

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7640907号
(P7640907)

(45)発行日 令和7年3月6日(2025.3.6)

(24)登録日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(51)国際特許分類	F I
F 1 6 B 35/00 (2006.01)	F 1 6 B 35/00 B
F 1 6 L 3/04 (2006.01)	F 1 6 B 35/00 Q
	F 1 6 L 3/04

請求項の数 8 (全29頁)

(21)出願番号	特願2023-559399(P2023-559399)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和3年11月15日(2021.11.15)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/041973	(74)代理人	100164471 弁理士 岡野 大和
(87)国際公開番号	WO2023/084793	(74)代理人	100176728 弁理士 北村 慎吾
(87)国際公開日	令和5年5月19日(2023.5.19)	(72)発明者	中西 利基 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和6年3月4日(2024.3.4)	(72)発明者	小林 大樹 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 Uボルト、監視装置及び監視方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ナットを用いて締結物を締結するUボルトであって、
第1の方向に並び、前記第1の方向と直交する第2の方向に延在し、上端同士が連結された一対の軸部と、
前記一対の軸部それぞれに設けられたねじ部と、
前記一対の軸部それぞれに設けられた、前記ナットの降下を検知する電子部品と、
前記一対の軸部それぞれに開孔された開孔穴の内壁に接続された弾性部材と、
前記弾性部材に接続された、一端がテーパ形状に加工されている基底部と、を備え、
前記電子部品は、前記基底部の前記ナットに対向する位置に搭載され、
前記ナットの降下は、前記ナットが前記一対の軸部に設けられた前記ねじ部から離脱して、前記一対の軸部の下端側に配置された前記基底部に引っ掛かり止まっていることである、Uボルト。

10

【請求項2】

ナットを用いて締結物を締結するUボルトであって、
第1の方向に並び、前記第1の方向と直交する第2の方向に延在し、上端同士が連結された一対の軸部と、
前記一対の軸部それぞれに設けられたねじ部と、
前記一対の軸部それぞれに設けられた、前記ナットの降下を検知する電子部品と、
前記一対の軸部に開孔された貫通穴に通された棒状の部材と、を備え、

20

前記電子部品は、前記棒状の部材の前記ナットに対向する位置に搭載又は内蔵され、
前記ナットの降下は、前記ナットが前記一对の軸部に設けられた前記ねじ部から離脱し
て、前記一对の軸部の下端側に配置された前記棒状の部材に引っ掛かり止まっていること
である、Uボルト。

【請求項 3】

前記電子部品は、
前記ナットに接触すると、前記ナットの降下を検知する接触式センサ、
前記ナットまでの距離が閾値以下になると、前記ナットの降下を検知する距離センサ、
前記ナットに接触すると、可動接点が押下されて該可動接点と固定接点とを閉じるスイ
ッチ、
前記ナットに接触すると、前記ナットの座金との間に形成される電気回路を導通状態に
する金属板、及び

磁石が埋め込まれた前記ナットまでの距離が閾値以下になると、該磁石により形成され
る磁場が作用して接点を閉じるリードスイッチ、
のいずれか一つを有する、請求項 1 又は 2 に記載の Uボルト。

【請求項 4】

ナットを用いて締結物を締結する Uボルトであって、

第 1 の方向に並び、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在し、上端同士が連結さ
れた一对の軸部と、

前記一对の軸部それぞれに設けられたねじ部と、

前記一对の軸部それぞれに設けられた、前記ナットの降下を検知する電子部品と、

前記一对の軸部の下端側に配置されたストッパと、を備え、

前記電子部品は、

前記ナットに接触すると、前記ナットの降下を検知する接触式センサ、

前記ナットまでの距離が閾値以下になると、前記ナットの降下を検知する距離センサ、

前記ナットに接触すると、可動接点が押下されて該可動接点と固定接点とを閉じるスイ
ッチ、

前記ナットに接触すると、前記ナットの座金との間に形成される電気回路を導通状態に
する金属板、及び

磁石が埋め込まれた前記ナットまでの距離が閾値以下になると、該磁石により形成され
る磁場が作用して接点を閉じるリードスイッチ、

のいずれか一つを有し、

前記ナットの降下は、前記ナットが前記一对の軸部に設けられた前記ねじ部から離脱し
て、前記ストッパに引っ掛かり止まっていることである、Uボルト。

【請求項 5】

ナットを用いて締結物を締結する Uボルトであって、

第 1 の方向に並び、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在し、上端同士が連結さ
れた一对の軸部と、

前記一对の軸部それぞれに設けられたねじ部と、

前記一对の軸部それぞれに設けられた、前記ナットの降下を検知する電子部品と、

前記一对の軸部に開孔された貫通穴に通された、絶縁被膜に覆われた絶縁電線と、を備
え、

前記電子部品は、リードスイッチを有し、

前記リードスイッチは、前記一对の軸部それぞれに開孔された貫通穴に内蔵され、前記
絶縁電線により結線され、

前記ナットの降下は、前記ナットが前記一对の軸部に設けられた前記ねじ部から離脱し
て、前記一对の軸部の下端側に配置された前記絶縁電線に引っ掛かり止まっていること
である、Uボルト。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の Uボルトであって、前記電子部品による検知結果

10

20

30

40

50

を送信する送信部を更に備えるUボルトと、

前記送信部から送信された前記検知結果を受信する受信部と、

前記検知結果に基づいて、前記ナットの降下有無を判定する制御部と、

前記制御部により、前記ナットが降下していると判定されると、アラートを発出するアラート発出部と、を有する親機と、

を備える監視装置。

【請求項7】

前記親機は、前記電子部品、前記送信部、前記受信部、前記制御部、及び前記アラート発出部に給電を行う第1の電源を更に備える、請求項6に記載の監視装置。

【請求項8】

請求項1から5のいずれか一項に記載のUボルトが、前記ナットの降下を検知する検知結果を、送信するステップと、

親機が、前記検知結果を受信するステップと、

前記親機が、前記検知結果に基づいて、前記ナットの降下有無を判定するステップと、

前記ナットが降下していると判定されると、前記親機が、アラートを発出するステップと、

を含む、監視方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、Uボルト、監視装置及び監視方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、配管等の締結物を架台、壁面等の被締結物に固定するために、Uボルトが用いられている。Uボルトとは、2つの直線状の軸部が橋梁部により連結されたU形状のボルトである。Uボルトの内側に締結物を挟んだ状態で被締結物に設けられた2つの貫通孔それぞれにUボルトの軸部を挿入し、2つの軸部それぞれの端部からナットで締め付けることで、Uボルトと被締結物とで締結物を挟んで固定することができる。図22はUボルトで配管等の締結物を被締結物に固定した時の構造を示す。Uボルトで配管等の締結物を固定する際、左右のナットを締結することで配管等の締結物を被締結物に固定するが、長期間屋外で使用すると、経年劣化によりナットが緩むことで、配管等の締結物が離脱したり、被締結物等の金物が外れる可能性がある。さらに、ナットが緩むことで最終的にUボルトからナットが外れ、落下することにより人、自動車等に接触する事故が引き起こされる危険性がある。そのため、ナットが完全に緩むことで落下することを必ず防ぐ必要がある。

【0003】

従来よりも緩みにくいナットが開発されているが、Uボルトを締め付けるために使用する場合、左右のナットを同じ締結力で締結する必要がある。非特許文献1には、新しいゆるみ止め機構を備えたスーパースリットナット(SSN)の性能評価が記載されている。しかし、Uボルトの左右の締結力を同一にする事は作業上非常に困難であるため、かかるゆるみ止めナットの性能が発揮されず、ナットが緩むことにより最終的に落下する可能性がある。また従来技術として、ケーブルセンサを使用して落石等の落下物を検知する技術が開発されている。非特許文献2には、ケーブルセンサを利用した岩盤斜面の崩落あるいは落石の監視システムの各種の場所への適用性の検討結果が記載されている。しかし、この技術は、長い距離を落下する落石等の重量が大きい落下物を対象としているため、落下距離が短く、重量が小さいUボルトのナットが落下するのを検知する対象として適していない。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【文献】泉聡志、外7名、「ゆるみ止め性能を有するスーパースリットナットの有限要素

10

20

30

40

50

法による機能検証」、日本機械学会論文集(A編)、71巻、703号(2005-3)

【文献】氏平増之、外6名、「振動検出用スチールワイヤ型ケーブルセンサの感度特性」、土木学会北海道支部論文報告集、No.56(A)、pp.204-207、2000

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

かかる事情に鑑みてなされた本開示の目的は、Uボルトと結合するナットが緩んでも落下しない機構、及びナットの緩みによる降下を検知する機構を両方持つUボルトと、Uボルトからのナットの緩みによる降下を監視する監視装置及び監視方法とを提供することにある。なお、本明細書において、「ナットの落下」とはナットが軸部から完全に外れることをいい、「ナットの降下」とは、ナットが軸部に設けられたねじ部から離脱して、軸部の先端側に搭載された部材(後述する基底部、棒状の部材、絶縁電線等)に引っ掛かり止まっていることをいう。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本開示に係るUボルトは、ナットを用いて締結物を締結するUボルトであって、第1の方向に並び、前記第1の方向と直交する第2の方向に延在する一对の軸部と、前記一对の軸部それぞれに設けられたねじ部と、前記一对の軸部それぞれに設けられた、前記ナットの降下を検知する電子部品と、を備える。

【0007】

上記課題を解決するため、本開示に係る監視装置は、Uボルトからのナットの降下を監視する監視装置であって、前記ナットの降下を検知する電子部品と、前記電子部品による検知結果を送信する送信部と、を有するUボルトと、前記送信部から送信された前記検知結果を受信する受信部と、前記検知結果に基づいて、前記ナットの降下有無を判定する制御部と、前記制御部により、前記ナットが降下していると判定されると、アラートを発出するアラート発出部と、を有する親機と、を備える。

20

【0008】

上記課題を解決するため、本開示に係る監視方法は、Uボルトからのナットの降下を監視する監視方法であって、監視装置により、前記ナットの降下を検知するステップと、前記ナットの降下を検知する検知結果を、送信するステップと、前記検知結果を受信するステップと、前記検知結果に基づいて、前記ナットの降下有無を判定するステップと、前記ナットが降下していると判定されると、アラートを発出するステップと、を含む。

30

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、ナットの緩みによる降下を検知すると共に、ナットの緩みによる落下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態に係るUボルトの構成例を示す図である。

【図2】一端に弾性部材を取り付けた基底部がUボルトの軸部に開孔された穴に収納される構造を示す図である。

40

【図3A】ナット取り付け時に基底部が開孔穴の内側に収納される状態を示す図である。

【図3B】ナット取り付け後に基底部が開孔穴の外側に突出する状態を示す図である。

【図3C】ナット降下時に基底部がストッパーになる状態を示す図である。

【図4A】一端に弾性部材を取り付けた基底部の形状を円柱状にした図である。

【図4B】一端に弾性部材を取り付けた基底部の形状をテーパ形状に加工した図である。

【図5A】接触式センサ又は距離センサを搭載したUボルトの構成例を示す図である。

【図5B】ナットの締結時及び降下時におけるナットと接触式センサ又は距離センサとの位置状態を示す図である。

【図5C】ナットの降下判定表である。

50

【図 6 A】スイッチを有する電子部品を搭載した U ボルトの構成例を示す図である。

【図 6 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットとスイッチとの位置状態を示す図である。

【図 6 C】ナットの降下判定表である。

【図 7 A】金属板を有する電子部品を搭載した U ボルトの構成例を示す図である。

【図 7 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットと金属板との位置状態を示す図である。

【図 7 C】ナットの降下判定表である。

【図 8 A】リードスイッチを有する電子部品を搭載した U ボルトの構成例を示す図である。

【図 8 B】ナットの締結時及び降下時における磁石を埋め込んだナットとリードスイッチとの位置状態を示す図である。

10

【図 8 C】ナットの降下判定表である。

【図 9】第 2 の実施形態に係る軸部を貫通する貫通穴に、棒状の部材を通した U ボルトの構成例を示す図である。

【図 10 A】接触式センサが棒状の部材に搭載された U ボルトの構造を示す図である。

【図 10 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットと接触式センサとの位置状態を示す図である。

【図 10 C】ナットの降下判定表である。

【図 11 A】U ボルトの接触式センサ搭載部を Y 軸方向に切断する断面図である。

【図 11 B】U ボルトの軸部を Y 軸方向に切断する断面図である。

20

【図 11 C】接触式センサへの配線経路を示す図である。

【図 12 A】距離センサが棒状の部材に搭載された U ボルトの構造を示す図である。

【図 12 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットと距離センサとの位置状態を示す図である。

【図 12 C】ナットの降下判定表である。

【図 13 A】スイッチが棒状の部材に搭載された U ボルトの構成例を示す図である。

【図 13 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットとスイッチとの位置状態を示す図である。

【図 13 C】ナットの降下判定表である。

【図 14 A】金属板が棒状の部材に搭載された U ボルトの構成例を示す図である。

30

【図 14 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットと金属板との位置状態を示す図である。

【図 14 C】ナットの降下判定表である。

【図 15 A】リードスイッチが棒状の部材に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。

【図 15 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットとリードスイッチとの位置状態を示す図である。

【図 15 C】ナットの降下判定表である。

【図 16】第 3 の実施形態に係る軸部を貫通する貫通穴に絶縁電線を通し、絶縁電線により結線されたリードスイッチが軸部を貫通する貫通穴に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。

40

【図 17 A】リードスイッチが軸部を貫通する貫通穴に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。

【図 17 B】ナットの締結時及び降下時におけるナットとリードスイッチとの位置状態を示す図である。

【図 17 C】ナットの降下判定表である。

【図 18】第 4 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。

【図 19】第 5 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。

【図 20】第 6 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。

【図 21】第 4 の実施形態に係る監視装置が実行する監視方法の一例を示すフローチャートである。

50

【図 2 2】 Uボルトで配管を固定した時の構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係るUボルト1の構成例を示す図である。

【0013】

本実施形態に係るUボルト1は、鋼等の金属によって構成されている。図1に示すように、Uボルト1は、軸部111A及び軸部111Bと、橋梁部112とを含む本体部11と、ねじ部12と、基底部14A及び基底部14Bと、電子部品15A及び電子部品15Bと、を備える。Uボルト1は、ナット4を用いて締結物7を締結するUボルトである。以下では、基底部14A及び基底部14Bを区別しない場合には、基底部14と称する。以下では、電子部品15A及び電子部品15Bを区別しない場合には、電子部品15と称する。また、以下では、電子部品15A及び電子部品15Bを合わせて一对の電子部品15と称する。

10

【0014】

軸部111A及び軸部111Bは、第1の方向に並び、該第1の方向と直交する方向に延在する。以下では、図1に示すように、軸部111A及び軸部111Bが並んで配置される方向をX軸方向(第1の方向)と称し、軸部111A及び軸部111Bが延在する方向をY軸方向(第2の方向)と称し、X軸方向及びY軸方向と直交する方向をZ軸方向(第3の方向)と称する。以下、軸部111A及び軸部111Bを合わせて一对の軸部111と称する。また、以下では、軸部111A及び軸部111Bを区別しない場合には、軸部111と称する。

20

【0015】

橋梁部112は、一对の軸部111それぞれの一端を連結する。橋梁部112は、Uボルト1が形成するU形状の頂点Oを含むY軸方向に延びる仮想的な直線OY(以下、「仮想線OY」という)に対して線対称に構成されている。また、橋梁部112は、一对の軸部111それぞれの一端に設けられ、半円状に屈曲した形状である。このように構成された橋梁部112が、上述したように一对の軸部の一端に設けられているため、Uボルト1は全体としてU形状を形成している。

30

【0016】

ねじ部12は、ねじ山構造を有する。ねじ部12は、一对の軸部111それぞれに、設けられている。

【0017】

図1に示すように、U形状のUボルト1の内側(一对の軸部111及び橋梁部112により囲まれる空間)には、配管等の締結物7が配置される。締結物7がUボルト1の内側に配置された状態で、支持金物等の被締結物8に設けられた一对の貫通孔5に、被締結物8の一面側からそれぞれ軸部111A及び軸部111Bが挿入される。一对の貫通孔5にそれぞれ軸部111A及び軸部111Bが挿入されることで、軸部111A及び軸部111Bそれぞれのねじ部12が被締結物8の他面側に突出する。被締結物8の他面側から突出したねじ部12は、ナット4により締め付けられる。なお、ナット4は、ねじ部12のねじ山と螺合するねじ山をそれぞれ有している。これにより、締結物7は、Uボルト1と被締結物8とに挟まれて固定される。

40

【0018】

基底部14は、電子部品15を搭載する金属製又は樹脂製の台座である。図2は、一端に弾性部材を取り付けた電子部品を搭載する基底部が、Uボルトの軸部に開孔された穴に収納される構造を示す図である。Uボルト1は、一对の軸部111それぞれに開孔された開孔穴13の内壁に接続された弾性部材sと、弾性部材sに接続された基底部14と、を備え、電子部品15は、基底部14のナット4に対向する位置に搭載される。図2に示す

50

ように、Uボルト1の軸部111に開孔穴13が開孔されており、開孔穴13の内壁に、電子部品15を搭載する基底部14が弾性部材sにより取り付けられている。本構造は、ナット4を取り付けた後に基底部14が落下するのを防止する役割を果たす。ナット4が降下した衝撃で弾性部材sが破損したり、経年劣化で弾性部材sの定常状態が長くなることにより、基底部14が開孔穴13から脱落して落下するのを防止するため、開孔穴13の外周にストッパstpを設けてもよい。ストッパstpは、軸部111を構成する金属と同じ金属材料を、開孔穴13の外周に溶接することにより設けられる。また、ストッパstpを設けなくとも、開孔穴13の内側に接着剤等の樹脂を充填して基底部14を固着すれば、基底部14の落下を防止することができる。尚、開孔穴13の形状は問わないが、円形である方が加工が行いやすい。

10

【0019】

電子部品15は、一对の軸部111それぞれに設けられている。電子部品15は、ナット4の降下を検知する。電子部品15は、(1)ナット4に接触すると、前記ナットの降下を検知する接触式センサ、

(2)ナット4までの距離が閾値以下になると、ナット4の降下を検知する距離センサ、

(3)ナットに接触すると、可動接点が押下されて該可動接点と固定接点とを閉じるスイッチ、(4)ナット4に接触すると、ナット4の座金6との間に形成される電気回路を導通状態にする金属板、及び(5)磁石が埋め込まれたナット4までの距離が閾値以下になると、該磁石により形成される磁場が作用して接点を閉じるリードスイッチ、のいずれか一つを有する。

20

【0020】

図3Aは、ナット取り付け時に基底部が開孔穴の内側に収納される状態を示す図である。図3Aに示すように、基底部14の一端はテーパ形状に加工されている。すなわち、基底部14を軸部111に取り付けた際に、軸部111の頂点側から先端側に向かって先細りになるように加工されている。このため、ナット4を締結する際に、ナット4は軸部111を上方向に通されると、基底部14は開孔穴13の中に押し込まれるため、ナット4を通しやすくなる。図3Bは、ナット取り付け後に基底部が開孔穴の外側に突出する状態を示す図である。図3Bに示すように、ナット4を通した後に、基底部14が開孔穴13の外側へ突出してストッパーの役割を果たす。図3Cは、ナット降下時に基底部14がストッパーになる状態を示す図である。図3Cに示すように、ナット4が降下した際に、基底部14の一端がテーパ形状に加工されていることにより、基底部14がストッパーの役目を果たし、ナット4が軸部111から完全に外れて落下することを防止する。軸部111に設けた開孔穴13の形状は問わないが、円形にすると加工が行いやすい。

30

【0021】

図4Aは、一端に弾性部材を取り付けた基底部の形状を円柱状にした図である。弾性部材sとは、例えば、ばねである。図4Aに示すように、弾性部材sの弾性力が大きくなると、あるいは経年劣化等で弾性部材sの定常状態が長くなると、Uボルト1の軸部111から基底部14が露出する露出部分expが長くなる。露出部分expが長くなると、ナットの締結時、あるいは落下時に、基底部14が軸部111から脱落する可能性が高くなる。このことから、弾性部材sの弾性力が大きくなった場合、あるいは弾性部材sの定常状態が長くなった場合にも、基底部14の脱落を防止する機能を付加することが望ましい。図4Bは、一端に弾性部材を取り付けた基底部の形状をテーパ形状に加工した図である。図4Bに示すように、基底部14の先端の形状をテーパ形状に加工すると共に、開孔穴13の外周に、軸部111を構成する金属と同じ金属材料を溶接したストッパstpを嵌合すると、脱落防止の効果が得られる。

40

【0022】

図5Aは、接触式センサ又は距離センサを搭載したUボルトの構成例を示す図である。Uボルト1Aに搭載する電子部品15は、接触式センサ151又は距離センサ152である。Uボルト1Aは、接触式センサ151、又は超音波、赤外線、レーザー等を対象物(ナット4)に照射することにより、ナット4までの距離を計測する距離センサ152を使

50

用して、ナット4の降下を検知してもよい。接触式センサ151は、対象物(ナット4)が接触したことを検知するセンサである。図5Aにおいて、上向きの破線矢印は、距離センサ152が超音波、赤外線、レーザー等をナット4に照射することを示す。図5Bは、ナットの締結時及び降下時におけるナットと接触式センサ又は距離センサとの位置状態を示す図である。図5Bにおいて、左図はナット4の締結時、右図はナット4の降下時である。ナット4が降下すると、基底部14がストッパーとなり、ナット4の降下が止まる。

【0023】

図5Cは、ナットの降下判定表である。図5Cでは、接触式センサを例として説明する。接触式センサ151は、ナットが接触式センサ151に接触しているか否かを0、1で判断できるものが望ましい。接触式センサ151Aが、ナットと接触すると(接触あり)「降下」、接触しないと(接触なし)「降下なし」と判定する。接触式センサ151Bも接触式センサ151Aと同様に判定する。

10

【0024】

図6Aは、スイッチを有する電子部品を搭載したUボルトの構成例を示す図である。Uボルト1Bに搭載する電子部品15は、スイッチ153を有する。Uボルト1Bは、スイッチ153を基底部14に搭載することで、スイッチ153を有する電子部品15がナット4の降下を検知する。ナット4が緩み、スイッチ153の上に降下すると、基底部14に搭載したスイッチ153が閉となり、電気回路が導通することによりナット4の降下を検知する。図6Bは、ナットの締結時及び降下時におけるナットとスイッチとの位置状態を示す図である。図6Bにおいて、左図はナット4の締結時、右図はナット4の降下時である。ナット4の締結時には、スイッチ153が開いており電気回路が導通しない。一方、ナット4の降下時には、スイッチ153が閉じて電気回路が導通する。

20

【0025】

図6Cは、ナットの降下判定表である。スイッチ153Aが、ナットの降下により閉じると「降下」、ナットの降下がなく開くと「降下なし」と判定する。スイッチ153Bもスイッチ153Aと同様に判定する。

【0026】

図7Aは、金属板を有する電子部品を搭載したUボルトの構成例を示す図である。Uボルト1Cに搭載する電子部品15は、金属板154を有する。図7Aにおいて、基底部14は絶縁体を使用して形成する。図7Bは、ナットの締結時及び降下時におけるナットと金属板との位置状態を示す図である。図7Bに示すように、基底部14上に絶縁電線wを取り付けた金属板154が設けられ、座金6に絶縁電線wが取り付けられる。絶縁電線wとは、絶縁被覆に覆われている電線をいう(以下、同様とする。)。ナット4が降下すると金属板154とナット4と座金6とが導通状態となり、一連の電気回路が導通することによりナット4の降下が検知される。また、絶縁電線wを座金6ではなく、Uボルト1C本体に取り付ける場合、金属板154Aと金属板154Bの識別はできないが、ナット4と金属板154が接触することにより、電気回路が導通状態になり、ナット4の降下が検知される。さらに、金属製の基底部14の場合、基底部14とナット4が接触する箇所以外を絶縁体で覆うことで、金属板154を新たに設けることなくナット4の降下が検知される。

30

40

【0027】

図7Cは、ナットの降下判定表である。座金とナットと金属板154Aとが接触して、一連の電気回路が導通すると「降下」、座金とナットと金属板154Aとが接触せず、一連の電気回路が導通しないと「降下なし」と判定する。金属板154Bも金属板154Aと同様に判定する。

【0028】

図8Aは、リードスイッチを有する電子部品を搭載したUボルトの構成例を示す図である。Uボルト1Dに搭載する電子部品15は、リードスイッチ155を有する。Uボルト1Dでは、ナット4に磁石16を埋め込み、基底部14にリードスイッチ155を搭載する。図8Bは、ナットの締結時及び降下時における磁石を埋め込んだナットとリードス

50

ッチとの位置状態を示す図である。ナット締結時では、磁石 16 を埋め込んだナット 4 からの距離が長いリードスイッチ 155 周辺の磁場は弱く、リードスイッチ 155 は開いているが、ナット降下時では、磁石 16 を埋め込んだナット 4 の降下により磁場が強くなりリードスイッチ 155 が閉まる。

【0029】

図 8 C は、ナットの降下判定表である。磁石による磁場が強くなりリードスイッチ 155 A が閉まると「降下」、リードスイッチ 155 A 周辺の磁場が弱く、リードスイッチ 155 A が開いていると「降下なし」と判定する。リードスイッチ 155 B もリードスイッチ 155 A と同様に判定する。

【0030】

本開示に係る U ボルト 1 によれば、軸部 111 に設けた基底部 14 が、ストッパーとして機能することによりナット 4 の落下を防ぎ、さらに基底部 14 に搭載した電子部品 15 が、ナット 4 が降下したことを検知する。

【0031】

(第 2 の実施形態)

図 9 は、第 2 の実施形態に係る軸部を貫通する貫通穴に、電子部品を搭載する棒状の部材を通した U ボルトの構成例を示す図である。

【0032】

本実施形態に係る U ボルト 2 は、鋼等の金属によって構成されている。図 9 に示すように、U ボルト 2 は、軸部 111 A 及び軸部 111 B と、橋梁部 112 とを含む本体部 11 と、ねじ部 12 と、電子部品 15 A 及び電子部品 15 B と、棒状の部材 17 と、を備える。本実施形態に係る U ボルト 2 は、基底部 14 の代わりに棒状の部材 17 と備える点が第 1 の実施形態に係る U ボルト 1 と相違する。第 1 の実施形態と同一の構成については、第 1 の実施形態と同一の参照番号を付して適宜説明を省略する。

【0033】

U ボルト 2 は、一対の軸部 111 に開孔された貫通穴 TH に通された棒状の部材 17 を備える。電子部品 15 は、棒状の部材 17 のナット 4 に対向する位置に搭載又は内蔵される。図 9 に示すように、U ボルト 2 は、軸部 111 に貫通穴 TH を設け、ナット 4 を締結後に電子部品 15 を搭載した棒状の部材 17 を貫通穴 TH に通すことにより、ナット 4 が軸部 111 から完全に外れて落下するのを防ぐ。棒状の部材 17 上に搭載された電子部品 15 は、ナット 4 の降下を検知する。棒状の部材 17 は、電子部品 15 を搭載しやすく、かつナット 4 の降下を検知しやすいように頂点側を平坦に加工する。電子部品 15 を棒状の部材 17 に取り付ける方法は、溶接、接着剤等により行うが、搭載方法は限定しない。電子部品 15 の搭載位置はナット 4 が当たる位置(対向する位置)であれば、棒状の部材 17 のどの位置に搭載してもよい。

【0034】

棒状の部材 17 が軸部 111 から離脱しないように、軸部 111 A 及び軸部 111 B の外側に離脱防止部材 18 を設け、離脱防止処置を行う。離脱防止処置は、例えばナット 4 を通した後に、接着剤、ナット等により行われるが、同処置の手法は限定しない。

【0035】

図 10 A は、接触式センサが棒状の部材に搭載された U ボルトの構造を示す図である。U ボルト 2 A に搭載する電子部品 15 は、接触式センサ 151 である。U ボルト 2 A は、ナット 4 が接触したことを検知できる接触式センサ 151 を搭載することにより、ナット 4 が降下したことを検知する。図 10 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットと接触式センサとの位置状態を示す図である。図 10 B において、左図はナット 4 の締結時、右図はナット 4 の降下時におけるナット 4 と接触式センサ 151 との位置状態である。ナット 4 の降下時に、接触式センサ 151 を搭載する棒状の部材 17 とがストッパーとなり、ナット 4 の降下が止まる。

【0036】

図 10 C は、ナットの降下判定表である。接触式センサは 151 は、限定しないが、ナ

10

20

30

40

50

ットが接触式センサ 151 に接触しているか否かを 0、1 で判断できるものが望ましい。接触式センサ 151 A が、ナットと接触すると（接触あり）「降下」、接触しないと（接触なし）「降下なし」と判定する。接触式センサ 151 B も接触式センサ 151 A と同様に判定する。

【0037】

図 11 A は、図 10 A において A - A で表記した領域の断面図であり、U ボルトの接触式センサ搭載部を Y 軸方向に切断する断面図である。図 10 A における A - A 断面は、接触式センサ 151 B を Y 軸方向（第 2 の方向）に切断する断面である。図 11 B は、図 10 A において B - B で表記した領域の断面図であり、U ボルトの軸部を Y 軸方向に切断する断面図である。図 10 B における B - B 断面は、U ボルト 2 A の軸部 111 B を Y 軸方向（第 2 の方向）に切断する断面である。

10

【0038】

図 11 C は、接触式センサへの配線経路を示す図である。図 11 C において、左図のように絶縁電線 w を棒状の部材 17 に埋め込む場合、接触式センサ 151 を予め搭載した棒状の部材 17 を U ボルトに取り付けることが望ましく、右図のように絶縁電線 w を棒状の部材 17 に埋め込まない場合、接触式センサ 151 の取り付けは、棒状の部材 17 を U ボルトに取り付けた後に行うことが望ましい。

【0039】

図 12 A は、距離センサが棒状の部材に搭載された U ボルトの構造を示す図である。U ボルト 2 A に搭載する電子部品 15 は、距離センサ 152 である。すなわち、U ボルト 2 A は、ナット 4 との接触以外にも超音波、赤外線、レーザー等を対象物（ナット 4）に照射して、ナット 4 までの距離を計測することにより、ナット 4 の降下を検知してもよい。図 12 A において、上向きの破線矢印は、距離センサ 152 が超音波、赤外線、レーザー等をナット 4 に照射することを示す。距離センサ 152 は対象物とナット 4 との距離が閾値以下であるか否かを 0、1 で判断できる距離センサが簡易で望ましい。図 12 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットと距離センサとの位置状態を示す図である。図 12 B において、左図はナット 4 の締結時、右図はナット 4 の降下時におけるナットと距離センサとの位置状態である。ナット 4 の降下時に、距離センサ 152 を搭載する棒状の部材 17 がストッパーとなり、ナット 4 の降下が止まる。

20

【0040】

図 12 C は、ナットの降下判定表である。距離センサ 152 は、ナットが降下しているか否かを 0、1 で判断できるものが望ましい。距離センサ 152 A は、ナットまでの距離が閾値以下になると「降下」、閾値より大きいと（接触なし）「降下なし」と判定する。距離センサ 152 B も距離センサ 152 A と同様に判定する。

30

【0041】

図 13 A は、スイッチが棒状の部材に搭載された U ボルトの構成例を示す図である。U ボルト 2 B に搭載する電子部品 15 は、スイッチ 153 を有する。U ボルト 2 B は、スイッチ 153 を棒状の部材 17 に搭載することにより、ナット 4 の緩みによる降下を検知する。ナット 4 が緩み、スイッチ 153 の上に降下すると、スイッチ 153 が閉となり、電気回路が導通することにより、ナット 4 の降下を検知する。本機構は、タクトスイッチと同様の機構である。図 13 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットとスイッチとの位置状態を示す図である。ナット 4 の降下時に、スイッチ 153 を搭載する棒状の部材 17 とがストッパーとなり、ナット 4 の降下が止まる。

40

【0042】

図 13 C は、ナットの降下判定表である。ナットが降下しスイッチ 153 A を閉じると「降下」、ナットが降下せずスイッチ 153 A が開いた状態にあると「降下なし」と判定する。スイッチ 153 B もスイッチ 153 A と同様に判定する。

【0043】

図 14 A は、金属板が棒状の部材に搭載された U ボルトの構成例を示す図である。U ボルト 2 C に搭載する電子部品 15 は、金属板 154 を有する。図 14 A においては、棒状

50

の部材 17 本体は絶縁体を使用して形成する。図 14 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットと金属板との位置状態を示す図である。図 14 B に示すように、絶縁体の上に絶縁電線 w を取り付けた金属板 154 を設け、座金 6 に絶縁電線 w を設ける。ナット 4 が降下すると金属板 154 とナット 4 と座金 6 とが導通状態となり、一連の電気回路が導通することによりナット 4 の降下が検知される。また、絶縁電線 w を座金 6 ではなく、U ボルト 2 C 本体に取り付ける場合、A と B の識別はできないが、ナット 4 と金属板 154 が接触することにより、電気回路が導通状態になり、ナット 4 の降下が検知される。一方、金属製の棒状の部材 17 を使用する場合、棒状の部材 17 とナット 4 が接触する領域以外を絶縁体で被覆することにより、金属板 154 を新たに設けることなくナット 4 の降下が検知される。また、ナット 4 の降下時に、金属板 154 を搭載する棒状の部材 17 がス

10

【0044】

図 14 C は、ナットの降下判定表である。ナットが降下し、金属板 154 A とナットと座金とを接続する電気回路が導通状態になると「降下」、ナットが降下せず電気回路が開いた状態にあると「降下なし」と判定する。金属板 154 B も、金属板 154 A と同様に判定する。

【0045】

図 15 A は、リードスイッチが棒状の部材に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。U ボルト 2 D に搭載する電子部品 15 は、リードスイッチ 155 を有する。図 15 A に示すように、U ボルト 2 D は、ナット 4 に磁石 16 を埋め込み、絶縁電線 w を内蔵した棒状の部材 17 にリードスイッチ 155 を内蔵する。リードスイッチ 155 は、絶縁電線 w と接続される。絶縁電線 w は、後述する第 3 の実施形態と同様に 2 本でもよい。図 15 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットとリードスイッチとの位置状態を示す図である。ナット 4 の締結時において、磁石 16 との距離が長いとリードスイッチ 155 周辺の磁場は弱く、リードスイッチ 155 は開いているが、ナット 4 の降下時は、磁石 16 がリードスイッチ 155 上に移動しているため、磁石 16 による磁場が強くなりリードスイッチ 155 が閉まる。リードスイッチ 155 の位置は磁場の影響を受ける範囲であれば制限しないが、磁石 16 を埋め込んだナット 4 の降下時に最も周辺磁場が強くなる軸部 111 に埋め込んだ位置が望ましい。

20

【0046】

図 15 C は、ナットの降下判定表である。磁石を埋め込んだナットが降下し、リードスイッチ 155 A が閉まると「降下」、ナットが降下せずリードスイッチ 155 A が開いた状態にあると「降下なし」と判定する。リードスイッチ 155 B も、リードスイッチ 155 A と同様に判定する。

30

【0047】

本開示に係る U ボルト 2 によれば、軸部 111 に通した棒状の部材 17 が、ストッパーとして機能することにより、ナット 4 の落下を防ぎ、さらに棒状の部材 17 に搭載した様々な電子部品 15 が、ナット 4 が降下したことを検知する。

【0048】

(第 3 の実施形態)

図 16 は、第 3 の実施形態に係る軸部を貫通する貫通穴に絶縁電線を通し、絶縁電線により結線されたリードスイッチが軸部を貫通する貫通穴に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。

40

【0049】

本実施形態に係る U ボルト 3 は、鋼等の金属によって構成されている。図 16 に示すように、U ボルト 3 は、軸部 111 A 及び軸部 111 B と、橋梁部 112 とを含む本体部 11 と、ねじ部 12 と、電子部品 15 A 及び電子部品 15 B と、絶縁電線 19 と、を備える。本実施形態に係る U ボルト 3 は、棒状の部材 17 の代わりに絶縁電線 19 と備える点が第 2 の実施形態に係る U ボルト 2 と相違する。第 2 の実施形態と同一の構成については、第 2 の実施形態と同一の参照番号を付して適宜説明を省略する。

50

【 0 0 5 0 】

図 1 7 A は、リードスイッチが軸部を貫通する貫通穴に内蔵された U ボルトの構成例を示す図である。U ボルト 3 に搭載する電子部品 1 5 は、リードスイッチ 1 5 5 を有する。U ボルト 3 は、一対の軸部 1 1 1 に開孔された貫通穴 T H に通された、絶縁被膜に覆われた絶縁電線 1 9 を備える。リードスイッチ 1 5 5 は、一対の軸部 1 1 1 それぞれに開孔された貫通穴 T H に内蔵され、絶縁電線 1 9 により結線される。一対の軸部 1 1 1 それぞれに開孔された貫通穴 T H にリードスイッチ 1 5 5 が内蔵され、それぞれのリードスイッチ 1 5 5 が個別に絶縁電線 1 9 により結線されるため、一対の軸部 1 1 1 に開孔された貫通穴 T H には、2 本の絶縁電線 1 9 が通される。磁石 1 6 を埋め込んだナット 4 が降下した際に、2 本の絶縁電線 1 9 に引っ掛けることによりナット 4 の落下を防ぐため、2 本の絶縁電線 1 9 の距離は断線しない程度に近い方が望ましい。溶接等方法は問わないが、絶縁電線 1 9 は、動かないように接着剤等で固定する。図 1 7 B は、ナットの締結時及び降下時におけるナットとリードスイッチとの位置状態を示す図である。ナット 4 の締結時には、磁石 1 6 を埋め込んだナット 4 とリードスイッチ 1 5 5 との距離が長いため、リードスイッチ 1 5 5 周辺の磁場は弱く、リードスイッチ 1 5 5 は開いている。しかし、ナット 4 の降下時には、磁石 1 6 とリードスイッチ 1 5 5 との距離が短く、磁石 1 6 による磁場が強くなるため、リードスイッチ 1 5 5 が閉まる。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 7 C は、ナットの降下判定表である。磁石を埋め込んだナットが降下し、リードスイッチ 1 5 5 A が閉まると「降下」、ナットが降下せずリードスイッチ 1 5 5 A が開いた状態にあると「降下なし」と判定する。リードスイッチ 1 5 5 B も、リードスイッチ 1 5 5 A と同様に判定する。

20

【 0 0 5 2 】

本開示に係る U ボルト 3 によれば、軸部 1 1 1 に通した 2 本の絶縁電線 1 9 が、ストッパーとして機能することにより、ナット 4 の落下を防ぎ、さらに軸部に開孔した貫通穴に内蔵したリードスイッチ 1 5 5 が、磁石 1 6 を埋め込んだナット 4 が降下したことを検知する。

【 0 0 5 3 】

(第 4 の実施形態)

図 1 8 は、第 4 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。図 1 8 に示すように、第 4 の実施形態に係る監視装置 2 0 は、親機 3 0 と、U ボルト 4 0 と、を備える。親機 3 0 は、受信部 3 1 と、制御部 3 2 と、アラート発出部 3 3 と、第 1 の電源 3 4 と、を有する。U ボルト 4 0 は、上述した U ボルト 1 , 1 A ~ 1 D , 2 , 2 A ~ 2 D , 3 のいずれかと、送信部 4 1 と、を有する。監視装置 2 0 は、U ボルト 4 0 からのナット 4 の降下を監視する。第 1 の実施形態から第 3 の実施形態と同一の構成については、第 1 の実施形態から第 3 の実施形態と同一の参照番号を付して適宜説明を省略する。図 1 8 中、電子部品 1 5 による検知結果を d、制御部 3 2 による判定結果を o、第 1 の電源 3 4 による給電を e と表記する。

30

【 0 0 5 4 】

図 1 8 に示すように、親機 3 0 は、U ボルト 4 0 から送信された検知結果 d に基づいて、ナット 4 の降下有無を判定し、ナット 4 が降下していると判定すると、アラートを発出する。親機 3 0 は、第 1 の電源 3 4 を備えており、U ボルト 4 0 への給電 e を行うことにより、U ボルト 4 0 がナット 4 の降下を検知し、検知結果 d を送信する電力を賄う。有線で検知結果 d の監視を行う場合、給電と監視を同時に行うことができる。また、第 1 の電源 3 4 は、U ボルト 4 0 への給電 e のみならず、親機 3 0 の受信部 3 1、制御部 3 2、及びアラート発出部 3 3 への給電 e も行う。さらに、監視の頻度を常時ではなく、1 日に 1 回、1 ヶ月に 1 回等、必要に応じて制限することで、第 1 の電源 3 4 を効率良く運用することができる。

40

【 0 0 5 5 】

受信部 3 1 は、U ボルト 4 0 の送信部 4 1 から送信された検知結果 d を受信する。受信

50

部 3 1 は、該検知結果 d を制御部 3 2 へ出力する。U ボルト 4 0 の送信部 4 1 から親機 3 0 の受信部 3 1 への検知結果 d の送信は、有線通信により行われてもよく、Wi-Fi 等の無線通信、またはこれらの併用により行われてもよい。

【 0 0 5 6 】

制御部 3 2 は、受信部 3 1 から入力した U ボルト 4 0 による検知結果 d に基づいて、ナット 4 の降下有無を判定する。制御部 3 2 は、ナット 4 が降下していると判定すると、判定結果 o をアラート発出部 3 3 へ出力する。制御部 3 2 は、一方のナット 4 A のみが降下している場合、他方のナット 4 B のみが降下している場合、ナット 4 A 及び 4 B が降下している場合を、それぞれ判定して、判定結果 o をアラート発出部 3 3 へ出力することができる。制御部 3 2 は、ナット 4 A と 4 B のいずれもが降下していないと判定すると、U ボルト 4 0 によるナット 4 の降下の監視を継続する。

10

【 0 0 5 7 】

アラート発出部 3 3 は、制御部 3 2 によりナット 4 が降下していると判定されると、制御部 3 2 からナット 4 が降下している旨の判定結果 o を入力して、アラートを発出する。アラート発出部 3 3 は、一方のナット 4 A のみが降下している場合にはアラート A を、他方のナット 4 B のみが降下している場合にはアラート B を発出する。また、ナット 4 A 及び 4 B が降下している場合には、アラート C を発出する。

【 0 0 5 8 】

第 1 の電源 3 4 は、ソーラーパネル 3 4 1、チャージコントローラー 3 4 2、及びバッテリー 3 4 3 を備える。第 1 の電源 3 4 は、U ボルト 4 0 に備えられる、ナット 4 の降下を検知する電子部品 1 5 及び検知結果 d を送信する送信部 4 1 と、親機 3 0 に備えられる、検知結果 d を受信する受信部 3 1、ナット 4 の降下有無を判定する制御部 3 2、及びアラートを発出するアラート発出部 3 3 とに給電 e を行う。

20

【 0 0 5 9 】

ソーラーパネル 3 4 1 は、太陽の光を受けることにより太陽光発電を行い、電気を発生させる。しかし、太陽光発電は夜間あるいは悪天候時に発電を行うことができない。このため、日中天候の良い時間にソーラーパネル 3 4 1 で発電した電気をバッテリー 3 4 3 に蓄電しておくことが望ましい。

【 0 0 6 0 】

チャージコントローラー 3 4 2 は、ソーラーパネル 3 4 1 とバッテリー 3 4 3 との間に接続される。チャージコントローラー 3 4 2 は、バッテリー 3 4 3 の過充電、過放電、あるいは電流の逆流を防ぐ機器であって、安全にバッテリー 3 4 3 の充電を行うために必須の機器である。

30

【 0 0 6 1 】

バッテリー 3 4 3 は、ソーラーパネル 3 4 1 が発電した電気をチャージコントローラー 3 4 2 経由で受け取り蓄電する。バッテリー 3 4 3 に蓄えられた電気は、親機 3 0 の受信部 3 1 と、制御部 3 2 と、アラート発出部 3 3 とが連携して行う検知結果 d の監視のための一連の操作を行う電力を賄うと共に、親機 3 0 から有線で接続されている U ボルト 4 0 に給電 e を行う。

【 0 0 6 2 】

U ボルト 4 0 は、ナット 4 の降下を検知する電子部品 1 5 と、検知結果を送信する送信部 4 1 と、を備える。U ボルト 4 0 の電子部品 1 5 及び送信部 4 1 は、有線で接続されている親機 3 0 の第 1 の電源 3 4 から給電 e を受けてもよい。

40

【 0 0 6 3 】

U ボルト 4 0 を構成する電子部品 1 5 は、接触式センサ 1 5 1、及び距離センサ 1 5 2 のいずれか一つであるか、又はスイッチ 1 5 3、金属板 1 5 4、及びリードスイッチ 1 5 5 のいずれか一つを有する電子部品であり、ナット 4 の降下を検知する。電子部品 1 5 は、ナット 4 の降下有無を検知した検知結果 d を送信部 4 1 へ出力する。

【 0 0 6 4 】

送信部 4 1 は、電子部品 1 5 による検知結果 d を、親機 3 0 の受信部 3 1 へ送信する。

50

【 0 0 6 5 】

図 2 1 は、第 4 の実施形態に係る監視装置 2 0 が実行する監視方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 では、U ボルト 4 0 の電子部品 1 5 が、ナット 4 A 又はナット 4 B の降下を検知する。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 2 0 では、U ボルト 4 0 の送信部 4 1 が、検知結果 d を、親機 3 0 の受信部 3 1 へ送信する。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 3 0 では、親機 3 0 の受信部 3 1 が、検知結果 d を受信する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 4 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 A が降下しているか否かを判定する。ナット 4 A が降下していない場合、S 5 0 へ進む。ナット 4 A が降下している場合、S 6 0 へ進む。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 5 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 B が降下しているか否かを判定する。ナット 4 B が降下している場合、S 8 0 へ進む。ナット 4 B が降下していない場合、S 1 0 へ戻り、監視を継続する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 6 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 B が降下しているか否かを判定する。ナット 4 B が降下していない場合、S 7 0 へ進む。ナット 4 B が降下している場合、S 9 0 へ進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 7 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 A の降下を周知するアラート A を発出する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 8 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 B の降下を周知するアラート B を発出する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 9 0 では、親機 3 0 の制御部 3 2 が、ナット 4 A 及び 4 B の降下を周知するアラート C を発出する。

【 0 0 7 5 】

本開示に係る監視装置 2 0 によれば、U ボルト 4 0 の軸部 1 1 1 からのナット 4 の降下を常時監視し、ナット 4 が降下したと判定された際にアラートを発出することにより、作業員へナット 4 の降下等を周知することができる。また、監視装置 2 0 は、親機 3 0 に太陽光発電機能を有する第 1 の電源 3 4 を備えることにより、電線を敷設できない場所に設置された U ボルト 4 0 におけるナット 4 の降下を常時監視するための電力を賄うことが可能となる。

【 0 0 7 6 】

(第 5 の実施形態)

図 1 9 は、第 5 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。図 1 9 に示すように、第 5 の実施形態に係る監視装置 2 0 A は、親機 3 0 A と、U ボルト 4 0 A と、を備える。親機 3 0 A は、受信部 3 1 と、制御部 3 2 と、アラート発出部 3 3 と、第 1 の電源 3 4 と、を有する。U ボルト 4 0 A は、上述した U ボルト 1 , 1 A ~ 1 D , 2 , 2 A ~ 2 D , 3 のいずれかと、送信部 4 1 と、第 2 の電源 4 3 と、を有する。監視装置 2 0 A は、U ボルト 4 0 A からのナット 4 の降下を監視する。第 1 の実施形態から第 4 の実施形態と同一の構成については、第 1 の実施形態から第 4 の実施形態と同一の参照番号を付して適宜説明を省略する。図 1 9 中、電子部品 1 5 による検知結果を d、制御部 3 2 による判定結果を o、第 1 の電源 3 4 による給電を e 1、第 2 の電源による給電を e 2 と表記

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 7 7 】

第 1 の電源 3 4 は、親機 3 0 A に備えられる検知結果 d を受信する受信部 3 1、ナット 4 の降下有無を判定する制御部 3 2、及びアラートを発出するアラート発出部 3 3 とに給電 e 1 を行う。

【 0 0 7 8 】

U ボルト 4 0 A の送信部 4 1 から親機 3 0 A の受信部 3 1 へ検知結果 d を無線で送信してもよい。無線で検知結果 d を送受信することにより、絶縁電線を露出させることなく検知結果 d の監視が可能になる。

【 0 0 7 9 】

第 2 の電源 4 3 は、振動発電機 4 3 1 及びバッテリー 4 3 2 から構成される。

【 0 0 8 0 】

振動発電機 4 3 1 は、振動により振動面に発生する圧力を圧電素子等を用いて電力に変換する発電機である。U ボルト 4 0 A を使用する橋梁添架設備等は、車両振動の影響を受けるため、U ボルト 4 0 A 本体に振動発電機 4 3 1 を設けることにより、親機 3 0 A からの給電が不要になる。

【 0 0 8 1 】

バッテリー 4 3 2 は、振動発電機 4 3 1 により発電された電気を蓄電し、U ボルト 4 0 A の電子部品 1 5 及び送信部 4 1 に給電 e 2 を行う。また、親機 3 0 及び 3 0 A の第 1 の電源 3 4 と同様に、検知結果の監視の頻度を常時ではなく、1 日に 1 回、1 ヶ月に 1 回等、必要に応じて制限することで、第 2 の電源 4 3 を効率良く運用することができる。

【 0 0 8 2 】

また、U ボルト 4 0 A への給電 e は、親機 3 0 A と U ボルト 4 0 A との設置距離が近い場合、非接触給電（ワイヤレス給電）により行ってもよい。

【 0 0 8 3 】

本開示に係る監視装置 2 0 A によれば、U ボルト 4 0 A の軸部 1 1 1 からのナット 4 の降下を常時監視し、ナット 4 が降下したと判定された際にアラートを発出することにより、作業員へナット 4 の降下等を周知することができる。また、親機 3 0 A に内蔵される第 1 の電源 3 4 に加え、U ボルト 4 0 A が振動発電機能を有する第 2 の電源 4 3 を内蔵することにより、電線を敷設できない場所に設置された U ボルト 4 0 A のナット 4 の降下を常時監視するための電力を賄うことが可能となる。

【 0 0 8 4 】

（第 6 の実施形態）

図 2 0 は、第 6 の実施形態に係る監視装置の構成例を示すブロック図である。図 2 0 に示すように、第 6 の実施形態に係る監視装置 2 0 B は、親機 3 0 B と、U ボルト 4 0 A と、U ボルト 4 0 B と、を備える。親機 3 0 B は、受信部 3 1 と、制御部 3 2 と、アラート発出部 3 3 と、第 1 の電源 3 4 と、を有する。U ボルト 4 0 A は、上述した U ボルト 1, 1 A ~ 1 D, 2, 2 A ~ 2 D, 3 のいずれかと、送信部 4 1 と、を有する。U ボルト 4 0 B は、上述した U ボルト 1, 1 A ~ 1 D, 2, 2 A ~ 2 D, 3 のいずれかと、送信部 4 1 と、を有する。監視装置 2 0 B は、U ボルト 4 0 A 又は U ボルト 4 0 B からのナット 4 の降下を監視する。第 1 の実施形態から第 5 の実施形態と同一の構成については、第 1 の実施形態から第 5 の実施形態と同一の参照番号を付して適宜説明を省略する。図 2 0 中、U ボルト 4 0 A の電子部品 1 5 による検知結果を d 1、U ボルト 4 0 B の電子部品 1 5 による検知結果を d 2、制御部 3 2 による判定結果を o、第 1 の電源 3 4 による給電を e 1、U ボルト 4 0 A の第 2 の電源による給電を e 2、U ボルト 4 0 B の第 2 の電源による給電を e 3 と表記する。

【 0 0 8 5 】

監視装置 2 0 A は、1 つの U ボルト（U ボルト 4 0 A）の検知結果を監視するのに対し、本実施形態に係る監視装置 2 0 B は、複数の U ボルトの検知結果を同時に監視する。

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

親機 3 0 A と同様に、親機 3 0 B を構成する第 1 の電源 3 4 は、親機 3 0 B に備えられる検知結果 d 1 及び d 2 を受信する受信部 3 1、ナット 4 の降下有無を判定する制御部 3 2、及びアラートを発出するアラート発出部 3 3 とに給電 e 1 を行う。また、U ボルト 4 0 A と同様に、U ボルト 4 0 B のバッテリー 4 3 2 は、振動発電機 4 3 1 により発電された電気を蓄電し、U ボルト 4 0 B の電子部品 1 5 及び送信部 4 1 に給電 e 3 を行う。

【 0 0 8 7 】

本開示に係る監視装置 2 0 B によれば、複数の U ボルト 4 0 の軸部 1 1 1 からのナット 4 の降下を常時監視し、アラートを発出することにより、作業員へナット 4 の降下が判定された U ボルト 4 0 を周知することができる。

【 0 0 8 8 】

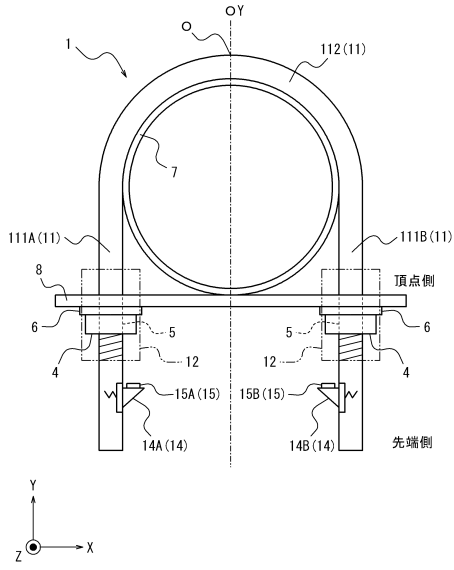
上述の実施形態は代表的な例として説明したが、本開示の趣旨及び範囲内で、多くの変更及び置換ができることは当業者に明らかである。したがって、本発明は、上述の実施形態によって制限するものと解するべきではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形又は変更が可能である。

【 符号の説明 】

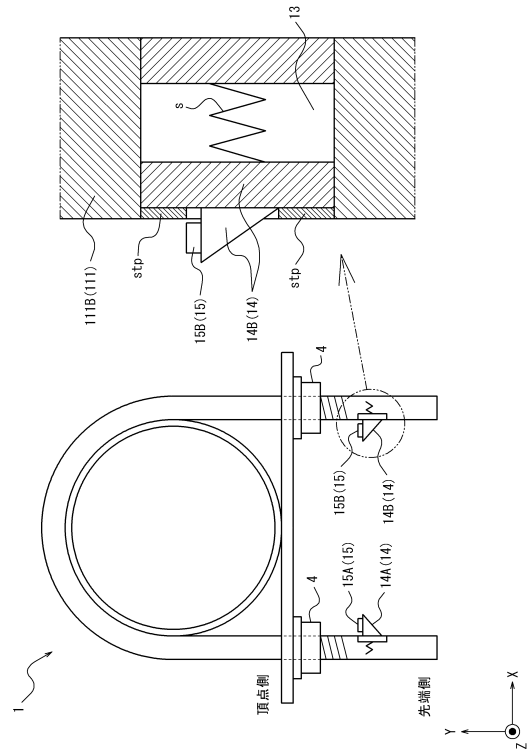
【 0 0 8 9 】

1 , 1 A ~ 1 D ,			
2 , 2 A ~ 2 D , 3 ,			
4 0 , 4 0 A , 4 0 B	U ボルト		
4 , 4 A , 4 B	ナット		10
5	貫通孔		
6	座金		
7	締結物		
8	被締結物		
1 1	本体部		
1 1 1 , 1 1 1 A , 1 1 1 B	軸部		
1 1 2	橋梁部		
1 2	ねじ部		
1 3	開孔穴 (U ボルト軸部に開孔された穴)		
1 4 , 1 4 A , 1 4 B	基底部		30
1 5 , 1 5 A , 1 5 B	電子部品		
1 5 1 , 1 5 1 A , 1 5 1 B	接触式センサ		
1 5 2 , 1 5 2 A , 1 5 2 B	距離センサ		
1 5 3 , 1 5 3 A , 1 5 3 B	スイッチ		
1 5 4 , 1 5 4 A , 1 5 4 B	金属板		
1 5 5 , 1 5 5 A , 1 5 5 B	リードスイッチ		
1 6 , 1 6 A , 1 6 B	磁石		
1 7	棒状の部材		
1 8	離脱防止部材		
1 9	絶縁電線 (絶縁被覆に覆われている電線)		40
2 0 , 2 0 A , 2 0 B	監視装置		
3 0 , 3 0 A , 3 0 B	親機		
3 1	受信部		
3 2	制御部		
3 3	アラート発出部		
3 4	第 1 の電源		
3 4 1	ソーラーパネル		
3 4 2	チャージコントローラー		
3 4 3 , 4 2 2	バッテリー		
4 1	送信部		50

4 2 第 2 の 電 源
 4 2 1 振 動 発 電 機
 【 図 面 】
 【 図 1 】



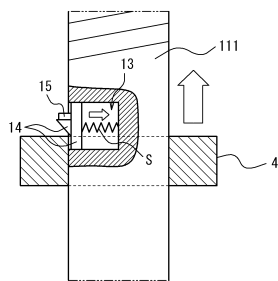
【 図 2 】



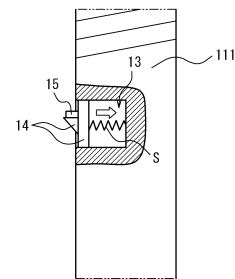
10

20

【 図 3 A 】



【 図 3 B 】

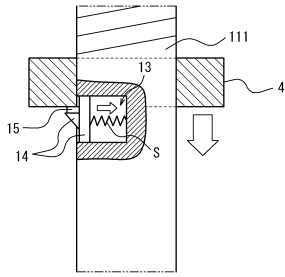


30

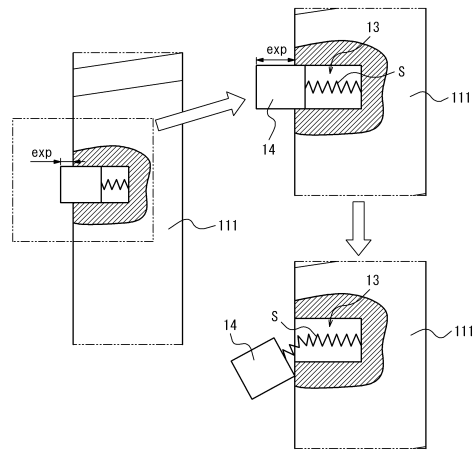
40

50

【図 3 C】



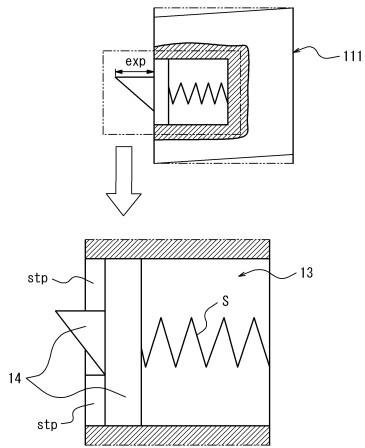
【図 4 A】



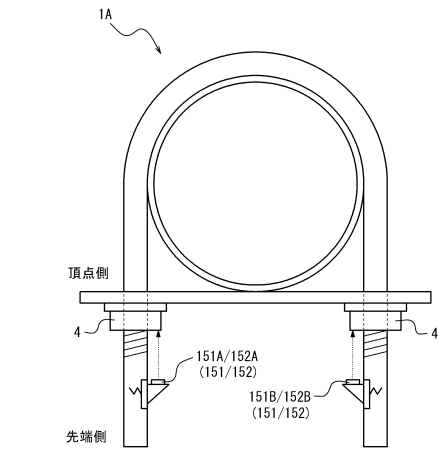
10

20

【図 4 B】



【図 5 A】



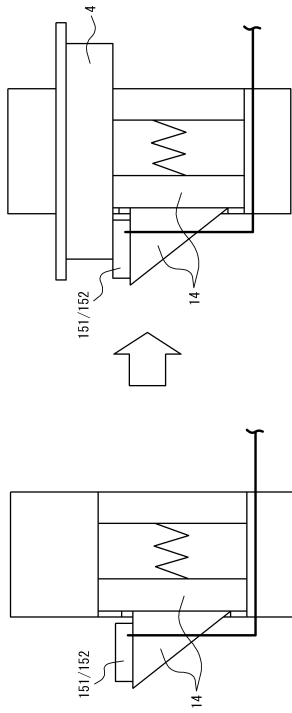
30

40



50

【図 5 B】



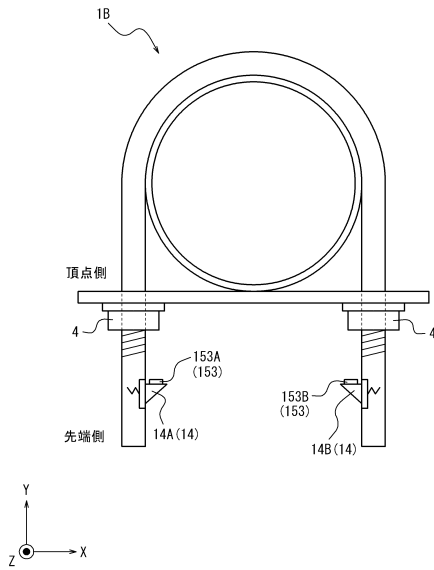
【図 5 C】

		接触式センサ151B	
		接触なし	接触あり
接触式センサ151A	接触なし	降下なし	B降下
	接触あり	A降下	両方降下

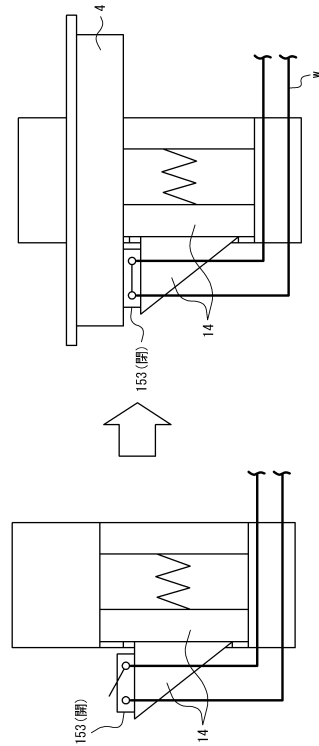
10

20

【図 6 A】



【図 6 B】



30

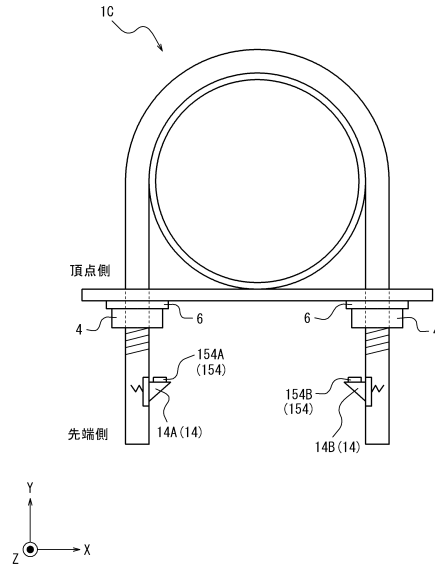
40

50

【図6C】

		スイッチ153B	
		開	閉
スイッチ153A	開	降下なし	B降下
	閉	A降下	両方降下

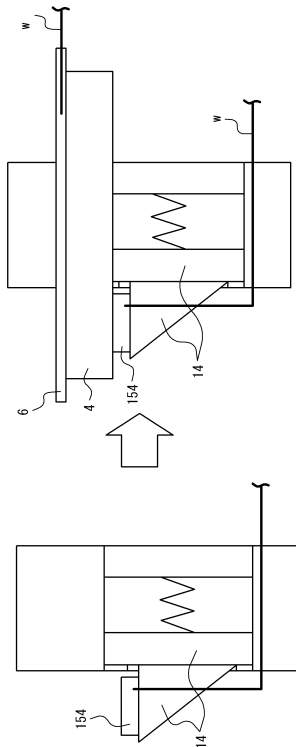
【図7A】



10

20

【図7B】



【図7C】

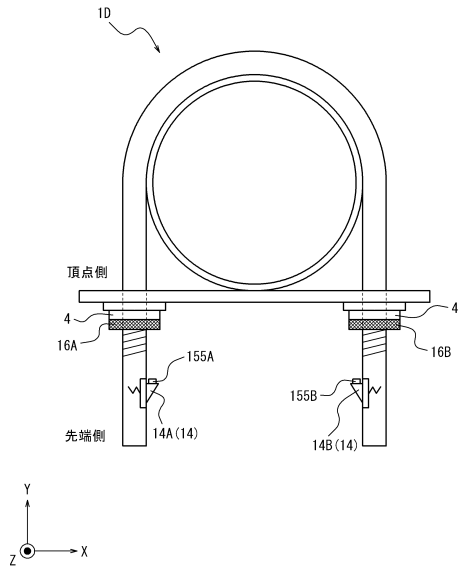
		金属板154B	
		導通なし	導通あり
金属板154A	導通なし	降下なし	B降下
	導通あり	A降下	両方降下

30

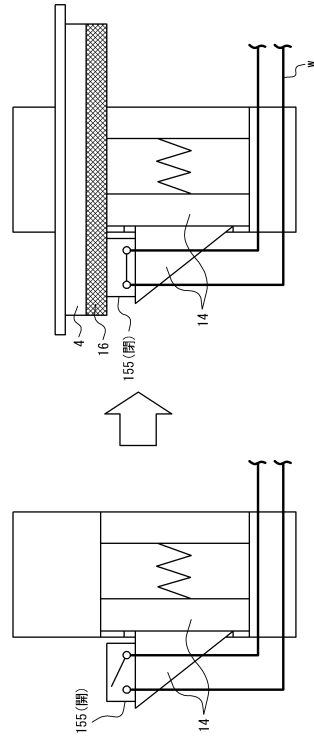
40

50

【図 8 A】



【図 8 B】



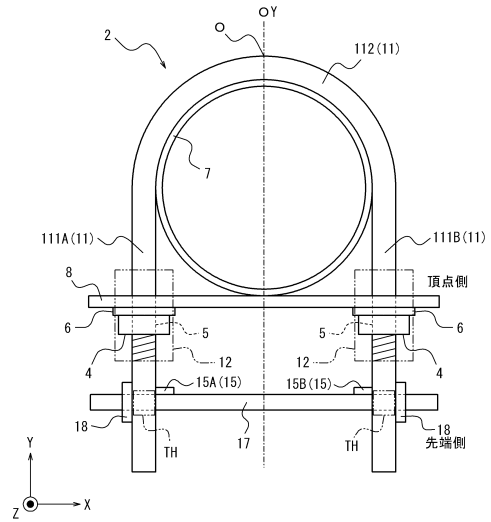
10

20

【図 8 C】

		リードスイッチ155B	
		開	閉
リードスイッチ155A	開	降下なし	B降下
	閉	A降下	両方降下

【図 9】

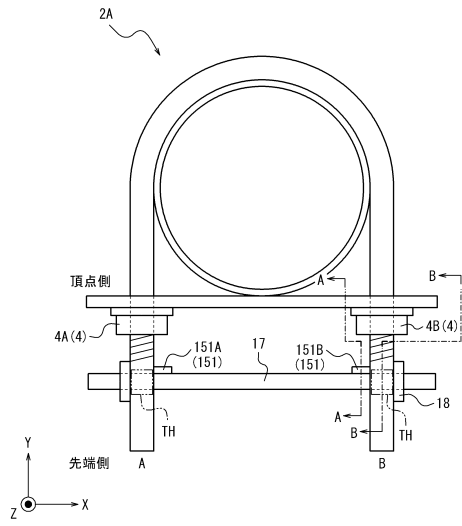


30

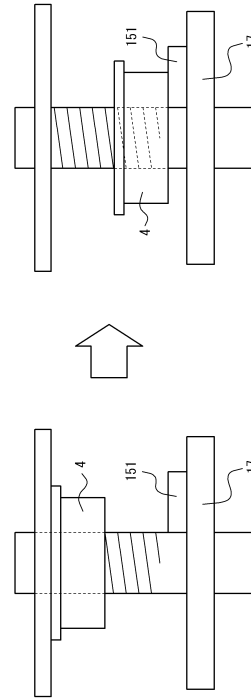
40

50

【図10A】



【図10B】



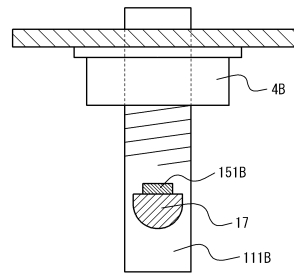
10

20

【図10C】

		接触式センサ151B	
		接触なし	接触あり
接触式センサ151A	接触なし	降下なし	B降下
	接触あり	A降下	両方降下

【図11A】

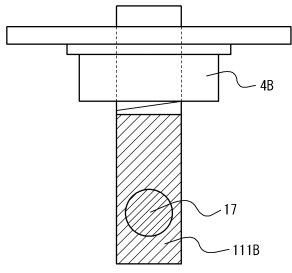


30

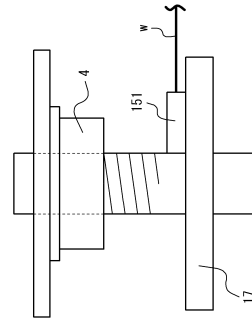
40

50

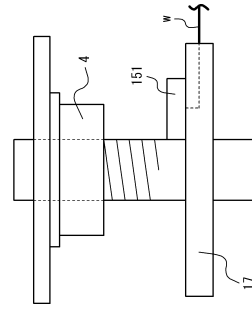
【図 1 1 B】



【図 1 1 C】

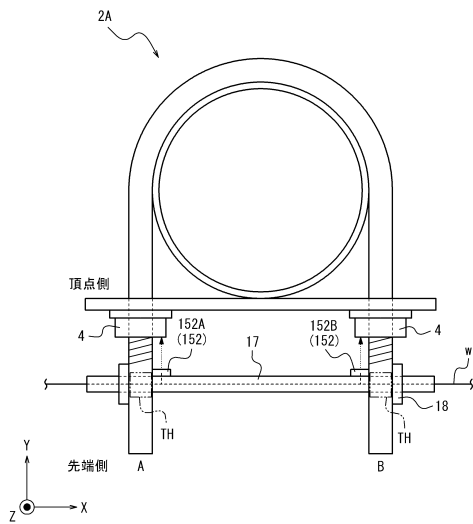


10

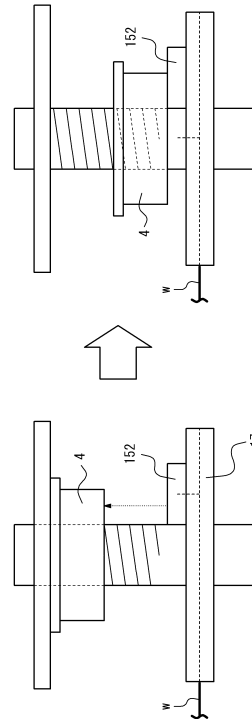


20

【図 1 2 A】



【図 1 2 B】



30

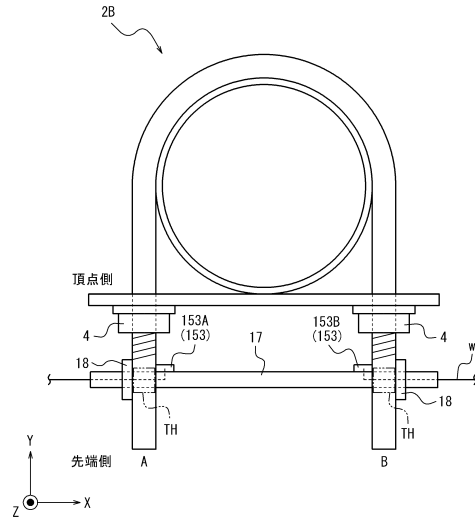
40

50

【図 1 2 C】

		距離センサ152B	
		> 閾値	≤ 閾値
距離センサ152A	> 閾値	降下なし	B降下
	≤ 閾値	A降下	両方降下

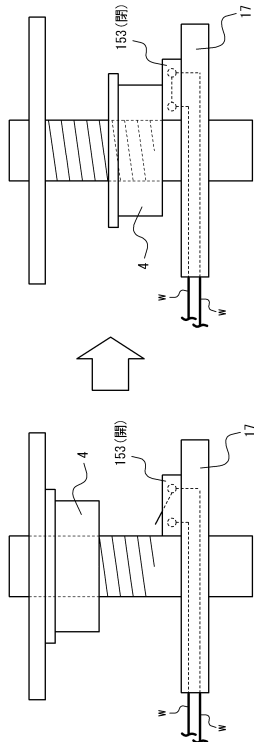
【図 1 3 A】



10

20

【図 1 3 B】



【図 1 3 C】

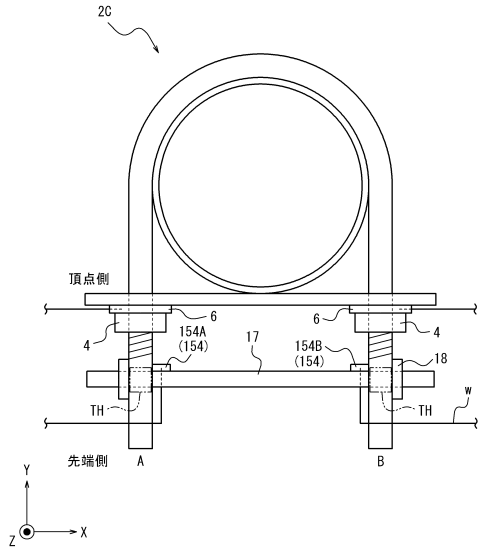
		スイッチ153B	
		開	閉
スイッチ153A	開	降下なし	B降下
	閉	A降下	両方降下

30

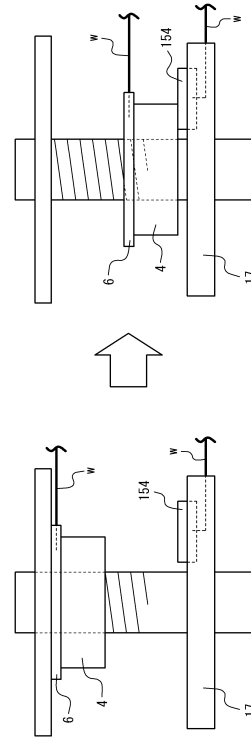
40

50

【図14A】



【図14B】



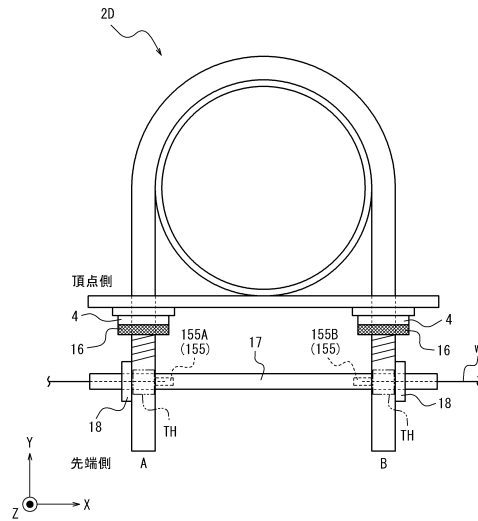
10

20

【図14C】

		金属板154B	
		導通なし	導通あり
金属板154A	導通なし	降下なし	B降下
	導通あり	A降下	両方降下

【図15A】

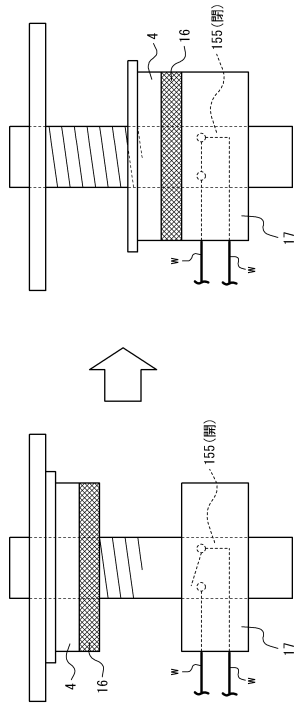


30

40

50

【図15B】



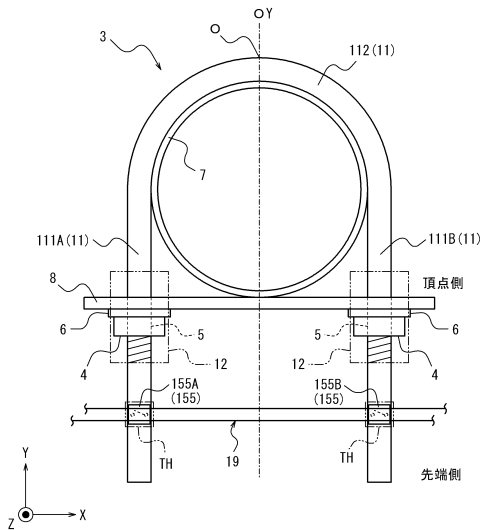
【図15C】

		リードスイッチ155B	
		開	閉
リードスイッチ155A	開	降下なし	B降下
	閉	A降下	両方降下

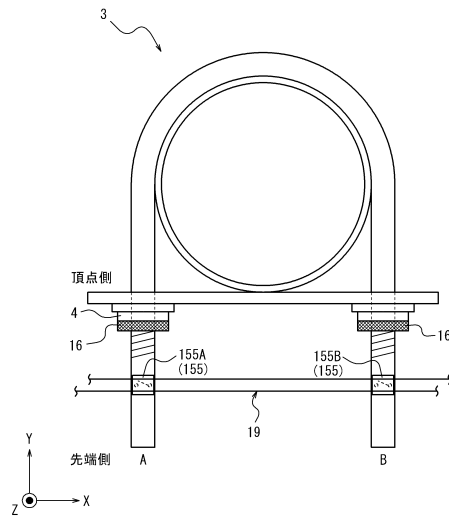
10

20

【図16】



【図17A】

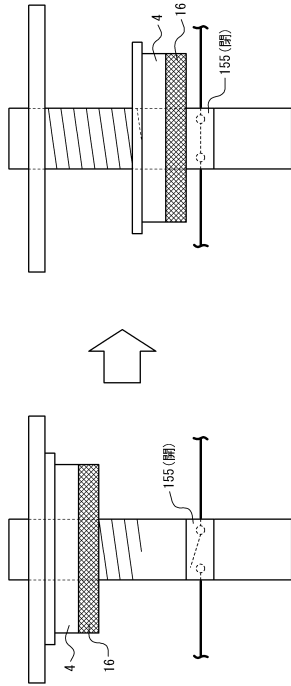


30

40

50

【図17B】



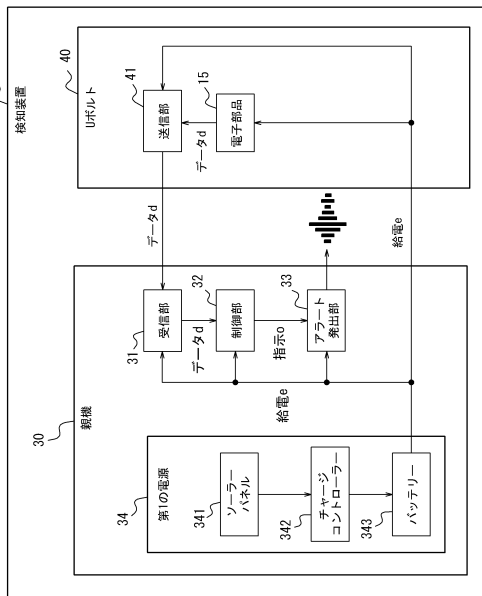
【図17C】

		リードスイッチ155B	
		開	閉
リードスイッチ155A	開	降下なし	B降下
	閉	A降下	両方降下

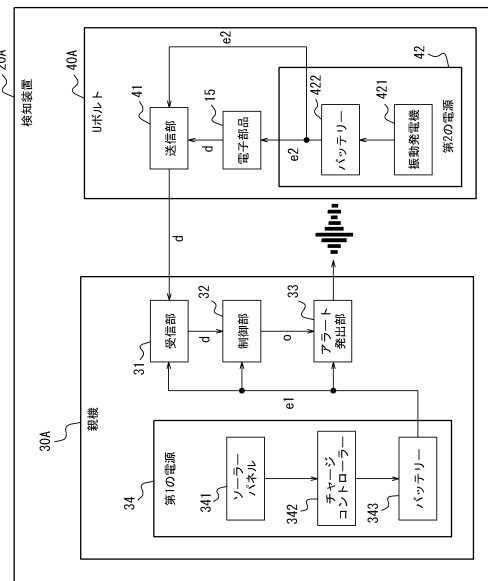
10

20

【図18】



【図19】

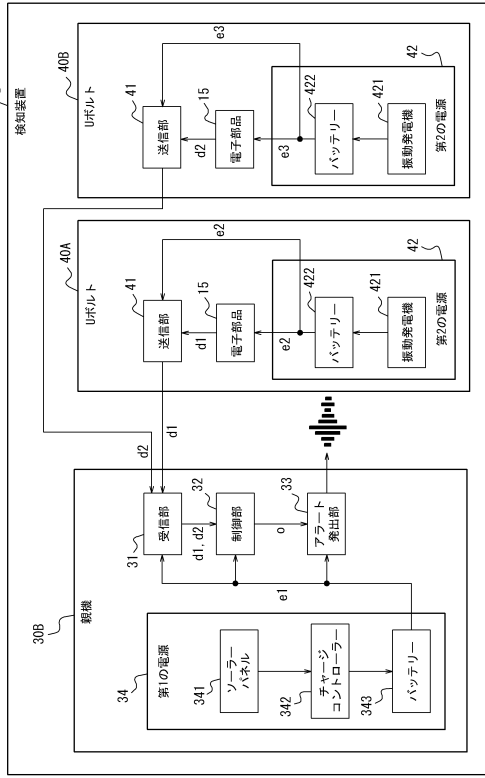


30

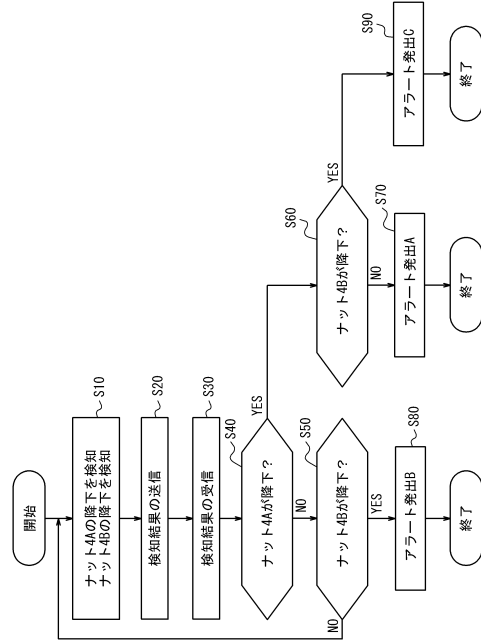
40

50

【図 20】



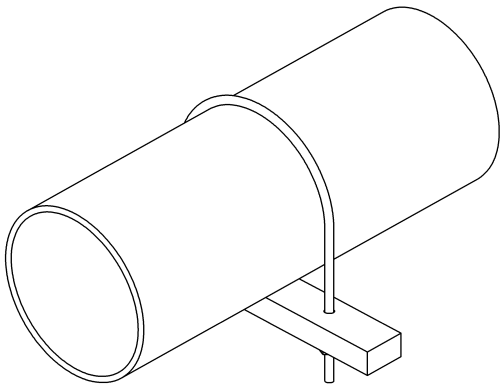
【図 21】



10

20

【図 22】



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 荒武 淳
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 櫻田 洋介
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 鵜飼 博人

(56)参考文献 特開2012-172695(JP,A)
特開2020-186950(JP,A)
特開2020-020410(JP,A)
特開2014-225075(JP,A)
特開2006-063605(JP,A)
特開2016-029524(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16B 23/00 - 43/02
F16L 3/04