

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ C22B 1/14 C21B 11/00	(45) 공고일자 1999년 10월 15일	(11) 등록번호 10-0226897	(24) 등록일자 1999년 07월 29일
(21) 출원번호 10-1995-0051886	(65) 공개번호 특 1996-0023144	(43) 공개일자 1996년 07월 18일	
(22) 출원일자 1995년 12월 19일	(43) 공개일자 1996년 07월 18일		
(30) 우선권주장 94-36823 1994년 12월 26일 대한민국(KR)			
(73) 특허권자 포항종합제철주식회사 이구택 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지재단법인포항산업과학연구원 신현준 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32번지비스트-알핀 인두스트리안라겐바우 게엠바하 파투치 알렉산더, 토이플아르민			
(72) 발명자 오스트리아 연방공화국 아-4020 린츠, 투름슈트라세 44 민동준 경상북도 포항시 효자동 산 32번지 재단법인산업과학기술연구소 내 박윤출 경상북도 포항시 효자동 산 32번지 재단법인산업과학기술연구소 내			
(74) 대리인 손원, 전준향			

심사관 : 이재춘

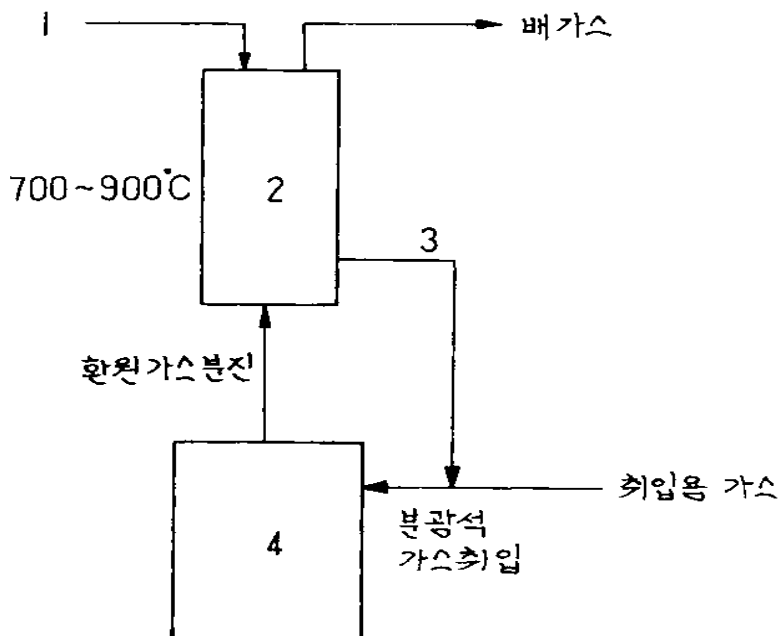
(54) 용철제조용 고온 예비환원 분철광석의 괴성화방법

요약

본 발명은 용융환원공정에서 분철광석을 괴성화시키는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 예비환원로에서 예비환원된 고온의 분철광석이 용융환원로에 투입되기 전에 상기 분철광석에 금속 Si 분말 또는 금속 Si 함유분말을 단순 혼합시켜 분철광석을 괴성화시킴으로써 분철광석의 괴성화 공정이 단순할 뿐만 아니라 황(S) 및 인(P)과 같은 불순물에 의해 야기되는 용선품질에 대한 악영향도 제거될 수 있는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화 방법을 제공하고자 하는데 있다.

본 발명은 예비환원로에서 예비환원된 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하여 선철을 제조함에 있어서, 상기 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하기전에 상기 분철광석에 금속 Si 분말 및 금속 Si 함유분말로 이루어진 응결제분말 그룹으로 부터 선택된 1종을 혼합하여 분철광석을 괴성화시키는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법을 그 요지로 한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래의 용융환원 공정의 개략도

제2도는 본 발명의 괴성화 방법을 이용하여 용융환원시키는 공정의 개략도

제3도는 알루미늄 드로스의 혼합비에 따른 압축강도 변화를 나타내는 그래프

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1, 1' : 분광석 | 2, 2' : 예비환원로 |
| 3, 3' : 예비환원 분철광석 | 4, 4' : 용융환원로 |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 용융환원공정에서 분철광석을 괴성화시키는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 선철(용철)제조용 용융환원공정에서 고온예비환원된 분철광석을 괴성화시키는 방법에 관한 것이다.

오늘날, 선철제조에 있어서 주류를 이루고 있는 고로에 의한 방법은 연료 및 환원제로서 사용되는 코크스의 제조원인 고로용 고품위 점결탄이 고갈되고 있고, 코크스로의 대체시기 도래에 따른 코크스의 부족 및 지구온난화에 따른 CO₂ 가스 저감요구 뿐만 아니라 코크스 공정 및 소결공장에서 발생하는 SO_x, NO_x에 대한 규제강화 등으로 인해 점차 그 실시에 제약을 받고 있다.

뿐만 아니라 고로공정은 고로내의 통기성 확보 및 재분진을 방지하기 위하여 원료를 대립화하여 사용하는 공정이기 때문에 소결이나 펠레트화 공정등 전처리 공정을 필요로 할 뿐만 아니라 소결시 많은 에너지가 소요된다.

이러한 종래의 고로공정의 문제점을 해결하기 위하여 미국특허 4978387에는 분체원료를 전처리 없이 직접 사용하여 유동층형 환원로 또는 기포유동층형 환원로로 환원시키고 용융환원로에서 최종적으로 용융환원시키는 용융환원공정이 제안된바 있다.

즉, 상기 미국특허번호제 4978387호에는 예비환원로에서 예비환원된 광석을 가스를 이용하여 용융환원로로 보내는 방법이 제시되어 있는데, 이와같이 가스에 의해 분체를 주입할시에는 용융환원로에서 발생하는 가스와 분체취입용 가스에 의해 장입 분체원료가 분진화하여 원료의 손실을 유발할 뿐만 아니라 취입용 상온의 가스의 승온열이 추가로 소요되므로 전체적으로 에너지를 상승시키는 요인이 된다. 또한, 가스취입에 의한 분체의 재분진화 현상이 일어나는 경우에는 가스와 함께 분진이 예비환원로에 도입되어 예비환원로의 분산판의 막힘 현상이나 유동층 노벽에 부착되어 설비 및 조업시간에 막대한 지장을 초래하기도 하는 것이다.

상기와 같은 용융환원공정에서의 분체원료의 분진화를 막기위하여 분체를 괴성화시키는 제안들이 있었다.

지금까지 제안된 분체의 괴성화 방법은 응결제로서 시멘트나 벤토나이트와 같은 수분첨가를 전제로 하는 산화물계통의 화합물을 사용하는 것을 기본으로 하고 있으나, 이 방법의 경우에는 상온에서 수분을 첨가하여 혼합하고, 건조한 후 다시 냉각하여 장입함으로써 공정이 복잡할 뿐만 아니라 그에 따른 에너지 낭비도 크게 되는 문제점이 있다. 또한, 분체의 괴성화를 위한 응집제로 사용되는 이러한 화합물은 공정상 승온 에너지를 필요로 할 뿐만 아니라 S, P와 같은 불순물이 포함되어 있는 경우가 있어서 이용시 제조된 용선의 품질에도 악영향을 미칠 수 있는 것이다.

본 발명자들은 상기한 종래의 문제점을 개선하기 위하여 연구와 실험을 행하고, 그 결과에 근거하여 본 발명을 제안하게 된 것으로서, 본 발명은 용융환원공정의 예비환원로에서 예비환원된 고온의 분철광석이 용융환원로에 투입되기 전에 상기 분철광석에 금속 시분말 또는 금속 시함유분말을 단순 혼합시켜 분철광석을 괴성화 시킴으로써, 분철광석의 괴성화공정이 단순할 뿐만 아니라 황(S) 및 인(P)과 같은 불순물에 의해 야기되는 용선품질에 대한 악영향도 제거될 수 있는 용철제조용 고온 예비환원 분철광석의 괴성화 방법을 제공하고자 하는데, 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적은 금속 시함유분말로써 폐기물인 알루미늄 드로스를 사용함으로써, 에너지 절감을 가져올 뿐만 아니라 폐기물 처리도 가능한 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화 방법을 제공하고자 하는데 있다.

이하, 본 발명에 대하여 설명한다.

본 발명은 예비환원로에서 예비환원된 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하여 선철(용철)을 제조함에 있어서, 상기 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하기 전에 금속 시분말 및 금속 시함유분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로부터 선택된 1종을 상기 분철광석과 혼합하여 용철제조용 고온예비환원 분철광석을 괴성화하는 방법에 관한 것이다.

이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

종래의 용융환원공정은 제1도에 도시한 바와같이 분철광석(1)을 예비환원로(2)에서 예비환원시킨후 예비환원분철광석(3)을 취입가스와 함께 용융환원로(4)에 장입하여 용강을 제조하게 되나 이 경우 용융환원로에 장입된 분철광석 입도가 작아 용융로내의 가스흐름내에서 미분광이 다시 비산되는 문제점이 있는 것이다.

본 발명은 제2도에 도시한 바와같이 분광석(1')을 예비환원로(2')에서 예비환원시킨후 예비환원 분철광석(3')을 용융환원로(4')에 장입하기 전에 금속 Al 분말 및 금속 Al 함유분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로 부터 선택된 1종을 상기 예비환원 분철광석에 단순 혼합시켜 용융환원로에 장입시킴으로써 분광석이 대립화되어 용융환원로내에서 비산되지 않게 되는 것이다.

이같은 분광석의 괴성화(대립화)에 대하여 보다 상세히 설명한다.

일반적으로, 분체이용 용융환원 공정에서는 약 700°C 이상의 온도에서 예비환원하는 것을 그 기본으로 하고 있으며 그 예비환원에 이용되는 가스로 수소와 일산화탄소 등의 환원성 분위기에서 시행하는 것을 기본으로 하고 있으므로 응결제로서 저융점 금속 Al 분말(융점:600°C) 또는 금속 Al 함유분말을 분철광석과 단순 혼합함으로써 고온의 분철광석에 의해 알루미늄이 용해하여 분철광석의 표면에 응착하여 분철광석간 응집을 가능케 한다.

상기한 금속 Al 함유분말로는 분철광석의 예비환원온도 이하의 융점을 갖는 것이 바람직하는데, 그 예로서는 Al-Mg 합금분말 및 Al-Li 합금분말 등을 들 수 있다.

상기한 금속 Al 분말 및 금속 Al 함유분말로 이루어진 응결제 분말그룹으로 부터 선택된 1종을 응결제로서 분철광석과 혼합하는 경우 응결제 분말의 혼합량은 금속 Al의 중량이 상기 분철광석 1톤당 8kg 이상이 되도록 선정되는 것이 바람직하며, 보다 바람직한 응결제 분말의 혼합량은 금속 Al의 중량이 상기 분철광석 1톤당 12~25kg으로 선정되는 것이다.

또한, 상기한 응결제 분말의 입도는 8mm이하로 선정되는 것이 바람직하고, 보다 바람직한 응결제 분말의 입도는 5mm이하이다.

상기한 응결제 분말과 분체 철광석을 혼합한 후 Al의 충분한 용융을 위하여 10초이상 유지시켜 주는 것이 바람직하며, 보다 바람직한 유지시간은 30초~5분이다.

상기 유지시간은 Al의 용융과 관련되는 응결제분말의 입도와 예비환원 분철광석의 온도등과 관련하여 적절히 선정될 수 있다.

상기와 같이 응결제 분말을 혼합한 후 일정시간 유지하고자 하는 경우에는 예비환원로와 용융환원로 사이에 고온의 예비환원 분체철광석을 저장하기 위한 저장조 등을 설치하면 된다.

한편, 본 발명에 바람직하게 사용될 수 있는 응결분말중 금속 Al 함유분말로는 알루미늄 가공업체등에서 발생하는 알루미늄 드로스(Aluminium Dross)를 들수 있는데, 이하에서는 이에 대하여 설명한다.

통상, 알루미늄 드로스(Aluminium Dross)는 알루미늄 가공업체에서 알루미늄 제품 제조시 발생하는 폐기물로서 사용용도가 없어서 대부분 분리되어 매립용으로 폐기되고 있다. 그러나 알루미늄 드로스는 저융점 금속이며, Al, Al₂O₃ 등 강력한 환원력을 가진 알루미늄이 다량 포함되어 있을 뿐만 아니라 기타 성분도 K₂O, Na₂O, CaO, MgO, Si₂O, FeO 및 C등으로써 용선의 품질에 해로운 불순원소(P, S)가 거의 포함되어 있지 않다. 이러한 조성 때문에 알루미늄 드로스는 저온에서 용융시킬 수 있을 뿐만 아니라 용융환원로내에 첨가되어도 알루미늄 드로스 중에 금속알루미늄은 용융환원로중의 철광석의 환원 및 연료로서 이용될 수 있을 것이다.

즉, 이같이 불순물이 없고 저융점일 뿐만 아니라 높은 열량의 금속알루미늄을 포함하고 있는 폐기물인 알루미늄 드로스를 예비환원된 분철광석의 응결제로 사용하여 철광석을 괴성화하는 경우에는 분철광석 장입을 용이하게 할 뿐만 아니라 알루미늄 드로스 중의 금속알루미늄을 연료의 일부로서 활용함으로써 공정전체의 에너지 절감 및 폐기물 처리 등의 잇점이 있게 되므로, 알루미늄 드로스는 본 발명의 응결제 분말로 바람직하게 사용될수 있다.

상기와 같이 금속 Al 함유분말로서 알루미늄 드로스를 사용하는 경우에는 알루미늄 드로스중에 함유된 산화물들은 1200°C 이상의 융점을 가지고 있으므로 약 600~1200°C의 온도영역에서는 고체상태로 존재하여 금속알루미늄이 용해후 분체 표면에 용체 알루미늄과 혼합되고 고체상태의 기타성분이 현탁되어 용융알루미늄의 점성(Viscosity)을 증가시킴으로서 분체간 결합을 증대시킨다. 이러한 분체 입자간에 용융되어 응결제로 사용되는 금속 Al중 일부는 산화분위기에서 괴성화 과정중 고융점 산화물인 Al₂O₃로 되어 입자간의 결합력을 크게 증가시킨다. 알루미늄 드로스는 그후 용융환원로의 슬래그 성분 (CaO-SiO₂-Al₂O₃)중의 하나인 알루미늄으로 되어 슬래그로서 배출되므로 조업상에 아무런 불순물 첨가나 에너지 손실이 없는 응결제로서 사용될 수 있는 것이다.

예를들어 응결제로 사용되는 알루미늄 드로스중의 금속알루미늄은 하기 표 1에 나타난 바와같이, 용융환원로에서 산화방응시 7467kcal/kg-Al이라는 열량이 발생된다. 이와같은 발생열량은 하기 표 1에서 보는 바와같이 일반석탄의 최대 발열량인 6000~7000kcal/kg-coal과 거의 동일한 발열량이어서 이는 응결제로서 알루미늄 드로스가 광석과 함께 용융환원로에 투입됨으로서 최소한 드로스중의 알루미늄 양만큼의 석탄을 절약할 수 있을 뿐만 아니라 가스발생량도 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

[표 1]

원료	발열반응	최대 발열량(kcal/kg)	반응생성물
드로스중 알루미늄	$2Al + 3/2O_2 = Al_2O_3$	7467	슬래그성분
석탄 A	$C + O_2 = CO_2$ $H_2 + 1/2O_2 = H_2O$	7300	가스
석탄 B	$C + O_2 = CO_2$ $H_2 + 1/2O_2 = H_2O$	7120	가스
석탄 C	$C + O_2 = CO_2$ $H_2 + 1/2O_2 = H_2O$	6740	가스

이러한 저융점의 금속인 알루미늄이 포함된 알루미늄 드로스를 응결제로 이용하여 분체원료를 과산화(대립화)하는 경우, 드로스 중의 알루미늄함량이 높은 것을 사용하는 것이 바람직하다. 이는 드로스 성분중 유일한 저융점 성분인 알루미늄이 용융되어 분체 원료 입자간에 젖어서 응착시키기 때문이다. 알루미늄 함량이 과다하게 낮은 드로스를 사용하는 경우에는 응집을 위한 최소한의 알루미늄을 공급하기 위하여 전체적인 드로스량이 증가하므로 그에 따른 입자간 강도가 떨어지게 된다.

따라서, 본 발명에 보다 바람직하게 적용될 수 있는 알루미늄 드로스는 Al:5-60중량% 및 AlO:40중량%이하를 함유하는 알루미늄 드로스이다.

상기와 같은 조성의 알루미늄 드로스를 금속 Al 함유분말로 사용하는 경우에는 알루미늄 드로스의 양을 분철광석 1톤당 30kg이상으로 선정하는 것이 바람직하며, 보다 바람직한 알루미늄 드로스의 양은 분철광석 1톤당 50-100kg 수준이다.

상기한 알루미늄 드로스의 양이 분철광석 1톤당 30kg이하인 경우에는 과성화가 어렵고 과성화된 분철광석의 결합강도가 약하여 다시 분해될 우려가 있고, 100kg이상인 경우에는 응용환원로내의 슬래그 정도를 증가시켜 슬래그와 용선의 분리를 어렵게할 우려가 있다.

상기 알루미늄 드로스의 입도는 8.0mm이하가 바람직하고, 보다 바람직한 입도는 5mm이다.

또한, 본 발명에 바람직하게 적용될 수 있는 응결제로는 Al 가공업체등에서 발생하는 Al 칩 및 Al 스크랩 등을 들 수 있다.

이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

[실시예 1]

하기 표 2와 같은 조성으로 이루어진 알루미늄 드로스를 이용하여 각각 FeO, FeO, Fe 상태로 예비환원된 분철광석과 함께 칭량한 다음, 기계적으로 혼합하였다.

이때 알루미늄 드로스의 혼합량은 상기 분철광석 1톤당 100kg을 첨가하였으며, 알루미늄 드로스의 입도는 5mm이하였고, 분철광석의 입도는 0.5mm이하였다.

상기와 같이 혼합한 각각 시료중 20g씩을 채취하여 99% MgO 도가니에 넣고 용융환원공정에서의 예비환원 온도인 800℃까지 가열하고 이 온도에서 약 2분간 유지시켜 도가니로 부터 응결과산화된 대립광석의 압축강도를 조사하여 그 결과를 하기표 3에 나타내었다.

상기 시료들을 고온 기계적 과성법을 적용하여 과성화한 후, 그 압축강도를 측정하여 하기 표 3에 나타내었다.

[표 2]

알루미늄 성분 드로스 종류	K2O	Na2O	CaO	Al	Al2O3	SiO2	T. Fe	탄소	기타
드로스 A	0.6	1.8	8.9	52.9	12.2	7.1	2.9	2.9	Bal.
드로스 B	0.6	3.3	7.8	27.2	38.1	11.8	1.5	1.2	Bal.
드로스 C	3.9	4.4	11.4	25.3	32.6	1.8	0.6	1.2	Bal.

[표 3]

구	분	본 발명법	고온기계적 괴성법
원료 A	Fe ₂ O ₃	2235	128
	FeO	2832	223
	Fe	3126	2982
원료 B	Fe ₂ O ₃	2130	128
	FeO	2602	223
	Fe	3212	2982
원료 C	Fe ₂ O ₃	1931	128
	FeO	2468	223
	Fe	3010	2982

상기 표 3에서 나타난 바와같이, 본 발명법에 의해 괴성화된 시료는 기존에 사용되는 방법중에 하나인 고온 압축성형법에 의해 제조된 것에 비해 압축강도가 높을 뿐만 아니라 철광석의 예비환원율에 대하여서도 영향을 받지 않고 균일 하고 높은 압축강도를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 기계적인 괴상화법은 광석이 약 50% 이상 예비환원되어야 만족할 만한 압축강도를 얻을 수 있음에 비하여 본 발명은 예비환원율에 관계없이 높은 압축강도를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

또한, 상기 표 3에서 보는 바와같이 드로스중의 알루미늄의 함량이 높을수록 압축 강도가 높은 것을 알 수 있다(원료 A).

이와같이 알루미늄 드로스를 이용하여 예비환원된 분철광석을 괴성화하여 중력 투이이 가능하게 됨으로써 본 발명은 분철광석 공급라인에 단순히 알루미늄 드로스를 공급하여 혼합함으로써 분진의 저감 및 에너지 절감, 및 폐기물의 처리가능이라는 많은 이점이 있을 것이다.

상술한 바와같이, 본 발명은 금속 AI 분말 또는 금속 AI 함유분말을 용융환원공정에서 예비환원된 분철광석에 단순혼합 만으로 분철광석을 괴성화시킴으로써 추가공정이나 설비가 요구되지 않으므로, 분철광석의 장입을 경제적으로 행할 수 있을 뿐만 아니라 특히 금속 AI 함유분말로서 알루미늄 드로스를 사용하는 경우에는 폐기물인 알루미늄 드로스를 에너지원으로 활용함으로써 에너지 절감을 가져올 수 있는 효과가 있는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

예비환원으로서 예비환원된 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하여 선철을 제조함에 있어서, 상기 고온의 분철광석을 용융환원로에 투입하기전에 상기 분철광석에 금속 AI 분말 및 금속 AI 함유분말로 이루어진 응결제분말 그룹으로부터 선택된 1종을 혼합하여 분철광석을 괴성화시키는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 응결제분말이, 금속 AI 중량이 분철광석 1톤당 8kg이상이 되도록, 혼합되는 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비 환원분철광석의 괴성화방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 응결제분말이, 금속 AI 중량이 분철광석 1톤당 12-25kg이 되도록, 혼합되는 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원분철광석의 괴성화방법.

청구항 4

제1항에서 제3항중의 어느한 항에 있어서, 응결제분말의 입도가 8mm이하인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 제3항중의 어느한 항에 있어서, 상기 응결제분말을 상기 분철광석에 혼합한 후 10초 이

상 유지시키는 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 응결제 분말을 상기 분철광석에 혼합한 후 10초 이상동안 유지시키는 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 7

제1항에서 제3항중의 어느 한 항에 있어서, 상기 응결제 분말이 Al 칩, Al 스크랩, Al-Mg 합금분말 및 Al-Li 합금분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 용철 제조용 고온예비 환원분철광석의 괴성화방법.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 응결제 분말이 Al 칩, Al 스크랩, Al-Mg 합금분말 및 Al-Li 합금분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비 환원분철광석의 괴성화방법.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 응결제 분말이 Al 칩, Al 스크랩, Al-Mg 합금분말 및 Al-Li 합금분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온 예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 응결제 분말이 Al 칩, Al 스크랩, Al-Mg 합금분말 및 Al-Li 합금분말로 이루어진 응결제 분말 그룹으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 용철 제조용 고온 예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 응결제 분말이 알루미늄 드로스인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 알루미늄 드로스가 Al:5-60중량% 및 Al_2O_3 :40중량%이하를 함유하는 것임을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 알루미늄 드로스 양이 분철광석 1톤당 30-100kg인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 14

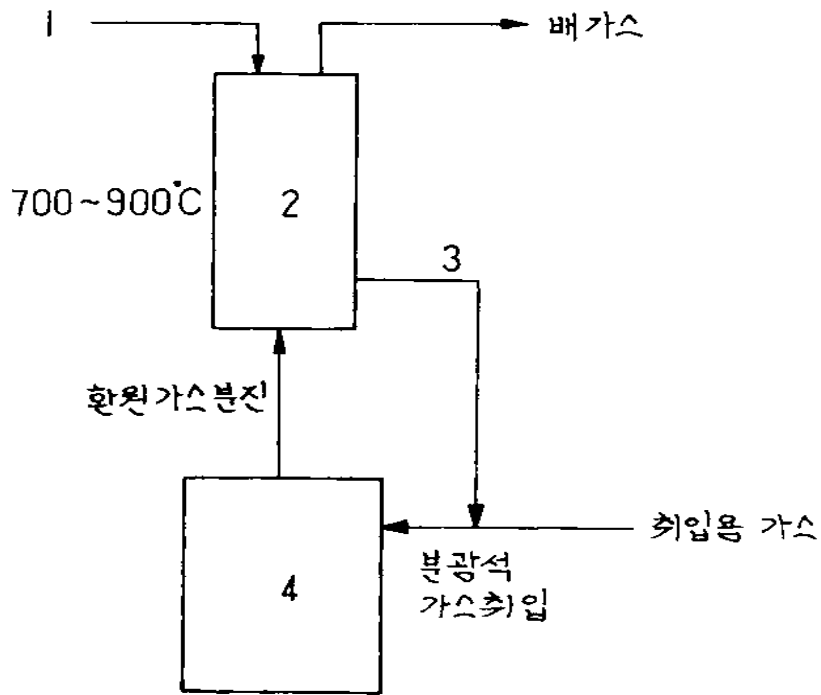
제11항에서 제13항중의 어느 한 항에 있어서, 상기 알루미늄 드로스를 상기 분철광석에 혼합한 후 10초이상 유지시키는 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

청구항 15

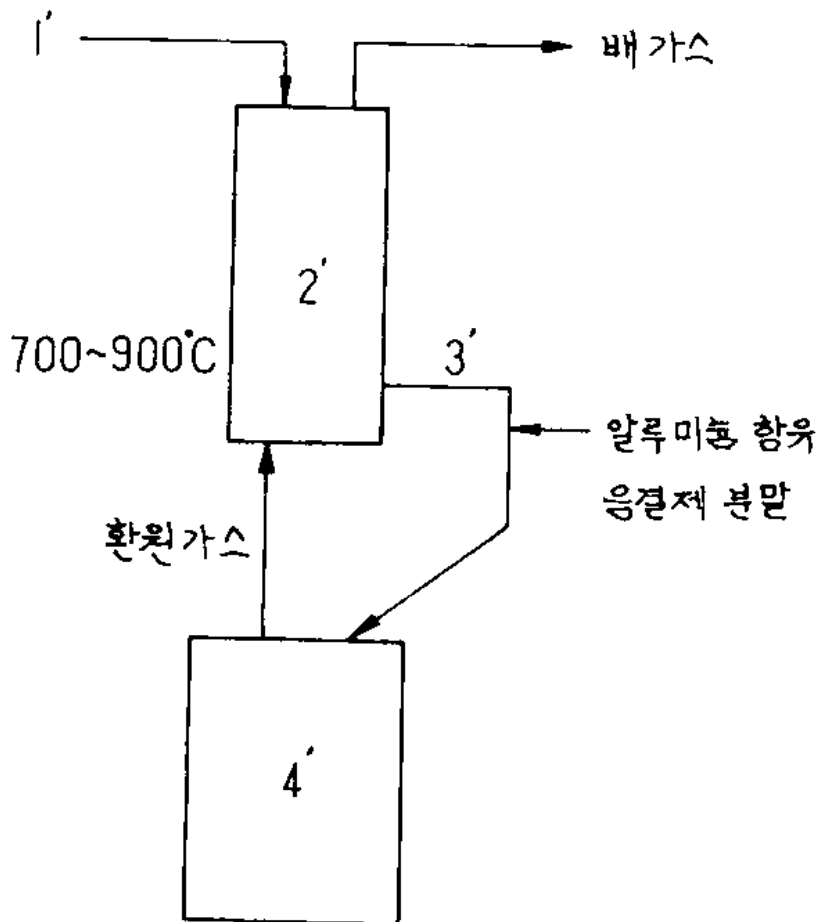
제1항에서 제13항중의 어느 한 항에 있어서, 상기 알루미늄 드로스의 입도가 8mm이하인 것을 특징으로 하는 용철제조용 고온예비환원 분철광석의 괴성화방법.

도면

도면1



도면2



도면3

