



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월29일
(11) 등록번호 10-1740909
(24) 등록일자 2017년05월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/82 (2006.01) G01D 5/14 (2006.01)
G01M 99/00 (2011.01) G01N 29/06 (2006.01)
G01N 29/22 (2006.01) G01N 29/36 (2006.01)
G01N 29/44 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 27/82 (2013.01)
G01D 5/142 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0023918
(22) 출원일자 2016년02월29일
심사청구일자 2016년02월29일
- (56) 선행기술조사문헌
논문(2009)
논문(2014)
논문(2015)
KR1020070064730 A
- (73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
- (72) 발명자
이진이
광주광역시 서구 풍암신흥로 18, 103동 1202호(풍암동, 광명메이루즈)
김정민
광주광역시 동구 필문대로192번길 24, 2층(산수동)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 3 항

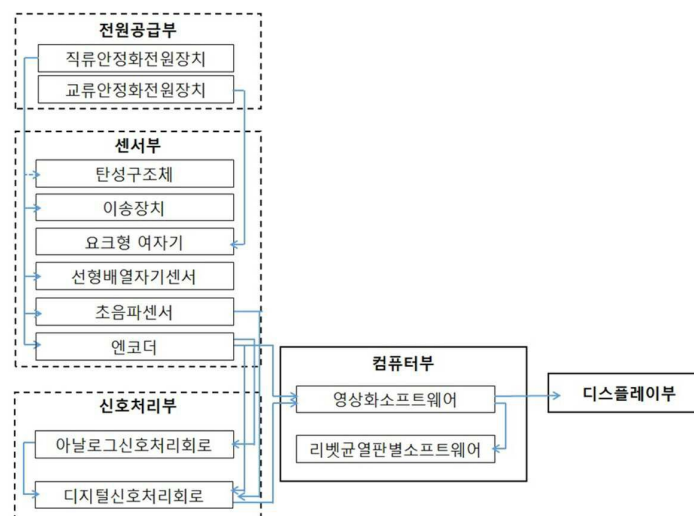
심사관 : 조상진

(54) 발명의 명칭 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치

(57) 요약

본 발명은 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 금속형 리벳이 체결된 항공기 구조물의 소정영역에 균일한 전자기장을 인가하고 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 센서부; 상기 센서부를 통해 측정된 전자기장 분포를 처리하기 위한 신호처리부; 상기 신호처리부를 통해 측정된 전자기장 분포가 반영된 디지털 신호를 입력받아 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡 분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치 추정 및 상기 리벳의 결함 여부를 검출하기 위한 컴퓨터부; 상기 컴퓨터부를 통해 추정된 상기 리벳의 중심위치와 검출된 상기 리벳의 결함을 나타내기 위한 디스플레이부; 및 상기 센서부에 전원을 공급하기 위한 전원공급부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01M 99/00 (2013.01)
 G01N 29/0645 (2013.01)
 G01N 29/069 (2013.01)
 G01N 29/225 (2013.01)
 G01N 29/36 (2013.01)
 G01N 29/4463 (2013.01)
 G01N 29/449 (2013.01)

김세진

인천광역시 서구 송학로 198, 101동 1204호(
 심곡동, 극동늘푸른아파트)

(72) 발명자

레민후이

경상남도 밀양시 삼랑진읍 송진석탑길 70-30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2015-0006
부처명	국방부
연구관리전문기관	공군군수사령부재무관
연구사업명	연구용역
연구과제명	항공기 흡입구 자동화 검사 로봇개발 사업
기 여 율	1/1
주관기관	(주)에이티씨
연구기간	2015.01.01 ~ 2015.12.20

명세서

청구범위

청구항 1

금속형 리벳이 체결된 항공기 구조물의 소정영역에 균일한 전자기장을 인가하고 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 센서부;

상기 센서부를 통해 측정된 전자기장 분포를 처리하기 위한 신호처리부;

상기 신호처리부를 통해 측정된 전자기장 분포가 반영된 디지털 신호를 입력받아 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡 분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치 추정 및 상기 리벳의 결함 여부를 검출하기 위한 컴퓨터부;

상기 컴퓨터부를 통해 추정된 상기 리벳의 중심위치와 검출된 상기 리벳의 결함을 나타내기 위한 디스플레이부; 및

상기 센서부에 전원을 공급하기 위한 전원공급부를 포함하되,

상기 센서부:는

상기 전자기장 인가를 위한 요크형 여자기;

상기 요크형 여자기의 극 간에 0.52mm 간격의 선형으로 64개 배열되어 상기 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 InSb 홀 센서;

상기 요크형 여자기 및 InSb 홀 센서를 상기 리벳으로 체결된 항공기 구조물과 균일한 높이를 유지하면서 6mm/s의 속도로 상기 항공기 구조물을 스캔하기 위한 이송장치;

상기 이송장치가 정해진 간격으로 이동시 신호를 발생하기 위한 엔코더;

상기 요크형 여자기, InSb 홀 센서, 이송장치 및 엔코더를 상기 항공기 구조물의 표면에 밀착시키기 위한 탄성구조체; 및

상기 요크형 여자기 및 InSb 홀 센서의 후방에 구비되며 상기 이송장치의 진행방향과 수직방향으로 왕복 이동되도록 하기 위한 초음파센서 이동장치가 구비되고 상기 컴퓨터부에 의해 추정된 상기 리벳의 중심위치로 이동되어 상기 리벳의 결함 여부를 검출하기 위한 멤브레인형 초음파센서로 이루어지는 것을 특징으로 하고,

상기 전원공급부는 상기 요크형 여자기에 교류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 교류안정화전원장치 및 상기 탄성구조체, 이송장치, InSb 홀 센서, 멤브레인형 초음파센서 및 엔코더에 직류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 직류안정화전원장치로 이루어지며,

상기 컴퓨터부는 상기 신호처리부를 통해 처리된 전자기장 분포신호를 영상화하여 상기 디스플레이부에 나타내기 위한 영상화소프트웨어가 구비되고,

상기 신호처리부는 상기 InSb 홀 센서에서 발생한 전기신호를 증폭, 필터링, 평활화 및 디지털신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 멤브레인형 초음파센서는 입력된 표면반사신호와 저면반사신호를 자동으로 구분하고 결함반사신호를 추출하여 상기 리벳의 결함유무를 검출하는 것을 특징으로 하는 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 컴퓨터부는 상기 엔코더에서 발생된 신호를 통해 상기 신호처리부를 동기화하여 상기 리벳에 기인한 전자 기장의 왜곡분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치에 관한 것으로, 장 기운영 항공기의 구조물 특히, 항공기의 기골과 스킨을 체결하기 위해 사용되는 리벳(rivet)의 중심위치를 자동으로 추정하고, 추정된 위치에 존재하는 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 항공기 기골에 알루미늄 합금 판재(스킨)를 덧씌우고, 고정시키기 위하여 다층구조물이 활용된다.

[0004] 다층구조물의 리벳체결부는 응력이 집중되는 부분이며 항공기의 이착륙과 같은 장기간에 걸친 반복적인 하중변 화와 함께 대기 중의 염분과 수분의 침투에 의하여 부식결함 및 피로균열의 기점이 된다.

[0005] 그러나, 다층구조물에 있어서 부식결함은 이면에 발생하기 용이하며, 피로 균열의 경우에는 육안으로 검출하기 곤란하다.

[0006] 따라서, 리벳체결부 주변에 발생한 이면부식 및 피로균열의 검출, 위치추정 및 정량평가를 위한 새로운 개념의 비파괴검사(NDT)법의 제안이 지속적으로 요구되어 왔다.

[0007] NDT는 검사 대상물을 손상시키지 않고, 손상을 검사할 수 있는 효율적인 방법이다.

- [0008] 다양한 비파괴검사법 중에서 와전류검사(ECT)는 항공우주분야의 기본 기술로 사용되어 왔으며, ECT는 피검사체에 침투한 와전류의 흐름을 사용하는 원리를 가진다.
- [0009] 즉, 은닉되거나 이면에 있는 손상 또는 결함은 센서를 통하여 와전류의 왜곡을 측정함으로써 검출할 수 있다.
- [0010] 한편, 코일을 이용하는 종래의 ECT 시스템은 높은 신뢰성과 양호한 검사 성능을 가지고 있다.
- [0011] 그러나, 다중구조물의 손상은 일반적으로 리벳체결부 주변에 위치하고 있기 때문에 리벳 체결부 주변을 분석할 때 매우 큰 어려움을 동반한다.
- [0012] 즉, 손상에 대응하는 신호를 측정할 때 ECT 시스템은 손상신호보다 훨씬 높은 리벳체결부의 신호를 측정하게 되며, 결과적으로 손상을 평가하는 것이 매우 곤란하다.
- [0013] 특히, 리벳 자체의 피로균열 및 부식결함은 리벳구멍과 리벳 체결부 주변의 손상 또는 결함 신호가 상대적으로 매우 크기 때문에 종래의 와전류에 의한 검사가 용이하지 않다.
- [0014] 따라서, 리벳에 초음파를 입사하여 리벳의 손상 또는 결함으로부터 반사되는 음향파를 해석하여 검사하는 방법이 활용되고 있다.
- [0015] 그러나, 수천 개에 달하는 리벳을 일일이 사람에 의하여 초음파 검사하는 것은 작업효율을 저하시키며, 리벳의 중심위치에 정확하게 초음파 센서를 위치시켰을 경우에만 바람직한 실험결과가 도출될 수 있기 때문에 작업자의 업무를 가중시키게 된다.
- [0016] 아울러, 페인트에 의하여 리벳의 머리부분이 은닉되어 있는 경우에는 리벳의 위치를 찾는 것도 어렵기 때문에 올바른 초음파 탐상 결과를 도출하기도 곤란하다.
- [0017] 따라서, 항공기 구조물의 리벳부에 존재하는 손상 또는 결함을 검출하기 위한 효율적인 장비 또는 알고리즘의 개발이 절실히 필요한 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위해 창안된 것으로 먼저, 항공기 구조물의 리벳 중심위치와 리벳의 결함을 비파괴검사를 통해 간단하고 용이하게 자동으로 검출함으로써, 결함검출에 있어서 작업자의 작업효율을 향상 및 검출결과에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 제공을 일 목적으로 한다.
- [0020] 아울러, 결함검출결과를 데이터베이스화할 수 있고, 데이터베이스화된 검출결과를 통해 리벳체결부의 결함발생 가능성 및 교체주기를 사전에 예측할 수 있는 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 제공을 다른 목적으로 한다.
- [0021] 한편, 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명은 상술한 목적들을 달성하기 위하여, 금속형 리벳이 체결된 항공기 구조물의 소정영역에 균일한 전자기장을 인가하고 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 센서부, 상기 센서부를 통해 측정된 전자기장 분포를 처리하기 위한 신호처리부, 상기 신호처리부를 통해 측정된 전자기장 분포가 반영된 디지털 신호를 입력받아 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡 분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치 추정 및 상기 리벳의 결함 여부를 검출하기 위한 컴퓨터부, 상기 컴퓨터부를 통해 추정된 상기 리벳의 중심위치와 검출된 상기 리벳의 결함을 나타내기 위한 디스플레이부 및 상기 센서부에 전원을 공급하기 위한 전원공급부를 포함할 수 있다.
- [0024] 바람직하게는 상기 전자기장 인가를 위한 요크형 여자기, 상기 요크형 여자기의 극 간에 선형으로 배열되어 상기 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 선형배열 자기센서, 상기 요크형 여자기 및 선형배열 자기센서를 상기 리벳으로 체결된 항공기 구조물과 균일한 높이를 유지하면서 일정속도로 상기 항공기 구조물을 스캔하기 위한 이송장치, 상기 이송장치가 정해진 간격으로 이동시 신호를 발생하기 위한 엔코더, 상

기 요크형 여자기, 선형배열 자기센서, 이송장치 및 엔코더를 상기 항공기 구조물의 표면에 밀착시키기 위한 탄성구조체 및 상기 컴퓨터부에 의해 추정된 상기 리벳의 중심위치로 이동되어 상기 리벳의 결함여부를 검출하기 위한 초음파센서로 이루어질 수 있다.

- [0025] 바람직하게는 상기 선형배열 자기센서는 홀센서를 이용할 수 있으며, 상기 홀센서는 0.52mm 간격의 선형으로 배열된 64개의 InSb 센서로 이루어질 수 있다.
- [0026] 바람직하게는 상기 초음파센서는 상기 요크형 여자기 및 선형배열 자기센서의 후방에 구비되며 상기 이송장치의 진행방향과 수직방향으로 왕복 이동되도록 하기 위한 초음파센서 이동장치가 구비되어 상기 컴퓨터부에 의해 추정된 상기 리벳의 중심위치로 이동될 수 있다.
- [0027] 바람직하게는 상기 초음파센서는 입력된 표면반사신호와 저면반사신호를 자동으로 구분하고 결함반사신호를 추출하여 상기 리벳의 결함유무를 검출할 수 있다.
- [0028] 바람직하게는 상기 초음파센서는 멤브레인형 초음파센서로 이루어질 수 있다.
- [0029] 바람직하게는 상기 신호처리부는 상기 선형배열 자기센서에서 발생한 전기신호를 증폭, 필터링, 평활화 및 디지털신호로 변환할 수 있다.
- [0030] 바람직하게는 상기 전원공급부는 상기 요크형 여자기에 교류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 교류안정화전원장치 및 상기 탄성구조체, 이송장치, 선형배열자기 센서, 초음파센서 및 엔코더에 직류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 직류안정화전원장치로 이루어질 수 있다.
- [0031] 바람직하게는 상기 컴퓨터부는 상기 신호처리부를 통해 처리된 전자기장 분포신호를 영상화하여 상기 디스플레이부에 나타내기 위한 영상화소프트웨어가 구비될 수 있다.
- [0032] 바람직하게는 상기 컴퓨터부는 상기 엔코더에서 발생된 신호를 통해 상기 신호처리부를 동기화하여 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치를 추정할 수 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과가 있다.
- [0035] 먼저, 항공기 구조물의 리벳 중심위치와 리벳의 결함을 비파괴검사를 통해 간단하고 용이하게 자동으로 검출함으로써, 결함검출에 있어서 작업자의 작업효율을 향상 및 검출결과에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0036] 아울러, 결함검출결과를 데이터베이스화할 수 있고, 데이터베이스화된 검출결과를 통해 리벳체결부의 결함발생 가능성 및 교체주기를 사전에 예측할 수 있는 우수한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 전체 구성을 도시한 블록다이어그램이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 전체 구성을 도시한 이미지다.
- 도 3은 리벳 및 리벳의 중심위치 추정을 위한 알고리즘, 도 4는 도 3에 의해 추정된 리벳의 전, 후방 결함검출을 위한 알고리즘이며, 도 5는 도 3에 의해 추정된 리벳의 좌, 우측 결함검출을 위한 알고리즘이다.
- 도 6 및 7은 선형배열 자기센서에 의해 측정된 전자기장 왜곡분포를 도시한 이미지다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치를 통해 검출된 리벳의 결함검출 이미지다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.
- [0040] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시 예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

- [0042] 이와 관련하여, 도 1은 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 전체 구성을 도시한 블록다이어그램, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치의 전체 구성을 도시한 이미지, 도 3은 리벳 및 리벳의 중심위치 추정을 위한 알고리즘, 도 4는 도 3에 의해 추정된 리벳의 전, 후방 결함검출을 위한 알고리즘이며, 도 5는 도 3에 의해 추정된 리벳의 좌, 우측 결함검출을 위한 알고리즘, 도 6 및 7은 선형배열 자기센서에 의해 측정된 전자기장 왜곡분포를 도시한 이미지이며, 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치를 통해 검출된 리벳의 결함검출 이미지다.
- [0043] 상기 도 1 내지 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치는 금속형 리벳이 체결된 항공기 구조물의 소정영역에 균일한 전자기장을 인가하고 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 센서부를 포함한다.
- [0044] 이때, 상기 항공기 구조물이라 함은 항공기의 기골에 알루미늄 합금 판재가 복수 개의 리벳으로 체결된 구조물을 의미하며, 상기 리벳의 체결부위는 항공기의 이착륙과 같은 장기간에 걸친 반복적인 하중변화와 함께 대기 중의 염분 또는 수분의 침투로 인하여 부식 또는 피로균열과 같은 결함의 기점이 된다.
- [0045] 한편, 상기 센서부는 하기와 같은 기술적 구성을 포함하며, 이와 관련하여 먼저, 상기 센서부는 상기 리벳이 체결된 항공기 구조물의 일정 영역에 균일한 전자기장을 인가하기 위한 요크형 여자기를 포함한다.
- [0046] 이때, 상기 요크형 여자기는 전원공급시, 상기 리벳주변에 와전류를 발생시키며, 이때 발생하는 와전류는 하기식에 의한 표피효과(전파효과라 하기도 하며, 전도성이 강한 물질에서 유도검층이 수행될 때 관찰되는 전도도의 감소 또는 전기 비저항의 증가현상을 의미함)에 의해 리벳주변의 표면으로부터 깊이방향으로 지수함수적으로 감소하면서 침투한다.
- [0048]
$$J_t = J_s e^{-t/\delta} (\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma})$$
- [0050] 이때, 상기 J_s 와 J_t 는 리벳주변의 표면 및 깊이 t 에서의 전류밀도를 의미하며, δ , f , μ 및 σ 는 각각 침투깊이, 주파수, 투자율 및 전도도를 의미한다.
- [0051] 한편, 상기 센서부는 상기 요크형 여자기의 극 간에 선형으로 배열되어 상기 리벳의 존재에 의해 발생된 전자기장의 왜곡을 측정하기 위한 선형배열 자기센서를 포함한다.
- [0052] 한편, 리벳 또는 리벳주변에 이면부식 또는 피로균열과 같은 결함이 존재하는 경우, 상기 와전류의 흐름은 상기 결함의 주변에서 왜곡되어 자계분포의 변화를 야기하며 상기 선형배열 자기센서는 상술한 자계분포를 측정하는 역할을 수행한다.
- [0053] 이때, 상기 선형배열 자기센서는 다양한 방식의 센서를 이용할 수 있음은 물론이나, 본 발명의 일 실시 예에 있어서는 홀센서를 이용할 수 있다.
- [0054] 다만, 본 발명의 바람직한 실시 예에 있어서는 0.52mm 간격의 선형으로 배열된 64개의 InSb 센서로 이루어진다.
- [0055] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 센서부는 상기 요크형 여자기 및 선형배열 자기센서를 상기 리벳으로 체결된 항공기 구조물과 균일한 높이를 유지하면서 일정속도로 상기항공기 구조물을 스캔하기 위한 이송장치를 포함한다.
- [0056] 이때, 상기 이송장치는 별도로 구비되며 플렉시블(flexible)한 가이드플레이트를 따라 이동하며 이때, 상기 이송장치는 상기 요크형 여자기 및 선형배열 자기센서가 항공기 구조물의 표면에서 0.5mm 높이가 유지되도록 한다.
- [0057] 한편, 상기 이송장치의 이동 또는 스캔 속도는 필요에 따라 다양하게 선택될 수 있으나, 본 발명의 일 실시 예에 있어서는 6mm/s의 속도로 특정된다.
- [0058] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 센서부는 상기 이송장치가 정해진 간격으로 이동시 신호를 발생하기 위한 엔코더 및 상기 요크형 여자기, 선형배열 자기센서, 이송장치 및 엔코더를 상기 항공기 구조물의 표면에 밀착시키기 위한 탄성구조체를 더 포함한다.
- [0059] 이때, 상기 탄성구조체는 상기 항공기 구조물 표면의 굴곡에 영향을 받지 않고 상기 요크형 여자기, 선형배열 자기센서, 이송장치 및 엔코더를 상기 항공기 구조물의 표면에 밀착시키기 위한 구성으로, 탄성에 의해 상기 항

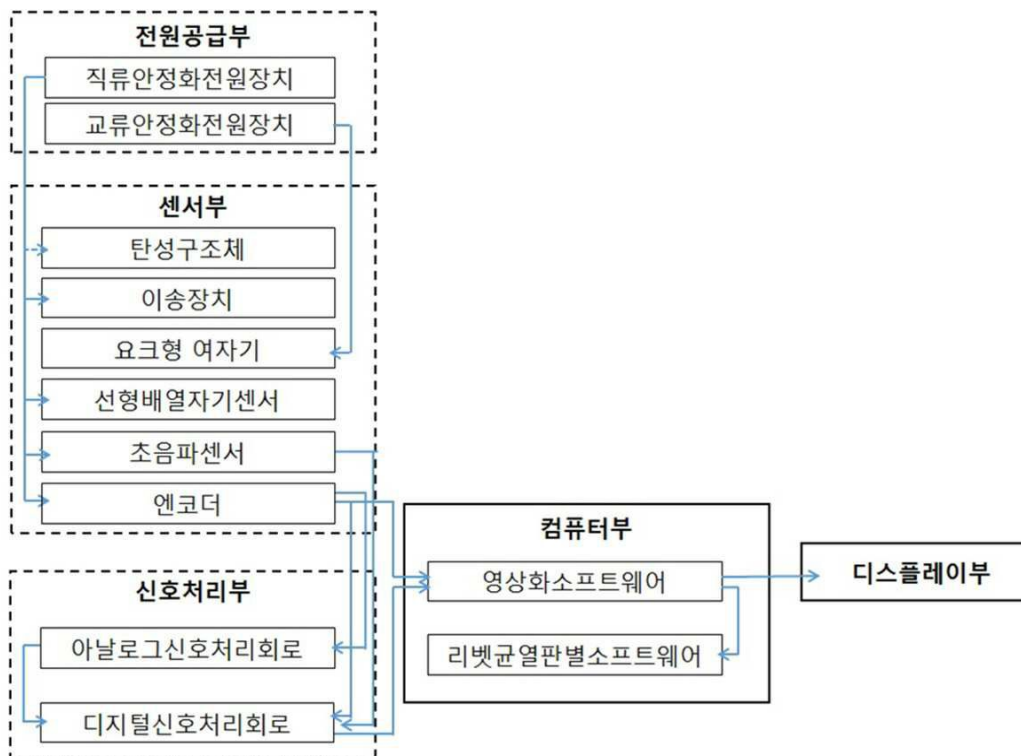
공기 구조물 표면의 굴곡에 따라 승,하강되며, 상술한 목적 달성을 위하여 다양한 탄성체로 이루어진 구조체를 이용할 수 있으므로 이에 대한 특별한 한정은 두지 아니한다.

- [0060] 한편, 상기 센서부는 후술할 컴퓨터부에 의해 추정된 상기 리벳의 중심위치로 이동되어 상기 리벳의 결함여부를 검출하기 위한 초음파센서를 포함한다.
- [0061] 이때, 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 초음파센서는 상기 요크형 여자기 및 선형배열 자기센서의 후방에 구비되며 상기 이송장치의 진행방향과 수직방향으로 왕복 이동되도록 하기 위한 초음파센서 이동장치가 구비되어 상기 컴퓨터부에 의해 추정된 상기 리벳의 중심위치로 이동된다.
- [0062] 아울러, 상기 초음파센서는 입력된 표면반사신호와 저면반사신호를 자동으로 구분하고 결함반사신호를 추출하여 상기 리벳의 결함유무를 검출한다.
- [0063] 한편, 상기 초음파센서는 다양한 초음파센서를 이용할 수 있음은 물론이나, 본 발명의 일 실시 예에 있어서는 멤브레인형 초음파센서로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0064] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치는 상술한 센서부를 통해 측정된 전자기장 분포를 처리하기 위한 신호처리부를 포함한다.
- [0065] 이때, 상기 신호처리부는 상기 선형배열 자기센서에서 발생한 전기신를 증폭, 필터링, 평활화 및 디지털신호로 변환하는 역할을 수행한다.
- [0066] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치는 상기 신호처리부를 통해 측정된 전자기장 분포가 반영된 디지털 신호를 입력받아 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡 분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치 추정 및 상기 리벳의 결함 여부를 검출하기 위한 컴퓨터부를 포함한다.
- [0067] 이때, 상기 컴퓨터부는 상기 엔코더에서 발생된 신호를 통해 상기 신호처리부를 동기화하여 상기 리벳에 기인한 전자기장의 왜곡분포를 해석하여 상기 리벳의 중심위치를 추정하는데, 이하에서는 상기 컴퓨터부의 리벳 중심위치 추정방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0068] 먼저, 상기 도 6 및 7을 참조하면, 상기 선형배열 자기센서에 의해 측정된 전자기장의 왜곡 분포에서 V_{RMS} 의 X축 그래프(도 7의 (a))를 보면 2개의 피크가 발생됨을 확인할 수 있는데 이때, 2개의 피크 최대값 중심점이 리벳의 X축 중심이 된다.
- [0069] 한편, 도 7의 (b)를 참고하면, X축 중심을 찾는 동일한 데이터를 이용하여 $|\Delta V_{RMS}|$ (V_{RMS} 의 절대값)의 분포에서 N개의 최대값(본 발명의 실시 예에 있어서 N=10)의 Y축 위치 좌표를 평균하면 상기 리벳의 Y축 중심이 된다.
- [0070] 상술한 바와 같은 방법으로 얻어진 리벳의 중심위치(X,Y축)정보를 상기 초음파센서 이동장치로 전송하면 상기 초음파센서가 상기 리벳의 중심위치를 통과할 수 있도록 상기 초음파센서 이동장치가 상기 초음파센서를 이동시킨다.
- [0071] 이때, 상기 초음파센서는 상술한 바와 같이 상기 리벳의 중심위치를 통과하면서 초음파를 조사하여 리벳의 결함 여부를 검출한다.
- [0072] 이와 관련하여 상기 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치는 도 8에 도시된 신호에서 리벳표면(surface)과 저면(bottom) 사이의 신호만을 추출하여 리벳의 결함 여부와 깊이를 측정할 수 있다.
- [0073] 즉, 표면 피크 이후, 첫 번째 피크가 일정 값 이상이면 초음파가 조사된 리벳에 결함이 존재함을 의미하며, 특히 첫 번째 피크와 두 번째 피크의 차이는 상기 리벳 결함의 표면으로 부터의 깊이를 의미한다.
- [0074] 결과적으로, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴검사장치는 상술한 바와 같이 리벳의 중심위치를 추정하고 추정된 위치로 초음파센서를 이동시켜 상기 리벳의 중심위치를 통과하면서 초음파를 조사하여 리벳의 결함 여부를 자동으로 검출할 수 있다.
- [0075] 한편, 상기 컴퓨터부는 상기 신호처리부를 통해 처리된 전자기장 분포신호를 영상화하여 후술할 디스플레이부에 나타내기 위한 영상화소프트웨어가 구비되며 이때, 상기 영상화소프트웨어는 다양한 소프트웨어를 이용할 수 있으므로 이에 대한 특별한 한정은 두지 아니한다.

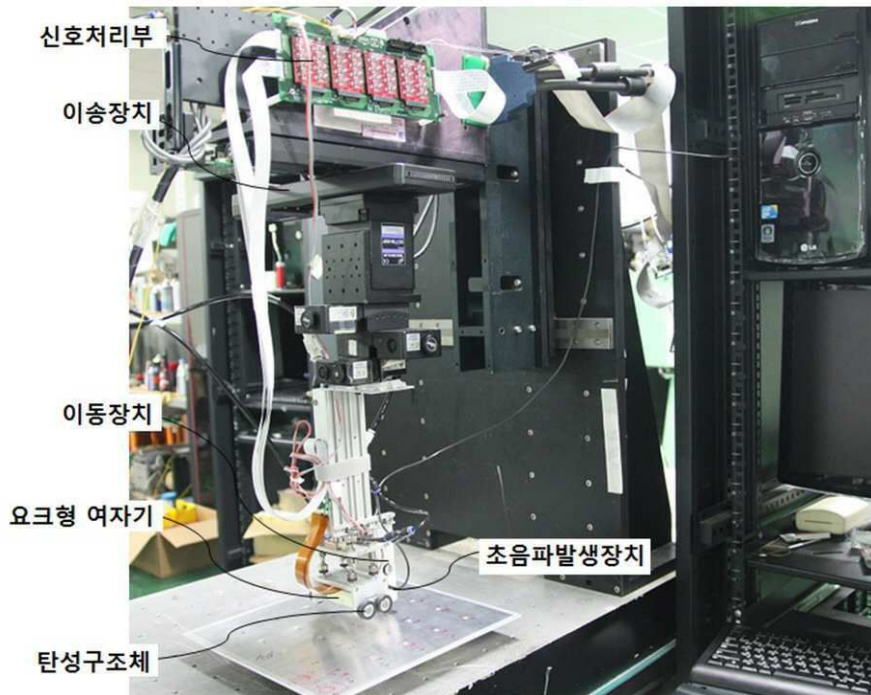
- [0076] 아울러, 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴 검사장치는 상기 컴퓨터부를 통해 추정된 상기 리벳의 중심위치와 검출된 상기 리벳의 결함을 나타내기 위한 디스플레이부 및 상기 센서부에 전원을 공급하기 위한 전원공급부를 포함한다.
- [0077] 이때, 상기 디스플레이부는 LED, LCD를 포함하는 다양한 모니터를 이용할 수 있으므로 이에 대한 특별한 한정은 두지 아니한다.
- [0078] 한편, 상기 전원공급부는 다양한 수단을 통해 이루어질 수 있음은 물론이나, 본 발명의 바람직한 실시 예에 있어서 상기 전원공급부는 상기 요크형 여자기에 교류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 교류안정화전원장치 및 상기 탄성구조체, 이송장치, 선형배열자기 센서, 초음파센서 및 엔코더에 직류 전원을 안정적으로 공급하기 위한 직류안정화전원장치로 이루어진다.
- [0080] 결과적으로 본 발명의 일 실시 예에 따른 항공기 리벳의 중심위치와 리벳의 결함을 자동으로 검출하기 위한 비파괴 검사장치는 상술한 기술적 구성들을 통해 먼저, 항공기 구조물의 리벳 중심위치와 리벳의 결함을 비파괴검사를 통해 간단하고 용이하게 자동으로 검출함으로써, 결함검출에 있어서 작업자의 작업효율을 향상 및 검출결과에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 아울러, 결함검출결과를 데이터베이스화할 수 있고, 데이터베이스화된 검출결과를 통해 리벳체결부의 결함발생 가능성 및 교체주기를 사전에 예측할 수 있는 우수한 효과가 있다.
- [0083] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능하단 할 것이다.

도면

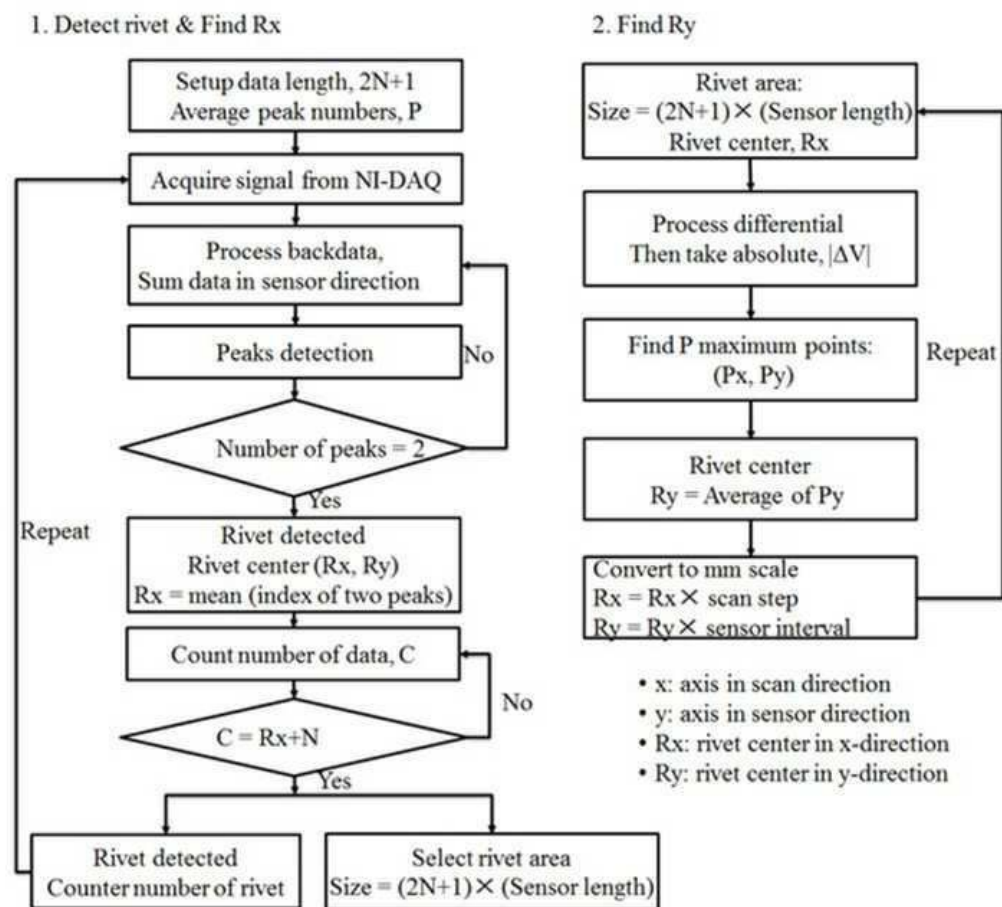
도면1



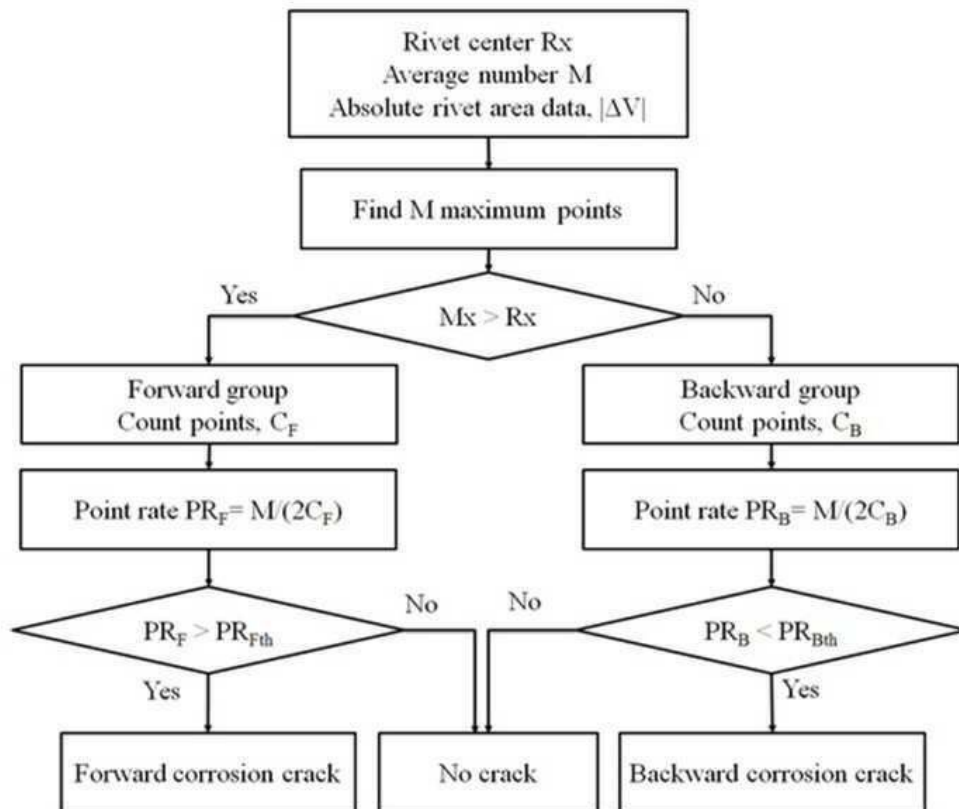
도면2



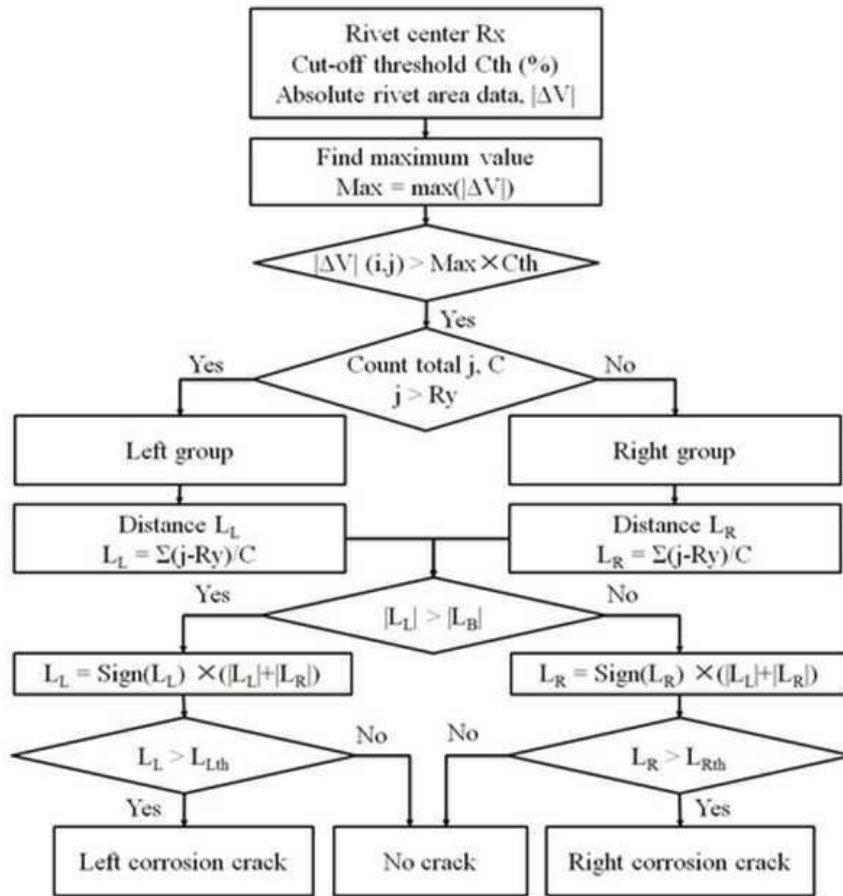
도면3



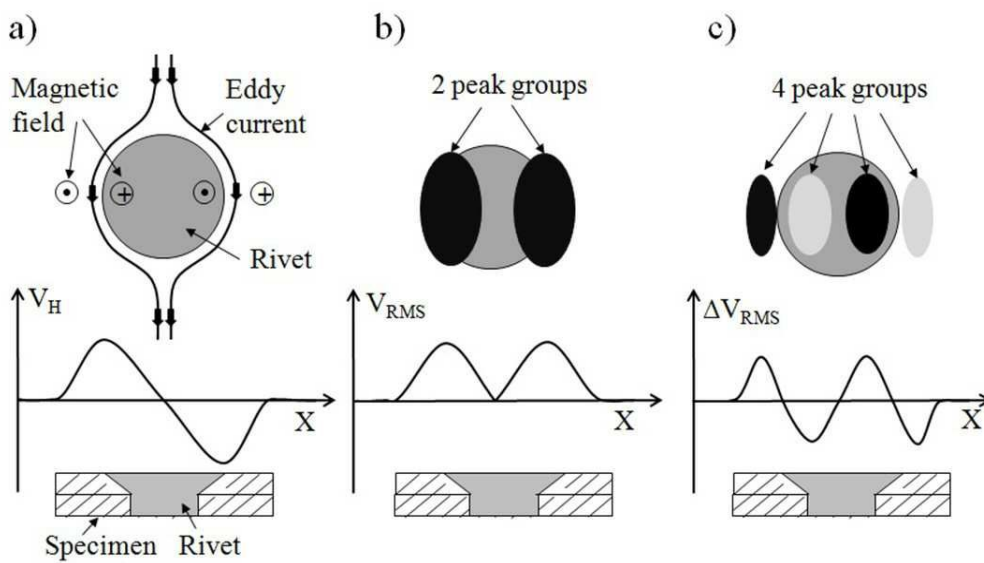
도면4



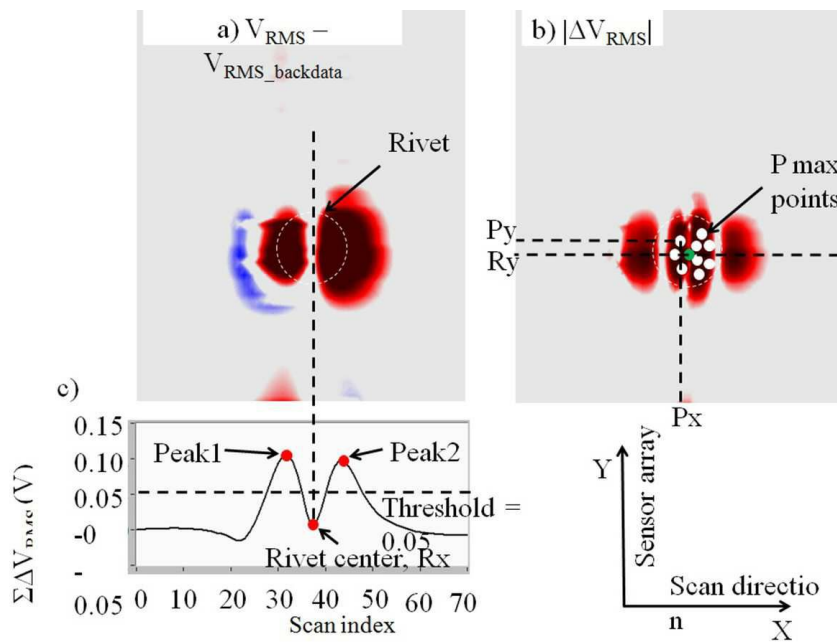
도면5



도면6



도면7



도면8

Crack detection

