(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/158586 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 5/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059059

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 22 日(22.03.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-067948 2015 年 3 月 30 日(30.03.2015) JP

(71) 出願人: ＮＴＮ株式会社(NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 楠見　泰孝(KUSUMI, Yasutaka); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 野呂　雄一郎(NORO, Yuichiro); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 加藤　浩也(KATO, Hiroya); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 西川　健太郎(NISHIKAWA, Kentaro); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP).

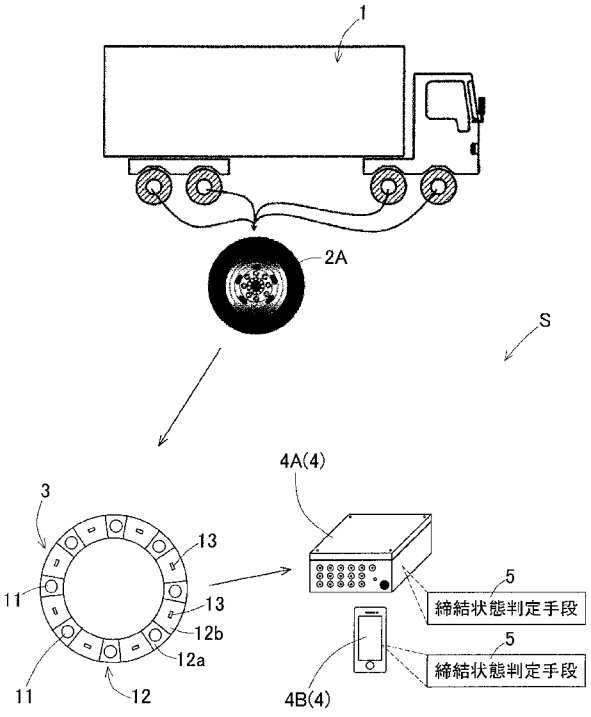
(74) 代理人: 杉本　修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号　肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: SENSOR UNIT FOR DETECTING LOOSENING OF WHEEL NUT, AND DEVICE EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称 : ホイールナット緩み検出用のセンサユニット、およびこれを備えた装置



5 Fastening-status determination means

(57) **Abstract**: Provided is a sensor unit (3) capable of detecting an abnormality in the looseness or the like of a wheel nut (8) during operation while traveling or the like, exhibiting excellent detection accuracy, having a simple structure, and having little impact on the support stiffness of the wheel (2). The present invention is equipped with a spacer-type sensor unit (3) and a fastening-status determination means (5). The sensor unit (3) is equipped with: a deformation-producing spacer-shaped member (12) that forms a ring shape, is interposed along the entire circumference of a hub (6) between the wheel nut (8) and the head (7a) of each hub bolt (7) for attaching the wheel (2) to the hub (6), and receives the tightening force from the hub bolts (7) and the wheel nuts (8); and a strain sensor (13). Meanwhile, the fastening-status determination means (5) is provided in an information processing device (4) comprising an in-vehicle unit (4A) or a portable terminal (4B).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/158586 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

ホイールナット(8)の緩み等の異常を走行中等の稼働中に検出でき、検出の精度にも優れ、かつ構造が簡単でホイール(2)の支持剛性への影響が小さいセンサユニット(3)を提供する。スペーサ型のセンサユニット(3)と、締結状態判定手段(5)とを備える。センサユニット(3)は、ホイール(2)をハブ(6)に取付ける各ハブボルト(7)の頭部(7a)とホイールナット(8)との間にハブ(6)の全周に渡って介在し各ハブボルト(7)とホイールナット(8)とによる締め付け力を受ける変形発生用のリング状のスペーサ状部材(12)、および歪センサ(13)を備える。締結状態判定手段(5)は、車載器(4A)または携帯端末(4B)等の情報処理装置(4)に設けられる。

明　細　書

発明の名称 ：

ホイールナット緩み検出用のセンサユニット、およびこれを備えた装置

関連出願

[0001] 本出願は、２０１５年３月３０日出願の特願２０１５－０６７９４８の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、自動車および各種産業機械の動力伝達系に使用されるハブとホイールとの間の締結部におけるホイールナットの緩みを検出するホイールナット緩み検出装置およびその緩み検出用のセンサユニットに関する。

背景技術

[0003] 自動車、特に大型商用車等においては、車輪脱落等の不具合防止として各車輪の締結状態を確認することが重要であると認識されている。そのため、ホイールナット締結時の締結トルク管理が法令化されている。このような締結状態の確認としては、外観、打音チェックによる点検が一般的である。しかし、稼働中の締結状態を高精度に判定出来る量産技術は無い為、定期メンテナンスの他に、運行前点検、運行途中点検等の日常点検を実施し、ナット緩み等の締結異常発生を防いでいる。

[0004] 外観チェックについては、ナット締付後、ペイントマーカーでナットとホイール間の周方向位相を示したり、周方向位相が分かるキャップをナットに組み付けたりして、緩みによる周方向位相ズレを検出し易くする等の方法がある。また、打音チェックについては、一般的に点検者の経験則に基づく判定が主であるが、ハンマリング器具に加速度計を組み込み、ナット緩みやボルト損傷による共振周波数の変化を検出する診断ツールも存在する。

[0005] 稼働中の車輪アセンブリの状態を監視する量産技術としては、ＴＰＭＳ（タイヤ空気圧監視装置）等があり、車両制御の為にタイヤ作用力を検出する

方式も提案されている（例えば、特許文献１～３）。前記タイヤの作用力を検出する装置は、ホイール支持部（ハブ）とホイール間に、柱状部と板状部を有する弾性体を配置し、各部位に生じる応力、歪等の情報から、タイヤ接地面にかかる作用力を演算し検出する。この装置は、板状部に歪を増大させる応力集中部を設けるが、前記特許文献にその具体案は記載されていない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第４８６０６８０号公報

特許文献2：特許第５４５５３５７号公報

特許文献3：特許第５０８３３１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した締結状態の確認のための方法および装置には、以下の問題がある。

(i)外観、打音による従来の確認手法では、ナット緩み、ボルト破損等の異常を走行中に検出できない。

(ii)点検者の経験則に基づく判定の場合、検出精度にばらつきがある。

(iii)前述の前記特許文献に記載の装置の様に、ハブとホイール間に連結固定される弾性部材を設けることで、構造が複雑になり、コストが高く、車両重量、車軸幅の増加、および車両の支持剛性にも影響する。

[0008] この発明の目的は、ホイールナットの緩み等の異常を走行中等の稼働中に検出でき、検出の精度にも優れ、かつ構造が簡単でホイールの支持剛性への影響が小さいホイールナット緩み検出装置およびその緩み検出用のセンサユニットを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] この発明の一構成に係るホイールナット緩み検出用のセンサユニットは、ハブの全周に渡り設けられ、ホイールを前記ハブに取付ける複数のハブボル

トの各頭部とそれぞれ対応する複数のホイールナットとの間に介在し前記複数のハブボルトとそれぞれ対応する前記複数のホイールナットとによる締め付け力を受ける変形発生用のリング状のスペーサ状部材であって、複数の周方向位相部位にそれぞれ形成され、前記複数のハブボルトがそれぞれ挿通される複数のボルト孔を有するスペーサ状部材と、前記複数のボルト孔のうちの少なくとも２つのボルト孔の間に設けられて前記スペーサ状部材の歪みを検出する少なくとも１つの歪センサとを備える。

[0010] この構成によると、前記リング状のスペーサ状部材は、円周方向に並ぶ複数のハブボルトの各頭部とそれぞれ対応するホイールナットとの間に介在しているため、いずれか一部のホイールナットに緩みが生じると、他のホイールナットとの締め付け力の差により前記スペーサ状部材に２つのボルト孔の間の周方向位相部位で歪みが生じる。この歪みが歪センサで検出され、その検出データから、異常の判定が可能になる。

[0011] このようにハブボルトとホイールナットとの間に介在するリング状のスペーサ状部材を用い、このスペーサ状部材の歪みを検出してホイールナットの締結状態の異常を検出するため、車両の走行中等の、ホイールが回転する稼働中にも締結状態の異常を検出できる。また、歪みを生じさせるための前記スペーサ状部材は、ハブボルトの頭部とホイールナットとの間に介在させるリング状の部材であり、このスペーサ状部材に歪センサを取付けた構成であるため、構造が簡単で、ホイールの支持剛性への影響も小さい。

[0012] なお、前記センサユニットは、ハブボルトの頭部とホイールナットとの間に介在していれば良く、例えば、ハブとホイール間、ダブルホイール間、ホイールとナット間等のいずれに配置されていても良い。

[0013] 前記スペーサ状部材の周方向において、前記複数のホイールナットの最外径内の領域以外に凹みおよび／または欠如部分が形成されても良い。

この形状とすることで、ホイールナットの締付によってホイールの締結に関係する部材にかかる軸力を損なわず、強固に連結が可能になる。

なお、前記ホイールナットがワッシャ部を一体に有する場合は、前記最外

径は、前記ワッシャ部を含む最外径である。

[0014] 前記スペーサ状部材は、前記少なくとも２つのボルト孔の間の周方向位相部位に、前記歪センサ、この歪センサの検出信号を通信する通信装置、並びに前記歪センサおよび前記通信装置に通電する電源が設けられていても良い。

[0015] 前記歪センサの検出やその検出信号の通信のためには通信装置や電源が必要であるが、スペーサ状部材のボルト孔の間の周方向位相部位に前記通信装置および電源を配置することで、センサユニットをコンパクトに構成することができる。前記スペーサ状部材は、ボルト孔の存在する周方向位相部位では締め付けのためにある程度の肉厚が必要であるが、２つのボルト孔の間の周方向位相部位は薄くても良い。そのため、例えば、この薄くすることで生じる空間内に前記通信装置や電源を配置することで、センサユニットの全体としての肉厚を厚くすることなく、通信装置および電源を配置することができる。

[0016] 前記スペーサ状部材の前記少なくとも２つのボルト孔の間の前記周方向位相部位が薄肉部であっても良い。

このように薄肉部を設けることで、センサや、通信装置、電源等の実装部位として利用し、その実装したセンサ等をスペーサ状部材の全体の肉厚から突出しないようにできる。そのため、前記スペーサ状部材を支障なく部材間に挟み込むことができる。また、前記薄肉部を設けることで歪を集中させることができ、歪みの検出の感度を向上させ、締結状態の異常判定の精度を向上させることができる。

[0017] 好ましい実施形態において、前記スペーサ状部材は、前記少なくとも２つのボルト孔の間の前記薄肉部である前記周方向位相部位の一部に、歪集中部となる最薄部を有しても良い。

このように最薄部を設けることで、スペーサ状部材の歪みがより一層集中し、歪みの検出の感度の向上、締結状態の異常判定の精度をより一層向上させることができる。

[0018] 前記少なくとも１つの歪センサは、前記スペーサ状部材に取付けられてこのスペーサ状部材の変形により歪むダイヤフラムと、このダイヤフラムに取付けられてこのダイヤフラムの歪みを検出するセンサ素子とで構成されていても良い。

スペーサ状部材自体に薄肉部を設けるのではなく、上記のようにダイヤフラムを設けてもスペーサ状部材の歪みを感度良く検出することができる。

[0019] 前記センサユニットは、さらに、温度を検出する温度センサと、加速度を検出する加速度センサとを備えても良い。

歪センサの歪みの検出値は温度によって変わるため、温度センサで温度を検出し、温度補正を行うことが、締結状態の異常判定の精度向上の上で好ましい。また、温度センサにより、ブレーキ引きずり等による異常発熱の検知も可能になる。前記加速度センサによって、ハブベアリングの損傷や、タイヤパンク等の異常の検出も可能となる。

[0020] 前記センサユニットは、さらに、前記歪センサの検出データを送信する無線通信を行う無線通信手段を有しても良い。

前記センサユニットはホイールと共に回転するため、有線の配線ではスリップリング等の摺動する部品が必要となる。そのため、無線通信とすることが好ましい。前記無線通信手段には、種々の規格の近距離無線通信手段が採用され得る。

[0021] この発明の一構成に係るホイールナット緩み検出装置は、前記センサユニットと、前記少なくとも１つの歪センサの検出データから所定の基準に従い前記ホイールナットの締結状態の異常を判定する締結状態判定手段とを備える。前記「所定の基準」は、任意に定めた基準で良い。

[0022] このように歪みの検出データから締結状態判定手段が所定の基準に従って締結状態の異常を判定するので、検出の精度に優れる。

[0023] 前記締結状態判定手段は、前記異常の判定を行う頻度が任意に設定可能であり、かつ前記ホイールを備える車両の走行中に判定可能であることが好ましい。

前記ホイールが用いられる車両等の使用の形態がユーザ等によって大きく変わるため、使用の形態に応じた頻度で異常の判定が行われるようにすることが、使用に便利である。また、走行中に判定可能であると、走行中に生じたナットの緩みを検出可能になる。

[0024] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0025] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１の実施形態に係るホイールナット緩み検出装置の概要を示す説明図である。

[図2]図１のホイールナット緩み検出装置における車輪アセンブリのセンサユニットの取付部を示す破断斜視図である。

[図3A]図２のセンサユニットのホイールへの取付形態の第１の例を示す部分斜視図である。

[図3B]図２のセンサユニットのホイールへの取付形態の第２の例を示す部分斜視図である。

[図3C]図２のセンサユニットのホイールへの取付形態の第３の例を示す部分斜視図である。

[図4]図２のセンサユニットの正面図である。

[図5A]図２のセンサユニットにおける薄肉部の形態の第１の例を表側および裏側から示す部分斜視図である。

[図5B]図２のセンサユニットにおける薄肉部の形態の第２の例を表側および

裏側から示す部分斜視図である。

[図5C]図２のセンサユニットにおける薄肉部の形態の第３の例を表側および裏側から示す部分斜視図である。

[図6]図１のホイールナット緩み検出装置の概念構成のブロック図である。

[図7]図１のホイールナット緩み検出装置の動作のフローをブロック構成で示す図である。

[図8]図２のセンサユニットにおける歪センサの一例を示す断面図である。

[図9A]図８の歪センサのセンサユニットへの取付の第１の例を示す断面図である。

[図9B]図８の歪センサのセンサユニットへの取付の第２の例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] この発明の第１の実施形態を図面と共に説明する。図１に、第１の実施形態に係るホイールナット緩み検出装置Ｓを大型商用車に採用したシステムの全体を示す。このホイールナット緩み検出装置Ｓは、車両１の車輪アセンブリ２Ａのホイール部に搭載されるスペーサ型のセンサユニット３と、車載器４Ａまたは携帯端末４Ｂ等の情報処理装置４に設けられた締結状態判定手段５とで構成される。図１において、車両１は、大型商用車であるトラックである。車載器４Ａは、車両１に搭載されたＥＣＵ（電気制御ユニット）の情報を読み込むことができても良い。携帯端末４Ｂは、情報処理機能を備えた所謂スマートフォン等の携帯電話器、または携帯性を持つ緩み止め検出専用、または他のメンテナンス用途を含むメンテナンス専用の端末機である。締結状態判定手段５は、いずれか一つの情報処理装置４に設けられれば良いが、締結状態判定手段５を持つ車載器４Ａや携帯端末４Ｂ等の複数の情報処理装置４を設けても良い。なお、前記締結状態判定手段５は、前記車載器４Ａや携帯端末４Ｂに広域ネットワークを介して接続されるサーバ（図示せず）などの情報処理装置に設けられても良い。

[0027] 図２は、前記車両１が大型商用車である場合に、後軸ダブルホイール部に

前記センサユニット３を実装した図であって、その回転軸線を通る面にて切断して示す断面図である。車輪アセンブリ２Ａでは、ハブ６のフランジ６ａの片面に２つのホイール２，２を互いに反対に向けて重ね、フランジ６ａの他の片面にブレーキドラム９を重ねている。これらホイール２，２とブレーキドラム９とを、ハブボルト７の頭部７ａとホイールナット８との間に挟み込んで締め付け固定している。ハブボルト７は、ハブ６の円周方向の複数箇所に設けられ、前記フランジ６ａ、ホイール２，２、およびブレーキドラム９に設けられたボルト孔に挿通されている。なお、前記ハブ６は、車軸（図示せず）の外周に設置されるが、ハブベアリング（すなわち車輪用軸受）の一部を構成する部品であっても、ハブベアリングとは別に設けられた部品であっても良い。各ホイール２，２の外周にはタイヤ１０が設けられ、ホイール２とタイヤ１０とで車輪アセンブリ２Ａが構成される。

[0028] センサユニット３は、ホイール２と同心の円形のリング状で板状の部品であり、この例では２つのホイール２，２間に位置して、前記各ハブボルト７の頭部７ａとホイールナット８の間に介在し、これらハブボルト７とホイールナット８とで締め付けられている。センサユニット３は、円周方向の複数箇所にボルト孔１１（図１）を有し、これらボルト孔１１にハブボルト７が挿通されている。

[0029] 図３Ａ～３Ｃは、図２におけるセンサユニット３のホイールナット８による締め付け部を拡大して示す。

センサユニット３は、図３Ａの第１の取付例のように、２つのホイール２，２の間に配置されても良い。代わりに、図３Ｂの第２の取付例のように、ホイール２とホイールナット８との間に配置されても良い。さらに代わりに、図３Ｃの第２の取付例のようにハブ６のフランジ６ａとホイール２との間に配置されても良い。

[0030] なお、センサユニット３は、ハブボルト７の頭部７ａとホイールナット８との間であれば、ハブ６のフランジ６ａとブレーキドラム９との間や、ブレーキドラム９とハブボルト７の頭部７ａとの間など、ハブボルト７の頭部７

ａとハブ６のフランジ６ａとの間に配置されても良いが、一般的にハブボルト７はハブ６のフランジ６ａのボルト孔に圧入して固定されるため、ハブ６のフランジ６ａよりもホイールナット８側に配置されるのが好ましい。

[0031] また、図３Ａ～３Ｃの各例ではスペーサ型のセンサユニット３は後輪ダブルホイール部に配置されているが、このホイールナット緩み検出装置が適用される車輪アセンブリは、前輪のシングルタイヤ仕様であっても良い。

[0032] 図４に本実施形態に係るセンサユニット３を示す。このセンサユニット３は、リング状で板状のスペーサ状部材１２と、このスペーサ状部材１２に取付けられた１つまたは複数の歪センサ１３とを有する。歪センサ１３は、例えば箔ひずみゲージ、線ひずみゲージ、半導体ひずみゲージである。スペーサ状部材１２には、ホイール２の状態を検知する状態検知センサ２１として、歪センサ１３の他に、温度センサ１４および加速度センサ１５が取付けられる。この他に、ジャイロや回転センサ（いずれも図示せず）が設けられても良い。なお、前記状態検知センサ２１は、前記各センサの総称である。また、スペーサ状部材１２には、通信装置１６および電源１７が設けられる。この例では、通信装置１６と電源１７とを纏めて一つの部品とした電源・通信ユニット１８が用いられている。

[0033] スペーサ状部材１２は、ハブの各部位のハブボルト７とホイールナット８とによる締め付け力の差によって変形を生じさせるための部材であり、前述のように、各ハブボルト７を挿通させるボルト孔１１が設けられている。スペーサ状部材１２の材質については、鉄合金の様に高強度、かつ高剛性の金属材料で形成されていても、またアルミニウム合金の様に弾性が比較的高い金属材料にて形成されても良い。

[0034] スペーサ状部材１２は後述する厚肉部１２ａを有する。スペーサ状部材１２は、前記ホイールナット８の最外径内の領域では凹みおよび欠如部分のいずれもが存在しない形状であり、この領域は厚肉部１２ａに構成される。この形状とすることで、ホイールナット８の締付によってホイール２の締結に関係する部材にかかる軸力を損なわず、強固に連結が可能になる。なお、ホ

イールナット８がワッシャ部（図示せず）を一体に有する場合は、前記最外径は、前記ワッシャ部を含む最外径である。

[0035] スペーサ状部材１２はさらに、薄肉部１２ｂを有する。ボルト孔１１の存在する位相部位、つまりボルト孔１１の周囲の部分は厚肉部１２ａであるのに対して、ボルト孔１１間の位相部位は薄肉部１２ｂである。

[0036] 薄肉部１２ｂは、スペーサ状部材１２の両主面が前記厚肉部１２ａよりも凹む形状であっても、スペーサ状部材１２の一方の主面のみが厚肉部１２ａよりも凹む形状であっても良い。この薄肉部１２ｂであるボルト孔１１間の位相部位に、前記歪センサ１３、温度センサ１４、加速度センサ１５等のセンサや、前記通信装置１６、電源１７、ならびに電源・通信ユニット１８が実装される。なお、図４に示すように、スペーサ状部材１２の一方の主面の内周部は、全周にわたる薄肉部であり、配線に利用されている。

[0037] スペーサ状部材１２は、さらに、薄肉部１２ｂである位相部位の一部に、例えば図５Ａ～５Ｃに示すように、歪集中部となる最薄部１２ｃを有しても良い。

[0038] 図５Ａの第１の例では、薄肉部１２ｂはスペーサ状部材１２の両主面が厚肉部１２ａに対して凹んでおり、かつスペーサ状部材１２の表側の面ではボルト孔１１間の位相部位の中央に厚肉部１２ａと同一平面となる中間突条部１２ｄが半径方向に延びて設けられることで、薄肉部１２ｂが円周方向に並ぶ２か所に分割されている。その各分割箇所に半径方向に延びる溝が形成されて、その溝の底部分が前記最薄部１２ｃである。そして、これら最薄部１２ｃが、センサ実装位置１２ｅである。

[0039] 図５Ｂおよび５Ｃの第２および第３の例では、いずれも図５Ａの中間突条部１２ｄが存在せず、薄肉部１２ｂはボルト孔１１間の位相部位の全体に続く。図５Ｂの第２の例では、薄肉部１２ｂにおける円周方向の中央に、半径方向に延びる溝が形成されて、その溝の底部分が前記最薄部１２ｃである。図５Ｃの第３の例では図５Ｂの第２の例と同じく溝によって最薄部１２ｃが形成されているが、最薄部１２ｃはボルト孔１１間の中央よりも円周方向に

偏っている。図５Ｂおよび５Ｃにおいて、最薄部１２ｃが、センサ実装位置１２ｅである。

[0040] 薄肉部の形態の第１～第３の例において、前記歪センサ１３（図４）は、最薄部１２ｃの裏側、すなわち最薄部１２ｃを構成する溝とは反対側の主面に取付けられても良い。代わりに、最薄部１２ｃの溝の底部に取付けられても良い。いずれにしても、前記歪センサ１３は、この最薄部１２ｃに集中した歪みを検出する。

なお、図５Ａ～５Ｃの各図は、図示した位相部分を表と裏で反転させて示しており、そのため表を示す図と裏を示す図とで、最薄部１２ｃの位置が反転されて表れている。

[0041] スペーサ状部材１２自体に最薄部１２ｃを設けるのではなく、図８の歪みセンサの一例に示すように、歪みを検出するダイヤフラム型の歪センサ１３をスペーサ状部材１２に実装しても良い。このダイヤフラム型の歪センサ１３は、ダイヤフラム１３ａと、このダイヤフラム１３ａの歪みを検出するセンサ素子１３ｂとで構成される。また、図９Ａおよび９Ｂに取付の第１および第２の例をそれぞれに示すように、スペーサ状部材１２自体に最薄部１２ｃを設け、ここに前記のダイヤフラム１３ａとセンサ素子１３ａとでなる歪センサ１３を設けてもよい。

[0042] また、スペーサ状部材１２は、図５Ａ～５Ｃ，図８ならびに図９Ａおよび９Ｂでは１枚で構成するものとしたが、スペーサ状部材構成材（図示せず）を複数枚組み合わせて一つのスペーサ状部材を構成しても良い。

[0043] 図６は、このホイールナット緩み検出装置のシステム構成を示すブロック図である。なお、図６において矢印は検出データの流れを示す。センサユニット３は、各車輪アセンブリ２Ａ毎に設けられている。各センサユニット３は、歪センサ１３、温度センサ１４、加速度センサ１５を含む状態検知センサ２１と、これらの状態検知センサ２１の検出データの通信を行う通信装置１６とを備えている。なお、ダブルホイールの場合は、図２および図３Ａ～３Ｃに示したように、そのダブルホイールを構成する２つのホイール２，２

に対して一つのセンサユニット３が設けられる。なお、図６において、車輪アセンブリ２Ａおよびセンサユニット３のブロック内に示した「Ａ～Ｚ」の符号は、車輪アセンブリ２Ａおよびセンサユニット３からなる個々のペアを識別する符号であり、車輪アセンブリ２Ａとその車輪アセンブリ２Ａに設けられたセンサユニット３には、同一の符号「Ａ～Ｚ」を付してある。

[0044] 前記締結状態判定手段５を持つ車載器４Ａまたは携帯または通信端末４Ｂ等の情報処理装置４は、複数のセンサユニット３に対して、例えば１台の車両に設けられた全てのセンサユニット３に対して、１台設けられる。

[0045] 情報処理装置４は、コンピュータとプログラムとで主に構成される。情報処理装置４は、前記各センサユニット３の通信装置１６と通信を行う通信装置２２と、情報処理部２３と、表示部２４とを有する。前記情報処理部２３には、前記締結状態判定手段５が設けられている。すなわち、情報処理装置４のプロセッサは、締結状態判定手段５を実行するようにプログラムされている。表示部２４は、液晶表示装置等からなる画面に画像を表示する手段である。表示部２４は、前記締結状態判定手段５で判定された結果等を画面に表示する。

[0046] 前記センサユニット３の通信装置１６と、情報処理装置４の通信装置２２とは、無線通信、近距離無線通信の規格（例えばブルートゥース（登録商標））に応じて無線通信を行う。

[0047] 前記締結状態判定手段５は、歪センサ１３の検出データから所定の基準に従い前記ホイールナット８の締結状態の異常を判定する。前記締結状態判定手段５は、個々のセンサユニット３毎に、ホイールナット８の締結状態の異常を判定する。

[0048] 締結状態判定手段５は、データ記憶部５ａ、信号解析部５ｂ、および状態判定部５ｃを有する。データ記憶部５ａが、センサユニット３から送信された、歪みセンサ１３等の状態検知センサ２１の検出信号、およびその他の定められた情報を記憶する。信号解析部５ｂは、締結状態の異常の判定のために必要な前処理となる信号の解析を行う。状態判定部５ｃは、信号解析部５

ｂで解析された情報を用い、ホイールナット８の締結状態の異常を判定する。

[0049] 締結状態判定手段５は、ホイールナット８の締結状態の異常の判定に加えて、温度センサ１４の検出温度を用いて歪みの温度ドリフト補正を行う機能、および温度センサ１４の検出温度から、ブレーキ引きずり等によるホイール２の異常発熱の検出が可能である。締結状態判定手段５はさらに、加速度センサ１５の検出データからハブベアリング（図示せず）の損傷やタイヤ１０のパンク等の異常を検出する機能を備える。締結状態判定手段５は、各検出結果を表示部２４に表示させる機能を備える。

[0050] 締結状態判定手段５において、締結状態の異常等の各検出の頻度が、情報処理装置４に設けられた入力手段（図示せず）からの入力によって適宜設定可能である。また、締結状態判定手段５において、締結状態の異常等が、車両の走行中も検出可能である。前記入力手段は、例えばキースイッチや、前記表示部２４の画面上に設けられるタッチパネル等である。

[0051] 本実施形態に係るホイールナット緩み検出装置によると、スペーサ型のセンサユニット３を車輪締結部（ハブ６のフランジ６ａとホイール２の間、もしくはホイール２とホイールナット８との間等）に設置しており、センサユニット３に設置した歪みセンサ１３等の状態検知センサ２１の測定データを用いて、ホイールナット８の緩みやハブボルト７の破損等の締結異常を検出する。

[0052] センサユニット３に搭載する状態検知センサ２１は、歪、温度（歪の温度ドリフト補正、および車輪の異常発熱検知用）をそれぞれ検出する歪みセンサ１３および温度センサ１４、ならびに加速度１５センサを含む。

また、本実施形態に係るホイールナット緩み検出装置は、走行中の状態監視も可能である。

[0053] 図７は、本実施形態に係るホイールナット緩み検出装置の使用方法および動作のフローをブロック構成で示す図である。図７を用いて、ホイールナット緩み検出装置の動作および構成の補足説明を行う。

[0054] まず、図７の上段に示すように、事前準備（セットアップ）として、センサユニット３をハブ６とホイールナット８の間に組付け、正規締付トルクでホイールナット８を組付ける。センサユニット３では、内蔵の各状態検知センサ２１でホイール２等の部品の状態を測定し、その測定データを通信端末４Ｂまたは車載器４Ａ等に送信する。通信端末４Ｂまたは車載器４Ａでは、測定データをセンサユニット３から受信する。また、車種、部位の情報のインプット、および異常判定の基準データとして、前記測定データをデータ記憶部５ａに記憶する。車種、部位の情報のインプットは、通信端末４Ｂまたは車載器４Ａ等が持つ入力機器部から行っても良く、またセンサユニット３に初期設定用のデータとして記憶させておいて、その記憶データを通信端末４Ｂまたは車載器４Ａに送信させ、その受信データがインプットされても良い。

[0055] 運転中（緩み状態の検知）では、センサユニット３において、内蔵の各状態検知センサ２１により、部品の状態を測定する。測定対象は、スペーサ状部材１２の歪み、温度、加速度等である。これらの測定データは、通信端末４Ｂまたは車載器４Ａ等に送信する。

[0056] 通信端末４Ｂまたは車載器４Ａでは、次の処理を行う。なお、データ記憶部５ａ、信号解析部５ｂ、および状態判別部５ｃのいずれで行う処理であるかが明確となるように、以下に、データ記憶部、信号解析部、状態判別部のいずれによって処理されるかを明記する。

[0057] 通信端末４Ｂまたは車載器４Ａは、各センサユニット３から測定データを受信し、歪データ（データ記憶部５ａ）を温度データによって温度補正し（信号解析部５ｂ）、その補正後の歪データを用いて締結異常の判定処理を行う（状態判定部５ｃ）。また、温度データ（データ記憶部５ａ）によって異常発熱の判定処理を行う（状態判定部５ｃ）。前述の測定部位のインプットされた固有情報（データ記憶部５ａ）から、その部位についての過去の測定データを抽出し（データ記憶部５ａ）、前記締結異常の判定処理（状態判定部５ｃ）、および異常発熱の判定処理（状態判定部５ｃ）に用いる。

[0058] センサユニット３が加速度センサ１５を有する場合は、受信した加速度データ（データ記憶部５ａ）から周波数解析を行い（信号解析部５ｂ）、ホイール２の周辺部品の異常判定の処理を行う（状態判定部５ｃ）。この処理にも前述の抽出された過去測定データ（データ記憶部５ａ）が用いられる。

[0059] 前記各判定の処理では、データに異常があるか否かを判定する（状態判定部５ｃ）。例えば、データが閾値を超えているか、またセンサユニット３の複数の他の箇所に設けられた他の歪みセンサ１３等の検出データと異なる傾向があるか否かを判定する（状態判定部５ｃ）。

異常なしの場合は表示部２４に「異常なし」と表示し、異常有りの場合は「異常」と表示する。また、各測定データおよび判定結果を保存する（データ記憶部５ａ）。

[0060] このように、このホイールナット緩み検出装置によると、ホイールナット８の緩み等の異常を走行中等の稼働中に状態監視して検出でき、検出の精度にも優れ、かつ構造が簡単でホイールの支持剛性への影響が小さい。また、メンテナンス性が向上し、判定精度が向上し、判定基準が定量化（異常部位の判別が可能）される。センサユニット３は、車両への着脱も容易で、車両重量、車軸幅、支持剛性への影響が小さい。

[0061] なお、上記実施形態は、自動車などの車両に適用した場合につき説明したが、この発明は、車両以外の産業機械における各種のホイールの締結部に適用することができる。

[0062] 以上、実施形態に基づいてこの発明を実施するための形態を説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0063] ２：ホイール

２Ａ：車輪アセンブリ

３：センサユニット

５：締結状態判定手段

６：ハブ

７：ハブボルト

７ａ：ハブボルトの頭部

８：ホイールナット

１１：ボルト孔

１２：スペーサ状部材

１３：歪センサ

請求の範囲

[請求項1] ハブの全周に渡り設けられ、ホイールを前記ハブに取付ける複数のハブボルトの各頭部とそれぞれ対応する複数のホイールナットとの間に介在し前記複数のハブボルトとそれぞれ対応する前記複数のホイールナットとによる締め付け力を受ける変形発生用のリング状のスペーサ状部材であって、複数の周方向位相部位にそれぞれ形成され、前記複数のハブボルトがそれぞれ挿通される複数のボルト孔を有するスペーサ状部材と、

前記複数のボルト孔のうちの少なくとも２つのボルト孔の間に設けられて前記スペーサ状部材の歪みを検出する少なくとも１つの歪センサとを備えた、ホイールナット緩み検出用のセンサユニット。

[請求項2] 請求項１に記載のセンサユニットにおいて、前記スペーサ状部材の周方向において、前記複数のホイールナットの最外径内の領域以外に凹みおよび／または欠如部分が形成されたセンサユニット。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載のセンサユニットにおいて、前記スペーサ状部材は、前記少なくとも２つのボルト孔の間の周方向位相部位に、前記歪センサ、この歪センサの検出信号を通信する通信装置、並びに前記歪センサおよび前記通信装置に通電する電源が設けられたセンサユニット。

[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のセンサユニットにおいて、前記スペーサ状部材の前記少なくとも２つのボルト孔の間の前記周方向位相部位が薄肉部であるセンサユニット。

[請求項5] 請求項４に記載のセンサユニットにおいて、前記スペーサ状部材は、前記少なくとも２つのボルト孔の間の前記薄肉部である前記周方向位相部位の一部に、歪集中部となる最薄部を有するセンサユニット。

[請求項6] 請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載のセンサユニットにおいて、前記少なくとも１つの歪センサは、前記スペーサ状部材に取付けられてこのスペーサ状部材の変形により歪むダイヤフラムと、こ

のダイヤフラムに取付けられてこのダイヤフラムの歪みを検出するセンサ素子とで構成されるセンサユニット。

[請求項7] 請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載のセンサユニットにおいて、さらに、

温度を検出する温度センサと、

加速度を検出する加速度センサとを備えたセンサユニット。

[請求項8] 請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載のセンサユニットにおいて、さらに、

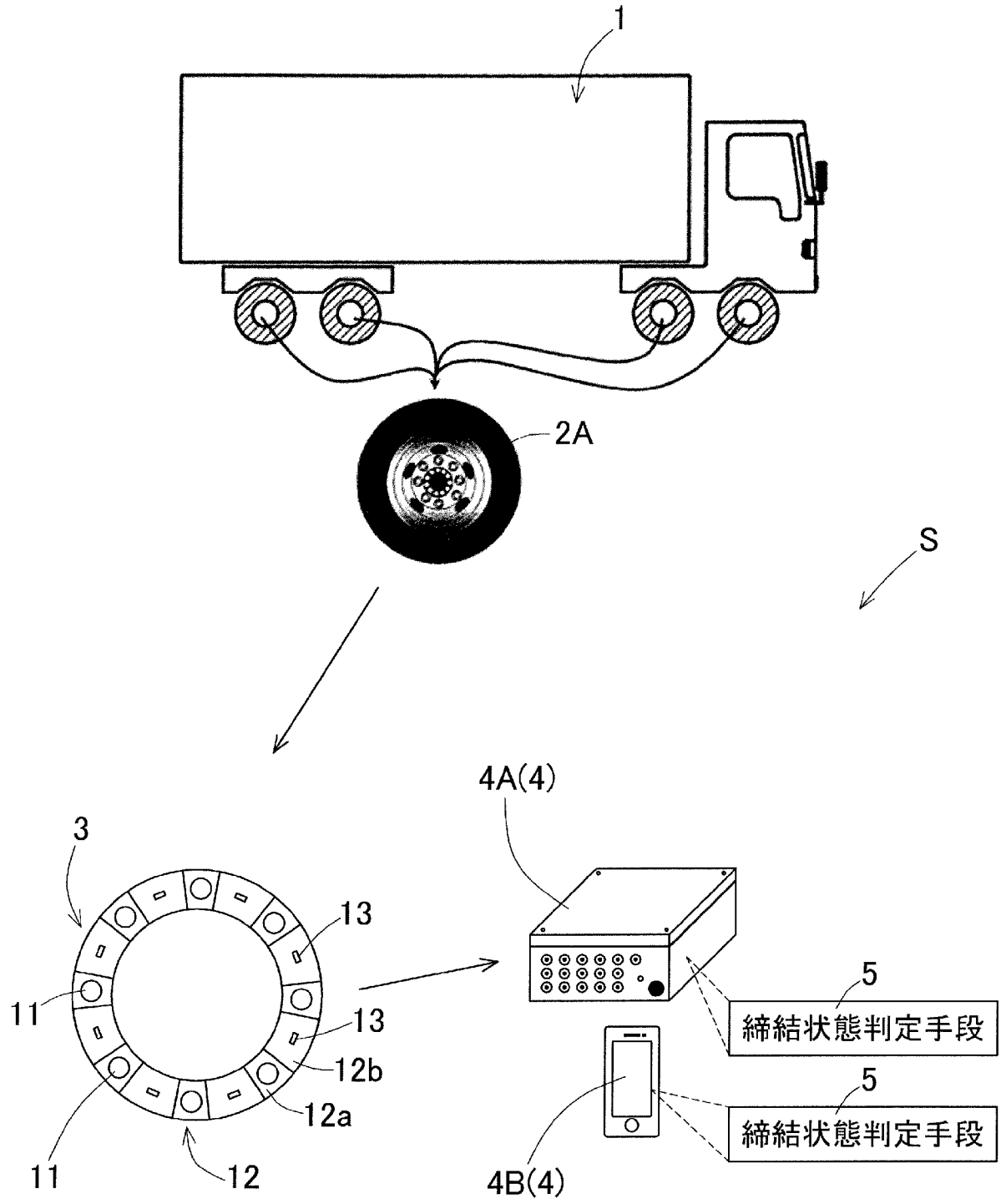
前記歪センサの検出データを送信する無線通信手段を有するセンサユニット。

[請求項9] 請求項１ないし請求項８のいずれか１項に記載のセンサユニットと、

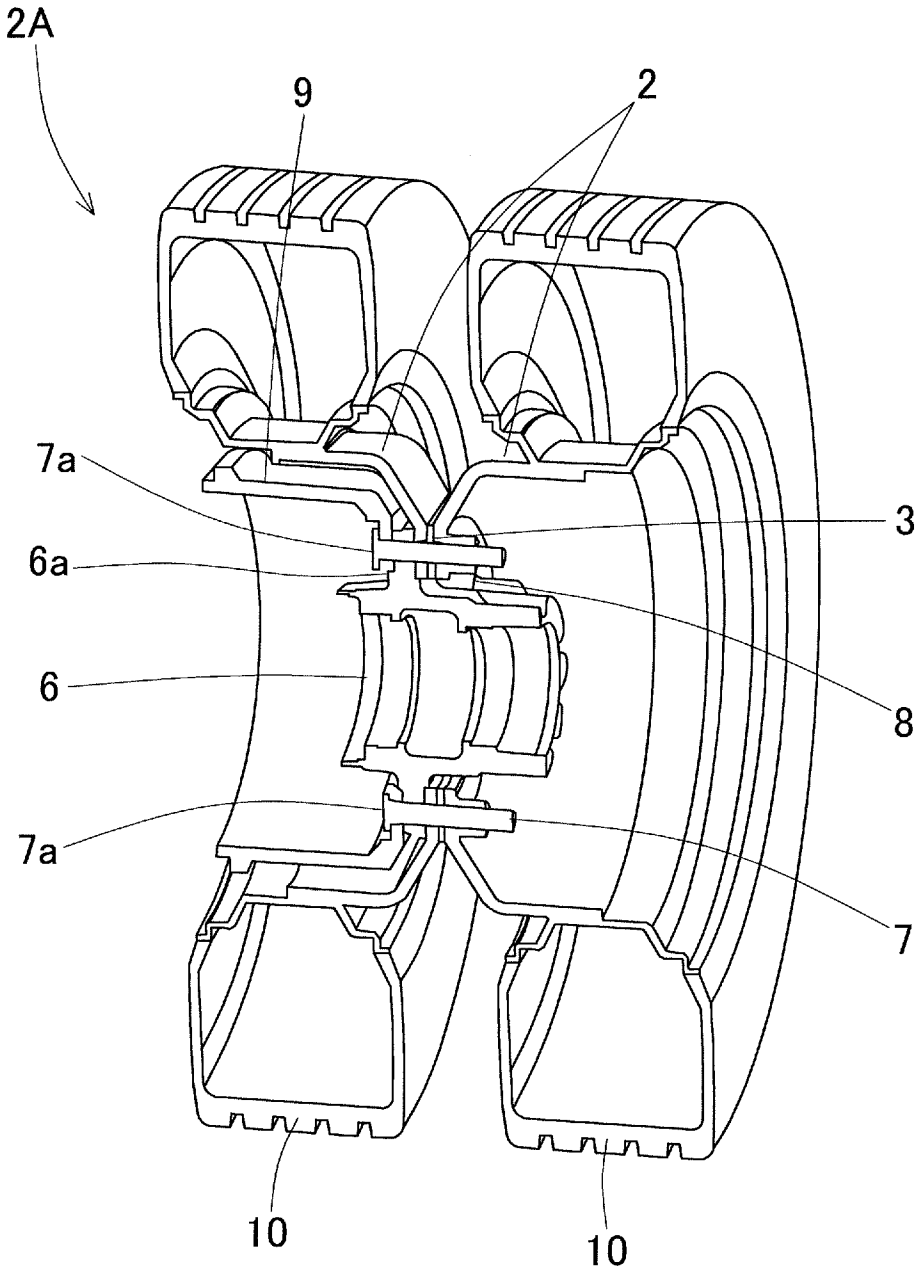
前記少なくとも１つの歪センサの検出データから所定の基準に従い前記ホイールナットの締結状態の異常を判定する締結状態判定手段とを備えたホイールナット緩み検出装置。

[請求項10] 請求項９に記載のホイールナット緩み検出装置において、前記締結状態判定手段は、前記ホイールを備える車両の走行中に前記ホイールナットの締結状態の異常を判定するように構成されるホイールナット緩み検出装置。

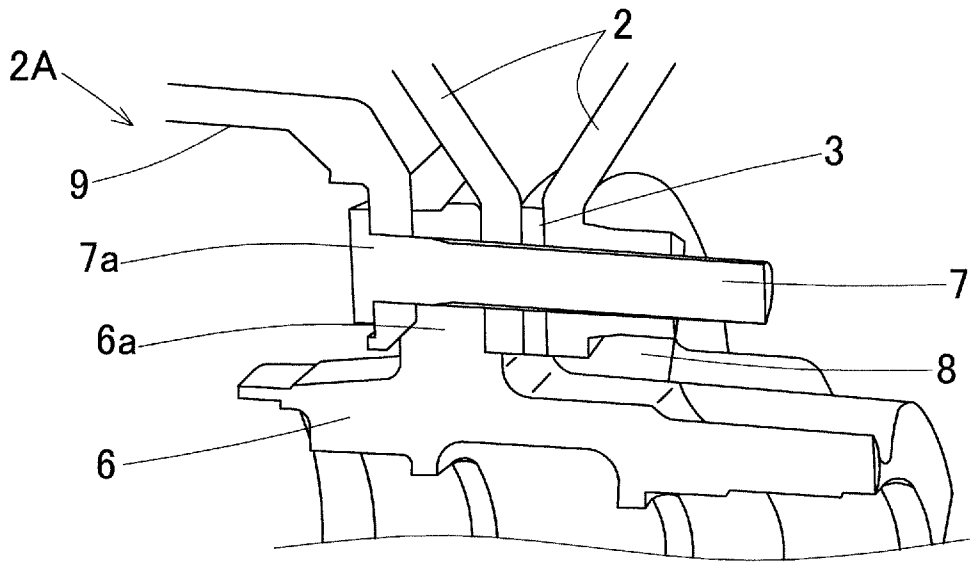
[図1]



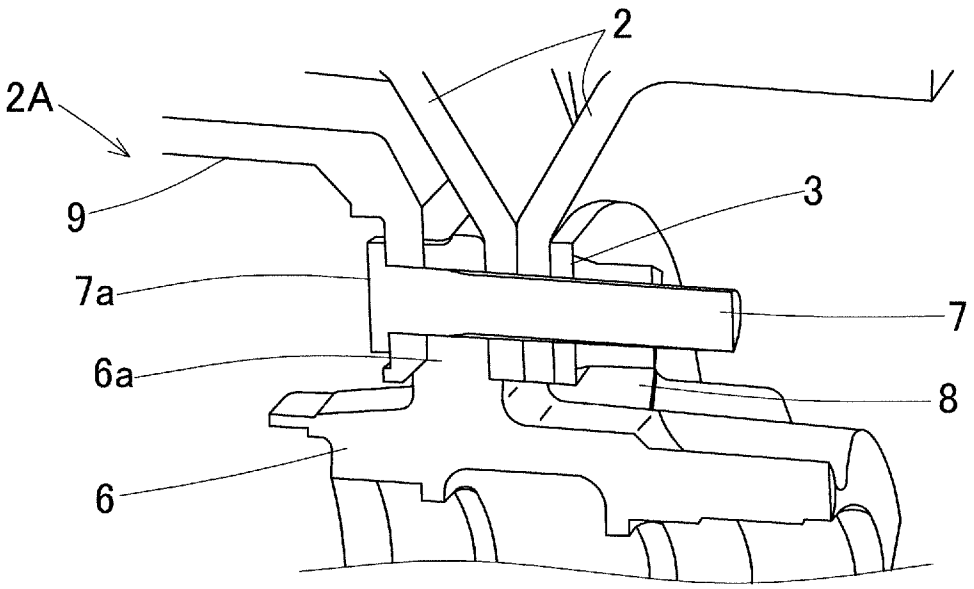
[図2]



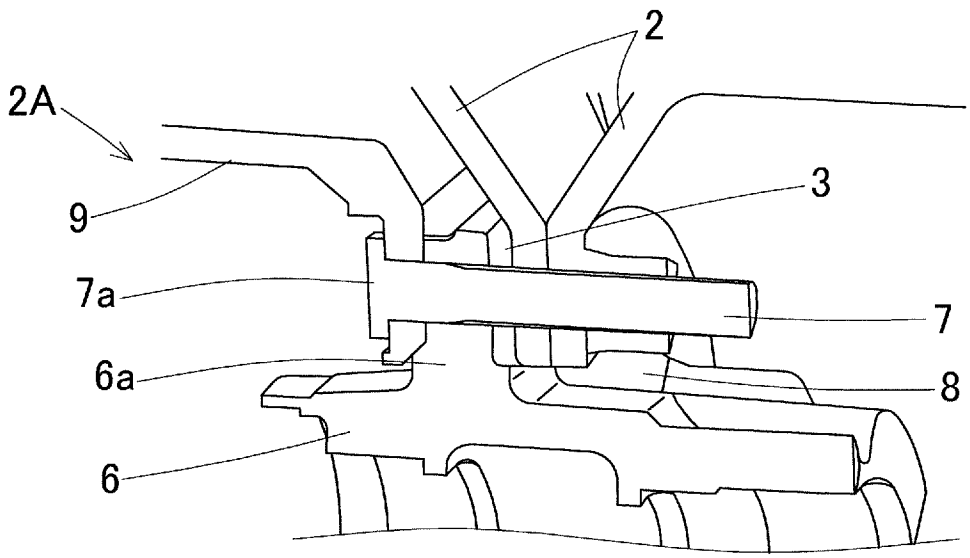
[図3A]



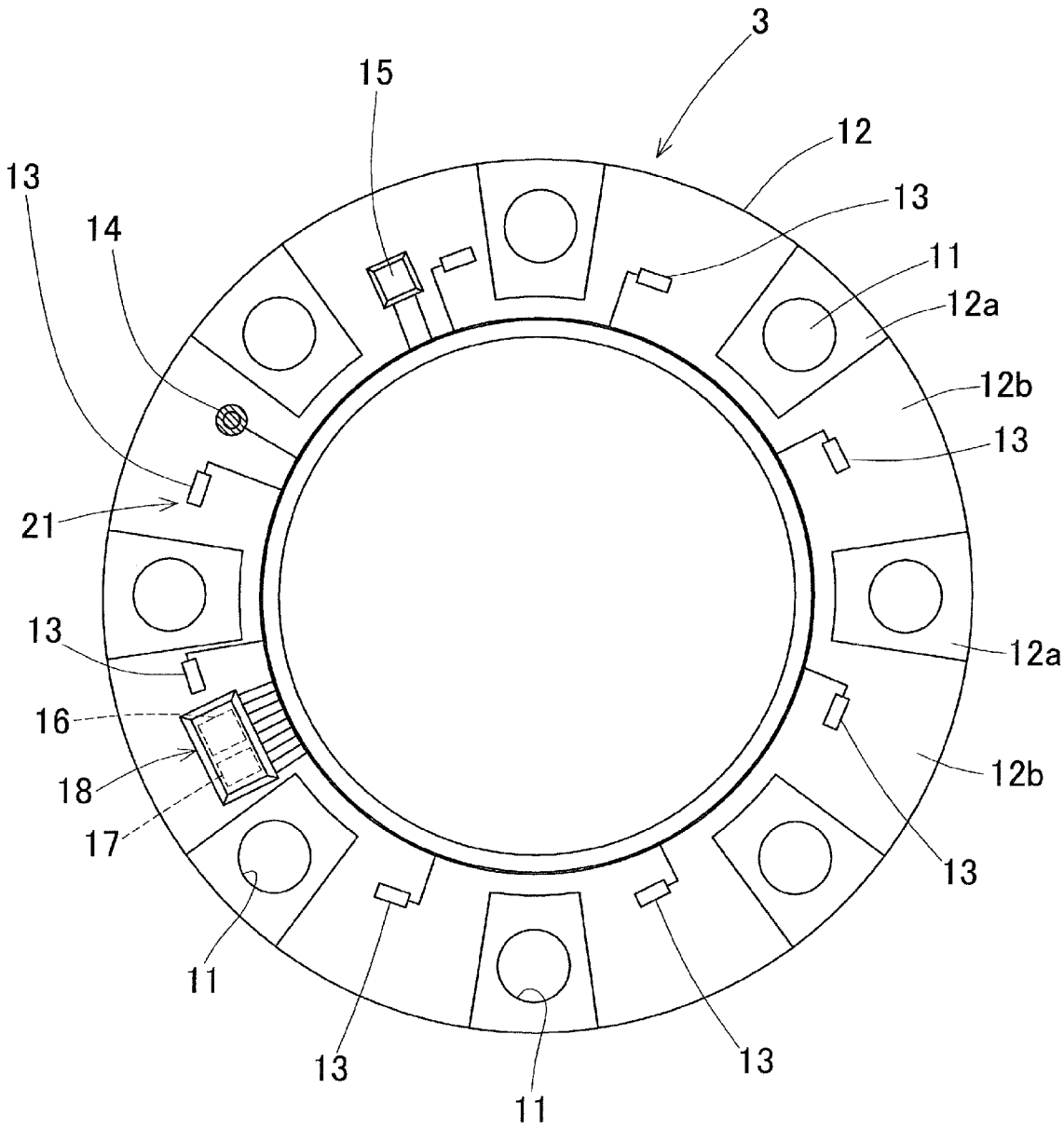
[図3B]



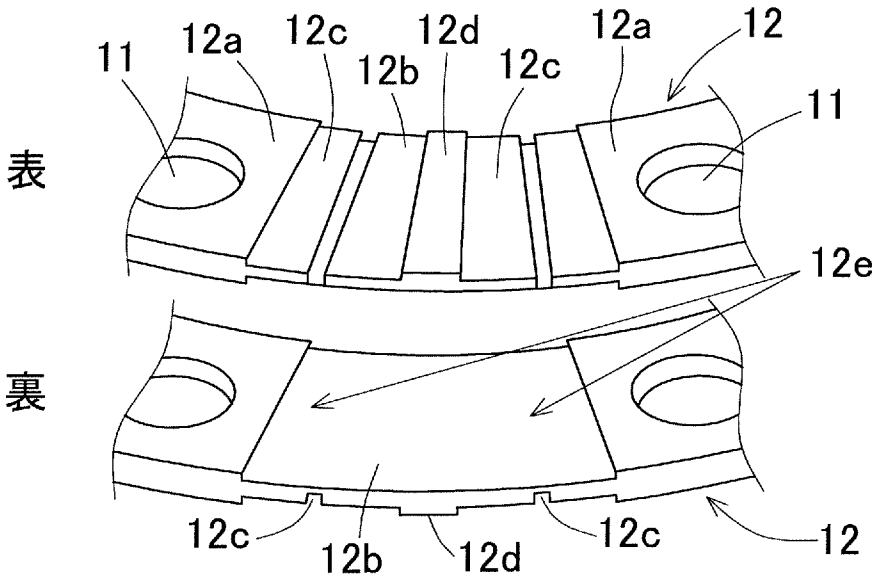
[図3C]



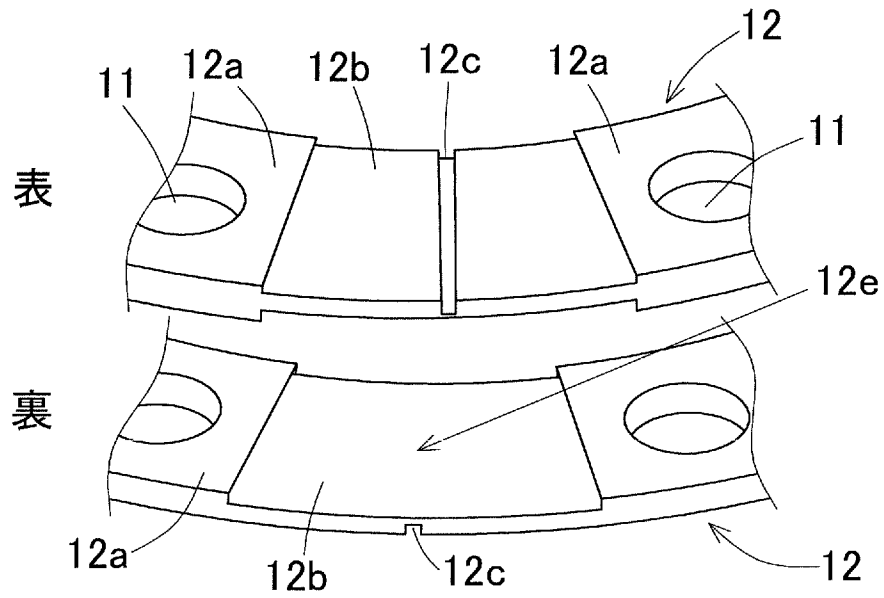
[図4]



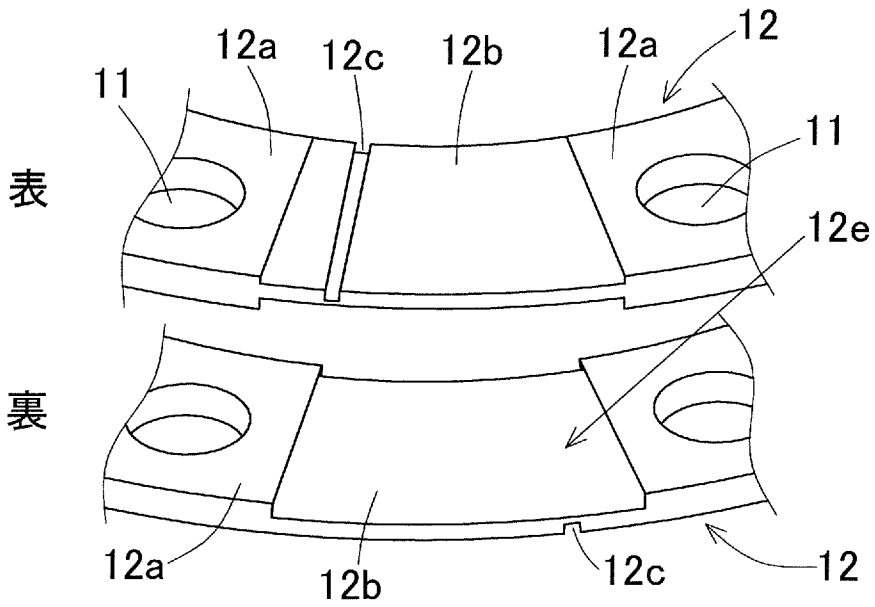
[図5A]


11
12a
12c
12b
12d
12c
12a
12
11
表
12e
裏
12c
12b
12d
12c
12

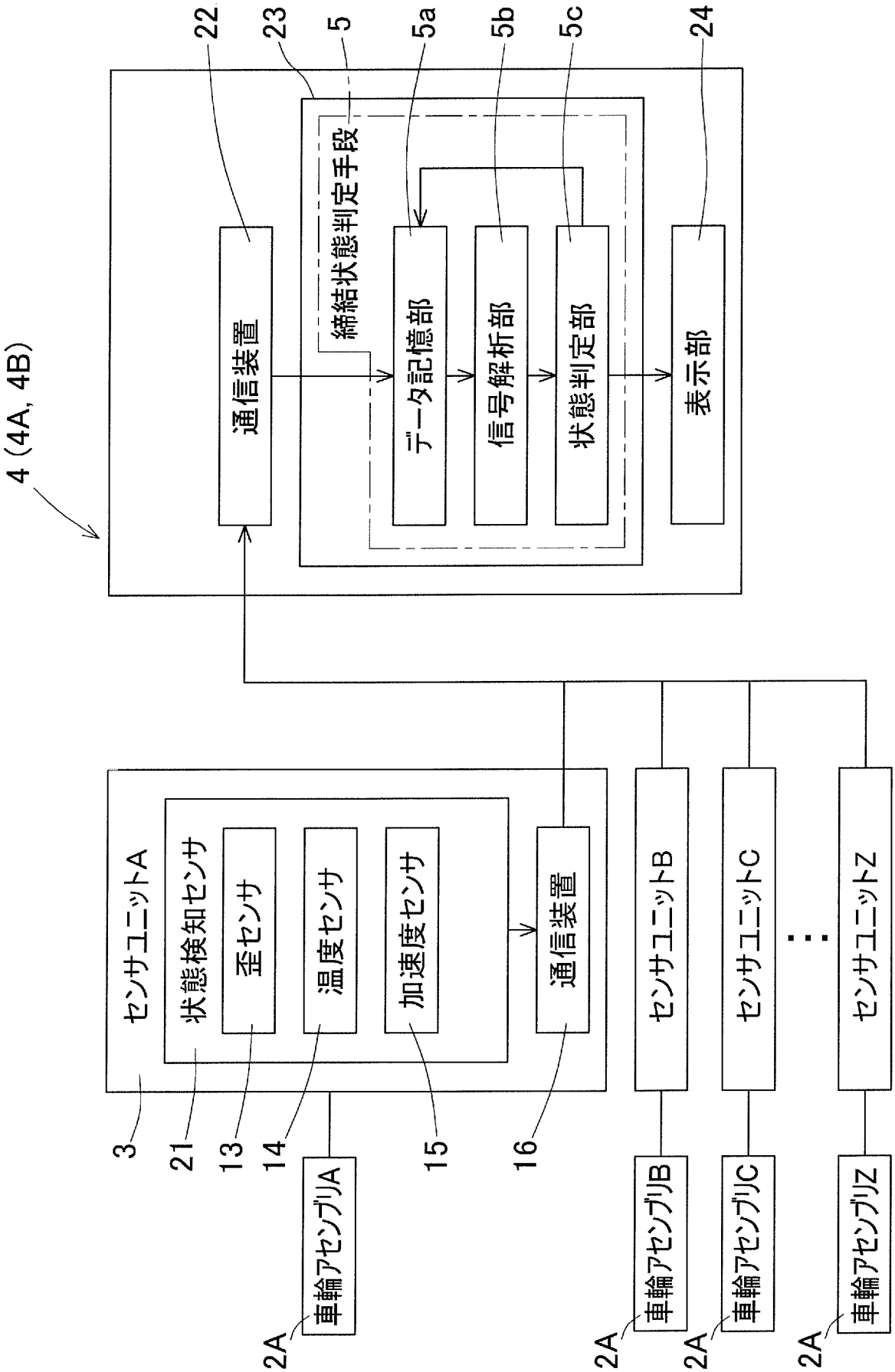
[図5B]


12
11
12a
12b
12c
12a
11
表
12e
裏
12a
12b
12c
12

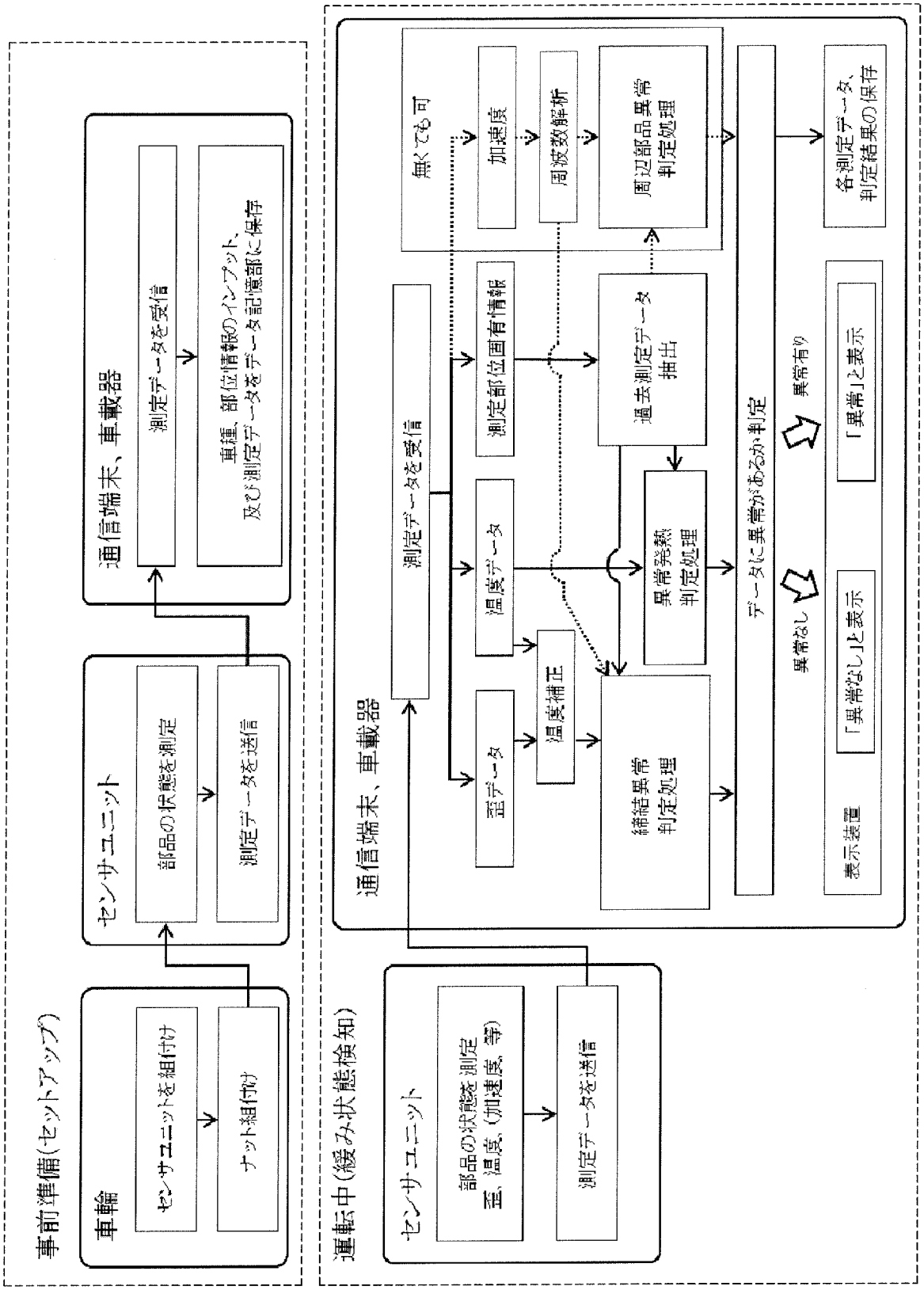
[図5C]



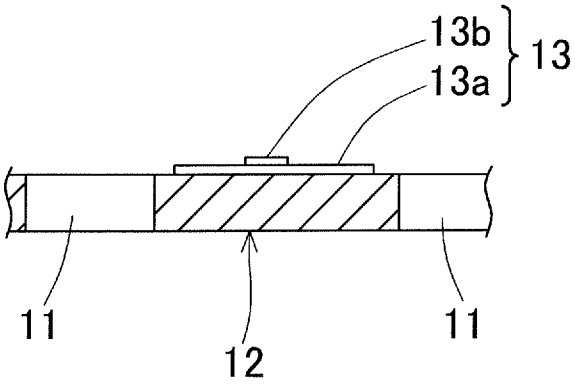
[図6]


4（4A, 4B）
22
23
5
締結状態判定手段
5a
5b
5c
24
通信装置
データ記憶部
信号解析部
状態判定部
表示部
センサユニットA
状態検知センサ
歪センサ
温度センサ
加速度センサ
通信装置
センサユニットB
センサユニットC
センサユニットZ
3
21
13
14
15
16
車輪アセンブリA
車輪アセンブリB
車輪アセンブリC
車輪アセンブリZ
2A
2A
2A
2A

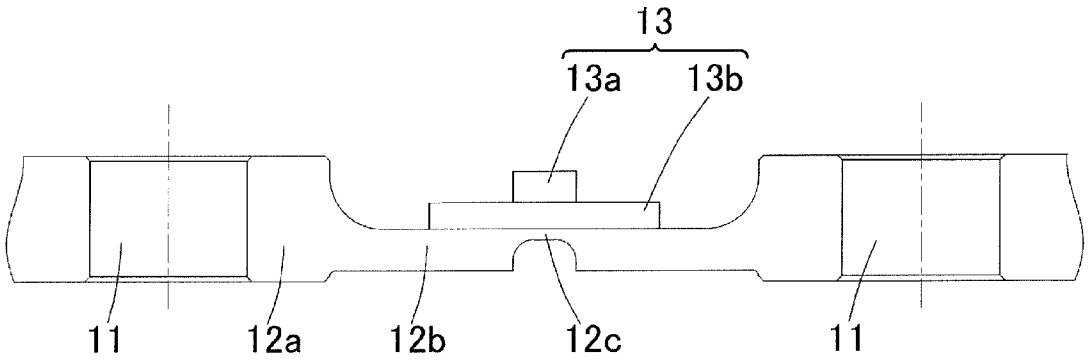
[図7]


事前準備(セットアップ)
車輪
センサユニットを組付け
ナット組付け
センサユニット
部品の状態を測定
測定データを送信
通信端末、車載器
測定データを受信
車種、部位情報のインプット、
及び測定データをデータ記憶部に保存
運転中(緩み状態検知)
センサユニット
部品の状態を測定
歪、温度、(加速度、等)
測定データを送信
通信端末、車載器
測定データを受信
歪データ
温度データ
温度補正
締結異常
判定処理
測定部位固有情報
無くても可
加速度
周波数解析
周辺部品異常
判定処理
過去測定データ
抽出
異常発熱
判定処理
データに異常があるか判定
異常有り
異常なし
各測定データ、
判定結果の保存
表示装置
「異常なし」と表示
「異常」と表示

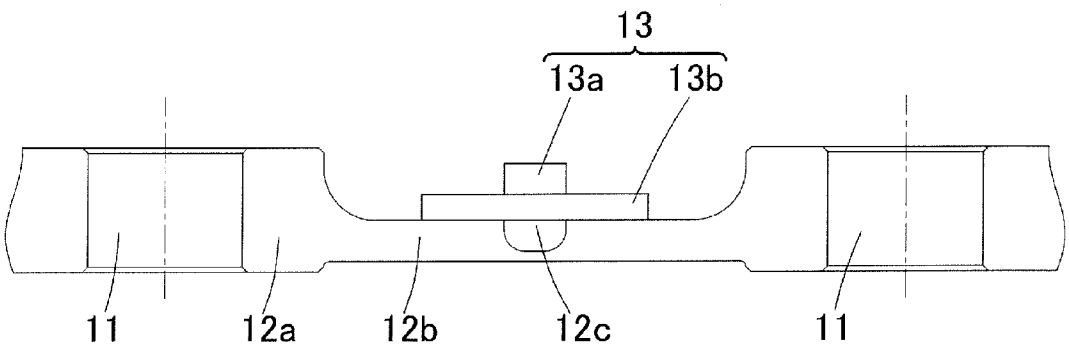
[図8]


13b
13a
13
11
12
11

[図9A]


13
13a
13b
11
12a
12b
12c
11

[図9B]


13
13a
13b
11
12a
12b
12c
11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/059059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L5/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01L5/24, G01L5/00, G01L5/12, G01L1/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-127586 A (Toyota Motor Corp.), 24 May 2007 (24.05.2007), paragraphs [0018] to [0050]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-10
Y	JP 2012-088091 A (Nitto Seiko Co., Ltd.), 10 May 2012 (10.05.2012), paragraphs [0023] to [0030]; fig. 2 (Family: none)	1-10
Y	JP 2004-198185 A (Honda Motor Co., Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), paragraphs [0014] to [0017]; fig. 2 (Family: none)	3-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)	17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/059059

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-128265 A (NTN Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraphs [0024] to [0027]; fig. 5 & US 2010/0303394 A1 paragraphs [0056] to [0058]; fig. 5 & WO 2009/069267 A1 & EP 2219017 A1 & CN 101868706 A	6-10
Y	WO 2008/142841 A1 (NTN Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0046] to [0051]; fig. 7 to 9 & DE 112008001321 T5 & KR 10-2010-0016484 A & TW 200923224 A	7-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５９０５９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L5/24(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L5/24, G01L5/00, G01L5/12, G01L1/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2007-127586 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.05.24, 段落 [0018] - [0050], 図 1-8 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2012-088091 A (日東精工株式会社) 2012.05.10, 段落 [0023] - [0030], 図 2 (ファミリーなし)	1-10

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．０４．２０１６	１７．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　４７４１
公文代　康祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2004-198185 A (本田技研工業株式会社) 2004.07.15, 段落 [0014] - [0017], 図 2 (ファミリーなし)	3-10
Y	JP 2009-128265 A (ＮＴＮ株式会社) 2009.06.11, 段落 [0024] - [0027], 図 5 & US 2010/0303394 A1, 段落 [0056] - [0058], 図 5 & WO 2009/069267 A1 & EP 2219017 A1 & CN 101868706 A	6-10
Y	WO 2008/142841 A1 (ＮＴＮ株式会社) 2008.11.27, 段落 [0046] - [0051], 図 7-9 & DE 112008001321 T5 & KR 10-2010-0016484 A & TW 200923224 A	7-10