



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월11일  
(11) 등록번호 10-2177113  
(24) 등록일자 2020년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01L 5/24 (2006.01) F16B 37/14 (2006.01)  
G01L 1/24 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01L 5/24 (2013.01)  
F16B 37/14 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0132060  
(22) 출원일자 2018년10월31일  
심사청구일자 2019년05월31일  
(65) 공개번호 10-2020-0049141  
(43) 공개일자 2020년05월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020170047181 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
한국철도기술연구원  
경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)  
(72) 발명자  
김순희  
경상남도 김해시 삼안로255번길 40-14, 301호(삼방동, 건일빌라)  
주철민  
경기도 고양시 일산서구 강선로 96, 508동 602호(주엽동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

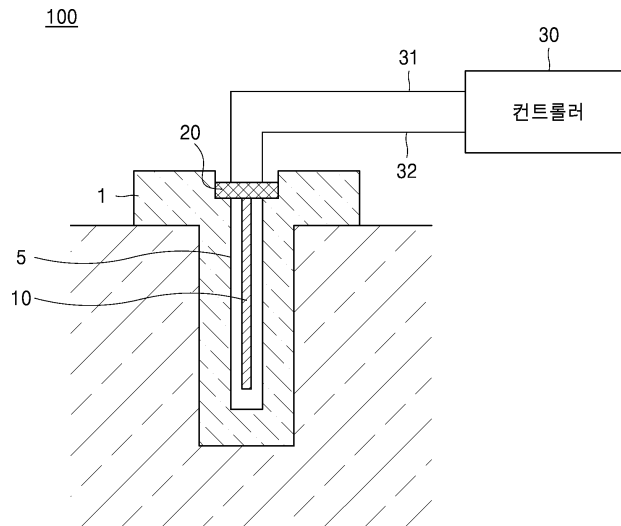
심사관 : 김병수

(54) 발명의 명칭 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법을 개시한다. 본 발명은 길이방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀을 구비하는 볼트의 축력 측정 장치에 있어서, 상기 축홀에 삽입되어 상기 축홀의 내측면에 광을 조사하고, 상기 내측면에서 반사되는 광을 전달받는 화이버 유닛과, 상기 축홀을 커버하도록 배치되고, 상기 화이버 유닛을 지지하는 커버, 및 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 패턴을 분석하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 볼트가 체결되기 전에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제1 패턴과, 상기 볼트가 체결된 이후에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제2 패턴을 분석하여, 상기 볼트의 축력을 측정한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G01L 1/24** (2013.01)

(72) 발명자

**이찬우**

서울특별시 서대문구 신촌로3나길 8-9, 102호(창천동, 연세하이빌)

**강동훈**

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 211동 303호(잠실동, 리센츠)

(56) 선행기술조사문헌

US20170167857 A1\*

US7634948 B2

JP2004212210 A

CN105865674 B

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

길이방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀을 구비하는 볼트의 축력 측정 장치에 있어서,

상기 축홀에 삽입되어 상기 축홀의 내측면에 광을 조사하고, 상기 내측면에서 반사되는 광을 전달받는 화이버 유닛;

상기 축홀을 커버하도록 배치되고, 상기 화이버 유닛을 지지하는 커버; 및

상기 볼트와 이격하여 배치되고, 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 패턴을 분석하는 컨트롤러;를 포함하고,

상기 컨트롤러는,

상기 볼트가 외부 구조물에 체결되기 전에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제1 패턴을 측정하고, 상기 제1 패턴을 레퍼런스 데이터로 저장하며, 상기 볼트가 상기 외부 구조물에 체결된 이후에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제2 패턴을 상기 제1 패턴과 비교하여, 상기 볼트의 내측면의 변위를 측정함으로써 상기 볼트의 축력을 측정하고,

상기 화이버 유닛은

상기 축홀의 길이 방향으로 연장되는 광 화이버;

상기 광 화이버를 감싸는 가이드; 및

상기 가이드의 단부에 배치되어, 상기 광 화이버에서 조사된 광을 반사하여 상기 축홀의 내측면으로 안내하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사된 광을 반사하여 상기 광 화이버로 안내하는 렌즈;를 구비하는, 볼트의 축력 측정 장치.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 화이버 유닛은

상기 축홀의 내측면에 접촉하지 않는, 볼트의 축력 측정 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 커버는

상기 축홀의 내부공간을 진공으로 유지하는, 볼트의 축력 측정 장치.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는

상기 축홀의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로, 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교하는, 볼트의 축력 측정 장치.

#### 청구항 6

볼트의 길이 방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀에 화이버 유닛을 삽입하는 단계;

상기 화이버 유닛에서 광을 조사하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사되는 광의 전달받아 제1 패턴을 측정하는 단계;

컨트롤러가 상기 제1 패턴을 레퍼런스 데이터로 저장하는 단계;

상기 볼트를 외부 구조물에 체결하는 단계;

상기 볼트의 상기 축홀에 화이버 유닛을 다시 삽입하는 단계;

상기 화이버 유닛에서 광을 조사하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사되는 광의 전달받아 제2 패턴을 측정하는 단계; 및

상기 컨트롤러가 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교하여, 상기 볼트의 내측면의 변위를 측정함으로써 상기 볼트의 축력을 측정하는 단계;를 포함하고,

상기 화이버 유닛은

상기 축홀의 길이 방향으로 연장되는 광 화이버;

상기 광 화이버를 감싸는 가이드; 및

상기 가이드의 단부에 배치되어, 상기 광 화이버에서 조사된 광을 반사하여 상기 축홀의 내측면으로 안내하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사된 광을 반사하여 상기 광 화이버로 안내하는 렌즈;를 구비하고,

상기 컨트롤러는 상기 볼트와 이격하여 배치되는, 볼트의 축력 측정 방법.

#### 청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 축홀에 상기 화이버 유닛을 삽입시에, 상기 화이버 유닛은 상기 축홀의 내측면에 접촉되지 않는, 볼트의 축력 측정 방법.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 볼트의 축력을 측정하는 단계는

상기 축홀의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로, 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교하는, 볼트의 축력 측정 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 통상적으로, 구조물의 변위 및 변형률 계측은 구조물의 표면에 기계적으로 변위계와 변형률계를 설치하고, 계측 기로부터 수신되는 전기적인 신호를 변환하여 변위 및 변형률 값을 계산하는 과정으로 이루어진다.

[0003] 대형 구조물의 경우에는 다양한 계측 기구를 설치하여 구조물의 변위 및 변형률을 계측할 수 있으나, 볼트와 같은 소형 부품은 기구를 설치하는데 한계가 있으며, 다양한 외부 조건에 의해서 정확하게 측정하는데 어려움이 있다.

[0004] 안전성이 우선시 되어야 하는 구조물에서는 볼트의 체결 정도를 확인하는 것이 중요하다. 즉, 구조물의 안정성

을 담보될 정도로 볼트가 구조물에 체결되어야 한다. 따라서 안정성을 판단을 위해서 볼트에 작용하는 축력이 어느 정도인지 측정하고, 모니터링하는 것이 필요하다.

[0005] 볼트에 작용하는 힘을 측정하는 방법으로는 스트레인 게이지를 볼트에 부착하여, 볼트에 작용하는 스트레인을 측정할 수 있다. 또한, FBG(Fiber Bragg Grating) 센서를 볼트에 부착하여 볼트에 작용하는 측정할 수 있다.

[0006] 그러나 이러한 방식은 스트레인 게이지와 FBG 센서를 볼트에 부착해야 하고, 접촉제에 의한 오차로 정확하게 힘을 측정하는데 어려움이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

(특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 1994-347349

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 실시예들은 정확하게 볼트의 축력을 측정하는 장치와 볼트의 축력 측정 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일 측면은, 길이방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀을 구비하는 볼트의 축력 측정 장치에 있어서, 상기 축홀에 삽입되어 상기 축홀의 내측면에 광을 조사하고, 상기 내측면에서 반사되는 광을 전달받는 화이버 유닛과, 상기 축홀을 커버하도록 배치되고, 상기 화이버 유닛을 지지하는 커버, 및 상기 화이버 유닛에서 전달 받은 광의 패턴을 분석하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 볼트가 체결되기 전에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제1 패턴과, 상기 볼트가 체결된 이후에 상기 화이버 유닛에서 전달받은 광의 제2 패턴을 분석하여, 상기 볼트의 축력을 측정하는 볼트의 축력 측정 장치를 제공한다.

[0009] 또한, 상기 화이버 유닛은 상기 축홀의 내측면에 접촉하지 않을 수 있다.

[0010] 또한, 상기 화이버 유닛은 상기 축홀의 길이 방향으로 연장되는 광 화이버, 상기 광 화이버를 감싸는 가이드, 및 상기 가이드의 단부에 배치되어, 상기 광 화이버에서 조사된 광을 반사하여 상기 축홀의 내측면으로 안내하는 렌즈를 구비할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 커버는 상기 축홀의 내부공간을 진공으로 유지할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 컨트롤러는 상기 축홀의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로, 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 측면은, 볼트의 길이 방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀에 화이버 유닛을 삽입하는 단계와, 상기 화이버 유닛에서 광을 조사하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사되는 광의 전달받아 제1 패턴을 측정하는 단계와, 상기 볼트를 외부 구조물에 체결하는 단계와, 상기 볼트의 상기 축홀에 화이버 유닛을 다시 삽입하는 단계와, 상기 화이버 유닛에서 광을 조사하고, 상기 축홀의 내측면에서 반사되는 광의 전달받아 제2 패턴을 측정하는 단계, 및 컨트롤러가 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교하여, 상기 볼트의 축력을 측정하는 단계를 포함하는 볼트의 축력 측정 방법을 제공한다.

[0014] 또한, 상기 축홀에 상기 화이버 유닛을 삽입시에, 상기 화이버 유닛은 상기 축홀의 내측면에 접촉되지 않을 수 있다.

[0015] 또한, 상기 화이버 유닛은 상기 축홀의 길이 방향으로 연장되는 광 화이버, 상기 광 화이버를 감싸는 가이드, 및 상기 가이드의 단부에 배치되어, 상기 광 화이버에서 조사된 광을 반사하여 상기 축홀의 내측면으로 안내하는 렌즈;를 구비할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 볼트의 축력을 측정하는 단계는 상기 축홀의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로, 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴을 비교할 수 있다.

[0017] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질

것이다.

**발명의 효과**

- [0018] 본 발명의 실시예들에 따른 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 볼트에 작용하는 축력을 정확하게 측정할 수 있다. 볼트의 내측면에 이격되도록 화이버 유닛이 설치되므로, 화이버 유닛과 볼트의 접촉에 의해서 발생하는 노이즈를 줄이고, 측정오차를 최소화 할 수 있다.
- [0019] 또한, 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 화이버 유닛의 단부만 커버에 고정되며, 실제 측정되는 내측면은 화이버 유닛이 이격되어 배치되므로, 비접촉된 스펙클 이미지를 비교 분석하여 볼트에 가해지는 스트레인의 값을 직접적으로 계산할 수 있다.
- [0020] 또한, 볼트의 축력 측정 장치 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 화이버 유닛을 이용하여 스펙클 이미지를 반복 활용하여, 동시에 다축 방향의 힘의 해석이 가능하다. 이를 통해서 볼트의 인장감, 체결 정보 및 과단여부 등을 실시간으로 해석할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼트의 축력 측정 장치를 도시한 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 일부를 확대하여 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 볼트의 축력 측정 방법을 도시하는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0024] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.
- [0025] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0026] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0027] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0029] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 따른 볼트의 축력 측정 장치(100)에 대하여 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 볼트의 축력 측정 장치(100)를 도시한 단면도이고, 도 2는 도 1의 일부를 확대하여 도시한 도면이다.
- [0031] 도 1 및 도 2를 참조하면, 볼트의 축력 측정 장치(100)는 볼트(1)에서 반사된 광의 분산 정도를 기초로 볼트(1)의 축력을 계산할 수 있다. 볼트의 축력 측정 장치(100)는 분산된 레이저 스펙클 이미지(LSI: Laser Speckle Image)를 이용하여 면 변위와 변형율을 계측하고 이를 기초로 볼트(1)에 작용하는 축력을 계산할 수 있다.
- [0032] 볼트의 축력 측정 장치(100)는 볼트(1)에 삽입되는 화이버 유닛(10), 볼트(1)를 개구를 커버하는 커버(20), 화이버 유닛(10)에서 전달받은 데이터를 기초로 축력을 산출하는 컨트롤러(30)를 구비할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 볼트의 축력 측정 장치(100)는 길이 방향의 중심축을 따라 연장되는 축홀(5)이 형성된 볼트(1)를 이용할 수 있다. 즉, 볼트의 축력 측정 장치(100)는 볼트(1)의 축홀(5)에 미접촉 삽입되어 볼트(1)의 축력을 측정하는 장치이므로, 볼트(1)는 중심축을 따라 개구를 가질 수 있다.

- [0034] 화이버 유닛(10)은 볼트(1)의 축홀(5)에 삽입되며, 가이드(11), 복수개의 광 화이버(12) 및 렌즈(13)를 포함할 수 있다. 화이버 유닛(10)은 축홀(5)의 내측면에 광을 조사하고, 내측면에서 반사되는 광을 수신할 수 있다. 화이버 유닛(10)에서 전달 받은 데이터를 기초로 볼트(1)의 축력을 산출할 수 있다.
- [0035] 화이버 유닛(10)은 축홀(5)의 내측면과 접촉하지 않는다. 화이버 유닛(10)은 축홀(5)의 내측면에서 이격되게 배치되므로, 화이버 유닛(10)과 볼트(1)의 접촉에 의해서 발생하는 노이즈를 없애고, 측정된 축력의 오차를 줄일 수 있다.
- [0036] 가이드(11)는 광 화이버(12)의 외측을 감싸며, 광 화이버(12)가 축홀(5)에 삽입되도록 안내할 수 있다.
- [0037] 광 화이버(12)는 복수개의 화이버(미도시)가 꼬여서 형성될 수 있다. 화이버는 광을 볼트(1)의 내측면에 조사하거나, 내측면에서 반사된 광을 수신할 수 있다. 광 화이버(12)는 일측은 커버(20)에 연결되어 위치가 고정되고, 가이드(11)에 의해서 축홀(5)을 따라 연장된다. 화이버 유닛(10)은 컨트롤러(30)와 유선 또는 무선으로 연결될 수 있다. 화이버 유닛(10)과 컨트롤러(30) 사이의 전기적 연결은 다양한 방법으로 구현될 수 있다.
- [0038] 렌즈(13)는 가이드(11)의 단부에 배치되며, 광 화이버(12)에서 조사된 광을 반사하여 축홀(5)의 내측면으로 광을 안내할 수 있다. 또한, 렌즈(13)는 축홀(5)의 내측면에서 반사된 광을 광 화이버(12)로 이동하도록 경로를 안내할 수 있다. 상세히, 광 화이버(12)에서 광이 발생하면, 렌즈(13)에서 반사되어 축홀(5)의 내측면에 조사될 수 있다. 또한, 축홀(5)의 내측면에서 반사된 광은 렌즈(13)에 반사되어 광 화이버(12)로 유입될 수 있다. 렌즈(13)는 가이드(11)의 단부에 배치되어, 렌즈(13)가 광의 위치를 쉽게 이동시킬 수 있다.
- [0039] 커버(20)는 축홀(5)을 커버하도록 배치되며, 화이버 유닛(10)을 지지할 수 있다. 커버(20)는 축홀(5)의 개구를 막을 수 있으며, 화이버 유닛(10)이 지지되어 위치가 고정될 수 있다. 또한, 커버(20)는 광학 체결구(미도시)를 이용하여 볼트(1)에 체결될 수 있으며, 광학 체결구(미도시)에 의해서 내부를 진공으로 형성 및 유지할 수 있다.
- [0040] 커버(20)가 체결된 이후에 전기적 커넥터(미도시)를 이용하여 컨트롤러(30)와 화이버 유닛(10)이 연결될 수 있다. 커버(20)와 화이버 유닛(10)이 설치된 이후에, 상기 전기적 커넥터를 이용하여 컨트롤러(30)와 연결되므로, 커버(20)의 체결 과정에서 발생하는 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0041] 컨트롤러(30)는 화이버 유닛(10)과 전기적으로 연결되며, 화이버 유닛(10)에 광을 조사하는 신호를 전달하고, 화이버 유닛(10)으로부터 반사된 광을 전달받을 수 있다. 또한, 컨트롤러(30)는 전달 받은 광의 산란 정도를 기초로 볼트(1)의 축력을 계산할 수 있다.
- [0042] 컨트롤러(30)는 제1 라인(31)으로 커버(20)에 연결되며, 제1 라인(31)으로 광을 조사하는 신호를 전달 할 수 있다. 또한, 컨트롤러(30)는 제2 라인(32)으로 커버(20)에 연결되며, 반사된 광을 제2 라인(32)을 통해서 수신할 수 있다.
- [0043] 컨트롤러(30)는 축홀(5)의 내측면에서 분산된 광(레이저)의 스펙클 이미지를 전달 받고, 이를 영상 분석으로 분석하여, 볼트(1)의 내측면의 전체 변위를 측정하고, 이 측정된 전체 변위로부터 유한 요소법을 이용하여 변형율을 산출할 수 있다.
- [0044] 컨트롤러(30)는 스펙클 이미지를 기초로 볼트(1)의 축력을 산출하며, 볼트(1)가 체결되기 전에 화이버 유닛(10)에서 전달받은 광의 제1 패턴과 볼트(1)가 체결된 이후에 화이버 유닛(10)에서 전달받은 광의 제2 패턴을 분석할 수 있다. 컨트롤러(30)는 축홀(5)의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로, 제1 패턴과 제2 패턴을 비교할 수 있다.
- [0045] 상세하게, 볼트(1)가 외부 구조물(미도시)에 체결되기 전에 화이버 유닛(10)에서 전달 받은 광을 기초로 스펙클 이미지인 제1 패턴을 생성 및 저장한다. 볼트(1)가 외부 구조물에 체결된 이후에 화이버 유닛(10)에서 전달 받은 광을 기초로 스펙클 이미지인 제2 패턴을 생성하고, 생성된 제2 패턴과 제1 패턴을 비교 및 분석하여 변위를 측정하고, 이를 기초로 볼트(1)에 작용하는 축력을 산출한다.
- [0046] 볼트(1)의 내측면에서 반사된 광은 산란에 의해서 변화한다. 따라서, 제1 패턴과 제2 패턴을 비교하면, 볼트(1)의 체결에 의해서 발생하는 광의 산란 정도를 기초로 볼트(1)의 축력을 산출할 수 있다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 볼트의 축력 측정 방법을 도시하는 순서도이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 전술한 볼트의 축력 측정 장치(100)를 이용하여 볼트의 축력 측정 방법을 설명하면 다음과 같

다.

- [0049] 먼저, 외부 구조물에 체결되지 않은 볼트(1)의 축홀(5)에 화이버 유닛(10)을 삽입한다(S10). 볼트(1)에 광학 체결구(미도시)로 커버(20)를 체결하고, 화이버 유닛(10)과 컨트롤러(30)를 연결한다.
- [0050] 화이버 유닛(10)에서 광을 축홀(5)의 내측면에 조사하고, 내측면에서 반사되는 광으로 제1 패턴을 측정한다(S20). 측정된 제1 패턴은 축력을 산출하기 위한 레퍼런스 데이터로 저장된다.
- [0051] 볼트(1)를 외부 구조물에 체결하고(S30), 다시 볼트(1)의 축홀(5)에 화이버 유닛(10)을 재삽입한다(S40).
- [0052] 화이버 유닛(10)에서 광을 축홀(5)의 내측면에 조사하고, 내측면에서 반사되는 광으로 제2 패턴을 측정한다(S50). 볼트(1)의 체결시에 발생하는 축홀에 의해서 반사되는 광은 산란된다.
- [0053] 제1 패턴과 제2 패턴을 비교하여, 볼트(1)의 축홀을 측정한다(S60) 즉, 축홀(5)의 내측면에서 반사되어 분산된 레이저 스펙클 이미지를 기초로 제1 패턴과 제2 패턴을 비교하여 볼트(1)에 작용하는 축력을 계산할 수 있다.
- [0055] 볼트의 축력 측정 장치(100) 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 볼트에 작용하는 축력을 정확하게 측정할 수 있다. 볼트의 축력 측정 장치(100) 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 볼트(1)의 내측면에 이격 되도록 화이버 유닛(10)이 설치되므로, 화이버 유닛(10)과 볼트(1)의 접촉에 의해서 발생하는 노이즈를 줄이고, 측정오차를 최소화 할 수 있다.
- [0056] 볼트의 축력 측정 장치(100) 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 화이버 유닛(10)의 단부만 커버(20)에 고정되며, 실제 측정되는 내측면은 화이버 유닛(10)이 이격되어 배치되므로, 비접촉된 스펙클 이미지를 비교분석하여 볼트에 가해지는 스트레인의 값을 직접적으로 계산할 수 있다.
- [0057] 볼트의 축력 측정 장치(100) 및 이를 이용하는 볼트의 축력 측정 방법은 화이버 유닛(10)을 이용하여 스펙클 이미지를 반복 활용하여, 동시에 다축 방향의 힘의 해석이 가능하다. 이를 통해서 볼트(1)의 인장압, 체결 정보 및 파단여부 등을 실시간으로 해석할 수 있다.
- [0059] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

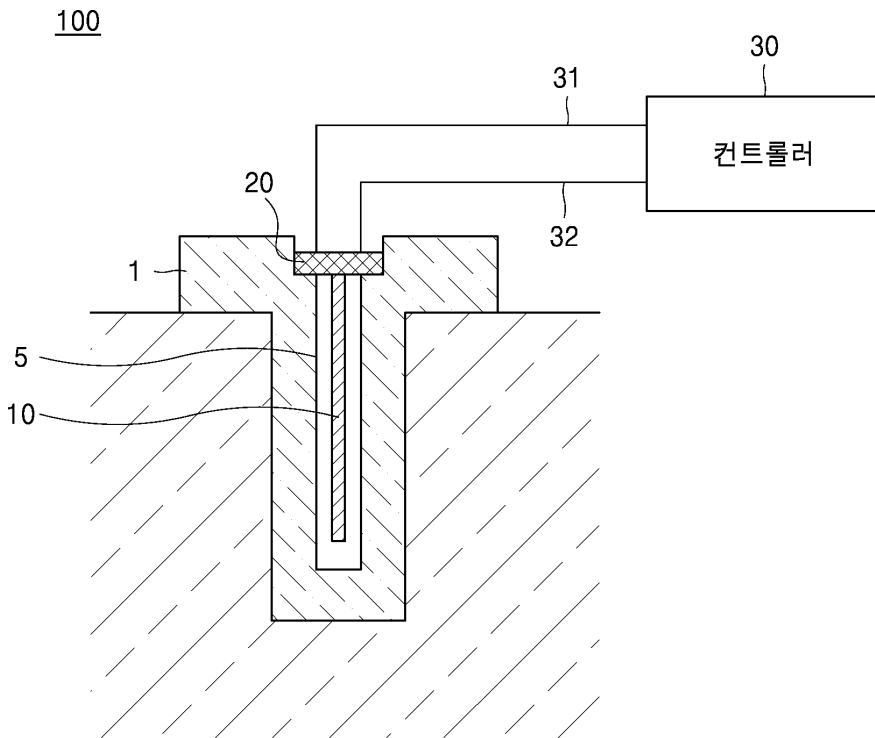
**부호의 설명**

- [0060] 1: 볼트
- 5: 축홀
- 10: 화이버 유닛
- 20: 커버
- 30: 컨트롤러
- 100: 볼트의 축력 측정 장치

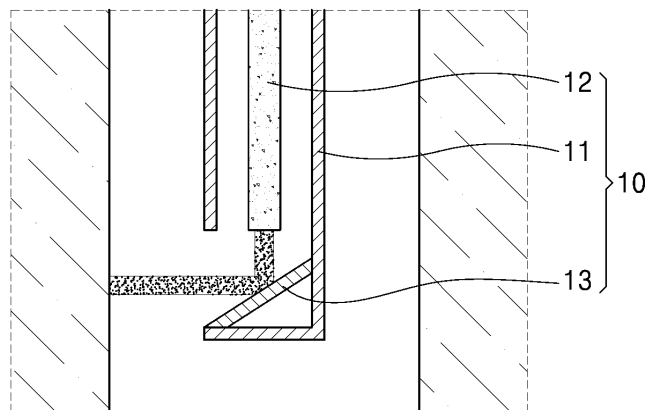


도면

도면1



도면2



도면3

