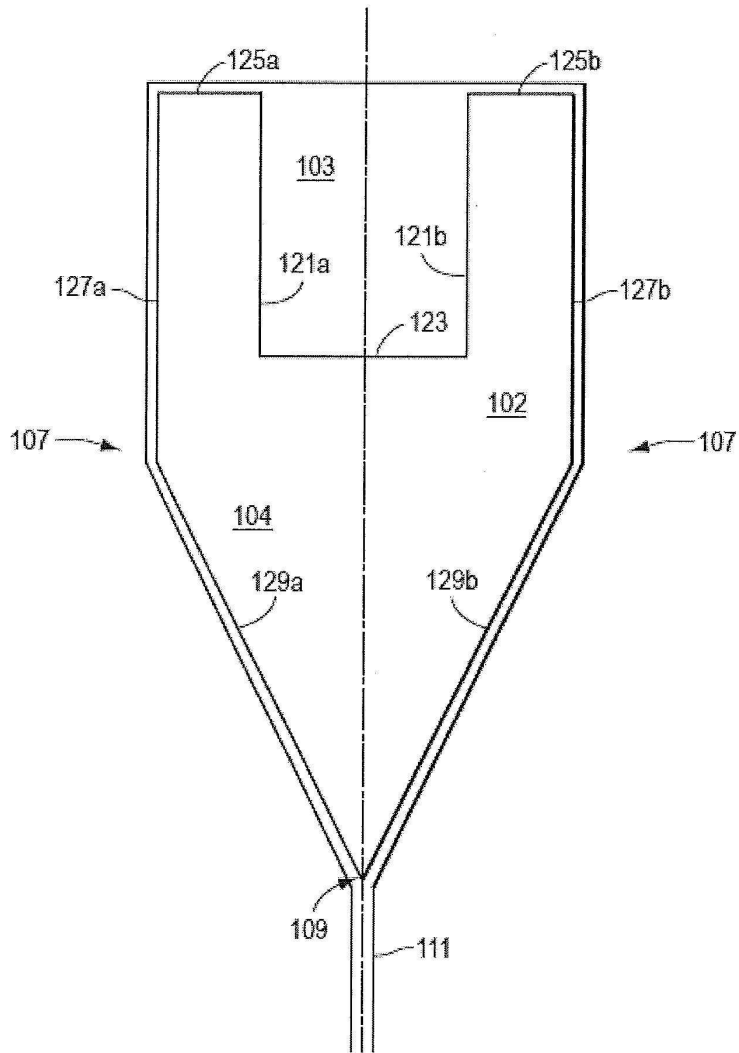
- [0057] 일부 실시예에서, 압축의 레인 내에 냉각을 사용하는 균열의 위치 또는 중단은 또한 냉각이 유리 세팅 구역 내에서 수행된 경우 하류에서 나타나는 임의의 잔류 압축 응력을 높일 수 있다. 따라서, 동일한 냉각 장치로 더 높은 유동 속도를 허용하는 초기의, 가장 높은 위치에서 덜 냉각하는 것이 요구될 수 있다.
- [0058] 일부 실시예가 융합 성형에 적용 가능한 것으로 설명되었지만, 본원에 첨부된 청구항은 본원에 설명된 방법, 시스템 및 장치가 균열이 전파되게 하는 잔류 응력 밴드를 가진 임의의 유리 리본에 사용될 수 있다는 것에 한정되지 않아야 한다는 것을 알아야 한다.
- [0059] 다양한 공지된 실시예가 특정 실시예와 관련되어 설명된 특정 특징, 요소 또는 단계들을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 특정 특징, 요소 또는 단계는, 하나의 특정 실시예와 관련되어 설명되었지만, 다양한 도시되지 않은 조합 또는 순열에서 대체 실시예와 상호 교환되거나 결합될 수 있음을 이해할 것이다.
- [0060] 또한, 본원에 사용된 것처럼, "그", "한", 또는 "하나"의 용어는, "적어도 하나"를 의미하고, 명백히 반대로 나타내지 않는 한, "오직 하나"만으로 한정되어서는 안된다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 예를 들어, "하나의 구성요소"는 명백히 달리 나타내지 않는 한, 두 개 이상의 구성요소를 가진 예시를 포함한다.
- [0061] 범위는 "약" 하나의 특정 값에서, 및/또는 "약" 다른 하나의 값으로 본원에 표현될 수 있다. 상기 범위가 표현된 경우, 예시는 하나의 특정 값에서 및/또는 다른 특정 값으로 포함한다. 유사하게, "약"이라는 전체의 사용을 통해, 값이 근사치로 표현된 경우, 특정 값이 또 다른 양상을 형성한다는 것을 이해할 것이다. 범위의 각각의 말단값이 다른 말단값과 관련되어, 그리고 다른 말단값과 독립적으로 모두 중요하다는 것을 또한 이해할 것이다.
- [0062] 본원에 사용된 것과 같은, "실질적인", "실질적으로"라는 용어와, 그 변형은 설명된 특징이 하나의 값 또는 설명과 같거나 또는 거의 같다는 것을 나타내기 위한 것이다. 더욱이, "실질적으로 유사한"은 두 개의 값이 같거나 거의 같다는 것을 나타내기 위한 것이다. 일부 실시예에서, "실질적으로 유사한"은 서로 약 10% 이내의 값, 예컨대 서로 약 5% 이내, 또는 서로 약 2% 이내의 값을 나타낼 수 있다.
- [0063] 달리 명시되어 있지 않는 한, 본원에 제시된 임의의 방법이 특정 순서로 수행되는 단계를 필요로 하는 것으로 해석되는 것은 아니다. 따라서, 방법 청구항은 실제로 그 단계가 따라야하는 순서를 재인용하지 않으며 또는 단계가 특정 순서에 한정된다고 청구항 또는 설명에 달리 명시되지 않으며, 특정 순서가 암시되는 것은 결코 아니다.
- [0064] 특정 실시예의 다양한 특징, 요소 또는 단계가 과도적인 구문 "포함하는"을 이용하여 설명될 수 있지만, 과도적인 구문 "구성하는", 또는 "본질적으로 구성하는"을 이용하여 설명될 수 있는 것들을 포함하는 대안 실시예가 함축되어 있는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 예를 들어, A+B+C를 포함하는 장치에 대한 함축된 대안 실시예는 장치가 A+B+C로 구성되는 실시예와 장치가 본질적으로 A+B+C로 구성되는 실시예를 포함한다.
- [0065] 본 발명의 의미와 범주에서 벗어나지 않는 한 본 발명에 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 당업자가 본 발명의 의미와 본질을 포함하는 게시된 실시예의 수정 결합, 하위-결합 및 변형을 수행할 수 있기 때문에, 본 발명은 첨부된 청구항의 범위와 그 등가물 내에 모든 것을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

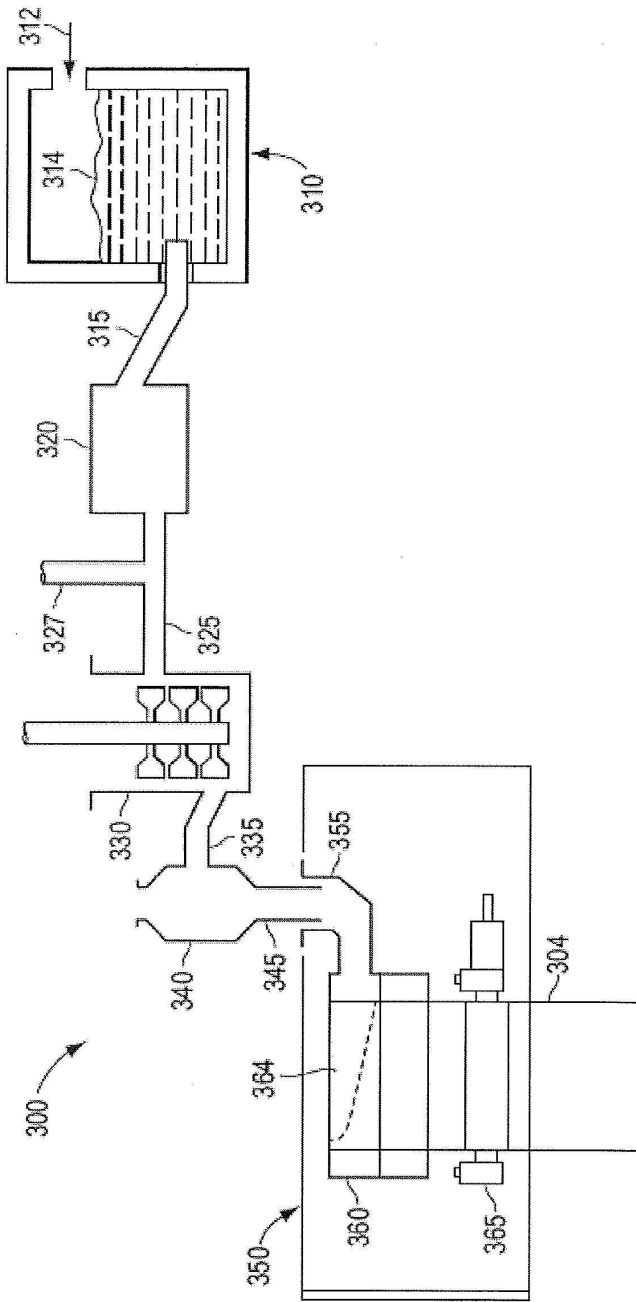
도면1



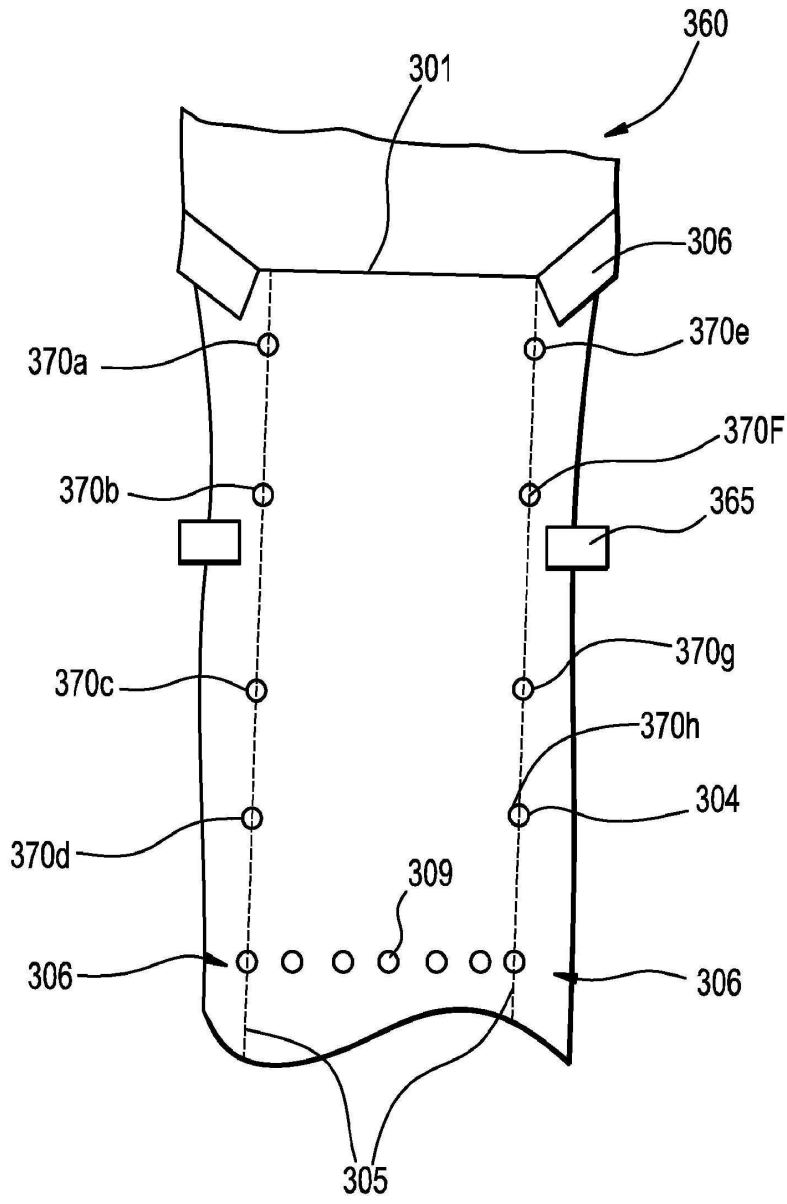
도면2



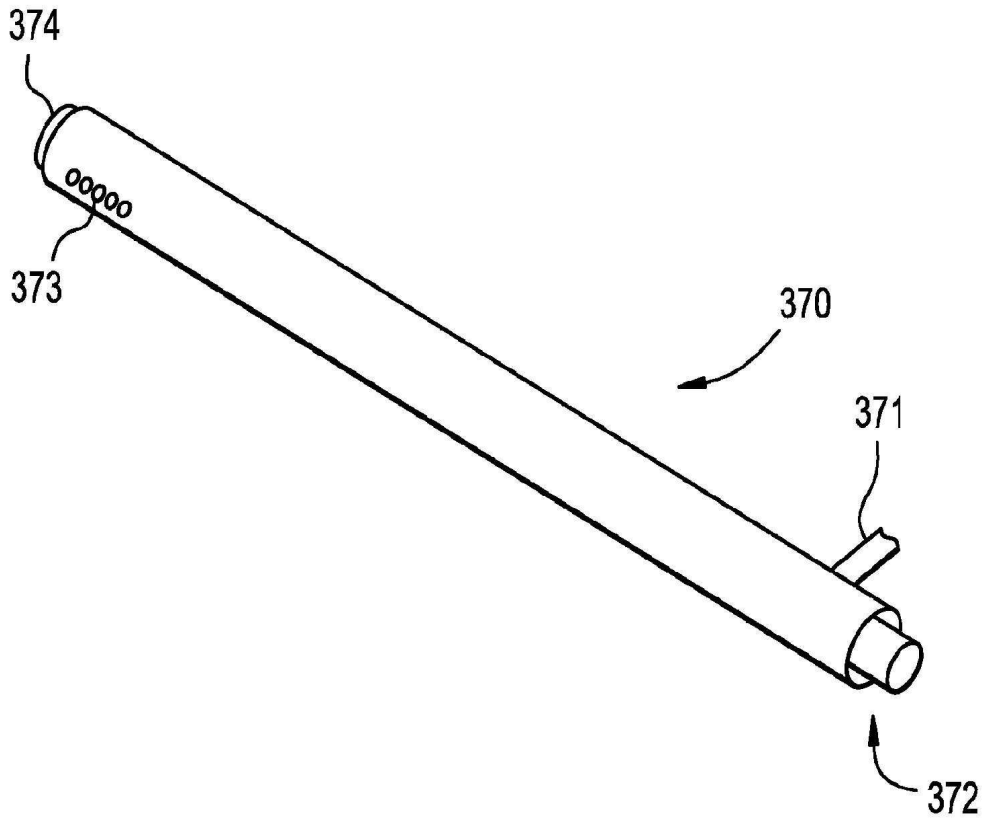
도면3



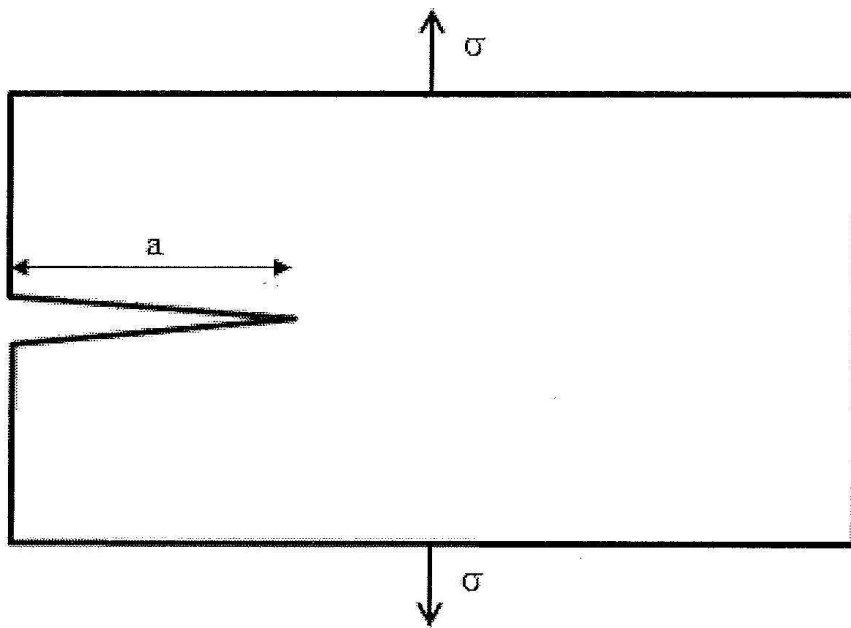
도면4



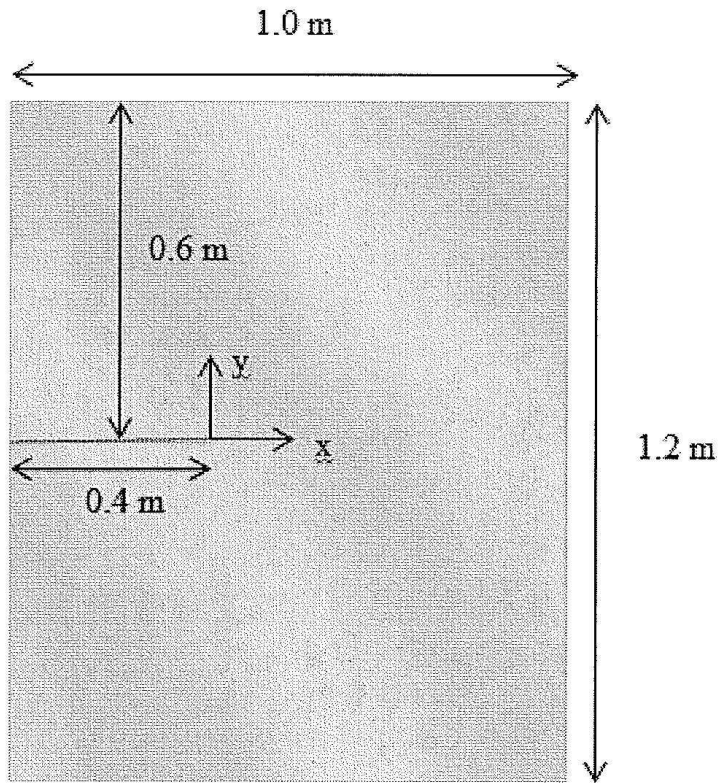
도면5



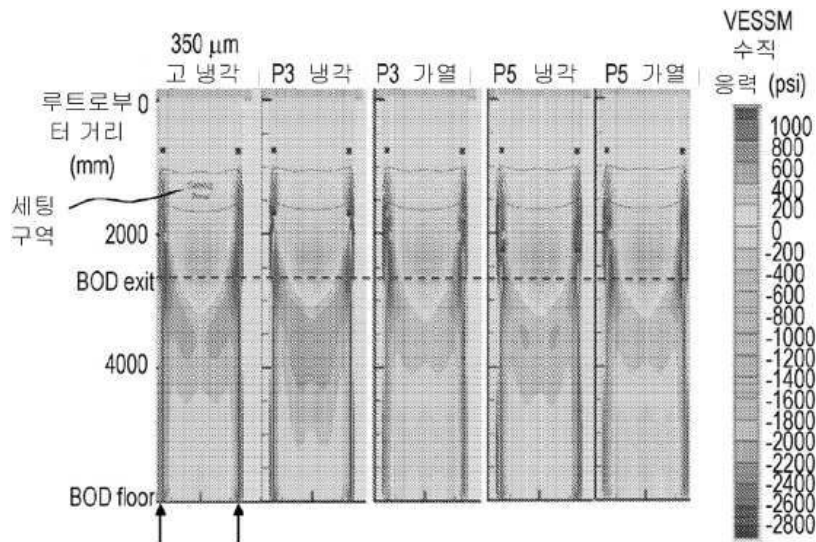
도면6



도면7

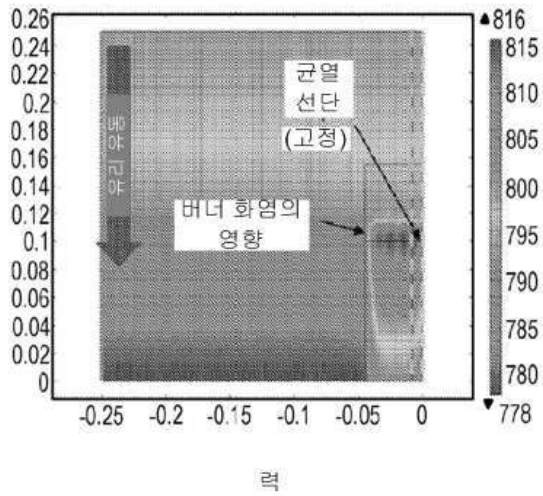


도면8

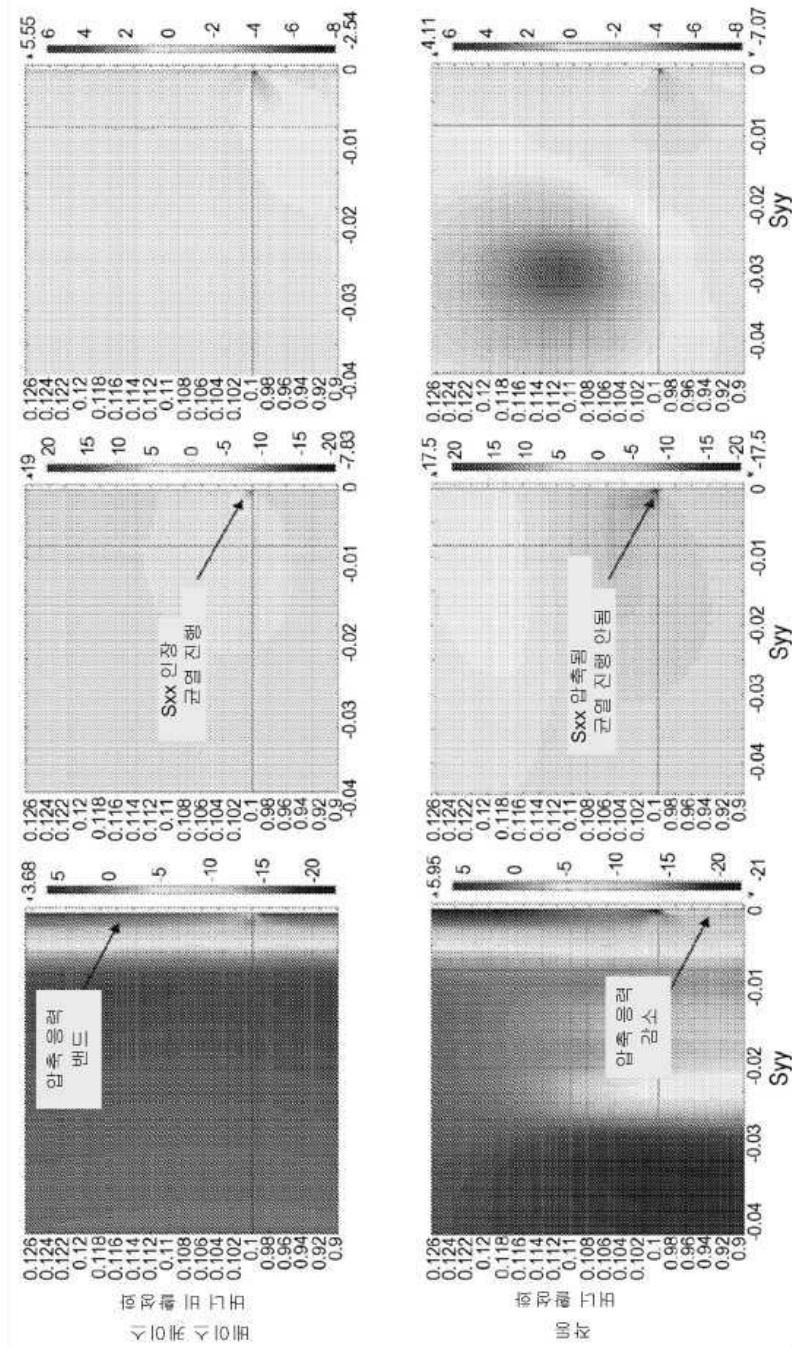


도면9

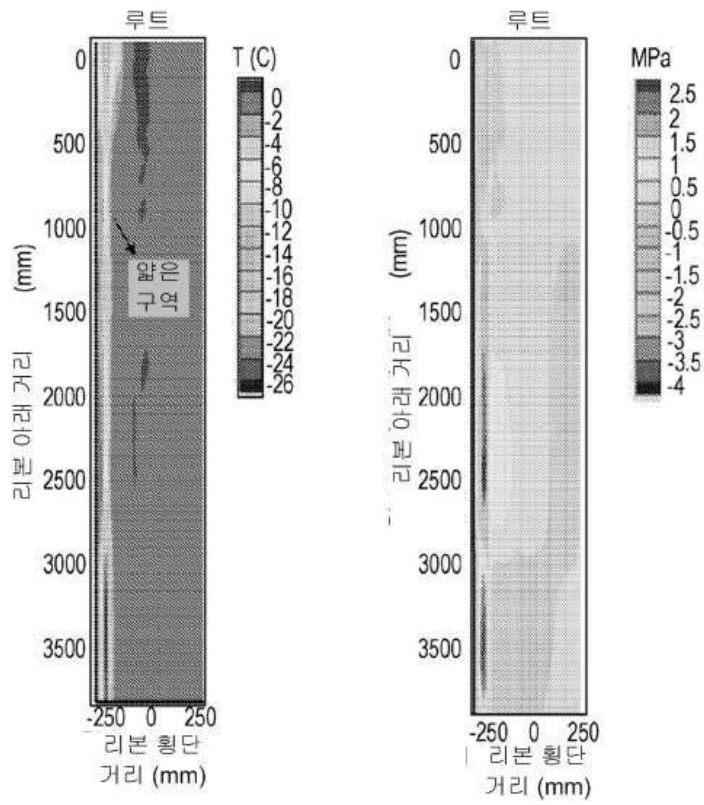
28: RecHeater_Yoffset=0.01 RecHeater=0.005
RecHeat_NBBurners=4 표면 : 온도 (degC)



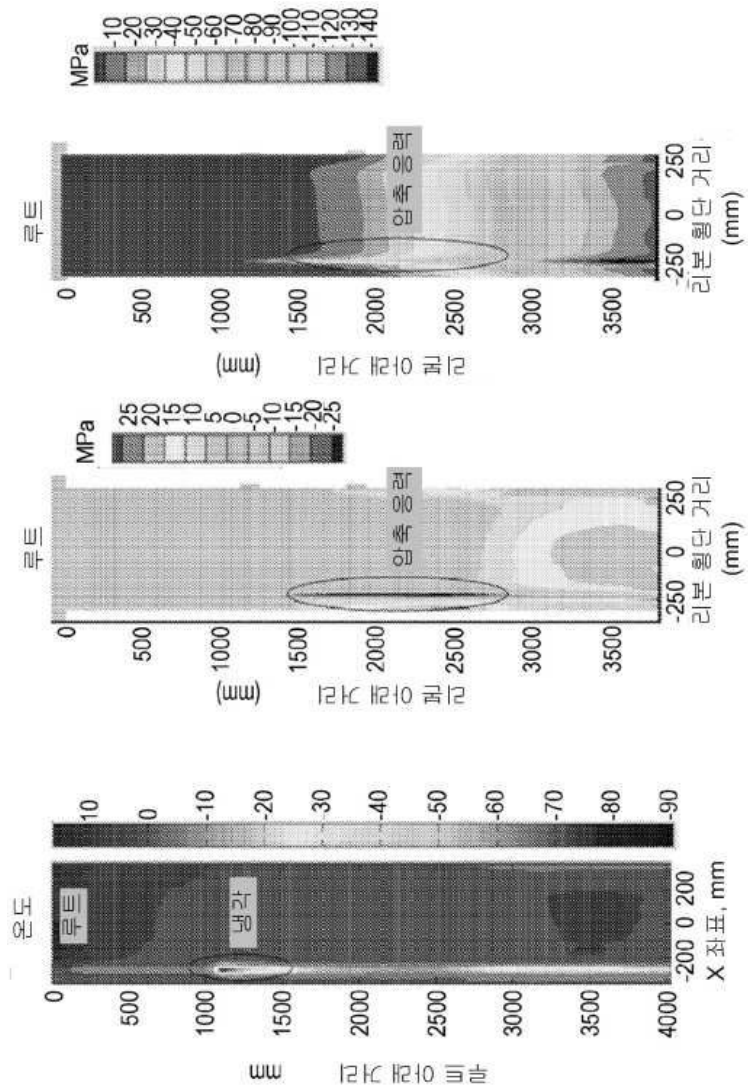
도면10



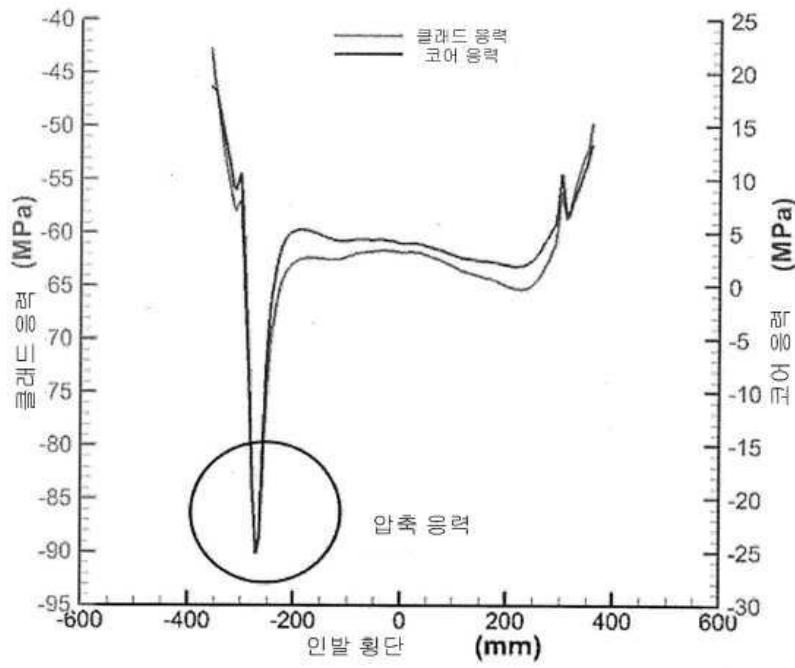
도면11



도면12



도면13



도면14

