



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월27일
(11) 등록번호 10-1993947
(24) 등록일자 2019년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 35/00 (2006.01) B01D 53/00 (2006.01)
F01N 5/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7029056
(22) 출원일자(국제) 2013년08월23일
심사청구일자 2018년08월23일
(85) 번역문제출일자 2014년10월16일
(65) 공개번호 10-2015-0045925
(43) 공개일자 2015년04월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/056452
(87) 국제공개번호 WO 2014/031996
국제공개일자 2014년02월27일
(30) 우선권주장
61/692,963 2012년08월24일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2011256870 A
JP2011153583 A
JP2012139072 A
KR1020120064468 A

(73) 특허권자
사우디 아라비안 오일 컴퍼니
사우디 아라비아 31311 다란 포스트 오피스 박스 5000
(72) 발명자
유네스, 모우라드, 빅터
사우디아라비아, 아브콰이크 31311, 사우디 아람코, 아브콰이크 커뮤니서리 메일 센터, 피.오. 박스 711
하마드, 이삼, 자키
사우디아라비아, 다흐란 31311, 사우디 아람코, 피.오. 박스 13478
(74) 대리인
청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

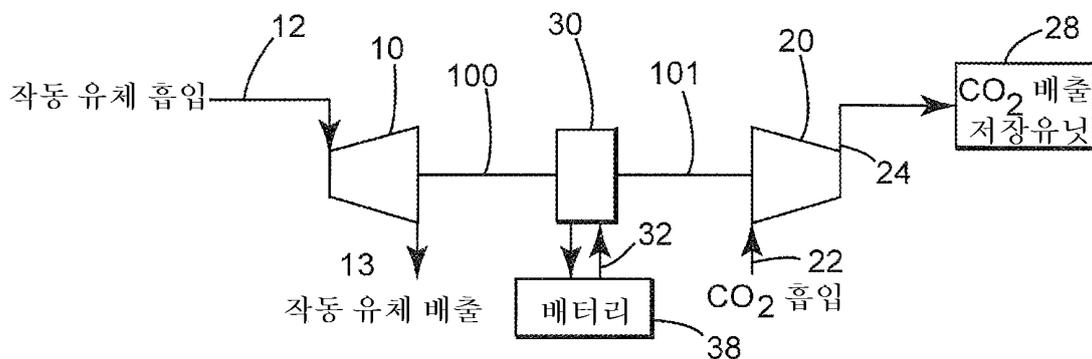
심사관 : 황성만

(54) 발명의 명칭 내연 기관으로부터 폐열을 사용하여 CO₂ 포획 시스템의 CO₂ 압축기를 구동하는 방법

(57) 요약

CO₂의 이동 발생원의 온 보드에서 내연 기관의 배기 가스 스트림으로부터 포획된 CO₂의 치밀화를 실행하는 CO₂ 압축기를 구동하는 통합 시스템 및 방법은 CO₂ 압축기의 동력 입력부 또는 구동 샤프트에 동작 가능하게 연결되는 터빈을 제공하는 단계, 및 (a) 터빈-발생 동력이 CO₂ 압축기 동력 요구를 초과할 시에 과잉 동력을 회수하고 (b) 터빈-발생 동력이 CO₂ 압축기 동력 요구를 충족시키기에 불충분할 시에 보충 동력을 제공하기 위해, 상기 터빈에 전동 발전기를 동작 가능하게 연결하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

이동 발생원 (mobile source)에 탑재된 CO₂ 포획 시스템의 일부를 형성하는 CO₂ 압축기를 구동하는 방법으로서, 상기 CO₂ 포획 시스템은 ICE의 배기 가스 스트림으로부터 CO₂를 회수하고, 그리고 상기 이동 발생원상에 저장을 위해 CO₂를 치밀화하며, 상기 압축기는 구동 샤프트 및 CO₂ 유입구를 가지는 CO₂ 압축기 구동 방법에 있어서,

가압 작동 유체 (pressurized working fluid)에 의해 동작되는 터빈을 제공하는 단계 - 상기 터빈은 상기 CO₂ 압축기를 구동하기 위해, 상기 CO₂ 압축기의 구동 샤프트에 동작 가능하게 연결된 동력 출력 샤프트 (power output shaft)를 가짐;

상기 이동 발생원상에서 만들어진 폐열을 사용하여 상기 가압 작동 유체가 상기 터빈 내로 들어가기 전에, 상기 이동 발생원상의 열 방출 구성요소와의 열 교환으로, 상기 가압 작동 유체를 가열하는 단계; 및

상기 터빈으로 발생된 동력이 상기 CO₂ 압축기의 동력 요구를 초과할 시에 과잉 동력을 회수하고, 상기 터빈으로 발생된 동력이 상기 CO₂ 압축기의 동력 요구를 충족시키기에 불충분할 시에 보충 동력을 공급하기 위해, 상기 CO₂ 압축기의 구동 샤프트에 동작 가능하게 연결된 전동 발전기를 제공하는 단계;를 포함하는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 열 방출 구성요소는 고온 배기 가스 스트림, ICE의 냉각 시스템, 엔진 블럭, CO₂ 압축기, 에어컨 응축기, 브레이크 조립체, 외부 솔라 패널, 및 하나 이상의 인터쿨러를 포함하는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 터빈 및 상기 CO₂ 압축기는 서로 다른 회전 속도를 가지고,

상기 CO₂ 압축기 구동 방법은 상기 터빈과 상기 CO₂ 압축기 간의 속도 연결 장치를 제공하는 단계를 더 포함하는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 전동 발전기는 상기 터빈의 동력 출력 샤프트에 동작 가능하게 연결되는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 가압 작동 유체는 상기 ICE로부터의 배기 가스 스트림이며, 그리고 상기 배기 가스 스트림에 의해 동력이 제공되는 터빈은 상기 CO₂ 압축기에 동작 가능하게 연결되는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 CO₂ 압축기 구동 방법은, 상기 CO₂ 압축기의 CO₂ 유입구와 유체 연통하는 CO₂ 버퍼 탱크를 제공하는 단계를 더 포함하는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 CO₂ 압축기에 동작 가능하게 연결되지 않은 추가 터빈은 상기 CO₂ 압축기의 상류에 위치하는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 전동 발전기는 상기 터빈의 동력 출력 샤프트와 연결되어 상기 CO₂ 압축기의 구동 샤프트에 동작 가능하게 연결되는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 전동 발전기는, 상기 터빈의 동력 출력 샤프트에 동작 가능하게 연결된 부분의 맞은편에 있는 상기 CO₂ 압축기의 구동 샤프트의 일부에 동작 가능하게 연결되는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 전동 발전기는 상기 이동 발생원에 탑재되어 있는 저장 배터리에 연결되고, 상기 전동 발전기의 동작으로부터의 과잉 에너지는 상기 배터리로 공급되는 CO₂ 압축기 구동 방법.

청구항 11

슈퍼차저(supercharged) 또는 터보 차저(turbo-charged) 내연 기관의 배기 가스 스트림으로부터 CO₂를 회수하기 위해 이동 발생원에 탑재된 통합형 CO₂ 포획 시스템에 있어서,

동일 축에 동축 상으로(coaxially) 연결된 CO₂ 압축기, 배기 가스로 구동되는 터빈, 전동 발전기, 및 엔진 공기 압축기를 포함하며, 그리고

상기 CO₂ 압축기의 배출부와 유체 연통하는 CO₂ 저장 유닛, 및 동력이 상기 CO₂ 압축기를 구동시킬 필요가 있을 시에 전기 에너지를 제공하고, 과잉 동력이 상기 전동 발전기에 의해 만들어질 시에 전기 에너지를 저장하는, 상기 전동 발전기에 동작 가능하게 연결된 배터리를 더 포함하는 통합형 CO₂ 포획 시스템.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 이동 적용물 (mobile applications)에서, 그리고 에너지 생산 사이클이 작동을 만드는데 사용되고 CO₂ 압축이 필요한 적용물에서, CO₂ 방출의 감소 목적을 위한 이산화탄소 (CO₂) 압축 및 저장에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 지구 온난화는 CO₂ 및 메탄 (CH₄)과 같은 온실 가스의 방출 때문이라고 여겨지고 있다. 전 세계적으로 CO₂

방출의 약 1/4은 이동 발생원, 즉, 내연엔진 (ICE)에 의해 동력이 공급되는 자동차, 트럭, 버스 및 기차로부터 발생된다고 현재 추정된다. 이러한 비효율적인 기여는 개발도상국에서 자동차 및 트럭 소유의 계획된 급상승으로 가까운 장래에 빠르게 성장할 것이다. 이에 따라서, CO₂ 방출의 제어가 매우 중요하다.

- [0003] 이동 발생원 (mobile sources)으로부터의 이산화탄소 관리는 공간 및 중량 제한, 임의의 규모의 경제의 부족 및 이동 발생원에 동력을 공급하는 ICE의 동작의 동적 특성을 포함하는 많은 난제들이 존재한다.
- [0004] 연소 가스로부터의 CO₂의 포획을 위한 종래의 방법은 발전소와 같은 고정 발생원 (stationary sources)에 주로 초점이 맞춰져 있다. 이러한 방법은, 산소를 사용하는 연소를 이용하고 CO₂ 포획제 (capture agent)의 재생 및 재사용을 위한 수단을 제공하지 않으며, 그리고/또는 가열 발생원 (heat source)로부터 회수된 폐열을 사용하지 않는, 이동 발생원로부터의 CO₂ 방출을 감소시키는 문제점을 해결한다. 단지 산소를 사용하는 연소는 대기 사용으로 얻어진 질소 함유 배기 가스로부터 CO₂를 분리하는 것보다 좀더 에너지-집약적인 산소-질소 분리 단계를 요구하며, 이러한 분리 문제는 차량상에서 시도된다면 더욱 어려워질 수 있다.
- [0005] CO₂ 포획 기술의 초점은 정지된 (stationary), 또는 고정된 (fixed) 출처물에 있어 왔다. 이동 발생원로부터 CO₂의 포획은 규모의 경제를 역행하는 분산 시스템 (distributed system)을 포함하기 때문에, 일반적으로 매우 고가로 여겨져 왔다. 상기 문제점에 대한 종래의 해법은 차량의 탑재 공간 제약, 부가적인 에너지 및 장치 요구조건 및 차량의 동적 사이클, 예를 들면, 급격한 가속 및 감속의 간헐적 기간의 동적 특성 때문에 비현실적이라고 여겨지고 있다.
- [0006] 엔진의 배기 가스 스트림으로부터 CO₂를 포획하고 일시적으로 차량상에서 저장하여, 이동 발생원, 예를 들면, 내연 기관에 의해 동력이 공급된 차량으로부터의 CO₂ 방출을 비용 효과적으로 줄이고, 효율적으로 문제점을 해결하는 방법, 시스템 및 장치가 여전히 초기 상태에 놓여 있다.
- [0007] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "내연 기관", 또는 ICE는 탄화수소-함유 연료, 통상적으로 종래의 액체 탄화수소 연료가 동력 또는 작동을 구현하기 위해 연소되고, 제거 또는 소실되어야 하는 폐열을 발생시키는 열 엔진을 포함한다.
- [0008] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "이동 발생원"은 CO₂를 함유하는 배기 가스 스트림을 생산하는 하나 이상의 내연 기관에 의해 동력이 공급되는, 물품 및/또는 사람을 운송하는데 사용될 수 있는, 매우 다양하게 알려진 수송기관 (conveyance)을 의미한다. 이러한 수송기관은, ICE로부터 배기 가스가 대기로 배출되기 전에 함유 도관 (containing conduit)으로 배출되는, 육지 상을 이동하는 모든 유형의 차량, 항공기 및 선박을 포함한다.
- [0009] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "폐열"은 통상적인 ICE가 생산하는 열이며, 상기 열은 고온 배기 가스 (300 °C 내지 650 °C) 및 고온 냉각수 (90 °C 내지 120 °C)에 주로 함유된다. 부가적인 열은 엔진 블럭 (engine block) 및 상기 엔진 블럭과 관련된 구성요소 (열 교환 핀 (heat transfer fins) 및 공기 냉각식 엔진의 표면을 포함), 및 매니폴드 (manifold), 파이프, 촉매 변환기 및 머플러를 포함하는, 배기 가스가 통과하는 구성요소로부터 대류 및 복사에 의해 배출 및 손실된다. 이러한 열 에너지를 다 합치면, 연소될 시에 통상적인 탄화수소 (HC) 연료가 생산하는 에너지의 약 60%이다.
- [0010] 본원에서 사용되는 용어 "차량"은 상기에서 사용되는 바와 같이, 일반적으로 "이동 발생원"과 같은 의미로서 편리하게 약칭되었고 "수송기관"으로도 사용됨을 알 수 있을 것이다.
- [0011] 대기로 배출되는 CO₂의 양을 감소시키기 위해, 차량에 동력을 제공하는데 사용되는 탄화수소-연료 ICE에 의해 방출된 CO₂ 함유 배기 스트림을 차량상에서 처리하기 위한 방법 및 시스템은 다른 것들 중에서도, CO₂의 온도 및 불활성을 적어도 액화 상태로 줄이는 것을 포함한 CO₂ 치밀화 (densification) 처리를 포함한다. 치밀화는, 엔진 배기 가스로부터 실질적으로 순수한 CO₂를 분리시키는 것, 그리고 매우 다양하게 알려진 상업용 및 산업용 용도로 나중에 사용되거나, 또는 영구적인 저장 부위로 이동되기 위한, 치밀화된 CO₂를 차량상에 일시적으로 저장하는 것을 포함한다.
- [0012] CO₂ 회수에 대해 사용되는 장치 및 방법의 중요한 부분은 동작 동안, 기계적인 에너지를 필요로 하는 CO₂ 압축기의 사용이다. 그러나, 압축기를 동작 또는 구동시키기 위한 기계적인 에너지의 제공은, CO₂ 압축기를 동작시키

는 요구조건을 충족시키기 위하여, 보조 동력의 제공에 연관된 문제점에 의해 달성된다.

[0013] 이에 따라서, 본 발명으로 해결될 문제점은, ICE에 부가된 에너지 양 (burdens)의 감소 목적을 어떻게 충족시켜야 하는지에 있거나, 또는 이동 발생원에 동력을 제공하는 ICE에 의해 생성된 배기 가스 스트림으로부터 CO₂를 제거하는 차량 탑재 형태의 CO₂ 포획 시스템과 연관된 CO₂ 압축기를 구동시키는 부가 연료의 소비에 의한 것에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 다음에 기술된 설명으로부터 명확해질 본 발명의 상술된 목적 및 기타 목적, 그리고 이점은 CO₂의 이동 발생원에 탑재되어 ICE의 배기 가스 스트림으로부터 포획된 CO₂의 치밀화를 실행하는 CO₂ 압축기를 구동하는 통합 시스템 및 방법을 제공함으로써 달성되며, 상기 통합 시스템 및 방법은 CO₂ 압축기의 동력 입력부 또는 구동 샤프트에 동작 가능하게 연결되는 터빈을 제공하는 단계, 및 (a) 터빈-발생 동력이 CO₂ 압축기 동력 요구를 초과할 시에 과잉 동력을 회수하고 (b) 터빈-발생 동력이 CO₂ 압축기 동력 요구를 충족시키기에 불충분할 시에 보충 동력을 제공하기 위해, 상기 터빈에 전동 발전기를 동작 가능하게 연결하는 단계를 포함한다.

과제의 해결 수단

[0015] 독창적인 방법은 CO₂ 압축 단계에 대한 에너지 필요성을 최소화시키고, 시스템의 서로 다른 구성요소 간의 에너지 유동을 효율적으로 관리한다. 독창적인 방법은 또한 에너지 회수 시스템과 함께, CO₂ 포획 시스템, 구체적으로 CO₂ 압축 단계의 매끄러운 통합 (smoother integration)을 가능케 한다. 본 발명의 방법 및 시스템은 필요한 구성요소를 최소화시키고, 배기 가스 스트림으로부터 포획된 CO₂의 치밀화 및 ICE의 전반적인 효율성을 증가시킨다.

[0016] 터빈은 압력 하에, 임의의 작동 유체 (working fluid)에 의해, 그리고 개방 또는 폐쇄 동력 사이클, 예를 들면, 랭킨 사이클 또는 트리래터널 프레쉬 사이클 (trilateral flash cycle) 또는 작동 유체가 압축되고 선택적으로 가열되고 그 후에 터빈에서 팽창되는 다른 사이클로부터의 통상적인 작동 유체에 의해 동작될 수 있다.

[0017] 열은 냉각 시스템 및/또는 엔진 블럭 및/또는 배기 가스를 포함하는 ICE의 폐열원으로부터 회수될 수 있다. 열의 형태를 한 에너지는 또한, 비통상적인 탑재된 소스 (on-board sources), 예를 들면, 차량 외부 표면 상에 설치된 솔라 패널 (solar panels), 인터쿨러, CO₂ 압축기, 차량 에어컨 응축기, 브레이크 조립체, 및/또는 이동 발생원 상에 설치되거나 이동 발생원으로부터 얻어질 수 있는 다른 가열원으로부터 회수될 수 있다.

[0018] 실시예에서, CO₂ 압축 단계 동안 CO₂ 스트림으로부터 제거되는 열은 시스템의 효율성을 증가시키기 위해 작동 유체로 전달될 수 있다. 상기 전달은 압축기 실린더 쿨링 팬 등과 함께 직접적인 열 교환에 의해 이루어질 수 있다.

[0019] 상기 터빈으로 들어오는 작동 유체는, 과열 증기 또는 포화 증기, 초임계 유체, 2 개 상 (phase)의 증기/액체 상태 또는 심지어 액체 또는 포화 액체의 형태를 할 수 있다. 이러한 상태에 상관없이, 터빈에 들어오는 작동 유체는 압력 및 온도의 동력 사이클 파라미터에 의해 정의된다.

[0020] 터빈으로부터 빠져나가는 작동 유체는 과열 상태 (superheated state), 포화 증기 상태, 액체 상태, 포화 액체 상태, 초임계 상태, 또는 2 개 상의 증기/액체 상태 또는 증기/고체 상태에 있을 수 있다. 그러나, 빠져나간 유체에서 고체 또는 고체들의 존재는 바람직하지 않다. 작동 유체 배출 파라미터는 온도 및 압력의 작동 유체 주입 파라미터, 및 터빈의 압축률 또는 동력 사이클의 저압 값에 따라 달라진다.

[0021] 본 발명의 방법 및 시스템에 사용된 터빈은 예를 들면, 원심형, 스크롤형, 스크류형, 체적형 및 피스톤형 터빈을 포함하여, 이용 가능한 기술을 사용할 수 있다. 터빈은 선택적인 인터쿨링과 함께, 하나의 팽창식 스테이지 (expansion stage) 또는 여러 개의 팽창식 스테이지를 가질 수 있다. 발명 목적이 동력 사이클을 통한 주입 파라미터로부터 작동 유체의 이용 가능한 유동을 저압 값으로 팽창시키면서 팽창 작동을 회수하는 것에 있기 때문에, 이용 가능한 유체(들)의 이러한 파라미터는 차량을 위해 선택된 터빈의 특정 유형을 결정할 것이다.

- [0022] 터빈에는 윤활유가 제공되거나 제공되지 않을 수 있고, 상기 터빈은, 저널 베어링 (journal bearings), 슬리브 (sleeves), 롤링 소자 베어링 (rolling element bearings) 등을 포함한 베어링 유형을 사용할 수 있고, 선택은 터빈과, 그리고 온도 및 압력의 작동 파라미터에 기반한다.
- [0023] CO₂ 압축기는 고정식 변위/실린더 용량 또는 가변식 변위/실린더 용량을 가질 수 있다. 가변식 변위/실린더 용량 압축기는 통합 시스템의 차량상에서 성능을 최적화하기 위해 사용될 수 있는 보다 많은 제어 파라미터를 제공한다.
- [0024] 바람직한 실시예에서, 터빈 및 압축기의 속도의 직접적인 결합 및 일치하는 압축기 변위/실린더 용량을 조정함으로써, 배기 가스 스트림으로부터의 CO₂ 양을 위해 달성된다. 통합 압축기 및 터빈은 동일한 회전 속도로, 또는 고정된 회전 속도로 동작하기 위해 배치 및 제어될 수 있다. 회전 속도가 고정된 시스템에서, CO₂ 압축기는 터빈 축대에 연결되거나 직접적으로 결합되어, 어떠한 속도 연결 장치 (velocity coupling device)도 필요하지 않는다. 속도 연결 장치는, CO₂ 압축기 및 터빈이 서로 다른 속도로 회전되도록 구성되는 경우에 필요하다. 임의의 적합한 속도 연결 장치가 사용될 수 있다.
- [0025] 전동 발전기 세트는 전기를 생성하고 터빈/압축기 세트에 전기를 제공하는데 사용된다. 적합하게 공지된 상업 기술은 전동 발전기 및 상기 전동 발전기의 제어/명령 세트를 위해 사용될 수 있다. 터빈/압축기 세트에서 전동 발전기의 사용은 통합 하이브리드 터빈/압축기 세트로서 본원에서 언급될 것이다.
- [0026] 전동 발전기는, 압축기를 가동시키기 위해 불충분한 동력이 터빈 샤프트에서 이용될 시에, 동력을 터빈/압축기 세트로 전달한다. 전동 발전기는 또한 터빈 출력 동력이 CO₂ 압축기의 요구를 초과할 시에, 터빈 샤프트로부터 이용 가능한 기계적인 과잉 동력을 회수하고, 상기 동력을 전기로 변환하도록 배치 및 구성된다.
- [0027] 시스템의 실시예에서, 발전기는 압축기 또는 터빈 추세를 따르고, 그 결과 하나의 연결 장치의 사용까지도 선택적일 수 있다. 이로써, CO₂ 압축기 및 전동 발전기가 동일한 회전 속도를 가진 실시예에서, 어떠한 연결 장치도 필요 없다. 또 다른 실시예에서, 시스템은 2 개의 연결 장치를 이용한다. 연결 장치는 축대 상의 서로 다른 구성요소의 동력 및 속도를 동기화시킨다.
- [0028] 연결 장치는 회전 속도를 줄이거나, 상기 속도를 제어하여 오버러닝 (overrunning)을 방지하거나, 또는 제한 슬립 (limited slip)을 허용하는 속도를 동기화시키거나, 또는 회전을 분리시키기 위해 본 발명의 시스템에서 사용된다. 장치는 이러한 기능의 조합을 실행하기 위해 결합될 수 있다.
- [0029] 연결 장치는, TORSEN™ 클러치, 에퍼사이클리컬 (epicyclical) 또는 유성 기어, 일-방향 클러치, 오버러닝 또는 프리휠 클러치 (freewheel clutch), 속도 감소 기어박스, 또는 CVT (continuously variable transmission)로서, 기술 분야에서 알려진 것이기도 한 간단한 클러치, 멀티-디스크 클러치 (multi-disc clutch), 유압식 클러치, 비스코-연결 장치 (visco-coupling device), 토크-센싱 트랙션 클러치 (torque-sensing traction clutch)일 수 있다.
- [0030] 특정 실시예에서, 유성 기어, 속도 감소 기어박스 또는 CVT는 이들의 상대 회전 속도를 제어하기 위해 터빈과 압축기 사이에 설치된다. 오버러닝 클러치 또는 일 방향 클러치는 또한, CO₂ 압축기의 피구동 샤프트 (driven shaft)로부터 구동 샤프트의 연결이 풀리도록, 기계적인 제어 시스템에 통합될 수 있다.
- [0031] 하이브리드 터빈/압축기 세트는 본 발명의 서로 다른 목적을 제공하는 서로 다른 동역학을 가진 2 개의 시스템의 연결을 가능케 한다. 전기식 전동 발전기 세트의 포함은 서로 다른 구성요소 간의 에너지의 흐름을 더 조정할 수 있기 때문에, 시스템의 유연성을 증대시킨다.
- [0032] 시스템은 전기식 전동 발전기 없이 작동될 수 있다. 이러한 실시예에서, 터빈 및 압축기의 제약은 커질 것이고, 통합 시스템 및 CO₂ 압축기의 전반적인 효율성은 줄어들 수 있다.
- [0033] 에너지 회수 시스템과, 생산 사이클을 동작시키는 동력은 배기 가스 스트림 및/또는 냉각 시스템으로부터 회수된 열을 위하여, 엔진 유형 및 상기 엔진 유형의 과도 현상 (transients)에 따라 달라지는 반면, CO₂ 유동률은 CO₂ 포획 시스템 및 CO₂ 포획률에 따라 적어도 부분적으로 달라진다.
- [0034] 에너지 회수 시스템 및 CO₂ 포획 시스템은 특정 동작 조건 하에 서로 다른 관성을 가지고, 과잉 작업 또는 운동 에너지를 회수하여 전기 (차량상의 저장 배터리로 공급될 수 있거나 차량 전기 시스템에 직접 공급될 수 있음)

로 변환하기 위해 시스템에 발전기를 바람직하게 통합시킴으로써, 보다 많은 에너지는 CO₂ 압축기에 의해 요구된 것보다 터빈에 의해 제공될 수 있다.

[0035] 간단한 선택 또는 복합적인 선택 사항인 경우에서, 버퍼 탱크가 CO₂ 압축기 주입부의 상류에 구비되는 것이 바람직하다. 버퍼 탱크는 CO₂ 압축기 주입부에서 CO₂ 압력 및 CO₂ 유동을 조정할 수 있다. 감속 중에, 터빈으로부터의 이용 가능한 동력은 CO₂ 압축기에 의해 요구된 동력을 충족시키는데 불충분할 수 있다; 이로써, 한 경우에서, CO₂ 유동을 제한하고, 그리고/또는 CO₂를 압축시키기 위한, 압축기에 필요한 추가 동력을 제공하기 위해 모터로서 동작되는 전동 발전기를 가지는 버퍼 탱크를 갖추는 것이 바람직하다.

[0036] 이러한 실시예에서, 본 발명의 시스템은, 시스템의 효율적인 동작을 최대화시키고, ICE로부터 동작 에너지를 얻을 필요성을 최소화시킴으로써, 전반적인 연료 소비와, CO₂ 포획 시스템 및 압축 단계(들)와 연관된 해당 CO₂ 생산을 최소화시키기 위해, 터빈 축대로부터 이용 가능한 에너지 및 CO₂를 압축시키기 위한 CO₂ 압축기에 필요한 에너지의 유동을 분리시키거나 조정할 수 있다.

[0037] CO₂는 이동 발생원에 탑재된 탱크에 저장을 위해 압축되고, CO₂의 최대 또는 최종 압력은 탱크에 저장된 CO₂의 양에 따라 달라진다. 이로써, 터빈의 동작과는 상관 없이, CO₂의 유동을 압축기의 동작 곡선으로 조정하고 맞춤 필요성이 있다. 이는 가변 변위/실린더 용량 및/또는 가변 속도 기어박스 또는 기차, 예를 들면, CVT의 사용으로 달성될 수 있다.

[0038] CO₂ 포획률 및 배기 가스 유동의 결과인 CO₂ 탱크 압력 및 CO₂ 유동에 따라서, 배기 유동 및 온도의 결과로 터빈의 속도와는 상관없이 압축기의 속도를 제어할 수 있고, 전동 발전기를 이용하여 축대 상에서 추가 동력을 제공 또는 회수할 수 있어서, 시스템의 다른 구성요소의 가변 동작 파라미터와는 상관없이, 매끄럽고 연속적인 동작을 달성할 수 있다.

[0039] 에너지 회수 시스템 및 동력 사이클에 의해 동작되는 터빈은 예를 들면, 터보-압축기의 터빈의 경우에서와 같이, 배기 가스 스트림에 의해 구동된 터빈으로 대체될 수 있다. 이로써, 터빈은 비-터보 차저 또는 슈퍼차저 대기 엔진 (supercharged atmospheric engine)에 대해 배기 압력 및 배기 유동률에 의해 동작되는 간단한 터빈일 수 있다. 상기와 같은 터빈을 슈퍼차저 엔진에서 또는 터보-차저 엔진 (turbo-charged engine)에서 사용할 수도 있다. 후자인 경우, 공기 압축기, 배기 터빈, 및 CO₂ 압축기는 단일 축대 상에서 연결될 수 있다.

또 다른 복합 실시예에서, 전동 발전기는 에너지 요건 및 통합 시스템에 이용 가능한 과잉 에너지의 회수를 충족시키는데 도움을 주기 위한 동일한 축대에 연결된다.

[0040] CO₂ 압축기의 동력 요건 및 터빈의 동력 출력은 적절하게 프로그램화된 차량상의 마이크로프로세서/제어기에 데이터를 전송하는 센서에 의해 연속적으로 모니터링된다. ICE의 동작과 연관된 센서는 또한 입력용 신호를 마이크로프로세서에 전송한다. ICE의 가속 및 감속을 나타내는 데이터는 배기 가스 스트림의 부피 유동률, 온도 및 압력 변화를 반영한다.

[0041] 적절한 스위치 기어는 또한 시스템에 통합되는 연결 장치와 같이, 마이크로프로세서 제어기 및 전동 발전기에 연결된다.

[0042] 본 발명의 방법의 실행에 있어, ECU (engine control unit)와 연관된 센서로부터의 신호는 또한, 가변 동작 조건 하에 ICE의 성능을 최적화시키는 엔진 관리 시스템을 의미하고, 이뿐 아니라, CO₂ 압축기에 연관된 센서는 가공되고 제어 신호는 압축기 및 작동 유체 제어 서브시스템에 전송되어 실시간으로 압축기의 동력 입력 요건을 충족시키기 위해 터빈 동력 출력을 증가 또는 감소시킨다. 바람직한 실시예에서, 마이크로프로세서는 정상 동작 조건 (steady-state operating condition), 예를 들면, CO₂ 버퍼 탱크로 그리고 CO₂ 버퍼 탱크로부터 CO₂를 수용 및 배출하기 위해 밸브를 제어하는 액추에이터의 사용으로, 그리고 압축기에 대한 CO₂의 제어 계량기에 의해 유지된다.

[0043] 터빈에 의해 생산되는 동력이 압축기의 요건을 충족시키는데 불충분할 시에, 전동 발전기의 전기 모터는 활성화되되, 예를 들면, 차량의 배터리 또는 차량상의 열원에 의해 동력이 제공되는 열전 장치로부터 전기를 스위치 온함으로써, 활성화된다. 마이크로프로세서가, 터빈이 압축기를 동작시키는데 필요한 것보다 많은 기계적인 에너지를 생산한다고 결정하는 경우에, 연결 장치는 전동 발전기의 발전기와 맞물리도록 활성화되고, 상기 발전

기의 출력부는 차량에 탑재된 저장 배터리를 충전시키도록 연결된다. 상술된 실시예로부터 기술 분야의 통상의 기술자에게 명백한 바와 같이, 시스템 구성요소의 다양한 다른 배치는 CO₂ 포획, 압축, 치밀화 및 차량상의 저장의 효율적인 동작을 최대화시키도록 만들어질 수 있다.

[0044] 본 발명을 특징 짓는 본 발명의 신규한 특징은 첨부된 청구항에서 기술된다. 그러나, 추가 이점 및 목적과 함께 본 발명 그 자체는 첨부된 도면을 참조하여 이해할 시에, 바람직한 실시예의 다음 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0045] 첨부된 도면에서, 동일하거나 유사한 소자는 동일한 번호로 명명하고, 도면에서:

도 1은 독창적인 방법을 구현하는 장치 및 시스템의 일 실시예의 개략도이고;

도 2는 랭킨 사이클 (Rankine Cycle)이 터빈 발생 동력을 동작시키는데 사용되는 실시예의 개략도이고;

도 3은 독창적인 방법을 구현하는 장치의 또 다른 실시예의 개략도이고;

도 4는 배기 가스 에너지 회수 시스템과 통합된 CO₂ 제거 시스템의 개략도이며; 그리고

도 5는 터빈이 CO₂ 압축기의 상류에 통합된 배기 가스 에너지 회수 시스템과 통합된 CO₂ 제거 시스템의 또 다른 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 독창적인 방법으로 효과를 제공하는 장치의 실시예를 개략적으로 도시하는 도 1을 참조해 보면, CO₂ 압축기 (20), 터빈 (10) 및 전동 발전기 (motor-generator (30)가 이들의 기능을 각각 실행하기 위해, 축대 또는 샤프트 (100, 101) 상에 동축 방향으로 연결된다. 압축기 (20)는 상류 포획 시스템 (미도시)으로부터 관 (22)을 통해 실질적으로 순수한 CO₂를 수용한다. 압축된 CO₂는 배출관 (24)을 통하여 CO₂ 저장 유닛 (28)으로 진행된다. 터빈 (10)은 에너지 회수 시스템 또는 동력 사이클로부터 에너지를 회수한다. 전기식 전동 발전기 (30)는 필요에 따라 압축기를 동작시키기 위해 동력을 부가하거나, 터빈으로부터 과잉 동력을 회수하며, 그리고 상기 동력을 전기로 변환하여 관 (32)을 통해 배터리 (38) (나중에 사용되기 위해 저장되거나, 또는 차량에 탑재되어 직접 사용될 수 있음)로 진행한다.

[0047] 터빈 (10)은 압력 하에, 임의의 작동 유체, 바람직하게는 개방 또는 폐쇄 동력 사이클, 예를 들면, 랭킨 사이클 또는 트리래터널 프레쉬 사이클 (trilateral flash cycle) 또는 작동 유체가 압축되고 선택적으로 가열되고 그 후에 터빈에서 팽창되는 다른 사이클로부터의 작동 유체에 의해 동작될 수 있다.

[0048] 도 2에 도시된 실시예의 랭킨 사이클에서, 작동 유체 (13)는 고압으로 펌프 (40)에 의해 압축되고, 그 후에, 터빈 (10) 주입구로 운반되기 전에, 원하는 온도로 가열 장치 (50)에서 가열된다. 작동 유체는 저압 값으로 터빈 (10)에서 팽창되고 응축기 (condenser) 또는 쿨러 (cooler) (60)에서 냉각되며, 사이클을 완성하기 위해 펌프 (40) 흡입 라인으로 전달되기 전에 냉각된다.

[0049] 도 1에 도시된 장치의 실시예에서, 터빈, CO₂ 압축기 및 전동 발전기는 동축 방향으로 연결되고 같은 회전 속도로 실행된다. 이러한 구성요소를 서로 다른 속도로 동작시키기 위해서, 연결/분리 장치 또는 속도 제어기 또는 속도 연결부 (velocity couplings)는 하이브리드 터빈/압축기 세트의 동작을 확보하기 위해 시스템에 통합된다. 연결 장치는 여러 개의 옵션을 제공한다: 상기 연결 장치는 회전 속도를 줄이거나, 상기 속도를 제어하여 오버러닝 (overrunning)을 방지하거나, 또는 제한 슬립 (limited slip)을 허용하는 속도를 동기화시키거나, 또는 회전을 분리시키거나, 또는 이러한 기능의 조합을 실행하기 위해 결합하는데 사용될 수 있다.

[0050] 연결 장치를 구비한 장치의 실시예는 도 3에 도시되고, 도 3에서 연결 장치 (70, 71)는 본 발명에 따른 하이브리드 터빈/압축기 시스템의 서로 다른 구성요소들 간에 배치된다.

[0051] 대표 실시예에서, 유성 기어 (70)는 터빈 (10)의 출력 샤프트 (102)에 연결된 입력부 및 압축기 (20)의 입력 샤프트 (input shaft) (103)에 연결된 출력부를 가진다. 유성 기어는 터빈 (10) 및 압축기 (20)의 회전 속도의 별개의 제어를 가능케 한다. 유성 기어 대신에, 속도 감속 기어 박스 또는 CVT가 사용될 수 있다. 제 2 연결 장치 (71), 예를 들면, 속도 감속기는 압축기 (20)와 전동 발전기 (30) 사이의 동력 연결부 (power link)를

제공하며, 이때 상기 전동 발전기 (30)는 도 3의 실시예에서, 압축기 (20) 하류에 배치된다. 연결 장치 (71)는 압축기 샤프트의 출력단 (output end) (104)에 연결되고, 전동 발전기 (30)의 입력 샤프트 (105)에 연결된다.

[0052] 간단한 옵션 또는 하이브리드 옵션의 실시예에서, CO₂ 압축기 (20) 주입부 상류에 위치한 자동 또는 수동 제어식 압력 조정기가 갖춰진 CO₂ 버퍼 탱크 (buffer tank) (80)를 포함하는 것이 바람직하다. 버퍼 탱크 (80)는 CO₂ 압축기 주입부에서 CO₂ 압력을 조정하고, 압축될 CO₂ 유동을 조정하는 기능을 한다. 압축기 (20)의 배출부는 CO₂ 저장 탱크 (81)와 유체 연통한다(in fluid communication).

[0053] 실시예는 CO₂ 제거 시스템이 배기 가스 스트림 에너지 회수 시스템과 통합되는 도 4를 도시한다. 배기 가스 스트림 (7)은, CO₂가 회박 CO₂ 흡수성 유체 (lean CO₂ absorbent fluid) (1)에 의해, 예를 들면, 모노에타놀아민 (monoethanolamine, MEA)의 수용액에 의해 흡수되는 흡수기 (absorber) (70)로 들어간다. CO₂-회박 배기 가스 스트림 (6)은 흡수기 (70)에서 빠져나가고 대기로 방출된다.

[0054] 초기에 흡수기 (70)로 들어가는 회박 MEA 스트림 (1)은 흡수기 (70)에서 배기 가스 스트림으로부터 CO₂를 흡수하고, CO₂-농후 MEA 스트림으로서 스트림 (2)을 통해 빠져나간다. CO₂-농후 MEA 스트림 (2)은, 스트림 (3)을 통하여 CO₂ 스트리퍼 (stripper) (90)로 들어가기 전에 열 교환기 (80)에 가열되기 위해 펌핑된다. 간단함을 위해, CO₂ 제거 루프의 펌프는 도시되지 않는다.

[0055] 열 유동 (100), 예를 들면, 엔진 냉각수 또는 엔진 배기 가스 스트림은 용액으로부터 CO₂를 없애기 위해 (strip) 스트리퍼 (90)를 통하여 열 교환기로 진행한다. 일부 수증기를 함유한 CO₂ 스트림은 스트리퍼로부터 스트림 (5)을 통해 빠져나간다. 재생된 회박 CO₂ 용액은 스트리퍼로부터 스트림 (4)을 통하여 빠져나가, 스트림 (1)을 통해 CO₂ 흡수기 (70)로 재순환되기에 앞서, 열 교환기 (80)에서 CO₂-농후 스트림 (2)과 열 교환을 하기 위해 진행된다.

[0056] CO₂ 스트리퍼 (90)으로부터 빠져나가는 CO₂ 및 수증기 스트림 (5)은, 물을 응축하고 시스템으로부터 액체/증기 분리를 통해 물을 제거하고 상기 물을 스트림 (8)으로 배출하기 위해, 열 교환기 (110)에서 예를 들면, 주변 공기에 의해 냉각된다. 열 교환기 (110)로부터 빠져나가는 CO₂ 스트림 (22)은 터빈 (10)에 의해 동작되는 CO₂ 압축기 (20)의 흡입 측면으로 공급된다. CO₂ 압축기 (20)는 직접적인 연결부를 통하여 터빈 (10)에 연결되거나, 상술된 바와 같이 감속기 및 비스코-커플러 (visco-couplers)를 통하여 터빈 (10)에 연결된다.

[0057] 터빈 (10)은, 에너지 회수 시스템 압력 및 온도와 호환이 가능한 수증기 또는 임의의 유기 유체일 수 있는 고압 증기 스트림 (12)에 의해 공급되는 랭킨 사이클에 통합된다. 스트림 (12)은 동력을 제공하기 위해 터빈 (10)에서 팽창되고, 그 후에 스트림 (13)을 통해 빠져나가 응축기 (60)로 공급되며, 상기 응축기에서 액체 상태로 완전하게 응축된다. 액체는 응축기 (60)로부터 빠져나가 스트림 (14)을 통하여 펌프 (40)의 흡입구 (suction port)로 들어가며, 상기 펌프에서 상기 액체는 시스템의 고압 값으로 압축된다. 펌프 (40)는 액체 스트림 (14)을 압축하고 상기 액체 스트림을 압력 하에 스트림 (15)을 통하여 보일러 (50)로 전달하며, 상기 보일러에서 상기 스트림 (15)은 스트림 (12)을 통하여 터빈 (10)으로 진행하기 전에, 부분적으로 또는 전체적으로 증발된다.

[0058] 보일러 (50)의 열은 ICE (150)로부터 빠져나가는 배기 가스 스트림 (16)에 의해 제공되며, 상기 배기 가스 스트림 (16)은 보일러 (50)를 통과한다. 쿨러 배기 가스 스트림은 보일러 (50)에서 빠져나가고 스트림 (7)을 통하여 CO₂ 흡수기 (70)로 공급된다.

[0059] CO₂ 압축기의 상류에 위한 터빈을 통합하는 본 발명의 추가 실시예는 도 5에 도시된다. 이러한 실시예에서, CO₂ 스트리퍼는 고압, 즉, 50 내지 10 바에서 동작된다. CO₂ 흡수기 (70)를 빠져나온 CO₂ 농후 용액 스트림 (2)은 고압에서 CO₂ 스트리퍼 (90)를 동작시키기 위해, 고압, 즉, 5 내지 10 바로 압축된다.

[0060] CO₂ 스트리퍼 (90)에서 빠져나간 최종 고압 CO₂ 및 수증기 스트림 (5)은, 수증기 응축을 위해 스트림 (56)을 통하여 열 교환기 (110)로 들어가고 시스템으로부터 스트림 (8)으로서 제거되기 전에, 거의 주위 압력으로 터빈

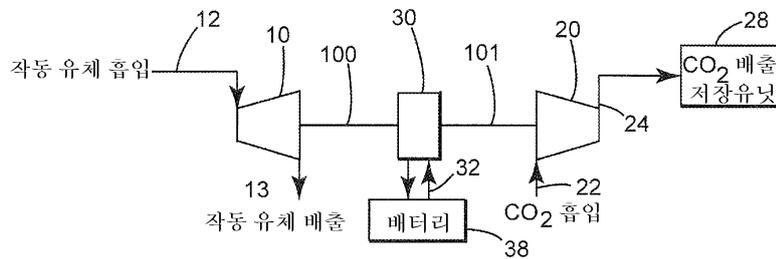
(17)에서 팽창된다. 그 후에, 건조 CO₂ 스트림 (22)은 압축기 (20)에서 압축되고 차량상에 저장된다. 터빈 (17)으로부터 회수된 기계적인 에너지는, 차량상에서 직접 사용되거나, 배터리 (38)에 저장될 수 있는 전기를 발생시키는데 사용될 수 있다.

[0061] 또 다른 실시예에서, 터빈 (17)은 CO₂ 압축기 (20), 및 CO₂ 압축과 함께 보조하는 터빈 (10)에 연결될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 터빈 (17)은 터빈 (10)의 사용 없이 압축기 (20) 및 전기 모터에 연결된다. 최종 압력으로 CO₂를 압축하는 에너지는 터빈 (17)에 의해 주로 전달되고 전기 모터에 의해 보충된다.

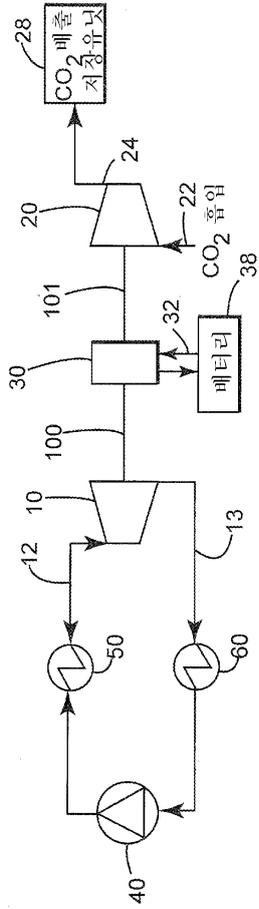
[0062] 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 제시 및 기술되었지만, 본 발명은 제한되는 것으로 구성되지 않고, 본 발명의 다양한 변형 역시 기술 분야의 통상의 기술자에게 명백하며, 그리고 본 발명의 권리 범위는 다음의 청구항에 의해 결정된다.

도면

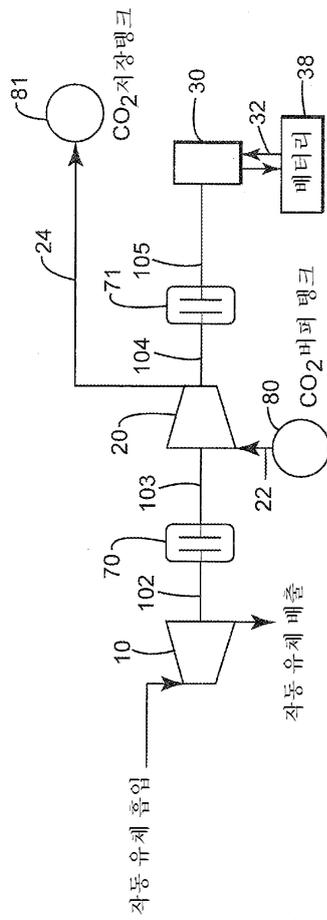
도면1



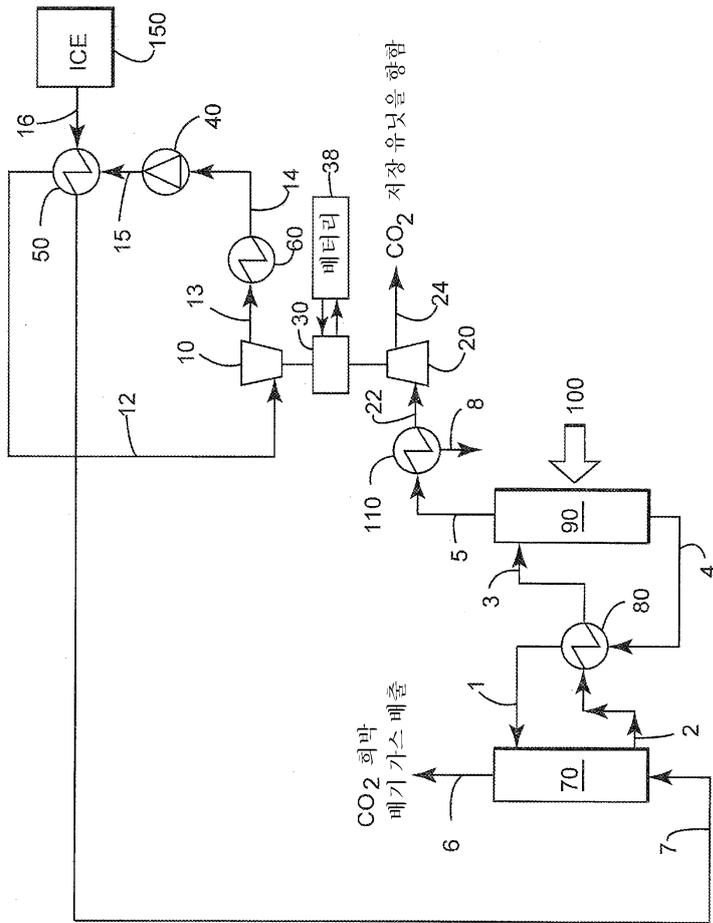
도면2



도면3



도면4



도면5

