



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월23일
(11) 등록번호 10-1555222
(24) 등록일자 2015년09월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21B 7/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C21B 7/163 (2013.01)
C21B 5/001 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001482
- (22) 출원일자(국제) 2013년07월11일
심사청구일자 2015년01월20일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월20일
- (65) 공개번호 10-2015-0018892
- (43) 공개일자 2015년02월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/068945
- (87) 국제공개번호 WO 2014/010660
국제공개일자 2014년01월16일
- (30) 우선권주장
JP-P-2012-157909 2012년07월13일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2001203308 A
JP2004183104 A
JP2010537153 A
KR1020090023002 A

- (73) 특허권자
제이에프이 스틸 가부시기가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고
- (72) 발명자
무라오 아키노리
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시기가이샤 치테키자이산부 나이
- 후지와라 다이키
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시기가이샤 치테키자이산부 나이
- (74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 23 항

심사관 : 김종혁

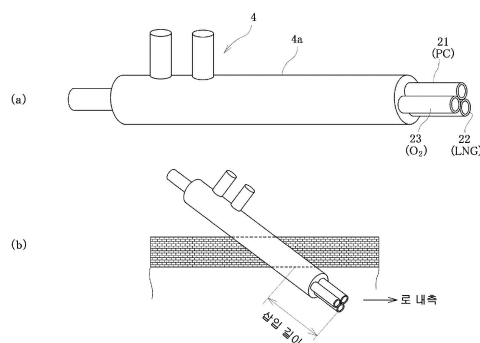
(54) 발명의 명칭 **고로 조업 방법 및 관속형 렌스**

(57) 요약

(과제) 렌스(lance)의 외경을 크게 하는 일 없이, 냉각능의 향상과 연소성의 향상을 양립시키는 것 및, 환원재원단위(原單位)의 저감에 대하여 유효한 고로(blast furnace)의 조업 방법 및 이 방법의 실시에 있어서 이용하는 관속형(tube bundle-type) 렌스를 제공하는 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도



(해결 수단) 적어도 고체 환원재를 렌스를 사용하여 송풍구(tuyere)로부터 로 내에 취입하는 고로 조업 방법에 있어서, 고로의 로 내에 고체 환원재만, 고체 환원재와 지연성 가스와의 2종을 동시에, 또는, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재와의 3종을 동시에 취입할 때에, 병렬시킨 복수의 취입관을 묶어서 이것을 렌스 본관 내에 수용하여 이루어지는 관속형 렌스를 이용하여, 당해 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 어느 것의 상기 취입관을 통과하여 취입하는 고로 조업 방법 및 관속형 렌스이다.

(30) 우선권주장

JP-P-2012-157910 2012년07월13일 일본(JP)

JP-P-2012-157911 2012년07월13일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 고체 환원재를 랜스(lance)를 사용하여 송풍구로부터 로(furnace) 내에 투입하는 고로(高爐) 조업 방법에 있어서, 고로의 로 내에 고체 환원재만, 고체 환원재와 지연성(支燃性) 가스와의 2종을 동시에, 또는, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재와의 3종을 동시에 투입할 때에, 복수의 투입관을 병렬시켜 묶어서 이것을 랜스 본관 내에 수용하여 이루어지는 관속형(tube bundle-type) 랜스를 이용하여, 당해 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 어느 것의 상기 투입관을 통과하여 투입하는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고체 환원재는, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄 중 어느 1종 또는 2종으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 지연성 가스는, 산소 또는 산소 부화 공기 중 어느 것인 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기체 환원재는, LNG, 도시 가스, 프로판 가스, 수소 제철소 발생 가스 혹은 세일 가스 중 어느 것인 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

고체 환원재로서 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 투입하는 경우, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단을 0~100mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄과 산소를 동시에 투입하는 경우, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단을 0~200mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

기체 환원재와 고체 환원재를 동시에 투입하는 경우, 상기 관속형 랜스를 이용하여, 고체 환원재용 투입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 투입관의 선단을 1~100mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

기체 환원재와 고체 환원재와 산소를 동시에 취입하는 경우, 상기 관속형 렌스를 이용하여, 고체 환원재용 취입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 취입관의 선단을 1~200mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 동시에 취입하는 경우, 고체 환원재용 취입관에 대하여, 그 외의 취입관이 감겨서 일체로 된 관속형 렌스를 이용하는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.

청구항 10

고로의 송풍구로부터 로 내에, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재 중 어느 하나 이상을 취입하는 렌스로서, 병렬 상태의 복수의 취입관을 묶어서 이것을 렌스 본관 내에 수용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 고체 환원재는, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄 중 어느 1종 또는 2종으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 지연성 가스는, 산소 또는 산소 부화 공기 중 어느 것인 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 기체 환원재는, LNG, 도시 가스, 프로판 가스, 수소 제철소 발생 가스 혹은 세일 가스 중 어느 것인 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 14

제10항 또는 제11항에 있어서,

고체 환원재로서 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 취입하는 렌스로서는, 저휘발분 미분탄용 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 취입관의 선단이 0~100mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 15

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

고체 환원재로서, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄과 산소를 동시에 취입하는 렌스로서는, 저휘발분 미분탄용 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 취입관의 선단이 0~200mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 16

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

기체 환원재와 고체 환원재를 동시에 취입하는 렌스로서는, 고체 환원재용 취입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 취입관의 선단이 0~100mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 17

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

기체 환원재와 고체 환원재와 산소를 동시에 취입하는 렌스로서는, 고체 환원재용 취입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 취입관의 선단이 0~200mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 18

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 취입관은, 내경이 6mm 이상, 30mm 이하인 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 19

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 취입관은, 고체 환원재의 취입류에, 지연성 가스의 취입류가 충돌하는 선단 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 20

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

지연성 가스용 취입관은, 선단부에 축경부(縮徑部)를 갖는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 축경부는, 지연성 가스의 취입 속도가 20~200m/s가 되는 지름을 갖는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 22

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 취입관은, 선단이 비스듬하게 절제되거나, 또는 선단이 구부러진 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

청구항 23

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 동시에 취입하는 렌스가, 고체 환원재용 취입관에 대하여, 그 외의 취입관이 감겨서 일체로 되어 있는 것을 특징으로 하는 관속형 렌스.

발명의 설명

기술분야

[0001]

본 발명은, 고로(高爐;blast furnace)의 송풍구(tuyere)로부터 로 내에, 지연성(支燃性;combustible) 가스와 함께, 미분탄 등의 고체 환원재나, LNG(Liquefied Natural Gas) 등의 기체 환원재를 취입하여 연소 온도를 상승 시킴으로써, 생산성의 향상이나 환원재 원단위(原單位)의 저감을 도모하는 데에 있어서 유효한 고로의 조업 방법 및 이 방법의 실시에 있어서 이용되는 관속형(tube bundle-type) 렌스에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

최근, 탄산 가스 배출량의 증가에 의한 지구 온난화가 문제가 되고 있으며, 이것은 제철업에 있어서도 큰 과제가 되고 있다. 이 과제에 대하여, 최근의 고로에서는, 저환원재비(Reduction Agent Ratio, 선철(pig iron) 1t 당의 송풍구로부터의 취입되는 환원재량과 로정(furnace top)으로부터 장입되는(charged) 코크스량과의 합계량) 조업이 추진되고 있다. 고로는, 주로 코크스 및 미분탄을 환원재로서 사용하고 있다. 따라서, 저환원재비 조업, 나아가서는 탄산 가스 배출량의 억제를 달성하기 위해서는, 코크스 등을 페플라스틱, LNG, 중유 등의 수소

함유율이 높은 환원재로 치환하는 방법 등이 유효하다.

[0003]

하기 특허문헌 1은, 복수의 렌스를 이용하여, 고체 환원재, 기체 환원재 및 지연성 가스를 각각의 렌스로부터 취입함으로써, 고체 환원재의 승온을 촉진하여 연소 효율을 향상시키고, 나아가서는 미연분(unburned powder)이나 코크스분의 발생을 억제하여, 통기의 개선을 도모함으로써 환원재비를 삭감하는 방법을 개시하고 있다. 또한, 하기 특허문헌 2는, 렌스를 동심(同心) 다중관형으로 하고, 내관으로부터는 지연성 가스를 취입하고, 내관과 외관과의 사이로부터 기체 환원재와 고체 환원재를 취입하는 기술을 개시하고 있다. 또한, 하기 특허문헌 3은, 렌스 본관의 주위에 복수의 소경관을 병렬로 배치한 것을 제안하고 있다. 또한, 하기 특허문헌 4는, 용융 환원로에 지연성 가스와 연료를 취입하는 경우에, 연료 공급관의 외측에 복수의 취입관을 평행하게 떼어서 배치하고, 하나의 노즐이 손모(損耗)되어도 지연성 가스와 연료의 혼합 상태를 항상 유지할 수 있도록 한 다관 노즐을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004]

- (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 2007-162038호
- (특허문헌 0002) 일본공개특허공보 2011-174171호
- (특허문헌 0003) 일본공개특허공보 평11-12613호
- (특허문헌 0004) 일본공개실용신안공보 평3-38344호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

상기 특허문헌 1에 기재된 고로 조업 방법은, 기체 환원재도 취입하는 점에서 송풍구로부터 고체 환원재(미분탄)만을 취입하는 방법에 비하면, 연소 온도의 향상이나 환원재 원단위의 저감에 효과가 있지만, 취입 위치의 조정만으로는 효과가 불충분하다. 또한, 상기 특허문헌 2에 개시되어 있는 다중관 렌스는, 렌스의 냉각이 필요해지기 때문에, 외측의 취입 속도를 빠르게 하지 않으면 안된다. 그러기 위해서는, 내관과 외환상관(outer ring tube)과의 간극(gap)을 좁게 하지 않으면 안되고, 소정의 가스량을 흘릴 수 없어, 필요한 연소성이 얻어지지 않을 우려가 있다. 게다가, 가스량과 유속을 양립시키려고 하면, 렌스지름을 크게 하지 않으면 안되어, 블로우 파이프(blow pipe)로부터의 송풍량의 저하를 초래한다. 그 결과, 출선량(amount of molten iron tapped)이 저하되거나, 렌스 삽입구의 지름이 커지는 것에 수반하는 주변 내화물(refractory)의 파손 리스크가 증대한다.

[0006]

또한, 상기 특허문헌 3에 기재되어 있는 기술은, 본관의 주위에 소경관을 복수 배치한 렌스를 이용하고 있기 때문에, 냉각능의 저하에 의한 소경관 폐색의 리스크가 높아질 뿐만 아니라, 렌스의 가공 비용이 높아진다는 문제가 있다. 또한, 이 기술에서는, 다중관을 도중에 병렬관으로 변화시키고 있기 때문에, 압력 손실과 지름이 커진다는 문제가 있다.

[0007]

또한, 전술한 바와 같이, 고로는, 송풍구로부터는 열풍도 송입(feeding)되지만, 이 열풍에 의해 고체 환원재나 지연성 가스도 로 내로 취입된다. 이때, 특허문헌 4에 기재된 렌스에서는, 고체 환원재와 지연성 가스를 동심 2중관 렌스를 이용하여 취입하지만, 이때, 이 2중관 렌스 외에 기체 환원재를 취입하는 단관 렌스를 이들과 병렬로 배치하고 있다. 이 렌스는, 송풍관 및 송풍구의 단면적에 대한 당해 렌스의 전유 면적(occupying area)이 커, 송풍 압력의 증가에 의한 런닝 비용의 증가, 혹은 송풍구의 배면(背面)에 설치되어 있는 로 내 감시창의 시야 감소를 초래한다. 또한, 블로우 파이프에 렌스를 삽입하는 부분(가이드관)이 대경화함으로써, 가이드관부와 블로우 파이프와의 접촉면이 감소하고, 가이드관부의 바리가 발생하기 쉬워진다는 문제가 있다.

[0008]

본 발명의 목적은, 렌스의 외경을 크게 하는 일 없이, 냉각능의 향상과 연소성의 향상을 양립시키는 것 및, 환원재 원단위의 저감에 대하여 유효한 고로의 조업 방법 및, 이 방법의 실시에 있어서 이용되는 관속형 렌스를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 적어도 고체 환원재를 랜스를 사용하여 송풍구로부터 로 내로 투입하는 고로 조업 방법에 있어서, 고로의 로 내에 고체 환원재만, 고체 환원재와 지연성 가스와의 2종을 동시에, 또는, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재와의 3종을 동시에 투입할 때에, 복수의 투입관을 병렬시켜 묶어서 이것을 랜스 본관 내에 수용하여 이루어지는 관속형 랜스를 이용하여, 당해 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 어느 것의 상기 투입관을 통과하여 투입하는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법이다.
- [0010] 본 발명의 고로 조업 방법에 있어서,
- [0011] (1) 상기 고체 환원재는, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄 중 어느 1종 또는 2종으로 이루어지는 것,
- [0012] (2) 상기 지연성 가스는, 산소 또는 산소 부화 공기(oxygen-enriched air) 중 어느 것인 것,
- [0013] (3) 상기 기체 환원재는, LNG, 도시 가스, 프로판 가스, 수소 제철소 발생 가스 혹은 셰일 가스(shale gas) 중 어느 것인 것,
- [0014] (4) 고체 환원재로서 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 투입하는 경우, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단을 0~100mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것,
- [0015] (5) 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄과 산소를 동시에 투입하는 경우, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단을 0~200mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것,
- [0016] (6) 기체 환원재와 고체 환원재를 동시에 투입하는 경우, 상기 관속형 랜스를 이용하여, 고체 환원재용 투입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 투입관의 선단을 1~100mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것,
- [0017] (7) 기체 환원재와 고체 환원재와 산소를 동시에 투입하는 경우, 상기 관속형 랜스를 이용하여, 고체 환원재용 투입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 투입관의 선단을 1~200mm 송풍의 상류측에 위치시키는 것,
- [0018] (8) 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 동시에 투입하는 경우, 고체 환원재용 투입관에 대하여, 그 외의 투입관이 감겨서(winding) 일체로 된 관속형 랜스를 이용하는 것,
- [0019] 이 보다 바람직한 해결 수단이다.
- [0020] 또한, 본 발명은, 고로의 송풍구로부터 로 내에, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재 중 어느 하나 이상을 투입하는 랜스로서, 병렬 상태의 복수의 투입관을 묶어서 이것을 랜스 본관 내에 수용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 관속형 랜스를 제안한다.
- [0021] 본 발명의 관속형 랜스에 있어서,
- [0022] (1) 상기 고체 환원재는, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄 중 어느 1종 또는 2종으로 이루어지는 것,
- [0023] (2) 상기 지연성 가스는, 산소 또는 산소 부화 공기 중 어느 것인 것,
- [0024] (3) 상기 기체 환원재는, LNG, 도시 가스, 프로판 가스, 수소 제철소 발생 가스 혹은 셰일 가스 중 어느 것인 것,
- [0025] (4) 고체 환원재로서 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 투입하는 랜스로서는, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단이 0~100mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것,
- [0026] (5) 고체 환원재로서, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄과 산소를 동시에 투입하는 랜스로서는, 저휘발분 미분탄용 투입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄용 투입관의 선단이 0~200mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것,
- [0027] (6) 기체 환원재와 고체 환원재를 동시에 투입하는 랜스로서는, 고체 환원재용 투입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 투입관의 선단이 0~100mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것,
- [0028] (7) 기체 환원재와 고체 환원재와 산소를 동시에 투입하는 랜스로서는, 고체 환원재용 투입관의 선단에 대하여 기체 환원재용 투입관의 선단이 0~200mm 송풍의 상류측에 위치하고 있는 것,
- [0029] (8) 상기 투입관은, 내경이 6mm 이상, 30mm 이하인 것,
- [0030] (9) 상기 투입관은, 고체 환원재의 투입류(blowing stream)에, 지연성 가스의 투입류가 충돌하는 선단 구조를

갖는 것,

- [0031] (10) 지연성 가스용 취입관은, 선단부에 축경부(縮徑部;diameter-reducing portion)를 갖는 것,
- [0032] (11) 상기 축경부는, 지연성 가스의 취입 속도가 20~200m/s가 되는 지름을 갖는 것,
- [0033] (12) 상기 취입관은, 선단이 비스듬하게 절제되거나, 또는 선단이 구부러진 구조를 갖는 것,
- [0034] (13) 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 동시에 취입하는 렌스가, 고체 환원재용 취입관에 대하여, 그 외의 취입관이 감겨서 일체로 되어 있는 것,
- [0035] 이 보다 바람직한 해결 수단이 된다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명에 의하면, 고체 환원재, 지연성 가스 및 기체 환원재를 렌스에 의해 로 내에 취입하는 데에, 복수의 취입관을 병렬 상태로 묶어서 일체로 하고 이것을 렌스 본관 내에 수용한 구조의 관속형 렌스를 이용함으로써, 렌스 본관의 외경을 크게 하는 일 없이, 게다가, 취입관끼리를 독립된 상태로 둘 수 있기 때문에, 냉각능의 향상과 연소성의 향상을 도모할 수 있음과 함께, 환원재 원단위의 저감을 도모할 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명에 의하면, 고체 환원재용 취입관 및 그 외의 취입관이 한 덩어리로 병렬되어 있으며, 또한 일부가 감긴 상태로 일체로 된 관속형 렌스를 이용하기 때문에, 고체 환원재류의 주위에서 기체 환원재류와 지연성 가스류가 병렬로 또는 선회하도록 유동하기 때문에, 고체 환원재를 확산시키면서 취입할 수 있다. 따라서, 고체 환원재의 연소율이 보다 한층 향상된다.
- [0038] 또한, 본 발명에 의하면, 지연성 가스용 취입관의 선단부에 축경부를 형성하기 때문에, 지연성 가스의 취입 유속을 용이하게 조정할 수 있다.
- [0039] 또한, 본 발명에 의하면, 고휘발분 미분탄, 저휘발분 미분탄 나아가서는 산소를 관속형 렌스로부터 동시에 취입하는 경우, 고휘발분 미분탄용 취입관의 선단을, 저휘발분 미분탄용 취입관의 선단보다 0에서 100, 또는 200mm 송풍의 상류측에 설정함으로써, 연소성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명에 의하면, 고체 환원재 및 기체 환원재 나아가서는 산소를 관속형 렌스를 통하여 로(furnace) 내에 동시에 취입하는 경우, 기체 환원재용 취입관의 선단을, 고체 환원재용 취입관의 선단보다 0에서 100, 또는 200mm 송풍의 상류측에 설정함으로써, 연소성을 더욱 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 고로의 일 실시 형태를 나타내는 종단면도이다.
- 도 2는 고로의 로 내에 렌스로부터 미분탄만을 취입했을 때의 연소 상태의 설명도이다.
- 도 3은 미분탄만을 취입했을 때의 연소 메커니즘의 설명도이다.
- 도 4는 미분탄과 LNG와 산소를 취입했을 때의 연소 메커니즘의 설명도이다.
- 도 5는 연소 실험 장치의 개략 선도이다.
- 도 6은 렌스 내의 취입관의 설명도이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 관속형 렌스의 외관도 및 배치도이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 관속형 렌스의 다른 예를 나타내는 외관도이다.
- 도 9는 렌스로부터의 취입 상태의 설명도이다.
- 도 10은 본 발명에 따른 관속형 렌스의 다른 예를 나타내는 외관도이다.
- 도 11은 본 발명에 따른 관속형 렌스의 또 다른 예를 나타내는 외관도이다.
- 도 12는 연소 실험 결과에 있어서의 산소 유속과 연소율과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 13은 연소 실험 결과에 있어서의 유속과 압력 손실과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 14는 연소 실험 결과에 있어서의 렌스 내 압력 손실과 렌스 표면 온도와의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 15는 연소 실험 결과에 있어서의 내관의 외경과 랜스의 외경의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 16은 랜스 내의 취입관의 다른 예를 나타내는 개략 선도이다.

도 17은 랜스의 출구 유속과 랜스 표면 온도의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 18은 랜스로부터의 취입 상태의 개략 선도이다.

도 19는 랜스의 취입관의 선단부의 개략 선도이다.

도 20은 연소 실험 결과(고·저휘발분 미분탄의 사용시)에 있어서의 연소율에 미치는 취입 재료의 영향을 나타내는 그래프이다.

도 21은 연소 실험 결과(미분탄, LNG, 산소의 동시 취입시)에 있어서의 연소율에 미치는 취입 재료의 영향을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0043] 이하, 본 발명에 따른 고로 조업 방법의 일 실시 형태에 대해서 설명한다. 도 1은, 본 실시 형태의 고로 조업 방법이 적용되는 고로(1)의 전체도이다. 이 고로(1)는 보쉬부(bosh portion)에 송풍구(3)가 배치되어 있으며, 그 송풍구(3)에는, 열풍을 송풍하기 위한 송풍관(2)이 접속되어 있다. 이 송풍관(2)에는 고체 연료 등을 취입하기 위한 랜스(4)가 부착되어 있다. 송풍구(3)로부터의 열풍 취출 방향 전방(前方)에 있는 로 내의 코크스 퇴적층 부분에는, 레이스 웨이(raceway;5)라고 불리는 연소 공간이 형성되어 있다. 용선은, 주로, 이 연소 공간에 있어서 생성된다.

[0044] 도 2는, 상기 랜스(4)로부터 송풍구(3)를 통과하여 고체 환원재인 미분탄(6)만을 로 내로 취입했을 때의 연소 상태를 개략적으로 나타낸 도면이다. 이 도면에 나타내는 바와 같이, 랜스(4)로부터 송풍구(3)를 통과하여 레이스 웨이(5) 내에 취입된 미분탄(6)의 휘발분이나 고정 탄소는, 로 내 퇴적 코크스(7)와 함께 연소되고, 마저 연소되지 못하고 남은 탄소와 회분의 집합체, 즉, 차르(char)가, 레이스 웨이(5)로부터 미연차르(unburnt char;8)로서 배출된다. 또한, 상기 송풍구(3)의 열풍 취출 방향의 전방에 있어서의 당해 열풍의 속도는 약 200m/sec이다. 한편, 랜스(4)의 선단부로부터 레이스 웨이(5) 내에 도달할 때까지의 거리, 즉, O₂가 존재하는 영역은, 약 0.3~0.5m이다. 따라서, 취입 미분탄 입자의 승온이나 당해 미분탄과 O₂와의 접촉(분산성)은, 실질적으로 1/1000초라는 단시간에서 반응시키는 것이 필요해진다.

[0045] 도 3은, 랜스(4)를 통하여 송풍관(2) 내에 미분탄(PC: Pulverized Coal)(6)만을 취입한 경우의 연소 메커니즘을 나타내는 것이다. 상기 송풍구(3)로부터 레이스 웨이(5) 내에 취입된 미분탄(6)은, 레이스 웨이(5) 내의 화염으로부터의 복사 전열에 의해 입자가 가열되고, 또한 복사 전열(radiation heat transfer), 전도 전열에 의해 급격하게 온도 상승하고, 300℃ 이상 승온한 시점에서 열분해를 개시하고, 휘발분(volatile matter)에 착화하여 연소되고(화염이 형성됨), 1400~1700℃의 온도에 도달한다. 휘발분을 방출한 미분탄은 상기 미연차르(8)가 된다. 이 차르(8)는, 주로 고정 탄소가 구성되어 있기 때문에, 상기 연소 반응과 함께 탄소 용해 반응도 발생한다.

[0046] 도 4는, 랜스(4)로부터 송풍관(2) 내에 미분탄(6)과 함께 LNG(9)와 산소(산소는 도시하지 않음)를 취입한 경우의 연소 메커니즘을 나타낸다. 미분탄(6)과 LNG(9)와 산소와의 동시 취입은, 단순히 평행하게 취입한 경우를 나타내고 있다. 또한, 도면 중의 2점 쇄선은, 도 3에 나타낸 미분탄만을 취입한 경우의 연소 온도를 나타내고 있다. 이와 같이 미분탄과 LNG 및 산소를 동시에 취입하는 경우, 가스의 확산에 수반하여 미분탄이 분산하고, LNG와 O₂의 접촉에 의해 LNG가 연소되고, 그 연소열에 의해 미분탄이 급속하게 가열, 승온한다고 생각되며, 이에 따라 랜스에 가까운 위치에서 미분탄이 연소된다.

[0047] 발명자들은, 전술한 인식을 확인하기 위해, 도 5에 나타내는 고로를 본뜬 연소 실험 장치를 이용하여 연소 실험을 행했다. 이 실험 장치에서 사용한 실험로(11) 내는, 내부에 코크스가 충전되어 있으며, 관측창으로부터 레이스 웨이(15)의 내부를 관찰할 수 있다. 그리고, 이 실험 장치에는, 송풍관(12)이 부착되어 있고, 외부의 연소 버너(13)에서 발생한 열풍을 이 송풍관(12)을 통하여 실험로(11) 내로 송풍할 수 있다. 또한, 이 송풍관(12) 내에는 랜스(14)가 삽입된다. 그리고, 이 송풍관(12)에서는, 송풍 중으로의 산소 부화도 가능하다. 또한, 랜스(14)는, 미분탄, LNG 및 산소 중 어느 하나 또는 2 이상을, 송풍관(12) 내를 통과하여 실험로(11) 내

로 취입할 수 있다. 한편, 실험로(11) 내에서 발생하는 배기 가스는, 사이클론(cyclone)이라고 불리는 분리 장치(16)에서 배기 가스와 더스트로 분리되고, 배기 가스는 조연로(auxiliary combustion furnace) 등의 배기 가스 처리 설비에 송급(transfer)되어, 더스트는 포집 상자(17)에 포집된다.

[0048] 이 연소 실험에서는, 랜스(4)로서, 단관 랜스, 동심 다중관 랜스(이하, 「중관형 랜스(multiple tube type lance)」라고 함), 2~3개의 취입관을 묶어서 병렬 상태로 랜스 본관 내의 축방향을 따라 수용한 관속형 랜스를 이용했다. 그리고,

[0049] (1) 단관형 랜스로부터 미분탄만을 취입한 경우를 베이스로 하고,

[0050] (2) 종래의 중관형 랜스의 중관으로부터 미분탄을 취입하고, 내관과 중관의 간극으로부터 산소를 취입하고, 중관과 외관의 간극으로부터 LNG를 취입한 경우,

[0051] (3) 본 발명에 특유의 것인 관속형 랜스의 각각의 취입관으로부터 미분탄, LNG 및 산소의 1 또는 2 이상을 취입한 경우,

[0052] 에 대해서, 연소율, 랜스 내 압력 손실, 랜스 표면 온도 그리고 랜스의 외경을 측정했다. 연소율에 대해서는, 산소의 취입 유속을 변화시켜 측정했다. 연소율은, 레이스 웨이의 후방으로부터 프로브에서 미연차르를 회수하고, 그 미연량으로부터 구했다.

[0053] 도 6(a)에는 종래의 중관형 랜스의 일 예를 나타내고, 도 6(b)에는 본 발명의 관속형 랜스의 일 예를 나타낸다. 당해 중관형 랜스는, 내관 I에 호칭경(nominal diameter) 8A, 호칭 두께(nominal thickness) 스케줄(Schedule) 10S의 스테인리스 강관을, 중관 M에 호칭경 15A, 호칭 두께 스케줄 40의 스테인리스 강관을, 외관 O에 호칭경 20A, 호칭 두께 스케줄 10S의 스테인리스 강관을 이용했다. 각 스테인리스 강관의 제원(諸元)은 도면에 나타내는 바와 같으며, 내관 I와 중관 M의 간극은 1.15mm, 중관 M과 외관 O의 간극은 0.65mm이다.

[0054] 또한, 관속형 랜스에서는, 제1관(21)에 호칭경 8A, 호칭 두께 스케줄 5S의 스테인리스 강관을, 제2관(22)에 호칭경 6A, 호칭 두께 스케줄 10S의 스테인리스 강관을, 제3관(23)에 호칭경 6A, 호칭 두께 스케줄 20S의 스테인리스 강관을 이용하여, 이들을 병렬 상태로 하여 묶었다. 각 스테인리스 강관은 도시한 바와 같다.

[0055] 실험에서는, 도 7(a)에 나타내는 바와 같이, 랜스 본관(4a) 내에 2~3개의 취입관을 병렬 상태가 되도록 묶어서 수용한 관속형 랜스의 제1관(21)으로부터 미분탄(PC)을 취입하고, 제2관(22)으로부터 LNG를 취입하고, 제3관(23)으로부터 산소를 취입했다. 또한, 당해 관속형 랜스의 송풍관(블로우 파이프)으로의 삽입 길이는, 도 7(b)에 나타내는 바와 같이, 200mm로 했다. 또한, 산소의 유속은 10~200m/s로 하고, 삽입 방향은 랜스의 선단이 고로의 로 내측을 향하도록 비스듬하게 삽입했다. 또한, 산소의 유속 조절은, 예를 들면 도 8에 나타내는 바와 같이, 산소를 취입하는 제3관(23)의 선단부에 축경부(23a)를 형성하고, 그 축경부(23a) 선단의 내경을 여러 가지로 변경함으로써 행했다.

[0056] 또한, 취입시에 있어서는, 미분탄의 취입류(주류(main stream))에 LNG와 산소가 충돌하도록 조정하는 것이 바람직하다. 도 9(a)에는, 중관형 랜스(4)로부터의 취입 상태를, 도 9(b)에는, 관속형 랜스로부터의 취입 상태의 개념을 나타낸다. 도 6(a)의 구성으로부터도 분명한 바와 같이, 종래의 중관형 랜스에서는, 도 9(a)에 나타내는 바와 같이, 미분탄, 산소, LNG가 서로 충돌하는 일 없이, 동심원 형상으로 취입된다. 한편, 관속형 랜스에서는, 예를 들면 취입 선단 구조를 조정함으로써, 미분탄류, 산소류, LNG류를 각각 조절할 수 있다. 도 9(b)에 나타내는 예는, 미분탄의 주류에 LNG와 산소(산소는 도시하지 않음)가 충돌하는 랜스 선단 구조로 한 것이다.

[0057] 취입관의 선단 구조로서는, 그 외, 도 10에 나타내는 바와 같이, 선단을 비스듬하게 절단한 것이나, 도 11에 나타내는 바와 같이 선단을 굽힌 구조인 것도 적용할 수 있다. 이 중, 도 10은, LNG를 취입하는 제2관(22) 및 산소를 취입하는 제3관(23)의 선단을 비스듬하게 절제한 것이다. 이와 같이 취입관의 선단을 비스듬하게 절제하면, 취입되는 LNG나 산소의 확산 상태를 변경할 수 있다. 또한, 도 11은, LNG를 취입하는 제2관(22) 및 산소를 취입하는 제3관(23)의 선단을 만곡한 것이다. 이와 같이 취입관의 선단을 만곡하면, 취입되는 LNG나 산소의 흐름의 방향을 변경할 수 있다.

[0058] 본 발명에서 사용하는 고체 환원제인 미분탄의 평균적인 것은, 고정 탄소(FC: Fixed Carbon)가 71.3%, 휘발분(VM: Volatile Matter)이 19.6%, 회분(Ash)이 9.1%인 것이 바람직하다. 이 미분탄의 취입 조건은 50.0kg/h(제철 원단위로 158kg/t상당)로 취입하는 것이 바람직하다. 또한, LNG의 취입 조건은, 3.6kg/h(5.0Nm³/h, 제철 원단위로 11kg/t상당)가 바람직하다. 송풍 조건은, 송풍 온도 1100℃, 유량 350Nm³/h, 유속 80m/s, O₂부화 + 3.7(산소 농도 24.7%, 공기 중 산소 농도 21%에 대하여, 3.7%의 부화)이 바람직하다.

- [0059] 도 12는, 상기 연소 실험에 있어서의 산소 유속과 연소율과의 관계를 나타내는 도면이다. 이 도면으로부터 분명한 바와 같이, 중관형 랜스에서는, 산소의 유속이 100m/s까지의 범위, 관속형 랜스에서는 산소의 유속이 150m/s까지의 범위에서는, 산소의 유속의 증가에 수반하여 미분탄의 연소율도 증가하고 있다. 이것은, 중관형 랜스의 경우는, 유속의 증가에 의해 열풍에 확산하는 랜스로부터의 취입 산소(이하, 「랜스 유래 산소」라고 함)가 감소하여, 미분탄과 혼합하는 당해 랜스 유래 산소의 비율이 증가했기 때문이다. 한편, 관속형 랜스의 경우는, 산소의 유속의 증가에 의해 열풍에 확산하는 랜스 유래 산소가 감소함과 함께, 휘발분이나 LNG의 연소에 의해 소비되는 랜스 유래 산소가 감소하여, 미분탄과 혼합되는 랜스 유래 산소의 비율이 증가했기 때문이라고 생각된다. 또한, 중관형 랜스의 연소율의 데이터가, 산소 유속 100m/s의 범위까지 밖에 없는 것은, 압력 손실이 한계가 되기 때문이다. 한편, 관속형 랜스에서는, 산소 유속이 150m/s 이상의 영역에서 연소율이 저하되고 있지만, 이것은 랜스 유래 산소의 유속이 열풍의 유속에 가까워져, 산소류가 미분탄류와 평행하게 흐르기 때문에, 랜스 유래 산소가 미분탄과 혼합하지 않는 채로 레이스 웨이 안에 도달하기 때문이다.
- [0060] 도 13에는, 중관형 랜스(○ 표시)와 관속형 랜스(△ 표시)의 압력 손실의 측정 결과를 나타낸다. 중관형 랜스로서는, 3개의 대소의 스테인리스 강관을 동심에 배치한 3중관 랜스를 이용했다. 그 3중관 랜스는, 내관에 호칭경 8A, 호칭 두께 스케줄 10S의 스테인리스 강관(내경 10.50mm, 외경 13.80mm, 두께 1.65mm)을, 중관에 호칭경 15A, 호칭 두께 스케줄 40의 스테인리스 강관(내경 16.10mm, 외경 21.70mm, 두께 2.8mm)을, 외관에 호칭경 20A, 호칭 두께 스케줄 10S의 스테인리스 강관(내경 23.00mm, 외경 27.20mm, 두께 2.1mm)을 이용했다. 또한, 내관과 중관의 간극은 1.15mm, 중관과 외관의 간극은 0.65mm가 되었다. 동(同) 도면으로부터 분명한 바와 같이, 관속형 랜스는 중관형 랜스에 비해, 동일한 단면적에 있어서의 압력 손실이 저하되고 있다. 이것은, 간극의 간격이 커짐으로써 통기 저항이 감소한 것이라고 생각된다.
- [0061] 도 14에는, 랜스의 냉각능의 실험 결과를 나타낸다. 동 도면으로부터 분명한 바와 같이, 관속형 랜스는 중관형 랜스에 비해, 동일한 압력 손실에 있어서의 냉각능이 높아져 있다. 이것은, 통기 저항이 낮기 때문에, 동일한 압력 손실에 있어서 흘릴 수 있는 유량이 크기 때문이라고 생각된다.
- [0062] 도 15는, 랜스의 외경을 예시하는 것이다. 도 15(a)는 비수냉형, 도 15(b)는 수냉형의 랜스의 예이다. 이들 도면으로부터 분명한 바와 같이, 관속형 랜스는 중관형 랜스에 비해, 랜스의 외경이 작아져 있다. 이것은, 관속형 랜스에서는 중관형 랜스에 비해, 유로, 관의 두께 및, 수냉부의 단면적을 저감 가능하기 때문이라고 생각된다.
- [0063] 또한, 랜스(4) 내에 병렬 상태로 수용되는 취입관은, 예를 들면 도 16과 같이, 미분탄을 취입하기 위한 취입관, 즉 제1관(21)에 대하여, 그 외의 취입관, 즉 제2관(22) 및 제3관(23)이 감기고 또한 이들 취입관이 일체로 된 관속형 랜스(4)를 사용하도록 해도 좋다. 그리고, 이러한 랜스(4)를 이용함으로써, 미분탄류의 주위에서 LNG류와 산소류가 선회하는 바와 같은 유동이 되어, 미분탄을 확산하면서 취입할 수 있어, 미분탄의 연소율을 보다 한층 향상할 수 있다.
- [0064] 그런데, 전술한 바와 같은 연소 온도의 상승에 수반하여, 랜스는 고온에 노출되기 쉬워진다. 랜스는, 일반적으로, 스테인리스 강 강관으로 구성된다. 랜스의 외측에는 워터 재킷(water jacket)이라고 불리는 수냉이 행해지고 있는 예도 있지만, 랜스 선단까지는 덮을 수 없다. 특히, 이 수냉이 미치지 않는 랜스의 선단부가 열로 변형되기 쉬운 것을 알 수 있다. 랜스가 변형하는, 즉 구부러지면 소망 부위에 가스나 미분탄을 취입할 수 없고, 소모품인 랜스의 교환 작업에 지장이 있다. 또한, 미분탄의 흐름이 변화하여 송풍구에 부딪히는 일도 생각할 수 있고, 그러한 경우에는 송풍구가 손상될 우려가 있다. 또한, 예를 들면 중관형 랜스의 외측관이 구부러지면, 내측관과의 간극이 폐색되어, 외측관으로부터 가스가 흐르지 않게 되면, 중관형 랜스의 외측관이 용손(melted down)되고, 경우에 따라서는 송풍관이 파손될 가능성도 있다. 랜스가 변형되거나 손모되거나 하면, 전술한 바와 같은 연소 온도를 확보할 수 없게 되고, 나아가서는 환원재 원단위를 저감할 수도 없다.
- [0065] 수냉할 수 없는 랜스를 냉각하기 위해서는, 내부에 흐르는 가스로 냉각할 수 밖에 없다. 내부에 흐르는 가스에 방열하여, 예를 들면 랜스 자체를 냉각하는 경우, 가스의 유속이 랜스 온도에 영향을 준다고 생각할 수 있다. 그래서, 발명자들은, 랜스로부터 취입되는 가스의 유속을 여러 가지로 변경하여 랜스 표면의 온도를 측정했다. 실험은, 2중관 랜스의 외측관으로부터 산소를 취입하고, 내측관으로부터 미분탄을 취입하여 행하고, 가스의 유속 조정은, 외측관으로부터 취입되는 산소의 공급량을 가감했다. 또한, 산소는, 산소 부화 공기라도 좋고, 2% 이상, 바람직하게는 10% 이상의 산소 부화 공기를 사용한다. 산소 부화 공기를 사용함으로써, 냉각 외에, 미분탄의 연소성의 향상을 도모한다. 측정 결과를 도 17에 나타낸다.
- [0066] 2중관 랜스의 외측관에는, 20A 스케줄 5S로 불리는 강관을 이용했다. 또한, 2중관 랜스의 내측관에는, 15A 스

케줄 90으로 불리는 강관을 이용하고, 외측관으로부터 취입되는 산소와 질소의 합계 유속을 여러 가지로 변경하여 렌스 표면의 온도를 측정했다. 덧붙여, 「15A」, 「20A」는 JIS G 3459에서 규정하는 강관 외경의 칭호 치수로서, 15A는 외경 21.7mm, 20A는 외경 27.2mm이다. 또한, 「스케줄」은 JIS G 3459에서 규정하는 강관의 두께의 칭호 치수로서, 20A 스케줄 5S는 1.65mm, 15A 스케줄 90은 3.70mm이다. 또한, 스테인리스 강 강관 외에, 보통강도 이용할 수 있다. 그 경우의 강관의 외경은 JIS G 3452에 규정되고, 두께는 JIS G 3454에 규정된다.

[0067] 도 17에 있어서, 2점 쇄선으로 나타낸 바와 같이, 2중관 렌스의 외측관으로부터 취입되는 가스의 유속의 증가에 수반하여 렌스 표면의 온도가 저하되고 있다. 게다가, 2중관 렌스에 강관을 이용하면, 렌스의 표면 온도가 880℃를 상회하면 크리프 변형(creep deformation)이 일어나, 렌스가 구부러져 버린다. 따라서, 2중관 렌스의 외측관에 20A 스케줄 5S의 강관을 이용하고, 2중관 렌스의 표면 온도가 880℃ 이하인 경우, 당해 2중관 렌스는 외측관의 출구 유속은 20m/sec 이상이 된다. 그리고, 2중관 렌스는, 외측관의 출구 유속이 20m/sec 이상이면 변형이나 구부러짐은 발생하지 않는다. 한편, 당해 2중관 렌스의 외측관의 출구 유속이 120m/sec를 초과하면, 설비의 운용 비용의 점에서 실용적이지 않게 되기 때문에, 당해 출구 유속의 상한은 120m/sec로 했다. 덧붙여, 단관 렌스는 2중관 렌스에 비해 열부하가 적기 때문에, 필요에 따라, 출구 유속을 20m/sec 이상으로 하면 좋다.

[0068] 본 발명의 실시 형태에서는, 관속형 렌스를 구성하는 취입관은, 내경을 7mm 이상, 30mm 이하의 것으로 하는 것이 바람직하다. 취입관의 내경이 7mm 미만에서는, 미분탄의 막힘 등을 고려했을 때 막힘이 발생하기 쉽다. 그 때문에 미분탄을 취입하는 취입관을 포함하여, 조합하는 취입관의 내경은 7mm 이상으로 한다. 또한, 전술한 바와 같이, 취입관 내를 흐르는 가스로 당해 취입관을 냉각하는 것을 고려했을 때, 취입관의 내경이 30mm를 초과하면 가스 유속의 증가가 곤란해져, 결과적으로 냉각 부족이 된다. 그 때문에, 취입관의 내경은, 30mm 이하로 한다. 바람직하게는, 8mm 이상, 25mm 이하로 한다.

[0069] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태의 고로 조업 방법에서는, 미분탄(고체 환원재)(6), LNG(기체 환원재)(9), 산소(지연성 가스)를 렌스(4)로부터 송풍구(3)에 동시에 취입하는 경우에, 각각의 취입관이 상기 관속형 렌스의 외경을 극단적으로 증가시키는 일 없이, 취입관의 간극을 크게 유지할 수 있고, 따라서 냉각능의 확보와 연소성의 향상을 양립시킬 수 있다. 그 결과, 환원재 원단위를 저감시킬 수 있다.

[0070] 이것은, 다른 실시 형태로서, 전술의 미분탄, LNG, 산소를 렌스(4)로부터 로 내에 취입하는 것을 대신하여, 예를 들면, 2종의 고체 환원재, 즉, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 렌스(4)로부터 동시에 송풍구에 취입하는 경우라도, 당해 렌스의 외경을 극단적으로 증가시키는 일 없이, 취입관끼리의 간극을 크게 유지할 수 있기 때문에, 필요한 냉각능을 확보할 수 있다. 그리고, 고휘발분 미분탄(고체 환원재)을 취입하는 취입관의 선단을, 저휘발분 미분탄(고체 환원재)을 취입하는 취입관의 선단보다 0~200mm, 보다 바람직하게는 0~100mm 정도, 송풍의 상류측에 설정한 경우, 연소성을 향상시킬 수 있어, 환원재의 원단위를 저감시킬 수 있다.

[0071] 또한, 다른 실시 형태의 고로 조업 방법으로서, LNG(기체 환원재), 미분탄(고체 환원재)을 렌스로부터 동시에 송풍구에 취입하는 경우를 생각할 수 있다. 이 경우는, 복수의 취입관을 병렬시킨 상태로 묶어서 이것을 렌스 본관 내에 수용하여 이루어지는 관속형 렌스를 이용함으로써, 렌스의 외경을 극단적으로 증가시키는 일 없이, 게다가 취입관끼리의 간극을 크게 유지할 수 있어, 필요한 냉각능을 확보할 수 있다. 게다가, LNG(기체 환원재)를 취입하는 취입관의 선단을, 미분탄(고체 환원재)을 취입하는 취입관의 선단보다 0~200mm 정도, 송풍의 상류측에 설정함으로써, 연소성을 향상할 수 있어, 그 결과, 환원재 원단위를 저감할 수 있다.

[0072] 또한, 미분탄을 취입하는 제1관(21)에 대하여, 그 외의 제2관(22) 및 제3관(23)이 감기고 또한 그들 취입관이 일체로 된 렌스(4)를 사용함으로써, 미분탄류의 주위에서 LNG류와 산소류가 선회하는 바와 같은 유동이 되어, 미분탄을 확산하면서 취입할 수 있어, 미분탄의 연소율을 보다 한층 향상할 수 있다.

[0073] 또한, 산소를 취입하는 제3관(23)의 선단부에 측정부를 형성함으로써, 산소의 취입 유속을 용이하게 조정할 수 있게 된다.

[0074] 또한, 이 실시 형태에 있어서, 상기 고체 환원재로서의 고휘발분 미분탄 및 저휘발분 미분탄으로는 다음과 같은 것을 이용할 수 있다. 이들의 구별은, 휘발분 (VM: Volatile Matter)이 25% 이상인 미분탄을 고휘발분 미분탄, 휘발분이 25% 미만인 미분탄을 저휘발분 미분탄으로 한다. 저휘발분 미분탄은, 고정 탄소(FC: Fixed Carbon) 71.3%, 휘발분 19.6%, 회분(Ash) 9.1%로, 취입 조건은 25.0kg/h(제철 원단위로 79kg/t상당)로 한다. 또한, 고휘발분 미분탄은, 고정 탄소 52.8%, 휘발분 36.7%, 회분 10.5%로, 취입 조건은 25.0kg/h(제철 원단위로 79kg/t상당)로 한다. 송풍 조건은, 송풍 온도 1100℃, 유량 350Nm³/h, 유속 80m/s, O₂부화 +3.7(산소 농도 24.7%, 공기 중 산소 농도 21%에 대하여, 3.7%의 부화)로 한다.

- [0075] 또한, 고휘발분 미분탄용 취입관에 대해서는, 제2관(22)의 선단 위치를, 도 18에 나타내는 바와 같이, 렌스의 삽입 방향 선방을 로 내측, 그 반대측을 송풍측이라고 정의했을 때, 도 19a와 같이 제1관(21), 제3관(23)의 선단과 동일한 위치, 도 19b와 같이 제1관(21), 제3관(23)의 선단보다 송풍측, 도 19c와 같이 제1관(21), 제3관(23)의 선단보다 로 내측의 각각에 대해서, 그 위치(거리)를 여러 가지로 변경할 수 있다.
- [0076] 도 20에는, 상기 연소 실험에 있어서의 연소율에 대해서 나타내는 것이다. 이 도면의 횡축은, 전술한 저휘발분 미분탄의 취입관, 즉 제1관(21)의 선단에 대한 고휘발분 미분탄의 취입관, 즉 제2관(22)의 선단의 송풍측으로의 위치(mm)이다. 또한, 도면의 종축은, 고휘발분 미분탄의 취입관, 즉 제2관(22)의 선단이 저휘발분 미분탄의 취입관, 즉 제1관(21)의 선단과 동일한 위치(0mm)일 때와의 연소율의 차(%)이다. 또한, 도면 중의 검은 동그라미는 렌스로부터 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 취입한 경우, 흰색 동그라미는 렌스로부터 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄과 산소를 취입한 경우를 나타내고 있다.
- [0077] 동 도면으로부터 분명한 바와 같이, 저휘발분 미분탄과 고휘발분 미분탄을 동시에 취입하는 경우, 관속형 렌스의 저휘발분 미분탄 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄 취입관의 선단을 0~100mm 송풍의 상류측에 한 경우, 연소율이 향상되고, 송풍의 상류측으로의 거리가 100mm의 앞에서 가장 연소율이 상승하고 있다. 이것은, 저휘발분 미분탄 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄 취입관의 선단을 송풍측 가까이 배치한 경우, 저휘발분 미분탄이 취입되기 전에 연소되는 고휘발분 미분탄의 양이 증가하고, 고휘발분 미분탄의 연소장(burning site)이 저휘발분 미분탄의 취입 위치와 겹쳐, 저휘발분 미분탄이 승온되는 효과가 높아진 것으로 생각된다. 이때, 고휘발분 미분탄의 취입관의 선단이 100mm를 초과하여 송풍측이 되면 연소율이 저하되고 있지만, 이것은 100mm보다 송풍측 가까이에서는 저휘발분 미분탄이 취입되기 이전에 고휘발분 미분탄의 연소가 종료하고, 그 연소에서 발생한 열이 송풍으로 이행하기 때문이라고 생각된다.
- [0078] 또한, 저휘발분 미분탄과 고휘발분 미분탄과 산소를 동시에 취입하는 경우, 관속형 렌스의 저휘발분 미분탄 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄 취입관의 선단을 0~200mm 송풍의 상류측에 한 경우, 연소율이 향상되고, 송풍측으로의 거리가 100mm일 때 가장 연소율이 상승하고 있다. 이것은, 저휘발분 미분탄 취입관의 선단에 대하여 고휘발분 미분탄 취입관의 선단을 송풍측 가까이 배치한 경우, 저휘발분 미분탄이 취입되기 전에 연소되는 고휘발분 미분탄의 양과 소비되는 열풍 중의 산소의 양이 증가하고, 고휘발분 미분탄의 연소장이 저휘발분 미분탄의 취입 위치와 겹쳐, 저휘발분 미분탄이 승온되는 효과가 높아지는 한편, 산소 취입관으로부터 취입되는 산소의 고휘발분 미분탄 연소에 의한 소비가 억제되어, 저휘발분 미분탄과 산소의 혼합성이 향상되기 때문이라고 생각된다.
- [0079] 또한, 상기 도 20에 나타내는 연소율의 결과는, 고휘발분 미분탄과 저휘발분 미분탄을 동시에 취입하는 예이지만, 이것은 예를 들면, 도 21에 나타내는 LNG의 취입시에도 동일한 경향이 나타난다. 즉, 도 21의 횡축에, 전술한 미분탄의 취입관, 즉 제1관(21)의 선단에 대한 LNG의 취입관, 즉 제2관(22)의 선단을 송풍의 상류측에 대하여 동일한 위치(mm)로 하고, 그리고, 도면의 종축을, LNG의 취입관, 즉 제2관(22)의 선단이 미분탄의 취입관, 즉 제1관(21)의 선단과 동일한 위치(0mm)로 했을 때와의 연소율의 차(%)의 경우도 동일하다. 또한, 도 21 중의 검은 동그라미는 렌스로부터 LNG와 미분탄의 양쪽 모두를 취입한 경우, 한편, 흰색 동그라미는 렌스로부터 LNG와 미분탄과 산소를 취입한 경우를 나타내고 있다.
- [0080] 이와 같이, 미분탄과 LNG를 동시에 취입하는 경우, 관속형 렌스의 미분탄 취입관의 선단에 대하여 LNG 취입관의 선단을 0~100mm 송풍의 상류측에 한 경우, 연소율이 향상되고, 송풍측으로의 거리가 100mm의 앞에서 가장 연소율이 상승하고 있다. 이것은, 미분탄 취입관의 선단에 대하여 LNG 취입관의 선단을 송풍측 가까이 배치한 경우, 미분탄이 취입되기 전에 연소되는 LNG의 양이 증가하고, LNG의 연소장이 미분탄의 취입 위치와 겹쳐, 미분탄이 승온되는 효과가 높아진 것으로 생각된다. 이때, LNG의 취입관의 선단이 100mm를 초과하여 송풍측 가까이 가 되면 연소율이 저하되고 있지만, 이것은 100mm보다 송풍측에서는 미분탄이 송풍되기 이전에 LNG의 연소가 종료되고, 그 연소로 발생한 열이 송풍으로 이행하기 때문이라고 생각된다.
- [0081] 또한, 미분탄과 LNG와 산소를 동시에 취입하는 경우, 관속형 렌스의 미분탄 취입관의 선단에 대하여 LNG 취입관의 선단을 0~200mm 송풍측으로 한 경우, 연소율이 향상되고, 송풍측으로의 거리가 100mm일 때 가장 연소율이 상승하고 있다. 이것은, 미분탄 취입관의 선단에 대하여 LNG 취입관의 선단을 송풍측에 배치한 경우, 미분탄이 취입되기 전에 연소되는 LNG의 양과 소비되는 열풍 중의 산소의 양이 증가하고, LNG의 연소장이 미분탄의 취입 위치와 겹쳐, 미분탄이 승온되는 효과가 높아지는 한편, 산소 취입관으로부터 취입되는 산소의 LNG 연소에 의한 소비가 억제되고, 미분탄과 산소의 혼합성이 향상되기 때문이라고 생각된다.

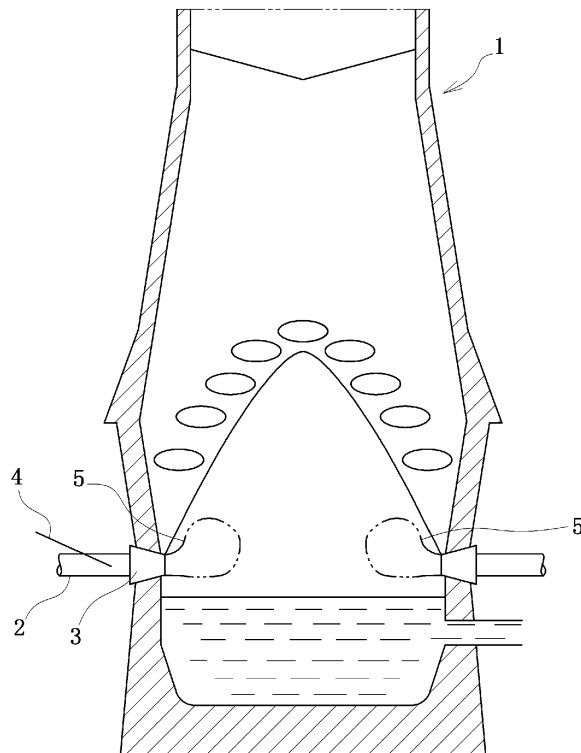
부호의 설명

[0082]

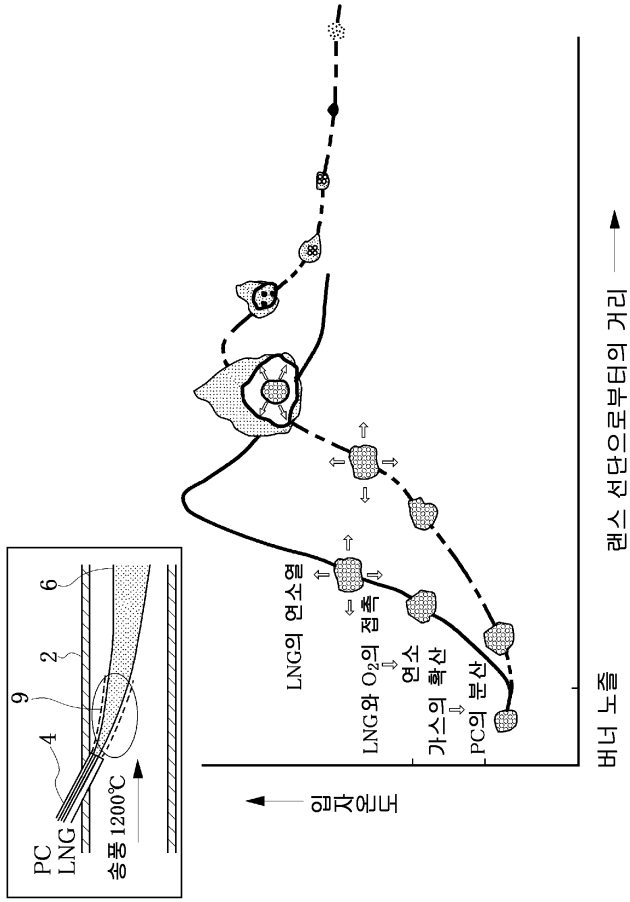
- 1 : 고로(blast furnace)
- 2 : 송풍관(tuyere pipe)
- 3 : 송풍구(tuyere)
- 4 : 랜스(lance)
- 5 : 레이스 웨이(raceway)
- 6 : 미분탄(고체 환원재)
- 7 : 코크스
- 8 : 차르(char)
- 9 : LNG(기체 환원재)
- 21 : 제1관
- 22 : 제2관
- 23 : 제3관

도면

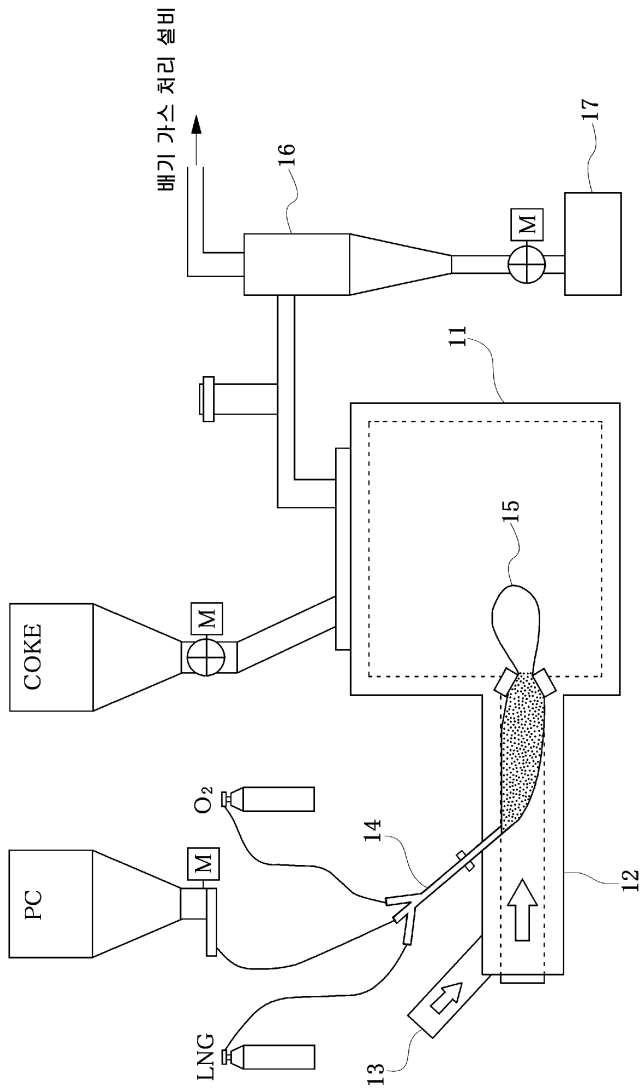
도면1



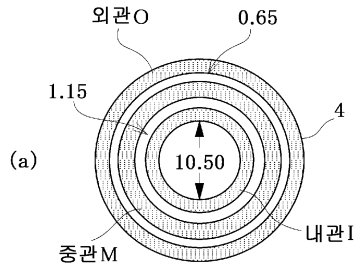
도면4



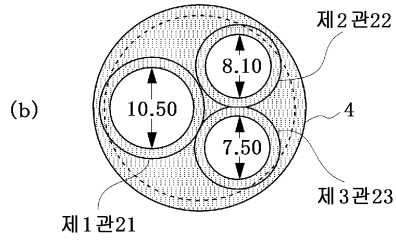
도면5



도면6

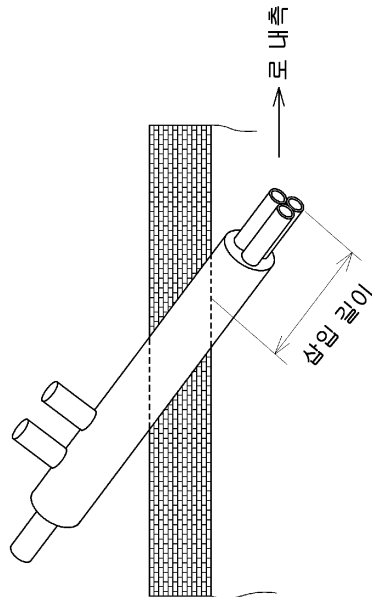
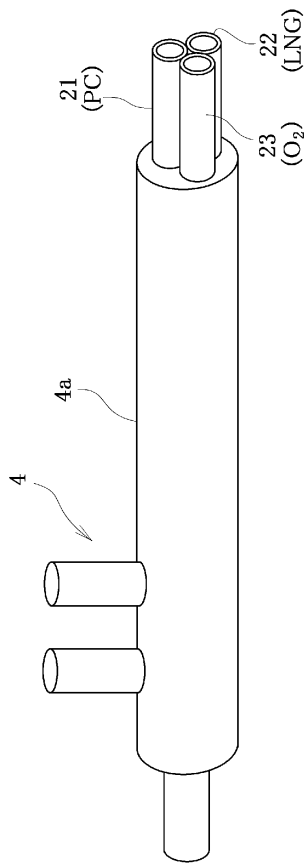


	호칭 경	호칭 두께	외 경 mm	내 경 mm	두께 mm
외 관	20A	스케줄 10S	27.20	23.00	2.1
중 관	15A	스케줄 40	21.70	16.10	2.8
내 관	8A	스케줄 10S	13.80	10.50	1.65



	호칭 경	호칭 두께	외 경 mm	내 경 mm	두께 mm
제1 관	8A	스케줄 5S	13.80	10.50	1.65
제2 관	6A	스케줄 10S	10.50	8.10	1.20
제3 관	6A	스케줄 20S	10.50	7.50	1.50

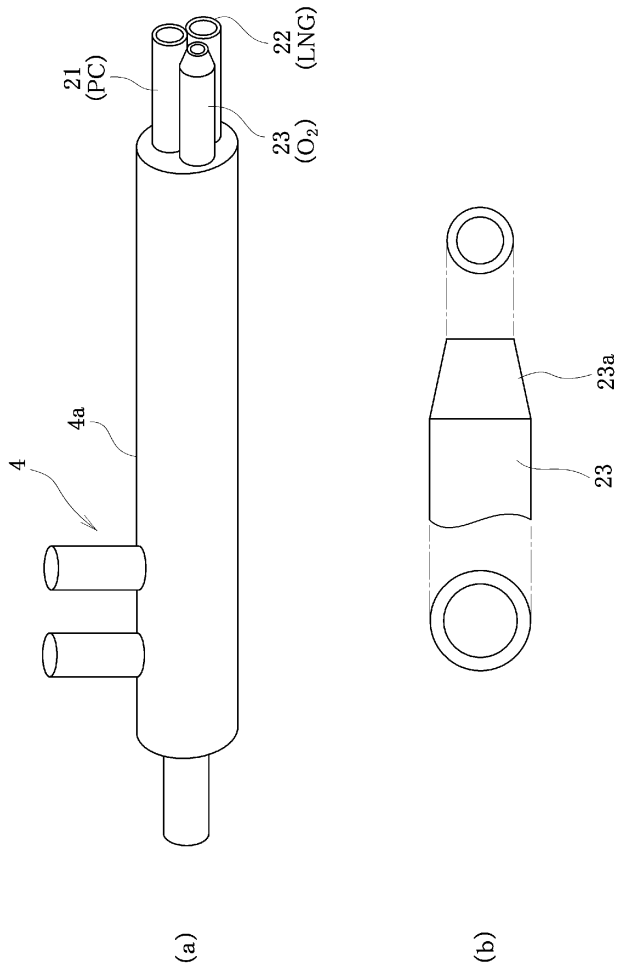
도면7



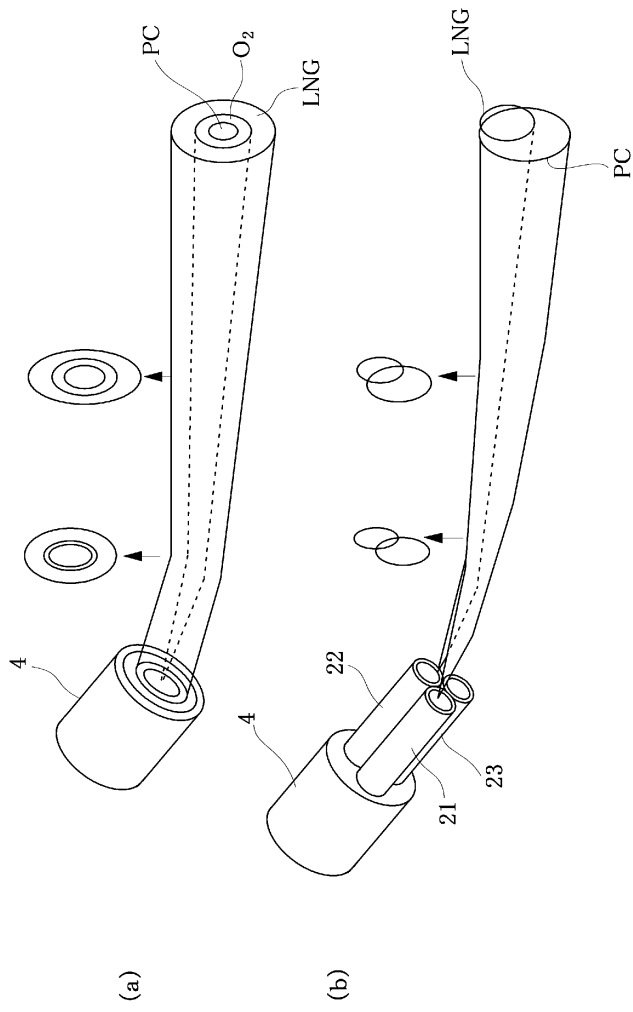
(a)

(b)

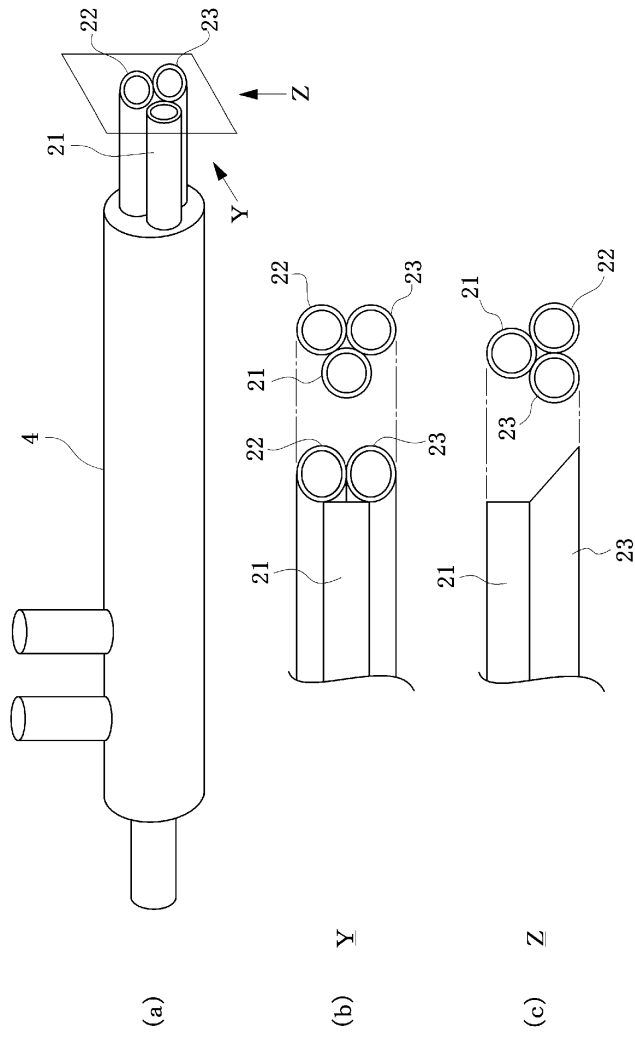
도면8



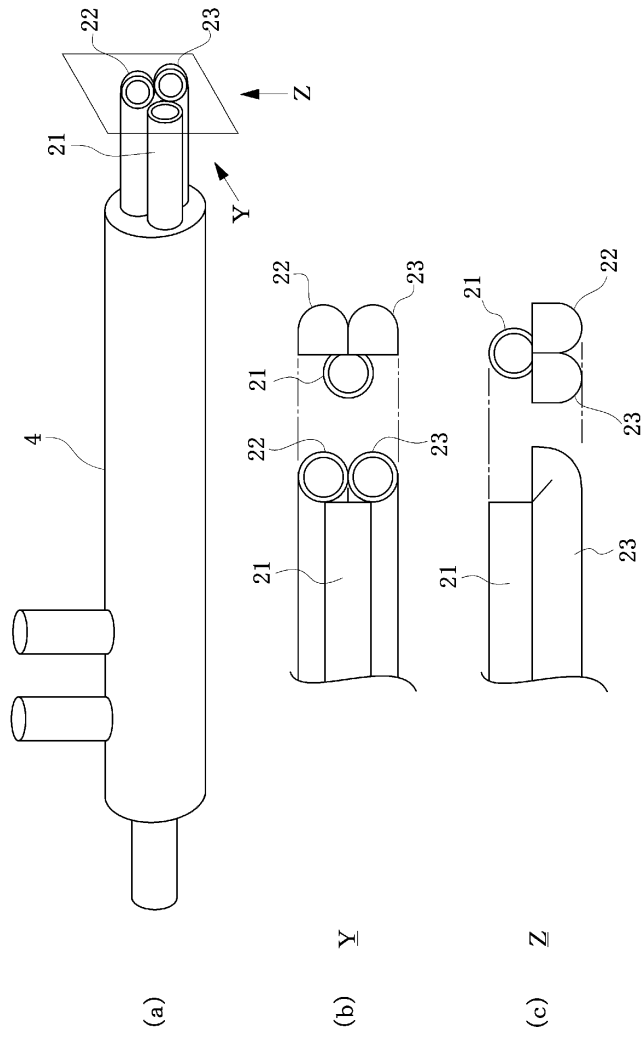
도면9



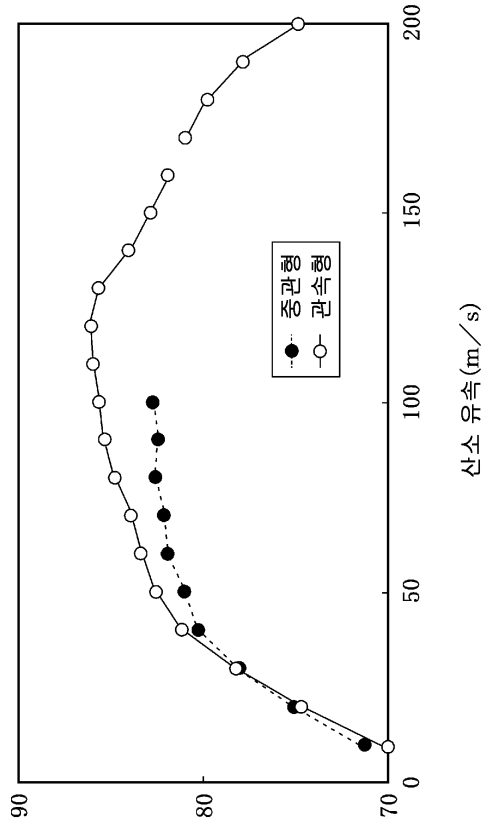
도면10



도면11

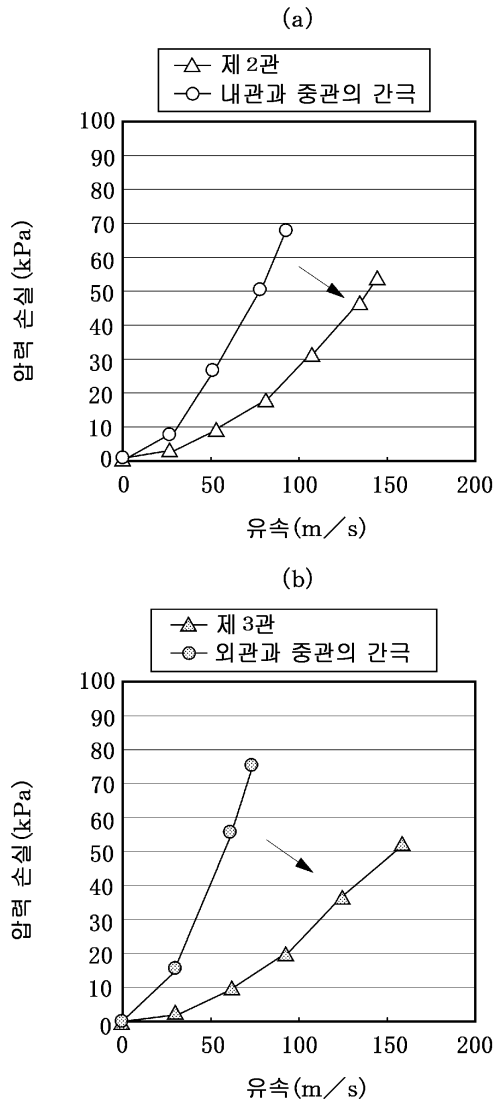


도면12

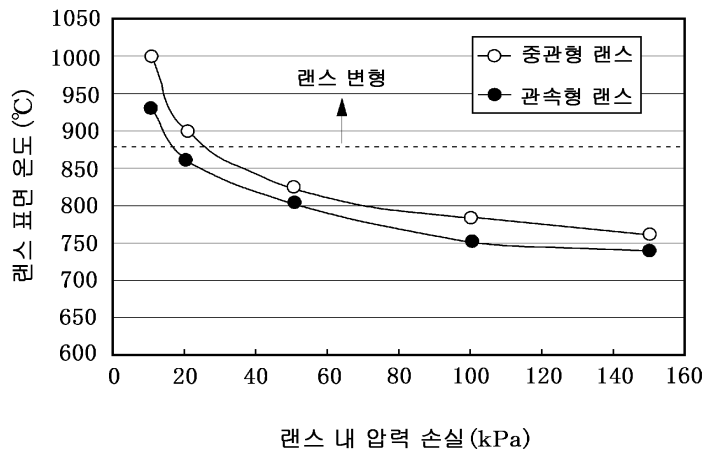


(%) 풍속의 방향편차

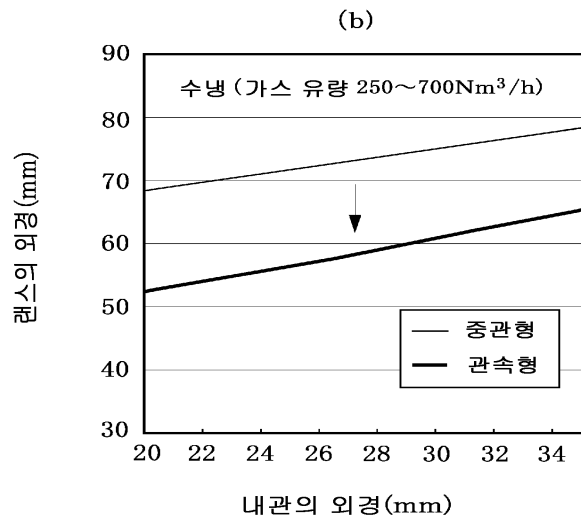
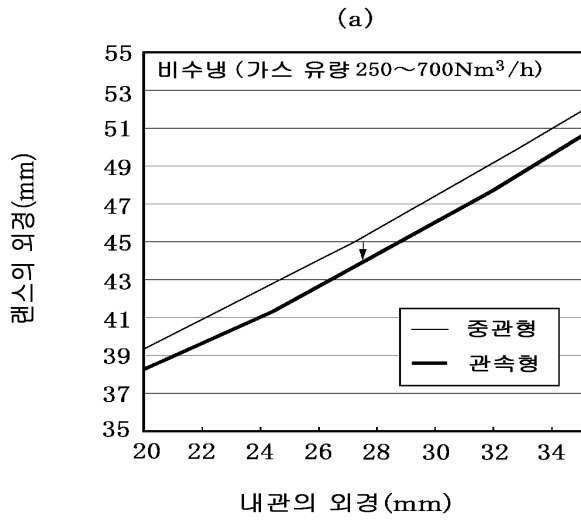
도면13



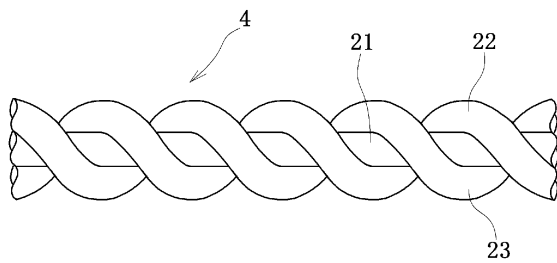
도면14



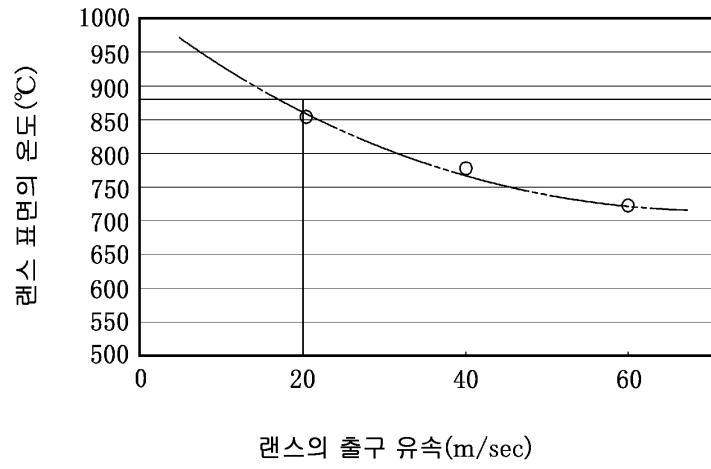
도면15



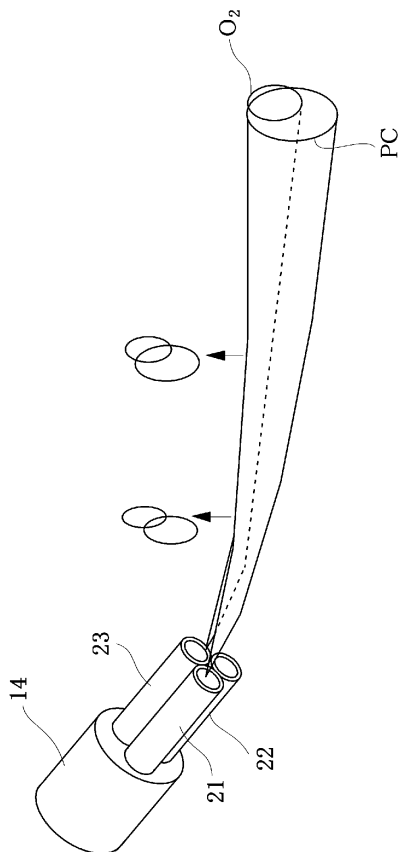
도면16



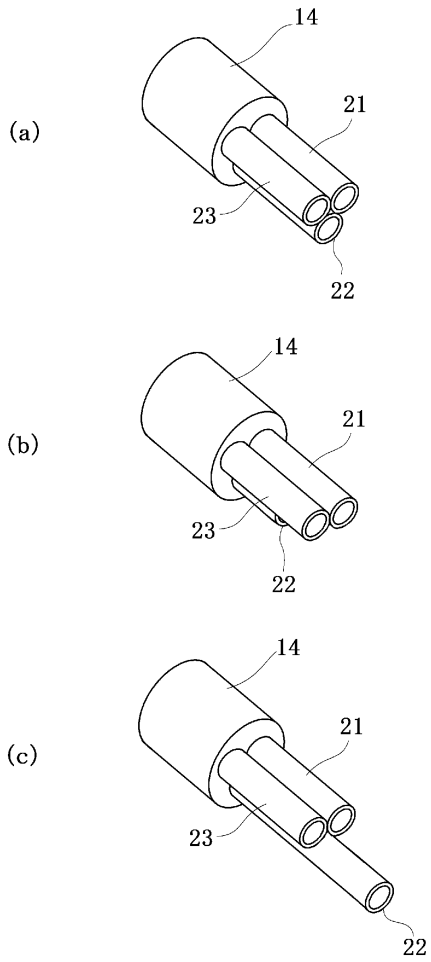
도면17



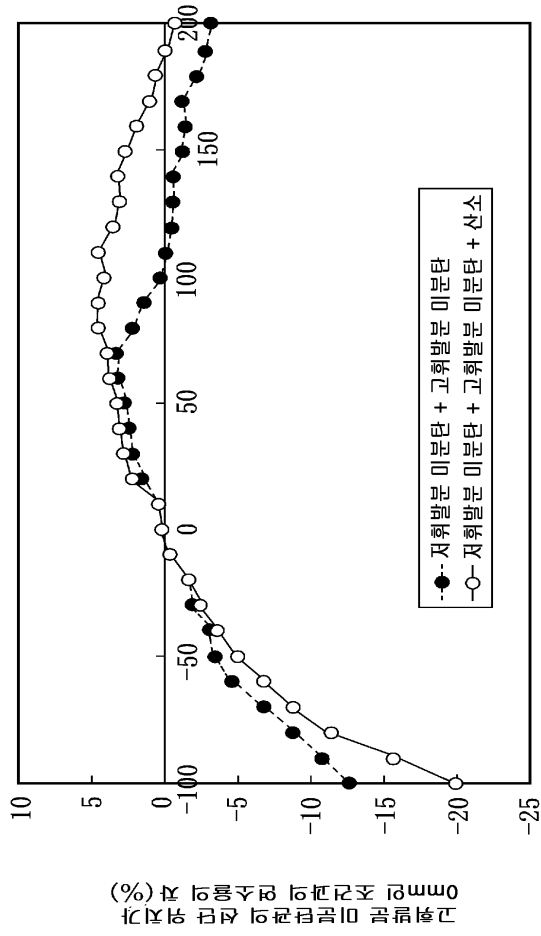
도면18



도면19



도면20



도면21

