



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0090598
(43) 공개일자 2024년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21C 5/52 (2014.01) C21B 11/10 (2006.01)
C21C 5/56 (2006.01) F27D 17/00 (2006.01)
F27D 3/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C21C 5/52 (2013.01)
C21B 11/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7016685
(22) 출원일자(국제) 2022년10월26일
심사청구일자 2024년05월20일
(85) 번역문제출일자 2024년05월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/040024
(87) 국제공개번호 WO 2023/112505
국제공개일자 2023년06월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-202068 2021년12월13일 일본(JP)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시카이가이사
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고
(72) 발명자
츠츠미 고이치
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이
산부 나이
미와 요시히로
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이
산부 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

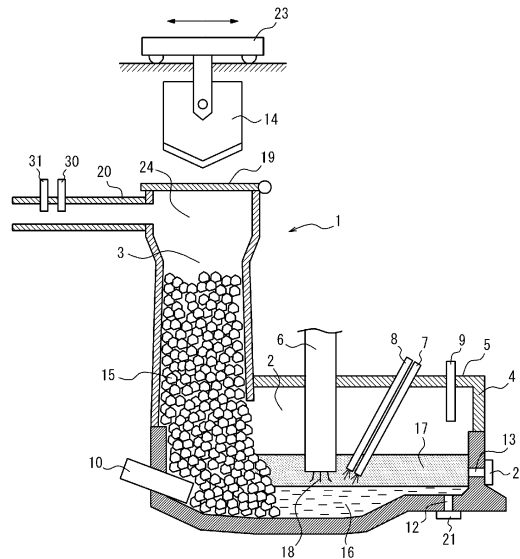
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 용철의 제조 방법

(57) 요약

냉철원의 예열의 상황을 파악하여 냉철원을 효율적으로 또한 확실하게 예열함으로써, 낮은 전력원 단위로 용철을 얻는다. 예열실과 용해실을 갖는 전기로에 있어서의 용철의 제조 방법으로서, 냉철원 투입 스텝과 ; 예열 확인 스텝을 갖는 냉철원 예열 스텝과 ; 공급 스텝과 ; 용해 스텝 ; 을 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21C 5/565 (2013.01)

F27D 17/00 (2013.01)

F27D 3/04 (2013.01)

C21C 2005/5288 (2013.01)

(72) 발명자

다카다 요스케

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이산
부 나이

도도 와타루

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이산
부 나이

오자와 스미토

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이산
부 나이

기지마 히데오

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이산
부 나이

명세서

청구범위

청구항 1

예열실과 용해실을 갖는 전기로에 있어서의 용철의 제조 방법으로서,

냉철원을 예열실에 투입하는 냉철원 투입 스텝과,

상기 냉철원 투입 스텝에서 투입된 상기 냉철원을, 상기 용해실에서 발생한 배기 가스에 의해 소정의 온도까지 예열하여, 예열 철원으로 하는 냉철원 예열 스텝과,

여기서, 상기 냉철원 예열 스텝은, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하는 예열 확인 스텝을 갖고,

상기 예열 확인 스텝에서 소정의 온도까지 예열된 것이 확인된 상기 예열 철원을 상기 용해실에 공급하는 공급 스텝과,

상기 공급 스텝에서 상기 용해실에 공급된 상기 예열 철원을 아크 가열에 의해 용해하는 용해 스텝을 갖는 것을 특징으로 하는, 용철의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 예열 확인 스텝에 있어서의, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것의 확인을, 상기 배기 가스의 현열량의 변화량에 기초하여 실시하는, 용철의 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 현열량의 변화량이, 연속적으로 측정되는 상기 배기 가스의 온도 및 유량, 그리고, 상기 예열실 내에 투입되어 있는 상기 냉철원의 중량에 기초하여 산출되는, 용철의 제조 방법.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

이하의 식 (1) 에 따라서 산출되는 상기 현열량의 변화량이 700 kJ/(초·톤) 이상인 경우에, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원이라고 판단하는, 용철의 제조 방법.

$$\Delta Q = |Q_1 - Q_N|$$

$$= |\{(c \times F_1 \times T_1)/W_1\} - \{(c \times F_N \times T_N)/W_N\}| \cdots (1)$$

여기서,

ΔQ : 배기 가스의 현열량의 변화량 [kJ/(초·톤)]

Q_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

Q_N : 연속적으로 산출되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

c : 배기 가스의 비열 [kJ/(m³·℃)]

F_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 유량 [m³/초]

F_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 유

량 $[m^3/초]$

T_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 온도 $[^{\circ}C]$

T_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 온도 $[^{\circ}C]$

W_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

W_N : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공급 스텝에 있어서의, 상기 예열 철원의 상기 용해실로의 공급이, 압출기로 실시되는, 용철의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공급 스텝에 있어서의, 상기 예열 철원의 상기 용해실로의 공급이, 벨트 컨베이어로부터의 자유 낙하로 실시되는, 용철의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 예열실과 용해실을 갖는 전기로에 있어서, 냉철원을 효율적으로 용해하여 용철을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기로를 사용한 용철의 제조에서는, 스크랩 등의 냉철원을 아크열로 용해하여 용철을 얻으므로, 아크열을 생성하기 위해서 전력을 다량으로 소비한다. 종래, 전기로에서의 전력 소비를 억제하기 위해서, 용해되기 전의 냉철원을, 화석 연료 등을 사용한 버너로 예열하는 방법 ; 용해되기 전의 냉철원을, 앞서 실시하고 있는 냉철원의 용해 중에 발생한 고온의 배기 가스를 사용하여 예열하는 방법 ; 보조 열원으로서 코크스를 용해 중의 냉철원에 투입하는 방법 ; 등의 방법이 채용되고 있다.

[0003] 예를 들어, 특허문헌 1 에는, 예열 샤프트가 용해실의 상방에 직결된 전기로에 있어서, 냉철원이 용해실과 예열 샤프트에 연속하여 존재하는 상태를 유지하도록 예열 샤프트에 냉철원을 연속적 또는 단속적으로 공급하면서, 용해실 내의 냉철원을 아크에 의해 용해하는 기술이 개시되어 있다. 특허문헌 1 의 기술에서는, 용해실로의 냉철원의 반송 공급을 위한 장치를 특별히 필요로 하지 않는 전기로를 사용하여, 용해된 용철 중에, 고온의 배기 가스로 예열한 냉철원이 용해됨으로써, 냉철원을 효율적으로 용해시키고 있다.

[0004] 또, 특허문헌 2 에는, 전기로와 스크랩 예열 장치가 바이패스 관로를 사이에 두고 이간되어 배치된 제강 설비에 있어서, 스크랩의 예열을 실시할 때에 있어서, 스크랩 예열 장치로의 입측에 있어서의 배기 가스의 온도를 측정하면서, 스크랩 예열 장치에 이송해야 할 배기 가스의 양을 결정하고, 그 배기 가스의 공급량을 팬의 회전수로 제어함으로써, 스크랩을 소정 온도로 예열하는 기술이 개시되어 있다.

[0005] 또한, 특허문헌 3 에는, 전기로부터 나온 배기 가스를 스크랩이 들어간 예열조에 장입하는 덕트를 갖는 설비 구성에 있어서, 예열조를 보호하고 스크랩의 용해를 방지하는 것을 소기하여, 상기 예열조의 입측과 출측의 배기 가스의 온도를 측정하고, 그 온도에 따라 덤퍼의 개폐를 제어하여, 스크랩 예열을 실시하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평10-292990호
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 소57-43191호
(특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 평4-273991호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 특허문헌 1 에 기재된 기술은, 기본은 냉철원의 배기 가스에 의한 예열 및 자중에 의해, 냉철원을 서서히 용해시키면서 용해실로 연속적으로 공급하는 것이다. 그러나, 특허문헌 1 에는, 연속적 또는 단속적으로 예열실로부터 용해실로 냉철원을 공급하는 개념은 기재되어 있지만, 냉철원의 공급에 관한 구체적인 제어 지표의 개시가 없다. 본 발명자들이 검토한 결과, 실제로는, 예열 샤프트로부터 용해실로의 경로에 있어서, 예를 들어, 냉철원이 파잉으로 예열되어 큰 덩어리로서 머물거나, 냉철원의 예열이 부족한 채 용해실에 공급되거나 하는 등의, 의도하지 않은 상황이 발생하는 경우가 있다. 그러나, 특허문헌 1 에서는, 이와 같은 냉철원의 예열의 과부족을 파악할 수 없어, 냉철원의 예열의 과부족이 생겼을 경우에, 전기로에서의 전력 소비를 높여 버리는 사례가 발생하는 것도 판명되었다. 그 때문에, 냉철원의 예열의 상황을 파악할 수 있는 수단이 요구된다.
- [0008] 또, 특허문헌 2 에 기재된 기술은, 전기로와는 이간되어 배치된 스크랩 예열 장치의 입측에 있어서의 배기 가스의 온도를 측정하면서, 스크랩 예열을 위한 배기 가스의 양 그 자체를 미리 변화·제어시키는 것이다. 그러나, 본 발명자들이 검토한 결과, 실제로는, 스크랩 예열 장치 내에 있어서의 스크랩이 계산 그대로의 온도로 예열되지 않고, 역시 전기로에서의 전력 소비를 높여 버리는 사례가 발생하는 것이 판명되었다. 그러나, 특허문헌 2 에서도, 이와 같은 실제의 스크랩의 예열의 과부족을 파악할 수 없어, 스크랩의 예열의 상황을 파악할 수 있는 수단이 요구된다.
- [0009] 또는, 특허문헌 3 에 기재된 기술은, 전기로로부터 배출된 배기 가스를 그대로, 덕트를 통하여 예열로에 도입하고, 배기 가스의 덤퍼로 제어하면서, 스크랩을 예열하는 기술이다. 그러나, 특허문헌 3 에 기재된 기술에서는, 예열조의 보호 및 스크랩의 용해 방지의 관점에서 양자의 온도를 설정값 이하로 하는 것에 주안이 있기 때문에, 특허 스크랩의 예열이 부족한 경우가 있어, 스크랩의 예열의 상황을 양호한 정밀도로 파악하는 것이 필요하다.
- [0010] 본 발명은, 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 냉철원의 예열의 상황을 파악하여 냉철원을 효율적으로 또한 확실하게 예열함으로써, 낮은 전력원 단위로 용철을 얻을 수 있는, 전기로에 의한 용철의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- ### 과제의 해결 수단
- [0011] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결할 수 있는 방법에 대해 검토를 거듭하였다. 그 결과, 배기 가스에 의한 냉철원의 예열에 관한 조건을 직접 또한 사전에 제어하는 수법으로 변경하고, 실제로 냉철원이 배기 가스에 의해 소정의 온도까지 예열된 것을 사후적으로 확인하는 수법(예열 확인 스텝)을 형성하는 착상에 이르렀다. 그리고, 이 예열 확인 스텝, 및 그 스텝에서 확인된 예열 철원을 용해실에 공급하는 공급 스텝을 형성함으로써, 배기 가스의 현열을 유효하게 냉철원에 전달하여, 전기로에서 사용하는 에너지의 지표인 전력원 단위를 효과적으로 저감시킬 수 있는 것을 알아냈다.
- [0012] 본 발명은, 상기의 지견에 기초하여 이루어진 것으로, 이하를 요지로 한다.
- [0013] 1. 예열실과 용해실을 갖는 전기로에 있어서의 용철의 제조 방법으로서,
- [0014] 냉철원을 예열실에 투입하는 냉철원 투입 스텝과,
- [0015] 상기 냉철원 투입 스텝에서 투입된 상기 냉철원을, 상기 용해실에서 발생한 배기 가스에 의해 소정의 온도까지 예열하여, 예열 철원으로 하는 냉철원 예열 스텝과,
- [0016] 여기서, 상기 냉철원 예열 스텝은, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하는 예열 확

인 스텝을 갖고,

[0017] 상기 예열 확인 스텝에서 소정의 온도까지 예열된 것이 확인된 상기 예열 철원을 상기 용해실에 공급하는 공급 스텝과,

[0018] 상기 공급 스텝에서 상기 용해실에 공급된 상기 예열 철원을 아크 가열에 의해 용해하는 용해 스텝을 갖는 것을 특징으로 하는, 용철의 제조 방법.

[0019] 2. 상기 예열 확인 스텝에 있어서의, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것의 확인을, 상기 배기 가스의 현열량의 변화량에 기초하여 실시하는, 상기 1 에 기재된 용철의 제조 방법.

[0020] 3. 상기 현열량의 변화량이, 연속적으로 측정되는 상기 배기 가스의 온도 및 유량, 그리고, 상기 예열실 내에 투입되어 있는 상기 냉철원의 중량에 기초하여 산출되는, 상기 2 에 기재된 용철의 제조 방법.

[0021] 4. 이하의 식 (1) 에 따라서 산출되는 상기 현열량의 변화량이 700 kJ/(초·톤) 이상인 경우에, 상기 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원이라고 판단하는, 상기 2 또는 3 에 기재된 용철의 제조 방법.

[0022] $\Delta Q = |Q_1 - Q_N|$

[0023] $= |\{(c \times F_1 \times T_1)/W_1\} - \{(c \times F_N \times T_N)/W_N\}| \cdots (1)$

[0024] 여기서,

[0025] ΔQ : 배기 가스의 현열량의 변화량 [kJ/(초·톤)]

[0026] Q_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

[0027] Q_N : 연속적으로 산출되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

[0028] c : 배기 가스의 비열 [kJ/(m³·℃)]

[0029] F_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 유량 [m³/초]

[0030] F_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 유량 [m³/초]

[0031] T_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 온도 [℃]

[0032] T_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 온도 [℃]

[0033] W_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

[0034] W_N : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

[0035] 5. 상기 공급 스텝에 있어서의, 상기 예열 철원의 상기 용해실로의 공급이, 압출기로 실시되는, 상기 1 ~ 4 중 어느 하나에 기재된 용철의 제조 방법.

[0036] 6. 상기 공급 스텝에 있어서의, 상기 예열 철원의 상기 용해실로의 공급이, 벨트 컨베이어로부터의 자유 낙하로 실시되는, 상기 1 ~ 4 중 어느 하나에 기재된 용철의 제조 방법.

발명의 효과

[0037] 본 발명에 의하면, 배기 가스를 이용하여 냉철원을 예열실에서 예열하여 예열 철원으로 하고, 용해실에 예열 철원을 공급하는 용철의 제조 방법에 있어서, 냉철원의 예열의 상황을 파악하여 냉철원을 효율적으로 또한 확실하게 예열함으로써, 예를 들어, 출강할 때까지의 1 차지당의 용해 시간을 단축하여, 전기로에서 사용하는 에너지의 주요한 지표인 전력원 단위를 효과적으로 저감 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태를 실시 가능한 전기로의 종단면 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명의 실시형태에 대하여, 구체적으로 설명한다. 이하의 실시형태는, 본 발명의 바람직한 일례를 나타내는 것이고, 이들의 예에 의해 전혀 한정되는 것은 아니다.

[0040] (용철의 제조 방법)

[0041] 본 발명의 용철의 제조 방법은, 소정의 구조를 갖는 전기로를 사용하는 방법으로서, 냉철원을 예열실에 투입하는 냉철원 투입 스텝과 ; 냉철원 투입 스텝에서 투입된 냉철원을, 용해실에서 발생한 배기 가스에 의해 소정의 온도까지 예열하여, 예열 철원으로 하는 냉철원 예열 스텝과 ; 예열 철원을 용해실에 공급하는 공급 스텝과 ; 공급 스텝에서 용해실에 공급된 예열 철원을 아크 가열에 의해 용해하는 용해 스텝과 ; 임의의 그 밖의 스텝 ; 을 갖는다. 특히, 상기 냉철원 예열 스텝이, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하는 예열 확인 스텝을 추가로 갖고, 계속되는 상기 공급 스텝에 있어서, 이 소정의 온도까지 예열된 것이 확인된 예열 철원을 용해실에 공급하는 것을 특징으로 한다.

[0042] 본 발명의 제조 방법은, 예열 확인 스텝 및 이것에 계속되는 공급 스텝을 추가로 가짐으로써, 냉철원이 실제로 소정의 온도까지 예열된 예열 철원이 된 것을 확인한 후, 즉시 예열 철원을 용해실 내에 공급할 수 있다. 그 때문에, 냉철원을 과잉으로 예열하는 것 및 예열이 부족한 냉철원인 채 용해실에 공급하는 것을 회피할 수 있다. 따라서, 본 발명의 제조 방법에 의하면, 배기 가스에 의한 냉철원의 예열을 확실하게 실시하면서, 배기 가스의 현열을 유효하게 냉철원으로 전달할 수 있고, 그 결과, 전기로에서의 전력원 단위를 효과적으로 저감하여 용철을 제조할 수 있다.

[0043] [전기로]

[0044] 이하, 본 발명이 바람직하게 사용할 수 있는 전기로에 대하여, 도면을 참조하여 상세히 서술한다. 또한, 도시한 전기로는 바람직한 예로서 나타낸 것이고, 용해실과, 그 용해실로부터의 배기 가스를 도입 가능한 예열실을 갖는 전기로이면, 적용 가능한 것은 말할 필요도 없다.

[0045] 도 1 에 예시하는 전기로 (1) 는, 냉철원 (15) 을 예열하여 이루어지는 예열 철원을 아크 (18) 로부터의 열에 의해 용해하여 용철 (16) 을 얻는 용해실 (2) 과 ; 용해실 (2) 보다 연직 방향 상방을 향하여 우뚝 솟은 예열실 (3) 이고, 냉철원 (15) 을 예열하고, 얻어진 예열 철원을, 예를 들어 압출기 (10) 로 용해실 (2) 에 공급하기 위한 예열실 (3) 과 ; 용해실 (2) 에서 발생한 배기 가스 (24) 가 흘러나오는 덕트 (20) ; 를 구비한다. 또, 전기로 (1) 는, 임의의 위치에 설치된, 바람직하게는 덕트 (20) 의 경로 내에 배치된 온도계 (30) 및 유량계 (31) 를 추가로 구비한다. 온도계 (30) 및 유량계 (31) 를 덕트 (20) 의 경로 내에 배치함으로써, 냉철원 (15) 의 사이를 흘러 나와 그 냉철원 (15) 의 예열에 사용된 후의 배기 가스 (24) 의 온도 및 유량을 적시 측정할 수 있다.

[0046] 원료가 되는 냉철원 (15) 은, 공급용 버킷 (14) 에 장입되고, 주행 대차 (23) 를 통하여 원하는 냉철원 공급구 (19) 의 상방까지 운반된다. 다음으로, 냉철원 공급구 (19) 를 열고, 냉철원 (15) 을 상방으로부터 예열실 (3) 에 공급한다.

[0047] 예열실 (3) 에 공급된 냉철원 (15) 은, 상기 서술한 바와 같이 용해실 (2) 에서 발생한 배기 가스를 이용하여 예열되어, 예열 철원이 된다. 예를 들어, 먼저 용해실 (2) 에서 발생한 고열의 배기 가스 (24) 를 직접 (용해실 (2) 과 예열실 (3) 을 연결하는 배관을 통하지 않고) 그대로 예열실 (3) 로 통과시켜 냉철원 (15) 을 예열하면, 제조 효율을 높일 수 있다. 그리고, 덕트 (20) 에 의해 배기 가스를 흡인하여 예열실 (3) 내를 통과시키고, 여분의 배기 가스는 덕트 (20) 를 통하여 배기해도 된다.

[0048] 냉철원 (15) 이 소정 온도까지 예열된 예열 철원은, 도 1 에 나타내는 전기로 (1) 인 경우, 압출기 (10) 에 의해 연속적으로 용해실 (2) 에 공급할 수 있다. 압출기 (10) 는, 그 선단을 용해실 (2) 측으로 반복 왕복 이동시킴으로써, 예열실 (3) 내의 예열 철원을 용해실 (2) 에 계속해서 압출한다. 압출기 (10) 에 의한 용해실 (2) 로의 예열 철원의 공급량 및 공급 타이밍은, 예를 들어, 압출기 (10) 를 이동시키는 시간적 간격 (압출 간격) 및/또는 압출기 (10) 의 이동량에 따라 조정 가능하다. 압출 간격이 짧을수록 예열 철원의 공급을 촉진시킬 수 있고, 압출 간격이 길수록 예열 철원의 공급을 억제할 수 있다. 또, 압출기 (10) 의 이동량이 클수록 예열 철원의 공급을 촉진시킬 수 있고, 압출기 (10) 의 이동량이 작을수록 예열 철원의 공급을 억제할 수

있다.

- [0049] 이들의 압출 간격 및 이동량은, 조업 효율의 관점에서, 어느 값으로 초기 설정한 후에는 자동 운전시키는 것이 보통이다. 그러나, 본 발명은 예열 확인 스텝을 가지므로, 냉철원 (15) 이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원이 되어 있는지 여부의 확인 결과에 따라, 예열 철원의 용해실 (2) 로의 공급 스케줄을 유효하게 제어할 수 있다. 일례로서, 이후에 상세히 서술하는 바와 같이, 배기 가스의 현열량의 변화량을 모니터링하고, 그 모니터링 결과에 기초하여 예열 확인 스텝을 실시하고, 동시 진행적으로 압출기 (10) 의 조작 조건을 제어할 수 있다. 또한, 압출기 (10) 는, 통상적으로는 실린더 구조이다.
- [0050] 혹은, 도시하고 있지 않지만, 예열실이 용해실보다 연직 방향 상방 또한 수평 방향으로 연장되는 전기로를 사용하는 경우에는, 예열 확인 스텝에서 확인된 예열 철원을, 예열실 내를 용해실 방향을 향하여 주행 가능한 벨트 컨베이어로 운반하고, 그 벨트 컨베이어로부터 자유 낙하에 의해 예열 철원을 용해실에 공급할 수도 있다. 이 경우, 용해실로의 예열 철원의 공급 타이밍은, 벨트 컨베이어의 이동 속도를 제어함으로써 제어 가능하다. 벨트 컨베이어의 이동 속도가 높을수록 예열 철원의 공급을 촉진시킬 수 있고, 벨트 컨베이어의 이동 속도가 낮을수록 예열 철원의 공급을 억제할 수 있다.
- [0051] 이 벨트 컨베이어의 이동 속도도, 조업 효율의 관점에서, 어느 값으로 초기 설정한 후에는 자동 운전시키는 것이 보통이다. 그러나, 본 발명은 예열 확인 스텝을 가지므로, 다른 예로서, 배기 가스의 현열량의 변화량을 모니터링하고, 그 모니터링 결과에 기초하여 예열 확인 스텝을 실시하고, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원이 되어 있는지 여부의 확인 결과에 따라, 동시 진행적으로 벨트 컨베이어의 조작 조건을 제어할 수 있다.
- [0052] 도 1 로 돌아와, 용해실 (2) 은, 노벽 (4) 및 노덮개 (5) 로 구획되어 있고, 통상적으로 아크 (18) 를 발생시켜 가열하기 위한 전극 (6), 원하는 고온 상태를 유지하기 위한 산소 취입 랜스 (7) 및 탄재 취입 랜스 (8), 저온 지점을 국소적으로 가열하기 위한 버너 (9) 를 구비하고 있다. 용해실 (2) 에 공급된 예열 철원은, 아크열에 의해 용해되어 용철 (16) 과 용융 슬래그 (17) 가 된다. 얻어진 용철 (16) 은, 출탕용 도어 (21) 를 열어 출탕구 (12) 로부터 출탕할 수 있다. 또, 용융 슬래그 (17) 는, 출재 (出滓) 용 도어 (22) 를 열어 출재구 (13) 로부터 배재 (排滓) 할 수 있다.
- [0053] 냉철원 (15) 으로는, 통상적으로 제철소에서 발생하는 자소 부스러기, 시중에서 발생하는 스크랩, 용선을 굳힌 선철, 환원철 등이 있지만, 이것들에 한정되지 않는다. 제철소에서 발생하는 자소 부스러기로는, 예를 들어, 연속 주조나 조괴법으로 주조되는 주편의 비정상부 (주입 개시의 부분이나 주입 종료시에 발생하는 부분), 강대 등의 강재의 압연으로 발생하는 크롭이 있다. 또한, 시중에서 발생하는 스크랩으로는, 건설 강재 (H 형 강 등), 자동차의 강재, 캔류 등과 같은 리사이클재가 있다. 또한, 용선을 굳힌 선철이란, 고로 등의 용광로에 있어서, 철광석 및 코크스 등을 원료로 하여 얻어진 용선을 출선하여, 굳힌 것이다. 또, 환원철이란, 철광석을 천연 가스 등의 환원성 가스로 직접 환원하여 얻어지는 철원이 되는 원료이다.
- [0054] 온도계 (30) 는, 배기 가스 (24) 의 올바른 온도를 측정하는 것이 가능하면, 측정 방식은 묻지 않지만, 일반적으로는 열전쌍으로 측정하는 온도계 (30) 가 바람직하다. 온도계 (30) 의 설치 위치는, 예열실 (3) 의 벽면 또는 덕트 (20) 의 벽면 등의 임의의 위치이지만, 배기 가스 (24) 가 냉철원 (15) (경우에 따라서는 예열 철원) 을 통과한 후방에 설치하는 것이 바람직하다.
- [0055] 왜냐하면, 예열 상류의 온도계를 설치하는 장소에 있어서 측정되는 온도는, 본 발명에서 확인하기 위한 스텝에서 필요한 배기 가스의 현열을 나타내는 온도뿐만 아니라, 용강으로부터 직접 전달되어 오는 복사열의 양방향을 함유한 온도를 표시하고 있을 가능성이 있다. 그래서, 예열부 하류에 있어서, 측온하는 것이, 배기 가스가 가지는 현열량을 올바르게 나타내는 것이 된다. 따라서, 배기 가스 (24) 의 냉철원 (15) 에 대해 하류측에 온도계 (30) 를 설치하면, 냉철원 (15) 으로의 배기 가스 (24) 의 현열의 이동을 양호하게 파악할 수 있다.
- [0056] 도 1 에 나타내는 전기로 (1) 의 경우, 온도계 (30) 의 바람직한 설치 위치의 후보로는, 냉철원 (15) 이 포개어 쌓인 상면보다 상방의 예열실 (3) 상부의 벽면, 또는, 도 1 에 나타내는 예열실 (3) 과 덕트 (20) 의 접속부보다 배기 가스 (24) 가 흐르는 하류 후방 등을 들 수 있다. 전자의 위치에서는, 냉철원 (15) 의 예열실 (3) 로의 투입에 따라 측정값이 변화될 가능성이 있다. 따라서, 총괄한 배기 가스의 현열량 및 그 변화량을 확인하기 위한 온도를 측정할 수 있기 때문에, 후자의 위치 쪽이 보다 바람직하다.
- [0057] 예열실이 수평 방향으로 연장되는 전기로인 경우, 온도계의 바람직한 설치 위치의 후보로는, 예열실이 수직 방향으로 존재하는 경우와 마찬가지로, 용해실에 가까운 측인 경우, 상기 서술한 이유와 마찬가지로, 배기 가스

온도 이외에, 아무래도 용강으로부터의 직접적인 복사에 의한 온도 변동을 함유해 버릴 가능성이 있는 점에서, 예열실의 하류에 설치하는 것이 바람직하다.

[0058] 열전쌍을 사용하는 경우의 열전쌍의 설치 형식은, 응답성을 높이는 관점에서는, 열전쌍 선단을 직접, 배기 가스에 접하도록 배치하는 것이 바람직하지만, 환원 가스에 의해 열전쌍 선단의 부식을 빠르게 할 가능성이 있어, 교환 빈도 및 온도의 측정 정밀도가 떨어질 우려가 있다. 그 때문에, 열전쌍 자체를 알루미늄 등의 보호관으로 모두 덮어 사용해도 된다. 단, 이 경우에는, 온도의 측정 정밀도를 올리기 위해서, 미리 보호관으로 덮은 상태에서의 응답성을 파악하고, 발생할 수 있는 측정 온도의 차 등을 파악·조정하여 관리하면 된다. 온도계 (30)로부터 취득한 데이터는, 일반적으로는 보상 도선 (도시 생략)을 통하여 소정의 장소, 예를 들어, 오퍼레이터가 조작하는 조작실의 모니터나 기록 장치 (모두, 도시 생략)에 연결하여 전송한다.

[0059] 유량계 (31)는, 온도계 (30)와 마찬가지로, 배기 가스 (24)의 올바른 유량을 측정하는 것이 가능하면, 측정 방식은 묻지 않는다. 전기로 (1)의 건설 당시부터, 배기 가스의 유량을 측정하는 것을 의식하여, 예를 들어 덕트 (20)내에 스로틀 기구를 형성하여 덕트 (20)의 단면적이 상이한 부위에 압력계를 복수 개 설치하고, 그것들 압력계로 측정되는 압력으로부터 배기 가스의 유속을 산출하고, 그 유속으로부터 배기 가스의 유량을 산출 가능한 벤투리관식이 바람직한 측정 수단의 후보 중 하나로서 들 수 있다. 또, 다른 측정 수단으로서, 예를 들어 덕트 (20)에 피토판을 설치하고, 정압과 동압의 양방을 측정하고, 그들 압력으로부터 배기 가스의 유속을 산출하고, 덕트 (20)의 단면적을 곱해 배기 가스의 유량으로 환산하는 수법을 들 수 있다.

[0060] 유량계 (31)의 설치 위치는, 온도계 (30)와 마찬가지로, 예열실 (3)의 벽면 또는 덕트 (20)의 벽면 등의 임의의 위치이다. 냉철원 (15)으로의 배기 가스 (24)의 현열의 이동을 양호하게 파악하는 관점, 및 냉철원 (15)의 예열실 (3)로의 투입에서 기인한 측정값의 변화의 영향을 회피하는 관점에서, 도 1에 나타내는 전기로 (1)의 경우, 예열실 (3)내에 중첩된 냉철원 (15)의 탑의 상면보다 배기 가스 (24)가 흐르는 하류 후방에 설치하는 것이 바람직하다.

[0061] 예열실이 수평 방향으로 연장되는 전기로의 경우, 온도계의 바람직한 설치 위치의 후보로는, 예열실이 수직 방향에 존재하는 경우와 마찬가지로, 용해실에 가까운 측의 경우, 상기 서술한 이유와 마찬가지로, 배기 가스 온도 이외에, 아무래도 용강으로부터의 직접적인 복사에 의한 온도 변동을 함유해 버릴 가능성이 있는 점에서, 예열실의 하류에 설치하는 것이 바람직하다.

[0062] 유량 측정에 있어서, 피토판 등에서 압력을 측정할 때에는, 관에 이물질이 혼입되어 오면 올바른 압력을 측정할 수 없는 문제가 있다. 따라서, 적절한 빈도로 관의 청소를 실시하거나, 또는, 일정 간격으로 에어 등에 의해 관내의 이물질을 퍼지하는 기구를 형성하여 (도시 생략), 관의 막힘을 방지하는 것이 필요하다. 이 경우, 퍼지에 의해 측정할 수 없는 타이밍이 약간 발생하지만, 그 타이밍에서의 배기 가스 유량은, 퍼지 직전의 숫자를 사용하여 산출하면 된다. 유량계 (31)로부터 취득한 데이터는, 온도계 (30)와 마찬가지로, 보상 도선 (도시 생략)을 통하여 소정의 위치, 예를 들어, 오퍼레이터가 조작하는 조작실의 모니터나 기록 장치 (모두, 도시 생략)와 연결하여 전송한다.

[0063] [냉철원 투입 스텝]

[0064] 냉철원 투입 스텝에서는, 냉철원을 예열실에 투입한다. 냉철원 투입 스텝에는, 상기 서술한 주행 대차 (23), 공급용 버킷 (14), 냉철원 공급구 (19)를 바람직하게 사용할 수 있다. 투입하는 냉철원의 양은, 사용하는 전기로의 사양, 용철의 제조 목표량 등에 따라 적절히 결정할 수 있다.

[0065] 냉철원의 투입을 복수 회로 나누어 연속 조업하는 경우, 및/또는, 복수 차지에 걸쳐 연속 조업하는 경우에는, 이미 앞의 용해 스텝에서 얻어진 용철이 용해실 내에 저류되어 있으므로, 어느 타이밍에 투입하는 냉철원의 양을, 예열실의 용량, 용철의 제조 목표량 등에 기초하여 결정할 수 있다. 한편, 최초의 차지를 조업하는 경우에는, 용해실이 빈 상태이기 때문에, 냉철원이 용해실 및 예열실 쌍방에 존재하도록 냉철원을 공급할 수 있다.

[0066] [냉철원 예열 스텝]

[0067] 냉철원 예열 스텝에서는, 냉철원 투입 스텝에서 투입된 예열실 내의 냉철원을, 용해실에서 발생한 배기 가스에 의해 소정의 온도까지 예열하여, 예열 철원으로 한다. 냉철원 예열 스텝에는, 상기 서술한 배기 가스 (24), 덕트 (20)를 바람직하게 사용할 수 있다.

[0068] 여기서, 냉철원 예열 스텝에 있어서는, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하는 예열 확인

스텝을 실시하는 것이 중요하다.

[0069] [[예열 확인 스텝]]

[0070] 예열 확인 스텝에서는, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인한다. 요컨대, 예열 확인 스텝에서는, 예열 철원을 얻는 데에 앞서 예열 조건을 미리 변경하는 것이 아니라, 예열 철원이 실제로 얻어진 것의 확인을 사후적으로 실시한다. 예열 철원이 실제로 얻어진 것의 확인을 사후적으로 실시함으로써, 냉철원을 과잉으로 예열하는 것도 냉철원의 예열이 부족한 것도 확실하게 회피할 수 있으므로, 냉철원의 예열을 효율적으로 실시하고, 따라서 용철의 제조에 필요로 하는 전력원 단위를 저감시킬 수 있다. 예열 확인 스텝에는, 상기 서술한 온도계 (30), 유량계 (31) 를 바람직하게 사용할 수 있다.

[0071] 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것의 확인은, 배기 가스의 현열량의 변화량에 기초하여 바람직하게 실시할 수 있다. 특히, 냉철원의 투입 타이밍을 기점으로 하여, 냉철원의 예열에 사용된 후의 상기 배기 가스의 현열량의 변화량에 기초하여 보다 바람직하게 실시할 수 있다. 냉철원의 예열에 사용된 후의 배기 가스의 현열량의 변화량의 확인은, 예를 들어, 온도계 (30) 및 유량계 (31) 를 상기 서술한 바람직한 설치 위치에 형성함으로써 실시 가능하다. 즉, 냉철원의 예열에 사용된 후의 상기 배기 가스의 현열량의 변화량은, (단순히 배기 가스 온도만을 측정하는 것으로는 파악할 수 없다) 배기 가스에 의해 냉철원에 부여되는 열량에 상당하는 파라미터이기 때문에, 예열 철원이 확실하게 예열 온도에 도달하여 있는 것을 확인하는 데에 최적이다.

[0072] 배기 가스의 현열량의 변화량의 산출

[0073] 예열 확인 스텝에 있어서 바람직하게 참조 가능한, 배기 가스의 현열량의 변화량의 산출 방법에 대해 구체적으로 설명한다. 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 는, 예를 들어 상기 서술한 온도계 (30) 및 유량계 (31) 를 사용하여, 연속적으로 측정되는 배기 가스의 온도 T 및 배기 가스의 유량 F , 그리고, 예열실 내에 투입되어 있는 냉철원의 중량 W 로부터, 이하의 식 (1) ~ (2) 에 따라서 산출할 수 있다.

[0074]
$$\Delta Q = |Q_1 - Q_N|,$$

[0075]
$$Q_1 = (c \times F_1 \times T_1)/W_1,$$

[0076]
$$Q_N = (c \times F_N \times T_N)/W_N \cdots (1)$$

[0077] 여기서,

[0078] ΔQ : 배기 가스의 현열량의 변화량 [kJ/(초·톤)]

[0079] Q_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

[0080] Q_N : 연속적으로 산출되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 현열량 [kJ/(초·톤)]

[0081] c : 배기 가스의 비열 [kJ/(m³·℃)]

[0082] F_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 유량 [m³/초]

[0083] F_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 유량 [m³/초]

[0084] T_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 온도 [℃]

[0085] T_N : 연속적으로 측정되는, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 배기 가스의 온도 [℃]

[0086] W_1 : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

[0087] W_N : 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍보다 후의 임의의 타이밍 N 에서의 예열실 내의 냉철원의 중량 [톤]

[0088] 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 는, 예를 들어 이하의 요령으로 산출 가능하다. 즉, 냉철원을 투입한 타

이밍에 측정된 배기 가스의 유량 F_1 , 배기 가스의 온도 T_1 및 예열실 내의 냉철원의 중량 W_1 과, 배기 가스의 비열 c 를 사용하여, 먼저, 냉철원을 예열실에 투입한 타이밍에서의 배기 가스의 현열량 Q_1 을 구한다. 그 후, 냉철원 예열 스텝을 실시하고 있는 동안, 연속적으로 임의의 각 타이밍 2, 3 ... N 에 있어서의 상기 파라미터 $F_2, 3 \dots N$; $T_2, 3 \dots N$; $W_2, 3 \dots N$; 을 측정하고, 각 타이밍에서의 $Q_2, 3 \dots N$ 을 연속적으로 구한다. 얻어진 Q_1 및 $Q_2, 3 \dots N$ 을 상기 식 (1) 에 적용시키고, 냉철원을 투입한 타이밍을 기점으로 한 각 타이밍에 있어서의 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 를 얻는다.

[0089] 덕트 중을 흐르는 배기 가스 유량을 산출하는 경우에는, 덕트의 단면적에, 유량계의 압력으로부터 산출되는 배기 가스의 유속을 곱하여, 단위 시간당의 배기 가스 유량을 구할 수 있다.

[0090] $F = v \times S \dots (2)$

[0091] 여기서,

[0092] v : 배기 가스의 유속 [m/초]

[0093] S : 배기 가스가 통과하는 덕트 면적 [m^2]

[0094] 본 발명의 일 실시형태에서는, 배기 가스의 온도 T 및 배기 가스의 유속 v 를 연속하여 측정함으로써, 상기 식 (2) 에 따라서 배기 가스의 유량 F 도 연속하여 측정할 수 있기 때문에, 상기 식 (1) 에 따라서, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ (kJ/(초·톤)) 도 연속하여 산출하는 것이 가능하다.

[0095] 냉철원의 예열 완료의 판정

[0096] 예열 확인 스텝에 있어서, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것, 요컨대, 냉철원의 예열이 완료된 것을 확인하는 판정 기준으로서, 이하의 일례를 들 수 있다. 즉, 배기 가스의 현열량 Q 는, 예열실 내의 냉철원으로 열을 전달하여 예열함으로써 저하된다. 이것에 수반하여, 냉철원을 투입한 타이밍부터의 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 는, 냉철원이 예열될수록 높아진다. 본 발명자들이 예의 검토한 결과, 상기 서술한 바와 같이 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 가 700 kJ/(초·톤) 이상이면, 냉철원으로서의 온도 상승이 250 °C 전후 이상이기 때문에, 예열실 내의 냉철원의 예열이 충분히 실시되었다고 판정할 수 있다. 현열량의 변화량 ΔQ 는, 800 kJ/(초·톤) 이상이 보다 바람직하고, 1000 kJ/(초·톤) 이상이 더욱 바람직하다.

[0097] 한편, 예열실 내의 냉철원을 과잉으로 예열하면, 냉철원이 예열실 내에서 과잉으로 용해되어, 큰 덩어리를 형성하여, 배기 가스의 통기성이 나빠지거나, 용해실로의 공급의 방해가 되거나 하여, 전기로의 조업에 문제가 발생하는 경우가 있다. 또, 냉철원의 과잉 예열은, 사용하는 에너지의 과잉 소비로도 연결되기 쉽다. 이들의 관점에서, 현열량의 변화량 ΔQ 는, 1200 kJ/(초·톤) 이하가 바람직하다.

[0098] [공급 스텝]

[0099] 공급 스텝에서는, 예열 확인 스텝에서 소정의 온도까지 예열된 것이 확인된 예열 철원을 용해실에 공급한다. 공급 스텝에는, 상기 서술한 압출기 (10), 또는, 벨트 컨베이어 (도시 생략) 를 바람직하게 사용할 수 있다.

[0100] 냉철원 (15) 의 공급량 및 공급 타이밍은, 예열실이 연직 방향을 따라 우뚝 솟아 서있는 전기로의 경우에는, 1 회회 압출당의 압출기 (10) 의 이동량과, 압출기 (10) 를 이동시키는 시간 간격 (압출 간격) 에 지배된다. 혹은, 예열실이 주로 수평 방향으로 배치되는 전기로의 경우에는, 벨트 컨베이어의 이동 속도에 지배된다. 그리고, 통상적인 조업에서는, 이들의 이동량 및 압출 간격 혹은 이동 속도의 값에 대하여, 냉철원의 종류나 예열 상황에 따라 설정 패턴을 복수 갖고 있어, 적합한 설정 패턴을 채용하여 자동 운전한다. 그러나, 본 발명에서는 예열 확인 스텝을 먼저 형성하고 있으므로, 예열 철원의 확인의 가부에 따라, 냉철원 (15) 의 공급량 및/또는 공급 타이밍을 적절히 변경할 수 있다.

[0101] 여기서, 「압출 간격」이란, 예열 철원을 반복 압출하여 용해실에 공급하기 위해서, 어느 회에 압출기를 용해실 방향으로 이동 개시한 시간부터, 다음 회에 압출기를 용해실 방향으로 이동 개시하는 시간까지의, 시간적 간격을 의미한다.

[0102] 바람직한 일 실시형태로서, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인할 수 있었다면, 구체예로서, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 가 상기 바람직한 하한 이상이면, 압출기의 압출 간격을 단축시켜 예열 철원을 즉시 용해실에 공급할 수 있다. 동일하게, 압출기의 이동량을 증대시켜 예열 철원의 용해실로의 공급을 촉진시킬 수 있다. 반대로, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인할 수 없으면, 구

체예로서, 배기 가스의 현열량의 변화량이 상기 바람직한 하한 미만이면, 압출기의 압출 간격 및/또는 이동량을 변경하지 않거나, 혹은, 압출 간격을 증대시키거나 및/또는 이동량을 단축시켜 예열 철원의 용해실로의 공급을 억제할 수 있다.

[0103] 예열 철원이 소정의 온도인 것을 확인할 수 있었을 경우의 압출기의 압출 간격은, 기본, 20 초 간격 일정하게 하고 있다. 예를 들어, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 가 소정값보다 5 % 이상 높은 경우에는 10 % 이상 단축시키는 것이 바람직하고, 10 % 이상 높은 경우에는 20 % 이상 단축시키는 것이 바람직하다.

[0104] 바람직한 다른 실시형태로서, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인할 수 있었다면, 구체예로서, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 가 상기 바람직한 하한 이상이면, 벨트 컨베이어의 이동 속도를 빠르게 하여 예열 철원을 즉시 용해실에 공급할 수 있다. 반대로, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인할 수 없으면, 구체예로서, 배기 가스의 현열량의 변화량이 상기 바람직한 하한 미만이면, 벨트 컨베이어의 이동 속도를 늦추어 예열 철원의 용해실로의 공급을 억제할 수 있다.

[0105] 예열 철원이 소정의 온도인 것을 확인할 수 있었을 경우의 벨트 컨베이어의 이동 속도는, 1 m/분의 이동 속도 일정하게 조업된다. 예를 들어, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 가 소정값보다 5 % 이상 높은 경우에는 10 % 이상 높이는 것이 바람직하고, 10 % 이상 높은 경우에는 20 % 이상 높이는 것이 바람직하다.

[0106] [용해 스텝]

[0107] 용해 스텝에서는, 공급 스텝에서 용해실에 공급된 예열 철원을 아크 가열에 의해 용해한다. 구체적인 용해 방법은, 전기로에 대해 상기 서술한 바와 같으며, 용해 스텝에는, 상기 서술한 전극 (6), 산소 취입 랜스 (7), 탄재 취입 랜스 (8), 버너 (9) 를 바람직하게 사용할 수 있다. 본 발명에서는 예열 확인 스텝을 먼저 형성하고 있으므로, 확실하게 예열된 예열 철원이 즉시 용해실에 공급되기 때문에, 용해 스텝에서 필요로 하는 전력 소비를 저감시킬 수 있다.

[0108] [그 밖의 스텝]

[0109] 그 밖의 스텝으로는, 예를 들어, 출강 스텝을 들 수 있다. 출강 스텝에서는, 용해 스텝의 후에, 용해실 (2) 에 모인 용철 (16) 을 출탕구 (12) 를 통하여 전기로 (1) 의 외부에 취출할 수 있다.

[0110] 실시예

[0111] 이하, 본 발명에 대해 실시예에 기초하여 구체적으로 설명한다. 또한, 이하의 실시예는, 본 발명의 바람직한 일례를 나타내는 것이고, 본 발명을 전혀 한정하는 것은 아니다. 또, 이하의 실시예는, 본 발명의 취지에 적합할 수 있는 범위에서 변경을 가해 실시하는 것도 가능하고, 그러한 양태도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

[0112] 도 1 에 나타내는 용해실 (2) 과, 예열실 (3) 과, 덕트 (20) 에 온도계 (30) 및 유량계 (31) 를 구비한 전기로 (1) 에 있어서, 이하의 요령으로 냉철원 (15) 을 예열하여 예열 철원으로 하고, 추가로 용해하여 용철 (16) 을 제조하였다. 이 전기로의 설비 제원을 이하에 나타낸다.

[0113] 용해실의 용철 용량 (출강량) : 130 톤

[0114] 전력 : 교류 50 Hz

[0115] 트랜스 용량 : 75 MVA

[0116] 전극수 : 3

[0117] 온도계 (30) 는, 선단 직경이 3.2 mm 인 시스형의 K 타입의 열전쌍을 사용하였다. 온도계 (30) 는, 덕트 (20) 의 측면에 전용의 플랜지가 부착된 구멍을 뚫고, 열전쌍의 선단이 덕트 (20) 내의 중심 부분까지 위치하도록 장입하였다. 시스형의 열전쌍은, 고온의 배기 가스에 의해 구부러져 버리는 등의 문제가 상정되었으므로, 직경 32 mm 의 알루미늄의 보호관으로 덮어, 선단 부분을 길이 약 3 mm 정도만 노출시켰다. 덕트 (20) 의 노외측으로부터는, 온도계 (30) 에 연결된 보상 도선에 의해 데이터 기록 수집 장치 (도시 생략) 를 통하여, 퍼스널 컴퓨터에 측정 온도에 관한 디지털 데이터를 취득하여 기록하였다.

[0118] 유량계 (31) 는, 온도계 (30) 와 동일하게, 덕트 (20) 의 측면에 설치한 전용의 플랜지가 부착된 다른 구멍으로부터 피토판을 장입하여 설치하였다. 피토판에는 동압과 정압을 측정하기 위해서 2 개의 관을 동일한 위치에 장입하고, 정압 측정용의 관의 개방면은 배기 가스의 흐름의 하류측에 구멍이 위치하도록 설치하고, 동압 측

정용의 관의 개방면은 배기 가스의 흐름에 대항하는 정면에 구멍이 위치하도록 설치하였다. 피토판도 열전 쌍과 마찬가지로 고온의 배기 가스에 노출되기 때문에, 1 개당 직경 12 mm, 재질 SUS316 인 동압용과 정압용의 관을 합계 2 개 묶어, 선단 부분을 제외하고, 직경 32 mm 인 알루미늄의 보호관으로 덮었다. 덕트 (20) 의 노외측으로부터는, 유량계 (31) 에 연결된 보조 도선에 의해 데이터 수집 기록 장치를 통하여, 퍼스널 컴퓨터에 측정 유량에 관한 디지털 데이터를 취득하여 기록하였다.

[0119] 그리고, 얻어진 온도 및 유량의 데이터를 사용하여, 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 를 산출하였다.

[0120] 사령실에는, 전기로를 조업하는 오퍼레이터가 직접 감시할 수 있도록, 배기 가스 현열량 및 그 변화량을 항상 확인 가능한 모니터를 신규로 준비하였다. 또 전기 제어실에는, 압출기 (10) 의 이동량, 압출 간격 등의 데이터가 전송되어 오고 있고, 압출기 (10) 의 조작 파라미터와 배기 가스의 현열량의 변화량에 관한 데이터를 동시에 확인·제어할 수 있도록 하였다.

[0121] (종래예)

[0122] 종래예는, 온도계도 유량계도 사용하지 않고, 예열 확인 스텝을 실시하지 않는, 통상적인 전력원 단위의 범위 내에서 조업한, 기준이 되는 예이다.

[0123] 타이밍 N 에서의 조업 중인 덕트 (20) 에서의 배기 가스의 온도가 198 °C, 배기 가스 유량 58 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당의 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 418 kJ/(t·초) 이다. 본 발명의 전에는, 배기 가스의 현열량이 모니터링되어 있지 않기 때문에, 특별히 액션을 일으키지 않고, 20 초 간격으로, 압출기 (10) 의 이동량 1000 mm 로 실시하고 있다. 용철 (16) 및 용융 슬래그 (17) 가 있는 용해실 (2) 의 내부에 존재하는 배기 가스 (24) 의 분위기 온도는, 평균 1100 °C 전후이고, 예열실 (3) 의 상부에 있어서의 배기 가스 (24) 의 온도가 충분히 낮아져 있으면, 그 낮아진 만큼의 배기 가스의 현열이 냉철원에 전달되고 있다고 생각된다. 그러나, 배기 가스 (24) 의 온도는 항상 변동되고 있고, 이번 본 발명과 같이, 온도계 (30), 유량계 (31) 의 측정 데이터로부터 산출되는 배기 가스 (24) 의 현열량을 모니터링하고 있지 않으면 조업 비용의 주요인인 전력원 단위를 더욱 낮출 수는 없다. 이 상정시의 1 ch 당의 전력원 단위는, 353 kWh/t 였다.

[0124] (비교예 1)

[0125] 비교예 1 은, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인할 수 없는 상태로 (요컨대, 예열이 부족한 상태로), 냉철원을 용해실에 공급한 예이다.

[0126] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덕트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 201 °C, 배기 가스 유량 58 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 424 kJ/(t·초) 이다. 이것을 방지한 채, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초인 상태로 아무런 액션을 일으키지 않는 경우의 1 ch 당의 전력원 단위는, 358 kWh/t 로 상정보다 악화되었다.

[0127] (비교예 2)

[0128] 비교예 2 는, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원임에도 불구하고, 예열 확인 스텝을 실시하지 않고 확인을 하지 않았기 때문에, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 변화시키지 않고 간과한 예이다.

[0129] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덕트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 321 °C, 배기 가스 유량 62 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 718 kJ/(t·초) 이다. 이것을 방지한 채, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초인 상태로 아무런 액션을 일으키지 않는 경우의 1 ch 당의 전력원 단위는, 367 kWh/t 로 상정보다 악화되었다.

[0130] (비교예 3)

[0131] 비교예 3 은, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원임에도 불구하고, 예열 확인 스텝을 실시하지 않고 확인을 하지 않았기 때문에, 냉철원의 압출기 (10) 의 압출 간격을 변화시키지 않고 간과하여, 예열이 과잉이 된 예이다.

[0132] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덕트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 578 °C, 배기 가스 유량 69 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 1441 kJ/(t·초) 이다. 이것을 방지한 채, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초인 상태로 아무런 액션을 일으키지 않는 경우의 1 ch 당의 전력원

단위는, 374 kWh/t 로 상정보다 상당히 악화되었다.

[0133] (비교예 4)

[0134] 비교예 4 는, 온도계만의 측정을 실시하여 유량계에 의한 측정을 실시하지 않기 때문에 배기 가스의 현열량의 산출을 할 수 없어, 현열량의 변화량 ΔQ 를 파악할 수 없었던 예이다. 그 결과, 예열 철원을 용해실에 공급하는 데에 시간을 필요로 해 버린 (요컨대, 예열이 과잉인) 다른 예이다.

[0135] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덱트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 244 °C 이고, 본래라면 냉철원의 압출기 (10) 의 압출 간격을 짧게 하기 위해서, 압출하는 타이밍을 빠르게 하면 좋았던 사례이다. 그 때문에, 1 ch 당의 전력원 단위는, 361 kWh/t 로 상정보다 악화되었다.

[0136] (발명예 1)

[0137] 발명예 1 은, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하고, 확인된 예열 철원을 용해실에 즉시 공급하기 위해서, 압출기 (10) 의 압출 간격을 제어한 예이다.

[0138] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덱트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 211 °C, 배기 가스 유량은 비교예 1 의 49 Nm³/초와 거의 동일한 55 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량당 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 418 kJ/(t·초) 이다. 이 배기 가스 (24) 의 현열량의 변화량은 1023 kJ/(t·초) 로 비교예 1 의 거의 3 배의 값이다. 그래서, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초에서 15 초 간격으로 변경하였다. 그 결과, 배기 가스 (24) 의 현열량이 종래의 332 kJ/(t·초) 가 되어, 배기 가스의 현열이 냉철원측에 전달되고 있다고 생각되고, 1 ch 당의 전력원 단위는, 341 kWh/t 로 개선되었다.

[0139] (발명예 2)

[0140] 발명예 2 는, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하고, 확인된 예열 철원을 용해실에 즉시 공급하기 위해서, 압출기 (10) 의 압출 간격을 제어한 다른 예이다.

[0141] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덱트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 비교예 2 의 574 °C, 배기 가스 유량 67 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당의 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 1394 kJ/(t·초) 이다. 이 현열량이 종래에 비하면 커져 있고, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초에서 12 초 간격으로 변경하였다. 그 결과, 배기 가스 현열량은, 969 kJ/(t·초) 까지 낮아지고, 가스의 열이 냉철원측으로 이동하고 있다고 생각되고, 1 ch 당의 전력원 단위는, 324 kWh/t 로 개선되었다.

[0142] (발명예 3)

[0143] 발명예 3 은, 온도계 및 유량계를 사용한 다음, 산출되는 배기 가스의 현열량의 변화량 ΔQ 에 기초하여, 냉철원이 소정의 온도까지 예열된 예열 철원인 것을 확인하고, 확인된 예열 철원을 용해실에 즉시 공급하기 위해서, 압출기 (10) 의 압출 간격을 제어한 다른 예이다.

[0144] 즉, 타이밍 N 에서의 조업 중인 덱트 (20) 에서의 배기 가스의 온도는 164 °C, 배기 가스 유량 49 Nm³/초이고, 예열실의 냉철원 중량 1 톤당 또한 단위 시간당의 배기 가스 현열량은 293 kJ/(t·초) 이다. 이것을 방치한 채, 냉철원의 압출기 (10) 의 간격을 20 초에서 15 초로의 단축도 실시하였다. 그 결과, 1 ch 당의 전력원 단위는, 349 kWh/t 로 상정보다 약간 개선되었다. 이것은 현열량의 변동이 지나치게 크면, 냉철원이 예열부에서 용해되고, 압착되어, 배기 가스가 흐르기 어려워져 예열은 일부 약해지지만, 충분히 열에너지가 전달되는 효과가 큰 일레이지만, ΔQ 의 상한을 나타내는 예가 되었다.

II 1

속성의 타입	내열성 비열성의 중량 W (단)	배기 가스의 비열 c (kJ/(Nm ³ ·°C))	배기 가스의 온도 T (°C)	배기 가스의 속도 v (m/초)	배기 가스의 면적 S _m (m ²)	배기 가스의 유량 F (Nm ³ /초)	배기 가스의 밀도 ρ = FT (kg/(초·m ³))	타입명 N			타입명 N 의 후			1 차지연의 전력밀도 (kW/㎡)	종합 평가	
								배기 가스의 비열량 Q _g = (Q _g /초·m ³)	배기 가스의 속도 v (m/초)	배기 가스의 온도 T (°C)	배기 가스의 속도 v (m/초)	배기 가스의 속도 v (m/초)	배기 가스의 속도 v (m/초)			배기 가스의 속도 v (m/초)
*1	35	1,302	341	35	1,767	62	27	763								-
*N	35	1,302	198	33	1,767	58	15	418								
*1	35	1,302	341	35	1,767	62	27	763								불량
*N	35	1,302	201	30	1,767	50	15	424								
*1	35	1,302	578	39	1,767	69	52	1,441								불량
*N	35	1,302	321	35	1,767	62	26	718								
*1	35	1,302	823	41	1,767	72	78	2,156								불량
*N	35	1,302	578	39	1,767	69	52	1,441								
*1	35	1,302	379	39	1,767	69	52	1,441								불량
*N	35	1,302	241	31	1,767	55	15	418								
*1	35	1,302	578	39	1,767	69	52	1,441								불량
*N	35	1,302	211	31	1,767	55	15	418								
*1	35	1,302	841	43	1,767	76	83	2,311								양호
*N	35	1,302	574	38	1,767	67	50	1,394								
*1	35	1,302	612	38	1,767	67	54	1,486								양호
*N	35	1,302	154	29	1,767	46	11	293								

[illegible]

[0145]

[0146] 표 1 에서는, 종래예에 있어서 소비한 1 차지당의 전력원 단위를 기준으로서, 그 전력원 단위가 5 kWh/톤 초과 저감된 경우를 양호로 하고 ; 0 초과 5 kWh/톤 이하 저감된 경우를 약간 양호로 하고 ; 상기 기준과 동등 또는 증대된 경우를 불량으로서 판단하였다. 즉, 상기 기준보다 전력원 단위를 저감시킬 수 있는 경우에 유효라고 판단하였다.

[0147] 이상의 설명으로부터 명확한 바와 같이, 냉철원이 예열 철원이 된 것을 확인하고, 또한, 확인된 예열 철원을 용해실에 즉시 공급하고 있는 발명예에서는, 제조 비용의 주요 부분을 차지하는 전력원 단위를 대폭 향상시킬 수 있고, 그 효과는 매우 크다. 이것은, 발명예에 있어서는, 냉철원을 효율적으로 예열한 예열 철원을 용해 스텝에 보낼 수 있었으므로, 예열 철원의 용해 시간이 단축되고, 출강 시간도 짧아진 것에서 기인한다고 생각된다.

부호의 설명

[0148]

- 1 : 전기로
- 2 : 용해실
- 3 : 예열실
- 4 : 노벽
- 5 : 노덮개
- 6 : 전극
- 7 : 산소 취입 랜스
- 8 : 탄재 취입 랜스
- 9 : 버너
- 10 : 압출기
- 12 : 출탕구
- 13 : 출재구
- 14 : 공급용 버킷
- 15 : 냉철원
- 16 : 용철
- 17 : 용융 슬래그
- 18 : 아크
- 19 : 냉철원 공급구
- 20 : 덕트
- 21 : 출탕용 도어
- 22 : 출재용 도어
- 23 : 주행 대차
- 24 : 배기 가스
- 30 : 온도계
- 31 : 유량계

도면

도면1

