(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월10일
(11) 등록번호 10-2407565
(24) 등록일자 2022년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/90 (2021.01) *G01N 33/207* (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/90 (2021.01)
G01N 33/207 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2021-0009690
(22) 출원일자 2021년01월22일
심사청구일자 2021년01월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014202483 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국수력원자력 주식회사
경상북도 경주시 문무대왕면 불국로 1655
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
이진이
광주광역시 광산구 북문대로 575-19 윤슬의아침 203동 110호
최은호
인천광역시 계양구 봉오대로531번길 13-5 부경하이츠빌 1동 102호
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 **금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치**

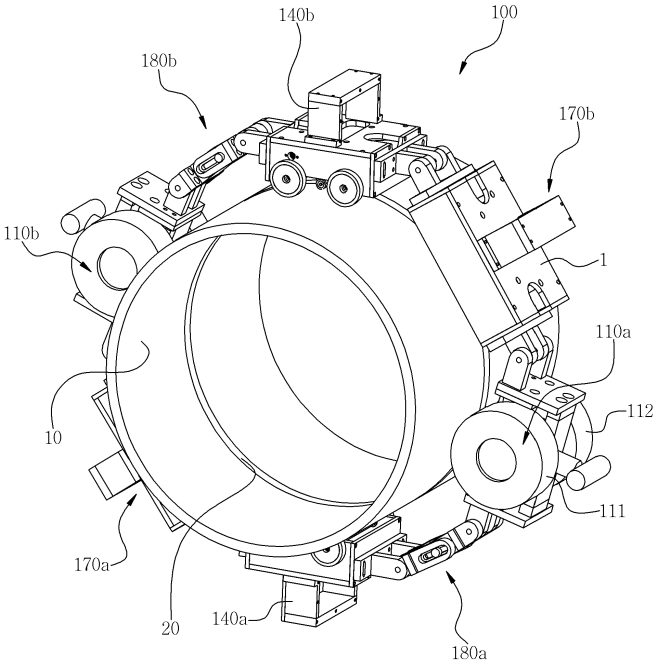
(57) 요 약

본 발명은 금속배관의 용접부를 따라 회전 구동하면서 용접부의 결함을 검사하는 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 관한 것이다.

본 발명은 금속배관의 원주방향을 따라 진행하는 용접부에 대한 결함 검사를 위한 금속배관 용접부 검사를 위한

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



중력보상형 비파괴검사장치에 있어서, 각각 N극과 S극이 인가되는 두 개의 바퀴형 자화기를 구비하며, 금속배관의 단면 중심을 기준으로 서로 대향되는 위치에 배치되는 제1 자화기 및 제2 자화기, 상기 제1 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 결함 주변에서 발생하는 누설자속의 분포를 측정하기 위한 제1 자기센서, 상기 제2 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 외부자기장과 자속밀도의 기울기가 1에 가까워지도록 만들기 위한 제1 와전류센서, 상기 용접부를 따라 진행하는 일방향 상에서 상기 제1 자화기의 후방에 마련되며 상기 제1 자화기 또는 제2 자화기에 의해 자화된 잔류자속밀도를 측정하는 제2 자기센서가 구비되는 제1 센서대차, 상기 일방향 상에서 상기 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 제2 자기센서와 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되며 외부 자화가 인가되지 않은 상태에서 와전류분포를 검사하는 제2 와전류센서가 구비되는 제2 센서대차, 상기 일방향 상에서 상기 제1 자화기 및 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되고 상기 제1, 제2 자화기와 제1, 제2 센서대차가 상기 금속배관의 용접부를 따라 회전구동하도록 구동시키는 제1 구동대차 및 제2 구동대차를 포함한다.

(52) CPC특허분류
G01N 2203/0296 (2013.01)
G01N 2291/267 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
JP2010048624 A
KR101716717 B1
JP2005345224 A
JP2007171187 A
JP6024589 B2
KR101575188 B1
US20210071801 A1

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속배관의 원주방향을 따라 진행하는 용접부에 대한 결함 검사를 위한 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 있어서,

각각 N극과 S극이 인가되는 두 개의 바퀴형 자화기를 구비하며, 금속배관의 단면 중심을 기준으로 서로 대향되는 위치에 배치되는 제1 자화기 및 제2 자화기;

상기 제1 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 결함 주변에서 발생하는 누설자속의 분포를 측정하기 위한 제1 자기센서;

상기 제2 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 외부자기장과 자속밀도의 기울기가 1에 가까워지도록 만들기 위한 제1 와전류센서;

상기 용접부를 따라 진행하는 일방향 상에서 상기 제1 자화기의 후방에 마련되며 상기 제1 자화기 또는 제2 자화기에 의해 자화된 잔류자속밀도를 측정하는 제2 자기센서가 구비되는 제1 센서대차;

상기 일방향 상에서 상기 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 제2 자기센서와 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되며 외부 자화가 인가되지 않은 상태에서 와전류분포를 검사하는 제2 와전류센서가 구비되는 제2 센서대차;

상기 일방향 상에서 상기 제1 자화기 및 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되고 상기 제1, 제2 자화기와 제1, 제2 센서대차가 상기 금속배관의 용접부를 따라 회전구동하도록 구동시키는 제1 구동대차 및 제2 구동대차를 포함하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1 자화기와 제2 자화기의 N극과 S극은 각각 상기 금속배관의 외주면을 따라 주행하는 바퀴형태로 형성되며,

상기 N극 바퀴와 S극 바퀴는 상기 용접부를 중심으로 양측에 각각 배치되도록 형성된 것을 특징으로 하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 구동대차와 제2 구동대차는 각각 구동본체와, 상기 구동본체에 설치되는 구동모터와, 상기 구동모터에 의해 회전하도록 상기 구동본체에 설치되고 상기 금속배관의 외주면을 따라 주행하는 구동캐터필러를 포함하는 것을 특징으로 하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제1 자화기와 제1 구동대차, 제1 센서대차, 제2 자화기, 제2 구동대차, 제2 센서대차는 상기 금속배관의 외주면을 감싸도록 환형으로 연결되며,

상기 자화기와 대차들의 사이에 설치되고 상기 금속배관의 외경에 따라 연결길이를 조절하기 위한 제1 거리조정부 및 제2 거리조정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1 거리조정부 및 제2 거리조정부는 상기 일방향을 따라 전단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 전방연결부재와,

상기 전방연결부재의 후방에 연결되고 후단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 후방연결부재와,

상기 전방연결부재와 후방연결부재를 고정하는 고정핀을 포함하되,

상기 전방연결부재는 자화기 또는 대차에 연결되는 제1 연결부와,

상기 제1 연결부의 후방에서 폭방향을 따라 상호 소정간격 이격되어 길이방향을 따라 소정길이 연장되고, 측면에 내주면과 외주면을 관통하는 장공이 길이방향을 따라 연장되도록 형성된 제2 연결부를 포함하고,

상기 후방연결부재는 상기 전방연결부재의 제2 연결부들 사이로 진입할 수 있도록 상기 제2 연결부들의 이격거리에 대응하는 폭을 가지며 폭방향을 따라 연장되는 핀체결홀이 형성되어 있는 제3 연결부와,

상기 제3 연결부의 후방에 형성되어 자화기 또는 대차에 연결되는 제4 연결부를 포함하고,

상기 고정핀은 상기 제2 연결부의 장공과 제3 연결부의 핀체결홀을 관통해 연장되며 상기 제3 연결부가 상기 제2 연결부의 소정의 위치에서 고정되도록 형성된 것을 특징으로 하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제1, 제2 자화기와 제1, 제2 센서대차가 이동하는 이동거리를 측정하기 위한 엔코더를 더 구비하는 것을 특징으로 하는

금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금속배관의 용접부를 따라 회전 구동하면서 용접부의 결함을 검사할 수 있는 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 용접은 접합부에 서로 다른 두 재료를 가열 및 용융시켜 접합하는 방법이다. 용접 과정에서 발생하는 용접균열, 용입불량, 융합부족, 기공과 같은 용접 결함은 최종 제품에서 파손의 원인이 된다. 따라서 제조 과정은 물론 사용 중에도 이들 용접 결함을 검출하고 정량적으로 평가할 필요가 있다.

[0003] 그러나 육안으로 이러한 용접부의 결함을 검출하기가 곤란하기 때문에 비파괴 검사를 통해 결함을 검사할 필요가 있다. 한편, 금속성 배관은 유동성 매질을 이송하는 구조물이다. 매질 전송을 위한 부하 압력 및 매질의 중량에 의하여 장시간 사용한 배관에는 변형과 응력이 발생할 수 있다. 또한, 수화학성 매질의 경우에는 배관과의 접촉면에서 부식이 발생할 수 있으며, 고온의 매질의 경우에는 부식의 발생을 가속화할 수 있다. 그리고, 유동성 매질을 전송할 때, 유동 속도에 의하여 배관이 침식될 수 있다. 또한, 배관에서 취약한 부분 중 하나가 용접부로서 재질이 불연속이면서, 용융 과정에서 발생한 열영향부를 포함하고, 용접 과정에서 발생한 잔류응력이 잔재하는 용접부이다.

[0004] 따라서 배관의 용접부는 주기적으로 비파괴 검사를 실시하여 건전성 여부를 확인해야 한다. 금속 배관의 비파괴 검사는 체적검사와 표면검사가 있다.

[0005] 체적검사는 방사선검사, 초음파검사, 와전류검사가 포함되며, 표면검사는 자분탐상과 침투탐상이 포함된다. 표면검사 중 자분탐상은 피검사체를 자화시키고, 자분을 도포하여 결함 주변에 모이는 자분을 육안 또는 카메라에 의한 광학 영상을 관찰하여 결함 유무를 판정하고, 결함 길이를 정량적으로 평가한다. 침투탐상은 개구결함에 형광액을 침투시켜 육안 또는 카메라에 의한 광학 영상을 관찰하여 결함 유무를 판정하고, 결함 길이를 정량 평가한다. 한편, 체적검사 중 와전류검사는 피측정체에 교류전원이 인가된 코일을 접근시켜서 와전류를 발생시키고, 결함 유무에 의하여 왜곡되는 와전류의 임피던스와 위상차를 해석하여 결함 유무와 깊이를 판정한다. 최근의 진보된 와전류탐상에서는 공간 좌표상의 와전류분포를 동일한 간격으로 측정하여 영상화함으로서 결함의 형태, 길이, 깊이, 분포 등을 정량 평가하고 있다.

[0006] 이상의 자분탐상, 침투탐상, 진보된 와전류탐상은 동일한 간격의 공간 좌표에서의 자속밀도분포, 삼투압현상분포, 와전류분포를 측정함으로서 결함의 유무 판정은 물론 결함의 형태 및 크기를 정량적으로 평가할 수 있다는 특징을 가지고 있다.

[0007] 한편, 배관 구조의 피검사체는 일반적인 평면 구조의 피검사체에 비하여 검사가 곤란하다. 한 예로 자분탐상과 침투탐상의 경우에는 스프레이 형태로 분사하는 자분 또는 형광액이 중력의 영향을 받아 배관의 하부 검사에는 부적합하다. 또한, 바람 및 습도와 같은 외부 환경에 의하여 검사가 곤란하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 자분탐상과 침투탐상의 대체기술로서 금속 배관 용접부의 비파괴검사에는 진보된 와전류탐상 또는 누설자속탐상을 적용하는 추세이다. 누설자속탐상은 자화한 피검사체의 결함에서 발생하는 누설자속을 조밀하게 배열한 반도체형 센서에 의하여 자속밀도분포를 측정하여 결함 유무를 판정하고, 형태 및 크기를 평가한다.

[0008] 한편, 상자성체 금속재질의 오스테나이트계스테인레스강은 외부하중 또는 불완전한 열처리 등에 의하여 강자성체 재질인 델타페라이트조직이 국부적으로 발생한다. 이러한 국부적인 강자성체 재질은 높은 투자율 때문에 와전류의 침투깊이가 얕고, 결함 신호보다 큰 와전류 신호가 발생하여 결함 유무를 판정하기 곤란하다. 또한, 용접부의 비드와 같은 피검사체의 국부적인 형상 변화는 와전류 신호의 왜곡을 초래하여 결함 유무 판정 및 형태, 크기를 정량 평가에 한계를 유발한다.

[0009] 또한, 강자성체 금속재질의 경우에는 피검사체를 강력한 자화력으로 자화하고, 결함 주변에서 발생하는 누설자속을 측정한다. 이때 피검사체를 강력하게 자화하기 위한 자화장치의 자화력은 코일 권수와 높은 투자율의 코어를 사용해야 하기 때문에 무겁다. 또한, 자화기와 자기센서를 피검사체 위에서 스캔할 때, 높은 자화력에 의하여 피검사체에 부착되어서 스캔할 때 리프트오프 유지 수단, 부착력 극복 수단, 이송 수단이 별도로 구비되어야 한다.

[0010] 한편, 무거운 자화기를 금속 배관의 용접부를 따라서 360° 회전시키기 위한 이송수단은 자화기 자체의 중량을 극복해야 하기 때문에 큰 동력을 필요로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-1045524호 : 이종금속 용접부 초음파 검사용 자동스캐너

(특허문헌 0002) 한국 등록특허 제10-1516150호 : 배관 용접부 검사장치

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, 금속 배관의 용접부위를 따라 회전 구동하면서 용접 부위에서 발생하는 결함을 검사할 수 있으며, 특히 피검사체에서 강자성체와 상자성체가 혼재되어 있는 경우 각각의 위치를 파악하고, 상자성체 금속 뿐 아니라 강자성체 또는 강자성체와 상자성체가 혼재된 배관의 비투자율을 1에 가깝게 인위적으로 변화시켜 와전류의 침투깊이가 깊어질 수 있도록 유도하여 결함의 형태와 크기 및 분포를 정량적으로 평가할 수 있는 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은 금속배관의 원주방향을 따라 진행하는 용접부에 대한 결함 검사를 위한 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 있어서, 각각 N극과 S극이 인가되는 두 개의 바퀴형 자화기를 구비하며, 금속배관의 단면 중심을 기준으로 서로 대향되는 위치에 배치되는 제1 자화기 및 제2 자화기, 상기 제1 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 결함 주변에서 발생하는 누설자속의 분포를 측정하기 위한 제1 자기센서, 상기 제2 자화기에 상기 용접부가 자화되는 자화방향을 따라 배열되고 외부자기장과 자속밀도의 기울기가 1에 가까워지도록 만들기 위한 제1 와전류센서, 상기 용접부를 따라 진행하는 일방향 상에서 상기 제1 자화기의 후방에 마련되며 상기 제1 자화기 또는 제2 자화기에 의해 자화된 잔류자속밀도를 측정하는 제2 자기센서가 구비되는 제1 센서대차, 상기 일방향 상에서 상기 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 제2 자기센서와 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되며 외부 자화가 인가되지 않은 상태에서 와전류분포를 검사하는 제2 와전류센서가 구비되는 제2 센서대차, 상기 일방향 상에서 상기 제1 자화기 및 제2 자화기의 후방에 마련되며 상기 금속배관의 단면 중심을 기준으로 대향되는 위치에 배치되고 상기 제1, 제2 자화기와 제1, 제2 센서대차가 상기 금속배관의 용접부를 따라 회전구동하도록 구동시키는 제1 구동대차 및 제2 구동대차를 포함한다.

[0014] 상기 제1 자화기와 제2 자화기의 N극과 S극은 각각 상기 금속배관의 외주면을 따라 주행하는 바퀴형태로 형성되며, 상기 N극 바퀴와 S극 바퀴는 상기 용접부를 중심으로 양측에 각각 배치되도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 제1 구동대차와 제2 구동대차는 각각 구동본체와, 상기 구동본체에 설치되는 구동모터와, 상기 구동모터에 의해 회전하도록 상기 구동본체에 설치되고 상기 금속배관의 외주면을 따라 주행하는 구동캐터필러를 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 상기 제1 자화기와 제1 구동대차, 제1 센서대차, 제2 자화기, 제2 구동대차, 제2 센서대차는 상기 금속배관의 외주면을 감싸도록 환형으로 연결되며, 상기 자화기와 대차들의 사이에 설치되고 상기 금속배관의 외경에 따라 연결길이를 조절하기 위한 제1 거리조정부 및 제2 거리조정부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0017] 상기 제1 거리조정부 및 제2 거리조정부는 상기 일방향을 따라 전단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 전방연결부재와, 상기 전방연결부재의 후방에 연결되고 후단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 후방연결부재와, 상기 전방연결부재와 후방연결부재를 고정하는 고정핀을 포함하되, 상기 전방연결부재는 자화기 또는 대차에 연결되는 제1 연결부와, 상기 제1 연결부의 후방에서 폭방향을 따라 상호 소정간격 이격되어 길이방향을 따라 소정길이 연장되고, 측면에 내주면과 외주면을 관통하는 장공이 길이방향을 따라 연장되도록 형성된 제2 연결부를 포함하고, 상기 후방연결부재는 상기 전방연결부재의 제2 연결부들 사이로 진입할 수 있도록 상기 제2 연결부들의 이격거리에 대응하는 폭을 가지며 폭방향을 따라 연장되는 핀체결홀이 형성되어 있는 제3 연결부와, 상기 제3 연결부의 후방에 형성되어 자화기 또는 대차에 연결되는 제4 연결부를 포함하고, 상기 고정핀은 상기 제2 연결부의 장공과 제3 연결부의 핀체결홀을 관통해 연장되며 상기 제3 연결부가 상기 제2 연결부의 소정의 위치에서 고정되도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0018] 상기 제1, 제2 자화기와 제1, 제2 센서대차가 이동하는 이동거리를 측정하기 위한 엔코더를 더 구비할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치는 자화기를 금속 배관의 용접부를 따라서 자동으로 회전시키면서 용접부에서의 결함유무를 검사할 수 있다.

[0020] 특히 본 발명은 피검사체의 비투자율을 1에 가깝게 인위적으로 변화시킴으로써 피검사체가 상자성체 금속으로 이루어진 경우 외에도, 강자성체 또는 강자성체와 상자성체가 혼재되어 있는 경우에도 결함의 형태와 크기 및 분포를 정량적으로 평가할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치의 일 실시예의 사시도,

도 2는 도 1의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치가 금속배관에 설치된 상태의 정면도,

도 3은 도 1의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치의 구성을 개략적으로 표시한 블럭도,

도 4는 도 1의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치 중 제1 자화기를 발췌 도시한 측면도,

도 5는 제1 또는 제2 거리조정부를 도시한 분리사시도,

도 6은 제2 자화기의 자화영역에서 발생하는 B-H 곡선을 표시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0023] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0027] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)를 더욱 상세하게 설명한다.

[0028] 도면을 참조하면, 본 발명의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)는 금속배관(10)의 용접부(20)를 따라 환형으로 연결되도록 설치되며, 용접부(20)를 자화하고 결함이 있는 부분에서 누설되는 누설자속을 측정하여 결함을 탐지하는 누설자속탐상법을 이용한다.

[0029] 본 실시예의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)는 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b), 제1 자기센서(120), 제1 와전류센서(130), 제1 센서대차(140a), 제2 센서대차(140b), 제1 구동대차(170a), 제2 구동대차(170b), 제1 거리조정부(180a)와 제2 거리조정부(180b)를 포함한다.

[0030] 상기 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b)는 각각 두 개의 바퀴형 자화기를 구비하고 있는데, 하나는 N극 바퀴(111)이고 다른 하나는 S극 바퀴(112)이다. 도 3에 도시되어 있는 것처럼 상기 N극 바퀴(111)와 S극 바퀴(112)는 각각 용접부(20)를 중심으로 일측과 타측으로 이격되도록 배치되어 있으며 이 N극 바퀴(111)와 S극 바퀴(112)에 의해 용접부(20)는 용접부(20)가 연장되는 연장방향에 대하여 교차하는 방향으로 자화가 이루어진다.

[0031] 상기 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b)는 금속배관(10)의 단면 중심을 기준으로 서로 대칭되는 위치에 배치된다.

[0032] 상기 제1 자기센서(120)는 제1 자화기(110a)의 일측에 마련되며 용접부(20)의 자화 후 결함 주변에서 발생하는 누설자속의 분포를 측정한다. 제1 자기센서(120)는 도 3에 도시되어 있는 것처럼 제1 자화기(110a)의 하부에 설치되며, 용접부(20)가 제1 자화기(110a) 또는 제2 자화기(110b)에 의해 자화되는 자화방향을 따라 연장되도록 배치된다.

[0033] 상기 제1 와전류센서(130)는 제2 자화기(110b)의 일측에 마련되며, 도시되지는 않았으나 제1 자기센서(120)와 마찬가지로 제2 자화기(110b)의 하부에서 자화방향을 따라 연장되도록 배치된다.

[0034] 제2자화기와 제1와전류센서에 의하여 축방향으로 자화함으로써 도 6에 참조된 도면에서와 같이 비투자율(B-H곡선에서 외부자기장(H)과 자속밀도(B)의 기울기)이 1에 가깝게 만들 수 있다. 비투자율이 1에 가까우면 상자성체 금속으로 취급되고, 보다 넓은 폭의 주파수 즉, 높은 주파수와 낮은 주파수의 와전류를 각각 인가할 수 있어서 보다 효율적인 결함 정보를 취득할 수 있다. 결과적으로, 강자성체, 상자성체 또는 강자성체와 상자성체가 혼재된 금속에서도 결함의 존재에 기인한 와전류 분포를 측정할 수 있다.

[0035] 상기 제1 센서대차(140a)와 제2 센서대차(140b)는 각각 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b)의 후방에 설치되며 각각 제2 자기센서(150)와 제2 와전류센서(160)가 구비된다.

[0036] 상기 제2 자기센서(150)는 제1 자화기(110a) 또는 제2 자화기(110b)에 의해 자화된 용접부(20)의 잔류자속밀도(Br)를 측정하며, 제2 자기세서에 의해 국부적인 강자성체의 존재 또는 강자성체 재질의 결함에서 발생한 잔류자속밀도를 검출할 수 있다.

[0037] 상기 제2 와전류센서(160)는 외부자화기가 인가되지 않은 상태에서 와전류분포를 검사하도록 마련되며, 이를 통해 제2 자화기(110b)와 제1 와전류센서(130)에 의해 측정된 데이터와 비교함으로써 강자성체 재질이 포함된 상태에서도 결함신호를 더욱 용이하게 구분할 수 있다.

[0038] 상기 제1 센서대차(140a)와 제2 센서대차(140b)는 중력보상을 위해 금속배관(10)의 단면 중심을 기준으로 상호 대칭이 되는 위치에 마련된다.

[0039] 상기 제1 구동대차(170a)와 제2 구동대차(170b)는 상기 제1 센서대차(140a) 및 제2 센서대차(140b)의 후방에 위치하며 상기 금속배관(10)의 단면 중심을 기준으로 대칭되도록 배치된다.

[0040] 상기 제1 구동대차(170a)와 제2 구동대차(170b)는 각각 구동본체(171)와, 상기 구동본체(171)에 설치되는 구동모터(172)와, 상기 구동모터(172)에 의해 회전하도록 상기 구동본체(171)에 설치되고 상기 금속배관(10)의 외주면을 따라 주행하는 구동캐터필러(173)를 포함한다. 따라서 상기 제1 구동대차(170a)와 제2 구동대차(170b)에 의해 상기 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b) 및 제1 센서대차(140a)와 제2 센서대차(140b)가 금속배관(10)의 외주면에서 상기 용접부(20)를 따라 주행한다.

[0041] 상기 제1 거리조정부(180a)는 상기 제1 자화기(110a)와 제1 센서대차(140a)의 사이에 설치되고, 상기 제2 거리조정부(180b)는 상기 제2 자화기(110b)와 제2 센서대차(140b)의 사이에 설치된다.

[0042] 상기 제1 거리조정부(180a)와 제2 거리조정부(180b)는 금속배관(10)의 직경에 따라 본 발명의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)의 전체적인 길이를 조절하기 위한 것이다.

[0043] 상기 제1 거리조정부(180a) 및 제2 거리조정부(180b)는 상기 일방향을 따라 전단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 전방연결부재(181)와, 상기 전방연결부재(181)의 후방에 연결되고 후단부가 상기 자화기 또는 대차들에 연결되는 후방연결부재(185)와, 상기 전방연결부재(181)와 후방연결부재(185)를 고정하는 고정핀(189)을 포함한다.

[0044] 상기 전방연결부재(181)는 제1 자화기(110a) 또는 제2 자화기(110b)에 연결되는 제1 연결부(182)와, 상기 제1 연결부(182)의 후방에서 폭방향을 따라 상호 소정간격 이격되어 길이방향을 따라 소정길이 연장되고, 측면에 내주면과 외주면을 관통하는 장공(184)이 길이방향을 따라 연장되도록 형성된 제2 연결부(183)를 포함한다.

[0045] 상기 후방연결부재(185)는 상기 전방연결부재(181)의 제2 연결부(183)들 사이로 진입할 수 있도록 상기 제2 연결부(183)들의 이격거리에 대응하는 폭을 가지며 폭방향을 따라 연장되는 핀체결홀(187)이 형성되어 있는 제3 연결부(186)와, 상기 제3 연결부(186)의 후방에 형성되어 제1 센서대차(140a) 또는 제2 센서대차(140b)에 연결

되는 제4 연결부(188)를 포함한다.

[0046] 상기 고정핀(189)은 상기 제2 연결부(183)의 장공(184)과 제3 연결부(186)의 핀체결홀(187)을 관통해 연장되며 상기 제3 연결부(186)가 상기 제2 연결부(183)의 소정의 위치에서 고정되게 한다.

[0047] 본 실시예에서는 상기 제1 거리조정부(180a)와 제2 거리조정부(180b)가 각각 제1 자화기(110a)와 제1 센서대차(140a)의 사이, 그리고 제2 자화기(110b)와 제2 센서대차(140b)의 사이에 설치되어 있으나 제1 거리조정부(180a)와 제2 거리조정부(180b)의 설치 위치는 이에 한정되지 않으며, 금속배관(10)의 단면 중심을 기준으로 대칭되기만 하면 어느 위치에나 설치될 수 있다.

[0048] 아울러 상기 제1 구동대차(170a)에는 상기 금속배관(10)을 따라 이동하는 대차의 이동거리를 측정할 수 있는 엔코더(190)가 구비되어 있어서, 상기 자화기와 센서들의 이동거리를 정량적으로 측정할 수 있다.

[0049] 상기 엔코더(190)는 제2 구동대차(170b)나 제1, 제2 자화기(110a, 110b), 제1, 제2 센서대차(140a, 140b) 등 어디에든 마련될 수 있다.

[0051] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)를 통한 용접부(20)의 결함 검사 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0052] 검사대상의 금속배관(10)에 용접부(20)를 따라 연장되도록 본 발명의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)를 설치한다.

[0053] 상기 제1 구동대차(170a)와 제2 구동대차(170b)가 구동하면 전체 대차와 자화기들이 용접부(20)를 따라 금속배관(10)의 외주면을 주행한다.

[0054] 제1 자화기(110a)와 제2 자화기(110b)에 의해 용접부(20)의 연장방향에 대하여 교차하는 방향으로 자화가 이루어진다. 특히 상기 제2 자화기(110b)와 제1 와전류센서(130)에 의해 비투자율을 1에 가깝게 한다.

[0055] 상기 제1 자기센서(120)를 통해 상기 결함이 발생한 지점에서 발생하는 누설자속을 측정하여 결함여부를 검사한다.

[0056] 상기 제2 자기센서(150)는 제1 자화기(110a) 또는 제2 자화기(110b)에 의해 자화된 후 잔류하는 자속밀도를 측정하여 상자성체 금속재질과 강자성체 금속재질의 위치, 분포 크기를 정량적으로 측정할 수 있다.

[0057] 상기 제2 와전류센서(160)는 상기 제1자화기 또는 상기 제2자화기에 의하여 자화된 후, 외부자계가 소거된 상태, 즉 잔류자속밀도가 있는 상태에서 와전류분포를 측정함으로서 비투자율이 1에 가까운 상태에서의 와전류분포와 비교할 수 있다.

[0058] 이처럼 본 발명의 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치(100)는 비교적 작은 동력으로도 무거운 자화기를 금속 배관의 용접부(20)를 따라서 360° 자동으로 회전시키면서, 피검사체에 혼재된 강자성체와 상자성체의 위치를 파악하고, 상자성체 금속 뿐 아니라 강자성체, 또는 강자성체와 상자성체가 혼재된 피검사체의 비투자율을 1에 가깝게 인위적으로 변화시켜서 와전류의 침투깊이를 비교적 깊게 인가하고, 한 개의 비파괴검사장치에 의하여 결함 주변에서 발생하는 누설자속과 와전류분포를 정량적으로 측정하여 결함 유무를 판정하고, 결함의 형태, 크기 및 분포를 정량적으로 평가하기 위한 수단을 제공할 수 있다.

[0060] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최 광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0061] 10: 금속배관 20: 용접부

100: 금속배관 용접부 검사를 위한 중력보상형 비파괴검사장치

110a: 제1 자화기 110b: 제2 자화기

111: N극 바퀴 112: S극 바퀴

120: 제1 자기센서　　130: 제1 와전류센서

140a: 제1 센서대차　　140b: 제2 센서대차

150: 제2 자기센서　　160: 제2 와전류센서

170a: 제1 구동대차　　170b: 제2 구동대차

171: 구동본체　　172: 구동모터

173: 구동캐터필러

180a: 제1 거리조정부　　180b: 제2 거리조정부

181: 전방연결부재　　182: 제1 연결부

183: 제2 연결부　　184: 장공

185: 후방연결부재　　186: 제3 연결부

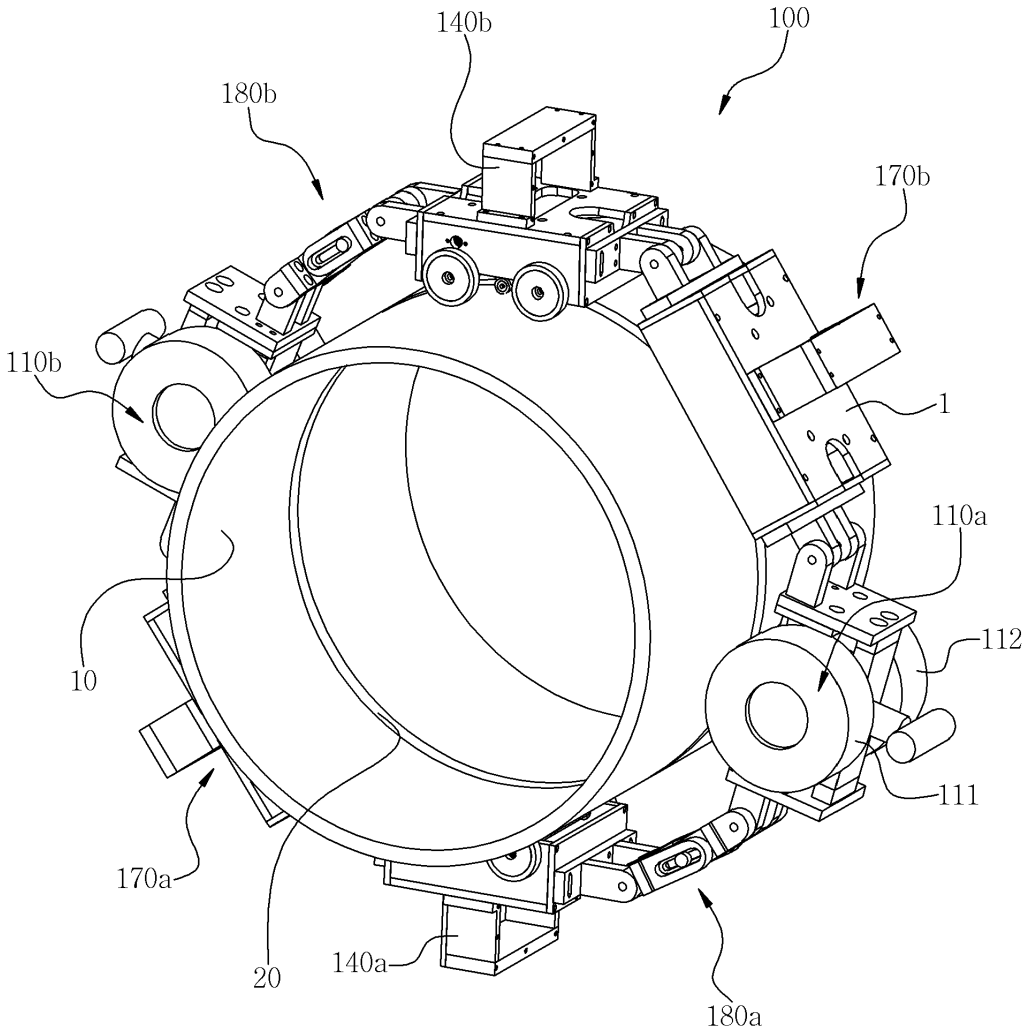
187: 핀체결홀　　188: 제4 연결부

189: 고정핀

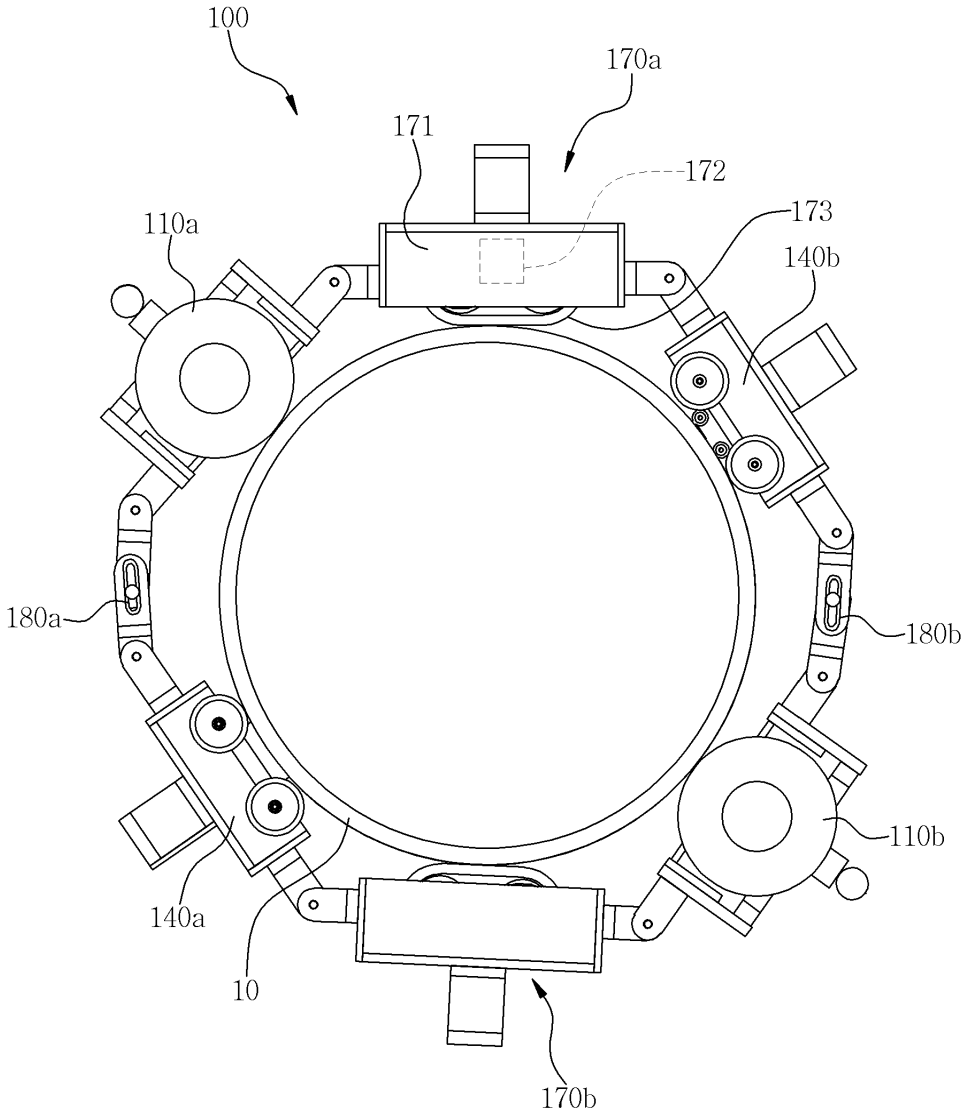
190: 엔코더

도면

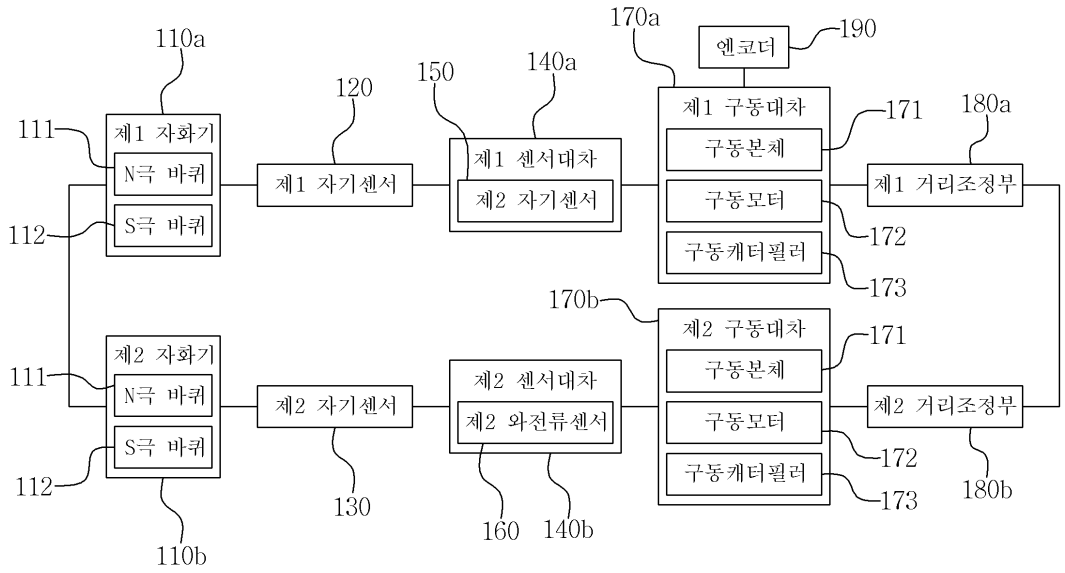
도면1



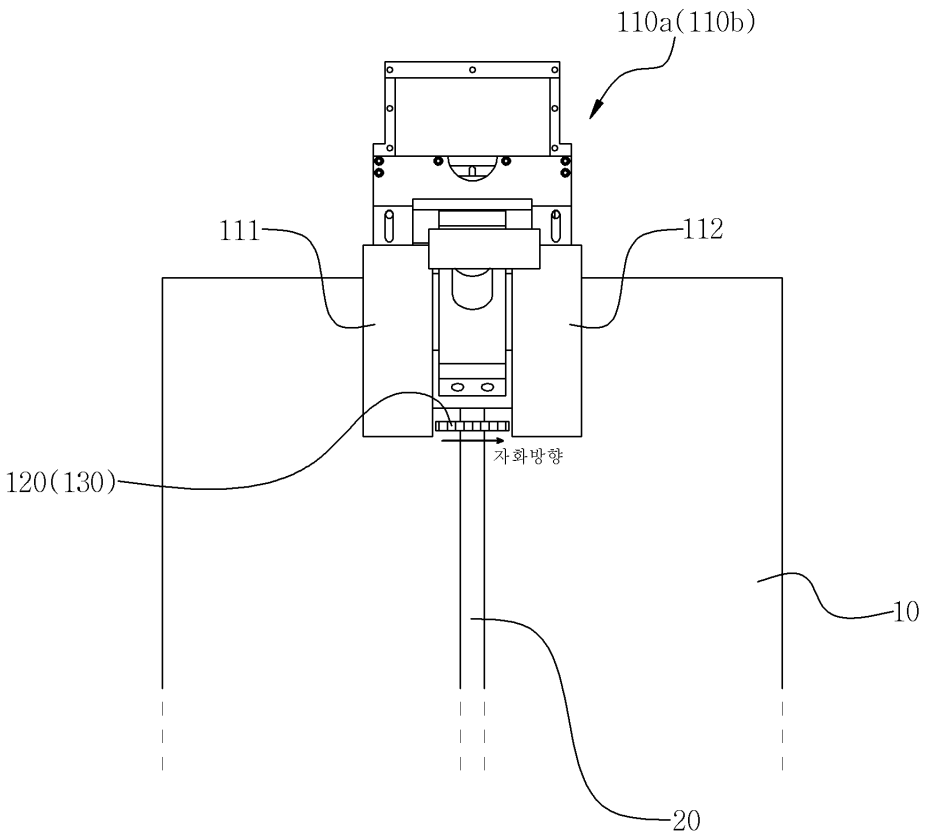
도면2



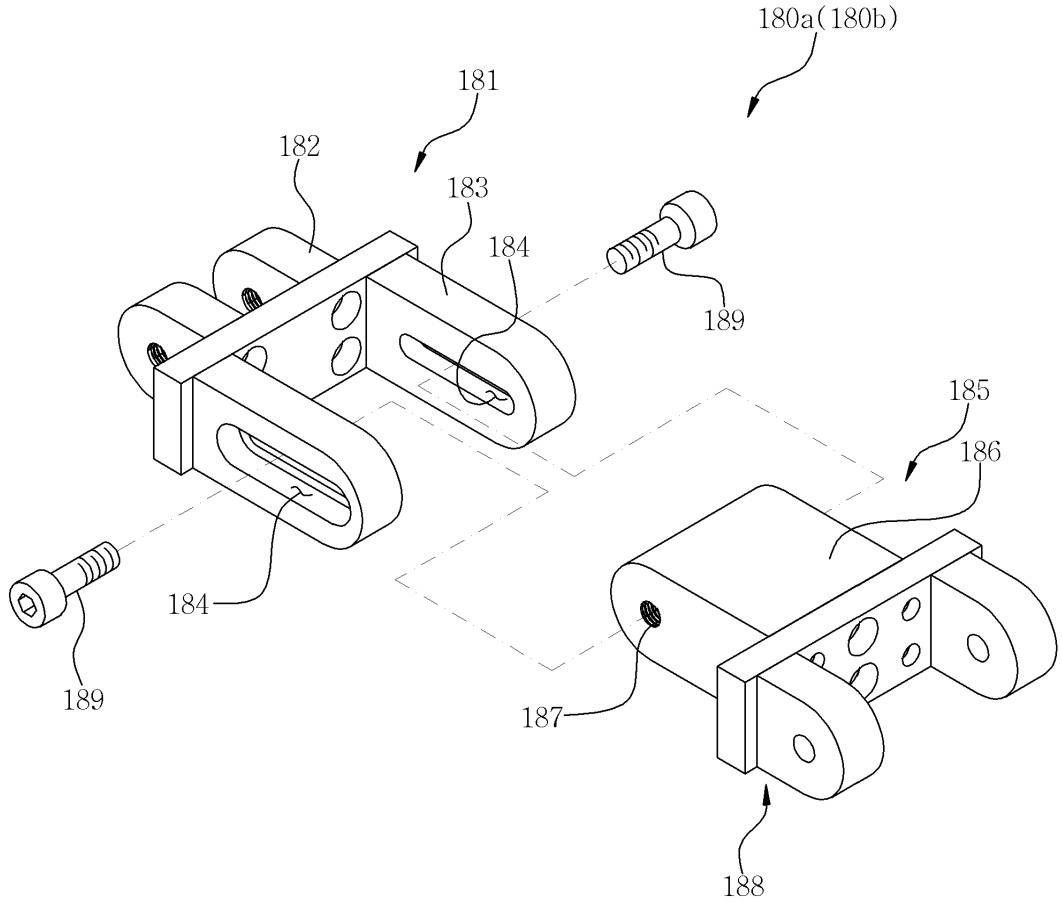
도면3


110a
111
제1 자화기
N극 바퀴
S극 바퀴
112
120
제1 자기센서
150
140a
제1 센서대차
제2 자기센서
170a
엔코더
190
제1 구동대차
171
구동본체
구동모터
172
구동캐터필러
173
180a
제1 거리조정부
170b
제2 구동대차
171
구동본체
구동모터
172
구동캐터필러
173
제2 거리조정부
180b
111
제2 자화기
N극 바퀴
S극 바퀴
112
110b
제2 자기센서
130
제2 센서대차
제2 와전류센서
160
140b

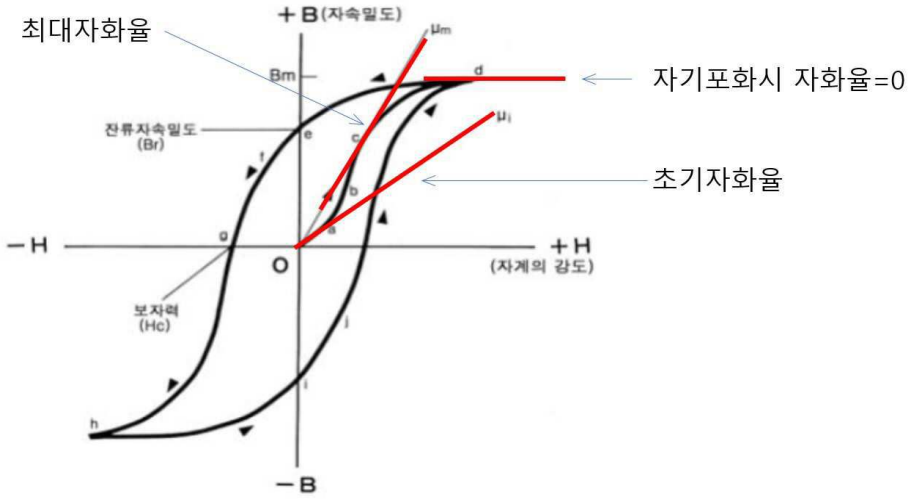
도면4


110a(110b)
111
112
120(130)
자화방향
10
20

도면5


180a(180b)
181
182
183
184
189
185
186
184
189
187
188

도면6


최대자화율
+B(자속밀도)
μm
Bm
d
자기포화시 자화율=0
잔류자속밀도
(Br)
e
c
μi
초기자화율
f
b
a
g
−H
O
+H
(자계의 강도)
보자력
(Hc)
j
i
h
−B