



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0048370
(43) 공개일자 2017년05월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 - C10B 21/10 (2006.01) C10B 15/02 (2006.01)
 - C10B 25/02 (2006.01) C10B 31/02 (2006.01)
 - C10B 31/10 (2006.01) C10B 37/02 (2006.01)
 - C10B 37/04 (2006.01) C10B 39/06 (2006.01)
 - C10B 5/00 (2006.01) C10B 57/02 (2006.01)
 - C10B 57/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 - C10B 21/10 (2013.01)
 - C10B 15/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7005503
- (22) 출원일자(국제) 2015년08월28일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년02월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/047533
- (87) 국제공개번호 WO 2016/033524
 국제공개일자 2016년03월03일
- (30) 우선권주장
 62/043,359 2014년08월28일 미국(US)
- (71) 출원인
 선코크 테크놀로지 앤드 디벨로프먼트 엘엘씨
 미국 일리노이주 60532 리슬 와렌빌 로드 1011 스위트 600
- (72) 발명자
 환시 존 프랜시스
 미국 60532 일리노이주 리슬 와렌빌 로드 1011 스위트 600
 케사반 파르타새리티
 미국 60532 일리노이주 리슬 와렌빌 로드 1011 스위트 600
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **코크스 작업을 위한 연소 프로파일**

(57) 요약

본 기술은 대체로 코크스로(coke oven), 예컨대 수평 열회수 노(horizontal heat recovery oven)에 관한 연소 프로파일(burn profile)을 최적화하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 다양한 실시예에 있어서, 상기 연소 프로파일은 코크스로에서의 공기 분포를 제어함으로써 적어도 부분적으로 최적화된다. 일부 실시예에 있어서, 상기 공기 분포는 코크스로에서의 온도 관독에 따라 제어된다. 구체적인 실시예에 있어서, 상기 시스템은 코크스로의 크라운 온도(crown temperature)를 모니터링한다. 상기 크라운이 특정 온도 범위에 도달한 이후에, 코크스화 사이클(coking cycle) 전반에 걸쳐 숯 플루 온도(sole flue temperature)를 상승시키기 위해 휘발성 물질의 흐름이 숯 플루에 전달된다. 본 기술의 실시예는, 오븐 플로어(oven floor) 위에 위치 설정되는 복수 개의 크라운 공기 유입구(crown air inlet)를 갖춘 공기 분배 시스템을 포함한다.

대표도 - 도10

크라운 온도 (F)	업테이크 위치
사이클 개시 - 2200	14 (완전 개방)
2200 - 2300	12
2400 - 2450	10
2500	8
2550 - 2625	6
2650	4
2700	2 (완전 폐쇄)

(52) CPC특허분류

C10B 25/02 (2013.01)
C10B 31/02 (2013.01)
C10B 31/10 (2013.01)
C10B 37/02 (2013.01)
C10B 37/04 (2013.01)
C10B 39/06 (2013.01)
C10B 5/00 (2013.01)
C10B 57/02 (2013.01)
C10B 57/08 (2013.01)

(72) 발명자

천 응경

미국 60532 일리노이주 리슬 와렌빌 로드 1011 스
위트 600

칸둘라 라제쉬 쿠마

미국 60532 일리노이주 리슬 와렌빌 로드 1011 스
위트 600

페르난데스 마엘라 캐롤라이나

미국 60532 일리노이주 리슬 와렌빌 로드 1011 스
위트 600

비칭봉사 캄바스

미국 62040 일리노이주 그라니트 시티 에드워즈빌
로드 2585

브룸보리치 제프리 스코트

미국 62040 일리노이주 그라니트 시티 에드워즈빌
로드 2585

프로조워츠 리처드 앨런

미국 62040 일리노이주 그라니트 시티 에드워즈빌
로드 2585

글라스 에드워드 에이

미국 62040 일리노이주 그라니트 시티 에드워즈빌
로드 2585

명세서

청구범위

청구항 1

수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서, 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버(oven chamber) 내로 석탄 베드(bed of coal)를 장전하는 단계로서, 상기 오븐 챔버는, 오븐 플로어(oven floor), 대향하는 오븐 도어(oven door), 대향하는 오븐 도어들 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 및 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운(oven crown)에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 것인 단계;

상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외측의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는, 적어도 하나의 공기 유입구를 통해 오븐 챔버 내로 공기가 유입되도록, 오븐 챔버 상의 부압 드래프트(negative pressure draft)를 생성하는 단계;

휘발성 물질이 석탄 베드로부터 방출되어 공기와 혼합되고 오븐 챔버 내에서 적어도 부분적으로 연소되어 오븐 챔버 내에서 열을 발생시키도록, 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계로서,

상기 부압 드래프트는 휘발성 물질을 오븐 플로어 아래에 있는 적어도 하나의 솔 플루(sole flue) 내로 유입시키고, 휘발성 물질의 적어도 일부는 솔 플루 내에서 연소하여, 오븐 플로어를 통해 석탄 베드로 적어도 부분적으로 전달되는 열을 솔 플루 내에서 발생시키며,

상기 부압 드래프트에 의해 적어도 하나의 솔 플루로부터 배기 가스가 인출되는 것인 단계;

상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계;

오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시키는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 부압 드래프트에 의해, 업테이크 댐퍼(uptake damper)를 갖춘 적어도 하나의 업테이크 채널(uptake channel)을 통해 적어도 하나의 솔 플루로부터 배기 가스가 인출되며, 상기 업테이크 댐퍼는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 것인 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 상기 오븐 챔버 내에서의 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 감소하게 되는 것인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나고,

대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,

대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,

대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,

대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,

대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 적어도 하나의 상기 공기 유입구는 오븐 플로어 위로 오븐 크라운 내에 위치 설정되는 적어도 하나의 크라운 공기 유입구(crown air inlet)를 포함하는 것인 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 적어도 하나의 상기 크라운 공기 유입구는, 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 통한 유체 유동 억제 수준을 변경시키기 위해 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 공기 댐퍼(air damper)를 포함하는 것인 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 석탄 베드는 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 베드 장전 중량을 초과하는 중량을 가지며, 상기 오븐 챔버는 수평 열회수 코크스로에 대한 최대 크라운 온도를 초과하지 않도록, 설계된 값보다 낮은 최대 크라운 온도에 도달하는 것인 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 석탄 베드는 코크스로에 대해 설계된 석탄 장전 중량보다 큰 중량을 갖는 것인 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 슬 플루 작동 온도보다 높게 적어도 하나의 슬 플루의 온

도를 상승시키는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 16

수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)을 제어하기 위한 시스템으로서,

오븐 플로어, 대향하는 오븐 도어, 대향하는 오븐 도어 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운, 및 오븐 챔버와 유체 연통하며 오븐 플로어 아래에 있는 적어도 하나의 슐 플루에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 오븐 챔버를 갖춘 수평 열회수 코크스로;

상기 오븐 챔버 내에 배치되는 온도 센서;

상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외부의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는 적어도 하나의 공기 유입구;

적어도 하나의 상기 슐 플루와 유체 연통하는 업테이크 댐퍼를 갖춘 적어도 하나의 업테이크 채널로서,

상기 업테이크 댐퍼는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능하고,

복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트가 감소되는 것인 적어도 하나의 업테이크 채널;

상기 업테이크 댐퍼에 작동 가능하게 결합되는 제어기로서, 오븐 챔버 내의 온도 센서에 의해 탐지되는 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시키도록 되어 있는 제어기

를 포함하는 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 적어도 하나의 상기 공기 유입구는 오븐 플로어 위로 오븐 크라운 내에 위치 설정되는 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 포함하는 것인 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서, 적어도 하나의 상기 크라운 공기 유입구는, 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 통한 유체 유동 억제 수준을 변경시키기 위해 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 공기 댐퍼를 포함하는 것인 시스템.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 제어기는, 상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시키는 방식으로 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 슐 플루 작동 온도보다 높게 적어도 하나의 슐 플루의 온도를 상승시키도록 더 작동 가능한 것인 시스템.

청구항 20

제16항에 있어서,

대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나고,

대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,

대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,

대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,

대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고, 대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나는 것인 시스템.

청구항 21

수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서, 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버 내에서 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계; 상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계; 상기 오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 수평 열회수 코크스로에서의 부압 드래프트를 감소시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 수평 열회수 코크스로에서의 부압 드래프트는, 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외측의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는, 적어도 하나의 공기 유입구를 통해 오븐 챔버 내로 공기가 유입되도록 하는 것인 방법.

청구항 23

제21항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 오븐 챔버와 유체 연통하는 적어도 하나의 업테이크 채널과 관련된 업테이크 댐퍼의 작동에 의해 감소되는 것인 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 상기 오븐 챔버 내의 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 감소하게 되는 것인 방법.

청구항 25

제21항에 있어서, 상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 솔 플루 작동 온도보다 높게, 상기 오븐 챔버와 개방식으로 유체 연통되는 적어도 하나의 솔 플루의 온도를 상승시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 26

제21항에 있어서, 상기 석탄 베드는 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 베드 장전 중량을 초과하는 중량을 가지며, 상기 오븐 챔버는 수평 열회수 코크스로에 대한 최대 크라운 온도를 초과하지 않도록, 탄화 사이클 동안 설계된 값보다 낮은 최대 크라운 온도에 도달하는 것인 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 솔 플루 작동 온도보다 높게, 상기 오븐 챔버와 개방식으로 유체 연통되는 적어도 하나의 솔 플루의 온도를 상승시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 석탄 베드는, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 석탄 처리 속도를 초과하는 석탄 처리 속도를 형성하면서, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 석탄 장전 중량보다 큰 중량을 갖는 것인 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2014년 8월 28일자로 출원된, 미국 가특허 출원 제62/043,359호에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 상기 미국 가특허 출원의 개시내용은 인용함으로써 전체적으로 본원에 포함된다.
- [0003] 기술분야
- [0004] 본 기술은 대체로 코크스 플랜트(coke plant)의 작업 및 생산(output)을 최적화하는 코크스로 연소 프로파일(coke oven burn profile) 및 방법과 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 코크스는, 강의 생산 중에 철광석을 용융시키고 환원시키기 위해 사용되는 고체 탄소 연료 및 탄소 공급원이다. "톰슨 코크스화 프로세스(Thompson Coking Process)"라고 알려진 일 프로세스에 있어서, 코크스는, 밀봉되어 치밀하게 제어되는 대기 조건 하에서 24 시간 내지 48 시간 동안 매우 높은 온도로 가열되는 노에 미분탄(pulverized coal)을 배치(batch)식으로 공급함으로써 생성된다. 코크스화로(coking oven)는, 석탄을 야금학적 코크스로 변환하기 위해 오랜 세월 동안 사용되어 왔다. 코크스화 프로세스 동안, 미세하게 분쇄된 석탄은 제어된 온도 조건 하에서 가열되어 석탄을 탈휘발화(devolatilization)하며, 사전에 정해진 공극 및 강도를 갖는 융합 질량(fused mass)의 코크스를 형성한다. 코크스의 생산은 배치 프로세스(batch process)이기 때문에, 다수의 코크스로가 동시에 작동된다.
- [0006] 석탄 입자 또는 석탄 입자들의 혼합물이 고온의 노에 장전되고, 상기 석탄은 결과적인 코크스로부터 휘발성 물질(VM; volatile matter)을 제거하기 위해 노 내에서 가열된다. 수평 열회수 노(HHR oven; Horizontal Heat Recovery oven)는 부압 하에서 작동하며, 보통 내화 벽돌 및 다른 재료로 구성되어, 실질적으로 기밀 환경을 생성한다. 부압 노(negative pressure oven)는 노 외부로부터 공기를 유입하여 석탄의 휘발성 물질을 산화시키고 노 내에서 연소 열을 방출시킨다.
- [0007] 일부 구성에 있어서, 공기는 노의 측벽 또는 노의 문짝에 있는 댐퍼 포트(damper port) 또는 개구를 통해 노에 도입된다. 석탄 베드(coal bed) 위에 있는 크라운 영역에서, 공기는 석탄의 열분해로부터 나오는 휘발성 물질과 연소한다. 그러나, 도 1 내지 도 3을 참고하면, 오픈 챔버(oven chamber)에 유입되는 저온 공기에 작용하는 부력 효과는 석탄의 번아웃(burnout) 및 산출 생산성에서의 손실을 초래할 수 있다. 구체적으로, 도 1에 도시된 바와 같이, 노에 유입되는 저온의 질은 공기는 고온인 석탄 표면을 향해 내려가게 된다. 상기 공기가 가온되고 상승하여 휘발성 물질과 함께 연소할 수 있게 되기 전에, 및/또는 노 내에서 소산되고 혼합되기 전에, 상기 공기는 석탄 베드의 표면과 접촉하게 되며 연소하여, 도 2에 나타내는 바와 같은 "핫 스팟(hot spot)"을 생성한다. 도 3을 참고하면, 이러한 핫 스팟은, 석탄 베드 표면에 형성되는 오목부에 의해 입증되는 바와 같이 석탄 표면 상에서의 연소 손실(burn loss)을 발생시킨다. 이에 따라, 코크스로에서의 연소 효율을 개선할 필요가 존재한다.
- [0008] 다수의 코크스화 작업에 있어서, 노의 드래프트(draft)는 업테이크 댐퍼(uptake damper)의 개방 및 폐쇄를 통해 적어도 부분적으로 제어된다. 그러나, 통상적인 코크스화 작업은, 적시에 업테이크 댐퍼 설정을 변경하는 것에 기초한다. 예를 들면, 48 시간 사이클에 있어서, 상기 업테이크 댐퍼는 보통 코크스화 사이클의 대략적으로 첫 24 시간 동안 완전히 개방되도록 설정된다. 상기 업테이크 댐퍼는 이후 코크스화 사이클의 32 시간에 앞서 제1의 부분 억제 위치로 이동하게 된다. 코크스화 사이클의 40 시간에 앞서, 상기 업테이크 댐퍼는 제2의 추가 억제 위치로 이동하게 된다. 48 시간의 코크스화 사이클의 종료 시에, 상기 업테이크 댐퍼는 실질적으로 폐쇄된다. 업테이크 댐퍼를 관리하는 이러한 방식은 융통성이 없는 것으로 입증될 수 있다. 예를 들면, 47 톤을 초과하는 대량의 장전물은, 활짝 개방된 업테이크 댐퍼 설정을 통해 노에 유입되는 공기의 체적에 대해 노 내로 과도하게 많은 휘발성 물질을 방출할 수 있다. 오랜 시구간에 걸친 이러한 휘발성 물질-공기 혼합물의 연소는, 노를 손상시킬 수 있는 NTE 온도를 초과하는 온도 상승을 유발할 수 있다. 이에 따라, NTE 온도를 초과하지 않

도록 하면서 코크스로의 장전 중량을 증가시킬 필요가 있다.

[0009] 코크스화 프로세스에 의해 발생하는 열은 보통 코크스 플랜트와 연관된 열 회수 증기 발전기(HRSG; Heat Recovery Steam Generators)에 의해 동력으로 변환된다. 비효율적인 연소 프로파일 관리는, 휘발성 물질 가스가 노에서 연소되지 않고 공통 터널(common tunnel)로 보내지는 결과를 초래할 수 있다. 이는 코크스화 프로세스를 위해 코크스로에 의해 이용될 수 있는 열을 낭비하게 된다. 연소 프로파일의 부적절한 관리는 또한 코크스 생산 속도를 더욱 저하시킬 수 있을 뿐만 아니라 코크스 플랜트에 의해 생산되는 코크스의 품질을 저하시킬 수 있다. 예를 들면, 코크스로에서 업테이크(uptake)를 관리하는 다수의 현존하는 방법은, 코크스화 사이클에 걸쳐 유지될 수 있는 솔 플루 온도(sole flue temperature) 범위를 한정하며, 이는 생산 속도 및 코크스 품질에 악영향을 줄 수 있다. 이에 따라, 코크스 플랜트의 작업 및 생산을 최적화하기 위해 코크스로의 연소 프로파일이 관리되는 방식을 개선할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 과제는, 대체로 코크스 플랜트(coke plant)의 작업 및 생산(output)을 최적화하는 코크스로 연소 프로파일(coke oven burn profile) 및 방법과 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면,
- [0012] 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서,
- [0013] 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버(oven chamber) 내로 석탄 베드(bed of coal)를 장전하는 단계로서, 상기 오븐 챔버는, 오븐 플로어(oven floor), 대향하는 오븐 도어(oven door), 대향하는 오븐 도어들 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 및 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운(oven crown)에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 것인 단계;
- [0014] 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외측의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는, 적어도 하나의 공기 유입구를 통해 오븐 챔버 내로 공기가 유입되도록, 오븐 챔버 상의 부압 드래프트(negative pressure draft)를 생성하는 단계;
- [0015] 휘발성 물질이 석탄 베드로부터 방출되어 공기와 혼합되고 오븐 챔버 내에서 적어도 부분적으로 연소되어 오븐 챔버 내에서 열을 발생시키도록, 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계로서,
- [0016] 상기 부압 드래프트는 휘발성 물질을 오븐 플로어 아래에 있는 적어도 하나의 솔 플루(sole flue) 내로 유입시키고, 휘발성 물질의 적어도 일부는 솔 플루 내에서 연소하여, 오븐 플로어를 통해 석탄 베드로 적어도 부분적으로 전달되는 열을 솔 플루 내에서 발생시키며,
- [0017] 상기 부압 드래프트에 의해 적어도 하나의 솔 플루로부터 배기 가스가 인출되는 것인 단계;
- [0018] 상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계;
- [0019] 오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시키는 단계
- [0020] 를 포함하는 방법이 제시된다.
- [0021] 본 발명의 다른 실시예에 따르면,
- [0022] 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)을 제어하기 위한 시스템으로서,
- [0023] 오븐 플로어, 대향하는 오븐 도어, 대향하는 오븐 도어 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운, 및 오븐 챔버와 유체 연통하며 오븐 플로어 아래에 있는 적어도 하나의 솔 플루에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 오븐 챔버를 갖춘 수평 열회수 코크스로;
- [0024] 상기 오븐 챔버 내에 배치되는 온도 센서;

- [0025] 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외부의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는 적어도 하나의 공기 유입구;
- [0026] 적어도 하나의 상기 슬 플루와 유체 연통하는 업테이크 댐퍼를 갖춘 적어도 하나의 업테이크 채널로서,
- [0027] 상기 업테이크 댐퍼는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능하고,
- [0028] 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트가 감소되는 것인 적어도 하나의 업테이크 채널;
- [0029] 상기 업테이크 댐퍼에 작동 가능하게 결합되는 제어기로서, 오븐 챔버 내의 온도 센서에 의해 탐지되는 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시키도록 되어 있는 제어기
- [0030] 를 포함하는 시스템이 제시된다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면,
- [0032] 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서,
- [0033] 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버 내에서 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계;
- [0034] 상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계;
- [0035] 상기 오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 수평 열회수 코크스로에서의 부압 드래프트를 감소시키는 단계
- [0036] 를 포함하는 방법이 제시된다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 바람직한 실시예를 비롯한, 본 발명의 비한정적이고 비포괄적인 실시예가 이하의 도면을 참고로 설명되며, 달리 특정되지 않는 한, 다양한 도면 전반에 걸쳐 동일한 도면부호는 동일한 부분을 가리킨다.
- 도 1은 코크스로의 대향 단부에 도어 공기 유입구를 갖는 종래 기술의 코크스로의 부분 등각 투시도를 도시한 것이며, 공기가 노로 유입되고 부력으로 인해 석탄 표면을 향해 가라앉는 한 가지 방식을 도시한 것이다.
- 도 2는 종래 기술의 코크스로의 부분 등각 투시도를 도시한 것이며, 석탄 베드 표면과 공기 스트림 사이의 직접 접촉에 의해 형성되는 코크스 베드 표면의 번아웃에 관한 영역을 도시한 것이다.
- 도 3은 코크스로의 부분 단부 확대도를 도시한 것이며, 석탄 베드의 표면과 공기 스트림 사이의 직접 접촉으로 인해 코크스 베드 표면 상에 형성되는 딥플(dimple)의 예를 도시한 것이다.
- 도 4는 본 기술의 실시예에 따라 구성되는, 수평 열회수 코크스 플랜트의 일부에 관한 부분 등각 절개도를 도시한 것이다.
- 도 5는 본 기술의 실시예에 따라 구성되는, 수평 열회수 코크스로에 관한 단면도를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 기술의 실시예에 따라 구성되는 크라운 공기 유입구(crown air inlet)를 갖춘 코크스로에 관한 부분 등각 투시도를 도시한 것이다.
- 도 7은 도 6에 도시된 코크스로의 부분 단부도를 도시한 것이다.
- 도 8은 본 기술의 실시예에 따라 구성되는 공기 유입구의 상부 평면도를 도시한 것이다.
- 도 9는 48 시간의 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 특정한 시각에 어떤 위치에서 업테이크가 배치되어야 하는지를 나타내는 통상적인 업테이크 작업표를 도시한 것이다.
- 도 10은 본 기술의 실시예에 따른 업테이크 작업표를 도시한 것이며, 48 시간의 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 특정 코크스로 크라운 온도 범위에 대해 어떤 위치에서 업테이크가 배치되어야 하는지를 나타낸다.
- 도 11은 본 기술의 실시예에 따라 생성되는 코크스 베드를 수용하는 코크스로의 부분 단부도를 도시한 것이다.
- 도 12는 본 기술의 실시예에 따른 연소 프로파일 및 통상적인 연소 프로파일에 대해, 시간에 따른 코크스로 크라운 온도를 비교한 그래프를 도시한 것이다.

도 13은 본 기술의 실시예에 따른 연소 프로파일 및 통상적인 연소 프로파일에 대해, 톤수(tonnage), 코크스화 시간, 및 코크스화 속도를 비교한 그래프를 도시한 것이다.

도 14는 본 기술의 실시예에 따른 연소 프로파일 및 통상적인 연소 프로파일에 대해, 시간에 따른 코크스로의 크라운 온도를 비교한 그래프를 도시한 것이다.

도 15는 본 기술의 실시예에 따른 연소 프로파일 및 통상적인 연소 프로파일에 대해, 시간에 따른 코크스로의 솔 플루 온도를 비교한 다른 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본 기술은 대체로 코크스로(coke oven), 예컨대 수평 열회수 노(HHR oven; horizontal heat recovery oven)에 관한 연소 프로파일(burn profile)을 최적화하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 다양한 실시예에 있어서, 상기 연소 프로파일은 코크스로에서의 공기 분포를 제어함으로써 적어도 부분적으로 최적화된다. 일부 실시예에 있어서, 상기 공기 분포는 코크스로에서의 온도 관독에 따라 제어된다. 구체적인 실시예에 있어서, 상기 시스템은 코크스로의 크라운 온도(crown temperature)를 모니터링한다. 오븐 크라운(oven crown)과 솔 플루(sole flue) 사이에서의 가스의 전달은, 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 솔 플루 온도를 상승시키기 위해 최적화된다. 일부 실시예에 있어서, 본 기술은, 더 많은 휘발성 물질 가스를 전달하고 이 휘발성 물질을 솔 플루에서 연소시킴으로써 NTE 온도를 초과하지 않으면서 코크스로의 장전 중량을 증가시키는 것을 가능하게 한다. 본 기술의 실시예는, 오븐 플로어(oven floor) 위에 위치 설정되는 복수 개의 크라운 공기 유입구(crown air inlet)를 갖춘 공기 분배 시스템을 포함한다. 상기 크라운 공기 유입구는, 베드의 변아웃을 감소시키는 방식으로 오븐 챔버 내로 공기를 도입하도록 구성된다.

[0039] 본 기술의 여러 가지 실시예에 관한 구체적인 세부사항은 도 4 내지 도 15를 참고하여 이하에서 설명된다. 코크스화 설비, 구체적으로 공기 분배 시스템, 자동화된 제어 시스템, 및 코크스로와 종종 관련되는 널리 공지된 구조 및 시스템을 설명하는 다른 세부사항은, 본 기술의 다양한 실시예에 관한 설명을 불필요하게 복잡하게 하는 것을 피하고자 이하의 개시내용에는 기술되어 있지 않다. 도면에 도시된 세부사항, 치수, 각도 및 다른 특징 중 다수는 단지 본 기술의 구체적인 실시예를 예시하려는 것이다. 이에 따라, 다른 실시예는 본 기술의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않으면서 다른 세부사항, 치수, 각도 및 특징을 나타낼 수 있다. 따라서, 당업자라면, 본 기술이 추가적인 요소를 갖춘 다른 실시예로도 가능할 수 있거나, 또는 본 기술이 도 4 내지 도 15를 참고하여 이하에 설명 및 도시된 특징부들 중 여러 가지를 포함하지 않으면서 다른 실시예로도 가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0040] 이하의 추가적인 상세한 설명에 기술된 바와 같이, 여러 가지 실시예에 있어서, 개별적인 코크스로(100)는 석탄의 휘발성 물질을 연소시키기 위해 부압 오븐 챔버(negative pressure oven chamber) 내로 외부 공기를 허용하도록 구성되는 하나 이상의 공기 유입구를 포함할 수 있다. 상기 공기 유입구는 오븐 챔버 내에서 공기를 안내하기 위한, 순환시키기 위한, 및/또는 분배하기 위한 하나 이상의 공기 분배기와 함께 혹은 이러한 공기 분배기 없이 사용될 수 있다. 본원에서 사용될 때 용어 "공기"는 분위기 공기, 산소, 산화제, 질소, 질소 산화물, 희석제, 연소 가스, 공기 혼합물, 산화제 혼합물, 연도 가스, 재순환된 통풍 가스, 증기, 첨가제를 함유한 가스, 불활성 물질, 열 흡수제, 물방울과 같은 액상 재료, 가스 캐리어(gaseous carrier)를 통해 분무화된 액적과 같은 다상 재료, 흡입된 액체 연료, 가스 캐리어 스트림 내의 분무화된 액체 햅탄, 천연 가스 또는 수소와 같은 연료, 냉각된 가스, 다른 가스, 액체 또는 고체 혹은 이들 재료의 조합을 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 있어서, 공기 유입구 및/또는 공기 분배기는 수동 제어 또는 자동화된 최신 제어 시스템에 응답하여 기능할 수 있다(즉, 개방, 폐쇄, 공기 분배 패턴의 변경 등을 행할 수 있음). 공기 유입구 및/또는 공기 분배기는 전용 최신 제어 시스템 상에서 작동할 수도 있고, 공기 유입구 및/또는 공기 분배기뿐만 아니라 업테이크 댐퍼, 솔 플루 댐퍼(sole flue damper), 및/또는 코크스로 시스템 내의 다른 공기 분배 경로를 조절하는 보다 광범위한 드래프트 제어 시스템(draft control system)에 의해 제어될 수 있다.

[0041] 도 4는 본 기술의 실시예에 따라 구성되는, 수평 열회수 코크스 플랜트의 일부에 관한 부분 절개도를 도시한 것이다. 도 5는 본 기술의 실시예에 따라 구성되는, 수평 열회수 코크스로(100)에 관한 단면도를 도시한 것이다. 각각의 노(100)는, 오븐 플로어(102), 푸셔 사이드 오븐 도어(pusher side oven door; 104), 푸셔 사이드 오븐 도어(104)에 대항하는 코크스 사이드 오븐 도어(coke side oven door; 106), 오븐 플로어(102)로부터 상향으로 연장되고 푸셔 사이드 오븐 도어(104)와 코크스 사이드 오븐 도어(106) 사이에서 연장되는 대향 측벽(108), 및 오븐 챔버(112)의 개방 공동의 상부 표면을 형성하는 크라운(110)에 의해 형성되는 개방 공동을 포함한다. 오븐

챔버(112) 내부에서의 공기 흐름 및 압력을 제어하는 것은, 코크스와 사이클의 효율적인 작동에 있어서 중요한 역할을 한다. 이에 따라, 도 6 및 도 7을 참고하면, 본 기술의 실시예는, 오븐 챔버(112) 내로 제1 연소 공기를 허용하는 하나 이상의 크라운 공기 유입구(114)를 포함한다. 일부 실시예에 있어서, 노(100) 외부의 분위기 환경과 개방식으로 유체 연통되는 오븐 챔버(112)를 선택적으로 배치하는 방식으로 다수의 크라운 공기 유입구(114)가 크라운(110)을 관통하게 된다. 도 8을 참고하면, 업테이크 엘보우 공기 유입구(uptake elbow air inlet; 115)의 예는, 공기 유입구를 통한 공기 흐름의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있는 공기 댐퍼(air damper; 116)를 갖는 것으로 도시되어 있다. 도어 공기 유입구 및 크라운 공기 유입구(114)를 비롯한 다른 오븐 공기 유입구(oven air inlet)는 마찬가지로 작동하는 공기 댐퍼(116)를 포함한다. 업테이크 엘보우 공기 유입구(115)는 공통 터널(128) 내로 공기를 허용하도록 위치 설정되는 반면, 도어 공기 유입구 및 크라운 공기 유입구(114)는 오븐 챔버(112) 내로의 공기 흐름의 양을 변경시킨다. 본 기술의 실시예는 오븐 챔버(112) 내로 제1 연소 공기를 제공하기 위해 오직 크라운 공기 유입구(114)만을 사용할 수 있지만, 본 기술의 양태로부터 벗어나지 않으면서 특정 실시예에서는 도어 공기 유입구와 같은 다른 유형의 공기 유입구도 사용될 수 있다.

[0042] 작업 중에, 오븐 챔버(112) 내부에 위치 설정되는 석탄으로부터 나오는 휘발성 가스는 크라운에 수집되며, 일 측벽 또는 양 측벽(108)에 형성되는 다운코머 채널(downcomer channel; 118) 내로 하류로 유도된다. 다운코머 채널(118)은, 오븐 플로어(102) 아래에 위치 설정되는 솔 플루(120)와 오븐 챔버(112)를 유체 연결한다. 솔 플루(120)는 오븐 플로어(102) 아래에서 빙 돌아가는 경로를 형성한다. 석탄으로부터 나오는 휘발성 가스는 솔 플루(120)에서 연소될 수 있고, 이에 따라 석탄이 코크스로 환원되는 것을 지원하는 열을 발생시키게 된다. 다운코머 채널(118)은 일 측벽(108) 또는 양 측벽에 형성된 업테이크 채널(122)에 유체 연결된다. 제2 공기 유입구(124)가 솔 플루(120)와 대기 사이에 마련될 수 있으며, 제2 공기 유입구(124)는, 솔 플루(120) 내로의 제2 공기 흐름의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있는 제2 공기 댐퍼(126)를 포함할 수 있다. 업테이크 채널(122)은 하나 이상의 업테이크 덕트(130)에 의해 공통 터널(128)에 유체 연결된다. 제3 공기 유입구(132)는 업테이크 덕트(130)와 대기 사이에 마련될 수 있다. 제3 공기 유입구(132)는, 업테이크 덕트(130) 내로의 제3 공기 흐름의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있는 제3 공기 댐퍼(134)를 포함할 수 있다.

[0043] 각각의 업테이크 덕트(130)는, 업테이크 덕트(130)를 통한 노(100) 내에서의 가스 흐름을 제어하기 위해 사용될 수 있는 업테이크 댐퍼(136)를 포함한다. 업테이크 댐퍼(136)는, 노(100) 내에서 오븐 드래프트(oven draft)의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있다. 업테이크 댐퍼(136)는 임의의 자동 제어식 또는 수동 제어식 유동 제어 디바이스 혹은 오리피스 차단 디바이스(예컨대, 임의의 플레이트, 밀봉부, 차단부 등)를 포함할 수 있다. 적어도 일부 실시예에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는 "폐쇄"를 나타내는 0과 2 그리고 "완전 개방"을 나타내는 14 사이의 유동 위치에 설정된다. 심지어 "폐쇄" 위치에 있어서, 또한 업테이크 댐퍼(136)는 소량의 공기가 업테이크 덕트(130)를 통과하도록 허용할 수 있는 것을 고려할 수 있다. 마찬가지로, 업테이크 댐퍼(136)가 "완전 개방" 위치에 있을 때 업테이크 댐퍼(136)의 작은 부분이 업테이크 덕트(130)를 통과하는 공기의 흐름 내에 적어도 부분적으로 위치 설정될 수 있는 것을 고려할 수 있다. 업테이크 댐퍼는 0과 14 사이에서 거의 무한한 개수의 위치를 취할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도 9 및 도 10을 참고하면, 유동 역제의 수준을 높이는, 업테이크 댐퍼(136)에 관한 일부 예시적인 설정은, 12, 10, 8 및 6을 포함한다. 일부 실시예에 있어서, 유동 위치 번호는 단순히 14인치 업테이크 덕트의 사용을 반영하고 있으며, 각각의 번호는 개방되는 업테이크 덕트(130)의 수준을 인치 단위로 나타낸 것이다. 다른 방식으로는, 0 내지 14의 유동 위치 번호 스케일은 개방과 폐쇄 사이에서의 증분 설정으로서 단순히 이해될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0044] 본원에서 사용될 때, "드래프트(draft)"는 대기에 대한 부압을 나타낸다. 예를 들면, 0.1 인치의 물의 드래프트는 대기압 아래로 0.1 인치의 물의 압력을 나타낸다. 물의 인치 수는 압력에 관한 비-SI 단위이며, 코크스 플랜트 내의 다양한 위치에서의 드래프트를 설명하기 위해 통상적으로 사용된다. 일부 실시예에 있어서, 드래프트는 약 0.12 인치의 물 내지 약 0.16 인치의 물의 범위이다. 드래프트가 증가하면, 또는 달리 더 커지면, 압력은 대기압 아래로 더 이동하게 된다. 드래프트가 감소하거나 떨어지면, 또는 달리 더 작아지거나 낮아지면, 압력은 대기압을 향해 이동하게 된다. 업테이크 댐퍼(136)를 이용하여 오븐 드래프트를 제어함으로써, 크라운 공기 유입구(114)로부터 노(100) 내로의 공기 흐름뿐만 아니라 노(100) 내로의 공기 누출도 제어될 수 있다. 보통, 도 5에 도시된 바와 같이, 개별적인 노(100)는 2개의 업테이크 덕트(130) 및 2개의 업테이크 댐퍼(136)를 포함하지만, 2개의 업테이크 덕트 및 2개의 업테이크 댐퍼의 사용은 필수적인 것은 아니며, 시스템은 2개의 업테이크 덕

트 및 2개의 업테이크 댐퍼가 아닌 1개의 업테이크 덕트 및 업테이크 댐퍼 또는 3개 이상의 업테이크 덕트 및 업테이크 댐퍼를 사용하도록 구성될 수 있다.

[0045] 작업 중에, 우선 석탄을 오븐 챔버(112) 내로 장전하고, 산소 고갈 환경에서 석탄을 가열하며, 석탄의 휘발성 성분을 날려버리고, 이후 방출되는 열을 포획 및 이용하기 위해 노(100) 내에서 휘발성 물질을 산화시킴으로써 노(100) 내에서 코크스가 생성된다. 석탄의 휘발성 물질은 긴 코크스화 사이클에 걸쳐 노(100) 내에서 산화되며, 석탄의 코크스로의 탄화를 재생식으로 강제하기 위한 열을 방출한다. 코크스화 사이클은, 푸셔 사이드 오븐 도어(104)가 개방될 때 개시되며, 석탄은 석탄 베드를 형성하는 방식으로 오븐 플로어(102) 내로 장전된다. 노로부터의 열(이전 코크스화 사이클로 인한 열)은 탄화 사이클이 개시되도록 한다. 다수의 실시예에 있어서, 코크스화 프로세스에 의해 생성되는 연료 이외의 다른 추가적인 연료는 사용되지 않는다. 석탄 베드로의 총 열 전달의 대략 절반이 석탄 베드의 발광 화염(luminous flame) 및 발광하는 오븐 크라운(oven crown; 110)으로부터 석탄 베드의 상부 표면 상으로 아래로 방출된다. 상기 총 열 전달의 나머지 절반은, 슬 플루(120)에서의 가스의 휘발 작용으로부터 대류식으로 가열되는 오븐 플로어(102)로부터의 전도에 의해 석탄 베드에 전달된다. 이러한 방식으로, 석탄 입자의 소성 흐름(plastic flow)의 탄화 프로세스 "파동(wave)" 및 고강도 응집 코크스의 형성은 석탄 베드의 상부 경계 및 하부 경계 양자 모두로부터 진행된다.

[0046] 보통, 각각의 노(100)는 부압에서 작동하며, 이에 따라 공기는 노(100)와 대기 사이의 차압으로 인해 환원 프로세스 동안 노 내로 유입된다. 연소를 위한 제1 공기가 오븐 챔버(112)에 추가되어 부분적으로 석탄의 휘발성 물질을 산화시키지만, 석탄으로부터 방출되는 휘발성 물질의 단지 일부만이 오븐 챔버(112) 내에서 연소되도록 하기 위해 이러한 제1 공기의 양은 제어되며, 이에 따라 오븐 챔버(112) 내에서 연소 엔탈피의 단지 일부만이 방출된다. 다양한 실시예에 있어서, 제1 공기는 크라운 공기 유입구(114)를 통해 석탄 베드 위로 오븐 챔버(112) 내에 도입되는데, 이때 제1 공기의 양은 크라운 공기 댐퍼(116)에 의해 제어된다. 다른 실시예에 있어서, 본 기술의 양태로부터 벗어나지 않으면서 다양한 유형의 공기 유입구가 사용될 수 있다. 예를 들면, 제1 공기는 공기 유입구, 댐퍼 포트, 및/또는 노 측벽 또는 문짝에 있는 개구를 통해 노에 도입될 수 있다. 사용되는 공기 유입구의 유형과는 상관 없이, 상기 공기 유입구는 오븐 챔버(112) 내부에서 원하는 작동 온도를 유지하기 위해 사용될 수 있다. 공기 유입구 댐퍼의 사용을 통해 오븐 챔버(112) 내로의 제1 공기 흐름을 증가시키거나 감소시키면, 오븐 챔버(112)에서의 휘발성 물질의 연소가 증가되거나 감소되며, 이에 따라 온도가 높아지거나 낮아지게 된다.

[0047] 도 6 및 도 7을 참고하면, 본 기술의 실시예에 따라 크라운(110)을 통해 오븐 챔버(112) 내로 연소 공기를 도입하도록 구성되는 크라운 공기 유입구(114)가 코크스로(100)에 마련될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 노의 길이를 따라 푸셔 사이드 오븐 도어(104)와 노(100)의 중간점 사이에 3개의 크라운 공기 유입구(114)가 위치 설정된다. 마찬가지로, 코크스 사이드 오븐 도어(106)와 노(100)의 중간점 사이에 3개의 크라운 공기 유입구(114)가 위치 설정된다. 그러나, 노의 길이를 따라 다양한 위치에서 오븐 크라운(110)을 통해 하나 이상의 크라운 공기 유입구(114)가 배치될 수 있다는 것을 고려할 수 있다. 크라운 공기 유입구의 선택된 개수 및 위치 설정은 적어도 부분적으로 노(100)의 구성 및 용도에 따라 좌우된다. 각각의 크라운 공기 유입구(114)는, 오븐 챔버(112) 내로의 공기 흐름의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있는 공기 댐퍼(116)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 공기 댐퍼(116)는 "완전 폐쇄" 위치에서 또한 소량의 분위기 공기가 크라운 공기 유입구(114)를 통해 오븐 챔버 내로 통과하는 것을 가능하게 한다. 이에 따라, 도 8을 참고하면, 크라운 공기 유입구(114), 업테이크 엘보우 공기 유입구(115) 또는 도어 공기 유입구의 다양한 실시예는, 특정한 공기 유입구의 개방된 상측 단부 부분에 탈착 가능하게 고정될 수 있는 캡(cap; 117)을 포함할 수 있다. 캡(117)은 기후 요소(예컨대, 비 및 눈), 추가적인 분위기 공기, 및 다른 외부 물질이 공기 유입구를 통과하는 것을 실질적으로 방지할 수 있다. 코크스로(100)는 오븐 챔버(112) 내로 공기 흐름을 채널링(channeling)/분배하도록 구성되는 하나 이상의 분배기를 더 포함할 수 있다는 것을 고려할 수 있다.

[0048] 다양한 실시예에 있어서, 크라운 공기 유입구(114)는, 다른 공기 유입구, 예컨대 보통 오븐 도어 내에 위치하는 것과 같은 공기 유입구가 작동하게 되는 방식으로 코크스화 사이클의 많은 과정에 걸쳐 오븐 챔버(112) 내로 분위기 공기를 도입하도록 작동하게 된다. 그러나, 크라운 공기 유입구(114)의 사용은, 오븐 크라운 전반에 걸쳐 공기의 더욱 균일한 분포를 제공하며, 이는 더욱 양호한 연소, 슬 플루(120)에서의 보다 높은 온도, 및 시간의 경과에 따른 이후 크로스(cross)를 제공하는 것으로 확인되었다. 노(100)의 크라운(110)에서의 공기의 균일한 분포는, 공기가 석탄 베드의 표면에 접촉할 가능성을 감소시키며, 도 3에 도시된 바와 같이, 석탄 표면 상에서의 연소 손실을 발생시키는 핫 스팟이 발생할 가능성을 감소시킨다. 오히려, 크라운 공기 유입구(114)는 이러한

핫 스팟의 발생을 실질적으로 감소시켜, 도 11에 도시된 바와 같이, 석탄 베드가 코크스화할 때 균일한 석탄 베드 표면(140)이 생성되게 한다. 구체적인 용도의 실시예에 있어서, 각각의 크라운 공기 유입구(114)의 공기 덤퍼(116)는 서로에 대해 유사한 위치에 설정된다. 이에 따라, 하나의 공기 덤퍼(116)가 완전 개방되어 있는 경우, 모든 공기 덤퍼(116)는 완전 개방 위치에 배치되게 되고, 하나의 공기 덤퍼(116)가 반 개방 위치에 설정되면, 모든 공기 덤퍼(116)가 반 개방 위치에 설정되게 된다. 그러나, 구체적인 실시예에 있어서, 공기 덤퍼(116)들은 서로 독립적으로 변경될 수 있다. 다양한 실시예에 있어서, 크라운 공기 유입구(114)의 공기 덤퍼(116)는, 노(100)가 장전된 후에 또는 노(100)가 장전되기 직전에 신속하게 개방된다. 3/4 개방 위치로의 공기 덤퍼(116)의 제1 조정은, 제1 도어 구멍 연소가 보통 발생하는 시점에 행해진다. 1/2 개방 위치로의 공기 덤퍼(116)의 제2 조정은, 제2 도어 구멍 연소가 발생하는 시점에 행해진다. 추가적인 조정은 코크스로(100) 전반에 걸쳐 탐지되는 작동 조건에 기초하여 행해진다.

[0049] 부분적으로 연소된 가스가 오븐 챔버(112)로부터 다운코머 채널(118)을 통해, 제2 공기가 부분 연소된 가스에 추가되는 솔 플루(12) 내로 진행한다. 제2 공기는 제2 공기 유입구(124)를 통해 도입된다. 도입되는 제2 공기의 양은 제2 공기 덤퍼(126)에 의해 제어된다. 제2 공기가 도입될 때, 부분적으로 연소된 가스는 솔 플루(120) 내에서 더욱 완전하게 연소되며, 이에 따라 오븐 플로어(102)를 통해 운반되는 나머지 연소 엔탈피를 추출하여 오븐 챔버(112)에 열을 추가시킨다. 완전하게 또는 거의 완전하게 연소된 배기 가스는 업테이크 채널(122)을 통해 솔 플루(120)를 빠져나가고 이후 업테이크 덕트(130) 내로 유동한다. 제3 공기가 제3 공기 유입구(132)를 통해 상기 배기 가스에 추가되며, 여기서 도입되는 제3 공기의 양은 제3 공기 덤퍼(134)에 의해 제어되며, 이에 따라 상기 배기 가스 내의 미연소 가스의 나머지 부분은 제3 공기 유입구(132)의 하류에서 산화된다. 코크스화 사이클의 종료 시에, 석탄은 완전히 코크스화되며, 코크스를 생성하도록 탄화된다. 코크스는 바람직하게는, 푸셔 아암(pusher arm)과 같은 기계적인 인출 시스템을 이용하여 코크스 사이드 오븐 도어(106)를 통해 노(100)로부터 제거된다. 마지막으로, 코크스는 담금질(예컨대, 습식 담금질 또는 건식 담금질)되며, 사용자에게 전달되기에 앞서 크기가 정해진다.

[0050] 앞서 언급된 바와 같이, 노(100)에서의 드래프트의 제어는 자동화된 제어 시스템 또는 최신 제어 시스템에 의해 실시될 수 있다. 최신 드래프트 제어 시스템은 예컨대 노(100)에서의 오븐 드래프트의 양을 변경시키기 위해 완전 개방과 완전 폐쇄 사이에 있는 다수의 위치 중 임의의 위치에 위치 설정될 수 있는 업테이크 덤퍼(136)를 자동적으로 제어할 수 있다. 자동적인 업테이크 덤퍼는 적어도 하나의 센서에 의해 탐지되는 작동 조건(예컨대, 압력 혹은 드래프트, 온도, 산소 농도, 가스 유량, 탄화수소의 하류 레벨, 물, 수소, 이산화탄소, 또는 물 대 이산화탄소의 비율 등)에 응답하여 제어될 수 있다. 자동 제어 시스템은 코크스 플랜트의 작동 조건과 관련되는 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 오븐 드래프트 센서 또는 오븐 압력 센서는 오븐 드래프트를 나타내는 압력을 탐지한다. 도 4 및 도 5를 함께 참고하면, 오븐 드래프트 센서는 오븐 크라운(110) 또는 오븐 챔버(112) 내의 다른 위치에 위치하게 될 수 있다. 대안으로, 오븐 드래프트 센서는, 솔 플루(120)에, 푸셔 사이드 오븐 도어(104) 또는 코크스 사이드 오븐 도어(106)에 혹은 코크스로(100) 부근에 있거나 코크스로 위에 있는 공통 터널(128)에 있는 자동 업테이크 덤퍼(136)들 중 어느 것에 위치할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 오븐 드래프트 센서는 오븐 크라운(110)의 상부에 위치하게 된다. 오븐 드래프트 센서는 오븐 크라운(110)의 내화 벽돌 라이닝과 동일한 높이에 위치하게 될 수도 있고, 오븐 크라운(110)으로부터 오븐 챔버(112) 내로 연장될 수도 있다. 우회 배기 스택 드래프트 센서(bypass exhaust stack draft sensor)는 우회 배기 스택(138)[예컨대, 우회 배기 스택(138)의 기저부]에서의 드래프트를 나타내는 압력을 탐지할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 우회 배기 스택 드래프트 센서는 크로스오버 덕트(crossover duct)와 공통 터널(128)의 교차부에 위치하게 된다. 추가적인 드래프트 센서는 코크스 플랜트(100) 내의 다른 위치에 위치 설정될 수 있다. 예를 들면, 공통 터널 내의 드래프트 센서는 드래프트 센서에 근접한 다수의 노에서의 오븐 드래프트를 나타내는 공통 터널 드래프트를 탐지하기 위해 사용될 수 있다. 교차부 드래프트 센서는, 하나 이상의 크로스오버 덕트와 공통 터널(128)의 교차부들 중 하나의 교차부에서의 드래프트를 나타내는 압력을 탐지할 수 있다.

[0051] 오븐 온도 센서는 오븐 온도를 탐지할 수 있으며, 오븐 크라운(110) 또는 오븐 챔버(112) 내의 다른 위치에 위치하게 될 수 있다. 솔 플루 온도 센서는 솔 플루 온도를 탐지할 수 있으며, 솔 플루(120) 내에 위치하게 된다. 공통 터널 온도 센서는 공통 터널 온도를 탐지하며, 공통 터널(128) 내에 위치하게 된다. 추가적인 온도 센서 또는 압력 센서는 코크스 플랜트(100) 내의 다른 위치에 위치 설정될 수 있다.

[0052] 업테이크 덕트 산소 센서는 업테이크 덕트(130)에서의 배기 가스의 산소 농도를 탐지하도록 위치 설정된다. HRSG 유입구 산소 센서는, 공통 터널(128)로부터 하류에 있는 HRSG의 유입구에서의 배기 가스의 산소 농도를 탐지하도록 위치 설정될 수 있다. 메인 스택 산소 센서(main stack oxygen sensor)는 메인 스택에서의 배기 가스

의 산소 농도를 탐지하도록 위치 설정될 수 있으며, 추가적인 산소 센서는 시스템 내의 다양한 위치에서의 상대적인 산소 농도에 관한 정보를 제공하기 위해 코크스 플랜트(100) 내의 다양한 위치에 위치 설정될 수 있다.

[0053] 유동 센서는 배기 가스의 가스 유량을 탐지할 수 있다. 유동 센서는 시스템 내의 다양한 위치에서의 가스 유량에 관한 정보를 제공하기 위해 코크스 플랜트 내의 다양한 위치에 위치 설정될 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 드래프트 센서 또는 압력 센서, 온도 센서, 산소 센서, 유동 센서, 탄화수소 센서, 및/또는 다른 센서가 공기 품질 제어 시스템(130)에 또는 공통 터널(128)의 하류에 있는 다양한 위치에서 사용될 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 여러 가지 센서 또는 자동 시스템이 링크되어 전반적인 코크스 생성 및 품질을 최적화하고 수득율을 최대화할 수 있다. 예를 들면, 일부 시스템에 있어서, 크라운 공기 유입구(114), 크라운 유입구 공기 댐퍼(116), 솔 플루 댐퍼[제2 댐퍼(126)], 및/또는 오븐 업테이크 댐퍼(136) 중 하나 이상이 모두 링크될 수 있으며(예컨대, 공통 제어기에 연결됨), 그 각각의 위치에서 통합적으로 설정될 수 있다. 이러한 방식으로, 크라운 공기 유입구(114)는, 오븐 챔버(112)에서의 공기량을 제어하는 데 필요한 바에 따라 드래프트를 조절하기 위해 사용될 수 있다. 추가적인 실시예에 있어서, 다른 시스템 구성요소는 상보적인 방식으로 작동하게 될 수 있으며, 구성요소들은 독립적으로 제어될 수 있다.

[0054] 액추에이터는 다양한 댐퍼[예컨대, 업테이크 댐퍼(136) 또는 크라운 공기 댐퍼(116)]를 개방 및 폐쇄하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 액추에이터는 선형 액추에이터 또는 회전식 액추에이터일 수 있다. 상기 액추에이터는 완전 개방 위치와 완전 폐쇄 위치 사이에서 댐퍼가 무단으로 제어되도록 허용할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 다양한 댐퍼는 상이한 수준으로 개방 또는 폐쇄될 수 있다. 상기 액추에이터는 자동 드래프트 제어 시스템에 포함되는 센서 또는 센서들에 의해 탐지되는 작동 조건 또는 작동 조건들에 응답하여 전술한 위치들 사이에서 댐퍼를 이동시킬 수 있다. 액추에이터는 제어기로부터 수신된 위치 설정 명령에 기초하여 업테이크 댐퍼(136)를 위치 설정할 수 있다. 상기 위치 설정 명령은, 드래프트, 온도, 산소 농도, 하류 탄화수소 레벨, 또는 앞서 언급한 센서들 중 하나 이상의 센서에 의해 탐지되는 가스 유량; 하나 이상의 센서 입력을 포함하는 제어 알고리즘; 사전 설정된 스케줄, 또는 다른 제어 알고리즘에 응답하여 생성될 수 있다. 상기 제어기는, 단일 자동 댐퍼 또는 다수의 자동 댐퍼와 관련된 이산적 제어기, 또는 중앙 집중 제어기(예컨대, 분배형 제어 시스템 또는 프로그램 가능한 로직 제어 시스템), 또는 이들 양자의 조합일 수 있다. 이에 따라, 개별적인 크라운 공기 유입구(114) 또는 크라운 공기 댐퍼(116)는 개별적으로 또는 다른 유입구(114) 또는 다른 댐퍼(116)와 함께 작동하게 될 수 있다.

[0055] 자동 드래프트 제어 시스템은, 예컨대, 오븐 드래프트 센서에 의해 탐지되는 오븐 드래프트에 응답하여 자동식 업테이크 댐퍼(136) 또는 크라운 공기 유입구 댐퍼(116)를 제어할 수 있다. 상기 오븐 드래프트 센서는 오븐 드래프트를 탐지할 수 있고, 오븐 드래프트를 나타내는 신호를 제어기에 출력할 수 있다. 상기 제어기는 이러한 센서 입력에 응답하여 위치 설정 명령을 생성할 수 있으며, 액추에이터는 이러한 위치 설정 명령에 의해 요구되는 위치로 업테이크 댐퍼(136) 또는 크라운 공기 유입구 댐퍼(116)를 이동시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 자동 제어 시스템은 목표하는 오븐 드래프트를 유지하는 데 사용될 수 있다. 마찬가지로, 자동 드래프트 제어 시스템은 자동 업테이크 댐퍼, 유입구 댐퍼, HRSG 댐퍼, 및/또는 드래프트 팬(draft fan)을 필요에 따라 제어할 수 있으며, 이에 따라 코크스 플랜트 내의 다양한 위치에서 목표로 하는 드래프트(예컨대, 목표로 하는 교차부 드래프트, 또는 목표로 하는 공통 터널 드래프트)가 유지된다. 자동 드래프트 제어 시스템은, 자동 업테이크 댐퍼, HRSG 댐퍼, 및/또는 드래프트 팬을 필요에 따라 수동 조절할 수 있도록 허용하는 수동 모드로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에 있어서, 자동 액추에이터는 유동 경로를 완전 개방시키기 위해 또는 완전 폐쇄하기 위해 수동 제어와 조합하여 사용될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 크라운 공기 유입구(114)는 노(100) 상의 다양한 위치에 위치 설정될 수 있으며, 마찬가지로 이와 동일한 방식으로 최신 제어 시스템을 이용할 수 있다.

[0056] 도 9를 참고하면, 이미 알려진 코크스화 절차는, 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 적시에 사전 설정된 지점에 기초하여, 48 시간의 코크스화 사이클의 과정에 걸쳐 업테이크 댐퍼(136)가 조절되도록 지시한다. 이러한 방법론은 여기서는 "구식 프로파일(Old Profile)"이라고 부르며, 식별되는 예시적인 실시예로 한정되지 않는다. 오히려, 상기 구식 프로파일은 단순히 적시에 사전 설정된 지점에 기초하여 코크스화 사이클의 과정에 걸쳐 업테이크 댐퍼 조절을 실시하는 것을 지칭한다. 제시된 바와 같이, 완전 개방 위치(위치 14)에서의 업테이크 댐퍼(136)를 이용하여 코크스화 사이클을 개시하는 것이 일반적인 관례이다. 업테이크 댐퍼(136)는 적어도 첫 12 시간 내지 18 시간 동안 전술한 위치에서 유지된다. 일부 경우에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는 첫 24 시간 동안 완전 개방 상태로 남아있게 된다. 업테이크 댐퍼(136)는 보통 코크스화 사이클 내에서 18 시간 내지 25 시간에 제1의 부분 억제 위치(위치 12)로 조절된다. 다음으로, 업테이크 댐퍼(136)는 코크스화 사이클 내에서 25 시간 내지 30 시간에 제2의 부분 억제 위치(위치 10)로 조절된다. 30 시간 내지 35 시간 동안, 업테이크 댐퍼는 제3의 부

분 억제 위치(위치 8)로 조절된다. 업테이크 댐퍼(136)는 다음으로 코크스화 사이클 내에서 35 시간 내지 40 시간에 제4의 억제 위치(위치 6)로 조절된다. 마지막으로, 업테이크 댐퍼는, 코크스화 프로세스가 완료될 때까지 코크스화 사이클에서 40 시간 이후로 완전 폐쇄 위치로 이동하게 된다.

[0057] 본 기술의 다양한 실시예에 있어서, 코크스로(100)의 연소 프로파일은, 코크스로(100)의 크라운 온도에 따라 업테이크 댐퍼 위치를 조절함으로써 최적화된다. 이러한 방법론은 여기서는 "신규 프로파일(New Profile)"이라고 부르며, 식별되는 예시적인 실시예로 한정되지 않는다. 오히려, 상기 신규 프로파일은 단순히 사전 설정된 오븐 크라운 온도에 기초하여 코크스화 사이클의 과정에 걸쳐 업테이크 댐퍼 조절을 실시하는 것을 지칭한다. 도 10을 참고하면, 48 시간의 코크스화 사이클은, 대략 화씨 2200 도의 오븐 크라운 온도에서 개시되며, 이때 업테이크 댐퍼(136)는 완전 개방 위치(위치 14)에 있다. 일부 실시예에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는, 오븐 크라운이 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도에 도달할 때까지 이 위치에서 유지된다. 이러한 온도에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는 제1의 부분 억제 위치(위치 12)로 조절된다. 구체적인 실시예에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는 이후 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 오븐 크라운 온도에서 제2의 부분 억제 위치(위치 10)로 조절된다. 일부 실시예에 있어서, 업테이크 댐퍼(136)는, 오븐 크라운 온도가 화씨 2500 도에 도달하면 제3의 부분 억제 위치(위치 8)로 조절된다. 업테이크 댐퍼(136)는 다음으로 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 오븐 크라운 온도에서 제4의 억제 위치(위치 6)로 조절된다. 구체적인 실시예에서는, 화씨 2650 도의 오븐 크라운 온도에서, 업테이크 댐퍼(136)가 제4의 부분 억제 위치(위치 4)로 조절된다. 마지막으로, 업테이크 댐퍼(136)는, 코크스화 프로세스가 완료될 때까지 대략 화씨 2700 도의 오븐 크라운 온도에서 완전 폐쇄 위치로 이동하게 된다.

[0058] 업테이크 댐퍼(136)의 위치와 오븐 크라운 온도를 연관시키는 것은, 사전 결정된 시구간에 기초하여 조절을 행하는 것에 비해, 코크스화 사이클에서 조기에 업테이크 댐퍼(136)를 폐쇄하는 것을 허용한다. 이는 휘발성 물질의 방출 속도를 감소시키며 산소 흡입을 줄여서, 최대 오븐 크라운 온도를 낮추도록 한다. 도 12를 참고하면, 상기 구식 프로파일은 일반적으로, 섭씨 1460 도(화씨 2660 도) 내지 섭씨 1490 도(화씨 2714 도)의 비교적 높은 최대 오븐 크라운 온도를 특징으로 한다. 상기 신규 프로파일은 섭씨 1420 도(화씨 2588 도) 내지 섭씨 1465 도(화씨 2669 도) 사이의 최대 오븐 크라운 온도를 나타낸다. 최대 오븐 크라운 온도의 이러한 저하는, 노를 손상시킬 수 있는 NTE 수준 또는 NTE를 초과하는 수준에 노가 도달할 가능성을 감소시킨다. 오븐 크라운 온도에 대한 이러한 향상된 제어는, 노에서의 더 많은 석탄 장전을 가능하게 하며, 이는 코크스로에 대해 설계된 석탄 처리 속도보다 큰 석탄 처리 속도를 제공한다. 최대 오븐 크라운 온도의 이러한 저하는, 또한 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 숯 플루 온도의 상승을 허용하며, 이는 표준 코크스화 사이클에 비해 더 많은 석탄 장전물을 코크스화하는 능력 및 코크스 품질을 개선시킨다. 도 13을 참고하면, 상기 구식 프로파일에 의해, 대략 섭씨 1467 도(화씨 2672 도)의 최대 오븐 크라운 온도를 생성하면서 45.51 톤의 장전물이 41.3 시간 내에 코크스화되는 시험이 제시되어 있다. 이에 비해, 상기 신규 프로파일은 대략 섭씨 1450 도(화씨 2642 도)의 최대 오븐 크라운 온도를 형성하면서, 47.85 톤의 장전물을 41.53 시간 내에 코크스화한다. 이에 따라, 상기 신규 프로파일은, 낮춰진 최대 오븐 크라운 온도에서 더 많은 장전물을 코크스화하는 능력을 나타내었다.

[0059] 도 14는, 상기 구식 프로파일 및 신규 프로파일에 대해 코크스화 사이클 동안의 코크스로 크라운 온도를 비교한 실험 데이터를 도시한 것이다. 특히, 상기 신규 프로파일은 더 낮은 오븐 크라운 온도 및 더 낮은 정점 온도를 나타내었다. 도 15는, 상기 신규 프로파일이 코크스화 사이클 전반에 걸쳐 더 오랜 시간 동안 더 높은 숯 플루 온도를 나타낸다는 것을 보여주는 추가적인 실험 데이터를 도시한 것이다. 상기 신규 프로파일은, 부분적으로는, 더 많은 휘발성 물질이 숯 플루 내로 유입되어 연소되기 때문에 더 낮은 오븐 크라운 온도 및 더 높은 숯 플루 온도를 달성하며, 이는 코크스화 사이클에 걸쳐 숯 플루 온도를 상승시킨다. 상기 신규 프로파일에 의해 형성되는, 높은 숯 플루 온도는 코크스 생성 속도 및 코크스 품질에 있어서 더욱 유리하게 작용한다.

[0060] 숯 플루 온도를 상승시키는 본 기술의 실시예는, 코크스로(100)와 관련된 구조에서의 더 많은 열 에너지 저장으로 특징으로 한다. 열 에너지 저장분의 증가는, 유효 코크스화 시간을 단축시킴으로써 후속하는 코크스화 사이클에 유리하게 작용한다. 구체적인 실시예에 있어서, 오븐 플로어(102)에 의한 더 높은 수준의 초기 열 흡수로 인해 코크스화 시간이 단축된다. 코크스화 시간의 지속시간은, 석탄 베드의 최소 온도가 대략 화씨 1860 도에 도달하도록 하기 위해 필요한 시간인 것으로 가정한다. 크라운 온도 프로파일 및 숯 플루 온도 프로파일은, 업테이크 댐퍼(136)의 조절(예컨대, 상이한 레벨의 드래프트 및 공기를 허용하기 위함) 및 오븐 챔버(112) 내에서의 공기 흐름의 품질의 조절에 의해 다양한 실시예에서 제어될 수 있다. 코크스화 사이클의 종료 시에 숯 플루(120)에 열이 더 많으면, 코크스로 구조, 예컨대 오븐 플로어(102)에서의 더 많은 에너지의 흡수를 유발하며, 이는 후속하는 코크스화 사이클의 코크스화 프로세스를 가속화하는 데 중요한 인자일 수 있다. 이는 단지 코크스화 시간을 단축시킬 뿐만 아니라 후속하는 코크스화 사이클에서 클링커 형성(clinker buildup)을 방지하는 데

잠재적으로 도움이 될 수 있는 추가적인 예열을 가능하게 한다.

[0061] 본 기술의 다양한 연소 프로파일 최적화 실시예에 있어서, 코크스로(100)에서의 코크스화 사이클은, 코크스로에 대해 설계된 평균 솔 플루 온도보다 높은 평균 솔 플루 온도에서 시작한다. 일부 실시예에 있어서, 이는 코크스화 사이클에서 보다 조기에 업테이크 댐퍼를 차폐시킴으로써 달성된다. 이는 다음 코크스화 사이클에 대한 초기 온도가 더 높아지도록 하며, 이는 추가적인 휘발성 물질의 방출을 가능하게 한다. 보통의 코크스화 작업에 있어서, 추가적인 휘발성 물질은 코크스로(100)의 크라운에서의 NTE 온도를 유발한다. 그러나, 본 기술의 실시예는 가스 공유를 통해 다음 노 내로 또는 솔 플루(120) 내로 여분의 휘발성 물질을 이동시키며, 이는 더 높은 솔 플루 온도를 가능하게 한다. 이러한 실시예는, 임의의 순간적인 NTE 온도 미만으로 유지하면서 솔 플루 및 오븐 크라운의 평균 코크스화 사이클 온도의 래치 업(ratcheting up)을 특징으로 한다. 이는, 적어도 부분적으로 노의 보다 저온인 부분에서 여분의 휘발성 물질을 이동시키고 이용하는 것에 의해 이루어진다. 예를 들면, 코크스화 사이클의 시작부에서의 여분의 휘발성 물질은 솔 플루(120) 내로 이동하여 솔 플루가 더욱 고온이 되게 할 수 있다. 솔 플루 온도가 NTE에 도달하면, 시스템은 가스 공유에 의해 휘발성 물질을 다음 노로 또는 공통 터널(128) 내로 이동시킬 수 있다. (보통 중간 사이클 부근에서) 소정 체적의 휘발성 물질이 사라지는 다른 실시예에 있어서, 업테이크는 코크스로(100)를 냉각시키는 내부 공기 누설을 최소화하도록 폐쇄될 수 있다. 이는 코크스화 사이클의 종료 시에 더 높은 온도를 유발시키며, 이는 다음 사이클에 대해 더 높은 평균 온도를 유발시킨다. 이는 시스템이 더 빠른 속도로 코크스화를 행하는 것을 가능하게 하며, 이는 더 많은 석탄 장전물의 사용을 가능하게 한다.

[0062] 예

[0063] 이하의 예는 본 기술의 여러 가지 실시예를 예시한 것이다.

[0064] 1. 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서,

[0065] 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버(oven chamber) 내로 석탄 베드(bed of coal)를 장전하는 단계로서, 상기 오븐 챔버는, 오븐 플로어(oven floor), 대향하는 오븐 도어(oven door), 대향하는 오븐 도어들 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 및 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운(oven crown)에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 것인 단계;

[0066] 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외측의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는, 적어도 하나의 공기 유입구를 통해 오븐 챔버 내로 공기가 유입되도록, 오븐 챔버 상의 부압 드래프트(negative pressure draft)를 생성하는 단계;

[0067] 휘발성 물질이 석탄 베드로부터 방출되어 공기와 혼합되고 오븐 챔버 내에서 적어도 부분적으로 연소되어 오븐 챔버 내에서 열을 발생시키도록, 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계로서,

[0068] 상기 부압 드래프트는 휘발성 물질을 오븐 플로어 아래에 있는 적어도 하나의 솔 플루(sole flue) 내로 유입시키고, 휘발성 물질의 적어도 일부는 솔 플루 내에서 연소하여, 오븐 플로어를 통해 석탄 베드로 적어도 부분적으로 전달되는 열을 솔 플루 내에서 발생시키며,

[0069] 상기 부압 드래프트에 의해 적어도 하나의 솔 플루로부터 배기 가스가 인출되는 것인 단계;

[0070] 상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계;

[0071] 오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시키는 단계
[0072] 를 포함하는 방법.

[0073] 2. 제1항에 있어서, 상기 부압 드래프트에 의해, 업테이크 댐퍼(uptake damper)를 갖춘 적어도 하나의 업테이크 채널(uptake channel)을 통해 적어도 하나의 솔 플루로부터 배기 가스가 인출되며, 상기 업테이크 댐퍼는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 것인 방법.

[0074] 3. 제2항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 상기 오븐 챔버 내에서의 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 감소하게 되는 것인 방법.

- [0075] 4. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0076] 5. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0077] 6. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0078] 7. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0079] 8. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0080] 9. 제1항에 있어서, 대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0081] 10. 제1항에 있어서,
- [0082] 대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나고,
- [0083] 대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,
- [0084] 대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,
- [0085] 대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,
- [0086] 대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,
- [0087] 대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나는 것인 방법.
- [0088] 11. 제1항에 있어서, 적어도 하나의 상기 공기 유입구는 오븐 플로어 위로 오븐 크라운 내에 위치 설정되는 적어도 하나의 크라운 공기 유입구(crown air inlet)를 포함하는 것인 방법.
- [0089] 12. 제11항에 있어서, 적어도 하나의 상기 크라운 공기 유입구는, 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 통한 유체 유동 억제 수준을 변경시키기 위해 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 공기 댐퍼(air damper)를 포함하는 것인 방법.
- [0090] 13. 제1항에 있어서, 상기 석탄 베드는 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 베드 장전 중량을 초과하는 중량을 가지며, 상기 오븐 챔버는 수평 열회수 코크스로에 대한 최대 크라운 온도를 초과하지 않도록, 설계된 값보다 낮은 최대 크라운 온도에 도달하는 것인 방법.
- [0091] 14. 제13항에 있어서, 상기 석탄 베드는 코크스로에 대해 설계된 석탄 장전 중량보다 큰 중량을 갖는 것인 방법.
- [0092] 15. 제1항에 있어서,
- [0093] 상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 슈 플루 작동 온도보다 높게 적어도 하나의 슈 플루의 온도를 상승시키는 단계
- [0094] 를 더 포함하는 방법.
- [0095] 16. 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)을 제어하기 위한 시스템으로서,
- [0096] 오븐 플로어, 대향하는 오븐 도어, 대향하는 오븐 도어 사이에서 오븐 플로어로부터 상방으로 연장되는 대향 측벽, 오븐 플로어 위에 위치 설정되는 오븐 크라운, 및 오븐 챔버와 유체 연통하며 오븐 플로어 아래에 있는 적

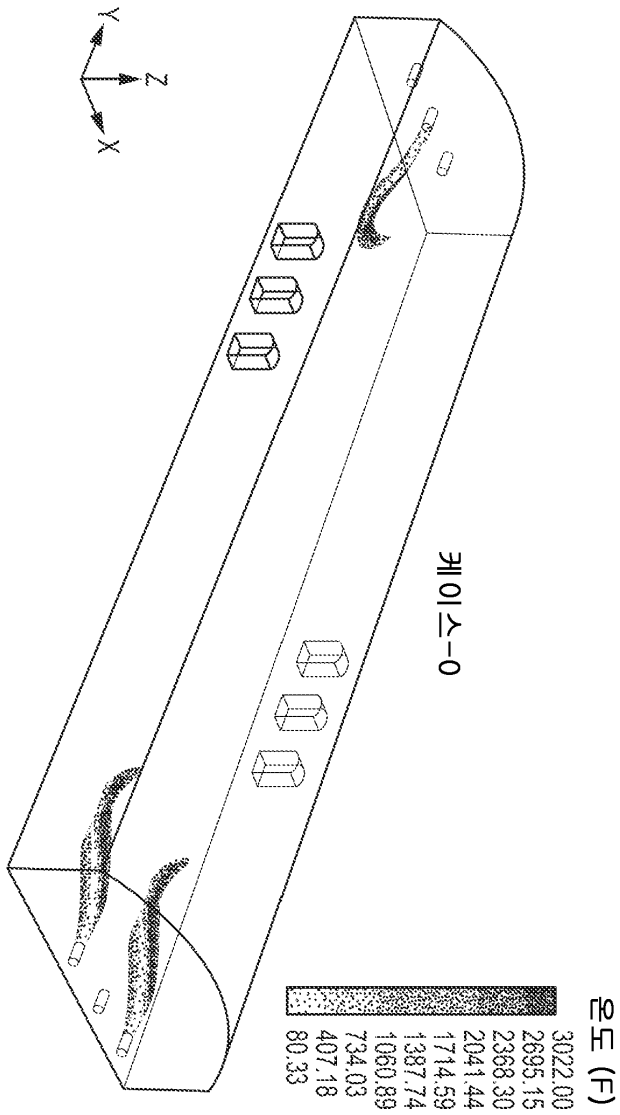
어도 하나의 슬 플루에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 오븐 챔버를 갖춘 수평 열회수 코크스로;

- [0097] 상기 오븐 챔버 내에 배치되는 온도 센서;
- [0098] 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외부의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는 적어도 하나의 공기 유입구;
- [0099] 적어도 하나의 상기 슬 플루와 유체 연통하는 업테이크 댐퍼를 갖춘 적어도 하나의 업테이크 채널로서,
- [0100] 상기 업테이크 댐퍼는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능하고,
- [0101] 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트가 감소되는 것인 적어도 하나의 업테이크 채널;
- [0102] 상기 업테이크 댐퍼에 작동 가능하게 결합되는 제어기로서, 오븐 챔버 내의 온도 센서에 의해 탐지되는 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시키도록 되어 있는 제어기
- [0103] 를 포함하는 시스템.
- [0104] 17. 제16항에 있어서, 적어도 하나의 상기 공기 유입구는 오븐 플로어 위로 오븐 크라운 내에 위치 설정되는 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 포함하는 것인 시스템.
- [0105] 18. 제16항에 있어서, 적어도 하나의 상기 크라운 공기 유입구는, 적어도 하나의 크라운 공기 유입구를 통한 유체 유동 억제 수준을 변경시키기 위해 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 선택적으로 이동 가능한 공기 댐퍼를 포함하는 것인 시스템.
- [0106] 19. 제16항에 있어서, 상기 제어기는, 상기 오븐 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시키는 방식으로 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 슬 플루 작동 온도보다 높게 적어도 하나의 슬 플루의 온도를 상승시키도록 더 작동 가능한 것인 시스템.
- [0107] 20. 제16항에 있어서,
- [0108] 대략 화씨 2200 도 내지 화씨 2300 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 하나의 위치가 나타나고,
- [0109] 대략 화씨 2400 도 내지 화씨 2450 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,
- [0110] 대략 화씨 2500 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,
- [0111] 대략 화씨 2550 도 내지 화씨 2625 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나며,
- [0112] 대략 화씨 2650 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나고,
- [0113] 대략 화씨 2700 도의 온도가 탐지될 때, 상기 복수의 유동 억제 위치 중 다른 하나의 위치가 나타나는 것인 시스템.
- [0114] 21. 수평 열회수 코크스로 연소 프로파일(horizontal heat recovery coke oven burn profile)의 제어 방법으로서,
- [0115] 수평 열회수 코크스로의 오븐 챔버 내에서 석탄 베드의 탄화 사이클을 개시하는 단계;
- [0116] 상기 탄화 사이클에 걸쳐 오븐 챔버 내에서 복수의 온도 변동을 탐지하는 단계;
- [0117] 상기 오븐 챔버 내에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 수평 열회수 코크스로에서의 부압 드래프트를 감소시키는 단계
- [0118] 를 포함하는 방법.
- [0119] 22. 제21항에 있어서, 상기 수평 열회수 코크스로에서의 부압 드래프트는, 상기 수평 열회수 코크스로에 대해 외측의 환경과 유체 연통되게 오븐 챔버를 배치하도록 위치 설정되는, 적어도 하나의 공기 유입구를 통해 오븐 챔버 내로 공기가 유입되도록 하는 것인 방법.

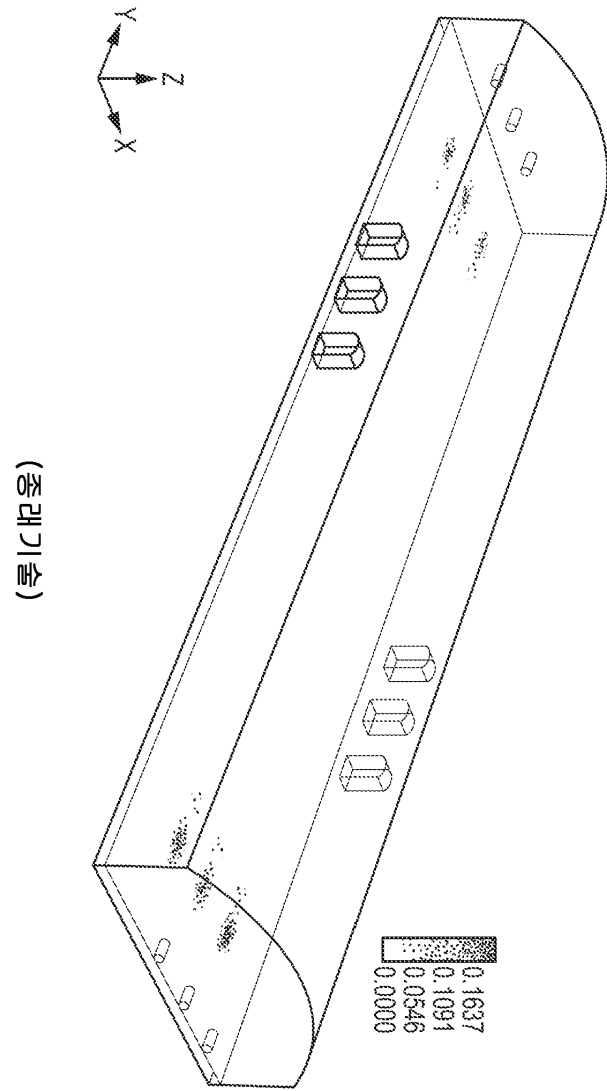
- [0120] 23. 제21항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 오픈 챔버와 유체 연통하는 적어도 하나의 업테이크 채널과 관련된 업테이크 댐퍼의 작동에 의해 감소되는 것인 방법.
- [0121] 24. 제23항에 있어서, 상기 부압 드래프트는, 상기 오픈 챔버 내의 복수의 다양한 온도에 기초하여, 탄화 사이클에 걸쳐 복수의 증대되는 유동 억제 위치를 통해 업테이크 댐퍼를 이동시킴으로써, 복수의 유동 저감 단계에 걸쳐 감소하게 되는 것인 방법.
- [0122] 25. 제21항에 있어서,
 [0123] 상기 오픈 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 솔 플루 작동 온도보다 높게, 상기 오픈 챔버와 개방식으로 유체 연통되는 적어도 하나의 솔 플루의 온도를 상승시키는 단계
 [0124] 를 더 포함하는 방법.
- [0125] 26. 제21항에 있어서, 상기 석탄 베드는 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 베드 장전 중량을 초과하는 중량을 가지며, 상기 오픈 챔버는 수평 열회수 코크스로에 대한 최대 크라운 온도를 초과하지 않도록, 탄화 사이클 동안 설계된 값보다 낮은 최대 크라운 온도에 도달하는 것인 방법.
- [0126] 27. 제26항에 있어서,
 [0127] 상기 오픈 챔버에서의 복수의 온도 변동에 기초하여, 복수의 개별적인 유동 저감 단계에 걸쳐 부압 드래프트를 감소시킴으로써, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 솔 플루 작동 온도보다 높게, 상기 오픈 챔버와 개방식으로 유체 연통되는 적어도 하나의 솔 플루의 온도를 상승시키는 단계
 [0128] 를 더 포함하는 방법.
- [0129] 28. 제27항에 있어서, 상기 석탄 베드는, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 석탄 처리 속도를 초과하는 석탄 처리 속도를 형성하면서, 수평 열회수 코크스로에 대해 설계된 석탄 장전 중량보다 큰 중량을 갖는 것인 방법.
- [0130] 본 기술은 특정한 구조, 재료 및 방법 상의 단계에 대해 특정한 언어로 설명되었지만, 첨부된 청구범위에서 한정되는 본 발명은 설명된 특정한 구조, 재료 및/또는 단계로 반드시 한정되는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다. 오히려, 특정한 양태 및 단계는 청구된 발명을 실시하는 형태로서 설명된 것이다. 또한, 구체적인 실시예의 맥락에서 설명되는 신규 기술의 특정 양태들은 다른 실시예에서 조합 또는 생략될 수 있다. 더욱이, 본 기술의 특정 양태와 관련된 장점이 이들 실시예의 맥락에서 설명되었지만, 다른 실시예도 또한 이러한 장점을 나타낼 수 있으며, 본 기술의 범위에 속하도록 하기 위해 모든 실시예가 상기 장점을 나타낼 필요가 있는 것은 아니다. 이에 따라, 본 개시내용 및 관련된 기술은 본원에 명시적으로 도시되거나 또는 설명된 다른 실시예를 포괄할 수 있다. 따라서, 본 개시내용은 첨부된 청구범위에 의해서가 아니면 한정되지 않는다. 달리 지시되어 있지 않으면, (청구범위 이외의) 본 명세서에서 사용되는 모든 수치 또는 표현, 예컨대 치수, 물리적 특성 등을 표현하는 수치 또는 표현은 모든 경우에 있어서 용어 "대략"에 의해 한정되는 것으로 이해된다. 특히 적어도 청구범위에 대한 등가율(doctrine of equivalent)의 적용을 한정하려고 시도하지 않고, 용어 "대략"에 의해 수식되며 본 명세서 또는 청구범위에 기재된 각각의 수치적 파라메타는 적어도 기재된 유효 숫자의 개수에 비추어 그리고 통상적인 반올림 기법을 적용하는 것으로 고려될 수 있다. 더욱이, 본원에 개시된 모든 범위는, 임의의 모든 하위 범위 또는 해당 범위에 포함되는 임의의 모든 개별적인 값을 포함하며, 이들을 기재한 청구범위를 뒷받침한다. 예를 들면, 1 내지 10이라 언급된 범위는, 1이라는 최소값과 10이라는 최대값 사이에 있고/있거나 이를 포함하는 임의의 모든 하위 범위 혹은 개별적인 값을 포함하는 것으로 간주되며, 이들 값을 기재한 청구범위를 뒷받침하고, 다시 말하면, 1 이상의 최소값으로 시작하면서 10 이하의 최대값으로 끝나는 모든 하위 범위(예컨대, 5.5 내지 10, 2.34 내지 3.56 등) 혹은 1 내지 10 사이의 임의의 값(예컨대, 3, 5.8, 9.9994 등)을 포함한다.

도면
도면1

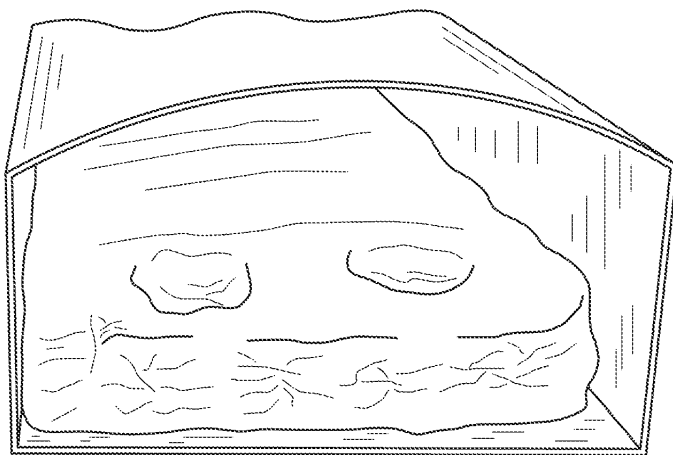
(종례기술)



도면2

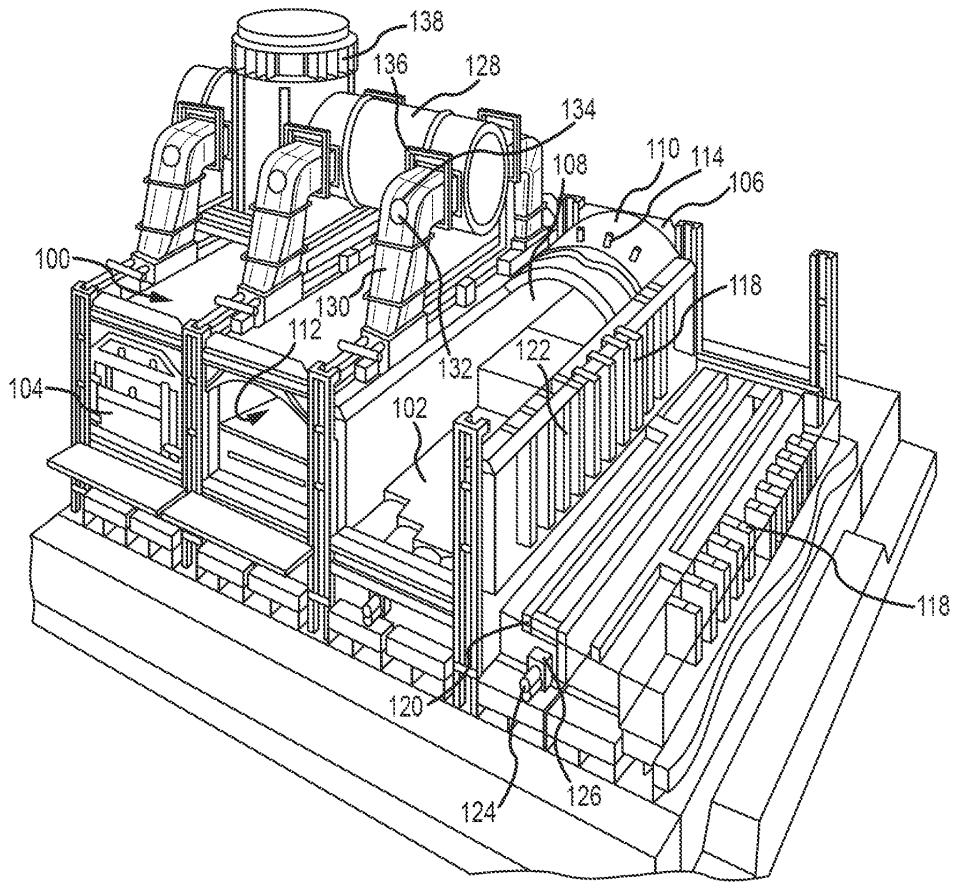


도면3

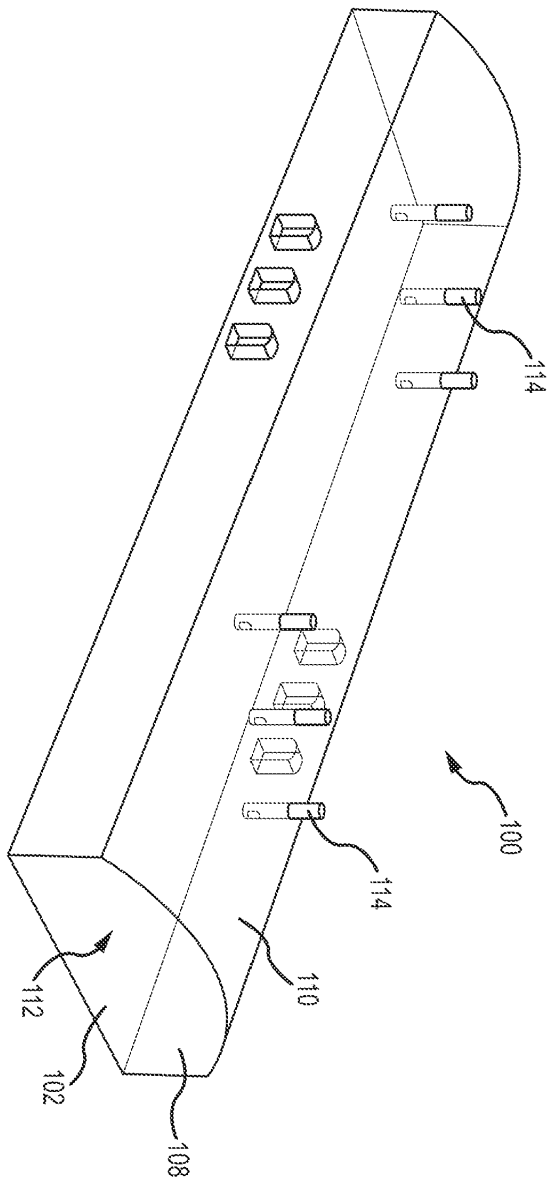


(종래기술)

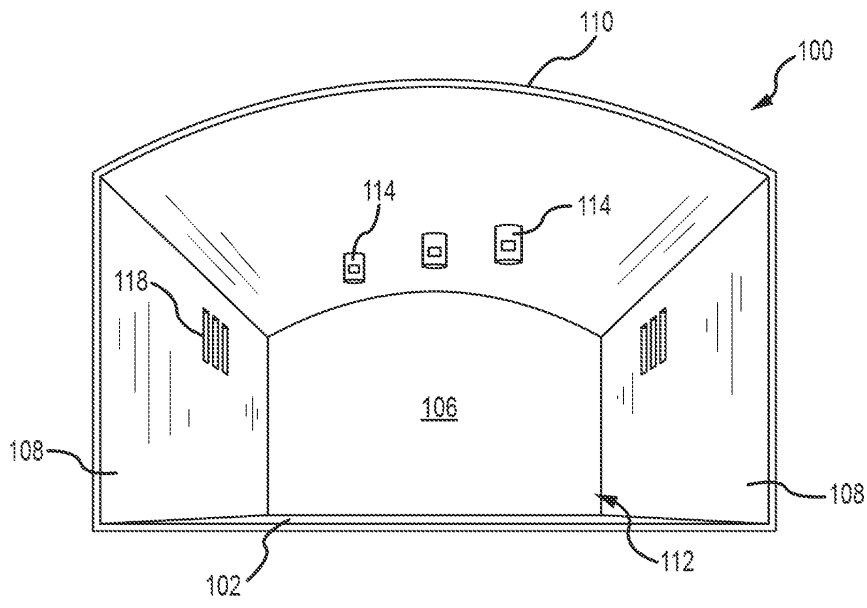
도면4



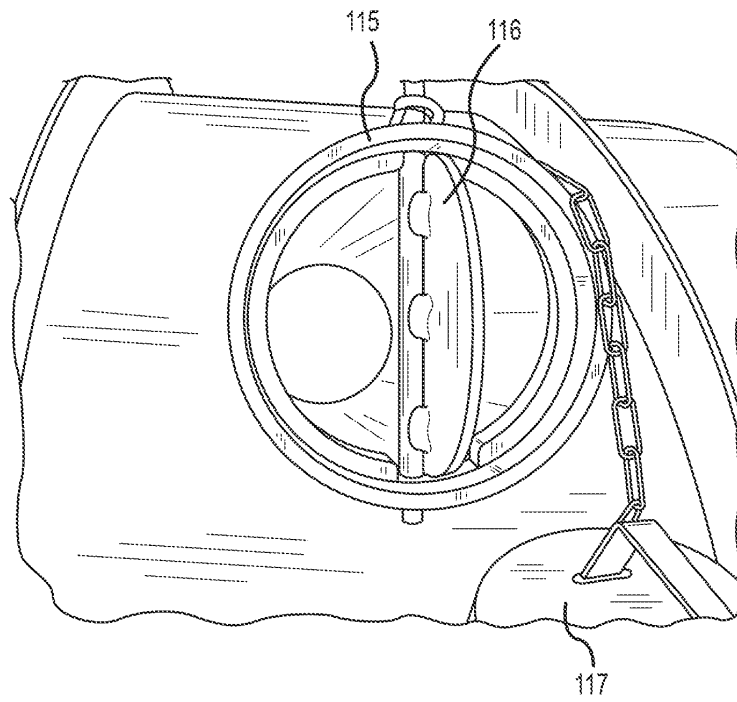
도면6



도면7



도면8



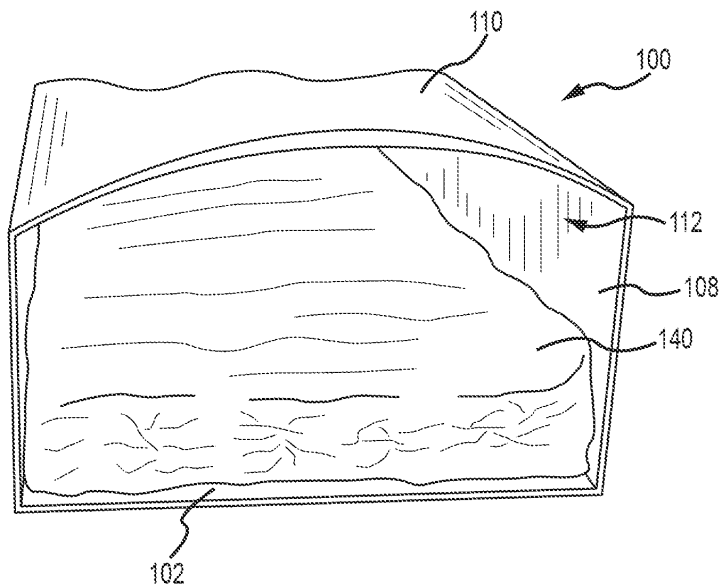
도면9

시간	업테크 위치
0 - 1	14 (완전 개방)
1 - 5	14
5 - 8	14
8 - 12	14
12 - 18	14
18 - 25	12
25 - 30	10
30 - 35	8
35 - 40	6
> 40	2 (완전 폐쇄)

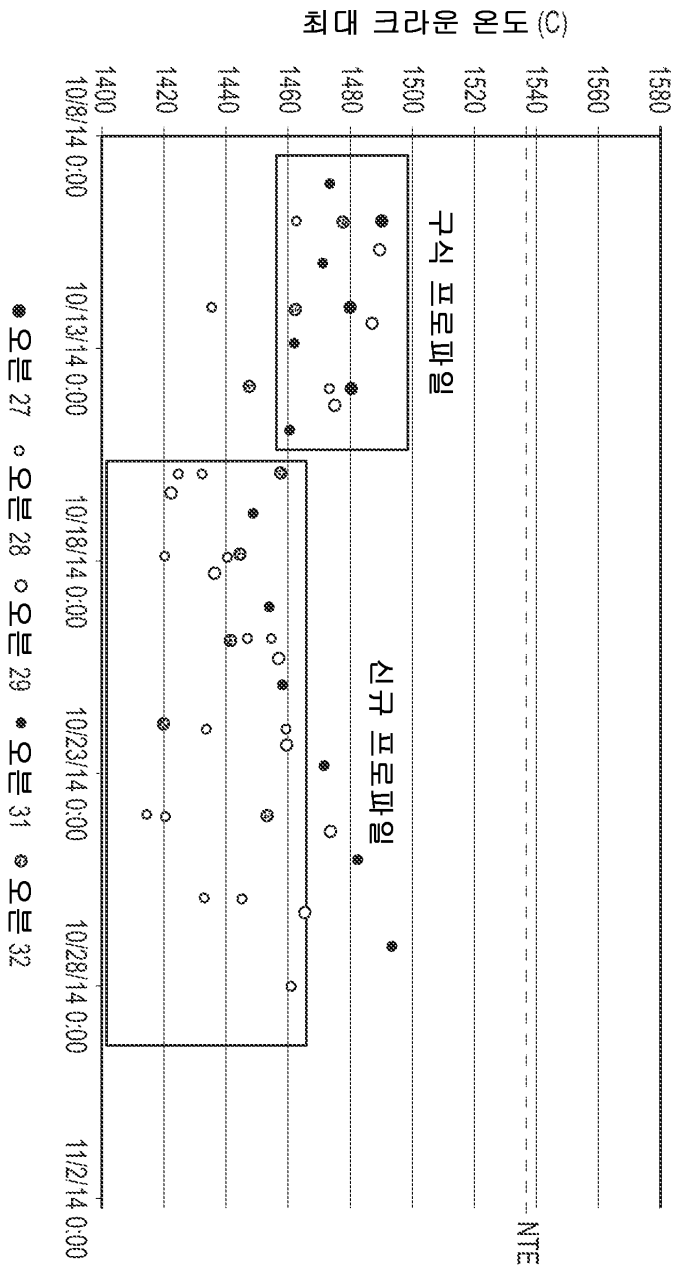
도면10

크라운 온도 (F)	업테크 위치
사이클 개시 - 2200	14 (완전 개방)
2200 - 2300	12
2400 - 2450	10
2500	8
2550 - 2625	6
2650	4
2700	2 (완전 폐쇄)

도면11



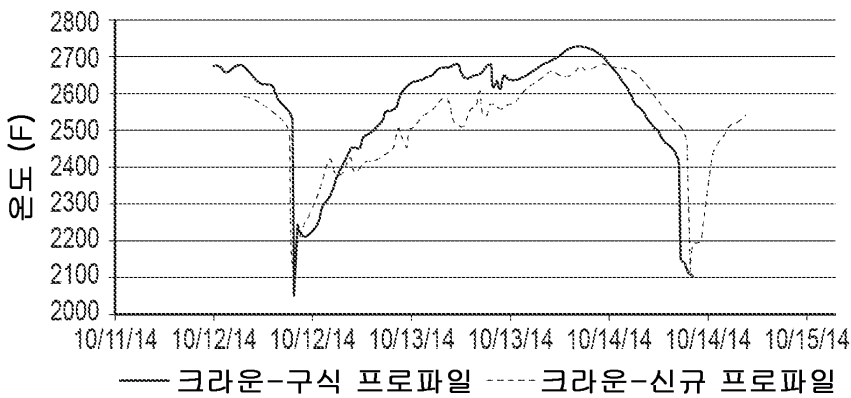
도면12



도면13

오븐	일자	톤수 (메트릭 톤)	코크스화 시간 (H)	코크스화 속도	최대 크라운 온도: 1467 C
	9/10/14	41.26	44.28	0.93	↓ 최대 크라운 온도: 1450 C
	11/10/14	41.36	47.10	0.88(1)	
	13/10/14	41.29	41.30	1.00	↓ 최대 크라운 온도: 1467 C
	15/10/14	42.01	42.75	0.98	
	17/10/14	41.35	44.70	0.93	
	19/10/14	43.08	44.83	0.96	
	21/10/14	41.52	42.05	0.99	
	23/10/14	42.08	57.22	0.74(1)	
	25/10/14	43.41	41.53	1.05	
	27/10/14	40.09	44.52	0.90	

도면14



도면15

