



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월07일

(11) 등록번호 10-2274255

(24) 등록일자 2021년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 13/16 (2006.01) C03B 13/04 (2006.01)(52) CPC특허분류
C03B 13/16 (2013.01)
C03B 13/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7004496

(22) 출원일자(국제) 2014년07월17일

심사청구일자 2019년07월05일

(85) 번역문제출일자 2016년02월22일

(65) 공개번호 10-2016-0037953

(43) 공개일자 2016년04월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/046976

(87) 국제공개번호 WO 2015/013092

국제공개일자 2015년01월29일

(30) 우선권주장

61/858,295 2013년07월25일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US01659053 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닝 인코포레이티드

미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자

(72) 발명자

프레드홀름 알렌 마크

프랑스 에프-77870 블렌느 슈흐 켄느 리 클로스
말라르메 루트 데헤리시 3

(74) 대리인

양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 10 항

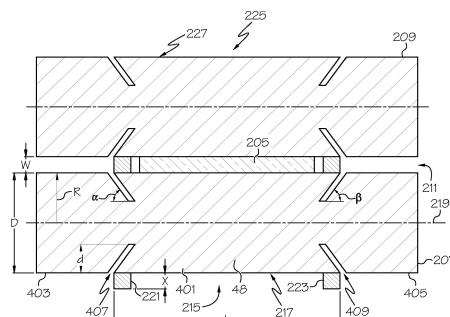
심사관 : 양정화

(54) 발명의 명칭 유리 리본을 형성하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

를 성형 장치(201)는 간극(211)을 한정하도록 성형체(209)로부터 이격된 하나 이상의 성형물(207)을 포함한다. 성형물(207)은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는 작업 대역 표면(217)을 갖는 작업 대역부(215) 및 회전축(219)에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 포함한다. 추가의 예에서, 방법은 용융된 유리의 스트립을 간극을 통해 공급하여 성형된 두께를 갖는 유리 리본을 형성하는 단계를 포함한다. 내열성 경계는 용융된 유리(205)에 의한 작업 대역부(215)의 가열에 대응하여 작업 대역 표면(217)이 작업 대역 표면(217)의 길이에 걸쳐 회전축에 대해 실질적으로 균일하게 방사상으로 팽창하는 것을 용이하게 한다. 실시양태는 작업 대역부(215)의 원뿔대형 말단 표면, 회전축(219) 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍, 또는 성형물(207) 내에 한정된 원뿔대형 홈(407, 409)을 포함한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

용융된 유리의 스트림을 공급하기 위한 유리 공급 장치; 및

성형된 두께를 갖는 유리 리본을 형성하기 위해, 용융된 유리의 스트림을 수용하기 위한 성형롤과 성형체 사이의 유리 성형 간극을 한정하도록 성형체로부터 이격된 하나 이상의 성형물

을 포함하고,

여기서 성형물은 용융된 유리의 스트림과 맞물리기 위한 작업 대역 표면을 포함하는 작업 대역부를 포함하고, 작업 대역 표면은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖고, 성형물은 성형물의 양단부의 외주면으로부터 작업 대역부 내로, 회전축을 향해 및 길이 방향의 내측을 향해, 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 포함하는 것이고,

여기서 내열성 경계가, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성된 것인,

를 성형 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

- 내열성 경계가, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성되고/되거나;
- 내열성 경계가 작업 대역부의 원뿔대형 말단 표면을 포함하고, 여기서 내열성 경계는 성형물의 회전축 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍을 포함하고/하거나;
- 내열성 경계가 성형물 내에 한정된 원뿔대형 홈을 포함하고, 여기서 원뿔대형 홈에는 홈 내에 위치하는 하나 이상의 강화 요소가 제공되고/되거나;
- 성형물이 성형물에 유체 냉각을 제공하도록 구성된 냉각 통로를 포함하는 것인

장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 하나 이상의 간극 링 쌍을 추가로 포함하고, 여기서 성형롤과 성형체는 유리 성형 간극을 한정하도록 간극 링 쌍에 의해 이격되고, 간극 링 쌍은 성형물의 작업 대역부에 장착되고/되거나;

여기서 예각이 30° 내지 60° 인

장치.

청구항 4

용융된 유리의 스트림과 맞물리기 위한 작업 대역 표면을 포함하고, 작업 대역 표면은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는 것인 작업 대역부; 및

성형물 내에 한정되고 성형물의 양단부의 외주면으로부터 작업 대역부 내로, 회전축을 향해 및 길이 방향의 내측을 향해, 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 원뿔대형 홈을 포함하는 것이고,

여기서 원뿔대형 홈은, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성된 것인,

을 포함하는 성형물.

청구항 5

제4항에 있어서, 원뿔대형 홈이, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성된 것인 성형물.

청구항 6

제4항에 있어서,

- a. 성형물에 유체 냉각을 제공하도록 구성된 냉각 통로; 및/또는
- b. 작업 대역부에 장착된 하나 이상의 간극 링

을 추가로 포함하고,

여기서 예각이 30° 내지 60° 인

성형물.

청구항 7

제4항에 있어서, 원뿔대형 홈이 성형물의 반경의 50% 내지 85%의 범위 내의 깊이 만큼 작업 대역 표면 내로 연장하는 것인 성형물.

청구항 8

성형물과 성형체 사이에 유리 성형 간극을 한정하도록 이격된 하나 이상의 성형물 및 성형체를 사용하여 유리 리본을 형성하는 방법이며,

여기서 성형물은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는 작업 대역 표면을 포함하는 작업 대역부를 포함하고, 성형물은 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 포함하고, 상기 방법은

(I) 용융된 유리의 스트림을 공급하는 단계; 및

(II) 용융된 유리의 스트림을 간극을 통해 공급하여 성형된 두께를 갖는 유리 리본을 형성하는 단계

를 포함하고,

여기서, 성형물은 성형물의 양단부의 외주면으로부터 작업 대역부 내로, 회전축을 향해 및 길이 방향의 내측을 향해, 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 포함하는 것이고,

여기서 내열성 경계는, 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 회전축에 대해 실질적으로 균일하게 방사상으로 팽창하는 것을 용이하게 하는 것인

방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 단계 (II)의 내열성 경계가

- a. 작업 대역부의 원뿔대형 말단 표면 또는 성형물의 회전축 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍; 및/또는
- b. 성형물 내에 한정된 원뿔대형 홈

으로서 제공된 것인 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

- a. 홈 내에 위치하는 복수의 강화 요소로써 원뿔대형 홈을 강화시키는 단계; 및/또는
- b. 유체로써 성형물을 냉각시키는 단계; 및/또는
- c. 성형물의 회전축을 따라 연장하는 냉각 통로를 통해 유체를 유동시키는 것을 포함하는 냉각시키는 단계; 및/

또는

d. 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 하도록 작업 대역부의 외측 주변 가장자리에 열을 보내는 단계

를 추가로 포함하고;

여기서, c.의 경우에, 냉각시키는 단계가 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 하도록 성형물의 내부 중심부에 대해 유체를 유동시키는 것을 포함하고/하거나;

여기서 예각이 30° 내지 60° 인

방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] <관련 출원과의 교차 참조>

[0002] 본 출원은 2013년 7월 25일에 출원된 미국 가출원 제61/858295호의 35 U.S.C. § 119 하의 우선권의 이익을 주장하며, 상기 가출원의 내용은 의거되고 전문이 본원에 참조로 포함된다.

[0003] <기술분야>

[0004] 본 개시 내용은 일반적으로 유리 리본을 형성하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이고, 더 특히는, 유리 성형 간극을 한정하도록 이격된 하나 이상의 성형롤 및 성형체를 사용하여 유리 리본을 형성하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 롤링된 시트 유리를 전형적으로 하나의 성형롤 쌍을 사용하여 성형한다. 그러나, 성형롤을 사용하는 통상적인 유리 롤 성형기는 전형적으로 매우 정밀한 치수 균일도 (예를 들어 +/-0.025 mm 내의 두께 균일도)를 갖지 않는 유리 리본을 제조하고, 두께가 2 내지 3 mm 미만인 얇은 유리 리본을 형성할 수 없다. 이렇게 두께를 정밀하게 제어할 수 없게 하는 하나의 인자는 유리 리본이 되도록 성형되는 용융된 유리의 스트림에 의해 가열되는 성형롤의 불균일한 방사상 열팽창이다.

[0006] 도 1은 명료하게 하기 위해 반드시 축척에 맞게 도시되지는 않은 두 개의 통상적인 성형롤(101, 103)의 개략도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 성형롤은 용융된 유리의 스트림(107)을 수용하기 위한 유리 성형 간극(105)을 한정하도록 서로 이격되어 있다. 성형롤(101, 103)은 (약 1000℃ 이상일 수 있는) 용융된 유리의 스트림(107)에 의한 가열로 인해 불균일하게 방사상으로 팽창할 수 있다. 예를 들어, 파선(109a, 109b)에 의해 표시된 바와 같이, 용융된 유리의 스트림(107)에 의한 성형롤(101, 103)의 가열로 인해, 각각의 성형롤의 작업 대역 표면은, 상응하는 회전축으로부터 방사상으로, 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 불균일하게 팽창할 수 있다. 불균일한 방사상 팽창은 성형롤(101, 103)의 중심부가 성형롤(101, 103)의 상응하는 말단부보다 더 높은 온도가 되기 때문에 일어난다. 불균일한 방사상 팽창으로 인해, 결과적으로 성형롤에 의해 성형되는 유리 리본은 유리 리본의 외측 양쪽 가장자리에 비해 상대적으로 얇은 중심부를 가질 수 있다.

[0007] 가열 시 성형롤의 방사상 팽창으로 인해 실질적으로 변동하지 않는 두께 프로필을 갖는 유리 리본을 형성하는데 사용될 수 있는 성형롤을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0008] <요약>

[0009] 하기에서는 상세한 설명에서 기술되는 몇몇 예시적인 측면의 기본적 이해를 위해 개시 내용의 단순화된 요약이 제시된다.

[0010] 첫 번째 측면에서, 롤 성형 장치는 용융된 유리의 스트림을 공급하기 위한 유리 공급 장치, 및 성형된 두께를 갖는 유리 리본을 형성하기 위해 용융된 유리의 스트림을 수용하기 위한 성형롤과 성형체 사이의 유리 성형 간극을 한정하도록 성형체로부터 이격된 하나 이상의 성형롤을 포함한다. 성형롤은 용융된 유리의 스트림과 맞물

리기 위한 작업 대역 표면을 포함하는 작업 대역부를 포함한다. 작업 대역 표면은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는다. 성형물은 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 추가로 포함한다.

- [0011] 첫 번째 측면의 하나의 예에서, 내열성 경계는, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성된다.
- [0012] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 내열성 경계는 작업 대역부의 원뿔대형 말단 표면을 포함한다.
- [0013] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 내열성 경계는 성형물의 회전축 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍을 포함한다.
- [0014] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 내열성 경계는 성형물 내에 한정된 원뿔대형 홈을 포함한다. 예를 들어, 원뿔대형 홈에는 홈 내에 위치하는 하나 이상의 강화 요소가 제공될 수 있다.
- [0015] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 성형물은 성형물에 유체 냉각을 제공하도록 구성된 냉각 통로를 포함한다.
- [0016] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 롤 성형 장치는 하나 이상의 간극 링 쌍을 추가로 포함하고, 여기서 성형물과 성형체는 유리 성형 간극을 한정하도록 간극 링 쌍에 의해 이격된다.
- [0017] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 간극 링 쌍은 성형물의 작업 대역부에 장착된다.
- [0018] 첫 번째 측면의 또 다른 예에서, 예각은 약 30° 내지 약 60° 이다.
- [0019] 첫 번째 측면은 단독으로 수행될 수 있거나 상기에서 논의된 첫 번째 측면의 예 중 하나 또는 임의의 조합과 함께 수행될 수 있다.
- [0020] 두 번째 측면에서, 성형물은 용융된 유리의 스트림과 맞물리기 위한 작업 대역 표면을 포함하는 작업 대역부를 포함한다. 작업 대역 표면은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는다. 성형물은 성형물 내에 한정되고 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 원뿔대형 홈을 추가로 포함한다.
- [0021] 두 번째 측면의 하나의 예에서, 원뿔대형 홈은, 작업 대역부의 온도가 제1 온도로부터 제2 온도로 상승함에 따라 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 회전축으로부터 방사상으로 팽창하도록 구성된다.
- [0022] 두 번째 측면의 또 다른 예에서, 성형물은 성형물에 유체 냉각을 제공하도록 구성된 냉각 통로를 추가로 포함한다.
- [0023] 두 번째 측면의 또 다른 예에서, 성형물은 작업 대역부에 장착된 하나 이상의 간극 링을 추가로 포함한다.
- [0024] 두 번째 측면의 또 다른 예에서, 예각은 약 30° 내지 약 60° 이다.
- [0025] 두 번째 측면의 또 다른 예에서, 원뿔대형 홈은 성형물의 반경의 약 50% 내지 약 85%의 범위 내의 깊이 만큼 작업 대역 표면 내로 연장한다.
- [0026] 두 번째 측면은 단독으로 수행될 수 있거나 상기에서 논의된 두 번째 측면의 예 중 하나 또는 임의의 조합과 함께 수행될 수 있다.
- [0027] 세 번째 측면에서, 성형물과 성형체 사이에 유리 성형 간극을 한정하도록 이격된 하나 이상의 성형물 및 성형체를 사용하여 유리 리본을 형성하기 위한 방법이 제공된다. 성형물은 성형물의 회전축을 따라 연장하는 길이를 갖는 작업 대역 표면을 포함하는 작업 대역부를 포함한다. 성형물은 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 내열성 경계를 추가로 포함한다. 상기 방법은 (I) 용융된 유리의 스트림을 공급하는 단계 및 (II) 용융된 유리의 스트림을 간극을 통해 공급하여 성형된 두께를 갖는 유리 리본을 형성하는 단계를 포함한다. 내열성 경계는, 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 회전축에 대해 실질적으로 균일하게 방사상으로 팽창하는 것을 용이하게 한다.
- [0028] 세 번째 측면의 하나의 예에서, 단계 (II)의 내열성 경계는 작업 대역부의 원뿔대형 말단 표면으로서 제공된다.
- [0029] 세 번째 측면의 또 다른 예에서, 단계 (II)의 내열성 경계는 성형물의 회전축 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍으로서 제공된다.
- [0030] 세 번째 측면의 또 다른 예에서, 단계 (II)의 내열성 경계는 성형물 내에 한정된 원뿔대형 홈으로서 제공된다.

예를 들어, 상기 방법은 홈 내에 위치한 복수의 강화 요소를 사용하여 원뿔대형 홈을 강화시키는 첫 번째 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 세 번째 측면의 또 다른 예에서, 상기 방법은 유체를 사용하여 성형물을 냉각시키는 단계를 추가로 포함한다. 예를 들어, 냉각시키는 단계는 성형물의 회전축을 따라 연장하는 냉각 통로를 통해 유체를 유동시킴을 포함할 수 있다. 또 다른 예에서, 냉각시키는 단계는, 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 하도록 성형물의 내부 중심부에 대해 유체를 유동시킴을 포함할 수 있다.

[0032] 세 번째 측면의 또 다른 예에서, 상기 방법은 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 하도록 작업 대역부의 외측 주변 가장자리에 열을 보내는 단계를 추가로 포함한다.

[0033] 세 번째 측면의 또 다른 예에서, 예각은 약 30° 내지 약 60° 이다.

[0034] 세 번째 측면은 단독으로 수행될 수 있거나 상기에서 논의된 세 번째 측면의 예 중 하나 또는 임의의 조합과 함께 수행될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 하기 상세한 설명을 첨부된 도면과 관련지어 읽으면, 이들 측면 및 다른 측면을 더 잘 이해하게 될 것이다.

도 1은 두 개의 통상적인 성형물의 팽창을 나타내는 개략도이다.

도 2는 성형체로부터 이격된 성형물을 포함하는 예시적인 롤 성형 장치의 투시도이다.

도 3은 도 2의 예시적인 롤 성형 장치의 단면도이다.

도 4는 도 2의 선 4-4를 따라 취해진 예시적인 롤 성형 장치의 횡단면도이다.

도 5는 또 다른 예시적인 성형물의 투시도이다.

도 6은 도 5의 선 6-6을 따라 취해진 횡단면도이다.

도 7은 또 다른 예시적인 성형물의 측면도이다.

도 8은 도 7의 원뿔대형 평면 8-8을 따라 취해진 횡단면도이다.

도 9는 또 다른 예시적인 성형물의 투시도이다.

도 10은 사용 중인 성형물을 도시하는 도 9의 선 10-10을 따라 취해진 횡단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이제부터는, 예시적 실시양태를 도시하는 첨부된 도면과 관련지어, 예가 하기에서 더 상세하게 기술될 것이다. 가능하다면 언제든지, 도면 전체에 걸쳐, 동일한 도면부호가 동일하거나 동등한 부품을 가리키는 데 사용된다. 그러나, 측면은 많은 상이한 형태로서 구현될 수 있고 본원에서 제시되는 실시양태로 제한되는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0037] 개시 내용의 롤 성형 장치는 나중에 다양한 응용분야를 위한 유리 시트가 되도록 분리될 수 있는 유리 리본을 제조하는 데 유용할 수 있다. 예를 들어, 유리 시트는 액정 디스플레이 (LCD), 전기영동 디스플레이 (EPD), 유기 발광 다이오드 디스플레이 (OLED), 플라스마 디스플레이 패널 (PDP) 또는 다른 장치를 제조하는 데 사용될 수 있다.

[0038] 도 2 내지 4에서, 하나의 예시적인 롤 성형 장치(201)는 용융된 유리의 스트림(205)을 공급하기 위한 유리 공급 장치(203)를 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 유리 공급 장치(203)는 물고기 꼬리 모양의 슬롯 공급 장치를 포함할 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 유리 공급 장치가 제공될 수 있기는 하다. 예를 들어, 유리 공급 장치는 퓨전 다운 드로우(fusion down draw) 장치, 퓨전 업 드로우(fusion up draw) 장치, 리드로우(redraw) 장치 또는 용융된 유리의 스트림(205)을 공급할 수 있는 다른 유리 공급 장치를 포함할 수 있다.

[0039] 도시된 바와 같이, 롤 성형 장치(201)는 성형체(209)로부터 이격된 하나 이상의 성형물(207)을 포함한다. 성형물 및 성형체는 다양한 대안적인 내화성 물질 (예를 들어, 세라믹, 백금 등)을 포함할 수 있다. 성형물 및 성

형체를 제조하는 데 사용되는 물질은 용융된 유리를 유리 리본으로 성형할 수 있으면서도 성형물 및 성형체의 구조적 완전성을 유지할 수 있다. 더욱이, 성형물 및 성형체는 성형되는 유리 리본의 주요 표면과 접촉할 것이기 때문에, 성형물 및 성형체는 성형되는 유리 리본의 주요 표면을 손상시키지 않거나 달리 오염시키지 않을 물질로 만들어져야 한다. 예를 들어, 성형체는 다양한 금속 합금 (예를 들어, 스테인레스강, 니켈 합금)으로 만들어질 수 있다.

[0040] 성형물(207) 및 성형체(209)는, 용융된 유리의 스트림(205)을 수용하기 위한, 성형물(207)과 성형체(209) 사이의 유리 성형 간극(211)을 한정할 수 있다. 도 2 내지 4에 도시된 바와 같이, 성형체(209)는 성형물(207)과 동일하거나 상이할 수 있는 성형물을 포함할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 추가의 예에서는 성형체(209)가 성형물(207)과 동일하지 않거나 유사하지 않은 또 다른 부재로서 제공될 수 있다. 예를 들어, 성형체(209)는 유리 성형 간극(211)을 한정하도록 성형물(207)과 협동하는 (회전가능하거나 회전가능하지 않은) 부재를 포함할 수 있다. 용융된 유리의 스트림(205)이 성형물(207)과 성형체(209) 사이의 성형 간극(211)을 통과함에 따라 유리 리본(213)이 성형될 수 있다. 유리 리본(213)은 유리 성형 간극(211)의 너비 W (도 4를 참조)에 상응하는 두께 T (도 3을 참조)를 갖도록 성형될 수 있다.

[0041] 도 2 및 4에 도시된 바와 같이, 성형물(207)은 용융된 유리의 스트림(205)과 맞물리기 위한 작업 대역 표면(217)을 포함하는 작업 대역부(215)를 포함한다. 작업 대역 표면(217)은 원형인 원통형일 수 있는데, 추가의 예에서는 작업 대역 표면은 다각형의 원통형 구성 또는 다른 형상의 표면을 포함할 수 있기는 하다. 더욱이, 도시된 바와 같이, 작업 대역 표면(217)은 성형물(207)의 회전축(219)을 따라 연장하는 길이 L 을 갖는다. 개시 내용의 성형물은 성형물의 회전축에 대해 예각으로 연장하는 하나 이상의 내열성 경계를 추가로 포함한다. 예를 들어, 도면에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 내열성 경계는 성형물의 회전축에 대해 예각 α 로 연장하는 제1 내열성 경계 및 성형물의 회전축에 대해 또 다른 예각 β 로 연장하는 제2 내열성 경계를 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 예각 α, β 는 몇몇 예에서는 서로 동일할 수 있고 반대 방향을 향할 수 있는데, 추가의 예에서는 예각은 상이할 수 있기는 하다. 예각 α, β 는 약 30° 내지 약 60° 의 범위 내의 절대값을 가질 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 예각이 제공될 수 있기는 하다. 서로 반대 방향인 예각 α, β 를 제공함으로써, 도 4에 도시된 사다리꼴 횡단면부(401)를 갖는 비둘기 꼬리 모양의 원주부를 형성하는 것을 도울 수 있다.

[0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 열이 작업 대역부(215) 내에 더 효과적으로 보유되도록 하기 위해 제1 및 제2 내열성 경계가 성형물의 각각의 말단부(403, 405)에서 제공될 수 있다. 실제로, 내열성 경계는 작업 대역부로부터의 열전달에 대해 상대적으로 더 높은 내열성을 갖는 부위를 제공함으로써, 작업 대역부(215)로부터 성형물(207)의 말단부(403, 405)로의 열전달을 억제하는 것을 돕는다. 한편, 내열성 경계의 각 α, β 는 작업 대역부(215)의 바람직한 열분포 특성을 제공할 수 있다. 실제로, 성형물(207)의 회전축에 대해 반대 방향인 예각 α, β 를 갖는 내열성 경계가 제공됨으로써, 용융된 유리의 스트림(205)으로부터의 열이 작업 대역부(215) 전체에 걸쳐 보유되고 적당하게 분포되도록, 사다리꼴 횡단면부(401)를 갖는, 도시된 비둘기 꼬리 모양의 원주부가 제공될 수 있다. 그 결과의 작업 대역부(215) 내의 열분포로 인해, 제1 온도로부터 제2 온도로의, 용융된 유리(205)에 의한 작업 대역부(215)의 가열에 대응하여, 작업 대역 표면(217)이 작업 대역 표면(217)의 길이 L 에 걸쳐 회전축(219)에 대해 방사상으로 실질적으로 균일하게 팽창하게 하는 바람직한 온도 분포 프로필이 제공된다. 가열 동안에 작업 대역 표면(217)의 실질적으로 균일한 방사상 팽창으로 인해, 작업 대역 표면(217)은 성형물(207)의 가열 및 냉각 사이클 동안에 작업 대역 표면(217)의 길이 L 에 걸쳐 실질적으로 균일한 반경을 유지할 수 있다.

[0043] 내열성 경계는 광범위한 대안적인 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 4에는 제1 원뿔대형 홈(407)을 포함하는 제1 내열성 경계 및 제2 원뿔대형 홈(409)을 포함하는 제2 내열성 경계가 도시되어 있다. 각각의 원뿔대형 홈(407, 409)은 성형물(207) 내에서 성형물(207)의 회전축(219)에 대해 각각 예각 α, β 로 연장하도록 한정될 수 있다. 원뿔대형 홈(407, 409)은 성형물(207)의 원주 주위에 완전히, 부분적으로, 또는 단속적으로 연장할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 원뿔대형 홈(407, 409)은 각각 성형물(207)의 주변부 주위에 연속적으로 및 완전히 연장한다. 원뿔대형 홈 중 하나 또는 둘 다를 성형물의 주변부 주위에 완전히 연장하는 연속적인 원뿔대형 홈으로서 제공함으로써, 작업 대역부의 외측에서의 열전도에 대한 더 효율적인 경계를 제공할 수 있다. 원뿔대형 홈 중 하나 또는 둘 다는 대안적으로 불연속성, 예컨대 성형물(207)의 주변부 주위에 이격되게 정렬된 홈 세그먼트를 포함할 수 있다. 불연속성으로 인해 내열성이 감소된 부분이 제공될 수 있지만, 불연속성으로 인해, 성형물은 달리 연속적인 원뿔대형 홈에 의해 달성되지 않을 수도 있는 구조적 완전성을 가질 수 있다.

[0044] 도 4에 추가로 도시된 바와 같이, 원뿔대형 홈(407, 409)은 깊이 " d " 만큼 작업 대역 표면(217) 내로 연장할 수 있다. 충분한 내열성 경계를 제공하면서도 성형물(207)의 구조적 완전성을 유지하도록 다양한 깊이 범위가 제

공될 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 성형롤은 성형롤(207)의 반경 "R"의 두 배인 직경 "D"를 포함할 수 있다. 원뿔대형 홈(407, 409)의 깊이 "d"는 성형롤(207)의 반경 "R"의 약 50% 내지 약 85%의 범위 내일 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 깊이가 제공될 수 있기는 하다.

[0045] 도 2 내지 4에 추가로 도시된 바와 같이, 롤 성형 장치(201)는 또한 하나의 간극 링 쌍(221, 223)을 포함할 수 있고, 여기서 성형롤(207) 및 성형체(209)는 유리 성형 간극(211)을 한정하도록 간극 링 쌍(221, 223)에 의해서로 이격된다. 성형롤(207) 및 성형체(209)의 내열성 경계는 성형롤 및 성형체의 방사상 팽창 동안에 길이 L을 따라 실질적으로 균일한 너비 W를 유지하도록 구성되어 있는 반면에, 간극 링(221, 223)은 이러한 방사상 팽창 동안에 실질적으로 일정한 너비 W를 유지하도록 구성될 수 있다. 도 2 내지 4에 도시된 예에서, 간극 링(221, 223)은 성형롤(207)의 작업 대역부(215)에 장착되고 작업 대역 표면(217)으로부터 거리 X 만큼 돌출된다. 대안적인 예에서, 간극 링(221, 223) 중 하나 또는 둘 다는 성형체(209)의 작업부(225)에 장착되고 작업부(225)의 작업 대역 표면(227)으로부터 거리 X 만큼 돌출된다. 추가의 예에서, 도 2에서 은선으로 표시된 간극 링(222, 224)에 의해 추가로 도시된 바와 같이, 성형롤(207)과 성형체(209) 둘 다는 각각 상응하는 작업 대역 표면(217, 227)으로부터 거리 X/2 만큼 연장하는 하나의 간극 링 쌍을 각각 포함할 수 있다. 각각의 간극 링(221, 222 및 223, 224)은, 간극 링에 의해 제공되는 작업 대역 표면(217, 227)의 총 간격이 X이도록, 작동 시 서로 맞물릴 수 있다.

[0046] 따라서, 간극 링 쌍(221, 223)은, 팽창 동안에, 성형롤(207) 및 성형체(209)의 작업 대역 표면(217, 227)이 거리 X에 상응하는 일정한 너비 W 만큼 분리된 상태를 유지하는 것을 보장할 수 있다. 따라서, 미리 결정된 거리 X에 상응하는 실질적으로 균일한 두께 T를 갖는 유리 리본(213)을 성형하도록 미리 결정된 거리 X 만큼 작업 대역 표면(217)으로부터 돌출된 하나의 간극 링 쌍(221, 223)이 선택될 수 있다. 따라서, 간극 링을 사용하지 않은 경우처럼 성형롤의 팽창 동안에 너비 W가 어떻게 변할지를 예측하지 않고서도 1 mm 이하의 균일한 두께를 갖는 얇은 유리 리본을 쉽게 성형할 수 있다. 더욱이, 심지어는 간극 링(221, 223)은 롤 성형 공정 동안에 그의 온도가 상승함에 따라 그 자체가 팽창할 수 있음에도 불구하고, (1 mm 이하의 얇은 유리 시트를 성형하는 경우에서와 같이) 거리 X가 작은 경우에, 거리 X의 팽창은 미미해야 한다. 더욱이, 간극 링(221, 223)은 거리 X의 팽창에 미치는 열의 영향을 감소시키기 위해 낮은 열전도도의 세라믹 코팅으로 코팅될 수 있거나 낮은 열팽창 계수를 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0047] 간극 링 쌍(221, 223)은 성형롤(207) 및/또는 성형체(209)와 일체형일 수 있거나 성형롤(207) 및/또는 성형체(209)에 개별적으로 장착될 수 있다. 부가적으로, 상기에서 논의된 바와 같이, 성형롤(207) 상의 제1 간극 링 쌍(221, 223)과 접촉하는 성형체(209)에 장착된 제2 간극 링 쌍 (도시되지 않음)이 존재할 수 있다. 더욱이, 제공된 예에서는 성형롤(207)의 작업 대역부(215)에 장착된 하나의 간극 링 쌍(221, 223)이 도시되어 있지만, 이들은 대안적으로 성형롤(207)의 말단부(403, 405)에 장착될 수 있다. 그러나, 작업 대역부(215)는 용융된 유리의 스트림(205)으로부터의 열을 보유하므로 말단부(403, 405)와는 상이한 (및 더 높은) 속도로 팽창하기 때문에, 간극 링(221, 223)이 작업 대역부(215, 225)에 장착되면, 길이 L을 따라 너비 W가 더 잘 제어될 수 있다. 달리 말하자면, 간극 링(221, 223)이 말단부(403, 405)에 장착되면, 말단부(403, 405)가 일정한 거리로 이격된 상태를 유지하는 것은 보장될 것이지만 작업 대역 표면(217, 227)이 일정한 거리로 이격된 상태를 유지하는 것은 보장되지 않을 수 있는데, 왜냐하면 작업 대역 표면(217, 227)은 말단부(403, 405)와 상이한 속도로 팽창할 수 있기 때문이다.

[0048] 도 4에 도시된 바와 같이, 각각의 성형롤(207) 및 성형체(209)는 유사한 (도시된 바와 같이 동일한) 내열성 경계 구성을 가질 수 있다. 사실, 상기에서 논의된 바와 같이, 성형롤(207) 및 성형체(209)가 도시된 바와 같은 하나의 실질적으로 동일한 성형롤 쌍을 형성하도록, 성형체(209)는 성형롤(207)과 동일할 수 있다. 성형롤과 성형체 중 하나 또는 둘 다는 내열성 경계를 위한 대안적인 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 성형롤(207) 및/또는 성형체(209) 중 하나 또는 둘 다는 도 5 및 6에 도시된 성형롤(501)을 포함할 수 있다. 성형롤(501)은 용융된 유리의 스트림(205)과 맞물리기 위한 작업 대역 표면(505)을 포함하는 작업 대역부(503)를 포함한다. 작업 대역 표면(505)은 성형롤(501)의 회전축(507)을 따라 연장하는 길이 L을 갖는다. 도 6에 도시된 바와 같이, 성형롤(501)은 제1 원뿔대형 말단 표면(601)을 포함하는 제1 내열성 경계 및 제2 원뿔대형 말단 표면(603)을 포함하는 제2 내열성 경계를 포함한다. 각각의 원뿔대형 말단 표면(601, 603)은 성형롤(501)의 회전축(507)에 대해 각각의 예각 α , β 로 연장할 수 있다.

[0049] 추가로 도 6에 도시된 바와 같이, 원뿔대형 말단 표면(601, 603)은 깊이 "d" 만큼 작업 대역 표면(505) 내로 연장할 수 있다. 충분한 내열성 경계를 제공하면서도 성형롤(503)의 구조적 완전성을 유지하도록 다양한 깊이 범위가 제공될 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 성형롤은 성형롤(503)의 반경 "R"의 두 배인 직경 "D"를

포함할 수 있다. 원뿔대형 말단 표면(601, 603)의 깊이 "d"는 성형물(503)의 반경 "R"의 약 50% 내지 약 85%의 범위 내일 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 깊이가 사용될 수 있기는 하다.

[0050] 도 6에 도시된 바와 같이, 말단 표면(601, 603)은 성형물(501)의 말단부(605, 607)의 상응하는 표면과 마주보지 않는다. 따라서, 도 5 및 6의 내열성 경계는 도 2 내지 4의 내열성 경계보다 더 높은 열전달에 대한 내열성을 가질 수 있다. 도시되어 있지는 않지만, 성형물(501)은 임의로, 성형물(501)의 구조적 강도를 증가시키기 위해 회전축(507) 주위로 방사상으로 연장하고 말단 표면(601, 603)과 각각의 말단부(605, 607) 사이에 뻗어있는 복수의 강화 늑재(rib)를 포함할 수 있다.

[0051] 추가의 예에서, 성형물과 성형체 중 하나 또는 둘 다는 도 7 및 8에 도시된 성형물(701)을 포함할 수 있다. 성형물(701)은 용융된 유리의 스트립(205)과 맞물리기 위한 작업 대역 표면(705)을 포함하는 작업 대역부(703)를 포함한다. 작업 대역 표면(705)은 성형물(701)의 회전축(707)을 따라 연장하는 길이 L을 갖는다. 성형물(701)은 복수의 제1 구멍(709)을 포함하는 제1 내열성 경계 및 복수의 제2 구멍(711)을 포함하는 제2 내열성 경계를 포함한다. 각각의 구멍(715)의 은선(713)에 의해 표시된 바와 같이, 구멍은 원뿔대형 절단 평면 8-8에 의해 표시된 바와 같이 성형물(701)의 회전축(707)에 대해 각각의 예각 α, β 로 구멍 축(801) (도 8을 참조)을 따라 연장할 수 있다. 도 8은 도 7의 상응하는 원뿔대형 평면 8-8을 따라 성형물(701)의 회전축(707) 주위로 방사상으로 이격된 구멍(715)의 배열물을 도시한다. 구멍(715)은 서로 동일하게 이격될 수 있거나 그렇지 않을 수 있다. 부가적으로, 구멍(715)의 개수, 깊이, 및 크기는 도시된 예와 상이할 수 있다. 이들 대안적인 실시양태에서, 각각의 구멍 축(801)은 각각의 예각 α, β 로 연장하기 때문에, 내열성 경계는 마찬가지로 성형물(701)의 회전축에 대해 예각으로 연장한다. 내열성 경계가 각각의 복수의 구멍으로서 제공되면, 내열성 경계를 형성하기 위해 성형물의 상당 부분이 제거된 다른 디자인에 비해, 구조적 완전성이 향상될 수 있다.

[0052] 추가의 예에서, 성형물과 성형체 중 하나 또는 둘 다는 도 9 및 10에 도시된 성형물(901)을 포함할 수 있다. 성형물(901)은 용융된 유리의 스트립(205)과 맞물리기 위한 작업 대역 표면(905)을 포함하는 작업 대역부(903)를 포함한다. 작업 대역 표면(905)은 성형물(901)의 회전축(907)을 따라 연장하는 길이 L을 갖는다. 성형물(901)은 제1 원뿔대형 홈(909)을 포함하는 제1 내열성 경계 및 제2 원뿔대형 홈(911)을 포함하는 제2 내열성 경계를 포함한다. 각각의 원뿔대형 홈(909, 911)은 성형물(901) 내에서 성형물(901)의 회전축(907)에 대해 앞서 기술된 바와 같은 각각의 예각 α, β 로 연장하도록 한정될 수 있다. 도 4에 도시된 원뿔대형 홈(407, 409)과 마찬가지로, 원뿔대형 홈(909, 911)은 성형물(901)의 원주 주위에 완전히, 부분적으로, 또는 단속적으로 연장할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 원뿔대형 홈(909, 911)은 각각 성형물(901)의 주변부 주위에 완전히 연장한다. 원뿔대형 홈 중 하나 또는 둘 다가 성형물(901)의 주변부 주위에 완전히 연장하는 원뿔대형 홈으로서 제공됨으로써, 열전도에 대한 더 효율적인 경계가 작업 대역부의 외측에 제공될 수 있다.

[0053] 임의로, 원뿔대형 홈 중 하나 또는 둘 다는 대안적으로, 달리 연속적인 원뿔대형 홈에 의해 달성되지 않을 수도 있는 성형물의 구조적 완전성을 증진하도록 불연속성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 각각의 원뿔대형 홈(909, 911)은, 성형물(901)을 강화하기 위해 홈 내에 위치한, 도시된 용접점(1001, 1003)과 같은 복수의 강화 요소를 포함할 수 있다. 용접점(1001, 1003)은 작업 대역부(903)를 성형물(901)의 말단부(913, 915)에 부착시킴으로써, 성형물(901)에 강도 및 강성을 부가한다. 용접점(1001, 1003)은 성형물(901)의 원주 주위에 완전히 또는 부분적으로 연장할 수 있다. 각각의 홈 내에 하나 초과 용접점이 존재할 수도 있다. 더욱이, 용접점(1001, 1003)은 성형물(901)의 표면과 더 가깝도록 방사상으로 위치할 수 있거나 성형물(901)의 회전축에 더 가깝도록 홈 내에 더 깊이 위치할 수 있다.

[0054] 개시 내용의 성형물은 또한 임의의 냉각 통로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 성형물(901)은 성형물(901)에 유체 냉각을 제공하도록 구성된 임의의 냉각 통로(1007)를 포함한다. 몇몇 예에서, 냉각 통로(1007)는 성형물(901)과 동일한 축을 가질 수 있고 작업 대역부(903)를 통해 연장한다. 도 10에 추가로 도시된 바와 같이, 원뿔대형 홈(909, 911)은 깊이 "d" 만큼 작업 대역 표면(905) 내로 연장할 수 있다. 충분한 내열성 경계를 제공하면서도 성형물(903)의 구조적 완전성을 유지하도록 다양한 깊이 범위가 제공될 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 성형물은 성형물(903)의 반경 "R1"의 두 배인 직경 "D"를 가질 수 있다. 더욱이, 냉각 통로(1007)는 반경 "R2"를 가질 수 있고, 여기서 벽 두께 "WT"는 작업 대역 표면(905)과 냉각 통로(1007)의 내부 벽 표면 사이에 형성된다. 원뿔대형 홈(909, 911)의 깊이 "d"는 성형물(903)의 벽 두께 "WT"의 약 50% 내지 약 85%의 범위 내일 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 깊이가 사용될 수 있기는 하다.

[0055] 냉각 유체가, 성형물(901)을 냉각시키고 물 성형 공정 동안의 그의 팽창을 감소시키기 위한 냉각 유체 스트림(1009)으로서 이러한 냉각 통로(1007)에 공급될 수 있다. 냉각 유체는 물 또는 압축 공기 또는 몇몇 다른 냉각

유체일 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 냉각 유체를 전달하고 냉각 유체 스트림(1009)을 성형물(901)의 내부 중심부 쪽으로 보내기 위한 도관(1005)이 냉각 통로(1007) 내에 제공될 수 있다.

[0056] 물 성형 공정 동안에, 성형물(901)의 중심부는 성형물(901)의 외측 주변부보다 더 많은 양의 열을 겪을 수 있다. 따라서, 냉각 유체를 성형물(901)의 중심부로 보냄으로써, 중심부가 작업 대역부(903)의 외측 주변부에 대해 실질적으로 균일한 속도로 팽창하도록 중심부의 온도를 제어할 수 있다. 따라서, 유체 스트림(1009)을 성형물(901)의 내부 중심부 쪽으로 보냄으로써, 용융된 유리의 스트림(205)에 의한 작업 대역부(903)의 가열에 대응하여 작업 대역 표면(905)이 작업 대역 표면(905)의 길이 L에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 할 수 있다.

[0057] 냉각 유체를 냉각 통로를 통해 유동시키는 외에도 또는 그의 대안으로서, 열 H를 작업 대역부(903)의 외측 주변 가장자리에 보냄으로써, 도 10에 도시된 바와 같이, 용융된 유리에 의한 작업 대역부(903)의 가열에 대응하여 작업 대역 표면(905)이 작업 대역 표면(905)의 길이 L에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 할 수 있다. 열을 작업 대역부(903)의 외측 주변 가장자리 쪽으로 보냄으로써, 외측 주변부가 작업 대역부(903)의 중심부에 대해 실질적으로 균일한 속도로 팽창하도록 외측 주변부의 온도를 제어할 수 있다.

[0058] 유리 리본(213)의 성형 방법을 이제부터 기술할 것이고 이를 개시 내용의 임의의 예시적인 성형물/성형체 구성에 적용할 수 있다. 성형물과 성형체 사이에 유리 성형 간극을 한정하도록 이격된 하나 이상의 성형물 및 성형체를 사용하여 상기 방법을 수행할 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, 성형체는 다양한 구성을 포함할 수 있고 성형물과 유사하거나 동일할 수 있다. 예를 들어, 도 2 및 4에 도시된 바와 같이, 성형물(207)과 성형체(209) 둘 다는 상응하는 성형물(207) 및 성형체(209)의 회전축(219)을 따라 연장하는 길이 L을 갖는 작업 대역 표면(217, 227)을 포함하는 작업 대역부(215, 225)를 포함한다. 앞서 언급된 바와 같이, 성형물 및 성형체는 각각의 회전축 (예를 들어, 회전축(219))에 대해 각각 예각 α , β 로 연장하는, 성형물(207) 내에 한정된 원뿔대형 홈(407, 409)을 포함하는 내열성 경계를 각각 포함할 수 있다. 상기 방법은 약 30° 내지 약 60° 의 범위 내의 예각 α , β 를 제공할 수 있는데, 추가의 예에서는 다른 예각이 제공될 수 있기는 하다.

[0059] 앞서 논의된 바와 같이, 추가의 예에서는 다른 내열성 경계 구성이 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 5 및 6에는 작업 대역부(503)의 원뿔대형 말단 표면(601, 603)을 포함하는 내열성 경계가 도시되어 있다. 도 7 및 8에는 내열성 경계가 성형물의 회전축(707) 주위로 방사상으로 이격된 복수의 구멍(709, 711)을 포함하는 또 다른 예가 도시되어 있다. 도 9 및 10에 도시된 바와 같이, 또 다른 예에서는, 내열성 경계가, 홈 내에 위치한 복수의 강화 요소 (예를 들어, 용접점(1001, 1003))를 갖는 원뿔대형 홈(909, 911)으로서 제공된다.

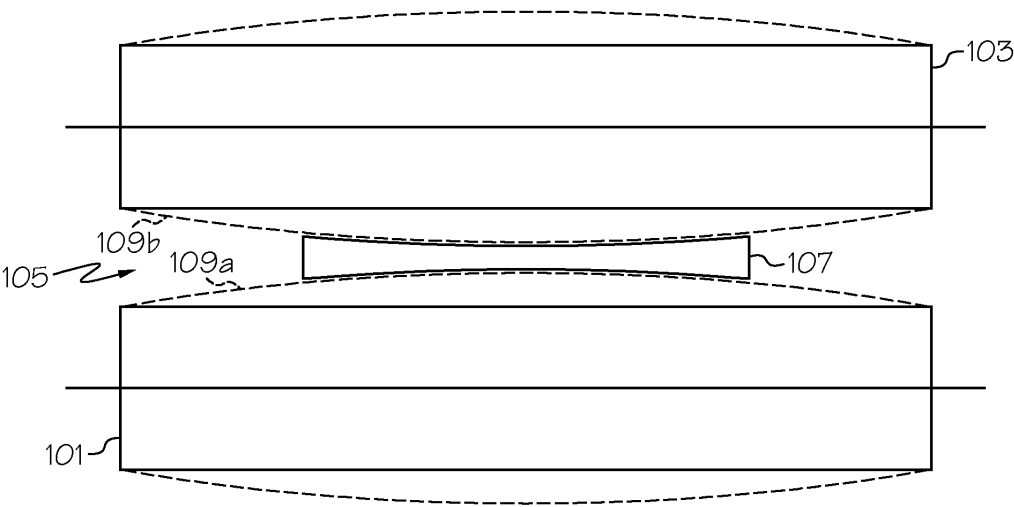
[0060] 도 2 및 3에서, 상기 방법은 용융된 유리의 스트림(205)을 공급하는 단계 및 용융된 유리의 스트림을 간극(211)을 통해 공급하여 성형된 두께 T를 갖는 유리 리본(213)을 성형하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 개시 내용의 각각의 예의 내열성 경계는, 용융된 유리에 의한 작업 대역부의 가열에 대응하여 작업 대역 표면이 작업 대역 표면의 길이에 걸쳐 회전축에 대해 실질적으로 균일하게 방사상으로 팽창하는 것을 용이하게 한다. 하나의 예에서, 상기 방법은 유체를 사용하여 성형물을 냉각시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 방법은 성형물(901)의 회전축(907)을 따라 연장하는 냉각 통로(1007)를 통해 유체를 유동시킴을 포함할 수 있다. 추가로 도시된 바와 같이, 상기 방법은, 예를 들어, 냉각 유체 스트림(1009)을 사용하여 성형물의 내부 중심부에 대해 유체를 유동시키는, 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다. 성형물의 내부 중심부에 대해 유체를 유동시킴으로써, 용융된 유리(205)에 의한 작업 대역부(903)의 가열에 대응하여 작업 대역 표면(905)이 작업 대역 표면(905)의 길이 L에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 할 수 있다.

[0061] 도 10에서 추가로 "H"에 의해 개략적으로 도시된 바와 같이, 상기 방법은 또한 용융된 유리(205)에 의한 작업 대역부(903)의 가열에 대응하여 작업 대역 표면(905)이 작업 대역 표면(905)의 길이 L에 걸쳐 실질적으로 균일하게 팽창하는 것을 용이하게 하도록 작업 대역부(903)의 외측 주변 가장자리를 가열하는 단계를 포함할 수 있다.

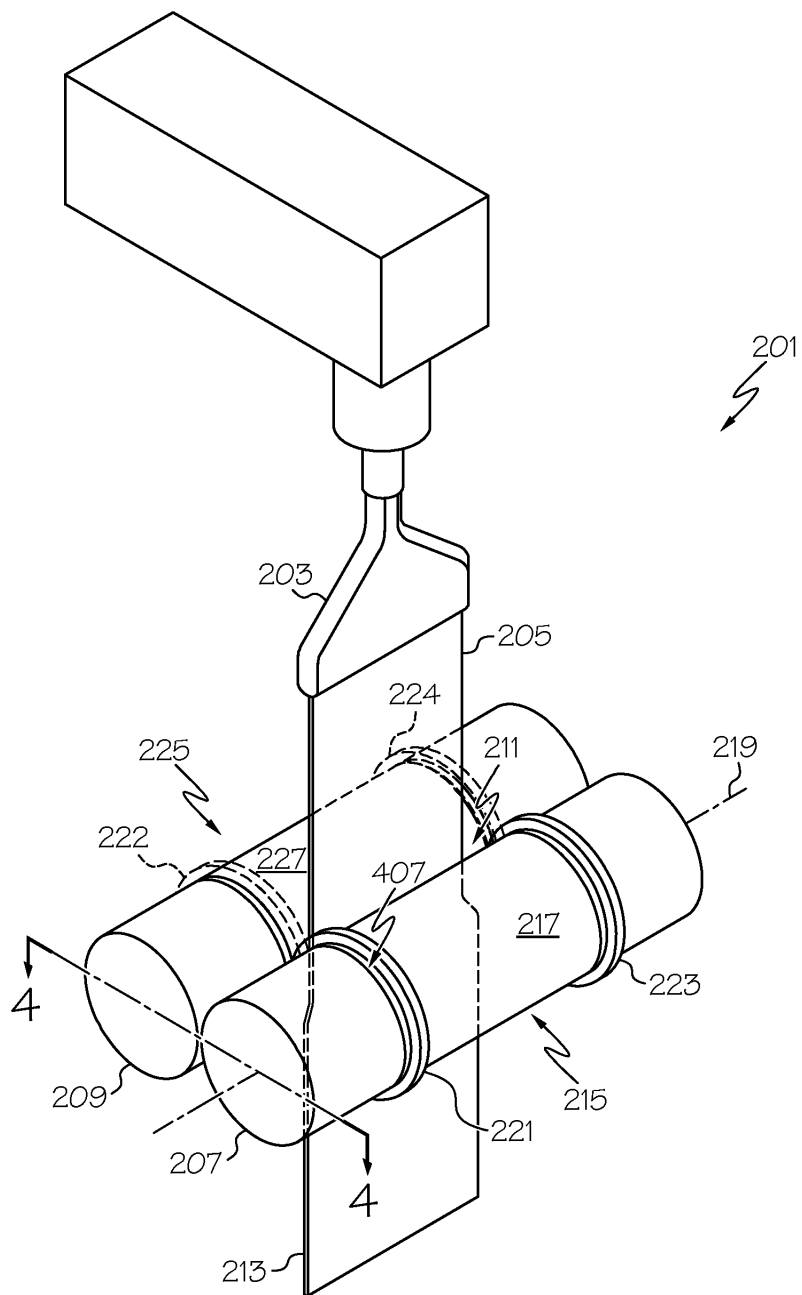
[0062] 통상의 기술자라면 청구된 발명의 개념 및 범주로부터 벗어나지 않도록 다양한 개질 및 변경을 할 수 있다는 것을 명백하게 알 것이다.

도면

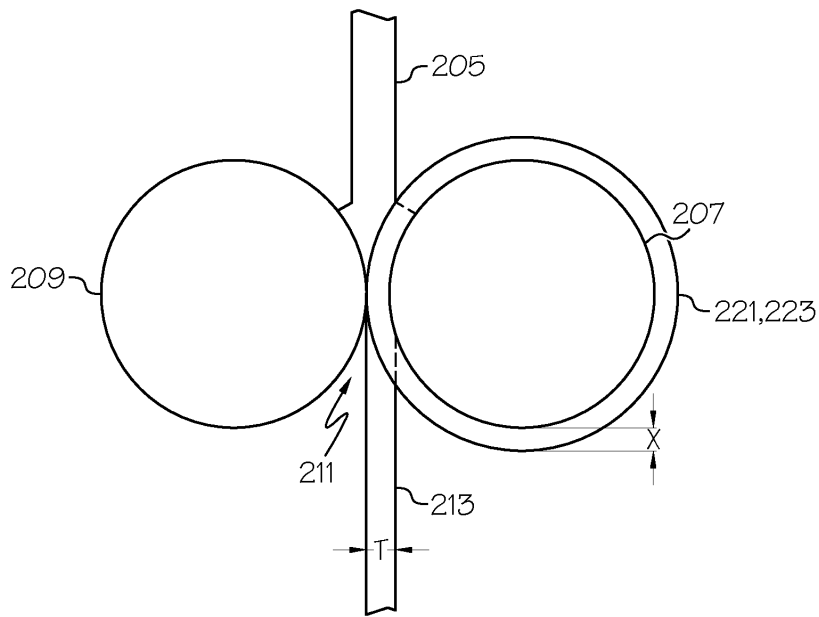
도면1



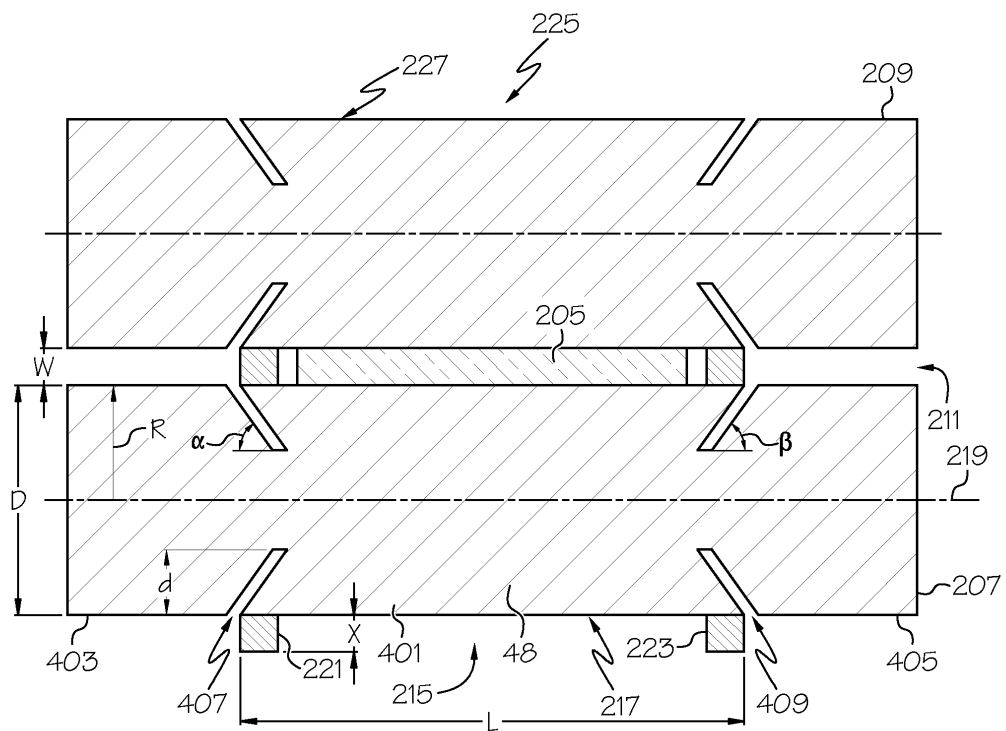
도면2



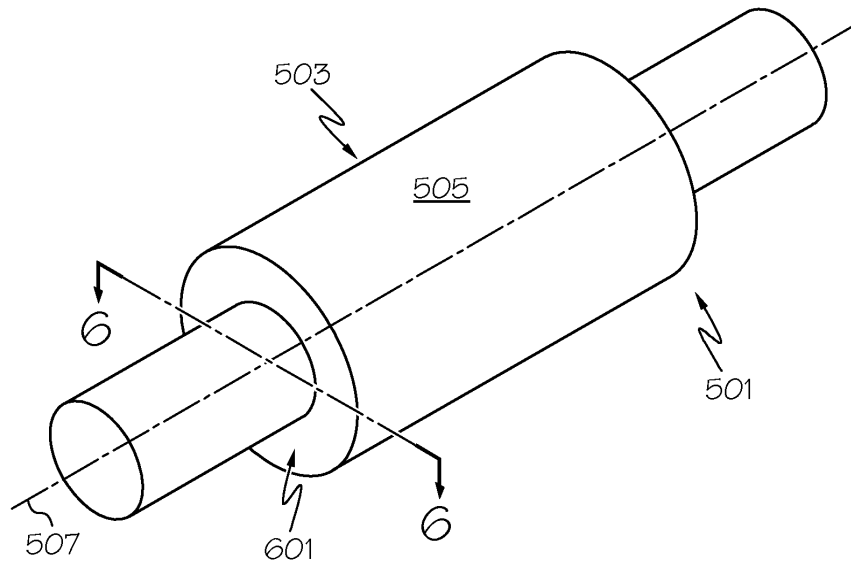
도면3



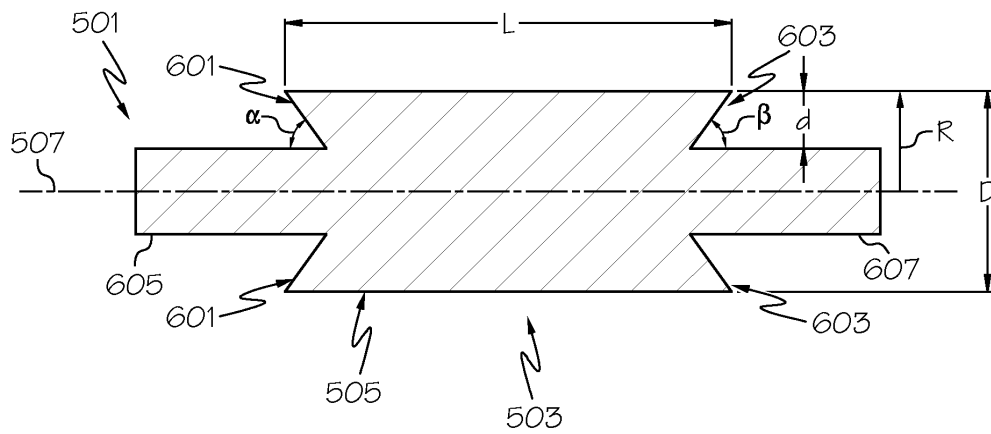
도면4



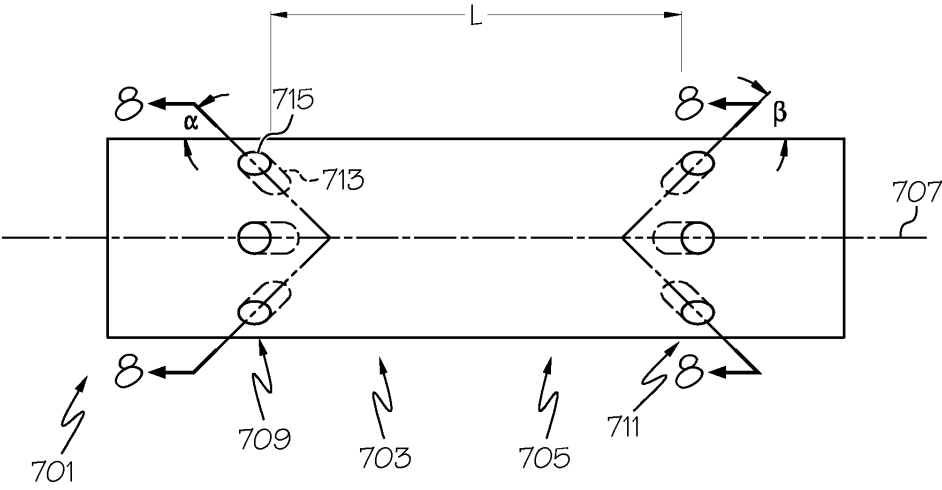
도면5



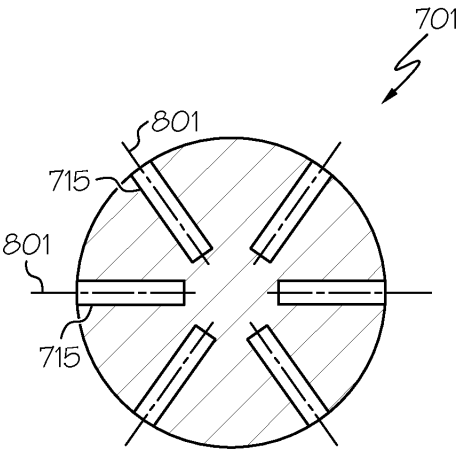
도면6



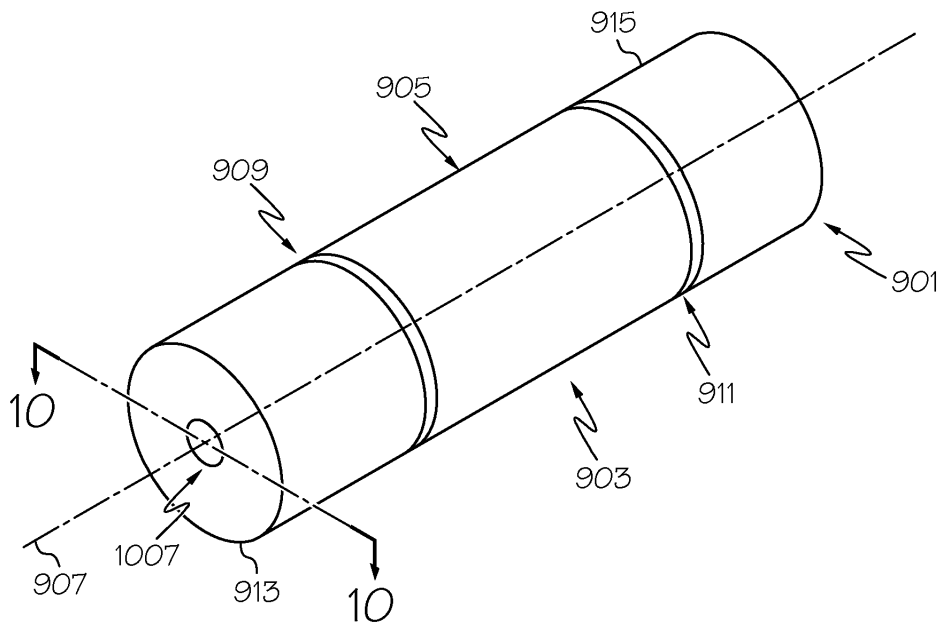
도면7



도면8



도면9



도면 10

