



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0035726
(43) 공개일자 2012년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/20 (2006.01) G01N 27/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0097425
(22) 출원일자 2010년10월06일
심사청구일자 2010년10월06일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내
(72) 발명자
이진이
광주광역시 서구 풍암순환로 5, 대주2차 아파트
202동 805호 (풍암동)
박승섭
대구광역시 동구 반야월로 26, 용계보라맨션 101
동 105호 (용계동)
레민후이
광주광역시 동구 서석동 375번지 조선대학교 제어
계측공학과
(74) 대리인
리엔목특허법인

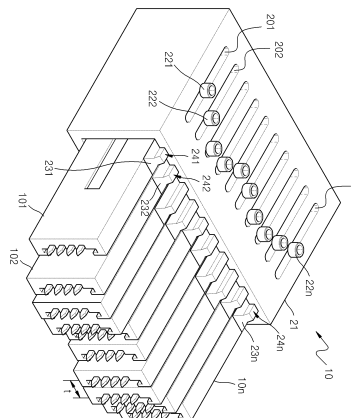
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **결합 측정 장치**

(57) 요약

결합 측정 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 측정 장치는 대상 금속의 결합 상태를 측정하는 것으로서, 단자-블록 배열부, 전류 공급부 및 측정부를 포함한다. 단자-블록 배열부에서는, 전류 인가 단자들과 전압 검출 단자들이 형성된 개별 단자 블록이 복수 개 설치되되, 복수 개의 개별 단자 블록들 각각이 개별적으로 이동 가능하도록 서로 나란하게 설치된다. 전류 공급부는 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전류 인가 단자들에 전류를 공급한다. 측정부는 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들로부터의 전압에 따라 대상 금속의 결합 상태를 측정한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	C1090-1021-0013
부처명	지식경제부
연구사업명	대학IT연구센터사업
연구과제명	IT기반 실시간 손상계측기술 개발
주관기관	조선대학교
연구기간	2009.03.01 ~ 2012.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	2009-0093619
부처명	교육과학기술부
연구사업명	방사선기술개발사업
연구과제명	교류 고밀도 면적형 및 원통형 실시간 자기카메라 개발
주관기관	조선대학교
연구기간	2008.12.01 ~ 2011.09.30

특허청구의 범위

청구항 1

대상 금속의 결함 상태를 측정하는 결함 측정 장치에 있어서,

전류 인가 단자들과 전압 검출 단자들이 형성된 개별 단자 블록이 복수 개 설치되되, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각이 개별적으로 이동 가능하도록 서로 나란하게 설치된 단자-블록 배열부;

상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전류 인가 단자들에 전류를 공급하는 전류 공급부; 및

상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들로부터의 전압에 따라 상기 대상 금속의 결함 상태를 측정하는 측정부를 포함한 결함 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전류 공급부가,

직류 전류 공급부;

교류 전류 공급부; 및

상기 직류 전류 공급부 및 교류 전류 공급부 중에서 어느 하나를 선택적으로 사용하기 위한 스위치를 포함한 결함 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 측정부가,

상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들에 직렬로 연결된 스위치 쌍들;

상기 스위치 쌍들을 통하여 선택적 또는 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환하는 신호 처리부; 및

상기 신호 처리부로부터의 디지털 데이터를 사용하여 대상 금속의 결함 상태 정보를 발생시키는 연산부를 포함한 결함 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 신호 처리부가,

상기 스위치 쌍들을 통하여 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들의 노이즈를 제거하고, 노이즈가 제거된 검출 전압 신호들을 증폭하며, 증폭된 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환하는 결함 측정 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 측정부가,

상기 연산부로부터의 결함 상태 정보를 표시하는 표시부;

사용자 입력 신호를 발생시키는 사용자 입력부; 및

상기 사용자 입력부로부터의 사용자 입력 신호에 따라 상기 전류 공급부 내의 스위치, 상기 스위치 쌍들, 상기 신호 처리부 및 상기 연산부를 제어하는 제어부를 더 포함한 결함 측정 장치.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 측정부에서,

상기 사용자 입력 신호에 따라 상기 제어부가 상기 스위치 쌍들 각각을 선택적 또는 순차적으로 온(On)시키는 결함 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 외면에 슬라이딩 돌출부들이 형성되고,

상기 단자-블록 배열부가,

상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 슬라이딩 돌출부들에 대응하는 슬라이딩 홈들이 그 내면에 형성되어 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각을 지지하는 케이스를 포함한 결합 측정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 단자-블록 배열부의 케이스에서,

상기 슬라이딩 홈들의 일부가 외부로 노출된 상태의 개방 영역들이 형성되고,

상기 개방 영역들을 통하여 상기 개별 단자 블록들 각각의 슬라이딩 돌출부들을 고정하는 고정 부재들이 설치된 결합 측정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각이,

상기 슬라이딩 돌출부들이 그 외부에 형성되고, 상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들이 그 내면에 설치된 본체; 및

상기 본체가 상기 대상 금속에 압력을 인가하도록 작용하는 주 탄성 부재들을 포함한 결합 측정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 상기 본체 안에서,

상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들이 상기 대상 금속에 압력을 인가하도록 작용하는 보조 탄성 부재들이 상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들 주위에 형성된 결합 측정 장치.

청구항 11

제5항에 있어서,

사용자가 상기 사용자 입력부에서 결합 종류를 피로-균열로 선택한 경우, 슬릿형 결합보다 상대적으로 큰 형상이 되게 하는 비율이 상기 연산부에서 적용되는 결합 측정 장치.

명 세 서

기술 분야

- [0001] 본 발명은, 결합 측정 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 전류 인가 및 전압 검출을 통하여 대상 금속의 결합 상태를 측정하는 결합 측정 장치에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은, 정보통신산업진흥원 및 조선대학교 산학협력단의 대학IT연구센터 사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.
- [0003] [과제고유번호 : C1090-1021-0013, 과제명 : IT기반 실시간 손상계측기술 개발]
- [0004] 또한, 본 발명은, 한국연구재단 및 조선대학교 산학협력단의 방사전기술개발 사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.
- [0005] [과제고유번호 : 2009-0093619, 과제명 : 교류 고밀도 면적형 및 원통형 실시간 자기카메라 개발]

배 경 기 술

- [0006] 전압 강하(전위차라고도 불리움, 이하 전압 강하라 함)를 이용하여 대상 금속의 결합 상태를 측정하는 결합 측

정 장치에 있어서, 종래에는, 4 단자들의 단일 블록이 사용된다.

- [0007] 보다 상세하게는, 외측 두 단자들은 전류 인가 단자들이고, 내측 두 단자들은 전압 검출 단자들이다. 여기에서, 대상 금속에 결함이 발생한 경우, 전류는 결함을 우회하여 흐른다.
- [0008] 따라서, 일차원적으로 배열된 내측 두 단자들 사이의 검출 전압에 비례하여 대상 금속의 이차원적 결함의 상태, 예를 들어, 결함의 깊이가 계산될 수 있다.
- [0009] 여기에서, 내측 두 단자들 사이의 간격은 좁은 폭의 이차원적 결함의 상태 즉, 이차원적 결함의 깊이를 측정하기 위하여 사용된다.
- [0010] 따라서, 종래에는, 삼차원적 결함의 체적 또는 결함의 단면 형상을 측정하기 위하여, 네 단자들을 정밀하게 이동시키는 수단 예를 들어, 스캐너(scanner)가 필요하다는 문제점이 있다.
- [0011] 특히, 곡면 상태의 대상 금속에서 네 단자들을 정밀하게 이동시키는 데에 한계가 있으므로, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결함 상태를 정밀하게 측정할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 실시예들은, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서도 삼차원적 결함의 상태를 측정할 수 있고, 특히, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결함 상태를 정밀하게 측정할 수 있는 결함 측정 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 대상 금속의 결함 상태를 측정하는 결함 측정 장치에 있어서, 단자-블록 배열부, 전류 공급부 및 측정부를 포함한 결함 측정 장치가 제공될 수 있다.
- [0014] 상기 단자-블록 배열부에서는, 전류 인가 단자들과 전압 검출 단자들이 형성된 개별 단자 블록이 복수 개 설치되되, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각이 개별적으로 이동 가능하도록 서로 나란하게 설치된다.
- [0015] 상기 전류 공급부는 상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전류 인가 단자들에 전류를 공급한다.
- [0016] 상기 측정부는 상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들로부터의 전압에 따라 상기 대상 금속의 결함 상태를 측정한다.
- [0017] 또한, 상기 전류 공급부가 직류 전류 공급부, 교류 전류 공급부, 및 스위치를 포함할 수 있다. 상기 스위치는 상기 직류 전류 공급부 및 교류 전류 공급부 중에서 어느 하나를 선택적으로 사용하기 위한 것이다.
- [0018] 또한, 상기 측정부가 스위치 쌍들, 신호 처리부 및 연산부를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 스위치 쌍들은 상기 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들에 직렬로 연결된다.
- [0020] 상기 신호 처리부는 상기 스위치 쌍들을 통하여 선택적 또는 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환한다.
- [0021] 상기 연산부는 상기 신호 처리부로부터의 디지털 데이터를 사용하여 대상 금속의 결함 상태 정보를 발생시킨다.
- [0022] 또한, 상기 신호 처리부가, 상기 스위치 쌍들을 통하여 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들의 노이즈를 제거하고, 노이즈가 제거된 검출 전압 신호들을 증폭하며, 증폭된 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 측정부가 표시부, 사용자 입력부, 및 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 표시부는 상기 연산부로부터의 결함 상태 정보를 표시한다.
- [0025] 상기 사용자 입력부는 사용자 입력 신호를 발생시킨다.
- [0026] 상기 제어부는 상기 사용자 입력부로부터의 사용자 입력 신호에 따라 상기 전류 공급부 내의 스위치, 상기 스위치 쌍들, 상기 신호 처리부 및 상기 연산부를 제어한다.
- [0027] 또한, 상기 측정부에서, 상기 사용자 입력 신호에 따라 상기 제어부가 상기 스위치 쌍들 각각을 선택적 또는 순

차적으로 온(On)시킬 수 있다.

- [0028] 또한, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 외면에 슬라이딩 돌출부들이 형성될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 단자-블록 배열부는, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 슬라이딩 돌출부들에 대응하는 슬라이딩 홈들이 그 내면에 형성되어 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각을 지지하는 케이스를 포함할 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 단자-블록 배열부의 케이스에서, 상기 슬라이딩 홈들의 일부가 외부로 노출된 상태의 개방 영역들이 형성되고, 상기 개방 영역들을 통하여 상기 개별 단자 블록들 각각의 슬라이딩 돌출부들을 고정하는 고정 부재들이 설치될 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각은 본체 및 주 탄성 부재들을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 본체에서, 상기 슬라이딩 돌출부들이 그 외부에 형성되고, 상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들이 그 내면에 설치된다.
- [0033] 상기 주 탄성 부재들은 상기 본체가 상기 대상 금속에 압력을 인가하도록 작용한다.
- [0034] 또한, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 상기 본체 안에서, 상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들이 상기 대상 금속에 압력을 인가하도록 작용하는 보조 탄성 부재들이 상기 전류 인가 단자들 및 상기 전압 검출 단자들 주위에 형성될 수 있다.
- [0035] 또한, 사용자가 상기 사용자 입력부에서 결함 종류를 피로-균열로 선택한 경우, 슬릿형 결함보다 상대적으로 큰 형상이 되게 하는 비율이 상기 연산부에서 적용될 수 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 단자-블록 배열부에서 상기 복수 개의 개별 단자 블록들이 이차원을 형성한다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서도 삼차원적 결함 또는 넓은 폭의 이차원적 결함의 상태 예를 들어, 결함의 체적 또는 결함의 단면 형상을 측정할 수 있다.
- [0037] 특히, 상기 단자-블록 배열부에서 상기 복수 개의 개별 단자 블록들이 개별적으로 이동하므로, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 전방 위치가 서로 다르게 설정될 수 있다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 측정이 가능하므로, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결함 상태를 정밀하게 측정할 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 복수 개의 개별 단자 블록들 각각에 상기 주 탄성 부재들과 보조 탄성 부재들이 형성되어 있으므로, 상기 전류 인가 단자들과 전압 검출 단자들이 대상 금속에 접촉될 때의 접촉 저항이 줄어들 수 있다. 따라서 측정의 정밀도가 증대될 수 있다.
- [0039] 또한, 사용자가 상기 사용자 입력부에서 선택한 결함 종류에 따라 상기 연산부에서 결함 정도의 비율이 다르게 적용됨에 따라, 측정의 정확도가 증대될 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 그 폭이 매우 좁은 피로-균열(fatigue-crack) 결함의 경우, 피로-균열(fatigue-crack) 결함 내부에도 전류가 흐르므로, 동일한 깊이의 슬릿(slit)형 결함에 비하여 상대적으로 낮은 전압이 검출된다. 따라서, 사용자가 상기 사용자 입력부에서 결함 종류를 피로-균열로 선택한 경우, 실험 결과에 의하여 슬릿형 결함보다 상대적으로 큰 형상이 되게 하는 비율이 상기 연산부에서 적용된다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 측정 장치를 보여주는 도면이다.
- 도 2는 도 1에서의 단자-블록 배열부를 보여주는 사시도이다.
- 도 3은 도 1 및 2에서의 한 개별 단자 블록을 보여주는 사시도이다.
- 도 4는 도 1 및 2에서의 한 개별 단자 블록의 동작을 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 5는 대상 금속에서의 피로-균열 결함을 보여주기 단면도이다.
- 도 6은 도 2의 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들의 단자들이 평면 상태의 대상 금속에 접촉됨을 보여주는 측면도이다.

도 7은 도 6의 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들 각각의 전압 검출 단자들로부터의 전압에 따라 도 1의 연산부에서 대상 금속의 결함 상태가 측정됨을 보여주는 도면이다.

도 8 및 9는 도 2의 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들의 단자들이 곡면 상태의 대상 금속에 접촉됨을 보여주는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 하기의 설명 및 첨부된 도면은 본 발명에 따른 동작을 이해하기 위한 것이며, 본 기술 분야의 통상의 기술자가 용이하게 구현할 수 있는 부분은 생략될 수 있다.
- [0043] 또한 본 명세서 및 도면은 본 발명을 제한하기 위한 목적으로 제공된 것은 아니고, 본 발명의 범위는 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다. 본 명세서에서 사용된 용어들은 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0044] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들이 설명된다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 측정 장치를 보여준다.
- [0046] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 측정 장치는 대상 금속의 결함 상태를 측정하는 것으로서, 단자-블록 배열부(10), 전류 공급부(SW1, Vd, Va) 및 측정부(11 내지 17)를 포함한다.
- [0047] 단자-블록 배열부(10)에서는, 전류 인가 단자들(도 3의 322a, 322d)과 전압 검출 단자들(도 3의 322b, 322c)이 형성된 개별 단자 블록이 복수 개 설치되되, 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각이 개별적으로 이동 가능하도록 서로 나란하게 설치된다.
- [0048] 전류 공급부(SW1, Vd, Va)는 단자-블록 배열부(10)의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전류 인가 단자들(도 3의 322a, 322d)에 전류를 공급한다.
- [0049] 측정부(11 내지 17)는 단자-블록 배열부(10)의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전압 검출 단자들(도 3의 322b, 322c)로부터의 전압에 따라 대상 금속의 결함 상태를 측정한다.
- [0050] 상기와 같은 구성에 의하면, 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n)이 이차원을 형성한다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서도 삼차원적 결함 또는 넓은 폭의 이차원적 결함의 상태 예를 들어, 결함의 체적 또는 결함의 단면 형상을 측정할 수 있다.
- [0051] 특히, 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n)이 개별적으로 이동하므로, 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전방 위치가 서로 다르게 설정될 수 있다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 측정이 가능하므로, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결함 상태를 정밀하게 측정할 수 있다.
- [0052] 본 실시예의 경우, 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각은 일정한 간격(도 2의 t)으로 서로 나란하게 설치된다.
- [0053] 전류 공급부(SW1, Vd, Va)는 직류 전류 공급부(Vd), 교류 전류 공급부(Va), 및 스위치(SW1)를 포함할 수 있다. 여기에서, 스위치(SW1)는 직류 전류 공급부(Vd) 및 교류 전류 공급부(Va) 중에서 어느 하나를 선택적으로 사용하기 위한 것이다.
- [0054] 측정부(11 내지 17)는 스위치 쌍들(11), 신호 처리부(15) 및 연산부(16)를 포함한다.
- [0055] 스위치 쌍들(11)은 단자-블록 배열부(10)의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전압 검출 단자들(도 3의 322b, 322c)에 직렬로 연결된다.
- [0056] 신호 처리부(15)는 스위치 쌍들(11)을 통하여 선택적 또는 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환한다. 보다 상세하게는, 신호 처리부(15)는, 스위치 쌍들(11)을 통하여 순차적으로 입력되는 검출 전압 신호들의 노이즈를 제거하고, 노이즈가 제거된 검출 전압 신호들을 증폭하며, 증폭된 검출 전압 신호들을 디지털 데이터로 변환한다.
- [0057] 연산부(16)는 신호 처리부(15)로부터의 디지털 데이터를 사용하여 대상 금속의 결함 상태 정보를 발생시킨다.
- [0058] 본 실시예의 경우, 측정부(11 내지 17)가 표시부(17), 사용자 입력부(13), 및 제어부(14)를 더 포함한다.

- [0059] 표시부(17)는 연산부(16)로부터의 결합 상태 정보를 표시한다.
- [0060] 사용자 입력부(13)는 사용자 입력 신호를 발생시킨다.
- [0061] 제어부(14)는 사용자 입력부(13)로부터의 사용자 입력 신호에 따라 전류 공급부(SW1, Vd, Va) 내의 스위치(SW1), 스위치 쌍들(11), 신호 처리부(15) 및 연산부(16)를 제어한다.
- [0062] 예를 들어, 제어부(14)는 사용자 입력 신호에 따라 스위치 쌍들(11) 각각을 선택적 또는 순차적으로 온(On)시킨다.
- [0063] 도 2는 도 1에서의 단자-블록 배열부(10)를 보여준다. 도 2를 참조하여, 도 1에서의 단자-블록 배열부(10)를 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각은 일정한 간격(도 2의 t)으로 서로 나란하게 설치된다.
- [0065] 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 외면에는 슬라이딩 돌출부들(231 내지 23n)이 형성된다.
- [0066] 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각을 지지하는 케이스(21)의 내면에는, 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 슬라이딩 돌출부들(231 내지 23n)에 대응하는 슬라이딩 홈들(241 내지 24n)이 형성된다.
- [0067] 또한, 케이스(21)에서, 슬라이딩 홈들(241 내지 24n)의 일부가 외부로 노출된 상태의 개방 영역들(201 내지 20n)이 형성되고, 이 개방 영역들(201 내지 20n)을 통하여 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 슬라이딩 돌출부들(231 내지 23n)을 고정하는 고정 부재들(221 내지 22n)이 설치된다.
- [0068] 도 3은 도 1 및 2에서의 한 개별 단자 블록(10n)을 보여준다. 도 3을 참조하여 도 1 및 2에서의 한 개별 단자 블록(10n)을 설명하면 다음과 같다.
- [0069] 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각은 본체(32) 및 주 탄성 부재들(31)을 포함한다.
- [0070] 본체(32)에서, 상기 슬라이딩 돌출부들(324a 내지 324c)이 외부에 형성되고, 상기 전류 인가 단자들(322a, 322d) 및 상기 전압 검출 단자들(322b, 322c)이 내면에 설치된다.
- [0071] 주 탄성 부재들(31)은 본체(32)가 대상 금속에 압력을 탄력적으로 인가하도록 작용한다.
- [0072] 또한, 본체(32) 안에서, 전류 인가 단자들(322a, 322d) 및 전압 검출 단자들(322b, 322c)이 대상 금속에 압력을 탄력적으로 인가하도록 작용하는 보조 탄성 부재들(323a 내지 323d)이 전류 인가 단자들(322a, 322d) 및 전압 검출 단자들(322b, 322c) 주위에 형성된다.
- [0073] 이와 같이 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각에 주 탄성 부재들(31)과 보조 탄성 부재들(323a 내지 323d)이 형성되어 있으므로, 전류 인가 단자들(322a, 322d)과 전압 검출 단자들(322b, 322c)이 대상 금속에 접촉될 때의 접촉 저항이 줄어들 수 있다. 따라서 측정의 정밀도가 증배될 수 있다.
- [0074] 도 3에서 참조 부호 321은 전류 인가 단자들(322a, 322d), 전압 검출 단자들(322b, 322c) 및 전선들(미도시)의 가이드 슬롯을 가리킨다.
- [0075] 도 4는 도 1 및 2에서의 한 개별 단자 블록(101 내지 10n 중 어느 하나)의 동작을 설명하기 위한 단면도이다. 도 4에서 도 3과 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.
- [0076] 도 4를 참조하면, 전류 인가 단자들(322a, 322d)에 전류를 인가하면, 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이에 전압(Vn)이 검출된다.
- [0077] 여기에서, 대상 금속(41)에 결합이 없는 경우, 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이의 저항값 R_1 은 아래의 수학적 식 1에 의하여 연산할 수 있다.

수학식 1

$$R_1 = \rho \times \frac{\ln}{A}$$

[0078]

[0079] 상기 수학식 1에서, ρ 는 대상 금속(41)의 고유 저항 값을, $\ln$ 은 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이의 직선 거리를, 그리고 A 는 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이에서의 대상 금속(41)의 단면적을 가리킨다.

[0080] 도 4에서 참조 부호 w_n 은 결함(41d)의 폭을, 그리고 dn 은 결함(41d)의 깊이를 각각 가리킨다.

[0081] 여기에서, 도 4에 도시된 바와 같이 대상 금속(41)에 결함(41d)이 발생한 경우, 전류는 결함을 우회하여 흐른다. 따라서, 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이의 저항값 R_2 는 아래의 수학식 2에 의하여 연산할 수 있다.

수학식 2

$$R_2 = \rho \times \frac{\ln + 2dn}{A}$$

[0082]

[0083] 상기 수학식 2는 아래의 수학식 3과 동일하다.

수학식 3

$$R_2 = \rho \times \frac{\ln}{A} + \rho \times \frac{2dn}{A}$$

[0084]

[0085] 여기에서, 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이의 전압 강하는 전류 값과 저항 값을 곱한 결과인데, 전류 값은 동일하다.

[0086] 따라서, 수학식 1을 수학식 3과 비교하여 보면, 전압 검출 단자들(322b, 322c) 사이의 전압 강하가 결함(41d)의 깊이(dn)에 비례함을 알 수 있다.

[0087] 도 5는 대상 금속에서의 결함(41d)이 피로-균열인 경우를 보여주기 단면도이다. 도 5에서 도 4와 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.

[0088] 도 1, 4 및 5를 참조하면, 그 폭이 매우 좁은 피로-균열(fatigue-crack) 결함(도 5의 41d)의 경우, 피로-균열(fatigue-crack) 결함 내부에도 전류가 흐르므로, 동일한 깊이(dn)의 슬릿(slit)형 결함(도 4의 41d)에 비하여 상대적으로 낮은 전압이 검출된다. 따라서, 사용자가 사용자 입력부(도 1의 13)에서 결함 종류를 피로-균열 결함(도 5의 41d)으로 선택한 경우, 실험 결과에 의하여 슬릿형 결함(도 4의 41d)보다 상대적으로 큰 형상이 되게 하는 비율이 연산부(도 1의 16)에서 적용된다.

[0089] 즉, 본 실시예의 경우, 사용자가 사용자 입력부(13)에서 선택한 결함 종류에 따라 연산부(16)에서 결함 정도의 비율을 다르게 적용한다. 이에 따라, 측정의 정확도가 증배될 수 있다.

[0090] 도 6은 도 2의 단자-블록 배열부(10)의 개별 단자 블록들(101 내지 10n)의 단자들이 평면 상태의 대상 금속(61)에 접촉됨을 보여준다.

[0091] 도 7은 도 6의 단자-블록 배열부(10)의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전압 검출 단자들(도 3의 322b, 322c)로부터의 전압(V_4 내지 V_8)에 따라 도 1의 연산부(16)에서 대상 금속(61)의 결함 상태가 측정됨을 보여준다.

[0092] 도 6 및 7에서 도 2 및 3과 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.

[0093] 도 6 및 7을 참조하면, 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n)이 이차원을 형성한다. 따라서, 종래의 기술처럼 단자 이동 수단을 사용하지 않고서도 삼차원적 결합(61d) 또는 넓은 폭의 이차원적 결합의 상태 예를 들어, 결합(61d)의 체적 또는 결합(61d)의 단면 형상을 측정할 수 있다.

[0094] 예를 들어, 개별 단자 블록들(104 내지 108) 각각으로부터의 검출 전압 값들(V4 내지 V8) 각각으로부터 결합(61d)의 깊이 값들(d4 내지 d8) 각각이 구해지므로, 이들을 사용하여 결합(61d)의 체적이 계산될 수 있다.

[0095] 참고로, 연산부(도 1의 16)에서 i번째 개별 단자 블록(101 내지 10n 중의 어느 하나)에서 결합(61d)의 깊이 di를 구하는 공식은 다음과 같이 유도될 수 있다(도 4 참조).

[0096] i번째 개별 단자 블록(101 내지 10n 중의 어느 하나)에 대하여, 대상 금속(41)의 단면적을 A, 고유 저항 값을 ρ, 전압 검출 단자들(도 3의 322b, 322c) 사이의 직선 거리를 l₁, 그리고 결합(61d)의 깊이를 di라 하면, i번째 개별 단자 블록(101 내지 10n 중의 어느 하나)에서의 검출 전압 Vi는 아래의 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$V_i = \frac{\rho}{A} \times (l_1 + 2di)$$

[0097]

[0098] 상기 수학식 4는 아래의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$V_i \times \frac{A}{\rho} = l_1 + 2di$$

[0099]

[0100] 따라서, i번째 개별 단자 블록(101 내지 10n 중의 어느 하나)에서 결합(61d)의 깊이 di는 아래의 수학식 6에 의하여 구해질 수 있다.

수학식 6

$$di = \frac{1}{2} \left(\frac{A}{\rho} \times V_i - l_1 \right)$$

[0101]

[0102] 물론, 상기 수학식 6에서 Vi를 제외한 모든 변수들의 값들은 이미 알고 있는 값들이다.

[0103] 도 8 및 9는 도 2의 단자-블록 배열부의 개별 단자 블록들의 단자들이 곡면 상태의 대상 금속에 접촉됨을 보여주는 도면들이다. 도 8 및 9에서 참조 부호 10은 상기 단자-블록 배열부를, 81은 대상 금속을, 그리고 81d는 결합을 가리킨다.

[0104] 도 8 및 9를 참조하면, 단자-블록 배열부(10)에서 복수 개의 개별 단자 블록들(도 2의 101 내지 10n)이 개별적으로 이동하므로, 복수 개의 개별 단자 블록들(101 내지 10n) 각각의 전방 위치가 서로 다르게 설정될 수 있다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 측정이 가능하므로, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결합 상태를 정밀하게 측정할 수 있다.

[0105] 이상 설명된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의하면, 단자-블록 배열부에서 복수 개의 개별 단자 블록들이 이차원을 형성한다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서도 삼차원적 결합의 상태 예를 들어, 결합의 체적 또는 결합의 단면 형상을 측정할 수 있다.

- [0106] 특히, 단자-블록 배열부에서 복수 개의 개별 단자 블록들이 개별적으로 이동하므로, 복수 개의 개별 단자 블록들 각각의 전방 위치가 서로 다르게 설정될 수 있다. 따라서, 단자 이동 수단을 사용하지 않고서 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 측정이 가능하므로, 곡면 상태의 대상 금속에 대하여 결함 상태를 정밀하게 측정할 수 있다.
- [0107] 또한, 복수 개의 개별 단자 블록들 각각에 주 탄성 부재들과 보조 탄성 부재들이 형성되어 있으므로, 전류 인가 단자들과 전압 검출 단자들이 대상 금속에 접촉될 때의 접촉 저항이 줄어들 수 있다. 따라서 측정의 정밀도가 증배될 수 있다.
- [0108] 또한, 사용자가 사용자 입력부에서 선택한 결함 종류에 따라 연산부에서 결함 정도의 비율이 다르게 적용됨에 따라, 측정의 정확도가 증배될 수 있다.
- [0109] 예를 들어, 그 폭이 매우 좁은 피로-균열(fatigue-crack)의 경우, 피로-균열(fatigue-crack) 내부에도 전류가 흐르므로, 동일한 깊이의 슬릿(slits)형 결함에 비하여 상대적으로 낮은 전압이 검출된다. 따라서, 사용자가 사용자 입력부에서 결함 종류를 피로-균열로 선택한 경우, 실험 결과에 의하여 슬릿형 결함보다 상대적으로 큰 형상이 되게 하는 비율, 예를 들어 1.42배가 연산부에서 적용된다.
- [0110] 이제까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명을 구현할 수 있음을 이해할 것이다. 그러므로 상기 개시된 실시예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 특허청구범위에 의해 청구된 발명 및 청구된 발명과 균등한 발명들은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

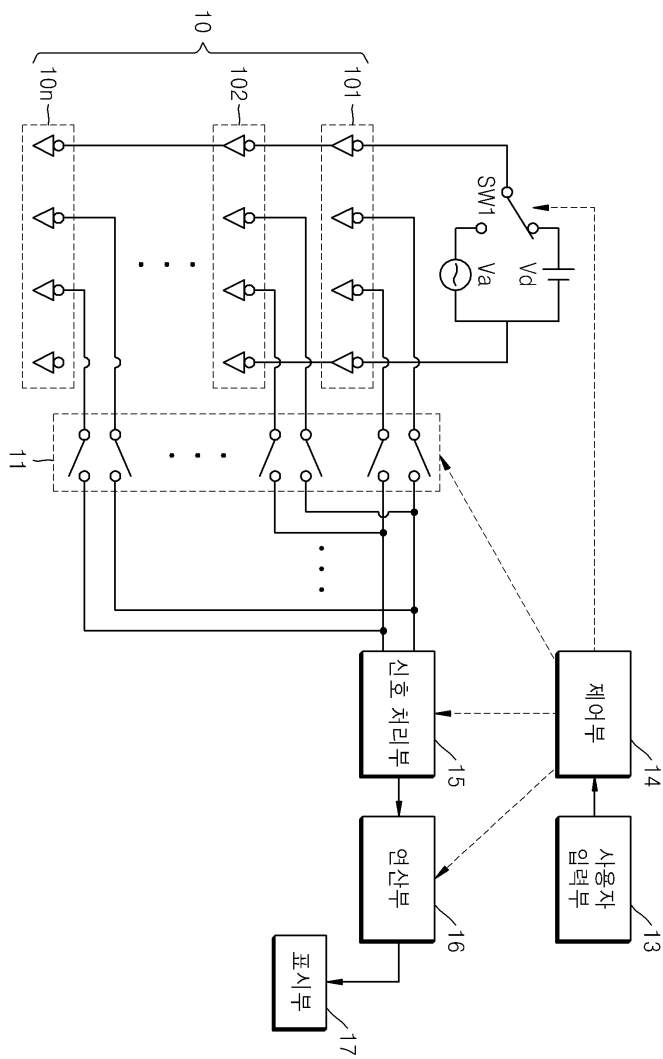
- [0111] 전압 강하를 이용한 결함 측정 장치 이외에도 다양한 결함 측정 장치들에 이용될 수 있다.

부호의 설명

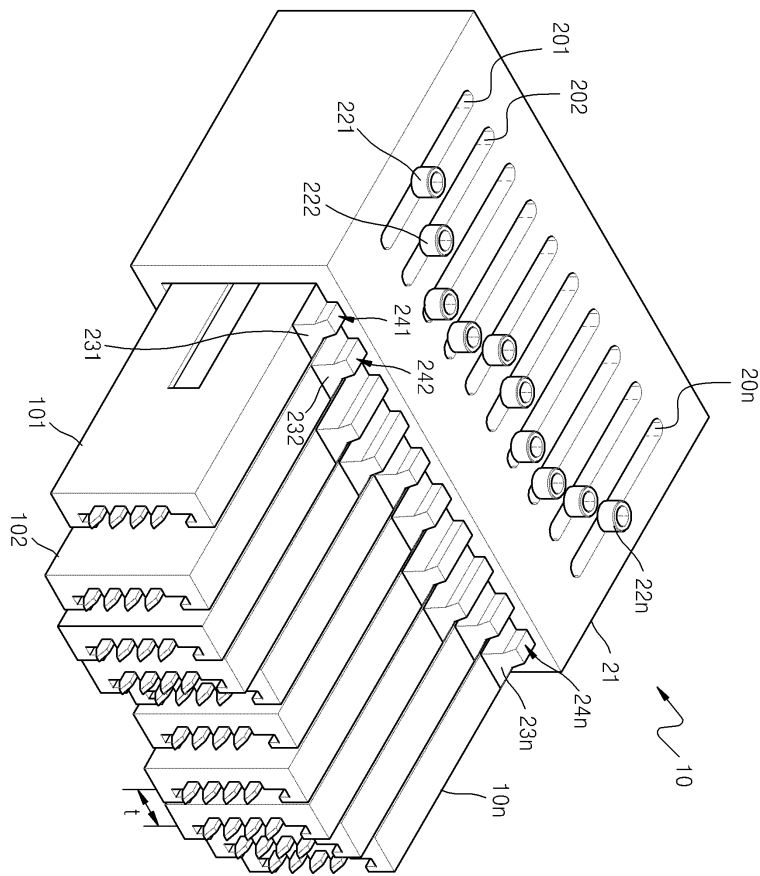
- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| [0112] 10...단자-블록 배열부, | 101 내지 10n...개별 단자 블록들, |
| SW1, Vd, Va...전류공급부, | 11 내지 17...측정부, |
| Vd...직류 전류 공급부, | Va...교류 전류 공급부, |
| SW1...스위치, | 11...스위치 쌍들, |
| 13...사용자 입력부, | 14...제어부, |
| 15...신호 처리부, | 16...연산부, |
| 17...표시부, | 21...케이스, |
| 201 내지 20n...개방 영역들, | 221 내지 22n...고정 부재들, |
| 231 내지 23n, 324a 내지 324c...슬라이딩 돌출부들, | |
| 241 내지 24n...슬라이딩 홈들, | 322a, 322d...전류 인가 단자들, |
| 322b, 322c...전압 검출 단자들, | 32...본체, |
| 31...주탄성 부재들, | 321...가이드 슬롯, |
| 323a 내지 323d...보조 탄성 부재들. | |

도면

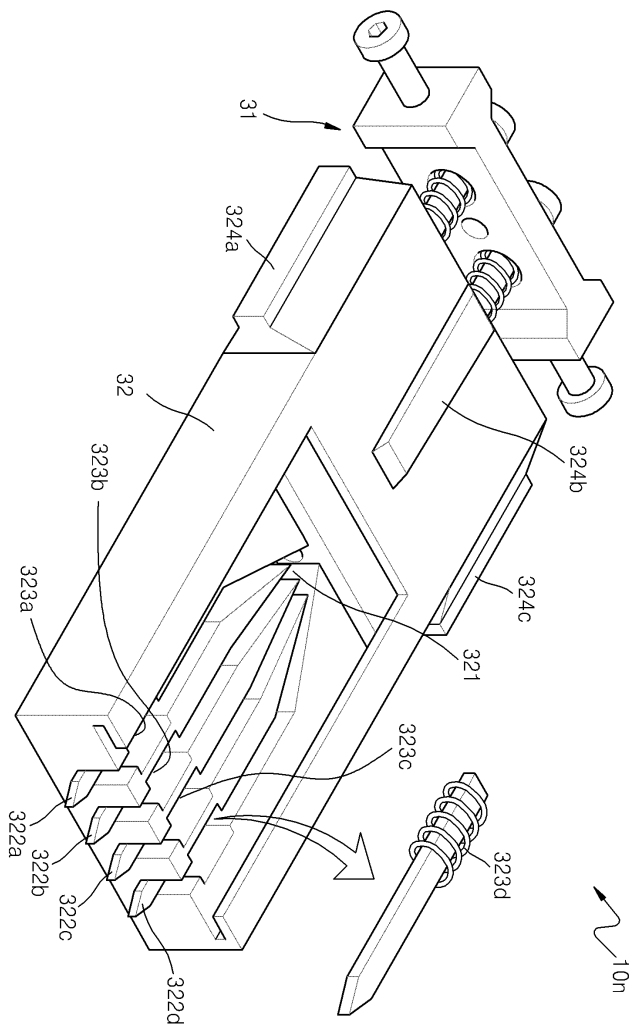
도면1



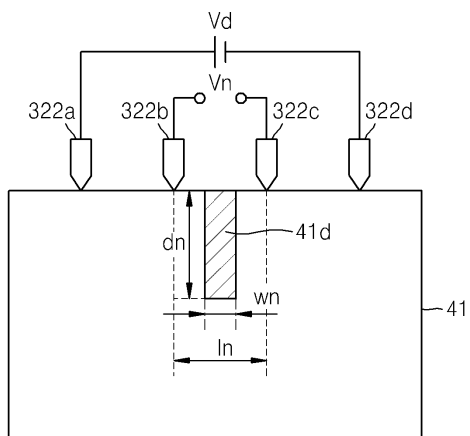
도면2



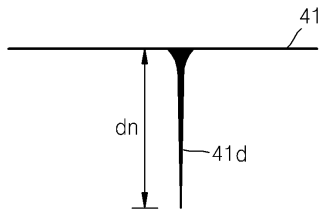
도면3



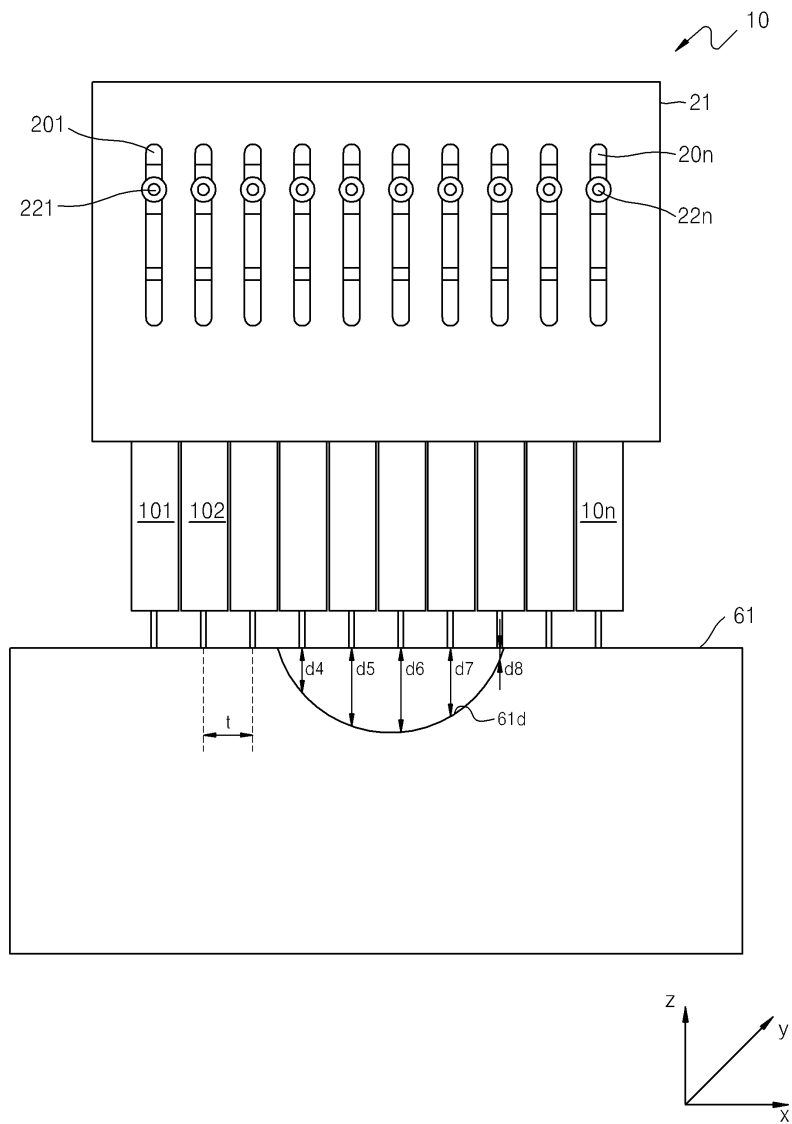
도면4



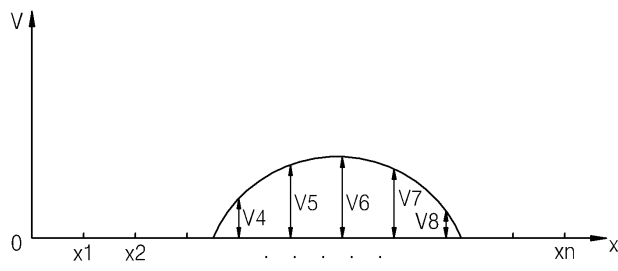
도면5



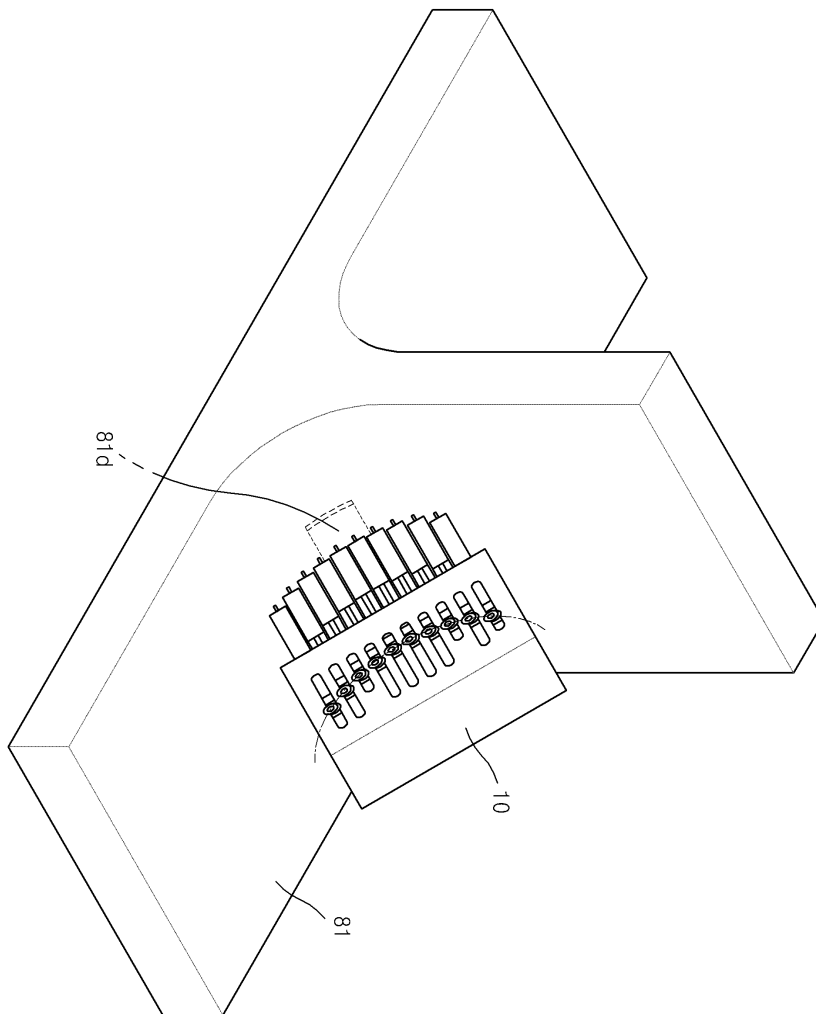
도면6



도면7



도면8



도면9

