



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월21일
(11) 등록번호 10-2008536
(24) 등록일자 2019년08월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16L 53/00 (2018.01)
- (21) 출원번호 **10-2013-7033805**
(22) 출원일자(국제) **2012년05월16일**
심사청구일자 **2017년05월16일**
(85) 번역문제출일자 **2013년12월19일**
(65) 공개번호 **10-2014-0033149**
(43) 공개일자 **2014년03월17일**
(86) 국제출원번호 **PCT/EP2012/059185**
(87) 국제공개번호 **WO 2012/156472**
국제공개일자 **2012년11월22일**
(30) 우선권주장
11166724.2 2011년05월19일
유럽특허청(EPO)(EP)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP08320096 A
EP02006593 A1
- (73) 특허권자
바스프 에스이
독일 루드빅샤펜 67056, 칼-보슈-스트라세 38
(72) 발명자
보르트만 위르겐
독일 67117 림부르거호프 알베르트-슈바이처-스트라세 23
러츠 미카엘
독일 67346 스파이어 프란츠-쇼베를-스트라세 12
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 19 항

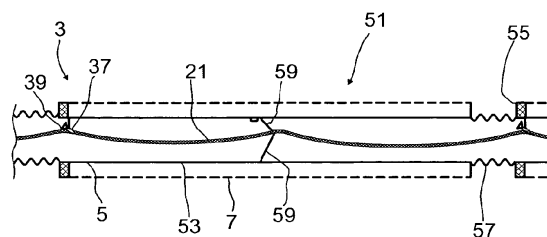
심사관 : 곽주호

(54) 발명의 명칭 **용융염 이송용 파이프라인**

(57) 요약

본 발명은 온도 상승에 대하여 안정한 파이프 벽을 포함하는 용융염 이송용 파이프라인에 관한 것이다. 상기 파이프라인(5)의 내부에는, 가열을 위해 가열 전도체(21)가 구비되고, 상기 가열 전도체(21)는 바람직하게는 파이프라인(5)의 내벽에 위치되지 않는다.

대표도 - 도13



(72) 발명자

개르트너 마르틴

독일 67549 보름스 리센물가쎄 20쎄

쉬를-아른트 케르스틴

독일 64673 쯔빈겐베르그 스투커스트라쎄 23아

마우러 스테판

독일 67435 노이스태트-김멜딘겐 알트바흐스트라쎄 15

라텐베르거 미카엘

독일 67071 루트빅샤펜 파라셀수스트라쎄 22

가이어 캐롤린

독일 68163 만하임 하인즈-하버-스트라쎄 4

가를리흐 플로리안

독일 67435 노이스태트 줌 오텐스발트 94

(30) 우선권주장

11182898.4 2011년09월27일

유럽특허청(EPO)(EP)

61/487,719 2011년05월19일 미국(US)

61/539,494 2011년09월27일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

온도 발생에 대하여 안정한 파이프 벽을 갖는 용융염 이송용 파이프라인으로서,

가열을 위해 파이프라인(5) 내부에 가열 전도체(21)가 구비되되,

상기 가열 전도체(21)가, 임의의 횡단면을 갖는 튜브(69) 또는 채널의 형태로 형성되고, 상기 튜브 또는 채널의 벽에 개구부가 형성되거나, 또는

상기 가열 전도체(21)가 환형(annular) 편직물(65) 또는 직조물로 형성되거나, 또는

상기 가열 전도체(21)가, 축 방향으로 연장되는 하나 이상의 U-형 또는 V-형 함몰부(depression)를 갖는, 파이프라인.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 45° 이하의 구배를 갖는 경우, 상기 파이프라인(5)의 횡단면에서, 상기 가열 전도체(21)가 상기 파이프라인(5)의 중심에서 벗어나도록 배치되고, 상기 가열 전도체(21)로부터 상기 파이프라인(5)의 하단까지의 거리가 상기 가열 전도체(21)로부터 상기 파이프라인(5)의 상단까지의 거리보다 큰, 파이프라인.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 45° 초과인 구배를 갖는 경우, 상기 가열 전도체(21)가 파이프라인(5)의 중심에 배치되는, 파이프라인.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가, 용융염이 유동하는 파이프라인(5) 내의 아이렛(eyelet)(29)을 통과하는, 파이프라인.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

절연체(33)가 상기 가열 전도체(21)에 적용되고, 절연체(33)와 함께 가열 전도체(21)가 아이렛(29)에 결합된, 파이프라인.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가 상기 파이프라인(5)의 내부에 탄성 스페이서에 의해 결합된, 파이프라인.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)에, 상기 파이프라인(5) 내에 가열 전도체(21)를 결합하기 위해 결합 후크(39)에 매달린 루프(37)가 제공되는, 파이프라인.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 용융염이 유동하는 내부 파이프를 포함하는, 파이프라인.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가 가열 전도체 분절(segment)들로 나뉘고, 상기 가열 전도체 분절들이 서로 전기적으로 연결되는, 파이프라인.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 개별 분절(51)로 나뉘는, 파이프라인.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 개별 분절(51)로 나뉘고, 상기 가열 전도체 분절의 길이가 파이프라인(5)의 하나 이상의 분절(51)의 길이에 해당하는, 파이프라인.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 파이프라인(5)이 파라볼릭-트로프(parabolic-trough) 태양광 발전의 태양 전지판(solar array)(1)에 있는 파이프라인인, 파이프라인.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

유동 편향을 위한 파이프 굴곡부(45)가 각각, 파이프라인(5)의 방향으로 연속되는 파이프라인 구획(47)을 가지며, 상기 파이프라인 구획(47)이 폐쇄부(49)에 의해 폐쇄되며, 상기 가열 전도체(21)가 파이프라인 구획(47)의 폐쇄부(49)를 통과하는, 파이프라인.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 파이프라인 구획(47)의 폐쇄부(49)가 블라인드 플랜지(blind flange)로 구성된, 파이프라인.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)의 표면 물질이 질산염에 대해 내부식성인 스테인리스 스틸로부터 선택된, 파이프라인.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가 비절연된 방식으로 상기 파이프라인에 제공되는, 파이프라인.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가 전기 전도성 물질로 채워진 복수의 튜브로 형성되는, 파이프라인.

청구항 18

질산 칼륨 및 60 중량% 이상의 질산 나트륨을 포함하는 용융 염을 열 전달 매질로서 사용하는, 제 1 항에 따른

파이프라인을 하나 이상 포함하는 태양광 발전소.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 가열 전도체(21)가 파이프라인(5)의 내벽에 위치되지 않는, 파이프라인.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 발생 온도에 대하여 안정한 파이프 벽을 갖는, 용융염 이송용 파이프라인에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 용융염이 통과하는 파이프라인은 태양광 발전, 예를 들어 특히 파라볼릭-트로프(parabolic-trough) 태양광 발전에 사용된다. 이 경우, 파이프라인은 태양광 발전에서 태양 에너지를 모으는 역할을 하는 네트워크와 연결된다. 이런 태양광 발전에서, 태양의 복사 에너지는 파라볼릭 거울에 의해서 수신기상에 집중된다. 파라볼릭 거울과 수신기의 조합은 수집기로 알려져 있다. 늘어선 수집기는 연속으로 연결되어 솔라 루프를 형성한다. 수집기로 수집된 복사 에너지는 열 전달 유체로 전달된다. 현재는, 특히 열 전달 유체로서 바이페닐-다이페닐 에터 혼합물이 사용되나, 약 400℃의 분해 온도에 의해 최대 작동 온도에 제한이 있다. 가능한 더 우수한 효율을 생성하는 더 높은 작동 온도를 얻기 위해서, 다른 열 전달 유체가 필요하다. 상기 목적을 위해 특히 사용되는 것은 용융염, 예를 들어 천일염(solar salt)으로 알려진, 질산 나트륨과 질산 칼륨의 60:40의 혼합물이다.

[0003] 그러나, 용융염의 단점은 이들이 높은 융점을 가진다는 것이다. 예를 들어, 질산 나트륨-칼륨 혼합물은 공용계, 즉, 44:56의 혼합비에서, 218℃의 온도에서 녹는다. 태양광 발전에서처럼 긴 파이프라인 네트워크에서는, 높은 융점을 갖는 용융염으로는 신뢰성 있게 작동하기가 어렵다. 파이프라인 시스템에서의 용융염의 동결은 커다란 상업적 손실을 야기할 수 있다. 손실은, 예를 들어 용융염이 녹는 경우, 용융염의 큰 부피 팽창에 의해 발생한다. 피팅(fitting) 및 파이프라인이 압력을 받아 크게 손상될 위험이 있다.

[0004] 용융염이 동결하는 경우(이는 태양광 발전이 작동하지 않을 때, 예컨대 태양이 비추지 않을 때 주로 발생함), 부피 수축이 나타날 수 있으며, 이는 파이프라인 조립 및 작동 상태에 따라 상이한 고화 상태를 야기할 수 있다. 일반적으로 진공배기되는 버블이 파이프라인 내에서 발생하며, 서로 합쳐져서 다양한 크기의 단위를 형성할 것이다. 재용융이 발생할 때, 부피 팽창과 함께 용융이 발생하는 장소와 진공배기되는 영역 사이에 상당한 공간적인 거리가 생기는 경우, 압력 발생을 감소시키기 위한 부피 용적 균등화가 충분하지 않을 수 있다.

[0005] 용융염의 동결을 방지하기 위해, 장기적인 비가동시간 동안 파이프라인 시스템을 배수시키는 것이 현재 관례이다. 달리, 파이프라인 시스템을 가열하는 것 또한 가능하다. 이 목적을 위해서, 예를 들어 전기 에너지 또는 입수가 가능한 열원으로부터의 열이 사용될 수 있다. 입수가 가능한 열원으로부터의 열이 사용되는 경우, 일반적으로 고열 전달 유체는 파이프라인 시스템을 통해 뿔어져 나간다. 이 방법은, 전기 에너지 형태 또는 열 에너지 형태로 상당한 양의 에너지가 소비되어야 한다는 단점을 갖는다.

[0006] 전기적 가열이 제공되는 경우, 현재 일반적으로 파이프라인을 따라 높은 내온도성 광물-절연된 전기 가열 전도체가 배치되어 실현된다. 그러나, 태양 수신기의 경우, 예컨대 파라볼릭-트로프 태양광 발전에서 사용되는 경우, 개개의 수신기가 진공배기된 유리 피복에 의해 주변이 매우 우수하게 열적으로 절연되기 때문에, 이 기술은 사용되지 않는다. 그러므로, 현재 수신기는, 낮은 전압에서 파이프라인 시스템 자체에 적용되는 고강도의 전류에 의해 전기적으로 가열된다. 그러나, 다양한 수송 저항 또는 열 손실이 파이프라인 연결기에서 발생할 수 있다. 높은 저항을 갖는 위치에서 증가된 전기적 열이 발생한다. 따라서, 균일하지 않게 가열되고 부분적으로

온도가 열 전달 매체로서 사용되는 염의 용점에 다다르지 못할 위험이 있다.

- [0007] 내부 가열 전도체는 공지되어 있으며, 예를 들어 스칸디나비아에서 물 파이프라인 시스템의 서리 방지용으로 널리 사용된다. 이 경우에는, 보호할 파이프라인 시스템에 절연된 전기 가열 전도체가 느슨하게 배치된다. 서리의 위험이 있는 경우, 가열 전도체는 파이프라인이 동결되는 것을 방지한다. 이 방법은 외부에서 가열하는 것보다 열적으로 더 효율적이다. 그러나, 파이프라인내에 배치된 이런 가열 전도체는 용융염을 운송하는 파이프라인에는 사용될 수 없다. 훨씬 더 높은 작동 온도 및 용융염의 산화 조건 외에, 물 시스템에서 내부 전도체는 동결되는 동안의 부피 팽창으로부터의 보호를 제공한다. 그러나, 이와는 달리, 용융염의 부피 팽창은 동결되는 동안 발생하는 것이 아니라, 용융되는 동안 발생한다.
- [0008] 특히 작동 개시 전에, 염을 운송하는 파이프라인 시스템을 가열할 필요가 있다. 이 목적을 위해, 파이프라인 시스템 자체에 전압이 인가되는 경우, 태양광 발전이 작동되기 전에 전체 파이프라인 시스템을 염의 용점보다 훨씬 높은 온도로 만들 필요가 있다. 이 목적을 위해서는 다량의 에너지가 필요하다.
- [0009] 용융염의 고형화 없이 긴 파이프라인으로 태양광 발전을 다루기 위해, 현재 천일염의 대안으로서 더 낮은 온도에서 용융하는 염을 사용하는 것이 시도되고 있다. 그러나, 이 염은 더 낮은 열 안정성을 갖고 작동 범위를 500℃ 미만 온도로 제한한다는 단점이 있다. 이는 천일염에 비하여 더 낮은 태양광 발전 효율을 야기한다.
- [0010] 또한, 폐쇄 시스템 내에 더 낮은-용점 열 전달 염을 유지할 필요가 있으며, 이는 태양 전지판에 불활성화 시스템을 갖추어야 하므로 추가적인 비용을 야기한다. 불활성화는, 공기의 존재하에서 아질산염이 산소에 의해 산화되어 질산염을 형성할 수 있고 결과적으로 염의 고형화가 제어되지 않는 방식으로 발생할 수 있기 때문에, 특히 아질산염-함유 혼합물이 열 전달 염으로 사용되는 경우에 필요하다. 칼슘-함유 염 혼합물을 사용하는 경우, 칼슘은 공기 중에 함유되어 있는 이산화탄소와 반응하여 불용성 칼슘 카보네이트를 형성할 수 있다.
- [0011] 또한, 원소 리튬, 루비듐 및 세슘의 질산염의 첨가는 천일염의 용점을 더 낮출 수 있다. 그러나, 이들 염은 오직 소규모로 얻을 수 있으며, 예컨대 태양광 발전, 특히 열 저장소를 갖춘 태양광 발전에서 필요한 양으로는 비용-효율적으로 이용될 수 없다.

발명의 내용

- [0012] 본 발명의 목적은, 파이프라인에서 고형화되고 파이프라인의 손상 없이 다시 용융되는 열 전달 염으로 사용되는 용융염을 수송하기 위한 파이프라인을 제공하는 것이다. 또한, 추가의 목적은, 작동하지 않는 경우, 예를 들어 한밤 중에, 열 전달 염의 작동 온도를 낮춤으로써 태양 전지판의 열 소산을 감소시키는 것이다.
- [0013] 본 발명의 목적은, 가열을 위해 파이프라인 내부에 가열 전도체가 구비되어 있고, 이때 상기 가열 전도체가 파이프라인의 내벽에 위치되지 않는, 온도 발생에 대하여 안정한 파이프 벽을 갖는, 용융염 이송용 파이프라인에 의해 달성된다.
- [0014] 파이프라인 내부에 가열 전도체를 사용하는 것은, 파이프라인에서 가열 전도체를 따라 고형화된 염을 균일하게 용융시켜, 가열 전도체 주변에 용융염이 전달될 수 있는 통로(channel)를 형성하도록 한다. 이는 용융염의 부피 팽창으로 생기는 파이프라인 상에 가해지는 과도한 압력을 피한다. 가열 전도체에 걸친 균일한 온도 분포는 또한, 가열 전도체 주변의 염이 파이프라인의 전체 길이에 걸쳐 동시에 용융되어 용융염이 유동할 수 있는 통로를 형성하고, 따라서 압력이 균등화될 수 있는 효과를 갖는다.
- [0015] 가열 전도체가 통과하는 본 발명에 따른 파이프라인은 특히 태양광 발전, 예를 들어 파라볼릭-트로프 태양광 발전의 경우에 사용된다. 이러한 태양광 발전에서, 파이프라인은 일반적으로 실질적으로 평행하도록, 예컨대 5° 미만의 구배(gradient), 보통 1° 미만의 구배를 갖는다.
- [0016] 이러한 태양광 발전에서 개개의 파이프라인은, 각각 적어도 100m 이하, 보통 300m 이하의 길이의, 곡률이 없는 구획을 가진다. 긴 직선 구획은 파이프에서 가열 전도체가 굴곡부를 통과할 필요없이 배치될 수 있도록 한다.
- [0017] 바람직한 실시양태에서, 가열 전도체는 파이프라인의 중심에서 벗어나도록 배치되고, 최고 45°의 구배로 운행하는 파이프 구획의 경우, 하방(downward direction)에서의 가열 전도체의 거리가 상방(upward direction)에서 보다 크다. 파이프내의 중심에서 벗어난 가열 전도체의 배치는, 가열 전도체의 온도-유도된 선형 팽창이 있는 경우, 결합된 두 지점 사이의 가열 전도체의 늘어지는(sagging) 영역으로 인해 가열 전도체가 파이프라인의 내벽에 접촉하는 것을 방지한다. 또한, 늘어지는 경우, 가열 전도체가 파이프라인의 내벽에 직접 접촉하지 않을 필요가 있다. 가열 전도체를 결합하기 위해, 예를 들어 가열 전도체를 용융염이 유동하는 파이프라인 내의 아

이렛(eyelet)을 통과시킬 수 있다.

- [0018] 45° 초과와 구배의 경우, 특히 수직으로 운행하는 파이프라인 구획의 경우, 가열 전도체는 파이프라인의 중심에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0019] 용융염과 함께 이송되는 고온으로 인해 유동 방향에서 보이는 길이가 확장된(특히 파이프라인의 시작점에서 장력을 받은) 가열 전도체를 피하기 위해, 절연체를 가열 전도체에 적용하여 가열 전도체를 절연체와 함께 아이렛에 결합시키는 것이 바람직하다. 이는 가열 전도체가 아이렛에서 항상 동일한 위치에 결합되는 것을 보장한다. 이는 용융염의 유동의 결과로서 아이렛을 통해 가열 전도체가 당겨지는 것을 방지한다. 이는 또한, 가열 전도체가 다시 수축하는 경우, 냉각되는 도중에 발생하는 응력에 의해 가열 전도체가 인열되는 것을 피할 수 있도록 한다. 가열 전도체의 수축은, 특히 용융염이 고형화되는 때, 이송되는 부분이 고형화된 염에 고정되어 가열 전도체가 더 이상 이동할 수 없는 경우에 문제가 발생할 수 있다.
- [0020] 아이렛에 의한 가열 전도체 결합의 대안으로서, 가열 전도체가 파이프 내부에 탄성 스페이서(spacer)에 의해 결합되는 것도 가능하다. 특히, 가열 전도체가, 각각의 경우, 파이프 벽에서 X자(crosswise) 방식으로 가열 전도체에 결합된 적어도 3개, 바람직하게는 적어도 4개의 스페이서에 의해 결합되는 것이 바람직하다. 스페이서는, 예를 들어 나사로 탈착가능하게 또는 용접 연결로 탈착불가능하게 파이프 벽에 결합될 수 있다. 그러나, 스페이서를 파이프 벽에 연결하지 않는 것이 바람직하다. 이 경우, 전도체는 아이렛 이외에도 스페이서에 의해 파이프라인의 내부에 고정된다.
- [0021] 또 다른 실시양태에서, 가열 전도체에는 파이프라인에 가열 전도체를 결합하기 위해 결합 고리에 매달린 루프가 제공된다. 루프의 제공은, 유동하는 용융염에 의해 가열 전도체가 이동되는 것을 피하는 가열 전도체의 결합 방법을 달성한다. 루프는, 예를 들어 용접에 의해 가열 전도체에 결합될 수 있다. 이 목적을 위해, 예를 들어 가열 전도체에 용접된 슬리브를 가열 전도체 위에 사용하거나, 슬리브 상에 루프를 제공하는 것이 가능하다. 슬리브상에 용접하는 것 이외에, 예를 들어 가열 전도체와 함께 고정된 클램핑(clamping) 슬리브를 사용하는 것도 가능하다.
- [0022] 염이 용융되는 경우, 용융염이 유동할 수 있는 채널을 가능한 한 빨리 형성하기 위해서, 임의의 횡단면을 갖는 튜브 또는 채널의 형태로 가열 전도체를 형성하고, 튜브 또는 채널의 벽에, 용융염이 튜브 또는 채널의 형태로 형성된 가열 전도체의 내부로 유동하거나 가열 전도체 내부로 이동될 수 있는 개구부를 제공하는 것이 바람직하다.
- [0023] 개구부가 제공된 고체 외벽 이외에, 예를 들어 가열 전도체를 환형 편직물 또는 직조물로서 고안하는 것도 대안적으로 가능하다. 또한 이 경우, 용융염이 유동할 수 있는 속 빈 공간(hollow space)이 직조물 또는 편직물 내부에 형성된다.
- [0024] 내부에 용융염이 유동할 수 있는 채널이 형성된 속 빈 몸체로서 가열 전도체를 고안하는 대안으로서, 가열 전도체가 축 방향으로 연장된 하나 이상의 U-형 또는 V-형 함몰부(depression)를 갖는 것도 가능하다. 염은 먼저 함몰부에서 용융되며, 함몰부는 용융염이 유동할 수 있는 채널을 형성할 것이다. 예를 들어, 하나 초과와 U-형 또는 V-형 함몰부를 갖는 가열 전도체는 별 모양의 단면을 갖는다. 예를 들어, U-형 단면을 갖는 채널의 형태로 가열 전도체를 고안하는 것 또한 가능하다.
- [0025] 속 빈 몸체 또는 하나 이상의 U-형 또는 V-형 함몰부를 갖는 가열 전도체 이외에, 예를 들어 주변을 감싼 와이어 메시(wire mesh)를 갖는 고체 전기 전도체를 제공하는 것 또한 가능하다. 이 경우, 용융염은, 가열 전도체 주변의 채널이 와이어 메시 외부에 형성되기 전에, 먼저 와이어 메시내에서 유동할 수 있다.
- [0026] 상기 언급한 가능성 이외에, 가열 전도체가 고체 와이어이거나, 케이블의 형태로 고안되는 것 또한 가능하다. 또한, 가열 전도체는 우수한 전기 전도도를 갖는 물질, 예를 들어, 내부식성 피복(casing)으로 싸인 구리 또는 알루미늄으로 형성되는 것도 가능하다. 이는, 파이프라인을 통해 유동하는 염의 존재하에서 우수한 전기 전도도 물질이 부식되어 열 전달 염이 오염되고 열 저항 손실을 발생하는 것을 방지한다.
- [0027] 또한, 예를 들어 내부 가열 전도체로서 전류-이송 코어(core) 및 전기 절연체를 갖는 종래의 전도체를 사용하는 것도 가능하며, 내부식성 피복이 전기 절연체에 추가적으로 적용된다. 이 경우, 내부식성 피복으로서 보호 금속 피복은 전류에 대한 귀로(return) 도체로서도 역할을 한다. 달리, 고급 강(high grade steel)의 절연된 외부 피복을 가진 2-코어 배열 또한 사용될 수 있다. 이런 절연된 가열 전도체는 또한 파이프라인의 벽에 위치될 수 있다.

- [0028] 강성 전도체, 예를 들어 강성 막대가 사용되는 경우, 하나 이상의 확장된 영역이 제공되어, 작동하는 동안 온도 변동에 의해 생기는 확장에 대해 보상이 되도록 한다. 강성 전도체 사용의 이점은, 유연한 전도체보다 파이프 라인 시스템내에서, 유동 방향에서의 변위를 방지하는 지지체가 더 적게 필요하다는 것이다.
- [0029] 전도체는 또한, 예를 들어 조립하는 동안(예를 들어 나사로 조이거나 용접하거나 클램핑하는 것에 의함) 전기적으로 전도성인 방식으로 서로 연결되는 분절(segment)들, 예를 들어 수신기 당 하나의 분절로 구성될 수 있다. 분절 구조는 또한, 절단 및 재접속에 의해 열(row) 내의 수신기를 대체하는 개념을 제공한다. 접속은, 충분히 게 낮은 전달 저항이 실현되도록 고안되어야 한다.
- [0030] 가열 전도체가 케이블의 형태인 경우, 하나 이상의 연선(stranded) 전도체가 트위스트되어 케이블을 형성한다. 케이블은 바람직하게는 다중 연선 전도체를 포함한다. 케이블을 형성하는 연선 전도체의 트위스팅은, 이미 용융된 염이 유동하고 압력을 동일하게 할 수 있는, 케이블 중앙의 간극 채널을 생성한다. 연선 전도체에 의한 케이블의 트위스팅은 중앙에 간극 채널을 갖는 나선형 와인딩을 만들 수 있다. 케이블 사용의 추가 이점은, 열 팽창에 대한 수평적 보상을 더 쉽게 할 수 있다는 것이다. 또한, 연선의 종류에 의해 전도체의 강성을 설정하여, 상응하는 트위스팅과 함께, 케이블이 강성 전도체의 강도에 근접하는 강도를 갖도록 할 수 있다. 이는, 제공되는 유동의 방향에서 변위에 대항하여 케이블을 고정하는 지지체의 수가 더 적을 수 있게 한다.
- [0031] 케이블이 트위스트되는 연선 전도체는 와이어 형태, 즉, 고체이거나 또는 튜브의 형태일 수 있다. 연선 전도체가 튜브의 형태이고 고전도성 물질 또는 유동 열 전달 매질로 채워지지 않는 경우, 이는 각각 말단에서, 바람직하게는 용접에 의해 폐쇄된다. 개개의 튜브는 바람직하게는 기체, 예를 들어 공기로 채워진다. 튜브형 연선 전도체내의 기체는 용융염에서 상승력(ascending force)을 증가시키는 효과를 갖는다. 이는, 튜브의 중앙 근처에 고정하는데 필요한 스프링의 유지력이 감소되도록 한다. 튜브형 연선 전도체의 평균 밀도가 1800 kg/m^3 의 용융염의 밀도에 해당하는 경우 가장 낮은 하강력이 생긴다. 튜브형 연선 전도체는 원형 단면 또는 비-원형 단면을 가질 수 있다. 비-원형 단면은, 예를 들어 계란형 또는 타원형 단면이다. 비-원형 단면의 경우, 염이 용융되는 동안 부분적으로 발생한 증가된 힘이 탄력적으로 더 잘 흡수될 수 있다. 또한, 비-원형 단면은 간극의 단면을 증가시키는 효과를 가지며, 이로써 간극 채널에서의 유동을 동등하게 하는 압력을 가능하게 한다. 비-원형 단면을 얻기 위해, 예를 들어 연선 전도체를 형성하기 위해 튜브를 제조하고 압연(rolling)에 의해 납작하게 하는 것이 가능하다. 비-원형 튜브를 갖는 연선 전도체를 형성하기 위한 다른 가능성은 콩팥(kidney)-형 단면이다. 예를 들어, 둥근 성형 맨드렐(mandrel) 위로 둥근 튜브를 압축 트위스팅하여 얻어지는 콩팥형 단면은 연선 전도체들 사이의 특히 큰 간극 채널을 만드는 효과가 있다. 연선 전도체는 용융염에 제공되기 때문에, 부식의 위험을 최소화하기 위해 기계적으로 변형된 부분이 무응력 열처리 되도록 하는 것이 유리하다.
- [0032] 튜브형 연선 전도체의 경우, 전기적 가열의 대안으로써 또는 전기적 가열에 추가하여, 튜브형 라인을 통해 유동하는 액상 또는 기상 열 전달 매질을 사용하는 것도 가능하다.
- [0033] 파이프라인이 파라볼릭-트로프 태양광 발전의 태양 전지판에 파이프라인으로 사용되는 경우, 파이프라인은 보통, 용융염이 유동하는 내부 파이프 및 유리로 된 외부 피복을 포함한다. 내부 파이프와 유리의 외부 피복 사이의 중간 공간은 진공배기된다. 내부 파이프의 표면은 보통, 태양 복사선을 흡수하고 이 방법으로 가열되도록 고안된다. 그 후, 열은 내부 파이프로부터 파이프를 통해 유동하는 열 전달 매질로 이동된다. 이 영역은 일반적으로 수신기로 공지되어 있다.
- [0034] 태양광 발전에서, 파이프라인은 보통 U-형 방식으로 운행되며, 파이프라인의 제 1 레그(leg)는 유입부에 연결되고, 제 2 레그는 유출부에 연결된다. 파이프라인의 레그는 보통 100m 이상, 바람직하게는 300m 이상의 거리에 걸쳐 곡률 없이 연장된다. 유입부 및 유출부의 반대측에서, 두 레그는 파이프의 크로스 피스(crosspiece)에 의해 서로 연결된다. 그 후, 용융염은 굴곡부를 통해 크로스피스내로 유동하고, 굴곡부로부터, 제 2 레그를 형성하는 병렬-위친된 제 2 파이프라인으로 유동한다. 바람직한 실시양태에서, 유동 편향을 위한 파이프 굴곡부는 각각 파이프라인의 방향과 연속되는 파이프라인 구획을 가지며, 이 파이프라인 구획은 폐쇄부에 의해 폐쇄되고, 가열 전도체는 파이프라인의 구획의 폐쇄부를 통과한다. 파이프라인이, 절연된 가열 전도체가 작동하는 동안 어떤 응력도 받지 않도록 하기 위해, 가열 전도체는 보통 절연체를 가진 파이프라인의 폐쇄부를 통과한다. 절연체는 동시에 밀폐하는 역할도 한다.
- [0035] 파이프라인 구획의 폐쇄부는, 예를 들어 블라인드 플랜지(blind flange)로 구성될 수 있다. 또한, 파이프라인에서 발생하는 압력에 견디는 임의의 다른 원하는 커버(cover)도 사용될 수 있다. 그러나, 블라인드 플랜지가 바람직하다.

- [0036] 가열 전도체의 종류 및 형태에 상관없이, 바람직하게는 둥근 막대가 가열 전도체의 말단에 결합된다. 이 막대는 가열 전도체에 연결될 수 있으며, 예를 들어 용접 연결, 나사 연결 또는 클램프 연결에 의해 파이프라인에 절연 또는 비-절연 방식으로 연결될 수 있다. 이 경우, 연결은 둥근 막대가 우수한 전기 전도도를 갖는 가열 전도체에 연결되도록 고안되어야 한다. 파이프라인 구획의 폐쇄부가 블라인드 플랜지인 경우, 예를 들어 전기적 절연 또는 비-절연 방식 결합을 달성하기 위해, 둥근 막대는 스테핑(stuffing)-박스 구성품으로 사용되고 결합된다. 절연된 가열 전도체의 경우, 파이프에 전류가 전도되는 것을 방지하기 위해, 스테핑 박스 구성품의 스테핑 박스 패키징은 전기 절연성 방식으로 구성된다. 스테핑 박스 패키징은 둥근 막대와 파이프라인대로 들어가는 가열 전도체의 리드-쓰루(lead-through) 사이의 이격부를 달성한다. 상기 이격부에 0.7V 이하의 낮은 전압이 인가된다. 낮은 전압에도 불구하고, 이격부 및 이격부의 근처에서 높은 전기장 강도가 존재한다. 파이프라인 시스템이 전기 전도성 용융염으로 채워진 경우, 이 높은 전기장 강도는 파이프라인 벽으로 및 파이프라인 벽에 걸친 전류 흐름을 초래한다.
- [0037] 도입부 근처의 파이프라인 내부에서 내부 전도체의 완벽한 전기적 절연(예를 들어 블라인드 플랜지의 수단에 의해)은, 원치않는 전류 흐름을 방지한다. 전기적 절연은, 예를 들어 스테핑 박스의 영역에서 또는 평평한 개스킷(gasket)의 영역에서 형성될 수 있다. 평평한 개스킷이 사용되는 경우, 전기적으로 절연된 나사 조임부가 사용되어야 한다.
- [0038] 전기적 절연에 사용되는 물질은 일반적으로, 용융된 용융염의 결과로서 파이프라인 내부에 유지된 온도에 대한 저항성이 없으므로, 적합한 열 절연 물질에 의해 온도 구배를 만드는 것이 가능하다. 예를 들어, 파이프라인내 블라인드 플랜지의 영역에 열 절연용 섬유 물질을 포함하는 것이 가능하다. 예를 들어 섬유 물질로 석영 섬유 직조물이 사용될 수 있다. 가열 전도체가 결합된 둥근 막대는, 예를 들어 세라믹 또는 탄화 규소로 제조된 전기 절연성 내고온성 슬리브를 통과한다. 세라믹 또는 탄화 규소로 된 제 1 슬리브에, 더 이상 내고온성일 필요가 없는 제 2 전기 절연성 슬리브가 인접된다. 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 또는 기타 고온 플라스틱이, 예를 들어 제 2 슬리브용 물질로서 적합하다. 두 전기 절연성 슬리브는 추가의 슬리브로 싸여 플랜지가 된다. 플랜지는 제 2 플랜지로 전기적 절연에 의해 폐쇄된다. 폐쇄 플랜지를 통해 둥근 막대를 리딩하기 위해 밀봉부로 밀봉되는 스테핑 박스가 사용된다. 사용되는 절연 물질은, 스테핑 박스의 영역에서의 온도가 표준 물질로부터 밀봉부를 제조할 수 있을 만큼 낮다는 효과를 갖는다.
- [0039] 파이프라인에서 고형화된 염이 용융되는 경우, 온도 구배의 형성의 위험에 놓이지 않도록 하기 위해, 가열 전도체는 도입부의 영역에서 소량의 열만을 생산할 수 있다. 이는, 예를 들어 실제 가열 대역보다 파이프라인으로의 도입부의 영역에서 더 낮은 전기 저항을 갖는 가열 전도체에 의해서 달성될 수 있다. 더 낮은 전기 저항은, 예를 들어 가열 전도체 개구부가 가열 대역에서의 가열 전도체보다 더 큰 직경으로 구성되는 둥근 막대에 의해서 달성될 수 있다. 대안으로서 및 추가로 가열 전도체는, 파이프라인으로의 도입부의 영역에서 가열 전도체가 가열되는 것을 피하기 위해, 파이프라인으로의 도입부의 영역에서 특히 우수한 전기 전도도를 가진 물질을 포함할 수 있다. 우수한 전기 전도도를 가진 물질로 적합한 것은 예를 들면 구리 또는 알루미늄이다. 도입부의 영역에서, 가열 전도체는 전체적으로 또는 부분적으로, 우수한 전기 전도도를 가진 물질로 제조될 수 있다. 예를 들어, 도입부 영역의 가열 전도체가 속이 찬(solid) 구리 코어를 포함하도록 고안될 수 있다.
- [0040] 둥근 막대에 대한 대안으로서, 다른 단면을 갖는 막대도 사용될 수 있다. 그러나, 둥근 막대가 바람직하다.
- [0041] 내부 전도체 또한 비-절연된 방식으로 파이프라인 시스템에서 설치될 수 있다. 이 경우, 도입부는 임의의 절연 수단을 포함하지 않을 수 있다. 이는, 예를 들어 태양광 루프의 개개의 파이프라인 구획이 플랜지 연결에 의해서로 연결되지 않고 서로 용접되는 경우, 특히 이점이 있다. 이 경우, 개개의 파이프라인 구획의 절연에 의해 전체 파이프라인의 전기 저항을 제어하는 것이 더이상 가능하지 않다. 가열 전도체가 서로 용접된 파이프라인 구획으로부터 전기적으로 절연되지 않은 경우, 전압의 인가는, 가열 전도체의 전도도에 대한 파이프라인의 전도도의 비에 비례하는 비율로 개개의 파이프라인 구획 및 내부 전도체를 통해 전류가 흐르도록 한다. 상기 비에 상응하여, 파이프라인 및 가열 전도체상에 열이 생성된다. 가열 전도체의 적합한 단면을 선택하고 가열 전도체를 위한 우수한 전기 전도도를 가진 물질, 예를 들어 구리 또는 알루미늄을 선택함으로써, 가열 전도체의 저항을 더 낮출 수 있고, 전도도는 전류가 내부 전도체로 충분히 강하게 리드될 정도로 증가하고, 열의 발생은 내부 가열 전도체가 파이프라인보다 더 빨리 가열되는 정도로 파이프라인 내부에 제공된 가열 전도체상에 집중된다. 파이프라인은 일반적으로 내부 전도체보다 더 큰 질량 및 따라서 훨씬 큰 열 용량을 갖는 것이 내부 전도체의 빠른 가열을 위해 유리하다.
- [0042] 비절연된 가열 전도체의 이런 배열의 경우에, 전체 파이프라인에 걸쳐 가열 전도체와 파이프라인 사이의 전위차

는 발생하지 않는다. 파이프라인은 파이프라인을 이송하는 장치 프레임워크(framework)에 대해 전기적으로 절연될 수 있다.

- [0043] 가열 전도체는 파이프라인을 통한 용융염 유동에 의해 손상되지 않도록, 사용된 염, 특히 질화물에 대하여 내부식성인 물질로 제조되는 것이 바람직하다. 달리, 상술하였듯이, 내부식성 피복을 가열 전도체에 제공하는 것도 가능하다. 가열 전도체가 내부식성 물질로 제조되는 경우, 고급 강, 예를 들어 바람직하게는 St 1.4571 및 St 1.4541 유형의 강뿐 아니라 St 1.4301 또는 니켈-계 강, 예컨대 St 2.4856이 특히 적합하다.
- [0044] 고급 강, 예를 들어 St 1.4571이 사용되는 경우, 처음에 가열 전도체상에 전류 흐름에 대해 상당한 저항을 제공하는 부동태화(passivating) 부식-억제 금속 산화물/질화물 필름(약 15 μ m 두께)을 형성한다. 보호 층의 저항은 가열 전도체 시스템의 전위의 조절을 돕는다. 전도성 염 상의 작은 전압도 부식성 침착물을 만드는 전극 공정을 촉발할 수 있다. 전극 공정은 특정 한계치 전압으로부터 개시될 수 있다. 부식-억제 보호 층은 과전압에 의한 보호를 야기하며, 따라서 시스템의 분해 전압을 증가시킨다.
- [0045] 파이프라인 내부의 가열 전도체의 사용은, 파이프라인에서 사용된 열 전달 매질의 높은 융점보다 높지 유지되도록 한다. 이는 또한 상술한 염 혼합물보다 더 높은 융점을 갖는 염 혼합물이 열 전달 매질로서 사용될 가능성을 열어준다. 예를 들어, 주요 성분으로서 질산 나트륨을 포함하는 질산염 혼합물이 사용될 수 있다. 이는 칼리(potash) 비료의 제조에 사용될 수 있는 칼륨 비축을 크게 남길 수 있다는 이점을 갖는다. 현재, "천일염 60"은 60 중량%의 질산 나트륨 및 40 중량%의 질산 칼륨을 포함한다. 상기 염에서의 질산 나트륨의 비율은 80 중량% 또는 심지어는 90 중량% 초과 및 이상으로 증가될 수 있다. 따라서 염의 융점은, 40 중량%의 질산 칼륨과 60 중량%의 질산 나트륨의 혼합물의 경우의 235 $^{\circ}$ C에서, 80 중량%의 질산 나트륨과 20 중량%의 질산 칼륨의 혼합물의 경우의 273 $^{\circ}$ C, 및 90 중량%의 질산 나트륨과 10 중량%의 질산 칼륨의 혼합물의 경우의 293 $^{\circ}$ C로 증가한다. 순수한 질산 나트륨이 사용되는 경우, 융점은 306 $^{\circ}$ C이다.
- [0046] 용융염의 화학량론적 조성 이외에도, 내부 전도체가 이들 용융염과 관련하여 상당한 이점을 갖는다. 고형화된 고-융점 결정은 주변 용융염보다 무거워, 파이프라인의 바닥에 침강한다. 큰 결정의 침강 속도는 작은 결정보다 크다. 파이프 벽으로의 결정의 결합 및 피복은 가능하지만, 잘 절연된 파이프에서는 관찰되지 않았다. 파이프가 구배를 갖는 경우, 고-융점 결정은 더 낮은 지점에서 분리되기 시작한다. 분리 정도는 파이프라인의 절연의 품질에 따른다. 긴 시간에 걸쳐 염이 천천히 고형화되는 매우 잘 절연된 파이프라인은 덜 절연된 파이프라인보다 더 우수한 분리를 나타낼 수 있다.
- [0047] 그러나, 침강되는 고용점 결정이 낮은 융점 용융물을 완전히 대체하는데 성공적이지는 않다. 오히려, 파이프라인의 더 낮은 위치의 영역에서는 고용점 결정들이 축적되지만, 결정들의 간극에 저융점 물질이 여전히 형성된다. 고형화가 완료되는 경우, 이로부터, 상이한 융점을 갖는 결정들의 비균질 혼합물이 형성된다.
- [0048] 이 혼합물이 가열되는 경우, 처음에 낮은 융점을 갖는 결정이 용융된다. 얻어진 용융물은 먼저 높은 융점을 가진 결정의 복합 구조를 완전히 습윤시킨다. 얻어진 2-상 혼합물은 처음에는 임의의 기계적 안정성을 거의 잃지 않는다. 고용점을 가진 지지 결정 복합 구조의 일부가 용융하는 경우에만, 혼합물이 펌프될 수 있는 형태로 된다. 태양광 발전에 사용되기 위해, 이것은, 고형화된 용융염을 포함하는 파이프라인이, 나쁘지 않은 펌핑성이 달성되기까지, 의도된 융점(천일염 60의 경우 242 $^{\circ}$ C) 초과로 가열되어야 함을 의미한다.
- [0049] 높은 비율의 질산 나트륨을 함유하는 결정의 선택적 결정화 및 파이프라인의 낮은-위치 영역으로의 침강에 의해, 잔류되는 용융된 질산 나트륨이 대폭 감소된다. 이 감소는 용융물에서 공융 농도 비가 다다를 때까지 계속된다. 이 농도 비에서, 파이프라인 시스템의 상부 영역에서의 잔여 용융물은 그 후 고형화된다.
- [0050] 파이프라인 내부에 가열 전도체를 사용하는 것은 이런 고형화 모폴로지(morphology)의 경제적이고 신뢰할 만한 용융을 달성하게 한다.
- [0051] 특히, 수평의 파이프라인 경로의 경우, 가열 전도체는 특히 파이프라인의 상부 영역에 배치될 수 있다. 이것은, 낮은 융점의 결정을 증가된 비율로 갖는(즉, 공융계) 결정 혼합물에 의해 둘러싸인다. 또한, 다수의 공간이 파이프라인의 상부 영역에서 발견될 수 있다. 용융 채널은 비교적 쉽게 만들어질 수 있어, 가열하는 동안 발생하는 압력에서의 수평적 차이를 줄일 수 있다.
- [0052] 예를 들어 상술한 천일염 60의 고형화 모폴로지로 인해, 염 혼합물의 용융된 염에 대한 의미있는 융점 정의는 거의 가능하지 않다. 예를 들어, 용융은 221 $^{\circ}$ C에서 이미 시작되나, 마지막 결정은 280 $^{\circ}$ C 초과의 온도에서 사라진다.

[0053] 실제의 파이프라인 구획을 따라, 파이프라인이 보통 피팅, 예를 들어 밸브도 포함하므로, 이들의 기능을 보장하고 용융하는 동안 용융된 염의 팽창에 의해 이들이 파괴되지 않도록 하기위해 상응하게 밸브를 가열하는 것이 필요하다. 밸브를 가열하기 위해, 예를 들어 고정된 폐쇄부 요소를 직접 내부 가열 전도체로부터 가열하여, 밸브에서 염을 용융하는 것이 가능하다. 이 경우, 가열 전도체는 밸브의 양 측부에서 상기 고정된 폐쇄부 요소에 직접 연결된다. 저항 일치가 필요한 경우, 고리 형태의 우수한 전기 전도체가 상기 고정된 폐쇄부 요소 주변에 배치될 수 있다. 이 경우 바람직하게는, 고리는, 밸브 구조물의 하중-지지 부분이 약화되지 않는 방식으로 밸브 몸체에 제공된다. 밸브 몸체에 대한 전기 절연의 결과, 발산되는 가열 전도체의 열은 밸브의 시트상에 집중된다. 달리, 매우 우수한 전기 전도도를 가진 물질, 예를 들어 구리로 고리를 제조하는 것도 가능하다. 밸브 내의 가열 고리는 바람직하게는 그의 저항값이 가열 전도체의 저항값과 일치되도록 제조된다. 여기서, 고리는 밸브의 영역에서 가열 전도체의 부분을 형성한다. 밸브의 사용 이외에도, 다른 피팅이 있는 유사 구조물이, 예를 들어 덮개(flap) 또는 슬라이드(slide)의 경우에 사용될 수 있다. 각각의 경우에서, 고리는 용융염이 유동하는 리드-쓰루의 기하학적 형태를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0054] 본 발명의 실시예의 실시양태는 하기 본 명세서에서 좀 더 상세하게 설명되며, 하기 도면들로 표현된다.

- 도 1은 파라볼릭-트로프 태양광 발전의 태양 전지판의 개략도를 나타낸다.
- 도 2는 동결된 용융염의 파이프라인 구획을 나타낸다.
- 도 3은 고정화된 천일염 60을 포함하는 파이프라인의 단면을 나타낸다.
- 도 4는 태양광 루프에서 가열 전도체가 어떻게 운행되는지에 대한 예를 나타낸다.
- 도 5는 가열 전도체가 운행되는 파이프라인 구획을 나타낸다.
- 도 6은 결합되지 않은 가열 전도체에 미치는 파이프를 통과하는 유동의 영향을 보여준다.
- 도 7은 아이렛에서의 가열 전도체와 절연체의 결합을 나타낸다.
- 도 8은 후크상에서의 가열 전도체와 루프의 결합을 나타낸다.
- 도 9는 가열 전도체를 따른 고정화된 염에서의 채널의 형성을 나타낸다.
- 도 10은 유동 편향을 위한 파이프 굴곡부 영역에서의 가열 전도체의 결합을 나타낸다.
- 도 11은 180° 굴곡부를 갖는 말단 부분에 어떻게 내부 전도체가 제공되는지를 나타낸다.
- 도 12는 90° 각도의 파이프라인 경로의 대안적 형태를 나타낸다.
- 도 13은 수많은 분절을 갖는 파이프라인 구획의 단면을 나타낸다.
- 도 14는 기생(parastic) 전류가 어떻게 가열 전도체와 파이프 벽 사이를 통과하는지를 나타낸다.
- 도 15의 A 내지 E는 상이한 가열 전도체 기하구조들의 단면을 나타낸다.
- 도 16은 팽창 보상이 있는 강성 가열 전도체를 나타낸다.
- 도 17은 탄성 스페이서에 의해 고정된 가열 전도체를 갖는 파이프라인의 단면을 나타낸다.
- 도 18은 도 17에서 라인 A-A'을 따른 파이프라인의 단면을 나타낸다.
- 도 19는 도 17에서 라인 B-B'을 따른 파이프라인의 단면을 나타낸다.
- 도 20은 케이블로서 형성되고 용접된 파이프라인 부분들로 된 긴 파이프라인에서 완전히 비절연된 가열 전도체를 나타낸다.
- 도 21은 블라인드 플랜지를 통한 리드-쓰루를 갖는 케이블로서 가열 전도체를 나타낸다.
- 도 22의 A 내지 C는 케이블로서 형성된 상이한 가열 전도체의 단면을 나타낸다.
- 도 23은 블라인드 플랜지를 통한 가열 전도체의 대안적인 리드-쓰루를 나타낸다.

도 24는 가열 전도체가 어떻게 이동식 파이프 연결부에 제공되는지를 나타낸다.

도 25는 가열 전도체가 제공된 밸브의 단면을 나타낸다.

도 26은 도 25의 밸브의 평면도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] 도 1은 파라볼릭-트로프 태양광 발전의 태양 전지판의 개략도를 나타낸다.
- [0056] 파라볼릭-트로프 태양광 발전의 태양광 전지판(1)은 다수의 태양광 루프(3)를 갖는다. 태양광 루프(3)는 각각 열 전달 매질이 유동하는 파이프라인(5)에 의해 형성된다. 본 발명에 따라 열 전달 매질로서 사용된 것은 용융 염, 바람직하게는 천일염, 즉, 40:60의 비율의 질산 칼륨 및 질산 나트륨의 혼합물 또는 44:56의 혼합비를 갖는 공융계이다.
- [0057] 태양광 루프(3)에서, 열 전달 매질은 태양광 에너지의 복사에 의해 가열된다. 이 목적을 위해, 파이프라인(5)은 유리 튜브(7)에 의해 구획형태로 밀봉되었다. 파이프라인(5)과 유리 튜브(7) 사이의 공간은 진공배기되었다. 유리 튜브(7) 밑에, 태양광 복사선을 반사하여 유리 튜브(7)로 향하게 하는 파라볼릭-트로프가 있다. 유리 튜브(7)상의 입사 복사선은, 열 전달 매질이 가열된 결과로서, 파이프라인(5)을 통해 유동하는 열 전달 매질로 열이 전도되도록 한다.
- [0058] 태양광 루프(3)의 파이프라인(5)을 통해 유동하는 열 전달 매질은 수집기(9)로 유동하고, 수집기(9)로부터 열 전달 유출부(11)로 유동한다. 열 전달 유출부(11)를 통해 유동하는 열 전달 매질은 보통, 예를 들어 발전기의 터빈을 작동하는데 사용하는 증기 회로로 열을 발산하는 열 교환기로 보내진다. 열 교환기를 떠나는 냉각된 열 전달 매질은 열 교환기 유입부(13)를 통해 분배기(15)로 보내지고, 분배기(15)로부터 태양광 루프(3)의 파이프라인(5)으로 보내진다. 용융염의 고융점으로 인해, 상기 염은 일반적으로, 태양광 발전이 작동하지 않는 경우 고형화된다. 이는, 예를 들어 밤중에 태양광이 파라볼릭 트로프에 거의 조사되지 않는 경우에 발생한다. 작동은 또한, 예를 들어 정비 작업이 수행되어야 하는 경우, 중단되어야 한다.
- [0059] 비작동 시간 동안, 파이프라인(5)을 통해 유동하는 용융염은 고형화될 수 있다. 이는 파이프라인 구획에 대한 예로써 도 2에 도시된다.
- [0060] 용융염이 파이프라인(5)에서 고형화되는 경우, 일반적으로 부피 수축이 나타난다. 이는 진공배기된 버블(17)이 파이프라인(5)에서 만들어지는 효과를 갖는다. 이 경우, 진공배기된 버블(17)은 고형화된 염(19) 내에 위치된다.
- [0061] 고형화된 염을 용융시키려고 시도하는 경우, 부피 팽창과 함께 용융이 일어나는 장소와 진공배기된 버블(17) 사이에 큰 공간적인 거리가 발생하는 경우, 압력 발생을 줄이기 위한 부피 균등화가 충분하지 않을 수 있다. 염의 용융에 의해 생기는 부피 팽창은 파이프라인(5)이 손상되는 결과를 초래할 수 있다.
- [0062] 고형화된 천일염 60, 즉 60 중량%의 질산 나트륨 및 40 중량%의 질산 칼륨의 염 혼합물의 모폴로지는 예를 들어 도 3에 나타낸다.
- [0063] 천일염 60이 고형화되는 경우, 처음에 질산 나트륨이 풍부하고 약 280℃의 융점을 갖는 결정화물이 약 244℃에서 고형화된다. 질산 나트륨은 파이프라인 구획(47)내에서 밀으로 침강하는 결정을 형성한다. 이때, 침강 속도는 특히, 얼마나 큰 결정이 되느냐에 따른다. 결정의 크기는 고형화 속도에 따른다. 질산 나트륨의 결정의 침강으로 인해, 결정의 농도는 파이프라인 구획(53) 내에서 상방으로(upwardly) 감소한다. 염의 부피 수축으로 인해, 고형화된 염(19) 내에 단리된 공구들이 형성된다. 고형화된 염(19)의 표면상에, 천일염 60의 공융 조성물이 고형화된 발포체-유사 영역(20)이 형성된다. 이 영역은 일반적으로 질산 나트륨 결정을 포함하지 않는다. 발포체-유사 영역(20) 위에, 진공배기된 버블(17)이 형성된다. 결정화물은, 유동 가능한 파이프라인의 영역의 하부 영역에 축적된다. 공극들은 상기 유동 가능한 영역의 상부 영역에서 우선적으로 형성된다.
- [0064] 파이프라인(5)내의 용융염의 균일한 용융을 얻기 위해서, 본 발명에 따르면, 균일한 저항률(resistivity)을 갖는 가열 전도체(21)가 파이프라인(5)을 통해 배치된다. 이는 예로서 도 4에 나타낸다.
- [0065] 본 발명에 따르면, 가열 전도체(21)는 파이프라인(5) 내부에 제공된다. 이 경우, 가열 전도체는, 예를 들어 전기 저항 와이어로서 형성된다. 전압이 인가되는 경우, 가열 전도체(21)는 가열되고, 가열 전도체(21) 주변의 염은 용융하여 가열 전도체(21) 주변의 채널을 형성한다.

- [0066] 가열 전도체(21)는 주요 전압 공급기(23)에 의해 공급된다. 주요 전압 공급기(23)로부터 가열 전도체(21)에 대한 공급 라인(25)이 분지되어 나온다. 변압기(27)에서, 공급기 전압은, 파이프라인(5)에서 용융염을 가열하는데 필요한 전압으로 변압된다. 다수의 가열 루프가 하나의 전압 공급기에 연결될 수 있다. 전압 공급기는 차례대로 루프들과 연결되고, 루프들은 차례대로 가열된다.
- [0067] 가열 전도체(21)의 간단한 조립이 가능하도록, U-형 방식으로 운행되는 파이프라인(5)의 한쪽 레그의 말단에서 파이프라인(5)을 시작하며, 제 2 레그로부터 나온 가열 전도체에 전기 전도적 방식으로 연결되는 것이 바람직하다. 이는, 특히 가열 전도체(21)에 대해 많은 지지체가 필요한 이동성 수집기 파이프라인(5)의 경우, 복잡한 배치의 회피가 가능하도록 할 수 있다.
- [0068] 전기적 열 회로를 가열하기 위해, 비접지 변압기(27)에 의해 생산되는 변동적인 교류 전위를 사용하는 것이 특히 바람직하다. 변동적인 교류 전압은 안전성면에서 이점을 제공한다. 예를 들어, 루프내의 절연 결함이 용인될 수 있다.
- [0069] 수신기들은 자체로 전기적 절연된 방식으로 유지되어야 한다. 수신기들은 또한, 서로에 대해서도 절연되어야 한다. 가열 전도체의 저항보다 10배 큰 절연체의 저항이 일반적으로 충분하다. 예를 들어, 수신기에 걸친 0.1 Ω 미만의 열전도체의 바람직한 작은 저항을 기준으로, 1 Ω 의 저항이 일반적으로 충분한 절연에 적합하다. 가열 전도체의 절연 상태는, 예를 들어 온라인 저항 측정장치에 의해 관측된다.
- [0070] 가열 전도체를 포함하는 파이프라인 구획이 도 5에 나와있다.
- [0071] 가열 전도체(21)은, 예를 들어 도 5에 도시되듯이, 매다는 방식으로 파이프라인(5)에 결합된다. 이 목적을 위해, 예를 들어, 가열 전도체(21)를 아이렛(29)에 통과시키는 것도 가능하다. 이 경우, 아이렛(29)은, 예를 들어 파이프라인(5)의 상부측에 매다는 방식으로 결합된다.
- [0072] 가열 전도체(21)는 바람직하게는 파이프라인(5)에서 중심에서 벗어나도록 제공되며, 파이프라인(5)의 상부측으로부터의 거리는 파이프라인(5)의 하부측으로부터의 거리보다 작도록 선택된다. 중심에서 벗어난 가열 전도체(21)의 배치는 가열 전도체(21)가 가열 동안 파이프 벽과 접촉되는 것 및 선형 팽창을 수반하는 것을 방지한다. 이 경우, 가열 전도체(21)의 늘어짐은 온도에 상당히 의존한다. 더 높은 온도일수록 더 큰 선형 팽창을 하며, 가열 전도체(21)의 늘어짐도 더 커진다.
- [0073] 도 5에 도시된 아이렛(29)에 의한 결합 이외에도, 예를 들어, 탄성 스페이서를 사용하는 것도 대안적으로 가능하다. 이 경우, 탄성 스페이서는 바람직하게는 파이프라인(5)에서 X자 형태로 배치되며, 가열 전도체(21)는 교차점에 제공된다.
- [0074] 파이프라인(5)의 상부 영역에 중심에서 벗어난 가열 전도체(21)를 배치하는 것의 다른 이점은 파이프라인(5)의 상부에서 진공배기된 버블(17)이 보통 발생한다는 것이다. 가열 전도체(21)의 가열 및 수반되는 파이프라인(5)에서의 염의 용융 중에, 가열 전도체(21)를 따라 액체 채널이 빠르게 형성된다. 형성된 이 채널을 통해, 용융되는 동안 부피 팽창에 의해 발생할 수 있는 압력이, 진공배기된 버블(17)으로 방산되어 완화효과로 작용할 수 있다.
- [0075] 그러나, 가열 전도체(21)가 아이렛(29)에 결합되지 않는 경우, 이는, 가열 전도체(21)가 파이프라인(5)에서 인장될 때까지 파이프라인(5)을 통해 유동하는 용융염을 따라서 이동되는 효과를 가질 수 있다. 이는 도 6에 예로서 나타낸다. 오직 말단, 즉 가열 전도체(21)의 고정된 지점의 바로 직전 상류에서만, 파이프라인(5)에 접촉할 수 있는 큰 루프(31)가 형성된다.
- [0076] 루프(31)의 형성에 의한 가열 전도체(21)의 인장의 추가의 단점은, 용융염이 고형화되는 경우, 이런 전도체의 변위가 차후 기계적 손상을 주는 가열 전도체(21)의 상당히 큰 기계적 하중을 야기할 수 있다는 것이다. 가열 전도체는 염이 고형화될 때의 위치에 고정되며, 용융염의 온도가 낮아지면서 수축되기 시작한다. 결과적으로, 강력한 인장력이 가열 전도체(21)의 인장된 부분에 작용한다.
- [0077] 가열 전도체(21)의 변위를 피하기 위해, 파이프라인(5)에서 축 방향으로 고정되는 것이 바람직하다.
- [0078] 가열 전도체(21)의 기능한 고정은 예로서 도 7 및 8에 나타낸다.
- [0079] 절연체에 의한 아이렛에서의 가열 전도체의 결합이 도 7에 도시되어 있다.
- [0080] 가열 전도체(21)의 결합을 위해, 예를 들어, 절연 슬리브(33)을 가열 전도체(21)에 제공하는 것이 가능하다. 이 경우, 절연 슬리브(33)는 절연 슬리브가 변위될 수 없는 방식으로 가열 전도체(21)에 연결된다. 이 목적을

위해, 예를 들어, 가열 전도체(21)상에 절연 슬리브(33)을 클램핑하는 것이 가능하다. 달리, 예를 들어, 절연 슬리브(33)를 가열 전도체(21)에 나사로 탈착가능하도록 또는 용접으로 탈착불가능하도록 연결하는 것도 가능하다.

- [0081] 절연 슬리브(33)는 한쪽에는 확장부(widening)를 갖는다. 파이프라인(5)에서의 가열 전도체(21)의 결합을 위해, 가열 전도체(21)은 적용된 절연 슬리브(33)와 함께, 파이프라인(5)에 결합된 아이렛(29)을 통과한다. 그 후, 절연 슬리브(33)은, 절연 슬리브(33)가 아이렛(29)을 통과할 수 없도록 확장부(35)에 의해 아이렛(29)에 배치된다. 작동이 진행되는 동안 통과하는 것을 방지하기 위해, 확장부(35)는 열 전달 매질이 유동하는 쪽과 반대되는 쪽의 아이렛(29)에 배치된다.
- [0082] 유동을 바꾸거나, 열 전달 매질이 임의의 방향으로 유동할 수 있도록 태양광 루프(3)을 조작하고자 하는 경우, 가열 전도체(21)가 아이렛(29)을 통과할 때 확장부(35)의 반대 편에 추가의 확장부를 제공하는 것 또한 대안적으로 가능하다.
- [0083] 가열 전도체(21)의 대안적인 결합은 도 8에 나와있다.
- [0084] 도 8에 나타난 실시양태의 경우, 루프(37)가 가열 전도체(21) 상에 제공된다. 루프(37)는, 예를 들어 도 8에 도시되어 있듯이 나선형으로 고안될 수 있는 후크(39)에 매달린다. 나선형으로 고안된 후크(39)는, 작동하는 동안 상이한 유동 영향의 결과로서 루프(37)가 분리되는 것을 방지하는 효과를 갖는다.
- [0085] 예를 들어, 루프(37)은 슬리브(41)의 수단으로 가열 전도체(21) 상에 결합된다. 이 경우, 예를 들어 슬리브(41)은 가열 전도체(21)에 연결된 클램핑 슬리브이다. 슬리브(41)의 결합은, 예를 들어 클램핑에 의해서 또는 용접에 의해 또는 나사로 조이는 것에 의해 달성할 수 있다.
- [0086] 슬리브(41) 및/또는 루프(37)가 절연 물질로 제조되는 경우가 특히 바람직하다.
- [0087] 예를 들어 도 7에 나타난 절연 슬리브(33) 또는 절연 물질의 루프(37) 및 슬리브(41)의 사용은 가열 전도체(21)로부터 슬리브(29) 또는 후크(39)로의 전류 흐름이 일어나지 않는다는 이점을 갖는다. 이 방법에서, 파이프라인(5)으로의 가열 전도체(21)의 결합을 통해 흐르는 기생 전류가 감소될 수 있다.
- [0088] 가열 전도체에 따라 고형화된 염에서 채널이 형성되는 것이 도 9에 나와있다.
- [0089] 파이프라인(5)에서 태양광 발전의 원치않는 비작동 시간 후에(예를 들어 밤중에 전력이 생산되지 않는 경우) 염이 고형화되는 경우, 작동을 재개하기 위해 가열 전도체(21)에는 먼저 전압이 공급되며, 이로써 가열된다. 가열된 가열 전도체(21) 주위에서, 파이프라인(5)에 포함된 염이 용융되기 시작한다. 가열 전도체(21)에 균일한 전류 흐름이 있는 경우, 염은 균일하게 용융되고, 채널(43)을 형성한다. 용융염은 채널(43)을 통해 유동할 수 있으며, 이로써 부피의 증가에 의해 발생한 압력이 염이 용융됨에 따라 감소될 수 있다.
- [0090] 염이 채널(43)을 통해 유동하도록 하여 압력의 증강을 방지하는 것은, 태양광 발전이 작동되는 경우, 파이프라인(5)에서의 손상을 방지하는 효과를 갖는다.
- [0091] 가열 전도체(21)의 사용은 또한, 원치않는 비작동 시간이 있는 경우, 파이프라인(5) 및 이에 따른 전체 태양 전지판(1)의 드레이닝(drainage)을 생략하는 것이 가능하도록 한다. 파이프라인(5)을 드레이닝하는 대안으로서 염이 고형화되는 것을 완전히 방지하는 것 또한 필요하지 않다. 단지 가열 전도체는 충분히 큰 유동 채널을 자유롭게 유지하여야 한다.
- [0092] 또한, 내부 가열 전도체는, 루프의 드레이닝 후에 재개하는 경우 큰 이점을 제공한다. 한편으로는, 파이프라인 시스템이 아닌 가열 전도체가 용점보다 훨씬 더 높은 온도에 다다른 경우에만, 파이프라인 시스템으로의 유동이 허용될 수 있다. 다른 한편으로는, 가열 전도체의 전체 길이에 걸쳐 균일한 저항률이 냉점(cold spot)의 부재를 보장한다.
- [0093] 유동 편향을 위한 파이프 굴곡부의 영역에서의 가열 전도체의 결합이 예로서 도 10에 도시되어 있다.
- [0094] 도 1에서 볼 수 있듯이, 태양광 루프(3)는 보통 U-형 방식으로 고안된다. 이 목적을 위해, 두 개의 파이프라인(5)은 U-형 태양광 루프(3)의 레그들을 형성하며, 파이프라인(5)은, 교차 파이프의 수단으로 수집기(9) 또는 분배기(15)로부터 떨어진 쪽에서 서로 연결되는 레그들을 형성한다. 용융염은 U-형 태양광 루프(3)의 한쪽 레그를 통해 유동하고, 이후 두 레그를 연결하는 파이프라인의 크로스피스를 통해 유동하며, 제 2 파이프라인(5)을 통해 수집기(9)로 돌아간다. 레그의 말단에서 용융염의 유동 편향의 영역에서 가열 전도체(21)의 복잡한 조립을 피하기 위해, 유동 편향을 위해 사용된 파이프 굴곡부(45)를 T 부분으로서 고안하여, 이를 파이프라인(5)의

방향으로 연속되는 파이프라인 구획(47)에 제공하는 것이 유리하다. 파이프라인 구획(47)은 폐쇄부(49)에 의해 폐쇄되고, 가열 전도체(21)는 폐쇄부(49)를 통과한다.

- [0095] 예를 들어 파이프라인 구획(47)에 대한 폐쇄부(49)로서 블라인드 플랜지가 적합하다.
- [0096] 파이프라인 구획(47)을 통해 파이프라인(5)으로 전류가 흐르는 것을 방지하기 위해, 가열 전도체(21)는 절연된 방식으로 폐쇄부(49)를 통과한다. 폐쇄부(49)를 통과하는 가열 전도체(21)는 이어서 적합한 전위 공급기에 연결될 수 있다. 또한, 도 4에서 도시되어 있듯이, 두 인접한 파이프라인(5)의 두 가열 전도체를 서로에 대해 각각 연결하는 것도 대안적으로 가능하다.
- [0097] 도 10에 나타난 바와 같은 두 파이프 굴곡부를 통한 180° 초과의 용융염 편향이 도 11에 도시되어 있다.
- [0098] 파이프의 내부를 가열하는 것이 가능하도록, 가열 전도체(21)는 먼저, 절연된 방식으로 폐쇄부(49)를 통해 파이프라인(5)을 따라 통과한다. 90° 전환되는 파이프라인 구획(121)이 파이프라인(5)과 연결된다. 가열 전도체(21)는 마찬가지로, 90° 전환되는 파이프라인 구획(121)을 통과한다. 파이프라인(5)과 90° 전환되는 파이프라인 구획 둘 다에서 가열 전도체(21)에 전류를 공급하기 위해, 폐쇄부(49)를 절연된 방식으로 통과하는 각각의 가열 전도체의 말단을 외부의 전도성 수단(119)를 통해 서로 전기적으로 접촉시킨다.
- [0099] 동일한 방식으로, 90° 전환되는 파이프라인 구획(121)에, 유사하게 90° 전환되는 파이프라인 구획(121)에 대하여 90° 전환되는 제 2 파이프라인(5)이 인접되어, 함께 180°의 편향이 달성되도록 한다. 이 지점에서도, 가열 전도체(21)는 각각 파이프라인의 말단의 폐쇄부(49)를 통과하고, 외부의 전도성 수단(119)를 통해 전기적으로 서로 연결되어, 용융염이 유동하는 라인의 모든 길이가, 내부에 배치된 하나의 가열 전도체(21)에 의해 함께 가열될 수 있도록 한다.
- [0100] 90°로 꺾인 파이프라인 경로의 대안적인 형태가 도 12에 나와있다. 가열 전도체(21)는 클램핑 장치(122)에 의해 파이프의 중앙에 고정된다. 클램핑 장치(122)는 클램핑 또는 용접에 의해 가열 전도체(21)에서 굴곡부에 결합된다. 이 구조는 내부 가열 전도체가 열 전달 매질의 유동의 방향에 따르는 것이 가능하도록 한다. 도 11에 도시된 실시양태와 비교하면, 이는 파이프라인 연결기 또는 외부의 전도성 수단을 갖지 않는다.
- [0101] 다수의 분절들을 포함하는 파이프라인 구획의 단면을 도 13에 나타낸다.
- [0102] 태양광 발전의 태양광 루프(3)은 일반적으로 다수의 분절(51)들로 나뉜다. 각각의 분절(51)은 유리 튜브(7)에 의해 둘러싸인 파이프라인 구획(53)을 갖는다. 이 경우, 각각의 분절(51)은 각각 태양광 에너지를 포획하기 위한 수신기로서의 역할을 한다.
- [0103] 개개의 파이프라인 구획(53)은 보통 우수한 전기 전도도를 가진 금속, 예를 들어 고급 강으로 제조된다. 가열 전도체(21)로부터 파이프라인(5)로의 가능한 기생 전류를 국소적으로 제한하기 위해, 절연체(55)에 의해 개개의 파이프라인 구획(53)들을 서로 분리하는 것이 바람직하다. 가열 전도체(21)로서 사용된 가열 전도체의 저항보다 더 큰 저항을 갖는 물질이 절연체(55)용 물질로 선택된다. 열-저항성 세라믹, 미네랄-섬유 밀봉부 또는 마이카(mica) 밀봉부가 특히 절연체(55)용 물질로서 적합하다.
- [0104] 절연체(55) 이외에, 개개의 분절(51)들은 기계적 연결 또는 보상기(57)에 의해 서로 연결된다. 기계적 보상기(57)은 작동하는 동안 파이프라인(5)의 선형 팽창을 보상하기 위해 필요하다.
- [0105] 도 7 및 8에서 예로서 나타난 것처럼, 절연된 가열 전도체(21)가 파이프라인(5) 내부에 절연체에 의해 결합될 수도 있으나, 파이프 시스템에 공급 기생 전류가 축적되는 것을 방지하기 위해서는, 태양광 루프에 도 13에 도시된 절연체(55) 몇몇을 배치하는 것이 유리하다.
- [0106] 태양광 루프(3)의 파이프라인(5)에서 사용되는 것 이외에, 파이프라인(5)의 내부 가열을 위한 본 발명에 따른 가열 전도체(21)는 수집기(9), 분배기(15), 열 전달 매질 유출부(11) 및 열 전달 매질 유입부(13) 뿐만 아니라, 용융염이 유동하는 다른 모든 파이프라인을 가열하는데 사용될 수 있다. 가요성 전도체가 사용되는 경우, 가요성 호스 라인의 사용도 가능하다. 가열 전도체(21)는 가열 전도체 분절들로 나누어질 수 있고, 가열 전도체 분절들은 서로 전기적으로 연결될 수 있고, 가열 전도체 분절의 길이가 파이프라인(5)의 하나 이상의 분절(51)의 길이에 해당할 수 있다.
- [0107] 금속의 저항은 일반적으로 온도-의존성이므로, 또한 가열 전도체(21)는 내부 가열 전도체 및 간접적으로는 파이프라인(5)내 용융염의 평균 온도를 측정하는데 사용될 수 있다. 이것은, 가열 전도체(21)에 전도도의 강한 온도 의존성을 가진 물질이 사용된 경우에 특히 유리하다.

- [0108] 도 13에 나타난 실시양태에서, 가열 전도체(21)의 결합은, 도 8에 나타내었듯이 루프(37) 및 후크(39)에 의해, 각각의 경우 분절(51)의 도입부에서 일어난다. 후크(39)에 의한 결합은 가열 전도체(21)가 분절(51) 내에서의 변위에 대비하여 고정됨을 의미한다. 각각의 파이프라인 구획(53)내의 가열 전도체(21)의 결합은, 예를 들어 탄성 스페이서(59)에 의해 일어난다. 탄성 스페이서에 의한 결합은 분절(51)의 파이프라인(53)의 길이내의 하나 이상의 위치에서 제공될 수 있다. 조립체의 경우, 탄성 스페이서(59)는 바람직하게는 파이프내로 밀어 넣어지며, 파이프 벽과 연결되지는 않지만 파이프 벽상에 지지된다.
- [0109] 높은 내열성 강, 예를 들어 St 2.4668 또는 인코넬(Inconel) X750이 탄성 스페이서(59)용 물질로 바람직하다.
- [0110] 가열 전도체와 파이프 벽 사이의 기생 전류의 통과는 도 14에 예로서 도시되어 있다.
- [0111] 절연된 가열 전도체(21)의 비-절연된 결합의 경우에, 예를 들어 탄성 스페이서(59)가 사용되는 경우, 탄성 스페이서(59)를 통해 파이프라인(5)으로 전류가 흐른다. 이는 예를 들어 화살표로 표시하였다. 발생하는 기생 전류(61)는 가열 전력이 가열 전도체(21)가 아닌 다른 곳, 예를 들어 파이프라인(5)의 벽에서 생기게 하는 효과를 갖는다. 가열 전도체(21)를 통과하는 전류가 지배적인한, 기생 전류(61)는 가열 효율은 감소시키지만, 가열 전도체(21)의 가열 기능을 위협하지는 않는다.
- [0112] 파이프 벽에 결합하기 위한 장치를 통한 기생 전류 흐름(61) 이외에, 전류의 흐름은 또한, 파이프라인(5)내의 용융염의 높은 전도도로 인하여 용융염을 통해서도 발생한다. 이는 예시로 화살표(63)로 나타냈다. 파이프라인(5)의 벽이 고정화된 저-전도성 염으로 덮이는 경우, 용융염을 통한 전류 흐름(63)은 대부분 멈춘다.
- [0113] 고급 강이 가열 전도체(21)용으로 사용되는 경우, 용융염을 통한 기생 전류 흐름(63)은 고급강 상에 보통 형성되는 약 15 μ m 두께의 부동태화 금속 산화물/질산염 필름에 의해 감소되며, 금속 산화물/질산염 필름은 전류 흐름에 상당한 저항을 제공한다.
- [0114] 또한, 인가된 전기 전압은 전기화학 반응 때문에 부식을 초래할 수 있다. 이러한 이유로, 가열 전도체(21)와 파이프라인(5)의 벽 사이에 걸리는 전압이 전기화학 반응이 개시되는 임계 전위 아래 놓이도록 해야한다.
- [0115] 적합한 가열 전도체의 기하구조의 예는 도 15의 A 내지 E에 나타낸다.
- [0116] 가열 전도체(21)는, 예를 들어 도 15A에 도시되어 있듯이 관형 케이블로서 고안될 수 있다. 이 경우, 가열 전도체(21)는 바람직하게는 강 메시로부터 형성된다. 관형 케이블(65)의 형태로 고안된 가열 전도체(21)가 작동하는 동안, 가열 전도체(21)의 내부에서 염이 먼저 용융되고, 이로써 가열 전도체(21)내에 용융염이 유동할 수 있는 채널이 형성된다. 가열 전도체(21) 주변에서 용융된 염은 관형 케이블(65)을 형성하는 메시내의 개구부를 통해 내부 채널(67)로 유동할 수 있다.
- [0117] 도 15의 A에서 도시된, 관형 케이블(65)의 대안으로서, 가열 전도체(21)를 튜브(69)의 형태로 고안하는 것도 가능하다. 이 경우, 튜브에 튜브 내부로 용융염이 유동할 수 있는 천공을 제공하는 것이 유리하다. 도 15의 B에서 나타난 가열 전도체(21) 주로 작용하는 방식은 이 경우, 도 15의 A에 나타난 가열 전도체(21)가 작용하는 방식과 주로 일치한다.
- [0118] 도 15의 C에는, 별-모양의 단면을 갖는 가열 전도체가 도시되어 있다. 이런 별-모양의 단면은 V-형 함몰부(71)를 갖는다. 가열 전도체(21)가 작동하는 동안, 염은 V-형 함몰부(71)에서 먼저 용융되기 시작하여, 각각의 V-형 함몰부(71)에서 용융염이 유동할 수 있는 채널을 형성한다.
- [0119] 도 15의 C에 도시된 5-갈래 별의 실시양태 이외에, 임의의 다른 수많은 V-형 함몰부 및 관련 갈래도 가능하다. V-형 함몰부 이외에, 예를 들어 U-형 함몰부를 제공하는 것도 가능하다.
- [0120] 도 15의 D에서, 막대(73)로서 고안된 가열 전도체를 도시하며, 막대(73)는 메시(75), 바람직하게는 전기적 전도성 와이어 메시로 둘러싸인다. 도 15의 D에 도시된 바와 같이 고안된 가열 전도체를 작동하는 동안, 처음에 메시(75)에 용융염이 유동할 수 있는 채널이 형성된다. 그 후, 가열 전도체(21)를 둘러싸는 채널이 형성된다.
- [0121] 도 15의 A 내지 D에 도시된 바와 같이 고안된 실시양태는 각각 파이프라인(5)을 통해 유동하는 용융염의 존재하에서 부식되지 않는 물질로 된 가열 전도체가 필요하다. 이런 물질은, 예를 들어 고급 강, 예를 들어 St 1.4571 또는 St 1.4301이다.
- [0122] 그러나, 고급강은 구리 또는 알루미늄(일반적으로, 사용되는 염에서 쉽게 부식됨)보다 더 나쁜 전류 전도성을 갖는다. 고급 강보다 더 우수한 전류 전도성을 갖는 물질로 된 가열 전도체를 사용할 수 있도록, 예를 들어 도 15의 E에서 도시되어 있듯이 내부식성 피복(79)으로 둘러싸인, 우수한 전기 전도성을 갖는 물질, 예컨대 구리

또는 알루미늄의 코어(77)를 제공하는 것이 가능하다. 이 경우, 내부식성 피복(79)은, 예를 들어 우수한 열 전도성 방식으로 코어(77)에 연결된 내부식성 튜브일 수 있다. 이 구조는 파이프라인내의 전기 절연 수단없이 내부 가열 전도체를 작동하는 선택을 제공한다.

[0123] 단면 기하구조, 예컨대 도 15의 A 내지 E에 나타난 단면을 갖는 가열 전도체는 가요성이거나 강성 전도체로서 구성될 수 있다. 가열 전도체(21)가 강성 전도체로서 구성되는 경우, 온도의 변동에 의해 생긴 길이의 변화를 보상하기 위해 팽창 영역(81)을 제공하는 것이 유리하다. 팽창 영역(81)을 갖는 강성 가열 전도체는 예로서 도 16에 나타난다. 이 경우, 팽창 영역(81)은 물결 형태로 고안된다. 도시된 물결형 고안 이외에, 팽창 영역(81)의 고안으로 길이 보상이 가능한 임의의 다른 기하구조도 적합하다.

[0124] 도 17 내지 19에서, 탄성 스페이서에 의해 파이프라인내에 고정된 가열 전도체를 도시한다.

[0125] 탄성 스페이서(59)는 바람직하게는 X자 방법으로 배치된다. 그러나, 달리 예를 들어 세 개의 탄성 스페이서(59)를 제공하는 것도 가능하며, 이 경우, 탄성 스페이서(59) 중 하나는 바람직하게는 수직으로 배열된다. 이 경우, 수직으로 배열된 탄성 스페이서는 가열 전도체(21) 아래 또는 위에 배치된다.

[0126] 가열 전도체(21)로의 탄성 스페이서(59) 결합의 한 가능성이 도 18에 도시되어 있다. 따라서, 결합을 위해, 예를 들어 탄성 스페이서(59)를 슬리브(83)로 클램핑하는 것도 가능하다. 이 목적을 위해, 슬리브(83)를 가열 전도체(21) 및 탄성 스페이서(59)의 말단 부분(85)으로 밀어넣는다. 추가의 결합은, 예를 들어 가열 전도체(21)에 용접되는 슬리브(83)에 의해 가능하다.

[0127] 가열 전도체로부터 떨어진 쪽의 탄성 스페이서(59)의 말단 부분(87)은 바람직하게는 풋(89)으로 구부러진다. 이 경우, 풋(89)은, 예를 들어 아이렛의 형태로 고안도리 수 있다. 탄성 스페이서(59)는 풋(89)에 의해 파이프라인의 벽상에 지지된다. 이는 도 19에 도시되어 있다. 탄성 스페이서(59)의 사용은, 도 17 내지 19에 나와 있듯이, 파이프라인(5)내의 선결된 높이로 가열 전도체(21)를 유지하는 역할을 한다. 탄성 스페이서(59)가 이들의 각각의 풋(89)으로 스프링 압력에 의해 파이프라인(5)의 벽에 가압된다는 사실은, 탄성 스페이서(59)를 파이프라인(5)내에서 용융염의 유동에 의해 이동될 수 있게 함을 의미한다. 그러므로, 도 13에 도시되어 있듯이, 예컨대 도 7 및 8에서와 같이 가열 전도체(21)에 일정한 간격으로, 바람직하게는 각 수신기마다 하나 이상씩, 고정부를 제공하는 것이 바람직하다.

[0128] 파이프라인(5)의 벽에 대해 풋(89)의 가압에 의해서만 탄성 스페이서(59)를 위치시키는 것은, 필요한 경우 가열 전도체(21)를 탄성 스페이서(59)와 함께 파이프라인(5)에서 쉽게 빼낼 수 있다는 이점을 갖는다. 이것은, 예를 들어 정비가 필요한 경우에 요구될 수 있다.

[0129] 도 19에 도시된 풋 이외에도, 파이프라인(5)에서 유지되도록 하는 임의의 다른 원하는 형태로 가열 전도체 반대쪽에 위치한 탄성 스페이서(59)의 말단 부분(87)을 고안하는 것도 가능하다.

[0130] 또한, 단지 접촉 압력에 의해 파이프라인(5)에서 탄성 스페이서(59)를 고정하는 것뿐만 아니라, 파이프라인에서 탈착될 수 있거나(예를 들어 나사를 조임) 탈착될 수 없게(예를 들어 용접에 의함) 탄성 스페이서(59)를 결합하는 것도 가능하다.

[0131] 도 20에는, 용접에 의해 서로 연결된 파이프라인 구획(53)(예를 들어 태양광 루프의 수신기)을 포함하는 긴 파이프라인(5)이 도시되어 있다. 가열 전도체(21)가 서로 용접된 파이프라인 구획(53)의 스트링(string)으로부터 전기적으로 절연되지 않고 전압이 인가되는 경우, 전류 I_a 가 파이프라인(53) 길이의 스트링을 통해 흐르며, 전류 I_i 가 내부 전도체를 통해 흐르고, 전류의 강도 비 I_i/I_a 는 가열 전도체(21)의 저항에 대한 파이프라인(5)의 저항의 비이다. 상기 비에 상응하여, 파이프라인(5) 및 가열 전도체(21)상에 열이 발생한다. 가열 전도체(21)의 적합한 단면을 선택하고, 우수한 전기 전도도를 가진 물질, 예를 들어 구리 또는 알루미늄을 선택함으로써, 가열 전도체(21)의 저항은, 전류가 가열 전도체(21)내로 충분히 강하게 흐르고 열의 발달이 가열 전도체(21)상에 집중될 정도로 낮아질 수 있다.

[0132] 여기에 도시된 배열에서, 전체 파이프라인(5)에 걸쳐 가열 전도체(21)과 파이프라인(5)사이에는 전위차가 없다. 파이프라인(5)는, 파이프라인(5)가 이동되는 본원에 나타내지 않은 장치 프레임워크와는 전기적으로 절연되어야 한다.

[0133] 비절연된 내부 가열 전도체의 경우, 파이프 내부의 공간내로 가열 전도체(21)를 도입하는 것은 클램핑/나사 조임 결합으로 간단히 달성할 수 있다.

- [0134] 도 21에서, 블라인드 플랜지를 통한 리드-쓰루를 가진 케이블로서 형성된 가열 전도체를 나타낸다.
- [0135] 여기에 나타난 실시양태에서, 가열 전도체(21)은 케이블(91)의 형태를 취한다. 이 경우, 케이블(91)은 다수의 연선 전도체(93)로부터 트위스트된다.
- [0136] 본원에서, 예를 들어 도 21에 도시되어 있듯이, 케이블은 세 개의 연선 전도체로 제조되거나 세 개의 연선 전도체보다 하나 또는 둘 많은 것으로 제조될 수 있다.
- [0137] 케이블(91)로서 형성된 가열 전도체(21)를 파이프라인 구획(47)의 말단 피스에 결합하기 위해, 케이블(91)은 둥근 막대(95)와 연결된다. 케이블(91)과 둥근 막대(95)의 연결은, 예를 들어 용접 연결, 또는 나사 조임 또는 클램핑에 의해 대안적으로 수행된다. 클램핑 연결의 경우에, 둥근 막대(95)는 케이블(91)상에 클램핑된다. 본원에서 나타난 실시양태에서, 케이블(91)은 용접 연결부(97)에 의해 둥근 막대(95)에 연결된다.
- [0138] 둥근 막대(95)는, 파이프라인 구획(53)이 폐쇄되는, 블라인드 플랜지(101)을 통해 스테핑-박스 리드-쓰루(99)를 관통한다. 둥근 막대(95)의 결합을 위해, 스테핑-박스 리드-쓰루(99)는 스테핑 박스(103)를 포함한다. 이는 클램핑 슬리브(105)로 받쳐진다.
- [0139] 케이블(91)로서 형성된 가열 전도체(21)에 전압을 공급하기 위해 전압이 둥근 막대(95)에 인가될 수 있다.
- [0140] 도 22의 A 내지 C에서, 케이블로서 형성된 상이한 가열 전도체의 단면을 나타낸다.
- [0141] 도 22의 A 내지 C에서 나타난 케이블(91)은 각각의 경우 세 개의 연선 전도체(93)로 구성된다.
- [0142] 도 22의 A에서, 연선 전도체(93)는 속이 찬 형태이다. 개개의 연선 전도체 사이에서, 채용용되는 동안 용융염이 유동할 수 있는 간극 채널(107)이 형성된다.
- [0143] 도 22의 B에 나타난 실시양태에서, 연선 전도체(93)은 평평한 튜브로서 형성된다. 평탄화는 도 22의 A에 나타난 실시양태와 비교할 때 더 큰 간극 채널(107)을 형성하는 효과가 있다. 훨씬 더 큰 간극 채널(107)은 도 22의 C에 나타난 실시양태의 경우에서 얻어지며, 이 경우 케이블(91)이 트위스트되는 개개의 연선 전도체(93)는 쿨팔 모양을 갖는다.
- [0144] 파이프라인의 말단 길이를 통해 가열 전도체를 리딩하기 위한 대안적인 실시양태는 도 23에 나와있다.
- [0145] 종래의 물질, 특히 관례적인 중합체 물질로부터 제조된 밀봉 고리로 스테핑 박스를 제조하기 위해서는, 가열 전도체 및 둥근 막대를 따라 온도 구배를 실현하는 것이 필요하다. 온도 구배는, 둥근 막대(95)가 통과하는 절연된 파이프라인(5)의 말단에 의해 설정된다. 또한, 구배의 형성은 가열 전도체(21)의 리드-쓰루 내부 열 절연에 의해 보조될 수 있다. 내부 열 절연은, 예를 들어 580℃ 이하의 내열성을 갖는 세라믹 섬유를 사용하여 실현될 수 있다. 세라믹 섬유에 의한 충전은 참고 번호 109로 나타낸다.
- [0146] 둥근 막대(95)는 처음에 전기 절연성 내온도성 물질, 예를 들어 세라믹 또는 탄화 규소로 된 제 1 슬리브로 둘러싸인다. 제 1 슬리브(111)은 바람직하게는 580℃ 이하의 내온도성을 갖는다.
- [0147] 제 1 슬리브(111)에 제 2 슬리브(113)가 인접된다. 제 2 슬리브(113)은 유사한 전기 절연 물질(그러나 더 낮은 내온도성을 가질 수 있음)로부터 제조된다. 예를 들어, 260℃ 이하의 내온도성이 충분하다. 예를 들어, 고온 플라스틱, 예컨대 PTFE가 제 2 슬리브(113)용 물질로서 사용될 수 있다.
- [0148] 그 후, 제 2 슬리브(113)에 스테핑-박스 리드-쓰루(99)가 인접된다. 이 목적을 위해, 스테핑-박스 리드-쓰루(99)는 파이프라인의 말단에서 플랜지(115)에 결합된다.
- [0149] 사용되는 둥근 막대(95)는 바람직하게는 우수한 전기 전도도를 가진 물질을 포함한다. 둥근 막대를 완전히 우수한 전기 전도도를 가진 물질로부터 만들거나, 또는 달리, 덜 우수한 전도도를 가진 물질, 예컨대 강으로 둘러싸이는 우수한 전기 전도도를 가진 물질의 코어를 제공하는 것이 가능하다. 예를 들어, 우수한 전기 전도도를 가진 물질로서 구리 또는 알루미늄이 적합하다. 특히, 바람직하게는 구리 코어를 갖는 둥근 막대(95)가 사용된다.
- [0150] 도 24에서, 가열 전도체가 어떻게 이동식 파이프 연결에 제공되는지 보여준다.
- [0151] 도 10 및 11에 나타난 유동 편향 이외에, 예를 들어, 유동 편향을 위해 이동식 파이프 연결을 제공하는 것도 대안적으로 가능하다. 여기서, 파이프 굴곡부(117)은 가요성 물질로부터 제조된다. 이 목적을 위해, 예를 들어, 필요한 가요성을 달성하기 위해 물결 형태 또는 지그재그 형태로 파이프 굴곡부를 고안하는 것이 가능하다.

- [0152] 동결된 후, 파이프 굴곡부(117)에서 염이 재용융할 수 있도록, 파이프 굴곡부(117)에 가열 전도체(21)를 제공하는 것이 또한 필요하다. 가열 전도체가 파이프 굴곡부(117)의 벽과 접촉되는 것을 방지하기 위해, 가열 전도체(21)는, 예를 들어 도 17 및 18에 도시되어 있듯이 탄성 스페이서(59)에 의해 파이프라인에서 고정된다. 개개의 탄성 스페이서(59)의 간격은, 가열 전도체(21)이 파이프 연결의 굴곡부에서도 파이프 벽에 접촉되지 않도록 선택된다.
- [0153] 태양광 루프의 말단에서의 편향 이외에, 수신기를 포함하는 파이프라인을 각각 태양에 대해 최적의 위치로 적용하기 위해, 예를 들어 개개의 태양광 수신기 사이에 도 24에 도시되어 있는 바와 같은 이동식 파이프 연결부가 포함될 수 있다.
- [0154] 가요성 파이프 굴곡부 이외에, 도 24에 도시되어 있듯이 90°의 편향이 제공되는 경우, 예를 들어 도 21 및 23에 도시되어 있듯이, 블라인드 플랜지에서 파이프라인 구획(47)으로부터 파이프라인 밖으로 가열 전도체를 꺼내고, 가열 전도체를 전기 전성도 방식으로 말단에서 외부의 전도성 수단(119)에 연결하는 것이 유리하다. 폐쇄부(49)에서의 말단과 유사하게 90° 전환되는 파이프라인 구획(121)은, 예를 들어 블라인드 플랜지로서 형성되며, 가열 전도체(21)를 통과하여 이후 이동식 파이프 연결부로 리드-쓰루된다.
- [0155] 편향 및 이동식 파이프라인 구획 이외에, 파이프라인은 보통 피팅, 예를 들어 밸브를 포함한다. 가열 전도체가 제공된 밸브의 단면은 예를 들면 도 25 및 26에 도시되어 있다.
- [0156] 도 25는 가열 전도체(21)이 제공된 밸브(123)의 단면을 나타내며, 도 26은 도 25의 밸브의 단면을 평면도로 나타낸다.
- [0157] 밸브는 보통 밸브 시트(127) 및 폐쇄 요소(129)과 함께 밸브 몸체를 포함한다. 고정화된 염이 밸브내에서 용융될 수 있도록 고리의 형태로 밸브 시트(127)를 따라 가열 전도체(21)가 제공된다. 이는, 가열 전도체가 가열 고리(121)를 형성함을 의미한다. 이 경우, 가열 고리(131)는 밸브(123)의 폐쇄 기능이 손상되지 않도록 위치된다. 또한, 가열 고리(131)와 폐쇄 요소(129) 사이의 직접적인 연결은 가열 전도체(21)가 전압을 이송하는 경우 피해야 한다. 이런 이유로, 밸브 시트(127)에 절기 절연부(133)가 제공되는 것이 유리하다. 이 경우, 전기 절연부(133)은 바람직하게는 밸브 시트(127)를 형성한다. 가열 전도체(21) 또는 가열 고리(131)로부터 밸브 몸체(125)로의 단락(short-circuiting) 전류 흐름을 피하기 위해, 밸브 몸체(125)에 대해 가열 고리(131) 및 가열 전도체(21)를 전기적으로 절연하는 것 또한 유리하다. 이 목적을 위해, 밸브 몸체(125)에 대해 가열 고리(131)가 놓인 영역에서, 예를 들어 전기적 절연 물질, 예를 들어 세라믹을 밸브 몸체(125)내로 도입한다. 이때, 전기 절연부에 사용된 물질은 밸브에서 생기는 피팅에 대해 열적으로 안정한 것이 필수적이다.
- [0158] 도 25 및 26에 나타난 밸브의 실시양태 이외에, 가열 고리(131) 또는 다른 기하학적 고안으로 다른 피팅, 예를 들어 덮개(flap) 또는 슬라이드(slide)에 가열 전도체(21)를 제공하는 것 또한 가능하다.
- [0159] **실시예**
- [0160] 실시예 1
- [0161] 고급 강 막대로서 구성된 가열 전도체(21)를 200 m의 긴 파이프라인을 가열하기 위해 사용한다. 가열 전도체는 25 mm의 직경을 갖는다. 이 경우, 가열 전도체는 고급 강 St 1.4301로 제조된다.
- [0162] 가열 전도체(21)의 저항율은 290℃의 작동 온도에서 0.00073 Ω/mm이다. 가열에 필요한 비 출력은 100 W/m이다. 가열을 위해 인가된 전압은 77.3 V이며, 전류 세기는 259 A이다. 200 m 길이에 의해 필요한 전력은 20 kW이다. 그러나, 상기 전력은 매우 짧은 용융시간 동안에만 필요하다.
- [0163] 더 높은 전압이 가열을 위해 사용되는 경우, 가열 전도체의 더 작은 단면을 선택하는 것이 가능하다. 가열 전도체에 걸쳐 하락하는 열 출력은, 예를 들어 사이리스터(thyristor)-스위칭되는 펄스형 조작에 의해 감소될 수 있다.
- [0164] 전기적으로 절연되지 않은 가열 전도체 고정부에 의해 가열 전도체가 파이프라인(5)에 결합되는 경우, 가열 전도체 고정부는, 예를 들어 1.5 mm의 직경을 갖는 스프링으로 고안되며, 한편으로는 파이프 벽 상의 가열 전도체 고정부를 통해서, 다른 한편으로는 전기 전도성 용융염을 통해서 기생 전류가 생성된다. 생성된 기생 전류는 하기 표 1에 제시되어 있다.

[0165] [표 1] 기생 전류

전류 경로	단면	전도의 형태	직경	저항	전류 세기	저항률
	mm^2		mm	Ω	A	Ω/m
가열 전도체에서의 전류	490.9	원형	25.0	0.0051	265.6	0.0134
가열 전도체 고정부를 통한 전류	1.77	원형	1.5	0.0267		0.0134
외부 튜브를 통한 전류	427.3	원형		0.0059		0.0134
합계				0.0325	41.48	
용융염을 통한 전류	181.427	장방형		13.62	0.10	0.0049

[0166]

[0167]

가열 전도체에서의 전류 세기와 비교할 때, 가열 전도체 고정부 및 외부 튜브 뿐만 아니라 용융염을 통한 훨씬 더 낮은 전류 세기는, 가열 전도체 고정부 및 용융염을 통한 전기 전도성 연결 및 기생 전류가 있는 경우에도, 가열 전도체에서 가열 전도체(21) 주변의 염을 용융하도록 충분히 큰 가열 전력이 생성되어, 이로써 가열 전도체(21)를 둘러싸는 채널이 생성되어, 이를 통해 용융염이 유동하여 염의 용융에 의해 증가하는 부피에 의해 생긴 압력을 동등하게 할 수 있음을 보여준다.

[0168]

실시예 2

[0169]

고급 강 1.4541의 파이프라인은 $1.7 \text{ m}(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ 의 전도도 및 65 mm의 내부 직경과 2 mm의 벽 두께를 갖는다. 파이프라인의 단면적은 421 mm^2 이다. 파이프의 전도도는 $716 \text{ m}/\Omega$ 이다. 열 성장의 90%가 파이프라인 내부의 내부 전도체상에서 일어나도록 하는 경우, 내부 전도체가 전류량의 10배를 수용하는 것이 필요하다. 이 목적을 위해, $7.157 \text{ m}/\Omega$ 의 전도도가 필요하다. 구리는 20°C 의 온도에서 $56.2 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ 의 전도율을 갖는다. 이는, 구리로 된 내부 전도체는 127 mm^2 의 단면적이 필요하다는 것을 의미한다. 이는, 12.7 mm 직경의 하나의 구리 와이어 또는 각각 7.4 mm 직경의 세 개의 구리 와이어에 해당한다. 알루미늄으로 된 내부 전도체가 사용되는 경우, 동일한 전도율을 위해 15.8 mm의 직경이 필요하다.

[0170]

파이프라인과 비교할 때 내부 전도체의 매우 적은 양, 결과적으로 매우 적은 열용량 때문에, 내부 전도체가 바람직하게 가열되는 효과를 달성하는데 더 작은 직경이 충분하다. 일반적으로, 전체 전류의 50% 미만이 내부 전도체에 보내지는 경우도 충분하다. 이는, 내부 전도체가 작은 직경을 갖도록 구성될 수 있게 하고, 우수한 전기 전도성을 갖는 저렴한 물질, 예를 들어 구리를 사용할 수 있도록 한다. DN65 파이프라인 시스템의 경우, 예를 들어 각각 5 mm의 직경을 갖는 세 개의 구리 와이어로 가열 전도체를 형성하기 충분할 수 있다. 이 경우, 바람직하게는 구리 와이어는 트위스트되어 케이블을 형성한다.

[0171]

온도 증가가 있는 경우, 구리의 전기 전도성은 고급 강의 전도성보다 훨씬 더 빠르게 떨어짐을 주목해야 한다. 그러나, 상대적 하락은, 내부 전도체의 의도한 가열을 방해할 정도로 그렇게 크지는 않다. 내부 전도체는 열 전달 염의 용점보다 훨씬 더 높게 가열될 필요는 없다는 것을 기억해야 한다.

[0172]

표준 파이프 물질로 사용되는 St 1.4541은 강으로서는 낮은 전기 전도성을 갖는다. 그러나, 훨씬 더 낮은 전도성을 갖는 또 다른 고급 강으로부터 완전히 또는 부분적으로, 파이프라인 물질, 예를 들어 태양광 루프에서 개개의 수신기의 흡수 파이프를 제조하는 것이 적합할 수 있다. 이런 강은, 예를 들어 St 1.4301이다. 그러나, 사용되는 열 전달 매질과의 부식 상용성 또한 보장되어야 한다.

[0173]

용융염의 종류에 따라, 가열 전도체상의 부식을 방지하고, 염의 안정성을 손상하지 않기 위해, 가열 전도체용으로 사용된 구리 또는 알루미늄이 용융염과 직접 접촉하지 않는 것이 필요할 수 있다. 열 전달 매질로 사용된 염과 가열 전도체의 물질, 예를 들어 구리 또는 알루미늄과의 가능한 비상용성은, 예를 들어 외부 고급 강 피복과 함께 구성되는 가열 전도체의 개개의 연선 전도체에 의해 해결될 수 있다.

[0174]

또한, 내부 전도체를 파이프라인 벽에 가능한 가까이 결합하는 것도 대안적으로 가능하다. 높은 전도성을 갖는 물질을 선택함으로써, 파이프라인을 통한 전류 흐름은 특히 적합한 영역, 예를 들어 파이프라인의 상부 영역상에 집중될 수 있다. 그러나 이런 구조의 가요성 및 열적 성질은 내부에 놓인 가열 전도체의 것보다 더 나쁘다.

부호의 설명

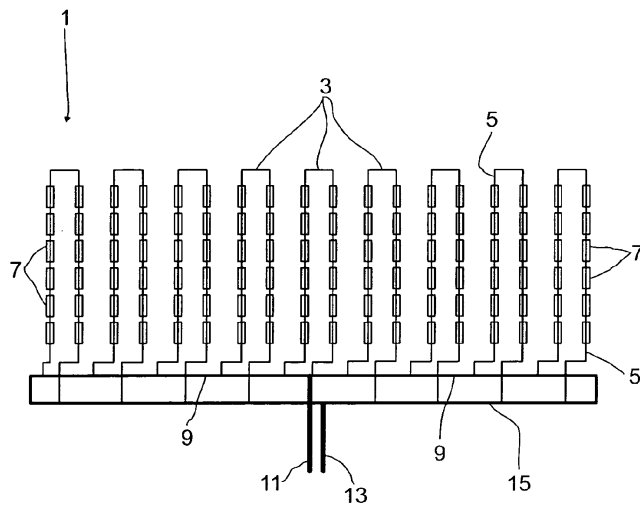
[0175]

- 1 태양 전지판(solar array)
- 3 태양광 루프(solar loop)
- 5 파이프라인(pipeline)
- 7 유리 튜브(glass tube)
- 9 수집기(collector)
- 11 열 전달 매질 유출부(heat-transfer medium outflow)
- 13 열 전달 매질 유입부(heat-transfer medium inflow)
- 15 분배기(distributor)
- 17 진공배기된 버블(evacuated bubble)
- 19 고형화된 염(solidified salt)
- 20 발포체 유사 영역(foam-like region)
- 21 가열 전도체(heating conductor)
- 23 주요 전압 공급기(main voltage supply)
- 25 공급 라인(supply line)
- 27 변압기(transformer)
- 29 아이렛(eyelet)
- 31 루프(loop)
- 33 절연 슬리브(insulating sleeve)
- 35 확장부(widening)
- 37 루프(loop)
- 39 후크(hook)
- 41 슬리브(sleeve)
- 43 채널(channel)
- 45 파이프 굴곡부(pipe bend)
- 47 파이프라인 구획(pipeline section)
- 49 폐쇄부(closure)
- 51 분절(segment)
- 53 파이프라인 구획(pipeline section)
- 55 절연체(insulator)
- 57 기계적 보상기(mechanical compensator)
- 59 탄성 스페이서(resilient spacer)
- 61 기생 전류 흐름(parasitic current flow)
- 63 용융염을 통한 전류 흐름(current flow through the molten salt)
- 65 튜브형 케이블(tubular cable)
- 67 내부 채널(inner channel)
- 69 천공된 튜브(perforated tube)

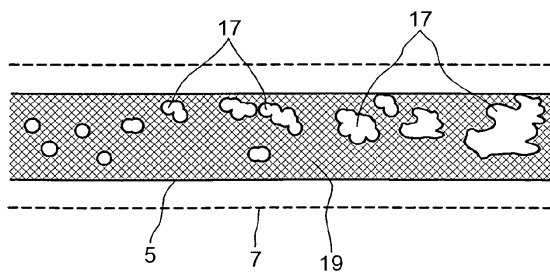
- 71 V-형 함몰부(v-shaped depression)
- 73 막대(rod)
- 75 메시(mesh)
- 77 코어(core)
- 79 내부식성 튜브(corrosion-resistant tube)
- 81 팽창 영역(expansion region)
- 83 슬리브(sleeve)
- 85 탄성 스페이서의 말단 부분(end portion of the resilient spacers)
- 87 가열 전도체로부터 먼쪽의 말단 부분(end portion facing away from the heating conductor)
- 89 풋(foot)
- 91 케이블(cable)
- 93 연선 전도체(stranded conductor)
- 95 둥근 막대(round rod)
- 97 용접된 연결부(welded connection)
- 99 스테핑-박스 리드-쓰루(stuffing-box lead-through)
- 101 블라인드 플랜지(blind flange)
- 103 스테핑 박스(stuffing box)
- 105 클램핑 슬리브(clamping sleeve)
- 107 간극 채널(interstitial channel)
- 109 세라믹 섬유(ceramic fibers)
- 111 제 1 슬리브(first sleeve)
- 113 제 2 슬리브(second sleeve)
- 115 플랜지(flange)
- 117 파이프 굴곡부(pipe bend)
- 119 외부의 전도성 수단(external conducting arrangement)
- 121 90° 전환되는 파이프라인 구획(pipeline section turned by 90°)
- 122 클램핑 장치(clamping device)
- 123 밸브(valve)
- 125 밸브 몸체(valve body)
- 127 밸브 시트(valve seat)
- 129 용접 요소(welding elements)
- 131 가열 고리(heating ring)
- 133 전기 절연체(electrical insulation)

도면

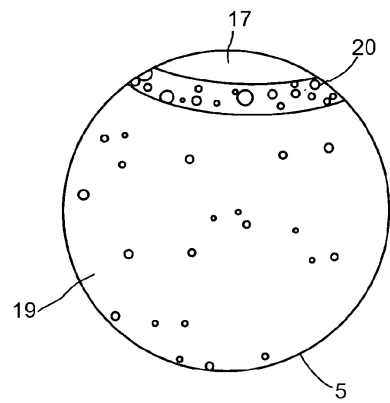
도면1



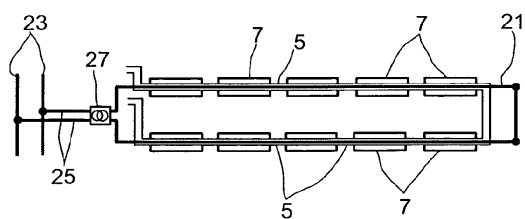
도면2



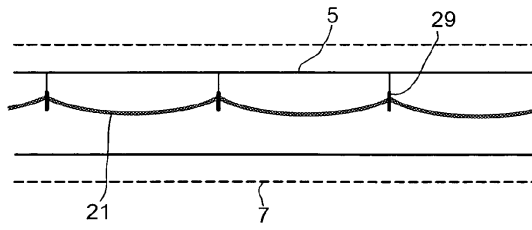
도면3



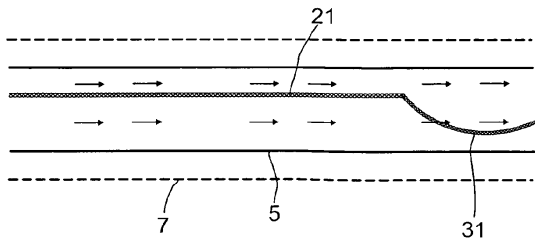
도면4



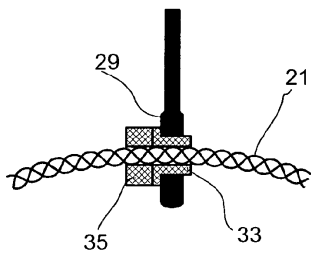
도면5



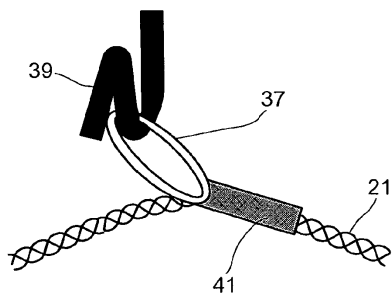
도면6



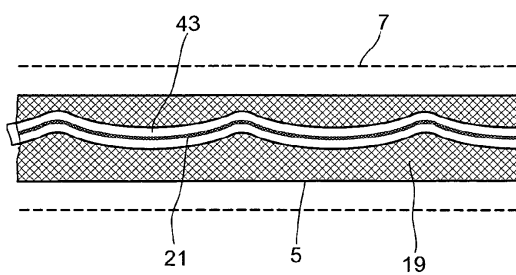
도면7



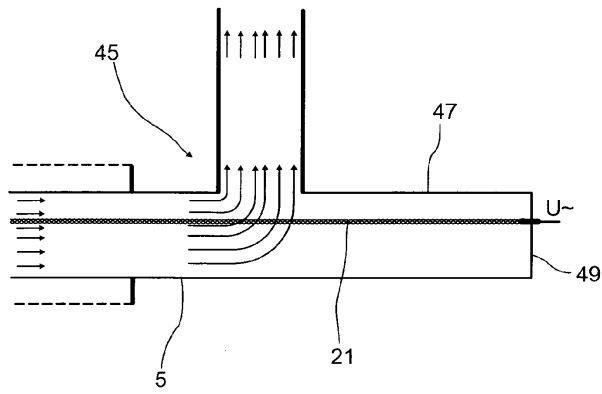
도면8



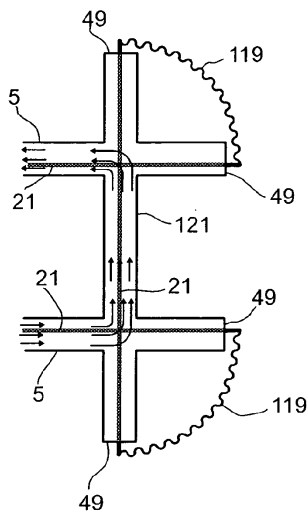
도면9



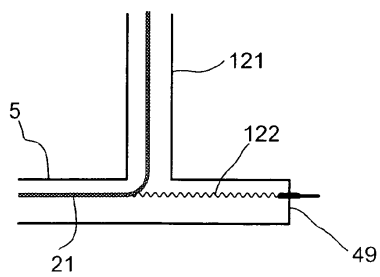
도면10



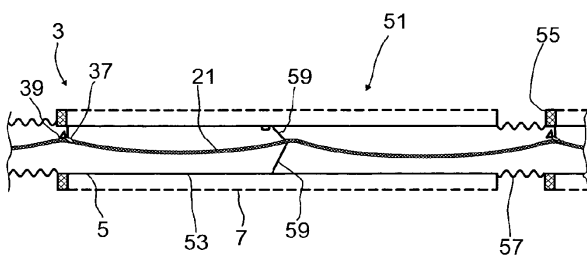
도면11



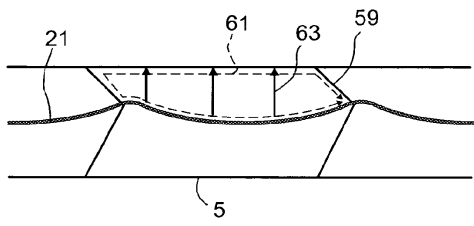
도면12



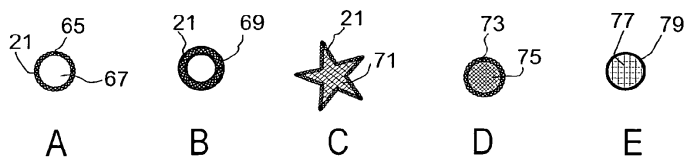
도면13



도면14



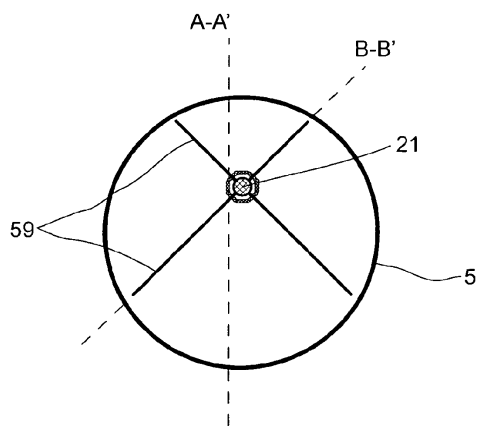
도면15



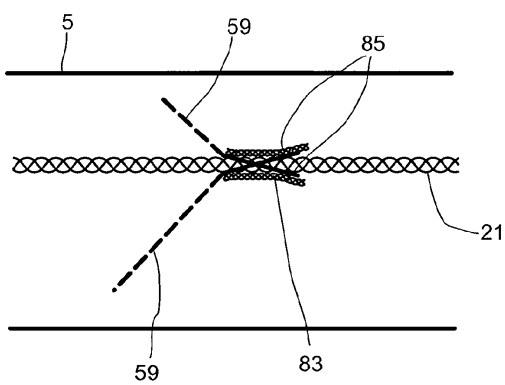
도면16



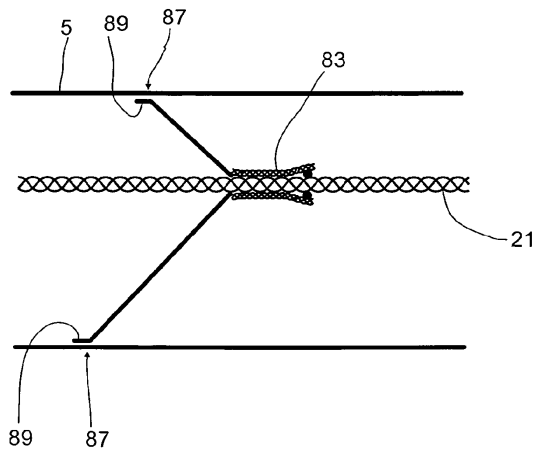
도면17



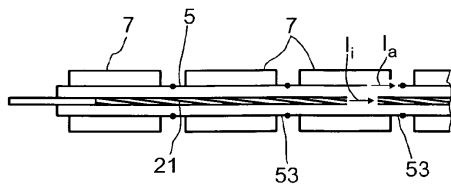
도면18



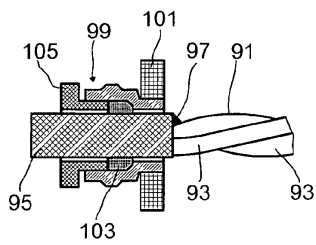
도면19



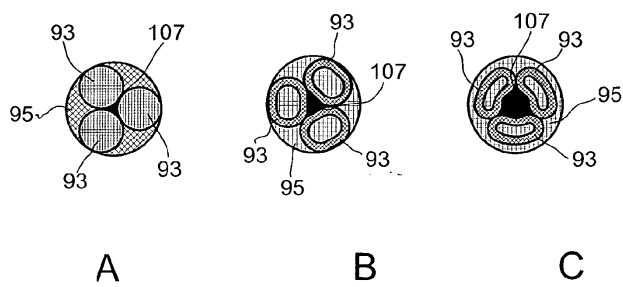
도면20



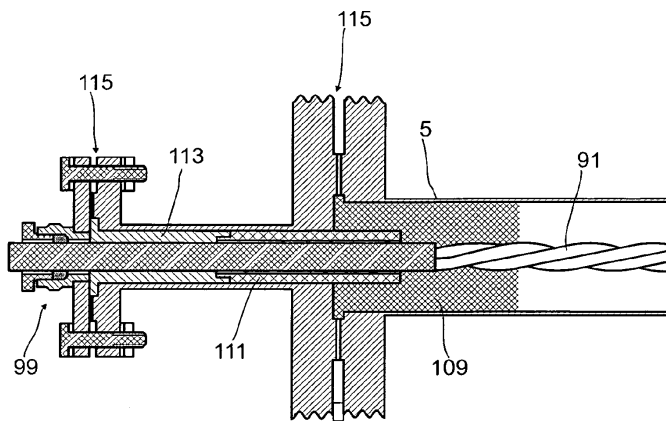
도면21



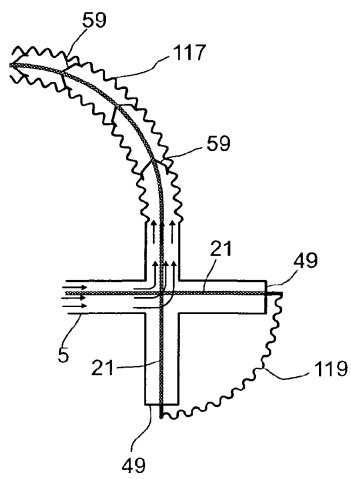
도면22



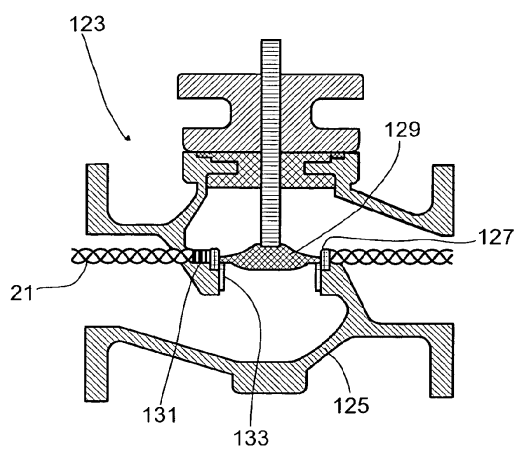
도면23



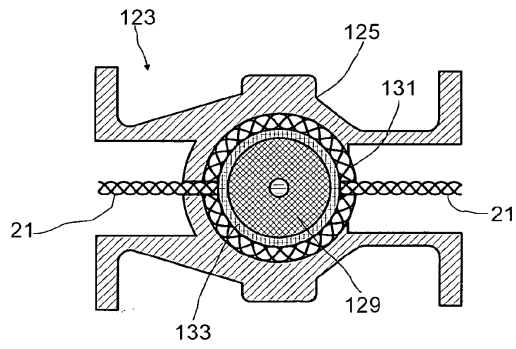
도면24



도면25



도면26



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항

【변경전】

편직물(65) 또는 직조물로 고안되거나

【변경후】

편직물(65) 또는 직조물로 형성되거나