



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월23일  
(11) 등록번호 10-2627098  
(24) 등록일자 2024년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 27/84 (2006.01) B22F 12/20 (2021.01)  
B22F 12/30 (2021.01) B23K 37/08 (2006.01)  
B23K 9/133 (2006.01) B33Y 30/00 (2015.01)  
B33Y 40/00 (2020.01) B33Y 50/02 (2015.01)

(52) CPC특허분류  
G01N 27/84 (2013.01)  
B22F 12/20 (2023.08)

(21) 출원번호 10-2023-0059413

(22) 출원일자 2023년05월08일

심사청구일자 2023년05월08일

(56) 선행기술조사문헌

JP2019011485 A\*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

고려공업검사 주식회사

서울특별시 용산구 청파로89길 4-12 (서계동)

(72) 발명자

장영섭

충청남도 천안시 서북구 천안천4길 18-10, 105호  
1501호

구본창

경기도 수원시 팔달구 권광로 373 월드메르디앙  
아파트 106동 2504호

허삼석

충청북도 청주시 흥덕구 대농로 17, 102동 3306호

(74) 대리인

박경원, 신진만

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 인치현

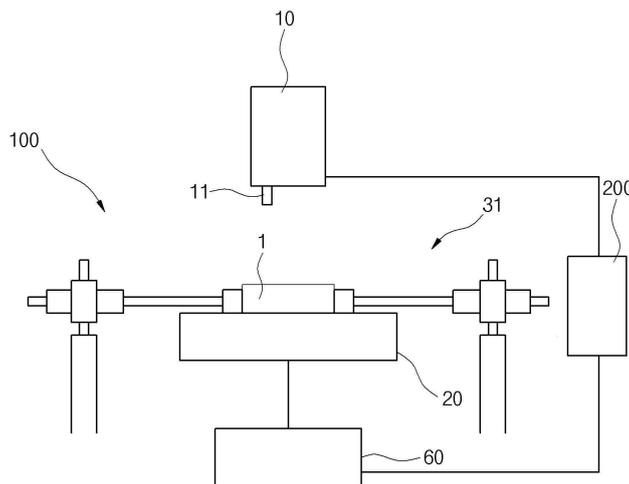
(54) 발명의 명칭 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템

(57) 요약

본 발명은 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 대상물을 3D 프린팅하기 위한 헤드부, 대상물이 3D프린팅되기 위한 작업대, 상기 작업대를 이동시켜 대상물의 프린팅 위치를 조절하기 위한 작업위치조절부, 및 자분을 이용하여 상기 작업대에서 프린팅되는 대상물의 불량여부를 검사하기 위한 자분검사부를 포함한다.

상기와 같은 본 발명에 의하면, 품질검사, 보수작업 등 일련의 공정이 작업자 1인에 의해 수행될 수 있으며, 비파괴검사자가 직접 작업공간에 투입되지 않으므로 작업안전성이 높고 자동으로 검사가 진행되므로 검사의 신뢰도를 높일 수 있는 3D 프린팅 작업검사용 자동비파괴검사가 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B22F 12/30* (2023.08)

*B23K 37/08* (2013.01)

*B23K 9/133* (2013.01)

*B33Y 30/00* (2013.01)

*B33Y 40/00* (2023.05)

*B33Y 50/02* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2020006378 A\*

KR101377452 B1\*

KR101610636 B1\*

KR1020090099128 A\*

KR1020170018006 A\*

JP2018044787 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

대상물을 3D프린팅하기 위한 헤드부;

대상물이 3D프린팅되기 위한 작업대;

상기 작업대를 이동시켜 대상물의 프린팅 위치를 조절하기 위한 작업위치조절부;

대상물의 냉각온도를 제어하기 위한 냉각온도센서; 및

자분을 이용하여 상기 작업대에서 프린팅되는 대상물의 불량여부를 검사하기 위한 자분검사부를 포함하고,

상기 자분검사부는, 대상물에 자속을 제공하는 자속공급부, 상기 자속이 공급된 대상물에 자분을 분사하는 자분공급부, 및 공급된 자속에 의해 배열되는 자분의 분포형태를 검출하는 자분검출부를 포함하는 자분탐상수단, 자분탐상센서에서 수신된 신호를 분석하여 불연속부를 결정하는 결함분석수단 및 상기 결함분석수단에서 분석된 결과에 따라 상기 불연속부의 보수를 수행하는 결함보수수단을 포함하며,

상기 헤드부는, 3D프린팅을 위해 용접토치, 및 상기 용접토치로 재료를 공급하기 위한 와이어피더 및 상기 용접토치를 이동시키도록 다축 라우터 또는 다관절의 로봇을 포함하고,

상기 용접토치는 체결부에 의해 탈부착 가능하게 구비되며,

상기 체결부는, 일단부가 복수 분기되어 방사방향으로 탄성을 갖고, 외주면을 따라 체결홈이 형성되는 체결몸체 및 상기 체결홈이 형성된 체결몸체의 일단부를 외측으로 확장시켜 용접토치를 체결시키기 위한 체결구동부를 포함하는 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 자속공급부는,

한쌍의 자속공급용 패드 또는 자속공급용 코일을 포함하는 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 자속공급부는 수평이동부 및 수직이동부를 통해 각각 수평방향과 수직방향으로 이동이 가능하며, 대상물(1)에 대하여 적어도 2 이상의 방향에서 자속을 공급할 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

자속이 제거된 대상물 주변에 분사된 자분을 제거하기 위한 자분제거부를 더 포함하는 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 작업위치조절부는,

상기 헤드부와 작업대를 지나는 제1연장선을 기준으로, 상기 작업대를 회전시키기 위한 작업회전부; 및

상기 제1연장선과 직교되는 제2연장선을 기준으로, 상기 작업대를 틸팅시키기 위한 작업틸팅부를 포함하는 자분 탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3D 프린팅에 의한 생산과 비파괴검사장치에 의한 품질검사, 보수작업 등 일련의 공정이 작업자 1인에 의해 수행될 수 있으며, 비파괴검사가 직접 작업공간에 투입되지 않으므로 작업안전성이 높고 자동으로 검사가 진행되므로 검사의 신뢰도를 높일 수 있는 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

[0003] 일반적으로, 3D 프린팅 장치는 입체 조형물을 제작하는 장치로서, 3차원 형상의 입체 조형물의 형상에 관한 데이터를 미분하여 2차원 평면에 관한 데이터로 생성하고, 생성된 데이터에 따라 재료를 층층이 쌓아 입체 조형물을 제작한다.

[0004] 금속 소재의 입체 조형물을 제조하는 3D 프린팅 기법으로는 레이저빔, 전자빔, 플라즈마 등의 열원을 이용한 PBF(Powder Bed Fusion), DED(Directed Energy Deposition) 등이 있고 그 중 하나로 와이어 형태의 용가재와 기층재료와의 간극에서 발생하는 전기적 아크열로 용가재 및 기층의 소재를 용융시켜, 한층씩 부착시키며 적층하여 조형물을 제조하는 방식이 있다. 이와 같은 형태는 GMAW 라는 용접기법을 이용하여 진행되며 이를 WADED(Wire Arc Directed Energy Deposition) 3D 프린팅이라고 기존에 명명되어 있다.

[0005] GMAW를 이용한 3D 기법에서 기관재 또는 전층은 적층 과정 중에 아크열에 의해 용융되어 오목하게 함몰되는 용융풀을 형성하며 용융풀의 중앙은 집속되는 아크열로 인해 6000℃ 이상의 온도를 갖게 되며, 용융풀의 최외곽은 고상과 액상의 경계로 약 1500℃ 정도의 온도를 갖는다. 이와 같은 현상은 용융물과 인접부에 매우 극심한 온도구배가 발생하게 된다. 6000℃ 이상의 온도를 갖는 용융풀 내의 용융물은 급속한 자연 유동 및 프린팅 속도에 따른 용융풀의 이동에 의해 프린팅 표면에 일정 간격으로 파동모양의 리플(Ripple)이 형성되게 되며 이를 통상적으로 비드라고 표현한다. 극심한 온도구배에 따른 용접비드의 형성은 그 내부에 기공 등의 용접결함을 남길 수 있고 표면에 균열이 발생할 수 있는 것은 용접산업현장에서는 익히 알려진 바이고 이를 검사하기 위해 절차서에 명시된 대로 용접 전, 중, 용접 후 적절한 비파괴검사법을 실시하여 제품의 건전성을 확인한다.

[0006] 3D 프린팅이 완료된 조형물에 비파괴검사가 수행될 때 결함이 발견되었다면 결함이 존재하는 부분까지 제품을 절삭하여 결함을 제거하여야 하며 이때 많은 시간과 비용이 소요될 것이고 보수에 과도한 열원이 가하여 질수가 있어 이로 인한 제품의 품질저하와 변형이 발생하여 경우에 따라서는 보수 중에 폐기하여야 하는 상황이 발생할 수도 있다.

[0008] [선행기술문헌]

[0009] [특허문헌]

[0010] 1. 국내특허등록 제 10-2226094-0000 (2021.03.04.)

- [0011] 2. 국내특허등록 제 10-2194694-0000 (2020.12.17.)
- [0012] 3. 국내특허등록 제 10-1872935-0000 (2018.06.25.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 그 목적은 3D 프린팅에 의한 생산과 비파괴검사장치에 의한 품질검사, 보수작업 등 일련의 공정이 작업자 1인에 의해 수행될 수 있으며, 비파괴검사자가 직접 작업공간에 투입되지 않으므로 작업안전성이 높고 자동으로 검사가 진행되므로 검사의 신뢰도를 높일 수 있는 자분탐상법을 이용한 3D 프린팅 작업검사용 자동비파괴검사장치 및 방법을 제공함에 있다.
- [0015] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0017] 상기 목적을 이루기 위한 본 발명은, 대상물을 3D프린팅하기 위한 헤드부, 대상물이 3D프린팅되기 위한 작업대, 상기 작업대를 이동시켜 대상물의 프린팅 위치를 조절하기 위한 작업위치조절부, 및 자분을 이용하여 상기 작업대에서 프린팅되는 대상물의 불량여부를 검사하기 위한 자분검사부를 포함한다.
- [0018] 바람직하게, 상기 상기 자분검사부는, 대상물에 자속을 제공하는 자속공급부, 상기 자속이 공급된 대상물에 자분을 분사하는 자분공급부, 및 공급된 자속에 의해 배열되는 자분의 분포형태를 검출하는 자분검출부를 포함하는 자분탐상수단; 상기 자분탐상센서에서 수신된 신호를 분석하여 불연속부를 결정하는 결함분석수단; 및 상기 결함분석수단에서 분석된 결과에 따라 상기 불연속부의 보수를 수행하는 결함보수수단을 포함한다.
- [0019] 바람직하게는, 자속공급부는 한쌍의 자속공급용 패드 또는 자속공급용 코일을 포함한다.
- [0020] 바람직하게는, 자속공급부는 수평이동부 및 수직이동부를 통해 각각 수평방향과 수직방향으로 이동이 가능하여, 대상물에 대하여 적어도 2 이상의 방향에서 자속을 공급할 수 있도록 한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 본 발명의 일실시예로서 헤드부는,
- [0022] 헤드베이스, 3D프린팅을 위해 용접토치, 상기 용접토치로 재료를 공급하기 위한 와이어피더, 상기 용접토치를 이동시키기 위한 위빙부, 및 상기 헤드베이스를 이동시키기 위한 헤드이동부를 포함한다.
- [0023] 바람직하게는 상기 헤드이동부는, 상기 헤드베이스 내부에서 회전 가능하게 구비되는 헤드회전베이스, 상기 헤드승강베이스에서 상하 이동 가능하게 구비되는 헤드승강베이스, 상기 헤드베이스를 전후 수평방향으로 이동시키기 위한 제1헤드수평이동부, 상기 헤드베이스를 좌우 수평방향으로 이동시키기 위한 제2헤드수평이동부, 상기 헤드승강베이스를 승강시키기 위한 헤드승강구동부, 및 상기 헤드회전베이스를 회전시키기 위한 헤드회전구동부를 포함한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 위빙부는, 일정 호를 갖고, 상기 헤드회전베이스의 하단부에 구비되는 위빙틸팅가이드, 상기 용접토치가 구비되고, 상기 위빙틸팅가이드를 따라 이동 가능하게 구비되는 위빙회전블럭, 및 상기 위치회전블럭을 위빙틸팅가이드를 따라 이동시키기 위한 위빙틸팅구동부를 포함한다.
- [0025] 그리고 상기 본 발명의 다른 실시예로서 헤드부는,
- [0026] 3D프린팅을 위해 용접토치, 상기 용접토치로 재료를 공급하기 위한 와이어피더, 및 상기 용접토치를 이동시키도록 다축용 라우터, 다관절의 로봇, 또는, 기타 공지의 이동수단을 구비한 3D 프린팅용 장치를 포함한다.
- [0027] 바람직하게는, 상기 작업위치조절부는, 상기 헤드부와 작업대를 지나는 제1연장선을 기준으로, 상기 작업대를 회전시키기 위한 작업회전부, 및 상기 제1연장선과 직교되는 제2연장선을 기준으로, 상기 작업대를 틸팅시키기 위한 작업틸팅부를 포함한다.
- [0028] 바람직하게는, 상기 작업회전부는, 작업회전모터를 갖고, 상기 작업대를 회전시킨다.
- [0029] 또한, 상기 작업틸팅부는, 상기 작업회전모터가 구비되는 작업틸팅프레임, 상기 작업틸팅프레임의 양단부를 회

전 가능하게 연결하는 작업틸팅회전부, 및 상기 작업틸팅프레임을 회전시키기 위한 작업틸팅모터를 포함한다.

- [0030] 그리고 본 발명은 대상물의 냉각온도를 제어하기 위한 냉각온도센서를 더 포함한다.
- [0031] 본 발명에서 대상물의 냉각을 위해 공기분사장치를 이용할 수 있으며 이 경우 대상물의 재질과 냉각특성을 고려하여 냉각속도를 제어할 수 있는 특성을 가지고 있다. 특별히 재질적 특성이 고려되지 않는 대상물의 경우 냉각된 질소가스(기화된 액화 질소)를 사용할 수 있다.
- [0032] 바람직하게는, 본 발명은 대상물 표면의 비드를 제거하기 위한 비드제거부, 및 비드제거과정에서 발생된 칩을 제거하는 칩제거부를 포함하는 표면전처리수단을 더 포함한다.
- [0033] 바람직하게는, 본 발명은 불연속부를 캐드 상에 좌표로 표시해 주는 불연속부 좌표표시수단을 더 포함한다.
- [0034] 바람직하게는, 본 발명은 검사 완료 후 대상물을 탈자해주는 탈자수단을 더 포함한다.
- [0035] 바람직하게는, 본 발명은 상기 불연속부의 위치를 대상물의 해당 위치에 표시해주는 마킹수단을 더 포함한다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 용접토치는, 체결부에 의해 탈부착 가능하게 구비되며, 상기 체결부는, 일단부가 복수 분기되어 방사방향으로 탄성을 갖고, 외주면을 따라 체결홈이 형성되는 체결몸체, 및 상기 체결홈이 형성된 체결몸체의 일단부를 외측으로 확장시켜 용접토치를 체결시키기 위한 체결구동부를 포함한다.
- [0037] 바람직하게는, 상기 헤드부는, 상기 용접토치에 의해 작업완료 후, 후속 공정을 위한 각 수단이 거치되는 공정 도구부, 및 상기 체결부에 의해 체결된 용접토치를 그리핑하여 분리시키거나 상기 공정도구부의 공정도구 중 어느 하나를 그리핑하여 체결부에 체결시키기 위한 공정도구공급부를 더 포함한다.

**발명의 효과**

- [0039] 본 발명에 의한 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템에 의하면, 품질검사, 보수작업 등 일련의 공정이 작업자 1인에 의해 수행될 수 있으며, 비파괴검사자가 직접 작업공간에 투입되지 않으므로 작업안전성이 높고 자동으로 검사가 진행되므로 검사의 신뢰도를 높일 수 있는 3D 프린팅 작업검사용 자동비파괴검사를 가능하게 하는 매우 유용하고 효과적인 발명이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0041] 도 1은 본 발명에 따른 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템을 도시한 도면이고,  
 도 2는 본 발명에 실시예에 따른 헤드부와 작업위치조절부를 도시한 도면이고,  
 도 3a, 3b는 본 발명에 따른 헤드부의 다른 실시 예를 각각 도시한 도면이며,  
 도 4는 본 발명에 따른 체결부를 도시한 도면이고,  
 도 5는 본 발명에 따른 자분검사부의 일실시예를 도시한 도면이다.  
 도 6은 본 발명에 따른 컨트롤러의 실시예를 위한 세부구성도이다.  
 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예로 스캔카메라를 이용한 비파괴 검사를 위한 시스템의 구성도를 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0042] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [0043] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.
- [0044] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부"의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.

또한, "일(a 또는 an)", "하나(one)", "그(the)" 및 유사 관련어는 본 발명을 기술하는 문맥에 있어서(특히, 이하의 청구항의 문맥에서) 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.

- [0045] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0046] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.
- [0047] 도 1은 본 발명에 따른 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명에 실시예에 따른 헤드부와 작업위치조절부를 도시한 도면이며, 도 3a,3b는 본 발명에 따른 헤드부의 다른 실시 예를 각각 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 체결부를 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명 일실시예에 따른 자분검사부를 도시한 도면이다.
- [0048] 도면에서 도시한 바와 같이, 자분탐상법을 이용한 3D프린터용 자동 비파괴검사시스템은 헤드부(10), 작업대(20), 작업위치조절부(60), 자분검사부(100), 및 컨트롤러(200)를 포함한다.
- [0049] 본 발명에서 헤드부(10)는 대상물(1)을 3D프린팅하기 위해 구비된다.
- [0050] 본 발명에서 상기 작업대(20)는 대상물(1)이 3D프린팅되기 위해 구비된다.
- [0051] 본 발명에서 상기 작업위치조절부(60)는 작업대(20)를 이동시켜 대상물(1)의 프린팅 위치를 조절하기 위해 구비된다.
- [0052] 또한 본 발명에서 상기 자분검사부(100)는 자분을 이용하여 작업대(20)에서 프린팅되는 대상물(1)의 불량여부를 검사하기 위해 구비된다.
- [0053] 컨트롤러(200)는 상기 헤드부(10)와 작업위치조절부(60)의 운동을 제어하며, 후술하는 각 장치 구성요소들의 순차적인 구동을 제어하기 위한 신호의 생성 및 전송을 수행하고 이를 위해 요구되는 선행하는 분석프로세스를 수행한다.
- [0054] 본 발명의 일실시예에서 상기 헤드부(10)는 도 2 및 도 3a에서 도시한 바와 같이, 헤드베이스(11), 용접토치(12), 와이어피더(13), 위빙부(14) 및 헤드이동부(15)를 포함한다.
- [0055] 상기 본 발명 실시예에서 용접토치(12)는 3D프린팅을 위해 구비된다.
- [0056] 그리고 상기 본 발명 실시예에서 와이어피더(13)는 용접토치(12)로 재료를 공급하기 위해 구비된다. 상기 본 발명에서 와이어피더는 와이어(wire) 뿐만 아니라 금속입자(particles)를 내포한 금속튜브를 공급하는 것도 포함하는 것으로 한다.
- [0057] 상기 본 발명 실시예에서 위빙부(14)는 용접토치(12)를 5~15mm의 진폭으로 주어진 속도로 좌우운동을 하기 위해 구비된다.
- [0058] 또한 상기 본 발명 실시예에서 헤드이동부(15)는 헤드베이스(11)를 이동시키며 3D 프린팅을 구현하기 위해 구비된다.
- [0059] 여기서, 헤드부(10), 작업대(20), 자분검사부(100), 결합분석수단(120) 및 결합보수수단(130)은 챔버 내부에 구비되며, 경우에 따라 챔버가 없을 수도 있다.
- [0060] 그리고 상기 본 발명 일실시예에서 상기 헤드이동부(15)는 헤드회전베이스(151), 헤드승강베이스(152), 제1헤드수평이동부(153), 제2헤드수평이동부(154), 헤드승강구동부(155) 및 헤드회전구동부(156)를 포함한다.
- [0061] 상기 본 발명 실시예에서 헤드회전베이스(151)는 헤드베이스(11) 내부에서 회전 가능하게 구비된다.
- [0062] 또한 상기 본 발명 실시예에서 헤드승강베이스(152)는 헤드회전베이스(151)에서 상하 이동 가능하게 구비된다.
- [0063] 상기 본 발명 실시예에서 제1헤드수평이동부(153)는 헤드베이스(11)를 전후 수평방향으로 이동시키기 위해 구비된다.
- [0064] 그리고 상기 본 발명 실시예에서 제2헤드수평이동부(154)는 헤드베이스(11)를 좌우 수평방향으로 이동시키기 위

해 구비된다.

- [0065] 상기 제2헤드수평이동부(154)는 제1헤드수평이동부(153)를 좌우 수평방향으로 이동시켜 헤드베이스(11)를 이동시킨다.
- [0066] 상기 헤드승강구동부(155)는 헤드승강베이스(152)를 승강시키기 위해 구비된다.
- [0067] 또한 상기 헤드회전구동부(156)는 헤드회전베이스(151)를 회전시키기 위해 구비된다.
- [0068] 그리고 상기 본 발명 실시예에서 위빙부(14)는 위빙틸팅가이드(141), 위빙회전블럭(142) 및 위빙틸팅구동부(143)를 포함한다.
- [0069] 상기 위빙틸팅가이드(141)는 일정 호를 갖고, 헤드회전베이스(151)의 하단부에 구비된다.
- [0070] 그리고 위빙회전블럭(142)은 용접토치(12)가 하부에 장착되고, 위빙틸팅가이드(141)를 따라 이동 가능하게 구비된다.
- [0071] 상기 위빙틸팅구동부(143)는 위빙회전블럭(142)을 위빙틸팅가이드(141)를 따라 이동시키기 위해 구비된다.
- [0072] 본 발명 실시예에서 상기 위빙부(14)는 용접토치(12)를 지그재그로 이동시키며 대상물을 프린팅한다.
- [0073] 이러한 위빙부(14) 및 헤드이동부(15)에 의해 위빙틸팅가이드(141)의 일정 호 중심점이 피검사체인 대상물을 프린팅하는 부분과 일치되도록 위치시킨다.
- [0075] 한편, 본 발명 다른 실시예의 헤드부(10')는,
- [0076] 도 3b에서 도시한 바와 같이, 용접토치(12'), 와이어피더(13') 및 라우터 또는 로봇(11')을 포함한다.
- [0077] 상기 본 발명 실시예에서 용접토치(12')는 3D프린팅을 위해 구비된다.
- [0078] 그리고 상기 본 발명 실시예에서 와이어피더(13')는 용접토치(12')로 재료를 공급하기 위해 구비된다.
- [0079] 상기 본 발명 실시예에서 라우터(도 3a) 또는 로봇(11')(도 3b)은 용접토치(12')를 이동시키도록 다축 또는 다관절로 구성되는 것으로, 상하, 좌우, 관절회전 등 다방향 직선운동 및 회전운동이 동시에 가능함에 따라, 용접토치(12')의 방향 및 위치를 자유롭게 운동시킬 수 있다.
- [0081] 또한 도 2 및 도 3a, 3b에 도시한 바와 같이, 상기 본 발명 각 실시예에서 작업위치조절부(60)는 작업회전부(61) 및 작업틸팅부(62)를 포함한다.
- [0082] 이 작업위치조절부(60)는 각 실시예의 헤드부(10, 10')에 적용된다.
- [0083] 상기 작업회전부(61)는 헤드부(10)와 작업대(20)을 지나는 제1연장선을 기준으로, 작업대(20)을 회전시키기 위해 구비된다.
- [0084] 그리고 상기 작업틸팅부(62)는 제1연장선과 직교되는 제2연장선을 기준으로, 작업대(20)을 틸팅시키기 위해 구비된다.
- [0085] 여기서, 상기 작업회전부(61)는 작업회전모터(611)를 포함하고, 작업대(20)를 회전시킨다.
- [0086] 또한 상기 본 발명 실시예에서 작업틸팅부(62)는 작업틸팅프레임(621), 작업틸팅회전부(622) 및 작업틸팅모터(623)를 포함한다.
- [0087] 상기 작업틸팅프레임(621)은 작업회전모터(611)가 구비된다.
- [0088] 그리고 상기 작업틸팅회전부(622)는 작업틸팅프레임(621)의 양단부를 회전 가능하게 연결한다.
- [0089] 상기 작업틸팅모터(623)는 작업틸팅프레임(621)을 회전시키기 위해 구비된다.
- [0090] 이에, 상기 작업대(20)를 작업회전부(61)에 의해 자체적으로 회전시키거나 작업틸팅부(62)에 의해 틸팅시켜 대상물을 프린팅 및 자분탐상검사를 할 수 있다.
- [0091] 여기서, 상기 본 발명 실시예에서 용접토치(12)는 체결부(70)에 의해 탈부착 가능하게 구비된다.
- [0092] 상기 체결부(70)는 도 4에서 도시한 바와 같이, 체결몸체(71), 체결구동부(72)를 포함한다.
- [0093] 상기 체결몸체(71)는 일단부가 복수 분기되어 방사방향으로 탄성을 갖고, 외주면을 따라 체결홈(71a)이 형성된

다.

- [0094] 그리고 체결구동부(72)는 체결홈(71a)이 형성된 체결몸체(71)의 일단부를 외측으로 확장시켜 용접토치(10, 10')를 체결시키기 위해 구비된다.
- [0095] 반대로, 체결구동부(72)에 의해 체결홈(71a)이 형성된 체결몸체(71)의 일단부를 내측으로 이동시킬 경우, 용접토치(10, 10')를 분리시킬 수 있다.
- [0096] 도 3에 도시한 바와 같이 상기 본 발명 실시예에서 헤드부(10)는 공정도구부(73)와 공정도구공급부(74)를 더 포함한다.
- [0097] 상기 공정도구부(73)는 용접토치(10)에 의해 작업완료 후, 후속 공정을 위한 다양한 공정도구들이 거치된다.
- [0098] 그리고 공정도구공급부(74)는 체결부(70)에 의해 체결된 용접토치(10, 10')를 그리핑하여 분리시키거나 공정도구부(73)의 공정도구 중 어느 하나를 그리핑하여 체결부(70)에 체결시키기 위해 구비된다.
- [0099] 한편, 본 발명 다른 실시예의 헤드부(10')의 경우, 공정도구부(73)만 구비되며, 필요한 공정도구는 로봇(11')이 공정도구부(73)로 직접 이동하여 체결 및 분리시킨다.
- [0100] 상기 본 발명에 따른 모든 공정을 위해 구동되는 장치구성은 컨트롤러(200)에서 생성되는 구동제어신호에 의해 제어되어진다.
- [0101] 본 발명 실시예에서, 자분검사부(100)는 도 5에서 도시한 바와 같이, 자분탐상수단(30), 결합분석수단(40) 및 결합보수수단(50)을 포함한다.
- [0102] 상기 본 발명의 실시예로서 상기 자분탐상수단(30)은 자속공급부(31), 자분공급부(32), 자분검출부(33), 및 자분검사광원(34)을 포함한다.
- [0103] 바람직하게는 상기 자속공급부(31), 자분공급부(32), 및, 자분검사광원(34)은 상기 헤드부(10)에 장착될 수 있으며, 상기 자속공급부(31)와 자분검출부(33)는 작업틸팅프레임(621)에 장착되어질 수 있다.
- [0104] 상기 자속공급부(31)는 대상물(1)에 접촉하여 자속을 공급하는 한쌍의 자속공급용 패드(311,312)(관통형), 혹은 자속공급용 코일(코일형)일 수 있다. 자속공급용 코일일 경우 일측의 코일은 대상물(1)의 일부를 감싸고, 타측의 코일은 대상물의 타측을 감싸도록 하여 자속을 공급할 수도 있다.
- [0105] 자분공급부(32)는 바람직하게는 액상에 현탁된 자분을 공급하며, 예로, 형광자분을 적절한 용액(예로, 백등유)에 현탁한 것을 대상물 표면에 공급한다.
- [0106] 상기 자분검사광원(34)은 자외선등으로 블랙라이트 램프를 포함한다.
- [0107] 상기 자분검출부(33)는 자속공급부(31)의 한쌍의 패드(311,312)를 통해 대상물(1)에 자속이 공급되고, 자분공급부(32)에 의해 형광자분이 도포된 후, 자분검사광원(34)에 의해 UV 등의 광원이 공급되면, 발생한 형광의 분포를 검출하게 된다.
- [0108] 이때, 상기 자분검출부(33)는 CCTV, 비전센서 등일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0109] 바람직하게는 상기 결합분석수단(40)은 컨트롤러(200)에 포함되어진다.
- [0110] 그리고 상기 결합분석수단(40)은 자분검출부(33)에서 수신된 신호를 분석하여 정해진 로직(또는 프로그램)에 의해 결합여부(혹은 불연속부)를 결정한다. 보충적으로는 육안검사가 요구될 수 있으며, 필요에 따라 패드를 적어도 2 이상의 방향에서 접촉시켜 결합유무를 최종 판단하는 것이 바람직하다.
- [0111] 결합보수수단(50)은 결합분석수단(40)에서 분석된 결과에 따라 불연속부의 보수를 수행한다.
- [0112] 본 발명 실시예에서 상기 자속공급부(32)는 수평이동부(313) 및 수직이동부(314)를 통해 각각 수평방향과 수직방향으로 이동이 가능하여, 대상물(1)에 대하여 적어도 2 이상의 방향에서 자속을 공급할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- [0113] 그리고 자분제거부(35)는 자속이 제거된 대상물 주변에 분사된 자분을 제거하기 위해 구비된다.
- [0114] 상기 결합분석수단(40)은 수신된 신호가 정상적인 패턴과는 상이한 패턴 내지는 신호값을 갖는 경우 기준패턴 내지 기준신호값과 비교하여 범위를 벗어나는지 여부를 소정의 프로그램을 통해 분석하고, 불연속이 발생하였는지 여부를 결정한다.

- [0115] 상기 불연속은 크기, 형태, 모양 등에서 그 속성이 다양한 방식으로 표출될 수 있으며, 본 발명에서는 바람직한 계는 이러한 다양한 불연속한 속성에 대하여 데이터베이스(DB)(210)로 등록하여 관리할 수 있도록 한다.
- [0116] 따라서, 이러한 불연속 속성정보는 후술하는 컨트롤러(200)의 불연속속성분석부(202)에서 상기 DB(210)에 저장된 속성정보와 해당 속성에 대한 보수수단을 매핑한 테이블을 참조하여 특정 결함보수수단이 선택될 수 있도록 한다.
- [0117] 상기 결함보수수단(50)은 상기 불연속부의 보수를 수행하도록 구비되며, 예로, 절삭기, 연마기, 깎필러 등이 여기에 해당될 수 있고, 상기 결함분석수단(40)에서 분석된 결과에 따라 적합한 보수수단이 선정되어질 수 있도록 한다.
- [0118] 본 발명 바람직한 실시예는 보조측정수단(250)을 더 포함한다.
- [0119] 상기 보조측정수단으로는 예로, 와전류탐상기, 초음파탐상기, 위상배열초음파탐상기 등을 들 수 있다.
- [0120] 상기 보조측정수단(250)은 프린팅을 수행하는 중 대상물의 적층양태 내지 표면 혹은 측면 내지 내면의 특정한 결함에 대하여 보다 적합한 검사가 가능한 측정수단을 미리 정해진 로직에 따라 결정하여 보조적으로 수행하기 위한 것이다.
- [0121] 또한 상기 본 발명의 바람직한 실시예로, 자분검사부(100)는 냉각온도제어센서(36)를 더 포함한다.
- [0122] 상기 냉각온도센서(11)는 대상물의 냉각온도를 제어하기 위해 구비되며, 컨트롤러(200)는 상기 냉각온도센서(11)로부터 수신된 온도정보를 분석하여 해당 측정수단에 요구되는 온도 또는 대상물의 재질 또는 제품 제조 절차서에서 요구하는 냉각조건, 냉각속도 등을 만족하기 위해 에어분사기 또는 온도조건에 따라 냉각기(예로, 질소냉각기)(미도시)를 구동하게 된다.
- [0123] 그리고 상기 본 발명의 바람직한 실시예로, 상기 자분검사부(100)는 표면전처리수단(80)을 더 포함한다.
- [0124] 상기 표면전처리수단(80)은 자분탐상을 수행하기 전에 결함여부를 명확하게 파악하기 위해 용접층의 표면에 형성된 비드(bead)를 제거하고, 이 과정에서 형성된 칩(chip)을 제거해 주기 위한 것으로, 비드제거부(81)와 칩제거부(82)를 포함한다.
- [0125] 이와 같이 상기 비드제거부(81)는 대상물 표면의 비드를 제거하기 위해 구비되며, 예로 표면 연마기, 표면(혹은 평탄화) 절삭기 등이 여기에 포함될 수 있다.
- [0126] 또한, 상기 칩제거부(82)는 비드제거부(81)에 의한 비드제거과정에서 발생된 칩을 제거하기 위해 구비되며, 에어블로워, 진공흡입기와 같이 칩을 외력에 의해 제거할 수 있는 어떠한 구성도 본 발명에 포함될 수 있다.
- [0127] 본 발명에서 바람직한계는 와이어피더(13, 13')에 의해 공급되는 와이어(혹은 금속입자)의 재질이 교체될 경우, 컨트롤러(200)는 자속의 크기를 변경하도록 자속공급부(31)를 제어한다.
- [0128] 상기 본 발명의 바람직한 실시예로, 상기 자분검사부(100)는 좌표표시수단(91)을 더 포함한다.
- [0129] 상기 좌표표시수단(91)은 불연속부를 카드 상에 좌표로 표시해 주는 것으로, 자분탐상센서(30)와 결함분석수단(40)에 연동되어 불연속부의 위치가 카드 상에 표시되도록 하는 것이다.
- [0130] 이에 의해 검사자는 해당 불연속부의 위치를 카드 상에서 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 후속하는 결함보수수단(40)에 의해 대상물의 해당 특정된 위치에서 적절한 보수작업이 순차적으로 수행되어질 수 있게 된다.
- [0131] 상기 본 발명의 바람직한 실시예로, 상기 자분검사부(100)는 탈자수단(92)을 더 포함한다.
- [0132] 상기 탈자수단(92)은 검사 완료 후 대상물을 탈자해주는 것으로, 대상물에 자속이 잔류할 경우 후속하는 공정 내지 검사에 악영향을 미칠 수 있으므로 이를 제거하기 위한 것으로, 공지의 탈자장치가 이용되는 것으로 충분하다.
- [0133] 또 상기 본 발명의 바람직한 실시예로, 상기 자분검사부(100)는 마킹수단(93)을 더 포함한다.
- [0134] 상기 마킹수단(93)은 불연속부의 위치를 대상물의 해당 위치에 표시해주는 것으로, 좌표표시수단(91)과 연동되어 실제 대상물에 해당 위치를 표시해준다.
- [0135] 예로, 상기 마킹수단(93)은 직접적인 마킹이 아닌 레이저 등을 이용하여 표시할 수 있으며, 이러한 마킹부위를 인식할 수 있는 결함보수수단(50)을 이용하여 결함을 보수하는 것이 가능하다.

- [0136] 이와 같은, 자분탐상센서(30), 결합보수수단(50), 냉각온도센서(11), 표면전처리수단(80), 좌표표시수단(91), 탈자수단(92), 마킹수단(93) 등은 헤드부(10)에 물리적으로 함께 장착되거나, 별도의 구조물에 지지되어 구동되어질 수 있으며, 이들 제반 구성들은 컨트롤러(200)에 의해 정해진 로직에 의해 순차적으로 구동되어지며, 바람직하게는 체결부(70)에 의해 해당 공정이 개시될 때 헤드부에 체결되고, 사용이 종료된 경우에는 공정도구부(73)에 수납되어 후속절차를 위해 대기상태를 유지하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0137] 도 6은 본 발명에 따른 컨트롤러(200)의 또 다른 실시예를 위한 세부구성도이고, 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예로 스캔카메라를 이용한 비파괴 검사를 위한 시스템의 구성도를 보여준다.
- [0138] 본 발명에서 신호수신부(201)는 자분탐상센서(30)로부터 전송되는 신호를 수신하며, 필요에 따라 라인스캔카메라(300)로부터 전송되는 신호를 수신한다.
- [0139] 본 발명 실시예에서 불연속속성분석부(202)는 앞에서 설명한 바와 같이, 분석된 불연속부를 대상으로 해당 불연속부가 갖는 속성을 분석한다.
- [0140] 기본적으로는 상기 DB(210)에 저장된 속성정보를 참조하고, 해당 속성 내지 이와 가장 유사성을 갖는 속성을 추출한 후, 속성에 대한 보수수단을 매핑한 테이블을 참조하여 분석함으로써 해당 속성에 부합하는 특정 결합보수수단이 선택될 수 있도록 하기 위한 것이다.
- [0141] 본 발명 실시예에서 검사영역특성결정부(203)는 프린팅되는 용접층이 이루는 검사영역의 특성을 결정한다.
- [0142] 이때, 검사영역은 용접층이 이루는 평면 또는/및 측면(외측면 또는/및 내측면)을 나타내며, 이때 용접층은 적어도 1이상의 층을 의미하며, 바람직하게는 3-5층을 의미한다.
- [0143] 상기 검사영역특성결정부(203)는 먼저 대상물(1)의 평면특성별로 최적의 측정수단을 선택할 수 있도록 하며, 이때 평면 특성정보(p)로는 평면의 길이( $s_1$ ), 굵기( $s_2$ ), 면적( $s_3$ ), ..., 형태( $s_m$ ) 등의 조합일 수 있으며, 특정한 특성을 갖는 적층평면의 검사에 최적화된 측정수단을 선택하도록 한다.
- [0144] 예로, 특성정보를 n개의 그룹( $p_1 \sim p_n$ )으로 구분할 때, 각 그룹당 특정 측정수단이 측정과정에서 정확도가 증가하는 양의 상관관계를 보일 때, 이를 해당 그룹과 해당 측정수단을 매핑할 수 있다.
- [0145] 이를 위해 장치에 입력된 카드도면의 2차원 단면 정보를 DB에 저장하고, 저장된 2차원 평면의 단면정보를 추출하여, 매 용접층 적층시 형성되어질 평면의 특성정보에 따라 상기와 같이 미리 실험을 통해 확립하여 DB에 저장된 특성정보-측정수단 매핑테이블(mapping table)을 참조하여 상호 비교분석하여, 해당 용접층이 이루는 표면특성이 어느 그룹에 속할지 여부를 판단하여 최적의 측정수단을 선택할 수 있도록 한다.
- [0146] 또한, 본 발명 실시예에서 상기 검사면특성결정부(203)는 대상물(1)의 평면의 특성정보 뿐만 아니라 측면에 관한 특성정보를 참조할 수도 있음은 물론이다.
- [0147] 즉, 3차원 카드도면의 측면에 관한 특성정보(예로, 폭( $t_1$ ), 깊이( $t_2$ ), ... 형태( $t_m$ ))를 그룹화(특성정보를 n개의 그룹( $q_1 \sim q_n$ ))으로 구분할 때, 각 그룹당 특정 측정수단이 측정과정에서 정확도가 증가하는 양의 상관관계를 보일 때, 이를 해당 그룹과 해당 측정수단을 매핑할 수 있다.
- [0148] 이 경우, 헤드(10)와 작업대(20)를 각각 a(a=1,2,3,4,5)축 운동, b(b=1,2)축 운동을 수행하여 대상물의 측면과 측정수단이 수직하게 정렬될 수 있도록 컨트롤러(200)가 동작을 제어된다.
- [0149] 마찬가지로 장치에 입력된 카드도면의 3차원 측면정보를 DB에 저장하고, 저장된 3차원 측면정보를 추출하고, 매 용접층 적층시 형성되어질 측면의 특성정보에 따라 상기와 같이 미리 실험을 통해 확립하여 DB에 저장된 특성정보-측정수단 매핑테이블(mapping table)을 참조하여 상호 비교분석하여, 해당 용접층이 이루는 측면특성이 어느 그룹에 속할지 여부를 판단하여 최적의 측정수단을 선택하여 측면검사를 수행할 수 있도록 한다.
- [0150] 측정/보수수단결정부(204)는 상기 불연속속성분석부(202) 및 검사영역특성결정부(203)에서 결정된 속성 내지 특성에 따라, 이미 DB에 실험적으로 저장된 (속성/특성정보)-(측정/보수수단) 매핑테이블(mapping table)을 참조하여, 해당 속성 내지 특성에 부합하는 측정수단 내지 보수수단을 결정한다.
- [0151] 이와 같이 결정된 측정수단 및 보수수단은 제어신호생성/전송부(206)에 의해 생성된 제어신호에 따라 각각 순차적으로 정해진 프로세스에 따라 구동되어진다.
- [0152] 본 발명 실시예에서 환경정보분석부(205)는 측정수단별 측정에 적합한 환경정보(예로, 온도, 습도, 압력 등)를

미리 DB로 저장하고, 실제 프린팅을 수행할 환경조건을 분석한다.

- [0153] 실제 프린팅을 수행할 환경조건이 위 DB에 저장된 해당 측정수단에 요구하는 환경조건을 만족하는 경우에만 컨트롤러(200)는 상기와 같이 측정/보수수단결정부(204)에 의해 결정된 특정 측정수단을 교체하여 측정할 수 있도록 한다.
- [0154] 또, 본 발명의 바람직한 실시예는 도 7에 도시한 바와 같이, 필요에 따라 대상물(1)의 측면을 보다 정확하게 측정하기 위해 스캔카메라(300)를 더 구비할 수 있다.
- [0155] 상기 스캔카메라(300)는 바람직하게는 라인스캔카메라이고, 대상물의 외주영역에 바람직하게는 1 내지 4개가 동일한 각도를 유지하면서 설치될 수 있다.
- [0156] 1개 설치되는 경우에는 상기 스캔카메라(300)는 대상물 주위를 360도 회전할 수 있어야 하고, 두 개 설치될 경우에는 90도 회전을, 3개 설치될 경우에는 120도 회전을, 4개 설치될 경우에는 각각 90도씩 회전하도록 구성될 수 있다. 부호 310은 조명을 나타낸다.
- [0157] 스캔카메라(300)로부터 얻어진 이미지는 컨트롤러(200)로 보내져, 이미지분석부(207)에 의해 소정의 로직에 의한 이미지처리 프로그램을 통해 이미지분석되어진다.
- [0158] 이때, 상기 이미지분석부(207)는 이미 DB(210)에 저장된 3차원 대상물의 측면의 2차원이미지와 상기 스캔카메라(300)로부터 얻어진 이미지를 비교하여 결함부위를 찾을 수 있다.
- [0159] 해당 결함부위의 위치정보는 2차원 이미지상에 좌표(3차원 대상물의 각 포인트의 좌표에 매핑되어짐)로 나타내어지고, 이에 의해 3차원 대상물의 해당 결함부위를 특정할 수 있게 된다.
- [0160] 상기와 같이 이미지분석부(207)에서 얻어진 분석결과는 다른 측정수단을 통해 얻어진 결과와 함께 종합적으로 분석되어져 보다 매우 미세한 결함이라도 정밀도가 높게 분석하고 보수하는 것을 가능하게 한다.
- [0161] 상기와 같이, 본 발명에 따른 시스템은 품질검사, 보수작업 등 일련의 공정이 작업자 1인에 의해 모두 수행될 수 있으며, 비파괴검사가 직접 작업공간에 투입되지 않으므로 작업안전성이 높고 자동으로 검사가 진행되므로 검사의 신뢰도를 높일 수 있는 3D 프린팅 작업검사용 자동비파괴검사를 가능하게 한다.
- [0162] 상기 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0163] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0164] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 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 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권

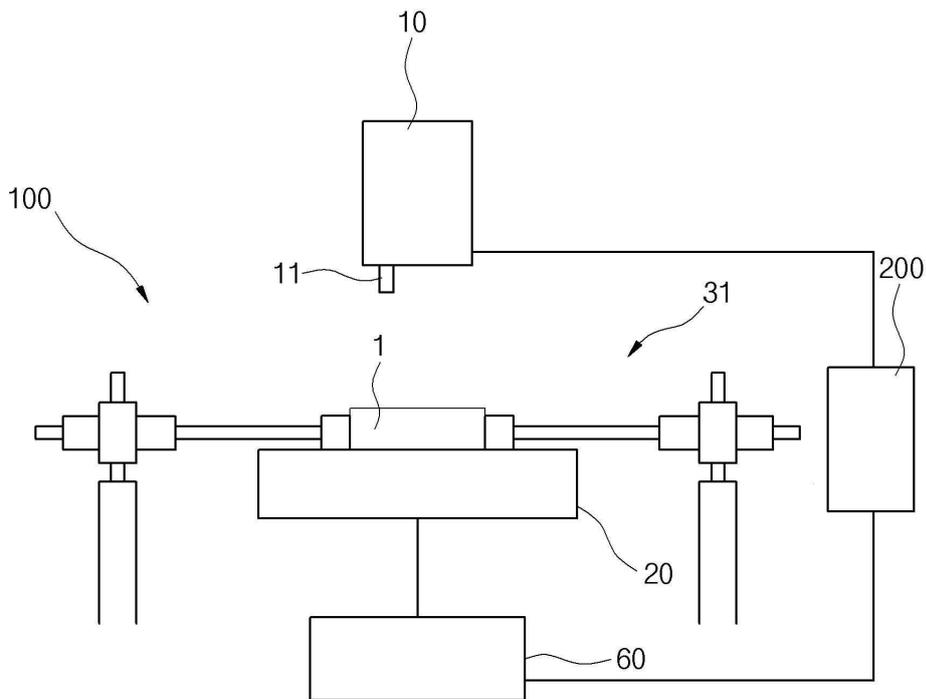
리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

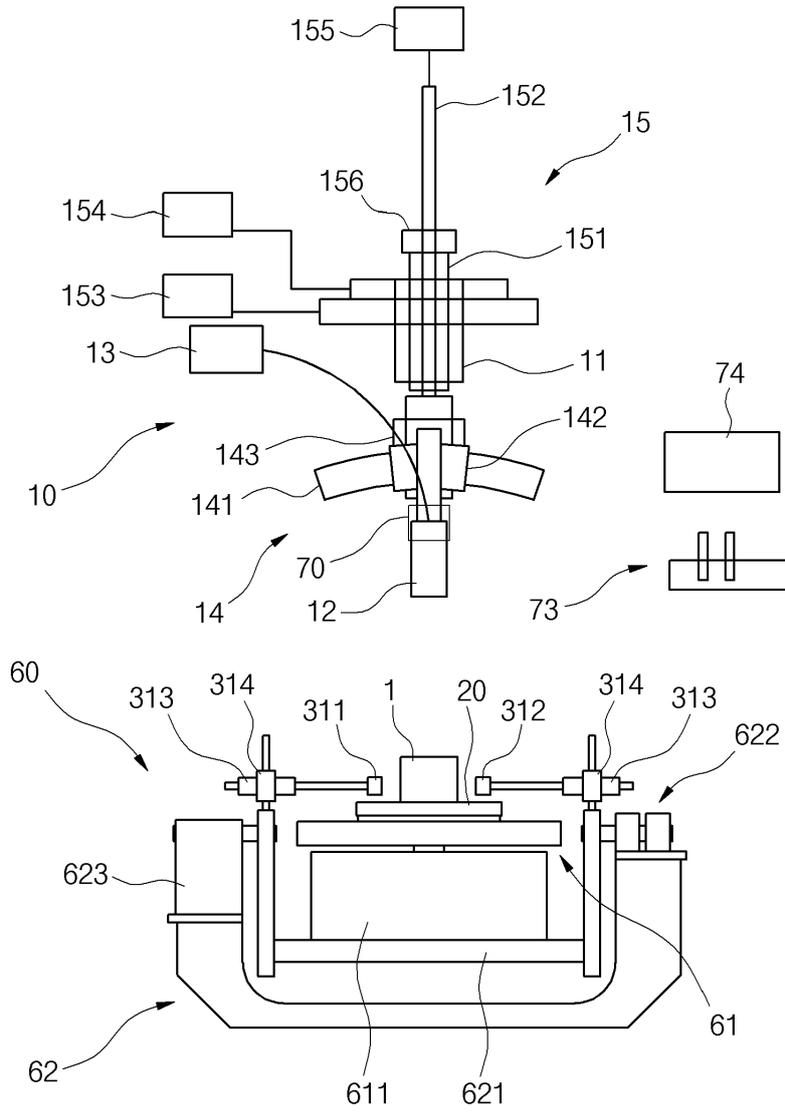
- |        |               |             |
|--------|---------------|-------------|
| [0166] | 10, 10' : 헤드부 | 20 : 작업대    |
|        | 30 : 자분탐상수단   | 31 : 자속공급부  |
|        | 32 : 자분공급부    | 33 : 자분검출부  |
|        | 40 : 결합분석수단   | 50 : 결합보수수단 |
|        | 60 : 작업위치조절부  | 70 : 체결부    |
|        | 80 : 표면전처리수단  | 91 : 좌표표시수단 |
|        | 92 : 탈자수단     | 93 : 마킹수단   |
|        | 100 : 자분검사부   |             |

**도면**

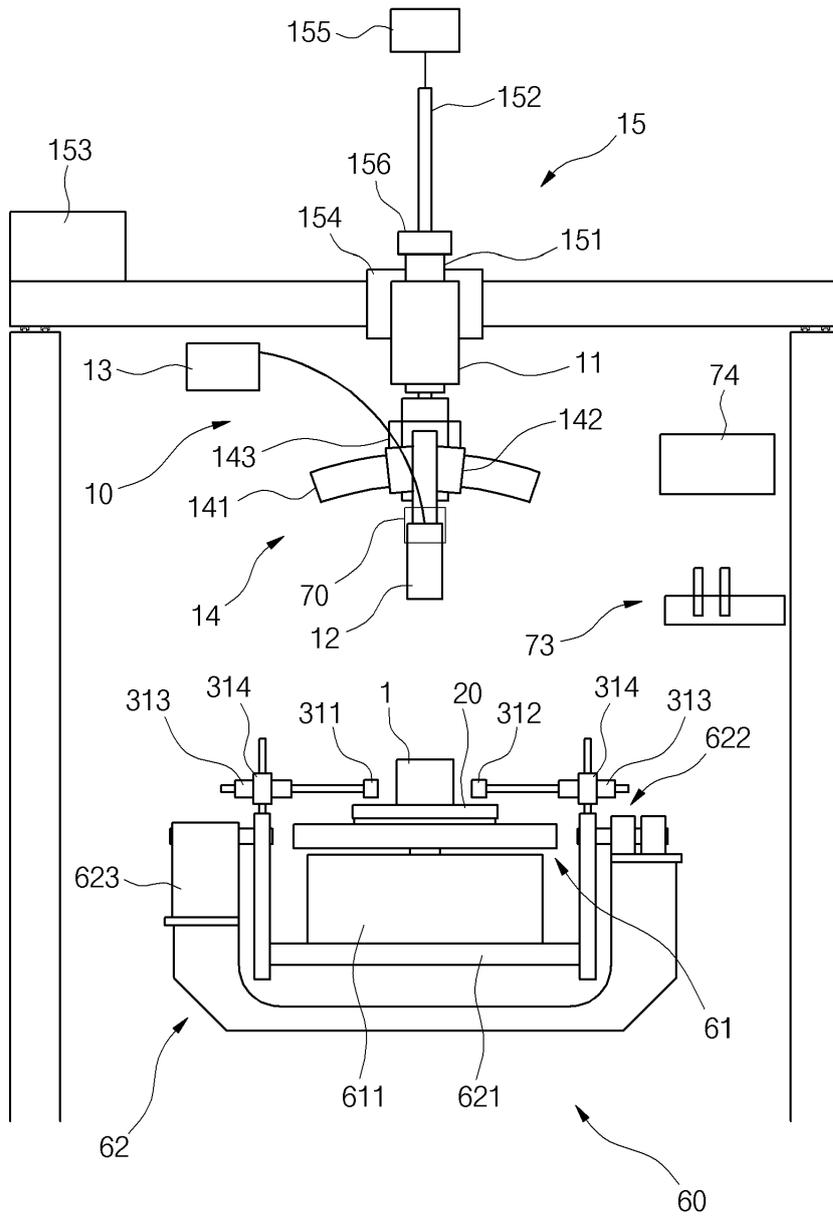
**도면1**



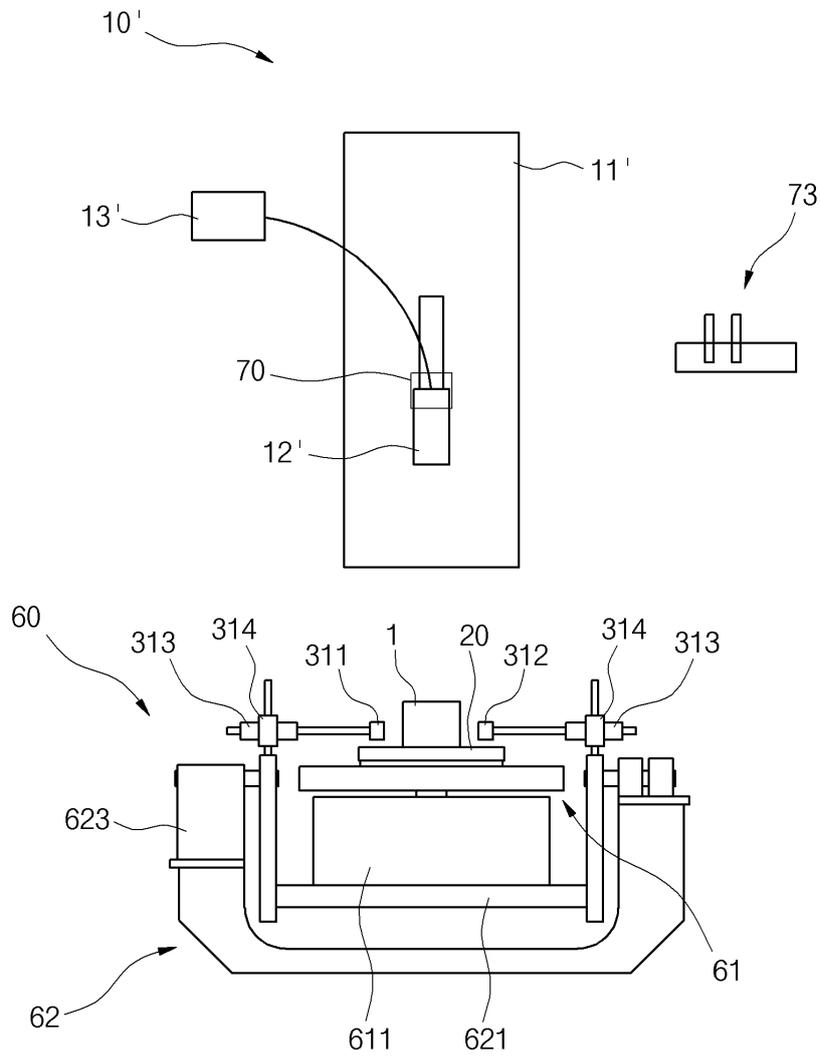
도면2



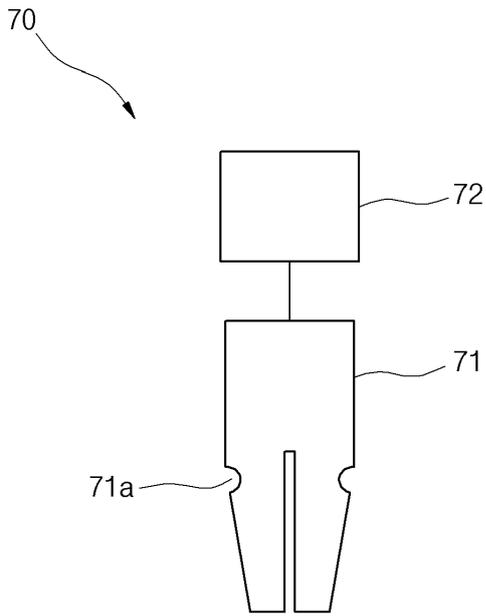
도면3a



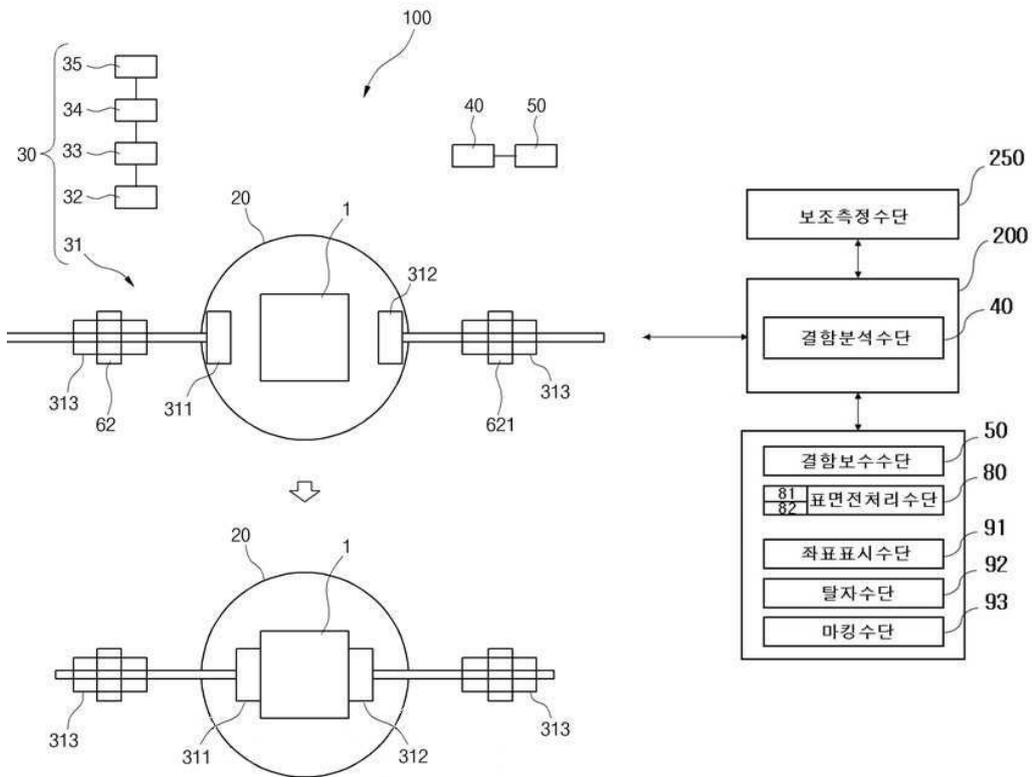
도면3b



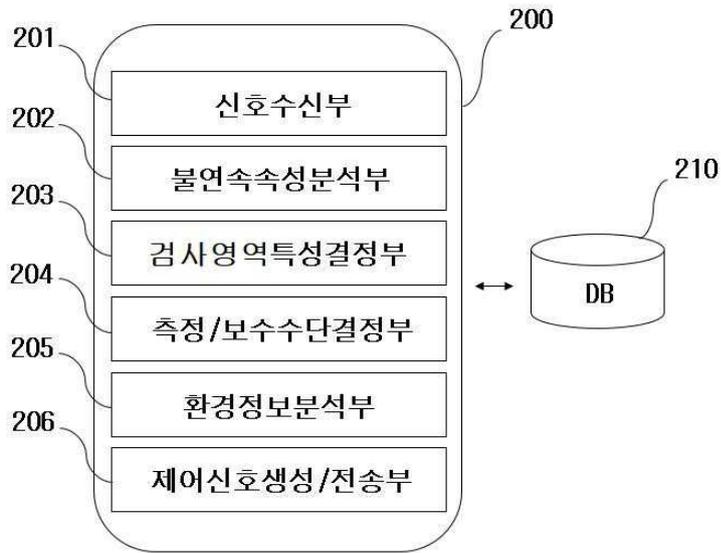
도면4



도면5



도면6



도면7

