



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월18일
(11) 등록번호 10-2001644
(24) 등록일자 2019년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 41/02 (2006.01) H01F 1/057 (2006.01)
H01F 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 41/0266 (2013.01)
H01F 1/0577 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0016588
(22) 출원일자 2018년02월09일
심사청구일자 2018년02월09일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008282909 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
성림첨단산업(주)
대구광역시 달서구 달서대로85길 49 (호림동)
(72) 발명자
강동우
경상북도 경산시 경안로50길 31 503호 (중방동)
소용대
대구광역시 수성구 고산로 90 대백아파트 205동
1215호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 방인환

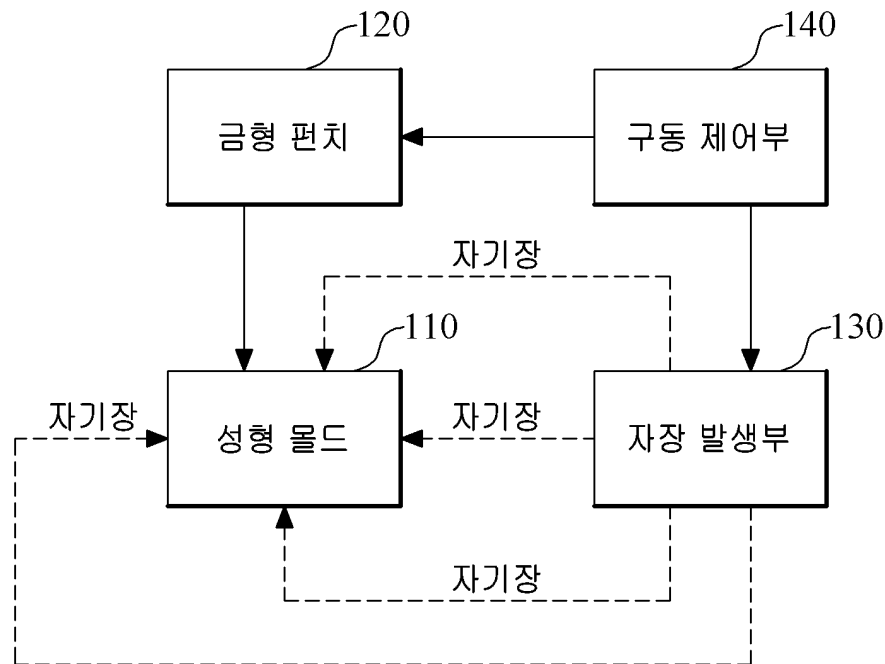
(54) 발명의 명칭 **할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요약

본 발명은 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치로서, 회로류계 영구자석을 성형하기 위해 실린더의 중심 부위에 배치 고정되며, 회로류계 영구자석의 성형을 위한 원재료인 회로류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드; 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



성형 몰드에 충전된 상기 회토류계 합금 파우더에 특정 압력으로 가압하여 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하는 금형 펀치; 상기 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 상기 성형 몰드의 상하에 배치되어 자기장을 인가하는 상하 자기장 발생부를 구비하고, 상기 금형 펀치에 의해 회토류계 합금 파우더의 입자들이 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 상기 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가하는 자장 발생부; 및 상기 금형 펀치의 구동 제어와, 상기 자장 발생부를 통한 배향자계의 자기장이 상기 성형 몰드의 사방에서 배향자계의 자기장이 인가되도록 제어하는 구동 제어부를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법에 따르면, 성형 몰드와 금형 펀치와 자장 발생부 및 구동 제어부를 포함하는 자기 프레스 장치를 구성하되, 성형 몰드의 좌우에 2개의 전자석을 배치하여 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 균일한 자속밀도가 인가될 수 있도록 하여 자구의 배열을 좀 더 정확하게 배열시키기 위한 자기장을 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가되도록 구성함으로써, 회토류계 영구자석의 성형을 하는 과정에서 발생하는 기존의 자석 성능에 악영향을 주는 자속밀도의 불균일성이 해소될 수 있도록 할 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 자기 프레스 장치의 성형 몰드와 2개의 전자석 부재를 구비하는 자장 발생부의 배치 구조가 유한요소해석법을 통해 설계된 할바흐 실린더 구조로 구성됨으로써, 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 인가되는 균일한 자속이 성형체의 입자에 투과됨에 따라 자구들의 정렬과 입자가 물리는 악영향의 현상이 해소되고, 그에 따라 성형되는 회토류계 영구자석의 불량 발생이 최소화될 수 있도록 할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01F 7/021 (2013.01)

H01F 7/0247 (2013.01)

(72) 발명자

홍은경

대구광역시 북구 공항로15길 8 복현2차서한타운아파트 107동 801호

공군승

대구광역시 달서구 호산로 125 삼성명가타운 216-1601

김동환

대구광역시 달서구 달서대로85길 49 (호림동)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170043716 A*

KR1020060093939 A

JP11354321 A

KR1020040005413 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0008866

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역신산업선도인력양성사업

연구과제명 자율주행 차량용 비상발전 시스템 개발

기 여 율 1/2

주관기관 계명대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20170645

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 자동차 연비 효율 향상을 위한 24kW급 기계식 토크 컨버터 일체형 모터제너레이터 시스템

개발

기 여 율 1/2

주관기관 계명대학교 산학협력단

연구기간 2017.10.01 ~ 2018.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)로서,

회토류계 영구자석을 성형하기 위해 실린더(101)의 중심 부위에 배치 고정되며, 회토류계 영구자석의 성형을 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드(110);

상기 성형 몰드(110)에 충전된 상기 회토류계 합금 파우더에 특정 압력으로 가압하여 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하는 금형 펀치(120);

상기 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 상기 성형 몰드(110)의 상하에 배치되어 자기장을 인가하는 상하 자기장 발생부(131)를 구비하고, 상기 금형 펀치(120)에 의해 회토류계 합금 파우더의 입자들이 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 상기 성형 몰드(110)의 좌우 양방향에서 인가하는 자장 발생부(130); 및

상기 금형 펀치(120)의 구동 제어와, 상기 자장 발생부(130)를 통한 배향자계의 자기장이 상기 성형 몰드(110)의 사방에서 배향자계의 자기장이 인가되도록 제어하는 구동 제어부(140)를 포함하되,

상기 자기 프레스 장치(100)는,

상기 성형 몰드(110)가 실린더(101)의 중심 부위에 배치 구성되고, 상기 성형 몰드(110)의 좌우에서 자기장이 균일하게 인가될 수 있도록 자장 발생부(130)의 2개의 전자석 부재(132)가 배치 구성되는 할바흐 실린더 구조를 갖도록 구성하고,

상기 자장 발생부(130)는,

상기 성형 몰드(110)의 좌우 양방향에서 균일한 자기장이 인가될 수 있도록 배치 구성되는 2개의 전자석 부재(132)를 포함하되, 상기 2개의 전자석 부재(132)는 기존의 자기 프레스 구조에서 성형체에 상하로 인가하는 상하 자기장 발생부(131)의 자기장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성하며,

상기 자장 발생부(130)는,

상기 성형 몰드(110)에 형성된 성형체에 상하에서 인가되는 상기 상하 자기장 발생부(131)의 자기장 방향과 반대 방향으로 상기 2개의 전자석 부재(132)에서 자기장을 발생시키고, 상기 2개의 전자석 부재(132)에서 발생되는 자기장이 상기 상하 자기장 발생부(131)의 S극으로 인가됨에 따라 상하 자기장 발생부(131)와 2개의 전자석 부재(132)의 자기장이 일치되도록 하는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 할바흐 실린더 구조는,

상기 성형 몰드(110)에서 성형되는 회토류계 영구자석의 성형체가 균일한 자속밀도를 갖도록 유한요소해석법을 통해 설계되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 자기 프레스 장치(100)는,

상기 자장 발생부(130)의 상하 자기장 발생부(131)와 2개의 전자석에서 인가되는 자기장이 균일한 자속밀도와 일치하는 자기장이 인가되는 할바흐 실린더 원리의 프레스 구조로 설계 구현되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 7

제1항, 제3항, 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자기 프레스 장치(100)는,

상기 성형 몰드(110)에서 압축 성형된 성형체의 좌우방향에서 배향자계의 자기장이 인가됨으로써, 자석 성능에 악영향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 회토류계 영구자석의 제조가 가능하도록 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 성분으로 하는 네오디뮴 자석(NdFeB)인 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 회토류계 합금 파우더는,

네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 성분으로 하는 회토류계 합금을 용해하여 고형화 시킨 다음 파우더로 분쇄한 파우더 분말인 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조에 대응한 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 디스크 타입(disk type)인 경우, 이에 대응하는 원형 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 링 타입(ring type)인 경우, 이에 대응하는 링 자석으로 구성되는 것

을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 사각 타입(square type)인 경우, 이에 대응하는 사각 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 디시 홀 타입(dish hole type)인 경우, 이에 대응하는 접시 홀 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 곡면 타입(segment type)인 경우, 이에 대응하는 곡면 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 구체 볼 타입(sphere-ball type)인 경우, 이에 대응하는 구슬 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 17

제10항에 있어서, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,

상기 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 실린더 타입(cylinder type)인 경우, 이에 대응하는 원통형 자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치.

청구항 18

성형 몰드(110)와 금형 펀치(120)와 자장 발생부(130) 및 구동 제어부(140)를 포함하는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)의 제어 방법으로서,

- (1) 상기 성형 몰드(110)에 회토류계 영구자석을 성형하기 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 투입되는 단계;
- (2) 상기 구동 제어부(140)의 제어 하에, 상기 금형 펀치(120)가 작동되어 상기 단계 (1)을 통해 성형 몰드(110)에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력이 가압되어 회토류계 영구자석의 성형체가 형성되는 단계; 및
- (3) 상기 구동 제어부(140)의 제어 하에, 상기 자장 발생부(130)가 상기 단계 (2)를 통해 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 상기 성형 몰드(110)의 좌우방향에서 인가하는 단계를 포함하되,

상기 자기 프레스 장치(100)는,

실린더(101)의 중심 부위에 성형 몰드(110)가 배치 구성되고, 상기 성형 몰드(110)의 좌우방향에 자장 발생부(130)의 2개의 전자석 부재(132)가 배치 구성되는 할바흐 실린더 구조를 갖도록 구성하고,

상기 자장 발생부(130)의 2개의 전자석 부재(132)는,

성형 몰드(110)에 형성된 성형체에 대해 상하에서 인가되는 상하 자기장 발생부(131)의 자기장 방향과 반대 방향으로 2개의 전자석 부재(132)에서 자기장을 발생시켜 인가하되, 2개의 전자석 부재(132)에서 발생하는 자기장이 상하 자기장 발생부(131)의 S극으로 인가됨에 따라 상하 자기장 발생부(131)의 자기장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성하는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제18항에 있어서,

(4) 상기 단계 (1) 내지 단계 (3)을 통해 상기 성형 몰드(110)에서 압축 성형된 성형체가 전방향에서 인가되는 배향자계의 자기장을 통해 자석 성능에 악영향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 희토류계 영구자석의 성형체 제조 이후 자석 소결 처리 과정을 거쳐 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 성분으로 하는 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 제조가 완료되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 희토류 영구자석을 성형함에 있어, 유한요소해석법을 통해 설계된 할바흐 실린더 구조를 통해 균일한 자속을 입자에 투과시켜 자구들의 정렬과 입자가 물리는 현상이 해소되는 희토류 영구자석이 성형될 수 있도록 하는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 희토류 영구자석은 자기공명영상(MRI), 고성능 모터, 휴대폰, 에어컨 등 각종 전기/전자기에 사용되며, 최근에는 고효율 에어컨의 컴프레서용 모터는 물론이고, 하이브리드, 전기자동차, 풍력발전 산업 등에서도 필수 소재로 사용되고 있다. 이러한 희토류(Nd-Fe-B)계 영구자석은 기존의 철의 영구자석에 비해 5~10배의 큰 자기에너지에 갖고 있어, 작은 크기로도 충분한 자기장을 형성할 수 있다. 이와 같은 희토류계 영구자석은 철계의 고성능 자석으로서, 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 이방성 소결 자석이며, 현재 세계자석시장의 80%를 차지하고 있다.

[0003] 도 1은 희토류계 영구자석을 성형하기 위한 일반적인 자기 프레스 구조의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 희토류계 영구자석을 성형하기 위한 종래의 자기 프레스(10)는, 희토류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드(12)가 실린더(11)의 중심 부위에 배치되고, 성형 몰드(12)의 상하의 일 방향으로 배치되어, 성형 몰드(12)의 외측에서 배향자계의 자기장을 인가하는 한 쌍의 영구자석(13)이 배치 구성되고 있다. 이와 같은 종래의 자기 프레스(10)는 희토류계 영구자석의 성형을 하기 위해서 만들어 졌으나, 희토류계 영구자석의 성형의 과정에서 예기치 못하게 자석의 성능에 악영향을 끼치는 문제점이 있었다.

[0004] 이와 같은 종래의 자기 프레스(10)에서는 희토류계 영구자석을 성형하기 위해 입자들을 압축하고 자구의 배열을

정렬시키기 위해 배향자계의 자기장을 인가할 때, 상하의 일 방향을 통해서만 자기장을 인가함에 따라 도 4의 (b)와 같이 자속의 불균일과 왜곡이 발생하는 문제가 있었다. 이러한 문제는 회토류 영구자석을 성형할 때에 종종 발생하는 장애요소인 불균일한 자속밀도에 의해 입자들이 더 강한 자기장에 입자가 물리고, 자구들의 정렬이 제대로 되지 않아 자석의 성능에 악영향을 끼치는 물론, 성형되는 회토류계 영구자석의 불량을 발생시키는 문제로 작용하게 된다. 대한민국 공개특허공보 제10-2003-0070925호, 등록특허공보 제10-0642218호가 선행기술 문헌으로 개시되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 성형 몰드와 금형 편치와 자장 발생부 및 구동 제어부를 포함하는 자기 프레스 장치를 구성하되, 성형 몰드의 좌우에 2개의 전자석을 배치하여 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 균일한 자속밀도가 인가될 수 있도록 하여 자구의 배열을 좀 더 정확하게 배열시키기 위한 자기장을 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가되도록 구성함으로써, 회토류계 영구자석의 성형을 하는 과정에서 발생하는 기존의 자석 성능에 악영향을 주는 자속밀도의 불균일성이 해소될 수 있도록 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은, 자기 프레스 장치의 성형 몰드와 2개의 전자석 부재를 구비하는 자장 발생부의 배치 구조가 유한요소해석법을 통해 설계된 할바흐 실린더 구조로 구성됨으로써, 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 인가되는 균일한 자속이 성형체의 입자에 투과됨에 따라 자구들의 정렬과 입자가 물리는 악영향의 현상이 해소되고, 그에 따라 성형되는 회토류계 영구자석의 불량 발생이 최소화될 수 있도록 하는, 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치는,
- [0008] 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치로서,
- [0009] 회토류계 영구자석을 성형하기 위해 실린더의 중심 부위에 배치 고정되며, 회토류계 영구자석의 성형을 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드;
- [0010] 상기 성형 몰드에 충전된 상기 회토류계 합금 파우더에 특정 압력으로 가압하여 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하는 금형 편치;
- [0011] 상기 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 상기 성형 몰드의 상하에 배치되어 자기장을 인가하는 상하 자기장 발생부를 구비하고, 상기 금형 편치에 의해 회토류계 합금 파우더의 입자들이 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 상기 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가하는 자장 발생부; 및
- [0012] 상기 금형 편치의 구동 제어와, 상기 자장 발생부를 통한 배향자계의 자기장이 상기 성형 몰드의 사방에서 배향자계의 자기장이 인가되도록 제어하는 구동 제어부를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 자기 프레스 장치는,
- [0014] 상기 성형 몰드가 실린더의 중심 부위에 배치 구성되고, 상기 성형 몰드의 좌우에서 자기장이 균일하게 인가될 수 있도록 자장 발생부의 2개의 전자석 부재가 배치 구성되는 할바흐 실린더 구조를 갖도록 구성할 수 있다.
- [0015] 더욱 바람직하게는, 상기 할바흐 실린더 구조는,
- [0016] 상기 성형 몰드에서 성형되는 회토류계 영구자석의 성형체가 균일한 자속밀도를 갖도록 유한요소해석법을 통해 설계될 수 있다.

- [0017] 더욱 바람직하게는, 상기 자장 발생부는,
- [0018] 상기 성형 몰드의 좌우 양방향에서 균일한 자기장이 인가될 수 있도록 배치 구성되는 2개의 전자석 부재를 포함 하되,
- [0019] 상기 2개의 전자석 부재는 기존의 자기 프레스 구조에서 성형체에 상하로 인가하는 상하 자기장 발생부의 자기 장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성할 수 있다.
- [0020] 더욱 더 바람직하게는, 상기 자장 발생부는,
- [0021] 상하에서 인가되는 자기장 방향과 반대방향으로 2개의 전자석에서 자기장을 발생시켜 인가할 수 있다.
- [0022] 더더욱 바람직하게는, 상기 자기 프레스 장치는,
- [0023] 상기 자장 발생부의 상하 자기장 발생부와 좌우 2개의 전자석에서 인가되는 자기장이 균일한 자속밀도와 일치하 는 자기장이 인가되는 할바흐 실린더 원리의 프레스 구조로 설계 구현될 수 있다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 자기 프레스 장치는,
- [0025] 상기 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체의 좌우방향에서 배향자계의 자기장이 인가됨으로써, 자석 성능에 악영 향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 회토류계 영구자석의 제조가 가능하도록 할 수 있다.
- [0026] 더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0027] 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 구성될 수 있다.
- [0028] 더욱 더 바람직하게는, 상기 회토류계 합금 파우더는,
- [0029] 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 회토류계 합금을 용해하여 고형화 시킨 다음 파우더로 분 쇄한 파우더 분말이다.
- [0030] 더욱 더 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0031] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조에 대응한 형상으로 이루어질 수 있다.
- [0032] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0033] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 디스크 타입(disk type)인 경우, 이에 대응하는 원형 자석으로 구성될 수 있다.
- [0034] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0035] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 링 타입(ring type)인 경우, 이에 대응하는 링 자석으로 구성될 수 있다.
- [0036] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0037] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 사각 타입(square type)인 경우, 이에 대응하는 사각 자석으로 구성될 수 있다.

- [0038] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0039] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 디시 홀 타입(sish hole type)인 경우, 이에 대응하는 접시 홀 자석으로 구성될 수 있다.
- [0040] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0041] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 곡면 타입(segment type)인 경우, 이에 대응하는 곡면 자석으로 구성될 수 있다.
- [0042] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0043] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 구체 볼 타입(sphere-ball type)인 경우, 이에 대응하는 구슬 자석으로 구성될 수 있다.
- [0044] 더더욱 바람직하게는, 상기 제조가 완료된 회토류계 영구자석은,
- [0045] 상기 성형 몰드의 내부 형상 구조가 실린더 타입(cylinder type)인 경우, 이에 대응하는 원통형 자석으로 구성될 수 있다.
- [0046] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법은,
- [0047] 성형 몰드와 금형 펀치와 자장 발생부 및 구동 제어부를 포함하는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법으로서,
- [0048] (1) 상기 성형 몰드에 회토류계 영구자석을 성형하기 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 투입되는 단계;
- [0049] (2) 상기 구동 제어부의 제어 하에, 상기 금형 펀치가 작동되어 상기 단계 (1)을 통해 성형 몰드에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력이 가압되어 회토류계 영구자석의 성형체가 형성되는 단계; 및
- [0050] (3) 상기 구동 제어부의 제어 하에, 상기 자장 발생부가 상기 단계 (2)를 통해 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 상기 성형 몰드의 좌우방향에서 인가하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0051] 바람직하게는, 상기 자기 프레스 장치는,
- [0052] 실린더의 중심 부위에 성형 몰드가 배치 구성되고, 상기 성형 몰드의 좌우방향에 자장 발생부의 2개의 전자석 부재가 배치 구성되는 할바흐 실린더 구조를 갖도록 구성하되,
- [0053] 상기 자장 발생부의 2개의 전자석 부재는,
- [0054] 상하에서 인가되는 상하 자기장 발생부의 자기장 방향과 반대방향으로 2개의 전자석에서 자기장을 발생시켜 인가하되, 2개의 전자석 부재는 상하에서 인가되는 자기장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성한다.
- [0055] 더욱 바람직하게는,
- [0056] (4) 상기 단계 (1) 내지 단계 (3)을 통해 상기 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체가 전방향에서 인가되는 배향자계의 자기장을 통해 자석 성능에 악영향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 회토류계 영구자석의 성형체 제조 이후 자석 소결 처리 과정을 거쳐 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 네오디뮴 자석

(NdFeB)으로 제조가 완료되는 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0057] 본 발명에서 제안하고 있는 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법에 따르면, 성형 몰드와 금형 펀치와 자장 발생부 및 구동 제어부를 포함하는 자기 프레스 장치를 구성하되, 성형 몰드의 좌우에 2개의 전자석을 배치하여 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 균일한 자속밀도가 인가될 수 있도록 하여 자구의 배열을 좀 더 정확하게 배열시키기 위한 자기장을 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가되도록 구성함으로써, 희토류계 영구자석의 성형을 하는 과정에서 발생하는 기존의 자석 성능에 악영향을 주는 자속밀도의 불균일성이 해소될 수 있도록 할 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명에 따르면, 자기 프레스 장치의 성형 몰드와 2개의 전자석 부재를 구비하는 자장 발생부의 배치 구조가 유한요소해석법을 통해 설계된 할바흐 실린더 구조로 구성됨으로써, 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 인가되는 균일한 자속이 성형체의 입자에 투과됨에 따라 자구들의 정렬과 입자가 물리는 악영향의 현상이 해소되고, 그에 따라 성형되는 희토류계 영구자석의 불량 발생이 최소화될 수 있도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0059] 도 1은 일반적인 자기 프레스 구조의 구성을 개략적으로 도시한 도면.
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 구성을 기능블록으로 도시한 도면.
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조의 구성을 개략적으로 도시한 도면.
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조의 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)을 시각화하여 나타내는 도면.
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조에 따른 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)의 비교 그래프를 나타내는 도면.
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 도면.
 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법에서, 자석 소결 처리 과정을 더 포함하는 동작 흐름을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0060] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0061] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 ‘연결’되어 있다고 할 때, 이는 ‘직접적으로 연결’되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 ‘간접적으로 연결’되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 ‘포함’한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0062] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 구성을 기능블록으로 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조의 구성을 개략적으로 도시한 도면이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구

조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조의 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)을 시각화하여 나타내는 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조에 따른 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)의 비교 그래프를 나타내는 도면이다. 도 2 및 도 3에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)는, 성형 몰드(110), 금형 펀치(120), 자장 발생부(130), 및 구동 제어부(140)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0063] 성형 몰드(110)는, 회토류계 영구자석을 성형하기 위해 실린더(101)의 중심 부위에 배치 고정되며, 회토류계 영구자석의 성형을 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 영구자석의 성형을 금형의 구성이다. 이러한 성형 몰드(110)는 제조하고자 하는 회토류계 영구자석의 형태에 대응하는 내부 형상 구조로 구성될 수 있다. 여기서, 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조는 디스크 타입, 링 타입, 사각 타입, 디시 홀 타입, 곡면 타입, 구체 볼 타입, 및 실린더 타입의 내부 형상 구조를 포함할 수 있다.

[0064] 금형 펀치(120)는, 성형 몰드(110)에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력으로 가압하여 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하는 펀치의 구성이다. 여기서, 금형 펀치(120)에 의해 가압되는 회토류계 합금 파우더는 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 회토류계 합금을 용해하여 고형화 시킨 다음 파우더로 분쇄한 파우더 분말이다. 또한, 금형 펀치(120)는 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하기 위해 특정 압력을 가압하는 프레스 구성의 일반적인 구성에 해당하므로 불필요한 설명은 생략하기로 한다.

[0065] 자장 발생부(130)는, 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드(110)의 상하에 배치되어 자기장을 인가하는 상하 자기장 발생부(131)를 구비하고, 금형 펀치(120)에 의해 회토류계 합금 파우더의 입자들이 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 성형 몰드(110)의 좌우 양방향에서 인가하는 구성이다. 이러한 자기 프레스 장치(100)의 자장 발생부(130)는 도 3에 도시된 바와 같이, 성형 몰드(110)가 실린더(101)의 중심 부위에 배치 구성되고, 성형 몰드(110)의 좌우에서 자기장이 균일하게 인가될 수 있도록 자장 발생부(130)의 2개의 전자 부재(132)가 배치 구성되는 할바흐 실린더 구조를 갖도록 구성할 수 있다. 여기서, 자장 발생부(130)는 성형 몰드(110)의 상하에 상하 자기장 발생부(131)가 배치된 기존의 자기 프레스 구조에 2개의 전자 부재(132)가 좌우에 추가로 더 배치되는 구조로 구성된다. 이러한 할바흐 실린더 구조는 성형 몰드(110)에서 성형되는 회토류계 영구자석의 성형체가 균일한 자속밀도를 갖도록 유한요소해석법을 통해 설계될 수 있다.

[0066] 또한, 자장 발생부(130)는 도 3에 도시된 바와 같이 평면도로 바라 볼 때, 기존의 자기 프레스 구조에 해당하는 상하 자기장 발생부(131)가 배치되는 구성에서, 성형 몰드(110)의 좌우에 한 쌍으로 배치되는 2개의 전자석 부재(132)로 구성될 수 있다. 즉, 자장 발생부(130)는 성형 몰드(110)의 좌우 양방향에서 균일한 자기장이 인가될 수 있도록 배치 구성되는 2개의 전자석 부재(132)를 포함하되, 2개의 전자석 부재(132)는 기존의 자기 프레스 구조에서 성형체에 상하로 인가하는 상하 자기장 발생부(131)의 자기장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성한다. 이때, 상하 자기장 발생부(131)는 기존의 자기 프레스 구조의 자석부재로서 영구자석으로 구성될 수 있다. 여기서, 자장 발생부(130)는 도 3에 도시된 바와 같이, 성형 몰드(110)에 형성된 성형체에 상하로 인가하는 상하 자기장 발생부(131)의 자기장 방향과 반대 방향으로 2개의 전자석 부재(132)에서 자기장을 발생시키고, 2개의 전자석 부재(132)에서 발생하는 자기장이 상하 자기장 발생부(131)의 S극으로 인가되도록 함으로써, 상하 자기장 발생부(131)와 2개의 전자석 부재(132)의 자기장은 일치하게 된다.

[0067] 또한, 자장 발생부(130)는 상하에서 인가되는 자기장 방향과 반대방향으로 2개의 전자석에서 자기장을 발생시켜 인가할 수 있으며, 이러한 자기 프레스 장치(100)는 자장 발생부(130)의 상하 자기장 발생부(131)와 2개의 전자석에서 인가되는 자기장이 균일한 자속밀도와 일치하는 자기장이 인가되는 할바흐 실린더 원리의 프레스 구조로 설계 구현될 수 있다. 즉, 자장 발생부(130)의 상하 자기장 발생부(131)는 성형 몰드(110)의 상부와 하부에 배치하되, S극과 N극의 순차 배치로 자기장 방향이 성형 몰드(110)의 아래로 향하게 되고, 2개의 전자석 부재(132)는 성형 몰드(110)의 좌우에서 N극과 S극의 배치로 자기장 방향이 상부, 즉 상하 자기장 발생부(131)의 S극으로 인가됨에 따라 자기장 방향은 반대이면서도 성형 몰드(110)에 인가되는 자기장은 일치하게 된다.

- [0068] 구동 제어부(140)는, 금형 펀치(120)의 구동 제어와, 자장 발생부(130)를 통한 배향자계의 자기장이 성형 몰드(110)의 사방에서 배향자계의 자기장이 인가되도록 제어하는 구동 제어를 위한 구성이다. 이러한 구동 제어부(140)는 금형 펀치(120)의 기구적인 메커니즘 구동과, 자장 발생부(130)의 배향자계의 자기장 인가의 출력을 제어할 수 있으며, 전자식으로 구현되는 2개의 전자식 부재(132)에 대해서는 배향자계의 자기장 세기가 가변될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0069] 이와 같이, 성형 몰드(110)와 금형 펀치(120)와 자장 발생부(130) 및 구동 제어부(140)를 포함하는 자기 프레스 장치(100)는 성형 몰드(110)에서 압축 성형된 성형체의 좌우방향에서 배향자계의 자기장이 더 인가되도록 함으로써, 자석 성능에 악영향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 희토류계 영구자석의 제조가 가능하도록 할 수 있게 된다. 즉, 제조가 완료된 희토류계 영구자석은 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 제조될 수 있으며, 이때 제조가 완료된 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조에 대응한 형상으로 이루어지게 된다.
- [0070] 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 디스크 타입(disk type)인 경우, 이에 대응하는 원형 자석으로 성형될 수 있다.
- [0071] 또한, 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 링 타입(ring type)인 경우, 이에 대응하는 링 자석으로 성형될 수 있다.
- [0072] 또한, 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 사각 타입(square type)인 경우, 이에 대응하는 사각 자석으로 성형될 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 디시 홀 타입(sish hole type)인 경우, 이에 대응하는 겹시 홀 자석으로 성형될 수 있다.
- [0074] 또한, 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 곡면 타입(segment type)인 경우, 이에 대응하는 곡면 자석으로 성형될 수 있다.
- [0075] 또한, 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 구체 볼 타입(sphere-ball type)인 경우, 이에 대응하는 구슬 자석으로 성형될 수 있다.
- [0076] 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)에 의해 제조가 완료되는 희토류계 영구자석은 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조가 실린더 타입(cylinder type)인 경우, 이에 대응하는 원통형 자석으로 성형될 수 있다.
- [0077] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조의 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)을 시각화하여 나타내고, 도 5는 본 발명의

일실시에에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치에 적용되는 할바흐 실린더 구조와 일반적인 프레스 구조에 따른 자속밀도의 플럭스 라인(Flux line)의 비교 그래프를 나타내고 있다. 도 4의 (a)는 본 발명에 따른 할바흐 실린더 구조를 통해 자장 발생부(130)의 상하 자기장 발생부(131)와 2개의 전자석 부재(132)에서 인가되는 배향자계의 자기장이 성형 몰드(110)에서 성형된 회토류계 영구자석의 성형체에 인가되는 균일한 자속을 나타내고 있으며, 도 4의 (b)는 일반적인 프레스 구조에서 2개의 영구자석에 의해 자기장에 왜곡이 발생되고, 균일하지 못한 자속 상태를 나타내고 있다.

[0078] 즉, 도 4의 (b)는 기존의 자기 프레스의 구조를 간략화 시키고 전자석을 영구자석으로 대체시킨 다음, 자속밀도의 균일성과 Flux line을 시각화 한 것으로, 도 5의 그래프를 통해서도 알 수 있는 바와 같이, 자기장에 왜곡이 있고 균일하지 못한 것을 확인할 수 있는 반면, 도 4의 (a)와 같은 본 발명의 할바흐 실린더 구조를 가진 자기 프레스에서는 도 5의 그래프에서 균일한 자속과 자기장에 왜곡이 없는 것을 볼 수 있다.

[0079] 도 6은 본 발명의 일실시에에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일실시에에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법에서, 자석 소결 처리 과정을 더 포함하는 동작 흐름을 도시한 도면이다. 도 6 내지 도 7에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시에에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치의 제어 방법은, 성형 몰드에 회토류계 합금 파우더가 투입되는 단계(S110), 성형 몰드에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력이 가압되어 회토류계 영구자석의 성형체가 형성되는 단계(S120), 및 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 성형 몰드의 좌우방향에서 인가하는 단계(S130)를 포함하여 구현될 수 있으며, 회토류계 영구자석의 성형체에 자석 소결 처리 과정을 통해 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 제조가 완료되는 단계(S140)를 더 포함하여 구현될 수 있다.

[0080] 본 발명에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S110에서는 성형 몰드(110)에 회토류계 영구자석을 성형하기 위한 원재료인 회토류계 합금 파우더가 투입된다. 여기서, 성형 몰드(110)는 회토류계 영구자석을 성형하기 위해 실린더(101)의 중심 부위에 배치 고정되는 금형의 구성으로, 제조하고자 하는 회토류계 영구자석의 형태에 대응하는 내부 형상 구조로 구성될 수 있다. 즉, 성형 몰드(110)의 내부 형상 구조는 디스크 타입, 링 타입, 사각 타입, 디시 홀 타입, 곡면 타입, 구체 볼 타입, 및 실린더 타입의 내부 형상 구조를 포함할 수 있다.

[0081] 본 발명에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S120에서는, 구동 제어부(140)의 제어 하에, 금형 펀치(120)가 작동되어 단계 S110을 통해 성형 몰드(110)에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력이 가압되어 회토류계 영구자석의 성형체가 형성되도록 하는 단계의 구성이다. 이러한 금형 펀치(120)는 성형 몰드(110)에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력으로 가압하여 회토류계 영구자석의 성형체를 형성하는 프레스 구성의 일반적인 구성이다. 이때, 금형 펀치(120)에 의해 가압되는 회토류계 합금 파우더는 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 회토류계 합금을 용해하여 고형화 시킨 다음 파우더로 분쇄한 파우더 분말로 구성될 수 있다.

[0082] 본 발명에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S130에서는, 구동 제어부(140)의 제어 하에, 자장 발생부(130)가 단계 S120을 통해 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 성형 몰드(110)의 좌우방향에서 인가하게 되는 단계의 구성이다. 이러한 자장 발생부(130)는 회토류계 합금 파우더가 충전 되는 성형 몰드(110)의 상하에 배치되어 자기장을 인가하는 상하 자기장 발생부(131)를 구비하고, 금형 펀치(120)에 의해 회토류계 합금 파우더의 입자들이 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 성형 몰드(110)의 좌우 양방향에서 인가하는 2개의 전자석 부재(132)가 배치되는 구성이다. 즉, 자장 발생부(130)는 성형 몰드(110)의 상하에 상하 자기장 발생부(131)가 배치된 기존의 자기 프레스 구조에 2개의 전자석 부재(132)가 좌우에 추가로 더 배치되는 할바흐 실린더 구조의 구성으로, 이러한 할바흐 실린더 구조는 성형 몰드(110)에서 성형되는 회토류계 영구자석의 성형체가 균일한 자속밀도를 갖도록 유한요소해석법을 통해 설계될 수 있다.

여기서, 자장 발생부(130)의 2개의 전자석 부재(132)는 상하에서 인가되는 상하 자기장 발생부(131)의 자기장 방향과 반대방향으로 2개의 전자석에서 자기장을 발생시켜 인가하되, 2개의 전자석 부재(132)는 상하에서 인가되는 자기장과 일치하는 자기장이 인가되도록 하는 전자석으로 구성한다. 즉, 자장 발생부(130)의 상하 자기장 발생부(131)는 성형 몰드(110)의 상부와 하부에 배치하되, S극과 N극의 순차 배치로 자기장 방향이 성형 몰드(110)의 아래로 향하게 되고, 2개의 전자석 부재(132)는 성형 몰드(110)의 좌우에서 N극과 S극의 배치로 자기장 방향이 상부, 즉 상하 자기장 발생부(131)의 S극으로 인가됨에 따라 자기장 방향은 반대이면서도 성형 몰드(110)에 인가되는 자기장은 일치하게 된다.

[0083] 본 발명에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치(100)의 제어 방법에서, 단계 S140에서는 도 7에 도시된 바와 같이, 단계 S110 내지 단계 S130을 통해 성형 몰드(110)에서 압축 성형된 성형체가 전방향에서 인가되는 배향자계의 자기장을 통해 자석 성능에 악영향을 미치는 자속밀도 불균일성이 해소된 회토류계 영구자석의 성형체 제조 이후, 자석 소결 처리 과정을 거쳐 네오디뮴(Nd), 철(Fe) 및 붕소(B)를 주성분으로 하는 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 제조가 완료되도록 한다.

[0084] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 할바흐 실린더 구조를 이용한 자기 프레스 장치 및 그 제어 방법은, 성형 몰드와 금형 편치와 자장 발생부 및 구동 제어부를 포함하는 자기 프레스 장치를 구성하되, 성형 몰드의 좌우에 2개의 전자석을 배치하여 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 균일한 자속밀도가 인가될 수 있도록 하여 자구의 배열을 좀 더 정확하게 배열시키기 위한 자기장을 성형 몰드의 좌우 양방향에서 인가되도록 구성함으로써, 회토류계 영구자석의 성형을 하는 과정에서 발생되는 기존의 자석 성능에 악영향을 주는 자속밀도의 불균일성이 해소됨은 물론, 할바흐 실린더 구조를 갖는 최적화된 설계 구조를 통한 자속밀도의 균일성이 더욱 향상되는 구조를 제공할 수 있게 된다. 또한, 자기 프레스 장치의 성형 몰드와 2개의 전자석 부재를 구비하는 자장 발생부의 배치 구조가 유한요소해석법을 통해 설계된 할바흐 실린더 구조로 구성됨으로써, 성형 몰드에서 압축 성형된 성형체에 인가되는 균일한 자속이 성형체의 입자에 투과됨에 따라 자구들의 정렬과 입자가 물리는 악영향의 현상이 해소되고, 그에 따라 성형되는 회토류계 영구자석의 불량 발생이 최소화될 수 있도록 할 수 있게 된다.

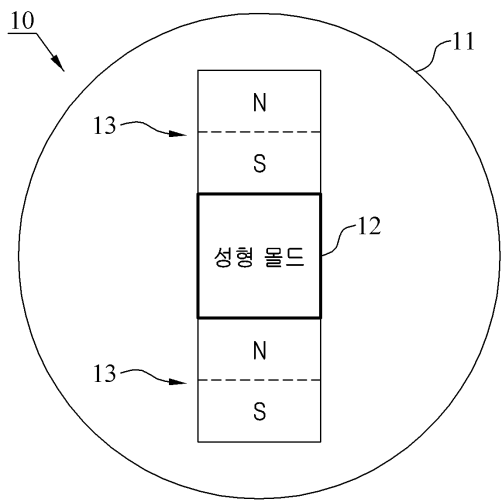
[0085] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

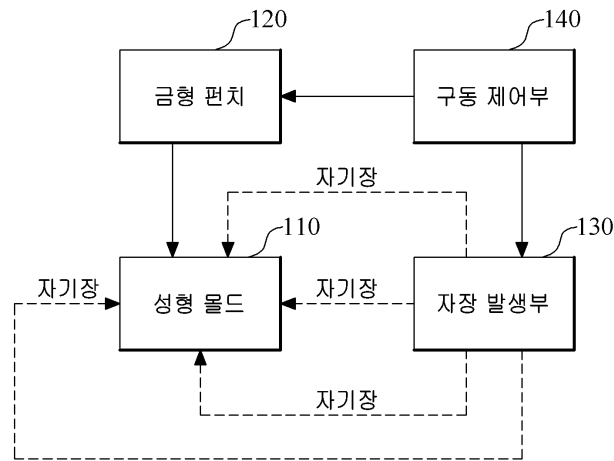
[0086] 100: 본 발명의 일실시예에 따른 자기 프레스 장치
 101: 실린더
 110: 성형 몰드
 120: 금형 편치
 130: 자장 발생부
 131: 상하 자기장 발생부
 132: 2개의 전자석 부재
 140: 구동 제어부
 S110: 성형 몰드에 회토류계 합금 파우더가 투입되는 단계
 S120: 성형 몰드에 충전된 회토류계 합금 파우더에 특정 압력이 가압되어 회토류계 영구자석의 성형체가 형성되는 단계
 S130: 압축 성형된 회토류계 영구자석의 성형체의 자구의 배열을 정렬시키기 위한 배향자계의 자기장을 성형 몰드의 전방향에서 인가하는 단계
 S140: 회토류계 영구자석의 성형체에 자석 소결 처리 과정을 통해 네오디뮴 자석(NdFeB)으로 제조가 완료되는 단계

도면

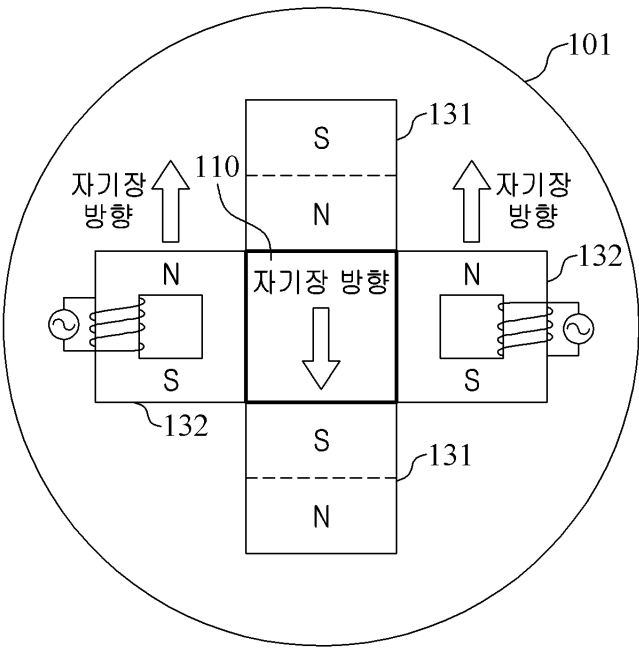
도면1



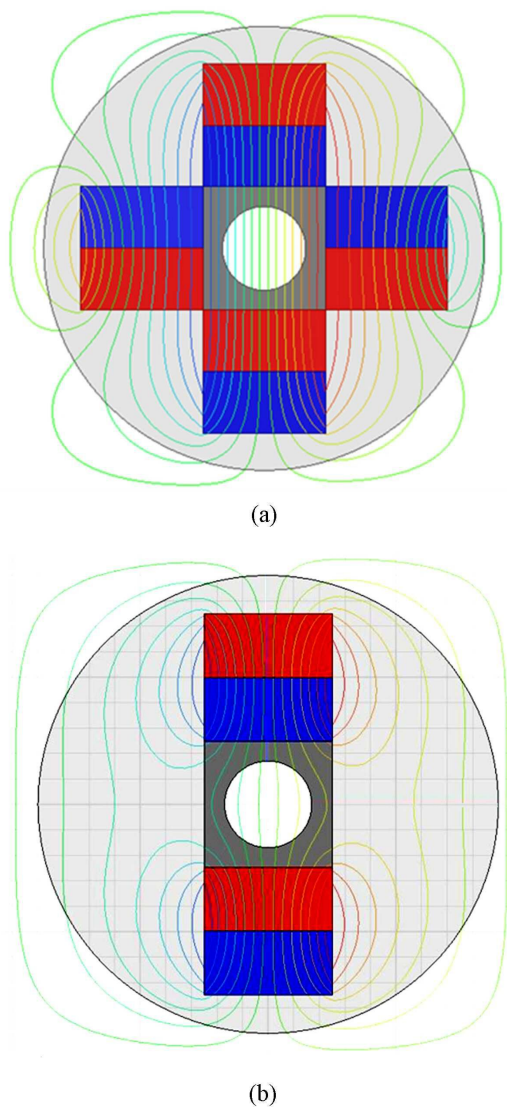
도면2



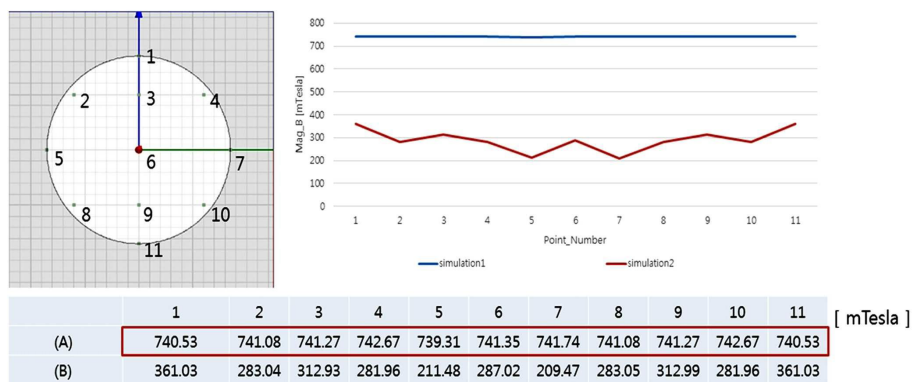
도면3



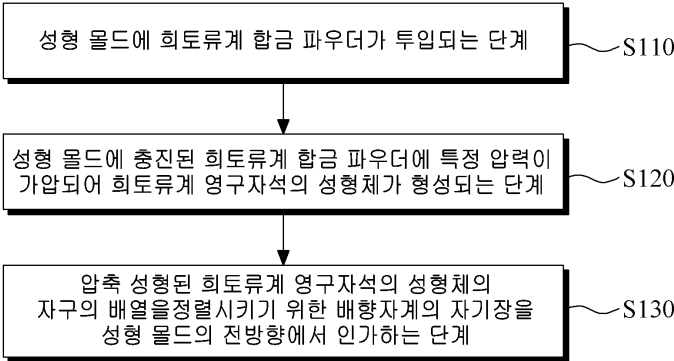
도면4



도면5



도면6



도면7

