



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0128254
(43) 공개일자 2018년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 44/06 (2006.01) H02K 44/14 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02K 44/06 (2013.01)
H02K 44/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0063580
(22) 출원일자 2017년05월23일
심사청구일자 2017년05월23일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김희령
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교
이근형
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교
(74) 대리인
제일특허법인(유)

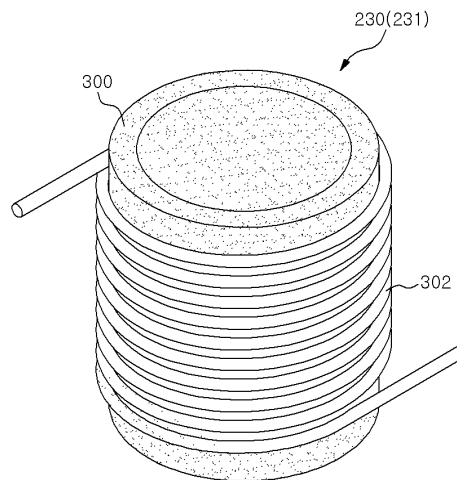
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 전도성 물질 이송 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극의 전류 공급 방식을 직류에서 교류로 변환하고 영구자석 대신 전자석을 사용하여 전도성 유로에서 교류 전류에 의한 유도 전류가 발생되도록 하고, 유도 전류에 의해 전도성 유로가 발열되도록 함으로써 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 별도의 히팅 장치 없이도 용융시킬 수 있도록 한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

나선형 경로를 따라 권선된 전도성 유로를 포함하는 유로부와,
 상기 유로부에 상기 나선형 경로의 중심축과 평행한 방향으로 제1 교류 전류를 인가하는 전극부와,
 제2 교류 전류를 인가받는 경우 상기 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장을 발생시키는 전자석을 포함하는 자기장부를 포함하는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 유로부는,
 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류에 의해 상기 전도성 유로 및 상기 전도성 유로 내부의 액체 금속에서 유도되는 유도 전류의 크기에 대응되는 열을 발생시키는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 유도 전류는,
 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류가 인가되는 경우, 페르데이 전자기 유도 법칙에 따라 상기 전도성 유로 및 상기 액체 금속에서 발생하며, 상기 전도성 유로 및 상기 액체 금속의 저항과 상기 유도 전류에 의해 열이 발생하는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 제1 교류 전류 및 제2 교류 전류는,
 상기 열이 상기 금속을 용융시킬 수 있는 범위의 온도가 되도록 하는 미리 계산된 양의 전류인 전도성 물질 이송 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 제2 교류 전류는,
 상기 제1 교류 전류와 동일한 상을 가지는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 자기장부는,
 상기 유로부의 내부 공간에 배치되는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 자기장부는,
상기 전자석의 내부에 위치하며 내부공간이 채워져 있는 원통형의 제1 강자성체와,
상기 유로부의 외부 공간에 배치되고, 내부 공간에 상기 전자석이 배치되는 제2 강자성체
를 더 포함하는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 전극부는,
상기 유로의 최외곽 권선이 있는 어느 한 쪽에 배치된 제1 극성의 제1 전극과, 상기 유로의 최외곽 권선이 있는
다른 한 쪽에 배치된 상기 제1 극성과는 다른 제2 극성의 제2 전극을 포함하는 전도성 물질 이송 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전도성 물질 이송 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전류 및 자기장에 의해 발생하는 로렌츠 힘 (Lorentz force)을 이용하여 전기 전도성이 있는 물질을 이송하는 전도성 물질 이송 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 주지하고 있는 바와 같이, 전기 전도성이 있는 전도성 물질을 이송하기 위한 전도성 물질 이송 장치로서 유로를 통해 전도성 물질을 이송하는 전자펌프가 있다. 이러한 전자펌프는 유로 내의 전도성 물질에 큰 전류를 흘려주면서, 전류와 직각 방향으로 가해지는 자기장에 의해 발생하는 로렌츠 힘으로 전도성 유체를 이송하는 장치이다.

[0003] 도 1은 종래 기술에 따른 전자펌프의 구성을 나타내는 사시도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 종래의 전자펌프(100)는 직사각형 형태의 유로(102), 유로(102) 내의 전도성 물질에 자기장을 가하는 영구자석(104), 자기장에 의한 자속의 방향과 직각 방향으로 전도성 물질에 전류를 흘려주는 전극(108)을 포함한다.

[0005] 이러한 종래 기술에 따른 전자펌프의 구동(펌핑) 압력(P)은 역기전력과 수력학적 손실을 제외하였을 때에 아래의 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\Delta P = \frac{BI}{H}$$

[0006]

[0007] 여기서, B는 자기장의 세기이고, I는 전류의 세기이며, H는 유로의 자기장 방향 두께이다.

[0008] 이러한 수학식 1에서 알 수 있는 바와 같이 전자펌프(100)의 구동 압력(P)은 영구자석(104)에 의한 자기장의 세기(B) 및 전극(108)에 의한 전류의 세기(I)에 비례하고, 유로(102)의 자기장 방향 두께(H)에 반비례한다.

[0009] 이 중에서 자기장의 세기(B)는 영구자석(104)을 이용하여 높이는데 있어 약 1 테슬라(T)의 한계를 보이고, 유로(102)의 자기장 방향 최소 두께(H) 또한 제작상의 한계로 1 밀리미터(mm)의 한계를 보인다.

[0010] 따라서, 전자펌프(100)의 높은 구동 압력(P)을 얻기 위해서는 전극(108)을 통해 수천 내지 수만 암페어(A)의 고전류를 흘려주어야 한다.

[0011] 그런데, 이러한 고 전류를 위해서는 부피가 크고 고비용의 파워 서플라이(power supply)가 요구되기에, 전자펌프 및 파워 서플라이를 포함하는 전도성 물질 이송 시스템의 가격이 비싸고 소형화가 어렵다는 문제점이 있다.

[0012] 또한, 전류가 흐르는 액체 금속 및 유로의 저항이 낮아 수천 내지 수만 암페어의 고 전류를 흘려주는 경우에도 액체 금속 및 유로에 걸리는 전압이 낮게 되어 액체 금속 및 유로에서 열 발생이 적게 이루어지기 때문에 유로를 통해 액체 금속을 이송시키기 위해서는 추가적인 히팅 장치를 유로의 주변에 설치하여 상온보다 높은 액체 금속의 용융점 이상의 온도를 유지시켜야 하는 문제점이 있다.

[0013] 또한, 이러한 히팅 장치가 포함된 경우 전자펌프 구동 중 문제가 발생하면 전자펌프를 분해하여 히팅 장치를 다시 정비하여야 하는 등 전자펌프의 유지보수가 번거로워지는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

[0014] (특허문헌)

[0015] 대한민국 공개특허번호 제10-2006-74412호(공개일자 2006년 07월 03일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명의 실시예에 의하면, 전극의 전류 공급 방식을 직류에서 교류로 변환하고 영구자석 대신 전자석을 사용하여 전도성 유로에서 교류 전류에 의한 유도 전류가 발생되도록 하고, 유도 전류에 의해 전도성 유로가 발열되도록 함으로써 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 별도의 히팅 장치 없이도 용융시킬 수 있도록 하는 전도성 물질 이송 장치를 제공한다.

[0017] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 상술한 본 발명은 전도성 물질 이송 장치로서, 나선형 경로를 따라 권선된 전도성 유로를 포함하는 유로부와, 상기 유로부에 상기 나선형 경로의 중심축과 평행한 방향으로 제1 교류 전류를 인가하는 전극부와, 제2 교류 전류를 인가받는 경우 상기 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장을 발생시키는 전자석을 포함하는 자기장부를 포함한다.

[0019] 또한, 상기 유로부는, 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류에 의해 상기 전도성 유로 및 상기 전도성 유로 내부의 액체 금속에서 유도되는 유도 전류의 크기에 대응되는 열을 발생시키는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 유도 전류는, 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류가 인가되는 경우, 페르데이 전자기 유도 법칙에 따라 상기 전도성 유로 및 상기 액체 금속에서 발생하며, 상기 전도성 유로 및 상기 액체 금속의 저항과 상기 유도 전류에 의해 열이 발생하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 제1 교류 전류 및 제2 교류 전류는, 상기 열이 상기 금속을 용융시킬 수 있는 범위의 온도가 되도록 하는 미리 계산된 양의 전류인 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 제2 교류 전류는, 상기 제1 교류 전류와 동일한 상을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 자기장부는, 상기 유로부의 내부 공간에 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 자기장부는, 상기 전자석의 내부에 위치하며 내부공간이 채워져 있는 원통형의 제1 강자성체와, 상기 유로부의 외부 공간에 배치되고, 내부 공간에 상기 전자석이 배치되는 제2 강자성체를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 전극부는, 상기 유로의 최외곽 권선이 있는 어느 한 쪽에 배치된 제1 극성의 제1 전극과, 상기 유로의 최외곽 권선이 있는 다른 한 쪽에 배치된 상기 제1 극성과는 다른 제2 극성의 제2 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 전극의 전류 공급 방식을 직류에서 교류로 변환하고 영구자석 대신 전자석을 사용하여 전도성 유로에서 교류 전류에 의한 유도 전류가 발생되도록 하고, 유도 전류에 의해 전도성 유로가 발열되도록 함으

로써 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 별도의 히팅 장치 없이도 용융시킬 수 있는 이점이 있다.

[0027] 또한, 별도의 히팅 장치 없이도 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 용융시킬 수 있기 때문에 종래 추가의 히팅 장치를 필요로 하는 전자펌프와 비교하여 유지 보수가 보다 간편해지는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 종래 기술에 따른 전자펌프의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치의 부분 분해 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장부의 전자석 구성을 나타내는 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치의 일 부분을 절개한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 유로와 제 1 전극 및 제 2 전극의 결합 상태를 보인 사시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 제 1 전극 및 제 2 전극의 사시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 제 1 전극 및 제 2 전극의 평면도 및 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0030] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치의 부분 분해 사시도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자석체를 전자석으로 구성한 상세 회로 구성도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 도 2의 x-x'를 따라 절개하였을 때의 부분 단면도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 유로와 제 1 전극 및 제 2 전극의 결합 상태를 보인 사시도이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 제 1 전극 및 제 2 전극의 사시도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치를 구성하는 제 1 전극 및 제 2 전극의 평면도 및 측면도이다.

[0031] 도 2 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)는 유로부(210)와 전극부(220) 및 자기장부(230)를 포함한다.

[0032] 유로부(210)는 나선형 경로를 따라 N회의 권선수로 권선된 전도성 유로(211)를 포함한다. 이러한 유로(211)는 전도성 물질이 이송되는 경로를 제공한다. 여기서, 유로(211)는 스테인리스 스틸(stainless steel) 튜브 등과 같이 전도성을 가지는 재질로 제작된다.

[0033] 전극부(220)는 유로(211)의 최외곽 권선이 있는 어느 한 쪽에 제 1 극성의 제 1 전극(221)이 배치되고, 유로(211)의 최외곽 권선이 있는 다른 한 쪽에 제 1 극성과는 다른 제 2 극성의 제 2 전극(222)이 배치된다. 이러한 전극부(220)를 통해 유로부(210)에 나선형 경로의 중심축 방향으로 교류 전류를 인가할 수 있다. 즉, 나선형 경로의 반지름 방향과 직교하고 나선형 경로의 중심축과 평행한 방향으로 유로부(210)에 전류를 인가할 수 있다. 제 1 전극(221) 및 제 2 전극(222)은 구리(Cu) 등으로 제작할 수 있다.

[0034] 즉, 전극부(220)는 본 발명의 일 실시예에 따라 직류 대신에 교류를 입력받아 나선형 경로의 중심축 방향으로 교류 전류를 인가함으로써, 전도성 유로에 유도 전류가 발생되도록 하고 유도 전류에 의해 전도성 유로에서 열이 발생하게 된다. 이에 따라 전도성 유로를 이송하는 액체 금속이 위와 같이 유도 전류에 의해 발생된 열에 의해 용융될 수 있도록 한다.

[0035] 자기장부(230)는 유로부(210)에 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장을 가할 수 있다. 이러한 자기장부(230)는 내부공간이 비어있고 양쪽 원형면이 개방된 원통형의 전자석(231)을 포함하며, 이러한 전자석(231)은 도 3에서와 같이 원통형의 철심(300)과 철심을 감싸는 코일(302) 형태로 이루어질 수 있다.

[0036] 한편, 종래 전자펌프의 구조에서는 액체 금속 및 유로의 저항이 낮아 수천 내지 수만 암페어의 고 전류를 흘려주는 경우에도 액체 금속 및 유로에 걸리는 전압이 낮게 되어 액체 금속 및 유로에서 열 발생이 적은 문제점이 있으며, 이에 따라 유로를 통해 액체 금속을 이송시키기 위해서는 추가적인 히팅 장치를 유로의 주변에 설치하여 상온보다 높은 액체 금속의 용융점 이상의 온도를 유지시켜야 하는 등 유지보수가 번거로워지는 등의 문제점이 있었음은 전술한 바와 같다.

[0037] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 전극부(220)의 전류 공급 방식을 직류에서 교류로 변환하고 자기장부(230)에서도 영구자석 대신 전자석(231)을 사용하여 전도성 유로에서 교류 전류에 의한 유도 전류가 발생되도록 하고, 이와 같이 발생된 유도 전류에 의해 전도성 유로가 발열되도록 함으로써 별도의 히팅 장치 없이도 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 용융시킬 수 있도록 한다. 또한, 유도 전류에 의한 발열을 통해 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 용융시킬 수 있기 때문에 추가의 히팅 장치가 필요 없게 되어 전자펌프의 유지보수가 보다 간편해진다.

[0038] 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 전극부(220)로 단상 혹은 다상의 교류 전류를 공급하여 유로의 나선형 경로의 중심축 방향으로 교류 전류가 인가되도록 하고, 전극부(220)로 공급하는 교류 전류와 동일 위상을 가지는 교류 전류를 전자석(231)으로 공급하여 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장이 가해지도록 함으로써 나선형 경로의 원주 방향으로 로렌츠의 힘이 발생하도록 하여 액체금속이 유로를 따라 이송되도록 하는 것이다.

[0039] 이때, 페러데이 전자기 유도 법칙에 따라 전극부(220)로부터 인가되는 교류 전류와 전자석(231)으로부터 인가되는 교류 전류에 의해 유도 및 액체금속에서 유도 전류가 발생하며, 이러한 유도 전류 및 유로와 액체 금속의 저항이 서로 작용하여 유로에서 열이 발생하게 된다. 따라서, 전극부(220)와 전자석(231)에 공급되는 전류를 직류에서 교류로 변환시키는 것을 통해 유로에서 열이 발생하게 됨으로써 추가적인 히팅 장치 없이도 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 용융시킬 수 있는 열을 얻을 수 있다. 이때, 유로에서 발생하는 열은 전극부(220)로 공급되는 교류 전류의 양에 대응되게 커질 수 있으므로 전극부(220)로 공급되는 교류 전류의 양을 조절하여 유로에서 발생하는 열이 액체 금속을 용융시킬 수 있는 온도가 되도록 함으로써 유로를 따라 이송되는 액체 금속을 자연적으로 용융시킬 수 있다.

[0040] 위와 같이 전극부(220)와 전자석(231)을 구성하는 경우 종래기술의 경우 1000암페어의 전류를 흘렸을 때 수십도의 온도 증가만 보인 반면, 본 발명의 일 실시예에서는 백도 이상의 온도 증가를 이룰 수 있어 액체 금속의 용융점에 대응되는 온도를 쉽게 얻을 수 있게 된다.

[0041] 이러한 전도성 물질 이송 장치(200)의 유로(211)에 전자석(231)에 의해 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장이 가해지고, 전극부(220)를 통해 나선형 경로의 중심축 방향으로 유로(211)에 교류 전류가 흐르면, 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있는 로렌츠 힘(f)에 따라 유로(211) 내의 전도성 물질이 나선형 경로의 원주방향으로 이송된다.

수학식 2

$$f=(J \times B)$$

[0043] 여기서, f는 유로(211) 내의 전도성 물질이 받는 단위당 힘(force density)이며, J는 전류밀도(current density)이고, B는 자기장의 세기이다.

[0044] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)의 구동(펌핑) 압력(P)은 역기전력과 수력학적 손실을 제외하였을 때에 아래의 수학식 3와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$\Delta P=\frac{nBI}{D}$$

[0046] 여기서, n은 유로(211)의 권선수이며, B는 전자석(231)에 의한 자기장의 세기이고, I는 전극부(220)를 전도성

물질에 인가되는 전류의 세기이며, D는 유로(211)의 자기장 방향 내경이다.

- [0047] 이러한 수학적 식 3에서 알 수 있는 바와 같이 전도성 물질 이송 장치(200)의 구동 압력(P)은 유로(211)의 권선수(n)와 자석체(231)에 의한 자기장의 세기(B) 및 전극부(220)에 의한 전류의 세기(I)에 비례하며, 유로(211)의 자기장 방향 내경(D)에 반비례한다.
- [0048] 한편, 전극부(220)를 구성하는 제 1 전극(221) 및 제 2 전극(222)은 프레임(220a)과 복수의 리드(220b)를 포함할 수 있다. 여기서, 유로(211)의 최외곽 권선에 고리(ring) 형태의 프레임(220a)이 접촉될 수 있고, 유로(211)가 권선되는 나선형 경로의 중심축 방향으로 프레임(220a)에서 소정 길이만큼 M(단, M은 2 이상의 자연수)개의 리드(220b)가 연장될 수 있으며, M개의 리드(220b)는 360도/M의 각도 간격을 가질 수 있다. 여기서, 리드(220b)가 3개이면 120도의 각도 간격을 가지며, 첫 번째 리드(220b)의 중심과 프레임(220a)의 일단이 30도의 각도 간격을 가질 수 있다. 예컨대, 프레임(220a)은 란돌트 고리(landolt ring) 형태로 형성할 수 있으며, 유로(211)의 말단이 란돌트 고리에 의한 개방영역 및 홀(233e)을 통과하여 외부로 노출될 수 있다.
- [0049] 여기서, 제 1 전극(221) 및 제 2 전극(222)이 M개의 리드(220b)를 포함하기 때문에 1개의 리드(220b)만을 포함할 때 보다 여러 개의 리드를 포함하는 경우 전자펌프의 유로부에 인가되는 전류밀도가 균등하게 되어 전자펌프의 역기전력에 의한 손실압력을 줄일 수 있다.
- [0050] 또한, 유로부(210)는 유로(211)의 두 권선의 사이에 있는 전도성 브레이징 접합체(212)를 포함할 수 있다. 이는 유로(211)의 두 권선의 사이를 은 등과 같이 전도성을 가지는 재질을 이용하여 브레이징 접합을 함에 따라 생성될 수 있다. 원형의 유로(211)가 이용되고 전도성 브레이징 접합체(212)가 없는 경우에는 유로(211)의 두 권선의 사이에 접촉되는 부분이 적어서 접촉저항(contact resistance)이 매우 크게 발생하여 유로(211)내의 전도성 물질에 인가되는 전류가 낮아지게 되지만, 전도성 브레이징 접합체(212)는 유로(211)의 두 권선의 사이에서 접촉저항을 줄이는 역할을 한다. 도 4에서는 이해를 돕기 위하여 인접한 유로(211) 사이의 거리를 과장하여 멀게 표현하였으나, 인접한 유로(211)는 서로 접촉될 수 있다.
- [0051] 자기장부(230)는 제 1 강자성체(232)와 제 2 강자성체(233)를 더 포함할 수 있다. 제 1 강자성체(232)는 내부공간이 채워져 있는 원통형일 수 있고, 원주면이 유로(211)가 권선되는 나선형 경로로 제공될 수 있다. 제 2 강자성체(233)는 내부공간이 비어 있고 양쪽 원형면이 폐쇄된 원통형일 수 있으며, 비어 있는 내부공간에 전자석(231)이 배치될 수 있고, 폐쇄된 양쪽 원형면 중에서 어느 한 쪽을 통해 유로(211)의 일단과 제 1 전극(221)이 노출될 수 있으며, 폐쇄된 양쪽 원형면 중에서 다른 한 쪽을 통해 유로(211)의 타단과 제 2 전극(222)이 노출될 수 있다.
- [0052] 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)에서 제 2 강자성체(233)는 전자석(231) 등을 보호하는 하우징(housing)의 역할을 겸비하며, 전도성 물질 이송 장치(200)의 조립 및 분해의 용이성을 위해 제 2 강자성체(233)는 상단부(233a)와 중앙부(233b) 및 하단부(233c)로 구성될 수 있다. 상단부(233a) 및 하단부(233c)의 원형면에는 제 1 전극(221) 및 제 2 전극(222)에 포함되는 M개의 리드(220b)가 노출되는 M개의 슬릿(233d)이 형성될 수 있으며, 유로(211)의 말단이 노출되는 1개의 홀(233e)이 형성될 수 있다. 이러한 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)는 투자율(magnetic permeability)이 큰 스틸 등으로 제작할 수 있다.
- [0053] 자기장부(230)를 구성하는 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)는 자기장을 유도하여 전자석(231)에 의한 자기장의 세기를 증가시키는 역할을 한다. 즉, 예를 들어 전자석(231)을 제 2 강자성체(233)로 둘러싸면 전자석(231)의 자기장의 세기가 3배 내지 10배 정도 증가된다. 앞서 설명한 바와 같이 유로(211) 내의 전도성 물질이 받게 되는 힘은 자기장의 세기에 비례하기 때문에, 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)에 의해 전자석(231)의 자기장의 세기(B)가 커지면 비례적으로 유로(211) 내의 전도성 물질이 받게 되는 힘이 커진다.
- [0054] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)는 제 1 강자성체(232)와 유로(211)의 사이 및 유로(211)와 자석체(231)의 사이에 있는 절연체(240)를 더 포함할 수 있다. 이러한 절연체(240)는 테프론(Teflon), 세라믹, 유리, 나무 등으로 제작할 수 있으며, 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)에 전극부(220)를 통한 전류가 인가되지 않게 한다. 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)에 전류가 인가되면 그 만큼 유로(211) 내의 전도성 물질로 인가되는 전류가 감소하기 때문에 전도성 물질을 이송되게 하는 로렌츠 힘이 낮아지지만, 절연체(240)가 전류의 흐름을 차단하기 때문에 로렌츠 힘이 낮아지지 않는다. 여기서, 제 1 전극(221)의 프레임(220a), 제 2 전극(222)의 프레임(220a) 및 제 2 강자성체(233)의 슬릿(233d)까지 절연체(240)를 덮어서 전류 흐름을 더 확실하게 차단할 수 있다.
- [0055] 상술한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극의 전류 공급 방식을 직류에서 교류로 변환하고 영구자석

대신 전자석을 사용하여 전도성 유로에서 교류 전류에 의한 유도 전류가 발생되도록 하고, 유도 전류에 의해 전도성 유로가 발열되도록 함으로써 전도성 유로를 따라 이송하는 액체 금속을 별도의 히팅 장치 없이도 용융시킬 수 있도록 한다.

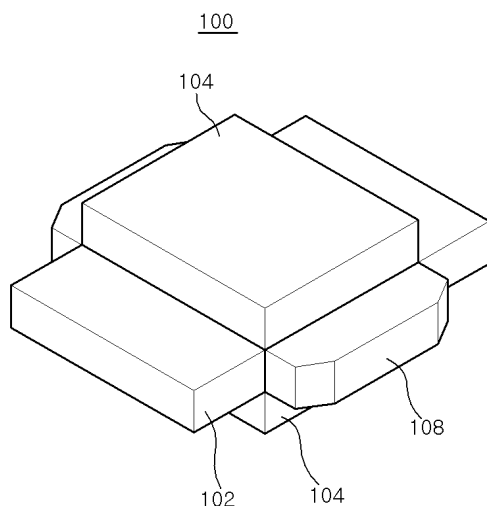
[0056] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가
능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하
기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호
범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권
리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

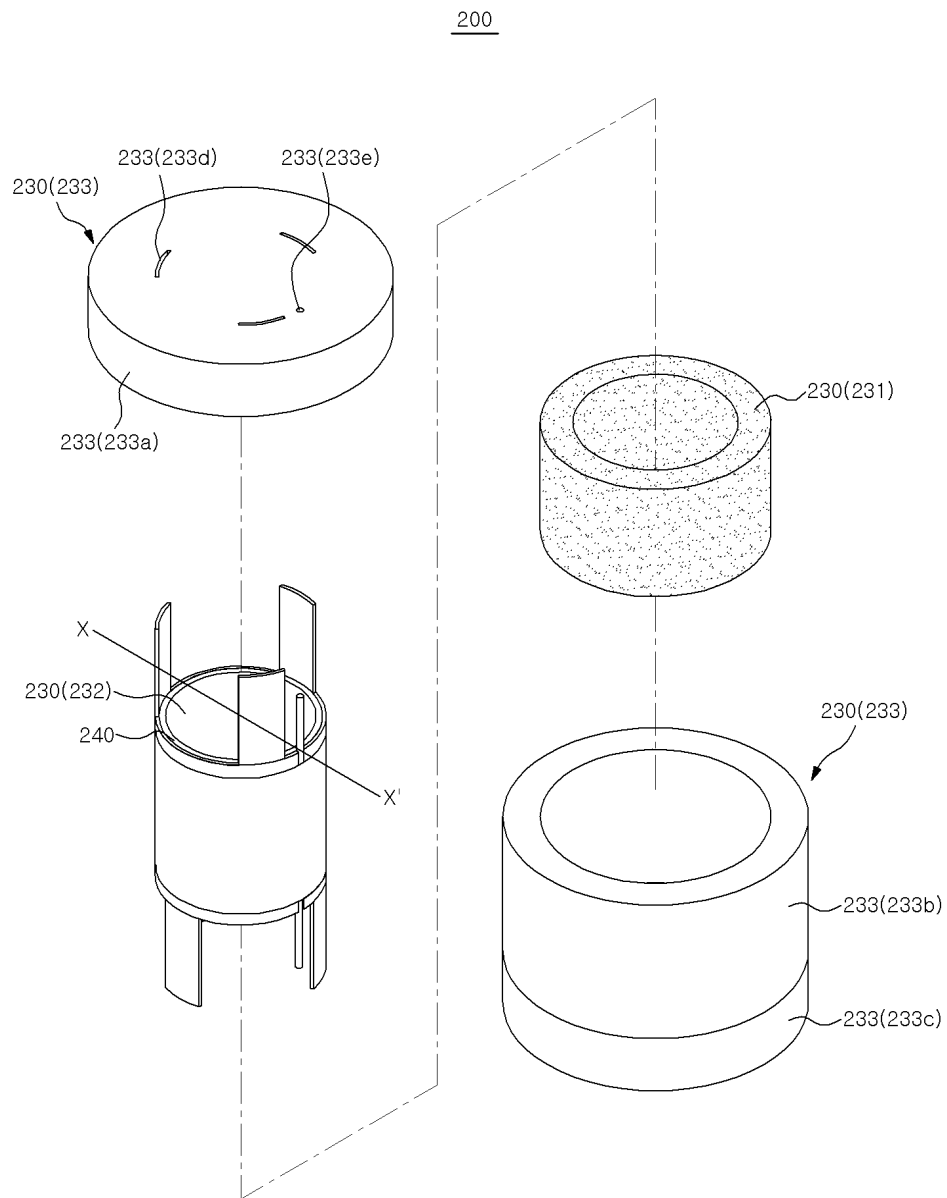
[0057]	200 : 전도성 물질 이송 장치	210 : 유로부
	211 : 유로	212 : 전도성 브레이징 접합체
	220 : 전극부	221 : 제 1 전극
	222 : 제 2 전극	220a : 프레임
	220b : 리드	230 : 자기장부
	231 : 전자석	232 : 제 1 강자성체
	233 : 제 2 강자성체	233a : 제 2 강자성체의 상단부
	233b : 제 2 강자성체의 중앙부	233c : 제 2 강자성체의 하단부
	233d : 제 2 강자성체의 슬릿	233e : 제 2 강자성체의 홀
	235 : 강자성체	240 : 절연재

도면

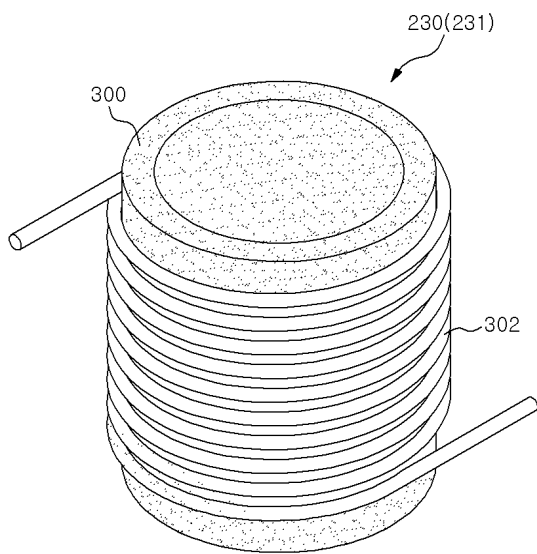
도면1



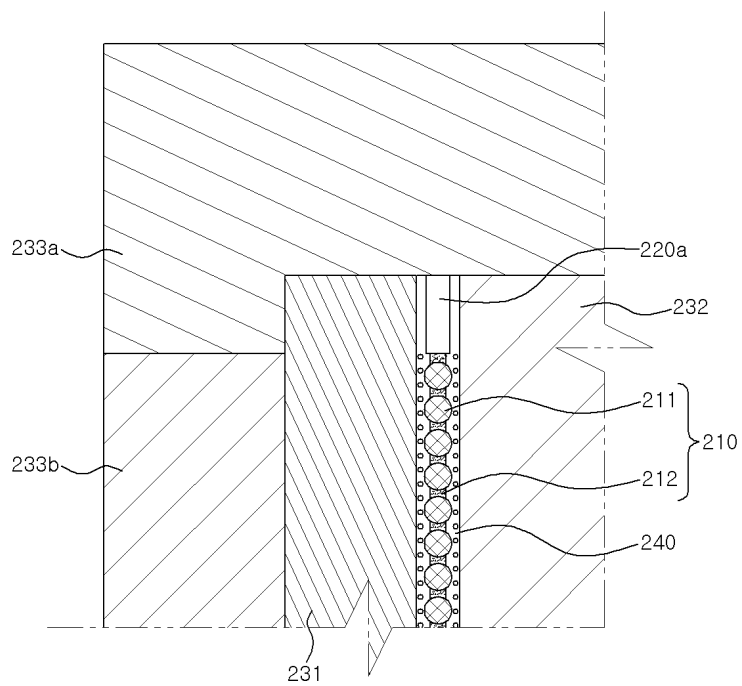
도면2



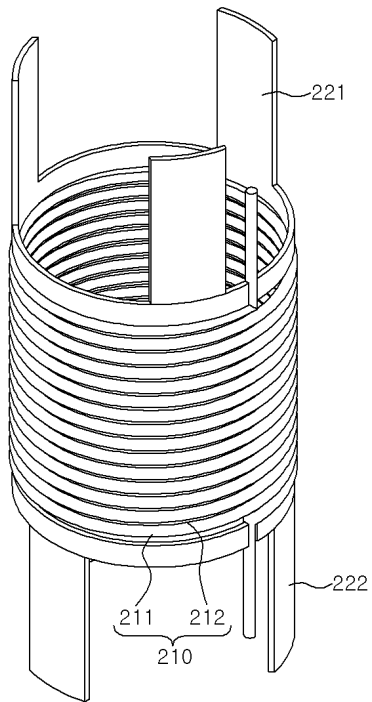
도면3



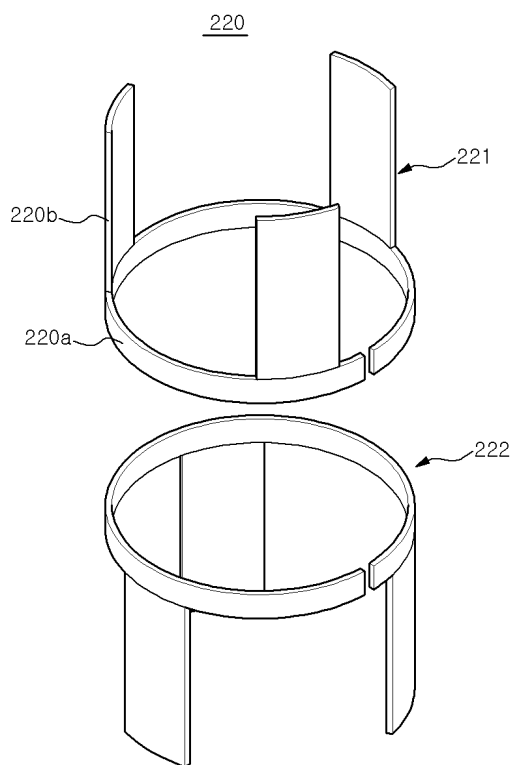
도면4



도면5



도면6



도면7

