



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047541
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25C 1/16 (2006.01) F25C 3/04 (2018.01)
F25D 31/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25C 1/16 (2013.01)
F25B 23/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7005648
(22) 출원일자(국제) 2018년07월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년02월26일
(86) 국제출원번호 PCT/FR2018/051907
(87) 국제공개번호 WO 2019/020940
국제공개일자 2019년01월31일
(30) 우선권주장
1757207 2017년07월28일 프랑스(FR)

(71) 출원인
알피노브 엑스
프랑스 38000 그르노블 꾸르스 베리아 112
(72) 발명자
비나드 토마스
프랑스 38000 그르노블 꾸르스 베리아 112
뷔르 세바스티앙
프랑스 38250 랑 장 베르코르 후뜨 뒤 마스 1670
지하드 제롬
프랑스 38000 그르노블 뒤 막스 도르모이 21
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 냉동 설비

(57) 요약

본 발명은 냉동 설비(5)에 관한 것이며, 이 냉동 설비는,

물의 삼중점 온도 이하의 온도 또는 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만 만큼 더 높은 온도로 있는 액체 상태의 물(14) 및 액체 상태의 물(14)의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 같은 제 1 압력으로 있는 기체 상태의 물(11)을 포함하는 제 1 인클로저(10);

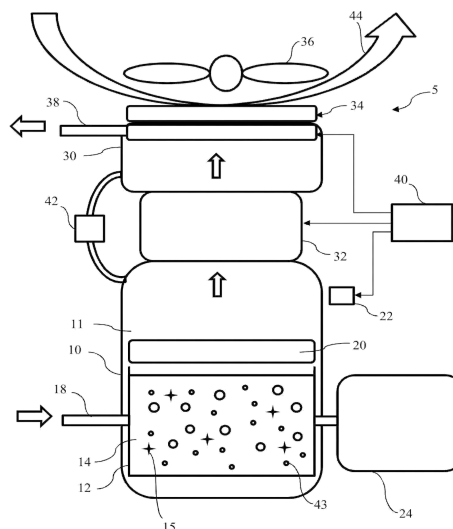
제 1 압력 보다 적어도 2배로 엄격히 더 높은 제 2 압력으로 있는 제 2 인클로저(30);

제 1 인클로저를 제 2 인클로저에 연결하는 압축 장치(32);

제 2 인클로저에 있는 기체 상태의 물을 액체 상태의 물로 응축시키도록 되어 있는 응축 장치(34); 및

제 1 인클로저에서 쿨드 파워를 추출하기 위한 쿨드 파워 추출 장치(24)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F25C 3/04 (2018.01)

F25D 31/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

냉동 설비(5; 70)로서,

물의 삼중점 온도 이하의 온도 또는 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만 만큼 더 높은 온도로 있는 액체 상태의 물(14) 및 제 1 인클로저에 있는 액체 상태의 물(14)의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의 제 1 압력으로 있는 기체 상태의 물(11)을 포함하는 제 1 인클로저(10);

상기 제 1 압력 보다 적어도 2배로 엄격히 더 높은 제 2 압력으로 있는 제 2 인클로저(30);

상기 제 1 인클로저를 제 2 인클로저에 연결하고 2 보다 큰 압축비를 제공하도록 되어 있는 압축 장치(32);

부분적으로 상기 제 2 인클로저에 수용되고, 상기 제 2 인클로저에 있는 기체 상태의 물을 액체 상태의 물로 응축시키도록 되어 있는 응축 장치(34); 및

상기 제 1 인클로저로부터 콜드 파워를 추출하기 위한 콜드 파워 추출 장치(24)를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압축 장치(32)에 공급되는 제 1 인클로저(10) 내의 기체 상태의 물을 가열하기 위한 가열 장치(22)를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 인클로저(10)는 물의 삼중점 온도 이하의 온도로 있는 고체 상태의 물(15)을 더 포함하는, 냉동 설비.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물은 상기 냉동 설비 내의 폐쇄 회로에서 순환하는, 냉동 설비.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 응축 장치(34)는 상기 제 2 인클로저(30)의 외부에 있는 제 1 열 교환기, 및 제 1 열 교환기를 통해 제1 열전달 유체를 순환시키기 위한 수단(36)을 포함하는, 냉동 설비.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 열전달 유체는 주변 공기 또는 수로, 수체(body of water) 및/또는 지하수면(water table)에서 오는 물인, 냉동 설비.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 인클로저(30) 내의 제 2 압력은 10,000 Pa 이하인, 냉동 설비.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 콜드 파워 추출 장치(24)는, 상기 제 1 인클로저(10)에 존재하는 액체 상태의 물의 일부분 또는 모두가 순환하는 유압 회로를 포함하고, 이 유압 회로는 상기 제 1 인클로저의 외부에 위치되는 제 2 열 교환기(68)를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 9

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 콜드 파워 추출 장치(24)는 제 2 열전달 유체가 순환하는 폐쇄형 유압 회로를 포함하고, 이 유압 회로는 상기 제 1 인클로저의 외부에 위치되는 제 2 열 교환기(68) 및 제 1 인클로저(10)에 배치되는 제 3 열 교환기(66)를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 제 2 열 교환기(68)가 위치되며 고체 상태의 물(84)을 담는 제 3 인클로저(80)를 포함하는 냉동 설비.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열 장치(22)는 마이크로파 방사선원 및/또는 적외선 방사선원을 포함하는, 냉동 설비.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열 장치(22)는 압축 장치(32)에 공급되는 제 1 인클로저(10) 내의 기체 상태의 물을 적어도 2℃ 만큼 가열하도록 되어 있는, 냉동 설비.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압축 장치(32)는 적어도 하나의 터보형 압축기를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압축 장치(32)는 일련의 스테이지를 포함하고, 각 스테이지는 회전자와 고정자를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압축 장치(32)는 테슬라 압축기인, 냉동 설비.

청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압축 장치(32)는 고정 압축비를 갖는 제 1 압축기 스테이지(130) 및 제어 가능한 압축비를 갖는 제 2 압축기 스테이지(132)를 포함하는, 냉동 설비.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 인클로저에서 고체 및/또는 액체 상태의 입자의 유입으로부터 상기 압축 장치(32)를 보호하기 위한 장치(20)를 더 포함하는 냉동 설비.

청구항 18

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

액체 상태의 물(14)을 제 1 인클로저(10) 안에 공급하기 위한 관(18)을 포함하는 냉동 설비.

청구항 19

제 1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 응축 장치(34)는 상기 제 2 인클로저(30)에서 액체 상태의 물 액적(96)을 투사하기 위한 적어도 하나의 노즐(94)을 포함하는, 냉동 설비.

청구항 20

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 인클로저(30)와 제 1 인클로저(10) 사이의 압력차를 조절하기 위한 시스템(42)을 더 포함하는 냉동 설비.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 조절 시스템(42)은, 제 2 인클로저(30)에서 나온 기체 상태의 물을 팽창시키고 또한 상기 제 1 인클로저(10)에 있는 기체 상태의 물과 액체 상태의 물을 포함하는 혼합물을 배출시키도록 구성되어 있는 팽창 터빈(110)을 포함하는, 냉동 설비.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 인클로저(10)는 액체 상태의 물의 적어도 하나의 저장부(12; 12₁ 내지 12_N)를 포함하고, 상기 혼합물은 그 저장부에 들어 있는 액체 상태의 물 속으로 배출되는, 냉동 설비.

청구항 23

산업 설비를 위한 공기 조화 시스템으로서, 제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 따른 냉동 설비를 포함하는 공기 조화 시스템.

청구항 24

인공 눈을 생성하기 위한 시스템으로서, 제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 따른 냉동 설비(5)를 포함하는 시스템.

청구항 25

콜드를 생성하기 위한 방법으로서,

물의 삼중점 온도 이하의 온도 또는 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만 만큼 높은 온도로 있는 액체 상태의 물(14)을 제 1 인클로저(10) 안에 들여 오고, 또한 제 1 인클로저에 있는 액체 상태의 물의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의 제 1 압력으로 있는 기체 상태의 물을 형성하는 단계;

상기 제 1 인클로저에서 나온 기체 상태의 물을, 상기 제 1 압력 보다 적어도 2배로 엄격히 더 높은 제 2 압력으로 있는 제 2 인클로저로 압축시키는 단계;

상기 제 2 인클로저에 있는 기체 상태의 물을 액체 상태의 물로 응축시키는 단계; 및

상기 제 1 인클로저에서 콜드 파워를 추출하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

압축될 상기 제 1 인클로저 내의 기체 상태의 물을 가열하는 단계를 더 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 특허 출원은 본 설명의 일체적인 부분이라고 생각될 프랑스 특허 출원 FR17/57207의 우선권을 주장한다.

[0002] 본 출원은 냉동 설비에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 냉동 설비는 많은 상이한 용도로 사용될 수 있다.

[0004] 냉동 설비의 일 사용례는, 특히 도시 냉각 네트워크와 관련된 또는 데이터 센터를 위한 공기 조화 시스템에 관한 것이다.

[0005] 냉동 설비의 다른 사용례는, 인공 눈을 생성하기 위한 시스템, 예컨대, 날씨 조건 때문에 또는 스키 리조트의 지리적 위치로 인해 강설량이 적은 경우에 스키 리조트의 눈 덮힘을 위한 시스템에 관한 것이다.

[0006] 일반적으로, 열기계적 에너지 변환기를 위해, 특히, 냉동 설비를 위해, 시스템에 의해 생성된 열과워(고온 열량(Q_{ch}) 또는 저온 열량(Q_{ref}))와 시스템에 공급되는 일(일(W)) 사이의 비를 성적 계수(COP)라고 한다. 일반적으로, COP는 가능한 한 높은 것이 바람직하며, 에너지 소비는 시스템의 전력 소비를 포함한다는 것을 안다면, 이는 시스템의 양호한 에너지 효율로 나타나고 또한 낮은 에너지 소비를 유도한다.

[0007] 특히 인공 눈을 생성하기 위한 시스템에서 사용될 수 있는 상이한 종류의 냉동 설비가 있다. 인공 눈을 생성하기 위한 제 1 시스템은 주변 공기에 개방되어 있고, 스노우 건 또는 스노우 폴형이고, 일반적으로 주변 공기와 접촉하면 결정화되는 물과 공기의 혼합물을 분사한다. 공기는 압축 공기원에서 올 수 있고, 압축 공기가 팽창하면 눈이 형성된다. 이들 시스템의 단점은, 감소된 온도 및 습도 범위에서만, 일반적으로 -2°C 미만 및 30% 이상의 습도에서 작동할 수 있다는 것이다. 인공 눈을 생성하기 위한 제 2 시스템은 특허 출원 W02012/104787에서 설명되어 있는 바와 같은 개방형 시스템을 포함한다. 눈을 생성하기 위한 이러한 시스템의 전력 소비는 일반적으로 생성된 눈의 입방 미터 당 20 kWh 내지 40 kWh인데, 이는 제 2 및 3 눈 생성 시스템 보다 낮은 것이다. 그럼에도 불구하고, 이러한 생성 시스템은 냉각탑의 건설을 필요로 하고 그래서 대규모 작업에는 너무 높은 건설 비용을 갖는다.

[0008] 인공 눈을 생성하기 위한 제 3 시스템은, 압축기, 응축기, 조절기 및 증발기를 포함하는 냉동기형의 폐쇄형 시스템을 포함한다. 단점은, COP는 일반적으로 낮아 일반적으로 2 내지 4이다라는 것이다. 또한, 그러한 눈 생성 시스템의 전력 소비는 높아서, 예컨대 생성된 눈의 입방 미터 당 40 kWh 내지 120 kWh일 수 있다.

[0009] 인공 눈을 생성하기 위한 제 4 시스템은, 물과 초저온 가스, 특히 질소 또는 이산화탄소의 혼합물의 형성을 포함하는 초저온 공정을 실행하는 폐쇄형 시스템을 포함한다. 그러한 눈 생성 시스템의 COP는 높을 수 있지만, 초저온 유체의 생성에 필요한 에너지를 고려하는 것이 필요하다. 결과적으로, 그러한 눈 생성 시스템의 전체적인 소비는 생성된 눈의 입방 미터 당 수백 kWh 보다 클 수 있고, 이 결과, 대규모 작업 및 상당한 물류적 제약 조건에 대해서는 너무 높은 작업 비용이 나타난다.

[0010] 특히 공기 조화 시스템 또는 인공 눈을 생성하기 위한 시스템을 위한 저온 생성 설비로서, 특히 전력 소비가 생성된 눈의 입방 미터 당 5 kWh 미만, 바람직하게는 3 kWh 미만인 눈 생성 시스템에 냉동 설비가 설치될 때 특히 6 이상, 바람직하게는 10 이상의 COP를 가지며 또한 그의 전력 소비가 낮은 저온 생성 설비를 제공하는 것이 바람직하다. 또한, 냉동 설비는 일반적으로 주변 온도의 넓은 범위에 걸쳐 특히 양의 온도에서, 바람직하게는 최대 25°C 또는 심지어 최대 35°C 에서도 작동할 수 있는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 일 실시 형태의 목적은, 전술한 냉동 설비의 단점을 적어도 부분적으로 해결하는 것이다.

[0012] 일 실시 형태의 다른 목적은, 냉동 설비의 COP가 6 보다 크게, 바람직하게는 10 보다 크게 하는 것이다.

- [0013] 일 실시 형태의 다른 목적은, 특히 냉동 설비가 눈 생성 시스템에 설치될 때, 냉동 설비의 전력 소비가 생성된 눈의 입방 미터 당 5 kWh 미만으로, 바람직하게는 생성된 눈의 입방 미터 당 3 kWh 미만으로 감소되게 하는 것이다.
- [0014] 일 실시 형태의 다른 목적은, 냉동 설비가 -30℃ 내지 +25℃, 바람직하게는 -30℃ 내지 +35℃의 주변 온도에서도 작동할 수 있도록 하는 것이다.
- [0015] 일 실시 형태의 다른 목적은, 냉동 설비를 구성하는 비용을 줄이는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 따라서, 일 실시 형태는 냉동 설비를 제공하며, 이 냉동 설비는
- [0017] 물의 삼중점 온도 이하의 온도 또는 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만, 바람직하게는 5℃ 미만 만큼 더 높은 온도로 있는 액체 상태의 물 및 제 1 인클로저에 있는 액체 상태의 물의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의, 특히 물의 삼중점 온도로 있는 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의 제 1 압력으로 있는 기체 상태의 물을 포함하는 제 1 인클로저;
- [0018] 제 1 압력 보다 적어도 2 배로 엄격히 더 높은 제 2 압력으로 있는 제 2 인클로저;
- [0019] 제 1 인클로저를 제 2 인클로저에 연결하 압축 장치;
- [0020] 부분적으로 제 2 인클로저에 수용되고, 상기 제 2 인클로저에 있는 기체 상태의 물을 액체 상태의 물로 응축시키도록 되어 있는 응축 장치; 및
- [0021] 제 1 인클로저로부터 콜드 파워를 추출하기 위한 콜드 파워 추출 장치를 포함한다.
- [0022] 한 실시 형태에 따르면, 설비는 압축 장치에 공급되는 제 1 인클로저 내의 기체 상태의 물을 가열하기 위한 가열 장치를 포함한다.
- [0023] 한 실시 형태에 따르면, 제 1 인클로저는 물의 삼중점 온도 이하의 온도로 있는 고체 상태의 물을 더 포함한다.
- [0024] 한 실시 형태에 따르면, 물은 설비 내의 폐쇄 회로에서 순환한다.
- [0025] 한 실시 형태에 따르면, 응축 장치는, 제 2 인클로저 외부에 있는 제 1 열 교환기, 및 제 1 열 교환기를 통해 제 1 열전달 유체를 제 2 인클로저 주위로 순환시키기 위한 수단을 포함한다.
- [0026] 한 실시 형태에 따르면, 제 1 열전달 유체는 주변 공기 또는 수로, 수체(body of water) 및/또는 지하수면(water table)에서 오는 물이다.
- [0027] 한 실시 형태에 따르면, 제 2 인클로저 내의 제 2 압력은 10000 Pa(100 mbar) 이하 바람직하게는 6000 Pa(60 mbar) 이하이다.
- [0028] 한 실시 형태에 따르면, 콜드 파워 추출 장치는, 제 1 인클로저에 존재하는 액체 상태의 물의 일부분 또는 모두가 순환하는 유압 회로를 포함하고, 이 유압 회로는 제 1 인클로저의 외부에 위치되는 제 2 열 교환기를 포함한다.
- [0029] 한 실시 형태에 따르면, 콜드 파워 추출 장치는 제 2 열전달 유체가 순환하는 폐쇄형 유압 회로를 포함하고, 이 유압 회로는 제 1 인클로저의 외부에 위치되는 제 2 열 교환기 및 제 1 인클로저에 배치되는 제 3 열 교환기를 포함한다.
- [0030] 한 실시 형태에 따르면, 냉동 설비는, 콜드 파워를 최종 사용자에게 전달하는 제 2 열 교환기가 위치되는 제 3 인클로저를 포함하고, 제 3 인클로저는 예컨대 고체 상태의 물을 포함한다.
- [0031] 한 실시 형태에 따르면, 가열 장치는 적외선 방사선원 및/또는 마이크로파 방사선원을 포함한다.
- [0032] 한 실시 형태에 따르면, 가열 장치는 압축 장치에 공급되는 제 1 인클로저 내의 기체 상태의 물을 적어도 2℃, 바람직하게는 적어도 10℃, 더 바람직하게는 적어도 20℃ 만큼 가열하도록 되어 있다.
- [0033] 한 실시 형태에 따르면, 압축 장치는 적어도 하나의 터보형 압축기, 특히, 원심 압축기 및/또는 축류 압축기를 포함한다.
- [0034] 한 실시 형태에 따르면, 압축 장치는 일련의 스테이지를 포함하고, 각 스테이지는 회전자와 고정자를 포함한다.

- [0035] 한 실시 형태에 따르면, 압축 장치는 테슬라 압축기이다.
- [0036] 한 실시 형태에 따르면, 압축 장치는 고정 압축비를 갖는 제 1 압축기 스테이지 및 제어 가능한 압축비를 갖는 제 2 압축기 스테이지를 포함한다.
- [0037] 한 실시 형태에 따르면, 냉동 설비는, 제 1 인클로저에서 고체 및/또는 액체 상태의 입자의 유입으로부터 압축 장치를 보호하기 위한 기계 장치를 더 포함한다.
- [0038] 한 실시 형태에 따르면, 냉동 설비는 제 1 인클로저 내의 액체 상태의 물을 공급하기 위한 관을 포함한다.
- [0039] 한 실시 형태에 따르면, 응축 장치는 제 2 인클로저에서 액체 상태의 물 액적을 투사하기 위한 적어도 하나의 노즐을 포함한다.
- [0040] 한 실시 형태에 따르면, 설비는 제 2 인클로저와 제 1 인클로저 사이의 압력차를 조절하기 위한 시스템을 더 포함한다.
- [0041] 한 실시 형태에 따르면, 조절 시스템은, 제 2 인클로저에서 나온 기체 상태의 물을 팽창시키고 제 1 인클로저에 있는 기체 상태의 물과 액체 상태의 물을 포함하는 혼합물을 배출시키도록 구성되어 있는 팽창 터빈을 포함한다.
- [0042] 한 실시 형태에 따르면, 제 1 인클로저는 액체 상태의 물을 담는 적어도 하나의 저장부를 포함하고, 혼합물은 그 저장부에 들어 있는 액체 상태의 물 속으로 배출된다
- [0043] 일 실시 형태는 전술한 바와 같은 냉동 설비를 포함하는 인공 눈을 생성하기 위한 시스템을 또한 제공한다.
- [0044] 일 실시 형태는 산업 설비, 집단적 설비 및 개인 설비를 위한 공기 조화 시스템을 또한 제공하며, 이 시스템은, 특히 도시 냉각 네트워크의 일부분으로서 또는 데이터 센터를 위해 전술한 바와 같은 냉동 설비를 포함한다.
- [0045] 일 실시 형태는 또한 콜드를 생성하기 위한 방법을 제공하며, 이 방법은,
- [0046] 물의 삼중점 온도 이하의 온도 또는 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만, 바람직하게는 5℃ 미만 만큼 높은 온도로 있는 액체 상태의 물(14)을 제 1 인클로저(10) 안에 들여 오고, 또한 제 1 인클로저에 있는 액체 상태의 물의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의, 특히 물의 포화 증기 압력과 같은 또는 10% 내의 제 1 압력으로 있는 기체 상태의 물을 형성하는 단계;
- [0047] 제 1 인클로저에서 나온 기체 상태의 물을 제 1 압력 보다 적어도 2배로 엄격히 더 높은 제 2 압력으로 있는 제 2 인클로저로 압축시키는 단계;
- [0048] 제 2 인클로저에 있는 기체 상태의 물을 액체 상태의 물로 응축시키는 단계; 및
- [0049] 제 1 인클로저로부터 콜드 파워를 추출하는 단계를 포함한다.
- [0050] 한 실시 형태에 따르면, 본 방법은 압축될 제 1 인클로저 내의 기체 상태의 물을 가열하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 이들 특징과 이점 및 다른 것들은 첨부 도면과 관련하여 비제한적으로 만들어진 특정한 실시 형태에 대한 이하의 설명에서 상세히 설명될 것이다.

도 1은 냉동 설비의 일 실시 형태의 부분적인 개략 단면도이다.

도 2 내지 4는 도 1에 나타나 있는 냉동 설비의 작동을 도시하는 물의 엔탈피-압력 선도를 나타낸다.

도 5는 도 1의 냉동 설비의 일부분의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

도 6 및 7은 도 1의 냉동 설비의 다른 부분의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

도 8은 냉동 설비의 다른 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

도 9는 도 8의 냉동 설비의 일부분의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

도 10은 냉동 설비의 다른 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 명확히 하기 위해, 동일한 요소는 상이한 도에서 동일한 참조 번호로 나타나 있고, 추가로, 다양한 도는 척도에 맞게 그려져 있지는 않다. 또한, 본 발명의 이해에 유용한 요소만 나타나 있고 설명된다. 특히, 압축기 및 열교환기는 당업자에게 잘 알려져 있고 상세히 설명되어 있지 않다. 이하의 설명에서, "위쪽", "아래쪽", "상측", "하측" 등과 같은 상대적인 위치 수식어 또는 "수평인", "수직인" 등과 같은 배향 수식어를 언급할 때, 도의 배향 또는 통상적인 사용 위치에 있는 냉동 설비를 기준으로 한다. 이하의 설명에서, 다른 언급이 없다면, "실질적으로", "약", "대략" 및 "~의 범위에 있는"라는 용어는 "10% 내로", 바람직하게는 "5% 내로"를 의미한다.
- [0053] 본 출원의 나머지에서, 액체, 고체 또는 기체 상태로 있을 수 있는 화학적 화합물 H_2O 를 "물"이라고 한다. 또한, "기체 상태의 물" 또는 "수증기"라는 표현은 이하 상호 교환적으로 사용될 수 있다. 본 출원의 나머지에서 "액체 물" 또는 "액체 상태의 물"이라는 표현은, 액체 상태의 순수한 물 또는 적어도 하나의 용질을 더 함유하는 수용액의 용매에 대응하는 액체 상태의 물을 나타내기 사용된다. 또한, 이하의 설명에서, "물의 삼중점"이라는 표현은 "순수한 물의 삼중점"을 의미한다.
- [0054] 액체 상태의 물을 사용하는 냉동 설비의 실시 형태를 이제 설명할 것이다. 이들 실시 형태에서, 액체 상태의 물은 수용액의 용매에 대응할 수 있는데, 즉, 첨가제가 액체 상태의 물에 추가될 수 있음이 명백하다.
- [0055] 도 1은 냉동 설비(5)의 일 실시 형태를 나타낸다.
- [0056] 냉동 설비(5)는,
- [0057] 외부 환경에 대해 기밀하고 또한 외부 환경에 대해 열적으로 절연되어 있으며, 또한 작동시 본질적으로 수증기(11)를 포함하는 제 1 저압 인클로저(10);
- [0058] 액체 물(14)을 포함하며 냉동 설비(5)의 정치 모드에서 작동할 때는 고체 상태의 물(15)을 포함하며, 제 1 저압 인클로저(10)에 위치되고 제 1 저압 인클로저(10)의 내부 공간 상으로 개방되어 있는 저장부(12);
- [0059] 액체 물을 저장부(12)에 공급하기 위한 관(18);
- [0060] 제 1 저압 인클로저(10) 안에 수용되고, 액체 물(14)의 자유 표면을 덮으며, 그리고 액체 물의 틈이 저장부(12) 밖으로 나가는 것을 방지하는 보호 요소(20);
- [0061] 저압에서 제 1 인클로저(10) 내의 수증기의 적어도 일부분을 가열하기 위한 적어도 하나의 가열 장치(22);
- [0062] 저장부(12)로부터 쿨드 파워를 추출하기 위한 쿨드 파워 추출 장치(24), 예컨대, 저장부(12)에 연결되고 고체 상태의 물을 회수하기 위한 장치;
- [0063] 외부 환경에 대해 기밀하고 또한 외부 환경에 대해 열적으로 절연되어 있는 제 2 저압 인클로저(30) - 제 2 저압 인클로저(30) 내의 압력은 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력 보다 큼 -;
- [0064] 저압의 제 1 인클로저(10)를 제 2 저압 인클로저(30)에 연결하고, 제 1 저압 인클로저(10)로부터 엄격히 수증기를 받으며 또한 압축된 수증기를 제 2 저압 인클로저(30)에 공급하는 압축기(32), 소위 압축 장치, 예컨대, 터보 압축기, 터빈 또는 테슬라 압축기;
- [0065] 제 2 저압 인클로저(30)에 존재하는 수증기를 액화하도록 되어 있는 응축 장치(34), 소위 응축기(34) - 응축기(34)는 부분적으로 제 2 저압 인클로저(30)에 수용되고, 또한 예컨대, 주변 공기로 냉각되는 열 교환기를 포함하고, 응축기(34)는 예컨대 열 교환기를 통해 주변 공기를 순환시키기 위한 수단, 예컨대 팬(36)을 포함함 -;
- [0066] 응축기(34)에 의해 생성된 액체 물을 회수하기 위한 관(38); 및
- [0067] 가열 장치(22), 압축기(32) 및 응축기(34)에 연결되며, 가열 장치(22), 압축기(32) 및 응축기(34)를 제어하도록 되어 있는 처리 모듈(40)을 포함한다.
- [0068] 냉동 설비(5)가 개방 사이클이 작동할 때, 저장부(12)에 포함되어 있는 액체 물(14)은, 흐르는 물 또는 새로운 물을 분배하는 시스템에서 직접 오는 물, 특히 수로에서 오는 물 또는 언덕 물 댐에서 오는 물일 수 있다. 냉동 설비(5)가 폐쇄 사이클로 작동하는 경우에, 관(38)은 관(18)에 연결될 수 있다. 냉동 설비(5)는 제 2 저압 인클로저(30)와 제 1 저압 인클로저(10) 사이의 압력차를 조절하기 위한 시스템(42)을 더 포함할 수 있다. 이 시스템(42)은 제어되는 밸브 시스템, 모세관 시스템, 팽창 터빈 시스템 또는 방수로 시스템에 대응할 수 있고, 제 2 저압 인클로저(30)와 제 1 저압 인클로저(10) 사이의 압력차를 실질적으로 일정한 값으로 유지시키도록 되

어 있다.

- [0069] 처리 모듈(40)은 전용 회로에 대응할 수 있고 또는 프로세서, 예컨대, 메모리에 저장되는 컴퓨터 프로그램의 지시를 실행하도록 되어 있는 마이크로프로세서 또는 마이크로제어를 포함할 수 있다. 냉동 설비(5)는 특히 인클로저(10, 30) 내의 온도와 압력을 검출하기 위해 처리 모듈(40)에 연결되는 센서, 특히, 온도 센서, 압력 센서, 레벨 센서, 유량 센서(나타나 있지 않음) 등을 더 포함할 수 있다.
- [0070] 한 실시 형태에 따르면, 압축기(32)는 압축된 증기의 유동을 실질적으로 압축기의 회전 축선을 따라 제공하는 축류 압축기 또는 원심 압축기이다. 압축기는 일련의 압축 스테이지를 포함하고, 각 압축 스테이지는 회전자와 고정자를 포함한다. 회전자는 동력 전달 축에 의해 회전 구동되는 블레이드를 포함한다. 회전자는 압축기의 동력 전달 축에 의해 전달되는 에너지 덕분에 가스 유동을 가속시킨다. 고정자는 고정 블레이드를 포함한다. 고정자는 가스 유동의 운동 에너지를 고정자의 형상을 통해 압력으로 전환시킨다.
- [0071] 가열 장치(22)는 바람직하게는 방사선 가열 장치인데, 이는 수증기에 도달하는 전자기 방사선의 발생원을 포함한다. 가열 장치(22)는 예컨대 적외선으로 수증기를 가열하기 위한 시스템, 예컨대, 마이크로파로 수증기를 가열하기 위한 시스템을 포함한다. 한 실시 형태에 따르면, 가열 장치(22)는 적외선 방사선원 및 마이크로파 방사선원 모듈을 포함한다. 고려되는 용도에 따라, 가열 장치(22)는 없을 수도 있다.
- [0072] 냉동 설비(5)의 치수는 의도된 용도에 달려 있다. 제 1 저압 인클로저(10)의 부피는 1 l 내지 수천 m^3 , 특히 10 l 내지 10000 l 일 수 있다. 제 2 저압 인클로저(30)의 부피는 1 l 내지 천 m^3 , 특히 1 l 내지 10000 l 일 수 있다. 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 부피는 1 l 내지 수천 m^3 , 특히 1 l 내지 3000 m^3 , 특히 9 l 내지 9999 l 일 수 있다.
- [0073] 냉동 설비(5)는 주 진공 펌프(나타나 있지 않음)를 포함하고, 이 펌프는 제 1 저압 인클로저(10) 및/또는 제 2 저압 인클로저(30)에 연결된다.
- [0074] 도 2는 작동의 시작에서 냉동 설비(5)의 작동을 도시하는 물의 엔탈피-압력 선도를 나타낸다.
- [0075] 도 2에서 A 내지 G로 나타나 있는 점은 냉동 설비(5)에서 순환하는 물이 통과하는 연속적인 상태를 도시한다.
- [0076] 점(A)는 설비(5)의 작동의 시작에서 예컨대 저장부(12)를 채우기 위해 관(18)을 통해 저장부(12) 안으로 도입되는 액체 물을 나타낸다. 점(A)에서 액체 물의 압력은 제 1 압력 값이고 점(A)에서 액체 물의 온도는 제 1 온도 값이다. 한 실시 형태에 따르면, 제 1 압력 값은 0.1 MPa(1 bar) 이상, 예컨대 0.1 MPa(1 bar) 이상이고 10 MPa(100 bar) 이하이다. 한 실시 형태에 따르면, 제 1 온도 값은 5°C 이상, 예컨대, 5°C 이상 10°C 이하이다. 저장부(12) 안으로 들어가는 물은 예컨대 냉동 설비(5)가 연결되는 물 분배 네트워크에서 온다. 그래서 제 1 온도 값은 분배 네트워크에 의해 공급되는 물의 온도에 대응할 수 있다.
- [0077] 저장부(12) 안으로 도입되면, 액체 물(14)의 압력은 제 1 압력 값으로부터, 제 2 압력 값으로 있는 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력으로 감소한다. 이는 A 점에서 B 점으로의 전이에 대응한다. 작동시, 제 2 압력 값은 저장부(12)에 존재하는 액체 물(14)의 포화된 증기 압력과 같다. 한 실시 형태에 따르면, 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력의 제 2 값은 전형적으로 600 Pa(6 mbar) 내지 2500 Pa(25 mbar), 바람직하게는 600 Pa(6 mbar) 내지 1500 Pa(15 mbar) 이다. 예컨대, 5°C의 물의 경우, 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력은 870 Pa(8.7 mbar)일 수 있다. 압력 강하 동안에 저장부(12) 안으로 도입되는 액체 물의 온도는 실질적으로 일정하게 유지되고 제 1 온도 값과 같다.
- [0078] 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도는 제 2 온도 값에 있다. 냉동 설비(10)의 작동 시작시에, 제 2 온도 값은 실질적으로 제 1 온도 값과 같고, 그래서, 저장부(12) 안으로 도입되었고 압력이 감소한 물의 온도는 실질적으로 변하지 않는다.
- [0079] 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 일부분이 증발될 것이며, 그래서 물은 제 1 온도 값에서 제 2 온도 값으로 될 것이다. 이는 B 점에서 C 점으로의 전이에 대응한다. 저압 인클로저(10)에서의 압력이 제 2 온도 값으로 있는 물의 포화 증기 압력과 같음에 따라, 증발은, 특히 액체 물(14)에서 기포(43)(도 1 참조)의 형성을 포함하는 액체 물(14)의 비등이다. 그래서, 제 1 저압 인클로저(10)에서, 제 2 온도 값과 제 2 압력 값을 갖는 수증기가 얻어진다. 보호 요소(20)에 의해, 액체 물의 튕이 압축기(32)에 도달하는 것을 방지할 수 있고 또는 액체 물(14)의 비등 중에 액체 물이 저장부(12) 밖으로 누출되는 것이 방지된다. 또한 보호 요소(12)에 의해, 액체 물

안으로 침투하는 부분이 포함됨으로써, 교환 표면이 증가될 수 있다.

- [0080] 한 실시 형태에 따르면, 제 1 저압 인클로저(10) 내의 수증기의 모두 또는 일부분이 가열 장치(22)에 의해 가열된다. 제 1 저압 인클로저(10) 내의 수증기의 일부분의 온도는 제 2 온도 값에서 제 3 온도 값으로 변하게 된다. 한 실시 형태에 따르면, 수증기는 압축기(32)에 의해 이 수증기가 가열되는 제 1 인클로저(10)의 일부분 안으로 펌핑된다. 이는 C 점에서 D 점으로의 전이에 대응한다. 한 실시 형태에 따르면, 제 3 온도 값은 0℃ 이상이고 100℃ 이하이다. 바람직하게는, 제 3 온도 값은 제 2 온도 값 보다 적어도 2℃, 바람직하게 적어도 10℃, 더 바람직하게는 적어도 20℃ 만큼 높다. 가열 단계 중에 수증기의 압력은 실질적으로 변하지 않고 제 2 압력 값과 실질적으로 동일하게 유지된다. 방사선으로 가열 장치(22)를 사용함으로써, 압축기(32)에 공급되는 모든 수증기를 가열할 수 있다. 사실, 제 1 저압 인클로저(10)에서의 저압 및 그래서 너무 낮은 재료 밀도 때문에, 압축기(32)에 공급되는 모든 수증기를 가열하는 것은 전도 또는 대류를 이용하는 가열 장치로는 어려울 것이다.
- [0081] 제 3 온도 값으로 가열되는 수증기가 압축기(32)에 공급되고, 이 압축기는 압축된 수증기를 제 2 저압 인클로저(30)에 전달한다. 이는 D 점에서 E 점으로의 전이에 대응한다. 한 실시 형태에 따르면, 압축기(32)의 압축 비는 2 이상 예컨대 14 이하이다. 제 2 저압 인클로저(30) 내의 압력은 제 2 압력 값 보다 적어도 2배로 더 높은 제 3 압력 값과 같다. 예컨대, 제 3 압력 값은 600 Pa(6 mbar) 이상 10000 Pa(100 mbar) 이하, 바람직하게는 6000 Pa(60 mbar) 이하이다. 예컨대, 제 2 압력 값은 870 Pa(8.7 mbar)이고 압축기(32)의 압축 비가 2일 때, 제 3 압력 값은 실질적으로 1740 Pa(17.4 mbar) 이다. 압축기(32)에 의한 수증기의 압축에 의해 수증기가 가열되고, 그 수증기의 온도는 제 3 온도로부터 제 4 온도(제 3 온도 보다 높음)로 올라간다.
- [0082] 저압 인클로저(30)에서 압축된 수증기는 응축기(34)에 의해 냉각되는 액체 물에서 냉각되고 액화된다. 이는 E 점에서 F 점으로의 전이 및 F 점에서 G 점으로의 전이에 대응한다. 냉각 및 액화 단계 동안의 물 압력은 실질적으로 변하지 않고 제 3 압력 값과 같게 유지된다. 물 온도는 제 4 온도 값으로부터, 제 4 온도 값 보다 엄격히 낮은 제 5 온도 값으로 변하게 된다. 예컨대, 1740 Pa(17.4 mbar)와 같은 제 3 압력 값에 대해, 제 5 온도 값은 15.3℃일 수 있다. 압축비가 높을 수록, 높은 외부 온도로 물을 더 많이 응축시킬 수 있고 또한 응축이 더 빨리 이루어질 수 있다.
- [0083] 응축기(34)에 의해 생성된 액체 물은 저압의 저장부(30)로부터 관(38)을 통해 배출된다. 폐쇄형 사이클의 경우, 관(38)은 관(18)에 연결되어, 인클로저(30)에서 제거된 액체 물이 저장부(12)로 복귀된다.
- [0084] 응축에 의해, 인클로저(10, 30)에서 진공 레벨을 유지시키는 진공 펌핑이 일어나며, 이 진공 펌핑은 액체 물과 기체 물 사이의 질량 부피의 차에 관련되어 있다(액체 상태와 기체 상태 사이의 약 1600 내지 200000의 비). 저압 인클로저(30)와 저압 인클로저(10) 사이의 압력차를 유지시키는 것은 처리 모듈(40)로 얻어지고, 이러한 목적으로 처리 모듈은 가열 장치(22), 압축기(32), 응축기(34), 시스템(42) 및 주 진공 펌프를 제어한다.
- [0085] 주 진공 펌프는, 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력이 제 1 온도 값에서 포화 증기 압력에 도달할 때까지 냉동 설비(5)의 시동시에 작동한다. 그런 다음에 진공 펌프가 중단될 수 있고, 인클로저(10) 내의 압력은 응축기(34)의 레벨에서 발생하는 진공 및 압축기(32)의 기계적 일로 유지된다. 진공 펌프는 필요하면 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력을 유지시키는데 더 참여할 수 있다.
- [0086] 도 3 및 4는 개방 사이클 및 폐쇄 사이클에 대해 정치 모드에서 냉동 설비(5)의 작동을 도시하는 물의 엔탈피-압력 선도를 각각 나타낸다.
- [0087] 정치 모드에서, 저장부(12)는 액체 물(14)로 채워진다. 추가적인 물이 관(18)에 의해 저장부(12)에 공급되어, 예컨대 연속적으로 또는 간헐적으로 저장부(12)로부터의 액체 물의 손실을 보상한다. 개방 사이클의 경우에, 추가적인 물은 A 점(도 3)에 있다. 폐쇄 사이클의 경우에, 추가적인 액체 물은 인클로저(30)에서 회수되는 응축물로부터 얻어지고 그래서 G 점에 있다.
- [0088] 제 1 저압 인클로저(10)는 외부 환경으로부터 열적으로 절연되어 있기 때문에, 앞에서 설명한 바와 같이 액체 물(14)이 저장부(12)로부터 증발되는 동안에, 수증기를 생성하는데 필요한 열은 액체 물(14)로부터 추출된다. 그래서 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 냉각이 얻어진다. 도 3 및 4에는 일련의 상태에서 B' 점으로 나타나 있는 추가 상태가 나타나 있고, 이 다음에 설비(5)에서 물 순환이 일어난다. 사실, 물이 개방 사이클에 대해 제 1 온도 값과 제 1 압력 값에서(도 3에서 A 점) 저장부(12)에 도입되고 또한 폐쇄 사이클에 대해서는 제 5 온도 값과 제 3 압력 값에서(도 4에서 G 점) 도입될 때, 제 2 압력 값에서 이 물의 압력이 감소되고(A 점에서 B 점으로의 전이에 대응함) 또한 물의 온도가 제 1 온도 값으로부터 제 2 온도 값(제 1 온도 값 보다 엄격히 낮음)으

로 감소되고, 이는 B 점에서 B' 점으로의 전이에 대응한다.

[0089] 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력은, 저장부(12)의 액체 물(14)의 온도 감소와 동시에 감소되어, 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도에서 포화 증기 압력과 함께 유지된다. 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도에서 인클로저(10) 내의 압력을 포화 증기 압력으로 유지시키는 것은 처리 모듈(40)로 달성되며, 이러한 목적으로 처리 모듈은 가열 장치(22), 압축기(32), 응축기(34), 시스템(42) 및 주 진공 펌프를 제어한다.

[0090] 한 실시 형태에 따르면, 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도는, 물의 삼중점 온도(예컨대 611 Pa(6.11 mbar)의 압력에 대해 0.01℃임)에 도달할 때까지 감소한다. 그리고 얼음 결정(15)이 저장부(12)에서 형성되고, 이는 도 3 및 4에서 B' 점과 B'' 점 사이의 전이에 대응한다. 한 실시 형태에 따르면, 정치 모드에서, 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도는 실질적으로 일정하게 유지되고 순수한 물의 삼중점의 온도와 같고, 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력은 물의 삼중점 온도에서의 포화 증기 압력과 실질적으로 같다. 다른 실시 형태에 따르면, 물 교환 수단이 제공되거나 적절한 첨가제가 물에 추가되면, 정치 모드에서, 저장부(12) 내의 액체 물(14)의 온도는 실질적으로 일정하게 유지되고 순수한 물의 삼중점의 온도 보다 낮은 온도와 같고 제 1 저압 인클로저(10) 내의 압력은 물의 삼중점의 온도 보다 낮은 온도에서 액체 상태의 물의 압력과 평형을 이루는 물의 포화 증기 압력과 실질적으로 같다. 그리고 물이 제 1 저압 인클로저(10)에서 동시에 기체 상태, 액체 상태 및 고체 상태로 존재한다. 다른 실시 형태에 따르면, 특히, 냉동 설비가 공기 조화 시스템에서 사용될 때, 저장부(12)에 있는 액체 물(14)의 온도는, 물의 삼중점 온도 보다 10℃ 미만, 바람직하게는 5℃ 미만 만큼 높은 온도로 감소한다. 그래서 물은 제 1 저압 인클로저(10)에 동시에 기체 상태와 액체 상태로 존재한다.

[0091] 요컨대, 물의 질량(M_{ev})의 증발은 제 2 온도 값으로 유지되는 물의 질량(M_{liq})을 냉각하고 그리고 물의 질량(M_{sol})(제로도 가능)을 고화시키는데 기여할 것이고, 그리고 이는 다음 관계식(1)에 따라 얼음으로 전환된다:

[0092]
$$M_{ev} * L_{ev} = M_{liq} * C_p * \Delta\theta + M_{sol} * L_{sol} \quad (1)$$

[0093] 여기서, L_{ev} 는 물의 증발 잠열이고, C_p 는 액체 물의 열 용량이며, $\Delta\theta$ 는 제 1 온도 값과 제 2 온도 값 사이의 차이이며, L_{sol} 은 물의 고화 잠열이다.

[0094] 고체 상태의 물이 생성되는 경우에, 사이클의 끝에서, 얼음 질량(M_{sol})은 다음 관계식(2)에 따라 얻어질 수 있다:

[0095]
$$M_{ev} * L_{ev} = M_{sol} * (C_p * \Delta\theta + L_{sol}) \quad (2)$$

[0096] 다른 물 상태 전이는 도 2와 관련하여 전술한 바와 동일하다. 특히, C 점과 D 점 사이의 전이에 대응하는 가열 단계는, 저압 인클로저(10) 내의 수증기의 온도를 적어도 2℃, 바람직하게는 적어도 10℃, 바람직하게는 적어도 20℃ 만큼 증가시키기 위한 것이다. 또한, 저장부(12)에 있는 액체 물(14)의 온도가 감소하는 동안에, 압축기(32)의 압축비는 제 2 저압 인클로저(30)에서의 동일한 제 3 압력 값을 실질적으로 유지하도록 조절될 수 있다. 예컨대, 제 1 저압 인클로저(10)에서의 제2 압력 값이 611 Pa(6.11 mbar)일 때, 압축기(32)의 압축비는 예컨대 3이고, 제 2 저압 인클로저(30)에서의 제 3 압력 값은 1830 Pa(18.3 mbar)이다. 예컨대, 1830 Pa(18.3 mbar)에서 응축기(34)에 의해 생성되는 액체 물의 제 5 온도 값은 약 6℃의 주변 온도에 대해 예컨대 16.05℃이다.

[0097] 한 실시 형태에 따르면, 콜드 파워 추출 장치(24)는, 얼음 결정(15)이 저장부(12)에 형성됨에 따라 그 얼음 결정을 제거한다. 얼음 결정의 후속 사용은 의도한 용도에 달려 있다.

[0098] 인공 눈의 생성에 사용하기 위해, 얼음 결정(15)을 회수하여 인공 눈을 생성한다. 냉동 설비가 제공되어, 회수된 얼음의 온도를 저하시킬 수 있고 그리고/또는 펌핑 유닛이 제공되어, 잔류 물을 증발시켜 얼음을 냉각 및 건조시킬 수 있다. 생성된 얼음을 자르고 환기시키기 위한 장치가 더 제공될 수 있다.

[0099] 공기 조화 또는 냉동에 사용하고 또한 인공 눈의 생성에 사용하기 위해, 저장부(12)에 존재하는 얼음 결정(15)은 저온원으로서 작용할 수 있다.

[0100] 응축기(34)는 제 2 저압 인클로저(30) 내의 수증기와 냉각 유체 사이의 열교환으로 제 2 저압 인클로저(30) 내의 수증기를 액화시키도록 되어 있다. 한 실시 형태에 따르면, 냉각 유체는 냉동 설비(5) 외부의 공기이다. 응축기(34)는 공기를 교환하기 위한 수단, 예컨대, 도 1에 나타나 있는 바와 같은 헬리컬 팬(36)을 포함할 수

있고, 공기 교환은 화살표(44)로 개략적으로 나타나 있다. 대안적으로, 응축기(34)는 벤츄리 효과 팬 또는 열 사이펀(thermosiphon)을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에 따르면, 응축기(34)는 인클로저(30) 내에 있는 액체-수증기 교환기 그룹 및 인클로저(30) 외부에 있는 액체-공기 또는 액체/액체 교환기 그룹을 포함할 수 있고, 냉각 유체는 이들 두 교환기 사이에서 순환된다.

[0101] 유리하게, 인클로저(30) 내에서의 물의 응축은 냉동 기계의 실행을 필요로 하지 않는다.

[0102] 응축기(34)에 의한 액체 물의 생성은, 주변 공기의 온도가 원하는 제 5 온도 값 보다 낮게 되자마자 주변 공기를 사용하여 수행될 수 있다. 응축기(34)가 16.05℃에서 액체 물을 생성하는 전술한 예에서, 주변 공기는, 그의 온도가 16℃ 아래, 바람직하게는 6℃ 아래로 되어 열교환기에서 적어도 10℃의 온도 차가 얻어지자마자, 사용될 수 있다.

[0103] 주변 공기가 응축기(34)에 의해 냉각 유체로서 사용될 수 있게 해주는 주변 공기의 최대 가능한 온도는, 특히 압축기(32)의 압축 비에 의해 설정된다. 압축 비가 10인 경우, 이는 제 2 저압 인클로저(30) 내에서의 6000 Pa(60 mbar)의 포화 증기 압력 및 36℃의 제 5 온도 값(주변 공기 온도가 30℃ 아래로 되자마자 어려움 없이 얻어질 수 있음)로 생각될 수 있다. 바람직하게는, 냉동 설비(5)는, 주변 온도가 인공 눈의 생성을 위해 20℃ 아래로 또한 공기 조화를 위해 35℃ 아래로 되자마자 사용될 수 있다.

[0104] 한 실시 형태에 따르면, 냉동 설비(5)의 이론적인 COP는 19 내지 20 이다.

[0105] 이하의 표 1은, 인공 눈의 생성에 사용되는 경우에, 도 1에 나타나 있는 냉동 설비(5)(INV), 눈 대포형 설비(AA1), 스노우 폴(pole)형 설비(AA2), 0.01 MPa(100 mbar)와 0.02 MPa(200 mbar) 사이의 저압 증발 설비(AA3) 및 냉동기형 설비(AA4)의 전력 소비(생성된 눈의 입방 미터 당 킬로와트로 표시됨)를 주변 공기의 온도의 함수로 나타낸 것이다.

표 1

주변 온도 (° C)	INV	AA1	AA2	AA3	AA4
-10	1.6	2	1.9	24	40
-5	1.7	3.1	2.5	25.5	41.5
0	1.85	5.4	3	27	43
10	2.3	NA	NA	28.5	44.5

[0107] 냉동 설비(5)(INV)로 생성된 눈의 입방 미터 당 전력 소비는 냉동기형의 냉동 설비(AA4) 보다 훨씬 낮고, 저압 증발은 0.01 MPa(100 mbar)과 0.02 MPa(200 mbar) 사이에 있다(AA3).

[0108] 한 실시 형태에 따르면, 응축기(34)에 의해 공급되는 액체 물은 재사용되지 않는다. 다른 실시 형태에 따르면, 응축기(34)에 의해 공급되는 물은 재사용되어 저장부(12)에 공급된다.

[0109] 도 5는 도 1의 냉동 설비(5)의 저압 저장부(10)의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략도이다.

[0110] 한 실시 형태에 따르면, 보호 요소(20)는 액체 물(14)의 자유 표면을 덮는 다이어프램 또는 스크린(46)을 포함한다. 다이어프램 또는 스크린(46)은 수증기에 대해 투과성이며, 액체 물은 실질적으로 차단한다. 보호 요소(20)는, 액체 물(14)에 침지되고 액체 물(14)의 비등 중에 기포(43)의 발생을 조절할 수 있는 요소(나타나 있지 않음)를 더 포함할 수 있다.

[0111] 한 실시 형태에 따르면, 수증기가 가열 장치(22)에 의해 가열되는 인클로저(10)의 일부분에 배플(48)이 배치될 수 있다. 이 배플(48)에 의해, 압축기(32)의 입구까지 이르는 수증기의 경로를 길게 할 수 있어, 수증기를 원하는 온도로 가열할 수 있다.

[0112] 도 6은 냉동 설비(5)의 물을 고체 상태로 회수하기 위한 장치(24)의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이다.

[0113] 본 실시 형태에서, 장치(24)는 저장부(12)로부터 물을 고체 상태로 추출하도록 되어 있다. 이러한 실시 형태는, 특히 냉동 설비(5)가 인공 눈의 생성에 사용되는 경우에 적합하게 되어 있다.

[0114] 장치(24)는 바닥 관(52) 및 이 바닥 관(52) 위쪽의 정상 관(54)에 의해 저장부(12)에 연결되는 보조 인클로저(50)를 포함할 수 있다. 정상 관(54)에 제공되는 펌프(56)가 저장부(12)로부터 내용물을 보조 인클로저(50)로

순환시키고, 또한 바닥 관(52)에 제공되어 있는 펌프(58)가 보조 인클로저(50)의 내용물을 저장부(12)로 순환시키도록 되어 있다. 보조 인클로저(50) 내의 압력은 저장부(12) 보다 높을 수 있고, 예컨대 대기압과 같을 수 있어, 보조 인클로저(50)에서 비등은 없다. 그리고 얼음 결정은 떠있는 얼음 덩어리(60) 안으로의 디캔테이션(decantation)으로 액체 물(62) 위쪽에 모이게 된다. 장치(24)는 얼음 결정(60)을 추출하기 위한 수단(64)을 포함하고, 이 수단은 예컨대 워 스크류 또는 버킷 승강기를 포함한다.

[0115] 도 7은 장치(24)의 다른 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이다. 장치(24)는 공기 조화 또는 냉동 설비의 일부분일 수 있고, 냉각 유체가 순환하고 저장부(12)에 배치되는 제 1 열 교환기(66) 및 인클로저(10)의 외부에 위치되는 제 2 열 교환기(68)를 포함하는 폐쇄 회로를 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에 따르면, 제 1 열 교환기(66)는 존재하지 않고, 열 교환기(68)에서 순환하는 액체는 저장부(12)에 존재하는 액체 물(14)에 대응한다.

[0116] 도 8은 냉동 설비(70)의 일 실시 형태의 부분 개략 단면도이다. 냉동 설비(70)는 도 1에 나타나 있는 냉동 설비(5)의 모든 요소를 포함하고, 다른 점은, 제 1 저압 인클로저(10)에서 액체 물을 초냉각으로 유지하기 위한 수단을 더 포함한다는 것이다. 한 실시 형태에 따르면, 액체 물을 초냉각으로 유지하기 위한 수단은, 제 1 저압 인클로저(10)에서 물을 액체 상태에서 조제하도록 되어 있는 교반기(72)를 포함할 수 있다. 이 교반기(72)는 예컨대 액체 상태의 물(14)에서 회전되는 바아 또는 프로펠러를 포함한다. 다른 실시 형태에 따르면, 액체 물을 초냉각으로 유지하기 위한 수단은 액체 상태의 물에 추가되는 적어도 하나의 첨가제를 포함할 수 있다. 이 첨가제가 물과 혼합되면, 고화 온도가 무첨가제 물의 고화 온도 보다 낮은 용액이 얻어진다.

[0117] 본 실시 형태에서, 제 1 저온 인클로저(10)에 있는 액체 물(14)의 온도는 물의 삼중점 온도 보다 낮고, 예컨대 -40°C 내지 1°C , 바람직하게는 -20°C 내지 -1°C 에서 변할 수 있는 온도이다. 냉동 설비(70)의 작동은 냉동 설비(5)에 대해 앞에서 설명된 작동과 동일하고, 다른 점은, 제 1 저압 인클로저(10)에 있는 액체 물의 온도는 물의 삼중점 온도 보다 낮다는 것이다.

[0118] 도 9는 도 8의 냉동 설비의 일부분의 더 상세한 실시 형태의 부분 개략 단면도이고, 저장부(12)로부터 콜드 파워를 추출하기 위한 장치(24)는 도 7에 나타나 있는 구조를 갖는다. 장치(24)의 제 2 교환기(68)는 액체 상태의 물(82)을 포함하는 인클로저(80)에 위치되며, 인클로저(80)에서 고체 상태의 물(84)을 얻을 때까지 액체 상태의 물(82)을 냉각시킬 수 있다. 인클로저(80) 내의 압력은 물의 삼중점 온도에서의 물의 포화 증기 압력 보다 유리하게 높을 수 있고, 예컨대, 대기압일 수 있다. 다른 실시 형태에 따르면, 제 1 열 교환기(66)는 존재하지 않고, 열 교환기(68)에서 순환하는 액체는 저장부(12)에 존재하는 액체 물(14)에 대응한다.

[0119] 도 10은 냉동 설비(90)의 일 실시 형태의 부분 개략 단면도이다. 냉동 설비(90)는 도 1에 나타나 있는 냉동 설비(5)의 모든 요소를 포함하고, 다른 점은, 냉동 설비(5)의 특유한 저장부(12)는 제 1 저압 인클로저(10)에 위치하는 N개의 저장부(12_1 내지 12_N)으로 대체되어 있고, 여기서 N은 1 내지 100의 정수이다. 물 공급 관(18)은 각 저장부(12_1 내지 12_N)에 연결된다. 여러 저장부(12_1 내지 12_N)의 사용으로, 단일 저장부의 비교하여, 동일한 부피의 액체 물에 대해 액체/증기 계면의 표면을 간단한 방식으로 증가시킬 수 있다. 또한, 기포 발생에 의한 액체 물의 교반은, 액체 물의 높이가 감소할 때 더 효과적이다. 본 실시 형태에서, 가열 장치(22)는 예컨대, 제 1 저압 인클로저(10) 안으로 개방되어 있는 압축기(32)의 입구 관 내부에 있다.

[0120] 본 실시 형태에서, 응축기(34)에 의해 생성된 액체 물을 회수하기 위한 관(38)은 관(18)에 연결되며, 이 관(38)에 의해 회수되는 액체 물은 펌프(92), 예컨대 용적형 펌프에 의해 저장부(12_1 내지 12_N) 안으로 배출된다. 다른 실시 형태에 따르면, 펌프(92)는 없을 수 있고, 관(18, 38)에서의 액체 물의 순환은 인클로저(10)와 인클로저(30) 사이의 압력차로 인해서만 일어나게 된다.

[0121] 본 실시 형태에서, 응축기(34)는 액체 물을 액적(96)의 형태로 제 2 저압 인클로저(30) 안으로 투사하기 위한 노즐(94)을 포함하고, 3개의 노즐(94)이 도 10에 예로서 나타나 있다. 저온 액적(96)은, 수증기의 흡착을 촉진시키는 증기/액체 계면을 배가시켜, 제 2 저압 인클로저(30)에서 압축기(32)에 의해 방출되는 수증기의 응축을 촉진시킨다. 액체 물은, 예컨대 제 2 저압 인클로저(30)의 바닥으로 형성되는 저장부(98)에 모인다. 관(38)은 저장부(98)에 존재하는 액체 물의 일부분을 회수한다. 응축기(34)는, 저장부(98)에 존재하는 액체 물의 일부분을 순환시키는 유압 회로(100)를 더 포함하고, 이는 냉각된 물을 노즐(94)에 공급하기 위한 것이다. 유압 회로(100)는 액체 물을 순환시키기 위한 펌프(102) 및 제 2 저압 인클로저(30) 외부에 위치되는 열 교환기(104), 예컨대 주변 공기로 냉각되는 열 교환기를 포함하고, 응축기(34)는 주변 공기를 열 교환기(104) 전체를 통해 순환시키기 위한 수단, 예컨대, 전술한 팬(36)을 포함한다. 대안적으로, 교환기(104)는 다른 소스, 예컨대, 수로로

냉각될 수 있다. 노즐(94)에 의해 방출되는 액체 물(교환기(104)에 의해 냉각되었음)은 예컨대 주변 온도로 있다. 한 실시 형태에 따르면, 노즐(94)의 출구에서 액적(96)의 온도는, 유압 회로(100)에 공급되는 액체 물의 온도 보다 적어도 10℃ 만큼 낮다.

[0122] 본 실시 형태에서, 제 2 저압 인클로저(30)와 제 1 저압 인클로저(10) 사이의 압력차를 조절하기 위한 시스템(42)은, 수증기를 포함하는 인클로저(30)의 일부분에서 제 2 저압 인클로저(30)에 연결되는 관(106)을 포함하고, 이 관(106)은 유량 조절 제어 가능 밸브(108)를 구비하고 팽창 터빈(110)에 대한 공급을 한다. 터빈(110)의 출구는 각 저장부(12₁ 내지 12_N)에 대한 공급을 하는 관(112)에 연결된다. 터빈(110)은 제 2 저압 인클로저(30)(이미 액적 응축기(34)에 의해 냉각되었음)의 압력에서 수증기를 받고, 액체 물과 수증기를 포함하는 2상 혼합물을 제공한다. 터빈(110)의 회전 속도는, 펌핑된 수증기가 원하는 압력을 가지도록 조절된다. 한 실시 형태에서, 터빈(110)의 출구에 있는 2상 혼합물에서, 액체 물은 팽창으로 냉각되었으며 수증기는 제 1 저압 인클로저(10)에서 실질적으로 원하는 압력으로 있다. 각 저장부(12₁ 내지 12_N)에서 관(112)을 통해 방출된 수증기는 유리하게 저장부(12₁ 내지 12_N)에 존재하는 액체 물의 교환기로서 역할하고, 저장부(12₁ 내지 12_N)에 포함되어 있는 액체 물의 냉각을 더 촉진시킨다. 터빈(110) 및 밸브(108)는 처리 모듈(40)(도 10에는 나타나 있지 않음)에 의해 제어될 수 있다.

[0123] 본 실시 형태에서, 저장부(12₁ 내지 12_N)로부터 콜드 파워를 추출하기 위한 장치(24)는 저장부(12₁ 내지 12_N)에 연결되어 있는 유압 회로(114)를 포함하고, 이 유압 회로에서 저장부(12₁ 내지 12_N)에 존재하는 물의 일부분이 순환된다. 유압 회로(114)는 액체 물을 순환시키기 위한 펌프(116) 및 제 1 저압 인클로저(10) 외부에 위치되는 열 교환기(118), 예컨대, 냉각될 장치(124)에 연결되는 다른 유압 회로(122)의 열 교환기(120)와 상호 협력하는 열 교환기를 포함한다. 도 10에 나타나 있는 바와 같이, 유압 회로(114)는, 유압 회로(114)에서 순환하는 액체 물을 저장부(12₁ 내지 12_N)에 전달하기 위해 관(18)에 연결될 수 있다.

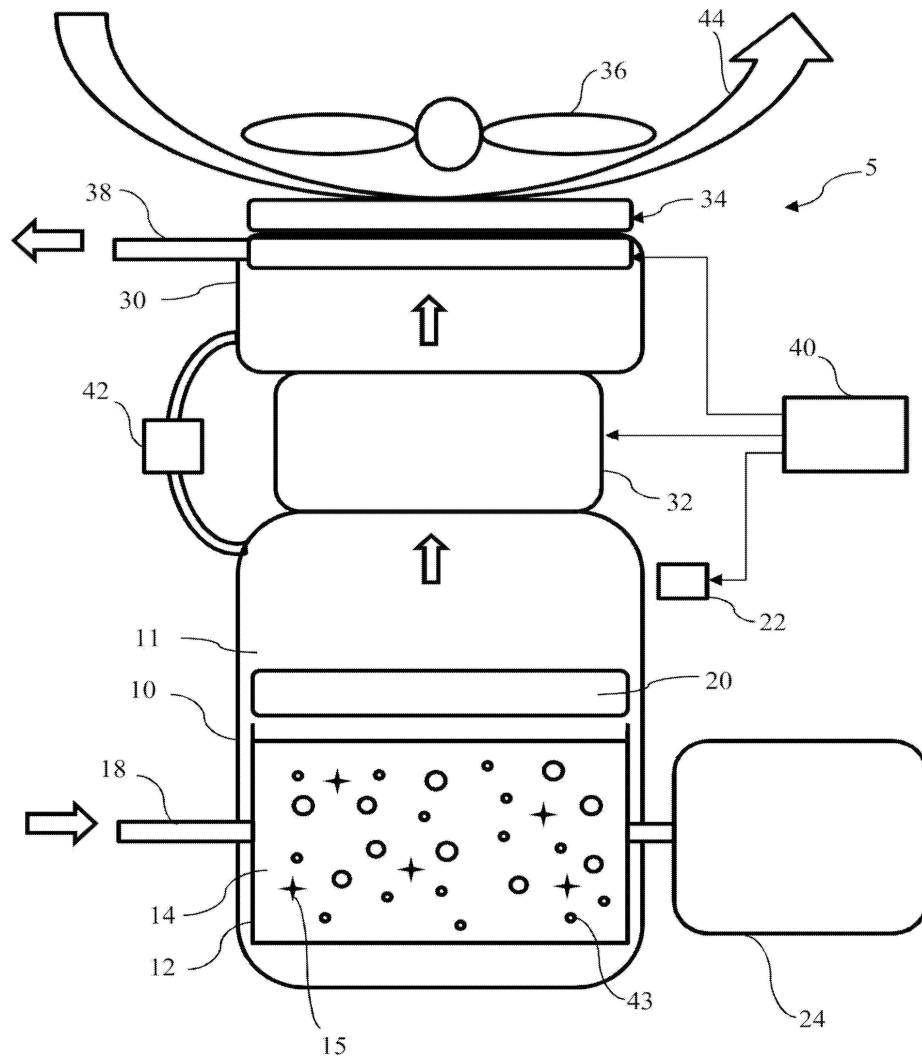
[0124] 본 실시 형태에서, 터보 압축기(32)는 2개의 연속하는 스테이지(130, 132)를 포함한다. 제 1 스테이지(130)는 예컨대 약 3인 고정된 압축비를 가지며, 제 2 스테이지(132)는 제어 가능한 가변적인 압축비를 갖는다. 제 2 터보기계(132)의 회전 속도는 처리 모듈(40)(도 10에 나타나 있지 않음)로 제어될 수 있다. 바람직하게는, 각 스테이지(130, 132)는 터보 압축기에 대응한다. 제 1 스테이지(130)는 제 1 저압 인클로저(10)로부터 추출된 수증기의 유량을 제어할 수 있다. 제 2 스테이지(132)는 제 2 저압 인클로저(30) 안으로 배출되는 수증기의 압력을 설정할 수 있다.

[0125] 도 10에는, 제어 가능한 밸브(138)가 구비되어 있는 관(136)을 통해 제 1 저압 인클로저(10)에 연결되어 있는 주 진공 펌프(134)가 더 나타나 있다.

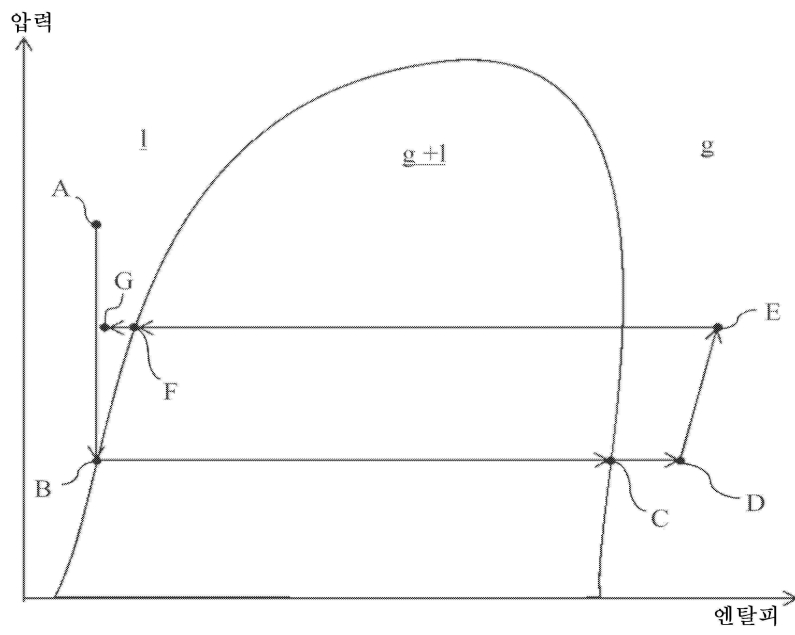
[0126] 특정한 실시 형태를 설명했다. 다양한 변화 및 수정이 당업자에게 명백할 것이다. 특히, 전술한 실시 형태에서 응축기(34)는 수증기가 주변 공기로 냉각되고 액화되는 응축기이지만, 다른 종류의 응축기(34), 예컨대 액체 냉각식 응축기가 사용될 수 있다.

도면

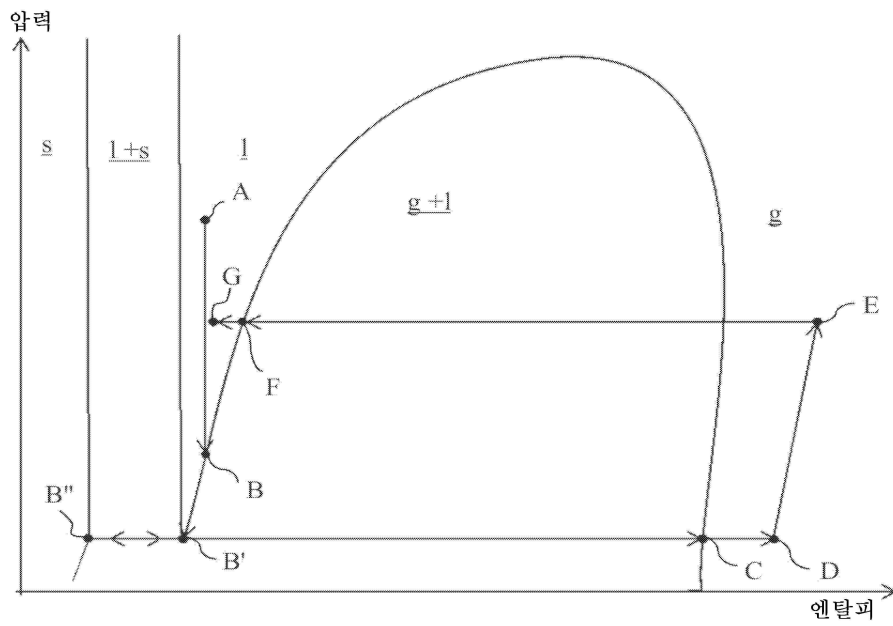
도면1



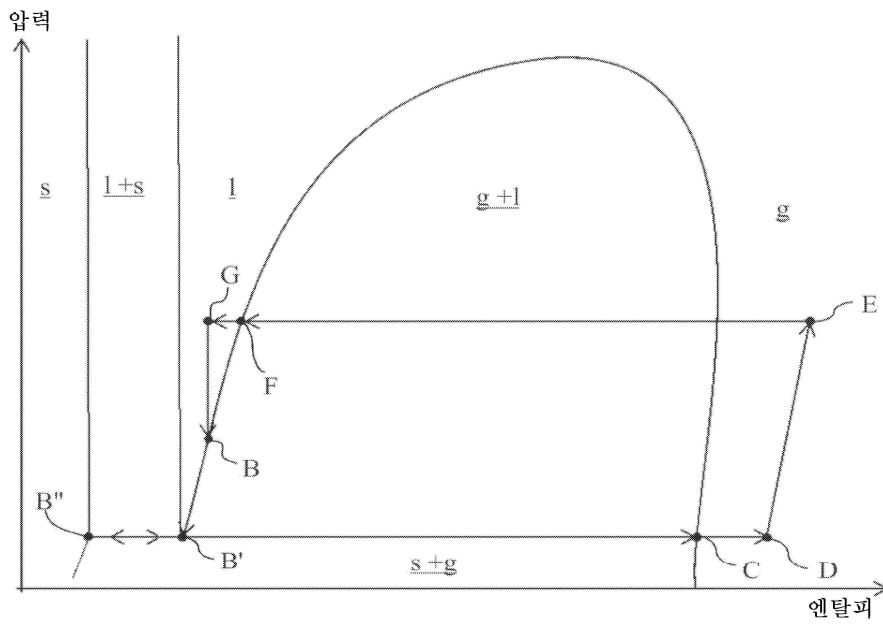
도면2



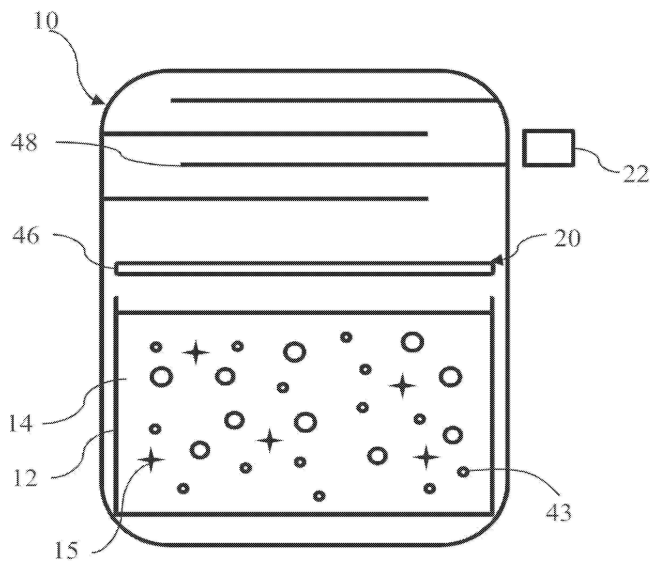
도면3



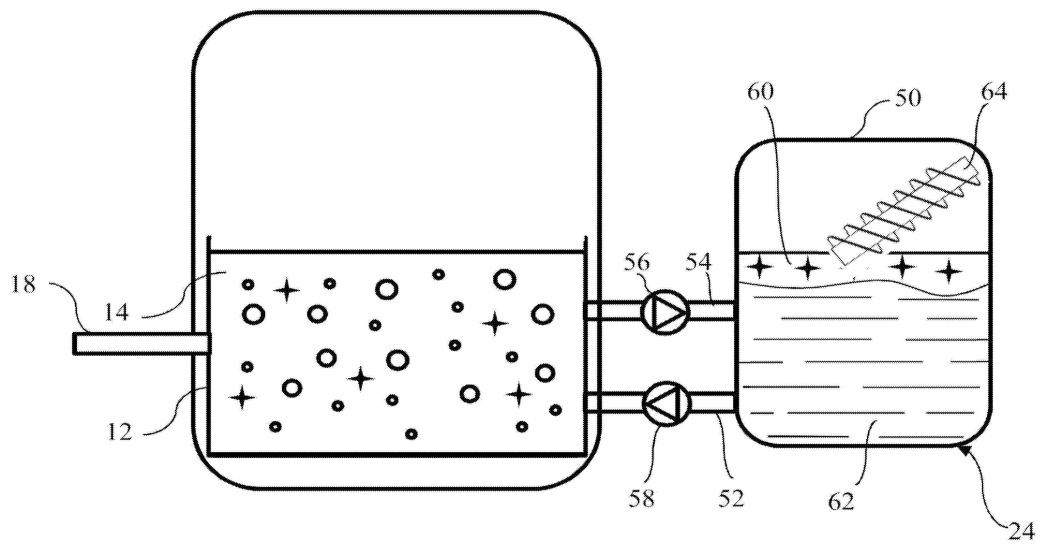
도면4



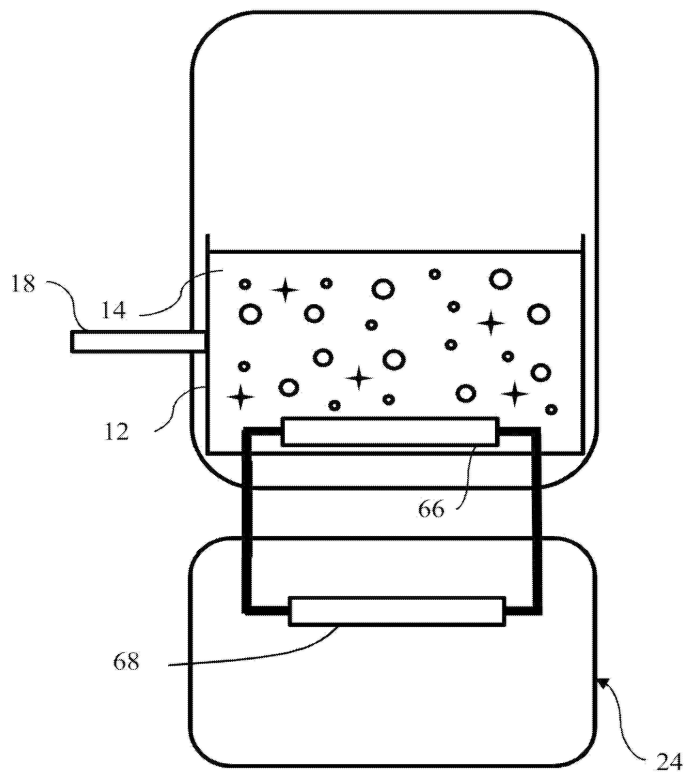
도면5



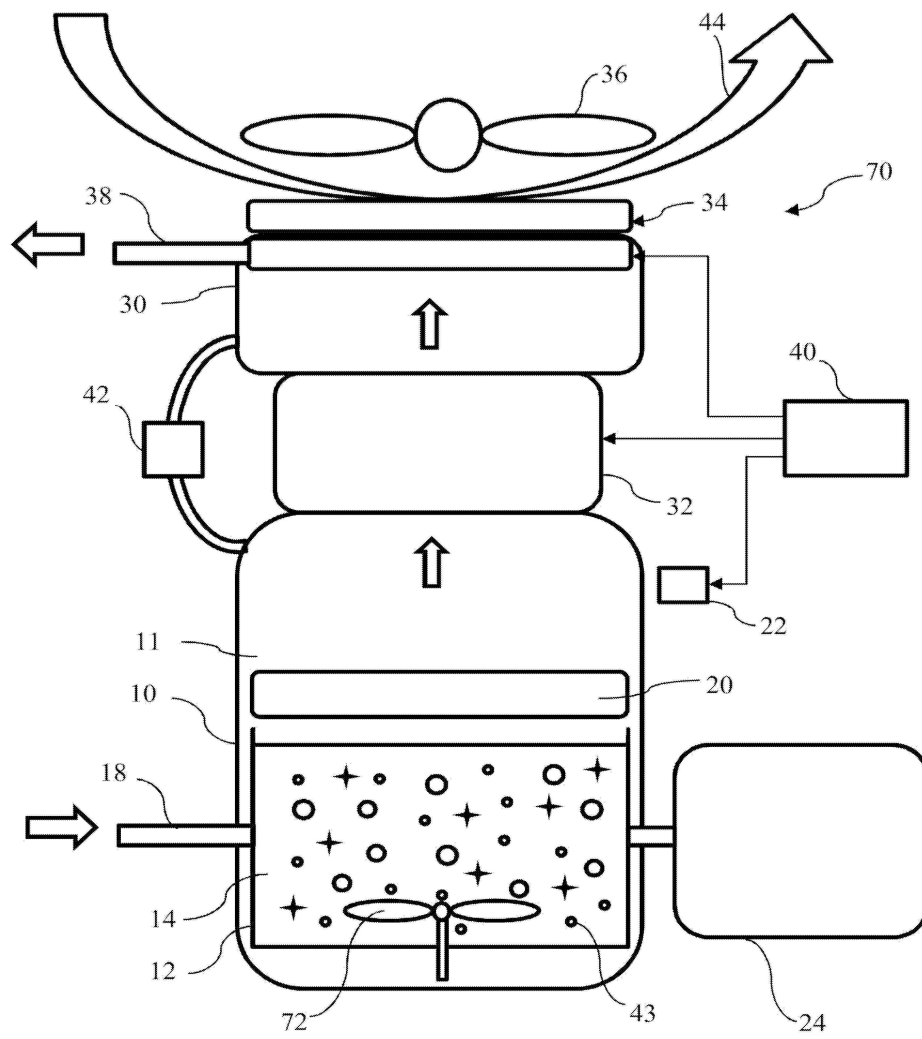
도면6



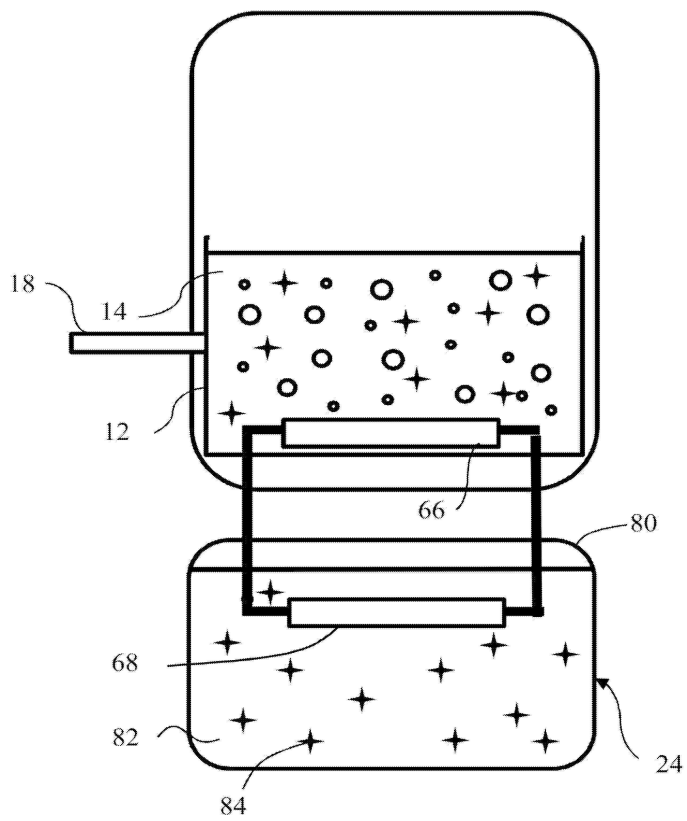
도면7



도면8



도면9



도면10

