



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월10일

(11) 등록번호 10-2373262

(24) 등록일자 2022년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F25B 21/02 (2022.01) F25B 49/00 (2022.01)(52) CPC특허분류  
F25B 21/02 (2022.01)  
F25B 49/00 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2017-7000902

(22) 출원일자(국제) 2015년07월21일

심사청구일자 2020년07월08일

(85) 번역문제출일자 2017년01월11일

(65) 공개번호 10-2017-0033298

(43) 공개일자 2017년03월24일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/041388

(87) 국제공개번호 WO 2016/014574

국제공개일자 2016년01월28일

(30) 우선권주장

62/027,080 2014년07월21일 미국(US)

62/027,083 2014년07월21일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20130291557 A1\*

KR1020130012360 A

JP2014052127 A

JP02057880 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

포노닉, 인크.

미국 27713 노스 캐롤라이나주 더함 캐피톨라 드  
라이브 800 스위트 7

(72) 발명자

스탠리, 마샬

미국 27516 노스 캐롤라이나주 채플 힐 장코 트레  
일 307

바러스, 다니엘

미국 27613 노스 캐롤라이나주 롤리 페어미드 서  
클 5117

(74) 대리인

양영준, 김연송, 백만기

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 유태영

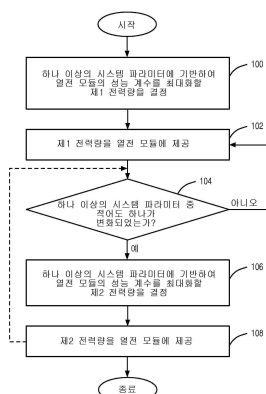
(54) 발명의 명칭 효율을 증가시키도록 열전 모듈을 동작시키기 위한 방법 및 시스템

## (57) 요약

효율을 증가시키도록 열전 모듈을 동작시키기 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 일부 실시형태에서, 열전 모듈을 동작시키는 방법은 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하는 단계 및 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 하나 이상의 시스템 파라미터

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하는 단계, 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하는 단계, 및 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 제공되는 전력량을 조절하는 것은 열전 모듈의 효율을 증가시킨다.

(52) CPC특허분류

*F25B 2321/0212* (2013.01)

*F25B 2321/0251* (2013.01)

*F25B 2500/05* (2013.01)

*F25B 2700/2104* (2013.01)

*F25B 2700/2107* (2013.01)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

냉각 챔버의 온도를 감축하도록 동작하는 열전 냉장 시스템에서의 열전 모듈(thermoelectric module)을 동작시키는 방법으로서,

상기 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도를 포함하는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하는 단계(100);

상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계(102);

상기 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하는 단계(104);

상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 상기 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하는 단계(106); 및

상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계(108)를 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 제1 전류량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하고 그리고 상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 제2 전류량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 제1 전압량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하고 그리고 상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 제2 전압량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 전력량 및 상기 제2 전력량으로 이루어진 군 중 적어도 하나는,

상기 냉각 챔버의 상기 온도;

상기 열전 모듈의 고온부의 온도; 및

성능 지수와 같은 상기 열전 모듈의 전기적 속성으로 이루어진 군 중 적어도 하나에 기반하여 결정되는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 전력량을 결정하는 단계는 상기 냉각 챔버의 외부에 있는 상기 환경의 상기 온도에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 상기 제1 전력량을 결정하는 단계를 포함하고;

상기 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하는 단계는 상기 냉각 챔버의 외부에 있는 상기 환경의 상기 온도가 변화되었다고 결정하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제2 전력량을 결정하는 단계는 상기 냉각 챔버의 외부에 있는 상기 환경의 상기 온도에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 상기 제2 전력량을 결정하는 단계를 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

## 청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 전력량을 결정하는 단계는 룩업 테이블을 사용하여 상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 상기 제1 전력량을 결정하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제2 전력량을 결정하는 단계는 상기 룩업 테이블을 사용하여 상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 상기 제2 전력량을 결정하는 단계를 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

## 청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 상기 제1 전력량을 하나보다 많은 열전 모듈 부분집합 중 하나의 부분집합에 제공하는 단계를 더 포함하고 그리고 상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계는 상기 제2 전력량을 상기 하나보다 많은 열전 모듈 부분집합 중 상기 하나의 부분집합에 제공하는 단계를 더 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

## 청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열전 모듈의 고온부의 온도가 제1 임계치 위에 있다고 결정하는 단계; 및

상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 전력량보다 작은 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 더 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 열전 모듈의 상기 고온부의 상기 온도가 제2 임계치 아래에 있다고 결정하는 단계; 및

상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 모듈의 상기 성능 계수를 최대화할 전력량인 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하는 단계를 더 포함하는, 열전 모듈을 동작시키는 방법.

## 청구항 10

열전 냉장 시스템으로서,

냉각 챔버;

열 교환기; 및

컨트롤러를 포함하되,

상기 열 교환기는,

저온부 히트 싱크,

고온부 히트 싱크, 및

상기 저온부 히트 싱크와 상기 고온부 히트 싱크 사이에 배치된 열전 모듈을 포함하고;

상기 컨트롤러는,

상기 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도를 포함하는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고;

상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하고;

상기 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하고;

상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 상기 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하고; 그리고

상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하도록 구성된, 열전 냉장 시스템.

#### 청구항 11

냉각 챔버의 온도를 감축하도록 동작하는 열전 냉장 시스템에서의 열전 모듈을 동작시키기 위한 컨트롤러로서, 상기 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도를 포함하는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고;

상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하고;

상기 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하고;

상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 상기 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하고; 그리고

상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하도록 적응된, 컨트롤러.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 상기 방법을 수행하도록 적응된, 컨트롤러.

#### 청구항 13

컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서, 적어도 하나의 프로세서 상에서 실행될 때, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 상기 방법을 수행하게 하는 명령어를 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

#### 청구항 14

제13항의 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

#### 청구항 15

냉각 챔버의 온도를 감축하도록 동작하는 열전 냉장 시스템에서의 열전 모듈을 동작시키기 위한 컨트롤러로서,

상기 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도를 포함하는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고 그리고 상기 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 상기 열전 냉장 시스템의 상기 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하도록 동작하는 전력 결정 모듈;

상기 제1 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하고 그리고 상기 제2 전력량을 상기 열전 모듈에 제공하도록 동작하는 전력 제공 모듈; 및

상기 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하도록 동작하는 시스템 파라미터 결정 모듈을 포함하는, 컨트롤러.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원

[0002] 본 출원은 2014년 7월 21일자로 제출된 가특허출원 일련 번호 제62/027,080호 및 2014년 7월 21일자로 제출된 가특허출원 일련 번호 제62/027,083호의 이익을 주장하며, 이로써 그들 개시는 그들 전체가 참조에 의해 여기에 편입된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 열전 모듈의 동작에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0005] 오늘날, 많은 냉장 시스템은 증기 압축 기반이고 서모스테티컬 조정 듀티 사이클 제어를 이용한다. 그렇지만,

전형적 증기 압축 기반 냉장 시스템은, 회복 또는 풀 다운 동안과 같은, 과도 요구 및 정상 상태 양자를 충족하기에 충분히 동적이지는 않다. 그리하여, 증기 압축 기반 냉장 시스템은 정상 상태 동작 동안 필요한 열 추출 요구를 훨씬 초과하는 초과 냉각 능력을 갖는 경향이 있다. 초과 냉각 능력에 의해 제공되는 가의 용량은 개선된 풀 다운 성능을 가능하게 하지만, 스타트-업 동안 일반적인 큰 전류 서지는 부하를 취급하는데 더 높은 용량 및 그 결과 더 비싼 부품을 필요로 한다. 더욱, 듀티 사이클 제어에 의해 발생된 큰 전류 서지 및 부하는 부품을 과도하게 마모시키고, 그로써 잠재적으로 조기 고장을 야기한다. 나아가, 그들 제어, 열역학 한계, 및 제품 성능 요구의 바로 그 본성에 의해, 증기 압축 기반 냉장 시스템은 최적보다 덜 효율적이다.

[0006] 증기 압축 기반 냉장 시스템의 최적-이하의 효율 단점은 냉각 챔버 내 온도를 정밀하게 제어하는 것과 관련된다. 전형적으로, 냉각 챔버 내 온도가 특정 값을 초과할 때, 증기 압축 기반 냉장 시스템은 활성화되어 냉각 챔버에서의 온도가 특정 값 아래일 때까지 계속 가동된다. 냉각 챔버가 특정 값 아래에 도달하고 나면, 증기 압축 기반 냉장 시스템은 정지된다. 그럼에도 불구하고, 위에서 언급된 바와 같은 과도한 마모에 부가하여, 이러한 유형의 제어 기법은 전형적으로는 에너지 소비를 최소화하고 다양한 주변 조건에서의 동작을 감안하려는 노력으로 비교적 큰 제어 대역 및 비교적 큰 내부 온도 성층화를 가질 것이다. 이러한 체제는 가장 흔히 이용되는데 스로틀링 또는 용량 변동이 증기 압축 사이클로 구현하기가 어렵고 비싸고 볼륨 효율이 떨어짐에 따라 한 정된 효능을 제공하기 때문이다.

[0007] 따라서, 냉각 챔버로부터 열을 추출하는데 사용된 부품의 효율이 최대화되는, 냉각 챔버 내 온도를 정밀하게 제어하기 위한 방법 및 시스템이 필요하다. 또한, 냉각 챔버로부터 열을 추출하는데 사용된 부품의 방열 한계를 완화하기 위한 방법 및 시스템이 필요하다.

### 발명의 내용

[0008] 효율을 증가시키도록 열전 모듈을 동작시키기 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 일부 실시형태에서, 열전 모듈을 동작시키는 방법은 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하는 단계 및 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하는 단계, 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하는 단계, 및 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 제공되는 전력량을 조절하는 것은 열전 모듈의 효율을 증가시킨다.

[0009] 일부 실시형태에서, 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 제1 전류량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하고, 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 제2 전류량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다. 일부 실시형태에서, 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 제1 전압량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함하고, 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 제2 전압량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다.

[0010] 일부 실시형태에서, 열전 모듈은 냉각 챔버의 온도를 감축하도록 동작하고, 그리고 제1 전력량 및/또는 제2 전력량은 냉각 챔버의 온도, 열전 모듈의 고온부의 온도, 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도, 및/또는 성능 지수와 같은 열전 모듈의 전기적 속성에 기반하여 결정된다.

[0011] 일부 실시형태에서, 제1 전력량을 결정하는 단계는 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하는 단계를 포함하고; 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하는 단계는 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도가 변화되었다고 결정하는 단계를 포함하고; 그리고 제2 전력량을 결정하는 단계는 냉각 챔버의 외부에 있는 환경의 온도에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하는 단계를 포함한다.

[0012] 일부 실시형태에서, 제1 전력량을 결정하는 단계는 룩업 테이블을 사용하여 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하는 단계를 포함하고; 그리고 제2 전력량을 결정하는 단계는 룩업 테이블을 사용하여 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하는 단계를 포함한다.

[0013] 일부 실시형태에서, 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 또한 제1 전력량을 하나보다 많은 열전 모듈 부분집합 중 하나의 부분집합에 제공하는 단계를 포함하고, 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계는 또한 제2 전력량을 하나보다 많은 열전 모듈 부분집합 중 하나의 부분집합에 제공하는 단계를 포함한다.

- [0014] 일부 실시형태에서, 방법은 또한 열전 모듈의 고온부의 온도가 제1 임계치 위에 있다고 결정하는 단계, 및 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 전력량보다 작은 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다.
- [0015] 일부 실시형태에서, 방법은 또한 열전 모듈의 고온부의 온도가 제2 임계치 아래에 있다고 결정하는 단계, 및 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 전력량인 전력량을 열전 모듈에 제공하는 단계를 포함한다.
- [0016] 일부 실시형태에서, 열전 냉장 시스템은 냉각 챔버, 열 교환기, 및 컨트롤러를 포함한다. 열 교환기는 저온부 히트 싱크, 고온부 히트 싱크, 및 저온부 히트 싱크와 고온부 히트 싱크 사이에 배치된 열전 모듈을 포함한다. 컨트롤러는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고 그리고 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하도록 구성된다. 컨트롤러는 또한 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하고; 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하고; 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하도록 구성된다.
- [0017] 일부 실시형태에서, 열전 모듈을 동작시키기 위한 컨트롤러는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고; 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하고; 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하고; 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하고; 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하도록 적응된다. 일부 실시형태에서, 컨트롤러는 여기에서 개시된 어느 방법이라도 수행하도록 적응된다.
- [0018] 일부 실시형태에서, 컴퓨터 프로그램은, 적어도 하나의 프로세서 상에서 실행될 때, 적어도 하나의 프로세서로 하여금 여기에서 개시된 어느 방법이라도 수행하게 하는 명령어를 포함한다. 일부 실시형태에서, 캐리어는 컴퓨터 프로그램을 포함하고 있되, 캐리어는 전자 신호, 광학 신호, 라디오 신호, 또는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체 중 하나이다.
- [0019] 일부 실시형태에서, 열전 모듈을 동작시키기 위한 컨트롤러는 전력 결정 모듈, 전력 제공 모듈, 및 시스템 파라미터 결정 모듈을 포함한다. 전력 결정 모듈은 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제1 전력량을 결정하고 그리고 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 열전 모듈의 성능 계수를 최대화할 제2 전력량을 결정하도록 동작한다. 전력 제공 모듈은 제1 전력량을 열전 모듈에 제공하고 그리고 제2 전력량을 열전 모듈에 제공하도록 동작한다. 시스템 파라미터 결정 모듈은 하나 이상의 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다고 결정하도록 동작한다.
- [0020] 당업자는 수반 도면과 관련하여 바람직한 실시형태의 이하의 상세한 설명을 읽은 후 본 발명의 범위를 인식하고 그 부가적 태양을 실현할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0021] 본 명세서에 편입되어 그 일부를 형성하는 수반 도면은 본 발명의 몇몇 태양을 예시하고, 그 설명과 함께, 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.
- 도 1은 냉각 챔버, 저온부 히트 싱크와 고온부 히트 싱크 사이에 배치된 적어도 하나의 열전 모듈 (Thermoelectric Module: TEM)을 포함하는 열 교환기, 및 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM을 제어하는 컨트롤러를 갖는 열전 냉장 시스템의 예시도;
- 도 2는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 다양한 주변 온도에 대해 TEM의 성능 계수와 TEM에 제공되는 전력량 간 관계의 예시도;
- 도 3은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM의 효율을 증가시키도록 TEM을 동작시키는 방법의 예시도;
- 도 4는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 풀 다운 동작 동안 또는 전원 인가 시 열전 냉장 시스템을 동작시키기 위한 방법의 예시도;
- 도 5는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 정상 상태 동작 가까이에서 열전 냉장 시스템을 동작시키기 위한 방법의 예시도;
- 도 6은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM의 고온부의 온도를 감소시키도록 TEM을 동작시키기 위한 방법의 예시도;



도 7은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 도 6의 방법의 하나의 가능한 구현의 예시도;

도 8은 본 발명의 일부 실시형태에 따라, 모듈을 포함하는, TEM을 동작시키기 위한 컨트롤러의 선도; 및

도 9는 본 발명의 일부 실시형태에 따라, 모듈을 포함하는, TEM을 동작시키기 위한 컨트롤러의 다른 선도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 아래에 제시된 실시형태는 당업자가 실시형태를 실시 가능하게 하는데 필요한 정보를 표현하고 실시형태를 실시하는 최상 모드를 예시한다. 수반 도면을 고려하여 이하의 설명을 읽을 때, 당업자는 본 발명의 개념을 이해할 것이고 여기에서 특별히 다루지는 않은 이들 개념의 응용을 인식할 것이다. 이들 개념 및 응용은 본 개시 및 수반 청구범위의 범위 내에 드는 것임을 이해해야 한다.
- [0023] 용어 제1, 제2 등은 여기에서 다양한 요소를 설명하기 위해 사용될 수 있기는 하지만, 이들 요소는 이들 용어에 의해 한정되어서는 아니됨을 이해할 것이다. 이들 용어는 하나의 요소를 다른 하나와 구별하기 위해 사용될 뿐이다. 예를 들어, 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이, 제1 요소는 제2 요소라고 칭해질 수 있고, 그리고, 유사하게, 제2 요소는 제1 요소라고 칭해질 수 있다. 여기에서 사용될 때, 용어 "및/또는"은 연관된 열거된 항목 중 하나 이상의 모든 그리고 어떠한 조합이라도 포함한다.
- [0024] "아래에" 또는 "위에" 또는 "상위" 또는 "하위" 또는 "수평" 또는 "수직"과 같은 상대적인 용어는 여기에서는 도면에서 예시되는 바와 같이 하나의 요소, 층 또는 영역에 대한 다른 하나의 요소, 층 또는 영역의 관계를 설명하도록 사용될 수 있다. 위에서 논의된 것들 및 이들 용어는 도면에서 묘사된 정향에 더하여 디바이스의 여러 다른 정향을 망라하려는 의도임을 이해할 것이다.
- [0025] 여기서 사용되는 술어는 특정 실시형태를 설명하려는 목적을 위한 것일 뿐이고 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 여기서 사용될 때, 단수 형태 부정관사 및 정관사는, 맥락이 명확히 달리 나타내지 않는 한, 복수 형태 역시 포함하려는 의도이다. 용어 "포함하고 있다", "포함하고 있는", "포함한다" 및/또는 "포함하는"은, 여기서 사용될 때, 서술된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 부품의 존재를 특정하지만, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 부품 및/또는 그 그룹의 존재 또는 부가를 못하게 하지는 않음을 더 이해할 것이다.
- [0026] 달리 정의되지 않는 한, 여기에서 사용되는 모든 용어(기술적 및 과학적 용어를 포함함)는 본 발명이 속하는 분야의 당업자에 의해 보통 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 여기에서 사용되는 용어는 관련 분야 및 본 명세서의 맥락에서의 그들 의미와 일관되는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 이상화되거나 지나치게 형식적인 의미로는, 여기에서 명시적으로 그렇게 정의되지 않는 한, 해석되지 않을 것임을 더 이해할 것이다.
- [0027] 도 1은 냉각 챔버(12), 저온부 히트 싱크(20)와 고온부 히트 싱크(18) 사이에 배치된 적어도 하나의 열전 모듈(TEM)(22)(여기에서는 단수형으로 TEM(22) 또는 복수형으로 TEM(22)들이라고 지칭됨)을 포함하는 열 교환기(14), 및 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM(22)을 제어하는 컨트롤러(16)를 갖는 열전 냉장 시스템(10)을 예시한다. TEM(22)이 냉각을 제공하도록 사용될 때 그것은 때로는 열전 쿨러(TEC)(22)라고 지칭될 수 있다.
- [0028] TEM(22)은 박막 디바이스인 것이 바람직하다. TEM(22)들 중 하나 이상이 컨트롤러(16)에 의해 활성화될 때, 활성화된 TEM(22)들은 고온부 히트 싱크(18)를 가열하고 저온부 히트 싱크(20)를 냉각하여 그로써 열 전달을 용이하게 하여 냉각 챔버(12)로부터 열을 추출하도록 동작한다. 더 구체적으로, 현 개시의 일부 실시형태에 의하면, TEM(22)들 중 하나 이상이 활성화될 때, 고온부 히트 싱크(18)는 가열되어 그로써 증발기를 생성하고 저온부 히트 싱크(20)는 냉각되어 그로써 응축기를 생성한다.
- [0029] 응축기로서 역할할 때, 저온부 히트 싱크(20)는 저온부 히트 싱크(20)와 결합된 흡열 루프(24)를 통해 냉각 챔버(12)로부터의 열 추출을 용이하게 한다. 흡열 루프(24)는 열전 냉장 시스템(10)의 내벽(26)에 열 결합된다. 내벽(26)은 냉각 챔버(12)를 획정한다. 일 실시형태에서, 흡열 루프(24)는 내벽(26) 내에 통합되든지 또는 내벽(26)의 표면 상에 직접 통합되든지 한다. 흡열 루프(24)는 냉각 매질(예를 들어, 2-상 냉각제)이 흡열 루프(24)를 통해 흐르거나 지나갈 수 있게 하는 어느 유형의 배관에 의해서라도 형성된다. 흡열 루프(24)와 내벽(26)의 열 결합에 기인하여, 냉각 매질이 흡열 루프(24)를 통해 흐름에 따라 냉각 매질은 냉각 챔버(12)로부터 열을 추출한다. 흡열 루프(24)는, 예를 들어, 구리 튜빙, 플라스틱 튜빙, 스테인리스 강 튜빙, 알루미늄 튜빙 등으로 형성될 수 있다.
- [0030] 증발기로서 역할할 때, 고온부 히트 싱크(18)는 고온부 히트 싱크(18)에 결합된 방열 루프(28)를 통하여 냉각 챔버(12)의 외부 환경으로 열의 방열을 용이하게 한다. 방열 루프(28)는 열전 냉장 시스템(10)의 외벽(30) 또는



외피에 열 결합된다.

- [0031] 냉각 챔버(12)로부터 열을 제거하기 위한 열적 그리고 기계적 프로세스는 더 논의되지 않는다. 또한, 도 1에 도시된 열전 냉장 시스템(10)은 TEM(22)의 사용 및 제어의 특정 실시형태일 뿐임을 주목해야 한다. 여기에서 논의되는 모든 실시형태는 열전 냉장 시스템(10)은 물론 TEM(22)의 어느 다른 사용에라도 적용된다고 이해되어야 한다.
- [0032] 도 1에 예시된 예의 실시형태로 계속하면, 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12) 내 소망 설정점 온도를 유지하기 위해 TEM(22)을 제어하도록 동작한다. 일반적으로, 컨트롤러(16)는 TEM(22)들을 선택적으로 활성화/비활성화하도록 동작하고, TEM(22)들에 제공되는 전력량을 선택적으로 제어하고, 그리고/또는 TEM(22)들의 듀티 사이클을 선택적으로 제어하여 소망 설정점 온도를 유지하도록 동작한다. 더욱, 바람직한 실시형태에 있어서, 컨트롤러(16)는 TEM(22)들의 하나 이상의, 그리고 일부 실시형태에서는, 2개 이상의 부분집합을 별개로 또는 독립적으로 제어하도록 가능으로 되고, 여기서 각각의 부분집합은 하나 이상의 다른 TEM(22)들을 포함한다. 그리하여, 일례로서, 4개의 TEM(22)들이 있으면, 컨트롤러(16)는 제1 개별 TEM(22), 제2 개별 TEM(22), 및 일 그룹의 2개 TEM(22)들을 별개로 제어하도록 가능으로 될 수 있다. 이러한 방법에 의해, 컨트롤러(16)는, 예를 들어, 요구가 좌우하는 바와 같이, 최대화된 효율로, 독립적으로 1개, 2개, 3개 또는 4개의 TEM(22)들을 선택적으로 활성화할 수 있다.
- [0033] 열전 냉장 시스템(10)은 일례의 구현일 뿐임과 여기에서 개시되는 시스템 및 방법은 다른 시스템에도 역시 적용가능함을 주목해야 한다. 또한, 여기에서는 특별히 컨트롤러(16)를 언급하고 있지만, 컨트롤러(16)에 속하는 기능 중 어느 것이라도 어느 다른 컨트롤러 또는 메커니즘에 의해서라도 구현될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0034] 진행하기 전에, 냉각 용량 대 TEM(22)에 제공되는 전력량 및 효율 대 TEM(22)에 제공되는 전력량의 간략한 논의가 유익하다. 이에 관하여, 도 2는 TEC로의 입력 전류 대비 TEC의 냉각 효율 및 냉각 용량(Q)을 예시하는 그래프이다. 냉각 효율은 성능 계수(COP)에 의해 더 구체적으로 표현된다. 도 2는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 다양한 주변 온도에 대해 TEM(22)의 성능 계수(COP)와 TEM(22)에 제공되는 전력량 간 관계를 예시한다. TEM(22)에 제공되는 전력량은 TEM(22)에 제공되는 전류량 및/또는 TEM(22)에 제공되는 전압량으로서 표현될 수 있다. TEM(22)에 제공되는 전력량이 증가함에 따라, TEM(22)의 냉각 용량도 증가한다. TEM(22)에 대한 최대 전력량에 또는 그 가까이에 있는 전력량은  $Q_{max}$ 라고 나타낸다. 그리하여, TEM(22)이  $Q_{max}$ 에서 동작하고 있을 때, TEM(22)은 가능한 최대량의 열을 제거하고 있다. 도 2는 TEM(22)에 제공되는 전력량의 함수로서 TEM(22)의 COP를 예시한다. 냉각 적용에 대해, TEM(22)의 COP는 열을 제거하도록 TEM(22)에 입력된 일량에 대한 제거된 열의 비이다. TEM(22)의 COP가 최대화되는 열량, 또는 용량(Q)은  $Q_{COPmax}$ 라고 나타낸다. 그리하여, TEM(22)의 효율, 또는 COP는 TEM(22)에 제공되는 전력량이 TEM(22)의 COP가 최대화되는 점에 또는 그 가까이에 있을 때 최대화된다.
- [0035] TEM(22)에 대한 COP 곡선의 형상은 동작 주변 온도(냉각 챔버(12)의 외부에 있는 환경의 온도 또는 TEM(22)이 동작하고 있는 환경의 온도라고도 지칭됨), 방열되고 있는 열량, TEM(22)의 저온부의 온도(TEM(22)이 냉각 챔버(12)를 냉각하도록 동작가능할 때 냉각 챔버(12)의 온도라고도 때로는 지칭됨), TEM(22)의 고온부의 온도, (성능 지수와 같은) TEM(22)의 전기적 속성, 및 TEM(22)에 제공되는 전력량과 같은 변수에 종속한다. 이들 시스템 파라미터 중 하나가 변화될 때, TEM(22)의 COP 곡선은 변화될 수 있고, 그래서 시스템 파라미터 중 하나 이상에 기반하여 TEM(22)의 COP를 최대화할 전력량도 변화될 수 있다. 도 2는 이것의 일례를 예시한다. 2개의 COP 곡선은 섭씨 18도(°C) 및 25°C와 같은 주변 온도에서의 TEM(22)에 대해 도시된다. 단순함을 위해, 다른 시스템 파라미터는 고정되어 있으면서 주변 온도만이 변화된다. 이러한 예에서는, 주변 온도가 18°C로부터 25°C로 변화될 때, TEM(22)의 전반적 COP는 감소한다. TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량도 증가함을 주목할 만하다. TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량과 주변 온도 간 관계의 선형 근사를 주는 추세선이 도시되어 있다. 이러한 추세선은 단지 일례일 뿐이고 관계를 모델링 또는 내삽(또는 외삽)하는 다른 수단이 사용될 수 있다.
- [0036] TEM(22)의 COP를 최대화하는 정확한 전력량은 변화하고 있을 수 있는 여러 인자에 기반하므로, TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량을 중심으로 하는 수락가능한 전력량의 범위가 결정된다. 이러한 범위는 대역이라고 지칭되고, 그리고 그 대역 내 어느 전력량이라도 일반적으로는 TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량이라고 생각된다. 일부 실시형태에서, 대역은 TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량 더하기 또는 빼기 10%이지만, 이것은 특정 구현이고 COP 곡선의 형상 및/또는 TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량을 결정하는 정밀도에 종속할 수 있다.
- [0037] TEM(22)을 동작시키는 가장 효율적 방식은 TEM(22)의 COP를 최대화하는 전력량을 제공하는 것이므로, TEM(22)을 제어하는 컨트롤러(16) 또는 어떤 다른 수단은 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 TEM(22)의 COP를 최대

화하는 전력량을 결정하려고 추구해야 한다. 그와 같이, 도 3은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM(22)의 효율을 증가시키도록 TEM(22)을 동작시키는 방법을 예시한다. 컨트롤러(16)는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 TEM(22)의 COP를 최대화할 제1 전력량을 결정한다(단계(100)). 위에서 논의된 바와 같이, 이러한 결정은 여러 다른 파라미터에 기반할 수 있다. 일부 실시형태에서, 결정은, 다른 파라미터가 불변이거나 무시될 수 있다고 가정하여, 주변 온도와 같은 하나의 파라미터에만 기반한다. 일부 실시형태에서, 전력량은 룩업 테이블을 참고함으로써 결정될 수 있다. 그 후, 컨트롤러(16)는 제1 전력량을 TEM(22)에 제공한다(단계(102)). 이러한 방식으로, TEM(22)은 시스템 파라미터의 현재 값에 대해 가장 효율적인 방식으로 동작하고 있다.

[0038] 다음에, 컨트롤러(16)는 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었는지 결정한다(단계(104)). 일부 실시형태에서는, 그때 주기적으로 점검이 수행될 수 있는 한편, 다른 실시형태에서는, 변화의 결정이 거의 즉각적일 수 있다. 또한, 컨트롤러(16)가 전력량을 결정하는데 시스템 파라미터 중 전부 미만을 사용하면, 그때 컨트롤러(16)는 사용되지 않는 시스템 파라미터 중 어느 것도 변화되었을 때를 결정할 필요가 없을 것이다. 시스템 파라미터 중 적어도 하나가 변화되었다는 결정에 응답하여, 컨트롤러(16)는 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 TEM(22)의 COP를 최대화할 제2 전력량을 결정한다(단계(106)). 그 후, 컨트롤러(16)는 제2 전력량을 TEM(22)에 제공한다(단계(108)). 이러한 방식으로, 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 동작의 효율을 증가시키도록 TEM(22)에 제공되는 전력량을 업데이트할 수 있다. 일부 실시형태에서, 절차는 선택사항으로서는 단계(104)로 복귀하고 그리고 시스템 파라미터 중 하나 이상이 변화되었으면, 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 COP를 최대화할 전력량을 재차 결정한다.

[0039] 일부 실시형태에서 업데이트된 전력량은 주기적으로 아니면 시스템 파라미터 중 하나 이상이 변화되었다는 명시적 결정 없이 계산될 수 있음을 주목한다. 또한, 시스템 파라미터에 대한 변화에 종속하여, 제2 전력량은 제1 전력량과 동일하거나 거의 동일할 수 있다.

[0040] 도 3은 TEM(22)의 효율을 증가시키도록 TEM(22)을 동작시키는 방법을 예시하는 한편, 도 4 및 도 5는 도 1에 도시된 예와 관련하여 위에서 논의된 바와 같은 하나 이상의 TEM(22)들을 포함할 수 있는 열전 냉장 시스템(10)을 동작시키기 위한 방법을 예시한다. 구체적으로, 도 4는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 풀 다운 동작 동안 또는 전원 인가 시 열전 냉장 시스템(10)을 동작시키기 위한 방법을 예시한다.

[0041] 여기에서 사용될 때, 풀 다운 동작은 냉각 챔버(12)에서의 온도가 수락가능한 것보다 더 높아서 컨트롤러(16)가 온도를 수락가능한 범위로 감축하도록 동작하는 상황을 지칭한다. 냉각 챔버(12)에 대한 소망 온도는 설정점 온도라고 지칭된다. 정상 상태 동작은 냉각 챔버(12)의 온도가 설정점 온도를 포함하는 범위 내에 있는 상황을 지칭한다. 이러한 범위는 동작 상태들 간 급진동을 회피하기 위해 히스테리시스의 형태를 제공한다. 일부 실시형태에서, 설정점 온도는 4℃일 수 있고, 그리고 정상 상태 범위는 3℃ 내지 5℃일 수 있다. 더 높은 정밀도로 설정점 온도를 유지하는 것이 요망되면, 그때 정상 상태 범위는 더 작을 수 있다. 동작 상태들 간 진동률에서의 감소가 요망되면, 그때 정상 상태 범위는 더 작을 수 있다.

[0042] 일부 실시형태에 따라, 도 4는 열전 냉장 시스템(10)의 전원 인가 또는 리셋으로 시작한다(단계(200)). 열전 냉장 시스템(10)은 풀 다운 동작 동안 이러한 전원 인가 또는 리셋 상태에서 시작하는데 온도가 정상 상태 범위 위에 있어 전원이 꺼지기로 되어 있을 수 있기 때문이다. 컨트롤러(16)는 설정점 온도를 결정하기 위해 아마도 열전 냉장 시스템(10)의 전방 상의 사용자 인터페이스로부터 또는 디바이스 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)로부터 설정점 레지스터를 판독한다(단계(202)). 그 후 컨트롤러(16)는 적어도 하나의 TEM(22)의  $\Delta T$  및 온도 제어를 측정한다(단계(204)). TEM(22)의  $\Delta T$ 는 TEM(22)의 고온부의 온도와 TEM(22)의 저온부의 온도 간 차이를 지칭한다. 컨트롤러(16)는 또한 주변 온도를 측정한다(단계(206)). 컨트롤러(16)는 또한, 구현에 종속하여, 필요한 어느 다른 시스템 파라미터라도 결정할 수 있다.

[0043] 그 후 컨트롤러(16)는 일부 실시형태에 따라 몇몇 안전 점검을 수행한다. 컨트롤러(16)는 주변 온도가 4℃보다 크거나 같은지 점검한다(단계(208)). 주변 온도가 4℃보다 작으면, 절차는 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다. 주변 온도가 적어도 4℃이면, 그때 컨트롤러(16)는 그 후 열 교환기의 온도가 최대한계보다 크거나 같은지 결정한다(단계(210)).

[0044] 일부 실시형태에서, 이러한 온도는 TEM(22)의 고온부의 온도와 동일하다. 또한, 일부 실시형태에서는, 단일 최대 값을 갖는 대신에, 그보다는 온도가 제1 임계치 위에 있는지의 테스트가 있고, 그 후 TEM(22)의 고온부가 냉각되어 내려갈 때 온도가 제2 임계치 아래에 있는지의 테스트가 있다. 이러한 방식으로, 히스테리시스는 선택사항으로서는 과열 조건에 구속될 수 있다.

- [0045] 일부 실시형태에서, 제1 임계치는 TEM(22)의 고온부가 포화되어 어떠한 추가적 열도 흡열할 수 없음을 표시한다. 또한, 제1 임계치는 TEM(22)이 제1 임계치 위의 온도에서 동작되고 있음으로써 손상될 수 있음을 표시할 수 있다. 그러한 높은 온도는 다량의 열이 냉각 챔버(12)로부터 제거될 때 또는 TEM(22)이 덜 효율적으로 동작되고 있으면 일어날 수 있다. TEM(22)의 고온부 상의 열의 누적은 또한 열 교환기의 방열부가 열이 발생되는 것보다 더 빠른 비율로 열을 제거하기에 불충분할 때 일어날 수 있다. 이러한 상황은 TEM(22)의 고온부가 수동적으로 냉각될 때 일어날 수 있다.
- [0046] 과열 조건이 검출될 때, 컨트롤러(16)는 경보를 설정한다(단계(212)). 이러한 경보는 실시형태에 종속하여 여러 형태를 취할 수 있다. 일부 경우에, 경보는 그저 내부 상태일 뿐인 한편; 다른 경우에는, 정보가 디스플레이 상에 제시될 수 있거나, 또는 다른 방법으로 사용자가 경보를 통지받을 수 있다. 그 후 컨트롤러(16)는 TEM(22)으로의 출력이 가능으로 되는지 결정한다(단계(214)). 출력이 가능으로 되지 않으면, 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 동작에 의해 열이 추가되고 있지 않으므로 TEM(22)의 고온부의 온도를 감축할 어떠한 방법도 없을 수 있다. 이러한 경우에, 절차는 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다. 다른 실시형태에서, 컨트롤러(16)는 팬과 같은 능동적 디바이스를 사용함으로써와 같이 TEM(22)의 고온부의 온도를 감축하기 위한 부가적 선택사항을 가질 수 있다.
- [0047] 출력이 가능으로 되면, 컨트롤러(16)는 TEM(22)에 제공되고 있는 전력량이 최소 전력 레벨인지 결정한다(단계(216)). 그것이 최소 전력 레벨이 아니면, 컨트롤러(16)는 출력을 감분함으로써 TEM(22)에 제공되는 전력량을 감소시킨다(단계(218)). 제공되는 현재 전력량이 최소 전력 레벨이면, 그때 컨트롤러(16)는 출력을 전원을 끄고 리셋을 발행한다(단계(220)). 어느 쪽이든, 절차는 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0048] TEM(22)의 고온부가 과열되지 않으면, 컨트롤러(16)는 설정될 수 있는 어느 경보라도 클리어 한다(단계(222)). 예를 들면, 이제는 해결된 과열 상황 때문에 경보가 이전에 설정되었었으면, 그때 그 경보는 이제 클리어 될 것이다. 이제 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12)의 온도가 정상 상태 상한보다 더 큰지 결정한다(단계(224)). 온도가 정상 상태 상한보다 위에 있으면, 열전 냉장 시스템(10)은 풀 다운 동작 모드에 있다고 생각된다.
- [0049] 냉각 챔버(12)의 온도가 제어 상한보다 크거나 같다고 결정되면(단계(226)), 컨트롤러(16)는 출력을 100%로 설정하여, TEM(22)에 대한 최대 전력량에 또는 그 가까이에 있는 전력량을 TEM(22)에 제공할 것이다(단계(228)). 그러한 방식으로, 열전 냉장 시스템(10)은, 일부 실시형태에 따라, 냉각 챔버(12)의 온도를 가장 빠른 비율로 풀 다운 할 수 있다. 냉각 챔버(12)의 온도가 제어 상한보다 작다고 결정되면, 컨트롤러(16)는 출력을 비레 모드로 설정할 것이다(단계(230)). 비레 모드에서, 냉각 챔버(12)의 온도는 더 느린, 더 효율적인 방식으로 감소될 수 있다. 어느 쪽이든, 절차는 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0050] 냉각 챔버(12)의 온도가 정상 상태 상한보다 작다고 컨트롤러(16)가 결정하면, 그때 컨트롤러(16)는 출력이 가능으로 되는지 결정한다(단계(232)). 출력이 가능으로 되지 않으면, 절차는 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다. 출력이 가능으로 되면, 열전 냉장 시스템(10)은 정상 상태 모드에서 동작하고 있다고 생각되고 그리고 절차는 본 발명의 일부 실시형태에 따라 정상 상태 동작 가까이에서 열전 냉장 시스템(10)을 동작시키기 위한 방법을 예시하는 도 5 상에서 계속된다.
- [0051] 도 5에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(16)는 적어도 하나의 TEM(22)의  $\Delta T$  및 온도 제어를 측정한다(단계(300)). 컨트롤러(16)는 또한, 구현에 종속하여, 주변 온도와 같은 필요한 어느 다른 시스템 파라미터라도 결정한다. 재차, 컨트롤러(16)는 열 교환기의 온도가 최대 한계보다 크거나 같은지 결정한다(단계(302)). TEM(22)에 제공되고 있는 전력량이 최소 전력 레벨이 아니면(단계(304)), 컨트롤러(16)는 출력을 감분함으로써 TEM(22)에 제공되는 전력량을 감소시킨다(단계(306)). 제공되는 현재 전력량이 최소 전력 레벨이면, 그때 컨트롤러(16)는 출력을 전원을 끄고 리셋을 발행한다(단계(308)). 어느 쪽이든, 절차는 단계(300)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0052] TEM(22)의 고온부가 과열되지 않으면, 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12)의 온도가 설정점 온도보다 큰지 점검한다(단계(310)). 냉각 챔버(12)의 온도가 설정점 온도보다 작으면, 이제 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12)의 온도가 정상 상태 한계보다 작거나 같고, 출력이 온이고, 그리고  $\Delta T$ 가 현재 대역에 있는지 결정한다(단계(312)). 이들 중 전부가 참이면, 컨트롤러(16)는 TEM(22)을 전원을 끄고 출력을 0.x 볼트로 감소시키고, 이러한 값을 새로운 정상 상태 출력 값에 저장하고, 그리고 이전 값을 예전 정상 상태 출력 값에 저장한다(단계(314)). 이들 조건 중 전부가 참은 아니면, 그때 절차는 단계(304)로 복귀하고 TEM(22)에 제공되는 전력량을 감소시키려고 시도한다



다.

- [0053] 냉각 챔버(12)의 온도가 설정점 온도보다 크면, 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12)의 온도가 또한 정상 상태 한계보다 크거나 같은지 결정한다(단계(316)). 챔버의 온도가 정상 상태 한계보다 작으면, 컨트롤러는 타이머 인트가 설정되었는지 결정한다(단계(318)). 그것이 설정되었으면, 컨트롤러(16)는 출력을 예전 정상 상태 출력으로 설정한다(단계(320)). 이것 후에, 또는 그것이 설정되지 않았으면, 절차는 단계(300)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0054] 냉각 챔버(12)의 온도가 정상 상태 한계보다 크거나 같으면, 컨트롤러(16)는 챔버의 온도가 제어 상한보다 크거나 같은지 결정한다(단계(322)). 챔버가 제어 상한보다 크거나 같으면, 컨트롤러(16)는 출력을 100%로 설정하여, TEM(22)에 대한 최대 전력량에 또는 그 가까이에 있는 전력량을 TEM(22)에 제공할 것이다(단계(324)). 이것은 열전 냉장 시스템(10)이 풀 다운 동작 모드에 있다고 생각됨을 표시하고, 그리고 절차는 도 4의 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0055] 챔버가 제어 상한보다 작으면, 컨트롤러(16)는 냉각 챔버(12)의 온도가 히스테리시스 값보다 크거나 같은지 결정할 것이다(단계(326)). 그것이 그렇지 않으면, 컨트롤러(16)는 출력을 새로운 정상 상태 출력 값으로 증가시키고(단계(328)), 그리고 절차는 단계(300)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다. 일부 실시형태에 의하면, 이러한 새로운 정상 상태 출력 값은 하나 이상의 시스템 파라미터에 기반하여 TEM(22)의 COP를 최대화할 전력량일 수 있다. 냉각 챔버(12)의 온도가 히스테리시스 값보다 크거나 같으면, 이것은 재차 열전 냉장 시스템(10)이 풀 다운 동작 모드에 있다고 생각됨을 표시하고, 그리고 절차는 도 4의 단계(204)로 복귀하여 다양한 시스템 파라미터를 재차 측정한다.
- [0056] 위에서 논의된 바와 같이, 열 교환기 또는 TEM(22)의 과열은 원치않는 동작을 야기하거나 TEM(22)에 위협할 수 있다. 그와 같이, 도 4에서의 단계(210) 및 도 5에서의 단계(302)는 그러한 과열 조건에 대해 점검한다. 도 4 및 도 5는 전력을 감축하고 TEM(22)을 전원을 끄으로써 TEM(22)의 온도를 감축하려고 시도하지만, 이것은 일부 상황에서는 바람직하지 못하거나 비효율적일 수 있다. 그와 같이, 도 6은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 TEM(22)의 고온부의 온도를 감소시키도록 TEM(22)을 동작시키기 위한 방법을 예시한다.
- [0057] 우선, 컨트롤러(16)는 제1 전력량을 TEM(22)에 제공한다(단계(400)). 그 후, 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 고온부의 온도가 제1 임계치 위에 있는지 결정한다(단계(402)). 앞서 논의된 바와 같이, 일부 실시형태에서, 제1 임계치는 TEM(22)의 고온부가 포화되어 어떠한 추가적 열도 흡열할 수 없음을 표시한다. 또한, 제1 임계치는 TEM(22)이 제1 임계치 위의 온도에서 동작되고 있음으로써 손상될 수 있음을 표시할 수 있다. 온도가 제1 임계치 위에 있지 않으면, 컨트롤러(16)는 계속 제1 전력량을 제공하거나 또는 과열을 포함하지 않는 어느 다른 제어 기법에 따라 동작한다. TEM(22)의 고온부의 온도가 제1 임계치 위에 있으면, 컨트롤러(16)는 제1 전력량보다 작은 제2 전력량을 TEM(22)에 제공한다(단계(404)). 일부 실시형태에서, 이러한 감축된 전력은 TEM(22)을 여전히 동작시키면서 TEM(22)의 고온부의 온도가 감소될 수 있게 한다.
- [0058] 일부 실시형태에서, 그 후 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 고온부의 온도가 제2 임계치 아래에 있는지 결정한다(단계(406)). 이것은 TEM(22)이 충분히 냉각되어 내려갔고 더 이상 포화되어 있지 않음을 표시한다. 일부 실시형태에서, 그 후 컨트롤러(16)는 제1 전력량과 같을 수 있지만 반드시 같지는 않은 제3 전력량을 TEM(22)에 제공할 것이다. 도 6은 절차가 단계(400)로 복귀하여 재차 제1 전력량을 제공하는 실시형태를 예시한다. TEM(22)에 제공되는 전력을 증가시킴으로써, 추가적 열이 전달될 수 있다.
- [0059] 일부 실시형태에서, TEM(22)에 제공되는 제1 전력량은 TEM(22)에 대한 최대 전력량에 또는 그 가까이에 있다. 이것은 열전 냉장 시스템(10)이 설정점 온도에 도달하기 위해 가능한 신속히 열을 제거하려고 하고 있을 때인 풀 다운 동작 모드에서 그럴 개연성이 있다. 일부 실시형태에서, TEM(22)에 제공되는 제1 전력량은 TEM(22)의 COP가 최대화되는 점에 또는 그 가까이에 있다. 이것은 열전 냉장 시스템(10)이 가장 효율적으로 열을 제거하려고 하고 있을 때인 정상 상태 동작 모드에서 그럴 개연성이 있다.
- [0060] 일부 실시형태에서, TEM(22)에 제공되는 제2 전력량은 TEM(22)의 COP가 최대화되는 점에 또는 그 가까이에 있다. 일부 실시형태에서, TEM(22)에 제공되는 제2 전력량은 적어도 냉각 챔버(12)의 온도가 증가하지 않게 되는 전력량이다. 앞서 논의된 바와 같이, 일부 실시형태에서, 이것은, 특히 TEM(22)의 고온부가 수동적으로 냉각될 때, TEM(22)의 방열 한계를 완화한다.
- [0061] 도 7은 본 발명의 일부 실시형태에 따라 도 6의 방법의 하나의 가능한 구현을 예시한다. 도 7은 3개의 라인을 포함한다. 상부는 TEM(22)의 방열부(고온부)의 온도를 플롯팅한다. 하부 라인은 TEM(22)의 저온부의 온도를 플

롯팅한다. 중앙 라인은 TEM(22)에 인가되는 전압으로서 TEM(22)에 제공되는 전력을 플롯팅한다. 플롯의 초반에, TEM(22)의 저온부와 고온부의 온도는 비슷하다. 이것은 열전 냉장 시스템(10)이 방금 전원 인가되었음 또는 그것이 충분히 오래 개방된 채로 있는 것과 같은 어떤 다른 이유로 풀 다운 모드에 있음을 표시할 수 있다.

[0062] 초반에, 컨트롤러(16)는 제1 전압을 TEM(22)에 제공한다. 이러한 예에서, TEM(22)의 고온부의 온도는 증가하는 한편 TEM(22)의 저온부의 온도는 감소한다. 이러한 예에서, TEM(22)의 고온부의 온도에 대한 제1 임계치는 50℃이다. TEM(22)의 고온부의 온도가 50℃에 도달하였다고 컨트롤러(16)가 결정할 때, 컨트롤러(16)는 전력을 감축하고 제1 양보다 작은 제2 전력량을 TEM(22)에 제공한다. 이것 때문에, 더 적은 열이 TEM(22)의 고온부에 펌핑되고 있고 그리고 그것은 냉각되어 내려가기 시작한다. 또한, TEM(22)의 저온부의 온도는 그 감소를 늦췄거나 조금 상승하고 있을 수도 있다. 이러한 전력량은 TEM(22)의 고온부가 충분히 냉각되어 내려갔다고 컨트롤러(16)가 결정할 때까지 TEM(22)에 제공된다.

[0063] TEM(22)의 고온부의 온도가 제2 임계치 아래에 있다고 컨트롤러(16)가 결정할 때, 컨트롤러(16)는 재차 제1 전력량을 TEM(22)에 제공한다. 이것은 재차 TEM(22)의 고온부가 과열되게 야기하지만, TEM(22)의 저온부는 이제 그것이 TEM(22)의 고온부가 마지막으로 포화되었을 때 그랬던 것보다 더 차갑다. 컨트롤러(16)는 TEM(22)의 방열 한계를 완화하면서 냉각 챔버(12)의 온도의 신속한 풀 다운을 제공하도록 2개의 전력량들 간 다니는 이러한 동작을 계속한다. 이것은 TEM(22)의 고온부가 수동적으로 냉각될 때 특히 유용할 수 있다. 이러한 예는 2개의 다른 전력량을 제시하고 있을 뿐이지만, 방법은 그것으로 한정되지 않는다. 일부 실시형태에서는, 더 큰 전력량 이든 더 작은 전력량 이든 TEM(22)의 COP가 최대화되는 점에 또는 그 가까이에 있을 수 있고, 이러한 값은 시스템 파라미터에 기반하여 매번 재계산될 수 있다.

[0064] 환언하면, 이것이 서모사이클-기반 시스템이면, 저온부 온도는 단일 챔버(예를 들어, 냉각 챔버(12))에 구속된다. 고온부 상의 열 소산이 포화되었고 그리고 저온부 온도의 추가적 감소가 몇은 점에서, TEM(22)으로의 전력은 저온부 온도의 어느 증가라도 완화하지만 고온부 온도가 감소할 수 있게 할 레벨로 꺾인다. 이것은 저온부의 단일 및 고온부에 대한 그 개선된 열적 안정성을 활용한다. 고온부 온도가 더 많은 방열이 가능할 수 있는 점으로 낮춰진 때까지 전력은 감축되게 유지된다. 이러한 점에 도달될 때, TEM(22) 전력은 증가되고, 그리고 고온부 또는 열 소산은 포화를 향하여 재차 증가한다. 그렇지만, 이러한 시간 동안, 저온부 온도는 고온부 온도가 더 낮은 점에서 시작하고 있으므로 감소할 것이다. 온도 및 전력의 이러한 사이클링은 여러 번 반복되어 아주 약간의 펌핑 효과를 생성하여 고온부 주위의 자연 대류를 증강시킬 수 있어서, 더 많은 전반적 열이 소산될 수 있게 하고 그리고 저온부가 그 설정점 온도로 감축할 수 있게 한다.

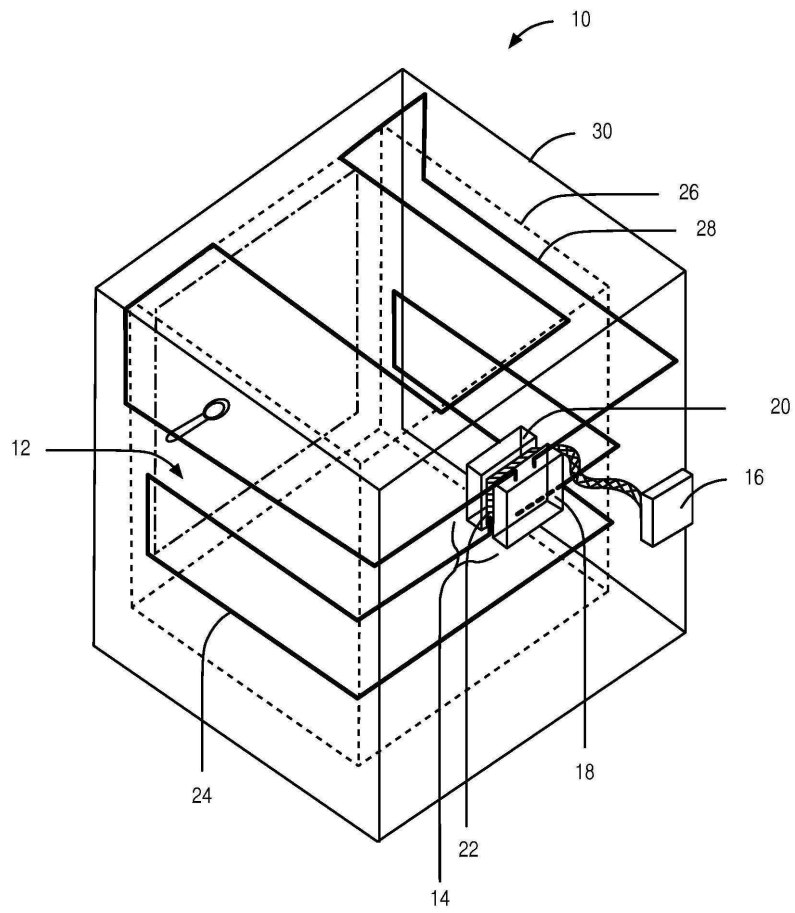
[0065] 도 8은 본 발명의 일부 실시형태에 따라, 전력 결정 모듈(32), 전력 제공 모듈(34), 및 시스템 파라미터 결정 모듈(36)을 포함하는, TEM(22)을 동작시키기 위한 컨트롤러(16)의 선도이다. 전력 결정 모듈(32), 전력 제공 모듈(34), 및 시스템 파라미터 결정 모듈(36)은 각각, 컨트롤러(16)의 프로세서에 의해 실행될 때, 컨트롤러(16)로 하여금 여기에서 설명된 실시형태 중 하나에 따라 동작하게 하는 소프트웨어로 구현된다.

[0066] 도 9는 본 발명의 일부 실시형태에 따라, 전력 제공 모듈(38) 및 온도 결정 모듈(40)을 포함하는, TEM(22)을 동작시키기 위한 컨트롤러(16)의 다른 선도이다. 전력 제공 모듈(38) 및 온도 결정 모듈(40)은 각각, 컨트롤러(16)의 프로세서에 의해 실행될 때, 컨트롤러(16)로 하여금 여기에서 설명된 실시형태 중 하나에 따라 동작하게 하는 소프트웨어로 구현된다.

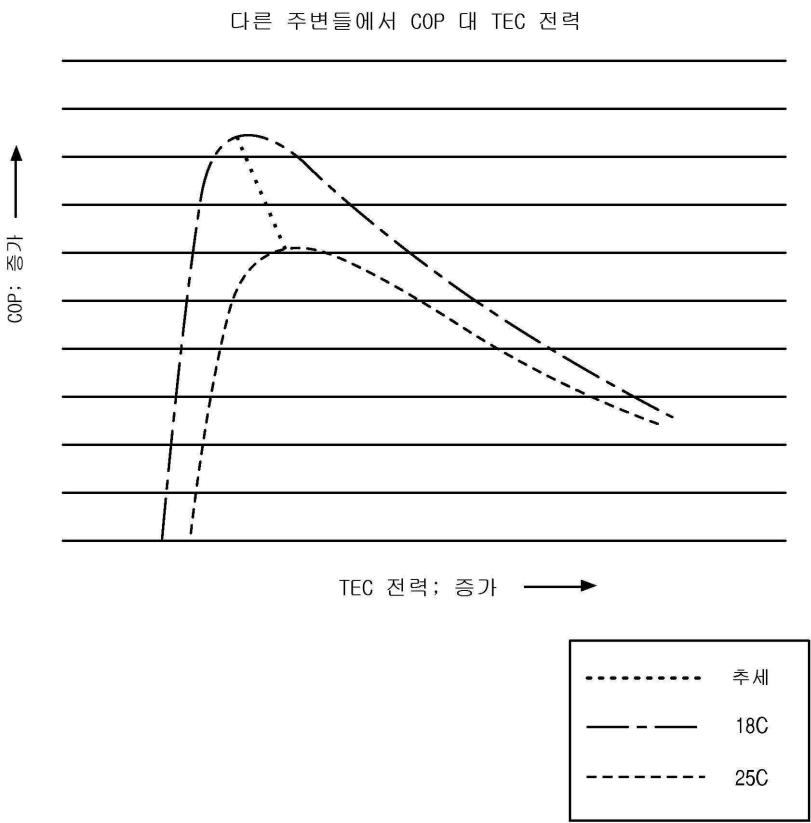
[0067] 당업자는 본 발명의 바람직한 실시형태에 대한 개선 및 수정을 인식할 것이다. 모든 그러한 개선 및 수정은 여기에서 개시된 개념 및 뒤따르는 청구범위의 범위 내라고 생각된다.

도면

도면1

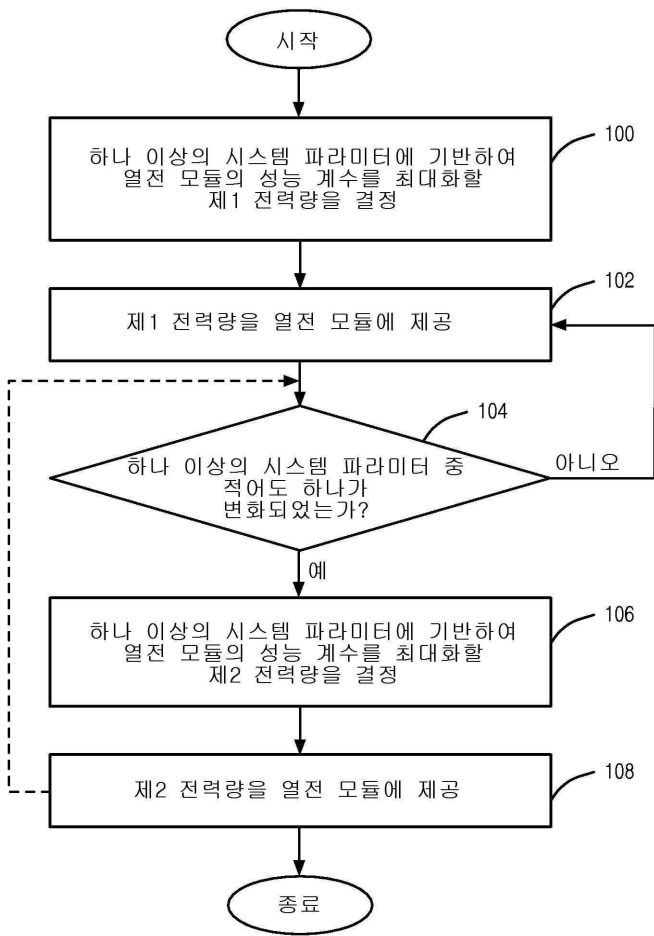


도면2

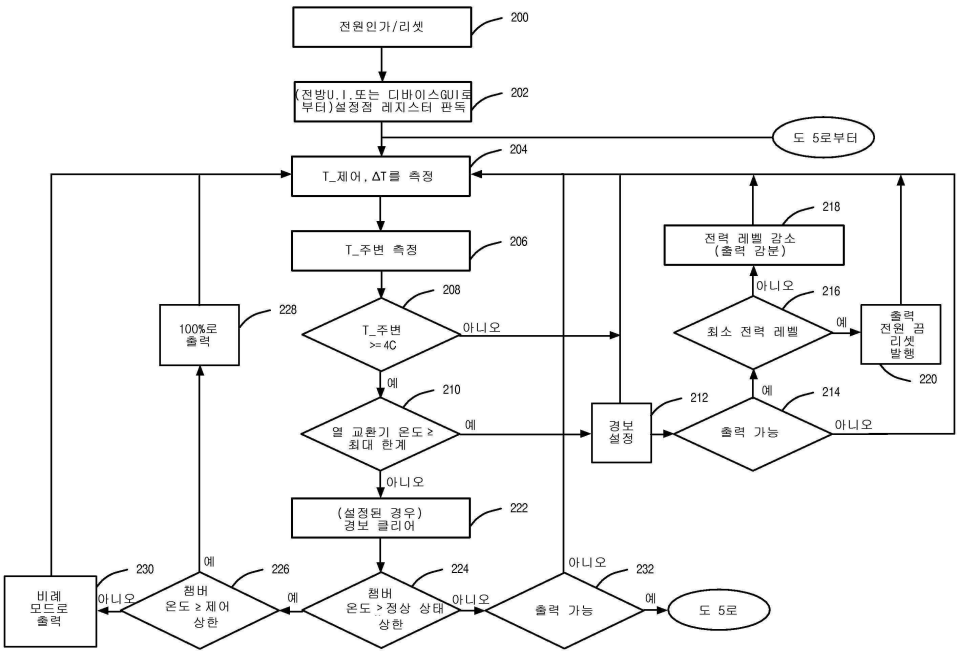




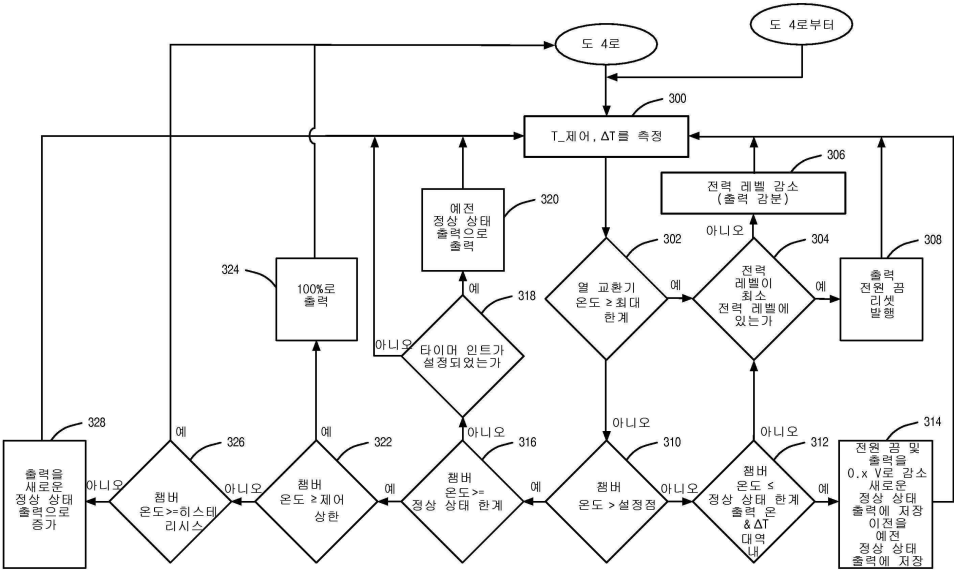
도면3



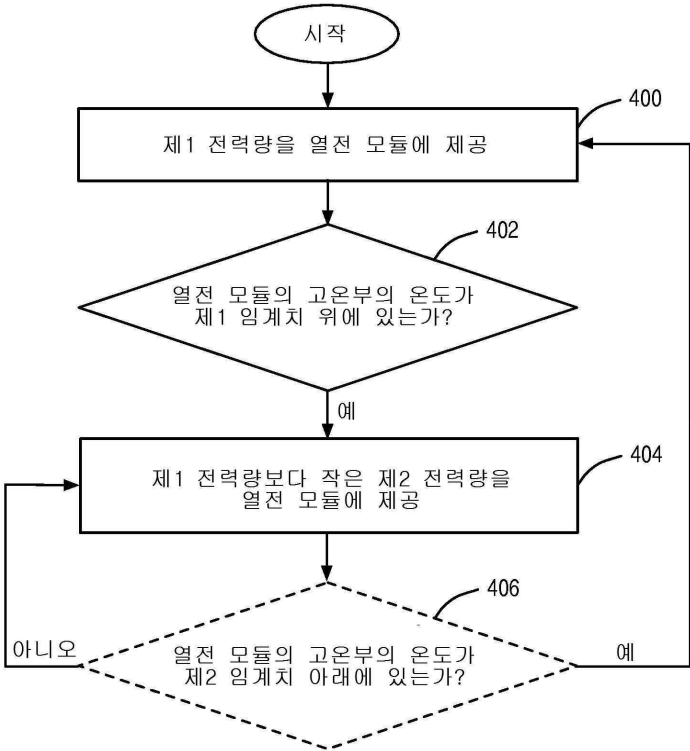
도면4



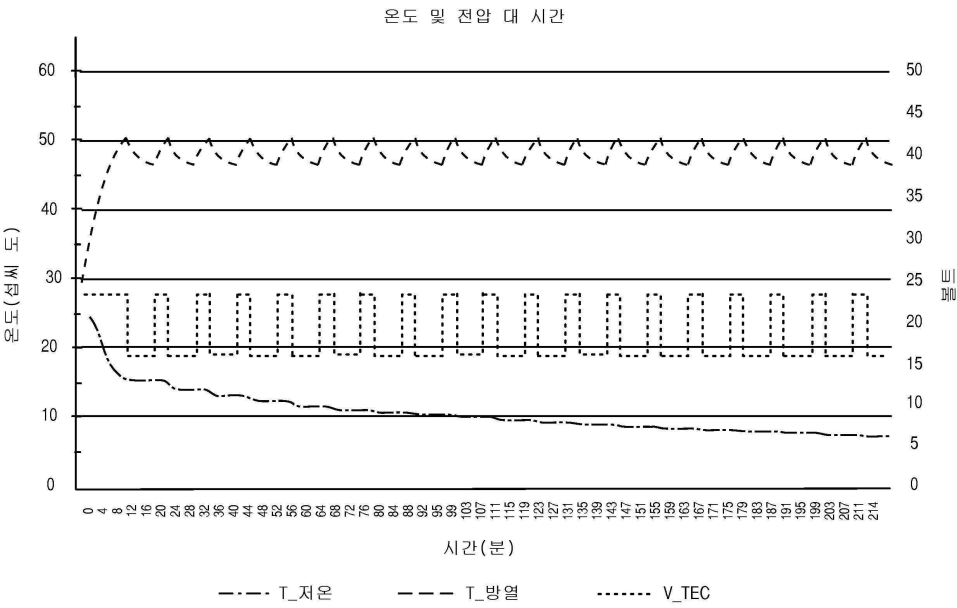
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9

