



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월09일
(11) 등록번호 10-2261375
(24) 등록일자 2021년06월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23C 6/04 (2006.01) F23C 7/00 (2006.01)
F23C 9/00 (2006.01) F23L 15/00 (2006.01)
F23L 7/00 (2006.01) F23N 3/00 (2006.01)
F23N 5/00 (2020.01)
- (52) CPC특허분류
F23C 6/04 (2013.01)
F23C 6/045 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7009783
- (22) 출원일자(국제) 2014년09월16일
심사청구일자 2019년07월17일
- (85) 번역문제출일자 2016년04월14일
- (65) 공개번호 10-2016-0057439
- (43) 공개일자 2016년05월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/069738
- (87) 국제공개번호 WO 2015/040034
국제공개일자 2015년03월26일
- (30) 우선권주장
14/030,442 2013년09월18일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2010107128 A*
JP2012088016 A*
WO2012068293 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
제네럴 일렉트릭 테크놀러지 게엠베하
스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7
- (72) 발명자
로우, 시셴
미국 코네티컷 06117 웨스트 하트포드 프록터 드
라이브 25
장, 준동
미국 코네티컷 06002 블룸필드 아파트먼트 샵1 리
버러 드라이브 20
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 유영철

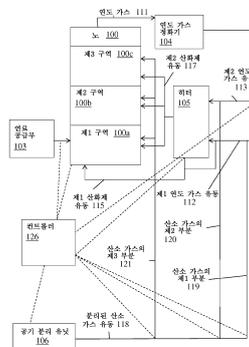
(54) 발명의 명칭 3개의 연소 구역을 구비한 순산소 연소 보일러 유닛, 및 그 작동 방법

(57) 요약

연료를 연소시키고 연소로부터 유발되는 연도 가스를 방출하기 위한 노(100)를 포함하는 순산소 연소 보일러 유닛이 개시된다. 노(100)는 제1, 제2, 및 제3 연소 구역(100a, 100b 및 100c)들과, 공기로부터 산소 가스(118)를 분리하고 분리된 산소 가스의 제1 부분(119)을 제1 산화제 유동(115)에, 제2 부분(120)을 제2 산화제 유동(117)

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



에, 그리고 분리된 산소 가스의 제3 부분(121)을 노(100)의 제1, 제2, 및 제3 연소 구역(100a, 100b 및 100c)들에 제공하기 위한 공기 분리 유닛(106)을 가진다. 제어 밸브들과 측정 유닛들과 함께 컨트롤러는, 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들이 바람직한 산소 함유량을 가지도록 및 노(100)의 제1, 제2, 및 제3 연소 구역(100a, 100b 및 100c)들이 연소 구역 화학양론적 제어에 기초하여 산소의 바람직한 양을 수용하도록, 분리된 산소 가스(118)를 분배한다. 연도 가스 산소 함유량은 상이한 산소 함유량들 및 생성된 분리된 산소 가스(118)의 양을 제어하기 위하여 결정된다.

(52) CPC특허분류

F23C 7/008 (2013.01)

F23C 9/003 (2013.01)

F23L 15/00 (2013.01)

F23L 7/007 (2013.01)

F23N 3/00 (2013.01)

F23N 5/00 (2013.01)

F23C 2201/101 (2013.01)

F23C 2202/30 (2013.01)

F23C 2900/06041 (2013.01)

(72) 발명자

조시, 아비히나야

미국 코네티컷 06033 글래스턴베리 햄프셔 드라이브 176

맥콤베, 제임스 에이.

미국 매사추세츠 01028 이스트 룡메도우 와일더 레인 22

라바셔, 아만드 알프레드

미국 코네티컷 06096 원저 록스 텅커 드라이브 17

명세서

청구범위

청구항 1

순산소 연소 보일러 유닛으로서,

연료를 연소시키고 연소로부터 유발되는 연도 가스를 방출하기 위한 노로서, 상기 노는 제1 연소 구역, 제2 연소 구역 및 제3 연소 구역을 가지고, 상기 제2 연소 구역은 상기 제1 연소 구역 및 상기 제3 연소 구역 사이에 있는 노;

공기를 수용하고 상기 공기로부터 산소 가스를 분리하기 위한 공기 분리 유닛;

제1 산화제 유동 내에 15 체적% 내지 23 체적%의 산소의 제1 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제1 산화제 유동을 형성하도록 상기 분리된 산소 가스의 제1 부분을 상기 연도 가스의 제1 유동과 혼합하고, 제2 산화제 유동 내에 15 체적% 내지 23 체적%의 산소의 제2 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제2 산화제 유동을 형성하도록 상기 분리된 산소 가스의 제2 부분을 상기 연도 가스의 제2 유동과 혼합하며, 연료의 연소를 위하여 상기 노의 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분을 안내하기 위한 적어도 하나의 도관으로서, 상기 적어도 하나의 도관은 상기 노의 제1 연소 구역으로 상기 제1 산화제 유동을 안내하고, 상기 노의 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 상기 제2 산화제 유동을 안내하며, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분이 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 보내지도록 안내하는, 상기 적어도 하나의 도관; 및

상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 상기 제1 연소 구역으로 보내고, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 상기 제2 연소 구역으로 보내고, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 상기 제3 연소 구역으로 보내는 것에 의해 상기 노의 연소 구역 화학양론적 제어를 위한 컨트롤러;를 포함하고,

상기 컨트롤러는, 상기 연료의 제1 소량을 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 상기 산소의 필요량과 상기 제1 산화제 유동 및 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제1 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이가 상기 적어도 하나의 도관을 통하여 상기 제1 연소 구역으로 안내되는 상기 분리된 산소 가스의 상기 제3 부분의 상기 제1 양이 되도록, 연소를 위해 연료가 노에 공급되는 연료 공급 속도를 결정하고 상기 연료 공급 속도를 상기 노의 작동 파라미터들과 관련시켜 상기 제1 연소 구역 내에서 상기 연료의 제1 소량을 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하는 상기 컨트롤러를 기초로 하여, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양이 결정되도록 구성되고,

상기 컨트롤러는, 상기 연료의 제2 소량을 연소시키기 위해 상기 제2 연소 구역에 공급되는 산소의 필요량과 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제2 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이가 상기 적어도 하나의 도관을 통하여 상기 제2 연소 구역으로 안내되는 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양이 되도록, 상기 연료의 상기 제1 소량보다 작은 상기 연료의 제2 소량을 상기 제2 연소 구역 내에서 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하는 상기 컨트롤러를 기초로 하여, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양이 결정되도록 구성되며,

상기 컨트롤러는, 상기 연료의 제3 소량을 연소시키기 위해 상기 제3 연소 구역에 공급되는 산소의 필요량과 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제3 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이는 상기 적어도 하나의 도관을 통하여 상기 제3 연소 구역으로 안내되는 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양이 되도록, 상기 연료의 상기 제2 소량보다 작은 상기 연료의 제3 소량을 상기 제3 연소 구역 내에서 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하는 상기 컨트롤러를 기초로 하여, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양이 결정되도록 구성되는,

순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서, 연료의 상기 제1 소량은 상기 노에 공급되는 연료의 50% 이상이고, 연료의 상기 제2 소량은 상기 노에 공급되는 연료의 25% 미만이며, 연료의 상기 제3 소량은 상기 노에 공급되는 연료의 25% 미만인, 순산

소 연소 보일러 유닛.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 사전 결정된 산소 함유량은 상기 제1 산화제 유동 내의 물질의 18 체적% 내지 21 체적%이며, 제2 사전 결정된 산소 함유량은 제2 산화제 유동 내의 물질의 18 체적% 내지 21 체적%인, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 컨트롤러는 또한 상기 제1 산화제 유동이 상기 제1 사전 결정된 산소 함유량을 가지고 상기 제2 산화제 유동이 상기 제2 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 것을 보장하기 위하여, 상기 분리된 산소 가스의 제1 및 제2 부분들을 제어하도록 구성되고,

상기 컨트롤러는 상기 노에 의해 방출된 연도 가스가 상기 연도 가스 내의 물질의 1 체적% 내지 10 체적%인 제3 특정된 산소 함유량을 가지도록, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1, 제2, 및 제3 양들을 결정하도록 구성되는,

순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제3 특정된 산소 함유량은 상기 연도 가스 내의 물질의 2 체적%, 3 체적%, 또는 5 체적%인, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 산화제 유동이 상기 노에 공급되기 전에 상기 제1 산화제 유동의 제1 부분 및 상기 제2 산화제 유동의 제1 부분을 가열하기 위한 히터를 포함하는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 산화제 유동의 제2 부분이 상기 히터를 우회하고, 상기 히터의 하류에서 상기 제1 산화제 유동의 제1 부분과 합치도록 하기 위한 도관을 포함하는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 노는,

상기 노의 제1 연소 구역 내에 위치한 다수의 이격된 버너들을 포함하고, 상기 버너들 각각은 상기 제1 연소 구역으로 보내진 상기 제1 산화제 유동의 각각의 부분을 수용하는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

상기 공기 분리 유닛에 의해 분리된 산소 가스의 양이, 상기 연도 가스의 제1 및 제2 유동들 내의 산소의 전체 양으로부터 연료를 연소시키는 산소의 전체 양을 감산하는 것에 의해 결정된 양과 같거나 많도록, 상기 공기 분리 유닛에 의해 분리된 공기의 양을 제어하도록 구성되는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 노는 석탄 연소 노이며, 상기 연료는 석탄을 포함하는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 11

제1항에 있어서, NOx 성분을 제거하고 이어서 상기 연도 가스의 제1 유동 및 상기 연도 가스의 제2 유동으로 상기 연도 가스를 분리하도록, 상기 노에 의해 방출된 상기 연도 가스를 처리하기 위한 수단;

상기 제1 및 제2 산화제 유동들의 산소 함유량을 결정하기 위하여 상기 컨트롤러에 데이터를 공급하고, 상기 적어도 하나의 도관에 각각 연결되는 적어도 하나의 측정 디바이스를 포함하며;

상기 적어도 하나의 도관은 상기 공기 분리 유닛으로부터 상기 노로 연장하는 다수의 덕트들, 및 상기 덕트들에 연결된 다수의 밸브들을 포함하며, 상기 컨트롤러는 상기 공기 분리 유닛에 의해 분리된 산소 가스의 제1 부분, 제2 부분 및 제3 부분의 상기 제1 산화제 유동, 제2 산화제 유동, 및 상기 노로의 분배를 제어하기 위하여 상기 밸브들에 통신으로 연결되는, 순산소 연소 보일러 유닛.

청구항 12

순산소 연소 보일러 유닛을 작동시키는 방법으로서,

연료를 연소시키기 위하여, 제1 연소 구역, 제2 연소 구역 및 제3 연소 구역을 가지는 노에 연료를 공급하는 단계;

공기 분리 유닛을 통하여 공기로부터 산소 가스를 분리하는 단계;

제1 산화제 유동 내에 15 체적% 내지 23 체적%의 산소의 제1 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제1 산화제 유동을 형성하도록, 상기 분리된 산소 가스의 제1 부분을 상기 노에 의해 방출된 연도 가스의 제1 유동과 혼합하는 단계;

제2 산화제 유동 내에 15 체적% 내지 23 체적%의 산소의 제2 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제2 산화제 유동을 형성하도록, 상기 분리된 산소 가스의 제2 부분을 상기 노에 의해 방출된 연도 가스의 제2 유동과 혼합하는 단계;

상기 노의 제1 연소 구역으로 상기 제1 산화제 유동을 안내하는 단계;

상기 노의 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 상기 제2 산화제 유동을 안내하는 단계;

상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 상기 제1 연소 구역으로 보내고, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 상기 제2 연소 구역으로 보내고, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 상기 제3 연소 구역으로 보내도록, 특정된 연소 구역 화학량론에 기초하여 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분을 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 분배하는 단계;

상기 연료의 제1 소량을 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 상기 산소의 필요량과 상기 제1 산화제 유동 및 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제1 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이가 상기 제1 연소 구역으로 분배되는 상기 분리된 산소 가스의 상기 제3 부분의 상기 제1 양이 되도록, 상기 제1 연소 구역 내에서 상기 연료의 제1 소량을 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하도록 연소를 위해 연료가 노에 공급되는 연료 공급 속도를 결정하고 상기 연료 공급 속도를 상기 노의 작동 파라미터들과 관련시키는 것을 기초로 하여 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 결정하는 단계;

상기 연료의 제2 소량을 연소시키기 위해 상기 제2 연소 구역에 공급되는 산소의 필요량과 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제2 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이가 상기 제2 연소 구역으로 분배되는 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양이 되도록, 상기 연료의 제1 소량보다 작은 상기 연료의 제2 소량을 상기 제2 연소 구역 내에서 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하는 것을 기초로 하여 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 결정하는 단계; 및

상기 연료의 제3 소량을 연소시키기 위해 상기 제3 연소 구역에 공급되는 산소의 필요량과 상기 제2 산화제 유동을 통하여 상기 제3 연소 구역에 공급되는 산소의 총량의 차이는 상기 제3 연소 구역으로 분배되는 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양이 되도록, 상기 연료의 제2 소량보다 작은 상기 연료의 제3 소량을 상기 제3 연소 구역 내에서 연소시키기 위해 상기 노에 공급되는 산소의 필요량을 확인하는 것을 기초로 하여 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 결정하는 단계;

를 포함하는 순산소 연소 보일러 유닛을 작동시키는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양, 제2 양, 제3 양을 결정하기 위하여 제어 함수 곡선(control function curve)이 사용되는 것인 순산소 연소 보일러 유닛을 작동시키는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양, 제2 양, 제3 양들을 결정하는 단계는 또한 상기

노로부터 배출되는 연도 가스의 연도 가스 농도를 제어하기 위해 수행되어, 상기 노에 의해 출력된 연도 가스가 제3 특정된 산소 함유량을 가지는 것인 순산소 연소 보일러 유닛을 작동시키는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 사전 결정된 산소 함유량은 상기 제1 산화제 유동의 물질의 18 체적% 내지 21 체적%이며, 상기 제2 사전 결정된 산소 함유량은 상기 제2 산화제 유동의 물질의 18 체적% 내지 21 체적%인 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제3 특정된 산소 함유량은 상기 연도 가스 내의 물질의 1 체적% 내지 10 체적%인 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 제1 및 제2 산화제 유동들의 제1 부분들이 상기 노에 공급되기 전에 상기 제1 및 제2 산화제 유동들의 제1 부분들을 가열하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제1 산화제 유동의 제2 부분이 히터를 우회하는 단계;

상기 제1 산화제 유동의 제1 부분이 가열된 후에 상기 제1 산화제 유동의 제1 및 제2 부분들을 통합된 유동으로 합치는 단계를 포함하는 방법.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 공기 분리 유닛에 의해 분리된 산소 가스의 양이 상기 연도 가스의 제1 및 제2 유동들 내의 산소의 전체 양으로부터 연료를 연소시키는 산소의 전체 양을 감산하는 것에 의해 결정된 양과 같거나 많도록 상기 공기 분리 유닛에 의해 분리된 공기의 양을 제어하는 단계; 및

상기 노에 의해 방출된 연도 가스의 산소 함유량, 상기 제1 산화제 유동의 산소 함유량, 및 상기 제2 산화제 유동의 산소 함유량을 모니터링하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 연방 정부 지원 연구에 관한 진술

[0002] 미국 정부는 미국 에너지/자연 에너지 기술 연구소로부터 계약번호 DE-NT0005290를 가지는 승인에 따라서 본 발명에 대한 권리를 가진다.

[0003] 본 발명은 순산소 연소 보일러 유닛, 적어도 하나의 이러한 보일러 유닛을 이용하는 에너지 생산 시스템, 및 이를 작동시키는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 에너지 생산 시스템을 위한 보일러 유닛들은 석탄 연소 발전 장치 등을 위해 이용되었다. 이러한 보일러 유닛들은 공기를 이용하고, 나중에 전기를 발생시키기 위하여 사용되는 증기를 생성하도록 석탄을 연소시키는 노로 공기를 보낸다. 전기 생산에 이용된 보일러 유닛들과 이러한 시스템의 다른 구성요소들은 예를 들어 미국 특허 공개 2012/0052450, 2012/0145052, 2010/0236500, 및 2009/0133611과 미국 특허 7,954,458 및 6,505,567에 개시되어 있다.

[0005] 순산소 연소는 용법(예를 들어, 향상된 오일 회수) 및/또는 제거(sequestration)를 위하여 보다 용이하게 처리될 수 있는 고 이산화탄소 함유 연도 가스 스트림을 생성하도록 산소와 재순환된 연도 가스의 혼합물로 연소 공기를 대체하도록 화석 연료(예를 들어, 석탄 등) 연소 발전 장치에서 이산화탄소 포획 및 제거를 위한 신개발이다. 미국 특허 공개 2012/0145052에서, 일부 순산소 연소 시스템이 공기 분리 유닛, 보일러, 물질 제어 유닛,

및 연도 가스를 재순환시키기 위한 가스 처리 유닛을 포함할 수 있다는 것이 개시된다. 연소로부터의 열과 보일러의 연도 가스에서의 잔류열은 과열 증기를 생산하여 터빈 발전기를 구동하고 전기를 생산하도록 사용될 수 있다. 연도 가스는 그런 다음 특정 오염 물질(예를 들어, NOx, SOx 등)을 제거하도록 처리될 수 있으며, 처리된 연도 가스의 일부는 연소를 실행하도록 보일러로 재순환될 수 있다. 미국 특허 공개 2012/0134042에 개시된 바와 같이, 산소는 얼마나 많은 연료가 보일러에서 연소되는지에 기초하여 재순환된 연도 가스에 추가된다. 산소는 단일 산화제 유동을 형성하도록 연도 가스에 추가되고, 단일 산화제 유동은 그런 다음 보일러에 공급된다. 이러한 시스템은 비효율적이고 시스템 저하의 여지가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 순산소 연소 보일러 유닛, 적어도 하나의 이러한 보일러 유닛을 이용하는 에너지 생산 시스템, 및 이를 작동시키는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 순산소 연소 보일러 유닛은, 연료를 연소시키고 연소로부터 유발되는 연도 가스를 방출하기 위한 노(furnace)를 포함할 수 있다. 노는 제1 연소 구역, 제2 연소 구역 및 제3 연소 구역을 가질 수 있다. 공기를 수용하고 공기로부터 산소 가스를 분리하기 위한 공기 분리 유닛이 또한 보일러 유닛에 제공될 수 있다. 보일러 유닛은 적어도 하나의 도관을 포함할 수 있으며, 도관은, 그 안에 제1 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제1 산화제 유동을 형성하도록 분리된 산소 가스의 제1 부분을 연도 가스의 제1 유동과 혼합하고, 그 안에 제2 사전 결정된 산소 함유량을 가지는 제2 산화제 유동을 형성하도록 분리된 산소 가스의 제2 부분을 연도 가스의 제2 유동과 혼합하고, 연료의 연소를 위하여 상기 노의 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 분리된 산소 가스의 제3 부분을 안내하기 위한 것이며, 상기 도관은 노의 제1 연소 구역으로 제1 산화제 유동을 안내하고, 노의 제1, 제2 및 제3 연소 구역들로 제2 산화제 유동을 안내한다. 보일러 유닛은 또한 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 제1 연소 구역으로 보내고, 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 제2 연소 구역으로 보내고, 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 제3 연소 구역으로 보내는 것에 의해 노의 연소 구역 화학양론적 제어를 위한 컨트롤러를 또한 포함할 수 있다. 제1 양, 제2 양, 및 제3 양은 제1, 제2 및 제3 연소 구역들에서 연료의 연소를 위하여 특정된 산소의 전체 양과 제1 및 제2 산화제 유동들 내에 있도록 결정된 산소의 양 사이의 차이에 기초하여 결정될 수 있다.

[0008] 순산소 연소 보일러 유닛을 작동시키는 방법은, 연료의 연소를 위하여 제1 연소 구역, 제2 연소 구역 및 제3 연소 구역을 가지는 노에 연료를 공급하는 단계, 공기 분리 유닛을 통하여 공기로부터 산소 가스를 분리하는 단계, 제1 산화제 유동을 형성하도록 상기 노에 의해 방출된 연도 가스의 제1 유동과 상기 분리된 산소 가스의 제1 부분을 혼합하는 단계, 제2 산화제 유동을 형성하도록 상기 노에 의해 방출된 연도 가스의 제2 유동과 상기 분리된 산소 가스의 제2 부분을 혼합하는 단계, 상기 노의 제1 연소 구역으로 제1 산화제 유동을 안내하는 단계, 상기 노의 제1, 제2 및 제3 구역들로 제2 산화제 유동을 안내하는 단계, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 상기 제1 구역으로 보내고 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 상기 제2 구역으로 보내고 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 상기 제3 구역으로 보내도록, 특정된 연소 구역 화학양론에 기초하여 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들에 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분을 분배하는 단계, 및 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들에서 연료의 연소를 위하여 특정된 산소의 전체 양과 제1 및 제2 산화제 유동들 내에 존재하는 것으로 결정된 산소의 양 사이의 차이에 기초하여 상기 분리된 산소 가스의 상기 제3 부분의 제1 양, 제2 양, 및 제3 양을 결정하는 단계를 적어도 포함할 수 있다.

[0009] 순산소 연소 보일러 유닛의 작동을 제어하기 위한 컨트롤러가 또한 제공된다. 컨트롤러는 비일시적 메모리에 저장된 프로그램을 포함할 수 있으며, 상기 컨트롤러는 상기 컨트롤러의 프로세서에 의한 상기 프로그램의 실행시에, 제1 연소 구역, 제2 연소 구역 및 제3 연소 구역의 각각에서 연소를 위하여 연료가 노에 공급되는 유량을 확립하고, 노의 제1 연소 구역으로 안내되는 제1 산화제 유동을 형성하도록 분리된 산소 가스의 제1 부분을 노에 의해 방출된 연도 가스의 제1 유동과 혼합하고, 노의 제2 및 제3 연소 구역들로 안내된 제2 산화제 유동을 형성하도록 상기 분리된 산소 가스의 제2 부분을 노에 의해 방출된 연도 가스의 제2 유동과 혼합하고, 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양을 상기 제1 구역으로 보내고 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제2 양을 상기 제2 구역으로 보내고 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제3 양을 상기 제3 구역으로 보내도록, 특정된 연소 구역 화학양론에 기초하여 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들에 상기 분리된 산소 가스의 제3 부분을

분배하고, 상기 제1, 제2 및 제3 연소 구역들에서 연료의 연소를 위하여 특정된 산소의 전체 양과 제1 및 제2 산화제 유동들 내에 존재하는 것으로 결정된 산소의 양 사이의 차이에 기초하여 상기 분리된 산소 가스의 상기 제3 부분의 제1 양, 제2 양, 및 제3 양을 결정하게 할 것이다.

[0010] 일부 실시예들에서, 유체가 보일러 유닛에 공급되도록 통과하는 도관의 밸브들 및 다른 요소와의 소통, 도관 내에 있거나 또는 도관과 소통하는 공기 분리 유닛에 의해 분리된 산소를 저장할 수 있는 공기 분리 유닛의 저장 탱크와의 소통, 및 공기 분리 유닛과의 통신으로, 컨트롤러가 분리된 산소 가스의 상이한 부분들의 혼합 및 분리된 산소 가스의 제3 부분의 분배를 유발하도록 구성될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 보일러 유닛들과의 예시적인 실시예들 및 연관된 예시적인 방법이 첨부 도면에 도시되어 있다. 도면에서 사용된 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 식별할 수 있다는 것을 이해하여야 한다:

도 1은 연료의 순산소 연소를 위한 순산소 연소 보일러 유닛의 예시적인 실시예의 블록도; 및

도 2는 보일러 유닛을 작동시키는 예시적인 방법을 도시하는 흐름도.

본 명세서에 개시된 혁신적인 실시예의 다른 세부 사항, 목적 및 장점은 예시적인 실시예와 관련된 예시적인 방법의 다음의 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 출원인들은 단일 산화제 유동을 형성하도록 산소를 혼합하고, 이어서 보일러에 그 단일 산화제 유동을 공급하는 것이 시스템 효율 및 악화에 영향을 줄 수 있다는 것을 알았다. 예를 들어, 보일러에 산소를 공급하도록 산화제의 단일 스트림의 사용은 산소의 비효율적인 사용 및 연료의 불안정한 소비를 유발할 수 있다. 또한, 산화제 유동 내에서 산소의 농도가 이러한 구성요소들에서 금속의 부식에 기여할 수 있는 높은 산소 농도를 원할 수 있음에 따라서, 단일 산화제 유동을 사용하는 것은 구성요소들에 대한 손상을 유발할 수 있거나 또는 보일러 또는 히터에 산화제 유동을 보내기 위한 도관과 같은 보다 비용이 많이 드는 물질을 요구할 수 있다. 본 명세서에 개시된 바와 같은 예시적인 보일러 설계 및 순산소 연소 기반 시스템을 위한 보일러를 작동시키는 방법은 앞의 문제를 다룰 수 있다.

[0013] 도 1은 하나 이상의 보일러 유닛들을 포함할 수 있는 전기 생산 시스템의 부분으로서 예시적인 순산소 연소 보일러 유닛을 도시한다. 이러한 시스템의 하나의 보일러 유닛은 제1 구역(100a), 제2 구역(100b) 및 제3 구역(100c)과 같은 노의 연소실 내에 다수의 연소 구역들을 가지는 노(100)를 포함할 수 있다. 구역(100a, 100b, 및 100c)들의 각각은 연료 공급부(103)로부터 노에 공급되는 연료의 특정 소량(fraction)을 연소시키도록 구성될 수 있다. 이러한 연료의 예는 석탄 또는 다른 형태의 화석 연료일 수 있다. 석탄을 이용하는 실시예에서, 석탄은 노(100)에 공급되기 전에 분쇄될 수 있다.

[0014] 제2 구역(100b)은 제1 및 제3 구역(100a, 100c)들 사이에 위치된다. 제1 구역(100a)은 노에 공급되는 연료를 수용하도록 위치될 수 있으며, 제3 구역(100c)은 노의 출구에 가장 근접하여 위치될 수 있다. 노의 제1 구역(100a) 내에 단지 하나의 버너만이 있을 수 있거나, 또는 노의 제1 구역(100a)에 다수의 이격된 버너들이 있을 수 있으며, 이것들은 노의 제1, 제2, 및 제3 구역들 내에 연료를 연소시키기 위하여 이격된다. 일부 실시예들에서, 4개의 버너, 8개의 버너들, 또는 더욱 많거나 적은 버너들이 있을 수 있으며, 이것들은 노의 연소실의 내주변 주위에서 이격된다. 서로 이격된 공간에 더하여, 버너들 중 일부는 연소실 내에서 바람직한 가열 프로파일을 촉진하는 것을 돕도록 다른 버너들의 위치들보다 높은 위치에 위치될 수 있다.

[0015] 도관의 부분들은 연료의 연소를 촉진하도록 노에 상이한 유동을 공급하도록 노에 소통으로(communicatively) 연결될 수 있다. 도관의 이러한 부분들은, 노의 상이한 구역들에 공급될 수 있는 상이한 유동들의 양을 변화시키도록 조절 가능하게 제어되는 도관의 다수의 밸브들 또는 다른 제어 요소들을 포함할 수 있다. 유동 혼합 및 노로 다시 공급을 위한 부분들을 포함하는, 후속의 처리, 사용을 위해 노로부터 방출될 시에 보일러 유닛의 상이한 유동들이 통과하는 도관의 부분들은 도 1에 도시된 화살표로부터 예측될 수 있다.

[0016] 연료의 연소로부터 부산물(예를 들어 가스상 CO₂, CO, H₂O 등)을 포함하는 연도 가스(111)는 노의 출구로부터 방출될 수 있다. 노로부터 방출되는 연도 가스(111)는 터빈(도시되지 않음)를 통해 전기를 발생시키도록 사용되는 그 열을 가질 수 있다. 연도 가스는 이어서 스크러버 요소 또는 다른 디바이스와 같은 연도 가스 정화기(104)로 보내질 수 있으며, 스크러버 요소 또는 다른 디바이스는 연도 가스(111)의 NO_x 및 SO_x와 같은, 연도 가스(111)

로부터 오염 물질 또는 불필요한 성분들을 흡수, 흡착 또는 그렇지 않으면 제거하도록 이용된다.

- [0017] 도관의 일부는 처리를 위하여 연도 가스(111)를 운반하도록 노로부터 연도 가스 정화기(104)로 연장할 수 있다. 연도 가스(111)는 그런 다음 제1 연도 가스 유동(112) 및 제2 연도 가스 유동(113)과 같은 적어도 2개의 유동으로 분할 또는 분리될 수 있다. 연도 가스 정화기(104)에 의해 처리된 후에 발생하는 연도 가스(111)의 후속 분할은 도관들, 용기들, 밸브들, 또는 연도 가스 정화기(104)와 히터(105) 사이에 위치한 연도 가스 정화기(104)로부터 상류 및/또는 하류에 위치한 도관의 다른 부분을 통하여 발생하고, 도관의 다른 부분은 연도 가스를 운반하고 상이한 유동들로 연도 가스를 분할하기 위하여 연도 가스 정화기(104)와 소통한다. 도관의 밸브들 또는 다른 제어 요소들은 얼마나 많은 연도 가스가 상이한 유동들로 분할되어야만 하는지의 조절 가능한 제어를 용이하게 하도록 도관의 이러한 부분 내에서 위치될 수 있다.
- [0018] 팬들 또는 펌프들은 바람직한 유량으로 연도 가스의 움직임을 구동하도록 도관과 소통할 수 있다. 제1 및 제2 연도 가스 유동들의 유량은 연도 가스 유동들의 유량을 제어하도록 도관과 통신으로 연결된 컨트롤러(126)에 의해 결정될 수 있다.
- [0019] 컨트롤러(126)는 연도 가스를 위한 전체 수요를 확인하도록 유닛 부하 수요에 기초한 제어 함수 곡선(control function curve)으로부터 제1 및 제2 연도 가스 유동(112 및 113)들의 유량을 결정할 수 있다. 제1 연도 가스 유동(112)는 그런 다음 노에 공급되는 연료의 유량에 기초하여 결정될 수 있으며, 제2 연도 가스 유동(113)은 전체 연도 가스 유동 수요로부터 제1 연도 가스 유동을 감산하는 것에 기초할 수 있다. 컨트롤러(126)는 연료 유량 검출기 또는 다른 측정 유닛 또는 노에 대한 연료의 공급을 제어하거나 또는 모니터링하는 디바이스와의 통신에 의해 연료가 추가되는 유량 또는 노에 공급되는 연료의 양을 확립할 수 있다. 컨트롤러(126)는 또한 측정 디바이스 또는 노에 대한 연료의 공급을 제어하거나 또는 모니터링하는 디바이스로부터 컨트롤러(126)가 수신하는 데이터에 기초하여 노에 공급되는 연료의 양을 결정하는 것에 의해 노에 공급되는 연료의 유량을 확립할 수 있다.
- [0020] 노로부터 방출된 연도 가스(111)의 산소 함유량은 하나 이상의 측정 디바이스들 또는 다른 형태의 측정 유닛에 의해 모니터링될 수 있다. 예를 들어, 측정 디바이스들은 연도 가스의 유동 내에서 산소의 함유량을 결정하도록 사용 가능한 데이터를 수집하는 산소 검출기들 또는 다른 유동 검출기들 또는 센서들일 수 있다. 각 측정 디바이스는 노로부터 방출된 연도 가스(111)가 통과하는 도관 내에 위치될 수 있으며, 다른 측정 디바이스들은 제1 및 제2 연도 가스 유동(112 및 113)들의 산소 함유량을 모니터링하도록 연도 가스 정화기의 하류의 도관에 위치될 수 있다.
- [0021] 공기로부터 분리된 산소 가스는 연도 가스 및 연도 가스와 혼합된 분리된 산소 가스를 각각 포함하는 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들을 형성하도록 나중에 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들에 공급될 수 있다. 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들을 형성하기 위해 연도 가스 유동들과 혼합하도록 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들에 공급되는 산소 가스는 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들에서 산소 함유량 레벨을 제어하도록 결정된 유량으로 공급될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들은 산화제 유동의 산소 함유량이 산화제 유동들 내의 물질 중 15 체적% 내지 23 체적%의 산소를 유지한다.
- [0022] 예시적인 실시예에서, 산소는 제1 및 제2 산화제 유동들 내의 산소 함유량의 바람직한 설정값이 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들 내의 재료의 21 체적%이도록 제1 및 제2 연도 가스 유동들에 공급될 수 있다. 약 21 체적%로 산화제 유동들의 산소 함유량을 유지하는 것(예를 들어, 21 체적% +/- 1-3%로 산소 함유량을 유지하는 것)은 공기 중의 산소 농도보다 상당히 높은 레벨인 산소로부터 발생할 수 있는 부식 및 다른 유지보수 문제를 감소시키는 것을 도울 수 있다.
- [0023] 노에 의해 방출된 연도 가스(111)의 산소 함유량과 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들의 산소 함유량은 얼마나 많은 산소가 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들을 형성하기 위해 이러한 유동들과 혼합하도록 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들의 각각에 공급될 필요가 있는지를 결정하도록 모니터링될 수 있다. 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들을 형성하기 위해 나중에 제1 및 제2 연도 가스 유동(112 및 113)들에 추가되는 산소는 예를 들어 15%-23 체적%의 산소와 같이 바람직한 산소 함유량 범위 내로 형성된 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들의 각각에 대하여 전체 산소 함유량 체적을 가져오는데 충분한 양일 수 있다.
- [0024] 용이하게 이용할 수 있는 센서들, 검출기들 또는 다른 측정 디바이스들은 도관의 부분들에 용이하게 연결될 수 있으며, 이러한 유동들은 유량, 유동들 내의 산소 함유량, 또는 결정되는 이러한 유동들 내에서의 산소 함유량을 직접 측정하거나 또는 산소 함유량의 측정을 허용하는 다른 변수들을 측정하도록 도관을 통과한다. 측정 디

바이스들은 용기들, 파이프들, 덕트들, 밸브들, 또는 다른 도관 요소들과 같은 도관에 연결될 수 있으며, 이러한 유동들은 도관을 통과한다.

- [0025] 예시적인 실시예에서, 이러한 측정 디바이스들은 컨트롤러(126)에 통신으로 연결되고, 컨트롤러(126)에 측정 데이터를 통신할 수 있다. 컨트롤러(126)는 이러한 유동들 내의 산소 함유량을 모니터링하도록 상이한 유동들 내의 산소 함유량을 결정하도록 그 데이터를 처리하며, 연도 가스 유동들, 산화제 유동들, 또는 다른 유동들 내의 바람직한 산소 함유량들과 같은 다른 작동 기준을 충족시키도록 유동들을 조절하기 위해 보일러 유닛의 상이한 작동 파라미터들에 대한 조절을 유발할 수 있다.
- [0026] 다른 실시예들에서, 측정 데이터는 컨트롤러(126)에게 이러한 산소 함유량을 확인할 수 있으며, 컨트롤러(126)는 이어서 이러한 유동들 내에서 산소 함유량을 위한 바람직한 설정값을 충족시키도록 다른 유동들 내에서 산소 함유량을 조절하는데 필요한 것으로서 보일러 유닛의 상이한 작동을 조절하도록 보일러 유닛에 대한 조절을 유발할 수 있다. 컨트롤러(126)는 노의 상이한 구역들에 공급되는 전체 산소의 양과, 연료의 연소의 특정된 양이 노 내에서 발생하는 것을 보장하기 위해 얼마나 많은 산소가 노의 구역들로 공급될 필요가 있는지를 결정하도록 이러한 산소 함유량 정보를 또한 이용할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 연소의 특정된 양은 충분한 산소가 연료의 완전 연소를 보장하기 위해 공급될 필요가 있는 것으로 결정되도록 연료의 완전 연소이다.
- [0027] 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들에 공급된 산소 가스는 공기 분리 유닛(106)에 의해 공기로부터 추출되거나 또는 분리될 수 있다. 공기 분리 유닛(106)은 산소가 공기의 질소 및 다른 원소로부터 분리되도록 산소를 추출 또는 분리하도록 구성된 디바이스일 수 있다. 도관의 일부는 다른 유동(예를 들어, 연도 가스 유동들 등)들과 혼합하기 위해 노 또는 도관의 다른 부분들과 같은 보일러 유닛의 다른 요소들까지 분리된 산소 가스 유동(118)의 진행 경로를 한정하도록 공기 분리 유닛(106)으로부터 연장할 수 있다. 펌프 또는 팬은 마찬가지로 이러한 분리된 산소 가스의 유량을 제어하도록 도관과 소통할 수 있다.
- [0028] 공기 분리 유닛(106)에 의해 만들어진 분리된 산소 가스 유동(118)은 나중에 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들에 공급될 수 있다. 예를 들어, 이렇게 분리된 산소 가스의 제1 부분(119)이 제1 산화제 유동(115)을 형성하기 위해 제1 연도 가스 유동(112)과 혼합하도록 제1 연도 가스 유동(112)에 공급될 수 있어서, 제1 산화제 유동(115)은 바람직한 산소 함유량 범위 내에 있는 제1 사전 결정된 산소 함유량을 가진다. 공기 분리 유닛(106)을 통해 분리된 산소 가스의 제2 부분(120)은 제2 산화제 유동(117)이 제2 산화제 유동(117)이 바람직한 산소 함유량 범위 내에 있는 제2 사전 결정된 산소 함유량을 가지도록 제2 연도 가스 유동(113)과 혼합하여 제2 산화제 유동(117)을 형성하기 위하여 제2 연도 가스 유동(113)에 공급될 수 있다. 당업자는, 분리된 산소 가스의 운반 및 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들과의 산소 가스의 혼합을 촉진하도록, 공기 분리 유닛으로부터 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들로 연장할 수 있는 도관의 부분이 유동들의 운반 및 혼합을 위하여 공기 분리 유닛(106)으로부터 제1 및 제2 연도 가스 유동(112 및 113)들로 유동들이 보내지는 것을 허용하는 파이프들 또는 다른 덕트들, 밸브들, 및 용기들을 포함할 수 있다는 것을 예측할 것이다. 밸브들은 제1 및 제2 연도 가스 유동들과 혼합되는 산소 가스의 분포를 조절 가능하게 제어하도록 컨트롤러(126) 또는 다른 제어 요소를 통하여 조절될 수 있다.
- [0029] 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들은 제1 및 제2 산화제 유동들이 히터(105)에 공급되기 전에 형성될 수 있다. 히터(105)는 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들의 각각의 적어도 일부를 가열할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 히터(105)는 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들의 각각의 전부를 가열할 수 있다. 다른 실시예들에서, 히터는 단지 각 유동의 일부만을 가열할 수 있으며, 각 유동의 다른 부분은 히터(105)를 우회할 수 있다. 예를 들어, 제1 산화제 유동(115)의 특정 부분은 히터를 우회할 수 있으며, 나중에 히터를 통과하는 제1 산화제 유동의 일부와 재혼합되어서, 제1 산화제 유동은 노(100)에 공급되기 전에 바람직한 온도를 가진다. 히터(105)를 우회할 수 있는 제1 산화제 유동(115)의 비율은 작동 동안 및 노에 공급되는 연료의 양, 노의 바람직한 작동 온도, 및 노 내로 공급하는데 필요한 제1 산화제 유동(115)의 온도뿐만 아니라 다른 설계 고려사항에 의존하여 변할 수 있다. 모두 서로 연결되고 서로 소통하는 파이프들, 덕트들, 용기들, 및 밸브들을 포함하는 도관의 부분들은 진행 경로를 한정할 수 있으며, 제1 및 제2 산화제 유동(115 및 117)들은 진행 경로를 통해 히터(105)를 통과하고 제1 산화제 유동(115)의 일부는 진행 경로를 통해 히터(105)를 우회할 수 있다.
- [0030] 그런 후에, 제1 산화제 유동(115)은 오직 노(100)의 제1 구역(100a)에만 공급될 수 있으며, 제2 산화제 유동(117)은 각 구역에서 연료의 안정한 연소의 바람직한 양을 위하여 각 구역에 산소의 바람직한 양을 제공하도록 변화하는 양으로 노의 제1 구역(100a), 제2 구역(100b), 및 제3 구역(100c)에 공급될 수 있다. 제1 및 제2 산화제 유동(115 및 117)들이 통과하는 도관은 노(100)의 구역들로 제1 및 제2 산화제 유동(115 및 117)들을 운반하

도록 서로 연결되고 서로 소통하는 파이프들, 덕트들, 용기들 및 밸브들을 포함할 수 있다. 컨트롤러(126)는 노의 상이한 구역들에 대한 제2 산화제 유동(117)의 분배를 제어하기 위하여 밸브들 또는 다른 요소들의 조절을 제어하도록 도관의 밸브들 또는 다른 요소들과 통신할 수 있다.

[0031] 산소 가스의 제3 부분(121)은 공기 분리 유닛(106)으로부터 공급되어, 안정한 방식으로 노에 공급된 모든 연료를 효율적으로 연소시키도록 노에 공급된 충분한 산소가 있는 것을 보장하도록 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들을 경유하여 제공되는 산소를 보충하기 위해 제1 구역(100a), 제2 구역(100b) 및/또는 제3 구역(100c)에 공급될 수 있다. 예를 들어, 분리된 산소 가스의 제3 부분의 제1 양은 제1 구역(100a)으로 보내질 수 있으며, 산소 가스의 제3 부분의 제2 양은 제2 구역(100b)으로 보내질 수 있으며, 산소 가스의 제3 부분의 제3 양은 제3 구역(100c)으로 보내질 수 있다. 산소 가스의 제3 부분(121)의 제1, 제2, 및 제3 양은 공기 분리 유닛(106)에 의해 발생된 분리된 산소 가스 유동(118)으로부터 분배되는 산소 가스의 제3 부분(121) 내의 산소 가스의 전체 양일 수 있다. 산소 가스의 제3 부분(121)은 도관의 일부를 경유하여 공기 분리 유닛(106)으로부터 운반될 수 있으며, 도관의 일부는 산소 가스가 통과하여 유동하는 하나 이상의 덕트들 또는 파이프들, 이러한 파이프들 및 덕트들과 소통하는 용기들, 및 이러한 요소들에 연결되고 노(100)의 제1, 제2, 및 제3 구역(100a, 100b, 및 100c)들에 공급된 산소 가스의 제3 부분의 분배를 조절하도록 작동될 수 있는 밸브들로 구성될 수 있다.

[0032] 컨트롤러(126)는, 공기 분리 유닛(106), 연도 가스, 분리된 산소 가스의 상이한 유동들 및 산화제 유동들이 통과하는 도관들, 및 노로부터 방출된 연도 가스 유동(111), 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들, 및 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들의 유량 및 산소 함유량을 모니터링할 수 있는 센서들, 검출기들 또는 다른 측정 디바이스들, 유동들의 유량을 제어하는 것을 돕도록 도관과 통신하는 펌프들 및 팬들에 통신으로 결합될 수 있다. 컨트롤러(126)는 완전 연소를 제공하는 한편 노에서 연료의 안정한 화염 및 안정한 연소를 유지하도록 노의 제1, 제2 및 제3 구역(100a, 100b, 및 100c)에 산소 가스의 제3 부분(121)이 어떻게 분배되는지를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0033] 컨트롤러(126)는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성요소들로 형성된 적어도 하나의 특별하게 프로그램된 프로세서를 가지는 컴퓨터 디바이스일 수 있으며, 프로세서는 노(100)에 공급된 산소의 제어를 위하여 화학량론적 제어를 한정하는 적어도 하나의 저장된 프로그램을 가지는 비일시적 메모리에 통신으로 연결된다. 프로세서는 예를 들어 Intel® Processor i3-4158U, 또는 임의의 다른 프로세서일 수 있다.

[0034] 컨트롤러(126)는 상이한 센서들, 검출기들, 상이한 유동이 통과하는 도관들을 제어하는 밸브들, 및 노에 산소가 얼마나 공급되는지를 제어하는 보일러 유닛의 다른 요소들을 또한 포함할 수 있다. 트랜스시버는 보일러 유닛의 이러한 요소들에 대한 유선 통신 접속, 무선 통신 접속 또는 유선 및 무선 통신 접속의 조합을 허용하도록 컨트롤러(126)의 프로세서에 연결될 수 있다.

[0035] 컨트롤러(126)와 보일러 유닛의 이러한 요소들 사이에 형성될 수 있는 상이한 통신 접속들이 도 1에서 점선으로 도시된다. 예를 들어, 컨트롤러(126)는 산화제, 연도 가스, 또는 분리된 산소 가스 유동들이 통과하는 도관, 노, 연료가 노에 공급되도록 통과하는 도관(예를 들어, 상이한 유동들의 유량을 제어하는 밸브들), 또는 보일러 유닛의 다른 요소들에 연결된 측정 디바이스에 연결될 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러는 예를 들어 프로그램 가능한 논리 컨트롤러, 분배 제어 시스템("DCS"), 워크스테이션, 서버, 또는 다른 컴퓨터 디바이스일 수 있다.

[0036] 컨트롤러(126)는, 공기 분리 유닛(106)에 의해 분리된 산소 가스 중 산소 가스의 제3 부분(121)으로부터 산소의 제1, 제2 및 제3 양들이 노의 각 연소 구역(예를 들어, 제1 구역(100a), 제2 구역(100b), 제3 구역(100c))을 위한 산소 수요를 충족시키도록 화학량론적 연소 제어 프로세스에 기초하여 분배되도록 구성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 컨트롤러(126)는, 전기 생산을 위한 특정 수요 레벨을 충족시키도록 노(100)에 공급되는 연료의 양을 결정하고 제1 구역(100a) 내에서 연료의 양의 제1 소량을 연소시키기 위해 산소의 제1 양을 결정하도록 구성될 수 있다. 이러한 결정은, 노에 공급되는 연료의 유량을 참작하고, 연료를 완전 연소시키도록 노에 공급되는 산소의 필요량 및 제1 구역(100a) 내에서 연료의 적어도 제1 소량을 확인하도록 노의 작동 파라미터들과 함께 그 유량을 상관시키는 제어 함수 곡선에 기초할 수 있다. 제1 소량은 연료의 50% 이상, 연료의 70% 이상, 연료의 80% 이상, 또는 연료의 85% 이상과 같이 노에 공급되는 연료의 전체 양의 비교적 큰 성분일 수 있다. 컨트롤러는 제1 구역(100a)에 공급되는 제1 산화제 유동(115) 내의 산소의 양, 제1 구역에 공급되는 제2 산화제 유동(117)의 산소의 양을 또한 결정할 수 있다. 제1 구역(100a)에 공급되는 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들 내의 산소의 양은 그런 다음, 안정한 방식으로 제1 구역 내에서 연료의 제1 소량을 완전 연소시키도록 제1 구역으로 분배되는 산소 가스의 제3 부분(121)의 제1 양을 통하여 산소에 대한 제1 수요를 확인하기 위해 노에 공급

된 연료의 제1 소량을 연소시키는데 필요한 산소의 제1 양으로부터 감소된다. 산소 가스의 제3 부분(121)의 제1 양은 그런 다음 제1 구역(100a)에 대하여 결정된 이러한 산소의 제1 수요를 충족시키는데 필요한 산소의 양일 수 있다.

[0037] 컨트롤러(126)는 제2 구역(100b) 내에서 연료의 양의 제2 소량을 연소시키도록 산소의 제2 양을 또한 결정할 수 있다. 이러한 결정은 또한 제어 함수 곡선뿐만 아니라 노의 제2 구역에 보내진 측정된 전체 산소 유동에 기초하여 만들어질 수 있다. 제2 소량은 제1 소량보다 작을 수 있다. 예를 들어, 연료의 제2 소량은 연료의 50% 미만, 연료의 25%, 연료의 18%, 연료의 10%, 또는 연료의 10% 미만일 수 있다. 컨트롤러(126)는 또한 제2 산화제 유동(117)을 통하여 제2 구역(100b)으로 공급되는 산소의 양을 결정하고, 제2 구역(100b) 내에서 연료의 제2 소량을 안정하게 연소시키기 위하여 제2 구역에 대한 산소의 제2 수요를 결정하도록 제2 구역(100b)에서 연료의 제2 소량을 연소시키는데 필요한, 결정된 산소의 제2 양으로부터 그 산소의 양을 감소할 수 있다. 산소 가스의 제3 부분(121)의 제2 양은 그런 다음 제2 구역(100b)에 대하여 이러한 결정된 산소의 제2 수요를 충족시키는데 필요한 산소의 양일 수 있다.

[0038] 제3 구역(100c) 내에서 연료의 양의 제3 소량을 연소시키는 산소의 제3 양은 또한 컨트롤러(126)에 의해 결정될 수 있다. 이러한 결정은 노의 작동 파라미터, 노에 공급되는 연료의 유량, 제2 산화제 유동(117)을 통해 제3 구역에 공급되는 산소에 기초한 제어 함수 곡선에 기초할 수 있다. 제3 소량은 제2 소량보다 작을 수 있으며, 또한 제1 소량보다 작을 수 있다. 제3 소량은 예를 들어, 노에 공급된 연료의 25% 미만, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 5% 미만일 수 있다. 제2 산화제 유동(117)을 통해 제3 구역(100c)에 공급된 산소의 양이 또한 결정되며, 그런 다음 제3 구역 내에서 연료의 제3 소량을 안정하게 연소시키기 위하여 제3 구역에 대한 산소의 제3 수요를 결정하도록 제3 소량을 연소시키는데 필요한 산소의 제3 양으로부터 감소된다. 산소 가스의 제3 부분(121)의 제3 양은 그런 다음 제3 구역(100c)에 대한 이러한 결정된 산소의 제3 수요를 충족시키는데 필요한 산소의 양일 수 있다.

[0039] 공기 분리 유닛(106)을 통해 공기로부터 분리된 산소 가스의 제3 부분 내의 산소의 전체 양이 제1, 제2 및 제3 구역(100a, 100b, 및 100c)들의 제1, 제2, 및 제3 수요를 충족시키도록 결정되거나 또는 특정된 산소의 제1, 제2 및 제3 양들의 합계인 것이 예측되어야 한다. 분리된 산소 가스의 제1 및 제2 부분들은 제1 및 제2 산화제 유동(115, 117)들이 바람직한 산소 함유량 범위(예를 들어, 약 21 체적% 또는 18-23 체적%) 내에서 충분한 산소 함유량을 가지는 것을 보장하도록 제1 및 제2 연도 가스 유동(112, 113)들에 공급되는 산소의 양에 기초하여 명시될 수 있다. 산소의 이러한 공지된 양에 기초하여, 공기 분리 유닛(106)으로부터 출력된 산소의 전체 양은 노의 산소의 수요를 충족시키도록 산소 가스의 그 분리 및 출력을 제어하기 위하여 컨트롤러가 공기 분리 유닛과 통신할 수 있도록 명시될 수 있다.

[0040] 일부 실시예들에서, 컨트롤러(126)는 그 바람직한 사전 결정된 산소 함유량 소량들에서 제1 및 제2 산화제 유동(115 및 117)들을 유지하는데 바람직한 산소의 양이도록 산소 가스의 제1 및 제2 부분(119, 120)들을 가지는 것에 기초하여 오직 제1 및 제2 산화제 유동들에 대한 산소의 수요를 충족시키도록 구성될 수 있다. 공기 분리 유닛에 의해 분리된 산소 가스의 제3 부분(121) 내에서 산소의 양은 그런 다음 오직 컨트롤러에 의해 처리된 연소 구역 화학양론적 제어에 기초하여 결정될 수 있다.

[0041] 각 구역에서 연료의 연소가 안정한 방식으로 발생하여서, 노 내의 화염이 특정 영역에서 너무 뜨겁거나 또는 노 내의 다른 영역에서 너무 차갑지 않은 것을 보장하도록, 사전 결정된 양의 잉여 산소가 노에 전달될 수 있으며, 노의 각 연소 구역에 의해 필요한 산소의 수요의 결정을 요인으로 포함될 수 있다. 예를 들어, 산소의 1-10%의 사전 결정된 잉여 함유량은 노의 각 구역 내에서 연료의 안정한 연소를 보장하도록 노 내에 충분한 산소가 있는 것을 보장하는데 바람직할 수 있다. 산소를 위해 필요한 이러한 추가의 1-10%는 이러한 여분의 산소량이 필요에 따라서 노 및 노의 각 구역에 공급되는 것을 보장하도록 상기된 계산에 통합될 수 있다. 이러한 잉여 양의 제어는 방출된 연도 가스의 산소 함유량이 산소 함유량 범위의 1-10 체적% 내에서 안정한 것을 보장하도록 노에 의해 방출된 연도 가스(111)의 모니터링에 기초할 수 있거나, 또는 충분한 잉여 산소가 연료의 안정한 연소를 위하여 노 내에 존재하는 것을 보장하도록 연도 가스 내에서 물질 중 2 체적% 또는 3 체적% 또는 5 체적%의 산소 함유량의 설정값에서 유지될 수 있다. 이러한 산소의 잉여 레벨을 유지하도록, 연료의 전체 양을 연소시키는데 필요한, 노의 모든 연소 구역들에 대한 전체 산소량은 연소를 위해 분배되는 산소 가스의 제3 부분(121) 내에서 산소에 대한 수요를 결정하도록 1.01, 1.02, 1.03, 또는 1.05만큼 상승될 수 있다.

[0042] 보일러 유닛의 실시예들이 상기된 것들과 이러한 실시예들에 대한 변형에 추가하여 다른 요소들을 가질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 밸브들은 노의 연소 수요를 충족시키도록 바람직한 유량으로 연도 가스,

산소 또는 산화제의 유량을 조절하도록 컨트롤러에 의해 제어될 수 있다. 밸브들은 연료의 연소를 위하여 노에 공급되는 유량 및 산소 함유량을 제어하도록 완전히 개방되거나, 완전히 폐쇄되거나, 또는 조절 가능하게 부분적으로 개방 또는 폐쇄되도록 컨트롤러(126)에 의해 또한 제어될 수 있다. 상이한 형태의 경로들을 한정하도록 구성되고 유동들이 통과하여야 하는 임의의 수의 상이한 밸브들과 용기들을 포함하는 임의의 수의 상이한 도관 부분들이 있을 수 있으며, 연도 가스, 산화제 유동들, 및 산소는 진행 경로를 따라서 보내질 수 있다. 이러한 유동들에 대한 유량을 제어하도록 컨트롤러가 통신할 수 있는 이러한 도관들에 통신하는 임의의 수의 펌프들 또는 팬들이 있을 수 있다. 본 명세서에서 설명된 임의의 유동들의 사전 결정된 산소 함유량이 예들로서 본 명세서에서 설명적으로 확인된 수 또는 범위들과 다를 수 있다는 것이 또한 예측되어야 한다. 예를 들어, 산화제 유동들이 상이한 산소 함유량들에서 유지될 수 있거나 또는 18% 미만의 산소 함유량과 같이 다른 사전 결정된 산소 함유량들 내에서 제어될 수 있는 것이 예측된다.

[0043] 공기 분리 유닛들이 공기로부터 단지 산소만을 완벽하게 분리할 수 없음에 따라서, 공기 분리 유닛(106)을 통해 공기로부터 분리된 산소 가스는 또한 비교적 적은 양으로 질소 또는 공기의 다른 성분들과 같은 다른 원소를 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 산소 가스는 분리된 산소 가스 유동(118) 또는 연도 가스 유동들 또는 노 구역들에 분배되는 이러한 유동의 부분들의 함유량의 85-99 체적%까지 만들 수 있다.

[0044] 적어도 당업자에 의해 예측될 수 있는 바와 같이, 조합이 상호 배타적이거나 또는 그렇지 않으면 양립할 수 없을 때, 본 명세서에서 설명적으로 논의된 임의의 특정 실시예에서 보일러 유닛의 상기된 특징들 중 임의의 것이 다른 실시예들의 다른 특징들 또는 요소들과 조합될 수 있다는 것이 예측되어야 한다.

[0045] 그러므로, 본 발명이 그 사상 또는 본질적인 특징으로부터 벗어나지 않고 다른 특정 형태로 구현될 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 그러므로, 본 개시된 실시예는 모든 면에서 예시이도록 고려된다. 본 발명의 범위는 이전의 설명 대신에 첨부된 청구항에 의해 표시되며, 그 의미 및 범위 및 등가물 내에 있는 모든 변경이 그 안에 포함되도록 의도된다.

도면2

