



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0053762
(43) 공개일자 2019년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28D 20/00 (2018.01) F28F 27/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F28D 20/0043 (2013.01)
F28D 20/0039 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0083417
(22) 출원일자 2018년07월18일
심사청구일자 2018년07월18일
(30) 우선권주장
1020170149694 2017년11월10일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
강용태
서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 104동 905호 (서초동, 래미안아파트)
임환석
충청남도 당진시 원당로 51-10, 109동 403호 (원당동, 한라비발디아파트)
최성
서울특별시 성북구 인촌로30길 33, 201호 (안암동5가)
(74) 대리인
김중선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 6 항

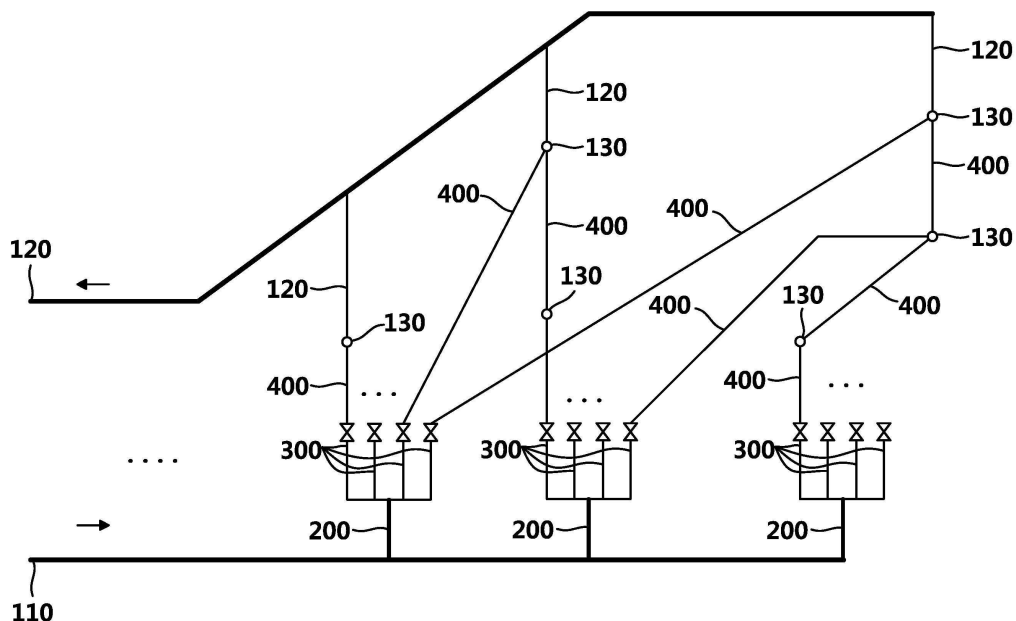
(54) 발명의 명칭 유로 제어형 계간 축열 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템은 복수의 보어홀을 포함하는 계간축열조, 열을 공급하는 공급관 및 열이 회수되는 회수관을 포함하는 계간 축열 시스템으로서 상기 공급관에서 1차 분할된 복수의 제1 연결관, 상기 복수의 제1 연결관에서 각각 2차 분할된 복수의 제2 연결관, 양단이 상기 복수의 보어홀 중 이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



웃한 보어홀과 각각 연결되거나 일단이 상기 복수의 제2 연결관에 각각 연결되고 타단은 상기 복수의 보어홀의 인입부에 각각 연결된 복수의 제3 연결관, 상기 공급관에 설치되어 열원 공급온도를 측정하는 제1 센서, 상기 복수의 제2 연결관에 각각 설치되어 수온의 온도를 측정하는 제2 센서, 상기 복수의 보어홀에 각각 설치되어 지중 온도를 측정하는 제3 센서, 상기 공급관, 상기 제1 연결관, 상기 제2 연결관, 상기 제3 연결관, 상기 보어홀 및 상기 회수관까지 각 연결지점에 설치되어 개폐되는 밸브유닛 및 방열 목표 온도, 상기 열원 공급온도, 상기 수온의 온도 및 상기 지중온도를 입력 받아 하나의 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 제어유닛을 포함한다.

(52) CPC특허분류

F28F 27/02 (2013.01)

F28D 2020/0069 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415151925

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지수요관리핵심기술개발(에특)

연구과제명 태양열을 이용한 고성능 지중 계간축열 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2017.05.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

유로제어형 계간 축열 시스템은,

열을 공급하는 공급관;

열을 회수하는 회수관; 및

열을 저장하는 복수의 보어홀을 포함하는 계간축열조를 포함하고,

상기 공급관이 1차 분할된 복수의 제1 연결관;

상기 복수의 제1 연결관에서 각각 2차 분할된 복수의 제2 연결관;

양단이 상기 복수의 보어홀 중 이웃한 보어홀과 각각 연결되거나 일단이 상기 복수의 제2 연결관에 각각 연결되고 타단은 상기 복수의 보어홀의 인입부에 각각 연결된 복수의 제3 연결관;

상기 공급관에 설치되어 열원 공급온도를 측정하는 제1 센서;

상기 복수의 제2 연결관에 각각 설치되어 수온의 온도를 측정하는 제2 센서;

상기 복수의 보어홀에 각각 설치되어 지중온도를 측정하는 제3 센서;

상기 공급관, 상기 제1 연결관, 상기 제2 연결관, 상기 제3 연결관, 상기 보어홀 및 상기 회수관 중 적어도 하나의 연결지점에 설치되어 개폐되는 밸브유닛; 및

상기 제1 센서, 상기 제2 센서 및 상기 제3 센서의 출력값 및 방열 목표 온도를 기초로 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 제어유닛을 더 포함하는 유로제어형 계간 축열 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어유닛은 축열시 상기 열원 공급온도를 기 설정된 온도 구간과 비교하여 복수의 제1 연결관 중 대응하는 제1 연결관을 선택하고,

상기 선택된 제1 연결관을 포함하여 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 하는 유로제어형 계간 축열 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제어유닛은 축열시 상기 열원 공급온도를 상기 수온 온도와 비교하여 비교 결과에 따라 상기 복수의 제2 연결관 중 하나를 선택하고

상기 선택된 제2 연결관을 포함하여 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 하는 유로제어형 계간 축열 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제어유닛은 방열시 상기 방열 목표 온도를 상기 보어홀들의 각 지중온도와 비교한 후 상기 방열 목표 온도

에 대응하는 보어홀을 포함한 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 하는 유로 제어형 계간 축열 시스템.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 복수의 보어홀은 서로 동일한 간격을 유지하도록 배치된 것을 특징으로 하는 유로제어형 계간 축열 시스템.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 공급관은 상기 계간축열조의 크기, 상기 공급관과 상기 계간축열조 간 거리를 기초로 상기 복수의 제1 연결관으로 1차 분할되고,

상기 제1 연결관은 배관 내부의 유속 및 압력을 기초로 상기 복수의 제2 연결관으로 2차 분할되는 것을 특징으로 하는 유로제어형 계간 축열 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 계간 축열 시스템에 관한 것으로 보다 상세하게는 유로 제어를 통한 계간 축열 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 역사적으로 경제가 발전하게 되면서 에너지 사용이 늘고 온실가스 배출이 증가하게 되는데 석유, 석탄, 천연가스와 같은 화석에너지 가격의 높은 변동성으로부터 회피하기 위해서라도 화석에너지의 의존도를 줄여야 하는 상황으로, 온실가스 배출 증가에 따른 기후변화가 전 지구적인 문제로 떠오르면서 신·재생에너지의 사용이 불가피한 현실이다. 특히, 1970년대 제 1차, 제 2차 석유파동과 지구온난화, 오존층 파괴 등 환경오염으로 인하여 전 세계적으로 화석연료의 사용 제약과 신·재생에너지 사용 활성화를 적극 추진하여 각국에서는 2025~2030년까지 온실가스 감축 목표를 설정하고 있으며, 여러 공약을 세우고 이를 시행하고자 노력하고 있다.

[0003] 지난 40여 년간 OECD 국가의 신·재생에너지(지열, 태양광, 풍력, 조력, 파력, 바이오디젤, 바이오연료, 바이오가스, 폐기물 등이 포함)는 연평균 2.5%로 성장이 크게 증가하고 있고, 특히 OECD 국가의 신·재생에너지는 '71년 1.6억 TOE에서 '12년 4.4억 TOE로 증가하여 이 기간 동안 연평균 2.8%씩 성장(태양광, 풍력의 경우 다른 에너지원에 비해 동일기간 연평균 18.8% 증가)이 높는데 이는 해당국가의 태양광, 풍력 관련 에너지 확장 정책의 추진에 기인하며, 전 세계적인 화석연료 사용 저감을 위하여 국제간의 협력체계를 구축하고 국제에너지협회(IEA) 사업으로 기술향상을 위한 연구를 활발히 추진하고 있다.

[0004] 국내의 신·재생에너지 시설은 기존 에너지시설 대비 규모가 작으며 자본 비용도 낮고 기술 집약적인 특징이 있어 성능이 우월하고 가격 경쟁력이 있는 기술이 시장을 장악하고 있으며, 안정성 높은 신·재생에너지 기술, 신·재생에너지+에너지저장기술(축열시스템), 신·재생에너지+스마트그리드에 대한 수요가 존재한다.

[0005] 풍력, 조력 등 일부 신·재생에너지를 제외하고 환경 규제에 대한 영향은 미미하며, 원자력·화력은 주변 환경에 영향을 미치지만, 태양열, 태양광, 연료전지 등은 건물에 설치하기가 용이하고 환경 규제에 대한 영향이 상대적으로 적다.

[0006] 국내 신·재생에너지 산업은 초기에 기술개발 중심으로 상용화 측면을 고려할 여지가 없었지만, 보급촉진을 위한 다양한 제도가 만들어지고 본격 적용되면서 국내외 시장에서 확대되고 있는 추세에 있으며, 신·재생에너지 보급사업 중 주택지원사업의 경우 보급목표는 2020년까지 단계적으로 주택의 약 10%까지 신·재생에너지 보급확

태를 목표로 약 1,250만 가구 중 100만 가구에 태양광, 태양열, 연료전지, 지열 등을 보급하고 있다.

- [0007] 한편, 태양에너지는 무공해 에너지원으로서 화석 연료를 대체하고 이산화탄소를 배출하는 화석연료와는 달리 환경오염 없는 녹색 에너지로 각종 환경규제에 가장 적극 대응할 수 있는 산업이며, 에너지 소비 및 수급 특성상 우리나라 여건에 필수적인 산업이다.
- [0008] 태양에너지 이용분야는 집열온도에 따라서 저온분야와 중, 고온분야로 분류하며, 저온분야는 주로 건물의 냉, 난방 및 급탕과 대규모 온수급탕 시설이 포함되고, 중, 고온분야는 산업공정열 및 열 발전과 기타 특수분야에 적용되고 있다.
- [0009] 태양열 시스템에 적용되는 주요 기술들은 태양열 집열기술, 태양열 축열기술, 태양열 이용기술로 크게 분류할 수 있다.
- [0010] 이 중 태양열 축열기술로서 계간 축열 시스템이 적용된다.
- [0011] 계간 축열이란 비난방기에 남은 잉여열을 저장하여 열수요가 많은 난방기에 사용하는 축열방식으로서 발전폐열, 산업폐열, 폐기물 소각열, 연료전지, 바이오매스, 태양열 등 연중 생산되는 (폐)열을 열원으로 이용하는 것으로, 간헐적이거나 배출온도가 일정치 않거나 온도가 낮아서 전력생산이나 산업용으로 이용하기 곤란한 열도 회수하여 건물 난방 또는 농업용으로 사용 가능하다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 계간축열방식은 Tank thermal energy storage(TTES), Pit thermal energy storage(PTES), Borehole thermal energy storage(BTES), Aquifer thermal energy storage(ATES) 등으로 나눌 수 있다. 이는 축적된 열을 저장하는 방식에 의해 구분된다.
- [0013] TTES, PTES, ATES의 경우 열원을 대용량의 온수에 보관하는 방법인 반면 보어홀 방식(BTES)은 열원을 지중토양에 저장하는 방식이다. 열원을 지중의 온수에 보관하는 방식은 2 ~ 3일의 단기저장을 목적으로 하고, 지중토양에 보관하는 방식은 여름에 저장한 열을 겨울에 사용하는 장기저장을 목적으로 한다.
- [0014] 도 2는 보어홀 계간 축열 시스템을 도시한 도면이다. 보어홀 계간 축열시스템(BTES)은 태양열, 발전소배열, 잉여열 등을 이용하여 100℃ 이하까지 가열한 온수를 지중에 열을 축적하기 위하여 열 교환이 이루어 질 수 있도록 U자형 튜브 형태의 보어홀을 만들고, 이를 삽입하여 매설하는 기술이다.
- [0015] 계간축열조는 상기 보어홀의 집합체이다. 계간축열조에 축적된 열은 주거단지나 산업단지 등의 난방 및 온수의 수요가 발생시 공급하게 된다. 열원이 풍부하지만 주야간은 물론 계절간 수급격차가 큰 태양열을 열 교환에 의해 지중에 저장하거나 난방이나 온수의 수요가 적은 시기의 발전소배열을 지중에 저장하여 온수 및 난방이 필요한 겨울철에 공급한다. 이는 겨울철에 난방을 위해 소요되는 에너지를 감소시키는 역할을 할 수 있다. 국가별, 지역별 기후조건에 따른 입열량 변화추이와 발전소 배열 발생에 대한 통계를 바탕으로 효율적인 장기 축열을 위한 전략적인 축열 기술의 개발이 요구되고 있다.
- [0016] 장기저장을 효율적으로 하기 위해서는 주야간, 계절간 불규칙적으로 공급되는 온수를 체계적으로 제어할 수 있어야 한다. 공급되는 온수보다 낮은 온도를 갖는 위치를 축열하는 방법(선행특허 제10-1670007호, 발명의 명칭: 열원의 공급온도에 따라 축열 공간의 선택이 가능한 보어홀 방식의 계간 축열 시스템)은 Ring형태로 형성된 공급 헤더에 온수를 공급하여 축열을 하는 시스템이다.
- [0017] 선행특허는 1개의 큰 배관으로부터 중심부 링 형태의 헤더를 시작으로 바깥 측의 링 형태의 헤더까지 유량을 선택적으로 공급하는 시스템이다. 1개의 링형태로 구성되어 있기 때문에 중심부에서 공급되는 유속과, 외측에 공급되는 유속의 차가 급격하게 증가하게 된다. 계간축열조의 공급시작점으로부터 끝나는 지점까지의 유로거리가 길어 공급되는 온수의 압력손실이 크다. 기존 시스템을 통해 안정적으로 열 공급을 하기 위해서는 중심부의 헤더크기가 상당히 크거나, 여러 개의 보어홀이 밀집해 있어야 하는데 이는 시공이나 운영에 난해점들이 존재한다.
- [0018] 또한 선행특허는 Ring형태의 유로가 형성되어 온도 구간별로 축열이 가능하나 각 온도 구간을 이루는 유로가 복수의 보어홀을 포함한다. 공급되는 열원의 온도에 따라 복수의 Ring형태 유로 중 하나가 선택되며, 해당 유로 내에서 가장 먼저 온수가 투입되는 보어홀만 효율적으로 축열된다. 그 이후 거치게 되는 보어홀은 온도가 낮아진 열매체가 통과하게 되므로 온도 구배에 따른 성층 축열에는 한계가 있다.
- [0019] 여기서, 온도 구배(temperature gradient)란 등온면의 법선 방향에 있는 등온면 사이의 거리에 대한 온도 변화의 값을 의미한다. 구체적으로 건물 외피에서 내외부 온도차는 구조체의 점진적인 온도변화를 일으킨다. 각 구

조체내에서 각 점의 온도가 일정하게 유지되는데 이 온도의 선을 이으면 동일 재료 층에서는 일정한 기울기의 곡선을 얻을 수 있으며 이를 온도 구배라 한다. 축열 시스템에서는 이러한 온도 구배에 따라 축열을 하는 것이 효율 면에서 유리하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로 열원으로부터 온수를 안정적으로 공급하고 축열조 내 온도 구배를 유지하여 성층 축열이 가능한 계간 축열 시스템을 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템은 복수의 보어홀을 포함하는 계간축열조, 열을 공급하는 공급관 및 열이 회수되는 회수관을 포함하는 계간 축열 시스템이다.

[0022] 상기 유로 제어형 계간 축열 시스템은 상기 공급관에서 1차 분할된 복수의 제1 연결관, 상기 복수의 제1 연결관에서 각각 2차 분할된 복수의 제2 연결관, 양단이 상기 복수의 보어홀 중 이웃한 보어홀과 각각 연결되거나 일단이 상기 복수의 제2 연결관에 각각 연결되고 타단은 상기 복수의 보어홀의 인입부에 각각 연결된 복수의 제3 연결관, 상기 공급관에 설치되어 열원 공급온도를 측정하는 제1 센서, 상기 복수의 제2 연결관에 각각 설치되어 수온의 온도를 측정하는 제2 센서, 상기 복수의 보어홀에 각각 설치되어 지중온도를 측정하는 제3 센서, 상기 공급관, 상기 제1 연결관, 상기 제2 연결관, 상기 제3 연결관, 상기 보어홀 및 상기 회수관까지 각 연결지점에 설치되어 개폐되는 밸브유닛 및 방열 목표 온도, 상기 열원 공급온도, 상기 수온의 온도 및 상기 지중온도를 입력 받아 하나의 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 제어유닛을 포함한다.

[0023] 상기 제어유닛은 축열시 상기 열원 공급온도를 기 설정된 온도 구간과 비교하여 복수의 제1 연결관 중 그에 대응되는 제1 연결관을 선택하고 이를 포함하여 하나의 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 제어유닛은 축열시 상기 열원 공급온도를 상기 수온 온도와 비교하여 비교 결과에 따라 상기 복수의 제2 연결관 중 하나를 선택하고 이를 포함하여 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 제어유닛은 방열시 상기 방열 목표 온도를 상기 보어홀들의 각 지중온도와 비교한 후 상기 방열 목표 온도에 대응되는 보어홀을 포함한 하나의 유로가 형성되도록 상기 밸브유닛의 개폐를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 복수의 보어홀은 서로 등간격을 유지하도록 배치된 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 1차 분할은 상기 계간축열조의 크기, 상기 공급관과 상기 계간축열조 간 거리를 고려하여 이루어지며, 상기 2차 분할은 배관 내부의 유속 및 압력을 고려하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따른 유로제어형 계간 축열 시스템은 공급배관을 축열시스템의 용량에 따라 분할함으로써 배관 내 유속을 일정하게 유지하여 안정적으로 열을 공급할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따른 유로제어형 계간 축열 시스템은 온도 구간별로 하나의 보어홀을 포함하여 유로를 형성하므로 온도구배에 따른 성층 축열이 가능하다.

[0030] 본 발명에 따른 유로제어형 계간 축열 시스템은 주야간/계절적 변화하는 공급온도에 따라 유로를 변경함으로써 축열형태의 변경이 가능하여 저온의 열도 효율적으로 저장할 수 있다.

[0031] 본 발명에 따른 유로제어형 계간 축열 시스템은 분할된 배관을 통해 온수를 인집지점에서 회수지점까지 공급하기 때문에 배관의 크기가 줄어들고 낮은 압력으로 계간축열조를 작동시킬 수 있어 설비안정성이 확보된다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 계간 축열 시스템의 종류를 나타낸 도면이다.

도 2는 계간 축열 시스템 중 보어홀 방식을 나타낸 평면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템의 일부 구성을 나타낸 계통도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간축열 시스템의 구성과 분할 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어유닛이 유로를 형성하는 제어 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 축열시 형성되는 유로의 일 예를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 방열시 형성되는 유로의 일 예를 도시한 도면이다.

도 8은 축열 후 경과일 수에 따른 축열량 변화를 종래기술과 본 발명의 실시예간 비교한 도면이다.

도 9는 축열 후 경과일 수에 따른 축열온도 변화를 종래기술과 본 발명의 실시예간 비교하고 효율 향상율을 함께 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0035] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0036] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.
- [0037] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0038] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템의 일부 구성을 나타낸 계통도이다.
- [0040] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템(100)은 공급관(110), 회수관(120), 보어홀(130)을 포함하는 계간축열조, 제1 연결관(200), 제2 연결관(300), 제3 연결관(400), 제1 센서(500), 제2 센서(600), 제3 센서(700), 밸브유닛(800) 및 제어유닛(900)을 포함할 수 있다.
- [0041] 공급관(110)은 열원을 공급하는 배관이다. 구체적으로 태양열 집열기, 발전소 배열 또는 폐열을 이용하여 가열된 온수를 계간 축열 시스템(100)에 공급한다.
- [0042] 회수관(120)은 열을 회수한다. 구체적으로 회수관(120)은 열을 공급 후 온도가 떨어진 열매체를 태양열 집열기(미도시)로 회수하여 태양열을 재집열하거나 발전소 배열로 공급하는 배관등으로 회수시킨다. 상기 태양열 집열기의 열매체와 상기 발전소 배열의 열매체, 계간축열조의 열매체는 같거나 다를 수 있으며, 상호 열교환을 하는 방법 중 선택하여 적용한다.
- [0043] 도 3에서 축열을 기준으로 온수의 방향이 도시되어 있다. 축열시 온수는 공급관(110)으로 들어가서 회수관(120)으로 나가고, 방열시 열매체(예를 들면 물)가 회수관(120)으로 들어와서 공급관(110)을 통해 나간다.
- [0044] 계간축열조는 복수의 보어홀(130)을 포함할 수 있다. 보어홀(130)은 U자 형태의 튜브관이다. 계간 축열 시스템(100)에서 보어홀(130)은 복수로 설치되며 축열의 효율을 위해 인접하는 보어홀(130)과 등 간격으로 배치된다.
- [0045] 보어홀(130)의 U자관에서 일단은 인입부로서 공급관(110)으로부터 이어진 배관과 연결되고, 타단은 회수관(120)

0)으로 이어지는 배관과 연결된다. 보어홀(130)의 수직 길이는 계간축열조의 지름과 동일하게 형성하여 열 손실을 최소화 할 수 있다.

- [0046] 제1 연결관(200)은 공급관(110)을 1차 분할하여 상기 계간축열조에 온수를 공급한다. 도 3에서는 공급관(110)이 1차 분할되어 3개의 제1 연결관(200)이 도시되어 있으나 예시적인 것이며, 상기 계간축열조의 크기, 설비간 거리 및 유지보수 등을 고려하여 결정된다.
- [0047] 제2 연결관(300)은 각각의 제1 연결관(200)이 2차 분할된 배관이다. 도 3은 제1 연결관(200)이 각각 2차 분할됨으로써 제1 연결관(200)마다 4개의 제2 연결관(300)과 연결된 것으로 도시하고 있다. 제1 연결관(200)의 수와 마찬가지로 제2 연결관(300)의 수도 예시적인 것이며, 2차 분할은 축열 시스템의 용량을 고려하여 이루어진다.
- [0048] 제3 연결관(400)은 제2 연결관(300)에서 연장되어 보어홀(130)과 연결된 배관과 각 보어홀(130)간을 연결하는 배관이다. 구체적으로 제3 연결관(400)의 연결 형태는 일단이 제2 연결관(300)에 연결되고 타단이 보어홀(130)의 인입부에 연결될 수 있고, 자신의 양단이 이웃한 보어홀(130)에 각각 연결될 수 있다.
- [0049] 공급관(110)으로부터 분할된 제1 연결관(200), 제2 연결관(300) 및 제3 연결관(400)을 통해 유로가 중심부의 시작점으로부터 외측의 종로지점까지 1개의 Line형태로 형성된다.
- [0050] 종래 기술은 온도구간에 따른 Ring형태의 유로를 통해 축열 시 복수의 보어홀(130)을 거치게 됨에 따라 온도 구배에 따른 축열에 한계가 있다. 그러나 본 발명의 실시예에 따른 계간 축열 시스템(100)은 유로가 각 온도 구간마다 하나의 보어홀(130)을 포함하기 때문에 온도 구배에 따른 성층 축열이 가능하다.
- [0051] 또한 공급관(110)으로부터 1차 분할된 배관을 2차 분할한 형태로 인입지점에서 회수지점까지 공급하기 때문에 큰 배관을 사용할 필요가 없게 된다. 공급되는 배관의 길이는 반경 방향 수량 또는 선택된 수량에 따라 제한되기 때문에 압력손실을 감소시킬 수 있고 공급하는 배관 내 압력을 낮출 수 있다. 이를 통해 낮은 압력에서도 상기 계간축열조를 가동시킬 수 있어 설비 안정성이 개선된다.
- [0052] 본 발명에 따른 계간 축열 시스템(100)은 온도 구배에 따른 유로를 형성하기 위해 제1 센서(500), 제2 센서(600) 및 제3 센서(700)가 측정된 온도를 이용하여 제어유닛(900)이 밸브 유닛(800)을 제어한다. 이하 구체적으로 설명한다.
- [0053] 제1 센서(500)는 공급관(110)에 설치되어 열원 공급온도를 측정한다.
- [0054] 제2 센서(600)는 제2 연결관(300)에 각각 설치되어 내부에 유지되는 수온의 온도를 측정한다.
- [0055] 제3 센서(700)는 보어홀(130)마다 설치되어 지중온도를 측정한다.
- [0056] 밸브유닛(800)은 공급관(110), 제1 연결관(200), 제2 연결관(300), 제3 연결관(400), 보어홀(130) 및 회수관(120)까지 각 연결지점에 설치되어 개폐된다. 밸브유닛(800)은 전자 밸브일 수 있다.
- [0057] 제어유닛(900)은 방열 목표 온도 및 각 센서(500, 600, 700)에서 측정된 온도를 입력 받아 비교 선택하여 하나의 유로가 형성되도록 밸브유닛(800)의 개폐를 제어한다.
- [0058] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 제어형 계간축열 시스템의 구성과 분할 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- [0059] 도 4를 참조하면, 공급관(110)은 1차 분할에 따라 6개의 제1 연결관(200)으로 나뉜다. 제1 연결관(200)은 다시 2차 분할되어 6개의 제2 연결관(300)으로 나뉜다. 상기 제1 연결관(200) 및 제2 연결관(300)의 수는 위에서 설명한 바와 같이 예시적인 것이며 계간축열조의 크기, 유지보수, 토질, 지역적 기후 조건등을 고려하여 각각 결정된 것이다.
- [0060] 제3 연결관(400)은 제2 연결관(300)과 보어홀(130)을 연결하거나 2개의 보어홀(130)을 연결한다. 도 4에서 복수의 제2 연결관(300)중 일부만 보어홀(130)까지 이어지는 제3 연결관(300)과 연결된 것으로 도시되었다. 이는 연결 상태의 확인을 용이하도록 하기 위해 생략된 것이며 나머지 제2 연결관(300)도 각각 대응되는 제3 연결관(400)에 연결되어 있다.
- [0061] 밸브유닛(800)은 각 배관(110, 120, 200, 300, 400)의 연결지점에 설치되어 있다. 밸브유닛(800)의 수는 상기 연결지점의 수(n, 자연수)와 동일할 수 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니며 역류를 방지하고 하나의 유로 형성을 위해 그보다 적거나 많은 수로 설치될 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 따르면 계간 축열 시스템(100)은 성층 축열을 위해 영역을 나눌 수 있다. 이와 관련, 도 4에서 4분

할한 영역 중 일 영역에 대해 도시하고 있다. 상기 영역의 모양 및 분할된 수는 예시적인 것이며 설치되는 위치와 그에 따른 경제성을 고려하여 적절한 형태(원형, 다각형 등)와 수로 결정될 수 있다.

- [0063] 계간 축열 시스템(100)은 원형을 기준으로 하여 분할한다고 하였을 때 360도를 동일한 각도(예를 들면 30도)로 분할함에 따른 복수의 영역(예를 들면 12개의 영역)을 포함할 수 있다.
- [0064] 이 때, 계간 축열 시스템(100)은 메인 공급관(미도시), 메인 회수관(미도시) 및 성층 축열을 위한 복수의 영역을 포함할 수 있다. 상기 각 영역은 공급관(110), 회수관(120), 보어홀(130)을 포함하는 계간축열조, 제1 연결관(200), 제2 연결관(300), 제3 연결관(400), 제1 센서(500), 제2 센서(600), 제3 센서(700), 밸브유닛(800) 및 제어유닛(900)을 포함할 수 있다.
- [0065] 상기 영역 분할에 따라 상기 각 영역에 포함된 공급관(110)은 상기 메인 공급관에 연결되고 상기 각 영역에 포함된 회수관(120)은 상기 메인 회수관에 연결된다.
- [0066] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어유닛이 유로를 형성하는 제어 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0067] 도 5는 설명의 편의를 고려하여 일부 구성은 생략하여 도시되었다. 구체적으로 제1 연결관(200) 및 제2 연결관(300)이 생략되었고 도시된 제3 연결관(400)은 각 보어홀(130-a 내지 130-f)을 연결하는 배관으로서 제2 연결관(300)과 연결되어 보어홀(130)에 온수를 공급하는 제3 연결관(400)도 생략되었다.
- [0068] 도 5를 참조하면, 제어유닛(900)은 제1 센서(500)가 측정한 열원 공급온도를 입력 받는다. 상기 열원 공급온도를 이용하여 제어유닛(900)은 제1 연결관(200)과 제2 연결관(300)을 선택한다.
- [0069] 구체적으로 제어유닛(900)은 상기 열원 공급온도에 따라 축열을 위한 복수의 제1 연결관(200) 중 하나를 선택하고 나머지 제1 연결관(200)에 대한 밸브유닛(800)은 닫히도록 제어한다.
- [0070] 그 다음, 제어유닛(900)은 해당 제1 연결관(200)에서 분할된 제2 연결관(300) 내부 수온의 온도를 제2 센서(600)로부터 입력 받는다. 제어유닛(900)은 상기 내부 수온의 온도를 상기 열원 공급온도와 비교하여 하나의 제2 연결관(300)을 선택한다. 제어유닛(900)은 상기 선택된 제2 연결관(300)에 연결된 밸브유닛(800)을 개방시킨다. 제어유닛(900)은 나머지 제2 연결관(300)은 폐쇄하도록 다른 밸브유닛(800)을 제어한다.
- [0071] 상기와 같은 방식으로 공급관(110)부터 제2 연결관(300)까지 유로가 형성되고 선택된 제2 연결관(300)과 연결된 제3 연결관(400)으로 온수가 공급된다. 예를 들면 제2 연결관(300-c)이 선택된 경우, 해당 제2 연결관(300-c)과 연결된 제3 연결관(400)(미도시)을 통해 온수가 공급된다.
- [0072] 밸브유닛(800)의 경우 밸브유닛 1(800-1), 밸브유닛 2(800-2) 및 밸브유닛 3(800-3)는 폐쇄되고 나머지 밸브유닛(800)은 개방되어 회수관(120)으로 향하는 유로를 형성한다. 이에 따라 온수는 보어홀(130-c)로 유입되어 열을 축적한 후 온도 구배에 따라 외곽의 보어홀(130-d, 130-e, 130-f)로 순차적으로 흐르게 된다.
- [0073] 구체적으로 보어홀(130-c)을 통과한 온수는 제3 연결관(400-d, 400-e, 400-f)들을 통해 각 보어홀(130-d, 130-e, 130-f)을 거친 후 회수관(120)으로 향한다.
- [0074] 종래 기술은 온도 구간에 따라 배치된 것으로서 Ring형태의 유로에 포함된 복수의 보어홀을 모두 거치면서 열을 축적 후, 다음 온도 구간에 따른 더 큰 Ring형태 유로에 포함된 복수의 보어홀에 열을 축적하면서 회수관으로 빠져나간다. 동일 온도 구간(하나의 Ring)에 포함되는 보어홀 일지라도 먼저 축적되는 보어홀의 축열 정도가 높을 수 밖에 없다.
- [0075] 반면 본 발명의 경우 유로가 Line형태로서 온도 구배에 따른 보어홀(130-a 내지 130-f)을 하나씩 포함하고 있다. 열원 온도에 따라 선택된 보어홀(130-c)에 먼저 열을 축적하고 외곽을 향해 나머지 보어홀(130-d, 130-e, 130-f)에 순차적으로 열을 축적 후 회수관(120)으로 회수된다. 이를 통해 온도 구배에 따른 성층 축열이 가능하다.
- [0076] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 축열시 형성되는 유로의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0077] 도 6을 참조하면, 제1 센서(500)가 측정한 열원 온도는 T_s 이다. 제어유닛(900)은 상기 열원 온도 T_s 를 복수의 온도 구간(P_1 , P_2 , P_3) 중 어디에 속하는 지 판단한다. 그 비교 결과 열원 온도 T_s 는 P_2 에 속하므로 제1 연결관(200-b)이 선택된다.

- [0078] 온도 구간 P는 제2 연결관(300)의 수온 온도 최저, 최고값에 따라 설정될 수 있다. 구체적으로 P_2 의 경우 제2 연결관(300)의 온도인 T_{21} (최저값)보다 같거나 크고 T_{24} (최고값)보다 작거나 같은 범위로 설정될 수 있다. 다만 온도 구간 P는 범위는 사용자가 직접 설정할 수도 있다.
- [0079] 제1 연결관(200-b)이 선택된 후, 제어유닛(900)은 해당 제1 연결관(200-b)으로부터 분할된 제2 연결관(300-b1 내지 300-b4)의 온도(T_{21} 내지 T_{24})와 각각 비교한다.
- [0080] 비교 결과가 $T_{21} < T_s < T_{22}$ 인 경우, 온도편차가 가장 적으면서 열원 공급 온도 T_s 보다 낮은 온도의 배관을 선택하여야 하므로 제어유닛(900)은 T_{21} 의 온도가 유지되는 제2 연결관(300-b1)을 선택한다. 제어유닛(900)의 선택에 따라 해당 보어홀(130-b1)로 향하는 연결지점에 설치된 밸브유닛(800)은 개방된다. 제어유닛(900)은 나머지 제2 연결관(300-b2 내지 300-b3)에 설치된 밸브유닛(800)은 폐쇄되도록 제어한다.
- [0081] 유로를 형성하는 각 연결지점에 설치된 밸브유닛(800)은 형성된 유로의 방향에 대해서는 개방되나 유로가 아닌 방향에 대해서는 폐쇄된다.
- [0082] 이러한 역류방지 동작은 밸브유닛(800)에 포함된 복수의 밸브가 역류 방지 시퀀스에 따라 작동함으로써 이루어질 수 있으며 여러 방향의 유로를 형성하는 것이 가능한 하나의 밸브를 통해 수행될 수도 있다.
- [0083] 최종적으로 형성되는 유로는 공급관(110), 제2 연결관(200-b1), 제3 연결관(400-b1), 보어홀(130-b1), 제3 연결관(400), 보어홀(130-a3) 및 회수관(120)을 포함하게 된다. 상기 유로에 포함되는 각 보어홀(130-b1, 130-a3)은 온도 구배에 따른 보어홀(130)이므로 효율적으로 축열을 할 수 있다.
- [0084] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 방열시 형성되는 유로의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0085] 축열하는 경우와 달리 방열 시 온수의 방향은 반대가 된다. 도 7을 참조하면, 회수관(120)을 통해 유입된 열매체는 보어홀(130)에서 열을 얻은 후 공급관(110)으로 빠져나가서 열을 공급한다.
- [0086] 구체적으로 제어유닛(900)은 방열 목표 온도 T_E 를 입력 받는다. 제어유닛(500)은 각 보어홀(130)에 설치된 제3 센서(700)로부터 지중온도를 입력 받아 상기 방열 목표 온도 T_E 와 비교한다.
- [0087] 비교 결과가 $T_{G2} < T_E < T_{G3}$ 인 경우, 방열 목표 온도 T_E 보다 큰 지중온도를 갖는 보어홀(130)을 선택하여야 하므로 지중온도 T_{G3} 를 갖는 보어홀(130-e)이 선택된다. 축열과 달리 T_{G4} 의 지중온도를 갖는 보어홀(130)은 통과하여 T_{G3} 를 갖는 보어홀(130-e)에서 열을 얻은 후 제3 연결관(400), 제2 연결관(300), 제1 연결관(200)의 순서로 통과하여 공급관(110)을 통해 방열하게 된다.
- [0088] 도 8은 축열 후 경과일 수에 따른 축열량 변화를 종래기술과 본 발명의 실시예간 비교한 도면이다.
- [0089] 도 8을 참조하면, (a)는 기존의 중앙인입 방식에 따른 축열량 변화이며 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 유로제어방식의 축열량 변화이다.
- [0090] 봄부터 시작하여 100일째인 여름 중 가장 온도가 높은 시점에는 축열량 분포가 동일하다. 그러나 180일을 경과하여 228일째가 되는 경우 (a)는 저장된 열이 대부분 빠져나간 반면에 (b)는 아직도 중심부에 열이 상당한 열이 존재한다.
- [0091] 도 9는 축열 후 경과일 수에 따른 축열온도 변화를 종래기술과 본 발명의 실시예간 비교하고 효율 향상율을 함께 도시한 그래프이다.
- [0092] 도 9를 참조하면, X는 기존의 중앙인입 방식에 따른 축열온도(℃) 변화이고 Y는 본 발명의 실시예에 따른 유로 제어방식의 축열온도(℃) 변화이다. Z는 X방식에 대한 Y방식의 효율 향상율(%)이다.
- [0093] 경과일수가 100일까지는 축열 온도가 47도 가량으로 동일하여 효율에는 차이가 발생하지 않는다(약 0%). 그러나 150일을 경과하는 시점부터 축열 온도의 차이가 발생하여 228일째가 되었을 때 X는 약 38도인 반면 Y는 약 45도가 된다.

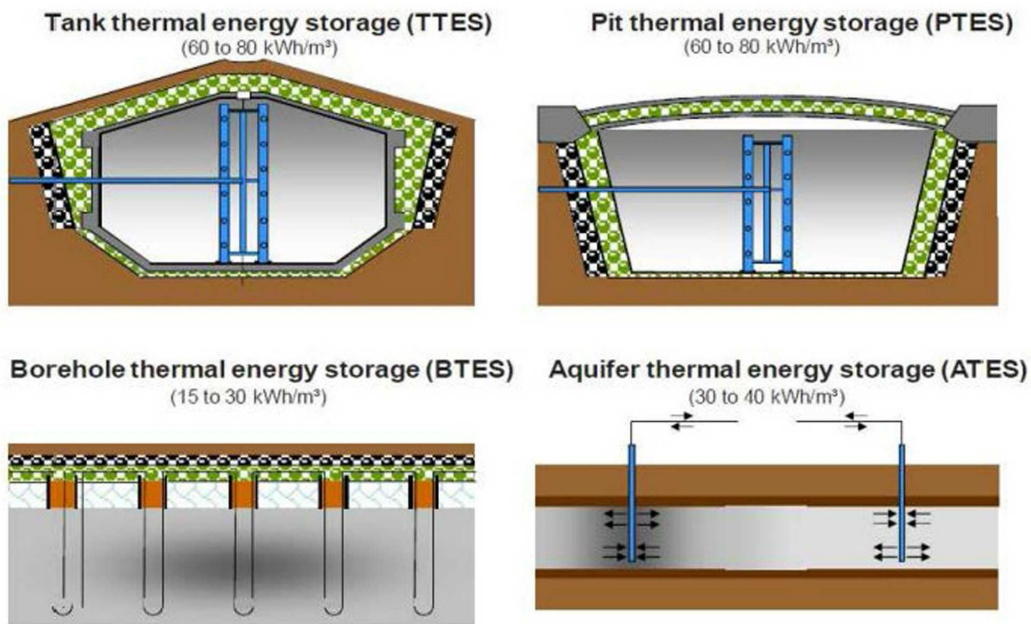
- [0094] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 유로 제어형 계간 축열 시스템은 온도 구매에 따른 성층 축열을 통해 저온에서도 효과적으로 축열을 할 수 있어 절기상 방열구간에 이르더라도 기존 방식 대비 17%까지 향상된 효율을 보여준다.
- [0095] 본 발명은 특정 기능들 및 그의 관계들의 성능을 나타내는 방법 단계들의 목적을 가지고 위에서 설명되었다. 이러한 기능적 구성 요소들 및 방법 단계들의 경계들 및 순서는 설명의 편의를 위해 여기에서 임의로 정의되었다.
- [0096] 상기 특정 기능들 및 관계들이 적절히 수행되는 한 대안적인 경계들 및 순서들이 정의될 수 있다. 임의의 그러한 대안적인 경계들 및 순서들은 그러므로 상기 청구된 발명의 범위 및 사상 내에 있다.
- [0097] 추가로, 이러한 기능적 구성 요소들의 경계들은 설명의 편의를 위해 임의로 정의되었다. 어떠한 중요한 기능들이 적절히 수행되는 한 대안적인 경계들이 정의될 수 있다. 마찬가지로, 흐름도 블록들은 또한 어떠한 중요한 기능성을 나타내기 위해 여기에서 임의로 정의되었을 수 있다.
- [0098] 확장된 사용을 위해, 상기 흐름도 블록 경계들 및 순서는 정의되었을 수 있으며 여전히 어떠한 중요한 기능을 수행한다. 기능적 구성 요소들 및 흐름도 블록들 및 순서들 둘 다의 대안적인 정의들은 그러므로 청구된 본 발명의 범위 및 사상 내에 있다.
- [0099] 본 발명은 또한 하나 이상의 실시 예들의 용어로, 적어도 부분적으로 설명되었을 수 있다. 본 발명의 실시 예는 본 발명, 그 측면, 그 특징, 그 개념, 및/또는 그 예를 나타내기 위해 여기에서 사용된다. 본 발명을 구현하는 장치, 제조의 물건, 머신, 및/또는 프로세스의 물리적인 실시 예는 여기에 설명된 하나 이상의 실시 예들을 참조하여 설명된 하나 이상의 측면들, 특징들, 개념들, 예들 등을 포함할 수 있다.
- [0100] 더구나, 전체 도면에서, 실시 예들은 상기 동일한 또는 상이한 참조 번호들을 사용할 수 있는 상기 동일하게 또는 유사하게 명명된 기능들, 단계들, 모듈들 등을 통합할 수 있으며, 그와 같이, 상기 기능들, 단계들, 모듈들 등은 상기 동일한 또는 유사한 기능들, 단계들, 모듈들 등 또는 다른 것들일 수 있다.
- [0101] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0102] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

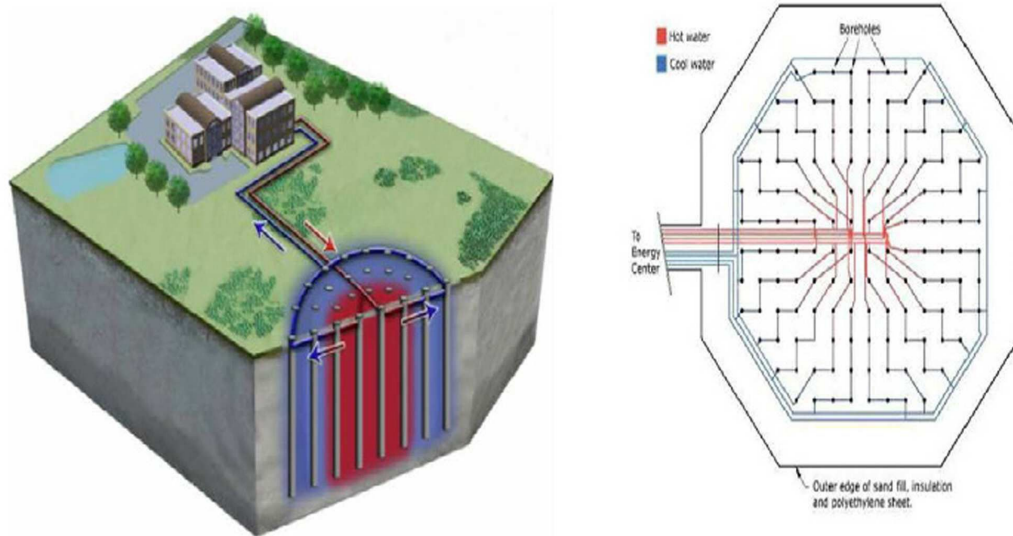
- [0103] 100 : 유로 제어형 계간 축열 시스템
- 110 : 공급관
- 120 : 회수관
- 130 : 보어홀
- 200 : 제1 연결관
- 300 : 제2 연결관
- 400 : 제3 연결관
- 500 : 제1 센서
- 600 : 제2 센서
- 700 : 제3 센서
- 800 : 밸브유닛
- 900 : 제어유닛

도면

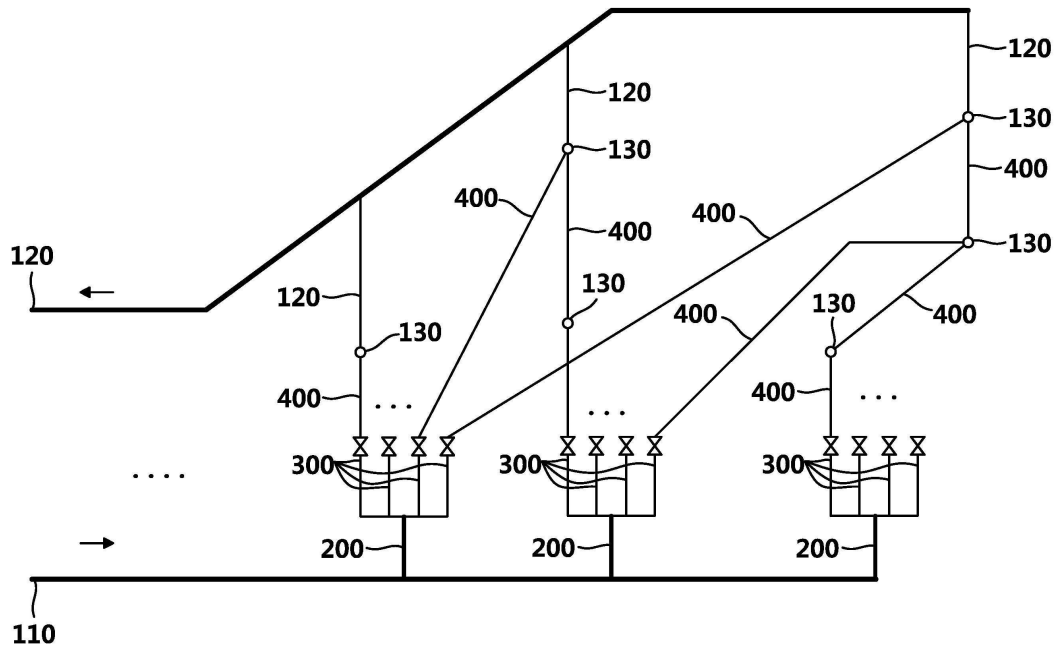
도면1



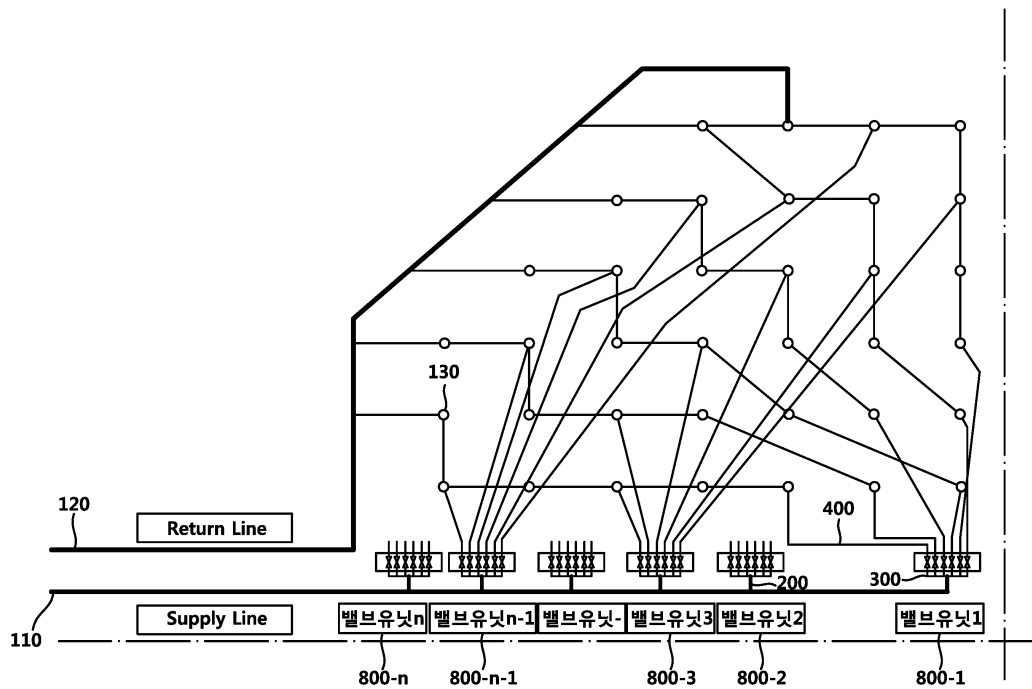
도면2



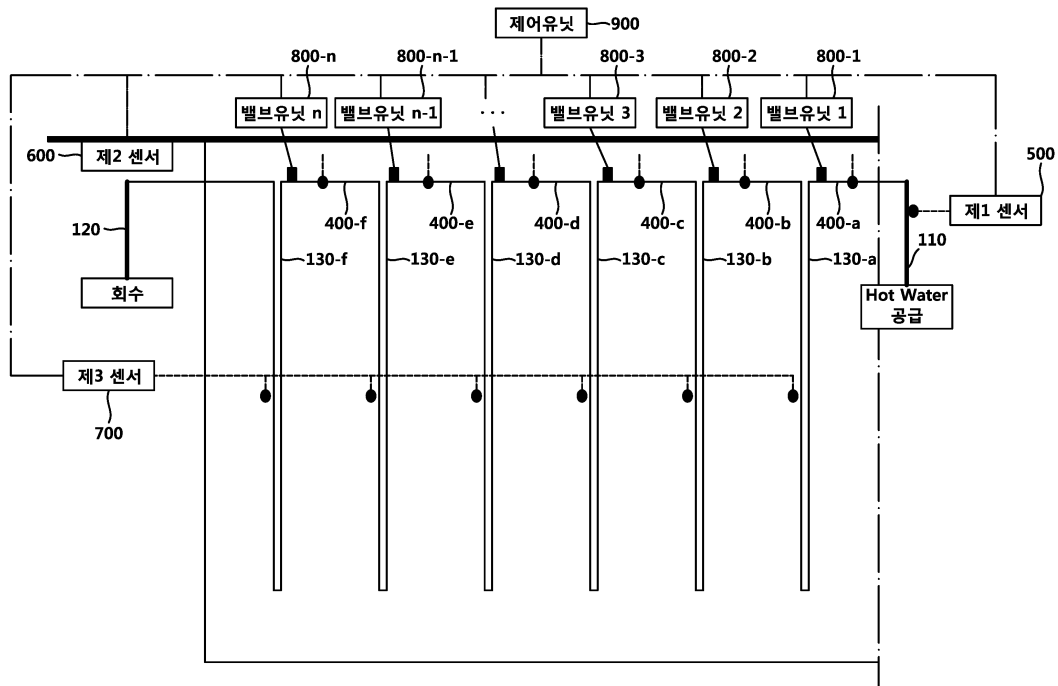
도면3



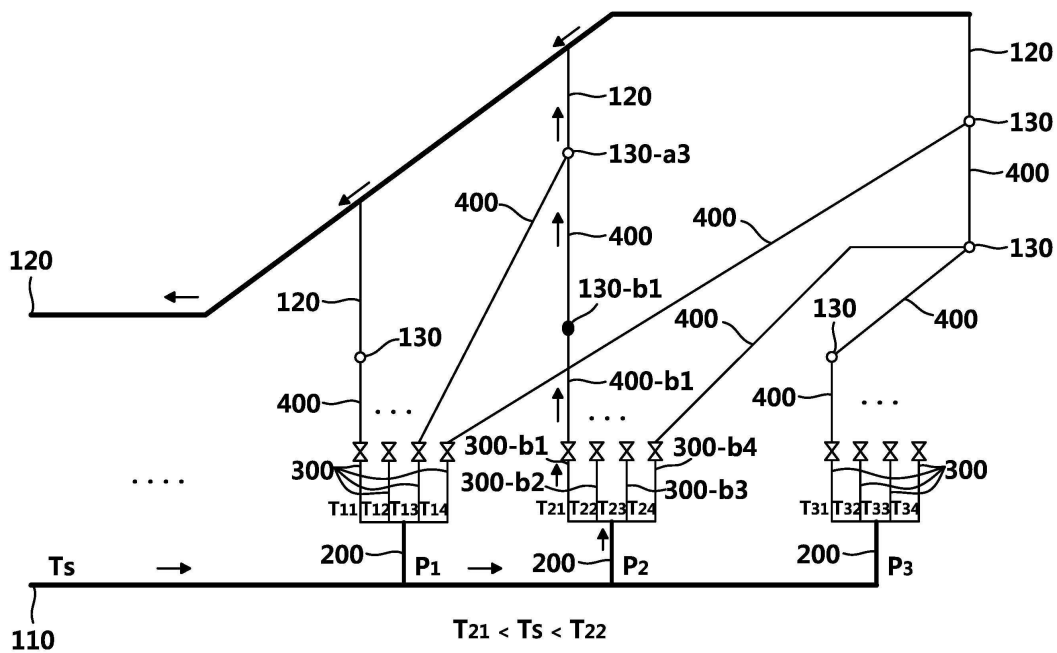
도면4



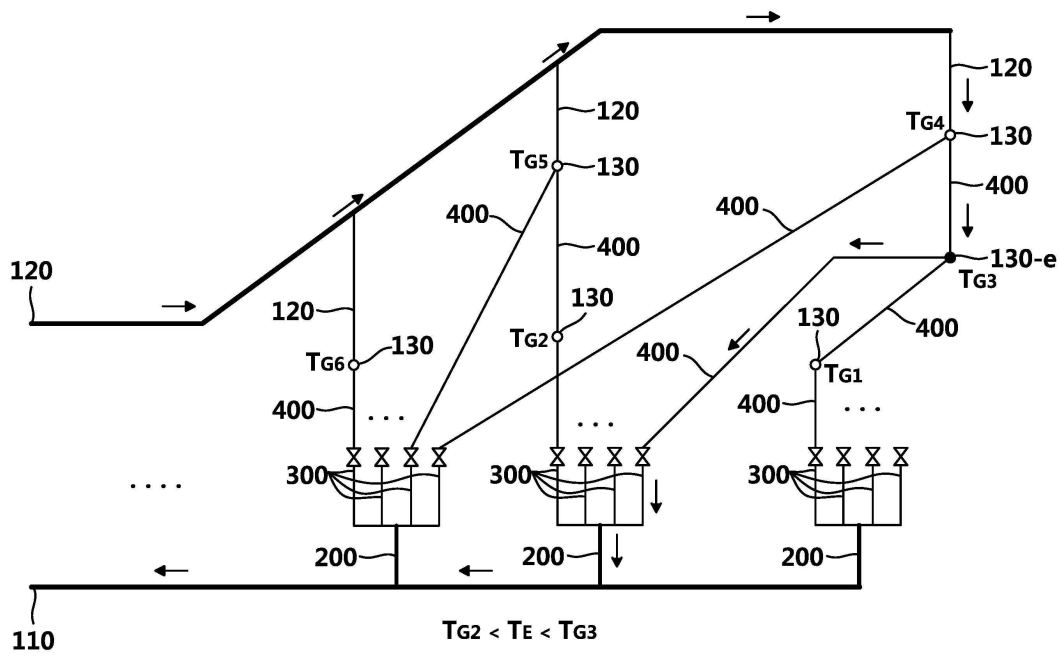
도면5



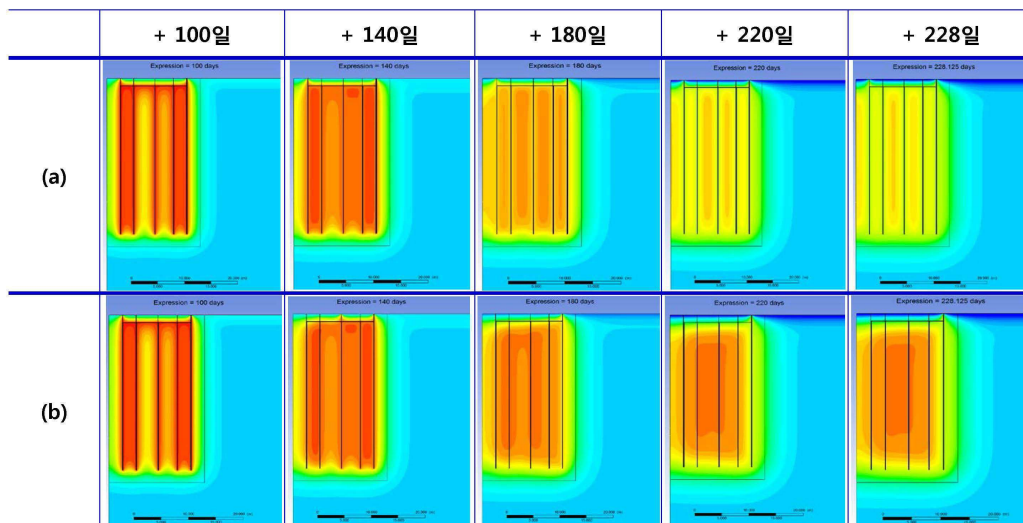
도면6



도면7



도면8



도면9

