(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월04일
(11) 등록번호 10-0754758
(24) 등록일자 2007년08월28일

(51) Int. Cl.
G02F 1/13 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2004-7002692
(22) 출원일자 2004년02월09일
심사청구일자 2005년07월05일
번역문제출일자 2004년02월09일
(65) 공개번호 10-2004-0044192
공개일자 2004년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/025264
국제출원일자 2002년08월08일
(87) 국제공개번호 WO 2003/014032
국제공개일자 2003년02월20일
(30) 우선권주장
60/310,989 2001년08월08일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP08231232
전체 청구항 수 : 총 135 항

(73) 특허권자
피트블라도 리차드 비.
미국 플로리다 34113 나플리스 #111 어거스타 불리바드 415
(72) 발명자
피트블라도리차드
미국뉴욕14840햄몬드스포츠웨스트레이크로드
(74) 대리인
이병호, 장훈

심사관 : 배경환

(54) 시트 글래스 형성 장치

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예는, 개선된 시트 글래스 형성 장치에 관한 것이다. 다른 실시예에서, 정밀한 열적 제어 시스템은 제조 중에 불가피하게 발생하는 시트 형성 장치의 품질 저하를 상쇄하기 위해 웨어(weirs)에서 용융 글래스를 재분배한다. 또 다른 실시예에서, 본 발명은 불가피하게 발생하는 열적 크리프가 형성 홈통의 글래스 유동 특성에 최소의 영향을 갖도록 홈통상의 응력에 대해 상쇄 력을 도입한다. 다른 실시예는 표면 장력 및 바디 힘 응력들에 대향하는 정수력학적 응력들을 제공하며 따라서 표면 장력과 바디 힘들의 영향을 감소시키는 가변적인 외부 단면적을 생성한다. 다른 실시예에서, 상기 글래스는 고화 중에 형성 응력들을 생성하도록 그 폭을 가로질러 냉각되는 것이 바람직하며, 이는 인발되는 글래스 시트가 본질적으로 편평하게 보장한다.

(30) 우선권주장
60/316,676 2001년08월31일 미국(US)
60/318,726 2001년09월12일 미국(US)
60/318,808 2001년09월13일 미국(US)
60/345,464 2002년01월03일 미국(US)
60/345,465 2002년01월03일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 상기 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통(trough)을 포함하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 홈통으로의 입구에서 상기 글래스의 표면 아래에 배치되는 유동 분배 장치를 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 유동 분배 장치는 상기 용융 글래스의 표면 유동을 재분배하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 장치는 상기 사용가능한 시트를 형성하는 상기 글래스 내의 다수의 이질성(inhomogeneities)을 감소시키는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결되는 보울(bowl)을 부가로 포함하고, 상기 보울의 축선은 상기 용융 글래스의 메인 스트림이 상기 보울의 전방을 통과하도록 경사져 있는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결되는 보울을 부가로 포함하고, 상기 용융 글래스는 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선을 벗어나 상기 보울 내로 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 시트의 표면에 덜 바람직한 글래스가 존재하지 않도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 30도 내지 180도 사이의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 원위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 대략 180도의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 원위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 대략 45도의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 상기 유입 파이프의 단부에 연결되는 하강 파이프를 부가로 포함하고, 상기 하강 파이프의 하단부는 상기 유입 파이프에서 글래스 없는(glass free) 표면의 위에 실질적으로 배치되며, 상기 하강 파이프 및 상기 유입 파이프는 글래스 유동의 경로에서 정지(quiescent) 또는 와류 유동 영역을 최소화하는 크기 및 형상을 갖는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 머플(muffle)를 부가로 포함하고, 상기 머플의 상부 및 측부들은 상기 시트 형성 구조체의 내부로 및 상으로 유동하는 상기 용융 글래스의 외측 표면에 맞게 성형되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 장치는 상기 시트 형성 구조체와 대향하는 측부에서 상기 머플에 인접하게 배치되는 적어도 하나의 가열 챔버를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 장치는 상기 용융 글래스의 바로 위에서 상기 머플의 가열 챔버 측부로 향하는 다수의 공기 냉각 튜브들을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 장치는 상기 가열 챔버에 설치된 다수의 방사 쿨러들(radiant coolers)을 부가로 포함하며, 상기 방사 쿨러들은 종방향으로 온도가 변화하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서, 상기 머플의 구조체는,

a) 상기 시트 형성 구조체의 상부 위에 있는 가열 챔버,

b) 상기 홈통 측부들의 좌측부 위에 있는 가열 챔버,

c) 상기 홈통 측부들의 우측부 위에 있는 가열 챔버,

d) 상기 시트 형성 구조체의 좌측부상에 있는 가열 챔버, 및

e) 상기 시트 형성 구조체의 우측부상에 있는 가열 챔버를 포함하는 다섯 개의 가열 챔버들을 생성하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 장치는,

a) 상기 홈통의 입구 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 입구 단부의 형성된 지지 블럭, 및

b) 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 마찬가지로 상기 홈통의 대향 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 원위 단부의 형성된 지지 블럭을 부가로 포함하고,

상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭은 상기 시트 형성 구조체내에서 중량의 효과를 상쇄하고 상기 시트 형성 구조체 내에 힘을 분포시키기 위해 성형되며, 따라서 인가된 힘은 시트 형성 구조체를 포함하는 모든 내화물질이 종방향으로 실질적으로 동일한 압축 응력하에 놓이게 되고,

열적 크리프(thermal creep)에 기인하는 어떠한 변형도 상기 글래스 시트의 두께 변화에 대해 최소의 효과를 갖는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 세 개의 입구 단부의 형성된 지지 블럭들을 구비하고, 상기 입구 단부의 형성된 지지 블록들 중 두 개는 상기 홈통 측부들 각각의 입구 단부에 부착되며, 상기 홈통 측부들을 전개시키는 복수의 정수력학적 힘들을 상쇄시키기 위한 부가적인 힘을 상기 홈통 측부들에 가하도록 내향으로 구부러지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 장치는,

c) 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭 또는 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭의 상기 홈통 단부에서 적어도 하나의 전이 영역을 부가로 포함하고,

상기 전이 영역은 상기 형성된 지지 블럭들의 길이의 대략 10 내지 25%인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치의 가변 단면적을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 각 단부에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도보다 작은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 20

제 18 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 단부에서 상기 홈통의 폭은 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 상기 시트 형성 구조체의 폭보다 좁은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 21

제 18 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심이 아닌 곳에서 역전된 경사들의 각도보다 실질적으로 큰 시트 글래스 형성 장치.

청구항 22

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 바닥 형상을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 바닥 형상은 상기 시트 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 24

제 1 항에 있어서, 글래스 시트 형성 영역에 대한 공기 누설 경로를 가로지르는 압력 차가 실질적으로 제로(0)가 되도록, 글래스 냉각 과정 중에 상기 장치에서 인접하는 챔버들 사이의 내부 압력이 조절되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 글래스 시트 형성 영역은,

a) 상기 시트 형성 구조체 위에 배치된 머플 영역과,

b) 상기 쐐기의 저부 아래에 배치되는 머플 도어 영역과,

c) 상기 용융 글래스를 상기 머플 도어 영역과 어닐러 및 인출기 영역 사이에서 전이시키는 전이 영역, 및

d) 상기 어닐러 및 인출기 영역을 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 26

제 24 항에 있어서, 상기 조절은 상기 인접하는 챔버들 중 하나에 공기 유동을 부가함으로써 이루어지는 시트

글래스 형성 장치.

청구항 27

제 24 항에 있어서, 상기 조절은 하나의 챔버로부터 인접한 챔버로 공기의 유출을 제한함으로써 이루어지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 28

제 24 항에 있어서, 상기 인접한 챔버들 중 하나에서의 압력을 저하시키기 위한 진공 소스를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 29

제 24 항에 있어서, 적어도 하나의 압력 챔버를 부가로 포함하고, 상기 조절은 상기 압력 챔버내에 하나의 챔버를 넣음으로써 이루어지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 두 개의 압력 챔버들을 구비하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 31

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 홈통으로의 입구에 배치된 유동 분배 장치를 포함하며,

상기 유동 분배 장치는 상기 용융 글래스의 표면 유동을 재분배하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 상기 장치는 사용가능한 시트를 형성하는 상기 글래스에서 다수의 이질성을 감소시키는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 33

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하며, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 갖고, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되며,

상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결되는 보울을 포함하고,

상기 보울의 축선은 상기 용융 글래스의 메인 스트림이 상기 보울의 전방을 통과하도록 경사져 있는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 34

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결되는 보울을 포함하며,

상기 용융 글래스는 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선을 벗어나 상기 보울 내로 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 시트의 표면상에 덜 바람직한 글래스가 존재하지 않도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 30도 내지 180도 사이의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 36

제 35 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 원위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 대략 180도의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 37

제 35 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 근위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 대략 45도의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 38

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 상기 유입 파이프의 단부에 연결되는 하강 파이프를 포함하며,

상기 하강 파이프의 하단부는 상기 유입 파이프에서 글래스 없는 표면의 실질적으로 위에 배치되고, 상기 하강 파이프 및 상기 유입 파이프는 글래스 유동의 경로에서 정지 또는 와류 유동 영역을 최소화하는 크기 및 형상을 갖는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 39

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 머플을 포함하며, 상기 머플의 상부 및 측부들은 상기 홈통의 내부로 및 홈통 상으로 유동하는 상기 용융 글래스의 외부 표면에 맞게 형성되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 측부에서 상기 머플에 근접하게 배치되는 적어도 하나의 가열 챔버를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 41

제 40 항에 있어서, 상기 장치는 상기 용융 글래스의 바로 위에서 상기 머플의 가열 챔버 측부로 향하는 다수의 공기 냉각 튜브들을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 42

제 40 항에 있어서, 상기 장치는 상기 가열 챔버에 설치되는 다수의 방사 쿨러들을 부가로 포함하고, 상기 방사 쿨러들은 종방향으로 온도가 변화하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 43

제 40 항에 있어서, 상기 머플의 구조체는,

a) 상기 시트 형성 구조체의 상부의 위에 있는 가열 챔버,

b) 상기 홈통 측부들 중 좌측부 위에 있는 가열 챔버,

c) 상기 홈통 측부들 중 우측부 위에 있는 가열 챔버,

d) 상기 시트 형성 구조체의 좌측부상에 있는 가열 챔버, 및

e) 상기 시트 형성 구조체의 우측부상에 있는 가열 챔버를 포함하는 다섯 개의 가열 챔버들을 생성하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 44

제 39 항에 있어서, 상기 장치는

a) 상기 홈통의 입구 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 입구 단부의 형성된 지지 블럭, 및

b) 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 마찬가지로 상기 홈통의 대향 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 원위 단부의 형성된 지지 블럭을 부가로 포함하고,

상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭은 상기 시트 형성 구조체에서 중량의 효과를 상쇄하고 상기 시트 형성 구조체 내에 힘을 분포시키기 위해 성형되며, 따라서 인가된 힘은 시트 형성 구조체를 포함하는 모든 내화물질이 종방향으로 실질적으로 동일한 압축 응력하에 놓이게 하며,

열적 크리프에 기인하는 어떠한 변형도 상기 글래스 시트의 두께 변화에 대해 최소의 효과를 갖는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 45

제 44 항에 있어서, 세 개의 입구 단부의 형성된 지지 블럭들을 구비하고, 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭들 중 두 개는 상기 홈통 측부들 각각의 입구 단부에 부착되며, 상기 홈통 측부들을 전개시키는 복수의 정수력학적 힘들을 상쇄시키기 위해 부가적인 힘을 상기 홈통 측부들에 가하도록 내향으로 구부러지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 46

제 44 항에 있어서, 상기 장치는 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭 또는 상기 원위 단부의 형성된 지지 블록의 상기 시트 형성 구조체 단부들에서 적어도 하나의 전이 영역을 부가로 포함하고,

상기 전이 영역은 상기 형성된 지지 블럭들의 길이의 대략 10 내지 25%인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 47

제 39 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치의 상기 가변 단면적을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 48

제 47 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 각 단부에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도보다 작은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 49

제 47 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 단부에서 상기 시트 형성 구조체의 폭은 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 상기 시트 형성 구조체의 폭보다 좁은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 50

제 47 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심이 아닌 곳에서 역전된 경사들의 각도보다 실질적으로 큰 시트 글래스 형성 장치.

청구항 51

제 39 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 52

제 51 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상은 상기 시트의 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 53

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 다섯 개의 가열 챔버들을 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 54

제 53 항에 있어서, 상기 다섯 개의 가열 챔버들은,

a) 상기 시트 형성 구조체의 상부의 위에 있는 가열 챔버,

b) 상기 홈통 측부들 중 좌측부 위에 있는 가열 챔버,

c) 상기 홈통 측부들 중 우측부 위에 있는 가열 챔버,

d) 상기 시트 형성 구조체의 좌측부상에 있는 가열 챔버, 및

e) 상기 시트 형성 구조체의 우측부상에 있는 가열 챔버를 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 55

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 상기 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는

a) 상기 홈통의 입구 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 입구 단부의 형성된 지지 블럭, 및

b) 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 마찬가지로 상기 홈통의 대향 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 원위 단부의 형성된 지지 블럭을 포함하며,

상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭은 상기 시트 형성 구조체에서 중량의

효과를 상쇄하고 상기 시트 형성 구조체 내에 힘을 분포시키기 위해 성형되고, 따라서 인가된 힘은 시트 형성 구조체를 포함하는 모든 내화물질이 종방향으로 실질적으로 동일한 압축 응력하에 놓이게 하며,

열적 크리프에 기인하는 어떠한 변형도 상기 글래스 시트의 두께 변화에 대해 최소의 효과를 갖는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 56

제 55 항에 있어서, 세 개의 입구 단부의 형성된 지지 블럭들을 구비하고, 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭들 중 두 개는 상기 홈통 측부들 각각의 입구 단부에 부착되며, 상기 홈통 측부들을 전개시키는 복수의 정수력학적 힘들을 상쇄시키기 위한 부가적인 힘을 상기 홈통 측부들에 가하도록 내향으로 구부러지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 57

제 55 항에 있어서, 상기 장치는 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭 또는 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭의 상기 홈통 측부들에서 적어도 하나의 전이 영역을 부가로 포함하고, 상기 전이 영역은 상기 형성된 지지 블럭들의 길이의 대략 10 내지 25%인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 58

제 55 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치의 가변 단면적을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 59

제 58 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 각 단부에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도보다 작은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 60

제 58 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 단부에서 상기 시트 형성 구조체의 폭은 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 상기 시트 형성 구조체의 폭보다 좁은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 61

제 58 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심이 아닌 곳에서 역전된 경사들의 각도보다 실질적으로 큰 시트 글래스 형성 장치.

청구항 62

제 55 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 63

제 62 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상은 상기 시트의 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 64

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저

부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 시트 형성 구조체의 가변 단면적을 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 65

제 64 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 각 단부에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도보다 작은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 66

제 64 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 단부에서 상기 시트 형성 구조체의 폭은 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 상기 시트 형성 구조체의 폭보다 좁은 시트 글래스 형성 장치.

청구항 67

제 64 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심이 아닌 곳에서 역전된 경사들의 각도보다 실질적으로 큰 시트 글래스 형성 장치.

청구항 68

제 64 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상을 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 69

제 68 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상은 상기 시트의 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 70

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상을 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 71

제 70 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상은 상기 시트의 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 72

용융 글래스가 홈통의 측부들의 위와 쐐기형 시트 형성 구조체의 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되도록 상기 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 갖는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하는, 장치를 사용하여

시트 글래스를 형성할 때 공기 누설을 감소시키기 위한 방법으로서,

(a) 시트 글래스 형성 영역에 대한 공기 누설 경로를 가로지르는 압력 차이가 실질적으로 제로(0)가 되도록 글래스 냉각 과정 중에 상기 장치내에서 인접하는 챔버들 사이의 내부 압력을 조절하는 단계를 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 73

제 72 항에 있어서, 글래스 시트 형성 영역은,

a) 상기 시트 형성 구조체 위에 배치된 머플 영역과,

b) 상기 쐐기의 저부 아래에 배치된 머플 도어 영역과,

c) 상기 용융 글래스를 상기 머플 도어 영역과 어닐러 및 인출기 영역 사이에서 전이시키는 전이 영역, 및

d) 상기 어닐러 및 인출기 영역을 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 74

제 72 항에 있어서, 상기 단계 (a)는 상기 인접하는 챔버들 중 하나에 공기 유동을 부가함으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 75

제 72 항에 있어서, 상기 단계 (a)는 하나의 챔버로부터 인접하는 챔버 안으로 공기의 유출을 제한함으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 76

제 72 항에 있어서, 상기 단계 (a)는 상기 인접하는 챔버들 중 하나에서 압력을 저하시키기 위한 진공 소스를 제공함으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 77

제 72 항에 있어서, 상기 단계 (a)는 적어도 하나의 압력 챔버 내에 하나의 챔버를 넣음으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 78

제 72 항에 있어서, 두 개의 압력 챔버들을 구비하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 79

제 72 항에 있어서, 상기 장치는,

a) 상기 홈통에 용융 글래스를 송출하기 위한 유입 파이프, 및

b) 상기 홈통으로의 입구에 배치되어 상기 용융 글래스의 표면 유동을 재분배하는 유동 분배 장치를 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 80

제 79 항에 있어서, 상기 장치는 상기 사용가능한 시트를 형성하는 상기 글래스에서 다수의 이질성을 감소시키는 공기 누설 감소 방법.

청구항 81

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 글래스의 표면 아래에 배치되는 유동 분배 장치를 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 82

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결

되는 보울을 부가로 포함하며, 상기 보울의 축선은 상기 용융 글래스의 메인 스트림이 상기 보울의 전방을 통과하도록 경사져 있는 공기 누설 감소 방법.

청구항 83

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 상기 유입 파이프에 연결되는 보울을 부가로 포함하며, 상기 용융 글래스는 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선을 벗어나 상기 보울 내로 공급되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 84

제 83 항에 있어서, 상기 용융 글래스는 상기 글래스 시트의 표면에 덜 바람직한 글래스가 존재하지 않도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 30도 내지 180도 사이의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 85

제 84 항에 있어서, 상기 용융 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 원위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 대략 180도의 각도로 상기 보울 내에 공급되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 86

제 84 항에 있어서, 상기 용융 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 글래스 시트의 근위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 대략 45도의 각도로 상기 보울내에 공급되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 87

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 홈통과 대향하는 상기 유입 파이프의 단부에 연결되는 하강 파이프를 부가로 포함하며, 상기 하강 파이프의 하단부는 상기 유입 파이프에서 글래스 없는 표면의 위에 실질적으로 배치되고, 상기 하강 파이프 및 상기 유입 파이프는 글래스 유동의 경로에서 정지 또는 와류 유동의 영역을 최소화하는 크기 및 형상을 갖는 공기 누설 감소 방법.

청구항 88

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 머플을 부가로 포함하며, 상기 머플의 상부 및 측부들은 상기 시트 형성 구조체의 내부로 및 상으로 유동하는 상기 용융 글래스의 외부 표면에 맞게 형성되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 89

제 88 항에 있어서, 상기 장치는 상기 시트 형성 구조체 대향하는 측부에서 상기 머플에 인접하게 배치되는 적어도 하나의 가열 챔버를 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 90

제 89 항에 있어서, 상기 장치는 상기 용융 글래스의 바로 위에서 상기 머플의 가열 챔버 측부로 향하는 다수의 공기 냉각 튜브들을 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 91

제 89 항에 있어서, 상기 장치는 상기 가열 챔버에 설치되는 다수의 방사 쿨러들을 부가로 포함하며, 상기 방사 쿨러들은 종방향으로 온도가 변화하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 92

제 89 항에 있어서, 상기 머플의 구조체는,

a) 상기 홈통의 상부 위에 있는 가열 챔버,

b) 상기 홈통 측부들 중 좌측부 위에 있는 가열 챔버,

c) 상기 홈통 측부들 중 우측부 위에 있는 가열 챔버,

d) 상기 시트 형성 구조체의 좌측부상에 있는 가열 챔버, 및

e) 상기 시트 형성 구조체의 우측부상에 있는 가열 챔버를 포함하는 다섯 개의 가열 챔버들을 생성하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 93

제 72 항에 있어서, 상기 장치는,

a) 상기 홈통의 입구 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 입구 단부의 형성된 지지 블럭, 및

b) 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 마찬가지로 상기 홈통의 대향 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 원위 단부의 형성된 지지 블럭을 부가로 포함하고,

상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭과 상기 원위 단부의 형성된 지지 블럭은 상기 시트 형성 구조체에서 중량의 효과를 상쇄하고 상기 시트 형성 구조체 내에 힘을 분배하기 위해 형성되며, 따라서 인가된 힘은 시트 형성 구조체를 포함하는 모든 내화물질이 종방향으로 실질적으로 동일한 압축 응력하에 놓이게 하며,

열적 크리프에 기인하는 어떠한 변형도 상기 글래스 시트의 두께 변화에 대해 최소의 효과를 갖는 공기 누설 감소 방법.

청구항 94

제 93 항에 있어서, 세 개의 입구 단부의 형성된 지지 블럭들을 구비하고, 상기 입구 단부의 형성된 지지 블럭들 중 두 개는 상기 홈통 측부들 각각의 입구 단부에 부착되며, 상기 홈통 측부들을 전개시키는 복수의 정수력학적 힘들을 상쇄시키기 위한 부가적인 힘을 상기 홈통 측부들에 가하도록 내향으로 구부러지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 95

제 93 항에 있어서, 상기 장치는 상기 압구 단부의 형성된 지지 블록 또는 상기 원위 단부의 형성된 지지 블록의 상기 홈통 단부들에서 적어도 하나의 전이 영역을 부가로 포하하고, 상기 전이 영역은 상기 형성된 지지 블럭들의 길이의 대략 10 내지 25%인 공기 누설 감소 방법.

청구항 96

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 시트 형성 구조체의 가변 단면적을 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 97

제 96 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 각 단부에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도보다 작은 공기 누설 감소 방법.

청구항 98

제 96 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 단부에서 상기 시트 형성 구조체의 폭은 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 상기 시트 형성 구조체의 폭보다 좁은 공기 누설 감소 방법.

청구항 99

제 96 항에 있어서, 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 역전된 경사의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심이 아닌 곳에서 역전된 경사들의 각도보다 실질적으로 큰 공기 누설 감소 방법.

청구항 100

제 72 항에 있어서, 상기 장치는 상기 장치로부터 형성된 시트가 편평하도록,

a) 상향 볼록부,

b) 하향 볼록부, 및

c) 하향 볼록부와 상향 볼록부 둘다를 갖는 웨이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상을 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 101

제 100 항에 있어서, 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 저부의 형상은 상기 시트의 에지들에서 상기 글래스의 두께 분포에 영향을 미치는 공기 누설 감소 방법.

청구항 102

용해 공정에 의해 시트 글래스 제조시에 사용하기 위한 용융 글래스 송출 시스템으로서,

(a) 제 1 특정 단면 치수를 갖는 제 1 도관과, (b) 출구 및 제 2 특정 단면 치수를 갖는 제 2 도관을 포함하고,

상기 제 1 도관은 상기 제 2 도관으로부터 용융 글래스를 수용하며, 상기 제 1 도관의 일 부분은 상기 제 2 도관의 일 부분을 에워싸고, 상기 제 1 특정 단면 치수는 용융 글래스의 자유 표면이 상기 제 1 및 제 2 도관들 사이에 형성되도록 상기 제 2 특정 단면 치수 보다 크며,

상기 1 도관에 의해 에워싸여진 상기 제 2 도관의 부분은 실질적으로 수직하게 배향되고,

상기 제 1 및 제 2 도관들 사이의 상기 용융 글래스는 자유 표면을 한정하며 상기 제 2 도관의 출구 단부는 상기 자유 표면 위에 있는 용융 글래스 송출 시스템.

청구항 103

제 102 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 도관들은 상기 제 2 도관의 출구 단부와 상기 용융 글래스의 자유 표면 사이의 공간 관계가 동질성(homogeneous) 글래스 시트의 형성으로 초래되도록 서로에 대해 위치 설정되는 용융 글래스 송출 시스템.

청구항 104

제 102 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 도관들은 글래스 유동 경로에서 정지 또는 와류 유동 영역을 최소화하기 위해 서로에 대해 위치 설정되는 용융 글래스 송출 시스템.

청구항 105

제 102 항에 있어서, 상기 시스템은 상기 글래스의 표면 아래에 배치된 유동 분배 장치를 부가로 포함하고, 상기 시스템은 형성된 시트의 사용가능한 부분을 형성하는 글래스에서 다수의 이질성을 감소시키는 용융 글래스 송출 시스템.

청구항 106

제 102 항에 있어서, 상기 시스템은 홈통의 중심선에 대해 대략 45도의 각도로 보울 내로 글래스 유동을 부가로 포함하고, 상기 시스템은 상기 형성된 시트의 사용가능한 부분을 형성하는 글래스에서 다수의 이질성을 감소시키는 용융 글래스 송출 시스템.

청구항 107

종 축선과, 중간 영역과, 제 1 단부, 및 상기 제 1 단부와 대향하는 제 2 단부를 갖는 시트 형성 구조체의 처짐율(sag rate)을 감소하기 위한 방법으로서,

(a) 제 1 단부 지지 블록을 갖는 제 1 단부와 제 2 단부 지지 블록을 갖는 제 2 단부에서 시트 형성 구조체를 지지하는 단계와,

(b) 상기 제 1 단부의 하부 부분에서 상기 시트 형성 구조체를 제한하는 단계, 및

(c) 중력에 의해 야기되는 응력을 상쇄하기 위해 상기 시트 형성 구조체의 상기 단부들에 힘을 인가하는 단계를 포함하고,

상기 힘은 주로 종방향으로 발생하는 열적 크리프를 야기하며, 따라서 열적 크리프에 의해 야기된 용융 글래스 유동에서의 영향을 최소화하는 시트 형성 구조체 처짐율 감소 방법.

청구항 108

제 107 항에 있어서, 열적 크리프로부터 초래되는 상기 시트 형성 구조체의 어떠한 변형도 상기 글래스 시트의 두께 변화에서 최소 효과를 갖는 시트 형성 구조체 처짐율 감소 방법.

청구항 109

시트 글래스를 형성하기 위한 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 상기 홈통에 대향하는 단부에서 하강 파이프를 통해 유입 파이프에 연결된 보울을 포함하며,

상기 용융 글래스는 상기 시트의 표면에 덜 바람직한 글래스가 존재하지 않도록 상기 시트 형성 구조체의 중심선의 축선에 대해 30도 내지 180도 사이의 각도로 상기 보울 내에 공급되고,

상기 장치는 상기 형성된 시트의 사용가능한 부분을 형성하는 상기 글래스에서 다수의 이질성을 감소시키는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 110

제 109 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 형성된 글래스 시트의 원위 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 180도의 각도로 상기 보울에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 111

제 109 항에 있어서, 상기 글래스는 상기 덜 바람직한 글래스가 상기 형성된 글래스 시트의 유입 단부의 사용할 수 없는 에지 섹션으로 나아가도록 대략 45도의 각도로 상기 보울에 공급되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 112

종 축선과, 중간 영역과, 제 1 단부, 및 상기 제 1 단부와 대향하는 제 2 단부를 갖는 시트 형성 구조체의 처짐율을 감소하기 위한 방법으로서,

(a) 제 1 단부와 제 2 단부에서 시트 형성 구조체를 지지하는 단계와,

(b) 상기 제 1 단부에 모멘트를 인가하는 단계, 및

(c) 상기 모멘트가 중력에 의해 야기되는 응력을 상쇄하도록 상기 제 2 단부에 모멘트를 인가하는 단계를 포함하고,

상기 모멘트는 주로 종방향으로 발생하는 열적 크리프를 야기하며, 따라서 상기 중간 영역에서 열적 크리프로 인한 처짐에 의해 야기된 용융 글래스 유동에서의 영향을 최소화하는 시트 형성 구조체 처짐율 감소 방법.

청구항 113

제 112 항에 있어서, (d) 상기 제 1 단부에 힘을 인가하는 단계와,

(e) 상기 제 2 단부에 힘을 인가하는 단계를 부가로 포함하는 시트 형성 구조체 처짐율 감소 방법.

청구항 114

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 포함하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저

부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 a) 상기 홈통의 입구 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 입구 단부 지지 블럭, 및

b) 상기 입구 단부 지지 블럭과 마찬가지로 상기 홈통의 대향 단부에 배치되어 상기 시트 형성 구조체를 지지하는 적어도 하나의 원위 단부 지지 블럭을 포함하고,

상기 입구 단부 지지 블럭과 상기 원위 단부 지지 블럭은 상기 시트 형성 구조체의 중량의 효과를 상쇄하기 위해 상기 시트 형성 구조체 내에 힘을 분포시키기 위해 형성되며, 따라서 상기 힘은 주로 종방향으로 발생하는 열적 크리프를 야기시키는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 115

제 64 항에 있어서, 상기 장치는 상기 구조체의 가변 폭과 상기 하향 경사 측부들의 각도를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 116

시트 글래스를 형성하기 위해 개량된 장치로서,

상기 장치는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 포함하고, 상기 구조체는 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 가지며, 상기 용융 글래스가 상기 홈통의 측부들의 위와 상기 쐐기형 시트 형성 구조체의 상기 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 상기 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되고,

상기 장치는 적어도 두 개의 인접한 챔버들을 포함하며,

상기 챔버들 중 하나는 형성 영역 챔버를 포함하고,

상기 인접하는 챔버들 사이의 내부 압력은 상기 형성 영역 챔버에 대한 공기 누설 경로를 가로지르는 압력 차가 실질적으로 제로(0)가 되도록 글래스 냉각 과정 중에 균형되며, 이에 의해 가스 누설이 제거되는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 117

제 116 항에 있어서, 상기 챔버들은,

a) 상기 형성 홈통을 에워싸는 머플 영역과,

b) 상기 홈통의 쐐기의 저부에 배치되는 머플 도어 영역과,

c) 상기 용융 글래스를 상기 머플 도어 영역과 어닐러 및 인출기 영역 사이에서 전이시키는 전이 영역, 및

d) 상기 어닐러 및 인출기 영역을 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 118

제 116 항에 있어서, 상기 내부 압력의 조절은 상기 인접하는 챔버들 중 하나에 공기 유동을 부가함으로써 이루어지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 119

제 116 항에 있어서, 상기 내부 압력의 조절은 상기 인접하는 챔버들 중 하나로부터 공장 주위 압력으로 공기의 유출을 제한함으로써 이루어지는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 120

제 116 항에 있어서, 상기 인접한 챔버들 중 하나에서의 압력을 저하시키기 위한 진공 소스를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 121

제 116 항에 있어서, 상기 인접한 챔버들 중 하나를 넣음으로써 적어도 하나의 보조 압력 챔버를 부가로 포함하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 122

제 116 항에 있어서, 적어도 두 개의 보조 압력 챔버들을 구비하는 시트 글래스 형성 장치.

청구항 123

제 116 항에 있어서, 상기 가스는 공기인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 124

제 116 항에 있어서, 상기 가스는 질소인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 125

제 116 항에 있어서, 상기 가스는 공기 이외의 다른 가스인 시트 글래스 형성 장치.

청구항 126

용융 글래스가 홈통의 측부들의 위와 쐐기형 시트 형성 구조체의 하향 경사 측부들의 아래에서 유동하여 쐐기의 저부에서 만날 때 글래스 시트가 형성되도록 상기 쐐기의 저부에서 수렴하는 하향 경사 측부들을 갖는 쐐기형 시트 형성 구조체에 부착되는 측부들을 갖는 용융 글래스를 수용하기 위한 홈통을 구비하는, 장치를 사용하여 시트 글래스를 형성할 때 공기 누설을 감소시키기 위한 방법으로서,

적어도 두개의 인접한 챔버들 사이에서 내부 압력을 균형시키는 단계를 포함하고, 상기 챔버들 중 하나는 형성 영역 챔버에 대한 공기 누설 경로를 가로지르는 압력 차가 실질적으로 제로(0)가 되도록 글래스 냉각 과정 중에 형성 영역 챔버를 포함하며, 이에 의해 가스 누설이 제거되는 공기 누설 감소 방법.

청구항 127

제 126 항에 있어서, 상기 챔버들은,

a) 상기 형성 홈통을 에워싸는 머플 영역과,

b) 상기 홈통의 쐐기의 저부에 배치되는 머플 도어 영역과,

c) 상기 용융 글래스를 상기 머플 도어 영역과 어닐러 및 인출기 영역 사이에서 전이시키는 전이 영역, 및

d) 상기 어닐러 및 인출기 영역을 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 128

제 126 항에 있어서, 상기 내부 압력의 조절은 상기 인접하는 챔버들 중 하나에 공기 유동을 부가함으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 129

제 126 항에 있어서, 상기 내부 압력의 조절은 상기 인접하는 챔버들 중 하나로부터 공장 주위 압력으로 공기의 유출을 제한함으로써 이루어지는 공기 누설 감소 방법.

청구항 130

제 126 항에 있어서, 상기 인접한 챔버들 중 하나에서의 압력을 저하시키기 위한 진공 소스를 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 131

제 126 항에 있어서, 상기 인접한 챔버들 중 하나를 넣음으로써 적어도 하나의 보조 압력 챔버를 부가로 포함하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 132

제 126 항에 있어서, 적어도 두 개의 보조 압력 챔버들을 구비하는 공기 누설 감소 방법.

청구항 133

제 126 항에 있어서, 상기 가스는 공기인 공기 누설 감소 방법.

청구항 134

제 126 항에 있어서, 상기 가스는 질소인 공기 누설 감소 방법.

청구항 135

제 126 항에 있어서, 상기 가스는 공기 이외의 다른 가스인 공기 누설 감소 방법.

명 세 서

기 술 분 야

<1> 관련출원

<2> 본 출원은 하기의 미국 가출원들 중 하나 이상에 개시된 발명을 청구한다.

<3> 1) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2001년 8월 8일자 출원된 가출원 제60/310,989호;

<4> 2) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2001년 8월 29일자 출원된 가출원 제60/316,676호;

<5> 3) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2001년 9월 12일자 출원된 가출원 제60/318,726호;

<6> 4) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2001년 9월 13일자 출원된 가출원 제60/318,808호;

<7> 5) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2002년 1월 3일자 출원된 가출원 제60/345,464호;

<8> 6) 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2002년 1월 3일자 출원된 가출원 제60/345,465호;

<9> 미국 가출원의 35 USC §119(e)에 의한 이득은 본원에서 청구되며, 상술한 출원들은 본원에 참고로 합체되어 있다.

<10> 본원은 발명의 명칭이 "시트 글래스 형성 장치"인 2001년 5월 9일자 출원된 미국출원 제09/851,627호에 관한 발명을 청구한다. 상기 출원은 본원에 참고로 합체되어 있다.

<11> 본 발명은 시트 글래스 제작에 관한 것으로서, 특히 오버플로우 공정으로부터 형성되는 시트 글래스에 관한 것이다.

배 경 기 술

<12> 반도체 동력 디스플레이 분야와, 특히 컴퓨터 디스플레이용으로 폭 넓게 사용되는 TFT/LCD 디스플레이 장치에 사용되는 글래스는 반도체형 재료의 성공적인 적용을 허용하도록 매우 높은 표면 품질을 가져야 한다. 코닝 인코포레이티드에게 양도된 미국특허 제3,338,696호의 장치를 사용하여 제조된 시트 글래스는 형성한 대로 가장 높은 품질의 글래스를 제조하며, 포스트-프로세싱(post-processing)을 필요로 하지 않는다. 상기 코닝 특허는 "오버플로우 공정(The Overflow process)"으로 불리는 제조 공정에 의해 글래스를 제조한다. 다른 공정들을 사용하여 제조된 글래스는 연삭 및/또는 폴리싱을 필요로 하며, 따라서 미세한 표면 마무리를 가질 수 없다. 또한 시트 글래스는 엄격한 두께 편차 및 워프(warp) 사양에 순응해야 한다. 미세한 표면 마무리는 기본적으로 글래스 스트림의 중심에서 나온 버진 글래스(virgin glass)로부터 형성된다. 이 글래스는 교반 작업(stirring operation) 이후 다른 표면들과 접촉하지 않는다.

<13> 미국특허 제3,338,696호의 기술은 여전히 현재 실시되는 종래 기술의 상태이다. 하지만, 이 장치는 제한을 가진다.

<14> "오버플로우 공정"의 장치의 주요 단점은, 대부분의 표면에 걸쳐 우수한 글래스를 제조하지만 입구에 가장 가까운 글래스 시트의 표면이 공급 파이프 표면에 근접하게 흘러왔기 때문에 품질이 저하된 글래스로 구성되어 있다

는 점이다.

<15> "오버플로우 공정"의 장치의 다른 단점은, 안정된 작동 상태 중에 우수한 글래스를 제조하지만, 전이 상태에서 너무 느리게 회복한다는 것이다. 이것은 파이프들이 통상적인 실시에 따라 설계되어 있을 때 교반 장치에서 형성 장치로 글래스를 전달하는 파이프에서 글래스 유동의 정지 영역(quiescent zone)에 의해 부분적으로 초래된 것이다. 계획되지 않은 공정 전이중에 상기 정지 영역들은 이전 재료 구성물의 글래스를 글래스의 주 공정 스트림으로 느리게 방출시키므로 결함을 일으키는 원인이 된다. 상기 결함은 결국 공정이 안정화될 때 침전되지만, 시트 글래스의 품질이 표준 이하로 되는 주기가 있다.

<16> 또한, "오버플로우 공정"의 장치의 다른 단점은, 형성된 시트의 두께를 제어하는 수단에 제한이 있다는 것이다. 시트가 형성되어 있을 때의 폭에 대한 글래스의 선택적 냉각은 현재의 실시에 제공되지 않고 있다.

<17> 미국특허 제3,682,609호의 두께 제어 시스템은 작은 두께 오류를 보상할 수 있지만, 5 내지 10㎝의 범위에 속하는 거리에 걸쳐서 글래스를 재분배할 수 있을 뿐이다.

<18> "오버플로우 공정"의 장치의 다른 단점은 글래스 시트가 두께 사양을 더 이상 만족하지 않게 할 정도로 형성 장치가 제작 과정에서 변형된다는 것이다. 이것은 생산 운행의 조속한 중단의 원인이 된다.

<19> 또한, "오버플로우 공정"의 장치의 다른 단점은 표면 장력 및 본체 힘들이 형성 장치의 외부측 아래에서 용융된 글래스 유동에 주요한 작용을 함으로써 시트가 형성 장치 보다 더 좁게 되며 또 형성된 시트의 모서리가 두꺼운 비즈(beads)를 가지게 하는 원인이 된다는 것이다.

<20> 미국특허 제3,451,798호는 표면 장력 효과를 보상하기 위해 노력하는 에지 디렉터(edge director)를 제공하지만, 실제로 형성 장치의 단면을 그 외부면의 단일 프로파일로 제한함으로써 발생되는 문제들을 정정한 것이다.

<21> 종래 기술의 다른 단점은 글래스 시트가 형성 장치에서 인출될 때 본래부터 평탄하지 않다는 것이다.

<22> 또한, "오버플로우 공정"의 장치의 다른 단점은 장치 바닥에서의 시트의 인출이 시트 두께의 주기적 편차를 가지게 하는 경향이 있다는 것이다. 상기 주기적 두께 편차는 제어되지 않는 공기 유동에 강하게 좌우되며, 이는 생산과정에서 장비 노후로서 더 널리 보급되는 경향이 있다. 장치 노후로서, 공기 누설이 재료의 틈과, 다른 팽창에 의해 초래된 분류 구멍들을 통해 발생된다.

<23> 따라서, 당업계에서는 종래 기술의 단점들을 극복하는 장치에 대한 필요성이 있었다.

발명의 상세한 설명

<24> 본 발명의 양호한 실시예에서, 시트의 유용한 영역의 표면을 형성하는 모든 글래스는 버진 글래스이고, 이는 교반 작업후에 내화벽돌 또는 내화성 금속면에 근접한 유동에 의해 오염되지 않는다. 추가로, 이 실시예는 교반 장치와 시트 글래스 형성 장치 사이의 배관에 정지 유동의 영역들을 재배치 또는 제거함으로써 시트를 형성하는 글래스에서 이질성(inhomogeneity)을 크게 감소시킨다.

<25> 다른 양호한 실시예에서, 본 발명은 형성 공정의 가장 예민한 영역인 웨어(weir)에서 용융 글래스의 유동을 재분배하는 정밀한 열 제어 시스템을 제공한다. 상기 열 제어는 생산 과정에서 필수적으로 발생되는 시트 형성 장치의 퇴화를 효과적으로 억제한다.

<26> 또 다른 양호한 실시예에서, 본 발명은 필수적으로 발생되는 열 크리프가 시트 형성 구조체의 글래스 유동 특성에 최소의 충격을 주도록 시트 형성 구조체의 응력에 반작용력을 제공한다. 이 실시예는 상기 반작용력이 생산 과정의 연장된 기간 중에 유지되도록 설계되어 있다. 따라서, 시트 글래스는 동일한 시트 형성 구조체에 의해 더 긴 시간동안 제작될 수 있다.

<27> 다른 양호한 실시예는 표면 장력 및 본체 힘 응력의 방향 및 크기를 변경시키는 변화가능한 외부 단면을 만들며, 따라서 시트의 폭에서 표면 장력 및 본체 힘의 악영향을 감소시킨다.

<28> 다른 방식의 양호한 실시예에서, 글래스는 고화 중에 형성 응력을 만들기 위해 그 폭에 걸쳐 선택적으로 냉각되며, 이는 인출된 글래스 시트가 본래부터 평탄하다는 것을 보장한다.

<29> 더 양호한 실시예에서, 본 발명은 형성 영역에서 어떤 누설경로를 가로지르는 차압이 필수적으로 영(zero)이 되도록 형성 장치의 주요 부품들 각각에서 내부압력을 조정한다. 따라서, 초기 작업 중에 크랙 및 구멍들이 존재

하여 제작 중에 발전될지라도 장치에서의 공기 누설이 최소로 줄어든다.

실 시 예

<129> 본 발명의 모든 실시예에서 유동 동역학은 글래스 시트의 외측면들이 형성 장치로 유동하는 글래스 스트림의 중심에서 나오는 완전히 혼합된 버진 글래스로 형성되며, 따라서 내화 벽돌 또는 내화성 금속 표면과 접촉하지 않도록 하는 것이다. 이것은 가능한 최고의 표면 품질을 만들어낸다. 이러한 초기의 표면은 LCD/TFT 반도체 디스플레이 장치의 제작에 필수적이다. 추가로, 본 발명의 모든 실시예에서 유동 동역학은 시트 형성 구조체의 바닥에 있는 형성 쐐기(wedge)에 대한 용융 글래스의 유동율이 실질적으로 그 폭에 걸쳐 균일하도록 하는 것이다.

<130> 도 1, 도 11a 및 도 11b를 참조하면, 통상적인 "오버플로우 공정" 제작 시스템이 도시되어 있다. 실질적으로 균일한 온도 및 화학 조성물로 되어 있는, 용해로(2) 및 전로(forehearth : 3)에서 나온 글래스(10)는 교반 장치(4)에 공급된다. 교반 장치(4)는 글래스를 철저하게 균질화한다. 다음에 글래스(10)는 보울 입구 파이프(5)를 통과하여 보울(6)내로 운반되며, 하강 파이프(7)로 내려가서, 하강 파이프(7)와 형성 장치 입구 파이프(8) 사이의 조인트(14)를 통과하여, 시트 형성 구조체(9)의 입구로 들어간다. 교반 장치(4)에서 시트 형성 구조체(9)로 흐르는 동안에, 글래스(10) 특히, 시트 표면을 형성하는 글래스는 균질하게 유지되어야 한다. 보울(6)의 통상의 목적은 유동 방향을 수평방향에서 수직방향으로 변경하여 글래스(10)의 유동을 정지시키는 수단을 제공하는 것이다. 니들(13)이 글래스 유동을 정지하기 위해 제공되어 있다. 하강 파이프(7)와 홈통 입구 파이프(8) 사이의 조인트(14)의 정상적인 기능은 사용하기 위한 시트 글래스 형성 장치의 제거를 가능하게 할 뿐만 아니라 공정 장비의 조정 수단을 제공하는 것이다.

<131> 실질적으로 균일한 온도 및 화학 조성물로 되어 있는, 용해로 및 전로에서 나온 용융 글래스(10)는 입구 파이프(8)를 통해 형성 장치에 들어가서 시트 형성 구조체(9)로 들어간다. 입구 파이프(8)는 유입하는 용융 글래스 유동의 속도 분포를 제어하는 형상으로 되는 것이 바람직하다. 본원에 참고로 합체된 미국특허 제3,338,696호 및 미국 특허출원 제09/851,627호에 상세히 기재된 글래스 시트 형성 장치는 시트 형성 구조체(9)이다. 형성 쐐기(116)(본 명세서에선 루트)의 뾰족한 바닥 에지와 실질적으로 평행한 일직선의 경사진 웨어(weir:115)는 홈통의 각 측면을 형성한다. 홈통의 바닥(117)과 홈통의 측면(118)들은 각각의 측면 웨어(115)의 상단에 균일한 글래스 분포를 제공하도록 구성된다. 다음에 글래스는 각각의 측면 웨어(115)의 상단을 지나서 시트 형성 구조체(9)의 각 측면 아래로 흘러 루트(116)에서 접합하여 융융 글래스 시트(11)를 형성한다. 다음에 상기 용융 글래스 시트(11)는 롤러(111)를 견인함으로써 루트(116)에서 끌려나올 때 냉각되어서 실질적으로 균일한 두께의 고체 글래스 시트(12)를 형성한다. 또한 에지 롤러(110)들이 용융 글래스 시트(11)를 인출하기 위해 사용될 수 있다. 종래 기술에서, 시트 형성 구조체(9)는 머플내에 수용되며, 그 목적은 시트 형성 구조체(9) 및 용융 글래스(10)의 온도를 제어하기 위한 것이다. 정상적인 실시에서는 시트 형성 구조체(9)를 둘러싸는 머플 챔버(113)에서 균일한 온도를 유지한다. 용융 상태에서 고체 상태로 전이될 때 글래스를 냉각하는 것은 주의깊게 제어되어야 한다. 이러한 냉각 공정은 루트(116) 바로 위의 시트 형성 구조체(9)의 하부에서 시작하며, 용융 글래스 시트가 머플 도어 영역(114)을 통과하면서 계속된다. 용융 글래스는 견인 롤러(111)에 도달하는 시간까지 실질적으로 고화된다. 용융 글래스는 실질적으로 균일한 두께의 고체 글래스 시트(12)를 형성한다.

<132> 글래스 유동 분배의 변화

<133> 도 2 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 양호한 실시예는 표면 품질을 개선하기 위해 시트 글래스(sheet glass) 형성 장치의 입구에서 유동 경로를 변화시킨다. 이는 또한 교반 장치로부터 시트 글래스 형성 장치로 글래스를 안내하는 배관을 지나는 글래스가 보다 균일하게 흐르는 것을 돕는다.

<134> 미국 특허 제3,338,696호는 시트 형성 구조체 내의 글래스 유동만을 고려한다. 또한, 미국 특허 제3,338,696호는 외부 표면과 접촉하여 악영향을 받지 않은 버진 글래스로부터 전체 시트 표면이 형성되는 것을 청구한다. 이는 시트 형성 구조체의 입구 단부에서 형성된 시트가 배관 시스템 전방 표면에서 흐를 때 전적으로 옳지 않다. 본 발명의 시트 형성 구조체 입구에서 버진 글래스로부터 모든 가용 시트 표면이 형성됨을 보장하기 위해 유동 분배 장치가 부가된다. 글래스 교반 장치와 시트 글래스 형성 장치 간의 배관 시스템은 하강 파이프와 형성 장치 입구 파이프 사이의 연결부에서와 보울에서 종래의 실시예로부터 수정된다. 보울을 지나는 유동은 변화되어, 보울의 전방 상부 표면에서 통상적으로 형성되는 정지 유동 영역을 제거하거나 또는 재배치한다. 하강 파이프는 형성 장치 입구 파이프의 글래스에 잠기지 않으므로 파이프들 사이의 정지 유동 영역이 제거된다.

<135> 도 2a 내지 도 2c는 하강 공급 파이프(7) 내를 흐르는 글래스(10)가 종래 기술의 "오버플로우 공정"에서 형성된

시트 글래스로 끝남을 도시한다. 하강 파이프(7)의 배면들 부근에서 글래스 유동은 인출된 시트의 중앙에서 끝난다. 하강 파이프(7)의 전방 표면 부근의 유동은 전체 글래스 표면에 걸쳐 분배되지만, 이는 입구 단부에서 시트의 약 1/3에 대부분 집중된다. 이러한 표면에서의 글래스(23)는 하강 파이프 표면과, 보울(6)의 정지 영역에서의 글래스와, 입구 파이프(8) 연결부(14)로의 하강 파이프(7)에 의해 분열된다. 시트의 나머지 약 2/3의 표면은 버진 내부 글래스(22)로 형성된다. 전방 표면으로부터 약 45° 의 각도만큼 대칭적으로 오프셋된 글래스 유동(24)의 다른 두 부분은 시트의 입구 단부에서 단부 가까이에 사용불가능한 에지 섹션(25)을 형성하게 된다. 약 180° 각도로 중심설정된 다른 부분(26)이 먼 단부의 사용불가능한 에지 섹션(27)으로 나아간다.

<136> 도 3a 및 도 3b는 입구 파이프(8)와, 홈통 입구 표면에 위치하는 (본 발명의 과제인) 유동 분배 장치(32), 및 시트 형성 구조체(9)를 갖는, 시트 글래스 형성 장치(31)의 일 실시예를 도시한다. 유동 분배 장치(32)는 글래스 표면 상에서의 유동을 방해하고 이를 시트의 가장자리 표면으로 전환시킨다. 하강 파이프의 유동 흐름의 중심으로부터의 글래스는 시트 글래스(11)의 사용불가능한 부분의 표면을 형성하도록 시트 형성 구조체의 표면으로 유동한다. 각각의 에지에서의 시트의 10 내지 20%는 여러 가지 이유로 보통 사용할 수 없다.

<137> 도 4a 및 도 4b는 시트 글래스 형성 장치(41)의 다른 실시예를 도시하며, 이 장치는 표면 유동 분배 장치(42)가 글래스(10)의 표면 아래에 배치되고 보다 섬세하지만 동일하게 유효한 방식으로 표면 유동을 재분배하는 것을 제외하고는 도 3의 실시예와 동일한 기능을 수행한다. 시트의 에지를 형성하는 글래스(10) 유동은 표면 유동 분배 장치(42)의 중앙 슬롯(43)을 통해 흐른다. (이 중앙 슬롯을 통해 흐르는) 글래스는 하강 파이프의 전방 표면 부근에 있던 글래스이다. 그 다음에, 하강 파이프의 중앙의 글래스는 시트(11)의 사용할 수 없는 부분의 표면을 형성하기 위해 홈통 표면으로 유동한다. 하강 파이프의 표면 부근에서 흐르는 다른 글래스는 잠겨있는 상태를 유지한다.

<138> 도 5a 내지 도 5c는 하강 공급 파이프(7)에서 흐르는 글래스(10)가 도 3 및 도 4에 설명한 본 발명에 대해 형성된 시트 글래스로 되는 경우를 도시한다. 시트 글래스(21) 중앙으로의 글래스 유동은 종래 기술에서와 실질적으로 동일하다. 그러나, 형성된 시트 글래스의 외측 표면을 형성하는 유동(52)은 하강 파이프(7)의 전방 표면 부근에서 흐르지 않는다. 전방 표면으로부터 약 45° 각도만큼 대칭적으로 오프셋되며 시트의 입구 단부에서 사용불가능한 에지 섹션(25)을 형성하게 되는 글래스 유동(24)의 두 부분은 거의 영향을 받지 않는다.

<139> 도 6은 메인 공정 스트림이 보울의 전방을 통해 지나가도록 소정의 각도로 기울어진 보울(66)의 축을 도시하는 실시예이다. 이러한 활성 유동(60)은 표면 글래스(61)와 함께 흘러, 통상적으로 보울의 노우즈(nose; 도 8)에 위치하는 글래스 유동의 정지 영역을 형성하는 표면 장력을 극복한다. 글래스 유동을 멈추기 위해, 니들(13)이 제공된다.

<140> 도 7a 내지 도 7d는 교반 장치로부터 보울(75)로 오는 파이프 내의 글래스를, 시트 형성 구조체(9)의 중심선(73)에 대해 일정 각도로 보울(76)의 측면으로 공급하여 보울(76) 내의 글래스의 교차 운동을 돕는, 본 발명의 실시예를 도시한다. 이는 통상적으로 보울의 노우즈(81; 도 8)에 위치하는 정지 영역이 보울(71)의 측면으로 이동하도록 보울 내의 유동 패턴(70)을 효과적으로 바꾼다. 도 2a 내지 도 2c 및 도 5a 내지 도 5c를 다시 참조하면, 시트 형성 구조체(9)의 중심선(73)에 대한 보울 내의 유동 각도(74)에 따라, 정지 영역(71)의 글래스가 입구 에지(25)의 사용불가능 부분이 되거나, 또는 시트 글래스(23)의 표면 위 대신에 시트 글래스(21)의 중앙 아래에 잠긴다. 보울 내의 글래스가 없는 표면(72)이 또한 도시되어 있다.

<141> 도 8은 보울(6)의 전방에 위치하는 글래스의 정지 영역(81)을 도시하는 보울(6)을 갖는 종래 기술을 도시한다. 이러한 글래스는 보울의 전방의 저 공정 흐름 유동(80)과 표면 장력의 조합에 의해 제위치에 유지된다.

<142> 도 9a 내지 도 9c는 하강 파이프(7)의 하단부(94)가 형성 장치 입구 파이프(98)내에서 글래스 없는 표면(90)위에 실질적으로 위치하는 본 발명의 일 실시예를 도시한다. 또한, 형성 장치 입구(98)는 특정 사이즈 및 형상(92)을 갖는다. 형성 장치 입구(98)의 수직 거리(93)와 사이즈 및 형상(92)은 특히, 글래스 유동 경로(91) 내의 모든 정지 또는 와류(vortex) 유동 영역을 최소화하도록 설계된다. 따라서, 용융된 글래스(10)는 보다 균질한 시트(11)를 형성한다. 이 디자인은 유체 유동 방정식[나비어 스톡스(Navier-Stokes) 방정식]의 해법과 실험에 의해 정해진다.

<143> 도 10a 내지 도 10c는 종래 기술에 공지된 바와 같이 형성 장치 입구 파이프(8)에서 용융된 글래스 표면(100) 내에 잠겨 있는 하강 파이프(7)를 도시한다. 두 파이프(7, 8)들 사이에는 정지 영역(101)이 있다. 글래스 유동 경로(103)는 하강 파이프(7)와 홈통 입구 파이프(8) 사이에 글래스의 환형 와류(102; annular vortex)를 만든다. 와류는 시트 글래스 내에 결함을 만들 때의 유동 전이 중을 제외하고는 주요 공정 흐름과 거의 재료가

교환되지 않는다.

<144> 시트 글래스 형성 장치의 퇴화 감소

<145> 이제 도 12 내지 도 16을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예가 열적 크리프로 인한 시트 형성 구조체의 변형과 제조 장치의 퇴화가 글래스 유동 분포의 열적 제어에 의해 보상되는 방식으로 형성 장치에서의 글래스 유동 분포를 제어한다.

<146> 미국 특허 제3,338,696호는 균일한 두께의 시트를 형성하는 방식으로 글래스를 분배하기 위해 특정하게 형성된 홈통에 의존한다. 이러한 홈통의 기본 개념은 미국 특허 제3,338,696호에 상세히 설명되어 있다. 시트 글래스 형성 공정은 상승된 온도, 통상적으로 1000℃ 내지 1350℃에서 수행된다. 이러한 온도에서, 시트 형성 구조체를 구성하기 위해 사용되는 재료는 열적 크리프라 불리는 특성을 보이며, 이 특성은 가해지는 응력으로 인해 재료에 변형이 생기는 것이다. 따라서, 시트 형성 구조체의 중량에 의한 응력과 홈통 내의 글래스의 정수압적 압력에 의한 응력 하에서 홈통이 변형한다.

<147> 형성 장치의 다른 부분들의 구성에 사용되는 재료도 불특정적인 방식으로 퇴화(뒤틀림, 균열, 열적 특성의 변화 등)하며, 이는 두께 분포에 악영향을 미친다. 미국 특허 제3,682,609호의 두께 제어 시스템은 적은 두께 오차를 보상할 수 있지만, 이는 5 내지 10㎝ 정도의 거리에 걸쳐 글래스를 재분포시킬 수 있다. 시트 글래스의 전체 폭에 걸친 두께 분포에 큰 영향을 미치기 위해서, 웨어(weir)에 걸친 용융된 글래스의 유동이 제어되어야 한다.

<148> 본 발명의 이러한 실시예는 형성 공정에서 가장 중요한 영역인 웨어에서의 용융된 글래스의 유동을 재분포시키기 위해 정밀한 열 제어 시스템을 도입하여 이러한 문제를 해결한다. 이러한 열 제어는 제조 활동 중에 필연적으로 발생하는 시트 형성 장치의 퇴화를 효과적으로 상쇄한다.

<149> 도 12a는 화살표가 시트 형성 구조체(9)를 지나 측면 웨어들(115)로의 용융된 글래스(10)의 유동을 도시하는, 시트 형성 구조체(9)의 측면도를 도시한다. 도 12b는 용융된 글래스가 형성 장치를 통해 흐를 때 용융된 글래스(10)를 제어하기 위한 상이한 영역들을 도시하는 시트 형성 구조체(9)의 중심을 지나는 단면도를 도시한다. 영역(121)은 홈통의 입구 단부로부터 먼 단부로의 유동이고, 영역(122)은 웨어들(weir)을 지나는 유동이고, 영역(123)은 시트 형성 구조체의 외측을 흘러내려가는 유동이고, 영역(124)은 루트(116)로부터 당겨져 떨어져 고체 시트(12)로 냉각되는 용융된 글래스(11)이다. 각 영역을 지날 때 용융된 글래스(10)를 가열 또는 냉각하는 것에 의한 고체 시트 글래스(12)의 두께에 대한 영향은 상이하다. 영역(121)에서 시트 형성 구조체(9)의 입구 단부로부터 먼 단부로 흐를 때 용융된 글래스(10)에 (온도를 올려) 에너지를 부가하거나 용융된 글래스(10)로부터 에너지를 제거하여 각각 볼록 또는 오목한 시트 두께 프로파일(profile)을 만든다. 영역(121)에서 일어나는 두께 프로파일 변화의 기간은 홈통의 길이와 비슷하다.

<150> 영역(122)에서 웨어들(115)을 지나 흐를 때 용융된 글래스(10)에 대한 에너지 유동율의 변화는 최종 고체 시트 글래스의 두께 분포에 큰 영향을 미친다. 영역(122)에서 글래스의 국부적 냉각은 글래스 유동에 큰 영향을 가지는 댐을 효과적으로 발생시킨다. 이러한 것은 매우 민감한 영역이고, 등온(isothermal)과는 다른 어떠한 제어 전략도 주의깊게 설계되어야만 한다. 영역(123)은 상기 루트(116)에서 드로링 공정이 일정하게 될 수 있도록 종방향으로 거의 선형으로 균일한 온도 분포로 상기 글래스를 복귀시키는 것이 중요하다. 영역(124)에서의 디퍼렌셜 냉각은 미국 특허 제3,682,609호의 목적이고, 작은 두께 분포의 변화를 만드는 데에 효과적이다. 소정 종방향 위치에서의 냉각은 한쪽 방향에서의 그 위치에서 두께에 영향을 부여하고, 상기 위치의 각 측부에서는 글래스에 역영향을 발생시킨다. 그 영향은 센티미터 정도의 거리에 걸쳐 분포된다.

<151> 도 13a 및 도 13b는 본 발명의 실시예를 도시하고, 머플(132)의 상부 및 측부는 상기 시트 형성 구조체(9)내로 그리고 그 위로 흐르는 용융 글래스(10)의 외부 표면에 보다 근접하게 형성된다. 상기 머플(132)은 가열 챔버(131)에서 가열 요소에 의하여 가열된다. 상기 머플 챔버(113)에서의 주요 열 전달 매체는 복사(radiation)이다. 상기 머플(132)을 용융된 글래스(10)의 외부 형상에 가깝게 순응하도록 설계함으로써, 에너지는 상기 용융된 글래스(10)의 타켓된 영역으로 향하게 될 수 있고, 따라서 온도 분포의 보다 큰 제어에 영향을 준다. 상기 가열 챔버(131)에서의 가열 요소는 상기 시트 형성 구조체(9)에 에너지 플럭스를 균형 맞추고 그래서 적절한 온도 상태를 발생키기 위하여 적절한 파워를 가진다.

<152> 도 14a 및 14b는 영역(122)에서 웨어(115)를 통과하게 될 때에 상기 용융된 글래스(10)의 국부적인 냉각에 영향을 미치는 본 발명의 실시예를 도시한다. 도 13a 및 도 13b의 머플(132)의 형상이 사용된다. 미국 특허 제3,682,609호에 기재된 이러한 공기 냉각 튜브(141)와 유사한 작용을 하는 공기 냉각 튜브(142)는 웨어(115)에

걸쳐서 흐르는 용융된 글래스(10)바로 위에서 상기 머플(143)의 가열 챔버쪽으로 향하게 된다. 상기 위치에서 글래스의 국부적인 냉각은 고체 글래스 시트의 두께 분포에 큰 영향을 가지는 국부적인 댐을 효과적으로 발생시킨다.

<153> 도 15a 및 15b는 본 발명의 실시예를 도시하는데, 여기에서 상기 멀티 챔버 머플(156)은 상기 성형 방법의 다양한 각각의 영역을 통과하게 될 때에 상기 용융된 글래스(10)의 온도를 제어하기 위하여 분리된 가열 챔버(151-155)로 설계된다. 이러한 영역(121-124)은 도 12a 및 도 12b에 도시된다. 상기 멀티 챔버 머플(156)은 5개의 가열 챔버(151-155)를 가진다. 상기 시트 형성 구조체(9)의 상부에 위치되는 가열 챔버(153)는 입구 단부로부터 상기 시트 형성 구조체(9)(영역(121))의 먼 단부까지 글래스의 유동에 영향을 준다. 상기 웨어(115)의 상부 위에 있는 가열 챔버(152 및 154)는 웨어(115)(영역(122))상의 유동에 영향을 미치고, 상기 시트 형성 구조체(9)의 각 측부상에서의 가열 챔버(151 및 155)는 온도를 종방향으로(영역(123)) 균형을 맞추기 위해 사용된다. 상기 모든 가열 챔버(151-155)는 상기 시트 형성 구조체(9)에 대한 에너지 플럭스를 균형 맞추고 그래서 적절한 온도 상태를 발생시키기 위하여 가열 요소를 가진다.

<154> 도 16a 및 도 16b는 웨어(115)를 통과할 때에 상기 용융된 글래스(10)에 대한 국부적 냉각에 영향을 미치는 본 발명의 실시예를 도시한다. 이러한 점은 도 12b에 도시된 영역(122)이다. 도 15a 및 도 15b에서의 멀티 챔버 머플(156) 형상이 사용된다. 가열 챔버(152 및 154)에 장착되는 특별히 설계된 방사 쿨러(cooler)(161)는 웨어(115)에 대향하는 머플 표면(162)의 가열 챔버 측면을 선택적으로 냉각하기 위한 능력을 갖는다. 방사 쿨러는 그 저부면의 온도가 종방향으로 변화되도록 다수의 조절부(164)를 갖는다. 상기 방사 쿨러(161)와 머플 표면(162)사이의 열전달 분포는 거리(613)의 함수이다. 상기 냉각 장치(161)와 머플 표면(162)사이의 거리를 변화시킴으로써, 냉각 효과는 민감성을 조절하기 위하여 완화될 수 있다. 도시되지 않았을지라도, 상기 냉각 장치(161)는 작동 동안에 대체 가능하게 된다. 상기 방사 쿨러(161)는 상기 가열 챔버들(152, 153 및 154)의 디자인에서의 적절한 변경을 가지고 상기 상부 대신에 상기 측부로부터 교대로 삽입될 수 있다.

<155> 또 다른 실시예에서, 도 14a 및 도 14b의 공기 냉각 튜브(142)는 도 15a 및 15b의 머플(156) 디자인으로써 사용될 수 있고, 도 16a 및 도 16b의 방사 쿨러(161)는 도 13a 및 13b의 머플(132) 형상으로 사용될 수 있다.

<156> 글래스 시트에서 감소되는 두께 변화

<157> 도 17 내지 도 20을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예는 열적 크리프로부터 발생되는 변형이 글래스 시트의 두께 변화에서 최소의 영향을 가질 수 있는 방법으로 상기 시트 형성 구조체를 지지하고 강조하게 된다. 상기 실시예는 피할 수 없게 발생되는 열적 크리프가 상기 시트 형성 구조체의 글래스 유동 특성상에 최소 영향을 줄 수 있는 방법으로 상기 시트 형성 구조체의 이러한 응력에 상쇄 힘을 도입한다. 본 발명은 상기 상쇄 힘이 제조 지속시간의 연장된 기간을 통하여 유지될 수 있도록 설계된다. 그래서, 시트 글래스는 상기 동일한 시트 형성 구조체로써 보다 긴 시간 동안에 제조될 수 있다.

<158> 상기 시트 형성 구조체와 그 지지 구조체가 제조되는 내화 재료는 압축에서 높은 강도를 가지고, 인장시에 작은 강도를 가진다. 대부분의 구조적인 재료와 마찬가지로, 이들은 높은 온도에서 응력을 받게 될 때에 형상이 변화된다. 이러한 실시예는 재료 특성과, 어떻게 이러한 특성들이 제조 방법에 영향을 미치는 지로 인하여 발전되었다.

<159> 본 발명의 실시예에서 2개의 기본적인 개념이 있다. 첫번째로, 상기 시트 형성 구조체의 단부에 힘 및/또는 모멘트를 적용시키는 것은 중력 힘에 의해 발생되는 응력을 상쇄시키고, 그래서 열적 크리프에 의하여 발생되는 용융된 글래스 유동에 대한 영향을 최소화시킨다. 두번째로, 본 발명은 열적 크리프에 대하여 노출되는 압축 부재가 상기 힘 및/또는 모멘트의 적용을 거의 변경시키지 않을 수 있도록 형성되는 압축 부재를 사용한다.

<160> 도 17a 및 도 17b는 상기 시트 형성 구조체의 형상에 대한 열적 크리프의 통상적인 영향을 도시한다. 도 17a는 상기 웨어(115)의 상부 및 루트(116)가 굽혀지게 되고(171), 상기 홈통의 바닥(117)이 곡률부(171)에서 변화를 가질 수 있도록, 상기 시트 형성 구조체(9)가 중앙에서 휘어지게 되는 것을 도시한다. 상기 곡률부(171)는 용융된 글래스(10)가 웨어(115)상에서 일정한 두께부(172)를 가지고 더이상 흐르지 않도록 한다. 이러한 곡률부(171)는 균일하지 않은 시트 두께 분포에서 발생되는 웨어의 중앙부로 보다 많은 글래스가 흐르도록 허용한다. 도 17b는 시트 형성 구조체(9)에서 상기 용융된 글래스(10)로부터의 유체정역학적인 힘(174)이 어떻게 상부에서 이격되게 이동되는지를 도시한다. 이러한 점은 중앙에서의 두께를 보다 더 크게 만드는 시트 형성 구조체(9)의 중앙으로 보다 많은 글래스가 흐르도록 허용한다.

<161> 도 18a 내지 도 18d는 종래 기술에 도시된 바와 같은 시트 글래스 형성 장치(180)를 도시한다. 상기 시트 형성

구조체(9)은 입구 단부 지지 블록(181)과, 먼 단부 지지 블록(182)에 의해 지지된다. 상기 시트 형성 구조체(9)은 비임과 동일하고, 상기 비임은 그 자신의 무게로부터, 상기 시트 형성 구조체내에서와 그 위에서의 글래스의 중량으로부터, 그리고 드로잉 힘으로부터 굽힘 응력에 노출된다. 상기 시트 형성 구조체 재료의 낮은 인장 응력으로 인하여, 상기 시트 형성 구조체(9)의 루트(116)에서 재료를 압축시키기 위하여 상기 시트 형성 구조체(9)의 하부 반쪽에 압축력(183)이 적용된다. 통상적으로, 입구 단부 지지 블록(181)은 종(수평) 방향으로 구속되고, 상기 압축력(183)은 상기 먼 단부 지지 블록(182)에 적용된다. 종래의 기술은 상기 시트 형성 구조체(9)의 루트(116)에서의 인장과, 그 다음에 시동시에 응력만을 방지하는 것이 고려된다. 상기 시트 형성 구조체(9)와, 이것의 지지 블록(181 및 182)의 열적 크리프의 응력에 대한 영향을 위해서는 거의 고려되지 않는다.

<162> 도 19a 내지 도 19d는 형성된 단부 지지 블록(191 및 192)을 가지는 시트 글래스 형성 장치(190)의 실시예를 도시한다. 상기 입구 단부의 형성된 지지 블록(191)은 종방향으로 구속된다. 압축력(193)은 이것의 먼 단부에 형성된 지지 블록(192)에 적용된다. 상기 지지 블록의 형상은 상기 시트 형성 구조체(9)의 중량과 용융된 글래스(10)가 중량의 영향을 거의 상쇄시키기 위하여 상기 시트 형성 구조체(9)에서의 힘의 분포를 발생시키는 방법으로 설계된다. 상기 시트 형성 구조체(9)에서의 모든 재료는 종방향에서 거의 동일한 압축 응력하에 있을 수 있도록 된다. 이러한 응력은 도 17a에 도시된 새깅(sagging)이 거의 없는 상기 열적 크리프가 종방향에서 주로 발생되도록 한다. 또한, 상기 형성된 지지 블록은 열적 크리프에 노출되게 된다. 상기 성형된 지지 블록의 단면은 그 섹션을 가로질러서 동일한 압축 응력으로써 거의 전체 길이에 걸쳐서 동일하게 된다. 그래서, 상기 형성된 지지 블록이 열적 크리프로부터 변형하게 될 때에, 이것은 시트 형성 구조체(9)에 동일한 힘의 분포를 적용시키기 위하여 연속된다.

<163> 도 20a 내지 도 20d는 4개의 성형 단부 지지 블록(201, 202, 204 및 205)을 가지는 시트 글래스 형성 장치(200)의 실시예를 도시한다. 상기 입구 단부는 3개의 성형된 지지 블록(201, 204 및 205)을 가지며, 이들은 모두 종방향의 압축력(206, 207 및 208)이 적용된다. 압축력(203)은 상기 먼 단부의 성형된 지지 블록(202)에 적용된다. 상기 지지 블록(202 및 203)의 형상과 로딩(loading)은 도 19a 내지 도 19d에서 지지 블록(191 및 192)과 동일한 척도로 설계된다. 상기 2개의 상부 성형된 지지 블록(204 및 205)은 웨어의 입구 단부에 부착되고, 이들이 웨어를 이격되게 하는 유체 정역학적 힘의 영향을 상쇄시키기 위하여 상기 웨어에 부가적인 힘을 발생시킬 수 있도록 내향으로 각이 진다.

<164> 양호한 실시예에서, 짧은(길이의 10-25%) 전이 영역(도시 않음)은 상기 성형된 지지 블록의 시트 형성 구조체 단부에 있게 된다. 이러한 전이 영역에서, 상기 성형된 지지 블록의 단면은 상기 성형된 지지 블록의 단면으로부터, 상기 시트 형성 구조체에 대한 설계 로드에 적절하게 적용하게 되는 형상으로 변화하게 될 것이다.

<165> 시트상에서의 표면 인장의 영향

<166> 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 성형 쐐기의 역전된 경사의 폭과 각도는 표면 인장과 시트의 좁혀진 부분상의 바디 힘의 영향을 변경시키기 위하여 변화될 수 있다. 또한, 상기 폭과 역전된 경사 각은 상기 구조물을 보다 견고하게 만들고 그리고 열적 크리프에 대하여 보다 더 큰 저항을 만들기 위하여 증가될 수 있다.

<167> 도 21a 내지 도 21g는 상기 시트 형성 구조체의 종래 기술 형상을 도시한다. 도 21c 내지 도 21g에서 쐐기형 부분의 단면은 상기 시트 형성 구조체의 전체적으로 이용가능한 길이에 걸쳐서 균일하게 된다. 상기 시트 형성 구조체의 폭(211)과, 상기 역전된 경사(210)의 각도는 각 섹션에서 동일하다. 상기 용융된 글래스(10)가 시트 성형 구조(9)의 수직한 부분 아래로 흐르게 될 때에, 상기 표면 인장과 바디 힘은 시트 폭(212)상에서 최소한 영향을 가지는 반면에, 상기 용융된 글래스(10)가 성형 쐐기의 역전된 경사 부분(210) 아래로 수직하게 흐를 때에, 상기 표면 인장과 바디 힘은 상기 시트를 보다 좁은 부분(213)으로 만들기 위하여 작용한다.

<168> 도 22a 내지 22g는 전체 길이에 걸쳐서 상기 시트 형성 구조체의 동일한 폭(211)을 도시하는 반면에, 상기 역전된 경사(210)의 각도는 상기 시트 형성 구조체의 중심에서 동일하고(도 21d-21f), 각 단부에서의 역전된 경사(220)의 각도는 감소된다. 이러한 감소된 역전된 경사(220)는 상기 표면 인장과 바디 힘 응력에 상쇄하는 영향을 가지고, 그래서 상기 시트(223)가 좁아지는 것을 감소시킨다.

<169> 도 23a 내지 도 23g는 시트 형성 구조체의 중앙에서 동일하게 되는 역전된 경사(210)의 각도 및 시트 형성 구조체의 폭(211)을 도시하며(도 21d 내지 도 21f 및 도 22d 내지 도 22f), 이 때 상기 각 단부에서 시트 형성 구조체의 폭(231)과 역전된 경사(230)의 각도는 감소된다. 이와 같이 감소된 폭(231)과 역전된 경사(230)는 도 22a 내지 도 22g의 효과에 걸쳐서 표면 장력과 바디 힘의 상쇄 효과를 가지며, 따라서 시트(233)의 좁아지는 폭을 부가로 감소시킨다.

<170> 도 24a 내지 도 24g는 본 발명의 다른 실시예를 도시하며, 여기서 시트 형성 구조체의 폭(211 및 231)과 역전된 경사(210 및 230)의 각도는 도 24e의 시트 형성 구조체의 중앙에서 역전된 경사(240)의 각도가 다른 역전된 경사(210 및 230)보다 실질적으로 큰 것을 제외하고는, 도 23a 내지 23g의 실시예와 동일하다. 이와 같은 큰 각도는 구조체의 단면 계수를 증가시켜 경화되고, 따라서 열적 크리프(변형)에 덜 노출되는 경향을 갖는다.

<171> 평편한 시트의 생산

<172> 미국특허 제3,338,696호는 홈토에 있어서 오직 글래스 유동만을 고려하고 있으며, 고형화의 임계점으로 유동하는 글래스의 균일한 두께로 인해 시트 형성 구조체의 바닥으로부터 인발된 글래스는 균일한 두께와 편평성을 갖는다. 실제로, 글래스는 평편한 시트를 형성하는 고형화 동안에 형성 응력을 발생하도록 그 폭을 교차하여 적절히 냉각되어야만 한다. 본 발명은 형성된 시트가 본질적으로 편평하게 되도록 형성 응력 및 냉각 분포를 변경시킨다.

<173> 도 25a 내지 도 25d는 형성 쐐기(116)의 바닥 형상이 직선이 아닌 상향 볼록부(250)를 형성하는 본 발명의 실시예를 도시한다. 이는 형성 쐐기(116)의 각 에지(252)로부터 인발된 글래스보다 더 빠르게 냉각되도록, 글래스가 상기 형성 쐐기(116)의 중앙(251)으로부터 인발되도록 한다. 그와 같은 시도는 시트가 더욱 평탄해지고 덜 비틀리도록, 시트의 중앙(251)에 있는 부분적으로 고형화된 글래스상에 응력을 제공한다.

<174> 도 26a 내지 도 26d는 형성 쐐기(116)의 바다의 형상이 직선이 아닌 하향 볼록부(260)로 형성되는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이는 형성 쐐기(116)의 각 에지(262)로부터 인발된 글래스보다 더욱 느리게 냉각되도록, 글래스가 상기 형성 쐐기(116)의 중앙(261)으로부터 인발되도록 한다. 그와 같은 시도는 시트의 중앙에서 부분적으로 고형화된 글래스(261)의 수축에 의해 발생된 응력이 시트를 더 평탄화되고 덜 비틀려지게 발생하도록, 주로 에지 롤러들(110)과 이격된 더 고형화된 에지들(162)을 유지한다.

<175> 도 27a 내지 도 27d는 형성 쐐기(116)의 바닥의 형상이 직선이 아닌 그 폭(270)을 가로질러 합성된 형상을 갖는 본 발명의 실시예를 도시한다. 이는 균일한 냉각 프로파일을 갖도록 글래스가 형성 쐐기(116)로부터 인발되게 한다. 이와 같은 형상으로부터 냉각 작업은 도 25a 내지 도 25d 및 도 26a 내지 도 26d에 도시된 것과 조합을 이룬다.

<176> 공기 누설의 감소

<177> 미국특허 제3,338,696호는 주로 어떠한 재료의 균열과 개방을 방지하기 위한 면밀한 설계 및 재료의 매칭에 관한 것이다. 이와 같은 균열 및 개방은 초기 작업 및 제조 운동 과정에서 작업에 대해 공기 누설의 원인이 된다. 본 발명의 실시예는 누설로가 작동시 개시 또는 작동 과정 중에 존재할 때 조차도, 그와 같은 누설로를 통해 최소의 공기량만이 유입되도록, 개별적인 압력 균형 기술을 제공한다.

<178> 글래스 시트는 과류 시트 형성 구조체의 바닥으로부터 글래스를 인발함으로써 형성된다. 용융 글래스는 면밀한 제어 방식으로 냉각 및 고형화된다. 가장 바람직한 냉각 현상은 복사이며, 그 전체 두께를 통해 글래스를 대체로 평균적으로 냉각시킨다. 또한, 오직 글래스 표면만을 냉각시키는 대류식 냉각도 사용된다. 대류식 냉각은 인발 과정상에 약화 효과를 가지므로 최소화되어야만 한다. 관측된 현상은 인발됨에 따른 시트 두께의 순환적 변화이다. 이것은 "펌핑(pumping)"이라 불리우며, 모든 글래스 인발 공정에서 나타나는 현상이다.

<179> "오버플로우 공정"의 형성 영역의 작업 온도는 일반적으로는 1250℃이며, 고온 공기의 대기를 함유하는 일반적으로는 3m 높이의 개방 저부 챔버의 상부에 위치한다. 대략 3m의 고온 공기 기둥으로 인해, 상기 시트가 형성되는 영역내의 분위기는 상기 형성 장치 외부의 압력보다 높은 압력을 갖는다. 그러므로, 임의의 크랙이나 개구가 공기 유동 경로를 생성하고, 그에 따라 공기는 상기 챔버의 개방 저부에 유입하여, 상기 챔버 위쪽으로 유동하고 상기 크랙이나 개구로부터 유출한다. 이러한 누설은 실질적으로 상기 형성 영역내의 대류 냉각을 증가시키고, 계속해서 상기 시트 두께에 주기적인 변화를 발생시킨다.

<180> 개구를 통과해서 유동하는 공기에 대해서는, 상기 개구의 일측부로부터 타측부까지 압력차가 형성되어야만 한다. 본 발명은 상기 형성 영역에 대해 임의의 누설 경로를 가로지르는 상기 압력차가 본질적으로 영(zero)이 되도록 상기 형성 장치의 주요 구성요소 각각의 내부 압력을 조절하는 단계를 포함한다. 그러므로, 개구가 존재하거나 전개되더라도, 공기유동을 강제하는 압력차가 존재하지 않기 때문에 공기 누설은 발생하지 않게 된다.

<181> 상기 형성 시스템의 내부 챔버들의 공기 압력은 실질적으로 설비내의 대기 압력보다 높다. 이는 상기 형성 시스템에 내포된 가열된 공기의 낮은 밀도 때문이다. 이와 같이 상승된 압력은 상기 가열 및 냉각 영역으로부터 상기 형성 영역을 분리시키는 멤브레인내의 임의의 개구 또는 크랙을 통해 상기 내부 공기를 누출시킨다. 상기

누설은 임의의 누설 경로의 각 측부상의 공기 압력을 균등화함으로써 최소화될 수 있다.

<182> 이제 도 28a 내지 도 32b를 참조하면, 도 28a 및 도 28b는 용융 상태로부터 고체 상태로 전이하는 순간의 상기 글래스의 냉각을 도시한다. 이러한 공정은 주의깊게 제어되어야만 한다. 이러한 냉각 공정은 소음기 영역(280) 내의 루트(116) 바로 위에 있는 시트 형성 구조체(9)의 하부에서 개시하여, 상기 용융 글래스 시트가 소음기 도어 영역(114)을 통과할 때까지 지속되며, 실질적으로 전이 영역(281)을 벗어나는 순간까지 응고된다. 상기 제어된 냉각 공정은 상기 응고된 글래스 시트(12)내의 내부 응력을 경감시키기 위해 어닐러 및 인출기 영역(282)에서 지속된다.

<183> 형성 챔버 압력차를 제어하기 위한 4가지 실시예가 도 29a 내지 도 32b에 도시된다. 이들은 각각 a) 유동을 가압하는 방법, b) 유출량을 제한하는 방법, c) 진공으로 유동하는 방법, 및 d) 가압 챔버에 의한 포위 방법이다. 이러한 제어 방법들 중 하나가 단일의 디자인 필요조건에 따라 소음기 영역(280), 소음기 도어 영역(114), 전이 영역(281) 또는 어닐링 및 인출기 영역(282)내의 압력을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 그러나, 매우 중요한 목적은 상기 형성 챔버로부터 설비의 대기 또는 가열 영역이나 냉각 영역을 분리시키는 멤브레인의 각 측부상의 압력을 균등화하는 것이다. 또한, 본 발명은 상기 형성 챔버내의 가스가 공기 이외의 가스, 즉, 질소 등인 경우에 "오버플로우 공정(The Overflow Process)"의 수행을 위해 적용된다.

<184> 특히, 도 29a 및 도 29b는 바람직하게는 가열 챔버(131)내의 압력을 인접하는 형성 챔버(113)내의 압력과 동일하게 만들기 위해 예열된 상태로 상기 소음기 가열 챔버(131)내로 도입되는 공기(290)를 도시하는 소음기 영역(280)의 실시예를 도시한다. 상기 소음기에서 두개의 챔버를 분리시키는 벽(132)은 다수의 부분으로 구성되는 것이 일반적이기 때문에, 일정치 않게 누설할 가능성이 있다. 상기 두개의 챔버 사이의 압력을 균등화하면, 누설 유동이 최소화된다.

<185> 도 30a 및 도 30b는 각각의 소음기 도어(301)를 유출하는 공기의 유동에 대한 유출 규제부(300)를 포함하는 소음기 도어 영역(114)의 실시예를 도시한다. 이러한 규제부의 크기는 상기 소음기 도어(301) 내부 압력(302)을 인접하는 형성 챔버(303)내의 압력과 동일하게 조절하도록 변경된다. 상기 냉각 튜브(141)를 통한 소음기 도어(301) 내로의 공기의 유동은 일반적으로 임의의 누설 경로를 극복하는 것이 적합하기 때문에, 상기 소음기 도어(301) 내부 압력(302)을 상기 인접하는 형성 챔버 압력(303)까지 상승시킨다.

<186> 도 31a 및 도 31b는 냉각 챔버(311)에 진입하며 각각의 전이 쿨러(313)에서 조절된 진공원(314) 내로 유출(312)하는 상승된 압력(310)의 냉각 공기를 갖는 전이 영역(281)의 실시예를 도시한다. 상기 전이 영역을 냉각하는데 필요한 대용량의 공기는 일반적으로 상기 전이 냉각 챔버(311)내의 압력을 인접하는 형성 챔버(315)의 압력보다 높게 상승시킨다. 그러므로, 압력을 낮추기 위해서는 진공원(314)이 필요하며, 상기 진공원은 상기 전이 냉각 챔버(311)내의 압력을 상기 인접하는 형성 챔버(315)내의 압력과 균등화하도록 조절된다.

<187> 도 32a 및 도 32b는 상기 어닐러 및 인출기(282)의 각각의 단부상에 한쌍의 압력 평형 챔버(320)를 포함하는 어닐러 및 인출기 영역(282)의 실시예를 도시한다. 상기 평형 챔버(321)내의 압력은 어닐링 챔버(322)내의 압력과 동일해지도록 조절된다. 각각의 단부에 챔버를 제공한 이유는 인출 롤러(111)의 조절 메카니즘 및 베어링이 상기 단부들에 있기 때문이다. 대안적인 구조로서는 어닐러 및 인출기(282) 전체를 포위하는 하나의 단일 압력 평형 챔버(320) 또는 특별한 디자인 고려사항에 의해 요구된 다수의 개별 압력 평형 챔버들(320)이 있다.

<188> 따라서, 본원에서 기술한 발명의 실시예들은 단지 본 발명의 원리를 적용한 일예라는 점을 이해해야 한다. 본원에 도시된 실시예들의 상세는 청구범위를 제한하고자 한 것이 아니며, 본 발명에 대한 본질로서 고려된 특징들을 기술하는 것이다.

도면의 간단한 설명

<30> 도 1은 "오버플로우 공정" 글래스 시트 제작 시스템의 주요 부분들을 도시한 도면.

<31> 도 2a는 종래 기술에 공지된 바와 같은 "오버플로우 공정"의 측면도.

<32> 도 2b는 도 2a의 선 B-B를 따른 하강 파이프에서의 글래스 유동의 단면도.

<33> 도 2c는 도 2a의 선 C-C를 따라 취한 단면도로서, 하강 파이프에서 글래스 유동이 "오버플로우 공정"을 위한 시트에서 나타나는 도면.

<34> 도 3a는 본 발명의 양호한 실시예에서 표면 유동 분배 장치의 측면도.

<35> 도 3a는 본 발명의 양호한 실시예에서 표면 유동 분배 장치의 평면도.

<36> 도 4a는 본 발명의 양호한 실시예에서 잠수 유동 분배 장치의 측면도.

<37> 도 4b는 본 발명의 양호한 실시예에서 잠수 유동 분배 장치의 평면도.

<38> 도 5a는 본 발명의 양호한 실시예에서 "오버플로우 공정"의 측면도.

<39> 도 5b는 유동 분배 장치가 사용될 때 도 5a의 선 B-B를 취한 하강 파이프에서 글래스 유동을 도시한 도면.

<40> 도 5c는 도 5a의 선 C-C를 취한 단면도로서, 하강 파이프에서의 글래스 유동이 유동 분배 장치를 사용할 때 시트에서 나타나는 도면.

<41> 도 6은 본 발명의 양호한 실시예에서 보울 노즈(bowl nose)에서 정지 유동 영역을 확산하는 경사진 축선을 갖는 보울을 도시한 도면.

<42> 도 7a는 본 발명의 양호한 실시예에서 보울 노즈로부터 보울 측면으로 정지 유동 영역을 재배치하는 측면 유입을 갖는 보울의 평면도.

<43> 도 7b는 도 7a의 측면도.

<44> 도 7c는 본 발명의 양호한 실시예에서 시트 형성 구조체의 중심선에 대하여 보울 노즈로부터 대략 45도의 측면으로 정지 유동 영역을 재배치하는 측면 유입부를 갖는 보울의 평면도.

<45> 도 7d는 도 7c의 측면도.

<46> 도 8은 종래 기술에 공지된 바와 같은 "오버플로우 공정"에서 보울을 도시한 도면.

<47> 도 9a는 본 발명의 양호한 실시예에서 폼통 입구 파이프에 최소 정지 유동을 공급하는 하강 파이프를 도시한 도면.

<48> 도 9b는 도 9a의 평면도.

<49> 도 9c는 본 발명의 양호한 실시예에서 글래스 유동 패턴을 도시하는 홈통 입구 파이프 접속부까지의 하강 파이프의 상세를 도시한 도면.

<50> 도 10a는 종래 기술에 공지된 바와 같은 "오버플로우 공정"에서 하강 파이프와 홈통 입구 파이프 사이의 유동을 도시한 도면.

<51> 도 10b는 도 10a의 평면도.

<52> 도 10c는 종래 기술에 공지된 바와 같이 글래스 유동 패턴을 도시하는 홈통 입구 파이프 접속부까지의 하강 파이프의 상세를 도시한 도면.

<53> 도 11a는 통상적인 "오버플로우 공정" 제작 시스템의 주요 부분들을 도시한 도면.

<54> 도 11b는 도 11a의 단면도.

<55> 도 12a는 시트 형성 구조체를 통해 유동하는 글래스의 측면도.

<56> 도 12b는 냉각 영역들을 도시하는 도 12a의 시트 형성 구조체의 중심을 지나는 단면도.

<57> 도 13a는 본 발명의 양호한 실시예에서 수정된 단일 가열 챔버 머플(muffle) 디자인을 도시한 도면.

<58> 도 13b는 도 13a의 단면도.

<59> 도 14a는 용융 글래스가 본 발명의 양호한 실시예에서 웨어를 거쳐 통과할 때 용융 글래스에 국부적 냉각을 실시하기 위한 공기 냉각 튜브를 도시한 도면.

<60> 도 14b는 도 14a의 단면도.

<61> 도 15a는 본 발명의 양호한 실시예에서 복수의 가열챔버를 갖는 머플을 도시한 도면.

<62> 도 15b는 도 15a의 단면도.

<63> 도 16a는 용융 글래스가 본 발명의 양호한 실시예에서 웨어를 거쳐 통과할 때 용융 글래스에 국부적 냉각을 실시하는 방사 쿨러를 도시한 도면.

<64> 도 16b는 도 16a의 단면도.

<65> 도 17a는 종래 기술의 시트 형성 구조체 디자인이 열 크리프의 결과로서 어떻게 변형되는지를 도시한 도면.

<66> 도 17b는 도 17a의 다른 도면.

<67> 도 18a는 종래 기술에 공지된 바와 같은 시트 형성 구조체 지지 시스템을 도시한 도면.

<68> 도 18b는 도 18a의 다른 도면.

<69> 도 18c는 도 18a의 다른 도면.

<70> 도 18d는 도 18a의 다른 도면.

<71> 도 19a는 본 발명의 양호한 실시예에서 시트 형성 구조체의 각 단부에 있는 단일 성형 압축 블록을 도시한 도면.

<72> 도 19b는 도 19a의 다른 도면.

<73> 도 19c는 도 18a의 다른 도면.

<74> 도 19d는 도 18a의 다른 도면.

<75> 도 20a는 본 발명의 양호한 실시예에서 시트 형성 구조체의 일 단부에 있는 단일 성형 압축 블록과 다른 단부에 있는 복수의 성형 압축 블록을 도시한 도면.

<76> 도 20b는 도 20a의 다른 도면.

<77> 도 20c는 도 20a의 다른 도면.

<78> 도 20d는 도 20a의 다른 도면.

<79> 도 21a는 종래 기술에 공지된 바와 같은 시트 형성 구조체 디자인을 도시한 도면.

<80> 도 21b는 도 21a의 평면도.

<81> 도 21c는 도 21a에 도시된 선 C-C를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<82> 도 21d는 도 21a에 도시된 선 D-D를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<83> 도 21e는 도 21a에 도시된 선 E-E를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<84> 도 21f는 도 21a에 도시된 선 F-F를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<85> 도 21g는 도 21a에 도시된 선 G-G를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<86> 도 22a는 본 발명의 양호한 실시예에서 시트 형성 구조체의 각 단부에 있는 감소된 역전 경사를 도시한 도면.

<87> 도 22b는 도 22a의 평면도.

<88> 도 22c는 도 22a에 도시된 선 C-C를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<89> 도 22d는 도 22a에 도시된 선 D-D를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<90> 도 22e는 도 22a에 도시된 선 E-E를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<91> 도 22f는 도 22a에 도시된 선 F-F를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<92> 도 22g는 도 22a에 도시된 선 G-G를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<93> 도 23a는 더 변경된 단부들을 갖는 본 발명의 다른 실시예를 도시한 도면.

<94> 도 23b는 도 23a의 평면도.

<95> 도 23c는 도 23a에 도시된 선 C-C를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<96> 도 23d는 도 23a에 도시된 선 D-D를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<97> 도 23e는 도 23a에 도시된 선 E-E를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<98> 도 23f는 도 23a에 도시된 선 F-F를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<99> 도 23g는 도 23a에 도시된 선 G-G를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<100> 도 24a는 구조 강성도(structural stiffness)가 증가되었을 잠재력이 있는 본 발명의 다른 실시예를 도시한 도면.

<101> 도 24b는 도 24a의 평면도.

<102> 도 24c는 도 24a에 도시된 선 C-C를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<103> 도 24d는 도 24a에 도시된 선 D-D를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<104> 도 24e는 도 24a에 도시된 선 E-E를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<105> 도 24f는 도 24a에 도시된 선 F-F를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<106> 도 24g는 도 24a에 도시된 선 G-G를 따라 취한 시트 형성 구조체 디자인의 단면도.

<107> 도 25a는 본 발명의 양호한 실시예에서 에지 글래스 이전에 센터 글래스를 고화하는 볼록한 상향 형성 루트를 갖는 시트 형성 구조체를 도시한 도면.

<108> 도 25b는 도 25a의 다른 도면.

<109> 도 25c는 도 25a의 다른 도면.

<110> 도 25d는 도 25a의 다른 도면.

<111> 도 26a는 본 발명의 양호한 실시예에서 센터 글래스 이전에 에지 글래스를 고화하는 볼록한 하향 형성 루트를 갖는 시트 형성 구조체를 도시한 도면.

<112> 도 26b는 도 26a의 다른 도면.

<113> 도 26c는 도 26a의 다른 도면.

<114> 도 26d는 도 26a의 다른 도면.

<115> 도 27a는 본 발명의 양호한 실시예에서 글래스를 그 폭에 걸쳐 특이한 방법으로 고화하는 복잡한 성형 형성 루트를 갖는 시트 형성 구조체를 도시한 도면.

<116> 도 27b는 도 27a의 다른 도면.

<117> 도 27c는 도 27a의 다른 도면.

<118> 도 27d는 도 27a의 다른 도면.

<119> 도 28a는 종래 기술에 공지된 바와 같이 "오버플로우 공정"의 글래스 시트 형성 시스템에서 냉각 공정을 도시한 도면.

<120> 도 28b는 도 28a의 단면도.

<121> 도 29a는 머플 영역에서의 압력이 본 발명의 양호한 실시예에서 누설을 최소로 하기 위해 어떻게 제어될 수 있는지를 도시한 도면.

<122> 도 29b는 도 29a의 단면도.

<123> 도 30a는 머플 도어 영역에서의 압력이 본 발명의 양호한 실시예에서 누설을 최소로 하기 위해 어떻게 제어될 수 있는지를 도시한 도면.

<124> 도 30b는 도 30a의 단면도.

<125> 도 31a는 전이 영역에서의 압력이 본 발명의 양호한 실시예에서 누설을 최소로 하기 위해 어떻게 제어될 수 있는지를 도시한 도면.

<126> 도 31b는 도 31a의 단면도.

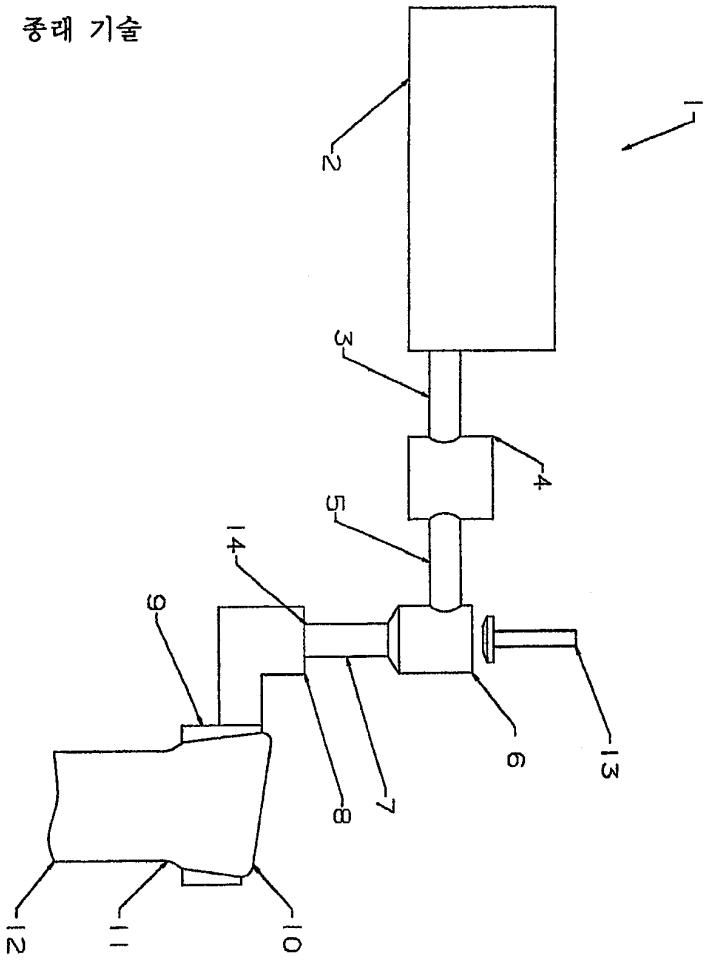
<127> 도 32a는 어닐 및 인출 영역에서의 압력이 본 발명의 양호한 실시예에서 누설을 최소로 하기 위해 어떻게 제어

될 수 있는지를 도시한 도면.

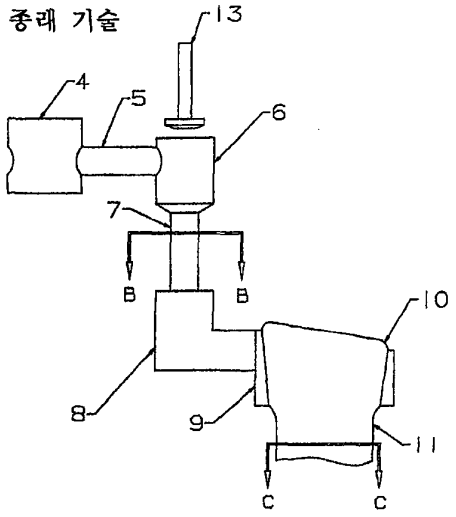
<128> 도 32b는 도 32a의 단면도.

도면

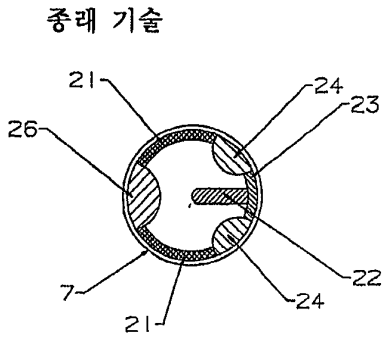
도면1



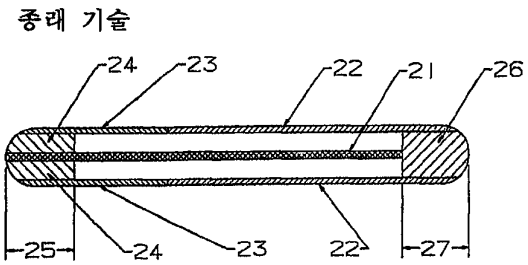
도면2a



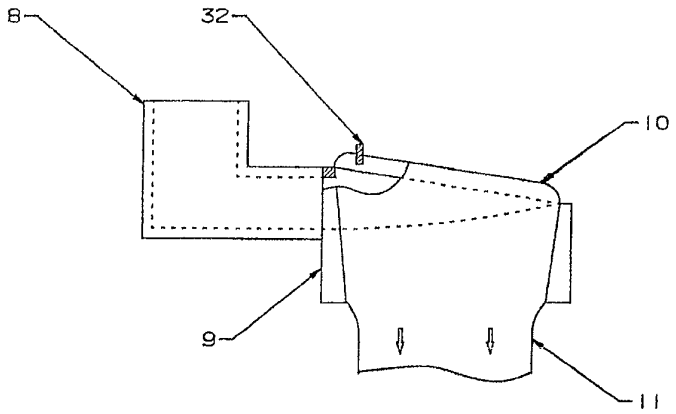
도면2b



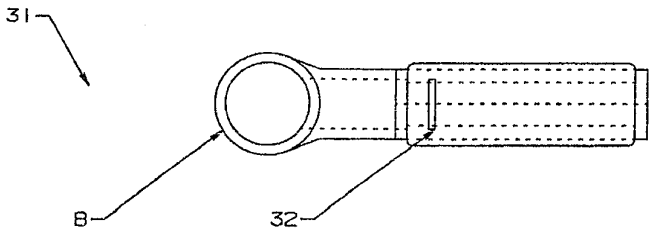
도면2c



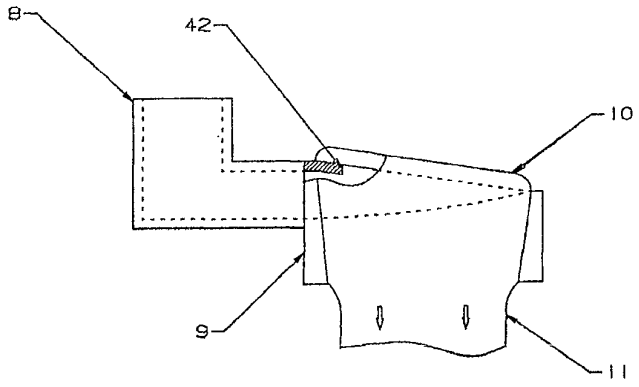
도면3a



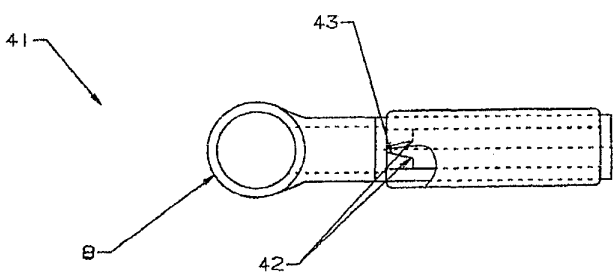
도면3b



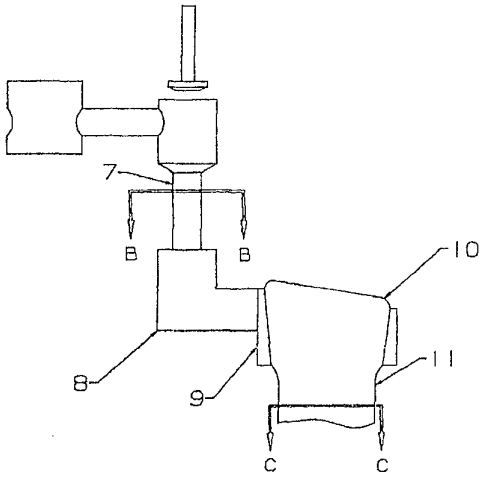
도면4a



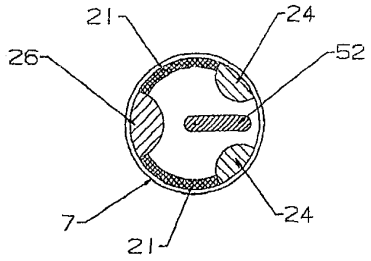
도면4b



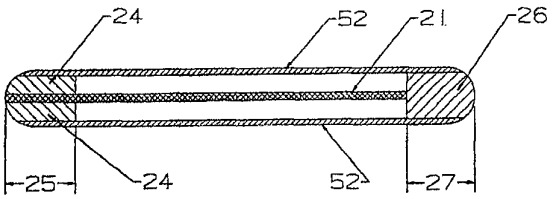
도면5a



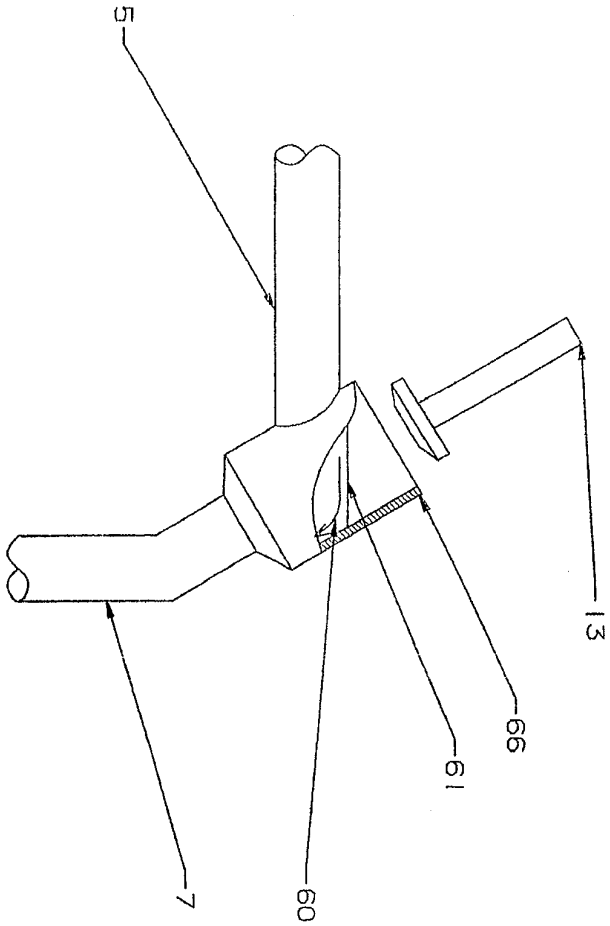
도면5b



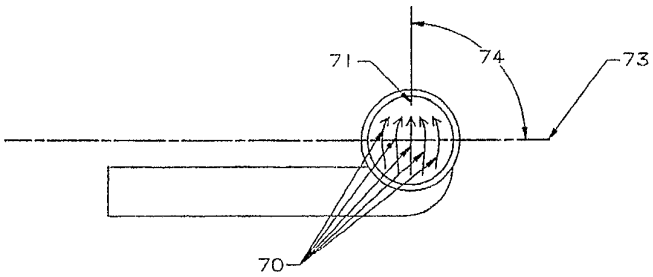
도면5c



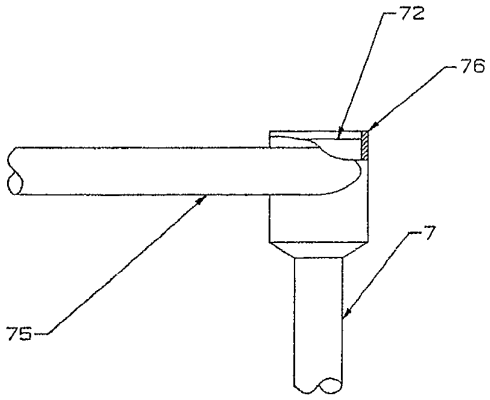
도면6



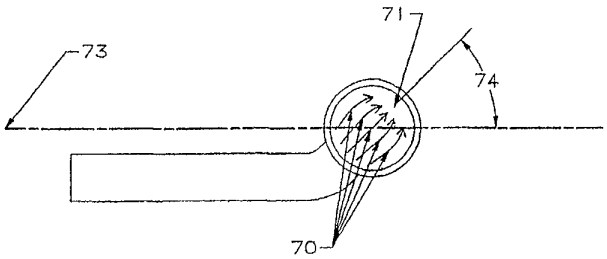
도면7a



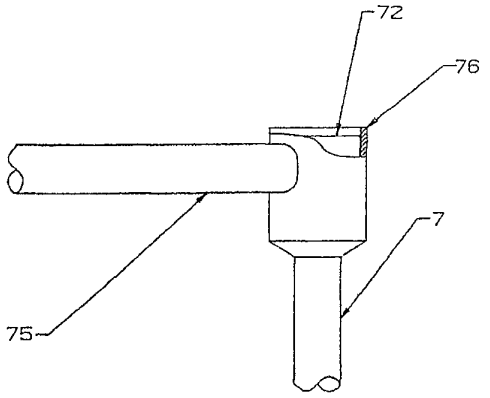
도면7b



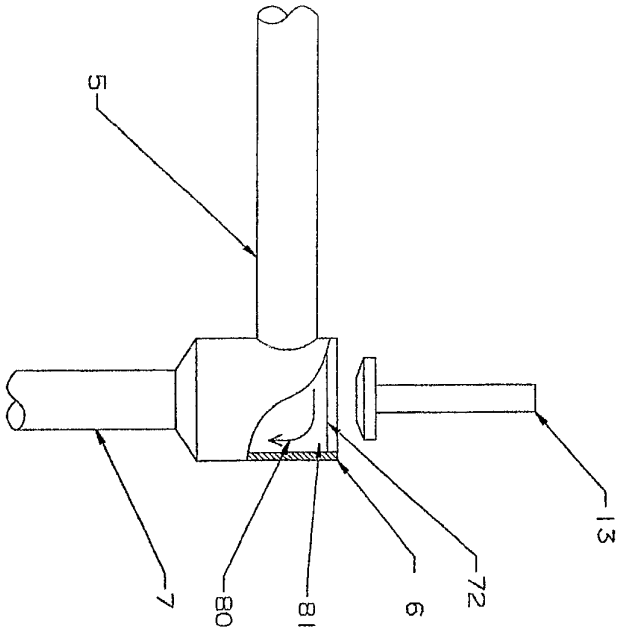
도면7c



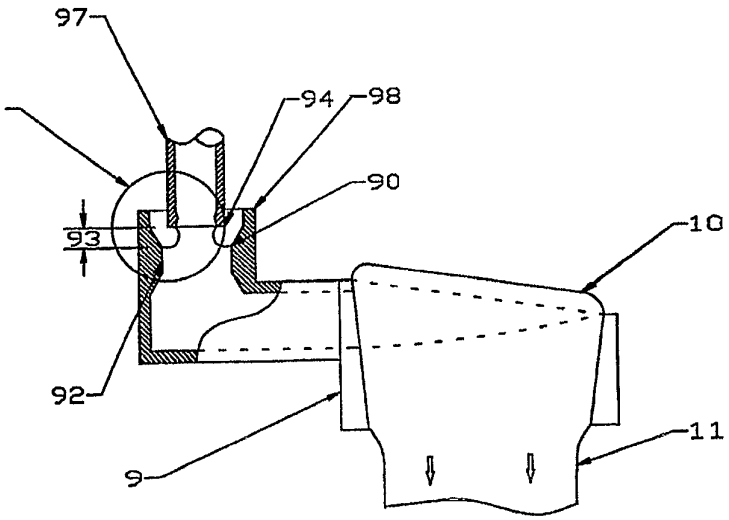
도면7d



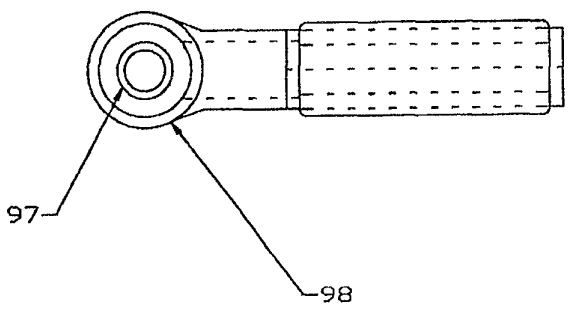
도면8



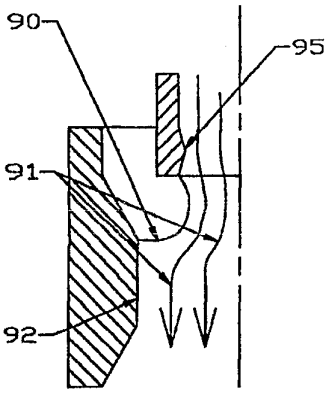
도면9a



도면9b

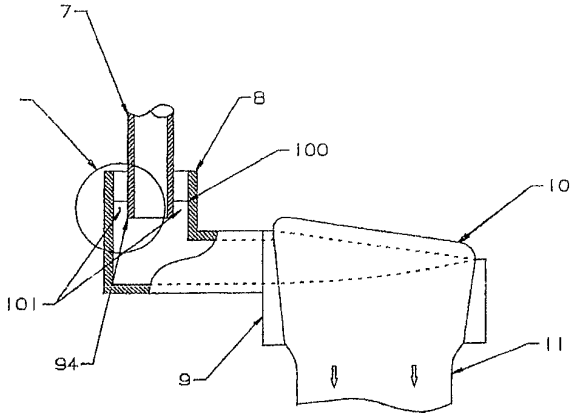


도면9c



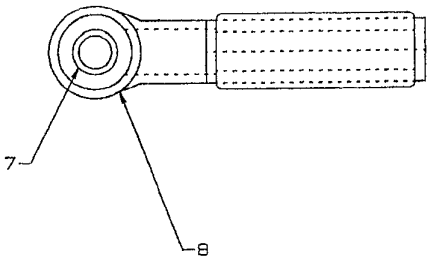
도면10a

종래 기술



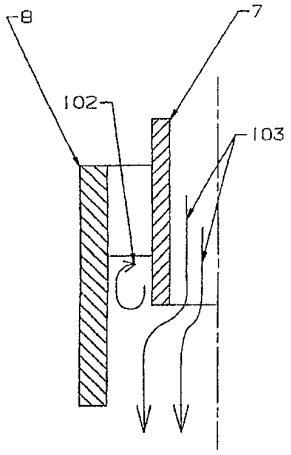
도면10b

종래 기술

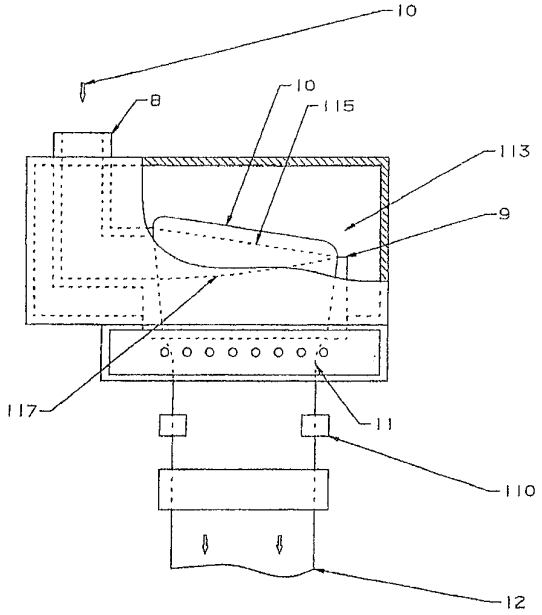


도면10c

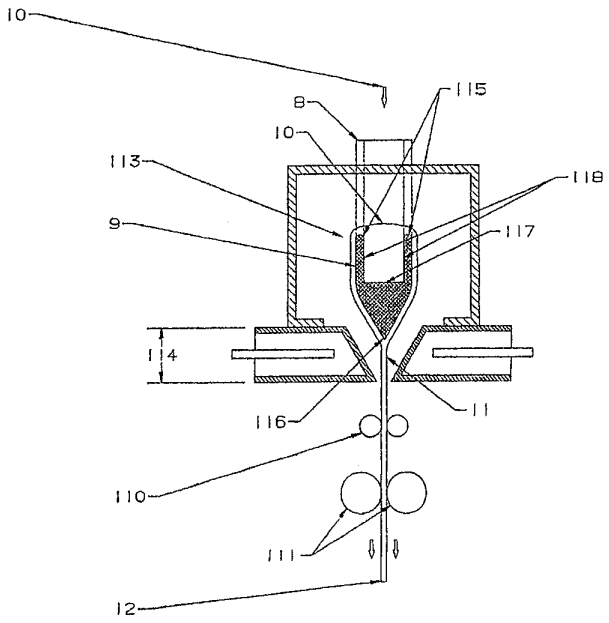
종래 기술



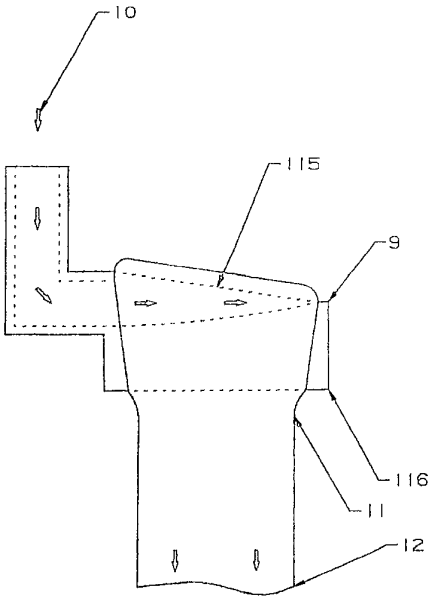
도면11a



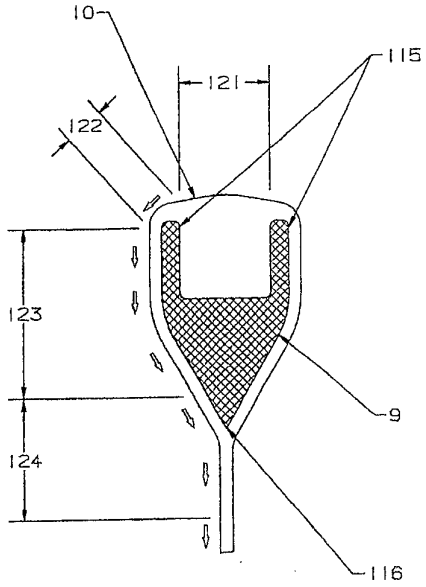
도면11b



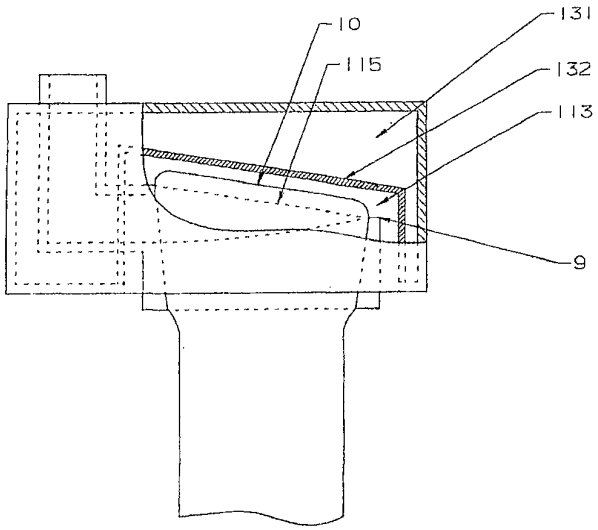
도면12a



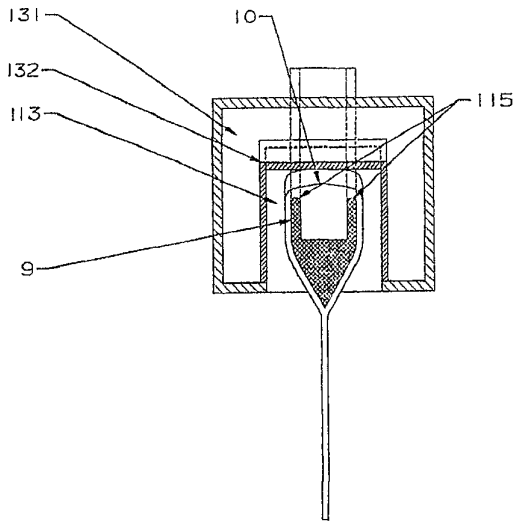
도면12b



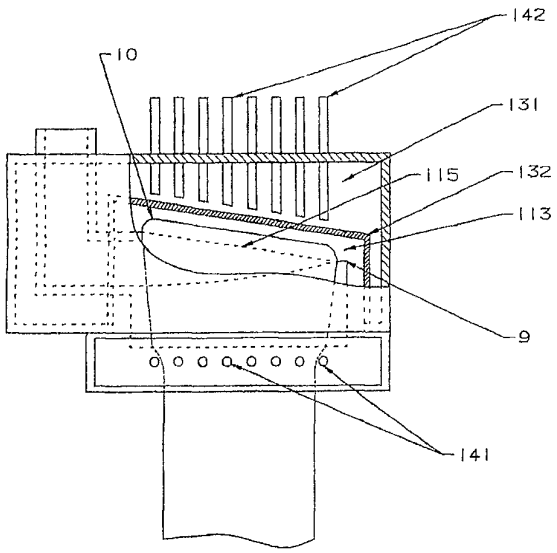
도면13a



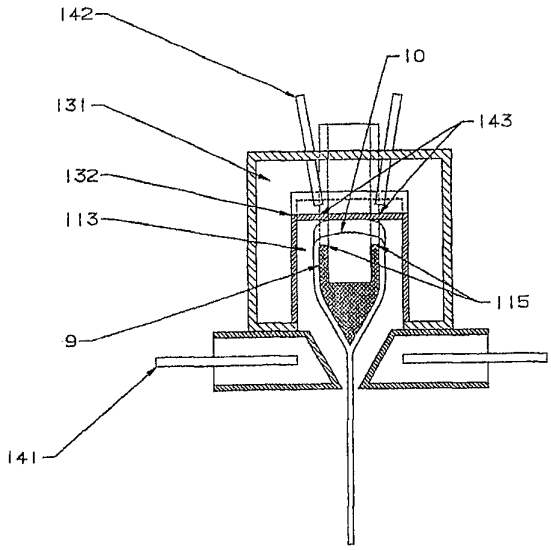
도면13b



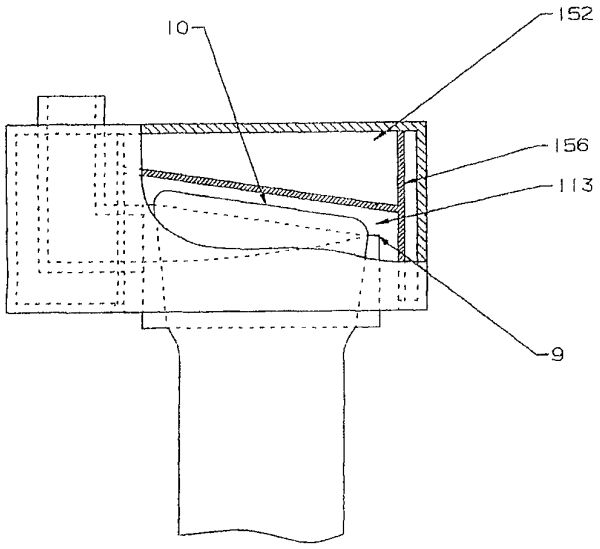
도면14a



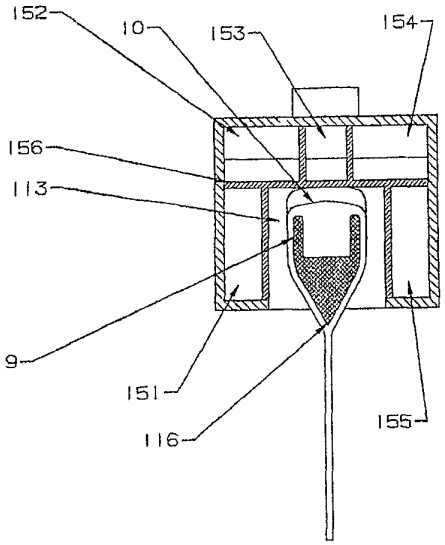
도면14b



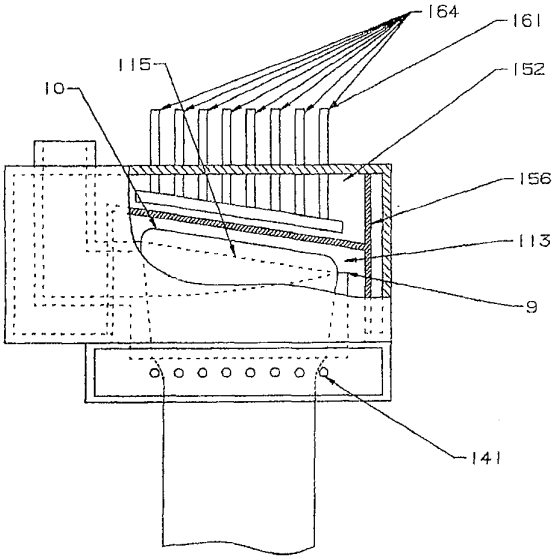
도면15a



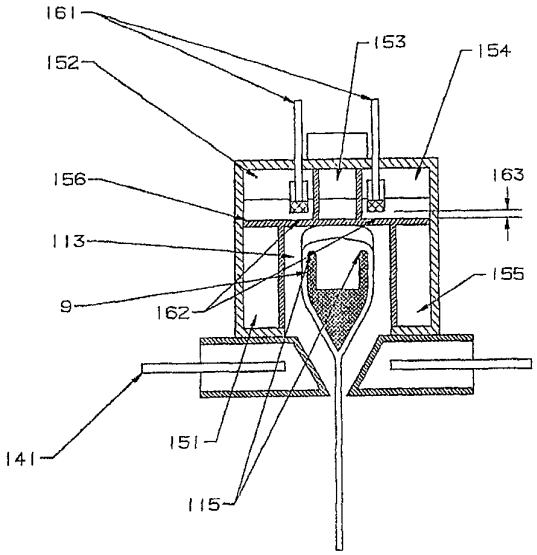
도면15b


152
10
153
154
156
113
9
151
116
155

도면16a

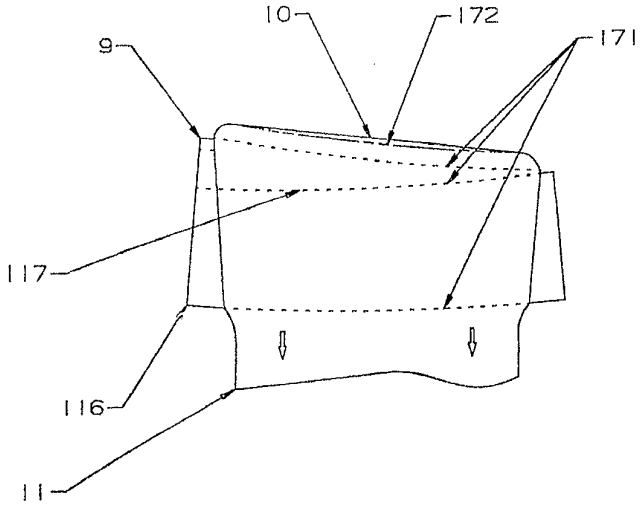

164
161
115
10
152
156
113
9
141

도면16b

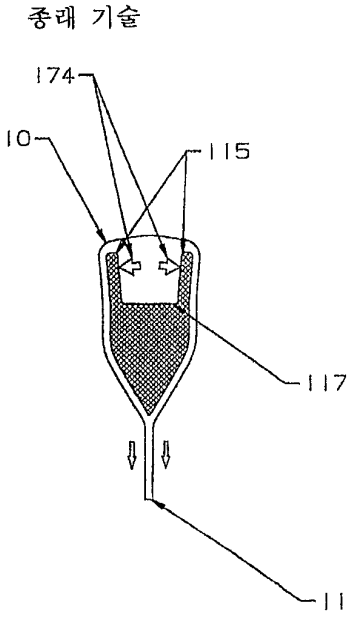


도면17a

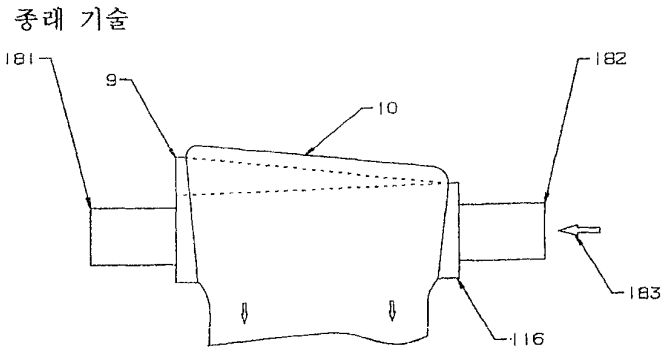
종래 기술



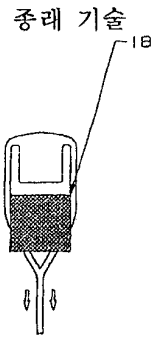
도면17b



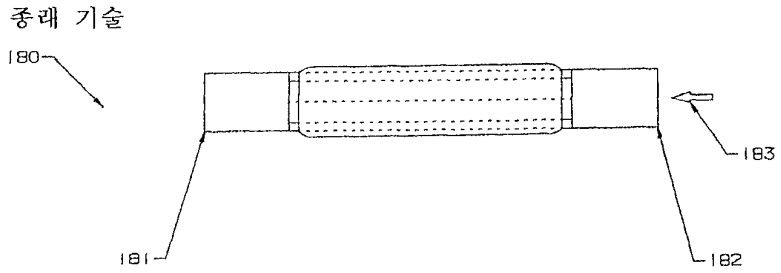
도면18a



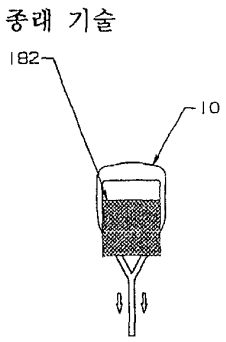
도면18b



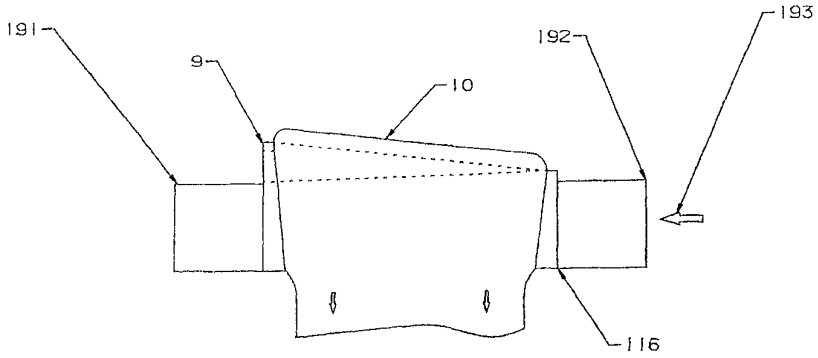
도면18c



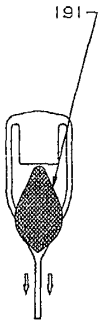
도면18d



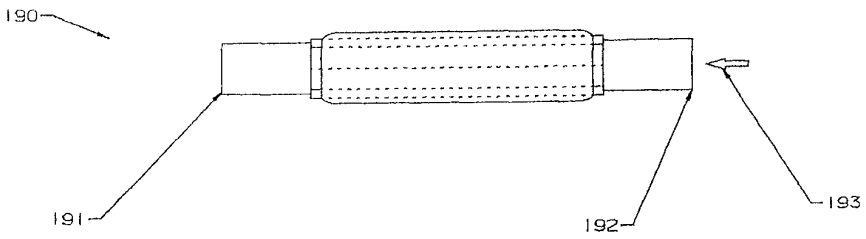
도면19a



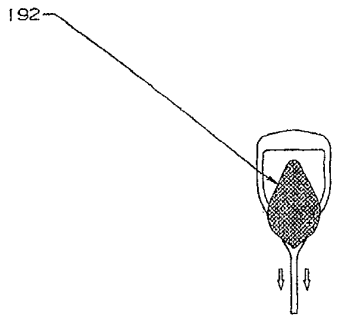
도면19b



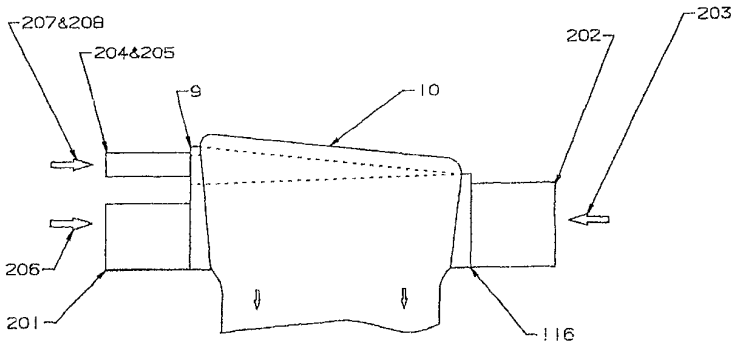
도면19c



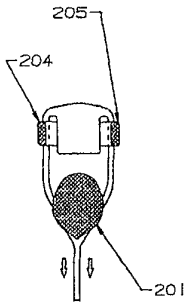
도면19d



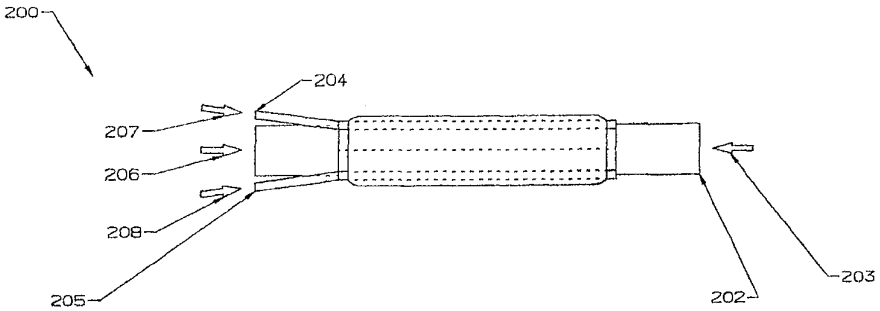
도면20a



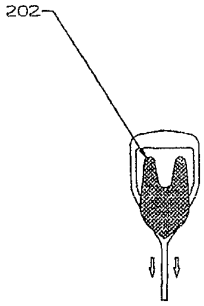
도면20b



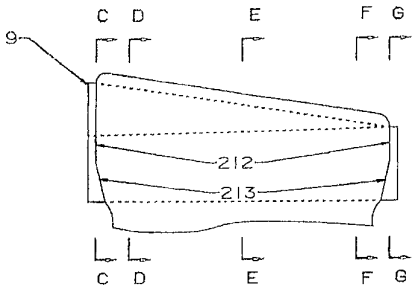
도면20c



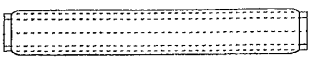
도면20d



도면21a



도면21b

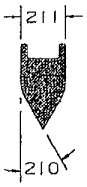


도면21c

도면21d

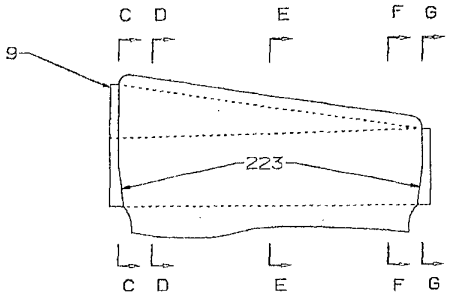
도면21e

도면21f



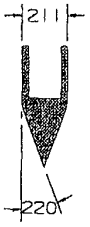
도면21g

도면22a

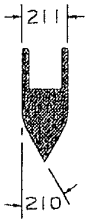


도면22b

도면22c

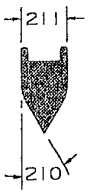


도면22d

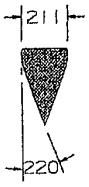


도면22e

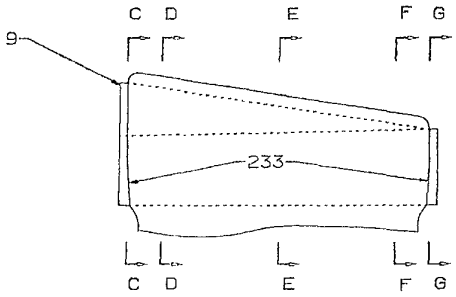
도면22f



도면22g



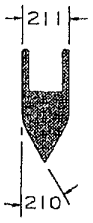
도면23a



도면23b

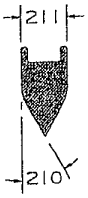
도면23c

도면23d



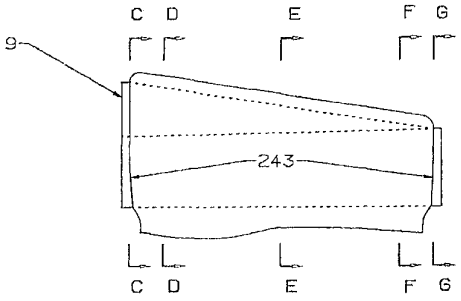
도면23e

도면23f



도면23g

도면24a



도면24b

도면24c

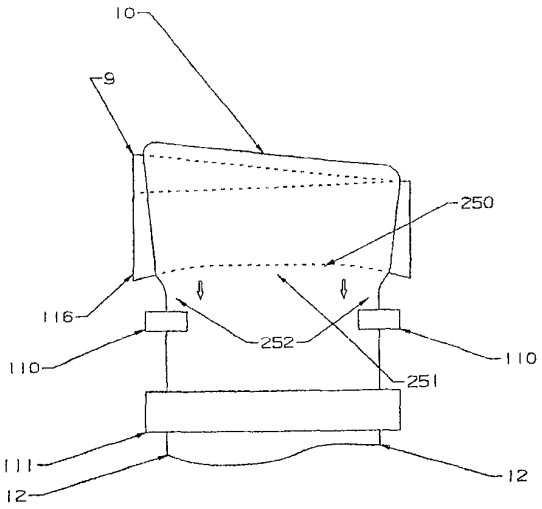
도면24d

도면24e

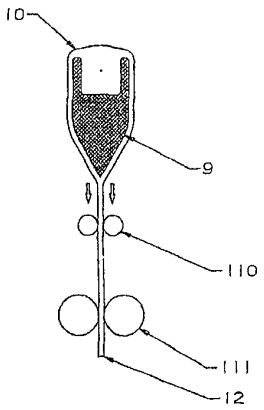
도면24f

도면24g

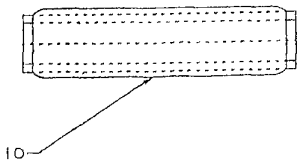
도면25a



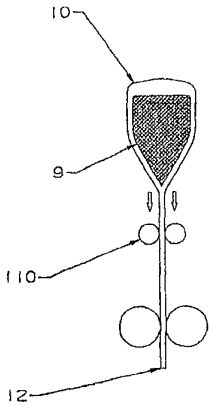
도면25b



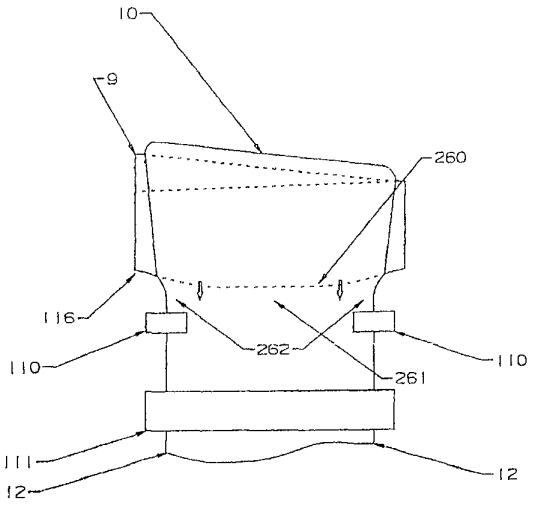
도면25c



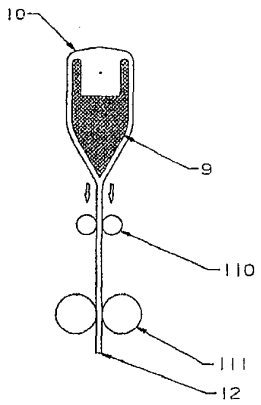
도면25d



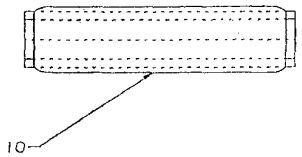
도면26a



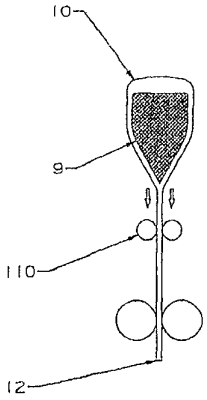
도면26b



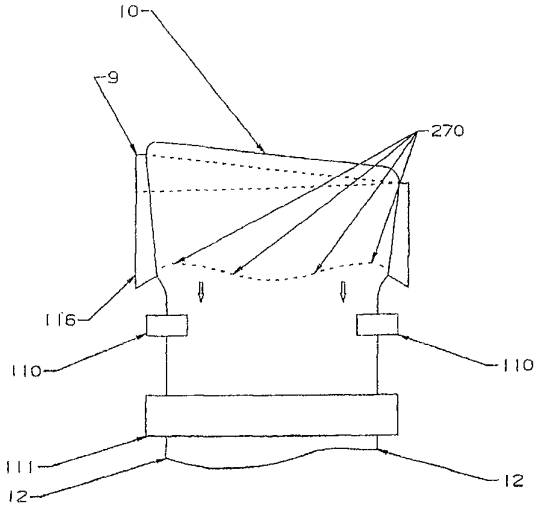
도면26c



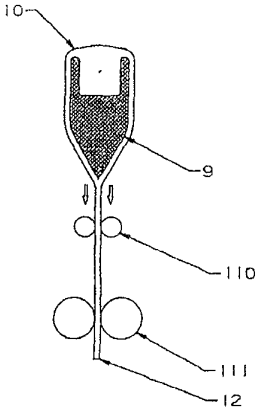
도면26d



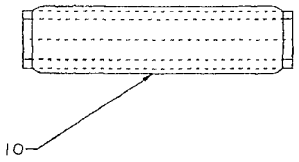
도면27a



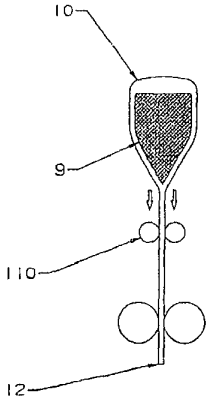
도면27b



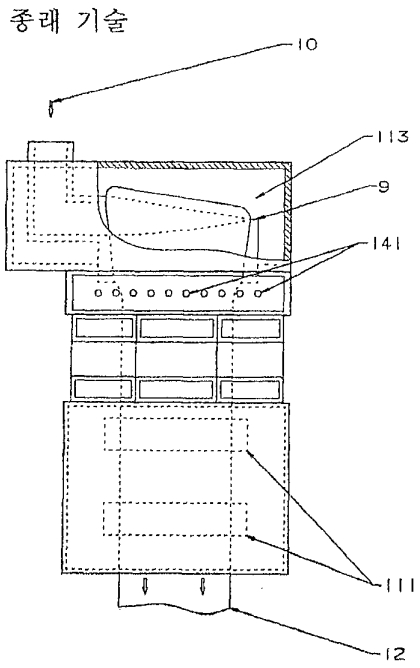
도면27c



도면27d

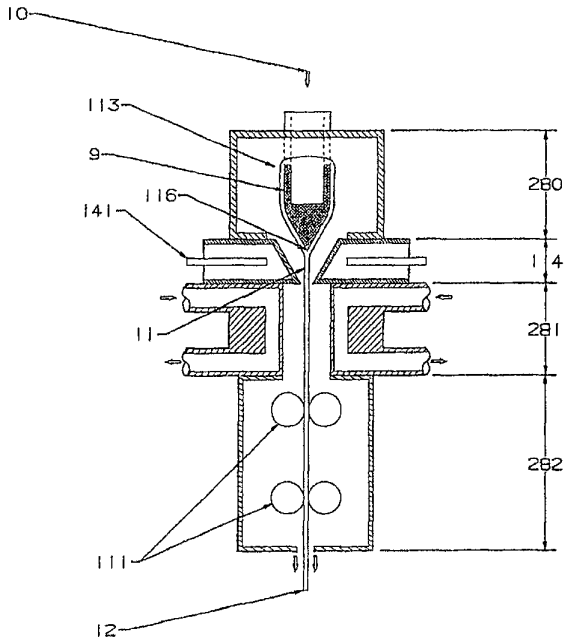


도면28a

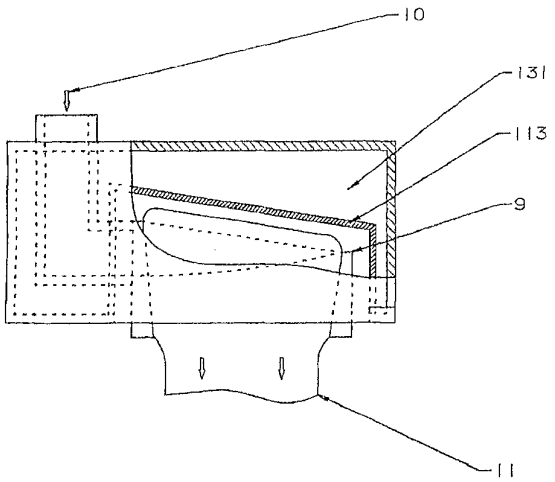


도면28b

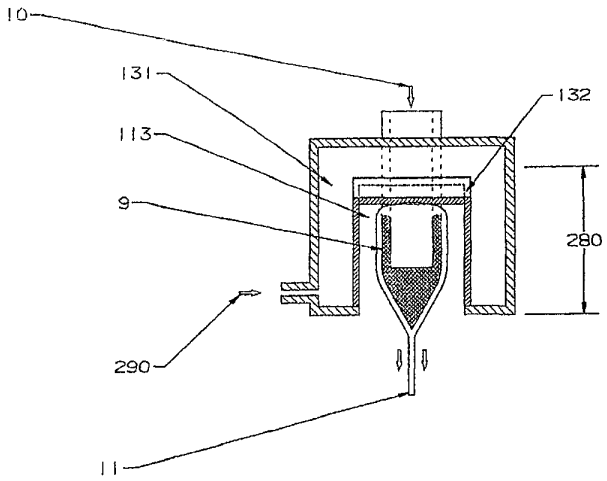
종래 기술



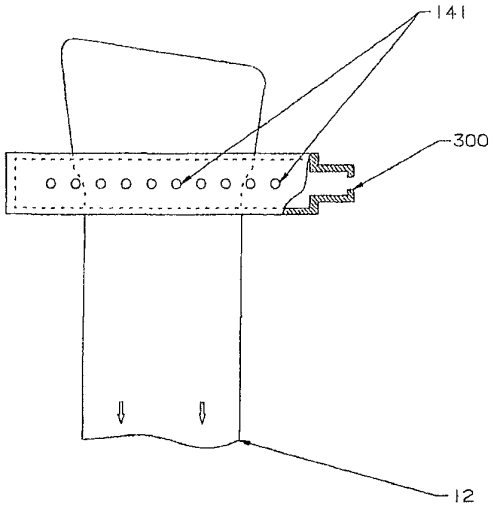
도면29a



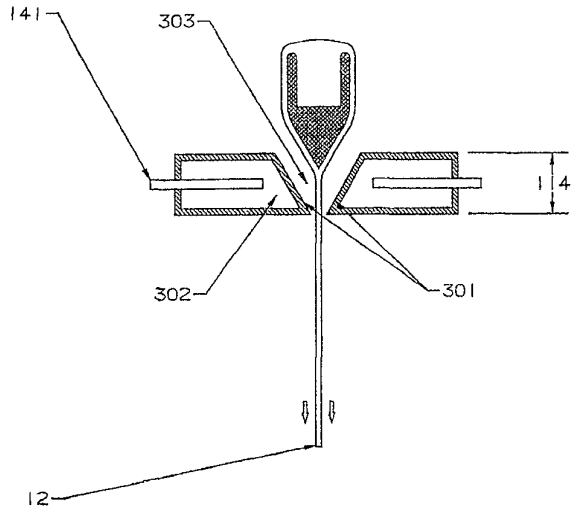
도면29b



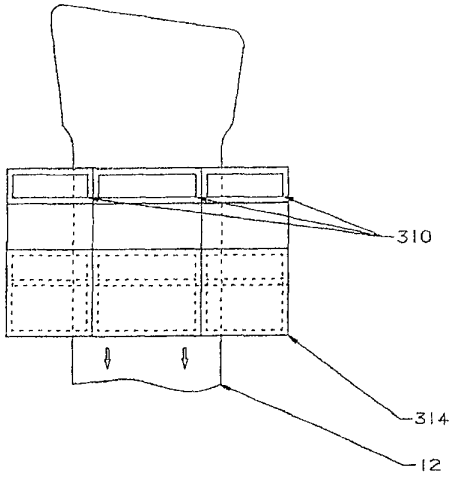
도면30a



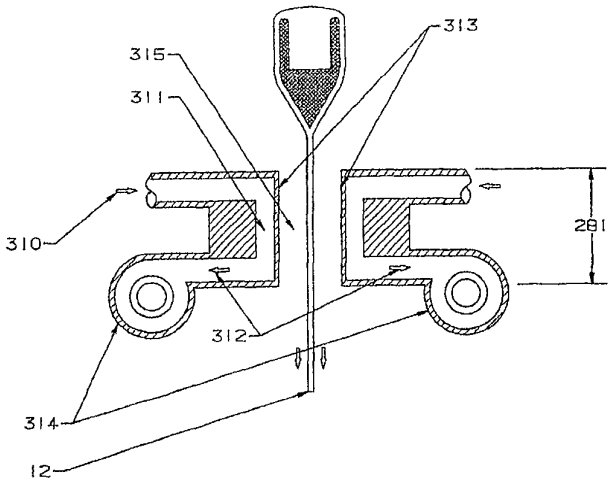
도면30b



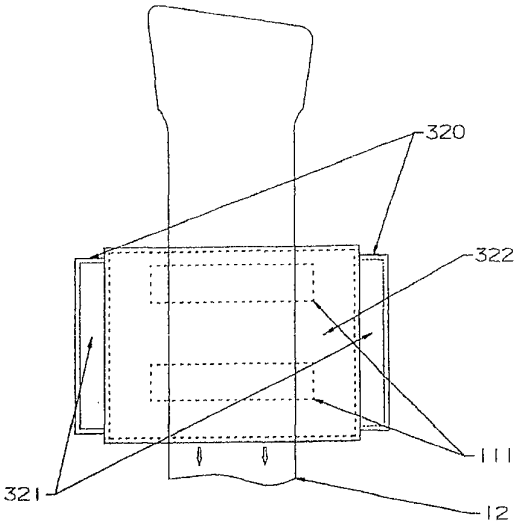
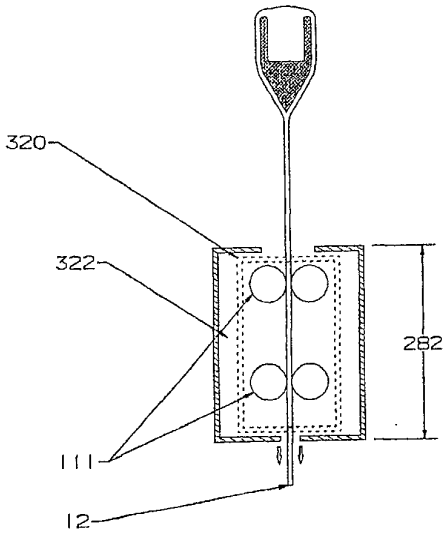
도면31a



도면31b



도면32a



도면32b