



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월22일

(11) 등록번호 10-1475130

(24) 등록일자 2014년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22B 1/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7027071

(22) 출원일자(국제) 2011년03월18일

심사청구일자 2012년10월17일

(85) 번역문제출일자 2012년10월17일

(65) 공개번호 10-2012-0130260

(43) 공개일자 2012년11월29일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/057494

(87) 국제공개번호 WO 2011/118822

국제공개일자 2011년09월29일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-067916 2010년03월24일 일본(JP)

JP-P-2011-054554 2011년03월11일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008291354 A*

KR1020020051267 A*

KR1020080050508 A*

JP2008095170 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

제이에프이 스텔 가부시키가이샤

일본 도쿄도 지요다구 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 히비야 고구사이 비루

(72) 발명자

이와미 유지

일본국1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸
2쵸메 2반 3고 제이에프이 스텔 가부시키가이샤
지적재산부내

오야마 노부유키

일본국1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸
2쵸메 2반 3고 제이에프이 스텔 가부시키가이샤
지적재산부내

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

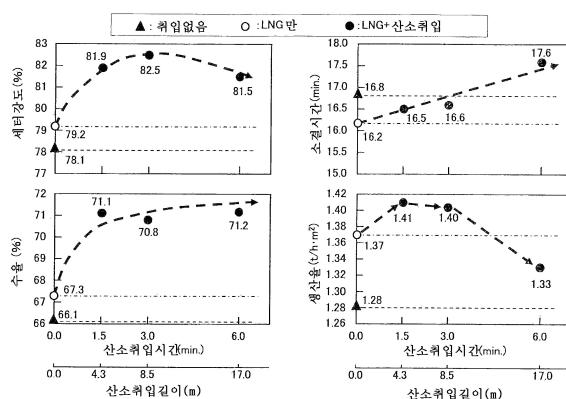
전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이학왕

(54) 발명의 명칭 소결광의 제조 방법

(57) 요약

순환 이동하는 팰릿상에 분광석과 탄재를 포함한 소결 원료를 장입하여 장입층을 형성하고, 그 장입층 표면의 탄재에 점화하는 동시에, 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 포함한 장입층 위쪽의 공기를 팰릿 아래에 배치된 윈드박스에서 흡인하여 장입층내에 도입하고, 장입층내에 있어서 상기 기체 연료와 탄재를 연소시켜 소결광을 제조하는 방법에 있어서, 탄재의 연소열로 소결할 때에 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역에 상기 기체 연료를 공급해서 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 하는 동시에, 상기 기체 연료 공급 영역에서 공기 중의 산소를 부화하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

대표 도 - 도22

특허청구의 범위

청구항 1

순환 이동하는 팰럿상에 분광석과 탄재를 포함하는 소결 원료를 장입하여 장입층을 형성하고, 그 장입층 표면의 탄재에 점화하는 동시에, 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 포함하는 장입층 위쪽의 공기를 팰럿 아래에 배치된 윈드박스에서 흡인하여 장입층내에 도입하고, 장입층내에 있어서 상기 기체 연료와 탄재를 연소시켜 소결광을 제조하는 방법에 있어서,

상기 소결 원료 중의 탄재량을 변화시켜, 최고 도달 온도를 1200~1400°C의 범위로 유지하고, 상기 탄재의 연소 열로 소결할 때에 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역에 상기 기체 연료를 공급하여 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 하는 동시에, 상기 기체 연료 공급 영역의 상류측 1/2 이내의 영역에서 공기 중의 산소를 부화하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법

청구항 2

순환 이동하는 팰럿상에 분광석과 탄재를 포함하는 소결 원료를 장입하여 장입층을 형성하고, 그 장입층 표면의 탄재에 점화하는 동시에, 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 포함하는 장입층 위쪽의 공기를 팰럿 아래에 배치된 윈드박스에서 흡인하여 장입층내에 도입하고, 장입층내에 있어서 상기 기체 연료와 탄재를 연소시켜 소결광을 제조하는 방법에 있어서,

상기 소결 원료 중의 탄재량을 변화시켜, 최고 도달 온도를 1200~1400°C의 범위로 유지하고, 상기 탄재의 연소 열로 소결할 때에 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역에 상기 기체 연료를 공급하여 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 하는 동시에, 상기 기체 연료 공급 영역의 상류측 (1/4~1/2) 이내의 영역에서 공기 중의 산소를 부화하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 산소의 부화에 의해서, 공기 중의 산소 농도를 21vol% 초과 35vol% 미만으로 하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 산소의 부화에 의해서, 산소 부화 영역에 있어서의 장입층내의 가스 분위기 중의 O₂ 농도를 12.5vol% 이상으로 하고, 또한 최고 도달 온도를 1275~1375°C의 온도 범위로 하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기체 연료의 공급과 산소의 부화에 의해, 상기 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역의 고온역 유지 시간을 150초 이상 300초 이하로 하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

공급하는 기체 연료의 발열량 상당 이상의 양의 탄재를 삭감하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기체 연료를 첨가한 공기는 미리 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 공기에 첨가한 것, 또는 장입 충상의 대기 중에 기체 연료를 고속으로 분사해서 연소 하한 농도 이하로 희석한 것 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기체 연료는 기체 연료를 공급하는 영역의 장입충 위쪽에 설치된 후드내의 높이 방향 중간부에 간극을 갖고 1단 이상 배치된 배플판의 아래쪽에 공급하고, 상기 부화하는 산소는 상기 후드내의 배플판의 위쪽에 있어서 배플판의 간극을 향해 공급하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 하방 흡인식의 드와이트 로이드 소결기를 이용하여, 고강도이고 피환원성이 우수한 고품질의 고로 원료용 소결광을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고로 제선법의 주원료인 소결광은 일반적으로, 도 1에 나타내는 바와 같은 공정을 거쳐 제조된다. 소결광의 원료는 철광석분이나 소결광 체밀분, 체철소내에서 발생한 회수분, 석회석 및 돌로마이트 등의 CaO계 함유부원료, 생석회 등의 조립조제, 코크스분이나 무연탄 등이며, 이를 원료는 호퍼(1) . . . 의 각각으로부터, 컨베이어상에 소정의 비율로 잘라내어진다. 잘라내어진 원료는 드럼 막서(2 및 3) 등에 의해서 적량의 물이 가해지고, 혼합, 조립되어, 평균직경이 3~6mm의 의사 입자인 소결 원료로 된다. 이 소결 원료는 그 후, 소결기 상에 배치되어 있는 서지 호퍼(4, 5)로부터 드럼 피더(6)와 장입 슈트(7)를 통해, 무단(endless) 이동식의 소결기 펠릿(8)상에 400~800mm의 두께로 장입되고, 소결 베드라고도 하는 장입충(9)을 형성한다. 그 후, 장입충(9)의 위쪽에 설치된 점화로(10)에 의해 장입충 표층의 탄재에 점화하는 동시에, 펠릿(8)의 바로 아래에 배치된 원드박스(풍상)(11)를 통해 장입충 위쪽의 공기를 아래쪽으로 흡인하는 것에 의해, 장입충내의 탄재를 순차 연소시키고, 이 때에 발생하는 연소열로 상기 소결 원료를 용융해서 소결 케이크를 얻는다. 이와 같이 해서 얻은 소결 케이크는 그 후, 파쇄, 정립되고, 약 5mm 이상의 괴성물이 완성품 소결광으로서 회수되고, 고로에 공급된다.

[0003] 상기 제조 프로세스에 있어서, 점화로(10)에 의해서 점화된 장입충내의 탄재는 그 후, 장입충내를 상층에서 하층을 향해 흡인되는 공기에 의해서 연소를 계속하고, 두께 방향에 폭을 가진 연소·용융대(이후, 단지 「연소대」라고도 함)를 형성한다. 이 연소대의 용융 부분은 상기 흡인되는 공기의 흐름을 저해하기 때문에, 소결 시간이 연장해서 생산성이 저하되는 요인으로 된다. 또, 이 연소대는 펠릿(8)이 하류측으로 이동함에 수반해서 점차 장입충의 상층에서 하층으로 이행하고, 연소대가 통과한 후에는 소결 반응이 완료된 소결 케이크층(이후, 단지 「소결층」이라고도 함)이 생성된다. 또, 연소대가 상층에서 하층으로 이행함에 수반하여, 소결 원료 중에 포함되는 수분은 탄재의 연소열로 기화하여, 아직 온도가 상승해 있지 않은 하층의 소결 원료 중에 농축되고, 습윤대를 형성한다. 이 수분 농도가 어느 정도 이상이 되면, 흡인 가스의 유로로 되는 소결 원료의 입자간의 공극이 수분으로 메워져, 용융대와 마찬가지로, 통기 저항을 증대시키는 요인으로 된다.

[0004] 도 2는 두께가 600mm인 장입충 중을 이동하는 연소대가, 장입충내의 펠릿상 약 400mm의 위치(장입충 표면으로부터 200mm 아래)에 있을 때의 장입충내의 압손과 온도의 분포를 나타낸 것이며, 이 때의 압손 분포는 습윤대에 있어서의 것이 약 60%, 연소대에 있어서의 것이 약 40%인 것을 나타내고 있다.

[0005] 그런데, 소결기의 생산량(t/hr)은 일반적으로, 생산율($t/hr \cdot m^3$) \times 소결기 면적(m^3)에 따라 결정된다. 즉, 소결기의 생산량은 소결기의 기폭이나 기장, 원료 장입충의 두께, 소결 원료의 부피 밀도, 소결(연소) 시간, 수율 등에 따라 변화한다. 따라서, 소결광의 생산량을 증가시키기 위해서는 장입충의 통기성(압손)을 개선하여 소결

시간을 단축하거나, 혹은 파쇄전의 소결 케이크의 냉간 강도를 높여 수율을 향상시키는 것 등이 유효하다고 고려되고 있다.

[0006] 도 3은 소결광의 생산성이 높을 때와 낮을 때, 즉, 소결기의 팰럿 이동 속도가 빠를 때와 느릴 때의 장입충내의 임의의 점에 있어서의 온도와 시간의 추이를 나타낸 것이다. 소결 원료의 입자가 용융하기 시작하는 1200°C 이상의 온도로 유지되는 시간은 생산성이 낮은 경우에는 T_1 , 생산성이 높은 경우에는 T_2 로 나타나 있다. 생산성이 높을 때에는 팰럿의 이동 속도가 빠르기 때문에, 고온역 유지 시간 T_2 가, 생산성이 낮을 때의 T_1 에 비해 짧아진다. 그러나, 1200°C 이상의 고온에서의 유지 시간이 짧아지면 소성 부족으로 되고, 소결광의 냉간 강도가 저하하며, 수율이 저하해 버린다. 따라서, 고강도의 소결광을 단시간이고 또한 고수율로 생산성 좋게 제조하기 위해서는 어떠한 수단을 강구하여, 1200°C 이상의 고온에서 유지되는 시간을 연장하고, 소결광의 냉간 강도를 높여 줄 필요가 있다. 또한, 소결광의 냉간 강도를 나타내는 지표로서는 일반적으로, SI(세터(shatter) 인덱스), TI(텀블러 인덱스)가 이용되고 있다.

[0007] 도 4는 점화로에서 점화된 장입충 표층의 탄재가, 흡인되는 공기에 의해서 연소를 계속해서 연소대를 형성하고, 이것이 장입충의 상층에서 하층으로 순차 이동하고, 소결 케이크가 형성되어 가는 과정을 모식적으로 나타낸 도면이다. 또, 도 5의 (a)는 상기 연소대가, 도 4에 나타낸 굽은 테두리내에 나타낸 장입충의 상층부, 중층부 및 하층부의 각 충내에 존재하고 있을 때의 온도 분포를 모식적으로 나타낸 것이다. 소결광의 강도는 1200°C 이상의 온도로 유지되는 온도와 시간의 끝에 영향을 받고, 그 값이 클수록 소결광의 강도는 높아진다. 그 때문에, 장입충내의 중층부 및 하층부는 장입충 상층부의 탄재의 연소열이 흡인되는 공기에 의해서 운반되어 예열되기 때문에, 높은 온도로 장시간에 걸쳐 유지되는데 반해, 장입충 상층부는 예열되지 않는 분만큼, 연소열이 부족하고, 소결에 필요한 연소 용융 반응(소결 반응)이 불충분하게 되기 쉽다. 그 결과, 장입충의 폭 방향 단면내에 있어서의 소결광의 수율 분포는 도 5의 (b)에 나타낸 바와 같이, 장입충 상층부일수록 수율이 낮아진다. 또, 팰럿 양 폭 단부도, 팰럿 측벽으로부터의 방열이나, 통과하는 공기량이 많은 것에 의한 과냉각에 의해서, 소결에 필요한 고온역에서의 유지 시간을 충분히 확보할 수 없어, 역시 수율이 낮아진다.

[0008] 이들 문제에 대해, 종래는 소결 원료 중에 첨가하고 있는 탄재(분코크스)량을 증량하는 것이 실행되어 왔다. 그러나, 코크스의 첨가량을 늘리는 것에 의해서, 도 6에 나타낸 바와 같이, 소결충내의 온도를 높이고, 1200°C 이상으로 유지되는 시간을 연장할 수 있지만, 그와 동시에, 소결시의 최고 도달 온도가 1400°C를 넘게 되며, 이하에 설명하는 이유에 의해서, 소결광의 피환원성이거나 냉간 강도의 저하를 초래하게 된다.

[0009] 비특허문헌 1에는 소결 과정에서 소결광 중에 생성하는 각종 광물의 인장 강도(냉간 강도)와 피환원성에 대해, 표 1과 같이 나타나 있다. 그리고, 소결 과정에서는 도 7에 나타낸 바와 같이, 1200°C에서 용액이 생성하기 시작하고, 소결광의 구성 광물 중에서 가장 고강도이고, 피환원성도 비교적 높은 칼슘 페라이트가 생성된다. 이것이, 소결 온도로서 1200°C 이상을 필요로 하는 이유이다. 그러나, 더욱 승온이 진행하여 1400°C를 넘고, 정화하게는 1380°C를 넘게 되면, 칼슘 페라이트는 냉간 강도와 피환원성이 가장 낮은 비정질 규산염(칼슘 실리케이트)과, 환원 분화되기 쉬운 해정(skeleton-crystal)형상 2차 해마타이트로 분해하기 시작한다. 또, 소결광의 환원 분화의 기점으로 되는 2차 해마타이트는 광물 합성 시험의 결과로부터, 도 8의 상태도에 나타낸 바와 같이, Mag.ss+Liq.역까지 승온하고, 냉각했을 때에 석출되므로, 상태도상에 나타낸 (1)의 경로가 아닌, (2)의 경로를 거쳐서 소결광을 제조하는 것이 환원 분화를 억제하는데 있어서 중요하다고 하고 있다.

[표 1]

광물종류	인장강도 (MPa)	피환원성 (%)
헤마타이트	49	50
마그네타이트	58	22
칼슘 페라이트	102	35
칼슘 실리케이트	19	3

[0010] 즉, 비특허문헌 1에는 소결광의 품질을 확보하는데 있어서, 연소시의 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간 등의 제어가 매우 중요한 관리 항목이며, 이를 제어 여하에 따라 소결광의 품질이 대략 결정되는 것이 개시되어 있다. 따라서, 환원분화성(RDI)이 우수하고 또한 고강도이고 피환원성이 우수한 소결광을 얻기 위해서는 1200°C 이상의 온도에서 생성한 칼슘 페라이트를, 칼슘 실리케이트와 2차 해마타이트로 분해시키지 않는 것이 중요하며, 그를 위해서는 소결시에 있어서의 장입충내의 최고 도달 온도를 1400°C 초과, 바람직하게는 1380°C 초과로 하는 일 없이, 장입충내의 온도를 1200°C(칼슘 페라이트의 고상선 온도) 이상으로 장시간 유지하는 것이

필요하게 된다. 이후, 본 발명에서는 상기 1200°C 이상 1400°C 이하의 온도역으로 유지되는 시간을 「고온역 유지 시간」으로 하는 것으로 한다.

[0013] 또한, 전술한 장입층 상층부의 수율 저하를 개선하고, 생산성을 향상하고자 하는 기술에 대해서는 종래부터 몇 개인가 제안되고 있다. 예를 들면, 특허문현 1에는 소결광을 제조할 때에, 소결 원료중에 첨가한 코크스에 부가해서, 소결 원료에 흡인되는 공기 중에 발열성 가스를 첨가하고, 이것을 소결대에서 연소시키는 것에 의해서, 소결광의 강도나 생산율, 완성품 수율의 향상을 도모하는 기술이 제안되어 있다. 그러나, 이 특허문현 1의 기술은 코크스와 기체 연료를 연소시키는 것에 의해서 소결시의 최고 도달 온도를 높이고, 소결광의 강도나 생산율, 수율의 향상을 도모하고 있기 때문에, 완성품 소결광의 피환원성(RI)의 악화를 초래한다고 하는 문제가 있다.

[0014] 또, 특허문현 2에는 장입층 상층부를 충분히 소성한 시점에서, 장입층에 공급하는 산소 함유 가스의 질량 유량을, 장입층 상층부를 소성하는 범위에 있어서 공급하는 산소 함유 가스의 질량 유량의 1.01~2.6배로 하고, 장입층내의 차압을 증가시켜, 연소 용융대의 이행 속도를 극단적으로 가속하고, 생산율을 증대시키는 동시에 제품 수율 및 품질이 우수한 제품을 얻는 방법이 제안되어 있다. 그러나, 이 특허문현 2의 기술은 장입층의 층 두께의 증가나 팰럿 이동 속도의 증가가 가능하게 되고, 소결기의 생산율을 향상시킬 수 있지만, 그것은 연소 용융대의 이동 속도와 최고 도달 온도를 높이는 것으로도 되기 때문에, 역시, 완성품 소결광의 피환원성의 악화를 초래한다고 하는 문제가 있다.

[0015] 또, 특허문현 3에는 팰럿상의 장입층의 상층부가 소결하는 동안에, 장입층에 흡인되는 연소용 공기 중의 산소 농도를 35% 이상으로 부화하여 소결하는 것에 의해, 생산성 및 완성품 수율을 향상시키는 산소 부화 조업 방법이 제안되어 있다. 그러나, 이 특허문현 3의 기술은 연소 공기 중의 산소 농도를 35% 이상으로 부화함으로써, 코크스의 연소성을 향상시키고, 최고 도달 온도의 상승을 도모하고 있지만, 연소성이 향상하는 분만큼, 소결에 필요한 1200°C 이상의 고온역 유지 시간이 부족하게 된다고 하는 문제가 있다.

[0016] 그래서, 발명자들은 상기 문제점을 해결하는 기술로서, 소결 원료 중에의 탄재 첨가량을 삽감한 후에, 소결기의 접화로의 하류에 있어서, 연소 하한 농도 이하로 희석한 각종 기체 연료를 팰럿 위쪽으로부터 장입층내에 도입하고, 그 기체 연료를 장입층내에서 연소시키는 것에 의해서, 장입층내의 최고 도달 온도 및 고온역 유지 시간의 양쪽을 적정 범위로 제어하는 기술을 특허문현 4~6 등에 제안하고 있다.

선행기술문현

특허문현

[0017] (특허문현 0001) 특허문현 1 : 일본국 특허공고공보 소화46-027126호

(특허문현 0002) 특허문현 2 : WO98/07891호 공보

(특허문현 0003) 특허문현 3 : 일본국 특허공개공보 평성02-073924호

(특허문현 0004) 특허문현 4 : 일본국 특허공개공보 제2008-095170호

(특허문현 0005) 특허문현 5 : 일본국 특허공개공보 제2010-047801호

(특허문현 0006) 특허문현 6 : 일본국 특허공개공보 제2008-291354호

비특허문현

[0018] 武内寿久禰(비특허문현 0001) 비특허문현 1 : 「광물공학」 ; 이마이 히데요시(今井秀喜), 다케우치 히사야(), 후지키 요시노리(藤木良規) 편, (1976), p.175, 아사쿠라 서점

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 하방 흡인식 소결기를 이용한 소결광의 제조 방법에, 상기 특허문현 4~6의 기술을 적용하고, 소결 원료 중에의 탄재 첨가량을 삽감한 후에, 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 장입층내에 도입하고, 기체 연료를 장

입충내에서 연소시킨 경우에는 후술하는 도 16에 나타낸 바와 같이, 상기 기체 연료는 탄재가 연소한 후의 장입충내(소결충내)에서 연소하므로, 연소·용융대의 최고 도달 온도를 1400°C 초과로 하는 일 없이, 연소·용융대의 폭을 두께 방향으로 확대시킬 수 있고, 효과적으로 고온역 유지 시간의 연장을 도모할 수 있다.

[0020] 그러나, 상기 특허문현 4~6의 종래 기술에 있어서는 고강도이고 또한 피환원성이 우수한 고품질의 소결광을 얻기 위해서는 1200°C 이상 1400°C 이하의 고온역에 어느 정도의 시간 유지할 필요가 있는지, 또, 그를 위해서는 희석한 기체 연료를 어느 영역에 공급하면 좋은지, 충분히 명확하게 되어 있지는 않았다.

[0021] 또, 상기 특허문현 4~6의 기술에서 주의하지 않으면 안 되는 것은 소결에 있어서 바람직한 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간의 범위를 결정할 때에, 탄재나 기체 연료를 연소시키는 지연성(支燃性) 가스로서 산소를 21vol% 함유하는 공기를 그대로 이용하고 있는 것이다. 그렇다고 하는 것은 실제의 소결 중의 장입충내는 탄재나 기체 연료의 연소 반응에 의해서, 대기와는 다른 분위기로 되어 있을 것이며, 또, 지연성 가스의 성분이나 조성이 바뀌면, 장입충내의 가스 분위기도 변화하고, 소결시의 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간도 당연히 변화할 것이다. 따라서, 지연성 가스의 특성에 따라, 소결기의 조업 조건을 바꾸어 줄 필요가 있다. 그러나, 종래 기술에서는 지연성 가스의 특성, 특히 공기 중에 포함되는 산소량이 소결성이나 소결광의 품질에 미치는 영향에 대해서는 거의 검토가 이루어지고 있지 않은 것이 실정이다.

[0022] 본 발명은 종래 기술이 안고 있는 상기 문제점을 감안해서 이루어진 것이며, 그 목적은 하방 흡인식 소결기를 이용하여, 탄재와 기체 연료를 장입충내에서 연소시켜 소결광을 제조하는 방법에 있어서, 소결에 필요한 고온역 유지 시간을 명확하게 하고, 기체 연료를 공급해야 할 적정 영역을 결정하는 동시에, 소결시의 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간에 대한 지연성 가스의 영향을 조사하고, 그 결과에 의거하여, 공기 중의 산소 농도를 적정 범위에서 부화하고, 이로써, 고강도이고 피환원성이 우수한 고품질의 소결광을 고수율로 제조하는 방법을 제안하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해 예의 연구를 거듭하였다. 그 결과, 고강도이고 피환원성이 우수한 고품질의 소결광을 얻기 위해, 1200~1400°C의 온도 범위로 유지해야 할 시간, 즉, 고온역 유지 시간은 대략 150초 이상인 것, 따라서, 기체 연료는 상기 고온역 유지 시간이 150초 미만인 영역에 공급해야 하는 것, 또, 종래, 지연성 가스인 산소를 21vol% 함유하는 공기에 또한 산소를 부화한 경우에는 소결시의 가스 분위기가 산화 방향으로 이행하고, 소결 원료 중의 탄재나 기체 연료의 연소 개시 온도를 저온측으로 이행할 수 있고, 최고 도달 온도의 상승을 초래하는 일 없이, 고온역 유지 시간의 대폭적인 연장이 가능하게 되는 것, 그 결과, 소결 광 중에 생성하는 칼슘 페라이트량이 증가하고, 고강도이고 피환원성이 우수한 소결광이 얻어지는 것, 그리고, 산소 부화의 효과를 최대한으로 발현시키기 위해서는 상기 기체 연료를 공급해야 할 영역에 있어서, 바람직하게는 상기 기체 연료를 공급해야 할 영역의 또한 상류측 1/2 이내의 영역에 있어서 산소를 부화해 주는 것이 유효한 것을 발견하고, 본 발명을 완성시켰다.

[0024] 즉, 본 발명은 순환 이동하는 펠릿상에 분광석과 탄재를 포함하는 소결 원료를 장입하여 장입충을 형성하고, 그 장입충 표면의 탄재에 점화하는 동시에, 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 포함한 장입충 위쪽의 공기를 펠릿 아래에 배치된 윈드박스에서 흡인하여 장입충내에 도입하고, 장입충내에 있어서 상기 기체 연료와 탄재를 연소시켜 소결광을 제조하는 방법에 있어서, 탄재의 연소열로 소결할 때에 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역으로의 기체 연료의 공급량을 변화시켜 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 하는 동시에, 상기 기체 연료 공급 영역에서 공기 중의 산소를 부화하는 것을 특징으로 하는 소결광의 제조 방법이다.

[0025] 본 발명의 소결광의 제조 방법은 소결 원료 중의 탄재량을 변화시켜, 최고 도달 온도를 1200~1400°C의 범위로 유지하는 동시에, 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역으로의 기체 연료의 공급량을 변화시켜 고온역 유지 시간을 150초로 하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법은 상기 기체 연료 공급 영역의 상류측 1/2 이내의 영역에서 산소를 부화하거나, 혹은 상기 기체 연료 공급 영역의 상류측(1/4~1/2) 이내의 영역에서 산소를 부화하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법은 상기 산소의 부화에 의해서, 공기 중의 산소 농도를 21vol% 초과 35vol% 미만으로 하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법은 상기 산소의 부화에 의해서, 산소 부화 영역에 있어서의 장입충내의 가스

분위기 중의 O_2 농도를 12.5vol% 이상으로 하고, 또한 최고 도달 온도를 1275~1375°C의 온도 범위로 하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법은 상기 기체 연료의 공급과 산소의 부화에 의해, 상기 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역의 고온역 유지 시간을 150초 이상 300초 이하로 하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법은 공급하는 기체 연료의 발열량 상당 이상의 양의 탄재를 삽감하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법에 있어서의 상기 기체 연료를 첨가한 공기는 미리 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 공기에 첨가한 것, 또는 장입층상의 대기 중에 기체 연료를 고속으로 분사해서 연소 하한 농도 이하로 희석한 것 중의 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0032] 또, 본 발명의 소결광의 제조 방법에 있어서의 상기 기체 연료는 기체 연료를 공급하는 영역의 장입층 위쪽에 설치된 후드내의 높이 방향 중간부에 간극을 갖고 1단 이상 배치된 배플판의 아래쪽에 공급하고, 상기 부화하는 산소는 상기 후드내의 배플판의 위쪽에 있어서 배플판의 간극을 향해 공급하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따르면, 이하의 효과를 얻을 수 있다.

[0034] (1) 1200°C 이상 1400°C 이하의 온도로 유지하는 시간이 부족하게 되는 영역에 한정해서 기체 연료를 공급함으로써, 장입층내의 모든 영역에 있어서, 소결시에 있어서의 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보하는 것이 가능하게 된다.

[0035] (2) 자연성 가스(공기)에 산소를 부화하고, 소결시의 가스 분위기를 산화 방향으로 이행하는 것에 의해서, 소결 광 중의 칼슘 폐라이트의 생성량을 증대시킬 수 있다.

[0036] (3) 또한, 기체 연료를 공급하는 동시에, 산소를 한정한 범위에서 부화하는 것에 의해서, 기체 연료와 소결 원료 중의 탄재의 연소 위치를 저온측으로 이행시킬 수 있으므로, 최고 도달 온도를 상승시키지 않고, 고온역 유지 시간을 연장할 수 있다.

[0037] (4) 따라서, 본 발명에 따르면, 고강도이고 피환원성이 우수한 고품질의 소결광을 생산성 좋게 제조하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 소결 프로세스를 설명하는 개요도이다.

도 2는 소결층내에 있어서의 온도 분포와 압존 분포를 설명하는 그래프이다.

도 3은 고 생산시와 저 생산시에 있어서의 장입층내의 온도 분포를 설명하는 도면이다.

도 4는 소결 진행에 수반하는 장입층내의 변화를 설명하는 모식도이다.

도 5는 연소대가 장입층의 상층부, 중층부 및 하층부의 각 위치에 존재하고 있을 때의 온도 분포와, 장입층의 폭 방향 단면내에 있어서의 소결광의 수율 분포를 설명하는 도면이다.

도 6은 탄재량의 변화(증량)에 의한 장입층내의 온도 변화를 설명하는 도면이다.

도 7은 소결 반응을 설명하는 도면이다.

도 8은 해정형상 2차 헤마타이트가 생성하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 9는 실험에 이용한 횡형 전기로를 설명하는 모식도이다.

도 10은 고온역 유지 시간이 소결광의 냉간 강도 및 칼슘 폐라이트 생성량에 미치는 영향을 나타내는 그래프이다.

도 11은 소결시의 가스 분위기 중의 O_2 농도가 칼슘 폐라이트의 생성 비율에 미치는 영향을 나타내는 그래프이다.

도 12는 소결시의 가스 분위기 중의 $CO/(CO+CO_2)$ 가 칼슘 폐라이트의 생성 비율에 미치는 영향을 나타내는 그레

프이다.

도 13은 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도가 칼슘 실리케이트의 생성 비율에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 14는 소결시의 가스 분위기 중의 CO/(CO+CO₂)가 칼슘 실리케이트의 생성 비율에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 15는 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도 및 소결 온도가 칼슘 페라이트의 생성 비율에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 16은 기체 연료 공급에 의한 소결충내의 온도 분포의 변화를 설명하는 도면이다.

도 17은 기체 연료 공급과 동시에, 산소를 부화했을 때의 소결충내의 온도 분포의 변화를 설명하는 도면이다.

도 18은 실험에 이용한 소결 시험 도가니를 설명하는 도면이다.

도 19는 소결광의 품질, 생산율 등에 미치는 기체 연료 공급의 효과를 나타내는 그레프이다.

도 20은 소결 조건이 소결광의 냉간 강도 SI 및 생산율에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 21은 기체 연료의 공급과 동시에, 산소 부화되는 실험 조건을 설명하는 도면이다.

도 22는 기체 연료의 공급과 산소 부화가 소결광의 품질, 생산율 등에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 23은 기체 연료와 산소를 동시에 공급하는 기체 연료 공급 장치의 일예를 설명하는 도면이다.

도 24는 실시예에 있어서, 기체 연료의 공급과 동시에 산소 부화를 실행하는 실험 조건을 설명하는 도면이다.

도 25는 기체 연료의 공급과 산소 부화가 고온역 유지 시간 및 최고 도달 온도에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

도 26은 기체 연료의 공급과 산소 부화가 소결광의 품질, 생산율 등에 미치는 영향을 나타내는 그레프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명의 기본적인 기술 사상에 대해 설명한다.

[0040] 발명자들은 우선, 고강도이고 또한 피환원성이 우수한 고품질의 소결광을 생산성 좋게 제조하기 위해 필요한 1200℃ 이상 1400℃ 이하의 온도로 유지해야 할 시간(고온역 유지 시간)을 확인하기 위해, 전기로를 이용한 소결 실험을 실행하였다.

[0041] 이 실험에서는 펠리타이저를 이용하여, 입경이 0.5mm 이상의 철광석을 핵 입자로 하고, 입경 0.5mm 미만의 철광석 및 부원료인 탄산칼슘, 이산화규소를 원료로서 참가하면서 조립하고, 약 2~5mmΦ의 소결 원료로 하였다. 다음에, 상기 소결 원료를, 알루미나제의 보트에 싣고, 도 9에 나타낸 횡형 전기로의 균열대 중앙 부근에 장입하고, 1200~1400℃의 온도 범위로 유지 시간을 0~350초의 범위에서 변화시켜 소결하였다. 또한, 상기 실험에서는 소결 실험 중, 전기로 중에 실기(實機) 소결기의 배기가스와 동일 조성의 분위기 가스를 흘려, 실기에서의 소결 조건을 모의하였다. 상기와 같이 하여 얻은 소결광은 그 후, 급랭하여 회수하고, 냉간 강도와 생성한 칼슘 페라이트량을 측정하였다. 소결광의 강도는 상기 공정에서 얻은 소결광을 정립하여 소정의 입도로 한 소결광을, 압체 강도 시험기를 이용해서, 소결광이 압체할 때의 하중(압체 하중)을 구하였다. 또, 칼슘 페라이트량은 분말 X선 회절법을 이용해서 측정하였다.

[0042] 도 10은 상기 실험의 결과를 나타낸 것이며, 이 도면으로부터 이하의 것을 알 수 있었다.

[0043] (a) 1200℃ 이상 1400℃ 이하의 온도로 유지하는 시간(고온역 유지 시간)이 길어지면 질수록, 소결광 중에 생성하는 칼슘 페라이트량이 많아지고, 그것에 수반해서 소결광의 강도도 상승한다.

[0044] (b) 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보하면, 칼슘 페라이트의 생성량도 크게 증가하고, 동시에 압체강도 시험에서의 압체강도도 크게 상승하여, 본 예에서는 소결광의 압체 강도가 4.60kN 이상으로 되고, 고로용 원료로서 충분한 강도가 얻어진다.

[0045] (c) 고온역 유지 시간이 300초를 넘으면, 소결광 중의 칼슘 페라이트량이 이론값(45.7mass%)에 근접하여 포화하

기 때문에, 그 이상 고온역 유지 시간을 연장해도, 소결광의 냉간 강도의 향상은 바랄 수 없게 되며, 오히려, 연료 코스트(비용)의 면에서는 바람직하지 않다.

[0046] 상기와 같이, 고품질의 소결광을 얻기 위해서는 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지하는 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 할 필요가 있는 것, 따라서, 하방 흡인식 소결기를 이용한 소결광의 제조 방법에 있어서는 회석 기체 연료를, 탄재의 연소열만으로는 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보할 수 없는 장입충내의 영역에 공급할 필요가 있다. 단, 고온역 유지 시간은 300초를 넘어도, 기체 연료의 첨가 효과는 포화하며, 오히려 비용적으로 불리하게 되므로, 상한은 300초 정도로 하는 것이 바람직하다.

[0047] 다음에, 발명자들은 산소를 21vol% 포함한 공기에 대해, 산소를 부화한 경우에 있어서의 소결 반응에 미치는 영향에 대해 검토하였다.

[0048] 전술한 표 1에 나타낸 바와 같이, 소결 과정에서 소결광 중에 생성하는 칼슘 페라이트는 고강도이고 괴화원성도 양호한 것에 반해, 칼슘 실리케이트는 저강도이고 괴화원성도 떨어진다. 따라서, 고품질의 소결광을 제조하는데 있어서 중요한 것은 어떻게 해서 소결광 중에 칼슘 페라이트를 많이 생성시키고, 칼슘 실리케이트를 생성시키지 않는다는 점에 있다. 또, 소결광 중에 생성되는 광물은 도 7이나 도 8에 나타낸 바와 같이, 소결시의 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간에 따라 변화한다. 그러나, 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간은 소결시의 가스 분위기의 성분이나 조성에 따라서도 변화한다고 고려되기 때문이다.

[0049] 그래서, 발명자들은 우선, 소결시의 가스 분위기가, 최고 도달 온도나 고온역 유지 시간에 미치는 영향에 대해, 이하의 실험에 의해 조사하였다.

[0050] 실험에서는 펠리타이저를 이용하여, 입경이 0.5mm 이상의 철광석을 핵 입자로 하고, 입경 0.5mm 미만의 철광석 및 부원료인 탄산칼슘, 이산화규소를 외장용 원료로서 첨가하면서 조립하고, 약 2~5mmΦ의 소결 원료를 얻었다.

[0051] 이 소결 원료를 알루미나제의 보트에 싣고, 도 9에 나타낸 횡형 전기로의 균열대 중앙 부근에 장입하고, 1200~1400°C의 온도 범위에 있어서 소결을 실행하였다. 소성한 시료는 그 후, 급랭해서 회수하고, 소결에 의해서 생성한 광물종과 그들 생성 비율(mass%)을, 분말 X선 회절법을 이용하여 측정하였다.

[0052] 또한, 상기 소결 실험에 있어서의 소결시의 가스 분위기는 실기 배기가스의 성분 조성으로부터 소결 중의 가스 분위기를 예측하고, 그 중에서 크게 분산하고 있던 O₂ 농도 및 CO/(CO+CO₂)의 비에 주목하고, 이들을 조작 인자로서 변동시켰다.

[0053] 상기 실험의 결과에 대해, 분위기 중의 O₂ 농도와 칼슘 페라이트의 생성 비율의 관계를 도 11에, CO/(CO+CO₂)와 칼슘 페라이트의 생성 비율의 관계를 도 12에 나타내었다. 이들 도면으로부터, O₂ 농도가 증가함에 수반하고, 또, CO/(CO+CO₂)가 저하함에 수반하여, 칼슘 페라이트의 생성 비율이 증가하고 있는 것을 알 수 있다.

[0054] 마찬가지로, 분위기 중의 O₂ 농도와 칼슘 실리케이트의 생성 비율의 관계를 도 13에, CO/(CO+CO₂)와 칼슘 실리케이트의 생성 비율의 관계를 도 14에 나타내었다. 이들 도면으로부터, O₂ 농도가 증가함에 수반하고, 또, CO/(CO+CO₂)가 저하함에 수반하여, 칼슘 실리케이트의 생성 비율은 감소하고 있는 것을 알 수 있다.

[0055] 이들 결과는 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도가 높아지는, 즉, 소결시의 가스 분위기가 산화 방향으로 이행함에 따라, 칼슘 페라이트의 생성 비율이 증가하고, 칼슘 실리케이트의 생성 비율이 감소하는 것, 따라서, 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도를 높여 주는 것은 소결광의 품질 향상에 대해 극히 유효한 것을 나타내고 있다.

[0056] 이들 O₂ 농도와 CO/(CO+CO₂)에 의한 광물 조직의 변화는 이하와 같이 설명된다. 칼슘 페라이트는 중량비에서 약 70%가 헤마타이트로 구성되어 있다. 헤마타이트는 3가의 산화철이며, 소결 중의 가스 분위기가 산화 방향으로 이행하는 것에 의해 안정화된다. 따라서, 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도가 높아지고, 산화 방향으로 이행하면, 헤마타이트가 안정화되어, 칼슘 페라이트의 생성 비율이 증가한 것으로 고려된다.

[0057] 한편, 칼슘 실리케이트는 중량비에서 약 15%가 우스타이트로 구성되어 있다. 우스타이트는 2가의 산화철이며, 소결 중의 가스 분위기가 산화 방향으로 이행하면, 산화 반응에 의해서 소실된다. 따라서, 소결시의 가스 분위기 중의 O₂ 농도가 높아지고, 산화 방향으로 이행한 것에 의해, 우스타이트가 소실되어, 칼슘 실리케이트의 생성

비율이 감소한 것으로 고려된다.

[0058] 도 15는 상기와 같은 소결 실험을 다수 실행하는 것에 의해서 얻어진 결과를, O_2 농도 및 소결 온도와, 칼슘 페라이트의 생성 비율의 관계로서 나타낸 것이다. 이 도 15에 의하면, 소결시의 유지 온도를 $1250\sim1375^{\circ}\text{C}$, 바람직하게는 $1275\sim1375^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위로 제어하는 동시에, 소결시의 가스 분위기 중의 O_2 농도를 12.5vol% 이상으로 높여주는 즉, 소결시의 가스 분위기를 산화 방향으로 이행시켜 주는 것에 의해, 칼슘 페라이트의 생성 비율을 현저히 높일 수 있는 것을 알 수 있다.

[0059] 또, 지연성 가스인 공기 중의 산소를 부화해 주는 동시에, 기체 연료를 공급한 경우에는 상기 소결광 중에 생성하는 광물 조직에의 영향 이외에, 이하에 설명하는 소결 반응 속도나 소결 온도 분포에의 바람직한 영향도 기대된다.

[0060] 일반적으로, 반응 속도는 이하의 식으로 나타내어진다.

$$r = A \times k \times C^n$$

[0062] 여기서,

[0063] r : 반응속도($\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

[0064] A : 온도에 의존하지 않는 정수(빈도 인자)

[0065] k : 반응속도 정수(m/s)

[0066] C : 반응에 사용되는 기체 성분 농도(mol/m^3)

[0067] n : 분자 1개의 반응을 진행시키기 위해 필요한 기체 성분의 분자수(-)

[0068] 단, 이 반응속도 식에서는 역 반응은 고려하고 있지 않다.

[0069] 상기 식에 있어서, 온도의 영향은 k 에 포함되어 있고, 이 k 를 포함한 반응속도 r 은 온도의 상승과 함께 증대한다. 또, 반응속도 r 은 반응에 사용되는 기체 성분 농도 C 의 증가에 수반해서 상승한다. 즉, 반응속도 r 은 온도 상승에 수반하는 반응속도 정수 k 나, 반응에 사용되는 기체 성분 농도 C 의 증가에 따라 상승한다. 이것은 임의의 온도에 있어서의 반응속도는 반응에 사용되는 기체 성분 농도를 높여 줌으로써 상승시킬 수 있는 것을, 또, 반응에 사용되는 기체 성분 농도를 높여 줌으로써 고온시의 반응속도를 저온에서도 실현할 수 있는 것을 의미하고 있다.

[0070] 그래서, 상기 반응속도를, 탄재와 기체 연료의 연소 속도에, 반응에 사용되는 기체 성분을 산소로 치환해서 고려하면, 탄재와 기체 연료의 연소 속도는 공기 중의 산소를 부화해 주는 것에 의해서 높일 수 있는 것, 또, 공기 중의 산소를 부화해 주는 것에 의해 저온에서도 고온과 동일한 연소 속도로 할 수 있게 된다.

[0071] 도 16은 공기에 기체 연료를 첨가하는 기술을 개시하는 특허문현 4에 나타낸 소결층 내부의 연소 상태를 설명하는 도면이며, (a)는 연소대의 확대(크기)를, (b)는 그 때의 온도 분포 곡선을 모식적으로 나타낸 것이다. 그리고, 특허문현 4에 의하면, 공기 중에 취입한 기체 연료는 탄재의 연소 위치보다도 떨어진 위치, 즉, 장입층 위쪽측의 저온도측에서 연소하기 때문에, 탄재의 연소에 수반하는 온도 피크와 기체 연료의 연소에 수반하는 온도 피크의 2개의 온도 피크가 형성되고, 그들 2개의 온도 피크로부터 합성된 온도 분포 곡선은 저변이 넓은 분포를 나타내는 결과, 고온역 유지 시간이 연장된다고 설명되고 있다.

[0072] 한편, 공기 중에 산소를 부화하는 동시에 기체 연료를 첨가하는 경우에는 상술한 바와 같이, 기체 연료와 탄재의 연소 속도를 높이거나, 연소 온도를 저온도측으로 이행시키는 효과가 얻어진다. 여기서, 기체 연료가 연소하는 저온도측의 위치는 소결이 완료해서 소결광(소결 케이크)이 생성된 장입층 위쪽측이고, 한편, 탄재가 연소하는 저온도측의 위치는 아직 탄재가 연소하고 있지 않은 생 원료가 존재하는 장입층 아래쪽측이라고 하는 것이다.

[0073] 이 연소 위치의 변화를, 상기 도 16과 대비해서 나타낸 것이 도 17이며, (a)는 연소대의 확대(크기)를, (b)는 그 때의 온도 분포 곡선을 모식적으로 나타내고 있다. 도 16의 (b)와 도 17의 (b)의 비교로부터 알 수 있는 바와 같이, 산소 부화와 동시에 기체 연료를 취입하는 경우에는 탄재의 연소 위치와 기체 연료의 연소 위치의 간격이, 기체 연료만을 취입하는 경우 이상으로 넓은 저변을 갖게 된다. 이 결과는 탄재와 기체 연료의 첨가량을 적정하게 제어해 주면, 산소 부화와 기체 연료의 동시 취입 조업을 실행하는 것에 의해서, 최고 도달 온도를 상

승시키는 일 없이, 종래 기술 이상으로 고온역 유지 시간을 연장하는 것이 가능하게 되는 것을 나타내고 있다.

[0074] 상기 산소 부화의 효과를 확인하기 위해, 소결 시험 도가니를 이용해서 이하의 실험을 실행하였다.

[0075] 우선, 철광석, 용제 및 분코크스 등을, 분코크스를 제외한 배합 비율이, 표 2에 나타낸 값으로 되도록 혼합한 소결 원료를 드럼 박서에 투입하고, 약 5mmΦ의 크기로 조립하였다. 이 때, 얻어지는 소결광 중의 실리카는 4.9mass%, 염기도는 2.0으로 되도록 조정하였다. 다음에, 상기 조립 입자를, 도 18에 나타낸 290mmΦ×400mmH의 크기의 원통형상의 철제 소결 도가니에 충전해서 장입층을 형성하고, 이 장입층 위쪽에 배치한 점화로에서 점화하고, 소결 도가니의 아래쪽에 배치한 블로어로 장입층 위쪽에서 아래쪽으로 공기를 흡인하여 소결 원료 중의 탄재(분코크스)를 연소시켜 소결을 실행하였다.

[0076] 상기 소결 실험에서는 표 3에 나타낸 바와 같이, 공기($O_2 : 21\text{vol\%}$)만을 자연성 가스로서 장입층 중에 도입하는 종래 기술의 소결 조건(T1)과, O_2 농도가 28vol%로 되도록 산소를 부화한 공기를 장입층 중에 도입하는 소결 조건(T2), LNG를 농도가 0.4vol%로 희석한 공기를 장입층 중에 도입하고, 그것과 동등 열량의 탄재를 삭감한 특허 문헌 4에 기재된 소결 조건(T3), LNG를 농도가 0.4vol%로 희석한 공기를 장입층 중에 도입하고, 그것과 동등 열량의 탄재를 삭감하는 동시에, O_2 농도가 28vol%로 되도록 산소를 부화하는 소결 조건(T4) 및, LNG를 농도가 0.4vol%로 희석한 공기를 장입층 중에 도입하고, 그 동등 열량의 1.5배의 탄재를 삭감하는 동시에, O_2 농도가 28vol%로 되도록 산소를 부화하는 소결 조건(T5)의 5개의 수준의 실험을 실행하였다.

[0077] 또한, 상기 소결 실험에서는 소결에 필요로 한 시간을 측정하는 동시에, 얻어진 소결광에 대해, 세터 강도를 JIS M8711에 준해 측정하고, 또한 완성품 수율을 구하고, 그들 결과로부터 생산율을 구하였다.

[표 2]

소결원료	배합비율 (mass%)
얀디광	33.0
카라쟈스광	33.1
규석	1.4
반광	20.0
석회석	12.5

[0079]

[표 3]

실험수준	T1	T2	T3	T4	T5
산소농도(vol%)	21.0	28.0	21.0	28.0	28.0
LNG농도(vol%)	-	-	0.4	0.4	0.4
코크스량(mass%)	5.0	5.0	4.6	4.6	4.4

[0081]

[0082] 상기 시험의 결과를 도 19에 나타내었다. 이 결과로부터, 공기에 산소를 부화했을 뿐의 소결 방법(No.T2)에서는 종래 기술(No.T1)에 비해, 소결광의 냉간 강도(SI)와 완성품 수율이 약간 향상하고, 소결 시간이 대폭 단축되는 결과, 생산율이 향상하고 있다. 한편, 기체 연료로서 LNG를 공기 중에 취입하는 특허문헌 4에 기재된 소결 방법(No.T3)에서는 냉간 강도가 산소부화만의 소결 방법 이상으로 향상하고, 완성품 수율도 대폭 향상하며, 또, 소결 시간도 종래 기술보다 약간 단축된 결과, 생산율이 향상하고 있다. 또, 기체 연료로서 LNG를 공기 중에 취입하는 동시에 산소를 부화한 소결 방법(No.T4, T5)에서는 냉간 강도가 더욱 향상하고, LNG 취입과 동등한 완성품 수율이 얻어지며, 또한 소결 시간이 산소 부화만과 동등하게 단축된 결과, 대폭적인 생산율의 향상이 달성되고 있다.

[0083] 도 20은 상기 실험 결과를, 소결광의 냉간 강도(SI) 및 생산율에 미치는 산소와 LNG의 취입의 효과로서 나타낸 것이다. 이 도면으로부터 명백한 바와 같이, 공기에 기체 연료를 첨가하거나, 혹은 공기에 산소를 부화하는 것에 의해서, 소결광의 냉간 강도 및 생산율 모두 향상시킬 수 있지만, 기체 연료를 첨가하는 동시에 산소를 부화하여 소결을 실행한 경우에는 산소 부화만, LNG 첨가만일 때보다, 냉간 강도, 생산율 모두 대폭 향상하고 있고, 동시에 취입에 의한 상승(相乘) 효과를 확인할 수 있다. 또한, No.T5에서는 취입한 기체 연료의 발열량 이상의 양의 코크스를 삭감하고 있음에도 불구하고, 세터 강도나 생산율이 크게 향상하고 있는 것을 알 수 있다.

[0084] 그런데, 상기의 소결 실험은 소결 개시(점화)에서 소결 종료까지의 모든 시간에 있어서, 기체 연료의 공급이나

산소 부화를 실행했을 때의 효과를 나타낸 것이다. 그러나, 전술한 바와 같이, 기체 연료의 공급은 1200°C 이상 1400°C 이하의 온도 범위로 유지되는 시간(고온역 유지 시간)이 150초 미만의 영역에 있어서 실행하면 좋고, 그 이상의 영역에 있어서 기체 연료를 공급해도, 연료 코스트의 면에서 바람직하지 않다. 또, 산소의 부화를, 기체 연료의 공급 영역을 넘어 실행하는 것도, 러닝 코스트나 설비 코스트의 면에서 바람직하지 않다. 또, 부화하는 산소량도 가능한 한 적을수록 바람직하다.

[0085] 그래서, 발명자들은 기체 연료를 공급하는 영역내에 있어서 부화하는 산소량 일정의 조건 하에서, 산소를 어느 범위로 공급해야 할지, 즉, 좁은 범위에서 고농도의 산소를 공급하는 것이 좋은 것인지, 혹은 넓은 범위에서 얇게 산소를 부화하는 것이 좋은 것인지를 조사하는 실험을 실행하였다.

[0086] 실험은 전술한 실험과 마찬가지로, 표 2에 나타낸 소결 원료를 드럼 믹서에 투입하고, 약 5mmΦ의 크기로 조립하였다. 이 때, 얻어지는 소결광 중의 실리카는 4.9mass%, 염기도는 2.0으로 되도록 조정하였다.

[0087] 다음에, 상기 조립 입자를, 도 18에 나타낸 290mmΦ × 400mmH의 크기의 원통형상의 철제 소결 도가니에 충전해서 장입층을 형성하고, 이 장입층 위쪽에 배치한 점화로에서 점화하고, 소결 도가니의 아래쪽에 배치한 블로어로 장입층 위쪽에서 아래쪽으로 공기를 흡인해서 소결 원료 중의 탄재(분코크스)를 연소시키는, 생산량이 312천톤/월 정도의 실기 소결기를 모의한 소결 실험을 실행하였다.

[0088] 또한, 상기 소결 실험에서는 유효 기장(점화로 출측~배광부)이 58m인 소결기에서, 탄재량 5.0mass%로 LNG의 공급없이 소결하는 소결 조건을 베이스(T1)로 하고, 기체 연료(LNG)의 공급 범위 및 부화하는 산소의 농도 및 공급 길이를 표 4와 같이 변화시킨 소결 조건을 모의하였다. 구체적으로는 산소 부화없이, 상기 유효 기장의 상류 측 17m에 걸쳐 0.4vol%로 희석한 LNG를 기체 연료로서 공급한다, 즉, 장입층의 상층부 29%의 범위로 희석 기체 연료를 공급하는 조건(T2), T2의 조건에 있어서, LNG 공급 범위의 전장(17m)에 걸쳐 산소를 부화하는 조건(T3), T2의 조건에 있어서, LNG 공급 범위의 상류측 1/2(8.5m)에 있어서 산소를 부화하는 조건(T4) 및, T2의 조건에 있어서, LNG 공급 범위의 상류측 1/4(4.25m)에 있어서 산소를 부화하는 조건(T5)의 5개의 수준으로 소결 실험을 실행하였다. 또한, LNG를 공급하는 경우에는 소결 원료 중의 탄재량을 4.7mass%로, 또한 LNG를 공급하고 산소를 부화하는 조건의 경우에는 소결 원료 중의 탄재량을 4.5mass%로 삭감하였다. 상기 실험 조건의 이미지도를 도 21에 나타냈다.

[표 4]

실험수준	T1	T2	T3	T4	T5
탄재(코크스)량 (mass%)	5.0	4.7	4.5	4.5	4.5
LNG 투입 속도(vol%)	-	0.4	0.4	0.4	0.4
LNG 투입 기장(m)	-	17.0	17.0	17.0	17.0
LNG 투입 시간(min)	-	6.0	6.0	6.0	6.0
O ₂ 투입 기장(m)	0	0	17.0	8.5	4.25
O ₂ 투입 시간(min)	-	-	6.0	3.0	1.5
O ₂ 농도(vol%)	21.0	21.0	23.2	25.4	29.8
비고	참고예 (베이스)	비교예	발명예	발명 예	발명 예

[0090]

[0091] 또한, 상기 소결 실험에서는 소결에 필요로 한 시간을 측정하는 동시에, 얻어진 소결광에 대해, 세터 강도를 JIS M8711에 준해 측정하고, 또한 완성품 수율을 구하고, 그들 결과로부터 생산율을 구하고 그 결과를 도 22에 나타내었다. 이 결과로부터, LNG의 공급도, 산소부화도 실행하지 않은 베이스 조건(T1)에 대해, LNG를 공급한 조건(T2)에서는 소결광의 강도가 상승해서 수율이 향상하고, 또한 소결 시간도 단축되기 때문에 생산율은 대폭 향상하고 있다. 그러나, LNG의 공급과 아울러 산소를 부화한 조건(T3~T5)에서는 소결광의 강도가 더욱 상승해서 수율이 향상하고 있다. 그러나, 산소를 LNG의 공급과 동일한 범위에서 얇고 길게 산소를 부화한 조건(T3)에서는 소결 시간이 연장하고, 생산율이 저하하는 경향으로 된다. 단, 베이스 조건(T1)보다는 생산율이 향상하고 있다.

[0092] 상기 소결 실험의 결과로부터, 기체 연료의 공급에 맞추어 산소를 부화해 주는 것이 유효하지만, 바람직하게는

기체 연료를 공급하는 영역의 상류측 1/2 이내의 영역, 더욱 바람직하게는 상류측(1/4~1/2) 이내의 영역에 있어서 집중적으로 기체 연료를 부화해 주는 것이 효과적인 것을 알 수 있었다.

[0093] 상기와 같이 산소를 얇고 긴 범위에서 부화함으로써, 소결 시간이 길어지는 원인에 대해서는 이하와 같이 고려하고 있다.

[0094] 전술한 바와 같이, 장입충내에 기체 연료를 공급하고 연소시키는 경우, 탄재 연소에 의한 소결대가 통과한 후의 소결 온도가 저하하고 있는 장입충(소결충)내에 있어서 기체 연료가 연소하므로, 그 부분의 온도를 높여 연소대의 두께 방향의 폭을 확대하고, 고온역 유지 시간을 연장할 수 있다. 또, 산소의 부화는 기체 연료의 연소 온도를 낮추는 작용이 있으므로, 산소를 부화하지 않는 경우보다 저온도역, 즉, 장입충 상층부에서 기체 연료가 연소하게 된다. 그러나, 도 2에 있어서 설명한 바와 같이, 연소대는 통기 저항을 높이는 작용이 있기 때문에, 연소대의 폭의 확대는 통풍량의 저하를 초래하고 소결 시간의 연장을 초래하게 된다. 그리고, 그 영향은 산소를 부화하는 시간이 길면 길수록 커지기 때문에, LNG의 공급 영역과 동일한 범위에서 산소를 부화한 조건에서는 특히 소결 시간이 연장한 것으로 고려된다.

[0095] 다음에, 본 발명의 소결광의 제조 방법에 대해 구체적으로 설명한다.

[0096] 본 발명의 소결광의 제조 방법은 하방 흡인식 소결기를 이용하여, 순환 이동하는 팰럿상에 분광석과 탄재를 포함하는 소결 원료를 장입해서 장입충을 형성하고, 그 장입충 표면의 탄재에 점화하는 동시에, 연소 하한 농도 이하로 회석한 기체 연료를 포함한 장입충 위쪽의 공기를 팰럿 아래에 배치된 윈드박스에서 흡인하여 장입충내에 도입하고, 장입충내에 있어서 상기 기체 연료와 탄재를 연소시켜 소결광을 제조하는 방법인 점에 있어서, 종래의 특허문헌 4~6의 기술과 동일하다. 따라서, 기체 연료를 공급하는 경우에는 소결시의 장입충내, 특히, 장입충의 중층에서 하층에 있어서의 최고 도달 온도를 1200~1400°C의 범위로 유지하기 위해, 소결 원료 중에 첨가하는 탄재량을 삭감하는 것이 바람직하다.

[0097] 그러나, 본 발명의 소결광의 제조 방법의 특징은 상기 기체 연료를, 탄재만의 연소열로 소결할 때에 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역에 있어서 공급하는 것(제 1 특징) 및, 상기 기체 연료를 공급하는 영역 중의 또한 그 상류측 1/2 이내의 영역에 있어서 산소를 부화하는 것(제 2 특징)에 있다.

[0098] 제 1 특징인, 기체 연료를, 탄재의 연소열로 소결할 때에 1200°C 이상 1380°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 영역에 있어서 공급하는 이유는 탄재의 연소열만으로는 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보할 수 없는 장입충의 영역에 기체 연료를 공급하고, 연소시킴으로써, 장입충내의 모든 위치에 있어서 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보하고, 고품질의 소결광을 얻기 때문이다. 즉, 본 발명은 탄재의 연소열로 소결광을 제조하는 방법에 있어서, 주로 기체 연료의 공급량을 변화시키는 것에 의해서 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 하는 기술이다.

[0099] 탄재의 연소열로는 고온역 유지 시간을 150초 이상 확보할 수 없는 장입충의 영역은 실기 소결기의 장입충내에 열전쌍을 삽입하고, 그 위치에 있어서의 소결 중의 온도의 경시 변화를 실측하고, 각각의 위치에 있어서의 1200°C 이상 1400°C 이하로 유지되는 고온역 유지 시간을 구함으로써, 특정할 수 있다.

[0100] 예를 들면, 도 4의 (b)에 나타낸 팰럿 폭 방향 중앙 상층부의 고온역 유지 시간이 150초 미만으로 되는 장입충의 두께 방향의 영역은 팰럿 폭 방향 중앙부에 있어서 장입충 표층으로부터 내부에 열전쌍을 삽입해서, 소결시에 있어서의 장입충 두께 방향 각 위치에 있어서의 온도 변화를 실측하고, 각 위치에 있어서의 고온역 유지 시간의 분포로부터 구할 수 있다.

[0101] 그리고, 그 고온역 유지 시간이 150초 미만인 영역의 고온역 유지 시간의 연장을 도모하기 위해서는 그 부분의 소결 반응이 진행하고 있는 단계에 있어서 기체 연료를 공급해 줄 필요가 있다. 예를 들면, 장입충의 두께 방향의 상층부 20%의 영역에서 고온역 유지 시간이 150초 미만인 경우에는 그 부분의 소결 반응이 진행하고 있는 점화로 출측~배광부까지의 사이(유효 기장)의 상류측 20%의 영역에서 기체 연료를 공급해 주는 것이 필요하다.

[0102] 또한, 실기 소결기에 있어서, 기체 연료의 공급 범위를, 팰럿 진행 방법에 의해 %단위에서 변화시키는 것은 설비적으로 현실적이지 않다. 그래서, 상기 점화로 출측~배광부까지의 유효 기장 부분을, 진행 방향으로 복수로 구분하고, 그 구분 단위로 회석 기체 연료의 공급이 가능하도록 하고, 유효 기장의 모든 범위에서 고온역 유지 시간이 150초 이상으로 되도록, 구분 단위로 회석 기체 연료의 공급 ON/OFF를 실행할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 단, 점화로를 나온 직후의 장입충 표층부는 아직 고온이며, 기체 연료에의 착화가 우려되기 때문에, 점

화로 출측에서 3m 정도의 사이는 기체 연료의 공급은 피하는 것이 바람직하다.

[0103] 단, 고온역 유지 시간이 30초 미만인 영역에서는 기체 연료를 공급해도 고온역 유지 시간을 150초 이상으로 연장하는 것은 실질적으로 곤란하다. 따라서, 현실적으로는 펠릿 폭 방향 중앙부의 장입층의 표층으로부터 내부에 열전쌍을 삽입하여, 장입층의 두께 방향 각 위치에 있어서의 소결시의 온도 변화를 실측하고, 고온역 유지 시간이 30초 이상 150초 미만으로 되는 영역에, 기체 연료를 공급하도록 하는 것이 바람직하다.

[0104] 또한, 상기 기체 연료는 그 기체 연료의 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료로서 장입층내에 도입하는 것이 바람직하다. 희석 기체 연료의 농도가 연소 하한 농도 이상이면, 장입층 위쪽에서 연소해 버리고, 기체 연료를 공급하는 효과가 소실되어 버리거나, 폭발을 일으킬 우려가 있다. 또, 희석 기체 연료가 고농도이면, 저온도 역에서 연소해 버리기 때문에, 고온역 유지 시간의 연장에 유효하게 기여할 수 없을 우려가 있기 때문이다. 따라서, 희석 기체 연료의 농도는 바람직하게는 대기 중의 상온에 있어서의 연소 하한 농도의 3/4(75%) 이하, 더욱 바람직하게는 연소 하한 농도의 1/5(20%) 이하, 더욱 바람직하게는 연소 하한 농도의 1/10(10%) 이하이다. 단, 희석 기체 연료의 농도가 연소 하한 농도의 1/100(1%) 미만에서는 연소에 의한 발열량이 부족하고, 소결광의 강도 향상과 수율의 개선 효과가 얻어지지 않기 때문에, 하한은 연소 하한 농도의 1%로 한다. 이것을, 천연 가스(LNG)에 대해 보면, LNG의 실온에 있어서의 연소 하한 농도는 4.8vol%이기 때문에, 희석 기체 연료의 농도는 0.05~3.6vol%의 범위가 바람직하게 된다.

[0105] 또, 상기 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 포함한 공기는 미리 연소 하한 농도 이하로 희석한 기체 연료를 장입층 위쪽의 공기 중에 혼합한 것, 혹은 장입층 위쪽의 공기 중에, 고농도인 채 (생)의 기체 연료를 고속으로 분사하여 공기와 혼합시키는 것에 의해서, 순시에 연소 하한 농도 이하로 희석한 것이어도 좋다.

[0106] 또, 소결 원료 중에 첨가하는 탄재량(코크스량)은 공기 중에 첨가한 기체 연료의 발열량에 상당하는 양 이상의 탄재를 삽감하는 것이 바람직하다. 그렇다고 하는 것은 탄재량을 그대로 해서 기체 연료를 첨가한 경우에는 전체의 발열량이 과대로 되어 최고 도달 온도가 적정 온도 범위의 상한값(1400°C)을 넘고, 칼슘 페라이트의 생성 비율이 감소하며, 칼슘 실리케이트가 증가하는 결과, 저강도이고 환원성이 떨어지는 소결광으로 되어 버리기 때문이다. 따라서, 본 발명에 있어서는 소결 원료 중의 탄재량은 공기 중에 첨가하는 기체 연료의 양(연소열량)에 따라, 소결시의 최고 도달 온도를 $1200\sim1400^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위, 바람직하게는 $1200\sim1380^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위로 되도록 적절히 조정할 필요가 있다.

[0107] 덧붙여, 발열량에서 본 경우, 탄재량의 1mass%에 상당하는 기체 연료는 LNG(액화 천연가스)에서 약 1vol%, 프로판 가스에서 약 0.5vol%이다.

[0108] 다음에, 제 2 특징인, 기체 연료를 공급하는 영역에 있어서 산소를 부화하는 이유는 이 산소 부화에 의해서, 소결시의 가스 분위기가 산화 방향으로 이행하는 결과, 소결에 의해서 소결광 중의 칼슘 페라이트의 생성 비율이 증대하고, 칼슘 실리케이트의 생성 비율이 저감하므로, 고강도이고 또한 환원성이 우수한 소결광을 얻을 수 있기 때문이다.

[0109] 또, 상기 산소를 부화하는 영역을, 기체 연료를 공급하는 영역의 또한 그 상류측 1/2 이내로 제한하는 것이 바람직한 이유는 도 22에 나타낸 바와 같이, 산소를 장시간에 걸쳐 공급하면, 고강도의 소결광이 얻어지지만, 소결 시간이 길어지기 때문에, 생산율이 저하하게 되기 때문이다.

[0110] 상기 산소 부화의 효과는 장입층내의 흡인하는 공기 중에 포함되는 산소 농도를 대기 중의 산소 농도(21vol%) 초과로서 해 주면 소량이라도 얻을 수 있지만, 바람직하게는 소결시의 O₂ 농도를 12.5vol% 이상으로 할 수 있는 산소량으로 하는 것이 바람직하고, 이 관점에서는 공기 중의 산소 농도를 24.5vol% 이상으로 부화해 주는 것이 바람직하다. 한편, 공기 중의 산소 농도가 35vol% 이상으로 되면, 산소 부화에 필요로 하는 비용이, 얻어지는 이익을 상회하게 되므로, 바람직하지 않다. 따라서, 공기에 부화하는 산소량은 공기 중의 산소 농도가 21vol% 초과 35vol% 미만의 범위로 되도록 첨가하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 24.5~30vol%의 범위, 더욱 바람직하게는 24.5~28vol%의 범위이다.

[0111] 상기 산소를 부화하는 방법은 특히 제한은 없으며, 예를 들면, 윈드박스에서 장입층을 통해 흡인하는 공기에 순수한 산소를 첨가하는 방법이나, 후술하는 기체 연료와 함께 고농도 산소를 첨가하는 방법, 기체 연료를 첨가하는 분위기에 고농도 산소를 첨가해서 미리 소정의 산소 농도로 해 두는 방법 등을 바람직하게 이용할 수 있다.

[0112] 상기 전자의 예로서, 기체 연료로서 생 가스를 이용하는 기체 연료 공급 장치에 있어서, 또한 산소를 공급하는 장치의 모식도를 도 23에 나타내었다. 이 장치는 기체 연료를 공급하는 영역의 장입층 위쪽에 설치된 후드내의

높이 방향 중간부에, 간극을 갖고 1단 이상의 배플판을 배치하고, 그 배플판의 아래쪽에 기체 연료 공급 배관을 배치하여, 생의 기체 연료를 블로 오프(blow-off) 현상이 일어나는 고속으로 수평 방법으로 분출해서 순시에 연소 하한 농도 이하의 희석 기체 연료로 하는 동시에, 상기 배플판의 위쪽에 산소 공급 배관을 배치하고, 부화하는 산소를 배플판의 간극을 향해 공급하는 것이다. 따라서, 산소 공급 배관으로부터 공급되는 산소는 일단, 배플판 위 혹은 배플판의 간극을 통과할 때까지 부화하는 농도에 도달한 후, 기체 연료와 합류하기 때문에, 고농도의 산소와 기체 연료가 접촉하는 것을 방지할 수 있도록 되어 있다. 또한, 상기 배관으로부터 공급하는 산소는 순수한 산소가 아니어도 좋다. 여기서, 기체 연료 공급 파이프의 위쪽에 배치되어 있는 배플판은 LNG 등의 기체 연료는 공기보다 가볍기 때문에, 후드 위쪽으로 누설 산실(散失)되는 것을 방지하기 위함이다. 또한, 산소는 비중이 기체 연료보다 무겁기 때문에 후드 밖으로 확산될 우려는 적다.

[0113] 또한, 본 발명에 있어서는 기체 연료의 공급과 동시에, 산소를 부화하는 점에 특징이 있지만, 이것에 의해서, 소결 반응을 높여 소결에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라, 기체 연료와 소결 원료 중의 탄재의 연소 위치를 더욱 저온도측으로 이행시켜 장입층내의 온도 분포 곡선을 매우 저변이 넓은 것으로 하고, 고온역 유지 시간을 가일층 연장할 수 있으므로, 생산율을 상승시킨 후에, 소결광의 품질 개선을 도모할 수 있다.

[0114] 또한, 산소 부화와 동시에 기체 연료를 공급한 경우에는 고온역 유지 시간을 대폭 연장할 수 있으므로, 기체 연료의 발열량에 상당하는 양 이상의 탄재를 삽감하는 것이 가능하게 된다. 이 탄재량의 삽감은 연소에 의해서 발생하는 이산화탄소의 삽감에도 기여하므로, 지구 환경에도 바람직하다.

[0115] <실시예>

[0116] 표 2에 나타낸 소결 원료를 드럼 빙서에 투입하고, 약 5mmΦ의 크기로 조립하였다. 이 때, 얻어지는 소결광 중의 실리카는 4.9mass%, 염기도는 2.0으로 되도록 조정하였다. 다음에, 상기 조립 입자를, 탄재 첨가량을 4.7mass%, 4.5mass%로 해서, 도 18에 나타낸 290mmΦ×400mmH의 크기의 원통형상의 철제 소결 도가니에 충전해서 장입층을 형성하고, 이 장입층 위쪽에 배치한 점화로에서 점화하고, 소결도가니의 아래쪽에 배치한 블로어로 장입층 위쪽에서 아래쪽으로 공기를 흡인해서 소결 원료 중의 탄재(분코크스)를 연소시키는 실기 소결기를 모의한 소결 실험을 실행하였다.

[0117] 또한, 상기 소결 실험에서는 유효 기장(점화로 출측~배광부)이 58m의 소결기에서, 도 24에 나타낸 바와 같이, 그 상류측 17m에 걸쳐 기체 연료를 공급하는 즉, 장입층의 상층부 29%의 영역에 0.4vol%로 희석한 LNG를 공급하는 동시에, 그 기체 연료 공급 영역내에 있어서, 산소 농도를 25.4vol%로 부화하는 영역을, 표 5에 나타낸 바와 같이 변화시키는 것을 모의하였다. 구체적으로는 기체 연료로서 LNG만을 첨가하는 조건을 베이스(T1)로 하고, 이 조건에 또한 기체 연료 공급 영역과 동일한 영역에서 산소를 부화하는 조건(T2), 기체 연료 공급 영역 중의 상류측 1/2의 영역에 산소를 부화하는 조건(T3)의 3개의 수준으로 소결을 실행하였다.

[0118] [표 5]

실험수준	T1	T2	T3
탄재(코크스)량(mass%)	4.7	4.5	4.5
LNG 투입 농도(vol%)	0.4	0.4	0.4
LNG 투입 기장(m)	17.0	17.0	17.0
LNG 투입 시간(min)	6.0	6.0	6.0
O ₂ 농도(vol%)	21.0	25.4	25.4
O ₂ 투입 기장(m)	0	17.0	8.5
O ₂ 투입 시간(min)	0	6.0	3.0
비고	비교예 (베이스)	발명예	발명예

[0119]

[0120] 또, 상기 소결 모의 실험에서는 소결 시험 도가니 중에 표층으로부터 100mm, 200mm 및 300mm의 각 위치에 열전 쌍을 삽입하고, 소결시에 있어서의 각 위치의 고온역 유지 시간을 측정하며, 그 결과를 도 25에 나타내었다. 또, 소결에 필요로 한 시간을 측정하는 동시에, 얻어진 소결광에 대해, 세터 강도를 JIS M8711에 준해서 측정하고, 또한 완성품 수율을 구하고, 그들 결과로부터 생산율을 구하고, 그 결과를 도 26에 나타내었다.

[0121] 상기 시험의 결과로부터, 기체 연료의 공급에 부가해서, 그 기체 연료의 공급 영역에서 산소를 부화한 조건(T2)에서는 기체 연료만을 공급하고, 산소를 부화하고 있지 않은 조건(T1)에 비해, 소결광의 냉간 강도 SI와 완성

품 수율을 대폭 높일 수 있고, 생산율도 대폭 향상하고 있다. 또, 기체 연료의 공급 영역의 상류측 1/2의 영역에서 산소를 부화한 조건(T3)에서는 기체 연료만을 공급하고, 산소를 부화하고 있지 않은 조건(T1)에 비해, 소결광의 냉간 강도 SI와 완성품 수율을 대폭 높일 수 있고, 생산율도 대폭 향상하고 있다. 또, 기체 연료의 공급 영역의 전장에서 산소를 부화하는 조건(T2)과의 비교에서도, 생산성이 대폭 향상하고 있다.

[0122]

[산업상의 이용 가능성]

[0123]

본 발명의 소결 기술은 제철용, 특히 고로용 원료로서 사용되는 소결광의 제조 기술로서 유용할 뿐만 아니라, 그 밖의 광석 괴성화 기술로서도 이용할 수 있다.

부호의 설명

[0124]

1 : 원료 호퍼

2 : 드럼 막서

3 : 로터리 퀼론

4, 5 : 서지 호퍼

6 : 드럼 피더

7 : 장입 슈트

8 : 팬켓

9 : 장입총

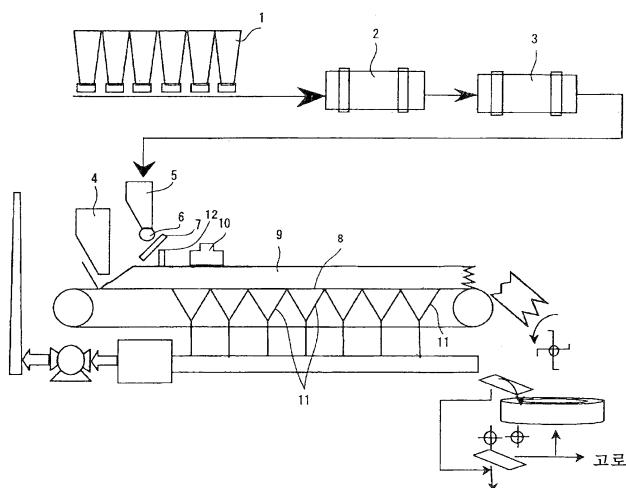
10 : 점화로

11 : 원드박스

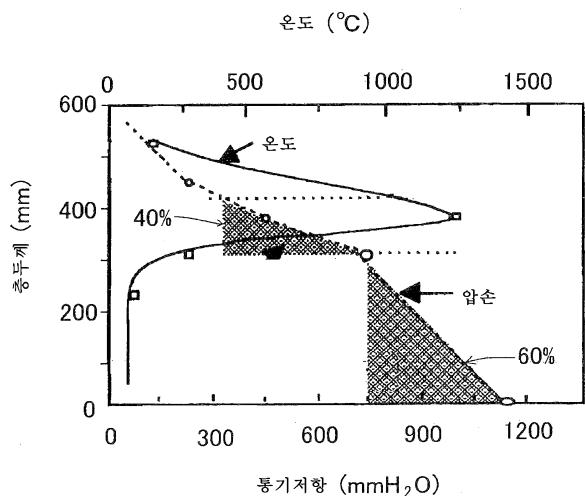
12 : 컷오프 플레이트

도면

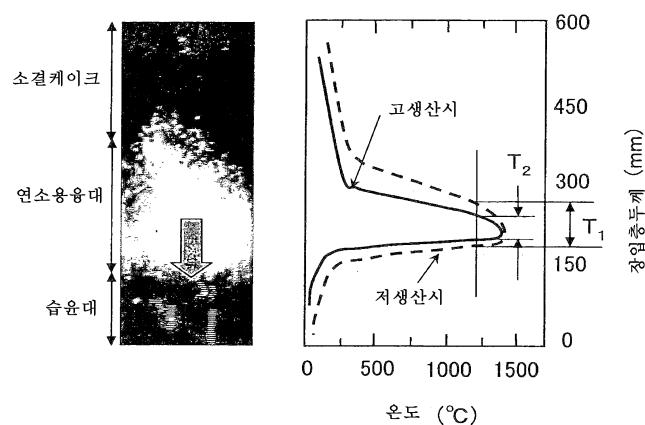
도면1



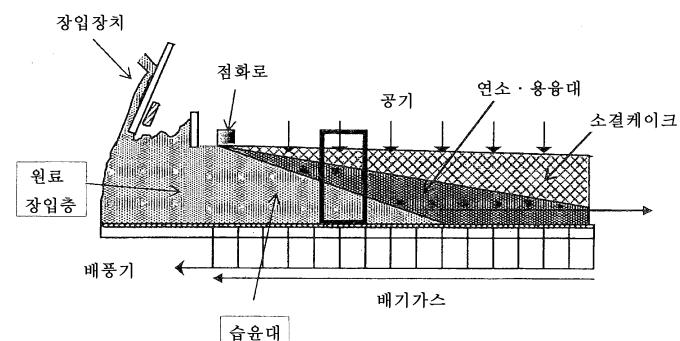
도면2



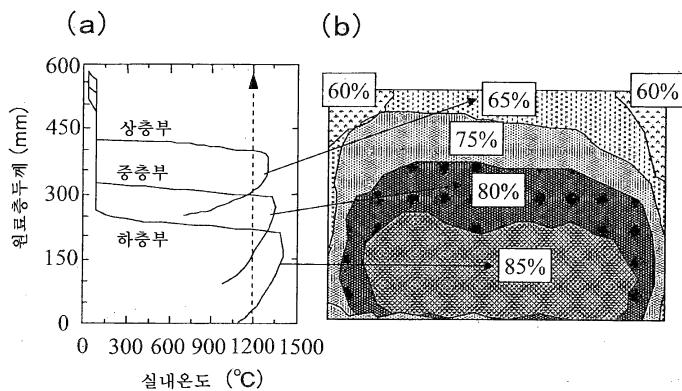
도면3



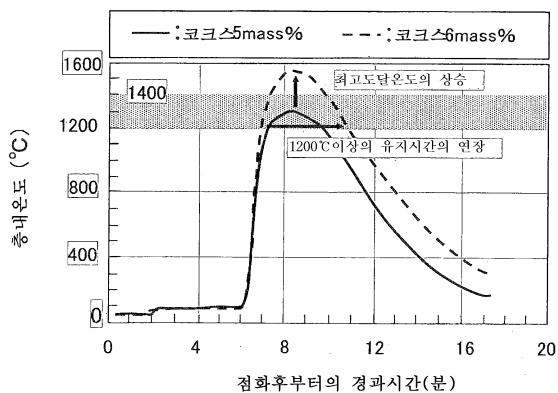
도면4



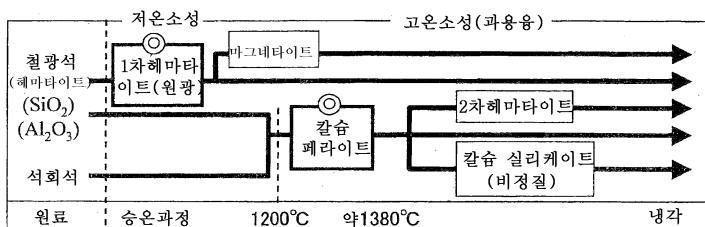
도면5



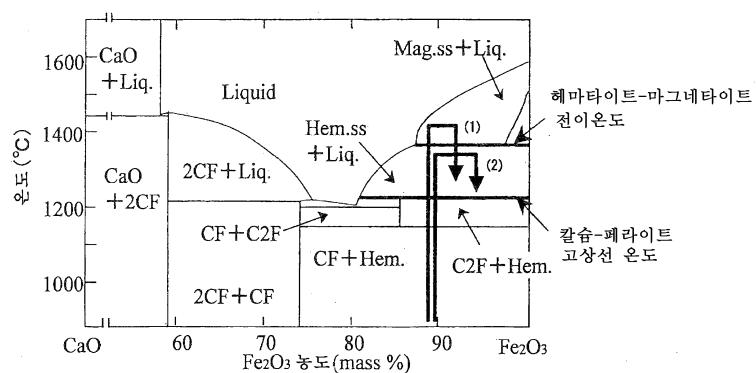
도면6



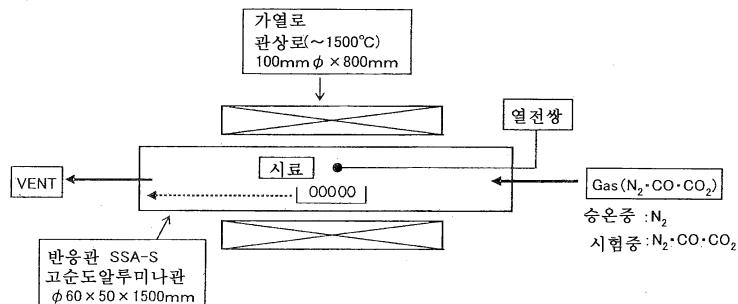
도면7



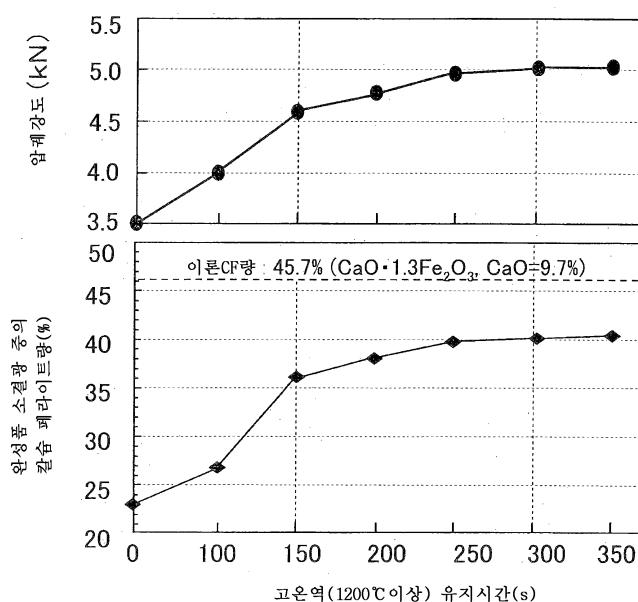
도면8



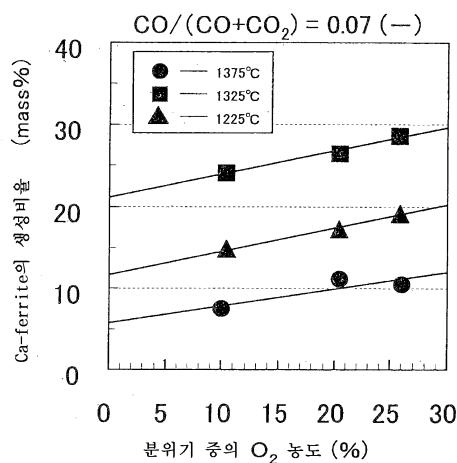
도면9



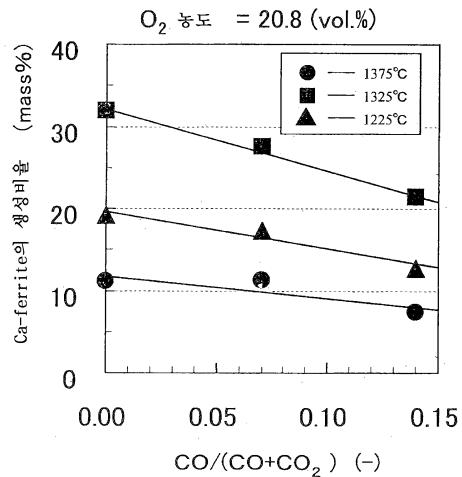
도면10



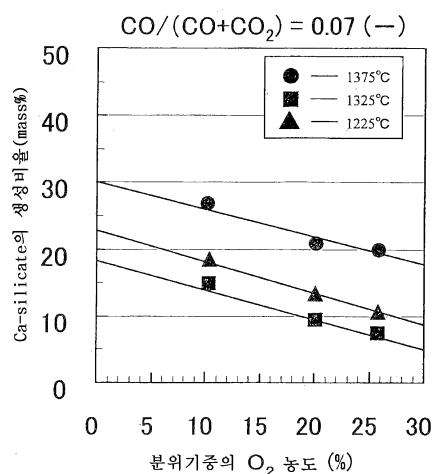
도면11



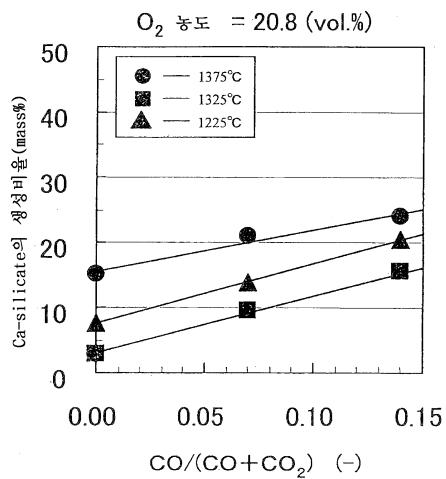
도면12



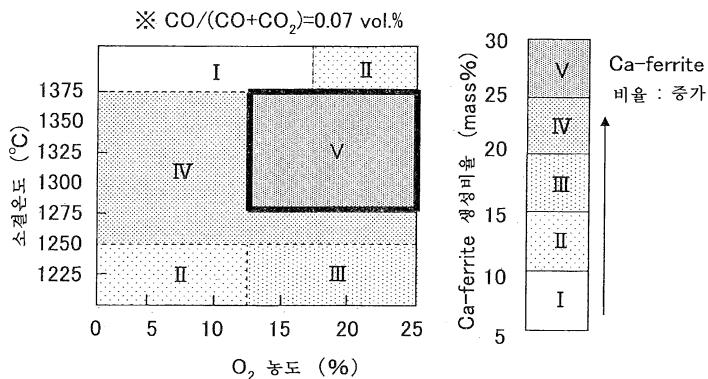
도면13



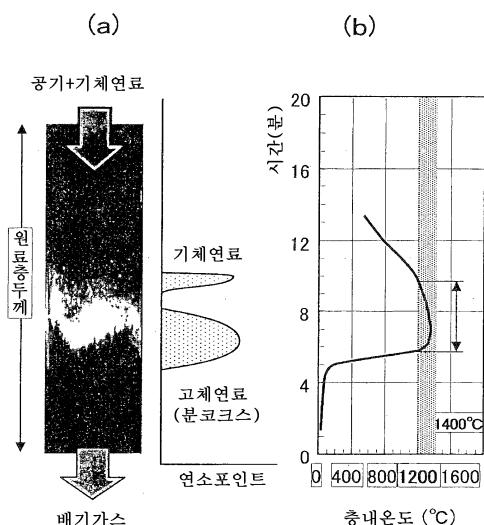
도면14



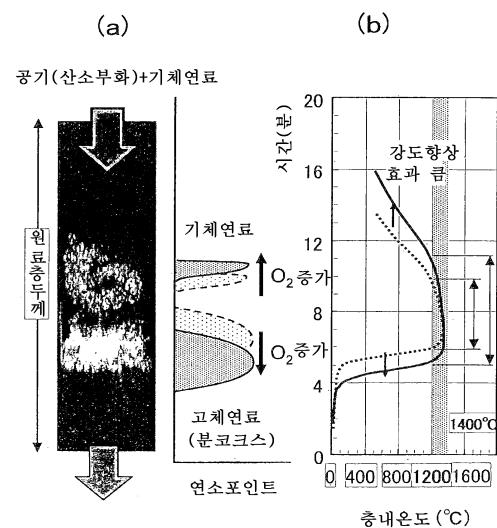
도면15



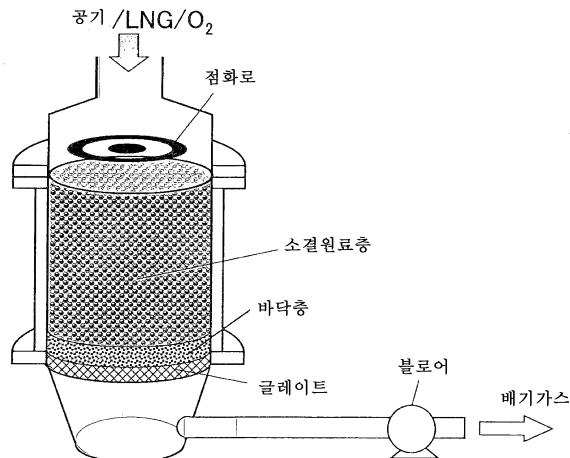
도면16



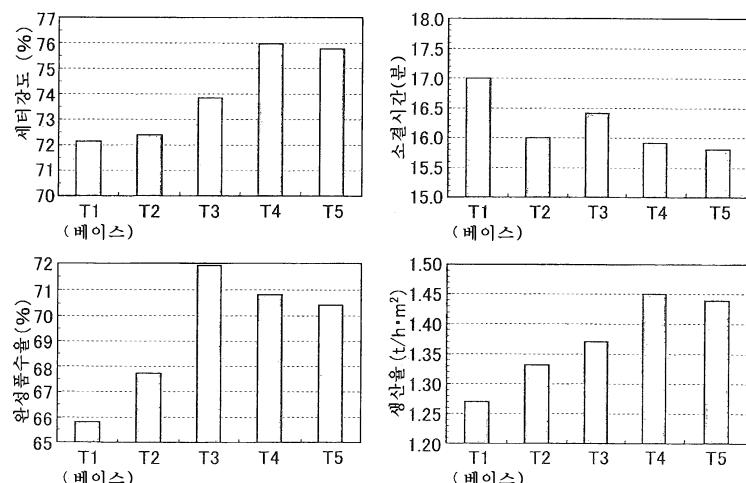
도면17



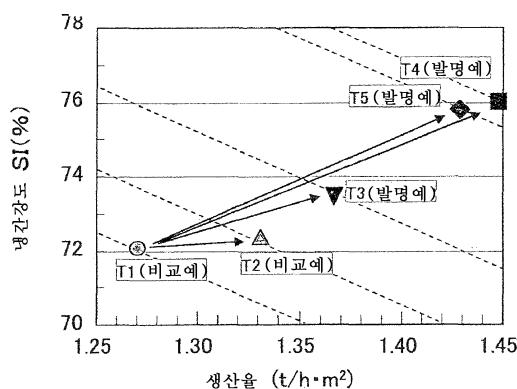
도면18



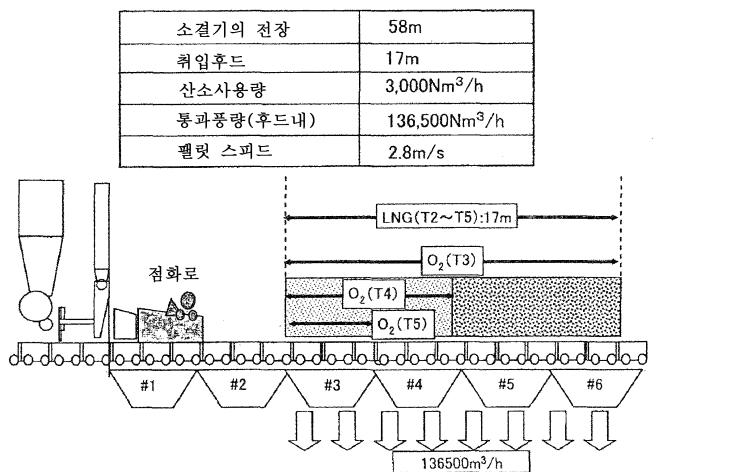
도면19



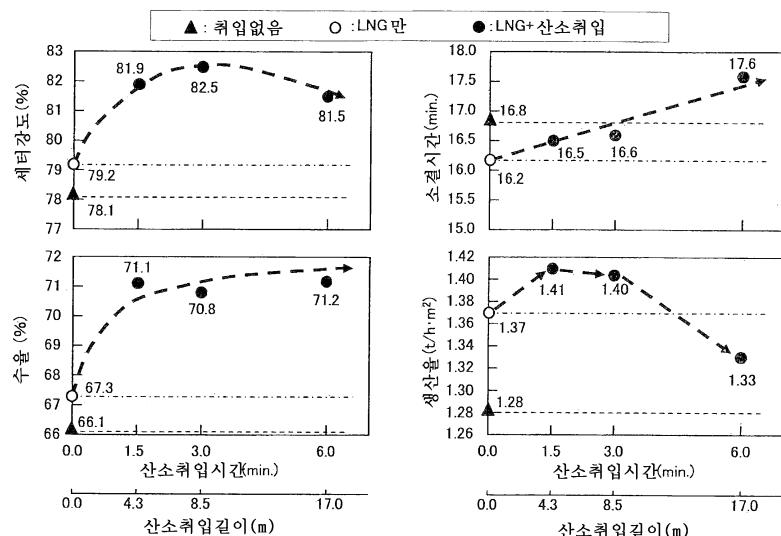
도면20



도면21

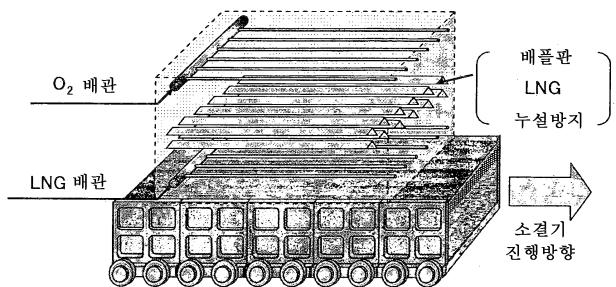


도면22

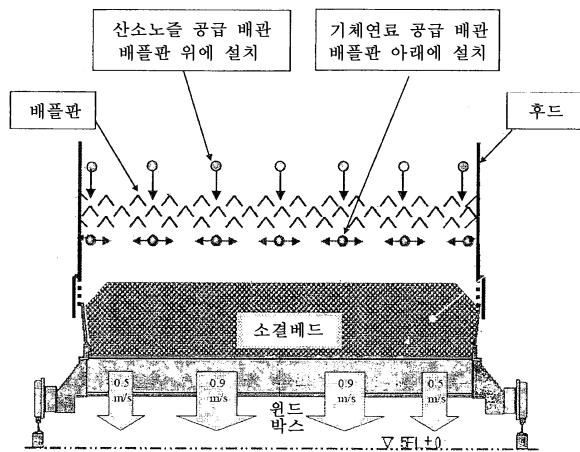


도면23

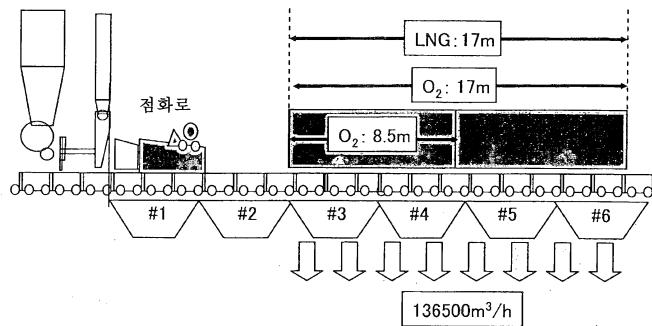
(사시도)



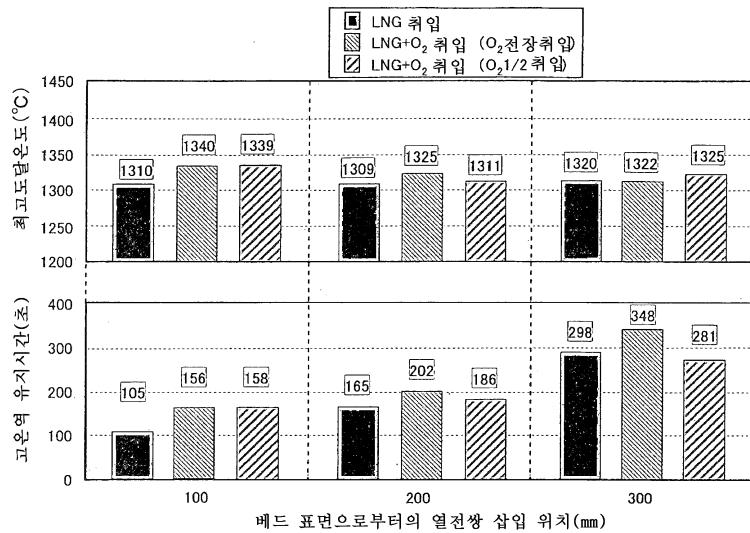
(정면도)



도면24



도면25



도면26

