



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월17일
(11) 등록번호 10-1374564
(24) 등록일자 2014년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02B 71/04 (2006.01) F01B 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7020755
(22) 출원일자(국제) 2007년01월09일
심사청구일자 2012년01월09일
(85) 번역문제출일자 2008년08월25일
(65) 공개번호 10-2008-0100349
(43) 공개일자 2008년11월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/000313
(87) 국제공개번호 WO 2007/087143
국제공개일자 2007년08월02일
(30) 우선권주장
11/338,421 2006년01월24일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05329768 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
알터 리미티드 엘씨
미국 매사추세츠 서드버리 켄더 로드 3 (우:01776)
(72) 발명자
우드, 조나단, 알.
미국 01776 매사추세츠 서드버리 켄더 로드 3
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 20 항

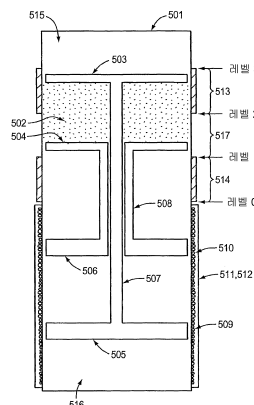
심사관 : 임석연

(54) 발명의 명칭 전기적으로-커플링된 사이클을 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 일 실시예에서, 작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 전기 에너지를 생성하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은 실린더에 커플링된 전기 회로에서 전류를 전자기적으로 유도하기 위해서, 열적 사이클을 실행하는 작업 가스(502)를 수용하는 실린더내의 피스톤(503, 504)의 운동을 이용하는 단계를 포함하며; 전기 회로 내에서 유도된 전류에 의해서 생성된 전기 에너지를 전기 저장 장치에 저장하기 위해서 전기 회로(509, 510)를 이용하는 단계; 그리고 피스톤으로 원동력을 전자기적으로 제공하기 위해서 상기 전기 저장 장치내에 저장된 전기적 에너지를 이용하는 단계를 포함한다. 전기 에너지를 저장하기 위해서 전기 회로를 이용하는 단계 및 상기 피스톤에 원동력을 제공하기 위해서 저장된 에너지를 이용하는 단계의 주기적인 이용은 열적 사이클의 경로에 걸쳐 전기 저장 장치로의 순수 양의 평균 파워 전달을 가능하게 한다.

대표도 - 도5a



특허청구의 범위

청구항 1

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법으로서:

실린더에 커플링된 전기 회로의 권선들의 세트에서 전류를 전자기적으로 유도하기 위해서, 실린더 내의 제 1 피스톤에 부착된 제 1 영구 자석 그리고 실린더 내의 제 2 피스톤에 부착된 제 2 영구 자석의 운동들을 이용하는 단계로서, 상기 실린더는 열적 사이클을 실행하는 작업 가스를 수용하고, 상기 전기 회로는 전자적 파워 변환기를 포함하는, 운동들을 이용하는 단계;

상기 열적 사이클을 실행하기 위해서 상기 제 1 피스톤과 상기 제 2 피스톤 사이의 상기 작업 가스의 압축 및 팽창을 이용하는 단계;

상기 전기 회로 내에서 유도된 전류에 의해서 생성된 전기 에너지를 전기 저장 장치에 저장하기 위해서 전기 회로를 이용하는 단계;

상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤으로 원동력을 전자기적으로 제공하기 위해서 상기 전기 저장 장치 내에 저장된 전기 에너지를 이용하는 단계;

전기 에너지를 저장하기 위해서 상기 전기 회로를 이용하는 단계, 및 상기 열적 사이클의 경로에 걸쳐 상기 전기 저장 장치로의 또는 상기 전기 저장 장치 밖으로의 순수 양의 평균 파워 전달을 가능하게 하는 원동력을 상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤으로 제공하기 위해서 저장된 에너지를 이용하는 단계를 주기적으로 이용하는 단계; 그리고

상기 작업 가스가 압력-부피 평면 내의 임의의 회로 경로를 가능한 한 밀접하게 따르도록 속박하기 위해서 상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤의 운동의 폐쇄-루프 전자 제어를 실행하도록 상기 전자 파워 변환기를 이용하는 단계로서, 상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤의 운동의 전자 제어는 압력-부피 사이클의 각 세그먼트에서 소모되는 시간의 양이 작업 가스에 의해서 변화될 수 있게 허용하는, 전자 파워 변환기를 이용하는 단계;를 포함하며,

상기 열적 사이클의 주기적인 에너지 유동이 상기 전기 저장 장치 및 상기 작업 가스의 내외로 이루어지는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전자 파워 변환기가 상기 작업 가스의 상태와 관련된 전기 신호를 기초로 폐쇄-루프형 제어를 실행하는 작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

온도 센서, 압력 센서, 및 위치 센서 중 하나 이상을 이용하여 작업 가스의 상태와 관련된 전기 신호를 상기 전자 파워 변환기로 전달하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 작업 가스가 외부 열 공급원으로부터 열을 수용하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 열적 사이클이 스틸링 사이클에 근접하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,
상기 열적 사이클이 카르노 사이클에 근접하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 실린더의 가열 영역 및 냉각 영역과의 연속적인 열 전달을 실시하기 위해 상기 실린더를 따라 상기 작업 가스를 이동시키기 위해서 상기 제 1 피스톤과 상기 제 2 피스톤의 운동들을 이용하는 단계를 더 포함하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 피스톤의 샤프트의 적어도 일부가 상기 제 2 피스톤의 샤프트 내에서 동심적으로 이동하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 피스톤과 제 2 피스톤의 운동을 제어함으로써 상기 열적 사이클의 타이밍을 제어하기 위해서 상기 전자 파워 변환기를 이용하는 단계를 더 포함하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 작업 가스가 실린더의 가열 영역, 냉각 영역, 및 중간 영역 사이에서 이동하도록 상기 제 1 피스톤과 상기 제 2 피스톤의 운동들을 제어하기 위해서 상기 전자 파워 변환기를 이용하는 단계를 더 포함하는,
작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 실린더 내에서 비-작업 가스를 절연하기 위해서 상기 제 1 피스톤 또는 상기 제 2 피스톤에 부착된 열적 웨이드를 이용하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 작업 가스 내에서 난류를 생성하기 위해서 상기 제 1 피스톤 또는 상기 제 2 피스톤에 부착된 패들을 이용하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 실린더의 제 1 단부 영역과 제 2 단부 영역 사이에서 비-작업 가스를 유동시키기 위해서 외부 유동 복귀를 이용하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 피스톤과 상기 제 2 피스톤을 공통의 센터링 샤프트 주위로 장착하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

전기 에너지가 생성되고,

내부 연소 사이클을 통해서 상기 작업 가스를 사이클링시키는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 열적 사이클이 오토 사이클에 근접하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

전기 에너지를 생성하기 위해서 제 1 항의 방법에 따라서 각각 작동하는 제 1 실린더 및 제 2 실린더를 이용하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 실린더 및 상기 제 2 실린더는 축방향을 따라 서로 반대로 작동되는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

전기 에너지 생성을 위해서 제 1 항의 방법에 따라 각각 작동하는 제 1 실린더, 제 2 실린더, 제 3 실린더, 및 제 4 실린더를 이용하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 실린더, 제 2 실린더, 제 3 실린더, 및 제 4 실린더는 상기 실린더들의 축선이 평행한 상태로 번들(bundle)로 작동되고, 상기 실린더들 중 2개의 실린더가 상기 제 1 실린더, 제 2 실린더, 제 3 실린더, 및 제 4 실린더 중 다른 2개의 실린더에 대해 역평행적으로(antiparallel) 작동되는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

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

제 1 항에 있어서,

상기 열적 사이클의 정지(stationary) 부분 동안에 상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤 중 하나 이상을 정위치에서 유지하기 위해서 기계적인 하드 스톱을 이용하는 단계를 더 포함하는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 기계적인 하드 스톱은 기계적인 차단부(barrier), 영구 자석 및 자극(magnetic pole)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되며, 상기 기계적인 하드 스톱은 상기 실린더, 상기 제 1 피스톤 및 상기 제 2 피스톤 중 하나 이상에 부착되는,

작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 에너지를 전달하기 위한 방법.

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 2006년 1월 24일자로 출원된 미국 출원 제 11/338,421 호를 기초로 우선권을 주장한다. 상기 출원의 전체 내용이 본 명세서에 참조된다.

배경기술

[0002] 다량의 가스를 작동 매체로서 이용하는 열 엔진의 열적 사이클이 압력-부피(P-V) 그래프를 참조하여 설명될 수 있을 것이다. 도 1 및 도 2는 2개의 공지된 열적 사이클, 즉 카르노 사이클(도 1) 및 이상적인 스텔링 사이클(도 2)에 대한 P-V 그래프를 도시한다.

[0003] 하나의 열적 사이클로부터 전달되는 순수 에너지는 P-V 평면에서의 작동 경로에 의해 그려지는 루프의 면적에 해당한다. 각 사이클의 경로에서, 에너지는 사이클의 부분 동안 엔진에 의해서 전달되고, 사이클의 나머지 동안에 엔진에 의해서 흡수된다. 일부 사이클의 일부 부분의 경우에, 에너지는 저장되지도 않고 또 전달되지도 않는다. 예를 들어, 이상적인 스텔링 사이클에서, 퀘적이 P-축선에 평행한 사이클 부분 동안에 기계적 에너지는 흡수되지도 않고 전달되지도 않는다.

[0004] 필수적으로, 순수 양의 평균 파워 출력을 추출하기 위해서 이용되는 시스템의 부분은, 주기적인 것을 기초로(cyclic basis), 열 엔진의 내외로 에너지를 저장하고 회수하기 위한 장치를 포함하여야 한다. 종래의 열 엔진에서, 이러한 주기적인 에너지 저장은 기계적인 수단, 예를 들어 플라이휠이 부착된 크랭크샤프트의 회전 관성을 통해서 달성되었다.

발명의 상세한 설명

[0005] 신뢰할 수 있고, 효율적이고, 조용하며, 진동이 없고, 그리고 다양한 연료에 의해서 작동될 수 있는 설비들을 이용하는 방법에 의해서 열을 전기로 변환할 수 있는 것이 바람직할 것이다.

[0006] 또한, 그러한 특징을 가지는 설비들에 의한 열 전달을 실시하기 위해서 전기를 이용할 수 있는 것이 바람직할 것이다.

[0007] 이러한 목적들 및 기타 목적들을 달성하기 위해서, 본 발명의 실시예는 작업 가스의 열적 사이클을 이용하여 전기 에너지를 생성하기 위한 방법을 제공한다. 이러한 방법은, 실린더에 커플링된 전기 회로에서 전류를 전자기적으로 유도하기 위해서, 열적 사이클을 실행하는 작업 가스를 수용하는 실린더내의 피스톤의 운동을 이용하는 단계를 포함한다. 전기 회로를 이용하여 전기 에너지를 전기 저장 장치에 저장하며, 그러한 전기 에너지는 전기 회로 내에서 유도된 전류에 의해서 생성되며; 전기 저장 장치에 저장된 전기 에너지는 원동력(motive force)을 피스톤으로 전자기적으로 제공하기 위해서 이용된다. 전기 에너지를 저장하기 위한 전기 회로의 주기적인 이용 그리고 피스톤으로 원동력을 제공하기 위한 저장된 에너지의 주기적인 이용은 열적 사이클의 경로에 걸쳐서 전기 저장 장치로의 순수 양의(net positive) 평균 파워 전달을 실행한다.

[0008] 전기 회로는 전자적 파워 변환기를 포함할 수 있으며, 그리고 상기 방법은 피스톤의 운동의 폐쇄-루프 전자 제어를 실행하기 위해서 전자 파워 변환기를 이용하는 단계를 더 포함할 수 있다. 전자 파워 변환기는 작업 가스의 상태와 관련된 전기적인 신호를 기초로 폐쇄-루프형 제어를 실행할 수 있다. 온도 센서, 압력 센서, 및 위치 센서 중 하나 이상을 이용하여 작업 가스의 상태와 관련된 전기 신호를 전자 파워 변환기로 전달할 수 있을 것이다.

- [0009] 열적 사이클은 스틸링 사이클, 카르노 사이클, 오토 사이클, 또는 다른 열적 사이클과 유사할 것이다. 열적 사이클은 외부 연소로부터 열을 수용할 수 있고, 또는 작업 가스가 내부 연소 사이클을 통해서 사이클링될 수 있다.
- [0010] 제 1 피스톤과 제 2 피스톤 사이에서 작업 가스의 압축 및 팽창을 이용하여 열적 사이클을 실행할 수 있다. 전기 회로는 실린더에 커플링된 권선 세트를 포함할 수 있고, 상기 방법은 권선 세트 내에서 전류를 전자기적으로 유도하기 위해서 제 2 피스톤에 부착된 제 2 영구자석 및 제 1 피스톤에 부착된 제 1 영구자석의 운동을 이용하는 단계를 포함할 수 있을 것이다. 또한, 제 1 피스톤 및 제 2 피스톤의 운동을 이용하여 실린더를 따라 작업 가스를 이동시킴으로써 실린더의 가열 영역 및 냉각 영역과의 성공적인 열 전달을 실시할 수 있을 것이다.
- [0011] 제 1 피스톤의 샤프트의 적어도 일부가 제 2 피스톤의 샤프트내에서 동심적으로 이동될 수 있다. 전자 파워 변환기를 이용하여 제 1 피스톤 및 제 2 피스톤의 운동을 제어함으로써 열적 사이클의 타이밍을 제어할 수 있을 것이며, 상기 제 1 피스톤 및 제 2 피스톤의 운동을 제어하는 것은 작업 가스가 실린더의 가열 영역, 냉각 영역, 및 중간 영역 사이에서 이동하도록 제 1 피스톤 및 제 2 피스톤의 운동을 제어하는 것을 포함한다. 실린더내의 비-작업 가스를 절연시키기 위해서 열적 쉐이드(thermal shade)를 제 1 피스톤 또는 제 2 피스톤에 부착할 수 있으며; 작업 가스 내에 난류를 생성하기 위해서 패들을 제 1 피스톤 또는 제 2 피스톤에 부착할 수 있다. 외부 유동 복귀(external flow return)를 이용하여 실린더의 제 1 단부 영역과 제 2 단부 영역 사이에서 비-작업 가스를 유동시킬 수 있다. 제 1 피스톤 및 제 2 피스톤은 공동의 센터링 샤프트 주위에 장착될 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따라 작동하는 두 개의 실린더가 축방향으로 서로 대향되게 작동될 수 있다. 유사하게, 4개의 실린더들이 실린더들의 평행한 축선과 번들(bundle)로 작동될 수 있고, 이때 2개의 실린더가 번들의 다른 2개의 실린더에 대해 역평행적으로(antiparallel) 작동될 수 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 다른 실시예에서, 전기 에너지를 이용하여 열 펌프를 파워링(powering)하는 방법이 제공되며, 상기 열 펌프는 열적 사이클을 실행한다. 상기 방법은 열적 사이클을 실행하는 작업 가스를 수용하는 실린더내의 피스톤으로 원동력을 전자기적으로 제공하기 위해서 전기 저장 장치내에 저장된 전기적 에너지를 이용하는 단계를 포함한다. 피스톤의 운동은 실린더에 커플링된 전기 회로 내에서 전류를 전자기적으로 유도하기 위해서 이용되며; 상기 전기 회로는 전기 회로 내에서 유도된 전류에 의해서 생성된 전기적 에너지를 전기 저장 장치내에 저장하기 위해서 이용된다. 피스톤에 원동력을 제공하기 위해서 저장된 에너지를 이용하는 단계 및 전기 에너지를 저장하기 위해서 전기 회로를 이용하는 단계를 주기적으로 실행하는 것은 열적 사이클의 경로에 걸쳐 전기 저장 장치 외부로의 순수 양의 평균 파워 전달(net positive average power transfer)를 가능하게 한다. 전기 에너지 생성을 위한 방법과 함께 이용되는 유사한 방법들을 열 펌프를 파워링하기 위한 방법과 함께 이용할 수 있을 것이다.
- [0014] 본 발명의 전술한 목적들, 다른 목적들, 기타 특징들 및 기타 이점들은, 첨부 도면들을 참조한 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 이하의 설명으로부터 보다 분명히 이해될 수 있을 것이다. 첨부 도면들에서 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호로 표시하였다. 도면들은 반드시 동축적인 것이 아니며, 본 발명의 원리 설명에 중점을 두었다.

실시예

- [0032] 18세기의 개발 이후에, 회전 관성은 열 기관에서 사이클 에너지 저장을 위한 선택 방법이 되어 왔다. 그에 따라, 주기적으로(cyclically) 열 기관으로의 에너지를 저장하고 그리고 열 기관으로부터의 에너지를 회수하기 위해 사용된 장치들은 통상적으로 기계적(mechanical)이다. 예를 들어, 엔진은 사이클 에너지 저장을 위해 부착된 플라이휠을 구비하는 크랭크샤프트의 회전 관성을 이용할 것이다. 이러한 방식에서, 종래의 열 기관은 기계적으로-커플링된 열적 사이클을 이용한다고 말할 수 있을 것이다.
- [0033] 그러나, 그렇게 기계적으로-커플링된 열적 사이클에서, 피스톤의 운동은 크랭크샤프트의 운동에 의해서 속박(constrained)된다. 그에 따라, 피스톤은 작동 가스의 상태(state)가 희망(desired) P-V 사이클에 밀접하게 따를 수 있도록 허용하는 방식으로 이동할 수 없게 된다. 사이클의 각각의 세그먼트(segment)에 대해 정해지는 시간의 상대적인 양은 플라이휠의 운동에 대한 기계적인 속박에 의해서 정해진다. 또한, 기계적으로-커플링된 열 엔진들은 신뢰성과 효율성, 발생하는 소음 및 진동의 양, 그리고 다양한 연료로 작동될 수 있는 능력에 있어서 제한이 있다.
- [0034] 이들 특성을 개선하기 위해서, 본 발명에 따른 실시예는 열적 사이클로부터 에너지의 주기적인(cyclic) 유동을

수용할 수 있는 전기 저장 장치를 이용한다. 그에 따라, 열적 사이클은 전기적으로-커플링된 것으로서 설명될 수 있을 것이다. 일 실시예는 전자기 전단(electromagnetic shear)에 의한 피스톤의 직류 전기 드라이브(direct electric drive)를 이용한다.

[0035] 이러한 용도에 적합한 전기 저장 장치는, 예를 들어, 커패시터, 배터리, 그리고 (이용가능하다면) 초전도 코일을 포함한다. 전자기 전단을 이용하는 직류 전기 드라이브는 각 피스톤 조립체에 부착된 영구 자석을 이용하여, 그리고 영구자석으로 힘(force)을 제공하기 위해 또는 영구자석으로부터의 전자기 유도를 제공하기 위해 코일 또는 권선(windings) 내의 제어된 전류를 이용하여, 달성될 수 있을 것이다.

[0036] 전기적으로-커플링된 열적 사이클의 실시예는 예를 들어 외부의 또는 내부의 가스 연소를 이용하여 배터리를 충전하기 위해서 열적 사이클로부터 전기를 생성하기 위해서 이용될 수 있을 것이며; 또는 예를 들어 히트 펌프에 전기적 파워를 공급하기 위한 배터리 또는 다른 직류 공급원을 이용하여 열적 사이클로 전기적 파워를 공급하기 위해서 이용될 수 있을 것이다.

[0037] 본 발명에 따라서, P-V 평면내의 희망 경로를 가능한 한 밀접하게 따르도록 피스톤의 운동이 제어되도록 허용하는 파워 전자 회로가 구축될 수 있다. 열 엔진으로부터 평균 파워를 추출하는데 필요한 필요 에너지 사이클링은 전기 에너지 저장을 통해서 실현될 수 있을 것이다. 이러한 방식으로 전기적 커플링을 이용하는 것은 P-V 사이클의 각 세그먼트에서 소모되는 시간의 양의 변화를 허용하며, 그에 따라 높은 열적 사이클 효율을 허용한다.

[0038] 그에 따라, 에너지가 기계적으로 주기적으로 저장되는 종래 시스템과 비교할 때, 본 발명에 따른 실시예는 주기적 에너지 유동의 전기적 저장을 이용한다. 또한, 전기 회로의 이용은 피스톤 운동의 폐쇄-루프(closed-loop) 전기 제어를 가능하게 한다.

[0039] 종래 기술에서, 전기적 선형 드라이브 모터에 의해서 구동되는 냉각 장치가, 예를 들어 Higham 등에게 허여된 미국특허 4,761,960; Young에게 허여된 미국특허 4,697,113; 그리고, Higham에게 허여된 미국특허 5,040,372에 개시되어 있다. 또한, 그러한 선형 드라이브 모터는 배터리로부터의 전류 공급이 전기적으로 제어되는 배터리-파워 공급형일 수 있으며, 그러한 것이 예를 들어 Nelson에게 허여된 미국특허 5,752,385 그리고 Walsh에게 허여된 미국특허 4,434,617에 개시되어 있다. 또한, 예를 들어 Beremand에게 허여된 미국특허 4,215,548에서 자유-피스톤 유압식 엔진(free-piston hydraulic engines)이 공지되어 있다.

[0040] 그러나, 본 발명에 따른 실시예는 그러한 종래의 공지된 시스템과 기본적으로 상이한데, 이는 본 발명에 따른 실시예가 열적 사이클 내외로의 주기적인 에너지 유동의 전기적 저장을 채용하고 있기 때문이다. 그에 따라, 열적 사이클에서, 본 발명에 따른 실시예는 피스톤을 수용하는 실린더에 전기적으로 커플링된 전기 저장 장치의 내외로 에너지를 사이클링한다. 대조적으로, 종래의 공지된 시스템은 주기적 에너지 유동의 전기 저장을 이용하지 않는다. 그 대신에, 일부 종래 시스템은 주기적인 에너지 유동을 위한 기계적 공명(resonance) 형태를 이용할 것이다. 예를 들어, 미국특허 4,434,617에서, 주기적 에너지 유동을 위해서, 스프링으로서 작용하는 압축된 엔드-존(end-zone) 가스와 피스톤의 매스(mass) 사이에서 기계적 공명이 이용된다. 비록, 기계적 공명을 보조하고 유지하기 위해서 동기화된 전기 드라이브가 이용되지만, 그러한 시스템은 열적 사이클로부터 주기적인 에너지 유동을 흡수하기 위해서 전기 저장 장치를 이용하지 않는다. 그에 따라, 그러한 시스템은, 본 발명의 실시예에 따른, 열적 사이클로부터의 주기적인 에너지 유동을 전기적으로 저장하는 것을 이용함으로써 제공되는 열적 효율에서의 잠재적인 개선을 가능하게 하지 못하며, 주기적인 에너지 유동의 전자 제어를 가능하게 하지 못한다.

[0041] 본 발명의 바람직한 실시예에 관한 설명은 다음과 같다.

[0042] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 외부 연소 발전기를 위한 코일, 자석, 및 피스톤의 구성을 도시한다. 도 3a의 단면에서, 밀폐된 가스 수용 실린더(301)는 가스 본체(body)를 수용하고, 그러한 가스의 일부가 작업 가스(302)가 된다. 작업 가스(302)는 실린더(301)의 내부에서 슬라이딩하는 두 개의 피스톤(303 및 304) 사이에 놓이는 실린더(301) 내의 전체 가스의 일부분이다. 피스톤(303 및 304)은 과도한 마찰의 발생 없이 실린더(301)의 내측 벽과 허용가능한 양호한 가스 밀봉을 유지한다. 예를 들어, 통상적인 피스톤 링들이 이러한 목적을 위해 채용될 수 있을 것이다. 통상적으로, 실린더(301)는 원형 단면을 가질 것이나, 다른 단면 형상을 가질 수도 있을 것이다. 작업 가스(302)는 공기, 질소, 헬륨, 또는 수소와 같이 목적에 적합한 임의의 가스일 수 있다.

[0043] 도 3b에 도시된 바와 같이, 두 개의 피스톤(303 및 304)의 각각은 플레이트 형태이다. 샤프트(307 및 308)가

각 플레이트(303 및 304)의 중심에 수직으로 부착되며, 상기 샤프트의 타 단부는 영구자석 플레이트(305 및 306)에 부착된다. 영구자석 플레이트(305 및 306)는 그 내부에 적절하게 정렬된 영구자석을 철 또는 적절한 등급의 강과 같은 자기 경로 물질과 함께 포함하고 있다. 영구자석과 자기 경로 물질의 구성은, 예를 들어, 영구자석 플레이트(305 및 306)의 외측 엣지(edge)로부터 방출되는 자속을 생성하기 위한 것으로서, 그러한 자속은 실린더(301)를 둘러싸는 드라이브 권선(309 및 310)을 침투(cut through)한다(도 3a 참조). 실린더(301)는 비자성 물질로 제조된다. 다수의 그러한 물질들을 채용하여 실린더(301)를 구성할 수 있을 것이다. 예를 들어, 알루미늄과 같은 물질이 열 유동을 필요로 하는 영역(313 및 314)과 같은 영역에 대해서 사용될 수 있을 것이며; 세라믹 또는 화이버글래스와 같은 물질이 열 유동을 필요로 하지 않는 영역(317)과 같은 영역에 대해서 사용될 수 있을 것이다. 자기 경로 물질로 이루어진 자기장 복귀 경로(311 및 312)가 드라이브 권선(309 및 310)을 둘러싼다.

[0044] 또한, 구리나 알루미늄 합금과 같은 열 전도성 물질로 이루어진 두 개의 열 전달 영역(313 및 314)이 실린더(301)를 둘러싼다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 가열 영역(313)은 예를 들어 불꽃(flame) 또는 태양열 수집부(collector)와 같은 외부 가열 공급원으로부터 열을 수용하고, 그 열을 적절한 시간에 작업 가스(302)로 전달한다. 유사하게, 이하에서 설명하는 바와 같이, 냉각 영역(314)은 적절한 시간에 작업 가스(302)로부터 열을 추출한다. 열 전달 영역(313 및 314)은 열적으로 절연된 중간 영역(317)에 의해서 서로 분리된다. 첨부 도면에서, 3 영역(313, 314 및 317)이 상당한(comparable) 길이로 도시되어 있지만, 반드시 그럴 필요는 없으나, 전체 파워 출력의 최적화와 관련하여 그러한 것이 바람직할 것이다.

[0045] 도 4는 도 3a 및 도 3b의 외부 연소 실린더 구성에 커플링된 전기 부품들을 개략적으로 도시한 것으로서, 상기 전기 부품들은 본 발명의 실시예에 따른 열적 사이클로부터 에너지의 주기적인 유동을 수용하기 위한 것이다. 도 3a에 드라이브 권선(309, 310)으로 도시된 바와 같은 드라이브 권선(409, 410 및 443)이 전자 파워 변환기(435)에 연결된다. 도 4는 3개의 격리된 권선(409, 410 및 443)을 이해가 쉽도록 도시한 것이나, 다른 임의의 수의 격리된 권선도 필요에 따라 채용될 수 있을 것이다. 또한, 전자 파워 변환기(435)에는 위치 센서(436), 온도 센서(440), 및 압력 센서(441)로부터의 신호가 연결된다. 그러한, 위치, 온도 및 압력 센서들에 대한 다른 임의의 적절한 개체수도 적용될 수 있을 것이다. 위치 센서(436)는 임의 시간에서의 각 피스톤의 정확한 위치를 알 필요가 있는 전자 파워 변환기(435)로 정보를 제공한다. 온도 센서(440) 및 압력 센서(441)는 임의 시간에 작업 가스(302)의 상태를 전자 파워 변환기(435)에 알려준다.

[0046] 전자 파워 변환기(435)는 커패시터(437) 및/또는 배터리(438), 그리고 전기 로드(electric load)에 연결된 DC 버스(442)에 연결된다. 전기 로드(439)는 필요하지 않은 경우에 DC 버스(442)로부터 분리될 수 있는 반면, 전자 파워 변환기(435)는 계속적으로 배터리(438)를 충전할 것이다. 배터리(438)를 위한 적절한 배터리는 에너지 사이클링 용도를 위해 구성된 리튬 또는 다른 현대적인 타입의 배터리를 포함하며, 이때 초당 몇 번에 해당하는 사이클 비율(rate) 또는 그 보다 빠른 사이클 비율로 에너지를 사이클링할 수 있는 리튬 배터리 또는 다른 타입의 배터리에 의해서 보다 양호한 성능이 얻어질 수 있을 것이다.

[0047] 시스템의 작동 중에, 피스톤(303 및 304)이 실린더(301) 내에서 상하로 이동되어 작업 가스(302)가 희망 P-V 사이클을 따를 수 있도록, 도 4의 전자 파워 변환기(435)는 도 3a의 권선(309 및 310) 내외로의 전류 유동을 제어한다. 커패시터(437) 및 배터리(438)는 시스템에 대한 에너지 저장부로서 작용하고, 열 엔진의 사이클에 일체 통합되는 사이클릭 에너지 변화를 흡수한다. 전자 파워 변환기(435)는 에너지를 저장하지 않거나 거의 저장하지 않으며, DC 버스(442)와 권선(309 및 310) 사이에서 파워를 고효율로 전달한다.

[0048] 이러한 방식에서, 도 3a 내지 도 4의 실시예는 전기적으로-커플링된 외부 연소 발전기를 제공한다. 외부 연소로부터 방출되는 에너지는 가열 영역(313)을 통해서 실린더(301) 내로 전달되고, 압력-부피 사이클이 작업 가스(302)에서 생성되며, 주기적인 에너지 저장에 도 4의 전기 회로에 의해서 실시된다. 하나의 용도에서, 예를 들어, 피스톤(303 및 304) 이외의 이동 부분 없이, 가스의 외부 연소가 배터리(438)로의 전기 충전을 위해서 이용될 수 있을 것이다.

[0049] 도 5a 내지 도 5c는 도 3a- 도 3b의 기계적인 구성의 정위치에서 이용될 수 있는 대안적인 실시예를 도시하며, 여기에서 드라이브 권선(509 및 510)은 가열 영역(513)으로부터 멀리 그리고 서로 인접하여 배치된다. 영구자석 플레이트(505 및 506)를 가열 영역(513)으로부터 멀리 배치함으로써, 이러한 구성은 영구자석을 저온으로 유지하여야 하는 디자인 과제를 단순화시킨다. 네오디뮴-철 영구자석 물질은 고온에 노출될 때 자력(magnetism)을 상실하며, 통상적으로 150 내지 200℃ 보다 낮은 작동 온도로 제한된다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 보다 긴 피스톤 조립체(도 5b에 별도로 도시됨)의 샤프트(507)는 보다 짧은 피스톤 조립체(도 5c에 별도로 도시됨)의

샤프트(508) 내에 동심적으로 놓인다. 이들 두 샤프트(507 및 508) 사이의 기계적인 장착(fit)은 과도한 마찰 없이 그들 사이에 허용가능한 양호한 가스 밀봉을 제공하도록 이루어진다. 피스톤(503)을 영구자석 플레이트(505)에 연결하는 내측 샤프트(507)는 고온의 상단부(503)로부터 영구자석 플레이트(505)로의 그리고 그 둘레의 샤프트(508)로의 열전달을 최소화하도록 구성된다. 이는, 샤프트(507)에 대해서 세라믹과 같은 절연 물질을 이용함으로써 이루어질 수 있을 것이며, 상기 세라믹 내에는 보강을 위한 금속 코어가 제공될 수도 있을 것이다. 보다 긴 피스톤 조립체(503)를 위한 드라이브 권선(509)은 보다 짧은 피스톤 조립체(504)를 위한 드라이브 권선(510) 보다 냉각 영역(514)으로부터 보다 더 멀리 떨어져 위치된다. 도 5a에서(도 3a의 플레이트(305 및 306)와 달리), 영구자석 플레이트(506)가 영구자석 플레이트(505)의 위쪽에 위치되는데, 이는 피스톤 조립체(503)이 피스톤 조립체(504) 보다 더 길기 때문이다. 도 5a에 도시된 열 엔진의 작동은 도 3a에 도시된 열 엔진에 대한 설명과 같으며, 이때 도 4에서와 유사한 회로에의 전기적 커플링을 가진다.

[0050] 도 6은, 본 발명의 실시예에 따라, 발전기로서 작용할 때, 도 3a 및 도 5a의 열 엔진의 타이밍을 도 2에 도시된 스텔링 사이클(Sterling cycle)에 따라 도시한 도면이다. 사이클 A-B-C-D를 반복하는 동안, 곡선(644)은 피스톤(303, 503)에 대한 피스톤 위치 프로파일을 나타내고, 곡선(645)은 피스톤(304, 504)에 대한 피스톤 위치 프로파일을 나타낸다. 피스톤 위치들은 도 6의 y-축상에 위치 레벨(높이) '0' 내지 '3'으로 표시하였으며, 이는 도 3a 및 도 5a에 표시된 실린더 위치에 상당한다. 냉각 영역(314, 514)은 피스톤 레벨(0)로부터 레벨(1)까지 걸쳐지고; 중간 영역(317, 517)은 위치 레벨(1)로부터 레벨(2)까지 걸쳐지며, 가열 영역(313, 513)은 위치 레벨(2)로부터 레벨(3)까지 걸쳐진다. 비록, 도 6이 대략적으로 동일한 열적 사이클의 4개의 세그먼트 각각에서의 지속 시간의 양을 도시하였지만, 각 세그먼트의 지속시간이 서로 독립적으로 변화될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이며, 그에 따라 파워 출력 변화 및 효율 최대화가 달성될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 세그먼트들의 지속시간 변화에 있어서, 파워 출력 최대화의 목적과 효율 최대화의 목적 사이에는 고유의 충돌이 존재하며; 양 목적 중 하나가 만족될 수는 있을 것이나, 양자 모두 동시에 만족될 수는 없을 것이다.

[0051] 도 6의 시간(A)와 시간(B) 사이에서, 작업 가스(302, 502)는 일정 온도(T1)에서 압축된다. A-B 경로에서, 피스톤(304, 504)은 곡선(645)에 의해 도시된 바와 같이 위치 레벨(0)(도 3a 및 도 5a, 그리고 도 6의 y-축에 도시됨)에서 유지되는 반면, 피스톤(303, 503)은 곡선(644)에 의해 도시된 바와 같이 위치 레벨(2)로부터 레벨(1)로 이동되며, 그에 따라 작업 가스(302, 502)를 압축한다. 이러한 세그먼트에서 피스톤(303, 503)의 이동(644)은 도 6에서 직선 형상을 가지는 것으로 도시되어 있으나, 실질적으로는 그러한 이동이 비선형적인 것이 보다 일반적인 것이다.

[0052] 도 6의 시간(B)와 시간(C) 사이에서, 작업 가스(302, 502)는 일정 부피로 유지되고 온도(T2)로 가열된다. B-C 경로에서, 곡선(644 및 645)에 의해 도시된 바와 같이, 피스톤(303, 503)이 위치 레벨(1)로부터 레벨(3)으로 이동되는 한편 피스톤(304, 504)이 위치 레벨(0)로부터 레벨(2)로 이동되도록, 양 피스톤이 초기에 함께 신속하게 이동한다. B-C 세그먼트의 지속시간 동안, 피스톤(304 및 504)이 위치 레벨(2)(곡선 645)에서 유지되고, 피스톤(303 및 503)이 위치 레벨(3)(곡선 644)에서 유지된다.

[0053] 도 6의 시간(C)와 시간(D) 사이에서, 작업 가스(302, 502)는 일정 온도(T2)에서 팽창된다. C-D에서, 피스톤(303 및 503)은 위치 레벨(3)(곡선 644)에서 유지되는 한편, 피스톤(304 및 504)은 위치 레벨(2)로부터 레벨(1)(곡선 645)로 이동된다. 이러한 세그먼트에서 피스톤(304 및 504)의 이동은 도 6의 곡선(645)에서 직선 형상을 가지는 것으로 도시되어 있지만, 실질적으로 그러한 이동이 비선형적인 것이 통상적이다.

[0054] 도 6의 시간(D)와 시간(A) 사이에서, 작업 가스(302, 502)는 다시 일정 부피로 유지되고 온도(T1)까지 냉각된다. D-A에서, 피스톤(303, 503)이 위치 레벨(3)로부터 레벨(2)로(곡선 644) 이동되는 한편 피스톤(304)이 위치 레벨(1)로부터 레벨(0)로(곡선 645) 이동되도록, 양 피스톤이 초기에 함께 신속하게 이동한다. D-A 세그먼트의 지속시간 동안, 피스톤(304 및 504)이 위치 레벨(0)(곡선 645)에서 유지되고, 피스톤(303 및 503)이 위치 레벨(2)(곡선 644)에서 유지된다.

[0055] 도 6의 타이밍 실험 그래프는 피스톤들이 정지되는 사이클의 부분들을 도시하고 있다. 이들 영역들은 효율 개선 기회를 제공할 수 있을 것이며, 그에 따라 드라이브 권선들 내의 전류 유동에 의존하는 대신에 사이클의 정지 부분 중에 예정된 위치에서 각 피스톤을 유지하기 위해서 기계적인 수단들이 사용되며, 따라서 저항 손실이 수반된다. 예를 들어, 도 6의 압축 영역(A-B) 중에, 피스톤(304 및 504)이 위치 레벨(0) 보다 더 낮게 이동하는 것은 기계적인 차단에 의해서 방지될 수 있을 것이다. 단부 영역(315/515, 316/516)에서의 압력 상태는 이러한 기술의 실시에 있어서 하나의 인자(factor)가 될 수 있을 것이며, 그에 따라 단부 영역의 디자인이 개선될 필요가 있을 것이다.

- [0056] 원칙적으로, 그러한 기계적인 하드 스톱(hard stop)은 기계적인 차단부(barrier) 형태를 취하거나, 또는 그들은 실린더(301, 501) 및/또는 피스톤 조립체에 견고하게 부착된 영구자석 수단(및/또는 자극(magnetic poles)에 의해서 이루어질 수 있을 것이다. 만약, 기계적인 차단부가 이용된다면, 과워 전자장치는 피스톤이 차단부에 접근할 때 그러한 피스톤의 운동을 제어하여 "연착륙(soft landing)"이 될 수 있게 할 수 있다. 차단부에 또는 피스톤에 부착된 연질의 탄성 물질이 연착륙의 보장을 도울 수 있을 것이다. 영구자석은, 기계적인 차단부와 연관된 물리적 접촉에 대한 실질적인 염려 없이, 추가적인 이동에 대한 물리적인 방해물 유지하는 이점을 가질 것이다. 영구자석은 인력 모드 또는 배척 모드에서 사용될 수 있을 것이다. 만약, 영구자석들이 인력 모드에서 사용된다면, 제어 전자장치는 정지 기간의 말기에서 자력 제한(confinement)으로부터 자유롭게 피스톤을 해방시키기 위해서 과다한 전류 임펄스를 제공할 필요가 있을 것이다.
- [0057] 스틸링 사이클에 대해서 전술하였지만, 도 3a 내지 도 5c에 도시된 일반적인 구성은 도 1의 카르노(Carnot) 사이클과 유사한 것을 포함하는 다른 타입의 열 사이클에 대해서도 이용될 수 있을 것이다. 그러한 카르노 엔진은, 예를 들어, 도 12의 타이밍 그래프를 통해서 작동될 수 있고, 이는 중간 영역(317, 517)의 길이가 가열 영역(313, 513) 및 냉각 영역(314, 514)의 길이의 3배인 물리적 구성에 적용된다. 도 12에서, 사이클 A-B-C-D-A를 반복하는 동안, 곡선(1244)은 피스톤(303, 503)에 대한 피스톤 위치 프로파일이고, 곡선(1245)은 피스톤(304, 504)에 대한 피스톤 위치 프로파일이다. 중간 영역(317, 517)의 확대된 길이로 인해서, 피스톤 레벨은 레벨(0)으로부터 레벨(5)까지 걸쳐져 도시되어 있으며, 냉각 영역(314, 514)은 레벨(0)으로부터 레벨(1)까지 연장하고, 중간 영역(317, 517)은 레벨(4)로부터 레벨(4)까지 연장하며, 가열 영역(313, 513)은 레벨(4)로부터 레벨(5)까지 연장한다. 시간 간격(A-B)은 등은 압축에 해당하고, 시간 간격(B-C)은 단열 압축에 해당하며, 시간 간격(C-D)은 등은 팽창에 해당하고, 시간 간격(D-A)은 단열 팽창에 해당한다.
- [0058] 도 3a-5c의 실시예에서 열을 전기로 변환시키는 발전기로서 설명하였지만, 전기적으로-과워화되는(electrically-powered) 열 펌프를 생성하기 위해서 본 발명의 실시예에 따라 전기적으로-커플링된 열적 사이클을 이용할 수도 있을 것이다. 이러한 경우에, 도 3a-5c의 실시예는 본질적으로 반대로 작동될 것이며: 도 4와 같은 전기 회로에 저장된 에너지가 권선(309, 509 및 310, 510)을 통해서 실린더(301, 501)의 내외로 사이클링되어, 피스톤(303, 503) 및 피스톤(304, 504)이 열 펌프 사이클을 수행하게 된다. 그러한 열 펌프는 열을 생성하기 위해서 또는 열을 수송하기 위해서 이용될 수 있으며, 그러한 열은 가열 및 냉각 영역(313-314 및 513-514)을 통해서 외부 대상(object)의 내외로 전달될 수 있을 것이다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 작동되는 스틸링 사이클 열 펌프(즉, 냉각기)에 대한 P-V 그래프를 나타낸다. 이때의 경로는 도 2의 경로의 반대로 취한 것임을 알 수 있을 것이다. 도 8은 대응 타이밍 그래프를 제공하며, 이때 도 6에 대한 유사한 앞선 설명을 참조할 수 있을 것이다. 사이클 A-B-C-D-A를 반복하는 동안에, 곡선(844)은 피스톤(303, 503)에 대한 피스톤 위치 프로파일이며, 곡선(845)은 피스톤(304, 504)에 대한 피스톤 위치 프로파일이다. 피스톤 위치는 도 8의 y-축에서 위치 레벨(0)으로부터 레벨(3)까지 표시되어 있으며, 이는 도 3a 및 도 5a에 표시된 실린더 위치에 해당한다. 냉각 영역(314, 514)은 피스톤 레벨(0)으로부터 레벨(1)까지; 중간 영역(317, 517)은 피스톤 레벨(1)로부터 레벨(2)까지; 그리고 가열 영역(313, 513)은 피스톤 레벨(2)로부터 레벨(3)까지 연장한다.
- [0060] 도 9는 도 3a-3b 및 도 5a-5c의 기계적 구성의 정위치에 이용될 수 있는 대안적인 실시예를 도시한다. 센터링 샤프트(921)가 중심에 그리고 피스톤 조립체(903)의 샤프트(907)의 내부에 위치되고, 이는 다시 피스톤 조립체(904)의 샤프트(908) 내부에 위치된다. 다시, 샤프트(921, 907, 및 908) 사이의 기계적인 장착은, 과도한 마찰을 생성하지 않으면서, 그들 사이에 허용가능하게 양호한 가스 밀봉을 제공하도록 이루어진다. 센터링 샤프트(921)는 실린더(901) 내에서 센터링된 양 피스톤 조립체(903, 904)를 유지함으로써, 그들이 자기적 인력에 의해서 실린더의 일 측부로 기울어 과다한 마찰 및 가스 밀봉의 손상을 일으키지 않도록 한다. 그에 따라, 센터링 샤프트(921)는 시스템 효율의 개선을 돕는다.
- [0061] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 센터링 샤프트(921)의 부분은 전자기 형성을 위해서 필드 코일에 의해 둘러싸인 자기 경로 물질로 제조될 수 있으며, 그에 따라 도 3a의 플레이트(305 및 306)에서의 영구자석을 제거하기 위한 수단을 제공할 수 있다. 예를 들어, 그러한 자석 센터링 샤프트(921)의 각 단부 둘레에 감긴 필드 코일을 이용하면, 두 개의 전자석이 생성될 수 있으며, 플레이트(305 및 306)에서의 영구자석의 기능적인 역할을 대체할 수 있을 것이다. 따라서, 플레이트(305 및 306)는 자석 경로 물질로 제조된다.
- [0062] 도 9의 실시예로 되돌아 가면, 열적 셰이드(thermal shades; 922)가 피스톤(903, 904)에 장착되거나 또는 그 피스톤(903, 904)의 일부로 제조될 수 있다. 이들 열적 셰이드(922)의 기능은 가열 사이클의 적절한 부분 중에

가열 영역(913) 및 냉각 영역(914)을 통한 열 유동을 방지하는 것이다. 열적 셰이드(922)는 단열 물질로 제조되며, 실린더(901)의 내측 벽에 접촉하지는 않고 인접하여 위치된다. 열적 셰이드(922)는 실린더(901)의 내측 벽의 전체 내측 둘레 주위로 연장한다. 큰르는 복사, 전도, 및 대류에 의해서 실린더(901) 내부의 비-작업 가스 내외로 열이 유동하는 것을 방지하며, 그에 따라 시스템의 효율을 개선한다.

[0063] 외부 유동 복귀(923)는 상단부 영역(915)으로부터 하단부 영역(916)으로 비-작업 가스가 유동할 수 있게 허용하여 압력 평형을 가능하게 하는 튜브이며, 이는 시스템 효율 개선에 필요할 것이다. 이러한 압력 평형화 가스 유동을 달성하기 위한 대안적인 수단(도 9에 도시되지 않음)은, 센터링 샤프트(921) 내부의 통로 형태의 내측 유동 복귀를 제공하는 것이며, 이는 중공 튜브 형태를 취한다. 작업 영역(즉, 피스톤 위치 레벨(0)과 레벨(3) 사이의 영역)의 크기에 대한 상대적인 상단부 영역(915) 및 하단부 영역(916)의 부피는, 단부 영역(915 및 916) 내의 가스를 압축하는데 과다한 힘이 필요하게 되는 것을 제거함으로써, 시스템 효율을 유지하기 위해서 적절하게 클 필요가 있을 것이다. 이를 위해서, 외부 유동 복귀(923)는 길이방향을 따르는 하나 이상의 팽창 챔버(도 9에 도시하지 않음)를 포함할 수 있다.

[0064] 가열 영역(913)의 벽을 통해서 작업 가스(902)로 전달되는 열의 전달율을 개선하기 위해서, 패들(924)이 피스톤(903, 904)에 부착될 수 있다. 이들 패들(924)은 피스톤(903, 904)이 서로를 향해서 이동함에 따라 작업 가스(902)를 교반하며, 그에 따라 작업 가스(902)의 난류 및 이동을 초래하고, 시스템 효율의 개선을 돕게 된다. 또한, 패들(924)은 작업 가스(902)로부터 냉각 영역(914)의 벽을 통해서 열이 전달되는 전달율을 개선한다. 패들(924)들은 서로간에 또는 다른 피스톤과의 접촉 없이 다양한 형상을 가질 수 있을 것이다.

[0065] 도 10-11b는 본 발명의 실시예에 따라 파워 변환 시스템에서 진동을 감소시키기 위한 방법을 나타내고 있다. 도 10에서, 도 5a에 도시된 타입의 실린더 조립체들(또는 본 발명에 따른 다른 실린더 조립체) 중에서 2개가 그들의 중심 축선이 서로 일치되고 반대가 되도록 정렬되어 있다. 도 10의 시스템에 대한 피스톤의 운동은 그들의 파워 변환 전자장치에 의해서 제어됨으로써, 대응하는 피스톤들이 적오학하게 동일하고 반대되는 운동으로 동시에 이동하게 된다. 그에 따라, 두 개의 피스톤 조립체(1003/1005)가 정확하게 동일한 속도로 서로를 향해서 그리고 서로로부터 멀리 이동하며, 유사하게 2개의 피스톤 조립체(91004)가 동시에 서로를 향해서(또는 서로로부터 멀리) 이동한다. 상단부 영역(1015)은 엔지의 양 측부에 대해 공통되는 한편, 각 단부에는 별도의 하단부 영역(1016)이 존재한다. 그러한 구성은 "수평적으로 대향된" 실린더들을 구비하는 엔진; 또는 보다 일반적으로, "축방향으로 대향된" 실린더들을 구비하는 엔진으로 지칭되는데, 이는 공통 축선이 필수적으로 수평일 필요가 없기 때문이다. 수평 배치는 가열 영역 지나는 연소 가스 유동 구성에서 유리할 것이다.

[0066] 도 11a 및 도 11b에서, 도 5a에 도시된 타입의 4개의 실린더 조립체(또는 본 발명의 실시예에 따른 다른 실린더 조립체)가 나란히 배치됨으로써, 단부도로서 도시된 바와 같이(도 11b에 도시됨), 그들의 중심 축선들이 평행하고 다이아몬드 패턴으로 정렬된다. 파워 전자장치를 제어하는 것은 실린더(A 및 C) 내에서 피스톤이 동일한 방향으로 그리고 정확히 동시에 함께 이동하는 것을 보장한다. 실린더(B 및 D) 내부의 피스톤들은 동일한 방향으로 그리고 정확하게 동시에 함께 이동되나, 도 11b의 크로스 및 도트 벡터(cross and dot vector) 표시로 나타낸 바와 같이, 상기 실린더(A 및 C)와는 정확하게 반대 방향으로 이동된다. 모두 4개의 실린더들 내의 가열 영역을 함께 폐쇄(close) 유지하기 위해서, 두 쌍의 실린더의 단부들이 공통 평면적이 되는 대신에, 이들 실린더가 서로에 대해서 상대적으로 축방향으로 변위될 필요가 있을 것이다.

[0067] 본 발명의 실시예에 따라, 전술한 방법은 내부 연소 발전기의 실시로 확대될 수 있을 것이다. 도 3a-4에 도시된 것과 유사한 방식으로, 도 4의 전기적인 구성을 이용하여 내부 연소 사이클의 기계적인 피스톤 구성에 대한 주기적인 에너지 저장을 실시할 수 있을 것이다. 도 13은 그러한 기계적인 구성의 하나의 가능한 것을 단면 도시한 것으로서, 도 3a, 도 5a, 및 도 9를 참조하여 이미 설명한 특징들을 포함하였다는 것을 확인할 수 있을 것이다. 도 13에서, 2개의 동심적인 피스톤 조립체(1303 및 1304)가, 도 9에서와 같이, 실린더(1301) 내에서 센터링 샤프트(1321)를 둘러싼다. 도 3a에 대응하는 구성 역시 실시될 수 있을 것이며, 이때 피스톤 조립체들은 물리적으로 분리되고, 센터링 샤프트를 가지거나 또는 가지지 않는다. 도 13에서, 연료/공기 혼합물이 유입 밸브 및 포트(1332)를 통해서 작업 가스 영역(1302)으로 공급되고, 그리고 배출 밸브 및 포트(1333)는 배출 가스가 배출될 수 있게 한다. 스파크 플러그(1331)는 작업 가스 영역(1302)의 상단부에 위치된다. 작업 가스 영역(1302)의 벽은 절연되고, 연료/공기 혼합물의 점화와 관련된 힘을 견딜 수 있을 정도로 충분히 강하게 제조된다. 동심적인 샤프트(1307 및 1308), 영구자석 플레이트(1305 및 1306), 드라이브 권선(1309 및 1310), 자석 필드 복귀 경로(1311 및 1312), 그리고 단부 영역(1315 및 1316)을 포함하는 다른 특징들은 전술한 바와 유사하다. 배기 포트(1334)는 영역(1316)에서 가스를 위한 탈출 수단을 제공하며, 그에 따라 영역(1316)에서

가스를 압축하는데 있어서 과도한 압력 힘이 요구되지 않는다.

- [0068] 도 14는 도 13의 내부 연소 발전기가 본 발명의 실시예에 따라 도 15의 P-V 그래프에 도시된 오토(Otto) 사이클을 수행하는 동안 따르게 되는 타이밍 그래프를 도시한다. 사이클 A-B-C-D-A를 반복하는 동안, 곡선(1444)은 피스톤(1303)에 대한 피스톤 위치 프로파일이고, 곡선(1445)은 피스톤(1304)에 대한 피스톤 위치 프로파일이다. 피스톤 위치는 도 14의 y-축에서 피스톤 레벨(0)과 레벨(1)로 표시되며, 이는 도 13에 표시된 실린더 위치에 대응한다.
- [0069] 도 14 및 도 15의 시간(A 및 B) 사이에서, 도 13의 유입 밸브(1332)가 개방되어, 피스톤(1303)이 피스톤 레벨(0)로부터 레벨(1) 이동됨에 따라(곡선 1444) 연료/공기 혼합물이 작업 가스 영역(1302)으로 흡입될 수 있게 한다. 이러한 세그먼트 중에, 피스톤(1304)은 위치 레벨(0)에서 유지된다(곡선 1445). 이러한 세그먼트에 대한 피스톤(1303)의 이동은 직선-라인 형상을 가지는 것으로 도시되어 있으나(곡선 1444), 실질적인 이동은 비선형적일 것이다.
- [0070] 도 14 및 도 15의 지점(B 및 C) 사이에서, 피스톤(1304)이 위치 레벨(0)로부터 레벨(1)로 이동함에 따라(곡선 1445) 작업 가스(1302)가 압축되는 한편, 피스톤(1303)은 레벨(1)에서 유지된다(곡선 1444). 지점(C)에서, 스파크 플러그(1331)가 작업 가스(1302)의 연소를 개시하며, 이때 작업 가스(1302)의 압력이 도 15의 P-V 그래프에 도시된 높은 레벨(C')까지 즉각적으로 높아진다.
- [0071] 도 14 및 도 15의 지점(C 및 D) 사이에서, 작업 가스(1302)는 팽창하고, 기계적인 힘을 피스톤들에 가하며, 피스톤(1304)을 하향 가압하는(곡선 1445) 한편 피스톤(1303)은 위치 레벨(1)에서 유지된다(곡선 1444). 다시, 이러한 세그먼트에 대한 피스톤(1304)의 이동은 직선-라인 형상을 가지는 것으로 도시되어 있으나, 실질적인 이동은 비선형적일 것이다. 지점(D)에서, 배기 밸브(1333)가 개방되고, 이때 작업 가스(1302)의 압력이 P-V 그래프내의 보다 낮은 레벨(D')까지 즉각적으로 낮아진다.
- [0072] 도 14 및 도 15의 지점(D 및 A) 사이에서, 배기 밸브(1333)가 개방상태로 유지되고, 피스톤(1303)이 위치 레벨(1)로부터 레벨(0)으로 이동됨에 따라(곡선 1444) 연소된 작업 가스(1302)가 배출되는 한편 피스톤(1304)은 레벨(0)에서 유지된다(곡선 1445).
- [0073] 따라서, 본 발명에 따른 실시예가, 외부 및 내부 연소 발전기, 그리고 전기적으로-구동되는 열 펌프를 포함하여, 열적 사이클에 의해 요구되는 주기적인 에너지의 전기적인 저장을 이용하는 여러 가지 다양한 방식을 제공하였다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0074] 바람직한 실시예를 참조하여 본 발명을 특정하여 설명하고 도시하였지만, 소위 당업자는 특허청구범위에 의해 정해지는 본원 발명의 범위 내에서 형태 및 세부사항의 다양한 변화를 용이하게 안출해 낼 수 있을 것이다.

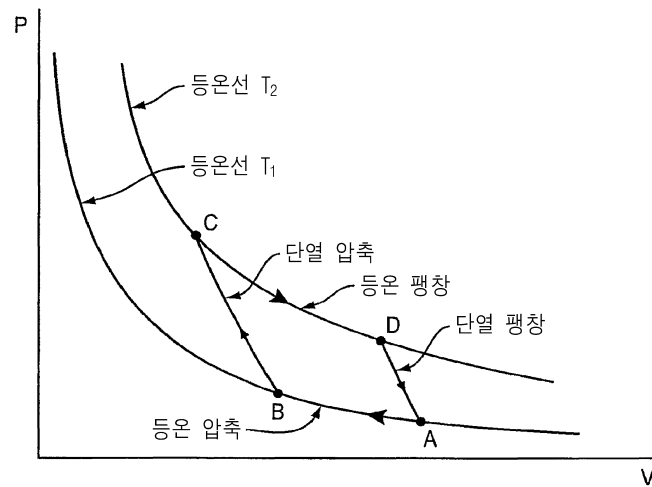
도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 당업계에 공지된 카르노 사이클에 대한 압력-부피 그래프이다.
- [0016] 도 2는 당업계에 공지된 이상적인 스텔링 사이클에 대한 압력-부피 그래프이다.
- [0017] 도 3a는 본 발명의 실시예에 따라 외부 연소 실린더에 대한 코일, 자석, 및 피스톤의 구성을 도시한 도면이다.
- [0018] 도 3b는 도 3a의 실시예에 대한 피스톤을 별도로 도시한 도면이다.
- [0019] 도 4는 도 3a-3b의 외부 연소 실린더 구성에 커플링된 전기 부품을 도시한 도면이다.
- [0020] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따라 도 3a의 기계적 구성 대신에 사용될 수 있는 대안적인 실시예를 도시한 도면이다.
- [0021] 도 5b 및 도 5c는 도 5a의 실시예에 대한 피스톤을 별도로 도시한 도면이다.
- [0022] 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 도 2에 도시된 스텔링 사이클에 대한 발전기로서 작동될 때의 도 3a 및 도 5a의 열 엔진에 대한 타이밍 그래프이다.
- [0023] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 작동되는 스텔링 사이클 열 펌프에 대한 P-V 그래프이다.
- [0024] 도 8은 도 7의 스텔링 사이클 열 펌프에 대한 타이밍 그래프이다.

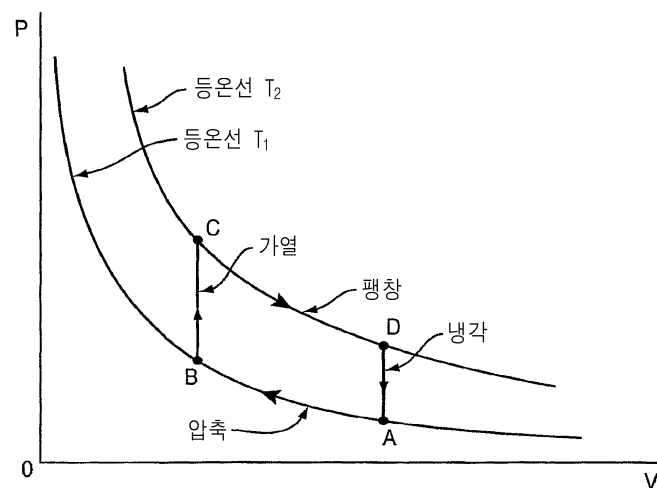
- [0025] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 도 3a-3b 및 도 5a-5c의 기계적 구성 대신에 사용될 수 있는 대안적인 실시예를 도시한 도면이다.
- [0026] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 축방향으로 대향된 열 엔진을 도시한 도면이다.
- [0027] 도 11a 및 도 11b는 본 발명의 실시예에 따라 평행한 중앙 축선들을 따라 나란히 위치된 도 5a에 도시된 타입의 4개의 실린더 조립체의 구성을 도시한 도면이다.
- [0028] 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 도 1에 도시된 카르노 사이클에 대한 발전기로서 작동될 때의 도 3a 및 도 5a의 열 엔진에 대한 타이밍 그래프이다.
- [0029] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 내부 연소 발전기에 대한 피스톤 구성의 단면을 도시한 단면도이다.
- [0030] 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 내부 연소 발전기에 대한 타이밍 그래프이다.
- [0031] 도 15는, 본 발명의 실시예에 따라, 내부 연소 발전기에 의해서 작동될 수 있는 오토(Otto) 사이클의 P-V 그래프이다.

도면

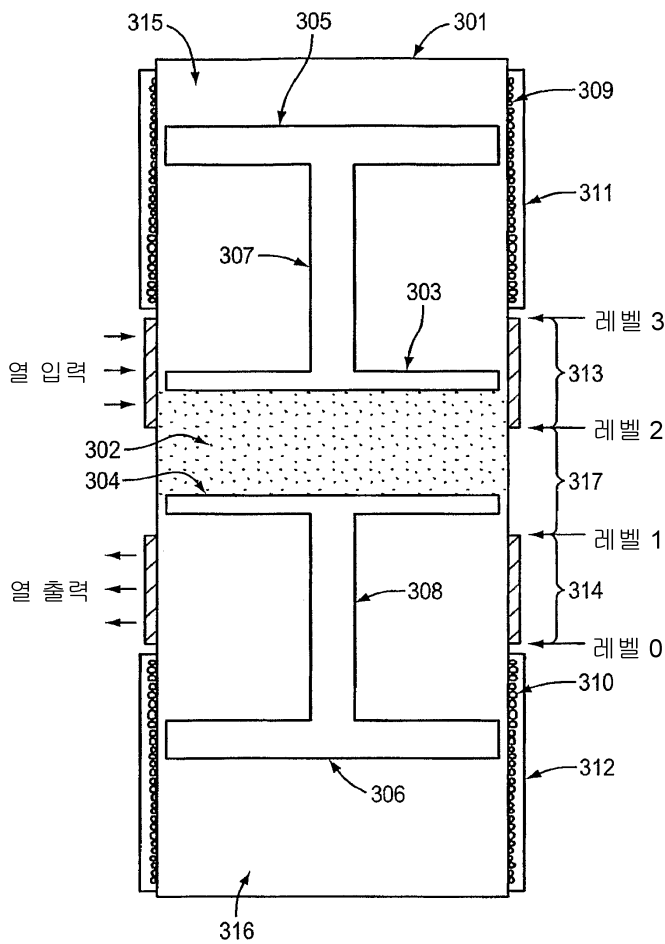
도면1



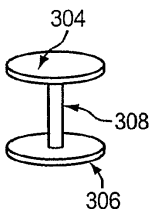
도면2



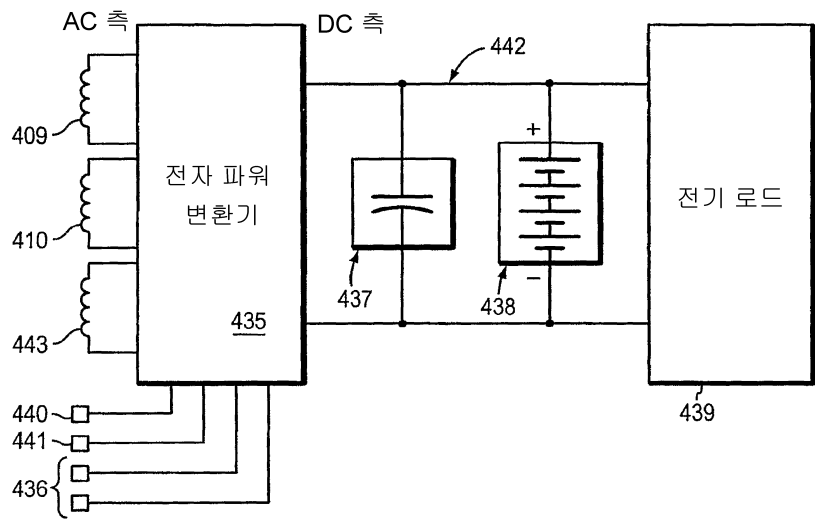
도면3a



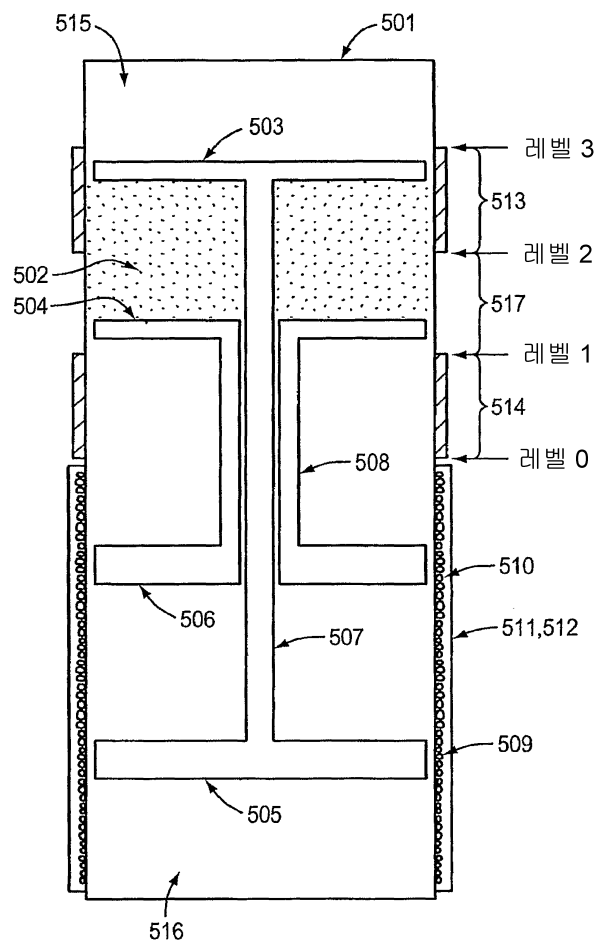
도면3b



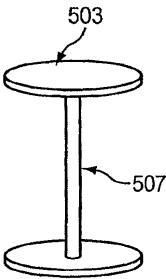
도면4



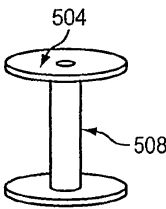
도면5a



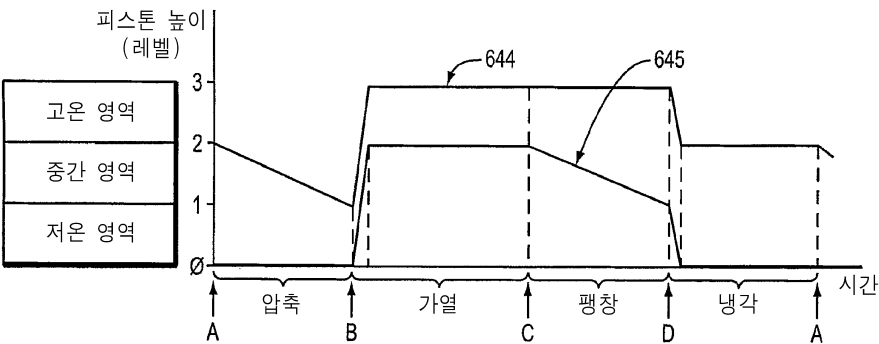
도면5b



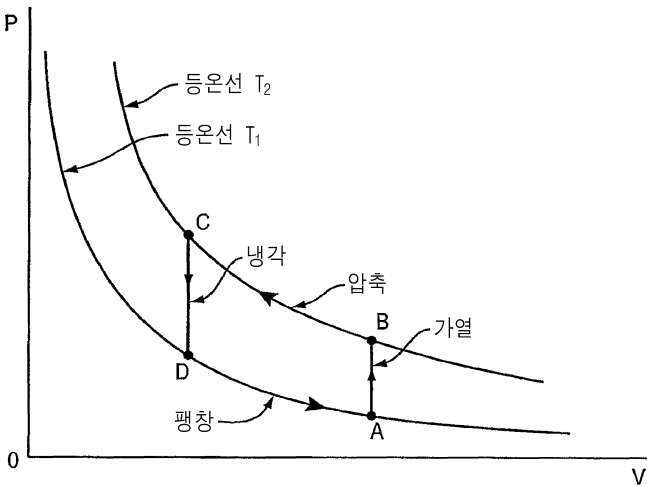
도면5c



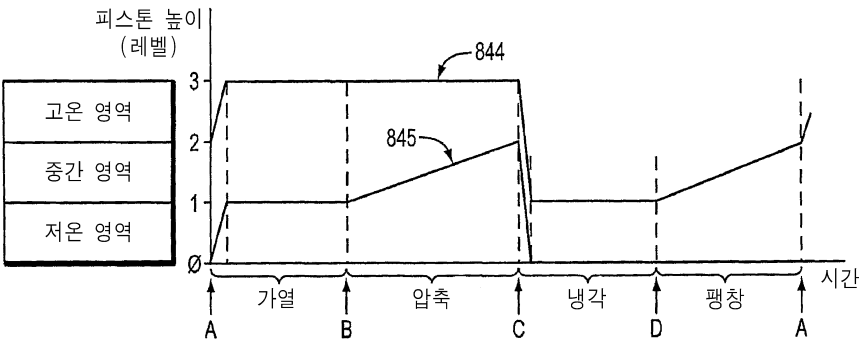
도면6



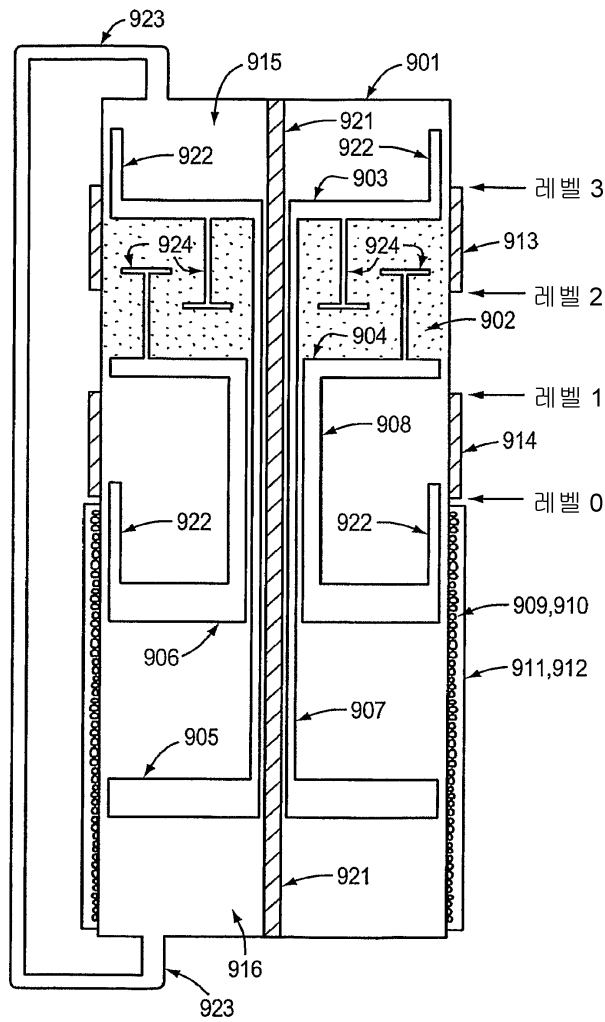
도면7



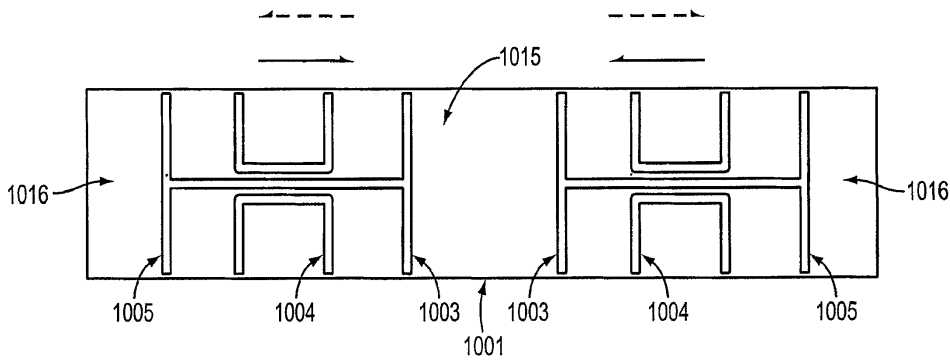
도면8



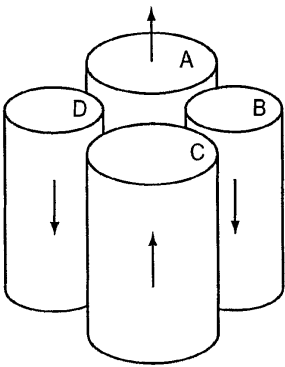
도면9



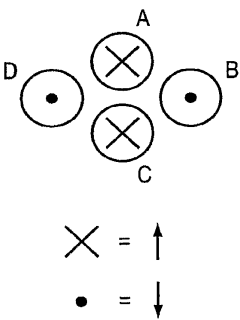
도면10



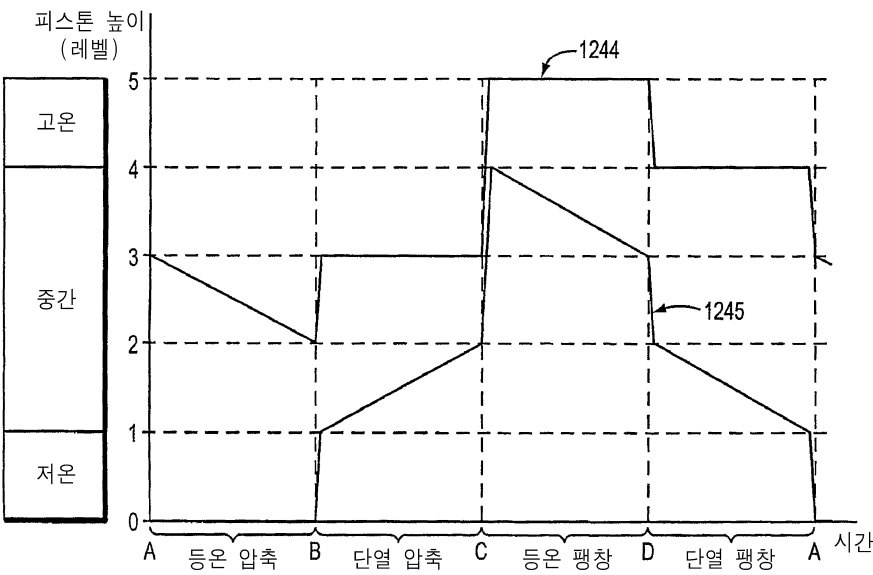
도면11a



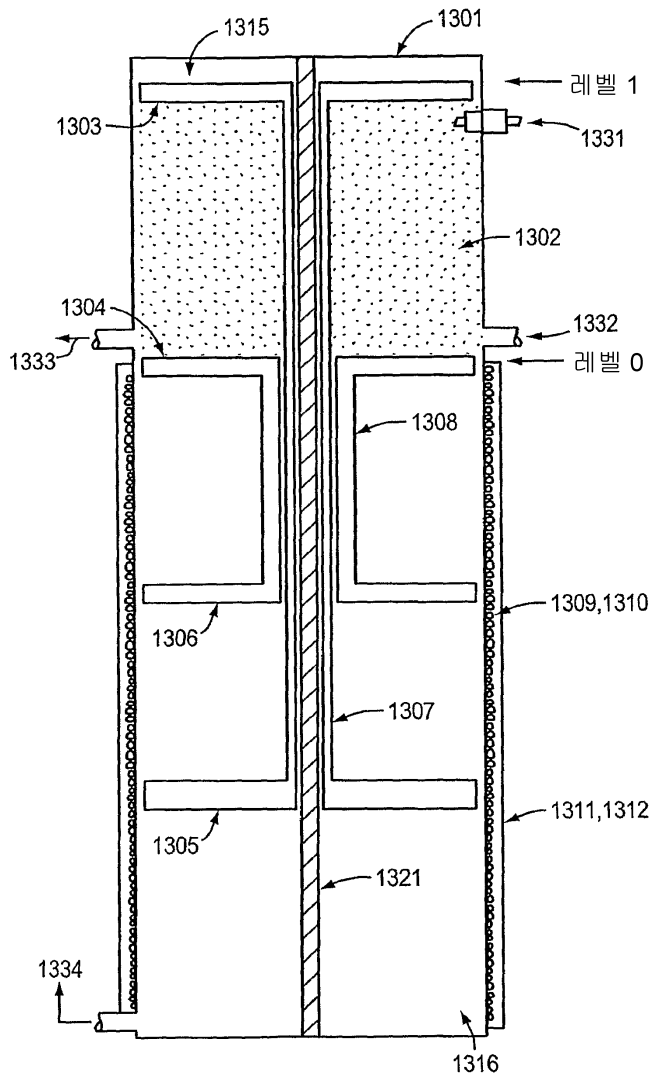
도면11b



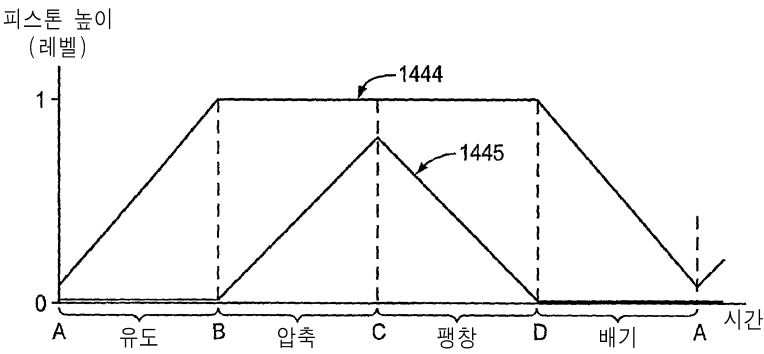
도면12



도면13



도면14



도면15

