



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월10일
(11) 등록번호 10-1103256
(24) 등록일자 2011년12월30일

(51) Int. Cl.
F23D 14/32 (2006.01) F23D 11/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0108990
(22) 출원일자 2009년11월12일
심사청구일자 2009년11월12일
(65) 공개번호 10-2011-0052089
(43) 공개일자 2011년05월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP07305830 A*
JP1992048185 A*
KR1020090067648 A
JP11014038 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1
(72) 발명자
장대준
울산광역시 중구 남외3길 33, 남외푸르지오1차
109동 1004호 (남외동, 관리동)
이필승
대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원
해양시스템공학전공 (구성동, 숙소)
(74) 대리인
권오식, 김종관, 박창희
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 최인용

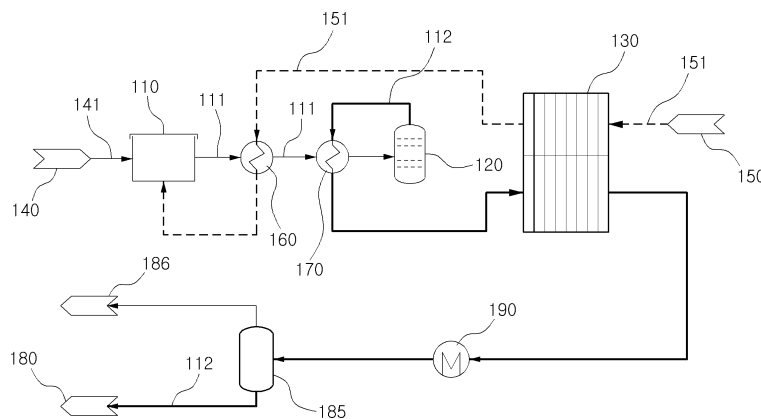
(54) 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템

(57) 요약

본 발명은 연소된 배기가스의 열에너지를 이용하여 액체 상태의 산화제와 액화천연가스를 기화시키고 동시에 배기가스를 냉각시켜 액체 이산화탄소로 저장하는 연소 시스템에 관한 것이다.

보다 구체적으로는 본 발명은 산화제와 연료를 혼합하여 순산소 연소시키기 위한 연소 시스템에 있어서, 연료 저장부로부터 공급되는 상기 연료와 기체 상태의 상기 산화제를 혼합하여 연소시키는 연소기; 상기 연소기에서 연소에 의해 발생하는 배기가스로부터 불순물을 제거하고 이산화탄소를 추출하는 이산화탄소 추출장치; 상기 이산화탄소 추출장치에서 추출된 상기 이산화탄소로부터 방출되는 열에너지를 산화제 저장부로부터 공급되는 액체 상태의 상기 산화제가 흡수하여, 상기 산화제를 액체 상태에서 기체 상태로 상태 변환시키고 동시에 상기 이산화탄소를 냉각시키는 산화제-이산화탄소 열교환기; 를 포함하여 이루어지되, 상기 산화제-이산화탄소 열교환기에서 상태 변환된 기체 상태의 상기 산화제는 상기 연소기로 공급되는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

정현

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 해
양시스템공학전공 (구성동, 숙소)

한상현

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 해
양시스템공학전공 (구성동, 숙소)

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

산화제(251)와 연료(241)를 혼합하여 순산소 연소시키기 위한 연소 시스템에 있어서,

산화제 저장부(250)와 연료 저장부(240)로부터 각각 공급되는 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)를 혼합하여 연소시키는 연소기(210);

상기 연소기(210)에서 연소에 의해 발생하는 배기가스(211)로부터 불순물을 제거하고 이산화탄소(212)를 추출하는 이산화탄소 추출장치(220);

상기 이산화탄소 추출장치(220)에서 추출된 상기 이산화탄소(212)로부터 방출되는 열에너지를 상기 산화제 저장부(250)와 상기 연료 저장부(240)로부터 공급되는 액체 상태의 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)가 흡수하여, 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)를 액체 상태에서부터 기체 상태로 상태 변환시키고 동시에 상기 이산화탄소(212)를 냉각시키는 주 열교환기(230); 및

상기 연소기(210)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(220)로 이동하는 상기 배기가스(211)와 상기 주 열교환기(230)에서 기체 상태로 변환되어 상기 연소기(210)로 공급되는 상기 연료(241)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(211)로부터 상기 연료(241)로 열에너지가 이동하도록, 상기 주 열교환기(230)와 상기 연소기(210)간 상기 연료(241)의 유동 경로상에 구비되는 천연가스 보조 열교환기(265);

를 포함하여 이루어지되, 상기 연료(241)는 액화천연가스이고, 상기 주 열교환기(230)에서 상태 변환된 기체 상태의 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)가 상기 연소기(210)로 공급되는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 연소기(210)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(220)로 이동하는 상기 배기가스(211)와 상기 주 열교환기(230)에서 기체 상태로 변환되어 상기 연소기(210)로 공급되는 상기 산화제(251)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(211)로부터 상기 산화제(251)로 열에너지가 이동하도록,

상기 연소기(210)와 상기 이산화탄소 추출장치(220)간 상기 배기가스(211)의 유동 경로 상에 구비되는 제 1 보조 열교환기(260)를 포함하는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 이산화탄소 추출장치(220)에서 추출되어 상기 주 열교환기(230)로 이동하는 상기 이산화탄소(212)와 상기 제 1 보조 열교환기(260) 또는 상기 천연가스 보조 열교환기(265)중 선택되는 어느 하나를 통과한 상기 배기가스(211)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(211)로부터 상기 이산화탄소(212)로 열에너지가 이동하도록,

상기 제 1 보조 열교환기(260) 또는 상기 천연가스 보조 열교환기(265)중 선택되는 어느 하나와 상기 이산화탄소 추출장치(220)간 상기 배기가스(211)의 유동 경로 상에 구비되는 제 2 보조 열교환기(270)를 포함하는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 산화제 저장부(250)에 저장된 상기 산화제(251)는 액화 산소인 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 주 열교환기(230)를 통과한 상기 이산화탄소(212)는 액체 상태로 이산화탄소 저장부(280)에 저장되며,

상기 이산화탄소(212)가 상기 이산화탄소 저장부(280)로 유동되는 경로에는 응축되지 않은 가스를 제거하기 위한 불응축가스 여과장치(285)가 구비되는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 주 열교환기(230)를 통과한 상기 이산화탄소(212)가 상기 불응축가스 여과장치(285)로 유동되는 경로에는 상기 이산화탄소(212)를 냉각시켜 액체 상태로 변환시키기 위한 보조 냉각기(290)가 구비되는 것을 특징으로 하는 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 연소된 배기가스의 열에너지를 이용하여 액체 상태의 산화제와 액화천연가스를 기화시키고 동시에 배기가스를 냉각시켜 액체 이산화탄소로 저장하는 연소 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 도 1 은 종래의 연소 시스템 공정의 개략적인 구성을 나타낸 구조도를 나타낸다.
- [0003] 도 1 을 참조하면 순산소 연소를 위해 공기 저장부(15)에 수용된 공기를 산소 분리기(16)를 통과시켜 산소를 추출한다. 상기 산소 분리기(16)에서 추출된 상온의 기체 산소와 연료 저장부(14)에 수용된 연료를 혼합하여 연소기(11)에서 순산소 연소과정을 수행한다. 연소에 의해 발생한 배기가스는 이산화탄소 추출장치(12)를 통과하며 기체 상태의 이산화탄소가 추출되고, 추출된 기체 상태의 이산화탄소를 이산화탄소 액화기(17)를 통해 액체 상태로 액화시킨 후 이산화탄소 저장부(18)에 저장하게 된다.
- [0004] 이러한 종래 연소 시스템 공정의 문제점을 살펴보면,
- [0005] 첫째, 공기로부터 산소를 얻기 위해 산소 분리기와 같은 공기 분리장치(ASU, Air separation unit)를 활용하여 질소와 산소로 분리하는데, 이러한 공기 분리장치는 여러 가지 타입이 존재하나 모두 에너지를 많이 소모하는 단점이 있다.
- [0006] 둘째, 또한 고온의 배기가스로부터 이산화탄소를 추출한 후 이산화탄소를 액화시키는데, 이러한 고온의 이산화탄소를 액화시키는 액화기에서도 압축 공정을 필수적으로 동반하게 되어 에너지를 많이 소모하므로 에너지 소모에 따른 비용 부담과 자원 낭비의 문제점이 있다.
- [0007] 셋째, 공기 분리장치에서 산소를 분리하고 분리된 상온의 산소를 연료와 혼합하여 연소시키므로, 산소와 연료의 온도가 상승될 때까지 점화 시간 지연이 발생하고 연소되기 전까지 점화를 위해 열원을 공급해야 하는 단점이 있다.
- [0008] 따라서 고온의 기체 상태 산화제 및 가스 연료를 얻는 과정과 연소 후 배기가스로부터 추출한 이산화탄소를 액화시키는 과정에서 에너지를 절약할 수 있으며, 점화에 따른 시간지연과 에너지 소모를 줄일 수 있는 연소 시스

템의 개발이 요구되었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0009] 본 발명은 액체 상태의 산화제 및 액화천연가스와 배기가스에서 추출된 고온의 이산화탄소를 상호 열교환하여 산화제의 기화와 이산화탄소의 냉각에 소모되는 에너지를 최소화하는 연소 시스템을 제공하고자 한다.
- [0010] 본 발명은 기화된 산소 및 천연가스와 배기가스, 배기가스에서 추출된 이산화탄소와 배기가스를 각각 열교환하여 효율이 높고 점화를 위한 지연시간이 불필요한 연소 시스템을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

- [0011] 본 발명은 산화제(151)와 연료(141)를 혼합하여 순산소 연소시키기 위한 연소 시스템에 있어서, 연료 저장부(140)로부터 공급되는 상기 연료(141)와 기체 상태의 상기 산화제(151)를 혼합하여 연소시키는 연소기(110); 상기 연소기(110)에서 연소에 의해 발생하는 배기가스(111)로부터 불순물을 제거하고 이산화탄소(112)를 추출하는 이산화탄소 추출장치(120); 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 추출된 상기 이산화탄소(112)로부터 방출되는 열에너지를 산화제 저장부(150)로부터 공급되는 액체 상태의 상기 산화제(151)가 흡수하여, 상기 산화제(151)를 액체 상태에서 기체 상태로 상태 변환시키고 동시에 상기 이산화탄소(112)를 냉각시키는 산화제-이산화탄소 열교환기(130); 를 포함하여 이루어지되, 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)에서 상태 변환된 기체 상태의 상기 산화제(151)는 상기 연소기(110)로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 한편, 본 발명은 산화제(251)와 연료(241)를 혼합하여 순산소 연소시키기 위한 연소 시스템에 있어서, 산화제 저장부(250)와 연료 저장부(240)로부터 각각 공급되는 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)를 혼합하여 연소시키는 연소기(210); 상기 연소기(210)에서 연소에 의해 발생하는 배기가스(211)로부터 불순물을 제거하고 이산화탄소(212)를 추출하는 이산화탄소 추출장치(220); 상기 이산화탄소 추출장치(220)에서 추출된 상기 이산화탄소(212)로부터 방출되는 열에너지를 상기 산화제 저장부(250)와 상기 연료 저장부(240)로부터 공급되는 액체 상태의 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)가 흡수하여, 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)를 액체 상태에서 기체 상태로 상태 변환시키고 동시에 상기 이산화탄소(212)를 냉각시키는 주 열교환기(230); 를 포함하여 이루어지되, 상기 연료(241)는 액화천연가스이고, 상기 주 열교환기(230)에서 상태 변환된 기체 상태의 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)가 상기 연소기(210)로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명은 상기 연소기(210)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(220)로 이동하는 상기 배기가스(211)와 상기 주 열교환기(230)에서 기체 상태로 변환되어 상기 연소기(210)로 공급되는 상기 연료(241)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(211)로부터 상기 연료(241)로 열에너지가 이동하도록, 상기 주 열교환기(230)와 상기 연소기(210)간 상기 연료(241)의 유동 경로 상에 구비되는 천연가스 보조 열교환기(265)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 상기 연소기(110, 210)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(120, 220)로 이동하는 상기 배기가스(111, 211)와 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130) 또는 상기 주 열교환기(230)중 선택되는 어느 하나에서 기체 상태로 변환되어 상기 연소기(110, 210)로 공급되는 상기 산화제(151, 251)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(111, 211)로부터 상기 산화제(151, 251)로 열에너지가 이동하도록, 상기 연소기(110, 210)와 상기 이산화탄소 추출장치(120, 220)간 상기 배기가스(111, 211)의 유동 경로 상에 구비되는 제 1 보조 열교환기(160, 260)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명은 상기 이산화탄소 추출장치(120, 220)에서 추출되어 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130) 또는 상기 주 열교환기(230)중 선택되는 어느 하나로 이동하는 상기 이산화탄소(112, 212)와 상기 제 1 보조 열교환기(160, 260) 또는 상기 천연가스 보조 열교환기(265)중 선택되는 어느 하나를 통과한 상기 배기가스(111, 211)가 상호 열교환되어 상기 배기가스(111, 211)로부터 상기 이산화탄소(112, 212)로 열에너지가 이동하도록, 상기 제 1 보조 열교환기(160, 260) 또는 상기 천연가스 보조 열교환기(265)중 선택되는 어느 하나와 상기 이산화탄소 추출장치(120, 220)간 상기 배기가스(111, 211)의 유동 경로 상에 구비되는 제 2 보조 열교환기(170, 270)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 본 발명은 상기 산화제 저장부(150, 250)에 저장된 상기 산화제(151, 251)는 액화 산소인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명은 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130) 또는 상기 주 열교환기(230) 중 선택되는 어느 하나를 통과한 상기 이산화탄소(112, 212)는 액체 상태로 이산화탄소 저장부(180, 280)에 저장되며, 상기 이산화탄소(112, 212)가 상기 이산화탄소 저장부(180, 280)로 유동되는 경로에는 응축되지 않은 가스를 제거하기 위한 불응축가스 여과장치(185, 285)가 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명은 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130) 또는 상기 주 열교환기(230) 중 선택되는 어느 하나를 통과한 상기 이산화탄소(112, 212)가 상기 불응축가스 여과장치(185, 285)로 유동되는 경로에는 상기 이산화탄소(112, 212)를 냉각시켜 액체 상태로 변환시키기 위한 보조 냉각기(190, 290)가 구비되는 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0019] 본 발명에 의한 배기가스와의 열교환을 이용한 연소 시스템은,
- [0020] 첫째, 액체 상태의 산화제 및 액화천연가스와 배기가스를 열교환하여 기체 상태의 고온 산화제 및 연료를 발생시킬 수 있으므로, 공기 분리장치나 연료 기화장치가 불필요하며 에너지 활용과 경제적인 면에서 유리하다.
- [0021] 둘째, 이산화탄소의 액화를 위해서도 고온의 배기가스에서 분리된 고온의 이산화탄소가 갖는 열에너지를 산화제의 기화를 위해 방출하므로 이산화탄소 액화를 위한 별도의 압축 장치가 불필요하며 에너지 절약에도 효과가 있다.
- [0022] 셋째, 상온 상태의 산화제 및 액화천연가스를 연소기로 공급하는 것이 아니라, 고온의 산화제 및 가스 연료를 연소기로 공급하게 되므로 점화를 위한 지연시간이 최소화되어 고효율의 연소 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 일반적으로 내연기관(內燃機關)은 연료의 연소가 기관의 내부에서 이루어져 열에너지를 기계적 에너지로 바꾸는 기관을 말한다. 즉 연료를 연소시켜서 생긴 연소가스 그 자체가 직접 피스톤 또는 터빈 블레이드 등에 작용하여 연료가 가지고 있는 열에너지를 기계적 에너지로 변환하는 기관이다. 실린더 내에서 연료와 공기와의 혼합기체에 점화하여 폭발시켜서 피스톤을 움직이는 왕복운동형 기관이 일반적이거나 가스터빈 기관, 제트 기관, 로켓 등도 내연기관에 속한다. 내연기관은 사용하는 연료에 의해 가스기관, 가솔린기관, 석유기관, 디젤기관 등으로 분류될 수 있다. 석유, 가스, 가솔린 기관은 점화플러그에 의해 전기 스파크로 점화되고, 디젤기관은 연료를 고온 고압의 공기 속에 분사하여 자연 점화시키는 방법을 활용하는 것이 일반적이다.
- [0024] 연소 시스템은 이러한 내연기관 등에서 연료의 연소를 위한 연소 장치에 해당하게 된다. 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명인 배기가스와의 열교환을 이용한 연소 시스템의 일실시예에 대하여 상세히 설명한다. 도 2 는 본 발명에 의한 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템 실시예 1 의 주요 구성을 나타낸 구조도를, 도 3 은 본 발명에 의한 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템 실시예 2 의 주요 구성을 나타낸 구조도를 나타낸다. 이하에서는 도 2 에 도시된 실시예 1 에 대해서 먼저 설명한 후 도 3 에 도시된 실시예 2 를 설명하기로 한다.
- [0025] 실시예 1
- [0026] 도 2 를 참조하면 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(100)은 연소기(110), 산화제-이산화탄소 열교환기(130), 이산화탄소 추출장치(120), 연료 저장부(140), 산화제 저장부(150)를 포함한다. 또한, 상기 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(100)은 제 1 보조 열교환기(160), 제 2 보조 열교환기(170), 이산화탄소 저장부(180), 보조 냉각기(190), 불응축가스 여과장치(185)를 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0027] 도 2 를 참조하면 상기 연료 저장부(140)는 상기 배기가스와 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(100)에서의 연소를 위한 연료(141)를 수용하는 공간이다. 상기 연료(141)는 석탄, 석유, 천연가스 등 광물 자원에 의한 연료와 생물자원에 의한 바이오 연료를 포함할 수 있다. 또한 석탄의 건류 공정을 거친 잔류물인 코크스를 활용할 수도 있다. 석유에서도 연소 시스템의 종류에 따라 가솔린, 경유, 중유 등을 상기 연료(141)로 활용할 수 있다.

다만, 천연액화가스(LNG)와 같이 극저온 상태에서 액체 상태로 보관하는 연료의 경우 실시예 2에서 연료(241)로 활용하게 되며 이에 대해서는 후술하기로 한다. 상기 연료 저장부(140)는 통상적으로 상기 연료(141)를 상온 상태에서 저장하게 되며, 연소를 위해 상기 연소기(110)로 상기 연료(141)를 주입하는 경우 오리피스가 가공된 분사기 등을 활용하여 상기 연료(141)를 분무하며 주입하는 실시예도 고려할 수 있다.

[0028] 도 2 를 참조하면 상기 산화제 저장부(150)는 상기 배기가스와 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(100)에서의 연소를 위한 산화제(151)를 수용하는 공간이다. 상기 산화제(151)로는 산소가 주로 사용될 수 있다. 다만 산소는 상온에서 기체 상태로 존재하므로, 상기 산화제 저장부(150)에서는 극저온의 상태를 유지하며 액체 상태의 산소를 수용하는 것이 바람직하다. 상기 산화제 저장부(150)의 내부에는 저온 상태를 유지하기 위한 단열 수단이 구비될 수 있으며, 상기 산화제(151)를 액체 상태로 유지하기 위한 냉동 수단이 구비되는 실시예도 고려할 수 있다.

[0029] 도 2 를 참조하면 상기 연소기(110)는 상기 연료 저장부(140)에 수용된 상기 연료(141)와 상기 산화제 저장부(150)에 수용된 상기 산화제(151)를 혼합하여 연소시킨다. 다만 상기 산화제 저장부(150)에 수용된 상기 산화제(151)는 액체 상태이므로 이를 기체 상태로 변환하여 상기 연소기(110)로 유입시키게 된다. 상기 산화제(151)의 기화에 대해서는 후술하기로 한다. 상기 연소기(110)로 유입되는 상기 연료(141)와 상기 산화제(151)가 고온일수록 점화를 위한 시간지연이나 에너지 소모가 불필요하며 빠른 점화를 얻을 수 있다. 상기 연소기(110)의 연소 과정은 일반적인 연소 장치에서와 동일하므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0030] 도 2 를 참조하면 상기 이산화탄소 추출장치(120)는 상기 연소기(110)에서 연소에 의해 발생하는 배기가스(111)로부터 불순물을 제거하고 이산화탄소(112)를 추출하는 장치이다. 상기 연료(141)와 상기 산화제(151)를 혼합하여 연소하면 상기 배기가스(111)가 발생되는데, 상기 배기가스(111)에는 상기 이산화탄소(CO₂)(112)와 수증기(H₂O)가 포함된다. 상기 배기가스(111)에는 상기 이산화탄소(CO₂)(112)와 수증기(H₂O)뿐만 아니라 다른 불순물이 포함될 수 있는데, 예를 들면 질소 산화물(NO_x)과 황산화물(SO_x) 등이 이에 속한다. 이러한 불순물을 제거하고 상기 이산화탄소(112)만을 추출하기 위해 상기 이산화탄소 추출장치(120)가 구비된다. 따라서 상기 이산화탄소 추출장치(120)에는 제거된 불순물을 처리하는 불순물 처리부(도면 미도시)가 구비되는 것이 바람직하다. 다만, 상기 연소기(110)에서 배출된 상기 배기가스(111)는 매우 고온이므로 상기 이산화탄소 추출장치(120)로 유입되기 위해 1차적으로 냉각되는 것이 유리하다. 이에 대해서는 후술하기로 한다.

[0031] 도 2 를 참조하면 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)는 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 추출된 상기 이산화탄소(112)와 상기 산화제 저장부(150)로부터 공급되는 상기 산화제(151)를 상호 열교환하는 장치이다. 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 추출된 상기 이산화탄소(112)는 상기 연소기(110)에서 배출된 상기 배기가스(111)로부터 추출된 것이므로 온도가 매우 높다. 이와 반대로 상기 산화제 저장부(150)에서 공급된 상기 산화제(151)는 상술한 바와 같이 극저온의 액체 상태로 온도가 매우 낮다. 이들을 상호 열교환하여 상기 이산화탄소(112)로부터 상기 산화제(151)로 열에너지를 이동시키면, 상기 이산화탄소(112)는 열에너지를 방출하여 냉각되고, 상기 산화제(151)는 열에너지를 흡수하여 기체 상태로 변환될 수 있다. 이와 같이 열교환에 의해 기체 상태로 변환된 상기 산화제(151)가 상기 연소기(110)로 공급되어 연소 과정이 진행될 수 있다. 그 밖에 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)의 구체적인 구성은 일반적인 열교환기와 동일하므로 설명은 생략하기로 한다.

[0032] 도 2 를 참조하면 상기 제 1 보조 열교환기(160)는 상기 연소기(110)와 상기 이산화탄소 추출장치(120)간 상기 배기가스(111)의 유동 경로 상에 선택적으로 구비될 수 있다. 상기 제 1 보조 열교환기(160)는 상기 연소기(110)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(120)로 이동하는 고온의 상기 배기가스(111)와 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)에서 기체 상태로 변환되어 상기 연소기(110)로 공급되는 상기 산화제(151)를 상호 열교환시키는 역할을 한다. 상기 제 1 보조 열교환기(160)를 거치면 고온의 상기 배기가스(111)로부터 상기 산화제(151)로 열에너지가 이동하게 되어, 상기 배기가스(111)는 상기 이산화탄소 추출장치(120)로 유입되기 전 1차적으로 냉각될 수 있고, 상기 산화제(151)는 상기 연소기(110)로 유입되기 전 다시 한 번 가열될 수 있다. 이에 따라, 상기 이산화탄소 추출장치(120)에는 상기 배기가스(111)가 냉각된 상태로 유입될 수 있어 상기 이산화탄소(112)를 효율적으로 추출할 수 있다. 또한, 상기 연소기(110)로 유입되는 상기 산화제(151)는 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)에서 기체 상태로 변환된 후, 다시 한 번 상기 제 1 보조 열교환기(160)를 거쳐 고온의 기체로 상기 연소기(110)로 유입될 수 있다. 이에 따라 상술한 바와 같이 상기 산화제(151)가 고온의 기체이므로 점화를 위한 지연 시간이 짧아지고, 점화 온도에 이르기까지 가열하기 위한 열에너지를 절감할 수 있어 효율이 높은 연소 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있다.

[0033] 도 2 를 참조하면 상기 제 2 보조 열교환기(170)는 상기 제 1 보조 열교환기(160)와 상기 이산화탄소 추출장치

(120)간 상기 배기가스(111)의 유동 경로 상에 선택적으로 구비될 수 있다. 상기 제 2 보조 열교환기(170)는 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 추출되어 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)로 이동하는 상기 이산화탄소(112)와 상기 제 1 보조 열교환기(160)를 통과한 상기 배기가스(111)를 상호 열교환시키는 장치이다. 상기 제 2 보조 열교환기(170)를 거치면 상기 배기가스(111)로부터 상기 이산화탄소(112)로 열에너지가 이동하게 되어, 상기 배기가스(111)는 상기 이산화탄소 추출장치(120)로 유입되기 전 다시 한 번 냉각될 수 있고, 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 분리된 상기 이산화탄소(112)는 가열되어 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)로 유입될 수 있다. 상기 이산화탄소(112)가 열에너지를 흡수하므로 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)에서 상기 산화제(151)로 열에너지를 전달하여 상기 산화제(151)를 기화시킬 때 온도 차이가 크므로 효율적인 장점이 있다.

[0034] 도 2 를 참조하여 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 통과한 상기 이산화탄소(112)의 유동에 대해 이하 살펴보겠다. 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 통과한 상기 이산화탄소(112)는 액체 상태로 상기 이산화탄소 저장부(180)에 저장되는 것이 바람직하다. 상기 이산화탄소(112)는 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)에서 상기 산화제(151)에게 열에너지를 전달하여 상기 산화제(151)를 기화시킨다. 이와 동시에 상기 이산화탄소(112)는 냉각되어 액체 상태로 변환될 수 있다. 다만, 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 통과한 상기 이산화탄소(112)는 시스템의 설계와 조건에 따라 액체 상태로 변환되지 못하고 기체와 액체가 공존하는 경우가 있을 수 있다. 이러한 경우 상기 이산화탄소(112)를 액화시키기 위해 상기 보조 냉각기(190)가 구비될 수 있다. 따라서 상기 보조 냉각기(190)는 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 통과한 상기 이산화탄소(112)가 유동하는 경로상에 구비되어 상기 이산화탄소(112)를 냉각시켜 액체 상태로 변환시키는 것이 바람직하다.

[0035] 도 2 를 참조하면 상기 불응축가스 여과장치(185)는 상기 이산화탄소(112)가 상기 이산화탄소 저장부(180)로 유동되는 경로에 선택적으로 구비될 수 있다. 상기 이산화탄소(112)는 상기 이산화탄소 추출장치(120)를 거치더라도 불순물을 함유하고 있을 수 있다. 따라서 상기 이산화탄소(112)에 함유된 질소, 산소, 아르곤 등의 불순물을 다시 제거하기 위해 상기 불응축가스 여과장치(185)가 구비되는 것이 바람직하다. 상기 불응축가스 여과장치(185)에서 불순물을 제거한 상기 이산화탄소(112)는 선택적으로 상기 보조 냉각기(190)를 거쳐 완전히 액체 상태로 변환된다. 액체 상태의 상기 이산화탄소(112)는 상기 이산화탄소 저장부(180)로 유입되어 수용되며, 상기 불응축가스 여과장치(185)에서 걸러진 불순물은 불응축가스 처리부(186)에서 폐기 또는 재활용될 수 있다.

[0036] 본 발명에 의한 상기 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(100)의 동작을 산화제의 유동과 배기가스 및 이산화탄소의 유동에 따라 순차적으로 다시 정리하면 다음과 같다. 도 2 에서는 상기 산화제(151)의 흐름을 점선으로 도시하고, 상기 배기가스(111)의 유동을 실선으로 도시하며, 상기 이산화탄소(112)의 흐름을 굵은 실선으로 도시하였다.

[0037] (a) 상기 산화제(151)는 상기 산화제 저장부(150)에서 극저온의 액체 상태로 수용되어 있다. 상기 산화제(151)는 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 거쳐 열에너지를 흡수하여 기체 상태로 변환된다. 기체 상태의 상기 산화제(151)는 선택적으로 상기 제 1 보조 열교환기(160)를 거쳐 다시 한 번 열에너지를 흡수하고 고온의 기체 상태로 상기 연소기(110)로 유입되어 상기 연료 저장부(140)에서 공급되는 상기 연료(141)와 혼합되면서 연소된다.

[0038] (b) 상기 연소기(110)에서 연소에 의해 배출된 상기 배기가스(111)는 선택적으로 상기 제 1 보조 열교환기(160) 및 상기 제 2 보조 열교환기(170)를 거치며 냉각되고, 상기 이산화탄소 추출장치(120)로 유입된다. 상기 이산화탄소 추출장치(120)에서 추출된 상기 이산화탄소(112)는 선택적으로 상기 제 2 보조 열교환기(170)를 거쳐 가열될 수 있다. 상기 이산화탄소(112)는 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)로 유입되어 상기 산화제(151)와 열교환을 통해 냉각된다. 상기 이산화탄소(112)는 냉각에 의해 액체 상태로 변환되거나 기체와 액체 상태가 공존하게 된다. 상기 이산화탄소(112)를 액체 상태로 변환하기 위해 상기 보조 냉각기(190)가 선택적으로 구비될 수 있으며, 잔류한 불순물을 제거하기 위해 상기 불응축가스 처리부(186)가 선택적으로 구비될 수 있다. 불순물이 제거되고 액체 상태로 냉각된 상기 이산화탄소(112)는 상기 이산화탄소 저장부(180)로 유입되어 저장된다.

[0039] 실시예 2

[0040] 실시예 2 는 도 3 에서 도시하고 있으며, 실시예 1 과 동일한 부분을 제외하고 차이점만을 중심으로 설명하기로 한다.

[0041] 도 3 을 참조하면 실시예 2 의 경우 실시예 1 과 달리 상기 연료(241)가 액화천연가스(LNG)인 것이 전제된다. 액화천연가스(LNG)의 경우 산소와 같이 상온에서 기체 상태로 존재하므로 극저온의 상태를 유지하며 상기 연료 저장부(240)에 수용되는 것이 바람직하다. 따라서 상기 연료 저장부(240)의 내부에는 산화제 저장부(250)와 마찬가지로 저온 상태를 유지하기 위한 단열 수단이 구비될 수 있으며, 상기 연료(241)를 액체 상태로 유지하기 위한 냉동 수단이 구비되는 실시예도 고려해 볼 수 있다. 따라서 상기 연료(241)가 액화천연가스인 실시예 2 에서는 상기 연료(241)의 유동이 상기 산화제(251)의 유동과 유사해진다. 이러한 이유로 도 3 에서는 상기 연료(241)인 액화천연가스(LNG)의 흐름도 상기 산화제(251)의 흐름과 마찬가지로 점선으로 표시하였다.

[0042] 도 3 을 참조하면 실시예 2 에서의 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템(200)에는 실시예 1 에서의 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)를 대체하여 주 열교환기(230)가 구비된다. 상기 주 열교환기(230)는 상기 이산화탄소 추출장치(220)에서 추출된 상기 이산화탄소(212)와 상기 산화제 저장부(250) 및 상기 연료 저장부(240)로부터 공급되는 액체 상태의 상기 산화제(251) 및 상기 연료(241)를 상호 열교환하는 장치이다. 즉 실시예 1 에 비해서 액체 상태의 상기 연료(241)가 추가된 형태이다. 실시예 1 과 마찬가지로 상기 이산화탄소(212)는 매우 고온이며, 상기 산화제(251) 및 상기 연료(241)는 극저온의 액체 상태로 온도가 매우 낮다. 이들을 상호 열교환하여 상기 이산화탄소(212)로부터 상기 산화제(251) 및 상기 연료(241)로 열에너지를 이동시키면, 상기 이산화탄소(212)는 열에너지를 방출하여 냉각되고, 상기 산화제(251) 및 상기 연료(241)는 열에너지를 흡수하여 기체 상태로 변환될 수 있다. 이와 같이 열교환에 의해 기체 상태로 변환된 상기 산화제(251) 및 상기 연료(241)가 상기 연소기(210)로 공급되어 연소 과정이 수행될 수 있다. 그 밖에 상기 주 열교환기(230)의 구체적인 구성은 실시예 1 에서 설명한 상기 산화제-이산화탄소 열교환기(130)와 동일하므로 설명은 생략하기로 한다.

[0043] 도 3 을 참조하면 상기 천연가스 보조 열교환기(265)는 상기 주 열교환기(230)와 상기 연소기(210)간 상기 연료(241)의 유동 경로상에 선택적으로 구비될 수 있다. 상기 천연가스 보조 열교환기(265)는 상기 연소기(210)에서 발생되어 상기 이산화탄소 추출장치(220)로 이동하는 상기 배기가스(211)와 상기 주 열교환기(230)에서 상기 연소기(210)로 공급되는 상기 연료(241)를 상호 열교환시키는 역할을 한다. 상기 천연가스 보조 열교환기(265)를 거치면 고온의 상기 배기가스(211)로부터 상기 연료(241)로 열에너지가 이동하게 되어, 상기 배기가스(211)는 상기 이산화탄소 추출장치(220)로 유입되기 전 1차적으로 냉각될 수 있고, 상기 연료(241)는 상기 연소기(210)로 유입되기 전 다시 한 번 가열될 수 있다. 따라서 제 1 보조 열교환기(260)와 유사한 역할을 한다. 상기 제 1 보조 열교환기(260)는 상기 산화제(251)가 상기 연소기(210)로 유입되기 전 가열하는 반면, 상기 천연가스 보조 열교환기(265)는 액화천연가스(LNG)인 상기 연료(241)가 상기 연소기(210)로 유입되기 전 다시 한 번 가열한다. 상기 천연가스 보조 열교환기(265)에 의한 효과는 실시예 1 에서 상기 제 1 보조 열교환기(160)에 대해 설명한 바와 같이, 상기 이산화탄소(212)가 냉각되어 효율적으로 추출할 수 있고, 점화 지연 시간을 줄이고 연소 효율을 높이는 장점이 있다.

[0044] 도 3 을 참조하면 상기 연소기(210)에서 배출되는 상기 배기가스(211)는 분기되어 상기 제 1 보조 열교환기(260)와 상기 천연가스 보조 열교환기(265)로 유입되어, 각각 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)를 가열하게 된다. 따라서 상기 제 1 보조 열교환기(260)와 상기 천연가스 보조 열교환기(265)로 공급하는 상기 배기가스(211)의 분기량을 조절하기 위해 분기점에는 밸브(도면 미도시)가 구비되는 것이 바람직하다. 상기 제 1 보조 열교환기(260)와 상기 천연가스 보조 열교환기(265)로 유입되는 상기 산화제(251)와 상기 연료(241)의 온도에 따라, 더 많은 열에너지가 필요한 방향으로 상기 배기가스(211)를 더 많이 공급할 수 있다. 상기 천연가스 보조 열교환기(265)를 통과한 상기 배기가스(211)는 상기 제 1 보조 열교환기(260)를 통과한 상기 배기가스(211)와 다시 합류하여 유동하게 된다.

[0045] 도 2 및 도 3 을 참조하면 상술한 바를 제외한 실시예 2 의 내용은 상술한 실시예 1 과 동일하므로 생략하기로 한다.

[0046] 본 발명의 상기한 실시예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안 된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

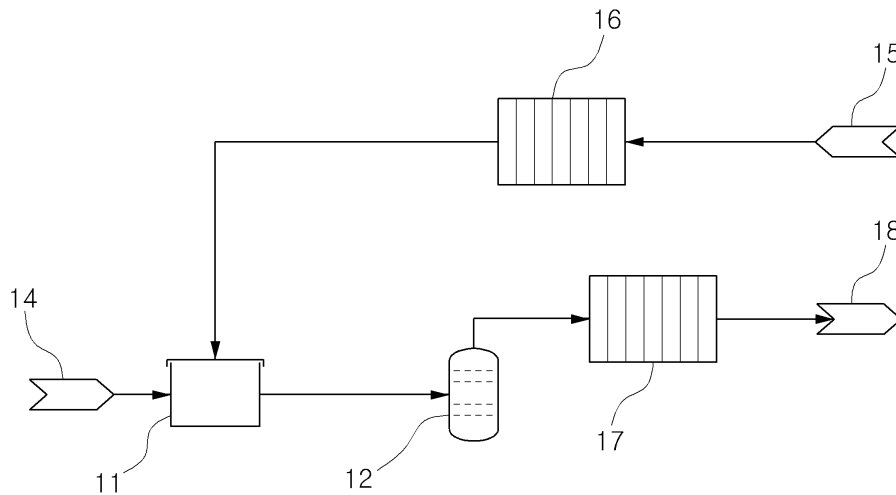
도면의 간단한 설명

[0047] 도 1 은 종래의 연소 시스템 공정의 개략적인 구성을 나타낸 구조도.

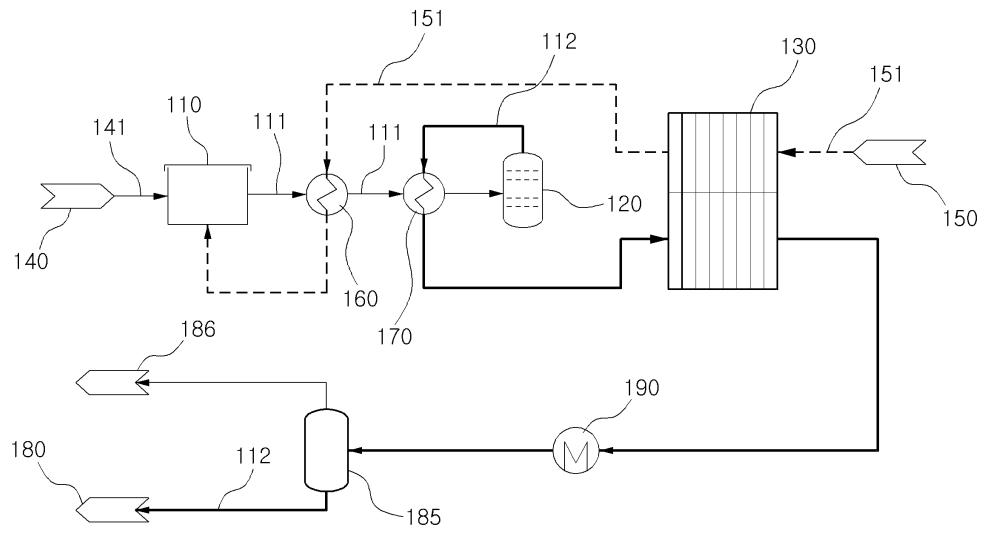
- [0048] 도 2 는 본 발명에 의한 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템 실시예 1 의 주요 구성을 나타낸 구조도.
- [0049] 도 3 은 본 발명에 의한 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템 실시예 2 의 주요 구성을 나타낸 구조도.
- [0050] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- [0051] 11 : 연소기 12 : 이산화탄소 추출장치
- [0052] 14 : 연료 저장부 15 : 공기 저장부
- [0053] 16 : 산소 분리기 17 : 이산화탄소 액화기
- [0054] 18 : 이산화탄소 저장부
- [0055] 100, 200 : 열교환을 이용한 순산소 연소 시스템
- [0056] 110, 210 : 연소기 111, 211 : 배기가스
- [0057] 112, 212 : 이산화탄소 120, 220 : 이산화탄소 추출장치
- [0058] 130 : 산화제 - 이산화탄소 열교환기
- [0059] 230 : 주 열교환기
- [0060] 140, 240 : 연료 저장부 141, 241 : 연료
- [0061] 150, 250 : 산화제 저장부 151, 251 : 산화제
- [0062] 160, 260 : 제 1 보조 열교환기 170, 270 : 제 2 보조 열교환기
- [0063] 265 : 천연가스 보조 열교환기
- [0064] 180, 280 : 이산화탄소 저장부 185, 285 : 불응축가스 여과장치
- [0065] 186, 286 : 불응축가스 처리부 190, 290 : 보조 냉각기

도면

도면1



도면2



도면3

