



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0096086
(43) 공개일자 2025년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10N 10/80 (2023.01) H10N 19/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10N 10/80 (2023.02)
H10N 19/00 (2025.05)
(21) 출원번호 10-2023-0186971
(22) 출원일자 2023년12월20일
심사청구일자 2023년12월20일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대 학교)
(72) 발명자
김주형
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30
신경호
충청북도 청주시 상당구 중앙로 83
정윤호
인천광역시 남동구 논고개로 17
(74) 대리인
특허법인빛과소금

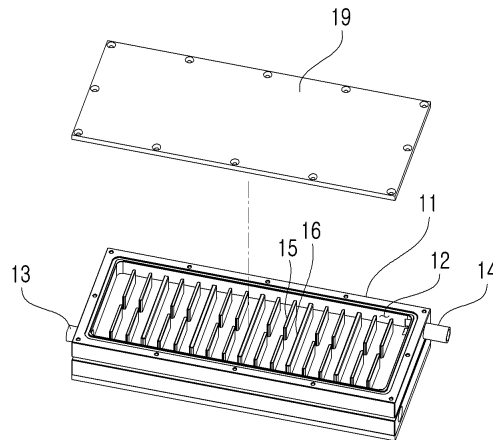
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 열전발전장치의 열교환기

(57) 요약

본 발명은 전열발전장치의 열교환기에 관한 것으로서, 다양한 산업분야에서 발생하는 중저온 폐열을 이용하여 전기를 발전하는 전열발전장치의 열전소자에 보다 효과적으로 열을 공급하기 위한 열교환기에 관한 것이다. 본 발명의 열교환기는 전열판들의 사이에 베젤이 형성되어 열흡수 및 유체의 속도를 적절히 제어한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415181001
과제번호	20222020800130
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에텍)
연구과제명	중·저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발·실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)씨맥
연구기간	2022.04.01 ~ 2026.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

일면이 개방된 형태이며 내부에 유체가 이동하는 공간이 형성된 유로부가 형성되고 상기 유로부의 저면에서 상 방향으로 돌출된 형태의 다수개의 전열핀들과 다수개의 배젤들이 형성된 본체부; 및

상기 본체부의 상기 일면을 덮는 덮개부를 포함하여 구성되는 전열발전장치의 열교환기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유로부에 형성된 상기 전열핀과 상기 배젤들은 유체의 이송방향을 가로지르도록 세로방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 전열발전장치의 열교환기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전열핀은 좌우방향으로 2개 형성된 후 그 다음에는 상기 배젤이 형성되는 순서가 반복되도록 형성되며,

상기 전열핀은 상기 유로부의 상하방향으로 2열로 형성되는 것을 특징으로 하는 전열발전장치의 열교환기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전열발전장치의 열교환기에 관한 것으로서, 다양한 산업분야에서 발생하는 중저온 폐열을 이용하여 전기를 발전하는 전열발전장치의 열전소자에 보다 효과적으로 열을 공급하기 위한 열교환기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 열전소자는 소자 양단의 온도차를 전기로 변환함으로써 열에너지를 전기에너지로 변환하거나 소자에 전기를 흐르게 함으로써 소자 양단에 온도차를 일으켜 전기에너지를 열에너지로 변환하는 열전현상을 이용하는 소자를 말한다.

[0003] 이러한 열전현상을 이용하는 열전소자는 폐열발전 등의 분야에 활용되어 소규모 냉각장치, 소규모 가열장치, 또는 소규모 발전장치 등에 이용된다. 열전소자가 소규모 발전장치에 이용되는 것을 열전발전장치 또는 열전발전기라고 부른다.

[0004] 이러한 열전발전기는 고온부와 저온부를 필요로 하는데, 다양한 방식중에서 유체의 열을 열교환기를 통해 전달하여 고온부와 저온부를 구성하는 방식이 있다. 여기서 유체의 열을 더욱 효율적으로 전달하기 위해 열교환기의 구조에 대한 연구가 필요한 실정이다.

[0005] "열전발전 열교환기"에 관한 종래기술로는 한국등록특허 제10-2458013호(명칭: 전열핀과 격벽이 형성된 열전발전용 고온부 열교환기)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 중저온 폐열을 대상으로 한 폐열 기반 열전발전장치의 열교환기로서, 높은 열전달 효율에 의해 높은 발전량을 가져오는 열교환기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 본 발명의 과제는 일면이 개방된 형태이며 내부에 유체가 이동하는 공간이 형성된 유로부가 형성되고 상기 유로부의 저면에서 상방향으로 돌출된 형태의 다수개의 전열핀들과 다수개의 베젤들이 형성된 본체부 및 상기 본체부의 상기 일면을 덮는 덮개부를 포함하여 구성되는 전열발전장치의 열교환기에 의해 달성된다.

발명의 효과

[0008] 본 발명은 다양한 산업환경에서 발생하는 중저온 폐열을 대상으로 한 폐열 기반 열전발전기의 열전소자에 열을 공급하기 위한 열교환기로서, 본 발명 열교환기는 각 열전소자가 접촉되는 지점의 내측으로 전열핀을 구성하여 각 위치에서의 전열면적을 증가시키고 전열핀들의 사이에는 베젤을 구성하여 유체의 이동속도를 감소시켜 열이 전달될 수 있는 시간이 증가하게 된다. 이는 상부측 열교환기 및 하부측 열교환기에 모두 적용된다.

[0009] 본 발명 열교환기는 전열핀의 개수가 증가하는 경우 유체와 접촉하는 전열면적은 증가하지만, 전열핀들의 사이에 유체가 정체되는 현상이 발생하여 결과적으로는 전반적인 열전달 효율에 저해가 된다. 따라서 본 발명은 전열면적 증대와 동시에 유체의 정체를 최소화하기 위한 타협으로 그룹당 전열핀의 개수를 2개씩 상하로 2열 배치하는 것으로 하였다.

[0010] 또한 유체의 이동속도가 너무 빠를 경우 열교환기를 통한 열전달이 충분히 일어나기도 전에 유체가 열교환기를 빠져나가서 유체로부터의 열의 회수량이 감소하게 되므로, 유체의 이동속도를 늦춰주기 위해 유체의 유동을 부분적으로 방해하는 베젤을 전열핀들 그룹들의 사이에 구성하였다. 그 결과 전열핀들의 사이로 유체가 원활하게 유동되면서도 이와 동시에 유체가 열교환기의 구성들과 충분한 시간동안 열교환이 이루어질 수 있다.

[0011] 핀은 전열면적을 증진 및 열전달효율 향상을 위해 두께를 얇게 형성하였고, 유동을 저해하는 베젤은 전열핀에 비해 상대적으로 두께를 두껍게 구성한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열전발전장치의 열교환기에 열전소자를 장착한 결합모듈의 분해사시도 및 결합도이고,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기의 분해사시도이고,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기의 본체부를 덮개방향에서 바라본 평면도이고,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기의 본체부와 덮개부의 구성들의 간격을 보여주기 위한 단면도이고,

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기에서 고온유체를 흘려주었을 때 유로부의 전체 면적에서 고온유체가 퍼져나가는 거동을 시뮬레이션한 결과를 도시한 것으로서 시간순서상 위쪽이 초기이고 아래쪽이 나중인 것이고,

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기와 비교대상 열교환기들의 전열핀의 상이한 배치상태를 도시한 평면도이고,

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기와 비교대상 열교환기들에 대하여 고온유체를 흘려주었을 때에 열교환기의 열전소자와 접촉하는 한쪽면 전체면적의 온도분포를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기와 비교대상 열교환기들을 탑재한 전열발전장치들의 발전량을 시험한 결과를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전열발전장치의 열교환기(10)의 구성에 대하여 상세히 설명한다.

[0014] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 열전발전장치의 열교환기(10)를 적용한 결합모듈은 열전소자(1)들을 사이에 두고 열전소자(1)들의 상부와 하부에 각각 열교환기(10)가 배치되고, 열전소자(1)들의 상면은 상부측 열교환기(10)의 저면에 부착되고 열전소자(1)들의 저면은 하부측 열교환기(10)의 상면에 부착된다. 열전소자(1)의 위쪽에 배치된 열교환기(10)를 상부측 열교환기라 지칭하고 열전소자(1)의 아래쪽에 배치된 열교환기(10)를 하부측 열교환기라 지칭한다.

- [0015] 상부측 열교환기(10)는 저온의 유체가 흘러서 열전소자(1)의 저온부로부터 열을 흡수하고, 하부측 열교환기(10)에는 고온의 유체가 흘러서 열전소자(1)의 고온부로부터 열을 공급한다.
- [0016] 도 2 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 열교환기(10)는 일면이 개방된 사각박스형태의 본체부(11)와 본체부(11)의 개방된 부분을 덮는 덮개부(19)로 구성된다.
- [0017] 본체부(11)는 내부에 유체가 이동하는 대략 사각의 공간인 유로부(12)가 형성되고 유로부(12)의 서로 대향하는 양쪽에는 각각 유체가 유입되고 배출되는 유입구(13) 및 배출구(14)가 형성된다. 유로부(12)의 저면에는 위로 돌출된 다수개의 전열핀(15)들과 전열핀(15)들의 사이에 베젤(16)들이 전체 면적에 걸쳐 고르게 형성된다. 유로부(12)의 저면은 열교환기(10)에서 열전소자(1)와 접촉하는 면에 인접한 면이다. 따라서 유로부(12)의 저면에 형성된 전열핀(15)은 유체에서 열을 흡수하여 열교환기(10)의 열전소자(1)로 열을 전달하면서 열을 더 원활하게 전달하게 된다.
- [0018] 도 3을 기준으로, 전열핀(15)들과 베젤들은 유로부(12)의 유입구(13)에서 배출구(14)까지 유체가 이동하는 방향을 가로지르도록 유로부(12)에서 세로방향으로 배치된다.
- [0019] 전열핀(15)들은 면적에 비해 두께가 상대적으로 얇은 형상이며 유로부(12)의 세로방향으로는 상하지점에 나란히 2개가 서로 이격되어 배치되며 이러한 형태로 유로부(12)의 가로방향으로 다수개가 동일한 형태로 배치된다. 서로 인접한 4개의 전열핀(15)들이 하나의 그룹을 형성하며 각각의 그룹은 서로간에 소정의 간격을 두고 떨어져서 가로방향으로 다수개가 형성된다. 4개의 전열핀(15)들의 그룹과 그 다음의 4개의 전열핀(15)의 그룹들 사이에는 하나의 베젤이 형성된다.
- [0020] 베젤은 전열핀(15)에 비해서는 상대적으로 두께가 두꺼우며 4개의 전열핀(15)들이 형성하는 그룹들의 사이에 형성된다. 각각의 베젤은 세로방향으로 상단과 하단이 위쪽 전열핀(15)의 상단 및 아래쪽 전열핀(15)의 하단과 일치하도록 형성된다.
- [0021] 본체부, 전열핀, 베젤(16)의 치수는 아래 [표 1]과 같다..

표 1

	두께(mm)	길이(mm)
전열핀(15)	3	38
베젤(16)	6	86
전열핀들 사이 간격	횡방향 13mm 종방향 10mm	
전열핀과 베젤의 사이 간격	횡방향 11mm	
본체부(11)	가로 315mm	세로 130mm

- [0023] 도 3을 기준으로, 베젤의 상단과 위쪽 전열핀(15)들의 상단이 유로부(12)의 위쪽 내면과 떨어진 거리는 동일하며, 베젤의 하단과 아래쪽 전열핀(15)들의 하단이 유로부(12)의 아래쪽 내면과 떨어진 거리도 역시 동일하다. 덮개부(19)는 본체부(11)의 유로부(12)의 덮도록 본체부(11)에 결합된다. 도 4를 참조하면, 덮개부(19)의 저면과 본체의 전열핀(15)의 상단 및 베젤(16)의 상단은 서로 밀착되어 있다.
- [0024] 이하에서는 본 발명에 따른 열교환기(10)의 작동을 설명한다.
- [0025] 도 3 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 열교환기(10)에서 유입구(13)를 통해 유체가 유입되면, 유체는 초기에는 전열핀(15)들과 베젤(16)들의 외곽의 틈새 공간을 따라서 먼저 이동하고 이후에는 점차적으로 전열핀(15)들과 베젤(16)들의 사이의 공간으로 침투하여 최종적으로는 유로부(12)의 전체 공간을 채워나가는 유동을 보인다. 본체부(11) 자체에서도 유체의 열을 흡수하지만 본체부(11)에 형성된 전열핀(15)들에서도 유체로부터 열을 흡수한다. 이렇게 전열핀(15)들은 유체로부터 열을 흡수하는 기능을 수행하지만 한편으로는 전열핀(15)들은 다소간 유체의 정체를 일으키는 단점도 가진다. 따라서 전열핀(15)들의 사이간격이 너무 좁으면 전열핀(15)들의 사이 공간으로 유체가 유입되는 기능이 저하되어 열교환기(10)의 전체적인 열전달 측면에서 바람직하지 않다. 따라서 열교환기(10)에 형성할 전열핀(15)의 개수는 과다하지 않고 적절한 개수가 되어야 한다.
- [0026] 이하에서는 본 발명에 따른 열교환기(10)와 비교대상 열교환기(10)들에 대하여 고온유체를 흘려주었을 때의 열

전달 성능을 시뮬레이션한 결과를 설명한다.

- [0027] 도 6은 본 발명 열교환기(a)와 비교대상 열교환기(b,c,d,e,f)의 핀의 배치형태를 보여주는 도면으로서, 도 6을 참조하면, 비교예1의 열교환기(b)는 전열핀들이 위쪽에는 가로방향으로 나란하게 2열로 형성되고, 아래쪽에는 세로방향으로 2개씩 쌍을 이루어 각 쌍들이 서로 간격을 두고 형성된 것이고, 비교예2의 열교환기(c)는 전열핀들이 우측 영역에는 2열로 배치되고 좌측 영역에는 양단이 경사지게 깎여져 형태의 전열핀들이 2열로 배치된 것이고, 비교예3의 열교환기(d)는 전열핀들이 가로방향으로 나란하게 4열로 배치된 것이고, 비교예4의 열교환기(e)는 전열핀들이 상하방향으로 2열로 배치된 것이고, 비교예5(f)의 열교환기는 전열핀들이 아예 없는 것이다.
- [0028] 도 7은 본 발명의 열교환기(a)와 비교대상 열교환기들((b,c,d,e,f))에 대하여 고온유체를 흘려주었을 때에 열교환기의 열전소자와 접촉하는 면의 전체면적의 온도분포를 도시한 것이다.
- [0029] 도 3, 도 7을 참조하면, 본 발명의 열교환기(a)는 유입구(13)를 통해 유체가 유입된 후 배출구(14)를 통해 유체가 배출되도록 열교환기(10)에 고온유체를 공급하였을 때에 열교환기(10)의 면(열전소자와 접촉하는 방향쪽면)의 전체 면적에 걸쳐 온도 상승이 가장 균일하게 이루어졌고, 접촉면 전체 면적이 최고온도에 도달하는데 소요된 시간도 5초로서 가장 빠른 편에 속했다.
- [0030] 비교예1의 열교환기(b)는 면 전체가 최고온도에 도달하는 시간이 10초 이상으로 가장 느린 편에 속했다. 비교예3의 열교환기(d)는 면 전체가 최고온도에 도달하는 시간이 10초 이상으로 가장 느린 편에 속했다. 비교예5의 열교환기(f)는 면 전체가 최고온도에 도달하는 시간이 10초 이상으로 가장 느린 편에 속했다.
- [0031] 따라서 최고온도 도달시간이 본 발명 열교환기(10)(a)는 5초이지만, 비교예 열교환기들(b, d, f)는 10초에도 여전히 최고온도에 도달하지 못한 부분(붉은색 표시 영역)이 남아 있다. 따라서 본 발명 열교환기(a)가 최고온도 도달시간(고온유체를 흘려보내준 후 최고온도에 도달하는 시간)에 있어서 비교예 열교환기들(b, d, f)에 비해 우수한 것이 확인된다.
- [0032] 나머지 비교예2, 4 열교환기들(c, e)를 살펴보면, 온도분포 시뮬레이션 결과에 있어서는 본 발명 열교환기(10)(a)와 비교예 열교환기들(c, e)은 최고온도 도달시점에 있어서는 모두 대략 5초 정도로서 유사한 결과를 보인다.
- [0033] 따라서 발명자들은 본 발명 열교환기(10)(a)(=add Bezel)와 비교예 열교환기들(c, e)(=normal fins) 및 비교예 열교환기(f)(=empty)에 대하여 전열발전장치를 작동시켰을 때의 발전량을 "ORIGIN" 프로그램으로 시뮬레이션 해 보았다.
- [0034] 도 8은 본 발명 열교환기(10)와 비교예 열교환기들의 전열발전시 발전량을 시뮬레이션한 결과를 도시한 것으로서, 그 결과는 비교예 열교환기(empty)의 발전 성능은 현저히 낮은 것을 확인할 수 있고, 본 발명 열교환기(add Bezel)와 비교예 열교환기(c, e)(normal fins)는 베젤(16)이 있고 없고의 차이만 있는 것인데 베젤(16)의 유무에 따라서도 약간의 발전량 차이가 있으며 베젤(16)이 포함된 본 발명의 열교환기(10)의 발전량이 상대적으로 더 높았다. 결국 전열핀(15)과 베젤(16)이 모두 형성된 본 발명의 열교환기(10)가 전열발전 성능이 가장 우수한 것이 확인된다.
- [0035] 본 발명 열교환기(10)의 기술적 효과는 아래와 같다.
- [0036] 본 발명은 다양한 산업환경에서 발생하는 중저온 폐열을 대상으로 한 폐열 기반 열전발전기의 열전소자(1)에 열을 공급하기 위한 열교환기(10)로서, 본 발명 열교환기(10)는 각 열전소자(1)가 접촉되는 지점의 내측으로 전열핀(15)을 구성하여 각 위치에서의 전열면적을 증가시키고 전열핀(15)들의 사이에는 베젤(16)을 구성하여 유체의 이동속도를 감소시켜 열이 전달될 수 있는 시간이 증가하게 된다. 이는 상부측 열교환기(10) 및 하부측 열교환기(10)에 모두 적용된다.
- [0037] 본 발명 열교환기(10)는 전열핀(15)의 개수가 증가하는 경우 유체와 접촉하는 전열면적은 증가하지만, 전열핀(15)들의 사이에 유체가 정체되는 현상이 발생하여 결과적으로는 전반적인 열전달 효율에 저해가 된다. 따라서 본 발명은 전열면적 증대와 동시에 유체의 정체를 최소화하기 위한 타협으로 그룹당 전열핀(15)의 개수를 2개씩 상하로 2열 배치하는 것으로 하였다.
- [0038] 또한 유체의 이동속도가 너무 빠를 경우 열교환기(10)를 통한 열전달이 충분히 일어나기도 전에 유체가 열교환기(10)를 빠져나가서 유체로부터의 열의 회수량이 감소하게 되므로, 유체의 이동속도를 늦추주기 위해 유체의 유동을 부분적으로 방해하는 베젤(16)을 전열핀(15)들 그룹들의 사이에 구성하였다. 그 결과 전열핀(15)들의 사이로 유체가 원활하게 유동되면서도 이와 동시에 유체가 열교환기(10)의 구성들과 충분한 시간동안 열교환이 이

루어질 수 있다.

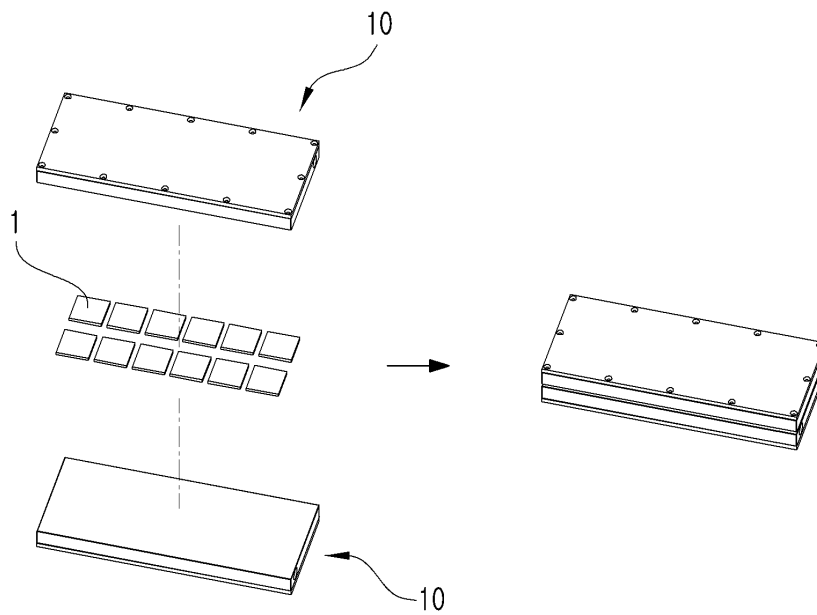
[0039] 핀은 두께를 얇게 형성하여 전열면적이 증대되고 열전달효율이 향상되며, 베젤(16)은 전열핀(15)에 비해 상대적으로 두께를 두껍게 구성하여 유체의 너무 빠른 이동을 방지하였다.

부호의 설명

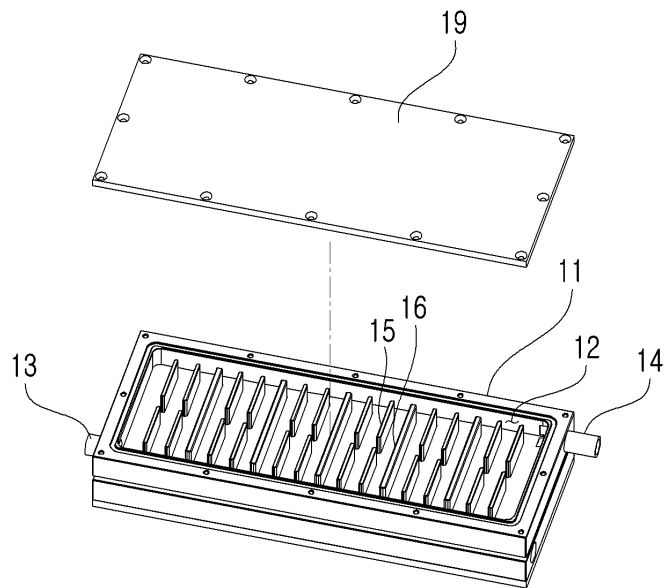
[0040] 1 열전소자
10 열교환기
11 본체부
12 유로부
13 유입구
14 배출구
15 전열핀
16 베젤
19 덮개부

도면

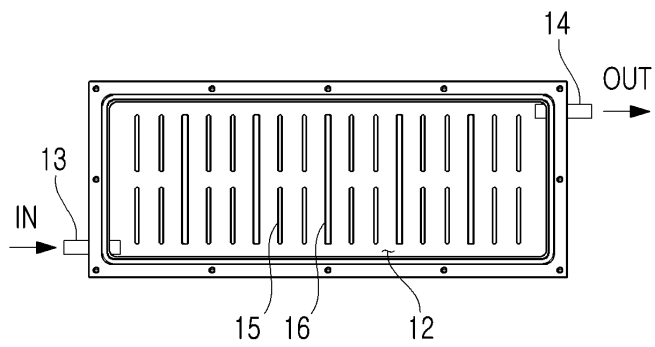
도면1



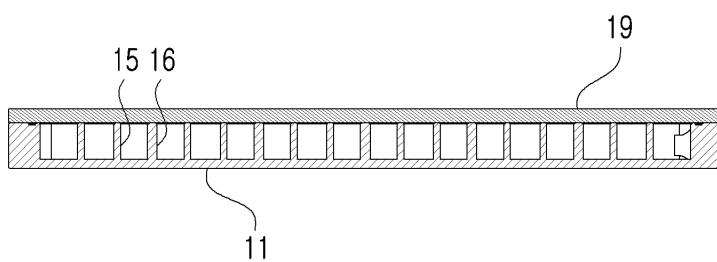
도면2



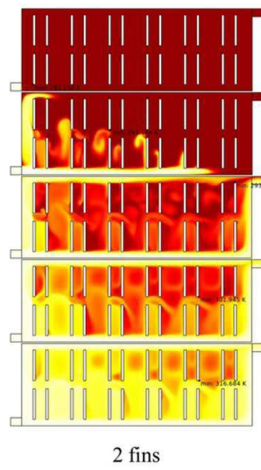
도면3



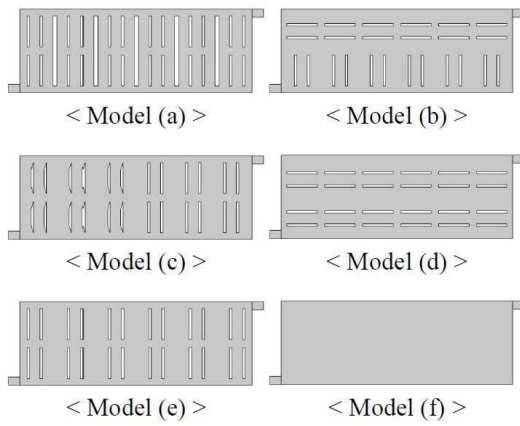
도면4



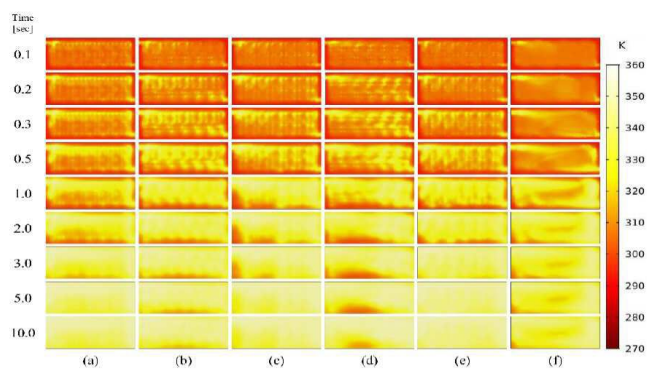
도면5



도면6



도면7



도면8

