



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월07일

(11) 등록번호 10-2098419

(24) 등록일자 2020년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 11/00 (2006.01) **B22D 11/14** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7035380
 (22) 출원일자(국제) 2013년05월16일
 심사청구일자 2018년05월08일
 (85) 번역문제출일자 2014년12월16일
 (65) 공개번호 10-2015-0011835
 (43) 공개일자 2015년02월02일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2013/041457
 (87) 국제공개번호 WO 2013/173649
 국제공개일자 2013년11월21일
 (30) 우선권주장
 13/474,614 2012년05월17일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019990067299 A*
 US04593745 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
알렉스 유에스에이 인코퍼레이티드
 미국 캘리포니아주 90620 부에나 파크 아라곤 씨
 클 6925
 (72) 발명자
틸라크 라빈드라 브이
 미국 캘리포니아주 92867 오렌지 이스트 맨더빌
 플래스 3903
워츠 로드니 더블유
 미국 캘리포니아주 92630 레이크 포레스트 홀슈
 25625
스트리글 로날드 엠.
 미국 캘리포니아주 92802 애너하임 사우쓰 와일드
 스트리트 521
 (74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 19 항

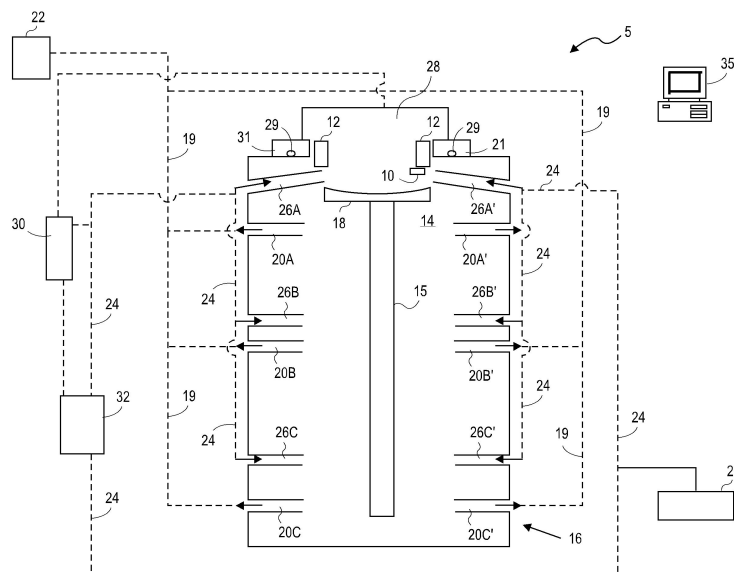
심사관 : 이정엽

(54) 발명의 명칭 **알루미늄 리튬 합금의 직접 냉각 주조에서 폭발의 가능성을 최소화하기 위한 프로세스 및 장치**

(57) 요약

스팀 배기 포트는 건조 과잉 공기의 첨가에 의해 주조 피트로부터 스팀을 신속하게 제거하기 위해 피트의 상측으로부터 하측으로 피트의 저면 사이의 다양한 위치에서 직접 냉각 주조 피트의 주변의 주위에 위치된다. 가스 도입 포트는 또한 주조 피트의 주변의 주위에 위치되고, 주조 피트의 내부에 불활성 가스를 도입하도록 구성된다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

용융 금속이 주조 주형 내에 도입되고, 상측 부분, 중간 부분 및 저면 부분을 갖는, 그리고 이동 가능한 플래튼(platen)을 포함하는 주조 피트 내에서 금속을 응고시킬 때 액체 냉각제의 충돌에 의해 냉각되는 직접 냉각 주조의 프로세스에 있어서,

블리드-아웃(bleed-out) 또는 런-아웃(run-out)의 발생을 검출하는 단계;

상기 블리드-아웃 또는 런-아웃의 발생을 검출한 후에:

상기 주조 피트로부터 발생된 가스를, 블리드-아웃 또는 런-아웃의 발생을 검출하기 전의 체적 유동 속도에 비해 증강된 체적 유동 속도로 배기시키는 단계; 및

상기 주조 피트 내에 공기의 밀도보다 낮은 밀도를 갖는 불활성 가스를 도입하는 단계를 포함하는 직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 헬륨인

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 주조 피트로부터 생성되는 가스를 배기시키는 단계는 상기 주조 피트의 상측 부분의 적어도 주변의 주위의 배기 포트의 어레이에 의해 배기시키는 단계를 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 생성되는 가스를 배기시키는 단계는 상기 주조 피트의 중간 부분 및 저면 부분의 주위의 배기 포트의 어레이에 의해 배기시키는 단계를 더 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

불활성 가스를 도입하는 단계는 상기 주조 피트의 적어도 상측 부분의 주변의 가스 도입 포트의 어레이를 통해 불활성 가스를 도입하는 단계를 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 불활성 가스를 도입하는 단계는 상기 주조 피트의 상측 부분, 중간 부분 및 저면 부분의 주변의 주위의 가스 도입 포트의 어레이를 통해 불활성 가스를 도입하는 단계를 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 주조 피트 내에 불활성 가스를 도입하는 단계는 블리드-아웃의 검출 후 최대 15초 내에 개시되는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

생성되는 가스의 배기 단계는 상기 주조 주형으로부터 적어도 20미터의 위치에 배기시키는 단계를 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

불활성 가스를 도입하는 단계는 블리드-아웃 또는 런-아웃을 검출하기 전의 액체 냉각제를 위해 선택되는 체적 유동 속도와 동등한 유동 속도로 주조되는 금속 상에 상기 불활성 가스를 충돌시키는 단계를 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

가스 정화 시스템을 통해 불활성 가스를 정화시키는 단계를 더 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 블리드-아웃 또는 런-아웃을 검출하는 단계 후,

상기 프로세스는,

상기 주조 주형 내에 금속을 도입을 중단하는 단계; 및

상기 액체 냉각제의 임의의 유동을 중단하는 단계를 더 포함하는

직접 냉각 주조 프로세스.

청구항 13

장치에 있어서,

상측 부분, 중간 부분 및 저면 부분을 갖는 주조 피트;

상기 주조 피트의 상측 부분에 위치되는 주형;

용융 금속이 상기 주형을 통과할 때 상기 용융 금속을 냉각시키기 위한 냉각제를 도입하기 위한 메커니즘;

상기 용융 금속이 상기 주형 내에서 응고될 때 상기 용융 금속을 지지하는 하방으로 이동하는 플레이트;

블리드-아웃의 발생을 검출하기 위한 용융 금속 검출기;

상기 구조 피트의 적어도 상측 주변의 주위의 배기 포트의 어레이;

상기 구조 피트의 적어도 상측 주변의 주위의 불활성 가스 도입 포트의 어레이; 및

상기 용융 금속 검출기로부터의 신호에 응답하여, 배기 시스템이 생성되는 가스를 블리드-아웃 또는 런-아웃의 발생을 검출하기 전의 체적 유동 속도에 비해 증강된 체적 유동 속도로 배기시키도록 초래하고, 상기 불활성 가스 도입 포트의 어레이를 통해 공기의 밀도보다 작은 밀도를 갖는 불활성 가스를 도입하는 것을 초래하는 기계-판독가능 명령을 포함하는 제어기를 포함하는

장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 배기 포트의 어레이는 상기 구조 피트의 중간 부분의 주변의 배기 포트의 어레이 및 상기 구조 피트의 저면 부분의 주변의 주위의 배기 포트의 어레이 중 적어도 하나를 더 포함하는

장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 불활성 가스 도입 포트의 어레이는 상기 구조 피트의 중간 부분의 주위의 불활성 가스 도입 포트의 어레이 및 상기 구조 피트의 저면 부분의 주위의 불활성 가스 도입 포트 중 적어도 하나를 더 포함하는

장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 용융 금속 검출기로부터의 신호에 응답하여, 상기 기계-판독가능 명령은 추가로:

냉각제의 유동의 정지 또는 우회를 초래하고; 또한

상기 플레튼의 하향 이동의 감속 또는 정지를 초래하는

장치.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 구조 피트의 상측 부분에, 상기 구조 피트로부터 배출되는 불활성 가스를 수집하기 위한, 스팀 및 증기의 제거에 의해 상기 불활성 가스를 정화시키는, 그리고 상기 구조 피트에 상기 불활성 가스를 재순환시키는 분위기 정화 시스템을 더 포함하는

장치.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 배기 포트의 어레이는,

상기 주형의 하측으로 0.3 내지 0.5미터에 위치되는 제 1 어레이;

상기 주형으로부터 1.5 내지 2.0미터에 위치되는 제 2 어레이; 및

상기 구조 피트의 저면에 위치되는 제 3 어레이를 포함하는

장치.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 배기 포트를 통해 상기 주조 피트로부터 생성되는 가스를 연속적으로 제거하기 위한 메커니즘; 및

상기 주조 피트의 상측 부분으로부터 수증기 및 임의의 다른 가스를 흡인하고, 이와 같은 혼합물로부터 물을 연속적으로 제거하고, 블리드-아웃이 검출되지 않을 때는 상기 주조 피트의 상측 부분으로 임의의 다른 가스를 채 순환시키고, 그러나, 블리드-아웃이 검출될 때는 상기 상측 부분으로부터 수증기 및 다른 가스를 배기시키기 위한 메커니즘을 더 포함하는

장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

수증기는 과잉량의 건조 회석 공기를 이용하여 상기 배기 포트로부터 연속적으로 배기되는

장치.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 알루미늄 리튬(Al-Li) 합금의 직접 냉각 주조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전통적인 (리튬 비함유) 알루미늄 합금은 Aluminum Company of America(현재의 Alcoa)에 의한 1938년의 직접 냉각("DC") 주조의 발명 이래 개방된 저면을 갖는 주형 내에서 반연속적으로 주조되어 왔다. 그 때 이후 이 프로세스에 대한 많은 개조 및 변경이 실행되어 왔으나, 기본적인 프로세스 및 장치는 유사하게 유지된다. 알루미늄 잉곳 주조의 당업자는 그 대체적인 기능을 유지한 상태에서의 새로운 기술혁신은 프로세스를 개선한다는 것을 이해할 것이다.

[0003] 미국 특허 제4,651,804호는 더욱 현대적인 알루미늄 주조 피트(pit) 설계를 설명한다. 이것은 지표면에 또는 지표면의 근처에 주조 주형을 구비하는 지표면보다 약간 상측에 금속 용융로를 장착하기 위한 표준 기법이 되었고, 주조 잉곳은 주조 작업이 진행됨에 따라 물을 수용하는 피트 내로 하강된다. 직접 냉각으로부터의 냉각수는 피트 내로 유입되고, 냉각수는 피트로부터 연속적으로 제거됨과 동시에 피트 내에 영구적인 깊은 물 웅덩이(pool)를 남긴다. 이러한 프로세스는 현재에도 사용되고 있고, 전 세계를 통해 이러한 방법에 의해 아마도 연간 5백만톤이 넘는 알루미늄 및 그 합금이 생산된다.

[0004] 불행하게도, 이와 같은 시스템을 사용하면 "블리드-아웃(bleed-out)" 또는 "런-아웃(run-out)"으로부터 고유의 위험이 존재한다. "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"은 주조될 알루미늄 잉곳이 주조 주형 내에서 적절히 응고되지 않고, 액체 상태인 채로 예기치 않게 조기에 주형으로부터 벗어나도록 허용되는 경우에 발생한다. "블리드-아

웃" 또는 "런-아웃" 중에 물과 접촉하는 용융 알루미늄은 (1) 212°F를 초과하는 온도로 물을 가열하는 알루미늄의 열 질량(thermal mass)으로부터 물이 스팀(steam)으로 전환되는 것로부터, 또는 (2) 폭발적 화학 반응을 유발하는 에너지의 방출을 초래하는 용융 금속과 물의 화학 반응으로부터 폭발이 유발될 수 있다.

[0005] 이러한 프로세스를 이용하는 경우, 주형으로부터 및/또는 주형의 영역 내로부터 배출되는 잉곳의 측면으로부터 용융 금속이 누설되는 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"이 발생할 때 전세계를 통해 많은 폭발이 발생하였다. 그 결과, DC 주조를 위한 가장 안전한 가능성 있는 조건을 확립하기 위해 상당한 실험 연구가 실행되었다. 최초의 그리고 아마도 가장 잘 알려진 연구 중에 Aluminum Company of America의 G. Long에 의해 착수된 것("Metal Progress" May 1957 pages 107 to 112)(이하, "Long"이라 칭함)이 있고, 그 후 추가의 조사가 뒤따랐고, 폭발의 위험을 최소화하도록 설계되는 산업적 "행동 기준"이 확립되었다. 이러한 행동 기준은 전세계의 모든 주조 공장에서 일반적으로 준수되었다. 이 행동 기준은 Long의 연구에 광범위하게 기초한 것으로서, 통상적으로 다음 사항을 요구한다. (1) 피트 내에 지속적으로 유지되는 물의 깊이는 적어도 3피트여야 하고, (2) 피트 내의 수위는 주형의 하측으로 적어도 10피트여야 하고, 그리고 (3) 주조 기계 및 피트 표면은 청정해야 하고, 녹이 없어야 하고, 검증된 유기 재료로 코팅되어야 한다.

[0006] 그의 실험에서, Long은 2인치 이하의 깊이를 갖는 피트 내의 물 웅덩이의 경우 극히 격렬한 폭발은 발생하지 않음을 밝혀냈다. 그러나, 대신, 피트로부터 용융 금속을 방출하기에 충분한 더 작은 폭발이 발생하였고, 피트의 외부로 위험한 방식으로 이 용융 금속을 분산시킨다. 따라서 이 행동 기준은 위에서 언급한 바와 같이 적어도 3피트의 깊이를 갖는 물 웅덩이가 피트 내에 지속적으로 유지될 것을 요구한다. Long은 알루미늄/물의 폭발이 발생하려면 특정의 요건이 부합되어야 한다는 결론을 도출하였다. 이들 중에서 피트의 저면이 용융 금속에 의해 덮여있을 때 피트의 저면 상에서 일종의 촉발 작용이 발생되어야 하는 것이 있고, 그는 이러한 촉발 작용은 유입되는 금속의 하측에 포획된 매우 얇은 물의 층이 스팀으로 급작스럽게 전환되는 것이 기인되는 소규모 폭발이라고 제안하였다. 그리스, 오일 또는 페인트가 피트의 저면 상에 존재하는 경우, 코팅되지 않은 표면과 동일한 방식으로 용융 금속의 하측에 촉발용 폭발을 위한 필요한 얇은 물의 층이 포획되지 않으므로 폭발이 방지된다.

[0007] 실제로, 적어도 3피트의 권장되는 물 깊이가 수직 DC 주조를 위해 일반적으로 사용되고, 일부의 주물공장에서 (특히 대륙적인 유럽 국가에서) 수위는 위의 권고 사항(2)과 대조적으로 주형의 하면에 매우 근접한다. 따라서 DC 방법에 의해 주조하는 알루미늄 공업은 피트 내에 지속적으로 유지되는 깊은 물 웅덩이의 안전성을 선택하였다. 이 행동 기준은 실험적 결과에 기초하고, 다양한 종류의 용융 금속/물의 폭발에서 실제로 무엇이 발생하지 완전히 이해하지 못했다는 것이 강조되어야 한다. 그러나, 이 행동 기준에 유의하면 알루미늄 합금의 "런-아웃"의 경우에 사고 방지의 사실상의 확실성이 보장되었다.

[0008] 최근 수년 간, 리튬을 함유하는 경금속 합금에 대한 관심이 증가해오고 있다. 리튬은 용융 합금의 반응성을 증가시킨다. 전술한 논문 "Metal Progress"에서 Long은 Al-Li를 포함하는 다수의 합금에 대한 알루미늄/물 반응에 관하여 보고한, 그리고 "용융 금속이 어떤 식으로든 물 내에 분산되는 경우, Al-Li 합금은 격렬한 반응을 일으켰다"라고 결론지었던 H. M. Higgins의 이전의 연구를 참조한다. 또한 DC 프로세스에 의해 이와 같은 합금을 주조하는 경우, 특유의 위험이 존재한다는 것이 Aluminum Association Inc.(미국)에 의해 공표되었다. Aluminum Company of America는 이와 같은 합금이 물과 혼합될 때 매우 격렬하게 폭발할 수 있다는 것을 입증하는 시험의 비디오 기록을 공개하였다.

[0009] 미국 특허 제4,651,804호는 전술한 주조 피트의 사용을 교시하지만, 피트 내에 물 웅덩이가 형성되지 않도록 주조 피트의 저면으로부터 물을 제거하는 상태에서의 사용을 교시한다. 이러한 배열체는 Al-Li 합금을 주조하기 위한 그들의 바람직한 방법론이다. 유럽 특허 제0 150 922호는 주조 피트 내에 확실하게 물이 집수되지 않도록 하고, 따라서 물과 밀접하게 접촉되는 Al-Li 합금으로부터의 폭발의 발생을 감소시키기 위해, 수반되는 오프-세트형 집수 리저버, 물 펌프, 및 관련된 수위 센서를 갖는 경사진 피트 저면(바람직하게 3퍼센트 내지 8퍼센트 경사도의 피트 저면)을 설명한다. 물의 축적이 발생할 수 없도록 피트로부터 잉곳 냉각제 물을 연속적으로 제거하기 위한 능력은 이 특허의 교시의 성공에 중요하다.

[0010] 다른 연구도 또한 알루미늄 합금에 리튬의 첨가에 관련된 폭발력은 리튬이 없는 알루미늄 합금보다 수 배의 폭발 에너지의 특질을 증가시킬 수 있다는 것을 입증하였다. 리튬을 함유하는 용융 알루미늄 합금이 물과 접촉할 때, 물이 Li-OH 및 수소 이온(H⁺)으로 해리됨에 따라 신속하게 수소가 발생한다. 미국 특허 제5,212,343호는 폭발 반응을 개시하기 위해 알루미늄, 리튬(및 기타 원소)을 물에 첨가하는 것을 교시한다. 물 내에서 이들 원소(특히, 알루미늄 및 리튬)의 발열 반응은 다량의 수소 가스, 전형적으로는 1g의 알루미늄-3% 리튬 합금 당 14

입방센티미터의 수소 가스를 생성한다. 이러한 데이터의 실험적 검증은 미국 에너지성이 자금을 댄 연구 계약 번호 # DE-AC09-89SR18035 하에서 수행된 연구에서 찾아볼 수 있다. 미국 특허 제5,212,343호의 청구항 1은 발열 반응을 통해 물 폭발을 생성하기 위한 이러한 강력한 상호작용을 수행하기 위한 방법을 청구하는 것에 주목하자. 이 특허는 리튬과 같은 원소의 첨가가 단위 체적의 재료 당 높은 에너지의 반응을 유발하는 프로세스를 설명한다. 미국 특허 제5,212,343호 및 제5,404,813호에 설명된 바와 같이, 리튬의 첨가(또는 일부의 다른 화학 반응 원소)는 폭발을 촉진한다. 이들 특허는 폭발 반응이 원하는 결과인 프로세스를 교시한다. 이들 특허는 리튬이 없는 알루미늄 합금에 비교하면 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"에 대한 리튬 첨가의 폭발성을 강화한다.

[0011] 다시 미국 특허 제4,651,804호를 참고하면, 종래의(리튬 비함유) 알루미늄 합금에서 폭발을 유발하는 2 가지 사건은 (1) 물의 스팀으로의 전환 및 (2) 용융 알루미늄과 물의 화학 반응이다. 알루미늄 합금에 리튬의 첨가는 세 번째의 더욱 강력한 폭발력을 생성하고, 물과 용융 알루미늄-리튬의 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"의 발열 반응은 수소 가스를 생성한다. 용융 Al-Li 합금이 물과 접촉할 때는 언제든지 이 반응이 발생한다. 주조 피트 내의 최소 수위에서 주조되는 경우에도, 물은 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃" 중에 용융 금속과 접촉하게 된다. 발열 반응의 양자 모두의 성분(물 및 용융 금속)이 주조 피트 내에 존재하므로, 이것은 피할 수는 없고, 단지 감소시킬 수 있을 뿐이다. 물-알루미늄 접촉의 양을 감소시키면 처음의 2 가지 폭발 조건이 제거되지만, 알루미늄 합금 내의 리튬의 존재는 수소 발생을 유발한다. 수소 가스 농도가 주조 피트 내에서 임계 질량 및/또는 체적에 도달하는 것이 허용되는 경우, 폭발이 발생할 가능성이 있다. 폭발을 촉발하기 위해 요구되는 수소 가스의 체적 농도는 단위 공간 내의 가스 혼합물의 총 체적의 5%의 임계치라는 것이 조사되었다. 미국 특허 제 4,188,884호는 수중 어뢰 탄두의 제조를 설명하고, 리튬과 같은 물과 격렬하게 반응하는 물질의 충전재(32)가 첨가되는 것을 도면을 참조하여 4쪽, 2컬럼의 33줄에서 상술하고 있다. 이 특허의 1컬럼, 25줄에서, 대량의 수소 가스가 물과의 이 반응에 의해 방출되고, 기포가 폭발적으로 생성된다는 것이 언급되어 있다.

[0012] 미국 특허 제5,212,343호는 큰 체적의 수소 함유 가스를 생성하기 위해 Al 및 Li를 포함하는 다수의 원소 및 조합물과 물을 혼합함으로써 폭발 반응을 생성하는 것을 설명한다. 7쪽, 3컬럼에서, 물과의 반응 및 접촉 시에 비교적 적은 체적의 반응성 혼합물로부터 큰 체적의 수소가 생성되는 반응성 혼합물을 선택하는 것을 설명한다. 동일한 문단의 39줄 및 40줄에 알루미늄 및 리튬이 적시되어 있다. 8쪽, 5컬럼, 21-23줄에 리튬과 조합된 알루미늄이 설명되어 있다. 동 특허의 11쪽, 11컬럼, 28-30줄은 수소 가스 폭발을 언급하고 있다.

[0013] DC 주조를 실시하는 다른 방법에서, "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"으로부터 물-리튬 반응 없이 잉곳 냉각을 제공하기 위해 물이 아닌 잉곳 냉각제를 사용하여 Al-Li 합금을 주조하는 것에 관련된 특허가 허여되었다. 미국 특허 제4,593,745호는 잉곳 냉각제로서 할로젠화 탄화수소 또는 할로젠화 알코올을 사용하는 것을 설명한다. 미국 특허 제4,610,295호; 제4,709,740호; 및 제4,724,887호는 잉곳 냉각제로서 에틸렌 글리콜의 사용을 설명한다. 이를 위해, 할로젠화 탄화수소(전형적으로 에틸렌 글리콜)는 물 및 수증기를 포함하지 않아야 한다. 이것은 폭발 위험에 대한 해결책이지만, 강한 화재 위험을 도입하고, 구현 및 유지를 위해 비용이 든다. 가능한 글리콜 화재를 저지하기 위해 주조 피트 내에 방화 시스템이 요구된다. 글리콜 취급 시스템을 포함하는 글리콜계 잉곳 냉각제 시스템을 구현하기 위해, 글리콜을 탈수시키기 위한 열 산화장치 및 주조 피트 방화 시스템은 (현재의 달러로) 대체로 5 내지 8백만달러 정도의 비용이 든다. 냉각제로서 100% 글리콜을 사용하는 주조는 또한 다른 문제를 가져온다. 글리콜 또는 다른 할로젠화 탄화수소의 냉각 능력은 물의 냉각 능력과 상이하고, 이러한 유형의 기술을 활용하기 위해 상이한 주조 방법 뿐만 아니라 주조 공구가 요구된다. 직접 냉각제로서 글리콜을 사용하는 것에 관련되는 다른 결점은 글리콜이 물보다 낮은 열전도도 및 표면 열전달 계수를 가지므로 냉각제로서 100%의 글리콜을 사용하는 금속 주조물의 미세구조는 더 조대한 바람직하지 않은 금속학적 성분을 갖고, 주조 생성물 내에 다량의 중심선 수축 기공을 나타낸다. 더 미세한 미세구조의 부재 및 더 높은 농도 수축 기공의 존재는 이와 같은 초기 재료로 제조되는 최종 생성물의 특성에 유해한 영향을 준다.

[0014] Al-Li 합금의 주조에서 폭발 위험을 감소시키기 위한 시도의 또 다른 실시예에서, 미국 특허 제4,237,961호는 DC 주조 중에 잉곳으로부터 물을 제거하는 것을 제안한다. 유럽 특허 제0 183 563호에서, 알루미늄 합금의 직접 냉각 주조 중에 "브레이크-아웃(break-out)" 또는 "런-아웃"을 수집하기 위한 장치가 설명된다. "브레이크-아웃" 또는 "런-아웃" 용융 금속의 수집은 이 용융 금속의 질량을 농축한다. 제거를 위해 집수될 때 물의 제거가 물의 웅덩이를 초래하는 인위적인 폭발 조건을 형성하므로 이러한 교시는 Al-Li 주조를 위해 사용될 수 없다. 용융 금속의 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃" 중에, 또한 "블리드-아웃" 재료는 웅덩이를 형성하는 물의 영역 내에서 농축된다. 미국 특허 제5,212,343호에서 교시되는 바와 같이, 이것은 반응성 물/Al-Li 폭발을 생성하는 바람직한 방법이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 따라서, Al-Li 합금의 주조에서 폭발의 가능성을 감소 또는 최소화하기 위해 종래 기술에서 다수의 해결책이 제안되어 왔다. 이들 제안된 해결책의 각각은 이와 같은 작업에서 추가의 안전수단을 제공하였으나, 완전히 안전하거나 또는 상업적으로 비용 효율적인 것으로 증명된 것은 없다.
- [0016] 따라서, 더 고품질의 주조 생성물을 동시에 생산하는 Al-Li 합금의 주조를 위한 더 안전한, 더 적은 유지보수의 경향을 갖는, 그리고 더 비용 효율적인 장치 및 프로세스에 대한 요구가 잔존한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명의 과제는 청구항 1에 의해 해결된다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 직접 냉각 주조 피트의 개략 횡단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 프로세스의 바람직한 실시형태의 프로세스 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] Al-Li 합금을 주조하기 위한 장치 및 방법이 설명된다. 종래 기술의 교시의 관심사는 물과 Al-Li 용융 금속의 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃" 재료가 접촉하여 발열 반응 중에 수소를 방출하는 것이다. 경사진 피트 저면, 최소 수위, 등의 경우에도 물과 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃" 용융 금속은 여전히 밀접하게 접촉할 수 있으므로 반응이 발생하는 것을 가능하게 할 수 있다. 종래 기술의 특허에 설명된 것과 같은 다른 액체를 사용하는 물 없는 주조는 주조 생성물의 주조성, 품질에 영향을 주고, 구현 및 유지하기 위해 비용이 들고, 뿐만 아니라 환경 문제 및 화재 위험을 제기한다.
- [0020] 여기서 설명하는 장치 및 방법은 폭발의 발생을 위해 존재해야 하는 성분을 최소화하거나 제거함으로써 Al-Li 합금의 DC 주조의 안전성을 향상시킨다. 용융 Al-Li 합금의 존재 하에서 물(또는 수증기 또는 수증기)은 수소 가스를 생성한다는 것은 이해된다. 대표적인 화학 반응식은 다음과 같은 것으로 생각된다:
- [0021] $2\text{LiAl} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 4\text{H}_2(\text{g})$.
- [0022] 수소 가스는 공기의 밀도보다 상당히 낮은 밀도를 갖는다. 화학 반응 중에 발견되는 공기보다 가벼운 수소 가스는 상방으로, 주조 피트의 상측을 향해, 주조 피트의 상측에서 주조 주형 및 주형 지지 구조물의 직하로 이동하는 경향을 갖는다. 이 전형적으로 봉쇄된 영역으로 인해 수소 가스는 수집될 수 있고, 폭발 분위기를 생성하는데 충분하도록 농축된다. 열, 스파크, 또는 다른 발화원은 농축된 상태의 가스의 수소 '플럼(plume)'의 폭발을 촉발시킬 수 있다.
- [0023] 용융된 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃" 재료가 (알루미늄 잉곳 주조의 당업자에 의해 실행되는 바와 같은) DC 프로세스에서 사용되는 잉곳 냉각수와 결합될 때, 스팀 및 수증기를 생성한다는 것은 이해된다. 수증기 및 스팀은 수소 가스를 생성하는 반응을 위한 촉진제이다. 스팀 제거 시스템에 의한 이러한 스팀 및 수증기의 제거는 Al-Li와 결합하여 Li-OH 및 H_2 의 배출을 생성하는 물의 능력을 제거한다. 여기서 설명되는 장치 및 방법은 하나의 실시형태에서, 주조 피트의 내주변의 주위에 스팀 배기 포트를 설치함으로써, 그리고 "블리드-아웃"의 발생의 검출 시 통기구를 신속하게 작동시킴으로써 주조 피트 내의 물 및 스팀 증기의 존재의 가능성을 최소화한다.
- [0024] 하나의 실시형태에 따르면, 배기 포트는 주조 피트 내의 수개의 영역 내에, 예를 들면, 주조 주형의 하측의 약 0.3미터 내지 약 0.5미터에, 주조 주형으로부터 약 1.5미터 내지 약 2.0미터의 중간 영역에, 그리고 주조 피트의 저면에 위치된다. 참조를 위해, 그리고 이하에서 더 상세히 설명되는 첨부한 도면에 도시된 바와 같이, 주조 주형은 플로어 레벨로부터 이 플로어 레벨의 상측으로 1미터의 거리까지 전형적으로 주조 피트의 상측에 설치된다. 주형 테이블의 하측의 주조 주형의 주위의 수평 영역 및 수직 영역은 회색의 목적을 위한 외부 공기를 흡인 및 환기시키기 위한 설비를 제외하고, 피트 스커트(skirt) 및 렉산 글래스(Lexan glass) 인케이스먼트로 폐쇄되므로, 피트 내에 수용된 가스는 전술한 방식에 따라 도입 및 배기된다.

- [0025] 다른 실시형태에서, 수소 가스가 임계 질량으로 합병되는 것을 최소화시키거나 제거하기 위해 주조 피트의 내부 공간 내에 불활성 가스가 도입된다. 이 경우, 불활성 가스는 공기의 밀도보다 낮은 밀도를 갖는, 그리고 수소 가스가 전형적으로 점유하는 주조 피트의 상측의 직하부의 동일 공간을 점유하는 경향을 갖는 가스이다. 헬륨 가스는 공기의 밀도보다 낮은 밀도를 갖는 적절한 불활성 가스의 하나의 이와 같은 예이다.
- [0026] 아르곤의 사용은 Al-Li 합금과 공기의 반응을 방지하기 위해 주위의 분위기로부터 Al-Li 합금을 보호하기 위한 차폐 가스로서 다수의 보고서에 설명되어 있다. 아르곤은 완전히 불활성이지만, 이것은 공기의 밀도보다 높은 밀도를 갖고, 강력한 상방향 흡인이 유지되지 않는 한 주조 피트의 상측 내부의 불활성화를 제공할 수 없다. 참고로 공기(1.3그램/리터)와 비교했을 때, 아르곤은 약 1.8그램/리터의 밀도를 갖고, 주조 피트의 저면에 침전하는 경향을 가지므로 주조 피트의 중대한 상측 영역 내에서 바람직한 수소 배제 보호를 제공하지 않는다. 이에 반해 헬륨은 비가연성이고, 0.2그램/리터의 저밀도를 갖고, 연소를 지원하지 않는다. 주조 피트의 내부의 불활성 가스의 더 낮은 밀도의 경우에 공기를 교환함으로써 주조 피트 내의 위험한 분위기는 폭발이 지원될 수 없는 레벨까지 희석될 수 있다. 또한, 이러한 교환이 실행되는 중에 수증기 및 스팀이 또한 주조 피트로부터 제거된다. 하나의 실시형태에서, 정상 상태 주조 중에, 그리고 '블리드-아웃'에 관한 긴급을 요하지 않는 조건이 경험되지 않을 때, 수증기 및 스팀이 외부 프로세스에서 불활성 가스로부터 제거되고, 한편 '청정한' 불활성 가스는 주조 피트를 통해 역으로 재순환된다. 예를 들어, 수증기 및 임의의 다른 가스는 주조 피트의 상측 부분으로부터 흡인될 수 있고, 이와 같은 혼합물로부터 물이 연속적으로 제거될 수 있으며, 블리드-아웃이 검출되지 않을 때는 주조 피트의 상측 부분으로 임의의 다른 가스가 재순환될 수 있으나, 블리드-아웃이 검출될 때는 상기 상측 부분으로부터 수증기 및 다른 가스가 배기될 수 있다. 수증기는 과잉량의 건조 희석 공기를 이용하여 상기 배기 포트로부터 연속적으로 배기될 수 있다.
- [0027] 이제 첨부한 도면을 참조하면, 도 1은 DC 주조 시스템의 하나의 실시형태의 횡단면도를 도시한다. DC 시스템(5)은 전형적으로 지반 내에 형성되는 주조 피트(16)를 포함한다. 주조 피트(16) 내에는, 예를 들면, 유압 동력 장치(도시되지 않음)에 의해 상승 및 하강될 수 있는 주조 실린더(15)가 배치된다. 주조 실린더(15)의 상위의 또는 상측 부분에는 주조 실린더(15)와 함께 상승 및 하강되는 플랫폼(18)이 부착된다. 본 도면에서 플랫폼(18)의 상측 또는 상위에는 정지된 주조 주형(12)이 있다. 용융 금속(예를 들면, Al-Li 합금)은 주형(12) 내에 도입된다. 하나의 실시형태에서, 주조 주형(12)은 금속의 직접 냉각 및 응고를 제공하도록 출현하는 잉곳의 표면 상에 냉각제(예를 들면, 물)의 유동을 허용하기 위한 냉각제 유입구를 포함한다. 주조 테이블(31)은 주조 주형(12)을 둘러싼다. 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 실시형태에서, 예를 들면, 고온 저항성 실리카 재료로 제조되는 개스킷 또는 시일(29)은 주형(12)의 구조와 테이블(31) 사이에 위치된다. 개스킷(29)은 주조 테이블(31)의 하측으로부터 스팀이나 임의의 다른 분위기가 주조 테이블의 상측에 도달하는 것을 억제하고, 이것에 의해 주조 작업자가 운영하고 호흡하는 공기의 오염을 억제한다.
- [0028] 도 1에 도시된 실시형태에서, 시스템(5)은 블리드-아웃 또는 런-아웃을 검출하기 위해 주형(12)의 직하에 위치되는 용융 금속 검출기(10)를 포함한다. 용융 금속 검출기(10)는, 예를 들면, 미국 특허 제6,279,645호에 설명된 유형의 적외선 검출기, 미국 특허 제7,296,613호에 설명된 바와 같은 "브레이크 아웃 검출기", 또는 "블리드-아웃"의 존재를 검출할 수 있는 다른 적절한 기기일 수 있다.
- [0029] 도 1에 도시된 실시형태에서, 시스템(5)은 또한 배기 시스템(19)을 포함한다. 하나의 실시형태에서, 배기 시스템(19)은, 본 실시형태에서, 주조 피트(16) 내에 위치되는 배기 포트(20A, 20A', 20B, 20B', 20C, 20C')를 포함한다. 배기 포트는 주조 피트의 내부 공동으로부터 발화원(예를 들면, H₂(g)) 및 반응물(예를 들면, 수증기 또는 스팀)을 포함하는 발생된 가스의 제거를 최대화하도록 위치된다. 하나의 실시형태에서, 배기 포트(20A, 20A')는 주형(12)의 하측으로 약 0.3미터 내지 약 0.5미터에 위치되고; 배기 포트(20B, 20B')는 주형(12)의 하측으로 약 1.5미터 내지 약 2.0미터에 위치되고; 그리고 배기 포트(20C, 20C')는 블리드-아웃 금속이 포획되어 수용되는 주조 피트(16)의 베이스에 위치된다. 배기 포트는 각각의 레벨에서 쌍으로 도시되어 있다. 도 1에서와 같이 상이한 레벨에 배기 포트의 어레이가 존재하는 실시형태에서 각각의 레벨에 2개 이상의 배기 포트가 존재할 수 있다는 것이 이해된다. 예를 들면, 다른 실시형태에서, 각각의 레벨에 3개 또는 4개의 배기 포트가 존재할 수 있다. 다른 실시형태에서, 2개 미만(예를 들면, 각각의 레벨에 1개)이 존재할 수 있다. 또한 배기 시스템(19)은 시스템으로부터 배기되는 가스의 배출을 허용하기 위해 주조 주형으로부터 (예를 들면, 주형(12)으로부터 약 20 내지 30미터) 이격된 원격 배기 통기구(22)를 포함한다. 배기 포트(20A, 20A', 20B, 20B', 20C, 20C')는 덕트(예를 들면, 아연도금된 강 또는 스테인리스 강 덕트)를 통해 배기 통기구(22)에 연결된다. 하나의 실시형태에서, 배기 시스템(19)은 더욱 배기 가스를 배기 통기구(22)로 안내하기 위한 배기 팬의 어레이를

포함한다.

[0030] 도 1은 더욱, 본 실시형태에서, 주조 피트의 주위에 배치되는, 그리고 불활성 가스 공급원 또는 공급원(27)에 연결되는 불활성 가스 도입 포트(예를 들면, 불활성 가스 도입 포트(26A, 26A', 26B, 26B', 26C, 26C'))를 포함하는 가스 도입 시스템(24)을 더 보여준다. 하나의 실시형태에서, 발현되는 수소 가스의 추가의 수송 중의 회석을 보증하기 위해 과잉 공기 도입 포트가 포트(26B, 26B', 26C, 26C')의 각각의 위치에 병행하여 위치된다. 가스 도입 포트의 위치결정은, "블리드-아웃" 조건의 소정의 검출 시간(예를 들면, 최대 약 30초) 내에, 주조 피트(16) 내에, 불활성 가스 도입 포트(26)를 통해, 필요 시(특히 블리드-아웃의 검출 시) 불활성 가스를 도입하는 가스 도입 시스템(24)을 통해, 피트 내의 가스 및 스팀을 즉각 대체하기 위해 대량의 불활성 가스를 제공하도록 선택된다. 도 1은 주조 피트(16)의 상측 부분의 근처에 위치되는 가스 도입 포트(26A, 26A'); 주조 피트(16)의 중간 부분에 위치되는 가스 도입 포트(26B, 26B'); 및 주조 피트(16)의 저면 부분에 위치되는 가스 도입 포트(26C, 26C')를 보여준다. 압력 조절기는 불활성 가스의 도입을 제어하도록 각각의 가스 도입 포트와 관련될 수 있다. 가스 도입 포트는 각각의 레벨에서 쌍으로 도시되어 있다. 하나의 실시형태에서, 각각의 레벨에 가스 도입 포트의 어레이가 존재하는 경우, 각각의 레벨에 2개를 초과하는 가스 도입 포트가 존재할 수 있다는 것이 이해된다. 예를 들면, 다른 실시형태에서, 각각의 레벨에 3개 또는 4개의 가스 도입 포트가 존재할 수 있다. 다른 실시형태에서, 각각의 레벨에 2개 미만(예를 들면, 1개)이 존재할 수 있다.

[0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 실시형태에서, 주조 피트(16)의 상부(14)에서 가스 도입 포트(26A, 26A')를 통해 도입되는 불활성 가스는 주형(12) 하측의 응고된, 반고체의, 그리고 액체의 알루미늄 리튬 합금 상에 충돌해야 하고, 이 영역 내의 불활성 가스의 유동 속도는, 하나의 실시형태에서, "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"의 존재를 검출하기 전의 냉각제의 체적 유동 속도와 적어도 실질적으로 동등하다. 주조 피트의 상이한 레벨에 가스 도입 포트가 존재하는 실시형태에서, 이와 같은 가스 도입 포트를 통한 유동 속도는 주조 피트(16)의 상부(14)에서의 가스 도입 포트를 통한 유동 속도와 동일할 수 있고, 또는 상이할 수 있다(예를 들면, 주조 피트(16)의 상부(14)에서 가스 도입 포트를 통한 유동 속도보다 느릴 수 있다).

[0032] 가스 도입 포트를 통해 도입된 대체 불활성 가스는 계속적으로 더 낮은 체적에서 활성화된 상태에 유지되는 상부 배기 시스템(28)에 의해 주조 피트(16)로부터 제거되지만, 체적 유동 속도는 "블리드-아웃"의 검출 시에 즉각 증강되고, 주조 피트로부터 제거되는 불활성 가스를 배기 통기구(22)로 안내한다. 하나의 실시형태에서, 블리드-아웃의 검출 전, 피트의 상부 부분 내의 분위기는 습기 제거 컬럼 및 스팀 건조제로 구성되는 분위기 정화 시스템을 통해 연속적으로 순환될 수 있으므로 피트의 상부 영역 내의 분위기를 합리적으로 불활성으로 유지한다. 제거된 가스는 순환되는 동안에 건조제를 통과하고, 불활성 가스를 포함하는 상부 피트 분위기를 정화시키기 위해 임의의 수증기가 제거된다. 다음에 정화된 불활성 가스는 적절한 펌프(32)를 통해 불활성 가스 주입 시스템(24)으로 재순환될 수 있다. 본 실시형태가 사용되는 경우, 피트 환기 및 배기 시스템을 통해 주조 피트의 상부 영역의 고가의 불활성 가스의 누설을 최소화하기 위해 포트(20A, 26A)의 사이 및 유사하게 포트(20A', 26A')의 사이에 불활성 가스의 커튼이 유지된다.

[0033] 배기 포트(20A, 20A', 20B, 20B', 20C, 20C') 및 불활성 가스 도입 포트(26A, 26A', 26B, 26B', 26C, 26C')의 개수 및 정확한 위치는 가동 중인 특정 주조 피트의 크기 및 구성의 함수이고, 이것은 공기 및 가스의 순환에서의 전문가들과 공동으로 DC 구조를 실시하는 당업자에 의해 순환된다. 도 1에 도시된 바와 같이 3세트(예를 들면, 3쌍)의 배기 포트 및 불활성 가스 도입 포트를 제공하는 것이 가장 바람직하다. 주조될 제품의 특징 및 중량에 따라, 주조 피트(16)의 상부의 주변의 주위에 배기 포트 및 불활성 가스 도입 포트(26)의 단일 어레이를 사용하여 다소 덜 복잡하고 덜 비싸지만 동등하게 유효한 장치가 얻어질 수 있다.

[0034] 하나의 실시형태에서, 플레튼(18)/주조 실린더(15), 주형(12)으로의 용융 금속 공급 유입구 및 주형으로의 물 유입구의 각각의 이동은 제어기(35)에 의해 제어된다. 용융 금속 검출기(10)도 또한 제어기(35)에 연결된다. 제어기(35)는 비-일시적 유형 매체의 형태로서 기계-판독가능 프로그램 명령을 포함한다. 하나의 실시형태에서, 프로그램 도입은 도 2의 방법으로 예시된다. 도 2 및 방법 100을 참조하면, 먼저 Al-Li 용융 금속 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"이 용융 금속 검출기(10)(블록 110)에 의해 검출된다. 용융 금속 검출기(10)로부터 Al-Li 용융 금속 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"의 제어기(35)로의 신호에 응답하여, 기계 판독가능 명령에 의해 플레튼(18)의 이동이 감속되거나 정지되거나 중단되며 용융 금속 유입구 공급(도시되지 않음)이 정지되고(블록 120, 130), 형(12) 내로의 유동(도시되지 않음)이 정지되거나 또는 우회되고(블록 140), 수증기를 포함하는 배기 가스 및/또는 수증기를 주조 피트로부터 멀어지는 방향으로 배기 포트(20A, 20A', 20B, 20B', 20C, 20C')를 통해 배기 통기구(22)로 우회시키기 위해 더 높은 체적의 배기 시스템(19)이 동시에 또는 약 15초 내에 그리고 다른 실시형태에서는 약 10초 내에 활성화된다(블록 150). 이와 동시에 또는 그 약간 후(예를 들면, 약

10초 내 내지 약 30초 내)에, 기계 관독가능 명령은 더욱 가스 도입 시스템을 활성화시키고, 헬륨과 같은 공기의 밀도보다 낮은 밀도를 갖는 불활성 가스는 가스 도입 포트(26A, 26A', 26B, 26B', 26C, 26C')를 통해 도입된다(블록 160). 알루미늄-리튬 합금의 용융 및 주조를 제외하고 알루미늄 합금의 용융 및 직접 냉각 주조의 당업자는 질소도 또한 '불활성' 가스라는 일반적인 산업적 지식으로 인해 헬륨 대신 질소 가스를 사용하려는 유혹을 받을 수 있다는 것에 주의해야 한다. 그러나, 프로세스 안전성의 이유로, 질소는 액체 알루미늄-리튬 합금과 상호작용하게 될 때 실제로는 불활성 가스가 아니라는 것이 본 명세서에서 언급된다. 질소는 합금과 반응하여 암모니아를 생성하고, 암모니아는 물과 반응하여 위험한 결과의 추가의 반응을 초래하므로 그 사용은 완전히 방지되어야 한다. 이것은 다른 추정적으로 불활성인 가스 이산화탄소의 경우에도 사실이다. 용융 알루미늄 리튬 합금이 이산화탄소와 접촉하게 될 유한한 기회가 존재하는 임의의 적용분야에서 그 사용은 방지되어야 한다.

[0035] 공기보다 가벼운 불활성 가스의 사용을 통해 얻어지는 상당한 이익은 피트 자체 내에 안전하지 않은 환경을 초래하는 잔류 가스가 주조 피트 내에 침전되지 않는 것이다. 공기보다 무거운 가스가 갇힌 공간 내에 잔류함으로써 질식사를 초래하는 많은 사례가 있다. 주조 피트 내의 공기는 갇힌 공간 유입을 위해 모니터링되지만, 프로세스 가스에 관련되는 문제는 발생하지 않는다는 것이 예상된다.

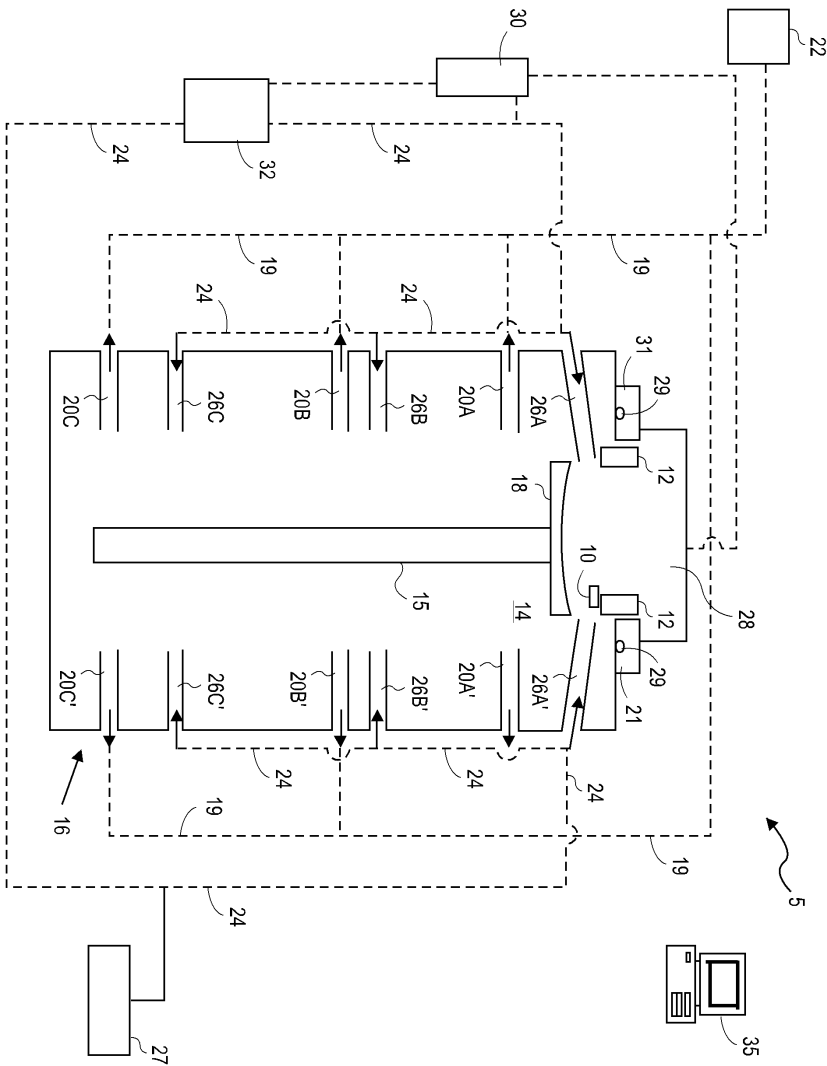
[0036] 상업적 프로세스가 주조 금속 품질을 위해 프로세스를 최적화하지 않는 할로겐화 액체와 유사한 에틸렌 글리콜을 사용하는 주조, 주조를 위해 덜 안정한 프로세스, 및 동시에 비경제적이고 발화성을 갖는 프로세스와 같은 외부의 프로세스 방법을 사용하지 않는 상태에서 성공적으로 작동될 수 있도록, 본 명세서에서 설명되는 프로세스 및 장치는 Al-Li "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"을 적절히 수용하는 독특한 방법을 제공한다. 잉곳 주조의 기술분야의 임의의 당업자는 모든 DC 프로세스에서 "블리드-아웃" 및 "런-아웃"이 발생한다는 것이 진술되어야 한다는 것을 이해할 것이다. 일반적으로 그 발생률은 극히 낮지만, 기계적 설비의 정상 작업 중에, 적절한 작동 범위 외에 것이 발생할 것이고, 프로세스는 기대한 바를 수행하지 못할 것이다. 설명된 장치 및 프로세스 및 이 장치의 용도의 구현은 Al-Li 합금의 주조 중에 사상자 및 재산상의 손실을 초래하는 "블리드-아웃" 또는 "런-아웃"으로부터의 물-용융 금속 수소 폭발을 최소화한다.

[0037] 따라서, Al-Li 합금의 직접 냉각 주조 시에 폭발의 가능성을 최소화하기 위한 상업적으로 유용한 방법 및 장치가 설명되었다.

[0038] 본 발명이 개시되었으므로, 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명은 많은 방식으로 변경될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 임의의 그리고 모든 이러한 변경은 첨부된 청구항의 범위 내에 포함되도록 의도된다.

도면

도면1



도면2

