



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월13일
 (11) 등록번호 10-1212406
 (24) 등록일자 2012년12월07일

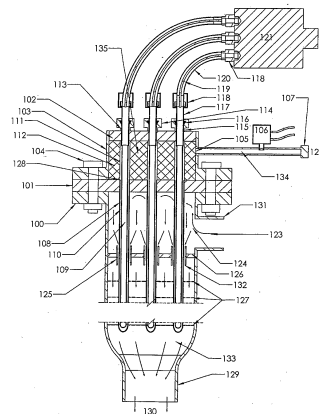
- | | |
|---|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.) F24H 9/20 (2006.01) F24H 1/10 (2006.01) (21) 출원번호 10-2012-7018549 (22) 출원일자(국제) 2010년11월03일 심사청구일자 2012년10월12일 (85) 번역문제출일자 2012년07월16일 (65) 공개번호 10-2012-0104375 (43) 공개일자 2012년09월20일 (86) 국제출원번호 PCT/US2010/003064 (87) 국제공개번호 WO 2011/084124 국제공개일자 2011년07월14일 (30) 우선권주장 12/653,694 2009년12월17일 미국(US) (56) 선행기술조사문헌 JP2002525552 A JP2003130579 A KR1020080025694 A 전체 청구항 수 : 총 13 항 | (73) 특허권자 로드 엘티디 엘피 미국 캘리포니아주 92124 샌디에고 스위트 240 산 토 로드 6050 (72) 발명자 로드 스티븐 엠 미국 캘리포니아주 92024 엔시니타스 페퍼트리 레 인 109 런드 커트 미국 캘리포니아주 92014 델 마 6가 135 (74) 대리인 신정건, 김태홍 |
|---|---|
- 심사관 : 백인배

(54) 발명의 명칭 누설에 민감한 용례를 위한 이중 벽체 축류 전기 히터

(57) 요약

누설에 민감한 용례를 위한 이중 벽 축류 전기 히터는 부식 및 누설에 대해서 개선된 저항성을 가지는 조립체를 제공하고 그리고 전기 히터 로드 위의 보호 튜브, 플리넘에 의해서 이격된 이중 튜브 시트, 및 상기 보호 튜브의 벽을 통한 누설을 감지하도록 위치된 누설 탐지기를 포함한다. 그러한 디자인은 튜브 시트 및 히터를 둘러싸는 셸의 양 단부 내로 각각 삽입되는 둘 또는 셋 이상의 다발의 옵션을 포함한다. 그러한 디자인은 용이한 유지보수를 가능하게 하는데, 이는 유닛이 서비스 중인 동안에도 각각의 히터 로드가 독립적으로 교체될 수 있기 때문이다. 가변 지름의 보호 튜브를 제공함으로써, 가변 열 플럭스가 표준형 단일 플럭스 히터 로드로부터 제공된다. 내장형 써모웰이 제공되어 로드 온도가 직접적으로 모니터링될 수 있게 한다. 전환 배플들의 이용에 의해서 고온 지점(hot spot)들이 방지되고 그리고 튜브들을 지지하기 위한 스파이더 배플(spider baffle)의 이용에 의해서 진동이 방지된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

축류형 전기 가열식 유체 열 교환기로서,

세장형 열 교환기 셸로서, 상기 셸은 하나 또는 둘 이상의 전기 히터를 가지는 일차 튜브 시트, 상기 셸의 측부 내의 제 1 포트, 및 상기 셸의 측부 또는 단부 내의 하나 또는 둘 이상의 부가적인 포트들을 구비하고, 상기 전기 히터는 상기 일차 튜브 시트를 통해서 상기 셸 내의 내부 공간으로 연장되고, 상기 포트들은, 상기 일차 튜브 시트 아래의 상기 셸 내의 내부 공간으로 공급되지만 상기 내부 공간 내에 위치한 전기 히터들의 외부로 공급되는, 유체를 위한 셸 내로의 입구 및 셸로부터의 출구를 제공하는 것인 세장형 열 교환기 셸;

상기 일차 튜브 시트의 위쪽에서 그로부터 이격되며 폴리넘 공간을 사이에 두는 이차 튜브 시트로서, 상기 일차 튜브 시트, 이차 튜브 시트 및 폴리넘 공간이 제 1 세트의 튜브 시트를 이루는 것인 이차 튜브 시트; 그리고

상기 셸의 내부 공간으로의 유체 입구를 제공하는 상기 포트들 중 하나의 포트와 상기 셸의 내부 공간으로부터의 유체 출구를 제공하는 상기 포트들 중 하나의 포트 사이 그리고 상기 제 1 세트의 튜브 시트 아래의 내부 공간에 위치한 하나 이상의 유동 전환 배플

을 포함하며, 상기 하나 또는 둘 이상의 전기 히터는, 보호 튜브, 및 각각의 상기 보호 튜브 내부의 하나 이상의 히터 로드들을 포함하며, 하나 또는 둘 이상의 상기 보호 튜브는 상기 일차 튜브 시트에 밀봉된 제 1 단부 및 폐쇄 단부를 가지는 일차 튜브 시트로부터 이격된 제 2 단부에서 외측 표면을 가져서 하나 또는 둘 이상의 히터 로드들을 내부에 두고 둘러싸는 유체 자유 공간(fluid free space)을 형성하며, 상기 유체 자유 공간은 상기 폴리넘 공간에 대해서 개방되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

폴리넘 공간에 의해서 분리된 제 2 세트의 일차 튜브 시트 및 이차 튜브 시트, 그리고 하나 이상의 부가적인 유동 전환 배플

을 더 포함하고,

상기 제 2 세트는 상기 제 1 세트의 튜브 시트로부터 셸의 길이를 따라서 축방향으로 이격되고, 제 2 세트의 전기 히터는 제 2 세트의 일차 튜브 시트 및 이차 튜브 시트로부터 연장되고, 상기 제 2 세트의 전기 히터들의 보호 튜브들은 제 2 세트의 일차 튜브 시트에 연결되며, 상기 제 1 세트의 튜브 시트 및 제 2 세트의 튜브 시트의 이차 튜브 시트가 제 1 세트의 튜브 시트 및 제 2 세트의 튜브 시트의 일차 튜브 시트들 사이의 거리보다 더 먼 거리만큼 이격되고, 상기 하나 이상의 부가적인 유동 전환 배플이 제 1 세트의 튜브 시트 및 제 2 세트의 튜브 시트의 일차 튜브 시트들 사이의 내부 공간 내에 위치되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

열 교환기로부터 유출되는 배출 유체가 직렬로 연결된 하나 또는 둘 이상의 부가적인 전기 가열식 유체 열 교환기로 공급되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일차 튜브 시트 아래에 위치한 하나 또는 둘 이상의 축류 배플

을 더 포함하는, 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각각의 히터 로드와 상기 이차 튜브 시트를 통과하는 압력 밀봉부를 더 포함하는, 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 압력 밀봉부는 압축 피팅, 플랜지 또는 금속이나 엘라스토머 O-링 밀봉 장치에 의해서 마련되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

다양한 지름의 복수의 보호 튜브들이 상기 일차 튜브 시트에 밀봉되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 보호 튜브로부터 복사된 열을 흡수하도록 위치된 하나 또는 둘 이상의 가열되지 않는 이격부재 또는 베플을 더 포함하고, 상기 이격부재 또는 베플은 유체에 의해서 냉각되는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

하나 이상의 보호 튜브는 다른 지름을 갖는 2개 이상의 부분을 가지는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일차 튜브 시트 및 이차 튜브 시트 사이에서 폴리넵 공간으로부터 연장되는 도관, 그리고 하나 또는 둘 이상의 보호 튜브를 통한 내부의 유체 자유 공간으로의 누설을 탐지하기 위해서 상기 도관 내에 위치되는 누설 탐지기

를 더 포함하고, 상기 누설 탐지기는 하나 또는 둘 이상의 압력 센서, 온도 센서, 밀도 센서, 열 전도도 센서, 액체 탐지기 또는 가스 크로마토그래프 유입구 공급 포트를 포함하는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 폴리넵 공간 내의 단열부

를 더 포함하는, 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

하나 또는 둘 이상의 전기 히터의 중심을 통해서 축방향으로 연장되는 써모웰

을 더 포함하고, 각각의 써모웰은 내부에 위치된 하나 또는 둘 이상의 온도 측정 장치를 구비하는 것인 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

하나 또는 둘 이상의 상기 보호 튜브 위에 동축으로 배치되는 하나 또는 둘 이상의 스파이더 배플(spider baffle)

을 더 포함하는, 축류형 전기 가열식 유체 열 교환기.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본원 발명은 일반적으로 유체의 전기적 히팅(가열) 분야에 관한 것이며, 보다 구체적으로 누설에 민감한 용례를 위한 이중 벽체 축류 전기 히터에 관한 것이다.

[0002] 정의

[0003] 본 개시내용에 관한 목적을 위해서 특정 용어들의 정의에 대해서 이하에서 설명한다.

[0004] "히터 로드(heater rod)"는 보호 튜브 내에 삽입된, 스웨이지 가공된(swaged) 금속 자켓 내에 조립된 히터이다. 조립된 히터는 3개의 구역 즉, 낮은 열 출력을 갖는, 저온 접합부로부터 외측으로 연장되는 리드 와이어 구역, 높은 열 출력을 갖는, 히터 프로퍼(heater proper)를 포함하는 제 2 구역, 그리고 낮은 열 출력을 갖는, 저온

토우(toe)를 포함하는 제 3 구역을 포함한다.

- [0005] "타이 로드(tie rod)"는 배플 조립체를 함께 체결하기 위해서 사용되는 복수의 긴 금속 로드를 포함한다. 타이 로드의 일 단부는 튜브 시트 내로 장착되고 그리고 타 단부는 예를 들어 너트에 의해서 고정된다. 배플들은 그들의 내부에 홀(hole)들을 갖는데, 상기 홀들은 타이 로드 위치와 매칭되고 그리고 상기 타이 로드 상으로 활주하게 되며 배플들 사이의 이격부재를 이용하여 길이방향으로 위치설정된다.
- [0006] "이격부재"는 로드들과 협력하여 배플들을 분리하기 위해서 사용되는 장치이다. 이격부재는 일반적으로 타이 로드가 장착되는 배플 내의 홀보다 큰 지름을 가지는 튜브이다. 타이 로드는 배플 및 이격부재의 조립체를 압박하여 그 조립체를 제위치에서 고정하고 그리고 흔들림(chattering)을 방지한다. 이격부재들이 양 단부에서 배플 또는 튜브 시트에 대해서 압박되기 때문에, 이격부재의 내부에서 아래로 유체가 극히 소량으로 유동한다. 그에 따라, 열 교환기의 특정 영역들로부터 유동을 배제하기 위해서 이격부재들이 이용될 수 있을 것이다. 본 명세서에서 설명되는 실시예들에서, 이격부재들은 이러한 목적을 위해서 뿐만 아니라 배플 분리를 위해서 사용될 수 있다. 그에 따라, 희망하는 형상을 유동 영역 내의 유동에 제공하기 위해서, 이격부재들의 단면 형상이 일반적으로 이용되는 튜브와 상이할 수 있을 것이다.
- [0007] "보호 튜브"는 히터 로드를 셸 내의 유체로부터 분리하기 위해서 히터 셸 내로 삽입되는 튜브이다.
- [0008] "슈라우드(shroud)"는 큰 길이 대 갭 비율을 가지는 갭 아래로 유체가 유동하도록 강제함으로써 유동을 직선화하기 위해서 히터 로드 주위에 위치되는 장치이다.
- [0009] "리드 와이어"는 히터 외부로부터 대부분의 열이 발생하는 히터 프로퍼로 전기를 전도하는 와이어이다.
- [0010] "저온 접합부"는 히터 프로퍼 내부의 히터 코일과 리드 와이어 사이의 접합부이다.
- [0011] "히터 프로퍼"는, 열의 일차적 공급원이 되도록 디자인되고 그리고 일반적으로 저항이 큰 히터 와이어 또는 코일로 이루어진 히터의 섹션을 지칭한다. 이는 저온 토우와 저온 접합부 사이에 위치된다.
- [0012] "저온 토우"는, 저항이 작은 와이어의 U자 형상의 피스(piece)에 의해서 서로 연결되는 히터 리드 와이어들로부터 열 발생 코일들이 이격된 섹션이다. 이러한 섹션은 히터 프로퍼보다 상당히 저온이다.
- [0013] "열 팽창 갭"은 보호 튜브 내부에서 히터 로드의 상이한 열 팽창을 허용하기 위해서 마련되는 갭이다.

배경 기술

- [0014] 가스들 및 액체들은 통상적으로 셸 및 튜브 열 교환기에 의해서 가열되고, 상기 열 교환기에서는 튜브를 통과하는 고온 액체 또는 가스가 열을 제공하고, 상기 열은 튜브의 벽을 통해서 진행하여 튜브의 외부 상에서 열 교환기를 통과하는 물질을 가열한다. 셸은 가열되는 액체 또는 가스를 수용하고 그리고 양호한 압력 배리어를 제공하기 위해서 일반적으로 원통형이다. 실린더의 단부들의 압력 배리어는 튜브 시트에 의해서 제공되고, 그러한 튜브 시트 내로 중공형 튜브가 스웨이징 가공된다. 그러나, 많은 다른 디자인들도 가능하다. 용도가 누설에 대해서 민감할 때, 교환기는 튜브로부터 셸로 또는 그 반대로 누설이 진행되는 것을 방지할 수 있도록 그리고 본격적인 누설이 발생하기 전에 수리가 이루어질 수 있게 관찰되도록 튜브 시트들 사이에 갭을 가지는 이중 튜브 시트를 종종 구비한다. 대안으로서, 가열 유체가 셸 내로 도입될 수 있고 그리고 가열될 유체가 튜브의 내부를 통과하게 될 수 있을 것이다.
- [0015] 튜브를 통과하는 열 전달 유체로서 이용되는 스팀과 같은 증기, 또는 액체로부터 얻어질 수 있는 것보다 더 높은 온도가 요구될 때, 전기 히터가 튜브 대신에 사용된다. 그러나, 전기 히터는 셸 및 튜브 열 교환기에 비해서 특정한 한계를 나타낸다. 적어도 두 가지의 기본적인 디자인, 즉 전기적으로 가열된 퍼니스(furnace) 내부에 위치한 튜브들을 통해서 유체가 유동하는 퍼니스 디자인 또는 일부 유형의 도관 내에 직접 삽입되는 히터 로드 위로 유체가 유동하는 직접 침잠형(immersion) 디자인이 이용된다.
- [0016] 퍼니스 디자인의 하나의 예로는 복사형 코일 퍼니스(Wellman 디자인 참조)를 참고하게 되는데, 그러한 복사형 코일 퍼니스에서는 퍼니스 벽들이 열을 함유하는 상태에서 가스를 포함하는 코일형 파이프가 전기 히터 요소에 의해서 가열된다. 일반적으로, 퍼니스는 덮개 또는 단부 플레이트를 구비하고, 이를 통해서 파이프들이 돌출하여 프로세스의 나머지와 연결을 형성한다. 파이프들이 가열됨에 따라 파이프가 팽창되고 이동하게 된다. 파이프 이동을 허용하기 위해서 그리고 비용을 절감하기 위해서, 퍼니스는 일반적으로 정격 압력 또는 기밀 상태가 아니다.
- [0017] 제 2 예는, 와이어들이 플랜지 내의 홀로부터 연장되는 전기 히터들에 연결된 상태에서 복수의 U자 형상의 가열

요소가 플랜지에 용접되는 플랜지형 디자인이며 US 7,318,735에 제시된 바와 같은 침잠형 히터를 이용한다. 히터 요소들의 다발이 빈 파이프 내부에 배치되고 그리고 가열되는 액체가 파이프의 측부에 대해 유입 및 유출된다.

[0018] 두 가지 타입의 디자인들 모두는 튜브에서의 누설의 경우에 대기 중으로 물질을 방출할 것이고 그리고 수리를 위해서 차단되어야 할 것이다. 부식성 물질의 경우에, 누설 가능성이 높아지고, 즉 많은 부식성 물질이 또한 독성을 가지며, 그에 따라 심각한 건강상의 위험성을 초래한다. 이러한 누설 가능성에도 불구하고, 작업자에게 경고하기 위한 누설 탐지 시스템은 일반적으로 제공되지 않는다. 온도 증가에 따라 부식은 급격하게 촉진되고, 그에 따라 튜브 상의 임의의 고온 지점은 훨씬 더 빨리 부식될 것이다. 퍼니스 디자인의 경우에, 또한 튜브의 부분들의 일부 섀도잉(shadowing; 음영)이 존재하고 그에 따라 일부 부분들이 다른 부분들보다 더 고온이 된다. 침잠형 디자인의 경우에, 일부 영역들에서의 유동이 불량할 수 있고 그에 따라 열을 제거할 수 없게 되어 고온 지점으로 될 수 있다. 이는 특히 가열하기 더 어려운 부식성 가스들의 경우에 그러하다.

[0019] 유체가 측부로부터 도입되고 그에 따라 아래쪽으로 전환되어 출구를 빠져나가야만 하는 것은 US 7,318,735의 도 1로부터 확인될 수 있다. 그러한 방향의 변화는 교차 유동으로부터 측방향 유동으로의 전이부 내에서 느린 유동 영역들을 생성하고, 이는 고온 지점을 생성할 수 있다. US 7,318,735 특허에는, 이러한 전이를 돕기 위한 메커니즘이 없다. 또한, 전기 히터들의 특성은 단위 길이당 방출되는 열이 일정하다는 것이며, 그에 따라 만약 이러한 열이 히터의 전체 영역으로부터 균일하게 제거되지 않는다면, "고온 지점"이 생성될 수 있다. 이러한 것은 쉘 및 튜브 열 교환기의 경우에는 해당되지 않는데, 이는 낮은 열 전달의 영역이 단지 열을 전달하지 않을 뿐이기 때문이고 그에 따라 고온 지점 문제가 훨씬 덜 심각하다. 그에 따라, 전기적 열과 함께 표준형 쉘 및 튜브 디자인을 이용할 수 없으며, 이는 통상적인 교차 유동 배열이 고온 지점을 유발하기 때문이다. 또한, 하나의 히터 튜브 또는 와이어가 고장난 경우에 그러한 고장의 수리를 위해서 전체 조립체를 제거하여야 할 필요가 있다는 것을 확인할 수 있을 것이다. 이는 US 7,318,735에서 기술된 바와 같은 작업 비용에 부가된다. 그러나, US 7,318,735에서 제시된 해결책 역시, 헤더 플레이트 상에 용접하기 위해서 유닛이 차단되어야 하고 그리고 분해되어야 한다는 문제점을 갖는다.

[0020] 부식성 물질에서의 추가적인 문제점은 그 물질들이 통상적으로 초과되지 않아야 하는 상한 온도를 갖는다는 것이다. 이는 히터의 고온 단부에서 사용될 수 있는 플럭스(flux)를 제한한다. 그러나, 히터들이 통상적으로 단일 플럭스를 가지기 때문에, 이는 저온 단부에서 플럭스가 적다는 것을 또한 의미하고 그에 따라 전체 히터가 더욱 커야 한다는 것을 의미한다. 이에 대한 하나의 해결책은 고온 단부보다 저온 단부에서 플럭스가 보다 더 큰, 가변 플럭스 레이트(flux rate)이지만, 그러한 히터는 제작 비용이 더 고가이고 그리고 이용하기가 용이하지 않다. 추가적인 단점은 히터 온도를 측정하는 방법이 없다는 것이고 그에 따라 히터가 과열되는지 여부를 알 수 있는 방법이 없다는 것이다. 독립된 써모웰(thermowell)을 헤더 플레이트를 통해서 설치할 수 있으나, 이는 보다 많은 공간을 필요로 하고 그리고 플레이트의 부가적인 천공을 필요로 하고 그리고 각각의 써모웰은 단지 접촉되는 히터 상의 지점만을 측정한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본원 발명의 실시예들의 목적은, 누설 위험을 감소시키는 것에 의한 그리고 누설 탐지를 사전 공개(pre-release)하는 것에 의한 안전성 개선, 적은 소유 비용, 히터 길이를 따른 가변 플럭스, 부식 속도(rate)를 증가시킬 수 있는 고온 지점의 감소, 및 히터 과열의 감소 또는 제거를 제공하는 것을 포함하나, 이러한 것으로 제한되는 것은 아니다.

[0022] 본원 발명의 다른 목적들 및 장점들은, 첨부 도면과 관련하여 고려할 때, 설명 및 예로서 본원 발명의 실시예가 개시된 이하의 설명으로부터 보다 명확해질 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 본원 발명의 바람직한 실시예에 따라서, 누설에 민감한 용례를 위한 이중 벽체 축류 전기 히터가 개시되며, 그러한 이중 벽체 축류 전기 히터는,

[0024] 가열되는 누설 민감형 유체를 수용하기 위한 쉘로서, 상기 쉘이 튜브 시트를 위한 적어도 하나의 단부 연결부, 그리고 측부 또는 단부 연결부가 될 수 있는 유체 입구 또는 출구를 위한 적어도 제 1 연결부 및 제 2 연결부를

구비하는 것인 셀,

- [0025] 일차 튜브 시트 및 이차 튜브 시트로서, 상기 일차 튜브 시트가 상기 셀의 단부 연결부에 연결되고 그리고 상기 이차 튜브 시트가 상기 일차 튜브 시트에 직접적으로 또는 도관을 통해서 연결되는 것인 일차 튜브 시트 및 이차 튜브 시트,
- [0026] 베이요넷(bayonet) 보호 튜브 내부의 적어도 하나의 히터 로드로서, 상기 보호 튜브가 일 단부에서 폐쇄되고 그에 따라 자유롭게 팽창하고 그리고 타 단부가 상기 일차 튜브 시트에 대해서 밀봉되며, 상기 히터 로드가 상기 이차 튜브 시트에 대해서 밀봉되는 것인 적어도 하나의 히터 로드, 그리고
- [0027] 유체 입구 후에 또는 유체 출구 전에 위치되는 적어도 하나의 유동 전환 배플
- [0028] 을 포함한다.
- [0029] 추가적인 누설 보호는, 보호 튜브를 통한 누설을 수용하는 것 그리고 누설이 발생하였다는 경보를 제공하는 것 양자 모두를 달성하기 위해서 프로세스 압력을 견디도록 그리고 압력 전달부 및 경보를 제공하도록 디자인된 일차 튜브 플레이트 및 이차 튜브 플레이트 사이의 도관을 포함한다. 이어서, 셀 및 튜브 열 교환기에서의 표준 작업과 같이, 히터 로드를 제거하고 그리고 누설되는 보호 튜브를 플러깅(plugging)함으로써 비상 보수가 실시될 수 있게 하는 한편, 유닛을 일시적으로 작동 중단시킬 수 있다. 히터 로드가 고장난 경우에 수리하는 동안 히터 로드를 제거하고 교체할 수 있도록 각각의 히터 로드가 이차 튜브 플레이트에 대해서 개별적으로 압력 밀봉되는 것, 그리고 보호 튜브의 내부 및 히터 로드의 외부 사이의 복사 전달을 촉진하기 위해서 보호 튜브의 내부 및 히터 로드의 외부가 높은 복사율의 코팅을 가지는 것이 추가적으로 바람직하다. 제 1 다발에 대한 반대 단부에서 삽입된 제 2 튜브 다발의 이용에 의해서 추가적인 비용 절감이 달성될 수 있다. 가변 플렉스의 부가적인 디자인 탄력성은, 보호 튜브의 지름을 증가 또는 변경함으로써 얻어질 수 있다. 여러 위치들에서 히터 온도를 직접적으로 측정하기 위해서, 써모웰이 보호 튜브 또는 히터 로드의 중심에 삽입될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본원 발명에 따르면, 누설 위험을 감소시키는 것에 의한 그리고 누설 탐지를 사전 공개하는 것에 의한 안전성 개선, 적은 소유 비용, 히터 길이를 따른 가변 플렉스, 부식 속도(rate)를 증가시킬 수 있는 고온 지점의 감소, 및 히터 과열의 감소 또는 제거를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도면들은 본원 명세서의 일부를 구성하고, 그리고 여러 가지 형태로 구현될 수 있는 본원 발명에 대한 예시적인 실시예들을 포함한다. 일부 경우에, 본원 발명의 이해를 돕기 위해서 본원 발명의 여러 가지 양태들이 과장되거나 또는 확대될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- 도 1은 본원 발명의 특징들을 포함하는 기본적인 열 교환기 유닛의 개략적인 절개도로서, 상기 유닛이 하나의 튜브 다발, 측부 입구 및 단부 출구를 가지는 것을 도시한 절개도이다.
- 도 2는 2개의 튜브 다발, 측부 입구 및 출구를 가지는 확장된 실시예의 개략적인 절개도이다.
- 도 3은 표준형 셀 및 튜브 열 교환기를 통한 유체의 유동 경로를 도시한 개략적인 절개도이다.
- 도 4는 튜브들이 전기 히터들에 의해서 교체된, 표준형 셀 및 튜브 열 교환기를 통한 유체의 유동 경로에 의해서 유발되는 고온 지점들을 도시한 개략적인 절개도이다.
- 도 5는 축방향 유동이 전기 히터와 함께 셀 및 튜브 열 교환기 내의 고온 지점들 및 저속 유동 구역들을 회피하는 것을 도시한 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 전환 배플을 포함하는 본원 발명의 특징들을 포함하는 열 교환기의 단면도이다.
- 도 7은 보호 튜브를 지지하는 스파이더 배플의 단면도이다.
- 도 8은 축류 배플 및 이격부재를 도시한, 보호 튜브 레이아웃의 단면도이다.
- 도 9는 확장된 표면 영역으로서 이격부재를 이용하는 것 그리고 축류 배플 및 이격부재를 도시한 보호 튜브 레이아웃을 도시한 단면도이다.
- 도 10은 축류 배플로서 사용된 큰 중심 튜브를 포함하는 보호 튜브 레이아웃의 단면도이다.

도 11은 축류 배플에 의해서 둘러싸인 정사각형 피치형(square pitched) 튜브들의 이용을 도시한 보호 튜브 레이어의 단면도이다.

도 12는 복사를 이용함으로써 이격부재 및 배플로 제공되는 확장된 열 전달 영역을 보여주는, 열 교환기의 일부를 도시한 개략도이다.

도 13은 보호 튜브 지름을 변화시키는 것에 의해서 가변 플럭스를 제공하는 것을 도시한 개략도이다.

도 14는 얇은 외장형(sheathed) 히터 로드를 지지 플레이트 내로 용접하는 것을 이용하는 종래 기술을 도시한 단면도이다.

도 15는 히터 로드 및 보호 튜브를 독립된 플레이트들에 대해 밀봉하는 것을 도시한 단면도이다.

도 16은 삽입 가능한 온도 센서의 측면도이다.

도 17 및 도 18은 중심 써모웰이 히터 코일에 의해서 둘러싸인, 히터 로드의 단부도 및 길이방향 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 명세서에서 바람직한 실시예의 설명이 제공되었지만, 본원 발명이 여러 가지 형태로 구현될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 그에 따라, 본 명세서에 개시된 특성의 상세사항들은 제한적인 것으로서 해석되지 않아야 하고, 오히려 특허청구범위의 기초로서 그리고 본원 발명이 속하는 기술분야의 당업자에게 실질적으로 임의의 적절하게 구체화된 시스템, 구조 또는 방식을 교시하기 위한 대표적인 기초로서 해석되어야 할 것이다.

[0033] 도 1은 본원 발명의 기본적인 실시예의 개념의 개략적인 도면이다. 상부 부분은 종래의 셸 및 튜브 열 교환기에서 사용된 이중 튜브 시트와 유사한 이중 튜브 시트 구성체를 포함한다. 열 교환 유체와 가열되는 유체 사이의 교차 오염을 피하기 위해서, 가열되는 단 하나의 유체만이 존재해야 하기 때문에, 튜브 시트들은 이중 벽의 상단부를 구성한다. 이차적인 보호는 플랜지형 도관(103)에 의해서 이차 튜브 시트(102)에 연결된 일차 튜브 시트(101) 사이의 플러넘(plenum; 135)으로 구성되며, 상기 플랜지형 도관(103)은 다시 이차 튜브 시트(102)에 용접되고 그리고 볼트(104)를 이용하여 일차 튜브 시트(101)에 고정되며, 상기 볼트(104)는 또한 셸(100)에 조립체를 고정한다. 침투부(105)가 도관(134)에 대해서 제공되고, 상기 도관은 누설 탐지기(106) 그리고 충전 및 퍼지 연결부(107)로 연결되는데, 상기 누설 탐지기는 압력 또는 온도 전송기, 전도도 또는 밀도 탐지기 또는 가스 크로마토그래프와 같은 여러 가지 장치들 중 하나일 수 있다. 이중 튜브 시트를 가지는 종래의 셸 및 튜브 열 교환기에서, 침투부(105)는 단순한 누설 홀(hole)이고 그리고 누설 탐지는 홀로부터 방울져 떨어지는 것을 작업자가 인식함으로써 이루어지고, 이는 누설에 민감한 용례의 경우에는 허용될 수 없을 것이다. 일차적인 보호는 일차 튜브 시트(101), 보호 튜브(108), 및 튜브 밀봉부(128)에 대한 튜브 시트에 의해서 제공된다. 바람직하게, 보호 튜브(108)는 표준형 열 교환기 제조 기술을 이용하여 일차 튜브 시트(101)로 확장되고 그리고 누설 위험을 추가적으로 감소시키기 위해서 또한 우선적으로 일차 튜브 시트(101)에 대해서 밀봉 용접된다. 적어도 제조 공차, 차등적인 열 팽창 및 부식으로 인한 두께의 가능한 증가를 허용하기에 충분한 간극 공간(110)을 사이에 두고, 전기 히터 로드(109)들이 보호 튜브(108)들 내로 삽입된다. 히터 로드(109)는 이차 튜브 시트(102) 내의 홀(113)을 통해서, 그리고 개별적인 압력 밀봉부(114)를 통해서 절연 블록(112) 내의 홀(111)들을 통과하는데, 상기 개별적인 압력 밀봉부는 짧은 튜브(115)를 통해서 이차 튜브 시트(102)에 용접된다. 도시된 압력 밀봉부는, 스웨이저록(Swagelok) 또는 파커(Parker)에 의해서 제조되는 것과 같은 낮은 누설률의 압축 피팅을 통해서 보어링된 표준형이고 그리고 제조업자들의 지침에 따라 페럴(ferrules; 116)을 이용하여 히터 로드(109)에 밀봉된다. 플랜지 및 O-링 밀봉부와 같은 다른 압력 밀봉부가 또한 가능하다. 밀봉부가 형성되는 지점에서의 맞춤을 개선하기 위해서 실제 히터 로드 상에 용접되는 표준 크기 튜브의 연장 피스(117; extension piece)를 히터 로드(109)가 구비할 수 있다. 압축 밀봉부가 특히 유리한데, 이는 낮은 누설률 및 적은 풋프린트(foot print) 때문이고, 그 압축 밀봉부들은 검사 목적을 위해서 몇 차례 개방되고 재구성될 수 있으며 그리고 오래된 히터 로드들을 교체한 후에 새로운 히터 로드(109)가 압력 밀봉부를 통해서 직접적으로 삽입될 수 있을 것이다. 히터 로드(109)의 상부 단부에는, 도관(120)에 대한 밀봉부(118) 및 접합부 박스(121)까지 연장되는 절연 와이어(119)들의 다발이 존재한다. 산업적인 용도를 위해서, 강성(rigid) 또는 가요성일 수 있는 도관(120) 내에서 와이어들을 둘러싸는 것이 요구된다. 와이어(119)들의 다발이 또한 열전쌍 와이어를 포함하는 경우에, 열전쌍 와이어는 전력 와이어에 의해서 발생하는 전자기장에 대해서 차폐되어야 한다. 개별적인 히터 로드(109), 및 전체 일차 튜브 시트(101), 그리고 이차 튜브 시트(102)를 보호 튜브 다발(108)과 함께 용이하게 제거할 수 있도록, 접합부 박스가 측부에 위치된다.

[0034] 가스(122)를 이용하여 일차 튜브 시트(101)와 이차 튜브 시트(102) 사이의 절연 충전형 폴리넴(135)을 가압하기 위해서 그리고 튜브들 주위의 간극 공간(110)을 충전하기 위해서 충전 및 퍼지 연결부(107)가 사용되며, 상기 가스는 구성 물질에 대해서 그리고 프로세스 유체(123)에 대해서 비활성이다. 가스(122)는 또한 열 교환기의 상부의 개방을 필요로 하는 누설의 경우에 폴리넴(135) 및 간극 공간(110)을 프로세스 유체(123)로부터 스윙 퍼지(swing purge)하기 위해서 사용될 수 있다. 프로세스 유체(123)는 측부 유입구(131)를 통해서 들어가고 그리고 보호 튜브(108)의 측부들에 충돌한다. 유동 화살표(124)는 전환 배플(126)의 슈라우드 부분(125)으로 유동하도록 위쪽으로 그리고 셸의 상부 주위로 방향 전환되고 이어서 하향으로 방향 전환되는 프로세스 유체 유동을 나타낸다. 슈라우드(125)는 셸의 상부 부분에서의 난류 교차 유동 후에 유체 유동을 직선화시키는 기능을 한다. 슈라우드와 보호 튜브 사이의 갭(132)은 유동을 균일하게 분배하는 데 도움이 되는 압력 강하를 제공한다. 셸 및 튜브 열 교환기들의 표준적인 실시예에서와 같이, 배플(126)은 일차 튜브 플레이트로부터 이격부재 로드(미도시) 및 이격부재(미도시)에 의해서 지지된다. 도 7에 도시된 바와 같은, 매우 개방적인 구조를 가지는 튜브 지지 배플인 부가적인 스파이더 배플(127)이 몇몇 위치에 배치되어, 유동 외란을 최소화하면서 보호 튜브의 진동을 감소시킨다. 유체 유동 화살표(124)는 교환기 아래에서 히터들의 단부(133) 및 보호 튜브들을 지나서 그리고 중앙 출구(129) 바깥으로의 프로세스 유체(123)의 축방향 유동을 추가적으로 도시하는데, 가열된 프로세스 유체(130)는 추가적인 도관(미도시)으로 계속 진행된다. 대안으로서, 측부 출구가 제공되나, 이는, 축방향 유동에 대한 상류 외란을 유발하지 않고 측부 출구를 빠져나가게 유동하도록 유체를 전환시키기 위해서 추가적인 전환 배플(126)을 필요로 한다. 실시예의 장점은, 히터 로드(109) 및 보호 튜브(108) 모두가 베이요넷 스타일(즉, 하부에서 구속되지 않음)이라는 것이고, 이는 히터 로드 및 보호 튜브가 하부에서 자유롭게 팽창할 수 있다는 것을 의미하고 그에 따라 이들의 열 팽창에 의한 튜브 시트 상의 변형률이 튜브 밀봉부(128)에 가해지지 않는데, 그러한 튜브 밀봉부는 종래의 셸 및 튜브 열 교환기에서 가장 누설이 일어나기 쉬운 영역으로 알려져 있다.

[0035] 도 2는 제 1 히터 조립체(201) 및 제 2 히터 조립체(202)를 간략화한 개략도를 도시하며, 상기 히터 조립체들 각각은 도 1에서 보다 구체적으로 도시되는데 상부 히터 조립체(201)에 대해서 하부 히터 조립체(202)는 반전된 관계이다. 이러한 실시예에서, 유체(210)가 상부 측부 입구(203)를 통해서 상부 히터 조립체(201)로 유입되고 그리고 중앙 출구(204)를 통해서 빠져나가며, 상기 중앙 출구는 또한 하부 히터 조립체(202)에 대한 중앙 유입구가 되며, 상기 유체는 측부 출구(205)를 통해서 빠져나간다. 이러한 실시예에서, 하부 셸(206)은 상부 셸(207)보다 더 큰 지름을 가지며, 이는 하부 보호 튜브(208)가 상부 보호 튜브(209)보다 더 큰 지름을 가지게 한다. 큰 지름의 보호 튜브(208)는, 동일한 1차원적인 인치 당 와트수에 대해 보다 작은 지름의 튜브(209)보다 더 작은, 와트/제곱인치(watts/sq.in.)의 열 플럭스를 가진다. 그에 따라, 이는 하부 히터에서 보다 낮은 플럭스를 가지는 2단 히터의 예이다. 이는, 양 보호 튜브(208, 209) 내에서 동일한 크기의 히터 로드(211)를 사용하기 위한 표준화 목적의 경우에 특히 유리하다. 또한, 측부 출구(205)를 추가적인 히터(미도시)의 유입구로 연결함으로써, 부가적인 히터들을 직렬로 연결할 수 있을 것이다.

[0036] 도 3, 도 4 및 도 5는 전기에 의해서 가열되는 셸 및 튜브 열 교환기에 대한 축방향 유동의 이점을 도시하기 위해 단순화된 유동을 도시한 개략도이다. 도 3은 고전적인 셸 및 튜브 열 교환기(301)를 도시한다. 고온 유체(302)는 유입구 튜브 시트(303)를 통해서, 튜브(304) 아래로 그리고 하부 튜브 시트(305)로부터 외측으로 유동한다. 저온 유체(306)는 측부 입구(307) 내에서 튜브(304)들을 가로질러 유동하고 그리고 배플(308)들에 의해서 방향 전환되어, 측부 출구(309)를 통해서 빠져나가기 전에 튜브(304)들을 반복적으로 가로지른다. 유동이 배플(308)의 차단 작용에 의해서 역전되는 위치(310)에서, 유속은 매우 느리고 그리고 그에 따라 열 전달이 매우 낮다. 부정적인 영향은, 고온 유체가 이러한 위치에서 냉각되지 못하고, 교환되지 않은 열은, 유체에 의해서 교환되는 위치로 이동된다는 것이다. 그에 따라, 유동이 적은 지점들의 존재가 열 전달 손실을 초래한다. 이러한 타입의 교환기에서, 튜브 시트(303, 305), 그리고 튜브(304)가 가열 및 팽창됨에 따라 이들 사이의 연결부(312)가 누설(311)의 주요 소스가 된다.

[0037] 도 4에서, 도 3의 고온 유체(302)는 삽입된 히터 로드(320)에 의해서 대체되고, 하부 튜브 시트(305)는 필요하지 않고 그리고 보호 튜브(322)가 캡(327)으로 종료되고, 이는 튜브(322)가 자유롭게 팽창하도록 허용하고, 그에 따라 튜브(322)들과 상부 튜브 시트(321) 사이의 연결부(326)에서의 누설 위험을 줄인다. 유동이 적은 위치(323)들은 도 3의 유동이 적은 위치(310)와 동일한 위치가 되나, 이제 전달되지 않는 전기적인 열은 보호 튜브(322)로 하향 이송될 수 없는데, 이는 열을 이송하기 위한 고온 유체가 없기 때문이다. 그에 따라, 고온 지점(324)은 유동이 적은 위치(323)들에서 보호 튜브(322) 상에 형성될 수 있다. 고온 지점들은 바람직하지 못하는데, 이는 이들 지점이 보호 튜브(322)의 부식 증가 또는 셸측 유체(325)의 분해를 초래할 수 있기

때문이다. 결과적으로, 이러한 변화는 튜브 플레이트에서의 누설 위험을 줄이나, 고온 지점들로 인한 누설 위험을 높인다.

[0038] 도 5에서, 셸 측부 유동 경로(341), 및 히터 로드(342)에 대한 변화에 의해서 고온 지점들로 인한 누설 위험이 감소되거나 또는 제거된다. 저온 유체(343)가 측부 유입구(344)로 들어가서, 셸(346)에 의해 형성된 챔버(345), 상부 튜브 플레이트(347) 및 전환 배플(348)로 유입된다. 전환 배플(348)은 유체(343)가 초기 교차 유동으로부터 유동 화살표(349)에 의해서 도시된 바와 같은 축방향 유동으로 그 유동 경로(341)를 변경하게 한다. 유동이 적은 일부 영역(350)들은 전환 배플(348)의 위쪽에 존재하나 히터 로드들이 변경되며, 그에 따라 "저온 집합부(351)"를 전환 배플의 상부(352) 아래에 위치시킴으로써 가열되지 않는 영역이 전환 배플의 위쪽에 존재하게 된다. 저온 집합부(351)는 히터 리드 와이어(353)와 히터 프로퍼(354) 사이의 집합부에 있다. 유동이 적은 유사한 영역(350)들이 하부 전환 배플(355)의 아래쪽에 존재하고, 그리고 적은 열 출력의 저온 토우(356)가 전환 배플(357)의 하부 위쪽에서 시작하도록 히터 로드(342)가 디자인된다. 히터 로드(342)가 가열 중에 팽창될 때 히터 로드(342)가 보호 튜브(359)와 접촉하는 것을 방지하기 위해서 제공된 열 팽창 갭(360)이 히터 로드의 단부(358)와 보호 튜브(359)의 단부 사이에 있다.

[0039] 도 6은 열 교환기(401)의 셸(406) 내에 삽입된 전환 배플(408)을 도시한 확대된 유동의 개략적인 단면도이다. 저온 유체(403)가 측부 유입구(404)로 들어가서 셸(406)에 의해 형성된 챔버(405), 상부 튜브 플레이트(407) 및 전환 배플(408) 내로 유입된다. 전환 배플(408)은 2개의 요소 즉, 교환기 아래로의 유동을 실질적으로 차단하는 배플 플레이트(409), 그리고 보호 튜브(402)를 둘러싸며 유체(403)가 각각의 보호 튜브(402) 주위로 갭(414)을 통해서 균일하게 분포되도록 강제하고 유동이 축방향이 되도록 유동을 직선화시키는 것인 슈라우드(410)를 구비한다. 또한, 슈라우드(410)는 보호 튜브(402)를 유입구 유체(403)의 교차 튜브 유동으로부터 보호하고, 이는, 진동을 초래할 수 있는 튜브(402)에 대한 힘을 감소시킨다. 배플 플레이트(409)는 밀봉을 보장하기 위해서 측부 유입구(404)의 하부 아래에 위치된다. 슈라우드(410)는 배플 플레이트(409)로부터 바람직하게 측부 유입구(404)의 높이의 약 50%의 위치까지 상향 연장된다. 저온 집합부(411)는 슈라우드의 상부 아래쪽에 위치되는데, 여기에서 축방향 유동이 시작되고 그리고 양호한 열 전달이 이루어진다. 그에 따라, 높이가 큰 슈라우드의 장점은, 보다 큰 가열 길이를 이용할 수 있다는 것이다. 다른 한편으로, 슈라우드의 상부가 상부 튜브 플레이트(407)에 보다 더 근접할수록, 유동이 전환될 공간이 더 적어지고, 이는 압력 강하 및 잘못된 분배를 초래한다. 유한 요소 분석을 통해서 유동을 모델링하기 위해 컴퓨터를 이용하는 것은 주어진 유동 조건들에 대한 최적화에 도움이 될 수 있다. 양호한 유동 분포 및 적은 진동을 위해서, 유입구 지름(412)이 셸 지름(413)과 대략적으로 동일한 것이 바람직하다.

[0040] 도 7은 도 1에서 스파이더 배플(127)로서 도시된 것의 전형인, 튜브 지지 구성체 내의 단일 홀(502)에서의 스파이더 배플(127)의 상세한 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 보호 튜브(501)가 3개의 탭(503)에 의해서 홀(502)의 중심에서 지지된다. 탭(503)의 지지는 튜브(502)가 과도하게 이동 및 진동하는 것을 방지한다. 탭(503)의 작은 크기는 유체 유동을 위한 큰 개방 영역(504)을 제공하고 그리고 결과적으로 적은 압력 강하를 제공한다.

[0041] 도 8, 도 9, 도 10 및 도 11은 보호 튜브 및 길이방향 유동 배플의 몇 가지 대안적인 구성체의 단면을 도시한다. 명료함을 위해서, 내부에 히터 로드를 가지는 보호 튜브를 개별적으로 도시하지 않았고, 조합체를 빗금친 원으로 표시하였다. 도 8에서, 보호 튜브(601)는 비교적 동등한 중앙 갭(602), 및 보호 튜브를 위한 부적절한 공간이 있는 외측 원주를 따라 일부 위치들에서의 보다 큰 갭(603)을 가지는 삼각형 패턴으로 배치된다. 보다 큰 이들 갭(603)은 다른 형상들의 길이방향 배플(604)로 충전되며 그에 따라 갭들은 크기가 보다 균일하게 된다. 배플들은 이격부재(605)로 제위치에서 유지되고, 상기 이격부재는 튜브 시트 및 배플들에 부착된다.

[0042] 도 9에서, 보호 튜브(611)가 또한 비교적 동등한 중앙 갭(612)을 갖는 보다 큰 삼각형 패턴으로 배치된다. 보호 튜브를 위한 공간이 충분하지 못한 외측 원주를 따라 일부 위치들에서 보다 큰 갭(613)이 존재한다. 이들 갭은 또한 동일한 형상의 길이방향 배플(614)로 충전되며 그에 따라 갭들은 보다 균일하게 된다. 유사하게, 배플(614)들은 튜브 시트 및 배플들에 부착된 이격부재(615)로 제위치에서 유지된다. 또한, 부가적인 이격부재(616)가 보호 튜브(61)들 사이의 갭을 보다 균일하게 만들기 위해서 그리고 확장된 표면적을 제공하기 위해서 마련된다. 고온 보호 튜브(611)는 이격부재(616)로 복사하고, 이는 또한 전도 및 대류에 의해서 유체(617)를 가열한다.

[0043] 도 10에서, 중간에 위치한 큰 튜브(621)가 보다 작은 튜브(622)들의 링에 의해서 둘러싸인다. 도 8 및 도 9에서와 같이, 원주에서의 큰 갭(623)들이 동일한 형상의 길이방향 배플(624)로 충전되고 그에 따라 갭들이 보다

균일해진다. 배플들은 튜브 시트 및 배플들에 부착된 이격부재(625)로 제위치에서 유지된다. 부가적인 이격부재(626)가 튜브(621, 622)들 사이의 갭들 내에 제공되어 갭 공간을 더 줄이고 그리고 확장된 표면적을 제공한다. 고온 보호 튜브(621, 622)는 이격부재(626)로 복사하고, 이는 또한 전도 및 대류에 의해서 유체(628)를 가열한다. 추가적인 변형으로서, 하나 보다 많은 히터 로드가 큰 보호 튜브(621) 내에 배치될 수 있을 것이다.

[0044] 도 11에서, 보호 튜브(631)들은, 튜브들 사이에 균일한 갭(632)을 가진 상태로 정사각형 패턴으로 열 교환기의 중심에 배치된다. 정사각형 어레이 외측의 큰 빈 영역(633)은 단일의 큰 배플(634)에 의해서 차단되고, 상기 단일의 큰 배플은 단면적인 배플(637) 및 길이방향 배플(636)로 구성되고, 그리고 이는 튜브(631)를 완전히 둘러싸며 부가적인 열 전달 영역으로서 기능한다. 전술한 바와 같이, 이러한 배플(634)은 유동이 통과하는 것을 방지하기 위해서 폐쇄되고 그리고 이격부재(635)에 의해서 지지된다.

[0045] 도 12는 배플(701) 및 이격부재(702)에 의해서 제공되는 확장된 표면적의 이점을 계산하기 위한 복사 열 전달 네트워크의 예를 도시한다. 파이(pie) 형상의 섹션(703)은 도 10과 유사한 원형 단면을 가지는 히터의 대칭적인 섹션을 나타내고 그리고 전체 단면 섹션에서의 열 전달을 계산하기 위한 시간을 줄이기 위해서 사용된다. 중앙 히터(704) 및 외측 히터(705)는 배플(701) 및 이격부재(702)로 열을 복사하는 전기적 히터 로드를 둘러싼다. 모든 표면들은 히터들에 대해서 수직으로 유동하는 유체(706)에 의해서 냉각되고, 그에 따라 이격부재(702) 및 배플(701)은 부가적인 표면적으로서 작용하고 그리고 전체적인 열 전달을 개선한다.

[0046] 도 13은 보호 튜브(801)의 지름의 변화가 히터 로드(802) 자체의 선형 열 출력의 변화 없이 어떻게 플럭스를 변화시키는지를 도시한다. 로드(802)의 지름(803)은 보호 튜브(801)의 상부 지름(804)보다 작다. 히터 로드(802)로부터의 모든 에너지가 보호 튜브(801)를 통해서 유출되기 때문에, 보호 튜브(801)의 표면(807)에서의 열 플럭스 즉, 단위 면적당 열은 2개의 지름의 비율에 비례한다. 팽창 섹션(805) 후에, 보호 튜브(801)의 표면(807)에서의 플럭스가 더 낮은데, 이는 하부에서의 보호 튜브 지름(806)이 더 크기 때문이다.

[0047] 도 14는 가압된 서비스(pressurized service)에서 사용될 때 누설 방지와 관련된 종래의 전기적 히터의 단점의 일부를 보여주는, 지지 플레이트(902)에 용접된 종래 기술의 단일 히터(901)의 단면도이다. 가열되는 유체(903)가 히터를 둘러싸고 그리고 얇은 금속 외장(904)에 의해서 히터(901)의 내부로부터 격리되는데, 상기 얇은 금속 외장의 두께는 히터를 제조하기 위해서 사용되는 스웨이징 가공 기술에 의해서 결정된다. 히터 내부의 와이어(905)는 미세 광물 산화물 분말(906)에 의해서 절연되는데, 그러한 분말은 입자들 사이의 갭으로부터 절연 특성의 대부분을 획득한다. 와이어들은 포팅 컴파운드(potting compound; 907)의 플러그를 통해서 히터 조립체의 외부로 연장된다. 외장(904)에 홀(909)이 일단 형성되면, 외장 외부의 유체(903)가 절연체 내의 홀(909)들 및 갭들을 통해서 플러그(907)로 유동될 수 있는데, 상기 플러그는 압력 밀봉체가 아니고 그리고 결과적으로 높은 압력 하에서 고장을 일으킬 것이며, 이에 따라 주변으로 방출을 일으키고 그리고 심각한 건강 및 안전 상의 문제를 유발한다. 히터 외장(904)이 지지 플레이트(902)에 용접되기 때문에, 누설이 발생될 때 전체 지지 플레이트를 제거하여야 하고, 히터를 절단하고 새로운 히터가 조립체 내로 용접된다. 이는 많은 작업을 거쳐야 하기 때문에, 이러한 종래 기술의 히터 구성체를 이용하는 사람들은 설비 차단을 위한 시간 이전에 더 악화되지 않기 바라면서 작은 누설을 용인하는 경향이 있다. 그러한 태도를 이해할 수 있지만, 이는 재앙에 가까운 고장을 초래할 수 있고 그리고 독성 물질의 매우 많은 방출을 초래할 수 있다.

[0048] 대조적으로, 본원 발명의 특징들을 포함하는 도 15에 도시된 조립체는 튜브 플레이트(1004) 내의 홀(1003) 내로 우선 확장되고 그리고 나서 밀봉 용접되는 보호 튜브(1002) 내부의 단일 히터(1001)의 단면을 도시한다. 히터(1001)는, 지지 플레이트(1005)에 용접되는, 스웨이저록(Swagelok)이 제조한 것과 같은, 관통 보어링된 압축 피팅(1012)을 이용하여 독립적인 지지 플레이트(1005) 내로 밀봉된다. 히터(1001)와 보호 튜브(1002) 사이의 갭(1010)은 외부 유체(1007)보다 낮은 압력의 유체(1006)로 충전될 수 있다. 홀(1003)이 형성되는 경우에, 외부 유체(1007)는 갭 내로 유동하고 그리고 내부 유체(1006)의 압력을 높이는데, 이는 압력 전송기(1009)에 의해서 즉각적으로 탐지된다. 결과적으로, 작업자는 홀이 있다는 것을 인지하지만, 작업자는 외부로의 누설이 발생하기 전에 약간의 시간을 가지는데, 이는 히터의 외장(1011)이 백업(backup) 압력 배리어이기 때문이다. 작업자는 유체(1007)를 차단시키고 그리고 퍼지 배출시키며, 히터를 안전하게 개방하고, 히터 지지 플레이트(1005) 및 부착된 히터(1001)를 위쪽으로 분리하고, 누설된 보호 튜브를 탐색하고 그리고 웰 및 튜브 열 교환기에서의 표준적인 실제작업에 따라 누설된 보호 튜브를 막고, 그에 따라 누설부를 밀봉한다. 이때, 히터가 하나 더 적기 때문에 약간 낮은 파워가 제공되기는 하겠지만, 문제가 된 보호 튜브(1002)에서 배제될 히터(1001)는, 압축 피팅(1012)을 개방함으로써, 표준형 캡(미도시)으로 피팅(1012)을 밀봉함으로써, 지지 플레이트(1005) 및 히터(1001)를 재부착함으로써, 그에 따라 열 교환기를 다시 작업에 배치함으로써 제거될 수 있을 것이다. 이는, 지

지 플레이트를 제거하고, 문제가 된 히터를 갈아내어 제거하며, 그리고 새로운 히터를 채용접하는 것보다 상당히 더 빠르며, 그리고 화재나 폭발을 유발할 수 있고 주의 깊게 조정되어야 하는 용접 설비에 대한 필요성이 없이 열 교환기의 위치에서 이루어질 수 있다. 보다 더 발생하기 쉬운 문제는 히터 로드(1001) 자체 내부의 접지 단락이고 이러한 문제는 외부에서 리드 와이어를 테스트함으로써 용이하게 탐지될 수 있을 것이다. 압력 전송기(1009)가 낮은 압력을 보여주기 때문에, 보호 튜브(1002)가 온전하다는 것을 작업자가 인지하게 되므로, 압축 피팅(1012)이 용이하게 제거될 수 있고, 오래된 히터(1001)가 제거될 수 있고 그리고 새로운 히터로 교체될 수 있으며, 피팅(1012)의 재밀봉이 후속될 수 있다.

[0049] 도 16 내지 도 18은 히터 내의 복수의 지점들에서 히터 온도를 직접적으로 측정할 수 있는 능력을 제공하는 것으로 설명된 실시예들의 특히 유리한 양태를 보여준다. 도 17 및 도 18은 중공형 써모웰(1104)을 둘러싸는 6개의 히터 코일(1106)을 가진 히터 로드의 단부도(1101) 및 길이방향 단면도(1102)이며, 상기 중공형 써모웰 내로는 열전쌍 또는 열전쌍의 다발(1105), 또는 기타 온도 탐지 장치가 삽입될 수 있고 그리고 복수의 히터 외장(1107) 내에서 둘러싸일 수 있다. 6개의 코일을 이용하는 것은 큰 산업적 히터에서 특히 유리하며, 그러한 큰 산업적 히터는 각각의 히터 코일의 쌍이 완전한 단일 상 회로일 수 있고 그에 따라 각각의 멀티셀(multicell) 히터가 자동적으로 밸런싱되는 3상 파워에 의해서 직접 파워를 공급받을 수 있으며 그리고 히터가 다른 히터들에 대한 부하를 언밸런싱시키지 않고 시스템으로부터 제거될 수 있기 때문에 3상 파워를 이용한다. 열전쌍들의 다발은 다른 길이(1109)를 가지고, 그러한 다발의 각각의 열전쌍은 써모웰(1104) 내에서의 다른 깊이들에 대응하여 그 선단부(1108)에서 온도를 측정한다.

[0050] 그에 따라, 본원 발명은 외측 벽을 가지는 이중 벽 구조물 그리고 벽들 사이의 누설 탐지 기구를 제공함으로써 누설 위험을 감소시킨다. 또한, 부식을 증대시킬 수 있는 고온 지점을 회피하는 것은 작업성을 향상시키고, 그리고 히터 온도에 대한 정보를 제공함으로써 히터 수명이 개선된다. 또한, 히터 로드의 개별적인 교체를 제공함으로써 유지보수성이 개선된다.

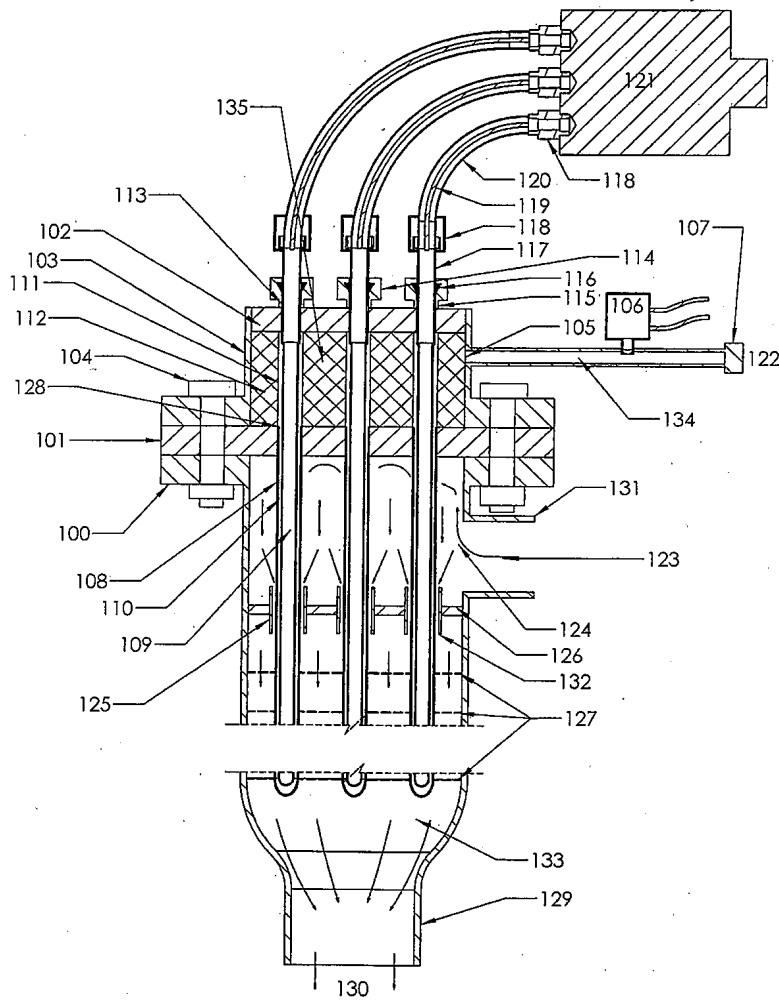
[0051] 바람직한 실시예들과 관련하여 본원 발명을 설명하였지만, 본원 발명의 범위는 기술된 특정한 형태로 제한되지 않을 것이고, 반대로, 이는 특허청구범위에 의해서 규정된 바와 같이 본원 발명의 사상 및 범위 내에 포함될 수 있는 그러한 변경, 변화, 및 균등물을 포괄하려는 의도이다.

부호의 설명

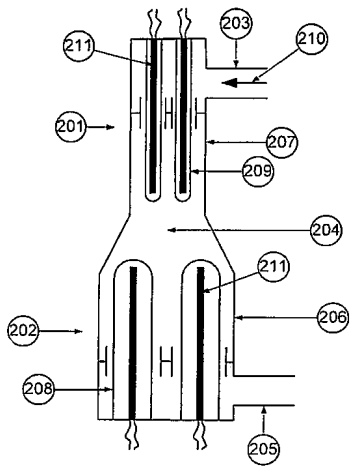
- | | |
|------------------------------|--------------------|
| [0052] 100 : 셀 | 101 : 일차 튜브 시트 |
| 102 : 이차 튜브 시트 | 103 : 플랜지형 도관 |
| 104 : 볼트 | 105 : 침투부 |
| 106 : 누설 탐지기 | 107 : 충전 및 퍼지 연결부 |
| 108 : 보호 튜브 | 109 : 히터 로드 |
| 110 : 간극 공간 | 111, 113 : 홀(hole) |
| 112 : 절연 블록 | 114 : 압력 밀봉부 |
| 115 : 튜브 | 116 : 페럴 |
| 117 : 연장 피스(extension piece) | 120 : 도관 |
| 121 : 접합부 박스 | 122 : 가스 |
| 123 : 프로세스 유체 | 124 : 유동 화살표 |
| 125 : 슈라우드 | 126, 127 : 배플 |
| 128 : 튜브 밀봉부 | 129 : 중앙 출구 |
| 131 : 측부 유입구 | 132 : 갭 |
| 134 : 도관 | 135 : 플리넵 |

도면

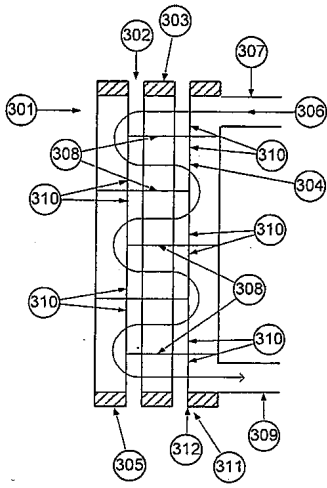
도면1



도면2

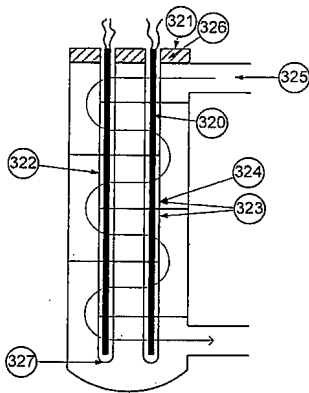


도면3



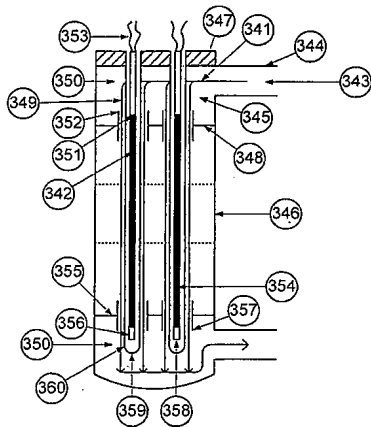
종래기술

도면4



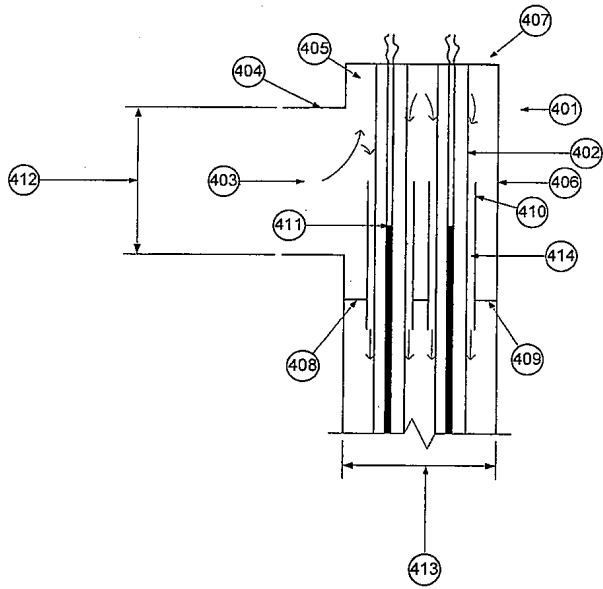
종래기술

도면5

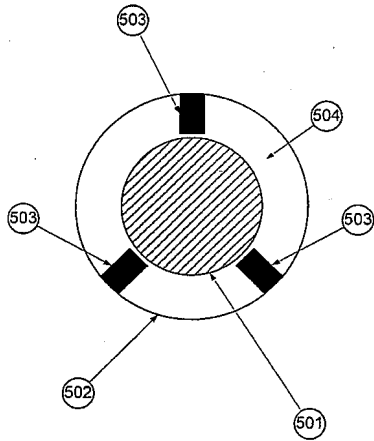


종래기술

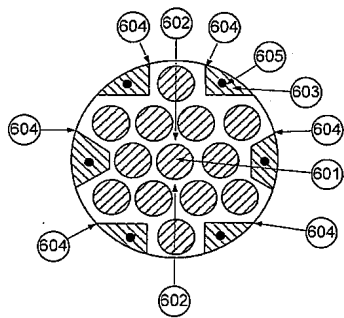
도면6



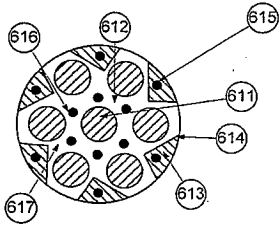
도면7



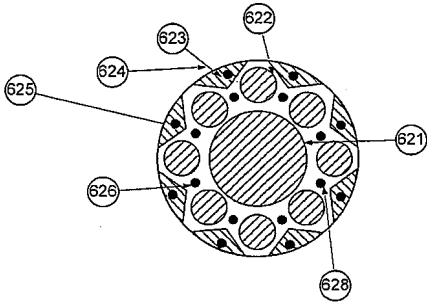
도면8



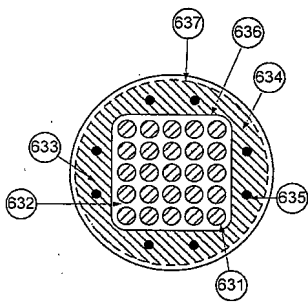
도면9



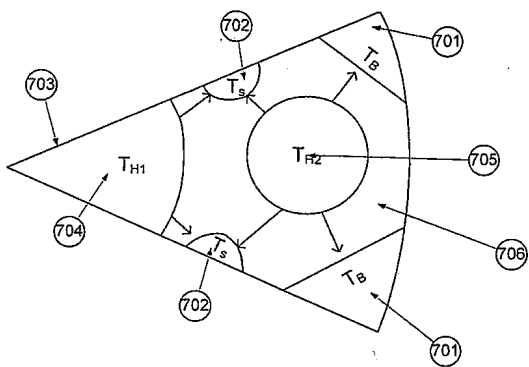
도면10



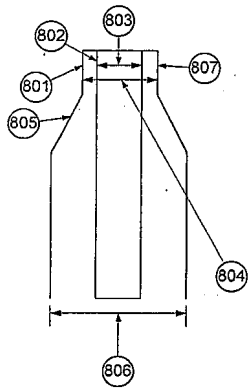
도면11



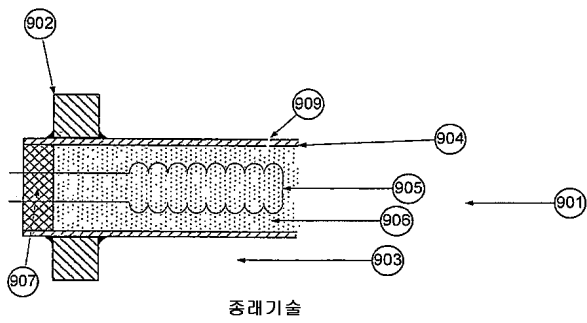
도면12



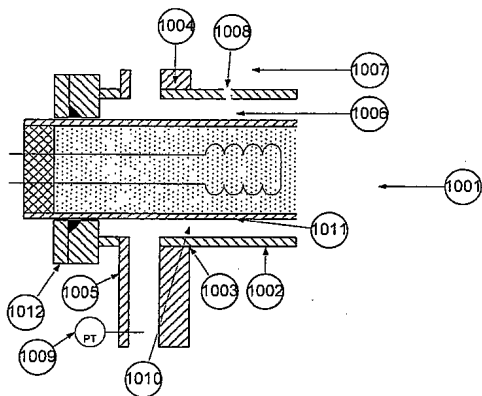
도면13



도면14



도면15



도면16

