



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월29일
(11) 등록번호 10-1720571
(24) 등록일자 2017년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/04 (2006.01) F01N 3/20 (2006.01)
F01N 5/02 (2006.01) H01L 35/30 (2006.01)
H01L 35/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7004621
(22) 출원일자(국제) 2010년07월26일
심사청구일자 2015년07월24일
(85) 번역문제출일자 2012년02월22일
(65) 공개번호 10-2012-0057619
(43) 공개일자 2012년06월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/043278
(87) 국제공개번호 WO 2011/011795
국제공개일자 2011년01월27일
(30) 우선권주장
61/228,528 2009년07월24일 미국(US)
61/328,958 2010년04월28일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US6986247 B1
US7523607 B2
US20080035195 A1

(73) 특허권자
젠섬 인코포레이티드
미국 48167 미시건주 노스필 해거티 로드 21680
(72) 발명자
벨, 론, 이
미국 캘리포니아 91001 엘터디너 그랜드 옥스 1819
크레인, 더글라스, 티.
미국 캘리포니아 91101 엘터디너 라 파즈 로드 1822
(74) 대리인
윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 17 항

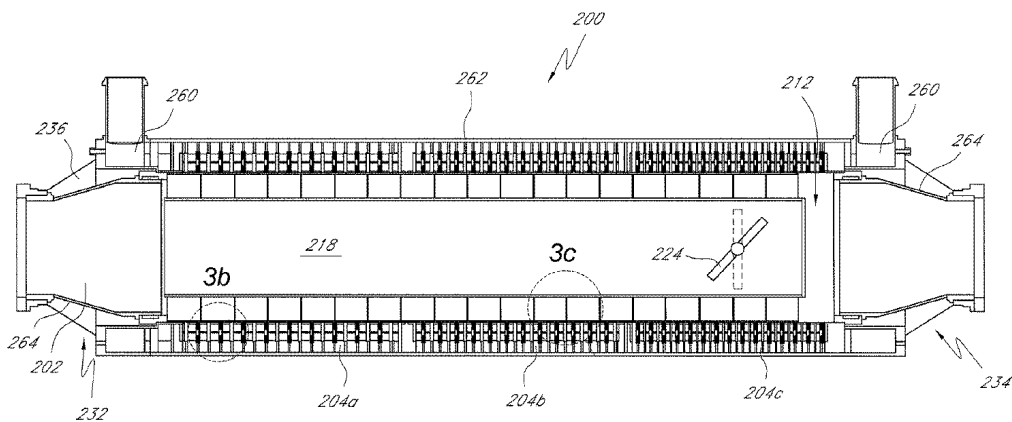
심사관 : 이우찬

(54) 발명의 명칭 열전 기반 발전 시스템 및 방법

(57) 요약

몇몇 실시 예들은 배기 유체의 흐름을 포함하도록 구성된 실린더형 외부 셀을 갖는 배기 튜브; 실린더형 외부 셀과 열 통신하는, 배기 튜브의 제 1 영역을 통하여 확장하는 제 1 열교환기; 낮은 배기 유체 압력 강하를 갖는, 배기 튜브를 통하여 확장하는 배기 튜브의 제 2 영역; 제 2 영역 내에 작동하여 배열되며 배기 유체의 유동률이 허용가능한 한계 아래의 역압을 야기하기에 충분히 클 때만 배기 유체가 제 2 영역을 통하여 흐르는 것을 허용하도록 구성된 배기 밸브; 및 폐열 복원 시스템의 작동 동안에 배기 튜브의 열 팽창을 수용하도록 구성된, 외부 셀의 외부 표면과 열 통신하는 복수의 열전 소자를 포함하는 폐열 복원 장치를 제공한다.

대표도



(72) 발명자

라그랜저, 존

미국 캘리포니아 91006 아카디아 엘 비스타 서클
1735

반, 헤르덴, 데이비드

미국 캘리포니아 91740 글렌도라 #6 클라라데이
스트리트 600

명세서

청구범위

청구항 1

배기 유체의 흐름을 포함하도록 구성된 곡선의 외부 셸을 갖는 적어도 하나의 배기 튜브;

상기 곡선의 외부 셸과 열 통신하고, 상기 적어도 하나의 배기 튜브의 제 1 영역을 통하여 확장하며, 상기 제 1 영역은 제 1 배기 유체 압력 강하를 갖는, 적어도 하나의 제 1 열교환기;

제 1 배기 유체 압력 강하보다 낮은 제 2 배기 유체 압력 강하를 가지며, 상기 적어도 하나의 배기 튜브를 통하여 확장하는 적어도 하나의 배기 튜브의 제 2 영역;

상기 제 1 열교환기를 통해 상기 곡선의 외부 셸과 열 통신하는, 상기 제 2 영역 내의 적어도 하나의 제 2 열교환기;

상기 제 2 영역 내에 작동하여 배열되며 배기 유체의 유동률이 허용가능한 한계를 넘는 역압을 야기하기에 충분히 클 때만 배기 유체가 제 2 영역을 통하여 흐르는 것을 허용하도록 구성된 배기 밸브; 및

상기 곡선의 외부 셸의 외부 표면과 열 통신하는 적어도 하나의 열전 소자;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 열전 소자와 열 통신하는 적어도 하나의 냉각수 도관을 더 포함하며, 상기 적어도 하나의 냉각수 도관은 서로 열 통신하는 내부 튜브 및 외부 튜브를 포함하며, 상기 외부 튜브는 상기 내부 튜브보다 더 큰 면적을 가지는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 곡선의 외부 셸 및 적어도 하나의 열전 소자와 열 접촉하는 적어도 하나의 뜨거운 면 선트를 더 포함하며, 상기 적어도 하나의 뜨거운 면 선트는 상기 곡선의 외부 셸과 평행하지 않은 표면에서 적어도 하나의 열전 소자와 연결되는 적어도 일부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 적어도 하나의 뜨거운 면 선트는 적어도 하나의 열교환기와 물리적으로 결합되는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 6

제 4항에 있어서, 상기 적어도 하나의 뜨거운 면 선트는 열교환기 내로 확장하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 열교환기는 허니콤 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 9

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 작동 매체 및 상기 적어도 하나의 열교환기 사이의 열 전달을 감소시키도록 구성된 적어도 하나의 대안의 흐름 경로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 10

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항의 복수의 발전 시스템;

상기 복수의 발전 시스템 각각을 개별적으로 제어하도록 구성된 적어도 하나의 컨트롤러;

상기 적어도 하나의 컨트롤러와 통신하며 촉매 변환장치의 적어도 하나의 작동 파라미터를 측정하도록 구성된 적어도 하나의 센서;를 포함하며;

상기 적어도 하나의 컨트롤러는 상기 적어도 하나의 작동 파라미터에 반응하는 상기 복수의 발전 시스템에 보내진 전력을 조절하는 것을 특징으로 하는, 촉매 변환장치.

청구항 11

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 배기 튜브는 고온 단, 고온 단 반대편의 저온 단, 및 고온 단과 저온 단 사이의 중간 섹션을 가지며,

상기 적어도 하나의 배기 튜브는 열전 기반 발전 시스템의 작동 동안에 고온 단의 온도는 저온 단의 온도보다 높도록 구성되고,

상기 적어도 하나의 열전 소자는 복수의 제1열전 소자들, 복수의 제2열전 소자들, 및 복수의 제3열전 소자들을 포함하며,

복수의 제1열전 소자들은 고온 단과 열 통신하고, 복수의 제2열전 소자들은 중간 섹션과 열 통신하며, 복수의 제3열전 소자들은 저온 단과 열 통신하고,

상기 복수의 제1열전 소자들은 복수의 제2열전 소자들보다 길고, 상기 복수의 제2열전 소자들은 복수의 제3열전 소자들보다 더 긴 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 복수의 제 1 열전 소자의 길이는 상기 복수의 제 3 열전 소자의 길이의 2배 이상인 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 13

열 교환기 코어를 통해 흐르는 배기 유체로부터 열 에너지를 받도록 구성된 제1열교환기를 갖는 열교환기 코어;

열교환기 코어보다 낮은 배기 유체 압력 강하를 가지는 배기 바이패스;

상기 배기 바이패스를 통해 흐르는 상기 배기 유체로부터 열 에너지를 받도록 구성되는 상기 배기 바이패스 내의 제2열교환기; 및

상기 제1열교환기와 열 통신하고 상기 제1열교환기를 통해 제2열교환기와 열 통신하며, 열교환기 코어 및 배기 바이패스의 적어도 일부를 둘러싸는 곡선의 외부 셸;

을 포함하는 적어도 하나의 배기 튜브를 통하여 배기 유체의 흐름을 향하게 하는 단계;

상기 배기 유체의 유동물이 허용가능한 한계 아래의 역압을 야기하기에 충분히 클 때 상기 배기 바이패스를 통하여 상기 배기 유체의 흐름의 적어도 일부를 향하게 하는 단계;

상기 적어도 하나의 곡선의 외부 셸과 열 통신하는 복수의 열전 소자를 사용하여 상기 배기 유체로부터 화력을 전력으로 변환하는 단계;를 포함하며,

상기 복수의 열전 소자는,

적어도 하나의 배기 튜브의 제 1 단 근처에 연결되는 복수의 제 1 열전 소자; 및

제 1단 반대편의 적어도 하나의 배기 튜브의 제 2 단 근처에 연결되는 복수의 제 2 열전 소자;를 포함하며,

상기 복수의 제 1 열전 소자는 상기 복수의 제 2 열전 소자보다 더 긴 것을 특징으로 하는, 열전 기반 발전 시스템을 사용하는 전력을 발생시키기 위한 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 복수의 열전 소자는 상기 복수의 제 1 열전 소자 및 상기 복수의 제 2 열전 소자 사이에 연결되는 복수의 제 3 열전 소자를 포함하며, 상기 복수의 제 3 열전 소자는 상기 복수의 제 1 열전 소자보다 짧고 상기 복수의 제 2 열전 소자보다 긴 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 15

제 13항 내지 14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 배기 튜브를 통한 상기 배기 유체의 유동물이 허용가능한 한계 아래의 역압을 야기하기에 충분히 클 때 상기 배기 바이패스 내에 작동하도록 배열되는 배기 밸브를 개방하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 16

제1항, 제2항, 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

제1열교환기와 열 통신하고 제2열교환기와 열 통신하며, 서로로부터 제1영역 및 제2영역을 분리하는 슬리브(sleeve)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 17

제1항, 제2항, 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

제2열교환기는 핀들(fins)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템

청구항 18

제11항에 있어서,

제1열교환기와 열 통신하고 제2열교환기와 열 통신하며, 서로로부터 제1영역 및 제2영역을 분리하는 슬리브(sleeve)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템.

청구항 19

제11항에 있어서,

제2열교환기는 핀들(fins)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 발전 시스템

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원

[0002]

본 출원은 "폐열 복원 시스템(WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM)"이라는 발명의 명칭으로 2009년 7월 24일 출원된 미국 가출원 제 61/228,528, 및 "열교환기 구조체와 통합된 열전 시스템(THERMOELECTRIC SYSTEMS INTEGRATED WITH HEAT EXCHANGER STRUCTURES)"라는 발명의 명칭으로 2010년 4월 28일 출원된 미국 가출원 제 61/328,958의 35 U.S.C. § 119(e) 하의 우선권을 주장한다. 위의 확인된 출원서 각각의 전체 내용은 참조로써 통합되며 본 명세서의 일부로 만들어진다.

[0003]

본 발명은 발전(power generation) 기술 및, 특히 열전 장치(thermoelectric device)를 사용한 발전에 관한 것이다.

배경 기술

[0004]

발전 장비는 보통 원하는 출력에 더하여 폐열(waste heat)을 생산한다. 예를 들면, 차량 발전 장치는 일반적으로 연료 에너지를 기계적 에너지 및 폐열로 전환한다. 적어도 폐열의 일부는 흔히 배기 시스템을 통하여 발전 장치로부터 제거된다. 화학 반응 및 배기 가스 감소 기법을 포함하는, 발전 장치로부터의 제거 후에 추가적인 배기 프로세싱은, 나아가 배기를 가열하며 폐열량을 증가시킨다. 내연기관을 갖는 차량을 위하여, 배기 시스템은 일반적으로 배기 가스를 엔진 내부의 제어된 연소로부터 운반해가는 배관(tubing)을 포함한다. 배기 가스 및 폐열은 배기 파이프를 따라 전달될 수 있으며 환경 내로 배출될 수 있다.

[0005]

고온 열전 발전은 규격품의(off-the shelf) 열전 모듈을 열 소스(heat source)를 제공하는 구조 면 상에 부착하는 작용으로서 여겨졌다. 그러한 열전 발전기들(thermoelectric generators, TEGs)은 상업적 성공을 얻지 못하였는데, 그 이유는 이러한 장치들이 그것들의 작동에 있어서 매우 효율적이거나 혹은 유연하지 않았기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

몇몇 실시 예들은 배기 유체의 흐름을 포함하도록 구성된 실린더형 외부 셸(shell)을 갖는 배기 튜브; 실린더형 외부 셸과 열 통신하는, 배기 튜브의 제 1 영역을 통하여 확장하는 제 1 열교환기; 낮은 배기 유체 압력 강하를 갖는, 배기 튜브를 통하여 확장하는 배기 튜브의 제 2 영역; 제 2 영역 내에 작동할 수 있게 배열되며 배기 유체의 유동률(flow rate)이 허용가능한 한계를 넘는 역압(back pressure)을 야기하기에 충분히 클 때만 배기 유체가 제 2 영역을 통하여 흐르는 것을 허용하도록 구성된 배기 밸브; 및 폐열 복원 시스템의 작동 동안에 배기 튜브의 열 팽창을 수용하도록 구성된, 외부 셸의 외부 표면과 열 통신하는 복수의 열전 소자를 포함하는 폐열 복원 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007]

몇몇 실시 예들에서, 장치는 서로 열 전달하는 내부 튜브 및 외부 튜브를 포함하며, 복수의 열전 소자와 열 통신하는 냉각수 도관을 포함할 수 있다. 외부 튜브는 내부 튜브보다 더 큰 직경을 가질 수 있으며 실린더형 외부 셸 및 냉각수 도관 사이의 열 팽창에 의한 치수 변화(dimensional change)를 수용하도록 구성된 팽창 조인트(expansion joint)들을 포함할 수 있다. 배기 튜브는 열 팽창에 의한 치수 변화를 수용하도록 구성된 어떤 팽창

조인트도 포함하지 않을 수 있다.

- [0008] 추가적인 실시 예들은 고온 단(end), 고온 단에 반대되는 저온 단, 및 폐열 복원 장치의 작동 동안의 고온 단 및 저온 단 사이의 중간 섹션을 갖는, 배기 유체의 흐름을 포함하도록 구성된 배기 튜브; 고온 단에 연결되는 복수의 제 1 열전 소자; 중간 섹션에 연결되는 복수의 제 2 열전 소자; 및 저온 단에 연결되는 복수의 제 3 열전 소자를 포함하는 폐열 복원 장치를 제공한다. 복수의 제 2 열전 소자는 복수의 제 3 열전 소자보다 길 수 있으며, 복수의 제 1 열전 소자는 복수의 제 2 열전 소자보다 길 수 있다.
- [0009] 또 다른 실시 예들은 배기 유체의 흐름을 포함하도록 구성된 실린더형 배기 튜브; 낮은 배기 유체 압력 강하를 가지며, 배기 튜브를 통하여 확장하는 바이패스 영역(bypass region); 제 1 튜브의 적어도 일부 및 제 1 튜브와 제 2 튜브 사이에 배열되는 전도 물질을 둘러싸는, 제 1 튜브 내의 냉각수의 흐름을 포함하도록 구성된 냉각수 도관; 배기 튜브로부터 확장하는 제 1 셉트(shunt); 냉각수 도관으로부터 확장하며 제 2 튜브와 열 전달하는 제 2 셉트; 및 제 1 셉트 및 제 2 셉트 사이에 열적으로 연결되는 열전 소자를 포함하는 폐열 복원 장치를 제공한다. 제 1 셉트는 배기 튜브 주변 주위를 확장하는 인장된 후프(tensioned hoop)에 의해 배기 튜브로부터 보호받을 수 있다.
- [0010] 특정 실시 예들에서, 열전 시스템이 제공된다. 열전 시스템은 복수의 열전 소자, 및 적어도 하나의 차가운 면 셉트, 및 적어도 하나의 복수의 열전 소자와 열 전달하는 적어도 하나의 뜨거운 면 셉트를 포함한다. 열전 시스템은 적어도 하나의 뜨거운 면 셉트와 열 교환하며 물리적으로 통합되는 적어도 하나의 열 교환기를 더 포함하며, 적어도 하나의 열 교환기는 실질적으로 적어도 하나의 열전 소자와 전기적으로 분리될 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 적어도 하나의 뜨거운 면 셉트는 적어도 하나의 열 교환기와 물리적으로 결합된다. 특정 실시 예들에서, 적어도 하나의 열 교환기는 복수의 열전 소자에 아주 근접하게 위치하는데, 따라서 예열 혹은 가열을 둔화시키는 도관 및 다른 부품들로부터 잃은 열전 소자로부터 냉각력, 가열력, 혹은 발전이 감소된다. 또 다른 실시 예들에서, 적어도 하나의 열 교환기는 허니콤 구조(honeycomb structure)를 갖는다. 열전 시스템은 또한 특정 실시 예들에서 적어도 하나의 작동 매체 및 적어도 하나의 열 교환기 사이의 열 전달을 감소시키도록 구성된 적어도 하나의 대안의 흐름 경로를 포함할 수 있다.
- [0011] 특정 실시 예들에서, 촉매 변환장치(catalytic converter)가 제공된다. 촉매 변환장치는 복수의 열전 시스템을 포함할 수 있다. 촉매 변환장치는 또한 복수의 열전 시스템 각각을 개별적으로 제어하도록 구성된 적어도 하나의 컨트롤러, 및 적어도 하나의 컨트롤러와 통신하며 촉매 변환장치의 적어도 하나의 작동 파라미터를 측정하도록 구성된 적어도 하나의 센서를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 컨트롤러는 적어도 하나의 작동 파라미터에 반응하여 복수의 열전 시스템에 보내지는 전력을 조절할 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 특정 실시 예들에서, 열전 발전기가 제공된다. 열전 발전기는 적어도 하나의 열 교환기 및 적어도 하나의 열 교환기 내로 물리적으로 통합되는 연소기(combustor)를 포함할 수 있다. 열전 발전기는 또한 적어도 하나의 열 교환기와 물리적으로 통합되며 열 전달되는 적어도 하나의 뜨거운 면 셉트, 및 적어도 하나의 차가운 면 셉트를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 열전 소자는 적어도 하나의 뜨거운 면 셉트 및 적어도 하나의 차가운 면 셉트 사이에 샌드위치될 수 있으며, 적어도 하나의 열 교환기는 실질적으로 적어도 하나의 열전 소자로부터 전기적으로 분리될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 설명을 위한 목적으로 도면과 함께 다양한 실시 예들이 도시되나, 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 부가하여, 서로 다른 실시 예들의 다양한 특징들은 본 출원의 일부인, 부가적인 실시 예들을 형성하기 위하여 결합될 수 있다. 구조의 어떤 특징들도 제거되거나 생략될 수 있다. 도면을 통하여, 참조 번호들은 참조 재료 사이의 유사성을 나타내기 위하여 재사용될 수 있다.

도 1은 발전 시스템의 일 실시 예를 도시한다.

도 2는 발전 시스템의 또 다른 실시 예를 도시한다.

- 도 3a는 배기 열 복원 시스템의 절개도를 도시한다.
- 도 3b는 열전 소자 어셈블리의 단면도를 도시한다.
- 도 3c는 열 교환기 어셈블리의 단면도를 도시한다.
- 도 4a는 차가운 면 열교환기의 단면도이다.
- 도 4b는 차가운 면 열교환기의 측단면도이다.
- 도 5는 배기 튜브 내의 열 전달 향상 시스템의 단면도이다.
- 도 6은 거기에 부착된 열전 소자들을 갖는 열전 소자 부착 선트들의 다이어그램이다.
- 도 7은 평평한 열전 발전기의 실시 예를 도시한다.
- 도 8a는 배기 열 복원 시스템의 고온 단에서의 열전 소자들의 다이어그램이다.
- 도 8b는 배기 열 복원 시스템의 중간 섹션에서의 열전 소자들의 다이어그램이다.
- 도 8c는 배기 열 복원 시스템의 저온 단에서의 열전 소자들의 다이어그램이다.
- 도 9는 스택 구성에서의 열전 소자들의 다이어그램이다.
- 도 10은 열전 소자의 뜨거운 면에서의 온도 및 시간의 관계를 도시한 차트이다.
- 도 11a는 열전 소자 부착 링의 배경도이다.
- 도 11b는 열전 소자 부착 링의 배경도이다.
- 도 12는 배기 파이프의 쉘에 연결된 열전 소자 부착 선트의 다이어그램이다.
- 도 13a-b는 거기에 배열된 구조체들의 위치와 함께 열전 소자 부착 선트의 다이어그램이다.
- 도 14는 열전 소자의 차가운 면 상의 선트 전기 조인트의 다이어그램이다.
- 도 15a는 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따른 열교환기 및 열전 발전기의 섹션을 나타내는 축매 변환장치의 단면도이다.
- 도 15b는 도 15a의 축매 변환장치의 측면도이다.
- 도 16은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따라 다양한 선트 구조를 나타내는 열교환기 및 열전 발전기 구조체의 부분 단면도이다.
- 도 17은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따라 뜨거운 면 어셈블리들 및 차가운 면 어셈블리들의 다양한 구조를 나타내는 열교환기 및 열전 발전기 구조체의 부분 단면도이다.
- 도 18은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따라 네 개의 열전 발전기를 갖는 축매 변환장치의 측면도이다.
- 도 19는 열전 발전기 부의 뜨거운 면 및 전류 흐름의 기능으로서 열전 발전기 부를 가로지른 전압에 의해 흡수된 화력의 구성이다.
- 도 20은 여기에 설명된 특정 실시 예에 따라 열전 발전기와 통신하는 컨트롤러 및 열전 발전기 세그먼트의 작동을 최적화하기 위한 센서를 개략적으로 도시한다.
- 도 21은 도 3a에 도시된 배기 열 복원 시스템의 배경도이다.
- 도 22는 도 4a에 도시된 차가운 면 열 교환기의 배경도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014]

비록 여기에 특정 바람직한 실시 예들이 개시되나, 본 발명의 주제는 구체적으로 개시된 실시 예들을 넘어 다른 대안의 실시 예들 및/또는 사용들, 그리고 그것들의 변경들 및 등가물까지 확장한다. 따라서, 여기에 첨부된 청구항의 범위는 아래에 설명되는 특정 실시 예들에 의해 한정되지 않는다. 예를 들면, 여기에 개시된 어떤 방법 혹은 프로세스에서, 방법 또는 프로세스의 작용 혹은 작동은 어떤 적합한 순서로 실행될 수 있으며 반드시 어떤 특정하게 개시된 순서에 한정하는 것은 아니다. 특정 실시 예들의 이해에 도움이 될 수 있는 방식으로, 다양한

작동들이 다수의 별개의 작동으로서 설명될 수 있다; 그러나, 설명의 순서는 이러한 작동들이 순서 의존적이라는 것을 나타내는 것으로 이해되어서는 안 된다. 부가적으로, 여기에 설명되는 구조, 시스템, 및/또는 장치들은 통합된 부품 또는 개별 부품으로서 구현될 수 있다. 다양한 실시 예들을 비교하기 위하여, 이러한 실시 예들의 특정 양상 및 장점들이 설명된다. 그러한 모든 양상 및 장점들이 반드시 어떤 특정 실시 예에 의해 달성될 필요는 없다. 따라서, 예를 들면, 다양한 실시 예들은 반드시 여기에 또한 설명되거나 논의되는 다른 양상 혹은 장점들을 달성하지 않고 여기에 설명되는 하나의 양상 혹은 장점을 달성하거나 최적화하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0015] 열전 기반 발전은 산업용, 상업용, 주거용, 자동차용, 해양, 항공, 및 다른 적용분야에서 다양한 방식으로 사용될 수 있다. 예를 들면, 발전 열전 물질에서의 성능 향상 및 이산화탄소 배출 감소를 위한 정부 권한은 폐열 복원 시스템에서의 관심의 증가로 이어졌다. 특히, 승용차, 밴(van) 및 트럭 시장의 요구사항을 충족시키는 폐열 복원 시스템이 바람직하다. 바람직한 디자인들은 강인하고, 신뢰할 수 있으며, 적어도 15년 동안의 적절한 작동을 제공할 수 있으며, 경제적이다. 몇몇 실시 예들에서, 폐열 복원 시스템은 광범위한 질량 흐름을 수용하기 위하여 700℃에 이르는 온도에서의 배기 스트림에서 작동하여 이산화탄소 배출 감소에 중대한 기여를 함에 있어서 충분히 효율적이다.

[0016] 다음의 하나 혹은 그 이상을 다루는 열전 발전 실시 예들이 여기에 설명된다: 열전 장치의 뜨겁고 차가운 면들 사이의 차등 열 팽창, 열 인터페이스 처리, 전기적 분리 및 중복, 변화하는 온도 및 질량 유동률, 열전 부품, 환경 보호, 및/또는 제조능력을 위한 디자인. 실험실 테스트 결과는 개시된 시스템 디자인이 예상치 못하게 효과적이라는 것을 나타낸다. 배기 시스템 내에 위치한 폐열 복원 시스템은 자동차의 요구사항을 만족시킬 수 있으며 통상의 구동 조건 하에서 유용한 양의 전력을 제공할 수 있다.

[0017] 많은 정부들은 수송 산업이 적극적으로 화석 연료 소비를 다루고 이산화탄소 및 다른 그린하우스 가스를 포함하는 배출을 감소시키도록 요구한다. 유럽 연합, 중국, 일본 및 미국에서와 같은 대부분의 이산화탄소 조약들은 예정 기한까지 허용가능한 배기 및 연료 소비 레벨의 감소를 요구한다. 몇몇 실시 예들은 효율을 증가시키고 그린하우스 가스 배출을 제어함으로써 이러한 권한들을 다룬다. 여기에 개시된 실시 예들은 단일 서브시스템(subsystem)의 도입으로부터 커다란 효율성 개선을 위한 소스로서 유효한 것으로 알려져 왔다. 그러한 시스템들이 큰 성능 효과와 복잡성을 갖도록 하는 능력 및 시스템 통합 비용이 적어도 극복해야 할 이전의 일부 폐열 복원 기술에 대한 장벽들이었다. 예를 들면, 이러한 장벽들은 2상 유체(two phase fluid, 예를 들면, 랭킨(Rankine) 사이클) 혹은 고체 상태 폐열 복원 기술을 기초로 한 시스템에 존재하여 왔다.

[0018] 몇몇 요인들이 고체 상태 열전 시스템을 매력적으로 만들기 위하여 결합된다. 우선, 차량들은 감속 및 정지 동안의 엔진 오프(engine off) 작동과 같은 더 영리한 서브시스템의 사용 및 브레이크(재생 및 구동), 조향 시스템, 연료 펌프, 열 관리 서브시스템(예를 들면, 피터씨(PCT) 히터) 및 다른 장비를 포함하는 전기화 서브시스템의 채택을 통하여 배출을 감소시키기 위한 자동차 회사의 전략으로서 더 전기화되고 있다. 이러한 변화들은 이산화탄소 배출을 감소시키거나, 평균적으로 운전 사이클을 통하여 더 많은 전력을 소비한다. 또한, 전력 부하는 도심 운전 사이클 동안 상당히 변화하는데, 따라서 전기 저장 능력이 더 중요하며 증가된 전력의 흐름이 관리되어야 한다. 몇몇 실시 예들이 기계적 동력 출력에 반대되는 것과 같이, 폐열을 직접 전력으로 변환시킴으로써 이러한 요인들을 다룬다.

[0019] 몇몇 실시 예들은 향상된 성능을 나타내는 열전 재료들을 통합한다. 향상된 열전 재료 성능은 역률(power factor)에서의 증가 및 중간 온도(300℃ 내지 600℃) 재료들에서의 열 전도성 감소를 포함하는 발전에 기인한다. 몇몇 실시 예들은 낮은 온도(0℃ 내지 300℃) 재료들에서의 감소된 열 전도성 기법을 사용하는 열전 재료들을 통합한다. 향상된 열전 재료들은 폐열로부터 생산되는 전력의 양을 증가시킬 수 있는데 따라서 효율성 개선에 커다란 기여를 하며, 그렇게 함으로써, 시스템 복잡성 혹은 크기를 증가시키지 않는다. 따라서, 전력 출력의 와트(watt) 당 비용이 감소될 수 있다. 또 다른 비용 감소는 더 적은 열전 재료를 사용하는 시스템 디자인 기법의 통합에 의해 설명되어 왔다.

[0020] 몇몇 실시 예들은 하나 혹은 그 이상의 다음의 기능들을 수행한다:

[0021] 1. 배기 시스템으로부터 광범위한 운전 조건 하에서 폐열을 효과적으로 수확한다(엔진 냉각수와는 대조적으로).

[0022] 2. 정상 운전 사이클 조건 혹은 장치 결합의 경우 하에서, 현재의 엔진 성능을 저하시키지 않는다.

[0023] 3. 상당한 직접적인 작동 성능 개선을 달성하고 성능을 더 증가시키기 위하여(예를 들면, 효율을 증가시키고 차가운 열 분사 면으로서 엔진 냉각수 시스템을 사용하는 동안 편안한 사용자 가열 시간을 가속화하는 빠른 엔진

웜업(warm up)) 다른 차량 시스템과의 상호작용을 사용한다.

- [0024] 4. 효율을 증가시키고 중량, 볼륨 및 비용을 감소시키기 위하여 촉매 변환장치, 머플러, 및/또는 배기 가스 재순환 시스템과 같은 존재하는 부품들을 대체하거나 통합한다.
- [0025] 5. 생산량의 경로 및 열전 재료들과 다른 주요 부품들의 수명 재활용의 종료를 입증한다.
- [0026] 도 1은 복수의 열전 소자(130)들을 통합하는 발전 시스템(100)의 실시 예를 도시한다. 발전 시스템(100)은 더 큰 시스템의 부품일 수 있으며, 더 큰 시스템의 작동에 도움을 주기 위하여 전력을 제공하거나, 혹은 그렇지 않으면 성능을 증가시키거나, 혹은 더 큰 시스템의 작동을 제어하도록 구성될 수 있다. 발전 시스템(100)은 기능적으로 교환되는 하나 혹은 그 이상의 시스템을 지원하거나, 작동하거나, 혹은 제어할 수 있다. 특정 실시 예들에서, 발전 시스템(100)은 내부 부품들을 공유하는 또 다른 구조와 결합할 수 있으며, 그것들에 의해 감소된 부품의 수를 야기한다.
- [0027] 시스템(100)은 열 소스 및/또는 벽(120)과 열 전달하는 고온 영역(110)을 포함한다. 영역(110)의 온도는 열 소스, 열 전달 매체, 및 다른 요인들의 종류에 의해 결정될 수 있으며 시스템(100)의 작동 동안에 변경될 수 있거나 혹은 실질적으로 안정적일 수 있다. 특정 실시 예들에서, 전력 시스템(100)은 700℃, 혹은 그 이상의 온도까지에서 작동하도록 구성될 수 있다. 열 소스는 예를 들면, 고여 있거나 혹은 흐르는, 가열된 유체일 수 있다. 가열된 유체로부터의 열 에너지는 벽(120)과의 직접 접촉, 벽(120)과의 간접 접촉, 전도, 대류 등을 거쳐 벽(120)에 전달될 수 있다. 벽(120)으로의 열 에너지 전달은 또한 복사(radiation) 혹은 다른 프로세스를 통하여 발생할 수 있다.
- [0028] 몇몇 실시 예들에서, 유체 열 소스는 대류에 의해 열 에너지 전달이 도움을 주는 것과 같이, 벽(120)에 근접하게 흐른다. 열 에너지 소스는 예를 들면, 전력 장비로부터의 폐열일 수 있다. 또 다른 예로서, 열 소스는 반응 챔버 혹은 그외에서 일어나는, 하나 혹은 그 이상의 화학 반응일 수 있다. 열 소스는 열 소스로부터 열 에너지의 소멸을 제한하거나 안내하는 인클로저(enclosure) 혹은 다른 구조 내에 포함될 수 있다. 예를 들면, 열 소스는 파이프, 챔버, 도관, 혹은 다른 인클로저 내에 포함될 수 있다. 벽(120)은 열 소스의 인클로저의 적어도 일부를 형성할 수 있다. 바람직하게는, 열 에너지는 열 소스로부터 벽(120)으로 향하는데 따라서 열 에너지는 전기 발전을 위하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 열 소스는 열전 발전기의 하나 혹은 그 이상의 열전 소자를 가로질러 존재하기 위한 열 구배(thermal gradient)를 야기할 수 있다. 열전 발전기는 열 소스 및 열전 소자(130)들의 뜨거운 면 사이에 높은 열 전도성을 제공하기 위하여 어떤 적절한 방식으로 열 소스에 열적으로 결합될 수 있다.
- [0029] 벽(120)은 도관, 파이프, 반응 챔버, 열교환기, 혹은 하우징의 그것과 같은, 모든 종류의 벽일 수 있다. 벽(120)은 열교환기 핀(fin), 벽의 표면 영역을 증가시키도록 구성된 구조, 또 다른 열교환기 구조, 혹은 구조들의 조합에 연결될 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 벽(120)은 하나 혹은 그 이상의 통합된 열교환기 구조들을 포함할 수 있다. 벽(120)은 높은 온도 영역(110) 및 열 에너지를 열전 소자(130)들로 향하게 하는 열교환기 구조 사이의 열 에너지 전달을 용이하게 하는 모든 적절한 방법으로 구성될 수 있다. 벽(120)은 평평하거나, 혹은 도 1에 도시된 것과 같이, 곡선형, 오목형, 불규칙형일 수 있거나, 혹은 또 다른 형태를 가질 수 있다.
- [0030] 특정 실시 예들에서, 시스템(100)은 높은 전력 밀도 열전 소자 디자인, 스택(stack) 열전 소자 디자인, 혹은 다른 적합한 열전 소자 디자인을 사용한다. 특정 실시 예들은 전기적으로 분리된 열전 소자(130)들의 뱅크(bank)를 포함한다. 도 1의 실시 예는 스택 디자인에서 열전 소자(130)들과 열적 연결된 차가운 면(132) 및 뜨거운 면 섀트(134)를 도시한다. 스택 디자인을 사용하는 적어도 일부의 열전 모듈 구성들은 예를 들면, 향상된 효율성을 위한 맞춤형 n 및 p 형 소자 기하학뿐만 아니라 열적 그리고 전기적 인터페이스를 위한 향상된 포괄적인 부하를 포함하는 다양한 장점을 제공할 수 있다.
- [0031] 섀트 그룹(132, 134)은 신뢰성 및 작동 전압의 적절한 균형을 달성하기 위하여 전기적으로 직렬/병렬 배열로 연결될 수 있다. 섀트들은 열전 소자 안정성, 지속성, 및 신뢰성을 달성하기 위하여 다중의 열전 소자(130)들을 그룹을 지어 부착하기 위한 제공을 가질 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 뜨거운 면 열교환기의 열 전력 밀도 및 차가운 면 열교환기의 열 전력 밀도 사이의 차이는 감소되거나 혹은 최소화된다. 예를 들면, 섀트들(132, 134)은 뜨거운 그리고 차가운 면 열 교환기의 열 전력 밀도를 맞추도록 구성될 수 있다. 벽(120)으로부터의 열 에너지는 뜨거운 면 섀트(134)를 거쳐 열전 소자들(130)로 전달될 수 있다. 차가운 면 섀트(132)의 열 에너지는 주변 공기, 순환 냉각 시스템, 또 다른 냉각 구조에 노출된 열교환기 핀을 포함하는 어떤 적절한 기법, 혹은 기법들의 조합을 사용하여 소멸되거나 혹은 감소될 수 있다.

- [0032] 선트(132, 134)를 벽(120)에, 열전 소자들(130)에, 혹은 시스템(100)의 다른 구조체들에 열적으로 그리고 기계적으로 연결하기 위하여 다양한 기법들이 사용될 수 있다. 예를 들면, 고온 유리, 세라믹 접착제, 기계 잠금(슬롯, 핀 등을 사용하는), 브레이징(brazing), 용접, 잠금(스크류, 볼트 등), 클립(clip), 브래킷(bracket), 다른 연결 기법, 혹은 기법들의 조합이 사용될 수 있다. 선트들은 또한 밴드(band) 혹은 벽(120) 주위를 주변으로 확장하는 다른 구조체에 의해 안전할 수 있다. 특정 실시 예들에서, 뜨거운 면 선트들은 벽(120)으로부터 전기적으로 분리된다. 다른 실시 예들에서, 선트들은 벽(120)으로부터 전기적으로 분리되지 않으며, 선트들은 통합된 전기 분리를 통합할 수 있다.
- [0033] 열전 소자들(130)은 서로 매우 근접하게 배열될 수 있으며, 이것에 의해 열전 소자들(130) 사이의 인터페이스에서의 전기적 연결을 용이하게 하며 전기적 네트워크를 생성한다. 몇몇 경우에 있어서, 열 팽창은 열전 소자들(130) 사이의 인터페이스에서의 조인트 보장 및 전도성을 손상시킬 수 있다. 몇몇 실시 예들에 있어서, 인접한 열전 소자들 사이의 연결 조인트 혹은 열전 소자들 및 선트들 사이의 연결 조인트는 열 팽창의 바람직하지 않은 효과들을 감소시키거나 최소화하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 열전 소자들의 길이, 구성, 형태, 수와 크기는 출력, 작동 온도, 작동 유체, 및 서로 다른 작동 환경에 대응하는 다른 특성들을 조절하도록 구성될 수 있다. 특정 실시 예들에서, 열전 소자들(130)의 그룹들은 개별적인 열전 소자들 혹은 열전 소자들의 그룹들이 땀납이 제거되거나 탈브레이징(de-brazing) 없이 대체되거나 혹은 분해되는 것을 허용하는 방식으로 연결된다. 몇몇 실시 예들에서, 적어도 실(seal)의 특정 형태들은 높은 온도 영역(110)에 열적으로 근접하지 않는다. 대신에, 밀봉 재료들이 높은 온도 영역(110) 및 시스템(100)의 다른 고온 부품으로부터 분리되고, 절연되거나, 및/또는 열적으로 분리될 수 있다.
- [0034] 열전 소자들(130)은 모든 적합한 열전 재료들을 포함할 수 있으며 재료들을 가로질러 적용된 온도 구배에 대응하는 전력을 발생하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시 예들은 향상된 성능을 나타내는 열전 재료들을 통합한다. 향상된 열전 재료 성능은 역률에서의 증가 및 중간 온도(300℃ 내지 600℃) 재료들에서 열 전도도에서의 감소를 포함하는 진전에 기인한다. 몇몇 실시 예들은 낮은 온도(0℃ 내지 300℃) 재료들에서 감소된 열 전도도를 사용하는 열전 재료들을 통합한다. 향상된 열전 재료들은 폐열로부터 생산되는 전력의 양을 증가시킬 수 있는데 따라서 효율성 개선에 커다란 기여를 하며, 그렇게 함으로써, 시스템 복잡성 혹은 크기를 증가시키지 않는다. 따라서, 전력 출력의 와트(watt) 당 비용이 감소될 수 있다. 또 다른 비용 감소는 더 적은 열전 재료를 사용하는 시스템 디자인 기법의 통합에 의해 설명되어 왔다.
- [0035] 열전 소자 인터페이스는 인터페이스에서 경험하는 인장(tensile) 및 전단 응력(shear stress)을 감소시키기 위하여, 스크린, 소결(sintered) 금속 구조, 금속 호일, 양각 호일(embossed foil), 고온 전기 전도성 그리스(grease), 혹은 다른 적합한 부재들과 같은, 순응 부재(compliant member)들을 포함할 수 있다. 순응 부재들은 압축 이음(compression fit), 결합 표면에서의 세부 잠금에 의해 결합되거나, 혹은 부착될 수 있다. 게다가, 인터페이스는 낮은 인터페이스 손실을 갖는 전류를 전달하는 순응 굴곡(compliant flexure)의 사용을 통하는 것과 같이 외부 힘의 적용에 의해 압축이 유지될 수 있다.
- [0036] 열전 모듈의 차가운 면은 일반적으로 높은 온도 영역(110)보다 더 차가운 냉각 유체와 열 연결될 수 있으며, 열전 소자들(130)의 차가운 면 및 뜨거운 면 사이의 온도 구배를 생성한다. 냉각 유체는 주변 공기, 액체 냉각수, 또 다른 흐르거나 고여 있는 유체, 혹은 유체들의 조합일 수 있다. 냉각 유체는 도관 혹은 채널 내에 포함될 수 있으며, 유체는 열전 소자들(130)과 상당한 열 접촉을 달성하기 위하여 그러한 도관 혹은 채널을 통하여 향해질 수 있으며, 열전 소자들(130)의 차가운 면 및 냉각 유체 사이의 열 에너지 전달을 용이하게 한다. 열 에너지는 하나 혹은 그 이상의 차가운 면 선트(132)를 거쳐 전달될 수 있다. 열전 소자들(130)과 열 접촉하는 유체의 흐름 혹은 압력은 팬(fan), 펌프, 밸브, 유체 바이패스, 혹은 다른 수단 또는 수단들의 조합과 같은, 유체 조절기(fluid regulator)에 의해 영향을 받을 수 있다. 유체의 운동은 열전 소자들(130)로부터 유체로의 열 에너지 전달률을 증가시킬 수 있으며, 이것에 의해 열전 소재들의 뜨거운 면 및 차가운 면 사이의 온도차를 증가시킬 수 있다. 열교환기는 마찬가지로 열전 소자들의 차가운 면 및 유체 사이의 열 에너지 전달을 증가시킬 수 있다. 예를 들면, 핀은 열 에너지가 주변 유체 내로 나갈 수 있는 표면 영역을 증가시킬 수 있다.
- [0037] 시스템(100)의 부품들이 다른 무엇보다도, 열 소스 및 냉각 유체의 노출의 결과로 인하여 시간에 따른 온도의 변동을 경험함에 따라, 부품들은 다양한 양의 열 팽창을 견딜 수 있다. 시스템(100)의 부품들에 의해 경험되는 열 팽창의 양은 시스템의 열 구성 및 부품들이 구성되는 재료들에 따라 달라진다. 부품들은 특정 금속과 같이, 상대적으로 높은 열 팽창 계수를 갖는 재료들을 포함하는, 어떤 적절한 재료들 혹은 재료들의 조합으로 구성될 수 있다. 시스템의 뜨겁고 차가운 면들은 열 팽창의 상당히 이질적인 정도를 경험할 수 있으며, 시스템(100)은

실질적으로 광범위하게 변화하는 열 구성의 높은 성능 레벨을 유지하도록 구성될 수 있다.

- [0038] 몇몇 실시 예들에서, 섀트들(132, 134)은 열전 소재들을 가로지른 열 구배가 정상으로부터 멀리 떨어진 방향으로 향하는 것과 같이 시스템(100)을 통하여 열 에너지 흐름을 향하도록 구성된다. 예를 들면, 섀트들은 열 구배가 벽(120)에 일반적으로 혹은 거의 평행한 것과 같이 도 1에 도시된 것과 같은 "T" 구성을 사용할 수 있다. 그러한 구성에서, 열전 소자들(130) 및 다른 시스템 부품들 사이의 차이의 변화가 감소되거나 혹은 제거되는 동안에 온도 변화에 기인한 부품들의 치수 변화가 발생할 수 있다. 또한, 열전 발전기의 외부 표면은 높은 열 전도도, 전체 제조 및 작동 온도 범위에 걸쳐 안정적인 전기적 절연 코팅으로 처리될 수 있다.
- [0039] 도 2는 발전 시스템(150)의 또 다른 실시 예를 도시한다. 도 2에 도시된 실시 예는 적어도 부분적으로 높은 온도 영역(152)을 둘러싸는, 일반적으로 실린더 형태의 벽(154)을 포함한다. 높은 온도 영역은 열 소스에 연결될 수 있거나 혹은 열 소스를 포함할 수 있다. 예를 들면, 유체는 실린더 형태의 벽(154)에 의해 형성된 둘러싸인 도관 내에 흐를 수 있다. 하나 혹은 그 이상의 열전 소자들(156)은 벽(154)의 주변을 따라 세로로 배열될 수 있다. 도 2에 도시된 실시 예에서, 비록 열전 소자들(156)이 완전히 벽(154) 주위를 확장할 수 있으며 실제로 벽(154)의 외부 표면을 덮도록 구성될 수 있다고 생각되더라도, 열전 소자들의 어레이(array)는 실린더 형태의 벽(154) 일부를 둘러싼다.
- [0040] 몇몇 실시 예들에서, 열교환기(도시되지 않음)는 높은 온도 영역(152)으로부터 열전 소자들(156)을 향하여 열 에너지의 전달을 용이하게 하기 위하여 적어도 부분적으로 높은 온도 영역(152) 내에 배열될 수 있다. 열교환기는 좋은 열 전달을 제공하는 모든 기법에 의해 벽(154) 혹은 열전 소자들(156)에 부착될 수 있다. 특정 실시 예들에서, 열교환기는 벽(154) 내로 통합된다.
- [0041] 일반적으로 실린더 형태의 벽(154) 내부 공간은 하나 혹은 그 이상의 유체 도관으로 분할될 수 있다. 하나 혹은 그 이상의 유체 도관은 높은 온도 영역(152) 혹은 벽(154) 내부의 다른 영역을 통하여 유체의 흐름을 조절하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 발전 시스템(150)은 용량을 조절하고, 형성 요인 조건을 만족시키며 비용을 감소하기 위하여, 혹은 다른 이유로 다중의 실린더를 사용할 수 있다. 특정 실시 예들에서, 시스템(150)은 실린더 형태가 아닌 벽을 포함한다; 대신에, 높은 온도 영역은 적어도 부분적으로 계란, 타원, 별, 원뿔, 나선, 다각형, 또 다른 형태, 혹은 그것들의 조합의 형태를 갖는 벽에 의해 둘러싸일 수 있다.
- [0042] 여기에 개시된 열전 발전기의 실시 예들은 배기 시스템 열 복원과 같은, 하나 혹은 그 이상의 특정 적용을 참조하여 설명된다. 개시된 실시 예들의 적어도 일부 혹은 개시된 실시 예들의 양상은 열 에너지가 전기 에너지로 바람직하게 전환할 수 있는 다른 적용 또는 환경에 적용될 수 있다.
- [0043] 도 3a는 열전 발전기를 사용하는 배기 열 복원 시스템(200)을 도시한다. 시스템(200)은 내부 챔버(202)를 통하여 도관으로 연결된 뜨거운 배기를 갖는, 일반적으로 실린더 형태일 수 있는 셸(210), 및 셸(210)의 일부를 둘러싸는 열전 소자들(206)의 어레이들(204a-c)을 포함한다. 도 21은 일반적으로 실린더형 구성의 열전 발전기 시스템(200)을 도시한 배경도이다. 도시된 배기 튜브(212)의 셸(210)은 실린더형이나, 다른 적합한 튜브 기하학적 구조도 사용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 도 4a 및 4b에 도시된, 차가운 면 열교환기(208)는 뜨거운 면 셸(210)의 외부에 있으며 냉각 및 폐열 제거를 제공한다. 배기 튜브(212)는 배기 스트림으로부터의 열 전달을 향상시키기 위하여 도 5에 도시된 것과 같이, 내부 열교환기(214)를 갖는다. 배기 튜브(212)의 중심 부는 낮은 배기 유체 압력 강하를 갖는 제 2 영역(218)을 가질 수 있다. 제 2 영역(218)은 만일 배기 유체 유동물이 허용 가능한 한도를 넘는 역압을 야기할 정도로 충분히 크게 되면 바이패스로서 작용할 수 있다.
- [0044] 몇몇 실시 예들에서, 중심 부(218)는 도 5에 도시된 것과 같이, 허용가능한 압력 강하의 한도 내에서 열 전달 향상 구조체(heat transfer enhancement structure, 220)를 갖는다. 제 2 영역(218) 내의 열 전달 구조체(220)는 실질적으로 열 전달 영역 열교환기(214)보다 밀도가 낮을 수 있다. 슬리브(sleeve, 222)는 배기 유체로부터 열 전달을 더 잘 향하게 하고 제어하기 위하여 배기 튜브(212) 내의 두 개의 흐름 경로를 분리할 수 있다. 도시된 실시 예는 셸(210)과 배기 튜브(212)의 내부 슬리브(222)의 면적 및/또는 상대 크기를 조절함으로써 변경되거나 조절될 수 있다. 또한, 출력 및 작동 온도와 다양한 작동 유체와 같은, 다른 특성들을 조절하고, 서로 다른 작동 환경에 반응하기 위하여 튜브(212) 외부의 열전 소자들(206)의 길이, 구성, 형태, 수와 크기가 선택될 수 있다. 또한 용량을 조절하고, 형성 요인 조건을 만족시키며 비용을 감소하기 위하여, 혹은 다른 이유로 다중의 튜브들(도시되지 않음)이 사용할 수 있다. 몇몇 실시 예들은 계란, 타원, 별, 원뿔, 나선 혹은 그 외의 일반적으로 실린더 형태의 실린더를 포함한다.
- [0045] 다음의 설명에서, 몇몇 실시 예들의 특징들이 논의되며 예상치 못한 디자인 도전의 해결책이 개시된다. 성공적

으로 만든 디자인의 일부 특징들은 도 7에 도시된 것과 같은 평평한 열전 발전기 구성에 적용될 수 있다. 몇몇 실시 예들은 여기에 설명되는 개량을 사용하는 평평한 열전 발전기(700)를 포함한다. 평평한 열전 발전기(700)는 뜨거운 작동 유체 도관 네트워크(702) 및 차가운 작동 유체 도관 네트워크(704)를 포함할 수 있다. 하나 혹은 그 이상의 열전 소자들(706)은 작동 유체 도관 네트워크들(702, 704) 사이에 배열될 수 있다. 열전 소자들(706)은 하나 혹은 그 이상의 실질적으로 평면의 레벨 내에 배열될 수 있다.

[0046] 열전 발전기(200)는 다양한 제어 특징들을 갖는다. 일부 제어 특징들은 열전 발전기(200) 자체의 작동에 영향을 줄 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(controller)는 배기 튜브(212)의 제 2 영역(218) 내부에 배열된 하나 혹은 그 이상의 밸브(224)를 구동하도록 구성될 수 있다. 하나 혹은 그 이상의 밸브(224)는 도 3a에 도시된 것과 같이, 튜브(212) 내의 배기 유체 흐름을 할당하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 열전 소자들(206)의 섹션들(204a, 204b, 204c)은 도 8a, 8b 및 8c에 도시된 것과 같이, 독립적인 전력 출력을 가질 수 있다. 열전 소자들(206)은 유체 스트림으로부터 화력(thermal power)을 거의 추출할 수 있으며 열전 발전기(200)의 적어도 일부를 통과할 때 유체의 적어도 일부에서의 온도 강하를 변경시킨다. 열전 발전기는 다른 시스템의 작동에 영향을 주고, 영향을 미치며, 및/또는 제어할 수 있다. 예를 들면, 열전 발전기는 머플러(muffler)를 대체하거나 보완하기 위한 소음 감소에 도움을 줄 수 있고, 사용자 및/또는 엔진 웹의 속도를 증가시킬 수 있으며, 촉매 변환장치 웹 및 온도 제어를 실행할 수 있으며, 엔진 냉각 시스템으로의 열 전달을 실행할 수 있으며, 전기 에너지 기능(예를 들면, 출력 전력, 전압, 사용 및 제어)을 구현할 수 있으며, 배기 가스 복원 시스템 가스 온도를 제어할 수 있으며, 열전 발전기와 기능적으로 연결되어 통합되거나 및/또는 위치될 수 있는 다른 제어 혹은 상호 작용에 도움을 줄 수 있다.

[0047] 몇몇 실시 예들은 하나 혹은 그 이상의 경비 감소 및 단순화 특징을 포함한다. 높은 전력 밀도 열전 디자인, 도 9에 도시된 것과 같은 스택 디자인, 열전 발전기 구성, 및 차량 내로의 열전 발전기 통합이 개시된 열전 발전기 시스템에서의 특징들을 적용하고, 변경하며, 사용하는데 익숙한 개량의 관점에서 설명된다. 단순화 특징들은 열전 소자들을 단일로 및/또는 분리된 모듈에 배치하는 것보다는, 도 11a 및 11b에 도시된 것과 같이, 링 구성(1100a, 1100b) 내에 배치하는 것을 포함한다. 링(ring, 1100)은 내장된 부재(1108)로부터 구성될 수 있거나 혹은 하나 혹은 그 이상의 갭(gap, 1106)에 의해 분리된 복수의 링 부재(1102, 1104)로부터 구성될 수 있다. 갭(1106)은 전기적으로 혹은 열적으로 링 부재들(1102, 1104)을 서로 분리하도록 구성될 수 있다. 추가적인 단순화 특징들은 하나 혹은 그 이상의 유체 제어 밸브의 통합 및 열전 발전기의 다른 시스템(예를 들면, 머플러 혹은 다른 배기 시스템 부품)과의 결합을 포함할 수 있다.

[0048] 예로서, 종래의 일부 열전 발전기 디자인들은 열전 발전기 시스템의 부품 사이(예를 들면, 열전 소자들 및 섀트들 사이와 같은)의 접촉을 유지하기 위하여 높은 외부 힘이 적용되는 것을 요구한다. 특정 실시 예들에서, 도 4a에 도시된, 순응 굴곡(228)으로부터의 힘은 외부 부하를 대체할 수 있다. 또 다른 예로서, 일반적으로 실린더 형태를 갖는 열전 모듈(230)은 두 개의 단(232, 234)에서를 제외하고는 시스템(200)의 모서리 상의 고온 실의 사용을 감소시키거나 제거할 수 있다. 도 3a에 도시된 실시 예에서 사용된 실(236)은 저온에서의 탄성 실을 허용하기 위하여 실 기하학적 구조의 열 관리와 결합하여 고온에서 용접되거나 브레이징된 실의 사용에 의해 밀봉을 단순화한다. 또한, 열전 발전기 시스템의 실린더 형태 및 열전 부착 특징부들은 큰 영역에 걸쳐 평평한 열 전달의 사용을 감소시키거나 제거함으로써 뜨거운 면에서 차가운 면 열 전달을 단순화한다.

[0049] 여기에 설명된 특징들의 적어도 일부는 열전 발전기 시스템(200)의 효율성을 증가시킨다. 예를 들면, 열전 소자들(206) 단들에서, 도 6에 도시된 클래드(clad) 열교환기 표면, 열전이 전기적으로 분리된 बैं크, 유체 화력 추출의 방향을 따른 열 분리, 및 순응 전기 인터페이스(240)가 열전 모듈 기판들을 대체하여 사용될 수 있다. 순응 부재들(240)은 열전 소자들(206)과 섀트들(238) 사이의 인터페이스에서 인장 및 전단 응력을 감소시킬 수 있다. 순응 부재들(240)은 예를 들면, 스크린, 소결 금속 구조, 금속 호일, 양각 호일, 고온 전기 전도성 그리스, 다른 재료들, 혹은 재료들의 조합을 포함하는, 다른 적합한 재료들로부터 만들어질 수 있다. 순응 부재들(240)은 압축 이음, 결합 표면에서의 세부 잠금에 의해 결합되거나, 혹은 부착될 수 있다. 순응 부재들(240)은 열전 소자들(206)을 위치시키는데 도움을 주는 하나 혹은 그 이상의 돌출부(protrusion, 242)를 포함할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 섀트들(238) 및 열전 소자들(206) 사이의 인터페이스는 도 4a에 도시된 것과 같이, 순응 굴곡(228)의 사용을 통하는 것과 같은 외부 힘의 적용에 의해 압축이 유지될 수 있다.

[0050] 몇몇 실시 예들에서, 열전 발전기 시스템(200)은 하나 혹은 그 이상의 제조능 및 재활용능 특성을 포함한다. 예로서, 열전 소자 그룹(204a-c)은 기계적으로 부착될 수 있는데, 따라서 그것들이 땀납이 제거되거나 탈브레이징 없이 대체되거나 혹은 분해되는 것을 허용한다. 또한, 열전 발전기 시스템(200)은 일반적으로 실린더 형태일 수 있으며, 그것에 의해 크고 평평한 표면의 사용 및 차가운 면에 열적으로 근접한 복잡한 실의 사용을 감소시키거나

나 제거할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 종래의 밀봉 재료들이 열전 발전기 시스템(200)과 함께 사용될 수 있다.

[0051] 몇몇 실시 예들에서, 도 3a에 도시된 열전 발전기 시스템(200)은 700℃까지의 배기 온도로 작동하는 차량 배기 시스템 내로 잘 통합할 수 있는 형태 요인에서 기술한 목적들을 충족시킨다. 실린더 형태는 효율적인 뜨거운 면 열 전달을 달성하고, 뜨겁고 차가운 면 사이의 큰 열 팽창 부조화를 다루며, 밀봉 복잡성을 감소시키는 저비용 해결책을 허용할 수 있다. 디자인은 감소된 크기, 감소된 중량, 감소된 비용, 증가된 출력, 및/또는 증가된 효율과 같은 장점을 달성하기 위하여 열전 발전기가 배기 전달 파이프 내의 분리된 부품일 수 있는 구성 제품군을 대표하거나 혹은 다른 부품들과 통합될 수 있다.

[0052] 몇몇 실시 예들에서, 열전 발전기는 배기 시스템의 일부이며 적어도 하나의 머플러를 대체하기 위하여 위치되거나 디자인될 수 있다. 열전 발전기는 배기 시스템으로부터 화력을 추출하고 배기 스트림 온도를 낮추기 때문에, 흐름 속도 및 역압이 감소될 수 있다. 예를 들면, 만일 배기 튜브의 기하학적 구조가 가스 온도에서의 감소를 제외하고 변하지 않는다면 이러한 특징들이 나타난다. 또한, 머플러 자체는 그것의 기능성을 제거하거나 감소시킴으로써 역압을 유도하기 때문에, 열전 발전기는 적절한 디자인으로, 더 높은 열 전달 계수를 허용하는 흐름에 대한 더 높은 저항을 가질 수 있다. 따라서, 배기 가스로부터 화력의 추출이 증가된다.

[0053] 몇몇 실시 예들에서, 열전 발전기는 촉매 변환장치와 결합하는데, 이는 하나 혹은 그 이상의 장점에 이르게 한다. 예를 들면, 촉매 변환장치의 일부는 이전에 설명된 열전 발전기 시스템(200) 부품들의 적어도 일부를 대신하여 사용할 수 있는데, 이는 부품 수의 감소를 야기한다. 또 다른 실시 예로서, 변환장치 및 열전 발전기 사이의 열 손실이 감소될 수 있는데, 이는 열전 발전기 내의 높은 가스 온도를 야기한다. 더 높은 배기 스트림 온도는 잠재적으로 열전 발전기 시스템의 효율 및/또는 전력 출력을 올릴 수 있다. 또한, 변환장치의 내부 부품들이 부품 중복을 제거하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 하우징 및 실의 적어도 일부는 변환장치의 촉매 홀더 구조체의 부품을 공유할 수 있다. 열전 발전기 시스템은 또한 변환장치를 더 빨리 가열하기 위하여 열 피드백 및/또는 전력을 제공함으로써 변환장치 워밍업을 가속화하는 통합된 기능을 제공할 수 있다. 열전 발전기 시스템에 촉매 변환장치를 추가함으로써, 내부와 외부 브래킷 류 및 다른 부착 특징부들이 감소될 수 있다. 또한 변환장치와의 통합은 열전 발전기의 일부가 엔진 및 변환장치 사이에 위치되는 것을 허용한다. 그러한 위치는 열전 발전기 일부의 작동 온도를 증가시킬 수 있으며, 열전 발전기가 작동 온도에 도달하는데 걸리는 시간을 감소시킬 수 있거나, 및/또는 촉매 변환장치가 열전 발전기의 적어도 일부에 의해 제어되려는 것을 허용할 수 있다.

[0054] 배기 가스 복원 시스템이 또한 개별 부품들의 복잡성에서 유사한 절감을 갖는 열전 발전기와 통합할 수 있다. 배기 가스 복원 시스템은 배기 가스의 일부를 냉각하기 위하여 엔진 냉각제를 사용하기 때문에, 열전 소자들의 차가운 면으로부터 폐열을 제거하기 위하여 동일한 냉각 시스템이 적용될 수 있다. 배기 가스 복원 시스템과 함께, 배기 가스 밸브는 또한 디자인을 단순화하기 위하여 열전 발전기 밸브에 근접하게 결합될 수 있다. 배기 가스 복원 시스템은 배기 시스템에 역압을 추가하는데, 따라서 조합은 어느 정도의 중복을 감소시키며 그것에 의해 역압 손실을 감소시킬 수 있거나 및/또는 열 전달을 증가시킬 수 있다.

[0055] 몇몇 실시 예들에서, 열전 발전기 시스템은 최근의 배기 시스템 제품에서 성공적으로 증명된 현재의 차량 재료들 및 디자인 원리를 사용한다.

[0056] 도 3a는 열전 발전기(200)의 단면도를 도시한다. 가장 안쪽의 챔버(218)는 부착된 엔진(도시되지 않음)의 디자인 한도 내에서 역압을 유지하는 동안 가장 높은 작동 배기 질량 유동률을 수용하는 배기 바이패스이다. 도 3a에 도시된, 버터플라이 밸브(butterfly valve, 224) 혹은 다른 바람직한 배기 가스 유동 디렉터(flow director)는 바이패스(218) 및 뜨거운 면 열교환기 코어(216) 사이의 배기 가스 흐름을 조절하기 위하여 열전 발전기(200)의 차가운 단(234)에 위치된다. 내부 슬리브(222)는 열교환기(214) 및 가장 안쪽의 챔버(218) 사이의 가스 흐름을 분리하기 위하여 열교환기(214)의 내부 표면을 라이닝(lining)할 수 있다. 밸브(224)는 배기 온도 및 질량 유동률의 작동 범위 하에서 배기 스트림으로부터 열 추출을 최적화하는 동안 디자인 한도 내에서 역압을 유지하기 위하여 흐름을 분할할 수 있다.

[0057] 도 5에 도시된 실시 예에서, 예를 들면, 핀과 같은 열교환기 구조체(220)는 바이패스 영역 내에 위치되며, 슬리브(222), 뜨거운 면 열교환기 코어(216) 및 뜨거운 면 셀(210)과 좋은 열 접촉을 한다. 그러한 특징들은 바이패스 밸브(224)가 부분적으로 혹은 완전히 내부 코어(218)에서의 배기 가스 흐름을 허용하는 위치에 있을 때 낮은 역압에서의 화력 추출을 향상시킬 수 있다. 열교환기 구조체(220)는 양 면상에 AISI 316 스텔레스 강(DIN 1.4401)을 갖는 구리 코어 클래드로 구성될 수 있다. 열전 발전기 디자인 기준을 충족하는 스텔레스 클래드 니켈 혹은 탄소, 세라믹 조성물과 같은 다른 물질 혹은 물질 조합이 또한 사용될 수 있다. 바람직하게는, 열교환

기 구조체(220)는 뜨거운 면 열전 발전기 셀(210)의 내부 표면에 브레이징될 수 있으나, 좋은 열 전달을 제공하는 다른 방법에 의해 부착될 수도 있다. 셀(210)은 316 스테인레스 강, 또 다른 적합한 재료, 혹은 재료들의 조합으로 구성될 수 있다.

[0058] 특정 실시 예들에서, 열전 발전기(200)의 재료 시스템은 스테인레스 강의 화학적 보호와 강도(예를 들면 내구성 및 수명) 및 구리의 높은 열 전도성(예를 들면 효율적 열 전도와 전달) 사이의 바람직한 절충을 제공하도록 구성된다. 대안으로서, 열교환기 및/또는 셀 및/또는 내부 슬리브는 높은 열 전도성 세라믹, 질화 규소(silicon nitride), 알루미늄, 또 다른 효과적인 열교환 재료, 혹은 재료들의 조합과 같은, 다른 재료들로 구성될 수 있다. 열교환기(214, 220)는 또한 셀(210)과 통합될 수 있다. 예를 들면, 몇몇 실시 예들에서, 열교환기(214, 220)는 세라믹 혹은 금속으로부터 주물 혹은 압출된다. 표면 영역 및 열 전달 계수를 증가시키기 위하여 뜨거운 면 셀(210)을 구불구불하게 하거나 혹은 특별한 질감이 나게 하며, 외부 셀을 형성하기 위하여 다중 튜브를 통합하거나, 혹은 배기 가스로부터 셀을 통한 열 전달을 향상시키는 다른 방법을 이용하는 것과 같이, 열교환기의 동일한 목적을 달성하기 위한 다른 방법들도 가능하다.

[0059] 열전 발전기(200)를 만드는 방법의 예가 설명될 것이다. 셀(210)의 외부 표면은 높은 열 전도성, 전체 구성에 걸쳐 안정한 전기적 절연 코팅 및 작동 온도 범위로 처리될 수 있다. 예를 들면, 셀은 K-Tech 28 상표의 코팅, 플라즈마 용사한(plasma sprayed) 알루미늄, 질화 알루미늄, 혹은 디자인 목적을 충족하는 다른 내구성의 코팅으로 코팅될 수 있다. 코팅의 대안으로서, 셀(210)은 예를 들면, 아래에 설명되는 것과 같이(도 12 참조), 만일 전극 구조체 내에 전기 분리가 달성되면 코팅되지 않을 수 있다. 도 11a 및 11b에 도시된 것과 같이, 열 전도 섀트들(1100a, 1100b)은 셀에 부착될 수 있다. 섀트들(1100a, 1100b)은 열전 소자들(206)에 뜨거운 면의 열적 및 전기적 연결을 형성한다. 뜨거운 면 셀(210) 표면은 기계적 안정성 및 높은 열 전도성 모두를 달성하기 위하여 셀을 섀트에 결합하는 금속 재료 시스템으로 코팅될 수 있다. 예를 들면, 셀(210, K-Tech 코팅)은 약 0.3 마이크로미터 두께의 티타늄으로 금속화될 수 있으며, 약 2 마이크로미터 두께의 저인(low phosphorus) 무전극 니켈 및 15 마이크로미터 두께의 티타늄으로 도금될 수 있다. 마찬가지로, 다른 적합한 결합체 및 재료 두께 혹은 그것들의 조합이 사용될 수 있다. 구리 합금 섀트들(244)은 그때 500°C에서 티타늄을 구리와 반응 결합함으로써 셀과 좋은 열 접촉 상태에 놓일 수 있다. 섀트들(244)은 셀을 둘러싸는 링 내로 형성될 수 있다. 링은 그것들을 팽창하기 위하여 약 250°C까지 가열되며, 가열되는 동안, 차가운 셀을 미끄러져 가며 디자인 위치에 위치된다. 링은 압축 이음을 형성하기 위하여 냉각되고 줄어든다. 그 다음의 500°C에서의 열간 유지(heat soak)가 링을 적당한 위치에 결합시킨다.

[0060] 섀트들(244)을 셀(210) 구조체에 열적으로 그리고 기계적으로 부착하기 위하여 다른 기법들이 사용될 수 있다. 예를 들면, 고온 유리, 세라믹 접착제, 기계 잠금(슬롯, 핀 등을 사용하는), 브레이징, 용접 혹은 다른 방법들이 사용될 수 있다. 만일 섀트들(244)이 셀로부터 전기적으로 분리되지 않으면, 섀트들(244)은 도 12에 도시된 것과 같이, 그것들의 구조체 내에 전기 분리를 포함할 수 있다. 예를 들면, 섀트들은 미국 Arcansas주 Hot Springs 소재의 Bodycote K-Tech사로부터 이용가능한 K-Tech 28 코팅으로 코팅될 수 있다. 또한, 섀트들은 라미네이트될 수 있거나 혹은 열전 소자들에 전기 분리 및 좋은 열 전도성을 제공하는 다른 재료 시스템일 수 있다. 섀트들(244)은 도 12 및 13a-13b에 도시된 것과 같이, 스테인레스 강 혹은 다른 재료로 만들어진 하나 혹은 그 이상의 밴드들(248)과 함께 고정될 수 있으며, 밴드들(248)은 유리섬유 직물, 운모 혹은 다른 적합한 절연물과 같이, 고온 전기 절연체로 섀트들(244)로부터 전기적으로 분리될 수 있다.

[0061] 링(1100a) 내에 형성된 섀트들(244)은 도 11a에 도시된 것과 같이, 병렬로 많은 열전 소자들을 가질 수 있다. 대안으로서, 서클(circle)의 섀션들(1102, 1104, 아크들)일 수 있는데, 따라서 하나 혹은 그 이상의 열전 소자들(206)은 병렬이며, 몇몇 아크(arc)들은 도 11b에 도시된 것과 같이, 분리된 전기 경로일 수 있다. 예를 들면, 몇몇 아크들(1102, 1104)은 장치의 출력 전압을 증가시키기 위하여 전기적으로 직렬일 수 있다. 섀트들(244) 그룹은 신뢰성 및 작동 전압의 적절한 균형을 달성하기 위하여 전기적으로 직렬/병렬 배열로 연결될 수 있다. 섀트들은 열전 소자 안정성, 지속성, 및 신뢰성을 달성하고 뜨겁고 차가운 면 열교환기의 화력 밀도를 맞추기 위하여 다중의 열전 소자(206)들을 그룹을 지어 부착하기 위한 제공을 가질 수 있다.

[0062] 작동 조건의 의도된 범위를 위한 디자인을 최적화하기 위하여 컴퓨터 모델이 사용될 수 있다. 모델은 동시에 변환 효율을 최대화하고 중량을 최소화한다. 바람직한 디자인에 있어서, 소자들(206)은 각각의 링(1100) 주변 주위에 네 개의 16 그룹으로 클러스터링된다. 고온 단(204a)에서, 열전 소자들은 분절되며 약 5mm 길이이다. 반대편 단(204c)에서, 그것들은 약 2mm 길이이다(예를 들면, 고온 단(204a)에서의 열전 소자들의 길이의 약 반 이하이거나 혹은 반과 동일한). 열전 소자들(206)은 분절될 수 있으며 약 200°C 및 600°C 사이에서 작동하는 부를 위하여 적합하게 투여된 텔루르화 납(lead telluride)으로부터 구성될 수 있으며 약 250°C까지 작동하는 부를

위하여 텔루르화 비스무스(bismuth telluride)가 투여될 수 있다.

[0063] 열전 소자들(206)의 길이(226a-c)는 한계 이하의 응력을 유지하는 동안에, 각각의 소자(206)로부터 전력 생산을 최대화하도록 선택될 수 있다. 열전 발전기(200)는 도 8a, 8b 및 8c에 도시된 것과 같이, 열전 소자들을 통하여 낮은 전단 및 정상 응력을 적당히 유지하는 동안, 두 뜨겁고 차가운 단들에 낮은 계면 전기 및 열 저항을 제공하도록 구성된다. 프로토타입(prototype) 시스템을 위한 타겟 사이클 주기에 대한 안정적인 작동을 입증하기 위하여 열 사이클 연구들이 수행되었다. 열 사이클 테스트의 결과는 2 단계 세그먼트화 열전 소자들(p: 2.4mm × 3.75mm × 4.4mm, n: 2.4mm × 3.75mm × 4.8mm)이 적어도 약 300 열 사이클에 걸쳐 일관된 전력 생산을 제공한다는 것을 나타내었다. 연구에 사용된 세 가지 바람직한 열 사이클의 프로파일이 도 10에 도시된다. 따라서, 열전 소자 중량 및 전력 밀도는 대략 전류 흐름의 방향으로 소자 길이의 제공에 반비례한다. 비용은 일반적으로 열전 재료 중량에 비례한다. 몇몇 실시 예들에서, 배기 스트림으로부터의 열 및 차가운 면으로부터의 방열(heat rejection)의 균형과 결합하여, 열전 발전기 길이에 따른 각각의 최대 온도차에 대하여 열전 소자들에 대한 최소 길이가 설정된다.

[0064] 특정 실시 예들에서, 차가운 면 섀트(256) 및 열교환기(208)는 전력을 일반적으로 축 방향으로 효과적으로 전달하고 화력을 열전 소자들(206)의 차가운 면으로부터 그리고 열 싱크(250)의 차가운 면으로 원주방향으로 제거하도록 디자인된다. 두 전달 메커니즘은 뜨겁고 차가운 면들 사이의 열 팽창 부조화를 수용할 수 있으며 디자인 안정성을 증가시키고 디자인 복잡성을 감소시킨다. 도 14에 도시된, 차가운 면 섀트(256) 전기 조인트는 전력을 전달하기 위한 신축성의 구리 리프들(copper leaves, 252) 및 작동 온도 범위에 걸쳐 열전 소자들(206)에 대한 균일한 압축 부하를 적용하기 위한 접시 스프링(Belleville washer, 254)을 포함할 수 있다. 또 다른 신축 결합 시스템이 사용될 수 있다. 예를 들면, 전기 연결을 위하여 고 전도도 전기 전도성 그리스가 사용될 수 있으며 열전 소자들(206) 상의 압축력을 유지하기 위하여 코일 스프링 혹은 탄성체(elastomer)가 사용될 수 있다. 대안으로서, 압축 부재(254)가 높은 전기 전도성일 수 있으며 파도 와셔(wavy washer) 혹은 리프 스프링(leaf spring)과 같이, 전력 및 압축력 모두를 제공할 수 있다.

[0065] 특정 실시 예들에서, 신축성 조인트 열교환기들은 차가운 면 섀트(256)로부터 열 싱크 유체(258)로 화력을 전달한다. 예를 들면, 차가운 면 섀트(256)와 열 연결하고 화력을 전달하기 위하여 튜브들(250)이 사용될 수 있다. 도 4b에 도시된 이중 튜브(tube-in-tube) 구성은 뛰어난 열 전달을 달성하기 위하여 어떤 외부 힘도 적용될 필요가 없는 우수함을 갖는데, 그 이유는 외부 튜브의 내부 직경 및 내부 튜브의 외부 직경이 두 부품들 사이의 차이를 제어하기 때문이다. 튜브에서의 그러한 치수는 단단하게 유지될 수 있으며 저비용이 든다. 차가운 면 튜브들(250)은 뜨거운 쉘 및 차가운 면 열 싱크 사이의 열 팽창에 기인한 치수 변화를 수용하기 위하여 열 팽창 조인트를 가질 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 튜브들(250)은 전기적으로 분리되나, 차가운 면 섀트들(256)과 매우 뛰어난 열 접촉을 한다. 예를 들면, 섀트들(256) 및 냉각수 튜브(250) 사이의 상대 운동 및 좋은 열 전도도를 허용하기 위하여 열 그리스가 사용할 수 있다. 차가운 면 섀트(256)로부터 차가운 면 유체(258)로 열 전달을 증가시키기 위하여 알루미늄 와이어 혹은 열 전달 향상의 다른 적절한 형태가 사용될 수 있다. 매니폴드(manifold, 260) 혹은 다른 적합한 유체 분산 시스템이 차가운 면 튜브로 냉각수를 분산시키거나 및/또는 수집할 수 있다. 차가운 면 작동 유체는, 물, 냉각 유체와 유사한 에틸렌 글리콜/물 혼합물, 혹은 다른 적합한 유체일 수 있다. 도 22는 도 4a 및 4b에 도시된 차가운 면 열교환기의 배경도이다.

[0066] 환경으로부터 작동중인 부품들을 보호하고 밀봉하는 외부 쉘(262) 내에 어셈블리가 포함될 수 있다. 쉘(262)은 외부 주위 조건으로의 노출 및 내부 상의 냉각수의 근접에 의해 냉각수 유체 온도에 가깝게 유지된다. 뜨거운 면 튜브(210) 및 쉘(262) 사이의 열 팽창 부조화는 두 단들(232, 234)에서의 전이 부재(transition member, 264)에 의해 흡수될 수 있다. 단 부재들(264)은 뜨거운 튜브 및 외부 쉘 사이의 열 전달을 감소시키기 위하여 낮은 열 전도성 스텐레스 강으로 만들어진다. 신축성 밀폐제(sealant)는 다른 나머지 열 팽창 부조화도 흡수할 수 있다.

[0067] 모델들과 비교할 때 내구성 및 성능을 결정하기 위하여 열전 서브어셈블리(subassembly)들이 테스트되어 왔다. 테스트 결과는 실험 데이터에 맞춘, 하나의 파라미터를 제외한 입력, 열전 소자(206) 인터페이스 저항과 같은 고유의 재료 특성을 사용하는 모델과 비교되었다. 광범위한 전류 및 온도에 걸쳐, 조화는 이러한 단일 파라미터가 관찰된 성능 변화의 대부분을 설명한다는 것을 제시하였다. 모델은 일반적으로 장치의 성능을 설명하기에 적합하다.

[0068] 열전 소자들(206)은 배기 스트림(202) 및 냉각수 유체(258)와 상호 작용하는 가변 열 고체 상태 저항 부품들로서 기능을 할 수 있다. 열전 소자들(206)을 통하여 전류 흐름을 조절함으로써, 열전 어셈블리들의 열 임피던스

(thermal impedance)가 변화한다. 예를 들면, 만일 전류가 흐르지 않으면, 임피던스는 상대적으로 높으며 따라서 화력은 배기 유체 스트림(202)으로부터 그리고 냉각수(258) 내로 덜 추출될 수 있다. 만일 열전 소자들(206)이 단락되고 따라서 전류가 적절한 외부 저항보다는 열전 소자들(206)의 저항에 의해 제한되면, 그때 열전 소자들(206)의 열 전도도는 만일 열전 재료들이 약 1의 ZT를 갖는다면 약 70% 증가될 것이다. 열 저항에서의 제어된 변화는 특정 양에 의한 배기 흐름(202)을 냉각하기 위하여 화력의 추출을 변경하도록 사용될 수 있다. 배기 온도에 대한 이러한 제어는 배기 가스 복원 시스템의 전체 시스템 성능을 향상시키기 위하여 재순환하는 배기를 조정하기 위한 배기 가스 복원 시스템의 기능과 결합하여 사용될 수 있다. 차량 사용자 편의(예를 들면, 배기 시스템을 구동트레인 유체에 연결하는 열교환기)를 위한 디젤 입자 필터 혹은 폐열 복원 장치의 작동을 향상시키기 위하여 배기 온도 제어가 또한 사용될 수 있다. 양 극성 및 음 극성의 외부 전압을 적용함으로써 열 전도도 변화의 범위가 증가될 수 있다. 그렇게 함으로써, 적어도 2.5 대 1의 전도도 비율을 달성하는 것이 가능하다.

[0069] 위의 설명들은 예로서 차량 배기 흐름으로부터 에너지를 복원의 맥락에서 제시되었으나, 여기에 설명된 실시 예들은 화력 복원 시스템의 다른 형태로 사용될 수 있다. 예를 들면, 시멘트 프로세싱, 알루미늄 추출, 철 제련, 혹은 그 자체로 존재하고 그렇지 않으면 그것의 열 함량이 폐기되는 다른 조건과 관련될 수 있는 것과 같이, 그것들은 산업 보조 발전기 혹은 산업 유동 프로세스와 결합하여 사용될 수 있다. 일부 환경 하에서, 실시 예들은 또한 신호를 전달하고, 배터리를 충전하며, 향상된 효율성 열전을 갖는 원격 동력 생산을 위한 것과 같은 특정 적용에서 1차 전력을 생산하도록 사용될 수 있다. 그것들의 1차 엔진이 꺼졌을 때 전력 장치에 대하여 항공기, 차량을 위한 보조 동력 유닛을 위하여 가능하게 사용될 수 있거나 혹은 냉난방 공조기(HVAC)를 작동하는 버스에서 가능하게 사용될 수 있다. 충분히 높은 효율성의 열전과 함께, 폐열 복원 발전기는 적어도 일부 환경에서 차량의 1차 엔진을 대체할 수 있다.

[0070] 열전 장치를 갖는 열 소스로부터 효과적으로 전력을 만들기 위하여, 가능한 한 많은 열이 열 소스로부터 추출되어야 하며 열전 소자들을 가로질러 온도 강하가 최대화되어야 하며 발전기 내의 전기 회로에서의 전기 저항은 최소화되어야 한다. 또한, 작동 온도 범위에 걸쳐, 결과로 초래된 시스템은 전력 출력을 최적화하도록 구성되거나 혹은 제어되어야 한다. 이러한 목적은 열 소스 및 열전 재료들과 구성을 갖는 싱크의 온도 구배 및 열 임피던스를 맞추고, 모든 인터페이스를 관리하며, 열전 재료들 내부 및 외부로 열 및 전기를 효율적으로 얻으며, 이롭거나 및/또는 필수적인 전기 및 열 절연을 제공하며 그리고 열 팽창 부조화와 같은, 고온 작동 조건과 관련된 재료 관련 문제, 고온에서의 안정성 및 산화에 의한 것과 같은, 작동 온도에서의 부식성 유체의 존재로부터의 분해, 일산화탄소, 이산화탄소, 질소 등의 중독을 처리함으로써 달성된다.

[0071] (1) 충분한 열 전도성 및 탁월한 열 전달 표면 영역을 갖는 고온 열 소스로부터 화력을 효과적으로 추출하고, (2) 고온(> 1000℃)을 처리하고 그러한 고온 적용과 관련된 열 충격(thermal shock)을 처리하며, (3) 높은 열 전도도를 유지하는 동안 고온(> 400℃)에서 전기 분리를 제공하는 기본 문제를 해결하며, (4) 금속 표면을 갖는 고온 코팅의 열 팽창 부조화와 관련된 어떤 분해 및 다른 문제들을 방지하며, (5) 열전 발전기를 촉매 변환장치 촉매 연소기 하우징 내로 통합하며, (6) 열전 장치들의 가변 열 전달 특성들의 사용에 의해 시스템의 일부의 온도를 제어하며, (7) 배기 가스 복원과 같은 추가적인 기능을 제공하며, 및 (8) 다른 전력 변환 시스템(예를 들면, 병합 발전기, 가열 시스템, 온도 제어 시스템, 연소 시스템 등)과 잘 결합하기 위하여 적합한 디자인 및 성능 특성을 제공하기 위한 디자인들이 개시된다. 여기에 설명되는 다양한 실시 예들은 하나 혹은 그 이상의 이러한 장점들을 제공한다.

[0072] 특정 실시 예들에서, 열전 재료(들)는 금속 혹은 세라믹 허니콤, 실린더, 촉매 표면, 판, 로드, 튜브 등과 같은 열교환기 구조체와 통합된다. 열교환기 재료들은 금속 링, 세라믹 형태 혹은 열전 장치들, 열전 소자들 또는 다른 열전 부품들을 열 소스로 열적으로 연결하며 열 소스 및 열교환기 표면으로부터 이러한 열전 부품들을 물리적으로 분리하는 다른 높은 전기 전도성 구조체와 좋은 열 통신 또는 열 접촉을 한다. 만일 열교환기에 대한 연결 표면이 전기적으로 전도성이 있으면(예를 들면, 탄화규소, 금속, 전기 전도성 액체 등), 작동 조건의 범위에 걸쳐 좋은 열 전도성 및 좋은 전기 분리를 제공하는 코팅 혹은 코팅들이 사용될 수 있다. 특정 실시 예들에서, 열전 발전기는 촉매 변환장치, 연소기, 열병합발전기 열 소스 등과 같은, 다중의 기능을 달성하기 위하여 시스템 내에 통합되며, 따라서 열전 발전기의 존재는 시너지 기여를 제공한다. 즉, 특정 실시 예들에서의 조합은 다음의 하나 혹은 그 이상을 제공한다: 감소된 중량, 감소된 비용, 감소된 볼륨, 증가된 효율, 추가된 기능성(예를 들면, 제어 온도, 촉매 변환장치에 배기 가스 복원 기능을 추가) 등.

[0073] 바람직한 일 실시 예는 분리된 연소기 및 열전 발전기 서브어셈블리들을 갖기보다는 열전 발전기를 직접 1차 발전기(primary power generator) 내로 통합한다. 이러한 실시 예에서, 연소기는 세라믹 허니콤 내부에 삽입되며,

연소기는 열교환기 내로 통합되는데 따라서 연소기 및 열전 발전기 모두는 열교환기와 친밀하게 연결된다. 그렇게 함으로써, 연소기로부터의 열 손실의 일부(예를 들면, 복사, 전도 및 변환)는 열교환기로 향하며 따라서 시스템에 완전히 손실되지는 않는다. 게다가, 열교환기 내로의 연소기의 통합은 중량, 복잡성, 크기 및 비용을 최소화시킬 수 있다. 또한, 열전 발전기 및/또는 연소기의 통합은 시동 시간(startup time)을 감소시키는데 그 이유는 비통합 열전 발전기 및/또는 연소기와 비교하여 도관 및 다른 부품들이 최소화되거나 혹은 제거되기 때문이다. 도관 및 다른 부품들은 워업 혹은 활성화(light off)를 느리게 할 수 있다(예를 들면, 배출을 감소시키기 위한 촉매 변환장치에 대한 온도와 같이, 작동 온도까지 증가시키기 위한 열교환기의 온도에 대한 시간). 끝으로, 촉매 버너(burner)가 디자인 내로 통합되는데 따라서 연소기 표면(들)은 열을 열 전도성이며 전기 절연성의 인터페이스(들)를 통하여 열전 소자들로 열을 전달하며, 도관, 분리된 열교환기, 열전 모듈 등을 대체하거나 제거한다.

[0074] 또 다른 실시 예에서, 차량 배기 시스템의 배기 트레인 부품(하나 혹은 그 이상의 촉매 변환장치, 입자 트랩, 머플러 등)과 결합하는 열전 발전기가 제공된다. 열전 장치들을 사용하는 촉매 변환장치로부터 폐열을 복원하는 다른 특허들이 논의하여 왔으나, 그것들은 추가적인 중량, 크기, 비용을 줄이거나 효율 등을 증가시키기 위하여 촉매 캐리어(예를 들면, 세라믹 허니콤)에 열전 재료를 더 친밀하게 통합하기보다는 열전 모듈의 촉매 변환장치 셀의 외부로의 부착을 나타낸다. 몇몇 실시 예들에서, 아래에 더 자세히 설명되는 것과 같이, 더 친밀한 통합은 추가되는 기능성 및 수반되는 혜택의 제공을 포함한다. 바람직한 실시 예는 많은 자동 촉매 변환장치 내의 촉매를 위한 기관으로서 사용되는 세라믹 허니콤과의 열전 발전기 통합을 포함한다. 바람직하게는, 도 15a 및 15b에 도시된 것과 같이, 세라믹 허니콤은 열전 소자들 및 연결되는 전기 회로망이 부착되는 특정 위치로 열을 모으고 전달하도록 변경될 수 있다. 세라믹 허니콤은 열전 발전기를 위한 열교환기, 촉매 홀더(holder), 전기 분리기 및 프레임워크(framework, 구조 소자)로서의 기능을 한다. 섀트 부재들과의 통합으로(도 15a 및 15b 참조), 열전 발전기의 기본적인 열 및 전기 회로망은 세라믹 부품으로 만들어진다.

[0075] 도 15a는 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따른 촉매 변환장치(500)의 일부를 부분적으로 도시한다. 바람직한 실시 예에서, 변환장치는 세라믹의 일부 상에 촉매를 갖는 세라믹 허니콤 구조체를 포함한다. 허니콤(502)의 디자인은 세라믹 허니콤(502)과 좋은 열 접촉을 하는 하나 혹은 그 이상의 뜨거운 면 섀트들(504)을 통합하기 위하여 바람직하게 변경되어 왔다. 또한, 허니콤 형태는 배기 가스로부터 하나 혹은 그 이상의 뜨거운 면 섀트들(504)로 화력 추출을 증가시키기 위하여 변경되어 왔다. 열 전도성의 증가는 세라믹 재료 특성을 변경함으로써(재료를 변경하고, 그것을 두껍게 하며, 그것의 밀도를 증가시키며, 높은 열 전도도 성분을 추가하며, 섀트들(504)에 대한 열 전도성을 최적화하기 위한 형태를 디자인하며, 더 나은 전도성을 제공하기 위하여 섀트들(504)의 형태를 변경하며, 허니콤(502) 자체의 형태 및/또는 열전 소자들(506)로의 열 전달을 향상시키는 다른 모든 방법을 변경하는 것과 같이) 세라믹의 열 전도성의 증가를 수반할 수 있다. 만일 어떤 이유로 허니콤(502)이 전기 전도성이 너무 높아 열전 발전기 시스템(500)을 위한 전기 절연으로서 기능을 할 수 없으면, 하나 혹은 그 이상의 섀트들(504)은 전기 절연을 제공하는 적어도 일부를 갖는 두 개 혹은 그 이상의 섀트로 형성될 수 있거나, 하나 혹은 그 이상의 섀트들은 세라믹에 부착하는 전기 절연으로 코팅될 수 있거나, 세라믹은 섀트들을 절연하기 위하여 다른 재료(들)의 적어도 하나의 인서트를 가질 수 있거나, 혹은 세라믹 허니콤(502)으로부터 하나 혹은 그 이상의 섀트들(504)을 분리하기 위하여 다른 방법들이 사용될 수 있다.

[0076] 일부 혹은 모든 흐름이 허니콤(502)의 허니콤 구조체 대신에 바이패스를 통하여 흐르는 것과 같이 허니콤(502)을 통한 적어도 하나의 대안의 흐름 경로(예를 들면, 바이패스(510))를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들면, 바이패스(510)는 다음의 하나 혹은 그 이상을 실행하기 위하여 사용될 수 있다: 높은 배기 가스 유동률에서 압력 강하의 감소, 시스템 내의 온도 조절, 시동, 매우 찬 조건 혹은 다른 바람직한 조건에서의 작동. 대안의 흐름 경로(예를 들면, 바이패스(510))는 도 15a에 도시된 것과 같이 개방될 수 있거나, 혹은 세라믹 재료 및 특정 조건 하에서 성능을 향상시키는 서로 다른 특성을 갖는 촉매를 포함할 수 있다. 대안의 흐름 경로 및 바이패스 구성의 또 다른 예들이 여기에 개시된 다른 열전 발전기 시스템을 참조하여 논의된다.

[0077] 바람직하게는, 섀트들(504)은 단일 형태일 수 있으며 스텐레스 강 피복 구리, 폴리브덴 피복 구리, 열분해 흑연(pyrolytic graphite)을 포함하는 구리, 혹은 다른 적절한 재료 시스템과 같이, 높은 열 및 전기 전도성을 갖는 재료(예를 들면, 금속)로부터 만들어질 수 있다. 장치의 작동 수명을 통틀어 재료들(예를 들면, 섀트들(504)) 및 허니콤(502) 사이의 좋은 열 접촉이 중요한데, 따라서 섀트(예를 들면, 금속)의 열 팽창 계수를 허니콤(예를 들면, 세라믹)의 열 팽창 계수에 맞추는 것이 바람직하다. 섀트들(504)은 도 16에 도시된 것과 같이, 더 복잡할 수 있다. 예를 들면, 섀트들(504)은 열 파이프, 복합체, 코팅된 열분해 흑연, 질화 붕소(boron nitride), 혹은 다른 유용한 재료 시스템 혹은 형태일 수 있다. 대안으로서, 섀트들(504)은 허니콤 재료와 호환되는 열 팽창을

갖는 세라믹으로부터 만들어질 수 있다. 예를 들면, 섀트는 질화 알루미늄과 같은 세라믹으로부터 만들어질 수 있다. 또한 섀트(504)는 금속, 서멧(cermet, 세라믹 및 금속 재료로 구성된 복합 재료) 혹은 다른 높은 열 전도성 재료일 수 있다. 섀트(504)는 도 16에서의 하나 혹은 그 이상의 타입(Type) A, B, 혹은 C와 같이 구성될 수 있으며 인서트(insert) 혹은 다른 특징부(예를 들면, 리벳(rivet), 아일릿(eyelet), 클립 등)을 포함할 수 있다. 도 16에 도시된 것과 같이, 섀트들(504)은 열전 소자들(506) 사이의 전기 연결을 제공할 수 있다.

[0078] 도 16에 도시된 열전 소자들은 다중 소자들의 직병렬(series-parallel) 전기 연결을 갖는 스택 구성이다. 대안으로서, 열전 소자들은 종래의 디자인에서 도 17에 도시된 것과 같이, 다시 직렬 혹은 직병렬 배열 중의 하나로 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 16에 도시된 차가운 면 섀트(508) 및 뜨거운 면 섀트(504)는 열전 소자들(506)과 전기 통신되고 열 통신되며, 도 17에 도시된 차가운 면 섀트(558) 및 뜨거운 면 섀트(554)는 열 통신되나, 전기 통신은 되지 않는다. 게다가, 도 17에 도시되지는 않으나, 뜨거운 면 섀트(554) 및 차가운 면 섀트(558)는 전기 통신될 수 있다. 사용될 수 있는 열전 소자들 사이의 전기 연결의 구성의 예는 미국특허 제 6,959,555에서 논의되는데, 상기 특허 전체는 여기에 참조로써 통합되며 본 출원서의 일부로 만들어진다. 뜨거운 면 어셈블리(554)는 도 15a-b 및 16을 참조하여 뜨거운 면 섀트 재료들로서 설명된 것과 같은, 열 전달 재료를 포함할 수 있다.

[0079] 특정 실시 예들에서, 도 17에 도시된 것과 같이, 섀트들(554, 558) 및 뜨거운 면 어셈블리 및/또는 차가운 면 어셈블리 사이에 전기 절연재(560)가 추가된다. 바람직하게는, 전기 절연재(560)는 높은 열 전도성 및 높은 전기 저항성을 갖는다. 섀트들은 뜨거운 면 어셈블리와 좋은 열 접촉을 하도록 위치되며 배기 가스 흐름의 일반 방향에서 표준 구성으로 연결되는 열전 소자들(556)을 갖는다. 뜨거운 면 어셈블리는 다른 뜨거운 면 어셈블리들로부터 전기적으로 분리될 수 있다. 유사하게, 차가운 면 어셈블리는 다른 차가운 면 어셈블리들로부터 전기적으로 분리될 수 있으며 냉각 유체(562) 및 차가운 면 섀트(558)와 좋은 열 접촉을 할 수 있다. 특정 실시 예들에서, 전기 절연재는 차가운 면 어셈블리 및/또는 뜨거운 면 어셈블리를 분리하나, 차갑고 뜨거운 면 상의 섀트들(554, 558)은 전기 통신한다.

[0080] 도 18은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따른 동일한 패키지 내의 다중의 허니콤 구조체를 사용하는 촉매 변환장치를 위한 바람직한 배열을 도시한다. 도 18에서, C1은 열전 발전기 부품들을 통합하도록 변경된, 종래의 구조체이다. C1의 일차 기능은 촉매 변환장치로서 기능을 하는 것이다. 이는 특정 작동 조건 하에서 열전 발전기에 의해 추출될 수 있는 화력의 양을 변경하거나 감소시킬 수 있다. 제 2 열전 발전기 세그먼트인, C2는 추가 화력을 추출하기 위하여 통합되는데, 따라서 전력 출력을 증가시키며 나아가 배기 가스를 냉각한다. 만일 배기 가스가 C2를 통한 통로에 의해 효과적인 상태가 되면, 뒤따르는 처리를 위하여 제 2 촉매, C3를 통과하기 위하여 적절한 상태(예를 들면 온도)로 조절될 수 있다. C3는 열전 발전기 부품들을 포함하도록 도시되나, 시스템의 작동 조건에 따라 그럴 수도 있거나 혹은 그렇지 않을 수도 있다. C4는 배기 스트림으로부터 화력을 더 추출하기 위한 열전 발전기의 최종 단계로서 도시된다. C4는 촉매를 포함할 수도 있거나 혹은 포함하지 않을 수도 있다. 도 18은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따른 열전 발전기 시그먼트들의 구성을 도시하는데, 그러나 특정 실시 예들에서, 더 많거나 더 적은 열전 발전기 세그먼트들이 포함될 수 있다. 게다가, 위에서 설명된 열전 발전기 세그먼트들은 다양한 구성으로 위치될 수 있다. 예를 들면, 구조체 내에 포함된 열전 발전기의 순서 및 형태는 적용에 따라 선택될 수 있다. 만일 충분히 냉각되면, 배기 가스 일부는 많은 차량 배출 제어 시스템의 일부인 배기 가스 복원 기능을 실행하도록 사용될 수 있다.

[0081] 도 19는 일부 실시 예들에 포함된 또 다른 특징들을 도시한다. 성능을 향상시키기 위하여 적절한 제어 알고리즘(예를 들면, 컴퓨터 시스템의 하드웨어 혹은 소프트웨어) 및 하드웨어 제어의 사용에 의해 도 19에 도시된 파라미터들 사이의 관계가 사용될 수 있으며 열전 발전기들 내로 통합될 수 있다. 수평 축은 아래에 설명되는 것과 같이, 제어되려는 열전 발전기의 일부를 통하여 흐르는 전류이다. 원편의 수직 축은 열전 발전기 부의 뜨거운 면에 의해 흡수된 화력이다. 오른편 상의 수직 축은 열전 발전기의 일부를 가로지른 전압이다. 포인트 A는 열전 발전기의 일부를 통과하는 개방 회로 열 유속(open circuit heat flux)이고, 포인트 A'는 상응하는 개방 회로 전압이다. 포인트 B'는 전압이 0일 때의 상태이고, 포인트 B는 전압 0에서의 상응하는 열 유속이다. 이러한 두 조건 하에서, 열전 발전기의 전력 출력은 0인데 그 이유는 전류 혹은 전압 중의 하나가 0이기 때문이다. 포인트 C는 전력 출력을 최대화하는 것과 같은, 중간 전류에서의 뜨거운 면 열 유속을 나타내며, C'는 상응하는 전압이다. 도 19는 그러한 열 유속을 도시하며, 따라서 배기 스트림으로부터 화력의 열전 발전기의 추출에 의해 생산되는 냉각의 양은 전류의 함수이다. 따라서, 열전 발전기 시스템의 출구에서의 배기 스트림의 온도는 열전 발전기를 통한 전류를 제어함으로써 한계 내에서 조절될 수 있다. 만일 제어 시스템이 전류를 역류하거나 혹은 부정전압(negative voltage)을 제공하는 능력을 갖는다면, 열 유속은 상당한 정도로 변화될 수 있다. 열전 발전기는

배기 가스 특성을 변경하는 추가된 기능을 제공할 수 있으며 그것에 의해 전체 시스템 성능을 향상시킬 수 있다. 예를 들면, 도 18에서의 C2 단계의 출구 온도는 배출 제어 혹은 다른 기능을 향상시키도록 조절될 수 있다. 도 19에 도시되지 않은 특정 온도 및 흐름 조건 하에서, 포인트 D는 어느 정도는 열 유속이 역류되고 열전 발전기가 가열되는 것을 의미하는 0 아래일 수 있다. 따라서, 열전 발전기에 부착된 히트펌프 혹은 다른 촉매 변환장치는 가열될 것이다. 따라서 전력을 열적으로 연결된 열전 발전기에 적용함으로써 활성화 혹은 작동 온도에 대한 시간이 감소될 수 있다. 재생 사이클이 또한 구동될 수 있다. 특히 만일 열전 발전기가 디젤 입자 필터 내로 통합되면 재생 사이클이 유용할 수 있다. 열전 소자들은 그을음을 제거하고 필터를 청소하는데 도움을 주기 위하여 열을 필터 내로 퍼올리도록 사용될 수 있다.

[0082] 열전 발전기는 적어도 하나의 제어 및 적어도 하나의 전력 변환장치와 통신된다. 바람직하게는, 전력 컨트롤러(power controller)는 도 19와 관련되어 위에서 설명된 모드에서 작동할 때 열전 발전기로부터 원하는 전압 전류 조합으로 전력을 유지하며 열전 발전기로 전력을 제공할 수 있다. 냉각/가열 특성을 변경하기 위한 그러한 컨트롤러(들) 및 전력 변환장치(들)의 작동은 제어 목적을 위하여 전력 출력을 변경하며 설명된 기능과 관련된 또 다른 사용도 여기에 설명된 특정 실시 예들에 적용될 수 있다. 도 20은 여기에 설명된 특정 실시 예들에 따른 컨트롤러 배치(layout)를 도시하며 기능을 제공하도록 사용될 수 있는 감지 기능 입력의 일부를 도시한다. 입력은 질량 흐름, 압력, 전압, 전류, 온도, 엔진의 분당 회전수, 차량에 의한 시간 의존적 전력 사용, 엔진 온도, 작동 조건을 포함하나, 이에 한정하는 것은 아니다. 따라서, 신호들은 차량과 같이, 전체 시스템의 작동에 이로울 수 있는 촉매 변환장치 및/또는 외부 소스로부터 올 수 있다. 유사하게, 전력뿐만 아니라 출력 신호도 만일 그렇게 하는 것이 도움이 된다면 외부 제어로 변경될 수 있다. 도 20에 도시된 것과 같이, 컨트롤러 및/또는 전력 변환장치로 정보를 전달하기 전에 신호 정보를 부분적으로 프로세싱하기 위하여 신호 프로세서들이 사용될 수 있다. 대안으로서, 하나 혹은 그 이상의 전력 변환장치 및/또는 컨트롤러로의 프로세싱 없이 정보가 보내질 수 있다.

[0083] 여기에 설명된 실시 예들은 몇 가지 이점 및 장점을 갖는다. 특정 실시 예들의 몇 가지 장점들이 아래에 설명된다. 그러나, 아래에 설명되는 모든 장점들이 여기에 설명된 모든 실시 예들에 적용되지는 않는다.

[0084] 특정 실시 예들에서 촉매 변환장치 및 분리된 열전 발전기 사이의 열 손실이 대부분 제거될 수 있다. 이러한 손실은 클 수 있으며 열전 발전기 출력의 40%까지 달할 수 있다(예를 들면, Liebel, J., Neugebauer, S., Eder, A., Linde, M., Mazar, B., Stutz, W., "The Thermoelectric Generator from BMW is Making Use of Waste Heat", *MTZ*, Volume 70, 04/2009, pp4-11 참조).

[0085] 특정 실시 예들의 열전 발전기의 반응 시간은 더 짧을 수 있는데, 이는 나아가 엔진 워업에서와 같은 순간적인 조건에서의 출력을 증가시킬 수 있다. 그러한 이득들은 현재의 열전 발전기의 출력이 지연되고 사이클의 끝 근처에 단지 제한된 혜택을 제공하는 유럽 및 미국 표준 운전 사이클에서의 성능에 중요할 수 있다(예를 들면, "BSST LLC Project Phase 1 Report: High Efficiency Thermoelectric Waste Energy Recovery System for Passenger Vehicle Applications", 6/1/2005, US DOE Freedom Car Program 참조, 이는 여기에 참조로써 통합되며 부록에서 재현됨).

[0086] 특정 실시 예들의 열전 발전기는 배기 스트림으로부터 화력을 흡수하고 배기 스트림을 냉각한다. 만일 적절한 컨트롤러에 의해 냉각량이 관리되면, 저온에서 작동하는 제 2 촉매 변환장치는 촉매 변환장치 패키지 내로 통합될 수 있다. 예를 들면, 질소산화물 배출 제어가 1차 탄화수소 변환장치 내로 더해질 수 있다.

[0087] 구동 트레인 시스템에서의 다양한 중요한 목적들을 충족시키기 위하여 특정 실시 예들에서 온도 관리가 달성될 수 있다. 위에서 설명된 것과 같이, 열전 발전기 시스템의 반응의 변경(예를 들면 제어)을 통한 배기 온도를 조절하기 위하여 온도 제어가 사용될 수 있다. 도 19는 출력 전류의 기능으로서 열전 발전기를 통한 열 전달에서의 변화를 도시한다. 도 19에 의해 도시된 관계를 사용하여 전류를 제어함으로써, 배기 스트림으로부터 제거되는 열의 양은 제어가능한 방식으로 특정 실시 예들에서 다를 수 있다. 따라서, 배기의 온도는 질소산화물 변환장치와 같은, 다운 스트림 부품들의 온도를 조절할 수 있는 한도 내에서 제어될 수 있다. 바람직하게는, 만일 전류가 역류되면, 열 전달률은 역류되더라도 더 변화될 수 있는데, 따라서 온도는 워업을 빠르게 하고, 촉매 활성화를 빠르게 하고 제어하며, 과온도(over temperature) 제어 메커니즘을 제공하기 위한 것과 같이, 현저하게 조절될 수 있다.

[0088] 도 18에 도시된 것과 같이, 디젤 및 가솔린 동력 엔진에서의 배기 가스 복원 시스템에서의 열교환기를 대체하기 위하여 위에서 설명된 배기온도 감소가 변환을 위한 배기 모두 혹은 제어된 일부를 냉각하기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 기능 모두는 폐열 복원 전력을 제공하며, 또한 배기 가스 복원 시스템의 전체 혹은 일부의 향상된

촉매 변환장치 어셈블리 내로의 통합을 통한 배출 감소를 제공한다.

- [0089] 열 제어 기능은 랭킨 사이클 변환장치 등과 같이, 열전 발전기 및 제 2 폐열 복원 시스템을 포함하는 더 실용적인 열병합발전 시스템을 만들 수 있다. 열전 발전기는 차량 운전과 관련된 변화하는 부하 하에서 관련 열병합발전기의 성능을 더 최적화하기 위하여 전력을 생산하고 배기 가스 온도를 제어할 수 있다.
- [0090] 여기에 설명된 특정 실시 예들에서 사용된 것과 같이, 세라믹(탄화 규소, 근청석(cordierite), 알루미늄, 질산 알루미늄, 질화 규소 등)은 용해 및 분해 없이 고온(> 500℃)을 견디는 능력을 가질 수 있다. 특히 상업용 세라믹 허니콤에 사용되는, 이러한 재료들은 또한 많은 고온 적용과 관련된 열 충격을 견디도록 디자인된다. 게다가, 이러한 많은 세라믹들은 효율적인 열 전달을 제공하기 위하여 중요한 열 전도성을 갖는다. 열교환기로서 허니콤의 사용의 또 다른 중요한 장점은 효율적인 고온 열교환기로 만드는, 그것의 매우 높은 열 전달 표면 영역(제공 인치당 900 셀까지)이다.
- [0091] 내부에 브레이징된 핀을 갖는 금속 열교환기에 대하여 압출 세라믹 허니콤을 사용하는 특정 실시 예들에 의해 몇 가지 장점들이 제공된다. 튜브 혹은 박스 내부에 핀을 브레이징하는 것은 비용이 높을 수 있으며, 핀, 셀 및 브레이징 재료의 열 팽창 계수는 적절히 매치하기가 어렵다. 또한 브레이징 선택의 잠재 온도 한계 및 핀과 셀 벽 사이의 관련 접촉 저항이 존재한다. 압출 세라믹 허니콤은 이러한 제약을 전혀 갖지 않는다. 그것은 통째로 압출되는데, 따라서 그것의 셀 및 셀 벽 사이에 어떤 접촉 저항 염려도 갖지 않는다. 그것은 모두 하나의 재료로 만들어지기 때문에 어떤 열 팽창 염려도 갖지 않는다. 세라믹은 종종 1000℃보다 상당히 높은 온도까지 생존할 수 있기 때문에 온도 한계를 거의 갖지 않는다. 그것들은 또한 브레이징된 열교환기보다 덜 비싼데 그 이유는 일단 설치되면 압출 프로세스가 꽤 비싸지 않으며, 이미 촉매 변환장치 및 디젤 입자 필터를 포함하는 세라믹 허니콤을 사용하는 많은 상업적 적용들이 존재하기 때문이다.
- [0092] 열전 장치에서의 열교환기 부재로서 세라믹 허니콤을 사용하는 특정 실시 예들에 의해 제공되는 또 다른 중요한 장점은 열전 재료들을 통한 흐름으로부터 전기 전류를 방지하는 누전을 예방하기 위하여 열교환기 및 열전 재료 사이의 전기 분리가 제공되는 방법이다. 표준 열전 장치에서, 이러한 전기 분리, 추가 중량, 비용, 및 장치에 대한 열 저항을 제공하기 위하여 추가적인 세라믹 기판이 사용된다. 만일 열교환기가 금속이면, 중량, 비용, 및 기판의 열 저항을 감소시키도록 시도하기 위하여 전기적 분리 코팅이 추가될 수 있으나, 고온(예를 들면, 약 500℃ 이상)에서 좋지 못한 부착 혹은 열 팽창 부조화에 기인한 갈라짐 혹은 벗겨짐이 없이 적절한 열 전달 금속 표면을 효과적으로 적용할 수 있는 전기 분리 코팅을 찾는 것은 쉽지 않을 수 있다. 더욱이, 그러한 코팅은 열전 재료 및 열교환기 사이의 좋지 못한 열 접촉을 만드는 전기적 분리뿐만 아니라 열적 분리가 된다. 코팅의 추가는 또한 피할 수 없는 접촉 저항을 추가한다. 많은 세라믹 허니콤은 어떤 또 다른 전기적 분리를 요구하지 않는데 그 이유는 세라믹은 이미 전기적으로 분리되기 때문이다. 이는 열교환기의 무게, 비용, 및 열 저항을 감소시키며 디자인을 단순화한다. 비록 세라믹이 탄화규소와 같이 완전히 전기적으로 분리되지 않는다 하더라도, 더 지속가능할 전기적 분리 세라믹 코팅이 적용될 수 있는데 그 이유는 그것이 세라믹에 대한 세라믹이며 열 팽창 계수가 유사하게 만들어질 수 있기 때문이다. 따라서, 열전 소자는 열 소스에 더 직접적으로 연결될 수 있다.
- [0093] 여기에 개시된 다양한 실시 예들의 논의는 일반적으로 도면에 도시된 실시 예들을 따른다. 그러나, 여기에 논의된 모든 실시 예들의 특정 특성, 구조, 혹은 특징들은 분명하게 도시되거나 설명되지 않은 하나 혹은 그 이상의 실시 예들에서 적절한 방식으로 결합될 수 있다. 예를 들면, 열전 발전기는 어떤 발전소의 배기 스트림 혹은 배기 스트림 외의 열 소스에 연결될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 열전 발전기를 통합하는 시스템은 여기에 개시된 특징에 더하여 하나 혹은 그 이상의 제어 시스템, 하나 혹은 그 이상의 발전기, 및 다른 특징들을 포함할 수 있다. 많은 경우에 있어서, 통합되거나 혹은 근접한 것으로 설명되거나 도시된 구조들은 여전히 단일 구조의 기능성을 실행하는 동안 분리될 수 있다. 많은 경우에 있어서, 분리된 것으로 설명되거나 도시된 구조들은 여전히 분리된 구조의 기능성을 실행하는 동안 연결되거나 결합될 수 있다.
- [0094] 실시 예들의 위의 설명에서, 다양한 특징들은 때때로 출원서를 간소화하고 하나 혹은 그 이상의 다양한 본 발명의 양상의 이해를 돕는 목적으로 단일 실시 예, 도면, 혹은 그것들의 설명에서 함께 포함된다는 것을 이해하여야 한다. 그러나, 본 출원의 이러한 방법은 청구항들이 청구항에서 분명히 기술된 것보다 더 많은 특징들을 요구한다는 의도를 반영하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 더욱이, 여기에 특정 실시 예에서 도시되거나 및/또는 설명된 모든 부품, 특징, 혹은 단계들은 다른 실시 예들에서도 적용되거나 사용될 수 있다. 따라서, 여기에 개시된 발명의 범위는 위에서 설명된 특정 실시 예에 의해 한정되어서는 안 되며, 다음의 청구항의 올바른 해석에 의해서만 결정되어야 하는 것으로 의도된다.

부호의 설명

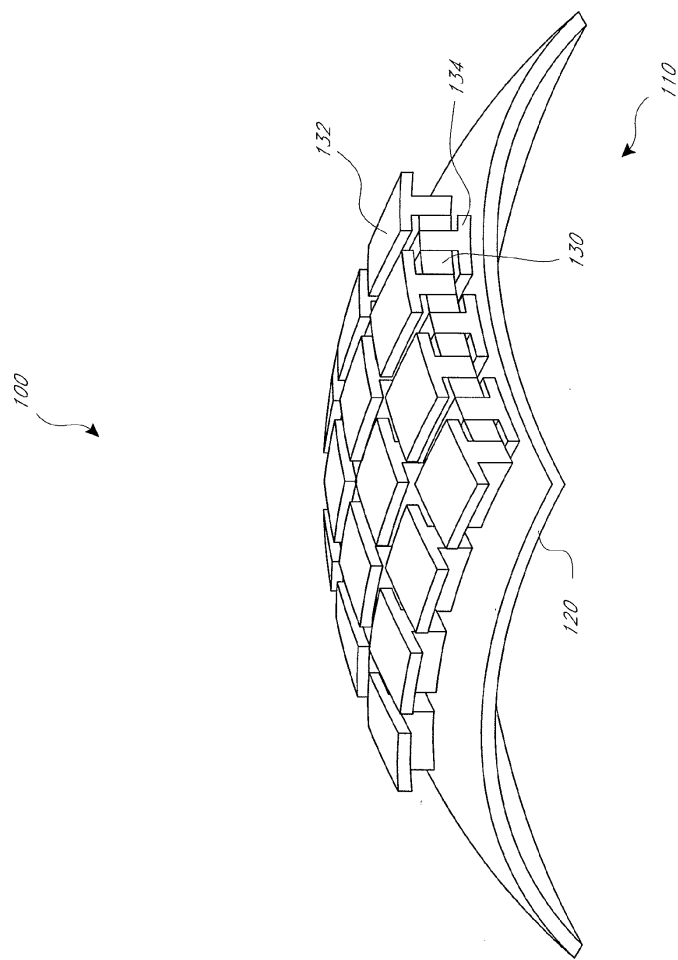
[0095]

- 100 : 발전 시스템
- 110 : 고온 영역
- 120 : 벽
- 130 : 열전 소자
- 132 : 차가운 면 섀트
- 134 : 뜨거운 면 섀트
- 150 : 발전 시스템
- 152 : 고온 영역
- 154 : 벽
- 156 : 열전 소자
- 200 : 열전 발전기
- 202 : 배기 유체 스트림
- 204a-c : 열전 소자들의 어레이
- 206 : 열전 소자
- 208 : 열교환기
- 210 : 셸
- 212 : 배기 튜브
- 214 : 열교환기
- 216 : 열교환기 코어
- 218 : 챔버
- 220 : 열교환기 구조체
- 222 : 슬리브
- 224 : 바이패스 밸브
- 228 : 순응 굴곡
- 230 : 열전 모듈
- 232, 234 : 단
- 236 : 실
- 238 : 섀트
- 240 : 순응 부재
- 242 : 돌출부
- 244 : 섀트
- 248 : 밴드들
- 250 : 냉각수 튜브

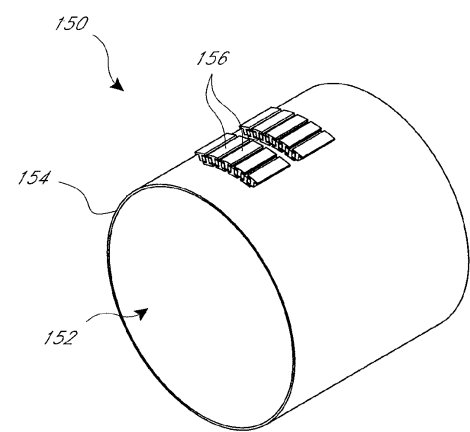
252 : 구리 리프들
254 : 압축 부재
256 : 차가운 먼 섀트
258 : 냉각수
260 : 매니폴드
262 : 셸
264 : 전이 부재
502 : 허니콤
504 : 뜨거운 먼 섀트
506 : 열전 소자
508 : 차가운 먼 섀트
510 : 바이패스
554 : 뜨거운 먼 섀트
556 : 열전 소자
558 : 차가운 먼 섀트
560 : 전기 절연재
562 : 냉각 유체
700 : 평평한 열전 발전기
702 : 뜨거운 작동 유체 도관 네트워크
704 : 차가운 작동 유체 도관 네트워크
706 : 열전 소자
1100 : 링
1102, 1104 : 아크
1106 : 겹
1108 : 내장된 부재

도면

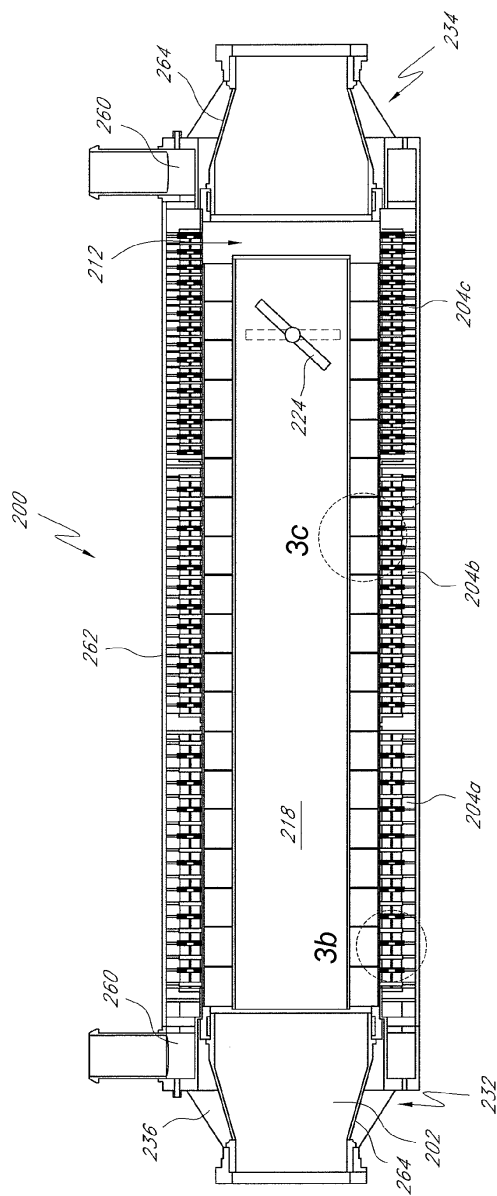
도면1



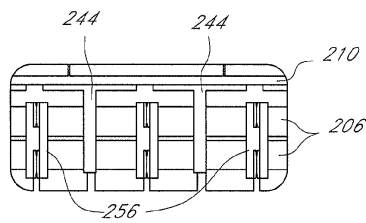
도면2



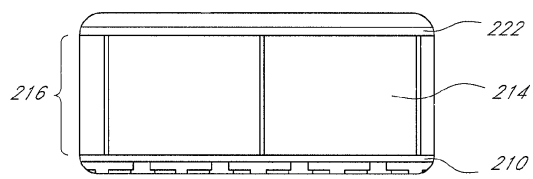
도면3a



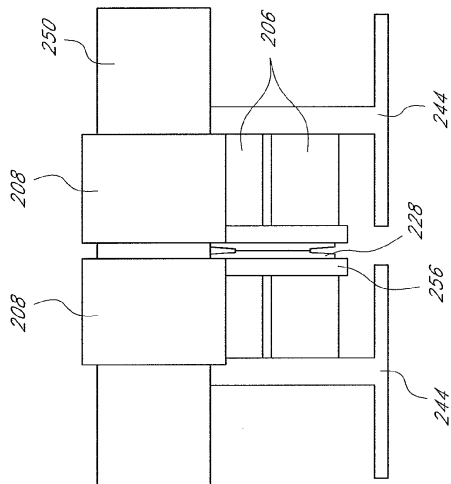
도면3b



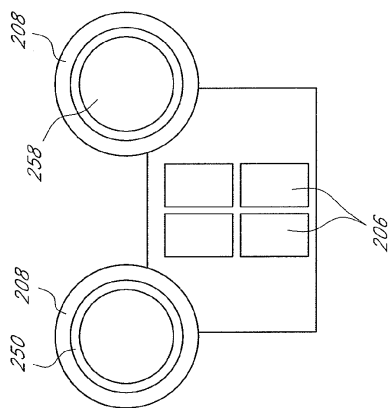
도면3c



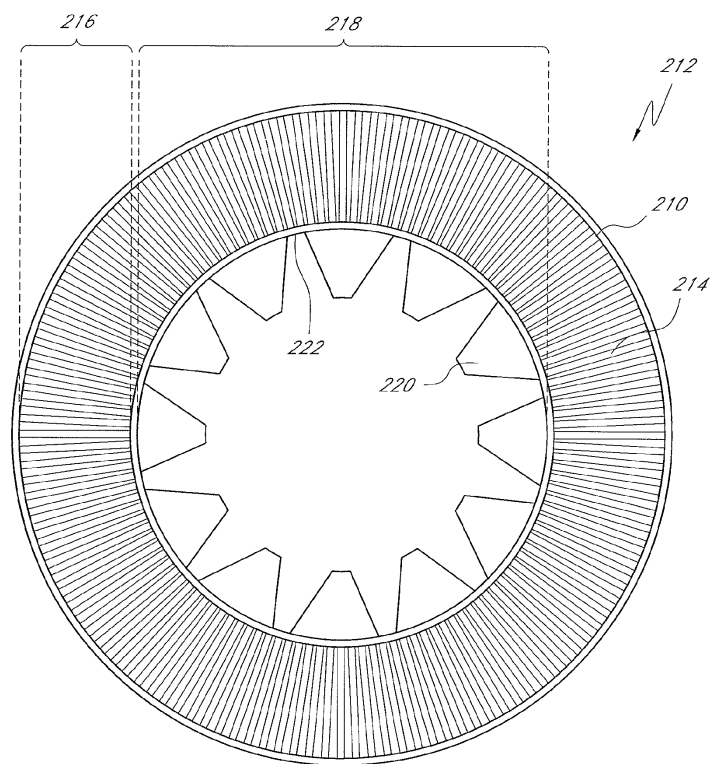
도면4a



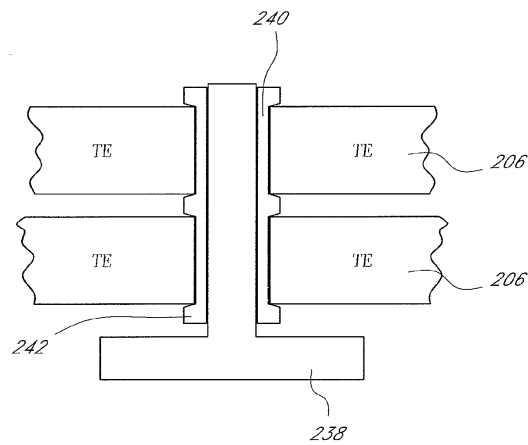
도면4b



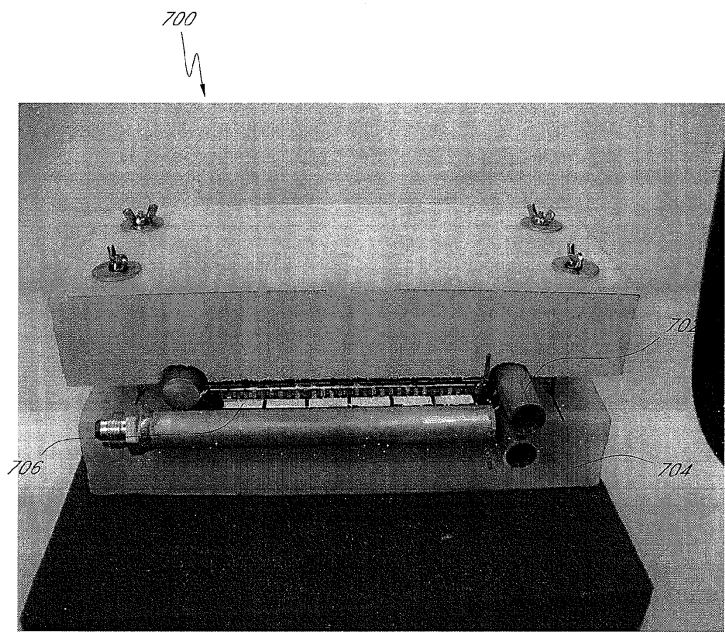
도면5



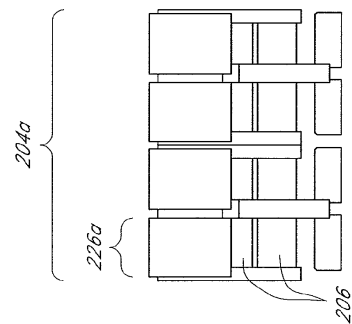
도면6



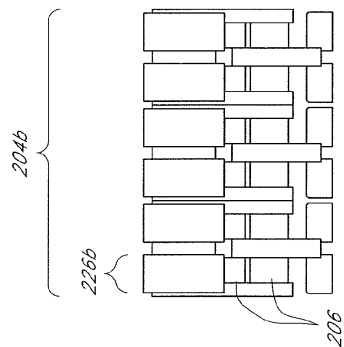
도면7



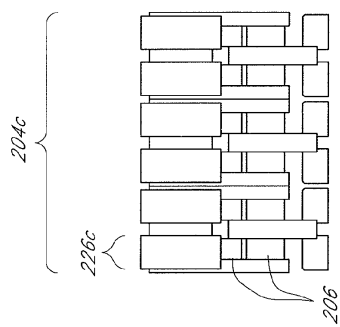
도면8a



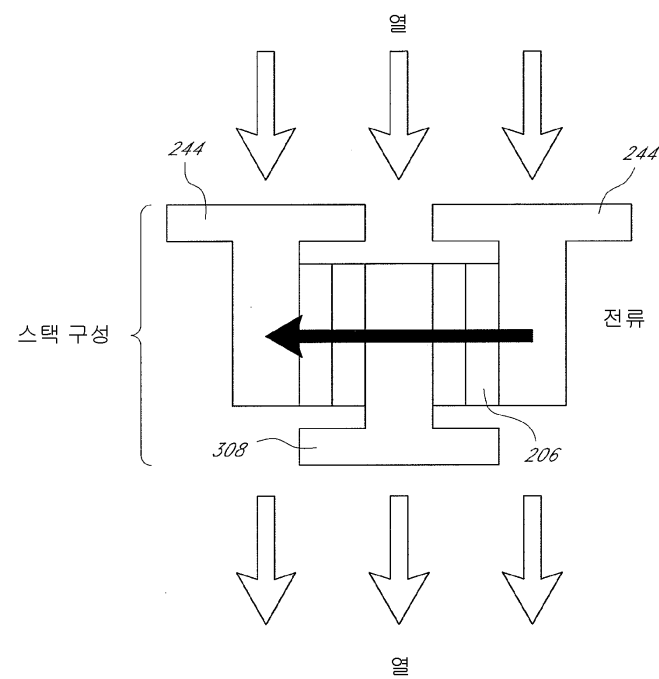
도면8b



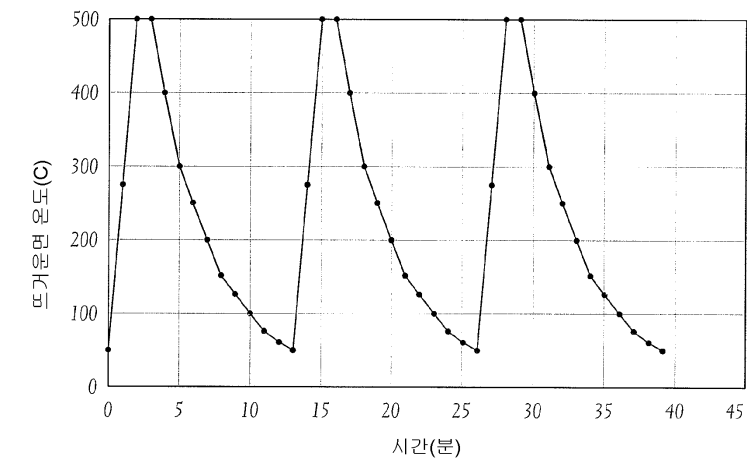
도면8c



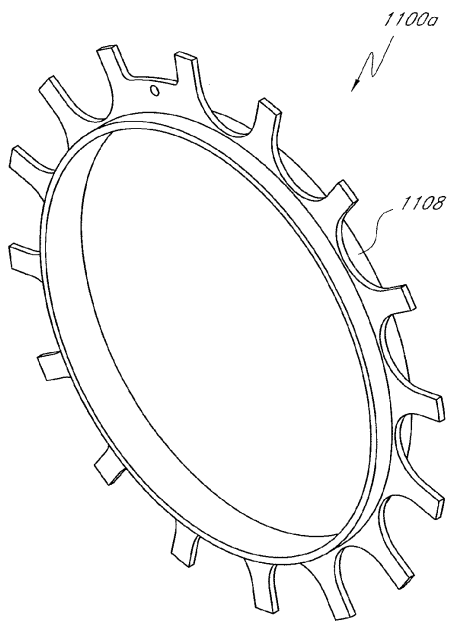
도면9



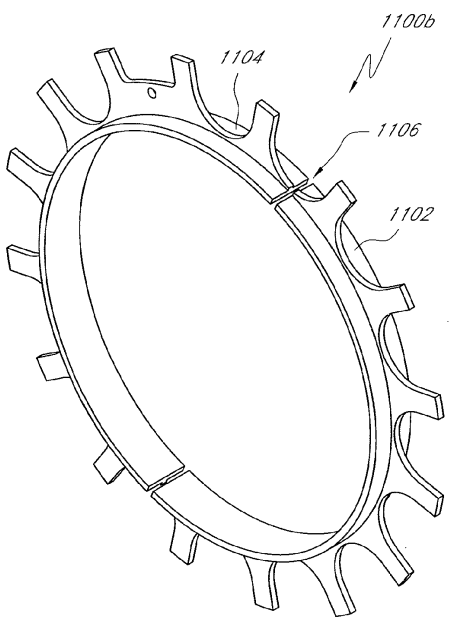
도면10



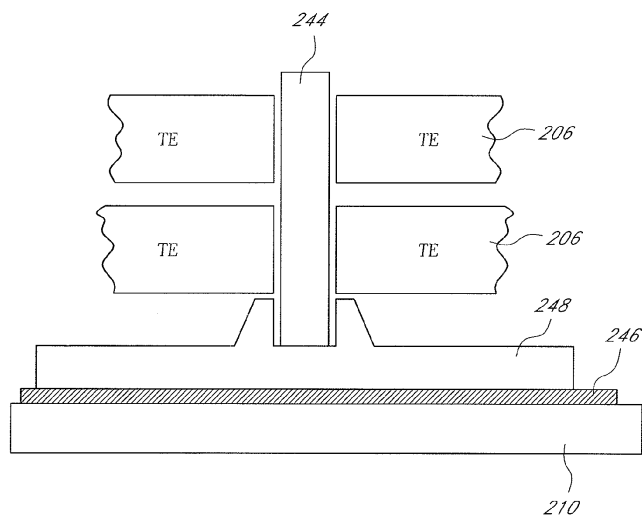
도면11a



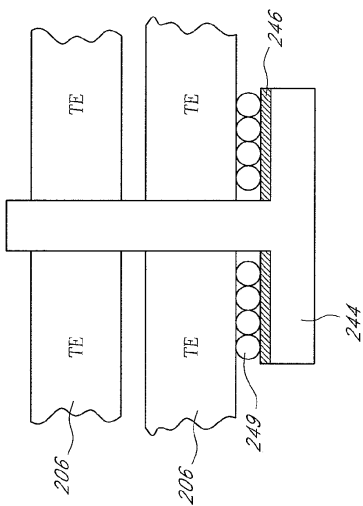
도면11b



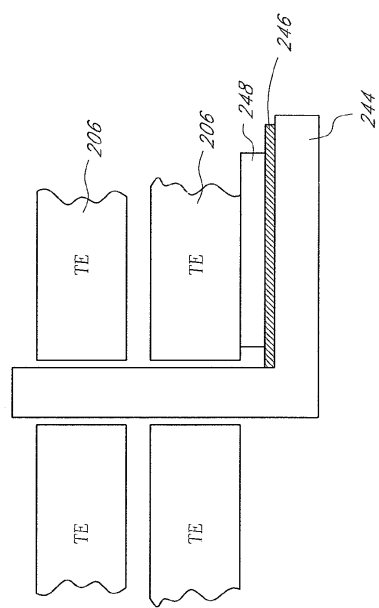
도면12



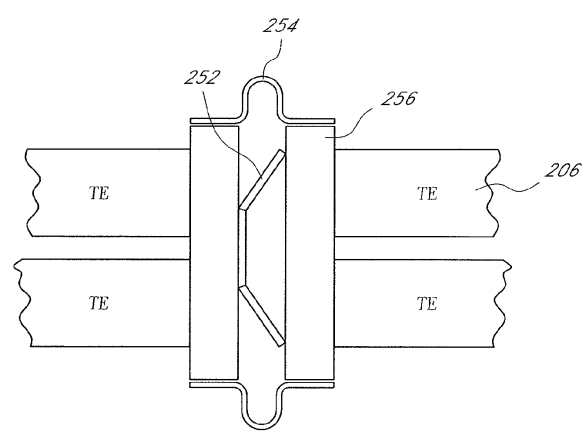
도면13a



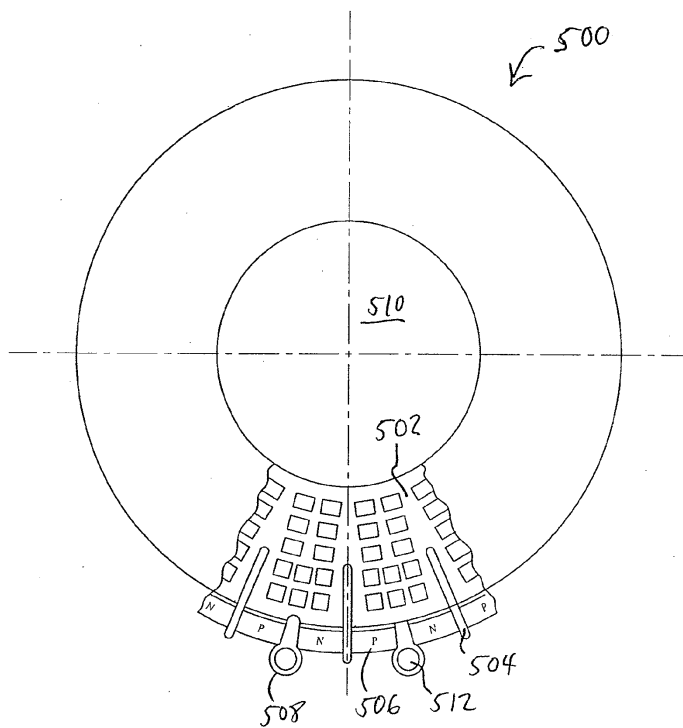
도면13b



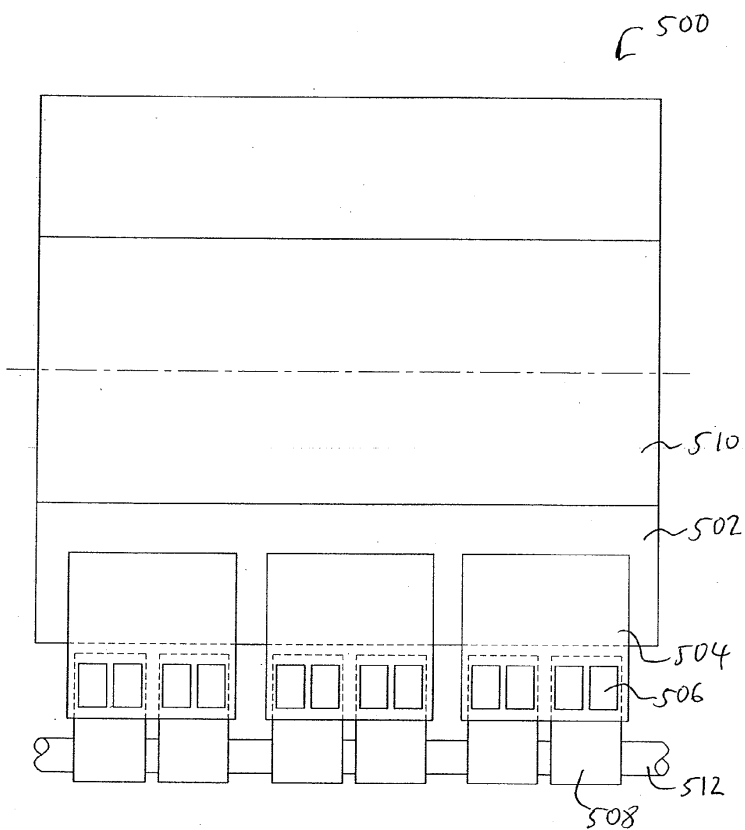
도면14



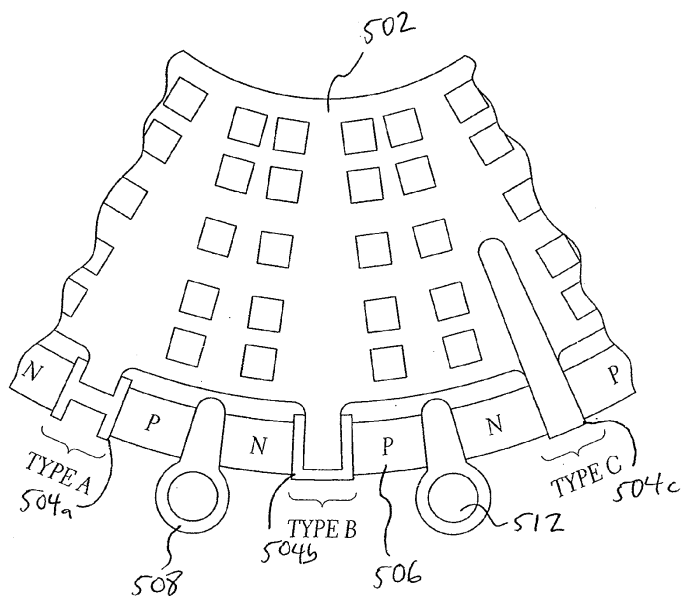
도면15a



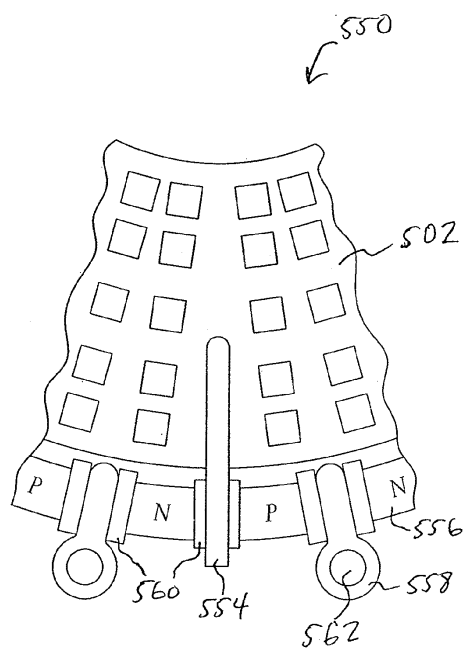
도면15b



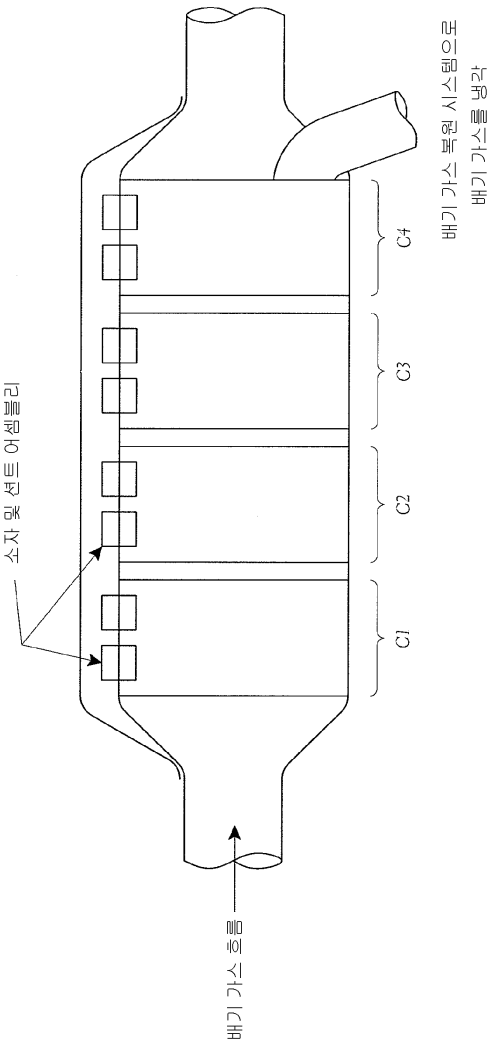
도면16



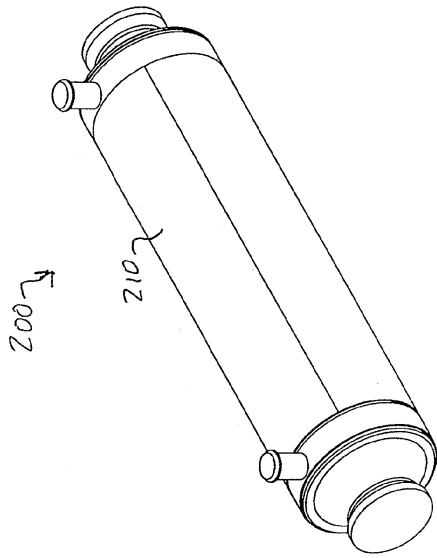
도면17



도면18



도면21



도면22

