(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[6]
C21B 13/10
C21B 11/00
C21B 11/02
C22B 1/14

(11) 공개번호 특1999-0077174
(43) 공개일자 1999년10월25일

(21) 출원번호 10-1998-0705312
(22) 출원일자 1998년07월10일
번역문제출일자 1998년07월10일
(86) 국제출원번호 PCT/JP1997/04221 (87) 국제공개번호 WO 1998/22626
(86) 국제출원출원일자 1997년11월19일 (87) 국제공개일자 1998년05월28일
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드

국내특허 : 아일랜드 브라질 중국 대한민국

(30) 우선권주장 96-324704 1996년11월20일 일본(JP)
96-329950 1996년12월10일 일본(JP)
96-329950 1996년12월10일 일본(JP)
(71) 출원인 스미토모 긴조쿠 고교 가부시키가이샤 고지마 마타오
일본국 오사카후 오사카시 츄오구 기타하마 4-5-33
(72) 발명자 카메이 야스오
일본국 치바켄 나라시노시 야쯔 5쪼오메 36-14-814
카와구찌 타카조
일본국 치바켄 카토리군 오미가와쪼오 오미가와4727-43
야마오카 히데유키
일본국 이바라키켄 나메카타군 이타코마찌히노데 8쪼오메 22-27
나카무라 요시히사
일본국 오오사카후 타카쯔키시 시바야쪼오 14-10
(74) 대리인 임석재, 윤우성

심사청구 : 있음

(54) 환원철의 제조방법 및 장치

요약

본 발명의 환원철 제조방법은, 산화철을 분상으로 고온 환원하는데 적당하며, 분상 산화철과 분상 고체 환원제의 혼합물을 판상으로 성형하고, 판상 성형물로서 노상에 재치하고 노상 내 온도를 1,100℃ 이상으로 유지하여 산화철을 환원하는 방법이다. 판상 성형물은 원료혼합물을 롤러 등으로 성형하는 것만으로 얻어지는 것이므로, 펠릿화 등, 괴성화하는 경우에 비하여 처리에 요하는 시간이 극히 짧다. 또, 장입슈트 등을 통하여 노상 위에 재치하기 때문에, 건조 공정이 불필요하다. 이 방법은, 본 발명의 환원철 제조장치에 의해 용이하게 실시할 수 있다. 게다가, 상기 방법으로 얻어진 환원철을 고온상태에서 견형로 또는 제련용 용해환원로에 장입하여 고열 효율로 용해하여, 양질의 용선을 제조할 수 있다.

명세서

기술분야

본 발명은, 분상(粉狀) 산화철, 예를 들면 분상의 철광석이나 제철소에서 발생하는 철분을 포함하는 더스트, 슬러지(sludge), 스케일(scale) 등과, 분상의 고체 환원제, 예를 들면 석탄, 목탄, 석유 코크스, 코크스 등을 혼합하여, 괴성화(塊成化)하지 않고, 분상인 채로 가열된 로에 장입하고, 고온 환원하여 환원철을 제조하는 방법 및 그때 사용하는 장치, 그리고 이 환원철을 고온상태에서 견형로(堅型爐) 또는 제련용 용해환원로에 장입하여 용선을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

최근에, 전기로에 의한 강재 제조가 유행하게 됨에 따라, 그 원료로 사용되는 철원을 철광석의 고체환원에 의해 얻는 기술이 주목받고 있다. 그 기술 중 대표적인 것으로서는 분상의 철광석과, 마찬가지로 분

상인 고체 환원제를 혼합하여 괴성화물, 이른바 「펠릿(pellet)」으로 하고, 이것을 고온으로 가열함으로써 철광석 중의 산화철을 환원하여 고체상 금속철로 하는 기술이 있다(예를 들면, 미국특허 제3,443,931호 명세서, 특개평 7-238307호 공보).

상기 미국특허 제3,443,931호 명세서에 개시되어 있는 분상철 광석의 환원 프로세스는, 개략 다음 공정으로 이루어진다.

1) 석탄, 코크스 등의 분상 고체 환원제와 분상 철광석을 혼합하여, 생(生)펠릿을 만든다.

2) 이 생펠릿을 펠릿 내로부터 발생하는 가연성 휘발성분이 발화하지 않는 정도의 온도영역에서 가열하여 부착수분을 제거한다.

3) 얻어진 건조 펠릿을 고온으로 가열, 환원하여 금속화를 진행시킨다.

4) 금속화한 펠릿을 냉각하고 노외로 배출한다.

그러나, 상술한 미국특허 제3,443,931호 명세서에 개시되어 있는 것과 같은 종래의 환원철 제조방법(편의상, 「펠릿법」이라 적는다)에는 기본적으로 다음과 같은 문제점이 있다.

1) 괴성화한 상태에서는 괴성화물(펠릿)의 강도가 취급을 견뎌낼 수 없기 때문에 환원로에 장입하기 전에 펠릿을 건조할 필요가 있다. 그 때문에 기구가 복잡한 괴성화 설비에 추가하여 건조 설비가 필요하며, 운전, 보수 비용도 상당히 많게 된다. 그리고 펠릿의 건조로부터 환원종료까지의 소요시간이 길어지기 때문에, 생산효율이 떨어지므로 환원철의 제조비용을 낮게 억제하기가 곤란하다.

2) 괴성화할 때 소정 크기 외의 입자가 생성되는 것을 피할 수 없다. 그 보다 작은 크기의 것은 그 상태로 다시 혼합공정으로, 또 큰 것은 분쇄되어 혼합공정으로 되돌릴 필요가 있어 생산효율이 나쁘다.

3) 제철소 내에서 발생되는 철분 함유 더스트, 슬러지, 스케일 등도 귀중한 철원이지만, 이 제철소 배출 산화물은 회수된 그대로의 형태에서는 분상 물질이 결합하여 굳은 괴상, 또는 밀스케일(mill scale)과 같이, 펠릿으로 하기에는 너무 큰 형상을 이루고 있는 것이 많다. 따라서 이들을 분상 철광석에 대신하여 단독으로 또는 분상 철광석과 혼합하여, 펠릿상으로 괴성화하는 경우, 미리 일정한 입도로 미분쇄(微粉碎)할 필요가 있어, 미분쇄 설비가 없어서는 안 된다.

펠릿의 환원반응은 온도가 높을수록 빠르게 진행되기 때문에, 환원반응속도를 높여 생산성을 향상시키기 위해서는, 펠릿의 승온속도를 크게 하여 빨리 소정 온도까지 도달시키는 것이 중요하다. 상기 특개평 7-238307호 공보에 제안된 방법에는 펠릿을 노내에 장입하고서 한동안은 펠릿의 표면에 산소함유 가스를 공급하여 펠릿 내로부터 발생하는 가연성 물질을 적극적으로 연소시키며, 그 연소열에 의해 펠릿의 표면 온도를 신속하게 적정 온도까지 승온시키는 것을 특징으로 하고 있다.

그러나, 특개평 7-238307호 공보에 개시된 방법도 원료의 혼합, 괴성화, 건조라는 공정을 거치는 「펠릿법」의 범주에 있어 상기 펠릿법의 문제점은 대부분 해결되어 있지 않다.

환원철을 제조하는데에는, 노상(爐床)이 수평으로 회전이동하는 가열노상(이하, '회전노상'이라 한다)을 가지는 노(爐)가 주목되며, 상기 미국특허 제3,443,931호 명세서에 개시되어 있는 프로세스에서도 이 노(이하, '회전노상로'라 한다)가 사용되고 있다.

이 회전노상로는 오래 전부터 사용되어 온 로타리킬른(rotary kiln)과는 다르며 설비비가 싼 것이 특징이지만 한편 노상이 수평으로 회전하기 때문에 원료 장입 및 제품 배출에 배려가 필요하다.

도 1은 원료의 가열에 회전노상로를 사용하는 종래의 환원철 제조 공정 중 한 예의 개략도이다. 도시한 바와 같이, 분쇄기(1)로 소정 입도로 조정한 철광석(3)과 건조기(2) 및 분쇄기(1)로 처리한 분석탄(4)에 결합제(binder)로서 벤토나이트(5)를 첨가하며, 혼련기(混練機, kneader)(6)로 다시 수분(7)이나 타르(8)를 첨가하여 혼합한다. 이 혼합원료를 펠레타이저(9) 또는 쌍롤(double roll)압축기(10)로 괴성화하고, 회전노상로(11)의 원료장입부(12)로 이송하여 노내에 장입하며, 노상(13)의 이동에 따라 1회전시키는 사이에 철광석 중의 산화철을 고온 환원하여 고체상 금속철로 만든다. 얻어진 금속철은 배출부(14)로부터 꺼낸다. 부호 15는 배기구이다.

분상 산화철과 분상 고체 환원제는 필요에 따라 건조처리, 파쇄처리가 실시된 후, 혼련(混練, kneading) 처리되는데, 이때 필요에 따라 결합제로서 수분, 타르, 당밀, 유기계수지, 시멘트, 슬래그, 벤토나이트, 생석회, 경소(輕燒) 돌로마이트, 소석회가 첨가된다.;

혼련된 원료는 데스크 펠레타이저에 의해 구상(球狀)의 펠릿으로, 또는 쌍롤 압출기에 의해 브리킷(briquette)으로 괴성화된다. 이 경우, 펠릿으로 하기 위해서는 입경이 0.1㎜ 이하인 입도의 원료가 적합하며 브리킷에는 입경이 1㎜ 이하인 입도의 것이 적합하기 때문에, 미리 일정한 입도로 미분쇄할 필요가 있다. 또, 괴성화물(상기 펠릿, 브리킷을 가리킨다)의 강도를 높이기 위해, 원료성형 후에 건조 처리 또는 양생(養生) 처리가 실시되는 경우도 있다.

얻어진 괴성화물은 벨트 컨베이어로 회전노상로의 상부로 보내지며, 그곳으로부터 회전노상 위에 폭넓게 분산되도록 장입슈트를 사용하여 장입되며, 레벨러에 의해 고르게 된다. 이어서, 노내를 이동하는 사이에 가열 환원되어 금속철로 된다.

그러나, 상술한 것과 같은 종래의 환원철 제조방법에는 다음과 같은 문제가 있다. 즉, 괴성화물은 회전노상로에 장입되기까지의 사이에 분화(粉化)하여, 지름이 작아 입도가 다른 괴성화물로 되는 동시에 가루를 발생하며, 그 상태로 회전노상에 장입된다. 그 때문에, 노내에 장입된 발생분(粉)은 연소가스에 의해 비산되며, 노벽에 용융 부착하여 설비 문제의 원인이 된다. 또 회전노상에 용융 부착하거나 용융 침식하여 상면(床面)이 거칠게 되므로 설비 문제의 원인이 된다.

더욱이, 괴성화물의 입도가 다르기 때문에 소성이 고르지 못하게 되어, 92%정도의 금속화율을 가지는 환원철을 제조하기 위해서는 소성시간을 연장할 필요가 생겨 환원철 생산성이 악화된다.

이 괴성화물 분화의 악영향을 방지하기 위해 전술한 결합제를 첨가하여 효과를 얻고 있지만 분화가 완전히 방지될 리는 없다. 또, 유기계 결합제는 고가이므로 제조비를 상승시키고 한편, 무기계 결합제는 철분 외에 슬래그를 함유하기 때문에 환원철의 품위를 저하시키는 결점이 있다.

상기와 같이 종래의 「펠릿법」에는 많은 문제점이 있다.

한편, 종래 용선은 주로 고로법에 의해 제조되었다. 고로법은 괴상의 철원료와 괴상의 코크스를 노상부(爐上部)로부터 장입하고, 노하부에 설치된 풍구(tuyere)로부터 열풍을 흡입하여 코크스를 연소시켜 고온의 환원가스를 생성하여, 철원료의 주성분인 산화철을 환원하여 용해하는 공정이다.

최근에는 샤프트 환원로에서 괴상의 철원료를 환원하여 환원철을 제조하며, 이 환원철을 고온상태에서 노상부(爐上部)로부터 탄재유동층형 용해로에 장입하여 환원과 용해를 하여 용선을 제조하는 방법이 개발되어 이미 실용화되어 있다.

또, 분철광석으로부터 직접 용선을 제조하는 방법으로서도 여러 가지 방법이 개발되어 있다. 예를 들면 특공평 3-60883호 공보에는 미분철광석과 미분탄소질재(微粉炭素質材)를 괴성화하고 이 괴성화물을 회전노상로에서 예비 환원하여, 1000℃ 이상의 온도에서 배출시키고, 노내에 용융금속욕을 가지는 제련로 내의 욕(浴)의 표면 아래에 상기 미분탄소질재를 도입함과 동시에 이 제련로 내에서 상기 예비 환원된 괴성화물을 환원·용해하는 방법이 개발되어 있다. 또, 이때 제련로로부터 배출되는 배기가스는 회수되어 예비환원용 연료로서 회전노상로에 도입된다.

그러나 이들 종래 기술에는 다음과 같은 결함이 있다.

우선, 고로법에서는 괴상의 철원료 및 코크스가 필요하다는 결함이 있다. 고로법에서는 석탄을 코크스로에서 건류하여 코크스화하고 체질로 분류한 후의 괴상 코크스가 사용되지만, 이 고로법에서는 코크스용 강점결탄은 자원적으로 보아 편재되어 있는 점에 더하여, 코크스로 교환시 거액의 투자부담 및 코크스로가 원인이 되어 발생하는 공해를 방지하는 것이 큰 과제로 되어 있다. 한편, 철원료에 대해서도 괴광석을 사용하는 경우를 제외하고, 분광석을 괴상화하여 펠릿 또는 소결광으로 하여 사용하지 않을 수 없다. 그러나, 괴광석의 공급이 매우 여유 있지 못한 점과 펠릿 가격이 고가인 점 때문에 일본에서는 소결광 사용이 주류로 되어 있으며, 소결광 제조시의 공해 방지 대책이 큰 문제이다.

샤프트 환원로에 의해 용선을 제조하는 방법에서는 코크스를 필요로 하지 않지만 철원료로서 고로법의 경우와 마찬가지로 괴상의 것이 필요한 문제가 있다.

또, 특공평 3-60883호 공보에 기재된 방법은 우수한 방법이지만, 분상의 산화철과 분상의 고체 환원제를 혼합한 후, 환원로에 장입하기 전에 괴상화할 필요가 있다는 단점을 가지고 있다.

괴성화에서는 전술한 바와 같이 소정 크기 외의 입자 생성을 피할 수 없으며, 그보다 작은 입자는 그 상태로 혼합공정으로, 큰 입자는 분쇄하여 혼합공정으로 돌릴 필요가 있어 효율이 나쁘다. 또, 괴성화된 상태로는 강도가 약하여 취급을 감당하지 못하기 때문에 환원로 내로 장입하기 전에 괴성화물을 건조할 필요가 있으며, 그 때문에 괴성화 설비에 더하여 건조 설비가 필요하여 환원철 제조비용이 상승한다. 게다가, 환원 시간으로 비교하면 괴성화 및 건조에 요하는 시간은 상대적으로 길어 설비 전체의 효율이 저해된다.

또 제철소에서 발생하는 더스트, 슬러지, 스케일 등의 산화물을 단독 또는 철광석과 혼합하여 사용하는 경우, 이들 산화물의 회수 형태가 '분상물질이 결합하여 굳은 괴상' 또는 밀스케일과 같은 '펠릿화하기에는 너무 큰 형상'을 이루고 있는 것이 많기 때문에 미리 소정 입도로 미분쇄하여 놓을 필요가 있다. 그 때문에 미분쇄설비가 없어서는 안 되는 문제가 있다.

본 발명은 종래의 「펠릿법」을 대신하는 간략한 방법으로 저렴하게 환원철을 제조하는 방법 및 그 생산장치를 제공하는 것과, 얻어진 환원철을 사용하여 간략한 공정으로 효율 좋고 저렴하게 양질의 용선을 제조하는 방법을 제공하는 것을 과제로 하여 이루어진 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명에서는, 종래 원료의 예비환원에 필수로 생각되어 온 원료 및 연료의 괴성화공정(펠릿화 등, 괴상화하는 공정)과 건조공정을 생략하였다. 즉, 분상의 철원료와 분상의 고체 환원제를 혼합한 후, 괴성화하지 않고 분상인 상태로 1,200℃ 이상으로 가열한 노내에 장입하여 산화철을 환원하는 것을 특징으로 하고 있다.

본 발명의 요지는 하기 (1) 및 (2)의 환원철 제조방법, (3)의 상기 제조방법을 위한 장치, (4) 및 (5)의 용선 제조방법에 있다.

(1) 하기 (a)~(c)의 공정으로 구성되는, 분상 산화철로부터의 환원철의 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합 공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 환원로 내로 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 노내로 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며 상기 산화철을 환원하는 환원공정.

(2) 하기 (a)~(d)의 공정으로 구성되는, 분상 산화철로부터의 환원철 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합 공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 환원로 내로 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는

공정,

(c) 그 베드를 압압(押壓)하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높이는 공정,

(d) 노내로 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며 상기 산화철을 환원하는 환원공정.

(3) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하는 혼합기와, 혼합하여 얻은 원료혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하여 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 장입장치와, 노내에 장입된 혼합물중의 산화철을 환원하는 환원로를 가지며, 환원로가, 상기 혼합물의 장입구, 산화철을 가열 환원하여 얻어진 환원철의 배출구 및 노내에서 발생하는 가스의 배기구를 갖춘 노체와, 노내에 설치된 수평으로 회전이동하는 노상과, 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하여 연료를 연소시키는 버너를 가지는 회전노상로인 상기 (1)에 기재된 방법을 실시하기 위한 환원철의 제조장치.

게다가, 노내에 장입된 원료혼합물의 베드를 압압(押壓)하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 상승시키는 수단을 가지는 장치를 사용하면, 상기 (2)에 기재된 방법을 실시할 수 있다.

(4) 하기 (a)~(f)의 공정으로 구성되는 분상 산화철로부터의 용선 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 예비환원로 내로 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 노내로 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상이 되도록 유지하며 상기 산화철을 환원하는 예비환원공정,

(d) 상기 예비환원공정에서 얻어진 환원철을 상기 예비환원로로부터 500℃ 이상의 온도로 배출시키는 배출공정,

(e) 상기 배출공정에서 배출된 고온상태의 환원철과, 괴립상(塊粒狀)의 탄재와 플럭스(flux)를, 노내에 탄재의 충전층(充塡層)을 가지며, 노하부에 설치된 풍구로부터 산소함유가스를 취입하여 풍구 앞의 탄재를 연소시켜 고온의 환원가스를 발생시키는 견형로에 그 노상부(爐上部)로부터 장입하고, 환원과 용해를 하여, 용선과 용재를 노하부의 출선구로부터 배출시키는 환원 용해공정,

(f) 견형로의 생성가스를 회수함과 동시에 그 일부를 예비환원용 연료로 상기 예비환원로에 도입하는 가스회수공정,

(5) 하기 (a)~(f)의 공정으로 구성된 분상 산화철로부터의 용선 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합 공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 예비환원로 내로 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 노내로 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상이 되도록 유지하며 상기 산화철을 환원하는 예비환원공정,

(d) 상기 예비환원공정에서 얻어진 환원철을 상기 예비환원로로부터 500℃ 이상의 온도로 배출시키는 배출공정,

(e) 상기 배출공정에서 배출된 고온상태의 환원철과 탄재와 플럭스(flux)를, 노내에 용융금속욕과 용융슬래그욕을 가지며, 저부(底部)로부터 교반용 가스를 용융금속욕 내로 취입하여 용융금속욕과 용융슬래그욕을 교반하며, 상부로부터 산소를 노내로 공급하는 정련용해환원로에 그 노상부(爐上部)로부터 장입하여 환원과 용해를 행하고, 용선과 용재를 노하부 출선구로부터 배출하는 환원·용해공정,

(f) 정련용해환원로의 생성가스를 회수함과 동시에 그 일부를 예비환원용 연료로서 상기 예비환원로에 도입하는 가스회수공정.

또, 상기 (4) 또는 (5)의 용선 제조방법에 있어서는, 상기 (2)에 기재된 방법, 즉 노내에 장입된 원료혼합물의 베드를 압압(押壓)하여 원료혼합물의 겉보기밀도를 상승시킨 후, 고온 환원하는 방법에 의해 환원철을 제조하고, 그 환원철을 견형로 또는 정련용해환원로에 장입하는 방법을 채용하여도 좋다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 환원철 제조프로세스의 한 예의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 환원철 제조장치와 이 장치를 사용하는 환원철의 개략의 제조공정을 나타내는 도면이다.

도 3은 회전노상로의 종단면도이며, 노상의 진행방향에 대하여 수직인 면을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에서 사용하는 환원철 제조원료 장입장치 중 한 예의 요부 구성을 나타내는 도면이다.

도 5는 종래 스크류 피더(screw feeder)에 의한 환원철의 배출방법의 설명도이다.

도 6은 본 발명에서 사용하는 환원철 배출방법의 설명도이다.

도 7은 본 발명에서 사용하는, 노상에 잔류하는 환원철분 제거방법의 한 예에 대한 설명도이다.

도 8은 본 발명에서 사용하는, 노상에 잔류하는 환원철분 제거방법의 다른 예에 대한 설명도이다.

도 9는 본 발명에서 사용하는, 노상에 잔류하는 환원철분 및 고착물 제거방법의 한 예에 대한 설명도이다.

도 10은 본 발명에서 사용하는, 노상에 잔류하는 환원철분 제거방법의 또 다른 예에 대한 설명도이다.

도 11은 본 발명에서 사용하는, 환원철분이 노상 위에 잔류하는 것을 방지하는 방법의 한 예에 대한 설명도이다.

도 12는 견형로를 사용하는 용선 제조공정의 개략과 사용하는 설비의 한 예를 나타내는 도면이다.

도 13은 제련용 용해환원로를 사용하는 용선 제조공정의 개략과 사용하는 설비의 한 예를 나타내는 도면이다.

도 14는 실시예에서 사용한 고온가열환원시험로의 설명도이다.

실시예

본 발명의 환원철의 제조방법과 그를 위한 장치 및 용선의 제조방법에 대하여 이하에 상세히 설명한다.

본 발명(상기 (1) 및 (2)의 발명)의 환원철의 제조방법은, 산화철을 고온 환원하는데 있어서, 분상 산화철과 분상 고체 환원제의 혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하며, 또는 다시 그 베드를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 상승시키고, 노내로 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분(VM)과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내의 온도가 1,100℃ 이상으로 되도록 유지하며, 분상의 산화철을 환원하는 방법이다. 또, 상기 (1)의 발명은 베드를 압압하지 않고 산화철을 환원하는 방법이며, (2)의 발명은 베드를 압압한 후에 환원하는 방법이다.

여기에서, 「분상 산화철」이란 산화철이 주성분인 분상의 철원료이며, 구체적으로는 전술한 분상의 철광석이나 제철소에서 발생하는 철분을 함유한 더스트, 슬러지, 스케일 등을 말한다. 이들을 단독으로 또는 2종 이상 혼합물의 상태로 사용할 수 있다.

「분상 고체 환원제」란 석탄, 목탄, 석유 코크스, 코크스 등 주로 탄소를 함유하는 고체물질의 분말이다. 이들도 단독으로 또는 2종 이상 조합하여 사용할 수 있다.

또한, 「균일한 두께」란, 반드시 엄밀한 의미에서의 균일 두께를 가리키는 것은 아니다. 따라서, 「대략 균일한 두께의 베드」란, 실제적으로 불균일을 초래하지 않고 환원이 균등하게 진행하는 정도의, '극단적인 레벨의 차이가 없는 두께'를 의미한다.

본 발명에서 사용하는 환원로의 형식에 특히 제약은 없으나, 상기 도 1에 도시된 회전노상로, 즉 수평으로 회전이동하는 가열노상(회전노상)을 가지는 환원로가 연속작업이 가능하게 되기 때문에 추천된다.

본 발명의 환원철 제조방법에서는 우선 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 혼합물(원료혼합물)을 얻는다.

사용하는 원료에 함유되어 있는 수분 등의 조건에 따라서는 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합할 때, 약간의 물, 결합제(벤토나이트, 석회, 유기계 결합제 등) 중의 어느 하나 또는 모두를 첨가해도 된다. 이에 의해, 균일하고도 신속한 혼합이 손쉽게 이루어짐과 동시에 회전노상로에 대략 균일한 두께의 베드를 쉽게 형성하게 된다. 또, 물이나 결합제 첨가는 표면에서 미분(微粉)이 비산되는 것을 방지하는데 효과적이다.

또, 환원철에 함유된 슬래그 성분의 염기도를 조정하기 위하여 석회(생석회, 석회석 등)를 첨가하여도 좋다. 이에 의해, 환원로의 배기가스 중에 함유되는 황(S) 농도를 저하시킬 수 있다. 또, 석회석을 사용하는 경우, 석회석의 분해에 따른 흡열을 환원로 내에서의 소성시에 보충할 수 있기 때문에 제련로에서의 연료원단위(燃料原單位)가 상승한다.

본 발명에서는 원료혼합물을 괴성화할 필요가 없기 때문에 스케일 등은 조분쇄(粗粉碎)하는 것만으로 사용할 수 있어, 미분쇄는 불필요하다.

또, 아연(Zn) 등을 함유하는 더스트를 원료에 사용한 경우는, 제품의 환원철에 Zn이 잔류하여 제품가치가 저하되는 것이 염려되지만, 본 발명의 방법에서는 노내가 고온이기 때문에 Zn과 같이 비등점이 낮은 금속은 증발하여 배기가스와 함께 노외로 배출된다. 따라서, 이들 비등점이 낮은 금속이 제품 환원철에 잔류하는 양을 저하시켜 제품 품위를 높일 수 있는 동시에 집진설비에 포집된 더스트에는 이들 저(低)비등점 금속이 농축되기 때문에, 이것을 회수하여 사용하는 것이 가능하다.

이어서, 분상 산화철과 분상 고체 환원제의 혼합물을 그 상태(분상 혼합물 상태)로 환원로 내에 장입하고, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성한다. 이와 같은 베드를 형성하려면, 예를 들면, 후술하는 도 4에 나타난 것과 같이, 원료혼합물(40)을 원료장입구(38)로부터 회전노상(13)을 형성하는 대차(臺車) 위에 장입한 후, 레벨러(39)를 통과시키면 된다. 레벨러(39)의 노상으로부터의 높이를 조절함으로써 베드(41)를 원하는 두께로 할 수 있다.

한편, 노상 위에 단지 베드를 형성하는 것뿐이라면, 베드의 형성조건에 따라서는 베드 내에 공극이 많고, 열을 받는 면인 베드 표면에서 베드의 심부(深部), 즉 저부(底部)로의 열전달이 늦어져, 그 결과 베드의 심부에서 환원이 늦어지는 경우가 있다. 또, 연소가스에 의해 베드 표면의 미분이 분산되며, 연소배기가스와 함께 노외로 분출되는 문제가 발생하는 경우도 있다.

이 문제를 해결하기 위해서는 노상 위에 베드를 형성한 후, 그 베드를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높이는 공정을 추가하는 것이 효과적이다.

예를 들면, 후술하는 도 4에 나타난 바와 같이, 레벨러(39)를 사용하여 원료혼합물(40)을 대략 균일한 두께의 베드 형상으로 할 때에, 전압(塡壓)롤러(42) 등을 사용하여 베드(41)를 압압하는 것이 극히 유효하다. 즉, 압압에 의해 베드 내의 공극이 감소하여 입자끼리 밀착하기 때문에, 베드로부터 미립자가 분산되는 것을 방지할 수 있는 동시에, 베드 내의 열전달이 촉진되며, 그 결과 환원이 촉진된다. 또, 산화철과 고체 환원제의 접촉이 양호하게 되는 것도 환원 촉진에 기여하는 것으로 생각된다.

미립자의 비산을 보다 효과적으로 방지하기 위해서는, 베드를 형성한 후에, 또는 그 베드를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높인 후에, 베드 위에 시멘트 함유액을 산포하는 것이 효과적이다. 예를 들면, 도 4에 나타난 것과 같이, 시멘트의 수용액인 시멘트 밀크를 노즐(43)로부터 베드(41) 표면에 산포하는 것이 좋다.

이어서, 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하여, 그 연료와 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도가 1,100℃ 이상이 되도록 유지하며, 베드 중의 산화철을 환원하여 환원철을 제조한다. 또, 상기 베드란, 레벨러를 사용하여 형성한 노상 위의 베드, 또는 그 베드를 다시 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높인 베드이다.

연료로서는 천연가스, 중유 등의 통상 사용되고 있는 원료를 사용한다. 후공정의 제련로(견형로, 제련용 용해환원로)에서 가연성의 가스가 배기가스로 배출되기 때문에 이것을 사용하여도 된다.

산소함유가스로서는, 공기 또는 산소농도가 공기와 동등하거나 공기조성 보다도 약간 높게 조정된 가스를 사용하는 것이 좋다.

상기 산화철을 환원할 때, 노내의 연소가스 또는 연소용 공기 등에 의해, 산화철 환원의 지연 또는 산화철이 환원되어 생성된 환원철의 재산화가 우려되지만, 이에 대해서는 아래와 같이 생각할 수 있다. 즉, 고체 환원제로부터 가연성 휘발성분이 발생하는 기간 및 환원이 진행하여 환원생성물인 CO가스가 발생하는 기간에 있어서는, 베드 표면은 가연성 휘발성분 또는 환원생성 CO가스에 의해 덮여 있기 때문에, 생성된 환원철이 재산화되는 일이 없다. 환원이 종료에 가까워 CO가스 발생 속도가 저하되는 기간에는 버너로부터 공급되는 연료량과 연소용 공기량의 비를 조정하여, 연소가스 중의 CO가스와 CO_2가스의 비가 금속철이 산화되지 않는 범위로 되도록 조정하면 된다.

따라서, 본 발명의 방법에 의하면 원료혼합물의 베드 위에 다시 고체 환원제의 베드를 놓을 필요가 없어 장입설비의 간소화를 도모할 수 있다.

고온 환원을 위한 노내 온도는 1,100℃ 이상으로 한다. 1,100℃를 밑도는 온도영역에서도 환원은 진행되지만, 이와 같은 온도영역에서는 환원속도가 느려 공업생산에는 바람직하지 않다. 산화철의 환원 중에는 흡열반응에 의해 원료혼합물의 베드(이하, 장입물 베드라 한다) 온도가 노내 온도보다 낮게 되기 때문에, 충분히 빠른 환원속도를 얻기 위해서는 노내 온도를 1,200～1,400℃ 정도로 유지하는 것이 바람직하다.

단, 이 온도는 환원의 진행상황, 사용하는 분상 산화철 및 고체환원제의 성상이나 혼합비율 등에 의해 조정되어야 하는 성질의 것이다. 즉, 원료를 노내에 장입한 후 잠시 동안에는, 장입물의 온도가 낮기 때문에 노내 온도를 높게 유지하여 장입물의 승온을 도모하는 것이 환원 촉진에는 유리하다. 또, 원료인 광석 중의 맥석이나 석탄 중의 회분의 조성에 따라서는 그 융점이 변화하기 때문에, 그에 대응하여 노내 온도를 제어하여, 환원 진행 중에 용해하여 유출되지 않도록 유의하여야 한다. 단, 장입물 내에서 적당량의 융액 생성은 열전달과 반응촉진 모두에 대해 좋은 결과를 가져오기 때문에, 적극적으로 활용하여야 한다.

산화철을 고온에서 환원하는데 있어서, 환원에 필요한 시간을 단축하기 위해서는, 장입물 베드의 온도를 환원 적정온도까지 신속하게 승온하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는, 장입물 베드의 가열에 있어서 장입물 베드 중의 고체 환원제에서 발생하는 가연성 휘발성분의 발생이 거의 종료되기까지는 산소함유가스를 장입물 베드 표면에 공급하여 가연성 휘발성분을 그 표면에서 연소시키고, 가연성 휘발성분의 발생이 종료한 후는, 노내 온도가 1,100℃ 이상으로 되도록, 바람직하게는 1,200～1,400℃ 이상으로 되도록 가열하면 된다.

또, 환원로 내에 환원철이 노상에 고착하는 것을 방지하기 위해서는, 환원로의 노상 위에 분상의 고체 환원제를 얇게 펴고, 그 위에 장입물 베드를 형성하는 방법을 채용하여도 된다.

상술한 바와 같이, 본 발명(상기 (1) 및 (2)의 발명)의 환원철 제조방법은, 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 단순히 혼합하여 분상 그대로 가열된 환원로 내의 노상 위에 장입하고, 고온 가열 환원하여 환원철을 제조하는 방법이다. 즉, 종래 채용되어 있는 괴성화(펠릿화) 및 건조 공정을 생략하는 것을 기본사상으로 하는 것이므로, 다음과 같은 현저한 효과가 얻어진다.

① 환원처리에 제공되는 원료를 괴성화하는 종래법과 같이 철광석 등의 분상 산화철이나 고체 환원제 입자의 크기를 같게 할 필요가 없다. 또, 제철소 배출 산화물(스케일 등)을 원료로 사용하는 경우에도, 단지 조분쇄만 하여 사용에 제공할 수 있어 종래법에서 행해지는 미분쇄는 불필요하다.

② 종래법에서 행해지는 괴성화 공정에는 적지 않은 시간이 걸리지만, 본 발명의 방법에서는 분상 원료를 단지 혼합하고 그 상태로 환원로의 노상 위에 장입하기만 하면 되므로, 처리시간은 매우 짧고, 설비 가동률이 향상되는데 더하여 운전, 보수도 용이하다.

③ 펠릿은 괴성화한 상태로는 강도가 부족하기 때문에, 취급시 붕괴를 방지하기 위해 건조하여 강도를 증가시킬 필요가 있지만, 본 발명의 방법에서는 원료혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하고, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하기 때문에, 건조 공정을 필요로 하지 않는다.

④ 즉, 본 발명의 방법에서는 종래 방법에서 행해지는 원료의 조정(미분쇄, 입도조정), 괴성화(펠릿화) 공정, 건조공정을 생략할 수 있어 제조능률은 대폭 향상시키고 환원철 제조비용은 대폭 저감시킬 수 있다.

⑤ Zn 함유 더스트를 원료로 사용한 경우에는 제품의 환원철에 Zn이 잔류하여 제품 가치가 낮아지는 것이 우려되나, 본 발명의 방법에서는 노내가 고온이기 때문에 Zn과 같이 비등점이 낮은 금속은 증발하여 배기가스와 함께 노외로 배출되므로, 이들 비등점이 낮은 금속의 제품 환원철 내 잔류량을 저하시킬 수 있어 제품품위를 높일 수 있다. 게다가, 집진설비에 포집된 더스트에는 이들 비등점이 낮은 금속이 농축되기 때문에 이를 회수하여 이용할 수 있다.

본 발명(상기 (3)의 발명)의 환원철 제조장치는 상기 (1)의 발명의 방법을 실시하기 위한 장치이다.

이 장치는, 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하기 위한 혼합기와, 혼합하여 얻어진 원료혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하여 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 장입장치와, 노상에 장입된 분상 원료혼합물 중의 산화철을 환원하는 회전노상로를 가지고 있다. 회전노상로는, 원료혼합물의 장입구, 산화철을 가열 환원하여 얻어진 환원철의 배출구 및 노상에서 발생하는 가스의 배기구를 구비하는 노체와, 노내에 설치된 수평으로 회전이동하는 노상과, 노상에 연료와 산소함유가스를 취입하여 연료를 연소시키는 버너를 가지고 있다.

도 2~도 4는, 상기 (3)의 환원철 제조장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 2는 장치 전체를 모식적으로 나타냄과 동시에 개략의 제조공정을 나타내는 도면이며, 파선으로 둘러싸인 부분이 본 발명의 장치를 나타낸다. 도 3은 회전노상로의 단면도이며, 노상의 진행방향에 대하여 수직인 면을 나타낸다. 또 도 4는 장입장치 중 한 예의 요부의 개략을 나타내는 종단면도이며, 노상의 진행방향에 대하여 평행한 면을 나타내고 있다.

도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 환원철 제조장치는, 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하기 위한 혼합기(16)와, 도시되지 않은 장입장치(도 4에 도시된 것과 같이, 회전노상로(11)의 위쪽에 설치되어 있다)와, 회전노상로(11)를 가지고 있으며, 회전노상로에는, 원료혼합물의 장입구(17)(도 4 참조), 환원철의 배출구(18), 노내에서 발생하는 가스(폐가스)의 배기구(15) 및 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하여 연료를 연소시키는 버너(19)가 설치되어 있다.

도시한 예에서는, 원료를 받아들이는 호퍼(20)로부터 분상 산화철(분광석)(21)과 분상 고체 환원제(22) 외에, 결합제(23)와 더스트(24)가 혼합기(16)로 이송되어 혼합된다. 연료로서는, 발전 등에 사용되는 제련로 배기가스(25)의 일부가 사용되고 있다. 산소함유가스로서는 배기구(15)로부터 배출되는 가스(폐가스)를 폐가스연소장치(26)에서 연소시켜 발생하는 열에 의해 예열된 공기(27)가 쓰이고 있다. 폐가스는 열교환기(28)를 통과한 후, 제진장치(29) 및 탈황장치(30)를 경유하여 대기 중으로 방출된다. 부호 31, 32는 송풍기(blower)이다.

도 3에 도시한 바와 같이, 회전노상로의 외곽(外郭)은 노체(33)이며, 그 안쪽에 수평으로 회전이동하는 노상(회전노상)(13)이 설치되어 있다. 노상(13)의 아래쪽에 레일(34)이 부착되어 있고, 고정된 차륜(35)을 구동장치(36)에 의해 구동시킴으로써 노상(13)은 일정속도로 회전한다. 또, 노내는 실링수(水)(37)에 의해 실링되어 있다. 노상(13) 위에 장입된 원료혼합물의 베드(41)는 버너(19)로부터 취입되는 연료의 연소열에 의해 환원된다.

도 4에 나타난 장입장치는, 원료장입구(38)와 레벨러(39)를 구비하며, 회전노상로(11)의 장입구(17)에 설치되어 있다. 원료혼합물(40)은 분상인 채로 원료장입구(38)로부터 노내에 장입되며, 레벨러(39)를 통과하는 사이 그 두께가 조절되어, 노상(13)을 형성하는 대차 위에 대략 균일한 두께의 베드(41)가 형성된다.

도 4에는 원료혼합물의 베드(41)를 압압하기 위한 수단으로서 전압(塡壓) 롤러(42)가 부착되어 있다. 이 전압 롤러(42)를 구비한 장치를 사용하면, 노상 위에 형성된 원료혼합물의 베드(41)를 전압 롤러(42)로 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높이는 공정을 포함하는 상기 (2)의 발명의 방법을 실시할 수 있다.

더욱이, 도 4에는 시멘트 함유액을 산포하기 위한 노즐(43)이 부착되어 있다. 이 노즐(43)을 사용하여, 전술한 바와 같이, 베드를 형성한 후 또는 베드(41)를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높인 후, 베드 위에 시멘트 밀크 등을 산포할 수 있다.

상기 환원철 제조장치에 의해 환원철을 제조하는데에는, 얻어진 환원철을 노상 밖으로 배출하거나, 배출하지 않고 노상에 잔류하는 분상 환원철을 제거하여 노상을 항상 깨끗하게 유지하기 위하여 여러 가지 방법 및 장치가 적용될 수 있다. 이하 구체적으로 설명한다.

종래 환원철 제조는 노내 온도가 1,100~1,300℃로 유지된 회전노상로의 노상 위에 괴성화물(펠릿)을 10~20㎜의 얇은 두께로 펴고, 주로 노내벽으로부터의 복사열에 의해 900℃ 이상으로 승온시키며, 노상이 1회전하는 사이 일정한 금속화율에 달하도록 노상의 회전속도를 조정하면서 환원 소결하여, 배출부로부터 스크류 피더에 의해 배출함으로써 이루어지고 있다.

도 5는 종래 배광장치로 사용되고 있는 스크류 피더에 의한 환원철의 배출방법을 설명하는 도면이며, (a)는 회전노상의 상면도(上面圖), (b)는 배출부 근방의 종단면도이다. 도시한 바와 같이, 원료장입부(12)로부터 회전노상(13) 위에 장입된 원료혼합물(40)은 노상(13)의 회전에 따라 1회전하는 사이 원료 중의 산화철이 고온 환원되어, 환원철로서 제품 배출부(14)로부터 스크류 피더(44)에 의해 배출된다. 배출은, 환원철이 스크류 피더(44)에 도달한 후, 스크류의 회전에 의해 노상(13)의 이동방향과 직교하는 방향(도면에 흰색 화살표로 표시)으로 이동하며, 노상(13)의 외주 쪽으로 배출됨으로써 이루어진다. 또, 스크류 피더(44)의 바로 뒤에는 환원철을 축적시키기 위한 스토퍼펜스(45)가 설치되어 있다. 또, 도시한 예에서는, 노상(13) 아래쪽에 레일(34)이 설치되어 있고, 고정된 차륜(35)을 구동시킴으로써 노상(13)은 일정속도로 회전한다. 노내는 실링수(水)(37)에 의해 실링되어 있다.

그러나, 스크류에 의해 환원철이 노상의 외주 쪽에 도달하여 배출되기까지는 시간이 필요하기 때문에, 스크류 피더 앞에는 환원철의 체류량이 많게 된다. 특히, 노상의 내주쪽 단부(端部) 부근에 있는 환원철은, 내주쪽으로부터 외주 쪽까지 긴 거리를 이동하지 않으면 안될 뿐 아니라, 외주 쪽에 도달하기까지의 사이에 노상의 다른 부분에 있는 환원철과 혼합됨으로써 더욱 체류할 수밖에 없게 되어, 긴 시간 노

내에 체류하게 된다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는, 회전노상로 내에서 소성하여 얻어진 환원철을 신속하게 노외로 배출할 필요가 있는데, 이하 서술하는 몇 가지 방법을 채용할 수 있다.

예를 들면, 분상 산화철을 회전노상로를 사용하는 환원로에서 환원하여 얻어진 환원철을 노상의 이동방향과 직각인 방향으로 왕복이동하는 압출장치로 배출하는 방법을 채용하여 환원철을 제조하여도 된다.

도 6의 (a) 및 (b)는 이 방법의 한 예에 대한 설명도이며, 압출장치로서 푸셔(pusher)를 사용하는 경우이다. (a)는 개략 평면도, (b)는 (a)의 A-A 화살표 방향에서 본 도면이다. 도시한 바와 같이 압출장치로서, 회전노상로 배출부의 노상(13) 내주 쪽(노상 바깥)에, 노상(13)의 이동방향과 직각방향으로 왕복이동하는 판상의 푸셔(46)가 설치되어 있다.

노상(13)의 회전에 따라 배출부로 이동되어 오는 환원철은, 푸셔(46)가 화살표방향으로 이동함에 따라 노상(13)의 외주 쪽으로부터 노상 바깥으로 압출되어 배출슈트(47)를 통하여 배출된다. 도시된 예에서는, 파선으로 나타난 푸셔(46)의 이동범위에 따라 그 하류쪽(노상의 이동방향 쪽)에 스토퍼펜스(45)가 부착되어 있고, 푸셔(46)는 이 펜스(45)를 따라 이동하기 때문에 환원철(50)은 남지 않고 확실하게 배출된다. 또, 노상(13)의 외주부까지 이동한 푸셔(46)는 바로 원래 위치로 돌아가고, 다음 배출을 위해 다시 화살표 방향으로 이동한다.

환원철을 상기와 같은 압출장치에 의해 배출하지 않고, 노상 폭 방향의 중앙을 기점으로 노상의 이동방향을 향하여 V자 모양으로 넓어지는 배출가이드 펜스를 따라 노상의 양쪽으로 배출하는 방법을 채용하여 환원철을 제조하여도 좋다.

도 6의 (c) 및 (d)는 이 방법의 한 예에 대한 설명도이다. (c)는 개략 평면도, (d)는 (c)의 B-B 화살표에 의한 도면이다. 도시한 바와 같이, 회전노상로 배출부의 노상(13) 위에, 노상(13) 폭 방향의 중앙을 기점으로 노상(13)의 이동방향(하류쪽)으로 향하여 V자 모양으로 벌어지는 배출 가이드펜스(48)가 설치되어 있다. 이 경우 그 벌어지는 각도는 노상(13)의 이동방향에 대하여 양쪽으로 각각 약 45° 이다.

노상(13)의 회전에 따라 배출부로 이동되어 오는 환원철은 배출가이드펜스(48)에 도달되면 이 가이드펜스(48)를 따라 좌우로 나뉘어, 노상(13)의 양쪽에 설치된 배출슈트(47)로 인도된다. 도시한 예에서는 이 가이드펜스(48)의 앞쪽(상류쪽)에 이것과 평행하게 보조 가이드펜스(49)가 설치되어 있기 때문에 배출흐름이 좋아, 환원철(50)은 체류되지 않으며 원활하게 배출된다.

배출가이드 펜스의 설치각도는 특별히 한정되지 않지만 환원철을 노상 위에 체류시키지 않고, 게다가 빨리 노외로 배출하기 위해서는 도시한 바와 같이 노상의 이동방향에 대하여 양쪽으로 각각 약 45도의 각도로 설치하는 것이 바람직하다.

배출가이드펜스의 높이는 이 펜스에 도달한 환원철이 배출슈트로 인도되기까지의 사이에 펜스를 넘어가는 일이 없는 정도 이상의 높이이면 된다.

이 방법에 의하면 회전노상로 내에서 소성하여 얻어진 환원철을 빨리 노외로 배출할 수 있으며 그 결과 전술한 환원철의 재산화에 의한 금속화율 저하를 방지하며, 또한 재산화를 방지하기 위한 냉각장치 설치에 의한 노상 위 가열면적의 감소를 피하여 환원철의 생산률을 유지할 수 있다.

상기 종래의 환원철 제조 프로세스에 있어서는 괴성화물(펠릿)을 회전노상로에 장입하는 때, 괴성화물이 분화하여 가루가 발생한다. 또 장입 후에도 고온 환원되는 때에 균열이 발생하여 가루가 생긴다. 이와 같이 발생된 가루는 회전노상로에서 환원되어 금속철분(환원철분)으로 되지만, 이 환원철분은 배출부에 설치되어 있는 스토퍼펜스와 노상의 간극을 빠져나가 배출되지 않고 노상 위에 남으며, 노상의 회전에 따라 다시 원료장입부에 보내져 가열을 받는 순환을 반복하며 회전노상로 내에 체류한다.

체류한 환원철분은 한동안 철분상태로 있지만 장시간 노내에 체류하면 철분끼리 소결되어 노상 위에 「고착물」로서 부착되어, 곧 노상이 철판으로 코팅된 상태로 되며, 경우에 따라서는 열변형되어 노상면에 요철을 만든다. 노상면에 이와 같은 요철이 발생하면 원료를 소성할 때 소성이 고르지 않게 되어 환원철의 금속화율이 대폭 저하될 뿐만 아니라 조업에 지장을 초래하여 큰 문제로 발전될지도 모른다. 게다가, 노상 연와(煉瓦)에 부착된 철은 그것에 기계적인 힘이 가해지면 연와를 박리하는 원인으로도 된다.

본 발명의 환원철 제조방법은 원료혼합물을 분상인 채로 환원로 내로 장입하여 베드상(bed狀)으로 하는 것인데, 환원이 종료된 시점에서는 베드상인 그대로 소결되어 판상(板狀)으로 되어 있다. 그러나, 분(粉) 생성을 피할 수 없고, 그와 같은 상태에서 장시간에 걸쳐 안정한 조업을 계속하려면 상기 문제에 대한 대응책을 강구할 필요가 있다.

그 대책으로서 예를 들면 노상 위에 잔류하는 환원철분을 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서 분사가스류에 인해 비산시켜 노상 위로부터 제거하는 방법을 채용할 수 있다. 또, 「환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이」란 환원철의 배출부로부터 노상의 이동방향을 향하여 원료장입부까지의, 원료나 그것이 환원되어 생긴 환원철이 놓여 있지 않은 노상 위의 구간이다.

도 7은 이 방법의 한 예의 설명도이다. 또 도면은 노상의 이동방향에 대하여 수직인 단면을 나타낸다. 도시한 바와 같이 가스분사노즐(51)이 위로부터 노상표면을 향하여 비스듬히 배치되어 있으며, 이 가스분사노즐(51)로부터 가스를 분사하여 잔류 환원철분(52)을 불어서 비산시켜, 노상표면을 청정하게 유지한다.

가스분사노즐의 노상 표면에 대한 각도 및 노상 표면으로부터의 높이는 특별히 한정되지 않는다. 환원철분을 불어서 비산시켜 효과적으로 노상 위로부터 제거할 수 있도록 적절하게 조정한다.

가스분사는, 노상의 이동방향과 직교하는 방향에 나란히 설치된 노즐로부터 노상의 이동방향을 향하여 하여도 되나, 도시한 바와 같이 노상(13)의 이동방향과 직교하는 방향 내지는 그에 가까운 방향에 왕복이동 가능한 가스분사노즐(51)을 사용하며, 이 노즐(51)을 도면에 화살표로 나타낸 것과 같이 왕복이동

시키면서 하는 것이 바람직하다.

가스분사노즐은 선단의 단면형상이 원형 또는 그에 가까운 경우는 한 개가 아닌, 노상의 원주방향으로 여러 개를 병렬로 배치하여 사용하는 것이 바람직하다. 또, 노즐 선단의 단면형상이 편평하며 노상의 원주방향으로 벌어져 있는 노즐을 사용하여도 좋다.

분사되는 가스의 종류는 특별히 한정되는 것은 아니며, 노상 연와 보호와 잔류하는 환원철분 재산화 방지의 관점에서 질소가스가 바람직하다. 또 가스의 분사압력에 대해서도 한정은 없으며, 환원철분을 효과적으로 노상 위로부터 제거할 수 있도록 적당히 조정하면 된다.

노상 위에 잔류하는 환원철분을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 회전하는 블레이드(blade)를 갖춘 비로 쓸어내어 노상 위에서 제거하는 방법을 채용하여 환원철을 제조하여도 좋다. 또, 여기에서 말하는 「회전하는 블레이드를 갖춘 비」란, 노상 위의 잔류환원철분을 쓸어내는 청소기능을 가지는 것을 말하며, 블레이드 내지는 블레이드 모양의 것을 가지는 비에 한정되지 않고, 일정한 단단하고 굵은 털 모양의 것을 가지는 비(통상, '브러시'라 부르는 것) 등이어도 좋다.

회전하는 블레이드를 구비한 비로서는, 예를 들면 주위에 청소브러시가 달린 원통상 비이며, 이 원통의 축을 회전축으로 하여 정방향과 역방향으로 회전가능(즉, 회동가능)하게 구성된 것을 사용하여도 좋다. 이어서 서술하는 도 8의 확대도에 나타난 회전 블레이드비(53)가 이에 해당된다.

이와 같은 회전하는 블레이드를 구비한 비를 사용하여, 이것을 정역방향(正逆方向)으로 회전시킴과 동시에 노상의 이동방향과 직교하는 방향 내지는 그에 가까운 방향으로 왕복이동시키면서 잔류 환원철분을 쓸어내어 노상 위로부터 제거한다.

도 8은 이 방법의 바람직한 한 예에 대한 설명도이다. 또, 도면은 노상의 이동방향에 대하여 수직인 단면을 나타낸다.

이 예에서는 회전하는 블레이드를 구비한 비로서 주위에 청소브러시(54)가 달린 원통상의 비이며 그 원통의 축(55)을 회전축으로 하여 정역방향으로 회전가능하게 구성된 회전 블레이드비(53)(확대도 참조)를, 그 원통의 축과 직교하는 방향으로 여러 개 연결하여 고리 모양의 회전 블레이드군(群)(56)으로 한 것을 사용한다. 즉, 이 회전 블레이드군(56)을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 노상(13)의 폭 방향으로 여러 대 배치하고(도시한 예에서는 2대 배치), 회전 블레이드군(56)을 구성하는 각각의 회전 블레이드비(53)를 적정하게 정방향 또는 역방향으로 회전시킴과 동시에 고리 모양을 이루는 회전 블레이드비군(56)의 고리 자체를 노상(13)의 이동방향과 직교하는 방향 내지는 그에 가까운 방향을 향하여 정방향 또는 역방향으로 회전시켜, 노상 위의 잔류 환원철분을 제거한다. 고리 모양 블레이드비군(56)을 노상 위에 1대 배치하고, 이것을 상기와 같이 회전시키면서 노상(13)의 이동방향과 직교하는 방향 내지는 그에 가까운 방향으로 왕복이동시켜도 된다.

이 고리 모양 회전 블레이드군을 사용하면, 잔류하는 철분을 단시간에 효율 좋게 제거하여 노상 표면을 깨끗하게 유지할 수 있다.

회전 블레이드비의 폭(회전축 방향 길이)은 특별히 한정되는 것은 아니나 회전노상의 폭과 같은 정도로 하는 것이 바람직하다.

회전 블레이드비의 이동속도도 특별히 한정되는 것은 아니나 노상의 폭과 같은 정도의 폭을 가지는 회전 블레이드비로 노상면 전체를 청소하려면, 적어도 노상의 이동속도와 같은 정도 이상의 속도로 할 필요가 있다.

노상 위에 환원철분이 잔류함과 동시에 고착물이 존재하는 경우는, 환원철 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 노상의 이동방향과 교차하는 방향으로 왕복운동할 수 있으며, 또 하단이 노상에 접촉된 스크레이퍼(scraper)로 긁어 노상 위로부터 제거하는 방법을 채용하여 환원철을 제조하는 것이 바람직하다.

도 9는 이 방법의 한 예에 대한 설명도이다. 또 도면은 노상의 이동방향에 대하여 수직인 단면을 나타낸다. 도시한 바와 같이 스크레이퍼(57)는, 그 하단이 노상면과 접촉되어 있고 노상(13)의 이동방향과 교차하는 방향으로 왕복운동할 수 있도록 구성되어 있다. 또 노상의 이동방향과 교차하는 방향이란, 노상의 이동방향과 직교하는 방향 내지는 그와 가까운 방향(직교하는 방향에 대하여 20° 이하 또는 -20° 이상의 각도를 이루는 방향)을 말한다.

이 방법에서는 상기 스크레이퍼를 노상의 이동방향과 교차하는 방향으로 왕복운동시키면서 노상 위에 잔류하는 환원철분 및 고착물을 긁어내어 노상 위로부터 제거한다. 스크레이퍼의 이동거리를 짧게 한다는 점에서 본다면, 노상의 이동방향과 직교하는 방향으로 왕복운동시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 도시한 바와 같이, 스크레이퍼 선단부에 적당한 각도를 주면 긁는 효과가 커지며 노상 위에 부착된 고착물도 제거할 수 있다. 또 스크레이퍼의 폭은 회전노상의 폭과 같은 정도가 바람직하다.

노상 위에 잔류하는 환원철분을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에 설치된 흡인 후드를 통하여 흡인하여, 노상 위로부터 제거하는 방법을 채용하여 환원철을 제조하여도 좋다.

도 10은 이 방법 중 흡인 블로어(blower)에 의해 흡인하는 경우의 한 예에 대한 설명도이다. 또 도면은 노상의 이동방향에 대하여 수직인 단면을 나타낸다.

도시한 바와 같이 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지 사이의 노상 위에 흡인 후드(58)(도시한 예에서는 6구획으로 분할되어 있다)가 설치되어 있으며, 분할된 각각의 흡인 후드(58)는 최종적으로 한 개의 관에 통합되며, 백필터(bag filter)(59)를 거쳐 흡인 블로어(60)에 접속되어 있다. 노상 위에 잔류하는 환원철분은 이 흡인 블로어(60)에 의해 흡인되어 백필터(59)에서 회수된다.

흡인 후드는 노상(13)의 폭 전체에 걸쳐 설치되어 있는 것이 바람직하다.

환원철의 노외로의 배출을, 전술한 압출장치나 V자 모양의 배출가이드펜스에 의하지 않고 종래의 스크류

피더에 의하는 경우, 배출부에 설치되어 있는 배광장치의 고정 스토퍼펜스의 노상 이동방향 쪽으로 하단을 노상에 접촉시킨 스크레이퍼형 게이트를 설치하여, 환원철분이 노상 위에 잔류하는 것을 방지하는 방법을 채용하는 것이 바람직하다.

도 11은 이 방법의 한 예에 대한 설명도이다. 또 도면은 노상의 이동방향(도면에 화살표로 표시)에 평행한 종단면도를 나타낸다. 도시한 것과 같이, 스크류 피더(44)의 뒤쪽(하류쪽)에 설치된 환원철제품(50)을 모아 놓기 위한 고정 스토퍼펜스(45)의 노상이동방향 쪽에, 하단을 노상면에 접촉시켜 스크레이퍼형 게이트(61)를 설치하여 놓는다.

고정 스토퍼펜스(45)와 노상면 사이에는 약간의 간극이 존재하는데 이 간극은 환원철을 배출할 때의 환원철과 노상면의 마찰에 의해 서서히 확대된다. 그 때문에 환원철분(52)은 이 간극을 빠져나가 배출되지 않고 노상 위에 남으며, 노상(13)의 회전에 따라 다시 원료장입부로 보내져 가열되는 순환을 반복하며, 회전노상로에 체류한다. 그리고, 고정 스토퍼펜스(45)의 노상이동방향 쪽에 스크레이퍼형 게이트(61)를 설치한다. 이 스크레이퍼형 게이트(61)는 위쪽으로부터 가볍게 노상(13)면에 눌러 붙으며, 노상면에 접촉하여 노상면과의 사이의 간극을 폐쇄하도록 구성되어 있기 때문에, 고정 스토퍼펜스(45)와 노상면 사이의 간극을 빠져나가도 스토퍼형 게이트(61)에 의해 통과가 저지되며, 환원철분(52)이 노상 위에 남는 것을 방지하여 노상 표면이 청정하게 유지된다.

스크레이퍼형 게이트(61)의 설치 위치는 게이트(61)를 노상(13) 위에 가볍게 눌러 붙이는데 지장이 없는 한도에서 고정 스토퍼펜스(45)의 바로 뒤쪽 즉, 도시한 바와 같이 스토퍼펜스(45)에 밀착시켜 부착하는 것이 바람직하다. 또, 이 스크레이퍼형 게이트(61)는 고정 스토퍼펜스(45)와 노상면 사이 간격이 노상의 폭 방향으로 다르게 되어 있는 경우에 대응할 수 있도록, 폭 방향으로 분할하여 놓는 것이 바람직하다.

이 방법에 의하면, 노상 위에 환원철이 잔류하는 것을 미연에 방지하여 노상을 청정하게 유지할 수가 있다.

상술한 본 발명의 환원철 제조장치를 사용하면, 상기 본 발명의 환원철 제조방법을 용이하게 실시할 수 있으며, 그 특징을 충분히 발휘할 수 있다.

본 발명(상기 (4) 및 (5)의 발명)의 용선 제조방법은 상기 (1)의 발명의 방법에서 제조한 고온의 환원철을 원료로 사용하여 용선을 제조하는 방법이다. (4)의 방법은 견형로를 사용하는 경우이며, (5)의 방법은 제련용 용해환원로를 사용하는 경우이다.

또, 전술한 바와 같이 (4) 및 (5)의 발명에 의한 용선 제조방법에 있어서, 상기 (2)에 기재된 방법, 즉 노내에 장입된 원료혼합물의 베드를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높인 후, 고온 환원하는 방법에 의해 환원철을 제조하고, 그 환원철을 견형로 또는 정련용해환원로에 장입하는 방법을 채용하여도 된다.

이들 방법에 있어서, 원료의 혼합공정으로부터 환원공정까지, 즉 「발명의 개시」난에 기재한 (4) 및 (5) 발명의 공정 (a)로부터 공정 (c)까지는, 전술한 (1)의 발명에 대한 것과 마찬가지이며, (1)의 발명에서 채용하는 상기 여러 가지 실시형태에 사용되는 방법에 대해서도 단독으로 또는 몇 가지를 조합하여 채용할 수 있다.

따라서, 여기서는 (4) 및 (5) 발명의 공정 (d)로부터 공정 (f)에 대하여 설명한다.

공정 (d)는 환원공정((4) 및 (5)의 용선 제조방법에서는, 이것을 예비환원공정이라 한다)에서 얻어진 환원철을 예비환원로로부터 500℃ 이상의 온도에서 배출하는 공정이다.

배출시의 온도를 500℃ 이상으로 하는 것은, 이 온도 이상이면, 환원철이 가지는 열을 다음 공정의 용해에 유효하게 이용하여 환원철의 용해속도를 향상시킬 수 있고, 설비의 콤팩트화를 도모함과 동시에 프로세스 전체에 대한 에너지 효율을 높일 수 있기 때문이다. 그러나, 배출시에 있어서 베드의 내부온도가 1,170℃ 이상이면 베드 내에 융액이 존재할 가능성이 있고, 배출작업에 지장을 초래할 염려가 있기 때문에, 노외로 배출하기 전에 베드의 내부온도가 1,170℃를 밑돌도록 가열을 정지하는 것이 바람직하다. 또, 단시간에 베드 내의 온도를 1,170℃보다 낮게 하는 방법으로서는, 상온의 환원가스나 질소 등의 불활성가스를 베드 표면에 취입하는 방법, 수냉판을 베드 표면에 접촉시키는 방법 등, 여러 가지 방법을 채용할 수 있다.

다음의 공정 (e)는 환원·용해공정이고, 상기 (4)의 용선 제조방법에서는 견형로를 사용한다.

도 12는 (4)의 용선제조방법에 대한 공정내용의 개략과 사용하는 설비기계의 한 예를 나타내는 도면이다. 도시한 바와 같이 환원철(50)은 고온상태에서 회전노상로(11)에 설치된 배출구(18)로부터 연속적으로 배출되어, 다음의 견형로(62)에 의한 환원·용해공정으로 보내진다.

견형로까지의 거리가 먼 경우에는 환원철은 질소 등의 불활성가스가 봉입된 밀폐식 용기(도시되지 않음)에 받아들여져 반송되지만, 통상은 견형로는 예비환원로인 회전노상로에 인접하여 설치되기 때문에, 외기로부터 차단되며, 질소 등의 불활성가스 또는 견형로의 배기가스 등의 환원가스가 차있는 운반로 내를 버킷컨베이어(bucket conveyer) 등을 따라 견형로에 장입된다. 또, 환원철은 예비환원이 종료된 시점에서 베드상인 채로 소결되어 있기 때문에, 가볍게 조분쇄하고 컨베이어로 운송하면 된다.

이 환원·용해 공정에서는, 고온 상태의 환원철(50)과, 괴립상의 탄재(코크스, 석회 등)(63) 및 슬래그 염기도 조정용 플럭스(64)를, 노내에 탄재의 충전층(도시되지 않음)을 가지고, 노하부에 설치된 풍구(65)로부터 산소함유가스(예를 들면, 공기(66)) 또는 산소(67)를 취입하여 풍구 앞의 탄재를 연소시켜 고온의 환원가스를 발생시키는 견형로(62)로 그 노상부(爐上部)로부터 장입하여 환원과 용해를 하며, 용선과 용재(68)를 노하부 출선구로부터 배출한다.

이와 같이 (4)의 용선제조방법에서 사용되는 제련로는, 노내에 탄재의 충전층을 가지는 견형로이며, 고로와 마찬가지로 풍구 앞 연소대 주위는 탄재로 둘러싸여 있기 때문에, 내화물이 고온가스에 직접 노출

되어 용손되는 것을 방지할 수 있다. 게다가 상기 특공평 3-60883호 공보에 기재된 방법에서 채용하는 철욕식 제련로에서는 탕을 교반하고 있는 데에 비하여 이 견형로에서는 탕을 교반하지 않기 때문에 내화물 수명연장에 극히 효과적이다.

또, 탄재충전층이 형성되어 있기 때문에 환원분위기가 고로와 같은 정도로 강하며, 용선 중의 황을 낮게 억제할 수가 있어 양질의 용선을 제조할 수 있음과 동시에, 슬래그 중의 Fe0 농도를 고로와 동등하게 낮게 유지할 수 있기 때문에 내화물의 마모 손상 억제에 극히 유효하다.

열효율의 관점에서도, 노상부(爐上部)로부터 탄재와 환원철을 장입하기 때문에 고로와 마찬가지로 가스와 고체(장입물) 사이에서는 향류식(向流式) 열교환이 이루어져 높은 열효율이 확보된다. 게다가 탄재로서 코크스를 사용하는 경우 도시된 바와 같이, 풍구(65)로부터 탄재함유물질(69)을 취입하고, 풍구(65) 위쪽의 노측벽부로부터 공기(66)를 취입하여 노내의 C0, H_2 가스를 연소시켜 그 연소열을 환원철의 용해에 이용함으로써 코크스 사용량을 저감할 수 있다.

견형로로부터 발생하는 배(排)더스트 등은 시스템 내에서 사용하여도 된다. 도 12에 도시한 예에서는 배더스트(24) 등을 견형로(62)의 풍구(65)로부터 취입함과 동시에 회전노상로(11) 원료의 일부로 사용하고 있다. 이에 따라, 원연료(原燃料)의 사용효율이 향상됨과 동시에 더스트 등이 시스템 밖으로 배출되지 않아, 폐기할 필요가 없기 때문에 코스트 및 환경보전의 면에서 유리하다.

상기 (5)의 용선제조방법에서는 환원·용해공정에서 제련용 용해환원로를 사용한다.

도 13은 (5)의 용선제조방법에 대한 공정내용의 개략과 사용하는 설비기계의 한 예를 도시하는 도면이다. 도시한 바와 같이, 환원철(50)은 고온상태에서 회전노상로(11)에 설치된 배출구(18)로부터 연속적으로 배출되며, 이어서 제련용 용해환원로(71)에 의한 환원·용해 공정으로 보내진다.

제련용 환원용해로까지의 거리가 먼 경우에는 견형로를 사용하는 경우와 마찬가지로 밀폐식 용기에 수용되어 반송되지만, 통상은 제련용 환원용해로는 예비환원로인 회전노상로에 인접하여 설치되기 때문에 외기로부터 차단되어 질소 등의 불활성가스 또는 제련용 환원용해로의 배기가스 등의 환원가스가 차있는 반송로 내를 버킷컨베이어 등을 따라 제련용 환원 용해로에 장입된다. 또, 환원철은 예비환원이 종료된 시점에서 베드상(狀)인 채로 소결되어 되어 있기 때문에, 가볍게 조분쇄하고 제련용 환원용해로에 장입하여도 좋다.

이 환원·용해공정에서는 고온상태의 환원철(50)과 탄재(63)와 슬래그 염기도 조정용 플럭스(64)를, 노내에 용융금속욕(72)과 용융슬래그욕(73)을 가지고, 저부로부터 교반용 가스(74)를 용융금속욕(72) 내로 취입하여 용융금속욕(72)과 용융슬래그욕(73)을 교반하고, 상부로부터 예를 들면 수냉랜스(lance)(75)에 의해 산소를 노내로 공급하는 제련용 용해환원로(71)에 그 노상부(爐上部)로부터 장입하여 환원과 용해를 행하며, 용선과 용재(68)를 노하부 출선구로부터 배출한다.

제련용 용해환원로 내에서는 노상부(爐上部)로부터 노내로 도입되는 산소에 의해 탄재를 연소시키며 게다가 환원철 중에 함유되는 미환원 산화철이 환원되어 생성하는 C0가스 및 탄재로부터 발생하는 가연성 가스의 일부를 연소시켜, 발생하는 연소열로 환원철, 탄재 중의 회분 및 플럭스를 용해함과 동시에, 상기 탄재로 환원철 중에 함유되는 미환원 산화철을 환원한다. 탄재로부터 발생하는 가연성 가스는 C0, H_2 가스 등이다. 또 이때 산화철의 환원에 필요한 열도 공급되며 용융된 금속욕 중으로의 침탄에 필요한 탄소도 공급된다.

상기 탄재로서는 일반적으로 석탄이 사용되며 플럭스로서는 생석회, 돌로마이트 등이 사용된다.

이 제련용 용해환원로는 고로와 같은 충전층형의 노는 아니기 때문에, 코크스를 사용하지 않으며 코크스용 강점결탄이 불필요할 뿐만 아니라, 고액의 투자가 필요하고 환경 면에서도 많은 제약이 있는 코크스로가 필요하지 않다는 큰 이점이 있다.

제련용 용해환원로에서 발생하는 배더스트 등은 시스템 내에서 사용하여도 좋다. 도 13에 도시한 예에서는 배더스트(24)를 제련용 용해환원로(71)의 상부로부터 장입함과 동시에 원료의 일부로 사용하고 있다. 이에 따라 원연료의 사용효율이 향상됨과 동시에 더스트 등이 시스템의 외부로 배출되지 않아 폐기할 필요가 없게 되기 때문에 코스트 및 환경보전의 측면에서 유리하다.

공정(f)는 가스회수공정이며 견형로 또는 제련용 용해환원로의 생성가스를 회수함과 동시에 그 일부를 예비환원로용 연료로서 예비환원로에 도입한다. 즉, 도 12 또는 도 13에 도시된 바와 같이, 생성가스(배기가스(25))를 사이클론 등의 제진기(70)로 더스트 등을 제거한 후 회수한다. 또 회수된 가스는 그 상태로 다음 공정으로 보내지거나 발전용으로 사용되지만, 그 일부를 회전노상로(예비환원로)(11)로 도입한다.

이와 같이 (4) 또는 (5)의 용선 제조방법에 의하면 예비환원로 내에서 분상 철원료의 환원을 빠르게 진행시켜 환원철을 제조할 수 있게 함과 동시에, 그 환원철을 고온상태에서 견형로 또는 제련용 용해환원로에 장입하고 고열효율로 용해하여 양질의 용선을 제조할 수 있다.

(실시예 1)

표 1~표 3에 나타난 조성의 분상 철원료, 분상 고체 환원제로서 석탄(미분탄) 및 벤토나이트(결합제)를 준비하였다. 표 4에 분상 철원료 및 석탄의 입도구성을 나타낸다.

표 1

화 학 조 성 (질량%)								
	T.Fe	Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	Zn	C	슬래그성분	L.O.I.
철광석 A	67.5	96.3	0.0	0.2	0.006	0.0	3.5	0.4
철광석 B	66.0	0.0	82.4	8.2	0.003	0.0	9.4	0.0
제철소 더스트	31.3	38.7	0.0	5.4	1.9	30.2	23.8	0.0
밀스케일	73.8	0.0	1.9	93.2	0.005	0.0	4.9	0.0

(주)L.O.I.는 착화손실(Loss on Ignition)

표 2

화 학 조 성 (질량%)				
	고정탄소	휘발분	회분	전(全)탄소량
석탄	64.8	25.8	9.4	78.5

표 3

조 성 (질량%)			
	맥석	Fe_2O_3	L.O.I.
벤토나이트	78.5	15.4	6.1

(주)L.O.I.는 착화손실(Loss on Ignition)

표 4

입도조정 후의 입도구성	
철광석 A	-325 메시: 90 질량%
철광석 B	-325 메시: 90 질량%
제철소 더스트	-0.5㎜: 90 질량%, -0.05㎜: 30 질량%
밀스케일	-3㎜: 90 질량%, -1㎜: 50 질량%
석탄	-200 메시: 75 질량%, -325 메시: 60 질량%

이것을 표 5에 나타난 배합비율로 혼합하여 원료혼합물을 얻었다.

또 비교를 위해 혼합원료의 일부는 팬(pan)형 펠레타이저로 직경 18㎜의 생펠릿으로 괴성화하고, 그 후 115℃로 가열하여 수분을 90% 이상 제거한 건조 펠릿으로 하였다.

표 5

원 료 배 합 비 율 (질량%)							
	철광석A	철광석B	제철소더스트	밀스케일	석탄	벤토나이트	첨가수분
혼합원료 P	79.7	-	-	-	20.3	0.0	0.0
혼합원료 Q	71.7	-	-	-	18.3	0.0	10.0
혼합원료 R	70.5	-	-	-	18.0	1.5	10.0
혼합원료 S	-	79.5	-	-	20.5	0.0	0.0
혼합원료 T	67.2	-	14.8	-	18.0	0.0	0.0
혼합원료 U	-	-	30.7	53.0	16.3	0.0	0.0

이들 원료혼합물 및 펠릿에 대하여, 도 14 도시된 소형의 고온가열 환원시험로((a)는 개략 종단면도이며, (b)는 (a)의 A-A선의 화살표 방향에서 본 단면도이다)를 사용하여 표 6에 나타난 조건에서 환원시험

을 하였다.

표 6에 나타난 「환원시의 원료혼합물의 형태」난의 「베드상」이란 본 발명의 방법에 의한 것을, 「펠릿」이란 종래 방법에 의한 것을 각각 의미한다. 「베드의 압압처리」란 원료혼합물을 노내에 장입하기 전에 레벨러에 의해 약 35㎜의 베드로 한 후, 전압 롤러로 높이가 20㎜로 될 때까지 압압한 것이다. 또, 「노내 평균온도」란 베드 표면(펠릿을 사용한 경우에는 펠릿 퇴적물 표면)에의 산소함유가스 취입을 정지한 후의 노내 공간부의 평균 가스 온도이다. 또, 노내에 취입하는 「산소함유가스」로는 「공기」를 사용하였다.

표 6

		혼합원료의 종류	혼합원료의 형태	베드의 압압처리 유무	시멘트 수용액 산포 유무	베드 표면에 산소함유 가스의 직접 취입유무	노내평균 온도(℃)	환원 시간 (분)	금속 화율 (%)
본발명예	케이스1	혼합원료P	베드상	유	무	무	1300	18	91.7
	케이스2	혼합원료Q	베드상	유	유	무	1300	21	91.8
	케이스3	혼합원료R	베드상	유	무	유	1300	21	91.6
	케이스4	혼합원료P	베드상	유	무	유	1300	15	92.0
	케이스5	혼합원료P	베드상	무	유	무	1300	20	91.4
	케이스6	혼합원료P	베드상	유	무	유	1300	10	92.1
비교예	케이스7	혼합원료R	펠릿	-	무	유	1300	10	92.2
본발명예	케이스8	혼합원료S	베드상	유	무	유	1300	9	92.0
	케이스9	혼합원료T	베드상	유	무	유	1300	10	91.9
	케이스10	혼합원료U	베드상	유	무	유	1300	9	92.0

도 14에 도시한 바와 같이, 고온가열 환원시험로(76)에는 버너가 상하 2단으로 설치되어 있고, 하단의 버너(78)는 고체 환원제로부터 가연성 휘발성분이 발생하여 있는 기간만 산소함유가스로서의 공기를 베드(41) 또는 펠릿 표면에 취입하여 가연성 휘발성분을 연소시키기 위한 것이다. 가연성 휘발성분의 발생이 종료된 시점에서 이 하단 버너(78)의 사용을 정지하였다. 한편, 상단의 버너(77)는 노내온도를 소정온도로 유지하기 위한 가열용 버너이다.

또, 이 시험로는 고정식이므로 버너를 상하 2단으로 설치하였지만 회전노상로의 경우는 2단으로 할 필요가 없으며 1단이어도 된다. 즉, 회전노상에서는 원료장입부의 하류쪽에 위치하는 가연성 휘발성분의 발생구간에 설치된 버너의 각도를 산소함유가스가 장입물 베드의 표면에 취입되어 닿는 각도로 하여 놓아도 된다. 또 노내에 취입되는 산소함유가스는 배기가스와 열교환하여 약 500~600℃ 정도로 예열하고 취입하는 것이 유리하다.

환원시험에서는 금속화율의 목표값을 92%로 설정하고, 이 목표값을 달성할 수 있는 환원시간을 측정하였다. 그 결과를 상기 표 6에 병기하여 나타내었다.

시험은 우선 케이스 1의 조건에서 실시하였다. 그 결과 펠릿화하지 않아도 환원시간이 약 18분에 걸치면 금속화율 92%를 달성할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이 환원시간은 통상의 천연가스를 개질하여 얻은 환원가스를 사용하는 샤프트로형 직접환원방식의 환원시간이 약 8~10시간인 것과 비교하면, 극히 짧아 바람직한 것임을 나타내고 있다.

케이스 2는 분상 원료에 수분을 첨가한 경우이며, 수분 첨가에 의해 균일한 혼련이 매우 용이하게 되는 것이 확인되었다. 단, 표 6의 결과에 나타난 바와 같이 수분을 첨가하면 환원시간이 케이스 1의 경우보다 약 3분 길게 되었다. 이 결과로부터 수분 첨가량은 가능한 한 줄이는 것이 적당하지만, 혼련의 용이함 등을 고려하면 수분을 첨가하여도 적정 환원시간을 확보할 수 있는 범위 내이면 수분 첨가는 하여도 좋을 것으로 생각된다.

케이스 3은 분상 원료에 결합제를 첨가한 경우로서, 케이스 2의 경우와 거의 같은 결과를 얻었으며 결합제의 첨가에 따라 균일한 혼련이 용이하게 되는 것이 확인되었다.

또, 배기가스 중에 함유되는 더스트량의 노내 원료장입량에 대한 비(더스트 손실비)는 케이스 1에서는 0.5%이었던 것에 비하여 케이스 3에서는 0.3%로 낮게 되어 원료의 비산 억제에도 효과적임을 확인할 수 있었다.

케이스 4는 원료혼합물의 베드를 압압하여 겉보기 밀도를 높인 경우로서, 환원시간이 15분으로 단축되었으며 압압의 효과가 큰 것이 확인되었다. 이 베드를 압압함에 따른 환원시간 단축은, 압압에 의해 원료입자들끼리 밀착되어 베드 내의 열전달이 촉진되고, 베드 내의 승온속도가 상승된 결과 환원이 증대된 때문이라 생각된다.

또 더스트 손실비는 0.2%로서 케이스 1의 0.5%와 비교하면 낮기 때문에 원료의 비산을 억제하는 효과가 있음을 확인하였다.

케이스 5는 원료혼합물의 베드 표면에 시멘트 수용액을 산포하고나서 고온 환원한 경우이다. 이 경우는, 수분의 영향으로 베드의 승온이 지연되기 때문에 환원시간이 길어졌지만, 더스트 손실비는 케이스 1에서는 0.5%이었던 데 비하여 0.1%로 저하되어 원료의 비산 억제에 매우 효과가 있음을 확인하였다.

케이스 6은 원료혼합물의 베드를 전압 롤러로 압압한 후, 석탄 중의 가연성 휘발성분의 발생이 계속되는 약 2분간만 베드 표면에 공기를 공급하여, 석탄으로부터 발생하는 가연성 휘발성분을 베드 표면에서도 연소시킨 경우이다. 이 결과 환원시간은 10분으로서 케이스 4의 15분보다도 5분 단축되며, 베드로부터

발생하는 가연성 휘발성분의 연소를 베드 표면에서도 하면서 가열, 승온하는 방법이 유리함을 확인할 수 있었다.

케이스 7은 종래의 건조 펠릿을 사용한 경우이다. 이 경우 환원시간은 10분이며, 케이스 6의 경우에 비하여 거의 같았다. 이 결과로부터, 원료혼합물을 분상 그대로 베드상(狀)으로 노내에 장입하여 환원하는 본 발명의 방법은, 괴성화(펠릿화)하여 사용하는 방법과 비교하여도 손색이 없는 환원법임을 나타내는 것이라 할 수 있다.

케이스 8은 표 1에 나타난 광석 B(산화철 형태가 마그네타이트)를 사용한 경우인데, 이 때 환원시간은 9분이며 케이스 6(산화철 형태가 헤마타이트인 광석 A를 사용)과 비교하면 약간 짧았다. 이것은, 마그네타이트와 헤마타이트의 금속철까지의 환원은 모두 흡열반응이지만, 철원자당 반응열은 마그네타이트 쪽이 약 4,760kcal/kmol 작기 때문에 장입물 베드 내의 온도저하가 작고, 그 결과 환원반응이 촉진된 것으로 생각된다.

케이스 9는 철광석 A에 제철소 내에서 발생된 더스트를 혼합한 철원료를 사용한 경우이며, 케이스 10은 더스트와 밀스케일을 혼합한 철원료를 사용한 경우이다. 환원시간은 각각 약 10분 및 9분으로서, 철광석을 사용한 케이스 6의 경우와 거의 같은 정도였다.

또 Zn을 함유한 더스트를 사용한 케이스 9의 탈 Zn율은 92%이며, 본 발명 방법에 의한 탈 Zn 효과를 확인할 수 있었다.

케이스 10의 혼합원료 U는 약간은 조립(粗粒)이지만 환원시간이 그다지 바뀌지 않은 것은, 혼합원료 U에서 산화철의 형태는 FeO이기 때문에, Fe_2O_3를 기초로 한 환원률은 30% 정도로 되어 금속철까지의 환원량이 적게 되는 것 및 FeO로부터 금속철까지의 철원자당 반응흡열량은 Fe_2O_3의 경우에 비교하여 약 20,590 kcal/kmol 작기 때문에, 장입물 베드 내의 온도 저하가 작고, 그 결과 환원반응이 촉진되는 것에 의한 것으로 생각된다.

(실시예 2)

표 7~표 9에 나타난 조성과 입도구성의 분상 철광석, 분상 고체 환원제로서의 석탄(미분탄), 코크스를 표 10에 나타난 배합비율로 혼합한 것을 준비하였다.

표 7

분상철원료의 종류	화 학 조 성 (질량%)					
	T.Fe	Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	슬래그성분	L.O.I.
철광석	67.5	96.3	0.0	0.2	2.0	0.4

(주)L.O.I.는 착화손실(Loss on Ignition)

표 8

고체 환원제의 종류	화 학 조 성 (질량%)			
	고정탄소	휘발분	회분	전탄소량
석탄	64.8	25.8	9.4	78.5
코크스	88.0	0.2	11.0	88.7

표 9

입도조정 후의 입도구성	
철광석	-325 메시: 90 질량%
석탄	-200 메시: 75 질량%, -325 메시: 60 질량%
코크스	10~30㎜: 30 질량%, 30~60 ㎜: 70 질량%

표 10

원료배합비율(질량%)		
철광석	석탄	계
79.7	20.3	100.0

시험설비로서는 상기의 도 12에 나타난 소형의 용선제조 시험설비를 사용하였다. 즉, 예비환원로로서 회전노상로(11)를, 제련로로서 견형로(62)를 사용하며, 원료받이 호퍼(20), 혼합기(16), 폐열회수열교환기(28) 등으로 구성되는 설비이다.

원료받이 호퍼(20)로 받은 분상 산화철(21)(분광석), 환원제(22)(미분탄) 및 결합제(23)를 소정량만큼 각각의 호퍼로부터 덜어내어 혼합기(16)에 장입하고, 소량의 물을 첨가하여 충분히 혼합한 후, 혼합물을 회전노상로(11)에 장입하였다.

노상으로의 장입은, 상기 도 4에 나타난 장입장치를 사용하며, 원료혼합물(40)을 분상 그대로 노내로 장입하여 레벨러(39)로 높이가 약 35㎜인 베드상으로 하였다. 원료혼합물의 베드를 압압하는 경우는, 레벨러(39)로 약 35㎜의 베드로 한 뒤, 전압 롤러(42)로 높이가 20㎜로 되도록 압압하였다.

공기는, 연소용공기도 함유하며, 회전노상로의 배기가스와 열교환하여 600℃로 예열하여 사용하였다. 가연성 휘발성분의 발생이 종료한 후는 노내 공간부의 평균 가스온도를 약 1,300℃로 하였다. 또 환원철의 금속화율 목표값은 92%로 하였다.

회전노상로(11)에서 얻은 환원철은 약 1,150℃에서 노외로 배출하여 가볍게 조분쇄한 후, 견형로(62)로 노상부(爐上部)로부터 장입하였다. 견형로(62)의 노상부(爐上部)로부터는 탄재(코크스)(63)를 플럭스(석회석)(64)와 함께 장입하였다. 또, 석회석은 슬래그의 염기도가 1.25로 되는 양으로 하였다.

용선은 노하부에 설치된 출선구로부터 용재(슬래그)와 함께 배출하였다.

견형로(62)의 배기가스(25)는, 제진기(사이클론)(70)에서 제진한 후, 그 일부를 회전노상로(11)에서 사용하는 연료로서 버너(19)로부터 취입하고, 나머지는 다른 설비의 연료용으로 회수하였다.

시험은 표 11에 나타난 5 케이스에 대하여 실시하였다.

표 11

노	항 목		케이스1	케이스2	케이스3	케이스4	케이스5
예비환원로	예비환원로 노상 위에 혼합물이 놓이는 형태		캔릿 사용	베드 상태	베드 상태	베드 상태	베드 상태
	롤러 압압의 유무		-	-	실시	-	실시
	시멘트 수용액 사용 유무		-	-	-	실시	-
	가연성휘발성분 발생기간에 혼합물 표면에 산소함유가스 취입 유무		-	-	-	-	실시
	광석	(kg/pt)	1370	1370	1370	1370	1370
	공기예열온도	(℃)	600	600	600	600	600
	공기량	(Nm³/pt)	1789	1789	1743	1979	1662
	제련로배기가스사용량	(Nm³/pt)	404	404	404	404	404
	예비환원로내 환원시간	(min)	10	18	15	20	10
	환원철금속화율	(%)	92.0	91.7	92.0	91.4	91.9
	환원철배출온도	(℃)	1150	1150	1150	1150	1150
	노상 내 환원철 고착		약간 발생	약간 발생	약간 발생	약간 발생	약간 발생
제련로	환원철장입온도	(℃)	650	650	650	650	650
	코크스	(kg/pt)	341	343	341	345	342
	미분탄	(kg/pt)	0	0	0	0	0
	연료	(kg/pt)	341	343	341	345	342
	산소	(Nm³/pt)	126	129	129	130	129
	공기	(Nm³/pt)	582	568	566	570	567
	공기온도	(℃)	25	25	25	25	25
	용선온도	(℃)	1500	1500	1500	1500	1500
	용선[C]	(%)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
	용선[S]	(%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	슬래그	(kg/pt)	168	168	168	168	168
	슬래그 염기도	(-)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

케이스 1은 종래법에 의한 경우의 원료혼합물을 펠릿화한 경우의 시험이며, 이때 회전노상로에서의 환원시간은 10분이었다.

케이스 2는 원료혼합물을 분상 그대로 노내에 장입하여 베드상으로 한 경우인데, 괴성화(펠릿화)하지 않아도, 환원시간을 약 18분으로 하면 금속화율 92%의 환원철이 얻어지는 것을 확인하였다. 이 환원시간은, 통상의 천연가스를 개질하여 얻은 환원가스를 사용하는 샤프트로형 직접환원방식의 환원시간이 약 8~10시간인 것과 비교하면, 극히 짧아 바람직한 것임을 나타내고 있다.

케이스 3은 원료혼합물의 베드를 압압하여 겉보기 밀도를 높인 경우이며, 환원시간은 15분으로 단축되어, 압압의 효과가 큰 것을 확인하였다. 베드를 압압함에 따른 환원시간의 단축은 실시예 1에서 기술한 바와 같이, 압압에 의해 원료 입자끼리 밀착되어 베드 내의 열전달이 촉진되고, 베드 내의 승온속도가 상승됨에 의한 것으로 생각된다. 또, 더스트 손실비는 0.2%로서 케이스 2의 0.5%와 비교하면 저하되어 있어 베드의 압압이 원료의 비산 억제에도 효과적임이 확인되었다.

케이스 4는 원료혼합물의 베드 표면에 시멘트 수용액을 산포하고 고온환원을 한 경우이다. 케이스 2와 비교하면 수분의 영향으로 베드의 승온이 늦어 환원시간이 길게 되지만, 더스트 손실비는 케이스 2의 0.5%에 비하여 0.1%로 저하되어 시멘트 수용액 산포가 원료의 비산 억제에 매우 효과적임이 확인되었다.

케이스 5는 원료혼합물의 베드를 전압 롤러로 압압한 후, 석탄 중의 가연성 휘발성분 발생이 이어지는 약 2분간만 베드 표면에 공기를 공급하여, 석탄에서 발생하는 가연성 휘발성분을 표면에서도 연소시킨 경우이다. 이 결과, 환원시간은 케이스 3에 비하여 5분이 더 단축되며, 베드에서 발생하는 가연성 휘발성분을 베드 표면에서도 연소하면서 가열, 승온하는 방법이 유리함이 확인되었다.

이상의 케이스 1~5에 대하여, 송풍조건으로는 산소를 부화(富化)한 상온의 공기를 사용하여, 풍구 앞의 이론연소온도를 2,500℃로 하여 조업하며, 약 650℃의 환원철을 견형로에 장입하여, 탄소 4.6중량%, 황 0.02중량%를 함유하는 양질의 용선을 제조할 수 있었다.

(실시예 3)

실시예 2에서 사용한 표 7~표 9에 표시된 조성과 입도구성의 분상 철광석, 분상 고체 환원제로서의 석탄(미분탄) 및 실시예 1에서 사용한 표 3에 나타난 벤토나이트를 표 12에 나타난 배합비율로 혼합한 것을 준비하였다.

표 12

원료배합비율(질량%)			
철광석	석탄	벤토나이트	계
75.7	19.3	5.0	100.0

시험설비로서는 상기 도 13에 도시한 소형의 용선제조시험설비를 사용하였다. 즉, 예비환원로로서 회전노상로(11)를, 제련로로서 제련용 용해환원로(71)를 사용하였으며, 원료받이 호퍼(20), 혼합기(16), 폐열회수예열장치(28) 등으로 구성되는 설비이다.

원료받이 호퍼(20)로 받아들여진 분상 산화철(분광석)(21), 환원제(미분탄)(22) 및 결합제(23)를 소정량만큼 각각의 호퍼로부터 덜어내어 혼합기(16)에 장입하고, 소량의 물을 첨가하여 충분히 혼합한 후, 혼합물을 회전노상로에 장입하였다.

노상에의 장입은 상기 도 4에 나타난 장입장치를 사용하였으며, 원료혼합물(40)을 분상 그대로 노내에 장입하여 레벨러(39)로 높이 35㎜인 베드상으로 만들었다. 원료혼합물의 베드를 압압한 경우는 레벨러(39)로 대략 35㎜의 베드로 한 뒤, 전압 롤러(42)로 높이 20㎜로 되도록 압압하였다.

공기는 연소용공기도 함유하며, 회전노상로의 배기가스와 열교환하여 600℃로 예열하여 사용하였다. 가연성 휘발성분 발생이 종료한 후는 노내 공간부의 평균 가스온도를 약 1,300℃로 하였다. 또, 환원철 금속화율의 목표값은 92%로 하였다.

회전노상로(11)에서 얻은 환원철은 약 1,150℃에서 노외로 배출되며, 가볍게 조분쇄한 뒤, 제련용 용해환원로(71)로 노 위쪽으로부터 장입하였다. 제련용 용해환원로(71)의 노 위쪽으로부터는 탄재(석탄)(63)를 플럭스(석회석)(64)와 함께 장입하였다. 또, 석회석은 슬래그 염기도가 1.25로 되는 양으로 하였다.

용선은 노하부에 설치된 출선구로부터 용재(슬래그)와 함께 배출시켰다.

제련용 용해환원로(71)의 배기가스(25)의 일부는 회전노상로(11)에 쓰이는 연료로 사용하며, 나머지는 다른 설비의 연료용으로서 회수하였다.

시험은 표 13에 나타난 4 케이스에 대하여 실시하였다.

표 13

노	항 목		케이스1	케이스2	케이스3	케이스4
예비 환원로	예비환원로 노상 위에 혼합물이 놓인 형태		펠릿 사용	베드 상태	베드 상태	베드 상태
	롤러 압압 유무		-	-	실시	실시
	가연성 휘발성분 발생기간에 혼합물표면에 산소함유가스 취입 유무		-	-	-	실시
	광석	(kg/pt)	1436	1436	1436	1436
	공기예열온도	(℃)	600	600	600	600
	공기량	(Nm³/pt)	2145	2145	2145	2144
	제련로배기가스사용량	(Nm³/pt)	538	539	538	538
	예비환원로내 환원시간	(min)	10	18	15	10
	환원철금속화율	(%)	92.0	91.7	92.0	91.9
	환원철배출온도	(℃)	1150	1150	1150	1150
	노상에의 환원철고착		약간 발생	약간 발생	약간 발생	약간 발생
제련로	환원철장입온도	(℃)	800	800	800	800
	석탄	(kg/pt)	282	283	282	282
	산소	(Nm³/pt)	282	283	282	283
	용선온도	(℃)	1500	1500	1500	1500
	용선[C]	(%)	4.0	4.0	4.0	4.0
	용선[S]	(%)	0.05	0.05	0.05	0.05
	슬래그	(kg/pt)	177	177	177	177
	슬래그 염기도,	(-)	1.25	1.25	1.25	1.25

케이스 1은 종래법에 의한, 원료혼합물을 펠릿화한 경우의 시험이며 이때 회전노상로에 대한 회전시간은 10분이었다.

케이스 2는 원료혼합물을 분상 그대로 노내에 장입하여 베드상으로 한 경우인데, 괴성화(펠릿화)하지 않아도 환원시간을 약 18분으로 하면 금속화율 92%의 환원철이 얻어지는 것이 확인되었다. 이 환원시간은, 통상의 천연가스를 개질하여 얻은 환원가스를 사용하는 샤프트로형 직접환원방식의 환원시간이 약 8~10시간인 것과 비교하면 극히 짧아 바람직한 것임을 나타낸다.

케이스 3은 원료혼합물의 베드를 압압하여 겉보기 밀도를 높인 경우이며, 환원시간은 15분으로 단축되어, 압압의 효과가 큰 것을 확인하였다. 베드를 압압함에 따른 환원시간 단축은 실시예 1에서 기술한 바와 같이, 압압에 의해 원료 입자끼리 밀착되어 베드 내의 열전달이 촉진되고, 베드 내의 승온속도가 상승됨에 의한 것으로 생각된다. 또, 더스트 손실비는 0.2%로서 케이스 2의 0.5%와 비교하면 저하되어 있어 베드의 압압이 원료의 비산 억제에도 효과적임이 확인되었다.

케이스 4는 원료혼합물 베드를 전압 롤러로 압압한 후, 석탄 중의 가연성 휘발성분 발생이 이어지는 약 2분간만 베드 표면에 공기를 공급하여, 석탄에서 발생하는 가연성 휘발성분을 표면에서도 연소시킨 경우이다. 이 결과, 환원시간은 케이스 3에 비하여 5분이 단축되며, 베드에서 발생하는 가연성 휘발성분을 베드 표면에서도 연소하면서 가열, 승온하는 방법이 유리함이 확인되었다.

이상의 케이스 1~케이스 4의 어느 것에서도, 약 800℃의 환원철을 정련용 용해환원로에 장입하여, 탄소 4.0중량%, 황 0.05중량%를 함유하는 양질의 용선을 제조할 수 있었다.

산업상이용가능성

상술한 바와 같이, 본 발명의 환원철 제조방법에 의하면 원료혼합물을 분상 그대로 노내에 장입하여 노상 위에 베드를 형성한 후, 또는 그 베드를 압압한 후, 고온 환원함으로써, 원료혼합물을 펠릿화하는 등 괴성화할 때 필요하였던 괴성화 설비와 괴성화물의 건조 설비가 불필요하게 되며, 설비비 및 운전비를 줄여 환원철 제조 비용을 저감시킬 수 있다. 상술한 본 발명의 환원철 제조장치를 사용하면 용이하게 실시할 수 있다.

게다가, 상기 방법으로 얻어진 환원철을 고온상태로 견형로 또는 제련용 용해환원로에 장입하여 높은 열효율로 용해하여 양질의 용선을 제조할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

하기 (a)~(c)의 공정으로 구성되는 분상 산화철로부터의 환원철 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하여, 노상(爐床) 위에 대략 균일한 두께의 베드(bed)를 형성하는 공정,

(c) 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하고, 그 연료와 상기 고체 환원제에서 발생하는 가연성 휘발성

분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며, 상기 산화철을 환원하는 환원공정.

청구항 2

하기 (a)~(d)의 공정으로 구성되는 분상 산화철로부터의 환원철 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 환원로 내에 장입하여, 노상 위에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 그 베드를 압압(押壓)하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 높이는 공정,

(d) 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하고, 그 연료와 상기 고체 환원제에서 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며, 상기 산화철을 환원하는 환원공정.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 환원로가, 수평으로 회전이동하는 노상을 가지는 회전노상로인 환원철 제조방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합할 때, 물 또는 결합제의 1종 이상을 단독 또는 복합으로 첨가하는 환원철 제조방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 환원로의 노상 위에 형성한 원료혼합물의 베드 위에 시멘트 함유액을 산포하는 환원철 제조방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 원료혼합물의 베드 중의 고체 환원제로부터의 가연성 휘발성분 발생이 거의 종료할 때까지는 산소함유가스를 베드 표면에 공급하여 가연성 휘발성분을 그 표면에서 연소시키며, 가연성 휘발성분의 발생이 종료한 후는 노내온도를 1,100℃ 이상으로 되도록 유지하며 산화철을 환원하는 환원철 제조방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 환원로의 노상 위에 분상 고체 환원제를 펴고, 그 위에 원료혼합물을 분상 그대로 장입하는 환원철 제조방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 환원하여 얻어지는 환원철을, 노상의 이동방향과 직각인 방향으로 왕복이동하는 압출장치로써 배출하는 환원철 제조방법.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 환원하여 얻어지는 환원철을, 노상의 폭방향의 중앙을 기점으로 하여 노상의 이동방향을 향하여 V자 모양으로 벌어지는 배출가이드펜스를 따라 노상의 양쪽으로 배출하는 환원철 제조방법.

청구항 10

제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 노상 위에 잔류하는 환원철분을, 환원철 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 분사가스류에 의해 불어내어 노상 위로부터 제거하는 환원철 제조방법.

청구항 11

제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 노상 위에 잔류하는 환원철분을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 회전하는 블레이드(blade)를 구비한 비로 쓸어내어 노상 위로부터 제거하는 환원철 제조방법.

청구항 12

제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 노상 위에 잔류하는 환원철분 및 고착물을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에서, 노상의 이동방향과 교차하는 방향으로 왕복운동이 가능하며, 또 하단을 노상에 접촉시킨 스크레이퍼로 긁어 노상 위로부터 제거하는 환원철 제조방법.

청구항 13

제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 노상 위에 잔류하는 환원철분을, 환원철의 배출부로부터 원료장입부까지의 사이에 설치된 흡인후드를 통하여 흡인하여, 노상 위로부터 제거하는 환원철 제조방법.

청구항 14

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 환원철의 배출부에 설치된 배광장치의 고정 스토퍼펜스의 노

상이동방향 쪽에 하단이 노상에 접촉되어 설치된 스크레이퍼형 게이트에 의해 환원철분이 노상 위에 잔류하는 것을 방지하는 환원철 제조방법.

청구항 15

분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하는 혼합기와, 혼합하여 얻어진 원료혼합물을 분상 그대로 환원로 내로 장입하여 노상에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 장입장치와, 노내에 장입된 원료혼합물 중의 산화철을 환원하는 환원로를 가지며, 환원로가, 상기 혼합물의 장입구, 산화철을 가열 환원하여 얻어지는 환원철의 배출구 및 노내에서 발생하는 가스의 배기구를 갖춘 노체와, 노내에 설치된 수평으로 회전이동하는 노상과, 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하여 연료를 연소시키는 버너를 가지는 회전노상로인 제1항에 기재된 방법을 실시하기 위한 환원철 제조장치.

청구항 16

분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하는 혼합기와, 혼합하여 얻어진 원료혼합물을 분상 그대로 환원로 내로 장입하여 노상에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 장입장치와, 노내에 장입된 혼합물의 베드를 압압하여 원료혼합물의 겉보기 밀도를 상승시키는 수단과, 노내에 장입된 혼합물 중의 산화철을 환원하는 환원로를 가지며, 환원로가, 상기 혼합물의 장입구, 산화철을 가열 환원하여 얻어지는 환원철의 배출구 및 노내에서 발생하는 가스의 배기구를 갖춘 노체와, 노내에 설치된 수평으로 회전이동하는 노상과, 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하여 연료를 연소시키는 버너를 가지는 회전노상로인 제2항에 기재된 방법을 실시하기 위한 환원철 제조장치.

청구항 17

하기 (a)~(f)의 공정으로 구성되는, 분상 산화철로부터의 용선 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 예비환원로 내에 장입하여, 노상에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하며, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며, 상기 산화철을 환원하는 예비환원공정,

(d) 상기 예비환원공정에서 얻은 환원철을 상기 예비환원로로부터 500℃ 이상의 온도에서 배출시키는 배출공정.

(e) 상기 배출공정에서 배출한 고온상태의 환원철과, 괴립상의 탄재와 플럭스를, 노내에 탄재의 충전층(充電層)을 가지며, 노하부에 설치된 풍구로부터 산소함유가스를 취입하여 풍구 앞의 탄재를 연소시켜 고온의 환원가스를 발생시키는 견형로에 그 노상부(爐上部)로부터 장입하고, 환원과 용해를 행하여, 용선과 용재를 노하부 출선구로부터 배출하는 환원·용해공정,

(f) 견형로의 생성가스를 회수함과 동시에, 그 일부를 예비환원용 연료로 상기 예비환원로에 도입하는 가스회수공정.

청구항 18

하기 (a)~(f)의 공정으로 구성되는, 분상 산화철로부터의 용선 제조방법.

(a) 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합하여 원료혼합물을 얻는 혼합공정,

(b) 상기 혼합물을 분상 그대로 예비환원로 내에 장입하여, 노상에 대략 균일한 두께의 베드를 형성하는 공정,

(c) 노내에 연료와 산소함유가스를 취입하며, 그 연료와 상기 고체 환원제로부터 발생하는 가연성 휘발성분과 산화철이 고체 환원제에 의해 환원되어 발생하는 CO가스를 연소시켜, 노내온도를 1,100℃ 이상으로 유지하며, 상기 산화철을 환원하는 예비환원공정,

(d) 상기 예비환원공정에서 얻은 환원철을 상기 예비환원로로부터 500℃ 이상의 온도에서 배출시키는 배출공정.

(e) 상기 배출공정에서 배출한 고온상태의 환원철과 탄재와 플럭스를, 노내에 용융금속욕과 용융슬래그욕을 가지고, 저부로부터 교반용 가스를 용융금속욕 내로 취입하여 용융금속욕과 용융슬래그욕을 교반하며, 상부로부터 산소를 노내로 공급하는 제련용 용해환원로로 그 노상부(爐上部)로부터 장입하고, 환원과 용해를 행하여, 용선과 용재를 노하부 출선구로부터 배출하는 환원·용해공정,

(f) 제련용 용해환원로의 생성가스를 회수함과 동시에, 그 일부를 예비환원용 연료로서 상기 예비환원로로 도입하는 가스회수공정.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서, 예비환원로 노상 위에 원료혼합물의 대략 균일한 두께의 베드를 형성한 후, 그 베드를 압압하여 상기 혼합물의 겉보기 밀도를 높이는 용선 제조방법.

청구항 20

제17항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 분상 산화철과 분상 고체 환원제를 혼합할 때, 물 또는 결합제의 1종 이상을 단독 또는 복합으로 첨가하는 용선 제조방법.

청구항 21

제17항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 예비환원로의 노상 위에 형성된 원료혼합물의 베드 위에 시멘트 함유액을 산포하는 용선 제조방법.

청구항 22

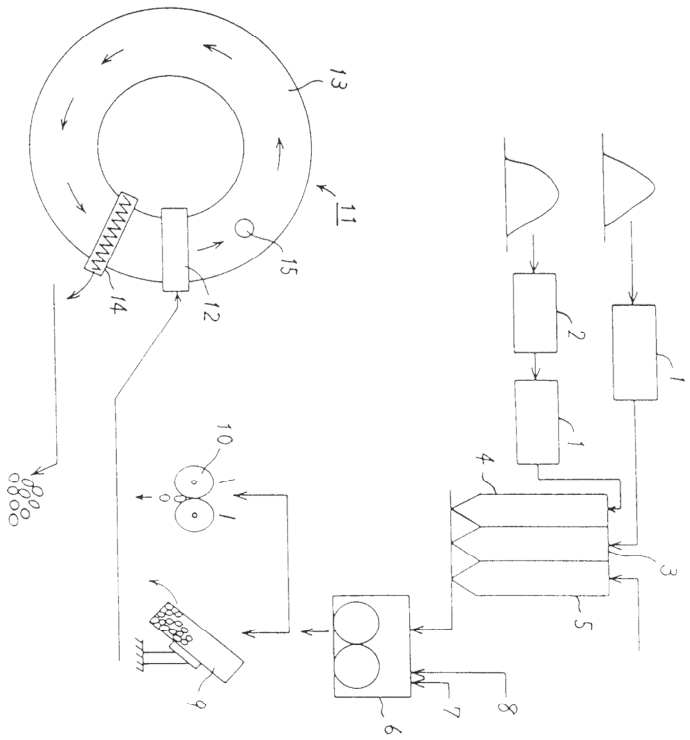
제17항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 원료혼합물의 베드 중의 고체 환원제로부터의 가연성 휘발성분 발생이 거의 종료할 때까지는 산소함유가스를 베드 표면에 공급하여 가연성 휘발성분을 그 표면에서 연소시키며, 가연성 휘발성분의 발생이 종료한 후는 노내온도를 1,100℃ 이상으로 되도록 유지하며 산화철을 환원하는 용선 제조방법.

청구항 23

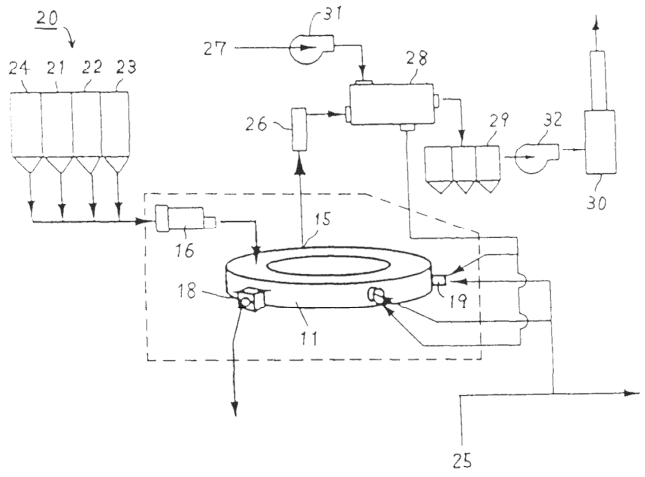
제17항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 예비환원로의 노상 위에 분상의 고체 환원제를 펴고, 그 위에 원료혼합물을 입상 그대로 장입하는 용선 제조방법.

도면

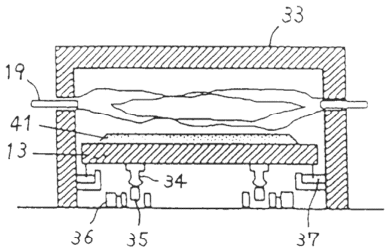
도면1



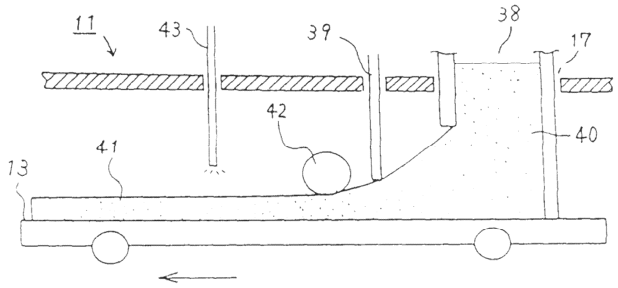
도면2



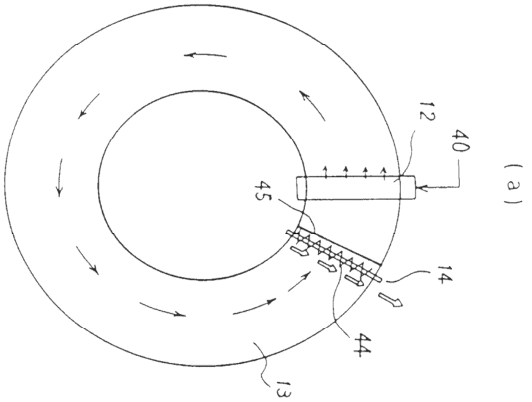
도면3



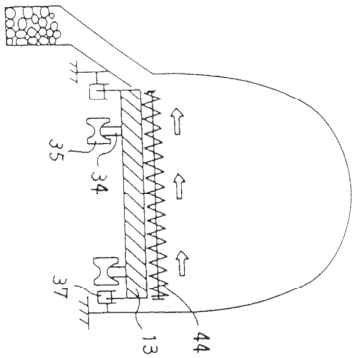
도면4



도면5

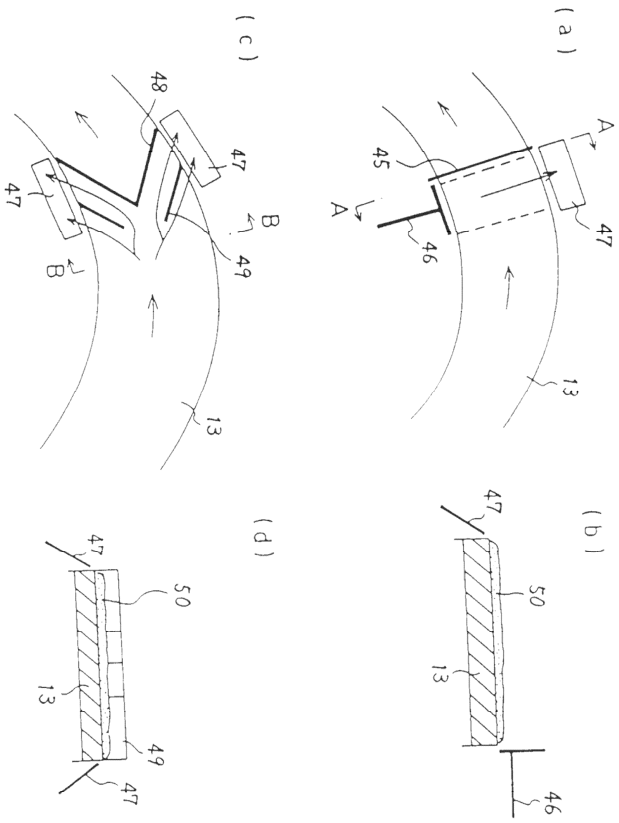


(a)

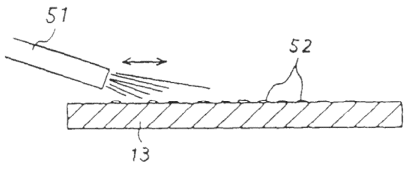


(b)

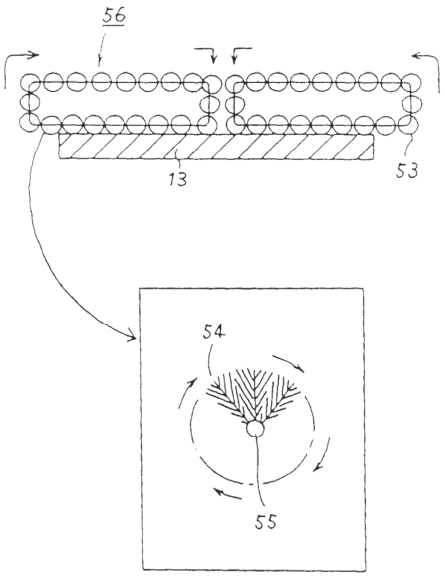
도면6


(a)
A
45
A
46
47
13
(b)
47
50
13
46
(c)
48
47
47
B
B
49
13
(d)
47
50
13
49
47

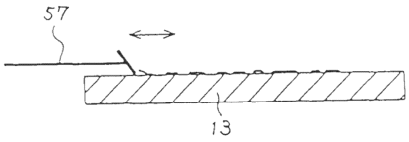
도면7


51
52
13

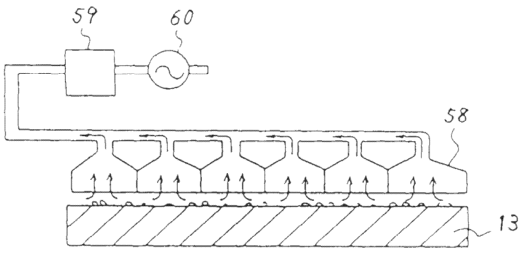
도면8



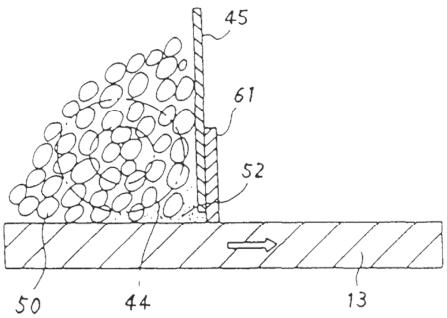
도면9



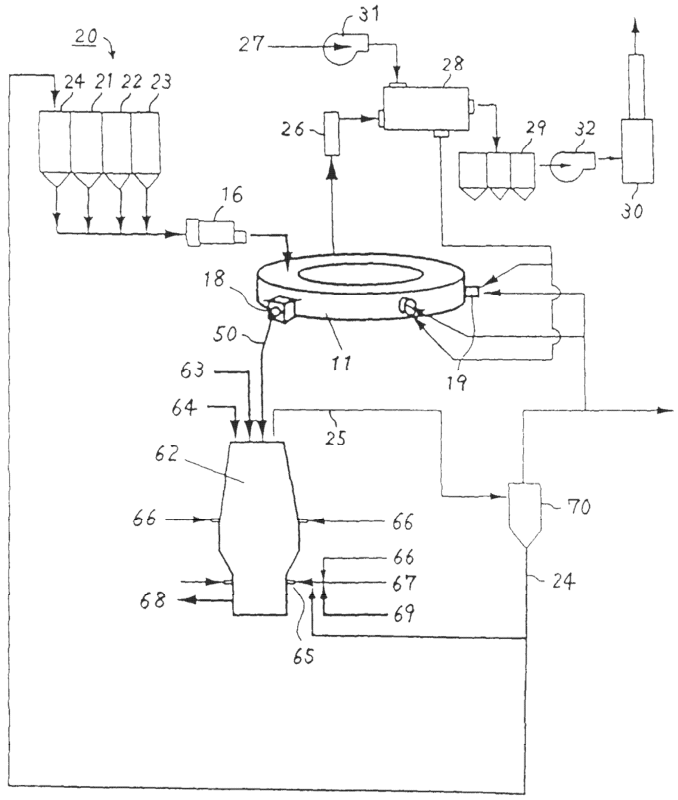
도면10



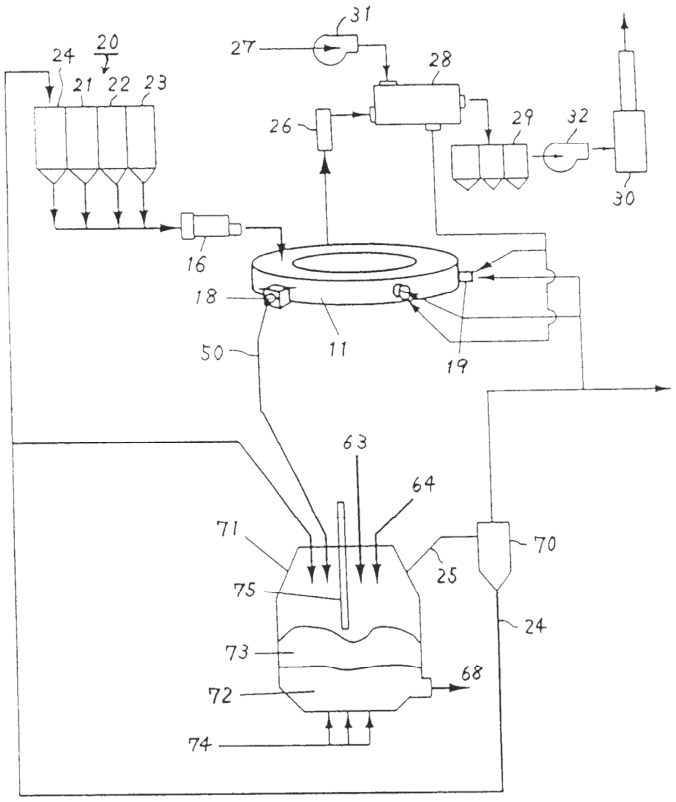
도면11



도면12

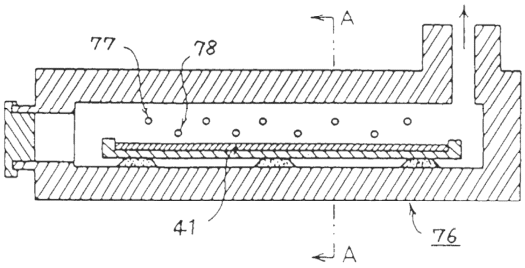
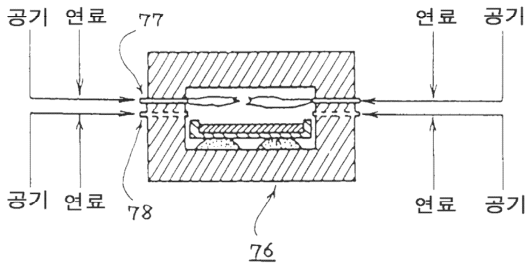

20
24 21 22 23
27
31
28
26
29
32
30
16
18
50
11
19
63
64
25
62
66
66
66
67
69
68
65
70
24

도면13


24
20
21 22 23
27
31
28
26
29
32
30
16
18
50
11
19
63
64
71
75
73
72
74
68
25
70
24

도면14

(a)



(b)