

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
C03B 5/182

(11) 공개번호 특2002 - 0002333
(43) 공개일자 2002년01월09일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 0038559
(22) 출원일자 2001년06월29일

(30) 우선권주장 09/606,953 2000년06월29일 미국(US)

(71) 출원인 코닝 인코포레이티드
알프레드 엘. 미첼슨
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자

(72) 발명자 팜퀴스트로날드윌리엄
미국,14845뉴욕,호스헤드스라이브세이로드22

(74) 대리인 이철
이인실
염승운

심사청구 : 없음

(54) 저감된 압력 파이너용 튜빙 시스템

요약

진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템은 튜빙이 팽창함에 따라 압축하는 복수의 컨볼루션을 갖는 튜빙을 포함한다. 상기 튜빙의 길이를 따라 배치되는 복수의 프로젝션은 상기 튜빙을 가열하는 전류를 이송한다. 복수의 내화성 단열벽돌이 상기 프로젝션 사이에 적층된다. 제1 실 플랜지는 상기 튜빙의 입구측 단부와 연결되고 제2 실 플랜지는 상기 튜빙의 출구측 단부와 연결된다. 각각의 실 플랜지는 상기 진공 하우징의 베이스와 밀봉 접촉하도록 하기 위하여 상기 진공 하우징의 베이스와 연결되도록 적응된 금속 실 링을 포함한다. 각각의 실 플랜지는 또한 상기 금속 실 링으로 상기 튜빙의 팽창력을 전달하는 내화성 실 블록을 포함함으로써 상기 컨볼루션이 압축하도록 한다.

대표도
도 4a

색인어
튜빙, 용융된 물질, 진공 하우징, 컨볼루션, 프로젝션

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 사이펀(siphon) - 형의 감소된 압력 파이너(finier)의 일반적인 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 감소된 압력 파이너를 통해 용융 물질을 운반하는 파이프의 종래 백업 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 감소된 압력 파이너를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4a는 도 3에 나타낸 감소된 압력 파이너의 하류(descender) 섹션의 종단면을 상세히 나타낸 도면이다.
- 도 4b는 도 3에 나타낸 튜빙 시스템의 횡단면을 나타낸 도면이다.
- 도 4c는 파워 플랜지의 상부를 나타낸 도면이다.
- 도 4d는 라인 A - A를 따라 도 4A에 나타낸 하류 섹션의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 도 4A에 나타낸 뉴빙 섹션을 확대하여 나타낸 도면이다.
- 도 6a 및 6b, 도 3에 나타낸 L자 관(elbow)의 종단면을 상세히 나타낸 도면이다.
- 도 7은 도 3에 나타낸 출구 매니폴드(manifold)의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 8a는 도 3에 나타낸 감소된 압력 파이너의 파이너 섹션의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 8b는 도 8a에 나타낸 감소된 압력 파이너의 섹션을 확대하여 나타낸 도면이다.
- 도 9는 도 8에 나타낸 파이너 챔버의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 10a - 10c는 도 3에 나타낸 감소된 압력 파이너의 선택적인 튜빙 구조를 나타낸 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 감소된 압력 파이닝(fining)에 관한 것으로, 용융 유리내에 존재하는 기포를 제거하는 공정에 관한 것이다. 좀 더 자세하게는 진공 챔버내에 기밀(airtight) 상태를 유지하는 동안 진공 챔버를 통해 용융 유리를 운반하기 위한 튜빙 시스템에 관한 것이다.

상업적인 유리 제조에 있어서, 유리 배치(glass batch)는 적절한 크기이고, 세척된 다양한 원료의 혼합기 내에 혼합됨으로써 만들어지고, 상기 취급 물질들은 불순물이 미리 검사되었다. 켈렛(cullet)이라 부르는 재활용 유리도 또한 원료로 혼합될 수 있다. 가장 일반적으로 제조된 소다 - 라임(soda - lime) 유리의 경우에, 원료로서 실리카(silica; SiO_2), 소다(soda; Na_2O), 라임(lime; CaO), 및 다양한 다른 화학적 화합물들을 포함한다. 상기 소다는 실리카가 녹는 온도로 낮추는 플럭스(flux)로 작용하고, 상기 라임은 실리카를 위한 안정제로 작용한다. 전형적인 소다 - 라임 유리는 약 70%의 실리카, 15%의 소다, 9%의 라임과 소량의 다른 화학적 화합물들을 포함한다. 상기 유리 배치는 "도그 하우스(dog house)"로 전이되며, 상기 도그 하우스는 유리 용융 용광로의 용융 챔버의 뒷편에 위치하는 호퍼(hopper)이다. 상기 유리 배치는 컨베이어 시스템(conveyer system)의 진동에 의한 성분들의 분리를 막기 위하여 약간 수분을 흡수하거나 또는 상기 입자들 사이에 접촉을 향상시키기 위하여 펠렛 또는 연탄(briquettes)으로 압축될 수 있다.

상기 유리 배치는 기계화된 셔블(shovels), 회전 컨베이어(screw conveyors), 또는 블랭킷 공급기(blanket feeders)에 의해 용융 챔버 내로 유입된다. 상기 유리 배치가 용융될 만큼의 열은 천연가스, 오일 또는 전기를 사용하여 생성된다. 그러나, 전기적 용융은 필요한 곳에 전기를 공급하여 주고 송기관 가스와 함께 운반되는 배치 물질의 문제를 없애주기 때문에 가장 에너지 효율이 높고 청정화 방법이다. 용융된 유리의 성분이 균일한 지를 확인하기 위하여 일반적으로 기계적 혼합기 또는 질소 또는 공기 기포가 있는 컨디셔닝 챔버 안에서 상기 용융 유리를 젖는다. 상기 용융된 유리는 다음으로 '전로'라 명명되는 일련의 가는 관을 통과하여 성형기(forming machines)로 운반된다. 용융 챔버에서는 배치내 원료의 분배에 따라 대량의 가스가 발생될 수 있다. 내재된 기포와 함께 상기 가스는 용융 유리내에 기포를 형성한다. 상기 유리의 점도가 높을수록 큰 기포는 표면으로 올라가나, 특히 작은 기포는 용융 유리내에 내재되어 있고, 상기 기포수는 최종 제품의 질을 낮춘다. 고품질의 유리를 요구하는 제품, 특히 액정 결정 디스플레이(liquid crystal displays)의 경우, 상기 내재된 기포는 성형기로 상기 용융 유리가 공급되기 전에 상기 용융 유리로부터 제거된다.

용융 유리로부터 기포를 제거하는 과정은 "파이닝"이라 명명된다. 유리 파이닝을 위한 한가지 방법은 혼합기에서 혼합하기 전에 상기 유리에 파이닝제로 알려진 다양한 물질을 첨가하는 것을 포함한다. 상기 파이닝제의 제 1목적은 적절한 파이닝 온도에 도달하였을 때 상기 용융 유리로부터 가스를 방출하는 것이다. 다음으로, 상기 방출된 가스는 상기 용융 유리내 가스 기포로 분산된다. 상기 기포가 커짐에 따라, 상대적인 부력은 증가하고, 방출될 수 있는 용융 유리의 표면으로 상승되게 된다. 상기 기포가 용융 유리를 통과하여 이동하는 속도는 용융 유리의 점도를 감소시킴으로써 상승될 수 있고, 상기 용융 유리의 점도는 용융 유리의 온도를 증가시킴으로써 감소될 수 있다. 대기압, 유리 용융 및 파이닝 과정에 대하여 효과적인 파이닝제는 상기 용융 유리의 점도가 소다-라임 유리에 대하여 효과적으로 낮은 온도 즉, 1300°C 내지 1500°C의 온도 범위까지 상기 용융 유리의 온도가 상승함에 따라 대량의 파이닝 가스를 방출시킬 수 있었야 한다.

유리 파이닝의 다른 방법은 상기 용융 유리를 저압지역으로 통과시켜 용융 유리내 기포를 확장하고 유리 표면으로 재빨리 상승되도록 하는 방법을 포함한다. 상기 공정은 일반적으로 감압 파이닝 또는 진공 파이닝으로 언급된다. 다양한 감압 파이닝자의 형태가 알려졌는데, Takeshita 등에 의한 미국 특허 제5,849,058호는 시폰-유형(siphon-type) 감압 파이닝자에 대하여 기술한다. 도 1에 도시된 바와 같이 상기 감압 파이닝자는 진공 하우징(vacuum housing) 2에 배치된 진공관(vacuum vessel; 1)을 포함한다. 상기 진공관(1)은 상승관(3)에 연결되는 일말단 및 하강관(4)에 연결되는 다른 말단을 갖는다. 상승관(3) 및 하강관(4)는 용융 유리의 고온에도 견딜수 있고, 쉽게 부식되지 않는 플레티늄(platinum)으로 이루어진다. 상기 진공관(1), 상승관(3), 및 하강관(4)는 전기에 의해 가열된다. 절연체(insulating material; 5)는 상기 진공관(1), 상승관(3), 및 하강관(4) 주변에 위치한다. 일반적으로, 상기 절연체(5)는 상기 상승관(3) 및 하강관(4)의 구조 지지체로서 이중의 절연 벽돌을 포함한다. 상기 진공관(1)과 연결되지 않은 상승관(3) 및 하강관(4)의 바닥 말단은 각각 저장관(6) 및 저장관(7)로 진공 하우징(2)를 통해 연장된다. 상기 저장관(6)은 유리 용융 용광로(도시되지 않음)로부터 용융 유리를 받기 위해 연결된다.

상승관(3), 진공관(1) 및 하강관(4)을 통한 용융 유리의 유입은 시폰 원리에 의한 것이다. 또한, 상기 진공관(1) 상의 용융 유리의 액상 표면은 저장관(6)상의 용융 유리의 액상 표면보다 높으며, 진공관(1) 내의 압력은 저장관(6)의 압력보다 낮다. 진공관(1) 내의 압력은 상기 진공관(1) 상의 용융 유리의 액상 표면이 저장관(6)상의 용융 유리의 액상 표면에 상대적으로 상승하는 것과 연관되어 있다. 저장관(6)상의 용융 유리의 액상 표면 보다 높은 상기 진공관(1)의 용융 유리 액상 표면의 높이는 바람직한 파이닝 압력 및 진공관(1)으로의 용융 유리 유입율을 기준으로 위치한다. 내재된 기포를 가지는 상기 용융 유리는 유리 용융 용광로(도시되지 않음)에서 저장관(6)으로 이동된다. 상기 진공관(1)의 압력이 저장관(6)의 압력보다 낮기 때문에 저장관(6)의 용융 유리는 상승관(3)을 통해 진공관(1)로 상승한다. 상기 진공관(1)의 압력은 대기압 이하의 압력, 예를들어 1/20, 1/3 대기압의 감압 조건으로 이동된다. 상기 용융 유리가 진공관(1)을 통과하고 감압조건으로 유입됨에 따라, 용융 유리내의 기포는 확장되고 재빨리 용융 유리의 표면으로 상승하며, 헤드공간(head space; 8)에 성형층을 형성한다. 상기 정제된 유리는 하강관(4)를 통하여 저장관(7)로 내려간다.

진공 하우징(2)는 파이닝 과정에 걸쳐 공기의 유입을 초소화하기 위하여 디자인되어야 한다. 상승관(3) 및 하강관(4)가 진공 하우징(2)을 빠져나가는 부분은 진공 하우징(2) 내의 기밀 조건을 유지하기 위하여 밀봉되어야 한다. 그러나 상승관(3) 및 하강관(4)는 가열됨에 따라 확장되기 때문에, 진공 하우징(2) 및 상승관(3) 및 하강관(4)의 벽 사이에 밀을 수 있는 밀봉을 유지한다는 것은 어려운 일이다. 예를 들어, 상기 상승관(3) 및 하강관(4)은 1500 °C로 가열될 때 각각 2인치 이상 늘어날 수 있다. 따라서, 대기압에서 연속적인 양의 공기가 진공 하우징(2)로 유입될 수 있는 갭(gap)이 존재한다. 또한, 상기 상승관(3) 및 하강관(4) 주변의 절연벽(5)은 상승관(3) 및 하강관(4)으로부터 열을 흡수함에 따라 연장되나, 상기 상승관(3) 및 하강관(4) 보다 낮은 비율로 연장된다. 따라서, 몇몇 갭이 절연벽(5) 사이에 존재할 수 있으며, 상기 갭은 상기 상승관(3) 및 하강관(4) 상에 지지되지 않는 영역을 남겨두게 된다. 상기 지지되지 않는 영역은 관(3, 4)에 미치는 용융 유리의 내부 압력으로 인해 파열될 수 있다.

몇몇 공지 기술 참고문헌은 연장되는 상승관 및 하강관 및 진공 하우징 사이의 문제에 대하여 언급하였으며, 내부 압력으로 인해 파이프가 파열되는 것을 막기 위한 적절한 지지체를 제공하고 있다. Ando 등에 의한 미국 특허 제5,851,258호는 진공 하우징을 통과하는 용융 물질을 전이시키는 상승관 및 하강관의 백업(back-up) 구조 및 관과 진공 하우징 사이를 메우기 위한 금속 벨로우(bellows)에 곤하여 기술하고 있다. 도 2는 파이프(16)의 백업 구조를 도시하고 있으며, 상기 구조는 상승관 및 하강관 모두에 적용이 가능하다. 상기 백업 구조는 지지판(32)로 이루어진 지지기(30), 및 푸쉬-업(push-up) 수단(36)을 포함한다. 절연벽(28)은 관을 감싸기 위하여 상승관(16) 주변에 배열된다. 파이프(16)를 포함하는 상기 진공 하우징의 레그 부분(leg portion; 12A)은 직사각형 프리즘 모양의 실린더형의 형태이며, 지지 구성원(40)은 직사각형 프리즘 모양의 실린더형의 레그 부분(12A)의 네 코너에 고정된다. 상기 압입(push-up) 수단(36)은 다리부위(12A)를 상기 지지 플레이트(32)에 연결하고, 상기 지지 플레이트(32)는 상기 벽돌(brick)을 지탱하도록 상부로 작동하도록 한다. 환상형 플랜지(16A)는 상기 파이프(16)의 외부 주위(circumference)상에서 미리결정된 간격에 제공된다. 상기 벽돌(28)은 상기 플랜지(16A) 사이에 각각 적층된다. 리세스(recess)(28A)는 상기 각각의 벽돌(28)의 상부 표면에서 형성된다. 리세스(28A) 각각의 폭은 실질적으로 상기 플랜지(16A)의 두께와 동일하여, 상기 벽돌(28)이 상기 플랜지(16A) 사이에 적층될 경우, 상기 각각의 플랜지(16A)는 근접한 리세스(28A)에 수용된다.

백금으로 제조된 상기 파이프(16)의 열팽창 계수는 상기 벽돌(28)의 열팽창 계수보다 크기 때문에 근접한 플랜지(16A) 사이의 파이프(16) 섹션의 연축(elongation)은 근접한 동일한 플랜지 사이에 배열된 벽돌(28)보다 크다. 따라서, 상기 파이프(16) 섹션의 축방향 연축은 상기 벽돌(28)에 의해서 제한되어 상기 파이프(16)의 섹션은 곡선 형태로 안쪽으로 변형된다. 상기 파이프(16)의 축방향에서의 연축은 전체적으로 적층된 벽돌(28)의 연축에 대응된다. 상기 파이프(16) 및 벽돌(28)은 열적으로 팽창된 경우 압입 수단(36)의 힘에 반하여 하부로 팽창된다. 주위 방향에서 파이프(16)의 열팽창을 조정하는 상기 벽돌(28)과 파이프(16) 사이의 공간(S)이 있다. 실린더형의 벨로우(bellow)(50)는 상기 진공 저장소(housing)를 상기 지지 플레이트(32)에 연결시키며, 상기 단열 물질, 즉 벽돌(28)은 상기 실린더형의 벨로우(50)에 수용되어 밀폐환경내의 진공 챔버의 내부를 유지시킨다.

도 3은 용융 유리 또는 다른 용융 물질에 갇힌 버블(bubble)을 제거하기에 적합한 감소된 압력 파이너(50)를 개략적으로 나타낸 도면이다. 상기 감소된 압력 파이너(50)는 상류 캐스팅(riser casing)(54), 파이너 캐스팅(56) 및 하류 캐스팅(58)을 포함하는 진공 저장기(52)를 포함한다. 상기 파이너 캐스팅(56)은 수평 캐스팅이며, 상류 캐스팅(54) 및 하류 캐스팅(58)은 수직방향의 캐스팅이다. 상기 캐스팅(54-58)은 일반적으로 실린더형이거나 또는 다른 구조, 예를 들어 직사각형의 구조를 갖는다. 상기 파이너 캐스팅(56)은 입구 노즐(60) 및 출구 노즐(62)을 갖는다. 봉합된 연결부(64)는 상기 입구 노즐(60)과 상류 캐스팅(54)의 상부 사이에서 형성된다. 상기 봉합된 연결부(64)는 예를 들어 상기 상류 캐스팅(54)의 상부의 장치 플랜지(68)에 고정된 상기 입구 노즐(60)상의 장치(mounting) 플랜지(66)

와 상기 장치 플랜지(66, 68) 사이에 배열된 오리링 봉합을 포함한다. 유사하게, 봉합된 연결부(70)는 상기 출구 노즐(62)과 상기 하류 캐스팅(58)의 상부 사이에서 형성된다. 상기 진공 저장기(52)는 또한 상기 상류 캐스팅(54)의 기부(78)에 연결된 상기 입구 매니폴드(84)를 포함한다. 상기 입구 매니폴드(84)는 밀폐된 접착부(weld)에 의해서 또는 밀폐 봉합을 만드는 다른 수단에 의해 상기 상류 캐스팅(54)의 기부(78)에 연결된다.

상기 상류 캐스팅(54), 파이너 캐스팅(56), 하류 캐스팅(58), 및 입구 매니폴드(84)는 파이너 챔버(98) 및 튜빙 시스템(73)이 배열된 연속적인 진공 챔버(72)로 정의된다. 상기 파이너 챔버(98)는 전체적으로 상기 파이너 캐스팅(56)에 함유된다. 상기 튜빙 시스템(73)은 연속적인 진공 챔버(72)를 통해 용융 유리를 운반하는 직접 - 가열된 튜브(74)를 포함한다. 상기 튜빙 시스템(73)은 또한 상기 직접 - 가열된 튜브(74)에 구조적 지지체를 단열하거나 제공하는 단열재(75)를 포함한다. 바람직하게, 상기 직접 - 가열된 튜브(74)는 백금이 높은 융점을 가지며, 쉽게 부식하지 않기 때문에 백금 또는 백금 합금으로 만들어진다. 상기 튜브(74)의 입구(76) 단부는 상기 입구 매니폴드(84)에 위치해 있으며, 상기 입구 매니폴드(84)의 입구부(90)의 밸브(79)와 연결된다. 봉합 플랜지(88)는 상기 튜브(74)의 입구 단부를 상기 입구 매니폴드(84)에 고착시키며, 공기가 상기 연속적인 진공 챔버(72)로 흐르는 것을 방지하거나 최소화 한다. 상기 튜브의 출구 단부(80)는 하류 캐스팅(58)의 기부(82)에 위치되어 있다. 봉합 플랜지(86)는 상기 튜브(74)의 출구 단부(80)를 상기 하류 캐스팅(58)에 고착시키며, 연속적인 진공 챔버(72)로 공기가 유입되는 것을 막거나 최소화한다.

또 다른 직접 - 가열된 튜브(92)는 상기 상류 캐스팅(54)의 입구 매니폴드의 입구부(90)를 연결하여 용융 유리가 상기 유리 용융 퍼니스(94)로부터 상기 튜브(74)의 입구 단부(76)으로 운반되도록 한다. 바람직하게, 상기 튜브(92)는 또한 백금 또는 백금 합금으로 이루어져 있다. 상기 튜브(74)는 상류 튜브(96)와 하류 튜브(100)를 포함한다. 상기 상류 튜브(96)는 파이너 캐스팅(56)의 입구 노즐(60)까지 확장되며, 이는 상기 상류 캐스팅(54)의 기부(78)로부터 L자 관에 의해서 상기 파이너 챔버(98)까지 연결된다. 상기 하류 튜브(100)는 하류 캐스팅(58)의 기부(82)로부터 상기 파이너 캐스팅(56)의 출구 노즐(62)까지 연결되어 있으며, 이는 L자 관(99)에 의해서 파이너 챔버(98)에 연결되어 있다. 상기 하류 튜브(100)의 출구 단부(80)는 도관(107)을 통해서 교반 챔버(106)에 연결된다. 스테리(도시되지 않음)는 교반 챔버(106)에서 수용되는 모든 유체를 섞기 위한 교반 챔버(106)에 배열된다.

통상적인 유리 정제 공정에 있어서, 상류 튜브(96), 하류 튜브(100) 및 파이너 챔버(98)는 약 1400°C로 가열된다. 상기 유리 용융 퍼니스(94)로부터의 용융 유리는 입구 매니폴드(84)의 입구부의 밸브(79)를 통해서 상류 튜브(96)로 흐른다. 상기 교반 챔버(106)는 또한 약 1400°C에서 예열되어 쿨렛(cullet)으로 공지된 리사이클 유리는 상기 교반 챔버(106)로 삽입되어 상기 교반 챔버(106)내의 유리 레벨이 상기 하류 튜브(100)의 출구 단부(80)에 닿을 때까지 용융된다. 상기 교반 챔버(106)에서 쿨렛을 녹이는 것 대신 또는 이에 덧붙여, 용융 유리는 상기 교반 챔버(106)내의 유리 레벨이 상기 하류 튜브(100)의 출구 단부(80)에 닿을 때까지 튜브(92)으로부터 교반 챔버(106)로 전환된다. 일단 상기 하류 튜브(100)의 출구 단부(80)가 용융 유리에 담지되면, 상기 파이너 챔버(98)의 압력은 천천히 감소되어 용융 유리가 상류 튜브(96) 및 하류 튜브(100)를 통해서 상기 파이너 챔버(98)로 흡수된다. 상기 파이너 챔버(98)의 압력은 상기 파이너 챔버(98)의 공기를 배출시키기 위한 진공 펌프(도시되지 않음)를 사용하여 감소된다. 유리가 상기 파이너 챔버(98)내로 인발되는 동안, 더 많은 쿨렛은 상기 교반 챔버(106)에서 용융되어 상기 하류 튜브(100)의 출구 단부(80)가 용융 유리에 담지되도록 한다. 상기 파이너 챔버(98) 내의 용융 유리가 바람직한 레벨에 닿으면, 튜브(74)를 통한 흐름은 상기 교반 챔버(106) 밖으로 상기 유리를 인발하기 시작한다.

이러한 작동동안, 용융 유리는 사이펀과 같은 상기 튜브(74)를 통해서 흐른다. 상기 유리가 상기 튜브(74) 밖으로 흐르도록, 상기 하류 튜브(100)는 유리 압력을 대기압으로 상승시키고, 상기 유리의 점도있는 흐름으로 인한 압력의 하강을 극복하기에 충분하도록 길어야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 일면은 튜빙이 팽창됨에 따라 압축하는 복수의 컨볼루션(convolution)을 갖는 튜빙을 포함하는 진공 저장소를 통해 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템을 제공하는 것이다. 상기 튜빙의 길이를 따라 배열된 다수의 사영(projection)은 상기 튜빙을 가열하는 전류를 운반한다. 다수의 내열성(refractory) 단열 벽돌은 상기 사영 사이에 적층된다. 제1의 봉합(seal) 플랜지는 상기 튜빙의 입구에 연결되고, 제2의 봉합 플랜지는 상기 튜빙의 출구에 연결된다. 각각의 봉합 플랜지는 상기 진공 저장소의 기부(base)에 연결되도록 접합된 금속 봉합을 포함하여 상기 진공 저장소의 기부에 봉합된 접촉면(contact)을 만든다. 각각의 봉합 플랜지는 또한 상기 튜빙의 팽창력을 금속 봉합 링에 전달함으로써 상기 컨볼루션을 압축하는 내열성 봉합 블록을 포함한다.

본 발명의 다른 일면 및 이점은 하기 설명 및 첨부된 청구항으로부터 분명해질 것이다.

발명의 구성 및 작용

압력강하없이, 디센더(100)의 길이는 수직관(96)의 길이와 거의 같다. 그러나, 압력강하를 고려하여, 상기 디센더(100)는 수직관(96)의 길이보다 더 길어질 것이다. 그러므로, 승수관(76)의 유입말단과 배관(74)의 배출말단(80) 사이의 유리 레벨의 차이가 있을 것이다. 이러한 구체예에서, 통상적인 교반 챔버(stir chamber)에서의 유리 레벨과 대응하여, 수직관(96)과 디센더관(100)의 크기는 상기 유리 레벨의 차이가 대략적으로 2in에서 4in이도록 선택된다. 그러나, 유리 레벨의 차이는 일반적으로 유리의 점성흐름으로 인해 시스템내에서 예상되는 압력강하와 연관됨을 주의하여야 한다. 레벨 프로브(level probe)(108 및 110)는 파이너 챔버(98) 내에서 및 디센더 관(100) 이후에서 각각 유리 레벨을 감지하기 위해 사용된다. 용해로(94)에서의 유리 레벨은 유리 배치, 즉 유리를 제조하기 위해 사용되는 원료가 상기 로(94)에 주입되는 속도에 의해 조절되고, 파이너 챔버(98)에서의 유리 레벨은 파이너 챔버(98)와 유량 밸브(79)의 진공에 의해 조절된다. 디센더 관(100) 이후의 유리 레벨은 디센더 관(100)의 온도를 변화시켜 조정될 수 있지만 조절되지 않는다.

파이너 챔버(98)의 압력은 용해된 유리내의 내재 기포의 팽창을 조장하기 위해 대기압 아래로 떨어진다. 파이너 챔버(98)에서 바람직한 부 - 대기압(sub - atmospheric pressure) P를 달성하기 위해, 파이너 챔버(98)에서의 유리표면(112)은 유리 용해로(94)에서의 유리표면(116)에 비해 높이 H로 높아진다. 높이 H는 하기 수학적 식 1에 의해 주어진다.

수학적 식 1

$$H = \frac{P}{\rho g}$$

여기서, ρ 는 용해된 유리의 밀도이고 g 는 중력가속도이다. 따라서 예를 들어 바람직한 부 - 대기압 P가 0.1 atm이고 용해된 유리의 밀도가 150 lb/ft^3 (2.4 g/cm^3)이라면 파이너 챔버(98)에서의 유리표면은 유리 용해로(94)에서의 유리표면보다 높은 152 in.(3.86m)의 높이 H로 높아질 것이다. 상기 수학적 식 1에 의해 얻어진 높이 H는 상기 밸브(79)에 있어서 압력강하를 고려하지 않은 것임을 주지하여야 한다. 상기 밸브(79)는 실제 높이 H가 상기 수학적 식 1을 이용하여 계산된 높이 H 미만이도록 조정될 수 있다. 일반적으로, 연속 진공 챔버(72)에서의 압력은 원하는 정제 압력에서 진공 펌프 시스템에 의해 조절될 것이다. 그리하여 상기 밸브(79)는 원하는 유리 레벨에서 파이너 챔버(98)의 유리 레벨을 유지하기 위해 자동적으로 조정될 것이다. 상기 디센더 관(100)은 흐름에 대한 저항성을 극복하기 위해 충분한 압력이 존재하도록 높이 H는 더욱 길어져야 한다. 상기 용해된 유리가 파이너 챔버(98)내에서 감소된 부 - 대기압과 접했을 때, 용해된 유리내의 내재 기포는 빠르게 팽창되어 유리표면으로 이동된다. 유리내의 내재 기포가 유리표면(112)에 붙어서 터지도록 하기 위한 적절한 체류시간을 얻기 위해 파이너 챔버(98)에 있어서 적절한 길이를 선택하는 것이 중요하다. 또한 유리표면(112)으로 이동하는 빠르게 팽창된 기포로 인해 발생하는 거품을 모으기 위해 유리표면(112) 상에 부속 실(118)이 제공되는 것이 중요하다.

도 4a 도 4b는 디센더 관(100) 뿐만 아니라 디센더 관(100) 주위의 내화 단열기(75)의 상세한 세로 및 가로 단면을 도시한다. 수직관(96)과 수직관(96) 주변의 내화 단열기(75)의 구조는 디센더 관(100)의 것과 실질적으로 동일하다. 따라서, 수직관(96)과 수직관(96) 주변의 내화 단열기(75)의 구조에 대한 설명은 생략한다. 상기 디센더 관(100)은 배관(74)의 가장 긴 수직부이며, 그들의 중량 및 열팽창하에서 버킹을 방지하기 위해 더욱 많은 시도들을 주장한다. 내화 단열기(75)는 디센더 관(100)에 결합되는 그들의 내부 표면(125)과 단열보드(124)으로 박판화된 외부 표면(123)을 갖는 단열 벽돌(122)을 포함한다. 상기 단열 벽돌(122)은 밥콕 앤 윌콕스, 인크(Babcock and Wilcox, Inc.)에 의해 시판되는 상품명 K - 3000의 제품과 같은 매우 조밀한 알루미늄 물질로 제조된다. 상기 단열 보드(124)는 카보런덤 주식회사(Carborundum Corp.)에 의해 상품명 듀로보드(Duroboard) 3000로 시판되는 덜 조밀한 섬유 물질로 제조된다. 상기 단열 벽돌(122)은 파워 플랜지(power flange) 또는 프로젝션(projection)(128) 사이에서 적층되며, 이것은 디센더 관(100)의 길이를 따라 분포된다. 도 4c는 파워 플랜지(128)의 하나의 평면도를 도시한다. 상기 파워 플랜지(128)는 통상적으로 백금 또는 백금 합금으로 제조되며 디센더 관(100)의 외경에 용접된다. 각 플랜지(128)에 인접하는 단열 벽돌(122)의 하나 또는 모두는 플랜지(128)가 고정되는 노치(notch)(도시되지 않음)를 갖는다. 최상층 파워 플랜지(128)에서 접수된 전기전류는 다른 파워 플랜지(128)로 흐른다. 디센더 관(100)의 줄 열(Joule heating)은 전류 흐름으로부터 얻어진다. 상기 파워 플랜지(128)의 외곽 모서리는 과도하게 뜨거워지지 않도록 물로 냉각된다.

디센더 관(100)은 가열될 때 팽창된다. 따라서, 몇개의 작은 압연고리(rolled ring) 또는 콘벌루션(convolution)(130)이 열팽창을 흡수하기 위해 디센더 관(100)의 벽에 제공된다. 도 5는 디센더 관(100)의 일부의 분해도이다. 상기 압연고리(130)는 통상적으로 몇 밀리미터의 깊이를 가지며, 디센더 관(100)의 길이를 따라 매 인치 또는 두개 정도로, 디센더 관(100)의 길이를 따라 분포된다. 상기 압연고리(130)는 디센더 관(100)이 팽창될 때 압축된다. 상기 단열 벽돌(122)이 상기 단열 벽돌(122)과 디센더 관(100)의 사이에서 거의 상대 이동이 없도록 캐스팅 시멘트(132)에 의해 디센더 관(100)에 결합된다. 이것은 디센더 관(100)의 팽창이 압연고리(130)(도 5 참조)에 의해 균일하게 취해지는 것을 나타내며, 따라서 단지 소수의 압연고리(130)가 완전히 붕괴되는 것을 방지한다. 적절한 캐스팅 시멘트는 첫번째 가열에서 대략적으로 0%의 열팽창을 갖는다. 적절한 캐스팅 시멘트(132)의 일예는 카보런덤 주식회사(Carborundum Corp.)에 의해 상품명 BI - 57 기포화 알루미늄으로 시판된다. 이러한 시멘트는 거의 0% 열팽창을 갖도록 먼저 가열될 때 함께 소결된다. 단열 벽돌(122)은 디센더 관(100)처럼 매우 뜨겁도록 조정되지만 디센더 관(100)처럼 가깝게 팽창되지 않는다. 섬유 직물(133)의 두꺼운 층이 벽돌(122)의 열팽창을 흡수하기 위해 각각의 단열 벽돌(122) 사이에 놓인다. 상기 섬유 직물(133)은 지르카 프로덕츠, 인크.(Zircar Products, Inc.)에 의해 시판되는 APA - 2와 같은 알루미늄 종이바람직하다. 그러나, 모든 섬유성 내화 물질이 사용가능하다.

도 4d는 단열 벽돌(122)이 움직이지 않도록 스틸 앵글(steel angle)(134)에 의해 고정된다. 단열 벽돌(122)이 움직이지 않는다는 사실은 디센더 관(100)상의 파워 플랜지(128)가 디센더 관(100)과 관련하여 벽돌(126)의 상대 이동에 의해 잘려지는 위험이 없기 때문에 중요한 특징이 된다. 스틸 앵글(134)은 가는 로드(135)에 의해 함께 묶여진다. 상기 가는 로드(135)는 디센더 관(100)을 통해 흐르는 높은 전류가 선회하는 가는 로드(135)에서 전류를 유도하지 않도록 서로 각각 전기적으로 절연된다. 단열 벽돌(122) 및 스틸 앵글(134)의 무게는 무시할 수 없으며 바람직하게는 파워 플랜지(128)에 전가되지 않아야 한다. 따라서, 스틸 앵글(134)은 디센딩 캐스팅(58)로부터 안쪽으로 돌출된 지지체(137)(도 4d에 참조)에 의해 디센더 캐스팅(58)에 고정된다. 그러므로, 스틸 앵글(134)과 단열 벽돌(122)의 무게는 디센더 캐스팅(58)에 의해 지지된다. 또는, 단열 벽돌(122) 및 단열보드(124)는 단열 벽돌이 열적으로 팽창될 때 마찰에 의해 디센더 캐스팅(58)에 고정되도록 디센더 캐스팅(58)에 대하여 딱 맞게 고정된다.

도 4a를 참조하면, 디센더 관(100)의 배출말단(80)에서 봉합 플랜지(86)는 금속 봉합 고리(136) 및 전기적으로 전도성 고리, 예를 들어 구리고리(138)를 포함한다. 상기 금속 봉합 고리(136) 및 구리 고리(138)는 단열 벽돌층(139) 주위에서 고정된다. 상기 금속 봉합 고리(136)는 스틸과 같은 강한 금속에 의해 제조된다. 스페이서(140)는 금속 봉합 고리(136)가 디센더 캐스팅(58)에 고정될 때 구리고리(138)가 전기적으로 디센더 캐스팅(58)로부터 절연되도록 금속 봉합 고리(136)과 구리 고리(138) 사이에 위치된다. 상기 스페이서(140)는 E. I. 듀폰 데 뉴모스 앤 코.(du Pont de Nemours & Co.)에 의해 테프론이라는 상품명으로 시판되는 합성수지로 제조된다. O-링 봉합(142)은 구리고리(138)와 스페이서(140)의 사이 및 스페이서(140)와 금속 고리(136)의 사이에 위치되어 공기의 누설에 대해 밀봉한다. 또는, W.L. 고어 앤 어소시에이트, 인크.(Gore & Associates, Inc.)에 의해 Gore-Tex[®]의 상품명으로 시판되는 압축성 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 봉합 가스켓이 금속 봉합 고리(136)로부터 구리 고리(138)를 전기적으로 절연시키면서 공기 누설로부터 밀봉하기 위해 구리 고리(138) 및 금속 봉합 고리(136) 사이에 위치된다. 예를 들어 백금 디스크(146)인 전기적으로 전도성 프로젝션의 외곽 모서리(144)는 은으로 댄납되거나 구리고리(138)로 용접된다.

또한, 봉합 플랜지(86)는 단열 벽돌층(139)상에 설치되는 봉합 블록(148)을 포함한다. 바람직하게는, 봉합 블록(148)은 강하고 열적 쇼크에 내성을 갖는 내화성 물질로 제조된다. 상기 물질의 예는, 카스, 테일러 손스 코.(Chas, Taylor Sons Co.)에 의해 시판되는 결합된 알루미늄 - 지르코니아 - 실리카 내화물인 Zirmul이다. 상기 봉합 블록(148)은 디센더 관(100)의 팽창력을 금속 봉합 고리(136)에 전달하는데 사용된다. 상기 금속 봉합 고리(136)에 전달된 팽창력은 또한 외부 압력을 막는다. 상기 봉합 블록(148)은 금속 봉합 고리(136)의 내부 모서리상에 놓인다. 디센더 관(100)의 말단부(149)는 봉합 블록(148)내에서 개구(150)내에 고정하기 위해 조여지고, 따라서 디센더 관(100)의 팽창력이 봉합 블록(148)에 있어서 분포되는 것이 확인된다. 상기 봉합 블록(148)은 디센더 관(100)의 팽창력을 막기 위해 충분히 두꺼워야 한다. 또한 디센더 관(100)의 말단부(149)는 단열 벽돌층(139)내에 개구(152)로 확장된다.

상기 하류관(100)의 출구 단부(80)는 플래티늄 디스크(146)에 융착된다. 상기 플래티늄 디스크(146)는 그 자체만으로 외압에 견딜만큼 강하지 않지만, 밀봉 블록(148)과 절연 벽돌층(139)이 플래티늄 디스크(146)가 외압에 견디는데 필요한 지지력을 제공한다. 상기 금속 밀봉링(136)은 하류 케이싱(58)의 베이스(82)에 볼트결합되며, O링 밀봉구(153)는 금속 밀봉링(136)과 하류 케이싱(58)의 베이스(82) 사이에 기밀 밀봉을 제공한다. 변압기(미도시)로부터 구리 링(138)의 외부 가장자리에 부착된 구리관(155)까지 동선(미도시)이 전류를 반송한다. 상기 구리 링(138)은 하류관(100)의 파워 플랜지(128A)와 플래티늄 디스크(146)에 전류를 전달한다. 물 또는 다른 냉각유체가 구리관(155)을 통하여 흐름으로써 구리 링(138)의 외부 가장자리를 냉각시켜 당해 구리 링(138)의 외부 가장자리가 과열되는 것을 방지한다.

상기 플래티늄 관 또는 플래티늄 관에 구비된 파워 플랜지중 하나에 균열이 발생할 위험때문에, 직접 가열된 플래티늄 관이 실온으로 냉각된 후 이를 재가열 하는 것은 통상적이지 않다. 그러나, 링이 하류관의 표면에 압연된 후 상기 하류관(100)이 담금질된다면, 압연된 링(130)은 하류관(100)이 가열 및 냉각될 때 발생하는 미세한 변형을 충분히 흡수할 정도의 연성을 가질 것이다. 상기 하류관(100)이 작동온도로 가열된 후, 압연된 링(130)의 응력은 해제된다. 그러나, 상기 하류관(100)은 냉각될 때 수축되는 경향이 있다. 따라서, 하류관(100)이 냉각될 때 하류관의 수축을 억제할 힘이 가해져야만 한다. 고정블록(154)은 하류관(100)의 수축을 억제하는데 필요한 힘을 제공한다. 상기 하류관(100)에 이웃한 플랜지(128A)의 적어도 일부는 플랜지(128A)가 수축력에 의해 절단되지 않도록 두꺼워야만 한다. 상기 고정블록(154)은 밀봉 블록(148) 위에서 파워 플랜지(128A)의 상부에 위치되며, 강재 형강(156)에 의해 적소에 유지된다. 상기 고정블록(154)은 Zirmul, 즉 Chas, Taylor Sons Co.에 의해 판매되는 접합 알루미늄 - 지르코니아 - 실리카 내열재와 같은 강한 내열재로 제조된다. 그러나, 통상적으로, 이와 같이 강한 내열재는 우수한 단열재가 아니다. 따라서, 고정블록(154)에 의해 점유된 영역 주위에는 높은 열손실이 발생하며, 이 영역을 통과하면서 유리는 빨리 냉각된다. 이와 같이 빠른 냉각을 줄이기 위하여, 밀봉 블록(148) 바로 위의 파워 플랜지(128A)와 플래티늄 디스크(146) 사이에 전력을 제공하는 별도의 변압기(미도시)가 사용된다. 파워 플랜지(128A)와 플래티늄 디스크(146) 사이의 짧은 하류관(100) 부분에서의 온도는 열전쌍(158)으로 측정될 수 있으며, 열전쌍(158)의 출력은 파워 플랜지(128A)

와 플래티늄 디스크(146)에 공급되는 전압을 제어하는데 사용될 수 있다. 변압기(미도시)는 상기 파워 플랜지(128A)와 다른 파워 플랜지(128)에 전력을 제공한다. 상기 2개의 플랜지 사이에 변압기가 필요하다. 파워 플랜지(128)에 전류를 공급하는 파워 리드(139)는 지지체(141)(도 4a 참조)에 의해 진공 하우스(58)의 벽체에 장착된다.

도 6a 및 도 6b는 파이너 챔버(98)에 하류관(100)을 연결하는 엘보우(99)의 수직단면을 도시한 도면이다. 상기 엘보우(99)의 구조는 파이너 챔버(98)에 상류관(96)을 연결하는 엘보우(97)(도 3 참조)와 유사하다. 상기 엘보우(99)는 하류관(100)이 가열 및 냉각될 때 밀봉 블록(148)(도 4a 참조)과 동일한 팽창력 및 수축력을 각각 경험하게 된다. 따라서, 엘보우(99)는 하류관(100)에 균열이 발생시키지 않고 하류관(100)의 열팽창력 및 열수축력을 견딜 수 있어야만 한다. 상기 하류관(100)이 팽창할 때, 수직 상승력은 하류관(100)에 잘 분배된다. 그러나, 하류관(100)이 수축할 때, 엘보우(99)의 용접부가 위치한 내측 모서리(162)에 높은 국소응력이 발생하게 된다. 이와 같이 높은 국소 응력은 엘보우(99)의 고장 원인이다. 국소 응력을 최소화하기 위해, 작은 지지 플랜지(164)가 엘보우(99)의 베이스(165) 주위에 용접된다. 상기 지지 플랜지(164)는 당해 플랜지(164)가 상하로 움직일 수 없도록 2개의 지지 블록(166)(168) 사이의 소정 위치에 고정된다. 지지 블록(166)(168)중 하나는 플랜지(164)와 대응하도록 홈이 형성되며, 상기 플랜지(164)가 장착될 때, 내열물질로 제조된 세멘트가 플랜지(164) 주변에 칠해짐으로써 플랜지(164)를 긴밀하게 고정하게 된다.

상기 하류관(100)과 파이너 챔버(98)에 의해 힘이 가해질 때 플랜지(164)가 휘어지지 않도록, 지지 블록(166)(168)이 긴밀하게 설치되는 것이 중요하다. 본 실시예에서, 상기 지지 블록(166)은 Zirmul과 같이 강한 내열충격성 내열물질로 제조되며, 상기 지지 블록(168)은 고 알루미늄 내열재와 같이 고온 내열물질로 제조된다. 상기 엘보우(99)는 지지 블록(168)내에 수납된다. 상기 지지블록(168)은 절연벽돌(170)에 의해 절연된다. 상기 절연 벽돌(170)은 Babcock and Wilcox, Inc.에 의해 판매되는 제품번호 K-28과 같은 내열물질로 제조될 수 있다. 상기 절연 벽돌(140)은 파이너 챔버(98)와 하류관(100)의 팽창력을 견딜 수 있을 정도로 충분히 강해야만 한다. 엘보우(99)를 적소에 유지하기 위하여, 스틸과 같이 강한 금속으로 제조된 브라켓트(172)가 절연 블록(170)의 상부(174) 및 측부(176)에 위치된다. 상기 브라켓트(172)는 파이너 케이싱(56)에 결합됨으로써, 하류관(100)과 파이너 챔버(98)에 대한 엘보우(99)의 상대운동을 방지한다. 상기 엘보우(99)는 파이너 케이싱(56)에 대해 고정된 지지체(178)상에 안착된다.

도 7은 상류 케이싱(54)의 베이스(78)에 구비된 입구 메니폴드(84)의 세부 단면도이다. 입구 메니폴드(84)의 입구부(90)의 밀봉 플랜지(88)는 하류관(100)의 베이스(88)에 구비된 밀봉 플랜지(86)와 유사하다. 상기 밀봉 플랜지(88)는 스틸과 같이 강한 금속으로 제조된 금속 밀봉 링(180)을 포함한다. 상기 금속 밀봉 링(180)은 절연 벽돌층(182) 주변에 체결된다. 상기 절연 벽돌층(182)상에 플래티늄 디스크(184)가 장착되며, 상기 플래티늄 디스크(184)상에는 고정블록(186)이 장착된다. 상기 플래티늄 디스크(184)의 외부 가장자리는 구리 파워 플랜지(190)에 용접되며, 이 플랜지 역시 상기 절연 블록층(182) 주변에 체결된다. 상기 구리 파워 플랜지(190)는 텔프론 또는 기타 다른 적당한 물질로 제조될 수 있는 스페이서(192)에 의해 금속 밀봉 링(180)으로부터 전기적으로 격리된다. 상기 구리 파워 플랜지(190)와 스페이서(192)의 사이, 그리고 상기 스페이서(192)와 금속 밀봉 링(180) 사이에는 공기가 누출되지 않도록 하는 O링 밀봉구(194)가 설치된다. 상기 금속 밀봉 링(180)은 입구 메니폴드(84)상의 플랜지(196)에 볼트결합되며, 상기 금속 밀봉 링(180)과 플랜지(196) 사이에 O링 밀봉구(198)가 기밀 밀봉을 제공한다. 상기 벽돌층(192)하부에는 밀봉 블록(200)이 장착되며, 이는 플래티늄 관(202)의 팽창력을 금속 밀봉 링(180)에 전달하는데 이용된다. 상기 관(902)은 상류관(96)을 연결한다(도 3 참조).

상기 플래티늄 관(202)이 냉각될 때 수축력 및 팽창력에 대항하는 힘을 제공하기 위해, 강한 금속, 예를 들어, 스틸로 제조된 링(204)이 밀봉 블록(200) 하부에 배치된다. 또한, 도 4a에 도시된 고정 블록(154)과 유사한 고정블록이 플래티늄 관(202)의 수축력에 저항하기 위해 사용될 수 있다. 상기 고정 블록(186)은 관(203)의 수축력에 저항하는데

필요한 힘을 제공한다. 상기 관(202)의 단부(206)는 각각 벽돌층(182)과 밀봉 블록(200)의 통공(208)(209) 내부에 체결되도록 네크가 형성되어 있다. 상기 단부(206)는 관(92)으로부터 용융된 유리를 받아들이기 위한 유정(flow well)을 형성한다. 파이너 챔버(98)의 압력이 변할 수 있도록 상기 유정(210)을 통과하는 용융 유리의 흐름을 제어하는 바늘(212)이 상기 유정(210)내에서 이동할 수 있다. 상기 유정(210)과 바늘(212)은 전술한 밸브(79)(도 3 참조)를 형성한다. 상기 유정(210)과 상류관 및 하류관(96)(100)이 진공 하우징(52)(도 3 참조)내에 완전히 봉입되는 것이 중요하다. 이는 관(96)(100)내부의 압력을 연속적인 진공 챔버(72) 내부의 압력보다 높은 수준으로 유지할 수 있도록 하며, 따라서, 플래티늄 관(96)(100)이 붕괴되지 않도록 보장한다. 상기 관(202)은 매우 짧지만, 이를 변형시키기 위해 필요한 힘은 긴 관과 동일하다. 따라서, 상기 고정블록(186)은 강재 형강(214)에 의해 적소에 유지됨으로써, 고정블록(186)이 관(203)의 수축력을 견딜 수 있도록 한다. 또한, 상기 밀봉 블록(200)과 금속 밀봉 링(180)도 고정블록(186)에 지지력을 제공한다.

도 8a는 파이너 챔버(98)를 수용하는 파이너 하우징(56)의 세부 단면도이다. 상기 파이너 챔버(98)는 상류관(96) 및 하류관(100)보다 직경이 훨씬 더 크다. 상기 파이너 챔버(98)의 단부에는 파워 플랜지(216)가 구비된다. 대직경 파이너 챔버(98)를 가열하기 위해서는 다량의 전류가 필요하기 때문에, 상기 파워 플랜지(216)는 상류관(96) 및 하류관(100)의 파워 플랜지(128)보다 훨씬 더 크다.바람직하게, 냉각수가 순환하는 냉각관(217)이 파워 플랜지(216)의 상부 외측 가장자리에 부착된다. 상기 파이너 챔버(98)는 주형가능한 세멘트(218)층에 의해 둘러싸이며, 크리프 및 고온에 저항할 수 있는 고 알루미늄 내열재 또는 기타 다른 물질로 제조된 크래들(220)에 안착된다. 크리프는 장시간의 응력으로 인하여 물질의 크기가 서서히 변하는 것이다. 상기 파이너 챔버(98)의 루프(222)는 크리프에 저항하는 내열 물질(221)로 덮인다. 상기 파이너 챔버(98)의 측부, 하부 및 상부는 각각 내열 절연 블록(223)(224)으로 절연되며, 다른 절연층(226), 예를 들어, Carborundum Corp에 의해 판매되는 상표명 Duroboard 3000과 같은 절연 보드로 덮인다. 상기 파이너 챔버(98)의 벽체는 열팽창을 흡수하기 위해 (도 8b에 도시된) 작은 압연 링 또는 컨볼루션(227)을 갖는다.

엘보우(99, 97) 상에 있는 브래킷(172)은 파이너 챔버(98)가 가열될 때, 파이너 챔버(98)의 열 팽창이 파이너 챔버(98)의 벽 내에 있는 롤드된 링(227)이 압축됨에 따라 흡수되도록 하기 위하여 고정된 엘보우(99, 97)를 고정한다. 섬유 클로드의 층(230)은 크래들(220)의 수직 연결점, 고온 저항 물질(221) 및 절연 벽돌(224) 사이에 배치된다. 섬유 클로드(230)는 크래들(220) 및 절연 벽돌(224)의 열 팽창을 흡수한다.

본 실시예에서, 파이너 챔버(98)는 전체 유리가 단지 절반이 되도록 하기 위하여 설계되나, 이것이 본 발명을 실행하는데 요구되지는 않는다. 유리 레벨은 디센더 튜브(100) 위쪽의 스탠드파이프(232)를 통하여 삽입되고, 니들 밸브(212)(도 7에 도시됨)를 팔로우 웰(210)(도 7에 도시됨)에 대하여 이동시킴으로써 조정되는 레벨 탐침(108)에 의해 측정된다. 레벨 탐침(108)은 통상적으로 플라티늄 로드이다. 레벨 탐침(108)이 유리 표면에 접촉할 때, 전기 회로는 유리에 접촉되었음을 나타내어 폐쇄된다. 실제로, 레벨 탐침(108)의 위치는 선택된 저항이 레벨 탐침(108)에 유지되도록 하기 위하여 콘트롤러(도시되지 않음)에 의해 조절된다. 스탠드파이프(232)는 거품 또는 기포가 없는 파이너 챔버(98)의 하류에 위치된다.

스탠드파이프(232)는 전류를 디센더 튜브(100) 및 라이저 튜브(96) 각각으로 나르는데 사용된다. 일반적으로, 전류는 엘보우(99) 주위의 파이너 파워 플랜지(216)를 통하여 흐르고 디센더 튜브(100) 상의 파워 플랜지(128)로 강하한다. 열적 모델은 전류가 집중되는 경향이 있기 때문에 이러한 전류 경로가 엘보우(99)의 내부 코너(162)를 과도하게 고온으로 할 수 있다. 그러나, 스탠드파이프(232)가 중심라인에 위치됨과 동시에, 스탠드파이프(232)를 디센더 튜브(100)로 전달된 전류는 집중되는 경향이 없고 디센더 튜브(100) 상의 열점은 실질적으로 없어진다. 파이너 챔버(98)에 연결하는 엘보우(99)의 짧은 수평부는 가열될 필요가 없다. 라이저 튜브(96) 위쪽에 위치한 스탠드파이프(233)는 전류를 라이저 튜브(96)로 전달하는데 유사하게 사용된다. 전류는 진공 하우징(52) 내에 있는 피드 포트(도시되지 않음)를 통하여 튜브(100, 96) 상의 파워 플랜지(128)(도 4a 및 4c에 도시됨) 및 파이너 챔버(98)에 공급될 수

있다. 배플(235)은 유리 표면 바로 아래의 파이너 챔버(98) 내에 위치된다. 배플(235)은 유리의 표면에 있는 거품 또는 기포가 엘보우(99) 내로 통과하는 것을 방지한다. 카메라 홀(237)은 관찰될 수 있는 유리 표면 위의 거품을 통하여 파이너 챔버(98)의 루프(222) 내에 제공된다. 카메라 홀(237)은 통상적으로 플라티늄으로 배열된다.

파이너 챔버(98)는 기포를 용융된 유리의 표면으로 상승시키도록 허용함으로써 용융된 유리 내의 기포를 제거하기 위해 계산된 단면 및 길이를 갖는다. 단면은 또한 거품이 유리 표면(112) 위의 적절한 헤드룸(118)에 있도록 선택된다. 파이너 챔버(98)는 원형 단면을 가질 수 있다. 도 9는 파이너 챔버(98)의 선택적인 단면을 나타낸다. 이 단면(234)은 유리의 깊이를 최소화한다. 이것은 기포를 제거하는데 더욱 효과적이다. 단면(234)은 루프의 새그 또는 붕괴를 방지하도록 돔형 루프를 갖는 것이 바람직하다. 유리에 접촉하는 채널(238)은 플라티늄으로 배열된다. 대부분의 경우 루프(236)는 부식성 증기에 의해 공격받는 것을 방지하도록 플라티늄으로 배열되어야 한다. 통형 루트(236)는 원형일 수 있으나, 사슬 형태가 플라티늄 배열의 변형 때문에 새그에 더욱 저항성이 있다. 더욱이, 새그를 방지하기 위하여 파이너 챔버(98)의 루프를 파이너 챔버(98) 위의 내화성 물질에 고정시키기 위해 상승된 온도가 요구될 수 있다.

다시 도 4a를 참조하면, 디센더 튜브(100)의 팽창이 디센더 튜브(100)의 벽 내에 있는 소형의 롤드된 링(130)(도 5에 도시됨)의 수단에 의해 내부적으로 흡수되도록 하기 위하여, 실 플랜지(86)에 의하여 디센더 튜브(100)의 상부 단부는 고정된 엘보우(99)에 의해 속박되며, 디센더 튜브(100)의 하부 단부는 디센더 케이싱(58)에 고정된다. 도 10a 및 10b는 열 팽창이 소형의 롤드된 링을 포함하지 않는 튜브(240) 내에 적용될 수 있는 방법을 보여준다. 도 10a에서, 큰 금속 벨로우(242)가 튜브(240)의 팽창을 흡수하도록 튜브(240)의 상부 단부에 제공된다. 튜브(240)의 단부는 벨로우(242)를 압축하기 위해 필요한 큰 힘을 버티도록 적절히 지지된다. 튜브(240) 주위의 절연 벽돌(246)을 케이싱(248)의 벽에 고정시키는데 사용된 지지 부재(도시되지 않음)는 튜브(240)가 팽창함에 따라 상승되어야 한다. 또한, 튜브(240) 위의 파워 플랜지(252)에 전류를 공급하는 파워 리드(244)는 플랜지(252)가 절단되지 않도록 튜브(240)가 팽창함에 따라 상승된다. 절연 벽돌(246)이 튜브(240) 보다 덜 팽창하기 때문에 갭은 절연 벽돌(246) 사이에 개방될 수 있다. 이러한 갭은 지지되지 않은 영역을 남길 수 있고, 여기에서 튜브가 내부 압력에 의해 파열될 수 있고, 냉점이 튜브를 통하여 통과하는 용융된 유리 내에 생길 수 있다. 그러나, 절연 벽돌(246)이 케스터블 전류(250)에 의해 튜브(240)에 속박된다면, 케스터블 전류(250)는 튜브(240)가 팽창됨에 따라 절연 벽돌(246)을 상승시킬 수 있다. 그러나, 튜브(240)의 상부에 있는 큰 금속 벨로우(242)는 용융된 유리의 리보일을 증진시킬 수 있는 큰 방사상의 열적 성분을 가질 수 있다. 외부 히터(도시되지 않음)가 벨로우(242)에 큰 열적 성분을 방지하기 위하여 제공될 수 있다. 또한, 벨로우(242)는 산소에 종속하고 파열 또는 새그되려는 경향이 있다. Carborundum, Corp.에 의해 판매된 상표명 Fiberfrax와 같은 섬유 강화물이 새그를 방지하기 위해 벨로우(240)의 컨볼루션 사이에 배치될 수 있다.

도 10b에서, 절연 벽돌(246)은 예를 들면, 절연 벽돌을 튜브에 결합시키지 않고 바닥으로부터 밀어올릴 수 있다. 절연 벽돌(246)을 밀어올림에 따라 파워 플랜지는 상승된다. 다시 절연 벽돌(246)을 케이싱(248)의 벽에 고정하는 지지체(도시되지 않음)는 절연 벽돌(246)을 밀어올림에 따라 위로 이동된다. 팽창 링(254)은 파워 플랜지(252) 사이에 생기는 튜브(240)의 팽창을 흡수하도록 필요하다. 팽창 링(254)은 소형의 롤드된 링(130)(도 5에 도시됨)에 비교하여 소프트하다. 즉, 팽창 링은 소형의 롤드된 링 보다 큰 반경을 갖고 이를 압축하는데 힘이 덜 필요하다. 소형 벨로우(256)는 튜브(240)의 상부 단부에서 팽창을 흡수하기 위해 아직 튜브(240)의 상부에 필요하다.

도 10c는 두 부분(260, 262)로 제조된 튜브(258)를 나타낸다. 두 부분(260, 262)의 인접하는 단부는 파워 플랜지로서 사용되는 원형 디스크(264, 266)를 갖는다. 튜브의 부분(260, 262)은 팽창하나 접촉하지 않는다. 그 결과, 유리는 디스크(264, 266) 사이의 개방 조인트(268)로 흐른다. 원형 디스크(264, 266)는 그 외부 모서리가 용접된 냉각 튜브(270)를 갖는다. 따라서, 개방 조인트(268)로 흐르는 유리는 열게 된다. 통상적으로, 개방 조인트(268)는 너무 작아 유리는 개방 조인트(268)의 외부로 스며나오지 않는다. 절연 벽돌(272, 274) 및 튜브의 부분(260, 262)의 차별적인

팽창은 플랜지 사이에 팽창 링(276)을 제공함으로써 발생시킬 수 있다. 튜브 부분(260, 262)을 작동시키는 파워는 분리 변압기(도시되지 않음)에 의해 제공된다.

발명의 효과

본 발명에 따른 튜빙 시스템은 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반할 수 있고, 튜빙이 팽창함에 따라 압축하는 복수의 컨볼루션을 갖는 튜빙을 포함한다.

발명이 한정된 실시예에 관하여 설명되었지만 본 발명분야의 기술자는 상술된 본 발명의 범주를 벗어나지 않고 다른 실시예를 생각할 수 있다. 따라서, 본 발명의 범위는 단지 첨부된 청구범위에 한정된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

튜빙이 팽창함에 따라 압축하는, 복수의 컨볼루션을 갖는 튜빙;

상기 튜빙의 길이를 따라 배치되고, 상기 튜빙을 가열하는 전류를 이송하기 위한 복수의 프로젝션;

상기 프로젝션 사이에 적층된 복수의 내화성 단열 벽돌;

상기 튜빙의 입구측 단부와 연결된 제1 실 플랜지; 및

상기 튜빙의 출구측 단부와 연결된 제2 실 플랜지;

를 포함하며, 상기에서 각각의 실 플랜지가

진공 하우징의 베이스와 밀봉 접촉되도록 진공 하우징의 베이스에 연결되도록 적응된 금속 실 링; 및

상기 튜빙의 팽창력을 상기 금속 실 링으로 전달하기 위하여 상기 금속 실 링과 상기 튜빙에 연결됨으로써 상기 컨볼루션이 압축하도록 하는 내화성 실 블록을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 각각의 실 플랜지는 상기 튜빙 상의 프로젝션으로 전류를 전달하는, 전기전도성 링을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 전기전도성 링이 상기 금속 실 링과 전기적으로 절연되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 전기전도성 링과 상기 금속 실 링 사이를 밀봉하기 위한 실을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 금속 실 링과 진공 하우징의 베이스 사이를 밀봉하는 실을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 각각의 실 플랜지는 상기 튜빙의 수축력에 대한 저항수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 튜빙의 수축력에 대한 저항수단이 상기 내화성 실 블록과 연결된 장착(hold-down) 내화성 블록을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 튜빙의 수축력에 대한 저항수단이 내화성 실 블록과 연결된 금속 링을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 튜빙이 백금으로 제조되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 튜빙과 인접한 단열 벽돌의 내부 표면이 캐스팅가능한 시멘트에 의하여 상기 튜빙에 고착되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 11.

제1항에 있어서, 단열벽돌의 열 팽창을 흡수하기 위하여 상기 섬유상의 내화성 물질이 인접한 단열 벽돌 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 단열벽돌의 외부 표면이 단열 물질로 적층되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 13.

제10항에 있어서, 상기 진공 하우징의 벽에 상기 단열 벽돌을 고정하기 위한 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 14.

제9항에 있어서, 상기 프로젝션이 백금으로 제조되고 상기 튜빙의 외부직경과 고착되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 제2 실 플랜지가 상기 튜빙의 입구측 단부를 가열하기 위하여 상기 튜빙 상의 프로젝션 중 하나와 협력하는, 전기전도성 프로젝션을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 튜빙의 입구측 단부 내로 용융된 물질의 흐름을 제어하기 위한 밸브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 17.

제1항에 있어서, 상기 튜빙이 제1 수직부, 제2 수직부 및 수평부를 포함하고, 복수의 엘보우가 상기 수평부의 대향 단부를 상기 수직부들과 연결되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 18.

제17항에 있어서, 지지 플랜지가 상기 수직부와 연결된 각각의 엘보우의 단부에 고정되고 상기 엘보우에 인접한 단열벽들 사이에서 고착되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 19.

제17항에 있어서, 상기 진공 하우징의 벽으로 상기 엘보우를 고정시키기 위한 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 20.

제17항에 있어서, 상기 수평부의 직경이 상기 수직부의 직경보다 더 큰 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 21.

제17항에 있어서, 상기 제2 수직부가 상기 튜빙의 출구측 단부를 포함하고 상기 제1 수직부보다 더 긴 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 22.

제17항에 있어서, 직립관이 레벨 프로브를 수용하기 위하여 각각의 엘보우 상에 설치되는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 직립관이 상기 튜빙으로 전류를 이송하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

청구항 24.

튜빙이 팽창함에 따라 압축하는, 복수의 컨볼루션을 갖는 튜빙;

상기 튜빙의 길이를 따라 배치되고, 상기 튜빙을 가열하는 전류를 이송하기 위한 복수의 프로젝션;

상기 프로젝션 사이에 적층된 복수의 내화성 단열벽돌;

상기 튜빙의 입구측 단부와 연결된 제1 실 플랜지;

상기 튜빙의 출구측 단부와 연결된 제2 실 플랜지; 및

상기 튜빙의 입구측 단부내로 용융된 물질의 흐름을 제어하기 위한 밸브;

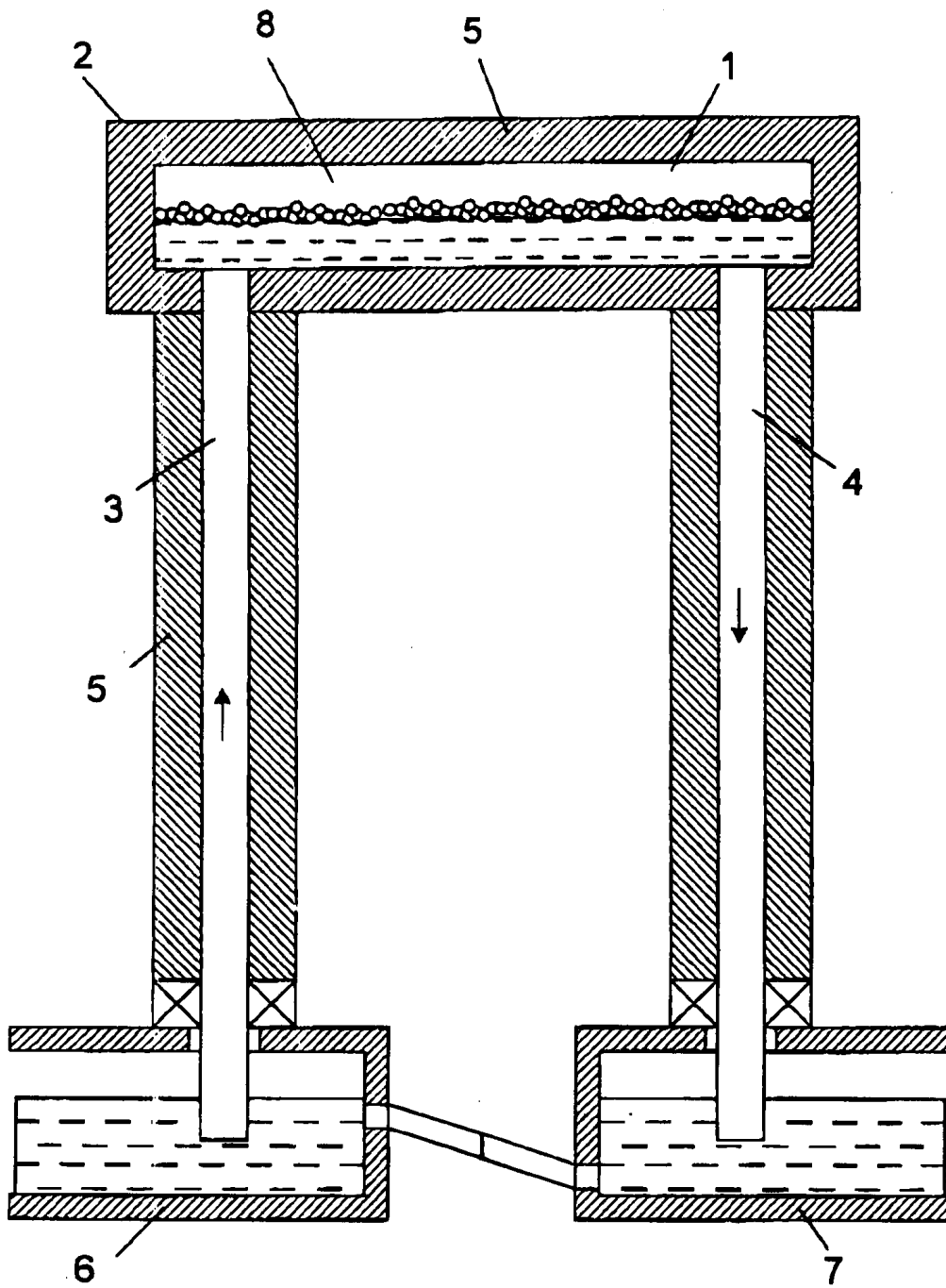
를 포함하며, 상기에서 각각의 실 플랜지가

진공 하우징의 베이스와 밀봉 접촉하도록 하기 위하여 진공 하우징의 베이스와 연결되도록 적응된 금속 실 링; 및

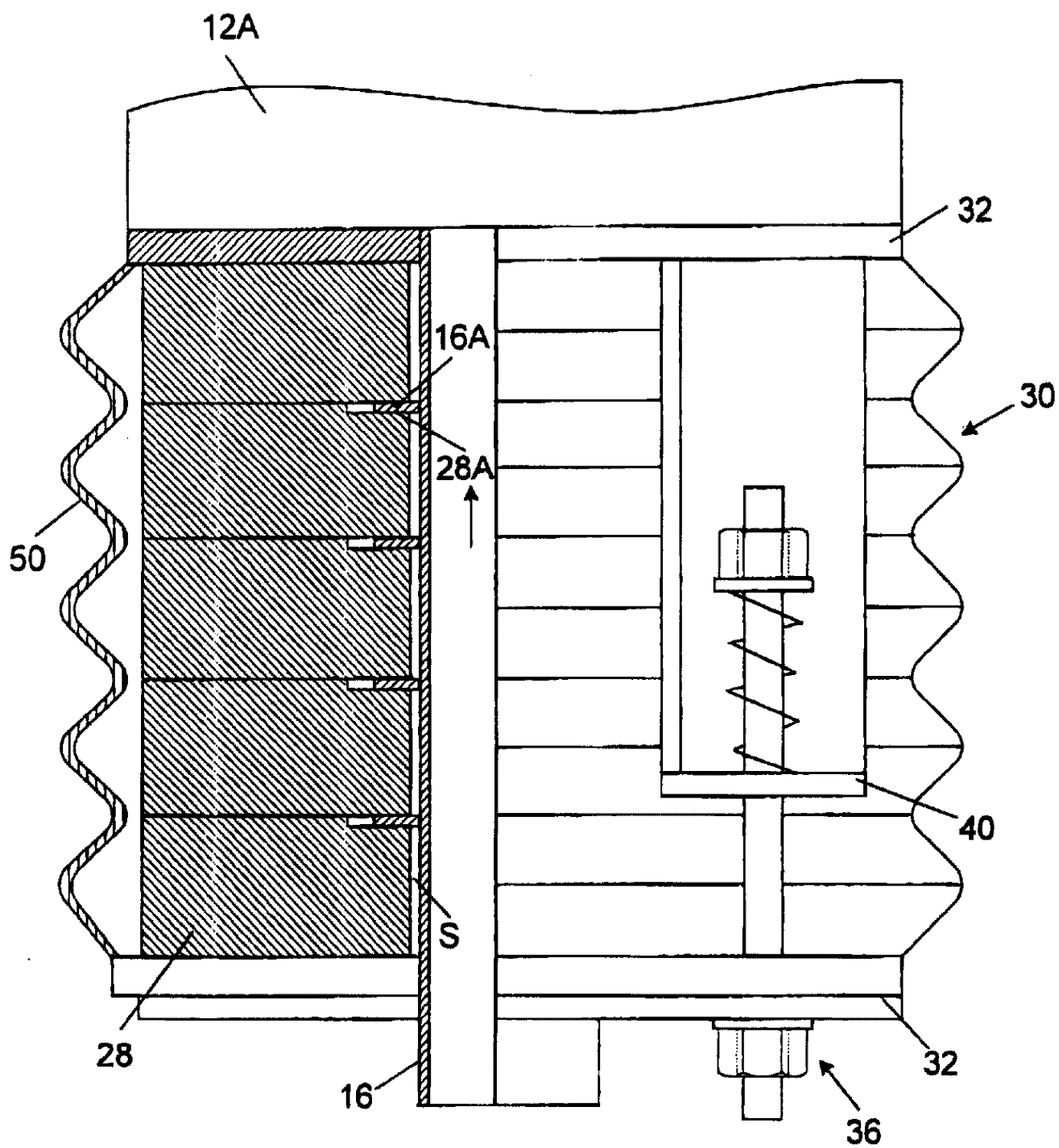
상기 튜빙의 팽창력을 상기 금속 실 링으로 전달하기 위하여 상기 금속 실 링과 상기 튜빙에 연결됨으로써 상기 컨볼루션이 압축하도록 하는 내화성 실 블록을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 하우징을 통하여 용융된 물질을 운반하기 위한 튜빙 시스템.

도면

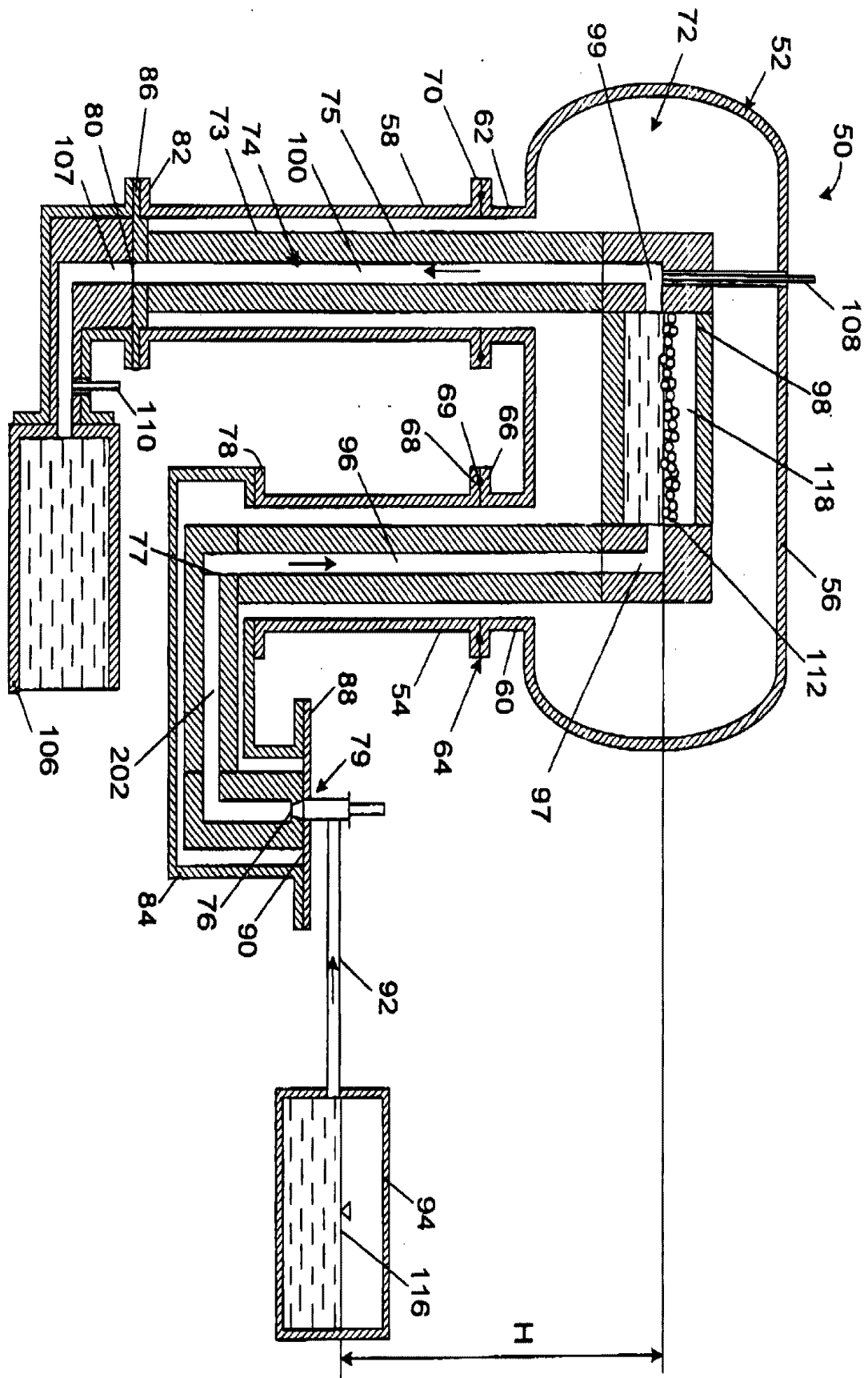
도면 1



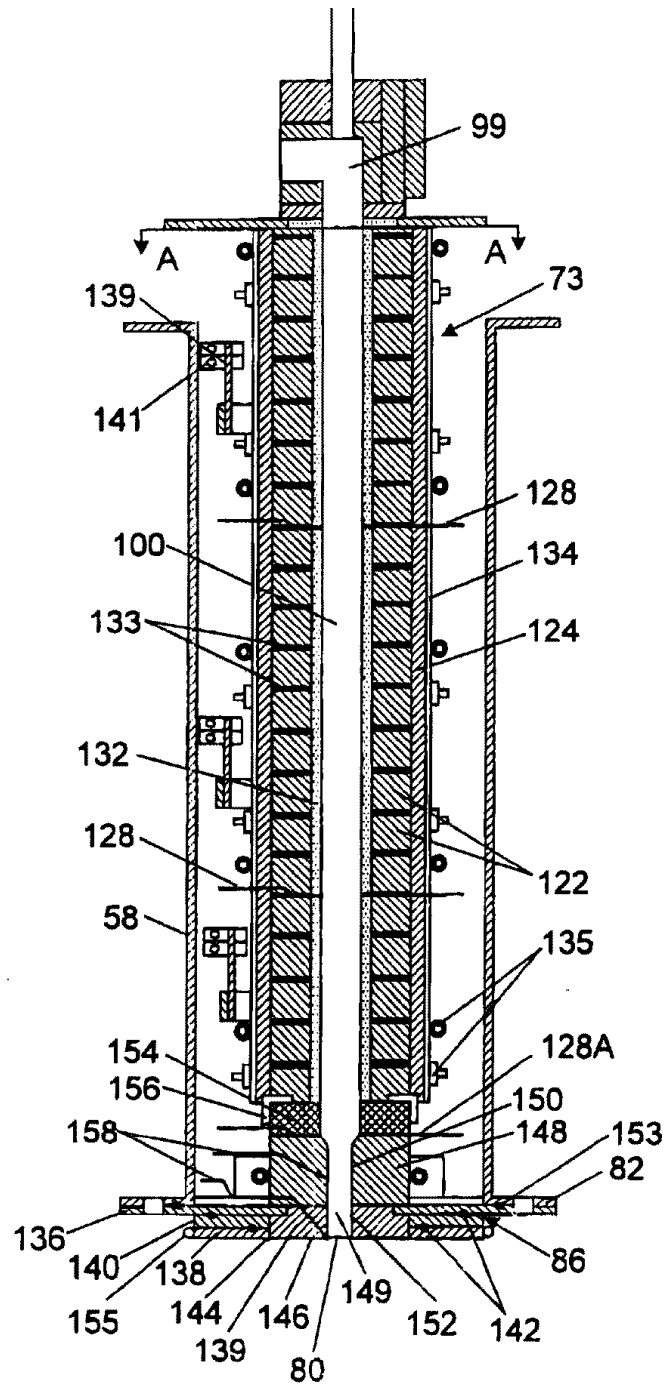
도면 2



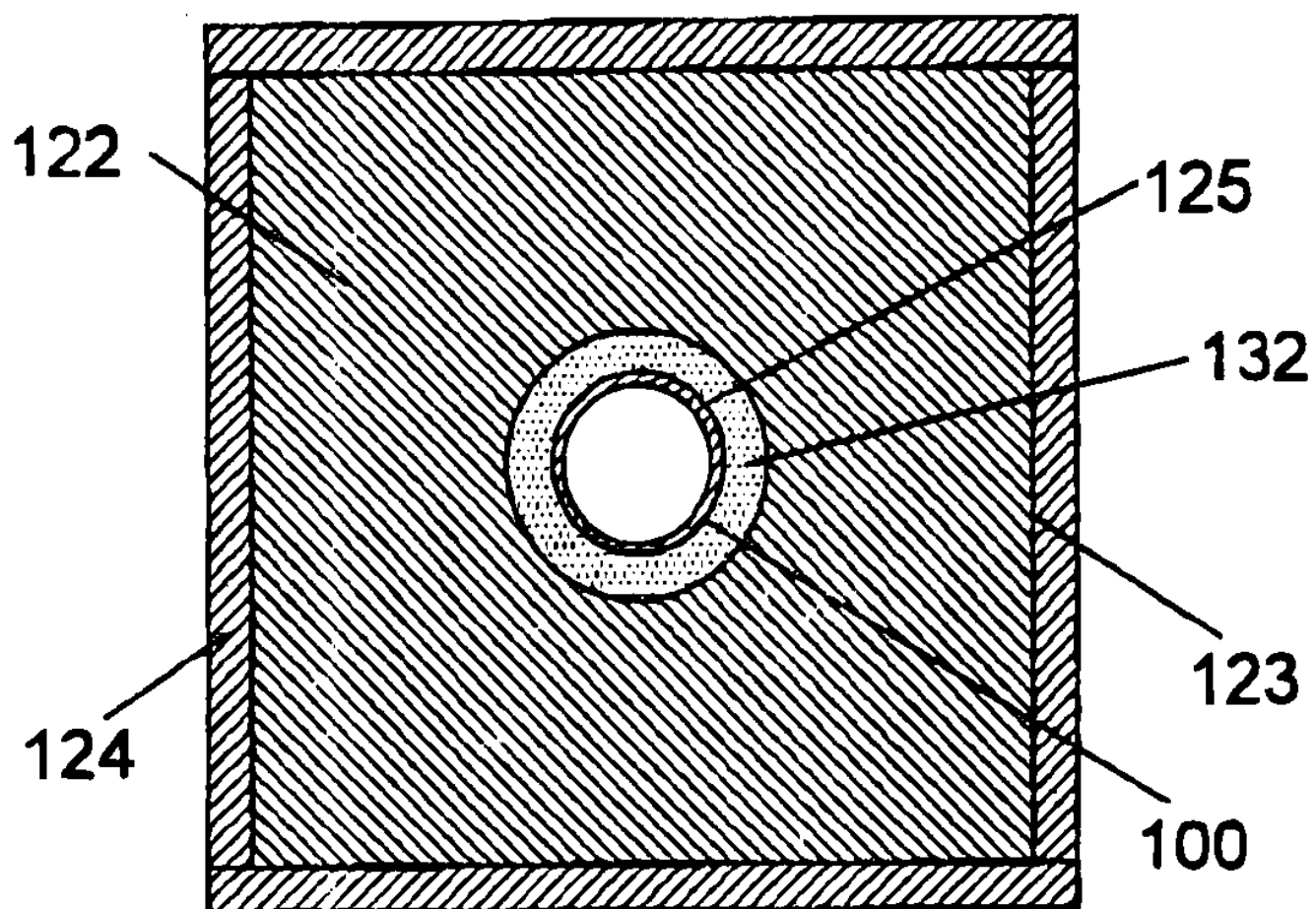
도면 3



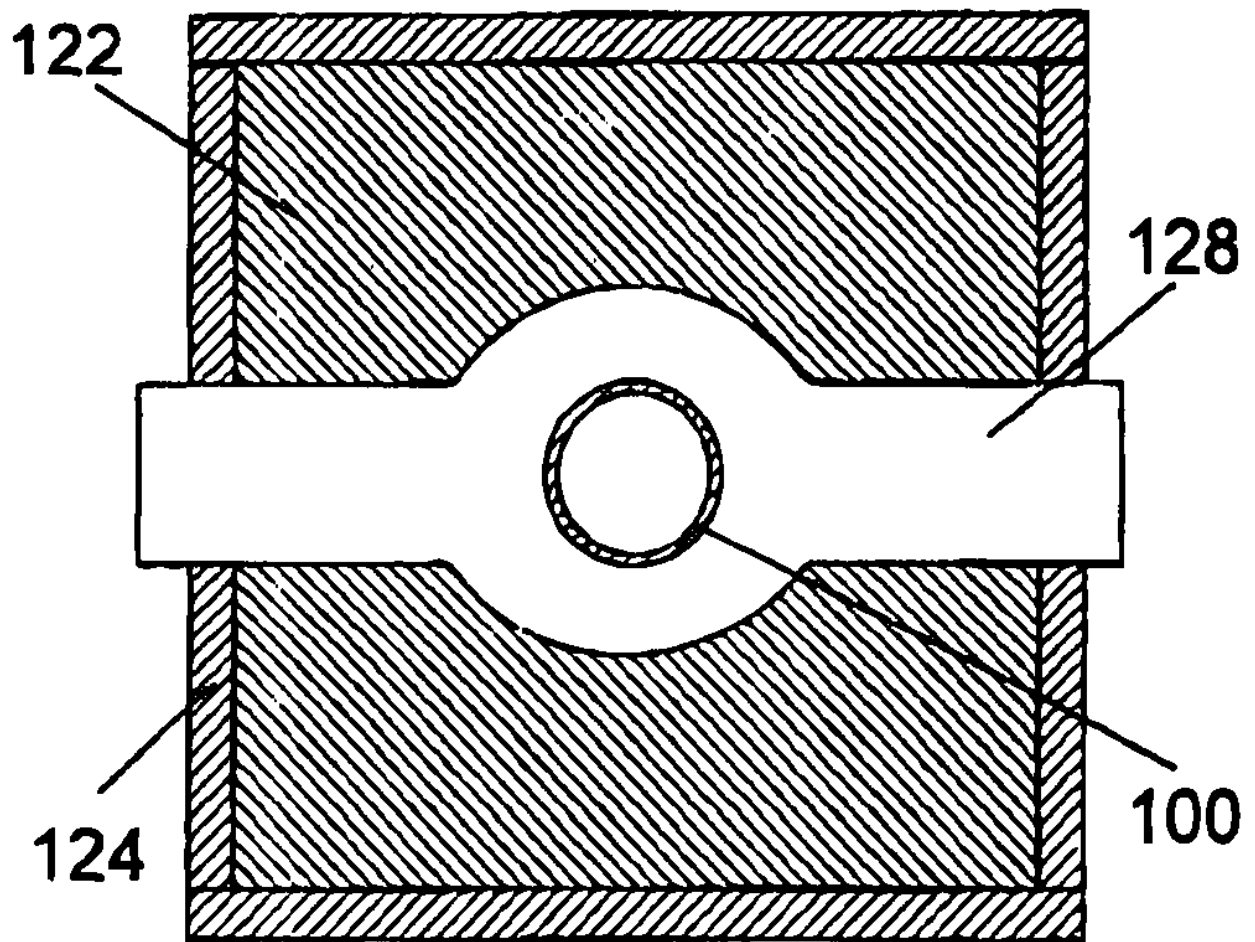
도면 4a



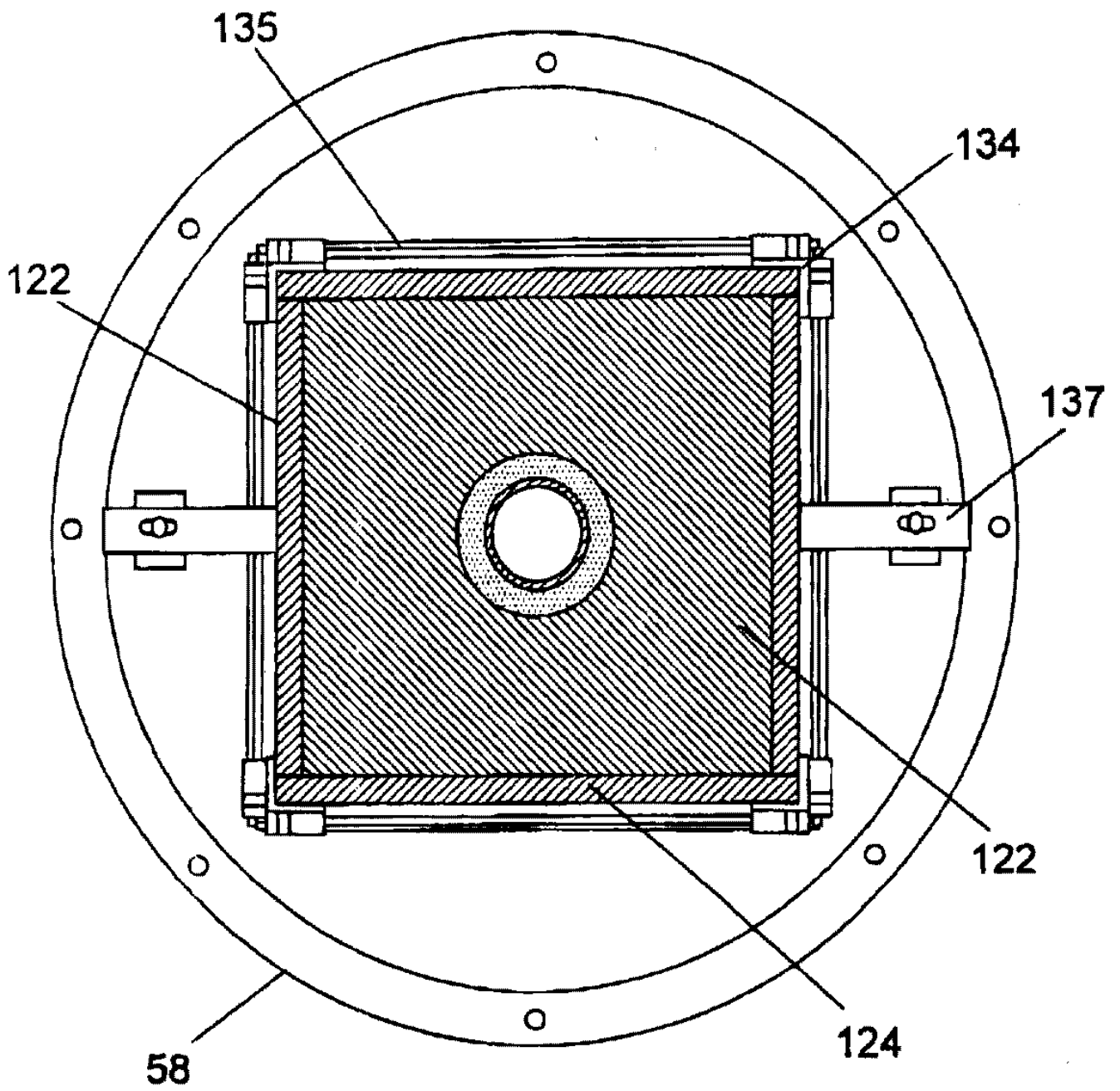
도면 4b



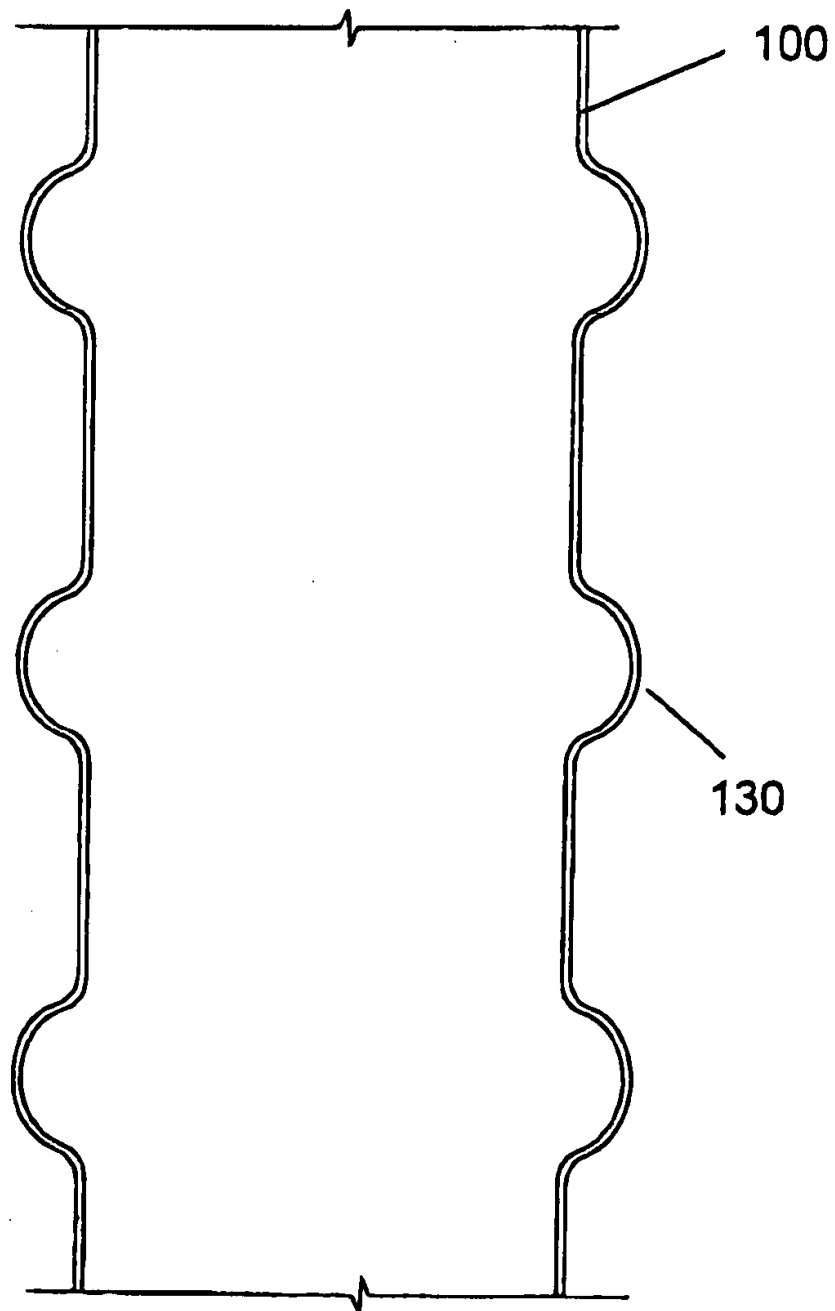
도면 4c



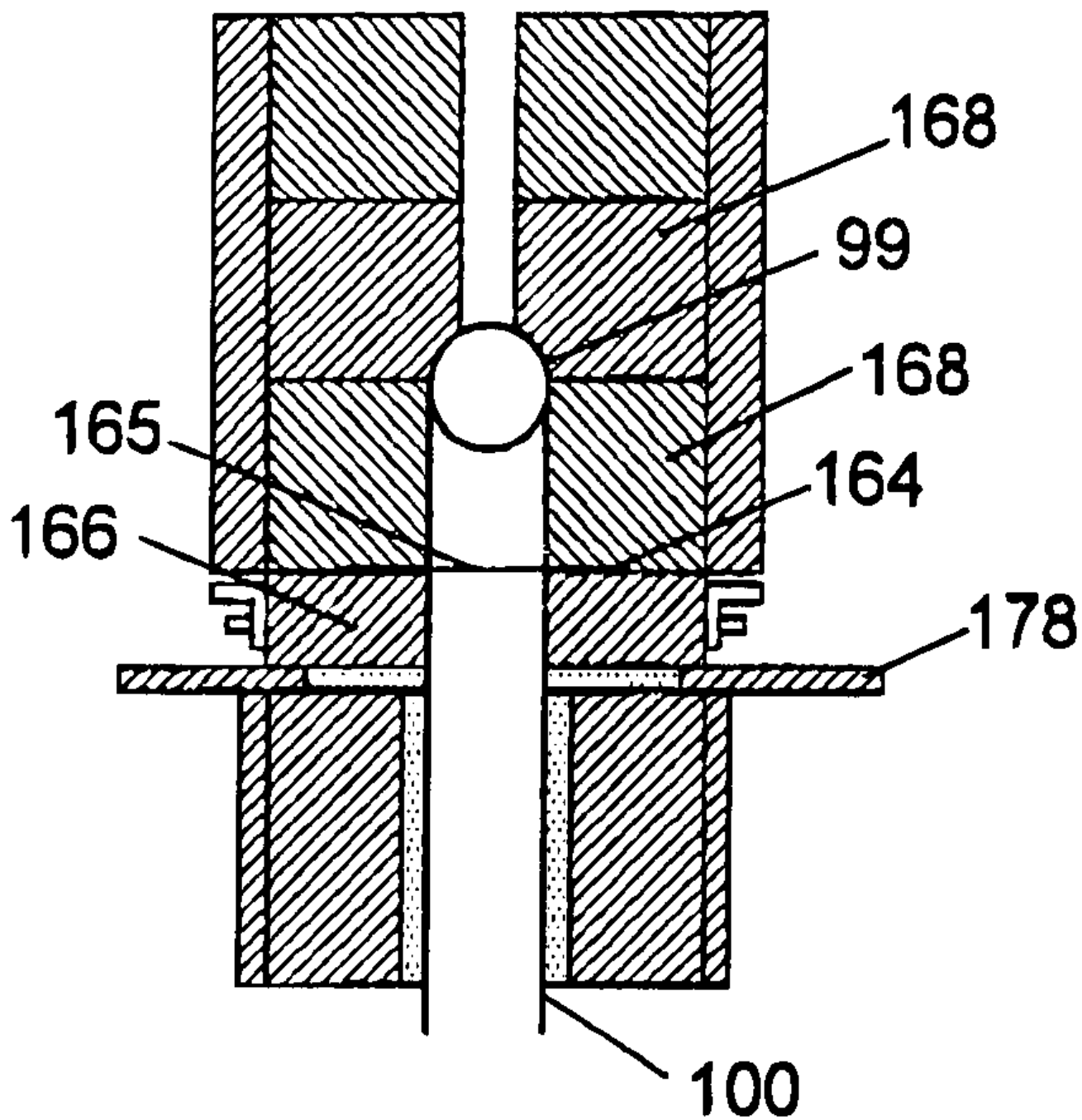
도면 4d



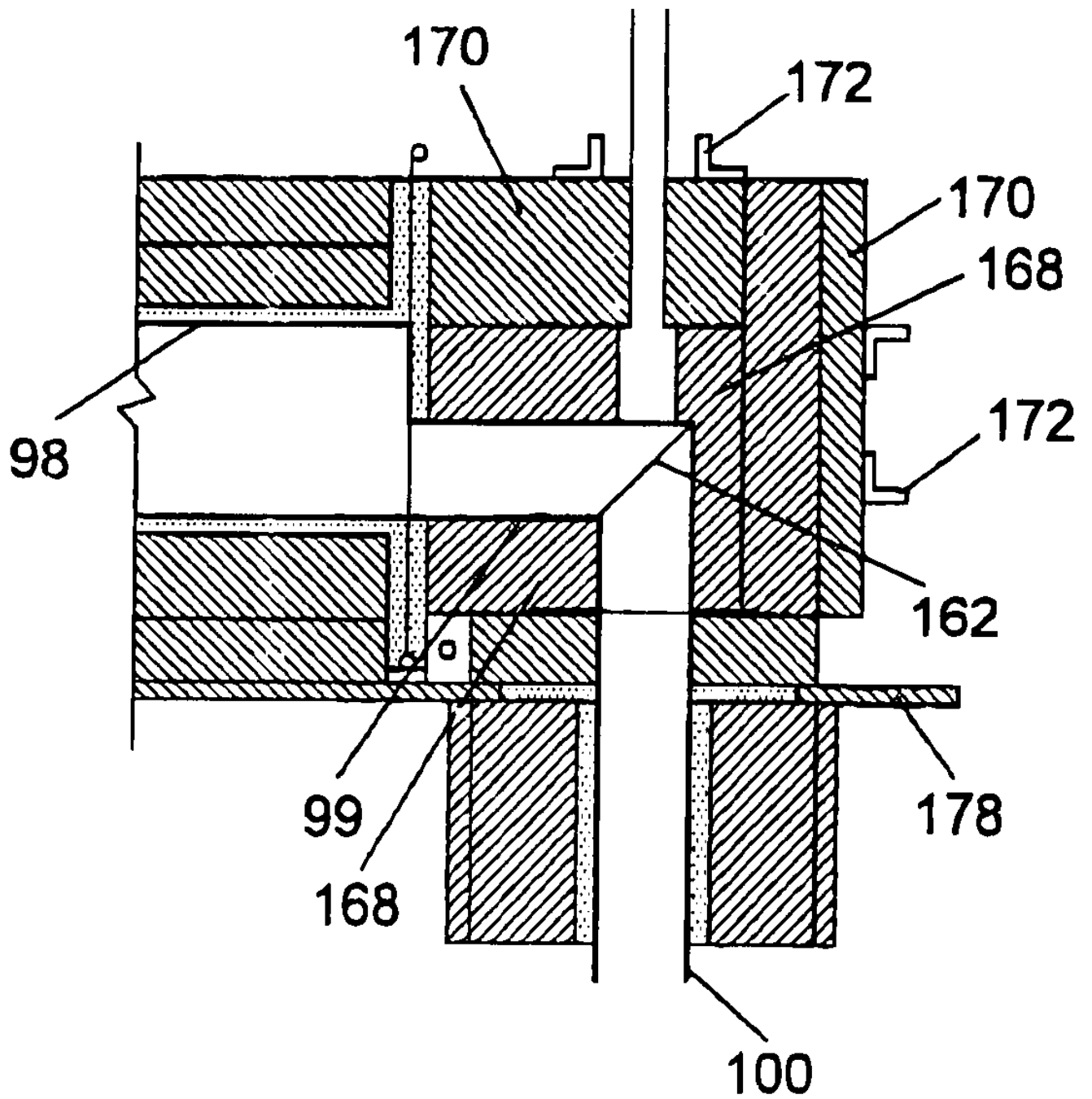
도면 5



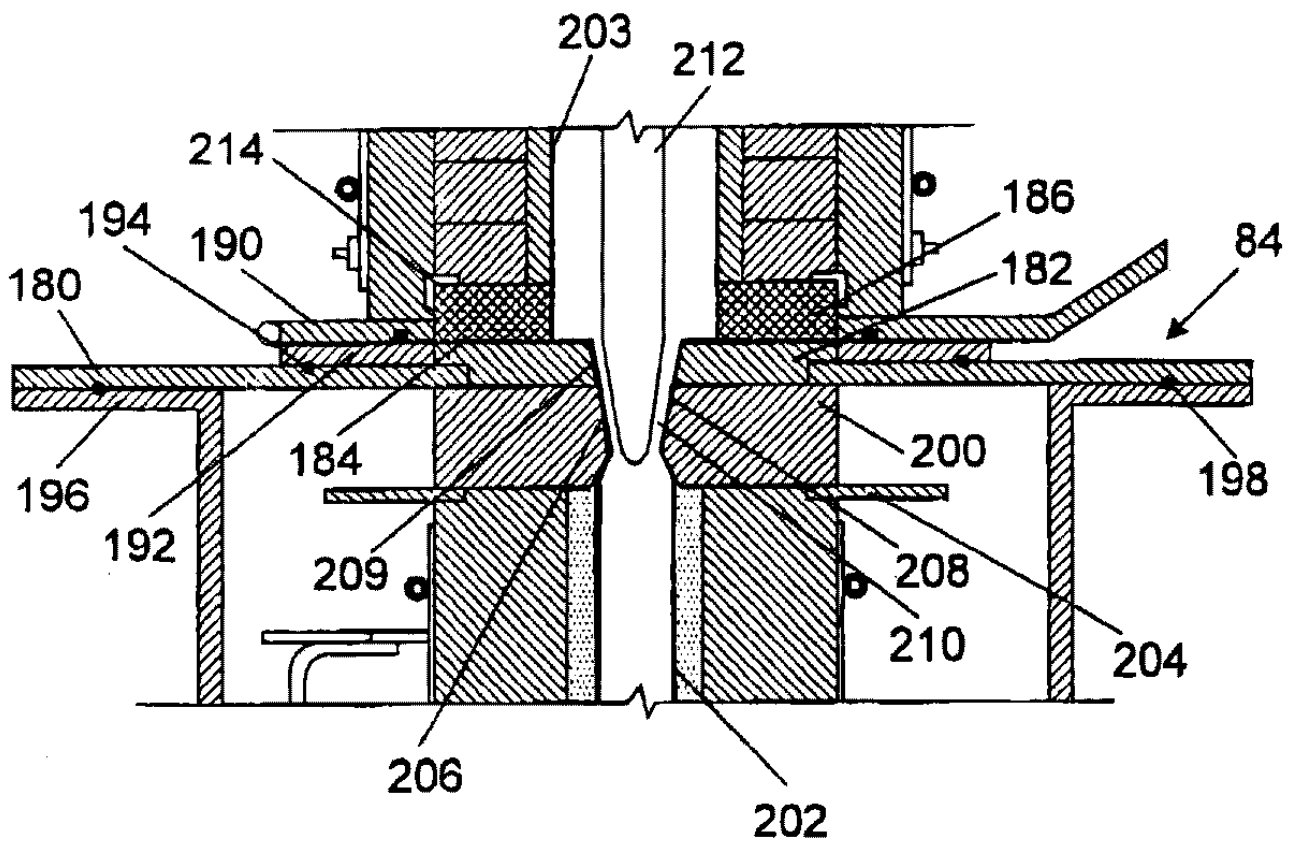
도면 6a



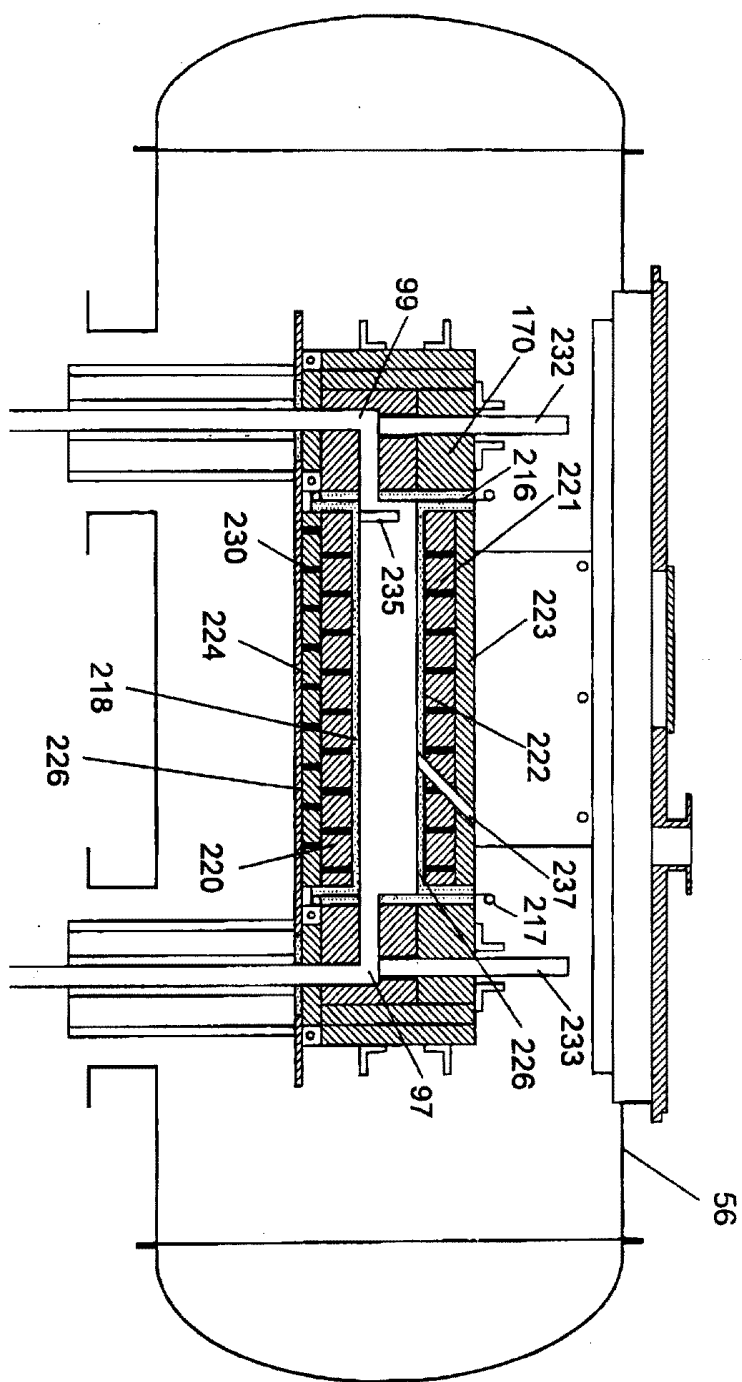
도면 6b



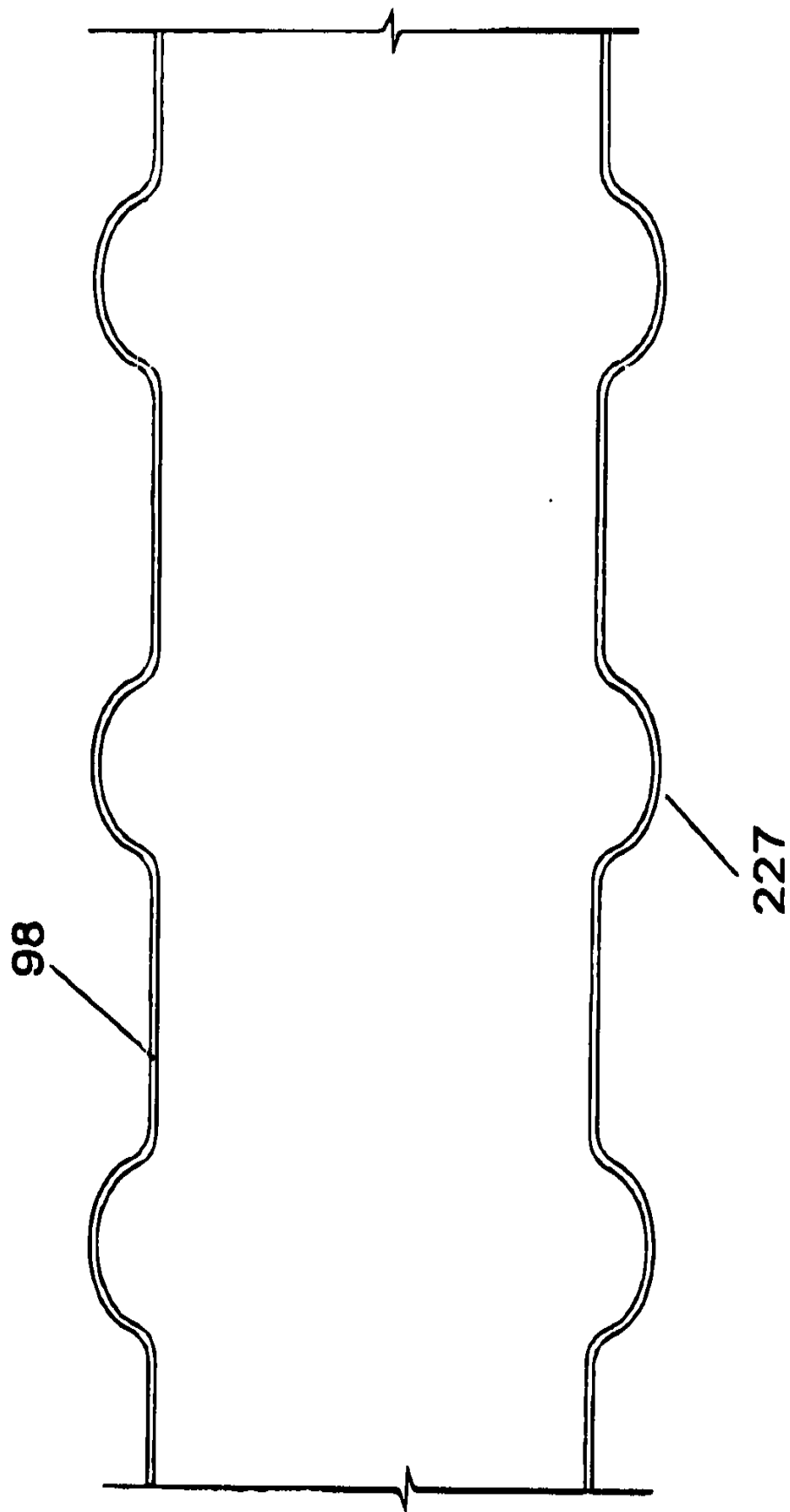
도면 7



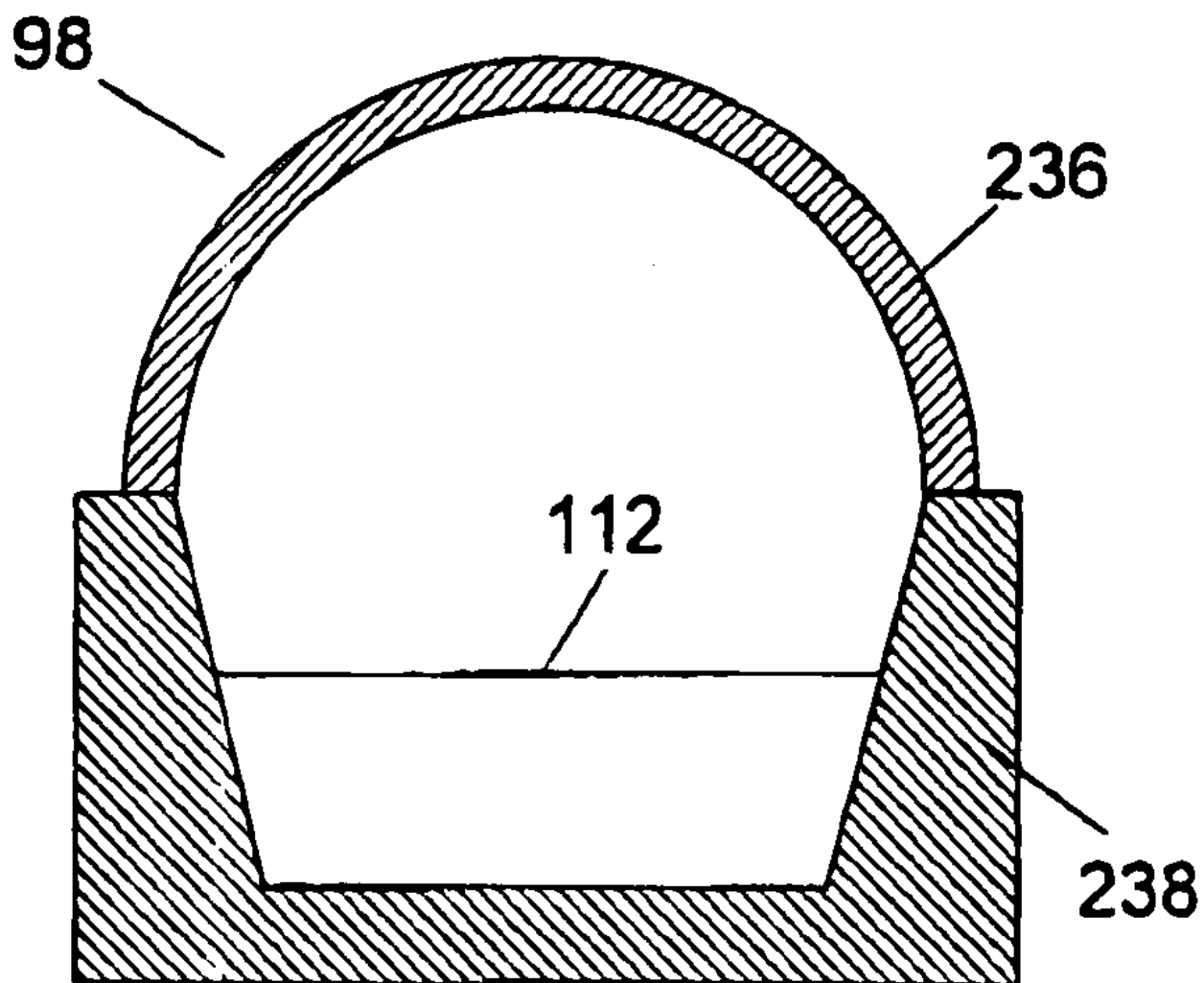
도면 8a



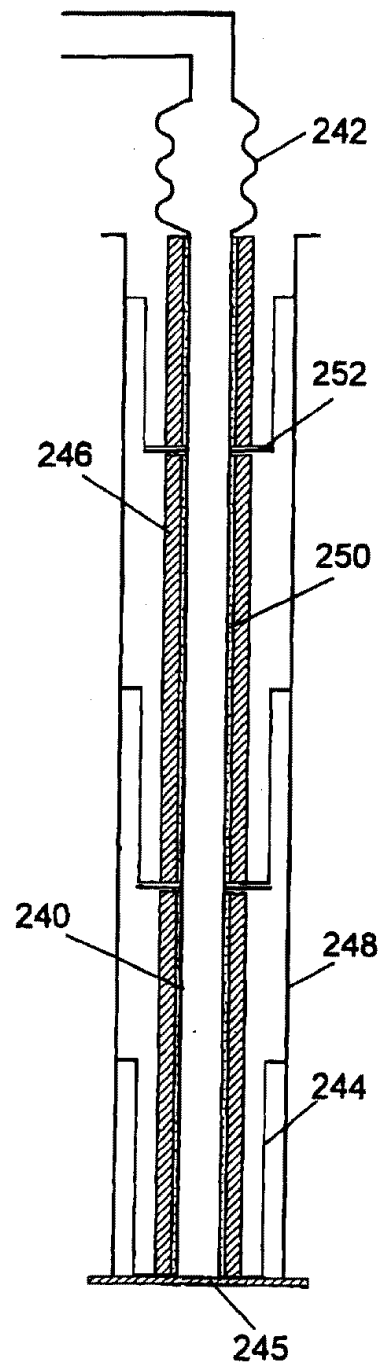
도면 8b



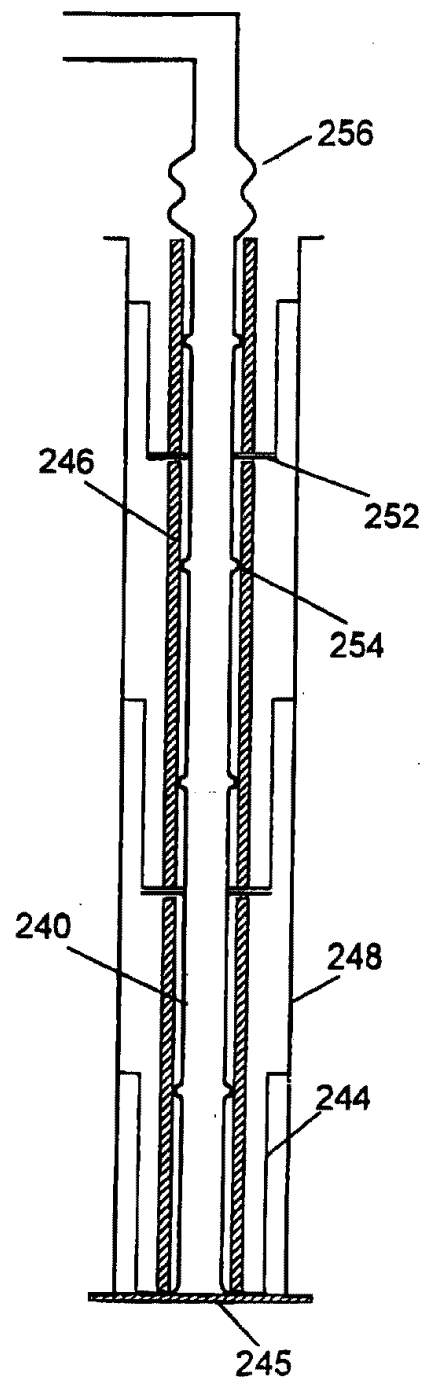
도면 9



도면 10a



도면 10b



도면 10c

