

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-15552  
(P2019-15552A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
<b>G 0 1 B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 1 B	21/00	R	2 F 0 6 5
<b>G 0 1 B</b>	<b>11/30</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 1 B	11/30	Z	2 F 0 6 9
<b>B 6 1 K</b>	<b>9/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 1 K	9/08		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-131619 (P2017-131619)	(71) 出願人	000221616 東日本旅客鉄道株式会社 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号
(22) 出願日	平成29年7月5日(2017.7.5)	(74) 代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	石川 智史 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
		(72) 発明者	江田 崇泰 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
		(72) 発明者	高畦 千翔 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内

最終頁に続く

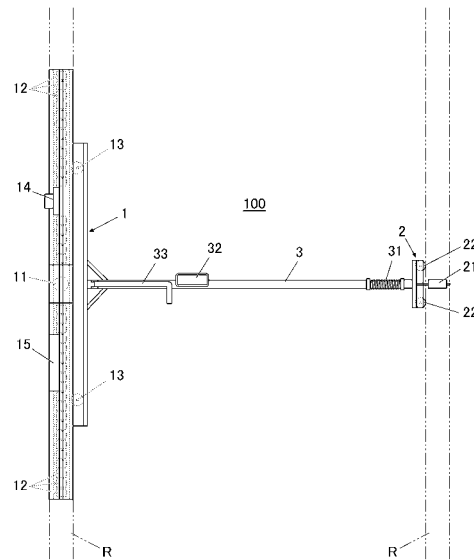
(54) 【発明の名称】 レールの波状摩耗測定装置

(57) 【要約】

【課題】レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を連続的に測定することができる波状摩耗測定装置を実現する。

【解決手段】波状摩耗測定装置100は、複数のローラー12のうち少なくとも2つのローラー12が波状摩耗の波形の凸部に相当するレールRの頭頂面に接触するので、波状摩耗測定装置100はその2つのローラー12がレールRと接触した箇所を結ぶ仮想線を含む面であって、波状摩耗の波形の凸部を結ぶ仮想面上を移動することが可能になっている。つまり波状摩耗測定装置100は波状摩耗の凹凸によらず、複数のローラー12のうち2つのローラー12がレールRと接触した箇所(波状摩耗の波形の凸部)を結ぶ仮想線を含む面を基準面Sとし、その基準面Sに沿うようにレールR上を移動することができるので、この波状摩耗測定装置100は基準面SからレールRの頭頂面までの距離を測定して、波状摩耗による凹凸を連続的に測定することができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を測定する波状摩耗測定装置であって、  
対を成すレールの一方のレール上をレールの延在方向に沿って移動可能な主フレームと、  
前記主フレームに連結フレームを介して繋がれ、他方のレール上をレールの延在方向に  
沿って移動可能なサブフレームと、

を備え、

前記主フレームには、前記一方のレールの頭頂面までの距離を測定する変位センサと、  
前記波状摩耗の波形の平均波長よりも短い直径を有する同一形状の複数のローラーが配設  
されており、

前記主フレームに配設されている前記複数のローラーは、それぞれの軸心が同一平面上  
に列を成して並ぶように互いに隣接して配列されているとともに、その複数のローラーの  
うち少なくとも2つのローラーが、前記波状摩耗の波形の凸部に相当する前記レールの頭  
頂面に接触するように配列されていることを特徴とする波状摩耗測定装置。

10

## 【請求項 2】

前記変位センサは、前記主フレームに配設されている前記複数のローラーの進行方向前  
端のローラーと進行方向後端のローラーの略中間に位置するように配設されていることを  
特徴とする請求項 1 に記載の波状摩耗測定装置。

## 【請求項 3】

前記主フレームと前記サブフレームにはそれぞれ、対を成すレールの内側の側面に当接  
するガイドローラーが配設され、

20

前記サブフレームを、前記主フレームから離間する方向に付勢する付勢手段を備えてい  
ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波状摩耗測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、鉄道軌道のレールに生じた波状摩耗による凹凸を測定する波状摩耗測定装置  
に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

30

従来、鉄道軌道のレールの頭頂面に生じた凹凸を連続的に測定するレール凹凸測定装置  
が知られている（例えば、特許文献 1、非特許文献 1 参照。）。

このレール凹凸測定装置は、レールの延設方向に沿って配列された少なくとも4つの変  
位センサを備えており、4つの変位センサのうち3つの変位センサを用いた偏心矢法によ  
ってレールの凹凸を測定することに加え、4つの変位センサを用いた4点差分法によって  
レールの凹凸を測定することが可能になっている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

40

【特許文献 1】特開 2015 - 93543 号公報

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献 1】鉄道総研報告 R T R I R E P O R T Vol.29, No.8, Aug.2015、「波  
状摩耗管理のための可搬型レール凹凸連続測定装置の実用化」、田中博文、清水惇

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上記特許文献 1 のレール凹凸測定装置を用いて取得した偏心矢法や4点  
差分法による測定データは、そのままレールの凹凸として評価できるものではなく、上記  
非特許文献 1 に開示されているように、専用のプログラムを用いて検測特性の逆特性を有

50

するフィルタにより波形復元処理を行って、測定データをレール凹凸データに変換する処理を行わなければならなかった。

本発明者らは、鋭意検討を行った結果、従来技術のような復元処理を行わずに、レールの凹凸を連続的に測定することができる測定装置を開発するに至った。

【0006】

本発明の目的は、レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を連続的に測定することができる波状摩耗測定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、この発明は、

レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を測定する波状摩耗測定装置であって、対を成すレールの一方のレール上をレールの延在方向に沿って移動可能な主フレームと、前記主フレームに連結フレームを介して繋がれ、他方のレール上をレールの延在方向に沿って移動可能なサブフレームと、

を備え、

前記主フレームには、前記一方のレールの頭頂面までの距離を測定する変位センサと、前記波状摩耗の波形の平均波長よりも短い直径を有する同一形状の複数のローラーが配設されており、

前記主フレームに配設されている前記複数のローラーは、それぞれの軸心が同一平面上に列を成して並ぶように互いに隣接して配列されているとともに、その複数のローラーのうち少なくとも2つのローラーが、前記波状摩耗の波形の凸部に相当する前記レールの頭頂面に接触するように配列されているようにした。

【0008】

かかる構成の波状摩耗測定装置は、複数のローラーのうち少なくとも2つのローラーが、波状摩耗の波形の凸部に相当するレールの頭頂面に接触するようになっているので、この波状摩耗測定装置は、波状摩耗の凹凸によらず、その2つのローラーがレールと接触した箇所を結ぶ仮想線を含む面であって、波状摩耗の波形の凸部を結ぶ仮想面上を移動することが可能になっている。

そして、波状摩耗測定装置は、波状摩耗の凹凸によらず、複数のローラーのうち2つのローラーがレールと接触した箇所（波状摩耗の波形の凸部）を結ぶ仮想線を含む面を基準面とし、その基準面に沿うようにレール上を移動することができるので、この波状摩耗測定装置は常に基準面からレールの頭頂面までの距離を測定して、波状摩耗による凹凸を連続的に測定することができる。

【0009】

また、望ましくは、

前記変位センサは、前記主フレームに配設されている前記複数のローラーの進行方向前端のローラーと進行方向後端のローラーの略中間に位置するように配設されているようにする。

【0010】

主フレームにおける進行方向前端のローラーと進行方向後端のローラーの略中間の位置は、レールに沿って長尺な主フレームが前後に揺動する場合の揺動中心近傍に相当するので、その位置に変位センサが配設されていれば、レールの延在方向に傾斜があっても安定してレールの頭頂面までの距離を測定することができる。

【0011】

また、望ましくは、

前記主フレームと前記サブフレームにはそれぞれ、対を成すレールの内側の側面に当接するガイドローラーが配設され、

前記サブフレームを、前記主フレームから離間する方向に付勢する付勢手段を備えているようにする。

【0012】

10

20

30

40

50

サブフレームが主フレームから離間する方向に付勢されることで、対を成すレールの内側の側面に主フレームのガイドローラーとサブフレームのガイドローラーがそれぞれ突き当てられるので、そのガイドローラーによる位置合わせによって、波状摩耗測定装置をレール上に好適に載置でき、波状摩耗測定装置がレールに沿って好適に移動可能になる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を連続的に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施形態の波状摩耗測定装置を示す上面図である。

【図2】本実施形態の波状摩耗測定装置を示す正面図である。

【図3】本実施形態の波状摩耗測定装置を示す側面図である。

【図4】波状摩耗測定装置を側面視して示す概略図である。

【図5】波状摩耗測定装置が測定した波状摩耗による凹凸を可視化したグラフの一例を示す説明図である。

【図6】波状摩耗測定装置の変形例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明に係る波状摩耗測定装置の実施形態について詳細に説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

波状摩耗測定装置は、レールの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を測定する測定装置である。

【0016】

鉄道軌道の曲線区間では内軌側のレールが外軌側のレールよりも短いので、列車が曲線区間を走行する際、内軌側の車輪をスリップさせるようにして外軌側の車輪の移動に合わせるようになっている。

このように内軌側のレール上で車輪が断続的にスリップすることが、レールの頭頂面に波状摩耗が発生する一因であるとの知見が得られている。なお、内軌側のレールに生じる波状摩耗の波形の平均波長は30mm～80mm程度である。

【0017】

本実施形態の波状摩耗測定装置100は、図1～図3に示すように、対を成すレールRの一方のレールR上をそのレールRの延在方向に沿って移動可能な主フレーム1と、主フレーム1に連結フレーム3を介して繋がれ、他方のレールR上をそのレールRの延在方向に沿って移動可能なサブフレーム2と、を備えている。

【0018】

主フレーム1には、一方のレールRの頭頂面までの距離を測定する変位センサ11と、一方のレールR上で転動する複数のローラー12と、一方のレールRの内側の側面に当接して転動するガイドローラー13と、波状摩耗測定装置100がレールR上を移動した距離を測定するエンコーダ14と、変位センサ11及びエンコーダ14の測定データを収集する制御装置15等が配設されている。

【0019】

変位センサ11は、例えば、渦電流式変位センサやレーザー式変位センサであり、波状摩耗測定装置100がレールRに沿って移動する際、制御装置15の制御によって所定ピッチ（例えば、1cmピッチ）でレールRの頭頂面までの距離を測定する。

この変位センサ11は、主フレーム1の長手方向中央側であって、主フレーム1に配設されている複数のローラー12の進行方向前端のローラー12と進行方向後端のローラー12の略中間に位置するように配設されている。主フレーム1における進行方向前端の口

10

20

30

40

50

ーロー 1 2 と進行方向後端のローラー 1 2 の略中間の位置は、レール R に沿って長尺な主フレーム 1 が前後に揺動する場合の揺動中心近傍に相当するので、その位置に変位センサ 1 1 が配設されていれば、レール R の延在方向に傾斜があるような場合でも安定してレール R の頭頂面までの距離を測定することができる。

【 0 0 2 0 】

複数のローラー 1 2 は、波状摩耗の波形の波長よりも短い直径を有して同一形状を有している。本実施形態では、内軌側のレール R に生じる波状摩耗の測定を可能にするよう、直径が 3 0 mm 未満である直径 2 5 mm のローラー 1 2 を用いた。

この複数のローラー 1 2 は、それぞれの軸心が同一平面上に列を成して同一直線上に並び互いに隣接して、波状摩耗の波形の波長よりも長い範囲にレール R の延設方向に沿うように配列されている。

10

特に、複数のローラー 1 2 のうち少なくとも 2 つのローラー 1 2 が、波状摩耗の波形の凸部に相当するレール R の頭頂面に接触するように配列されているようにした。

【 0 0 2 1 】

ガイドローラー 1 3 は、連結フレーム 3 を挟んで前後に対を成して配設されており、その 2 つのガイドローラー 1 3 がレール R の頭部側面に当接して転動することで、主フレーム 1 が一方のレール R に沿って好適に移動するようになっている。

【 0 0 2 2 】

エンコーダ 1 4 は、例えばロータリーエンコーダであり、一方のレール R に当接して転動した回転数や回転角度に基づき、波状摩耗測定装置 1 0 0 がレール R 上を移動した距離を測定する。

20

【 0 0 2 3 】

制御装置 1 5 は、収集した変位センサ 1 1 の測定データとエンコーダ 1 4 の測定データとを関連付けて、後述する端末装置 3 2 に出力する。

また、この制御装置 1 5 はセンサ等に電力を供給するバッテリー（図示省略）を備えている。

【 0 0 2 4 】

サブフレーム 2 には、他方のレール R 上で転動するサブローラー 2 1 と、他方のレール R の内側の側面に当接して転動するガイドローラー 2 2 等が配設されている。

ガイドローラー 2 2 は、連結フレーム 3 を挟んで前後に対を成して配設されており、その 2 つのガイドローラー 2 2 がレール R の頭部側面に当接して転動することで、サブフレーム 2 が他方のレール R に沿って好適に移動するようになっている。

30

【 0 0 2 5 】

連結フレーム 3 は、一端が主フレーム 1 に固定され、他端がサブフレーム 2 に伸縮機構 3 1 を介して連結されている。付勢手段として機能する伸縮機構 3 1 が伸長する作用によって、サブフレーム 2 が主フレーム 1 から離間する方向に付勢されている。

また、連結フレーム 3 には、制御装置 1 5 から出力されたデータを記憶する端末装置 3 2 と、波状摩耗測定装置 1 0 0 をレール R に沿って移動させるための操作ハンドル 3 3 等が配設されている。

【 0 0 2 6 】

40

端末装置 3 2 は、所謂タブレット端末であり、表示部や操作入力部として機能するタッチパネルと、プログラムデータや各種データを読み書き可能に記憶する記憶部（例えば S S D や半導体メモリー）等を備えている。

この端末装置 3 2 は、制御装置 1 5 から出力された測定データに基づき、レール R に沿って移動する波状摩耗測定装置 1 0 0 の走行距離情報（位置情報）と、所定ピッチごとに測定した波状摩耗の凹凸に関する情報（レール頭頂面までの距離情報）を表示することが可能になっている。

なお、端末装置 3 2 は、変位センサ 1 1 が測定したレール R の頭頂面までの距離を、その変位センサ 1 1 の取り付け位置（取り付け高さ）に応じて、波状摩耗測定装置 1 0 0 に設定されている所定の基準面からレール頭頂面までの距離のデータに補正する。例えば、

50

複数のローラー 12 がレール R と接触した箇所を結ぶ仮想線を含む面が基準面 S (図 4 参照)として設定されている。

【0027】

次に、本実施形態の波状摩耗測定装置 100 の使用方法について説明する。

この波状摩耗測定装置 100 で、内軌側のレール R に生じた波状摩耗の凹凸を測定する場合、内軌側のレール R 上に主フレーム 1 をセットし、外軌側のレール R 上にサブフレーム 2 をセットするように、対を成すレール R 上に波状摩耗測定装置 100 を載置する。

このとき、連結フレーム 3 の伸縮機構 31 がサブフレーム 2 を主フレーム 1 から離間する方向に付勢することで、対を成すレール R の内側の側面に主フレーム 1 のガイドローラー 13 とサブフレーム 2 のガイドローラー 22 がそれぞれ突き当てられて当接するようになっている。

10

このガイドローラー (13, 22) による位置合わせによって、主フレーム 1 の複数のローラー 12 が内軌側のレール R 上に転動可能に配置されるとともに、サブフレーム 2 のサブローラー 21 が外軌側のレール R 上に転動可能に配置されるので、波状摩耗測定装置 100 がレール R に沿って移動可能な姿勢になっている。

【0028】

特に、図 4 に示すように、この波状摩耗測定装置 100 がレール R 上に載置されると、主フレーム 1 の複数のローラー 12 のうち少なくとも 2 つのローラー 12 が、波状摩耗の波形の凸部に相当するレール R の頭頂面に接触するようになっているので、そのローラー 12 がレール R と接触した箇所を結ぶ仮想線を含む面を基準面 S とする測定を行うことが可能になる。

20

【0029】

そして、レール R の測定対象範囲の起点に波状摩耗測定装置 100 を載置した後、端末装置 32 の測定開始ボタンをタップして測定を開始して、作業者は操作ハンドル 33 を握り、その操作ハンドル 33 を押すようにして波状摩耗測定装置 100 をレール R に沿って移動させる。

このように、波状摩耗測定装置 100 をレール R に沿って移動させることで、波状摩耗測定装置 100 は 1 cm 移動する度に基準面 S からレール R の頭頂面までの距離を測定する。例えば、波状摩耗測定装置 100 を 1 km 移動させると、波状摩耗に関するデータを含む 10 万点の測定データが得られる。

30

また、レール R に沿って移動中の波状摩耗測定装置 100 の端末装置 32 のタッチパネル (表示部) には、測定装置 100 が移動した距離と、1 cm 移動する度に測定した基準面 S からレール R の頭頂面までの距離の測定データが表示されるようになっている。

波状摩耗測定装置 100 が、レール R の測定対象範囲の終点に達したら、端末装置 32 の測定停止ボタンをタップして測定を終了する。

なお、波状摩耗測定装置 100 がレール R に沿って移動する際、主フレーム 1 の複数のローラー 12 のうち少なくとも 2 つのローラー 12 が、波状摩耗の波形の凸部に相当するレール R の頭頂面に接触するので (図 4 参照)、波状摩耗測定装置 100 はレール R の波状摩耗の波形の凸部を結ぶ仮想面である基準面 S であって、その 2 つのローラー 12 がレール R と接触した箇所を結ぶ仮想線を含む基準面 S に沿って移動することができ、波状摩耗測定装置 100 は常に基準面 S からレール R の頭頂面までの距離を測定するように、波状摩耗による凹凸を測定することができる。

40

【0030】

次いで、端末装置 32 から SD カードや USB メモリーなどを介して、変位センサ 11 の測定データとエンコーダ 14 の測定データとが関連付けられている波状摩耗の凹凸に関するデータをパーソナルコンピュータに取り出し、表計算ソフトなどによってそのデータを可視化して、例えば、図 5 に示すようなグラフを作成し、パーソナルコンピュータのディスプレイに表示する。

そして、作業者は、測定データを可視化したグラフに基づき、レール R に発生している波状摩耗の凹凸の範囲を確認する。

50

ここで、図5に示したグラフを参照すると、19.70 km地点から19.85 km地点までと、20.13 km地点から20.17 km地点までに、グラフの波高が大きく密な区間があることがわかる。

このグラフの波高が大きく密になるのは波状摩耗の凹凸に起因している。これは、波状摩耗のような繰り返しの凹凸がある範囲を波状摩耗測定装置100で連続的に測定したデータであって、基準面SからレールRの頭頂面までの距離のデータの値は変動が大きいので、その測定データをグラフ化すると、グラフの波高が大きく密になることによる。

つまり、このグラフの波高が大きく密な区間が波状摩耗の発生箇所であるので、作業者はこのグラフから波状摩耗の発生している範囲(19.70 km地点から19.85 km地点までと、20.13 km地点から20.17 km地点)を容易に確認することができる。

なお、約25 m毎にあるグラフのピークは、変位センサ11がレールRの継目を測定したことによるものである。

#### 【0031】

こうして、レールRに発生している波状摩耗の範囲を確認した作業者は、レール削正車を導入するなど、波状摩耗が生じたレールRを削正するためのレール削正計画を立てる。

#### 【0032】

このように、本実施形態の波状摩耗測定装置100を使用すれば、レールRの頭頂面に生じた波状摩耗による凹凸を容易にかつ連続的に測定することができ、波状摩耗測定装置100で測定した波状摩耗の凹凸をグラフ化することが可能になる。

#### 【0033】

なお、本発明は上記実施形態に限られるものではない。

例えば、図6に示すように、複数のローラー12の周囲に無端ベルト12aが配設されている波状摩耗測定装置100であってもよい。

このような構造を有する波状摩耗測定装置100であれば、レールRの波状摩耗の波形の凸部を結ぶ仮想面である基準面Sであって、無端ベルト12aがレールRと接触した箇所を結ぶ仮想線を含む基準面Sに沿って移動することができ、波状摩耗測定装置100は常に基準面SからレールRの頭頂面までの距離を測定するように、波状摩耗による凹凸を測定することができる。

#### 【0034】

なお、以上の実施の形態においては、端末装置32から変位センサ11の測定データとエンコーダ14の測定データとが関連付けられているデータをパーソナルコンピュータに取り出して、そのデータを可視化したグラフを作成して表示するとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、端末装置32においてデータを可視化したグラフを作成して表示するようにしてもよい。

#### 【0035】

また、その他、具体的な細部構造等についても適宜に変更可能であることは勿論である。

#### 【符号の説明】

#### 【0036】

- 1 主フレーム
- 2 サブフレーム
- 3 連結フレーム
- 11 変位センサ
- 12 ローラー(複数のローラー)
- 12a 無端ベルト
- 13 ガイドローラー
- 14 エンコーダ
- 15 制御装置
- 21 サブローラー

10

20

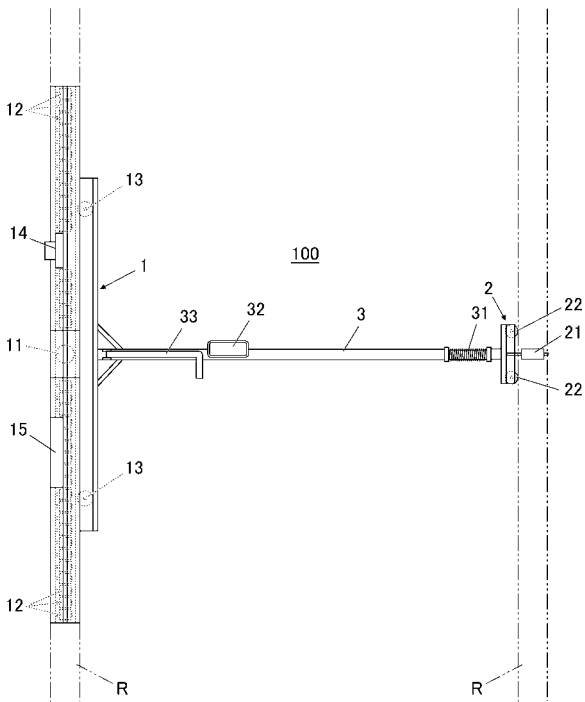
30

40

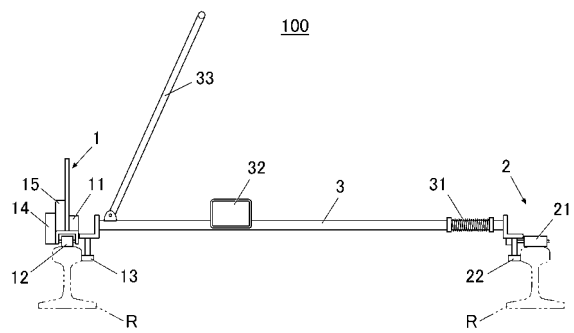
50

- 2 2     ガイドローラー
- 3 1     伸縮機構（付勢手段）
- 3 2     端末装置
- 3 3     操作ハンドル
- 1 0 0   波状摩耗測定装置
- R       レール
- S       基準面

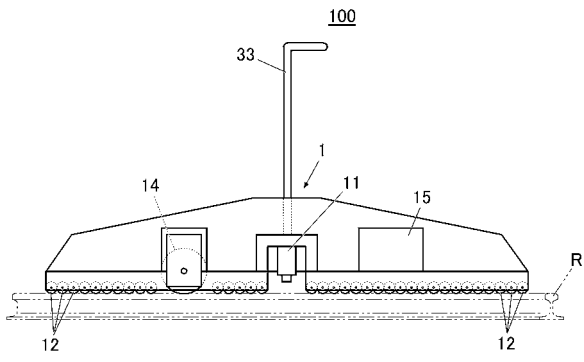
【図 1】



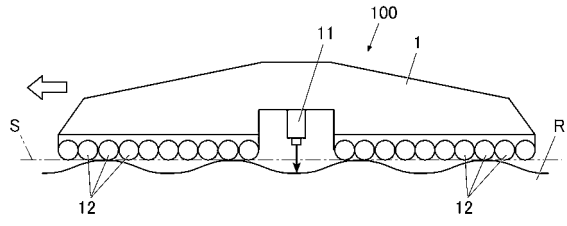
【図 2】



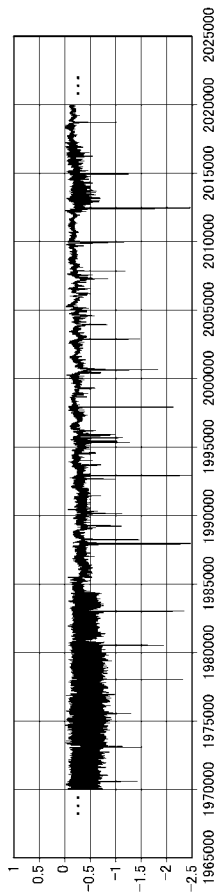
【 図 3 】



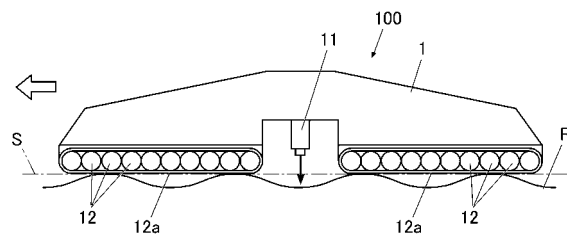
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA24 AA25 AA49 AA63 BB11 CC35 DD19 FF17 FF41  
GG04 HH13 MM07 PP01 PP22 UU03  
2F069 AA06 AA24 AA34 AA60 BB25 DD15 DD16 GG04 GG06 GG07  
HH09 JJ06 JJ25 MM04 MM14