



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082249
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 7/20 (2006.01) C23C 14/35 (2006.01)
H01F 27/02 (2006.01) H01F 27/22 (2006.01)
H01F 27/32 (2006.01) H01F 7/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01F 7/20 (2013.01)
C23C 14/351 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0172659
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국알박(주)
경기도 평택시 청북면 한산길 39

(72) 발명자
김정건
경기도 화성시 동탄반석로 70, 438동 2202호 (반송동, 솔빛마을신도브레뉴아파트)

소번호
충청남도 천안시 서북구 늘푸른6길 41, 101동 1901호 (두정동, 극동늘푸른아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 무한

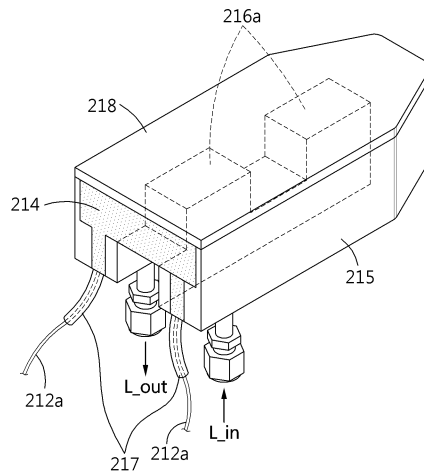
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리 및 그 제조 방법

(57) 요약

일 실시 예에 따르면 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리는, 자기장을 생성하기 위한 전자석; 적어도 일측으로 개구된 개구부를 갖고, 상기 전자석을 수용하기 위한 수용 공간을 구비하는 수용 박스; 및 상기 전자석이 상기 수용 공간에 수용된 상태에서, 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간에 충전되어 고화됨으로써, 상기 전자석의 적어도 일부가 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하기 위한 열 전도 매개체를 포함할 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H01F 27/022 (2013.01)

H01F 27/22 (2013.01)

H01F 27/325 (2013.01)

H01F 2007/062 (2013.01)

(72) 발명자

고무석

서울특별시 은평구 연서로8길 20, A동 102호 (역촌
동, 허브빌)

변동범

경기도 안산시 상록구 충장로 533, 1109동 1002호
(성포동, 주공아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

자기장을 생성하기 위한 전자석;

적어도 일측으로 개구된 개구부를 갖고, 상기 전자석을 수용하기 위한 수용 공간을 구비하는 수용 박스; 및

상기 전자석이 상기 수용 공간에 수용된 상태에서, 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간에 충전되어 고화됨으로써, 상기 전자석의 적어도 일부가 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하기 위한 열 전도 매개체를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전자석은,

보빈; 및

상기 보빈에 권취된 코일을 포함하고,

상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분은 상기 열 전도 매개체에 의해, 진공 분위기로 노출되지 않는 것을 특징으로 하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전자석 어셈블리는, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 더 포함하고,

상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부는 상기 열 전도 매개체에 의해, 진공 분위기로 노출되지 않는 것을 특징으로 하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 보빈은,

외측에 상기 코일이 권취되는 보빈 바디를 포함하고,

상기 열 전도 매개체가 고화된 상태에서, 상기 보빈 바디의 내부 공간으로 영구 자석이 삽입 또는 분리 가능한 것을 특징으로 하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 수용 박스는,

냉매 유입 라인 및 냉매 토출 라인에 각각 연통되어 냉매를 안내하는 냉매 유로를 포함하는 냉각 플레이트를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리.

청구항 6

밀폐된 내부 공간을 구비하는 진공실과, 상기 진공실의 진공도를 유지하기 위한 진공 펌프와, 상기 진공실의 내부에 배치되는 전자석 어셈블리를 포함하고,

상기 전자석 어셈블리는,

상기 진공실 내부에 위치하는 대상체에 자기장을 제공하기 위한 전자석;

일측으로 상기 진공실 내부를 향하여 개구된 개구부를 갖고, 상기 전자석을 수용하기 위한 수용 공간을 구비하는 수용 박스; 및

상기 전자석이 상기 수용 공간에 수용된 상태에서, 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간에 충전되어 고화됨으로써, 상기 전자석의 적어도 일부가 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하기 위한 열 전도 매개체를 포함하는 진공 처리 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전자석은,

보빈; 및

상기 보빈에 권취된 코일을 포함하고,

상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분은 상기 열 전도 매개체에 의해, 상기 진공실 내부로 노출되지 않는 것을 특징으로 하는 진공 처리 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전자석 어셈블리는, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 더 포함하고,

상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부는 상기 열 전도 매개체에 의해, 상기 진공실 내부로 노출되지 않는 것을 특징으로 하는 진공 처리 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 진공 처리 장치는, 진공 성막 형성 장치인 것을 특징으로 하는 진공 처리 장치.

청구항 10

전자석을 형성하는 단계;

지그에 전자석을 수용하는 수용 공간을 구비한 수용 박스를 삽입함으로써, 일측으로 개구된 개구부를 마련하는 단계;

상온 및 상압에서 고체 상태를 갖는 열 전도 물질을 가열시켜 액체 상태로 변화시키는 단계;

상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간으로 상기 액체 상태의 열 전도 물질을 충전시키는 단계;

상기 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체가 되도록 냉각시키는 단계; 및

상기 수용 박스로부터 상기 지그를 분리시키는 단계를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 지그는,

수용 박스가 안착되는 공간을 제공하는 안착부; 및

상기 안착부로부터 돌출 형성되며 전자석의 보빈 바디의 내부 공간으로 상기 열 전도 물질이 유입되는 것을 방지하기 위한 돌기를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 보빈은, 외측에 코일이 권취되는 보빈 바디를 포함하고,

상기 제조 방법은, 상기 보빈 바디의 내측에 형성된 공간의 내부에 위치하도록 영구 자석을 설치하는 단계를 더 포함하는 전자석 어셈블리의 제조방법

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 전자석을 형성하는 단계는,

보빈에 코일을 권취하는 단계; 및

권취된 코일 사이의 간극을 줄이기 위하여, 권취된 코일의 인접한 피복재들을 상호 용착시키는 단계를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 용착시키는 단계는, 권취된 코일을 가열시킨 상태에서, 권취된 코일에 수직한 방향으로 가압하는 단계를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 전자석을 형성하는 단계는, 보빈에 코일을 권취하는 단계를 포함하고,

상기 제조 방법은, 상기 액체 상태의 열 전도 물질이 권취된 코일 사이의 간극에 스며들도록 상기 수용 박스를

진동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 전자석을 형성하는 단계는, 보빈에 코일을 권취하는 단계를 포함하고,

상기 제조 방법은, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 설치하는 단계를 더 포함하고,

상기 충전시키는 단계는, 상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부가 상기 열 전도 매개체에 의해 진공 분위기로 노출되지 않도록, 상기 전자석 축의 단부를 상기 수용 공간 내에 위치시킨 상태에서 수행되는 것을 특징으로 하는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

청구항 17

전자석을 형성하는 단계;

수용 공간과, 상기 수용 공간에 연통되고 적어도 일측으로 개구된 개구부를 갖는 수용 박스에 상기 전자석을 삽입하는 단계;

상온 및 상압에서 고체 상태를 갖는 열 전도 물질을 가열시켜 액체 상태로 변화시키는 단계;

상기 개구부를 메꾸어 주도록, 상기 액체 상태의 열 전도 물질을 상기 수용 공간으로 충전시키는 단계; 및

상기 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체가 되도록 냉각시키는 단계를 포함하는 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 예를 들면, 진공 성막 형성 장치 등의 진공 처리 장치에서 사용될 수 있는 전자석 어셈블리 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]진공 성막 형성 장치 및 플라즈마 에칭 장치 등 반도체 제조 프로세스에서 사용되는 다양한 산업 설비들을 비롯한 진공 처리 장치들은, 진공 분위기에서 사용되어야 하는 전자석 어셈블리를 필요로 한다. 이와 같은 전자석 어셈블리는, 전자석을 구성하는 코일의 피복 재료로부터 발생하는 가스 형태의 불순물에 의하여, 대상체 및/또는 주변 부품들을 비롯한 진공 상태에 악영향을 미치게 된다.

[0004]뿐만 아니라, 진공 상태에서는 대기 상태에 비하여 열 전도율이 매우 낮은 값을 갖기 때문에 냉각 효율이 저하되는 문제가 있다. 특히, 일반적인 방식으로 제작된 전자석 어셈블리에서, 코일의 적층 방향(즉, 코일의 권취 방향에 수직한 방향)으로의 열 전도율을 측정하면, 진공 상태에서의 열 전도율(0.2 W/m/K)이 대기 상태에서의 열 전도율(2 W/m/K)의 1/10 수준에 불과하기 때문에, 전자석 어셈블리를 진공 분위기에서 사용시 냉각 효율이 크게 저하되는 문제가 있었다. 적절한 냉각이 이루어지지 못할 경우, 전자석 어셈블리의 효율이 급격히 감소하게 되고, 이러한 문제는, 높은 크기의 자기장을 생성할 필요가 있는 전자석 어셈블리에 있어서 더욱 심각해진다. 따라서, 진공 분위기에서 사용되어야 하는 전자석 어셈블리의 경우, 높은 냉각량을 제공하는 냉각 시설을 갖추어야 하는 추가적인 문제를 야기하게 된다.

[0005]한편, 이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 진공실 내에 대기압을 유지하는 별도의 대기 박스를 마련하고, 대기

박스 내에 전자석 어셈블리를 배치시키는 기술을 활용할 수 있다. 그러나 이 경우 대기 박스 설치에 필요한 많은 부피를 요구하게 되고, 또한, 대기 박스가 차지하는 공간만큼, 전자석 어셈블리로부터 대상체로 제공하여야 하는 자기력이 약화되는 문제가 발생하게 된다. 따라서, 대상체에 충분한 자기력을 제공하기 위해, 전자석 어셈블리에 매우 높은 전류를 인가하여야 하므로, 전력 효율이 감소하는 문제가 발생한다. 또한, 이와 같은 과정에서 발생하는 높은 열량을 제거하기 위한 냉각 시설을 갖추어야 하는 문제를 야기하게 된다.

[0006] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 일 실시 예의 목적은 진공 분위기에서 발생될 수 있는 각종 문제들을 해결할 수 있는 전자석 어셈블리를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시 예에 따르면 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리는, 자기장을 생성하기 위한 전자석; 적어도 일측으로 개구된 개구부를 갖고, 상기 전자석을 수용하기 위한 수용 공간을 구비하는 수용 박스; 및 상기 전자석이 상기 수용 공간에 수용된 상태에서, 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간에 충전되어 고화됨으로써, 상기 전자석의 적어도 일부가 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하기 위한 열 전도 매개체를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 전자석은, 보빈; 및 상기 보빈에 권취된 코일을 포함하고, 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분은 상기 열 전도 매개체에 의해, 진공 분위기로 노출되지 않을 수 있다.

[0012] 상기 전자석 어셈블리는, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 더 포함하고, 상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부는 상기 열 전도 매개체에 의해, 진공 분위기로 노출되지 않을 수 있다.

[0013] 상기 보빈은, 외측에 상기 코일이 권취되는 보빈 바디를 포함하고, 상기 열 전도 매개체가 고화된 상태에서, 상기 보빈 바디의 내부 공간으로 영구 자석이 삽입 또는 분리될 수 있다.

[0014] 상기 수용 박스는, 냉매 유입 라인 및 냉매 토출 라인에 각각 연통되어 냉매를 안내하는 냉매 유로를 포함하는 냉각 플레이트를 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 따른 진공 처리 장치는, 밀폐된 내부 공간을 구비하는 진공실과, 상기 진공실의 진공도를 유지하기 위한 진공 펌프와, 상기 진공실의 내부에 배치되는 전자석 어셈블리를 포함하고, 상기 전자석 어셈블리는, 상기 진공실 내부에 위치하는 대상체에 자기장을 제공하기 위한 전자석; 일측으로 상기 진공실 내부를 향하여 개구된 개구부를 갖고, 상기 전자석을 수용하기 위한 수용 공간을 구비하는 수용 박스; 및 상기 전자석이 상기 수용 공간에 수용된 상태에서, 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간에 충전되어 고화됨으로써, 상기 전자석의 적어도 일부가 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하기 위한 열 전도 매개체를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 전자석은, 보빈; 및 상기 보빈에 권취된 코일을 포함하고, 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분은 상기 열 전도 매개체에 의해, 상기 진공실 내부로 노출되지 않을 수 있다.

[0017] 상기 전자석 어셈블리는, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 더 포함하고, 상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부는 상기 열 전도 매개체에 의해, 상기 진공실 내부로 노출되지 않을 수 있다.

[0018] 상기 진공 처리 장치는, 진공 성막 형성 장치일 수 있다.

- [0019] 일 실시 예에 따르면 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법은, 전자석을 형성하는 단계; 지그에 전자석을 수용하는 수용 공간을 구비한 수용 박스를 삽입함으로써, 일측으로 개구된 개구부를 마련하는 단계; 상온 및 상압에서 고체 상태를 갖는 열 전도 물질을 가열시켜 액체 상태로 변화시키는 단계; 상기 개구부를 통하여 상기 수용 공간으로 상기 액체 상태의 열 전도 물질을 충전시키는 단계; 상기 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체가 되도록 냉각시키는 단계; 및 상기 수용 박스로부터 상기 지그를 분리시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 지그는, 수용 박스가 안착되는 공간을 제공하는 안착부; 및 상기 안착부로부터 돌출 형성되며 전자석의 보빈 바디의 내부 공간으로 상기 열 전도 물질이 유입되는 것을 방지하기 위한 돌기를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 보빈은, 외측에 코일이 권취되는 보빈 바디를 포함하고, 상기 제조 방법은, 상기 보빈 바디의 내측에 형성된 공간의 내부에 위치하도록 영구 자석을 설치하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 전자석을 형성하는 단계는, 보빈에 코일을 권취하는 단계; 및 권취된 코일 사이의 간극을 줄이기 위하여, 권취된 코일의 인접한 피복재들을 상호 융착시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 융착시키는 단계는, 권취된 코일을 가열시킨 상태에서, 권취된 코일에 수직한 방향으로 가압하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 전자석을 형성하는 단계는, 보빈에 코일을 권취하는 단계를 포함하고, 상기 제조 방법은, 상기 액체 상태의 열 전도 물질이 권취된 코일 사이의 간극에 스며들도록 상기 수용 박스를 진동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 전자석을 형성하는 단계는, 보빈에 코일을 권취하는 단계를 포함하고, 상기 제조 방법은, 상기 열 전도 매개체와 함께, 상기 코일이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 상기 코일 중 상기 보빈에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부 및 (ii) 외부 전원으로로부터 상기 코일로 전원을 인가하는 파워 라인이 서로 연결되도록, 상기 파워 라인의 적어도 일부를 커버하는 덕트를 설치하는 단계를 더 포함하고, 상기 충전시키는 단계는, 상기 덕트의 양 단부 중 적어도 상기 전자석 축의 단부가 상기 열 전도 매개체에 의해 진공 분위기로 노출되지 않도록, 상기 전자석 축의 단부를 상기 수용 공간 내에 위치시킨 상태에서 수행될 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리의 제조 방법은, 전자석을 형성하는 단계; 수용 공간과, 상기 수용 공간에 연통되고 적어도 일측으로 개구된 개구부를 갖는 수용 박스에 상기 전자석을 삽입하는 단계; 상온 및 상압에서 고체 상태를 갖는 열 전도 물질을 가열시켜 액체 상태로 변화시키는 단계; 상기 개구부를 메꾸어 주도록, 상기 액체 상태의 열 전도 물질을 상기 수용 공간으로 충전시키는 단계; 및 상기 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체가 되도록 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 일 실시 예에 따르면, 전자석 어셈블리를 구성하는 코일의 피복 재료로부터 발생하는 가스 형태의 불순물에 의해, 진공 분위기에 악영향을 미치는 문제를 방지할 수 있다.
- [0029] 일 실시 예에 따르면, 진공 분위기 내에서도 높은 열 전달 효율을 가짐으로써, 전자석 어셈블리의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0030] 일 실시 예에 따르면, 상대적으로 낮은 냉각량을 이용하여 전자석 어셈블리를 냉각시킬 수 있으므로, 전자석 어셈블리를 비롯하여, 이를 구비하는 각종 산업 설비들을 소형화 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 일 실시 예에 따른 진공 성막 형성 장치의 개념도이다.
- 도 2는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 정면 사시도이다.
- 도 3은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 부분 단면 사시도이다.
- 도 4는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 정면 분해 사시도이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 배면 사시도이다.

도 6 및 도 7은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 전자석 형성 단계를 나타내는 순서도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 사시도이다.

도 11은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리에 열 전도 물질이 충전되기 전 상태를 나타내는 정면도이다.

도 12는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 일부 부품을 나타내는 분해 사시도이다.

도 13은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시 예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0034] 또한, 실시 예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0035] 어느 하나의 실시 예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시 예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시 예에 기재한 설명은 다른 실시 예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0037] 도 1은 일 실시 예에 따른 진공 성막 형성 장치의 개념도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 진공 성막 형성 장치(1) 등의 진공 처리 장치는, 밀폐된 내부 공간을 구비하는 진공실(V)과, 진공실(V)이 대기압보다 낮은 압력의 진공도를 유지하도록 하기 위한 진공 펌프(미도시)와, 진공실(V)의 내부에 배치되는 전자석 어셈블리(11)를 포함할 수 있다. 이하, 진공 처리 장치가 진공 성막 형성 장치(1)인 경우를 예시적으로 설명하기로 한다.
- [0039] 일 실시 예에 따른 진공 성막 형성 장치(1)는, 진공 상태의 진공실(V) 내로 가스를 주입하여 플라즈마를 생성시키고, 이온화된 가스 입자를 증착하고자 하는 타겟 물질을 포함하는 타겟(T)에 충돌시킨 후, 충돌에 의해 스퍼터링된 입자를 기판 등의 대상체(O)에 증착시키는 기술을 이용할 수 있다. 진공 성막 형성 장치(1)는, 상대적으로 저온에서 박막을 제조할 수 있고, 전기장에 의해 가속된 이온들이 기판에 치밀하게 증착되고 증착 속도가 빠른 장점을 갖는다.
- [0040] 진공 성막 형성 장치(1)는, 타겟(T)에 자기력선을 형성하기 위해 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리(11)를 포함할 수 있다. 전자석 어셈블리(11)는 대상체(O)에 대하여 타겟(T)의 후방에 배치될 수 있다. 즉, 타겟(T)의 전방(도 1을 기준으로 우측)에 대상체(O)가 배치되고, 타겟(T)의 후방(도 1을 기준으로 좌측)에 전자석 어셈블리(11)가 배치될 수 있다.
- [0041] 전자석 어셈블리(11)는, 자기장을 생성하기 위한 자기장 생성부(M)와, 자기장 생성부(M)에서 발생하는 열을 흡수하여 외부로 배출하는 냉매를 안내하기 위한 냉매 유입 라인(L_{in}) 및 냉매 토출 라인(L_{out})을 포함할 수 있다. 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리(11)에 대하여 이하 설명하기로 한다. 한편, 이하 서술되는 전자석 어셈블리(11)는 진공 성막 형성 장치용 전자석 어셈블리로만 한정되는 것은 아니며, 플라즈마 에칭 장치 등 반도체 제조 프로세스에서 사용되는 다양한 산업 설비들을 비롯한 진공 처리 장치에 사용될 수 있다는 점을 밝혀 둔다.

- [0043] 도 2는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 정면 사시도이고, 도 3은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 부분 단면 사시도이고, 도 4는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 정면 분해 사시도이고, 도 5는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 배면 사시도이다.
- [0044] 도 2 내지 도 5에 있어서, 진공실(V, 도 1 참조)의 도시는 생략하였으나, 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리(21)는, 도 1에 도시한 것처럼 진공 분위기에서 사용될 수 있음을 밝혀 둔다.
- [0045] 도 2 내지 도 5를 참조하면, 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리(21)는, 요크(Y), 자기장 생성부(M), 수용 박스(215, 218), 열 전도 매개체(214) 및 덕트(217)를 포함할 수 있다. 여기서, 수용 박스(215, 218)는, 전자석(212, 216)을 수용하는 수용 공간(S)을 형성하는 것으로, 예를 들면, 냉각 플레이트(215) 및 커버(218)를 포함할 수 있다.
- [0046] 자기장 생성부(M)는, 자기장을 생성하기 위한 구성으로, 예를 들면, 진공실(V) 내부에 위치하는 대상체(O, 도 1 참조)에 자기장을 제공할 수 있다. 예를 들어, 자기장 생성부(M)는, 영구 자석(211, 219), 코일(212), 보빈(216)을 포함할 수 있다. 여기서, 코일(212) 및 보빈(216)을 통칭하여 "전자석"이라고 할 수 있다. 이해의 편의를 위하여 코일(212)로 전원을 인가하는 외부 전원에 대하여는 생략하였음을 밝혀둔다. 이와 같은 구조에 의하면, 코일(212)의 권회수를 다르게 하거나, 코일(212)에 인가되는 전류 또는 전압의 크기를 제어함으로써 자기장 생성부(M)에서 생성되는 자기장의 크기를 조절할 수 있다. 또한, 영구 자석(211, 219)에 의하면 특정한 값의 자기장을 발생시키기 위해, 코일(212)에 인가되는 전류 또는 전압을 과도하게 증가시킬 필요가 없으므로, 에너지를 절약할 수 있다. 다시 말하면, 코일(212)에 인가되는 전류 또는 전압의 수준을 낮춤으로써, 코일(212)에 의하여 발생하는 열을 감소시킬 수 있고, 그 결과 코일(212)에서 발생하는 열을 외부로 방출시키기 위한 냉각 수단의 냉각량을 줄여줌으로써 설비를 간소화하고 냉각을 위해 소모되는 에너지를 절약함으로써 전체 전자석 어셈블리(21)의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 한편, 이하 자기장 생성부(M)는 영구 자석(211, 219)을 포함하는 것으로 설명하지만, 이는 하나의 실시 예에 불과하며 영구 자석(211, 219)이 생략될 수도 있음을 밝혀 둔다.
- [0047] 영구 자석(211, 219)은 예를 들어, 네오뎴(Nd) 또는 페라이트(ferrite)로 형성될 수 있다. 한편, 영구 자석(211, 219)은 고온의 환경에 노출될 경우 자성이 감소하게 되는 문제가 있다. 특히, 네오뎴 자석의 경우 통상적으로 유통되는 자석 중에서 매우 뛰어난 자기적 특성을 가지고 있으므로, 강한 자기장을 만드는데 효율적이지만, 열에 약한 단점이 있어서 대략 80도 이상의 온도에서 영구적으로 자성이 감소되는 문제가 발생하여 코일(212)에 의하여 발생하는 열을 충분히 방출해줄 수 있도록 설계할 필요가 있다. 후술하는 구조에 의하면, 이러한 문제를 해소할 수 있다. 한편, 영구 자석(211, 219)은 반드시 네오뎴 또는 페라이트로 형성되어야 하는 것은 아니며, 다른 물질을 이용하여 형성될 수도 있다. 또한 영구 자석(211, 219)은 예를 들어, 네오뎴 및 페라이트 중 어느 하나 이상의 재질로 형성될 수도 있을 것이다. 영구 자석(211, 219)은, 내측 영구 자석(211) 및 외측 영구 자석(219)을 포함할 수 있다.
- [0048] 내측 영구 자석(211)은, 보빈(216)의 내측에 위치할 수 있다. 내측 영구 자석(211)은, 열 전도 매개체(214)가 고화된 상태에서, 보빈 바디(216a)의 내측에 형성된 내부 공간으로 삽입 또는 분리될 수 있다. 이와 같은 구조에 의하면, 내측 영구 자석(211)으로 열이 인가되는 문제없이, 열 전도 매개체(214)를 형성할 수 있으므로, 내측 영구 자석(211)의 자성이 감소하는 문제를 방지할 수 있다.
- [0049] 내측 영구 자석(211)은 냉각 플레이트(215)의 관통부(215b)를 통과하여, 냉각 플레이트(215)의 수용 공간(S)에 배치된 전자석(212, 216)의 보빈 바디(216a)의 내부 공간에 위치될 수 있다.
- [0050] 외측 영구 자석(219)은, 전자석(212, 216)의 외부에 배치될 수 있다. 외측 영구 자석(219)은, 냉각 플레이트(215)의 둘레 방향을 감싸는 형상으로 배치될 수 있다. 외측 영구 자석(219)은 내측 영구 자석(211)과 서로 반대되는 극성을 갖도록 배치될 수 있다.
- [0051] 요크(Y)는, 내측 영구 자석(211) 및 외측 영구 자석(219)을 지지할 수 있다. 예를 들어, 요크(Y)는, SUS400, SUS430, 철 및/또는 니켈 등의 자성 재질로 형성됨으로써, 내측 영구 자석(211) 및 외측 영구 자석(219)에 의한 자기력선이 효율적으로 형성되도록 할 수 있다. 요크(Y) 중 내측 영구 자석(211) 및 외측 영구 자석(219) 사이의 이격 공간에는 냉각 플레이트(215)가 배치될 수 있다.
- [0052] 코일(212)은, 예를 들어, 에나멜(enamel) 등 절연 물질의 피복 재료로 코팅된 도선으로 이루어짐으로써, 코일(212)을 흐르는 전류가 열 전도 매개체(214)를 통해 외부로 전달되는 것을 방지할 수 있다. 한편, 일반적으로

에나멜 등의 피복 재료는 고온의 진공 분위기에서 가스 형태의 불순물을 발생시켜, 진공 상태에 악영향을 미칠 수 있다. 그러나 실시 예에 따른 구조 및/또는 제조 방법을 이용하면 이러한 현상을 방지함과 동시에 진공 상태에서의 냉각 효율도 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 코일(212) 중, (i) 보빈(216)에 권취되는 부분은 열 전도 매개체(214)에 의해 진공실(V) 내부로 노출되지 않고, (ii) 보빈(216)에 권취되는 부분으로부터 연장되어 외부 전원의 파워 라인(212a)에 접속되는 코일 연장부(미도시)는 열 전도 매개체(214) 및 덕트(217)에 의해 진공실(V) 내부로 노출되는 것이 방지될 수 있다. 예를 들어, 파워 라인(212a) 및 코일 연장부는, 덕트(217)의 내부에서 연결될 수 있다.

[0053] 보빈(216)은 코일(212)의 권취를 위한 지지체로 기능함과 동시에, 전자기력의 세기를 향상시켜 주는 코어(core)로 기능할 수 있다. 보빈(216)의 상하 높이는, 수용 공간(S)의 상하 높이와 동일할 수 있다. 보빈(216)은, 보빈 바디(216a)와, 보빈 바디(216a)의 양 단부로부터 둘레 방향으로 연장되는 보빈 날개(216b)를 포함할 수 있다.

[0054] 보빈 바디(216a)의 외측에는 코일(212)이 권취되고, 내측에는 내측 영구 자석(211)이 배치될 수 있다. 보빈 날개(216b)는, 보빈 바디(216a)의 상단 및 하단으로부터 외측으로 연장될 수 있다.

[0055] 수용 박스(216, 218)는, 적어도 일측, 예를 들면, 진공실(V) 내부를 향하여 개구된 개구부를 갖고, 전자석(212, 216)을 수용하기 위한 수용 공간(S)을 구비할 수 있다. 여기서, 개구부는 수용 공간(S)에 연통될 수 있다. 수용 박스(216, 218)는, 전자석(212, 216)의 적어도 일측을 지지하고, 전자석(212, 216)에서 발생하는 열을 외부로 방출하기 위해 열 전도율이 높은 비자성 방열재료, 예를 들면, 알루미늄 또는 구리 등으로 형성될 수 있다. 수용 박스(216, 218)는, 냉각 플레이트(215) 및 커버(218)를 포함할 수 있다.

[0056] 냉각 플레이트(215)는, 전자석(212, 216)을 수용하고, 전자석(212, 216)으로부터 발생하는 열을 외부로 방출시킬 수 있다. 냉각 플레이트(215)는, 전자석(212, 216)의 둘레 방향을 감싸기 위한 테두리부(215a)와, 테두리부(215a)로부터 단차지게 형성되어 전자석(212, 216)이 거치 가능한 면을 제공하는 수용 공간(S)과, 수용 공간(S)에 연통되도록 냉각 플레이트(215)를 상하 방향(보빈(216)의 높이 방향)으로 관통하는 관통부(215b)를 포함할 수 있다. 냉각 플레이트(215)의 내부에는 냉매가 유동할 수 있는 냉매 유로(미도시)가 형성되고, 유동 공간에는 냉매 유입 라인(L_in) 및 냉매 토출 라인(L_out)이 연결되어, 외부로부터 냉매를 유입받거나, 외부로 토출시킬 수 있다. 예를 들어, 냉매 유입 라인(L_in) 및 냉매 토출 라인(L_out)은 요크(Y)를 관통하여, 냉각 플레이트(215)에 연결될 수 있다.

[0057] 커버(218)는, 냉각 플레이트(215)의 상면을 커버함으로써, 열 전도 물질이 수용 공간(S)으로 충전된 후 고화되어 열 전도 매개체(214)를 생성하는 과정에서, 열 전도 물질이 냉각 플레이트(215)의 상측으로 유출되는 것을 방지할 수 있다. 한편, 커버(218)는, 냉각 플레이트(215)와 일체로 형성될 수도 있다. 이 경우 수용 박스(215, 218)의 상측 벽이 커버(218)인 것으로 이해할 수 있다.

[0058] 열 전도 매개체(214)는, 전자석(212, 216)이 수용 공간(S)에 수용된 상태에서, 수용 박스(215, 218) 중 진공 분위기로 노출된 개구부를 메꾸어 주도록 열 전도 물질이 수용 공간(S)에 충전되어 고화된 구성으로 이해될 수 있다. 도선을 수회 반복적으로 권취함으로써 제작되는 코일(212)의 제작 특성상, 코일(212)의 형상을 미리 만들어진 수용 공간(S)에 정확하게 맞추어 제작하거나, 미리 만들어진 코일(212)의 형상에 맞추어 수용 공간(S)을 형성하는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 또한, 코일(212)의 모양이 일정하지 않으므로, 코일(212)을 수용 공간(S)의 내벽에 정확하게 면 접촉시키기 어렵고, 양자 사이 다수의 부분에서 선 접촉 또는 점 접촉이 이루어짐으로써 코일(212) 및 수용 공간(S)의 내벽 사이에는 서로 이격된 빈 공간이 형성된다. 열 전도 매개체(214)는 이러한 빈 공간을 메꾸어 줄 수 있는 열 전도율이 높은 물질로 형성되어, 코일(212)에서 방출되는 열을 수용 박스(215, 218)로 효율적으로 전달함으로써, 외부로 방출되게 할 수 있다. 예를 들어, 열 전도 매개체(214)를 형성하는 열 전도 물질으로는 상온 및 상압에서 고체 상태를 갖는 금속이 사용될 수 있다. 예를 들어, 열 전도 물질으로는, 코일(212)의 피복재의 녹는점보다 용융점이 낮은 금속이 사용될 수 있다. 예를 들어, 열 전도 물질로는, 용융점이 100도 내지 400도인 저융점 금속이 사용될 수 있다. 예를 들면, 열 전도 물질은 인듐(In), 납(Pb) 및 플라스틱 계열 열 전도 물질 중 어느 하나 이상으로 형성될 수 있다.

[0059] 열 전도 매개체(214)는, 수용 공간(S)에 전자석(212, 216)이 삽입된 상태에서, 액체 상태의 열 전도 물질을 수용 공간(S)으로 충전시키고, 이를 냉각시킴으로써 형성될 수 있다.

[0060] 덕트(217)는, 열 전도 매개체(214)와 함께, 코일(212)이 진공 분위기로 노출되는 것을 방지하면서, (i) 코일(212) 중 보빈(216)에 권취된 부분으로부터 연장되는 코일 연장부와 (ii) 파워 라인(212a)이 서로 연결되도록,

파워 라인(212a)의 적어도 일부를 커버할 수 있다. 덕트(217)의 양 단부 중 적어도 전자석(212, 216) 측의 단부는 도 5에 도시된 것처럼 열 전도 매개체(214)에 의해, 수용 공간(S) 외부로 노출되지 않을 수 있다. 또한, 덕트(217) 전체가 열 전도 매개체(214)가 위치하는 수용 공간(S) 내부에 위치할 수 있다. 한편, 여기서, 덕트(217)는, 내부에 통로를 형성하는 형상이면 어떠한 것이라도 가능하며, 반드시 강성한 재질일 필요는 없다는 점을 밝혀 둔다.

[0062] 도 6 및 도 7은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 8은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 나타내는 순서도이고, 도 9는 일 실시 예에 따른 전자석 형성 단계를 나타내는 순서도이다.

[0063] 참고로 도 6 및 도 7은 열 전도 매개체(214)가 형성되지 않은 상태의 모습을 도시한 것이다. 또한, 도 6에서는 이해의 편의를 위해 전자석(212, 216)을 생략 도시하고, 냉각 플레이트(215) 및 커버(218)의 일부는 절개하여 도시하였음을 밝혀 둔다.

[0064] 도 1 내지 도 9를 참조하면, 일 실시 예에 따른 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리(21)의 제조 방법은, 전자석(212, 216)을 형성하는 단계(81)와, 지그(22, 23)에 전자석(212, 216)을 수용하는 수용 공간(S)을 구비한 수용 박스(215, 218)를 삽입하여 일측으로 개구된 개구부를 마련하는 단계(82)와, 덕트(217)를 설치하는 단계(83)와, 열 전도 물질을 가열시키는 단계(84)와, 개구부를 통하여 수용 박스(215, 218)의 수용 공간(S)으로 액체 상태의 열 전도 물질을 충전시키는 단계(85)와, 액체 상태의 열 전도 물질이 권취된 코일(212) 사이의 간극에 스며들도록 수용 박스(215, 218)를 진동시키는 단계(86)와, 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체가 되도록 냉각시키는 단계(87)와, 수용 박스(215, 218)로부터 지그(22, 23)를 분리시키는 단계(88)와, 영구 자석(211, 219)을 설치하는 단계를 포함할 수 있다. 한편, 반대되는 기제가 없는 이상 전자석 어셈블리(21)의 제조 방법에 있어서, 각 단계들의 수행 순서는 제한되지 않으며, 일부 단계가 생략될 수도 있음을 밝혀 둔다.

[0065] 개구부를 마련하는 단계(82)에서 사용되는 지그(22, 23)에 대하여 이하 설명하기로 한다. 지그(22, 23)에 의하면, 플레이트(215)의 관통부(215b)를 밀폐시킨 상태에서 일측으로 개구된 개구부를 통해 열 전도 물질을 충전시킬 수 있다. 따라서, 보빈 바디(216a)의 내부 공간으로 열 전도 물질이 충전되는 것을 방지함으로써, 열 전도 매개체(214)가 완전히 고화 및 냉각된 이후에 보빈 바디(216a)의 내부 공간으로 내측 영구 자석(211)을 삽입하는 것이 가능해진다. 따라서, 내측 영구 자석(211)이 열에 의해 자성이 감소되는 문제를 방지할 수 있다.

[0066] 지그(22, 23)는, 수용 박스(215, 218)의 상측 및 하측을 감싸는 상측 지그(22) 및 하측 지그(23)를 예시적으로 설명하지만, 이와 달리, 지그(22, 23)는 좌측 지그 및 우측 지그로 분리될 수도 있다는 점은 통상의 기술자라면 이해할 수 있을 것이다.

[0067] 상측 지그(22) 및 하측 지그(23)는, 상호 형합하여, 수용 박스(215, 218)가 수용 가능한 공간을 제공하고, 일측으로만 개구되는 개구부를 형성할 수 있다. 하측 지그(23)는 안착부(231) 및 돌기(232)를 포함할 수 있다.

[0068] 안착부(231)는, 냉각 플레이트(215)가 안착되는 공간으로, 하측 지그(23)의 상면으로부터 함몰 형성될 수 있다. 안착부(231)는, 열 전도 물질의 충전 과정에서 덕트(217)의 일부를 수용할 수 있는 제 1 덕트 가이드(231a)를 포함할 수 있다.

[0069] 제 1 덕트 가이드(231a)는, 하측 지그(23)의 개구부 방향의 면과, 안착부(231)의 바닥면으로부터 단차진 형상을 가질 수 있다. 제 1 덕트 가이드(231a)는, 냉각 플레이트(215)의 개구부 방향의 면에 함몰 형성된 제 2 덕트 가이드(215c)에 연통될 수 있다.

[0070] 상호 연통된 제 1 덕트 가이드(231a) 및 제 2 덕트 가이드(215c)에 의하면, 도 7에 도시되는 것처럼 열 전도 물질이 충전되지 않은 상태에서, 덕트(217)가 수용 가능한 공간을 제공할 수 있다. 따라서, 도 5에 도시되는 것처럼 열 전도 매개체(214)가 형성된 상태에서, 덕트(217)가 전자석 어셈블리(21)의 하방으로 연장되는 구조를 제공할 수 있다.

[0071] 돌기(232)는, 열 전도 물질이 특정한 영역으로 충전되는 것을 방지할 수 있다. 돌기(232)는, 예를 들어, 하측 지그(23)의 바닥면으로부터 돌출될 수 있다. 돌기(232)는, 제 1 돌기(232a) 및 제 2 돌기(232b)를 포함할 수 있다.

[0072] 제 1 돌기(232a)는, 수용 공간(S)으로부터 관통부(215b)를 통하여 열 전도 물질이 누출되는 것을 방지하기 위하

여, 관통부(215b)에 형합하는 형상을 가질 수 있다. 지그(22, 23) 및 수용 박스(215, 218)가 상호 결합된 상태에서, 제 1 돌기(232a)는, 관통부(215b)에 위치하게 된다.

[0073] 제 2 돌기(232b)는, 제 1 돌기(232a)로부터 상측으로 돌출되어 전자석(212, 216)을 지지할 수 있다. 수용 박스(215, 218) 내부에 삽입된 전자석(212, 216)은, 제 2 돌기(232b)에 의해 안정적으로 지지될 수 있으므로, 열 전도 물질을 충전하는 과정에서, 전자석(212, 216)의 위치가 흔들리는 문제를 방지할 수 있다. 제 2 돌기(232b)는, 보빈 바디(216a)의 내부 공간에 형합하는 형상을 가질 수 있다. 지그(22, 23), 수용 박스(215, 218) 및 전자석(212, 216)이 결합된 상태에서, 보빈 바디(216a)의 내부 공간에 위치하게 된다.

[0074] 전자석(212, 216)을 형성하는 단계(81)는, 보빈(216)의 외측에 코일(212)을 권취하는 단계(811)와, 권취된 코일(212) 사이의 간극을 줄이기 위하여 권취된 코일(212)의 인접한 피복재들을 상호 융착시키는 단계(812)를 포함할 수 있다. 여기서, 융착시키는 단계(812)는, 권취된 코일(212)을 가열시킨 상태에서, 권취된 코일(212)에 수직된 방향으로 가압하는 단계를 포함할 수 있다. 이와 같은 방법에 의하면, 인접한 피복재들끼리 상호 녹아서 융착이 일어나거나, 상호 형상에 대응하여 변형이 일어나는 등, 코일(212) 사이의 간극이 급격히 감소하게 된다. 따라서, 외부에 대한 코일(212)의 노출 표면적이 줄어들은 물론, 코일(212)의 적층 방향을 따라 열 전도율을 감소시키는 주요 요소인 코일(212) 사이의 간극이 거의 없어지게 되므로, 코일(212)의 적층 방향에 따른 열 전도율이 현저하게 증가될 수 있다.

[0075] 충전시키는 단계(85)는, 덕트(217)의 양 단부 중 전자석(212, 216)측의 단부가 열 전도 매개체(214)에 의해 외부로 노출되지 않도록, 전자석(212, 216) 측의 단부를 수용 공간(S) 내에 위치시킨 상태에서 수행될 수 있다.

[0076] 한편, 충전시키는 단계(85)에 선행하여, 수용 박스(215, 218)를 가열하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 이와 같은 방법에 의하면, 코일(212) 사이의 간극이나, 코일(212) 및 수용 공간(S)의 내벽 사이의 빈 공간으로 열 전도 물질이 충분히 유입될 수 있도록, 열 전도 물질의 유동성을 증대시킬 수 있다. 한편, 수용 박스(215, 218)를 가열하는 단계는 충전시키는 단계(85)와 동시에 수행될 수도 있다.

[0077] 진동시키는 단계(86)는, 충전시키는 단계(85)와, 동시에 수행되거나, 교번하여 반복적으로 수행될 수도 있다. 예를 들어, 열 전도 물질이 충분히 코일(212) 사이의 간극으로 스며들거나, 코일(212) 및 수용 공간(S)의 내벽 사이의 공간을 완전하게 메꾸어 줄 수 있도록, 열 전도 물질을 일정량만 충전시킨 상태에서, 수용 박스(215, 218)를 진동시키는 등, 충전시키는 단계(85) 및 진동시키는 단계(86)를 교번하여 반복적으로 수행할 수 있다.

[0079] 이하 상술한 실시 예에 따라서 제작된 전자석 어셈블리(21)를 대기 상태 및 진공 상태에 각각 놓아둔 상태로, 일정한 크기의 전류(6A)를 코일(212)에 공급하고, 일정한 유량의 냉각수(6L/min)를 냉각 플레이트(215)에 공급하면서, 전압을 측정하여 결과를 나타낸다. 실제 실험은 대기 상태에서 2시간, 진공 상태에서 6시간 동안 수행되었으며, 아래 기재한 시간 이후로는 전압의 변화가 거의 없었다.

표 1

[0081]

시간(min)	0	1	5	10	30	60	90	120	...
대기 상태(V)	38.0	46.2	49.6	50.2	50.5	50.6	50.6	50.6	...
진공 상태(V)	38.0	47.0	52.0	52.2	52.3	52.4	52.4	52.4	...

[0083] 표 1을 참조하면, 대기 상태와 비교하여 진공 상태에서의 전압의 크기가 미소량만 증가될 뿐(약 1%), 실질적으로 유사한 냉각 효율을 갖는다는 점을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과를 맥스웰(Maxwell) 방정식에 따라 분석할 경우, 진공 상태에서의 코일(212)의 적층 방향의 열 전도율은 2 W/m/K 이상이 되는 것으로 나타난다. 이와 같이 실시 예에 따른 전자석 어셈블리를 진공 상태에서 사용할 경우, 기존 방식으로 제작되던 전자석 어셈블리를 대기 상태에서 사용할 경우와 비교하여 동일하거나, 오히려 더욱 향상된 열 전도율을 나타낸다는 점을 확인할 수 있다.

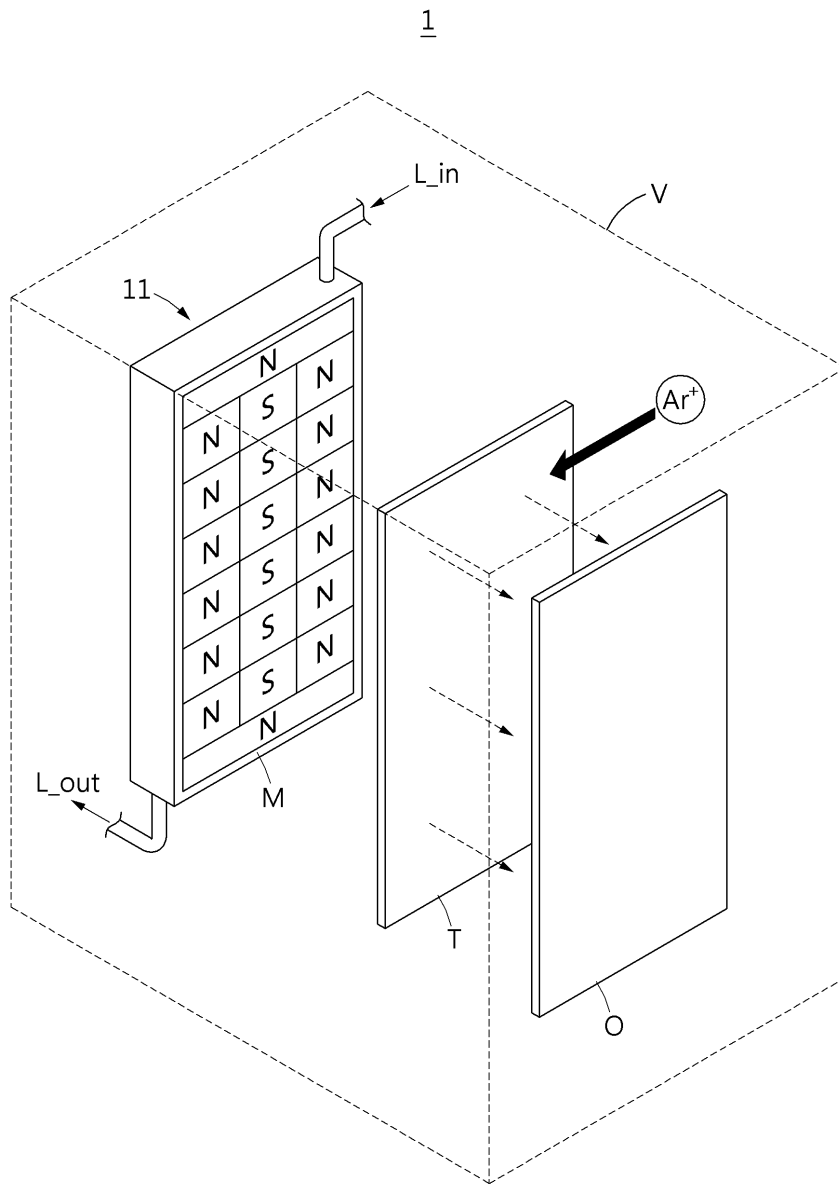
[0085] 도 10은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 사시도이고, 도 11은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리에 열

전도 물질이 충전되기 전 상태를 나타내는 정면도이고, 도 12는 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 일부 부품을 나타내는 분해 사시도이다.

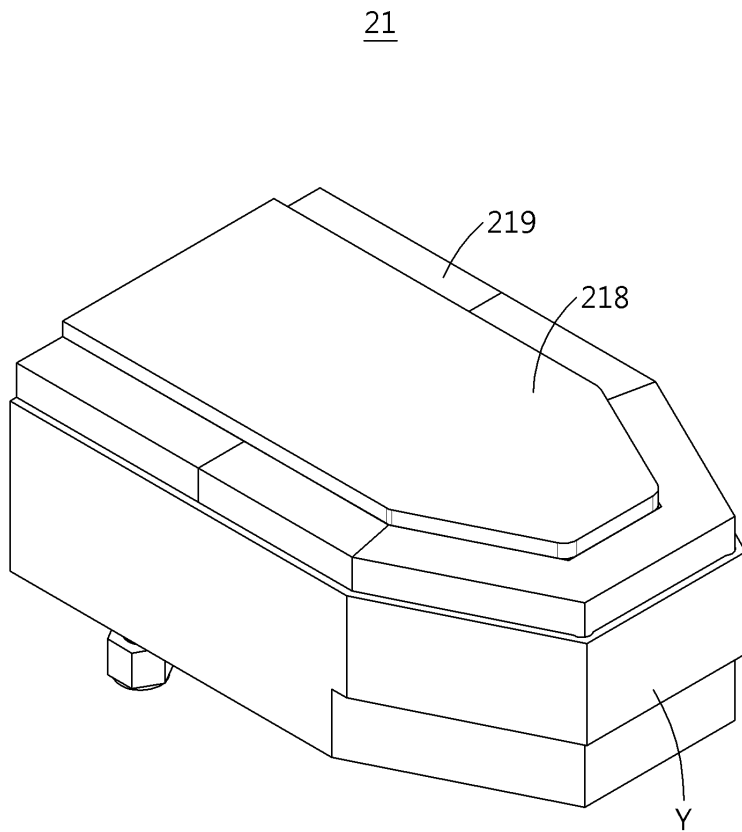
- [0086] 도 10 내지 도 12를 참조하면, 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리(31)는, 자기장 생성부(M), 수용 박스(315, 318), 열 전도 매개체(314) 및 덕트(317)를 포함할 수 있다. 여기서, 수용 박스(315, 318)는, 전자석(312, 316)을 수용하는 수용 공간(S)을 형성하는 것으로, 예를 들면, 냉각 플레이트(315) 및 커버(318)를 포함할 수 있다.
- [0087] 자기장 생성부(M)는, 영구 자석(311) 및 전자석(312, 316)을 포함하고, 전자석(312, 316)은, 코일(312) 및 보빈(316)을 포함할 수 있다. 보빈(316)은, 보빈 바디(316a) 및 보빈 날개(316b)를 포함할 수 있다.
- [0088] 수용 박스(315, 318)의 일측에는 진공 분위기를 향하여 개구되는 개구부가 형성되고, 타측에는 보빈 바디(316a)의 내부 공간과 연통되는 구멍이 형성될 수 있다. 열 전도 매개체(314)가 고화된 상태에서, 해당 구멍을 통하여, 보빈 바디(316a)의 내부로 영구 자석(311)이 삽입될 수 있다.
- [0089] 상기 구멍은 보빈(316)의 구조를 통해 수용 공간(S)과 연통되는 것이 방지될 수 있다. 예를 들면, 보빈 바디(316a)의 상하 높이는 수용 공간(S)의 상하 높이와 동일할 수 있다. 다시 말하면, 보빈 바디(316a)의 상단 및 하단은 각각 수용 공간(S)의 내벽에 억지 끼움(tight fit)될 수 있다. 이와 같은 구조에 의하면, 보빈 바디(316a)의 내부 공간으로 열 전도 물질이 흘러들어가는 것을 줄여줄 수 있다.
- [0090] 예를 들면, 보빈 날개(316b)의 좌우 폭은 수용 공간(S)의 좌우 폭과 동일할 수 있다. 다시 말하면, 보빈 날개(316b)의 양 단부는 각각 수용 공간(S)의 내벽에 억지 끼움(tight fit)될 수 있다. 이와 같은 구조에 의하면, 열 전도 물질을 충전시키는 과정에서 전자석(312, 316)이 유동하는 문제를 줄여줄 수 있다.
- [0091] 한편, 수용 박스(315, 318)는 도 1 등에 도시된 것처럼 다수의 전자석 배열을 갖는 자기장 생성부(M)를 수용할 수 있음을 밝혀 둔다. 다시 말하면, 자기장 생성부(M)는 복수 개의 보빈(316)과, 복수 개의 보빈(316)의 각각에 권취되는 복수 개의 코일(312)과, 복수 개의 보빈(316)의 각각의 내부에 수용되는 복수 개의 영구 자석(311)을 포함할 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 도 1과 같이 복수 개의 영구 자석(311) 중 적어도 일부의 인접한 2개의 영구 자석(311)은 극성이 서로 반대가 되도록 배치될 수 있다. 또한, 진공 성막 형성 장치용 전자석 어셈블리(31)는, 인접한 2개의 영구 자석(311)이 부착되는 자성체를 포함할 수 있다. 상기 전도체는 인접한 2개의 영구 자석(311) 사이에 자기력선이 효율적으로 형성되도록 브릿지(bridge)로써 기능할 수 있으므로, 자기장 생성부(M)의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0094] 도 13은 일 실시 예에 따른 전자석 어셈블리의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0095] 도 13을 참조하면, 일 실시 예에 따른 진공 분위기에서 사용되는 전자석 어셈블리(31)의 제조 방법은, 전자석(312, 316)을 형성하는 단계(91)와, 수용 박스(315, 318)에 전자석(312, 316)을 삽입하는 단계(92)와, 덕트(317)를 설치하는 단계(93)와, 열 전도 물질을 가열시키는 단계(94)와, 수용 박스(315, 318)의 개구부를 메꾸어 주도록 액체 상태의 열 전도 물질을 충전시키는 단계(95)와, 액체 상태의 열 전도 물질이 권취된 코일(312) 사이의 간극에 스며들도록 수용 박스(315, 318)를 진동시키는 단계(96)와, 액체 상태의 열 전도 물질이 고체 상태의 열 전도 매개체(314)가 되도록 냉각시키는 단계(97)와 영구 자석(311)을 설치하는 단계(99)를 포함할 수 있다. 한편, 반대되는 기제가 없는 이상 전자석 어셈블리(31)의 제조 방법에 있어서, 각 단계들의 수행 순서는 제한되지 않으며, 일부 단계가 생략될 수도 있음을 밝혀 둔다.
- [0097] 이상과 같이 비록 한정된 도면에 의해 실시 예들이 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구조, 장치 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

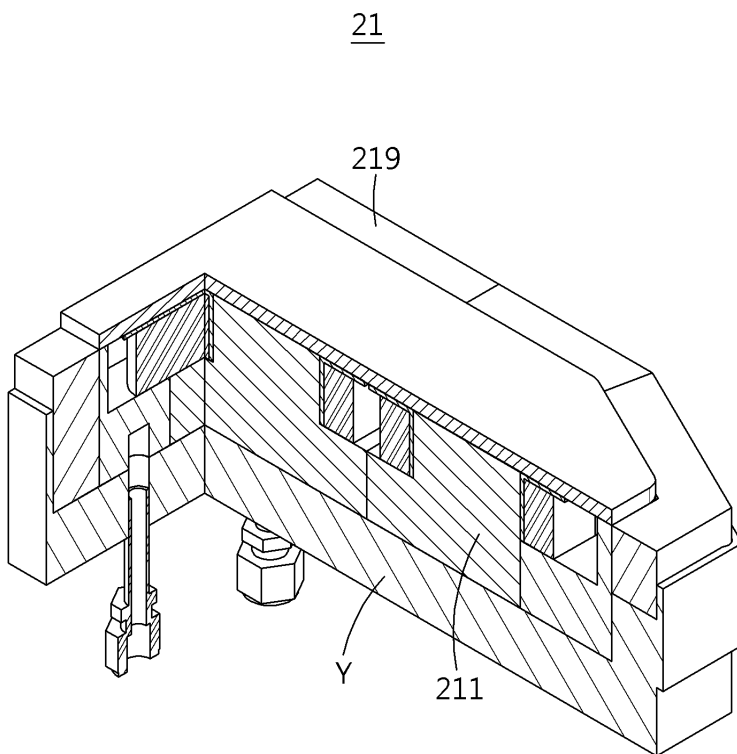
도면1



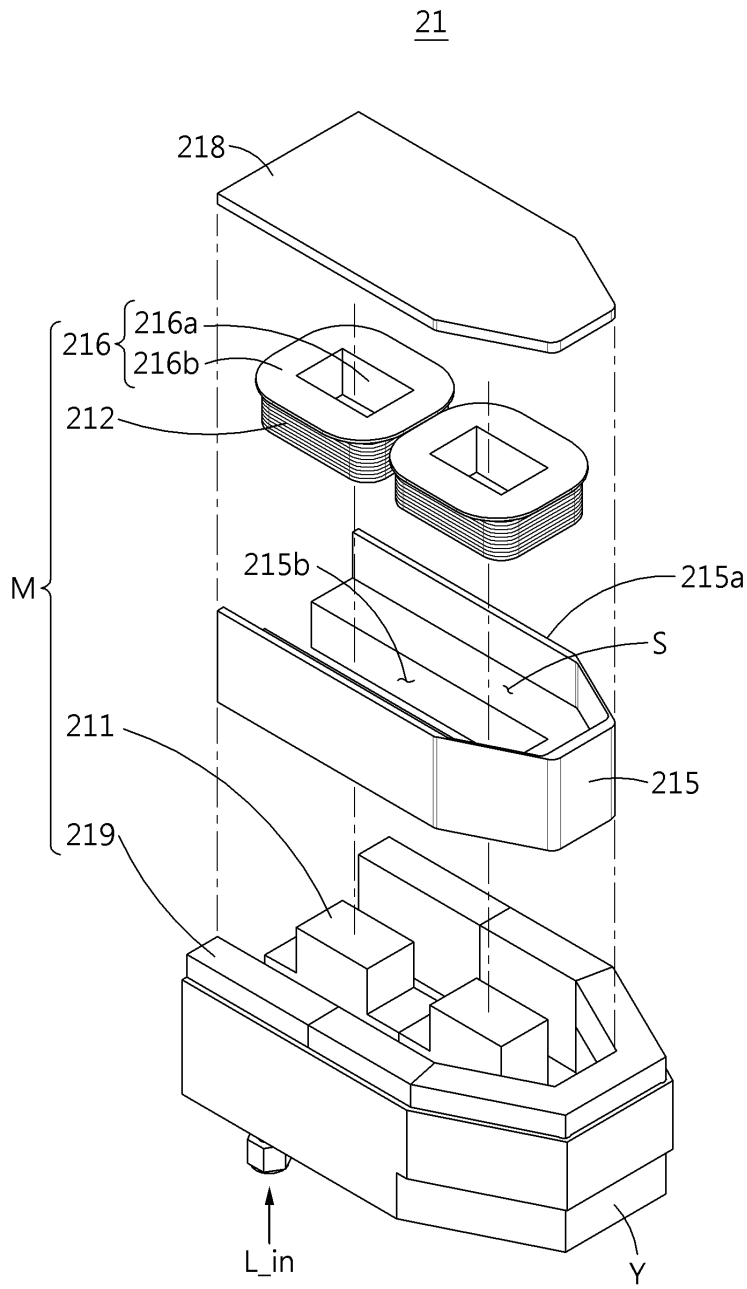
도면2



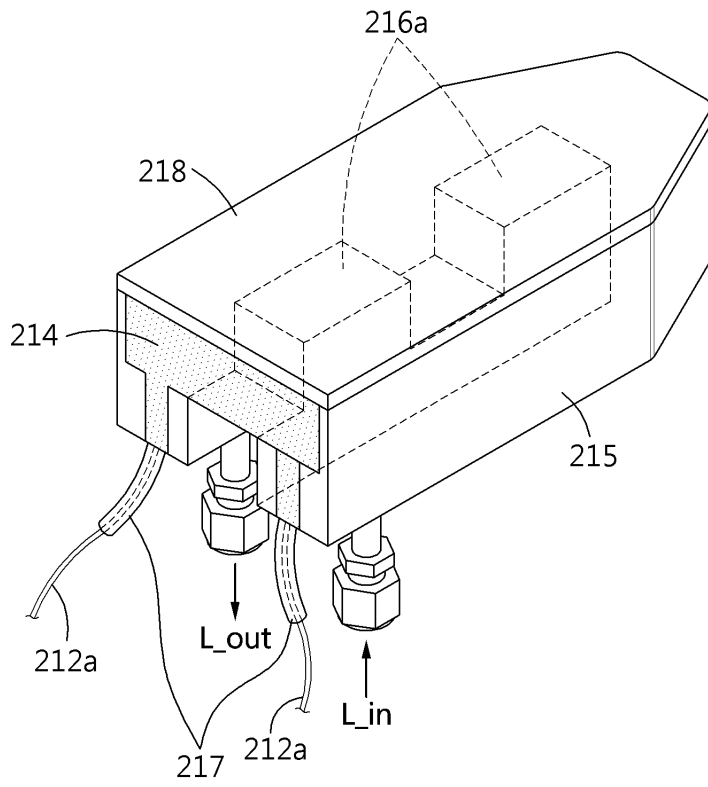
도면3



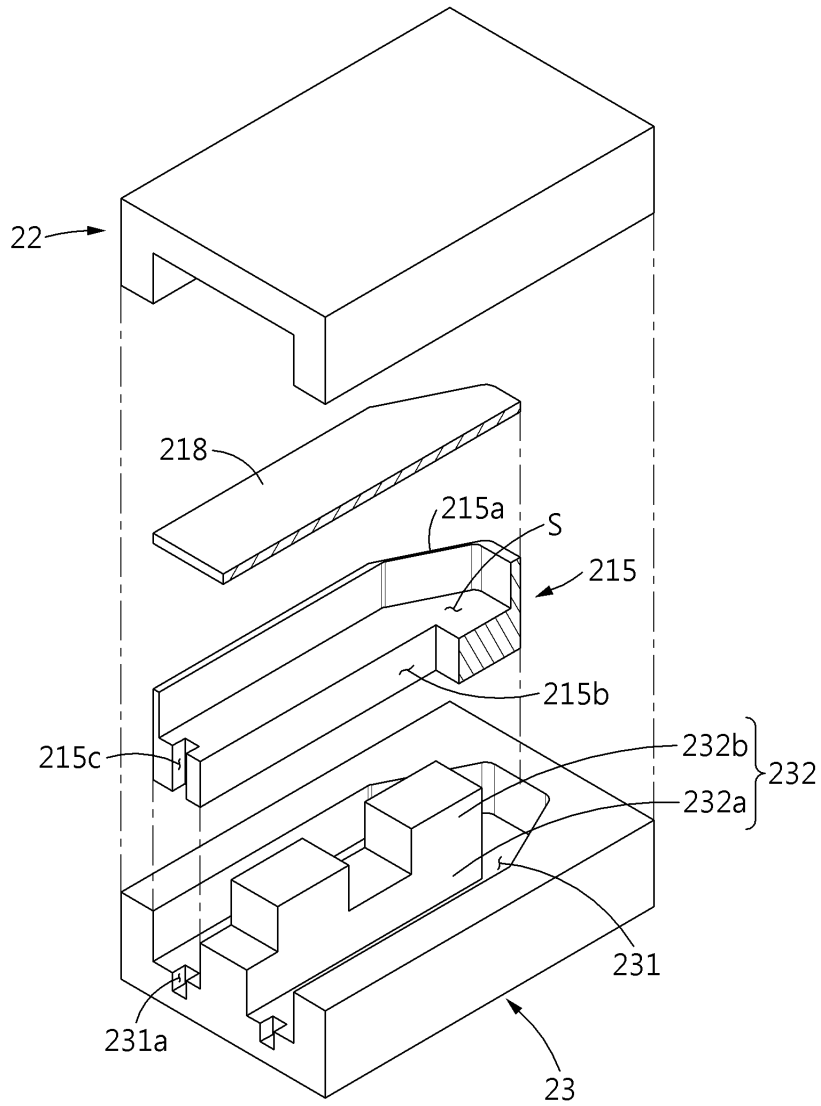
도면4



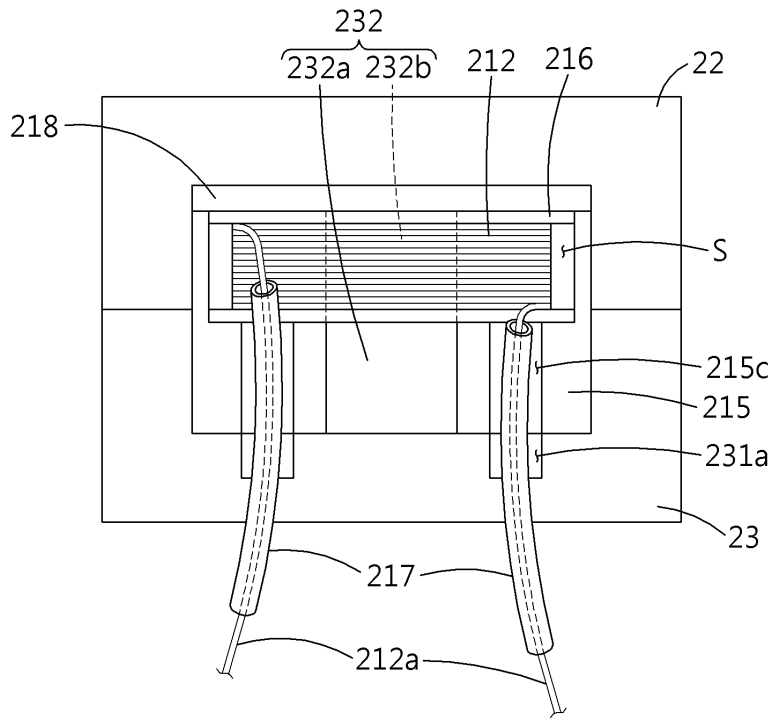
도면5



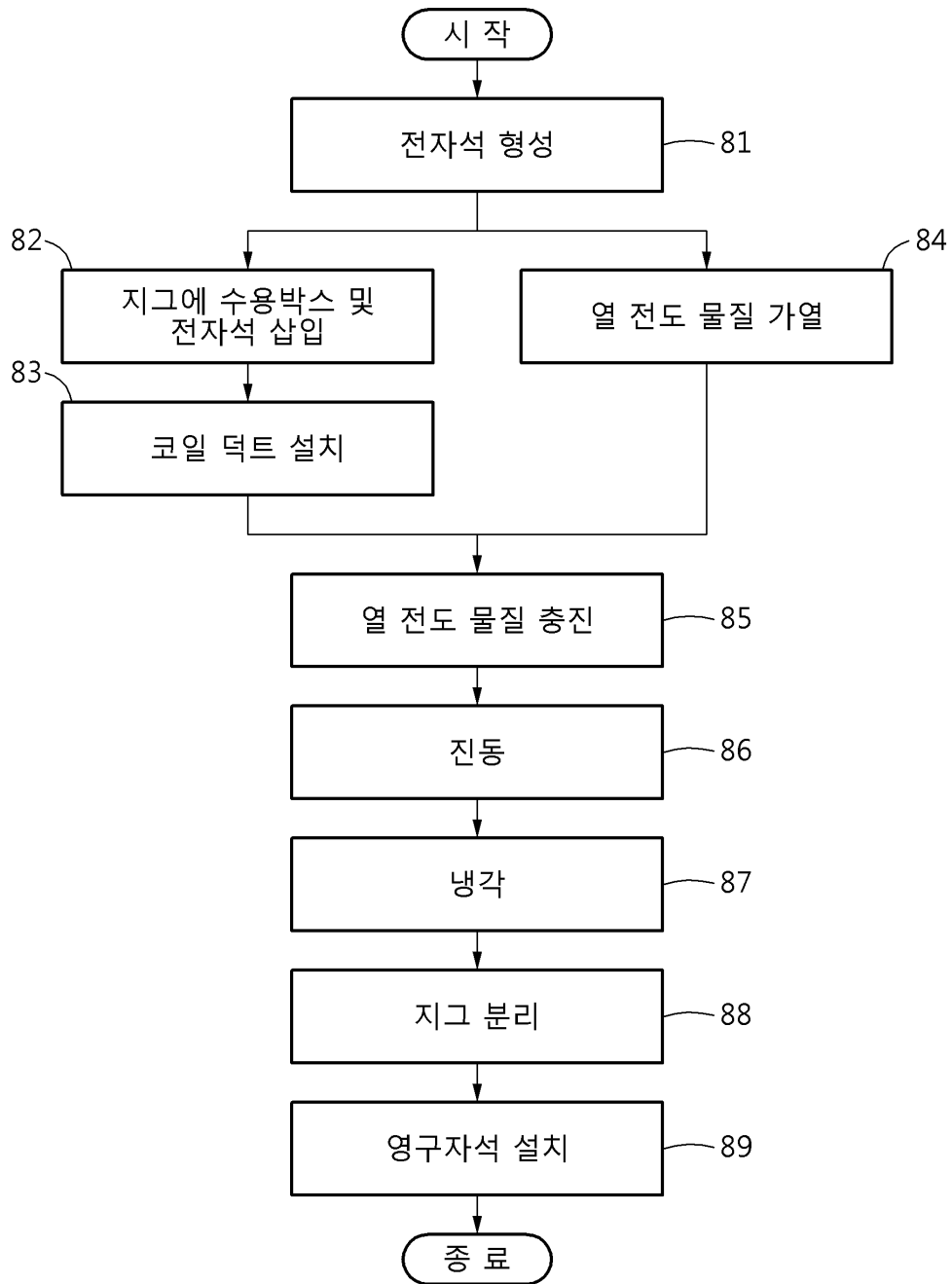
도면6



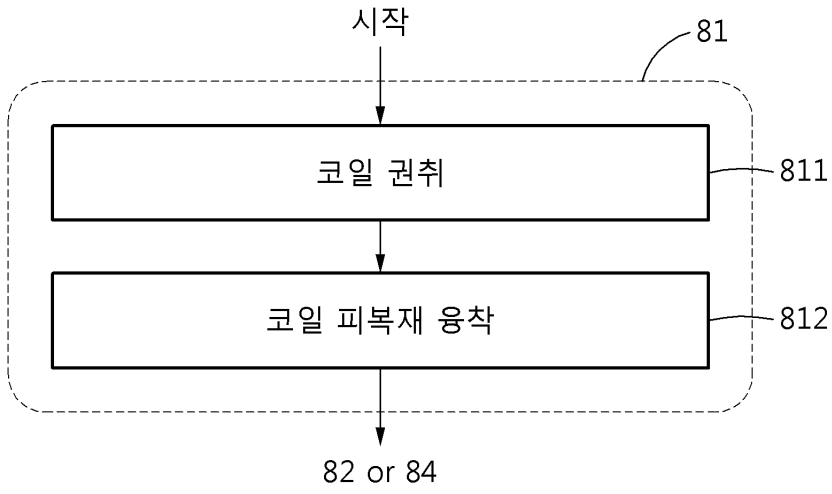
도면7



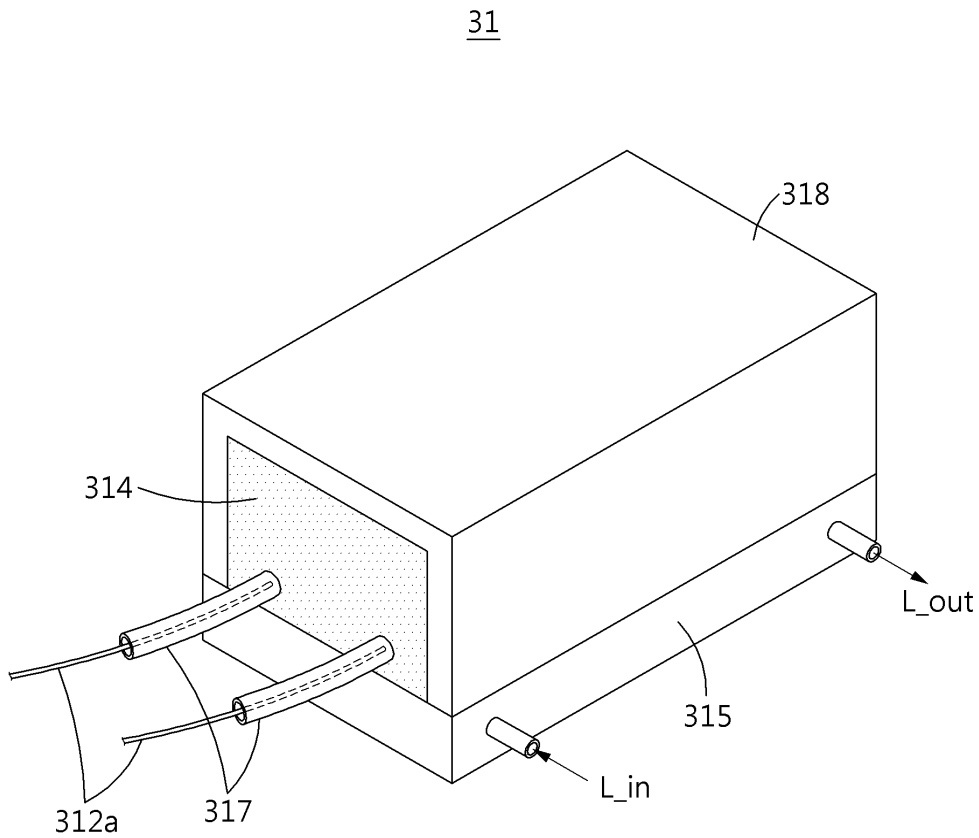
도면8



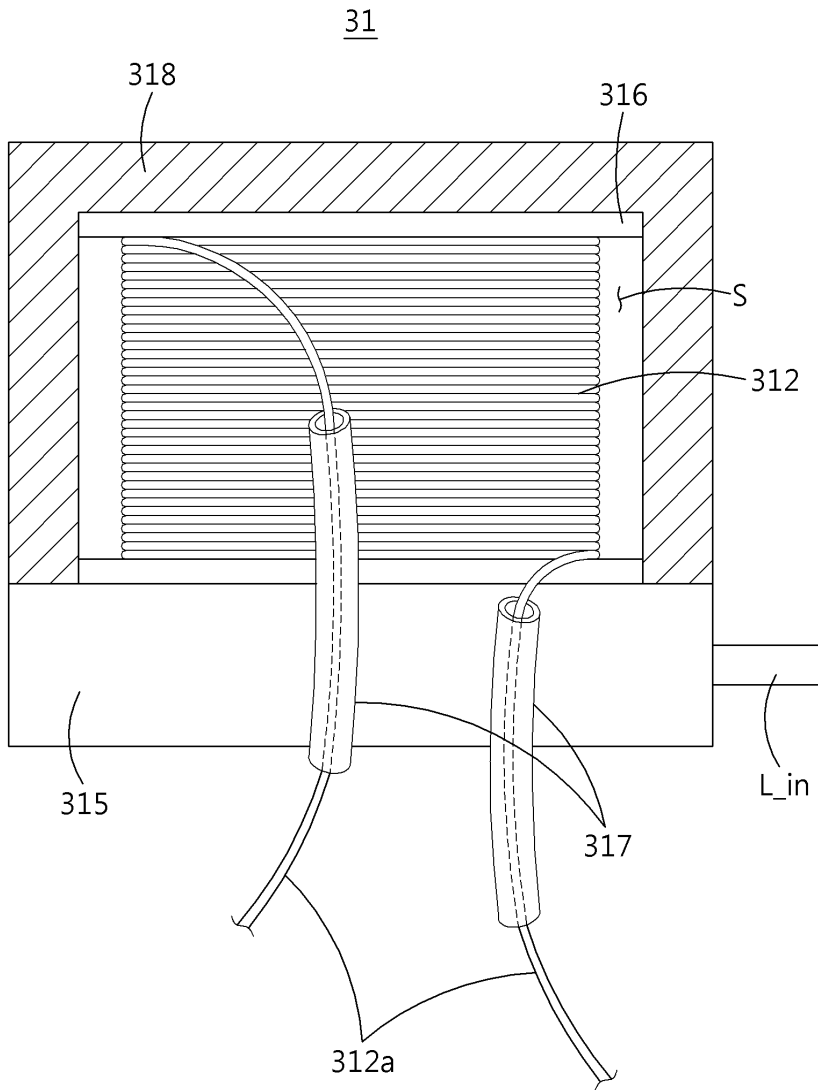
도면9



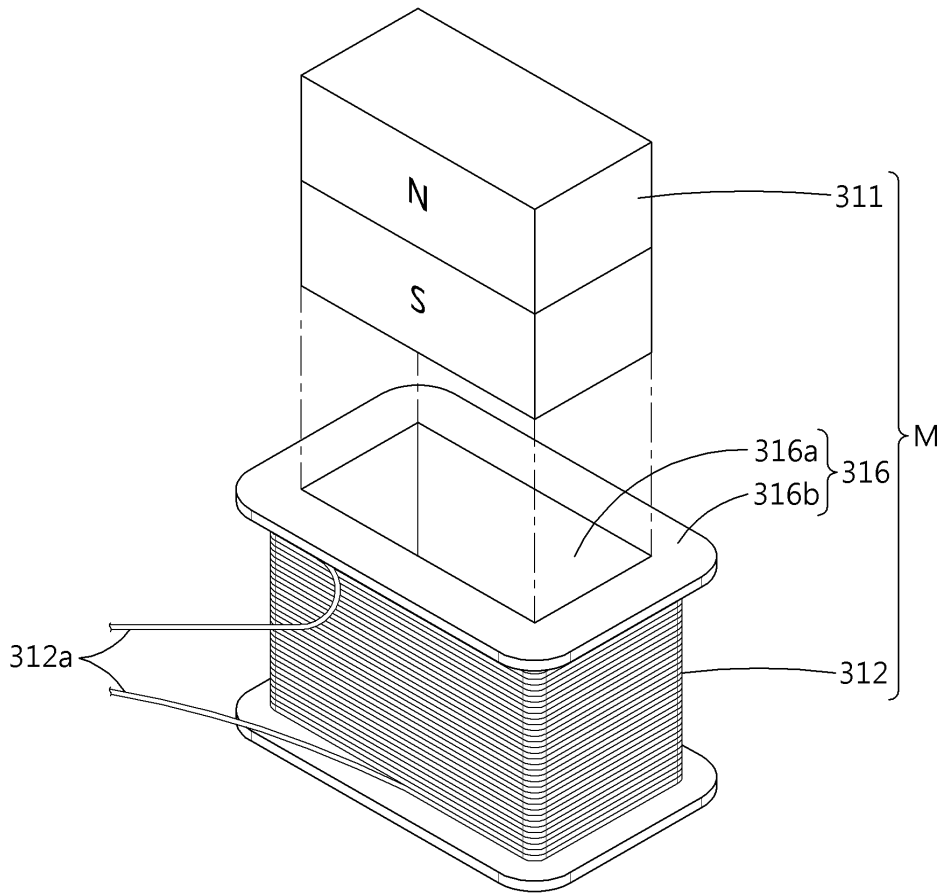
도면10



도면11



도면12



도면13

