



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0049774
(43) 공개일자 2020년05월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 41/14 (2006.01) C01B 3/36 (2006.01)
F02B 39/10 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
F02M 31/135 (2006.01) F02P 5/15 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F02D 41/1454 (2013.01)
C01B 3/366 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7006017
- (22) 출원일자(국제) 2018년09월24일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년02월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/052367
- (87) 국제공개번호 WO 2019/067341
국제공개일자 2019년04월04일
- (30) 우선권주장
62/565,844 2017년09월29일 미국(US)

- (71) 출원인
리써치 트라이앵글 인스티튜트
미국 27709 노쓰 캐롤라이나주 리써치 트라이앵글
파크 콘왈리스 로드 3040 피. 오. 박스 12194
- (72) 발명자
카펜터, 존 리브스 3세
미국 27709 노쓰 캐롤라이나 리써치 트라이앵글
파크 콘왈리스 로드 3040 리써치 트라이앵글 인스
티튜트 (내)
바비, 데이비드 더글라스
미국 27709 노쓰 캐롤라이나 리써치 트라이앵글
파크 콘왈리스 로드 3040 리써치 트라이앵글 인스
티튜트 (내)
아가왈, 아푸브
미국 27709 노쓰 캐롤라이나 리써치 트라이앵글
파크 콘왈리스 로드 3040 리써치 트라이앵글 인스
티튜트 (내)
- (74) 대리인
특허법인 남앤남

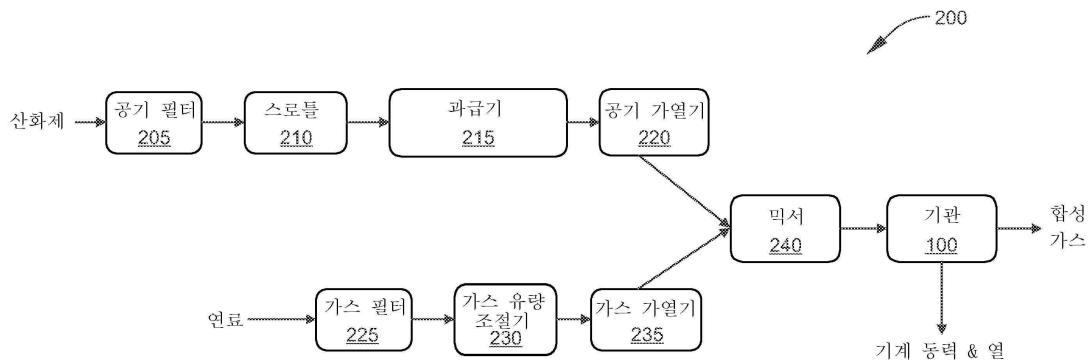
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 발명의 명칭 **하이드로카본 공급물로부터 합성 가스를 생산하기 위한 화학 반응기로서의 내연 기관**

(57) 요약

내연 기관은 예를 들어, 스토틀, 점화 시기, 기관에 결합된 로드, 연료압, 과급기에 대한 동력 및 예열기에 대한 동력과 같은 하나 이상의 작동 파라미터를 조정하여 특정한 기관 속도 및 배기 가스의 온도를 유지시킴으로써 연료-풍부 조건에서 작동된다. 이러한 조건 하에서의 기관의 작동은 기관이 하이드로카본 및 일산화탄소를 포함하는 합성 가스를 생산하는 리포머로서 기능하도록 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F02B 39/10 (2013.01)

F02D 41/0007 (2013.01)

F02M 31/135 (2019.02)

F02P 5/1502 (2013.01)

C01B 2203/1241 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

연료-풍부 조건하에서 반응기로서 내연 기관을 사용하는 방법으로서,

초기 연료-공기 등가비를 갖는 공급 가스를 사용하여 기관을 시동시키고;

연료-공기 등가비를 증분식으로 증가시켜 연료-풍부 공급 가스를 발생시키고;

연료-공기 등가비를 증가시키면서, 스로틀(throttle), 점화 시기, 기관에 결합된 로드(load), 연료압, 공급 가스 또는 공급 가스의 일부에 작용하는 과급기에 대한 동력 및 공급 가스에 작용하는 예열기에 대한 동력 중 하나 이상을 조정하여 연료-공기 등가비를 약 1.6 내지 2.4로 유지하는 것을 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 공급 가스가 하이드로카본 화합물 및 산소 함유 스트림을 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 초기 조건을 사전결정된 연료압, 부분적으로 개방된 스로틀, 제1의 사전결정된 점화 시기 값 및 기관에 결합된 로드 중 적어도 하나로서 기관 시동 전에 설정하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 부분적으로 개방된 스로틀을 설정하는 것이 스로틀을 50% 미만의 사전결정된 설정치로 설정하는 것을 포함하는 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 제1의 사전결정된 점화 시기 값을 설정하는 것이 점화 시기를 상사점 전(BTDC) 약 5 내지 약 12도로 설정하는 것을 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 기관 시동이 연료압을 약 0 인치 H₂O 게이지로 설정하여 기관을 시동시키는 것을 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 약 1000 내지 2000 분당 회전수(RPM)의 기관 속도 및 약 900℃ 미만의 배기 가스 온도가 유지되는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 점화 시기 조정이 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 기관 로드를 증가시키면서 점화 시기를 제2의 사전결정된 값으로 앞당기는 것을 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 제2의 사전결정된 점화 시기 값이 약 8도 BTDC 내지 약 28도 BTDC인 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 과급기에 대한 동력 조정이 초기에 과급기에 동력을 공급하는 것을 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 연료압을 증가시키면서 과급기에 대한 동력을 증가시키는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 스로틀 조절이 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 연료압 및 기관 로드를 증가시키면서 스로틀을 증가시키는 것을 포함하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 배기 가스 온도를 모니터링하고, 배기 가스 온도를 약 900℃ 미만으로 유지하기 위해 연료압, 스로틀 및 기관 로드 중 하나 이상을 수정하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 예열기에 대한 동력 조절이 초기에 예열기에 동력을 공급하는 것을 포함하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 예열기를 초기 온도로 설정하고, 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하면서 예열기 온도를 증가시키기에 따라 연료압을 상승시키는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 예열기 초기 온도가 약 200℃인 방법.

청구항 17

제1항에 있어서, 점화 시기를 제3의 사전결정된 값으로 조정하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 제3의 사전결정된 점화 시기 값이 약 20 내지 약 30도 BTDC인 방법.

청구항 19

제11항에 있어서, 요망되는 기관 부피 처리량(throughput)에 도달할 때까지 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 연료압 및 기관 로드를 조정하면서 과급기에 대한 동력을 증가시키는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 예열기가 초기 온도에 도달하는 경우, 연료-공기 등가비가 약 1.6 내지 2.4에 도달할 때까지 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 연료압을 조정하면서 예열기 온도를 증가시키는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 21

제1항에 있어서, 연료 가스 초기 연료-공기 등가비가 약 1인 방법.

청구항 22

연료-풍부 조건하에서 내연 기관을 작동시키는 방법으로서,

기관 시동 후 배기 배압, 흡기 매니폴드 압력(intake manifold pressure), 기관 속도, 점화 시기, 연료 가스 연료-공기 등가비 및 연료 가스 흡기 온도에 대한 작동 유지 조건의 세트를 유지하고;

연료 가스 연료-공기 등가비를 유지하면서 연료 가스 흡기 온도를 증가시키고, 기관 배기 가스의 메탄 및 산소 함량을 모니터링하고;

모니터링된 메탄 및 산소 함량에 따라 점화 시기를 조정하는 것을 포함하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 초기 작동 배기 배압이 대기압 내지 5 bar 절대압인 방법.

청구항 24

제22항에 있어서, 작동 흡기 매니폴드 압력이 약 대기압 내지 2 bar 절대압인 방법.

청구항 25

제22항에 있어서, 초기 작동 기관 속도가 약 1000 내지 2000의 분당 회전 수(RPM)인 방법.

청구항 26

제22항에 있어서, 초기 작동 점화 시기가 상사점 전(BTDC) 약 25 내지 35도인 방법.

청구항 27

제22항에 있어서, 작동 연료 가스 연료-공기 등가비가 약 1.6 내지 2.4인 방법.

청구항 28

제22항에 있어서, 초기 작동 연료 가스 흡기 온도가 약 200℃ 내지 270℃인 방법.

청구항 29

제22항에 있어서, 모니터링된 메탄 또는 산소 함량이 허용 가능한 수준을 넘어서 증가되는 경우, 모니터링된 메탄 및 산소 함량에 따른 점화 시기 조정이 점화 시기를 앞당기는 것을 포함하는 방법.

청구항 30

제22항에 있어서, 기관의 각 실린더로부터 배기 가스 온도를 모니터링하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 31

제30항에 있어서, 각 실린더의 배기 가스 온도의 변동성을 약 75℃ 범위 이내로 감소시키기 위해 각 실린더의 점화 시기를 개별적으로 조정하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 32

제22항에 있어서, 배기 가스가 수소(H₂), 일산화탄소(CO), 질소(N₂), 수증기(H₂O), 이산화탄소(CO₂) 및 미량 성분 중 적어도 2개의 조합물을 포함하는 방법.

청구항 33

제1항 내지 제32항 중의 어느 한 항의 방법을 수행하도록 구성된 가스 리포머 시스템(gas reformer system).

청구항 34

제33항에 있어서, 가스 리포머 시스템이 합성 가스를 생산하도록 구성되는 가스 리포머 시스템.

청구항 35

제34항에 있어서, 합성 가스가 수소(H₂) 및 일산화탄소(CO)를 포함하는 가스 리포머 시스템.

청구항 36

연료 가스 흡입구, 배기 가스 배기구, 복수의 실린더, 점화 시기 시스템, 스로틀, 연료 가스 예열기 및 과급기를 포함하는 내연 기관을 포함하는 가스 리포머 시스템으로서,

내연 기관이 약 1.6 내지 2.4의 연료 가스 연료-공기 등가비로 작동되도록 구성되는 가스 리포머 시스템.

청구항 37

제36항에 있어서, 내연 기관이 약 1.6 내지 2.4의 연료 가스 연료-공기 등가비로 작동시키기 위해 연료 가스 연료-공기 등가비, 연료 가스 흡기 온도, 흡기 매니폴드 압력(inlet manifold pressure), 점화 시기, 기관 속도, 배기 매니폴드 압력 및 배기 가스 온도를 개별적으로 조정하도록 구성되는 가스 리포머 시스템.

청구항 38

제36항에 있어서, 내연 기관이 수소(H₂) 및 일산화탄소(CO)를 포함하는 배기 가스를 생산하도록 구성되는 가스 리포머 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] **관련 출원**

[0002] 이 출원은 "하이드로카본 공급물로부터 합성 가스를 생산하기 위한 화학 반응기로서의 내연 기관"이라는 제목으로 2017년 9월 29일 출원된 미국 가출원 일련 번호 62/565,844의 이익을 청구하며, 이의 내용은 그 전체가 본원에 참조로 통합된다.

[0003] **연방 정부 지원 연구 또는 개발**

[0004] 본 발명은 미합중국 에너지 부서(Department of Energy)에 의해 부여된 승인 번호 DE-AR0000506의 정부 지원에 의해 이루어진다. 정부는 발명에 대해 특정 권리를 가지고 있다.

[0005] **기술 분야**

[0006] 본 발명은 일반적으로, 특히 합성 가스 발생기로서 내연 기관을 사용한 합성 가스의 생성에 관한 것이다.

배경 기술

[0007] 많은 프로세스 및 작동은 경질 하이드로카본의 가스 스트림을 생성한다. 종종 이들 가스 스트림은 저압이며, 다양한 오염물을 추가로 포함할 수 있다. 따라서, 가스 스트림은 내재적인 가치를 거의 가질 수 없으며, 오염물을 제거하고 가스를 압축하는 비용(예컨대, 압력을 증가시켜 천연 가스 전송 파이프라인으로의 유입을 허용하기 위해)은 상당히 클 수 있다. 이러한 제약 조건을 감안하여, 가스 스트림은 종종 플레어링(flaring), 소각 또는 배기에 의해 폐기된다.

[0008] 최근에는, 이러한 저품질 하이드로카본 스트림을 더욱 생산적으로 활용하는 것에 대한 관심이 높아지고 있다. 한 이러한 분야는 합성 가스(신가스) 생산에서 공급 가스로서 하이드로카본 스트림을 사용하는 것이다. 합성 가스는 유기 공급원료(경질 하이드로카본, 석탄, 페트코크, 바이오매스, 오일)의 부분 연소로부터 생산될 수 있으며, 주로 수소(H₂) 및 일산화탄소(CO)로 구성된다. 합성 가스는 종종 출발 원료에 따라 오염물질(H₂S, COS 포함)을 함유한다. 많은 합성 가스 생산 공정은 유기 공급원료를 부분적으로 산화시키기 위해 촉매-기반 리포머(reformer)를 이용한다. 촉매는 반응율을 증가시키고 반응 온도를 감소시키기에 유용하지만, 많은 촉매는 고가의 물질로부터 제조되며, 가스 스트림에 존재하는 황 화합물로부터 중독되며, 그을음 및 다른 입자로부터 막힐 수 있다.

[0009] 합성 가스는 다양한 화학물질의 생산을 위한 출발 물질이다. 또한, 합성 가스는 가스 터빈 또는 기관-기반 발전기에서 전력 생산에 사용될 수 있다. 합성 가스는 또한 수성 가스 변환(WGS) 프로세스를 통해 CO 및 수증기를 H₂ 및 이산화탄소(CO₂)로 변환시킴으로써 H₂를 생산하는데 사용될 수 있다. 공정 가스의 H₂ 대 CO 비율은 전형적으로, 다운스트림 응용분야 요구를 충족시키기 위해 신중하게 조정되어야 한다.

[0010] 최근 미국 특허 번호 9,169,773 (브롬버그(Bromberg) 등)은 수소-풍부 가스를 생산하기 위해 기관을 사용하는 리포머-액체 연료 제조 시스템을 기재하였다. 기재된 시스템은 공기/연료 비, 등가비 2.5 < Φ < 4.0에서 작동한다. 이들은 또한, 효과적인 기관-기반 리포머에 있어서, 균일 혼합 압축 점화(HCCI), 부분 예혼합 압축 점화(PCI) 또는 반응 제어된 압축 점화(RCCI)를 사용할 수 있음을 기재한다. 이들은 "흐름 버너 플레임은 물론 실린더 계산에서, 등가비가 낮으면 변환시 더 높은 에너지가 방출되며, 실린더 온도의 피크가 더 높으며, 수소 및

CO에 대한 민감성이 더 낮아지며..."라고 보고한다.

[0011] 미국 특허 번호 2,391,687 (이스트만(Eastman) 등)은 90% 이상의 순수 O₂에서 작동하며, 2.8-4.0의 등가비를 갖는 합성 가스를 발생시키기 위한 기관을 기술한다.

발명의 내용

[0012] **개요**

[0013] 전체적으로 또는 부분적으로 상기 문제점 및/또는 당업자에 의해 관찰될 수 있는 다른 문제점을 해결하기 위해, 본 기재내용은 하기 제시된 실행의 예로서 기술된 바와 같이 방법, 프로세스, 시스템, 장치, 기구 및/또는 디바이스를 제공한다.

[0014] 일 구체예에 따르면, 연료-풍부 조건하에 내연 기관을 사용하는 방법은 초기 연료-공기 등가비를 갖는 공급 가스를 사용하여 기관을 시동시키고; 연료-공기 등가비를 증분식으로 증가시켜 연료-풍부 공급 가스를 발생시키고; 연료-공기 등가비를 증가시키면서, 스로틀(throttle), 점화 시기, 기관에 결합된 로드, 연료압, 공급 가스에 작용하는 과급기에 대한 동력 및 공급 가스에 작용하는 예열기에 대한 동력 중 하나 이상을 조정하여 연료-공기 등가비를 약 1.6 내지 2.4로 유지하는 것을 포함한다. 일 구체예에서, 약 1000 내지 2000 분당 회전수(RPM)의 기관 속도 및 약 900℃ 미만의 배기 가스 온도가 유지된다.

[0015] 또 다른 구체예에 따르면, 연료-풍부 조건하에 내연 기관을 작동시키는 방법은 배기 배압, 흡기 매니폴드 압력, 기관 속도, 점화 시기, 연료 가스 연료-공기 등가비 및 연료 가스 흡기 온도에 대한 기관 시동 후 초기 조건의 세트를 유지하고; 연료 가스 연료-공기 등가비를 유지하면서 연료 가스 흡기 온도를 증가시키고, 기관 배기 가스의 메탄 및 산소 함량을 모니터링하고; 모니터링한 메탄 및 산소 함량에 따라 점화 시기를 조정하는 것을 포함한다.

[0016] 또 다른 구체예에 따르면, 가스 리포머 시스템은 본원에 기재된 임의의 방법을 수행하도록 구성된다.

[0017] 또 다른 구체예에 따르면, 가스 리포머 시스템은 연료 가스 흡입구, 배기 가스 배기구, 복수의 실린더, 점화 시기 시스템, 스로틀, 연료 가스 예열기 및 과급기(supercharger)를 포함하는 내연 기관을 포함하며, 내연 기관은 약 1.6 내지 2.4의 연료 가스 연료-공기 등가비로 작동하도록 구성된다.

[0018] 본 발명의 기타 디바이스, 장치, 시스템, 방법, 특징 및 이점은 하기 도면 및 상세한 설명의 시험시 당업자에게 자명하거나 자명해질 것이다. 모든 이러한 추가 시스템, 방법, 특징 및 이점은 이러한 설명 내에 포함되며, 본 발명의 범위 내에 속하며, 첨부된 청구범위에 의해 보호받고자 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 발명은 하기 도면을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다. 도면의 구성요소는 반드시 축척에 맞을 필요는 없으며, 대신 본 발명의 원리를 설명하는데 중점을 둔다. 도면에서, 유사 참조 번호는 상이한 도면에 걸쳐 상응하는 부분을 지시한다.

도 1은 일부 구체예에 따른 예시적인 내연 기관의 실린더의 개략적 단면도이다.

도 2는 일부 구체예에 따른 내연 기관을 사용하여 합성 가스를 생산하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 3은 일부 구체예에 따른 내연 기관을 사용하여 합성 가스를 생산하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 4는 일부 구체예에 따른 내연 기관을 사용하여 합성 가스를 생산하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 5는 일부 구체예에 따른 연료-풍부 조건 하에 기관을 시동하는 방법의 예시적인 흐름도이다.

도 6은 일부 구체예에 따른 연료-풍부 조건 하에 기관을 작동시키기 위한 방법의 예시적인 흐름도이다.

도 7은 일부 구체예에 따른 다양한 연료-공기 등가비에 대한 연료-공기 흡기 온도의 그래프이다.

도 8은 일부 구체예에 따른 다양한 연료-공기 등가비에 대한 H₂ 대 CO 비율의 그래프이다.

도 9는 일부 구체예에 따른 다양한 연료-공기 등가비에 대한 천연 가스의 분획 변환의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 상세한 설명

[0021] 본원에 사용된 바와 같은 용어 "신가스"는 합성 가스를 나타낸다. 본 기재내용에 있어서, 합성 가스는 적어도 일산화탄소(CO) 및 이원자 수소 가스(H₂)의 혼합물이다. 구체예에 따라, 합성 가스는 추가적으로 다른 성분, 예를 들어, 물, 공기, 이원자 질소 가스(N₂), 이원자 산소 가스(O₂), 이산화탄소(CO₂), 황 화합물(예를 들어, 황화수소(H₂S), 황화카르보닐(COS), 산화황(SO_x), 등), 질소 화합물(예를 들어, 질소 산화물(NO_x), 등), 금속 카르보닐, 하이드로카본(예를 들어, 메탄(CH₄)), 암모니아(NH₃), 클로라이드(예를 들어, 염화수소(HCl)), 시안화수소(HCN), 미량 금속 및 메탈로이드(예를 들어, 수은(Hg), 비소(As), 셀레늄(Se), 카드뮴(Cd), 등) 및 이의 화합물, 입자상 물질(PM) 등을 포함할 수 있다.

[0022] 본원에 사용된 바와 같은 용어 "저급 하이드로카본"은 저분자량의 하이드로카본을 나타내며, 비제한적으로, 메탄, 에탄, 프로판 및 부탄을 포함한다.

[0023] 본원에 사용된 바와 같은 용어 "로드(load)"는 전기 히터, 동력계, 수조 등을 의미할 수 있다. 로드를 증가시키거나 감소시킴으로써, 입력 조건이 변화함에 따라 기관이 일정 속도로 구동될 수 있다. 또한, 로드를 변경하여 기관 내 온도 또는 배출물 성분 비율을 수정할 수 있다.

[0024] 본원에 사용된 바와 같은 용어 "천연 가스"는 주로 메탄 및 더 적은 양의 고급 알칸으로 구성된 하이드로카본(HC) 가스의 혼합물을 나타낸다. 구체예에 따라, 천연 가스는 비-HC 중, 예컨대 상기 언급된 것들 중 하나 이상은 물론, 이황화탄소(CS₂) 및/또는 기타 이황화물, 및 메르캅탄(티올), 예컨대, 메탄티올(CH₃SH) 및 에탄티올(C₂H₅SH), 및 티오펜, 예컨대 티오펜(C₄H₄S) 및 기타 유기황 화합물을 추가로 포함할 수 있다.

[0025] 본 기재내용은 합성 가스 발생기로서 내연 기관을 이용하는 방법을 제공한다. 추가로, 본 공정은 메탄을 생산은 물론 기타 화학 생산 공정과 함께 이용될 수 있다. 기재된 방법은 전세계에 분산된 광범위한 하이드로카본 공급원을 이용할 수 있다. 예를 들어, 오일 및 천연 가스 생산 유정은 미국의 많은 외딴 지역에 위치해 있으며, 각 개별 유정, 유정의 압축기, 공압 장치 및 저장 용기는 하이드로카본 배출 스트림을 생산할 수 있다. 이러한 하이드로카본 스트림의 작은 부피, 저압 및 잠재적 오염물로 인해, 이들은 종종 플레어되거나 배기된다. 천연 가스 전송 파이프라인 내로 수집하기 위해 이러한 이질적인 스트림을 압축하고 정제하는 것은 비용이 매우 많이 든다. 본 기재내용의 방법은 이러한 하이드로카본을 부분적으로 산화시켜 합성 가스를 생산하기 위해 특화된 조건하에서 작동되는 대량-생산 내연 기관을 이용할 수 있으며, 상기 합성 가스는 더 높은 가치를 가지고 있으며, 합성 가스의 경제적으로 실현가능한 수집을 가능하게 할 수 있다.

[0026] 내연 기관은 전형적으로 차량 추진을 위해서, 기계 장치 구동을 위해서 또는 전기 생산을 위해서 동력을 생산하기 위해 수십 년 동안 개발되고 활용되었다. 이들 각각의 용도에서, 생산된 동력을 최대화시키기 위해 연료를 효율적이고 완전히 연소시키는 것에 초점을 맞추었다. 그러나, 내연 기관은 다른 응용 분야에서 관심 있는 특성을 갖는다. 기관 온도를 제어하기 위한 냉각수 및 라디에이터 시스템으로부터의 열 관리, 실린더 내 고압 생성 기능, 실린더 내 짧은 잔류 시간의 기능 및 밸브 압력 제어와 같은 특성 모두는 기관이 화학 반응기로서 기능하는 화학적 변환을 위한 프로세스에 사용될 수 있다. 이러한 응용 분야에서, 동력 발생에 반하여 요망되는 화학적 변환을 최대화시키기 위해서 기관 파라미터를 제어하는데 중점을 둔다. 일부 경우에, 화학 반응이 동력을 발생시킬 수 있다. 대안적으로, 다른 경우에 샤프트를 외부로 돌림으로써 동력이 추가될 수 있다. 짧은 체류 시간에 작동하고 상기 나열된 특성의 이점을 이용하는 모든 화학 반응은 잠재적으로 기관을 화학 반응기로서 사용하도록 맞춰질 수 있다. 여기서 본 발명자들은 경질 하이드로카본의 합성 가스로의 변환을 위한 이러한 한 응용 분야에 대해 기술한다.

[0027] 도 1은 다양한 구체예에 따른 내연 기관(100)의 한 실린더(105)의 개략적 단면도를 예시한다. 기관(100)은 실린더(105) 내에 연소 챔버(110)를 추가로 포함할 수 있다. 피스톤(115)은 실린더(105) 내부에 위치하여 실린더(105)에서 상하로 이동할 수 있으며, 이에 의해 연소 챔버(110)의 가변적인 부피를 규정할 수 있다. 연소 챔버(110)는 피스톤(115)이 실린더(105)에서 이의 가장 높은 위치에 있는 경우(상사점(TDC)으로서 칭함) 이의 최소 부피로 존재하며, 피스톤(115)이 실린더(105)에서 이의 가장 낮은 위치에 있는 경우(하사점(BDC)으로서 칭함) 이의 최대 부피로 존재한다. 피스톤(115)은 연결봉(125)에 의해 크랭크축(120)에 결합될 수 있다. 기관(100)은 실린더(105)의 상단에 결합된 헤드(130)를 추가로 포함할 수 있다. 헤드(130)는 하나 이상의 흡기 밸브(135) 및 하나 이상의 배기 밸브(140)를 하우징할 수 있다. 각 흡기 밸브(135)는 흡입구(145)를 개폐하는 역할을 할 수 있는 반면, 각 배기 밸브(140)는 배기구(150)를 개폐하는 역할을 할 수 있다. 흡입구(145)는 연소 챔버(110)와

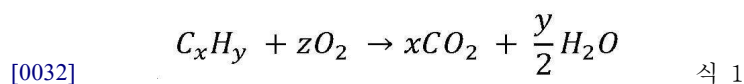
유체 소통될 수 있어 연료와 산화제의 혼합물(충전물로서 칭함)이 연소 챔버(110) 내로 흐르게 할 수 있다. 배기구(150) 또한 연소 챔버(110)와 유체 소통될 수 있어 배기 가스가 연소 챔버(110) 밖으로 흘러나올 수 있게 할 수 있다. 헤드(130)는 또한 연소 챔버(110) 내로 적어도 부분적으로 확장되며 충전물에 대한 점화원을 제공할 수 있는 하나 이상의 스파크 플러그(155)를 포함할 수 있다.

[0028] 도 1에 도시되어 있지 않지만, 기관(100)은 흡입구(145)로 유입되기 전에 연료 및 산화제 중 하나 또는 둘 모두의 온도를 증가시키기 위한 예열기, 및 흡입구(145)로 유입되기 전에 연료 및 산화제 중 하나 또는 둘 모두의 압력을 증가시키기 위한 과급기를 추가로 포함할 수 있다. 예열기는 예를 들어, 기관(100)으로부터의 배기 가스의 열의 일부를 추출하기 위해 열 교환기를 포함할 수 있다. 대안적으로, 예열기는 당업계에 공지된 다른 프로세스에 의해, 예컨대 전동식 가열기, 2차 연료의 연소 또는 또 다른 프로세스로부터의 열 소거에 의해 열 에너지를 얻을 수 있다. 과급기는 기관(100)으로부터의 배기 가스로부터 에너지를 추출하기 위한 터빈을 포함할 수 있다. 대안적으로, 과급기는 당업계에 공지된 다른 프로세스에 의해, 예컨대, 전기 모터 또는 또 다른 프로세스로부터의 에너지 소거에 의해 동력을 공급받을 수 있다.

[0029] 특정 비제한적 구체예에서, 기관(100)은 4-스트로크 프로세스를 사용하여 작동되도록 조정될 수 있다. 4-스트로크 프로세스는 예를 들어, TDC에서 및 그 후, 하향으로 이동하기 시작하는 피스톤(115)으로 개시될 수 있다. 흡기 밸브(135)는 아래로 이동하며, 이에 의해 흡입구(145)를 연소 챔버(110)와 유체 소통하도록 위치시킨다. 피스톤(115)은 아래로 이동하여 충전물이 연소 챔버(110)에 유입되게 한다. 피스톤(115)이 BDC에 도달하면, 흡기 밸브(135)는 닫힌다. 그 후, 피스톤(115)이 위로 이동하여, 충전물을 압축한다. 피스톤(115)이 TDC에 접근하면, 스파크 플러그(155)는 충전물을 점화시키는 스파크를 발생시킨다. 다양한 구체예에서, 하기 추가로 논의된 바와 같이, 스파크는 피스톤(115)이 TDC에 도달하기 전에 발생할 수 있다. 충전물이 연소됨에 따라, 연소 챔버(110) 내의 압력이 증가하여 피스톤(115)을 아래로 내려가게 한다. 피스톤(115)이 BDC에 도달하는 경우, 배기 밸브(140)는 하향으로 이동하며, 이에 의해 배기구(150)를 연소 챔버(110)와 유체 소통하도록 위치시킨다. 피스톤(115)이 TDC로 이동함에 따라, 연소된 충전물로부터의 연소 가스는 배기구(150) 밖으로 강제 배출된다. 피스톤(115)이 TDC에 도달하면, 배기 밸브(140)는 닫히며, 사이클이 반복된다.

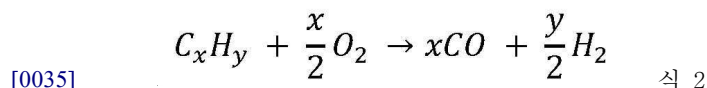
[0030] 각 프로세스의 특정한 사항은 본원에 기술되어 있지 않지만, 다양한 구체예에서 기관(100)은 2-스트로크 프로세스, 5-스트로크 프로세스, 6-스트로크 프로세스, 압축 점화 프로세스(예를 들어, 디젤), 제트 기관, 터빈, 회전 기관 또는 당업계에 공지된 임의의 다른 기관에 따라 작동하도록 구성될 수 있다. 본 기재내용은 그 보급과 준비된 이용가능성으로 인해 4-스트로크 프로세스에 중점을 두고 있지만, 본 기재내용의 범위에 대한 제한을 암시하는 것은 아니다.

[0031] 전형적으로, 하이드로카본 및 산소는 각각 기관(100)에서 연소되는 연료 및 산화제이다. 산소 중 하이드로카본의 연소에 대한 일반적인 화학량론적 화학식은 하기 식 1로 제시된다:

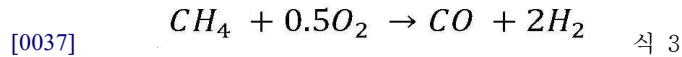


[0033] 이와 같이, 화학량론적 완전 연소의 경우, 하이드로카본 및 산소 모두가 반응하여 이산화탄소 및 물을 형성한다. 따라서, 화학량론적 완전 연소를 위해서, 연료 대 공기의 특정 비율이 요구된다. 실제 연료 대 공기 비율을 화학량론적 연료 대 공기 비율과 비교하는 방법의 한 가지 척도는 등가비(Φ 로 나타냄)이다. 등가비는 실제 연료 대 공기 비율을 화학량론적 연료 대 공기 비율로 나눔으로써 계산된다. 1을 초과하는 등가비 값은 연료-풍부 상태를 나타낸다.

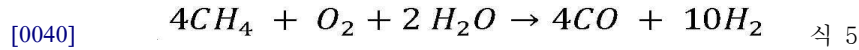
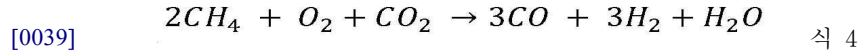
[0034] 화학량론적 완전 연소에 따라 작동되는 기관(100)은 전형적으로 유용한 작업 및 열을 추출하도록 작동된다. 그러나, 다양한 구체예는 화학 반응기로서 기관(100)을 사용하기 위해 화학량론적 조건 이외에서 기관(100)을 작동시키는 것을 포함할 수 있다. 특정 구체예는 연료-풍부 조건(즉, 하이드로카본 모두를 연소하기 위해 화학량론적 양 미만의 산소)을 이용하여 하이드로카본을 부분적으로 산화시킬 수 있다. 특정 작용 메카니즘으로 제한할 의도 없이, 일부 조건 하에서, 기관(100)은 식 2로 제시된 화학 반응에 따라 수소(H₂) 및 일산화탄소(CO)를 포함하는 합성 가스(신가스)를 생산하기 위한 리포머로서 작동될 수 있다.



[0036] 하이드로카본이 메탄(CH₄)인 경우, 부분적 산화 반응이 하기 식 3으로 제시된다:



[0038] 추가로, 완전 연소(식 1), 식 4 및 5와 같은 리포밍(reforming) 반응(메탄에 대해 표시됨), 및 다른 공지된 리포밍 및 연소 반응과 같은 다른 반응이 또한 발생할 수 있을 것으로 예상된다.



[0041] 도 2는 다양한 구체예에 따른 프로세스(200)의 개략도이며, 여기에서 내연 기관(100)은 화학 반응기로서 사용되어 예를 들어, 합성 가스를 생산할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 기관(100)에 대한 충전물은 산화제 및 연료를 포함할 수 있다. 산화제는 공기, 풍부화된 공기, 또는 충분한 산소를 함유하는 가스를 포함할 수 있다. 산화제는 필터(205)를 통과하여 미립자 및 기타 고체 오염물뿐만 아니라 액체 또는 기체 오염물 예컨대, 물을 제거할 수 있다. 산화제 흐름은 스톱(210)에 의해 제어될 수 있다. 스톱(210)은 당업계에 공지된 임의의 유량 조절 장치를 포함할 수 있으며, 수동 또는 전자적으로 제어될 수 있다. 산화제 압력은 과급기(215)에 의해 증가될 수 있다. 과급기(215)는 압축기로서 작용하여 압력을 증가시키고, 이에 의해 더 많은 산소가 기관(100)의 각 실린더(105)에 전달되게 한다. 과급기(215)는 전기 모터에 의해 구동될 수 있거나, 그렇지 않으면 예컨대, 기관(100)의 배기 스트림 또는 또 다른 프로세스 스트림에서 잔여 에너지를 사용함으로써 동력 공급될 수 있다. 산화제는 또한 가열기(220)를 통해 통과하여 기관(100)에 유입되기 전에 산화제의 온도를 증가시킬 수 있다. 가열기(220)는 전동식 가열 코일, 또는 프로세스 스트림 예컨대, 기관(100)의 배기 스트림으로부터 에너지를 추출하는 열 교환기를 사용할 수 있다(예를 들어, 도 4 참조). 연료는 또한 필터(225)를 통과하여 고체, 액체 또는 기체 오염물을 제거할 수 있으며, 유량 조절기(230)를 통과할 수 있다. 연료 스트림의 온도는 산화제 가열기(220)와 유사하게 작동하는 가열기(235)에 의해 증가될 수 있다. 믹서(240)는 요망되는 비율로 산화제와 연료를 혼합하여 기관(100)의 각 실린더(105)에 전달되는 충전물을 형성할 수 있다. 그 후, 기관(100)은 상기 기술된 바와 같이 충전물을 부분적으로 산화시켜, 배기 스트림 중의 합성 가스를 생산할 수 있다. 기관(100)의 작동은 또한 기계적 동력 및 열을 생산할 수 있다.

[0042] 다양한 구체예에서, 프로세스(200)는 중앙 처리 유닛(미도시됨)을 추가로 포함할 수 있다. 중앙 처리 유닛은 프로세스(200)의 개별 구성요소 중 하나 이상과 소통할 수 있으며, 활성화시키고 제어할 수 있다. 중앙 처리 유닛은 컴퓨터 코드를 저장 및 실행하여 기관(100)의 모니터링된 작업 조건 및 기관(100)에 의해 생산된 합성 가스의 분석에 반응하여 프로세스(200)의 작동을 개시할 수 있다. 예를 들어, 기관(100)의 배기 스트림 중 H₂ 대 CO의 비율이 모니터링될 수 있으며, 중앙 처리 유닛은 모니터링된 H₂ 대 CO 비율에 따라 프로세스(200)의 개별 구성요소 중 하나 이상을 조정할 수 있다. 추가로, 중앙 처리 유닛은 기관(100)의 모니터링된 파라미터에 따라 프로세스(200)의 개별 구성요소 중 하나 이상, 예컨대 하나 이상의 실린더(105)의 연소 온도, 흡기 압력, 배기 압력, 등을 조정할 수 있다.

[0043] 도 3은 다양한 구체예에 따른 프로세스(300)의 개략도이며, 여기에서 내연 기관(100)은 화학 반응기로서 사용되어 예를 들어, 합성 가스를 생산할 수 있다. 도 3은 기관(100)이 발전기(305)에 결합되어 기관(100)에 의해 생산된 기계 동력을 전력으로 변환시킬 수 있음을 예시한다. 전력은 산화제 가열기(220), 가스 가열기(235) 또는 임의의 다른 목적에 전력을 공급하는데 사용될 수 있다.

[0044] 도 4는 다양한 구체예에 따른 프로세스(400)의 개략도이며, 여기에서 내연 기관(100)은 화학 반응기로서 사용되어 예를 들어, 합성 가스를 생산할 수 있다. 프로세스(400)에서, 합성 가스 중 잔여 열은 산화제 및 연료를 가열하는데 사용될 수 있다. 산화제 가열기(220) 및 연료 가열기(235)는 합성 가스로부터의 열을 산화제 및 연료 스트림으로 전달하기 위해 열 교환기를 포함할 수 있다. 열 교환기는 당업계에 공지된 임의의 유형, 예컨대 쉘 및 튜브(shell and tube), 플레이트 및 쉘(plate and shell), 및 플레이트 핀(plate fin)일 수 있으며, 예를 들어, 평행류, 대향류 또는 직교류 배치로 작동될 수 있다.

[0045] 연료 풍부 조건에서 작동되는 기관(100)은 폭발(detonation) 또는 노킹(knocking)으로 공지된 비정상적인 연소에 취약할 수 있다. 노킹은 충전물의 포켓이 스파크에 의해 발생하는 화염 전방 외측에서 점화되는 경우 발생하며, 실린더(105) 내부의 압력을 설계 한계를 초과하여 상승시킬 수 있다. 이러한 압력 증가는 피스톤(115) 또는

헤드(130)에 구멍을 뚫을 가능성 있으며, 이는 기관(100)의 파국적 고장을 초래한다.

- [0046] 다양한 구체에는 연료-풍부 조건에서 작동에 도달하도록 기관(100)을 시동시키고, 후속하여 노킹 없이(또는 최소의 노킹으로) 정상-상태 조건에서 작동시키는 방법을 포함한다. 도 5는 연료-풍부 조건에서의 작동에 도달하기 위해 기관(100)을 시동하기 위한 방법(500)의 다양한 구체예의 일반적인 흐름도를 예시한다. 기관(100)은 단계(505)에서 초기 연료-공기 등가비를 갖는 공급 가스를 사용하여 출발할 수 있다. 연료-공기 등가비는 연료-풍부 공급 가스를 발생시키기 위해 단계(510)에서 증분식으로 증가될 수 있다. 단계(515)에서, 약 1000 내지 2000 RPM의 기관 속도 및 약 900℃ 미만의 배기 가스의 온도를 유지하기 위해 연료-공기 등가비를 증가시키면서 하기 중 하나 이상이 조정될 수 있다: 스로틀(210), 점화 시기, 기관(100)에 결합된 로드, 연료압, 공급 가스에 작용하는 과급기(215)에 대한 동력, 및 공급 가스에 작용하는 예열기(220, 235)에 대한 동력.
- [0047] 기관(100)을 시동시키기 전에, 초기 작업 조건은 연료압이 전형적으로 대기압보다 낮은 값이며, 스로틀(210)이 사전결정된 값, 전형적으로 50% 미만으로 부분적으로 개방되며, 점화 시기는 제1의 사전결정된 값으로 설정되고, 로드는 기관(100)에 결합되도록 설정될 수 있다. 다양한 구체예에서, 점화 시기는 스파크가 스파크 플러그(155)에 의해 발생하는 때를 결정하며, 피스톤(115)이 TDC에 위치할 때 크랭크축(120)의 회전 위치와 관련하여 측정된다. 일반적으로, 점화 시기는 피스톤(115)이 TDC에 도달하기 전 스파크를 발생시키도록 앞당겨질 수 있다. 점화 시기의 앞당김은 피스톤(115)이 TDC에 도달하는 지점 근처에서 충전물의 연소(또는 요망되는 양의 부분 연소)가 완료되게 한다. 점화 시기는 전형적으로 피스톤(115)이 TDC에 도달하기 전에 크랭크축(120)의 회전 운동의 각도, 또는 단순히 상사점 전(BTDC)의 각도로서 표현된다. 다양한 구체예에서, 제1의 사전결정된 점화 시기 값은 약 8도 BTDC, 또는 약 5 내지 약 15도 BTDC일 수 있다. 기타 구체예에서, 제1의 사전결정된 점화 시기 값은 약 30도 BTDC 이하일 수 있다.
- [0048] 기관(100)의 시동을 시작하고, 기관이 작동할 때까지 기관(100)을 짧은 기간에 걸쳐 뒤집어지게 한 후, 연료압은 전형적으로 대략 대기압으로 증가되어 기관(100)을 자체적으로 작동시킬 수 있게 한다. 기관 속도는 시동 후 모니터링되어야 한다. 점화 시기는 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 로드를 가하면서 제2의 사전결정된 값으로 점차적으로 앞당겨질 수 있다. 제2의 사전결정된 점화 시기 값은 약 16도 BTDC일 수 있다. 기타 구체예에서, 제2의 사전결정된 점화 시기 값은 약 8도 내지 약 28도 BTDC, 바람직하게는 약 10 내지 약 20도 BTDC의 범위일 수 있다.
- [0049] 상기 논의된 바와 같이, 과급기(215)는 특정 구체예에서, 전기 모터에 의해 동력 공급될 수 있다. 이러한 구체예에서, 과급기(215)는 초기에 동력 공급되며, 그 후, 동력은 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 연료압을 증분식으로 증가시키면서 증분식으로 증가될 수 있다. 다양한 구체예에서, 과급기(215)는 초기 사전결정된 값, 전형적으로 기관이 자연적으로 흡입하는 것과 유사한 공기를 공급하는 설정치로 초기에 동력 공급될 수 있으며, 이러한 설정치 사이의 범위의 약 10% 내지 15% 증분만큼 제2의 사전결정된 값으로 증분식으로 증가될 수 있다. 다양한 구체예에서, 연료압은 더 큰 증분량이 사용될 수 있지만 약 0.1 인치 H₂O만큼 증분식으로 증가될 수 있다.
- [0050] 스로틀(210)은 최종 스로틀 위치가 약 90% 개방에 도달할 때까지 1% 내지 10% 이하로 증대되는 증분량을 이용하여 초기 설정치로부터 증분식으로 증가될 수 있다. 스로틀(210)을 증가시키면서 연료압은 약 1000 내지 2000 RPM의 기관 속도를 유지하기 위해 증가될 수 있다. 연료압이 가해지면서 기관(100)의 성능이 빠르게 저하되는 경우, 연료-공기 혼합물이 너무 풍부하게 될 수 있다. 이러한 경우, 연료압은 감소될 수 있으며, 기관 속도를 제어하기 위해 로드가 사용될 수 있다. 배기 가스의 온도가 또한 모니터링될 수 있으며, 연료압, 스로틀(210) 및 기관 로드 중 하나 이상을 수정함으로써 900℃ 미만에서 유지되어야 한다.
- [0051] 예열기(220, 235)는 예열기(220, 235)가 충전물의 온도를 흡입구(145)에 유입되기 전에 약 200℃에서 유지하도록 초기에 동력 공급될 수 있다. 그 후, 점화 시기는 더 나아간 BTDC로 앞당겨질 수 있다. 당업계에 공지된 바와 같이, 최적의 점화 시기 및 점화 시기를 앞당기기 위한 특정 프로세스는 비제한적으로, 연료 조건(온도, 압력, 오염물의 존재, 등), 연료 주입 시기, 점화 시스템의 유형 및 조건, 기관 속도, 기관 로드 및 사용된 기관의 특정 유형을 포함하는 많은 인자에 의존적일 것이다. 과급기(215)에 대한 동력은 공기 공급 속도를 증가시키기 위해 증분식으로 증가될 수 있다. 과급기 동력이 증가됨에 따라 및 예열기(220, 235)가 가열됨에 따라, 기관 속도는 연료압 및 로드를 조정함으로써 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지될 수 있다. 요망되는 기관 처리량(throughput)이 달성되면, 과급기 동력 증가는 중단될 수 있다.
- [0052] 예열기(220, 235)가 약 200℃에 도달하면, 예열기 온도는 설정 온도의 오버슈팅을 회피하기 위해 전형적으로 설정치의 15% 이하의 사전설정된 증분량으로 증가될 수 있다. 당업계에 공지된 바와 같이, 자동화된 제어 시스템

의 사용은 설정 온도의 오버슈팅 위험을 증가시키지 않으면서 더 큰 온도 증분량을 허용할 수 있다. 예열기 온도가 증가되면서, 연료압은 기관 속도를 약 1000 내지 2000 RPM으로 유지하기 위해 조정될 수 있다. 요망되는 연료-공기 등가비가 수득되면, 예열기 온도의 추가 증가는 중단될 수 있다. 다양한 구체예에서, 요망되는 연료-공기 등가비는 약 1.6 내지 2.4일 수 있다.

[0053] 예열기 온도가 증가되면서 기관(100)이 급격하게 안정성을 손실하는 경우, 실린더(105) 내의 작동 온도는 현재 매니폴드 압력에서 현재의 연료 대 공기 비율에 비해 너무 높을 수 있다. 이러한 경우, 예열기(220, 235)에 대한 동력은 안정성이 회복될 때까지 꺼질 수 있으며, 그 후, 예열기(220, 235)에 대한 동력은 다시 켜질 수 있으며, 예열기 온도가 상승하며, 연료압이 다시 원래로 되돌아 갈 수 있다.

[0054] 공기가 충전물 중의 산화제를 공급하는데 종종 사용되지만, 풍부한 공기(예를 들어, 약 35 부피% 이하의 O₂)는 다양한 구체예에 사용될 수 있다. 풍부한 공기의 사용은 기관 처리량을 증가시킬 수 있으며, 단위 처리량 당 다운스트림 비용을 감소시키며, 액체 생성물 수집 및 촉매 활성을 개선시킨다. 또한, 가스 공급물로의 습화된 공기 또는 스팀 첨가가 이용될 수 있다. 습도를 증가시키거나 추가 증기를 부가하면 실린더에서 수증기 농도가 증가하여, 상기 식 5에 기술된 바와 같이 증기 리포밍 반응을 통해 더 높은 수소 수율을 가능하게 한다.

[0055] 메탄이 주요 연료를 설명하기 위해 본원에 사용되지만, 다양한 하이드로카본 연료 조성물이 다양한 구체예에서 사용될 수 있다. 많은 경우에 시스템의 작동은 천연 가스 파이프라인으로부터 취해진 메탄, 유정으로부터의 수반 가스, 전형적으로 플래어링되는 폐 가스 스트림, 바이오가스 스트림, 및 기타 그러한 가스 경질 하이드로카본 스트림으로부터 취해진 메탄을 사용할 것이다. 파이프라인 천연 가스는 주로 메탄으로 구성되지만, 1 내지 6%의 에탄 수준 및 미량의 다른 하이드로카본, 이산화탄소, 질소 및 기타 분자를 가질 것이다. 마찬가지로, 유정으로부터의 수반 가스는 전형적으로 천연 가스 액체로 불리는 고농도의 에탄 및 고급 하이드로카본, 예컨대 프로판, 부탄, 펜탄 및 헥산을 가질 것이다. 일부 경우에, 천연 가스 액체는 나머지 천연 가스가 파이프라인에 대해 수집되기 전에 수집되거나, 사용되거나 플래어링된다. 합성 가스를 생산하기 위한 기관의 작동은 변환을 유지하고 그을음 생성을 피하기 위해 작동 파라미터를 조정함으로써 천연 가스 액체의 제거 하에 또는 제거 없이 이 연료로 작동될 수 있다. 기관에 대한 또 다른 연료 스트림은 폐수 또는 부산물로서의 다양한 화학적, 제작 또는 산업 프로세스 또는 저장 시스템으로부터의 가스 스트림일 수 있으며, 이러한 연료는 다양한 경질 하이드로카본을 가질 수 있다. 이들 스트림은 높은 풍부한 연료 농도를 가지거나(연료 조성에 따라) 이러한 농도를 달성하도록 처리될 수 있는 경우, 이들은 이러한 스트림을 이용하여 합성 가스를 생산하기 위한 잠재적인 연료 원일 것으로 예상된다. 또한, 기관을 사용하여 합성 가스를 생산하기 위한 연료로서 사용될 수 있는 많은 바이오가스 공급원이 존재한다. 본 발명의 목적에 있어서, 바이오가스는 주로 메탄 및 이산화탄소와 바이오가스 분야에서 공지된 다른 미량의 성분을 함유하는 바이오매스 물질의 분해로부터 생산되는 가스 스트림으로서 규정된다. 바이오가스의 공급원의 예로는 매립지, 동물 폐기물 처리장 및 폐수 처리장이 있다. 바이오가스의 사용에서, 기관 작동을 위해 완전히 제거할 필요는 없지만, 기관을 효과적으로 작동시키기 위해 연료로부터 일부 이산화탄소를 제거하기 위한 (농도에 따라) 전처리가 필요할 수 있다. 기관 작동은 일반적으로 이산화탄소의 존재를 견딜 수 있다. 천연 가스 조성물에 기술된 바와 같이, 에탄은 전형적으로 천연 가스 스트림에서 발견된다. 다른 구체예는 연료로서의 천연 가스와 블렌딩된 또는 연료로서의 추가적인 에탄을 사용할 수 있다. 연료 스트림에의 수소 첨가는 또한, 다양한 연료 조성물을 갖는 일부 구체예에서 이점을 제공할 수 있다. 이러한 수소는 외부 공급원으로부터 수득될 수 있거나 기관 작동 또는 다운스트림 프로세스로부터 재활용될 수 있다. 한 구체예는 기관 배기 가스로부터 선택적으로 제거된 수소를 재활용하거나 기관 배기물의 분획을 재활용하는 것이다.

[0056] 연료-풍부 조건에 도달하기 위해 기관(100)의 시동이 달성되면(예컨대, 도 5와 관련하여 예를 들어, 상기 기술된 방법을 구현함으로써), 도 6은 연료-풍부 조건 하에 기관(100)의 연속된 작동을 위한 방법(600)의 다양한 구체예의 또 다른 일반적인 흐름도를 예시한다. 단계(605)에서, 배기 배압, 흡기 매니폴드 압력, 기관 속도, 점화 시기, 연료 가스 연료-공기 등가비 및 연료 가스 흡기 온도에 대한 초기 작업 조건 설정이 기관(100)의 시동 후 유지될 수 있다. 연료 가스 흡기 온도는 연료-가스 등가비를 유지하면서 예열기에 대한 동력을 증가시킴으로써 단계(610)에서 증가될 수 있다. 배기 가스의 메탄 및 산소 함량(메탄은 연료 중 하이드로카본이라고 가정됨)이 모니터링될 수 있다. 점화 시기는 모니터링된 메탄 및 산소 함량에 따라 단계(615)에서 조정될 수 있다.

[0057] 다양한 구체예에서, 초기 작동 배기 배압은 약 대기압 내지 5 bar 절대압일 수 있으며, 초기 작동 흡기 매니폴드 압력은 약 대기압 내지 2 bar 절대압일 수 있으며, 초기 작동 기관 속도는 약 1000-2000 RPM일 수 있으며, 초기 작동 점화 시기는 약 25 내지 35도 BTDC일 수 있으며, 초기 작동 연료-공기 등가비는 약 1.6 내지 2.4일

수 있으며, 초기 연료 가스 온도는 약 200℃ 내지 270℃일 수 있다. 도 7은 1 내지 2 범위의 연료-공기 등가비에 대한 대략적인 연료 가스 온도 범위를 예시한다.

[0058] 다양한 구체예에서, 모니터링된 메탄 및 산소에 따라 점화 시기를 조절하는 것은 메탄 및 산소 슬리피지 (slippage)(즉, 기관(100)을 통과하는 비반응된 메탄 및 산소)를 모니터링하는 것을 포함한다. 배기 가스 중의 메탄 함량 또는 배기 가스 중의 산소 함량이 허용되는 수준을 초과하는 경우, 점화 시기는 슬리피지를 감소시키기 위해 앞당겨질 수 있다. 점화 시기를 앞당기면서 배기 가스 온도가 모니터링될 수 있어, 배기 가스 온도는 도 7에 규정된 범위 내로 유지된다. 다양한 구체예에서, 기관(100)의 실린더(105) 모두의 점화 시기를 균일하게 앞당기기도는, 점화 시기는 각 실린더(105)에 대해 개별적으로 조정될 수 있어 각 개별 실린더(105)의 배기 가스의 온도의 변동성은 약 75℃의 범위내에 있게 된다.

[0059] 본질적으로 정상-상태 작동 조건하에서, 도 8은 주어진 연료-공기 등가비에 대한 배기 가스에서 H₂ 대 CO의 예상 비율을 예시한다. 따라서, 기관(100)은 다운스트림 프로세스에 필요한 바와 같은 요망되는 H₂ 대 CO 비율을 생성하도록 조정될 수 있다. 도 9는 주어진 연료-공기 등가비에 있어서 기관(100)에 대한 연료로서 천연 가스의 분획 변환을 예시한다. 다양한 구체예에 따르면, 도 8은 요망되는 H₂ 대 CO 비율을 생성하는데 필요한 연료-공기 등가비를 결정하는데 이용될 수 있으며, 그 후, 도 9는 선택된 연료-공기 등가비에서 발생할 수 있는 연료의 예상된 분획 변환을 결정하는데 이용될 수 있다.

[0060] 실시예

[0061] 기관 시스템은 지역 유틸리티 천연 가스 파이프라인(local utility natural gas pipeline)으로부터 공급된 천연 가스로 합성 가스를 생산하도록 구성되었다. 시중의 입수가능한 8-실린더, 8.8L 스파크-점화 기관은 풍부한 작동력을 갖는 합성 가스를 생산하는 시스템으로 구성되었다. 공기는 주변 환경으로부터 취하였으며, 과급기는 약 2 bar의 흡기 매니폴드 압력으로 압력을 증가시키는데 사용되었다. 천연 가스는 파이프라인 천연 가스에 대한 미국 표준 사양을 충족하는 유틸리티 파이프라인으로부터 전달되었다. 기술된 진행 길이에 걸친 전형적인 조성은 95 vol% 메탄(CH₄), 4 vol% 에탄(C₂H₆), 1 vol% 이산화탄소(CO₂) 및 비측정된 미량 성분이었다. 공기 및 천연 가스 혼합물을 혼합 전에 200℃ 초과로 가열하였다. 그 후, 혼합된 공급물을 흡기 매니폴드를 통해 기관 실린더에 공급하였다. 스파크-점화의 도움으로, 공급물은 실린더에서 합성 가스로 변환되었다. 기관은 1500 RPM의 속도로 작동되었으며, 배기 가스 온도는 900℃ 미만으로 유지되었다. 생산된 합성 가스는 배기 매니폴드를 통해 수집하였으며, 다운스트림 압력 조절을 이용하여 4 내지 5 bar의 압력을 유지하였다.

[0062] 표 1은 본 기재내용에 따른 기관(100)의 작동으로 본 실시예로부터 합성 가스 조성(4회 진행의 평균)을 제시한다.

[0063] 표 1. 합성 가스 조성비

합성 가스 성분	부피 퍼센트(건조)
H ₂	22.3
CO	14.5
O ₂	0.15
CO ₂	2.9
CH ₄	1.3
N ₂	58.9

[0064] 상기 실시예는 단지 예시의 목적이며, 실시예에 사용된 프로세스로 본 발명을 제한하지 않는다.

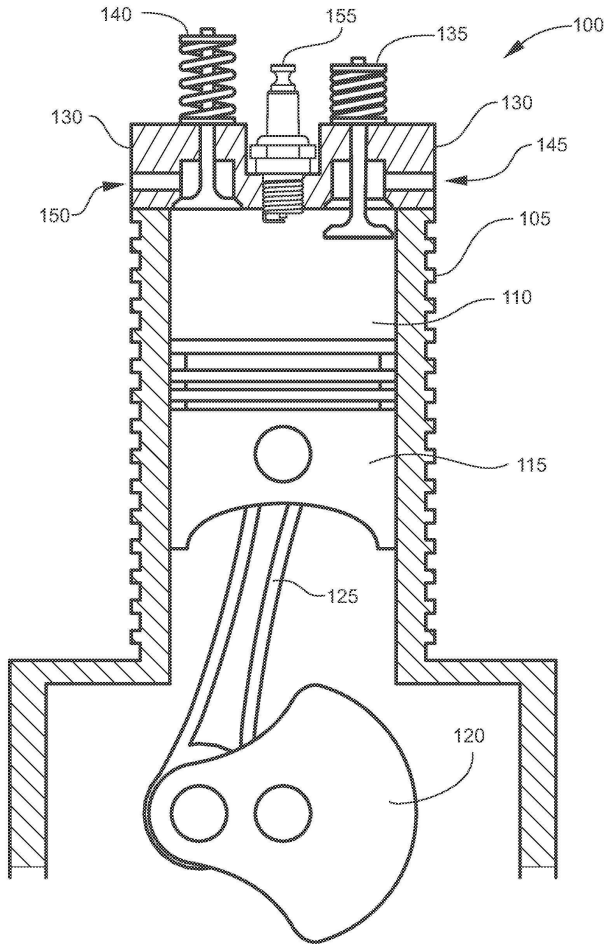
[0066] 일반적으로, "소통" 및 "와 소통관계에 있는"과 같은 용어(예를 들어, 제1 구성요소와 제2 구성요소와 "소통"되거나 "소통 관계에 있다")는 두개 이상의 구성요소 또는 요소 사이의 구조적, 기능적, 기계적, 전기적, 신호적, 광학적, 자기, 전자기, 이온 또는 유체 관계를 나타내기 위해 본원에 사용된다. 이와 같이, 하나의 구성요소가 제2 구성요소와 소통하는 것으로 언급된다는 점은 추가적인 구성요소가 제1 및 제2 구성요소 사이에 존재하고/거나 작동적으로 결합되거나 맞물려 있을 수 있는 가능성을 배제하고자 하는 것은 아니다.

[0067] 본 발명의 다양한 양태 또는 세부사항이 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않으면서 변화될 수 있음이 이해될 것

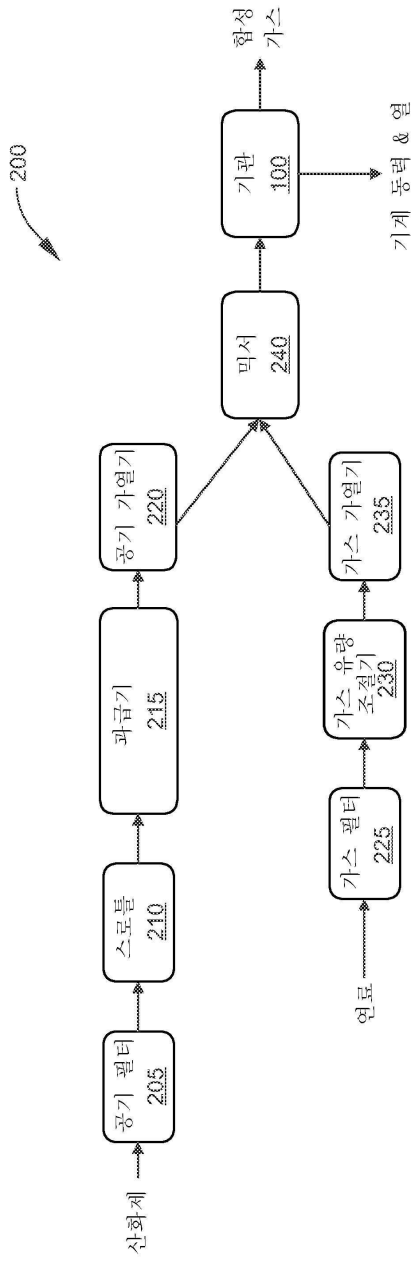
이다. 또한, 상기 설명은 단지 예시를 위한 것이며, 제한하고자 하는 것은 아니다-본 발명은 청구범위에 의해서 규정된다.

도면

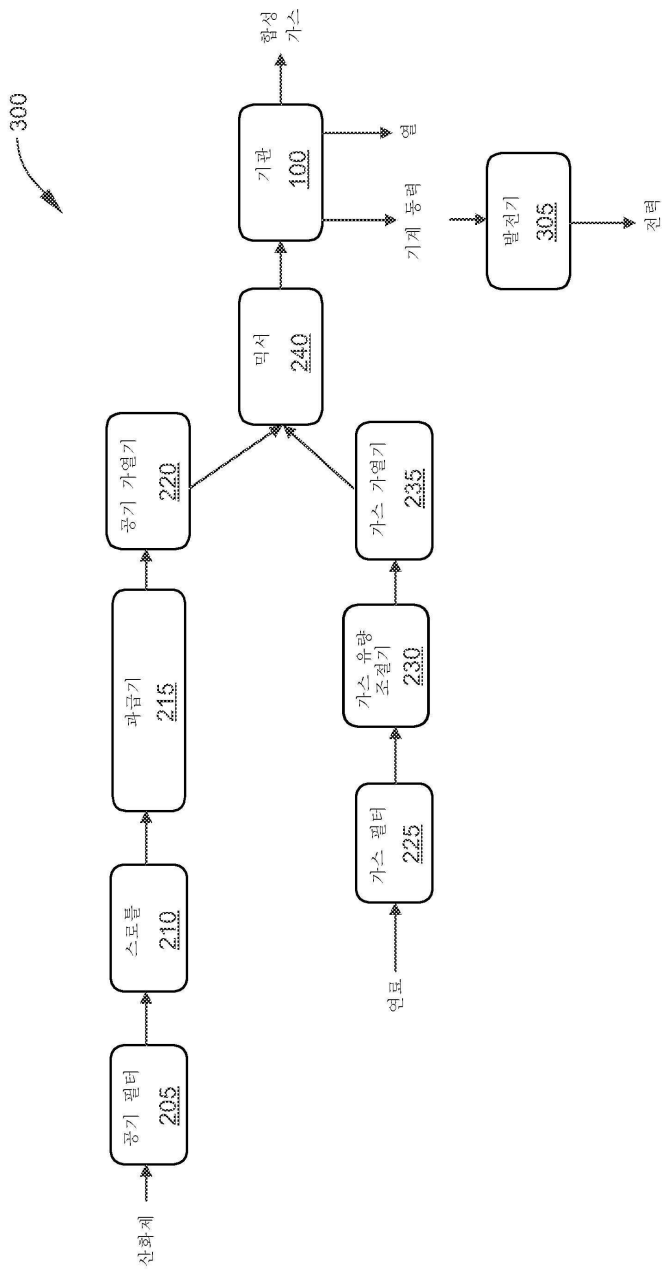
도면1



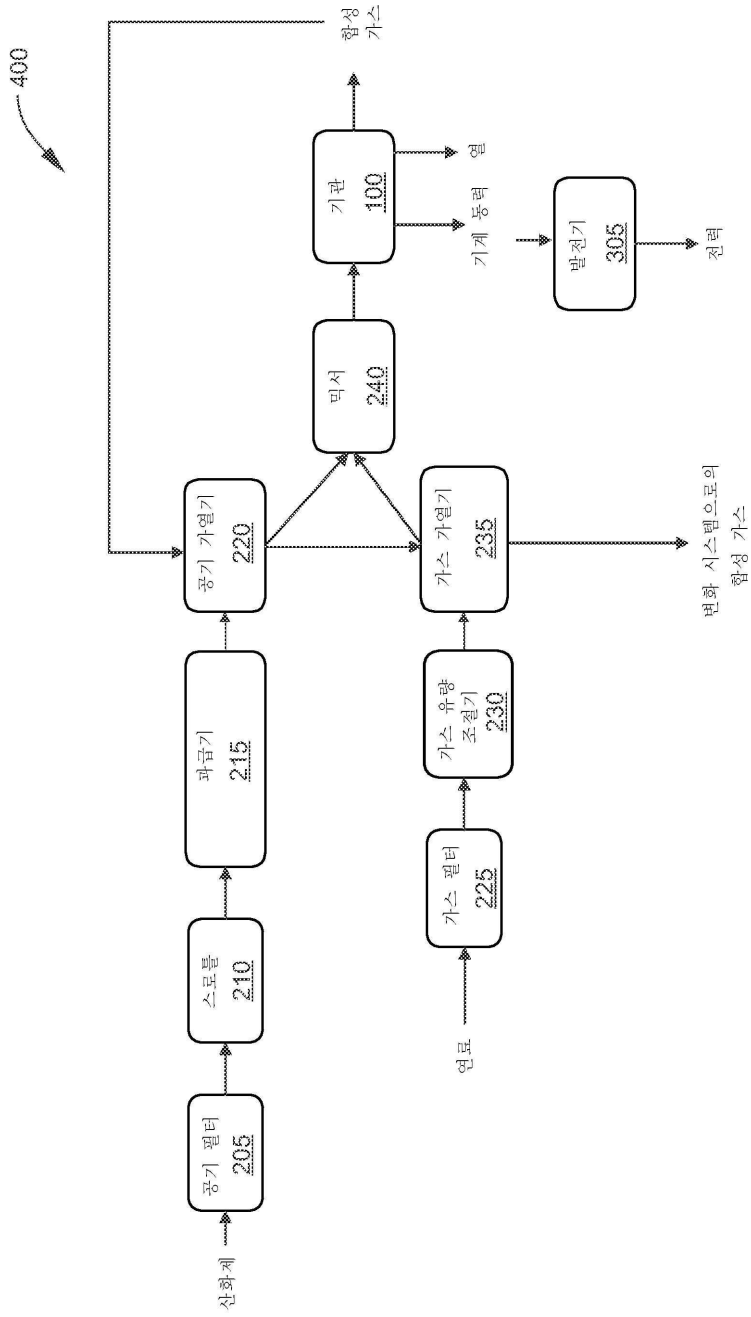
도면2



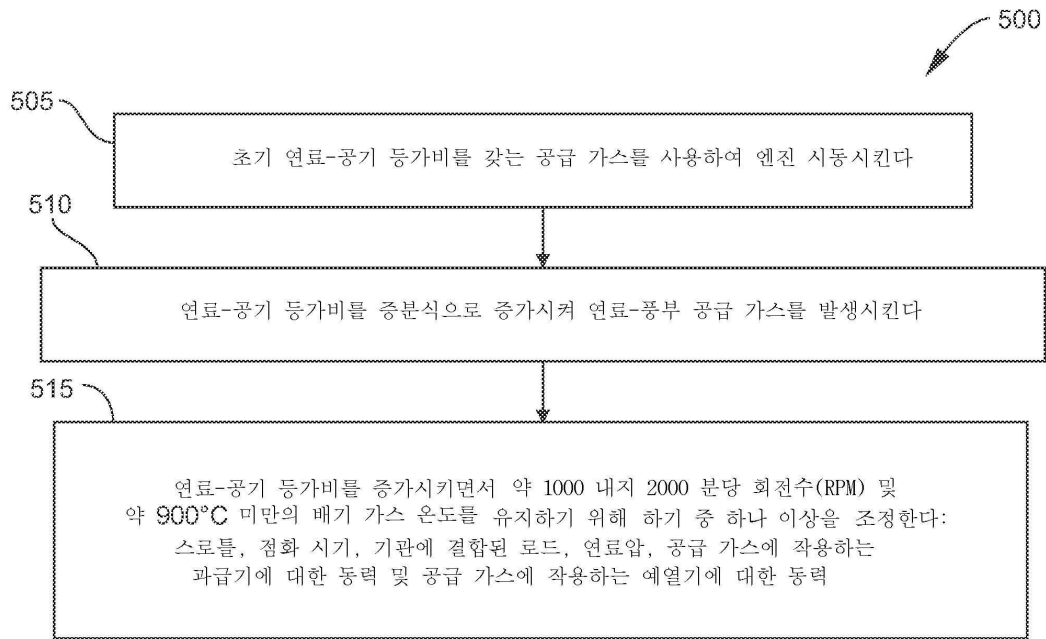
도면3



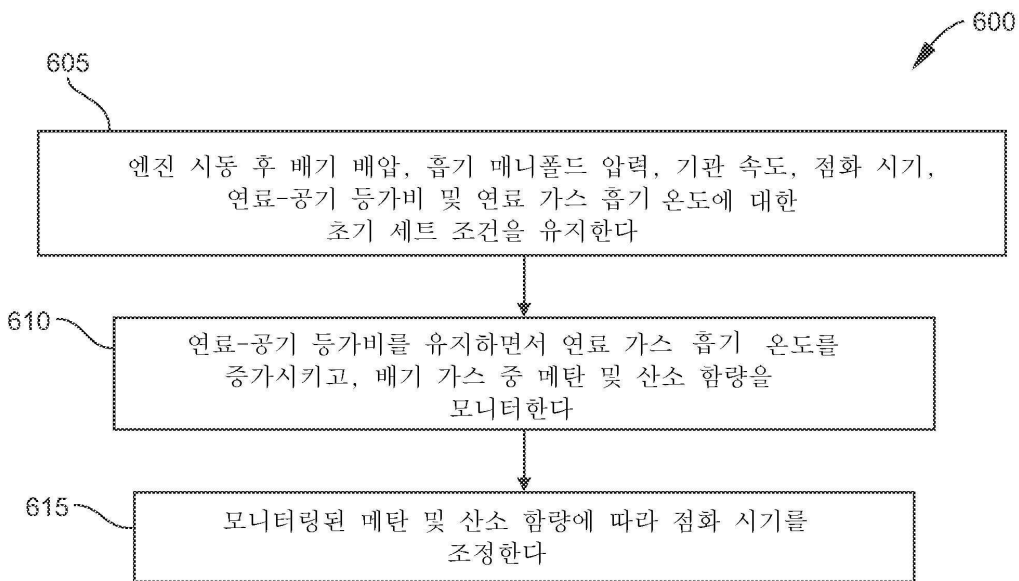
도면4



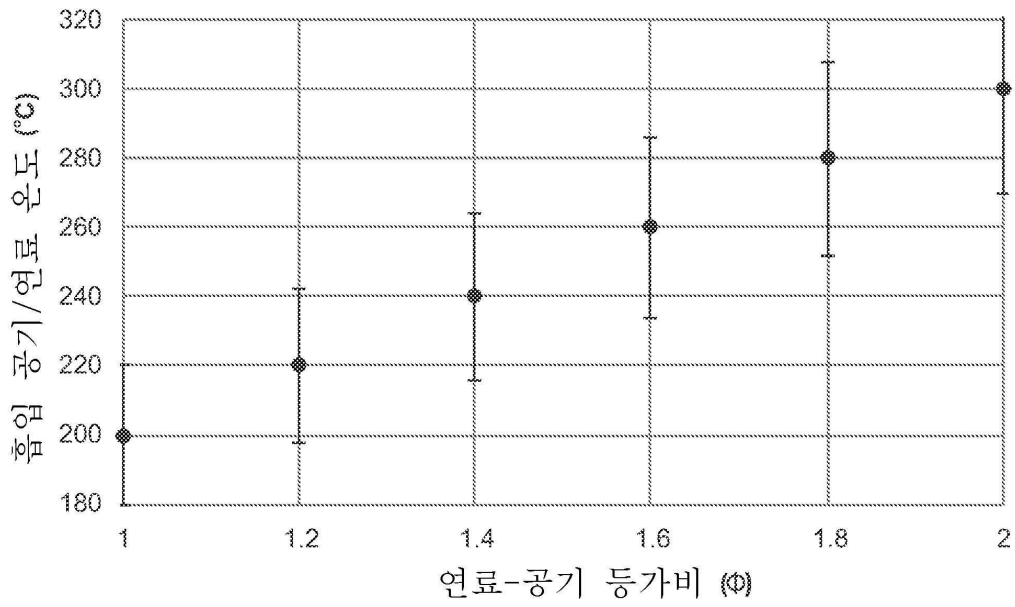
도면5



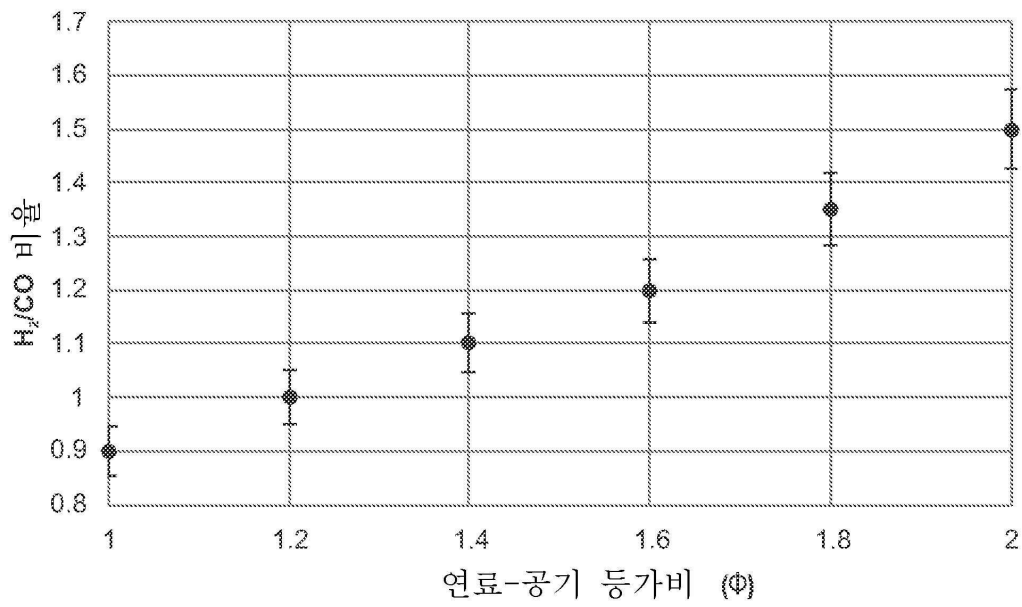
도면6



도면7



도면8



도면9

