(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월30일
(11) 등록번호 10-1607480
(24) 등록일자 2016년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/82 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0145148
(22) 출원일자 2013년11월27일
심사청구일자 2013년11월27일
(65) 공개번호 10-2015-0061262
(43) 공개일자 2015년06월04일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003057209 A*
KR1020080001578 A*
JP2010133797 A
논문201208
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이종재
서울 광진구 능동로 209, 충무관 710호 (군자동, 세종대학교)
박수영
대전 중구 수침로91번길 40, (태평동)
(74) 대리인
유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 조상진

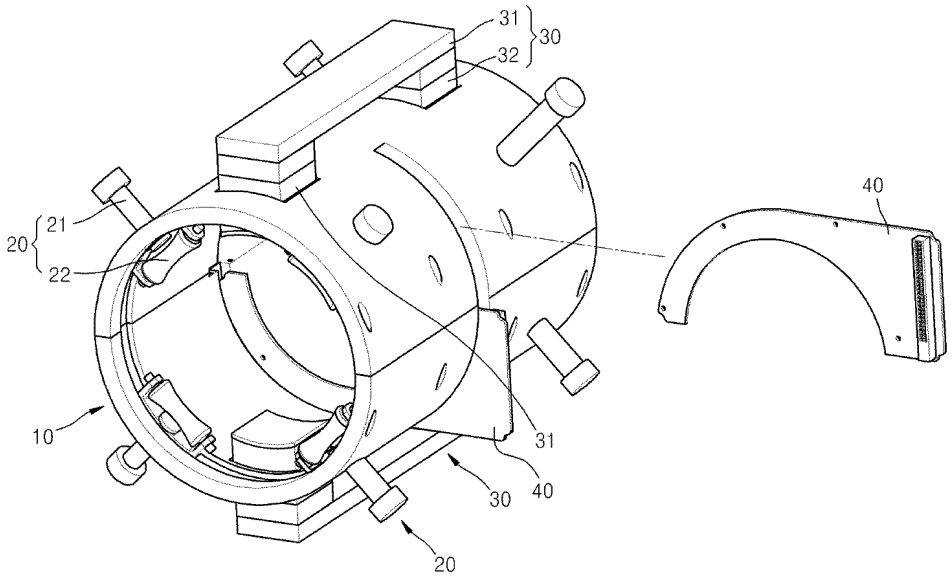
(54) 발명의 명칭 **교량의 케이블 손상 측정 장치**

(57) 요 약

본 발명은 교량의 케이블 손상 측정 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 케이블의 외경에 맞추어 센서 유닛을 교체할 수 있도록 함으로써 교량에 사용되는 케이블의 외경과 관계없이 범용으로 측정이 가능한 교량의 케이블 손상 측정 장치에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도



본 발명은, 교량의 케이블 손상을 측정하기 위한 장치에 있어서, 상기 케이블에 케이블을 감싼 상태로 결합할 수 있도록 개폐가 가능한 케이싱; 상기 케이블과 밀착할 수 있도록 상기 케이블에 근접하는 방향 또는 상기 케이블로 멀어지는 방향으로 이동가능하게 상기 케이싱에 결합하는 밀착수단; 상기 케이싱에 마련되어 상기 케이블을 일시적으로 자화하기 위한 것으로서 요크와 전자석 또는 영구자석으로 구성되는 자화수단; 상기 케이싱에 설치되어 케이블의 외경에 근접한 상태로 감쌀 수 있도록 케이블의 외경에 맞추어 교체가능하도록 구성되고 상기 자화수단에 의해 자화된 케이블의 홀 전압을 측정하는 홀 센서 유닛; 및, 상기 케이싱에 결합하며 상기 케이싱과 케이싱에 결합한 구성을 케이블을 따라 이동시키기 위한 등반수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 교량의 케이블 손상 측정 장치를 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	13CCTI-A055039-06-000000
부처명	국토해양부
연구관리전문기관	국토부-도로교통연구원
연구사업명	건설기술혁신사업
연구과제명	마그네틱 센서 및 영상기반의 케이블 손상탐지 기법 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국도로공사
연구기간	2009.10.16 ~ 2014.03.25

명 세 서

청구범위

청구항 1

직선 또는 곡선으로 마련된 케이블 손상을 측정하기 위한 장치에 있어서,

내부에 상기 케이블이 위치되는 원통 형태의 케이싱;

소정 간격 이격되어 방사상으로 상기 케이싱에 관통 형성되며, 상기 케이블에 밀착할 수 있도록 상기 케이블에 근접하는 방향 또는 상기 케이블에서 멀어지는 방향으로 이동가능하게 마련되는 밀착수단;

상기 케이싱에 마련되며 상기 케이블을 일시적으로 자화시키는 요크와 자석을 포함하는 자화수단;

상기 케이싱에 설치되되, 상기 케이블의 외경부와 인접하도록 상기 케이블의 외경부의 크기에 따라 교체 가능한 홀 센서 유닛; 및

상기 케이싱에 결합되어, 상기 케이싱을 상기 케이블을 따라 이동가능하게 하는 등반수단;을 포함하며,

상기 밀착 수단은, 상기 케이싱이 상기 케이블을 따라 이동될 때 상기 케이싱이 요동없이 이동가능하게 하는 롤러와, 상기 롤러의 양단부를 지지하는 장공이 마련되는 롤러 케이지와, 일단부는 상기 롤러 케이지와 결합되고 타단부는 상기 케이싱에 나사결합되어 상기 케이싱을 관통하는 회전봉과, 상기 회전봉과 상기 롤러 사이에 마련되어 상기 롤러를 상기 케이블 방향으로 탄성가압하는 코일 스프링을 포함하고,

상기 회전봉이 상기 케이싱에 대해 회전함에 따라 상기 롤러는 상기 케이블에 근접하는 방향 또는 상기 케이블에서 멀어지는 방향으로 직선 운동하여 상기 롤러가 상기 케이블의 외경부에 밀착한 상태를 유지하며,

상기 코일 스프링은 상기 장공의 길이 방향을 따라 상기 롤러가 움직일 수 있도록 상기 롤러를 가압하여 상기 케이블의 표면에 오염물이 있는 경우에 상기 롤러가 상기 케이블로부터 멀어지는 방향을 따라 선형으로 일시 이동 가능하게 하는 것을 특징으로 하는 케이블 손상 측정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 홀 센서 유닛에는 상기 케이블의 원주방향으로 배치되는 여러 개의 센서가 마련되는 것을 특징으로 하는 케이블 손상 측정 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 홀 센서 유닛은 상기 케이블과 접하는 내경부를 가지며,

다양한 크기의 내경부를 가지는 여러 개의 홀 센서 유닛이 구비되어 케이블의 외경에 가장 가까운 내경부를 가진 홀 센서 유닛을 사용할 수 있는 것을 특징으로 하는 케이블 손상 측정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 교량의 케이블 손상 측정 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 케이블의 외경에 맞추어 홀 센서 유닛을 교체할 수 있도록 함으로써 교량에 사용되는 케이블의 외경과 관계없이 범용으로 적용이 가능한 교량의 케이블 손상 측정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 서해대교와 같은 사장교나 영종대교나 이순신 대교와 같은 현수교 등 강케이블을 이용한 사회기반시설물의 건설이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 구조물에 있어 케이블 부재는 구조물의 하중 대부분을 지지하는 핵심적인 역할을 한다.

[0003] 그런데 강재로 이루어지는 케이블은 부식이 발생할 가능성을 배제할 수 없고, 여러 가닥의 얇은 케이블을 꼬아 굵어진 형태로 제작하는 케이블의 특성상 일부 가닥에 단선이 발생할 가능성도 있다. 이러한 부식과 단선은 케이블의 단면손실을 초래하게 되는데 케이블의 단면손실이 발생하는 경우 손실이 발생한 손상부의 주변에 응력집중을 야기하게 되어 위험 상황이 발생할 수 있게 되며, 최악의 경우에는 구조물 전체의 붕괴로까지 이어질 수 있다.

[0004] 이러한 위험을 미리 방지하기 위하여 케이블 단면의 손상을 찾아낼 수 있는 케이블 비파괴 검사법이 요구되고 있는데 여러 가닥의 와이어의 조합으로 이루어지는 케이블 부재의 구조적 특성과 사람이 접근하기 힘든 위치에 설치되어 있는 낮은 접근성으로 인해 적절한 검사법이 현재로서는 존재하지 않는 상황이다.

[0005] 강재의 케이블 또는 와이어의 손상을 측정하기 위한 비파괴 검사방법으로는 자속누설 센서를 이용하는 방법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 강제 시편이 자화되어 있을 때 강재는 자석과 같은 특성을 띄게 된다. 이러한 강재에 국부손상이 발생하면 손상된 부분은 강재 대신 공기가 그 틈을 채우게 되며 이 공기는 손상이 안 된 부분의 강재에 비하여 자기장 밀도가 낮기 때문에 손상부에는 자속누설이 발생하게 된다. 도 1은 이러한 자속 누설을 설명하기 위한 도면이다. 요크(1)와 한 쌍의 자석(2)으로 시편(3)에 자기장을 형성할 때 시편(3)에 손상(4)이 발생하는 경우에는 손상(4)된 부분으로 인한 자기 밀도의 차이에 의해 자기력선(5)이 손상(4)이 발생한 부분에서 변하게 되며 이러한 원리에 기초하여 센서를 이용 자속누설량을 계측함으로써 강재의 국부손상을 찾을 수 있게 된다.

[0006] 누설되는 자속의 세기는 홀 센서를 이용하여 계측할 수 있는데 도 2에 도시된 바와 같이 홀센서(6)가 자기장에 놓였을 때, 전류와 자기장의 방향에 수직하는 홀 전압이 발생하게 되는데 이를 홀효과라고 한다. 이를 이용하여 누설자속의 세기를 계측가능한 전압 값으로 변환하며 이렇게 변환된 전압 값은 DAQ(Data Acquisition) 장비를 통해 계측할 수 있다.

[0007] 자기장에 놓인 시편의 자속은 도 3과 같은 자기이력곡선을 따르게 되는데 자속누설 검사에서 일관된 실험결과를 얻기 위해 반드시 도 3에 도시된 바와 같은 포화자화 상태(Saturation Magnetization)에서 검사수행이 필수적이다. 따라서 자화를 위해 시편을 충분히 포화자화시킬 수 있을 정도의 자기장 강도를 가지는 영구자석 또는 전자석의 이용이 꼭 필요하다.

[0008] 전술한 자속누설 센서를 이용한 강재의 손상 측정방법을 활용하기 위해서는 사람이 접근하기 힘든 위치에 있는 케이블의 손상을 측정할 수 있을 것이 요구된다. 또한 현수교나 사장교와 같은 케이블 교량에 사용되는 케이블은 케이블이 지탱하는 하중의 크기에 따라 다양한 굵기로 제작되어 사용되므로 이러한 다양한 굵기의 케이블에의 적용성이 클 것이 요구되는데 현재까지는 이러한 조건을 모두 만족시키는 케이블 검사수단이 제시되지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 배경기술의 문제점을 해결하기 위하여 도출된 것으로서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 다양한 직경의 케이블에 유연하게 대응하여 케이블의 손상을 측정할 수 있는 교량의 케이블 손상 측정장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 전술한 과제의 해결 수단으로서 본 발명은,

[0011] 케이블 손상을 측정하기 위한 장치에 있어서,

[0012] 상기 케이블에 케이블을 감싼 상태로 결합할 수 있도록 개폐가 가능한 케이싱;

[0013] 상기 케이블과 밀착할 수 있도록 상기 케이블에 근접하는 방향 또는 상기 케이블로 멀어지는 방향으로 이동가능하게 상기 케이싱에 결합하는 밀착수단;

[0014] 상기 케이싱에 마련되어 상기 케이블을 일시적으로 자화하기 위한 것으로서 요크와 자석으로 구성되는 자화수단;

[0015] 상기 케이싱에 설치되어 케이블의 외경에 근접한 상태로 감쌀 수 있도록 케이블의 외경에 맞추어 교체가능하도록 구성되고 상기 자화수단에 의해 자화된 케이블의 자속누설량을 구하기 위하여 홀 전압을 측정하는 홀 센서 유닛; 및,

[0016] 상기 케이싱에 결합하며 상기 케이싱과 케이싱에 결합한 구성을 케이블을 따라 이동시키기 위한 등반수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 케이블 손상 측정 장치를 제공한다.

[0017] 상기 밀착수단은,

[0018] 상기 케이블의 외경부에 밀착한 상태로 상기 등반수단에 의해 상기 케이싱이 이동할 때 회전가능한 롤러와,

[0019] 일단부는 상기 케이블에 근접하는 방향 및 멀어지는 방향으로 이동가능하게 상기 케이싱에 결합하고 타단부는 상기 롤러와 결합하는 이동부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0020] 상기 이동부는, 일단부가 상기 롤러와 상대회전이 가능하도록 결합하고 타단부는 상기 케이싱에 나사결합되어 회전에 의해 롤러와 케이블 사이의 거리를 조절할 수 있는 회전봉인 것이 바람직하다.

[0021] 상기 홀 센서 유닛에는 상기 케이블의 원주방향으로 배치되는 여러 개의 센서가 마련되는 것이 바람직하다.

[0022] 상기 밀착수단은 상기 회전봉과 상기 롤러 사이에 마련되어 상기 롤러를 상기 케이블 방향으로 탄성가압하는 탄성가압수단을 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0023] 상기 탄성가압수단으로 스프링을 사용할 수 있다.

[0024] 상기 홀 센서 유닛은 상기 케이블과 접하는 내경부를 가지며,

[0025] 다양한 크기의 내경부를 가지는 여러 개의 홀 센서 유닛이 구비되어 케이블의 외경에 가장 가까운 내경부를 가진 홀 센서 유닛을 사용할 수 있는 것이 좋다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 의하면 교량에 사용되는 케이블의 다양한 직경에 적합한 여러 개의 홀 센서 유닛을 구비하고 케이블의 직경에 따라 홀 센서 유닛을 교체하여 사용할 수 있도록 함으로써 케이블의 직경과 관계없이 항시 사용가능한 교량의 케이블 손상 측정장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 자속누설에 의해 금속의 손상을 측정하기 위한 원리를 설명하기 위한 도면.

도 2는 홀센서의 원리를 설명하기 위한 도면.

도 3은 자기장의 크기와 자화레벨의 정도를 설명하기 위한 그래프.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 교량의 케이블 손상 측정 장치의 사시도.

도 5는 도 3에 도시된 홀 센서 유닛을 설명하기 위한 도면.

도 6 및 도 7은 4에 도시된 밀착수단을 설명하기 위한 도면.

도 8 및 도 9는 교량에 사용되는 케이블의 단면도.

도 10은 등반수단과 케이싱이 결합된 상태를 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서는 도면을 참조하면서 본 발명의 하나의 바람직한 실시예에 대하여 설명함으로써 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 제공하기로 한다.

[0029] 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 교량의 케이블 손상 측정 장치의 사시도, 도 5는 도 3에 도시된 홀 센서 유닛을 설명하기 위한 도면, 도 6 및 도 7은 4에 도시된 밀착수단을 설명하기 위한 도면, 도 8 및 도 9는 교량에 사용되는 케이블의 단면도, 도 10은 등반수단과 케이싱이 결합된 상태를 설명하기 위한 도면이다.

[0030] 본 발명에 따른 교량의 케이블 손상 측정 장치는 현수교나 사장교와 같이 강재의 케이블을 채용한 교량의 케이블에 발생할 수 있는 부식이나 단선 등의 손상을 측정하기 위한 장치이다.

[0031] 상기 케이블은 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이 여러 개의 와이어(또는 강연선)의 조합으로 이루어지며 표피부는 HDPE재질로 이루어지는 경우가 많다.

[0032] 본 실시예에 따른 교량 케이블의 손상 측정장치는 케이싱(10), 밀착수단(20), 자화수단(30), 홀 센서 유닛(40) 및 등반수단(50)으로 구성된다.

[0033] 상기 케이싱(10)은 상기 케이블을 감싼 상태로 케이블에 결합하는 구성이며, 이를 위하여 개폐가 가능하게 마련된다. 본 실시예에서는 두 개의 절편으로 구성되어 힌지(미도시)에 의해 두 개의 절편이 결합되어 있으며, 상기 케이블을 감싼 상태로 결합하거나 그 결합이 해제되도록 구성되어 결합이 해제된 상태에서 케이블을 감싸도록 한 후 결합하여 케이블을 따라 움직일 수 있도록 한다.

[0034] 상기 밀착수단(20)은 상기 케이싱(10)이 케이블을 따라 움직일 때 케이블에 밀착한 상태를 유지할 수 있도록 해주는 구성으로서 케이블에 근접하는 방향 또는 케이블로부터 멀어지는(이격되는) 방향으로 이동가능하게 구성된다.

[0035] 본 실시예에서 상기 밀착수단(20)은 이동부와 롤러(22) 및 탄성가압수단을 포함하여 이루어지는데 본 실시예에서는 이동부인 회전봉(21), 롤러(22), 롤러 케이지(23) 및 탄성가압수단인 스프링(25)으로 구성된다. 상기 스프링(25)으로 본 실시예에서는 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같은 코일 스프링을 사용하였는데 코일 스프링 대신에 판 스프링 등 다른 형태의 스프링이 사용될 수도 있다.

[0036] 상기 회전봉(21)의 일단부는 롤러(22)와 상대 회전이 가능하게 결합하고 타단부는 상기 케이싱(10)에 나사결합하며, 회전에 의하여 상기 롤러(22)를 케이블에 근접하는 방향 또는 이격되는 방향으로 이동시킨다.

[0037] 상기 롤러(22)는 케이블의 외경부에 밀착한 상태로 상기 등반수단(50)에 의해 케이싱(10) 등이 이동할 때 요동없이 이동하게 한다. 상기 롤러(22)는 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이 롤러 케이지(23)에 의해 상기 회전봉(21)에 회전가능하게 결합한 상태를 유지하게 된다.

[0038] 상기 스프링(25)은 상기 회전봉(21)과 상기 롤러(22) 사이에 설치되어 롤러(22)를 케이블 방향으로 탄성가압한다.

[0039] 케이블에는 일반적으로 HDPE소재의 피복부가 형성되어 있는데 일반적으로는 표면이 매끄럽지만 표면에 오염물질이 붙어 있을 수도 있다. 이런 경우를 대비하여 스프링(25)을 마련하여 스프링(25)의 탄성변형에 의해 롤러(22)가 어느 정도는 움직일 수 있게 한다. 상기 롤러 케이지(23)에는 장공(26)이 마련되어 있어서 케이블의 표면에 오염물이 있는 경우에 롤러(22)가 케이블로부터 멀어지는 방향으로 일시 이동할 수 있도록 한다.

[0040] 상기 자화수단(30)은 상기 케이블을 일시적으로 자화하기 위한 구성으로서, 케이싱(10)에 결합하는 자석(32)과 요크(32)로 구성되며 본 실시예에서는 도 4에 도시된 바와 같이 각각 한 쌍의 자석(32)과 요크(31)를 포함하여 이루어진다.

[0041] 상기 자석(32)으로는 영구자석과 전자석 중 어느 하나를 선택하여 사용하거나 그 조합을 사용할 수 있는데, 전술한 바와 같이 자속누설 검사에서 일관된 실험결과를 얻기 위해 반드시 도 3에 도시된 바와 같은 포화자화 상태(Saturation Magnetization)에서 검사수행이 필수적이므로, 케이블을 포화자화 상태로 자화시킬 수 있을 정도의 자기장 강도를 가지는 영구자석 또는 전자석을 사용한다.

[0042] 자석(32)과 요크(31)에 형성되는 자기장에 의해 케이블이 일시적으로 자화되는 원리에 대해서는 공지되어 있으므로 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0043] 상기 홀 센서 유닛(40)은 자속누설량을 계측하기 위하여 홀 전압을 측정하여 케이블의 손상을 측정하기 위한 수단으로서 상기 케이싱(10)에 설치되는데 본 발명에서는 슬라이딩 방식으로 케이싱(10)에 설치되기도 하고 케이싱(10)으로부터 분리되기도 한다.

[0044] 상기 홀 센서 유닛(40)의 측정 민감도는 케이블과의 근접성에 비례하므로 홀 센서 유닛(40)은 케이블의 외경에 맞닿는 것이 가장 바람직하다. 상기 홀 센서 유닛(40)은 케이블과 접하는 부분인 내경부를 가지는데, 다양한 크기의 내경부를 가지는 홀 센서 유닛(40)을 제작하여 구비함으로써 손상을 측정하고자 하는 케이블의 외경과 가장 유사한 내경을 가지는 홀 센서 유닛(40)을 사용하여 케이블의 손상을 측정하도록 한다.

[0045] 상기 홀 센서 유닛(40)은 상기 케이블의 원주방향으로 배치되는데, 본 실시예에서는 도 5에 도시된 바와 같이 케이블의 중심으로부터 일정각도(Θ)씩 이격된 여러 개의 센서(41)를 포함하며, 센서(41)로부터 홀 전압을 측정하기 위한 DAQ장비와 측정된 데이터를 저장 또는 전송하기 위한 구성을 포함하며 이는 따로 도시하지 않았다.

[0046] 상기 등반수단(50)은 도 10에 도시된 바와 같이 케이싱(10)과 케이싱(10)에 설치되는 밀착수단(20), 자화수단(30), 홀 센서 유닛(40) 등(이하 "케이싱 등")을 이동시키기 위한 수단으로서 케이블(C)에 밀착된 상태로 케이싱(10) 등을 이동시킬 수 있으면 모터나 휠 등 어떤 구성이라도 무방하며, 도 10에는 도시 상의 편의를 위하여 박스형태로 도시되어 있다.

[0047] 이상에서는 전술한 구성에 의해 케이블의 손상을 측정하는 방법에 대하여 설명함으로써 각각의 구성의 기능, 작용 및 효과의 설명에 갈음하기로 한다.

[0048] 우선 케이블의 외경에 가장 유사한 내경을 가진 홀 센서 유닛(40)을 케이싱(10)에 설치한 후 케이싱(10)과 홀 센서 유닛(40)이 케이블을 감쌀 수 있도록 설치한다. 이때 회전봉(21)을 적절히 회전시켜 롤러(22)가 케이블과 접한 상태를 유지할 수 있도록 한다.

[0049] 케이싱(10)의 설치가 완료되면 등반수단(50)에 의해 케이싱 등을 케이블을 따라 이동시키면서 홀 센서 유닛(40)에 설치된 센서(41)에서 홀 전압을 측정하게 되며 측정된 데이터는 별도로 저장되거나 송/수신 수단에 의해 지상으로 전송되며 전송된 데이터를 분석하여 케이블의 내부에 있는 와이어에 손상 또는 손실이 있는지 측정하게 된다.

[0050] 등반수단(50)에 의해 케이블의 가장 아래쪽에서 가장 위쪽까지 이동하면서 측정이 완료되면 등반수단(50)에 의해 케이싱 등이 하강한 후 다른 케이블에 옮겨 설치하여 케이블을 구성하는 와이어의 단면 손실을 측정하게 된다.

[0051] 이상에서 본 발명의 바람직한 하나의 실시예에 대하여 설명함으로써 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을

제공하였으나 본 발명의 기술적 사상에 어긋나지 않는 범위 안에서 다양한 형태의 케이블의 단면 손상 측정장치로 구체화될 수 있다.

부호의 설명

[0052] 10 : 케이싱

20 : 밀착수단

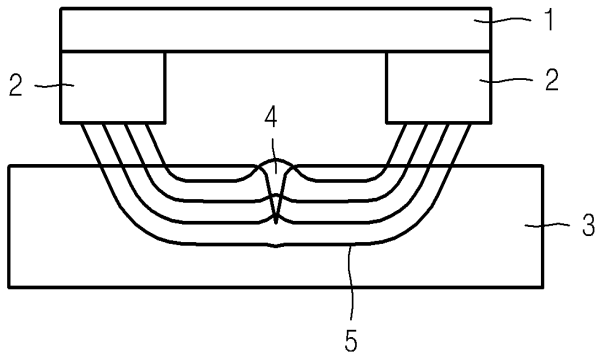
30 : 자화수단

40 : 홀 센서 유닛

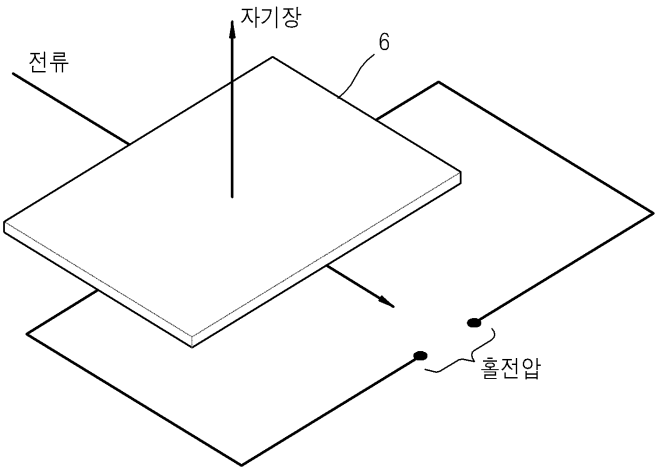
50 : 등반수단

도면

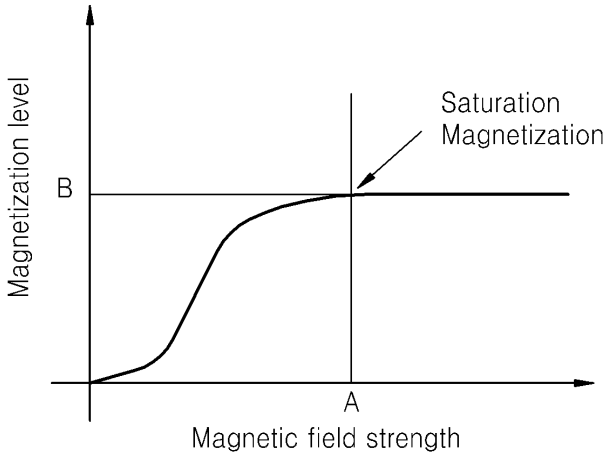
도면1



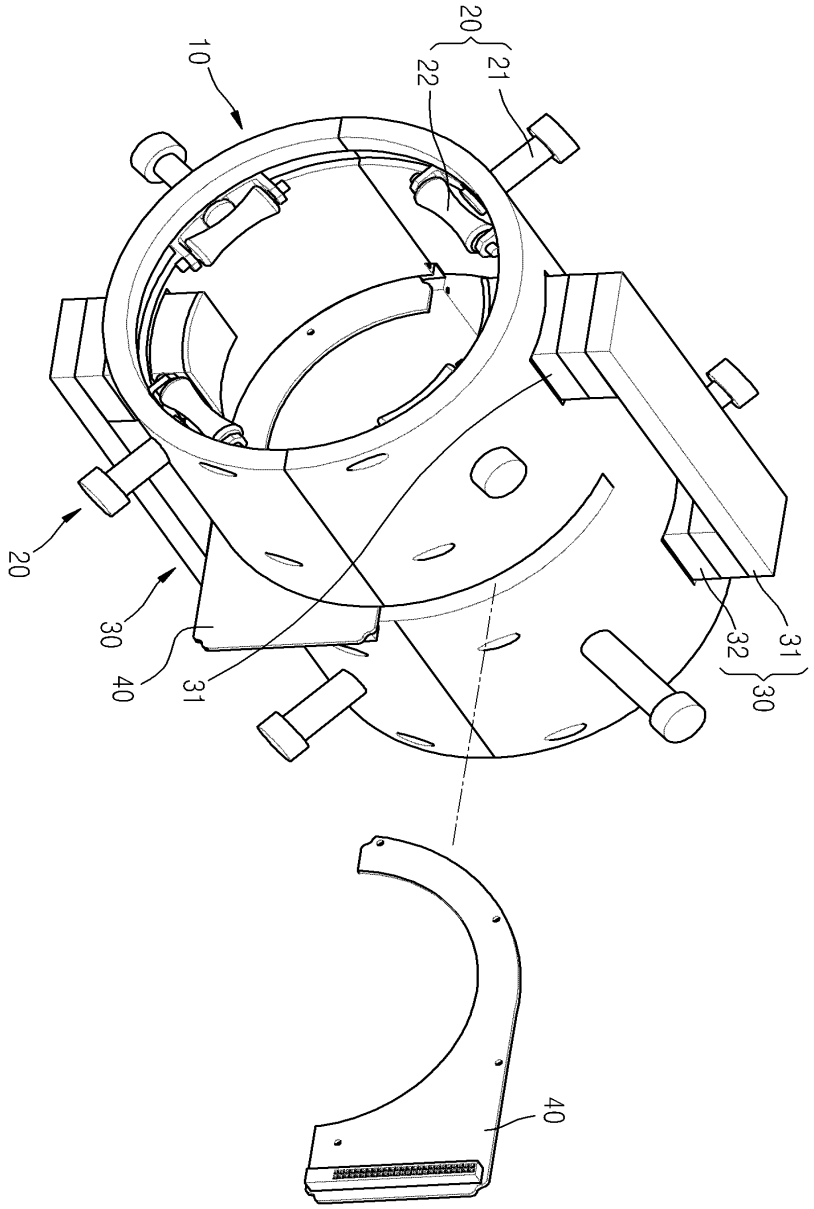
도면2



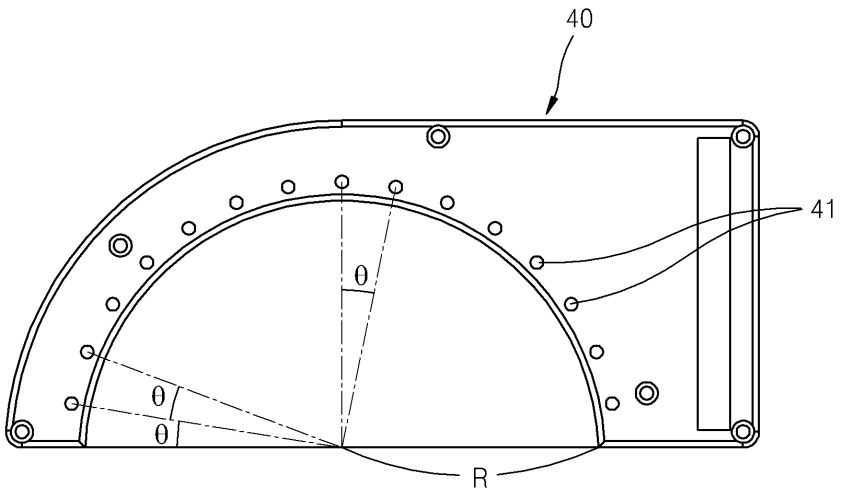
도면3


Saturation
Magnetization
Magnetization level
B
A
Magnetic field strength

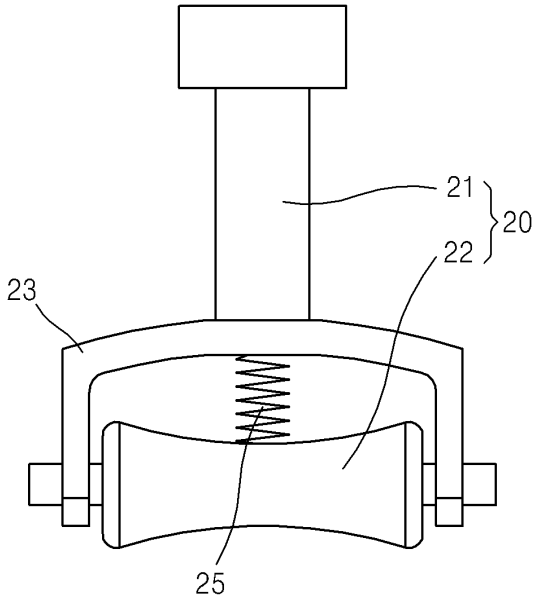
도면4



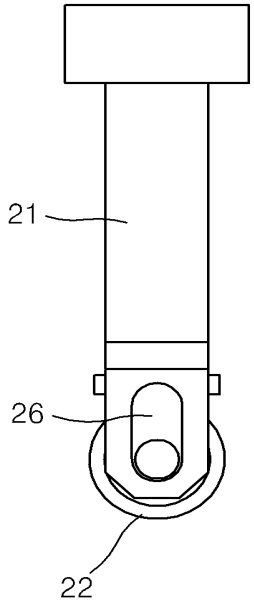
도면5



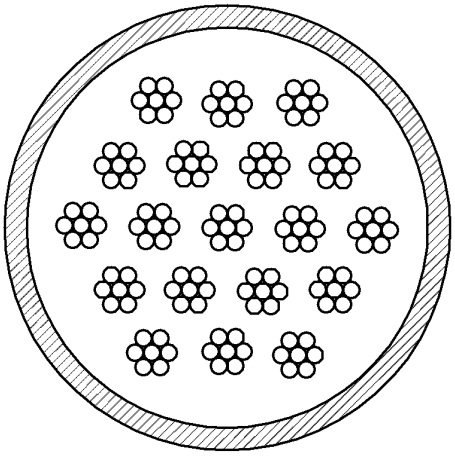
도면6



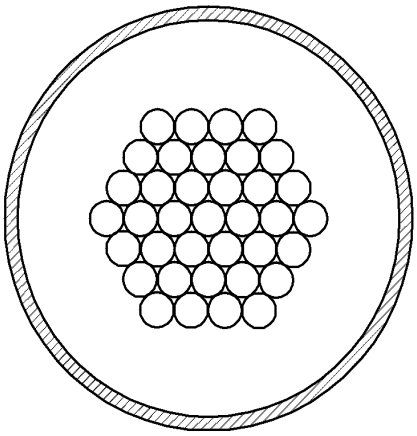
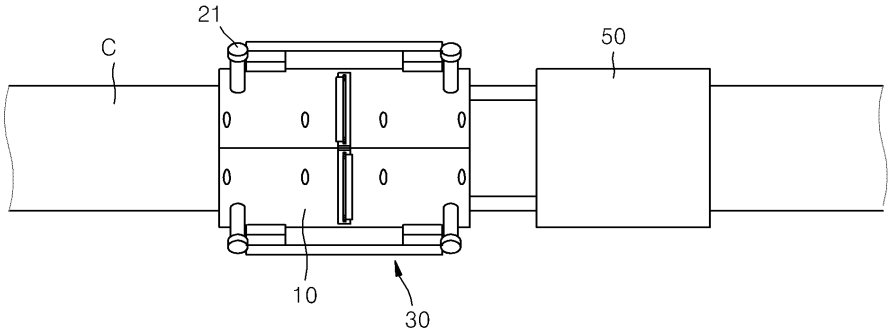
도면7



도면8



도면9



도면10