



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월04일
(11) 등록번호 10-2776208
(24) 등록일자 2025년02월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 33/04 (2006.01) C21C 7/068 (2006.01)
C21C 7/072 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 33/04 (2013.01)
C21C 7/068 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7030926
- (22) 출원일자(국제) 2021년02월16일
심사청구일자 2022년09월06일
- (85) 번역문제출일자 2022년09월06일
- (65) 공개번호 10-2022-0134642
- (43) 공개일자 2022년10월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/005689
- (87) 국제공개번호 WO 2021/177021
국제공개일자 2021년09월10일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-038790 2020년03월06일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP01123047 A*
JP01316437 A*
JP56020113 A*
JP63290242 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
제이에프이 스틸 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
제이에프이미네라르 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 미나토쿠 시바 3쵸메 8반 2고
- (72) 발명자
오다 노부히코
일본국 도쿄도 지요다꾸 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자 이산부 나이
후지이 유스케
일본국 도쿄도 지요다꾸 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자 이산부 나이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 2 항

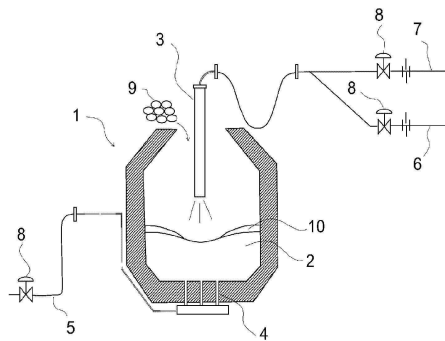
심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 저탄소 페로망간의 제조 방법

(57) 요약

높은 Mn 수율을 향수할 수 있는 저탄소 페로망간의 제조 방법을 제안한다. 상취 랜스 및 저취 송풍구를 구비한 반응 용기 내에 수용한 고탄소의 페로망간 용탕의 옥면 상에, 상취 랜스로부터 산화성 가스를 분사하고 탈탄하여, 저탄소의 페로망간을 제조함에 있어서, 취련 중의 슬래그 조성의 질량 기준으로 (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정한다. 또한, 저취 송풍구로부터 취입하는 교반 가스의 교반 동력 밀도(ε)가 500W/t 이상이 되는 조건으로 교반한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21C 7/072 (2013.01)

(72) 발명자

사토 신고

일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자이산
부 나이

가와바타 료

일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자이산
부 나이

기쿠치 나오키

일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자이산
부 나이

시오타 토시오

일본국 오카야마켄 쿠라시키키시 미즈시마 카와사키
도리 1쵸메 1반지 미즈시마 페로알로이 가부시키키가
이샤 나이

히구치 잇페이

일본국 오카야마켄 쿠라시키키시 미즈시마 카와사키
도리 1쵸메 1반지 미즈시마 페로알로이 가부시키키가
이샤 나이

명세서

청구범위

청구항 1

상취 렌스 및 저취 송풍구를 구비한 반응 용기 내에 수용한 고탄소의 페로망간 용탕의 욱면 상에, 상취 렌스로부터 산화성 가스를 분사하여 탈탄하여, 저탄소의 페로망간을 제조함에 있어서, 취련 중의 슬래그 조성의 질량 기준으로 $(CaO+MgO)/(Al_2O_3+SiO_2)$ 의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정하고,

상기 저취 송풍구로부터는, 교반 동력 밀도로 하여 500W/t 이상이 되도록 교반용 가스의 취입을 행하는 것을 특징으로 하는 저탄소 페로망간의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

취련 개시 전 또는 취련 중에 MgO를 함유하는 부원료를 첨가하는 것을 특징으로 하는 저탄소 페로망간의 제조 방법.

청구항 3

삭제

발명의 설명

기술분야

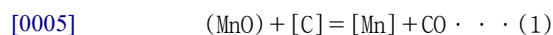
[0001] 본 발명은, 저탄소 페로망간의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 철강 제품의 합금 성분으로서 유용한 망간(Mn) 성분은, 고로(高爐) 용선을 주원료로 하는 전로 제강법의 경우에는 전로 정련의 종료 시점에서 첨가된다. 한편, 스크랩을 주원료로 하는 전기로 제강법의 경우에는 용해 작업시에 첨가된다. 어느 경우든, 망간 성분으로서, 페로망간(FeMn) 합금을 이용하는 것이 일반적이다. 이 페로망간 합금은, 함유하는 탄소 농도에 따라 고탄소 페로망간(HCFeMn), 중탄소 페로망간(MCFeMn), 저탄소 페로망간(LCFeMn)으로 분류되고, 그의 화학 조성은 일본공업규격(JIS)으로 정해져 있다(표 1 참조). 또한, MCFeMn이나 LCFeMn은 통상, 고가의 실리콘 망간(SiMn) 합금과 다량의 전력을 사용하여 제조하기 때문에, HCFeMn에 비해 훨씬 고가의 합금철이다.

[0003] 중·저탄소 페로망간을 제조하는 종래의 기술 중에는, 소위 탈규법(脫珪法)이라고 칭해지는 방법이 있다. 이 방법은 우선, 전기로 등에 있어서 목표 탄소 함유량의 실리콘-망간 용탕을 준비하고, 그 후 이 용탕에 망간 광석 등의 망간 산화물을 첨가하여 실리콘-망간 용탕 중의 실리콘을 산화 제거하는 방법이다. 이 방법은, 전기로를 사용하기 때문에 전력 비용이 커진다는 문제점이 있다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 종래는, 고탄소 페로망간 용탕에 산소 가스를 분사하거나, 용탕 중에 산소 가스를 취입하거나 하여, 페로망간 용탕 중의 탄소를 산화 제거한다는 방법이 취해지고 있다. 일반적으로, 페로망간 용탕의 탈탄 반응은, 하기 (1)식으로 나타나고, 그 때의 평형 정수 K는, 하기 (2)식으로 나타낼 수 있다.



[0006] $K = (a_{Mn} \cdot P_{CO}) / (a_{MnO} \cdot a_C) \cdots (2)$

[0007] 여기에서, (R)이라는 표기는 화학식 R의 성분이 슬래그 중에 있는 것을, [M]이라는 표기는 원소 M의 성분이 페로망간 용탕 중에 있는 것을 나타내고, a_i 는 성분 i의 활량, P_j 는 성분 j의 분압(atm)이다. 평형 정수 K, a_{Mn} , a_C 의 값은 기저 문헌의 열역학 데이터를 이용하여 계산할 수 있다. 그리고, 하기 (3), (4)식의 조건하에서 용

탕 중의 평형 [C] 농도와 용탕 온도의 관계를 구함으로써, 페로망간 용탕의 탈탄 한계를 알 수 있다.

[0008]
$$a_{MnO} = 1 \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0009]
$$P = P_{Mn} + P_{CO} = 1 \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0010] 단, 상기 (4)식에 있어서 P는 전압(全壓)(1atm)이고, P_{Mn}은 그 온도에서의 Mn의 증기압과 같다고 한다. 여기에 서, atm은 압력의 단위로, 1atm=101325Pa이다.

[0011] 상기 (1)~(4)식으로부터, 페로망간 용탕의 탈탄을 진행시키려면, (1)식이 흡열 반응인 점에서 용탕 온도의 상승, CO 분압의 저하 및 산화 망간 슬래그 중의 MnO의 활량의 상승이 필요하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 저탄역에서의 페로망간 용탕의 탈탄에 대해서는, 대기압하에서의 취련(吹鍊)을 행하는 한 고온 취련은 물론이고, 수율 저하의 요인이 되는 망간의 산화에 의한 산화 Mn의 생성과 망간 증기의 발생이 어느 정도는 피할 수 없다.

[0012] 고탄소 페로망간 용탕에 산소 가스를 취입하여 취련하는 방법으로서, 특허문헌 1이나 특허문헌 2에 있어서, 고탄소 페로망간 용탕 중에 반응 로(爐)의 로저(爐底) 송풍구로부터 산소 가스를 취입함으로써, 용탕 중의 탄소를 산화 제거한다는 방법이 제안되어 있다.

[0013] 또한, 특허문헌 3에는, 로저 송풍구로부터 불활성 가스를 취입하여 용탕을 교반하면서, 상취 랜스로부터 산소 가스를 분사함으로써 용탕 중의 탄소를 산화 제거한다는 방법이 제안되어 있다.

[0014] 또한, 상취 가스, 저취 가스의 가스종이나 그의 유량을, 취련의 시기나 용탕 온도와 함께 제어하는 방법도 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 4에는, 로저 송풍구로부터 산소 가스를 취입하여 고탄소 페로망간 용탕을 탈탄할 때에 있어서, 저탄역에서는 산소 가스에 수증기 및 불활성 가스를 혼합하여 취입하는 방법이 제안되어 있다.

[0015] 또한, 특허문헌 5에는, 로저 송풍구로부터 산소 가스와 불활성 가스를 혼합하여 취입하여 용탕을 교반하면서, 상취 랜스로부터 산소 가스를 분사하여 고탄소 페로망간의 용탕을 탈탄할 때에 있어서, 취련의 진행에 수반하여 저취 산소 유량 및 저취 불활성 가스 유량을 저하시키는 방법이 제안되어 있다.

[0016] 또한, 특허문헌 6이나 특허문헌 7에는, 상취 산소에 불활성 가스를 혼합하여 분사하는 방법이 제안되어 있다.

[0017] 또한, 특허문헌 8이나 특허문헌 9에는, 조제제(造滓劑)를 첨가하여 슬래그 조성을 컨트롤하는 방법이 제안되어 있다. 취련 중에 슬래그 중의 MnO의 활량이 1에 가까워지도록, 망간 광석, 망간 소결광 등의 망간 산화물을 이용하여 슬래그 조성을 컨트롤함으로써, Mn 수율을 향상한다는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 소48-079716호
- (특허문헌 0002) 일본공개특허공보 소52-009616호
- (특허문헌 0003) 일본공개특허공보 소60-056051호
- (특허문헌 0004) 일본공개특허공보 소54-097521호
- (특허문헌 0005) 일본공개특허공보 소62-230951호
- (특허문헌 0006) 일본공개특허공보 소61-291947호
- (특허문헌 0007) 일본공개특허공보 평02-166256호
- (특허문헌 0008) 일본공개특허공보 평01-316437호
- (특허문헌 0009) 일본공개특허공보 평11-293332호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 그러나, 특허문헌 1~3의 방법에는, 다음과 같은 문제점이 있었다. 즉, 일반적으로 망간은, 산소와의 친화력이 강하고 산소 가스에 의해 용이하게 산화되어 슬래그를 형성함과 함께, 증기압이 높기 때문에 용탕 온도의 상승과 함께 증발이 활발해져, 흠(fume) 더스트(dust)로서 계(系) 외에 비산하기 쉽다는 경향이 있다. 그 때문에, 이들 기술에서는, 산소 가스를 단순하게 용탕 중에 취입하거나, 분사하거나 하는 것만으로는 탈탄이 곤란할 뿐만 아니라, Mn의 수율도 저하하고, 그의 결과로서 중·저탄소 페로망간을 경제적으로 제조할 수 없게 된다는 문제가 있었다.
- [0020] 또한, 특허문헌 4~9에 기재된 선행 기술에 대해서도, 다음과 같은 해결해야 할 과제를 남기고 있는 것이 실정이다.
- [0021] 예를 들면, 로저 송풍구로부터 산소 가스 또는 산소 가스와 불활성 가스의 혼합 가스를 취입하는 방법(특허문헌 4 및 5)에서는, 페로망간 용탕의 탈탄 정련에 대해서, 전술한 바와 같이, 고온 취련이 필수인 것에 더하여, 송풍구 근방이 산소 가스에 의한 산화 반응열에 의해 더 한층의 고온에 노출되는 것이 예상된다. 따라서, 송풍구의 용손(溶損)에 의한 용탕의 누설을 방지하기 위해 고도의 조업 기술을 필요로 함과 함께, 불활성 가스만을 취입하는 경우와 비교하여 송풍구 수명이 현저하게 저하하여, 내화물 비용의 대폭적인 상승을 피할 수 없다.
- [0022] 한편, 상취하는 산소 가스에 불활성 가스를 혼합하여 페로망간 용탕에 분사하는 방법(특허문헌 6 및 7)은, 가장 고온에서 탈탄이 생기기 쉬운 사이트인 화점(火點)(상취 산소 가스가 용탕면에 충돌하는 위치)이, 불활성 가스로 냉각되게 됨과 함께, 원래 화점은 망간 증기의 발생이 크고, CO 분압의 저하가 생기고 있다고 생각되는 점에서, 불활성 가스에 의한 CO 분압 저하의 효과가 작다. 또한, 혼합하는 불활성 가스의 유량을 크게 하여 반응로 내 전체의 CO 분압을 저하시킨다는 생각도 있지만, 이 방법에서는, 불활성 가스로서 고가의 아르곤 등의 희(稀)가스를 이용하는 경우에는, 정련 비용이 커져 경제적이지 않다.
- [0023] 또한, 특허문헌 8 및 9에 기재된 기술에서는, 다른 슬래그 조성과의 관계에 대해서는 하등 고려되어 있지 않기 때문에, Mn 수율이 불충분한 경우가 있다.
- [0024] 그래서, 본 발명은, 종래 기술이 갖고 있는 전술한 문제점을 감안하여 이루어진 것으로서, 그 목적은, 전로형의 반응 용기에 있어서, 산화성 가스를 상취하여 페로망간 용탕으로부터의 탈탄을 행할 때에, 높은 Mn 수율을 향상할 수 있는 저탄소 페로망간의 제조 방법을 제안하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0025] 발명자들은, Mn 수율이 좋은 저탄소 페로망간의 제조 방법에 대해서, 용탕 온도나 용탕 성분, 슬래그 조성의 변화에 착안하여, 연구를 거듭한 결과, 전로형의 반응 용기에 있어서, 산화성 가스를 상취하여 페로망간 용탕으로부터의 탈탄을 행할 때에, 슬래그 조성을 컨트롤하면 슬래그 중의 MnO를 효율 좋게 환원하여, 높은 Mn 수율을 얻을 수 있다는 인식을 얻어, 본 발명을 개발하기에 이르렀다. 즉, 본 발명은, 상취 랜스 및 저취 송풍구를 구비한 반응 용기 내에 수용한 고탄소의 페로망간 용탕의 옥면 상에, 상취 랜스로부터 산화성 가스를 분사하고 탈탄하여, 저탄소의 페로망간을 제조함에 있어서, 취련 중의 슬래그 조성의 질량 기준으로 $(CaO+MgO)/(Al_2O_3+SiO_2)$ 의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정하는 것을 특징으로 하는 저탄소 페로망간의 제조 방법을 제안한다.
- [0026] 또한, 상기와 같이 구성되는 본 발명의 저탄소 페로망간의 제조 방법은, 또한,
 - [0027] a. 상기 저취 송풍구로부터는, 교반 동력 밀도로 하여 500W/t 이상이 되도록 교반용 가스의 취입을 행하는 것,
 - [0028] b. 취련 개시 전 또는 취련 중에 MgO를 함유하는 부원료를 첨가하는 것
- [0029] 이 보다 바람직한 실시 형태가 될 수 있는 것이라고 생각된다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 의하면, 페로망간 용탕에 산화성 가스를 분사하여 정련할 때에, 슬래그 조성을 적정화함으로써, 슬래그 중의 MnO를 효율 좋게 용탕 중의 탄소로 환원할 수 있고, 나아가서는 높은 Mn 수율을 얻는 것이 가능해진다. 더하여 본 발명에 의하면, 저취 가스의 교반 동력 밀도를 적정화함으로써, 보다 높은 Mn 수율을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 이용하는 설비를 나타내는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0033] 도 1은 본 발명 방법을 실시하는 데에 유효한 설비의 일 예이다. 이하, 이 도 1에 따라, 고탄소 페로망간(HCFemn)의 탈탄 정련 방법을 설명한다. 도시한 바와 같이 상저취 전로의 예인 반응 용기(1)에는, 용융된 고탄소 페로망간 용탕(2)이 장입된다. 그 용기 내 용탕(2) 옥면 상에는, 상취 랜스(3)로부터 산화성 가스가 분사된다. 여기에서, 산화성 가스란, 순산소 가스 또는 산소 혼합 가스를 말한다. 한편, 저취 송풍구(4)에서는 용탕(2) 중에 비산화성 가스가 취입되는 구성으로 되어 있다. 또한, 상기 저취 송풍구(4)에는, 비산화성 가스를 유도하는 배관(5)이 접속되어 있다. 그리고, 도 1의 예에서는, 상취 랜스(3)에 비산화성 가스를 유도하는 배관(6) 및 산소 가스를 유도하는 배관(7)에는, 각각 유량 조절 밸브(8)가 설치되어 있다. 또한, 취련 중은 로 입구로부터 각종 첨가제(9)를 투입할 수 있다. 용탕(2) 상에는, 슬래그(10)가 형성되어 있다. 첨가제(9)로서는, MgO를 함유하는 부원료나 냉각제로서의 페로망간 등을 이용할 수 있다. 상기 상취 랜스(3)는, 라발 노즐(Laval nozzle)을 이용하는 것이 바람직하고, 복수의 노즐로 할 때는, 랜스축에 대하여, 회전 대칭으로 배치하는 것이 바람직하다. 또한, 이 상취 랜스(3)는, 다공의 랜스를 이용함으로써, 단공 랜스에 비해 화점 면적이 넓어져, 효율 좋게 용탕에 산소를 공급할 수 있기 때문에, 대량 생산에 적합하다.

[0034] 본 발명에 따른 저탄소 페로망간의 제조 방법에 있어서는, 우선, 반응 용기(1) 내에 고탄소 페로망간의 용탕(2)을 장입한다. 그리고, 그 용탕(2)의 장입 전부터 정련 중에 걸쳐, 저취 송풍구(4)로부터는 소요량의 비산화성 가스를 당해 용탕(2) 중에 취입하여, 용탕(2)을 교반한다. 그 후, 상취 랜스(3)를 상방으로부터 하강시키고, 상기 용탕(2)의 옥면에 산화성 가스의 분사를 행하여, 탈탄 취련을 개시한다. 필요에 따라서, 취련 개시 전에 MgO를 함유하는 부원료를 첨가할 수도 있다.

[0035] 또한, 상취 랜스(3)로부터 분사하는 산화성 가스로서는, 산소 가스나 산소 가스에 비산화성 가스를 30vol% 이하 혼합한 산소 혼합 가스를 이용할 수 있다. 혼합하는 비산화성 가스로서는, Ar이 바람직하다. 이 때, 화점의 온도 확보의 관점에서, 상취하는 산화성 가스는 비산화성 가스가 10vol% 이하의 산소 혼합 가스가 보다 바람직하고, 순산소 가스를 이용하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 저취 송풍구로부터 취입하는 비산화성 가스로서는, 용탕 중의 질소 농도를 상승시키는 일 없이, 효율 좋게 교반한다는 관점에서, Ar, CO 혹은 CO₂ 또는 그들의 혼합 가스를 이용하는 것이 바람직하다.

[0036] 또한, 본 발명에서는, 전술의 조업에 있어서는, 취련 중의 슬래그 조성의 질량 기준으로 (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정한다. 슬래그(10)의 조성을 조정하기 위해 필요에 따라서 합금, 생석회, 드로마이트 등의 부원료나 Mn 광석, 고로 슬래그 등을 적절히 첨가해도 좋다. (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 0.4보다도 작거나, 5.0보다도 커지면 슬래그(10)의 고상률(固相率)이 증가한다. 그 결과, 슬래그 점성이 커져, 슬래그의 유동성이 저하하기 때문에, 슬래그(10) 중의 MnO를 효율 좋게 용탕 중에 환원할 수 없게 되기 때문에 바람직하지 않다. 보다 바람직한 하한은 1.0 이상이고, 보다 바람직한 상한은 3.0 이하이다. 여기에서, 취련 중의 슬래그 조성이란, 슬래그가 충분히 재화(滓化)한 시점의 조성이고, 취련 종료 시점에서의 분석으로 확인할 수 있다.

[0037] 또한, 질량 기준으로 MnO/(MnO+CaO+Al₂O₃+MgO+SiO₂)가 0.6 이상이 되도록 슬래그 조성을 조정함으로써, MnO의 활량 a_{MnO}를 고위로 유지할 수 있고, 슬래그(10) 중의 MnO를 보다 높은 효율로 용탕 중에 환원할 수 있다. 상한은 특별히 한정하는 것은 아니지만, 1.0 미만이다.

[0038] 또한, 전술의 조업에 있어서는, 취련 중의 탈탄 반응을 촉진시키기 위해, 하기의 (5)식으로 나타나는 용탕(2)의 교반 동력 밀도(ε)가 500W/t 이상이 되는 조건으로 용탕(2) 중에 송풍구(4)로부터 저취 가스를 공급하는 것이 바람직하다. 그것은 적정한 교반 동력 밀도로 용탕의 교반을 행함으로써, 슬래그-메탈 반응을 촉진하여, 슬래그(10) 중의 산화 Mn(MnO)을 용탕 중에 회수할 수 있기 때문이다. 더욱 바람직하게는, 교반 동력 밀도를 600W/t 이상으로 하는 것이다. 한편, 통상은 저취 가스를 대량으로 취입해도 취발(吹拔)에 의해 용탕의 교반에 기여하는 유효한 저취 가스가 감소하기 때문에, 교반 동력 밀도의 최대값은 1000W/t 정도이다.

[0039]
$$\varepsilon = 6.183 \times (Q \times T_1 / (60 \times W)) \times [\ln\{1 + h / (1.02 \times 10^{-4} \times (101325 \times P))\} + \{1 - (T_g / T_1)\}] \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0040] 여기에서, ε : 저취 가스의 교반 동력 밀도(W/t), Q: 저취 가스 유량(Nm³/h), W: 페로망간 용탕량(t), T₁: 페로망간 용탕 온도(°C), T_g: 저취 가스 온도(°C), h: 욕 깊이(정지 시 욕면에서 반응 용기 바닥까지의 거리)(m), P: 대기 압력(1atm)이다.

[0041] 상취 랜스(3)로부터의 산화성 가스의 분사는, 하기 (6)~(9)식에 의해 계산되는 욕면 도달 시의 유속이 70m/s 이상 150m/s 이하가 되도록 조업을 하는 것이 바람직하다. 그 이유는 이 범위 내에서 조업함으로써, 산소가 Mn의 증기(흄)로 차단되는 일 없이, 또한 용탕의 비산을 억제하면서 취련을 행할 수 있기 때문에, 탈탄 산소 효율이 향상하여, 높은 Mn 수율이 얻어지기 때문이다. 보다 바람직하게는, 욕면 도달 시의 유속이 80m/s 이상 130m/s 이하의 범위가 되도록 하여 취련하는 것이다.

[0042]
$$F_{O_2} = 0.456 \cdot n \cdot d^2 \cdot (P_0 / 0.97) \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0043]
$$U_0 = 740 \{1 - (P_e / P_0)^{2/7}\}^{1/2} \cdot \cdot \cdot (7)$$

[0044]
$$U / U_0 = D / 2CL \cdot \cdot \cdot (8)$$

[0045]
$$C = 0.016 + 0.19 / ((P_0 / 0.97) - 1.034) \cdot \cdot \cdot (9)$$

[0046] 여기에서, F_{O₂}: 상취 랜스로부터의 산화성 가스의 공급 속도(Nm³/h), n: 상취 랜스의 노즐 구멍수(개), d: 상취 랜스의 노즐의 스트로트 지름(mm), P₀: 산화성 가스의 상취 랜스 노즐 전(前) 압력(atm), P_e: 동(同)출구 압력(atm), U₀: 상취 랜스로부터의 산화성 가스의 분출 유속(m/s), U: 상취 랜스로부터의 산화성 가스의 욕면 도달 시 유속(m/s), L: 랜스 높이(상취 랜스의 노즐 출구에서, 정지 시 욕면까지의 거리)(mm), D: 상취 랜스의 노즐 출구 지름(mm), C: 산화성 가스의 제트의 확장을 나타내는 상수(-)이다.

[0047] 또한, 내화물의 손모 방지, Mn의 증발의 억제, 탈탄 속도의 저하 방지의 관점에서는, 페로망간 용탕 온도 T₁은, 용탕 중 탄소 농도 [C]: 2.0mass% 이상에서는 1700°C 이하, [C]: 1.5mass% 이상 2.0mass% 미만에서는 1750°C 이하로 하여 조업을 행하는 것이 바람직하다. 상기 범위로 용탕 온도를 유지하기 위해서는, 이 탈탄 정련의 도중에서 필요에 따라서 합금, 생석회, 드로마이트 등의 부원료나 Mn 광석, 슬래그 등을 냉각재(9)로서 첨가하는 것이 유효하다. 이 경우에 있어서, Mn의 증발을 억제하는 것 이상으로 슬래그 볼륨이 증가하면, 슬래그로의 Mn의 이행이 증가하여, Mn 수율의 저하를 초래한다. 그 때문에, 냉각재로서는 FeMn의 파쇄 부스러기를 이용하는 것이 바람직하고, MCFeMn 또는 LCFeMn을 냉각재로서 이용하는 것이 더욱 바람직하다. 그러나, 그러한 파쇄 부스러기를 이용하여 조업 온도의 제어를 행하는 것은, 냉각재의 첨가에 의해 용탕이 국부적으로 냉각되기 때문에, 탈탄 반응 촉진의 관점에서는 그다지 바람직하지 않다. 그래서, 파쇄 부스러기를 이용하여 용탕 온도를 제어하는 경우에는, 그의 사용량은 최대한 줄이는 것이 바람직하다. 또한, 상기 취련 개시 전, 혹은 취련 중에 MgO를 함유하는 부원료를 첨가함으로써, 벽돌의 용손을 저감하여, 내화물의 수명을 향상시킬 수 있다. MgO를 함유하는 부원료로서, 마그볼(드로마이트나 마그네사이트를 소성하고 파쇄 후에 시멘트 등으로 굳힌 것)이나 마그네사이트(탄산 마그네슘을 주로 하는 광물)를 들 수 있다.

[0048] 그리고, 소정의 탄소 농도가 될 때까지 탈탄하면, 상기 상취 랜스(3)를 상승시켜, 산화성 가스의 분사를 정지한다. 또한, 당해 상취 랜스(3)의 상승 후, 저취 가스에 의해 교반하면서, FeSi, SiMn 등의 환원재를 첨가하여, 슬래그 중의 산화 Mn(MnO)을 환원 회수하는 것이 바람직하다.

[0049] 실시예

[0050] 이 실시예는, 25t의 고탄소 페로망간(HCFeMn)의 용탕을, 내경 약 2.3m의 원통 형상의 상저취형 정련로에 장입하여, 탈탄 정련을 행한 예이다. 여기에서 사용한 HCFeMn은, 표 1에 나타내는 2호(Mn: 73mass%, C: 6.9mass%)에 상당하고, 장입 직후의 온도는 1334~1341°C였다. 조업(취련)에 있어서는, 저취 송풍구로부터 Ar을 취입하고, 용탕을 교반하면서, 상취 랜스로부터 순O₂를 분사했다. 산소 공급 속도는 정련 개시에서 종료까지 40Nm³/min으로 행했다. 그리고, 취련 시에 있어서는, MCFeMn(Mn: 80mass%, C: 1.5~2.0mass%)의 파쇄 부스러기 500kg 및 LCFeMn(Mn: 80mass%, C: 0.5~1.0mass%)의 파쇄 부스러기 450kg을 각각 첨가했다. 또한, 이 조업에 있어서는, 필요에 따라서 석회, 규석, 밴드 혈암, 드로마이트를 첨가하고, 슬래그 조성을 변화시켜, 고탄소

페로망간 용탕의 탈탄 정련을 행했다. 그 결과를 표 2에 정리했다. 또한, 페로망간 용탕 중의 탄소 농도 [C]: 0.5mass%를 중점으로 하여 취련을 종료했다.

표 1

종류	기호	화학 조성(mass%)				
		Mn	C	Si	P	S
고탄소 페로망간 (HCFeMn)	0호	FMnH0	<7.5	<1.2	<0.4	<0.02
	1호	FMnH1	<7.3	<1.2	<0.4	<0.02
	2호	FMnH2	<7.0	<3.0	<0.4	<0.02
중탄소 페로망간 (MCFeMn)	0호	FMnM0	<1.5	<1.5	<0.4	<0.02
	1호	FMnM1	<2.0	<2.0	<0.4	<0.02
저탄소 페로망간 (LCFeMn)	0호	FMnL0	<1.0	<1.5	<0.35	<0.02
	1호	FMnL1	<1.0	<1.5	<0.4	<0.02
실리콘망간 (SiMn)	0호	SiMn0	<1.5	20~25	<0.3	<0.05
	1호	SiMn1	<2.0	16~20	<0.3	<0.02
	2호	SiMn2	<2.0	16~20	<0.3	<0.03
	3호	SiMn3	<2.5	14~18	<0.3	<0.03

JIS G2301:1998 및 JIS G2304:1998에 기초함

표 2

No.	(CaO+MgO)/(Al ₂ O ₃ +SiO ₂) [-]	교반 동력 밀도 ε [W/t]	Mn 수율 η _{Mn} [%]	비고
1	0.1	634	69	비교예
2	0.2	634	70	비교예
3	0.3	634	75	비교예
4	0.4	634	80	발명예
5	0.6	634	81	발명예
6	0.8	634	82	발명예
7	1.0	634	84	발명예
8	1.5	634	85	발명예
9	2.0	634	85	발명예
10	2.5	634	86	발명예
11	3.0	634	85	발명예
12	3.5	634	84	발명예
13	4.0	634	83	발명예
14	4.5	634	82	발명예
15	4.8	634	81	발명예
16	5.2	634	75	비교예
17	5.5	634	72	비교예
18	6.0	634	70	비교예
19	2.0	423	80	발명예
20	2.0	508	81	발명예
21	2.0	761	89	발명예

[0052]

[0053] 또한, 이 실시예에 있어서, Mn 수율의 정의는 하기 (10)식과 같다.

[0054]
$$\eta_{Mn} = W_1 / (W_2 + W_3 + W_4) \times 100 \dots (10)$$

[0055] 여기에서, η_{Mn}: Mn 수율(%), W₁: 제품 FeMn 중의 Mn 질량(kg), W₂: HCFeMn 용탕 중의 Mn 질량(kg), W₃: Mn 함유 합금으로서 첨가한 Mn 질량(kg), W₄: 산화 Mn으로서 첨가한 Mn 질량(kg)이다.

[0056] 표 2에 나타내는 바와 같이, 상기 탈탄 정련의 결과, (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하인 수준(처리 No.4-15 및 19-21)에서는, Mn 수율이 고위였다. 한편으로, (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 0.4 보다 작은 수준(처리 No.1-3) 및 5.0을 초과하는 수준(처리 No.16-18)에서는, 슬래그 중의 MnO가 충분히 환원되지 않았기 때문에, Mn 수율(η_{Mn})이 저위였다고 생각된다. 또한, (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)의 값이 2.0인 경우로 비교하면, 저취 가스의 교반 동력 밀도(ε)가 500W/t 이상의 수준(처리 No.9, 20 및 21)에서는, 교반 동력 밀도(ε)가 500W/t 미만의 수준(처리 No.19)보다도 Mn 수율(η_{Mn})이 보다 고위였다. 적정한 교반 동력 밀도(ε)로 용탕의 교반을 행함으로써, 슬래그-메탈 반응을 촉진하여, 슬래그 중의 산화 Mn을 효율 좋게 환원 회수할 수 있었기 때문이라고 생각된다.

[0057] 본 명세서에 있어서, 비(非)SI 단위는, 이하의 환산 수치로 SI 단위로 환산한다.

[0058] 1atm= 101325Pa

[0059] (산업상의 이용 분야)

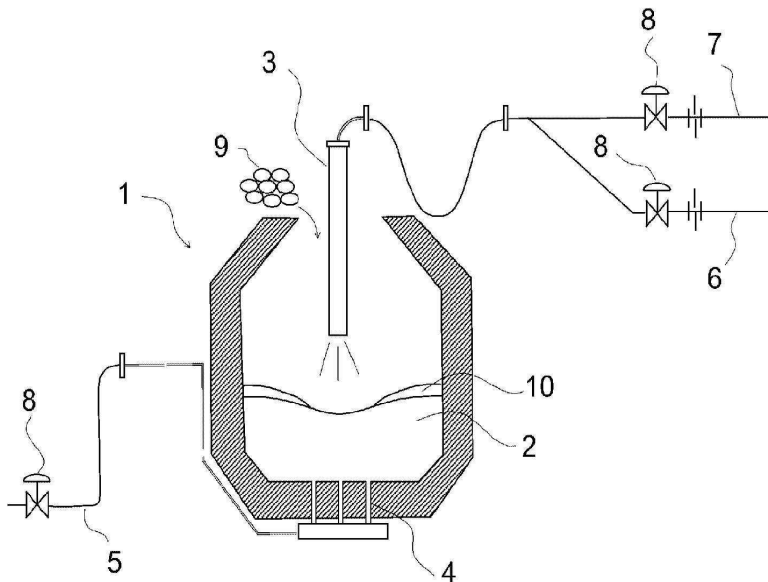
[0060] 본 발명에 따른 저탄소 페로망간의 제조 방법에서 제안하고 있는 기술은, 예를 들면, 그 외의 일반적인 제강 정련 기술의 분야로의 전개도 가능하다고 생각된다.

부호의 설명

- [0061]
- 1 : 반응 용기
 - 2 : 용탕
 - 3 : 랜스
 - 4 : 송풍구
 - 5 : 비산화성 가스 배관
 - 6 : 비산화성 가스 배관
 - 7 : 산소 배관
 - 8 : 유량 조절 밸브
 - 9 : 첨가재
 - 10 : 슬래그

도면

도면1



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상취 랜스 및 저취 송풍구를 구비한 반응 용기 내에 수용한 고탄소의 페로망간 용탕의 욱면 상에, 상취 랜스로부터 산화성 가스를 분사하여 탈탄하여, 저탄소의 페로망간을 제조함에 있어서, 취련 중의 슬래그 조성의 질량 기준으로 $(CaO+MgO)/(Al_2O_3+SiO_2)$ 의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정조정하고,

상기 저취 송풍구로부터는, 교반 동력 밀도로 하여 500W/t 이상이 되도록 교반용 가스의 취입을 행하는 것을 특징으로 하는 저탄소 페로망간의 제조 방법.

【변경후】

상취 랜스 및 저취 송풍구를 구비한 반응 용기 내에 수용한 고탄소의 페로망간 용탕의 욱면 상에, 상취 랜스로부터 산화성 가스를 분사하여 탈탄하여, 저탄소의 페로망간을 제조함에 있어서, 취련 중의 슬래그 조성의 질량

기준으로 $(CaO+MgO)/(Al_2O_3+SiO_2)$ 의 값이 0.4 이상 또한 5.0 이하가 되도록 슬래그 조성을 조정하고,

상기 저취 송풍구로부터는, 교반 동력 밀도로 하여 500W/t 이상이 되도록 교반용 가스의 취입을 행하는 것을 특징으로 하는 저탄소 페로망간의 제조 방법.