



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0066499
(43) 공개일자 2017년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/032 (2006.01) B06B 3/00 (2006.01)
C22B 21/06 (2006.01) C22B 9/02 (2006.01)
G01N 29/22 (2006.01) G01N 29/34 (2006.01)
G01N 33/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/032 (2013.01)
B06B 3/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7011583
(22) 출원일자(국제) 2015년10월06일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년04월27일
(86) 국제출원번호 PCT/FR2015/052680
(87) 국제공개번호 WO 2016/055729
국제공개일자 2016년04월14일
(30) 우선권주장
1402257 2014년10월07일 프랑스(FR)

(71) 출원인
콩스텔리움 이수와르
프랑스 이수와르 63500 뒤 이브 라무르드되 제트
아이 레스 리스트스
(72) 발명자
아샤르 장 루이
프랑스 에프-38220 비지유 뒤 장 조레스 130
르 브뤼 뢰에르
프랑스 에프-38110 생 장 드 수댕 뒤 데 생 장 75
(74) 대리인
김태홍, 김진희

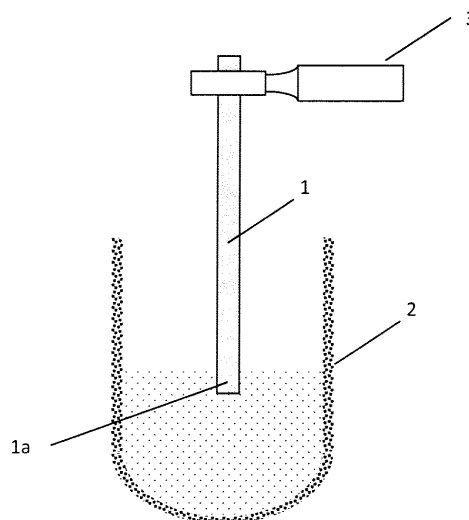
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 초음파에 의해 액체 금속을 검사하는 방법

(57) 요약

본 발명은, a) 세라믹, 그리고 바람직하게, 사이알론과 같은, 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화질화물과 같은, 액체 금속에 대해 본질적으로 불활성인 재료로, 또는 상기 액체 금속에 대해 본질적으로 불활성인 금속으로, 형성되는 초음파 발진기(1)를 제공하는 단계, b) 상기 금속의 욕조 내에 초음파 발진기(1)를 적어도 부분적으로 잠입시키는 단계, c) 초음파 발진기(1)에, 상기 금속에 의한 상기 초음파 발진기의 적심을 획득하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과의 출력을 구비하는 초음파를 인가하는 단계, d) 초음파 발진기(1)에, 검사 초음파로도 공지되는, 측정 초음파를, 특히 주파수가 1 내지 25 MHz 사이인 초음파를, 연속적으로 인가하는 단계, e) 초음파 발진기(1)에, 상기 적심을 유지하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과의 출력을 구비하는 초음파를 간헐적으로 인가하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22B 21/06 (2013.01)

C22B 9/026 (2013.01)

G01N 29/228 (2013.01)

G01N 29/345 (2013.01)

G01N 33/206 (2013.01)

Y02P 10/234 (2015.11)

명세서

청구범위

청구항 1

액체 금속의 음파 검사를 위한 방법으로서,

- a) 세라믹, 및 바람직하게, 사이알론과 같은, 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화질화물과 같은, 액체 금속에 대해 실질적으로 불활성인 재료로, 또는 상기 액체 금속에 대해 실질적으로 불활성인 금속으로, 형성되는 초음파 발진기(1)를 제공하는 단계,
 - b) 상기 금속의 육조 내에 초음파 발진기(1)를 적어도 부분적으로 잠입시키는 단계,
 - c) 초음파 발진기(1)에, 상기 금속에 의한 상기 초음파 발진기의 적심을 획득하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과의 출력을 구비하는 초음파를 인가하는 단계,
 - d) 초음파 발진기(1)에, 검사 초음파로도 공지되는, 측정 초음파를, 특히 주파수가 1 내지 25 MHz 사이인 초음파를, 연속적으로 인가하는 단계,
 - e) 초음파 발진기(1)에, 상기 적심을 유지하기 위해 그리고 시간의 경과에 따른 신호의 안정성을 보장하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과의 출력을 구비하는 초음파를 간헐적으로 인가하는 단계
- 를 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

액체 금속은, 액체 알루미늄 합금인 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

액체 금속은, 적어도 단계 c)에서, 함량(Y)의 마그네슘을 함유하는, 액체 알루미늄 합금이며, 마그네슘 함량(Y)은 제로가 아닌 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

함량(Y)은, 중량 기준, 0.05% 이상, 바람직하게 0.05% 초과, 그리고 더욱 바람직하게 0.7% 이상인 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

액체 금속은 나트륨 또는 아연이며 그리고, 초음파 발진기는 스틸, 또는 개별적으로 나트륨 또는 아연에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 세라믹, 특히 사이알론으로, 이루어지는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 단계 d)에서, 초음파 신호를 생성하기 위해, 초음파 발진기(1)에 의해 전달되는 측정 초음파를 반사하기 위한 조정 반사기를, 상기 액체 금속 내에 배치하는 것, 및 생성되는 초음파 신호가 사전 결정된 임계 강도 이하의 강도를 가질 때, 단계 d)에 따른 출력 초음파의 인가를 촉발하는 단계를 포함하는 것인, 액체 금속의 음파

검사를 위한 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 액체 금속은, 알루미늄 합금인 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

액체 금속은 나트륨 또는 아연이며 그리고, 초음파 발진기는 스틸, 또는 개별적으로 나트륨 또는 아연에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 사이알론으로, 이루어지는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 9

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 e)에서의 출력 초음파의 인가는, 주기적으로, 특히 수 초 내지 수 시간 사이의 빈도로, 활성화되는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 10

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 e)에 따른 출력 초음파의 인가는, 수 초 내지 수 분의 기간에 걸쳐 수행되는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 11

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

방법은, 단계 c) 이전에, 축 방향 조립에 따라 초음파 발진기(1)에 측정 초음파 방출 변환기(3)를 부착하는 단계를 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

방법은, 단계 d) 이전에, 출력 초음파 방출 변환기(3)에 부가하여, 상기 초음파 발진기(1) 상에의 측정 초음파 방출 변환기(5)의 축 방향 부착 단계를 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

2개의 변환기 중 적어도 하나는, 결국 접합, 결속, 나사결합 또는 브레이징에 의해 초음파 발진기에 부착되는, 플랜지 상에 장착되며, 그리고 브레이징의 경우에, 초음파 발진기는, 적어도 0.05 중량%의 마그네슘을 포함하는 액체 알루미늄 욕조 내에 미리 부분적으로 잠입되고, 액체 알루미늄에 의한 초음파 발진기의 적심이 달성될 때까지 출력 초음파에 종속되며, 그리고 액체 알루미늄은, 플랜지 형태로 이후에 기계 가공되는 알루미늄과 초음파 발진기 사이의 직접적인 접합의 형성을 동반하도록, 냉각되고 고화되는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 14

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 금속은 움직이는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

단계 d)는 또한, 움직이는 상기 액체 금속의 도플러 초음파 속도 측정을 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 16

제 1항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 d)는 또한, 상기 액체 금속 내의 함유물의 검출 및 측정을 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 17

제 9항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 금속은, 알루미늄 합금인 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

청구항 18

제 9항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 금속은 나트륨 또는 아연이며 그리고, 초음파 발전기는 스틸, 또는 개별적으로 나트륨 또는 아연에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 사이알론으로, 이루어지는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 액체 금속의 음파 비-파괴 검사 및 분석에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은, 검사 및 분석의 목적으로 최적화된 초음파 전달을 가능하게 하는, 액체 금속에 대해 불활성인, 세라믹 또는 내화 금속으로 이루어지는 초음파 발전기(sonotrode)를 적어도 사용하는 향상된 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액체 금속 주조의 분야에서, 함유물 품질을 정확하게 제어하는 것이 가장 중요하다. 실제로, 시트 금속 또는 부품들, 특히 시트들 또는 얇은 부품들의, 특히 음료 또는 에어로졸 캔들과 같은 폐쇄된 용기의 제조 도중에 획득되는 물품에서의, 품질 및 거부율(rejection rate)이, 그에 의존한다. 액체 금속의 경우에서, 이러한 측정은, 적은 수의 함유물이 액체 금속 내에 존재하지만 그 유해성은 높기 때문에, 특히 정교하다. 일반적으로, 함유물 품질은, 액체 금속 내에 함유되는 함유물의 비율에 의해 그리고 함유물의 크기에 의해 결정된다.

[0003] 이는 본질적으로, 금속조직학에 의해 관찰되고 집계되기 이전에 함유물들이 필터 상에 집중되는, 액체 금속 샘플링 방법에 기초하게 된다. 이는, 액체 알루미늄의 경우에서의 소위 PoDFA(Porous Disk Filtration of Aluminium: 알루미늄의 다공성 디스크 여과) 방법의 경우이지만, 이러한 방법은 단지 함유물들의 크기 및 개수만을 나타낸다.

[0004] 본질적으로, 작은 오리피스를 통해 연속적으로 액체 금속을 샘플링하는 것 및 각 함유물 통로에서의 액체 금속의 저항의 변화를 측정하는 것으로 구성되는, LiMCA(Liquid Metal Cleanliness Analysis: 액체 금속 청결도 분석)으로 지칭되는 방법이 또한, 이 분야에 공지된다. 그러나, 쿨터 미터(Coulter meter) 원리에 따라 작동하는, 이러한 장치는, 분석되는 양(대략 주조 금속의 0.01%) 및 검출 가능한 크기(대략 15 내지 150 μm)의 측면에서의 제약에 대한 결점들을 갖는다.

[0005] 더욱 최근에, 함유물 청결도의 레벨에 대한 증명을 제공하기 위해 여과율(filtration rate)을 사용하는 장치가, 개발되었다. 이는, 특히 Prefil® 방법의 경우이다. 이러한 방법들에서, 실제로 실현 가능한 샘플링 빈도는 낮으며, 그리고 분석되는 체적 분율은, 그와 같이 낮게(실제, 주조 금속의 0.01 %의 양 정도) 유지된다.

[0006] 특히 금속이 홈통(trough) 내에서 순환할 때, 연속적인 측정 방법을 개발할 필요성은, 1960 년대로 거슬러 올라간다.

[0007] 그에 따라, 레이놀즈는, (적어도 수 퍼센트의) 훨씬 많은 분율의 액체 금속에 대한 접촉을 허용하도록

예상되는, 액체 알루미늄의 함유물 품질을 평가하기 위한 음파 측정의 접근법을 탐구했다

- [0008] "레이놀즈 4M"으로 알려진, 그때 개발된 장비는, 제한된 감도를 구비했으며, 그리고 매우 더러운 금속으로부터 깨끗한 금속을 구별할 수 있는 품질 지수를 통해, 단지 정성적으로 사용되었던 것으로 보인다.
- [0009] 이는, 1979년의 "Reynolds Metals Company"에 의한 특허 출원 US 4,287,755호 및 Mansfield, T.L.에 의한 공개 문헌 "레이놀즈 4M 시스템으로 측정되는 용융 알루미늄 품질(Molten Aluminum Quality Measured with Reynolds 4M System)"의 대상이었다.
- [0010] 초음파에 관한 더욱 최근의 개발들에서, 시장에서 입수할 수 있으며 그리고 공개 문헌 "액체 알루미늄의 청결도를 지속적으로 온라인 모니터링하기 위한 초음파 센서"(TMS2005)에 설명되는, "메탈비전"으로부터의 "Mv20/20" 장치에 대해 주목해야 한다. 이는, 실시간으로, 그러나 임의의 관련된 조정 방법 없이, 액체 금속 내에 존재하는 함유물들의 크기와 수에 대한 지시를 제공한다. 이러한 장치는, 본질적으로 그의 신뢰성의 부족으로 인해, 단지 매우 드물게, 그리고 큰 규모에서가 아닌 임의의 경우에만, 사용된다. 특히, 도파관, 또는 초음파 발진기가 스틸로 이루어지고, 금속과 반응하며, 이는 인터페이스의 변화 및 그에 따른 파동 전달 품질 및 레벨의 변화를 야기한다는 것을 알아야 한다.
- [0011] 1990년대 말에, 출원인 "페치니 레날루(Pechiney Rhenalu)"는 또한, 함유물들의 음파 측정법을 개발했으며, 그리고 "초음파로 액체 금속 욕조 내의 함유물들을 집계하기 위한 개선된 방법 및 디바이스"로 명칭이 부여된, 액체 금속 내의 초음파에 의해 보이는 결함들의 크기를 조정하는 방법에 관한, 출원 FR2 796 155호를, 구체적으로 1999년에 출원했다. 그러나, 조정 방법을 제공하는 가운데, 이러한 다양한 작업들은, 그림에도 불구하고 액체 금속의 더 큰 분율을 분석하는 것을 가능하게 만든다는 것을 입증하는 가운데, 액체 금속 내에 존재하는 함유물들의 음파 검출/집계를 위한 방법의 신뢰성을 보장하는 것을 가능하게 만들지 못했다. 이러한 제한된 신뢰성은, 특히 도파관/액체 금속 인터페이스의 안정성의 부족으로 인한 것이다. 실제로, 도파관들은, 과도한 손실 없이 액체 금속으로의 에너지의 전달을 가능하기 위해, 액체 금속에 의해 적셔질 필요가 있다는 것이 공지된다. 이러한 이유로, 사용되는 도파관들은, 금속으로, 특히 스틸 또는 티타늄으로 이루어진다.
- [0012] 그러나, 이는 완벽한 적심(wetting)을 달성하기에 충분하지 않으며, 그리고 방법들은 이를 개선하기 위해 개발되어 왔다. 이에 대한 증거는 구체적으로, 액체 알루미늄의 맥락에서, 티타늄 초음파 발진기 상의 알루미늄 막의 기상 증착을 청구하는 "Reynolds Metal Company"에 의해 유지된, 1979년의 우선권 일자에 종속되는, 특허 EP0035545B1에서, 확인된다. 그러나, 사실, 그러한 설계의 경우에도, 적심 품질은, 도파관 재료의 액체 금속과의 반응으로 인해, 사용 도중에 변화하며, 그리고 자체의 증착부를 갖는 초음파 발진기는 재사용 가능하지 않다.
- [0013] 내화 금속들은, 구체적으로 이들이 액체 금속들에 의해 적셔지지 않기 때문에, 액체 금속들 내에서 사용되지 않는다. 단지 화학적 증착 방법만이, 적심을 달성하는 것을 가능하게 만들지만, 제한된 시간에 대해, 신뢰할 수 없고, 실용적이지 않으며 또는 경제적이지 않다.
- [0014] 따라서, 현재, 주조 금속의 큰 분율 내의 함유물들을 신뢰할 수 있게 검출할 수 있는 방법이 존재하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 목적들 중 하나는 따라서, 이상에 언급된 결점들 중 적어도 하나를 치유하는 것으로 이루어진다.

과제의 해결 수단

- [0016] 이를 위해, 본 발명은,
- [0017] a) 세라믹, 및 바람직하게, 사이알론(SIALON)과 같은, 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화질화물과 같은, 액체 금속에 대해 실질적으로 불활성인 재료로, 또는 상기 액체 금속에 대해 실질적으로 불활성인 금속으로, 형성되는 초음파 발진기(1)를 제공하는 단계,
- [0018] b) 상기 금속의 욕조 내에 초음파 발진기(1)를 적어도 부분적으로 잠입시키는 단계,
- [0019] c) 초음파 발진기(1)에, 상기 금속에 의한 상기 초음파 발진기의 적심을 획득하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과의 출력을 구비하는 초음파를 인가하는 단계,

- [0020] d) 초음파 발전기(1)에, 검사 초음파로도 공지되는, 측정 초음파를, 특히 주파수가 1 내지 25 MHz 사이인 초음파를, 연속적으로 인가하는 단계,
- [0021] e) 초음파 발전기(1)에, 상기 적심을 유지하기 위해 그리고 시간의 경과에 따른 신호의 안정성을 보장하기 위해, 출력 초음파를, 특히 10 와트 초과 출력의 초음파를 간헐적으로 인가하는 단계
- [0022] 를 포함하는 것인, 액체 금속의 음파 검사를 위한 방법에 관련된다.
- [0023] 그에 따라, 액체 금속에 의한 초음파 발전기의 적심이, 단지 액체 금속 내에 잠입되는 초음파 발전기에 출력 초음파를 인가함에 의해, 지속적으로, 특히 수일에 걸쳐, 유지된다. 단계 b)에서, 초음파 발전기는, 액체 금속 욕조 내에 잠입된다.
- [0024] 출력 초음파는, 단계 c)에서 초음파 발전기에 인가되며 그리고 액체 금속에 의한 적심을 달성할 수 있도록 한다. 이러한 방법에 의해, 이때, 시간의 경과에 따라 지속적이고 안정적인, 액체 금속으로의 최적화된 초음파 전달을 획득할 수 있다.
- [0025] 유리하게, 단계 e)에서의 출력 초음파의 인가는 간헐적으로 수행된다. 실제로, 초음파 발전기의 적심은, 시간의 경과에 따라, 적심을 유지하기 위한 출력 초음파의 인가가 산발적일 수 있도록, 저항한다.
- [0026] 단계 d)에 관하여, 초음파 발전기에의 측정 초음파의, 특히 주파수가 1 내지 25 MHz 사이인 초음파의, 인가를 더 포함한다. 이때, 긴 기간에 걸쳐 초음파 발전기에 측정 초음파를 인가함에 의해, 액체 금속의 비-파괴 검사와 같은 적용을 위해, 단계 c)에서 앞서 적혀진 초음파 발전기를 사용할 수 있다.
- [0027] 그에 따라, 초음파 측정은, 액체 금속의 그리고 특히 용탕 내의 함유물 품질을, 액체 금속의 처리 이전에 또는 주조 몰드 내에서 주조하기 이전에, 인라인(in-line)으로 분석할 수 있도록 하기 위해, 연속적으로 실행된다. 실제로, 본 발명은, 처리를 위한 측정 초음파의 그리고, 단순히 장기 유지의 효과로 인해 또는 초음파와 접촉하는 가스, 산화물 또는 다른 불순물의 존재에 의해, 시간의 경과에 따라 저하되는 경향이 있는, 적심의 재생을 위한 간헐적 출력 초음파의, 동시적인 인가를 가능하게 한다.
- [0028] 하나의 유리한 실시예에 따르면, 액체 금속은, 이후 액체 알루미늄으로 지칭되는, 액체 알루미늄 합금이다.
- [0029] 이러한 알루미늄 합금은, 제로(0)가 아닌 그리고 20 ppm 정도의 매우 낮은 함량(Y)의, 마그네슘을 함유할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 함량(Y)은, 중량 기준, 0.05% 이상, 바람직하게 0.05% 초과, 그리고 더욱 바람직하게 0.7% 이상이다.
- [0030] 그러나, 액체 금속은 또한, 나트륨, 아연, 또는 다른 금속일 수 있으며 그리고 초음파 발전기는, 스틸 또는 티타늄 또는 임의의 다른 실질적으로 불활성인 금속, 즉 액체 금속 내에서 상당히 분해되지 않는, 세라믹 및, 특히 사이알론과 같은 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화질화물로 이루어질 수 있다.
- [0031] 유리하게, 방법은, 단계 d) 이전에, 액체 금속 내에, 바람직하게 상기 금속에 대해 불활성인, 조정 반사기의 배열을 포함하는 단계를 포함하며, 그리고 단계 d)는, 초음파 신호를 생성하도록 하기 위해 초음파 발전기에 의해 전달되는 측정 초음파의 반사기에 의한 반사 단계를 포함하고, 방법은, 생성되는 초음파 신호가 사전 결정된 임계 강도 이하의 강도를 가질 때, 단계 d)에 따른 출력 초음파의 인가를 촉발하는 단계를 포함한다.
- [0032] 바람직한 실시예에 따르면, 액체 금속은, 액체 알루미늄이다.
- [0033] 다른 실시예에 따르면, 액체 금속은, 나트륨, 아연, 또는 다른 금속이며 그리고 초음파 발전기는, 스틸 또는 티타늄 또는 임의의 다른 실질적으로 불활성인 금속, 즉 액체 금속 내에서 상당히 분해되지 않는, 세라믹 및, 특히 사이알론과 같은 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화질화물로 이루어진다.
- [0034] 그에 따라, 시간에 걸쳐, 초음파 발전기의 적심이 감소하며 그리고 초음파가 감소된 강도로 욕조 내로 전달되고, 반사기에 의해 반사되는 초음파 신호의 강도가 감소할 때, 자동적으로 출력 초음파의 인가가, 장기간에 걸쳐 액체 금속에 의한 초음파 발전기의 적심을 재생하기 위해 그리고 그로 인해 시간의 경과에 따른 초음파의 전달을 안정화하기 위해, 촉발된다.
- [0035] 하나의 옵션에 따르면, 단계 e)에서의 출력 초음파의 인가는, 주기적으로, 특히 수 초 내지 수 시간 사이의, 전형적으로 30분 내지 6시간 사이의 빈도로, 활성화된다. 실제로, 이러한 설계는, 시간의 경과에 따라 안정적인 신호와 함께하는 장기간에 걸친 사용을 위한, 초음파 발전기의 적심을 재생할 수 있도록 한다.
- [0036] 바람직하게, 단계 e)에 따른 출력 초음파의 인가는, 수 초 내지 수 분의, 예를 들어 1분의 기간에 걸쳐 수행된

다. 실제로, 이러한 기간은, 최상의 상태 하에서 적심을 유지하는데 충분하다.

- [0037] 방법은, 단계 e) 이전에, 축 방향 조립에 따라 초음파 발진기에 측정 초음파 방출 변환기를 부착하는 단계를 포함한다. 이러한 유형의 조립은 유리하게, 방향성 있는 음파 방출 또는 수신을 달성할 수 있도록 한다.
- [0038] 유사하게, 유리하게, 방법은 단계 c) 및 단계 e) 이전에, 측정 또는 검사 초음파 방출 변환기에 부가하여, 상기 초음파 발진기 상에 출력 초음파 방출 변환기의 축 방향 조립 단계를 포함한다. 그에 따라, 측정 변환기 및 출력 변환기가, 축 방향 조립에 따라, 동일한 초음파 발진기에 부착된다.
- [0039] 하나의 옵션에 따르면, 부착은, 선택적으로 플랜지를 경유하여, 초음파 발진기에 측정 변환기를 접합함에 의해 달성된다. 다른 옵션에 따르면, 부착은, 초음파 발진기에 직접적으로 접합되는 원통형 플랜지 상에 변환기를 나사결합 함에 의해 달성된다. 이러한 설계는, 액체 금속 내의 수분(hydrophony), 도플러 음속 측정, 함유물들의 검출과 같은, 액체 알루미늄 품질 측정을 위한 초음파 발진기와 변환기들 사이의 지속적인 기계적 결합을 보장할 수 있도록 한다.
- [0040] 다른 옵션에 따르면, 플랜지는, "브레이징"에 의해 초음파 발진기와 조립되며, 그리고 이 경우에, 초음파 발진기는, 적어도 0.05 중량%의 마그네슘을 포함하는 액체 알루미늄 욕조 내에 미리 부분적으로 잠입되고, 액체 알루미늄에 의한 초음파 발진기의 적심이 달성될 때까지 출력 초음파에 종속되며, 그리고 액체 알루미늄은, 플랜지 형태로 이후에 기계 가공되는 알루미늄과 초음파 발진기 사이의 직접적인 접합의 형성을 동반하도록, 냉각되고 고화된다.
- [0041] 이러한 방식으로 형성되는 플랜지는, 2가지 금속 사이의 브레이징에 의해 달성되는 것과 유사한 특성을 갖는, 초음파 발진기와 접합 에너지를 갖는다. 주사 전자 현미경(SEM)에 의해 관찰된, 금속에 접합되는 초음파 발진기 사이에 이러한 방법을 사용하여 획득되는 인터페이스의 연마된 섹션은, 금속과 초음파 발진기 사이의 최적의 기계적 결합을 가능하도록 하기 위해, 두 재료 사이의 어떠한 탈착 및 연속성 없이, 실제로 완벽한 접합을 동반하는 밀봉을 보여준다. 그에 따라, 초음파 발진기와 플랜지 사이의 직접적인 접합은, 두 재료 사이의 브레이징의 접합 강도와 적어도 실질적으로 동등한 접합 강도를 구비하며, 즉 재료의 벗김(stripping)없이 초음파 발진기로부터 플랜지를 탈착시킬 수 없다.
- [0042] 일 실시예에 따르면, 액체 금속은 움직인다.
- [0043] 유리하게, 단계 d)는, 액체 금속의 도플러 초음파 속도 측정을 포함한다.
- [0044] 다른 옵션에 따르면, 단계 d)는, 액체 금속 내의 함유물들의 검출 및 측정을 포함한다. 이러한 검출은, 인라인으로 또는 고정된 스테이션에서 일어날 수 있다.
- [0045] 하나의 실시예에 따르면, 액체 금속은, 액체 알루미늄이다.
- [0046] 다른 실시예에 따르면, 상기 액체 금속은 나트륨 또는 아연이며, 그리고 초음파 발진기는, 스틸 또는 개별적으로 나트륨 또는 아연에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 사이알론으로, 이루어진다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 본 발명의 다른 양태들, 목적들 및 이점들이, 비-제한적 예로서 그리고 첨부 도면을 참조하여 제공되는, 본 발명의 3개의 실시예에 대한 뒤따르는 설명을 읽음으로써, 더욱 분명하게 드러날 것이다. 도면들은, 그들의 가독성을 개선하기 위해, 나타난 요소들의 축척을 반드시 준수하지 않는다. 이하의 설명에서, 단순화의 목적으로, 여러 실시예들의 동일한, 유사한, 또는 균등한 요소들은, 동일한 참조 부호를 지닌다.
- 도 1 내지 도 3은, 본 발명에 따른 방법의 실시예를 생성하기 위해, 초음파 발진기를 포함하는 하나의 장비의 제조를 개략적으로 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예를 도시한다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 제2 실시예를 도시한다.
- 도 7은 본 발명의 제3 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0048] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, Si_3N_4 의 초음파 발진기(1)가, 유지된 적심을 동반하는 가운데 사용하는 관

점에서, 액체 알루미늄 합금 욕조 내에서 적셔진다.

- [0049] 도 1은, 3 kg의 액체 알루미늄을, 이 경우에 대략 5 중량%의 마그네슘을 포함하는 Al5%Mg 유형을, 수용하는 도가니(2) 내로의, 400 mm의 길이 및 30 mm의 직경을 구비하는 원통형 초음파 발전기(1)의 제1 단부 구역(1a)의 삽입을 나타낸다.
- [0050] 횡단 모드에 따라 초음파 발전기(1)와 조립되는 출력 초음파 방출 변환기(3)가, 5분 동안 초음파 발전기(1)에, 19.8 kHz의 주파수 및 대략 150 W의 출력의 출력 초음파를 전달한다.
- [0051] 초음파 발전기(1)가, 방법의 이러한 단계에서 욕조로부터 제거될 때, 초음파 발전기는, 알루미늄의 특성인 그의 광택이 있는 밝은 회색 색상에 의해 욕안으로 식별 가능한 그리고 무엇보다도 재료 벗김 없이 도구를 사용하여 세라믹 표면으로부터 분리될 수 없는, 액체 알루미늄에 의한 완벽한 적심을 보인다.
- [0052] 분명하게, 특히 마그네슘의 다소 상당한 함량, 바람직하게 0.05 중량%의 최소 함량을 갖는, 추가의 적심 조건이, 사용될 수 있다.
- [0053] 출력 초음파는, 사용되는 마그네슘 함량에 따라 맞춰진다. 이들은 특히, 초음파 발전기(1)의 적심을 생성하는 액체 알루미늄 내의 캐비테이션(cavitation)을 달성하도록 하기 위해, 다소 긴 시간 동안 인가된다.
- [0054] 도시되지 않은 하나의 옵션에 따르면, 초음파의 인가는, 부착이 전형적으로 15분 미만의 작동 지속 기간을 건디는 한, 체결에 의해, 또는 접합에 의해, 또는 나사결합 또는 임의의 다른 옵션에 의해, 축 방향 모드에 따라 초음파 발전기(1)에 부착되는, 출력 초음파 변환기(3)를 사용하여 실행된다.
- [0055] 다음 단계에서, 액체 알루미늄은 적셔진 초음파 발전기(1) 둘레에서 냉각된다(초음파 발전기(1)는 이 경우에 적심을 확인하기 위해 욕조로부터 제거되지 않았다). 알루미늄은 고화되며 그리고 초음파 발전기(1) 둘레에 직접적인 접합의 형성으로 이어진다. 고화된 알루미늄은 이어서, 초음파 발전기(1) 둘레에 원통형 플랜지(4)의 형태로 기계 가공된다.
- [0056] 도 3에 나타난 바와 같이, 출력 초음파 방출 변환기(3) 및 측정 초음파 방출 변환기(5)가, 축 방향 조립에 따라 알루미늄 플랜지(4) 상에 나사결합된다.
- [0057] 플랜지(4)에 부착되는 제1 단부 구역(1a) 반대편의, 초음파 발전기(1)의 제2 단부 구역(1b)이 이어서, 알루미늄 합금 내에 잠입되며, 그리고 출력 초음파가 이러한 제2 단부 구역(1b)의 적심을 달성하기 위해 인가된다(단계 c).
- [0058] 일단 초음파 발전기가 액체 알루미늄에 의해 적셔지면, 측정 초음파가, 측정 초음파 방출 변환기(5)에 의해 인가된다. 5 MHz의 주파수로 인가되는 이러한 초음파는 특히, 액체 알루미늄 합금 내의 함유물 품질(함유물들의 정량화 및 크기)을 지속적으로, 특히 여러 시간에 걸쳐, 분석할 수 있도록 한다(단계 d).
- [0059] 초음파는, 알루미늄 플랜지(4)에 의해, 10 W 초과의 출력으로 인가된다(단계 e). 이는, 액체 알루미늄 합금 내에서 적심의 재생을 보장한다. 공식화될 수 있는 가설이, 검사 또는 측정 모드에서의 초음파 발전기의 사용 도중에, 산화물 막이, 표면 상에 형성되며 그리고 적심을 변경한다는 것이다. 일단 초음파 발전기(1)가 합금 내에 잠입되면, 초음파의 새로운 인가가, 이러한 산화물 막을 분해하며 그리고 초음파 발전기의 액체 알루미늄/적심 알루미늄 접촉을 재생할 수 있도록 한다는 것이 가정된다. 초음파 발전기의 근처에서의 가스의 축적에 대한 가설이 마찬가지로, 배제되지 않아야 한다.
- [0060] 출력 초음파는 따라서, 초음파 발전기(1)의 적심을 유지하기 위해, 대략 20kHz의 주파수로 주기적으로, 특히 매 3시간 마다 대략 1분의 기간 동안, 방출된다.
- [0061] 실제로, 출력 초음파의 주기적 인가는, 초음파 발전기(1)?액체 알루미늄 인터페이스를, 액체 알루미늄 내에서의 초음파 발전기의 사용 도중에 액체 알루미늄 내에 쌓이는 가스 거품 또는 임의의 함유물에 대해, 청결하게 만들 수 있는 것으로 나타난다.
- [0062] 프로세스는, 액체 금속이 나트륨 또는 아연이며 그리고, 초음파 발전기가 스틸, 또는 개별적으로 아연 또는 나트륨에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 세라믹, 특히 사이알론으로, 이루어지는 경우에서, 유사하다.
- [0063] 도시되지 않은 다른 옵션에 따르면, 초음파는, 측정 초음파 조정 반사기가 합금을 수용하는 욕조 내에서 사용될 때, 응답으로 수신되는 신호의 강도에 따라, 간헐적으로 방출된다.
- [0064] 그에 따라, 상이한 적용들을 위해 초음파 발전기(1)를 사용하는 것이 가능하다.

- [0065] 합유물 품질의 측정은 특히, 특히 액체 금속 내에서의 탁월한 초음파 전달로 인해, 적어도 하나의 구조의 지속 기간 동안 그리고 큰 체적 분율에 걸쳐, 연속적으로 수행될 수 있다.
- [0066] 도 5 및 도 6은, 특히 액체 알루미늄 합금의 합유물 품질의 측정에 적용되지만, 임의의 액체 금속 또는 액체 금속에 대해 불활성인 초음파 발전기에 적용 가능한, 실시예를 도시한다. 출력 초음파의 이전 적용에 의해 적셔진, Si_3N_4 로 이루어지는 2개의 초음파 발전기(1)(길이 400 mm, 직경 30 mm)가 여기에서, 25 kg의 액체 알루미늄 합금을 포함하는 도가니(20) 내에, 부분적으로 잠입된다. 출력 초음파 변환기(3)는, 각각의 원통형 플랜지(4)에 축 방향 조립에 따라 부착된다. 측정 초음파 방출 변환기(5)가, Si_3N_4 의 초음파 발전기(1)의 막대와 접촉 상태에서 플랜지(4)에 배열된다.
- [0067] 측정 초음파 방출 변환기(5)가 그 위에 부착되는 초음파 발전기(1)는, 측정 초음파의 방출을 위해 사용되는 반면, 다른 초음파 발전기(1)는 수신 모드로 사용된다. 2개의 초음파 발전기(1)의 직렬 조립(tandem assembly)은, 초음파 발전기들(1) 사이의 각도 및 간극을 수정함에 의해, 초음파 빔의 기하학적 집중을 달성할 수 있도록 한다. 초음파 발전기들(1) 사이의 작은 간극 및 작은 각도(α)가, 검사되는 알루미늄 합금의 체적을 증가시킬 수 있도록 하지만, 검출의 한계가 합유물 크기의 측면에서 증가하게 되어, 검출이 실제로 낮은 감도를 갖도록 한다(도 5). 역으로, 초음파 발전기들(1) 사이의 큰 간극 및 상당한 각도(α)가, 검사되는 체적을 감소시킬 수 있도록 하며 그리고 검출의 한계가 낮아진다(도 6). 후자의 경우에, 검출 감도는 더 크다.
- [0068] 300 mm의 간극 및 28° 의 각도(α)를 갖는, 액체 알루미늄 합금 내로의 초음파 발전기들(1)의 도입 이후에, 음파 측정 신호는 의미 있게 나타나지 않는다. 액체 알루미늄 합금은, 초음파 발전기들(1)을 적시지 않는다. 수신 모드에서 작동하도록 하는 초음파 발전기(1)에 대한 출력 초음파의 인가에 뒤따르는, 방출 모드에서 작동하도록 하는 초음파 발전기(1)에 대한 출력 초음파(19.8 kHz, 150 W, 5 초)의 인가는, 적심을 생성할 수 있도록 하며, 그에 따라 후속적으로 초음파 측정 신호(5MHz)의 전달이 존재한다. 이 경우에, 검출되는 소음 레벨이 증가하며 그리고 단일 입자들(합유물들)에 대응하는 피크 값들이 나타난다. 출력 초음파의 규칙적인 인가는, 적심을 그리고, 인라인으로 또는 고정된 액체 알루미늄 합금 욕조에서의, 합유물 청결도 측정으로 또한 공지되는, 합유물의 검출 및 정량화의 연속성을 유지할 수 있도록 한다.
- [0069] 도 7에 도시되는 방법의 다른 실시예에 따르면, 초음파 발전기(1)는, 지금까지 낮은 용융점을 갖는 금속들에 신뢰할 수 있게 제한되었던, 움직이는 액체 알루미늄 합금의 욕조의 도플러 효과 초음파 속도 측정의 목적으로 사용된다.
- [0070] 이러한 실시예에서, 출력 초음파 변환기(3) 및 측정 초음파 방출 변환기(5)가, 사이알론으로 이루어진 초음파 발전기(1)에 축 방향 조립에 따라 부착되며 그리고 출력 초음파(20 kHz, 120 W, 8 초)가, 적심을 생성하기 위해 인가된다.
- [0071] 이상과 같은 동일한 특성을 구비하는 측정 초음파가, 연속적으로 인가되며 그리고 초음파 신호의 주파수의 변동이, 수신 모드에서 또한 작동하는 변환기(3)에 의해 측정된다. 동시에, 출력 초음파가, 초음파 발전기(1)의 적심을 유지하기 위해 매 5시간 마다 인가된다(단계 e). 방출되는 주파수에 관한, 부유 입자들에 의해 반사되는 주파수의 전파가, 유체에 의해 유도되는 입자들의 변위에 대해 모델링된다.
- [0072] 그에 따라, 본 발명은, 장치에 관해 개입하지 않고 측정 모드(측정 초음파)로부터 적심 재생 모드(출력 초음파)로의 전환의 옵션을 제공하는, 잠입된 상태로 유지되며 그리고 자발적인, 액체 알루미늄 합금 내의 합유물들을 측정하기 위한 장치의 연속적인 사용을 포함하는 측정 방법에 적용 가능한, 액체 알루미늄에 의해 적셔지는 초음파 발전기(1)를 사용하는 방법의 용도에 관련된다.
- [0073] 나아가, 초음파 발전기들(1)은, 초음파 발전기(1)를 형성하는 내화 재료의 표면을 화학적으로 개조하기 위해, 어떠한 표면 처리를 요구하지 않는다.
- [0074] 적심 재생에 의한, 액체 알루미늄 합금의 연속적인 비-파괴 검사를 위해 그리고 특히 알루미늄의 합유물 품질에 대한 분석을 위해, 이러한 방법을 사용할 수 있다.
- [0075] 유리하게, 방법을 위해 사용되는 측정 장비는, 바람직한 실시예에서, 초음파 발전기(1) 및 (측정 및 출력) 초음파 변환기들(3, 5)이 단일체를 형성하는, 조립체를 포함한다.
- [0076] 유사하게, 방법은, 상기 액체 금속이 나트륨 또는 아연이며, 그리고 초음파 발전기가, 스틸 또는 개별적으로 나트륨 또는 아연에 의해 적셔지지 않는 다른 금속으로, 또는 사이알론으로, 이루어지는 경우에서, 사용될 수 있

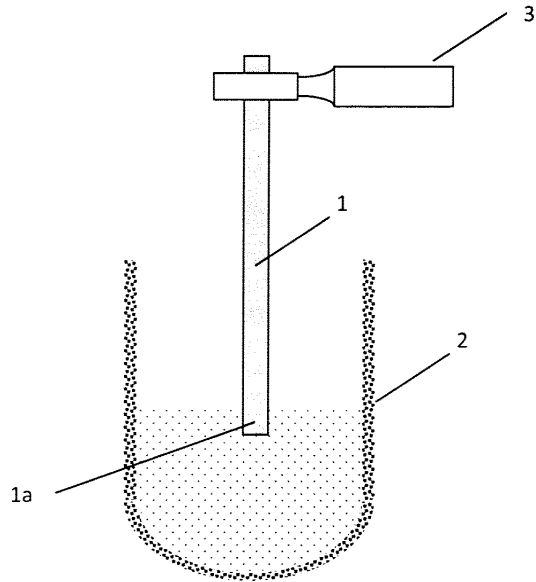
다.

[0077]

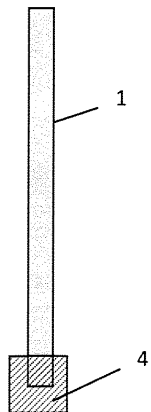
본 발명은, 예로서 이상에 설명되는 실시예에 제한되지 않는다는 것, 그러나 본 발명은, 설명되는 수단의 대안적인 실시예들 및 임의의 기술적 균등물 뿐만 아니라 이들의 조합을 포함한다는 것이 명백하다.

도면

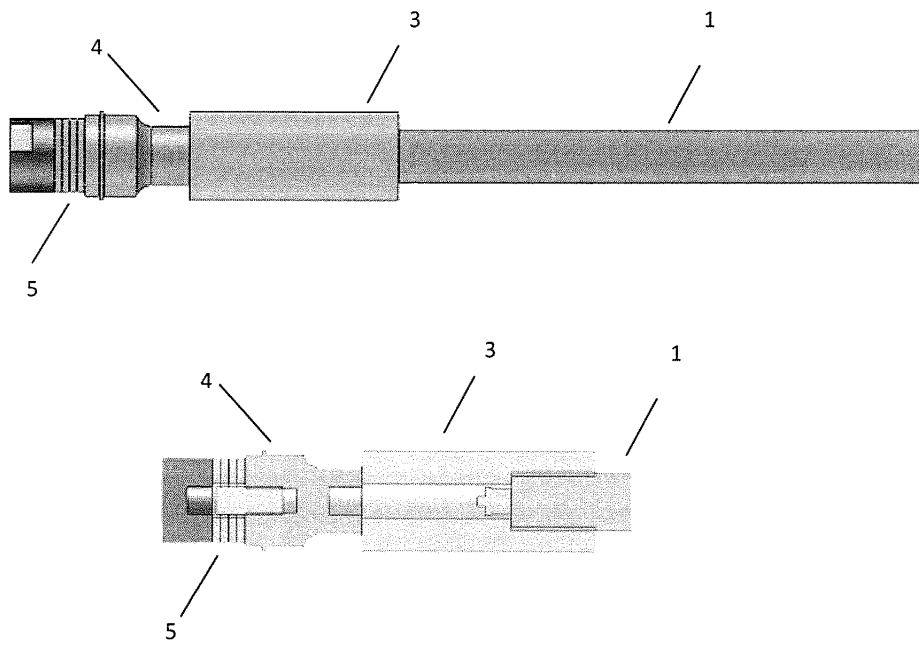
도면1



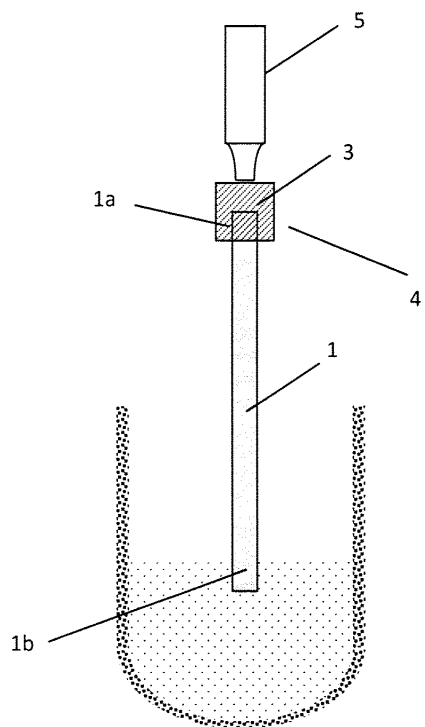
도면2



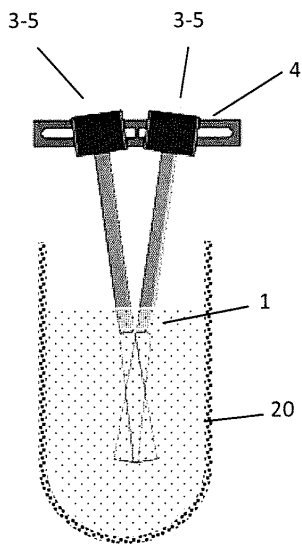
도면3



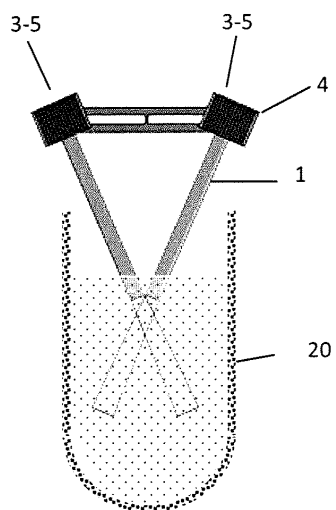
도면4



도면5



도면6



도면7

