



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월04일
 (11) 등록번호 10-1662469
 (24) 등록일자 2016년09월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C03B 17/06 (2006.01) C03B 5/187 (2006.01)
 C03B 5/225 (2006.01) C03B 5/26 (2006.01)
 C03B 7/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 C03B 17/064 (2013.01)
 C03B 5/1875 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7015980(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2008년08월08일
 심사청구일자 2015년06월16일
- (85) 번역문제출일자 2015년06월16일
- (65) 공개번호 10-2015-0080629
- (43) 공개일자 2015년07월09일
- (62) 원출원 특허 10-2015-7003173
 원출원일자(국제) 2008년08월08일
 심사청구일자 2015년02월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2008/009550
- (87) 국제공개번호 WO 2009/020655
 국제공개일자 2009년02월12일
- (30) 우선권주장
 60/954,622 2007년08월08일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP05208830 A*
 JP2003034539 A*
 WO2007077716 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 브루스 테크놀로지 엘엘씨
 미국, 뉴욕 14831, 코닝, 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자
 피트블래도, 리차드 비
 미국, 플로리다 34113, 네이플즈, 벤트그레스 드
 라이브 6949
- (74) 대리인
 청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 퇴_이영완

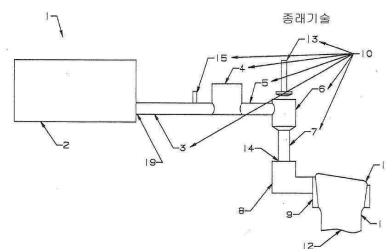
(54) 발명의 명칭 광학적 성질 유리에 대한 용융유리 운송장치

(57) 요약

용융 유리 운송 시스템이 오버플로우 다운드로우 공정과 매치할 수 있도록 변형되어 있다. 파이너를 통해 제거되지 않는 상당한 수의 결함은 시트의 사용불가능한 입구 및 말단 에지로 전환된다. 일 구현예에서, 교반기는 파이너의 출구로부터 파이너의 입구로 재배치된다. 다른 구현예에서, 파이너의 기본 형상은 바람직하게는 실린더형

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



에서 이중 꼭대기(또는 걸윙(Gull Wing) 형상의 횡단면으로 변화되고, 상기 파이너의 꼭대기는 유리 시트의 사용 불가능한 입구 단부를 형성하는 유리를 함유한다. 파이너 벤트(또는 벤트들)는 바람직하게는 상기 꼭대기에 위치하여 벤트에 의해 야기된 균질성 홈결이 유리 시트의 사용불가능한 입구 단부로 전환되도록 한다. 파이너 횡단면은 실린더형 파이너에 비하여 청징 효율의 향상을 위하여 큰 종횡비를 가지고 있다.

(52) CPC특허분류

C03B 5/2252 (2013.01)

C03B 5/262 (2013.01)

C03B 7/02 (2013.01)

(30) 우선권주장

60/957,007 2007년08월21일 미국(US)

12/057,697 2008년03월28일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

용융 유리 시스템에 있어서,

용융로, 용융 유리 운송 장치, 및 상기 용융 유리 운송 장치에 대한 입구에 둘 다 위치되어 펌핑 기능을 제공하는 제 1 교반수단 및 제 2 교반수단을 포함한 교반기를 포함하고,

상기 용융 유리 운송 장치의 적어도 일부는 상기 용융로의 자유면보다 위에 위치하고(elevated),

상기 교반기의 제 1 교반수단 및 제 2 교반수단은 중력가속도에 반해 유리가 상기 용융로로부터 상기 위에 위치한 유리 운송 장치를 거쳐 유리 형성 공정으로 움직이도록 정수압을 제공하는, 용융 유리 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 용융 유리 운송 장치는 파이너를 더 포함하는, 용융 유리 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제 2 교반수단의 턱은 유로의 단부에서, 상기 교반기를 통해 도관으로 유리를 흘러보내 유리가 상기 턱으로부터 유리 시트의 사용불가능한 부위로 흐르게 하는, 용융 유리 시스템.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 용융로는 취수지를 포함하고;

상기 교반기는 상기 용융로의 취수지로부터 유리를 공급받고;

상기 제 1 교반수단의 일부는 상기 취수지 안 유리의 자유면 아래에 있고, 상기 취수지 안의 유리의 자유면은 상기 파이너의 하단으로부터 일정한 수직 거리 아래에 있으며; 그리고

상기 교반수단은 중력가속도에 반해 유리를 위로 움직여 상기 용융로로부터 상기 파이너를 거쳐 상기 유리 형성 공정으로 움직이도록 정수압을 제공하는, 용융 유리 시스템.

청구항 5

용융 유리 시스템에 있어서,

a) 취수지를 포함한 용융로;

b) 상기 용융로의 취수지로부터 유리를 공급받고, 펌핑 기능이 있는 적어도 하나의 교반수단을 포함한 교반기 - 상기 교반수단의 일부는 상기 취수지 안 유리의 자유면 아래에 위치됨 -; 및

c) 파이너 - 상기 파이너는, 상기 취수지 안의 유리의 자유면이 상기 파이너의 하단으로부터 일정한 수직 거리 아래에 있도록 위에 위치되고, 상기 파이너는 파이너 벤트를 포함하고, 상기 파이너 벤트는 상기 파이너 벤트에 의해 야기된 균질성 흠결이 유리 형성 공정에 의해 형성된 유리 시트의 사용불가능한 입구 단부로 전환되도록 위치됨 -;를 포함하며,

상기 교반수단은 중력가속도에 반해 유리를 위로 움직여 상기 용융로로부터 상기 파이너를 거쳐 상기 유리 형성 공정으로 움직이도록 정수압을 제공하는, 용융 유리 시스템.

청구항 6

용융 유리 시스템에 있어서,

- a) 취수지를 포함한 용융로;
- b) 상기 용융로의 취수지로부터 유리를 공급받고, 펌핑 기능이 있는 적어도 하나의 교반수단을 포함한 교반기 - 상기 교반수단의 일부는 상기 취수지 안 유리의 자유면 아래에 위치됨 -; 및
- c) 파이너 - 상기 파이너는, 상기 취수지 안의 유리의 자유면이 상기 파이너의 하단으로부터 일정한 수직 거리 아래에 있도록 위에 위치되고, 상기 파이너는 대기와 통기되는(vented) 파이너 벤트를 포함함 -;를 포함하며, 상기 교반수단은 중력가속도에 반해 유리를 위로 움직여 상기 용융로로부터 상기 파이너를 거쳐 유리 형성 공정으로 움직이도록 정수압을 제공하는, 용융 유리 시스템.

청구항 7

청구항 1, 청구항 2, 청구항 4 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

- a) 용융 유리를 공급받는 하강관 파이프; 및
- b) 상기 하강관 파이프의 하단 단부에 위치한 적어도 하나의 오버플로우 장치를 포함하며, 상기 오버플로우 장치는 비균질성 유리 및 결함이 있는 유리를 폐기하는, 용융 유리 시스템.

청구항 8

청구항 1, 청구항 2, 청구항 4 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

- a) 냉각 및 컨디셔닝 섹션; 및
- b) 상기 냉각 및 컨디셔닝 섹션으로부터 유리를 공급받는 보울을 포함하며, 상기 보울은 비균질성 유리 및 결함이 있는 유리를 폐기하는 오버플로우 장치를 포함하는, 용융 유리 시스템.

청구항 9

청구항 2, 청구항 4 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

- a) 상기 파이너로부터 유리를 공급받는 냉각 및 컨디셔닝 섹션; 및
- b) 상기 냉각 및 컨디셔닝 섹션으로부터 유리를 공급받는 전이 섹션을 포함하며, 상기 전이 섹션은 자유면을 갖지 않는, 용융 유리 시스템.

청구항 10

청구항 1, 청구항 2, 청구항 4 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

- 적어도 하나의 유리 측정장치를 더 포함하며,
- 상기 측정 장치에 노출된 유리는 유리 시트의 사용불가능한 부위로 흐르는, 용융 유리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2008년 3월 28일에 출원된 미국출원번호 제12/057,697, 2007년 8월 8일에 출원된 미국가출원번호 제 60/954,622 및 2007년 8월21일에 출원된 미국가출원번호60/957,007의 우선권 이익을 수반하며, 상기 문헌의 내용은 참조문헌으로써 본 명세서에 삽입된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로는 광학적 성질의 유리 제조에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 텔레비전 및 컴퓨터 디스플레이에 널리 사용되는 TFT/LCD 디스플레이 장치를 생산하는데 매우 유용한, 오버플로우 다운드로우 공정을 통해 제조된 유리 시트의 제조에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적인 유리 제조공정에는, 그 순서대로, 원료 물질의 저장, 혼합, 및 공급 시스템, 유리 용융로, 용융 유리 운반 시스템, 유리 성형 공정, 및 최종 유리 처리 시스템(절단, 세정, 포장)가 포함된다.
- [0004] 도 1은 일반적인 "오버플로우 공정(Overflow Process)" 제조 시스템(1)을 보여준다. 용융로(2)는 실질적으로 균일한 온도 및 화학적 조성물을 파이너(finier)(3)에 공급하고(여기서, 파이너는 파이너 벤트(finier vent)(15)를 통해 가스 포집물을 제거함), 교반기(stirring device)(4)로도 알려진 교반장치(4)에 공급된다. 하나 이상의 교반수단(stirrer)을 포함하는 교반기(4)는 유리를 완전히 균질화한다. 종래에는 파이너(3)에서 발생할 수 있는, 비균질화된 유리를 제거할 수 있도록 교반기(4)를 파이너 이후에 배치하였다.
- [0005] 유리(16)는 이후 냉각 및 컨디셔닝 섹션(5)을 거쳐 보울(bowl)(6)로 흐르고, 하강관 파이프(downcomer pipe)(7)로 하강하며, 하강관 파이프(7) 및 형성 장치 입구 파이프(8) 간의 접합부(joint)(14)를 거쳐 오버플로우 트로프(overflow trough)(9)의 입구로 흐른다. 유리가 상기 교반기(4)에서 트로프(9)로 흐르는 동안, 특히 시트 표면을 형성하는 유리(16)는 반드시 균질하여야 한다. 보울(6)은 흐름 방향을 수평에서 수직으로 변화시키며, 유리(16)의 흐름을 멈추도록 하는 수단을 제공한다. 종종 유리 흐름을 멈추게 하는데 니들(needle)(13)이 필요하다. 하강관 파이프(7)은 2가지 주요 기능을 가지고 있다. 하강관 파이프는 유리가 보울(6)에서 트로프 입구 파이프(8)로 흐르도록 하며, 시트 형성 장치로 들어가는 유리(16)의 유속을 제어한다. 하강관 파이프(7)는 유리(16)의 유속이 원하는 수치에서 정확하게 유지될 수 있도록, 하강관 파이프를 특정 온도에서 유지하여, 신중히 설계되어야 한다. 파이너(3), 파이너 벤트(15), 교반기(4), 냉각 및 컨디셔닝 섹션(5), 보울(6), 니들(13), 및 하강관 파이프(7)는 유리 운송 시스템(10)을 구성하여, 유리(16)가 가열로부터 오버플로우 공정의 입구 파이프(8) 상부로 흐르고 유지하도록 한다. 하강관 파이프(7) 및 트로프 입구 파이프(8) 사이의 접합부(14)는 공정 장치가 열 팽창하는 것을 보상하는 것 이외에도, 필요시 시트 유리 형성 장치를 제거할 수 있게 한다.
- [0006] 가열로(2)부터 흐르는 유리(16)는 고온(1500℃ 내지 1600℃)이면서 뉴튼식 액체이지만, 가스 포집 결함을 갖고 있으며, 균질한 혼합물이 아니다. 운송 시스템(10)은 유리가 가스 포집 또는 그밖의 균질성 결함을 갖는 것을 최소화하면서도, 유리를 정확한 온도(약 1225℃), 균질상태로 오버플로우 형성 공정으로 운송한다.
- [0007] 운송 시스템을 거친 용융 유리(16)(실질적으로 균일한 온도 및 화학적 조성물이어야 함)는 입구 파이프(8)을 지나 시트 형성 트로프(9)로 들어감으로써 시트 형성 장치로 들어가게된다. 미국특허번호 제3,338,696호, 제 6,748,765호, 및 제6,889,526호에 상세히 기술되어 있는 유리 시트 형성 장치는 썸기형(wedge shaped) 형성 장치이며, 이는 참조문헌으로서 본 명세서에 삽입된다. 유리(16)는 썸기형 형성장치(9)의 양 측면 아래로 흐르고 하단 예지에 합쳐져 용융 유리시트(11)를 형성한다. 용융 유리시트(11)는 이후 냉각되어 실질적으로 균일한 두께를 갖는 고체 유리 시트(12)를 형성한다.
- [0008] 원료물질이 용융되어 얻어진 유리는 가스가 포집된 수많은 작은 크기의 기포를 가지고 있다. 이러한 기포가 존재하면 광학 특성을 요구하는 유리 제품이 결함을 갖게된다. 눈으로 볼 수 있거나 제품의 기능을 방해하는 크기를 갖는 기포는 제거되어야 한다. 기포를 제거하는 공정은 청징(finishing) 또는 탈기(degassing)라 정의된다(여기선 청징이라 함). 청징은 유리가 원료 물질로부터 용융된 이후, 그리고 유리가 최종 제품으로 형성되기 전에 행해진다. 광학적 성질의 유리에서, 청징 공정은 귀금속, 통상적으로 백금 또는 백금 합금,로 구성된 "파이너(finier)"(또는 리파이너(refiner))에서 행해진다. 청징제로 불리는 화학물이 유리에 첨가되면 기포의 크기가 커지고, 이는 유리 용융로 및 파이너를 통과한다. 유리에 산화물로 사용되는 비소 또는 안티몬이 청징제로 바람직하나, 이는 독성물질이다. 일반적으로 사용되는 다른 청징제로는 주석이 있으나, 주석은 청징제로서 그 효율이 적고, 백금을 화학적으로 환원해 작은 입자를 발생시킴으로써 결국은 백금 벽이 파괴되는 결과를 초래한다. 세륨이 또한 청징제로 사용될 수 있으나, 유리가 노란색을 갖도록 한다. 상기 물질이 청징제 중에서 가장 많이 사용되는 물질이나, 당업계에는 알려진 다른 물질들이 있다.
- [0009] 광학적 성질의 유리는 유로(flow path)의 파괴로 균질성 결함(homogeneity defect)이 발생하는 점에서 특이하다. 이와같은 결함 유형을 코드(cord)라 부르며, 제품에 광학적 왜곡(optical distortion)을 초래한다. 파이너는 본 명세서에 기술된 바와 같이 배플(baffle)을 갖도록 설계된다. 배플 및 파이너 벤트(15) 또는 벤트는 흐름을 상당히 파괴한다. 이와같은 이유로, 당업계에서는 교반기(4)를 유로에서 파이너(3) 이후에 배치함으로써 파이너로부터 얻어진 비균질화물이 균질하도록 한다. 파이너 및 교반기 모두는 약 1600℃의 고온에서 작동한다. 교반기(4)는 명세서에서 기술된 것처럼 그 자체로 균질 결함을 야기할 수 있으나, 교반기로부터 배출된 유리는 실질적으로 균질하다. 비균질성이 보다 야기되는 것을 최소화할 수 있도록, 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5), 보울(6), 및 하강관 파이프(7)의 유리 접촉면이 신중히 마무리(완만화(smoothed))되어야 한다. 운송 시스템에서는 유체가 멈추거나 재순환되는 영역이 없이 유체를 균일하게 유지하고, 유체가 대기에 노출되는 것을 최

소화하는 것이 요구된다. 대기에 노출되면 유리 화학물의 일부가 휘발되고, 그 결과 유리 조성물과 성질이 변하게 되어 잠재적으로 균질성 결함이 발생할 수 있다. 운송 시스템에서 유리의 온도는 유리가 재결정화(실투(devitrification))되어 광학적 결함이 야기되는 것을 막기 위하여, 유리의 액상점(liquidus temperature)보다 높게 유지 되어야 한다. 보울은 수많은 디자인에서 자유면(free surface)을 갖고 있는데, 이는 코드(cord) 및 실투 결함의 원인이 될 수 있다.

[0010] 청징 장치는 용융 유리로부터 버블이 최대한 제거될 수 있도록 설계된다. 파이너는 종종 그 규모가 매우 커 설계 비용이 매우 고가가 되는데, 이는 유리 접촉면이 백금 또는 백금 합금으로 구성되기 때문이다. 종래 청징 공정에서, 버블은 청징 장치(파이너)의 상부로 이동하며, 상부에서 파이너 벤트(15)를 통해 대기로 분사된다. 제거되는 버블의 크기는 파이너의 크기 및 용융 유리의 점도(유동성)의 함수이다. 유리 산업에서, 상기 버블은 그 크기가 작은 경우(약 1mm 직경 미만)는 시드(seed)라 불리며, 그 크기가 큰 경우는 블리스터(blister)라 불린다. 시드는 그 직경이 작고, 유리로부터 제거하는데 어려움이 있어 주된 관심사항이다.

[0011] 파이너 유입단부(inflow end)의 하단을 통해 파이너로 들어가는 유리 시드는, 유출단부의 상부(대기와 통하는 벤트가 위치하고 있음)로 떠올라야 한다. 유리안 시드의 수직 속도는 유리 점도와 반비례하고, 시드 직경의 제곱에 비례하며, 유리 밀도의 제곱에 비례한다. 유리 점도는 온도와 매우 반비례하며, 유리 온도가 실질적으로 최대값으로 상승함에 따라 시드의 수직 속도는 상승한다. 광학 제품에서의 시드 검출은 가시면적(viewable area)에 매우 비례하며, 그 결과 시드 직경의 제곱값을 품질 기준으로 이용할 수 있다. 주어진 유리에 대하여, 청징 공정에서의 유리 밀도 편차는 2차 효과이다.

[0012] 실질적으로 유리 점도를 낮추는데 필요한 매우 고온(약 1600℃)에서는, 최대 품질의 내화성 물질 조차도 유리로 인해 서서히 용해된다. 이는 오염을 야기하고, 또한 유리 안에서 추가적 시드를 발생할 수도 있다. 종래에는, 원통형 백금 또는 백금 합금(여기선, 백금) 튜브가 유리와 접촉하는 모든 표면(벽)에 사용되어, 내화성 벽의 용해로 인해 유리가 오염되지 않는다. 원통형 튜브는 일반적으로 적당한 강도 및 절연 성질을 갖는, 내화성 물질(벽돌(brick))에 의해 외부적으로 지지되어 있다. 파이너 안의 유리는 요구되는 상승 온도에서 유지되어야 한다. 또한, 파이너의 유입 단부로 들어가는 유리는 종종 원하는 청징 온도까지 가열되어야 한다. 이는 가열된(가스 또는 전기) 화실안에 백금 및 내화성 파이너 어셈블리를 방지하거나, 전기 가열을 통해 이루어진다. 파이너를 전기적으로 가열하는 것은 외장형 전기 권선(windings)(보통 백금으로 제조됨)을 사용하거나, 또는 전류를 원통형 백금 튜브에 직접 통과시켜 튜브의 전기적인 저항으로 인해 열을 발생함으로써 이루어질 수 있다.

[0013] 20세기 전반기에 실제로 사용하기 시작한 이후로 일반적으로 사용된 종래기술은 내부에 베플이 구비 또는 비구비되어 설계된 원통형 백금 튜브이었다. 최근까지 주요 혁신은 유로를 변화시키고, 시드를 가두어(trap) 시드를 최대한 제거하는 것이다. 종래 기술에는 내부 자유면을 구비 또는 비구비하여 설계된 파이너가 포함된다.

[0014] 도 2A는 통상적인 종래기술로 베플장착된 파이너이다. 용융유리(16)가 유리 입구 단부(glas inlet end)(23)에서 베플장착된 파이너(21)에 들어가고 출구(24)로 통해 흘러나온다. 출구 단부(24)에는 대기와 연결된 벤트(25)가 있어 베플장착된 파이너(21)의 상부에 축적된 시드가 빠져 나가도록 한다. 베플(26) 중 일부는 용융 유리(16)의 흐름을 배분할 수 있는 크기의 구멍(22)을 가지고 있어, 유리가 베플장착된 파이너(21)를 통과해 흐르는 체류 시간이 보다 일정하도록 한다. 다른 베플(28)은 유리가 수직으로 이동할 수 있도록 설계되어 있다. 베플은 또한 표면 시드를 가두어 발포체-유사(foam-like) 축적을 만들 수 있기 때문에 베플의 전방에 종종 벤트(29)를 장착하여, 시드를 파괴한 후, 대기로 분사시킬 수 있다. 도 2B는 베플장착된 파이너(21)를 통과하는 시드(27)의 움직임을 보여준다. 베플(26 및 28)은 베플장착된 파이너(21) 안의 시드(27)의 경로를 매우 굴곡지게한다. 이는 보다 작은 시드들이 함께 합쳐져 보다 큰 시드를 형성할 수 있는 기회를 제공하며, 이는 결국 더 빠르게 한다.

[0015] 도 2A 및 2B에 나타난 파이너는 직경이 0.382미터이고 그 길이가 2.5 미터이다. 유리의 유속은 하루당 7.41 중량톤이다. 유리 점도는 100 포이즈이다. 시드 직경은 0.0007 미터이다.

[0016] 이러한 파라미터는 다음의 방정식을 이용하여 정규화함으로써 변화될 수 있다:

[0017]
$$Q_1 \cdot d_1^2 / \eta_1 = Q_0 \cdot d_0^2 / \eta_0$$

[0018] 여기서:

[0019] Q는 유리 흐름이고,

[0020] η는 유리 점도이며, 그리고

- [0021] d는 시드 직경임.
- [0022] 종래의 교반기(4)는 하나 이상의 회전 부재로 이루어져 있다. 최종 회전 부재의 팁(tip)에 위치한 유리는 종종 볼텍스(vortex)에 가두어져 있다. 상기 볼텍스를 빠져나가는 유리는 회전운동을 하여, 주된 유로에 있는 유리와는 다른 시간 이력(time history)을 갖는다. 이는 상기 유리가 제품의 잘팔릴만한 부분의 일부인 경우, 코드 균질성 결함(cord homogeneity defect)을 야기할 수 있다.
- [0023] 종래 기술의 단점
- [0024] 종래 기술의 주요 단점은 균일한 유리가 청징 작업 이후, 파이너에 의해 제거되지 않는 결함을 간직하며, 이는 전체 유리 흐름 내내 유지된다는 점이다.
- [0025] 주석 정제 유리(tin refined glasses)에 특이한 다른 단점으로는 파이너 안에서 주석이 백금을 화학 환원시켜 발생되며, 일반적으로 운송 시스템 표면에 가깝게 흐르는 백금 입자가, 파이너를 통해 가공된 후, 유리의 교반을 통해 시트 전체에 재분산된다는 점이다.
- [0026] 다른 단점은 교반기구의 팁(tip)에서 배출된 비균질 유리가 형성된 유리 시트에 결함을 발생한다는 점이다. 또 다른 단점은 보울의 자유면으로부터 배출된 비균질 유리이다.
- [0027] 다른 단점은 유리 유속을 제어하도록 온도를 사용하면 저 제어 대역폭(low control bandwidth)을 갖는다는 것이다.
- [0028] 다른 단점으로는 용융로를 운송 시스템에 연결하게될 경우, 운송 시스템 주요부분의 개축(rebuilding)이 없는 용융로의 증대한 수리 또는 개축은 불가능하다는 점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0029] 본 발명은 오버플로우 다운 공정과 매치할 수 있도록, 가열로부터 유리 형성 공정까지 종래의 유리 운송 시스템을 상당히 변형한 것이다. 파이너를 통해 제거되지 않는 상당한 수의 결함은 시트의 사용불가능한 입구 및 말단 에지로 전환된다.

과제의 해결 수단

- [0030] 일 구현예에서, 상기 교반기는 파이너의 출구로부터 파이너의 입구로 재배치된다. 다른 구현예에서, 파이너의 기본 형상은 바람직하게는 실린더 형에서 이중 꼭대기(또는 결빙(Gull Wing) 형상의 횡단면으로 변화되고, 상기 파이너의 꼭대기는 유리 시트의 사용불가능한 입구 단부를 형성하는 유리를 함유한다. 파이너 벤트(또는 벤트들)는 바람직하게는 상기 꼭대기에 위치하여 벤트에 의해 야기된 균질성 흠결이 유리 시트의 사용불가능한 입구 단부로 전환되도록 한다. 파이너 횡단면은 실린더형 파이너에 비하여 청징 효율을 증가시키기 위하여 중형비가 크다.
- [0031] 다른 구현예는 보울 및 니들(needle)이 제거되어 있다. 다른 구현예에는, 상기 파이너 벤트는 장치가 일부 특정 유리와 함께 사용되는 경우에 제거될 수 있다. 다른 구현예에서, 유리 수준 측정 장치가 바람직하게는 파이너 벤트에 설치된다. 또 다른 구현예에서, 하강관 파이프의 하단에 베플이 첨가되어 하강관 파이프 표면에 근접한 흐름을 시트의 사용불가능한 입구 및 말단 에지로 전환시킨다.
- [0032] 다른 구현예에서, 교반수단 속도가 유리 유속 통제의 대역폭(bandwidth)을 증가시키는데 사용된다.
- [0033] 다른 구현예에서, 운송 시스템의 용융로에 고정연결은 조정가능한 연결 및 유동 연결로 대체되어 더 이상 작동하지 않는 용융로가 수선 또는 교체를 위해 운송시스템으로부터 용이하게 제거될 수 있다.
- [0034] 본 발명은 운송 시스템의 흐름 특성을 오버플로우 다운드로우 공정에 매치시킴으로서 운송 시스템 장치의 청징능을 향상시킨다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 도시하고 나타낸다.
 도 2A는 종래에 알려진 베플을 구비한 원통형 파이너를 보여준다.

- 도 2B는 도 2A의 파이너 안에서 시드가 발생하는 것을 보여준다.
- 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 "오버플로우 고정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.
- 도 4A는 종래에 알려진 "오버플로우 공정"의 측면을 보여준다.
- 도 4B는 도 4A의 B-B선을 따라, 하강관 파이프 내부 유리 흐름의 횡단면을 보여준다.
- 도 4C는 도 4A의 C-C선에 따른 횡단면을 보여주는 것으로, 하강관 파이프 내부의 유리 흐름이 "오버플로우 공정" 용 시트에 나타나 있다.
- 도 5는 대기 벤트(atmospheric vents)의 지점이면서도 유리가 입구 및 시트의 원위 엣지(distal edges)로 흐르게 되는 지점에서의 Double Apex 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 6은 본 발명의 일 구현예에 따른 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.
- 도 7A는 본 발명의 일 구현예에 따른 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.
- 도 7B는 본 발명의 일 구현예에 따른 유리 유속을 변화시킬 수 있는 교반기의 횡단면을 보여준다.
- 도 7C는 도 7B의 C-C 선에 따른 교반기의 횡단면을 보여준다.
- 도 8A는 본 발명의 일 구현예에 따른 하강관 파이프의 하단에 위치한 흐름 전환기(flow diverter)를 보여준다.
- 도 8B는 도 8A의 B-B선에 따라, 본 발명의 일 구현예에 따른 하강관 파이프의 횡단면을 보여준다.
- 도 8C는 도 8B의 C-C선에 따라, 본 발명의 일 구현예에 따른 하강관 파이프의 횡단면을 보여준다.
- 도 9A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 커다란 코너 반경(generous corner radii)을 갖는 고 종횡비 dual apex 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 9B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 날카로운 코너(sharp corners)를 갖는 고 종횡비 dual apex 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 9C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 모따기한 코너(chamfered corners)를 갖는 고 종횡비 dual apex 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 9D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 보통의 코너 반경(modest corner radii)을 갖는 고 종횡비 듀얼 꼭대기(dual apex) 파이너 횡단면 및 내부 자유면을 갖는 확장된 벤트 횡단면을 보여준다.
- 도 10A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 커다란 코너 반경(generous corner radii) 및 평평한 하단을 갖는 고 종횡비 듀얼 꼭대기(dual apex) 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 10B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 커다란 코너 반경(generous corner radii) 및 V-형 하단을 갖는 저 종횡비 듀얼 꼭대기(dual apex) 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 10C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 듀얼 꼭대기 형상에 변형된 원통형 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 10D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 듀얼 꼭대기 형상에 변형된 타원형 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 11A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 경사진 파이너를 갖는 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.
- 도 11B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 기계적 유리 수준 측정 장치(mechanical glass level measuring device)를 포함하는 파이너 벤트의 횡단면이다.
- 도 12A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 경사진 파이너를 갖는 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.
- 도 12B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 레이저 유리 수준 측정 장치(laser glass level measuring device)를 포함하는 파이너 벤트의 횡단면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 구현예에 따른, "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여주는 것으로, 교반기는 유리를 용융로에서 형성공정으로 흐르게 하는 펌핑 기능을 가지고 있다.
- 도 14A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 커다란 코너 반경(generous corner radii) 및 얇은 V-형 하단을 갖는 고

중회비 자유면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 14B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 커다란 코너 반경(generous corner radii) 및 V-형 하단을 갖는 저 중회비 자유면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 14C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 평평한 상측 형상에서 변형된 원통형 자유면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 14D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 평평한 상측 형상에서 변형된 타원형 자유면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 15A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 완전 길이의 자유면을 갖는 경사진 파이너 및 오버플로우 장치를 구비한 "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.

도 15B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 파이너 벤트안에 표면 베플을 포함하는 도 15A에 보여진 완전 길이의 자유면 파이너의 횡단면을 보여준다.

도 16A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 오버플로우 장치의 지점을 위치를 보여준다.

도 16B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 오버플로우 장치의 평면도이다.

도 16C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 오버플로우 장치의 유리 자유면 아래에 위치한 오버플로우 파이프의 하단을 보여주는 측면도이다.

도 16D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 오버플로우 장치의 유리 자유면 위에 위치한 오버플로우 파이프의 하단을 보여주는 측면도이다.

도 17A는 본 발명의 일 구현예에 따른, dual apex를 보울에 주로 적용한 것의 측면도이다.

도 17B는 본 발명의 일 구현예에 따른, dual apex를 보울에 주로 적용한 것의 말단도이다.

도 18은 본 발명의 일 구현예에 따른, 보울에 오버플로우 장치를 구비한 "오버플로우 공정" 유리시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.

도 19는 본 발명의 일 구현예에 따른, 완전 길이의 자유면을 갖는 경사진 파이너 및 보울에 오버플로우 장치를 구비한 "오버플로우 공정" 유리시트 제조 시스템의 주요 부분을 보여준다.

도 20A는 고 중회비의 밀봉 파이너에 반경을 사용한 하나의 예를 보여준다.

도 20B는 고 중회비의 밀봉 파이너에 반경을 사용한 다른 예를 보여준다.

도 20C는 고 중회비의 밀봉 파이너에 반경을 사용한 다른 예를 보여준다.

도 21A는 고 중회비의 밀봉 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 하나의 예를 보여준다.

도 21B는 고 중회비의 밀봉 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 다른 예를 보여준다.

도 21C는 고 중회비의 밀봉 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 다른 예를 보여준다.

도 22A는 고 중회비의 자유면 파이너에 반경을 사용한 하나의 예를 보여준다.

도 22B는 고 중회비의 자유면 파이너에 반경을 사용한 다른 예를 보여준다.

도 22C는 고 중회비의 자유면 파이너에 반경을 사용한 다른 예를 보여준다.

도 23A는 고 중회비의 자유면 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 하나의 예를 보여준다.

도 23B는 고 중회비의 자유면 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 다른 예를 보여준다.

도 23C는 고 중회비의 자유면 파이너에 모따기(chamfer)를 사용한 다른 예를 보여준다.

도 24A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 인버티드 꼭대기 맞배지붕(inverted apex gable roof) 및 말단에 반경을 구비한 6면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 24B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 인버티드 꼭대기 맞배지붕(inverted apex gable roof), 청징 격벽(finishing ribs) 및 모따기된 말단(chamfered ends)을 구비한 6면 파이너 횡단면을 보여준다.

도 24C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 인버티드 꼭대기 고딕아치지붕(inverted apex Gothic arch roof) 및 말단에 반경을 구비한 6면 파이너 횡단면을 보여준다.

- 도 24D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 인버티드 꼭대기 고딕아치지붕(inverted apex Gothic arch roof), 청징 격벽(finishing) 및 말단에 코너 벤트(corner vents)를 구비한 6면 파이너 횡단면을 보여준다.
- 도 25는 완전히 라운드진 말단을 구비한 인버티드 꼭대기 맞배지붕을 보여준다.
- 도 26은 본 발명의 일 구현예에 따른 복수의 횡단면을 구비한 청징제를 보여준다.
- 도 27A는 종래에 알려진 원통형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27B는 본 발명의 일 구현예에 따른 타원형 파이프의 횡단면을 보여준다.
- 도 27C는 정사각형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 직사각형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27E는 본 발명의 일 구현예에 따른, 모따기된 면을 구비한 직사각형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27F는 본 발명의 일 구현예에 따른, 곡선면을 구비한 직사각형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27G는 본 발명의 일 구현예에 따른, 곡선면 및 아치형의 상단 및 하단을 구비한 직사각형 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 27H는 상단면 및 하단면이 평행하지 않은 것을 제외하곤, 도 4G와 유사한 횡단면 형태를 보여준다.
- 도 28A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 5면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 청징 격자를 구비한, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 청징 격자 및 모따기된 말단을 구비한, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28E는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 반경을 구비한, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28F는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 반경 및 모따기를 구비한, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28G는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 반경을 구비한, 7면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 28H는 본 발명의 일 구현예에 따른, 청징 격자 및 모따기된 말단을 구비한, 6면을 갖는 맞배지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 5면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 6면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29C는 본 발명의 일 구현예에 따른, 7면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29D는 본 발명의 일 구현예에 따른, 청징 격자 및 모따기 말단을 구비한, 6면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29E는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 곡선 하단 및 반경을 구비한, 5면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29F는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 반경 및 모따기를 구비한, 6면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29G는 본 발명의 일 구현예에 따른, 말단에 반경을 구비한, 7면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.
- 도 29H는 본 발명의 일 구현예에 따른, 청징 격자 및 모따기된 말단을 구비한, 6면을 갖는 고딕아치지붕 파이너의 횡단면을 보여준다.

도 30은 본 발명의 일 구현예에 따른, "오버플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템의 주요 부위를 보여주는 것으로, 교반기는 유리가 용융로에서 형성 공정으로 흐를 수 있도록 펌핑 기능을 가지고 있다.

도 31A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 용융로 취수지(forebay)와 교반기 사이의 계면(interface)을 상세히 보여준다.

도 31B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 용융로 취수지(forebay)와 교반기 사이의 계면(interface)을 상세히 보여준다.

도 32A는 용융로와 파이너 사이의 유체 연결의 일 구현예를 보여준다.

도 32B는 용융로와 파이너 사이의 유체 연결의 다른 구현예를 보여준다.

도 33은 용융로와 파이너 사이의 유체 연결의 다른 구현예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명은 가열로에서 형성공장으로 유리를 이송 및 컨디셔닝하는 운송 시스템으로 명명된 장치에 관한 것이다. 오버플로우 다운드로우 공정에서 유리의 흐름 특성은 독특하고 특징을 갖고 있어, 신규 형상의 운송 시스템에 관한 본 발명에 이르도록 하였다. 본 발명은 운송 시스템의 구성요소 부분을 재조직 및 재설계함으로써, 오버플로우 다운드로우 공정에서 요구하는 품질에 해로운 것으로 여겨졌던 장치를 사용할 수 있도록 하였다.
- [0037] 본 발명은 파이너 장치의 형상에 의해 영향을 받는, 청징의 물리적 양상에 관한 것이다. 구체적으로, 일 구현예에 따르면, 본 발명의 청징 장치의 형상은 오버플로우 다운드로우 시트 유리 제조 공정에 특이적인 흐름과 조화가 된다. 주어진 유리에 대하여, 청징 공정에서의 유리 밀도의 변이는 2차 효과(second order effect)이며, 따라서 본 발명은 주로 유리 밀도 및 시트 횡단 면적을 고려한다.
- [0038] 본 발명의 일 구현예에서 사용되는 파이너의 형상은 고 중횡비(고 너비 대 높이 비율)를 갖고 있어, 종래에 사용된 원통형 파이너에 비교할 때, 개선된 파이닝 성능을 갖게한다. 고 중횡비를 갖는 파이너의 예들은 미국특허 번호 제7,150,165호 및 미국특허공개번호 제2007/0084247호에 나타나 있으며, 이는 참조문헌으로써 본 명세서에 삽입된다.
- [0039] 본 발명은 유리 용융로에서 시트 형성 장치에 이르는 종래의 유리 운송 시스템을 상당히 변형함으로써, 오버플로우 다운드로우 공정과 중화가 가능하도록 한 것이다. 본 발명은 유리를 균질화하고, 유리의 시드 및 블리스터 대부분을 제거하며, 이후 남은 결함의 대부분을 사용불가능한 입구(unusable inlet) 및 유리 시트의 원위 에지(distal edges)에 분포시키는 유리 운송 시스템을 포함한다. 본 발명의 2가지 중요한 요소는 파이너에 의해 야기되는 결함이 최종적으로 시트의 사용불가능한 말단에 있도록, 교반기를 파이너의 입구에 재배치하고, 파이너를 설계하는데 있다. 달리 나타내지 않는 한, 모든 구현예에서, 교반기는 파이너의 출구로부터 파이너의 입구로 재배치된다.
- [0040] 본 발명의 최대 이익을 달성하기 위하여, 모든 구현예를 하나의 시스템으로 동시에 사용하는 것이 바람직하다; 그러나 개별 구현예가 대안으로 사용되거나, 독립적으로 서로 이행될 수 있다. 본 발명의 구현예를 실제로 구현하는 것은, 제조 환경에서의 변화는 늘 신중하여 하기에, 합리적인 절차에 따라야 할 것이다.
- [0041] 본 발명의 구현예는 시스템으로 이행되는 순서, 그리고 기술하는데 용이한 순서에 따라 설명될 것이다. 개별 구현예들을 분리하여 이용하는 것, 그리고 다른 이행 순서들도 본 발명의 사상의 범위에 있다.
- [0042] 도 3은 운송 시스템(30)의 일 구현예를 나타내는 것으로, 교반기(34)가 파이너의 출구에서 파이너의 입구로 재배치되어 있다. 파이너(33)의 기본 형상은 원통형에서 도 5, 9A 내지 9D, 및 10A 내지 10D의 횡단면 형상까지 변할 수 있으며, 파이너의 꼭대기(apexes)(57)에는 유리 시트의 사용불가능한 입구단부(unusable inlet end)를 형성하는 유리를 포함하고 있다. 상기 꼭대기(57)에는 파이너 벤트(35 및 55)가 위치하고 있어 벤트에 의해 발생된 어떠한 균질화 결함도 유리 시트의 사용불가능한 입구단부로 전환된다.
- [0043] 도 4A 내지 4C는 하강관 공급 파이프(7) 안에서 흐르는 유리(16)가 종래기술인 "오버플로우 공정"을 따라 결국은 유리 시트로 형성되는 것을 도시하고 있다. 도 4B에서 보여지듯이, 하강관 파이프(7)의 측면에 근접한 유리 흐름(41)은 도 4C에 보여지듯이, 결국은 인발 시트의 중심을 형성한다. 도 4B에서 보여지듯이, 하강관 파이프(7)의 전면에 근접한 흐름(43)은 전체 유리 표면위로 분배되다; 그러나, 도 4C에서 보여지듯이, 시트의 약 3분의 1이 입구 단부에 대부분 집중되어 있다. 이와같은 표면 유리(43)는 하강관 파이프 표면, 그리고 보울(6)의

정지 영역(quiescent zones), 하강관 파이프(7)에서 입구 파이프(8) 연결(14) 지점에 있는 유리로 인해 붕괴된다. 실질적으로 3분의 2의 나머지 시트 표면은, 도 4B에서 보여지듯이, 원래상태의 내부 유리(42)로부터 형성된다. 도 4B에서 보여지듯이, 약 45도의 각도로 전면으로부터 대칭적으로 상쇄된(offset) 유리 흐름의 2개의 다른 부위(44)는, 결국은 도 4C에서 보여지듯이, 시트의 입구단부에서 근단(near end) 사용불가능 에지 섹션(45)을 형성한다. 도 4B에서 보여지듯이, 약 180도 각도로 중앙에 위치한 부위(46)는 도 4C에 보여지듯이, 원단(far end) 사용불가능 에지 섹션(47)으로 진행된다. 도 4C에 보여지듯이, 입구단부 섹션(inlet end section)(45) 및 원위단 섹션(distal end section)(47)에는 두께 및 평평도 사양을 만족하지 못해 판매할 수 없는 시트 부위를 포함하고 있다. 본 발명에 따라 설계된 운송시스템(주로 파이너)은 균질성 결합 및 상당 부분 잔류하는 시드 결합이 상기의 단부 섹션으로 전환되도록 하였다.

[0044] 도 5는 본 발명의 구현예에 따른, 파이너 벤트(55) 위치에서의 Double Apex (또는 Gull Wing 형상) 파이너의 횡단면(50)을 보여준다. 파이너 벤트(55)는 공장 대기로 직접 통기되거나, 통기 필터(vented filter) 및/또는 진공 시스템에 통기될 수 있다. 상기 파이너는 특허 제7,150,165호 및 미국특허공개번호 제2007/0084247호에 기재되어 있듯이, 청정 성능이 개선되도록 고 너비 대 높이비를 가진다. 파이너 벤트(55)는 파이너 횡단면의 꼭대기(57)에 위치한다. 파이너 및 운송 시스템의 치수는, 상기 꼭대기(57)를 지나 흐르는 영역(54)에서의 유리가 형성된 시트(11)의, 도 4C에서 보여지는 영역(44)으로 흐르는 유리가 되도록 하는 치수이다. 파이너 벤트에 의해 발생된 비균질 유리는 영역(54)의 유리를 거쳐, 유리시트의 사용불가능한 입구단부에서의 영역(44)에 도달한다. 또한, 영역(54), 파이너 벤트 부근까지는 상승하나 벤트(55)엔 도달하지 않은 시드도 성형 시트의 영역(44)으로 흐른다. 파이너 안의 유리 자유면(58)은 꼭대기(57) 위의 벤트 안에 위치하는 것으로 보여지고 있다. 자유면(58)의 수직 위치는, 본 발명의 의도된 성능에는 영향을 주지 않고, 거리상으로 다양할 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명의 운송 시스템(60)의 다른 구현예를 보여주는 것으로 종래의 보울(6)이 전이 섹션(transition section)(66)으로 대체되어 있다. 전이 섹션(66)은 유리가 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5)에서 하강관 파이프(7)로 부드럽게 흐르는 것을 보장하기에, 전이 섹션(66)에는 자유면이 없다. 파이너 벤트(35)에는 유리 자유면이 있으며, 이는 보울(6)안에 일반적으로 있는 자유면을 대체한다. 유리 자유면은 하강관 파이프(7) 안의 흐름을 안정화하는데 중요하다.

[0046] 도 7A는 본 발명의 운송 시스템(70)의 다른 구현예를 보여주는 것으로, 파이너(73)가 형성 섹션(formed section)(77)을 구비하고 있는 교반기(34)의 하단 부위로부터 존재하게되며, 파이너(73)는 벤트를 가지고 있지 않다. 이러한 파이너는 용융 공정 동안에 시드를 거의 발생시키지 않는 유리를 사용하는데 설계된 것으로, 상기 유리는 미국특허공개번호 제2006/0293162호에 기술되어 있으며, 상기 문헌은 참조문헌으로 본 명세서에 참조된다. 유리의 용융시 발생하는 시드는 도 5에 보여지는 파이너의 꼭대기(57)의 영역(54)까지 상승하고, 도 4C에 보여지는 형성 시트의 영역(44)으로 흐른다.

[0047] 도 7B는 교반기(34)의 중심 섹션을 나타내며, 2개의 교반수단(71 및 72)이 보여지고 있다. 용융로(2)로부터 용융된 유리(16)는 출입구(78)에서 교반기(34)로 흐르고, 회전 교반수단(71)의 수직 위로 흘러 웨어(weir)(74)의 상단 위에 자유면(75)을 형성하며, 이후 회전 교반수단(72)의 수직 아래로 흐른 후, 교반기(34)를 빠져나가 파이너(73)로 흐른다.

[0048] 종래 기술에서, 하강관 파이프(7)는 운송 시스템(10)을 거쳐 오버플로우 공정으로 흐르는 유리의 주요 저항이었다. 하강관 안의 유리는 온도를 통제함으로써 유리 흐름을 통제한다. 하강관 파이프(7)에는 하강관 파이프(7) 안의 유리 밀도 분포를 통제하는 가열수단(주로 전기장치)이 있다. 보울(6)에는 유리 자유단이 있고, 자유단은 하강관 파이프(7)의 정압 분포를 결정한다. 유리 흐름을 통제하는데 개선된 방법은 미국특허공개 번호 제2006/0016219에 논의되고 있으며, 이는 참조문헌으로 본 명세서에 삽입된다.

[0049] 도 7A의 운송 시스템 구현예에 따르면, 교반기는 자유면(75)을 가지고 있으나, 교반기의 다운스트림(downstream)에 있는 파이너(73), 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5), 또는 전이 파이프(66)에는 자유면이 없다. 자유면은 유리 흐름을 통제하는데 중요한 요소이다. 상기 구현예(70)에서의 유리 흐름은 종래기술보다 파이너(73), 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5), 및 전이 파이프(66) 안의 온도 분포에 보다 많은 기능이 있다. 이는 유리 흐름을 통제에 있어서, 느린 반응(slaggy response)을 야기할 수 있다. 느린 반응을 극복하기 위하여, 운송 시스템 안의 정압은 교반기(34)의 펌핑 기능을 통해 통제된다.

[0050] 대부분의 설계된 교반수단에는 펌핑 기능이 있다. 미국특허번호 제6,763,684호는 그 하나의 예이며, 이는 참조문헌으로서 본 명세서에 삽입된다. 도 7B는 도 7A 교반기(34)의 섹션을 나타내는 것으로, 2개의 교반수단(71 및 72)이 보여지고 있다. 본 구현예에서, 교반수단(71 및 72)의 회전 속도는 운송 시스템안의 정수압(hydrostatic

pressure)을 변화시키는데 사용된다. 교반수단(71 및 72)은 동일 또는 다르게 설계될 수 있고, 동일 또는 반대 방향으로 회전할 수 있다.

- [0051] 설명하고자, 동일한 방향으로 회전하는 2개의 동일한 교반수단(71 및 72)이 있음을 고려하기로 한다. 교반수단(71 및 72)은 설계 회전 속도에서 적절한 펌핑기능(약 20 내지 250mm 유리, 본 실시예에서는 100mm 유리를 가정함)을 수행하도록 설계된다. 펌핑 기능은 교반수단이 회전하는 경우의 유리 자유면(75)의 높이와 교반수단이 회전하지 않는 경우의 유리 자유면(75)의 높이의 차이로 측정된다. 교반수단(71 및 72)이 정지된 경우, 교반기(34)의 입구(78)에서 용융 유리의 정수압은, 뉴턴식 유체 흐름에 기이한 압력 손실로 인해, 파이너 입구(73)에서 용융 유리(16)의 정수압보다 다소 높다. 용융 유리(16)는 정수압을 상승시키는 교반수단(71)을 통해 위로 흐른 후, 교반수단(71)과 동일한 방향으로 회전하면서 정수압을 감소시키는 교반수단(72)을 통해 아래로 흐른다. 교반수단이 회전하는 경우, 교반 장치(34) 및 파이너 입구(73)에서의 정수압은 실질적으로 동일하나, 교반 장치 챔버(34) 안 유리의 자유면(75)은 교반수단이 멈추어져 있는 경우 보다 100mm 더 높다(설계된 펌핑 기능). 유리 흐름이 감소되었음이 정해지면, 파이너 입구(73)에서의 정수압을 상승시켜 흐름을 예정된 수치까지 급격히 증가시킬 수 있다. 이는 교반수단(71)의 회전 속도를 증가시키고, 교반수단(72)의 회전 속도를 감소함으로써 가능하다. 각 교반수단의 회전속도가 5% 변하게 되면 파이너 입구(73)에서의 정압이 10% 변한다(10mm 유리). 유리의 균질성은 교반수단(71)을 통해 혼합시켜 약 5% 상승시키고, 교반수단(72)을 통해 혼합시켜 약 5% 감소시킴으로써 거의 동일하게 유지시킬 수 있다.
- [0052] 유리 유속을 통제하기 위한 펌핑 교반수단 속도 변화 전략은 본 발명의 다른 구성요소를 구비함 없이, 도 1에 보여지는 종래기술 형상에 직접적으로 응용할 수 있다. 보울 안에 자유면을 갖는 운송 시스템 경우, 상기 기술한 바와 같이 교반수단의 상대적 속도를 변화시키면 보울 안의 자유면 수준을 증가시킬 수 있어, 그 결과 하강관 파이프에 흐르는 정수두(hydrostatic head)를 증가시킬 수 있다. 본 발명의 구현예 또는 종래기술에 적용되는 교반기 통제 기능은 흐름 통제 대역폭(flow control bandwidth)을 증가시킬 수 있다. 이는 교반수단 회전 속도가 보통으로 돌아오는 시점인, 안정한 열 통제가 회복되는 시점까지 흐름 오차를 바로잡는데 사용될 것이다.
- [0053] 많은 산업 공정에서, 오거식(auger type) 장치가 액체 또는 슬러리 물질을 혼합 또는 펌핑하는데 사용된다. 본 발명의 운송 시스템에서의 교반기에는 바람직하게는 하나 이상의 오거, 즉 교반수단을 포함한다. 교반기의 유출 팁(outflow tip)에는 주요 공정 스트림(stream)과 용이하게 혼합하기 않는 볼텍스 흐름 지역이 있다. 이 지역에 부분적으로 가두어진 물질은 일반적으로 주요 공정 스트림과는 다른 물질 및/또는 물리적 특성을 가지며, 주요 공정 스트림의 물질과는 균일화되지 않는다. 상기 물질을 공정 스트림과 혼합시킬 경우, 오거, 즉 교반수단의 팁(tip)에서 흐르는 비균질화 물질로 인해 생산된 제품은 오거 스팟(auger spot)이라고 알려진 결함을 가지고 있다.
- [0054] 도 7B와 관련하여, 교반수단(72)의 팁(79)에서 흐르는 비균질화 유리(76)가, 도 5에 보여지는 파이너(50) 안의 영역(56)을 통해 흐르고, 도 4C에 보여지는 형성 시트의 원위 단부의 영역(46)으로 흐를 수 있도록 형성 섹션(77)을 설계한다. 따라서, 교반수단(72)의 팁(79)에서의 유리는 판매가능한 유리 시트 부위에 결함을 야기하지 않는다. 본 구현예는 본 발명의 일 구현예에서의 파이너(33)의 입구 단부(73) 또는 종래 기술에서의 파이너(3)의 원위 단부에 위치한 교반기(34)와 함께 사용될 수 있다.
- [0055] 도 7C는 교반수단(72)의 팁(79)과 관련된 형성 섹션(77)의 형태를 보여주는 교반수단(72)의 중심을 통과하는 섹션이다.
- [0056] 운송 시스템의 벽에 근접하여 흐르는 유리는 비균질성(조성 구배(코드), 시드, 및, 주석 청진된 유리 경우엔 백금 입자를 포함함)이 확대된다. 유리에서 청징제로 사용되는, 주석은 백금을 감소시켜 결국 백금 입자를 생산한다. 백금은 유리보다 밀도가 높고, 중력 가속도로 인해 일반적으로 입자가 운송 시스템의 하단으로 이동되도록 한다; 그러나 표면적 대 부피비가 높은 백금 입자는 운송 시스템 벽의 부근에서 계속 흐를 것이다. 다시 도 4B와 관련하여, 영역 (41) 및 (43)에서 벽과 근접해 흐르는 입자는 결국은 도 4C에 나타난 대응 영역의 형성 시트에 있게된다.
- [0057] 미국특허번호 제6,889,526호에는 도 4B의 영역(43)에서의 흐름을 도 4C의 사용불가능한 말단 섹션(45)으로 전환하는 방법이 논의되어 있으며, 이는 참조문헌으로 본 명세서에 삽입된다. 미국특허번호 제6,895,782호에는 도 4B의 영역(41 및 43)에서의 흐름을 도 4C의 사용불가능한 말단 섹션(45 및 47)으로 전환하는 방법이 논의되어 있으며, 이는 참조문헌으로 본 명세서에 삽입된다.
- [0058] 도 8A 내지 8C는 본 발명의 다른 구현예를 보여주는 것으로, 운송 시스템 구현예들(10, 30, 60 및 70) 중 일부

또는 모두에 삽입될 수 있다. 상기 구현예에는 하부관 파이프(7)의 출구 단부에서의 한세트의 흐름 베플(81 및 83)을 포함하고 있다. 상기 베플(81 및 83)의 상측면은 하강관 파이프(7)의 내부면에 대하여 일정한 각도(82)만큼 각져있다. 각도(82)는 -10도에서 45도까지 다양하다. 도 4B 및 8B를 비교하면 도 8B의 흐름 베플(81 및 83)이 하강관 파이프(7) 안에서 유리 흐름(41 및 43)과 동일한 각도 지점에 위치하고 있어, 이 지점의 유리 흐름을 도 4B의 하강관 파이프(7)의 지점(44 및 46)으로 전환시킬 수 있음을 보여준다. 상기 흐름 베플(81 및 83)은 도 4B 영역(41 및 43)에서의 유리 흐름을 도 4C에 나타난 사용불가능한 단부 섹션(45 및 47)으로 전환시킬 수 있는 다른 기술이다. 본 구현예는 본 발명의 일 구현예에서의 파이너의 입구 단부 또는 종래기술에서의 파이너의 원위 단부에 위치한 교반기를 함께 사용할 수 있다.

[0059] 도 9A 내지 9D는 여기서 "걸 윙(Gull Wing)"로 정의된 형태를 갖는 듀얼 꼭대기 파이너(dual apex finer) 횡단면에 관한 다양한 구현예를 보여준다. 도 9A의 구현예는 파이너 벤트 지점이 아니라는 것을 제외하고는 도 5에서 보여진 횡단면과 동일하다. 단부 코너는 직선부(straight sections) 사이에 위치한 커다란 반경(91)을 가지고 있다. 도 9B의 구현예는 직선부 사이의 코너(93)가 반경(radii) 또는 모따기(chamfer)가 없는 것을 제외하고는 전체적으로 동일한 형태를 갖는다. 도 9C의 구현예는 직선부 사이에 모따기된 코너(94)를 갖고 있다. 도 9A, 9B, 및 9C의 구현예들은 횡단면에서 자유면을 가지고 있지 않음을 보여주고 있다.

[0060] 도 9D의 구현예는 단부에 보다 작은 반경(95)을 가지고 있고, 꼭대기(57)에는 자유면 섹션(99)을 가지고 있다. 자유면 섹션(99)은 도 11A 및 11B에 보여지듯이, 벤트가 일정한 거리의 교반기를 향해 뒤로 연장되어 있다. 이는 유리 자유면(98)에 보다 큰 면적을 제공한다. 자유면(99) 길이(112)는 원할 경우, 파이너의 전체 길이일 수 있다. 자유면 길이는 냉각 및 컨디셔닝 섹션(5)으로 연장될 수도 있다. 도 9B와 관련하여, 파이너의 전체 너비(97) 대 파이너의 꼭대기(57) 간의 너비(96)의 비율은 1.15 내지 2.25 이다. 바람직한 구현예에서, 너비 비율은 1.25 내지 1.75 이다.

[0061] 도 10A, 10B, 10C, 및 10D는 추가적인 듀얼 꼭대기 파이너 횡단면을 보여준다. 도 10A의 구현예는 평평한 하단(101)을 구비하고 있는 것을 제외하곤 도 9A와 동일하다. 도 10B의 구현예는 V형 및 커다란 단부 반경(106)을 형성하는 하단 섹션(102)을 갖는다. 본 구현예의 잇점은 유리 안의 무거운 입자가 시트의 사용불가능한 원위 에지(distal edge)를 형성하는 섹션(56)으로 이동한다는데 있다. 만약 큰 백금 입자가 운송 시스템의 백금 벽을 환원하는, 주석 정제된 유리안의 주석에 기인된 경우, 본 구현예는 유용하다. 도 10C는 원통형의종래 기술 파이너를 변형시킨 듀얼 꼭대기이다. 하단은 원형(103)이고, 꼭대기는 보다 작은 반경을 갖도록 형성되어 있다. 본 구현예는 실린더형 파이너의 구조적 안정성을 상당히 갖고 있으나, 평평한 파이너만큼의 청징 효율성을 갖고 있지 않다. 도 10D의 구현예는 타원형 듀얼 꼭대기 파이너이다. 하단(104)은 큰 타원이고, 2개의 꼭대기(57)는 2개의 작은 타원이 함께 라운드져 형성되어 있다. 본 파이너는 도 10C의 듀얼 꼭대기 실린더형 파이너보다 청징 효율이 높다.

[0062] 파이너 횡단 면적 대 파이너 높이의 비율은 파이너의 청징 성능을 상대적으로 보여준다. 흐름의 면적이 클수록, 용융 유리는 파이너를 보다 천천히 통과해 흘러, 시드가 올라가는데 보다 많은 시간을 필요로 한다. 파이너의 높이가 낮을 수록, 시드가 올라가야 하는 거리가 짧아진다. 상기 2개 파라미터의 비율은 본 명세서에서 "성능 비율"로 정의된 추가 파라미터를 도출한다. 성능 비율이 높을수록, 파이너를 시드를 보다 효과적으로 제거한다. 성능 비율은 하나의 성능지수(figure of merit)이지만, 특히 파이너 횡단면이 보다 복잡한 경우에는 성능을 정확히 결정할 수 없다.

[0063] 도 20 내지 29는 미국특허번호 제7,150,165호 및 미국특허공개번호 제2007/0084247호에 교시된 다양한 파이너 횡단면을 보여준다. 도 27A 내지 27H의 횡단면 형상은 모두 동일한 둘레를 갖고 있고, 설계비용은 실질적으로 같다. 표 1은 각 횡단 형상에 대한, 높이, 너비, 횡단 면적, 너비 대 높이 비율(종횡비) 및 성능비율을 보여준다.

[0064] [표 1]

도면	높이	너비	중횡비	면적	성능 비율
27A	0.3183	0.3183	1.00	0.0796	1.00
27B	0.1497	0.4489	3.00	0.0528	1.41
27C	0.2500	0.2500	1.00	0.0625	1.00
27D	0.1250	0.3750	3.00	0.0469	1.50
27E	0.1367	0.4102	3.00	0.0529	1.55
27F	0.1400	0.4200	3.00	0.0546	1.56
27G	0.1396	0.4188	3.00	0.0545	1.56
27H	0.1383	0.4148	3.00	0.0547	1.58

[0065]

[0066]

모든 형상의 둘레는 동일하고, 1.00 유닛 거리로 표준되어 있어, 표1은 동일한 가격의 원료물질을 갖는 형상들을 비교한 것이다. 다양한 형태의 성능 비율(횡단 면적을 높이로 나눈 값)을 간단히 비교하기 위해, 종래 기술인 원통형 파이너(도 27A)의 성능 비율을 1.00으로 조정하였다. 이는 면적을 높이로 나눈 값을 4개의 인자와 곱셈을 하여 얻어졌다.

[0067]

도 27A는 종래 기술로 알려진 원통형 횡단면을 보여준다. 원통형 파이너는 1.00의 중횡비와 1.00의 성능 비율을 갖는다. 반대로, 본 발명의 파이너의 횡단면 형태는 실질적으로 1.00 보다 큰 너비 대 높이 비율(중횡비)를 갖는다. 파이너의 중횡비는 바람직하게는 1.50 이상이다. 바람직한 구현예에서, 파이너의 중횡비는 약 3.00이다. 다른 바람직한 구현예에서, 파이너의 중횡비는 약 6.00이다. 도 27B는 본 중횡비가 3.00인 본 발명의 타원형 횡단면을 갖는 파이너를 보여준다. 그 성능 비율은 1.41로, 이는 도 27A의 원통형 횡단면 보다 빠르게 시드를 제거함을 의미하는 것이다.

[0068]

도 27C는 정사각형 횡단면을 갖는 파이너를 보여준다. 그 성능 비율은 1.00이기에, 도 27A의 원통형 횡단면을 구비한 파이너와 약 동일한 효율로 시드를 제거한다.

[0069]

도 27D는 본 발명의 직사각형 횡단면을 갖는 파이너를 보여준다. 본 파이너는 3.00의 중횡비 및 1.50의 성능 비율을 갖는다. 본 파이너는 도 27A의 원통형 횡단면을 갖는 파이너, 또는 도 27C의 정사각형 횡단면을 갖는 파이너보다 실질적으로 빠르게 시드를 제거한다.

[0070]

도 27E, 27F, 27G 및 27H는 실질적으로 직사각형 횡단면을 갖는 다양한 파이너의 구현예들이다. 상기 구현예 모두는 3.00의 중횡비를 갖는다. 도 27E의 파이너는 변(side), 또는 코너(바람직하게는 모따기 또는 굴곡져 있음)를 구비한 직사각형 횡단면을 갖고 있다. 도 27F는 라운드져 있거나, 굴곡진 변을 갖는 직사각형 횡단면을 보여준다. 도 27G는 라운드지거나 굴곡진 변(side) 및 아치형의 상부 및 하부를 갖는 직사각형 횡단면을 보여준다. 이러한 설계는 구조적 견고함을 증가시킨다. 도 27H는 상단(278) 및 하단(279)면이 평행하지 않은 것을 제외하고는 도 27G의 형태와 유사한다. 도 27G의 평행한 상단(278) 및 하단(279)면의 중심에서의 유속은 변(271) 보다 다소 빠르다. 도 27H의 횡단면은 하단면(279)이 상단면(278) 보다 아치형으로 되어 있어, 중심에서의 수직 거리(270)는 다소 작다. 이와같이 변한 횡단면은 중심에서의 유리의 상대적 속도를 느리게 하고, 올라가야할 시드의 거리를 감소시킨다. 이는 청징 성능을 보다 큰 백분율의 파이너 너비로 나눈 것과 동일하다.

[0071]

도 28A 내지 28H 및 도 29A 내지 29H는 청징 성능(finishing capability)이 개선된 파이너 형태를 추가로 보여준다. 도 28A 내지 도 28H에서, 파이너의 상단면(283) 둔각(280)을 갖는 꼭대기 또는 리지(283)를 구비한 맞배지붕 형태(gabled roof shape)로서, 이는 시드가 파이너의 중심으로 이동시켜, 대기 벤트를 통해 시드가 보다 용이하게 발산되도록 한다. 본 발명의 몇몇 구현예에서, 시드가 파이너의 꼭대기(283)로 이동하는 것은 파이너의 상단면(281)에 부착된 좁은 청징 격벽(finishing ribs)(296)을 통해 향상된다. 이와같은 청징 격벽(296)은 또한 파이너 상단면(281)에 구조적으로 보강시킨다.

[0072]

도 28A는 경사진 맞배지붕(281)을 구비한 5각형의 파이너 횡단면을 보여주는 것으로, 그 중심(283)에 둔각(280)을 갖고 있다. 횡단면의 변(284)는 평행하다. 둔각(280)이 180도에 접근할수록, 실질적인 일반 형상은 직사각

형이다. 중심에서의 높이(288)은 단부에서의 높이(289)보다 크다. 도 28B는 상단(281) 및 반대의 하단(282)이 평행하고, 단부(284)가 평행한 6개의 변을 갖는 파이너 횡단면을 보여준다. 지붕 벤트(298)의 너비(297)가 또한 제공되어 있다. 도 28C는 상단(281) 및 반대의 하단(282)이 평행하고, 단부(284)가 상기 상단 및 하단에 수직인 6개의 변을 갖는 파이너 횡단면을 보여준다. 중심 개구부(center opening)(295)를 구비한 청징 격벽(296)이 또한 보여진다. 도 28D는 단부(284)에 단일 모따기를 구비한 도 28B의 횡단면을 보여준다. 중심 개구부를 구비한 청징 격벽(296)이 또한 보여진다. 지붕 벤트(298)의 너비(297)가 또한 제공된다. 도 28E는 6개의 변, 라운드진(286) 단부(284)를 가지고 있으며, 상단 반경(286) 및 하단 반경(286)은 크기가 다르다. 도 28E의 상단(281) 및 하단(282)은 평행하지 않고, 하단(282)은 각이져 있어, 중심(283)에서의 높이(288)가 단부(284)에서의 높이(289)보다 작다. 도 28F는 모따기된(285) 상단 단부 및 라운드진(286) 하단 단부(284)를 갖는 도 28B의 횡단면을 보여준다. 지붕 벤트(298)가 또한 제공된다. 도 28G는 완전히 라운드진(286) 단부(284)를 구비한 도 28C의 횡단면을 보여준다. 도 28G는 또한 수평의 하단부(287)를 갖고 있어 중심의 높이(288)이 단부(284)의 높이보다 크도록 한다. 도 28H는 모따기된(285) 단부(284)를 구비한 도 28D의 횡단면을 보여주며, 모따기는 다른 크기를 갖고 있다. 지붕 벤트(298)가 또한 제공된다.

[0073] 도 29A 내지 29H에서, 파이너의 상단은 고딕 아치형(291)이며, 이는 꼭대기(283)을 갖고 있어 시드가 파이너의 꼭대기(283)으로 이동하여 대기 벤트에서 보다 용이하게 분사되도록 한다. 본 발명의 일부 바람직한 구현예에서, 시드가 파이너의 꼭대기(283)으로 이동하는 것은 파이너의 상단면(291)에 부착된 좁은 격벽(296)을 통해 증가된다. 이와같은 청징 격벽(296)은 또한 파이너 상단면(291)의 구조적인 보강을 제공한다.

[0074] 고딕 아치형(291)는 도 28A 내지 29H의 직선의 상단면(281) 보다 구조적으로 개선된 것이다. 고온의 작동 온도에서, 직선의 비지탱 백금 기둥(281)을 갖는 파이너는 변형되는 경향을 갖는다. 그러나, 고딕 아치(291)은 자연적으로 구조적인 강도를 갖고있어 변형을 저지한다. 내부에 유리 자유면을 갖지 않는 파이너는 초기 조건동안에 변형 문제를 주로 가지는데, 이는 파이너가 유리로 채워지면, 파이너 안 유리의 정수두(hydrostatic head)가 내화성 백킹재(backing material)에 대하여 백금 프레스(platinum press)를 만들 수 있는 힘을 제공하기 때문이다. 상단면(281) 및 (291)의 변형은 유리가 내부 유리 자유면을 갖는 파이너의 경우 가장 중요하다.

[0075] 도 29A는 그 상단면(291)이 그 꼭대기 또는 리지(283)에 둔각을 구비한 아치형이며, 단부(284)는 둔각(290)을 구비하며, 또한 평평한 하단(292), 및 평행한 단부(284)를 구비하고 있다. 도 29B는 고딕 아치형의 상단면(291)과 함께 상단면(291)과 등거리의 윤곽을 갖는 하단면(292), 평행한 단부(284) 및 꼭대기(283)에서 너비(297)을 갖는 꼭대기 벤트(이는 리지 벤트(298)로도 칭함)를 갖는다. 도 29C는 고딕 아치형의 상단면(291)과 함께 상단면(291)과 등거리의 윤곽을 갖는 하단면(292), 하단면(292)과 직각을 형성하는 단부(284)를 갖는다. 도 29C는 또한 수평 바닥부(287)를 가지고 있어 중심에서의 높이(288)가 단부(284)에서의 높이(289)보다 크다. 중심 개구부(295)를 갖는 청징 격벽(296)이 또한 보인다. 도 29D는 단부(284)에 단일 모따기(285)를 갖는 도 29B의 횡단면을 보여준다. 중심 개구부(295) 및 꼭대기 벤트(298)를 갖는 청징 격벽(296)이 또한 보여진다. 도 29E는 고딕 아치형의 상단면(291)과 함께 꼭대기(283)로부터의 수직 거리(288)가 단부(284)에서의 높이보다 작은 오목한 하단면(292) 및 다른 반경의 라운드진 단부(286)를 갖는다. 도 29F는 모따기된(285) 상단 단부 및 라운드진(286) 하단 단부(284)를 갖는 도 29B의 횡단면을 보여준다. 도 29G는 완전히 라운드진(286) 단부(284)를 갖는 도 29C의 횡단면을 보여준다. 도 29H는 다른 크기의 모따기된 (285) 단부(284)를 갖는 도 29D의 횡단면을 보여준다. 도 29H에서, 중심 개구부가 없는 청징 격벽(296) 및 너비(297)를 갖는 꼭대기 벤트(298)이 또한 보여진다.

[0076] 도 28F, 28H, 29F, 및 29H은 상단면(281)과 연결한 구조 부재(299)를 보여준다. 구조 부재는 꼭대기 벤트가 일정한 너비(297)를 유지한다. 바람직한 구현예에서, 구조 부재(299)는 유리 흐름 방향에 평행한 웹면(web surface)을 갖는 웹이다. 웹(299)은 원하는 구조적 강도를 제공하도록 꼭대기(283)을 따라 간격을 두고 이격되어 있다. 다른 바람직한 구현예에서, 웹은 청징 격벽(296)간의 거리를 확장시키나, 청징 격벽에 개구부를 가지고 있어 시드가 청징 격벽(296)로부터 꼭대기 벤트(298)로 이동시킨다. 다른 바람직한 구현예에서, 구조 부재는 원하는 구조적 강도를 제공하도록 꼭대기(283)를 따라 일정한 간격을 두고 이격된 버팀보(struts)이다.

[0077] 도 28C, 28D, 28H, 29C, 29D, 및 29H에 보여지는 청징 격벽(296)은 파이너의 상단면(281)에 따른 유리 흐름 방향으로 움직이는 시드를 가둔다. 청징 격벽(296)은 특이한 형상을 갖는 배플이다. 청징 격벽은 주로 파이너의 상단면(281)에 부착되고, 상단으로부터 파이너 높이(288)의 약 5 내지 40 퍼센트 아래로 확장되어 있다. 시드를 가두는 것 외에도, 청징 격벽은 파이너의 상단면에 구조적 보강을 제공한다. 가두어진 시드는 뭉쳐 큰 덩어리가 되며, 이후 부력에 의해 리지 또는 꼭대기(283)으로 이동한다. 도 28C, 28D, 29C, 및 29D에는, 지붕 벤트(298)의 예지(295)에 결합된 청징 격벽이 나타나 있으며, 시드는 지붕 벤트(298)로 상승하고, 시드는 파이너의 출구 단부에 있는 대기 벤트로 유리가 흐르는 방향을 따라 움직인다. 도 28H 및 29H에서, 청징 격벽(296)은 파이너의

꼭대기(283)을 따라 확장하며, 구조 부재(289)의 방식과 동일하게 구조적 견고함을 제공한다. 청징 격벽(295)의 상단은 꼭대기 벤트(298)로 개방되어 있어 시드가 지붕 벤트(298)로 상승하고, 시드는 파이너의 출구 단부에 있는 대기 벤트로 유리가 흐르는 방향을 따라 이동한다.

[0078] 도 28B, 28F, 29B, 및 29F에 보여진 꼭대기 벤트(298)는 라운드진 횡단면을 갖고 있으나, 도 28D, 28H, 29D, 및 29H에 보여진 꼭대기 벤트(298)는 직사각형의 횡단면을 갖는다. 횡단면은 라운드지거나 모깎기된 코너를 구비한, 삼각형, 사다리형, 또는 오각형으로 대체될 수 있다. 꼭대기 벤트(298)은 청징 격벽(298)을 거쳐 꼭대기(283) 영역으로 움직인 시드가 파이너의 출구 단부에 위치한 벤트로 용이하게 이동할 수 있도록, 청징 격벽(296)과 함께 결합하여 작동한다.

[0079] 도 20A, 20B, 및 20C는 밀봉 파이너의 청징 효율을 최대화할 수 있는 반경 크기의 범위를 보여준다. 도 20A에서, 그 중심에서의 높이는 (203)이며, 총 너비는 (201)이다. 파이너는 유리의 자유면(208)의 너비가 파이너(201) 너비의 75 퍼센트 미만이면 밀봉된 파이너로 여겨진다. 상단이 수평이고, 유리가 상단과의 접촉이 그 전체 너비보다 많은 직사각형 파이너는 도 20B 및 20C에 보여지는 밀봉된 파이너로 여겨진다. 도 20A는 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 반경(204)은 파이너안 유리(202) 높이의 20퍼센트와 같으며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 반경(205)은 파이너안 유리(202) 높이의 20퍼센트와 같다. 도 20B는 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 반경(204)은 파이너안 유리(202) 높이의 50퍼센트와 같으며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 반경(205)은 파이너안 유리(202) 높이의 50퍼센트와 같다. 도 20B에서, 반경은 동일하며, 반경은 파이너의 확장된 에지를 포함하고 있다. 도 20C에서, 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 반경(205)은 파이너안 유리(202) 높이의 20퍼센트와 같으며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 반경(204)은 파이너안 유리(202) 높이의 50퍼센트와 같다. 20퍼센트 내지 20 퍼센트 범위 안에서 상단 및 하단 반경을 조합하면 사용된 백금의 품질에 비하여 파이너의 효율은 증가한다.

[0080] 도 21A, 21B, 및 21C는 밀봉 파이너에 대하여 청징 효율을 최대화할 수 있는 모따기의 크기 범위를 보여준다. 파이너는 유리의 자유면(218)의 너비가 파이너(219) 너비의 75 퍼센트 미만이면 밀봉된 파이너로 여겨진다. 상단이 수평이고, 유리가 상단과의 접촉이 그 전체 너비보다 많은 직사각형 파이너는 밀봉된 파이너로 여겨진다. 도 21A에서 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(214)는 파이너안 유리(202) 높이의 14퍼센트까지는 45도(°)로 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(215)는 파이너안 유리(202) 높이의 14퍼센트까지는 45도(°)로 동일하다. 도 21B에서 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(214)는 파이너안 유리(202) 높이의 30퍼센트까지는 45도(°)로 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(215)는 파이너안 유리(202) 높이의 30퍼센트까지는 45도(°)로 동일하다. 모따기는 도 21B에서 동일하다. 도 21C에서 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(215)는 파이너안 유리(202) 높이의 14퍼센트까지는 45도(°)로 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(214)는 파이너안 유리(202) 높이의 30퍼센트까지는 60도(°)로 동일하다. 파이너 안 유리(202) 높이의 14퍼센트 내지 30 퍼센트까지는 45° 내지 60° 안에서 상단 및 하단 모따기를 조합하면 사용된 백금의 품질에 비하여 파이너의 효율은 증가한다.

[0081] 도 22A, 22B, 및 22C는 자유면 파이너에 대한 청징 효율을 극대화하는 반경 크기의 범위를 보여준다. 파이너는 유리의 자유면(228)의 너비가 파이너(221) 너비의 75 퍼센트 초과하면 자유면 파이너로 여겨진다. 도 22A는 상단 및 하단 변 반경인 (224) 및 (225)가 파이너 횡단면 높이(223)의 절반과 같은 반-원형 변(semi-circular side)을 갖는 자유면 파이너를 보여준다. 도 22B에서 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 반경(224)는 파이너안 유리(222) 높이의 71퍼센트와 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(225)는 파이너의 높이의 20퍼센트와 동일하다. 도 22C는 파이너의 변 교차점에 대한 상단 에지는 반경을 갖지 않는다. 도 22C에서 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 반경(224)은 파이너안 유리(222) 높이의 20퍼센트와 동일하다. 파이너 높이의 0 퍼센트 내지 50 퍼센트 범위의 상단 반경을 파이너 안 유리 높이의 20 퍼센트 내지 71 퍼센트 범위의 하단 반경과 조합하면 사용된 백금의 품질에 비하여 파이너의 효율은 증가한다.

[0082] 도 23A, 23B, 및 23C는 자유면 파이너에 대한 청징 효율을 극대화하는 모따기 크기의 범위를 보여준다. 파이너는 유리의 자유면(228)의 너비(227)가 파이너(221) 너비의 75 퍼센트 초과하면 자유면 파이너로 여겨진다. 도 23A에서, 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(234)는 파이너 높이의 30퍼센트까지는 45도(°)로 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(235)는 파이너 높이(223)의 30퍼센트까지는 45도(°)로 동일하다. 도 23B에서, 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(234)는

파이너안 유리(222) 높이의 71퍼센트까지는 45도(°)로 동일하며, 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지의 모따기(235)는 파이너 높이(223)의 20퍼센트까지는 45도(°)로 동일하다. 도 23C에서 파이너의 변 교차점(side intersection)에 대한 상단 에지에서의 모따기(234)는 없다. 도 23C에서, 변 교차점(side intersection)에 대한 하단 에지의 모따기(234)는 파이너의 높이의 30퍼센트까지는 60°로 동일하다. 파이너 높이의 45° 내지 60° 및 0 퍼센트 내지 50 퍼센트 범위의 상단 모따기를 파이너 안 유리 높이의 30 퍼센트 내지 71 퍼센트까지 45° 내지 60° 범위의 하단 모따기와 조합하면 사용된 백금의 품질에 비하여 파이너의 효율은 증가한다.

[0083] 도 24A 내지 24D는 인버티드 꼭대기 파이너(inverted apex finer)의 구현예를 보여주는 것으로, 꼭대기는 아래로 위치하고 있고(인버티드), 외부 에지(outside edges)(244)가 파이너 횡단면에서 수직으로 가장 높은 부분이 된다. 도 25는 도 24A의 것과 유사한 횡단면을 갖는 파이너(251)의 모습이다. 유리는 입구 단부(253)에서 파이너(251)로 들어간다. 상기 구현예에서, 시드는 외부 에지로 상승하고, 파이너(251)의 출구 단부(251)의 상단을 전체에 걸쳐있는 벤트 또는 파이너(251)의 출구 단부(254)에서 2개로 분리된 벤트(255)로 분산된다. 상기 형상은 특히 단일의 중심 출구(254)에 사용할 수 있다.

[0084] 도 24A는 인버티드 꼭대기(243)에서 둔각(240)을 갖는 직선 하단 부재(242)를 보여준다. 상단 부재(241)은 하단 부재(242)에 평행하다. 변(sides)(244)는 동일한 반경(246)을 통해 하단 및 상단과 결합된다. 도 24B는 인버티드 꼭대기(243)에 결합된 직선 하단 부재를 보여준다. 상단 부재(241)은 하단 부재(242)와 평행하다. 변(244)은 동일하지 않은 모따기(245)를 통해 하단 및 상단과 결합된다. 상단면을 따라 계속이어지는 청징 격벽(247)은 각 상단부의 외부 코너(249)에서 종료되어, 시드가 벤트(255)를 향해 흐르도록 한다. 도 24C는 인버티드 꼭대기(243)에서 둔각(240)을 갖는 곡선형의 하단 부재(242)를 보여주는 것으로, 결국 인버티드된 고덕 아치를 형성하고 있다. 상단 부재(241)는 하단 부재(242)와 등거리에 있다. 변(244)은 동일하지 않은 반경(246)을 통해 하단 및 상단과 결합된다. 도 24D는 인버티드된 꼭대기(243)에서 결합된 곡선형 하단 부재(242)를 보여준다. 상단 부재(241)은 하단 부재(242)와 등거리에 있다. 변(244)은 둔각을 통해 하단 및 상단과 결합된다. 변(244)은 시드가 출구 단부 벤트(255)를 향하도록 안내하는, 코너 벤트(248)를 통해 하단 및 상단과 결합된다. 상단면을 따라 계속이어지는 청징 격벽(247)은 각 상단부의 외부 코너(249)에서 종료되어, 시드가 코너 벤트(248)에서 흘러 출구 단부 벤트(255)를 향하도록 한다. 인버티드 맞배지붕 파이너의 바람직한 구현예는 140도의 둔각(240)을 갖는다. 190도 내지 90도 범위의 둔각 또한 본 발명의 사상 범위에 있다. 인버티드된 고덕 아치 지붕 파이너의 바람직한 구현예는 160도의 꼭대기 둔각(240) 및 130도의 단부 둔각(250)을 갖는다. 추가로, 꼭대기 둔각(240)의 경우 178도 내지 130도 범위의 둔각을 가지고 단부 둔각(250)의 경우 160도 내지 90도 범위를 갖는 둔각도 본 발명의 사상 범위에 있다.

[0085] 도 26은 입구(263), 출구(264), 및 2개의 대기 벤트(265)를 갖는 파이너(261)의 하나의 예를 보여주는 것으로, 이는 복수의 횡단면을 가지고 있다. 파이너(261) 형상은 파이너(261)의 길이 부위에 있어서 직사각형의 횡단면을 갖는 입구 단부(263)를 가지고 있고, 우선 라운드진 단부(266)를 갖는 직사각형 횡단면으로 변하며, 이후 라운드진 단부(262)를 갖는 인버티드 꼭대기로 변한 뒤, 마침내 원형의 출구(264)로 변하게 된다. 도 26의 횡단면은 또한 다른 종횡비를 갖는다. 직사각형 입구(263)는 종횡비가 2이다. 라운드진 단부(261)를 갖는 직사각형 횡단면 및 라운드진 단부 횡단면(262)을 갖는 인버티드된 꼭대기 각각은 종횡비가 3이다. 원형 출구의 종횡비는 1이다. 도 26의 횡단면 및 종횡비의 조합은 본 명세서에 기술된 횡단면 및 종횡비가 복수의 횡단면 파이너에서 결합될 수 있는지와 관련된 하나의 예이다.

[0086] 바람직한 구현예에서, 파이너 종횡비는 그 길이를 따라 다양하며, 도 20 내지 29에 나타난 횡단면, 또한 도 5, 도 9A 내지 9D, 및 도 10A 내지 10D에 나타난 횡단면을 포함하고 있는 미국특허번호 제7,150,165호 및 미국특허 공개번호 제2007/0084247호의 횡단면은 참조문헌으로써 본 명세서에 삽입된다.

[0087] 도 11A 및 11B는 파이너(113) 안에 큰 자유면(118)을 갖는 본 발명의 일 구현예를 보여주는 것으로, 유리 자유면 수준 측정 장치(117)가 제시되어 있다. 도 9D에 보여진 자유면 섹션(97)은 파이너 벤트(115)에서 교반기(34)를 향해 일정거리(112)만큼 뒤로 연장되어 있다. 파이너는 일정 각도(119)만큼 아래로 경사져 있어 자유면(118)이 일정한 깊이를 갖도록 한다. 각도(119)는 파이너(113)에서 흐르는 유리의 유체 헤드 손실(fluid head loss)에 매치되도록 설계된다. 자유면 섹션(97) 길이(112)는 원하면 파이너의 전체 길이일 수 있다. 심지어 냉각 및 컨디셔닝 섹션(5)까지 확장될 수도 있다.

[0088] 도 11B는 전통의 유리 접촉 수준 측정 장치(117)를 사용한 본 발명의 일 구현예를 보여준다. 유리 산업에서는 50년 이상동안 유리 접촉 수준 측정 장치를 사용해왔다. 상기 장치는 매우 신뢰성이 있으며 값이 저렴하지만,

상기 장치가 접촉하는 유리가 판매가능한 제품의 일부인 경우 유리 제품에 결함을 종종 발생시킨다. 상기 장치는 파이너 벤트(115) 중 한 곳에 설치되어 본 발명에서 사용될 수 있는데, 이는 상기 장치가 접촉하는 파이너 벤트의 유리는 도 4C에 보여지듯이, 형성 유리 시트의 사용 불가능한 입구 에지(45)가 되기 때문이다.

[0089] 도 12A 및 12B는 파이너(123) 안에 큰 자유면(118)을 갖는 본 발명의 일 구현예(120)를 보여주는 것으로, 유리 자유면 수준 측정 장치(127)가 제시되어 있다. 유리 산업은 레이저 측정 장치를 약 30년 동안 사용해왔다. 상기 장치는 신뢰성이 있으나, 유리 자유면(118)로부터 반사되는 가시선이 필요하다. 도 1에 보여진 전통적 보울(6)에서 레이저 수준 장치를 구성하는 것은 어려우나, 듀얼 꼭대기 파이너의 꼭대기의 긴 총축 거리(122)는 설치하는데 보다 적절한 공간을 제공한다. 상기 장치는 파이너 벤트(125) 중 한 곳에 설치되어 본 발명에서 사용될 수 있는데, 이는 대기에 노출된 유리가 최종적으로는 도 4C에 보여지는 형성 유리 시트의 사용 불가능한 입구 에지(45)가 되기 때문이다.

[0090] 도 13은 본 발명의 다른 구현예(130)를 보여주는 것으로, 정수압을 제공하는 펌핑 기능을 갖는 교반기로 인해 유리는 용융로(2)에서 형성공정으로 흐를 수 있게된다. 미국특허번호 제6,763,684호는 펌핑 기능을 갖는 교환기기의 하나의 예를 개시하고 있으며, 이는 참조문헌으로 본 명세서에 삽입된다. 파이너(133)는 위로 경사져 있고(139), 용융로 안 유리 자유면(136)의 유리 수준은 냉각 및 컨디셔닝 파이프(135)의 하단(138)보다 일정 거리(137)만큼 수직 아래에 있게되어, 교반수단이 정지되는 경우 중력 가속도로 인해 유리가 시트 형성 장치로 흐르지 않는다. 교반기(34)의 교반수단은 중력을 극복하고, 유리 수준이 냉각 및 컨디셔닝 파이프(135)의 하단(138)보다 수직 위에 있도록 하는데 충분한 정수압을 발생할 수 있도록 작동되어, 결국은 유체가 시트 형성 장치로 흐를 수 있게한다. 본 구현예는 시트 형성 장치로 흐르는 것을 차단하는, 도 1에 나타난 종래 기술인 니들(needle)(13)을 대체하는 방법이다.

[0091] 도 14A 내지 14D, 도 15A 및 15B, 그리고 도 16A 내지 16D는 주석이 백금을 환원해 발생하는 백금 입자가 유리 시트의 판매가능한 부위를 오염시키는 것을 차단시키는 본 발명의 구현예들을 보여준다. 파이너(153) 또는 냉각 및 컨디셔닝 섹션(155)에서 발생된 백금입자는 유리 유로 중 일 영역에 격리가 되어, 하강관 파이프(7) 내지 입구 파이프(158) 경계(14) 부분의 유리 오버플로우 장치를 통해 폐기될 수 있다.

[0092] 도 14A 내지 14D는 파이너의 횡단면을 보여주는 것으로, 자유면(148)이 파이너의 대다수 너비를 넘어서고 있다. 이와같은 너비의 자유면(148)의 잇점은 유리안의 주석이 파이너의 백금 상단면과 접촉하지 않아, 화학적으로 백금을 환원시키지 않는다는 점이다. 도 14A의 구현예는 커다란 단부 반경(147), 평평한 상단(149) 및 얇은 V형의 하단(141)을 갖는다. 도 14B의 구현예는 V형을 형성하는 하단부(142) 및 커다란 단부 반경(146)을 갖는다. 이는 주석 정제 유리에서, 운송 시스템의 백금벽을 주석이 환원시킴으로써 백금입자가 야기되는 경우 유용하다. 도 14C의 구현예는 평평한 상단(149)을 갖도록 변형된 원통형(143) 파이너이다. 이는 자유면(148)을 가지고 있다. 본 구현예는 실린더 형 파이너의 구조적 견고함을 상당한 부분 가질 수 있게하나, 높은 종횡비 파이너만큼의 청정 효율을 가지고 있지는 않다. 도 14D의 구현예는 타원형 파이너이다. 하단(144)은 큰 타원형이고 상단은 2개의 작은 타원형(145)이 평평한 상단(149)와 함께 연결되어 형성된다. 이는 자유면(148)을 가지고 있다. 본 파이너는 도 14C의 원통형 파이너보다 청정 효율이 우수한다. 상기 너비의 상단 자유면을 갖는 파이너 횡단면의 잇점은 백금 입자가 유리 스트림의 중심으로 내려가지 않는다는 것이다. 무게 대 부피비가 작은 입자는 수직면 및 하단면 부근에 머무른다. 무게 대 부피비가 큰 입자는 수직면에서 바닥면으로 이동한다. V형 바닥 및 라운드진 바닥을 갖는 구현예의 잇점은 유리 안에서 무게 대 부피비가 큰 입자가 선택(56)으로 이동하여, 시트의 사용불가능한 원안 에지를 형성한다는 점이다. 도 14A 내지 14D의 파이너에 보여진 평평한 상단(149) 백금 사용에 있어 가장 경제적이다. 아치형 또는 굴곡진 상단은 구조적인 이유로 바람직할 수 있으며, 기능면에 있어서 어떠한 변화없이도 평평한 상단을 대체할 수 있다.

[0093] 도 15A는 본 발명의 일 구현예에 따른, 완전한 길이의 자유단을 갖는 경사진 파이너 및 입구 파이프 경계 아래에 오버플로우 장치를 구비하고 있는 "오버 플로우 공정" 유리 시트 제조 시스템(150)의 주요 부분을 보여준다. 입구 파이프(158)는 오버플로우 장치를 포함하도록 변형되었고, 이를 통해 총 유리 스트림 중 작은 퍼센트(154)가 흐른다.

[0094] 도 15B는 본 발명의 일 구현예에 따른, 파이너 벤트(15)에 표면 베플(152)을 포함하고 있는, 도 15A에 나타난 완전 길이의 자유면 파이너(153), 냉각 및 컨디셔닝 섹션(155), 및 전이 섹션(156)의 횡단면을 보여준다. 파이너(153)은 유리가 파이너(153)를 통과해 흘러 발생하는 정수압 손실에 비등한 각도(159)만큼 경사져 있으며, 그 결과 유리 자유면(158)은 동일한 각도(159)만큼 아래로 경사진다. 냉각 및 컨디셔닝 섹션(155)의 유리 자유면은 유리가 냉각됨에 따라 정수압 손실이 증가하기 때문에 아래를 향해 굴곡진다(157). 벤트(15)의 다운 스트

림 변(downstream side)에 위치한 배플(1520는 표면 버블을 가두어, 이들이 응집, 붕괴된 후 대기로 방출되도록 한다.

- [0095] 도 16A는 본 발명의 일 구현예에 따른 하강관 파이프 지점에서의 오버플로우 장치(151) 내지 입구 파이프(158) 경계(14)을 보여준다.
- [0096] 도 16B는 도 16A의 B-B 지점을 아랫방향으로 본 것이다. 이곳에는 오버플로우 장치(151)의 형상을 구비한 입구 파이프(158)의 상단을 보여준다. 바람직한 구현예에서, 하강관 파이프(7)의 중심선은 입구 파이프(158)의 중심선(162)으로부터, 오버플로우 장치(151)로부터 멀어지는 방향으로, 일정한 거리(161)만큼 떨어져 위치하고 있다. 이는 하강관 파이프(7)의 전체 주변으로부터 유리의 흐름을 촉진한다(7). 도면에 나타난 오버플로우 장치(151)는 통상적인 형상을 나타낸 것이다. 제조시 그 형상은 수학적 및 물리적 모델링을 통해 결정되며, 결국 오버플로우 장치(151)는 다양한 형상을 가질 수 있다. 오버플로우 장치(151)를 특별히 가열 및 절연하는 것이 요구되며, 이는 당업계에 알려져 있다. 오버플로우 장치(151)에서 버려지는 유리(154)의 양은 시트 형성 장치로 흐르는 총 유리의 1 내지 20 퍼센트까지 다양할 수 있다. 본 발명의 바람직한 구현예에서는 2 내지 5 퍼센트이다.
- [0097] 도 16C는 본 발명의 바람직한 구현예에 따른 오버플로우 장치(151) 안의 유리의 자유면(168) 아래로 일정한 거리에 위치한 하강관 파이프(7)의 하단을 보여주는, 오버플로우 장치(151)의 횡단면이다.
- [0098] 도 16D는 본 발명의 바람직한 구현예에 따른 오버플로우 장치(151) 안의 유리의 자유면(168) 위로 일정한 거리에 위치한 하강관 파이프(7)의 하단을 보여주는, 오버플로우 장치(151)의 횡단면이다.
- [0099] 오버플로우 장치(151)은 하강관 파이프(7)의 하단의 특정 위치가 오버플로우 장치(151) 안의 유리 자유면(168)의 위, 부근 또는 아래에 있을 수 있도록 설계될 수 있다. 또한, 오버플로우 장치(151)은 하강관 파이프(7) 하단으로부터 수직으로 일정한 범위 이상에 있는 결합 유리(154)는 폐기되도록 설계될 수 있다.
- [0100] 오버플로우 장치(151)은 하강관 파이프(7)에서 입구 파이프(8) 경계(14)에서의 유리 균질화 문제를 바로잡기 위해 독립적인 구현예로서 사용될 수 있다. 미국특허번호 제6,889,526호, 제6,895,782호, 제6,990,834호, 및 제7,155,935호, 및 미국특허공개번호 제2007/0068197호 및 제2007/0056323호는 상기 문제를 언급하고 있으며, 이는 참조문헌으로 본 명세서에 삽입된다. 하강관 파이프(7)에서 입구 파이프(8) 경계(14) 부근에서 볼텍스 흐름 및 정기 흐름을 통해 야기된 유리 결함은 오버플로우 장치(151)을 통한 의문의 유리(154)를 폐기하여 제거될 수 있다. 상기 구현예에서의 흐름은 상기 기술된 바와 같이 연속적일 필요는 없으나, 하강관 파이프(7)에서 입구 파이프(8) 경계(14)와 연관된 유리 시트의 결함이 발견되는 경우는 주기적으로 턴온(turn on)될 수 있다.
- [0101] 도 17A 및 17B는 본 발명의 구현예에 따른, 종래 기술인 운송시스템(10)에 듀얼 꼭대기 성분(dual apex principle)을 적용한 것을 나타낸다. 도 17A는 유리가 교반기(4)를 거쳐 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5), 이후 변형된 보울(176), 하강관 파이프(7)를 거쳐 형성 공정(8, 9, 11, 및 16)으로 공급되는 것을 보여준다. 도 17B는 도 17A의 B-B선을 따라 살펴본 것으로, 자유면(178)을 갖는 2개의 벤트(175)를 삽입하도록 변형된 보울(176)의 상단을 보여준다. 전통의 유리 접촉 수준 측정 장치(177)는 벤트(175) 중 한 곳에 설치되었다. 자유면(178) 부근의 유리는 휘발되어 대기로 노출되므로, 따라서 국 유리 균질화에 영향을 주며, 상기 측정 장치(177)도 유리 표면의 품질에 영향을 준다. 벤트(175) 및 상기 측정 장치(177)는, 보울(176)의 벤트(175)를 지나 흐르는 유리가 도 4B에 나타난, 하강관 파이프(7)의 영역(44)으로 흘러, 도 4C에 나타난 시트의 사용불가능한 입구 단부 부위(45)를 형성하기 때문에 제품의 품질에 악영향을 주지 않는다. 벤트(175) 사이를 흐르는 유리(173)는 유리가 운송 시스템의 내부 백금 표면과 연속하여 접촉하기 때문에, 자유면(178)을 통해 교란(disturbed)되지는 않는다. 상기 유리(173)은 도 4B에 나타난 하강관 파이프(7)의 영역을 흐르며, 그 결과 도 4C에 나타난 시트 표면의 일 부위(43)를 형성한다. 도 18은 본 발명의 운송 시스템(180)의 다른 구현예를 보여주는 것으로, 종래의 보울(6)이 오버플로우 장치(181)로 대체되어 있다. 오버플로우 장치(181)에는 보울(6) 안 보통의 자유면과 동일한, 유리 자유면(188)이 있다. 오버플로우 장치(181) 밖으로 흐르는 유리(184)에는 고 품질의 유리가 오버플로우 공정으로 흐를 수 있도록, 파이너의 상단면에서 흐르는 유리를 포함하고 있다. 파이너 벤트(35)를 통해 일반적으로 방출되는 유리 결함은 오버플로우 장치(181)에 존재하는 유리 흐름(184)의 일부이기 때문에, 도시되어 있는 파이너 벤트(36)는 선택사항이다. 유리 흐름을 정지하기 위해 니들(needle)(13)이 선택적으로 제공된다.
- [0102] 도 19는 본 발명의 운송 시스템(190)의 다른 구현예를 보여주는 것으로, 종래의 보울(6)이 오버플로우 장치(191)를 구비한 보울(196)로 대체되어 있다. 파이너 하단은 아래로 경사져 있어(199), 파이너(193), 냉각 및 컨디셔닝 섹션(195) 및 오버플로우 장치(191)에 유리 자유면(198)이 존재하도록 한다. 오버플로우 장치(191) 밖으

로 흐르는 유리(194)에는 고 품질의 유리가 오버플로우 공정으로 흐를 수 있도록, 파이너의 상단면에서 흐르는 유리를 포함하고 있다. 유리 흐름을 정지하기 위해 니들(needle)(13)이 선택적으로 제공된다.

[0103] 오버플로우 다운드로우 제조 공정의 주요 구성요소는 용융로, 운송 시스템, 및 시트 형성 장치이다. 통상적인 제조 행위의 길이는 가장 먼저 불량되거나, 작동이 저하된 구성성분의 수명에 의해 제한된다. 현 시점에서 종래의 기술은 한 구성성분이 손상되는 경우 3개의 성분 모두를 재건하는 것이었다. 이는 각각의 구성성분을 해체 및 재건설할 뿐만 아니라, 모든 구성요소의 경우 과도한 냉각시간 및 재가열 시간이 요구되기 때문에 상당한 시간이 걸렸다. 용융로의 수명은 현재기술로는 약 2년으로 제한된다. 주로 귀금속으로 제조된 운송 시스템은 상기 처럼 내재적인 수명 제한을 가지고 있지 않으나, 실제 수명은 4년 내지 6년이다. 시트 형성 장치의 수명은 미국 특허번호 제6,889,526호, 미국특허번호 제6,895,782호, 미국특허번호 제6,990,834호, 미국특허번호 제7,155,935호, 미국특허공개번호 제2006/0016219호, 및 미국특허공개번호 제2007/0068197호에 개시된 기술을 사용하지 않는다면(이 경우, 4년의 수명이 달성가능함), 약 2년으로 수명이 제한된다. 상기 문헌은 본 명세서에 참조문헌으로 삽입된다.

[0104] 도 1의 경우, 지점(19)에서 용융로(2)을 운송 시스템(3)에 고정 연결하면 용융로만을 수리하는데도 매우 장애가 있다. 운송 시스템 및 시트 형성 장치를 상승 온도에서 유지하고, 단단한 연결을 조작하는데 문제가 있다. 도 30은 본 발명의 일 구현예로서, 상기 연결은 고정 연결이 아닌, 유체 연결이며, 따라서 2개의 구성요소가 용이하게 분리 및 재결합된다. 또한, 상호연결은 조정가능하고 유동적이다. 도 30은 파이너(303)의 하단(308)으로부터 일정한 수직 거리(307) 아래에 유리 자유면(306)을 갖고 있는, 취수지(forebay)(309)를 지닌 용융로를 보여주고 있다. 상당한 펌핑 기능을 가지고 있는 교반기(304)는 유리(306)의 자유면 아래로 뺏어져 있어, 펌핑을 통해 용융유리(16)를 파이너(303) 및 시트 형성 장치로 공급한다.

[0105] 도 31A 및 31B는 용융로(302) 및 교반기(304) 사이의 연결과 관련된 2가지 구현예를 추가적으로 자세히 보여주고 있다. 교반기는 다른 형상일 수도 있는 교반수단(311)을 가지고 있으며, 교반수단 중 2개는 오거(auger)이거나, 본 명세서에 참조문헌으로 삽입되는 미국특허번호 제 6,763,684호에 기재된 혼합 교반수단 형상들 중 하나일 수 있다. 도 31A는 취수지(309) 안에서 유리 자유면(306) 아래의 일정한 거리(313)까지 확장된 교반기(304) 케이싱(317)의 하단을 보여준다. 교반수단(311)은 정수압을 제공하여 유리(16)를 파이너(303)로 상승시키며, 결국 유리가 시트 형성 장치까지 움직이도록 한다. 유리가 일부 갖추어진 상기 형상의 단점은 교반기(304) 케이싱과 용융로(302) 및 취수지(309)의 벽사이에는 정지 흐름(316) 영역이 존재한다는 점이다. 도 31B는 취수지(309) 안에서 유리 자유면(306) 위의 일정한 거리(314)에 위치하는 교반기(304) 케이싱(318)의 하단을 보여주는 형상이다. 교반기(311)의 하단(319)은 유리의 자유면(315)을 교반기(304) 케이싱의 하단(318)으로 흡입할 수 있도록 자유면(306)의 아래로 확장된다. 이러한 형상은 정지 흐름(316) 영역을 갖지 않는다.

[0106] 도 31A는 교반기(304) 케이싱의 하단(317) 수직 위에 위치되어 있는 교반기(311)의 하단(319)을 보여주며, 도 31B는 교반기(304) 케이싱의 하단(318) 수직 아래에 위치되어 있는 교반기(311)의 하단(319)을 보여준다. 교반기(304) 케이싱의 하단(317 또는 318)에 대한 교반기(311)의 하단(319)의 수직 위치는 유리 균질성 결함이 발생하는 것을 최소화하도록 변할수 있는 하나의 작동 파라미터이다. 도 31A는 또한 유리(16)의 완전한 흐름을 교반기(304)로 촉진시키기 위하여 형성된(301) 교반기(304) 케이싱의 하단도 보여준다.

[0107] 도 32A 및 32B는 용융로(2)와 파이너(3) 사이의 유체 연결을 보여주는 2가지 예이다. 도 32A는 유체 연결, 즉 오버플로우 장치(321)을 보여준다. 용융 유리(16)는 용융로(2)를 빠져나와, 오버플로우 장치(321)을 거쳐, 파이너(3)와 한 연결지점(329)에서 부착되어 있는 수용 챔버(322)로 흐른다. 도 32B는 하강관 파이프(7)를 입구 파이프(8) 연결(14)부에 적용시킨 유체 연결을 보여준다. 유리는 용융로(2)에서 보울 유사 챔버(326)로 흐른 후, 하강관 파이프(327)를 따라 아래로 GM르고, 입구 파이프(328)을 거쳐 파이너(323)로 공급된다.

[0108] 도 33은 용융로(2)와 진공 파이너(333) 사이의 유체 연결에 대한 하나의 실시예를 보여준다. 진공 장치(335)는 진공 파이너(333) 안의 자유면(333) 위에 낮은 절대 압력을 유도하여, 진공 파이너(333) 안에서 용융유리(16)의 자유면(336)을 상승시키는 가스 포집물(시드)를 제거한다. 본 구현예에서, 진공 파이너(333) 안의 진공은 용융로(2)의 취수지(339) 안의 자유면(306)의 용융 유리(16)를 상향류 도관(upflow conduit)(334)을 거쳐 진공 파이너(333)로 드로우(draw)하는데 사용된다. 용융 유리(16)는 이후 진공 파이너(333)에서 하향류 도관(337)로 흐르고, 이후 교반기(4), 냉각 및 컨디셔닝 파이프(5), 보울(6)을 거쳐, 하강관 파이프(7) 및 시트 형성 장치로 흐른다.

[0109] 도 30, 31A, 31B, 32A, 32B, 및 33에 나타난 본 발명의 구현예는 용융로(2) 및 운송시스템(10)간에 지점(19)에서의 열팽창 부조화와 관련된 종래기술 문제를 제거한다.

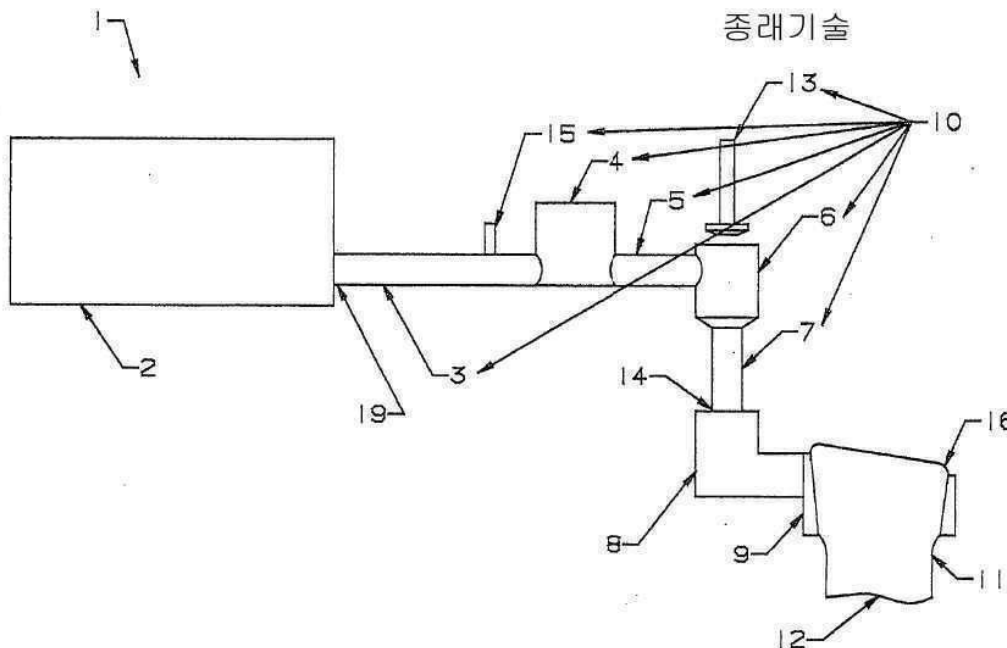
[0110] 도 30, 31A, 31B, 32A, 32B, 및 33에서 보여진 본 발명의 구현예는 오버플로우 다운드로우 공정의 불량되거나 작동이 저하된 구성요소만을 재건하는 것을 촉진한다. 본 구현예는 오직 하나의 구성요소가 불량해지는 경우, 구성요소 모듈을 완전히 재건할 필요성을 제거한다. 용융로(302)는 운송 시스템 및 시트 형성 장치를 상승된 온도에 유지시킨 채, 제자리에서 재건할 수 있다. 또한 본 구현예는 운송 시스템 및 시트 형성 장치를 상승 온도에 유지한 채, 공장으로부터 멀리 떨어진 용융로(302)를 조작 및 예열한 후, 예컨대 크레인 또는 레일을 통해 상기 예열된 용융로(302)를 제조 위치로 움직일 수 있도록 한다. 용융로(302)를 원격 조작 및 예열함으로써, 제조 작동에 걸리는 시간을 수주가 아닌 수일내 가능할 것으로 판단된다. 또한 제조 성능을 요구하는 경우, 오직 개별 구성요소만을 재건함으로써 비용을 상당히 절감할 수 있다.

[0111] 본 발명의 주요 요소는 운송 시스템의 흐름 특성을 오버플로우 다운드로우 시트 유리 제조 공정의 흐름 특성과 매치시키는데 있다. 오버플로우 다운드로우 공정에서 유리 흐름을 과도하게 모델링하면 운송 시스템, 특히 하강관 파이프 안에서 흐르는 유리가 마침내 형성 시트가 된다는 지식을 알게되었다. 상기 지식은 운송 시스템 구성 성분을 종래기술과 비교하여 급진적으로 재배열할 수 있도록 하였다. 본 발명의 운송 시스템은 다음의 구현예 중 하나 이상을 포함할 수 있다: 파이너에 앞서 설치된 교반기, 열악한 유리가 형성 유리시트의 사용불가능한 단부 섹션으로 전환하도록 설계된 파이너, 유리 품질에 악 영향을 주지 않고 파이너 벤트에 설치된 유리 수준 측정 장치, 특정 유리를 갖는 장치를 사용하는 경우엔 제거되는 파이너 벤트, 전이 섹션으로 대체된 보울, 형성 유리 시트의 사용불가능한 단부 섹션으로 전환되는 내부 운송 시스템 표면 근처에서 흐르는 유리, 보울에서 또는 하강관 내지 입구 파이프 경계에 위치한 비균질성 및 결함 유리를 폐기하는 오버플로우 장치, 및/또는 흐름 통제의 대역폭을 증가하는 교반기의 사용. 운송 시스템의 바람직한 구현예에는 본 명세서에서 논의된 하나 이상의 구현예를 조합하는 것을 포함한다. 본 구현예는 또한 용융로 및 운송시스템 사이의 연결을 조정 가능하고, 유동 가능하도록 조합하여 사용할 수도 있다.

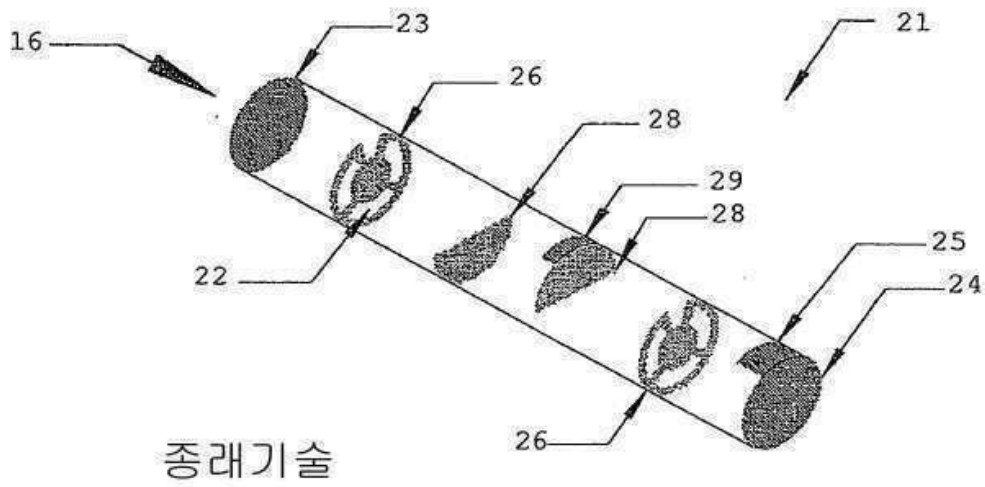
[0112] 따라서, 본 명세서에 기술된 본 발명의 구현예는 단지 본 발명의 응용 원리를 설명하고자 한 것이다. 기술된 구현예를 상세히 설명하기 위한 목적으로 참조문헌은 각각 본 발명에서 필수적인 것으로 고려되는 특징을 인용하고자 한 것으로, 청구항의 범위를 제한하고자 한 것은 아니다.

도면

도면1

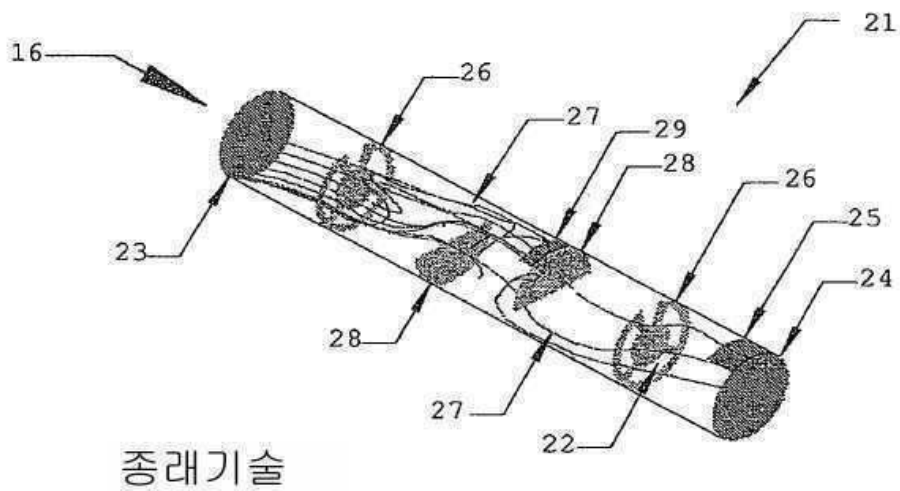


도면2a



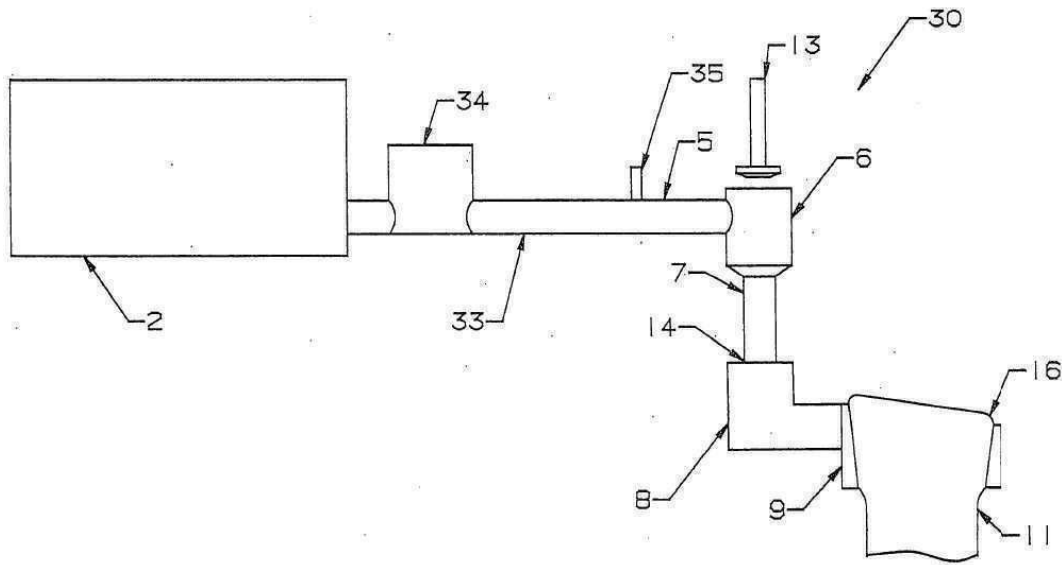
종래기술

도면2b

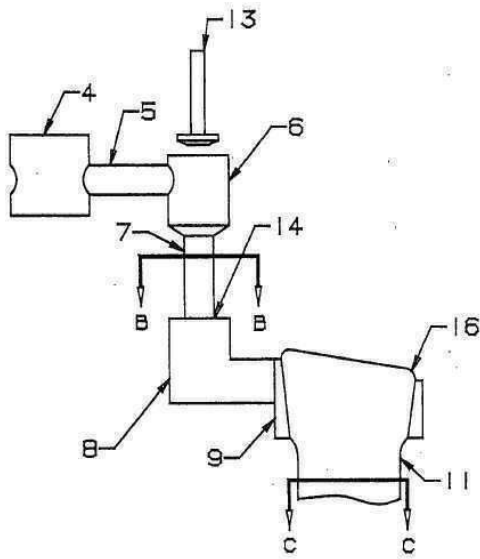


종래기술

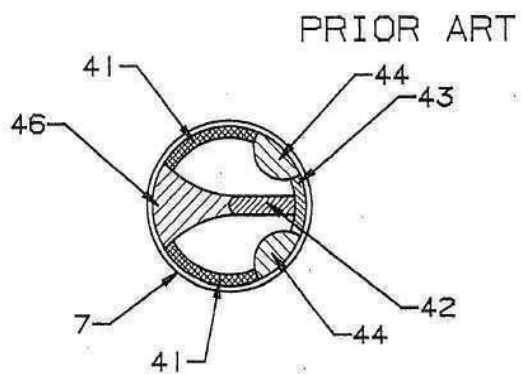
도면3



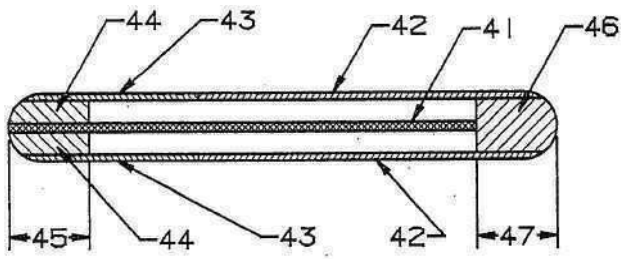
도면4a



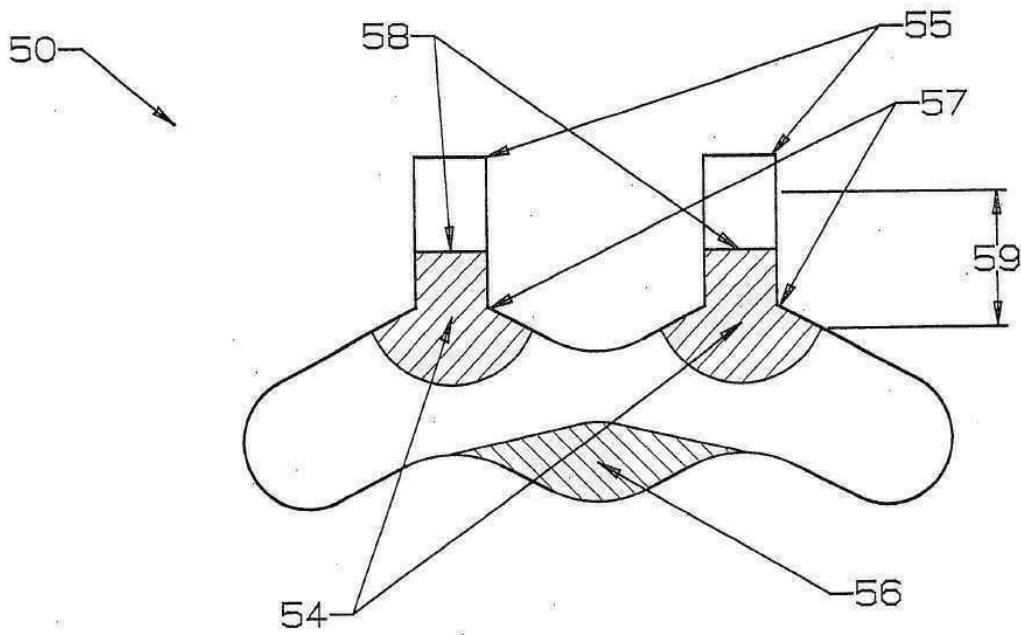
도면4b



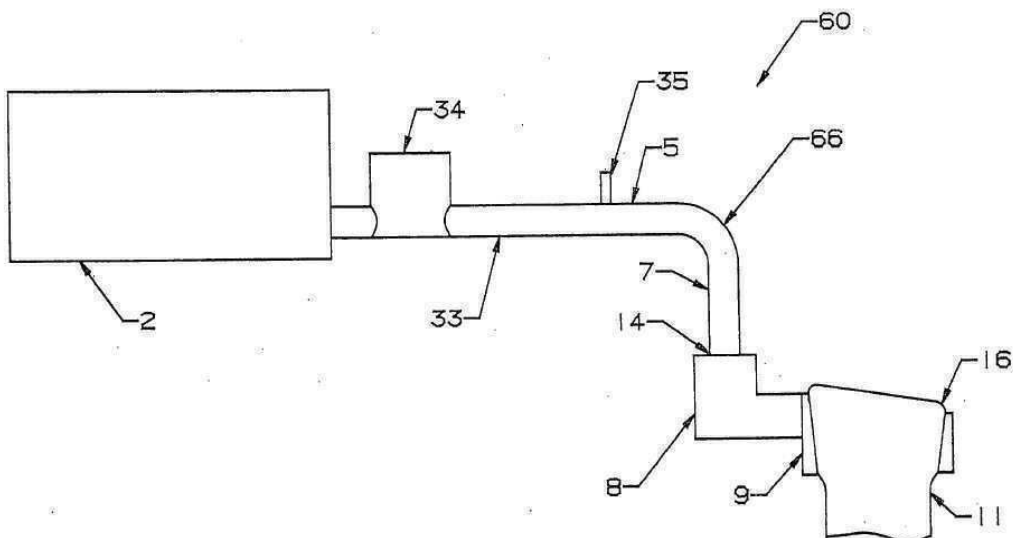
도면4c



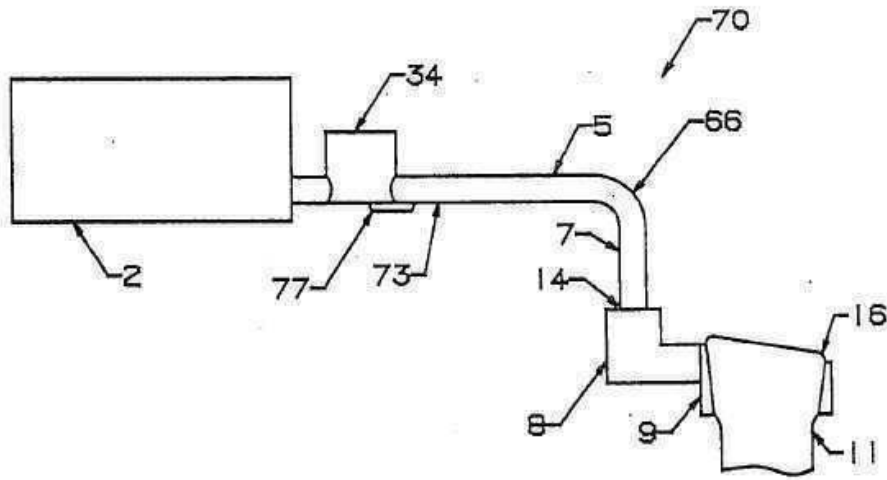
도면5



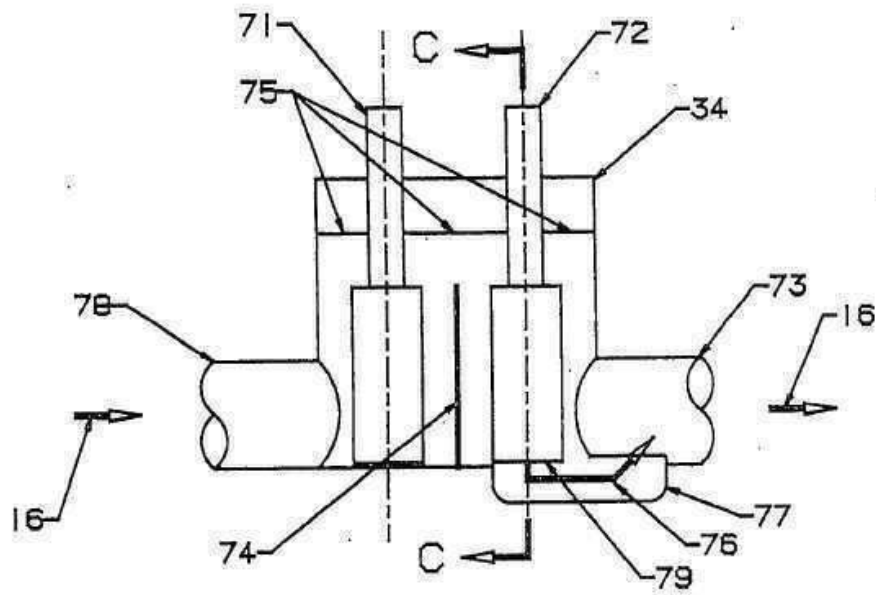
도면6



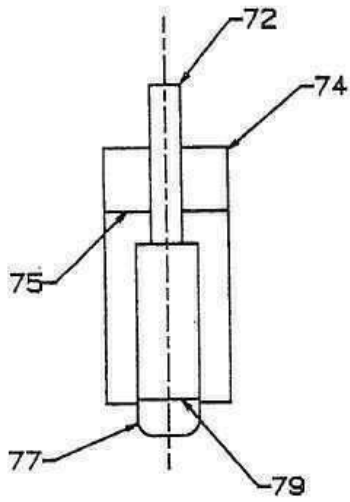
도면7a



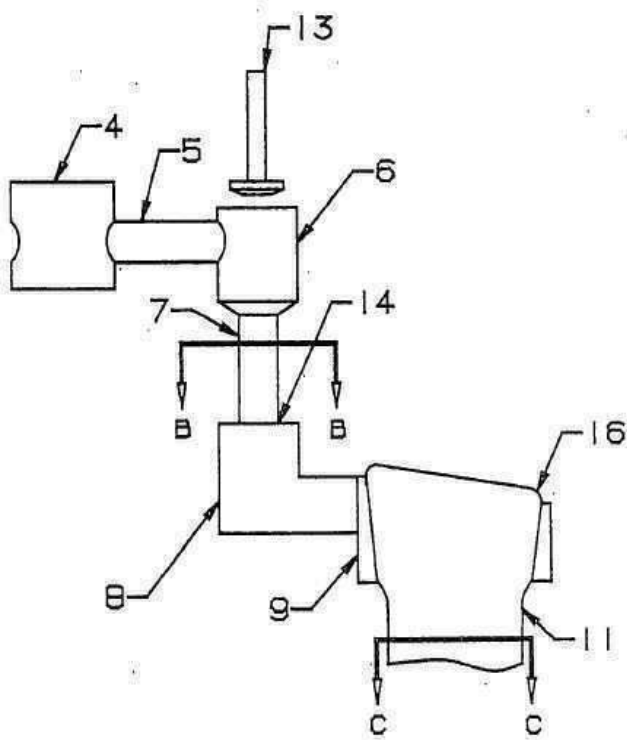
도면7b



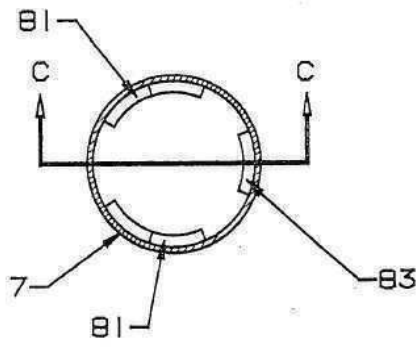
도면7c



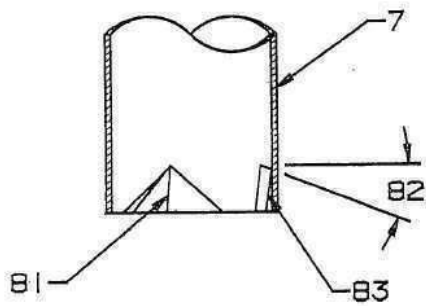
도면8a



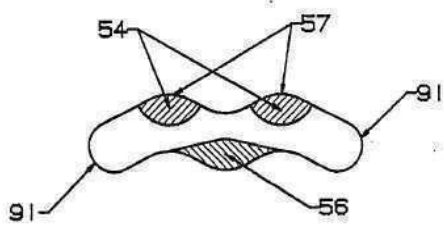
도면8b



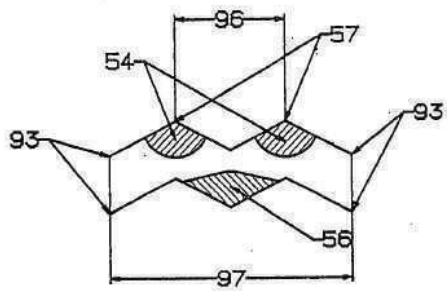
도면8c



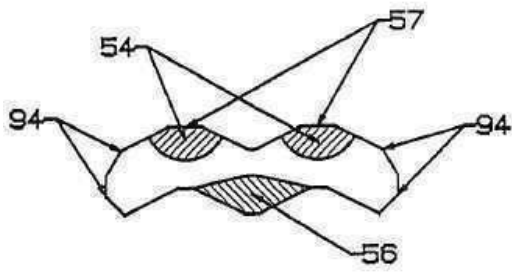
도면9a



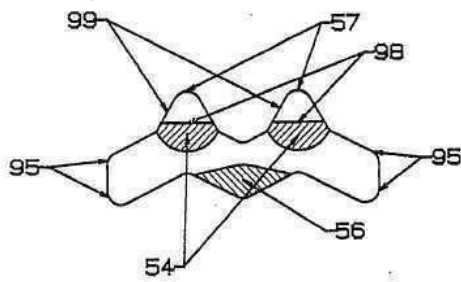
도면9b



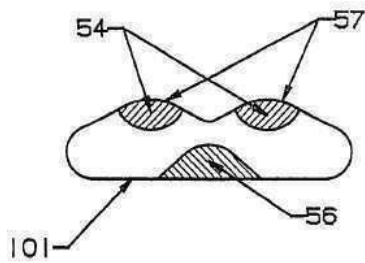
도면9c



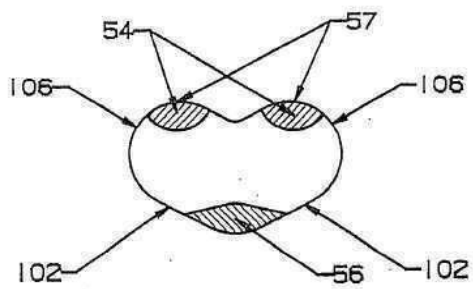
도면9d



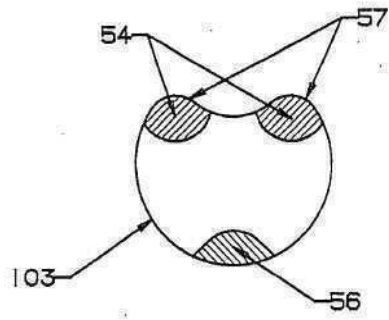
도면10a



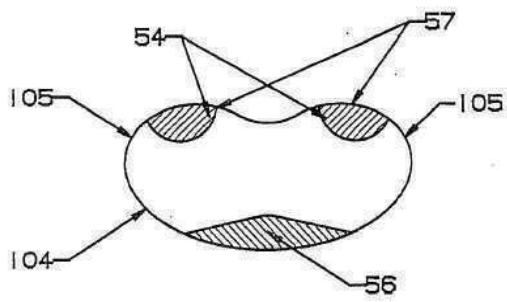
도면10b



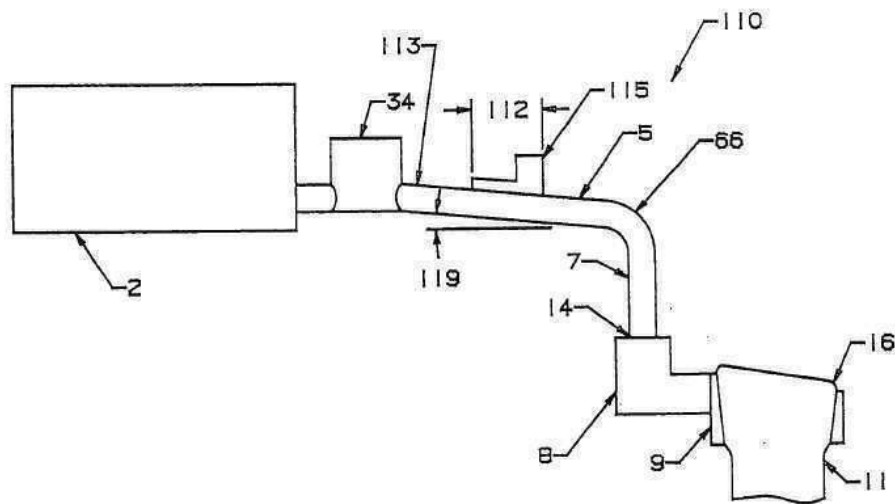
도면10c



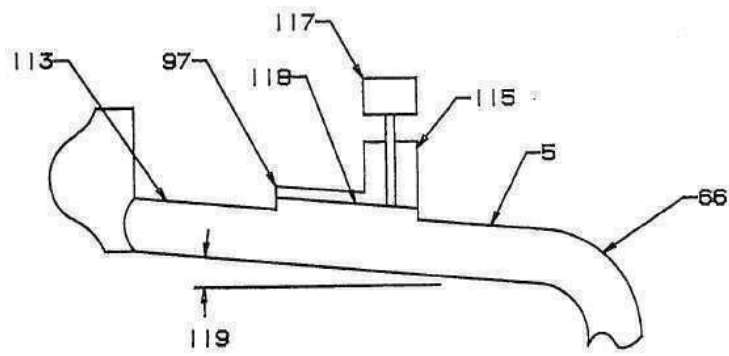
도면10d



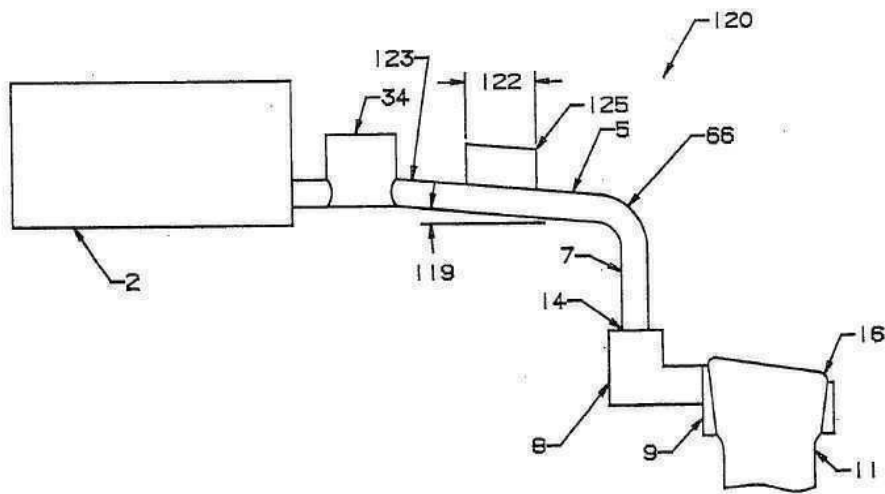
도면11a



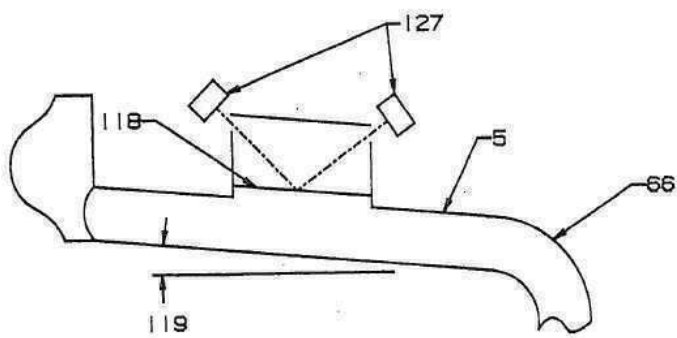
도면11b



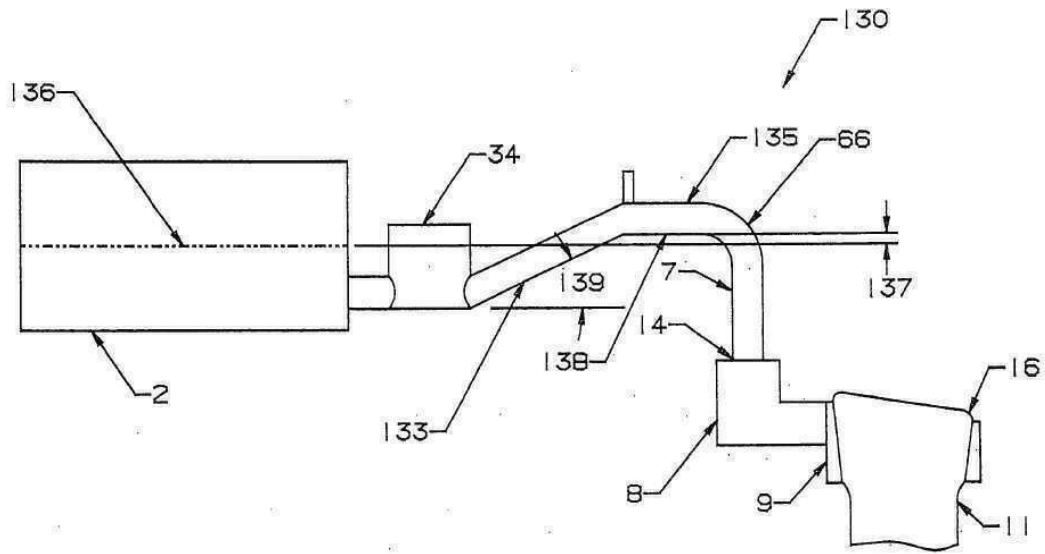
도면12a



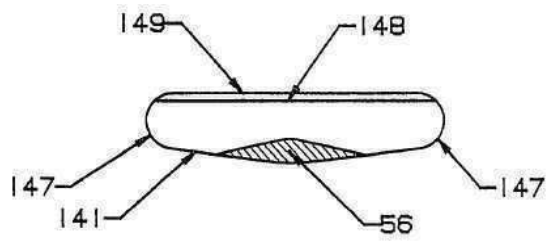
도면12b



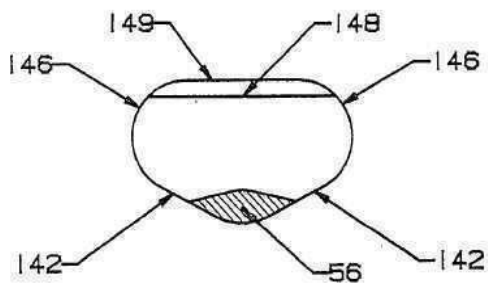
도면13



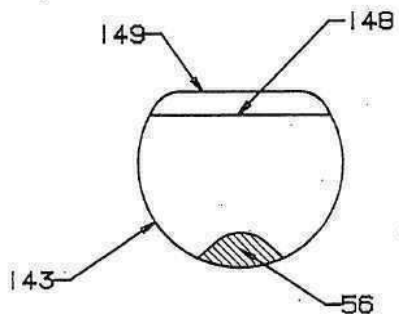
도면14a



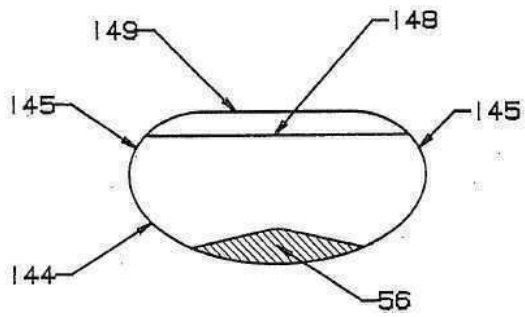
도면14b



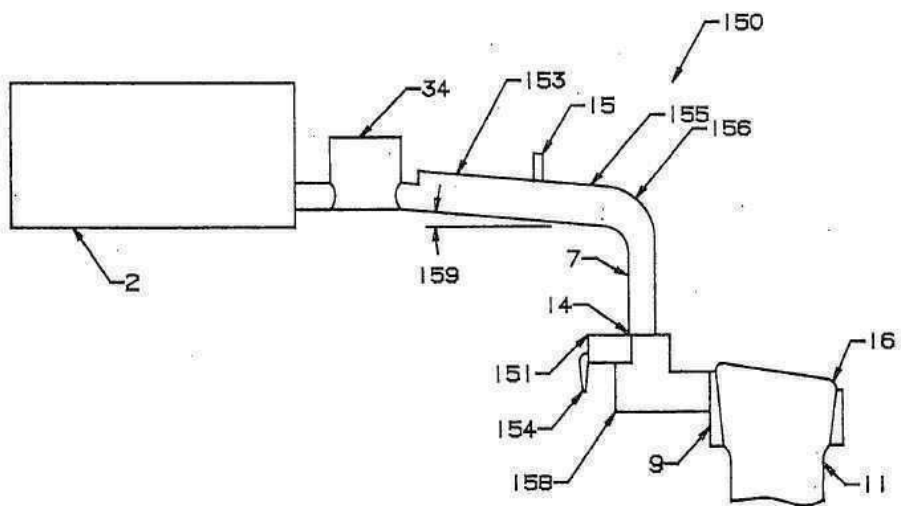
도면14c



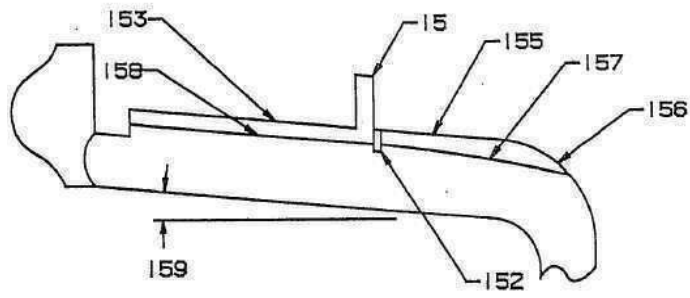
도면14d



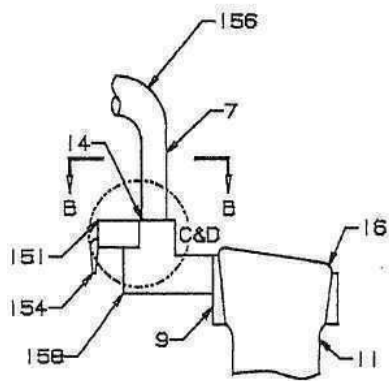
도면15a



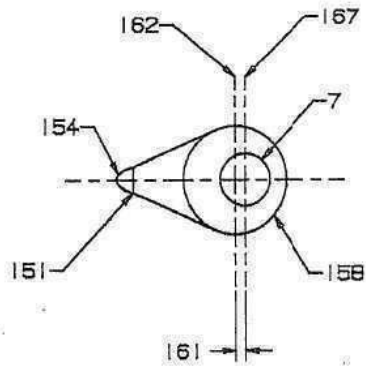
도면15b



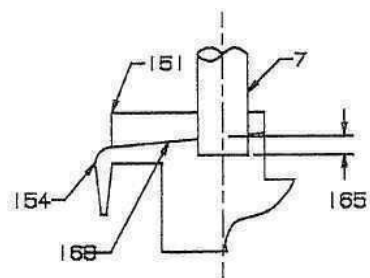
도면16a



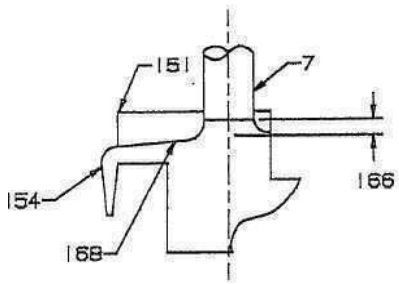
도면16b



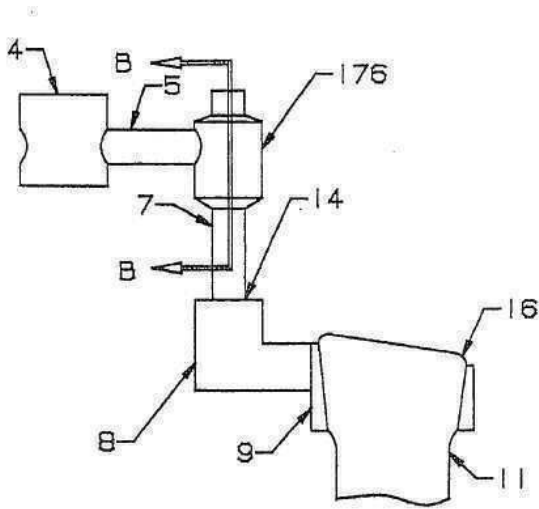
도면16c



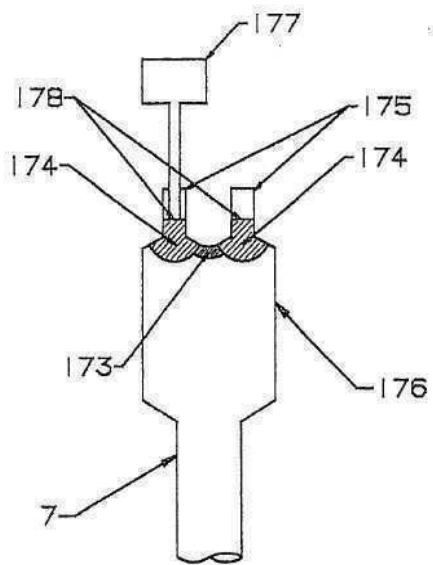
도면16d



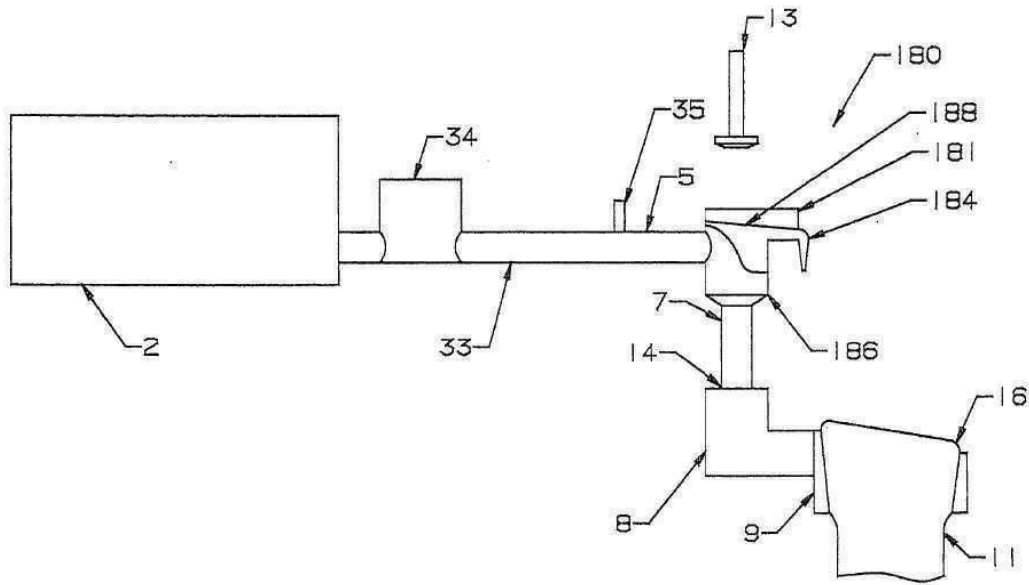
도면17a



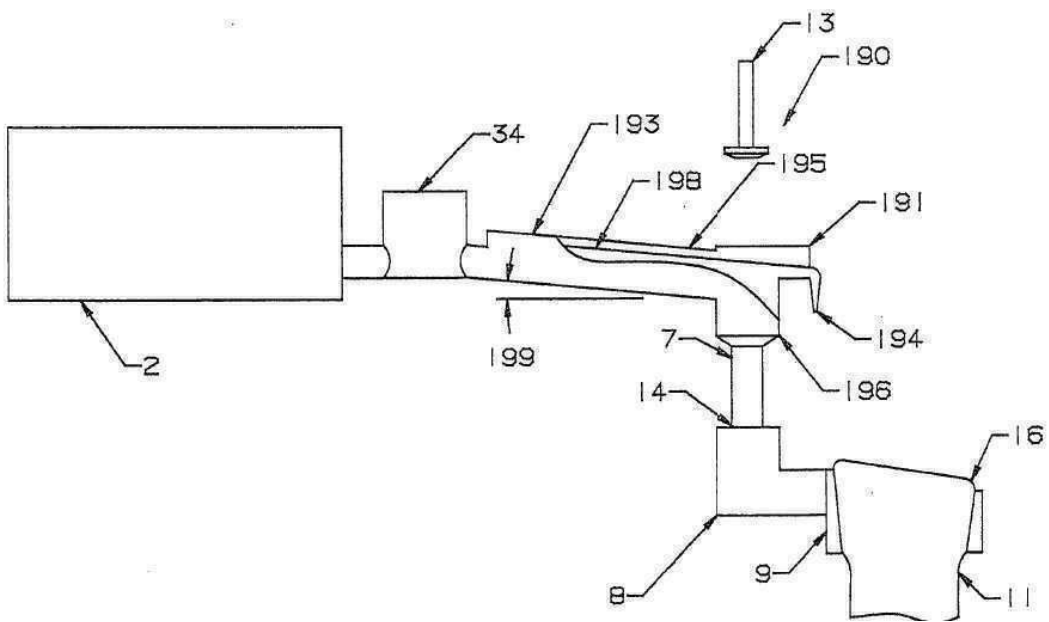
도면17b



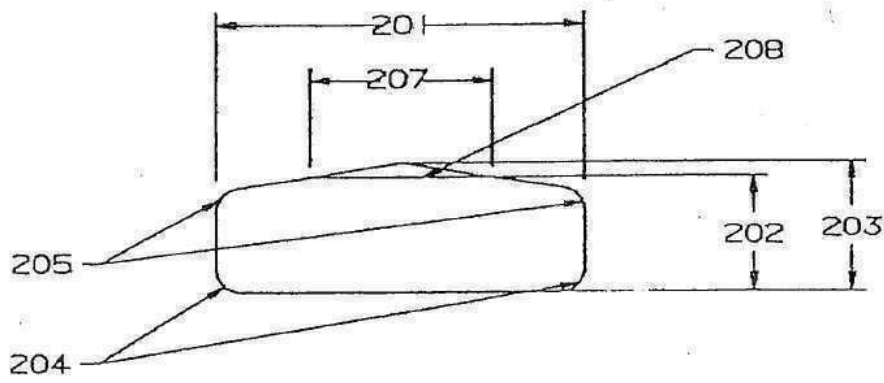
도면18



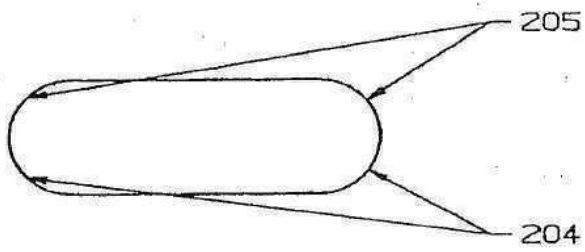
도면19



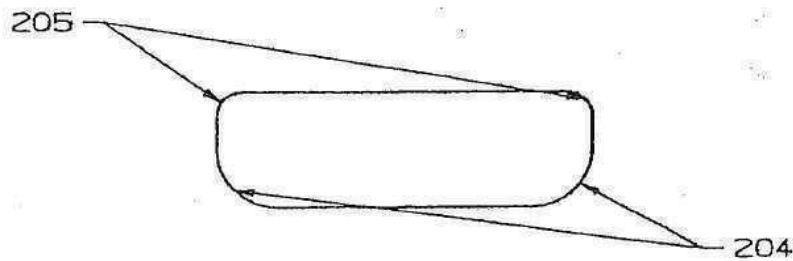
도면20a



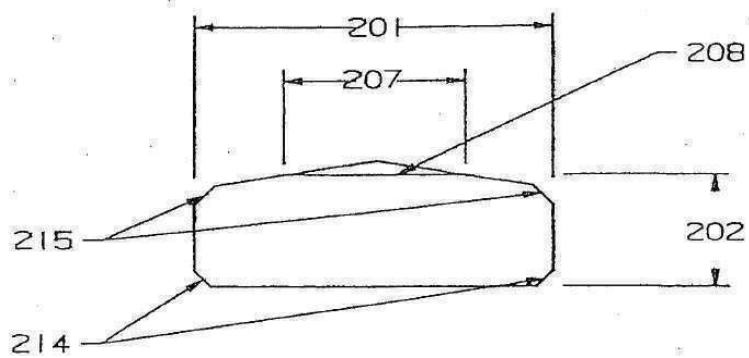
도면20b



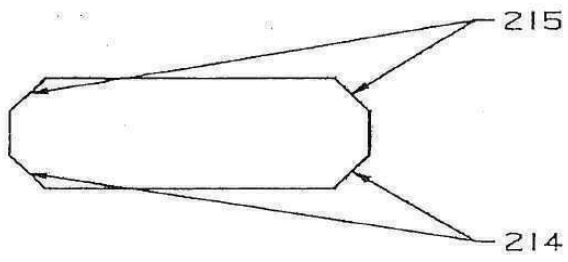
도면20c



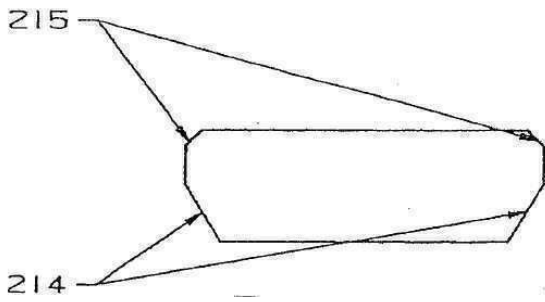
도면21a



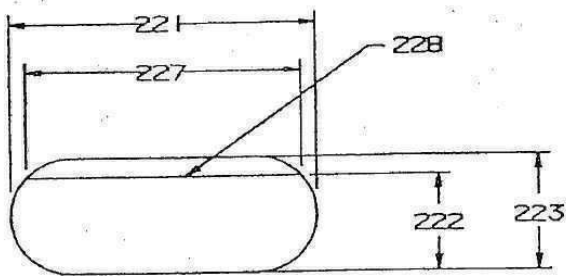
도면21b



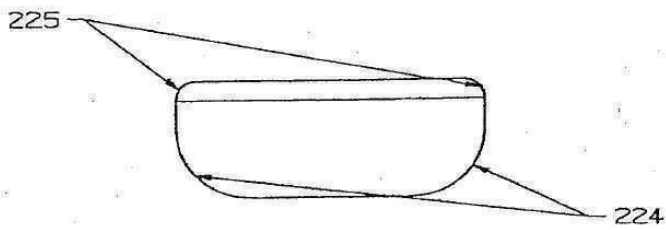
도면21c



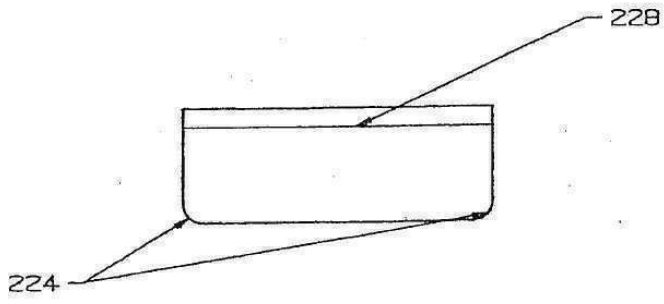
도면22a



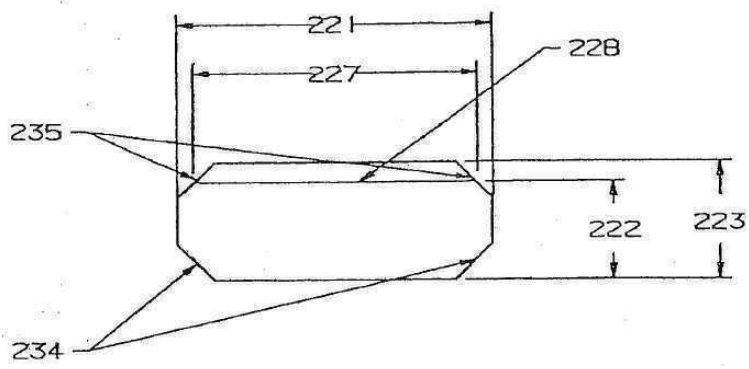
도면22b



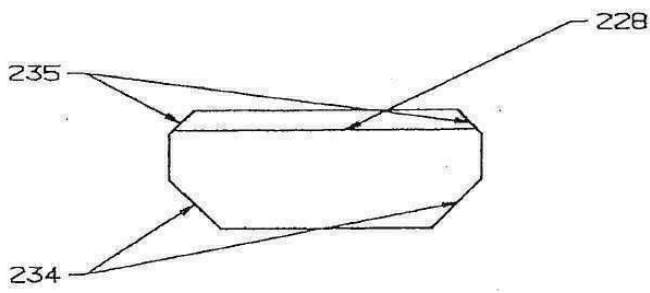
도면22c



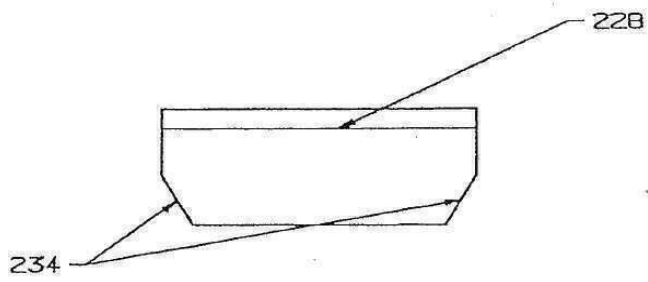
도면23a



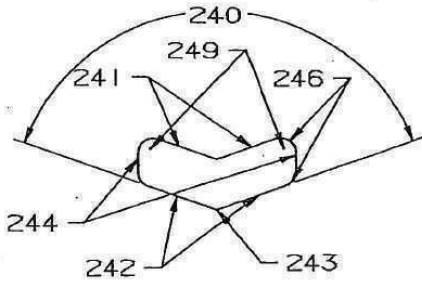
도면23b



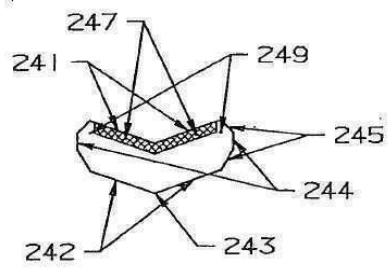
도면23c



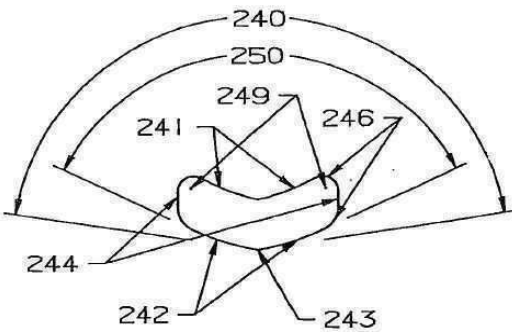
도면24a



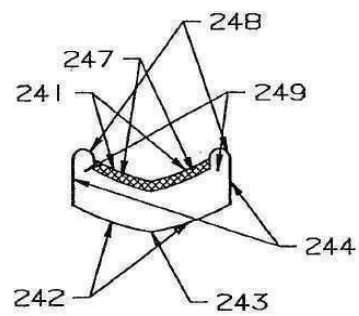
도면24b



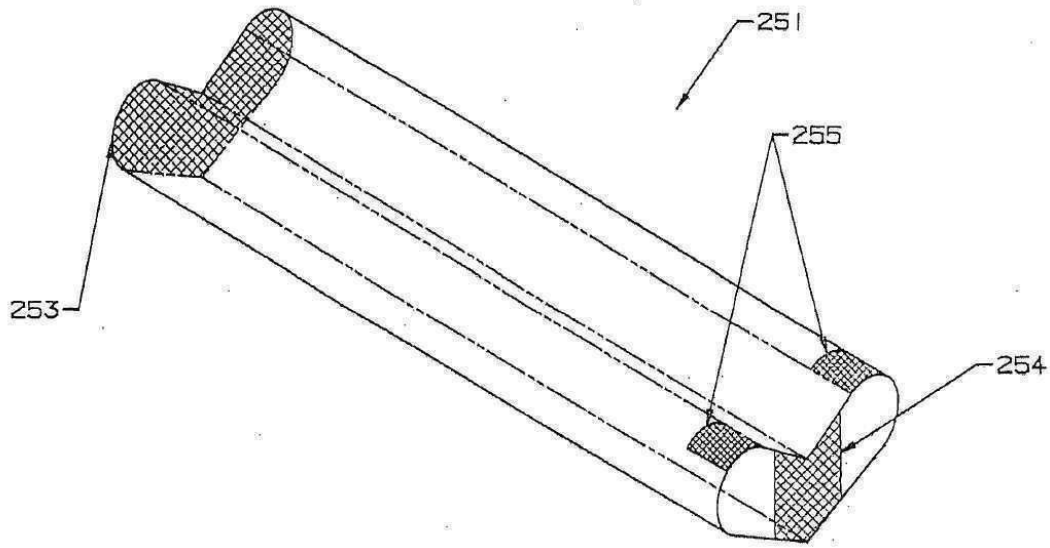
도면24c



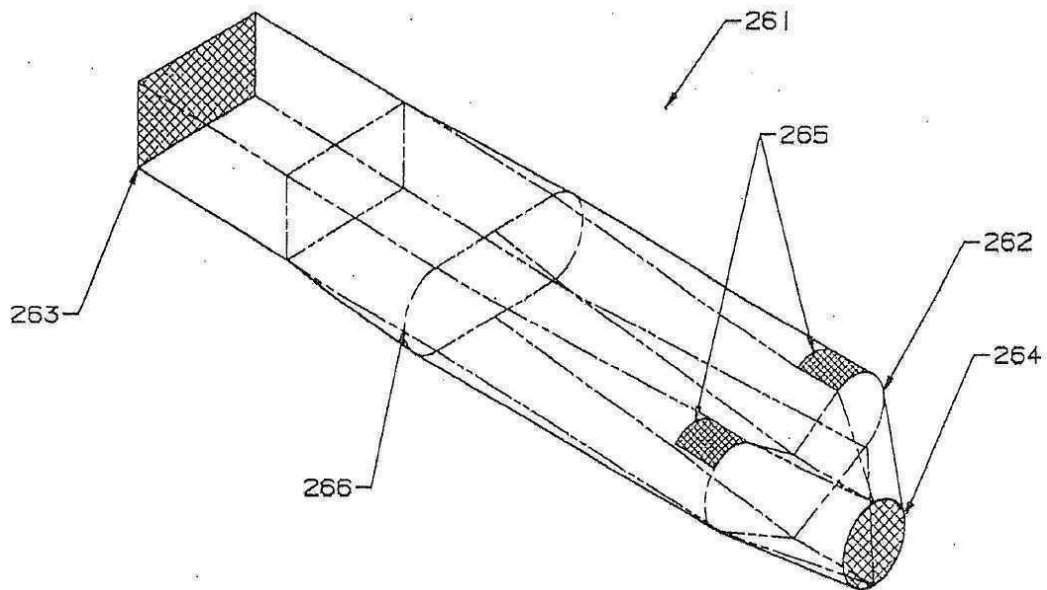
도면24d



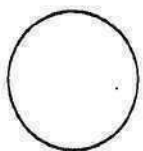
도면25



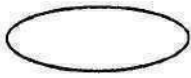
도면26



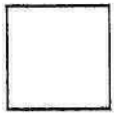
도면27a



도면27b



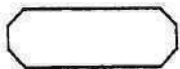
도면27c



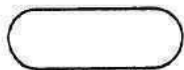
도면27d



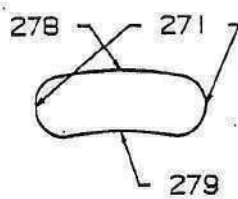
도면27e



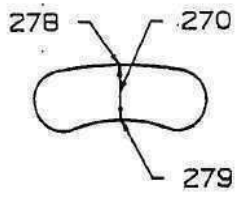
도면27f



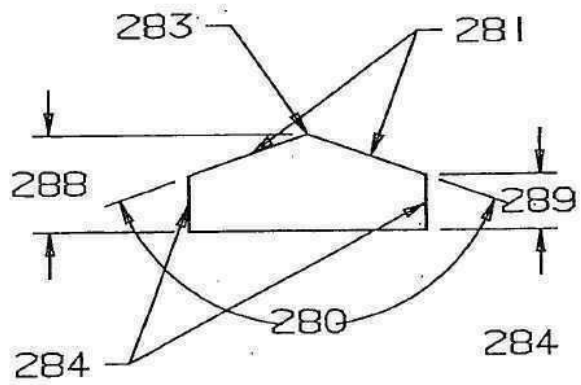
도면27g



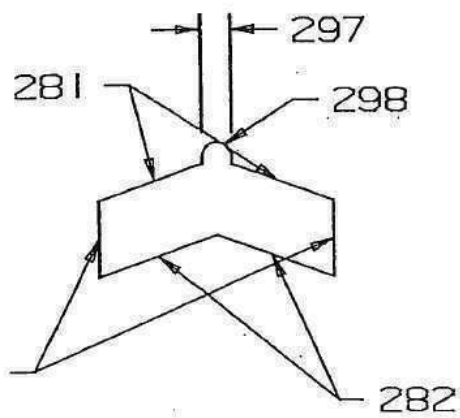
도면27h



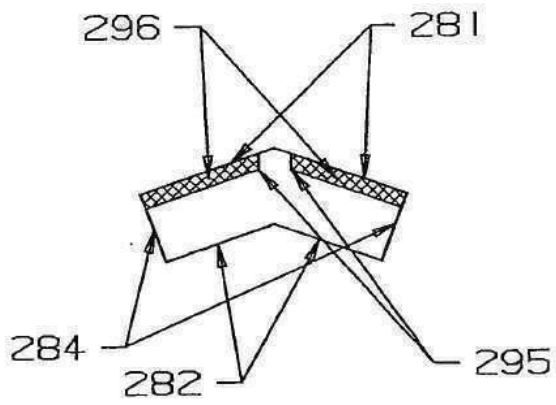
도면28a



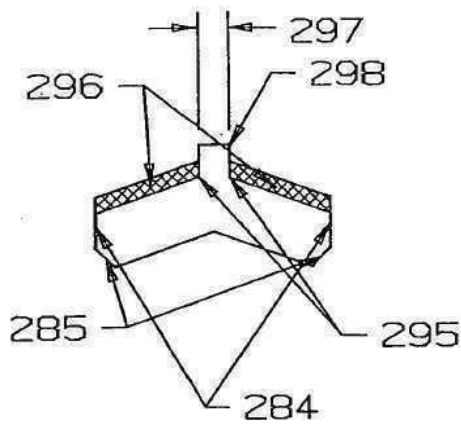
도면28b



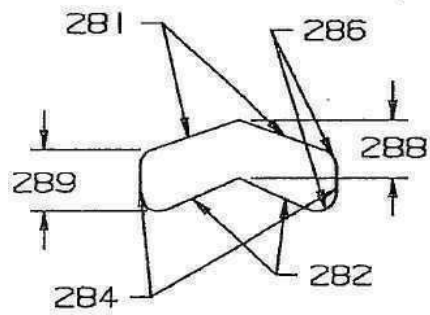
도면28c



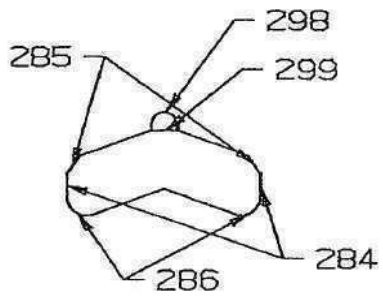
도면28d



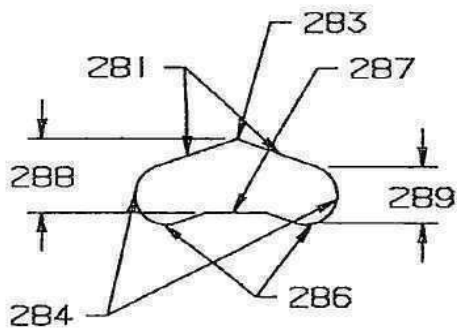
도면28e



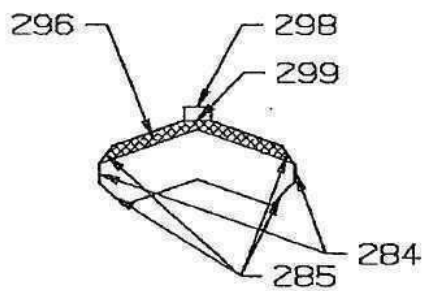
도면28f



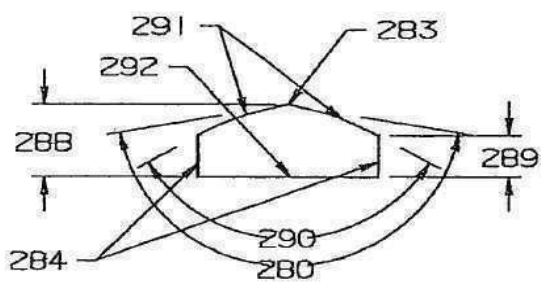
도면28g



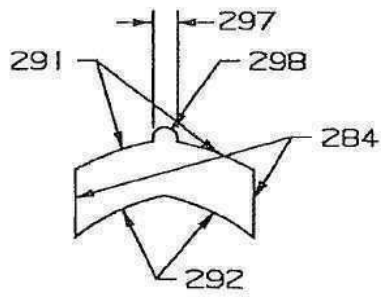
도면28h



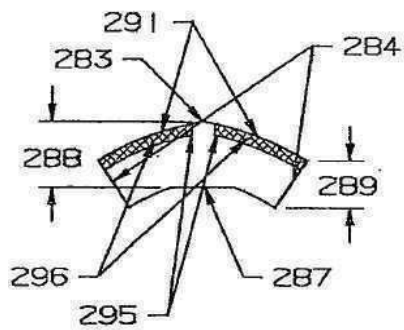
도면29a



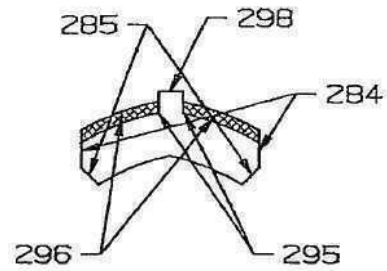
도면29b



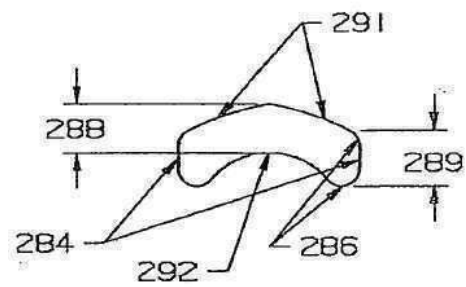
도면29c



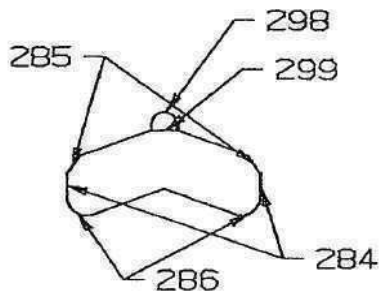
도면29d



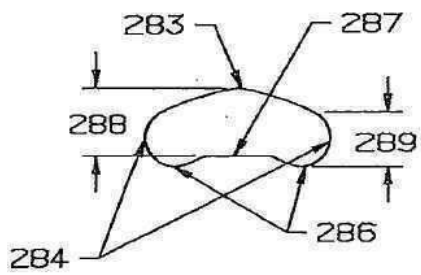
도면29e



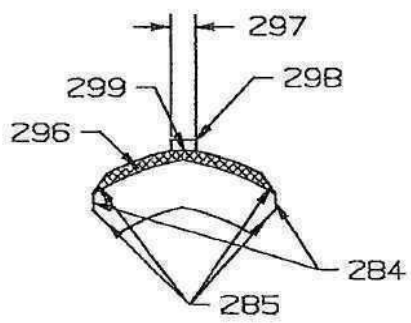
도면29f



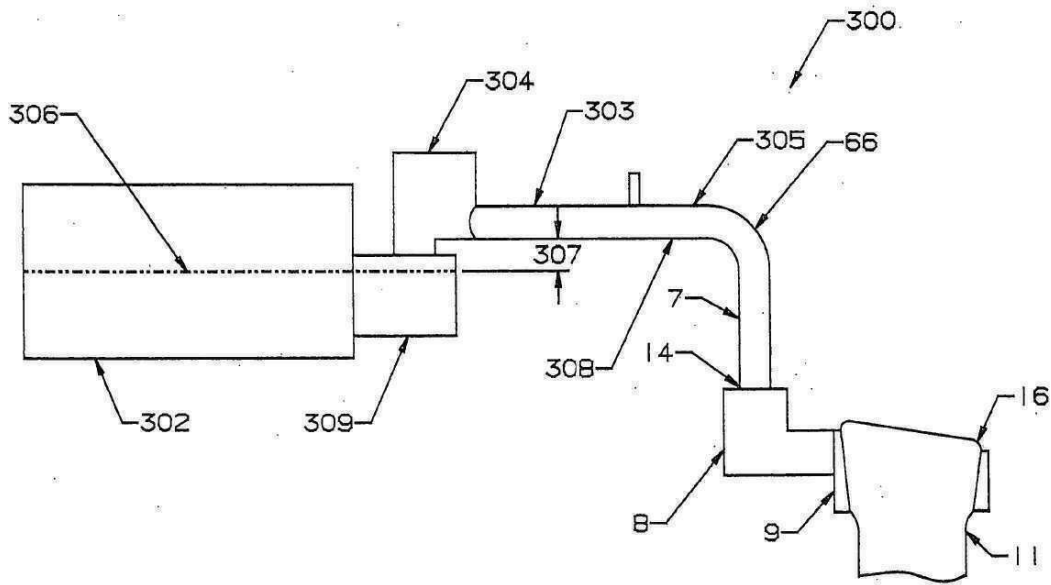
도면29g



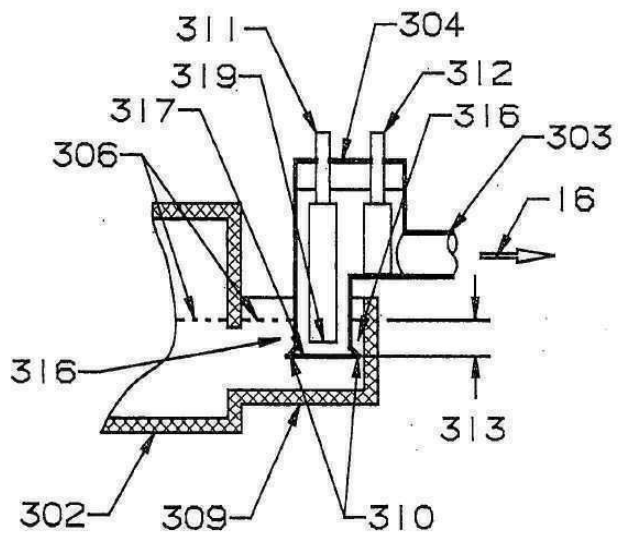
도면29h



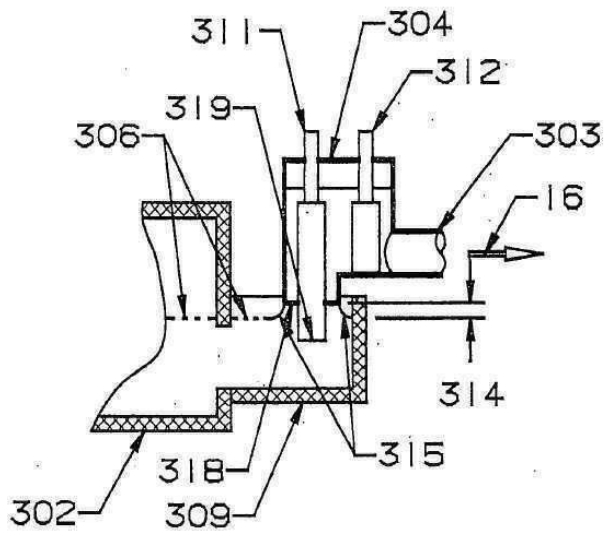
도면30



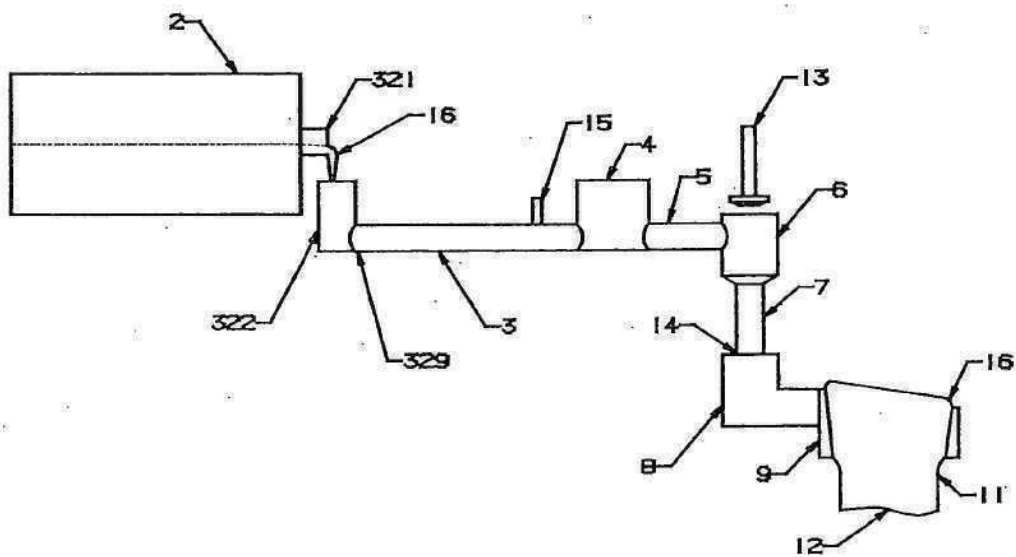
도면31a



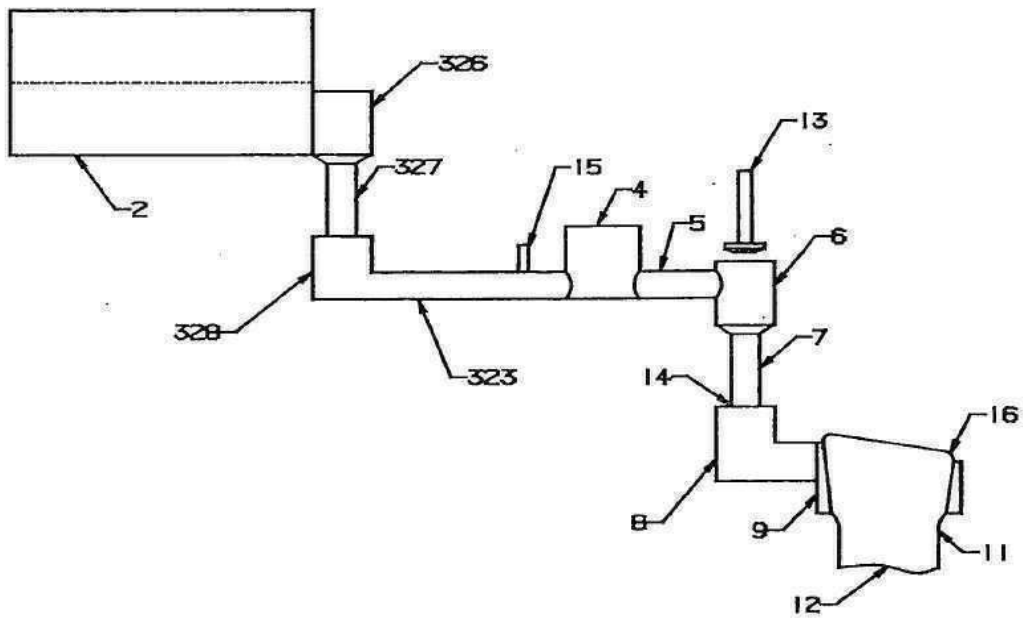
도면31b



도면32a



도면32b



도면33

