



특허증

CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1047008 호 (PATENT NUMBER) 출원번호 (APPLICATION NUMBER) 제 2008-7023273 호
출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD) 2008년 09월 24일
등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD) 2011년 06월 30일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
스플릿-사이클 엔진 폐열 회수를 위한 시스템 및 방법

특허권자 (PATENTEE)
스쿠데리 그룹 엘엘씨
미국 01089 매사추세츠주 웨스트 스프링필드 스위트 33 엘
름 스트리트 1111

발명자 (INVENTOR)
등록사항란에 기재

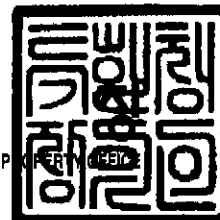
위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록
되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2011년 06월 30일



특허청
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 06월 30일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

등록 사항

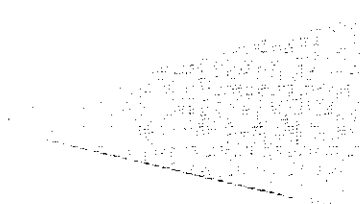
특 허 등록 제 10-1047008 호
(PATENT NUMBER)

발 명 자 (INVENTOR)

포너, 찰스 케이., 시니어
미국 15009 펜실베이니아주 비버 코퍼레이션 스트리트 1621

스쿠데리, 살바토레 씨.
미국 01085 매사추세츠주 웨스트필드 선셋 드라이브 108

스쿠데리, 스티븐 피.
미국 01085 매사추세츠주 웨스트필드 셰이커 로드 1023





(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월06일
(11) 등록번호 10-1047008
(24) 등록일자 2011년06월30일

- (51) Int. Cl.
F02G 5/02 (2006.01) F01P 9/00 (2006.01)
F01P 11/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2008-7023273
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2007년03월15일
심사청구일자 2008년09월24일
- (85) 번역문제출일자 2008년09월24일
- (65) 공개번호 10-2008-0100460
- (43) 공개일자 2008년11월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2007/006459
- (87) 국제공개번호 WO 2007/111839
국제공개일자 2007년10월04일
- (30) 우선권주장
60/785,435 2006년03월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP09041957 A
KR1019970016038 A
US20050016475 A1
JP2005504918 A

- (73) 특허권자
스쿠데리 그룹 엘엘씨
미국 01089 매사추세츠주 웨스트 스프링필드 스위트 33 엘름 스트리트 1111
- (72) 발명자
포너, 찰스 케이., 시니어
미국 15009 펜실베이니아주 비버 코퍼레이션 스트리트 1621
스쿠데리, 살바토레 씨.
미국 01085 매사추세츠주 웨스트필드 선셋 드라이브 108
스쿠데리, 스티븐 피.
미국 01085 매사추세츠주 웨스트필드 셰이커 로드 1023
- (74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 17 항

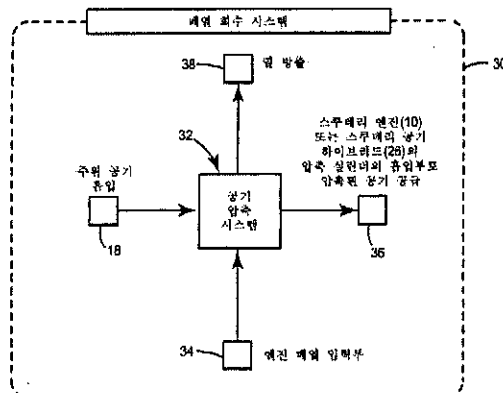
심사관 : 손영석

(54) 스플릿-사이클 엔진 폐열 회수를 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템은 열 교환 유닛을 포함한다. 공기 압축기 장치는 상기 열 교환 유닛과 연결된다. 폐열 입력부는 상기 열 교환 유닛과 유체 교환하고 상기 엔진으로부터의 폐열을 수용한다. 상기 공기 압축기 장치에 연결되는 주위 공기 흡입부는 공기를 상기 공기 압축기로 흡입한다. 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더와 유체 교환하는 상기 공기 압축기 장치 상의 압축 공기 출구 부재는 압축된 공기를 상기 공기 압축기 장치로부터 상기 엔진으로 전달한다. 엔진 폐열은 상기 열 교환 유닛으로 전달되고 상기 폐열로부터의 에너지는 상기 공기 압축기 장치를 구동하기 위해 사용되어, 상기 공기 압축기 장치가 상기 주위 공기 흡입부를 통해 주위 공기를 흡입하고 상기 주위 공기를 압축하고 상기 압축 공기 출구를 통해 압축된 공기를 상기 엔진으로 전달하게 된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

열 교환 유닛;

상기 열 교환 유닛과 유체 교환하는 공기 압축기 장치;

상기 열 교환 유닛과 유체 교환하여 스플릿-사이클 엔진으로부터의 폐열을 수용하는 폐열 입력부;

공기를 상기 공기 압축기로 흡입하기 위하여 상기 공기 압축기 장치에 연결되는 주위 공기 흡입부; 및

압축된 공기를 상기 공기 압축기 장치로부터 상기 엔진으로 전달하기 위하여 상기 스플릿-사이클 엔진의 압축 실린더와 유체 교환하는 상기 공기 압축기 장치 상의 압축 공기 출구 부재를 포함하고,

엔진 폐열은 상기 열 교환 유닛으로 전달되고 상기 폐열로부터의 에너지는 상기 공기 압축기 장치를 구동하기 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 압축 실린더, 파워 실린더 및 상기 압축 실린더와 상기 파워 실린더를 상호 연결하는 가스 통로를 포함하는 스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 엔진 냉각제 서브시스템은 상기 열 교환 유닛과 연결되고, 엔진 냉각제는 상기 열 교환 유닛을 통해 상기 엔진으로부터 순환되는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 엔진 배기 서브시스템은 상기 열 교환 유닛과 연결되어 상기 열 교환 유닛을 통해 엔진 배기 가스를 통과시키는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 열 교환 유닛 및 상기 공기 압축기 장치 사이에 열 교환 매체를 순환시키기 위한 순환 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 열 교환 매체는 냉각제 및 물 중에서 어느 하나인 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 순환 라인과 작동 가능하도록 연결되는 응축기를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 7

제 4 항에 있어서, 상기 열 교환 매체를 상기 순환 라인을 통해 펌핑하기 위하여 상기 순환 라인과 작동 가능하도록 연결되는 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 스플릿-사이클 엔진은 공기 저장 탱크를 포함하고, 상기 압축된 공기는 상기 공기 저장 탱크에 저장되는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 저장 탱크로의 흐름을 제어하기 위한 제1 밸브, 상기 저장 탱크로부터의 흐름을 제어하기 위한 제2 밸브, 및 상기 가스 통로를 경유하는 흐름을 제어하기 위한 제3 밸브를 포함하고, 상기 저장 탱크로 및 상기 저장 탱크로부터의 흐름을 제어하는 상기 제1 및 제2 밸브들이 개방되고 상기 가스 통로를 경유하는 흐름을 제어하는 제3 밸브가 단락져 있을 때, 상기 압축된 공기는 상기 저장 탱크를 충전하고 상기 파워 실린더를 구동하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 시스템.

청구항 10

폐열 측부 및 열 교환 매체 측부를 가지며, 엔진 폐열로부터의 열에너지를 열 교환 매체로 전달하기 위한 열 교환 유닛;

상기 열 교환 유닛의 폐열 측부에 포함되며 스플릿-사이클 엔진으로부터의 폐열을 수용하기 위한 폐열 입력부;

상기 열 교환 유닛의 열 교환 매체 측부에 포함되며 열 교환 매체를 수용하기 위한 열 교환 매체 입구;

상기 열 교환 유닛의 상기 폐열 측부에 연결되는 폐열 출구;

상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 측부에 연결되는 열 교환 매체 출구; 및

공기 압축기 장치를 포함하고,

상기 공기 압축기 장치는

상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 출구와 연결되는 열 교환 매체 입구;

상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 입구와 루프 형태로 작동하도록 연결되는 열 교환 매체 출구;

주위 공기를 상기 공기 압축기 장치로 흡입하기 위한 주위 공기 흡입부; 및

압축된 공기를 상기 엔진으로 전달하기 위하여 상기 스플릿-사이클 엔진의 압축 실린더의 공기 흡입부에 연결되는 압축 공기 출구를 포함하고,

상기 열 교환 매체로부터 추출된 에너지는 상기 공기 압축기 장치를 구동하는 것을 특징으로 하는, 압축 실린더 및 파워 실린더를 포함하는 스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템.

청구항 11

내부에 수용된 압축 실린더와 파워 실린더를 갖는 엔진 블록, 공기를 수용하기 위한 상기 압축 실린더와 공기와 연료를 수용하기 위한 상기 파워 실린더를 상호 연결시키기 위한 가스 통로, 엔진의 크랭크샤프트 축에 대해 회전하는 크랭크샤프트, 상기 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤, 상기 파워 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 파워 피스톤, 및 상기 엔진 블록을 통해 액체 엔진 냉각제를 펌핑하여 엔진 폐열을 제거하기 위한 펌프를 갖는 엔진 냉각제 서브시스템을 포함하는 스플릿-사이클 엔진을 제공하는 단계;

상기 엔진으로부터 열 교환 유닛의 폐열 입력부로 펌핑된 상기 액체 엔진 냉각제를 수용하고 상기 액체 엔진 냉각제를 상기 열 교환 유닛의 폐열 출력부를 통해 다시 엔진으로 복귀시키는 단계;

상기 열 교환 유닛의 열 교환 매체 입구와 열 교환 매체 출구에 연결된 열 교환 매체 순환 루프 내부에서 열 교환 매체를 순환시키되, 상기 열 교환 매체는 액체 상태로 상기 열 교환 매체 입구를 통해 상기 열 교환 유닛으로 들어오고, 상기 엔진 냉각제가 상기 열 교환 유닛을 통과할 때 상기 엔진 냉각제로부터 상기 엔진 폐열을 흡수하고, 가스 상태로 상기 열 교환 매체 출구를 빠져나가는 것을 특징으로 하는 단계;

상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 출구에 연결된 열 교환 매체 입구, 상기 열 교환 매체 순환 루프에 연결된 열 교환 매체 출구, 주위 공기를 흡입하는 주위 공기 흡입부 및 상기 엔진의 상기 압축 실린더에 연결되는 압축 공기 출구를 갖는 공기 압축기 장치에 상기 열 교환 매체를 전달시키되, 가스 상태의 열 교환 매체는 상기 공기 압축기 장치의 상기 열 교환 매체 입구에 들어오고 상기 공기 압축기 장치의 상기 열 교환 매체 출구를 빠져나가는 것을 특징으로 하는 단계;

상기 주위 공기 흡입부를 통해 상기 공기 압축기 장치 내로 주위 공기를 흡입하고, 상기 가스 상태의 열 교환 매체로부터의 엔진 폐열 에너지를 상기 주위 공기로 전달시켜 상기 엔진 냉각제로부터의 엔진 폐열 에너지를 이용하여 폐열에 의해 생성된 압축 공기를 발생시킴으로써, 상기 엔진 냉각제로부터의 엔진 폐열 에너지를 이용하여 상기 공기 압축기 장치에 파워를 전달하는 단계; 및

상기 폐열에 의해 생성된 압축 공기를 상기 압축 공기 출구를 통해 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더에 직접 전달하여 상기 엔진 냉각제로부터 상기 폐열 에너지를 회수하는 단계를 포함하는 스플릿-사이클 엔진

에서의 폐열 회수 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 파워 실린더의 배기 포트를 통해 상기 엔진으로부터 배기가스들을 상기 열 교환 유닛의 상기 폐열 입력부로 전달시키는 단계; 및

상기 배기가스들을 상기 열 교환 유닛에 통과시켜 상기 배기가스들로부터의 폐열 에너지를 상기 열 교환 매체에 전달시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 엔진 배기가스들이 상기 열 교환 유닛을 통과한 후에, 상기 엔진 배기가스들을 대기로 배출시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 열 교환 매체를 순환시키는 단계는 상기 열 교환 매체를 펌핑시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서, 상기 열 교환 매체를 상기 가스 상태에서 상기 액체 상태로 변화시키기 위하여 상기 공기 압축기 장치의 하류에 상기 열 교환 매체 순환 루프에 연결된 응축기를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 응축기로부터의 과도 열을 대기로 배출시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 압축 실린더에 전달된 상기 폐열에 의해 생성된 압축 공기를 상기 가스 통로에 연결된 상기 스플릿-사이클 엔진의 공기 저장 탱크에 저장하는 단계; 및

상기 공기 압축기 탱크로부터의 상기 폐열에 의해 생성된 압축 공기를 이용하여 상기 파워 피스톤을 구동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐열 회수 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 스플릿-사이클 엔진에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 스플릿-사이클 엔진들에서의 폐열 회수에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 출원에 사용되는 스플릿-사이클(split-cycle) 엔진이라는 용어는 아직까지 엔진 분야의 당업자에게 통상적으로 알려진 확립된 용어로 받아들여지지 않았다. 따라서, 명확한 이해를 위하여, 선행 기술에 개시되고 본 출원에서 참조되는 엔진들에 적용될 수 있도록 다음과 같은 정의가 스플릿-사이클 엔진이라는 용어를 위해 제공된다.

[0003] 본 발명에서 설명되는 스플릿-사이클 엔진은,

[0004] 크랭크샤프트 축에 대해 회전 가능한 크랭크샤프트;

[0005] 파워 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 파워(또는 팽창) 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 파워 피스톤;

[0006] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤; 그리고

[0007] 상기 파워 및 압축 실린더들을 상호 연결시키고, 압력 챔버를 정의하는 유입 밸브와 유출(또는 교차) 밸브를 포함하는 가스 통로를 포함한다.

[0008] 본 출원인의 미국 등록 특허들인 제6,543,225호, 제6,609,371호 및 제 6,952,923호에는 여기서 정의된 바와 같은 스플릿-사이클 내부 연소 엔진들의 예들이 개시되어 있다. 상기 미국 특허들은 미국과 상기 특허들의 등록에 있어 배경기술로서 언급된 외국 특허들 및 공개 문헌들의 광범위한 리스트를 포함한다. 상기 엔진들은, 문자그대로 종래의 압력/체적 오토 사이클의 4행정(즉, 흡입, 압축, 폭발(파워) 및 배기)을 두개의 전용 실린더들(고압 압축 행정 전용인 하나의 실린더 및 고압 파워 행정 전용인 다른 하나의 실린더) 상에서 분할하므로, "스플릿-사이클"이라는 용어는 상기 엔진들을 위해 사용되어 왔다.

[0009] 종래에는, 내부 연소 엔진들은 사용되지 않은 에너지를 열의 형태로 주위 환경으로 배출한다. 그러나, 이러한 열에너지의 일부는 되찾아서 사용할 수 있다. 이러한 열에너지의 사용은 상기 엔진에 의해 배출된 에너지를 재생할 뿐만 아니라 연료 소비를 감소시킴으로써, 상기 엔진의 효율을 향상시킬 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0010] 스플릿-사이클 방식의 엔진들의 예들은, 전체로서 본 명세서에 병합되는, 미국 등록 특허들인 제6,543,225호, 제6,609,371호 및 제6,952,923호(스쿠데리의 특허들)들에서 개시된다.

[0011] 일반적으로 스플릿-사이클 엔진은 엔진 블록을 포함하고, 상기 엔진 블록은 상기 엔진 블록을 통해 연장된 제1 실린더 및 인접한 제2 실린더를 갖는다. 크랭크샤프트는 크랭크샤프트 축에 대한 회전을 위하여 상기 블록에 저널된다. 상기 실린더들의 상부 단부들은 실린더 헤드에 의해 닫혀진다.

[0012] 상기 제1 및 제2 실린더들은 왕복 운동을 위한 파워 피스톤 및 압축 피스톤이 수용되는 내부 베어링 표면들을 각각 정의한다. 상기 실린더 헤드, 상기 파워 피스톤 및 상기 제1 실린더는 상기 파워 실린더에서의 가변 체적 연소 챔버를 정의한다. 상기 실린더 헤드, 상기 압축 피스톤 및 상기 제2 실린더는 상기 압축 실린더에서의 가변 체적 압축 챔버를 정의한다. 또한, 상기 실린더 헤드는 흡입 가스를 흡입 통로로부터 상기 압축 실린더로 전달하기 위하여 상기 압축 실린더에 연결되는 공기 입구를 포함한다.

[0013] 가스 통로(또는 교차 통로)는 상기 파워 및 압축 실린더들을 상호 연결시킨다. 상기 가스 통로는 입구 및 출구를 포함한다. 상기 가스 통로 입구는 상기 압축 실린더에 연결되고 상기 가스 통로 출구는 상기 파워 실린더에

연결된다.

- [0014] 상기 크랭크샤프트는 축 방향으로 이격되고 회전 오프셋을 갖는 제1 및 제2 크랭크 스톱로우들(throws)을 포함하고, 상기 제1 및 제2 크랭크 스톱로우들은 그들 사이에 위상각을 가진다. 상기 제1 크랭크 스톱라우는 제1 커넥팅 로드와 의해 상기 파워 피스톤에 회전 가능하게 연결되고, 상기 제2 크랭크 스톱라우는 제2 커넥팅 로드와 의해 상기 압축 피스톤에 회전 가능하게 연결되어 상기 크랭크 스톱로우들의 회전 오프셋에 의해 결정되는 시한 관계(timed relation) 및 상기 실린더들, 크랭크 및 피스톤들의 기하학적 관계들에 따라 상기 실린더들에의 상기 피스톤들을 왕복 이동시킨다.
- [0015] 상기 피스톤들의 운동 및 타이밍의 관계를 위한 또 다른 메커니즘들은 필요하다면 이용될 수 있다. 상기 타이밍은 상술한 스쿠레리 특허들의 개시들과 유사하거나 상기 개시들로부터 바람직하게 변화될 수 있다.
- [0016] 내부 연소 엔진(ICE)의 작동 모드는 일반적으로 스플릿-사이클 엔진의 정규적인 작동 모드이다. 종래의 피스톤 엔진 사이클의 흡입, 압축, 파워 및 배기 행정들은 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 및 파워 실린더들 사이에서 분할된다. 상기 ICE 모드에 있어서, 상기 압축 피스톤은 상기 파워 실린더에서의 사용을 위해 주위 흡입 공기를 흡입 및 압축한다. 압축된 공기는, 팽창 행정이 시작할 때 상기 파워 피스톤이 자신의 상사점(TDC) 위치에 도달한 바로 직후에 연료와 함께 상기 파워 실린더로 허용된다. 상기 연료/공기 혼합물은, 이어서, 상기 파워 피스톤의 동일한 팽창 행정에서 점화, 연소 및 팽창되어 상기 크랭크샤프트에 파워를 전달한다. 상기 연소 부산물들은 상기 배기 행정에서 배출된다.
- [0017] 압축 실린더, 파워 실린더 및 상기 압축 실린더와 상기 파워 실린더를 상호 연결하는 가스 통로를 포함하는 스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템은 열 교환 유닛 및 상기 열 교환 유닛과 유체 교환하는 공기 압축기 장치를 포함한다. 상기 시스템은 또한 상기 열 교환 유닛과 유체 교환하여 상기 엔진으로부터의 폐열을 수용하고 상기 열 교환 유닛으로 입력시키는 폐열 입력부를 포함한다. 주위 공기 흡입부는 공기를 상기 공기 압축기로 흡입하기 위하여 상기 공기 압축기 장치에 연결된다. 상기 공기 압축기 장치 상의 압축 공기 출구 부재는 압축된 공기를 상기 공기 압축기 장치로부터 상기 엔진으로 전달하기 위하여 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더와 유체 교환한다. 엔진 폐열은 상기 열 교환 유닛으로 전달되고 상기 폐열로부터의 에너지는 상기 공기 압축기 장치를 구동하기 위해 사용되어, 상기 공기 압축기 장치가 상기 주위 공기 흡입부를 통해 주위 공기를 흡입하고 상기 압축 공기 출구를 통해 압축된 공기를 상기 엔진으로 전달하게 된다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 엔진 냉각제 서브시스템은 상기 열 교환 유닛과 연결될 수 있고, 엔진 냉각제는 상기 열 교환 유닛을 통해 상기 엔진으로부터 순환된다. 더욱이, 엔진 배기 서브시스템은 상기 열 교환 유닛과 연결되어 상기 열 교환 유닛을 통해 엔진 배기가스를 통과시킬 수 있다. 상기 시스템은 또한 상기 열 교환 유닛 및 상기 공기 압축기 장치 사이에 열 교환 매체를 순환시키기 위한 순환 라인을 포함할 수 있다. 상기 열 교환 매체는 냉각제 및 물 중에서 어느 하나일 수 있다. 용축기는 상기 순환 라인과 작동 가능하도록 연결될 수 있다. 펌프는 상기 열 교환 매체를 상기 순환 라인을 통해 펌핑하기 위하여 상기 순환 라인과 작동 가능하도록 연결될 수 있다.
- [0019] 상기 스플릿-사이클 엔진은 또한 공기 저장 탱크를 포함할 수 있고, 상기 압축된 공기는 상기 공기 저장 탱크에 저장될 수 있다. 제1 밸브는 상기 저장 탱크로의 흐름을 제어할 수 있고, 제2 밸브는 상기 저장 탱크로부터의 흐름을 제어할 수 있으며, 제3 밸브는 상기 가스 통로를 경유하는 흐름을 제어할 수 있으며, 이에 따라, 상기 저장 탱크로 및 상기 저장 탱크로부터의 흐름을 제어하는 상기 제1 및 제2 밸브들이 개방되고 상기 가스 통로를 경유하는 흐름을 제어하는 제3 밸브가 닫혀져 있을 때, 상기 압축된 공기는 상기 저장 탱크를 충전하고 이와 동시에 상기 파워 실린더를 구동하게 된다.
- [0020] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 압축 실린더 및 파워 실린더를 포함하는 스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템은 엔진 폐열로부터의 열에너지를 열 교환 매체로 전달하기 위한 열 교환 유닛을 포함한다. 상기 열 교환 유닛은 폐열 측부 및 열 교환 매체 측부를 가진다. 상기 열 교환 유닛의 폐열 측부는 상기 엔진으로부터의 폐열을 수용하고 상기 수용된 폐열을 상기 열 교환 유닛으로 입력시키는 폐열 입력부를 포함한다. 상기 열 교환 유닛의 열 교환 매체 측부는 열 교환 매체를 수용하기 위한 열 교환 매체 입구를 포함한다. 폐열 출구는 상기 열 교환 유닛의 상기 폐열 측부에 연결되고, 열 교환 매체 출구는 상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 측부에 연결된다. 상기 시스템은 또한 공기 압축기 장치를 포함하고, 상기 공기 압축기 장치는 상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 출구와 연결되는 열 교환 매체 입구, 상기 열 교환 유닛의 상기 열 교환 매체 입구와 루프 형태로 작동하도록 연결되는 열 교환 매체 출구, 주위 공기를 상기 공기 압축기 장치로 흡입하기 위한 주위 공기 흡입부, 및 압축된 공기를 상기 엔진으로 전달하기 위하여 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더의

공기 흡입부에 연결되는 압축 공기 출구를 포함한다. 상기 열 교환 매체로부터 추출된 에너지는 상기 공기 압축기 장치를 구동하여 상기 주위 공기 흡입부를 통해 주위 공기를 흡입하고 압축된 공기를 상기 엔진으로 출력시킨다.

- [0021] 압축 실린더 및 파워 실린더를 포함하는 스플릿-사이클 엔진으로부터 폐열을 회수하는 방법은, 공기 압축기 장치를 포함하는 공기 압축 시스템을 제공하는 단계, 상기 엔진으로부터의 폐열을 상기 공기 압축 시스템으로 전달하는 단계, 상기 폐열로부터의 에너지를 이용하여 상기 공기 압축기 장치에 파워를 제공하여 압축된 공기를 생성하는 단계, 및 폐열로부터 생성된 압축 공기를 상기 공기 압축기 장치로부터 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더로 전달하는 단계를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 열 교환 유닛이 제공되어 상기 폐열을 이용하여 열 교환 매체를 액체 상태에서 기체 상태로 변화시킬 수 있다. 상기 엔진으로부터의 폐열을 상기 공기 압축 시스템으로 전달하는 단계는 상기 엔진 및 상기 열 교환 유닛을 통해 엔진 냉각제를 순환시키는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 엔진으로부터의 폐열을 상기 공기 압축 시스템으로 전달하는 단계는 상기 엔진으로부터의 엔진 배기가스들을 상기 열 교환 유닛을 통해 통과시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 배기가스들이 상기 열 교환 유닛을 통과한 후에 상기 배기가스들을 엔진 배기 시스템을 통해 대기로 배출될 수 있다.
- [0023] 상기 방법은 상기 열 교환 유닛 및 상기 공기 압축기 장치를 통해 상기 열 교환 매체를 순환시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 열 교환 매체를 순환시키는 단계는 상기 열 교환 매체를 펌핑시키는 단계를 포함할 수 있다. 응축기가 상기 공기 압축기 장치의 하류에 구비되어 상기 열 교환 매체를 상기 액체 상태에서 상기 기체 상태로 변화시킬 수 있다. 상기 응축기로부터의 초과 열은 상기 대기로 배출될 수 있다. 상기 공기 압축기 장치는 주위 공기 흡입부를 통해 주위 공기를 흡입할 수 있다. 폐열로부터 생성된 압축 공기는 엔진 공기 흡입부에 작동 가능하게 연결된 압축 공기 출구를 통해 상기 엔진으로 전달될 수 있다. 또한, 상기 폐열로부터 생성된 압축 공기는 상기 스플릿-사이클 엔진의 공기 저장 탱크에 저장될 수 있다. 더욱이, 상기 스플릿-사이클 엔진의 공기 저장 탱크에는 폐열로부터 생성된 압축 공기가 상기 압축 실린더로부터 충전될 수 있으며, 이와 동시에 상기 파워 실린더는 상기 공기 저장 탱크로부터의 폐열로부터 생성된 압축 공기로 구동될 수 있다.

실시예

- [0029] 이하, 본 발명의 실시예들에 따른 스플릿-사이클 엔진 폐열 회수를 위한 시스템 및 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하지만, 본 발명이 하기의 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 하기 실시예들에 설명되는 모든 조합들(combinations)이 본 발명에 있어서 필수 불가결한 것은 아니다.
- [0030] 여기서, 참조 부호 10은 스쿠데리 스플릿-사이클 엔진과 같은 스플릿 사이클 엔진을 나타낸다. 도 3에 도시된 바와 같이, 스플릿-사이클 엔진(10)은 적어도 하나의 압축 실린더(12) 및 짝을 이루는 인접한 파워 실린더(14)를 갖는 엔진 블록을 포함한다. 엔진(10)은 압축 실린더들 및 파워 실린더들의 다수개의 짝들을 가질 수 있다. 가스 통로(16)(교차 통로(cross-over passage)라고도 함)는 각기 한 쌍의 압축 실린더(12)와 파워 실린더(14)를 상호 연결시킨다. 상기 가스 통로는 입구와 출구를 포함하고 상기 입구와 상기 출구 사이에 압력 챔버를 정의한다. 상기 가스 통로 입구는 압축 실린더(12)에 연결되고 상기 가스 통로 출구는 파워 실린더(14)에 연결된다.
- [0031] 압축 피스톤(13)은 압축 실린더(12) 내에 수용된다. 이와 유사하게, 파워 피스톤(15)은 파워 실린더(14) 내에 수용된다. 크랭크샤프트 축에 대하여 회전 가능한 크랭크샤프트는 압축 피스톤(13)과 파워 피스톤(15)에 작동 가능하게 연결된다. 압축 피스톤(13)은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하고, 파워 피스톤(15)은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 파워(또는 팽창) 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동한다.
- [0032] 압축 실린더(12)는 흡입 통로(23)로부터의 주위 공기와 같은 흡입 가스를 압축 실린더(12) 내부로 전달하기 위한 공기 흡입부(17)를 포함한다. 파워 실린더(14)는 파워 실린더(14)로부터의 배기가스들(20)을 배기 통로(25)로 배출시키기 위한 배기 포트(19)를 포함한다.
- [0033] 내부 연소 엔진(ICE)의 작동 모드는 일반적으로 스플릿-사이클 엔진(10)의 정규적인 작동 모드이다. 종래의 피스톤 엔진 사이클의 흡입, 압축, 파워 및 배기 행정들은 스플릿-사이클 엔진(10)의 압축 및 파워 실린더들(12, 14) 사이에서 분할된다. 상기 ICE 모드에 있어서, 압축 피스톤(13)은 파워 실린더(14)에서의 사용을 위해 흡입 통로(23)로부터의 주위 흡입 공기를 흡입 및 압축한다. 압축된 공기 및 연료 저장소(27)로부터 연료 라인(22)을 통해 전달된 연료는, 팽창 행정이 시작할 때 파워 피스톤(15)이 자신의 상사점(TDC) 위치에 도달한 바로 직후에 파워 실린더(14)로 허용된다. 이와 다르게, 상기 연료는 연료 라인(22)을 통해 파워 실린더(14) 내로 직접적으로

로 주입될 수 있다. 상기 연료/공기 혼합물은, 이어서, 파워 피스톤(15)의 동일한 팽창 행정에서 점화, 연소 및 팽창되어 상기 크랭크샤프트에 파워를 전달한다. 상기 연소 부산물들은 상기 배기 행정에서 배기 통로(25)를 통해 배출된다.

[0034] 선택적으로, 엔진(10)은 공기 저장 탱크(24)를 포함할 수 있으며, 일반적으로 공기 하이브리드 스플릿-사이클 엔진(26)이라 할 수 있다. 공기 하이브리드 스플릿-사이클 엔진(26)은 스플릿-사이클 엔진(10)의 모든 구성요소들을 포함한다. 공기 하이브리드로서, 스플릿-사이클 엔진(26)은 이후의 사용을 위해 공기 저장 탱크(24)에서 압축된 공기를 저장할 수 있다. 공기 저장 탱크(24)에서 저장된 상기 압축된 공기는 파워 실린더(12) 내에서의 연소를 위한 연료와 혼합되는 흡입 공기 차지(charge)로서 사용될 수 있다.

[0035] 이와 다르게, 공기 저장 탱크(24)로부터 압축된 공기는 상기 파워 실린더에서 연소가 일어나지 않도록 연료와 혼합되지 않고 파워 실린더(14)에 공급될 수 있다. 이러한 작동 모드에 있어서, 공기 저장 탱크(24)에서 저장된 상기 압축된 공기는 파워 실린더(14)에서 파워 피스톤(15)을 구동시키기 위해 사용될 수 있다. 이러한 작동 모드는 일반적으로 공기 모터링 모드라 할 수 있다.

[0036] 본 발명은 스플릿-사이클 엔진(10)을 위한 폐열 회수 시스템(30)을 제공한다. 도 1에 도시된 바와 같은 폐열 회수 시스템(30)은 스플릿-사이클 엔진(10)에 의해 생성되고 열 교환 유닛(46)과 유체 교환하여 하나 또는 그 이상의 폐열 입력부들(46)에 의해 수집된 폐열을 이용한다. 폐열 입력부(34)는 전형적으로 배기가스 또는 엔진 냉각제와 같은 유체로부터 엔진 폐열을 수용한다. 상기 폐열로부터 변환된 에너지는 공기 압축 시스템(32)에 파워를 제공하기 위해 사용된다. 공기 압축 시스템(32)은 펌프, 터빈, 또는 다른 압축 장치와 같은 공기 압축기 장치(48)를 포함하여, 주위 공기 흡입부(18)를 통해 흡입된 주위 공기를 압축한다. 압축된 공기는 공기 압축기 장치(48) 상의 압축 공기 출구(36)를 통해 스플릿-사이클 엔진(10)의 압축 실린더(들)(12)에 전달된다. 상기 엔진이 자신의 ICE 모드에서 작동할 때, 상기 압축된 공기는 스플릿-사이클 엔진(10)에 파워를 제공하는 데 즉각적으로 사용하기 위해 압축 실린더(12)에서 더욱 더 압축될 수 있다. 이와 다르게, 상기 압축된 공기는 엔진(10)에 파워를 제공하는 이후의 연소 과정에서 사용하기 위하여 공기 저장 탱크(24)에 저장될 수 있다. 상기 저장된 압축된 공기는 또한 연소를 필요로 하지 않는 파워 실린더(14)에서(예를 들면, 상기 공기 모터링 모드에서) 엔진(10)에 파워를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이에 따라, 본 폐열 회수 시스템(30)은 낭비될 수 있는 엔진 열을 이용하여 연료 소비를 감소시킴으로써 엔진(10)의 연료 효율을 향상시키게 된다.

[0037] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 폐열 회수 시스템(30)은 일반적으로 공기 압축 시스템(32)을 포함한다. 열 교환기와 같은 열 교환 유닛(46)과 유체 교환하여 하나 또는 그 이상의 폐열 입력부들(34)로부터 수집된 엔진 폐열은, 전형적으로, 엔진 냉각제, 배기가스 등과 같은 유체로부터 엔진 폐열을 수집하고, 상기 폐열의 에너지를 사용하여 주위 공기를 압축하는 공기 압축 시스템(32)에 파워를 제공한다. 압축된 공기 및 열은 공기 압축 시스템(32)으로부터 출력된다. 상기 압축된 공기는 스플릿-사이클 엔진(10)의 압축 실린더(12)에 입력되어 이하에서 상세히 설명하는 바와 같이, 상기 엔진에 의해 사용되거나 이후의 사용을 위해 저장 탱크(24)에 저장될 수 있다.

[0038] 엔진(10)에 의해 생성된 상기 엔진 폐열은 상기 엔진 냉각제의 열 및 상기 엔진 배기가스들에서의 열을 포함한다. 엔진 냉각제 서브시스템(40)에 있어서, 당해 기술분야에서 알려진 바와 같이 상기 엔진 블록을 냉각시키기 위해 상기 엔진 블록으로부터 열을 흡수한다. 엔진 냉각제 서브시스템(40)에서의 엔진 냉각제는 공기 압축 시스템(32)으로 전달되고 엔진 냉각제 서브시스템 순환부(41)를 통해 엔진(10)으로 다시 순환된다. 구체적으로, 고열의 엔진 냉각제는 공기 압축 시스템(32)을 통해 순환되어 상기 고열의 엔진 냉각제로부터 열 교환 매체로 열 에너지를 전달하고, 이어서 공기 압축 시스템(32) 내부의 순환 라인(44)을 통해 순환 루프로 흘러 상기 엔진 냉각제를 냉각시킨다. 유사하게, 배기가스 서브시스템(20)은 엔진(10)에서의 연소 과정에 의해 생성된 배기가스들을 수용한다. 배기가스 서브시스템(20)은 배기가스들을 공기 압축 시스템(32)으로 전달한다. 더욱 구체적으로, 배기가스 서브시스템(20)에서의 상기 고열의 배기가스들은 공기 압축 시스템(32)을 통과하여 열에너지를 상기 열 교환 매체로 전달하고, 상기 배기가스를 배기 출구(42)를 통해 대기로 배출하기 전에 상기 배기가스들의 열 에너지를 회수한다.

[0039] 엔진 냉각제 서브시스템(40) 및 배기가스 서브시스템(20)은 열 교환 유닛(46)의 폐열 입력부(34)와 유체 교환이 가능하다. 상기 엔진 냉각제 및 상기 엔진 배기가스들로부터의 열은 열 교환 유닛(46)을 통해 상기 열 교환 매체로 전달된다. 열 교환 유닛(46)은 공기 압축 시스템(32)에 포함된다. 열 교환 유닛(46)은 폐열 측부 및 열 교환 매체 측부를 포함한다. 폐열 입력부(34)는 상기 엔진으로부터의 유체들(예를 들면, 냉각제, 배기가스들)을 받아 열 교환 유닛(46)의 상기 폐열 측부로 공급한다. 폐열 출구들(47)은 상기 열 교환 유닛의 폐열 측부로부터의 유체 교환을 위한 열 교환 유닛(46)의 상기 폐열 측부에 연결된다. 열 교환 유닛(46)의 상기 열 교환 매체

측부는 열 교환 매체를 받아 상기 열 교환 유닛으로 공급하기 위한 열 교환 매체 입구(49)를 포함한다. 열 교환 매체 출구(51)는 열 교환 유닛(46)으로부터 열 교환 매체를 전달하기 위한 상기 열 교환 매체 측부에 연결된다.

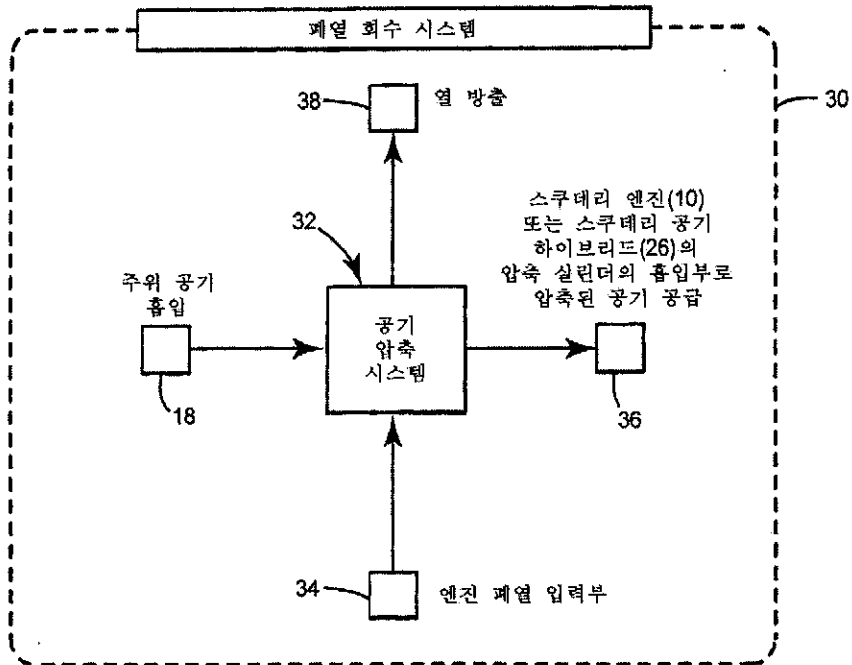
- [0040] 열 교환 유닛(46)은 증발기, 보일러 또는 다른 적당한 열 교환 장치일 수 있다. 상기 열 교환 매체는 냉각제, 물, 또는 공기 압축 시스템(32)을 위해 적당한 다른 유사한 열 교환 매체일 수 있다. 열 교환 유닛(46)에 있어서, 상기 열 교환 매체는 가열되어 액체 상태에서 기체 상태로 변화된다.
- [0041] 열 교환 유닛(46)을 통과하는 동안에, 상기 열 교환 매체는 상기 엔진 폐열을 흡수하고 증발되고 상기 가스 상태로 변환된다. 이어서, 상기 팽창하는 가스 상태의 열 교환 매체는 출구(51)를 통해 열 교환 유닛(46)으로부터 공기 압축기 장치(48)의 열 교환 매체 입구(53)로 전달된다. 상기 가스 상태의 열 교환 매체는, 흡입부(18)를 통해 주위 공기를 흡입하고 출구(36)를 통해 압축된 공기를 배출하는 공기 압축기 장치(48)에 파워를 제공하는 데 이용된다.
- [0042] 상기 열 교환 매체는 열 교환 매체 출구(55)를 통해 공기 압축기 장치(48)로부터 배출되고 다시 액체 상태로 응축되는 응축기(50)를 통과한다. 응축기(50)에 있어서, 열 교환 매체(44)에 의해 보유된 어떤 과도한 열도 수집되어 통풍구 등과 같은 열 출구(38)를 통해 대기로 배출된다. 이어서, 상기 열 교환 매체는 펌프(52)에 의해 상기 열 교환 매체로 다시 펌핑되어 상기 유체의 흐름 루프를 완성하여 자신의 사이클을 되풀이하게 된다.
- [0043] 공기 압축 시스템(32)은 스플릿-사이클 엔진(10)의 지정된 압축 실린더(들)에 연결된다. 공기 압축 시스템(32)으로부터 상기 압축된 공기는 상기 압축 실린더의 흡입 통로(23)를 통해 압축 실린더(12)로 공급된다. 주위 공기 또한 상기 압축 실린더에서의 압축을 위하여 공기 흡입부(17)를 통해 압축 실린더(12)로 흡입될 수 있다. 이어서, 상기 압축된 공기는 가스 통로(16)를 통해 파워 실린더(14)로 이동할 수 있다. 이와 다르게, 상기 압축된 공기는 엔진(10)의 이후의 사용을 위해 공기 저장 탱크(24)에 저장될 수 있다. 상기 압축된 공기는 가스 통로(16)로부터 분기되는 포트(54)를 통해 공기 저장 탱크(24)로 들어갈 수 있다.
- [0044] 연료는 압축된 공기(36)와의 혼합을 위하여 파워 실린더(14) 내로 직접적으로 주입되어 상기 파워 실린더 내에서 연소되는 연소 가능한 혼합물을 형성하여 파워를 생성할 수 있다. 이와 다르게, 상기 연료는 분기 포트(54)의 하류인 가스 통로(16)에 포트 연료로 주입되어, 파워 실린더(14)로 들어가기 전에 상기 압축된 공기와 혼합될 수 있다.
- [0045] 파워 실린더(14)에서의 연소는 상술한 바와 같은 배기가스 서브시스템(20)을 통해 공기 압축 시스템(32)으로 주입되는 고열의 배기가스들을 생성한다. 더욱이, 엔진(10)에서의 연소는 상기 엔진 블록을 가열시킨다. 엔진 냉각제 서브시스템(40)에서의 엔진 냉각제는 펌프(56)에 의해 공기 압축 시스템(32)으로/으로부터 상기 엔진 블록을 통해 순환하여 상술한 바와 같이 상기 엔진 블록을 냉각시킨다.
- [0046] 공기 모터링 작동 모드에 있어서, 스플릿-사이클 엔진(10)은 공기 압축 시스템(32)에 의해 생성되고 공기 저장 탱크(24)에 저장된 상기 압축된 공기를 이용하여 파워 실린더(14)에서의 파워 피스톤(15)을 구동시킬 수 있다. 상기 압축된 공기가 파워 실린더(14)에서 팽창한 후에, 상기 공기는 배기 통로(25)를 통해 배출될 수 있다. 이러한 모드에 있어서, 압축 실린더(12)는 공전하고 파워 실린더(14)에서는 연소가 일어나지 않는다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 공기 하이브리드 스플릿-사이클 엔진(126)의 또 다른 실시예에 있어서, 압축 실린더(112)로부터 압축된 주위 공기는 포트(154)와 연결되는 입력 통로(158)를 통해 저장 탱크(124)로 들어온다. 상기 저장된 공기는 포트(162)에 연결된 출구 통로(160)를 통해 공기 저장 탱크(124)에서 배출된다. 밸브들(164, 166)은 탱크(124)로 및 탱크(124)로부터의 흐름을 제어하고, 밸브(168)는 가스 통로(116)를 제어하는 흐름을 제어한다. 제어 밸브들(164, 166)이 개방되고 밸브(168)가 닫히면, 출력 통로(160)를 통해 파워 실린더(114)를 구동시키면서 이와 동시에 폐열로부터 생성된 압축 공기는 입력 통로(158)를 통해 탱크(124)에 충전된다. 더욱이, 이러한 구성에 있어서, 밸브들(164, 166, 168)은 공기 탱크(124) 및 압축 실린더(112) 또는 파워 실린더(114) 사이에 추가적인 흐름 제어를 제공하도록 사용될 수 있다. 다른 나머지 측면들에 있어서, 스플릿-사이클 공기 하이브리드 엔진(126)은 스플릿-사이클 공기 하이브리드(26)와 동일한 구성요소들을 포함하고, 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다.
- [0048] 상기에서는 본 발명의 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

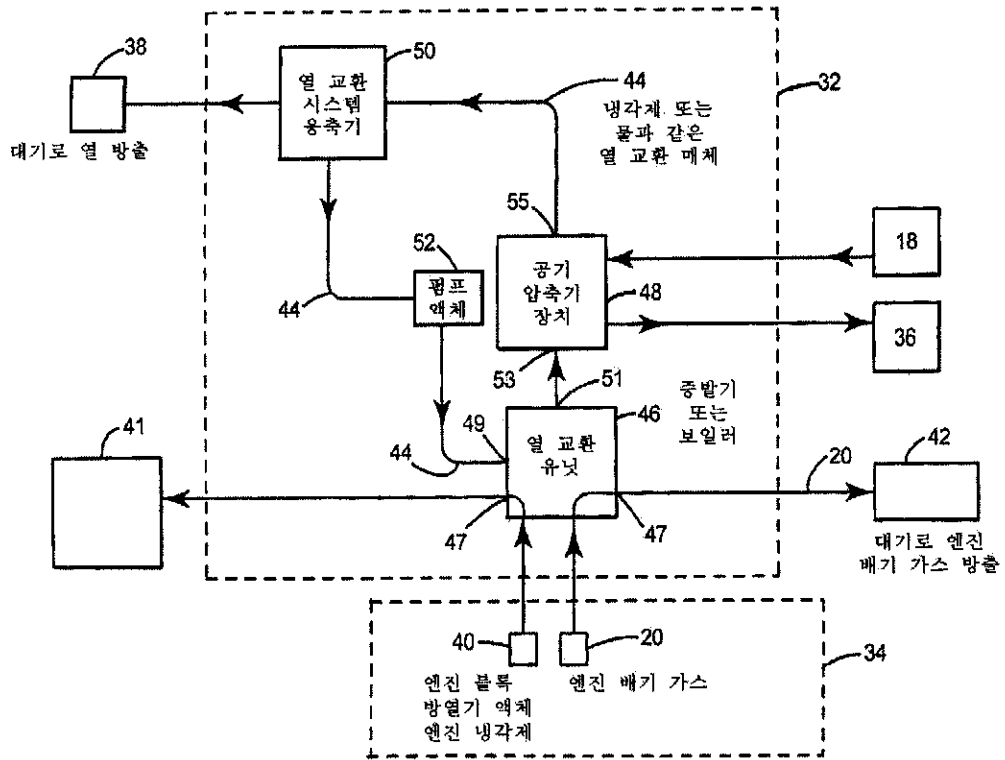
- [0024] 본 발명의 특징들 및 기타 이점들은 상세한 설명 및 첨부된 도면들을 참조하여 다양한 실시예들을 상세하게 기술함으로써 더욱 명확하게 이해될 것이다.
- [0025] 도 1은 스플릿-사이클 엔진을 위한 폐열 회수 시스템을 나타내는 개략적인 도면이다.
- [0026] 도 2는 공기 압축 서브시스템 및 엔진 폐열 서브시스템을 나타내는 도 1의 폐열 회수 시스템의 개략적인 도면이다.
- [0027] 도 3은 폐열 회수 시스템을 이용하는 스플릿-사이클 엔진을 나타내는 개략적인 도면이다.
- [0028] 도 4는 폐열 회수 시스템을 이용하는 스플릿-사이클 엔진의 또 다른 개략적인 도면이다.

도면

도면1



도면2



도면3

