



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0141062
(43) 공개일자 2017년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 6/36 (2006.01) H01F 6/00 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01) H05B 6/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H05B 6/365 (2013.01)

H01F 6/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0074046

(22) 출원일자 2016년06월14일

심사청구일자 2016년06월14일

기술이전 회망 : 기술양도

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

박민원

경상남도 김해시 덕정로12번길 24 (관동동)

최중호

경상남도 김해시 우암로 36, 310동 302호 (외동, 드란채아파트)

유인근

경상남도 창원시 성산구 대암로 95-17 (대방동)

(74) 대리인

김중선, 이형석

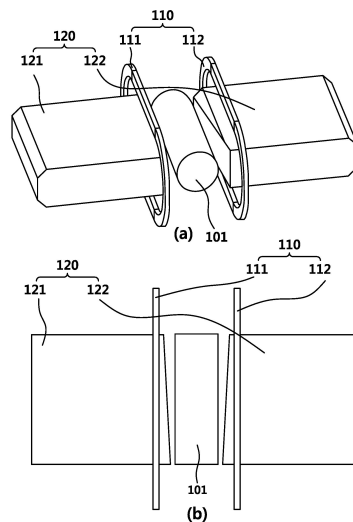
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치

(57) 요약

본 발명은 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 본 발명의 실시예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치는, 가열 대상 부재를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치하고, 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시키는 초전도 자석; 상기 초전도 자석의 내부를 관통하고, 상기 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재에 유도시키는 이동형 부재; 및 상기 가열 대상 부재와 회전축을 통해 연결되어 상기 가열 대상 부재를 회전시키는 회전부를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H05B 6/101 (2013.01)

H05B 6/40 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415137069

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지자원융합핵심기술개발(예특)

발 연구과제명 시스템 효율 90% 이상을 가지는 초에너지 절약형 300 kW급 고온초전도응용 유도가열로 개

기 여 율 1/1

주관기관 (주)텍스틸

연구기간 2014.12.01 ~ 2017.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

가열 대상 부재를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치하고, 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시키는 초전도 자석;

상기 초전도 자석의 내부를 관통하고, 상기 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재에 유도시키는 이동형 부재; 및

상기 가열 대상 부재와 회전축을 통해 연결되어 상기 가열 대상 부재를 회전시키는 회전부

를 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이동형 부재는

상기 가열 대상 부재의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 상기 형성된 각도가 조절되는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이동형 부재는

상기 가열 대상 부재와 서로 마주보는 방향으로 이동하여 상기 가열 대상 부재의 길이방향의 일측 자기장이 최대가 되는 상기 가열 대상 부재와의 간격으로 조절되는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 이동형 부재는

기설정된 운전 전류의 범위 중에서 어느 하나의 운전 전류값인 경우, 상기 가열 대상 부재의 길이방향의 일측 자기장이 최대가 되는 상기 가열 대상 부재와의 간격으로 조절되는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

길이방향으로의 각도가 형성되고 상기 가열 대상 부재와 마주보는 상기 이동형 부재의 끝부분에 부착되어, 상기 이동형 부재가 상기 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시키는 교체형 각도 치구

를 더 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 초전도 자석이 내부에 수납되는 냉각 용기와, 상기 냉각 용기의 내부에 수납된 상기 초전도 자석을 냉각시키는 냉동기로 이루어진 냉동부

를 더 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 초전도 자석은

원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상인 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 8

인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시키는 초전도 자석;

상기 초전도 자석의 내부를 관통하고 적어도 한 부분이 개방된 C 형상 또는 E 형상으로 이루어지고, C 형상 또는 E 형상의 끝부분 사이에 가열 대상 부재가 위치하고, 상기 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이 방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재에 유도시키는 고정형 부재; 및

상기 가열 대상 부재와 회전축을 통해 연결되어 상기 가열 대상 부재를 회전시키는 회전부

를 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

길이방향으로의 각도가 형성되고 상기 가열 대상 부재와 마주보는 상기 고정형 부재의 끝부분에 부착되어, 상기 고정형 부재가 상기 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시키는 교체형 각도 치구

를 더 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 초전도 자석이 내부에 수납되는 냉각 용기와, 상기 냉각 용기의 내부에 수납된 상기 초전도 자석을 냉각시키는 냉동기로 이루어진 냉동부

를 더 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 초전도 자석은

원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상인 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 초전도 자석이 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킴으로써, 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 가열 대상 부재에 유도시킬 수 있는, 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초전도체는 극저온에서 전기적 저항이 '0'(zero)이 되는 소자이다. 이는 기존의 구리(cu) 도체와 비교했을 때 고자장, 저손실, 그리고 소형화라는 이점을 제공하기 때문에, 이미 다양한 응용 분야에 활용되고 있다.

[0003] 초전도 자석은 이러한 초전도체를 이용하여 만든 자석이다. 초전도 자석은 MRI, NMR, 입자가속기, 자기분리장치

등에 사용되어 효율과 성능을 향상시킨다. 또한, 전력 케이블과 초전도 변압기, 초전도 모터 등과 같이 산업 전반에 걸쳐 그 응용기술이 지속적으로 연구되고 있다. 응용분야 중의 하나로서 철강 산업분야에 적용되기도 한다. 철강 산업분야에서는 대용량 유도가열장치에 대한 연구 개발이 활발하다.

- [0004] 유도가열장치를 위한 가열방식은 AC 유도가열과 DC 유도가열로 구분할 수 있다.
- [0005] AC 유도가열은 시변 자기장을 생성하기 위해 구리 자석에 AC 전류를 인가하는 방식이다. 하지만, AC 유도가열은 구리 자석을 사용하기 때문에 그 구리 자석의 저항에 의한 발열로 시스템 전체 에너지 효율이 50 ~ 60% 정도밖에 되지 않는다. 따라서 구리 자석 대신 초전도 자석을 사용하기도 한다. 이는 에너지 변환 효율을 향상시키기 위함이다.
- [0006] 그렇지만, 통상 초전도 자석의 재료가 되는 초전도 선재는 교류전류의 통전 하에서 자화손실이 발생하는 단점이 있다. 이는 극저온 운전환경에서 초전도 상태를 유지하기 위한 냉각이 반드시 필요함을 의미한다. 그렇기 때문에 냉각장치의 설비 비용과 함께 운전비용이 증대되는 문제점이 있다.
- [0007] 반면, DC 유도가열은 초전도 자석에 DC 전류를 인가하여 균일한 자기장을 발생시키고 상기 자기장 내에서 제품을 모터로 강제회전시켜 가열하는 방식이다. 이러한 DC 유도가열은 DC 전류를 사용하여 초전도 자석의 열 손실을 발생시키지 않으면서도 유도가열장치의 전체 시스템 효율을 90% 이상 향상시킬 수 있다는 이점을 가진다. 또한, 초전도 자석에서 발생하는 자기장의 제곱에 비례하여 에너지가 전달되기 때문에 가열 대상 제품에 대한 가열 시간을 단축할 수 있어 생산성이 더욱 향상되는 이점이 있다.
- [0008] 이에 유도가열장치는 DC 유도 가열방식이 많이 적용되고 있으며, 아울러 DC 유도 가열방식을 위한 초전도 자석으로서 레이스트랙 타입의 초전도 자석이 많이 사용되고 있다.
- [0009] 도 1은 종래의 레이스 트랙 타입의 초전도 자석을 설명하기 위한 설명도이다.
- [0010] 도 1을 보면, 중앙에 가열 대상 제품(1)이 위치하고, 그 가열 대상 제품(1)의 측면에 레이스 트랙 타입 형상의 초전도 자석(10)이 위치하고 있다. 초전도 자석(10)은 가열 대상 제품(1)의 측면에 서로 대칭되도록 한 쌍으로 제공된다.
- [0011] 이와 같은 가열 대상 제품(1) 및 초전도 자석(10)은 극저온 용기에 수납된 상태에서 가열 대상 제품(1)을 회전시키고 초전도 자석(10)에 DC 전류를 공급함으로써 자기장을 획득하게 된다.
- [0012] 한편, 가열 대상 제품을 원하는 수요기업에서는 희망하거나, 생산하고자 하는 가열 대상 제품에 따라 가열 대상 제품의 부분별로 온도 편차를 요구하고 있는 상황이다.
- [0013] 그러나 종래의 초전도 자석을 이용한 직류 유도가열 장치는 가열 대상 제품과 동일한 간격을 유지하기 때문에 수요 기업별로 원하는 가열 대상 제품의 온도 특성을 만족시켜주지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1468312호(2014.11.26. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 실시 예들은 초전도 자석이 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킴으로써, 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 가열 대상 부재에 유도시킬 수 있는, 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치를 제공하고자 한다.
- [0016] 본 발명의 실시 예들은 초전도 자석의 내부를 관통하고, 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 유도시키되, 가열 대상 부재의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 그 형성된 각도를 조절함으로써, 자기장 변위를 용이하게 가변시킬 수 있는, 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치를 제공하고자 한다.

[0017] 본 발명의 실시 예들은 길이방향으로의 서로 다른 각도가 형성되고 가열 대상 부재와 마주보는 이동형 부재의 끝부분에 부착되는 교체형 각도 치구들을 통해 이동형 부재가 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 서로 다른 각도를 각각 형성시킴으로써, 자기장 변위를 용이하게 가변시킬 수 있는, 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 가열 대상 부재를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치하고, 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시키는 초전도 자석; 상기 초전도 자석의 내부를 관통하고, 상기 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재에 유도시키는 이동형 부재; 및 상기 가열 대상 부재와 회전축을 통해 연결되어 상기 가열 대상 부재를 회전시키는 회전부를 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치가 제공될 수 있다.

[0019] 상기 이동형 부재는 상기 가열 대상 부재의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 상기 형성된 각도가 조절될 수 있다.

[0020] 상기 이동형 부재는 상기 가열 대상 부재와 서로 마주보는 방향으로 이동하여 상기 가열 대상 부재의 길이방향의 일측 자기장이 최대가 되는 상기 가열 대상 부재와의 간격으로 조절될 수 있다.

[0021] 상기 이동형 부재는 기설정된 운전 전류의 범위 중에서 어느 하나의 운전 전류값인 경우, 상기 가열 대상 부재의 길이방향의 일측 자기장이 최대가 되는 상기 가열 대상 부재와의 간격으로 조절될 수 있다.

[0022] 상기 장치는, 길이방향으로의 각도가 형성되고 상기 가열 대상 부재와 마주보는 상기 이동형 부재의 끝부분에 부착되어, 상기 이동형 부재가 상기 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시키는 교체형 각도 치구를 더 포함할 수 있다.

[0023] 상기 장치는, 상기 초전도 자석이 내부에 수납되는 냉각 용기와, 상기 냉각 용기의 내부에 수납된 상기 초전도 자석을 냉각시키는 냉동기로 이루어진 냉동부를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 초전도 자석은 원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상일 수 있다.

[0025] 본 발명의 제2 측면에 따르면, 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시키는 초전도 자석; 상기 초전도 자석의 내부를 관통하고 적어도 한 부분이 개방된 C 형상 또는 E 형상으로 이루어지고, C 형상 또는 E 형상의 끝부분 사이에 상기 가열 대상 부재가 위치하고, 상기 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재에 유도시키는 고정형 부재; 및 상기 가열 대상 부재와 회전축을 통해 연결되어 상기 가열 대상 부재를 회전시키는 회전부를 포함하는 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치가 제공될 수 있다.

[0026] 상기 장치는, 길이방향으로의 각도가 형성되고 상기 가열 대상 부재와 마주보는 상기 고정형 부재의 끝부분에 부착되어, 상기 고정형 부재가 상기 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시키는 교체형 각도 치구를 더 포함할 수 있다.

[0027] 상기 장치는, 상기 초전도 자석이 내부에 수납되는 냉각 용기와, 상기 냉각 용기의 내부에 수납된 상기 초전도 자석을 냉각시키는 냉동기로 이루어진 냉동부를 더 포함할 수 있다.

[0028] 상기 초전도 자석은 원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상일 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시 예들은 초전도 자석이 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킴으로써, 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 가열 대상 부재에 유도시킬 수 있다.

[0030] 본 발명의 실시 예들은 초전도 자석의 내부를 관통하고, 가열 대상 부재와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 유도시키되, 가열 대상 부재의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 그 형성된 각도를 조절함으로써, 자기장 변위를 용이하게 가변시킬 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시 예들은 길이방향으로의 서로 다른 각도가 형성되고 가열 대상 부재와 마주보는 이동형 부재의

끝부분에 부착되는 교체형 각도 치구들을 통해 이동형 부재가 가열 대상 부재와 마주보는 형상에 길이방향으로의 서로 다른 각도를 각각 형성시킴으로써, 자기장 변위를 용이하게 가변시킬 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시 예들은 수요고객이 원하거나, 생산하고자 하는 제품에 따라 자기장 변위를 가변시킴으로써, 수요고객이 최고 품질의 압출제품을 생산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 종래의 레이스 트랙 타입의 초전도 자석을 설명하기 위한 설명도이다.

도 2는 수요 기업에서의 금속 압출 장비에 필요한 금속 빌렛의 온도 분포를 설명하기 위한 설명도이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치의 구성도 및 내부 구조도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에서 각도 변화에 따른 자기장 변위에 대한 결과도이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치의 구성도이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에서 각도 변화에 따른 가열 대상 부재의 온도 변위 및 자기장 변위에 대한 결과도이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에 교체형 각도 치구가 부착된 구조를 나타낸 구조도이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에 교체형 각도 치구가 미부착된 구조 및 부착된 구조를 나타낸 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명에 따른 동작 및 작용을 이해하는 데 필요한 부분을 중심으로 상세히 설명한다. 본 발명의 실시 예를 설명하면서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려졌고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0035] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다. 그러나 이와 같은 경우라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.

[0036] 도 2는 수요 기업에서의 금속 압출 장비에 필요한 금속 빌렛의 온도 분포를 설명하기 위한 설명도이다.

[0037] 도 2에 도시된 바와 같이, 금속 압출 장비를 통해 최상의 압출 제품을 생산하기 위해서는 금속 빌렛(metal billet)의 온도분포(Temperature distribution)가 압출 금형(metallic mold)의 압출 입구 부분에서 최고 온도(Hot temperature)를 가져야 한다. 또한, 금속 빌렛의 온도분포가 압출 금형의 압출 출구 부분에서는 최소 온도(Low temperature)를 가져야 한다.

[0038] 이러한 금속 압출 장비에 사용되는 초전도 직류 유도가열 장치는 압출하고자 하는 금속 빌렛의 길이 또는 직경에 따라 금속 길이에 따른 온도 편차가 반드시 요구되고 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치는 자기장 변위를 이용하여 금속 빌렛의 길이에 따른 온도편차를 만족시킬 수 있는, 초전도 직류 유도가열 장치에 관한 것이다.

[0039] 도 3 및 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치의 구성도 및 내부 구조도이다.

[0040] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 초전도 자석(110), 이동형 부재(120) 및 회전부(130)를 포함한다. 여기서, 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 파지부(140), 지지부(150) 및 냉동부(160)를 더 포함할 수 있다.

- [0041] 본 발명의 제1 실시 예는 이동형 부재(120)가 적용된 초전도 직류 유도가열 장치(100)에 관한 것이다. 여기서, 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 직류(DC) 유도가열 장치를 말하고 있다. 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 균일한 자장 내에서 가열 대상 부재(101)를 회전시켜 원하는 온도까지 가열하는 장치를 말한다. 상기 균일한 자장은 초전도 자석에 DC 전류가 공급되면 얻을 수 있고, 초전도 자석에서 발생하는 자기장이 클수록 더 큰 에너지 전달이 가능해진다. 물론 자기장은 초전도 자석에 흐르는 전류, 턴 수, 코일의 개수에 비례하여 증가하고 가열 대상 부재(101)와의 거리에 반비례하여 감소한다. 따라서 초전도 자석과 가열 대상 부재(101)와의 거리가 가까울수록 더 큰 자기장을 얻을 수 있고 전달 가능한 에너지가 크게 되는 것이다.
- [0042] 이에 따라, 본 발명의 제1 실시 예는 기설정된 각도가 형성되거나 그 형성된 각도가 조절되는 이동형 부재(120)를 통해 가열 대상 부재(101)가 일정한 기울기를 갖는 자기장 변위를 유도시킬 수 있는, 초전도 직류 유도가열 장치(100)를 제공하고자 한다.
- [0043] 이하, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 도 3 및 도 4의 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(100)의 각 구성요소들의 구체적인 구성 및 동작을 설명한다.
- [0044] 초전도 자석(110)은 가열 대상 부재(101)를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치한다. 초전도 자석(110)은 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시킨다. 여기서, 본 발명의 실시 예에서는 초전도 자석(110)의 형상이 레이스 트랙 형상에 한정되지 않고, 원형 형상 등 다른 형상의 초전도 자석이 적용될 수 있다. 일례로, 초전도 자석(110)은 원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상일 수 있으며, 특정 형상으로 한정되지 않는다.
- [0045] 이동형 부재(120)는 초전도 자석(110)의 내부를 관통하고, 가열 대상 부재(101)와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 가열 대상 부재(101)에 유도시킨다. 또한, 이동형 부재(120)는 초전도 자석(110)의 내부를 관통하면서 가열 대상 부재(101)와 서로 마주보는 방향으로 이동한다. 이에 따라, 이동형 부재(120)는 발생된 자기장을 가열 대상 부재(101)에 유도시킨다. 일례로, 이동형 부재(120)는 금속 철심으로 이루어질 수 있다.
- [0046] 여기서, 이동형 부재(120)는 가열 대상 부재(101)의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 그 형성된 각도가 조절될 수 있다. 이동형 부재(120)는 가열 대상 부재(101)와 서로 마주보는 방향으로 이동하여 가열 대상 부재(101)의 일측 자기장이 최대가 되는 가열 대상 부재(101)와의 간격으로 조절될 수 있다.
- [0047] 변형 예로, 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 가열 대상 부재(101)와 이동형 부재(120) 사이의 간격 및 가열 대상 부재(101)의 길이방향의 각도를 조절하는 각도 조절부를 더 포함할 수 있다. 여기서, 이동형 부재(120)는 가열 대상 부재(101)와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되거나, 각도가 형성되지 않아 가열 대상 부재(101)와 수평일 수 있다.
- [0048] 여기서, 각도 조절부는 가열 대상 부재(101)와 수평인 이동형 부재(120)를 움직여서 가열 대상 부재(101)와의 각도를 기설정된 각도 범위 내에서 조절할 수 있다. 이때, 각도 조절부는 마주보는 제1 및 제2 이동형 부재(121, 122)의 일측을 가열 대상 부재(101)와 근접시키고, 타측을 가열 대상 부재(101)와 떨어지게 한다. 그래서 각도 조절부는 가열 대상 부재(101)와 이동형 부재(120)와의 각도를 형성시킬 수 있다. 이동형 부재(101)에 기설정된 각도가 형성되어 있는 경우, 각도 조절부는 기설정된 각도를 고려하여 목표 각도에 맞게 각도를 조절할 수 있다.
- [0049] 회전부(130)는 가열 대상 부재(101)와 회전축을 통해 연결되어 가열 대상 부재(101)를 회전시킨다.
- [0050] 한편, 파지부(140)는 가열 대상 부재(101)가 회전축을 통해 회전되도록 회전축을 파지한다.
- [0051] 지지부(150)는 이동형 부재(120)와 각각 연결되는 지지구조를 통해 초전도 직류 유도가열 장치(100)를 지지한다. 여기서, 일반적인 직류 유도 가열로는 자화되지 않는 재질로 이루어져 있는 반면, 본 발명의 실시 예에 따른 지지부(150)는 자화되는 즉, 자성을 지니는 재질로 이루어질 수 있다.
- [0052] 냉동부(160)는 냉각 용기 및 냉동기로 이루어진다. 냉각 용기에는 초전도 자석(110)이 내부에 수납된다. 냉동기는 냉각 용기의 내부에 수납된 초전도 자석(110)을 냉각시킨다.
- [0053] 한편, 도 4에 도시된 바와 같이, 초전도 자석(110)은 제1 및 제2 초전도 자석(111 및 112)으로 이루어진다.
- [0054] 초전도 직류 유도가열 장치(100)의 초전도 자석(110)은 한 쌍의 초전도 자석을 포함한다. 일례로, 초전도 자석(110)은 레이스 트랙 타입 형상이다. 물론, 초전도 자석(110)의 타입은 앞서 설명한 바와 같이 레이스 트랙 형

상 이외에도 원형 등으로 형성된 초전도 자석이 적용될 수 있다. 이하에서는 한 쌍의 초전도 자석(110)을 제1 초전도 자석(111)과 제2 초전도 자석(112)으로 설명한다.

- [0055] 제1 초전도 자석(111)과 제2 초전도 자석(112)은 일정 간격 떨어진 채로 위치한다. 제1 및 제2 초전도 자석(111 및 112)은 가열 대상 부재(101)를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치한다.
- [0056] 제1 초전도 자석(111)과 제2 초전도 자석(112) 사이에는 가열 대상 부재(101)가 위치한다. 가열 대상 부재(101)는 비 자성체로서 알루미늄, 구리 등의 금속으로 이루어질 수 있다. 실시 예에 따르면 가열 대상 부재(101)는 원통형으로 형성되며, 금속 빌렛이라 칭하여 설명할 수도 있다.
- [0057] 한편, 이동형 부재(120)는 제1 및 제2 이동형 부재(121 및 122)로 이루어진다. 제1 및 제2 이동형 부재(121 및 122)는 제1 및 제2 초전도 자석(111 및 112)의 내부를 각각 관통하면서 가열 대상 부재(101)와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 있다. 제1 및 제2 이동형 부재(121 및 122)는 가열 대상 부재(101)와 서로 마주보는 방향으로 이동한다.
- [0058] 가열 대상 부재(101)를 중심으로 서로 대칭되게 이동형 부재(120)가 제공된다. 이동형 부재(120) 역시 한 쌍으로 마련되며, 제1 초전도 자석(111) 측에 제1 이동형 부재(121), 제2 초전도 자석(112) 측에 제2 이동형 부재(122)가 위치하는 것으로 설명한다. 제1 이동형 부재(121) 및 제2 이동형 부재(122)는 서로 동일한 형상 및 사이즈로 형성되며, 실시 예에서는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성된 육면체로 구성됨을 예시하고 있다. 그리고 제1 이동형 부재(121)와 제2 이동형 부재(122)는 가열 대상 부재(101)를 중앙에 두고 서로 대칭되게 위치한다. 또한, 제1 이동형 부재(121)와 제2 이동형 부재(122)의 일부는 제1 초전도 자석(111) 및 제2 초전도 자석(112)의 절개부를 관통하여 위치된다.
- [0059] 또한, 제1 이동형 부재(121)와 제2 이동형 부재(122)는 가열 대상 부재(101)와 접촉된 상태로 도시되고 있지만, 제1 이동형 부재(121)와 제2 이동형 부재(122)는 일 방향으로 이동 가능하게 설치되기 때문에 가열 대상 부재(101)와는 이격 거리가 조정된다. 바람직하게는 이격 거리는 가열 대상 부재(101)의 외형 사이즈에 따라 그 가열 대상 부재(101)의 일측 자기장 값이 가장 높은 자장 값을 유지할 수 있는 거리가 된다.
- [0060] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에서 각도 변화에 따른 자기장 변위에 대한 결과도이다.
- [0061] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 두 개의 마주보는 초전도 자석(110)에 구성된 양쪽의 이동형 부재(120)는 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킴으로써 자기장의 일정한 자기장 변위를 만들어 줄 수 있다. 여기서, 이동형 부재(120)는 철심의 금속 빌렛으로 이루어질 수 있다. 이와 같이, 양쪽의 이동형 부재(120)가 마주보는 형상에 길이방향으로 형성된 각도를 통해 발생하는 자기장의 일정한 자기장 변위에 대한 결과값을 나타낸 것이다.
- [0062] 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 이동형 부재(120)의 각도가 0도 내지 5도로 변화시켰을 때, 자기장의 변위(Magnetic flux density norm B(T))는 최대 1.1 (T)에서 0.7 (T)로 가변될 수 있다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치의 구성도이다.
- [0064] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(200)는 초전도 자석(210), 고정형 부재(220) 및 회전부(130)를 포함한다. 여기서, 초전도 직류 유도가열 장치(200)는 파지부(140), 지지부(150) 및 냉동부(160)를 더 포함할 수 있다. 도 6에는 회전부(130), 파지부(140), 지지부(150) 및 냉동부(160)는 도시되어 있지 않으나, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(200)는 도 3 및 도 4와 동일한 구성요소를 포함될 수 있다. 이러한 구성 요소에 대한 세부 설명은 도 3 및 도 4의 설명으로 대체하기로 하고, 초전도 자석(210), 고정형 부재(220)에 대해서 설명하기로 한다.
- [0065] 이하, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 도 6의 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(200)의 각 구성요소들의 구체적인 구성 및 동작을 설명한다.
- [0066] 초전도 자석(210)은 인가되는 직류 전류에 따라 자기장을 발생시킨다. 도 6에는 하나의 초전도 자석이 도시되어 있으나, 특정 개수로 한정되지 않는다. 초전도 자석(210)도 가열 대상 부재(101)를 중심으로 기설정된 거리만큼 서로 대칭되게 위치할 수 있다. 여기서, 본 발명의 제2 실시 예에서는 초전도 자석(210)의 형상이 레이스 트랙 형상에 한정되지 않고, 원형 형상 등 다른 형상의 초전도 자석이 적용될 수 있다. 일례로, 초전도 자석(210)은 원형 형상, 레이스 트랙 형상, 사각 형상, 접시 형상 및 나팔 형상 중 어느 하나의 형상일 수 있으며, 특정 형

상으로 한정되지 않는다.

- [0067] 고정형 부재(220)는 초전도 자석(110)의 내부를 관통한다. 고정형 부재(220)는 적어도 한 부분이 개방된 형상을 가진다. 가열 대상 부재(101)는 적어도 하나의 가열 대상 부재로 이루어질 수 있으며, 개방된 부분에 각각 위치할 수 있다. 예를 들면, 고정형 부재(220)는 C 형상 또는 E 형상으로 이루어질 수 있다. 도 6에 도시된 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치(200)에서는 한 개의 초전도 자석(210)에 관통하는 고정형 부재(220)는 C 형상으로 이루어진다.
- [0068] 고정형 부재(220)는 C 형상 또는 E 형상의 끝부분 사이에 가열 대상 부재(101)가 각각 위치하고, 그 가열 대상 부재(101)와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 있다. 이에 따라, 고정형 부재(220)는 길이방향으로의 각도에 따른 자기장 변위를 상기 가열 대상 부재(101)에 유도시킨다. 일례로, 고정형 부재(220)는 철심의 금속 빌렛으로 이루어질 수 있다. 여기서, 고정형 부재(220)는 가열 대상 부재(101)의 길이방향으로의 자기장 변위가 가변되도록 그 형성된 각도가 교체형 각도 치구 등을 통해 조절될 수 있다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에서 각도 변화에 따른 가열 대상 부재의 온도 변위 및 자기장 변위에 대한 결과도이다.
- [0070] 도 7의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 가열 대상 부재(101)를 기준으로 마주보는 고정형 부재(220)의 끝부분은 0도 내지 5도로 경사진 각도(beveled angles)가 변화될 수 있다. 이에 따라, 변환된 각도에 따라 발생하는 자기장은 그 자기장에 대한 변위를 가지게 된다.
- [0071] 일례로, 각도에 따라 발생하는 자기장(magnetic flux density)은 최대 0.32 (T)에서 최소 0.18(T)의 자기장 변위를 가질 수 있다.
- [0072] 가열되는 동안 가열 대상 부재(101)는 이러한 온도 편차를 가지고 가열이 진행될 수 있다. 일례로, 가열이 진행되고 30초 후 최대온도 89도에서 최소온도 53.5도의 금속빌렛이 길이방향으로 온도 변위를 가지게 된다.
- [0073] 도 8은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에 교체형 각도 치구가 부착된 구조를 나타낸 구조도이다.
- [0074] 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치(200)에서 고정형 부재(220)에 교체형 각도 치구(270)가 탈부착될 수 있다.
- [0075] 교체형 각도 치구(270)는 길이방향으로의 각도가 형성되어 있다. 교체형 각도 치구(270)는 가열 대상 부재(101)와 마주보는 고정형 부재(220)의 끝부분에 탈부착된다. 교체형 각도 치구(270)는 고정형 부재(220)가 가열 대상 부재(101)와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킨다.
- [0076] 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 교체형 각도 치구(270)는 하나의 고정형 부재(220)에 대해 0도 내지 5도를 갖는 총 6개의 각도 치구 세트에 이루어질 수 있다. 0도 내지 5도의 각도 범위에서 사용자가 원하는 교체형 각도 치구(270)가 선택되어 부착될 수 있다.
- [0077] 도 9 및 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치에 교체형 각도 치구가 미부착된 구조 및 부착된 구조를 나타낸 구조도이다.
- [0078] 일례로, 도 9에는 교체형 각도 치구(170)가 미부착되고 이동형 부재(120)에 가열 대상 부재(101)의 길이방향으로의 각도가 형성된 구조가 도시되어 있다.
- [0079] 우선, 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 초전도 자석(110), 이동형 부재(120), 회전부(130), 파지부(140), 지지부(150) 및 냉동부(160)를 포함한다. 여기서, 초전도 자석(110)은 제1 및 제2 초전도 자석(111 및 112)으로 이루어진다. 이동형 부재(120)는 제1 및 제2 이동형 부재(121 및 122)로 이루어진다. 냉동부(160)는 냉각 용기(161) 및 냉동기(162)로 이루어진다.
- [0080] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 교체형 각도 치구(170)가 미부착되어 있다. 제1 및 제2 이동형 부재(121 및 122)는 가열 대상 부재(101)와 마주보는 끝부분 형상에 길이방향으로의 각도가 형성되어 있다.
- [0081] 다른 예로, 도 10에는 가열 대상 부재(101)의 길이방향으로의 각도가 형성된 교체형 각도 치구가 부착된 구조가 도시되어 있다.

[0082] 도 10의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 자기장 변위를 이용한 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 초전도 자석(110), 이동형 부재(120), 회전부(130), 파지부(140), 지지부(150) 및 냉동부(160)를 포함한다.

[0083] 여기서, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 초전도 직류 유도가열 장치(100)는 기설정된 각도 범위 중에서 어느 하나의 각도가 형성된 교체형 각도 치구(170)가 부착되어 있다. 교체형 각도 치구(170)는 제1 및 제2 교체형 각도 치구(171 및 172)로 이루어진다. 교체형 각도 치구(170)는 길이방향으로의 각도가 형성되고 가열 대상 부재(101)와 마주보는 이동형 부재(120)의 끝부분에 부착된다. 교체형 각도 치구(170)는 이동형 부재(120)가 가열 대상 부재(101)와 마주보는 형상에 길이방향으로의 각도를 형성시킨다.

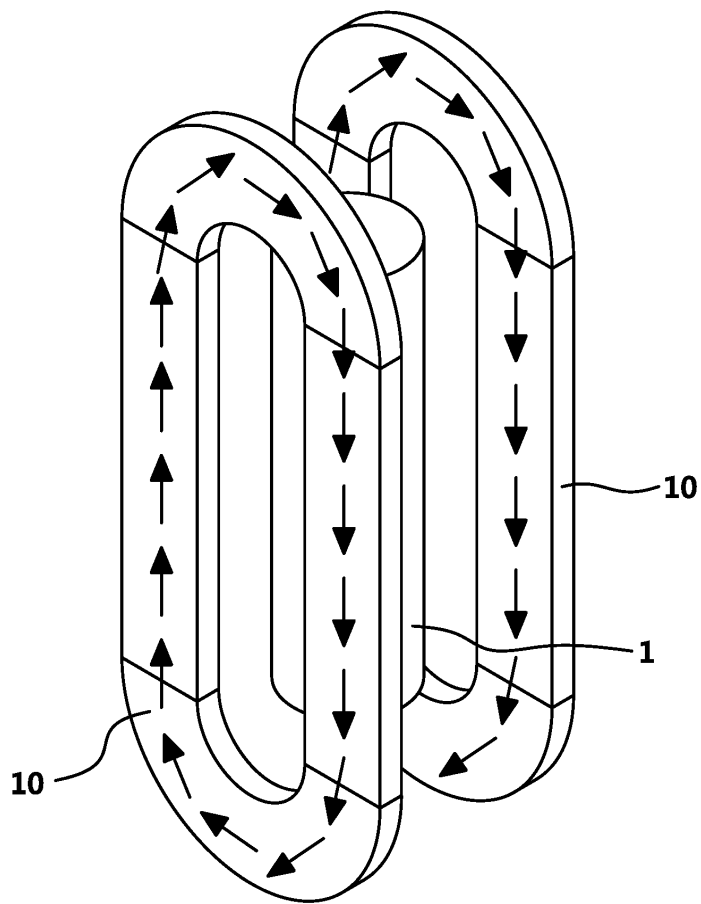
[0084] 이상에서 설명한 실시 예들은 그 일 예로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

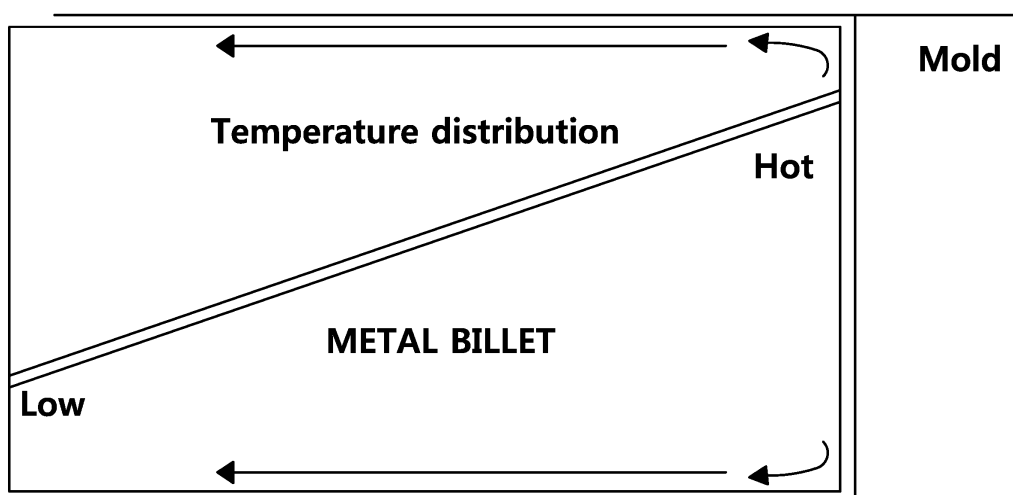
[0085] 100, 200: 초전도 직류 유도가열 장치
 110, 210: 초전도 자석
 120: 이동형 부재
 220: 고정형 부재
 130: 회전부
 140: 파지부
 150: 지지부
 160: 냉동부
 170, 270: 교체형 각도 치구
 111 및 112: 제1 및 제2 초전도 자석
 121 및 122: 제1 및 제2 이동형 부재

도면

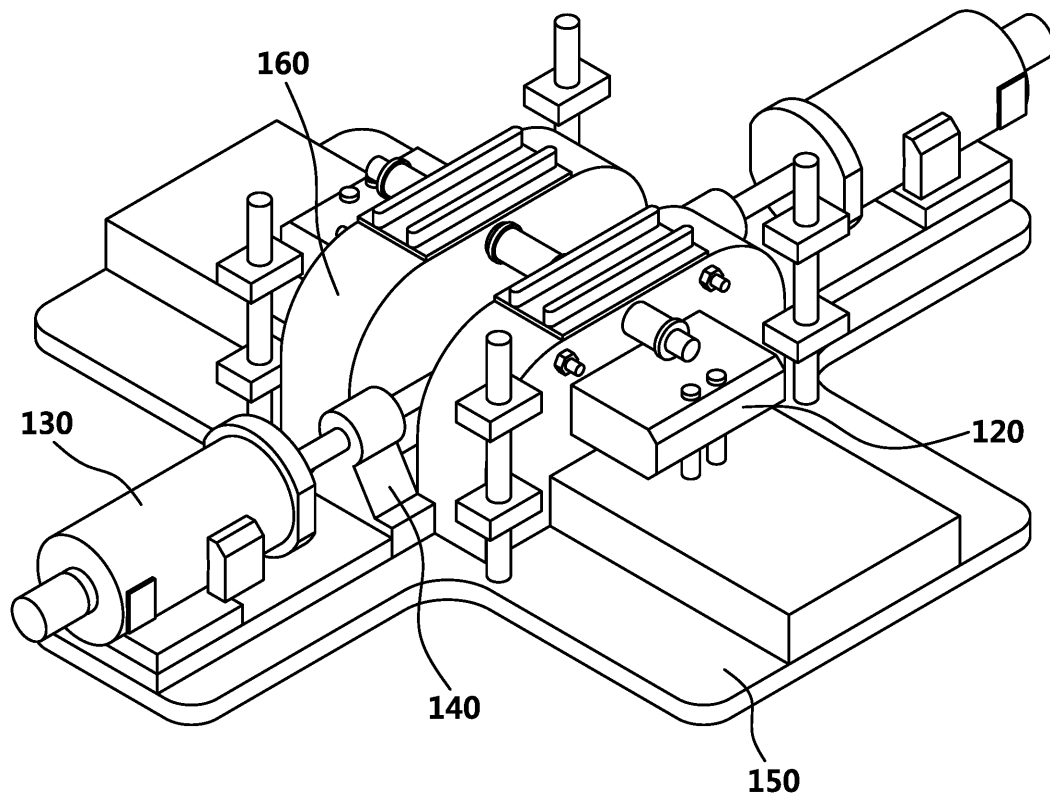
도면1



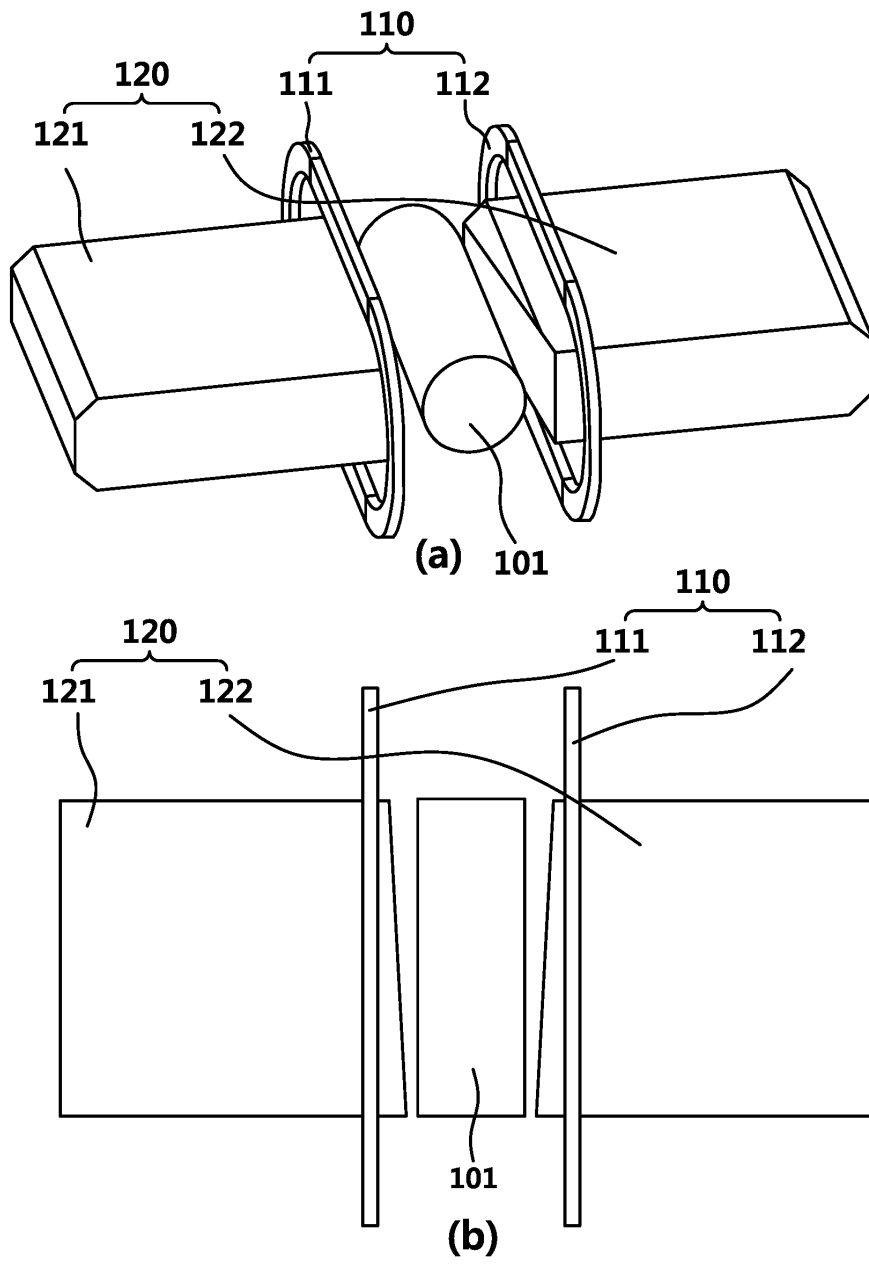
도면2



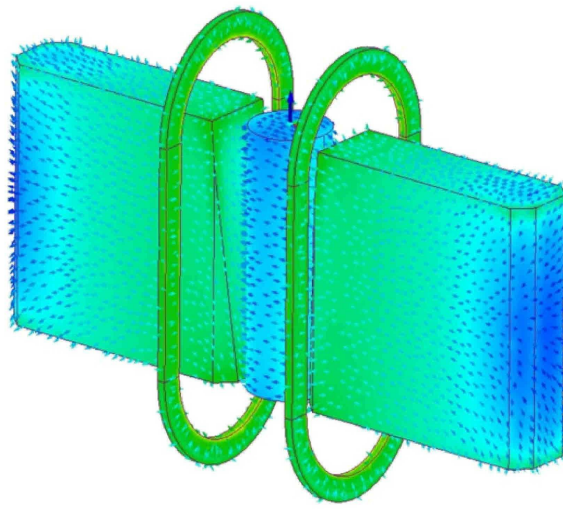
도면3



도면4

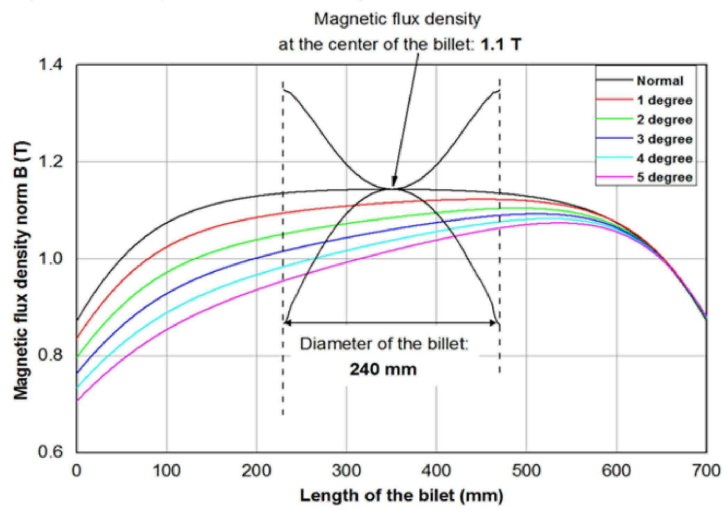


도면5



(a)

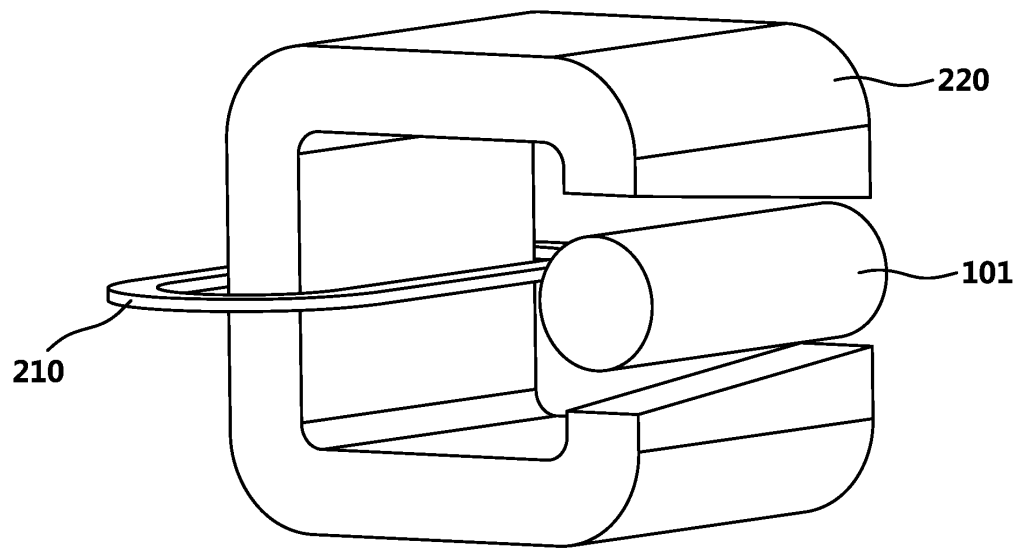
- Magnetic flux density with various beveled angles



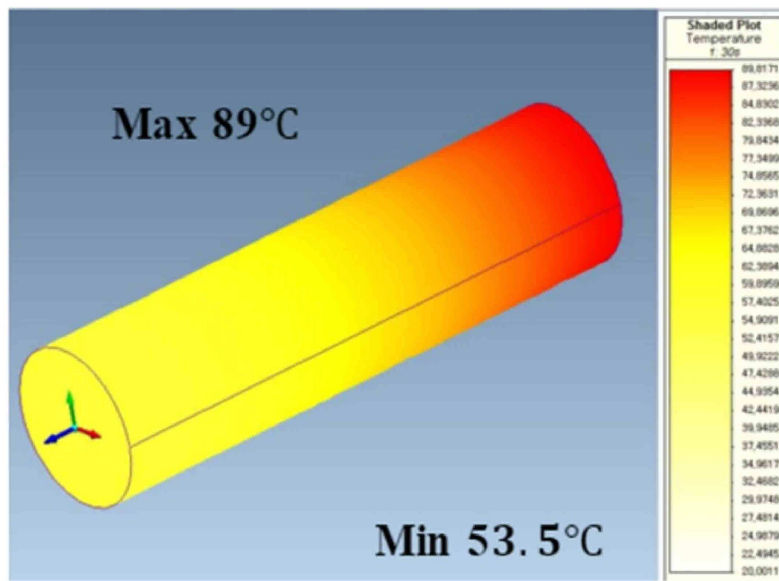
(b)

도면6

200

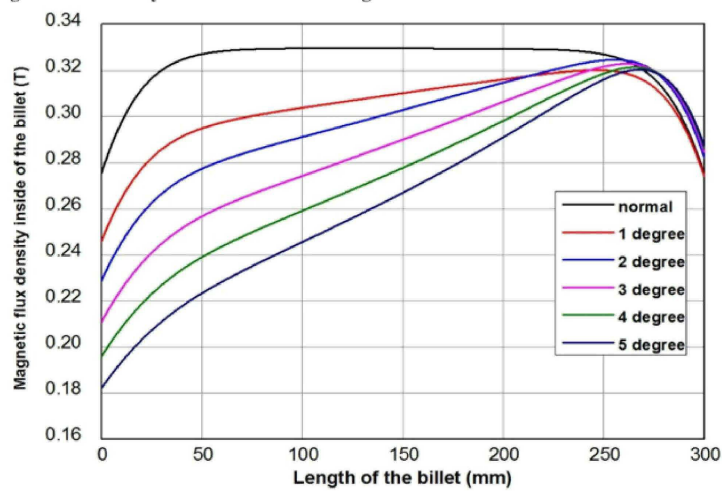


도면7



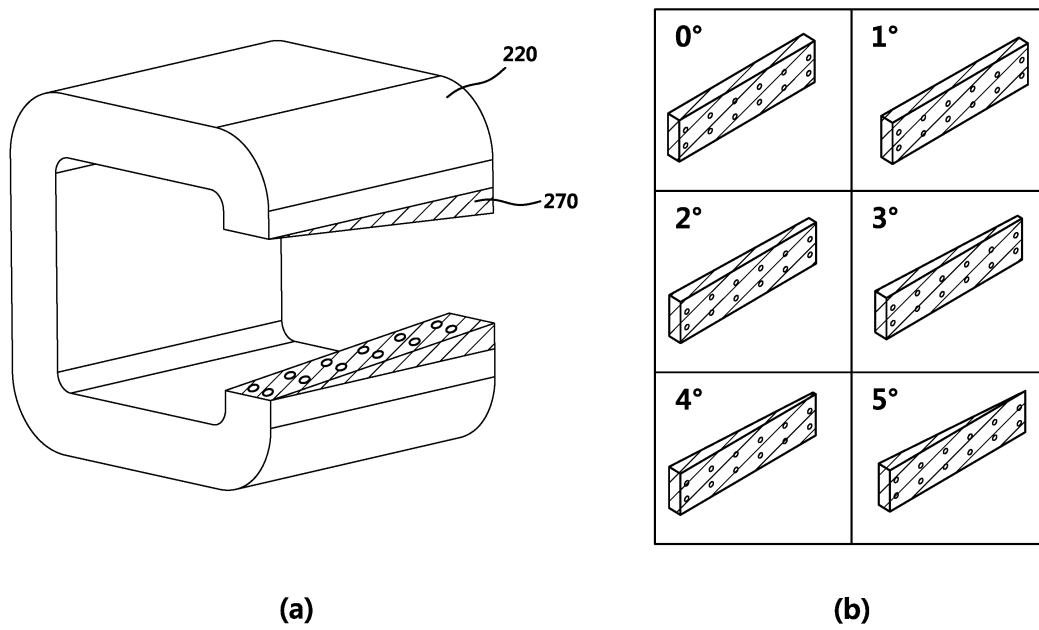
(a)

- Magnetic flux density with various beveled angles

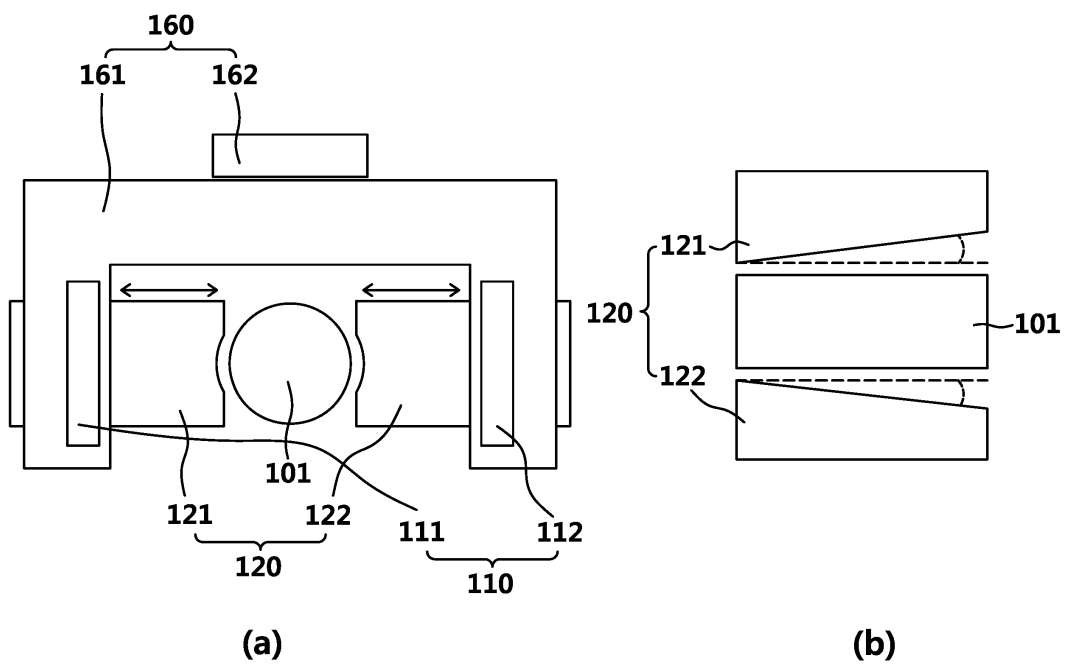


(b)

도면8



도면9



도면10

