(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0097404
(43) 공개일자 2019년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28F 19/00 (2006.01) *C02F 1/461* (2006.01)
F01K 23/02 (2006.01) *F24T 10/00* (2018.01)
F25B 30/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F28F 19/00 (2013.01)
C02F 1/46104 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0016777
(22) 출원일자 2018년02월12일
심사청구일자 2018년02월12일

(71) 출원인
주식회사 케이디파워
강원도 춘천시 남산면 해오름길 117(301호)
(72) 발명자
박기주
강원도 춘천시 남산면 해맞이길 66
박건우
서울특별시 동작구 여의대방로 22, 1동 603호 (신대방동,우성아파트)
지상현
강원도 춘천시 후만로24번길 13, 501동 512호(후평동,현대5차아파트)
(74) 대리인
박영복, 황영욱

전체 청구항 수 : 총 11 항

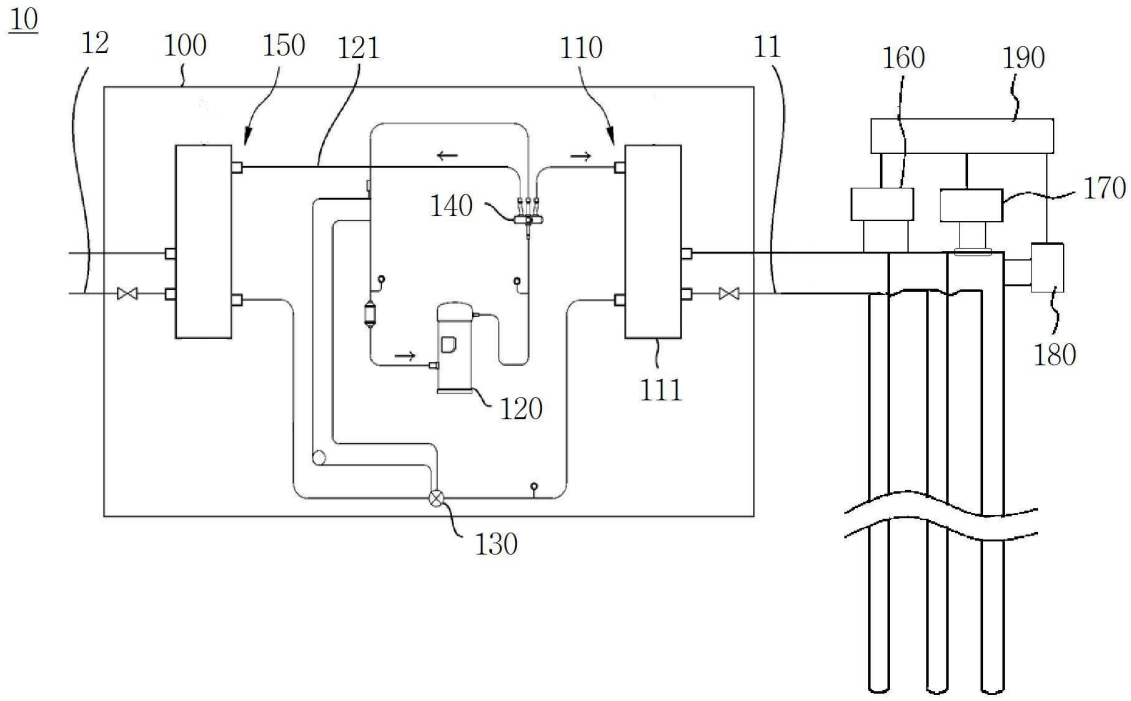
(54) 발명의 명칭 **지열 발전 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 펄스전류 또는 전기분해를 실시하도록 한 지열 발전 시스템에 관한 것으로서, 지열을 열원으로 하여 지중에서 열교환되어 공급된 지열수가 공급되는 제 1 열교환기와, 상기 제 1 열교환기 내부에서 지열수와 열교환된 냉매를 공급하도록 냉매의 순환을 허용하는 제 1 냉매 순환라인과, 상기 제 1 냉매 순환라인 상에 결합되는

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



압축기 및 팽창밸브와, 상기 압축기로부터 공급되는 냉매가 상기 제 1 냉매 순환라인 상에서 공급되는 경로를 설정하는 4방밸브와, 상기 제 1 열교환기와 동일한 구성으로 부하측에 배치되는 제 2 열교환기를 포함하는 히트펌프와, 상기 제 1 열교환기에 연결되고 지중의 열원을 이용하기 위해 지중에 매설된 다수의 지중 열교환기와, 상기 지중 열교환기에 펄스 전류를 인가하여 상기 지중 열교환기 내부에 생성된 스케일을 제거하는 펄스 발생기와, 상기 지중 열교환기의 일부에 감겨져 내부를 흐르는 물을 전기분해하여 이온화하는 전기분해 발생부와, 상기 지중 열교환기 중 유입관쪽에 구성되어 유속의 변화를 감지하는 유속 감지부와, 상기 유속 감지부의 유속 변화를 모니터링하고 분석하여 유속 변화에 따라 상기 펄스 발생기 또는 전기분해 발생부를 제어하는 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
F01K 23/02 (2013.01)
F24T 10/30 (2018.05)
F25B 30/02 (2013.01)
Y02E 10/10 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

지열을 열원으로 하여 지중에서 열교환되어 공급된 지열수가 공급되는 제 1 열교환기와, 상기 제 1 열교환기 내부에서 지열수와 열교환된 냉매를 공급하도록 냉매의 순환을 허용하는 제 1 냉매 순환라인과, 상기 제 1 냉매 순환라인 상에 결합되는 압축기 및 팽창밸브와, 상기 압축기로부터 공급되는 냉매가 상기 제 1 냉매 순환라인 상에서 공급되는 경로를 설정하는 4방밸브와, 상기 제 1 열교환기와 동일한 구성으로 부하측에 배치되는 제 2 열교환기를 포함하는 히트펌프와,

상기 제 1 열교환기에 연결되고 지중의 열원을 이용하기 위해 지중에 매설된 다수의 지중 열교환기와,

상기 지중 열교환기에 펄스 전류를 인가하여 상기 지중 열교환기 내부에 생성된 스케일을 제거하는 펄스 발생기와,

상기 지중 열교환기의 일부에 감겨져 내부를 흐르는 물을 전기분해하여 이온화하는 전기분해 발생부와,

상기 지중 열교환기 중 유입관쪽에 구성되어 유속의 변화를 감지하는 유속 감지부와,

상기 유속 감지부의 유속 변화를 모니터링하고 분석하여 유속 변화에 따라 상기 펄스 발생기 또는 전기분해 발생부를 제어하는 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 펄스 발생기는 플레밍의 왼손법칙과 로렌츠의 힘을 이용하여 펄스를 발생하는 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어어서, 상기 펄스 발생부는 1kHz~100kHz의 펄스 전류를 발생하는 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 전기분해 발생부는 상기 지중 열교환기의 외측에 유도코일이 감겨져 있고 상기 유도코일에 교류전원을 인가하여 전기장을 발생하는 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제 1, 제 2 열교환기는

지중에서 공급된 지열수와 히트펌프에서 공급된 냉매가 교차하는 축열탱크와,

상기 축열탱크 내부에서 지열수를 제 1 방향으로 공급하도록 적어도 하나 이상 구비되는 스파이럴관과,

상기 스파이럴관의 적어도 일 부분을 감싸도록 배치되어 상기 스파이럴관 외주면에 접촉하도록 상기 제 1 방향으로 내부에서 냉매를 공급하는 열교환 파이프와,

상기 스파이럴관을 통해 공급된 지열수를 상기 열교환 파이프 외주면과 접촉하면서 상기 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로 공급시키도록 상기 축열탱크 내부에 마련되는 열교환 챔버를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 축열탱크는,

상기 지열수 공급챔버와 냉매 공급챔버 사이를 차폐하는 제 1 차폐판과,

상기 열교환 챔버의 일 측에서 상기 제1차폐판과 함께 상기 냉매 공급챔버를 형성하는 제 2 차폐판과,

상기 열교환 챔버의 타 측에서 상기 냉매 배출챔버를 차폐하는 제 3 차폐판과,

상기 냉매 배출챔버와 리버스 챔버 사이를 분리시키는 제 4 차폐판을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 스파이럴관은,

상기 제 1 차폐판 상에서 상기 지열수 공급챔버와 연통하는 입구가 마련되고, 상기 제 4 차폐판 상에서 상기 리버스 챔버와 연통하는 출구가 마련되는 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 축열탱크는,

상기 열교환 챔버 내부에서 상기 열교환 파이프를 지지함과 동시에 상기 리버스 챔버로부터 상기 제 2 방향으로 회수되는 지열수의 방향을 변화시키는 적어도 하나 이상의 제 5 차폐판을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 9

제 5 항에 있어서, 상기 스파이럴관과 열교환 파이프 사이에 개재되어 상기 스파이럴관의 외주면과 열교환 파이프의 내주면 사이를 지지하는 지지부재를 더 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 10

제 5 항에 있어서, 상기 축열탱크는 내부의 지열수 온도를 센싱하는 온도센서를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

청구항 11

제 5 항에 있어서, 상기 축열탱크는 지열수가 이송하면서 발생되는 기포를 외부로 배출하는 에어벤트를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 지열 발전 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 지열 발전 시스템에 관한 것으로서, 특히 지중 열교환기(열교환 파이프) 내부의 스케일 제거 및 생성을 방지하여 발전 효율을 향상시키도록 한 지열 발전 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 사용되고 있는 가정 및 산업용 에너지원은 석유나 천연가스와 같은 화석연료 또는 핵연료 등이 주류를 이루고 있다. 이러한 에너지원은 연소과정에서 발생하는 각종 공해물질로 인하여 수질 및 토양을 포함하는 환경을 오염시킬 뿐만 아니라, 매장량의 한계가 있기 때문에 대체에너지 개발이 활발하게 진행되고 있다.

[0003] 이러한 대체 에너지 중에서도 녹색 에너지로 각광받고 있고, 무한한 에너지원을 갖는 풍력, 태양열, 지열 등에 관한 연구가 지속되고 있으며, 이러한 에너지원은 공기오염과 기후변화에 거의 영향을 미치지 않으면서 에너지를 얻을 수 있는 장점이 있는 반면 에너지 밀도가 대단히 낮은 단점이 있다.

[0004] 특히, 풍력과 태양열을 이용하여 에너지를 얻기 위해서는 설치장소의 한계와 함께 넓은 면적이 확보되어야 하며, 이 장치들은 단위 장치당 에너지 생산 용량이 적고 또한 설치 및 유지관리에 많은 비용이 소요되고 있다.

[0005] 그런데 대체 에너지의 일원인 지열은 지중의 일정한 범위에 분포되는 지열을 이용하여 냉난방을 제공하는 공기조화장치에 적용되기도 하는데, 지열을 이용하여 가정을 비롯한 건물 등의 냉난방 기술에 적용하는 경우, 기존 냉난방장치에 비하여 최대 40% 이상의 에너지를 절감할 수 있으며, 40~70%의 에너지 발생비용을 절감할 수 있는 것으로 알려져 있다.

[0006] 이러한 지열을 이용한 열교환기는 지하에 일정 깊이로 매설된 지중 열교환기를 통하여 연중 약 10~20℃로 유지되는 지열을 이용하여 하절기에는 지중으로 냉매의 열을 방출하고, 동절기에는 지중으로부터 냉매가 열을 흡수하여 연내 안정적인 냉난방 운전이 가능하다.

[0007] 그러나 종래 사용되고 있는 지열을 이용한 열교환기는 장시간 연속 운전 시 필요한 열량을 지열로부터 지속적으로 공급받지 못하는 경우가 발생하고 있다.

[0008] 또한, 냉매의 열교환 방향 또는 유속이 일정하여 지열과 지중 열교환기 사이에서 쉽게 스트레스가 발생하는 문제가 있고, 이러한 스트레스로 인해 지중 열교환기의 열교환 효율이 떨어지는 문제가 있으며, 히트펌프로 유입되는 냉매의 온도가 높아지는 경우, 히트펌프의 수명이 단축되는 문제점이 있다.

[0009] 그리고 지열수와 히트펌프 내의 열교환기를 순환하는 냉매가 열교환함에 있어서, 기존 열교환기에 사용되는 배관은 스케일에 의해 쉽게 막히면서 열교환 효율이 점차적으로 감소하는 문제점이 지적되고 있다.

[0010] 여기서, 스케일이란 금속면에 부착한 피막상의 불순물, 금속 산화물을 말하는데, 관석(罐石)이라고도 한다. 이러한 스케일은 열전도율이 0.7~3kcal/mh℃인 열의 불량 도체이기 때문에 이것이 생성되면 전체적으로 열전달이 저해되고 그로 인해 효율 저하를 초래하며 또한 스케일의 성분에 따라서 부식성까지 있어 부식의 폐해까지 초래하게 된다.

[0011] 아래의 표 1은 스케일의 두께와 연료의 손실 분할 관계를 나타낸 것이다.

표 1

[0012]

스케일 두께(㎜)	0.5	1	2	3	4	5	6
연료의 손실(%)	1.1	2.2	4.0	4.7	6.3	6.8	8.2

[0013] 고온에서 금속 표면에 생성되는 산화 피막 예를 들면, 철은 상온에 놓아두면 얇은 산화 피막으로 표현이 덮여 산화가 정지되어 있지만, 온도를 올리면 막이 성장해서 간섭색을 띠고(뜨임색), 더욱 고온도에서는 두터운 스케일이 생성된다. 철연 몇 종의 산화물을 생성하는데 외층에서의 두께는 Fe_2O_3 0.5~2, Fe_3O_4 10~15, FeO 85~90%로, 이것은 산화 및 철 원자의 확산 과정에 의하여 설명할 수 있다. 크롬을 다양으로 함유한 내열강은 Cr_2O_3의 층에 의해 철의 산화를 억제하는 것이다. 또, 철강 소재를 열간 단련, 단조 또는 압연할 때 가열 작업에 의해 스케일이 생성되지만 제품 상처의 원인도 되기 때문에 특히 스케일 그대로 사용하는 열간 압연 제품에서는 제조 공정 중 스케일 브레이커로 스케일을 제거한다.

[0014] 따라서 지열 발전 시스템에 사용되는 냉매는 지하수를 많이 사용하고 있으며 이를 장시간 사용시 철 성분으로 구성된 지중 열교환기내에 스케일이 생성되고 생성된 스케일에 의해 발전 효율이 저하된다. 이로 인하여 근본적으로 스케일의 제거와 함께 방지에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 상기 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서 지중 열교환기(열교환 파이프)에 플레밍의 왼손 법칙 또는 로렌츠의 힘을 이용하여 1kHz부터 100kHz의 펄스전류 또는 전기분해를 통해 스케일을 제거함과 더불어 스케일의 생성을 방지와 지중 열교환기 내부의 스케일 생성에 따른 유속의 변화를 감지하여 모니터링을 통해 펄스전류 또는 전기분해를 실시하도록 한 지열 발전 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 지열 발전 시스템은 지열을 열원으로 하여 지중에서 열교환되어 공급된 지열수가 공급되는 제 1 열교환기와, 상기 제 1 열교환기 내부에서 지열수와 열교환된 냉매를 공급하도록 냉매의 순환을 허용하는 제 1 냉매 순환라인과, 상기 제 1 냉매 순환라인 상에 결합되는 압축기 및 팽창밸브와, 상기 압축기로부터 공급되는 냉매가 상기 제 1 냉매 순환라인 상에서 공급되는 경로를 설정하는 4방밸브와, 상기 제 1 열교환기와 동일한 구성으로 부하측에 배치되는 제 2 열교환기를 포함하는 히트펌프와, 상기 제 1 열교환기에 연결되고 지중의 열원을 이용하기 위해 지중에 매설된 다수의 지중 열교환기와, 상기 지중 열교환기에 펄스 전류를 인가하여 상기 지중 열교환기 내부에 생성된 스케일을 제거하는 펄스 발생기와, 상기 지

중 열교환기의 일부에 감겨져 내부를 흐르는 물을 전기분해하여 이온화하는 전기분해 발생부와, 상기 지중 열교환기 중 유입관쪽에 구성되어 유속의 변화를 감지하는 유속 감지부와, 상기 유속 감지부의 유속 변화를 모니터링하고 분석하여 유속 변화에 따라 상기 펄스 발생기 또는 전기분해 발생부를 제어하는 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예에 의한 지열 발전 시스템은 다음과 같은 효과가 있다.

[0018] 즉, 지중 열교환기(열교환 파이프)의 내부 스케일 생성에 따른 유속의 변화를 감지하여 모니터링을 통해 펄스전류 또는 전기분해를 실시함으로써 스케일을 제거함과 더불어 스케일의 생성을 방지하여 발전 효율의 저하를 미연에 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 지열 발전 시스템을 개략적으로 나타낸 구성도

도 2는 도 1의 전기분해 발생부를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면

도 3은 도 1의 지열 발전 시스템의 열교환기를 부분적으로 확대한 단면도

도 4는 도 1의 열교환기 내부의 연결 상태를 나타낸 사시도

도 5는 도 1의 열교환기의 일 단면을 나타낸 단면도

도 6은 도 2의 열교환기의 스파이럴관과 열교환 파이프를 부분적으로 확대하여 나타낸 사시도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명하기로 한다. 첨부된 도면들에서 구성에 표기된 도면번호는 다른 도면에서도 동일한 구성을 표기할 때에 가능한 한 동일한 도면번호를 사용하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지의 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고 도면에 제시된 어떤 특징들은 설명의 용이함을 위해 확대 또는 축소 또는 단순화된 것이고, 도면 및 그 구성요소들이 반드시 적절한 비율로 도시되어 있지는 않다. 그러나 당업자라면 이러한 상세 사항들을 쉽게 이해할 것이다.

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 지열 발전 시스템을 개략적으로 나타낸 구성도이다.

[0022] 본 발명에 의한 지열 발전 시스템(10)은 도 1에 도시된 바와 같이, 지열을 열원으로 하여 지중에서 열교환되어 공급된 지열수가 공급되는 제 1 열교환기(110)와, 상기 제 1 열교환기(110) 내부에서 지열수와 열교환된 냉매를 공급하도록 냉매(R-22, R-134a 또는 R-410)의 순환을 허용하는 제 1 냉매 순환라인(121)과, 상기 제 1 냉매 순환라인(121) 상에 결합되는 압축기(120) 및 팽창밸브(130)와, 상기 압축기(120)로부터 공급되는 냉매가 상기 제 1 냉매 순환라인(121) 상에서 공급되는 경로를 설정하는 4방밸브(140)와, 상기 제 1 열교환기(110)와 동일한 구성으로 부하측에 배치되는 제 2 열교환기(150)를 포함하는 히트펌프(100)와, 상기 제 1 열교환기(110)에 연결되고 지중의 열원을 이용하기 위해 지중에 매설된 다수의 지중 열교환기(11)와, 상기 지중 열교환기(11)에 플레밍의 왼손법칙과 로렌츠의 힘을 이용하여 1kHz부터 100kHz의 펄스 전류를 인가하는 펄스 발생기(160)와, 상기 지중 열교환기(11)의 일부에 감겨져 내부를 흐르는 물을 전기분해하여 이온화하는 전기분해 발생부(170)와, 상기 지중 열교환기(11) 중 유입관쪽에 구성되어 유속의 변화를 감지하는 유속 감지부(180)와, 상기 유속 감지부(180)의 유속 변화를 모니터링하고 분석하여 유속 변화에 따라 상기 펄스 발생기(160) 또는 전기분해 발생부(170)를 제어하는 제어부(190)를 포함하여 구성된다.

[0023] 그리고 상기 제 1 냉매 순환라인(121)은 상기 히트펌프(100) 내부에서 폐쇄루프를 이루도록 연결된다.

[0024] 따라서, 본 발명에 의한 지열 발전 시스템(10)은 냉방 운전시에 냉매를 연속적으로 압축, 응축, 팽창시켜 실내기(12)로 하여금 실내에서 냉매의 증발을 통해 실내를 냉방시키는 냉동사이클의 가동을 가능케 한다. 또한, 상기 히트펌프 시스템(10)은 난방시에 상기 냉방사이클의 역사이클로 냉매를 흐르게 하여 실내기(12)로 하여금 냉매의 응축을 통해 실내를 난방시키게 한다.

[0025] 또한, 상기 지열 발전 시스템(10)은 공기 열원식 히트펌프 냉난방시스템과 달리, 지열을 열교환 열원으로 하는

지열수를 이용하여 실외의 제 1 열교환기(110)에서 열교환을 행하는 지열 열교환식 히트펌프 시스템(10)이다.

[0026] 따라서, 상기 히트펌프(100)는 제 1 열교환기(110) 및 제 2 열교환기(150)가 냉난방 기능에 따라 각각 응축기 또는 증발기 기능을 위한 하나의 열교환 순환회로를 구성한다.

[0027] 그리고 상기 지중 열교환기(11)는 지중에 설정된 깊이로 복수개의 'U'자 형상의 관이 매설되며, 상기 지중 열교환기(11)를 통하여 지열의 열원을 흡수한 지열수를 상기 제 1 열교환기(110)로 공급한다. 상기 지중 열교환기(11)의 매설깊이는 그 지역의 연간 평균기온을 항시 유지하는 깊이로 설정되는 것이 바람직하며, 대략 13~18℃의 온도가 유지된다.

[0028] 따라서 상기 히트펌프(100)는 지중 열원을 이용하여 상기 제 2 열교환(150) 내부의 열매체와 열교환이 이루어지면서 실내 열매체를 냉난방수로 공급하거나 순환하도록 구성할 수 있다. 이때 상기 히트펌프(100)는 지중 열교환기(11)와 열교환을 통하여 열원을 공급받고, 또한 실내기(12)를 통하여 실내에 열원을 공급한다. 즉 상기 히트펌프(100)는 지중의 지열수로부터 열원을 공급받아 제 1 열교환기(110)로 공급하여 열교환이 이루어지고, 여기서 열교환된 냉매를 다시 응축 또는 증발시켜 고온 또는 저온의 냉매를 상기 제 2 열교환기(150)로 공급하여 열매체와 열교환 하면서 실내 난방 또는 냉방이 이루어질 수 있다.

[0029] 상기 히트펌프(100)의 냉동사이클을 보다 상세하게 설명하면, 난방 시 상기 압축기(120), 4방밸브(140), 제 2 열교환기(150), 팽창밸브(130), 제 1 열교환기(110), 4방밸브(140), 압축기(120)의 순서로 냉매가 순환하고, 상기 제 1 열교환기(110)에서 지열수의 열원을 흡수하여 제 2 열교환기(150)의 열매체로 전달하여 난방이 이루어진다.

[0030] 또한 냉방 시 상기 압축기(120), 4방밸브(140), 제 1 열교환기(110), 팽창밸브(130), 제 2 열교환기(150), 4방밸브(140), 압축기(120)의 순서로 냉매가 순환하고, 상기 제 2 열교환기(150)에서 열매체의 열을 흡수한 냉매를 통하여 제 1 열교환기(110)의 지열수로 전달하여 냉방이 이루어진다.

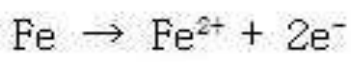
[0031] 따라서 난방 시에는 상기 제 1 열교환기(110)가 증발기 역할을 하고, 상기 제 2 열교환기(150)가 응축기 역할을 한다. 또한 상기 압축기(120)에서 냉매를 고온 고압으로 압축하여 기화시켜 제 2 열교환기(150)로 공급한다. 그러면 상기 제 2 열교환기(150)는 기화된 냉매를 액화시켜 열에너지를 방출하면서 온수를 공급하거나 난방이 이루어진다.

[0032] 그리고 냉방 시에는 상기 제 2 열교환기(150)가 증발기 역할을 하고, 상기 제 1 열교환기(110)가 응축기 역할을 한다. 또한, 상기 제 2 열교환기(150)에서 응축된 냉매가 팽창밸브(130)를 통해 제 1 열교환기(110)로 공급된다. 그러면 상기 제 2 열교환기(150)에서 냉매가 기화되면서 열에너지를 흡수하여 제 1 열교환기(110)에 유입된 열매체의 온도를 낮추게 되고, 이렇게 냉각된 열매체는 실내기(12)로 공급되어 냉방이 이루어진다. 여기서 열매체는 물, 공기 또는 냉매를 모두 포함하고, 이중 어느 하나를 선택적으로 사용할 수 있다.

[0033] 한편, 상기 펄스 발생기(160)는 상기 제어부(190)의 제어를 받아 상기 지중 열교환기(11)의 유속이 기준값과 비교하여 느려지거나 빨라지는 경우에 상기 지중 열교환기(11)의 외부에 1kHz~100kHz의 펄스전류를 인가하여 지중 열교환기(11) 내에 생성된 스케일을 제거한다.

[0034] 일반적으로 철 성분으로 구성된 지중 열교환기(11)에 지하수가 흐르게 되면 철과 지하수와 산소가 만나서 산화반응이 일어나 아래의 화학식 1과 같이 전자를 읽게 된다.

화학식 1

[0035] 

[0036] 또한, 상기 지중 열교환기(11) 내에는 철 이온과 반대의 저하를 가진 이온을 형성하기 위해 빠져나온 전자는 물(H_2O) 분자와 산소와의 결합을 촉진시켜 아래의 화학식 2와 같이 수산화 이온이 발생하게 된다.

화학식 2

[0037] $$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

[0038] 상기 화학식 2에서 발생된 수산화 이온은 철 이온과 결합하여 수산화철을 형성하며 수산화철은 물에서 다시 산화되어 산화철이 되어 아래의 화학식 3과 같이 녹이 발생하게 된다.

화학식 3

[0039] $$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$$

$$2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 \rightarrow Fe_2O_3(\text{산화철}) \cdot 2H_2O$$

[0040] 상기 화학식 3과 같이 녹이 발생된 지중 열교환기(11)에 상기 제어부(190)의 제어를 받아 상기 전기분해 발생부(170)에서 전기 분해를 실시하면 전기분해를 통해 화학반응이 일어나 이온화되고 이온화된 물은 물 분자의 결정구조가 미세하게 분해되어 더욱 빠르게 회전하면서 화학식 4와 같이 활성이 강한 물로 전환된다.

화학식 4

[0041] $$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

[0042] 상기 화학식 4처럼 활성화된 물은 활성산로를 물의 결정구조에 흡수시키게 됨으로 지중 열교환기의 부식 원인이 되는 산소의 활성력이 저하되어 녹이 발생되는 것을 억제하게 되며 이온 활성화된 물은 산소를 수중으로 끌어들이는 힘이 발생하게 됨으로 산화철을 마그네타이트로 변화시키는 환원반응을 일으켜 화학식 5와 같이 녹을 제거하게 된다.

화학식 5

[0043] $$3Fe_2O_3(\text{산화철}) \cdot nH_2O + 2e^- \rightarrow 2Fe_3O_4(\text{마그네타이트}) + 1/2O_2 + nH_2O$$

[0044] 또한, 전기분해로 분리된 수산화 이온(OH^-)은 강력한 살균 및 소독효과가 있어서 물속의 일반세균, 대장균, 살모넬라균, 레지오넬라균을 제거할 수 있으며, 난분해성 유기물질을 산화분해하여 산업현장의 폐수 수질기준인 COD(화학적 산소 요구량), BOD(생물학적 산소 요구량), SS(불용성 부유무 물질) 등을 감소시키며 각종 세균을 제거하고 유기물질을 산화 분해하여 수질을 향상시킨다.

[0045] 한편, 스케일의 경우 모든 용수에는 철, 칼슘, 망간, 마그네슘 등의 금속 성분과 질소, 염류 등의 비금속 성분이 용해되어 있는데, 금속류의 양이온과 비 금속류의 음이온이 냉각, 가열 등의 온도 변화에 따라 결합하고 결정체가 되어 배관 내벽에 녹이나 물 때 위에 스케일이 달라붙어 화학식 6과 같이 생성된다.

화학식 6

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

$$Mg^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow MgCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

[0046]

[0047] 일반적으로 금속 조직에 전기를 가하면 결정 구조가 변하고 일그러지는 압전효과(Piezo 효과)를 이용하여 코일에 의해 발생된 전류로 압전효과에 의해서 조직 경계면을 일그러지게 하여 스케일을 제거하고, 코일의 자기와 전기의 상호작용에 의한 조직변화로 딱딱하게 고착된 침상 결정의 아르고나이트 조직이 크고 구상형 구조로 되어 있어 응집력이 약한 육방결정의 칼사이트 조직으로 변화하여 지중 열교환기에 달라붙지 않고 유체에 실려 나가게 되어 방지한다.

[0048] 또한, 이온화된 $H^+ + OH^-$ 이온들이 스케일 구성 이온들과 결합, 생성을 더욱 억제하며 구상 구조로 변화되면서 나오는 물속의 이산화탄소는 지중 열교환기 내벽의 스케일을 석회함 동굴의 종류석이 녹아내리듯이 화학식 7과 같이 녹여낸다.

화학식 7

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

[0049]

[0050] 도 2는 도 1의 전기분해 발생부를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 2에서와 같이, 지중 열교환기(111)의 스케일을 제거하기 위해 상기 지중 열교환기(111)의 외부에 유도코일(171)을 감고 상기 전기분해 발생부(170)를 통해 교류전력을 흘려주면서 유체를 유입하게 되면, 이때 발생하는 교류의 자기장에 의해 지중 열교환기(111)내에 스케일이 부착되는 것을 막아주거나 이미 축적되어 있는 스케일을 제거할 수 있다.

[0052] 이하에서는 상기 제 1 열교환기(110)와 제 2 열교환기(150)의 상세한 내부 구성에 대하여 설명한다. 상기 제 1 열교환기(110)와 제 2 열교환기(150)는 동일한 구성을 가지며 냉난방에 따라서 서로 역할 또는 기능을 바꿔서 수행할 수 있기 때문에 제 1 열교환기(110)에 대해서만 설명하고 중복 설명은 생략한다.

[0053] 도 3은 도 1의 지열 발전 시스템의 열교환기를 부분적으로 확대한 단면도이고, 도 4는 도 1의 열교환기 내부의 연결 상태를 나타낸 사시도이며, 도 5는 도 1의 열교환기의 일 단면을 나타낸 단면도이고, 도 6은 도 2의 열교환기의 스파이럴관과 열교환 파이프를 부분적으로 확대하여 나타낸 사시도이다.

[0054] 상기 제 1 열교환기(110)는 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 축열탱크(111)와, 스파이럴관(112)과, 열교환 파이프(113) 및 열교환 챔버(111c)를 포함한다.

[0055] 먼저, 상기 축열탱크(111)는 길이방향을 따라서 길게 형성되고, 일 단면이 원형의 원통 형상으로 형성된다. 물론 일 단면이 타원이나 다각형의 형상을 갖도록 구현될 수 있다.

[0056] 상기 축열탱크(111)의 내부에는 지열수 공급챔버(111a)와, 냉매 공급챔버(111b)와, 열교환 챔버(111c)와, 냉매 배출챔버(111d)와, 리버스 챔버(111e)가 차례대로 마련된다.

[0057] 상기 지열수 공급챔버(111a)는 상기 축열탱크(111) 외부에서 스파이럴관(112)의 일 측에 형성된 입구로 지열수를 공급한다. 상기 스파이럴관(112)의 입구측으로 공급된 지열수는 상기 스파이럴관(112)의 타 측에 형성된 출구로 배출되는데, 이때 출구는 상기 리버스 챔버(111e)를 향해 지열수를 배출한다. 여기서 상기 스파이럴관(112)을 따라서 지열수가 이송되는 방향을 제 1 방향(D1)으로 정의한다. 물론 상기 스파이럴관(112), 열교환 파이프(113), 축열탱크(111)는 제 1 방향(D1)과 나란하게 길게 형성된다.

[0058] 상기 지열수 공급챔버(111a)로부터 제 1 방향(D1)으로 인접하게 냉매 공급챔버(111b)가 배치된다. 상기 지열수 공급챔버(111a)와 냉매 공급챔버(111b)는 중간에 제 1 차폐판(1111)이 마련되면서 서로 분리된 영역을 가진다. 상기 냉매 공급챔버(111b)는 외부에서 즉, 히트펌프에서 공급된 냉매가 유입되어 열교환 파이프(113)의 입구에 냉매를 공급한다.

[0059] 상기 열교환 파이프(113)의 입구측으로 공급된 냉매는 열교환 파이프(113)의 타 측에 형성된 출구로 배출되며, 이때 출구는 냉매 배출챔버(111d)를 향해 냉매를 배출된다. 그리고 출구로 배출된 냉매는 열교환 공정을 완료하고 다시 히트펌프로 공급된다. 물론 냉매 공급챔버(111b)와 냉매 배출챔버(111d)는 냉매의 공급 방향에 따라서 그 위치가 서로 바뀔 수 있다.

[0060] 상기 축열탱크(111)가 제 1 열교환기로 사용되는 경우 지열수가 공급 및 배출되면서 냉매가 열원측과 열교환하게 되고, 제 2 열교환기로 사용되는 경우 열매체가 공급 및 배출되면서 냉매가 부하측과 열교환하게 된다. 또한 상기 축열탱크(111)는 버퍼탱크로서의 기능을 수반하기 때문에 별도의 버퍼탱크와 펌프가 추가적으로 구비될 필요가 없는 이점이 있다. 따라서 지중 열교환기의 열교환 성능이 떨어지는 경우 축열탱크(111) 내부에 저장된 지열수의 열원을 이용하여 일시적으로 열교환이 이루어질 수 있다.

[0061] 상기 축열탱크(111)는 지열수 공급챔버(111a)에 지열수의 공급량 또는 속도를 조절할 수 있는 밸브가 구비되고, 리버스 챔버(111e)에서 지열수에 포함된 기포를 외부로 배출할 수 있도록 에어벤트가 구비된다.

[0062] 또한, 상기 축열탱크(111)는 내부의 지열수 온도를 센싱하는 온도센서가 구비된다. 온도센서는 축열탱크(111) 내부에 공급된 지열수가 설정된 온도 범위를 유지할 수 있도록 온도 데이터를 제어부로 공급한다. 이때 축열탱크(111)의 지열수 온도가 설정된 온도 범위를 벗어나는 경우 축열탱크(111)에 공급되는 또는 배출되는 지열수의 양이나 속도를 조절하여 열교환이 이루어질 수 있는 설정 온도범위를 유지하도록 제어할 수 있다.

[0063] 또한, 상기 축열탱크(111)는 지열수 공급챔버(111a) 상에서 지열수가 공급되는 라인과 별도로 내부에 축적된 이물질을 외부로 배출하거나, 또는 축열탱크(111) 내부를 세척할 때 세척수를 고압으로 공급할 수 있는 청소라인이 구비된다.

[0064] 그리고 상기 냉매 공급챔버(111b)로부터 제1방향(D1)으로 인접하게 열교환 챔버(111c)가 배치되고, 냉매 공급챔버(111b)와 열교환 챔버(111c) 사이에는 제 2 차폐판(1112)이 구비된다.

[0065] 상기 열교환 챔버(111c) 내부에는 스파이럴관(112)이 열교환 파이프(113) 내부에 위치하여 냉매의 내부와 외부에서 각각 열교환이 이루어진다. 이때 스파이럴관(112)은 내부에 공급된 지열수에 소용돌이가 발생되도록 내부에 적어도 하나 이상의 나선(1121)이 형성된다. 따라서 스파이럴관(112) 내부에 유입되는 지열수는 나선(1121)을 따라서 소용돌이치기 때문에 스파이럴관(112) 내부에서 지열수가 서로 회전하면서 섞여 열량을 균일하게 유지할 수 있다.

[0066] 그리고 스파이럴관(112)의 외부에도 나선(1121)이 형성되면서 열교환 파이프(113) 내부로 유입된 냉매 역시 소용돌이가 발생하도록 공급된다. 냉매도 지열수와 마찬가지로 서로 회전하면서 섞이기 때문에 이송 과정에서 균일하게 열교환이 이루어지는 효과가 있다. 물론 스파이럴관(112)의 내부와 외부에 나선이 형성되면서 접촉면적이 증대되어 열교환 성능이 증대되는 효과도 수반한다.

[0067] 또한, 상기 열교환 챔버(111c)와 열교환 파이프(113) 사이 공간에도 제 1 방향(D1)과 반대방향인 제2방향(D2)으로 지열수가 공급되기 때문에 한 번 더 열교환이 이루어져 냉매의 열교환 성능은 더욱 증대된다.

[0068] 상기 열교환 챔버(111c)로부터 제 1 방향(D1)으로 인접하게 냉매 배출챔버(111d)가 배치된다. 냉매 배출챔버(111d)는 일 측에 열교환 챔버(111c)와 분리되는 제 3 차폐판(1113)이 구비되고, 타 측에 리버스 챔버(111e)와 분리되는 제 4 차폐판(1114)이 구비되어 독립된 공간을 형성한다. 냉매 배출챔버(111d)는 열교환을 마친 냉매들이 모여 외부로 배출된다. 이때 냉매 배출챔버(111d)도 제 4 차폐판(1114)을 중심으로 리버스 챔버(111e)에 공급된 지열수와 열교환이 이루어질 수 있다.

[0069] 상기 제 3 차폐판(1113)과 제 4 차폐판(1114)은 적어도 일 부분이 축열탱크(111) 내주면으로부터 설정 간격 이격되도록 배치된다. 이렇게 설정 간격 이격된 부분으로는 리버스 챔버(111e)로 공급된 지열수가 다시 제 2 방향(D2)으로 공급되기 위한 유로 역할을 담당한다.

[0070] 상기 열교환 챔버(111c) 내부에는 열교환 파이프(113)를 지지하는 제 5 차폐판(1115)이 구비된다. 상기 제 5 차폐판(1115) 역시 제 3 차폐판(1113) 및 제 4 차폐판(1114)과 같이 설정 간격 이격되도록 복수개가 배치된다. 이때 상기 제 5 차폐판(1115)은 제 2 방향(D2)으로 공급되는 지열수가 지그재그 방향으로 공급될 수 있도록 인접

한 설정 간격 이격된 부분이 서로 마주하지 않도록 배치된다. 즉 제 4 차폐판(1114)의 설정 간격과 인접한 제 5 차폐판(1115)의 설정 간격은 축열탱크(111)의 내주면에서 서로 반대 방향에 배치된다.

[0071] 또는, 상기 축열탱크(111) 내부를 적어도 나란히 관통하지 않도록 배치될 수 있다. 그리고 복수개의 제 5 차폐판(1115)도 서로 이러한 패턴으로 배치되어 지열수가 제 2 방향(D2)을 따라서 흐르는데 간섭되어 방향전환이 이루어진다.

[0072] 이렇게 상기 열교환 챔버(111c) 내부에서 냉매는 스파이럴관(112)과 접촉하여 1차 열교환이 이루어지고, 열교환 파이프(113)와 접촉하여 2차 열교환이 이루어지기 때문에 열교환 성능이 현저히 증대된다.

[0073] 이때 냉매는 제 1 방향(D1)으로 이송되는 지열수에 의해 1차 열교환이 이루어지고, 제 2 방향(D2)으로 이송되는 지열수에 의해 2차 열교환이 이루어진다. 다시 말해 같은 방향으로만 이송되면서 동일 성능의 열교환이 이루어지기 위해서는 두 배의 길이를 가지는 축열탱크(111)가 필요하지만, 리버스 챔버(111e)에서 지열수의 방향전환을 통해서 냉매의 내부와 외부에서 열교환이 이루어지기 때문에 축열탱크(111)의 크기를 절반으로 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0074] 그리고 스파이럴관(112)을 따라 제 1 방향(D1)으로 이송하는 지열수의 속도는 열교환 챔버(111c) 내부에서 제 2 방향(D2)으로 이송하는 지열수의 속도보다 빠르게 이루어진다. 상대적으로 스파이럴관(112)의 외주면이 열교환 파이프(113)의 외주면에 비해 접촉면적이 넓어 열교환이 빠르게 이루어지기 때문에 제 1 방향(D1)으로 이송하는 지열수의 속도를 증대시켜 열교환의 성능을 최대한 증대시킬 수 있다.

[0075] 물론 상기 열교환 파이프(113)의 형상도 스파이럴관(112)과 같이 적용되거나, 열교환 성능이 증가한다면 제 1 방향(D1)과 제 2 방향(D2)으로 동일한 속도로 지열수를 공급하거나 제2방향(D2)이 더 빠르게 지열수를 공급할 수도 있다.

[0076] 상기 스파이럴관(112)과 열교환 파이프(113) 사이에 냉매가 지나가는 유로에는 열교환 파이프(113) 내부에서 스파이럴관(112)을 지지하는 지지부재(1122)가 구비된다. 상기 지지부재(1122)는 스파이럴관(112)의 외주면 나선상에서 등간격 또는 등각으로 배치되며, 냉매가 이송되면서 간섭되어 잘 섞이도록 하는 기능을 수반한다.

[0077] 따라서 본 발명의 열교환기에 따르면 냉매의 열교환 과정에서 지열수가 지나가는 스파이럴관(112)을 통해서 1차 열교환이 이루어지고, 열교환 파이프(113) 외부에서 2차 열교환이 이루어져 열교환 성능이 증대되고, 냉매는 한 방향으로 이송되지만 지열수를 제 1 방향(D1)으로 공급하고, 제 1 방향(D1)과 반대방향인 제 2 방향(D2)으로 공급하면서 열교환이 이루어지기 때문에 열교환기의 규모를 줄일 수 있으며, 지열수의 공급 방향에 따라서 지열수의 공급 속도를 다르게 공급하여 열교환 성능을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

[0078] 이상에서 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위해 구체적인 실시 예로 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기와 같이 구체적인 실시 예와 동일한 구성 및 작용에만 국한되지 않고, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 실시될 수 있다. 따라서, 그와 같은 변형도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주해야 하며, 본 발명의 범위는 후술하는 청구범위에 의해 결정되어야 한다.

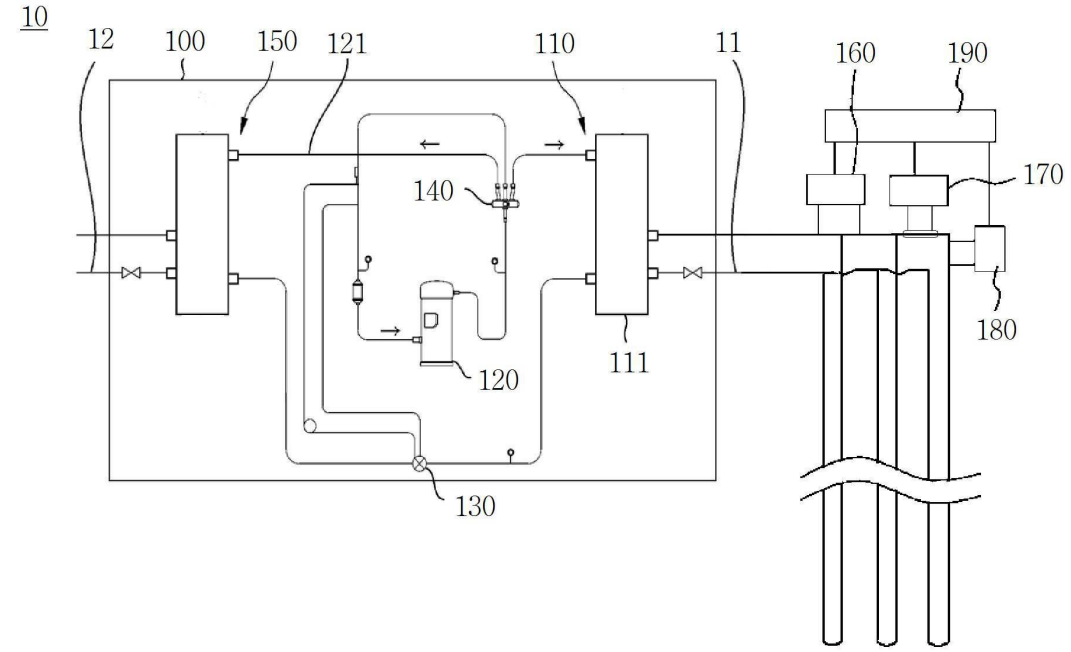
부호의 설명

[0079]

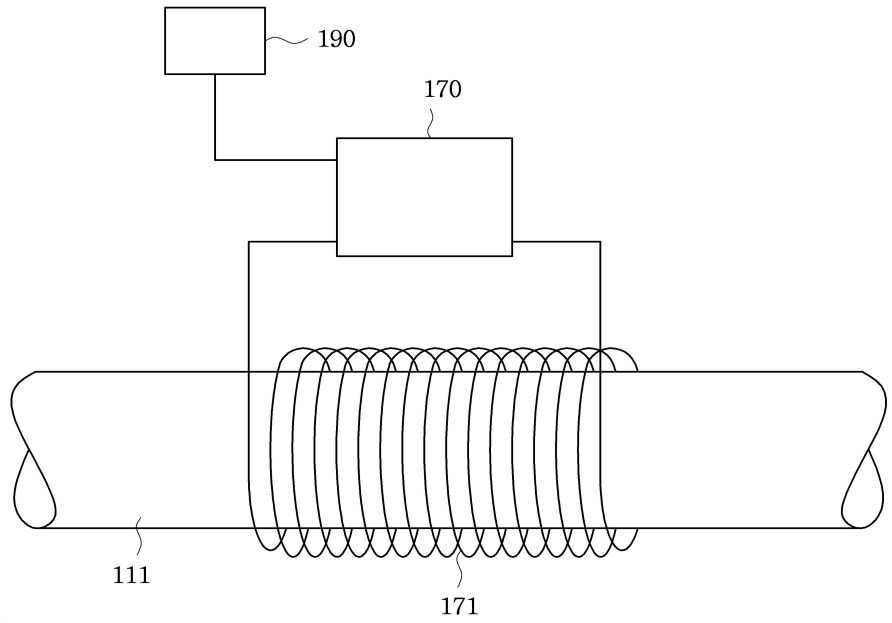
110 : 제 1 열교환기
120 : 압축기
130 : 팽창밸브
140 : 4방밸브
150 : 제 2 열교환기
160 : 펄스 발생기
170 : 전기분해 발생부
180 : 유속 감지부
190 : 제어부

도면

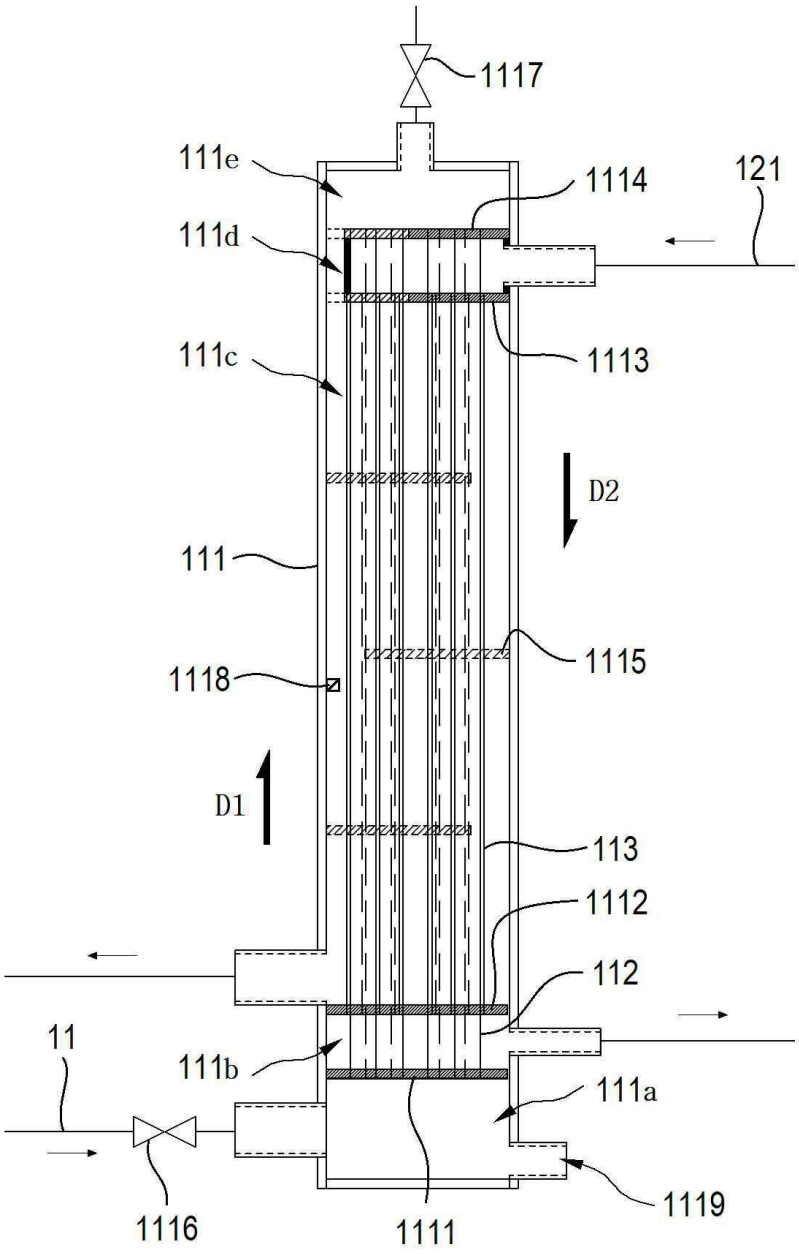
도면1


10
12
100
150
121
110
11
160
190
170
140
120
111
180
130

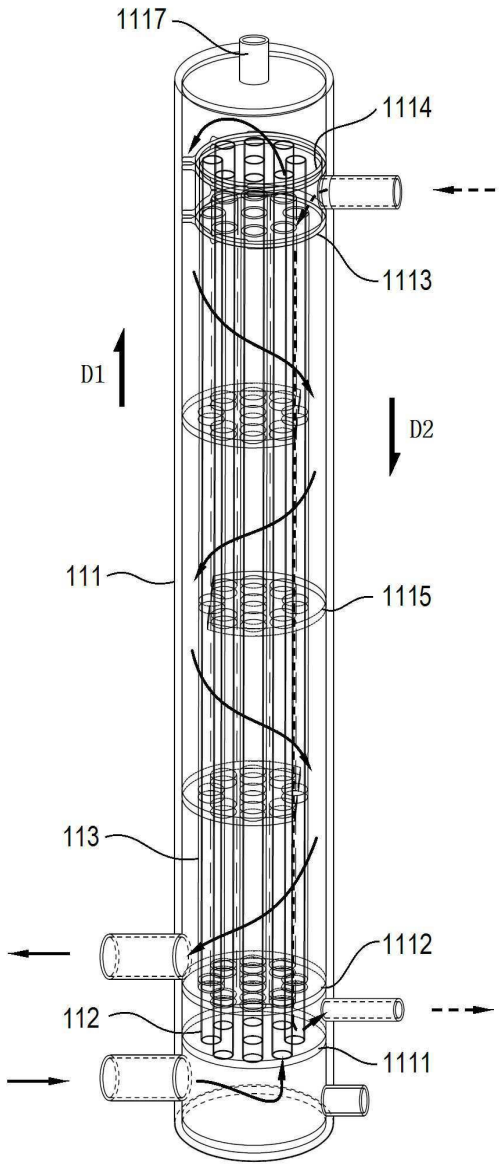
도면2


190
170
111
171

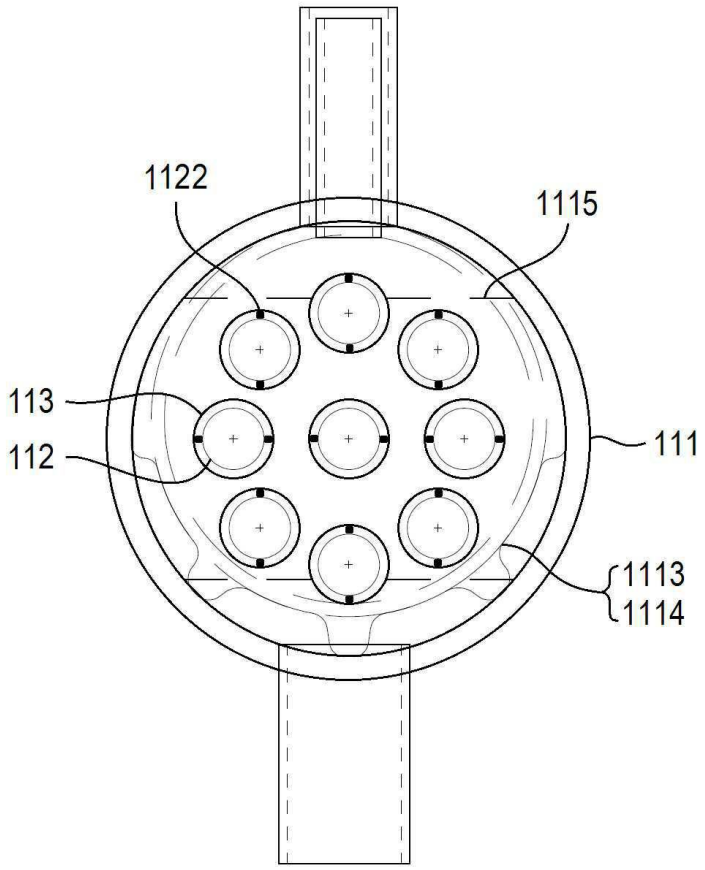
도면3


1117
111e
1114
121
111d
1113
111c
D2
111
1115
1118
D1
113
1112
112
11
111b
111a
1119
1116
1111

도면4



도면5



도면6

