



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월23일
(11) 등록번호 10-1679115
(24) 등록일자 2016년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 5/08 (2006.01) G01K 13/00 (2006.01)
G01K 13/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0052968
(22) 출원일자 2014년04월30일
심사청구일자 2014년04월30일
(65) 공개번호 10-2014-0130075
(43) 공개일자 2014년11월07일
(30) 우선권주장
13165941.9 2013년04월30일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010071666 A*
JP09101206 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
헤라우스 일렉트로-나이트 인터내셔널 엔. 브이.
벨지움, 베-3530 하우탈렌, 센트럼 주이드 1105
(72) 발명자
네이엔스 귀도 자코버스
벨기에 3680 오펜데렌 회벤슈트라트 19
다이스 미첼
벨기에 3582 피르셀 라크슈트라트 130
스티븐스 프랭크
벨기에 3500 하셀트 클라인슈트라트 105
(74) 대리인
김태홍

전체 청구항 수 : 총 8 항

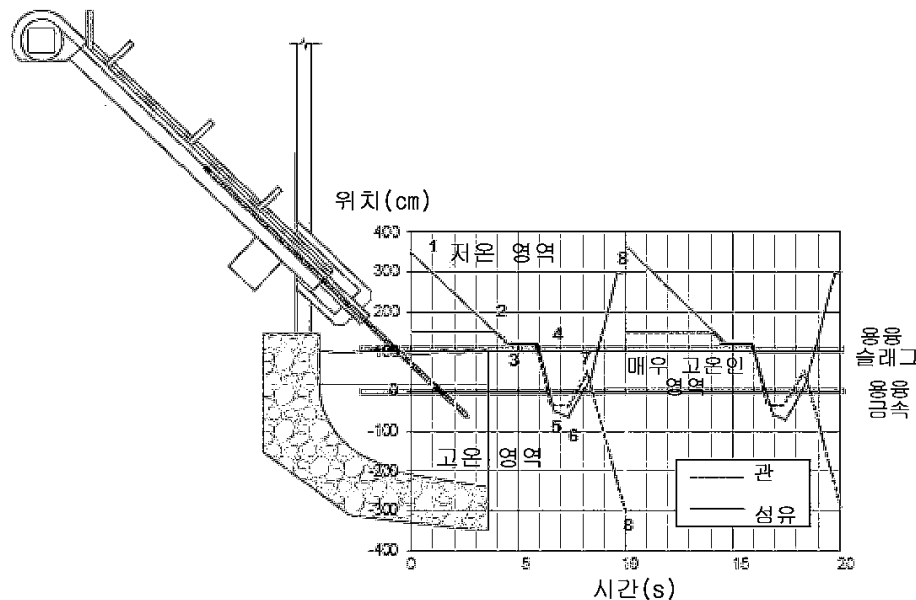
심사관 : 김창주

(54) 발명의 명칭 용융 금속의 온도를 측정하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은, 용융물, 특히 용융 금속의 온도를 광섬유로 측정하는 방법으로서, 광섬유를 일회용 안내관을 통해 용융물에 넣고, 각각 급송 속도를 갖는 광섬유와 일회용 안내관의 침지 단부 양자 모두를 용융물에 침지하며, 상기 급송 속도는 서로 독립적인 것인 용융물 온도 측정 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 용융물, 특히 용융 (뒷면에 계속)

대표도 - 도4



금속의 온도를 측정하는 디바이스 및 장치로서, 광섬유와, 침지 단부 및 이 침지 단부의 반대측에 있는 제2 단부를 갖는 일회용 안내관을 포함하고, 광섬유가 일회용 안내관 내에 부분적으로 배치되며, 상기 일회용 안내관의 내경이 상기 광섬유의 외경보다 크고, 상기 일회용 안내관의 제2 단부에 또는 상기 일회용 안내관 내에 탄성 플러그가 배치되며, 상기 광섬유는 상기 탄성 플러그를 통해 급송되고, 상기 탄성 플러그는 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관 사이의 간극을 감소시키는 것인 용융물 온도 측정 디바이스 및 장치에 관한 것이다. 상기 장치는, 섬유 코일과 상기 광섬유 및 상기 일회용 안내관을 급송하는 급송 기구를 포함하고, 상기 급송 기구는, 적어도 2개의 독립형 급송 모터, 즉 광섬유 급송용 급송 모터와, 일회용 안내관 급송용 급송 모터를 구비하는 것이다.

명세서

청구범위

청구항 1

용융물의 온도를 광섬유로 측정하는 방법으로서, 광섬유를 일회용 안내관을 통해 용융물에 넣고, 각각 급송 속도를 갖는 광섬유와 일회용 안내관의 침지 단부 양자 모두를 용융물에 침지하며, 상기 급송 속도는 서로 독립적이고, 상기 일회용 안내관 내에, 또는 상기 일회용 안내관의 침지 단부 반대측에 있는 제2 단부에 일회용 탄성 플러그가 배치되고,

침지의 제1 단계에서는, 일회용 안내관과 광섬유를 용융물에 넣고, 침지의 제2 단계에서는, 광섬유를 일회용 안내관보다 빠른 속도로 용융물에 더 깊게 침지하고,

일회용 안내관의 침지 단부가 용융물에 침지된 후 상기 제2 단계가 시작되며,

침지의 제3 단계에서는, 광섬유를 정지시키거나 또는 용융물로부터 빼내는 것이고,

상기 제3 단계 이후에, 상기 일회용 안내관을 용융물을 향해 토출하는 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 일회용 안내관의 속도와 상기 광섬유의 속도 중 적어도 하나는 침지 동안에 변화하는 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관은 동일하지 않은 속도로 이동되는 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 용융물의 온도 뿐만 아니라 용융물의 상면의 위치도 측정되는 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 방법.

청구항 9

용융물의 온도를 측정하는 디바이스로서, 광섬유와, 침지 단부 및 이 침지 단부의 반대측에 있는 제2 단부를 갖는 일회용 안내관을 포함하고, 광섬유가 일회용 안내관 내에 부분적으로 배치되며, 상기 일회용 안내관의 내경이 상기 광섬유의 외경보다 크고, 상기 침지 단부의 반대편에서 광섬유를 수용하도록 폭이 점점 가늘어지는 일회용 탄성 플러그는 그 일부가 상기 일회용 안내관 내에 위치하도록 배치되며, 상기 광섬유는 상기 일회용 탄성 플러그를 통해 급송되고, 상기 일회용 탄성 플러그는 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관 사이의 간극을 감소시

키며, 상기 일회용 탄성 플러그는 상기 일회용 안내관과 함께 제거되고, 광섬유와 일회용 안내관의 침지 단부 양자 모두가 용융물에 침지되는 것인, 용융물 온도 측정 디바이스.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 간극의 면적은 2 mm² 미만으로 감소되는 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 디바이스.

청구항 11

용융물의 온도를 광섬유로 측정하는 용융물 온도 측정 장치로서, 광섬유와, 침지 단부 및 이 침지 단부의 반대 측에 있는 제2 단부를 갖는 일회용 안내관을 구비하고, 광섬유가 일회용 안내관 내에 부분적으로 배치되며, 상기 일회용 안내관의 내경이 상기 광섬유의 외경보다 크고, 상기 일회용 안내관의 제2 단부에 또는 상기 일회용 안내관 내에 탄성 플러그가 배치되며, 상기 광섬유는 상기 탄성 플러그를 통해 급송되고, 상기 탄성 플러그는 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관 사이의 간극을 감소시키는 것인 제9항에 따른 디바이스를 포함하며, 섬유 코일과 상기 광섬유 및 상기 일회용 안내관을 급송하는 급송 기구를 더 포함하고, 상기 급송 기구는, 적어도 2개의 독립형 급송 모터로서, 광섬유 급송용 급송 모터와, 일회용 안내관 급송용 급송 모터를 구비하는 것인 용융물 온도 측정 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 급송 모터 각각에 개별 속도 제어부가 갖춰진 것을 특징으로 하는 용융물 온도 측정 장치.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용융물, 특히 용융 금속의 온도를, 예컨대 광섬유로 용융 금속의 온도를, 측정하는 방법, 디바이스 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 용강(溶鋼) 제조용 전기 아크로(EAF) 프로세스는 하기의 작업, 즉 금속 부재의 노 장입(裝入), 용융, 제련, 슬래그 제거, 출강(出鋼) 및 노 정기보수로 구성된 बै치(batch) 프로세스이다. 히트라 하는 강의 각 बै치는 출탕이라 하는 프로세스에서 용융로에서부터 제거되므로, 강 제조의 주기적인 बै치 속도에 대한 기준은 일반적으로 출강-출강 시간(tap-to-tap time)이라 칭해지는 단위 시간이다. 현대의 EAF 작업은 60분 미만의 출강-출강 사이클을 목표로 하고, 더 나아가 35~45분 정도의 출강-출강 사이클을 목표로 한다.

[0003] 출강-출강 시간을 가능한 빨라지게 하는 EAF 생산성의 발전 사항들의 대부분은, 전력 입력의 증대(350~400 kWh/t의 범위) 및 노에 입력되는 대안적인 형태의 에너지(산소 랜싱, 산소-연료 버너)의 증대와 관련이 있다. 가장 진보된 EAF 작업은, 총 입력 파워의 20%~30%를 공급하는 18 Nm³/t~27 Nm³/t 정도의 추가 산소를 소모한다. 또한, 노의 운동이 빨라지게 할 수 있는 구성요소에 대한 개선에 의해, 노가 아이들 상태로 가만히 있는 시간의 양이 줄어든다. EAF 운용자의 산업적 목표는, 고정 비용을 줄이기 위해 노의 파워-온 시간을 최대화하여 생산성을 최대화하는 동시에 입력 전력으로부터 최대의 이득을 얻는 것이었다. EAF에 있어서 강의 1 히트의 생산에 소모되는 시간의 대부분은 용융의 프로세스 단계에 있다.

[0004] 용융 기간은 EAF 작업의 핵심이고, 현대의 EAF의 대부분에서는 2단 프로세스로 일어난다. 전기 에너지는 흑연 전극을 통해 공급되고, 용융 작업에서 가장 큰 기여를 하는 것이다. 강 스크랩을 용융하는 데에는, 이론적으로 최소 300 kWh/t가 필요하다. 강의 용점보다 높은 온도의 용융 금속을 제공하기 위해서는, 추가적인 에너지가 필요하다. 통상의 출강 온도 요건의 경우, 이론적인 총 필요 에너지는 대개 350 kWh/t~400 kWh/t의 범위 내에 있다. 그러나, EAF 제강의 에너지 효율은 겨우 55%~65%이고, 그 결과 전력에 의해 60%~65%가 공급되는 최신의 작업의 경우, 총 상당 입력 에너지는 대개 650 kWh/t의 범위이며, 나머지 필요량은 화석 연료의 연소와 제련 프로세스의 화학적 산화 에너지에 의해 공급된다.

- [0005] 제1 금속 장입 동안에는, 전극이 충분하게 스크랩에 천공을 행할 수 있을 때까지, 일반적으로 중간 전압 출장이 선택된다. 전극 아크와 용융 용기의 측벽과의 사이에 미용융 스크랩을 배치함으로써, 천공 이후에 롱 아크(long arc)(고전압) 출장이 사용될 수 있도록, 노의 구조가 손상으로부터 보호된다. 초기 천공 기간 동안에는 스크랩의 약 15%가 용융된다. 특수한 노즐을 통해 노벽에 부가된 화석 연료 연소는 스크랩 가열 및 균열성에 기여한다. 노 분위기가 가열되어 아크 발생이 안정화되는 경향이 있을 때, 평균 입력 파워가 증대될 수 있다. 롱 아크가 스크랩으로의 파워 전달을 극대화하여 금속의 액체 풀(liquid pool)이 노 바닥에서 형성되기 시작할 것이다. 몇몇 특정 EAF 타입의 경우, 이전 히트에서부터 "핫-힐(hot-heel)"이라 하는 소규모 풀이 그대로 남겨진 상태로, बै치 용융 프로세스를 시작하는 것이 바람직한 실무이다.
- [0006] 충분한 스크랩이 용융되어 제2 장입량을 수용하였을 때, 장입 프로세스를 반복한다. 일단 강의 용융 풀이 노 내에 생성되면, 이제 화학 에너지는 여러 소스를 통해, 예컨대 산소-연료 버너 및 산소 랜싱 등을 통해 공급된다. 용융 금속의 높이가 충분하고 방해하는 스크랩이 없으면, 산소가 욕(浴)에 직접 랜싱 주입될 수 있다.
- [0007] 최종적으로 장입된 스크랩이 완전히 용융되는 시간에 가까워지면, 노 측벽은 아크에서 나오는 고방사선에 노출될 수 있다. 그 결과, 전압을 낮춰야 하거나 혹은 전극을 감싸는 거품 형태의 슬래그가 형성된다. 이 슬래그 층은 거품을 일으키면서 1미터를 넘는 두께를 가질 수 있다. 아크는 이제 매립되어 노의 셸을 보호할 것이다. 또한, 상당량의 에너지가 슬래그에 간직될 것이고, 욕에 전달되어, 에너지 효율이 커진다. 이러한 프로세스는 강을 덮는 슬래그층에 많은 열을 일으키고, 그 결과 후술하는 이유로 프로세스 제어 계측에 대해 매우 독특하고 까다로운 환경을 야기하는 강의 온도보다 200 °C 높은 온도에 이르게 된다.
- [0008] 많은 경우에, 특히 핫-힐을 이용해 작업하는 EAF 작업에서, 히트당 출강-출강 시간을 줄임으로써, 히트 사이클 내내, 산소가 욕에 취입(吹入)될 수 있다. 이 산소는 알루미늄, 규소, 망간, 인, 탄소 및 철을 비롯한 욕 내의 여러 성분과 반응할 것이다. 이러한 반응은 모두 발열 반응이고(즉, 열을 발생시키고), 스크랩의 용융을 돕는 에너지를 제공할 것이다. 형성된 금속 산화물은 결국에는 슬래그 내에 머무를 것이다.
- [0009] 최종적으로 장입된 스크랩과 원료가 실질적으로 용융되었을 때, 욕의 표면이 고른 상황에 이르게 된다. 이때, 욕의 온도와 화학 분석 샘플을 취하여, 산소 제련 기간의 근사치를 결정하고 출강까지의 잔여 파워-온 시간을 계산할 것이다.
- [0010] 가용 원료, 노의 디자인, 지역별 작업 실무 및 지역별 생산 경제에 따라 달라질 수 있는 특수한 지역별 처리 단계에 상관없이, 출강-출강 시간을 최소화하고 고체 스크랩 및 슬래그 부재를 적절한 화학 조성 및 출강에 바람직한 온도의 용강 및 슬래그로 전환하는 동안에 에너지 효율을 향상시키기 위해, 노에 대한 에너지 입력의 여러 형태가 다양한 전략으로 이용될 수 있다는 점은 분명하다.
- [0011] 다른 제강 프로세스와 마찬가지로, EAF의 출강-출강 생산 프로세스는, 에너지 출력 및 히트 출력을 고려하여 프로세스 종점을 예측하기 위해, 원료의 양과 품질을 고려하는 수학적 모델에 의해 가이드된다. 이러한 변수의 리스트를 EP 0747492에서 확인할 수 있다. EAF 성능을 제어 및 예측하는 데 사용되는 여러 프로세스 모델이 당 업계에 잘 알려져 있다. 고로(高爐)에서 전로(轉爐)에 이르는 대표적인 제강 프로세스와 비교해 보면, EAF 프로세스에 사용된 원료의 변동량이 훨씬 크고, 이에 걸맞은 상수 조정이 요구된다. 프로세스를 정정하고 가이드하는 데 필요한 상기 모델에 대한 여러 입력 정보 중 하나가 용융 금속의 온도이다.
- [0012] 최적의 그리고 최근의 용융 금속 온도 정보를 EAF 운용자에게 제공하는 것은, 이하의 요건을 충족시켜야 한다:
- [0013] - 벌크 금속을 나타내는 정확한 온도,
- [0014] - 노의 기울기와는 관련이 없는 고정된 침지 깊이,
- [0015] - 연속적으로 혹은 거의 연속적으로 이용 가능,
- [0016] - 침지 깊이 조정을 위한 욕 레벨 결정.
- [0017] 통상적으로, 용융 금속의 온도 측정은 US 2993944호에 기재된 바와 같은 잘 알려진 일회용 열전쌍을 이용하여 행해진다. 이러한 열전쌍은, 열전쌍의 신호를 적절한 계측 장비에 전달하도록 되어 있는 전기 배선 및 접속부를 갖는 강철 막대를 이용하여 조작자에 의해 수동으로 침지될 수 있다. 추가적으로, www.more-oxy.com에서 공개적으로 입수 가능하거나 혹은 MPT International 4/2000, pp.84에 기재된 Metzen et al.의 문헌에 기재되어 있는 바와 같이 열전쌍을 침지하는 데, 이제 다수의 자동 열전쌍 침지용 기계 시스템이 이용된다.
- [0018] 용융 금속의 풀이 일단 형성되면, 욕의 온도는 서서히 증가된다. 소정의 입력 에너지의 경우, 용융되지 않은

스크랩의 함유량이 클수록, 온도 상승률은 낮아질 것이다. 모든 스크랩이 용융되면, 프로세스의 끝을 향해 가면서 욕의 온도는 분당 35℃~70℃ 정도로 매우 빠르게 상승할 것이다. 최적의 프로세스 종료, 즉 금속이 출강 준비가 되는 시간을 예측하기 위해, 프로세스 제어 모델은, 여러 입력 에너지를 정지시키기에 가장 좋은 순간을 정확하게 예측할 수 있을 정도로 정확하고 충분히 높은 빈도의 측정값인 온도 정보를 가질 필요가 있다. 로봇식 침지 장치를 이용하는 측정 프로세스는, 그 일반적인 설명이 US 2011/0038391호 및 US 7767137호에 나와 있는 액세스 해치(통상적으로는 슬래그 도어)가 일회용 열전쌍을 지지하는 기계식 아암의 삽입을 허용하도록 개방되어 있는 것을 필요로 한다. 최근의 작업에서는, 상기 도어가 또한, 침지 랜스의 조종기와 유사한 조종기를 이용하여 배치되는 산소-연료 버너 및 산소 랜스가 노에 접근하는 데 사용된다. 보다 최근에는, US 6749661호에 기재된 바와 같이 노의 쉘의 주변 둘레에 복수 개의 버너용 포트가 또한 추가적으로 마련될 수 있다.

[0019] 프로세스에서의 온도 속도를 취득할 목적으로 슬래그 도어를 개방하면, 다량의 공기가 노에 들어갈 수 있게 된다. 이러한 개방의 결과로, 국소 영역이 냉각되고 질소가 공급된다. 아크 발생 동안에, 질소는 NOx로 바뀌는데, 이 NOx는 EAF 프로세스의 바람직하지 못한 배출물이다. 이러한 개방을 통해 노에서 슬래그를 제거할 필요가 있는 경우, 역시 상기 개방을 이용하여 온도를 재는 로봇식 침지 설비를 사용하면, 반복되는 온도 측정이 요구되는 기간 동안에, 노가 불필요한 질소 침입 및 의도하지 않은 슬래그 제거에 노출된다.

[0020] 금속 제련 프로세스의 말기 동안에 빠르게 온도가 상승함으로써, 최상의 환경하에 있는 프로세스 제어 모델에 대한 갱신 시간이 최근의 고출력 노의 동향을 따를 수 없다. 이상적으로는, 제련의 말기 동안의 신속한 온도 업데이트와, 출강을 앞둔 막바지 동안의 연속적인 온도 정보가, 모델 예측 정확도 및 종점 결정에 관하여 최적의 조합을 제공한다. 통상적인 로봇 시스템의 경우 실제 테스트-테스트 시간이 1분이라는 점에 의해, 이러한 동적 프로세스의 스팟 측정의 유용성이 제한을 받는다. 종래의 일회용 열전쌍 및 로봇식 침지 설비는, 프로세스 모델이 정확한 종점 결정에 사용되는 경우 프로세스 모델의 예측 성공을 결국에는 감소시키는 낮은 샘플링 빈도 뿐만 아니라 여러 추가적인 제한 사항으로 인해 문제가 있다.

[0021] 용융 및 제련 프로세스 동안에, 욕은 온도 구배를 갖는 반면에, 욕의 표면은 벌크 용융 금속의 온도보다 상당히 높은 온도를 가질 것이다. 금속의 고온 스팟과 저온 스팟은 노 내부 전체에 걸쳐 위치하여, 노 내부의 균질화를 돕기 위해서는 특수한 버너 및 지향성 화석 연료 히터를 사용할 필요가 있게 된다. EP 1857760호에 나타내어진 바와 같이, 통상적인 로봇식 침지 설비는 대규모 액세스를 필요로 하기 때문에, 슬래그 도어에 있어서 일회용 열전쌍의 침지가 통상적으로 이루어지는 영역에 하나의 저온 스팟이 존재한다. EAF는, US 2886617호에 기재된 바와 같이, 욕을 더 균질화하고 노에서 슬래그를 제거하며 출강을 행하기 위해, 노를 "요동"시키는, 즉 노의 횡방향 자세를 전후로 기울이는 능력을 갖는다.

[0022] 거의 모든 로봇식 침지 디바이스는 상기한 슬래그 도어의 영역에 장착되고 오퍼레이팅 플로어에 장착되며, 이에 따라 기울어진 노의 각도까지 기울어지지 않는다. 이 때문에, 조작자가 항상 그리고 어떠한 상황하에서도 일회용 열전쌍을 욕 안에 배치할 수 있는 것은 아니다. 또한, 열전쌍의 침지 깊이는 로봇식 디바이스의 기계식 아암의 관절과 관련되어 있고, 이에 따라, 노의 기울기 각도로 인한 욕의 레벨 변화에 맞춰, 열전쌍의 침지 깊이를 쉽게 조정할 수는 없다. EAF 프로세스의 작업 모델링을 목적으로 벌크 온도를 반영한 위치에서 반복적으로 측정하는 것이 중요하지만, 수동 랜스 또는 자동 랜스를 이용하여 얻은 실제 온도 측정에서는, 침지 랜스의 위치가 노의 요동 및 실제 욕 레벨에 맞춰 조정되지 않고 온도의 정확도에 기여하는 위치에 있지 않는 동안에는 이용할 수 없는 안정적인 침지 깊이를 향해 가는데 어려움을 보인다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명은, EAF의 측벽을 통해 20초 미만의 온도-온도 측정 빈도로 예측 가능한 용융 금속 깊이까지 온도 디바이스를 삽입할 수 있는 침지 설비와, 용융 금속에 침지되는 소모성 광섬유를 이용하여 야금 용기에서 온도를 측정한다. 필요에 따라 1회 또는 연거푸 샘플링할 수 있어, 프로세스 동안의 핵심 시간에서의 EAF 작업에 대한 수학적 예측 모델을 갱신할 수 있는 측정 전략이, 거의 연속적인 온도 데이터를 적은 비용으로 제공하는 연속 측정 능력을 갖게 될 수 있다.

[0024] 영구적인 광도파로를 이용하여 방사선을 광검출기를 향해 포커싱하며 다양한 제강 용기에 설치되는 종래의 온도 측정 디바이스가 다수 존재한다. 이러한 종래의 예를 JP-A-61-91529, JP-A-62-52423, US 4468771, US 5064295, US 6172367, US 6923573, WO 98/46971 및 WO 02/48661에서 확인할 수 있다. 이러한 종래 기술의 공통점은, 광도파로가 영구적이고, 손상으로부터의 보호 필요성 때문에 복잡한 설비를 이용한다는 것이다. 이러

한 보호 수단으로는, 어셈블리를 냉각시키거나 또는 광학 요소와 물리적으로 접촉하는 금속을 없애기 위한 가스 퍼징과, 제강 용기의 라이닝에 의해 약간 침식될 수 있거나 혹은 상대적으로 영구적인 보호 외피층, 그리고 정확한 온도를 결정하기 위해 복잡하게 만든 광과장 및 휘도의 방사를 정정이 있다.

[0025] JP-A-08-15040에는 소모성 광섬유를 액체 금속에 넣는 방법이 개시되어 있다. 예컨대 JP-A-62-19727에 개시된 바와 같은 소모성 광섬유는, 용융 금속에 예측 가능한 깊이로 침지되었을 때, 용융 금속으로부터 방사된 방사광을 흑체 조건에서 수광하여, 이 방사선의 휘도를, 침지된 소모성 광섬유의 반대편 단부에 장착된 광전 변환 소자를 이용하여, 용융 금속의 온도를 결정하는 데 사용할 수 있다. P. Clymans의 "Applications of an immersion-type optical fiber pyrometer"에 간결하고 상세히 나와 있는 종래 기술의 과학적 원리는, 광섬유를 흑체 조건을 달성하는 깊이로 침지하여야 한다는 것이다. 소모성 광섬유와 긴 코일형 재료를 소정 깊이까지 급송하는 데 필요한 설비를 이용한 용융 금속의 연속 측정이, 당업계에, 예컨대 EP 0806640 및 JP-B-3267122에 잘 알려져 있다. 소모성 광섬유를 고온의 금속에 침지하는 가혹한 산업 환경에서, 또는 슬래그로 덮여 있는 금속이 존재하는 조건에서, 측정이 이루어져야 하는 기간 동안에 소정 깊이를 유지하는 것은, 광섬유의 온도가 상승함에 따라, 광섬유 고유의 취약성으로 인해 곤란해지는 것으로 판명되었다. 예컨대 가스 냉각(JP-A-2000-186961), 금속으로 덮인 섬유 위에 복합 재료의 층을 추가적으로 형성하는 것(EP 655613), 절연 피복 형성(JP-A-06-058816), 또는 추가적인 금속 커버(US 5163321 및 JP-B-3351120) 등의 추가적인 보호물로, 이미 금속으로 덮인 섬유를 보호해야 할 필요가 있게 되었다.

[0026] 고온에서의 사용을 위한 상기한 개선 방안은, 연속적으로 온도를 관독하기 위해서는 소모성 섬유 어셈블리의 비용이 급격히 증대된다는 단점을 갖는다. EAF에서 고온을 측정할 때 당면하게 되는 조건과 정확히 일치하지는 않지만, JP-B-3351120은 광섬유의 소모 속도를 이해하는 데 유용하다. 상기 개시된 예에서는, 광섬유를 코일로부터 급송하는 데 매우 복잡한 기계 장치를 사용하는 방안이 이용된다. 코일은, 금속으로 피복되어 있고 추가적으로 3 mm 두께의 스테인리스강 배관으로 더 덮여 있는 광섬유로 구성된다. 고로의 출강 흐름에서 연속적으로 철의 온도를 측정하는 경우 온도의 정확성 개선을 위해 권장되는 상기 개시된 계산 결과는 놀랍게도 500 mm/s이다. 광섬유와 이를 에워싸는 스테인리스강 외부 관은 상기한 권장 급송율로 소모하면 많은 비용이 든다.

[0027] 연속 온도 측정의 실제적인 경제성은, 연속적인 정보의 이익을 여전히 얻으면서, 가능한 최소량의 섬유를 소모하는 것에 좌우된다. 광섬유를 섬유의 노출량을 최저로 하여 측정 지점까지 옮기는 것이 US 5585914와 JP-A-2000-186961에 기재되어 있는데, 이들 특허문헌에서는 노의 벽에 장착될 수 있고 가스의 주입이 이루어지는 영구적인 노즐을 통해 단 하나의 금속 피복 섬유가 공급된다. 상기한 디바이스들은 상기 섬유를 측정 지점까지 연속적으로 이송할 수 있지만, 마힘 및 지속적인 유지 보수로 인해 부담이 된다. 급송 모드의 단계에서, 섬유가 노즐에 용접되는 것을 방지하기 위해서는 진동이 요구된다. 불충분한 가스 압력으로 인해 포트가 막히거나 폐쇄되면, 노즐을 수리할 때까지는, 복원될 가능성이 없으므로, 측정을 종료한다. EP 0802401은, 섬유가 노즐을 통과하지 못하게 하는 어느 문제라도 해결하는 톨 세트를 제공하며 이동형 캐리지 상에 배치되어 있는 일련의 펀치 로드 및 안내관으로, 노의 막힌 개구의 문제를 해결한다. 그러나, 이는 측정 데이터를 얻을 수 없는 폐쇄된 액세스 포트를 뚫는 전략이다. 일단 이러한 포트들이 막히면, 온도 데이터를 얻을 수 없고, 이는 제강 프로세스에서 위태로운 시간일 수 있다.

[0028] 측정 비용과 침지 설비의 복잡도를 더 증대시킨다고 하는 연속적으로 공급되는 광섬유의 경우, 추가적인 문제가 발생한다. 침지식 광섬유는, 열과 오염으로부터 보호되거나 혹은 그 분해 속도보다 빠른 속도로 새것으로 교체된다고 한다면, 단지 광학적 품질을 유지하여, 정확한 온도를 회수한다. 욱 온도의 광신호는 용강에 침지된 부분이 흑체 조건에 있을 때 정확하게 얻어진다. 그러나, 침지되지 않은 나머지 윗부분은 완전하게 광을 안내하는 상태를 유지하여야 한다. 고온에서는, 광섬유의 실투(失透) 현상이 발생하여, 광의 투과율이 저하되며, 휘도의 저하에 따라 온도의 오차가 증대된다. JP-A-09-304185와 US 7891867에는, 새로운 광섬유 표면이 항상 이용 가능하다는 것을 보장하도록 섬유의 소모 속도가 실투율보다 커야만 하는 급송을 방법이 개시되어 있다. 간단한 실험실의 시험은, 광신호가 매우 짧은 기간 동안, 즉 1580℃ 미만의 온도에서는 약 1.0s 동안, 1700℃에 침지된 경우에는 단지 0.1s 동안, 안정된 상태로 유지된다는 것을 보여준다. 저온 금속에 대해서는 해결책이 되지만, 고온 시험에서 광섬유 급송 속도가 실투율보다 큰 속도이면, 단순히 금속으로 덮인 광섬유의 경우 많은 비용이 든다. EAF의 가혹한 조건에서 고온을 측정하는 경우, 종래 기술에 개시된 추가 보호 방법도 또한 광섬유와 같은 속도로 소모된다. 상기 고온 측정은, 앞서 언급한 이중으로 덮인 광섬유의 경우 엄두도 못낼 만큼 많은 비용이 든다.

[0029] 본 발명은, 연속 측정을 행하기보다는 스왑 측정을 행하기를 선호하는 종래의 교시 내용으로부터 벗어나 있다. 가혹한 환경에 침지된 광섬유와 관련된 문제를 해결하면서 EAF 용융 프로세스의 수학적 모델의 갱신 요구를 충

측시할 수 있을 정도로 충분히 높은 샘플링 빈도로 사용되기에 적합한 저비용 온도 측정 방안을 발명한다. 본 발명은 생산물의 근사 연속 온도 측정법으로서, 광섬유를 슬래그로 덮인 용융 금속에 슬래그와 맨 먼저 접촉하지 않게 침지하는 단계와, 측정 기간 동안에 급송을 제어함으로써 소정의 침지 깊이를 유지하는 단계와, EAF 내부의 고열 분위기에서 비침지부의 실투를 방지하는 단계와, 측정 이후에 미사용 섬유를 내보내고 재권취하는 단계와, 재권취시에 욱 레벨을 측정하는 단계를 포함하는 근사 연속 온도 측정법과, 상기 측정 프로세스를 반복하면서 항상 초기 시작 조건을 재현하는 침지 설비를 제공한다.

[0030] 본 발명은 상기한 문제를 해결하여 공지의 방법 및 디바이스를 개선한다. 최적의 그리고 최근의 용융 금속 온도 정보를 EAF 운용자에게 제공하는 것은, 이하의 요건을 충족시켜야 한다:

- [0031] - 벌크 금속을 나타내는 정확한 온도,
- [0032] - 노의 기울기와는 관련이 없는 고정된 침지 깊이,
- [0033] - 연속적으로 혹은 거의 연속적으로 이용 가능,
- [0034] - 침지 깊이 조정을 위한 욱 레벨 결정.

과제의 해결 수단

[0035] 용융물, 특히 용융 금속의 온도를 광섬유로 측정하는 방법은, 광섬유를 일회용 안내관을 통해 용융물에 넣고, 각각 급송 속도를 갖는 광섬유와 일회용 안내관의 침지 단부 양자 모두를 용융물에 침지하며, 상기 급송 속도는 서로 독립적인 것을 특징으로 한다. 바람직하게는, 침지의 제1 단계에서는, 일회용 안내관과 광섬유를 용융물에 넣고, 침지의 제2 단계에서는, 광섬유를 일회용 안내관보다 빠른 속도로 용융물에 더 깊게 침지한다. 일회용 안내관의 침지 단부가 용융물에 침지된 후 제2 단계가 시작되는 것이 바람직하다. 또한, 침지의 제3 단계에서는, 광섬유를 정지시키거나 또는 용융물로부터 빼내는 것이 바람직하다. 제3 단계 이후에, 일회용 외부 안내관을 용융물을 향해 토출하는 것이 유익하다.

[0036] 본 발명의 바람직한 실시형태에서, 일회용 안내관 및/또는 광섬유의 속도는 침지 동안에 변화한다. 또한, 광섬유와 일회용 안내관은 동일하지 않은 속도로 이동되는 것이 바람직하다. 용융물의 온도 뿐만 아니라 상면의 위치도 측정하는 것이 유익하다.

[0037] 용융물, 특히 용융 금속의 온도를 측정하는 본 발명의 디바이스는, 광섬유와, 침지 단부 및 이 침지 단부의 반대측에 있는 제2 단부를 갖는 일회용 안내관을 포함하고, 광섬유가 일회용 안내관 내에 부분적으로 배치되며, 상기 일회용 안내관의 내경이 상기 광섬유의 외경보다 크고, 상기 일회용 안내관의 제2 단부에 또는 상기 일회용 안내관 내에 탄성 플러그가 배치되며, 상기 광섬유는 상기 탄성 플러그를 통해 급송되고, 상기 탄성 플러그는 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관 사이의 간극을 감소시키는 것을 특징으로 한다. 상기 간극의 면적은 바람직하게는 2 mm² 미만으로, 더 바람직하게는 1 mm² 미만으로 감소된다.

[0038] 본 발명은 또한 용융물, 특히 용융 금속의 온도를 광섬유로 측정하는 장치에 관한 것으로, 이 장치는, 전술한 바와 같이 광섬유와, 침지 단부 및 이 침지 단부의 반대측에 있는 제2 단부를 갖는 일회용 안내관을 구비하고, 광섬유가 일회용 안내관 내에 부분적으로 배치되며, 상기 일회용 안내관의 내경이 상기 광섬유의 외경보다 크고, 상기 일회용 안내관의 제2 단부에 또는 상기 일회용 안내관 내에 탄성 플러그가 배치되며, 상기 광섬유는 상기 탄성 플러그를 통해 급송되고, 상기 탄성 플러그는 상기 광섬유와 상기 일회용 안내관 사이의 간극을 감소시키는 것을 특징으로 하는 디바이스를 포함하며, 섬유 코일과 상기 광섬유 및 상기 일회용 안내관을 급송하는 급송 기구를 더 포함하고, 상기 급송 기구는, 적어도 2개의 독립형 급송 모터, 즉 광섬유 급송용 급송 모터와, 일회용 안내관 급송용 급송 모터를 구비하는 것이다. 상기 장치는, 상기 급송 모터 각각에 개별 속도 제어부가 갖춰진 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0039] 또한, 본 발명은 전술한 내용에 의해 정해진 방법에 전술한 장치를 사용하는 방법에 관한 것이다.

[0040] 본 발명은 EAF에서의 제강의 최종 처리 단계를 제어하는 데 필요한 온도 측정값을 얻는 데 이용된다. 이러한 목적에 유용하려면, 상기 디바이스는:

- [0041] · 프로세스 모델을 정확하게 갱신하고 출강에 대한 정보를 운용자에게 제공하는 샘플링 빈도로 정확한 온도 측정값을 제공해야 하고
- [0042] · 중간 측정이 최저 비용을 제공하며

- [0043] · 금속 측정 위치가 금속 온도를 나타내야 한다.
- [0044] 이는 이하의 구성요소를 포함하는 디바이스에 의해 달성된다:
- [0045] 하기의 특성을 가지며 계측 장비에 항상 접속되어 있는 연속 온도 측정 요소, 즉 섬유
- [0046] · 항상 이용 가능함
- [0047] · 접속 준비로 인한 이용 가능성의 손실이 없음
- [0048] · 빠른 응답 시간-금속 및 슬래그에서의 짧은 접촉 시간
- [0049] · 저비용
- [0050] 하기의 특성을 갖는 외부 금속관
- [0051] · 욕을 향해 빠르게 가속하는 동안에 섬유를 지지-금속으로부터 멀어지게 구부러지는 것을 방지
- [0052] · 섬유가 금속에 진입하는 것을 보장-슬래그를 향해 상방으로 휘는 것을 방지
- [0053] · 섬유가 액체 슬래그에 접촉하지 못하게 함-오염 방지
- [0054] · 섬유의 비침지부를 저온으로 유지-실투 방지
- [0055] · 인출한 광섬유의 직진도를 유지시키는 가이드임-섬유를 다음 사용을 위해 준비시킴
- [0056] · 일회용임-매번 새로운 직선 부재를 사용-확실한 치수
- [0057] 하기의 특성을 갖는 가스 플러그
- [0058] · 관을 폐쇄-관 내에 배압 형성 허용
- [0059] · 이상적이지 않은 섬유 단부를 수용하도록 유연함
- [0060] 하기의 특성을 갖는 기계를 이용하여 광섬유를 충분히 긴 길이에 걸쳐 강욕(鋼浴)에 침지:
- [0061] · EAF 측벽에 장착
- [0062] · 바람직한 20s의 사이클 시간을 가짐
- [0063] · 섬유의 단부의 위치를 항상 모니터링-직접 및 간접적으로 인코더 및 유도형 위치 디바이스를 사용
- [0064] · 외부 관과 가스 플러그를 교체하며, 섬유를 외부 관과 가스 플러그 내부에 이들 모두를 통과하게 배치
- [0065] · 사용한 외부 관과 가스 플러그를 EAF를 향해 토출하면서 미사용 섬유를 재권취
- [0066] · 거의 즉각적으로 감속이 이루어지는 +2000 mm/s의 급송 가능
- [0067] · 섬유와 외부 관을 EAF에 서로 차이가 나는 속도로 삽입
- [0068] · 가역적이고 독립적인 구동 능력(서로 반대 방향으로 이동)
- [0069] · 섬유를 풀고 다시 감기 위한 모멘텀 보정 액추에이터
- [0070] · 온도와 욕 레벨 검출용 원격 계측 설비
- [0071] US 5585914에서는, 간헐적으로 광섬유를 급송하여 간헐적으로 온도를 제공하는 것을 인정하고 있다. 야금 프로세스를 안내하기에 충분할 정도로 요구에 따라 온도를 입수 가능한 경우, 연속적인 온도에 대한 요건은 상기 데이터에 대한 기술적 필요성의 지지를 받지 못하게 된다.
- [0072] 앞서 개시한 내용에서는, LD 프로세스의 경우, 10s 동안 10 mm/s로 급송하고 20s의 오프 시간을 갖는 것이 충분한 것으로 기재되어 있다. 상기 오프 시간 동안에는, 외부 재킷이 노즐에 용접되는 것을 방지하기 위해, 섬유를 진동시켜야 한다. 급송 시간과 대기 시간 동안에는, 외부 섬유 재킷의 OD에 의해 직경이 1.8 mm 내지 4.2 mm가 되도록 고정되어 있는 노즐을 통해 가스가 퍼진다. 일련의 고무 플러그에 의해 수용되어 있고 오일이 공급된 하우징에 수용되어 있는 퍼징 가스가 상기 노즐을 통해 흐른다.
- [0073] 또한, EP 0802401에서는, 광섬유의 연장부(미침지부)를 보호하기 위한, 가스가 퍼진 안내관 또는 "확장 수단"을 통해 급송되는 광섬유를 이용하여, 2s~3s의 기간에 요구에 따라 온도를 판독한다. 상기한 외부 관은 양

자 모두 비소모성이다. 침지 기계는 광섬유의 실투부를 절단하는 능력이 있어, 4~5회의 침지마다 새로운 표면이 드러내어진다.

[0074] JP-B-3351120에는, 금속으로 덮인 광섬유가 추가적인 소모성 외부 금속관을 이용해 연속적으로 급송되고, 상기 광섬유와 외부 금속관은 모두 동시에 금속에 놓여지는 것이 개시되어 있다. 급송 기계도 또한 기재되어 있다. JP-B-3351120의 소모성 보호관은, 섬유와 일체를 이루는 부분이라면, 섬유의 외측에 연속적으로 존재하였다. 본 발명은 광섬유와는 분리되어 있는 별개인 일회용 외부 관을 이용한다. 섬유를 급송하지 않으면 JP-B-3351120의 외부 금속관을 급송할 수 없다. 본 발명에서는, 추가적인 외부 금속관과 광섬유가 분리되어 있는 것이 분명하다. 또한 다른 문제들에 대한 해결 방안을 제공한다. EP 802401에서는 섬유의 침지를 돕는 데 확장관 또는 안내관이 필요하다는 것을 인정하고 있지만, 상기 안내관은 금속 표면까지 완전히 연장되는 것은 아니다. 상기 안내관은 침지할 수 없고 사용 후 버릴 수 없으며, 이 때문에 광섬유는 결코 완전하게 안전하지 않다.

[0075] 실제로, 안내관을 노즐과 동일한 것으로 취급할 수 있고, 이 안내관과 노즐은 양자 모두 막힘의 문제가 있다. 실제로, 상기한 노즐과 안내관은 모두, 재료의 침입으로 그 개구가 막히는 것을 막기 위한 추가적인 기구를 갖는다. 종래 기술에서는, 섬유가 급송되는 노즐에 슬래그/강이 진입하는 것을 방지하는 퍼지 가스의 중요성을 인정하고 있다. 상기한 노즐들은 일회용이 아니므로, 안내관과 침지 단부 사이에서 퍼지 가스를 밀봉하는 방법은, 통상적으로 오일로 영구적으로 밀봉하는 것이다.

[0076] 본 발명에서는, 일회용 가스 플러그를 구비한 일회용 외부 관이 잘 억제된 시스템을 제공한다. 이 시스템은 퍼지 가스 대신에 가스의 팽창을 이용할 수 있다. EP 802401에서는, 안내관 또는 확장관이 금속과 접촉하지 않는다. 이 안내관 또는 확장관의 개방 단부는 가열된 가스가 팽창하는 동안에 압박을 가할 수 없다. US 5585914의 영구적인 밀폐 공간에서는, 가스가 일단 팽창하면, 더이상 금속 침입으로 인해 이동되지 못한다. JP-B-3351120에서는, 외부 관과 섬유 사이의 공간은, 유한한 길이를 갖고, 가스의 압축성으로 인해, 침지 단부에서 가스를 가열 팽창시키는 데 사용될 수 없다. 외부 관을 사용 후 버릴 수 있다는 개념이 있어야만 자기(自己) 퍼징 외부 관의 독특성이 성취 가능하다. 이는 모든 종래 기술 중에서 유일무이한 것이다. 종래 기술은 연속적으로 공급되는 광섬유를 통한 연속 측정을 유지하는 것에 관한 문제를 해결 중이기 때문에 불분명하다.

[0077] 이하에서는 본 발명을 예를 들어 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0078] 도 1은 종래의 소모성 광섬유를 보여주는 도면이다.

도 2는 금속으로 덮인 광섬유의 앞 부분을 보여주는 도면이다.

도 3a는 광섬유를 침지하기 이전의 침지 디바이스를 보여주는 도면이다.

도 3b는 광섬유를 침지한 이후의 침지 디바이스를 보여주는 도면이다.

도 3c는 용융 금속 래들 또는 턴디시 등의 다양한 용융물 용기와 도 3b에 따른 침지 디바이스를 보여주는 도면이다.

도 4는 침지 중에 외부 관의 침지 단부 및 광섬유의 침지 단부의 위치를 모두 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0079] 상기 디바이스를 아래와 같이 예를 들어 설명한다. 도 1은, 통상적으로 액체 금속의 측정에 이용되며, 광섬유와, 이 광섬유를 덮는 재킷, 그리고 플라스틱 재킷의 표면을 덮는 보호 금속관을 구비하는 종래의 소모성 광섬유(10)를 보여준다. 광섬유(10)는 통상적으로 직경이 62.5 μm 인 내부 코어(11)와 직경이 125 μm 인 외부 피복(12)을 구비하고 폴리에미드 또는 유사한 재료(13)로 덮여 있는 석영 유리로 제조된 그레이디드 인덱스형 멀티 모드(graded index multimode) 섬유이다. 보호 금속관(14)은 통상적으로 외경(OD)이 1.32 mm이고 벽 두께가 0.127 mm인 스테인리스강관이다. 금속으로 덮인 광섬유가 바람직하지만, 보호 금속관(14) 및/또는 폴리에미드(13)가 단 하나의 플라스틱 재료로 대체되어 있는 추가적인 실시형태도, 본 발명으로부터 벗어난 것이 아니다.

[0080] 도 2는 금속 피복 광섬유(10)가 스폴(200)로부터 일회용 외부 안내관(40)의 반대편 침지 단부(50)에 부착된 가스 유지 탄성 플러그(30)를 통과해 급송될 때, 금속 피복 광섬유(10)의 앞 부분(10')을 보여준다. 섬유(10)와 일회용 외부 안내관(40)은 고정된 배치 구조가 아니며, 이에 따라 서로 독립적으로 이동할 수 있어, 반대편 단

부의 가스 시일(31)을 유지하면서 서로 다른 속도로 슬래그층(51)을 통과해 용융 욕(52)에 독립적으로 삽입될 수 있다. 일회용 안내관(40)은 벽 두께가 0.8 mm~1 mm인 저탄소강관인 것이 바람직하지만, 다양한 금속 재료뿐만 아니라 세라믹과 유리, 판지와 플라스틱, 또는 이들 재료의 조합에서 선택될 수 있다. 일회용 안내관(40)이 용융 욕과 반응하는 재료에서 선택되는 경우, 침지부(50)는, 텀 감소 용도로 당업계에 공지된 재료의 코팅 또는 막을 부착함으로써, 일회용 안내관(40)의 내측에서 용융 금속을 튀기지 않는 방식으로 마련되는 것이 바람직하다.

[0081] 단부가 개방된 일회용 외부 안내관(40)을 플러그(30)를 사용하지 않고서 슬래그층(51)을 통과해 강(鋼)에 침지하면, 이 관 내에 슬래그와 강이 침입하게 될 것이다. 제련 프로세스에서 생긴 용융 슬래그는, 광섬유 구조에 쉽게 흡수되는 산화철 등의 산화물의 함유량이 높다. 슬래그 및 강을 수용하고 있는 일회용 외부 안내관(40)을 통해 급송된 광섬유(10)는, 일회용 외부 안내관(40)의 개방 단부에 도달하기 전에 손상될 것이다. 길이가 2 m 이고 침지 깊이가 30 cm이며 양단부가 개방되어 있는 바람직한 일회용 외부 안내관(40)의 경우, 일회용 외부 안내관(40)의 내부에서 용융 재료가 30 cm 솟아오를 것이다. 단부가 폐쇄된 일회용 외부 안내관(40)의 경우, 약 16 cm 솟아오를 것이다. 이는, 갇힌 공기가 그 온도의 상승으로 인해 겪게 될 기체 팽창을 무시하고서 계산된 값이다. 시험 결과, 일회용 외부 안내관(40)의 내경(ID)과 광섬유(10)의 금속막의 외경(OD) 사이의 공기 간극을 감소시킴으로써, 강의 침입을 최소화할 수 있다고 나왔다. 상기 간극을 최소한도로 감소시키는 것이 매우 바람직하지만, 실제로 내경(ID)이 10 mm인 관의 경우, 상기 간극은 2 mm 미만, 바람직하게는 1 mm 미만이어야 한다. 내경(ID)이 보다 작은 관은, 갇힌 공기의 가열 속도가 더 빠르므로, 보다 큰 간극이 허용될 것이다.

[0082] 본 발명의 바람직한 특징 중 하나는, 일회용 안내관(40)에 수용된 가스의 팽창을 이용하여 용융물의 침입을 막는 것이다. 침지 단부의 반대편 단부를 유효하게 밀봉하는 소정의 밀봉 품질의 탄성 플러그(30)를 사용하는 것은, 기체가 침지 동안에 침지된 단부 밖으로 기포를 일으키며 나와서, 일회용 안내관(40)을 청결한 상태로 유지시킨다는 것을 보증한다. 그래도, 침지 중에 일회용 안내관(40) 내에 과잉 압력을 형성하는 임의의 수단, 예컨대 최저 온도에서 증발하는 재료의 내부 코팅 등도 또한, 강의 침입을 막는다. 일회용 외부 안내관(40) 내에 정압(正壓)을 형성하는 것에 대한 중요 개념은, 광섬유(10)의 자유로운 급송을 방해할 수 있는 금속, 슬래그 또는 그 밖의 오염물이 일회용 안내관(40) 내로 솟아올라 침입하는 것을 막는 것이다.

[0083] 플러그(30)는, 이전의 침지에 기인하여 형성된 이상적이지 않은 광섬유 단부를 보정하기 위해 적절한 탄성을 지녀야 한다. 바람직한 실시형태에서, 플러그(30)는 매 일회용 외부 안내관(40)마다 교체된다. 매번 교체하는 것은 적절한 밀봉을 보증하지만, 상기 플러그(30)는 복수의 일회용 외부 안내관에 재사용될 수 있도록 구성되어 유지보수와 관련해 교체될 수 있다. 일회용 외부 안내관(40)의 말단부에 있어서 플러그(30)의 바람직한 위치는, 부착하기 편리하게 선택된다. 그러나, 플러그(30)를 침지 단부에 가까이 배치하는 것은, 한결같이 허용될 수 있고, 침지 중에 오류 없이 광섬유(10)를 침지하는 것을 돕는 우수한 과잉 압력을 달성할 것이다. 플러그(30)의 구조로 인해, 일회용 안내관(40)의 맨 끝에, 관의 단부 상에 놓이는 립(lip)이 보이게 플러그를 설치하는 것이 가능해진다. 그 밖의 형태도 가능하다. 플러그(30)의 정확한 실시형태는, 플러그의 주요 목적을 벗어나지 않으면서, 외부 관 내의 공기가 빠져나가는 것을 제한하여 내부 압력이 형성되는 것을 보증하는 위치에 배치 및 설치의 용이성을 반영하여야 한다.

[0084] 강 관 내에 침지 중에 강 관 내로의 강의 침입은 하기의 이유로 증대된다:

[0085] - 침지 깊이의 증대

[0086] - 관 길이의 증대

[0087] - (타단부에서의) 공기 간극의 증대

[0088] - 낮은 욕 온도

[0089] - 두꺼운 벽 두께

[0090] - 강 욕에 있어서 높은 산소 함유량

[0091] 침지 디바이스가 도 3에 기재되어 있다. 급송 기계(100)는, 광섬유(10)가 플러그(30)를 통과해 일회용 외부 안내관(40)의 내부에 삽입될 수 있도록, 플러그(30)의 일회용 외부 안내관(40)에의 조립이 조정되는 방식으로, 적절히 구성되어 장착된다. 일회용 외부 안내관(40)과 광섬유(10)는 모두 적절한 액세스 패널(80)을 통해 EAF의 측벽을 통과해 약 2000 mm/s로 급송된다. 상기 패널(80)은 급송 기계(100)의 일부분이 아니다. 급송 기계(100)는 서로 독립적이며 100% 가역적으로 구동하거나 혹은 급송하는 모터(25; 45)를 구비한다. 일회용 외부

안내관(40)의 양방향의 속도가 광섬유(10)의 양방향의 속도와는 별개의 것이도록, 모터(25)는 광섬유(10)를 구동하고 모터(45)는 일회용 안내관(40)을 구동한다.

[0092] 급송 기계(100)는 일회용 외부 안내관(40)의 속도보다 느리거나, 같거나 혹은 빠른 속도로 광섬유(10)를 욕에 독립적으로 넣을 수 있다. 일회용 외부 안내관(40)의 침지 단부(50)와 광섬유(10)의 앞 부분(10')이 거의 동시에 금속의 소정의 표면에 도달하도록, 광섬유(10)를 더 빠른 속도로 급송하는 것이 바람직하다. 일단 욕의 레벨 위치에 도달하면, 일회용 외부 안내관(40)은 용융 금속(52) 내의 거의 비유동적인 위치에 이르기까지 감속된다. 광섬유(10)의 앞 부분(10')은 약 0.7s 동안 약 200 mm/s의 속도로 강(鋼) 속으로 느리게 깊이 계속 이동한다. 일회용 외부 안내관(40)과 광섬유(10)는 모두, 두 금속 표면이 용접 결합되는 것을 막아 종래 기술에 명시된 문제를 해결하도록 서로 다른 속도로 끊임없이 이동하고 있다.

[0093] 광섬유(10)의 가속 및 감속의 문제는, 일회용 외부 안내관(40)을 이동시키는 것보다 더 복잡하다. 섬유의 소모로 인해 끊임없이 코일의 중량이 변화하는 상태에서, 광섬유(10)를 끊임없이 코일 또는 스펴(20)에서 풀고 다시 감는다. 급송 기계에는, 코일 또는 스펴(20) 자체뿐만 아니라 코일에 접속된 고온계의 중량으로 인한 탄성 스프링백 효과를 막는 추가적인 메커니즘에 맞춰 조정되어야 한다. 이는, 섬유의 이동을 제어하는 데 2개의 서보 모터 또는 급송 모터(25; 45)를 사용함으로써 해결된다. 하나의 급송 모터(25)는 섬유(10)를 풀고 다시 감는 것을 담당하고, 급송 모터(25)가 매우 빠르게 가속할 수 있는 방식으로 섬유(10)를 미리 급송한다.

[0094] 소모성 광섬유(10)는, 용융 금속으로부터 방사된 방사광을 수광하며, 감겨 있는 소모성 광섬유의 반대편 단부에 장착되어 있고 관련 계측 장비와 결합되어 있는 광전 변환 소자가 상기 방사광의 휘도를 측정하여, 이를 이용해 용융 금속의 온도를 결정하도록, 방사광을 전달한다. 광섬유 코일 또는 스펴(20)과 계측 장비는 거리를 두고 위치해 있고, EAF로부터 떨어져 있지만, 제강 환경의 가혹한 조건을 견디도록 적절한 견고성을 갖는다. 광섬유(10)의 침지 단부의 위치는, 침지 사이클의 침지, 측정 및 제거의 부분에 걸쳐서 기계 장비에 의해 끊임없이 확인되고 모니터링된다. 급송 기계에는, 섬유의 통과 길이를 알아내는 위치 인코더와, 섬유 단부를 가늠하는 유도성 스위치가 갖추어져 있다.

[0095] 측정이 완료된 후, 소모성 광섬유(10)와 일회용 외부 안내관(40)은, 광섬유(10)가 욕 내에 상대적으로 더 깊이 머무르는 방식으로, 서로 다른 속도로 강으로부터 빼내어진다. 이러한 이동 중에, 소정의 위치 중에서 발췌한 광섬유(10)의 길이와 연관성이 있다면, 광의 휘도의 변화에 의해 욕-레벨을 결정할 수 있다. 이러한 측정 이후의 욕 레벨 결정은 나중에 다음 침지를 위해 사용된다. 또한, 본 발명의 방법을 벗어나지 않고서도 본 문헌에 잘 기재된 여러 기술을 이용하여, 침지 동안에 욕 레벨을 결정할 수 있는 것으로 고려된다.

[0096] 광섬유(10)가 EAF 내부에 없다면, 이 시점에서 일회용 외부 안내관(40)의 방향은 노의 내부를 향하는 방향으로 역전된다. 그 후에, 일회용 외부 안내관(40)을 노 내부로 토출하고, 배치하며, 소모한다. 다음 측정용의 광섬유(10)를 수용하도록, 새로운 일회용 외부 안내관(40)과 가스 플러그(30)가 배치된다. 제거 중에 잔여 광섬유(10)를 다시 감고, 시작 위치로 복귀시킨다.

[0097] 본 발명의 핵심 능력은 다음과 같다:

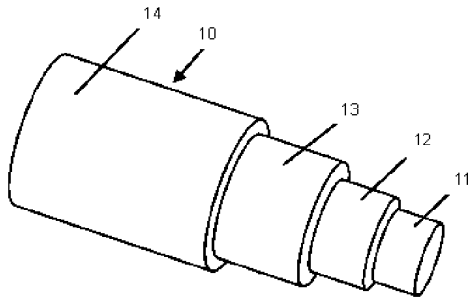
- [0098] · 섬유의 정확한 배분과 재권취
- [0099] · 섬유 단부의 검출
- [0100] · 일회용 외부 안내관의 로딩
- [0101] · 가스 플러그의 로딩 및 배치
- [0102] · 시작 위치의 섬유를 가스 플러그를 향해 안내
- [0103] · 섬유와 일회용 외부 안내관을 완전히 가역적으로 구동
- [0104] · 섬유와 일회용 외부 안내관에 대한 독립적인 속도 프로파일
- [0105] · 레벨 검출을 위해 빼내어진 섬유의 가늠
- [0106] · 욕 레벨의 경사 보정을 위해 노의 셀에 부착 가능

[0107] 상기 방법은 전체 사이클 설명의 예로서 기재되어 있다. 상기한 개념은, 운용자의 자유로운 EAF 제어로 이어질 것이다. 최선의 작업은 연달은(약 5회) 침지로 여러 온도를 취하는 것으로 구상된다. 매 침지의 시간은 약 2s 이고; 단일 히트 동안에 총 사이클 시간은 20s 미만이어야 한다.

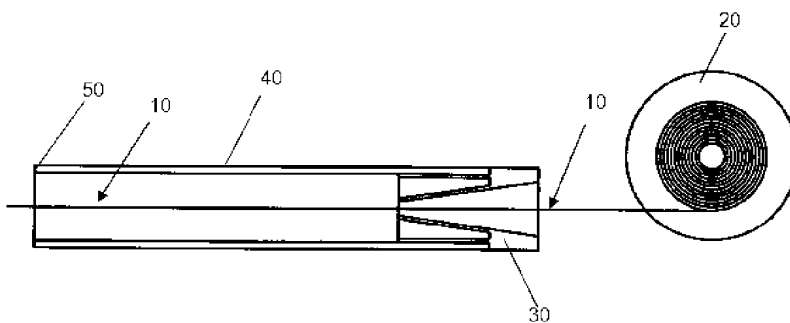
- [0108] 도 4의 개략도는, 측정 사이클의 2회의 침지 중에 일회용 외부 안내관(40)의 침지 단부(50)와 광섬유(10)의 침지 단부(10')의 위치를 모두 보여준다. 섬유의 이동에 관해서는, 섬유의 단부 위치를 추적한다.
- [0109] 관의 이동에 관해서는, 일회용 안내관(40)의 침지된 단부의 위치를 나타낸다. 일회용 외부 안내관(40)의 침지 단부(50)의 반대편에 가스 플러그(30)가 있다. 개략적인 도시를 목적으로, 일회용 외부 안내관(40)은 이미 침지 위치에 준비되어 있다. 가스 플러그(30)는 후단부에 이미 부착되어 있고, 광섬유(10)는 가스 플러그(30)의 바로 안쪽에 있다. 도시된 상대적인 치수는, 철강 공장별로 서로 다를 수 있는 실제 노의 크기에 근거하여 절대 거리가 예측된다는 것을 이해시킬 설명을 목적으로 한 것이다.
- [0110] 시간 0에서 외부 금속관 내에서의 섬유의 시작 위치 1은 용융 금속/욕-레벨 위 350 cm로 설정된다. 시간 0에서 외부 금속관의 침지 단부의 시작 위치 1은 욕-레벨 위 150 cm에 위치해 있다. 일회용 외부 안내관(40)은 거의 정지해 있는 채로 유지되어 있는 동안에, 광섬유(10)가 위치 1에서 위치 2로 급송된다. 위치 2~4를 커버하는 시간 0.8s~1.2s 사이에, 광섬유(10)와 일회용 외부 안내관(40)은 용융 슬래그(51)의 바로 위의 위치로 나아간다. 시간 1.2s, 위치 4에서, 섬유는 일회용 외부 안내관(40)보다 약간 빠르게 나아가, 슬래그(51)를 통과하고 용융 금속(52) 안으로 들어간다. 광섬유(10)가 약 200 mm/s로 전진하여 시간 1.5s, 위치 6에서 최대 침지 상태에 도달하는 동안에, 일회용 외부 안내관(40)은 느리게 이동하여 침지된다. 광섬유(10)와 일회용 외부 안내관(40) 모두 0.1s 내에 꺼내어진다. 광섬유(10)는 계속 빼내어지고 다시 감겨 그 로딩 위치(8)로 되돌아가고, 일회용 외부 안내관(40)의 잔해의 방향은 위치 7에서 역전되어 폐기 처리된다. 광섬유(10)는 폐기 처리된 일회용 외부 안내관(40)의 잔여 부분에 의해 여전히 보호받는다.

도면

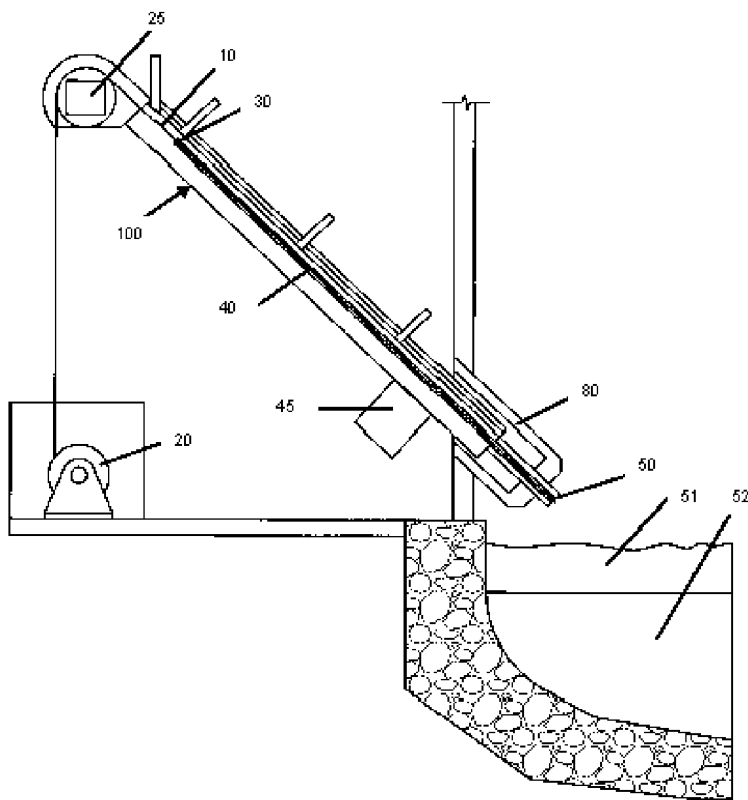
도면1



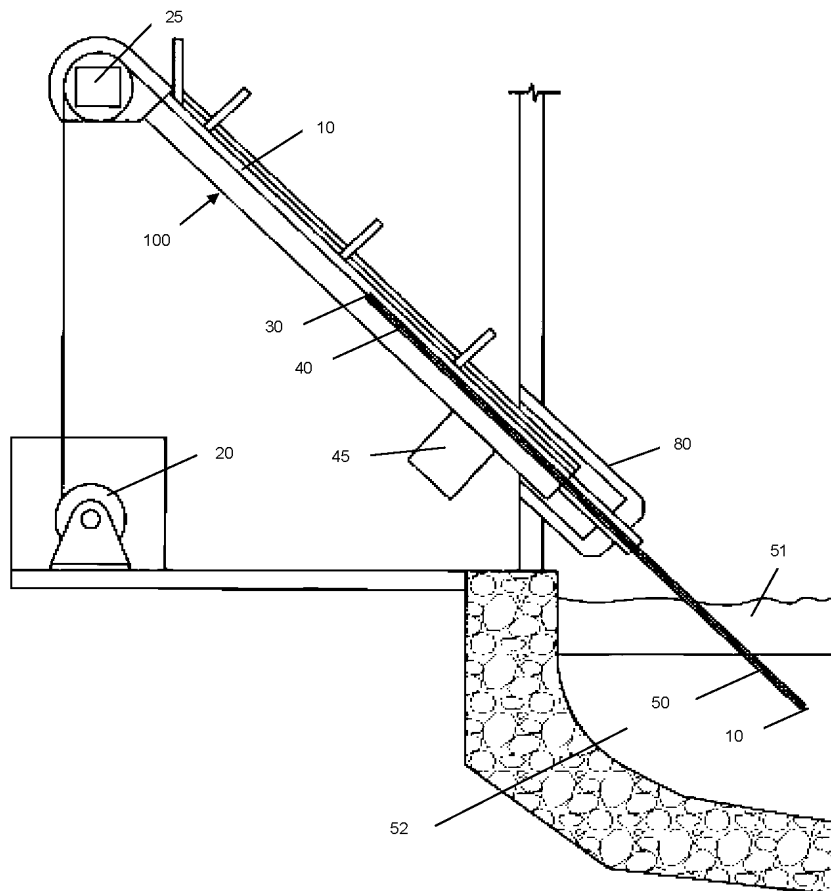
도면2



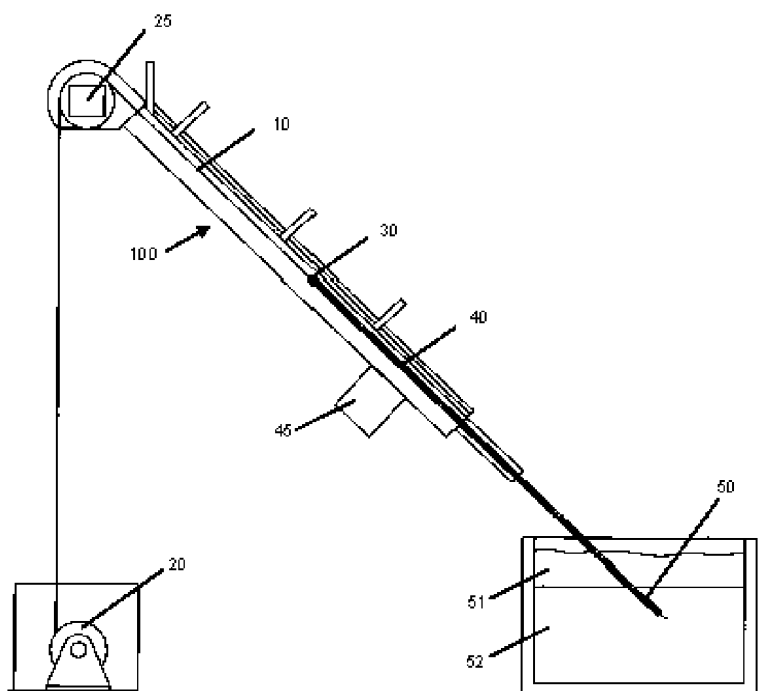
도면3a



도면3b



도면3c



도면4

