



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월30일
 (11) 등록번호 10-1398663
 (24) 등록일자 2014년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 F27B 3/24 (2006.01) F27D 11/04 (2006.01)
 F27D 99/00 (2010.01) C21C 5/52 (2014.01)
 (21) 출원번호 10-2012-7018453
 (22) 출원일자(국제) 2010년12월15일
 심사청구일자 2012년07월13일
 (85) 번역문제출일자 2012년07월13일
 (65) 공개번호 10-2012-0099490
 (43) 공개일자 2012년09월10일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/069730
 (87) 국제공개번호 WO 2011/073244
 국제공개일자 2011년06월23일
 (30) 우선권주장
 MI2009A002192 2009년12월15일 이탈리아(IT)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019990082385 A
 US04101725 A
 전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자
 다니엘리 앤드 씨. 오피시네 메카니케 쏘시에떼
 피 아찌오니
 이탈리아 우디네 아이-33042 부트리오 비아 나찌
 오날레 41
 (72) 발명자
 피찌오토 마우리치오
 이탈리아 아이-33100 우디네 비아 발디세라 21 /
 이
 안솔디 마르코
 이탈리아 아이-33100 우디네 비아 롬바르디아 200
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 리엔목특허법인

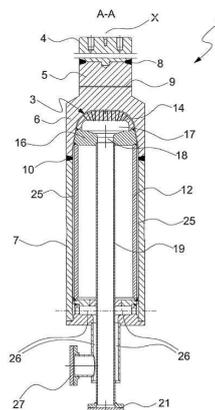
심사관 : 구본승

(54) 발명의 명칭 **직류 연속 아크로의 전극**

(57) 요약

연속적인 직류 아크로를 위한 저부 전극 또는 애노드에는 냉각 시스템이 제공되며, 냉각 시스템은 매우 높은 전기적인 부하가 있을 때 아크로의 작동중에 상기 전극 부분의 충분한 높이를 고체로 유지하는 것을 보장할 목적을 위하여, 바이메탈 빌렛(bimetallic billet)의 형상으로 만들어진 저부 전극의 냉각 작용의 효율성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

모르수트 스테파노

이탈리아 아이-33057 팔마노바 비아 볼론타리 델라
리베르타 4 / 31

폴로니 알프레도

이탈리아 아이-34070 포글리아노 레디푸글리아 비
아 쥐. 파올리니 29

특허청구의 범위

청구항 1

금속의 용융을 위한 직류 전기 아크로(arc furnace)를 위한 전극으로서, 전극은 상기 아크로의 저부에 하우징되도록 적합화되고, 전극은:

길이 방향 축(X)을 한정하는 바이메탈 바아(bimetallic bar, 2)로서, 바이메탈 바아의 길이 방향 연장부를 따라서, 제 1 단부가 아크로 안의 금속 용탕과 접촉하도록 적합화된 제 1 강철 부분(4,5) 및, 상기 제 1 강철 부분(4,5)의 제 2 단부에 용접된 제 2 구리 부분(6,7)을 구비하는, 바이메탈 바아(2);

상기 바이메탈 바아(2)를 냉각시키는 냉각 수단(3);

상기 제 2 구리 부분(6,7) 안에서 얻어지고, 상기 냉각 수단(3)이 적어도 부분적으로 내부에 하우징되는, 공동(50);

상기 공동(50)과 상기 냉각 수단(3) 사이의 간극(gap);을 구비하고,

냉각 수단(3)은:

냉각 수단(3)의 제 1 단부에 배치된 집적부(collector, 17)로서, 상기 제 1 강철 부분(4,5)에 가까운 상기 간극의 제 1 부분과 상기 집적부(17)를 소통시키게 하는 복수개의 채널(20)들이 제공된 단부벽을 가지는, 집적부(17); 및,

냉각 액체를 집적부(17)를 향하여 이송시키기 위한 제 1 파이프(19);를 포함하고,

집적부(17)는 상기 길이 방향 축(X)에 대하여 제 1 파이프(19)의 단면적보다 적어도 1.5 배인 단면적을 가지고, 채널(20)들 각각은 개별의 유출 부분(outlet section)에 접선인 평면에 직각인 길이 방향 축을 가짐으로써, 상기 제 1 강철 부분(4,5)에 가까운 공동(50)의 제 1 표면(23)에 직각인 냉각 액체의 복수의 제트들이 간극의 제 1 부분에서 발생하는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단부벽은 볼록하거나 또는 평탄한 뚜껑(14)이고, 냉각 수단(3)의 튜브(12)를 폐쇄시키며, 상기 튜브(12)는 냉각 액체의 상기 제 1 파이프(19)의 외부에 있으며 동축축(coaxial)을 가지는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 뚜껑(14)은 고리형 요소(16)와 결합되고, 제 1 파이프(19)는 상기 고리형 요소의 중앙 구멍(18)에 맞물리는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

중앙 구멍(18)은 집적부(17)를 향하여 벌어진 부분을 가지는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항의 어느 한 항에 있어서,

상기 뚜껑(14)은, 냉각되어야 하는 제 1 표면(23)의 형상에 따라서, 평탄한 플레이트이거나, 또는 상부가 납작한 돔(dome) 또는 반구형 캡의 형상을 가지는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 6

제 2 항 내지 제 4 항의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 파이프(19)는, 뚜껑(14)의 반대편 측에서 튜브(12)로부터 돌출되고, 또한 냉각 액체의 유입 플랜지(21)에 연결되는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항의 어느 한 항에 있어서,

채널(20)들의 유출 부분들 사이의 간격(L_d)은 상기 채널(20)들의 직경(d_i)의 3 내지 15 배 범위인, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항의 어느 한 항에 있어서,

상기 간극의 폭은 상기 공동(50)의 상기 제 1 표면(23)으로부터 제 2 측부 표면(24)으로 감소되는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

간극의 상기 제 1 부분은 상기 제 1 표면(23)에서 5 내지 30 mm 범위의 폭(H)을 가지는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 강철 부분(4,5)의 말단에 있는 간극의 제 2 부분(25)은 상기 제 2 표면(24)에서 2 내지 12 mm 범위의 폭을 가지는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

간극의 상기 제 2 부분(25)은 냉각 액체의 제 2 배기 파이프(26)에 연결되는, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항의 어느 한 항에 있어서,

냉각 액체는 물인, 직류 전기 아크로의 전극.

청구항 13

제 1 항의 전극을 냉각시키는 방법으로서,

공동(50)과 냉각 수단(3) 사이에 제공된 간극을 냉각 액체로 채우는 단계;

제 1 파이프(19) 안으로 냉각 액체를 연속적으로 더 도입함으로써, 상기 냉각 액체가 집적부(17)에 도달하는 단계;

간극의 제 1 부분에서 제 1 표면(23)의 대응 부분들을 직각으로 타격하는, 복수의 채널(20)을 통한 복수의 냉각 액체 제트들의 연속적인 누설(continuous leakage)에 의하여 전극을 1 차 냉각시키는 단계; 및

간극의 제 2 부분(25)에서 냉각 액체의 차후 하향 유동에 의해 전극을 2 차 냉각시키는 단계;를 포함하는, 전극의 냉각 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

직접부(17) 안의 냉각 액체의 압력은 1 내지 15 barg 범위이고, 채널(20)들로부터 배출되는 제트들의 속도(V_{je})는 50 m/s 의 최대값을 가지는, 전극의 냉각 방법.

청구항 15

제 1 항에 따른 전극을 저부에 적어도 하나 포함하는, 금속의 용융을 위한 직류 전기 아크로.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 직류 연속 아크로의 전극에 관한 것으로서, 특히 상기 아크로의 저부에서 애노드(anode)로 이용되는 전극에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 직류 연속 아크로(direct current continuous arc furnace; DC EAFs)는 철에 기초한 금속 합금을 용융시키고 정련시키는 강철 기술에서 이용된다.

[0003] 이러한 아크로에서, 전기 아크는 상부에 배치된 흑연 전극(캐소드)과 아크로의 노상(hearth) 안에서 저부에 배치된 적어도 저부 전극(애노드) 사이에서 방전된다. 전류의 통과는 전기 아크의 형성을 허용하며, 그것의 방열 및 대류 효과는 철 조각들이 용융되게 한다.

[0004] 교류 아크로(AC EAF)에 대하여, 직류 아크로는 열에너지의 낮은 소비, 전극들 및 내화재의 낮은 소비, (길이가 긴 아크를 얻을 수 있는 것에 기인하는) 철 단편의 균일하고 신속한 용융, 소음 및 기계적 응력의 감소 및 액체 금속 용탕의 우수한 끓임(stewing)을 유리하게 허용한다. 더욱이, 반응 전력의 변화 및 "플리커(flicker)" 효과는 현저하게 적다.

[0005] 통상적으로 연속 직류 아크로는 상부 전극 또는 캐소드 및, 복수의 하부 전극 또는 저부 전극 또는 애노드를 가지며, 상부 전극 또는 캐소드는 아크로의 정상부(crown)와 결합되고 아크로 자체 내부로 연장되고, 하부 전극은 전기 회로를 폐쇄시키도록 아크로의 내화성 노상(refractory hearth)에 포함된다.

[0006] 이러한 아크로에서 애노드는 가장 예민한 구성 요소들중 하나인데, 왜냐하면 매우 높은 강도를 가진 전류들에 의해 교차되고 현저한 열 응력 및 전자기 힘을 받기 때문이다.

[0007] 다양한 유형의 저부 전극들이 첨단 기술에 속해 있다.

[0008] 그러한 저부 전극들은 예를 들어 금속 바아들의 형상으로 만들어져서, 아크로의 내화성 노상내에 포함되는데, 부분적으로는 저부에서 아크로 자체의 외부로 연장된다. 아크로의 중간에 대하여 대칭인 상기 바아들의 구성 및 그것의 수는 아크로의 전력 및 노상의 구조에 달려있다.

[0009] 저부 전극의 다른 유형에 따르면, 상기 금속 바아들은 매우 작은 직경을 가지는 복수개의 빌렛(billet)들로 분할될 수 있으며, 이들은 공통의 플레이트에 저부가 고정되고, 전체적으로 공기 냉각되며, 물 냉각되는 파이프들에 의하여 전력 공급부에 연결된다.

[0010] 다른 공지의 구현예에서, 빌렛들 대신에, 각각의 전극 유닛은 복수의 금속 탭들로 이루어질 수 있는데, 이들 금속 탭들은 고리(ring)를 형성하기 위하여 공통의 금속 지지부상에 용접되고 다른 전극 유닛들과 함께 작용하도록 배치되며, 상기 링은 아크로에 동일 중심을 가진다.

[0011] 공지된 기술에 따르면, 바아 유형의 전극들은 전체적으로 강철로 만들어질 수 있거나, 또는 강철 및 구리로 만들어질 수 있다.

[0012] 상기 바아들의 상부 강철 부분은 용융된 금속 용탕과 접촉되어 있으면서, 특정의 높이까지 용융된다. 냉각 효율에 따라서, 바아는 상부 액체 부분 및 하부 고체 부분을 가지는데, 이것은 분리 영역에 의해 나뉘어진다.

[0013] 이러한 유형의 저부 전극에서, 상기 저부 전극들에 의해 전도된 높은 전기적 부하 및 열적 부하의 조건들하에서도 가능한 한 연장되는 바아의 높이를 따라서 고체인 하부 부분을 보장할 수 있는 냉각 시스템을 개발하는 것이 주된 문제의 하나이다.

[0014] 다른 것들 중에서, 용융된 금속이 이탈할 수 있는 길(route)이 만들어지는 것을 방지할 필요성이 있다. 실제로,

애노드 내부의 용융된 전방부가 애노드 베이스의 전체 관통부에 연속된다면, 애노드의 베이스를 냉각시키도록 이용되는 물 또는 다른 냉각 액체와 액체 금속의 접촉이 발생되며, 따라서 현저하게 위험스런 결과와 함께 실제의 폭발이 야기된다.

- [0015] 저부 전극들의 냉각 작용의 열효율을 향상시키기 위하여 다양한 해법들이 제안되었다.
- [0016] 제 1 해법은 연속 주조 결정화기(casting crystallizer)와 유사하게, 구리 부분을 냉각시키기 위하여 유체 통과를 위한 채널이 설치된, 빌렛(billet) 형상의 바이메탈 강철-구리 애노드를 이용하는 것이다. 열교환 메카니즘은 단일 상 유체(single-phase fluid)(액체 상태의 물)와 강제 대류하는 것이다. 냉각 유체의 움직임은 냉각되어야 하는 표면에 실질적으로 평행하게 발생되며, 이것은 적절한 열교환을 보장하도록 특정한 속도 및 채널들의 특정한 치수를 필요로 한다.
- [0017] 이러한 해법은 채용된 흐름이 빠르지 않다면 적절하다. 흐름이 증가할 때, 열교환 계수들이 의존하는 유체의 속도가 변경되지 않게 유지하기 위하여, 통과 채널들의 단면을 가능한 한 변경되지 않게 유지하면서, 유동 및 직경을 증가시킬 필요가 있다. 그러한 조건들하에서, 금속 구조들의 변형이 크게 증폭될 수 있다면, 냉각 유체들이 통과하는 채널들도 열교환의 현저한 감소가 가능하면서 변경될 수도 있다. 이러한 현상은 아크로의 작동에 대한 결과들과 함께 애노드 구조의 완전성(integrity)을 심각하게 위협할 수 있다.
- [0018] 대신에, 제 2 해법은 애노드의 구리 부분 안에 냉각 시스템이 설치된 바이메탈 강철-구리 애노드의 이용을 제공하는데, 이것은 2 상 냉각 유체(액체-기체)를 이용하는 것으로서, 유체 방울의 무화(drop atomization) 및 그것이 냉각되어야 하는 표면과 접촉하게 될 때 연속적으로 비등(boiling)시킴으로써 이루어진다. 상 천이(phase transition)(소위 "비등")는 열을 효율적으로 제거하는 것을 허용하지만, 불리하게는, 오직 임계 온도까지만 제거한다. 이러한 임계 온도를 지나서는 열교환 특성들의 급속한 붕괴가 있게 되며, 따라서 시스템의 신뢰성이 불량하게 된다. 만약 애노드의 베이스에서 완전한 관통이 발생된다면, 용융된 유체가 냉각 시스템의하우징 안으로 누설되는 것을 차단하는 일련의 격벽들이 제공되며, 따라서 구조의 복잡성이 증가된다.
- [0019] 따라서 상기의 단점들의 극복을 허용하는 저부 전극을 만들 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0020] 따라서, 본 발명의 목적은 연속 직류 아크로를 위한 저부 전극 또는 애노드를 제공하는 것으로서, 이것에는 냉각수와 애노드의 고체-액체 계면 사이의 적절한 거리를 항상 보장하고 따라서 절대 안전을 보장하기 위하여, 높은 전기적 부하의 조건들 하에서도 가능한 한 높은, 빌렛(billet)의 길이 방향 연장을 따라서 고체 부분을 보장할 수 있는 냉각 시스템이 제공된다.
- [0021] 본 발명의 다른 목적은, 냉각 채널들의 특정한 기하 형태에 의하여 열교환을 최적화시킴으로써, 현재까지 가능한 것보다 더 우수한, 바이메탈 빌렛(bimetallic billet) 형상으로 만들어진 저부 전극의 냉각 작용의 효율을 얻는 것이다.
- [0022] 본 발명의 다른 목적은 빌렛의 냉각 부분과 냉각되지 않은 부분 사이의 접합 영역에서 최적의 열전도 및 전기도전성을 유지하는 것을 보장함으로써, 제조 효율에 관하여 향상된 아크로의 작동, 전극의 지속 기간의 증가, 신뢰성의 증가 및 안전성을 얻는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0023] 따라서, 본 발명은 청구항 제 1 항에 따른 상기 아크로의 저부에 수용되도록 적합화된, 금속의 용융을 위한 연속 직류 아크로의 전극을 제작함으로써, 상기 설명된 목적들을 달성하는 것을 제안하는데, 전극은,
- [0024] 길이 방향 축(X)을 한정하는 바이메탈 바아(bimetallic bar)로서, 바이메탈 바아의 길이 방향 연장부를 따라서, 제 1 단부가 아크로 안의 금속 용탕과 접촉하도록 적합화된 제 1 강철 부분 및, 상기 제 1 강철 부분의 제 2 단부에 용접된 제 2 구리 부분을 구비하는, 바이메탈 바아;
- [0025] 상기 바이메탈 바아를 냉각시키는 냉각 수단;
- [0026] 상기 제 2 구리 부분 안에서 얻어지고, 상기 냉각 수단이 적어도 부분적으로 내부에 하우징되는, 공동;
- [0027] 상기 공동과 상기 냉각 수단 사이의 간극(gap);을 구비하고,

- [0028] 냉각 수단은:
- [0029] 냉각 수단의 제 1 단부에 배치된 집적부(collector)로서, 상기 제 1 강철 부분들에 가까운 상기 간극의 제 1 부분과 상기 집적부를 소통시키게 하는 복수개의 채널들이 제공된 단부벽을 가지는, 집적부; 및,
- [0030] 냉각 액체를 집적부를 향하여 이송시키기 위한 제 1 파이프를 포함하고,
- [0031] 집적부는 상기 길이 방향 축(X)에 대하여 제 1 파이프의 단면적보다 적어도 1.5 배인 단면적을 가지고,
- [0032] 각각의 채널들은 개별의 유출 부분(outlet section)에 접선인 평면에 실질적으로 직각인 길이 방향 축을 가짐으로써, 상기 제 1 강철 부분에 가까운 공동의 제 1 표면에 실질적으로 직각인 냉각 액체의 복수의 제트들이 간극의 제 1 부분에서 발생된다.
- [0033] 본 발명의 제 2 특징은 상기의 전극의 냉각 방법을 제공하는데, 이는 청구항 제 13 항에 따라서, 다음과 같은 단계를 포함한다.
- [0034] 공동과 냉각 수단 사이에 제공된 간극을 냉각 액체로 채우는 단계;
- [0035] 제 1 파이프 안으로 냉각 액체를 연속적으로 더 도입함으로써, 상기 냉각 액체가 집적부에 도달하는 단계;
- [0036] 전극의 강철 부분에 가까운 간극의 제 1 부분에서 제 1 표면의 대응 부분들을 실질적으로 직각으로 타격하는, 복수의 채널을 통한 복수의 냉각 액체 제트들의 연속적인 누설(continuous leakage)에 의하여 전극을 1 차 냉각시키는 단계; 및
- [0037] 전극의 강철 부분으로부터 멀리 있는 간극의 제 2 부분에서 냉각 액체의 차후 하향 유동에 의해 전극을 2 차 냉각시키는 단계;를 포함한다.
- [0038] 유리하게는, 본 발명의 해법은 단일 상 유체를 이용하는 대류 메카니즘에 의한 열교환을 이용하는데, 바람직스럽게는 액체 상태의 물을 이용한다. 냉각 작용이 유리하게는 2 중적이다.
- [0039] 제 1 냉각은 냉각되어야 하는 벽에 대하여 실질적으로 직각 방향으로 냉각 액체를 움직임으로써 발생되어, 열을 제거하는 제트들의 타격("충격(impinge)")을 이용한다. 제한된 제트들의 직각의 특성은, 열교환을 동등하게 하면서, 냉각되어야 하는 애노드의 제 1 표면으로부터의 냉각 시스템의 거리를 자유롭게 허용한다. 따라서 상기 제 1 표면과 냉각 액체의 분사 구멍들의 유출 섹션 사이에 유극(clearance) 또는 더 큰 거리가 제공될 수 있어서, 현재 기술의 제 1 해법에서 발생하는 것과 같은 애노드의 기계적인 변형은, 빠른 흐름의 효과하에서, 냉각 효율에 영향을 미치지 않는다.
- [0040] 더욱이, 제트의 섹션(section)을 단순하게 변화시킴으로써 제트를 가지고 액체의 속도를 증가시킬 수 있으며, 따라서 유동의 증가에 개입하지 않고 증가시킬 수 있다. 그러므로 액체의 속도를 액체의 유동과 분리시킬 수 있다.
- [0041] 대신에, 냉각되어야 하는 표면에 실질적으로 평행한 방향으로 냉각 액체를 움직임으로써 제 2 냉각이 발생된다. 그러한 제 2 냉각은 플레이트 또는 구멍이 있는 캡(cap)의 영역에서 이미 자체적으로 나타나는데, 왜냐하면 전극 재킷(electrode jacket)의 만곡 표면을 타격한 이후에, 액체의 제트는 그것이 전극 재킷과 냉각 랜스(cooling lance) 사이의 간극 또는 도관의 수직 벽에 도달할 때까지 그 만곡 표면을 감싸는 경향이 있기 때문이며, 액체는 다음에 애노드의 대응 표면에 평행한 방향에서 수직으로 하강함으로써, 배출 섹션을 향하여 간다.
- [0042] 본 발명의 전극의 냉각 시스템은 단일 상(single phase)(오직 물이 있으며, 시스템 안에 공기가 없다) 및 폐쇄 시스템으로서 작동한다. 상기 시스템은 높거나 또는 낮은 유출 압력과 무관하게 작동될 수 있다.
- [0043] 플레이트 또는 구멍이 있는 캡의 구멍들의 수는 냉각되어야 하는 표면에 달려 있다. 냉각 액체의 분사 노즐들도 제공될 수 있다.
- [0044] 바이메탈 강철-구리 빌렛의 이용은 우수한 전기 도전성을 보장하고 냉각 효과를 액체 강철 용탕의 방향으로 연장시키는 것을 허용한다. 그것은 강철의 고체-액체 계면을 냉각 영역으로부터 가능한 한 멀리 유지시키는 것을 허용한다. 효율적인 냉각 시스템은 안전 인자를 현저하게 증가시킴으로써 이러한 면을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0045] 종속항들은 본 발명의 바람직한 구현예들을 기재한다.

도면의 간단한 설명

- [0046] 본 발명의 다른 특징 및 장점들은, 첨부된 도면을 참조하여 비제한적인 예로서 도시된, 연속적인 직류 아크로를 위한 전극의 바람직하지만 제한적이 아닌 실시예에 대한 상세한 설명에 비추어 보다 명백해질 것이다.
 도 1 은 본 발명에 따른 전극의 제 1 측면도를 도시한다.
 도 2 는 평면(A-A)을 따라서, 도 1 의 전극의 단면도를 도시한다.
 도 2a 는 평면(A-A)을 따라서, 도 1 의 전극의 제 1 부분의 단면도를 도시한다.
 도 2b 는 평면(A-A)을 따라서, 도 1 의 전극의 제 2 부분의 단면도를 도시한다.
 도 3 은 도 1 의 전극의 저부를 도시한다.
 도 4 는 평면(B-B)을 따라서 도 3 의 전극의 단면도를 도시한다.
 도 5 는 아크로의 노상 안에 포함된 본 발명의 전극을 도시한다.
 도 6a 는 본 발명의 전극의 냉각 시스템의 구성 요소에 대한 측면도이다.
 도 6b 는 도 6a 에 있는 구성 요소의 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 도면을 참조하면, 연속 직류 아크로를 위한 전극의 제 1 구현예가 도시되어 있는데, 이것은 전체적으로 도면 번호 1 로 표시되어 있고, 특히 상기 아크로의 내화성 노상 내부에 포함된 애노드(anode) 또는 저부 전극으로 도시되어 있다.
- [0048] 본 발명의 목적인 전극(1)은 다음의,
- [0049] 바람직스럽게는 강철인 상부 부분 및 구리인 저부 부분을 가지고 상부 부분과 저부 부분이 서로 용접되어 있는, 바아 또는 바이메탈 빌렛(bimetallic billet, 2); 및,
- [0050] 빌렛(2)의 저부 구리 부분 안에 수용된, 냉각 수단(3)을 포함한다.
- [0051] 특히, 구조와 관련하여, 도 1 및 도 2 를 참조하면,
- [0052] 제 1 강철 부분(4);
- [0053] 상기 제 1 강철 부분(4)에 용접된 제 2 강철 부분(5);
- [0054] 상기 제 2 강철 부분(5)에 용접된 제 3 구리 부분(6);
- [0055] 상기 제 3 구리 부분(6)에 용접된 제 4 구리 부분(7);이 상부로부터 저부로 빌렛(2)에 제공된다.
- [0056] 제 3 구리 부분(6)은 단면의 변화를 가지며, 특히 도 2 를 참조하면 단면의 상부로부터 저부를 향하여 확대되어 있다.
- [0057] 도 1 및 도 2 는 제 1 부분(4)과 제 2 부분(5) 사이에 강철 대(對) 강철 용접 경계선(welding cordon, 8)을 도시하고; 제 2 부분(5)과 제 3 부분(6) 사이에 강철-구리 선 또는 용접 선(10)을 도시하고; 제 3 부분(6)과 제 4 부분(7) 사이에 구리-구리 용접 경계선(10)을 도시한다.
- [0058] 제 4 구리 부분(7)은 실질적으로 실린더형 튜브로 이루어진다. 제 3 구리 부분(6)은 그것의 저부에 요부(13)를 구비하며, 요부는 제 3 부분(6)의 넓은 부분에 만들어진다. 제 2 강철 부분(5) 및 제 3 구리 부분(6)은 소위 "스페이스(spacer)"를 형성하여 빌렛(billet, 2)의 강철 부분으로부터 전극의 냉각 영역을 편리하게 이격시키는데, 그것은 아크로의 작동 동안에 액체로 될 것이다. 고체로 남아있는 빌렛(2)의 구리 부분 및 강철 부분은 함께 용접되어 전류의 통과 및 열적 연속성을 보장한다.
- [0059] 유리하게는, 냉각 수단(3)이 실린더형 튜브(7)의 내부 및 제 3 구리 부분(6)의 상기 요부(13)에 의해 형성된 길이 방향 공동(50) 안에 적어도 부분적으로 수용된다. 스페이스(5,6) 및 실린더형 튜브(7)는 소위 전극 재킷을 형성한다.
- [0060] 냉각 수단(3)은 실질적으로 실린더형(11)인 냉각 랜스(cooling lance, 11)를 포함하고, 그것이 바람직스럽게는 금속 재료이며, 다음과 같은 요소들을 포함한다:

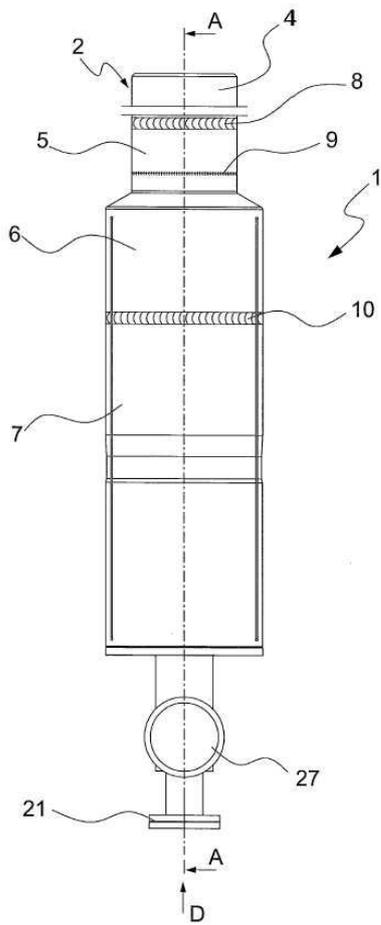
- [0061] - 실린더형 튜브(7)의 내측 직경 보다 약간 작은 외측 직경을 가지는 실린더형 튜브(12);
- [0062] - 상기 튜브(12)의 제 1 단부를 폐쇄시키기 위하여 제공된 볼록하거나 또는 실질적으로 평탄한 뚜껑(14)으로서, 예를 들어 단순한 관통 구멍들의 형상인 복수개의 채널(20)들이 외측 벽에 제공된, 뚜껑(14);
- [0063] - 뚜껑 자체내에 있는 집적부(17)와 소통하기 위하여 상기 뚜껑(14)에 결합되고 튜브(12) 안에서 통과되는, 예를 들어 물인 냉각 유체의 이송 파이프(19)를 포함한다. 튜브(12)가 바람직스럽게는 상기 콘베이어 파이프(19)에 동축선(coaxial)상에 있다.
- [0064] 단순한 관통 구멍(20)들에 대한 대안으로서, 관통 구멍(20)들의 대응하는 나사에 나사 결합된 나사 노즐들을 제공할 수 있다.
- [0065] 바람직한 변형예에서, 뚜껑(14)은 고리형 요소(16)와 결합되며, 그것의 중심 구멍(18) 안으로 이송 파이프(19)가 삽입된다.
- [0066] 유리하게는, 중앙 구멍(18)이 집적부(17)를 향해 벌어져 있다.
- [0067] 유리하게는, 전극의 길이 방향 축(X)에 대하여, 집적부(17)는 길이 방향 축(X)에 대한 파이프(19) 단면적의 적어도 1.5 배의 단면적을 가진다. 바람직한 변형예에서, 집적부(17)의 단면적은 파이프(19)의 단면적의 적어도 2 배와 같다.
- [0068] 파이프(19) 및 집적부(17)가 원형의 단면을 가진다면, 집적부(17)의 직경이 바람직스럽게는 파이프(19)의 직경의 1.5 배와 같다. 원형이 아닌 단면들의 경우에, 동일한 관계가 개별적인 등가의 직경들 사이에서 바람직스럽게 이루어진다.
- [0069] 고리형 요소(16)는 예를 들어 용접에 의하여 실린더형 튜브(12)에 일체로 고정된다.
- [0070] 같은 뚜껑(14)이 예를 들어 상기 고리형 요소(16)의 위에 용접에 의하여 일체로 고정될 수 있으며, 따라서 그 안에 집적부(17)를 형성한다.
- [0071] 구멍(20)들은 냉각 수단의 외부와 소통되게 내부 집적부(17)를 두는 것으로써 뚜껑(14)의 두께에 만들어진다.
- [0072] 뚜껑(14)은 냉각되어야 하는 전극의 내부 중앙 표면의 형상에 따라서 실질적으로 평탄한 플레이트이거나 또는 상부에서 다소 우그러진 돔(dome)의 형상을 가질 수 있거나 또는 반구형 캡의 형상을 가질 수 있다. 따라서 요부(13)의 형상은 실질적으로 뚜껑(14)의 외측 형상에 대응한다.
- [0073] 콘베이어 파이프(19)는 실린더형 튜브의 제 2 단부에서 실린더형 튜브(12)로부터 돌출되며, 즉, 뚜껑(14)에 대하여 반대측으로부터 돌출되고, 냉각수 유입 플랜지(21)에 연결된다.
- [0074] 일단 전극이 조립되면, 랜스(lance, 11)는 전극 자켓 안에 수용된다. 요부(13)의 형상은 랜스(11)의 뚜껑(14)을 수용하도록 되어 있다. 미리 결정된 간극 또는 거리(H)가 냉각되어야 하는 전극의 내부 중앙 표면 또는 제 1 표면(23)에서 요부(13)와 뚜껑(14) 사이에 제공되며, 그 거리가 바람직스럽게는 전극의 내측 또는 제 2 표면(24)으로부터 감소된다.
- [0075] 유리하게는, "젖은 표면"으로도 지칭되는 제 1 표면(23)과 뚜껑(14)의 대응하는 표면 사이의 거리(H), 즉, 제 1 표면(23)과 구멍 또는 노즐(20)의 유출 부분 사이의 거리가 5 내지 30 mm 사이의 범위에 있고, 바람직스럽게는 6 내지 12 mm 사이의 범위에 있다. 바람직한 변형예에 있어서, 거리(H)는 8 mm 와 같다. 그 거리(H)는 공동(50)과 냉각 수단(3) 또는 랜스(11) 사이의 갭(gap)의 제 1 부분의 폭에 대응한다.
- [0076] 튜브(7)와 튜브(12) 사이의 도관(meatus, 25)의 폭이 바람직스럽게는 2 mm 내지 12 mm 사이이고, 상기 관(25)의 폭은 공동(50)과 냉각 수단(3) 또는 랜스(11) 사이의 간극의 제 2 부분의 폭에 대응한다.
- [0077] 그러한 관(25)은 유출 플랜지(27)가 제공된 냉각수의 배출 파이프(26)에 연결된다.
- [0078] 구멍들 또는 노즐들(20)의 직경 "d_i" 이 유리하게는 1 내지 10 mm 사이의 범위에 있고, 바람직스럽게는 1 내지 5 mm 사이의 범위에 있다. 바람직한 변형예에서, 직경 "d_i"은 3 mm 와 같다.
- [0079] 대신에, 뚜껑(14)에 있는 구멍(20)들의 분포와 관련하여, L_d 로 표시된 뚜껑(20)들 사이의 간격은 구멍들의 직경의 함수이고, 바람직스럽게는 상기 직경의 몇배와 반드시 같을 필요는 없다. 그 분포가 뚜껑(14)의 표면에서 균일하거나 또는 균일하지 않을 수 있다. 간격(L_d)은 구멍(20)들의 직경(d_i)의 3 내지 5 배 사이의 범위에 있고,

바람직스럽게는 구멍들의 직경의 6 내지 11 배 사이의 범위에 있다. 바람직한 변형예에서, L_d 은 31.5 mm 와 같다.

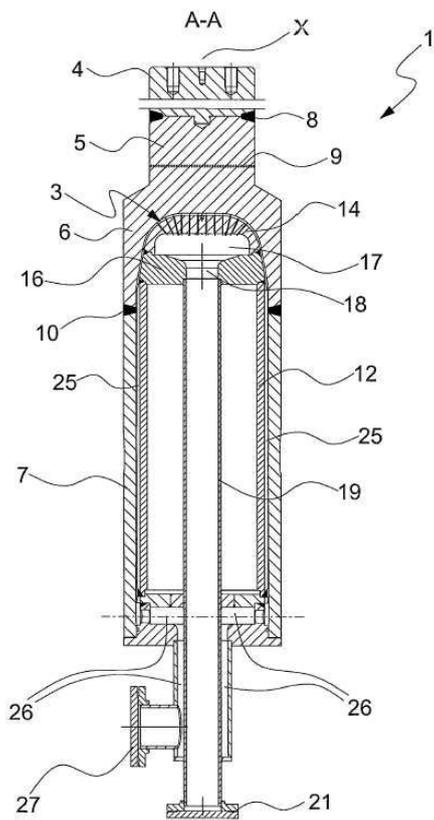
- [0080] 뚜껑(14)에 있는 구멍들의 분포 기준은 개별적인 제트의 타격에 의해 발생하는 고효율 냉각 영역들의 전체의 일부에 의해 냉각되는 제 1 표면(23)의 최적 적용 범위에 기초한다.
- [0081] 유리하게는, 구멍(20)들이 유출 부분에 대하여 접하는 평면에 실질적으로 직각인, 즉, 제 1 표면(23)의 대응 부분에 실질적으로 직각인 길이 방향 축을 가지도록 뚜껑(14) 안에 만들어진다.
- [0082] 더욱이, 제 1 표면(23) 또는 "용접된 영역"은 평탄할 수 있거나 또는 만곡될 수 있으며, 균등한 직경(D_{ep})을 가진 그것의 연장부는 빌렛(2)의 직경에 달려 있으며 약 700 mm 의 최대값을 가지고, 바람직스럽게는 250 mm 내지 600 mm 사이 범위에 있을 수 있다. 바람직스러운 변형예에서, D_{eq} 는 550 mm 와 같다.
- [0083] 도 6 에 도시된 바와 같이, 저부 전극(1)의 바이메탈 빌렛(2)은 연속적인 직류 아크로의 내화로(refractory hearth, 30) 안에 포함된다. 내화로(30) 안에서, 빌렛(2)은 적어도 1 차(order)의 고리형 내화 페룰(refractory ferrules, 31)에 의해 둘러싸인다. 빌렛(2)의 상단부(32)는 로(furnace) 안에서 액체 금속 용탕(metal bath, 미도시)과 접촉한다. 액체 금속과의 상기 접촉은, 빌렛 자체를 따라서 빠른 흐름을 통과시키는 효과와 함께, 빌렛(2)을 따라서 인터페이스 영역(35)에 의해 분리된 상부 액체 부분(33) 및 저부 고체 부분(34)의 형성을 결정한다.
- [0084] 전극의 냉각 액체는 바람직하게는 물이지만 반드시 물일 필요는 없으며, 냉각 액체는 콘베이어 파이프(19) 안에서 미리 결정된 흐름으로써 연속적으로 도입되고, 고리형 요소(16)의 중앙 구멍(18)에 도달함으로써 뚜껑(14) 안의 집적부(17)에 도착할 때까지 파이프를 따라 흐른다.
- [0085] 물의 대안으로서 다른 냉각 액체를 이용할 수 있으며, 예를 들어 다양한 조성물의 공용 혼합물(eutectics) 및 나트륨과 같은 액체 금속들과 같은 것이다.
- [0086] 유리하게는, 제 1 고리형 요소(16)의 중앙 구멍(18)은 부하 손실(load losses)을 최소화시키고 집적부(17) 안의 가장 높은 압력을 회복하기 위하여 집적부(17)를 향하여 벌어진다. 집적부(17) 안의 냉각 액체의 압력은 1 내지 15 barg 사이의 범위이고, 바람직스럽게는 약 12 barg 와 같다.
- [0087] "저부 집적부"로도 불리우는 집적부(17)로부터, 액체는 복수개의 구멍(20)들을 통하여 제 1 구리 표면(23)으로 직각으로 분사된다. 구멍(20)들로 배출되는 액체 제트들의 속도(V_{jet})는 열의 국부적인 전달에 영향을 주며, 50 m/s 의 최대값을 가지고, 바람직스럽게는 25 내지 30 m/s 사이 범위의 값을 가진다. 바람직한 프로세스의 변형에서, 그러한 속도는 약 27 m/s 와 같다. 구멍(20)들을 연속으로 배출되는 액체 제트들의 속도는 전극의 구리 부분의 내측 표면과 접촉하는 액체의 그 어떤 증발 가능성이라도 억제하도록 한다.
- [0088] 구멍(20)들의 분포 및 프로세스 파라미터들은 약 20 MW/m^2 과 같은 전극의 구리 부분을 통한 최대의 열적 유동(maximum thermal flow)을 얻도록 하는 것이다.
- [0089] 유리하게는, 일련의 써모커플(thermocouple, 40)이, 특히 제 1 애노드(anode)의 구리 덩어리(copper slug)에 설치되어 제공되고 (도 3 및 도 4), 특히 제 3 부분(6)에 제공되어 전극의 구리 부분을 통해 전개되는 열적 흐름의 지도(map)를 만든다.
- [0090] 바람직한 변형예에서, 써모커플(40)들은 전극의 길이 방향 축에 대하여 약 60° 로 경사지게 수용되고 그것의 전방 단부들은 상기 축에 대하여 근접하게 배치된다. 써모커플(40)들의 이러한 구성은 대부분의 열-기계적으로(thermo-mechanically) 응력을 받는 영역들의 상태를 연속적으로 모니터링하는 것을 허용하는 장점을 가진다.
- [0091] 더욱이, 전극의 구리 부분(6) 및 튜브(7) 안에서, 진단 및 온도의 다른 제어 기구로서의 측은 저항체(thermoresistance, 41)들을 위하여 하우징들이 제공된다.
- [0092] 따라서 본 발명의 전극의 냉각 시스템은 제 1 표면(23)에 의해 상부에서 한정되는 영역 또는 "상부 집적부(top collector)"에서 냉각용 액체 제트들이 발생 및 배출되어 냉각되는 것을 허용한다.
- [0093] 모든 제트들은 제 1 표면(23)의 대응 부분에 직각으로 제한되고, 튜브(12)와 튜브(7) 사이에서 "상부 집적부" 및 측부 도관(25)을 이미 점유하는 동일한 냉각 액체 안에 완전히 잠긴다. 유리하게는, 작동될 때, 액체 통과 영역들중 어느 것도 공기를 포함하지 않으며, 그러나 그것은 액체 자체에 의하여 완전하게 점유된다. 따라서,

도면

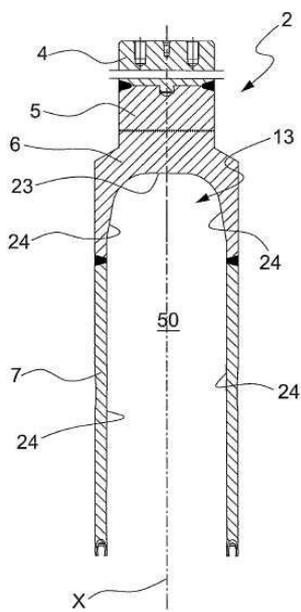
도면1



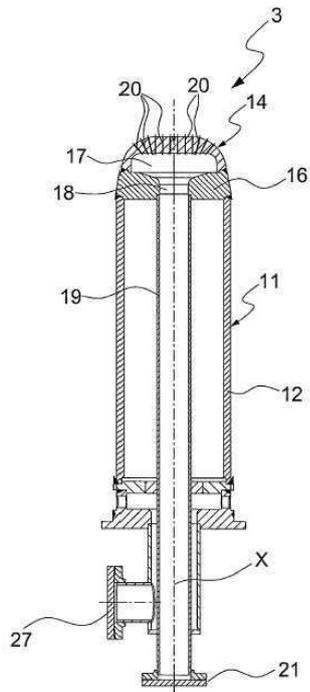
도면2



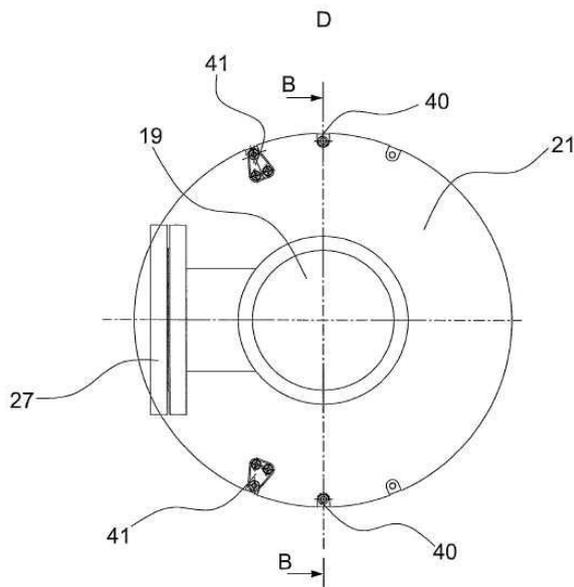
도면2a



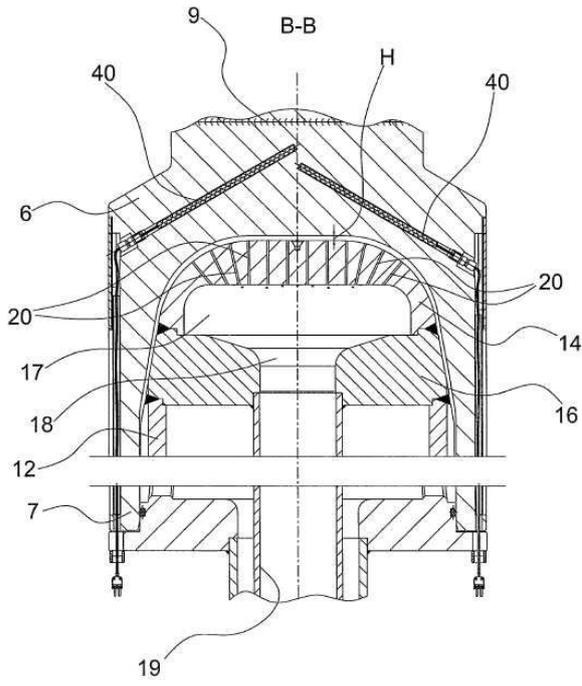
도면2b



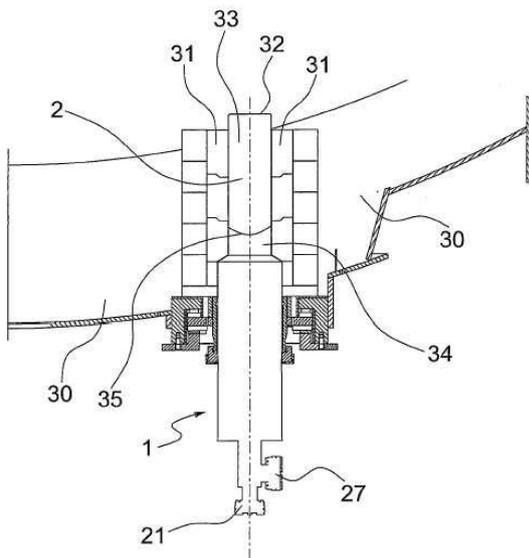
도면3



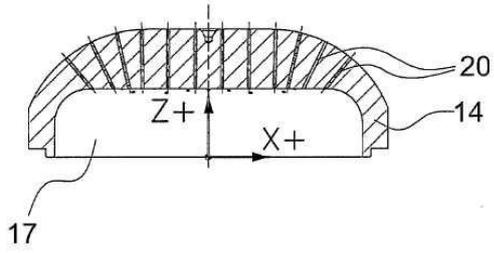
도면4



도면5



도면6a



도면6b

