



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0136711
(43) 공개일자 2018년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 44/12 (2014.01) H02K 44/02 (2006.01)
H02K 44/06 (2006.01) H02K 44/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 44/12 (2013.01)
H02K 44/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0075794
(22) 출원일자 2017년06월15일
심사청구일자 2017년06월15일

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

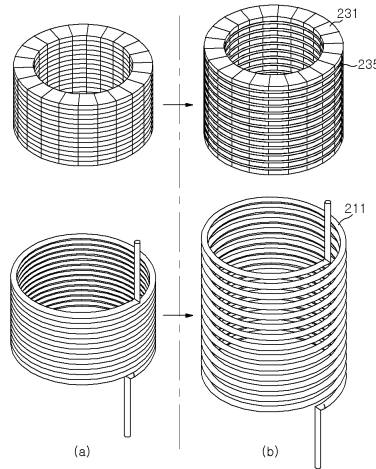
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 전도성 물질 이송 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 전도성 물질이 이송되는 유로의 나선형 권선수를 증가시켜 구동 압력을 향상시킬 수 있으며, 유로에 전류를 흘려주기 위한 전극을 전기 전도 중에 열손실을 최소화할 수 있는 형상으로 설계 및 제작하여 에너지 효율이 극대화되도록 한다. 또한, 유로 사이의 간격을 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성시키고 영구자석 사이에는 강자성체를 형성시켜 높이가 상대적으로 높은 나선형 DC 전자펌프에서도 자기장 세기를 증진시켜 전자펌프의 효율이 증대되도록 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H02K 44/06 (2013.01)

H02K 44/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

나선형 경로를 따라 권선된 전도성 유로를 포함하는 유로부와,
상기 나선형 경로의 반지름 방향으로 착자되며 상기 유로부를 따라 상기 전도성 유로와 이웃하도록 나선형으로 형성되는 영구자석과 상기 영구자석의 사이에 형성되는 강자성체를 포함하는 자기장부와,
상기 유로부에 상기 나선형 경로의 중심축과 평행한 방향으로 전류를 인가하는 전극부를 포함하는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 전도성 유로는,
상기 나선형 경로의 중심축 방향으로의 간격이 상기 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성되는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 강자성체는,
상기 전도성 유로의 길이가 증가하여 상기 나선형 경로의 중심축 방향으로 상기 유로부의 높이가 증가하는 경우 상기 영구자석의 착자방향의 단면적이 일정하게 유지되도록 상기 영구자석의 사이에 형성되는 전도성 물질 이송 장치.

청구항 4

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.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 영구자석의 상기 나선형 경로의 중심축 방향에 따른 높이는, 상기 유로부의 상기 나선형 경로의 중심축 방향의 전체 높이와 같거나 큰 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 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 고전류를 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.

선행기술문헌

[0012] (특허문헌)

[0013] 대한민국 공개특허번호 제10-2006-74412호(공개일자 2006년 07월 03일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 실시예에 의하면, 종래 기술과 비교할 때에 상대적으로 더 낮은 전류를 전도성 물질에 흘려주어서도 상대적으로 더 높은 구동 압력을 발생시키는 전도성 물질 이송 장치를 제공한다.

[0015] 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

[0016] 상술한 본 발명은 전도성 물질 이송 장치로서, 나선형 경로를 따라 권선된 전도성 유로를 포함하는 유로부와, 상기 나선형 경로의 반지름 방향으로 착자되며 상기 유로부를 따라 상기 전도성 유로와 이웃하도록 나선형으로 형성되는 영구자석과 상기 영구자석의 사이에 형성되는 강자성체를 포함하는 자기장부와, 상기 유로부에 상기 나선형 경로의 중심축과 평행한 방향으로 전류를 인가하는 전극부를 포함한다.

[0017] 또한, 상기 전도성 유로는, 상기 나선형 경로의 중심축 방향으로의 간격이 상기 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 강자성체는, 상기 전도성 유로의 길이가 증가하여 상기 나선형 경로의 중심축 방향으로 상기 유로부의 높이가 증가하는 경우 상기 영구자석의 착자방향의 단면적이 일정하게 유지되도록 상기 영구자석의 사이에 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 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.

[0020] 또한, 상기 영구자석의 상기 나선형 경로의 중심축 방향에 따른 높이는, 상기 유로부의 상기 나선형 경로의 중심축 방향의 전체 높이와 같거나 큰 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따르면, 전도성 물질이 이송되는 유로의 나선형 권선수를 증가시켜 구동 압력을 향상시킬 수 있으며, 유로에 전류를 흘려주기 위한 전극을 전기 전도 중에 열손실을 최소화할 수 있는 형상으로 설계 및 제작하여 에너지 효율이 극대화되도록 한다.

[0022] 또한, 유로 사이의 간격을 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성시키고 영구자석 사이에는 강자성체를 형성시켜 높이가 상대적으로 높은 나선형 DC 전자펌프에서도 자기장 세기를 증진시켜 전자펌프의 효율이 증대되도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 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 영구자석과 유로의 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.

도 8은 종래기술의 전자펌프에 대하여 중심 축 기준으로 2D 단면을 도시한 것이다.

도 9는 도 8에 도시된 유로 부분에서 형성되는 자기장의 세기를 그래프로 도시한 것이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 전자펌프에 대하여 중심 축 기준으로 2D 단면을 도시한 것이다.

도 11은 도 10에 도시된 유로 부분에서 형성되는 자기장의 세기를 그래프로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 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.
- [0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치의 부분 분해 사시도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치의 영구자석인 자석체와 전도성 유로의 사시도이며, 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.
- [0026] 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.
- [0027] 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.
- [0028] 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 직류 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.
- [0029] 자기장부(230)는 유로부(210)에 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장을 가할 수 있다. 이러한 자기장부(230)는 내부공간이 비어있고 양쪽 원형면이 개방된 원통형의 자석체(231)를 포함하며, 자석체(231)는 나선형 경로의 반지름 방향으로 착자되고, 내부공간에 유로부(210) 및 전극부(220)가 배치된다. 자석체(231)는 영구자석 등으로 제작할 수 있다. 이러한 원통형의 자석체(231)는 일체로 제작할 수도 있으며, 도 2에 실선으로 구분하여 나타낸 바와 같이 작은 크기로 개별 제작한 후에 원통형의 모양이 되도록 결합시킬 수도 있다.
- [0030] 또한, 이러한 자석체(231)는 유로의 간격과 일치하는 간격으로 형성될 수 있고, 이러한 자석체(231)의 사이에는 강자성체(235)가 형성될 수 있다.
- [0031] 이러한 전도성 물질 이송 장치(200)의 유로(211)에 자석체(231)에 의해 나선형 경로의 반지름 방향으로 자기장이 가해지고, 전극부(220)를 통해 나선형 경로의 중심축 방향으로 유로(211)에 직류 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

$$\mathbf{f} = (\mathbf{J} \times \mathbf{B})$$

- [0032]
- [0033] 여기서, f는 유로(211) 내의 전도성 물질이 받는 단위당 힘(force density)이며, J는 전류밀도(current density)이고, B는 자기장의 세기이다.
- [0034] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)의 구동(펌핑) 압력(P)은 역기전력과 수력학적

손실을 제외하였을 때에 아래의 수학적식 3와 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 3

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

[0035]

[0036] 여기서, n은 유로(211)의 권선수이며, B는 자석체(231)에 의한 자기장의 세기이고, I는 전극부(220)를 전도성 물질에 인가되는 전류의 세기이며, D는 유로(211)의 자기장 방향 내경이다.

[0037] 이러한 수학적식 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.

[0038] 여기서, 자석체(231)에 의한 자기장의 세기(B)는 영구자석 등을 이용하여 높이는데 있어 한계가 있고, 유로(211)의 자기장 방향 내경(D)은 제작상의 한계가 있으며, 전극부(220)에 의한 전류의 세기(I) 역시 파워 서플라이의 부피 및 가격을 고려하여야 하기에 높이는데 있어 한계가 있다. 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)는 유로(211)의 권선수(n)를 증가시켜 구동 압력(P)을 향상시킬 수 있다.

[0039] 이때, 위와 같이 유로(211)의 권선수를 증가시킴에 있어서, 도 3에서 보여지는 바와 같이 유로(211)가 자석체(231)인 영구자석과 이웃하도록 형성시키는 방식으로 권선수를 증가시킨다. 즉, 종래 유로와 영구자석이 도 3의 (a)에서와 같이 형성되었다고 한다면, 본 발명의 실시예에서는 로렌츠의 힘을 증가시켜 전자펌프의 효율을 향상시키기 위해 유로(211)의 권선수를 증가시키는 경우 도 3의 (b)에서와 같이 자석체(231)와 유로(211)를 배치시켜 나선형 DC 전자펌프의 효율을 증진시킨다.

[0040] 이때, 도 3의 (b)에서와 같이 유로(211) 사이의 간격을 자석체(231)인 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 맞추어 유로(211)와 자석체(231)를 배치함으로써, 나선형 경로의 중심축 방향으로 유로부(210)의 높이가 증가하는 경우에도 영구자석의 착자방향의 단면적이 일정하게 유지되도록 하고, 영구자석 사이에는 강자성체(235)를 형성시킴으로써 전체적으로 자기장을 강하게 유지시켜 전자펌프의 효율이 향상되도록 한다.

[0041] 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)를 통과하여 외부로 노출될 수 있다.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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 자석체

(231)가 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.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)에서 제 2 강자성체(233)는 자석체(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.

[0046] 자기장부(230)를 구성하는 제 1 강자성체(232) 및 제 2 강자성체(233)는 자기장을 유도하여 자석체(231)에 의한 자기장의 세기를 증가시키는 역할을 한다. 자석체(231)를 영구자석으로 구현하고, 영구자석을 제 2 강자성체(233)로 둘러싸면 영구자석의 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 자석체(231)의 자기장의 세기(B)가 커지면 비례적으로 유로(211) 내의 전도성 물질이 받게 되는 힘이 커진다.

[0047] 또한, 자석체(231)는 본 발명의 일 실시예에 따라 나선형 경로의 유로(211)와 이웃하게 착자되도록 하며, 자석체(231) 사이의 공간에는 강자성체(235)를 형성시켜 전자펌프의 높이가 증가하여도 자기장 세기가 감소하지 않도록 한다. 즉, 자석체(231)인 영구자석 주변 유로(211)에서는 r 방향의 자기장이 형성되며 강자성체 물질 주변 유로(211)에서는 -r 방향의 자기장이 형성되는데, 전자펌프의 θ 방향 로렌츠 힘 형성을 위해서는 r방향의 자기장만이 필요하다. 따라서, 유로(211) 사이의 간격을 자석체(231) 사이의 간격과 일치하도록 맞추고, 자석체(231) 사이의 공간에는 강자성체(235)를 형성시킴으로써 전체적으로 자기장이 강해져 나선형 경로의 중심축 방향으로 유로부(210)의 높이가 증가하는 경우에도 자석체(231)의 착자방향의 단면적이 일정하게 유지되도록 하여 전자펌프의 효율이 향상되도록 한다.

[0048] 위와 같이 구현하는 경우 높이가 1m 이상의 전자펌프에 대하여, 종래기술에서는 0.2 T 미만의 자기장 세기를 보인 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 기술은 자석체(231)인 영구자석 주변 유로(211)에서 0.8 T 이상의 자기장 세기를 보여 4배 이상의 로렌츠 힘이 발생함으로써 전자펌프의 효율이 증대되었다.

[0049] 도 8은 종래기술의 전자펌프에 대하여 중심 축 기준으로 2D 단면을 도시한 것이고, 도 9는 도 8에 도시된 유로 부분에서 형성되는 자기장의 세기를 그래프로 도시한 것이다.

[0050] 또한, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 전자펌프에 대하여 중심 축 기준으로 2D 단면을 도시한 것이고, 도 11은 도 10에 도시된 유로 부분에서 형성되는 자기장의 세기를 그래프로 도시한 것이다.

[0051] 이때, 도 9와 도 11에서는 예를 들어 유로가 높이 2M, 너비가 0.01mm로 형성되는 것을 가정하고, 유한요소 해석법(finite element method)를 사용하여 유로 부분에서 R방향 자기장 세기를 너비 중앙 부분에서 높이에 따라 측정한 것을 나타낸 것이다.

[0052] 즉, 도 9와 도 11에 도시된 유로 부분에서의 자기장 세기를 비교하면, 본 발명의 실시예에서와 같이 유로 사이의 간격을 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성시키고 영구자석 사이에는 강자성체를 형성시키는 경우, 유로를 자기장이 최대가 되는 지점으로 변화하였을 때 자기장 세기가 약 2.5배 가량 증가한 것을 알 수 있다. 또한, 종래 기술의 전자펌프의 구조와 비교하여 유로 부분의 높이가 더욱 높아질수록 본 발명의 실시예에 따른 전자펌프가 더 좋은 효율을 보이는 것을 알 수 있다.

[0053] 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 절연재(240)를 더 포함할 수 있다. 이러한 절연재(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 만 큼 유로(211) 내의 전도성 물질로 인가되는 전류가 감소하기 때문에 전도성 물질을 이송되게 하는 로렌츠 힘이 낮아지지만, 절연재(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 절연재(240)를 덮어서 전류 흐름을 더 확실히 차단할 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 물질 이송 장치(200)는 절연재(240)의 내부에 있는 가열선(250)을 더

포함할 수 있다. 여기서, 가열선(250)은 제 1 강자성체(232)와 유로(211)의 사이 및 유로(211)와 자석체(231)의 사이에 모두 설치하거나 어느 한 쪽에만 설치할 수도 있다. 가열선(250)은 유로(211)를 가열해 온도를 높여서 유로(211) 내의 전도성 물질이 액체 상태가 되게 하여 로렌츠 힘에 의해 전도성 물질이 원활히 이송되도록 한다. 유로(211) 내에 리튬(Li)을 이송하는 경우라면 리튬의 녹는점이 상온보다 높은 180.54℃ 이기 때문에 가열선(250)으로 유로(211)를 가열해 리튬을 녹여 액체 상태로 이송시킨다.

[0055] 상술한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전도성 물질이 이송되는 유로의 나선형 권선수를 증가시켜 구동 압력을 향상시킬 수 있으며, 유로에 전류를 흘려주기 위한 전극을 전기 전도 중에 열손실을 최소화할 수 있는 형상으로 설계 및 제작하여 에너지 효율이 극대화되도록 한다. 또한, 유로 사이의 간격을 영구자석 사이의 간격과 일치하도록 형성시키고 영구자석 사이에는 강자성체를 형성시켜 높이가 상대적으로 높은 나선형 DC 전자펌프에서도 자기장 세기를 증진시켜 전자펌프의 효율이 증대되도록 한다.

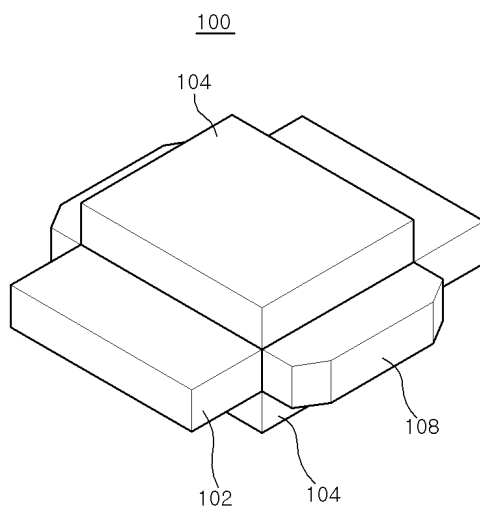
[0056] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은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

부호의 설명

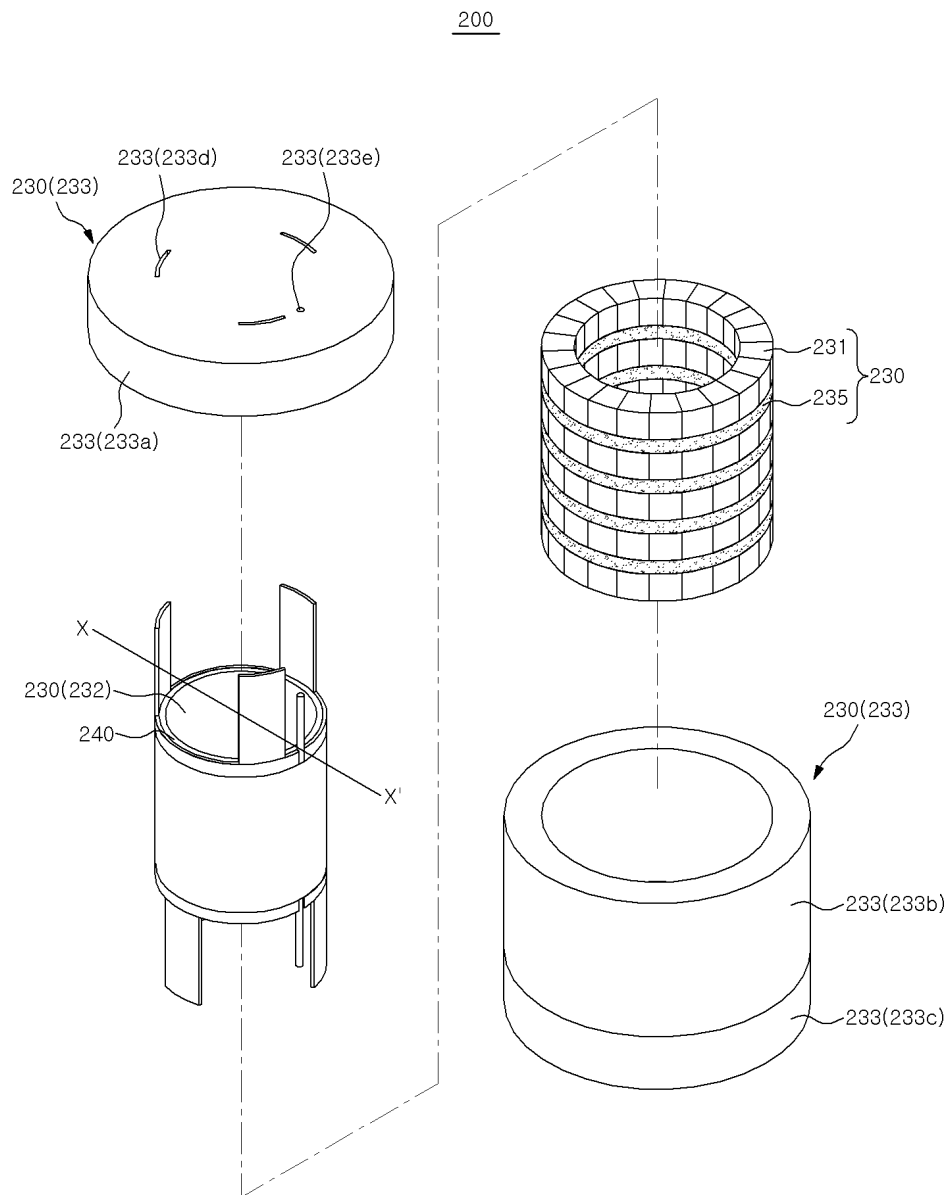
[0057]	200 : 전도성 물질 이송 장치	210 : 유로부
	211 : 유로	212 : 전도성 브레이징 집합체
	220 : 전극부	221 : 제 1 전극
	222 : 제 2 전극	220a : 프레임
	220b : 리드	230 : 자기장부
	231 : 자석체	232 : 제 1 강자성체
	233 : 제 2 강자성체	233a : 제 2 강자성체의 상단부
	233b : 제 2 강자성체의 중앙부	233c : 제 2 강자성체의 하단부
	233d : 제 2 강자성체의 슬릿	233e : 제 2 강자성체의 홀
	235 : 강자성체	240 : 절연재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

도면

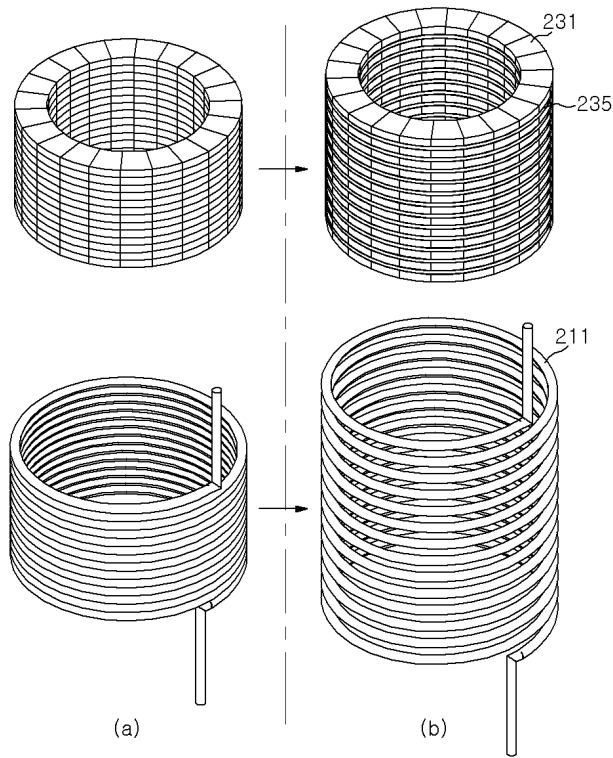
도면1



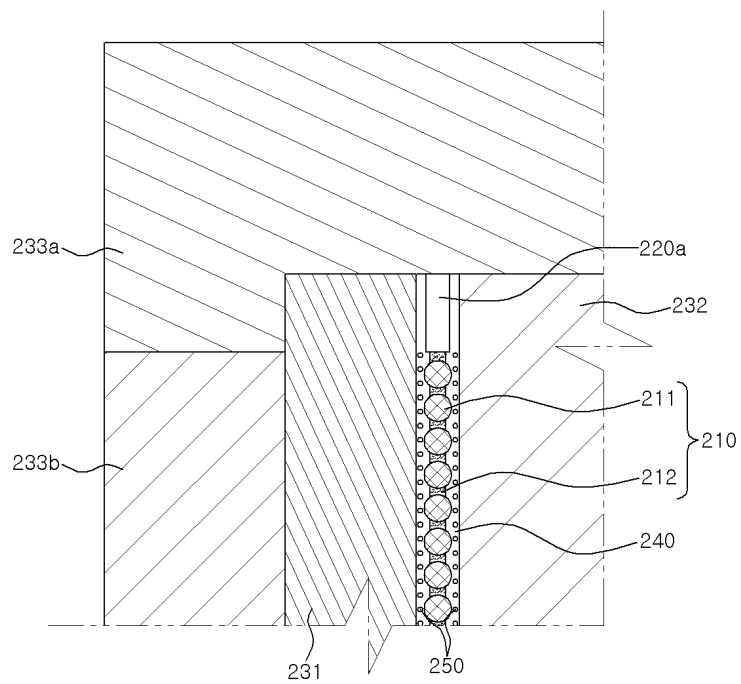
도면2



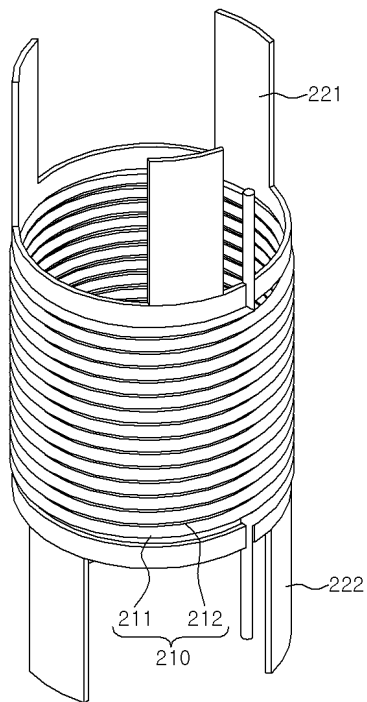
도면3



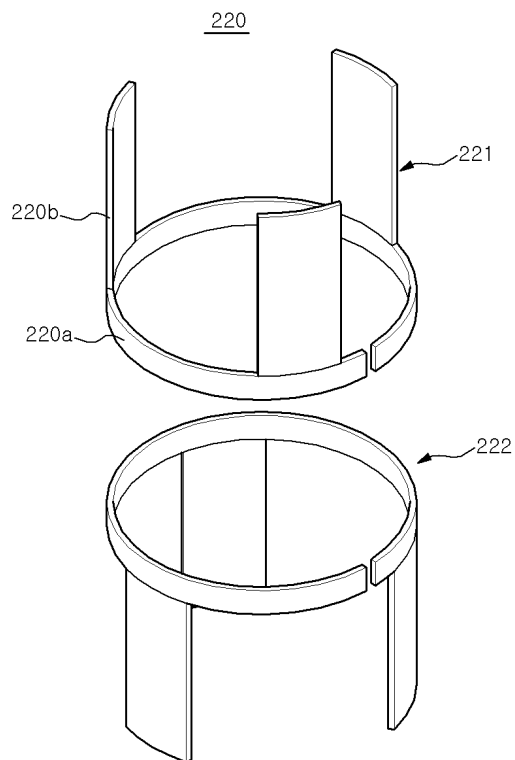
도면4



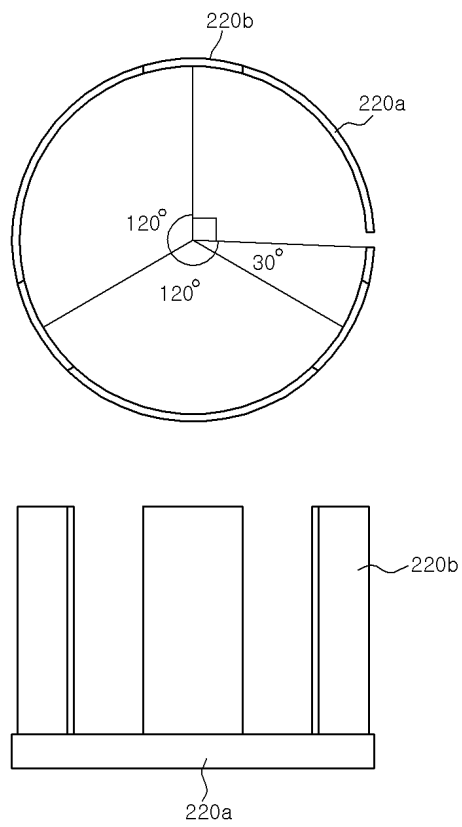
도면5



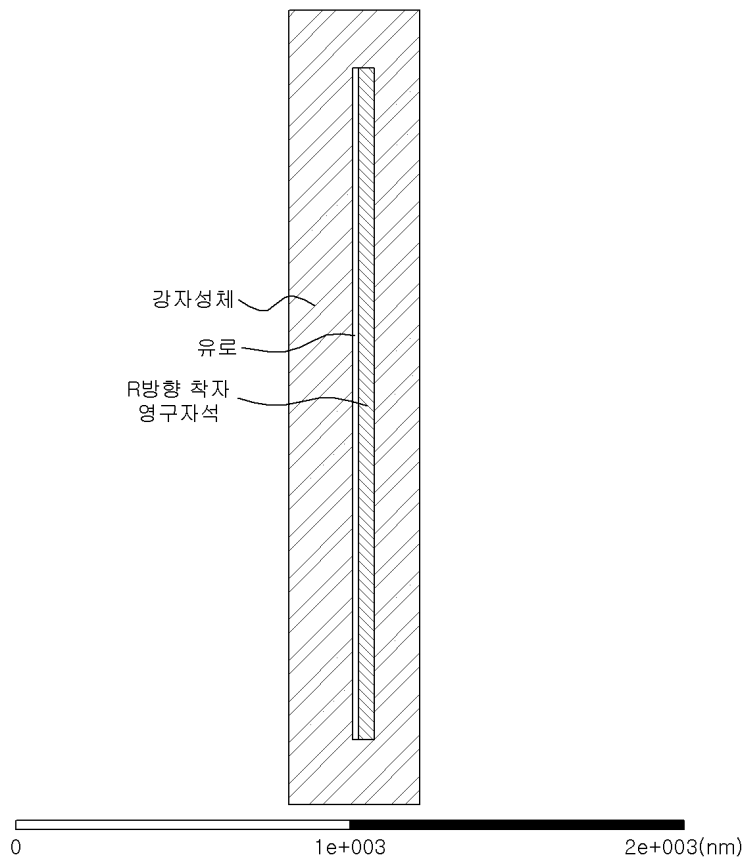
도면6



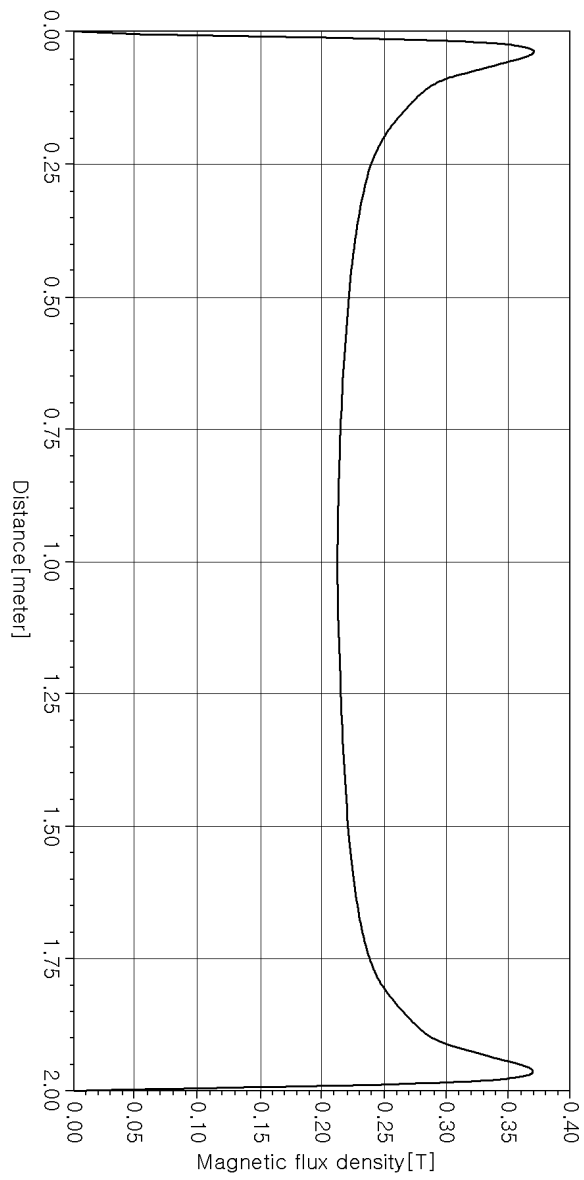
도면7



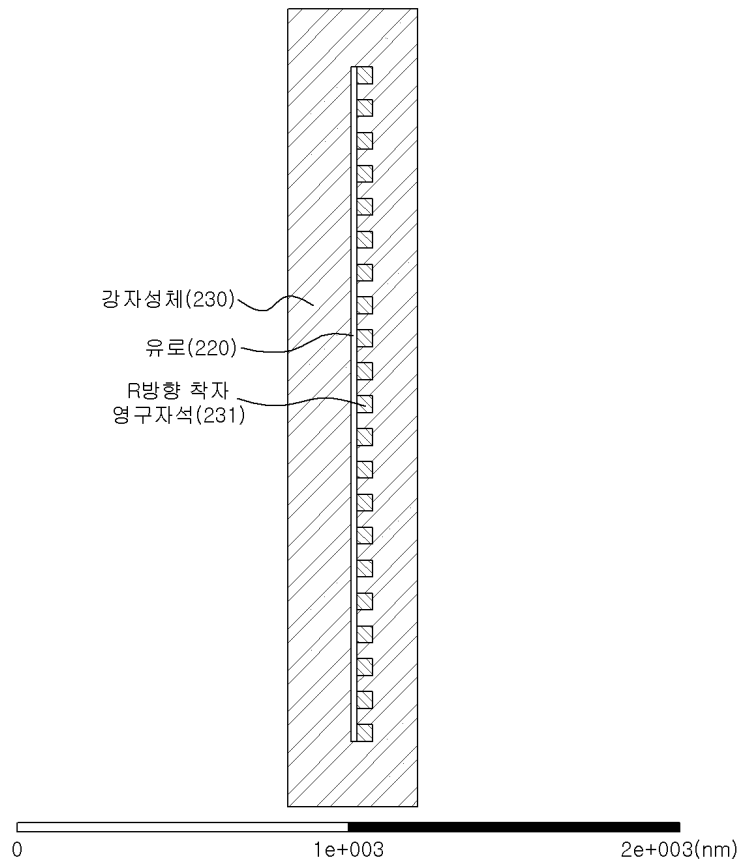
도면8



도면9



도면10



도면11

