(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0134758
(43) 공개일자 2022년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 25/00 (2022.01) *F25B 13/00* (2022.01)
F25B 39/02 (2006.01) *F25B 40/00* (2006.01)
F25B 49/02 (2022.01) *F28D 21/00* (2006.01)
F28D 9/00 (2006.01) *F28F 3/04* (2006.01)
F28F 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 25/005 (2013.01)
F25B 13/00 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2022-7027669
(22) 출원일자(국제) 2021년01월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년08월10일
(86) 국제출원번호 PCT/SE2021/050064
(87) 국제공개번호 WO 2021/154149
국제공개일자 2021년08월05일
(30) 우선권주장
2050095-5 2020년01월30일 스웨덴(SE)

(71) 출원인
스웹 인터네셔널 에이비이
스웨덴, 에스-261 22 랜드스크로나, 피.오. 박스 105, 베벌가텐 9
(72) 발명자
안데르선, 스벤
스웨덴, 281 37 헤슬레홀름, 슈트베인바겐 5
달버그, 토마스
스웨덴, 254 50 헬싱보리, 그륀상가레가텐 34
(74) 대리인
특허법인이지

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **냉각 시스템 및 방법**

(57) 요 약

냉각 시스템은 기체 냉매의 온도와 압력이 상승하여 기체 냉매의 비등점이 하강하도록 기체 냉매를 압축하는 컴프레서, 컴프레서로부터의 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 냉매가 응결되게 하는 콘덴서, 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 냉매의 비등점을 저하시키는 팽창 밸브, 비등점이 낮은 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 냉매가 기화하도록 하는 증발기, 및 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 흡입가스 열교환기를 포함한다. 흡입가스 열교환기로 진입하는 저온 기체 냉매는 일정량의 저온 액체 냉매를 포함하고, 저온 액체 냉매는 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와의 열교환의 결과로 기화한다. 냉각 방법 또한 개시되어 있다.

대 표 도 - 도10a

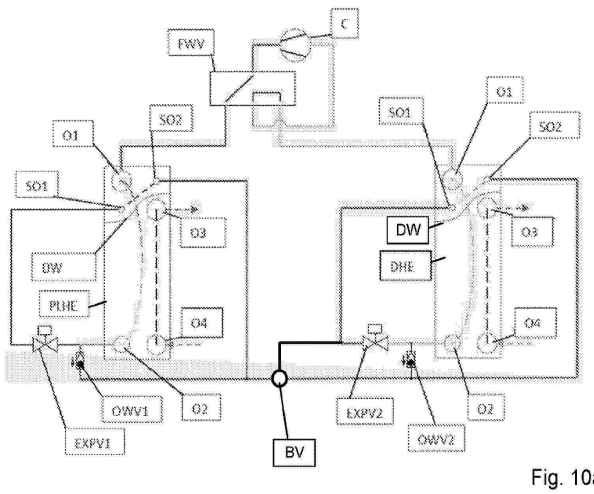


Fig. 10a

(52) CPC특허분류
F25B 39/022 (2013.01)
F25B 40/00 (2013.01)
F25B 49/02 (2022.01)
F28D 9/0037 (2013.01)
F28D 9/005 (2013.01)
F28F 3/046 (2013.01)
F28F 3/08 (2013.01)
F25B 2313/02741 (2013.01)
F25B 2339/047 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기체 냉매의 온도 및 압력이 상승하도록 상기 기체 냉매를 압축하는 컴프레서—여기서, 상기 기체 냉매의 비등점이 상승함;

상기 컴프레서로부터의 상기 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 상기 냉매가 응결되게 하는 콘덴서;

상기 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 상기 냉매의 상기 비등점을 저하시키는 팽창 밸브;

상기 비등점이 낮은 상기 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 상기 냉매가 기화하도록 하는 증발기; 및

상기 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 상기 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 흡입가스 열교환기를 포함하고,

상기 흡입가스 열교환기로 진입하는 상기 저온 기체 냉매는 저온 액체 냉매의 2 내지 15 질량 퍼센트의 일정량을 포함하고, 상기 저온 액체 냉매는 상기 콘덴서로부터의 상기 고온 액체 냉매와의 열교환의 결과로 기화하는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 5 내지 10 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 6 내지 9 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 7 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제4항의 한 항에 있어서,

상기 증발기는 열교환기 플레이트를 포함하는 판형 열교환기이고, 상기 열교환기 플레이트는 적어도 제1, 제2, 제3, 및 제4 대형 포트 개구 및 상기 열교환기 플레이트를 제1 열교환부와 제2 열교환부로 분할하는 분할면을 포함하고, 상기 제2 열교환부에는 제1 및 제2 소형 포트 개구가 구비되어 일체형 흡입가스 열교환기를 형성하는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 분할면은 상기 열교환기 플레이트를 상기 제1 열교환부와 상기 제2 열교환부로 분할하여, 상기 제1 및 제2 대형 포트 개구 사이를 통과하는 유체가 각 플레이트의 상기 제1 열교환부를 통해 상기 제3 및 제4 대형 포트 개구 사이를 통과하는 유체 및 각 플레이트의 상기 제2 열교환부를 통해 상기 제1 및 제2 소형 포트 개구 사이를 통과하는 유체와 열을 교환하는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 분할면은 상기 열교환기 플레이트의 이웃하는 측들의 사이에 배치되는 것을 특징을 하는, 냉각 시스템.

청구항 8

제5항 내지 제7항의 한 항에 있어서,

상기 분할면은 상기 제1 및 제2 대형 포트 개구를 둘러싼 영역과 동일한 높이로 제공된 평면을 포함하는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 9

제5항 내지 제8항의 한 항에 있어서,

상기 분할면은 제1 대형 포트 개구와 나머지 대형 포트 개구 사이에 이어지고, 상기 제1 및 제2 소형 포트 개구는 상기 제1 대형 포트 개구가 배치된 상기 분할면의 측과 동일한 측에 배치되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

청구항 10

컴프레서 내에서, 기체 냉매의 온도 및 압력이 상승하도록 상기 기체 냉매를 압축하는 단계－여기서, 상기 기체 냉매의 비등점이 상승함;

상기 컴프레서로부터의 상기 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 상기 냉매가 응결되게 하는 콘덴서로 상기 기체 냉매를 공급하는 단계;

팽창 밸브가 상기 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 상기 냉매의 상기 비등점을 저하시키는 단계;

상기 비등점이 낮은 상기 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 상기 냉매가 부분적으로 기화하도록 하는 증발기로 상기 비등점이 낮은 상기 냉매를 공급하는 단계; 및

상기 증발기와 일체화 되어 있는 흡입가스 열교환기 내에서, 상기 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 상기 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 단계를 포함하고,

상기 흡입가스 열교환기로 진입하는 상기 저온 기체 냉매는 저온 액체 냉매의 2 내지 15 질량 퍼센트의 일정량을 포함하고, 상기 저온 액체 냉매는 상기 콘덴서로부터의 상기 고온 액체 냉매와의 열교환의 결과로 기화하는 것을 특징으로 하는, 냉각 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 5 내지 10 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 6 내지 9 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 저온 액체 냉매의 상기 일정량은 7 질량 퍼센트인 것을 특징으로 하는, 냉각 방법.

청구항 14

제10항 내지 제13항의 한 항에 있어서,

상기 증발기 내에서 상기 냉매와 상기 온도가 낮은 열매체 사이에 병류(co-current flow)로 열을 교환하는 단계를 포함하는, 냉각 방법.

청구항 15

제10항 내지 제13항의 한 항에 있어서,

4방향 밸브에 의해 냉매를 반대 방향으로 흐르게 하는 단계를 포함하는, 냉각 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 온도와 압력이 상승하여 비등점이 상승하도록 기체 냉매를 압축하는 컴프레서, 컴프레서로부터의 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 냉매가 응결되게 하는 콘덴서, 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 냉매의 비등점을 저하시키는 팽창 밸브, 비등점이 낮은 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 냉매가 기화하도록 하는 증발기, 및 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 흡입가스 열교환기를 포함하는 냉각 시스템에 관한 것이다.

[0002] 또한, 열교환기 및 냉각 시스템 및 방법이 개시되어 있다.

배 경 기 술

[0003] 헤링본 패턴으로 리지와 그루브가 있는 압착된 주름 패턴을 구비한 복수의 브레이징된 판형 열교환기는 종래 기술에서 알려져 있다. 일체형 흡입가스 열교환기가 있는 열교환기를 제공하는 것과 이러한 열교환기를 냉각 시스템에 사용하는 것도 알려져 있다.

[0004] 냉각 분야에서는, 더욱 효율적인 시스템을 향한 부단한 노력이 있다. 실제로, 최상의 냉각 시스템은 열기계의 이론적인 상한인 카르노(Carnot) 효율에 접근한다. 일반적으로, 기계적 에너지를 온도차로 변환하는 모든 냉각 시스템은 컴프레서, 콘덴서, 팽창 밸브, 증발기, 및 컴프레서, 콘덴서, 팽창 밸브, 및 증발기 사이의 냉매 이동을 가능하게 하는 배관을 포함하고, 열은 증발기에서 콘덴서로 전달된다.

[0005] 그러나, 일부 온도차에서의 효율이 카르노 효율에 접근할 수 있지만, 모든 동작 조건에 해당되지는 않는다.

[0006] 일반적인 조건에서, 냉각 시스템에 포함된 모든 열교환기는 가능한 최대한 크고 효율적이어야 한다. 또한, 열교

환기는 체류 용적(hold-up volume)과 압력 저하가 가능한 최소이어야 한다. 이러한 기준들이 모두 충족될 수는 없다는 것을 알 수 있다.

[0007] 증발기 이후의 온도에 있어서, 모든 냉매가 증발되는 온도(즉, 냉매의 최고 비등점) 이상으로의 온도 상승은 효율성의 손실을 의미하게 되지만, 컴프레서 내부로 들어가는 액체 냉매는 컴프레서를 심각하게 손상시킬 수 있으므로 모든 냉매는 컴프레서로 들어가기 전에 기화되어야 하는 것도 중요하다. 온도가 비등온도를 초과하지 않지만 모든 냉매가 증발되는 상태를 일반적으로 '무과열(zero superheat)'이라고 하며, 이는 효율의 측면에서 매우 바람직한 상태이다.

[0008] 증발기에서 '무과열'에 도달하는 한가지 방법은 액체 냉매로 증발기를 '만액하게(flood)' 하고 만액식 증발기(flooded evaporator)에서 냉매가 증발하게 하는 것이다. 이러한 구성은 대형 냉각 분야, 즉, 500 내지 1000 kW의 열기계에 일반적이다. 소위 '판셸형(plate and shell)' 또는 '원통형(shell and tube)' 열교환기가 이러한 분야에 활용된다.

[0009] 상기에서 알 수 있는 바와 같이, 이러한 증발기 구성은 성능이 우수하지만 단점이 없는 것은 아니다. 첫째, 셸(shell)을 포함하는 모든 열교환기는 부피가 크고 무겁다. 즉, 이러한 열교환기를 제조하려면 소재비가 많이 든다. 둘째, 그리고 더욱 중요하게는, 열교환기를 만액하게 하기 위해 필요한 냉매의 부피가 크다. 비용 문제를 제외하더라도, 열기계에 너무 많은 냉매의 사용을 금지하는 법이 제정되어 있는 경우가 많다.

[0010] 열전달/소재양의 측면에서 무엇보다 가장 효율적인 열교환기 유형은 브레이징된 판형 열교환기(brazed plate heat exchanger 또는 BPHE)이다. 본 발명의 당업자들이 주지하는 바와 같이, 이러한 열교환기는 판금으로 형성되어 있고 매체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로(interplate flow channel) 대형 하에서 플레이트 간의 거리를 유지하도록 구성된 리지(ridges)와 그루브(grooves)의 압착 패턴이 제공된 다수의 플레이트를 포함한다. 플레이트들은 서로 브레이징되어, 각 쌍의 플레이트는 능동적으로 열교환기 내에서 냉매를 압력 하에 유지하게 된다. 브레이징된 판형 열교환기는, 셸의 유일한 목적은 냉매를 유지하는 것인 셸을 포함하는 열교환기와 달리, 열교환기 내의 사실상 모든 물질이 열교환에 실제로 능동적이라는 이점이 있다.

[0011] BPHE 및 만액식 셸 앤 튜브식 열교환기(flooded shell and tube heat exchanger)의 증발 프로세스는 서로 매우 다르다. 앞서 설명한 바와 같이, 만액식 셸 앤 튜브식 열교환기는 풀 비등(pool boiling)과 유사한 반면, BPHE에서는 냉매가 플레이트 간 유로를 통해 거의 선형으로 이동하게 된다. 출구에 가까워질수록, 액체 냉매는 적어지게 된다. 증발로 인한 용적 증가로 인해, 열교환기의 길이를 따라 속도 및 그에 따른 유동 저항도 증가하게 된다.

[0012] 앞서 설명한 바와 같이, 컴프레서 안으로 액체 냉매가 들어가지 않는 것이 매우 중요하다. 따라서, 일부 열교환기는 기체 냉매만을 포함하는 경우가 많다. 기체 냉매는 열을 흡수하여 불필요하게 가열되게 되고, 시스템 효율을 감소시키게 된다.

[0013] 증발기에 들어가기 직전의 액체 냉매가 차갑다면 이 또한 바람직하다. 이는 냉매가 차가우면 감압 비등(flash boiling) 현상이 최소화될 수 있기 때문이다.

[0014] 컴프레서로 들어가기 직전의 기체 냉매의 온도를 충분히 높게 확보하면서, 팽창 밸브로 들어가기 직전의 냉매의 온도를 낮게 유지하는(그 결과 감압 비등의 위험을 감소시키는) 한가지 방법은 소위 흡입가스 열교환기를 활용하는 것이다. 가장 단순한 형태의 흡입가스 열교환기는 콘덴서로부터 팽창 밸브로의 배관 부근에 증발기로부터 컴프레서로의 배관을 서로 가까이 배치하고 서로 브레이징 또는 납땜하여 배관 사이로 혈이 전달되게 하는 것이다. 그러나 대형 시스템에서는 더욱 효율적인 열교환기를 제공하는 것이 단순히 2개의 배관을 서로 옆에 배치하는 것보다 더 일반적이다. 일반적으로, 대형 흡입가스 열교환기를 사용하는 경우에, 증발기 배출구 압력 저하 및 흡입가스 및 흡입가수 열교환기 주입구/배출구 압력 저하 문제는 전체 효율에 파괴적이고 이를 구비한 시스템의 제어 문제를 일으킬 수 있다.

[0015] 액체 냉매가 컴프레서로 들어가지 못하게 하면서 냉매의 과열이 최소로 유지될 수 있다면, BPHE는 소형 및 재료 효율성의 이점은 유지하면서 효율성의 차원에서도 만액식 셸 앤 튜브식 열교환기와 경쟁력이 있을 수 있다.

[0016] 냉각 기술에서, 소위 "흡입가스 열교환"은 냉각 시스템의 안정성 등을 향상하는 방법이다. 요컨대, 흡입가스 열교환은 콘덴서 배출구로부터의 고온 고압 냉매와 증발기 배출구로부터의 저온 기체 냉매 사이의 열교환을 통해 이루어진다. 흡입가스 열교환에 의해, 저온 기체 냉매의 온도는 상승하겠지만 고온 액체 냉매의 온도는 하강하게 된다. 여기에는 두가지 긍정적인 효과가 있는데, 그 첫째는 고온의 액체가 팽창 밸브를 통과한 후에 감압 비

등 문제가 줄어들게 되고, 둘째는 증발기에서 빠져나가는 기체 냉매에 액적이 발생할 위험이 줄어들게 된다.

[0017] 흡입가스 열교환은 잘 알려져 있다. 일반적으로, 흡입가스 열교환은 열교환이 요구되며 냉매를 전달하는 파이프를 단순히 서로 브레이징(brazing) 또는 솔더링(soldering) 함으로써 이루어진다. 그러나 이러한 방식으로 열교환을 하는 것은 이에 필요한 냉매의 용적 차원에서 많은 비용이 든다. 이로 인해, 냉각 시스템의 서로 다른 구성 부품 사이의 배관이 짧을수록 항상 유리하다. 서로 다른 온도를 가진 유체를 전달하는 배관의 브레이징 또는 솔더링에 의한 흡입가스 열교환의 배관 길이는 그렇지 않은 경우보다 길어질 수밖에 없다. 따라서, 배관의 내부 용적이 증가하고, 더 많은 냉매가 냉각 시스템에 요구된다. 이는 경제적 관점에서뿐만 아니라 냉매의 양을 제한하는 지역이 많기 때문에 불리하다.

[0018] 다른 선택은 흡입가스 열교환을 위해 별도의 열교환기를 제공하는 것이다. 별도의 열교환기는 단순히 다른 배관을 서로 브레이징 하는 것보다 더 효율적이지만, 증발기와 콘덴서를 흡입가스 열교환기에 연결하는 배관이 여전히 필요하고, 이에 따라 냉각 시스템의 냉매 용적이 증가하게 된다.

[0019] 또한, 냉각 시스템은 요구되는 부하에 따라 가열 모드와 냉각 모드에서 모두 작동할 수 있어야 하는 경우가 흔하다. 일반적으로, 가열 모드와 냉각 모드 사이의 전환은 증발기가 콘덴서가 되고 콘덴서가 증발기가 되도록 4방향 밸브를 작동하여 이루어진다. 불행하게도, 이는 콘덴서와 증발기 중의 하나 또는 모두에서의 열교환이 병류(co-current) 열교환, 즉, 열교환을 위한 매체가 가열 모드 또는 냉각 모드에서 동일한 방향으로 이동하는 열교환임을 의미한다. 본 기술의 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 병류 열교환은 역류(counter-current) 열교환보다 질이 떨어진다. 증발기에서, 열교환 성능의 저하의 결과로 교환기를 빠져나가는 냉매 증기에 액적이 포함될 위험이 증가할 수 있다. 이러한 액적은 컴프레서에 심각한 손상을 초래할 수 있으므로 매우 바람직하지 않다. 그러나, 증발기에서 냉매와 열교환을 하는 매체의 흐름 방향을 변경하기 위한 장치는 비싸고 냉각 시스템을 더욱 복잡하게 만든다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 상기 및 기타 문제들을 해결하거나 적어도 완화하는 것을 목적으로 한다.

[0021] 본 발명의 목적은 냉각 시스템 내 유체 사이에 유리한 유체 분포와 열 전달을 제공하는 판형 열교환기를 제공하는 것이다.

[0022] 본 발명의 다른 목적은 효율적인 냉각 시스템을 제공하는 것이다.

[0023] 본 발명의 또 다른 목적은 컴프레서로 들어가는 냉매의 과열이 0이 되도록 또는 0에 근사하도록 BPHE를 활용하는 BPHE 및 냉각 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는, 온도와 압력이 상승하여 비등점이 상승하도록 기체 냉매를 압축하는 컴프레서; 컴프레서로부터의 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 냉매가 응결되게 하는 콘덴서; 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 냉매의 비등점을 저하시키는 팽창 밸브; 비등점이 낮은 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 냉매가 기화하도록 하는 증발기; 및 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 흡입가스 열교환기를 포함하고, 고온 액체 냉매의 우회를 가능하게 하여 고온 액체 냉매가 흡입가스 열교환기 내에서 증발기로부터의 저온 기체 냉매와 열을 교환하지 않도록 구성된 밸런스 밸브를 더 포함하는, 냉각 시스템에 의해 달성된다.

[0025] 본 발명은 또한 이러한 시스템을 제어하는 방법에 관한 것으로, 방법은:

[0026] a) 고온 액체 냉매의 온도를 측정하는 단계;

[0027] b) 저온 기체 냉매의 온도를 측정하는 단계;

[0028] c) 고온 액체 냉매와 저온 기체 냉매 사이의 온도차를 계산하는 단계; 및

[0029] d) 온도차가 소정의 한계치 미만인 경우에 흡입가스 열교환기를 우회하도록 밸런스 밸브를 제어하는 단계를 포함한다.

[0030] 예를 들어, 한계치는 0일 수 있다.

[0031] 본 발명의 제2 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는, 온도와 압력이 상승하여 비등점이 상승하도록 기체 냉매를 압축하는 컴프레서; 컴프레서로부터의 기체 냉매가 고온 열매체와 열을 교환하여 그 결과로 냉매가 응결되게 하는 콘덴서; 콘덴서로부터의 액체 냉매의 압력을 감소시켜 냉매의 비등점을 저하시키는 팽창 밸브; 비등점이 낮은 냉매가 온도가 낮은 열매체와 열을 교환하여 냉매가 기화하도록 하는 증발기; 및 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와 증발기로부터의 저온 기체 냉매 사이에 열을 교환하는 흡입가스 열교환기를 포함하고, 흡입가스 열교환기로 진입하는 저온 기체 냉매는 일정 양의 저온 액체 냉매를 포함하고, 저온 액체 냉매는 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와의 열교환의 결과로 증발하는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템에 의해 달성된다.

[0032] 본 발명의 제3 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는 열교환기 플레이트들 사이에 플레이트 간 유로들(interplate flow channels)이 형성되도록 열교환기 플레이트들을 서로로부터 거리를 유지시키는 접촉점을 제공하도록 구성된 압착 패턴을 구비한 복수의 열교환기 플레이트를 포함하는 판형 열교환기에 의해 달성되고, 상기 열교환기는 플레이트 간 유로들을 구비하여 제1 매체는 플레이트 간 유로들 내에서 제2 매체와 열을 교환하고 플레이트 간 유로들 내에서 제3 매체와 열을 교환하고, 플레이트 간 유로들은 제1 매체, 제2 매체, 및 제3 매체에 대한 포트 개구와 선택적으로 유체 연통하고, 제2 매체 및 제3 매체에 대한 포트 개구 주변에 제공된 제1 및 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션을 더 포함한다.

[0033] 본 발명의 제4 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는 복수의 제1 및 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 브레이징된 판형 열교환기에 의해 달성되고, 제1 열교환기 플레이트에는 제1 패턴의 리지와 그루브가 형성되고, 제2 열교환기 플레이트에는 유체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로 대형 하에서 이웃하는 플레이트들의 적어도 일부의 교차하는 리지와 그루브 사이의 접촉점을 제공하는 제2 패턴의 리지와 그루브가 형성되고, 상기 플레이트 간 유로는 제1, 제2, 제3, 및 제4 대형 포트 개구 및 제1 및 제2 소형 포트 개구와 선택적으로 유체 연통하고, 상기 제1 및 제2 열교환기 플레이트에는 열교환기 플레이트들을 제1 열교환부와 제2 열교환부로 분할하는 분할면이 형성되어 제1 및 제2 대형 포트 개구 사이를 통과하는 유체가 제3 및 제4 포트 개구 사이를 통과하는 유체와 각 플레이트의 제1 열교환부를 거쳐 열을 교환하고 제1 및 제2 소형 포트 개구 사이를 통과하는 유체와 각 플레이트의 제2 열교환부를 거쳐 열을 교환하고, 리지와 그루브는 상이한 플레이트 쌍 사이의 플레이트 간 유로들의 용적이 서로 다르도록 형성되고, 선택적으로, 제1 패턴은 제1 쉐브론 각도(chevron angle)와 같은 제1 각도를 적어도 부분적으로 이루고, 제2 패턴은 제1 쉐브론 각도와 상이한 제2 쉐브론 각도와 같은 제2 각도를 적어도 부분적으로 이룬다.

[0034] 소형 포트 개구들과 분할면은 일체형 흡입가스 열교환기를 구성하고, 상이한 플레이트 간 유로들의 용적과 함께, 냉각 시스템에 필요한 성질과 같은 바람직한 성질을 가진 BPHE를 구성한다. 상이한 쉐브론 각도와 플레이트 간 유로 용적의 조합에 의해, 유동 분포와 압력 저하가 균형이 잡혀 효율적인 열교환이 이루어질 수 있고, 이는 특히 냉각에 바람직한 것으로 판명되었다. 이러한 BPHE는 냉각 시스템에서 컴프레서로 진입하는 냉매의 과열이 실제로 0 또는 0에 가깝게 한다는 것이 판명되었다. 증발은 거의 0의 과열을 수반하고, 과열은 물 측(2차 측)에 반하여 증발 외부에 추가되며, 과열 및 캐리오버(superheat and carry over)가 추가되고 캐리오버 액적이 흡입가스 열교환 프로세스 동안에 증발되어, 표준 열교환기에 과열이 추가되는 경우에 발생하게 되는 가스가 있는 열교환기의 물/염수를 향한 열 전달을 감소시킴으로써 과열이 증발 프로세스에 영향을 미치지 못하게 하는 결과가 된다. 그 결과, 병류를 활용하고 근사 온도 접근에 도달하는 것이 가능해진다.

[0035] 본 발명은 또한 이러한 판형 열교환기를 포함하는 냉각 시스템 및 냉각 방법에 관한 것이다.

[0036] 본 발명의 제5 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는 복수의 제1 및 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 브레이징된 판형 열교환기에 의해 달성되고, 여기서 제1 열교환기 플레이트에는 제1 패턴의 리지 및 그루브가 형성되고, 제2 열교환기 플레이트에는 유체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로 대형 하에서 이웃하는 플레이트들의 적어도 일부의 교차하는 리지와 그루브 사이의 접촉점을 제공하는 제2 패턴의 리지와 그루브가 형성되고, 플레이트 간 유로는 포트 개구를 통하여 선택적으로 유체 연통하고, 제1 열교환기 플레이트의 일 측의 플레이트 간 유로 용적이 제1 열교환기 플레이트의 마주보는 타 측의 플레이트 간 유로 용적과 상이하도록 제1 패턴의 리지 및 그루브는 제2 패턴의 리지 및 그루브와 상이하고, 제1 패턴의 리지 및 그루브는 제1 각도를 이루고, 제2 패턴의 리지 및 그루브는 제1 각도와 상이한 제2 각도를 이룬다.

[0037] 플레이트의 서로 마주보는 측의 상이한 플레이트 간 유로 용적과 상이한 각도를 가진 적어도 2개의 서로 상이한 플레이트 패턴을 조합한 결과로 바람직한 유체 분포 성질을 가진 BPHE가 구성되고, 유동 분포 및 압력 저하가 균형이 잡혀 효율적인 열교환이 이루어질 수 있다. 이로써, 동일 플레이트의 마주보는 측의 플레이트 간 유로가

상이한 성질을 갖게 하는 것이 가능하고, 여기서 일 측의 유동과 압력 저하는 타 측의 유동과 압력 저하와 상이할 수 있다. 또한, 플레이트의 마주보는 측의 상이한 유로 용적은 상이한 유형의 매체에 사용될 수 있다. 예컨대, 일 측에는 액체를 사용하고, 타 측에는 기체가 사용될 수 있다. 또한, 서로 이웃하는 플레이트 간 유로의 상이한 플레이트 간 유로 용적 및 상이한 각도를 가진 적어도 2개의 서로 상이한 플레이트 패턴을 조합함으로써, 매체의 유동 방향에 대한 브레이징 접점의 폭과 같은 서로 상이한 브레이징 접점 형상을 구현하여 매체의 유동과 압력 저하를 제어할 수 있다.

[0038] 냉매는 증발하기 시작하면 액체 상태에서 기체 상태로 이전된다. 액체의 밀도는 기체의 밀도보다 훨씬 높다. 예를 들어, Tdew=5° C에서 R410A는 액체의 밀도가 기체의 밀도보다 32배나 높다. 이는 기체가 유로를 통과하는 속도가 액체보다 32배가 빠르다는 것을 의미하기도 한다. 따라서, 자연적으로, 기체의 동적 압력 저하는 액체보다 32배가 크게 되고, 즉, 기체는 모든 냉매에 대해 훨씬 큰 압력 저하를 일으키게 된다.

[0039] 열교환기의 성능(Temperature Approach 또는 TA)은 수분 배출 온도(열교환기 유로의 주입구에서의)에서 열교환기 유로에서의 증발 온도(Tdew)를 뺀 값으로 정의된다. 열교환기 표면을 따라 압력 저하가 크면 국부 포화 온도가 상이하게 되고, 그 결과 유로의 주입구와 배출구 사이의 냉매 온도의 전체적인 차이가 상대적으로 크게 된다. 온도는 유로의 주입구에서 높게 된다. 주입구 냉매 온도가 높으면(너무 큰 유로 압력 저하로 인해) 배출구 수분을 정확한 온도로 냉각하기 어렵기 때문에 열교환기의 성능에 직접적인 악영향을 미치게 된다. 시스템이 너무 높은 냉매 주입 온도를 보완하는 유일한 방법은 정확한 수분 배출 온도에 도달할 수 있을 때까지 증발 온도를 낮추는 것이다. 열전달 특성이 높은 동시에 압력 저하 특성이 낮은 열교환기 유로에 대한 패턴을 형성함으로써, 열교환기에 대한 성능을 높일 수 있다. 유로 내의 전체적인 냉매 압력 저하를 낮추면 열교환기 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 전체적인 시스템 성능에 긍정적인 효과도 있어서 에너지 소비도 향상된다.

[0040] 또한, 매체의 증발 또는 응결을 위해, 흡입가스 열교환기를 구비하거나 구비하지 않고, 플레이트 간 유로 용적이 상이하고 각도가 상이한 브레이징된 판형 열교환기의 사용이 개시되어 있다.

[0041] 본 발명의 제6 측면에 따르면, 상기 목적의 일부는 복수의 제1 및 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 브레이징된 판형 열교환기에 의해 달성되고, 여기서 제1 열교환기 플레이트에는 제1 패턴의 리지 및 그루브가 형성되고, 제2 열교환기 플레이트에는 유체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로 대형 하에서 이웃하는 플레이트들의 적어도 일부의 교차하는 리지와 그루브 사이의 접촉점을 제공하는 제2 패턴의 리지와 그루브가 형성되고, 플레이트 간 유로는 포트 개구를 통하여 선택적으로 유체 연통하고, 제1 열교환기 플레이트의 일 측의 플레이트 간 유로 용적이 제1 열교환기 플레이트의 마주보는 타 측의 플레이트 간 유로 용적과 상이하도록 제1 패턴의 리지 및 그루브는 제2 패턴의 리지 및 그루브와 상이하다. 선택적으로, 제1 패턴은 제1 각도를 이루고, 제2 패턴은 제1 각도와 상이한 제2 각도를 이룬다. 열교환기에는 개조 포트 열교환기가 구비되어 있다.

[0042] 본 발명은 또한 패턴이 상이한 2개 또는 그 이상의 상이한 플레이트가 있고 개조 포트 열교환기를 구비한 이러한 열교환기를 포함하는 냉각 시스템 및 냉각 방법에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0043] 이하, 본 발명을 다음과 같은 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열교환기의 분해사시도이다.

도 2는 도 1의 열교환기의 일부인 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트의 분해사시도이다.

도 3은 제1 열교환기 플레이트의 그루브들의 깊이가 동일한 것을 보여주는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트의 다른 부분을 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 4는 제2 열교환기 플레이트의 그루브들의 깊이가 번갈아 가며 동일한 것을 보여주는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 열교환기 플레이트의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 5는 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트가 번갈아 가며 배치된 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 열교환기의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 6a는 제1 쉐브론 각도를 가진 주름진 헤링본(corrugated herringbone) 패턴을 보여주는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트를 개략적으로 도시한 정면도이다.

도 6b는 제1 쉐브론 각도를 가진 주름 패턴을 보여주는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이

트를 개략적으로 도시한 정면도이다.

도 7a는 제2 쉐브론 각도를 가진 주름진 헤링본 패턴을 보여주는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 열교환기 플레이트를 개략적으로 도시한 정면도이다.

도 7b는 제2 쉐브론 각도를 가진 주름 패턴을 보여주는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 제2 열교환기 플레이트를 개략적으로 도시한 정면도이다.

도 8은 도 5의 예시에 따라 제2 열교환기 플레이트 상에 배치된 제1 열교환기 플레이트에서 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트 사이의 접촉점을 개략적으로 도시한 것이다.

도 9는 도 5의 예시에 따라 제1 열교환기 플레이트 상에 배치된 제2 열교환기 플레이트에서 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트 사이의 접촉점을 개략적으로 도시한 것이다.

도 10a와 도 10b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 냉각 시스템이 가열 모드에 있는 것을 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 11a와 도 11b는 도 10a와 도 10b에 따른 냉각 시스템이 냉각 모드에 있는 것을 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 개조 포트 열교환기가 설치되는 열교환기의 분해사시도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 개조 포트 열교환기를 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 14는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 개조 포트 열교환기를 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 열교환기의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 열교환기의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트를 포함하는 열교환기의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 주름 깊이가 서로 상이한 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트의 열교환기 플레이트 적층의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼 일체형 흡입가스 열교환기를 포함하는 트루 듀얼(true dual) 열교환기를 개략적으로 도시한 분해사시도이다.

도 20은 열교환기의 중앙의 주요 열교환 섹션의 주름 패턴의 각도가 포트 개구에 있는 섹션의 각도와 다른 주름 패턴을 보여주는 열교환기 플레이트의 주름 패턴의 다른 실시예를 개략적으로 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 일 실시예에 따른 브레이징된 판형 열교환기(100)가 도 1에 도시되어 있고, 그 일부는 도 2에 더욱 상세히 도시되어 있다. 열교환기(100)는 서로 적층되어 열교환기(100)를 형성하는 복수의 제1 열교환기 플레이트(110)와 복수의 제2 열교환기 플레이트(120)를 포함한다. 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)는 서로 교대로 배치되고, 여기서 2개의 플레이트마다 하나는 제1 열교환기 플레이트(110)이고 다른 하나는 제2 열교환기 플레이트(120)이다. 대안적으로, 제1 및 제2 열교환기 플레이트는 추가적인 열교환기 플레이트와 함께 다른 구성으로 배치된다. 열교환기(100)는 비대칭 판형 열교환기이다.

[0045] 열교환기 플레이트(110, 120)는 판금으로 형성되고 리지(R1, R2a, R2b)와 그루브(G1, G2a, G2b)의 압착 패턴이 구비되어, 유체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로 대형 하에서 이웃하는 플레이트(110, 120)의 적어도 일부의 교차하는 리지와 그루브 사이의 접촉점을 제공함으로써 플레이트가 적층 형태로 적층되어 열교환기(100)를 형성하는 경우에, 유체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로가 플레이트들 사이에 형성되도록 한다. 도 1 및 도 2의 압착 패턴은 헤링본 패턴이다. 그러나, 압착 패턴은 사선으로 연장된 직선 형태일 수도 있다. 어느 경우라도, 리지와 그루브의 압착 패턴은 주름 패턴이다. 압착 패턴은 플레이트(110, 120)가 접촉점을 제외하고 서로 거리를 유지하도록 구성된다.

[0046] 도시된 실시예에서, 열교환기 플레이트(110, 120)의 각각은 스커트(S)에 의해 둘러싸여 있으며, 스커트(S)는 열교환기 플레이트의 면과 수직 방향으로 이어지고 열교환기(100)의 둘레를 따라 밀봉을 제공하기 위하여 이웃하는 플레이트들의 스커트와 접촉하도록 구성된다.

[0047] 열교환기 플레이트(110, 120)에는 유체가 플레이트 간 유로 내외로 열교환을 하도록 대형 포트 개구(01-04)와 소형 포트 개구(SO1, SO2)가 배치되어 있다. 도시된 실시예에서, 열교환기 플레이트(110, 120)에는 제1 대형 포트 개구(01), 제2 대형 포트 개구(02), 제3 대형 포트 개구(03), 및 제4 대형 포트 개구(04)가 배치되어 있다. 또한, 열교환기 플레이트(110, 120)에는 제1 소형 포트 개구(SO1) 및 제2 소형 포트 개구(SO2)가 배치되어 있다. 대형 포트 개구(01 내지 04)를 둘러싼 영역은 대형 포트 개구와 플레이트 간 유로 사이의 선택적 연통이 이루어지도록 높이가 서로 상이하다. 열교환기(100)에서, 대형 포트 개구(01 내지 04)를 둘러싼 영역은 제1 대형 포트 개구(01)와 제2 대형 포트 개구(02)가 일부 플레이트 간 유로를 통해 서로 유체 연통하도록 배치되고, 제3 대형 포트 개구(03)와 제4 대형 포트 개구(04)는 이웃하는 플레이트 간 유로에 의해 서로 유체 연통한다. 도시된 실시예에서, 열교환기 플레이트(110, 120)는 모서리가 둥글게 처리된 직사각형이고, 대형 포트 개구(01-04)는 모서리 가까이 배치된다. 또는, 열교환기 플레이트(110, 120)는 모서리가 둥글게 처리된 정사각형 등이다. 또는, 열교환기 플레이트(110, 120)는 원형, 타원형, 또는 기타 적합한 형상이고, 대형 포트 개구(01-04)는 적합한 방식으로 분포된다. 도시된 실시예에서, 열교환기 플레이트(110, 120)의 각각에는 4개의 대형 포트 개구(01-04)가 형성되어 있다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 하기에 설명하는 바와 같이, 대형 포트 개구의 수는 4개 이상, 즉, 6개 또는 10개일 수 있다. 예를 들어, 대형 포트 개구는 적어도 6개이고, 열교환기는 적어도 3개의 유체 사이에 열교환을 제공하도록 구성된다. 따라서, 일 실시예에 따르면, 열교환기는 적어도 6개의 대형 포트 개구를 구비하고 적어도 하나의 일체형 흡입가스 열교환기를 구비하거나 구비하지 않고 구성된 3중 회로 열교환기이다.

[0048] 도시된 실시예에서, 열교환기 플레이트(110, 120)의 각각에는 2개의 소형 포트 개구(SO1, SO2)가 형성되어 있다. 소형 포트 개구(SO1, SO2)는 일체형 흡입가스 열교환기를 제공하도록 배치되어 있다. 따라서, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 열교환기 플레이트(110, 120)를 제1 열교환부(130)와 제2 열교환부(140)로 분할하는 분할면(DW)이 형성되어 있어서, 제1 및 제2 대형 포트 개구(01, 02) 사이를 통과하는 유체가 각 플레이트(110, 120)의 제1 열교환부(130)를 거쳐 제3 및 제4 대형 포트 개구(03, 04) 사이를 통과하는 유체와 열을 교환하고 각 플레이트(110, 120)의 제2 열교환부(140)를 거쳐 제1 및 제2 소형 포트 개구(SO1, SO2) 사이를 통과하는 유체와 열을 교환하도록 한다.

[0049] 분할면(DW)은 열교환 영역을 제1 열교환부(130)와 제2 열교환부(140)로 분할하도록 제공된다. 예를 들어, 분할면(DW)은 열교환기 플레이트(110, 120)의 장측과 그에 이웃하는 단측 사이에 배치된다. 예컨대, 분할면(DW)은 장측으로부터 단측까지 계속 이어진다. 또는, 분할면(DW)은 2개의 장측 사이에 배치되어, 예를 들면 일 장측으로부터 타 장측으로 계속 이어진다. 도시된 실시예에서, 분할면(DW)은 플레이트의 장측과 단측 사이에서 만곡되어 있다. 대안적으로, 분할면(DW)은 직선으로 형성되거나 모서리가 형성되어 있다.

[0050] 분할면(DW)은 상이한 플레이트들(110, 120)의 상이한 높이에 제공된 가늘고 긴 평면을 포함한다. 이웃하는 플레이트들(110, 120)의 평면들이 서로 접촉하여 분할명(DW)가 형성되면 플레이트 간 유로가 밀봉되고, 이웃하는 플레이트들(110, 120)의 평면들이 서로 접촉하지 않으면 플레이트 간 유로가 밀봉되지 않는다. 본 경우에서, 분할면(DW)은 제1 및 제2 대형 포트 개구(01, 02)를 둘러싼 영역과 같은 높이에 제공되는데, 이는 제1 및 제2 대형 포트 개구(01, 02)를 유체 연결하는 플레이트 간 유로에 대하여 분할면(DW)이 개방되는 반면에 제3 및 제4 대형 포트 개구(03, 04)를 유체 연결하는 플레이트 간 유로에 대하여 분할면(DW)이 이 플레이트 간 유로에서 유체를 차단함을 의미한다.

[0051] 제3 및 제4 대형 포트 개구(03, 04)와 연통하는 플레이트 간 유로에서의 유체 흐름을 분할면(DW)이 차단하기 때문에, 분할면(DW)의 양측에 별도의 플레이트 간 유로가 있게 된다. 제3 및 제4 대형 포트 개구(03, 04)와 연통하지 않는 분할면(DW) 측의 플레이트 간 유로는 두 개의 소형 포트 개구(SO1, SO2)와 연통한다. 여기서, 분할면(DW)은 제1 및 제2 대형 포트 개구(01, 02)와 연통하는 플레이트 간 유로를 차단하지 않는다. 따라서, 소형 포트 개구(SO1, SO2)와 연통하는 플레이트 간 유로 내에서 이동하는 매체는, 제3 및 제4 대형 포트 개구(03, 04)와 연통하는 플레이트 간 유로 내에서 이동하는 매체와 마찬가지로, 제1 및 제2 대형 포트 개구(01, 02)와 연통하는 플레이트 간 유로 내에서 이동하는 매체와 열을 교환한다.

[0052] 도 1 및 도 2에 도시된 실시예에서, 분할면(DW)은 제1 대형 포트 개구(01)와 제3 대형 포트 개구(03) 사이에서 연장된다. 소형 개구(SO1, SO2)는 제1 대형 포트 개구(01)의 양측에 배치된다. 여기서, 제1 대형 포트 개구(0

1)는 소형 포트 개구(SO1, SO2)와 연통하는 플레이트 간 유로 내에서 이동하는 매체가 제1 대형 포트 개구(O1)의 양측에서 통과할 수 있도록 배치된다. 분할면(DW)은 제1 대형 포트 개구(O1)와 나머지 대형 포트 개구(O2-O4) 사이에서 연장되고, 여기서 제1 및 제2 소형 개구(SO1, SO2)는 제1 대형 포트 개구(O1)와 동일한 분할면(DW)의 측, 즉 제2 열교환부(140)에 있고, 다른 대형 포트 개구들(O2-O4)은 분할면(DW)의 다른 측, 즉 분할면(DW)의 외부 및 제1 열교환부(130)에 있다.

[0053] 도시된 실시예에서, 열교환기(100)는 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)만을 포함한다. 또는, 열교환기(100)는 제3 열교환기 플레이트 및 선택적으로 제4 열교환기 플레이트를 포함하고, 제3 열교환기 플레이트 및 선택적인 제4 열교환기 플레이트는 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)와 상이한 압착 패턴으로 배치되고, 열교환기 플레이트들은 적절한 순서로 배치된다.

[0054] 도시된 실시예에서, 열교환기(100)는 또한 스타트(start) 플레이트(150)와 엔드(end) 플레이트(160)를 포함한다. 스타트 플레이트(150)에는 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에 의해 형성된 플레이트 간 유로 내외로 유체가 진입 및 배출되도록 대형 포트 개구들(O1-O4)과 소형 포트 개구(SO1, SO2)에 상응하는 개구들이 형성되어 있다. 예를 들어, 엔드 플레이트(160)는 종래의 엔드 플레이트이다.

[0055] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트(110)의 단면도가 개략적으로 도시되어 있다. 제1 열교환기 플레이트(110)에는 제1 패턴의 리지(R1)과 그루브(G1)이 형성되어 있다. 도 3에 개략적으로 도시된 바와 같이, 제1 열교환기 플레이트(110)의 그루브(G1)에는 동일한 깊이(D1)가 형성되어 있다. 따라서, 모든 그루브(G1)에는 동일 깊이(D1)가 형성되어 있다. 예를 들어, 깊이(D1)는 0.5 내지 5 mm, 예컨대 0.6 내지 3 mm 또는 0.8 내지 3 mm이다. 예를 들어, 모든 리지(R1)에는 상응하는 방식으로 동일한 높이가 형성되어 있다. 즉, 제1 열교환기 플레이트(110)의 주름 깊이는 플레이트 전체적으로 또는 적어도 실질적으로 플레이트 전체적으로 대칭 및 유사하다. 일 실시예에 따르면, 제1 열교환기 플레이트(110)의 적어도 제1 열교환부(130), 예컨대 전체 제1 열교환부(130)에는 동일한 주름 깊이가 형성되어 있고, 그루브(G1)의 각각에는 깊이(D1)가 형성되어 있다. 예를 들면, 제1 열교환기 플레이트(110)의 제1 열교환부(130)와 제2 열교환부(140), 예컨대 제1 열교환부(130) 전체와 제2 열교환부(140) 전체에는 동일한 주름 깊이가 형성되어 있고, 그루브(G1)의 각각에는 깊이(D1)가 형성되어 있다.

[0056] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 제2 열교환기 플레이트(120)의 단면도가 개략적으로 도시되어 있다. 예를 들어, 제2 열교환기 플레이트들(120)은 모두 동일하다. 제2 열교환기 플레이트(120)에는 제1 및 제2 패턴의 제1 및 제2 리지(R2a, R2b)와 제1 및 제2 그루브(G2a, G2b)가 형성되어 있다. 제2 열교환기 플레이트(120)의 제1 및 제2 그루브(G2a, G2b)에는 상이한 깊이가 형성되어 있고, 제1 그루브(G2a)에는 제1 깊이(D2a)가 형성되어 있고, 제2 그루브(G2b)에는 제2 깊이(D2b)가 형성되어 있으며, 제2 깊이(D2b)는 제1 깊이(D2a)와 상이하다. 예를 들면, 제1 깊이(D2a)는 0.5 내지 5 mm, 예컨대 0.6 내지 3 mm or 0.8 내지 3 mm이고, 제2 깊이(D2b)는 제1 깊이(D2a)의 30 내지 80%, 예컨대 40 내지 60%이다. 리지(R2a, R2b)는 상응하는 방식으로 높이가 상이하다. 도시된 실시예에서, 제1 깊이(D2a)는 제2 깊이(D2b)보다 크다. 제1 및 제2 그루브(G2a, G2b)는 번갈아 배치되어 있다. 또는 제1 및 제2 그루브(G2a, G2b) 및 깊이가 다른 선택적 추가 그루브가 임의의 모든 바람직한 패턴으로 배치된다.

[0057] 예를 들어, 제2 열교환기 플레이트(120)의 리지와 그루브의 패턴은 비대칭이다. 즉, 제2 열교환기 플레이트(120)는 도 5에 도시된 바와 같이 제1 열교환기 플레이트(110)와 결합되는 경우에 비대칭 열교환기를 형성한다. 일 실시예에 따르면, 제2 열교환기 플레이트(120)의 적어도 제1 열교환부(130), 예컨대 제1 열교환부(130) 전체에는 적어도 2개의 상이한 그루브 주름 깊이(D2a, D2b)를 가진 제2 패턴의 리지 및 그루브가 형성되어 있다. 예를 들어, 제1 열교환기 플레이트(110)의 제1 열교환부(130) 및 제2 열교환부(140), 예컨대 제1 열교환부(130) 전체 및 제2 열교환부(140) 전체에는 적어도 2개의 주름 깊이가 형성되어 있고, 제1 그루브(G2a)에는 제1 깊이(D2a)가 형성되어 있고, 제2 그루브(G2b)에는 제2 깊이(D2b)가 형성되어 있다.

[0058] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 복수의 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)가 적층되어 형성된 플레이트 간 유로가 개략적으로 도시되어 있다. 도시된 실시예에서, 2개의 플레이트마다 하나는 제1 열교환기 플레이트(110)이고 다른 하나는 제2 열교환기 플레이트(120)이며, 제1 및 제2 열교환기 플레이트 교대로 배치되어 비대칭 열교환기(100)를 형성하고, 플레이트 간 유로들에 서로 상이한 용적이 형성된다. 또는, 플레이트 간 유로들의 서로 상이한 용적은 동일한 압착 깊이 또는 주름 깊이 상의 연장된 프로필에 의해 형성된다. 예를 들면, 제1 및 제2 열교환기 플레이트에는 서로 상이한 주름 깊이가 구비된다. 예를 들면, 제1 및/또는 제2 열교환기 플레이트는 비대칭 열교환기 플레이트이다. 또는, 제1 및/또는 제2 열교환기 플레이트는 대칭 열교환기 플레이

트이다.

[0059] 도 6a를 참조하면, 제1 열교환기 플레이트(110)의 제1 패턴의 리지(R1) 및 그루브(G1)가 개략적으로 도시되어 있다. 상기 패턴은 압착된 헤링본(pressed herringbone) 패턴이고, 리지(R1)와 그루브(G1)는 두 개의 경사진 다리가 중심에 배치된 꼭지점과 같은 꼭지점에서 만나는 형태로 배치되어 화살표 형상을 형성한다. 예를 들어, 꼭지점들은 직사각형 열교환기 플레이트의 종방향 중심선과 같은 가상의 중심선을 따라 분포되어 있다. 예컨대, 헤링본 패턴은 제1 열교환기 플레이트(110)의 적어도 중심부에 있는 리지(R)와 그루브(G)가 모든 꼭지점들이 단측 중의 하나를 향하고 제1 열교환기 플레이트(110)의 일 장측에서 타 장측으로 이어지도록 배열되어 있다. 제1 열교환기 플레이트(110)의 패턴, 즉 제1 패턴의 리지(R1) 및 그루브(G1)는 제1 쉐브론 각도(β1)를 보인다. 쉐브론 각도는 파선(C)으로 개략적으로 도시된 직사각형 플레이트의 장측에 수직인 플레이트를 가로지르는 가상의 선과 리지 사이의 각도이다. 따라서, 쉐브론 각도는 꼭지점이 향하는 방향의 열교환기 플레이트의 단측과 리지 사이의 각도이다. 열교환기 플레이트의 장측은 단측과 수직으로 이어지므로 리지와 그루브의 패턴 역시 리지가 장측과 각도를 이루도록 배치되어 있다. 예를 들어, 쉐브론 각도는 꼭지점의 양측에 동일하다. 예컨대, 제1 패턴의 리지 및 그루브의 전체 또는 실질적으로 전체에는 플레이트 전체에 또는 적어도 제1 열교환부(130) 및 제2 열교환부(140) 전체에 제1 쉐브론 각도(β1)가 형성되어 있다. 예컨대, 제1 쉐브론 각도(β1)는 25° 내지 70° 또는 30° 내지 45°이다.

[0060] 도 6b를 참조하면, 대안적인 실시예에 따른 제1 열교환기 플레이트(110)의 제1 패턴의 리지(R1) 및 그루브(G1)가 개략적으로 도시되어 있고, 여기서 압착 패턴은 사선으로 연장되는 직선의 형태이다. 따라서, 리지와 그루브의 압착 패턴은 사선으로 연장되는 직선의 주름진 패턴이다. 제1 열교환기 플레이트(110)의 사선으로 연장된 직선은 각도 β1으로 배치되어 있다. 예를 들면, 패턴은 리지(R1)와 그루브(G1)가 제1 열교환기 플레이트(110)의 일 장측에서 타 장측으로 예컨대 평행으로 이어지도록 배치되어 있다.

[0061] 도 7a를 참조하면, 제2 열교환기 플레이트(120)의 제2 패턴의 리지(R2a, R2b) 및 그루브(G2a, G2b)가 개략적으로 도시되어 있다. 상기 제2 패턴은 제2 쉐브론 각도(β2)가 제1 쉐브론 각도(β1)와 상이하다는 점을 제외하곤 앞서 제1 열교환기 플레이트(110)에 대하여 설명한 바와 같은 압착된 헤링본 패턴이다. 따라서, 제2 열교환기 플레이트(120)는 제1 열교환기 플레이트와 다른 각도의 헤링본 패턴으로 배치되어 있다. 예를 들어, 제2 쉐브론 각도(β2)는 0° 내지 90°, 25° 내지 70°, 또는 30° 내지 45°이다. 예컨대, 제2 열교환기 플레이트(120)의 리지 및 그루브의 전체 또는 실질적으로 전체에는 플레이트 전체에 또는 적어도 제1 열교환부(130) 및 제2 열교환부(140) 전체에 제2 쉐브론 각도(β2)가 형성되어 있다. 예컨대, 제1 쉐브론 각도(β1)와 제2 쉐브론 각도(β2) 사이의 차이는 2° 내지 35°이다.

[0062] 도 7b를 참조하면, 대안적인 실시예에 따른 제2 열교환기 플레이트(120)의 제2 패턴의 리지(R2a, R2b) 및 그루브(G2a, G2b)가 개략적으로 도시되어 있고, 여기서 압착 패턴은 사선으로 연장되는 직선의 형태이다. 따라서, 리지와 그루브의 압착 패턴은 사선으로 연장되는 직선의 주름진 패턴이다. 제2 열교환기 플레이트(120)의 사선으로 연장된 직선은 각도 β2로 배치되어 있다. 예를 들면, 패턴은 리지(R2a, R2b)와 그루브(G2a, G2b)가 제2 열교환기 플레이트(120)의 일 장측에서 타 장측으로 예컨대 평행으로 이어지도록 배치되어 있다.

[0063] 따라서, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)는 서로 상이한 쉐브론 각도(β1, β2)와 서로 상이한 압착 패턴으로 형성되고, 그 결과로 서로 상이한 플레이트 간 용적을 가지게 된다. 예를 들면, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 서로 상이한 주름 깊이가 구비된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 서로 상이한 주름 빈도가 구비된다. 예를 들면, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 동일한 주름 깊이가 구비되지만 서로 상이한 주름 빈도가 구비된다. 따라서, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 서로 상이한 주름 깊이 및/또는 서로 상이한 주름 빈도가 구비된다. 예를 들어, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)의 하나는 대칭 열교환기 플레이트이고 다른 하나는 비대칭 열교환기 플레이트이다. 대안적으로, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)는 모두 비대칭이다. 대안적으로, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)는 모두 대칭이다.

[0064] 도 8 및 도 9에는 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120) 사이의 접촉점들이 도 5의 예를 활용하여 개략적으로 도시되어 있다. 교차하는 리지와 그루브 사이의 접촉점 이내 및/또는 주변에 브레이징 접점(brazing joints)(170)이 형성된다. 도 8 및 도 9의 실시예에서, 브레이징 접점은 모든 접촉점에 형성된다. 대안적으로, 브레이징 접점(170)은 접촉점의 일부에만 형성된다. 도 8에서, 제1 열교환기 플레이트(110)는 제2 열교환기 플레이트(120) 상에 배치되어 있고, 접촉점은 제1 패턴으로 형성되어 있다. 도 8에서, 제1 열교환기 플레이트(110)의 리지(R1)와 제2 열교환기 플레이트(120)의 리지 또는 그루브 사이의 모든 교차는 접촉점을 이루는 결과

로 이어진다.

[0065] 도 9는 제1 열교환기 플레이트(110) 상에 배치된 제2 열교환기 플레이트(120)를 개략적으로 도시한 것으로, 여기서 접촉점은 제2 패턴으로 형성되어 있다. 도 9에서, 제2 열교환기 플레이트(120)의 제1 리지들(R2a) 사이의 교차만이 브레이징 접점(170)을 형성할 수 있는 접촉점을 이루는 결과로 이어지고, 여기서 제2 리지들(R2b)에는 제1 열교환기 플레이트(110)의 교차 리지 또는 그루브까지의 간극이 배치된다. 따라서, 제2 열교환기 플레이트(120)의 제1 리지들(R2a)과 제1 열교환기 플레이트(110) 사이에는 접촉점이 형성되지 않고 브레이징 접점이 형성되지 않는다. 도 9에서, 모든 접촉점은 브레이징 접점(170)과 함께 도시되어 있다.

[0066] 일 실시예에 따르면, 제1 열교환기 플레이트(110)와 제2 열교환기 플레이트(120) 사이의 브레이징 접점(170)은 타원형과 같은 길쭉한 형태이고, 여기서 브레이징 접점(170)은 용적이 큰 플레이트 간 유로 내에서는 제1 방향으로 배치되고 용적이 작은 플레이트 간 유로 내에서는 제2 방향으로 배치되어 바람직한 플레이트 간 유로 내에서 바람직한 압력 저하를 제공한다. 예를 들면, 브레이징 접점(170)은 용적이 큰 플레이트 간 유로 내에서 플레이트들(110, 120)의 종방향에 대해 제1 각도로 배치되고 나머지 플레이트 간 유로 내에서 제2 각도로 배치된다. 일 실시예에 따르면, 제1 각도는 제2 각도보다 크다.

[0067] 도 10a, 도 10b, 도 11a, 및 도 11b에서, 상기 열교환기 실시예들의 어느 하나에 따른 열교환기(100)를 활용할 수 있는 냉각 시스템의 실시예들의 가열 모드와 냉각 모드가 각각 도시되어 있다.

[0068] 도 10a, 도 10b, 도 11a, 및 도 11b의 실시예들에 따른 냉각 시스템은 컴프레서(C), 4방향 밸브(FWV), 가열 또는 냉각을 요구하는 브라인 시스템(brine system)에 연결된 페이로드 열교환기(PLHE), 제1 제어식 팽창 밸브(EXPV1), 제1 일방향 밸브(OWV1), 불필요한 열 또는 냉기가 폐기될 수 있는 열원에 연결된 폐열교환기(DHE), 제2 팽창 밸브(EXPV2) 및 제2 일방향 밸브(OWV2)를 포함한다. 열교환기 PLHE와 DHE에는 각각 앞서 설명한 바와 같은 4개의 대형 개구(O1-O4) 및 2개의 소형 개구(SO1, SO2)가 있고, 여기서 각 열교환기의 대형 개구 O1과 O2는 서로 연통하고, 각 열교환기의 대형 개구 O3과 O4는 서로 연통하고, 각 열교환기의 소형 개구 SO1과 SO2는 서로 연통한다. 열교환은 O1에서 O2로 이동하는 유체와 O3과 O4 사이 및 SO1과 SO2 사이를 이동하는 유체 사이에서 이루어진다. 그러나, O3에서 O4로 이동하는 유체와 SO1에서 SO2로 이동하는 유체 사이에서는 열교환이 이루어지지 않는다. 페이로드 열교환기(PLHE) 및/또는 폐열교환기(DHE)는 앞서 설명한 바와 같은 판형 열교환기(100)이다.

[0069] 도 10a 및 도 10b에 도시된 가열 모드에서, 컴프레서(C)는 고압 기체 냉매를 4방향 밸브(FWV)로 전달한다. 본 가열 모드에서, 4방향 밸브는 고압 기체 냉매를 페이로드 열교환기(PLHE)의 대형 개구 O1로 운반하도록 제어된다. 이후, 고압의 기체 냉매는 페이로드 열교환기(PLHE)를 통과하고 대형 개구 O2에서 빠져나간다. 페이로드 열교환기(PLHE)를 통과하는 과정에서, 고압 기체 냉매는 가열이 필요한 페이로드에 연결되고 대형 개구 O4에서 대형 개구 O3으로 이동하는, 즉, 대형 개구 O1에서 대형 개구 O2로 이동하는 냉매와 반대 방향으로 이동하는, 브라인(brine) 용액과 열을 교환한다. 브라인 용액과 열을 교환하는 과정에서, 고압 기체 냉매는 응축하고, 대형 개구 O2를 통하여 페이로드 열교환기(PLHE)를 빠져나갈 때에 완전히 응축되어 액체 상태가 된다.

[0070] 가열 모드에서, 제1 팽창 밸브(EXPV1)는 완전히 닫히고, 페이로드 열교환기를 빠져나가는 액체 냉매의 유동은 제1 일방향 밸브(OWV1)를 통과한다. 제1 일방향 밸브(OWV1)는 이 방향의 냉매 유동은 허용하지만 반대 방향의 냉매 흐름은 차단한다(이에 대해서는 하기의 냉각 모드에서 설명함).

[0071] 제1 일방향 밸브(OWV1)를 통과한 후에, 액체 냉매(여전히 비교적 고온 상태)는 폐열교환기(DHE)의 소형 개구 SO2로 진입하고 소형 개구 SO1을 통하여 열교환기를 빠져나간다. 소형 개구 SO와 SO1을 통과하는 동안에, 폐열교환기(DHE)를 빠져나가기 직전의 주로 기체인 저온의 냉매와의 열 교환으로 인해 냉매의 온도가 상당히 떨어진다.

[0072] 저온 시동 동안에, 즉 시스템이 바람직한 운영 조건에 도달하기 전에, 흡입가스 열교환기 내의 열교환의 양의 균형을 유지할 필요가 있을 수 있다. 이는 밸런스 밸브(BV)를 제어하여 이루어질 수 있다. 여기서, 밸런스 밸브(BV)는 콘덴서로부터 소형 개구(SO2) 및 팽창 밸브(EXPV2) 중의 하나 또는 모두로의 액체 냉매의 제어가 가능하도록 구성되어 흡입가스 열교환기 내의 열교환의 양을 제어하는 3방향 밸브이다.

[0073] 소형 개구 SO1을 통하여 폐열교환기(DHE)를 빠져나간 이후에, 액체 냉매는 제2 팽창 밸브(EXPV2)를 통과하고, 여기서 냉매의 압력이 하강하여 냉매의 일부에 감압 비등을 유발하고, 이로 인해 즉시 온도가 하강하게 된다. 제2 팽창 밸브로부터, 냉매는 냉매 회로의 고압측과 저압측 사이에 연결되고 고압측과 저압측 사이의 압력차로 인해 냉매 흐름에 대해 닫혀 있는 제2 일방향 밸브(OWV2)에 모두 연결된 가지(branch)를 통과한다. 이 가지를

통과한 이후에, 저온 저압의 반액체 냉매는 대형 개구 02에 진입하고, 외부 공기식 집열기, 태양열 집열기, 또는 지면에 뚫은 구멍 등과 같은 저온의 열이 수집되는 소스에 연결된 브라인 용액과의 열 교환을 하는 폐열교환기(DHE)를 통과한다. 대형 개구 04로부터 대형 개구 03으로 유동하는 브라인 용액과의 열 교환으로 인해, 주로 액체인 냉매는 기화된다. 브라인 용액과 냉매 사이의 열 교환은 역류 열교환에 비하여 열교환 성능이 낮은 것으로 잘 알려져 있는 병류 조건에서 이루어진다.

[0074] 대형 개구 01을 통하여 폐열교환기(DHE)를 빠져나가기 직전에, 냉매(현재 거의 완전 기화 상태)는 소형 개구 SO2를 통해 폐열교환기에 진입하고 소형 개구 SO1을 통해 폐열교환기를 빠져나간 상대적으로 고온이고 액체인 냉매와 열을 교환한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 냉매는 고온의 액체 냉매와 열교환을 시작하는 경우에 약 85% 내지 98%, 바람직하게는 90% 내지 95%, 더욱 바람직하게는 91% 내지 94%, 예컨대 93%가 기화된다.

[0075] 그 결과, 대형 개구 01을 통해 폐열교환기(DHE)를 빠져나가기 직전의 냉매의 온도는 상승하여 이 냉매가 모두 완전히 기화하게 된다.

[0076] 따라서, 흡입가스 열교환기에 진입하는 저온의 기체 냉매는 특정 양의 저온 액체 냉매를 포함하고, 이러한 저온 액체 냉매는 콘덴서로부터의 고온 액체 냉매와의 열교환의 결과로 기화한다. 예를 들어, 상기 특정 양의 저온 액체 냉매는 2% 내지 15%, 바람직하게는 5% 내지 10%, 더욱 바람직하게는 6% 내지 9%, 예컨대 7% 질량이다.

[0077] 열교환 성능에 있어서 병류 열교환이 역류 열교환에 비해 떨어진다는 것은 본 기술의 당업자에게 잘 알려져 있다. 그러나, 소형 개구 SO2에 진입하는 상대적으로 고온의 액체 브라인과 폐열교환기(DHE)를 빠져나가기 직전의 주로 기체인 냉매 사이의 열교환(즉, 소위 "흡입가스 열교환")의 제공으로 인해, 브라인-냉매 열교환 동안에 냉매를 완전히 기화할 필요가 없다. 대신에, 남아있는 액체 상태의 냉매는 흡입가스 열교환 동안에 기화되기 때문에, 냉매는 고온의 액체 냉매와의 흡입가스 열교환에 진입할 때에 반기화 상태이기만 해도 된다. 액체 대 액체의 열교환이 기체 대 액체의 열교환보다 훨씬 더 효율적이라는 것은 잘 알려져 있다. 또한, 병류 열교환은 결빙의 위험이 감소된다는 추가적인 이점이 있다. 이는 냉매가 열을 교환하게 되는 매체의 온도가 높은 위치에서 냉매가 열교환기에 진입하므로, 결빙에 있어서 가장 결정적인 위치인 이 위치에서의 결빙의 위험이 감소되기 때문이다.

[0078] 여러 시험을 통해, 저온 환경에서 냉각 시스템을 저온 시동하는 것은 문제가 있을 수 있다는 것이 판명되었다.

[0079] 폐열교환기의 개구 01로부터, 기체 상태의 냉매는 기체 상태의 냉매의 유동이 컴프레서로 향하도록 제어되는 4방향 밸브(FWV)로 진입하고, 이 냉매는 컴프레서에서 다시 압축된다.

[0080] 도 11a 및 도 11b에서, 냉각 모드의 냉각 시스템이 도시되어 있다. 가열 모드에서 냉각 모드로 전환하기 위하여, 압축된 기체 냉매를 컴프레서가 폐열교환기(DHE)의 개구 01로 공급하도록 4방향 밸브(FWV)가 제어된다. 팽창 밸브 EXPV2는 완전히 닫히고, 일방향 밸브 OWV2는 개방되고, 일방향 밸브 OWV1은 닫히고, 팽창 밸브 EXPV1은 개방되어서 냉매가 팽창 밸브 EXPV1을 통과하기 전과 후의 압력을 제어한다.

[0081] 따라서, 냉각 모드에서, 폐열교환기는 역류 콘덴서 기능을 하게 되고, "흡입가스 열교환기"는 열교환을 수행하지 않는 반면에 페이로드 열교환기(PLHE)는 병류 증발기의 기능을 하게 된다. 그러나, 고온의 액체 냉매와 페이로드 열교환기(PLHE)를 빠져나가기 직전의 반기화 상태의 냉매 사이의 흡입가스 열교환의 제공으로 인해, 병류 열교환의 효율은 허용 수준을 유지할 수 있다.

[0082] 여기서, 흡입가스 열교환기는 도 10a, 도 10b 및 도 11a, 도 11b에 각각 도시된 폐열교환기(DHE) 및 페이로드 열교환기(PLHE)와 일체화되어 있다. 그러나, 다른 실시예들에서, 흡입가스 열교환기는 폐열교환기 및/또는 페이로드 열교환기와 분리되어 있을 수 있다.

[0083] 기후 지대가 다르면 냉각 및 가열에 대한 필요가 다르다. 더운 기후에서는 냉각에 대한 수요가 더 크고, 냉각 시스템은 거의 최대 냉각 효과까지 활용되고, 증발기에서 나올 수 있는 액적을 증발시키기 위해 흡입가스 열교환기의 상응하는 용량이 요구되게 된다. 예를 들어, 증발기는 앞서 설명한 바와 같은 냉각 시스템의 냉각 모드의 페이로드 열교환기(PLHE)이고, 여기서 일체형 흡입가스 열교환기는 밸런스 밸브(BV)에 의해 이에 따라 사용되고, 밸런스 밸브는 도 11b에 개략적으로 도시된 것과 동일한 또는 다른 밸런스 밸브일 수 있다. 냉각 시스템이 최대 효과의 25% 또는 50%와 같은 축소 효과에서 사용되는 경우, 흡입가스 열교환기는 밸런스 밸브(BV)를 통해 제어된다. 냉각 시스템은 가역식(reversible)이고 앞서 설명한 바와 같은 4방향 밸브(FWV)에 의해 냉각 모드와 가열 모드 사이에서 전환될 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 페이로드 열교환기와 폐열교환기 모두 일체형 흡입가스 열교환기를 포함하고, 일체형 흡입가스 열교환기는 밸런스 밸브(BV)에 의해 활성화되고 제어되어 시스템이 동작하는 효과에 따라 냉각 모드 및 가열 모드 모두에서 및 무과열로 냉매가 증발기를 빠져나가기 전

에 증발되도록 할 수 있다. 따라서, 흡입가스 열교환기로 전달되는 냉매의 양이 가열 모드와 냉각 모드 모두에서 시스템 조건에 맞춰져서 상이한 유형의 기후에 대해 효율적인 가역식 냉각 시스템을 제공할 수 있다.

[0084] 본 발명의 다른 실시예들에서, 도 12에 도시된 바와 같은 "표준" 열교환기(100)에 표준 열교환기의 포트 개구 01 내지 04의 내부 또는 바로 외부에 맞는 일부 종류의 구조를 포함하는 개조(retrofit) 포트 열교환기(400)(도 13 및 도 14 참조)가 구비될 수 있다.

[0085] 도시된 실시예에서, 개조 포트 열교환기(400)는 포트 개구 내부에 맞는 파이프(410)를 포함하고, 여기서 파이프(410)는 그 내부에 유동하는 고온 액체 냉매가 앞서 설명한 실시예들의 소형 포트 개구 SO1 및 SO2 사이에서 유동하는 냉매와 같은 방식으로 폐열교환기(DHE) 또는 페이로드 열교환기(PLHE)를 빠져나가기 직전의 저온 기체(또는 반기체) 냉매와 열을 교환할 수 있도록 반나선형(semi helix)으로 굽어져 있다.

[0086] 도 15를 참조하면, 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)를 포함하는 열교환기의 단면도가 개략적으로 도시되어 있다. 도 15의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)는 대칭 열교환기 플레이트이고, 제2 열교환기 플레이트(120)는 앞서 설명한 바와 같은 비대칭 열교환기 플레이트이다. 제1 열교환기 플레이트(110)의 주름 깊이는 일정한 반면, 제2 열교환기 플레이트(120)의 주름 깊이는 일정하지 않다. 제2 열교환기 플레이트(120)에는 적어도 2개의 상이한 주름 깊이가 형성되어 있다. 또한, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 앞서 설명한 바와 같이 쉐브론 각도와 같은 상이한 각도의 주름 패턴이 형성되어 있다. 도 15의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)의 쉐브론 각도는 54도이고, 제2 열교환기 플레이트(120)의 쉐브론 각도는 61도이다. 예를 들어, 이웃하는 플레이트 간 용적은 서로 상이하여 제1 열교환기 플레이트(110)의 일측의 플레이트 간 용적은 제1 열교환기 플레이트(110)의 타측의 플레이트 간 용적과 상이하다. 물론, 이는 제2 열교환기 플레이트(120)에도 적용된다. 따라서, 제1 열교환기 플레이트와 제2 열교환기 플레이트 사이의 플레이트 간 용적은 제2 열교환기 플레이트와 제1 열교환기 플레이트 사이의 플레이트 간 용적과 상이하다. 마찬가지로, 제1 열교환기 플레이트(110)의 일측의 단면적은 제1 열교환기 플레이트(110)의 타측의 단면적과 상이하다.

[0087] 도 16을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)를 포함하는 열교환기의 단면도가 개략적으로 도시되어 있다. 도 16의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)는 대칭 열교환기 플레이트이고, 제2 열교환기 플레이트(120)는 앞서 설명한 바와 같은 비대칭 열교환기 플레이트이다. 도 16의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)의 쉐브론 각도는 45도이고, 제2 열교환기 플레이트(120)의 쉐브론 각도는 61도이다.

[0088] 도 17을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)를 포함하는 열교환기의 단면도가 개략적으로 도시되어 있다. 도 17의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)는 비대칭 열교환기 플레이트이고, 제2 열교환기 플레이트(120)도 비대칭 열교환기 플레이트이다. 도 17의 실시예에서, 제1 열교환기 플레이트(110)의 쉐브론 각도는 앞서 설명한 바와 같이 제2 열교환기 플레이트(120)의 쉐브론 각도와 상이하다. 또한, 플레이트 간 유로들은 앞서 설명한 바와 같이 용적이 서로 상이하다. 예를 들어, 브레이징 접점은 타원형과 같은 길쭉한 형태이고 용적이 큰 플레이트 간 유로 내에서는 제1 방향으로 배치되고 용적이 작은 플레이트 간 유로 내에서는 제2 방향으로 배치되어 있다.

[0089] 도 18을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)의 적층의 일부의 단면이 개략적으로 도시되어 있다. 도 18의 실시예에서, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에는 상이한 주름 깊이가 구비되어 있다. 제1 열교환기 플레이트(110)는 대칭 열교환기 플레이이고, 제2 열교환기 플레이트(120)는 비대칭 열교환기 플레이트이다. 대안적으로, 제1 및 제2 열교환기(110, 120) 모두 대칭 또는 비대칭이다. 제1 열교환기 플레이트(110)의 쉐브론 각도는 제2 열교환기 플레이트(120)의 쉐브론 각도와 상이하고, 제1 및 제2 열교환기 플레이트(110, 120)에 의해 형성된 플레이트 간 유로들은 브레이징 접점에서 서로 브레이징 되는 경우에 그 용적이 서로 상이하다.

[0090] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 열교환기는 응축 또는 증발 등에 활용되고, 여기서 일부 지점에서의 적어도 하나의 매체는 기상(gaseous phase)이다. 예를 들어, 열교환기는 열교환을 위해 활용되고, 여기서 응축 또는 증발은 용적이 큰 플레이트 간 유로 내에서 일어난다. 예컨대, 물이나 브라인과 같은 액체 매체는 용적이 작은 플레이트 간 유로를 통해 전달된다.

[0091] 도 19에는 2개의 분리된 일체형 흡입가스 열교환기(ISGHX1 및 ISGHX2)를 포함하는 예시적인 브레이징된 트루 듀얼(true-dual) 열교환기(500)가 분해도로 도시되어 있다. 트루 듀얼 열교환기는 큰 출력비가 요구되는 히트펌프

또는 냉각기에 사용된다. 트루 듀얼 열교환기에 대한 시스템은 당업자에게 잘 알려져 있고, 일반적으로 2개의 분리된 열교환기보다는 트루 듀얼 열교환기를 사용하는 2개의 분리된 히트펌프 시스템을 포함한다.

[0092] 트루 듀얼 열교환기(500)는 6개의 열교환기 플레이트(510, 520, 530, 540)를 포함한다. 열교환기 플레이트의 각각에는 매체가 열을 교환하는 플레이트 간 유로(510-520, 520-530, 530-540, 540-510, 510-520)가 열교환기 플레이트 사이에 형성되도록 열교환기 플레이트들이 서로 간격을 유지하도록 구성된 리지와 그루브의 압착 패턴이 구비되어 있다. 또한, 열교환기 플레이트의 각각에는 냉매를 위한 포트 개구(550, 560, 570, 580, 590, 600, 610) 및 물 또는 브라인 용액을 위한 2개의 포트 개구(620, 630)가 구비되어 있다. 포트 개구는 다음과 같은 방법으로 플레이트 간 유로와 선택적으로 유체 연통한다.

[0093] 포트 개구 630 및 640은 플레이트 간 유로 510-520 및 530-540과 유체 연통하고, 포트 개구 550 및 560은 플레이트 간 유로 520-530과 유체 연통하고, 포트 개구 570 및 580은 플레이트 간 유로 540-510과 유체 연통하고, 포트 개구 590, 600,610 및 620은 플레이트 간 유로 510-520과 유체 연통한다.

[0094] 열교환기 플레이트들(510, 520, 530, 540)은 세부 섹션으로 구획되고, 플레이트 간 유로는 특정 방식으로 연결 및 제한된다. 즉, 주요 섹션(650)에서, 모든 플레이트 간 유로는 매체가 열을 교환하기 위해 활용되고; 제1 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX1)에서, 플레이트 간 유로 520-530은 메인 섹션의 플레이트 간 유로 520-530으로 유체 연결되고, 플레이트 간 유로 510-520 및/또는 530-540의 하나 또는 모두는 포트 개구 610 및 620으로 연결되고; 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX2)에서, 플레이트 간 유로 540-510은 메인 섹션의 플레이트 간 유로 540-510으로 유체 연결되고, 플레이트 간 유로 510, 520 및/또는 530-540의 하나 또는 모두는 포트 개구 590 및 600으로 연결된다.

[0095] 메인 섹션은 각 열교환기 플레이트의 일 장측으로부터 타 장측으로 이어지는 분리벽(660)에 의해 일체형 흡입가스 열교환기 섹션들(ISGHX1 및 ISGHX2)로부터 한계가 정해진다. 분리벽은 서로 상이한 높이로 배치된 플레이트 면들을 포함하여 이웃하는 플레이트들의 이러한 플레이트면들끼리 협력하여 플레이트 간 유로들(510-520 및 530-540)이 일체형 흡입가스 열교환기 섹션들(ISGHX1 및 ISGHX2)의 상응하는 플레이트 간 유로와 연통하지 못하도록 밀봉한다. 또한, 분리벽(660)의 플레이트면들은, 이웃하는 플레이트들의 플레이트면들이 서로 협력하여, 메인 섹션의 플레이트 간 유로(520-530)와 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX2)의 상응하는 플레이트 간 유로가 연통하지 못하고, 메인 섹션의 플레이트 간 유로(540-510)와 제1 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX1)의 상응하는 플레이트 간 유로가 연통하지 못하도록, 밀봉한다. 분리벽(660)은 열교환기 플레이트들(510-540)을 메인 섹션(650)과 일체형 흡입가스 열교환기 세부 섹션들(ISGHX1 및 ISGHX2)로 분할한다. 따라서, 포트 개구들 중의 4개, 즉 포트 개구 550, 570, 630, 및 640은 메인 섹션(650)에 배치되고, 포트 개구 560과 580은 포트 개구 610, 620, 590, 600가 있는 제1 및 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX1 및 ISGHX2)과 함께 분리벽(660)의 타측에 배치된다.

[0096] 제2 분리벽(670)은 일체형 흡입가스 열교환기 섹션들(ISGHX1 및 ISGHX2) 사이에 구비되고 열교환기 플레이트들의 단측 및 분리벽(660)으로부터 연장된다. 제2 분리벽의 플레이트면들은 이웃하는 플레이트들의 플레이트 면들이 서로 접촉하여 일체형 흡입가스 열교환기 섹션들(ISGHX1 및 ISGHX2)의 플레이트 간 유로들이 서로 연통하지 못하도록 배치된다. 따라서, 포트 개구 560 및 포트 개구 610과 620이 있는 제1 일체형 흡입가스 열교환기 섹션은 분리벽(670)의 일측에 배치되고, 포트 개구 580 및 포트 개구 590과 600이 있는 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션은 분리벽(670)의 타측에 배치된다. 따라서, 메인 섹션(650), 제1 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX1), 및 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX2)은 분리벽들(660, 670)에 의해 분리된다.

[0097] 끝으로, 열교환기 플레이트의 각각에는 열교환기 플레이트들(510, 520, 530, 540)의 전체 주변 둘레에 이어지는 스커트(680)가 구비되어 있고, 이웃하는 플레이트들의 스커트들(680)은 매체가 플레이트 간 유로에서 빠져나가는 것을 방지하는 원주 밀봉을 생성하기 위해 서로 접촉하도록 구성되어 있다. 또한, 본 발명에 따른 열교환기(500)에는 열교환기 플레이트 적층의 어느 한 측에 배치된 스타트 및/또는 엔드 플레이트(미도시)가 바람직하게 구비되어 있다. 유체가 열교환기 내부 또는 외부로 열을 교환하도록 하기 위한 연결이 구비되어 있지 않은 포트 개구 측에 밀봉을 형성하기 위하여, 스타트 플레이트 및 엔드 플레이트 중의 하나에는 포트 개구가 구비되어 있고, 다른 하나에는 포트 개구가 구비되어 있지 않다.

[0098] 상기 구성에 의해, 트루 듀얼 열교환기는 메인 섹션(650)의 플레이트 간 유로 510-520 및 530-540을 거친 포트 개구 630과 포트 개구 640 사이, 메인 섹션 및 제1 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX1)의 플레이트 간 유로 520-530을 거친 포트 개구 550과 포트 개구 560 사이, 메인 섹션(650) 및 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX2)의 플레이트 간 유로 540-510을 거친 포트 개구 570과 포트 개구 580 사이, 제1 일체형 흡입가스 열교

환기 섹션(ISGHX1)의 플레이트 간 유로 520-530을 거친 포트 개구 610과 포트 개구 620 사이, 및 제2 일체형 흡입가스 열교환기 섹션(ISGHX2)의 플레이트 간 유로 540-510을 거친 포트 개구 590과 포트 개구 600 사이에 각각 분리된 플레이트 간 유로를 구비한다.

[0099] 포트 개구들 및 플레이트 간 유로들 사이의 선택적 유체 연통은, 예컨대 포트 개구들 둘레에 서로 상이한 높이의 면들을 구비하여 이웃하는 플레이트들의 면들이 서로 접촉하거나 서로 접촉하지 않도록 하는 등의, 여러 방법으로 이루어질 수 있다. 대안적으로, 선택적 유체 연통은 포트 개구들에 별도의 밀봉 링(sealing ring)을 구비하고, 상기 밀봉 링에는 필요한 곳에 연통을 허용하기 위한 개구들을 구비함으로써 이루어질 수 있다.

[0100] 또한, 브레이징된 열교환기에 대하여 설명하였지만, 본 발명에 따른 트루 듀얼 열교환기를 개스킷된 열교환기(gasketed heat exchanger)로 설계하는 것도 가능하다.

[0101] 본 발명에 따른 트루 듀얼 열교환기(500)는 저출력과 고출력 사이에 큰 비율을 획득하기 위하여 듀얼 컴프레서가 사용되는 히트펌프 또는 냉각기 응용에 특히 유용하다.

[0102] 열교환기 플레이트들(510-540)에는 앞서 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 바와 같은 제1 및 제2 패턴의 리지(R1, R2a, R2b) 및 그루브(G1, G2a, G2b)가 구비되어 있다. 예를 들면, 2개의 열교환기 플레이트마다 하나에는 제1 패턴이 구비되어 있고, 2개의 열교환기 플레이트마다 다른 하나에는 제2 패턴이 구비되어 있다. 예를 들어, 열교환기 플레이트 510과 530에는 제1 패턴이 구비되어 있고, 열교환기 플레이트 520과 540에는 제2 패턴이 구비되어 있다. 압착된 제1 및 제2 패턴은 도 6a, 도 6b, 도 7a, 및 도 7b를 참조하여 설명한 바와 같은 쉐브론 각도가 상이한 헤링본 패턴이거나 각도가 다른 사선의 압착 패턴이다. 메인 섹션(650)에는 이러한 패턴이 구비되어 있고, 또한 예컨대 제1 및 제2 일체형 흡입가스 역교환기 섹션(ISGHX1 및 ISGHX2)에도 이러한 패턴이 구비되어 있다. 예를 들면, 열교환기 플레이트 510 및 530과 같은 2개의 열교환기 플레이트마다 하나의 쉐브론 각도(β1)와 같은 각도(β1)는 25° 내지 70° 또는 30° 내지 45°이다. 예를 들면, 열교환기 플레이트 520 및 540과 같은 2개의 열교환기 플레이트마다 하나의 쉐브론 각도(β2)와 같은 각도(β2)는 25° 내지 70° 또는 30° 내지 45°이다. 제1 패턴과 제2 패턴은 서로 반대 방향이어서 각도 또는 쉐브론 꼭지점은 열교환기 전체에 걸쳐 교대로 반대 방향이다. 예를 들어, 제1 쉐브론 각도(β1)와 제2 쉐브론 각도(β2) 사이의 차이는 2° 내지 35°이다.

[0103] 예를 들어, 2개의 열교환기 플레이트마다 하나의 그루브(G1)에는 도3을 참조하여 설명한 바와 같이 동일한 깊이(D1)가 형성되어 있고, 제1 및 제2 그루브(G2a, G2b)를 가진 2개의 열교환기 플레이트마다 다른 하나의 열교환기 플레이트에는 상이한 깊이가 형성되어 있으며, 도 4를 참조하여 설명한 바와 같이 제1 그루브(G2a)에는 제1 깊이(D2a)가 형성되어 있고 제2 그루브(G2b)에는 제2 깊이(D2b)가 형성되어 있다. 따라서, 역시 앞서 설명한 바와 같이, 2개의 플레이트 간 유로마다 하나의 플레이트 간 유로의 용적은 나머지의 용적보다 크다.

[0104] 예를 들어, 접촉점과 브레이징 접점은 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한 바와 같이 서로 교대로 배치되어, 열교환기 플레이트 510 내지 540 사이의 브레이징 접점들은 타원형과 같은 길쭉한 형태이고 용적이 큰 플레이트 간 유로 내에서는 제1 방향으로 배치되고 용적이 작은 플레이트 간 유로 내에서는 제2 방향으로 배치되어 있다.

[0105] 도 20을 참조하면, 제1 열교환기 플레이트(110)의 제1 패턴의 리지(R1) 및 그루브(G1)가 개략적으로 도시되어 있다. 도 20에서, 제1 열교환기 플레이트(110)는 소형 포트 개구(SO1, SO2) 및 분할면(DW)을 포함하여 앞서 설명한 바와 같은 일체형 흡입가스 열교환기를 형성하는 제1 열교환부(130) 및 제2 열교환부(140)를 제공한다. 대안적으로, 제1 열교환기 플레이트(110)는 분리벽(660, 670) 및 소형 포트 개구(590-620)를 포함하여 도 19를 참조하여 설명한 바와 같은 2개의 일체형 흡입가스 열교환기(ISGHX1, ISGHX2)를 제공한다. 도 20의 실시예에 따른 압착 패턴은 헤링본 패턴이지만 대안적으로 사선의 패턴일 수 있으므로, 열교환기 플레이트(110)의 중앙 메인 열교환부를 제외하곤 앞서 도 6a 및 도 6b를 참조하여 설명한 바와 같이 개괄적으로 제1 각도(β1)를 나타낸다. 따라서, 제1 압착 패턴은 제1 각도(β1)를 부분적으로 포함한다. 예를 들어, 중앙 메인 열교환부는 제1 열교환기 플레이트(110)를 일측에서 타측으로 가로질러 이어진다. 중앙 메인 열교환부는 본 문서에서 엔드 섹션(end section)이라고 칭하는 열교환기 플레이트의 포트 개구에 있는 제1 열교환부와 제2 열교환부 사이에 배치되어 있다. 제1 엔드 섹션과 제2 엔드 섹션은 예컨대 제1 열교환기 플레이트(110)의 서로 반대편 끝에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 엔드 섹션과 제2 엔드 섹션은 제1 열교환기 플레이트(110)의 일측에서 타측으로 제1 열교환기 플레이트(110)를 가로질러 이어진다. 제1 엔드 섹션은 제1 포트 개구(O1)와 제3 포트 개구(O3)와 같은 포트 개구 및 흡입가스 열교환기를 형성하는 소형 포트 개구(SO1, SO2)와 분할면(DW)을 포함한다. 제2 엔드 섹션은 제2 포트 개구(SO2) 및 제4 포트 개구(SO4)와 같은 포트 개구를 포함한다. 리지(R1)와 그루브(G1)의 압착 패턴은 제1 엔드 섹션 및 제2 엔드 섹션과 같은 적어도 하나의 엔드 섹션에서 각도 β1'로 배치되어 있고, 각도 β

1'은 중앙 메인 열교환 섹션의 압착 패턴의 각도 β1과 상이하다. 예를 들면, 중앙 메인 섹션의 압착 패턴의 방향은 엔드 섹션의 압착 패턴의 방향과 동일하다. 예를 들어, 이 각도는 엔드 섹션 모두에서 동일하다. 대안적으로, 제1 엔드 섹션의 각도는 제2 엔드 섹션의 각도와 상이하다. 선택적으로, 제2 열교환부(140)는 제1 엔드 섹션과 상이한 패턴 또는 각도로 배치되어 있다. 도 20에서, 제1 열교환기 플레이트(110)가 예시로 도시되어 있지만, 제2 열교환기 플레이트(120)의 제2 압착 패턴이 상응하는 방식으로 설계되는 것으로 이해되고, 제2 패턴의 리지(R2a, R2b)와 그루브(G2a, G2b)가 중앙 메인 열교환 섹션에서 각도 β2로 배치되고 엔드 섹션은 상이한 각도 β2'(미도시)로 배치된다.

도면

도면1

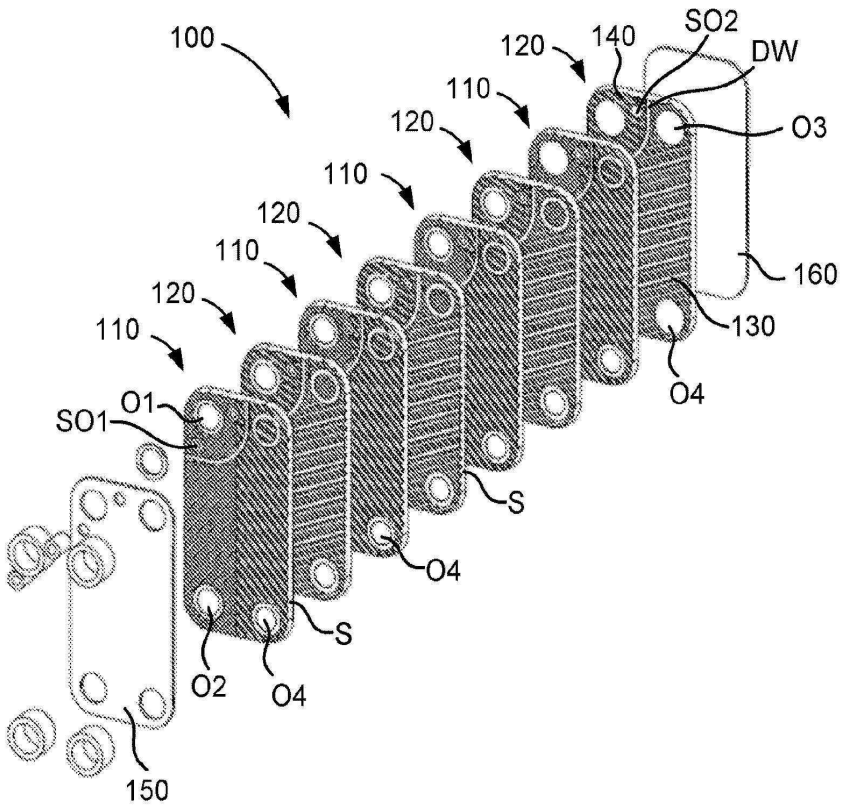


Fig. 1

도면2

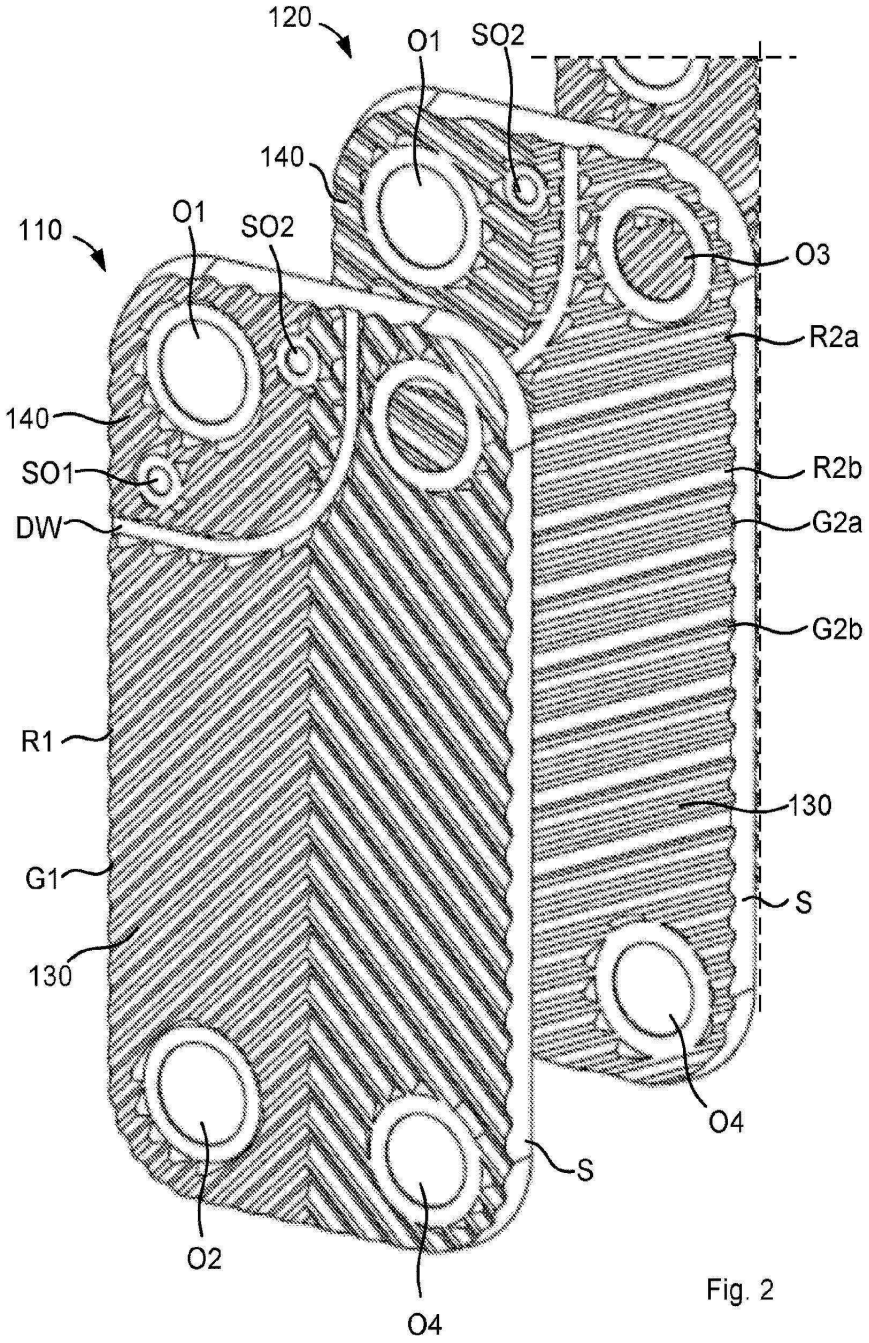

120
O1
SO2
140
110
O1
SO2
O3
R2a
140
SO1
DW
R2b
G2a
G2b
R1
130
G1
S
130
O4
S
O2
O4

Fig. 2

도면3

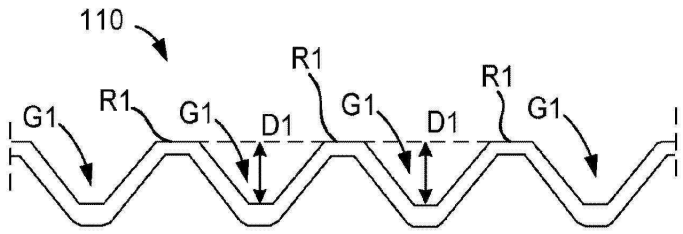


Fig. 3

도면4

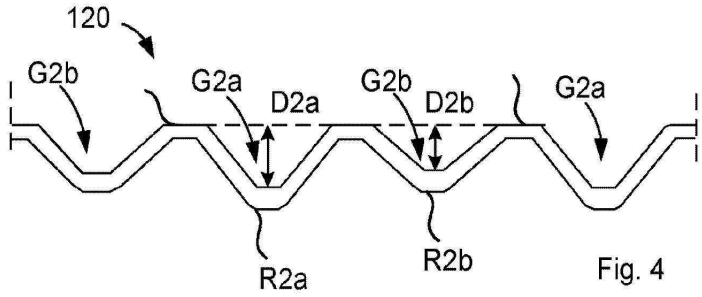


Fig. 4

도면5

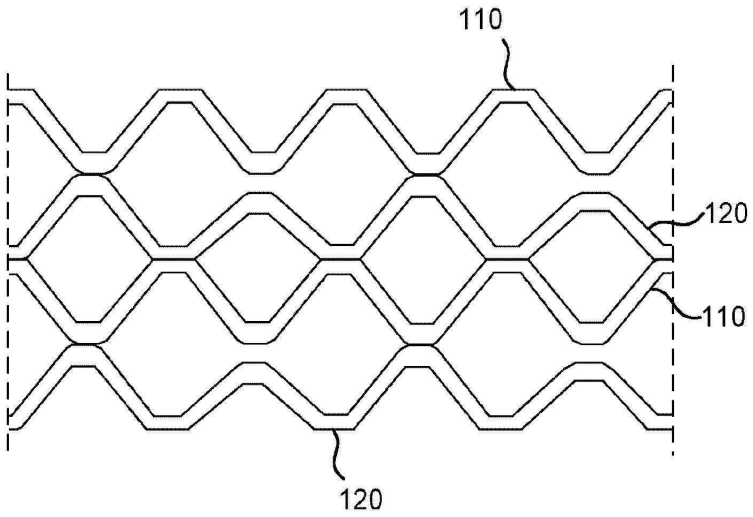


Fig. 5

도면6a

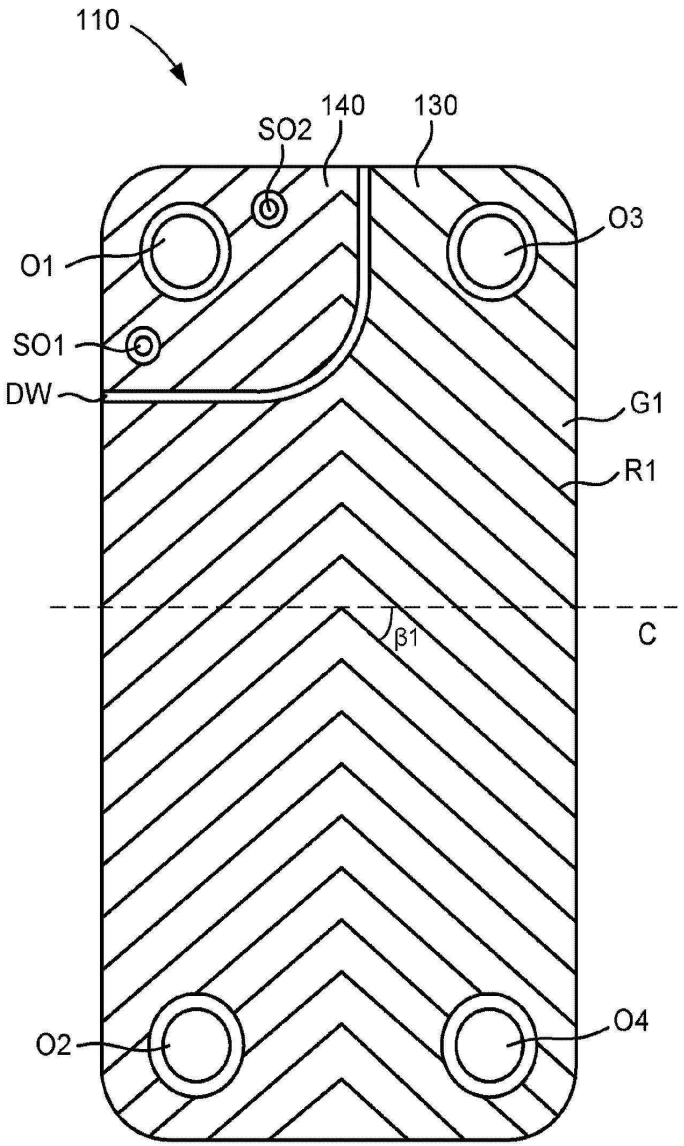


Fig. 6a

도면6b

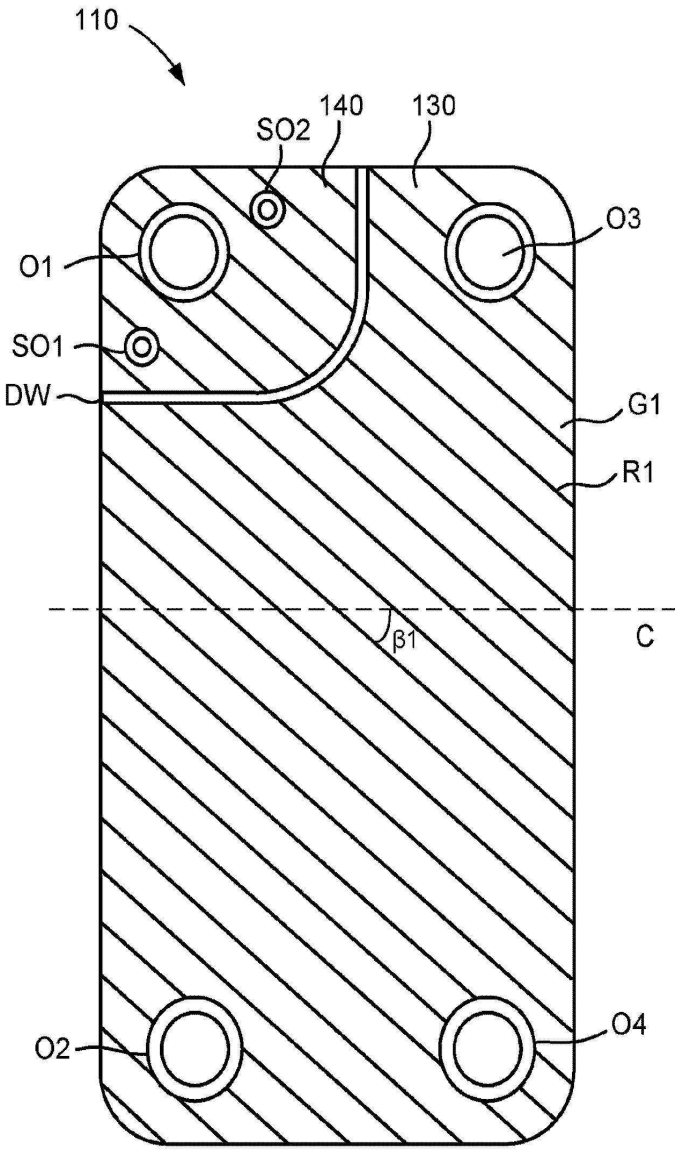


Fig. 6b

도면7a

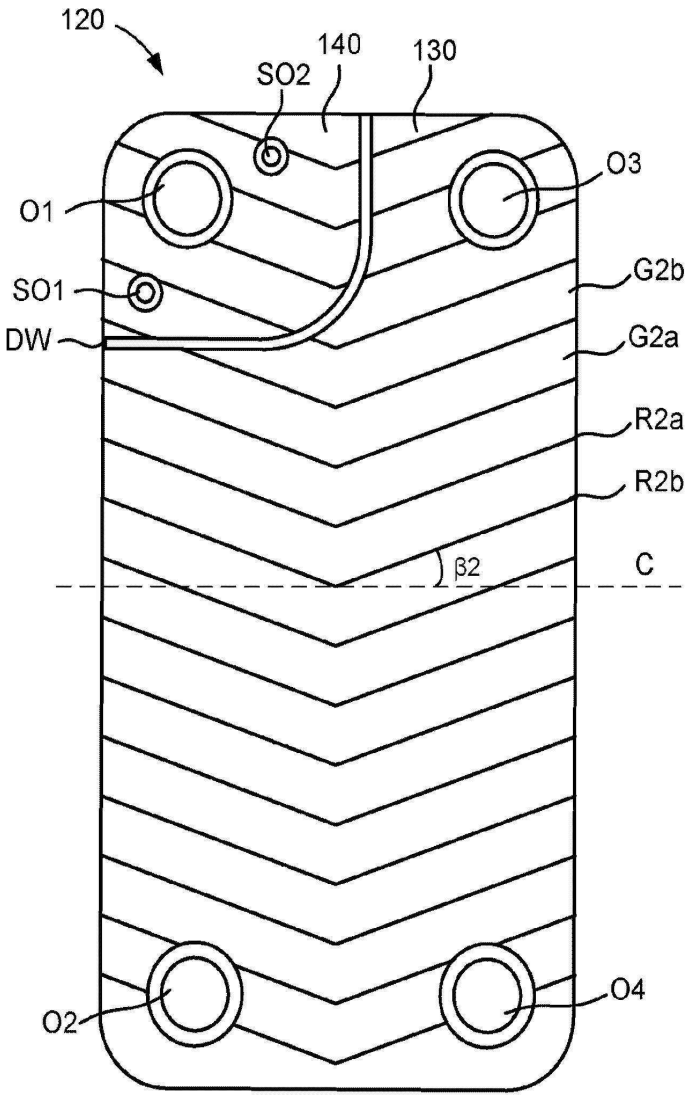


Fig. 7a

도면7b

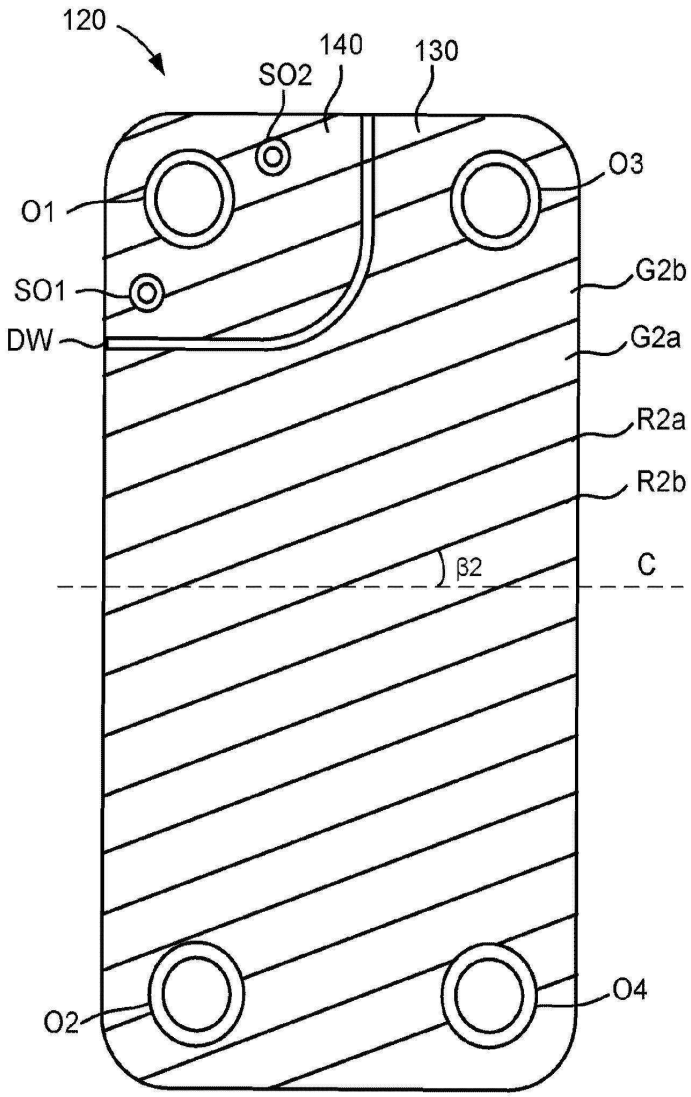


Fig. 7b

도면8

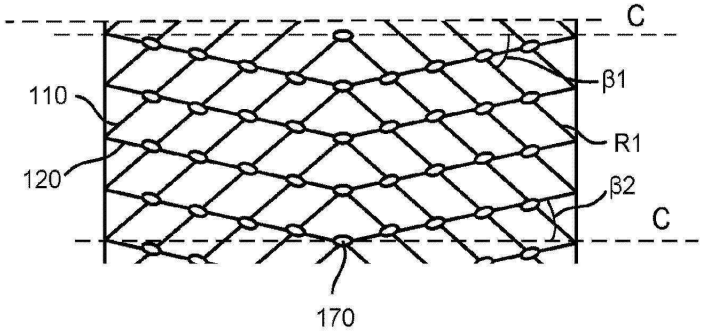


Fig. 8

도면9

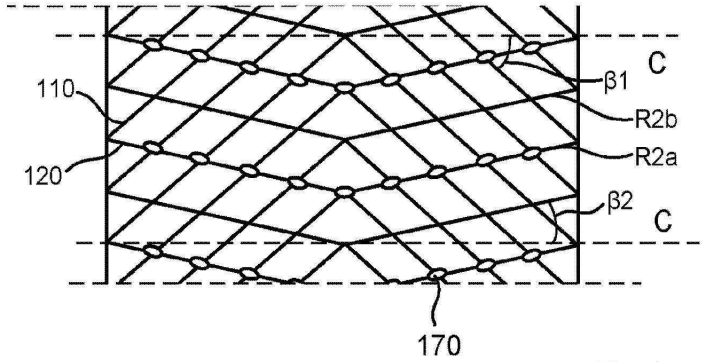


Fig. 9

도면10a

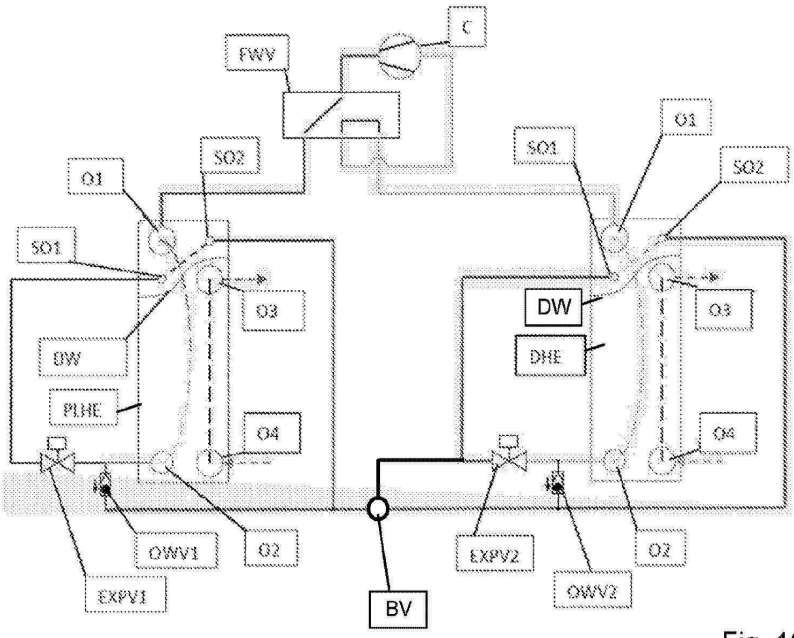


Fig. 10a

도면10b

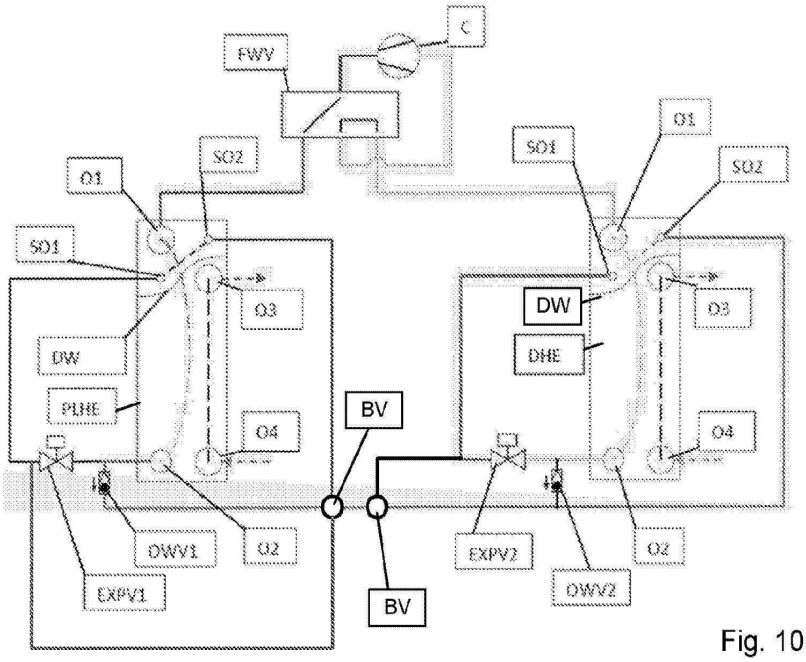


Fig. 10b

도면11a

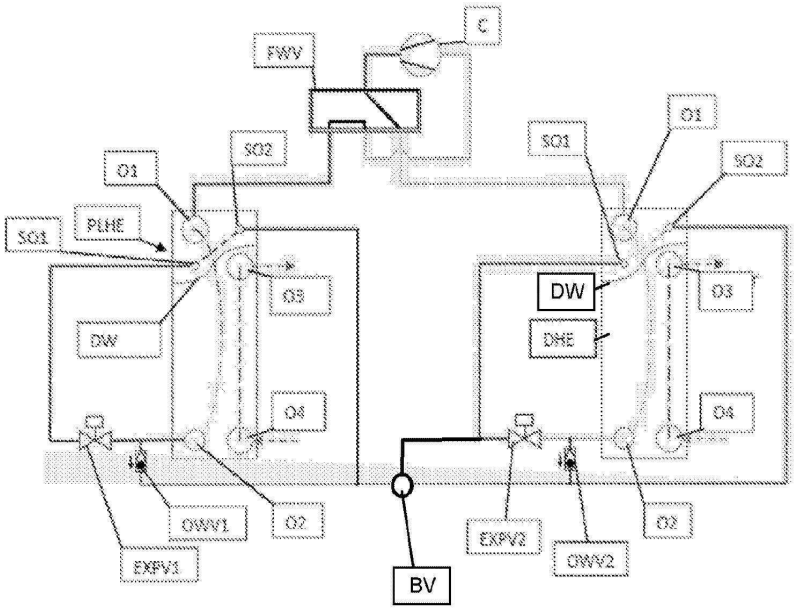


Fig. 11a

도면11b

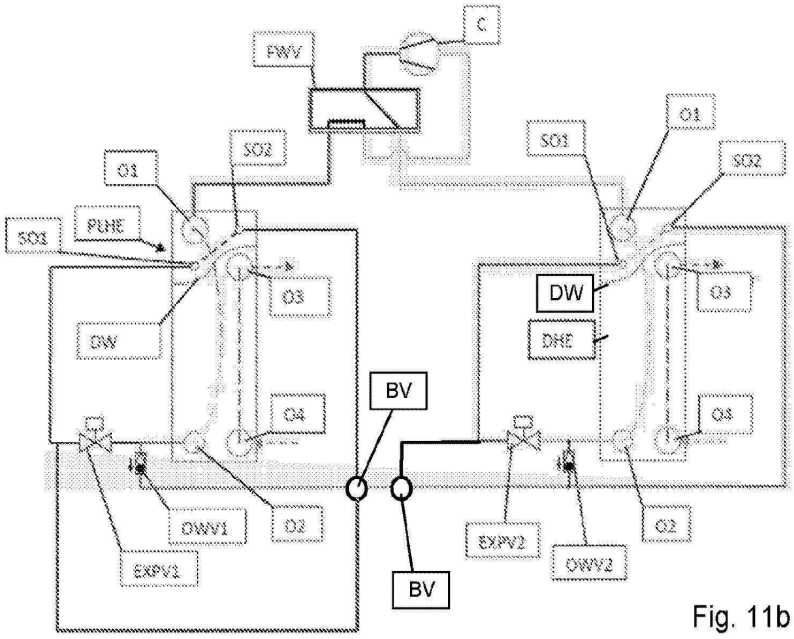


Fig. 11b

도면12

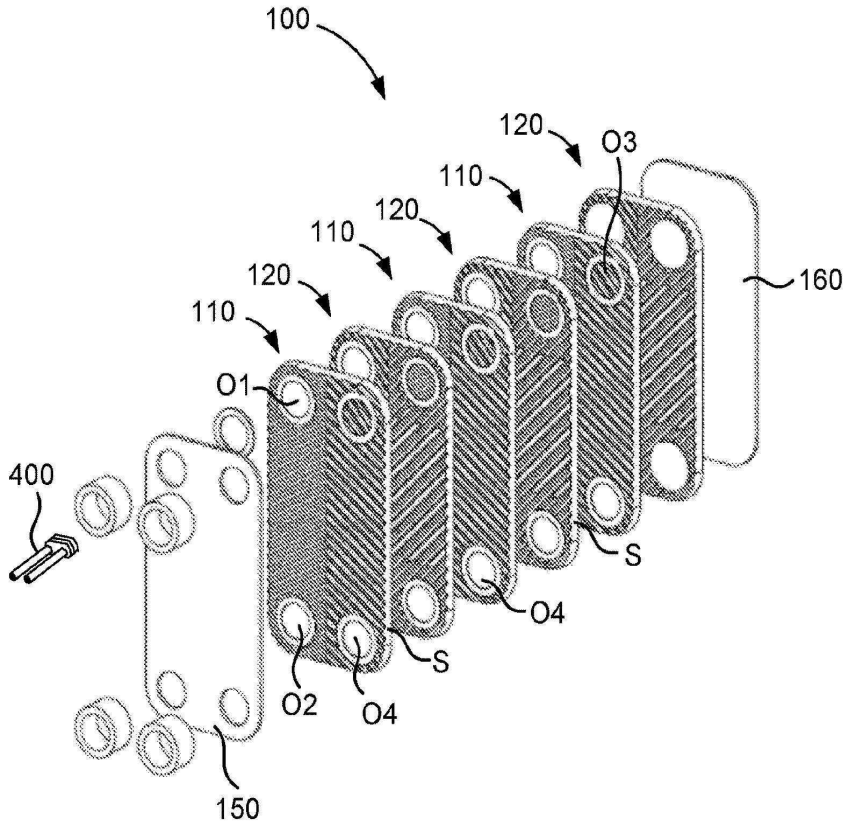


Fig. 12

도면13

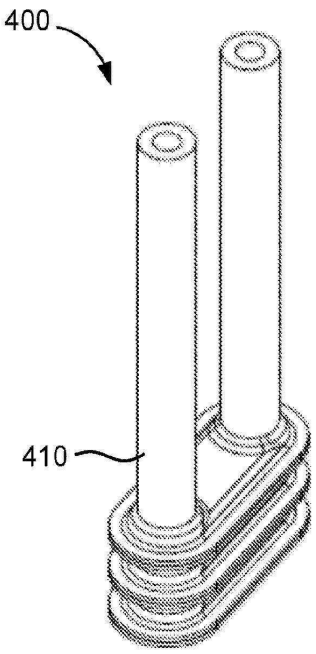


Fig. 13

도면14

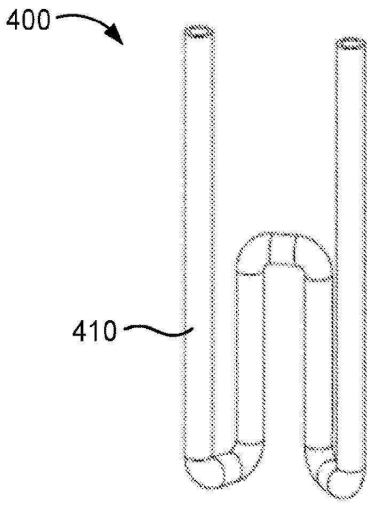


Fig. 14

도면15

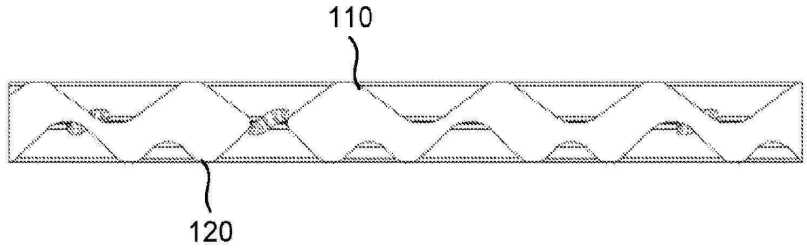


Fig. 15

도면16

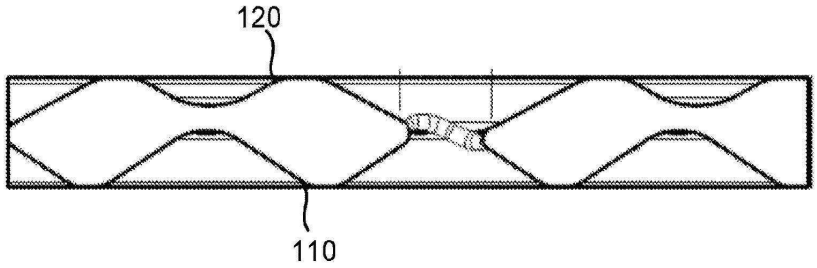


Fig. 16

도면17

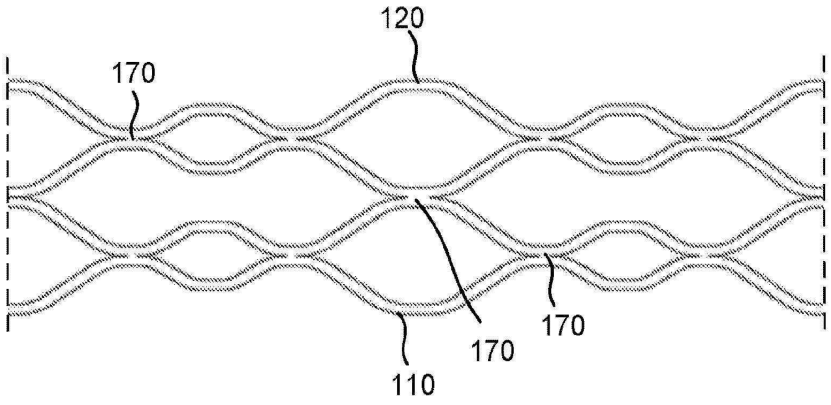


Fig. 17

도면18

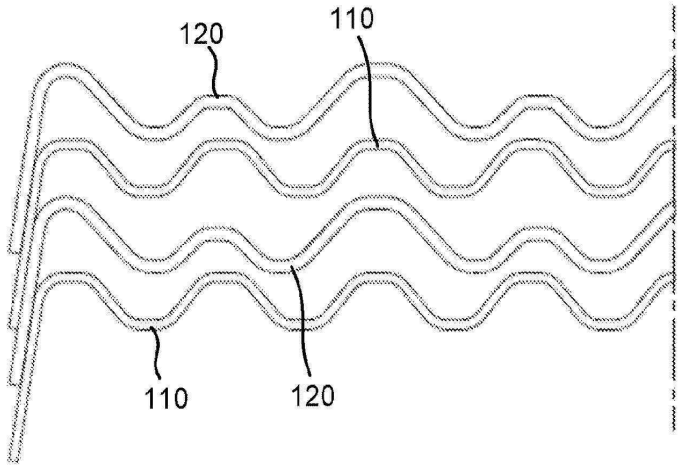


Fig. 18

도면19

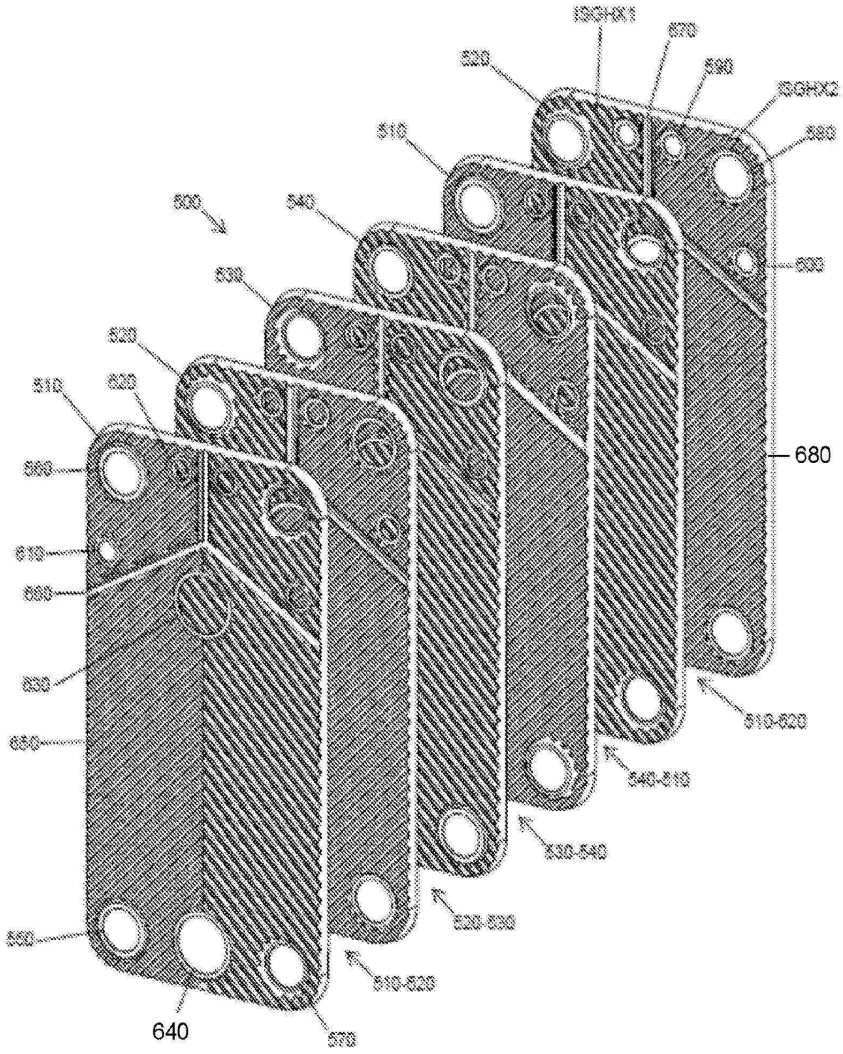

IDGHX1
670
620
660
IDGHX2
510
560
600
540
630
680
620
510
610
660
650
550
640
570
510-620
630-640
640-610
610-620

Fig. 19

도면20

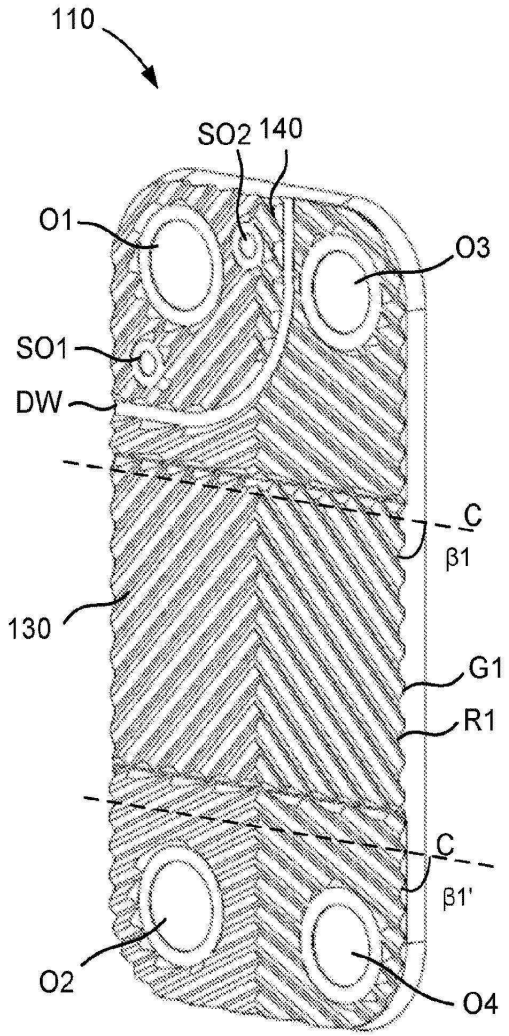


Fig. 20