

(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2005-156505

(P2005-156505A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int. Cl.⁷

G01N 19/02

B61K 9/08

F I

G01N 19/02

G01N 19/02

B61K 9/08

テーマコード(参考)

C

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-399122 (P2003-399122)
 (22) 出願日 平成15年11月28日(2003.11.28)

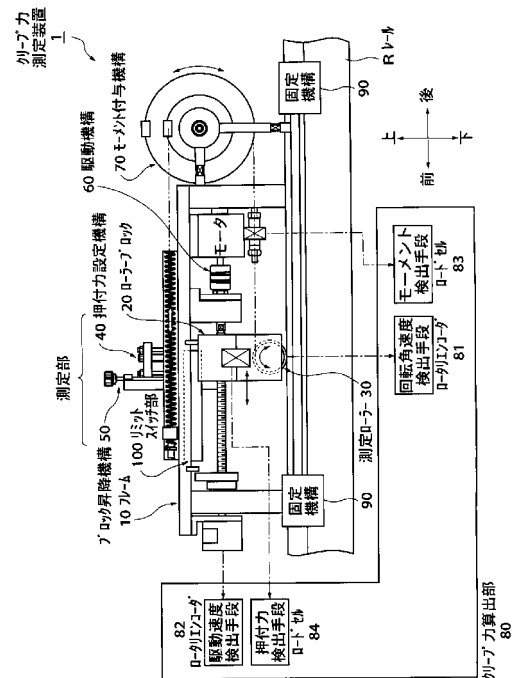
(71) 出願人 000173784
 財団法人鉄道総合技術研究所
 東京都国分寺市光町2丁目8番地38
 (74) 代理人 100100413
 弁理士 渡部 温
 (74) 代理人 100110858
 弁理士 柳瀬 睦肇
 (72) 発明者 官本 岳史
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
 団法人 鉄道総合技術研究所内
 (72) 発明者 大江 晋太郎
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
 団法人 鉄道総合技術研究所内

(54) 【発明の名称】 クリープ力測定装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 実際のレール-鉄道車輪においてクリープ力を簡易に測定することができるクリープ力測定装置及び方法を提供する。

【解決手段】 クリープ力算出部80は、次の手順でクリープ力を算出する。ステップ1：測定ローラー30の半径rと、エンコーダ81の検出値(測定ローラー30の回転角速度)とから、測定ローラー30の周速度 $V_w = r \cdot$ を算出する。ステップ2：測定ローラー30の周速度 V_w と、エンコーダ82の検出値(ローラーブロック20の駆動速度 V_t)とから、測定ローラー30のレールRに対するすべり率 $s = (V_t - V_w) / V_t$ を算出する。ステップ3：ロードセル83の検出値(モーメント付与機構70に基づく測定ローラー30のレールRに対する接線力f)、並びに、ロードセル84の検出値(押付力設定機構40で設定される測定ローラー30のレールRに対する法線力N)から、測定ローラー30とレールR間の等価摩擦係数 $\mu_e = f / N$ を算出する。ステップ4：すべり率s及び等価摩擦係数 μ_e に基づきクリープ力を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定するクリープ力測定装置であって、

レール上に固定され、レール長手方向に延びるフレームと、

該フレーム上でレール長手方向に沿って駆動されるローラーブロックと、

前記フレームに設けられた、前記ローラーブロックを低摩擦で案内する案内手段と、

前記ローラーブロックに回転自在に取り付けられ、レール上をレール長手方向に転動する測定ローラーと、

該測定ローラーの回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、

10

前記測定ローラーに回転モーメントを付与するモーメント付与手段と、

該回転モーメントを検出するモーメント検出手段と、

前記測定ローラーのレールへの押付力を設定する押付力設定手段と、

該押付力を検出する押付力検出手段と、

前記ローラーブロックの駆動速度を検出する駆動速度検出手段と、

前記各検出手段の検出値に基づいて、前記クリープ力を算出する算出手段と、

を備えることを特徴とするクリープ力測定装置。

【請求項 2】

前記算出手段が、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s 、及び、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e をさらに算出することを特徴とする請求項 1 記載のクリープ力測定装置。

20

【請求項 3】

前記算出手段が、

前記測定ローラーの半径 r と、前記回転角速度検出手段の検出値 ω とから、該測定ローラーの周速度 V_w ($= r \cdot \omega$) を算出する周速度算出部と、

この測定ローラーの周速度 V_w と、前記駆動速度検出手段の検出値（前記ローラーブロックの駆動速度） V_t とから、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s ($= (V_t - V_w) / V_t$) を算出するすべり率算出部と、

前記モーメント力検出手段の検出値から前記測定ローラーのレールに対する接線力 f を換算する接線力換算部と、

30

この接線力 f と前記押付力検出手段の検出値（前記測定ローラーのレールに対する法線力） N とから、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e ($= f / N$) を算出する摩擦係数算出部と、

これらすべり率 s 及び等価摩擦係数 μ_e に基づき、前記クリープ力を算出するクリープ力算出部と、

を具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のクリープ力測定装置。

【請求項 4】

前記ローラーブロックが、前記フレームに設けられた駆動機構により駆動され、

該駆動機構が、

前記ローラーブロックを一定速度で駆動するモータ付送り機構と、

40

前記ローラーブロックの前記フレームに対する移動限界点を検知する検知手段と、

を具備することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のクリープ力測定装置。

【請求項 5】

前記モーメント付与手段が、

前記フレームに設けられたプーリーと、

該プーリーと前記測定ローラー間に架け渡された第 1 のワイヤと、

前記フレームに設けられたパネと、

該パネと前記プーリー間に架け渡された第 2 のワイヤと、

を具備することを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項記載のクリープ力測定装置。

【請求項 6】

50

前記モーメント付与手段が、前記測定ローラーの転動に伴い引張される前記バネのバネ力により、前記測定ローラーにモーメントを付与することを特徴とする請求項 5 記載のクリープ力測定装置。

【請求項 7】

鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定するクリープ力測定装置であって、

レール上をレール長手方向に転動する測定ローラーと、

該測定ローラーの転動に伴い引張されるバネを有し、該バネのバネ力により前記測定ローラーにモーメントを付与するモーメント付与手段と、
を備えることを特徴とするクリープ力測定装置。

10

【請求項 8】

前記フレームに、該フレームをレールに着脱自在に固定する固定機構が設けられていることを特徴とする請求項 1～6 いずれか 1 項記載のクリープ力測定装置。

【請求項 9】

レール長手方向に沿って駆動されるローラーブロックに回転自在に取り付けられた測定ローラーを用いて、鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定する方法であって、

レール上を転動する前記測定ローラーの半径 r と、該測定ローラーの回転角速度 ω とから、該測定ローラーの周速度 V_w ($= r \cdot \omega$) を算出し、

この測定ローラーの周速度 V_w と、前記ローラーブロックの駆動速度 V_t とから、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s ($= (V_t - V_w) / V_t$) を算出し、

20

前記測定ローラーのレールに対する接線力 f 並びに法線力 N から、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e ($= f / N$) を算出し、

これらすべり率 s 及び等価摩擦係数 μ_e に基づき、前記クリープ力を算出することを特徴とするクリープ力測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定する装置及び方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

鉄道技術においては、レール・車輪の動摩擦係数や、これら両者間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）の、脱線等に与える影響を解明することが重要である。従来より、レール・車輪の動摩擦係数を測定する装置としては、例えば鉄道総合技術研究所製の『トリボメータ』や『 μ テスター』等が知られている。一方、クリープ力については、2円筒の回転試験機を用いて、すべり率とクリープ力を測定する方法が知られている。

【0003】

クリープ力は、レール上における車輪の転がり状態のすべり率に応じて発生する力であり、このすべり率をパラメータとして、法線力に摩擦係数を掛けた値に飽和するとされている。さらに、クリープ力は、左右両車輪のレールへの接触状態、車輪とレールの各々の表面状態、油や水等の介在物、あるいは、レール長手方向と幅方向とによって、飽和傾向に違いが生じることがわかっている。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述した『トリボメータ』や『 μ テスター』等の装置は、動摩擦係数を測定することは可能であるが、すべり率とクリープ力との関係（クリープ飽和特性）までは測定することができない。一方、2円筒の回転試験機は、すべり率とクリープ力を測定することは可能であるが、試験機が大掛かりであるとともに室内試験に限られるため、実際のレール上で

50

のクリープ力飽和特性までは測定することができない。さらに、本発明者等が2円筒の回転試験機を用いてクリープ力測定試験を実施したが、クリープ力を決定する要因中での摩擦係数の影響を特定することは困難であることがわかっている。

【0005】

このため、実際のレール-鉄道車輪の接触面の表面状態の変化に伴って、クリープ力飽和特性と摩擦係数がどのように変化し得るのかを、現状では十分に把握できていない。そこで、実際のレール-鉄道車輪においてクリープ力を測定することができ、ひいてはクリープ力が脱線等に与える影響を解明する一助となる装置又は方法が求められている。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、実際のレール-鉄道車輪においてクリープ力を簡易に測定することができるクリープ力測定装置及び方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のクリープ力測定装置は、鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定するクリープ力測定装置であって、レール上に固定され、レール長手方向に延びるフレームと、該フレーム上でレール長手方向に沿って駆動されるローラーブロックと、前記フレームに設けられた、前記ローラーブロックを低摩擦で案内する案内手段と、前記ローラーブロックに回転自在に取り付けられ、レール上をレール長手方向に回転する測定ローラーと、該測定ローラーの回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、前記測定ローラーに回転モーメントを付与するモーメント付与手段と、該回転モーメントを検出するモーメント検出手段と、前記測定ローラーのレールへの押付力を設定する押付力設定手段と、該押付力を検出する押付力検出手段と、前記ローラーブロックの駆動速度を検出する駆動速度検出手段と、前記各検出手段の検出値に基づいて、前記クリープ力を算出する算出手段と、を備えることを特徴とする。

20

【0008】

この発明によれば、実際のレール-鉄道車輪においてクリープ力を簡易に測定することができる。そして、この装置によるクリープ力の測定結果と、従来より提供されている『トリボメータ』や『 μ テスター』等の装置による摩擦係数の測定結果を併せることで、クリープ力が脱線等に与える影響を解明できるようになることも期待できる。

30

【0009】

本発明のクリープ力測定装置においては、前記算出手段が、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s 、及び、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e をさらに算出することができる。

この場合、算出手段により、実際のレール-鉄道車輪におけるすべり率 s 、等価摩擦係数 μ_e を簡易に算出できるので、すべり率とクリープ力との関係（クリープ飽和特性）や、クリープ力飽和特性と摩擦係数との関係を解明できるようになることも期待できる。

【0010】

本発明のクリープ力測定装置のより具体的な態様においては、前記算出手段が、前記測定ローラーの半径 r と、前記回転角速度検出手段の検出値 ω とから、該測定ローラーの周速度 V_w ($= r \cdot \omega$) を算出する周速度算出部と、この測定ローラーの周速度 V_w と、前記駆動速度検出手段の検出値（前記ローラーブロックの駆動速度） V_t とから、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s ($= (V_t - V_w) / V_t$) を算出するすべり率算出部と、前記モーメント力検出手段の検出値から前記測定ローラーのレールに対する接線力 f を換算する接線力換算部と、この接線力 f と前記押付力検出手段の検出値（前記測定ローラーのレールに対する法線力） N とから、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e ($= f / N$) を算出する摩擦係数算出部と、これらすべり率 s 及び等価摩擦係数 μ_e に基づき、前記クリープ力を算出するクリープ力算出部と、を具備することができる。

40

【0011】

50

本発明のクリープ力測定装置においては、前記ローラーブロックが、前記フレームに設けられた駆動機構により駆動され、該駆動機構が、前記ローラーブロックを一定速度で駆動するモータ付送り機構と、前記ローラーブロックの前記フレームに対する移動限界点を検知する検知手段と、を具備することができる。

この場合、ローラーブロックを一定速度で駆動できるので、より正確なクリープ力測定を実現することができる。そして、このローラーブロックは、検知手段で移動限界点が検知されるので、この検知に応じて自動停止させる等によって、ローラーブロックの過剰な移動を制限することができる。

【0012】

本発明のクリープ力測定装置においては、前記モーメント付与手段が、前記フレームに設けられたプリーと、該プリーと前記測定ローラー間に架け渡された第1のワイヤと、前記フレームに設けられたバネと、該バネと前記プリー間に架け渡された第2のワイヤと、を具備することができる。

さらに、前記モーメント付与手段が、前記測定ローラーの回転に伴い引張される前記バネのバネ力により、前記測定ローラーにモーメントを付与することができる。

レール上を測定ローラーが回転すると第1のワイヤを介してプリーが回転し、プリーが回転すると第2のワイヤを介してバネが引かれる。このようにして、ワイヤ・プリーを介して、バネ力によるモーメントが測定ローラーに付与される。

【0013】

本発明のクリープ力測定装置においては、前記フレームに、該フレームをレールに着脱自在に固定する固定機構が設けられているものとすることができる。

この場合、固定機構を用いることで、装置のレールへの固定及び別場所への設置時の固定解除を容易に行なうことができる。

【0014】

本発明のクリープ力測定方法は、レール長手方向に沿って駆動されるローラーブロックに回転自在に取り付けられた測定ローラーを用いて、鉄道レールと鉄道車輪間に作用するクリープ力（転がり摩擦力）を測定する方法であって、レール上を回転する前記測定ローラーの半径 r と、該測定ローラーの回転角速度 ω とから、該測定ローラーの周速度 V_w ($= r \cdot \omega$) を算出し、この測定ローラーの周速度 V_w と、前記ローラーブロックの駆動速度 V_t とから、前記測定ローラーのレールに対するすべり率 s ($= (V_t - V_w) / V_t$) を算出し、前記測定ローラーのレールに対する接線力 f 並びに法線力 N から、前記測定ローラーとレール間の等価摩擦係数 μ_e ($= f / N$) を算出し、これらすべり率 s 及び等価摩擦係数 μ_e に基づき、前記クリープ力を算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、実際のレール・鉄道車輪においてクリープ力を簡易に測定することができるクリープ力測定装置及び方法を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施例に係るクリープ力測定装置を示す概念図である。

図1には、本実施例に係るクリープ力測定装置1がレールRに固定された状態の概念的構成が示されている。このクリープ力測定装置1は、大きく分けて、以下の各部を備えている。

【0017】

(1) フレーム10。

(2) フレーム10に組み付けられたローラーブロック20、並びに、このローラーブロック20に付設された測定ローラー30、押付力設定機構40、ブロック昇降機構50を有するクリープ力測定部。

(3) ローラーブロック20をレールR長手方向（図中矢印前後方向）に沿って駆動する

10

20

30

40

50

駆動機構 60。

(4) 測定ローラー 30 に回転モーメントを付与するモーメント付与機構 70。

(5) フレーム 10 をレール R に着脱自在に固定する固定機構 90。

(6) ローラーブロック 20 のフレーム 10 に対する移動限界点を検知するリミットスイッチ部 100。

(7) 測定ローラー 30 の回転角速度を検出する回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81、ローラーブロック 20 の駆動速度を検出する駆動速度検出ロータリーエンコーダ 82、回転モーメントを検出するモーメント検出ロードセル 83、押付力を検出する押付力検出ロードセル 84 の各検出値に基づいて、クリープ力を算出するクリープ力算出部 (算出手段) 80。

10

【0018】

以下、各部の詳細について、主に図 2 ~ 図 8 を参照しつつ説明する。

図 2 は、本実施例に係るクリープ力測定装置の左側面図である。

図 3 は、同クリープ力測定装置の右側面図である。

図 4 は、同クリープ力測定装置の上面図である。

図 5 は、図 2 又は図 3 の I - I 線断面図である。

図 6 は、図 2 又は図 3 の II - II 線断面図である。

図 7 は、同クリープ力測定装置のクリープ力測定部 (ローラーブロック、測定ローラー、押付力設定機構、ブロック昇降機構) の詳細を示す左側面図である。

図 8 は、図 7 の測定部の下部の詳細を示す正面断面図である。

20

【0019】

なお、以下の説明では、特に断らない限り、レールの長手方向 (車両の進行方向) を前後方向、軌道面におけるレール長手方向と直角の方向を左右方向、軌道面に垂直な方向を上下方向と呼ぶ。これらの方向は、各図中に矢印で示す。

【0020】

(1) フレーム 10

図 2 ~ 図 6 に示すように、フレーム 10 は、上板 11 を備えている。この上板 11 には、長穴 11a が形成されている (図 4 参照)。上板 11 の四隅からは、立板 13a ~ 13d が垂下している。左右 2 つずつの立板 13a と 13c、13b と 13d の下端は、それぞれ左側板 15a、右側板 15b で繋がれている。さらに、前後 2 つずつの立板 13a と 13b、13c と 13d の下端は、それぞれ連結板 17、18 (図 5 及び図 6 参照) で連結されている。クリープ力測定装置 1 のレール R への設置状態において、各連結板 17、18 はレール R 上を横断し、立板 13a・13c、左側板 15a と、立板 13b・13d、右側板 15b とでレール R を跨ぐ状態となる。

30

【0021】

(2) クリープ力測定部

フレーム 10 の内側には、ローラーブロック 20、測定ローラー 30、押付力設定機構 40、ブロック昇降機構 50 を有するクリープ力測定部が配置されている。

クリープ力測定部のローラーブロック 20 は、直方体状の外形を有する。図 6 ~ 図 8 にわかり易く示すように、ローラーブロック 20 は、左右の側板 21、22 と、これらの上端にボルト結合された天板 23 を備えている。このローラーブロック 20 の内側には、測定ローラー 30 が回転可能に支持されている。

40

【0022】

図 8 に示すように、ローラーブロック 20 の両側板 21、22 のそれぞれには、ラジアルベアリング 21B、22B が組み込まれている。これらベアリング 21B、22B 間には、段付きシャフト 25 が支持されている。この段付きシャフト 25 の中央部には、前述の測定ローラー 30 が外嵌している。段付きシャフト 25 と測定ローラー 30 とは、キー 30a を介して固定されている。測定ローラー 30 の両側面とベアリング 21B、22B との間において、段付きシャフト 25 にはブッシュ 21C、22C が外嵌している。そして、これらブッシュ 21C、22C には、それぞれ巻取プーリー 21D、22D が外嵌し

50

ている。両巻取プーリー 21D、22Dと測定ローラー 30とは、ビス 30bで結合されている。したがって、両巻取プーリー 21D、22D、測定ローラー 30、段付きシャフト 25は、測定ローラー 30のレール R 上での回転に伴い同期回転する。

【0023】

図 8 に示すように、左側板 21の外面には、端板 26がビス固定されている。この端板 26には、ノブ付きネジ 27が挿じ込まれている。このノブ付きネジ 27の端部は、段付きシャフト 25の左端部 25Rに挿じ込まれている。端板 26及びノブ付きネジ 27により、ベアリング 21B・段付きシャフト 25が抜け止めされる。一方、右側板 22の外面には、回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81のハウジング 81Hの接続端部 81Hが結合されている。ハウジング 81Hの接続端部 81H 内側において、段付きシャフト 25の右端部 25Lと回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81の回転軸 81aとは、ボス 28を介して接続されている。回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81は、測定ローラー 30の回転角速度を検出し、図 1 のクリープ力算出部 80においてデータ格納する(詳しくは後述する)。

10

【0024】

図 4 ~ 図 7 にわかり易く示すように、ローラーブロック 20には、押圧力設定機構 40及びブロック昇降機構 50が付設されている。

図 7 に最もよく示すように、ローラーブロック 20の前面には、2個のブラケット 32を介してスライドフレーム 31が固定されている。このスライドフレーム 31は、上下方向に延びる断面コ字状の部材であって、前述したフレーム 10の上板 11の長穴 11a内を上下に貫通して配置されている(図 4 参照)。スライドフレーム 31の上端側にはネジガイド 33Aが固定されており、このネジガイド 33Aにはノブ付きネジ 33Bが螺合している。ネジガイド 33Aの下側には、立プレート 35が設けられている。これらスライドフレーム 31、ネジガイド 33A及びノブ付きネジ 33B等により、立プレート 35に対してローラーブロック 20を上下に昇降させるブロック昇降機構 50が構成される。

20

【0025】

ネジガイド 33Aの下側に設けられた立プレート 35は、後述するようにフレーム 10の上板 11下面側に取り付けられている。ガイドフレーム 31及びローラーブロック 20は、この立プレート 35に対して上下にスライド昇降する。すなわち、ノブ付きネジ 33Bを締め付ける方向に回すと、これに外嵌しているネジガイド 33Aが立プレート 35に対して上側へ移動しようとする。このとき、ガイドフレーム 31内に収容されているコリヤ(図示されず)によって、ネジガイド 33Aとともにガイドフレーム 31が上方へ移動する。逆に、ノブ付きネジ 33Bを緩める方向に回すと、ネジガイド 33Aが立プレート 35に対して下側へ移動し、ネジガイド 33Aとともにガイドフレーム 31が下方へ移動する。このようなブロック昇降機構 50は、レール R 上でクリープ力測定装置 1 全体を移動させる際に、一時的にローラーブロック 20 全体を上方に退避させる際に用いる。

30

【0026】

図 6 及び図 7 に示すように、立プレート 35の後面側上部には支持プレート 41がビス固定されている。そして、支持プレート 41の下方において、前述の立プレート 35が横板 37にビス固定されている。図 5 及び図 6 に示すように、この横板 37は、左右方向に延びる帯状の部材であって、フレーム 10の上板 11下面側にリニアガイド(案内手段) 39を介して取り付けられている。このリニアガイド 39は、フレーム 10の上板 11下面に固定された固定部 39aと、この固定部 39aの下側にスライド可能に組み付けられたスライド部 39bとからなり、左右両側にそれぞれ設けられている。横板 37は、フレーム 10に対して、リニアガイド 39のスライド部 39bとともに前後方向に移動する。立プレート 35は、横板 37及びリニアガイド 39のスライド部 39bとともに、フレーム 10の上板 11の長穴 11a内を前後方向に移動する。リニアガイド 39は、ローラーブロック 20を低摩擦で案内する役割を果たす。

40

【0027】

図 6 及び図 7 にわかり易く示すように、支持プレート 41と横板 37間には、3点配置

50

された3本の連結シャフト43がボルト固定されている。これら連結シャフト43の3点中央部において、支持プレート41にはネジシャフト45が挿れ込まれている。図6に最もよく示すように、このネジシャフト45の上端には六角穴付き頭部45aが設けられており、下端には下方に開口したスリーブ46が固定されている。このスリーブ46内には、接点バー47が収容されている。この接点バー47の下端側にはフランジ部47aが設けられており、このフランジ部47aとスリーブ46上板との間には押付バネ49が介装されている。接点バー47の下端は、押付バネ49の付勢力を受けて、ローラーブロック20の天板23上に固定された押付力検出ロードセル84に当接可能となっている。これらネジシャフト45、スリーブ46、接点バー47、押付バネ49等により、測定ローラー30のレールRへの押付力を設定する押付力設定機構40が構成される。

10

【0028】

ここで、押付力設定機構40の作用について説明する。

ネジシャフト45の六角穴付き頭部45aに図示せぬレンチ等を係合して回すと、ネジシャフト45は支持プレート41に螺合しつつ下方に進む。すると、ネジシャフト45の下端に当たっているスリーブ46が、押付バネ49を縮めつつ下方に移動する。この場合は、接点バー47が、押付力検出ロードセル84を介して、ローラーブロック20をレールR踏面に向けて押し付ける力が強く設定される。一方、ネジシャフト45を前述とは逆側に回すと、ネジシャフト45が上方に進み、スリーブ46と接点バー47間で押付バネ49が伸びようとする。すると、このバネ力でスリーブ46が上方に押されるとともに、接点バー47が押付力検出ロードセル84を介してローラーブロック20を押し付ける力が弱まる。押圧力検出ロードセル84は、このような押し付け力を検出し、その検出値を

20

【0029】

(3) 駆動機構60

図3に示すように、ローラーブロック20の右方において、横板37の下面にはL字ブラケット61が固定されている。このL字ブラケット61の後方において、フレーム10の上板11下面には、シャフトホルダ63が固定されている。このシャフトホルダ63内には、2個のベアリング63aを介して、回転シャフト65が保持されている。この回転シャフト65の後端側には、カップリング67を介して、ステッピングモーター69が連結されている。このステッピングモーター69は、モーターホルダ69Aを介して、フレ

30

【0030】

一方、回転シャフト65の前端側には、ネジシャフト68が連結されている。このネジシャフト68には、送りナット62が外嵌している。この送りナット62は、前述のL字ブラケット61に固定されている。ネジシャフト68の前端側は、フレーム10の上板11下面に固定された支持フレーム64に支持されている。ネジシャフト68と支持フレーム64の間には、図示せぬベアリングが介装されている。さらに、ネジシャフト68の前端には、カップリング66を介して、駆動速度検出ロータリーエンコーダ82が連結されている。

40

【0031】

前述の通り、フレーム10の上板11下面には、リニアガイド39を介して横板37が取り付けられている(図5等参照)。さらに、横板39には立プレート35が固定されており、立プレート35にはスライドフレーム31を介してローラーブロック20が取り付けられている(図7等参照)。したがって、横板37の下面にL字ブラケット61を介して固定された送りナット62が、ネジシャフト68に外嵌しつつ前後方向に螺進すると、同時に横板37も前後方向に移動する。そして、横板37の移動に伴って、立プレート35・スライドフレーム31・ローラーブロック20(クリープ力測定部)が一体でリニアガイド39に案内されつつ前後方向に移動する。

【0032】

50

駆動機構 60 自体は、次のように作動する。すなわち、ステッピングモーター 69 の正逆回転駆動に伴い、カップリング 67 を介して接続されている回転シャフト 65 及びネジシャフト 68 が正逆回転する。すると、ネジシャフト 68 に外嵌している送りナット 62 が螺進し、前述の通りにローラーブロック 20 が前後方向に移動する。ネジシャフト 68 の回転は、駆動速度検出ローターエンコーダ 82 で検出される。駆動速度検出ローターエンコーダ 82 は、ネジシャフト 68 の回転からローラーブロック 20 の駆動速度を検出し、その検出値を図 1 のクリープ力算出部 80 においてデータ格納する（詳しくは後述する）。

【0033】

(4) モーメント付与機構 70

図 2 ~ 図 4 に示すように、モーメント付与機構 70 は、第 1 ワイヤ 71 を備えている。第 1 ワイヤ 71 の一端側（後端側）は 2 本であり、前述の各巻取プーリー 21D、22D にそれぞれ固定されているとともに、所定長さ分が巻き取られている。第 1 ワイヤ 71 の途中には、モーメント検出ロードセル 83 が組み込まれている。このモーメント検出ロードセル 83 を境として、第 1 ワイヤ 71 の他端側（前端側）は 1 本となっている。この第 1 ワイヤ 71 の他端は、フレーム 10 の後方に配置された大プーリー 73 に固定されている。この大プーリー 73 の中心は、シャフト 75 に外嵌固定されている。図 4 にわかり易く示すように、大プーリー 73 の両側において、シャフト 75 には 2 個の小プーリー 74 が固定されている。これらの小プーリー 74 には、それぞれ第 2 ワイヤ 72 の一端が固定されている。

【0034】

図 4 にわかり易く示すように、フレーム 10 の上板 11 上面には、各小プーリー 74 ・第 2 ワイヤ 72 のそれぞれに対応した一对のモーメント付与パネ 76 が配置されている。各モーメント付与パネ 76 は、円筒状のパネホルダ 78 内に収容されて、互いに並行に横たわった状態で配置されている。各モーメント付与パネ 76 は、後端側がホルダブロック 78A に固定された固定端部 76b となっており、前端側が自由端部 76a となっている。各第 2 ワイヤ 72 の他端側は、各モーメント付与パネ 76 の内側を通して延びており、端部がモーメント付与パネ 76 の自由端部 76a に固定されている。

【0035】

大小プーリー 73、74 が外嵌固定されたシャフト 75 の両端は、ボス 77A を介して、横支持棒 77B 及び縦支持棒 77C に支持されている。図 4 に示すように、横支持棒 77B はフレーム 10 の立板 13c、13d に繋がっている。図 2 及び図 3 に示すように、縦支持棒 77C は左右側板 15a、15b に繋がっている。これら横支持棒 77B、縦支持棒 77C は、フレーム 10 上で大小プーリー 73、74 及びシャフト 75 を回転可能に支持する。

【0036】

このようなモーメント付与機構 70 は、ローラーブロック 20 の駆動時において、測定ローラー 30 にモーメントを付与する。詳しくは、駆動機構 60 の駆動によってローラーブロック 20 が前側に移動すると、レール R 踏面に摺接しつつ測定ローラー 30 が図 2 中の矢印 X 方向に転動する。これに伴い、測定ローラー 30 と同軸固定されている巻取プーリー 21D、22D が回転し、第 1 ワイヤ 71 を徐々に巻き取っていく。そして、第 1 ワイヤ 71 がある程度張った状態となると、大プーリー 73 が図 2 中の矢印 X 方向に回転するとともに、両小プーリー 74 も同 X 方向に回転し、第 2 ワイヤ 72 が後側に引かれてモーメント付与パネ 76 が縮められる。

【0037】

このような作動において、レール R と測定ローラー 30 間の摩擦力がモーメント付与パネ 76 のパネ力よりも大きい間は、測定ローラー 30 はレール R 上を転動し続け、第 1 ワイヤ 71 が巻取プーリー 21D、22D に巻き取られるとともに、第 2 ワイヤ 72 が引かれてモーメント付与パネ 76 は縮められていく。このときのモーメント付与パネ 76 のパネ力により、測定ローラー 30 にはモーメントが付与される。その後、縮められているモ

10

20

30

40

50

ーメント付与バネ76のバネ力がレールRと測定ローラー30間の摩擦力よりも大きくなると、モーメント付与バネ76が伸びて第2ワイヤ72を前側に引き、大小プーリー73、74を図2中の矢印Y方向に回転させる。この大小プーリー73、74の回転とともに、第1ワイヤ71が後側に引かれて巻取プーリー21D、22Dが回転し、この巻取プーリー21D、22Dと同軸固定されている測定ローラー30も回転する。このモーメント(測定ローラー30が引かれて回転し始めた時点での第1ワイヤ71の引張力)は、モーメント検出ロードセル83で検出される。モーメント検出ロードセル83は、このモーメント(引張力)を検出して図1のクリープ力算出部80においてデータ格納する(詳しくは後述する)。

【0038】

(5) 固定機構90

図5に最もよく示すように、固定機構90は、フレーム10下部の四隅に設けられている。左側の2つの固定機構90Lと、右側の2つの固定機構90Rとは、構成が若干異なる。

左側の固定機構90Lは、くの字型をした一对の揺動プレート91Lを備えている。両揺動プレート91Lは、中央屈曲部においてシャフト92Lで揺動可能に支持されている。両揺動プレート91L間の下端には、ローラー93Lが保持されている。両揺動プレート91Lの上端には、ノブ付きネジ95が取り付けられている。一方、右側の固定機構90Rは、同様に揺動プレート91R、シャフト92R、ローラー93Rを備えているが、左側の固定機構90Lにおけるノブ付きネジ95の代わりに、六角穴付きボルト96が設けられている。

【0039】

クリープ力測定装置1のフレーム10をレールRに固定する際、右固定機構90Rは固定状態としておき、左固定機構90Lのノブ付きネジ95は締め付けた状態としておく。そして、右固定機構90Rのローラー93RをレールR側部に当て込んでフレーム10をレールR上に載置し、左固定機構90Lのノブ付きネジ95を徐々に緩めると、シャフト92Lを支点として揺動プレート91Lが揺動し、ローラー93LがレールR側部に近づいていく。さらにノブ付きネジ95を徐々に緩めると、左右固定機構90L、90Rのローラー93L、93R間でレールRを挟み込んだ状態となり、クリープ力測定装置1がレールRに固定される。逆に、クリープ力測定装置1をレールRから取り外す際には、ノブ付きネジ95を緩め、レールR側部からローラー93Lを離すようにする。

【0040】

(6) リミットスイッチ部100。

図2～図4にわかりやすく示すように、フレーム10の上板11の両側面には、長検知プレート101、短検知プレート102が取り付けられている。一方、図2、図3、図5、図6に示すように、横板37の両端面には、リミットスイッチ部100が取り付けられている。これらのリミットスイッチ部100はほぼ同一の構成である。左側の長検知プレート101・リミットスイッチ部100はローラーブロック20の長距離移動限界点を検知し、右側の短検知プレート102・リミットスイッチ部100はローラーブロック20の短距離移動限界点を検知するが、これら両者を組み合わせることで、ローラーブロック20の移動始点と移動終点を判別することができる。各リミットスイッチ部100は、前述した駆動機構60のステッピングモーター69に接続されている。ステッピングモーター69は、リミットスイッチ部100の限界点検出に伴い自動停止するようになっている。

【0041】

(7) クリープ力算出部80

図1に概念的に示すように、クリープ力算出部80は、回転角速度検出ロータリーエンコーダ81、駆動速度検出ロータリーエンコーダ82、モーメント検出ロードセル83、押付力検出ロードセル84の各検出値をデータ格納し、これらの検出値に基づいて、次のステップ1～ステップ4の手順でクリープ力を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

ステップ 1 : 前記測定ローラー 30 の半径 r と、回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81 の検出値 (測定ローラー 30 がレール R 上を転動する際の回転角速度) とから、測定ローラー 30 の周速度 $V_w = r \cdot$ を算出する。

ステップ 2 : ステップ 1 において算出した測定ローラー 30 の周速度 V_w と、駆動速度検出ロータリーエンコーダ 82 の検出値 (前記ローラーブロック 20 の駆動速度 V_t) とから、測定ローラー 30 のレール R に対するすべり率 $s = (V_t - V_w) / V_t$ を算出する。

ステップ 3 : モーメント検出ロードセル 83 の検出値 (前記モーメント付与機構 70 に基づく測定ローラー 30 のレール R に対する接線力 f)、並びに、押付力検出ロードセル 84 の検出値 (前記押付力設定機構 40 で設定される測定ローラー 30 のレール R に対する法線力 N) から、測定ローラー 30 とレール R 間の等価摩擦係数 $\mu_e = f / N$ を算出する。

ステップ 4 : ステップ 2 で算出したすべり率 s 、及び、ステップ 3 で算出した等価摩擦係数 μ_e に基づき、クリープ力を算出する。

【 0 0 4 3 】

クリープ力算出部 80 は、より具体的には次のようにしてクリープ力を算出する。

(A) 設定パラメータは、次の通りである。

- ・駆動機構 60 により駆動するローラーブロック 20 の設定速度 : V (単位 cm / s)
- ・測定ローラー 30 のレール R に対する接触円直径 : D_w (単位 m)
- ・モーメント付与機構 70 により引かれる測定ローラー 30 の引張直径 : D_s (単位 m)
- ・回転角速度検出ロータリーエンコーダ 81 のパルス数 : P_w
- ・駆動機構 60 のステッピングモーター 69 の駆動パルス幅 : W_t (単位 m / rot)
- ・サンプリング周波数 : f_s (単位 Hz)
- ・速度演算基準クロック : S_B (単位 Hz)

【 0 0 4 4 】

(B) 測定パラメータは、次の通りである。

- ・測定ローラー 30 の速度カウント数 : n_w
- ・ローラーブロック 20 の速度カウント数 : n_t
- ・押付力検出ロードセル 84 における押付荷重電圧 : x_t (単位 V)
- ・モーメント検出ロードセル 83 におけるバネ引張荷重電圧 : x_s (単位 V)
- ・測定ローラー 30 の位置カウント数 : nd_w
- ・ローラーブロック 20 の位置カウント数 : nd_t
- ・測定ローラーの引張力 : F_s (単位 N)

【 0 0 4 5 】

(C) モニタ出力は 3 画面を用意し、それぞれ次のグラフを表示する。

- ・第 1 画面は、横軸 : すべり率 s 、縦軸 : 等価摩擦係数 μ_e
- ・第 2 画面は、横軸 : 時間 t 、縦軸 : ローラーブロック 20 の速度 V_t 、及び、測定ローラー 30 の速度 V_w
- ・第 3 画面は、横軸 : 時間 t 、縦軸 : 測定ローラー 30 の押付力 N_t 、及び、接線力 T

【 0 0 4 6 】

(D) 演算式は、以下 (a) ~ (g) の通りである。

- (a) ローラーブロック 走行距離 $d_t = nd_t \cdot W_t$ (単位 m)
- (b) 測定ローラー 走行距離 $d_w = nd_w \cdot D_w / P_w$ (単位 m)
- (c) 測定ローラー 速度 $V_w = (D_w \cdot S_B) / (n_w \cdot P_w)$ (単位 m / s)
- (d) ローラーブロック 速度 $V_t = W_t \cdot (S_B / n_w)$ (単位 m / s)
- (e) すべり率 $s = (V_t - V_w) / V_t$
- (f) 接線力 $T = F_s \cdot (D_s / D_w)$ (単位 N)
- (g) 等価摩擦係数 $\mu_e = T / N_t$

【 0 0 4 7 】

ここで、クリープ力測定装置 1 の総合的な作用について述べる。

まず、クリープ力測定装置 1 のフレーム 10 をレール R 上の所定位置に載置し、固定機構 90 を用いてフレーム 10 をレール R に固定する。次いで、ローラーブロック 20 に付設されたブロック昇降機構 50 を操作して、測定ローラー 30 がレール R 上面に接するまで下げてから、押圧力設定機構 40 を操作して測定ローラー 30 のレール R に対する法線力 N を設定する。

【0048】

次いで、駆動機構 60 を駆動して、ローラーブロック 20 をレール R 長手方向（前側）に沿って一定速度で移動させる。この際、測定ローラー 30 がレール R 上面に摺接しつつ図 2 中の矢印 X 方向に転動するとともに、巻取プーリー 21D、22D に第 1 ワイヤ 71 が徐々に巻き取られていく。そして、第 1 ワイヤ 71 がある程度張った状態となると、大プーリー 73 及び小プーリー 74 が図 2 中の矢印 X 方向に回転するとともに、第 2 ワイヤ 72 が後側に引かれてモーメント付与バネ 76 が縮められ、このモーメント付与バネ 76 のバネ力により測定ローラー 30 にはモーメントが付与される。その後、縮められているモーメント付与バネ 76 のバネ力がレール R と測定ローラー 30 間の摩擦力よりも大きくなると、モーメント付与バネ 76 が伸びて第 2 ワイヤ 72 を前側に引き、大小プーリー 73、74 を図 2 中の矢印 Y 方向に回転させ、測定ローラー 30 が第 1 ワイヤ 71 に引かれて回転する。

10

【0049】

ローラーブロック 20 の移動は、リミットスイッチ部 100 で検知される。リミットスイッチ部 100 が移動限界点を検知し、駆動機構 60 のステッピングモーター 69 が停止すると、ローラーブロック 20 も停止する。そして、このようなローラーブロック 20 の移動中、各ロータリーエンコーダ 81、82、各ロードセル 83、84 のそれぞれにおいて検出された検出値に基づき、クリープ力算出部 80 が前記ステップ 1～ステップ 4 に従ってクリープ力を算出する。

20

【0050】

以下、具体的な数値例について述べる。

本実施例では、想定される実際の鉄道車輪条件を考慮し、測定ローラーの半径 r を 30 mm とし、押付荷重 N を 30 kgf とした。この場合、接触円半径は 0.388 mm であり、ヘルツ圧は 932 MN/m^2 である。この条件は、例えば半径 430 mm の車輪がレール頭部半径 80 mm の部分で接触し、輪重が 6500 kgf のときにヘルツ圧が 1.79 GN/m^2 であるものに相当する。なお、前述の半径 $r = 30 \text{ mm}$ の測定ローラーにおけるヘルツ圧は、実際の輪重が約 3.4 t の車両の接触力に相当するものである。

30

【0051】

モーメント付与機構 70 のモーメント付与バネ 76 については、押付力設定機構 40 で設定可能なある一定の押付力 N に対し、測定ローラー 30 のレール R に対する摩擦係数 μ_E が 0.3、0.5、0.7 の各値をとるものと想定した。そして、これら想定された各摩擦係数 $\mu_E = 0.3、0.5、0.7$ のそれぞれについて、次式に基づき各バネ定数 k を計算した：

$$k = \mu_E \cdot N / L。$$

40

但し、 L はローラーブロック 20 の移動距離である。

【0052】

そして、このバネ定数 k を有するバネ力 F のモーメント付与バネ 76 を用い、測定ローラー 30 とレール R 間の摩擦係数 μ を次式に基づき計算した：

$$\mu = (D_s / D_w) \cdot (F / N)。$$

但し、 D_s は、前述の (A) 設定パラメータにおける、モーメント付与機構 70 により引かれる測定ローラー 30 の引張直径（単位 m）であり、 D_w は、測定ローラー 30 のレール R に対する接触円直径（単位 m）である。引張直径 D_s は、一例で 40 mm に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 5 3 】

【図 1】本発明の一実施例に係るクリープ力測定装置を示す概念図である。

【図 2】本実施例に係るクリープ力測定装置の左側面図である。

【図 3】同クリープ力測定装置の右側面図である。

【図 4】同クリープ力測定装置の上面図である。

【図 5】図 2 又は図 3 の I - I 線断面図である。

【図 6】図 2 又は図 3 の II - II 線断面図である。

【図 7】同クリープ力測定装置のクリープ力測定部（ローラーブロック、測定ローラー、押付力設定機構、ブロック昇降機構）の詳細を示す左側面図である。

【図 8】図 7 の測定部の下部の詳細を示す正面断面図である。

10

【符号の説明】

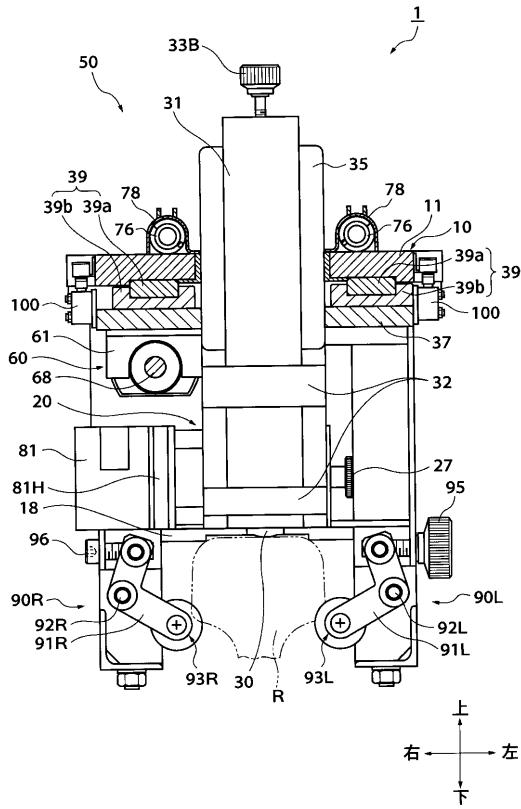
【 0 0 5 4 】

R	レール	1	クリープ力測定装置
1 0	フレーム	2 0	ローラーブロック
3 0	測定ローラー	3 9	リニアガイド
4 0	押付力設定機構	4 6	スリーブ
4 5	ネジシャフト	4 9	押付バネ
4 7	接点バー	6 0	駆動機構
5 0	ブロック昇降機構	6 8	ネジシャフト
6 2	送りナット	7 0	モーメント付与機構
6 9	ステッピングモーター	7 2	第 2 ワイヤ
7 1	第 1 ワイヤ	7 4	小プーリー
7 3	大プーリー	7 6	モーメント付与バネ
7 5	シャフト		
8 0	クリープ力算出部		
8 1	回転角速度検出ロータリーエンコーダ		
8 2	駆動速度検出ロータリーエンコーダ		
8 3	モーメント検出ロードセル	8 4	押付力検出ロードセル
9 0 R、9 0 L	固定機構	1 0 0	リミットスイッチ部
1 0 1	長検知プレート	1 0 2	短検知プレート

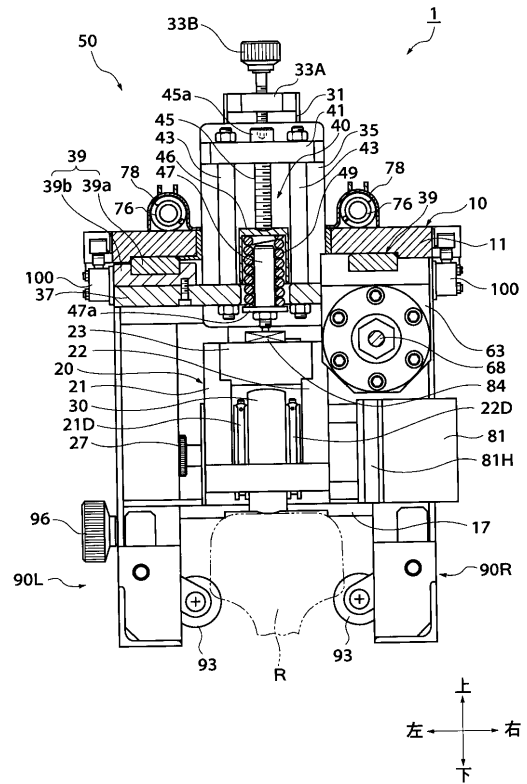
20

30

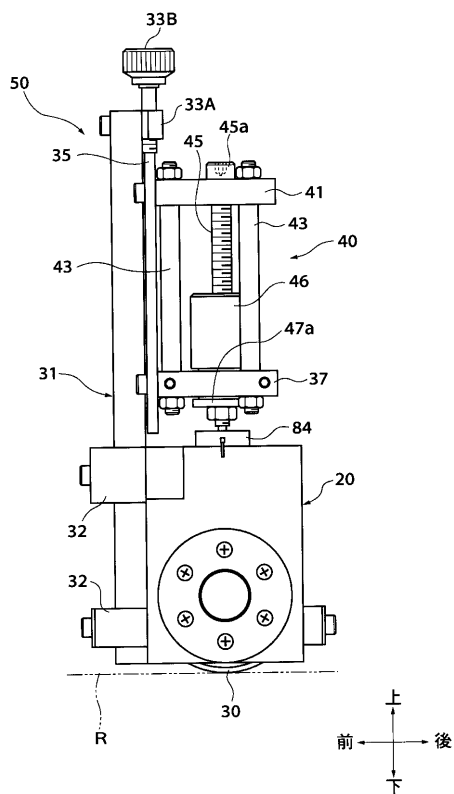
【図5】



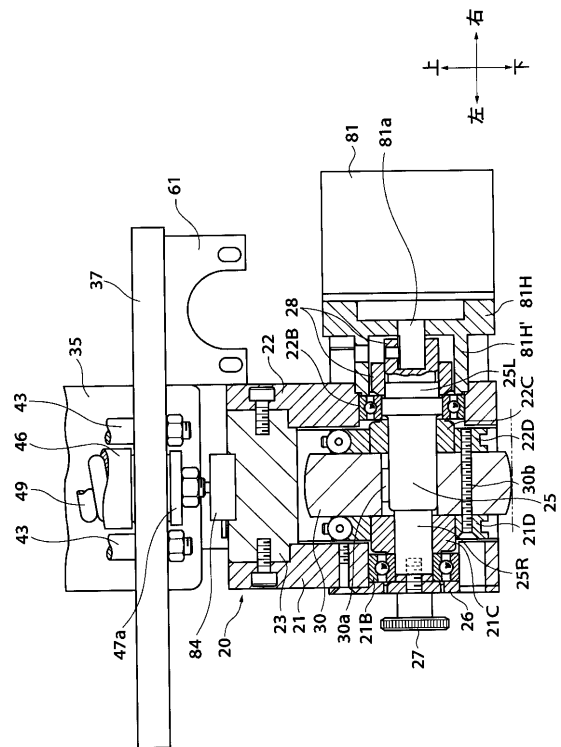
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

【要約の続き】

【選択図】 図1