



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월30일

(11) 등록번호 10-2305488

(24) 등록일자 2021년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05D 23/19 (2006.01) G05B 11/42 (2006.01)(52) CPC특허분류  
G05D 23/1919 (2013.01)  
G05B 11/42 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0019791

(22) 출원일자 2020년02월18일

심사청구일자 2020년02월18일

(65) 공개번호 10-2021-0105170

(43) 공개일자 2021년08월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP05216545 A\*

KR101302156 B1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지

경기도 화성시 동탄면 동탄산단6길 15-13

(72) 발명자

조은석

경기도 남양주시 도농로 34 부영그린타운 304동  
1604호

김기범

경기도 오산시 대원로38번길 21, 드림하우스 205  
호

이현진

경기도 용인시 기흥구 한보라2로14번길 3-10, 30  
2호

(74) 대리인

윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 1 항

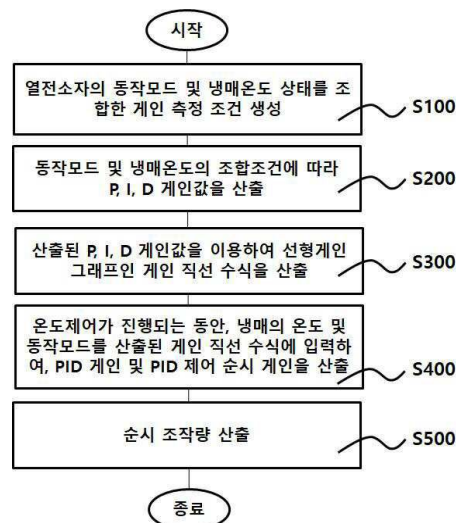
심사관 : 심유석

(54) 발명의 명칭 열전소자를 활용한 온도제어 시스템 및 온도제어 시스템의 선행 가변 파라미터 PID제어 방법

## (57) 요약

열전소자를 활용한 온도제어 시스템의 선행 가변 파라미터 PID제어 방법에 관한 것으로, 구체적으로, 실시예에 따른 냉매의 온도와 모드를 조합한 4가지 상황에서 P, I, D 계인을 각각 산출하고 산출된 12개의 계인 값과 냉매온도를 이용하여 계인 직선 수식을 산출하고 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 계인 직선 수식에 입력하여, PID 계인을 산출하는 온도제어 시스템 및 열전소자를 활용한 온도제어 시스템의 선행 가변 파라미터 PID제어 방법을 제공한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류  
*H01L 35/30* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

주위온도를 낮추는 흡열모드 또는 주위온도를 높이는 가열모드로 동작하는 열전소자를 제어하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법에 있어서,

(A) 상기 흡열모드에서 냉매온도를 최대온도로 설정하여 흡열 제1 P 게인값, 흡열 제1 I 게인값, 및 흡열 제1 D 게인 값을 산출하고, 상기 흡열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 흡열 제2 P 게인값, 흡열 제2 I 게인값, 및 흡열 제2 D 게인 값을 산출하며, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최대온도로 설정하여 가열 제1 P 게인값, 가열 제1 I 게인값, 및 가열 제1 D 게인 값을 산출하고, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 가열 제2 P 게인값, 가열 제2 I 게인값, 및 가열 제2 D 게인 값을 산출하는 단계;

(B) 상기 흡열 제1 P, I, D 게인값, 상기 흡열 제2 P, I, D 게인값, 상기 가열 제1 P, I, D 게인값 및 상기 가열 제2 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 P, I, D 직선을 산출하는 단계; 및

(C) 상기 흡열모드로 설정되면 상기 게인 P, I, D 직선을 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하여 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 게인값을 산출하고, 상기 가열모드로 설정되면 상기 게인 P, I, D 직선을 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하여 상기 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 게인값을 산출하는 단계;

(D) 상기 산출된 P, I, D 게인값을 기 저장된 PID 계산식에 입력하여 상기 열전소자의 순시 조작량을 산출하는 단계;를 포함하고,

상기 게인 P 직선은

수학식 1:  $P = (ax + b) * Mode + (cx + d) * (1 - Mode)$ 이고,

상기 게인 I 직선은

수학식 2:  $I = (ex + f) * Mode + (gx + h) * (1 - Mode)$ 이며,

상기 게인 D 직선은

$D = (ix + j) * Mode + (kx + l) * (1 - Mode)$ 이고,

상기 (B)의 단계에서,

상기 Mode에 1을 대입하여 상기 게인 P, I, D 직선을 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 흡열 게인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 흡열 제1 P, I, D 게인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제1 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 흡열 제2 P, I, D 게인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제2 식을 산출하며 상기 제1 및 제2 식을 연립하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j) 각각의 값을 산출하고,

상기 Mode에 0을 대입하여 상기 게인 P, I, D 직선을 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 게인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 가열 제1 P, I, D 게인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제3 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 가열 제2 P, I, D 게인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제4 식을 산출하며 상기 제3 및 제4 식을 연립하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l) 각각의 값을 산출하고,

상기 (C)의 단계에서,

상기 흡열모드가 되면, 상기 게인 P, I, D 직선의 Mode에 1을 대입하여 상기 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고 상기 흡열 게인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 게인값을 산출하며,

상기 가열모드가 되면 상기 게인 P, I, D 직선의 Mode에 0을 대입하여 상기 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 게인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 게인값을 산출하는 것을 특징으로 하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법

## 청구항 2

삭제

## 청구항 3

삭제

## 청구항 4

삭제

## 청구항 5

삭제

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 열전소자를 활용한 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법에 관한 것으로 구체적으로, 열전소자의 모드와 냉매의 온도에 따라 P, I, D 계인을 산출하고 선형 계인 그래프에서 순시 계인(instantaneous gain)을 산출하는 선형 가변 파라미터 PID(Proportional Integral Derivative Controller)제어 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 본 명세서에서 달리 표시되지 않는 한, 이 섹션에 설명되는 내용들은 이 출원의 청구항들에 대한 종래 기술이 아니며, 이 섹션에 포함된다고 하여 종래 기술이라고 인정되는 것은 아니다.

[0004] PID(Proportional Integral Derivative) 제어는 기존의 ON, OFF 제어 방식과 달리 비례(P: Proportional), 적분(I: (Proportional) Integral), 미분(D: (Proportional) Derivative)을 조합하여 제어하는 방식이다. PID 제어는 기존의 ON, OFF 방식에 비해 정교해진 제어 방법으로, 일정 온도가 되었을 때 꺼지거나 켜지는 단순 제어 방식이 아닌 온도 차나 온도의 상승과 하강, 시간 등의 요인에 비례하여 작동하는 보다 정교한 제어 방식이다. 즉, 변수까지 고려하는 제어방법으로서 제어되는 변수와 입력한 기준점 사이의 오차를 계산하여 전압을 유지할지 말지를 결정하기 때문에 기존의 ON, OFF 방식에 비해 오류가 적다는 장점이 있다. 일반적으로 PID 제어에 필요한 계산을 할 때는 비례(Proportional)와 비례의 적분(Proportional Integral)과 비례의 미분(Proportional Derivative)을 조합하여 연산한다.

[0005] 하지만 종래 PID 제어 기법을 열전 소자에 적용할 경우, 열전소자의 모드 별 동작특성을 나타낸 도 1에 도시된 바와 같이 열전 소자는 가열동작(Heat Mode)과 흡열동작(Cool Mode)의 시스템 응답특성이 다르기 때문에 제어가 부정확해 지는 문제가 발생한다. 또한, 냉매의 온도에 따라서도 응답 특성이 달라진다. 구체적으로, 냉매 온도에 따른 응답 특성을 모드 별로 나타낸 그래프인 도 2를 참조하면, 냉매의 온도가 현재온도보다 높으면 높을수

록 자연냉각 효과가 커지고 흡열모드(Cool Mode)의 응답특성이 빨라지고, 냉매의 온도가 현재온도보다 낮으면 낮을수록 자연 흡열 효과가 커지고 가열모드(Heat Mode)의 응답특성이 빨라지기 때문에 종래 시스템으로는 정밀한 PID 제어를 수행하기 어려운 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 한국 특허등록 제10-1478450호(2014.12.24)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 실시예에 따른 냉매의 온도와 모드를 조합한 4가지 상황에서 P, I, D 게인을 각각 산출하고 산출된 12개의 게인값과 냉매온도를 이용하여 게인 직선 수식을 산출하고 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 게인 직선 수식에 입력하여, PID 게인을 산출하는 온도제어 시스템 및 열전소자를 활용한 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 실시예에 따른 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법은 (A) 온도제어시스템에서 열전소자의 동작모드 및 냉매온도를 파악하는 단계; (B) 온도제어시스템에서 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, P, I, D 게인값을 추출하고, 추출된 P, I, D 게인값을 산출하는 단계; (C) 온도제어시스템에서 산출된 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 직선 수식을 산출하는 단계; (D) 온도제어시스템에서 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 게인 직선 수식에 입력하여, PID 게인을 산출하는 단계; 및 (E) 온도제어시스템에서 기 저장된 PID 계산식으로 순시 조작량을 산출하는 단계; 를 포함한다.

[0011] 다른 실시예에 따른 선형 가변 파라미터 PID제어를 수행하는 온도제어 시스템은 열전소자의 동작모드 및 냉매온도를 파악하는 조건감지모듈; 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, P, I, D 게인값을 추출하고, 추출된 P, I, D 게인값을 산출하고 산출된 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 직선 수식을 산출하는 제1연산모듈; 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 게인 직선 수식에 입력하여 PID 게인을 산출하고, 기 저장된 PID 계산식으로 순시 조작량을 산출하는 제2연산모듈; 을 포함한다.

### 발명의 효과

[0013] 실시예에서는 종래 온도 제어 시스템이 가열동작과 흡열 동작의 시스템 응답특성이 다르기 때문에, 고정 PID 게인을 이용할 경우, 모든 온도 및 모드에서 최상의 성능을 보여주는 PID 게인을 찾을 수 없으므로, 모든 구간과 온도에서 최적 파라미터를 제공하기 위한 선형 가변 파라미터 PID 산출 기법을 제안한다. 예컨대, 가열모드와 흡열 모드 각각에서 냉매온도가 최저온도와 최대온도일 경우를 특정하고, 각각의 경우를 튜닝한 최적 P, I, D 게인값을 산출한다. 이후, 산출된 게인값을 개별적으로 이용하여 KP, KI, KD 를 산출하는 수식을 생성하여 P, I, D 게인을 산출하고 PID 제어 조작량을 연산함으로써, 열전소자의 모드와 냉매온도에 대한 다양한 조건을 반영한 최적 P, I, D 게인값을 파악하여 P, I, D 제어 오류를 감소 시킬 수 있다. 또한 온도제어 시스템의 가동 모드 및 냉매의 온도에 따라 PID 제어 조작량을 산출하여 온도제어 시스템의 개별 조건에 따라 PID 제어 조작을 보다 정확하게 수행할 수 있다.

[0014] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 열전소자의 모드 별 동작특성을 나타낸 도면

도 2는 냉매 온도에 따른 응답 특성을 모드 별로 나타낸 그래프

도 3은 실시예에 따른 온도제어 시스템의 데이터 처리 구성을 나타낸 도면

도 4는 실시예에 따른 KP, KI, KD 게인 산출 수식을 나타낸 도면

도 5는 실시예에 따른 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법을 나타낸 도면

도 6은 실시예에 따라 산출된 게인 직선 수식을 그래프로 나타낸 도면

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 도면부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0018] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0019] 도 3은 실시예에 따른 온도제어 시스템의 데이터 처리 구성을 나타낸 도면이다.
- [0020] 도 3을 참조하면, 조건감지모듈(100), 제1연산모듈(200) 및 제2연산모듈(300)을 포함하여 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 '모듈'이라는 용어는 용어가 사용된 문맥에 따라서, 소프트웨어, 하드웨어 또는 그 조합을 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 예를 들어, 소프트웨어는 기계어, 펌웨어(firmware), 임베디드코드(embedded code), 및 애플리케이션 소프트웨어일 수 있다. 또 다른 예로, 하드웨어는 회로, 프로세서, 컴퓨터, 집적 회로, 집적 회로 코어, 센서, 멤스(MEMS; Micro-Electro-Mechanical System), 수동 디바이스, 또는 그 조합일 수 있다.
- [0021] 조건감지모듈(100)은 열전소자의 동작모드 및 냉매온도를 파악한다. 실시예에서 조건감지모듈(100)은 열전소자의 동작모드는 가열 모드(Heat Mode)와 흡열 모드(Cool Mode) 중 하나로 감지하고, 냉매온도는 현재열전소자온도를 기준으로 높은 상태(High)인 최대 온도와 낮은 상태(Low)인 최저 온도 중 하나로 감지한다. 실시예에서 조건감지모듈(100)은 게인 산출을 위해 동작모드와 열전소자의 최대, 최저 온도를 조합한 상태조건을 인위적으로 생성한 후 각각의 상태 조건을 감지할 수 있다.
- [0022] 제1연산모듈(200)은 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, 산출할 P, I, D 게인값을 추출하고, 추출된 P, I, D 게인값을 산출한다. 예컨대, 제1연산모듈(200)은 온도제어기의 동작모드가 흡열모드(Cool Mode)이며, 냉매온도가 제어 최대온도인 경우 게인 값 CHP(Cool High Proportional), CHI(Cool High Integral), CHD(Cool High Derivative)를 산출하고, 온도제어기의 동작모드가 흡열모드(Cool Mode)이며, 냉매온도가 제어 최저온도인 경우 게인 CLP(Cool Low Proportional), CLI(Cool Low Integral), CLD(Cool low Derivative)를 산출한다. 또한, 온도제어기의 동작모드가 가열모드(Heat Mode)이며, 냉매온도가 제어 최대온도인 경우 게인 HHP(Heat High Proportional), HHI(Heat High Integral), HHD(Heat High Derivative)를 산출한다.
- [0023] 제2연산모듈(300)은 산출된 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 직선 수식을 산출한다. 실시예에 따른 게인 직선 수식을 나타낸 도 4를 참조하면, 흡열모드(cool Mode)일 경우, KP, KI, KD 산출 수식의 좌측 항으로만 PID 게인 각각을 산출하고, 가열모드(Heat Mode)일 경우, 도 4에 도시된 KP, KI, KD 산출 수식의 좌측과 우측 항을 모두 이용하여 P, I, D 게인값을 산출한다. 또한, 제2연산모듈(300)은 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, 산출한 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 P 산출 직선 수식, 게인 D 산출 직선 수식 및 게인 I 산출 직선 수식을 산출한다. 즉, 제2연산모듈(300)은 도 4에 도시된 수학적식을 통해 흡열모드(Cool Mode) P게인 직선, 가열모드(Heat Mode) P 게인 직선, 흡열모드(Cool Mode) I 게인 직선, 가열모드(Heat Mode) I 게인 직선, 흡열모드(Cool Mode) D 게인 직선 및 가열모드(Heat Mode) D 게인 직선을 산출한다.
- [0024] 구체적으로 제2연산모듈(300)은 게인 P 직선 수식을
- [0025] 수학적식 1:  $P = (ax + b) * \text{Mode} + (cx + d) * (1 - \text{Mode})$
- [0026]  $X = \text{냉매온도}$ , 흡열모드의 경우  $\text{Mode} = 1$ , 가열모드인 경우  $\text{Mode} = 0$

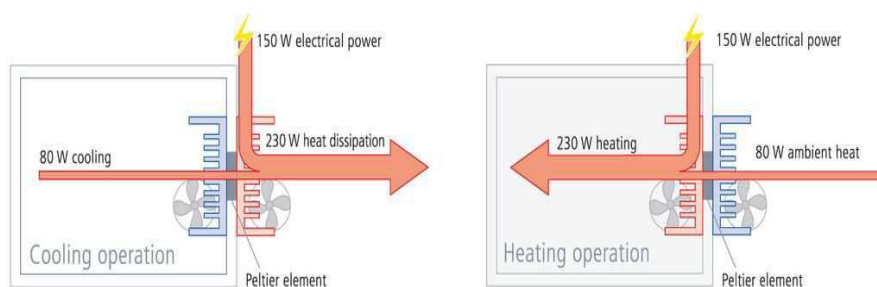
- [0027] 을 이용하여 산출하고
- [0028] 계인 I 직선 수식을
- [0029] 수학적식 2:  $I = (ex + f) * Mode + (gx + h) * (1 - Mode)$
- [0030] X=냉매온도, 흡열모드의 경우 Mode=1, 가열모드인 경우 Mode=0
- [0031] 를 이용하여 산출하고
- [0032] 계인 D 직선 수식을
- [0033] 수학적식 3:  $D = (ix + j) * Mode + (kx + l) * (1 - Mode)$
- [0034] X=냉매온도, 흡열모드의 경우 Mode=1, 가열모드인 경우 Mode=0
- [0035] 를 이용하여 산출한다.
- [0036] 또한, 제2연산모듈(300)은 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 계인 직선 수식에 입력하여, PID 계인을 산출하고, 기 저장된 PID 계산식으로 순시 조작량을 산출한다.
- [0037] 이하에서는 선형 가변 파라미터 PID제어 방법에 대해서 차례로 설명한다. 실시예에 따른 선형 가변 파라미터 PID제어 방법의 작용(기능)은 실시예에 따른 온도제어 시스템상의 기능과 본질적으로 같은 것이므로 도 1 내지 도 4와 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0038] 도 5는 실시예에 따른 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법을 나타낸 도면이다.
- [0039] S100 단계에서는 온도제어시스템에서 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 상태를 조합하여 계인을 산출하기 위한 조건 각각을 생성한다. 실시예에서 S100 단계에서는 열전소자의 동작모드는 가열 모드(Heat Mode)와 흡열 모드(Cool Mode) 중 하나로 생성하고, 냉매온도는 현재열전소자온도를 기준으로 높은 상태(High)인 최대온도와 낮은 상태(Low)인 최저온도 중 하나로 생성할 수 있다. 이에 따라, 실시예에서 계인 산출을 위한 조건에는 흡열모드-최대온도, 가열모드-최대온도, 흡열모드-최저온도, 가열모드-최저온도 조건이 포함될 수 있다.
- [0040] S200 단계에서는 온도제어시스템에서 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, 산출할 P, I, D 계인값을 추출하고, 추출된 P, I, D 계인값을 산출한다. 예컨대, S200 단계에서는 온도제어기의 동작모드가 흡열모드(Cool Mode)이며, 냉매온도가 제어 최대온도인 경우 계인 값 CHP(Cool High Proportional), CHI(Cool High Integral), CHD(Cool High Derivative)를 산출하고, 온도제어기의 동작모드가 흡열모드(Cool Mode)이며, 냉매온도가 제어 최저온도인 경우 계인 CLP(Cool Low Proportional), CLI(Cool Low Integral), CLD(Cool low Derivative)를 산출한다. 또한, 온도제어기의 동작모드가 가열모드(Heat Mode)이며, 냉매온도가 제어 최대온도인 경우 계인 HHP(Heat High Proportional), HHI(Heat High Integral), HHD(Heat High Derivative)를 산출한다.
- [0041] S300 단계에서는 온도제어시스템에서 산출된 P, I, D 계인값을 이용하여 계인 직선 수식을 산출한다. 예컨대, S300 단계에서는 열전소자의 동작모드 및 냉매온도의 조합조건에 따라, 산출한 P, I, D 계인값을 이용하여 계인 P 직선 수식, 계인 D 직선 수식 및 계인 I 직선 수식을 연산한다. 구체적으로 S300 단계에서 계인 P 직선 수식은
- [0042] 수학적식 1:  $P = (ax + b) * Mode + (cx + d) * (1 - Mode)$
- [0043] X=냉매온도, 흡열모드의 경우 Mode=1, 가열모드인 경우 Mode=0
- [0044] 을 이용하여 산출하고
- [0045] 계인 I 직선 수식은
- [0046] 수학적식 2:  $I = (ex + f) * Mode + (gx + h) * (1 - Mode)$
- [0047] (X=냉매온도, 흡열모드의 경우 Mode=1, 가열모드인 경우 Mode=0)
- [0048] 를 이용하여 산출하고
- [0049] 계인 D 직선 수식은
- [0050] 수학적식 3  $D = (ix + j) * Mode + (kx + l) * (1 - Mode)$



- [0051] (X=냉매온도, 흡열모드의 경우 Mode=1, 가열모드인 경우 Mode=0)
- [0052] 를 이용하여 산출한다.
- [0053] S400 단계에서는 온도제어시스템에서 온도제어가 진행되는 동안, 냉매의 온도 및 동작모드를 산출된 계인 직선 수식에 입력하여, PID 계인 및 PID 순시 계인을 산출한다.
- [0054] S500 단계에서는 온도제어시스템에서 기 저장된 PID 계산식으로 순시 조작량을 연산한다. 실시예에 따라 산출된 계인 직선을 그래프로 나타낸 도 6을 참조하면, 실시예에서는 냉매 온도에 따라 산출된 PID 계인을 제어 순간마다 연산하고 기 저장된 PID 계산식으로 순시 조작량을 산출할 수 있다.
- [0055] 도 6에 도시된 바와 같이, 실시예에서는 선형계인 그래프인 P, I, D 계인 직선 수식을 모드 별로 각각 산출할 수 있다. 예컨대, 흡열모드 (Cool Mode) P 계인 직선, 가열모드 (Heat Mode) P 계인 직선, 흡열모드 (Cool Mode) I 계인, 직선 가열모드(Heat Mode) I 계인 직선, 흡열모드 (Cool Mode) D 계인 직선, 가열모드(Heat Mode) D 계인 직선을 산출한다.
- [0056] 실시예에서는 종래 온도 제어 시스템이 가열동작과 흡열 동작의 시스템 응답특성이 다르기 때문에, 고정 PID 계인을 이용할 경우, 모든 온도 및 모드에서 최상의 성능을 보여주는 PID 계인을 찾을 수 없으므로, 모든 구간과 온도에서 최적 파라미터를 제공하기 위한 선형 가변 파라미터 PID 산출 기법을 제안한다. 예컨대, 가열모드와 흡열 모드 각각에서 냉매온도가 최저온도와 최대온도일 경우를 특정하고, 각각의 경우를 튜닝한 최적 P, I, D 계인값을 산출한다. 이후, 산출된 계인값을 개별적으로 이용하여 KP, KI, KD 를 산출하는 수식을 생성하여 P, I, D 계인을 산출하고 PID 제어 조작량을 연산함으로써, 열전소자의 모드와 냉매온도에 대한 다양한 조건을 반영한 최적 P, I, D 계인값을 파악하여 P, I, D제어 오류를 감소 시킬 수 있다. 또한 온도제어 시스템의 가동 모드 및 냉매의 온도에 따라 PID 제어 조작량을 산출하여 온도제어 시스템의 개별 조건에 따라 PID 제어 조작을 보다 정확하게 수행할 수 있다.
- [0057] 개시된 내용은 예시에 불과하며, 특허청구범위에서 청구하는 청구의 요지를 벗어나지 않고 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양하게 변경 실시될 수 있으므로, 개시된 내용의 보호범위는 상술한 특정의 실시예에 한정되지 않는다.

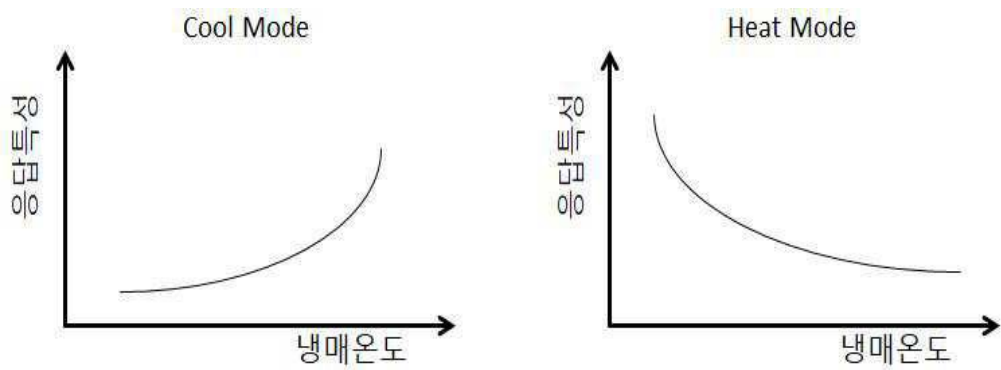
## 도면

### 도면1

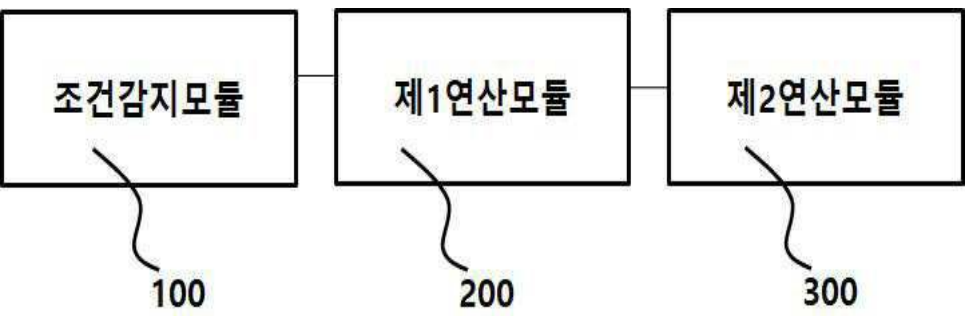




도면2



도면3



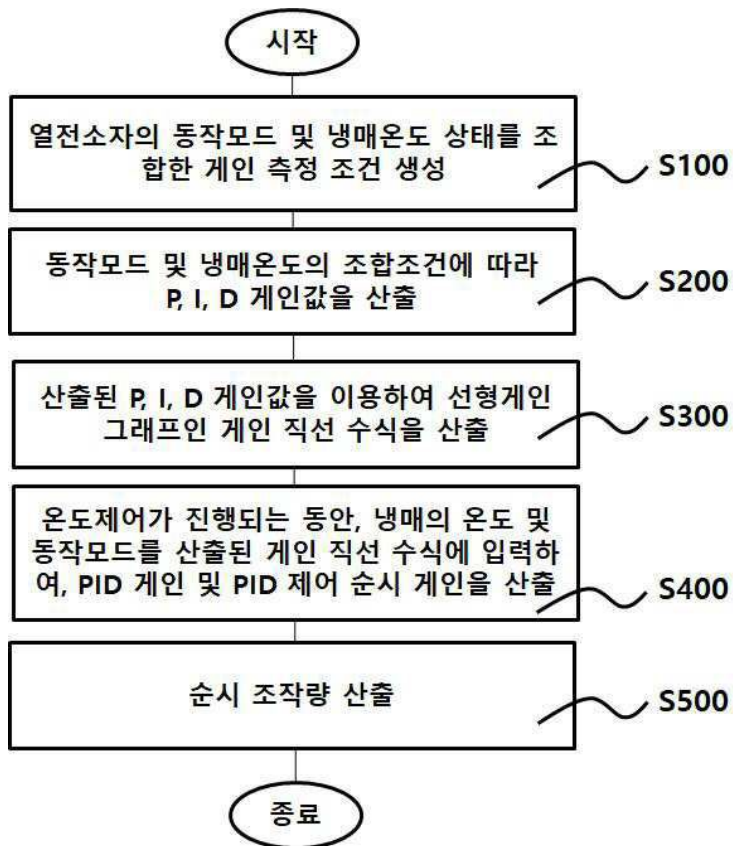
도면4

$$\begin{aligned} KP &= (ax + b) * \text{Mode} + (cx + d) * (1 - \text{Mode}) \\ KI &= (ex + f) * \text{Mode} + (gx + h) * (1 - \text{Mode}) \\ KD &= (ix + j) * \text{Mode} + (kx + l) * (1 - \text{Mode}) \end{aligned}$$

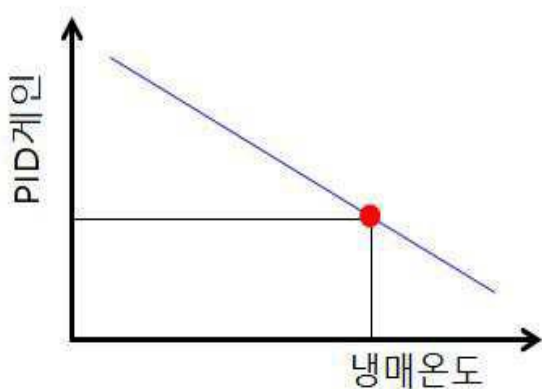
**Cool**                      **Heat**

$x = \text{냉매온도}$   
Cool Mode : Mode = 1  
Heat Mode : Mode = 0

도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

주위온도를 낮추는 흡열모드 또는 주위온도를 높이는 가열모드로 동작하는 열전소자를 제어하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법에 있어서,

(A) 상기 흡열모드에서 상기 냉매온도를 최대온도로 설정하여 흡열 제1 P 게인값, 흡열 제1 I게인값, 및 흡열 제1 D게인 값을 산출하고, 상기 흡열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 흡열 제2 P게인값, 흡열 제

2 I계인값, 및 흡열 제2 D계인 값을 산출하며, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최대온도로 설정하여 가열 제1 P 계인값, 가열 제1 I계인값, 및 가열 제1 D계인 값을 산출하고, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 가열 제2 P계인값, 가열 제2 I계인값, 및 가열 제2 D계인 값을 산출하는 단계;

(B) 상기 흡열 제1 P, I, D 계인값, 상기 흡열 제2 P, I, D 계인값, 상기 가열 제1 P, I, D 계인값 및 상기 가열 제2 P, I, D 계인값을 이용하여 계인 P, I, D 직선을 산출하는 단계; 및

(C) 상기 흡열모드로 설정되면 상기 계인 P, I, D 직선을 흡열 계인 P, I, D 직선으로 변환하여 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 계인값을 산출하고, 상기 가열모드로 설정되면 상기 계인 P, I, D 직선을 가열 계인 P, I, D 직선으로 변환하여 상기 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 계인값을 산출하는 단계;

(D) 상기 산출된 P, I, D 계인값을 기 저장된 PID 계산식에 입력하여 상기 열전소자의 순시 조작량을 산출하는 단계;를 포함하고,

상기 계인 P 직선은

수학식 1:  $P = (ax + b) * \text{Mode} + (cx + d) * (1 - \text{Mode})$ 이고,

상기 계인 I 직선은

수학식 2:  $I = (ex + f) * \text{Mode} + (gx + h) * (1 - \text{Mode})$ 이며,

상기 계인 D 직선은

$D = (ix + j) * \text{Mode} + (kx + l) * (1 - \text{Mode})$ 이고,

상기 (B)의 단계에서,

상기 Mode에 1을 대입하여 상기 계인 P, I, D 직선을 흡열 계인 P, I, D 직선으로 변환하고, 흡열 계인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 흡열 제1 P, I, D 계인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제1 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 흡열 제2 P, I, D 계인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제2 식을 산출하며 상기 제1 및 제2 식을 연립하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j) 각각의 값을 산출하고,

상기 Mode에 0을 대입하여 상기 계인 P, I, D 직선을 가열 계인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 계인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 가열 제1 P, I, D 계인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제3 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 가열 제2 P, I, D 계인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제4 식을 산출하며 상기 제3 및 제4 식을 연립하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l) 각각의 값을 산출하고,

상기 (C)의 단계에서,

상기 흡열모드가 되면, 상기 계인 P, I, D 직선의 Mode에 1을 대입하여 상기 흡열 계인 P, I, D 직선으로 변환하고 상기 흡열 계인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 계인값을 산출하며,

상기 가열모드가 되면 상기 계인 P, I, D 직선의 Mode에 0을 대입하여 상기 가열 계인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 계인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 계인값을 산출하는 것을 특징으로 하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법

## 【변경후】

주위온도를 낮추는 흡열모드 또는 주위온도를 높이는 가열모드로 동작하는 열전소자를 제어하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법에 있어서,

(A) 상기 흡열모드에서 냉매온도를 최대온도로 설정하여 흡열 제1 P 계인값, 흡열 제1 I계인값, 및 흡열 제1 D 계인 값을 산출하고, 상기 흡열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 흡열 제2 P계인값, 흡열 제2 I계인값, 및 흡열 제2 D계인 값을 산출하며, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최대온도로 설정하여 가열 제1 P 계인값, 가열 제1 I계인값, 및 가열 제1 D계인 값을 산출하고, 상기 가열모드에서 상기 냉매온도를 최저온도로 설정하여 가열 제2 P계인값, 가열 제2 I계인값, 및 가열 제2 D계인 값을 산출하는 단계;

(B) 상기 흡열 제1 P, I, D 계인값, 상기 흡열 제2 P, I, D 계인값, 상기 가열 제1 P, I, D 계인값 및 상기 가

열 제2 P, I, D 게인값을 이용하여 게인 P, I, D 직선을 산출하는 단계; 및

(C) 상기 흡열모드로 설정되면 상기 게인 P, I, D 직선을 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하여 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 게인값을 산출하고, 상기 가열모드로 설정되면 상기 게인 P, I, D 직선을 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하여 상기 현재 냉매온도에 대응되는 P, I, D 게인값을 산출하는 단계;

(D) 상기 산출된 P, I, D 게인값을 기 저장된 PID 계산식에 입력하여 상기 열전소자의 순시 조작량을 산출하는 단계;를 포함하고,

상기 게인 P 직선은

수학식 1:  $P = (ax + b) * \text{Mode} + (cx + d) * (1 - \text{Mode})$ 이고,

상기 게인 I 직선은

수학식 2:  $I = (ex + f) * \text{Mode} + (gx + h) * (1 - \text{Mode})$ 이며,

상기 게인 D 직선은

$D = (ix + j) * \text{Mode} + (kx + l) * (1 - \text{Mode})$ 이고,

상기 (B)의 단계에서,

상기 Mode에 1을 대입하여 상기 게인 P, I, D 직선을 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 흡열 게인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 흡열 제1 P, I, D 게인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제1 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 흡열 제2 P, I, D 게인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j)에 대한 각각의 제2 식을 산출하며 상기 제1 및 제2 식을 연립하여 상기 (a, b), (e, f), (i, j) 각각의 값을 산출하고,

상기 Mode에 0을 대입하여 상기 게인 P, I, D 직선을 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 게인 P, I, D 직선의 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 가열 제1 P, I, D 게인값을 대입하고 상기 x에 최대 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제3 식을 산출하고, 상기 P, 상기 I, 상기 D 각각에 상기 가열 제2 P, I, D 게인값을 대입하고, 상기 x에 최저 냉매온도를 대입하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l)에 대한 각각의 제4 식을 산출하며 상기 제3 및 제4 식을 연립하여 상기 (c, d), (g, h), (k, l) 각각의 값을 산출하고,

상기 (C)의 단계에서,

상기 흡열모드가 되면, 상기 게인 P, I, D 직선의 Mode에 1을 대입하여 상기 흡열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고 상기 흡열 게인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 게인값을 산출하며,

상기 가열모드가 되면 상기 게인 P, I, D 직선의 Mode에 0을 대입하여 상기 가열 게인 P, I, D 직선으로 변환하고, 상기 가열 게인 P, I, D 직선의 x에 상기 현재 냉매온도를 대입하여 상기 P, I, D 게인값을 산출하는 것을 특징으로 하는 온도제어 시스템의 선형 가변 파라미터 PID제어 방법