

(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
2018年8月30日(30.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/155136 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 41/00 (2006.01) *G01M 13/04* (2006.01)
F16C 29/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003607
- (22) 国際出願日: 2018年2月2日(02.02.2018)
- (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 2017-033921 2017年2月24日(24.02.2017) JP
- (71) 出願人: T H K 株式会社 (THK CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒1088506 東京都港区芝浦二丁目 1
2 番 1 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山中 修平 (YAMANAKA Shuhei). 本
所 善之 (HONJO Yoshiyuki).
- (74) 代理人: 井出 哲郎 (IDE Tetsuroh); 〒2310047 神
奈川県横浜市中区羽衣町 2 丁目 4 - 4 エバ
ーズ第 8 関内ビル 5 階 Kanagawa (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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: STATUS DIAGNOSING SYSTEM FOR ROLLING GUIDE DEVICE, AND STATUS DIAGNOSING METHOD

(54) 発明の名称: 転がり案内装置の状態診断システム及び状態診断方法

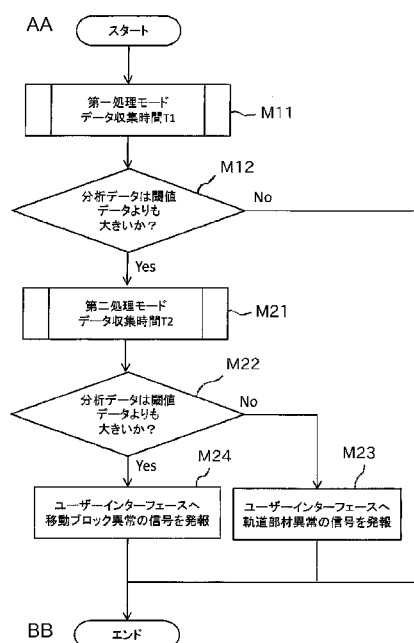


FIG. 10:

- M11 First processing mode Data collection time T1
M12, M22 Is analytical data greater than threshold data?
M21 Second processing mode Data collection time T2
M23 Issue signal regarding track member abnormality to user interface
M24 Issue signal regarding moving block abnormality to user interface
AA Start
BB End

(57) Abstract: Provided is a status diagnosing system which can suitably ascertain the status of a rolling surface of a track member or a load rolling surface of a moving member in a rolling guide device, the system comprising: a sensor (35) that detects a physical quantity when a moving member (2) is moving along a track member (1); and a diagnosis processing unit (39) that takes in an output signal of the sensor and generates analytical data, compares the analytical data with threshold data, determines the presence/absence of an abnormality in the rolling guide device on the basis of the comparison result, and then outputs the result. The diagnosis processing unit includes a first processing mode in which

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.

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the output signal of the sensor is taken in during a data collection time T1 and then the analytical data is generated, and a second processing mode in which the output signal from the sensor is taken in during a data collection time T2 which is longer than the data collection time T1 and then the analytical data is generated. The diagnosis processing unit outputs the determination result from a combination of the comparison result from the first processing mode and the comparison result from the second processing mode.

(57) 要約: 転がり案内装置の軌道部材の転走面又は移動部材の負荷転走面の状態を適切に把握することが可能な状態診断システムであって、移動部材(2)が軌道部材(1)に沿って移動している際の物理量を検出するセンサ(35)と、前記センサの出力信号を取り込んで分析データを生成すると共に、前記分析データを閾値データと比較し、当該比較結果に応じて前記転がり案内装置の異常の有無を判定してその結果を出力する診断処理部(39)とを備え、前記診断処理部は、データ収集時間T1だけ前記センサの出力信号を取り込んで前記分析データを生成する第一処理モード及び前記データ収集時間T1よりも長いデータ収集時間T2だけ前記センサの出力信号を取り込んで前記分析データを生成する第二処理モードを備え、前記第一処理モードによる比較結果と前記第二処理モードによる比較結果の組み合わせから判定結果を出力する。

明 細 書

発明の名称：

転がり案内装置の状態診断システム及び状態診断方法

技術分野

[0001] 本発明は、工作機械や各種搬送装置等の産業機械の直線案内あるいは曲線案内に利用される転がり案内装置に適用され、当該転がり案内装置の状態の良否を機械的に判断するための状態診断システム及び状態診断方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の転がり案内装置は、長手方向に沿って転動体の転走面が形成された軌道部材と、前記転走面を転走する多数の転動体を介して前記軌道部材に組み付けられると共に当該軌道部材に沿って往復動自在な移動部材とを備えている。前記移動部材は転動体が荷重を負荷しながら転走する負荷転走面を有しており、当該負荷転走面は前記軌道部材の転走面と対向することにより前記転動体の負荷通路を構成している。また、前記移動部材は前記負荷通路の一端から他端へ転動体を循環させる無負荷通路を有しており、前記負荷通路及び前記無負荷通路が連続することによって前記転動体の無限循環路が構成されている。これにより、前記移動部材は前記軌道部材に沿ってストロークを制限されることなく移動することが可能となっている。

[0003] 転がり案内装置の製品寿命は主に前記軌道部材の転走面や前記移動部材の負荷転走面の疲労に左右される。しかし、当該転走面や負荷転走面、更にはそこを転動するボールやローラといった転動体が潤滑剤によって適切に潤滑されていない場合や過大な荷重を受けた場合には、前記転走面や負荷転走面のフレーキングが早期に発生してしまい、転がり案内装置の製品寿命が短命化してしまう可能性がある。また、転がり案内装置の用途は様々であり、特殊な異物が軌道部材に降りかかる環境や、極めて高温又は低温の環境下での使用等、当該用途における使用環境や負荷荷重等（以下、「使用条件」とい

う)によって転走面等の疲労の進行は影響を受けざるを得ない。

[0004] 従って、転がり案内装置にその本来の性能を発揮させると共にその製品寿命を全うさせるためには、当該転がり案内装置の動作状況を各種センサによって逐次検出し、検出した内容に基づいて時々刻々と変化する転がり案内装置の状態を把握できることが望ましい。

[0005] 例えば回転軸受においては、特許文献1に示されるように、センサを用いて回転軸受の回転動作時の音、振動又はアコースティックエミッションを検出し、当該センサの出力信号を分析した後、その分析結果を所定の基準データと比較して前記回転軸受の異常の有無を判定する診断システムが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-93256

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、前記転がり案内装置では長尺な軌道部材に沿って移動部材が運動することから、前記センサの検出信号から当該転がり案内装置に異常が発生したことは把握できても、前記軌道部材又は前記移動部材のいずれに異常が発生しているかを見極めることができなかった。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、転がり案内装置に装着されたセンサを用いて、当該転がり案内装置の軌道部材の転走面又は移動部材の負荷転走面の状態を適切に把握することが可能な状態診断システム及び状態診断方法を提供することにある。

[0009] すなわち、本発明は転がり案内装置の状態診断システムに関するものであり、当該転がり案内装置は、多数の転動体と、長手方向に沿って前記転動体の転走面を有する軌道部材と、前記転動体を介して前記軌道部材に組み付け

られると共に、前記転動体の負荷通路及び当該負荷通路の両端を連結する無負荷通路からなる当該転動体の無限循環路を有する移動部材とを備えている。この状態診断システムは、前記移動部材が前記軌道部材に沿って移動している際の物理量を検出するセンサと、前記センサの出力信号を所定時間だけ取り込んで分析データを生成すると共に、前記分析データを閾値データと比較し、当該比較結果に応じて前記転がり案内装置の異常の有無を判定して、当該判定結果を出力する診断処理部とを備えている。前記診断処理部は、データ収集時間 T_1 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第一の分析データを生成し、当該第一の分析データを第一の閾値データと比較する第一処理モードと、前記データ収集時間 T_1 よりも長いデータ収集時間 T_2 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第二の分析データを生成し、当該第二の分析データを第二の閾値データと比較する第二処理モードとを備えている。そして、前記診断処理部は、前記第一処理モードによる比較結果と前記第二処理モードによる比較結果の組み合わせから、前記転がり案内装置の異常の有無が前記軌道部材又は前記移動部材のいずれに起因しているかを判定し、当該判定結果を出力する。

[0010] また、本発明の転がり案内装置の状態診断方法は、データ収集時間 T_1 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第一の分析データを生成し、当該第一の分析データと第一の閾値データを比較する第一のステップと、前記第一の分析データが前記第一の閾値データよりも大きい場合に、前記データ収集時間 T_1 よりも長いデータ収集時間 T_2 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第二の分析データを生成し、当該第二の分析データと第二の閾値データを比較する第二のステップと、前記第二の分析データが前記第二の閾値データ以下の場合には前記軌道部材の異常を示す信号を出力する第三のステップと、を備えている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、転がり案内装置に装着されたセンサを用いて、当該転がり案内装置の軌道部材の転走面又は移動部材の負荷転走面の状態を適切に把

握することができ、前記軌道部材又は前記移動部材のいずれに異常が発生しているかを見極めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明を適用可能な転がり案内装置の一例を示す斜視図である。

[図2]ボールの無限循環路の構成を示す断面図である。

[図3]本発明の状態診断システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図4]転がり案内装置の状態診断の基本的な処理手順を示すフローチャートである。

[図5]振動センサの出力信号の一例を示す図であり、信号波形（a）は転がり案内装置の動作が正常である場合を、信号波形（b）は転がり案内装置の動作に不具合がある場合を示している。

[図6]振動センサの出力信号のデータ収集時間 T_0 が周期 t よりも小さい場合を説明する図である。

[図7]第一処理モードにおけるデータ収集時間 T_1 が周期 t と同じ場合を説明する図であり、転がり案内装置の動作が正常である場合を示している。

[図8]第一処理モードにおけるデータ収集時間 T_1 が周期 t と同じ場合を説明する図であり、転がり案内装置の動作に不具合がある場合を示している。

[図9]振動センサの出力信号と第二処理モードにおけるデータ収集時間 T_2 との関係を示す図であり、信号波形（a）は軌道部材の一部分に破損個所がある場合を、信号波形（b）は移動部材に不具合がある場合を示している。

[図10]本発明の状態診断方法の処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を用いながら本発明の転がり案内装置の状態診断システム及び状態診断方法を詳細に説明する。

[0014] 図1は本発明を適用した転がり案内装置の一例を示す斜視図である。この転がり案内装置は、直線状に延びる軌道部材1と、転動体としての多数のボールを介して前記軌道部材1に組付けられた移動部材2とから構成されており、各種機械装置の固定部に前記軌道部材1を敷設し、前記移動部材2に対

して各種の可動体を搭載することで、かかる可動体を軌道部材 1 に沿って往復移動自在に案内することができるようになっている。

[0015] 前記軌道部材 1 は略断面四角形状の長尺体に形成されている。この軌道部材 1 には長手方向に所定の間隔をおいて上面から底面に貫通するボルト取付け孔 1 2 が複数形成されており、これらボルト取付け孔 1 2 に挿入した固定ボルトを用いて、当該軌道部材 1 を固定部に対して強固に固定することができるようになっている。前記軌道部材 1 の左右両側面には転動体の転走面 1 1 が 2 条ずつ設けられ、軌道部材全体としては 4 条の転走面 1 1 が設けられている。尚、前記軌道部材 1 に設けられる転走面 1 1 の条数はこれに限られるものではない。

[0016] 一方、前記移動部材 2 は、大きく分けて、金属製の本体部材 2 1 と、この本体部材 2 1 の移動方向の両端に装着される一対の合成樹脂製の蓋体 2 2 A, 2 2 B とから構成されている。この移動部材 2 は前記軌道部材 1 の各転走面 1 1 に対応してボールの無限循環路を複数備えている。また、前記蓋体 2 2 A, 2 2 B には前記移動部材 2 と軌道部材 1 との隙間を密閉するシール部材 4 が固定されており、軌道部材 1 に付着した塵芥などが前記無限循環路の内部に侵入するのを防止している。尚、図 1 は前記本体部材 2 1 に装着される一対の蓋体 2 2 A, 2 2 B のうち、一方の蓋体 2 2 B を前記本体部材 2 1 から取り外した分解状態を示している。

[0017] 図 2 は前記無限循環路を示す断面図である。同図に示すように、無限循環路 5 は、負荷通路 5 0、戻し通路 5 1 及び一対の方向転換路 5 2 を有している。前記移動部材 2 を構成する本体部材 2 1 には、前記軌道部材 1 の転走面 1 1 と対向する負荷転走面 2 3 が形成されており、転動体 6 は荷重を負荷しながら軌道部材 1 の転走面 1 1 と本体部材 2 1 の負荷転走面 2 3 との間を転がる。前記無限循環路 5 のうち、このように転動体 6 が荷重を負荷しながら転動している通路部分が前記負荷通路 5 0 である。また、前記本体部材 2 1 には前記負荷通路 5 0 と平行に前記戻し通路 5 1 が形成されている。この戻し通路 5 1 は、通常、前記本体部材 2 1 を貫通して設けられており、その内

径は転動体 6 の直径よりも僅かに大きく設定されている。これにより、転動体 6 は荷重を負荷することなく前記戻し通路内を転動する。

[0018] 前記方向転換路 5 2 は一対の蓋体 2 2 A, 2 2 B に設けられている。これら蓋体 2 2 A, 2 2 B は前記本体部材 2 1 を挟むようにして当該本体部材 2 1 の端面に固定されており、各蓋体 2 2 A, 2 2 B の方向転換路 5 2 は前記負荷通路 5 0 の端部と前記戻し通路 5 1 の端部とを接続し、これらの間で転動体 6 を往来させている。

[0019] 従って、前記本体部材 2 1 に対して一対の蓋体 2 2 A, 2 2 B を固定すると、転動体 6 の無限循環路 5 が完成する。この無限循環路 5 において転動体 6 が荷重を負荷しながら転動するのは、前記本体部材 2 1 の負荷転走面 2 3 と前記軌道部材 1 の転走面 1 1 とが対向して形成された負荷通路 5 0 のみである。一方、前記戻し通路 5 1 と前記方向転換路 5 2 では前記転動体 6 は荷重を負荷しておらず、これら戻し通路 5 1 と方向転換路 5 2 が無負荷通路を構成している。

[0020] 尚、図 1 及び図 2 を用いて説明した実施形態の転がり案内装置では転動体 6 としてボールを使用していたが、ローラを使用した転がり案内装置に本発明を適用することもできる。

[0021] 図 1 に示すように、前記軌道部材 1 の長手方向の端部には振動センサ 3 5 が固定されている。この振動センサ 3 5 としては加速度センサを用いることができる。当該振動センサ 3 5 は前記移動部材 2 と前記軌道部材 1 とが相対的に移動する際に発生する振動を検出するものであり、例えば前記軌道部材 1 ではなく、前記移動部材 2 の本体部材 2 1 に対して固定してもよい。

[0022] 一方、前記蓋体 2 2 B の外側には近接センサ 3 6 が固定されている。この近接センサ 3 6 は前記蓋体 2 2 B に設けられた方向転換路 5 2 に重なる位置で当該蓋体に固定されており、前記方向転換路 5 2 内における個々の転動体 6 の通過を検出する。前記蓋体 2 2 B は合成樹脂製であり、前記転動体 6 は金属製なので、誘導型又は静電容量型の近接センサを用いて前記転動体 6 の存在を検出することができる。尚、図 1 に示した例では、前記蓋体 2 2 B に

設けられた四個所の方向転換路 5 2 のうち、その一箇所に対応してのみ前記近接センサ 3 6 を設けているが、各方向転換路 5 2 に対応して複数の近接センサ 3 6 を設けても差し支えない。

[0023] 図 3 は前記振動センサ 3 5 及び近接センサ 3 6 を用いた転がり案内装置の状態診断システムの構成を示すブロック図である。前記振動センサ 3 5 及び近接センサ 3 6 の出力信号は A/D 変換器を介して診断処理部 3 9 に入力される。前記診断処理部 3 9 は R A M 及び R O M を内蔵したマイクロコントローラによって実現される。前記診断処理部 3 9 は予め R O M に格納された診断プログラムを実行し、診断結果に応じた判定信号を出力する。前記診断処理部 3 9 が出力する判定信号は警報機、又はディスプレイ等のユーザーインターフェース 4 0 に出力される。

[0024] 前記振動センサ 3 5 は、前記移動部材 2 が前記軌道部材 1 に沿って移動する際の振幅を検出してそれを出力する。前記診断処理部 3 9 は前記振動センサ 3 5 の出力信号を取り込んで処理し、振動の強度レベルを示す分析データを生成する。また、前記診断部 3 9 の R O M には前記転がり案内装置が正常に動作している場合の振動の強度レベルを示す閾値データが予め記録されており、当該診断処理部 3 9 は生成された前記分析データを前記 R O M から読みだした閾値データと比較し、その比較結果から前記転がり案内装置の動作に何らかの不具合が生じているか否かを判断する。

[0025] 図 4 は前記診断処理部 3 9 において転がり案内装置の異常の有無を判断する際の基本的な処理手順を示すフローチャートである。前記診断処理部 3 9 は前記振動センサ 3 5 が出力するアナログ信号を所定のサンプリング周波数に基づいて、所定のデータ収集時間 T だけ取り込む (S 1)。前記データ収集時間 T の間に取り込んだ複数の瞬時値は R M S (二乗平均平方根) 処理されることによって、データ収集時間 T における代表値を示す分析データとなる (S 2)。この分析データは当該データ収集時間 T における振動の強度レベルを示している。前記分析データと比較される前記閾値データは、例えば前記軌道部材 1 を各種機械装置の固定部に敷設した当初等、前記転がり案内

装置が正常に動作している状態で前記分析データと同じ処理によって生成され、前記分析データとの対比を容易なものにすべく任意の重みづけをされた後に、前記診断処理部 39 の ROM に格納されている。従って、前記閾値データを読み出し (S3)、当該閾値データと前記分析データを比較することにより、前記軌道部材 1 上における前記移動部材 2 の走行に異常な振動が含まれているか否かを判断することができる (S4)。この判断の結果、前記分析データの値が前記閾値データよりも大きいのであれば、前記軌道部材 1 上における前記移動部材 2 の走行に異常な振動が含まれることになり、前記診断処理部 39 は前記ユーザーインターフェース 40 に対して異常を知らせる信号を発報する (S5)。

[0026] 図 4 に示す基本的な診断処理手順では、転がり案内装置に何らかの異常が存在することを把握できるが、その異常が前記軌道部材 1 に起因しているのか、又は前記移動部材 2 に起因しているのかを切り分けることはできない。そのため、前記診断処理部 39 は前記データ収集時間 T の異なる第一処理モード及び第二処理モードを組み合わせ、前記第一処理モード及び第二処理モードでのそれぞれの判断結果の組み合わせに応じて、前記軌道部材 1 又は前記移動部材 2 のどちらに異常が存在するのかを判定している。各処理モードにおける分析データの生成、当該分析データと閾値データの比較といった処理内容は同じであるが、前記第一処理モードと前記第二処理モードでは前記振動センサ 35 の出力信号を取り込むデータ収集時間 T が異なっている。

[0027] 前記第一処理モードにおけるデータ収集時間は T1 であり、前記第一処理モードではデータ収集時間 T1 における代表値を示す第一の分析データが生成される。この第一の分析データは第一の閾値データと比較される。また、前記第二処理モードにおけるデータ収集時間は T2 であり、データ収集時間 T2 はデータ収集時間 T1 よりも長く設定されている。前記第二処理モードではデータ収集時間 T2 における代表値を示す第二の分析データが生成され、この第二の分析データは第二の閾値データと比較される。

[0028] 前記第一処理モードは前記転がり案内装置の何らかの異常が存在すること

を確認するためのモードである。以下に、前記第一処理モードにおけるデータ収集時間 T_1 の決め方について説明する。

[0029] 図5は前記振動センサ35の出力信号の波形を模式的に示した図であり、横軸は時間である。同図中の信号波形(a)は、前記移動部材2の負荷転走面23や前記軌道部材1の転走面11に破損がなく、且つ、前記転動体6の潤滑状態が正常な場合、すなわち転がり案内装置が正常に動作している場合の出力信号の波形を示している。転がり案内装置が正常に動作している場合、前記振動センサ35の出力信号には略同じ大きさの振動の変化が周期 t で定期的に記録されている。この周期 t の振動の変化は、前記転動体6が方向転換路52から負荷通路50に進入する際に生じている。前記転動体6が負荷通路50に進入する際、当該転動体6は前記軌道部材1の転走面11と前記移動部材2の負荷転走面23の双方に強く接触して荷重の負荷状態となり、そのときに振動が発生していると考えられる。このため、個々の転動体6が負荷通路50に進入する度に大きな振動の変化が記録されている。

[0030] 一方、図5中の信号波形(b)は、前記移動部材2の負荷転走面23や前記軌道部材1の転走面11にフレーキング等の何らかの破損が生じ、あるいは転動体6の潤滑状態が不良な場合、すなわち転がり案内装置の動作に何らかの不具合が生じている場合の出力信号の波形を示している。この場合、前記振動センサ35の出力信号には信号波形(a)に示した定期的な振動の変化に対して不規則な振動の変化が混ざって記録されている。

[0031] 図5中の信号波形(a)に示したように、前記転がり案内装置が正常に動作している状態では、前記負荷通路50に対する前記転動体6の進入に起因する振動が周期 t で繰り返し発生し、前記振動センサ35の出力信号に記録されている。このため、前記振動センサ35の出力信号を取り込むデータ収集時間が前記周期 t よりも短く設定されている場合には、前記転がり案内装置が正常に動作している状態でも、分析データの示す振動の強度レベルの大きさが極端に異なってしまう場合がある。

[0032] 例えば、図6に示すように周期 t に比べて短いデータ収集時間 T_0 を用い

た場合、データ収集時間の長さは同じだが、データ収集の開始時間が異なるフレーム a 1 とフレーム a 2 では、前記転動体 6 が負荷通路 5 0 に進入する際の振動を含むか否かに応じて、分析データの示す振動の強度レベルが異なってしまう。すなわち、分析データはデータ収集の開始時間に応じてばらつきが大きいものとなるため、これら分析データを閾値データと比較しても、前記転がり案内装置が正常に動作しているか否かを判断することは不可能である。

[0033] ここで、前記負荷通路 5 0 に対する前記転動体 6 の進入に起因する振動の発生周期を t として、前記第一処理モードにおけるデータ収集時間 $T1 = t$ に設定すると、図 7 に示すように、データ収集の開始時間が異なるフレーム A 1 とフレーム A 2 は必ず前記負荷通路 5 0 に対する前記転動体 6 の進入に起因する振動を含むことになる。このため、前記転がり案内装置が正常に動作している状態では、フレーム A 1 及びフレーム A 2 のそれぞれと関連付けられた前記分析データは略同じ強度レベルを示すものとなる。前記転がり案内装置が正常に動作している状態なので、この際の強度レベルは前記閾値データのそれと同じである。

[0034] このように、前記負荷通路 5 0 に対する前記転動体 6 の進入に起因する振動の発生周期 t を把握し、第一処理モードにおけるデータ収集時間 $T1 = t$ に設定すると、当該第一処理モードで得られた第一の分析データを第一の閾値データと正しく比較して、その差異から前記転がり案内装置が正常に動作しているか否かを判断することが可能となる。図 8 に示すように、転がり案内装置の動作に何らかの不具合が生じている場合、前記データ収集時間 $T1 = t$ となる条件下で生成された第一の分析データは、前記負荷通路 5 0 に対する前記転動体 6 の進入に起因する振動の他に、前記軌道部材 1 に対する前記移動部材 2 の走行異常に起因する振動を含むので、前記第一の分析データは第一の閾値データよりも大きい強度レベルを示すことになる。このため、第一の分析データと第一の閾値データとの比較結果から、転がり案内装置に何らかの不具合が発生していると判断することができる。

[0035] この第一処理モードの実施にあたっては前記周期 t を把握する必要がある。本実施形態では前記近接センサ 36 が前記方向転換路 52 内における個々の転動体 6 の通過を検出しているので、当該近接センサ 36 の出力信号をチェックすることで前後する 2 個の転動体 6 の通過間隔、すなわち前記負荷通路 50 に対する前記転動体 6 の進入周期 t を把握することができる。

[0036] また、前記周期 t は前記無限循環路 5 内における転動体 6 の転動速度、すなわち前記軌道部材 1 に対する前記移動部材 2 の移動速度 v によって一義的に決定するので、当該移動部材 2 の移動速度 v を各種センサによって把握することができれば、前記近接センサ 36 の出力信号を用いる必要はない。例えば、前記軌道部材 1 に沿ってリニアスケールを設けると共に前記移動部材 2 には前記リニアスケールを読み取るエンコーダを設け、当該エンコーダの出力信号から前記移動部材 2 の移動速度 v を把握し、そこから前記周期 t を把握することができる。また、転がり案内装置とボールねじ装置を組み合わせる案内システムを構築する場合には、前記軌道部材 1 に対する前記移動部材 2 の移動速度 v は前記ボールねじ装置を駆動するモータの回転速度に依存しているので、当該モータの回転速度を把握し、あるいは当該モータの回転を制御している前記案内システムのコントローラから前記移動部材 2 の移動速度 v を取得することで前記周期 t を把握することができる。

[0037] 一方、前記第二処理モードは転がり案内装置に発生した不具合が前記軌道部材 1 又は前記移動部材 2 のいずれに起因しているのかを切り分けるためのモードである。以下に、前記第二処理モードにおけるデータ収集時間 T_2 の決め方について説明する。

[0038] 図 9 の信号波形 (a) は、前記移動部材 2 の負荷転走面 23 には破損が生じていないが、前記軌道部材 1 の転走面 11 の一部にフレーキング等の何らかの破損が生じている場合の、前記振動センサ 35 の出力信号の波形を示している。この場合、前記移動部材 2 の負荷通路 50 を転動する個々の転動体 6 が前記軌道部材 1 の破損発生個所を通過するたびに、前記振動センサ 35 の出力信号の波形は変化する。この軌道部材 1 の破損発生個所に起因した振

動の変化は、前記移動部材 2 の負荷通路 5 0 が前記軌道部材 1 上の破損個所を通過している時間 T_b だけ発生することになり、当該負荷通路 5 0 が破損個所を通過してしまえば発生することはない。この時間 T_b は、前記移動部材 2 の負荷通路 5 0 の長さを L_1 、前記軌道部材 1 に対する前記移動部材 2 の移動速度を v とした場合、 $T_b = L_1 / v$ と表現することができる。尚、移動速度 v は前記近接センサ 3 6 の出力信号の出力間隔等から把握することができる。

[0039] これに対して、図 9 中の信号波形 (b) に示すように、前記軌道部材 1 の転走面 1 1 には破損が生じていないが、前記移動部材 2 の負荷転走面 2 3 の一部にフレーキング等の何らかの破損が生じている場合、前記転動体 6 が前記負荷転走面 2 3 の破損個所を通過する度に振動センサ 3 5 の出力信号の波形には変化が記録され、前記移動部材 2 が前記軌道部材 1 に沿って移動している間は、同じ波形が繰り返し生じることになる。

[0040] これらの点を踏まえ、前記第二処理モードにおけるデータ収集時間 T_2 は、前記移動部材 2 の負荷通路 5 0 が前記軌道部材 1 上の破損個所を通過する時間 T_b よりも大きく設定している。すなわち、図 9 に示すように、 $T_2 > T_b$ である。

[0041] 前記診断処理部 3 9 が生成する分析データは、所定のデータ収集時間に出力された振動センサ 3 5 の信号を RMS (二乗平均平方根) 処理した値である。従って、前記第二処理モードにおけるデータ収集時間 T_2 を $T_2 > T_b$ に設定すると、図 9 に示す信号波形の比較から明らかなように、前記移動部材 2 の負荷転走面 2 3 に破損が存在する場合 (図 9 の信号波形 (b)) に生成される分析データは、前記軌道部材 1 の転走面 1 1 の一部に破損が存在する場合 (図 9 の信号波形 (a)) に生成される分析データよりも確実に大きくなる。データ収集時間 T_2 と前記移動部材 2 の通過時間 T_b との差異を明確にするという観点からは、前記データ収集時間 T_2 は $T_2 \geq T_b + t$ であることが好ましい。

[0042] また、データ収集時間 T_2 が前記移動部材 2 の通過時間 T_b に比べて大き

くなるほど、これら分析データの値の差は拡がることになる。前記データ収集時間 T_2 の最大値は、前記軌道部材 1 に対する前記移動部材 2 の一方向への最大移動時間 t_w であり、当該移動部材 2 のストローク長を L_w 、移動速度を v とした場合、 $T_2 \leq t_w = L_w / v$ である。

[0043] 前記第二処理モードにおいて生成された第二の分析データと比較する第二の閾値データは、図 9 の信号波形 (a) 又は信号波形 (b) を区別することができる程度の大きさを任意に設定することができ、データ収集時間 T_2 が前記移動部材 2 の通過時間 T_b に比べて十分に大きければ、信号波形 (a) に対応する分析データと信号波形 (b) に対応する分析データとの差は拡がるので、その分だけ第二処理モードにおける第二の閾値データは容易に設定することができる。また、前記第二の閾値データは前記転がり案内装置が正常に動作している状態で取得した前記第一の閾値データの値と異なったものであっても良いし、同じものであってもよい。

[0044] 尚、以上の説明では前記第一処理モードにおけるデータ収集時間 T_1 について、 $T_1 = t$ に設定した例を説明したが、 $T_1 = n t$ (n は自然数) であっても良い。但し、データ収集時間 T_1 は第二処理モードについて説明した前記移動部材 2 の通過時間 T_b 以下 ($T_1 \leq T_b$) でなくてはならない。

[0045] 図 10 は前記状態診断システムによって実施される状態診断方法の一例を示すフローチャートであり、前記第一処理モード及び前記第二処理モードが組み合わされている。

[0046] この診断方法において、前記診断処理部 39 は先ず前記第一処理モードを実施する (M11)。この第一処理モードは図 4 に示す診断処理の S1 ~ S3 に相当し、データ収集時間 T_1 に対応した第一の分析データが生成される。生成された第一の分析データは第一の閾値データと比較される (M12)。比較の結果、第一処理モードで得られた第一の分析データが第一の閾値データよりも大きいのであれば、前記軌道部材 1 の転走面 11 又は前記移動部材 2 の負荷転走面 23 のいずれかに破損が生じていることが懸念され、この場合に前記診断処理部 39 は前記第一処理モードに引き続いて前記第二処理

モードを実行する（M21）。また、第一処理モードで得られた第一の分析データが第一の閾値データと同等あるいはそれよりも小さいのであれば、前記軌道部材1の転走面11又は前記移動部材2の負荷転走面23のいずれにも破損が生じていないと考えられ、前記診断処理部39は診断方法を終了する。

[0047] 前記第二処理モードは図4に示す診断処理のS1～S3に相当し、データ収集時間T2に対応した第二の分析データが生成される。生成された第二の分析データは第二の閾値データと比較される（M22）。比較の結果、第二処理モードで得られた第二の分析データが第二の閾値データよりも小さいのであれば、前記軌道部材1の転走面11の一部にフレーキング等の破損が生じていると考えられ、前記診断処理部39は前記ユーザーインターフェース40に対して前記軌道部材1の異常を知らせる信号を発報する（M23）。

[0048] これに対し、第二処理モードで得られた第二の分析データが第二の閾値データよりも大きいのであれば、前記移動部材2の負荷転走面23にフレーキング等の破損が生じていると考えられ、前記診断処理部39は前記ユーザーインターフェース40に対して前記移動部材2の破損を知らせる異常信号を発報する（M24）。尚、前記軌道部材1の転走面11に対してフレーキング等の破損が広範囲にわたって発生している場合も、前記振動センサの出力信号は図9の信号波形（b）のようになり、第二処理モードで得られた第二の分析データが第二の閾値データよりも大きくなる。しかし、前記軌道部材1の転走面11の破損の主な要因は転動体6の転がりによる金属疲労であり、破損が前記転走面11の全域に一度に生じるとは考えにくい。従って、転がり案内装置の累積使用時間が少ないのであれば、前記第二の分析データが前記第二の閾値データよりも大きくなる原因は、前記移動部材2の負荷転走面23の破損であると判断することができる。

[0049] 前記診断処理部39は前記ユーザーインターフェース40に対して異常を知らせる信号を発報する以外に、前記転がり案内装置を使用する工作機械等の機器に対して前記判断結果を出力するようにしてもよい。更に、前記診断

処理部 39 は前記第一処理モードにおいて第一の分析データを前記第一の閾値データと比較し、当該第一の分析データが第一の閾値データと同等あるいはそれよりも小さいと判断した場合には、転がり案内装置の走行が正常であることを示す判定信号を前記ユーザーインターフェース 40 に対して出力するように構成してもよい。

[0050] 前述のように、転がり案内装置に不具合が発生した際には、当該転がり案内装置が正常に動作している場合とは異なる振動が前記移動部材 2 に生じる。しかし、転がり案内装置に不具合が発生した場合には、前記移動部材 2 の振動の変化以外にも、前記軌道部材 1 に沿って前記移動部材 2 を移動させる際の走行音の変化や推力の変化、あるいは前記軌道部材 1 上における前記移動部材 2 の変位等、当該転がり案内装置が正常に動作している場合とは異なる様々な物理量の変化が生じる。従って、そのような物理量の変化を各種センサによって検出し、その検出信号を利用して本発明の状態診断を実施することも可能である。

[0051] 例えば、前記軌道部材 1 の長手方向と直交する方向に関する前記移動部材 2 の微小変位を検出する変位センサ、前記移動部材 2 を定速で移動させる際に必要な推力の変化を検出するロードセル、前記案内システムのボールねじ装置を駆動するモータへの通電電流を検出する電流計、前記移動部材 2 が前記軌道部材 1 に沿って移動する際の音の変化を検出するマイクロフォン等、前記移動部材 2 と前記軌道部材とが相対的に移動した際に生じる物理量の変化を把握することが可能なセンサであれば、前記振動センサ 35 に代えて使用することが可能である。

[0052] 以上説明してきたように、本発明の転がり案内装置の状態診断システム及び状態診断方法では、前記軌道部材 1 に沿って移動する前記移動部材 2 の振動をセンサで検出し、当該センサの出力信号から転がり案内装置に何らかの不具合が発生したか否かを判断している。その際、前記センサの出力信号を取り込む診断制御部 39 はデータ収集時間が異なる第一処理モード及び第二処理モードを有しており、これら二つの処理モードでの判断結果を組み合わせ

せることで、転がり案内装置の不具合原因が前記軌道部材 1 又は前記移動部材 2 のいずれに起因するのを見極めることが可能となる。

[0053] 尚、図を用いて説明した実施形態の転がり案内装置は、前記軌道部材 1 が固定部上に敷設されるタイプのものではあったが、例えばボールスプライン装置やボールねじ装置など、軌道部材が棒軸状に形成されてその両端のみが固定部に支持されるタイプの転がり案内装置に適用することも可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 多数の転動体(6)と、長手方向に沿って前記転動体の転走面を有する軌道部材(1)と、前記転動体を介して前記軌道部材に組み付けられると共に、前記転動体の負荷通路(50)及び当該負荷通路の両端を連結する無負荷通路(51, 52)からなる当該転動体の無限循環路(5)を有する移動部材(2)と、を備えた転がり案内装置の状態診断システムであって、
- 前記移動部材(2)が前記軌道部材(1)に沿って移動している際の物理量を検出するセンサ(35)と、
- 前記センサ(35)の出力信号を所定時間だけ取り込んで分析データを生成すると共に、前記分析データを閾値データと比較し、当該比較結果に応じて前記転がり案内装置の異常の有無を判定して、当該判定結果を出力する診断処理部(39)と、を備え、
- 前記診断処理部は、
- データ収集時間 T_1 だけ前記センサ(35)の出力信号を取り込んで第一の分析データを生成し、当該第一の分析データを第一の閾値データと比較する第一処理モードと、
- 前記データ収集時間 T_1 よりも長いデータ収集時間 T_2 だけ前記センサ(35)の出力信号を取り込んで第二の分析データを生成し、当該第二の分析データを第二の閾値データと比較する第二処理モードとを備え、
- 前記第一処理モードによる比較結果と前記第二処理モードによる比較結果の組み合わせから、前記転がり案内装置の異常の有無が前記軌道部材(1)又は前記移動部材(2)のいずれに起因しているかを判定し、当該判定結果を出力することを特徴とする転がり案内装置の状態診断システム。
- [請求項2] 前記第一処理モードによる前記第一の分析データと前記第一の閾値データの比較結果から前記転がり案内装置に異常有りと判断した場合に

のみ、前記第二処理モードによる前記第二の分析データと前記第二の閾値データの比較を行うことを特徴とする請求項1記載の転がり案内装置の状態診断システム。

[請求項3] 前記無限循環路(5)内で前後する転動体(6)が前記無負荷通路(51, 52)から前記負荷通路(50)に進入する周期 t とした場合、前記第一処理モードによるデータ収集時間 T_1 は $T_1 = n t$ (n は自然数) であることを特徴とする請求項1記載の転がり案内装置の状態診断システム。

[請求項4] 前記軌道部材(1)に対する前記移動部材(2)の移動速度を検出し、これら検出結果に基づいて前記周期 t を把握することを特徴とする請求項1記載の転がり案内装置の状態診断システム。

[請求項5] 前記軌道部材(1)に対する前記移動部材(2)の移動速度を v 、前記負荷通路の長さを L_1 とした場合、前記第二処理モードによるデータ収集時間 T_2 は $T_2 > L_1 / v$ であることを特徴とする請求項3記載の転がり案内装置の状態診断システム。

[請求項6] 多数の転動体(6)と、長手方向に沿って前記転動体の転走面を有する軌道部材(1)と、前記転動体を介して前記軌道部材に組み付けられると共に、前記転動体の負荷通路(50)及び当該負荷通路の両端を連結する無負荷通路(51, 52)からなる当該転動体の無限循環路(5)を有する移動部材(2)と、を備えた転がり案内装置に適用され、
前記移動部材(2)が前記軌道部材(1)に沿って移動している際に生じる物理量の変化をセンサ(35)によって所定時間だけ取り込んで分析データを生成し、当該分析データを閾値データと比較して前記転がり案内装置の異常の有無を判定する状態診断方法であって、
データ収集時間 T_1 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第一の分析データを生成し、当該第一の分析データと第一の閾値データを比較する第一のステップと、前記第一の分析データが前記第一の閾値データよりも大きい場合に、前記データ収集時間 T_1 よりも長いデータ収集時間 T_2 だけ前記センサの出力信号を取り込んで第二の分析データ

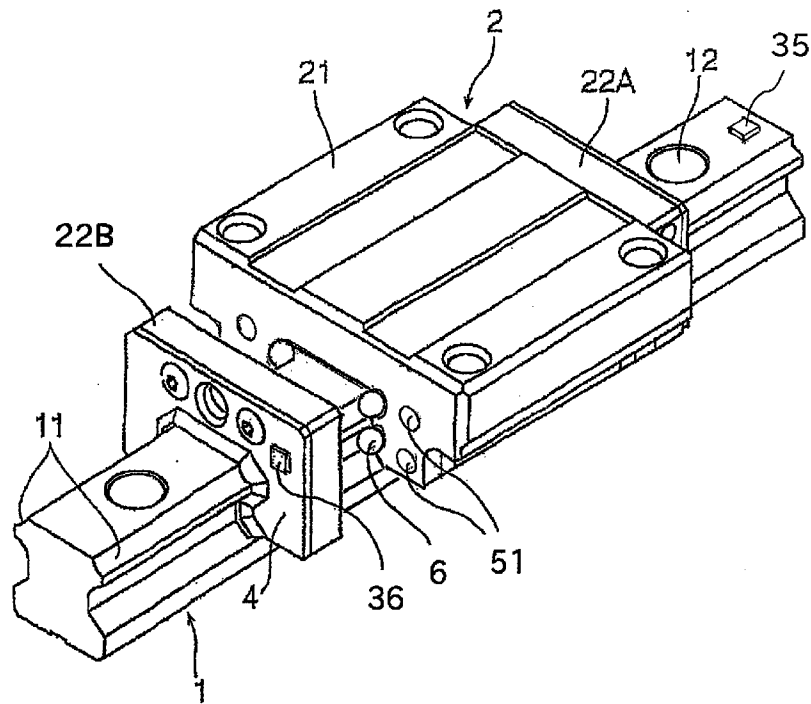
を生成し、当該第二の分析データと第二の閾値データを比較する第二のステップと、前記第二の分析データが前記第二の閾値データ以下の場合には前記軌道部材(1)の異常を示す信号を出力する第三のステップと、を備えたことを特徴とする転がり案内装置の状態診断方法。

[請求項7] 前記第二の分析データが前記第二の閾値データよりも大きい場合には前記移動部材(2)の異常を示す信号を出力することを特徴とする請求項6記載の転がり案内装置の状態診断方法。

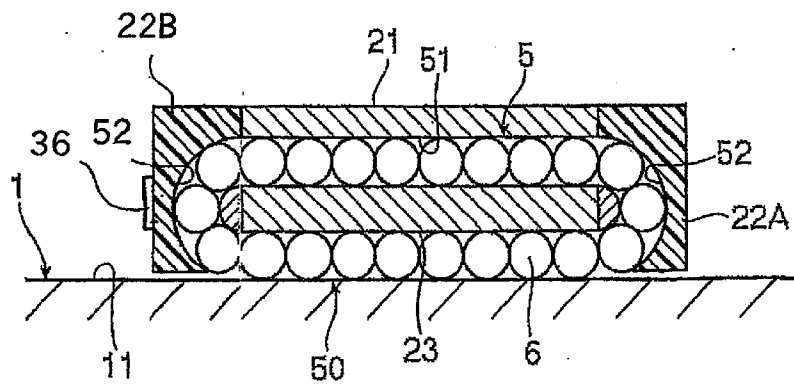
[請求項8] 前記無限循環路(5)内で前後する転動体(6)が前記無負荷通路(51, 52)から前記負荷通路(50)に進入する周期 t とした場合、前記データ収集時間 T_1 は $T_1 = n t$ (n は自然数) であることを特徴とする請求項6記載の転がり案内装置の状態診断方法。

[請求項9] 前記軌道部材(1)に対する前記移動部材(2)の移動速度を v 、前記負荷通路(50)の長さを L_1 とした場合、前記データ収集時間 T_2 は $T_2 > L_1 / v$ であることを特徴とする請求項8記載の転がり案内装置の状態診断方法。

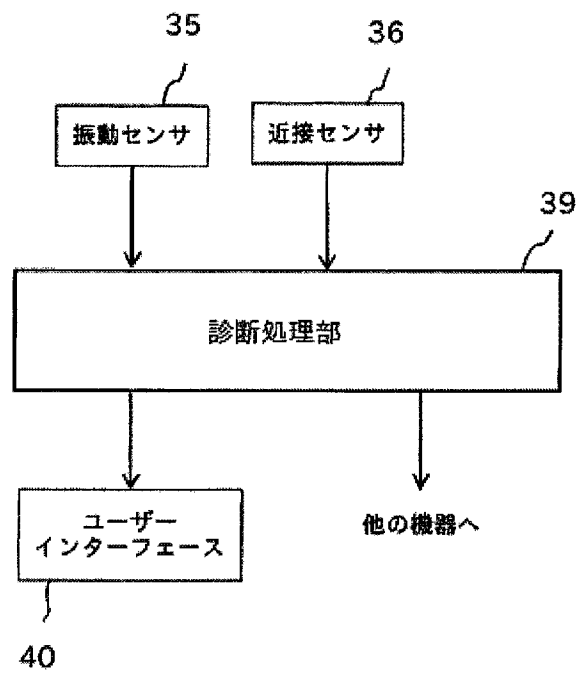
[図1]



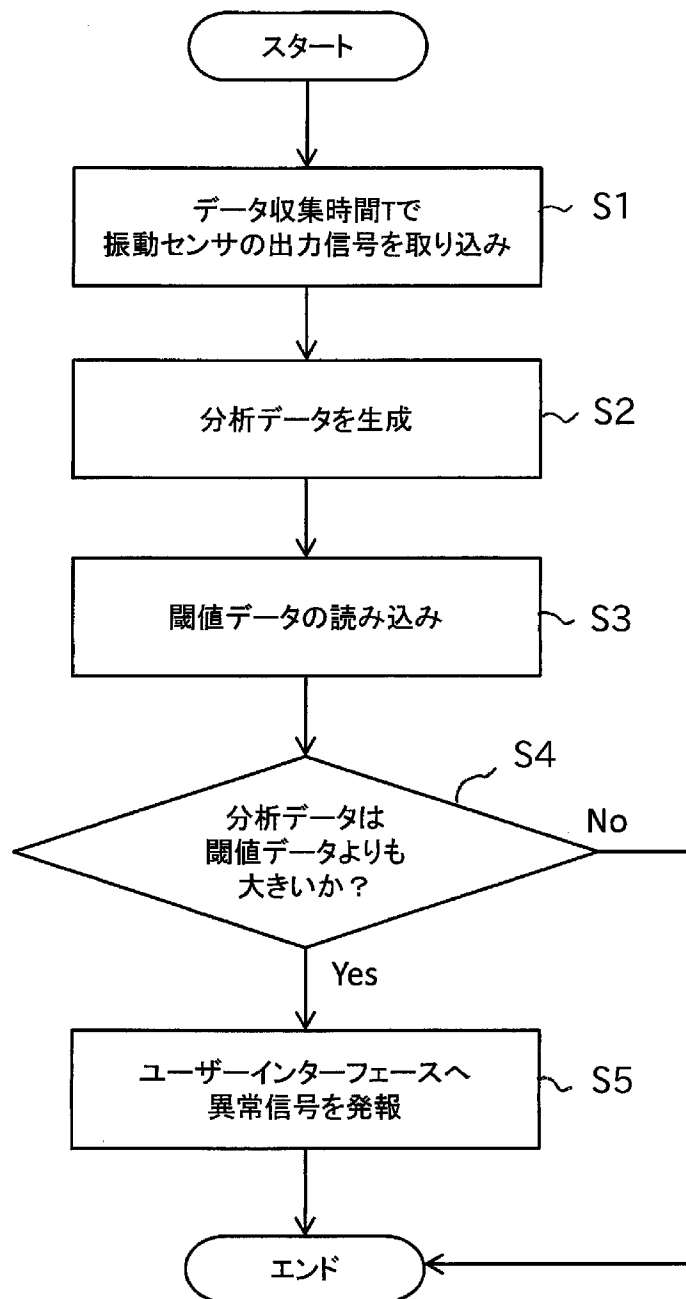
[図2]



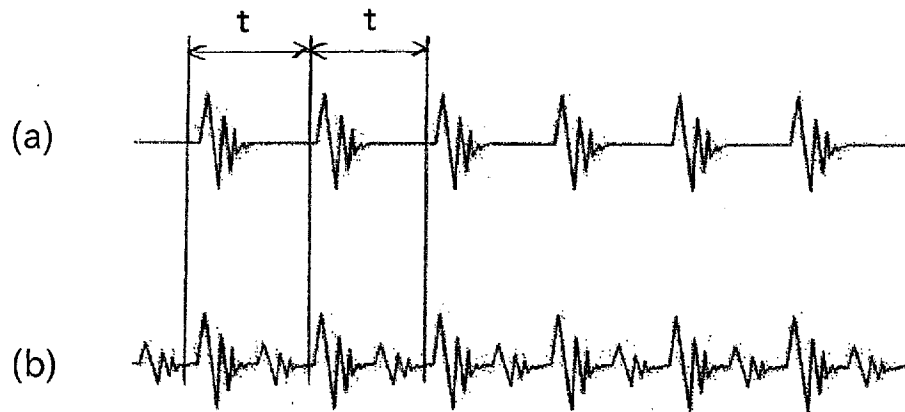
[図3]



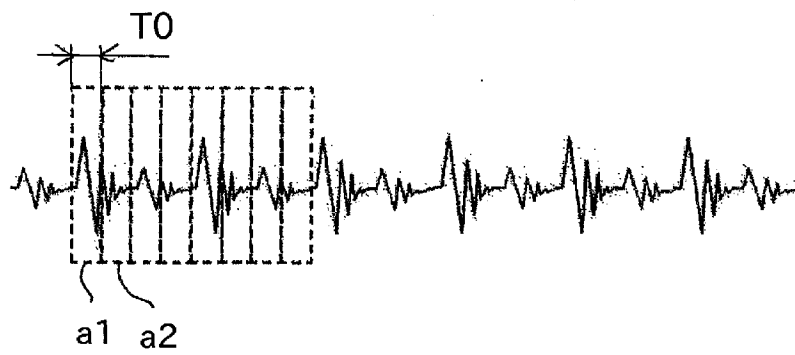
[図4]



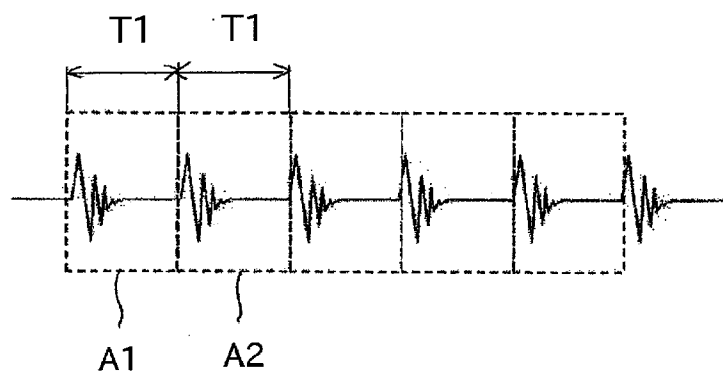
[図5]



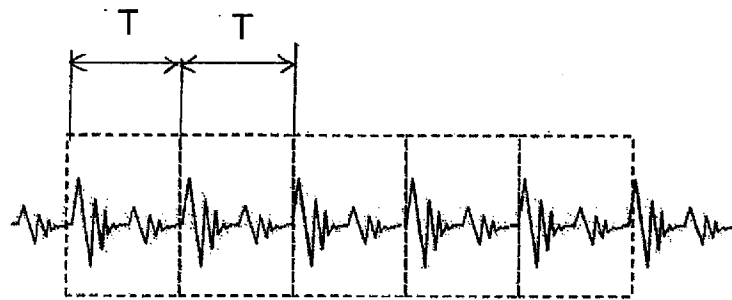
[図6]



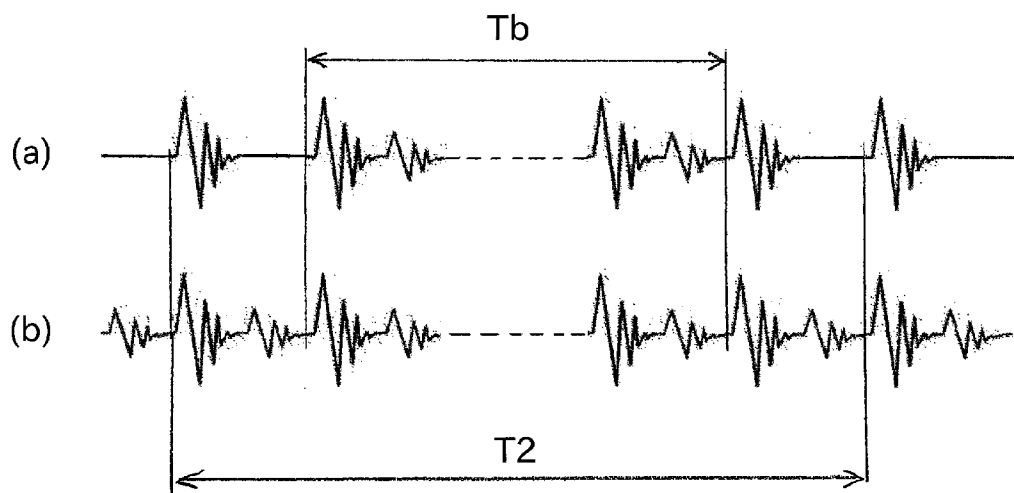
[図7]



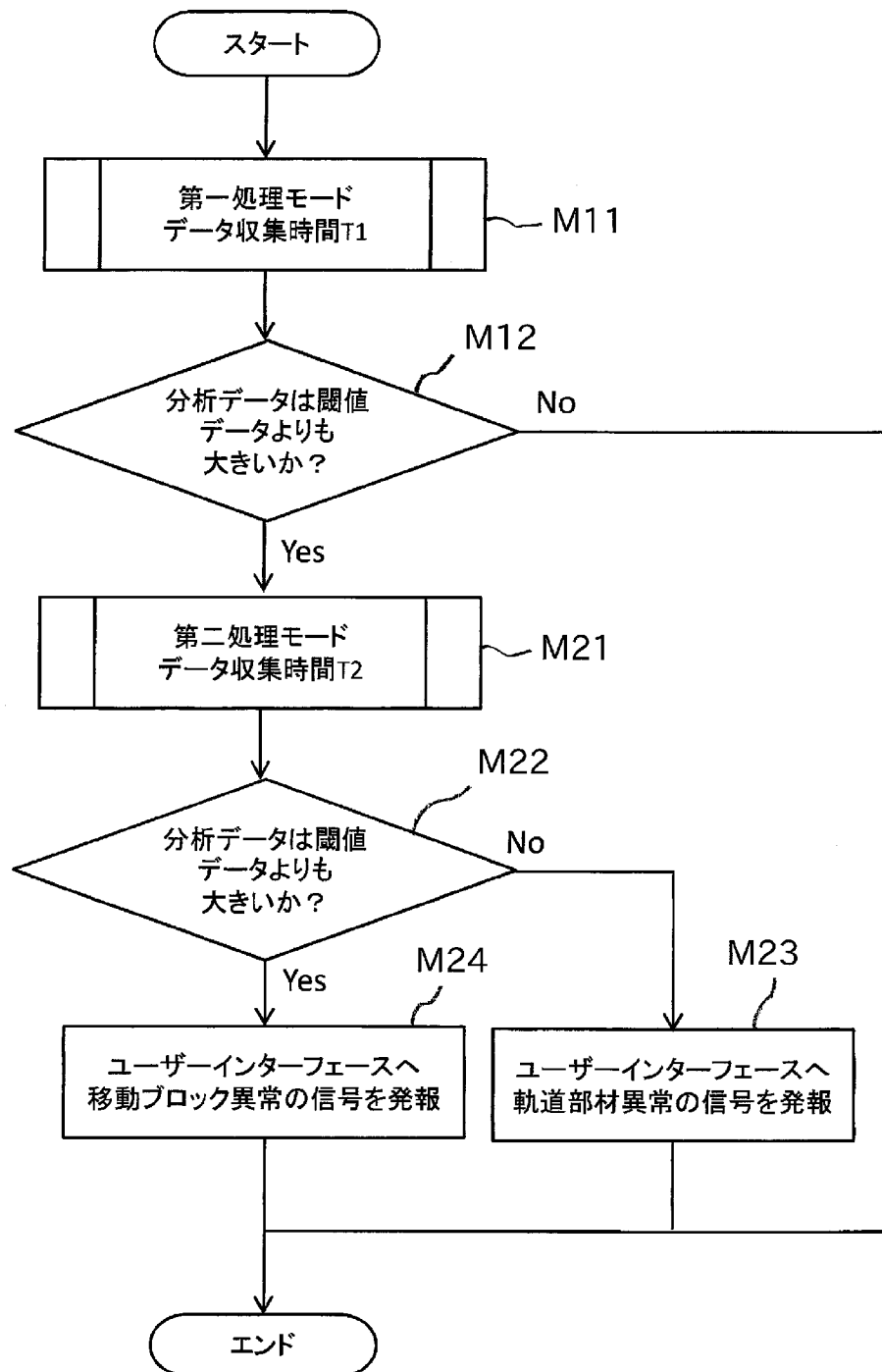
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16C41/00 (2006.01)i, F16C29/06 (2006.01)i, G01M13/04 (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)

Int.Cl. F16C41/00, F16C29/06, F16C19/52, F16H25/20-25/24, G01M13/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 2013-257014 A (NSK LTD.) 26 December 2013 (Family: none)	1-9
A	JP 2009-92183 A (NSK LTD.) 30 April 2009 (Family: none)	1-9
A	JP 2008-303954 A (NSK LTD.) 18 December 2008 (Family: none)	1-9
A	JP 5-281094 A (NKK CORP.) 29 October 1993 (Family: none)	1-9
A	JP 2017-32520 A (NSK LTD.) 09 February 2017 (Family: none)	1-9

☐ 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
22 March 2018 (22.03.2018)

Date of mailing of the international search report
03 April 2018 (03.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16C41/00(2006.01)i, F16C29/06(2006.01)i, G01M13/04(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. F16C41/00, F16C29/06, F16C19/52, F16H25/20-25/24, G01M13/04

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2013-257014 A（日本精工株式会社）2013.12.26,（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2009-92183 A（日本精工株式会社）2009.04.30,（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2008-303954 A（日本精工株式会社）2008.12.18,（ファミリーなし）	1-9

☒ 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

23.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

西堀 宏之

3 J

3823

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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
A	JP 5-281094 A (日本鋼管株式会社) 1993. 10. 29, (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2017-32520 A (日本精工株式会社) 2017. 02. 09, (ファミリーなし)	1-9