



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0138271  
(43) 공개일자 2022년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/10 (2012.01) G05B 15/02 (2006.01)  
G06Q 50/06 (2012.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/10 (2013.01)  
G05B 15/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0044227  
(22) 출원일자 2021년04월05일  
심사청구일자 2021년04월05일

(71) 출원인  
인천대학교 산학협력단  
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)  
(72) 발명자  
윤성민  
인천광역시 연수구 컨벤시아대로130번길 32, 202  
동 704호(송도동, 송도자이하버뷰2단지아파트)  
(74) 대리인  
특허법인현

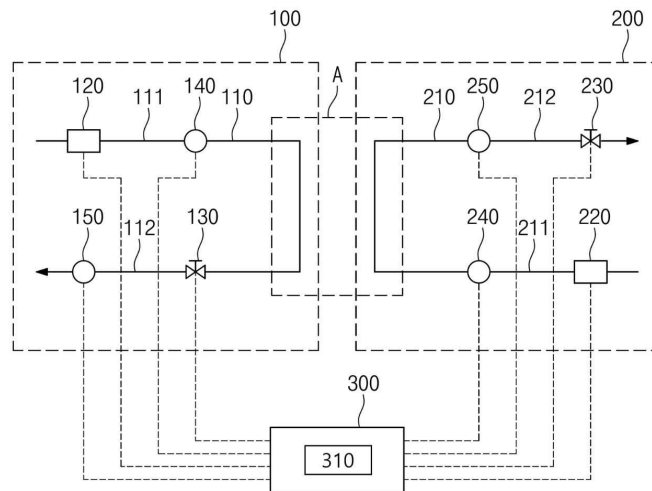
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 건물 에너지 커미셔닝 시스템 및 방법

(57) 요약

건물 에너지 커미셔닝 시스템이 개시된다. 건물 에너지 커미셔닝 시스템은 에너지를 공급하는 공급부; 상기 공급부와 에너지 교환으로 상기 공급부에서 제공된 에너지를 소비하는 수요부; 및 상기 공급부와 상기 수요부의 운전 상태를 커미셔닝하는 커미셔닝부를 포함하되, 상기 커미셔닝부는 상기 공급부와 상기 수요부에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호를 통해 추가 신호를 생성하는 가상 센서를 포함하고, 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 상기 운전 상태를 커미셔닝한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G06Q 50/06** (2013.01)

G05B 2219/2639 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                        |
|-------------|----------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711107936                             |
| 과제번호        | 2019R1F1A1060834                       |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                              |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                 |
| 연구사업명       | 개인기초연구(과기정통부)(R&D)                     |
| 연구과제명       | 가상센싱을 이용한 스마트빌딩 에너지시스템의 이상감지/진단 자동화 기술 |
| 기 여 율       | 1/1                                    |
| 과제수행기관명     | 인천대학교                                  |
| 연구기간        | 2019.06.01 ~ 2022.02.28                |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

에너지를 공급하는 공급부;

상기 공급부와 에너지 교환으로 상기 공급부에서 제공된 에너지를 소비하는 수요부; 및

상기 공급부와 상기 수요부의 운전 상태를 커미셔닝하는 커미셔닝부를 포함하되,

상기 커미셔닝부는 상기 공급부와 상기 수요부에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호를 통해 추가 신호를 생성하는 가상 센서를 포함하고, 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 상기 운전 상태를 커미셔닝하는 건물 에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 공급부와 상기 수요부 중 적어도 어느 하나는 상기 측정 신호를 생성하는 측정 센서를 포함하며,

상기 가상 센서는 상기 측정 신호를 대체하는 신호를 상기 추가 신호로 도출하고,

상기 커미셔닝부는 상기 측정 신호와 상기 추가 신호의 차이가 기준값을 초과하는 경우, 상기 측정 신호를 상기 추가 신호로 대체하여 상기 운전 상태를 커미셔닝하는 건물에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 가상 센서는 상기 측정 신호와 상기 제어 신호, 그리고 상기 공급부와 상기 수요부 간의 에너지 평형 방정식과 상기 제어 신호와 물리적 변수와의 상사법칙을 이용하여 상기 추가 신호를 도출하는 건물에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 추가 신호는 상기 측정 신호와 동일한 지표를 갖는 건물에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 추가 신호는 상기 측정 신호와 상이한 지표를 갖는 건물에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 커미셔닝부는,

상기 수요부와 상기 공급부에서의 에너지 사용량을 일별로 클러스터링을 수행하여 복수 개의 클러스터를 도출하고, 상기 클러스터들 중 상기 에너지 사용량이 비정상적인 비정상 운전 클러스터를 도출하며,

상기 비정상 운전 클러스터에 대해 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 시간단위로 분석하여 상기 운전 상태를 커미셔닝하는 건물에너지 커미셔닝 시스템.

#### 청구항 7

에너지 교환이 일어나도록 공급부와 수요부를 구동하는 구동 단계; 및

상기 공급부와 상기 수요부의 운전 상태를 커미셔닝하는 커미셔닝 단계를 포함하되,

상기 커미셔닝 단계는 상기 공급부와 상기 수요부에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호를 입력 변수로 하는 가상 센서를 이용하여 추가 신호를 도출하고, 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 상기 운전 상태를 커미셔닝하는 건물에너지 커미셔닝 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 측정 신호는 상기 공급부와 상기 수요부 중 적어도 어느 하나에 포함된 측정 센서에서 제공되고,

상기 가상 센서는 상기 측정 신호를 대체하는 신호를 상기 추가 신호로 도출하며,

상기 커미셔닝 단계는 상기 측정 신호와 상기 추가 신호의 차이가 기준값을 초과하는 경우, 상기 측정 신호를 상기 추가 신호로 대체하여 상기 운전 상태를 커미셔닝하는 건물에너지 커미셔닝 방법.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 가상 센서는 상기 측정 신호와 상기 제어 신호, 그리고 상기 공급부와 상기 수요부 간의 에너지 평형 방정식을 이용하여 상기 추가 신호를 도출하는 건물에너지 커미셔닝 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 건물 에너지 커미셔닝 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 가상 센서를 이용하여 건물 에너지를 커미셔닝할 수 있는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 일반적으로, 건물 커미셔닝(Building commissioning)이란, 건축물 기획단계부터 공사완료에 이르기까지의 건물 주의 요구에 부합되도록 건물을 구성하는 모든 시스템의 계획, 설계, 시공, 성능시험에 관한 정보의 관리와 공사완료 후 정기적 또는 지속적인 운전성능 유지여부를 검증하여 건물에 사용되는 에너지와 건물 유지보수비를 절약하는 것을 목적으로 수행되는 프로세스로 정의할 수 있다.

[0003] 기존 건물 커미셔닝은 건물에 설치되고 운용되고 있는 측정 센서와 운전 수단으로부터 측정 데이터와 운전 데이터를 수신하고, 이를 분석하여 각 장치의 운전성능 유지 여부를 반복적으로 검증한다.

[0004] 그러나 실제 건물에너지시스템에는 커미셔닝을 위한 센서가 설치되기 보다는 시스템 제어를 위한 필수적인 지점을 위주로 센서가 설치됨에 따라 커미셔닝 범위가 제한적이다. 아울러, 다양한 센서가 설치되어 있는 상황에서도 기존 건물 커미셔닝 방법은 센서에서 발생하는 에러와 건물 내 측정환경으로부터 발생하는 계통 오차를 반영하지 못하므로, 안정적이고 신뢰성 높은 커미셔닝 결과를 제공하는데 한계가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 가상 센서를 이용하여 건물 커미셔닝을 수행할 수 있는 건물 에너지 커미셔닝 시스템 및 방법을 제공한다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 건물 에너지 커미셔닝 시스템은 에너지를 공급하는 공급부; 상기 공급부와 에너지 교환으로 상기 공급부에서 제공된 에너지를 소비하는 수요부; 및 상기 공급부와 상기 수요부의 운전 상태를 커미셔닝하는 커미셔닝부를 포함하되, 상기 커미셔닝부는 상기 공급부와 상기 수요부에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호를 통해 추가 신호를 생성하는 가상 센서를 포함하고, 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 상기 운전 상태를 커미셔닝한다.

- [0007] 또한, 상기 공급부와 상기 수요부 중 적어도 어느 하나는 상기 측정 신호를 생성하는 측정 센서를 포함하며, 상기 가상 센서는 상기 측정 신호를 대체하는 신호를 상기 추가 신호로 도출하고, 상기 커미셔닝부는 상기 측정 신호와 상기 추가 신호의 차이가 기준값을 초과하는 경우, 상기 측정 신호를 상기 추가 신호로 대체하여 상기 운전 상태를 커미셔닝할 수 있다.
- [0008] 또한, 상기 가상 센서는 상기 측정 신호와 상기 제어 신호, 그리고 상기 공급부와 상기 수요부 간의 에너지 평형 방정식을 이용하여 상기 추가 신호를 도출할 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 추가 신호는 상기 측정 신호와 동일한 지표를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 추가 신호와 상기 측정 신호는 온도 신호, 유량 신호, 그리고 압력 신호 중 어느 하나 일 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 추가 신호는 상기 측정 신호와 상이한 지표를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 추가 신호는 온도 신호, 유량 신호, 그리고 압력 신호 중 어느 하나 일수 있으며, 상기 측정 신호는 장치의 성능(COP), 제어성능(현탕정도), 에너지 교환에서의 파울링 정도, 유체 공급 라인에서의 에너지 손실을 중 어느 하나일 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 커미셔닝부는, 상기 수요부와 상기 공급부에서의 에너지 사용량을 일별로 클러스터링을 수행하여 복수 개의 클러스터를 도출하고, 상기 클러스터들 중 상기 에너지 사용량이 비정상적인 비정상 운전 클러스터를 도출할 수 있다. 상기 일별 사용량 클러스터 또는 상기 비정상 운전 클러스터에 대해 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 시간단위로 분석하여 상기 운전 상태를 커미셔닝할 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따른 건물에너지 커미셔닝 방법은 에너지 교환이 일어나도록 공급부와 수요부를 구동하는 구동 단계; 및 상기 공급부와 상기 수요부의 운전 상태를 커미셔닝하는 커미셔닝 단계를 포함하되, 상기 커미셔닝 단계는 상기 공급부와 상기 수요부에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호를 입력 변수로 하는 가상 센서를 이용하여 추가 신호를 도출하고, 상기 측정 신호, 상기 제어 신호, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 상기 운전 상태를 커미셔닝할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 측정 신호는 상기 공급부와 상기 수요부 중 적어도 어느 하나에 포함된 측정 센서에서 제공되고, 상기 가상 센서는 상기 측정 신호를 대체하는 신호를 상기 추가 신호로 도출하며, 상기 커미셔닝 단계는 상기 측정 신호와 상기 추가 신호의 차이가 기준값을 초과하는 경우, 상기 측정 신호를 상기 추가 신호로 대체하여 상기 운전 상태를 커미셔닝할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 가상 센서는 상기 측정 신호와 상기 제어 신호, 그리고 상기 공급부와 상기 수요부 간의 에너지 평형 방정식을 이용하여 상기 추가 신호를 도출하여 다양한 운전패턴을 분석하고 커미셔닝의 범위를 넓힐 수 있다.

### 발명의 효과

- [0015] 본 발명에 의하면, 공급부와 수요부에서 제공된 측정 신호와 제어 신호, 그리고 가상 센서에서 생성되는 추가 신호를 이용하여 운전 상태를 커미셔닝하므로, 센서의 부재 및 센서 고장이라는 현실적인 운전상황에서도 안정적이고 신뢰성 높은 커미셔닝 결과를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 건물 에너지 커미셔닝 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 수요부와 공급부에서의 에너지 사용량을 일별로 클러스터링을 수행하여 도출한 4개의 클러스터를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 비정상 운전 클러스터에 대해 측정 신호, 제어 신호, 그리고 추가 신호를 시간단위로 분석하여 운전 상태를 분석한 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 일별 클러스터와 운전 시그니처의 상관관계를 분석한 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 건물 에너지 커미셔닝 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 커미셔닝 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 장치 성능 곡선을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 커미셔닝 단계를 설명하기 위한 도면이다.

# **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0017] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0018] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0019] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0020] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소들 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [0021] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 건물 에너지 커미셔닝 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 건물 에너지 커미셔닝 시스템(10)은 공급부(100), 수요부(200), 그리고 커미셔닝부(300)를 포함한다.
- [0025] 공급부(100)는 건물 내에 설치되며, 매질을 통해 에너지를 공급한다. 매질은 기체 상태 또는 액체 상태일 수 있다. 에너지는 열 에너지를 포함한다.
- [0026] 수요부(200)는 건물 내에 설치되며, 공급부(100)와 에너지 교환으로, 공급부(100)로부터 에너지를 제공받고, 에너지를 소비한다.
- [0027] 공급부(100)는 제1유체 공급 라인(110), 제1유량 조절기(120), 제1온도 조절기(130), 그리고 제1 측정 센서(140, 150)를 포함한다.
- [0028] 제1유체 공급 라인(110)은 내부에 유체가 흐를 수 있는 유로를 제공한다.
- [0029] 제1유량 조절기(120)는 제1유체 공급 라인(110)에 설치되며, 제1유체 공급 라인(110)을 따라 흐르는 유체의 유량을 조절한다. 제1유량 조절기(120)는 펌프(Pump), 팬(Fan), 밸브(Valve), 그리고 댐퍼(damper) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0030] 제1온도 조절기(130)는 제1유체 공급 라인(110)에 설치되며, 수요부(200)에 전달되는 에너지량을 조절할 수 있다. 실시 예에 의하면, 제1온도 조절기(130)는 밸브로 제공되며, 밸브 개도를 조절로 수요부(200)와 에너지 교환하는 유체의 유량을 조절한다.
- [0031] 제1 측정 센서(140, 150)는 제1유체 공급 라인(110)의 입력단(111)과 출력단(112) 중 적어도 어느 하나에 설치될 수 있으며, 제1유체 공급 라인(110)을 따라 흐르는 유체의 온도 정보 또는 압력 정보를 측정할 수 있다.
- [0032] 수요부(200)는 제2유체 공급 라인(210), 제2유량 조절기(220), 제2온도 조절기(230), 그리고 제2측정 센서(240)를 포함한다.
- [0033] 제2유체 공급 라인(210)은 내부에 유체가 흐를 수 있는 유로를 제공한다. 제2유체 공급 라인(210)은 일부 영역

이 제1유체 공급 라인(110)의 일부 영역과 교차하거나 인접하게 배치되며, 해당 영역(A)에서 제1유체 공급 라인(110)과 제2유체 공급 라인(210) 간에 에너지 교환이 이루어진다.

- [0034] 제2유량 조절기(220)는 제2유체 공급 라인(210)에 설치되며, 제2유체 공급 라인(210)을 따라 흐르는 유체의 유량을 조절한다. 제2유량 조절기(220)는 펌프(Pump), 팬(Fan), 밸브(Valve), 그리고 댐퍼(damper) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0035] 제2온도 조절기(230)는 제2유체 공급 라인(210)에 설치되며, 전달되는 에너지량을 조절할 수 있다. 실시 예에 의하면, 제2온도 조절기(230)는 밸브로 제공되며, 밸브 개도를 조절로 수요부에 전달되는 에너지량을 조절한다.
- [0036] 제2측정 센서(240, 250)는 제2유체 공급 라인(210)의 입력단(211)과 출력단(212) 중 적어도 어느 하나에 설치될 수 있으며, 제2유체 공급 라인(210)을 따라 흐르는 유체의 온도 정보 또는 압력 정보를 측정할 수 있다.
- [0037] 커미셔닝부(300)는 공급부와 수요부의 운전 상태를 커미셔닝(Commissioning)한다. 구체적으로, 커미셔닝부(300)는 공급부(100)와 수요부(200)에서 제공된 측정 신호와 제어 신호, 그리고 가상 센서(310)에서 생성되는 추가 신호를 이용하여 운전 상태를 커미셔닝한다. 측정 신호는 제1 측정 센서(140, 150)와 제2측정 센서(240, 250)로부터 수신되고, 제어 신호는 제1유량 조절기(120), 제2유량 조절기(220), 제1온도 조절기(130), 그리고 제2온도 조절기(230)를 제어하는 신호로, 각 구성들로부터 수신된다.
- [0038] 가상 센서(310)는 측정 신호와 제어 신호를 입력 변수로 적용하고, 물리적 법칙(에너지/질량 평형 방정식, 상사 법칙 등) 또는 데이터 기반의 기계학습을 통해 학습하여 추가 신호를 생성한다.
- [0039] 일 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 실제 존재하지 않는 센서를 대체하는 대체 가상 센서일 수 있다. 대체 가상 센서(310)는 설치 후 제거되는 측정 센서를 대체할 수 있다. 대체 가상 센서(310)는 기존 측정 센서의 측정 신호를 학습하여 추가 신호를 생성한다.
- [0040] 다른 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 제1 측정 센서(140, 150) 또는 제2측정 센서(240, 250)를 백업하는 백업 가상 센서일 수 있다. 백업 가상 센서(310)는 정상 동작 상태에서의 제1 측정 센서(140, 150) 또는 제2측정 센서(240, 250)의 측정 값을 예측하고, 이를 추가 신호로 생성한다. 커미셔닝부(300)는 제1측정 센서(140, 150) 또는 제2측정 센서(240, 250)에서 측정되는 측정 신호와 가상 센서에서 생성되는 추가 신호의 차이가 기준 값을 초과하는 경우, 제1 측정 센서(140, 150) 또는 제2측정 센서(240, 250)에 고장이 발생한 것으로 판단하고, 측정 신호를 추가 신호로 대체하여 커미셔닝을 수행한다.
- [0041] 또 다른 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 측정 센서(140, 150, 240, 250)로 측정하기 어려운 성능 지표를 추가 신호를 생성할 수 있다. 가상 센서(310)는 공급부(100)와 수요부(200) 사이의 에너지 평형 방정식(Energy balance equation)에 제1유량 조절기(120)의 제어 신호, 제1온도 조절기(130)의 제어 신호, 제1 측정 센서(140, 150)의 측정 신호, 제2유량 조절기(220)의 제어 신호, 제2온도 조절기(230)의 제어 신호, 제2 측정 센서(240, 250)의 측정 신호를 입력 변수로 적용하여 추가 신호를 생성할 수 있다. 에너지 평형 방정식은 입력 변수와 추가 신호로 구성되는데, 에너지 평형 방정식을 계산함으로써, 추가 신호를 생성할 수 있다.
- [0042] 실시 예에 의하면, 추가 신호는 측정 신호와 동일한 지표일 수 있다. 추가 신호는 온도 신호, 유량 신호, 또는 압력 신호일 수 있다.
- [0043] 다른 실시 예에 의하면, 추가 신호는 측정 신호와 상이한 지표일 수 있다. 추가 신호는 건물에너지 계통에서의 성능 지표일 수 있다. 구체적으로, 장치의 성능(COP), 제어성능(헌팅정도), 에너지 교환에서의 파울링 정도, 유체 공급 라인(111, 211)에서의 에너지 손실률 등일 수 있다.
- [0044] 커미셔닝부(300)는 수요부(100)와 공급부(200)에서의 에너지 사용량을 일별로 클러스터링을 수행하여 복수 개의 클러스터(cluster)를 도출하고, 클러스터들 중 에너지 사용량이 비정상적인 비정상 운전 클러스터를 도출하며, 비정상 운전 클러스터에 대해 측정 신호, 제어 신호, 그리고 추가 신호를 시간단위로 분석하여 운전 상태를 커미셔닝할 수 있다.
- [0046] 도 2는 수요부와 공급부에서의 에너지 사용량을 일별로 클러스터링을 수행하여 도출한 4개의 클러스터(Severe, Moderate, Light, Outlier)를 나타내는 도면이다. 일별기준 시계열의 에너지 사용량에 따라 클러스터링을 수행하였다.
- [0047] 도 3은 비정상 운전 클러스터에 대해 측정 신호, 제어 신호, 그리고 추가 신호를 시간단위로 분석하여 운전 상

태를 분석한 결과를 나타내는 도면이다. 클러스터링에 의해서 운전 시그니처(Operational signature, OS)가 효율 높음, 보통, 그리고 낮음 3단계로 정의될 수 있다.

- [0048] 그리고 도 4와 같이, 개별 클러스터와 운전 시그니처의 상관관계를 통해, 비효율적인 운전모드, 비효율적인 제어방안, 장치 및 센서의 고장 등의 시그니처가 어떤 상황에서 주로 얼마나 발생하는 지를 분석할 수 있다.
- [0050] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 건물 에너지 커미셔닝 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0051] 도 5를 참조하면, 건물 에너지 커미셔닝 방법은 구동 단계(S10)와 커미셔닝 단계(S20)를 포함한다.
- [0052] 구동 단계(S10)는 공급부(100)와 수요부(200) 간에 에너지 교환이 일어나도록, 공급부(100)와 수요부(200)를 구동한다.
- [0053] 커미셔닝 단계(S20)는 구동 단계(S10)가 진행되는 동안 공급부(100)와 수요부(200)의 운전 상태를 커미셔닝한다. 구체적으로, 공급부(100)와 수요부(200)에서 제공되는 측정 신호와 제어 신호, 그리고 가상 센서(310)에서 생성되는 추가 신호를 이용하여 운전 상태를 커미셔닝한다.
- [0054] 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 상기 대체 가상 센서일 수 있으며, 이 경우 제거된 측정 센서를 대체하여 추가 신호를 생성할 수 있다.
- [0055] 다른 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 상기 백업 가상 센서일 수 있으며, 이 경우 측정 신호와 추가 신호의 차이가 기준 값을 초과하는 경우, 추가 신호가 측정 신호를 대체할 수 있다.
- [0056] 또 다른 실시 예에 의하면, 가상 센서(310)는 측정 센서로 측정하기 어려운 성능 지표를 추가 신호를 생성할 수 있다.
- [0057] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 건물 에너지 커미셔닝 시스템 및 방법은 측정 신호, 제어 신호, 그리고 추가 신호를 이용하여 커미셔닝을 수행한다. 건물 에너지 커미셔닝 시스템 및 방법은 가상 센서(310)의 기능을 통해, 커미셔닝 과정 중 제어의 적절성, 에너지 절감요인, 시스템 이상 등을 파악하여 커미셔닝건물성능을 향상시킬 수 있다. 그리고 측정 센서의 예러가 발생하면 가상센서로 대체함에 따라 실시간 커미셔닝을 지속적으로 수행할 수 있다.
- [0059] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 커미셔닝 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 장치 성능 곡선을 나타내는 그래프이다. 여기서, 장치 성능 곡선이란, 제1 및 제2유량 조절기(120, 220), 그리고 제1 및 제2온도 조절기(130, 230)의 제어 신호에 따른 유량 정보를 나타내는 그래프이다.
- [0060] 먼저 도 6을 참조하면, 건물 에너지 커미셔닝 시스템(10)에는 제1유체 공급 라인(110)에 제1유량 조절기(120), 제1온도 조절기(130), 그리고 제1측정 센서(140, 150)가 각각 설치된다. 제1측정 센서(140, 150)는 제1유체 공급 라인(110)의 입력단(111)과 출력단(112)에 각각 설치되어, 유체의 온도 정보를 측정한다.
- [0061] 제2유체 공급 라인(210)에는 제2유량 조절기(220), 제2온도 조절기(230), 그리고 제2측정 센서(240, 250)가 각각 설치된다. 제2측정 센서(240, 250)는 제2유체 공급 라인(210)의 입력단(211)과 출력단(212)에 각각 설치되어 유체의 온도 정보를 측정한다.
- [0062] 커미셔닝부(300)는 제1 및 제2유량 조절기(120, 220)의 제어 신호, 제1 및 제2온도 조절기(130, 230)의 제어 신호, 제1측정 센서(140, 150)에서 측정되는 제1유체 공급 라인(110)의 입력단(111) 및 출력단(112)의 유체 온도, 그리고 제2측정 센서(240, 250)에서 측정되는 제2유체 공급 라인(210)의 입력단(211) 및 출력단(212)의 유체 온도를 획득한다.
- [0063] 그리고 도 7의 장치 성능 곡선에 표시된 제어 신호와 물리적 변수의 상사 법칙, 그리고 공급부(100)와 수요부(200)간의 에너지 평형 방정식을 이용하여, 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유체의 유량 정보(mDH, mH)를 예측할 수 있는 가상 센서(310)를 도출한다. 여기서, 상기 물리적 변수란, 상기 제어 신호에 따라 변화는 물리적 값으로, 온도 신호와 유량 신호를 포함한다. 각 장치의 성능은 제조 과정에서 결정되므로, 장치에 입력되는 제어 신호에 따라 이와 관련된 물리적 변수가 예측될 수 있다. 예를 들어, 제어 신호가  $S_0$ 에서  $S_1$ 으로 변할 때, 상사 법칙을 통해 유체 공급 라인에서의 유량 신호 변화( $M_0 \rightarrow M_1$ )를 예측할 수 있다.

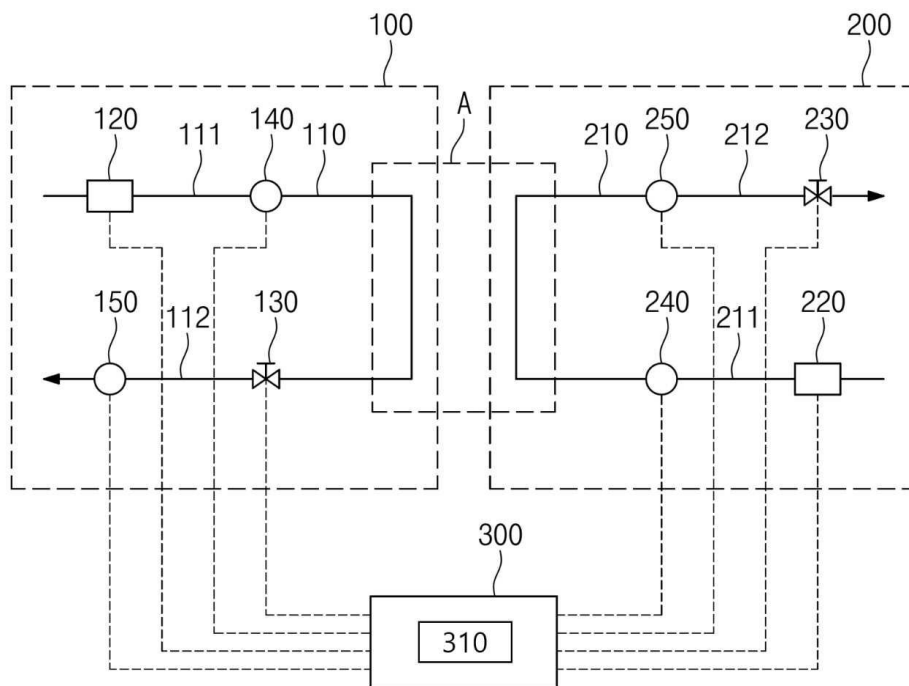
- [0064] 구체적으로, 커미셔닝부(300)는 장치 성능 곡선에서 기준 점( $P_0$ )을 도출한다. 그리고 상기 기준 점( $P_0$ )을 기준으로 제1 및 제2유량 조절기(120, 220), 제1 및 제2온도 조절기(130, 230)의 제어 신호( $S_1$ )와 이에 대응하는 유량 정보( $m_1$ )를 통해 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유체의 유량 정보( $m_{DH}$ ,  $m_H$ )를 예측하는 가상 센서(310)를 도출한다.
- [0065] 가상 센서(310)는 상기 제어 신호와 상기 유체 온도를 입력 변수로 적용하여 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유량 정보를 예측하고, 이를 추가 신호로 생성한다. 커미셔닝부(300)는 상기 제어 신호와 상기 유체 온도, 그리고 상기 추가 신호를 이용하여 시스템(10)의 운전 상태를 커미셔닝한다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 커미셔닝 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0068] 도 8을 참조하면, 시스템(10)에는 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유체의 유량 정보를 측정할 수 있는 측정 센서와 제1유체 공급 라인(110)의 출력단(112)에서 유체의 온도를 측정할 수 있는 측정 센서가 제공되지 않거나 고장난 상태이다. 커미셔닝부(300)는 도 5 내지 도 7에서 설명한 내용과 같이, 장치 성능 곡선과 제어 신호, 그리고 상사 법칙을 통해 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유체의 유량 정보를 예측하고, 에너지 평형 방정식을 이용하여 제1유체 공급 라인(110)의 출력단(112)에서 흐르는 유체의 온도 정보를 예측하는 가상 센서(310)를 도출할 수 있다. 커미셔닝부(300)는 제1 및 제2유량 조절기(120, 220)의 제어 신호, 제1 및 제2온도 조절기(130, 230)의 제어 신호, 제1 및 제2유체 공급 라인(110, 210)을 흐르는 유체의 유량 정보, 제1측정 센서(140)에서 측정되는 제1유체 공급 라인(110)의 입력단(111)의 유체 온도, 그리고 제2측정 센서(240, 250)에서 측정되는 제2유체 공급 라인(210)의 입력단(211) 및 출력단(212)의 유체 온도, 제1유체 공급 라인(110)의 출력단(112)에서 흐르는 유체의 온도 정보를 이용하여 시스템의 운전 상태를 커미셔닝한다.
- [0070] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

### 부호의 설명

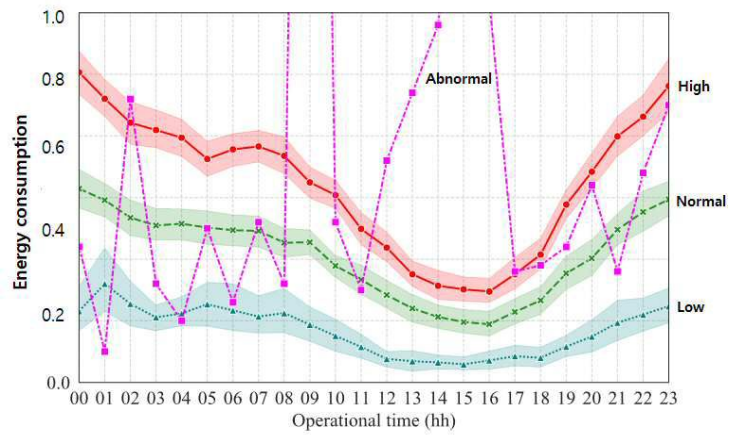
- [0071] 10: 건물 에너지 커미셔닝 시스템  
100: 공급부  
200: 수요부  
300: 커미셔닝부

도면

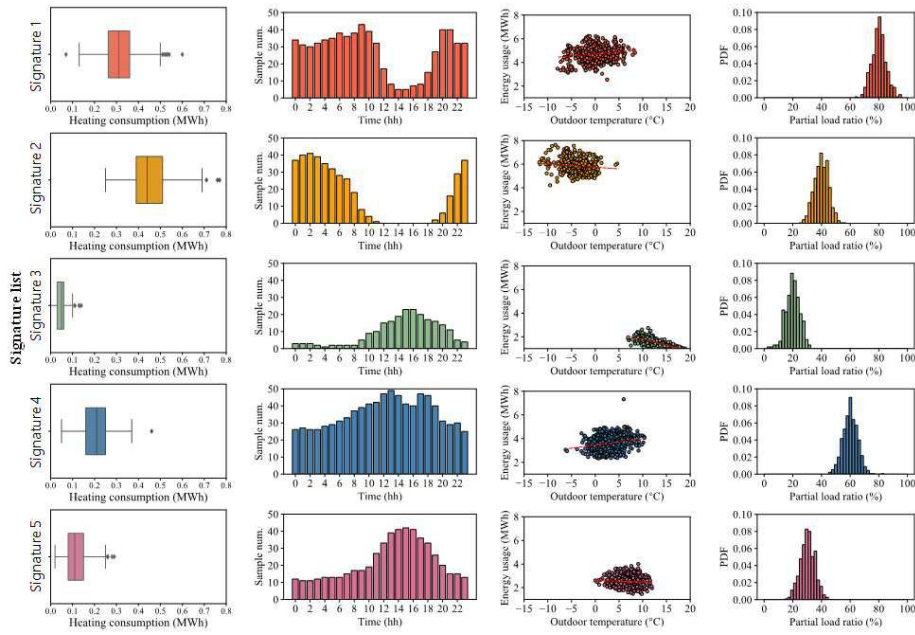
도면1



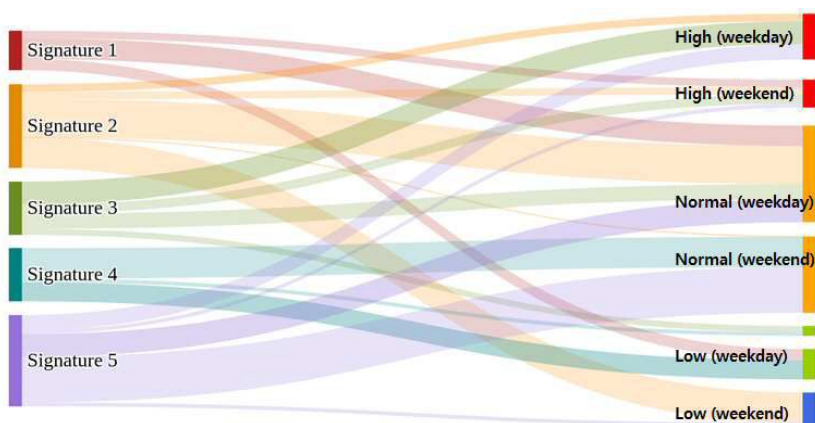
도면2



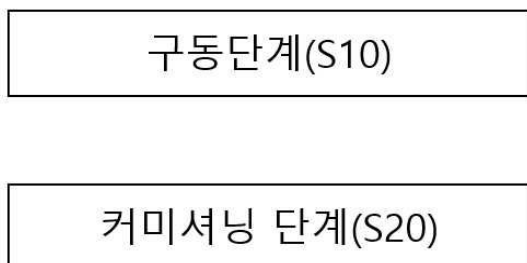
도면3



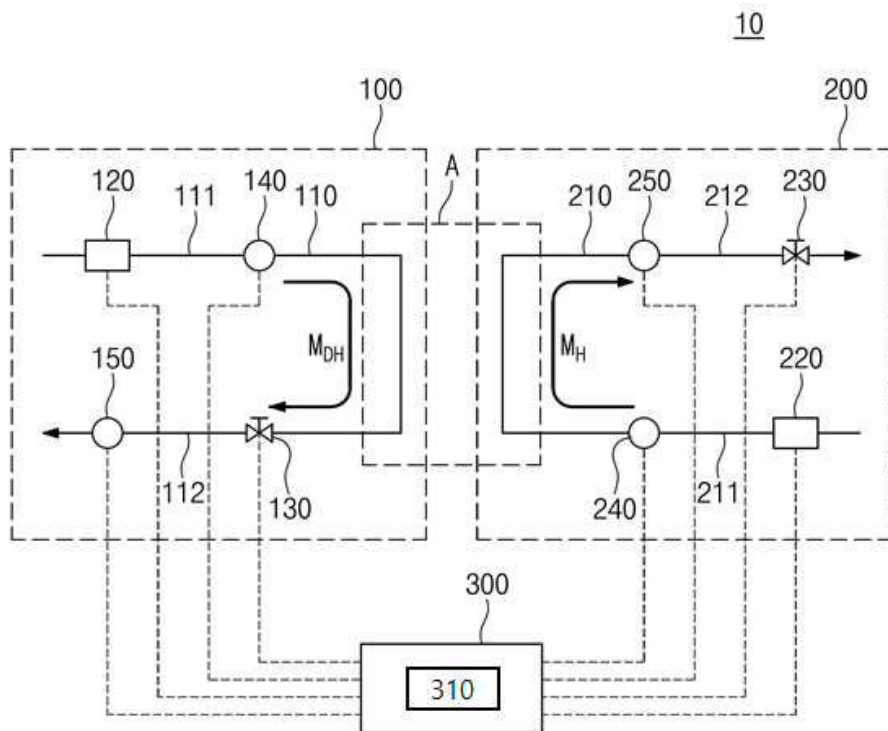
도면4



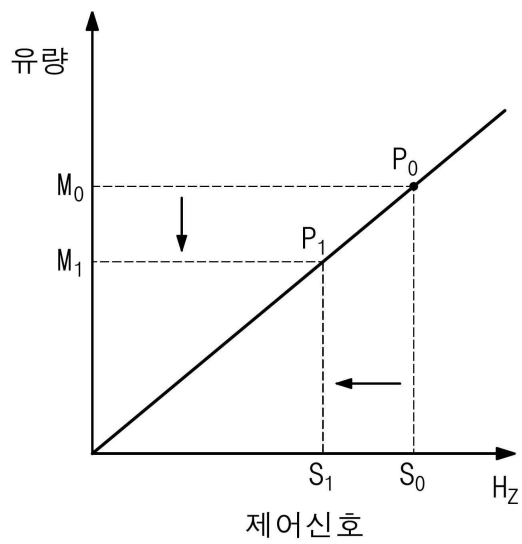
도면5



도면6



도면7



도면8

10

