

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6385894号
(P6385894)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int.Cl.

G O 1 L 5/00 (2006.01)

F 1

G O 1 L 5/00 103 E
G O 1 L 5/00 103 D

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-131332 (P2015-131332)
 (22) 出願日 平成27年6月30日 (2015.6.30)
 (65) 公開番号 特開2017-15506 (P2017-15506A)
 (43) 公開日 平成29年1月19日 (2017.1.19)
 審査請求日 平成30年6月28日 (2018.6.28)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000114215
 ミネベアミツミ株式会社
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 410
 6-73
 (74) 代理人 100099793
 弁理士 川北 喜十郎
 (74) 代理人 100154586
 弁理士 藤田 正広
 (74) 代理人 100179280
 弁理士 河村 育郎
 (72) 発明者 橋本 孝順
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 410
 6-73 ミネベア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ボルトセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボルトの締結状態を検知するボルトセンサであって、
 ボルトの軸が挿入される貫通孔を有するセンサ本体部と、
 前記センサ本体部の外周に沿って延在する導光体と、
 前記センサ本体部の出力に基づいて前記導光体に光を送出する光源とを備え、
前記導光体は、前記光源からの光が入射する入射面及び前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光板を含み、
前記導光板の前記出射面と対向する対向面には前記入射面から入射した光を前記出射面に向けて反射する複数の凹部が形成されているボルトセンサ。

10

【請求項 2】

前記複数の凹部は、前記対向面の一部分において他の部分よりも密に形成されている請求項 1 に記載のボルトセンサ。

【請求項 3】

前記導光体は、前記導光板の出射面上に配置されたプリズムシート及び前記プリズムシート上に配置された拡散シートを更に含む請求項 1 又は 2 に記載のボルトセンサ。

【請求項 4】

前記導光体は、前記センサ本体部の外周の略全域を囲んで延在する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のボルトセンサ。

【請求項 5】

20

前記導光体を覆うカバーを更に備える請求項 1～4 のいずれか一項に記載のボルトセンサ。

【請求項 6】

前記センサ本体部と前記光源との間に接続された基板であって、前記センサ本体部からの出力と所定値との比較に基づいて前記光源を点灯させる基板を更に備える請求項 1～5 のいずれか一項に記載のボルトセンサ。

【請求項 7】

前記センサ本体部は、前記貫通孔を有する胴部と、前記胴部に取り付けられたひずみセンサとを有する請求項 1～6 のいずれか一項に記載のボルトセンサ。

【請求項 8】

前記光源は、前記センサ本体部上に設けられている請求項 1～7 のいずれか一項に記載のボルトセンサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はボルトセンサに関し、より詳細にはボルトの締結状態を光学的に報知するボルトセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

橋梁やトンネルなどの土木構造物は、多数のボルト接合部を有している。そのようなボルト接合部におけるボルト緩みの有無が定期的に検査されているが、この種の検査の多くは検査員による目視や打診により行われていた。

20

【0003】

特許文献 1 は、ナットと被締結体との間に装着されるスペーサにひずみセンサを含むランスポンダと表示発信回路部を設け、ボルトに軸方向のひずみが発生した場合に表示発信回路部の LED が点灯する検知システムを開示している。また特許文献 2 は、ボルトの内部にセンサを埋め込むと共にボルトの頭部に LED 等の表示器を配置し、ボルトの緩みが発生した場合に LED を点灯させるセンサーボルトを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2002-4798 号

【特許文献 2】特開平 11-118637 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ボルト接合部の点検は容易に且つ確実に行えることが望ましいが、特許文献 1、2 に記載の検知システムでは、ボルト接合の位置によっては表示器が隠れてしまい、ボルトに緩みが発生しても適切に検知できない恐れがある。

【0006】

40

そこで本発明は上記の課題を解決し、ボルトの使用状況（周囲環境）にかかわらず、ボルトの締結状態を容易に且つ確実に検知することができるボルトセンサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第 1 の態様に従えば、

ボルトの締結状態を検知するボルトセンサであって、

ボルトの軸が挿入される貫通孔を有するセンサ本体部と、

前記センサ本体部の外周に沿って延在する導光体と、

前記センサ本体部の出力に基づいて前記導光体に光を送出する光源とを備えるボルトセ

50

ンサが提供される。

【0008】

本発明のボルトセンサにおいて、前記導光体は、前記光源からの光が入射する入射面及び前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光板を含んでもよく、前記導光板の前記出射面と対向する対向面には前記入射面から入射した光を前記出射面に向けて反射する複数の凹部が形成されてもよい。

【0009】

本発明のボルトセンサにおいて、前記複数の凹部は、前記対向面の一部分において他の部分よりも密に形成されていてもよい。

【0010】

本発明のボルトセンサにおいて、前記導光体は、前記導光板の出射面上に配置されたプリズムシート及び前記プリズムシート上に配置された拡散シートを更に含んでもよい。

【0011】

本発明のボルトセンサにおいて、前記導光体は、前記センサ本体部の外周の略全域を囲んで延在してもよい。

【0012】

本発明のボルトセンサにおいて、前記導光体を覆うカバーを更に備えてもよい。

【0013】

本発明のボルトセンサは、前記センサ本体部と前記光源との間に接続された基板であって、前記センサ本体部からの出力と所定値との比較に基づいて前記光源を点灯させる基板を更に備えてもよい。また、本発明のボルトセンサにおいて、前記センサ本体部は前記貫通孔を有する胴部と、前記胴部に取り付けられたひずみセンサとを有してもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明のボルトセンサは、ボルトの使用状況（周囲環境）にかかわらず、ボルトの締結状態を容易且つ確実に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施形態のボルトセンサの斜視図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態のボルトセンサの分解斜視図である。

【図3】図3は、カバーに取り付けられた導光体のみを示す斜視図である。

【図4】図4は、導光体を軸方向に見た拡大図である。

【図5】図5は、直線状に延ばした導光板を平面視で見た説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

<実施形態>

図1～図5を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0017】

図1、2に示す通り、実施形態のボルトセンサ100は、ボルトが挿入される貫通孔が設けられた略円筒状のセンサ（センサ本体部）1、センサ1を収容して保持するベース2、ベース2を覆うカバー3、及びカバー3に取り付けられた導光体4を主に有する。略円筒状のセンサ1の中心軸X方向が、ボルトセンサ100の使用時にボルトBが挿入される方向である。以下においては、適宜、センサ1の中心軸X方向（挿入されたボルトBの軸方向）、センサ1の径方向（挿入されたボルトBの径方向）、センサ1の周方向（挿入されたボルトBの周方向）をそれぞれ、ボルトセンサ100、ベース2、カバー3、導光体4の軸方向、径方向、周方向とする。

【0018】

センサ1は、ボルトBの緩み等、ボルト結合の締結力の変化を検出するためのセンサであり、円筒状の胴部11と、胴部11の中心軸X方向の両端部に設けられた胴部11よりも大径の2つのフランジ部12と、胴部11の外周面11sに取り付けられた4つのひず

10

20

30

40

50

みセンサ対 GPとを有する。

【0019】

胴部11の内径とフランジ部12の内径は等しく、胴部11の内周面はフランジ部12の内周面と連続している。この連続面により、中心軸X方向に延在する貫通孔SHが画成されている。ボルトセンサ100の使用時には、貫通孔SHにボルトBが挿入される。なお、貫通孔SHの径はボルトBの軸径とほぼ同じでもよく、ボルトBの軸径より大きくてよい。

【0020】

ひずみセンサ対GPは、胴部11の外周面11s上に、周方向に等間隔で4つ取り付けられている。ひずみセンサ対GPはそれぞれ、胴部11に生じる軸方向の圧縮ひずみを検知する圧縮ひずみセンサCGと、胴部11に生じる周方向の引張ひずみを検知する引張ひずみセンサTGとを有する。したがって胴部11の外周面11s上には、4つの圧縮ひずみセンサCGが、周方向に互いに90°離間して配置されており、4つの引張ひずみセンサTGが周方向に互いに90°離間して配置されている。

【0021】

ベース2は、センサ1を保持するためのセンサ保持部21と、中継基板(基板)RBを収容するための基板収容部22とを有する。センサ保持部21は、センサ1の外周を囲んで保持する保持筒21hと、保持筒21hの外側に保持筒21hと同心円状に周延する周壁21wと、保持筒21hと周壁21wとを繋ぐ略円環状の底面21bとを有する。

【0022】

基板収容部22は直方体状であり、センサ保持部21の周方向の一部においてセンサ保持部21から径方向外側に突出するように設けられている。周壁21wから突出する基板収容部22の側壁22wの一方には、切り欠きn1が形成されている。基板収容部22の底面22bには、中継基板RBが載置されている。

【0023】

センサ保持部21の保持筒21hの内部には、センサ1が中心軸X方向に挿入されている。これにより保持筒21hは、内周面をセンサ1のフランジ部12の外周面12sに当接させてセンサ1を保持している。

【0024】

カバー3は、ベース2に対応する略円環形状を有し、ベース2のセンサ保持部21を覆うための本体部31と、ベース2の基板収容部22を覆うための基板カバー部32とを有する。カバー3は、ポリカーボネート等の光透過性部材から構成されている。本体部31の天板31tは、円形の内周縁31tiと略円形の外周縁31toとを有する。天板31tの外周縁31toからは周壁31wが直立している。

【0025】

基板カバー部32は、矩形状の天板32tと、天板32tの外周部から直立する側壁32wとを有する。側壁32wの、基板収容部22の側壁22wの切欠きn1に対応する部分には、切欠きn2が形成されている。

【0026】

カバー3は、周壁31w及び側壁32wが、ベース2の周壁21w及び側壁22wの外側に位置し、天板31tの内周縁31tiがセンサ1のフランジ部12の外側に位置するように、センサ1を保持するベース2に嵌合されている(図1)。切欠きn1と切欠きn2とが重なることによって開口部Nが画成される(図1)。

【0027】

導光体4は、センサ1の外周に沿って延在するように、カバー3の周壁31wの内面のほぼ全域に取り付けられており、LED(光源)5は導光体4の周方向の両端部、即ち周壁31wの基板カバー部32の近傍にそれぞれ1つずつ設けられている。

【0028】

図3、及び図3を中心軸X方向に見た拡大図(特に径方向において大きく拡大されている)である図4に示す通り、導光体4は、帯状の反射フィルム41、導光板42、プリズ

10

20

30

40

50

ムシート43、拡散シート44を含む積層体を、長手方向の両端面4a、4bが近接するように円弧状に丸めたC字形状を有する。言い換えれば、導光体4は端面4aと端面4bとの間に開口部OPが画成された円環形状を有する。LED5はそれぞれ、導光体4の両端部4a、4bに向けて光を放射するように、開口部OPに配置されている。

【0029】

反射フィルム41、導光板42、プリズムシート43、拡散シート44は、径方向の内側から外側に向けてこの順番で積層されており、反射フィルム41がベース2の周壁21wと対向するように配置される。拡散シート44はカバー3の透明な周壁31wに接触して接着される。

【0030】

図4を参照して、反射フィルム41、導光板42、プリズムシート43、拡散シート44の構造をさらに説明する。

【0031】

導光板42は、導光体4の両端部に配置されたLED5からの光を周方向に沿って導く部材であり、本実施形態ではポリカーボネート樹脂の曲板である。導光板42の長手方向(周方向)の両端面はLED5からの光が入射する入射面ISであり、径方向内側の面は導光板42内を導かれる光が反射する反射面42rであり、径方向外側の面は導光板42内を導かれた光が出射する出射面42eである。出射面42eと反射面(対向面)42rとは径方向において対向している。

【0032】

導光板42の反射面42rには複数の凹部cが形成されている。凹部cはそれぞれ、開口部が反射面42rに含まれ、底部が出射面42e側に位置する略半球形のくぼみであり、周方向に沿って不均等な所定の間隔で配置されている(図4)。凹部cは、反射面42rを平面視で見た図5に示す通り、導光板42の短手方向(軸方向)においては一定間隔で配置されている。

【0033】

凹部cの配置は任意であるが、本実施形態では、導光体4の開口部OPからの周方向の距離が大きい領域A1、より具体的には径方向において開口部OPと略対向する領域A1における間隔(周期)が、その他の領域(領域A1と開口部OPとの間の領域)よりも大きくなるように配置されている。換言すれば、凹部cは、径方向において開口部OPと対向する領域において密に配置されており、その他の領域において粗に配置されている。これにより、後述する通り、導光板42内を導かれた光の出射量は、凹部cが密に配置された領域A1において他の領域よりも多くなる。

【0034】

反射フィルム41は、導光板42の反射面42rから漏れ出した光を導光板42内に戻すために設けられており、反射面42rの全域を覆うように、導光板42の径方向内側に配置(積層)されている。反射フィルム41は、ポリエステル系樹脂等の任意の材料から構成し得る。

【0035】

プリズムシート43は、導光板42の出射面42eから出射された光の向きを径方向に向けて整える部材であり、出射面42eの全域を覆うように、導光板42の径方向外側に配置(積層)されている。プリズムシート43の径方向外側を向く面には、軸方向に延在する複数の線状プリズムpが、周方向に沿って一定の間隔で配置されている。プリズムシート43は、ポリメチルメタクリレート(PMMA)等の任意の材料から構成し得る。

【0036】

拡散シート44は、プリズムシート43を通過した光を拡散させる部材であり、プリズムシート43の全域を覆うように、プリズムシート43の径方向外側に配置(積層)されている。拡散シート44の内部には多数の微小なビーズが含まれている。プリズムシート43を経て拡散シート44に入射した光は、ビーズによって拡散され、拡散シート44の外面から出射される。拡散シート44はアクリル樹脂等の任意の材料から構成し得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

本実施形態の導光体4では、拡散シート44の外面が、LED5から出射され導光体4によって導かれた光を出射する発光面ESである。発光面ESは、センサ1の貫通孔SHの延在方向又は貫通孔SHに挿入されたボルトBの軸方向に直交する径方向と交差して配置されており、LED5からの光を、径方向に出射する。また発光面ESは、センサ1の外周に沿って延在してセンサ1の貫通孔SHを周方向に囲んでおり、周方向における広い領域に向けて光を出射する。

【 0 0 3 8 】

上記の構成を有するボルトセンサ100において、中継基板RBは、センサ1の4つの圧縮用ひずみセンサCG、4つの引張用ひずみセンサTG、及びLED5と、不図示の配線によって接続されている。また中継基板RBは、開口部Nを通る不図示の配線によって外部の電源や制御部と接続されている。なお、中継基板RBに制御用のICや無線用の送受信回路を搭載し、基板収容部22に電池等の電源を備えた構造としても良い。この場合、開口部Nを設けなくてもよく、煩わしい配線も不要になる。10

【 0 0 3 9 】

本実施形態のボルトセンサ100の動作は次の通りである。

【 0 0 4 0 】

ボルトセンサ100の使用時には、センサ1の貫通孔SHにボルトBの軸が挿入された状態でボルト締めが行われる。この時、一例としてセンサ1のフランジ部12の一方はボルトBの頭部に当接し、他方は被締結体に当接している。20

【 0 0 4 1 】

ボルトセンサ100をこのように配置してボルト締めを行うことにより、センサ1の胴部11には径方向の圧縮ひずみ、及び周方向の引張ひずみが生じる。センサ1の胴部11に取り付けられたひずみセンサ対GPはそれぞれ、圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGとを用いてこれらを検知し、検出値を中継基板RBに送る。中継基板RBは受け取った検出値に基づいて、ボルトBが良好に締結されているか否かを判断する。

【 0 0 4 2 】

具体的には、中継基板RBは、圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGの検出値を第1の閾値と比較し、第1の閾値以下であれば締結力が十分ではなく、第1の閾値以上であれば締結力が十分であると判断する。さらに中継基板RBは、圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGの検出値を第2の閾値と比較し、第2の閾値以上であればボルトBを過剰に締めすぎであると判断する。30

【 0 0 4 3 】

中継基板RBは、ボルト締めが適切でないと判断した場合、すなわち圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGの検出値が第1の閾値以下であり締結力が十分でない場合又は第2の閾値以上でありボルトBを過剰に締めすぎであると判断した場合には、LED5に電圧を印加して発光させる。

【 0 0 4 4 】

中継基板RBの判断に基づいてLED5が点灯されると、LED5から出射された光は、導光体4を経て発光面ESより放射される。具体的には、導光板42の入射面ISに入射した光は、導光板42の内部を内部反射しながら進行するとともにその一部は反射面42rの凹部cによってプリズムシート43側（出射面42e側）に反射されて、プリズムシート43により径方向外側に進行方向が調整され、拡散シート44で拡散された後、発光面ESから径方向外側に出射される。40

【 0 0 4 5 】

ここで、領域A1においては、導光板42の凹部cが他の領域よりも密に形成されているため、他の領域よりも多くの光が、凹部cによってプリズムシート43側（出射面42e側）に導かれる。したがって発光面ESは、領域A1において他の領域よりも多くの光を出射する（他の領域よりも強い強度で発光する）。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

ボルトセンサ100を使用することで、ボルトBの締結を行う作業員は、ボルトセンサ100の発光面ESからの光が消えた時点で締結を止めることで、ボルト締めを良好に行うことができ、発光面ESからの光が消えた後に再度点灯した場合には、ボルトBを締めすぎであると判断することができる。また、ボルトBの緩みを検査する検査員等は、ボルトセンサ100の発光面ESからの発光の有無を確認するだけで、ボルト締結部が十分な強度で締結されているか否かを確認することができる。

【0047】

本実施形態のボルトセンサ100の効果は次の通りである。

【0048】

本実施形態のボルトセンサ100は、ボルトBが挿入されるセンサ1の外周に沿って延在しセンサ1の貫通孔SHを囲む導光体4（発光面ES）を有し、発光面ESからの光が径方向に放射される。したがって、ボルトBが周辺の他の部材等によって視認しにくい場合であっても、使用者は発光面ESからの光を良好に視認することができる。10

【0049】

本実施形態のボルトセンサ100においては、導光体4（発光面ES）は周方向においてセンサ1の外周及びセンサ1の貫通孔SHの外側の所定の領域を囲んでいる。これにより、発光面ESからの光は周方向において広範に放射されるため、ボルト締結部の周辺に他の部材等が多数配置されていても、使用者は、発光面ESからの光の少なくとも一部分を視認することができ、確実にボルトの緩みを検知することができる。

【0050】

本実施形態のボルトセンサ100においては、発光面ESの一部の領域の発光強度が、他の領域の発光強度よりも高い。したがってこの方向を、検査時にボルト締結部を視認する方向に一致させることで、検査をより容易とすることができる。20

【0051】

本実施形態のボルトセンサ100の導光体4においては、プリズムシート43の外側に拡散シート44が配置されており、拡散シート44の外面を発光面ESとしているため、発光面ESからの光を広い角度から視認することができる。

【0052】

本実施形態のボルトセンサ100は、カバー3の内側に導光体4を配置している。そのため導光体4が周辺環境から保護されており、耐候性、耐久性が高い。30

【0053】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100では、導光体4をカバー3の周壁31wに取り付けていた。しかしながらこれには限られず、導光体4をセンサ1の胴部11の外周面11sやフランジ部12の外周面12s、ベース2のセンサ保持部21の周壁21wの外面に接着剤等で取り付けても良い。またベース2が透明であれば、導光体4を保持筒21hの外周面に取り付けても良い。導光体4をセンサ1に取り付ける場合にはベース2やカバー3を設けなくてもよく、導光体4をベース2に取り付ける場合にはカバー3を設けなくても良い。

【0054】

なお、上記の実施形態のボルトセンサ100においては、導光体4は反射フィルム41、導光板42、プリズムシート43、拡散シート44を含む積層体であったがこれには限られない。導光体4は、反射フィルム41、プリズムシート43、拡散シート44の少なくとも1つを有さなくともよく、これら全てを有さなくてもよい。この場合も発光面ESは、導光体4の径方向の最外面に画成される。例えば導光板42が最も外側に配置される構造においては、導光板42の出射面42eが発光面ESとなる。40

【0055】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100においては、導光板42は、導光体4の領域A1において凹部cが密に形成されていたが、凹部cを密に形成する領域（発光面ESの発光強度が高い領域）は、任意に定めることができる。ボルトセンサ100の実際の使用状態を把握した上で凹部cの配置を設計することで、締結場所ごとに最適なボルトセンサ50

100を提供することができる。また、導光板42の凹部cを周方向において所定の一定間隔で形成し、発光面ESの発光強度を周方向において一定としてもよい。

【0056】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100においては、導光板42の凹部cを周方向において不均一の間隔で形成することによって発光面ESの発光強度を変化させていたがこれには限られない。例えば、プリズムシート43の線状プリズムpを周方向において不均一の間隔で形成することにより発光面ESの発光強度を変化させることもできる。この場合、導光板42の凹部cは周方向において所定の一定間隔で形成されていてもよい。また、導光板42の反射面42rに凹部cが形成されていなくてもよい。

【0057】

なお、上記実施形態の導光板42の反射面42rには、凹部cに代えて又はこれに加えて、軸方向に延びる溝を設けてもよい。このような溝によっても導光板42内の光を出射面42e側に導くことができる。なお本明細書において「凹部」とは、凹部cのみではなくこのような溝も含むものとする。

【0058】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100において、LED5に代えてレーザーダイオード(LED)などの他の光源を用いても良い。またLED5やレーザーダイオードなどの光源は1つのみ設けられてもよい。

【0059】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100においては、中継基板RBは、圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGの検出値が第1の閾値以下であり締結力が十分でない場合又は第2の閾値以上でありボルトBを過剰に締めすぎであると判断した場合にLED5に電圧を印加して発光させていたがこれには限られない。変形例の一つとして、中継基板RBは、圧縮ひずみセンサCGと引張ひずみセンサTGの検出値が第1の閾値より大きく第2の閾値より小さい場合、すなわちボルトBが適切に締結されている場合にLED5に電圧を印加して発光させても良い。

【0060】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100において、基板収容部22及び基板カバー部32を省いても良い。この時、中継基板RBはセンサ保持部21内に配置してもよいし、ボルトセンサ100の外部に配置してもよい。この場合、ベース2のセンサ保持部21及びカバー3の本体部31はそれぞれ円環状の外周を有してもよい。また導光体4は、周方向の全域又はLED5が配置された部分を除く周方向の略全域に配置されてもよい。

【0061】

なお、上記実施形態のボルトセンサ100においては、センサ1は円筒状の胴部11と、その外周面11sに取り付けられた4つのひずみセンサ対GPを有していたがこれには限られない。一例として、センサ1の胴部11は、多角形などの種々の断面形状を有する管状部材であってもよい。この場合も、導光板4は、多角形などの種々の形状を有する外周に直接取り付けられて、又はベース2又はカバー3に取り付けられて、センサ1の外周に沿って配置される。したがって、導光体4もまた円環状や多角形状等の任意の形を取り得る。また、ひずみセンサ対GPは3つ以下、又は5つ以上であってもよく、ひずみセンサ対GPに代えて、圧縮ひずみセンサCG、引張ひずみセンサTGのいずれか一方のみを有しても良い。

【0062】

本実施形態のボルトセンサ100によれば、LED5(光源)から送出された光は、センサ1の外周に沿って延在する導光体4を経て出射される。したがって、ボルトの締結状態を、導光体4から出射された光を視認して容易に確認することができる。

【0063】

本実施形態のボルトセンサ100によれば、反射面42r(対向面)の一部分において凹部cを密に形成することで、導光体4から出射される光の強度をセンサ1の外周方向の一部分において強くすることができる。よって光の強度が大きくなる位置をボルトセンサ

10

20

30

40

50

100の使用状態に応じて設定することで、導光体4から出射される光の視認がより容易となる。

【0064】

本実施形態のボルトセンサ100においては、プリズムシート43の上に拡散シート44が配置されているため、導光体4から出射される光をより広い角度から視認することが可能となる。

【0065】

本実施形態のボルトセンサ100において、導光体4を、センサ1の外周の略全域を囲んで延在させることにより、導光体4から出射される光の視認がより容易となる。

【0066】

本実施形態のボルトセンサ100においては、導光体4がカバー3で覆われているため、ボルトセンサ100の耐久性及び耐候性が高い。

【0067】

本発明の特徴を維持する限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明のボルトセンサによれば、ボルト締結部の締結状態を容易に検査することができる。したがって、トンネルや橋梁などの多数のボルト締結部を含む構造体の安全性の低コストでの維持に貢献することができる。

【符号の説明】

【0069】

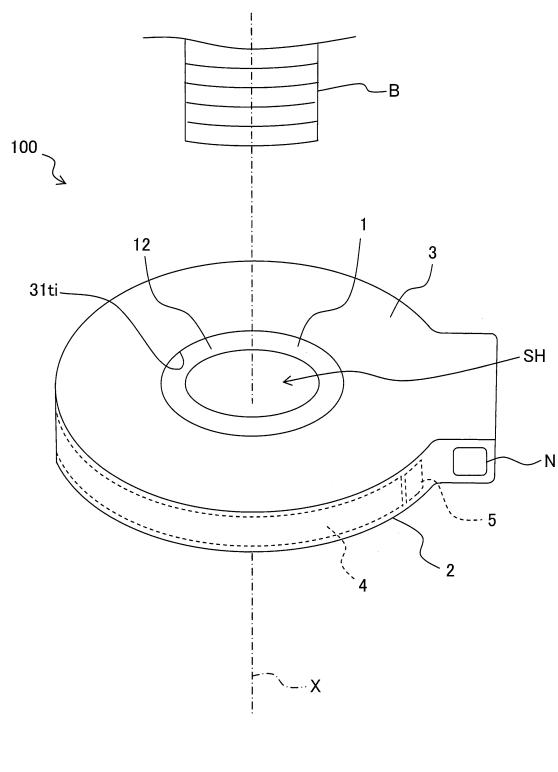
- 1 センサ(センサ本体部)
- 2 ベース
- 3 カバー
- 4 導光体
 - 41 反射フィルム
 - 42 導光板
 - 43 プリズムシート
 - 44 拡散シート
- 5 LED(光源)
- B ボルト
- C G 圧縮ひずみセンサ
- G P ひずみセンサ対
- R B 中継基板(基板)
- T G 引張ひずみセンサ

10

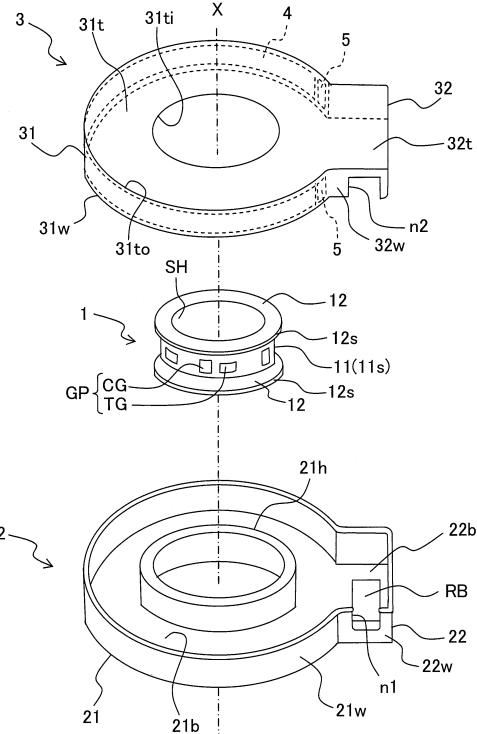
20

30

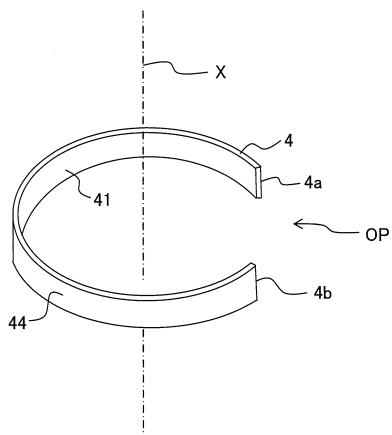
【図1】



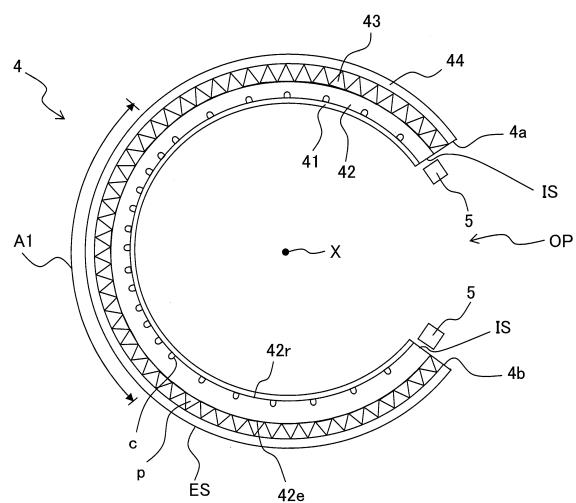
【図2】



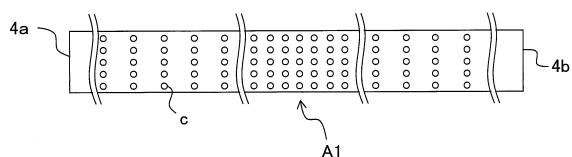
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 北嶌 卓也

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4106-73 ミネベア株式会社内

審査官 森 雅之

(56)参考文献 特表平8-511343 (JP, A)

米国特許出願公開第2014/0306574 (US, A1)

米国特許出願公開第2014/0335469 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 L 5