



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0102012
(43) 공개일자 2016년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F22B 37/48 (2006.01) F28G 15/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F22B 37/483 (2013.01)
F22B 37/486 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7019616
(22) 출원일자(국제) 2014년08월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년07월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/052055
(87) 국제공개번호 WO 2015/094427
국제공개일자 2015년06월25일
(30) 우선권주장
14/135,619 2013년12월20일 미국(US)

(71) 출원인
웨스팅하우스 일렉트릭 컴퍼니 엘엘씨
미국 펜실베이니아 16066 크랜베리 타운십, 웨스팅
하우스 드라이브 1000, 스위트 141
(72) 발명자
호킨스 필립 제이
미국 펜실베이니아주 15642 어윈 틸브룩 로드 489
(74) 대리인
제일특허법인

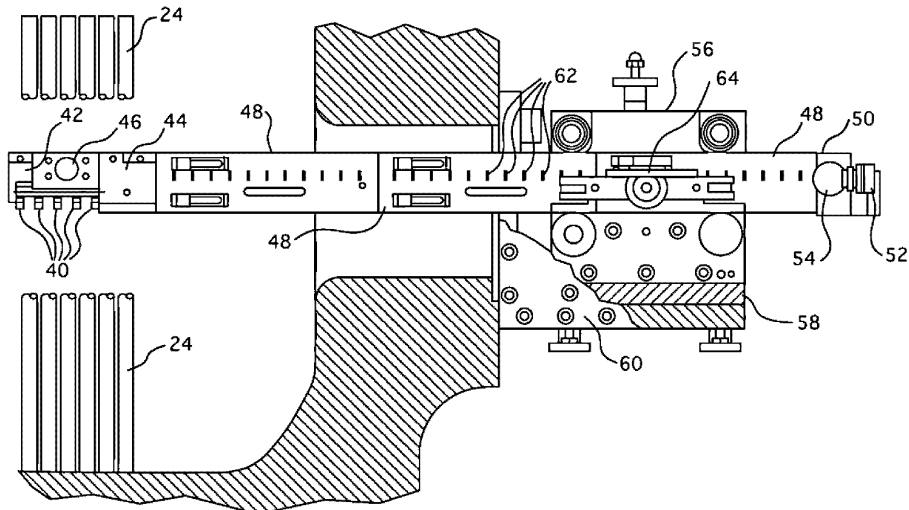
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 증기 발생기 슬러지 랜스 장치

(57) 요약

튜브 레인이 그것을 통해 접근될 수 있는 핸드 홀을 실질적으로 양분하는 중심 튜브 레인의 실질적으로 길이만큼 연장되는 중심 분할기 플레이트를 갖는 튜브 앤 웰 증기 발생기를 위한 슬러지 랜스. 슬러지 랜스는 분할기 플레이트에 대해 연장되는 스프링 편이된, 왕복 이동가능한 플런저를 가진 노즐을 갖고, 노즐을 횡단하고 제트를 통해 빠져나와 튜브 사이로부터의 슬러지를 클리닝하는 고압 클리닝 유체의 스트림에 의해 제위치에 로킹된다. 스윙 아암을 가진 정렬 도구는, 제트가 적절히 튜브 열과 정렬되고 분할기 플레이트로부터 이격되는 것을 보장하도록 제트를 인덱싱한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F28G 15/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

튜브 시트(tube sheet)(38) 및 상기 튜브 시트로부터 연장되는 복수의 실질적으로 균일하게 직경방향으로 크기 설정된 튜브(24)를 둘러싸는 셸(shell)(12)을 갖는 증기 발생기(10)에서 사용하기 위한 슬러지 랜스(sludge lance)로서, 상기 튜브는 인접한 튜브 사이에 실질적으로 균일한 좁은 갭(gap)(28)을 갖는 실질적으로 규칙적인 패턴으로 배치되고, 상기 규칙적인 패턴은 대체로 중심 레인(lane)(26)을 형성하며, 분할기 플레이트(divider plate)(32)가 상기 중심 레인의 대략 중심을 따라 연장되고, 상기 셸은 상기 중심 레인과 일렬로 있는 적어도 하나의 접근 개구(30)를 갖는, 상기 슬러지 랜스에 있어서,

구동 조립체(56) 및 레일(48)을 지지하도록 구성된 장착 조립체(60)로서, 상기 구동 조립체(56)는 상기 튜브(24)와 상기 분할기 플레이트 사이의 상기 분할기 플레이트(32)의 일측에서 상기 레일(48)을 상기 중심 튜브 레인(26)을 따라 이동시키도록 구성되는, 상기 장착 조립체(60);

몸체 조립체(44)를 갖는 노즐 조립체(42)로서, 상기 노즐 조립체의 몸체 조립체는 유체 통로를 한정하고, 상기 튜브와 상기 분할기 플레이트(32) 사이를 통과하도록 크기설정되며, 상기 노즐 조립체는 상기 레일(48)에 결합되는, 상기 노즐 조립체(42); 및

상기 노즐 조립체의 몸체 조립체(44) 내의 공동(cavity) 내에서 왕복(reciprocally) 이동가능하고, 상기 중심 레인(26) 내에 위치될 때 상기 분할기 플레이트(32)와 접촉하는 방향으로 편이되는 플런저(plunger)(46)를 포함하는

슬러지 랜스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

가압된 유체를 상기 노즐 조립체(42)의 유체 통로(66)를 통해 보내기 위한 수단(52)을 포함하며, 고압 유체가 상기 노즐 조립체를 통해 보내질 때, 상기 플런저(46)는 상기 공동 내에서 이동하는 것이 방지되는

슬러지 랜스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 고압 유체는 상기 플런저(46)를 상기 공동 내의 제위치에 클램핑(clamping)하는

슬러지 랜스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 플런저(46)는 상기 분할기 플레이트(32)에 대해 0.5 파운드(0.23 kg) 미만의 힘을 가하는

슬러지 랜스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 노즐 조립체의 몸체 조립체(44)는 상기 유체 통로(66)와 유체 연통하는 복수의 제트(jet)(40)를 갖고, 상기 유체 통로(66)를 통해서, 상기 제트(40)를 상기 갭과 정렬시키기 위해 상기 레일(48)에 부착된 정렬 도구(176)를 포함하는 상기 튜브(24) 사이의 갭(28)을 통해 유체가 분사되는

슬러지 램프.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 정렬 도구(176)는 상기 레일(48)을 따라 이동가능한

슬러지 램프.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 정렬 도구(176)는 상기 노즐 조립체(42)와 상기 정렬 도구 상의 포인터(pointer)(178)에 가장 가까운 상기 복수의 튜브(24) 중 하나 사이의 거리를 결정하는

슬러지 램프.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 2개의 반대 방향 중 적어도 하나의 방향으로 수직 배향으로부터 90도만큼 측방향으로 스윙(swing)하며, 상기 반대 방향 중 제 1 방향은 상기 노즐 조립체(42)와 상기 복수의 튜브(24) 중 하나 사이의 거리를 결정하기 위해 스윙하는 방향이고, 상기 반대 방향 중 제 2 방향은 상기 노즐 조립체와 상기 분할기 플레이트(32) 사이의 거리를 결정하기 위해 스윙하는 방향인

슬러지 램프.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 상기 제트(40)를 상기 갭(28)과 정렬시키기 위해 상기 제 1 방향으로 스윙하는

슬러지 램프.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 포인터(178)를 회전가능하게 지지하는 하우징 면(housing face)(206)을 포함하며, 상기 하우징 면(206)은 상기 포인터의 각도 위치를 상기 노즐 조립체(42)로부터의 선형 거리로 바꾸는 마킹(marking)(DP, R1)을 상기 하우징 면 상에 포함하는

슬러지 램프.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 상기 포인터를 90도 및 270도 위치에 지지하도록 핀 고정되는

슬러지 램프.

청구항 12

제 5 항에 있어서,

상기 제트(40)는 실질적으로 하향 수직 방향으로부터 대략 수평 방향으로 왕복 회전하는

슬러지 램프.

청구항 13

슬러지 램스를 증기 발생기(10) 내의 구조물과 정렬시키기 위한 증기 발생기 슬러지 램스용 정렬 도구 조립체로서, 상기 증기 발생기는 튜브 시트(38) 및 상기 튜브 시트로부터 연장되는 복수의 실질적으로 균일하게 직경방향으로 크기설정된 튜브(24)를 둘러싸는 셸(12)을 갖고, 상기 튜브는 인접한 튜브 사이에 실질적으로 균일한 좁은 갭(28)을 갖는 실질적으로 규칙적인 패턴으로 배치되며, 상기 규칙적인 패턴은 대체로 중심 레인(26)을 형성하고, 상기 셸은 상기 중심 레인과 일렬로 있는 적어도 하나의 접근 개구(30)를 갖는, 상기 정렬 도구 조립체에 있어서,

구동 조립체(56) 및 레일(48)을 지지하도록 구성된 장착 조립체(60); 및

상기 레일(48)을 따라 이동하도록 구성된 정렬 도구(176)로서, 상기 레일 상의 슬러지 램스 노즐 조립체(42)와 상기 정렬 도구 상의 포인터(178)에 가장 가까운 상기 복수의 튜브(24) 중 하나 사이의 선형 거리를 결정하도록 구성된, 상기 정렬 도구(176)를 포함하는

정렬 도구 조립체.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 상기 노즐 조립체(42)와 상기 복수의 튜브(24) 중 하나 사이의 거리를 결정하기 위해 수직 배향으로부터 제 1 방향으로 90도만큼 측방향으로 스윙하는

정렬 도구 조립체.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 상기 노즐 조립체(42)와 상기 노즐 조립체의 반대측에 있는 구조물(32) 사이의 거리를 결정하기 위해 상기 제 1 방향과 측방향으로 반대인 제 2 방향으로 스윙하는

정렬 도구 조립체.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 구조물은 실질적으로 상기 중심 레인(26) 아래로 연장되는 분할기 플레이트(32)인

정렬 도구 조립체.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 포인터(178)는 체트(40)를 상기 갭(28)과 정렬시키기 위해 상기 제 1 방향으로 스윙하는

정렬 도구 조립체.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 포인터(178)를 회전가능하게 지지하는 하우징 면(206)을 포함하며, 상기 하우징 면(206)은 상기 포인터의 각도 위치를 상기 노즐 조립체(42)로부터의 선형 거리로 바꾸는 마킹(DP, R1)을 상기 하우징 면 상에 포함하는

정렬 도구 조립체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 일반적으로 튜브 앤 셸(tube and shell) 증기 발생기에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 그러한 증기

[0001]

발생기로부터 이차 측으로부터의 슬러지(sludge)를 클리닝하기 위한 클리닝 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 가압수형 원자로 증기 발생기는 전형적으로 수직 배향된 셸, 튜브 번들(tube bundle)을 형성하도록 셸 내에 배치된 복수의 U-형상의 튜브, U-형 만곡부의 반대편 단부에서 튜브를 지지하기 위한 튜브 시트(tube sheet), 튜브 시트의 밀면과 협력하는 분할기 플레이트(divider plate), 및 튜브 번들의 일 단부에서 일차 유체 입구 헤더를 형성하고 튜브 번들의 다른 단부에서 일차 유체 출구 헤더를 형성하는 채널 헤드를 포함한다. 일차 유체 입구 노즐이 일차 유체 입구 헤더와 유체 연통하고, 일차 유체 출구 노즐이 일차 유체 출구 헤더와 유체 연통한다. 증기 발생기 이차 측은 래퍼(wrapper)를 포함하는데, 이 래퍼는 튜브 번들과 셸 사이에 배치되어 외측의 셸과 내측의 래퍼로 구성되는 환형 챔버를 형성하고, 급수 링이 튜브 번들의 U-형 만곡 단부 위에 배치된다.
- [0003] 원자로를 통한 순환에 의해 가열된 일차 유체는 일차 유체 입구 노즐을 통해 증기 발생기에 진입한다. 일차 유체 입구 노즐로부터, 일차 유체가 일차 유체 입구 헤더를 통해, U-튜브 번들을 통해, 일차 유체 출구 헤더 밖으로, 그리고 일차 유체 출구 노즐을 통해, 원자로 냉각재 계통(reactor coolant system)의 나머지로 안내된다. 동시에, 급수가 증기 발생기 내측의 급수 링에 연결된 급수 노즐을 통해 증기 발생기 이차 측, 즉 튜브 시트 위에서 튜브 번들의 외측과 인터페이싱(interfacing)하는 증기 발생기의 측 내로 도입된다. 일 실시예에서, 증기 발생기에 진입 시에, 급수는 튜브 번들 위에 지지된 습분 분리기(moisture separator)로부터 복귀하는 물과 혼합된다. 다운코머 유동(downcomer flow)으로 불리는 이러한 혼합물은 셸에 인접한 환형 챔버 아래로 안내되는데, 환형 챔버의 저부 아래에 위치한 튜브 시트가 물로 하여금 방향 전환하게 하여 U-튜브의 외측과 열전달 관계로 그리고 래퍼의 내측을 통해 위로 통과할 때까지 그렇게 안내된다. 물이 튜브 번들과 열전달 관계로 순환하고 있는 동안, 열이 튜브 내의 일차 유체로부터 튜브를 둘러싼 물로 전달되어, 튜브를 둘러싼 물의 일부가 증기로 변환되게 한다. 증기는 이어서 상승하고, 혼입된 물을 증기로부터 분리시키는 다수의 습분 분리기를 통해 안내되며, 증기 기체는 이어서 증기 발생기를 빠져나가고, 전형적으로 터빈을 통해 순환되어 당업계에 잘 알려진 방식으로 전기를 발생시킨다.
- [0004] 일차 유체가 방사성 물질을 함유하고 U-튜브 벽에 의해서만 급수로부터 격리되기 때문에, U-튜브 벽은 이들 방사성 물질을 격리시키기 위한 일차 경계의 일부를 형성한다. 따라서, U-튜브가 무-결함으로 유지되는 것이 중요하다. U-튜브 벽에서의 잠재적인 누출의 적어도 2개의 원인이 있는 것으로 밝혀졌다. 작동 중인 증기 발생기로부터 취해진 튜브 샘플 내의 균열 부근에서 발견된 높은 부식성 수준 및 제어된 실험실 조건하에서 부식성 요소에 의해 생성되는 파손에 대한 이들 균열의 유사성은 높은 부식성 수준이 입간 부식(intergranular corrosion)의 가능한 원인이고 이에 따라 튜브 균열의 가능한 원인임을 확인하였다.
- [0005] 튜브 누출의 다른 원인은 튜브 박화(thinning)인 것으로 생각된다. 튜브의 맴돌이 전류 시험은 튜브 시트 상에 축적된 슬러지의 레벨에 대응하는 레벨에서 튜브 시트 부근에서 튜브 상에서 박화가 발생한다는 것을 보여주었다. 가압수형 원자로 증기 발생기의 작동 동안, 물이 증기로 변화됨에 따라 침전물이 이차 측에 도입된다. 이러한 침전물은 튜브 시트 상에 슬러지로서 축적된다. 슬러지는 주로 급수로부터 튜브 시트 상에 그리고 튜브 시트와 튜브 사이의 환형부(annulus) 내로 침전된, 미량의 다른 광물과 함께 산화철 입자 및 구리 화합물이다. 슬러지 축적의 수준은 슬러지 내의 마그네타이트에 민감한 저주파 신호를 이용한 맴돌이 전류 시험에 의해 추론될 수 있다. 슬러지 수준과 튜브 벽 박화 위치 사이의 상관 관계는 슬러지 침착물이 튜브 벽에서 인산염 용액 또는 다른 부식제의 집중 - 이는 튜브 박화를 야기함 - 을 위한 장소를 제공한다는 것을 강하게 시사한다.
- [0006] 전술한 이유로, 침전물의 주기적인 클리닝이 증기 발생기의 적절한 작동을 유지하기 위해 바람직하다. 전형적으로, 침전물을 튜브 번들 밖으로 이동시키는 스프레이 노즐이 U-튜브(튜브 라인(tube lane))의 중심을 따라 도입된다. 환형부 내에서, 튜브 번들 바로 밖에서, 추가의 물 유동이 침전물을 흡입 포트에 수송하는 데 사용되며, 이 흡입 포트에서 침전물은 폐기를 위해 증기 발생기 밖으로 운반된다.
- [0007] 컴버스천 엔지니어링, 인크.(Combustion Engineering, Inc.)에 의해 이전에 제조된 것과 같은 몇몇 증기 발생기의 경우, 증기 발생기의 중심으로부터 밖으로의 슬러지 랜싱(lancing)을 위한 통상적인 접근은 튜브 라인에서의 제약에 의해 제한된다. 튜브 라인의 중심에 바로 위치한 분할기 플레이트가 수평 접근을 공칭 1-5/16 인치(2.85 cm)로 제약한다. 제조 공차로 인해, 분할기 플레이트와 튜브의 내측 열(row) 사이의 공간은 1 인치(2.54 cm)에 더 가까울 수 있다. 추가의 공간 제약은 대부분 분할기 플레이트가 튜브의 내측 열에 평행하게 배치되지 않은 것에 기인한다.

[0008] 튜브 레인을 따라 이용가능한 공간이 거의 없기 때문에, 현재 클리닝은 증기 발생기의 튜브 번들의 주변부(periphery)를 따라 도입된 높은 압력 및 높은 체적의 워터 제트(water jet)를 스위핑(sweeping)함으로써 수행된다. 클리닝 동안, 스프레이 중 많은 것이 증기 발생기의 중심을 향해 지향되는데, 이는 침전물을 안쪽으로 밀어내어, 제거하는 것을 더 어렵게 만든다. 증기 발생기의 중심 내로의 분사에 관한 다른 어려움은, 슬러지 침착물의 대부분이 스프레이가 에너지를 상실하고 집중되는 클리닝 제트로부터 더 멀리 있다는 것이다. 또한, 제트 스프레이는 튜브 시트에 더 수직으로 지향되는 것 - 이 경우에 클리닝이 더 효과적임 - 과는 대조적으로 튜브 시트에 평행한 것에 더 가깝게 지향된다.

[0009] 효과적인 슬러지 랜싱을 위한 난제는 클리닝 제트를 튜브 갭(gap), 즉 튜브 사이의 공간과 정렬시키는 능력이다. 컴버스컨 엔지니어링 설계의 증기 발생기의 경우, 튜브 사이의 갭은 공칭적으로 0.116 인치(0.295 cm)이다. 튜브 내로의 깊은 침투를 위해, ± 0.02 도의 각도 정렬 정확도가 바람직하다. 갭 및 각도 정렬은 주연부로부터 안쪽으로 분사할 때 더 어려운데, 왜냐하면 고정구(fixture)가 이동될 때마다 제트가 튜브 갭과 재위치되어야 하기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 그것의 이동이 방해됨이 없이 증기 발생기의 튜브 레인을 따라 분할기 플레이트와 튜브의 제 1 열 사이로 이동할 수 있는 슬러지 랜스(sludge lance)를 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

[0011] 갭과 각도 정렬되면서 튜브의 제 1 열로부터 사전결정된 거리만큼 쉽게 이격될 수 있는 그러한 슬러지 랜스를 제공하는 것이 본 발명의 추가의 목적이다.

[0012] 분할기 플레이트로부터의 거리가 작동 시작 전에 확인될 수 있는 그러한 슬러지 랜스를 제공하는 것이 본 발명의 추가의 목적이다.

[0013] 각각의 이동 후에 정렬이 재조정될 필요가 없는 슬러지 랜스를 제공하는 것이 본 발명의 추가의 목적이다.

[0014] 노즐 제트로부터 방출되는 고압 유체로부터 유발되는 임의의 측방향 반력에 대항할 슬러지 랜스 노즐을 위한 지지체를 제공하는 것이 본 발명의 추가의 목적이다.

과제의 해결 수단

[0015] 이들 및 다른 목적은 튜브 시트(tube sheet) 및 튜브 시트로부터 연장되는 복수의 실질적으로 균일하게 직경방향으로 크기설정된 튜브를 둘러싸는 셸(shell)을 갖는 증기 발생기에서 사용하기 위한 슬러지 랜스로서, 튜브는 인접한 튜브 사이에 실질적으로 균일한 좁은 갭(gap)을 갖는 실질적으로 규칙적인 패턴으로 배치되는, 상기 슬러지 랜스에 의해 달성된다. 규칙적인 패턴은 대체로 중심 라인(lane)을 형성하며, 분할기 플레이트(divider plate)가 중심 라인의 대략 중심을 따라 연장된다. 셸은 중심 라인과 일렬로 있는 적어도 하나의 접근 개구를 가지며, 이 접근 개구를 통해 슬러지 랜스가 중심 라인에 접근할 수 있다. 슬러지 랜스는 구동 조립체 및 레일을 지지하도록 구성된 장착 조립체를 포함하며, 이때 구동 조립체는 튜브와 분할기 플레이트 사이의 분할기 플레이트의 일측에서 레일을 중심 튜브 레인을 따라 이동시키도록 구성된다. 노즐 조립체가 레일에 결합되고, 액체 통로를 한정하는 몸체 조립체를 갖는다. 노즐 조립체는 튜브와 분할기 플레이트 사이를 통과하도록 크기설정된다. 노즐 몸체 조립체는, 노즐 몸체 조립체 내의 공동(cavity) 내에서 왕복 이동가능하고, 노즐 몸체 조립체 상의 제트로부터의 고압 유체의 스프레이에 대한 반작용으로 노즐이 이동하는 것을 방지하기 위해, 중심 라인 내에 위치될 때 분할기 플레이트와 접촉하는 방향으로 편의되는 플런저(plunger)를 갖는다.

[0016] 일 실시예에서, 플런저 주위의 공동은, 고압 유체가 노즐 조립체를 통해 보내질 때, 플런저가 공동 내에서 이동하는 것이 방지되도록 구성된다. 후자의 실시예에서, 고압 유체는 플런저를 공동 내의 제위치에 클램핑(clamping)한다.

[0017] 다른 실시예에서, 노즐 조립체 몸체 조립체는 유체 통로와 유체 연통하는 복수의 제트를 가지며, 이 유체 통로를 통해 유체가 튜브 사이의 갭을 통해 분사된다. 이러한 실시예에서, 제트를 갭과 정렬시키기 위한 정렬 도구가 레일에 부착된다. 바람직하게는, 정렬 도구는 레일을 따라 이동가능하고, 노즐 조립체와 정렬 도구 상의 포인터(pointer)에 가장 가까운 튜브 사이의 거리를 결정한다. 바람직하게는, 포인터는 2개의 반대 방향 중 적어도 하나의 방향으로 수직 배향으로부터 90도만큼 측방향으로 스윙(swing)하며, 반대 방향 중 제 1 방향은 노즐 조립체와 가장 가까운 튜브 사이의 거리를 결정하기 위해 스윙하는 방향이고, 반대 방향 중 제 2 방향은 노즐

조립체와 분할기 플레이트 사이의 거리를 결정하기 위해 스윙하는 방향이다. 추가의 실시예에서, 포인터는 제트를 튜브 사이의 갭과 정렬시키기 위해 제 1 방향으로 스윙한다. 바람직하게는, 포인터가 그것으로부터 회전 가능하게 지지되는 하우징 면(housing face)은 포인터의 각도 위치를 노즐 조립체로부터의 선형 거리로 바꾸는 마킹(marking)을 하우징 면 상에 포함한다.

[0018] 본 발명은 또한 일반적으로 바로 전에 기술된 바와 같은 증기 발생기 슬러지 랜스를 위한 정렬 도구를 고려한다.

[0019] 첨부 도면과 관련하여 읽을 때 하기의 바람직한 실시예의 설명으로부터 본 발명의 추가의 이해가 얻어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 증기 발생기의 등각 절단도,
 도 2는 중심 튜브 레인을 따라 연장되는 분할기 플레이트를 보여주기 위해 튜브 시트 위에서 취해진, 도 1에 개괄적으로 도시된 유형의 증기 발생기의 부분 단면도,
 도 3은 분할기 플레이트 주위의 도 2에 도시된 것의 일부분의 확대 단면도를 보여주는 도면,
 도 4는 증기 발생기에 장착되고 핸드 홀(hand hole)을 통과하는 본 발명의 일 실시예의 평면도,
 도 5는 도 4에 도시된 증기 발생기의 부분의 입면도,
 도 6은 도 5에 도시된 본 발명의 실시예의 스프레이 헤드, 레일 및 진동기의 단면도,
 도 7은 도 4에 도시된 진동기의 확대 단면도,
 도 8a는 도 6에 예시된 스프레이 헤드의 입단면도,
 도 8b는 헤드 조립체를 통한, 도 8a에 도시된 선 A-A를 따라 취해진 단면도,
 도 8c는 도 8b에 도시된 스프레이 헤드 조립체의 후방 부분의 확대 단면도,
 도 9a, 도 9b 및 도 9c는 각각 도 4 및 도 5에 도시된 마운트 조립체 및 중간 플레이트의 정면도, 측면도 및 저면도,
 도 10a 및 도 10b는 각각 도 4 및 도 5에 예시된 인덱스 구동 조립체의 정면도 및 우측면도,
 도 11은 도 10a의 선 A-A를 따라 취해진 평면도,
 도 12는 도 10a의 선 B-B를 따라 취해진 단면도,
 도 13은 도 11의 선 C-C를 따라 취해진 단면도,
 도 14는 도 11의 선 D-D를 따라 취해진 인덱스 구동장치의 단면도,
 도 15는 바람직한 실시예의 슬러지 랜스 조립체의 부분을 형성하는 정렬 도구의 단면도를 도시하는 도면,
 도 16a 및 도 16b는 각각 도 15에 예시된 아암 조립체(arm assembly)의 정면도 및 입단면도를 도시하는 도면,
 도 17은 도 15의 포인터 조립체의 입단면도,
 도 18은 도 15 및 도 17에 도시된 포인터 조립체의 배면도,
 도 19는 튜브 갭 정렬 위치에 있는 스윙어 아암 포인터(swinger arm pointer)를 보여주는 개략도,
 도 20은 열 1의 거리 측정을 위한 스윙 아암 위치의 개략 평면도 및 정면도,
 도 21은 분할기 플레이트 거리 측정을 위한 스윙 아암 위치의 개략 평면도 및 정면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 도 1은 가압수형 원자로(도시되지 않음)와 연관된 증기 발생기(10)를 도시한다. 증기 발생기(10)의 더 완전한 설명이 2008년 10월 14일자로 허여된 미국 특허 제 7,434,546 호에 기재되어 있다. 일반적으로, 증기 발생기(10)는 밀폐된 공간(14)을 한정하는 대체로 원통형인 기다란 셸(shell)(12), 적어도 하나의 일차 유체 입구 포

트(16), 적어도 하나의 일차 유체 출구 포트(18), 적어도 하나의 이차 유체 입구 포트(20), 적어도 하나의 이차 유체 출구 포트(22), 및 일차 유체 입구 포트(16)와 일차 유체 출구 포트(18) 사이에서 연장되고 이들과 유체 연통하는 복수의 실질적으로 균일하게, 직경방향으로 크기설정된 튜브(24)를 포함한다. 원통형 셸(12)은 전형적으로 실질적으로 수직으로 연장되는 종축과 배향된다. 튜브(24)는 유체 입구 포트(16)와 유체 출구 포트(18)를 분할하는 밀폐된 공간 내의 매니폴드의 부분을 형성하는 튜브 시트(38)에 밀봉식으로 결합된다. 도 1에 나타난 바와 같이, 튜브(24)는 일반적으로 뒤집어진 "U"로서 형상화된 경로를 따른다. 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이, 튜브(24)는 인접한 튜브(24) 사이의 실질적으로 균일한 좁은 갭(28)을 갖는 실질적으로 규칙적인 패턴으로 배치된다. 튜브 갭(28)(도 3에 도시됨)은 전형적으로 약 0.11 내지 0.41 인치(0.30 내지 1.04 cm), 그리고 보다 전형적으로는 약 0.116 인치(0.29 cm)이다. 또한, 도시된 바와 같이, 튜브(24)의 "U" 형상은 셸(12)의 중심을 가로질러 연장되는 튜브 라인(26)을 생성한다. 튜브 라인(26)의 양 단부 상에는, 튜브 라인 접근 개구(30)가 존재한다. 보통 둥근 튜브 라인 접근 개구(30)는 전형적으로 약 5 내지 8 인치(12.7 내지 20.3 cm), 그리고 보다 전형적으로는 약 6 인치(15.2 cm)의 직경을 갖는다.

[0022] 가압수형 원자로의 작동 동안에, 원자로로부터의 가열된 일차수(primary water)가 일차 유체 입구 포트(16)를 거쳐 튜브(24)를 통과하고, 일차 유체 출구 포트(18)를 거쳐 증기 발생기(10)로부터 제거된다. 이차수(secondary water)가 이차 유체 입구 포트(20)를 거쳐 증기 발생기(10)에 진입하고 증기 출구 포트(22)를 거쳐 증기 발생기(10)를 떠난다. 이차수가 튜브(24)의 외측 표면 위를 통과함에 따라, 이차수가 증기로 변환되어, 슬러지가 튜브(24) 사이에, 튜브 시트(38) 상에, 그리고 증기 발생기(10) 내의 다른 구조물 상에 수집되게 한다. 전형적으로, 보통 크기의 슬러지 랜스를 위한 진입로가 튜브 랜스 접근 개구(30)를 관통한다.

[0023] 도 2는 도 1의 선 2-2를 따라 취해진 증기 발생기의 부분 단면도를 도시한다. 소정의 증기 발생기 설계의 경우, 분할기 플레이트(32)가 슬러지 랜싱을 위한 접근을 제한하는데, 그 이유는 분할기 플레이트가 핸드 홀 접근 개구(30)에 대략 중심 설정되기 때문이다. 이들 유형의 증기 발생기의 경우, 효과적인 클리닝은 (미국 특허 제 4,079,701 호에 설명된 바와 같이) 증기 발생기로부터 침전물/물을 제거하기 위해, 위치(36)에서, 검사 포트에서의 흡입과 함께, 화살표(34)에 의해 표시된 바와 같은 유동의 원주 방향을 따르는 셸(12)과 튜브(24) 사이의 환형 영역 둘레에 주연 물 유동을 도입하는 것과 결합된 튜브 라인으로부터 외향으로 고압수를 분사함으로써 성취된다. 분할기 플레이트(32)와 내측 열 튜브 사이의 작은 갭 "G"은 튜브 사이의 갭과 정확히 정렬되어야 하는 워터 제트 스프레이를 도입하는 데 이용가능한 공간을 심하게 제한한다. 작은 갭 "G"는 또한 슬러지 랜스 노즐 상의 반력을 상쇄하기 위한 대립하는 워터 제트의 사용을 제한한다. 대립하는 상쇄 제트가 없다면, 50 파운드(22.7 kg)의 전형적인 반력이 슬러지 랜스 노즐 내로 유도된다.

[0024] 도 3은 증기 발생기(10), 분할기 플레이트(32), 튜브(24) 및 핸드 홀 접근 개구(30)의 확대 단면도를 도시한다. 증기 발생기의 제조 공차로 인해, 분할기 플레이트(32)는 튜브에 평행하지 않을 수 있다. 이러한 각도 오정렬은 튜브의 내측 열과 분할기 플레이트 사이의 갭에 있어서의 변동을 야기한다. "G1"과 "G2" 사이의 차이는 분할기 플레이트의 길이를 가로질러 0.25 인치(0.64 cm)만큼 클 수 있다.

[0025] 도 4 및 도 5는 각각 증기 발생기(10)에 장착되고 핸드 홀 접근 개구(30)를 통과하는 것으로 도시된, 이하에 청구되는 본 발명의 일 실시예의 평면도 및 입면도이다. 회전가능한 고압 제트(40)가 물 유동을 증기 발생기 내로 도입하여, 구속되어 있지 않고 움직이는 원치 않는 잔류물을 관 사이로부터 그리고 증기 발생기의 외측 구조물을 향해 브레이킹(breaking)한다. 전술한 것과 함께, 주연 유동 및 흡입 시스템이 증기 발생기로부터 잔류물을 제거한다. 제트(40)는 헤드 조립체(44) 내에 부착된 노즐 조립체(42)의 일부이다. 도 5에서, 제트(40)는 아래를 향하는 것으로 도시되는데, 이는 시스템이 가압되어 제트를 통해 고압수를 밀어낼 때 통상의 시작 위치이다. 도 4에서, 제트(40)는 물을 튜브 갭(28) 내로 지향시키기 위해 수평에 가장 가깝게 회전된 것으로 도시된다. 제트가 하향 수직 위치로부터 거의 수평으로 회전함에 따라, 제트 반작용은 헤드 조립체(44)를 분할기 플레이트(32)를 향해 밀어붙인다. 로킹 플런저(locking plunger)(46)(이하에 보다 상세히 기술될 것임)가 분할기 플레이트(32)에 맞대어 반응함으로써 헤드 조립체(44)를 측방향으로 고정되게 유지하여서, 튜브 갭에 대한 클리닝 스프레이의 각도 정렬을 유지한다. 함께 결합된 2개 이상의 레일 조립체(48)가 헤드 조립체(44)를 튜브 번들 내의 튜브 라인을 따라 병진시키는 데 사용된다. 레일 조립체(48)는 또한 노즐의 회전과 함께 고압 유동물의 통과를 위한 수단을 제공한다. 진동기 조립체(50)가 레일 조립체 부근에 고정된다. 진동기 조립체는 제트(40)의 스위핑 모션(sweeping motion)을 위한 회전 구동을 제공한다. 스위블 조인트(swivel joint)(54)에 연결된 퀵 커플링(quick coupling)(52) 내로 도입된 물은 물 공급 호스의 가요성 모션을 가능하게 한다. 중간 플레이트(58)에 부착되고 마운트 조립체(60)에 의해 지지된 인덱스 구동 조립체(56)는 증기 발생기(10) 내외로의 레일(48)의 정밀한 병진을 제공한다. 레일 조립체(48)의 단면 기하학적 구조는 헤드 조립체를 증기 발생기

내로 7 피트 이상 위치시키기 위해 추가의 지지체가 필요하지 않도록 충분한 가요성 강성을 제공한다. 각각의 조립체가 이하에 기술될 것이다. 클리닝이 효과적이기 위해, 제트(40)가 각각의 튜브 겹에 위치되어야 한다. 튜브 겹과의 제트의 적절한 인덱스가 조절가능한 포인터(64)를 갖는 정렬 마크(62)에 의해 리셋되거나 확인될 수 있다.

[0026] 도 6은 헤드(44), 레일(48) 및 진동기(50)의 단면을 도시한다. 통로(66)는 진동기(50)로부터 헤드 조립체(44)로 고압수(대략 3,000 PSI)를 전달하는 데 사용된다. 구동 샤프트(68)가 진동기(50)로부터 헤드 조립체(44)로 회전 운동을 전달한다. 진동기(50) 및 레일(48) 둘 모두는 미국 특허 출원 공개 제 2011/0079186 호에 개시된 것과 유사하다. 본 명세서에 기술된 실시예에서, 구동 샤프트(68)는 노즐(40)의 회전축이 헤드 조립체(44)의 저부 부근에 있도록 물 통로(66) 아래에 위치된다. 이러한 배열은 노즐(40)을 증기 발생기 튜브 시트에 가까이 배치하고, 노즐을 지지하고, 그것의 기능성을 위해 필요한 헤드 조립체(44) 내의 구성요소의 배치를 허용하는 데 바람직하다.

[0027] 도 7은 미국 특허 출원 공개 제 2011/0079186 호에 또한 개시된 진동기(50)의 확대 단면도이다. 구동 샤프트(68)의 회전은 슬롯(72) 내의 핀(70)에 의해 ± 90 도로 제한된다. 제트(40)가 우연히 상향 방향으로 회전 - 이는 레일 조립체(48)에 과도한 응력을 부가할 수 있음 - 하는 것을 방지하는 것이 중요하다.

[0028] 도 8a는 고압수 스프레이를 정확하게 튜브 겹을 따라 지향시키는 수단을 제공하는 헤드 조립체(44)의 입단면도이다. 고압수가 통로(66)에 진입하고, 노즐 몸체(76)의 환형 개구(74) 주위로 지향된다. 물은 이어서 각을 이룬 포트(78)를 통해 오프셋 포트(offset port)(80) 내로 유동한다. 노즐 회전 축(82)으로부터 포트(80)를 변위시키는 것은 제트(40)가 분할기 플레이트(32)와 튜브(24)의 내측 열 사이의 제한된 공간 내에서 스위핑하기 위한 여유(clearance)를 제공한다. 밀봉된 볼 베어링(84)은 노즐 몸체(76) 상의 대략 50 파운드 반경방향 하중을 위한 강성 회전 지지를 제공한다. 최소의 회전 마찰을 제공하기 위해, 환형 개구(74) 내에 고압을 수용하는 2개의 시일(seal)(86)은 누출을 제한하는 것이다. 약간의 물이 시일에 의해 누출될 수 있기 때문에, 전방 개구(88)가 후방 밀봉된 베어링(84)에서 수압이 축적되는 것을 방지하기 위해 누출 경로를 제공한다. 핀(92)으로 제자리에 고정된 저압 시일(90)은 고압 시일 누출물을 포트(94)를 통해 방향전환시키기 위한 배리어(barrier)을 제공한다. 저압 시일(90)이 없다면, 물은 구동 샤프트(68)를 따라 그리고 증기 발생기 밖으로 이동할 수 있다.

[0029] 앞서 언급된 바와 같이, 로킹 플런저(46)는 분할기 플레이트(32)에 맞대어 반응함으로써 헤드 조립체(44)를 측 방향으로 고정되게 유지하여서, 튜브 겹에 대한 클리닝 스프레이의 각도 정렬을 유지한다. 로킹 플런저(46)는 헤드 조립체(44)와 일체이다. 도 8b는 도 8a에 도시된 헤드 조립체(44)를 통한 선 A-A에서 취해진 단면을 도시한다. 도 8c는 분할기 플레이트(32)에 의해 부분적으로 눌린 로킹 플런저를 도시하는 확대 단면도이다. 도 8c를 참조하면, 증기 발생기 내외로의 헤드 조립체(44)의 병진 동안, 피스톤(96)은 압축 스프링(98)에 의해 분할기 플레이트(32)에 대해 편위된다. 스프링(98)으로부터의 힘은 헤드 조립체(44)의 과도한 측방향 편향을 방지하기에 충분히 낮다(0.5 파운드(0.23 kg) 미만). 피스톤(96)은 분할기 플레이트를 손상으로부터 보호하기 위해 분할기 플레이트(32)와 피스톤(96) 사이에 저 마찰이 존재하게 하도록 아세탈과 같은 중합체로 구성된다.

[0030] 중합체 피스톤(96)의 외경의 강성을 증가시키기 위해, 스테인리스강 링(100)이 이용되고 단부 캡(102)에 의해 포획된다. 스테인리스강 링(100)은 함수 팽윤(hydroscopic swelling)으로 인해 직경 변화에 민감하지 않으며, "로킹된" 상태에 대해 더 높은 마찰 계수를 제공한다. 로크 링(104) 및 O-링(106)이 스테인리스강 링(100)을 둘러싼다. 높은 강도, 중간도의 마찰 계수, 더 낮은 탄성 계수, 및 더 낮은 물 흡수율을 위해, 로크 링(104)은 바람직하게는 PEEK(폴리 에테르 에테르 케톤)로 구성된다. O-링(106) 및 로크 링(104)은 헤드 조립체 하우징(108)과 커버 플레이트(110) 사이에 포획된다. 밀봉 링(112)은 환형 챔버(114)가 가압될 수 있도록 유체의 손실을 방지한다.

[0031] 도 8a 및 도 8c를 참조하면, 로킹 플런저는 다음과 같이 기능한다. 랜스 조립체는 처음에 (이하에 기술되는 바와 같이) 튜브 레인과 평행하도록, 그리고 로크 플런저 피스톤(96)이 분할기 플레이트에 확실히 닿거나 그것에 의해 눌리도록 분할기 플레이트에 충분히 가압도록 정렬된다. 링(100)의 외경과 로크 링(104)의 내경 사이의 소량의 반경방향 여유가 스프링(98)이 피스톤(96)을 분할기 플레이트(32)와의 밀접한 접촉 상태로 유지하기 위한 활주가능한 계면을 제공한다. 가압수 유동 전에, 도 8a에 도시된 바와 같이 제트가 아래를 향하는 상태로 하여 랜스 헤드 조립체가 증기 발생기 내에 위치된다. 증가된 수압이 포트(66)에서 헤드 내로의 유체 유동을 개시한다. 제트(40)의 더 작은 직경은 포트(66)에서의 압력이 시스템 펌핑 압력으로 상승되도록 물 유동을 제한한다. 통로가 이용가능하여, 고압수가 포트(116) 내로 그리고 환형 챔버(114) 내로 유동할 수 있다. 환형 챔버(114) 내의 가압수는 O-링(106)을 로크 링(104)에 대해 반경방향 내향으로 밀어내며, 이는 또한 스테인리스

강 링(100) 주위로 로크 링(104)을 가압한다. 로크 링(104)의 내경과 스테인리스강 링(100)의 외경 사이의 반경방향 여유는 로크 링의 변형을 충분히 재료의 탄성 한계 내에 유지하기에 충분히 작으며, 이는 시스템이 감압될 때 로크 링이 0-링(106)을 반경방향 외향으로 밀어내어 피스톤(96)의 자유로운 이동을 허용하는 것을 보장한다. 시스템이 가압될 때 피스톤(96)의 축방향 이동을 방지하기 위해, 로크 링(104)은 하우징(108)과 커버 플레이트(110) 사이에 축방향으로 포획된다. 제트가 아래를 향하는 상태로 시스템이 가압됨에 따라, 제트를 통한 물 유동은 레일 조립체(48)에 의해 억제된 상향 방향으로(축방향으로가 아님) 헤드를 들어올리는 반력을 생성한다. 시스템이 압력하에 있는 상태에서, 피스톤(96)은 분할기 플레이트(32)에 대해 고정되어 유지된다. 클리닝 동안, 튜브 번들 내로의 제트의 회전은 헤드 조립체(44)를 분할기 플레이트(32)의 방향으로 밀어내는 수평 반작용을 생성할 것이다. 로킹된 피스톤(96)은 헤드의 축방향 이동을 방지하며, 이는 제트(40)의 튜브 겹과의 각도 정렬을 유지한다.

[0032] 도 9a, 도 9b 및 도 9c는 증기 발생기(10)에 부착된 마운트 조립체(60) 및 중간 플레이트(58)를 도시한다. 인덱스 구동 조립체(도 9에 도시되지 않음)는 랜스 고정구가 횡단할 분할기 플레이트의 원하는 측에 따라 나사형성된(threaded) 구멍(118 또는 120) 내에 맞물리는 볼트에 의해 중간 플레이트(58)에 부착된다. 대응하는 다웰 핀(dowel pin)(122 또는 124)이 중간 플레이트(58)에 대해 인덱스 구동장치를 정확히 위치설정한다. 일단 중간 플레이트 위치가 조절되면, 인덱스 구동장치는 제거되고 조절이 거의 없거나 전혀 없이 분할기 플레이트(32)의 양측에 대해 위치설정될 수 있다. 중간 플레이트(58)는 4개의 클램프 노브(clamp knob)(126)로 마운트 조립체(60)에 고정된다. 높이 조절기(128)는 중간 플레이트(58)의 롤(roll), 피치(pitch), 및 수직 위치 조절을 허용한다. 중간 플레이트(58)의 축방향 및 각방향 위치(요(yaw))는 스크류(130)로 조절가능하다. 마운트 조립체(60) 내의 슬롯형 개구(132)는 축방향 및 각방향 운동을 허용한다.

[0033] 인덱스 구동 조립체(56)가 도 10 내지 도 14에 도시된다. 인덱스 구동 조립체(56)는 공개된 미국 특허 출원 제 2011/0079186 호에 기술된 것과 유사하지만, 차이점은 레일 조립체(48)로부터의 증가된 캔틸레버 하중을 위한 축방향 지지 메커니즘 및 베어링 지지체의 부가이다. 캡처드(captured) 상부 장착 스크류가 또한 이용된다.

[0034] 정면도 및 측면도가 도 10a 및 도 10b에 각각 도시된다. 인덱스 구동장치의 주요 부품은 하부 하우징(134), 상부 하우징(136) 및 전방 커버(138)이다. 캡처드 스크류(140)는 하부 하우징을 마운트 조립체(60) 상의 중간 플레이트(58)에 결합하는 데 사용된다. 레일 조립체(48)는 그것이 인덱스 구동장치(56) 내에 위치될 것처럼 팬텀 화법으로 도시된다.

[0035] 도 11은 인덱스 구동장치(56)의 평면도이다. 캡처드 스크류(140)에 대한 접근이 조절가능한 포인터(64)와 함께 도시된다.

[0036] 도 12는 도 10a의 선 B-B를 따라 취해진 단면도이며, 레일 조립체(48)를 위한 축방향 클램프 메커니즘을 도시한다. 샤프트(144)에 의해 지지되는 2개의 볼 베어링(142)이 하부 하우징(134)에 대해 고정된 거리에 레일(48)을 축방향으로 위치시키는 동시에 증기 발생기 내외로의 레일의 저 마찰 병진을 가능하게 한다. 샤프트(148) 상에 지지되는 제 2 세트의 볼 베어링(146)이 브래킷(bracket)(150)에 부착된다. 나사형성된 샤프트(154) 상의 노브(152)의 조임은 브래킷(150)을 베어링(146)과 함께 레일(48)을 향해 이동시키며, 이는 레일이 베어링(142)과 밀접한 접촉 상태에 있게 한다. 브래킷(150) 내에 억지 끼워맞춤된 다웰 핀(156)은 전방 커버(138) 내의 구멍과의 활주가능한 결합을 제공하기에 충분한 반경방향 여유를 갖는다. 베어링(142, 146)을 갖는 레일 상에 특정한 축방향 클램핑 하중을 제공하는 것이 바람직하다. 너무 많은 클램프력은 롤링 마찰을 증가시키고 아마도 브래킷(150)에 과도한 응력을 가할 것이다. 너무 적은 클램프력은 레일(48)이 축방향으로 이동하도록 허용하여, 제트(40)의 오정렬을 야기할 수 있다. 베어링(142, 146)과 레일(48)의 접촉 지점에서, 브래킷(150)과 전방 커버(138) 사이에 사전결정된 갭(158)이 존재한다. 노브(152)의 추가의 조임은 갭(158)을 폐쇄하여, 브래킷(150)이 올바른 축방향 하중에 의해 리프 스프링으로서 작용하게 한다.

[0037] 도 13은 도 11의 선 C-C를 따라 취해진 단면도이고, 레일이 하부 하우징(134)에 대해 축방향으로 지지되도록 베어링(142, 146) 사이에 위치된 레일 섹션(48)을 도시한다. 레일(48)의 수직 지지는 베어링(162, 164)으로 하부 하우징(134)에 회전가능하게 고정된 구동 휠(160)에 의해 달성된다. 제 2 아이들러(idler)(도시되지 않음)가 또한 하부 하우징 내에 위치된다. 상부 하우징(136) 내의 2개의 아이들러 조립체(166)가 수직 지지 메커니즘을 완성한다.

[0038] 도 14는 도 11의 선 D-D를 따라 취해진 단면도이다. 상부 하우징(136)은 선형 볼 베어링(170)을 통과하는 트윈 샤프트(168)에 의해 하부 하우징(134)에 활주가능하게 결합된다. 나사형성된 노브(172)의 조임은 상부 하우징(136)을 하부 하우징(134)을 향해 밀어내, 수직 방향의 레일(48)의 단단한 지지를 제공한다.

- [0039] 효과적인 슬러지 제거를 위해, 제트(40)가 튜브 갭에 위치되고 제트의 각도가 튜브 갭에 평행한 것이 중요하다. 축방향 편향을 제한하기 위해 분할기 플레이트에 반작용할 때, 랜스로부터 분할기 플레이트까지의 거리가 허용 가능한 한계 내에 있는지를 확인하는 것이 또한 중요하다. 정렬 도구가 이러한 기능을 수행하고, 분할기 플레이트의 양측에서 작용한다. 도 15는 하나 이상의 레일(48)에 부착될 수 있는 아암 조립체(174) 및 포인터 조립체(176)로 이루어진 정렬 도구를 도시한다. 레일 구동 샤프트(68)는 아암(174)과 포인터(176) 사이의 회전 운동을 전달하는 데 사용된다.
- [0040] 도 16a 및 도 16b는 각각 아암 조립체(174)의 정면도 및 입단면도를 도시한다. 샤프트(180)에 부착된 스윙 아암(178)이 한 쌍의 볼 베어링(184)에 의해 하우징(182)에 회전가능하게 결합된다. 볼 베어링(184)은 너트(186) 및 내측 레이스 스페이서(race spacer)(188)에 의해 샤프트(180)에 축방향으로 속박된다. 리테이닝 스크류(retaining screw)(190)가 회전가능한 조립체를 하우징(182) 내에 축방향으로 고정한다. 테이퍼형 커플링(tapered coupling)(197)이 백래시(backlash)를 없애기 위해 축방향으로 로딩된 레일 구동 샤프트(68)와 맞물린다. 볼 플런저(192)가 스윙 아암을 (도시된 바와 같이) 상향으로, 또는 시계방향 또는 반시계 방향으로 회전된 90도로 유지하기 위해 3개의 홈(194) 중 어느 것과도 맞물릴 수 있다. 증기 발생기 내외로의 병진 동안, 스윙 아암(178)은 수직 위치에 위치된다. 90도 위치는 인덱스 포인터(이하에 기술됨)를 설정하는 데 사용된다. 하우징(182) 상의 정합하는 "C" 형상의 프로파일 위에 설치된 플라스틱 가이드(196, 198)가 스프링 핀(200)에 의해 하우징(182)에 활주가능하게 고정된다. 플라스틱 가이드(196, 198)는 증기 발생기 튜브(24)와의 금속 대 금속 접촉을 방지한다. 하부 플라스틱 가이드(198)는 구동 핀(204)(도 10b에 도시됨)과의 자유로운 맞물림을 허용하기 위해 구멍(202)을 포함한다.
- [0041] 도 17 및 도 18은 각각 포인터 조립체(176)의 입단면도 및 배면도이다. 후방 블록(206)은 캡처 스크류(208)에 의해 레일 섹션(48)에 결합된다. 다웰 핀(210)은 레일/블록 조립체의 정확한 위치를 제공한다. 분리형 부싱(212)은 구동 샤프트(214)와 후방 블록(206) 사이의 적합한 회전 및 병진 결합을 제공한다. 포인터(216)는 스쿼어 드라이브(square drive)(218)에 의해 샤프트(214)에 회전가능하게 결합된다. 스쿼어 드라이브에서의 작은 여유가 포인터(216) 내에서의 샤프트(214)의 병진을 허용한다. 부싱(212) 사이에 위치된 압축 스프링(220)은 분리형 부싱(212) 사이의 분리력을 제공한다. 후방 부싱은 포인터(216)를 (러빙(rubbing)을 방지하기 위해) 블록(206)으로부터 멀어지는 쪽으로, 그리고 리테이너(retainer)(224)에 의해 축방향으로 고정된 스러스트 와셔(thrust washer)(222)에 대해 밀어낸다. 샤프트(214)의 외경은 샤프트 상의 부싱의 이동을 방지하기 위해 전방 분리형 부싱(212)의 설치 내경보다 충분히 더 크다. 따라서, 압축 스프링(220)은 도면의 좌측으로 샤프트(214)에 축방향 하중을 제공한다. 축방향 샤프트 하중은 이어서 각각의 레일 구동 샤프트 및 아암 조립체(174)에 인가되어 회전 백래시를 없앤다.
- [0042] 도 18을 참조하면, 두 세트의 스크라이브 라인(scribe line)이 있다. "DP"로 표시된 상부 세트는 랜스로부터 분할기 플레이트까지의 거리를 측정하기 위한 것이다. "R1"로 표시된 하부 세트는 열 1의 튜브(중심 튜브 레인에 인접한 열)로부터 랜스까지의 거리를 측정하기 위한 것이다. 어느 세트의 스크라이브 라인이 사용되는지는 랜스가 분할기 플레이트의 어느 측에, 즉 좌측에 또는 우측에 장착되는지에 좌우된다. 정렬 도구는 양측에서 기능한다. 도 16에서의 스윙 아암(78)의 반경방향 병진과 튜브(또는 분할기 플레이트)로의 랜스의 실제 선형 변위 사이의 직접적인 상관 관계를 제공하기 위해, 스크라이브 라인 사이의 간격이 그에 맞추어 조정된다. 랜스와 튜브 사이의 선형 변위 값은 축방향 조절 스크류(도 9에서 130)의 계산된 위치설정을 위한 직접적인 관련을 허용한다.
- [0043] 도 19는 튜브 갭 정렬 위치에 있는 스윙 아암(178)을 도시한다. 처음에, 스윙 아암(178)은 정렬 도구가 증기 발생기 내로 병진될 수 있도록 상향으로 회전된다. 일단 튜브 레인 내에 있으면, 스윙 아암(178)은 튜브(24)와의 간섭을 점검하면서 튜브를 향해 회전된다. 간섭이 인식되면, 정렬 도구는 스윙 아암(178)이 90도 회전될 수 있을 때까지 튜브 레인을 따라 병진된다. 스윙 아암이 90도 회전된 상태에서, 도구는 스윙 아암의 전방 표면이 튜브(24)와 접촉할 때까지 내향으로(도 19의 좌측으로) 이동된다. 이곳은 제트가 튜브 갭과 정렬되는 위치이다. 도 5를 참조하면, 인덱스 포인터(64)가 이어서 2개의 레일이 함께 연결되는 조인트 또는 마크(62) 중 하나에 대응하도록 위치설정된다.
- [0044] 제트(40)의 각도를 튜브 갭에 평행하게 정렬시키기 위해, 스윙 아암(178)은 정렬 도구가 증기 발생기 내외로 이동될 수 있도록 수직 위치로 회전된다. 정렬 도구가 인접한 레일 마크(62) 또는 모든 다른 마크로 이동되면, 정렬 도구는 도 20에 도시된 바와 같이 튜브에 관하여 위치설정될 것이다. 스윙 아암(178)은 이어서 예지(226)가 접촉할 때까지 튜브(24)를 향해 회전된다. 앞서 기술된 바와 같이, "R1" 거리는 포인터 조립체(176) 상에서 측정된다. 스윙 아암(178)은 이어서 추가의 "R1" 측정치를 얻기 위해 정렬 도구가 증기 발생기 내외로 재위

치설정될 수 있도록 다시 수직 위치로 이동된다. 레일 마크(62)의 선형 간격이 알려져 있고 "R1" 측정값이 선형 변위에 대응하기 때문에, 튜브에 관한 각도 오정렬이 직접 계산될 수 있다. 대응하는 교정이 앞서 기술된 측방향 조절 스크류를 이용하여 이루어질 수 있다. 각도 교정을 행한 후에, 스윙 아암이 도 19에 도시된 위치에 있는 상태에서 인덱스 포인터(64)를 재설정하는 것이 필요할 수 있다.

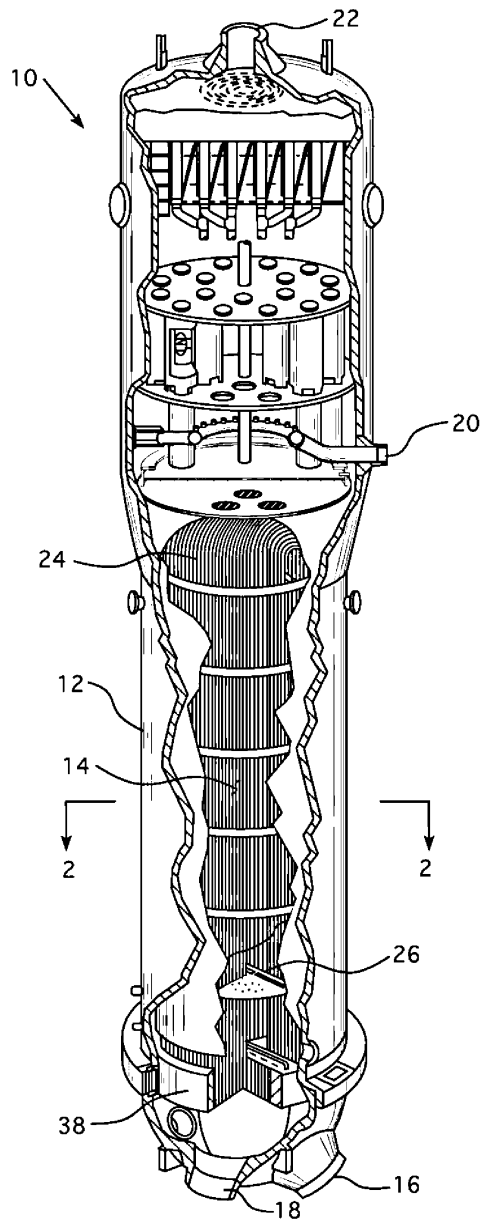
[0045] 정렬 도구의 마지막 기능은 분할기 플레이트(32)까지의 거리를 측정하는 것이다. 도 21에 도시된 바와 같이, 스윙 아암은 예지(228)가 분할기 플레이트(32)와 접촉할 때까지 회전된다. 변위가 포인터 조립체(176) 상의 "DP" 눈금을 이용하여 측정된다. 측방향 변위에 대한 교정이 또한 앞서 기술된 측방향 조절 스크류를 이용하여 이루어진다.

[0046] 개시된 슬러지 랜스는 분할기 플레이트를 갖는 증기 발생기에 특히 적합하지만, 정렬 도구는 또한 분할기 플레이트를 갖지 않는 증기 발생기에 적용가능할 수 있다.

[0047] 본 발명의 구체적인 실시예가 상세히 기술되었지만, 그러한 세부 사항에 대한 다양한 변경 및 대안이 본 개시의 교시 내용 전체를 고려하여 이루어질 수 있음이 당업자에 의해 인식될 것이다. 따라서, 개시된 특정 실시예는 단지 예시적이고 첨부된 특허청구범위 및 그것의 임의의 그리고 모든 등가물의 최대 범위로 주어질 본 발명의 범위에 대해 제한하는 것이 아니도록 의도된다.

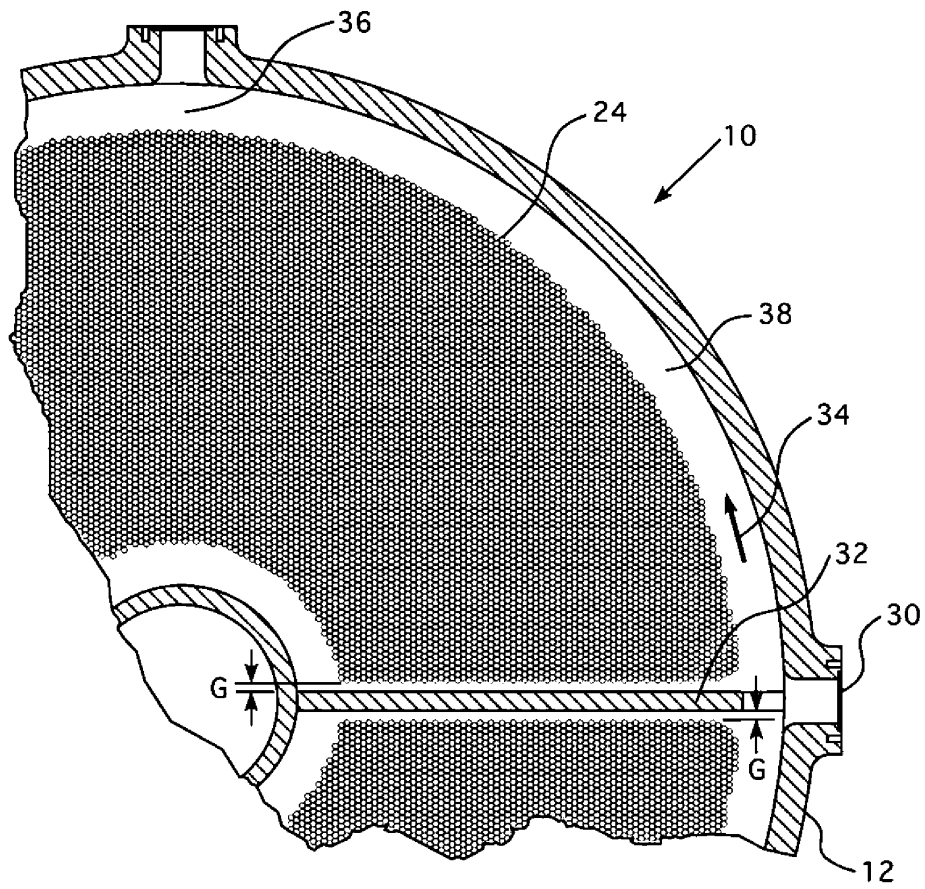
도면

도면1



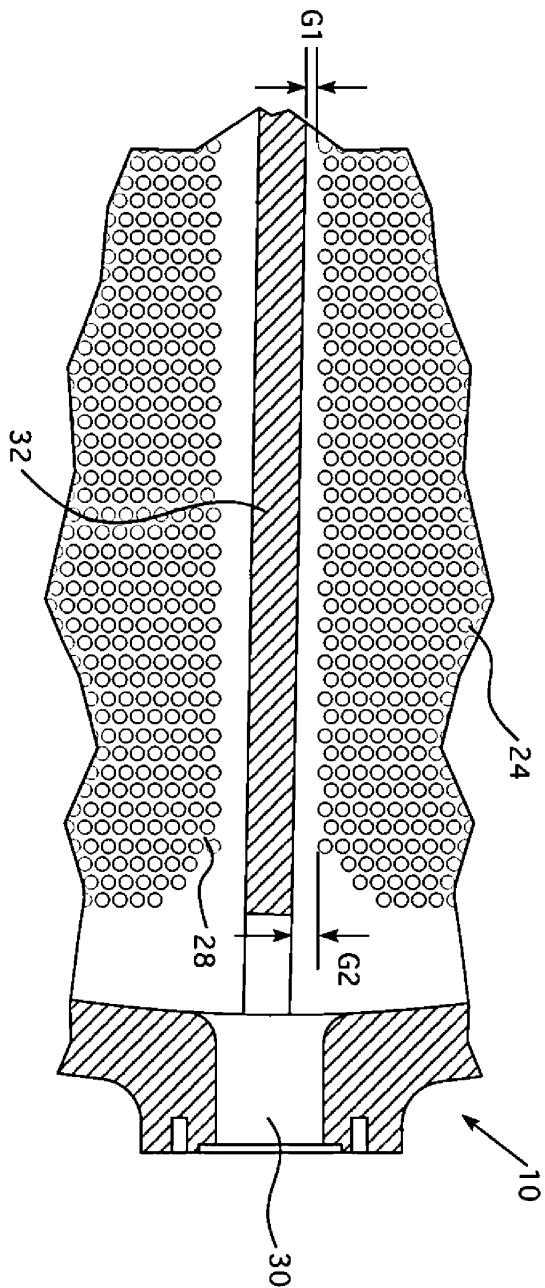
(종래기술)

도면2



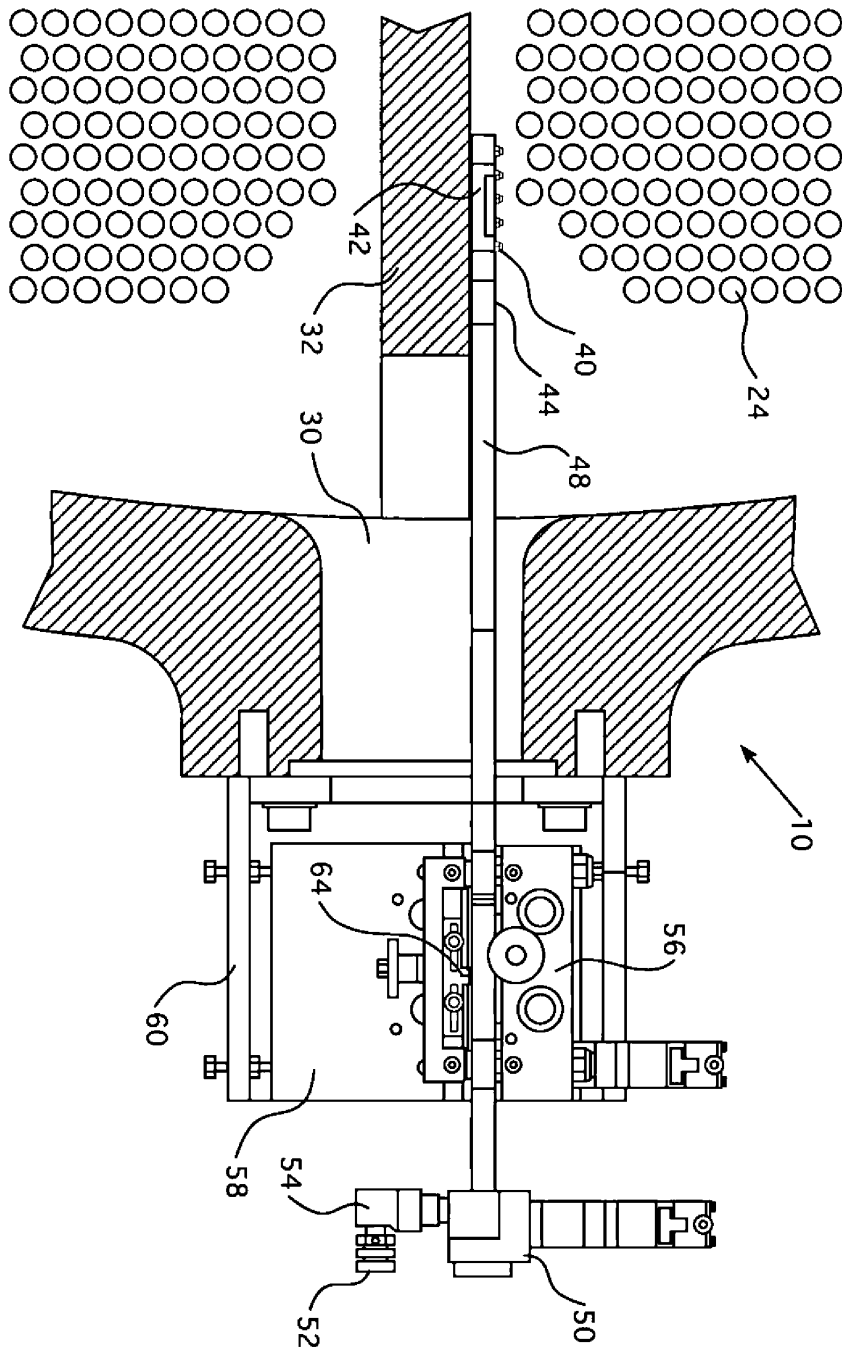
(종래기술)

도면3

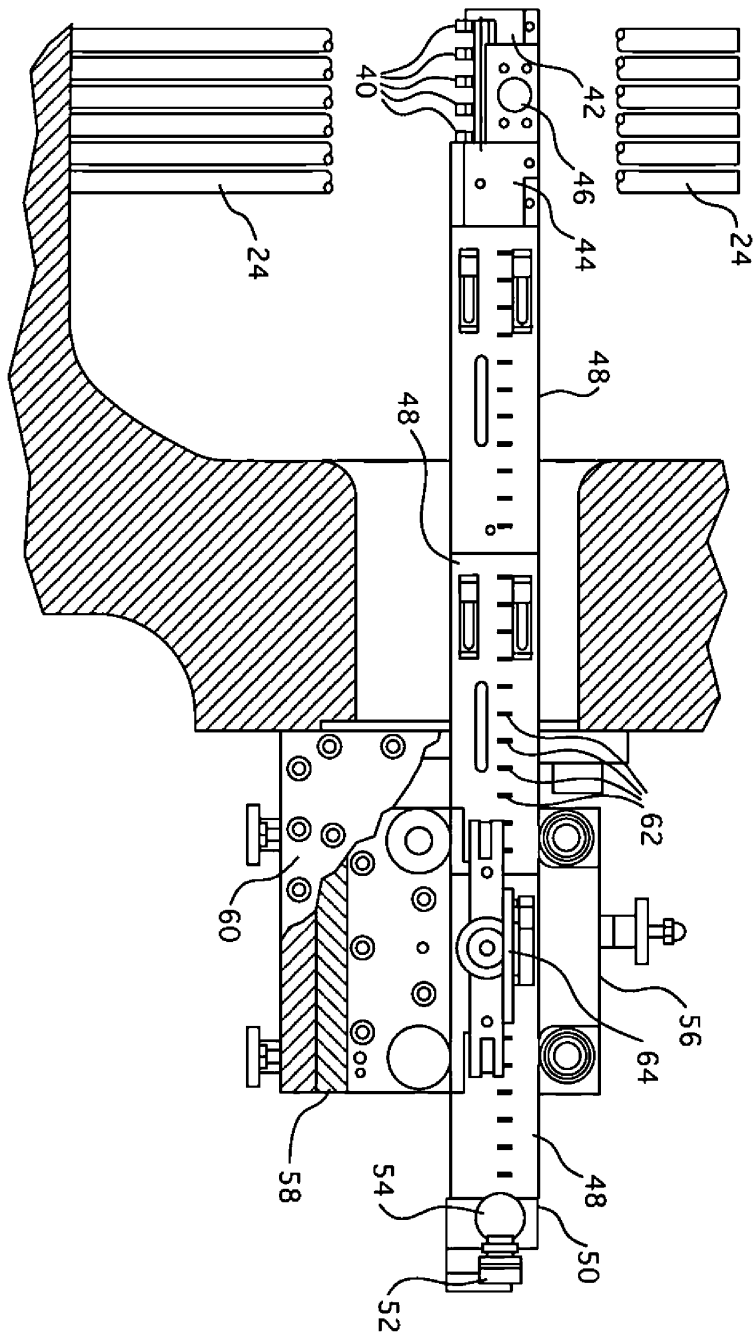


(종래기술)

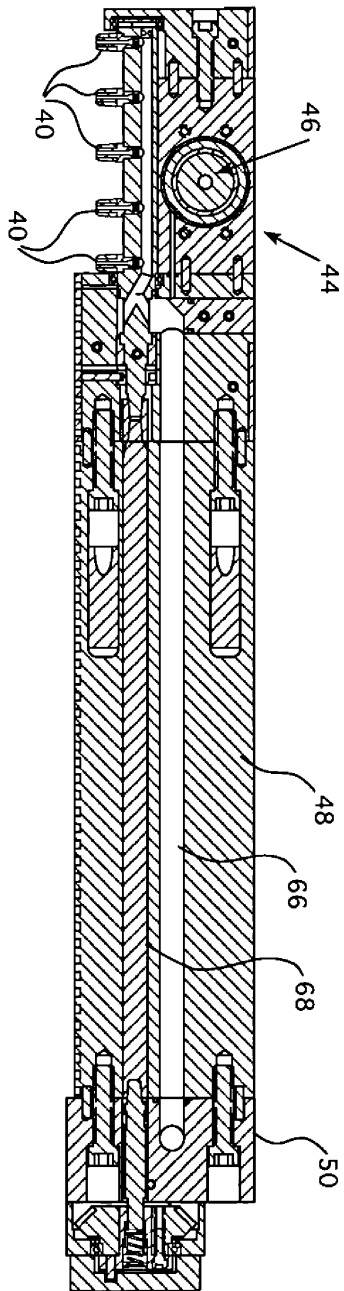
도면4



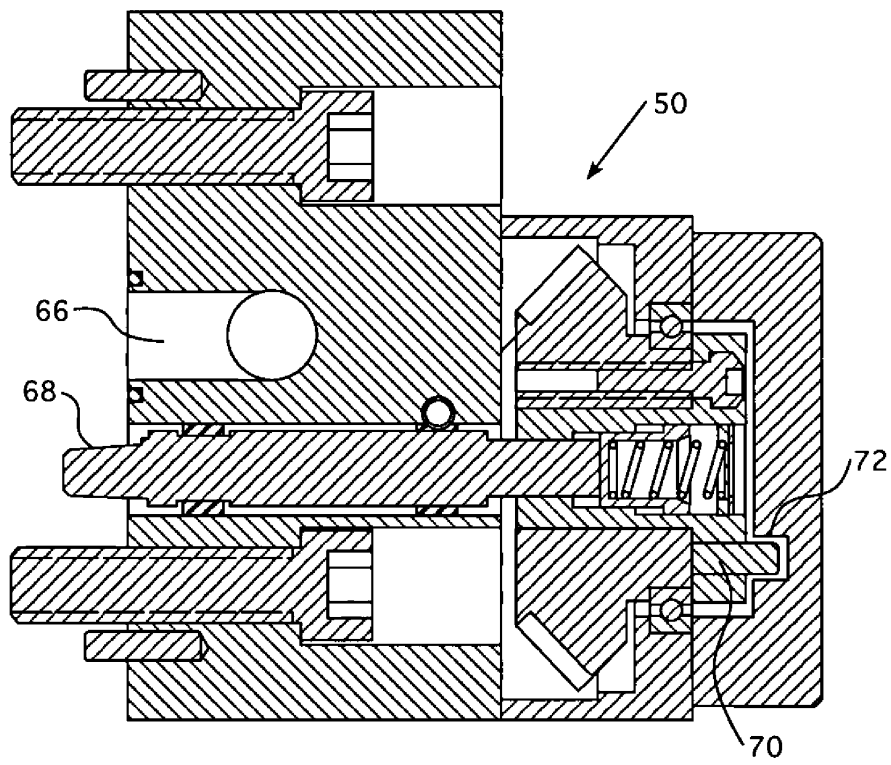
도면5



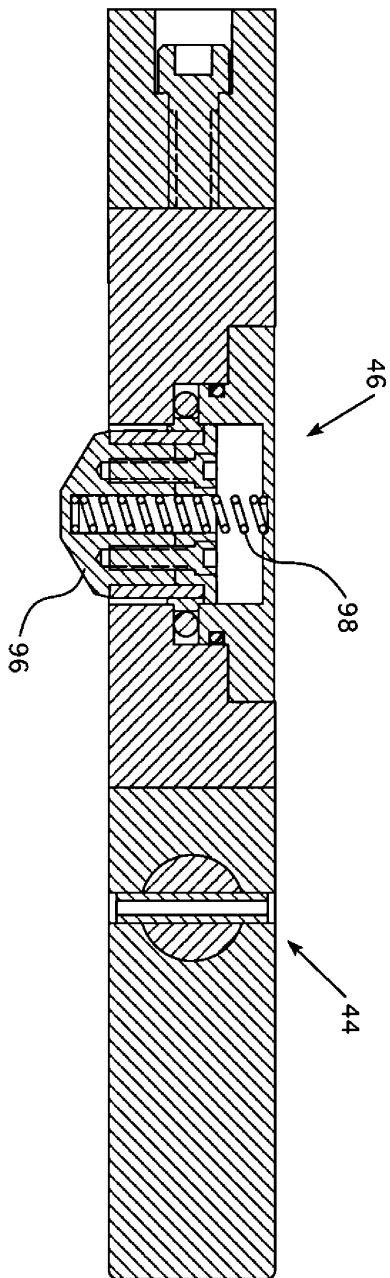
도면6



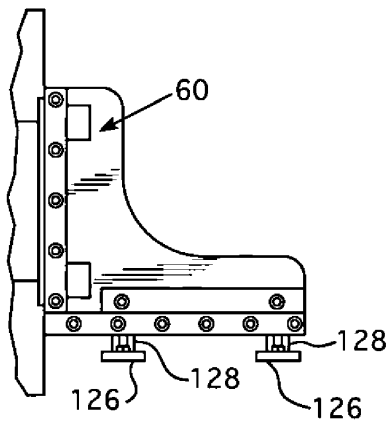
도면7



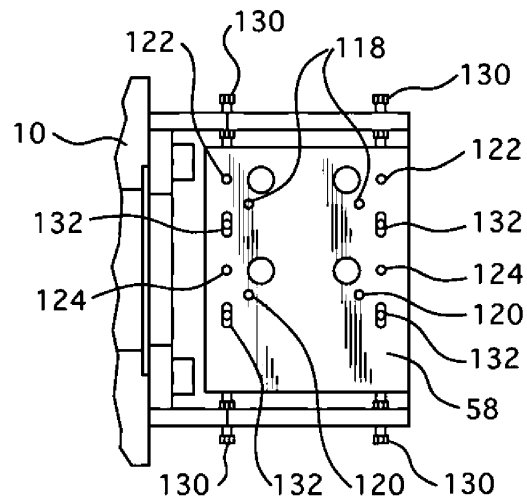
도면8b



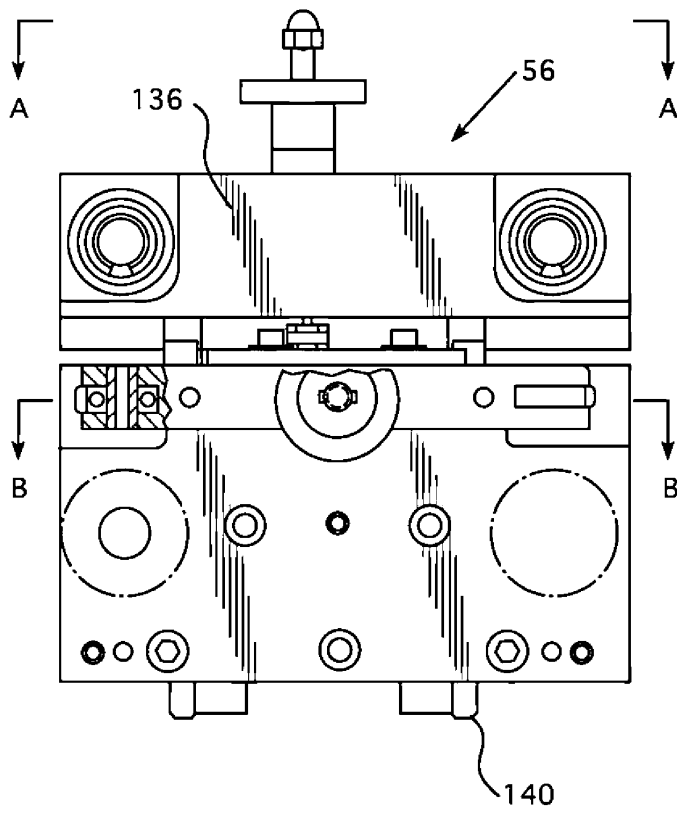
도면9b



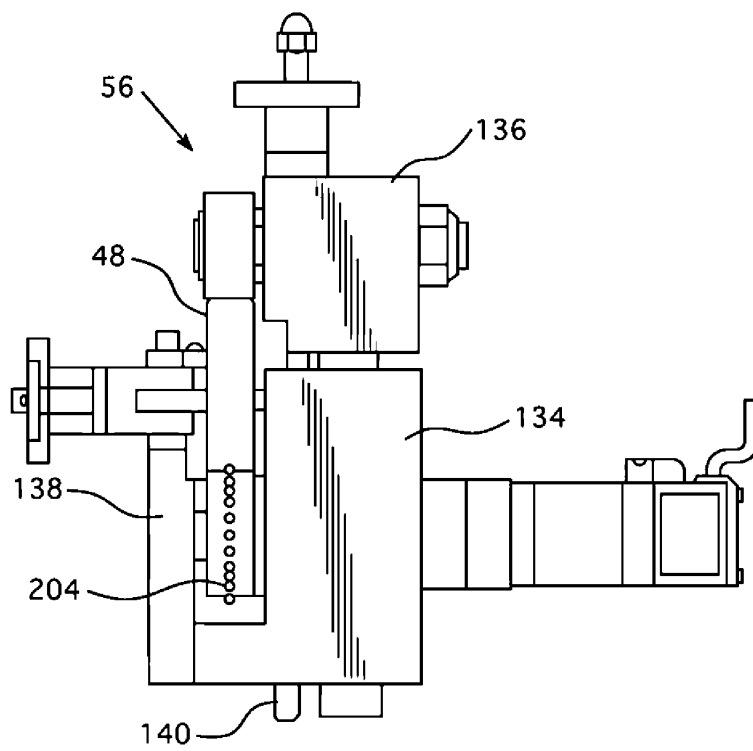
도면9c



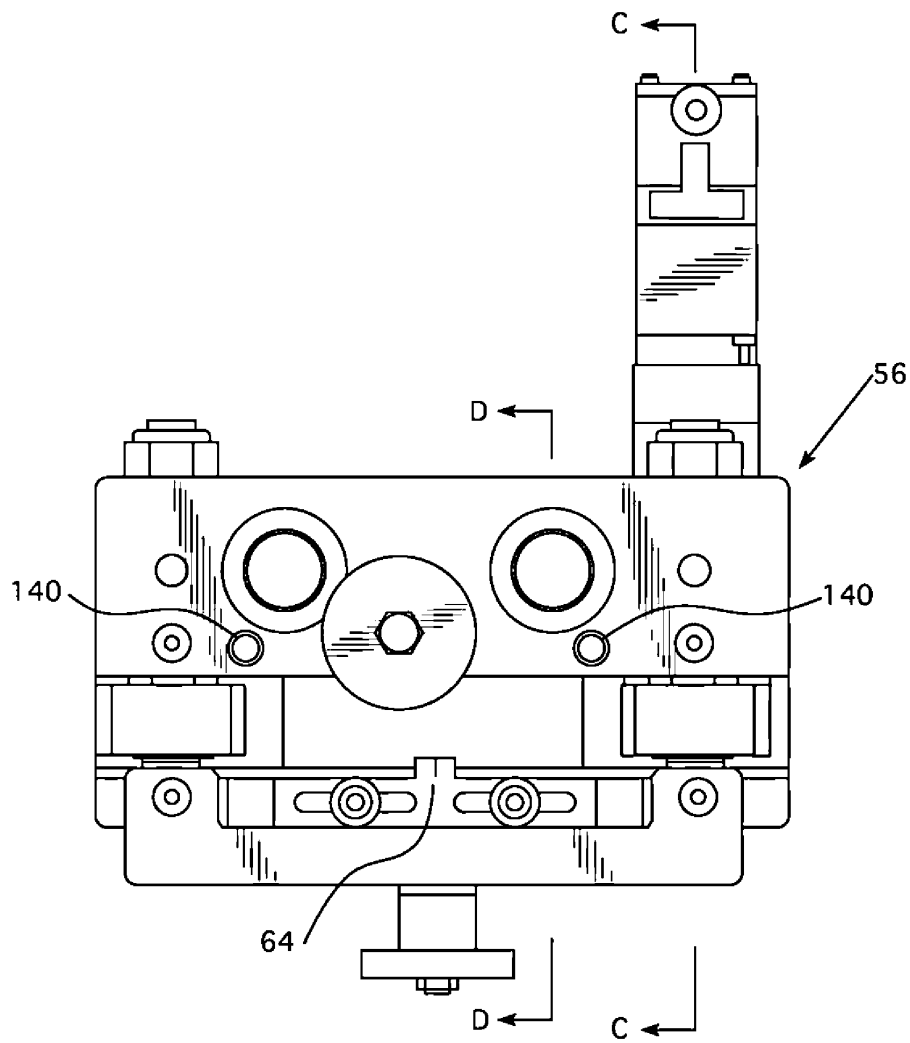
도면10a



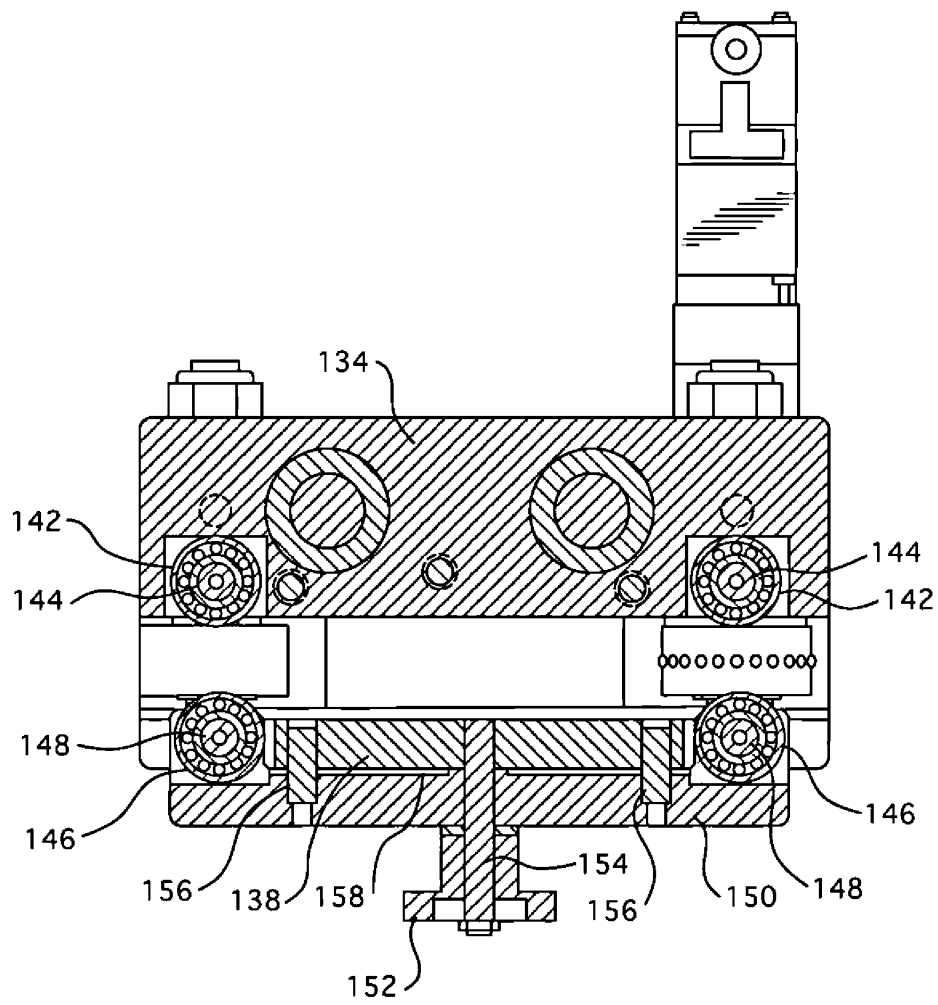
도면10b



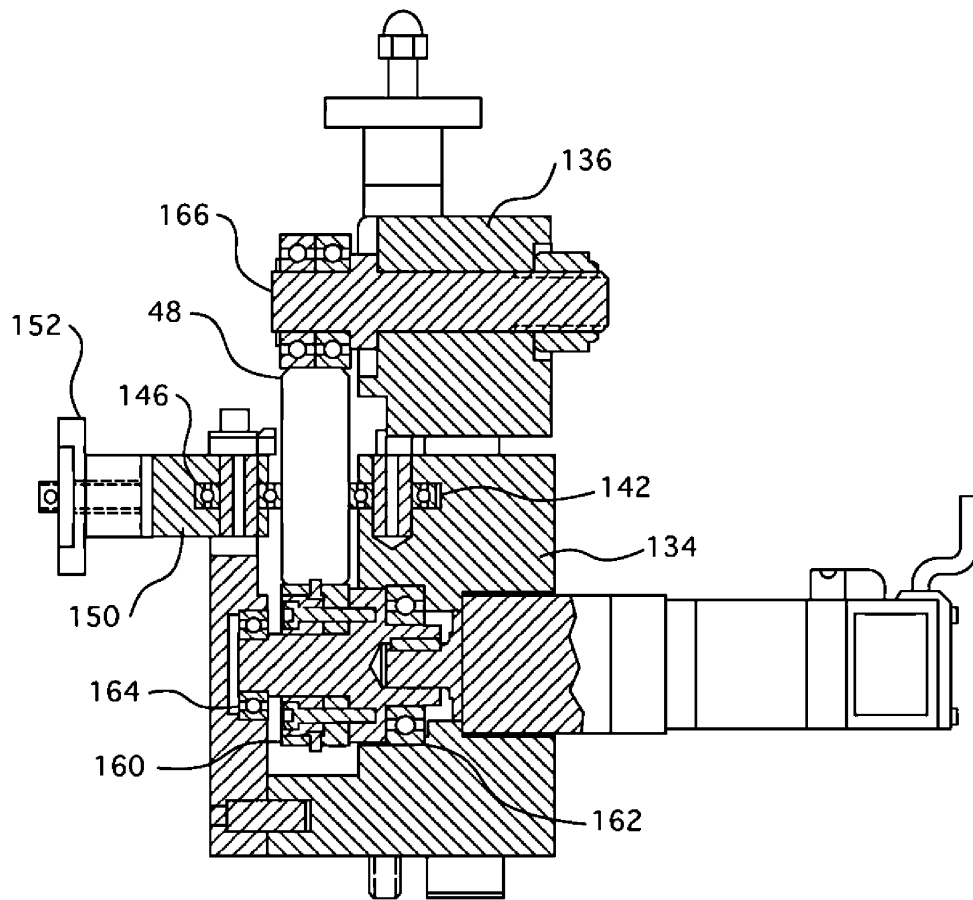
도면11



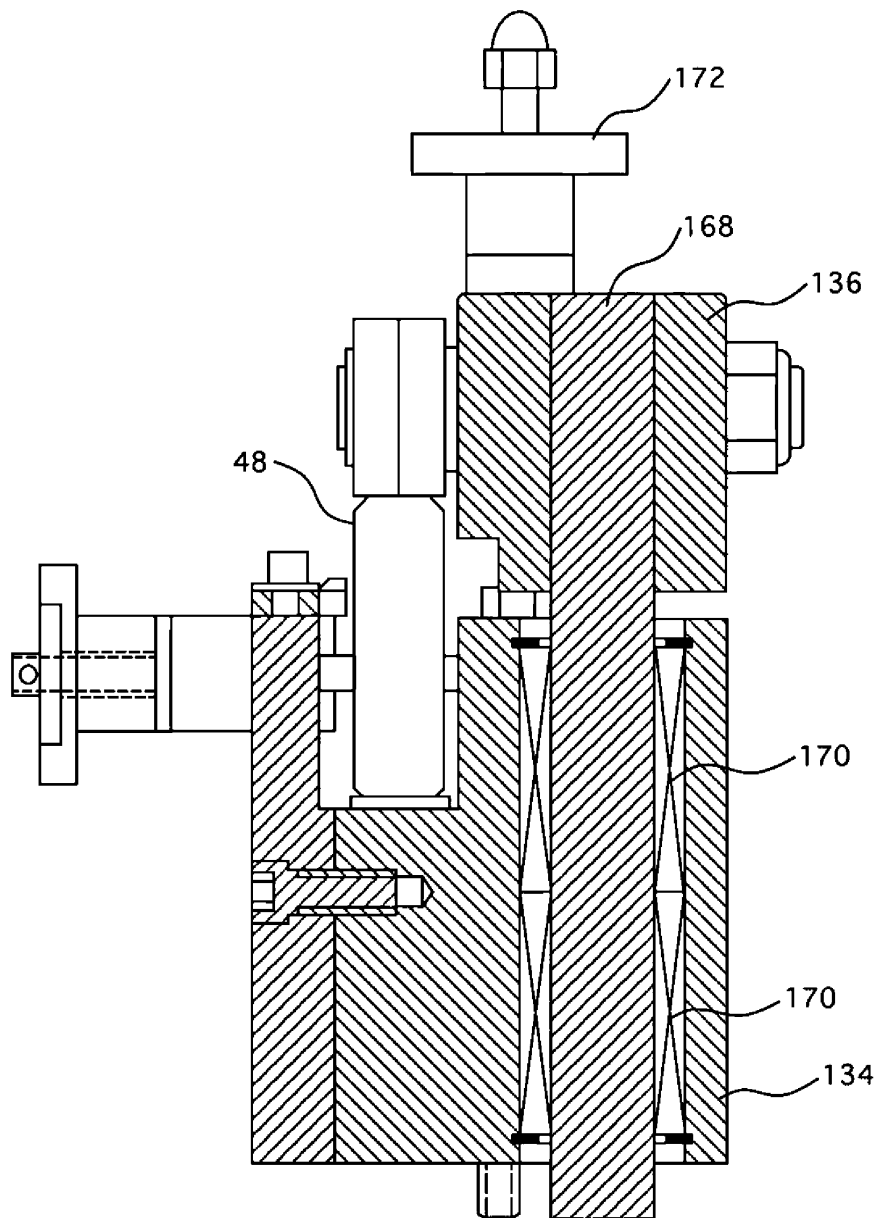
도면12



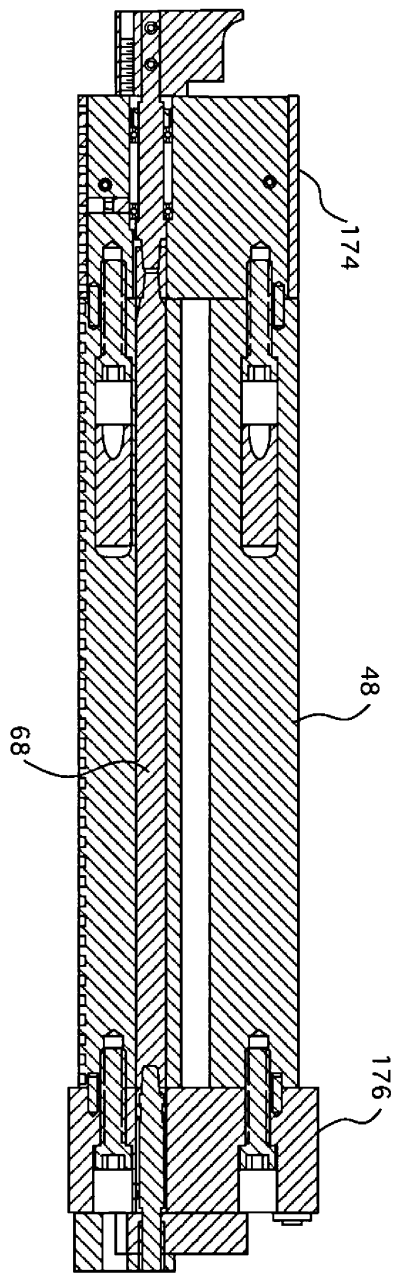
도면13



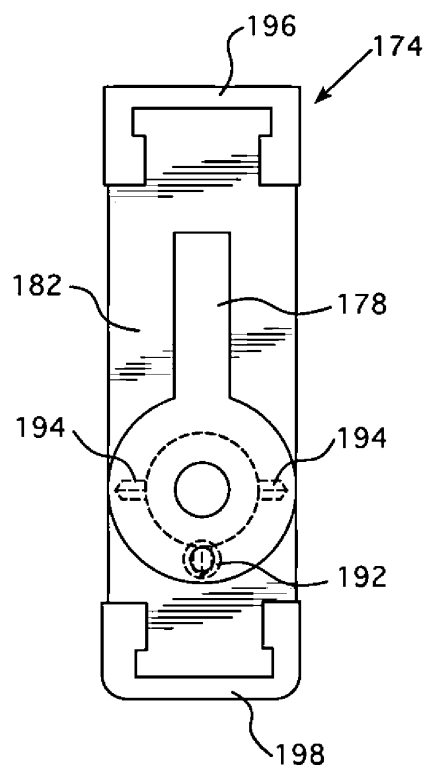
도면14



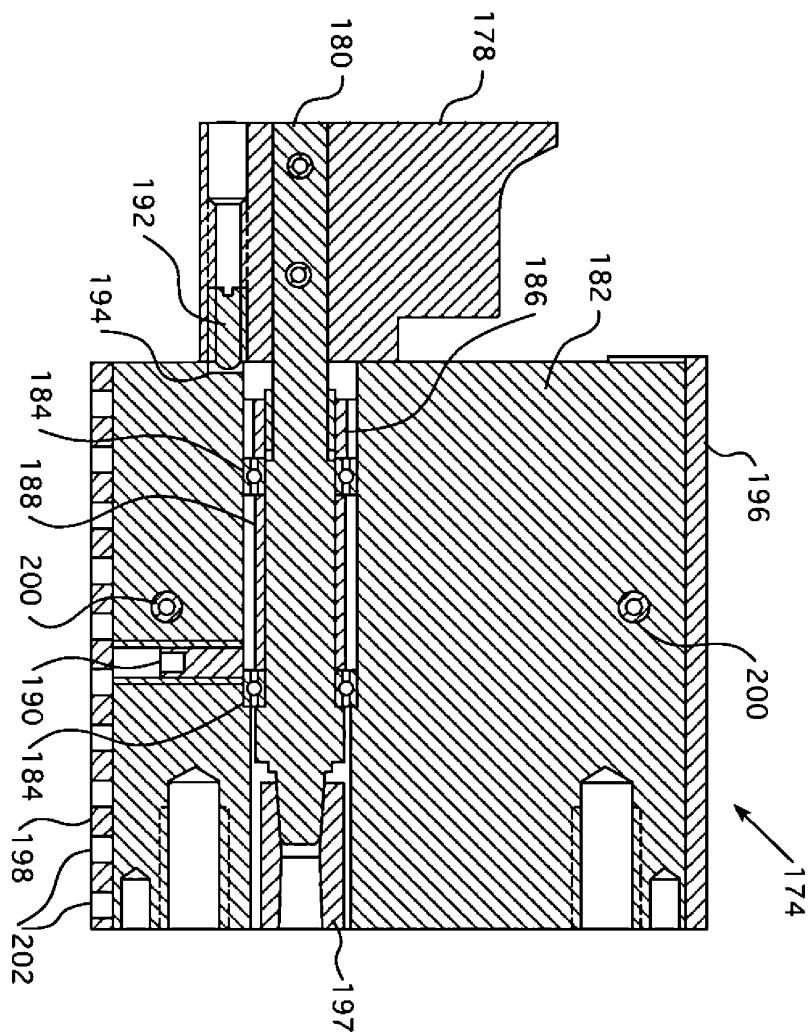
도면15



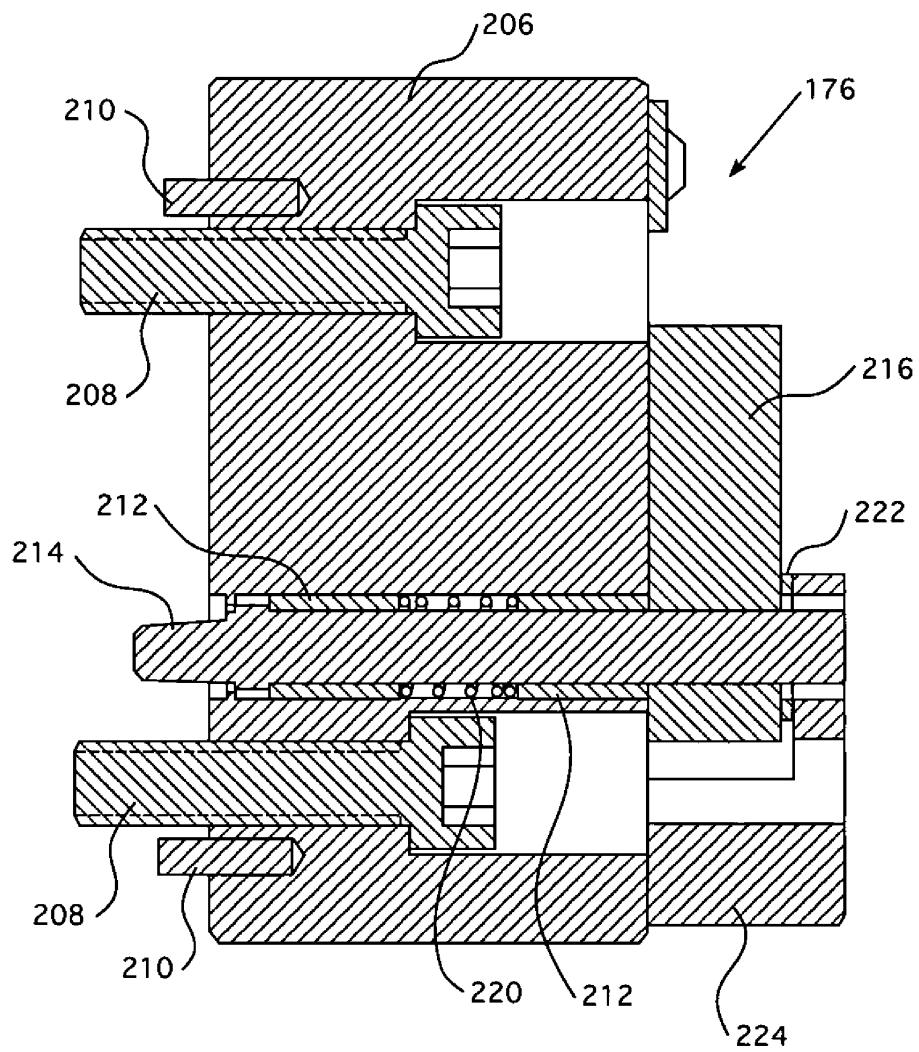
도면16a



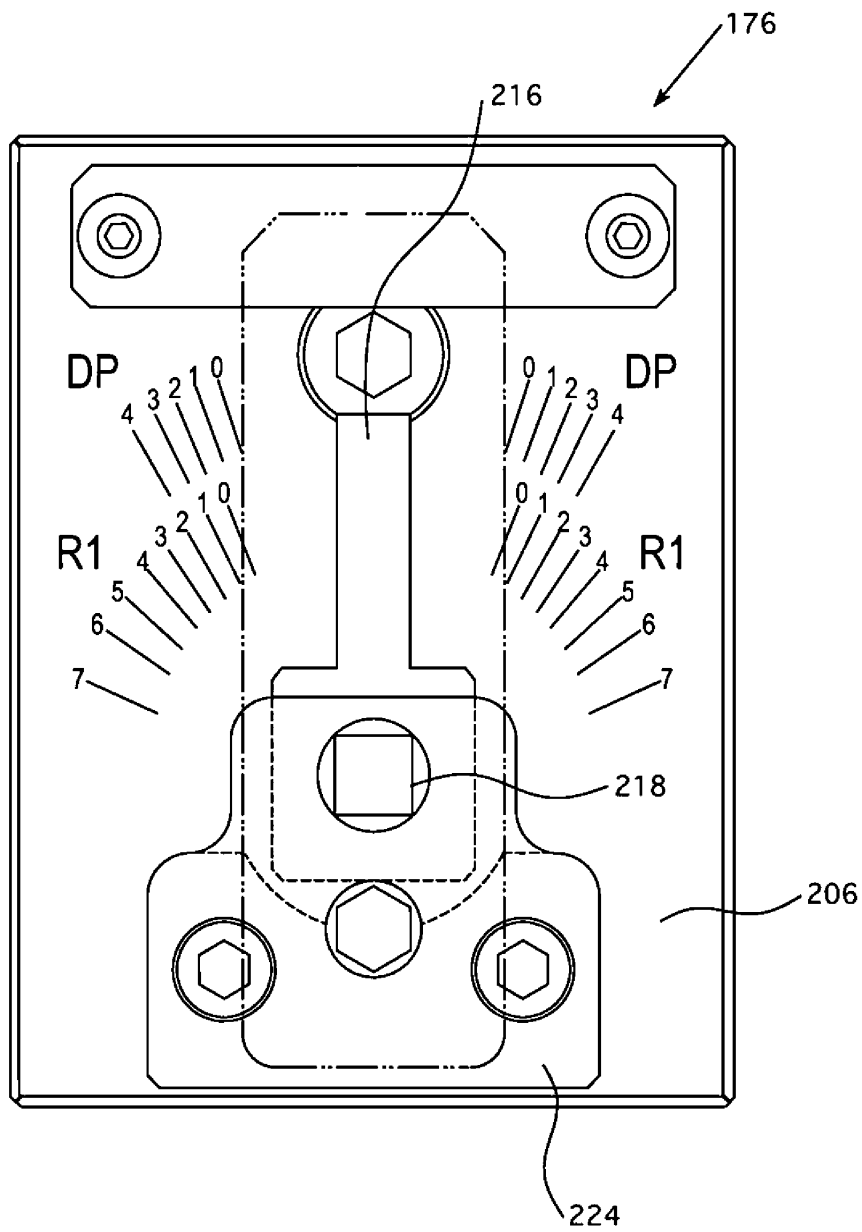
도면16b



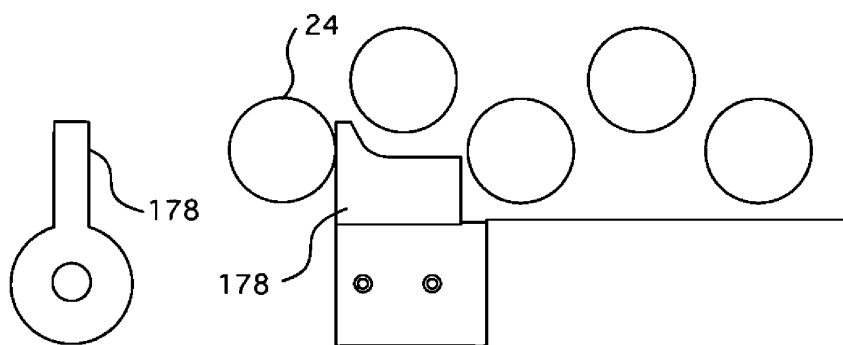
도면17



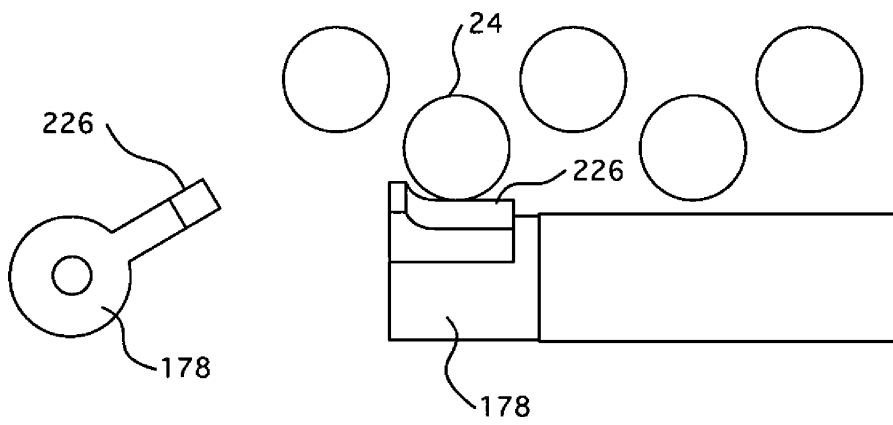
도면18



도면19



도면20



도면21

