(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0117929
(43) 공개일자 2024년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/72 (2006.01) *B23K 31/12* (2006.01)
G01J 5/00 (2022.01) *G01J 5/48* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 25/72 (2020.05)
B23K 31/125 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0010392
(22) 출원일자 2023년01월26일
심사청구일자 2023년01월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
현대엔지니어링 주식회사
서울특별시 종로구 율곡로 75 (계동)
(72) 발명자
주영규
서울특별시 송파구 송이로21길 23 가락3차쌍용스윗닷홈아파트, 103동 905호
장아름
서울특별시 성북구 고려대로22길 16, 602호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강귀용, 김수진

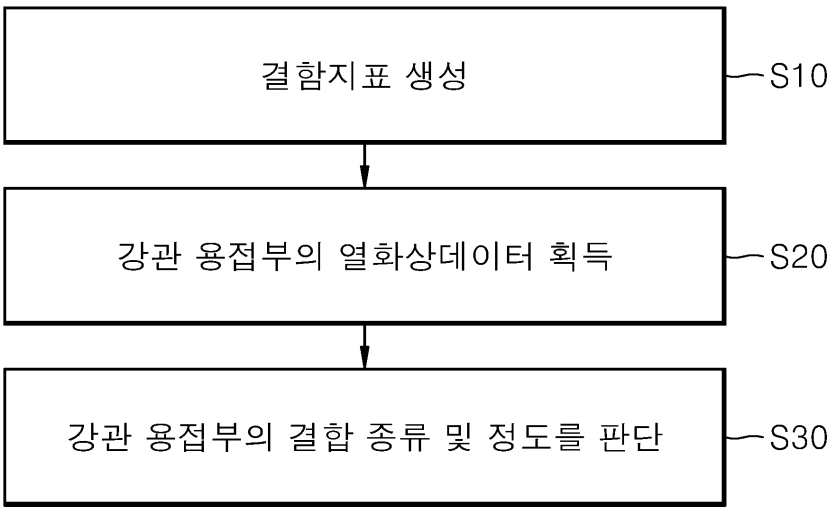
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 강관 용접부에 발생할 수 있는 결함들에 대한 결함지표를 생성하는 단계와, 검사대상의 강관 용접부를 열화상 카메라로 촬영하여 강관 용접부의 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득하는 단계와, 인공지능을 이용하여 강관 용접부의 열화상데이터를 결함지표와 비교하여 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결합 검출 시스템을 제공할 수 있다. 상기한 바에 따르면 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대해 효율적인 철골 구조물의 용접부 결함 검사가 가능해지며 보다 객관적이고 신속한 검사가 가능하다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01J 5/0018 (2013.01)
G01J 5/48 (2022.01)
G01J 2005/0077 (2013.01)
(72) 발명자
정상기
경상남도 창원시 의창구 창원천로94번길 19 더시티 세븐 자이 102동 1002호
강창훈
경기도 성남시 분당구 수내로 201 샛별마을삼부아파트 405동 303호
이창용
서울특별시 광진구 아차산로 262 더샵스타시티 C동 4904호
강상욱
서울특별시 동작구 상도로53길 8 래미안상도3차아파트 306동 904호
박진한
서울특별시 동대문구 왕산로23길 89 이수브라운스톤 104동 705호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711157588
과제번호	2020R1A2C3005687
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	AI를 활용한 열화상 이미지 기반 건물 포렌식 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

강관 용접부에 발생할 수 있는 결함들에 대한 결함지표를 생성하는 단계와;

검사대상의 강관 용접부를 열화상 카메라로 촬영하여 상기 강관 용접부의 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득하는 단계와;

인공지능을 이용하여 상기 강관 용접부의 열화상데이터를 상기 결함지표와 비교하여 상기 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 결함지표를 생성하는 단계는,

강관 용접부에 발생할 수 있는 용접결함들을 정의하고 정도를 평가하기 위하여 강관 용접부가 형성된 강관실험체를 제조하는 단계와,

설정된 복수의 각도에서 상기 강관실험체를 열화상 카메라로 촬영하여 상기 강관실험체에 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득하는 단계와,

상기 열화상데이터와 환경변수를 빅데이터화하여 강관용접부의 결함판단지표를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 열화상데이터를 획득하는 단계는,

상기 강관실험체를 360도 사방에서 열화상 카메라로 촬영하여 360도 열화상 이미지로부터 360도 열화상데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 강관용접부의 결함판단지표를 생성하는 단계는,

상기 360도 열화상데이터를 평면 파노라마 형태로 정합하여 추출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열화상데이터를 획득하는 단계는,

검사대상의 상기 강관 용접부를 열화상 카메라로 360도 사방에서 촬영하여 360도 열화상 이미지를 획득하고, 상

기 360도 열화상 이미지로부터 상기 열화상데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 열화상데이터를 획득하는 단계는,

회전하는 형태의 드론 비행 기법(POI)을 적용하여 상기 강관 용접부를 360도 사방에서 촬영하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대하여 효율적인 철골 구조물의 용접부 결함 검사가 가능하며, 보다 객관적이고 신속한 검사를 진행할 수 있는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 구조물 안전검사에서 결함 검사는 육안 검사와 비파괴검사 2가지로 나눌 수 있다. 이 중 육안 검사의 경우에는 오버랩, 언더컷, 크랙 등 용접부 결함을 작업자가 육안으로 측정하는 방식으로 대다수를 이루고 있으며, 국소 부위의 결함 및 변형을 측정하는 것으로 한정되어 있어 넓은 범위와 복잡한 구조의 용접부 결함은 검사자의 주관성이 검사결과에 많은 영향을 미치게 되면서 검사 결과의 객관성을 확보하기가 어려운 문제점이 있었다.

[0003] 또한, 이렇게 육안으로 용접부의 결함을 측정하기 위해서는 측정장비의 부속품, 도포제와 같은 추가적인 장비를 휴대해야 하는 불편이 따르고, 초고층 건물의 경우에는 막대한 인력 및 비용이 소요되는 것은 차치하고 검사 작업 자체가 매우 어렵고 매우 위험할 수 있는 문제점이 있었다.

[0004] 그리고 비파괴검사의 경우에는 초음파 탐사 검사 등을 사용하여 용접부 결함을 검출해내는 방식으로, 이러한 초음파탐사 검사에는 검사 대상의 양측에 초음파탐사 장치를 장착하는 과정이 수반되는데, 검사대상의 일측에 초음파를 발사하는 장치를 설치하고 타측에는 초음파를 수신하는 장치를 설치한다. 이러한 것을 살펴볼 때 초음파탐사검사는 매우 번거로운 사전준비가 수반되며 검사하는 구조물의 규모가 클수록 소요되는 인력과 비용이 크게 증대될 수 있다.

[0005] 이에, 대안으로 열화상 검사 방법이 제안된 바 있다. 열화상 검사방법에는 모든 물체가 방사하고 있는 고유의 적외선 에너지를 검출하는 수동적 검사 방법 및 대상체에 외부 에너지를 입사하여 대상체의 내부 조건에 따라 달라지는 방사에너지의 검출을 이용하는 능동적 검사 방법이 있다.

[0006] 그런데, 종래의 열화상 검사방법은 단지 구조물에 균열, 즉 결함이 발생하였는지 여부만을 판단할 뿐 결함의 정도를 측정할 수 없기 때문에, 결함의 정도를 통한 향후 구조물의 변화 및 이에 대한 예측이 어려운 한계가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2022-0114418호 (2022.08.17)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대하여 효율적인 철골 구조물의 용접부 결함 검사가 가능하며, 보다 객관적이고 신속한 검사를 진행할 수 있을 뿐만 아니라 작업성 및 경제성을 향상시킬 수 있으며, 결함의 종류 및 정도를 파악할 수 있어 향후 구조물의 변화 및 예측도 가능한 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 강관 용접부에 발생할 수 있는 결함들에 대한 결함지표를 생성하는 단계와; 검사대상의 강관 용접부를 열화상 카메라로 촬영하여 상기 강관 용접부의 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득하는 단계와; 인공지능을 이용하여 상기 강관 용접부의 열화상데이터를 상기 결함지표와 비교하여 상기 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법을 제공할 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 결함지표를 생성하는 단계는, 강관 용접부에 발생할 수 있는 용접결함들을 정의하고 정도를 평가하기 위하여 강관 용접부가 형성된 강관실험체를 제조하는 단계와, 설정된 복수의 각도에서 상기 강관실험체를 열화상 카메라로 촬영하여 상기 강관실험체에 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득하는 단계와, 상기 열화상데이터와 환경변수를 빅데이터화하여 강관용접부의 결함판단지표를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 열화상데이터를 획득하는 단계는, 상기 강관실험체를 360도 사방에서 열화상 카메라로 촬영하여 360도 열화상 이미지로부터 360도 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0012] 상기 강관용접부의 결함판단지표를 생성하는 단계는, 상기 360도 열화상데이터를 평면 파노라마 형태로 정합하여 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 열화상데이터를 획득하는 단계는, 검사대상의 상기 강관 용접부를 열화상 카메라로 360도 사방에서 촬영하여 360도 열화상 이미지를 획득하고, 상기 360도 열화상 이미지로부터 상기 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 열화상데이터를 획득하는 단계는, 회전하는 형태의 드론 비행 기법(POI)을 적용하여 상기 강관 용접부를 360도 사방에서 촬영할 수 있다.

[0015] 한편 본 명세서에 개시된 기술에 관한 설명은 단지 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 개시된 기술에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0016] 또한 본 발명에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다. "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소로 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0017] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어"있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어"있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0018] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다"또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 시스템은 열화상 카메라를 검사 대상 구조물의 안전진단에 사용하여 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대해 효율적인 철골 구조물의 용접부 결함 검사가 가능해지며,

기타 장비사용이 불필요하여 경제적인 효과를 제공할 수 있으며, 인공지능을 통하여 검사자의 주관성이 많이 포함된 육안 검사의 한계를 해결하여 보다 객관적이고 신속한 검사가 가능한 효과를 제공할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 시스템은 결함의 종류 및 정도를 파악할 수 있어 향후 구조물의 변화 및 예측도 가능할뿐만 아니라 드론을 이용한 새로운 촬영기법을 통하여 일반적인 촬영을 통한 데이터 수집의 한계를 극복하여 검사 대상물에 대한 데이터 추출범위를 넓힐 수 있으며 이를 통한 용접부 결함 검출을 효과적으로 진행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법을 나타내는 절차도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에서 결함지표 생성의 세부방법을 나타내는 절차도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에서 강관실험체를 나타내는 사시도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에서 강관실험체에 대한 열화상데이터를 획득하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법에서 다양한 각도에서 촬영하여 열화상 데이터를 획득할 수 있는 방법들을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 본 발명에 대하여 보다 구체적으로 이해할 수 있도록 첨부된 도면을 참조한 바람직한 실시 예를 들어 설명하기로 한다.

[0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 열화상 데이터 기반 강관 용접부 결함 검출 방법은, 결함지표를 생성하는 단계(S10)와, 열화상데이터를 획득하는 단계(S20)와, 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단하는 단계(S30)를 포함할 수 있다.

[0024] 먼저, 상기 결함지표를 생성하는 단계(S10)는, 강관 용접부에 발생할 수 있는 결함들에 대한 지표를 생성하는 단계로서, 강관 용접부에 발생할 수 있는 다양한 용접 결함들을 정의하고 정도를 평가하기 위해 강관실험체(30)를 제작하여 이를 토대로 결함지표를 생성할 수 있다.

[0025] 세부적으로, 도 2를 참조하면, 상기 결합지표를 생성하는 단계(S10)는, 강관실험체(30)를 제조하는 단계(S11)와, 강관실험체(30)의 열화상데이터를 획득하는 단계(S12)와, 강관용접부의 결함판단지표를 생성하는 단계(S13)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0026] 먼저, 상기 강관실험체(30)를 제조하는 단계에서는, 강관 용접부에 발생할 수 있는 용접결함들을 정의하고 정도를 평가하기 위하여 강관 용접부가 형성된 강관실험체(30)를 제조한다(S11).

[0027] 도 3은 상기한 강관실험체(30)를 나타낸 도면으로, 상기 강관실험체(30)는 도시된 바와 같이 원통형으로 형성될 수 있다. 이는, 후술되는 바와 같이 강관용접부의 360도 사방에서 열화상이미지를 용이하게 획득하기 위함이다.

[0028] 상기 강관실험체(30)는, 원통형의 강관(10)에 복수개의 용접부(20)들이 형성될 수 있으며, 이러한 용접부(20)들은 언더컷, 오버랩, 크랙 등 다양한 용접결함이 포함되도록 형성될 수 있다.

[0029] 상기 강관실험체(30)의 열화상데이터를 획득하는 단계(S12)에서는, 설정된 복수의 각도에서 상기 강관실험체(30)를 열화상 카메라(40)로 촬영하여 상기 강관실험체(30)에 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0030] 한편, 강관 용접부는 일반 강판 용접부와는 달리 열화상 카메라(40)로 촬영하는 각도에 따라서 방사량이 상이하게 나타날 수 있다. 이 때문에 강관 용접부는, 전체의 용접 결합을 검출하기 위하여 다양한 각도에서의 데이터 취득이 필요하다.

[0031] 이에, 상기 강관실험체(30)의 열화상데이터 획득은, 도 4에 도시된 바와 같이 상기 강관실험체(30)를 360도 사방 전체에서 열화상 카메라로 촬영하고, 이렇게 촬영된 360도 열화상 이미지로부터 360도 열화상데이터를 획득

할 수 있다.

[0032] 상기한 바에 따라 강관실험체(30)에 대하여 열화상데이터를 획득하면, 이를 토대로 강관실험체(30)에 대한 상기 강관용접부의 결함판단지표를 생성할 수 있다(S13).

[0033] 여기서, 상기 강관용접부의 결함판단지표는, 상기 열화상데이터와 환경변수를 빅데이터화하여 생성할 수 있으며, 풍속, 습도, 조도 등의 외부 환경과 정상부의 온도, 결함의 종류 등을 고려할 수 있으며, 이를 토대로 용접 결함부의 열화상 데이터를 빅데이터화 하여 새로운 결함을 열화상 카메라(40)로 촬영하였을 때 그 결함의 종류가 무엇인지 검출할 수 있게 할 수 있다.

[0034] 이때, 상기 강관용접부의 결함판단지표 생성은, 상기한 바와 같이 다양한 각도에서의 열화상데이터 취득이 필요한데, 이렇게 취득된 열화상데이터를 한눈에 볼 수 있도록 상기 360도 열화상데이터를 평면 파노라마 형태로 정합하여 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0035] 상기한 바에 따라 강관용접부의 결함판단지표가 생성되면, 이를 토대로 검사대상의 강관용접부의 결함 검출을 실시할 수 있다.

[0036] 이에 대하여 살펴보면, 상기한 바에 따라 강관용접부의 결함지표가 생성되면, 검사대상의 강관 용접부를 열화상 카메라(40)로 촬영하여 상기 강관 용접부의 열화상 이미지로부터 열화상데이터를 획득할 수 있다(S20).

[0037] 여기서, 상기 검사대상의 강관 용접부의 촬영은, 전술한 강관실험체(30)를 촬영하는 방법을 적용하여 다양한 각도에 열화상 카메라(40)로 촬영할 수 있다.

[0038] 이는, 전술한 바와 같이 강관 용접부는 일반 강판 용접부와는 달리 열화상 카메라(40)로 촬영하는 각도에 따라서 방사량이 상이하게 나타나기 때문에 다양한 각도에서의 데이터 취득이 필요하기 때문에, 상기 검사대상의 강관 용접부에 대한 전체에 대하여 열화상 카메라(40)로 촬영하여 열화상 이미지를 획득할 수 있다.

[0039] 세부적으로, 상기 열화상데이터의 획득은, 검사대상의 상기 강관 용접부를 열화상 카메라(40)로 360도 사방에서 촬영하여 360도 열화상 이미지를 획득하고, 상기 360도 열화상 이미지로부터 상기 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0040] 한편, 상기한 열화상데이터를 획득하는 단계는, 도 5에 도시된 바와 같이 촬영수단을 통해 대상체가 회전하는 상태에서 다양한 각도에서 열화상 카메라(40)를 통하여 열화상 이미지를 획득할 수 있다.

[0041] 여기서, 상기 촬영수단은, 검사대상 강관용접부가 형성된 검사대상체가 상면에 안착되고 360도 회전하는 턴테이블(1)과, 상기 턴테이블(1)을 회전구동시키는 구동부(미도시)와, 검사대상체에 대하여 열화상 촬영하는 촬영부를 포함하여 구성될 수 있다.

[0042] 여기서, 촬영부는, 도시된 바와 같이 검사대상체의 상부, 측부 및 하부 각각을 촬영할 수 있도록 각 위치에 위치하는 복수개의 열화상카메라(40)와, 상기 열화상카메라(40)를 지지하는 지지프레임을 포함하여 구성될 수 있다.

[0043] 여기서, 상기 지지프레임은, 열화상카메라(40)의 위치를 변경할 수 있도록 그 길이가 가변되는 구조로 형성될 수 있으며 텔레스코픽구조가 적용될 수 있다.

[0044] 한편, 상기 구동부는, 모터를 포함하고 모터의 회전속도를 조절하여 상기 턴테이블(1)의 회전을 조절할 수 있다.

[0045] 상기한 방법에 따르면, 열화상데이터의 획득은 턴테이블(1) 상에 검사대상 강관용접부가 형성된 대상체를 안착시킨 상태에서 턴테이블(1)을 회전시켜 대상체를 회전키고, 회전하는 검사대상 강관용접부를 360도 사방 전체에서 열화상 카메라(40)로 촬영하여 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0046] 한편, 열화상데이터를 획득하고자하는 검사 대상체가 큰 구조물의 특정 위치에 있어 접근하기 어렵거나 턴테이블(1)에 안착시킬 수 없을 경우에는 드론(50)을 이용하여 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0047] 이에 대하여 도 6을 참조하여 살펴보면, 상기 열화상데이터를 획득하는 단계는, 도 6에 도시된 바와 같이 드론(50)을 이용하여 회전하는 형태의 드론 비행 기법(POI,Point of Interest)을 적용하여 상기 강관 용접부를 360도 사방에서 촬영하여 열화상데이터를 획득할 수 있다.

[0048] 이렇게 획득된 열화상 이미지 데이터를 한 눈에 볼 수 있도록 360도 열화상데이터를 평면 파노라마 형태로 정합하여 추출할 수 있다. 여기서, 3차원적인 360도 열화상 데이터를 2차원적인 평면 파노라마 형태로 정합하여 추

출하는 방식은 공지의 3차원 영상을 파노라마 영상으로 맵핑하여 병합하는 기술을 적용할 수 있으며 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0049] 상기한 바에 따라 검사 대상의 강관 용접부의 열화상데이터가 획득되면, 이를 토대로 상기 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단할 수 있다(S13).

[0050] 이러한 강관 용접부 결함의 종류 및 정도의 판단은, 인공지능을 이용하여 상기 강관 용접부의 열화상데이터를 상기 결함지표와 비교하여 상기 강관 용접부의 결함의 종류 및 정도를 판단할 수 있다.

[0051] 여기서, 상기 인공지능의 강관 용접부 결함의 종류 및 정도의 판단은 전술한 결함지표의 데이터를 비롯하여 실제 검사한 검사대상체의 결과 데이터를 모두를 학습한 것에서 이루어질 수 있으며, 이러한 학습데이터는 실제 검사한 데이터들을 추가하여 재학습이 이루어지게 할 수 있다.

[0052] 한편, 인공지능의 학습은, 공지의 기계학습, 딥러닝학습을 이용할 수 있으며, 상기한 강관실험체(30)와 실제 검사 대상체에 대한 열화상데이터를 비롯하여 외기온도, 풍속, 습도, 조도 등의 외부 환경과 정상부의 온도, 결함의 종류 환경적인 요소와, 강관용접부의 소재 두께, 결함유형, 용접부 형태 등 다양한 데이터가 구축된 데이터베이스를 통해 학습이 이루어질 수 있다.

[0053] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이행할 수 있을 것이다.

부호의 설명

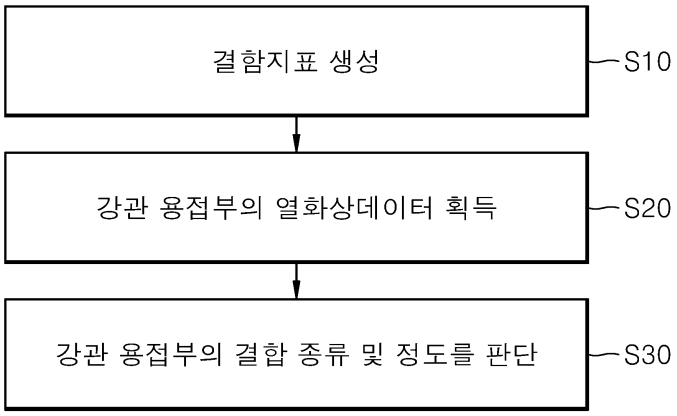
[0054] 1 : 턴테이블 10 : 강관

20 : 용접부 30 : 강관실험체

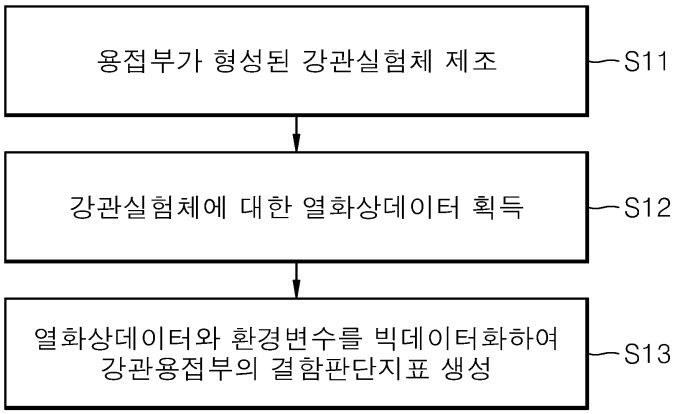
40 : 열화상 카메라 50 : 드론

도면

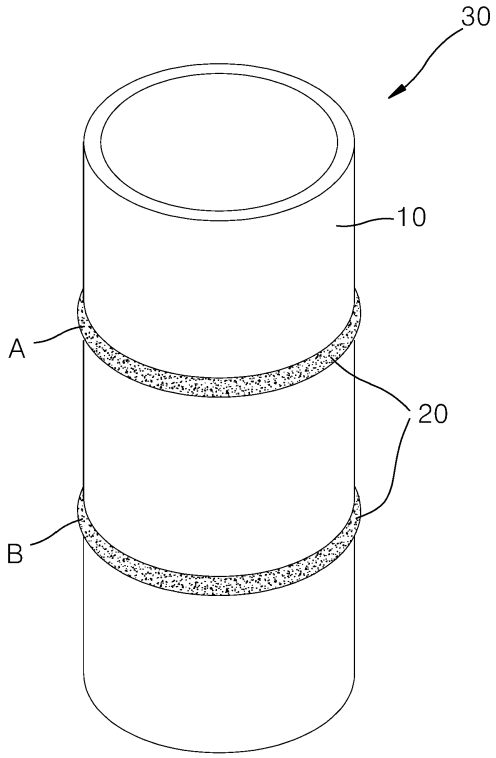
도면1



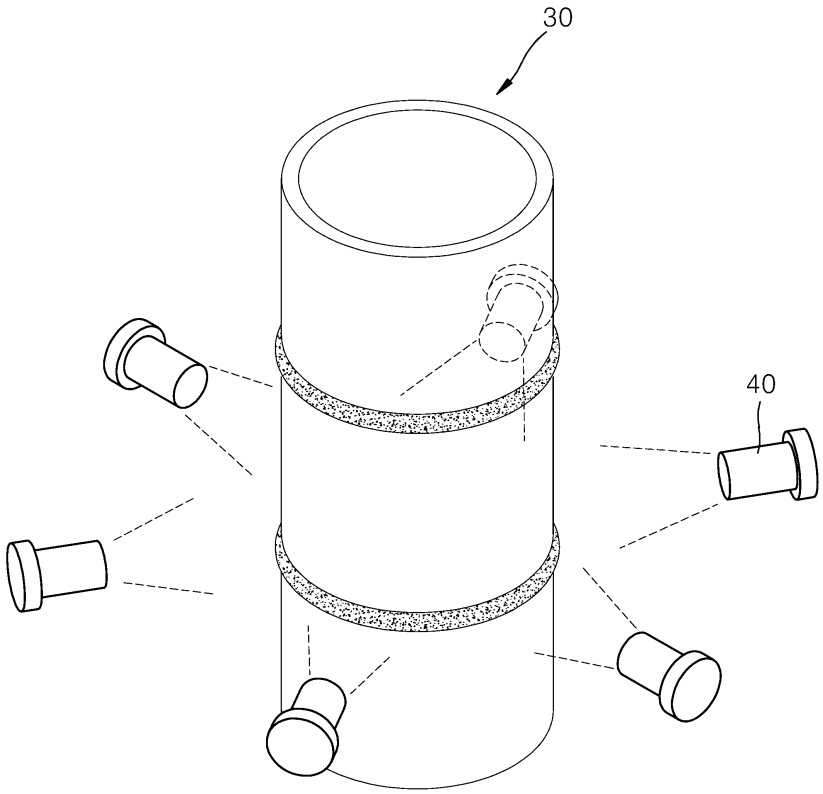
도면2


용접부가 형성된 강관실험체 제조
S11
강관실험체에 대한 열화상데이터 획득
S12
열화상데이터와 환경변수를 빅데이터화하여
강관용접부의 결함판단지표 생성
S13

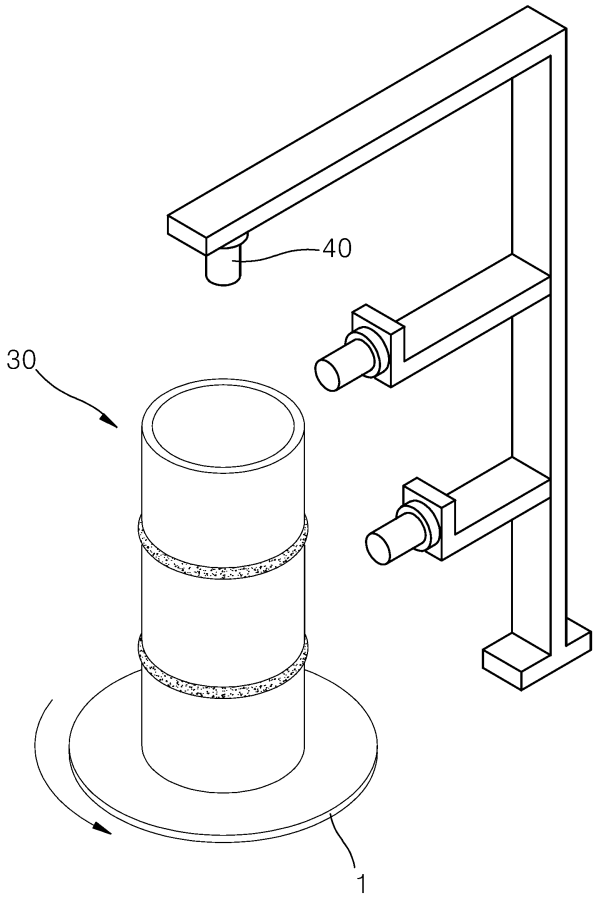
도면3


30
10
A
20
B

도면4



도면5



도면6

