



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년07월16일  
 (11) 등록번호 10-0970065  
 (24) 등록일자 2010년07월06일

- (51) Int. Cl.  
*F25B 41/00* (2006.01) *F25B 49/00* (2006.01)  
*F25B 15/00* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7000070
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2005년05월12일  
 심사청구일자 2008년02월13일
- (85) 번역문제출일자 2007년01월02일
- (65) 공개번호 10-2007-0046813
- (43) 공개일자 2007년05월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/016740
- (87) 국제공개번호 WO 2005/121657  
 국제공개일자 2005년12월22일
- (30) 우선권주장  
 11/057,383 2005년02월15일 미국(US)  
 60/576,705 2004년06월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 US06644048 B2\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 어드밴스드 써멀 사이언스 코퍼레이션  
 미국, 캘리포니아 92806, 애나헤임, 3355 라 파르  
 마 로드
- (72) 발명자  
 코완스, 케네스, 더블유  
 미국, 캘리포니아 92835, 풀러톤, 1213 이스트 엘  
 미래도르  
 코완스, 윌리엄, 더블유  
 미국, 캘리포니아 92831, 풀러톤, 2116 엔. 데렉  
 드라이브  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 김상우, 제갈혁, 특허법인필엔은지

전체 청구항 수 : 총 29 항

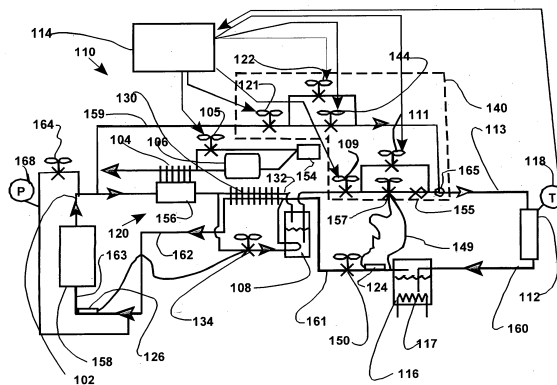
심사관 : 황동윤

**(54) 온도 제어 시스템 및 방법**

**(57) 요약**

공정 기구의 온도와 압력을 제어하는 방법 및 시스템은 상기 공정 기구와 직접적인 열교환 관계를 형성하는 증발 가능한 특성의 냉각제를 사용한다. 가압 냉각제가 응축된 액체와 가스 상태에 모두 제공된다. 상기 응축 액체는 기상의 혼합물로 팽창되고, 상기 가스 상태의 냉각제는 그것의 압력에 의해 결정되는 목표 온도에 도달하기 위해 첨가된다. 따라서, 온도 정정은 가스 압력 조절에 의해 매우 급속하게 이루어질 수 있다. 상기 공정 기구와 동작 파라미터들은, 회수 냉각제가 압축기와 다른 유닛들과의 상용성을 위해 처리되고, 조절될 것을 필요로 한다. 그 결과, 순환은 열적 요구나 변화에 상관없이 연속적으로 이루어질 수 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**주빌라가, 그렌, 더블유**

미국, 캘리포니아 92587, 캐논 레이크, 22500 캐논  
레이크드라이브

**밀란, 이삭**

미국, 캘리포니아 92805, 애나헤임, 245, 465 이.  
센터

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

증발된 유체를 활용하는 것에 의해 열부하(thermal load)의 온도를 제어하는 방법으로서,  
 가스(gas)로 인하여 증발된 유체를 고온, 고압 가스 상태로 가압하는 단계;  
 상기 고온, 고압 가스의 적어도 일부를 가압 액체 상태로 응축하는 단계;  
 상기 가압 액체의 적어도 일부를 더 낮은 온도와 압력에서 포화 증기로 팽창하는 단계;  
 선택된 압력(a selected pressure)에서 포화 증기 미스트(mist)를 제공하기 위해서, 상기 고온, 고압 가스의 선택된 부분을 상기 팽창 포화 증기와 혼합하는 단계;  
 온도 조절을 위해, 상기 혼합 흐름(flow)을 열부하를 거쳐 통과시키는 단계;  
 상기 혼합 흐름(flow)의 압력을 조정하는 것에 의해 상기 열부하의 온도를 조정하는 단계; 및  
 상기 열부하로부터의 흐름을 재 가압(repressurization)을 위한 가스로 복원하는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 혼합 흐름내에서 상기 고온, 고압 가스가 차지하는 비율을 변화시키는 것에 의해 상기 혼합 흐름의 압력을 변화시키는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
 압력의 변화가 증발 잠열이나 응축 잠열로 인한 열에너지 전달을 포함하는 압력과 온도의 범위내에서 상기 포화 증기 미스트를 유지하는 것을 특징으로 하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
 상기 혼합 흐름이 오로지 고온, 고압 가스로만 이루어지는 고온 범위를 제공하는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
 열부하를 통과하기 전에 상기 고온, 고압 가스의 흐름을 추가적으로 가열하는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
 혼합하기 전에, 상기 팽창 포화 증기의 흐름과 상기 고온, 고압 가스의 흐름 사이의 압력 강하를 실질적으로 동등하게 유지하는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

### 청구항 7

제 2 항에 있어서,  
 열부하로부터의 출력 흐름을 상기 가압 증발 액체에서 선택된 최소값 보다 더 낮은 압력 레벨로 가열하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 8**

제 2 항에 있어서,

열부하로부터 회수한 유체를 가압되도록 거꾸로 순환시켜서 상기 유체의 입력 온도를 가압전의 선택된 최대값 이하로 유지하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

회수 라인(return line)내에 응축 유체를 주입시키는 것에 의해, 가압을 위해 회수한 유체를 과열 억제하는 (desuperheating) 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 10**

제 2 항에 있어서,

압력이 선택된 한계 이하일 때, 이용 가능한 전력을 증가시키기 위해서 열부하로부터 회수한 흐름을 가열하고, 상기 고온, 고압 가스의 가압 레벨을 감지하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 11**

제 2 항에 있어서,

열부하로부터 회수된 유체와 가압 액체 상태에서 응축된 유체 사이에서 열에너지를 상호 교환하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 12**

제 3 항에 있어서,

제어 대상 열부하의 온도를 감지하고, 목표 온도에 따라 상기 고온, 고압 가스 흐름의 비율을 조정하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 13**

제 2 항에 있어서,

즉시 팽창(immediate expansion)이 필요하지 않는 경우, 응축 후에 상기 가압 액체의 일부를 저장하는 단계를 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 14**

제 2 항에 있어서,

제 1 및 제 2 흐름의 선택적인 급속한 종료에 의해, 열부하에서 온도 레벨 사이의 급속한 전이(transitions)가 가능하도록 하는 단계를 더 포함하는 열부하의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 15**

내부에 흐르는 유체를 사용하여 공정 설비의 온도를 제어하는 방법으로서,

- (a) 액화와 증발을 위한 전이 온도가 상기 공정 설비의 소망하는 온도 작동 범위내에 있는 유체를 선택하는 단계;
- (b) 상기 유체를 고온, 고압 가스로 가압하는 단계;
- (c) 포화 유체를 제공하기 위하여, 상기 고온, 고압 가스의 제 1 흐름(flow)을 냉각하는 단계;
- (d) 상기 고온, 고압 가스의 가변적인 제 2 흐름을 혼합 구역(mixing zone)으로 이송하는 단계;
- (e) 상기 혼합 구역에 이송되기 전에, 상기 제 1 흐름의 상태를 조절 가능하게 액체/증기 상태로 팽창시키는 단계;

- (f) 조절된 온도 레벨에서 포화 유체 혼합물을 제공하기 위하여, 상기 고온, 고압 가스의 선택된 일부를 상기 액체/증기의 흐름과 선택적으로 혼합하는 단계;
- (g) 직접적인 열교환을 달성하기 위해서, 상기 포화 유체 혼합물을 상기 공정 설비를 통해 이송시키는 단계;
- (h) 상기 공정 설비의 온도를 변화시키기 위해, 상기 포화 유체 혼합물의 압력을 조정하는 단계; 및
- (i) 재 가압을 위해 상기 유체를 재순환시켜서 상기 단계(b) 내지 단계(h)로 구성되는 사이클을 반복하는 단계를 포함하는 공정 설비의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 유체는 증발 가능한 냉각제이고, 상기 공정 설비는 다양한 열부하인 것을 특징으로 하는 공정 설비의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서,

재 가압을 위해 가스 입력을 회수하는 단계는,

미리 결정된 레벨 이상의 입력 온도에 따라 회수 흐름을 과열 억제하는(desuperheating) 단계와,

선택된 범위 이하로 가압 레벨이 더 낮아지도록 회수 흐름을 가열하는 단계를 포함하는 공정 설비의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,

공정 설비로부터 회수된, 응축 가압 유체와 팽창 액체/증기 혼합물 사이에서 열에너지를 상호 교환하는 단계를 더 포함하고;

상기 회수 흐름을 가열하는 단계는

가압의 레벨을 감지하는 단계와, 공정 설비와의 열에너지의 상호교환이 이루어진 후 즉시 상기 회수 흐름을 가열하는 단계를 포함하는 공정 설비의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 19**

제 15 항에 있어서,

상기 공정 설비의 온도를 감지하는 단계,

상기 제 2 흐름의 비율을 조정하는 것에 의해 혼합 흐름의 온도를 조정하는 단계, 및

가압을 위한 선택된 압력과 온도 범위내에서 회수 흐름이 액체가 없도록 처리하는 단계를 포함하는 공정 설비의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 20**

유체를 사용하여 공정 기구의 온도를 제어하는 방법으로서,

압력과 온도에 의존하는 액체/증기 상태를 가지는 냉각제를 120℃와 400psi의 범위에서 압축하는 단계;

가스 상태에 있는 흐름의 일부를 상온에서 고압 액체 상태로 응축하는 단계;

상기 응축된 냉각제 흐름의 일부분을 선택된 온도에서 액체/증기 혼합물로 팽창하는 단계;

상기 혼합물에서 선택된 근소한 압력과 온도를 성취하기 위해서, 고압 가스 상태 흐름의 선택된 일부를 상기 팽창된 흐름과 혼합하는 단계;

상기 냉각제 흐름을 상기 공정 기구와 관련된 열교환에 직접적으로 통과시키는 단계;

액체/증기 혼합물을 유지하면서, 상기 고압 가스 상태 흐름의 비율을 조정하는 것에 의해 상기 공정 기구의 온도를 조정하는 단계; 및

재순환과 재압축을 위해 가스 상태 냉각제를 회수하기 위해서, 상기 냉각제의 온도와 압력을 선택된 범위로 조절하는 단계를 포함하는 공정 기구의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 공정 기구는 다양한 열부하를 제공하고, 이 공정 기구를 통해 흐르는 냉각제의 흐름은 공정 설비에서 -50℃와 +140℃ 사이의 온도를 유지하도록 조절되는 것을 특징으로 하는 공정 기구의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 22**

제 20 항에 있어서,

모드 동작을 250℃까지 가열하는 단계를 더 포함하고, 그리고

포화 유체를 유지하지 않고, 고온 압축 가스를 부가하는 단계와, 최종적인 목표 온도에 도달할 수 있도록 상기 고온 압축 가스에 추가로 열을 가하는 단계를 포함하는 공정 기구의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 23**

제 20 항에 있어서,

상기 냉각제는 미리 결정된 압력-엔탈피 상태에서 액화되고,

상기 방법은, 실질적으로 동일한 압력에서 액화 상태의 냉각제 흐름과 가스 상태의 냉각제 흐름을 혼합하는 단계를 포함하는 공정 기구의 온도를 제어하는 방법.

**청구항 24**

증발 가능 유체와 온도가 제어되는 다양한 열부하의 공정 유닛 사이에서 열에너지를 교환하는 방법으로서,

상기 유체를 가압된 고온 가스 상태로 변환하는 단계;

상기 가압 가스의 제 1 부분을 미리 결정된 압력에서 액체로 응축하는 단계;

상기 미리 결정된 압력에서 상기 가압 가스의 나머지를 별도의 분리된 경로로 돌리는(diverting) 단계;

제 1 압력 및 엔탈피 레벨에 도달되도록 상기 가압 액체를 선택된 압력의 포화 유체로 팽창시키는 단계;

조정된 압력과 엔탈피 레벨을 획득하기 위하여, 상기 가압 가스의 선택된 부분을 추출하는 단계;

목표 압력과 엔탈피를 갖는 유체를 획득하기 위하여, 상기 팽창된 포화 유체와 상기 가압 가스의 추출된 부분을 혼합하는 단계;

상기 목표 압력과 엔탈피를 갖는 혼합 유체를 열부하에 종속되어 응축되거나 증발되는 열교환 관계에 있는 상기 공정 유닛을 통해서 통과시키는 단계;

상기 혼합 유체의 압력을 조정하는 것에 의해 상기 공정 유닛의 온도 레벨을 새로운 레벨로 조정하는 단계;

압력과 온도를 미리 결정된 한계내로 복원하면서 재순환을 위해 상기 혼합 유체를 운송하는 단계;

상기 혼합 유체를 가압, 고온 상태로 재변환하는 단계를 포함하는 열에너지를 교환하는 방법.

**청구항 25**

제 24 항에 있어서,

혼합된 두개 흐름의 상대적인 비율과 무관하게 상기 두개 흐름에 대한 순조로운 제어를 실현하기 위해 상기 팽창된 포화 유체내에 보상 압력 강하(compensating pressure drop)를 도입하는 단계와,

재압축 압력이 설정 최소값 이하인 경우, 재압축전에 회수 흐름(return flow)을 가열하는 것에 의해 온도와 압

력을 복원하는 단계를 포함하는 열에너지를 교환하는 방법.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 온도와 압력을 복원하는 단계는,

입력 온도가 최대값 이상인 경우 재압축 전에 혼합물을 과열 억제하는(desuperheating) 단계를 포함하고,

상기 방법은, 입력 압력이 선택된 최대값 이상인 경우, 상기 입력 압력을 감소시키는 단계를 더 포함하는 열에너지를 교환하는 방법.

**청구항 27**

제 24 항에 있어서,

상기 공정 유닛의 온도를 조정하는 단계는, 증발 가능 유체로서 미세분무 물방울상(misted droplet phase)의 냉각제를 적용하는 단계를 포함하는 열에너지를 교환하는 방법.

**청구항 28**

열 접촉 상태에 있는 제어 대상 유닛의 온도를 제어하기 위해 직접적인 열교환 매체로서 냉각제를 사용하는 방법으로서,

상기 냉각제를 증발점(evaporation point)이상인 압력에서 고온, 고압 증기 상태로 압축하는 단계;

상기 압축된 냉각제의 제 1 흐름을 실현된 압력에서 증발점 이하로 열을 줄이는 것에 의해 액체로 응축하는 단계;

상기 응축된 액체로부터 미세분무 증기 형상(misted vapor form)의 제 1 흐름을 형성하는 단계;

고온 고압 증기로 이루어진 제 2 흐름의 선택된 부분을 상기 제 1 흐름과 혼합하는 단계; 이로 인해, 혼합된 흐름의 온도가 혼합물의 압력이 변화함에 따라 변화될 수 있고, 유체 입자와 주변 가스 사이에서의 증발과 응축에 의해 대부분의 내부에너지가 교환되며;

상기 혼합된 흐름을 상기 제어 대상 유닛과 열교환 관계를 갖도록 하는 단계를 포함하는 냉각제를 사용하는 방법.

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

제 28 항에 있어서,

상기 냉각제는 대기압에서 45℃ 정도의 증발점을 갖고, 400psi로 압축되며,

상기 혼합물은 대기압에서 -50℃와 +140℃ 사이의 온도에서 가스/액체 형상으로 유지되는 것을 특징으로 하는 냉각제를 사용하는 방법.

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

- 청구항 34
- 삭제
- 청구항 35
- 삭제
- 청구항 36
- 삭제
- 청구항 37
- 삭제
- 청구항 38
- 삭제
- 청구항 39
- 삭제
- 청구항 40
- 삭제
- 청구항 41
- 삭제
- 청구항 42
- 삭제
- 청구항 43
- 삭제
- 청구항 44
- 삭제
- 청구항 45
- 삭제
- 청구항 46
- 삭제
- 청구항 47
- 삭제
- 청구항 48
- 삭제
- 청구항 49
- 삭제



청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 Kenneth W. Cowans, Glenn Zubillaga 및 William W. Cowans를 발명자로 하고, "Transfer Direct Heat Exchange System"을 발명의 명칭으로 해서 2004년 2월 6일자로 출원된 미국 임시 출원 No 60/576,705를 우선권 주장의 기초로 한다.

[0002] 가열 및 냉각 시스템과 같은 온도 제어 유닛(TCUs)이 공정 기구나 다른 장치를 선택된 온도와 가변 온도로 설정하거나 유지하기 위해서 널리 사용되고 있다.

배경기술

[0003] 현대의 열 또는 온도 제어 유닛의 전형적인 예는 높은 자본 집약적인 반도체 공장 설비에서 찾을 수 있다. 되도록 많은 비싼 바닥 면적을 보존하기 위해서, TCUs에 관하여 엄격한 공간적인 요구가 놓여진다. 비록 유익한 성능이 얻어진다 하더라도 높은 자본 설비비로 인해 가동중에 중단 시간이 허용되지 않기 때문에, 신뢰성이 보증되어야 한다. 서로 다른 제조 공정에 대해서는 목표 온도가 변화하지만, 특정한 공정이 완료될 때 까지는 일정하게 유지되어야 한다. 많은 산업용 냉각 시스템과 통상의 가정용 냉각 시스템에 있어서, 목표는 선택된 레벨까지 온도를 낮춘 다음에 아주 정확하지 않은 정도의 온도 범위내에서 그 온도를 계속 유지시키는 것이다. 상업적인 시스템에서, 신뢰성이 높고, 지속적인 작동이 성취된다 하더라도 그 성능이 높은 기술적인 생산 기계에 대한 요구에는 미치지 않는다.

[0004] 대부분의 현대 TCUs에서, 기구나 공정의 온도 제어는 하나의 폐사이클을 형성하도록 TCU로부터 설비로 그리고, 다시 그 반대로 순환하는 열전송 매개 유체의 사용에 의해 수행된다. 열전송 유체는, 해당 유체의 최소 동작 압력에서 그것의 끓는점 이하의 소망하는 동작 범위에서 안정적인 것을 선택한다. 또한, 열전송 유체는 그것의 동작 범위내에서 적합한 점도와 유동 특성(flow characteristics)을 가져야 한다. 상기 TCU는 선택된 온도를 유지하기 위해 필요한 냉각을 제공하기 위해서, 현재 생태학적으로 허용가능한 타입의 냉각제를 그 자체에서 사용한다. 상기 TCU는 종래의 액상/기상 사이클을 통해서 냉각제를 순환시킨다. 그러한 사이클에 있어서, 냉각제는 먼저 높은 압력 레벨에서 뜨거운 가스로 압축되고, 그리고 나서 가압된 액체로 응축된다. 상기 가스는 응축기에서 냉각 유체와 밀접한 열적 접촉을 거친 후에 액체로 변형된다. 대기중에서 직접 또는 유체에 둘러싸인 상태에서 액체를 냉각시키는 것은 쉽다. 그리고 나서, 액체 냉각제를 밸브를 통해서 선택된 압력 레벨로 팽창시키는 것에 의해 온도를 더 낮게 유지한다. 이러한 팽창이 액체중 일부를 증발시킴으로써 냉각제가 냉각되고, 이로 인해 더 낮은 포화 압력에서 액체가 균형을 유지하도록 만든다.

[0005] 이러한 팽창 냉각 후, 관련 설비를 목표 온도 레벨로 유지하기 위해서, 상기 냉각제를 열전송 유체와 관련된 열교환기를 통과시킴으로써 상기 열전송 유체를 냉각시킨다. 그 후, 상기 냉각제는 가압 단계에서 기상으로 복귀한다. 필요에 따라 순환 열전송 유체의 온도를 끌어올리는 것이 요구되면, 가열원이 항상 열전송 유체에 공급되어야 한다. 이것이 바로 요구에 따라 전력을 공급받을 수 있고, 순환 유체와 함께 열교환기에 높이는 전기 히

터이다.

[0006] 그러한 TCUs가 다양한 응용에 대해 향상된 신뢰성과 낮은 비용을 가지도록 많은 변형과 개선을 널리 겪어 왔다. 예를 들어, 널리 만들어지는 냉각기에 있어서는 낮은 유지 관리 비용과 수만 시간의 동작 시간이 기대된다. 그러나, 이러한 냉각 시스템들은 좀처럼 넓은 온도 범위에 걸쳐서 작동시키기 힘들고, 더 낮은 비용을 구현하기 위해 냉각된 내용물에 대한 직접적인 열교환 매체로서 종종 공기 유체가 사용된다.

[0007] 반대로, 산업적 응용을 위한 현재적 TCU는, 선택적 온도 레벨에서  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 인 전형적 조건으로 동작해야 하고, 넓은 범위(예를 들어, 특징적인 설치에 대해  $-40^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ )내에서 다른 레벨로 이동해야 한다. 그러한 응용을 위한 대표적인 열전송 유체는 에틸렌글리콜과 물(대부분, 이온이 제거된 형태)의 혼합물이나 "Galden" 또는 "Fluorinert"라는 상표명으로 판매되고 있는 독점적인 수소를 불소로 치환한 유체(perfluorinated fluid)를 포함한다. 이들 유체 및 다른 것들이 이러한 높은 신뢰성과 가변성을 갖는 온도 시스템에 사용될 수 있다. 그러나, 그것들은, 특히 수소를 불소로 치환한 유체, 높은 열전송 효율을 가지지 않으며, TCUs에 관한 몇가지 디자인적 요구가 강제된다. 예를 들어, 열교환기(HEXs)와 제어되는 도구 또는 다른 설비를 통해서 열전송 유체를 순환시키기 위해서, 펌핑 시스템을 위한 에너지와 공간이 필요하다. 에너지 손실 요인에 따르면, 열을 전송하기 위해서 요구되는 온도차로 인해 열교환기내에 에너지 손실이 있고, TCU와 연결되는 도관들내에서 만나게 되는 손실이나 제어되는 설비로부터의 손실이 존재한다. 냉각될 장치의 주변부 공간에는 도관의 실질적 길이를 위해 일정한 여유가 요구되며, 이것이 에너지 손실을 초래할 뿐만 아니라 공정 도구의 온도를 안정화시키는데 필요한 시간을 증가시킨다. 통상적으로 더 큰 부피를 갖는 TCU에 있어서, 더 먼 TCU는 제어 장치로부터 멀리 떨어져서 위치할 필요가 있다. 정해진 경로를 따라 흐르는 다량의 유체는 그들이 초래하는 손실을 보상하기 위해서 에너지와 더불어 시간을 필요로 한다. 제어 장치의 온도 변화는 상기 도관내에 함유되어 있는 열전송 유체와 함께 TCU 및 제어 장치에 연결되는 도관에 영향을 미친다. 이것은 열전송 유체가 도관 벽과 밀접한 열적 접촉을 갖기 때문이다. 제어 장치와 가장 가까이 있는 도관의 끝에서 배출되는 유체는 도관 벽의 온도와 실질적으로 동일한 온도로 상기 제어 장치에 도달하고, 이들 도관 벽들은 제어 장치가 유사한 온도 변화를 겪기 전에 먼저 온도가 변화되어져 있어야 한다.

[0008] 시스템과 결과에 대한 지속적인 개선 요구에 따라, TCU에 대한 이들 손실의 최소화가 요구된다. 가능하다면, 시스템은 콤팩트(compact)해야 하고, 자본 비용이 낮아야 하며, 수명이 길게 연장되어야 하고, 신뢰성 높은 특성이 기대되어야 한다.

[0009] 지금까지 간단한 냉각 시스템에 대해서는 별도의 열전송 유체 없이 냉각제만을 사용했고, 냉각 사이클이 사이클로부터 물리적으로 일정하게 벗어난 거리에서는 직접적인 냉각제의 사용을 금지함으로써 상(象) 변화가 강제되는 것으로 생각된다. 종래의 냉각제는 본질적으로 에너지의 축적과 변환을 위해 상(象) 변화를 수반하고, 이로 인해 압축기와 다른 콤포넌트(component)s들의 안정적이고, 신뢰성 높은 동작을 위해 냉각 사이클의 각 포인트에서 기상과 액상의 혼합이나 적절한 상태가 되어야 한다. 다양한 열적 부하를 가지는 열교환기내에서 냉각제와 같은 포화 유체를 직접적으로 사용하는 것은 엄청난 시스템적인 문제를 야기한다.

[0010] 본 출원은 매우 빠른 온도 변화 응답이 가능한 높은 효율의 시스템내에 높은 열전송 효율을 구현하는 액체와 기체의 혼합물로 이루어진 냉각제를 직접적으로 채택하고 있는 최초의 시스템을 개시한다. 이 시스템은 목표 온도 사이에서 다른 레벨로 이동하는데 필요한 실질적인 시간 지연과, 도관과 HEXs내에서의 실질적인 에너지 손실 및 제어 대상이 되는 장치에서 온도 레벨을 정정하기 위해 필요한 실질적인 시간 지연들을 제거한다.

**발명의 상세한 설명**

[0011] 본 발명에 따른 시스템과 방법은 넓은 온도 범위에 걸쳐서, 그리고 고속 응답과 높은 열효율을 가진 냉각원 또는 가열원으로서 다양한 상(phase)을 가진 냉각제를 채택하고 있다. 상기 냉각제는 그것의 열 제어 범위의 주요한 부분 동안 액체와 증기의 포화 혼합물로서 유지되고, 다양한 열부하로서 기능하는 제어 유닛과 직접적으로 접촉한다. 제어 대상 설비의 온도는 상기 포화 유체 혼합물의 압력을 변화시키는 것에 의해 매우 신속하게 조정될 수 있다. 도관, HEXs 및 유체 매스(fluid masses)에서의 에너지 손실은 최소화되고, 이들 콤포넌트들의 온도에서 변화로 인해 냉각된 장치의 온도 응답에서의 시간 지연은 실질적으로 제거된다.

[0012] 더 구체적인 예에 있어서, 본 발명에 따른 시스템과 방법은 순환하는 냉각제를 고온, 고압 상태로 압축하지만, 응축된 기체/증기 미스트(mist)의 분리된 흐름 뿐만 아니라 고온 가스 흐름에 대한 비례 제어를 제공한다. 상기 액체/증기 미스트는 초기에 응축된 냉각제의 팽창된 흐름을 포함하지만, 제어 대상 장치에 대한 결정된 세트 포인트(set point)에 따라 제어기에 의해 결정된 고온 가스의 균형 잡힌 흐름과 조합된다. 이 때문에, 두 개의 흐

름은 함께 혼합 회로로 들어 가고, 포화 유체가 목표 온도와 압력에 의해 초래된다. 또한, 팽창 밸브 장치에 있는 고유한 흐름 비선형성을 보상하기 위해서 팽창된 흐름내에 압력 강하가 도입된다. 그리고 나서, 상기 포화 유체 그 자체는 제어 대상 공정이나 설비를 통해 직접적으로 전달된다. 상기 제어 대상 공정이나 설비의 온도가 측정되고, 그 측정 신호가 제어기로 보내진다. 이 제어기는 압력 변화에 의해 제어 대상 시스템의 온도를 간단하고, 신속하게 변화시킬 수 있다. 냉각과 가열을 초래하는 매체의 온도를 변환시키는 것에 의해, 온도에서의 그러한 변화는 압력 변화에 뒤이어 바로 제어 대상 장치에 대해 이용가능하게 만들 수 있다. 이것은 제어 대상 장치와 접촉하는 분리된 열교환 유체의 사용으로부터 초래되는 온도 변화와 열교환 손실을 제거한다.

[0013] 여기에 효과적으로 기재된 본 발명은 제어 대상 장치에 대해 적용된 전력에서의 변화의 영향과 충분히 상호 작용할 수 있도록 급속하게 제어 대상 장치를 가열하거나 냉각시킬 수 있다. 그러므로, 상기 제어 대상 장치는 변하지 않는 온도로 유지된다.

[0014] 궁극적인 직접 열교환을 위해 완전한 연속 사이클을 통해서 냉각제를 이동함에 있어서, 냉각제의 상(phase)이 처음부터 끝까지 안정되는 것을 보장하기 위해 다양한 새로운 수단들이 활용되었다. 예를 들어, 압축 단계에서, 입력 온도와 압력의 균형은 압축기 입력 온도에 대해 응답하는 완열 밸브(desuperheating valve)를 채택하는 것에 의해 압축기에서 유지되고, 필요한 경우, 압축기 입력에서의 입력 흐름이 적절한 범위에서 이루어질 수 있도록 보장하기 위해서 전기 가열기가 설치된 공급 루프(feed-through loop)와 열교환 시스템이 통합된다. 이러한 균형은 또한 압축기로 회수된 냉각제가 선택된 압력 범위내에서 뿐만 아니라 액체를 벗어날 수 있도록 보장한다. 덧붙여, 압축기에 대한 입력 압력은 제어 대상 공정으로부터의 회수 흐름 경로내에 있는 클로즈-온-라이즈 밸브(close-on-rise valve)에 의해 제한된다.

[0015] 응축된 냉각제의 흐름을 위한 경로는 외부적으로 안정화된 종래의 냉각 자동 온도 조절 팽창 밸브(TXV)를 포함하는 반면에, 혼합 회로에 대한 고온 가스 바이패스 흐름 경로는 비례 밸브를 포함한다. 상기 비례 밸브는 제어기 시스템으로부터의 제어 신호에 응답하는데, 이 제어기 시스템은 전달되는 혼합물에 대해 원하는 압력과 온도를 성취할 수 있도록 흐름의 비율을 지시한다.

[0016] 시스템은 또한, 온도 범위의 최상단에서 단지 고온 가스를 활용하는 것에 의해 혼합 범위를 벗어나서 가열할 수도 있다. 고온 제어가 단지 고온 가압 가스만을 사용하여 도달할 필요가 있을 때, 상기 비례 밸브는 완전히 개방되고, 상기 열팽창 밸브는 체크 밸브의 스프링상에 미리 결정된 압력 경감 부하가 놓인 스프링 부착 밸브의 액션에 의해 닫힌다. 선택적으로, 냉각제는 온도를 더 높게 끌어올리기 위해서 외부적으로 가열될 것이다. 이러한 후자의 케이스에서, 역류 HEX가 또한 효율적인 방법으로 가열 범위를 더 높이 확장하기 위해서 채택된다.

[0017] 시스템은 상온 가압 냉각제의 열 팽창을 사용하는 것만으로 냉각 모드에서 뿐만 아니라 혼합 유체와 고온 가스 모드에서의 온도의 범위를 가로질러 유닛의 제어가 가능하도록 설계된다.

### 실시예

[0027] 도 1에는 하나의 예로서 대략 -50℃ ~ +140℃의 범위에서 동작하는 온도 제어 유닛(TCU)(110)의 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 다른 온도 범위가 어느 정도까지는 냉각제와 부하에 따라 활용될 수 있으며, 주어진 예는 예를 들어 R507 냉각제를 사용하는 것을 가정한다. 상기 TCU(110)는 콤팩트 유닛이고, 적당한 크기, 강화된 경제성 및 신속한 응답으로 특징지어진다. 온도 레벨은 관련된 장치와 연결되는 라인의 길이와 상관없이 서로 다른 목표 레벨에서 안정적으로 유지된다. 이 실시예에서의 TCU(110)는 반도체 제조를 위한 클러스터 기구(cluster tool)와 같은 기구(112)의 온도를 조절하는 것을 목적으로 한다. 이러한 기구는 온도 제어 유체(athermal control fluid)를 통과시키기 위해 내부 통로를 가진다. 상기 TCU는 서로 다른 제조 공정중의 동작 사이클을 위해 기구에 대한 서로 다른 목표 온도를 수립한다.

[0028] 시스템에는 안토니오(Antoniou)와 크리스토퍼슨(Christofferson)의 No. 6,783,080 특허에 기재된 타입의 비례,미분,적분(PID) 제어기와 같은 제어기(114)가 설치되는데, 이 제어기는 사용하기 쉬운 셋업 시스템(user-friendly setup system)을 포함하고, 다수의 서로 다른 형식의 명령을 수신하기에 적합하다. 상기 TCU(110)에는, 출력 라인(102)에서 400psi 또는 그 이상의 압력과, 대략 120℃의 온도에서 뜨거운 가스 냉각제의 가압 출력을 제공하는 저비용의 신뢰성 높은 상업적 냉각 압축기(158)가 채택된다. 상기 기구(112)에서의 온도는 기구(112)에 위치하고 있는 변환기(transducer)(118)에 의해 감지되고, 그 측정 신호는 상기 제어기(114)로 귀환된다. 이 온도 신호는 제어기(114)에서 여러 가지 목적을 위해 사용된다. 예를 들어, 이 온도 신호는 제어 대상 장치(112)로 액체와 기체의 혼합물을 소망하는 온도로 제공하기 위해서, 응축기(156)에서 뜨거운 압축기 출력의 액화 후 포화 유체의 흐름과 압축기(58) 출력으로부터 직접 뜨거운 기체를 제공하는 제어가능 비례

밸브(144)의 개방을 조절할 수 있다.

[0029] 이러한 목적들을 달성하기 위해서, 압축기(158)로부터의 뜨거운 기체 흐름은 두개의 흐름 경로로 나누어지고, 그 중의 하나는 설비 용수원(facility water source)(154)에 의한 액체를 냉각하는 열교환기(HEX)(104)를 포함하는 종래의 응축기(156)를 포함하는 압축기 제어 시스템(120)으로 들어간다. 공기 냉각 응축기가 동일하게 채택될 수 있는데, 액체 냉각은 하나의 예로서 선택된 것일 뿐이다. 물은 제어기(114)에 반응하는 제어 가능 바이패스 밸브(controllable bypass valve)(105)나 압축기(158)의 출력 압력에 반응하는 조절되는 용수 밸브(controlled water valve)(106)중 어느 하나를 거쳐서 응축기(156)내의 HEX(104)로 공급된다. 바이패스 밸브(105)는 최대 냉각 작용력이 필요할 때면 언제나 구동된다. 개방 밸브(opening valve)(105)는 가능한 가장 차가운 물이 응축기(156)에 공급되도록 한다. 이것이 응축 온도를 가능한 낮게 하여 최대 냉각 출력을 가지는 시스템을 제공하도록 한다. 출력 압력은 냉각제 흐름 제어 밸브(106)에 함유되어 있는 변환기(transducer)에 의해 측정되는데, 이 밸브는 압축기 헤드 압력 레귤레이터(compressor head pressure regulator)로 불리는 상업적으로 이용 가능한 유닛이다. 이것은 하나의 중요한 이유 또는 다른 이유 때문에 냉각수의 공급이 지나치게 차거나 지나치게 풍족한 경우에 사용되는 냉각 시스템에 응용된다. 하나의 대표적인 응용이 경제성이나 효율성 때문에 냉각수의 공급을 제한하는 냉각제 흐름 제어기를 사용하는 것이다. 본 발명에서, 제어기(106)는 위와 동일한 목적으로 사용되었지만, 제어기(106)는 대부분의 동작 모드에 대해 압축기(158)의 출력을 높은 압력 레벨로 유지하는 것을 주요한 기능으로 한다. 이러한 높은 압력은 압축기를 강한 열원으로 작용하도록 하기 위해서 필요하다.

[0030] 냉각제 흐름 제어기(106)의 사용에 대한 부수적인 이익은 본 발명에 개시된 시스템으로 하여금 냉각수의 매우 효율적인 사용자가 되도록 하는 것이다. 대표적으로, 이러한 냉각수는 반도체 제조 공장에서 냉각탑 또는 다른 설비에 의해 냉각되는 수원(source)으로부터 공급된다. 냉각수를 운용하기 위해 필요한 전력이 제조 설비에 의해 사용되는 전체 전력의 중요한 부분을 이룬다. 수원(source)(154)로부터 응축기 HEX(104)로의 냉각수 공급은 압축기 출력 압력을 실질적으로 일정하게 유지하기 위해서 압축기(158) 출력 압력에 따라 반대로 변화한다. 압축기 제어 시스템(120)은 또한 역류 부냉각기(countercurrent subcooler)(130)와 상호작용 하는 것을 포함한다. 이러한 부냉각기가 사용되는 경우, 상기 상호 작용은 밸브(134)의 출력과 기구(112)로부터 귀환되는 냉각 기체를 결합시키는 상기 부냉각기의 배출 경로내에 완열 밸브(desuperheater valve)(134)로부터의 출력을 분사하는 것을 포함한다. 이로 인해, 상기 배출되는 회수 흐름(outgoing return flow)이 상기 부냉각기(130)내에서 냉각된다. 혼합 부냉각기(어떤 응용에 대해서는 선택적인)내로의 이러한 반대의 유입 흐름(incoming opposite flow)은 팽창 및 제어 회로(이하에서 상술함)내로 보내진다. 부냉각기(130)를 통해 기구의 온도를 제어하는 상기 유입 흐름은 상기 완열 밸브(134)를 거쳐서 부냉각기(130)의 측면으로 입력되는 회수흐름으로 완결된다. 이러한 설치(arrangement)와 그 목적은 William W. Cowans에 의한 특허 No. 6446446에 따른다.

[0031] 또한, 뜨거운 기체 바이스페이스 밸브(HGBV)(164)는 응축기 입력과 출력 사이에 위치한다. 입력측 압력이 미리 설정된 레벨 이하로 떨어지면, 상기 HGBV는 압축기 출력에서 압축기 입력으로 직접 관통하는 흐름을 허용한다. 상기 HGBV는 상업적인 표준 냉각 제어 콤포넌트이다. 압축기(158)로의 입력에서의 압력은 압축기 설계에 의해 결정되는 레벨 이하로 떨어지지 않는다. 이것은 냉각 압축기가 냉각제내에 운반되어 혼합되는 오일에 의해 매끄럽게 되기 때문이다. 낮은 압력에서, 오일의 과도한 운반(carryover)은 응축기 기체를 매끄럽게 하는데 부적절하다. 냉각 압축기는 또한 손실의 발생 없이 겪을 수 있는 압축비로 제한된다. 이것은 냉각 압축기가 압축되었을 때, 기체에 의해 겪게 되는 단열적인 가열로 인한 것이다. 120℃ 정도 이상의 방출 기체 온도(discharge gas temperature)에서 냉각 압축기는 문제를 유발할 수 있다. 상기 HGBV는 이러한 문제를 완화시킨다.

[0032] 상술한 메카니즘은 상업적인 냉각 설비에서 압축기 관리에 대한 몇가지 표준 접근법을 포함하고 있지만, 시스템의 작동을 기술하는 섹션에서 나타내는 바와 같이, 여기서 논의하는 발명에 대한 유일한 접근법을 포함한다.

[0033] 부냉각기(130)로부터의 액체 라인(132)내의 유체는 뜨거운 기체 라인(159)내의 별도의 뜨거운 기체 흐름과 유사한데, 둘 다 혼합 회로(140)로 유입된다. 라인 159내에 있는 뜨거운 기체 흐름은 비레 밸브(144)를 가로지르게 되고, 이 비레 밸브는 혼합 회로(140)내에 제공되는 뜨거운 기체 흐름내의 압력의 선택된 감소를 보장하는 제어기(114) 신호에 의해 제어된다. 상기 밸브(144)는 흐름을 변화시킴과 동시에 압력을 변화시킨다. 증기/액체 라인(132)으로부터 혼합 회로(140)로 제공되는 단독 입력은 열적 팽창 밸브(TXV)(157)를 거쳐서 제어된다. 이것은 자동온도조절 팽창 타입(thermostatic expansion type)의 통상적인 냉각 밸브로서 동작한다. TXVs는 격막 작동 밸브(diaphragm operated valves)이고, 이 격막의 일측은 저압 냉각 회로내의 적합한 지점에서의 냉각제 압력으로 유지되고, 타측은 실질적으로 동일한 압력 지점에서의 온도에 대한 포화 압력 상태에 있다. 상기 회로내의 동일 압력 지점에 위치하는 센싱 밸브(또는 감지 밸브)(sensing bulb)(124)는 냉각제 기체로 가득차게 되는데,

밸브가 이러한 포화 압력을 제공하도록 설치되는 지점에 대응되도록 포화 압력으로 존재한다. 도 1에 도시된 TCU 회로에서, 도관 149는 상기 밸브(124)에서 가장 가깝게 위치하는 출력 라인(161)과 연결되어 있고, 밸브(124)에 가까운 저압 레벨에서의 압력과 균등해진다. 이것을 외부 균등화로 부른다.

[0034] 비례 밸브(144)가 완전히 닫히게 되면, 도 1에 도시된 TCU 회로는 통상적인 증기 사이클 냉각 시스템으로 기능하게 될 것이다. 이러한 정상적인 동작에 있어서, 상기 TXV는 시스템이 실현할 수 있는 최대 냉각을 산출하기 위해서 냉각 출력을 조절한다. 격막-조절(diaphragm-regulated) TXV(157)의 활동은 완전히 순수한 증기로 끓일 수 있도록 팽창된 액체-증기 혼합물의 최대양을 공급하는 방법으로 라인을 통해 고압 냉각제 액체의 흐름을 억압한다. 그러나, 주요한 동작 모드에서, 밸브(144)가 완전히 닫히지 않으면, TXV(157)는 밸브(144)로부터의 뜨거운 기체와 혼합되기 위해 선택된 비율의 미세 분무 액체 증기(misted liquid vapor)를 공급한다. 이와 같이, 상기 TXV(157)는 도관 149를 통해서 기구(112)로부터의 회수라인과 이어지는(communicate) 압력에 의해 외부와 균등화된다. 상기 TXV(157)의 출력은 델타 P 밸브(delta P valve)(155)를 통해 흐르고, 이 델타 P 밸브는 TXV(157)의 출력과 믹싱 티(mixing Tee)(165) 사이에서의 유체 압력 강하(delta p)를 생성하는 스프링 부착 체크 밸브(spring-loaded check valve)를 포함한다. 상기 델타 P 밸브(155)를 가로지르는 전체 압력은, 압축기(159)의 모든 출력이 오로지 비례 밸브(144)만을 가로질러 흐를 때, 뜨거운 기체 라인내에서 완전히 개방된 비례 밸브(144)를 가로지르는 압력 강하 보다 더 크다. 이것은 100% 고온 기체로부터 100% 팽창된 액체에 이르기까지 혼합된 흐름의 순조로운 제어를 실현하고, TXV의 비선형 특성과 비례 밸브(144)가 아무리 크게 개방된다 하더라도 비례 밸브를 가로지르는 압력 강하는 항상 존재한다는 사실을 극복한다. 고온 기체 흐름이 완전히 오픈되면, 체크 밸브는 TXV의 흐름을 막는다. 따라서, TXV(157)와 델타 P 밸브(155)의 출력은 기본적으로 온도가 델타 P 밸브(155)의 출력에서의 압력에 의해 결정되는 포화 유체이다. 상기 압력은 비례 밸브(144)의 설정을 변화시키는 것에 의해 급속하게 변화시킬 수 있고, 이로 인해 흐름이 변화되고, 압력이 변화된다. 따라서, 상기 온도는 기구(112)의 온도를 정정하는 것과 거의 동시에 조절될 수 있다. 상기 기구의 온도는 기구 온도에 반응하는 온도 센서(118)에서 측정되어 제어기(114)에게 신호로 보내지는 온도이다.

[0035] 또한, 상기 시스템은 기구(112)로부터의 회수라인내에 클로즈 온 라이즈 (Close on Rise: COR) 밸브(150)을 포함한다. 이 밸브(150)는 압축기(158)의 입력측 압력에서 과도한 압력 상승이 발생하지 않도록 막는 보호 수단으로서 동작한다. 이것은 상업적으로 이용 가능한 냉각 콤포넌트이고, 전통적으로 이러한 목적을 위해 사용되었다. 본 발명에서, 그것은 동일한 목적을 위해 사용되었으나 TCU가 열 펌프로 동작하도록 한다. 이에 대해서는 상세히 후술한다.

[0036] 솔레노이드 밸브(121)는 비례 밸브(144)로 가는 고온 기체 라인(159)내에 설치된다. 어떤 시스템에서는 비례 밸브(144)를 닫는 과정에서 초래되는 시간 지연 없이 냉각을 성취하자 마자 고온 기체의 흐름을 인터럽트할 필요가 있기 때문에 신속한 응답 시간을 가지는 밸브(121)가 포함된다. 또한, TCU 시스템이 즉시 가열할 필요가 있는 부하를 제어하기 위해서는 몇가지 요건들이 있다. 이것들을 수용하기 위해서, 솔레노이드 밸브(122)는 비례 밸브(144)의 동작을 섀트하는데(shunt) 또한 사용될 수 있다. 갑자기 가열이 필요한 시스템의 동작을 돕기 위해서, 또 하나의 솔레노이드 밸브(109)가 TXV(157)를 통한 흐름을 실질적으로 동시에 차단할 목적으로 TXV(157)에 대한 라인내에 포함될 수 있다. 즉각적인 냉각이 필요한 시스템을 위해, 또 하나의 다른 솔레노이드 밸브(111)가 TXV(157)의 동작을 섀트하기(shunt) 위해서 포함될 수 있다.

[0037] 수납기(receiver)(108)가 도 1에 도시되어 있다. 이것은 냉각제를 위한 상대적으로 작은 저장기이고, 급속한 가열이 진행되는 동안 냉각 잠열을 축적할 필요가 있는 시스템에 필요하다. 수납기는 응축기(156)의 액체 출력을 획득하고, 그러한 액체의 양이 TXV에 의해 사용되는 양을 초과하여 생성되는 경우 응축된 액체를 저장하는 장치이다.

[0038] 혼합 회로(140)에서 비례 밸브(144)와 TXV(157)의 출력의 하류, 냉각제의 두 흐름은 믹싱 티(mixing Tee)(165)에서 혼합된다. 그러한 혼합 후에, 출력 흐름은 기구(112)를 가열하거나 냉각하기 위해서 공급 라인(113)을 거쳐서 이동한다. 기구(112)를 떠난 후에, 증기와 액체의 혼합물은 회수라인(160)을 거쳐서 TCU로 회수된다.

[0039] 상기 TCU 에서 일어나는 냉각제의 회수를 위한 첫번째 공정이나 조건은 전기적 가열이다. 이것은 히터(heater)(117)에 의해 유발된다. 도 1에서, 상기 히터(117)는 가열된 축열기(accumulator)(116)내의 액체속에 잠겨 있는 것 처럼 도시되어 있다. 이것은 단지 본 발명의 한 실시예에 불과하다. 도 2에 도시된 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 히터는 HEX(216)내에 잠겨 있고, HEX(216)을 거쳐서 통과하는 냉각제와 관련된 열교환기내에 위치하고 있다. 가열된 축열기(116)와 HEX(216)의 차이점은 축열기는 액체 저장을 위해 아주 큰 용량을 가지고, HEX(216)는 열 전달 기능을 수행하기 위해 필요한 정도의 냉각제 양을 위한 용량만을 가진다는 것이다.

[0040] 냉각제가 축열기(116)(도 1)나 HEX(216)(도 2)를 거쳐서 나감에 따라, 냉각제는 센서 밸브(124)와 균등화 라인(149)에 부착된 회수라인(161)을 거쳐서 지나간다. 그때 부터, 회수라인(161)은 부냉각기(130)의 회수경로와 연결된다. 부냉각기(130)로부터 배출된 후, 냉각제는 냉각기를 압축기(158)의 흡입 입력부(163)로 회수시키는 흡입 라인(162) 속으로 지나간다.

[0041] **시스템의 동작**

[0042] 직관에 반하는 냉각 사이클이 개시된다. 이 사이클은 도 3의 플로우 차트에 순차적으로 도시된 바와 같이, 온도가 제어되는 시스템과 관련된 열 교환기내의 포화 유체(미세 분무 액체와 증기)의 과도적인 상을 유지하는데 초점을 맞추고 있다. 적절한 내부 조작과 더불어 포화된 상(phase)의 사용은 냉각 유체와 사이클이 온도 제어에 대해 직접 적용 가능하도록 한다. 그러나, 이미 타파된 상(phase) 변화와 안정 장벽이 극복되지 않을 수 있다. 선택된 압력의 균형 상태에서 액체 물방울(liquid droplet)과 증기 미스트(vapor mist)를 생성하는 것에 의해, 온도는 미리 결정된다. 더구나, 열적 에너지 상호 교환에 대한 용량은 순수한 액체나 순수한 기체상에서 보다 실질적으로 더 높다. 왜냐하면, 증발과 액화의 역학은 열을 표면으로 전달하는 능력을 확장하고, 순수한 액체와 순수한 가스상에서 모두 존재하는 엄격한 열 전도 효과에 반하기 때문이다.

[0043] 온도는 유체를 순수한 기체 상으로 바꾸고, 순수한 액체 상으로 바꾸는데, 둘다 단지 열에너지 전도에 의존한다. 중간 영역에서, 이들 순수한 모노 상(mono-phase) 상태 사이에서 혼합 액체/증기가 존재한다. 액체 물방울(liquid droplets)내로 그리고 액체 물방울 외부로의 증기의 운반은 증발의 더 낮은 압력, 더 낮은 온도와 함께 온도나 압력에 의존하는 것으로 보여질 수 있다. 그러나, 평형 상태의 온도로부터, 실질적으로 일정한 온도에서 모든 증기가 액화되거나 열이 증발로 없어질 때까지, 전체 매스(mass)가 증발되거나 응축될 때까지 열은 냉각원으로 공급된다. 이것은 액체/증기 혼합물이 변화되는 것에 따라 열교환 영역에서 유닛의 온도, 압력을 변화시키는 것에 의해 액체/증기 혼합물이 일정한 온도 싱크(sink)나 소스(source) 및 반대의 방법(contray-wise)으로서 사용될 수 있다는 것을 의미한다. 압력의 변화가 수백 m/s의 음속으로 유체를 통해서 운반된다는 사실 때문에, 이러한 변화가 극히 급속하게 진행된다는 것이 중요하다.

[0044] 도 1을 참조하면, 주요한 혼합 구역(mixing zone)은 둘다 압축기(158)의 출력 라인(102)으로부터 분기된, 비례 밸브(144)로부터의 고온 기체 출력과 TXV(157)로부터의 액체와 증기의 출력을 포함하는 혼합 시스템(140)내의 구성요소를 포함한다. 예를 들어, 400psi의 출력 압력을 사용하면, 냉각된 응축기(156)로부터 TXV(157)로의 액화 출력은 실질적으로 압력이 동일해질 것이다. TXV(157)에서의 팽창후에, 제어기(114)에 의한 명령에 따라 TXV(157)는 미세 액체 분무 흐름(misted liquid flow)을 제공한다. 이러한 미세 액체 분무의 열교환 특성은 맥 아담, W. H.(McAdams, W. H.)에 의해 저술되고, 뉴욕에 있는 맥그로우-힐 북 컴퍼니(McGraw-Hill Book Company)에서 1954년에 발간한 "열 전송"이라는 책의 페이지 335 내지 402에 제시된 방정식에 따른다. 믹싱 헤드(mixing head)(165)로 들어오는 제어기에 의해 미리 결정된 고온 기체 흐름과 미세 액체 분무의 조합은, 비례 밸브(144)로부터의 고온 기체와 더불어 TXV(157)로부터의 액체와 증기의 혼합물내에 온도의 평형 상태를 만들기 위해 조절되는 물방울의 크기가 축소 된다. 따라서, 144로부터의 고온 기체와 TXV(157)로부터의 액체/증기를 혼합하는 공정은 제어 대상 기구(112)에 대한 입력에서 냉각제에 대해 제어된 온도와 압력을 공급할 수 있다. 혼합 회로(140)는 델타 P 밸브(155)를 추가로 포함하는데, 이 델타 P 밸브는 비례 밸브가 넓게 개방되었을 때, 비례 밸브(144)에서의 고유한 압력 강하 보다 실질적으로 더 크지 않은 압력 강하를 초래한다. 그리고, 상기 믹싱 헤드(165)와 델타 P 밸브(155)는 밸브(144)가 넓게 개방되었을 때, 액체/증기 라인(132)내에서 혼합물의 역류를 방지한다.

[0045] 전형적인 냉각 회로(부냉각기를 가진)는, 도 4와 같이 고전 열역학 사이클인 401에서 402로, 402에서 403으로, 403에서 404로, 404에서 405로, 다시 405에서 401로 동작한다. 이러한 방법으로 회로에서의 압력에 대한 엔탈피(enthalpy)를 작도(plotting)하는 것에 의해, 도 1의 압축기(158)가 압력을 끌어올리고, 또한 엔탈피를 더 높게 한다는 것을 알 수 있다. 이는 라인 401 내지 402의 기온기가 압력과 엔탈피의 진폭을 모두 증가시키고 있는 것에서 확인할 수 있다. 압력이 일정한 라인 402-403으로부터 알 수 있는 바와 같이, 압력이 유지되는 동안, 압축된 가스의 응축은 엔탈피를 더 낮게 한다. 이러한 순환은 압력이 유지되는 동안 냉각제의 액화를 초래하여, PH 차트상에 도시된 액체 돔(liquid dome)을 통해서 냉각제를 이동시킨다. 냉각제의 증발점은 400psi에서 대략 45℃이다. 고전적인 냉각 사이클에서, 도 4의 포인트 404- 포인트 405에 도시된 바와 같이, 냉각제가 팽창함에 따라 엔탈피의 변화없이 압력은 선택된 레벨로 떨어진다. 액체/증기 혼합물로서 배출된 팽창 냉각제는 라인 405-라인 401에서 액체 돔 전이를 통해 이동하여 열 교환 영역을 향하게 된다. 기체는 포인트 401에서 재압축되고, 사이클은 반복된다.

- [0046] 본 발명은 더 높은 유연성을 가진 현대적 TCU의 구현이라는 목적을 달성하기 위해서 기본적인 냉각 사이클을 변형한다. 도 4에 도시된 냉각제(타입 R 507)의 모리어 다이어그램(Mollier diagram)(액체 돔 근처에서의 엔탈피 대 온도의 표시)은 -20℃에서 액체와 증기의 흐름을 제공함에 있어서 냉각제의 동작을 보여준다. 여기서, 온도는 하나의 예로서 선택된 것에 불과하다. 본 발명은 유닛의 급속 제어하에서, 유체의 가열 또는 냉각 용량의 변화를 제공한다. 냉각 사이클은 압축기 입력(163)(도 1)에서 취해지는 포인트 401로부터 보여진다. 기체는 포인트 402에서 압축되는데, 이 지점은 약 120℃의 온도에서 대략 30KPa(400psig)이다. 응축기(156)로 들어가는 기체는 60℃ 정도의 온도에서 포인트 403으로 냉각되고, 액화된다. 이 액체는 부냉각기(130)를 거쳐서 지나간다. 이러한 콤포넌트에서, 액체는 냉각제가 기구(112)로부터 라인 161로 귀환하면서 열을 교환하는 것에 의해 냉각된다. 따라서, 부냉각기(130)에서 냉각된 액체 냉각제는 포인트 404로 향하면서 TXV(157)를 거쳐서 팽창된다. 본 실시예의 경우, 이 지점에서, 냉각제는 -20℃ 정도의 온도에 있고, 대략 50%의 기체와 대략 50%의 액체로 구성된다. 이것은 비례 밸브(144)를 거쳐서 팽창된 고온 기체와 혼합되는데, 도 4에서는 포인트 402에서 포인트 406에 이르는 점선으로 묘사되었다. 본 실시예에서는 대략 85℃의 온도를 갖는다. 포인트 405에서 액체/증기와 혼합되어 85℃ 가스로부터의 열의 부가는 포인트 407에서 완전히 혼합된다. 이렇게 조절된 혼합은 대략 70%의 기체와 30%의 액체가 된다. 고온 기체의 첨가는 포인트 405에서 50% 액체와의 차이를 끊어서 제거하고, 첨가된 고온 기체는 -20℃로 냉각된다. 주어진 예에 있어서, 혼합물은 기구(112)를 냉각함으로써 액체를 끊어서 제거하고, 포인트 408을 향하면서 주변 환경으로부터 열을 얻어서 추가로 가열된다. 그리고 나서, 이 기체는 부냉각기(130)로 들어가고, 403으로부터 404를 거치면서 냉각된 역류하는 액체 냉각제로부터 흡수한 열에 의해 상온으로 가열된다. 따라서, 사이클이 반복되는 포인트 401로 향할 때에는 압력은 떨어지고, 엔탈피는 증가한다.
- [0047] 결과적으로, 도 4의 검토로부터 추론할 수 있는 바와 같이, 압력이 일정하게 유지되는 액체/증기 혼합물은 기구(112)의 온도를 안정화시키는 동작 범위에 있다는 것을 알 수 있다. 기구가 유체에 열을 가하게 되면, 예를 들어, 도 4에서 -20℃로 도시된 주어진 온도 T(센서(118)에 의해 기구(112)에서 결정됨)를 유지하고, 압력은 유속을 변화시키는 밸브(144)의 개방 정도를 조절하는 것에 의해 공급 라인(113)에서의 증기/액체의 흐름을 조절한다. 따라서, 이것은 기구의 온도를 일정하게 고정시키기 위해서 증기와 액체가 조정된 포화 온도에서 균형 상태를 이룰 때, 라인 113에서 온도를 바꾼다. 과도하게 과열되는 경우에 있어서, 비례 밸브(144)를 완전히 개방하는 것에 의해 TXV(157)로부터의 흐름을 완전히 차단한다. 이 경우에 있어서, 기구(112)를 통한 전체 흐름은 포인트 406에서 기체의 흐름으로부터 파생된다.(도 4 참조) 이 기체는 80℃ 정도의 온도를 갖는데, 기구(112)를 급속하게 가열할 수 있다.
- [0048] 시스템은 기구(112)의 출력에서 압력 벌브(pressure bulb)(124)로부터의 외부 균등화 피드백 경로에 의해 추가로 안정화된다. 열 팽창 밸브와 함께 알려진 바와 같이, 압력 라인(149)로부터 기구(112)로 귀환하는 압력의 진송은 라인들이나 기구(112)에서의 압력 손실 때문에 오프셋(off-set)이 없다는 것을 보장한다.
- [0049] 본 발명은 액체 돔에 의해 제한되는 경계 바깥까지 온도를 끌어올리는데 필요한 열을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 도 5는 이러한 모드에서의 본 발명의 동작을 도시한다. 즉, 본 발명의 시스템은 열에너지를 조정함에 있어서, 액화 구역의 내부와 외부에서 모두 동작한다. 그러한 동작은 혼합 회로(140)의 출력에 히터를 추가하는 것에 의해 의존한다. 도 7은 이러한 능력을 통합하기 위해 채택한 도 1에 도시된 기본 시스템의 다른 예를 보여준다. 혼합 회로(140)의 기구(112) 하류로 향하는 공급 라인(113)에서, 전기 히터(702)는 공급 라인(113)과 뛰어난 열적 접촉을 갖는 곳에 위치한다. 역류 HEX(701) 역시 라인 113에 위치하는데, 기구(112)로부터의 출력 흐름을 수신하기 위해 회수 라인(160)을 추가적으로 가로챈다. 라인 160으로부터 HEX(170)의 측면 내부와 더 밀접한 라인 113의 온도를 HEX(701)의 다른 측면에 대해 격리하기 위한 역류 HEX의 사용은 심지어 더 높은 온도의 달성을 허용한다. 이러한 특징으로 인해, 260℃ 정도의 온도 또는 심지어 더 높은 온도에서 냉각 기체가 기구(112)로 공급될 수 있다.
- [0050] 도 5는 도 7에서와 같은 하부 시스템이 갖춰진 TCU의 열역학 성능을 도시하고 있다. 냉각 기체는 포인트 507에서 압축기로 들어간다. 그리고 나서, 기체가 HEX(701)로 들어가는 포인트 501에서 대략 30KPa으로 압축된다. 역류 HEX(701)에서, 입력 기체는 포인트 508로부터 포인트 505로 향하면서 냉각되는 출력 기체로부터 흡수한 열을 이용해 포인트 502로 향하면서 가열된다. 그리고 나서, 전기 히터(702)는 포인트 502로부터 포인트 503으로 향하면서 입력 가스를 라인(113)을 거쳐서 히터(702)로부터 기구(112)로 통과할 때, 기체 온도에서의 무시할 수 없는 손실을 가정하면서 기체가 기구(112)로 들어가는 온도로 가열한다. 기체는 포인트 504에서 포인트 508 사이에서 기구(112)를 가열하는 공정에서 냉각된다. 포인트 508에서, 기체는 HEX(701)로 들어가고, 포인트 505로 향하면서 HEX(701)의 다른 측면에 관한 입력 기체를 가열할 때 냉각된다. 그리고 나서, 기체는 COR 밸브(150)를 통해 지나가고, 포인트 506에서 압축기(158) 입력에 적합한 압력으로 떨어진다. 기체는 그 사이클을 재출발할

준비가 되고, 압축기의 성공적인 동작을 위해 지나치게 가열되지 않은 상태에서 다시 압축된다. 그러나, 도 1의 시스템에서, 고온 기체는 압축기(158) 입력측에서 센서(126)에 반응하여 개방되는 완열 밸브(134)의 출력과 혼합된다. 이러한 액션은 부냉각기(130)의 귀환측에서 응축 냉각제의 파편(fraction)을 더 추가한다. 도 5의 포인트 511에서 귀환하는 고온 기체(포인트 510을 향하면서 압력이 더 낮아진)와 응축기(156)로부터 응축된 액체 파편의 조합은 포인트 507에서 응축을 위해 적합한 온도에서 입력 기체를 제공한다. 따라서, 압축과 응축후에 그 시스템은 압력과 엔탈피 파라미터로 구별되는 열역학 액체 돔 바깥의 고온 기체 모드에서 동작한다.

[0051] COR 밸브(150)의 작동은 특별한 환경하에서 더 낮은 온도에서 가동하기 시작한다. 상기 TCU가 10℃ 이상의 온도에서 작동하게 되면, 액체와 기체가 냉각제에서 평형상태를 이루는 압력은 종래의 압축기에서 성공적인 압축에 대해 너무 높게 될 것이다. 도 1과 도 5를 참조하면, COR 밸브(150)는 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 TCU가 40℃에서 부하를 냉각하기 시작할 때(기구가 -20에서 냉각제로 냉각되는 도 4에 도시된 것과 유사한 방법으로), 압축기(158)를 보호한다. 도 6은 포인트 601에서 포인트 602로 향하면서 압축되는 기체를 나타낸다. 이 기체중 어떤 것은 포인트 603에서 동일한 압력에서 응축되고, 포인트 604에서 TXV 밸브(157)를 거쳐 팽창된다. 압축된 기체중 남은 것들은 포인트 605를 향하면서 비례 밸브(144)를 거쳐서 통과되도록 허락된다. 두 개의 흐름(stream)이 중간 압력과 엔탈피 포인트 607에서 나가기 위해 혼합 회로(140)에서 조합된다. 기구(112)로 공급되는 이러한 혼합물에서 액체는 포인트 608을 향하면서 기구(112)를 냉각하면서 증발된다. 이 포인트에서 기체는 포인트 601에서 압축기(158)에 들어가기에 적합한 더 낮은 압력으로 팽창하기 위해서 COR 밸브(150)에서 자동적으로 처리된다. 그리고 나서, 사이클은 반복된다.

[0052] 상기 TCU는 원하는 포인트에서 열을 공급하는데 열 펌프로서 동작할 수 있다. 이것은 도 1에 따라 참작되는 도 8에 도시되어 있다. 여기에 도시된 동작은 40℃ 정도의 온도에서 최대의 열이 공급되는 것을 보여주고 있다. 포인트 801에서 포인트 802로 향하면서 압축된 후, 압축기(158)로부터의 고온 기체의 대부분은 포인트 805에서 더 낮은 압력으로 비례 밸브(144)를 거쳐서 통과된다. 제어기(114)는 포인트 810에서 혼합물을 제공하기 위해 포인트 805에서 기체와 함께 포인트 809를 향하면서 TXV(157)를 거쳐서 팽창된 포인트 803에서 고압의 액체를 제외된 응축된 양을 혼합한다. 그 혼합물은 포인트 804에서 액체를 응축하면서 기구(112)에 열을 넘겨주기 위해 기구(112)를 통해 지나간다. 포인트 804에서 혼합물이 COR 밸브(150)를 거쳐서 통과하게 되고, 압축기(158)에서 압축을 위해 입력되면, 압축기 에너지가 액체를 증발하는데 소비하게 되는 포인트 804에서 혼합물중에서 액체의 양이 훨씬 많아지고, 압축기(158)의 출력 압력은 너무 낮아지게 될 것이다. 도 1에 도시된 압력 스위치(168)는 이것을 감지하고, 스위치(168)에 의해 감지된 압력이 문턱값 이하일 경우에는 언제나 히터(117)를 구동시킨다. 이 액션은 포인트 811에서 액체/증기 혼합물을 가열하고, 그것이 COR 밸브(150)로 들어가는 액체 이상으로 포인트 808을 향하면서 가열하고, 그것이 모두 기체가 되도록 포인트 801을 향하면서 팽창하고, 재압축할 준비를 한다.

[0053] 그러나, 에너지 효율의 개선 및 안전, 신뢰성 높은 작동에 대하여 일어나는 여러가지 많은 요인들이 있다. 압축기(158)를 향하는 입력에서, 기구(112)로부터의 회수라인은 응축기(156)로부터 응축된 액체 사이에서 열에너지 교환을 위해 활동하는 부냉각기(130)를 거쳐서 지나가고, 액체 라인(132)에서 추가로 유체를 냉각시키는 것에 의해 열에너지의 손실을 최소화한다. 압축기(158) 입력에서 흐름(mass flow)이 충분한 것을 보장하기 위해서, 압축기(158)의 출력으로부터의 최소 루프를 잠재적으로 손상하는 이상으로, 압축기를 향하는 입력이 고정된 압력 이하로 떨어지지 않도록 유지하는 HGBV 밸브(164)를 거쳐서 공급된다. 압축기 입력에서 센싱 밸브(sensing bulb)(126)와 더불어 완열 밸브(134)는 압축기(158)를 향하는 입력이 적절한 동작을 위해 충분히 냉각되는 것을 보장한다. 완열 밸브(134)의 출력은 수납기가 사용될 경우, 수납기(108)내의 액체를 먼저 통과하고, 그리고 나서 회수라인을 향해서 부냉각기(130)로 피드백되며, 압축기(158)를 거쳐서 지나간다.

[0054] 응축기(156)에서는 독립적인 제어가 효과적이다. 압축기(158) 출력이 압력 센서(118)에 의해 감지되고, 그 신호가 제어기(114)로 돌아올 때, 액체 라인(132)내의 냉각제 흐름이 실질적으로 일정하게 유지되도록 설비 용수원(154)의 결과적인 변화는 응축기(156)가 HEX(104)에 의해 충분히 냉각되는 것을 보장한다.

[0055] 따라서, 이 시스템은 냉각제가 다양한 부하 조건에서 직접 사용되지만 기구(112)와 접촉할 때 조절되고, 미세 분무된 액체/증기 상으로 유지되는 고효율의 열교환 시스템을 제공한다. 주요한 모드에서의 이러한 제어는 기구(112)의 요구를 특별한 목표 온도로 냉각하거나 가열하는 것에 의해 결정되는 선택된 압력에서 팽창된 액체 냉각제와 고온 기체의 비율을 조정하는 제어기(114)에 의해 유지된다. 그 다음으로 기구 그 자체에서의 열교환이 잘 일어나고, 시스템과 방법은 사이클 도처에서 냉각제를 조절하거나 안정화시킨다. 고온 기체 모드에서, 액체 라인(132)에서의 흐름 없이, 비례 밸브(144)는 목표 온도의 유지를 위해 필요한 기구에서의 온도(R507 냉각제는 대략 150도 또는 그 이상)와 유속을 생성하기 위해서 개방된다. 더 낮은 온도 범위에서 냉각제를 적용하기



위해, 단지 액체 라인(132)만이 사용될 것이고, 상기 TXV(157)는 기구(112)로 향하는 냉각 출력을 대략  $-40^{\circ}\text{C}$  이하로 제공하기 위해 조절된다.

### 산업상 이용 가능성

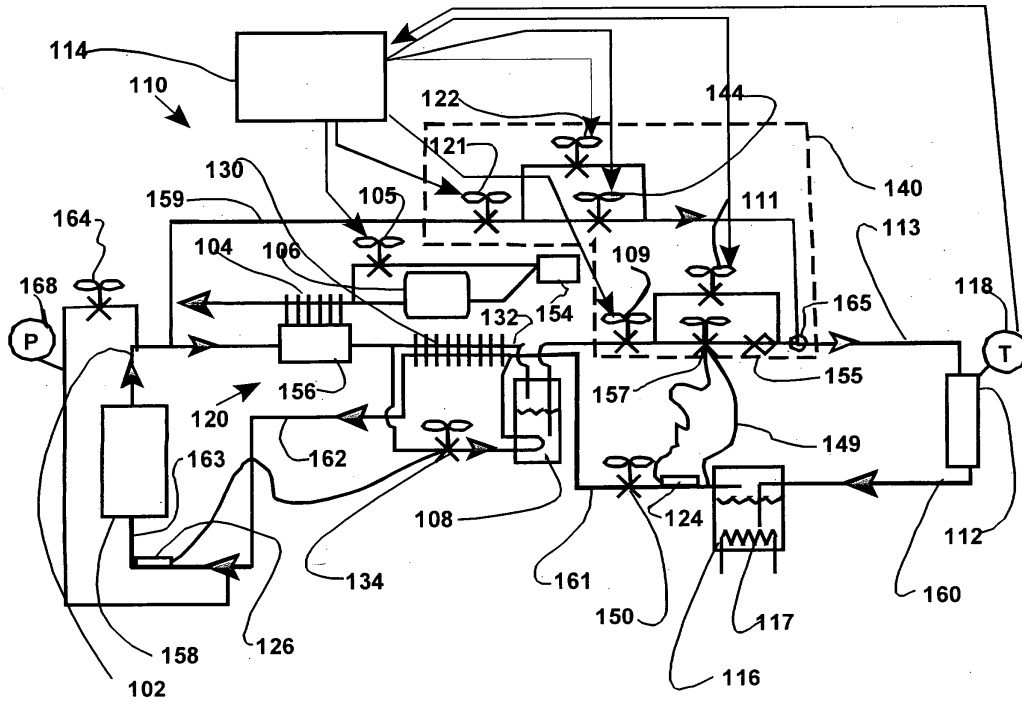
- [0056] 상술한 바와 같이, 다른 냉각제들이 사용될 수 있고, 시스템은 주어진 양태 보다 더 높거나 낮은 값의 서로 다른 혼합 모드로 작동되도록 설계될 수 있다.
- [0057] 비록 서로 다른 유동과 변화들이 본 발명에서 개시되었지만, 본 발명이 그것에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위의 범위내에서 모든 변형과 편법들을 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

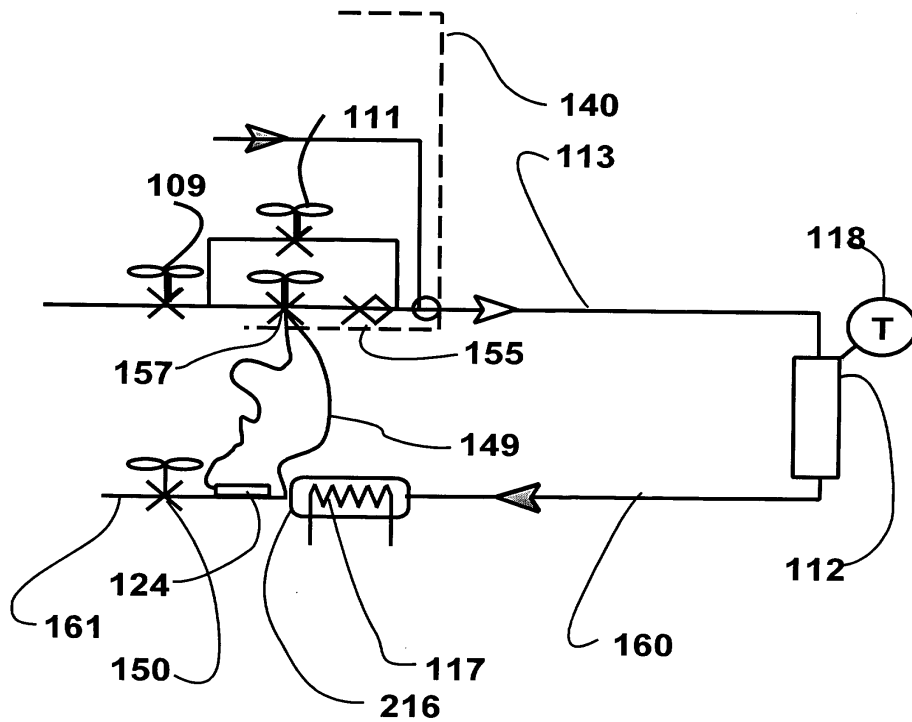
- [0018] 아래에 설명되는 첨부 도면과 함께 다음의 실시예들을 참조하는 것에 의해 본 발명은 더 잘 이해될 수 있다.
- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 온도 제어 유닛의 블록 다이어그램이다.
- [0020] 도 2는 시스템에 전기적 열을 도입하는 방법을 사용하는 본 발명에 따른 다른 온도 제어 유닛의 블록 다이어그램이다.
- [0021] 도 3은 본 발명에 따른 방법을 구현하는 플로우차트이다.
- [0022] 도 4는  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 효과적인 사이클을 보이는 시스템과 방법에서 에너지 전송 사이클 동안 압력 대 엔탈피에 대한 변화를 나타내는 그래픽 차트이다.
- [0023] 도 5는  $120^{\circ}\text{C}$  이상에서 효과적인 가열 사이클을 보이는 시스템과 방법에서 에너지 전송 사이클 동안 압력 대 엔탈피에 대한 변화를 나타내는 그래픽 차트이다.
- [0024] 도 6는  $+40^{\circ}\text{C}$ 에서 효과적인 사이클을 보이는 시스템과 방법에서 에너지 전송 사이클 동안 압력 대 엔탈피에 대한 변화를 나타내는 그래픽 차트이다.
- [0025] 도 7은 도 1과 같은 시스템에서 보조 전기 히터와 역류 HEX를 채택한 TCU의 출력을  $120^{\circ}\text{C}$  이상으로 가열할 때 사용하기 위한 시스템 특징을 상세하게 설명하는 블록 다이어그램이다.
- [0026] 도 8은 유닛의 가열 펌프 용량을 사용하여  $+40^{\circ}\text{C}$ 에서 가열함에 있어서, 효과적인 사이클을 보이는 시스템과 방법에서 에너지 전송 사이클 동안 압력 대 엔탈피에 대한 변화를 나타내는 그래픽 차트이다.

도면

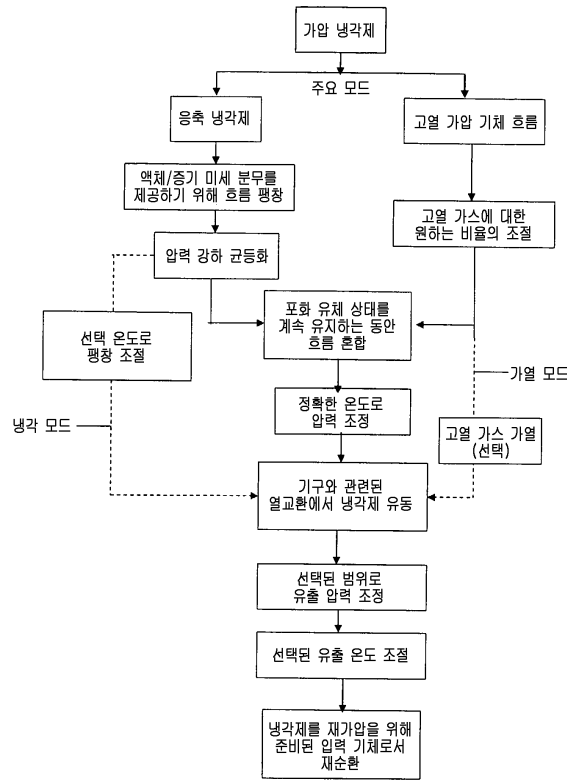
도면1



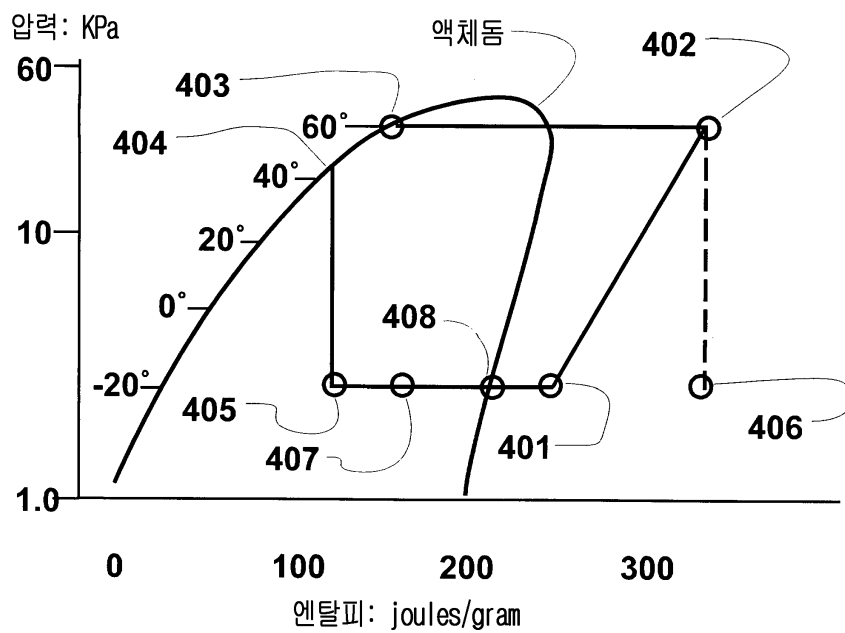
도면2



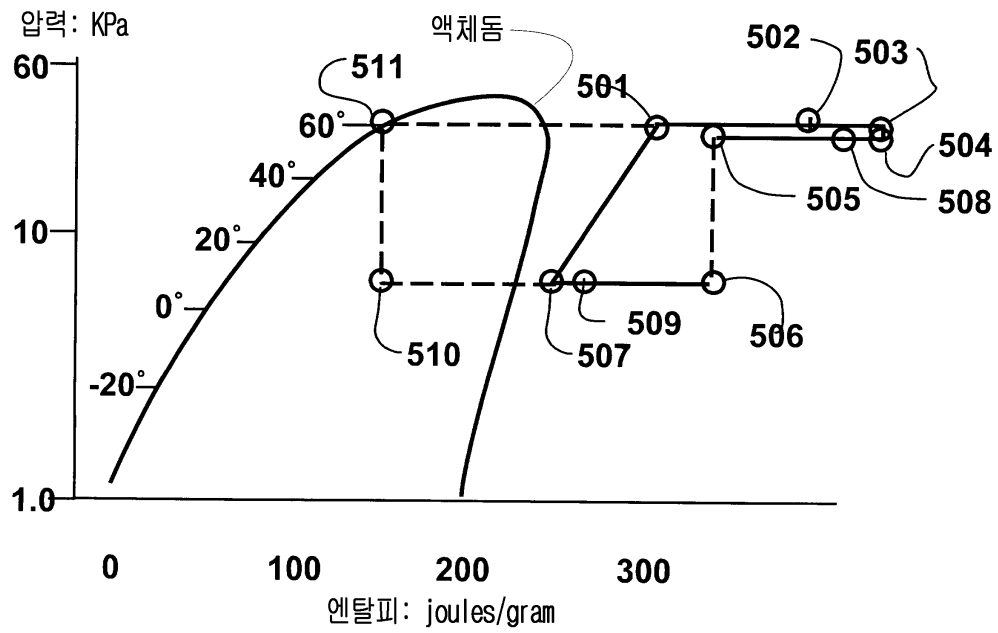
도면3



도면4



도면5



도면6

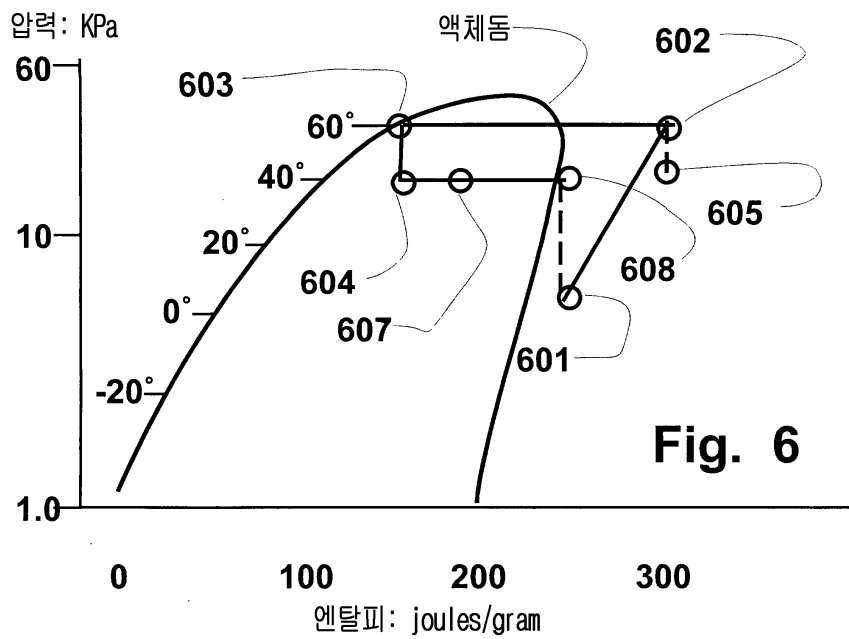
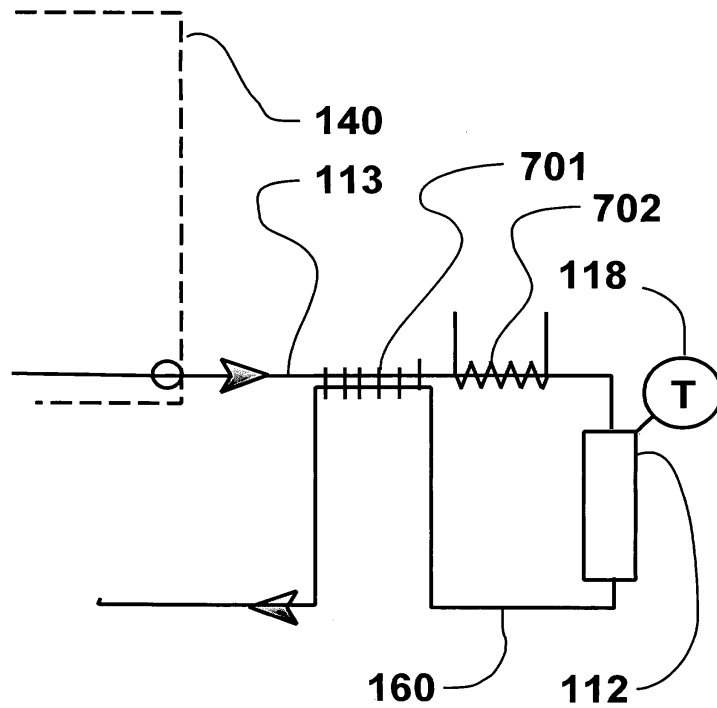


Fig. 6

도면7



도면8

