



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0011237
(43) 공개일자 2017년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 37/14 (2006.01) B64G 7/00 (2006.01)
F04B 39/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F04B 37/14 (2013.01)
B64G 7/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0103504
(22) 출원일자 2015년07월22일
심사청구일자 2015년07월22일

(71) 출원인
한국항공우주연구원
대전광역시 유성구 과학로 169-84 (어은동)
(72) 발명자
조혁진
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 402동 1304호
(엑스포아파트)
서희준
대전광역시 유성구 노은로 353, 302동 1405호 (송림마을아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

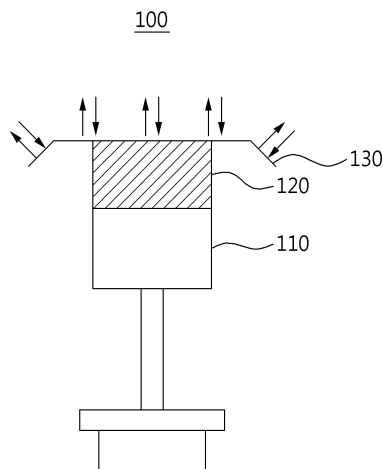
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **저온 펌프의 온도 제어 장치 및 방법**

(57) 요약

턴-오프 된 경우에도, 일정 시간 동안 설정 온도를 유지하도록 하는 저온 펌프가 제공된다. 상기 저온 펌프는 내부에 존재하는 냉매를 순환시켜 외부 온도를 조절하는 디스플레이서, 상기 저온 펌프의 외부의 열을 상기 냉매로 전달하는 열전도부 및 상기 디스플레이서가 턴-오프 된 경우, 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 상태 변화 에너지로 이용하는 열전도 버퍼부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F04B 39/06 (2013.01)

F04B 39/064 (2013.01)

B64G 2007/005 (2013.01)

(72) 발명자

박성욱

대전광역시 유성구 도안동로 523, 203동 901호 (호
반베르디움)

문귀원

대전광역시 유성구 대덕대로 596, 906호 (로얄밸리)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 FR15630

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국항공우주연구원

연구사업명 우주종합시험센터지원사업

연구과제명 우주종합시험센터지원사업

기 여 율 1/1

주관기관 한국항공우주연구원

연구기간 2015.01.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

저온 펌프의 내부에 존재하는 냉매를 순환시켜 외부 온도를 조절하는 디스플레이서;

상기 저온 펌프의 외부의 열을 상기 냉매로 전달하는 열전도부; 및

상기 디스플레이서가 턴-오프 된 경우, 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 상태 변화 에너지로 이용하는 열전도 버퍼부

를 포함하는 저온 펌프.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 열전도 버퍼부는 상변화물질을 포함하고, 상기 상변화물질이 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하는 저온 펌프.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 상변화물질은 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 액체에서 고체로의 상태 변화 에너지로 이용하는 저온 펌프.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 상변화물질은 12K 이상에서 14K 이하의 범위 내에 적어도 하나의 상태변화점을 갖는 것을 특징으로 하는 저온 펌프.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 열전도 버퍼부는 상기 저온 펌프의 콜드 헤드와 연결되어 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하는 것을 특징으로 하는 저온 펌프.

청구항 6

저온 펌프를 이용하여 챔버의 내부 온도를 유지하는 방법에 있어서,

상기 저온 펌프가 턴-오프 된 경우, 상기 챔버의 내부에서 냉매로 전달되는 열을 열전도 버퍼부가 흡수하는 단계; 및

상기 흡수된 열을 상기 열전도 버퍼부 내부의 상변화물질의 상태 변화 에너지로 이용하는 단계;

를 포함하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 상변화물질은 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 액체에서 고체로의 상태 변화 에너지로 이용하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 상변화물질은 12K 이상에서 14K 이하의 범위 내에 적어도 하나의 상태변화점을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 저온 펌프를 이용하여 상기 챔버의 상기 내부 온도를 설정하는 단계; 및

상기 내부 온도가 설정 온도의 기설정된 오차 범위 내에 존재하는 경우에 상기 저온 펌프가 턴-오프 되어 상기 챔버로 전달되는 진동을 감소시키는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 10

설정 온도를 유지하는 저온 펌프를 설계하는 방법에 있어서,

상기 설정 온도를 기설정된 시간 동안 유지하기 위한 열량 변화를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 열량 변화에 따라 상기 저온 펌프에 삽입될 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계는 상기 설정 온도와 기설정된 오차 범위 내에서 상태변화점을 갖는지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 저온 펌프의 온도를 제어하는 장치 및 방법에 연관되며, 보다 구체적으로는 상변화물질(PCM: Phase Change Material)을 이용하여 설정 온도가 유지 되도록 하는 저온 펌프 및 그 방법에 연관된다.

배경 기술

[0002] 우주 환경은 높은 진공 상태에서 태양 복사열에 의한 극고온 및 극저온이 지속적으로 반복되는 가혹한 환경이다. 우주 환경은 지구 상의 환경과는 판이하게 다르기 때문에 지상에서는 제대로 작동하는 인공 위성이 우주 환경 내에서는 예상하지 못한 오류나 기능장애를 일으킬 수 있어 이를 대비하기 위한 준비가 필요하다.

[0003] 종래에는 위와 같은 우주 환경을 시뮬레이팅하는 열진공 시험을 수행하기 위해, 저온 펌프를 이용하여 시뮬레이션 환경을 구현하였다. 하지만, 인공 위성 유닛 등과 같이 진동에 민감한 피실험체에 연관된 실험의 경우에는 저온 펌프 내부에 존재하는 디스플레이서(displacer)의 왕복에 의해 발생하는 진동도 실험 오류의 원인이 될 수 있다는 문제점이 존재한다.

[0004] 진동에 따른 오류를 방지 하기 위해 저온 펌프를 턴-오프 하여 시험을 수행하는 경우에는, 저온 펌프의 작동 중단으로 인한 실험 챔버 내부의 온도가 상승하고, 압력이 증가하는 등의 시험 진공 환경에 추가적인 오류가 발생할 가능성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2005-0065945호

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0047129호

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0006] 열진공 시물레이션 실험을 진행하기 위해, 저온 펌프가 턴-오프 된 상태에서도 설정 온도를 유지하도록 하는 장치 및 방법에 연관되는 다양한 측면들 및 실시예들이 제시된다.
- [0007] 보다 구체적으로는, 저온 펌프의 내부에 배치된 상변화물질을 포함하는 열전도 버퍼부가 챔버 내부의 열을 흡수하고 상태 변화 에너지로서 이용할 수 있다. 따라서, 저온 펌프의 작동 중단에도 불구하고 챔버 배부가 설정 온도를 유지하는 것이 가능하도록 한다. 예시적으로, 그러나 한정되지 않은 몇 개의 측면들은 아래에서 서술된다.
- [0008] 일측에 따르면, 저온 펌프가 턴-오프 된 경우에도 온도를 유지하도록 하는 열전도 버퍼부를 포함하는 저온 펌프가 제공된다. 상기 저온 펌프는 저온 펌프의 내부에 존재하는 냉매를 순환시켜 외부 온도를 조절하는 디스플레이서(displacer), 상기 저온 펌프의 외부의 열을 상기 냉매로 전달하는 열전도부 및 상기 디스플레이서가 턴-오프 된 경우, 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 상태 변화 에너지로 이용하는 열전도 버퍼부를 포함할 수 있다.
- [0009] 일실시예에 따르면, 상기 열전도 버퍼부는 상변화물질을 포함하고, 상기 상변화물질이 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수할 수 있다.
- [0010] 더하여, 상기 상변화물질은 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 액체에서 고체로의 상태 변화 에너지로 이용할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 상변화물질은 12K 이상에서 14K 이하의 범위 내에 적어도 하나의 상태변화점을 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0012] 다른 일실시예에 따르면, 상기 열전도 버퍼부는 상기 저온 펌프의 콜드헤드와 연결되어 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0013] 다른 일측에 따르면, 저온 펌프의 상태가 턴-오프로 변경되는 경우에, 냉매로 전달되는 열을 흡수하여 상태 변화 에너지로 이용하고 저온 펌프의 외부 온도를 유지하는 방법이 제공된다.
- [0014] 상기 저온 펌프를 이용하여 챔버의 내부 온도를 유지하는 방법은 상기 저온 펌프가 턴-오프 된 경우, 상기 챔버의 내부에서 냉매로 전달되는 열을 열전도 버퍼부가 흡수하는 단계 및 상기 흡수된 열을 상기 열전도 버퍼부 내부의 상변화물질의 상태 변화 에너지로 이용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 일실시예에 따르면, 상기 상변화물질은 상기 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 액체에서 고체로의 상태 변화 에너지로 이용할 수 있다.
- [0016] 다른 일실시예에 따르면, 상기 상변화물질은 12K 이상에서 14K 이하의 범위 내에 적어도 하나의 상태변화점을 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 방법은 상기 저온 펌프를 이용하여 상기 챔버의 상기 내부 온도를 설정하는 단계 및 상기 내부 온도가 설정 온도의 기설정된 오차 범위 내에 존재하는 경우에 상기 저온 펌프가 턴-오프 되어 상기 챔버로 전달되는 진동을 감소시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또 다른 일측에 따르면, 설정 온도를 포함하는 시물레이션 실험 환경에 따라 상변화물질의 종류와 양을 계산하는 방법이 제공된다.
- [0019] 설정 온도를 유지하는 저온 펌프를 설계하는 방법에 있어서, 상기 방법은 상기 설정 온도를 기설정된 시간 동안 유지하기 위한 열량 변화를 계산하는 단계 및 상기 계산된 열량 변화에 따라 상기 저온 펌프에 삽입될 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 일실시예에 따르면, 상기 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계는 상기 설정 온도와 기설정된 오차 범위 내에서 상태변화점을 갖는지 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일실시예에 따른 저온 펌프의 예시도이다.
- 도 2는 열전도 버퍼부에 따른 챔버의 온도 변화를 나타내는 예시도이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 저온 펌프의 블록도이다.
- 도 4는 일실시예에 따른 저온 펌프를 이용하여 챔버의 내부 온도를 유지하는 방법을 도시하는 순서도이다.
- 도 5는 설정 온도를 유지하는 저온 펌프를 설계하는 방법을 도시하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 이러한 실시예들에 의해 권리범위가 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다. 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.

[0023] 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.

[0024] 도 1은 일실시예에 따른 저온 펌프의 예시도이다. 저온 펌프(100)는 120K 이하의 극저온 상태에서 기체를 응결 시키거나 또는 응결체 안에 가두어 진공 상태를 발생시키는 장치이다. 보다 구체적으로, 저온 펌프(100)는 초고진공 영역에서 높은 배속도를 기대할 수 있어, 우주선 또는 인공위성 등과 같은 실험에서 높은 진공도를 얻기 위해 오늘날 널리 사용되고 있다.

[0025] 일실시예에 따른 저온 펌프(100)는 콜드 헤드(110), 열전도 버퍼부(120) 및 열전도부(130)을 포함할 수 있다. 콜드 헤드(110)는 압축기를 통하여 전달되는 냉매를 이용하여 저온 펌프(100)의 주위를 냉각시키는 역할을 수행한다. 보다 구체적으로, 콜드 헤드(110)는 저온 펌프(100)의 내부에 존재하는 냉매를 순환시키는 디스플레이서(displacer)를 통해 차가운 냉매를 전달 받고, 주위를 냉각시킬 수 있다.

[0026] 열전도부(130)는 저온 펌프(100)의 콜드 헤드(110)에 존재하는 냉매를 이용하여 저온 펌프(100)의 외부의 열을 냉매로 전달할 수 있다.

[0027] 보다 구체적으로, 열전도부(130)는 구리 등과 같이 열전도율이 다른 금속들 보다 높은 금속으로 구현될 수 있을 것이다.

[0028] 열전도 버퍼부(120)는 저온 펌프(100)가 턴-오프 된 경우에도 저온 펌프(100) 및 저온 펌프(100)의 외부 환경이 동일한 설정 온도를 유지하도록 할 수 있다. 보다 구체적으로, 열전도 버퍼부(120)는 상변화물질을 포함할 수 있다.

[0029] 열전도 버퍼부(120)의 내부에 포함되는 상변화물질은 콜드 헤드(110)의 냉매로 전달되는 외부의 열을 흡수할 수 있다. 상기 흡수된 열은 상변화물질의 상태 변화 에너지로서 이용될 수 있다. 위와 같은 동작 원리에 따라, 전원이 꺼진 저온 펌프(100)를 이용하면서도 우주 환경을 시뮬레이션하는 챔버의 온도를 설정 온도와 가깝게 유지할 수 있다. 아래의 도 2에서 그 동작 원리를 보다 자세히 설명한다.

[0030] 도 2는 열전도 버퍼부에 따른 챔버의 온도 변화를 나타내는 예시도이다. 위의 그래프에서는 시간 변화에 따른 시뮬레이션 실험이 진행되는 챔버 내부의 온도 변화를 나타낸다. X축은 시간(second)를 나타내고, Y축은 온도(K)를 나타낼 수 있다. 예시적으로, 도 2에서는 설정 온도가 63K에 대응하는 시뮬레이션 우주 환경을 가정하자.

[0031] 우선적으로, 제1 시간 구간(210)에서 저온 펌프는 턴-온 되고, 챔버의 내부 온도가 설정 온도와 동일해지도록 하기 위해 내부 공간을 냉각시킬 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 시간 구간(210)에서 저온 펌프는 디스플레이서를 이용하여 저온 펌프의 내부에 존재하는 냉매를 순환시키고 외부 온도를 냉각시킬 수 있다. 예시적으로, 상기 냉매는 냉각되고 압축된 헬륨 가스가 이용될 수 있다.

- [0032] 제2 시간 구간(220)에서는 저온 펌프를 이용하여 설정 온도에 도달하여 실험 진행을 위해 저온 펌프를 턴-오프 시킨 상황을 나타낸다. 보다 구체적으로, 제2 시간 구간(220)에서는 위성체 또는 비행체에게 전달될 수 있는 미세한 진동들을 제거하기 위해 저온 펌프를 턴-오프 시킬 수 있다. 제2 시간 구간(220)에서 저온 펌프 내에 열전도 버퍼부의 존재 여부에 따라 제1 그래프(241)와 제2 그래프(242)를 획득할 수 있다.
- [0033] 제1 그래프(241)는 상변화물질을 포함하는 열전도 버퍼부가 저온 펌프에 설치된 경우를 도시하는 챔버의 시간-온도 그래프이다. 63K에 도달하여 저온 펌프가 턴-오프 되고, 냉각되고 압축된 냉매가 더 이상 순환하지 않음에도 불구하고, 챔버의 내부 온도는 증가하지 않는다. 그 이유는 챔버의 내부에서 방출되는 열 에너지가 열전도 버퍼부에 존재하는 상변화물질이 상태 변화를 수행하는데 이용되기 때문이다. 따라서, 챔버의 내부 온도는 제2 시간 구간(220)에 대응하는 30s 에서 90s 에 대응하는 1분 동안, 설정 온도인 63K로 유지될 수 있다. 더하여, 제2 시간 구간(220)에서 저온 펌프는 꺼진 상태로 유지되어 진동 또한 최소로 유지될 수 있다. 이는 우주 환경을 시뮬레이팅하는 많은 실험에 보다 실제에 가까운 환경을 보장해줄 수 있는 접근 방식이 될 수 있다.
- [0034] 제2 그래프(242)는 종래의 저온 펌프를 이용하는 챔버의 시간-온도 그래프를 도시한다. 제2 시간 구간(220)에서 저온 펌프가 턴-오프 되고, 챔버의 내부 온도는 상승하게 될 것이다. 압축되고 냉각된 냉매가 추가적으로 저온 펌프의 콜드 헤드로 순환되지 않고 이는 챔버의 내부 온도 상승이라는 결과를 불러올 수 있다. 따라서, 설정 온도에 대응하는 63K를 유지할 수 없는 문제점이 존재한다.
- [0035] 이상적인 실험 환경 구현에 있어서, 종래의 저온 펌프는 설정 온도와 저진동 환경 사이에 트레이드 오프 관계가 존재한다. 설정 온도를 보다 정확하게 구현하기 위해서는 저온 펌프를 이용하여야 해서 위성체에 불필요한 진동이 제공되고, 저진동 환경을 구현하기 위한 저온 펌프를 끄면 냉매가 순환하지 못해 챔버의 내부 온도가 상승하고 이는 시뮬레이팅 실험에서 오류로 작용할 수 있다.
- [0036] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 때 상변화물질을 포함하는 열전도부를 이용하면 저온 펌프가 턴-오프 되어서 냉매가 순환하지 못하는 경우에도 일정 시간 동안은 챔버의 내부 온도를 유지할 수 있도록 하는 효과를 기대할 수 있다.
- [0037] 제3 시간 구간(230)에서는 제1 그래프(241) 및 제2 그래프(242) 모두 시간에 따라 온도가 상승하는 경향을 나타낸다. 이유는 열전도부 내부에 존재하는 상변화물질이 모두 상태 변화를 수행하여 더 이상 상태 변화 에너지를 흡수하지 않기 때문이다. 따라서, 실험 설계 단계에서는 배포된 컴퓨터 프로그램 또는 어플리케이션을 이용하여 시뮬레이션 우주 환경에 대응하는 설정 온도를 입력하면 상변화물질의 종류 및 양을 계산하도록 하는 구성이 구현될 수 있다. 이 구성에 대한 자세한 설명은 아래의 도면을 이용하여 설명될 것이다.
- [0038] 도 3은 일실시예에 따른 저온 펌프의 블록도이다. 저온 펌프(300)는 디스플레이서(310)에 의해 냉매의 순환이 중단된 경우에도 챔버의 내부 온도를 유지하도록 온도를 제어 할 수 있다. 저온 펌프(300)는 디스플레이서(310), 열전도부(320) 및 열전도 버퍼부(330)를 포함할 수 있다.
- [0039] 디스플레이서(310)는 저온 펌프(300)의 내부에 존재하는 냉매를 순환시켜 외부 온도를 조절할 수 있다. 예시적으로, 디스플레이서(310)는 압축기로부터 압축된 액체 상태의 냉매를 저온펌프(300)의 콜드 헤드로 공급할 수 있다. 상기 액체 상태의 냉매가 저온펌프(300)의 콜드 헤드를 통하여 챔버에 존재하는 열을 흡수하면서 기체 상태의 냉매로 변하게 되어 챔버의 극저온 진공상태의 환경을 유지할 수 있다.
- [0040] 열전도부(320)는 저온 펌프(300)의 외부의 열을 흡수하여 냉매로 전달할 수 있다. 보다 구체적으로, 저온 펌프(300)의 외부는 우주 환경에 연관되는 시뮬레이팅 실험이 진행되는 챔버의 내부일 수 있다.
- [0041] 앞서 기재한 바와 같이 챔버의 내부 온도가 설정 온도의 오차 범위 내에 접근하게 되면 열전도 버퍼부(330)는 열전도부(320)에 의해 냉매로 전달되는 외부의 열을 흡수할 수 있다. 보다 구체적으로, 열전도 버퍼부(330)에 의해 흡수된 외부의 열은 상태 변화 에너지를 이용될 수 있다. 예시적으로, 열전도 버퍼부(330)는 저온 펌프(300)의 콜드 헤드와 연결되어 냉매로 전달되는 저온 펌프(300)의 외부의 열을 흡수할 수 있다.
- [0042] 일실시예로서, 열전도 버퍼부(330)는 상변화물질을 포함할 수 있다. 상태변화점 또는 상태 변화 에너지량은 물질이 갖는 고유한 특성에 해당된다. 따라서, 시뮬레이팅 실험이 진행되는 설정온도 또는 실험 시간에 따라, 상변화물질의 종류 또는 양이 결정될 수 있다. 보다 구체적으로, 상변화물질은 냉매로 전달되는 상기 외부의 열을 흡수하여 액체에서 고체로의 상태 변화 에너지로 이용할 수 있다.
- [0043] 예시적으로, 우주 환경에 대응하는 시뮬레이팅 실험에 따라 상변화물질은 12K 이상에서 14K 이하의 범위 내에 적어도 하나의 상태변화점을 갖는 것을 특징으로 하는 물질이 선택될 수 있다.

- [0044] 도 4는 일실시예에 따른 저온 펌프를 이용하여 챔버의 내부 온도를 유지하는 방법을 도시하는 순서도이다. 저온 펌프를 이용하여 챔버의 내부 온도를 유지하는 방법(400)은 저온 펌프가 챔버의 내부를 냉각하는 단계(410), 챔버의 내부 온도와 설정 온도의 차이를 임계치와 비교하는 단계(420), 저온 펌프의 작동이 종료되는 단계(430), 열전도 버퍼부가 챔버의 내부 열을 흡수하는 단계(440) 및 상기 흡수된 열을 이용하여 상변화물질이 상태 변화하는 단계(450)를 포함할 수 있다.
- [0045] 단계(410)는 저온 펌프가 챔버의 내부를 냉각하는 단계이다. 예시적으로, 단계(410)에서 저온 펌프의 내부를 따라 순환하는 냉각 유체를 이용하여 챔버의 내부가 냉각될 수 있다. 보다 구체적으로, 저온 펌프의 쿨드 헤드를 통하여 챔버의 내부에 존재하는 기체와 저온 펌프의 냉각 유체 사이의 열 교환이 발생할 수 있다. 일실시예로서, 냉각 유체로 헬륨이 이용될 수 있다.
- [0046] 단계(420)는 챔버의 내부 온도와 시뮬레이팅 실험을 위한 설정 온도의 차이를 임계치와 비교하는 단계이다. 보다 구체적으로, 임계치는 진행되는 시뮬레이팅 실험의 설계된 정확도에 따라 설정될 수 있다. 단계(420)에서, 저온 펌프가 턴-온 된 상태로 디스플레이서의 진동과 함께 챔버의 내부를 냉각하는 시간이 결정될 수 있다.
- [0047] 상기 내부 온도와 상기 설정 온도의 차이가 임계치 이하인 경우에, 저온 펌프의 작동이 종료되는 단계(430)가 수행될 수 있다. 단계(430)에서, 저온 펌프의 작동이 종료되어 미세 진동이 제거되고, 사용자는 보다 정밀한 진공 저온 상태를 구현할 수 있다. 다만, 상기 내부 온도와 상기 설정 온도의 차이가 임계치를 초과하는 경우에는 단계(410)이 다시 진행되어 추가적으로 챔버의 내부에 냉각이 진행될 수 있다.
- [0048] 단계(440)는 저온 펌프가 턴-오프 된 경우에 저온 펌프에 존재하는 열전도 버퍼부가 챔버의 내부 열을 흡수하는 단계이다. 더하여, 단계(450)에서 열전도 버퍼부에 포함되는 상변화물질은 상기 흡수된 열을 이용하여 상태 변화를 할 수 있다. 챔버로부터 흡수되는 열을 상태 변화 에너지로 이용할 수 있어, 저온 펌프가 턴-오프 된 경우에도 지정된 시간 동안 챔버는 설정 온도를 유지할 수 있다. 따라서, 사용자는 보다 정밀한 시뮬레이팅 실험 환경을 구현할 수 있을 것이다.
- [0049] 도 5는 설정 온도를 유지하는 저온 펌프를 설계하는 방법을 도시하는 순서도이다. 설정 온도를 유지 하는 저온 펌프를 설계하는 방법(500)은 상기 설정 온도를 기설정된 시간 동안 유지하기 위한 열량 변화를 계산하는 단계(510) 및 상기 계산된 열량 변화에 따라 상기 저온 펌프에 삽입될 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계(520)를 포함할 수 있다.
- [0050] 단계(510)는 상기 설정 온도를 상기 설정 온도를 기설정된 시간 동안 유지하기 위한 열량 변화를 계산하는 단계이다. 실행되는 시뮬레이션 실험의 목적에 따라 저압 챔버의 크기, 저압 챔버 내부의 기체 성분, 기체의 몰(mole) 수 등이 상이하게 지정될 수 있다. 단계(510)에서는 시뮬레이션 실험이 충분히 진행되기 위한 단위 시간 동안 설정 온도를 유지하기 위해 열전도 버퍼부가 흡수해야 하는 열량의 크기가 계산될 수 있다.
- [0051] 단계(520)는 상기 계산된 열량 변화에 따라 상기 저온 펌프에 삽입될 상변화물질의 종류 및 양을 계산하는 단계이다. 보다 구체적으로, 오랜 시간 동안 진행되는 시뮬레이션 실험의 경우에는 열전도 버퍼부가 포함하는 상변화물질이 열용량이 큰 물질 이거나 몰 수가 크도록 설계되어야 할 것이다. 다만, 짧은 시간 동안 진행되는 시뮬레이션 실험의 경우에는 열전도 버퍼부가 포함하는 상변화물질이 열용량이 작거나 작은 몰 수인 경우에도 실험이 진행될 수 있을 것이다. 또한, 단계(520)는 상기 설정 온도와 기설정된 오차 범위 내에서 상태변화점을 갖는지 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0052] 위에 설명한 방법에 대한 설명은 장치에도 고려될 수 있다. 상기 설명된 방법은 미리 배포된 컴퓨터 프로그램 또는 어플리케이션 등에 의해 실행될 수 있다. 따라서, 해당 실험을 수행하는 사용자는 상기 컴퓨터 프로그램 또는 상기 어플리케이션에 실험 스펙에 대응하는 입력 값을 입력하면 실험 진행 시간 및 설정 온도에 대응하는 상변화물질의 종류 및 양을 출력하여 획득할 수 있다.
- [0053] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로

설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소 (processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서 (parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성 (processing configuration)도 가능하다.

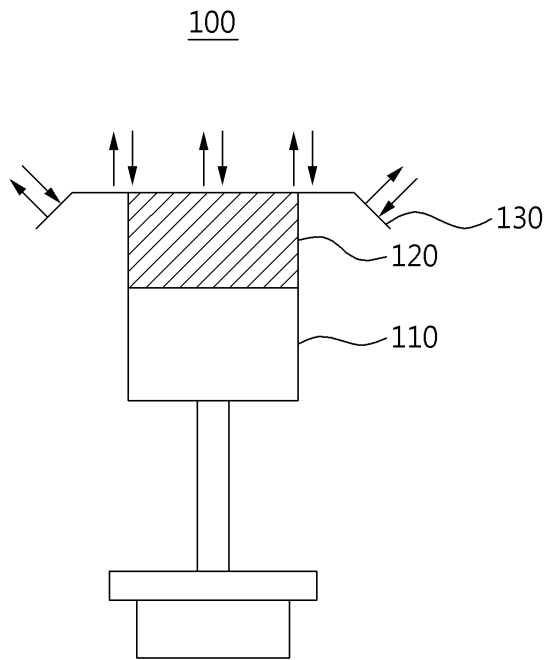
[0054] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램 (computer program), 코드 (code), 명령 (instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로 (collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소 (component), 물리적 장치, 가상 장치 (virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파 (signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화 (embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0055] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체 (magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체 (optical media), 플롭티컬 디스크 (floptical disk)와 같은 자기-광 매체 (magneto-optical media), 및 롬 (ROM), 램 (RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

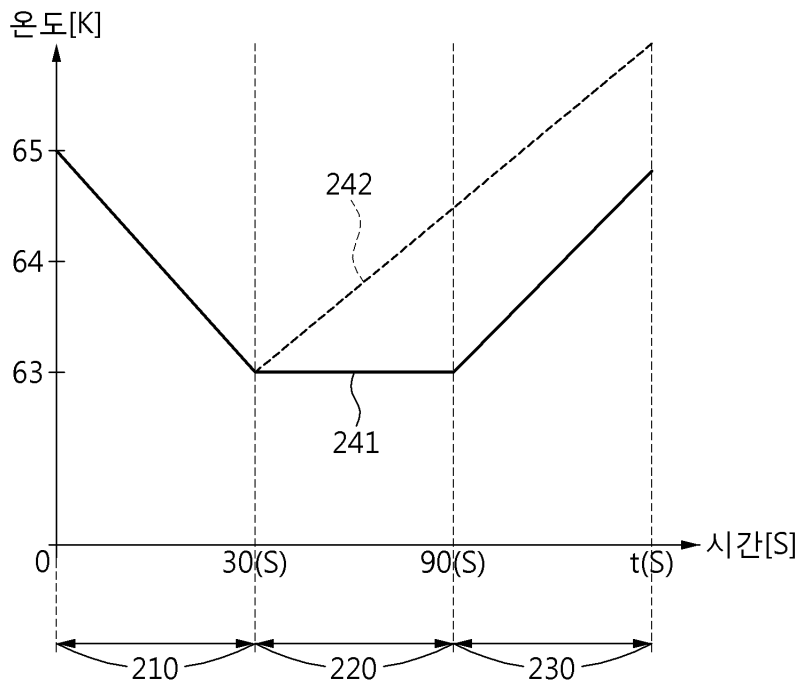
[0056] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1

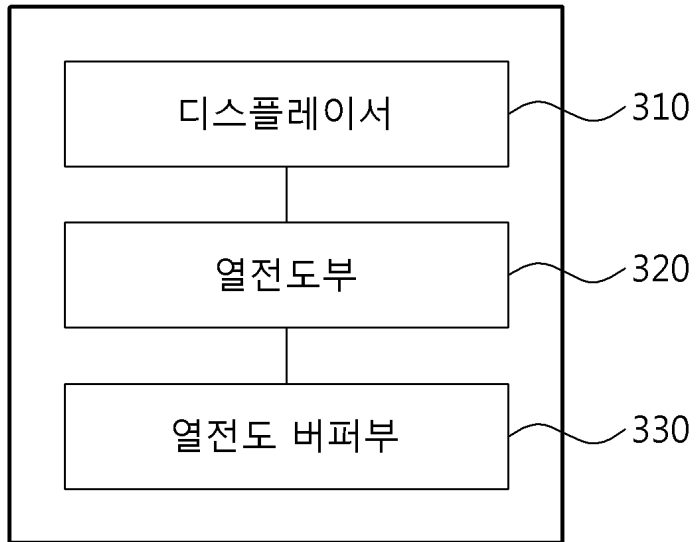


도면2

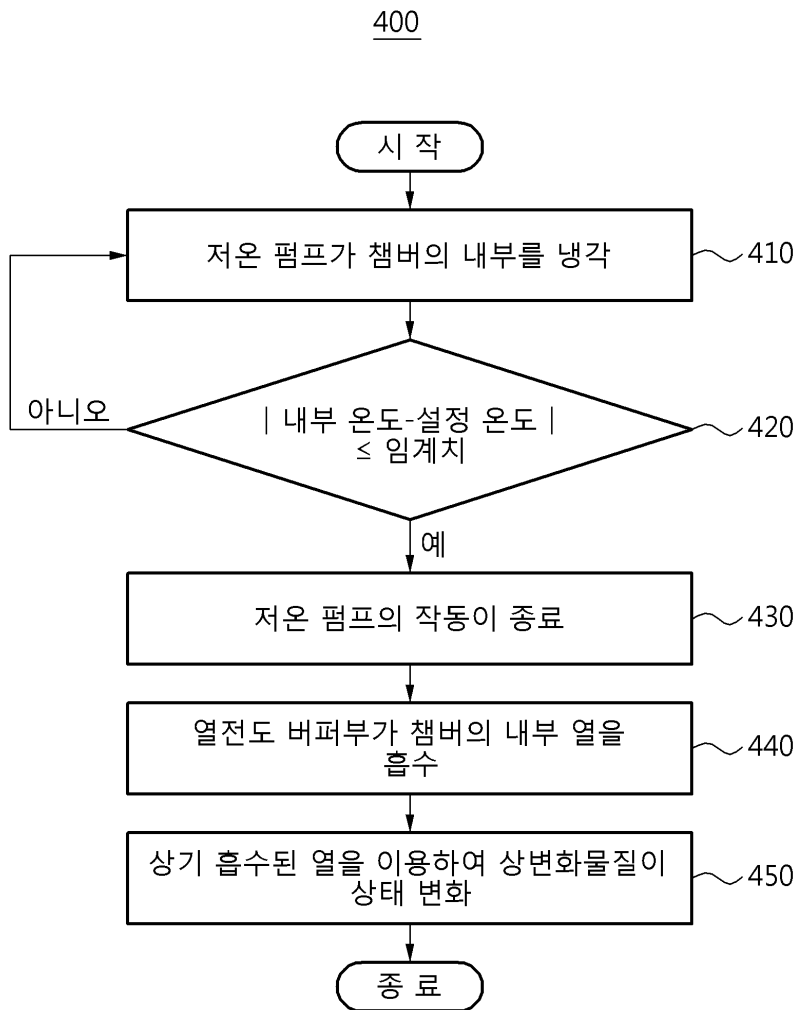


도면3

300



도면4



도면5

