(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 10 월 13 일 (13.10.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/216140 A1

(51) 국제특허분류:
F28D 9/00 (2006.01) *F28F 27/00* (2006.01)
F28F 3/04 (2006.01) *F01K 23/08* (2006.01)
F28F 13/06 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/095064

(22) 국제출원일: 2022 년 3 월 24 일 (24.03.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0045923 2021 년 4 월 8 일 (08.04.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이호성 (**LEE, Hoseong**); 01709 서울특별시 노원구 덕릉로71길 30, 101동 1606호., Seoul (KR). 오진우 (**OH, Jinwoo**); 02055 서울특별시 중랑구 신내역로1길 85, 113동 404호, Seoul (KR). 정호영 (**JEONG, Hoyoung**); 18270 경기도 화성시 남양읍 시청로102번길 11, 203동 1601호, Gyeonggi-do (KR). 박윤재 (**PARK, Yunjae**); 04019 서울특별시 마포구 동교로8길 32, A동 402호., Seoul (KR).

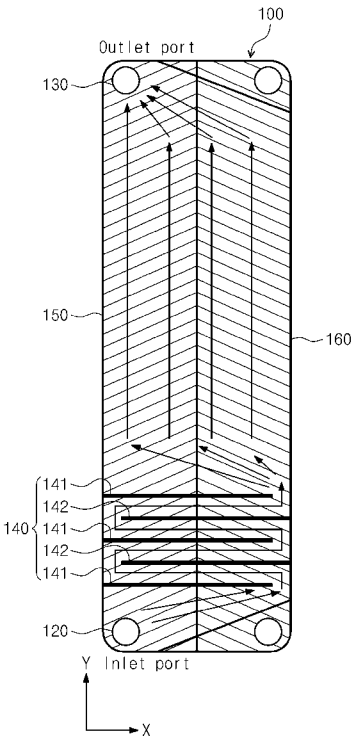
(74) 대리인: 강일신 등 (**KANG, Il Shin** et al.); 06753 서울특별시 서초구 바우뫼로 150, 2층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) **Title:** BAFFLE-TYPE PLATE HEAT EXCHANGER AND ORGANIC RANKINE CYCLE EVAPORATOR COMPRISING SAME

(54) **발명의 명칭:** 배플형 판형 열교환기 및 이를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기



(57) **Abstract:** A plate heat exchanger according to an embodiment comprises a heat transfer plate for heat exchange between a first fluid and a second fluid, wherein the heat transfer plate comprises: a main body including stacked first and second plates and having a flow path through which the first fluid flows between the first plate and the second plate; an inlet port formed at a fluid inlet side of the main body so that the first fluid is introduced into the flow path; an outlet port formed at a fluid outlet side of the main body so that the first fluid flowing along the flow path is discharged; and a plurality of baffles installed in the flow path so that the direction in which the first fluid flows in a fluid inflow region of the flow path is laterally changed, wherein the plurality of baffles may comprise at least one first baffle and at least one second baffle, which are alternately formed to be spaced apart from each other by a predetermined distance in a direction from the inlet port to the outlet port.

(57) **요약서:** 일 실시예에 따른 판형 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열판을 포함하고, 상기 전열판은: 적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체; 상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구; 상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및 상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle);을 포함하고, 상기 복수개의 배플은: 상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함할 수 있다.

WO 2022/216140 A1

[다음 쪽 계속]

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 배플형 판형 열교환기 및 이를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기

기술분야

[1] 본 발명은 배플형 판형 열교환기 및 이를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기에 관한 발명으로, 상세하게는 기존에 사용되고 있던 정현파 형상의 판형 열교환기에 정현파 형상의 배플 구조를 추가함으로써, 작동 유체의 유동 단면적을 조절하고, 이를 통해 유체 사이에 효율적인 열교환이 가능한 판형 열교환기 및 유기랭킨사이클 증발기에 관한 것이다.

[2] 본 발명은 산업통상자원부의 에너지수요관리핵심기술개발(에특)(R&D)(과제고유번호: 1415167122, 과제번호: 2018201060010B, 연구과제명: Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 개발, 과제관리기관: 한국에너지기술평가원, 과제수행기관: 고려대학교 산학협력단, 연구기간: 2020.01.01.~2021.12.31.)의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다. 한편, 본 발명의 모든 측면에서 한국 정부의 재산 이익은 없다.

배경기술

[3] 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체간 열을 교환시키기 위한 장치로써, 사용목적에 따라 가열기, 냉각기, 증발기 등으로 칭하기도 한다. 이러한 열교환기는 크게 관형 열교환기와 판형 열교환기로 분류된다. 판형 열교환기는 비교적 소형이면서 열교환 효율이 뛰어나며, 자동차, 냉매시스템 등 여러 분야에서 사용되고 있다.

[4] 판형 열교환기는 복수개의 전열판이 적층된 형태이다. 전열판들은 서로 적층되어 결합됨으로써, 제1 유체와 제2 유체가 유동할 수 있는 복수개의 유로를 형성한다. 제1 유체와 제2 유체는 전열판들 사이에 형성된 유로를 따라 유동하면서 열을 교환할 수 있다. 이 경우, 제1 유체와 제2 유체는 전열판을 사이에 두고 유동하므로, 서로 혼합되지 않으면서 열교환된다.

[5] 한편, 저온 열원 유기랭킨사이클의 증발기로 종래의 판형 열교환기를 사용할 경우 전체 전열 구간에서 작동 유체의 유동 단면적이 일정하게 유지된다. 이 때, 액상의 작동 유체는 질량 유속의 제한으로 현저하게 낮은 열전달 계수를 가지게 되고, 이는 전체 열전달 성능의 저하를 초래할 수 있다는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 개시된 발명의 일 측면에 의하면, 기존에 사용되던 판형 열교환기의 전열판에 배플 구조를 추가함으로써 작동 유체의 유동 단면적을 감소시키고, 질량 유속을 증가시킬 수 있으며, 데드존의 형성을 억제할 수 있어서, 일반적인 열교환기보다 열교환 효율이 좋은 판형 열교환기를 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

[7] 개시된 발명의 일 측면에 따른 판형 열교환기는, 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열판을 포함하고, 상기 전열판은: 적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체; 상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구; 상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및 상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플;을 포함하고, 상기 복수개의 배플은: 상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함하고, 상기 제1 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 본체의 제1 측면으로부터 상기 제1 측면과 대향하는 제2 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성되고, 상기 제2 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 제2 측면으로부터 상기 제1 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장될 수 있다.

[8] 또한, 상기 판형 열교환기는 액상의 상기 제1 유체를 상기 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기이고, 상기 배플이 설치되는 상기 유체 유입 영역은 상기 제1 유체가 액상인 구간일 수 있다.

[9] 또한, 상기 제1 판의 제1 표면 및 상기 제2 판의 상기 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상을 가지고, 상기 배플은 하기의 수식에 따른 정현파 파장을 가지며,

[10] [수식]

[11] $$\lambda' = \frac{\lambda}{cos\beta}$$

[12] 상기 수식에서 λ'는 상기 배플의 정현파 파장이고, λ는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 파장이고, β는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 배열 각도일 수 있다.

[13] 또한, 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면은 각각 상기 전열판의 중심축 상의 굴곡점을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현파 형상으로 형성되고, 상기 복수개의 배플은 각각 상기 굴곡점에 해당하는 위치에 설치될 수 있다.

[14] 또한, 상기 배플의 오목한 부분은 상기 제1 판 또는 상기 제2 판과 같은 두께를 가질 수 있다.

[15] 또한, 상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가질 수 있다.

[16] 또한, 상기 정현파 구간과 상기 판형 구간은 같은 파장을 가지도록 형성될 수 있다.

[17] 또한, 상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 상기 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성될 수 있다.

[18] 또한, 상기 통공에 형성되고, 상기 통공의 크기를 조절하여 상기 배출구와 가장 근접한 배플을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브; 및 상기 제1 유체의 상태에 따라 상기 유량 조절 밸브를 제어하는 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[19] 개시된 발명의 일 측면에 따른 유기랭킨사이클 증발기는, 상기 판형 열교환기를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[20] 개시된 발명의 일 측면에 따른 판형 열교환기는, 정현파 형상의 전열판의 표면에 배치된 정현파 형상의 배플 구조에 의해 제1 유체의 유동 단면적을 조절하고, 데드존의 형성을 억제함으로써, 제1 유체 및 제2 유체간 효율적인 열교환을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[21] 도 1a는 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

[22] 도 1b는 종래 기술에 따른 판형 열교환기에서의 유체의 온도 변화를 도시한 도면이다.

[23] 도 1c는 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 또 다른 도면이다.

[24] 도 2는 일 실시예에 따른 판형 열교환기를 도시한 도면이다.

[25] 도 3은 일 실시예에 따라 개선된 유체의 승온 효과를 도시한 도면이다.

[26] 도 4a는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 그래프이다.

[27] 도 4b는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 또 다른 그래프이다.

[28] 도 5a는 일 실시예에 따라 개선된 열전달 계수를 나타내는 그래프이다.

[29] 도 5b는 일 실시예에 따라 개선된 열전달율을 나타내는 그래프이다.

[30] 도 6a는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판이 적층된 상태를 나타내는 도면이다.

[31] 도 6b는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판의 대칭형 적층 구조를 측면에서 나타내는 도면이다.

[32] 도 6c는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판의 비대칭형 적층 구조를 측면에서 나타내는 도면이다.

[33] 도 7은 일 실시예에 따른 전열판의 기하 변수를 나타내는 도면이다.

[34] 도 8은 일 실시예에 따른 전열판의 적층에 의한 구조적 특징을 나타내는 도면이다.

[35] 도 9는 일 실시예에 따른 배플의 설치 위치를 나타내는 도면이다.

[36] 도 10은 일 실시예에 따른 정현파 형상으로 이루어진 제1 판, 제2 판 및 배플을

나타내는 도면이다.

[37] 도 11은 일 실시예에 따른 정현파 형상으로 이루어진 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.

[38] 도 12는 배플에 의해 형성되는 데드존(dead-zone)을 설명하기 위한 도면이다.

[39] 도 13a는 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.

[40] 도 13b는 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 또 다른 도면이다.

[41] 도 14a는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상에 따른 데드존 억제 효과를 설명하기 위한 도면이다.

[42] 도 14b는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상을 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[43] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다.

[44] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[45] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[46] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[47] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[48] 도 1a는 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 도면이고, 도 1b는 종래 기술에 따른 판형 열교환기에서의 유체의 온도 변화를 도시한 도면이며, 도 1c는 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 또 다른 도면이다.

[49] 도 1a를 참조하면, 종래의 판형 열교환기는 전열판을 반복 및 적층하여 유체의 유로를 형성하는 것을 확인할 수 있다.

[50] 도 1b 및 도 1c를 참조하면, 종래의 판형 열교환기는 유체가 유입구에서 배출구로 단순하게 이동하면서 상변화를 하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 유체의 유동 단면적은 모든 구간에서 일정하다.

[51] 이에 따라, 질량 유속에 비례하는 열전달 계수의 특성상, 종래의 열교환기 형상으로는 열전달 성능 향상에 한계가 있었다. 즉, 종래의 판형 열교환기는 액상의 유체가 질량 유속의 제한으로 낮은 열전달 계수를 가지고, 이는 전체 열전달 성능의 저하를 초래하는 문제가 있었다.

[52] 도 2는 일 실시예에 따른 판형 열교환기를 도시한 도면이다.

[53] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 판형 열교환기는 전열판(100)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 유체 및 제2 유체는 하나의 전열판(100)을 사이에 두고 판형 열교환기 내부를 유동하면서 서로 열교환을 수행할 수 있다.

[54] 제1 유체는 제2 유체를 가열 또는 냉각하기 위한 열교환 매체일 수 있다. 이때, 제2 유체가 작동 유체일 수 있다. 반대로, 제2 유체가 열교환 매체이고, 제1 유체가 작동 유체일수도 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 판형 열교환기의 내부에서는 열교환 매체 및 작동 유체가 유동할 수 있다.

[55] 본 발명의 실시예에 따른 전열판(100)은, 적층된 제1 판(101)과 제2 판(102)을 포함할 수 있다.

[56] 전열판(100)은 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 유로로 제1 유체가 유입되도록 본체(110)의 유체 유입 측에 형성되는 유입구(120)를 포함할 수 있다.

[57] 유입구(120)는 전열판(100)을 관통하여 형성된다. 유입구(120)는 원형의 형상으로 되어있을 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 제1 유체가 유로로 유입될 수 있는 형태이면 다른 형상일수도 있다.

[58] 전열판(100)은 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 유로를 따라 흐른 제1 유체가 배출되도록 본체(110)의 유체 배출 측에 형성되는 배출구(130)를 포함할 수 있다.

[59] 배출구(130)는 전열판(100)을 관통하여 형성된다. 배출구(130)는 원형의 형상으로 되어있을 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 제1 유체가 유로로부터 배출될 수 있는 형태라면 다른 형상을 하더라도 문제없다.

[60] 전열판(100)은 유로의 유체 유입 영역에서 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle)(140)을 포함할 수 있다.

[61] 배플(140)은 기존의 판형 열교환기의 재료와 동일한 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 배플(140)은 전열판(100)의 재료인 스테인리스강으로 이루어질 수 있다.

[62] 배플(140)은 유입구(120) 및 배출구(130) 사이에 위치하도록 전열판(100)에 결합될 수 있다.

[63] 배플(140)은 유입구(120) 및 배출구(130) 사이에 설치되어 유입구(120)를 통해 유입된 제1 유체가 곧바로 배출구(130) 쪽으로 이동하는 것을 차단할 수 있다. 결국, 유입구(120)를 통해 유입된 제1 유체는 배플(140)을 우회하면서 이동한 후에, 배플(140)이 없는 유로 내의 영역으로 빠져나온 이후 비로소 배플(140)의 방해 없이 유입구(120)를 향하여 이동할 수 있다.

[64] 배플(140)은 단순히 유로 내의 모든 영역에 위치하는 것이 아니라, 유체 유입 영역에 위치할 수 있다.

[65] 구체적으로, 판형 열교환기는 액상의 제1 유체를 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기일 수 있으며, 유체 유입 영역은, 제1 유체가 액상인 구간일 수 있다.

[66] 제1 유체가 액상인 구간은 본체(110) 면적의 30% 내지 40%를 차지할 수 있다.

하지만, 제1 유체가 액상인 구간은 제1 유체의 종류, 제2 유체의 종류, 제1 유체의 온도, 제2 유체의 온도 등에 따라 얼마든지 달라질 수 있으며, 배플(140)이 위치하는 유체 유입 영역 또한 이에 따라 달라질 수 있다.

[67] 복수개의 배플(140)은 유입구(120)로부터 배출구(130)를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플(141)과 적어도 하나의 제2 배플(142)을 포함할 수 있다.

[68] 즉, 제1 유체는 유입구(120)로부터 배출구(130)를 이동하는 과정에서 제1 배플(141) 및 제2 배플(142)을 교대로 만나게 된다.

[69] 제1 배플(141)은 정현파 형상으로 이루어져 본체(110)의 제1 측면(150)으로부터 제1 측면(150)과 대향하는 제2 측면(160)에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성될 수 있다.

[70] 제2 배플(142)은 정현파 형상으로 이루어져 제2 측면(160)으로부터 제1 측면(150)에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장될 수 있다.

[71] 제1 배플(141) 및 제2 배플(142)이 정현파 형상인 것은, 정현파 형상의 제1 판(101) 및 정현파 형상의 제2 판(102) 사이에 위치하면서도 배플 구조를 형성하기 위함일 수 있다.

[72] 제1 측면(150)은 유체가 판형 열교환기 내부에서 이동할 때, 판형 열교환기 외부로 유체가 빠져나가지 못하도록 전열판(100)의 가장자리에 형성되어 있을 수 있다.

[73] 제2 측면(160)은 유체가 판형 열교환기 내부에서 이동할 때, 판형 열교환기 외부로 유체가 빠져나가지 못하도록 제1 측면(150)의 반대측 가장자리에 형성되어 있을 수 있다.

[74] 결과적으로, 제1 유체는 유입구(120)를 통하여 본체(110) 내부로 들어온 후, 제1 배플(141)을 우회하는 방향으로 이동하고, 제2 측면(160)에 도달하고, 제2 측면(160)을 따라 이동한 뒤, 제2 배플(142)에 도달할 수 있다.

[75] 이후, 제1 유체는 제1 판(101), 제2 판(102), 제1 배플(141) 및 제2 배플(142) 사이의 공간을 따라 이동한 뒤, 제1 측면(150)에 도달하고, 제1 측면(150)을 따라 이동한 뒤, 제1 배플(141)에 도달할 수 있다.

[76] 제1 유체는 제1 판(101), 제2 판(102), 제2 배플(142) 및 제1 배플(141) 사이의 공간을 따라 이동한 뒤, 제2 측면(160)에 도달하고, 제2 측면(160)을 따라 이동한 뒤, 또 다른 제1 배플(141)에 도달할 수 있다.

[77] 이렇게 제1 유체는 유입구(120)를 통해 본체(110) 내부에 진입한 후, 곧바로 배출구(130)를 향하여 이동할 수 있는 것이 아니라, 제1 판(101), 제2 판(102), 제1 배플(141) 및 제2 배플(142) 사이의 공간을 따라 지그재그로 이동할 수 있다.

[78] 제1 유체가 배플(140)에 의하여 지그재그로 이동하는 구간의 영역은 복수개의 배플(140)들이 설치되어 있는 유체 유입 영역이다. 제1 유체가 마지막 배플(140)을 우회한 이후, 제1 유체는 유체 유입 영역을 벗어나고, 지그재그로 이동할 필요 없이 배출구(130)를 향하여 이동할 수 있다.

[79] 유체의 마찰 압력강하는 밀도와 질량 유속의 제곱에 비례한다. 액상의 유체는 밀도가 높지만 유속이 기상의 유체보다 상대적으로 낮다. 따라서, 액상 유체는 기상의 유체에 비하여 마찰 압력강하의 절대값이 크지 않다.

[80] 전술한 실시예와 같이 제1 유체가 액상인 구간에만, 즉 유체 유입 영역에만 배플(140)이 설치되는 것은, 이러한 특징을 이용하기 위함이다.

[81] 본 발명의 실시예에 따르면, 액상 유체의 열전달 계수가 증가함에 따라 액상의 유체가 이상 상태에 도달하는데 요구되는 열전달 면적은 감소하게 되고, 이를 통하여 본체(110)의 크기를 감소시킬 수 있다. 또한, 본체(110) 내부의 전체 전열 구간에서 유체가 하나의 상으로 열전달하는 구간의 비율을 감소시키고, 상변화 열전달 구간의 비율을 증가시킴으로써, 열교환기의 열전달 성능을 향상시킬 수 있다.

[82] 유기랭킨사이클 시스템은 통상적으로 주거용 및 상업용 동력 분배 시스템 또는 그리드에 제공되는 전력을 발생시키기 위한 목적으로 사용될 수 있다. 유기랭킨사이클은 작동 유체로서 물 또는 증기 대신에 냉매(유기 유체)를 사용하는 증기 동력 사이클일 수 있다. 유기 랭킨 사이클은 유체의 증발을 위한 증발기를 포함할 수 있다.

[83] 본 발명의 유기랭킨사이클 증발기는 전술했거나 후술할 모든 형태의 판형 열교환기를 포함할 수 있다.

[84] 도 3은 일 실시예에 따라 개선된 유체의 승온 효과를 도시한 도면이며, 도 4a는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 그래프이고, 도 4b는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 또 다른 그래프이다.

[85] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 전열판(100)은, 제1 판(101)과 제2 판(102) 사이에 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체(110)를 포함할 수 있다.

[86] 즉, 제1 판(101) 및 제2 판(102)이 적층되면 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이에 공간이 형성되고, 이러한 공간이 제1 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.

[87] 제1 판(101) 및 제2 판(102)은 서로 형태가 같은 전열판(100)일 수 있다.

[88] 한편, 제1 판(101)에 있어서, 제2 판(102)이 접한 방향의 반대쪽 방향에는 타 전열판(100)이 적층될 수 있다. 이때, 제1 판(101)과 타 전열판(100) 사이의 공간은 제2 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.

[89] 또한, 제2 판(102)에 있어서, 제1 판(101)이 접한 방향의 반대쪽 방향에도 타 전열판(100)이 적층될 수 있다. 이때. 제2 판(102)과 타 전열판(100) 사이의 공간은 제2 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.

[90] 도 3, 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 본 발명의 효과를 설명하기 위하여 단순하게 모델링되어 시뮬레이션한 결과, 유체의 승온 효과가 개선되었음을 알 수 있다.

[91] 즉, 도 1b에 도시된 기존 판형 열교환기의 경우, 유체의 유동이 수직 방향으로 균일하게 형성되어 있으나, 도 3에 도시된 본 발명의 판형 열교환기의 경우 배플(140)의 형상 덕분에 유체의 유동이 수평 및 수직 방향으로 교차되는 것을 확인할 수 있다.

[92] 결과적으로, 일 실시예에 따라 배플 구조가 적용된 판형 열교환기는 배플 구조가 없는 종래의 판형 열교환기에 비하여, 제1 유체의 온도 상승 효과가 큰 것을 시각적으로 확인할 수 있다.

[93] 도 4a에 도시된 그래프는 배플 구조가 없는 종래의 판형 열교환기 내부에서, 본체의 수직 방향 이동 거리에 대한 제1 유체의 온도 변화를 나타낸 그래프이며, 도 4b에 도시된 그래프는 본 발명의 일 실시예에 따른 판형 열교환기 내부에서, 본체의 수직 방향 이동 거리에 대한 제1 유체의 온도 변화를 나타낸 그래프이다.

[94] 기존의 판형 열교환기로는 제1 유체의 수직 방향 이동 거리가 45mm일 때, 제1 유체의 온도가 24.6℃ 상승하지만, 배플 구조가 적용된 일 실시예에 따른 판형 열교환기는 같은 45mm 기준으로, 46.8℃ 상승하는 것을 확인할 수 있다.

[95] 이에 따라, 제1 유체의 증발 온도가 85℃인 경우, 배플 구조가 적용되면 제1 유체의 온도가 더 빠르게 도달한다는 것을 확인할 수 있다.

[96] 도 5a는 일 실시예에 따라 개선된 열전달 계수를 나타내는 그래프이고, 도 5b는 일 실시예에 따라 개선된 열전달율을 나타내는 그래프이다.

[97] 도 5a를 참조하면, 배플 구조 유무에 따른 액상 구간의 질량 유속 및 열전달 계수를 확인할 수 있다.

[98] [방정식 1]

[99] $$G = \frac{m}{A}$$

[100] [방정식 1]을 참조하면, 질량 유속(G)은 작동 유체, 즉 제1 유체의 질량 유량(m)에 비례하고, 제1 유체의 유동 단면적(A)에 반비례함을 확인할 수 있다.

[101] 배플 구조의 적용의 유무와 관계없이 제1 유체의 질량 유량(m)은 동일할 수 있다.

[102] 반면, 배플 구조가 적용하면 제1 유체의 유동 단면적이 종래의 10% 내지 17% 수준으로 감소할 수 있다. 작동 유체의 유동 단면적 감소는 저온 열원과의 유속 차이를 줄여서 열교환기의 열전달 성능을 향상시키는데 기여할 수 있다.

[103] 질량 유속(G)의 증가로 인하여 제1 유체측 열전달 계수는 350W·m^{-2}K^{-1}에서 1300W·m^{-2}K^{-1}로 증가함을 확인할 수 있다.

[104] 도 5b를 참조하면, 배플 구조 유무에 따른 동일한 제1 유체의 열전달 면적 대비 열전달율을 확인할 수 있다.

[105] 배플 구조가 적용되지 않은 경우에 비하여, 배플 구조가 적용된 판형 열교환기는 동일 면적 당 열전달율이 1.94배 수준으로 상승함을 알 수 있다. 이에 따라 판형 열교환기의 열전달 면적을 15% 절감하는 것이 가능하다.

[106] 도 6a는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판이 적층된 상태를 나타내는 도면이고, 도 6b는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판의 대칭형 적층 구조를 측면에서 나타내는 도면이며, 도 6c는 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판의 비대칭형 적층 구조를 측면에서 나타내는 도면이다.

[107] 구체적으로, 제1 판(101) 및 제2 판(102)이 적층된 상태를 나타내기 위하여 특정한 면적의 제1 판(101) 위에 해당 면적 절반의 면적을 가지는 제2 판(102)이 올려진 형상을 도시했다.

[108] 도 6a를 참조하면, 기존의 정현파 형상의 전열판(100) 특성상, 이를 적층할 시 유동 단면적은 위치마다 불규칙적으로 변한다는 점을 알 수 있다. 따라서, 전열판(100)의 형상 정보만으로 제작할 배플(140)의 형상 및 장착 위치를 결정하는 것이 중요하다.

[109] 도 6b에 도시된 바와 같이 전열판(100)의 적층으로 형성된 굴곡점(170)(contact point)와 전열판(100)의 중심축이 만나는 지점에서 유동 단면을 확인할 경우, 대칭형 정현파로 유동 채널이 형성되어 배플(140)의 구조를 일반화하기 용이할 수 있다.

[110] 그 외의 위치에서는 도 6c에 도시된 바와 같이 비대칭형 정현파 구조의 유동 채널이 형성되기 때문에, 배플 구조의 제작과 배치의 일반화가 불가능할 수 있다. 따라서, 배플 구조의 장착 위치를 도면 6a에 도시된 바와 같이 굴곡점(170)(contact point)을 기준으로 정할 수 있다.

[111] 도 7은 일 실시예에 따른 전열판의 기하 변수를 나타내는 도면이며, 도 8은 일 실시예에 따른 전열판의 적층에 의한 구조적 특징을 나타내는 도면이다.

[112] 도 7을 참조하면, 제1 판(101)의 제1 표면 및 제2 판(102)의 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상을 가질 수 있다.

[113] 제1 표면은 제1 판(101)의 표면 중 제1 유체가 흐르는 공간을 향하고, 제1 유체가 이동하는 과정에서 제1 판(101)과 접하는 표면일 수 있다.

[114] 제2 표면은 제2 판(102)의 표면 중 제1 유체가 흐르는 공간을 향하고, 제1 유체가 이동하는 과정에서 제2 판(102)과 접하는 표면일 수 있다.

[115] β는 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면에 형성된 정현파 형상의 배열 각도이고, λ는 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면에 형성된 정현파 형상의 파장일 수 있다. 또한, b는 제1 판(101) 또는 제2 판(102)의 정현파 형상의 진폭이며, t는 제1 판(101) 또는 제2판의 전열판 두께일 수 있다.

[116] 인접한 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리는 일정하지 않을 수 있다. 즉, 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 정현파 형상으로 인하여 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리는 일정하지 않을 수 있다.

[117] 도 8을 참조하면, 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리가 가장 가까운 지점을 굴곡점(170)(CP)로 정할 수 있다.

[118] 이때, 전열판(100)에 대하여 같은 수평 위치에 있는 굴곡점(170)(CP) 사이의 거리(a)는 [방정식 2]와 같이 나타날 수 있다.

[119] [방정식 2]

[120] $$a = \lambda/\sin\beta$$

[121] 도 9는 일 실시예에 따른 배플의 설치 위치를 나타내는 도면이다.

[122] 도 9를 참조하면, 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면은 각각 전열판(100)의 중심축 상의 굴곡점(170)을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현파 형상으로 형성될 수 있다.

[123] 전열판(100)의 중심축에 형성된 굴곡점(170)을 기준으로 배플(140)이 설치될 수 있다. 즉, 복수개의 배플(140)은 각각 굴곡점(170)에 해당하는 위치에 설치될 수 있다.

[124] 도 10은 일 실시예에 따른 정현파 형상으로 이루어진 제1 판, 제2 판 및 배플을 나타내는 도면이며, 도 11은 일 실시예에 따른 정현파 형상으로 이루어진 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.

[125] 도 10을 참조하면, 전열판(100)의 중심축에 형성된 굴곡점(170)을 기준으로 유동 단면적을 확인할 수 있다.

[126] 굴곡점(170)을 지나는 유동 단면은 복수개의 기준 단면들로 이루어질 수 있다. 이때, 기준 단면들은 각각 정현파 형태를 할 수 있다.

[127] 배플(140)은 복수개의 기준 단면을 각각 막는 복수개의 격벽의 형태로 이루어질 수 있다. 이때, 복수개의 기준 단면 중 제1 유체가 마지막으로 도달하는 기준 단면을 제외한 나머지 기준 단면을 격벽이 막는 형태가 되도록 구성될 수 있다.

[128] 예를 들어, 굴곡점(170)들 사이의 단면이 A 단면, B 단면, C 단면, D 단면, E 단면, F 단면으로 형성되어 있는 경우, 배플(140)은 제1 유체가 마지막으로 도달하는 F 단면으로만 y축 방향으로 유치의 이동이 가능하도록 배치될 수 있다.

[129] 도 11을 참조하면, 배플(140)의 오목한 부분은 제1 판(101) 또는 제2 판(102)과 같은 두께(t)를 가질 수 있다.

[130] 즉, 배플(140)의 형상 중 오목한 부분의 두께를 전열판(100)의 두께(t)와 동일하게 함으로써, 전열판(100)들이 효과적으로 적층되도록 할 수 있다.

[131] [방정식 3]

[132] $$\lambda' = \frac{\lambda}{cos\beta}$$

[133] 배플(140)은 [방정식3]에 따른 정현파 파장을 가질 수 있다. [방정식3]에서 λ'는 배플(140)의 정현파 파장일 수 있다.

[134] [방정식 4]

[135] $$y = \frac{b}{2} \cdot \sin\left[\frac{2\pi}{\lambda'}\left(x - \frac{\lambda'}{4}\right)\right] + \frac{b}{2}$$

[136] 한편, 배플(140)과 전열판(100)의 기하 형상 관계는 [방정식4]와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 y는 제1 판(101)과 제2 판(102) 사이의 중간 지점을 기준으로 한, 즉 배플(140)의 중간 지점을 기준으로 한 배플 높이일 수 있다.

[137] 전술한 바와 같이 배플(140)은 정현파 형상인 종래의 전열판(100)들이 적층될 때, 제1 유체가 배플(140)을 우회하면서 이동하도록 기준 단면을 막을 수 있는

형상을 가질 수 있다.

[138] 한편, 전열판(100)의 형상은 반드시 정현파에 국한되는 것은 아니며, 종래 사용되던 전열판(100)의 형태라면 어떤 형상이어도 문제없다. 이때, 배플(140)의 형상은 전열판(100)의 형상과 동일한 형상을 하여 제1 유체가 배플(140)을 우회하면서 이동하도록 기준 단면을 막을 수 있다.

[139] 도 12는 배플에 의해 형성되는 데드존(dead-zone)을 설명하기 위한 도면이다.

[140] 도 12를 참조하면, 마지막 배플(140)까지 전술한 형태의 배플(140)을 배치할 경우, 제1 유체의 이동이 고여서 열전달 면적을 효과적으로 사용하지 못하는 상황이 발생할 수 있음을 알 수 있다.

[141] 구체적으로, 제1 유체는 마지막으로 도달하는 배플(140) 이후로는 배플(140)로 인한 유동의 제한이 없으며, 저항이 적은 방향으로 유동하게 된다. 이때, 제1 유체가 흐르지 않고 고여있는 데드존(dead-zone) 현상이 발생할 수 있으며, 이는 열전달 면적의 손실을 초래할 수 있다.

[142] 따라서 데드존 형성의 억제를 위하여 마지막 배플(140)은 제1 유체의 y축 방향으로의 이동을 부분적으로만 제한하는 것이 바람직할 수 있다.

[143] 도 13a는 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이고, 도 13b는 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 또 다른 도면이다.

[144] 도 13a 및 도 13b를 참조하면, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가질 수 있다.

[145] 예를 들어, 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)은 A 단면 내지 F 단면 중 A 단면, C 단면, E 단면만 제1 유체의 유동을 제한할 수 있도록 할 수 있다. 즉, 배플(140)은 A 단면, C 단면 및 E 단면에 위치하여 기준 단면을 막는 격벽이 정현파 형상을 가지는 정현파 구간이 되도록 구성될 수 있다.

[146] 이때, 배플(140)은 B 단면 및 D 단면을 통한 제1 유체의 이동은 제한되지 않도록 B 단면 및 D 단면에 위치한 격벽을 전열판(100)의 두께(t)와 같은 폭을 가진 판 형상을 가지는 판형 구간이 되도록 구성될 수 있다.

[147] 한편, 정현파 구간과 판형 구간은 같은 파장(λ')을 가지도록 형성될 수 있다.

[148] 도 14a는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상에 따른 데드존 억제 효과를 설명하기 위한 도면이다.

[149] 도 14b는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상을 나타낸 도면이다.

[150] 도 14a 및 도 14b를 참조하면, 다양한 패턴의 배플(140)을 제1 유체가 도달하는 마지막 배플(140)에 적용하였을 때의 효과를 확인할 수 있다.

[151] 전열판(100)의 전 구간에 걸쳐 배플(140)이 하나도 없을 경우, Case 1과 같이 판형 열교환기 전체에 걸쳐 유동이 균일할 수 있다.

[152] 이에 반해, Case 2와 같이 복수개의 동일한 형상의 배플(140)을 설치하였을 경우, 즉 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)의 형상도 나머지

배플(140)과 동일할 경우 유동 저항이 작은 방향으로 흐르려는 성질로 인해 유동이 고이고 와류가 발생하는 Dead-zone이 크게 형성됨을 알 수 있다.

[153] 따라서 Case 4와 같은 형상의 배플(140)을 사용하여 데드존을 최대한 억제하고 유동을 균일하게 만들어 배플 미적용 구간에 대해서도 열전달 성능을 확보할 수 있도록 설계하는 것이 바람직할 수 있다.

[154] 즉, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은, Case 4와 같이 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가지도록 하는 것이 데드존 발생의 억제를 위하여 바람직할 수 있다.

[155] 한편, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)의 경우, 반드시 복수개의 기준 단면 중 일부 기준 단면을 전부 정현파 형상의 격벽으로 막고, 나머지 기준 단면에는 판 형상의 격벽이 위치하도록 해야 하는 것은 아니다.

[156] 예를 들어, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성되도록 할 수 있다.

[157] 즉, 복수개의 기준 단면을 막는 복수개의 격벽 중 적어도 하나에 대하여 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공을 형성할 수 있다.

[158] 제1 유체는 이러한 통공을 통과함으로써 유로 이동 중 마지막으로 도달하는 배플(140)을 통과할 수 있으며, 데드존의 형성이 억제될 수 있다.

[159] 한편, 동일한 형상의 판형 열교환기를 이용하더라도, 데드존의 형태는 제1 유체 및 제2 유체의 종류, 온도, 압력이나 제1 유체와 제2 유체간 온도 또는 압력 차이 등 다른 요인이 따라 달라질 수 있다. 따라서 전술한 요인들에 따라 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)을 통과하는 제1 유체의 유량이 변화하는 것이 효과적인 데드존 형성 억제를 위하여 바람직할 수 있다.

[160] 판형 열교환기는 통공에 형성되고, 통공의 크기를 조절하여 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브를 포함할 수 있다.

[161] 또한, 판형 열교환기는 제1 유체의 상태에 따라 유량 조절 밸브를 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[162] 구체적으로, 판형 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체의 종류, 온도, 압력이나 제1 유체와 제2 유체간 온도 또는 압력 차이 등의 상태를 측정할 수 있는 센서 모듈을 포함할 수 있다.

[163] 제어부는 측정된 제1 유체 및 제2 유체의 상태 정보와 메모리에 미리 저장된 데이터에 기초하여 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다.

[164] 메모리는 제1 유체 및 제2 유체의 상태에 따른 가장 효과적인 데드존 억제를 위한 유량 조절 밸브의 상태 정보를 저장할 수 있다.

[165] 이러한 유량 조절 밸브의 상태 정보는 미리 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태

및 유량 조절 밸브의 상태를 변수로 했을 때 형성되는 데드존을 결과값으로 하여 시험해본 결과에 기초하여 알아낼 수 있다. 즉, 특정한 제1 유체 및 제2 유체의 상태에서 가장 데드존을 효과적으로 제거할 수 있는 유량 조절 밸브의 상태를 알아낼 수 있다.

[166] 한편, 제어부는 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태 및 유량 조절 밸브의 상태를 입력 변수로 하고, 형성되는 데드존을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하도록 구성될 수 있다.

[167] 제어부는, 센서 모듈이 측정한 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태를 기초로 인공지능 모델을 통하여 데드존 형성을 억제하는 최적의 유량 조절 밸브의 상태 정보를 결정할 수 있다. 제어부는 결정된 유량 조절 밸브의 상태 정보에 기초하여 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다.

[168] 제어부 및 메모리는 신속하게 유량 조절 밸브를 제어하기 위하여 판형 열교환기에 마련될 수 있다. 하지만, 반드시 제어부 및 메모리가 판형 열교환기에 마련되어야 하는 것은 아니며, 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다면, 제어부 및 메모리가 어떠한 방식으로 구현되더라도 상관없다.

[169] 예를 들어, 제어부 및 메모리는 서버에 마련되어, 메모리에 저장된 정보에 기초하여 무선 통신망을 통해 유량 조절 밸브를 제어할 수도 있다.

[170] 이상에서 설명된 구성요소들의 성능에 대응하여 적어도 하나의 구성요소가 추가되거나 삭제될 수 있다. 또한, 구성요소들의 상호 위치는 시스템의 성능 또는 구조에 대응하여 변경될 수 있다는 것은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 용이하게 이해될 것이다.

[171] 본 발명의 실시예에 따른 판형 열교환기의 성능을 검증하기 위하여 시뮬레이션으로 연구를 진행하였다. 구체적으로, 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른 유체의 승온 효과 변화, 질량 유속 변화, 열전달계수 변화 및 면적 대비 열전달율 변화를 시뮬레이션을 통하여 측정하였다.

[172] 표 1은 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른, 작동 유체의 수직 방향 이동거리에 대한 유체의 온도를 나타낸 표이다.

[173] 표 1을 참조하면, 작동 유체의 수직 방향 이동거리가 동일할 때, 기존의 판형 열교환기(PHX)보다 배플 구조가 적용된 판형 열교환기(BPHX)에서 작동 유체의 승온이 더 잘 이루어짐을 확인할 수 있다.

[174] [표1]

Y[mm]	-5	0	5.625	16.875	28.125	39.375	45		55
T_PHX		20	24.251	30.593	36.873	42.228	44.567		
T_BPHX		20	31.078	45.683	57.125	64.178	66.836		
T_sat	85.23	85.23	85.23	85.23	85.23	85.23	85.23		85.23

[175] 표 2는 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에

따른, 질량 유속, 열전달계수 및 면적 대비 열전달율을 나타낸 표이다.

[176] 표 2를 참조하면, 작동 유체의 유동 단면적 감소는 저온 열원과의 유속 차이를 줄여서 열교환기의 열전달 성능을 향상시키는데 기여할 수 있다.

[177] 시뮬레이션 결과, 질량 유속(G)의 증가로 인하여 작동 유체측 열전달 계수가 400.904W·m^{-2}K^{-1}에서 1290.05W·m^{-2}K^{-1}로 증가함을 확인하였다.

[178] [표2]

	PHX	BPHX
G	29.99669	277.3446
HTC	40.904	1290.05
Q/A	18746.8	36374.52

[179] 표 2를 참조하면, 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른 작동 유체의 열전달 면적 대비 열전달율의 차이를 확인할 수 있다.

[180] 시뮬레이션 결과, 기존의 판형 열교환기(PHX)은 동일 면적당 열전달율이 18726.8 W·m^{-2}이고, 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)는 동일 면적 당 열전달율이 36374.52 W·m^{-2}로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[181] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

청구범위

[청구항 1] 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열판을 포함하는 판형 열교환기에 있어서,
상기 전열판은:
적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체;
상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구;
상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및
상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle);을 포함하고,
상기 복수개의 배플은:
상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함하고,
상기 제1 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 본체의 제1 측면으로부터 상기 제1 측면과 대향하는 제2 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성되고,
상기 제2 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 제2 측면으로부터 상기 제1 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되는, 판형 열교환기.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 판형 열교환기는 액상의 상기 제1 유체를 상기 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기이고,
상기 배플이 설치되는 상기 유체 유입 영역은 상기 제1 유체가 액상인 구간인, 판형 열교환기.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 제1 판의 제1 표면 및 상기 제2 판의 상기 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상을 가지고,
상기 배플은 하기의 수식에 따른 정현파 파장을 가지며,
[수식]

$$\lambda' = \frac{\lambda}{cos\beta}$$

상기 수식에서 λ'는 상기 배플의 정현파 파장이고, λ는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 파장이고, β는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 배열 각도인, 판형 열교환기.

[청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면은 각각 상기 전열판의 중심축 상의 굴곡점을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현파 형상으로 형성되고,
상기 복수개의 배플은 각각 상기 굴곡점에 해당하는 위치에 설치되는, 판형 열교환기.

[청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 배플의 오목한 부분은 상기 제1 판 또는 상기 제2 판과 같은 두께를 가지는, 판형 열교환기.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가지는, 판형 열교환기.

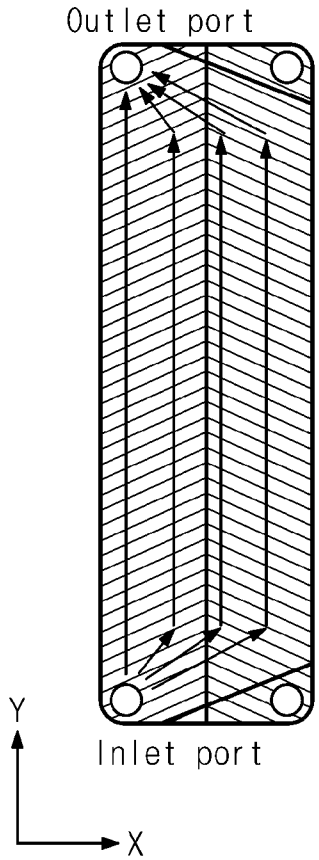
[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 정현파 구간과 상기 판형 구간은 같은 파장을 가지도록 형성되는, 판형 열교환기.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 상기 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성되는, 판형 열교환기.

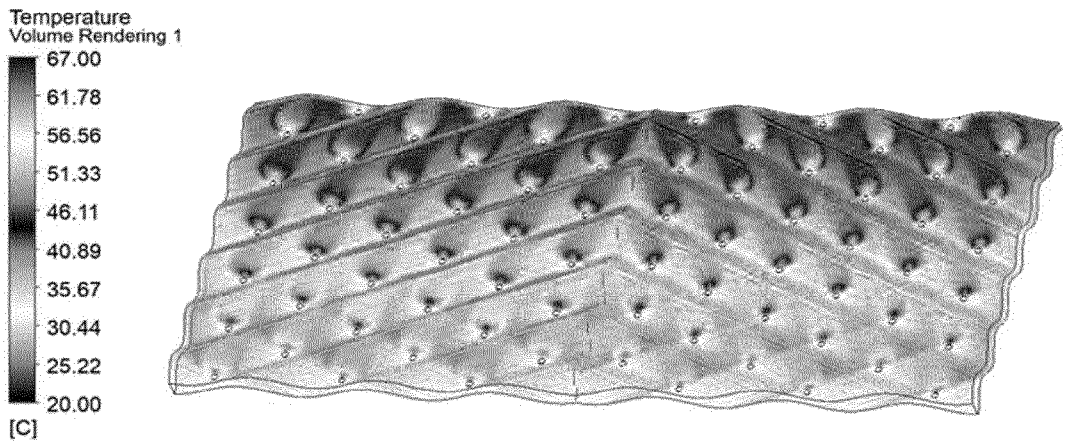
[청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 통공에 형성되고, 상기 통공의 크기를 조절하여 상기 배출구와 가장 근접한 배플을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브; 및
상기 제1 유체의 상태에 따라 상기 유량 조절 밸브를 제어하는 제어부;를 더 포함하는, 판형 열교환기.

[청구항 10] 제1항의 판형 열교환기를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기.

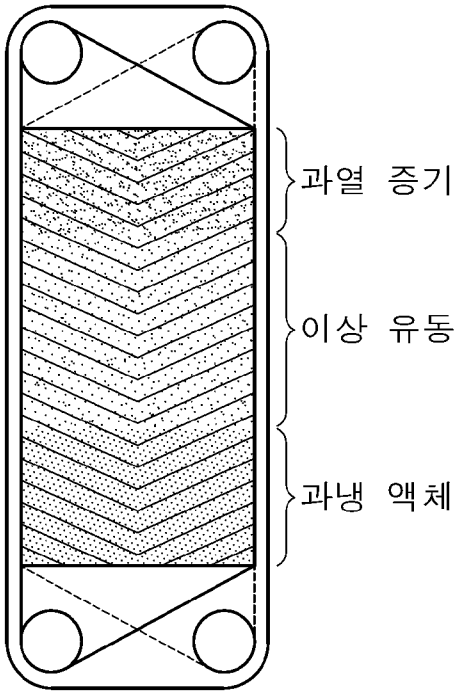
[도1a]


Outlet port
Inlet port
Y
X

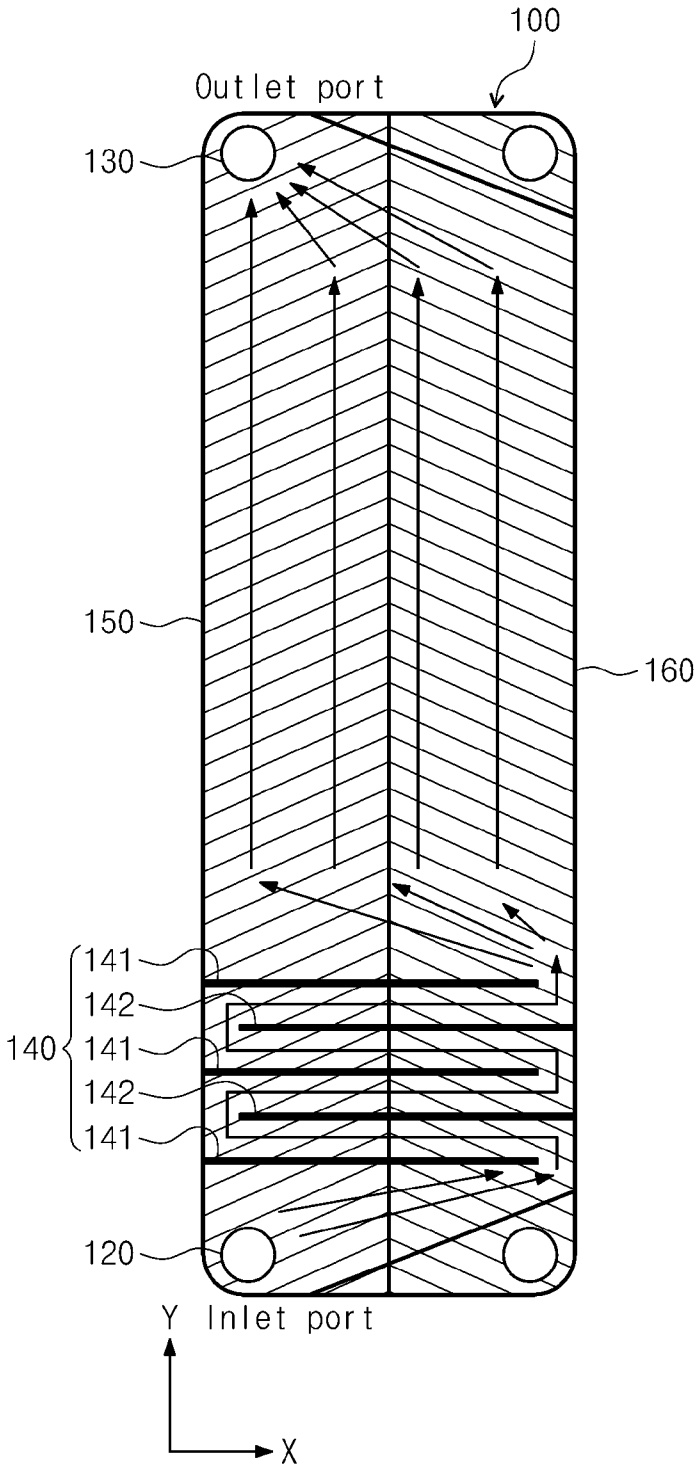
[도1b]


Temperature
Volume Rendering 1
67.00
61.78
56.56
51.33
46.11
40.89
35.67
30.44
25.22
20.00
[C]

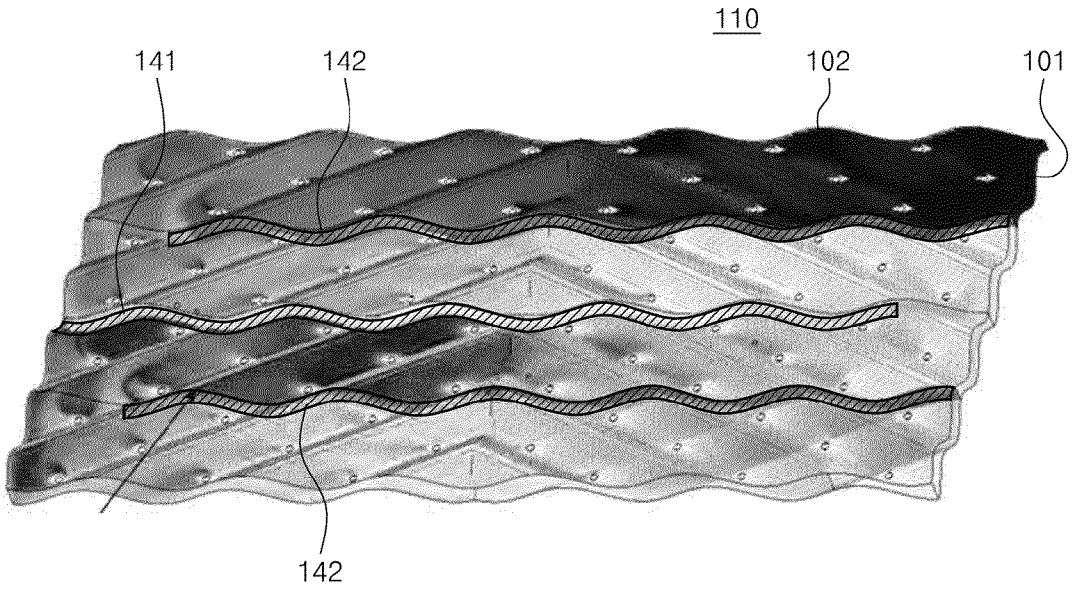
[도1c]



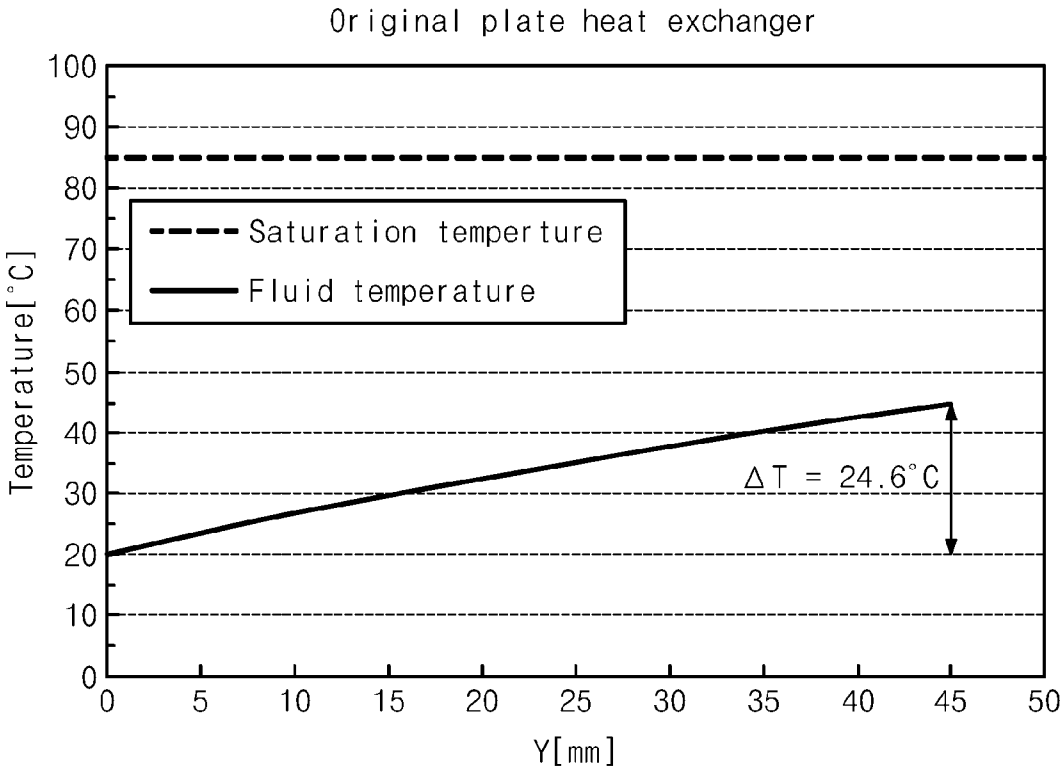
[도2]


100
Outlet port
130
150
160
141
142
140
141
142
141
120
Y
Inlet port
X

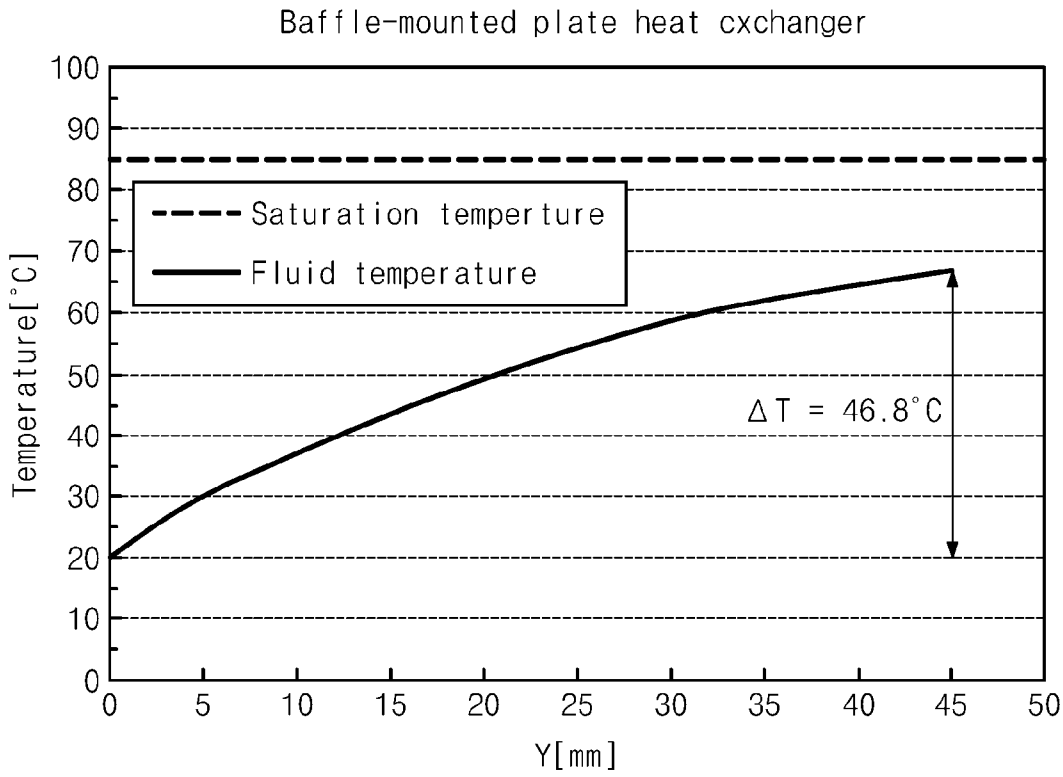
[도3]


110
141
142
102
101
142

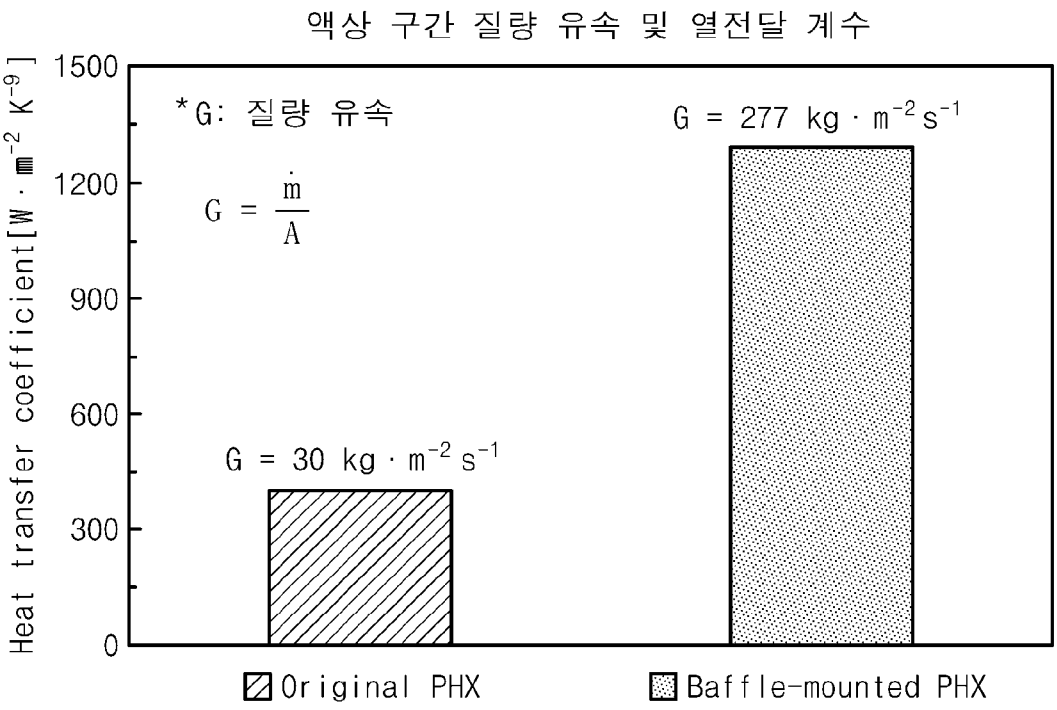
[도4a]


Original plate heat exchanger
Saturation temperture
Fluid temperature
ΔT = 24.6°C
Temperature[°C]
Y[mm]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

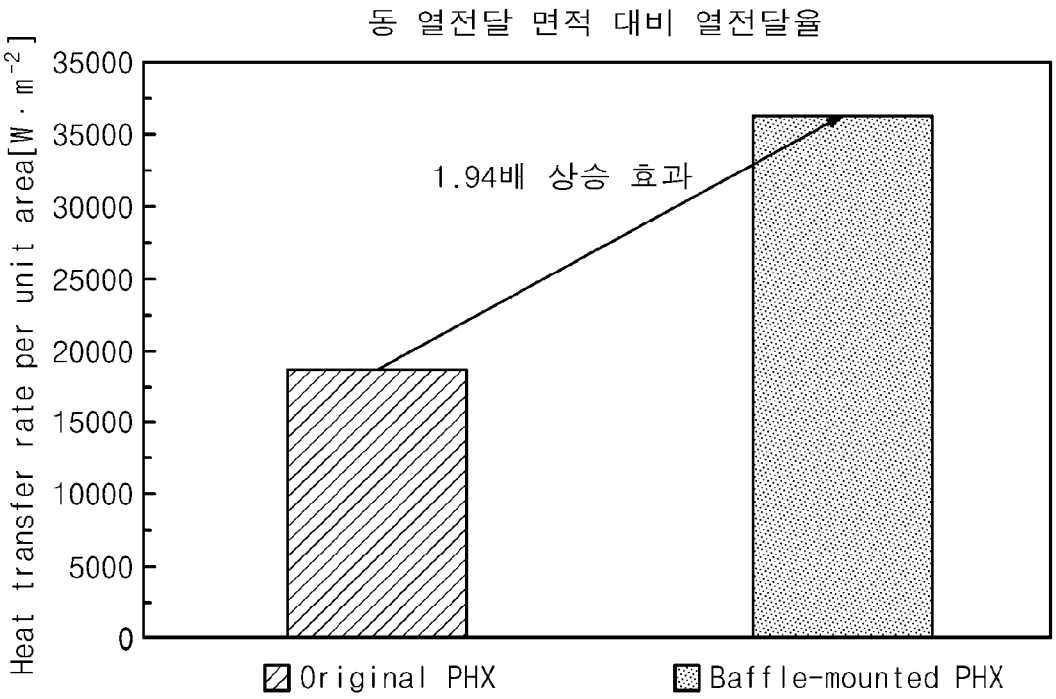
[도4b]


Baffle-mounted plate heat cxchanger
Saturation temperture
Fluid temperature
ΔT = 46.8°C
Temperature[°C]
Y[mm]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

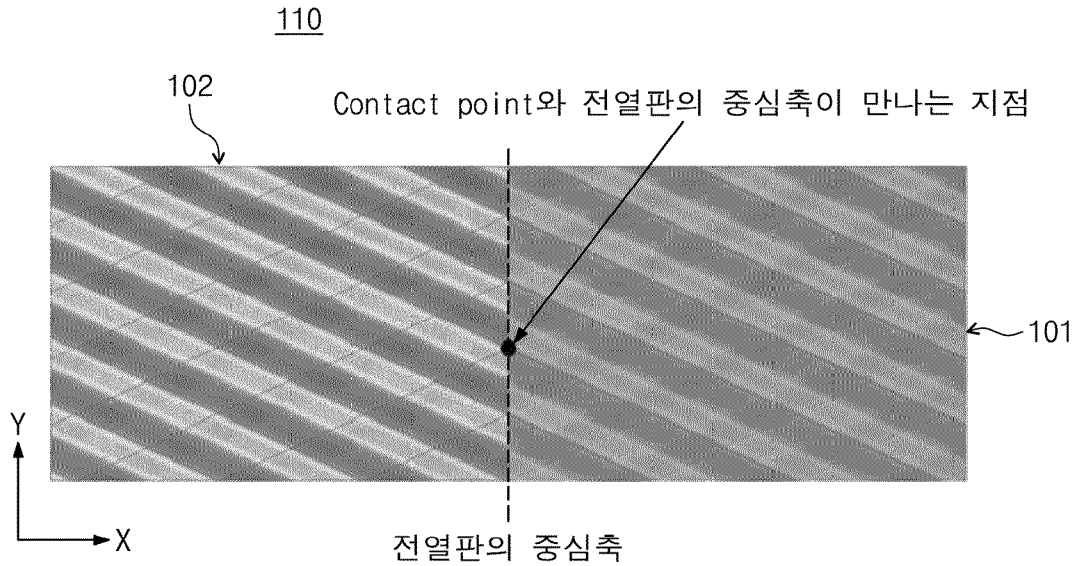
[도5a]


액상 구간 질량 유속 및 열전달 계수
*G: 질량 유속
G = ṁ / A
G = 277 kg · m⁻² s⁻¹
G = 30 kg · m⁻² s⁻¹
Heat transfer coefficient[W · m⁻² K⁻⁹]
0
300
600
900
1200
1500
Original PHX
Baffle-mounted PHX

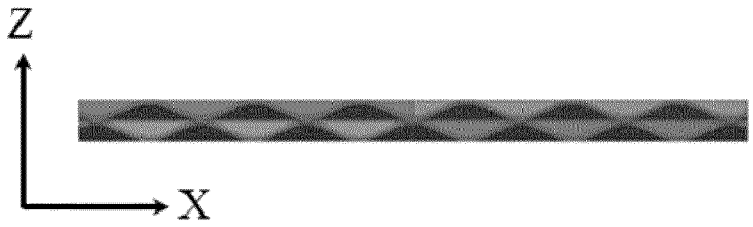
[도5b]



[도6a]



[도6b]



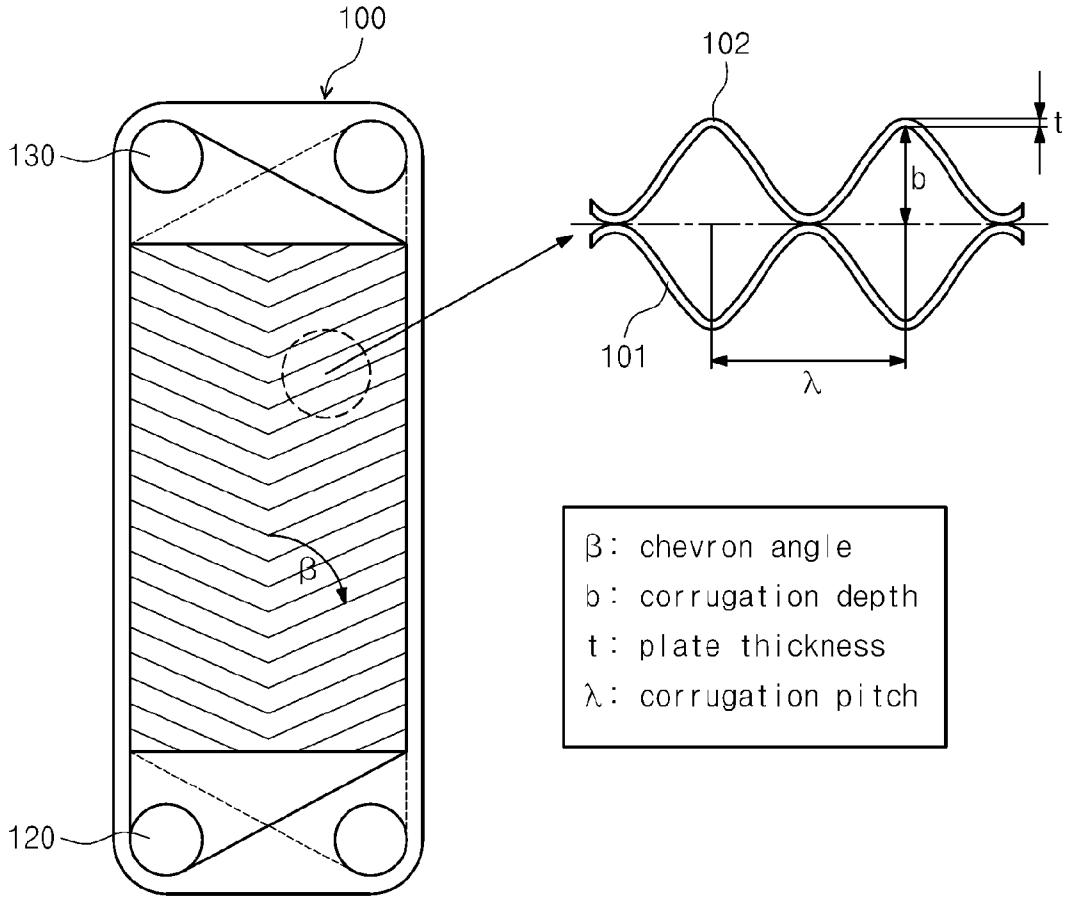
대칭형 정현파 구조 유동 채널 형성

[도6c]

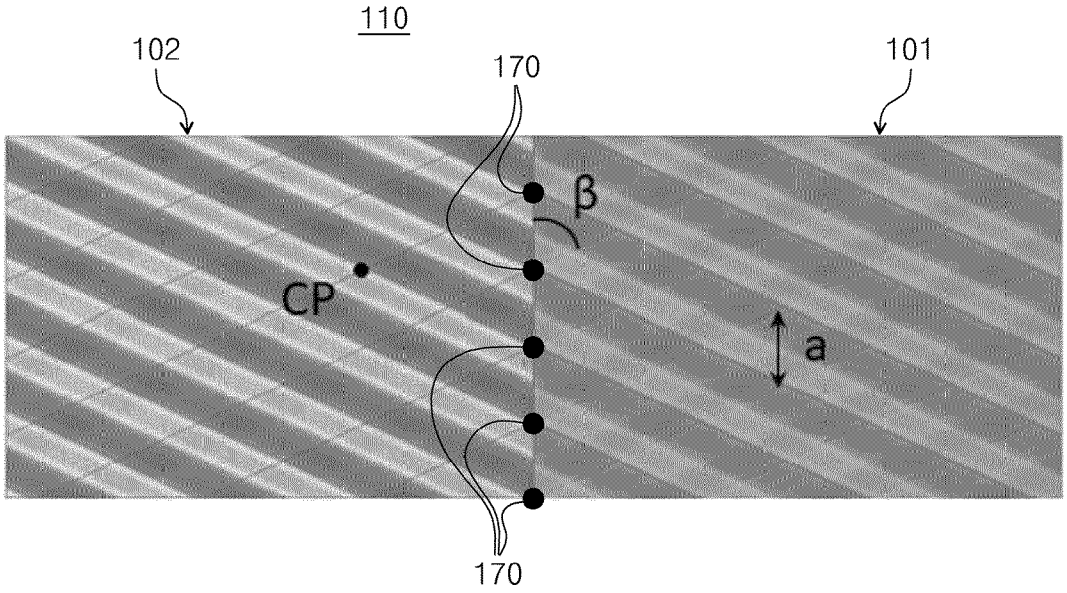


비대칭형 정현파 구조 유동 채널 형성

[도7]

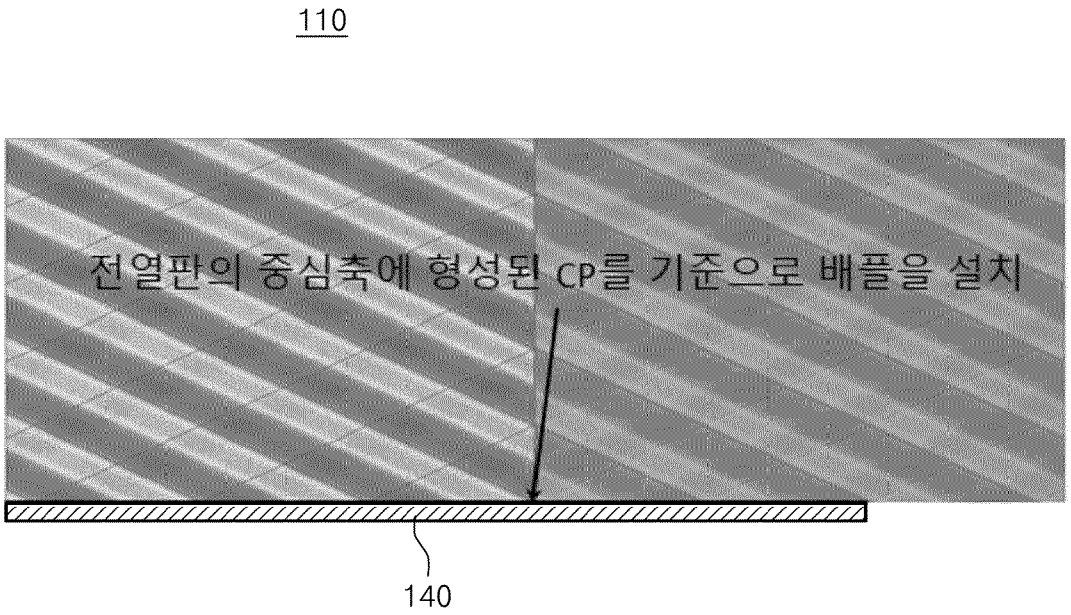


[도8]

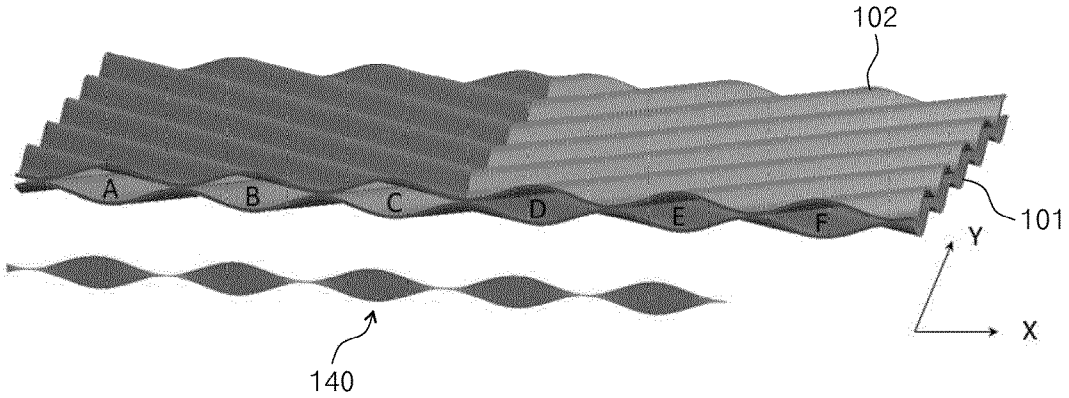


CP: contact point
a: distance between two CPs
$a = \lambda / \sin\beta$

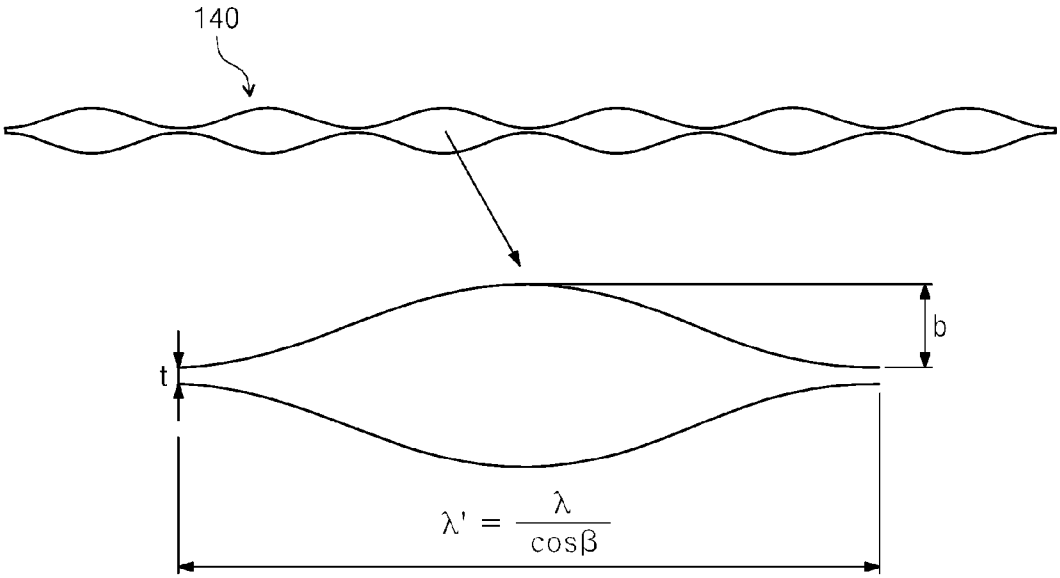
[도9]



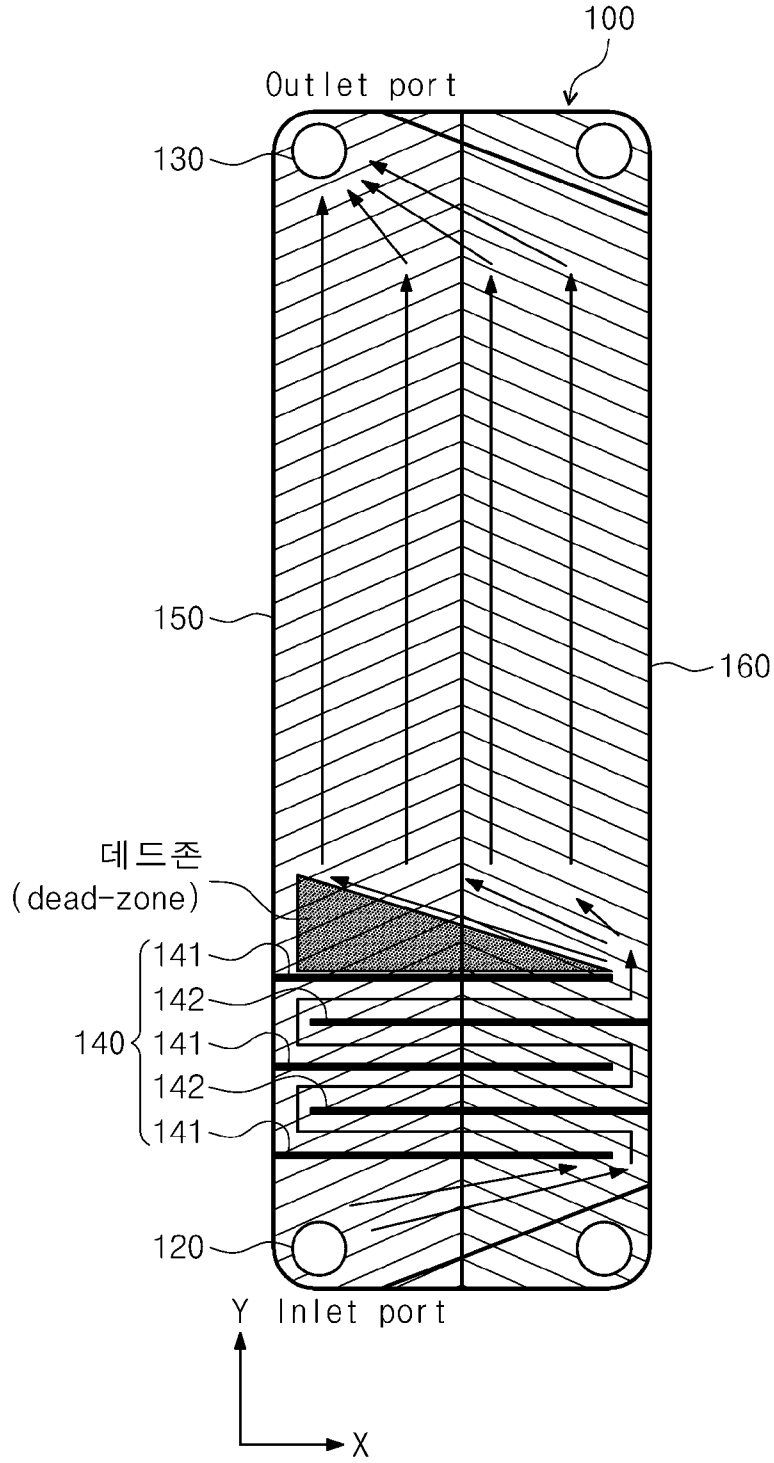
[도10]



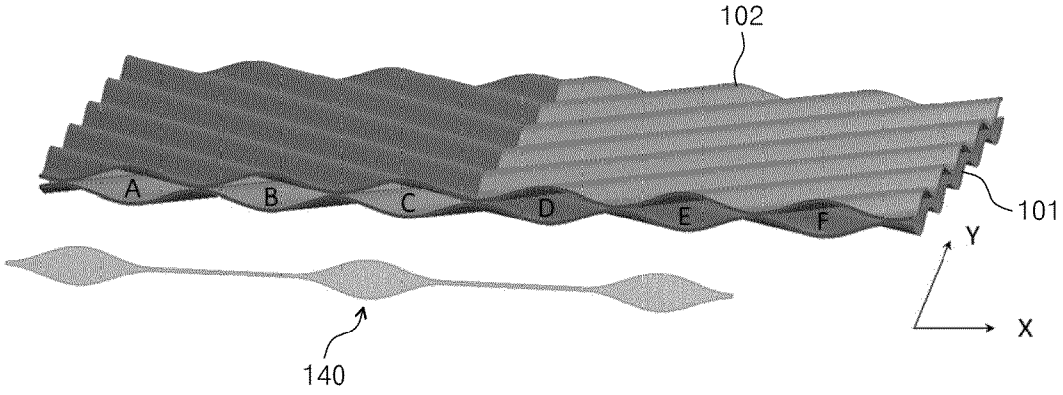
[도11]



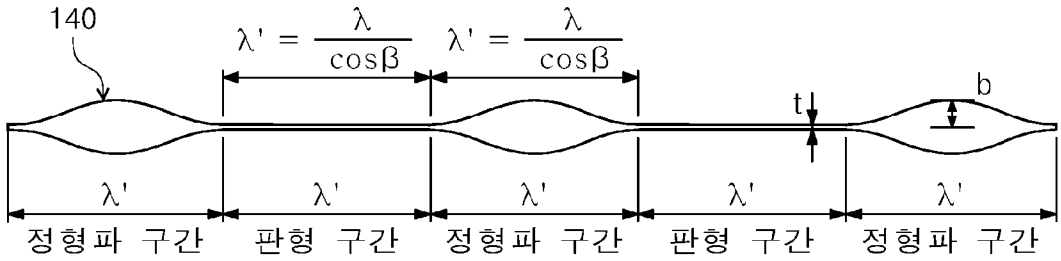
[도12]


100
Outlet port
130
150
160
데드존
(dead-zone)
141
142
140
141
142
141
120
Y Inlet port
X

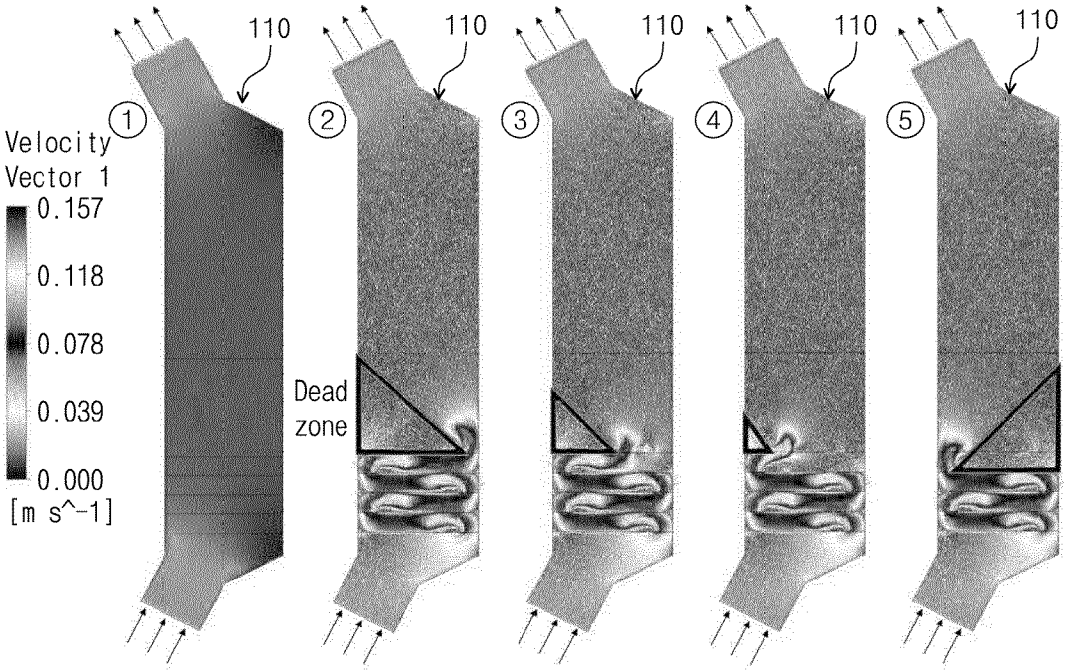
[도13a]


102
A
B
C
D
E
F
101
Y
X
140

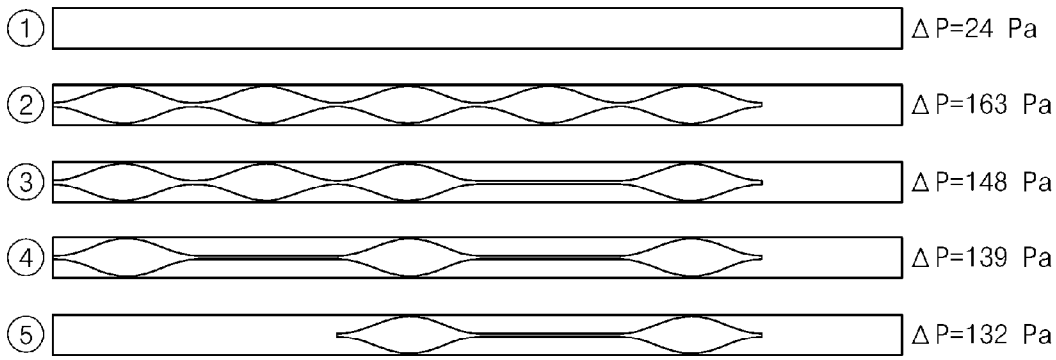
[도13b]



[도14a]



[도14b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/095064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 9/00(2006.01)i; **F28F 3/04**(2006.01)i; **F28F 13/06**(2006.01)i; **F28F 27/00**(2006.01)i; **F01K 23/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D 9/00(2006.01); F15D 1/02(2006.01); F16K 15/02(2006.01); F25B 27/02(2006.01); F28D 1/053(2006.01); F28D 1/06(2006.01); F28D 7/00(2006.01); F28F 3/02(2006.01); F28F 9/24(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 판형 열교환기(plate type heat exchanger), 전열판(heat transfer plate), 본체(body), 유입구(inlet), 배출구(outlet), 복수개의 배플(a plurality of baffles), 정현파 형상(sine wave shape)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-530891 A (MOURE, Alain) 06 December 2012 (2012-12-06) See paragraphs [0001], [0015] and [0027]-[0028]; claim 1; and figures 1-3.	1-10
Y	US 2008-0277009 A1 (SPRAGUE, Allison) 13 November 2008 (2008-11-13) See paragraphs [0033] and [0051]; and figure 7.	1-10
Y	KR 10-1206858 B1 (KOREA COOLER CO., LTD.) 03 December 2012 (2012-12-03) See paragraphs [0027]-[0028]; and figures 1-5.	3-5
Y	KR 10-2020-0073731 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 24 June 2020 (2020-06-24) See paragraph [0017]; and figures 3-4.	8-9
A	CN 201867093 U (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 15 June 2011 (2011-06-15) See claims 1-5; and figures 1-4.	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 July 2022	**01 July 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/095064

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2012-530891 A	06 December 2012	BR PI1008208 A2	08 March 2016
		CA 2763827 A1	02 December 2010
		CN 102893093 A	23 January 2013
		EP 2435762 A2	04 April 2012
		EP 2435762 B1	07 December 2016
		FR 2946133 A1	03 December 2010
		IL 216625 A	29 February 2012
		MX 2011012678 A	28 February 2012
		RU 2011152869 A	10 July 2013
		SG 176966 A1	28 February 2012
		TN 2011000609 A1	24 May 2013
		US 2012-0159980 A1	28 June 2012
		WO 2010-136681 A2	02 December 2010
		WO 2010-136681 A3	18 July 2013
US 2008-0277009 A1	13 November 2008	CA 2687101 A1	20 November 2008
		EP 2152396 A1	17 February 2010
		EP 2152396 B1	05 December 2012
		EP 2517785 A1	31 October 2012
		EP 2517785 B1	08 January 2014
		US 2013-0032321 A1	07 February 2013
		US 8696192 B2	15 April 2014
		US 8714811 B2	06 May 2014
		WO 2008-140867 A1	20 November 2008
KR 10-1206858 B1	03 December 2012	None	
KR 10-2020-0073731 A	24 June 2020	CN 111322796 A	23 June 2020
		CN 111322796 B	30 November 2021
		EP 3667223 A1	17 June 2020
		EP 3667223 B1	24 March 2021
		US 2020-0191489 A1	18 June 2020
CN 201867093 U	15 June 2011	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/095064

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F28D 9/00(2006.01)i; **F28F 3/04**(2006.01)i; **F28F 13/06**(2006.01)i; **F28F 27/00**(2006.01)i; **F01K 23/08**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F28D 9/00(2006.01); F15D 1/02(2006.01); F16K 15/02(2006.01); F25B 27/02(2006.01); F28D 1/053(2006.01); F28D 1/06(2006.01); F28D 7/00(2006.01); F28F 3/02(2006.01); F28F 9/24(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 판형 열교환기(plate type heat exchanger), 전열판(heat transfer plate), 본체(body), 유입구(inlet), 배출구(outlet), 복수개의 배플(a plurality of baffles), 정현파 형상(sine wave shape)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2012-530891 A (MOURE, ALAIN) 2012.12.06 단락 [0001], [0015], [0027]-[0028]; 청구항 1; 및 도면 1-3	1-10
Y	US 2008-0277009 A1 (SPRAGUE, ALLISON) 2008.11.13 단락 [0033], [0051]; 및 도면 7	1-10
Y	KR 10-1206858 B1 (주식회사 한국쿨러) 2012.12.03 단락 [0027]-[0028]; 및 도면 1-5	3-5
Y	KR 10-2020-0073731 A (삼성전자주식회사) 2020.06.24 단락 [0017]; 및 도면 3-4	8-9
A	CN 201867093 U (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 2011.06.15 청구항 1-5; 및 도면 1-4	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년07월01일(01.07.2022)	**2022년07월01일(01.07.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

박태욱

전화번호 **+82-42-481-5560**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/095064

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2012-530891 A	2012/12/06	BR PI1008208 A2	2016/03/08
		CA 2763827 A1	2010/12/02
		CN 102893093 A	2013/01/23
		EP 2435762 A2	2012/04/04
		EP 2435762 B1	2016/12/07
		FR 2946133 A1	2010/12/03
		IL 216625 A	2012/02/29
		MX 2011012678 A	2012/02/28
		RU 2011152869 A	2013/07/10
		SG 176966 A1	2012/02/28
		TN 2011000609 A1	2013/05/24
		US 2012-0159980 A1	2012/06/28
		WO 2010-136681 A2	2010/12/02
		WO 2010-136681 A3	2013/07/18
US 2008-0277009 A1	2008/11/13	CA 2687101 A1	2008/11/20
		EP 2152396 A1	2010/02/17
		EP 2152396 B1	2012/12/05
		EP 2517785 A1	2012/10/31
		EP 2517785 B1	2014/01/08
		US 2013-0032321 A1	2013/02/07
		US 8696192 B2	2014/04/15
		US 8714811 B2	2014/05/06
		WO 2008-140867 A1	2008/11/20
KR 10-1206858 B1	2012/12/03	없음	
KR 10-2020-0073731 A	2020/06/24	CN 111322796 A	2020/06/23
		CN 111322796 B	2021/11/30
		EP 3667223 A1	2020/06/17
		EP 3667223 B1	2021/03/24
		US 2020-0191489 A1	2020/06/18
CN 201867093 U	2011/06/15	없음	