

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12)特 許 公 報 ( B 2 )

(11)特許番号

## 特許第3357893号

( P 3 3 5 7 8 9 3 )

(45)発行日 平成14年12月16日(2002.12.16)

(24)登録日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G01N 19/02

G01N 19/02

B

G01L 5/00

G01L 5/00

G

請求項の数 6 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11 - 366897

(22)出願日 平成11年12月24日(1999.12.24)

(65)公開番号 特開2001 - 183250( P 2001 - 183250 A )

(43)公開日 平成13年 7 月 6 日(2001.7.6)

審査請求日 平成12年12月14日(2000.12.14)

(73)特許権者 501137577

独立行政法人 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺東町 7 丁目44番地 1

(72)発明者 上田 哲彦

東京都新宿区大久保 3 - 12 - 1 - 504

(72)発明者 外崎 得雄

東京都東久留米市大門町 2 - 15 - 408

(72)発明者 甲斐 高志

東京都杉並区善福寺 1 - 18 - 13 フォー  
レスト善福寺205号室

(74)代理人 100092200

弁理士 大城 重信 (外 2 名)

審査官 飯野 茂

最終頁に続く

(54)【発明の名称】路面摩擦測定方法及びその装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自動車の走行車輪の外側に、該走行車輪の軸線回りに揺動可能に設けられた支持アームを介して計測輪を設け、該計測輪を前記走行車輪と所定の周速差を有するように回転駆動することにより、前記計測輪に地面に対する摩擦力を発生させ、且つ該計測輪に所定の垂直荷重を与えることにより、該計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させ、前記摩擦力と前記垂直抗力を測定することにより、これらの測定値から路面摩擦係数を算出するようにしたことを特徴とする路面摩擦係数測定方法。

【請求項 2】 自動車の走行車輪の外側に、その車軸に対して同軸線上に連結固定されるスピンドルと、一方の端部が前記スピンドルに対してその軸線回りに回転自在に連結され、他方の端部が上下方向に揺動自在に

2

設けられた支持アームと、前記支持アームのスピンドルから他方の端部側へ離間した位置にスピンドルと平行な軸線回りに回転自在に支持された計測輪と、前記走行車輪と計測輪との間で所定の周速差を与えるようにスピンドルの回転を計測輪に伝達する回転伝達機構と、前記計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させる垂直抗力発生機構と、前記垂直抗力を検出する第 1 検出手段と、前記計測輪が路面に対してスリップして回転する際の摩擦力を検出する第 2 検出手段と、第 1 検出手段と第 2 検出手段からそれぞれ得られる検出値とアームを含めた計測輪の自重に基づいて路面と計測輪に対する滑り摩擦係数を算出する演算手段とを備えた

ことを特徴とする路面摩擦測定装置。

【請求項 3】 前記スピンドルは、走行車輪のホイールに着脱自在に取付けられている請求項 2 記載の路面摩擦測定装置。

【請求項 4】 前記回転伝達機構が、歯車列伝動機構、チェーン伝動機構、ベベルギア伝動機構、ベルト伝動機構の何れかである請求項 2 又は 3 記載の路面摩擦測定装置。

【請求項 5】 前記垂直抗力発生機構が、前記スピンドル側にブレーキディスクを固定し、支持アーム側にキャリパを設けたディスクブレーキ機構からなり、前記支持アームから前記走行車輪に制動力を与え、その反力として計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させることを特徴とする請求項 2、3 又は 4 記載の路面摩擦測定装置。

【請求項 6】 前記垂直抗力発生機構が、前記支持アーム側に発電機を設けて、該発電機を前記スピンドルによって回転させて発電による制動力を得るようにしてなる請求項 2、3 又は 4 記載の路面摩擦測定装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の車両が走行する一般道路の路面や空港の滑走路の路面を管理するために用いられる路面摩擦測定及びその装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、道路や空港の滑走路の管理のための路面摩擦係数の測定は、一般に測定装置を備えた計測車を走行させて行っている。例えば、図 4 及び図 5 に示す計測車 3 1 は、前輪駆動の自動車を改造して後部のトランクルーム 3 2 内に路面 G の摩擦係数を測定するための計測輪 3 3 を装備したものである。計測輪 3 3 は、その外周に路面 G を走行する自動車や航空機のタイヤに近似させた特性を有するタイヤで構成され、後側の走行車輪 3 4 の車軸 3 5 に支持アーム 3 6 を介して取り付けられている。

【 0 0 0 3 】支持アーム 3 6 は車軸 3 5 に前端部が回転自在に連結され、計測輪 3 3 を支持している後端部側が上下方向に揺動自在になっており、計測輪 3 3 は計測時その自重と支持アーム 3 6 の重量によって路面 G に接地された状態になっている。そして、計測輪 3 3 には支持アーム 3 6 内に設けられている図示しない回転伝達機構を介して後側の走行車輪 3 4 の回転が伝達され、その際、計測輪 3 3 の周速と走行車輪 3 4 の周速を異ならせて、走行車輪 3 4 が路面 G に対してスリップしない状態で回転するときに、計測輪 3 3 は路面 G に対して所定のスリップ率で滑りながら回転するように構成されている。

【 0 0 0 4 】計測輪 3 3 が路面 G をスリップしながら走行する時に、路面 G との摩擦により計測輪 3 3 が受ける

回転抵抗は、前記回転伝達機構中に設けたトルク検出手段で検出されるようになっており、前記トルク検出手段によって検出された検出値と、支持アーム 3 6 や計測輪 3 3 の自重によって計測輪 3 3 が路面から受ける垂直抗力の値から演算装置 3 7 が路面 G の計測輪 3 3 に対する滑り摩擦係数を連続的に算出し、その算出結果を計測車 3 1 内に搭載したディスプレイに表示したり、プリンタに印字出力するようにしている。また、前記測定機構を牽引車に装備した測定方法も従来実施されている。

10 【 0 0 0 5 】また、従来行われている路面の摩擦係数を測定する別の方法としては、走行方向に対して互いに反対方向側へ斜めに向いた一对の車輪を有する牽引式の計測車を自動車後部に連結して路面を牽引走行させる方法が知られている。牽引式の計測車は、これらの互いに傾いた車輪が接近離間可能に連結された一对のフレームにそれぞれ回転自在に取り付けられており、これらのフレーム間にロードセルが配置され、前記ロードセルによって牽引計測車が路面を走行する際に路面から傾いたそれぞれの車輪の横方向に作用する摩擦力を検出し、その検

20 出値と、牽引計測車の自重によって路面から各車輪に作用する垂直抗力の値に基づいて摩擦係数を算出するようにしている。

【 0 0 0 6 】また、路面摩擦係数を測定するさらに別の方法としては、自動車に加速度計を搭載して測定する路面を走行させ、ブレーキをかけたときの減速度（負の加速度）から摩擦係数を測定する方法が知られている。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】前述した、図 3 及び図 4 に示す計測車を用いて路面の摩擦係数を測定するものは、計測車がトランクルーム内部に計測輪を設けている特殊な構造であるため、車体を改造するコストが高くなる問題があった。また、牽引式の計測車を自動車で牽引走行して路面の摩擦係数を測定するものは、これらの車輪に路面からの垂直抗力を得るために計測車の重量をある程度重くする必要があり、計測車が大型化し、牽引車の影響が大きくなる問題があった。さらに、走行方向に対して斜めに配置された一对の車輪を有する牽引車では雪氷路面においては、計測車の走行方向に対して傾斜した車輪に路面から作用する摩擦力とともに、雪氷を掻いて進むために生じる抵抗力が加わってしまうため、雪氷路面の測定に適さない問題があった。

40 【 0 0 0 8 】さらに、自動車に加速度計を搭載して路面の摩擦係数の測定を行うものでは、ブレーキのかけ方によって測定値に差が生じる問題があり、また、自動車用のタイヤと航空機用のタイヤとでは、その特性が極めて異なっているため、滑走路の摩擦係数の測定には用いることができず、ごく狭い範囲の測定しかできない等の問題があった。

50 【 0 0 0 9 】そこで、本発明は、前述したような従来技術における問題を解決し、一般の自動車に簡単に取り付

けて使用することができるとともに、道路や滑走路等の様々な路面の摩擦係数を高い精度で測定することができる路面摩擦測定方法及びその装置を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の路面摩擦測定方法は、自動車の走行車輪の外側に、該走行車輪の軸線回りに揺動可能に設けられた支持アームを介して計測輪を設け、該計測輪を前記走行車輪と所定の周速差を有するように回転駆動することにより、前記計測輪に地面に対する摩擦力を発生させ、且つ該計測輪に所定の垂直荷重を与えることにより、該計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させ、前記摩擦力と前記垂直抗力を測定することにより、これらの測定値から路面摩擦係数を算出するようにしたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】そして、上記路面摩擦測定方法を達成するための本発明の路面摩擦測定装置は、自動車の走行車輪の外側に、その車軸に対して同軸線上に連結固定されるスピンドルと、一方の端部が前記スピンドルに対してその軸線回りに回転自在に連結され、他方の端部が上下方向に揺動自在に設けられた支持アームと、前記支持アームのスピンドルから他方の端部側へ離間した位置にスピンドルと平行な軸線回りに回転自在に支持された計測輪と、前記走行車輪と計測輪との間で所定の周速差を与えるようにスピンドルの回転を計測輪に伝達する回転伝達機構と、前記計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させる垂直抗力発生機構と、前記垂直抗力を検出する第 1 検出手段と、前記計測輪が路面に対してスリップして回転する際の摩擦力を検出する第 2 検出手段と、第 1 検出手段と第 2 検出手段からそれぞれ得られる検出値とアームを含めた計測輪の自重に基づいて路面と計測輪に対する滑り摩擦係数を算出する演算手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】前記スピンドルは、走行車輪のホイールに着脱自在に取付けることができるようにすることによって、通常の自動車に簡便に装置することができる。前記回転伝達機構としては、歯車列伝動機構、チェーン伝動機構、ベベルギア伝動機構、ベルト伝動機構等が採用できる。また、垂直抗力発生機構としては、例えば、スピンドル側にブレーキディスクを固定し、支持アーム側にキャリパを設けたディスクブレーキ機構を採用し、支持アームから走行車輪に制動力を与えて、その反力として計測輪の自重に付加される垂直抗力を発生させるようにすることができる。また、他の手段として、支持アーム側に発電機を設けて、該発電機を前記スピンドルによって回転させて発電による制動力を得るようにしてなる機構等が好適に採用できる。

#### 【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実

施形態を詳細に説明する。図 1 は、本発明の路面摩擦測定装置を取り付けた自動車の側面図、図 2 はその正面図、図 3 は要部の模式平面図であって、路面摩擦測定装置 1 は、計測車 2 の片方の走行車輪 3 のホイールに着脱自在に固定連結して用いられる。路面摩擦係数を測定するために用いる計測車 2 としては、乗用車等の一般車両を用いることができる。

【 0 0 1 4 】本実施形態の路面摩擦測定装置 1 は、駆動輪である後方の走行車輪 3 の外側に、その車軸 4 ( 図 3 ) に対して同軸に取り付けられるスピンドル 5 を有しており、該スピンドル 5 は、前記走行車輪 3 の外側へ片持ち状態で突出するように着脱自在に固定される。本実施形態では、スピンドル 5 の一端に取付フランジ 5 ' が形成され、該取付フランジを走行車輪のホイール 1 3 に複数本のボルト 1 4 によって着脱自在に固定されていて、スピンドル 5 が車軸 4 と一体に回転するようになっているが、車軸 4 とスピンドル 5 との連結手段はそれに限定されるものではない。また、スピンドル 5 には、支持アーム 6 の一方の端部がスピンドル 5 の軸線回りに回転自在となるようにボールベアリング 7 を介して連結されていて、支持アーム 6 の他方の端部側は計測車 2 の車体前方に向けられて、スピンドル 5 を中心に垂直面内で自由に揺動できるようになっている。

【 0 0 1 5 】支持アーム 6 の他方の端部には、スピンドル 5 と軸線が平行になるようにして計測輪 8 が固定された計測輪軸 9 が回転自在に支持されている。前記計測輪 8 は、その外周に路面 G を走行する車両のタイヤとほぼ同様な特性を有するタイヤが装着されている。なお、計測輪 8 は、測定する路面 G が滑走路である場合、この路面 G を発着する航空機のタイヤの特性を有するタイヤを装着したものが使用される。

【 0 0 1 6 】計測輪 8 が固定されている計測輪軸 9 には支持アーム 6 に組み込まれている回転伝達機構を介してスピンドル 5 の回転が伝達されるように構成されている。この実施形態では、前記回転伝達機構は、スピンドル 5 に固定された駆動側ベベルギア 1 0 と計測輪軸 9 に固定された被駆動側ベベルギア 1 1 と、これらのベベルギア間に連結するドライブシャフト 1 2 に固定されたベベルギア 1 9、2 0 によって構成されていて、計測車 2 の走行によって走行車輪 3 が回転したときに、計測輪 8 が走行車輪 3 よりも小さい周速で回転するようになっている。

【 0 0 1 7 】また、支持アーム 6 とスピンドル 5 の間には、前記スピンドル 5 に支持アーム 6 側から所定の垂直抗力を発生させる垂直抗力発生機構としてディスクブレーキが設けられている。該ディスクブレーキは、スピンドル 5 に固定されているブレーキディスク 1 5 と支持アーム側に支持されているキャリパー 1 6 とを有しており、キャリパー 1 6 と支持アーム 6 との間には、キャリパー 1 6 がブレーキディスク 1 5 を両側から挟み込んで

制動したときに受ける反力を検出する、本発明における第 1 検出手段としてのロードセル 2 1 が設けられている。

【 0 0 1 8 】前記ディスクブレーキは、計測車 2 が路面 G を走行する際に、スピンドル 5 を制動して回転抵抗を与え、その反作用として支持アーム 6 に計測輪 8 を路面 G に押し付けるモーメントを作用させる。したがって、計測輪 8 は前記モーメントと支持アーム 6 及び計測輪 8 の自重により路面 G に押し付けられ、その反力が路面から計測輪 8 に垂直抗力として作用する。

【 0 0 1 9 】一方、走行車輪 3 と計測輪 8 との周速の差によって計測輪 8 は所定のすべり率で路面 G に対してスリップし、その際、前記垂直抗力に応じて計測輪 8 が路面 G から受ける摩擦力によって計測輪 8 に回転抵抗が加わる。前記回転抵抗は、本実施例においては、ドライブシャフトにかかるトルクとして検出しており、具体的にはシャフトに取り付けた、本発明における第 2 検出手段としてのロードセル又は歪ゲージ 2 2 で検出するようにしている。

【 0 0 2 0 】前述した第 1 検出手段と第 2 検出手段の検出出力は、図示していない信号ケーブルを介して計測車 2 内のマイクロプロセッサに送られ、ここで演算処理されて、路面 G の計測輪 8 に対する滑り摩擦係数が算出される。前記算出結果は、計測車 2 に搭載したディスプレイに表示させたり、前記マイクロプロセッサにプリンタを接続して印字出力させることができる。

【 0 0 2 1 】なお、この実施形態では、前記マイクロプロセッサが演算手段を構成しているが、該マイクロプロセッサは自動車に搭載したり、支持アーム内に内蔵することができる。また、演算手段にノートパソコン等のパーソナルコンピュータを利用し、第 1 検出手段及び第 2 検出手段から出力される信号を、これらに適合したインターフェースを介して入力するようにしてもよい。自動車の車内に演算手段を搭載する場合、第 1 検出手段及び第 2 検出と演算手段との間の信号の伝送は、信号ケーブルやテレメータ等を用いて有線または無線により行うことができる。

【 0 0 2 2 】本実施形態の路面摩擦測定装置は、以上のように構成され、乗用車等の一般車両に特別な改造を施すことなく、その車体に連結して道路や滑走路を走行して路面の摩擦係数を測定するようにしたものであり、路面の摩擦係数の測定は、自動車の走行車輪の外側に該路面摩擦測定装置を取り付けて自動車を走行させることにより行う。

【 0 0 2 3 】自動車の走行車輪 3 が、地面に対して滑ることなく回転するとこれと一体にスピンドル 5 が回転し、その回転は回転伝達機構を介して計測輪 8 に伝達される。該計測輪 8 は、自動車の走行車輪 3 に対して予め設定されている周速に差が生じるような回転速度で回転する。従って、自動車の走行車輪と計測輪の間の周速差

によって一定のスリップ率が与えられ、走行中の計測輪 8 には路面から摩擦力が作用し、これが計測輪 8 の回転抵抗となる。この滑り率を与える力は、地面摩擦力に比例する。

【 0 0 2 4 】該滑り率を与える力は、第 2 検出手段によって検出される。本実施形態ではドライブシャフトに貼った歪ゲージ 2 2 を第 2 検出手段として用い、該歪ゲージにより伝動ロッドに作用する回転トルクを検出することにより、計測輪の回転抵抗が計測され、路面から計測輪に作用する地面摩擦力が間接的に測定される。

【 0 0 2 5 】また、路面の摩擦係数の測定中、支持アーム 6 側からスピンドル 5 に垂直抗力を発生させる垂直抗力発生機構（本実施形態ではディスクブレーキ）によってスピンドル 5 が制動され、この反作用によって走行方向前方に向いて設けられている支持アーム 6 に計測輪 8 を路面 G に押し付ける向きのモーメントが作用する。但し、垂直抗力を発生させる垂直抗力発生機構によってスピンドルの制動力は、走行車輪 3 に大きなスリップを与えることのない範囲で行う必要がある。路面には、前記モーメントによる荷重に加えて、支持アーム 6 と計測輪 8 の自重による荷重が作用し、これらの荷重の反力が路面の摩擦係数の測定に必要な垂直抗力として与えられる。支持アーム 6 に設けられたキャリパー 1 6 が受ける反力を第 1 検出手段で検出することによって、計測輪 8 に付加される垂直抗力が間接的に測定される。

【 0 0 2 6 】前述した第 1 検出手段の検出値は、計測輪が路面から受ける垂直抗力の大きさに関係し、また、第 2 検出手段の検出値は計測輪に路面から作用する摩擦力に関係しているため、これらの検出値を計測輪自重を加味した演算手段に入力することによって、演算手段は、第 1 検出手段の検出値に対して、支持アームや計測輪の重量分を補正して計測輪が路面から受ける付加垂直抗力を演算するとともに、第 2 検出手段の検出値からこれに対応する路面から計測輪に作用する摩擦力を演算し、路面の計測輪に対する滑り摩擦係数を算出する。

【 0 0 2 7 】以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものでなく、その技術的思想の範囲内で種々の設計変更が可能である。例えば、前記回転伝達機構としては、前記実施形態のベベルギア - ロッド機構に限らず、前述したようにチェーン伝動機構、歯車列による伝動機構、タイミングベルト等によるベルト伝動機構等を用いることができる。また、垂直抗力発生機構としては、支持アーム側から走行車輪側に制動力を与えその反力で垂直抗力を発生させる機構に限らず、支持アームに計測輪を走行面に押しつける方向の回転モーメントを発生させる適宜の機構、あるいは重錘によって直接垂直荷重を付与する機構等が採用できる。また、支持アーム側から走行車輪側に制動力を与えその反力で垂直抗力を発生させる機構としては、前記ディスクブレーキ機構の外に、例えば、支持

アーム側に発電機を設けて、これをスピンドルによって回転させて発電による制動力を得る構造の電気的なブレーキ等を用いることができる。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の路面摩擦測定方法及び装置によれば、路面摩擦係数を測定するために高価な費用をかけて改造した特殊な専用車両を用いる必要がなく、乗用車等の一般車両の走行車輪に連結して用いることができるため、路面摩擦係数の測定作業を容易且つ低コストに実施することができる。

【 0 0 2 9 】計測輪の自重に付加される所定の垂直抗力を加えることができるので、計測輪のハネ上がりを少なくするとともにそれによる計測輪の垂直抗力変化を検出することが可能となり、路面摩擦測定装置の重量を軽減でき小型化が可能であると共に精度を向上させることができる。

【 0 0 3 0 】また、路面摩擦係数は、常に走行方向に向いている計測車輪に路面から作用する垂直抗力と回転抵抗に基づいて算出しているので、加速度計を用いて自動車の減速度から路面摩擦係数を測定する場合のように、測定を行う自動車自体の走行車輪の特性やブレーキ操作に影響されるようなことがなく、また、雪氷路等においても精度の高い測定結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の路面摩擦測定装置を取り付けた自動車の概略構造を示す側面図である。

【図 2】本発明の路面摩擦測定装置を取り付けた自動車の概略構造を示す正面図である。

【図 3】その要部の平面概略図である。

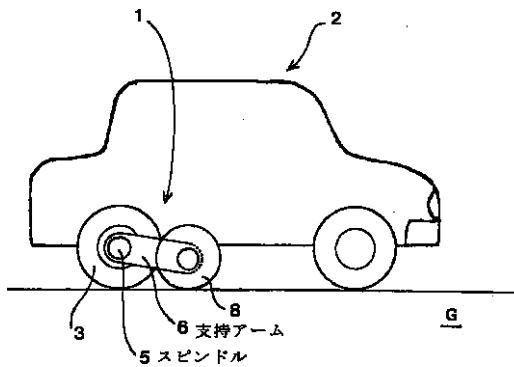
【図 4】従来の路面摩擦測定装置を搭載した自動車の概略構造を示す側面図である。

【図 5】従来の路面摩擦測定装置を搭載した自動車の概略構造を示す平面図である。

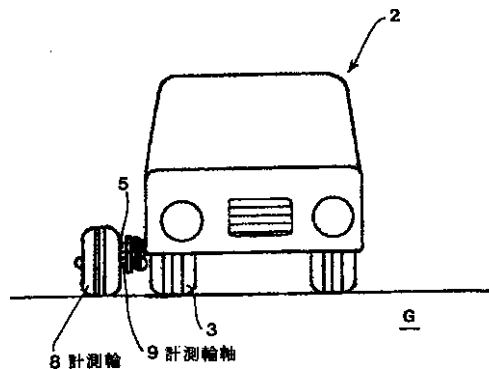
【符号の説明】

- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 1 路面摩擦測定装置         | 2 計測車        |
| 3 走行車輪             | 4 車軸         |
| 5 スピンドル            | 6 支持アーム      |
| 8 計測輪              | 9 計測輪軸       |
| 10 駆動側ベベルギア        | 11 被駆動側ベベルギア |
| 12 ドライブシャフト        | 15 ブレーキディスク  |
| 16 キャリパー           | 17 ロードセル     |
| 18 歪ゲージ (第 2 検出手段) |              |

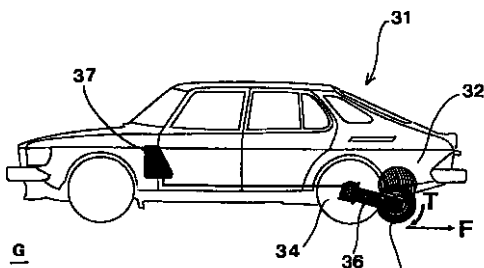
【図 1】



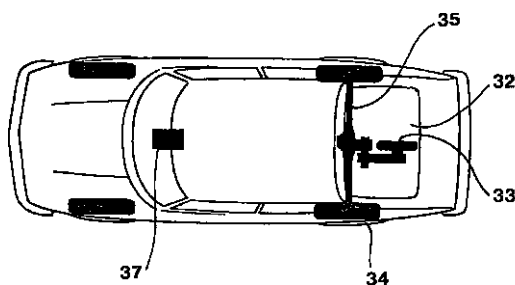
【図 2】



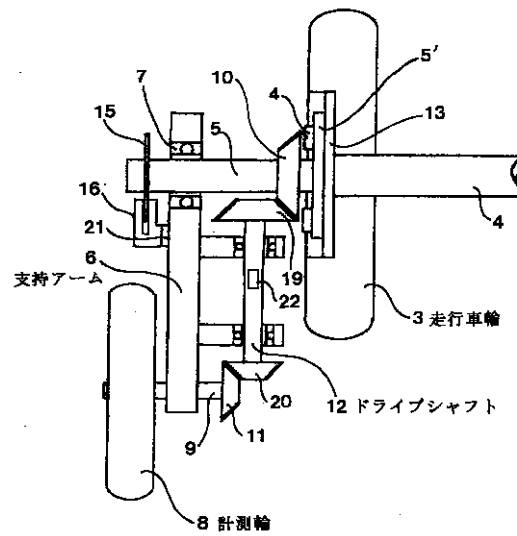
【図 4】



【図 5】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 平4 - 2946 ( J P , A )  
特開 平4 - 102034 ( J P , A )  
特開 昭51 - 146287 ( J P , A )  
特開 平4 - 83147 ( J P , A )  
特開 昭52 - 141681 ( J P , A )  
特公 平7 - 6856 ( J P , B 2 )  
特公 平3 - 63012 ( J P , B 2 )

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G01N 19/02  
G01L 5/00