

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5456433号
(P5456433)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 G 19/03 (2006.01)

G O 1 G 19/03

G O 1 G 23/01 (2006.01)

G O 1 G 23/01

A

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-242502 (P2009-242502)
 (22) 出願日 平成21年10月21日(2009.10.21)
 (65) 公開番号 特開2011-89835 (P2011-89835A)
 (43) 公開日 平成23年5月6日(2011.5.6)
 審査請求日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(73) 特許権者 000208444
 大和製衡株式会社
 兵庫県明石市茶園場町5番22号
 (74) 代理人 100090310
 弁理士 木村 正俊
 (72) 発明者 孝橋 徹
 兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製
 衡株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 恭将
 兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製
 衡株式会社内
 審査官 三笠 雄司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輪または車軸の重量測定システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の進行方向に前記車両のタイヤの接地面の長さよりも長い寸法を有する第1の計量台を有し、前記タイヤの接地面が道路面と非接触状態において前記車両の車輪または車軸重量を測定する第1の計量器と、

前記車両の進行方向に前記車両のタイヤの接地面の長さよりも短い寸法の第2の計量台を有し、前記タイヤの接地面が前記道路面と接触状態において前記車両の車軸または車輪重量を測定する少なくとも1台の第2の計量器とを、

第1及び第2の計量台が前記車両の進行方向に沿って配列され、その配列は、前記タイヤが第1及び第2の計量台に同時に乗ることがない距離をあけてなされ、

前記車両が第1及び第2の計量器の計量台を複数回に亘って通過時の第2の計量器の複数の重量測定値と第1の計量器の複数の重量測定値との比較結果に基づいて補正值を求め、この補正值によって第2の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する誤差補正手段を備えた

車輪・車軸重量測定システム。

【請求項 2】

請求項1記載の車輪・車軸重量測定システムにおいて、前記誤差補正手段は、前記車両が第1及び第2の計量台を複数回に亘って通過時に得られる最新の複数の第1及び第2の計量器の重量測定値の比較結果に基づいて前記補正值を求め、自動的に第2の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する

車輪・車軸重量測定システム。

【請求項 3】

請求項 2 記載の車輪・車軸重量測定システムにおいて、前記誤差補正手段は、前記車両の速度に基づいても、第 2 の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する車輪・車軸重量測定システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の車輪・車軸重量測定システムにおいて、前記誤差補正手段は、第 1 の計量器の重量測定値に第 1 の係数を乗算した値と前記車両の速度に第 2 の係数を乗算した値との加算値によって誤差推定値を算出し、第 1 及び第 2 の係数は、前記車両の速度と、第 1 の計量器の重量測定値と、第 1 及び第 2 の計量器の重量測定値の差とから、算出する車輪・車軸重量測定システム。

10

【請求項 5】

請求項 2 記載の車輪・車軸重量測定システムにおいて、前記誤差補正手段は、前記車両の速度及び前記車軸若しくは車輪重量に基づいて、第 2 の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する車輪・車軸重量測定システム。

【請求項 6】

車両の進行方向に前記車両のタイヤの接地面の長さよりも長い寸法を有する第 1 の計量台を有し、前記タイヤの接地面が道路面と非接触状態において前記車両の車輪または車軸重量を測定する第 1 の計量器と、

前記車両の進行方向に前記車両のタイヤの接地面の長さよりも短い寸法の第 2 の計量台を有し、前記タイヤの接地面が前記道路面と接触状態において前記車両の車軸または車軸重量を測定する少なくとも 1 台の第 2 の計量器とを、

20

第 1 及び第 2 の計量台が前記車両の進行方向に沿って配列され、その配列は、前記タイヤが第 1 及び第 2 の計量台に同時に乗ることがない距離をあけてなされ、

前記車両の速度及び第 1 若しくは第 2 の計量器の重量測定値が予め定めたランクのいずれに該当するか判断し、該当するランクに相当する誤差推定値に基づいて第 2 の計量器の重量測定値を補正することによって、第 2 の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する誤差補正手段を有し、前記誤差推定値は、前記車両が第 1 及び第 2 の計量台を通過するごとに、そのときの速度と第 1 及び第 2 の計量器の重量測定値とが属するランクにおいて第 1 及び第 2 の計量器の重量測定値を累積した累積値の平均値の差である車輪・車軸重量測定システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の車輪または車軸の重量測定システムに関し、特に走行している車両の車輪または車軸の重量を測定するものに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、走行している車両の車輪の重量または車軸重量を測定するシステムとしては、特許文献 1、2 に開示されているようなものがある。

40

【0003】

特許文献 1 の技術では、道路面と同じ高さに計量台が配置され、この計量台の車両通過方向の長さが、車輪タイヤの接地面長さよりも長く、車両の軸間距離よりも短く設定されている。計量台の各隅にそれぞれロードセルが設置されている。特許文献 2 の技術では、道路面と同じ高さに計量台が設置され、この計量台の車両通過方向の長さが、車輪タイヤの接地面長さよりも短く設定されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特公昭 53-23099 号公報

50

【特許文献2】特開昭63-286724号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の技術によれば、車両が停止状態、または停止に極めて近い状態では、極めて正確な重量測定が可能であるが、大型な計量台を使用したり、多数のロードセルを使用したりしなければならず、コストが高くなる。その上、高速で計量台上を車両が通過する場合には、道路面の凹凸や車両のサスペンションによるバネに起因する振動ノイズを受けて、正確な重量測定が行えない。

【0006】

10

特許文献2の技術によれば、構造が簡単であり、コストを低減させることができるが、計量台上を車両が通過する際に速度が変化した場合、計量台上に車両が停止しているのに近い状態にある場合には、正確に重量を測定できない。しかも、計量台の車両進行方向の幅が車両のタイヤの接地面の幅よりも短いので、タイヤの接地面が計量台上だけでなく、道路面にも接触しており、特許文献1の技術と同様に振動ノイズの影響を受ける。

【0007】

本願出願人は、上記のような問題を解決するために、特許文献1に開示されている技術と特許文献2に開示されている技術とを利用して、特許文献1に開示されている計量台を1台設け、特許文献2に開示されている計量台を道路面に車両の進行方向に複数台設置し、車両速度が低速時には、特許文献1の計量台による測定値のみを採用し、車両の速度が

20

【0008】

しかし、特許文献2の技術では、タイヤの荷重は計量台と道路面とに分割して重量測定されるので、計量台の近傍の道路面が摩耗し、計量台の上面が道路面よりも高くなると、計量台上面と道路面とが一致している場合に比べ、計量台上面にかかる荷重が大きくなり、重量測定値が大きめに現れる。逆に、計量台上の近傍の道路面上に土砂が堆積して、計量台の上面が道路面よりも低くなると、計量台にかかる荷重が小さくなり、測定値が小さめに現れる。

【0009】

30

また、タイヤが道路面から計量台の上面に乗り移る過程を含んで重量測定するので、タイヤが計量台上面に乗り移る過程でタイヤ接地面が計量台に連続的に衝突し、連続的に発生する衝撃荷重が重量測定値に加わり、重量を正確に測定できない。特に、計量台上面と道路面とが一致していない場合には、衝撃荷重が大きくなり、益々重量を正確に測定できなくなる。

【0010】

また、計量台上面と道路面との高低差は、計量台の設置後、時間の経過につれて変化し、重量測定値が大きめに現れたり、小さめに現れたりする状態は経時的に変化するし、衝撃荷重による誤差も経時的に変化する。

【0011】

40

これらの問題は、上記提案した技術においても改善されていない。

【0012】

本発明は、車両の走行中に車輪や車軸の重量を測定する車輪または車軸重量測定システムにおいて、計量台と道路面との高低差に基づいて生じ、経時的に変化する誤差を除去することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様の車輪・車軸重量測定システムは、第1の計量器を有している。第1の計量器は、車両の進行方向に前記車両のタイヤの接地面の長さよりも長い寸法を有する第1の計量台を有し、前記タイヤの接地面が道路面と非接触状態において前記車両の車輪ま

50

たは車軸重量を測定する。少なくとも1台の第2の計量器が、前記車両の進行方向に前記車両の接地面の長さよりも短い寸法の第2の計量台を有し、前記タイヤの接地面が前記道路路面と接触状態において前記車両の車軸または車軸重量を測定する。第1及び第2の計量台は、道路路面とほぼ同一面上に設置されるが、第2の計量台は経時的に道路路面との間に高低差を生じる可能性があるものである。第1及び第2の計量台が前記車両の進行方向に沿って配列され、その配列は、前記タイヤが第1及び第2の計量台に同時に乗ることがない距離をあけてなされている。誤差補正手段は、前記車両が第1及び第2の計量台を複数回に亘って通過時の第2の計量器の複数回の重量測定値と第1の計量器の複数回の重量測定値との比較結果に基づいて補正值を求め、この補正值によって第2の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正する。比較結果としては、例えば、両者の差を求める場合や両者の比率を求める場合がある。

10

【0014】

前記誤差補正手段は、前記車両が第1及び第2の計量台を複数回に亘って通過時に得られる複数回の最新の第1及び第2の計量器の重量測定値の比較結果に基づいて補正值を求め、この補正值によって自動的に第2の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正するものとすることができる。

【0015】

更に、前記誤差補正手段は、前記車両の速度に基づいても、第2の計量器の重量測定値に固有の誤差を補正するものとする。

【0016】

20

更に、前記誤差補正手段は、第1の計量器の重量測定値に第1の係数を乗算した値と前記車両の速度に第2の係数を乗算した値との加算値によって補正值を算出し、第1及び第2の係数は、前記車両の速度と、第1の計量器の重量測定値と、第1及び第2の計量器の重量測定値の差とから、算出するものとすることができる。

【0017】

また、前記誤差補正手段は、前記車両の速度及び前記車軸若しくは車輪重量に基づいて、第2の計量器の重量測定値に特有の誤差を補正するものとすることができる。

【0018】

本発明の他の態様の車輪または車軸の重量測定システムは、上記の態様と同様に第1及び第2の計量器を有し、上記と同様に第1及び第2の計量台が配列され、更に、誤差補正手段は、前記車両の速度及び第1若しくは第2の計量器の重量測定値が予め定めたランクのいずれに該当するか判断し、該当するランクに相当する補正值に基づいて第2の計量器の重量測定値を補正する。前記補正值は、前記車両が第1及び第2の計量台を通過するごとに、そのときの速度と第1及び第2の計量器の重量測定値とが属するランクにおいて第1及び第2の計量器の重量測定値を累積した累積値の平均値の差である。

30

【発明の効果】

【0019】

以上のように、本発明によれば、長期にわたって使用された結果、本システムの計量台近傍の道路路面変化が生じて、その影響を大きく受ける第2の計量器の重量測定値を、車輪が全て第1の計量台上に乗っている状態で重量測定が行われ、道路路面の変化の影響を受けない第1の計量器の重量測定値によって補正しているので、第2の計量器の重量測定値の誤差を自動的に補正することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の1実施形態の車輪・車軸重量測定システムのブロック図である。

【図2】図1の車輪・車軸重量測定システムの計量器上をタイヤが通過するに連れての各計量器の出力信号の変化を示す図である。

【図3】図1の車輪・車軸重量測定システムの第2の計量器の構成を示す正面図、平面図、側面図及び第2の計量器にタイヤが乗った状態の正面図である。

【図4】図1の車輪・車軸重量測定システムの第2の計量器での計量原理の説明図である

50

。

【図5】図1の車輪・車軸重量測定システムのフローチャートの一部を示す図である。

【図6】図5のフローチャートに続くフローチャートを示す図である。

【図7】図6のフローチャートに続くフローチャートを示す図である。

【図8】図7のフローチャートに続くフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の1実施形態の車輪・車軸重量測定システムでは、図1に示すように、道路面2上を図示していない車両が矢印方向に走行することを前提とする。この道路面2に、第1の計量器4が設置されている。この計量器4は、図2(a)に示すように計量台6を有し、この計量台6の下面の車両の乗り込み側を複数台、例えば2台の第1の重量値測定手段、例えばロードセル8aが支持し、計量台6の下面の車両の降り口側を、複数台、例えば2台の第1の重量値測定手段、例えばロードセル8bが支持している。この計量台6は、車両の同一の軸に取り付けられている2つの車輪の重量をそれぞれ個別に測定するために、道路面2の幅方向に2台設けられている。なお、第1の計量器4によって車両の1軸に取り付けられている2つの車輪の重量、即ち、車軸の重量を同時に測定する場合には、道路面2の幅方向の2つの車輪が同時に載る幅寸法を持つ1台の計量台6を使用する。これら計量台6は、図2(a)に示すように車両のタイヤ9の道路面2へ接地面における車両進行方向の長さL'よりも大きな長さ寸法Lを車両の進行方向に有している。

【0022】

ロードセル8a、8bの出力信号は、増幅器10によって増幅され、A/D変換部12によってデジタル変換され、処理手段、例えば演算回路14に供給される。演算回路14は、例えばCPU、メモリ、入出力回路等から構成されている。

【0023】

第1の計量器4から車両の進行方向に離れた道路面2には、複数、例えば2台の第2の計量器16、18が間隔をおいて設けられている。第2の計量器16、18は、同一構造のものであり、第2の計量器16についてのみ説明する。第2の計量器16は、図3(b)に示すように車両の進行方向の長さがL2以下で、道路面2の幅方向の長さが同図(c)に示すようにL2'の起歪体20からなる複数台、例えば4台の第2の重量値測定手段、例えばロードセル22a、22b、22c、22dを道路面2の幅方向に4台並べ、これらロードセル22a乃至22d上に、車両の進行方向に沿う長さがL2の計量台24を配置したものである。L2は、タイヤ9の接地面の車両進行方向の長さL'よりも短く設定されている。そのため、タイヤ9の接地面が計量台24上に乗り込んだ状態であっても、タイヤ9の全荷重は、或る比率で道路面2と計量台24とに分割して負荷される。

【0024】

なお、第1の計量器4と第2の計量器16とに跨ってタイヤ9が存在しないように、両者の間隔は設定されているし、第2の計量器16、18間に跨ってタイヤ9が存在しないように、両者の間隔が設定されている。また、計量台6、24の上面は、道路面と一致するように設置されている。但し、車両が頻繁に通過することにより、計量台6、24の近傍の道路面が摩耗した結果、計量台6、24の上面が道路面よりも高くなったり、土砂等が計量台6、24の近傍の道路面に堆積して、道路面の方が計量台6、25の上面よりも高くなったりすることがある。

【0025】

車両の1つの軸に設けられている2つの車輪の重量を個別に測定する場合には、1つの車輪用にロードセル22a、22bの出力を合成し、他の1つの車輪用にロードセル22c、22dの出力を合成する。2つの車輪の重量を同時に測定する場合には、ロードセル22a乃至22dの出力を全て合成する。これらロードセル22a乃至22dの出力信号は、増幅器10によって増幅され、A/D変換部12によってデジタル変換され、演算回路14に供給される。

【0026】

10

20

30

40

50

演算回路 14 において行う第 1 の計量器 4 の出力信号の処理について図 2 (a)、(b) を参照して説明する。図 2 の荷重信号は、タイヤ中心位置の移動に対応するロードセル 8 a、8 b の出力信号とする。なお、以下の説明は、1 つの車輪の重量を測定する場合であるが、以下の説明を基に、1 つの軸に設けられている 2 つの車輪の重量 (軸重) を測定することは、当業者には自明である。第 1 の計量器 4 では、動的重量測定モードと、静的重量測定モードとの 2 つのモードで測定可能である。

【0027】

これら両モードで測定するために、計量台 6 上にタイヤ 9 が完全に乗り込み、タイヤ 9 の接地面と道路面 2 との接触が無くなった直後の位置 p 1 と、計量台 6 上に乗り込んだタイヤ 9 が計量台 6 上を前進して、これよりも進行すると道路面 2 と接触する位置 p 2 とを、ロードセル 8 a、8 b の出力信号上で定める。位置 p 1、p 2 間の距離を L 11 とすると、タイヤ 9 が計量台 6 上の L 11 区間に滞在する時間を長くでき、次に計量台 6 に進んでくるタイヤの接地面が計量台 6 に触れる前に、L 11 からタイヤ 9 が離れるように計量台 6 の長さ L 1 と、位置 p 1、p 2 が設定されている。

【0028】

位置 p 1、p 2 はロードセル 8 a、8 b の出力信号の比率と予め定めた一定値との間に定めた条件が成立する位置として定義されている。すなわち、ロードセル 8 a の出力信号を w 1、ロードセル 8 b の出力信号を w 2 とし、これらは時間間隔 T で同じタイミングでサンプリングされ、サンプリング重量測定値として w 1 (k)、w 2 (k) を得るものとする。比率 R w は w 1 (k) / w 2 (k) によって求められる。そして、位置 p 1 にあるときの w 1 (k) を w 11 (k)、同 w 2 (k) を w 21 (k) とし、上記予め定めた値を w 11 (k) / w 21 (k) = f 1 とし、比率 R w が f 1 より大きくなり、次に f 1 より減少したとき、位置 p 1 に到達したと決定する。

【0029】

同様に、位置 p 2 における w 1 (k) を w 12 (k)、w 2 (k) を w 22 (k) とし、w 22 (k) / w 12 (k) = f 2 とし、位置 p 1 が決定された後、R w が f 2 より大きくなった時点と到達した時点とする。

【0030】

このように w 1 (k)、w 2 (k) の比率によって位置 p 1、p 2 を定義すれば、これらの位置は、車輪重量の大きさに影響を受けない。

【0031】

位置 p 1 乃至 p 2 間における w 1 (k)、w 2 (k) を求めることによって、タイヤ 9 のサンプリング重量値 w i は、

$$w_i = w_1(k) + w_2(k)$$

によって求められ、位置 p 1 乃至 p 2 間のサンプリング重量値の個数を N とすると、タイヤ 9 の重量測定値 W 1 は

$$W_1 = \sum w_i / N$$

によって求められる。このようにして W 1 を求めることを動的重量測定モードという。

【0032】

また、上記の動的重量測定モードは、車両が円滑に計量台 6 上を通過することを前提としている。しかし、タイヤ 9 が計量台 6 上にある状態で車両が停止したり、極めて低速でタイヤ 9 が計量台 6 上を通過したりするように車両が走行することがある。また、サンプリング時間間隔 T は、w 1 (k)、w 2 (k) に重畳されたノイズを減衰させたり、R w を感度よく正確に測定するために、数 m 秒の短い時間間隔で設定することが多い。そのため、上述したような場合、 $\sum w_i$ は極めて大きい値になる。そこで、位置 p 1 が検出された時点から計時するために、カウンタ動作を開始させ、サンプリング時間間隔 T ごとにインクリメントするタイマ T 1 を設け、このタイマのカウント値 T s が予め定めた N m 以上になったとき、w i の累積を中止し、重量測定値 W 1 s とし、

$$W_{1s} = \sum W_i / N_m$$

によって求める。このようにして W 1 s を求めることを静的重量測定モードという。

【0033】

なお、Nmは、w1(k)、w2(k)に低周波ノイズ信号が重畳されていても、上述のように平均化することによって十分に減衰させることができる値に設定してある。

【0034】

上記の説明から明らかなように、第1の計量器4での重量測定モードは、車両の走行速度状態に応じて、自動的に切り換えられる。

【0035】

演算回路14において行う第2の計量器16、18の出力信号の処理について説明する。以下の説明は、1つの車輪の重量を測定する場合であるが、以下の説明を基に1つの軸に設けられている2つの車輪の重量(軸重)を測定することは、当業者には自明である。

【0036】

図4(a)は、タイヤ9の接地面を表しており、タイヤ9の接地幅をAi、タイヤ9がサンプリング時間間隔Tごとに移動する距離をDi、タイヤ9の単位面積当たりの荷重をP、接地面積をSとすると、タイヤ9の接地面の全荷重Wは、

$$W = P * S = P * \Sigma (A_i * D_i)$$

である。サンプリング時間間隔Tごとにタイヤ9が移動する距離Diは、車速がVであるとする、図4(a)において

$$D_i = V * T$$

である。タイヤ9の接地長さL'は、第2の計量器16、18の計量台の長さL2よりも長いので、上述したように、タイヤ接地面全体の荷重はL2部と道路面2とに分割負荷され、タイヤ9の接地面全体の荷重Wに対して、第2の計量器16、18の計量台の長さL2の部分が荷重を受けるとすると、第2の計量器16、18がタイヤ9から受ける荷重の測定値、すなわち第2の計量器16、18の出力信号をサンプリングした重量測定値Wiは、図4(b)より、

$$W_i = P * A_i * L_2$$

で表される。これを変形すると、

$$P * A_i = W_i / L_2$$

となり、上記タイヤ接地面の全荷重Wの式、移動距離Diの式、P*Aiの式から、タイヤ9の重量であるタイヤ接地面の全荷重Wは、

$$W = P * S = P * \Sigma (A_i * D_i) = \Sigma (P * A_i * D_i) = \Sigma (P * A_i * V * T) = \Sigma [(W_i * V * T) / L_2] = (V * T / L_2) \Sigma W_i$$

の式で、求められる。第2の計量器16、18の出力信号をw3とし、この出力信号を時間間隔Tごとにサンプリングした重量測定値をw3(k)とすると、

$$W_2 = (V * T / L_2) \Sigma w_3(k)$$

と表される。この測定は、車両が一定の速度Vで進行しているときのみタイヤ9の重量を正確に測定可能であり、このようにしてW2を求めることを第2の計量器における動的重量測定モードという。

【0037】

上記のようにして、W2を演算するには、ΣW3(k)の開始タイミング(図2(b))に示す位置p3、p4)を決定する必要がある。p3、p4は、第2の計量器16、18の出力信号w3(k)に対して荷重負荷の方向に予め境界重量Wfを定め、位置p2を決定後に、w3(k)がwfを超えた時点をp3とし、位置p3を決定後であって、w3(k)が零点に戻った後、初めてw3(k)がwfを超えた時点をp4とする。

【0038】

第2の計量器16、18上にタイヤ9が存在する状態で車両が停止したり、極めて低速でタイヤが計量台上を通過したりするように車両が進行すると、Σw3(k)の値が膨大になる。そこで、タイマカウンタT4、T5を設け、p3点またはp4点を検出したときからサンプリング時間間隔TごとにT4、T5にカウントさせ、カウント値が予め定めた値Nm1、Nm2を超えると、重量測定値の加算を停止させ、第2の計量器16、18での動的重量測定を停止させる。

【0039】

第2の計量器16、18での動的重量測定には、第2の計量器16、18を通過する車両の速度が必要である。また、後述するように、第1の計量器4での測定と第2の計量器16、18での測定とを切り換えるために、第2の計量器16、18を車両が通過する速度を使用する。そのために、演算回路14では、これらの速度測定が行われている。

【0040】

まず、第1の計量器4上を通過する速度Vの検出について述べる。第1の計量器4において、ロードセル8a、8bが計量台6を支持している点を、図2(a)に示すようにqa、qb点とし、点qa、qb間の距離をAとすると、ロードセル8aの出力信号上の位置p1に対応する位置q1とqa点との距離A1は、点qa、qbでのロードセル8a、8bの出力信号がピークであり、かつ等しいと近似した上で、上述したf1を利用することによって、近似的に

$$A1 = (1/f1) * A$$

によって求められる。同様にしてロードセル8bの出力信号上の位置p2に対応する位置q2とqb点との距離もf2とAとによって近似的に求められる。従って、ロードセル8a、8b間の距離Aと、f1、f2を演算回路14に設定することによって、図2(b)に示すL11(位置p1、p2の距離)を自動的に算出する。そして、位置p1からタイマカウンタT1でのカウントを開始し、位置p2でカウントを停止して、カウント値C1が得られると、車速Vは、

$$V = L11 / C1$$

によって算出される。

【0041】

第2の計量器18上を通過する速度V3の検出について述べる。速度V3として、第1の計量器4の計量台6の中央q0から第2の計量器16の入力端q3までを車両が通過する速度を使用する。第2の計量器16の計量台上にタイヤ9が載る直前に速度が急速に変化する可能性は少ないからである。q0点にタイヤ9が到達したとき、ロードセル8a、8bの出力信号w1(k)とw2(k)とは等しくなる。そこで、w1(k) ≤ w2(k)が初めて成立した時点をq0点とする。また、第2の計量器16の入力端q3にタイヤ9が到達した時点は、位置p3とほぼ一致する。そこで、位置p0からタイマカウンタT3でカウントを開始し、上述した位置p3に到達したときのカウント値C3と、予め設定しておいたq0、q3間の距離L31とを用いて、V3を

$$V3 = L31 / (C3 * T)$$

として検出する。Tは上述したサンプリング時間間隔である。

【0042】

第2の計量器18上を通過する速度V4の検出について述べる。タイマカウンタT3において、位置P4が検出されるまでカウントを継続する。そして、予め設定しておいたq3、q4間の距離L41とし、位置P4でのカウント値をC4とすると、V4は、

$$V4 = L41 / [(C4 - C3) * T]$$

によって検出できる。

【0043】

第1の計量器4に対して車両が停止またはそれに近い状態になることや、遅い場合や、速い場合がある。

【0044】

車両が停止またはそれに近い状態では、車両の速度を検出するよりも車両が第1の計量台6上に滞在する時間を検出するようにし、滞在時間が上述したNm*Tを超える場合には、上述した静的重量測定モードによる重量測定値W1sを車輪重量測定値とする。静的重量測定モードでの重量測定値W1sは、車両がほぼ停止状態であって、基本的に第1及び第2のロードセル8a、8bの出力信号に含まれる各種ノイズ信号の振幅は小さい上に、ノイズ信号があっても、十分に長いサンプリング測定時間(Nm*T)によってノイズ信号を平滑することができるので、第2の計量器16、18による重量測定値を使用する

必要がない。

【0045】

第1の計量器4に対して車両の速度が遅い場合、車両が走行状態であっても、低速であれば、第1の計量器4では、タイヤ9が道路面2に非接触の状態である程度の長さの重量測定時間がとれるので、良好な重量測定値W1を得ることができる。また測定中に変速しても、1回のサンプリング重量測定値がタイヤ9の荷重を表すので、測定原理上誤差を生じない。

【0046】

また、第1の計量器4に対して車両の速度が速い場合、第1の計量器4のロードセル8a、8bの出力信号には、車両のバネによる低周波ノイズ信号などによる誤差成分や衝撃荷重によるランダム成分があるが、上述したように車両の速度が速い場合には、測定時間（位置p1からp2を通過する時間）が短くなって、サンプリング数が少なくなるので、ノイズ平滑処理能力が低くなる。従って、第1の計量器4の重量測定値のみを使用すると、誤差が大きくなるので、第1の計量器4の重量測定値に加えて、第2の計量器16、18の重量測定値W2、W3も使用して、重量測定値を得る。

【0047】

車両の速度が速くなると、次第にランダムノイズや振動ノイズの振幅が大きくなり、車両の速度が遅い場合に第1の計量器4が持っている高精度という特徴が失われるので、第1及び第2の計量器4、16、18に基づいて重量測定を、この実施形態では行っている。

【0048】

第1及び第2の計量器4、16、18の重量測定値を使用する場合、各重量測定値の平均値を求めることによって、誤差を相殺することができる。また、低周波ノイズ信号については、計量器の台数が多いほど、周期ノイズ信号の種々の位相点における正負振幅を加算することができるので、ノイズ信号の減衰を大きくできる。ランダムノイズ信号についても、第2の計量器の台数が多いほど、その標準偏差を小さくすることができる。

【0049】

この第1の計量器4の重量測定値のみを使用するか、第1及び第2の計量器4、16、18の重量測定値を使用するかを決定するために、上記のように求めた車両の速度Vが、予め定めた速度v1よりも速いか遅いかを判定する。

【0050】

なお、第1及び第2の計量器4、16、18の重量測定値を用いて、車輪重量等を測定すると、ランダムノイズを大きく低減することができる。すなわち、第1及び第2の計量器4、16、18の重量測定値をW1、W2、W3とすると、これらはいずれも同一車輪に対する重量測定値であるので、重量測定値W1、W2、W3にそれぞれ標準偏差σ1、σ2、σ3の互いに独立なランダムノイズが重畳していた場合、車輪の重量測定値Wtを、

$$W_t = (W_1 + W_2 + W_3) / 3$$

によって平均値を求めることによって得ると、Wtとしての標準偏差σは、

$$\sigma = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2)^{1/2} / 3$$

となるので、仮にσ1、σ2、σ3が全てσ1に等しいとすると、

$$\sigma = \sigma_1 / 3^{1/2}$$

となり、ランダムノイズの減衰に効果をもたらす。従って、第2の計量器の台数が多いほど、ランダムノイズの減衰を大きくすることができる。

【0051】

この車輪・車軸重量測定システムでの動作を表にして表すと表1のようになる。

【0052】

【表 1】

計量器の通過時間 または通過速度	計量器の重量測定モード				車輪・車軸重量 算出モード
	第1の計量器 4		第2の計量器16、18		
	測定モード	測定値	測定モード	測定値	
$T_s \geq Nm * T$	静的重量 測定モード	$W1s$	動的重量 測定モード	不使用	$W=W1s$
	動的重量 測定モード	$W1$	動的重量 測定モード	不使用	$W=W1$
$T_s < Nm * T$ & $V < v1$ $V \geq v1$	動的重量 測定モード	$W1$	動的重量 測定モード	$W2, W3$	$W = (W1 + W2 + W3) / 3$

【0053】

第1の計量器4の通過速度が $v1$ よりも大きい場合、様々な重量を持つ車輪または車軸が第1及び第2の計量器4、16、18上を通過したとしても、そして第1及び第2の計量器4、16、18の各重量測定値 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ それぞれに振動ノイズが含まれていても、 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ を加算して平均値 $(W1+W2+W3)/3$ を求めると、平均値では振動ノイズによるばらつきは殆ど相殺され、平均値に生じる誤差は、計量台上面と道路面との高低差が、第2の計量器6、18によって異なっていることに生じる誤差のみとなる。

【0054】

この誤差成分は、車軸または車輪の重量と車両の速度とに相関するので、稼働運転継続中に車速 V を上述したように測定すると共に、第1及び第2の計量器4、16、18での重量を測定し、演算回路14内のメモリ内のリストに、車速と予め定めた速度とでもって分類集計する。但し、第1及び第2の計量器4、16、18の重量測定値を分類集計する上で、リスト上の重量範囲を定める重量値としては、常に第1の計量器4の重量測定値を使用する。

【0055】

車速 V が v_1 未満の場合には、表 1 で示したのと同様に、第 1 の計量器 4 の重量測定で代表させ、車輪または車軸の重量とする。

【0056】

車速 V が、 p ($v_1 \leq V < v_2$)、 q ($v_2 \leq V < V_3$)、 r ($V \geq v_3$) のいずれの範囲に属するか分類する。各速度範囲 p 、 q 、 r において、第 1 の計量器 4 の測定重量値 W_1 に基づいて、 i ($W_1 < w_1$)、 j ($w_1 \leq W_1 < w_2$)、 k ($W_1 \geq w_2$) のいずれの範囲に属するか分類する。

【0057】

y を p 、 q 、 r のうち、測定された車速が属する範囲、 x を i 、 j 、 k のうち、測定された W_1 が属する範囲とすると、第 1 の計量器 4 の重量測定値 W_1 は、 $\Sigma W_1 \times y$ レジスタで累積され、第 2 の計量器 16 の重量測定値 W_2 は $\Sigma W_2 \times y$ レジスタで累積され、第 3 の計量器 18 の重量測定値 W_3 は $\Sigma W_3 \times y$ レジスタで累積され、車両の重量の測定回数をカウントする測定回数カウンタ $C \times y$ をインクリメントする。

10

【0058】

このように稼働運転時の第 1 の計量器 4、第 2 の計量器 16、18 の重量測定値と車両の速度 V とを得て、計量器 4 の重量測定値 W_1 を用いて i 、 j 、 k のいずれの重量範囲に属するか決定し、車両速度 V を用いて p 、 q 、 r のいずれの速度範囲に属するかを決定し、第 1 の計量器 4 の重量測定値 W_1 、第 2 の計量器 16 の重量測定値 W_2 、第 3 の計量器 18 の重量測定値 W_3 を、判定した重量範囲と速度範囲に対応する、 $\Sigma W_1 i p$ 乃至 $\Sigma W_3 r k$ レジスタのいずれかで累積し、対応する、測定カウンタ $C i p$ 乃至 $C k r$ のいずれかをインクリメントする。表 2 に、速度範囲 p 、 q 、 r と重量範囲 i 、 j 、 k と各レジスタ $\Sigma W_1 i p$ 乃至 $\Sigma W_3 k r$ と各測定カウンタ測定カウンタ $C i p$ 乃至 $C k r$ との関係を示す。

20

【0059】

【表 2】

速度範囲 y	$p (v1 \leq V < v2)$				$q (v2 \leq V < v3)$			$r (V \geq v3)$		
	$i (W1 < w1)$	$j (w1 \leq W1 < w2)$	$k (W1 \geq w2)$		i	j	k	i	j	k
重量範囲 x	$\Sigma W1ip$	$\Sigma W1jp$	$\Sigma W1kp$		$\Sigma W1iq$	$\Sigma W1jq$	$\Sigma W1kq$	$\Sigma W1ir$	$\Sigma W1jr$	$\Sigma W1kr$
計量器 4 の 積算値	$\Sigma W2ip$	$\Sigma W2jp$	$\Sigma W2kp$		$\Sigma W2iq$	$\Sigma W2jq$	$\Sigma W2kq$	$\Sigma W2ir$	$\Sigma W2jr$	$\Sigma W2kr$
計量器 16 の 積算値	$\Sigma W3ip$	$\Sigma W3jp$	$\Sigma W3kp$		$\Sigma W3iq$	$\Sigma W3jq$	$\Sigma W3kq$	$\Sigma W3ir$	$\Sigma W3jr$	$\Sigma W3kr$
計量器 18 の 積算値										
測定回数	Cip	Cjp	Ckp		Ciq	Cjq	Ckq	Cir	Cjr	Ckr

【0060】

平均値を求めると、重量測定値 $W1$ 乃至 $W3$ に含まれる振動ノイズが十分に小さい値にできる測定回数を N とすると、測定カウンタ Cip 乃至 Ckr のうち測定回数が N となったものが発生すると、その測定カウンタに対応する $\Sigma W1xy$ レジスタの累積値を $\Sigma W1xy$ とすると、 $\Sigma W1xy / N$ を求め、同様に $\Sigma W2xy / N$ 、 $\Sigma W3xy / N$ を求める。

10

20

30

40

50

【0061】

推定誤差 e_{2xy} 、 e_{3xy} を、

$$e_{2xy} = \Sigma W_{2xy} / N - \Sigma W_{1xy} / N$$

$$e_{3xy} = \Sigma W_{3xy} / N - \Sigma W_{1xy} / N$$

として求め、この推定誤差値とする。これらの値が定まると、測定カウンタ C_{xy} 、 ΣW_{1xy} 、 ΣW_{2xy} 、 ΣW_{3xy} レジスタの内容を 0 にリセットし、次の誤差検出に備える。

【0062】

求めた推定誤差 e_{2xy} 、 e_{3xy} は、表 3 に示す速度範囲別、重量範囲別の補正值用メモリリスト（これも演算回路 14 のメモリ内に構築される）に、以前のデータと置換されて、新たな補正值として記憶される。

【0063】

【表 3】

速度範囲y 重量範囲x 計量器16の 推定誤差e2xy 計量器18の 推定誤差e3xy	p			q			r		
	i	j	k	i	j	k	i	j	k
	e2ip	e2jp	e2kp	e2iq	e2jq	e2kq	e2ir	e2jr	e2kr
	e3ip	e3jp	e3kp	e3iq	e3jq	e3kq	e3ir	e3jr	e3kr

【0064】

次回の測定より、速度Vが速度範囲p乃至rのうち属するものであって、第1の計量器4の重量測定値W1が重量範囲i乃至kのうち属する重量範囲にある第2の計量器16、18の補正値をe2xy、e3xyを読み出して、第2の計量器16、18の補正重量値W2'、W3'を、

$$W2' = W2 - e2xy$$

$$W3' = W3 - e3xy$$

で算出し、W2、W3を、第1の計量器の重量測定値W1を元に補正し、この車軸・車輪重量測定システムの軸重または車輪重量Wtを、

$W_t = (W_1 + W_2' + W_3') / 3$
として算出する。

【0065】

このように、第1及び第2の計量器4、16、18の集計個数がNに到達するごとに、最新の補正値を求め、以後、この最新の補正値を用いて、車軸または車輪重量測定値を補正するので、徐々に第2の計量器16、18上の計量台24と道路面2との高低差が変化することによって、誤差の大きさが徐々に変化しても、最新のN個の重量測定値を使用して逐次推定誤差を更新させながら補正する。従って、車両の通行によって徐々に計量台24の上面と道路面2との高低差が変化しても、高低差の変化の影響を受けない第1の計量器4の重量測定値を用いて、高低差に起因する誤差の変化に追従して補正するので、常に高低差に基づく誤差の影響を受けない車輪・車軸測定システムとすることができる。

10

【0066】

図5乃至図8に、演算回路14が行う処理のフローチャートを示す。なお、以下の説明で使用する各種カウンタは当初リセットされている。まず、図5に示すように、ロードセル8a、8bの出力信号をデジタル化した $w_1(k)$ 、 $w_2(k)$ を基に位置p1にタイヤ9が到達したか判断する(ステップS2)。位置p1の求め方については上述したので説明を省略する。このステップS2の判断の答えがイエスになるまで、ステップS2を繰り返す。この判断の答えがイエスになると、タイマカウンタT1乃至T5をリセットし(ステップS3)、タイマカウンタT1とサンプリング数カウンタNとをそれぞれインクリメントする(ステップS4)。次に、 $w_1(k)$ 、 $w_2(k)$ を加算して W_i を求め(ス

20

【0067】

次に、位置p0をタイヤが通過したか上述したように $w_1(k)$ 、 $w_2(k)$ を用いて判定する(ステップS10)。この答えがイエスの場合、V3測定用のタイマカウンタT3をインクリメントする(ステップS12)。

【0068】

ステップS12に続いて、或いはステップS10の判断の答えがノーの場合、 $w_1(k)$ 、 $w_2(k)$ を基に位置p2にタイヤ9が到達したか判断する(ステップS14)。位置p2の求め方は上述したので説明は省略する。この判断の答えがノーの場合、タイマカウンタT1のカウント値が予め定めたNm以上であるか判断する(ステップS16)。こ

30

【0069】

ステップS16の答えがイエスの場合、位置p2にタイヤ9が到達する前に、タイマカウンタT1の値がNm以上となっているので、車両は停止しているかそれに近い状態であるので、静的重量測定モードとして累積カウンタ ΣW_i の累積値をNmで除算して測定値 W_{1s} を得て、1つの車輪の重量が得られ、この処理を終了する(ステップS18)。

【0070】

ステップS14の判断の答えがイエスになると、車両の速度Vを、そのときのタイマカウンタT1のカウント値T1と、サンプリング間隔Tと、上述したように予め設定してあるL11とを用いて算出し(ステップS20)、これを記憶する(ステップS21)。次に、ステップS14の判断の答えがイエスであることにより、第1の計量器4は動的重量測定モードであるので、累積カウンタ ΣW_i の累積値を、サンプリング数カウンタNのカウント値で除算して動的重量 W_1 を算出する(ステップS22)。

40

【0071】

次に、ステップS20で算出した速度Vが予め定めた速度 V_{h2} 以下であるか判断し(ステップS24)、この判断の答えがノーの場合、車両の速度は遅いと判断できるので、ステップS22で算出した W_1 をそのまま使用して車輪重量が算出され、この処理を終了する。ステップS24の判断の答えがイエスの場合、車両の速度は速いので、 W_1 のみでは車輪または車軸重量が算出できないので、 W_1 を記憶する(ステップS26)。

【0072】

50

図6に示すように、ステップS26に続いて、タイヤ9が位置p3に到達したか判断する（ステップS28）。この到達したか否かの判断手法は上述したので、説明は省略する。この判断の答えがイエスになるまでステップS28を繰り返し、答えがイエスになると、上述したように予め設定したL31とそのときのタイマカウンタT3のカウント値C3と、サンプリング間隔Tとを用いて、第2の計量器16に向かう車両の速度V2を測定する（ステップS30）。

【0073】

次に、第2の計量器16での重量測定を終了させるためのカウンタT4をインクリメントし（ステップS32）、ロードセル24a、24bの出力をデジタル化したw3（k）を累積カウンタΣW3で累積する（ステップS34）。そして、タイマカウンタT4のカ

10

【0074】

ステップS36の判断の答えがイエスになると、第2の計量器16での動的重量W2を、ステップS30で算出したV3、サンプリング間隔T、予め設定したL3、累積カウンタΣW3の累積値を用いて算出する（ステップS38）。ステップS38に示す式によってW2が算出できることについては上述したので、説明は省略する。算出されたW2を記憶する（ステップS39）。

【0075】

次に、タイヤ9が位置p4に到達したか判断する（ステップS40）。この判断手法は上述したので、説明は省略する。ステップS40の判断の答えがイエスになるまでステップS40を繰り返す。ステップS40の判断の答えがイエスになると、上述したようにカウントを継続していたタイマT1のそのときのカウント値C4と、先のカウント値C3と、サンプリング間隔Tと、予め設定したL41とを用いて、第2の計量器18に向かう車両の速度V4を算出する（ステップS42）。

20

【0076】

次に、第2の計量器18での重量測定を終了させるためのカウンタT5をインクリメントし（ステップS44）、第2の計量器18のロードセルの出力をデジタル化したw4（k）を累積カウンタΣW4で累積する（ステップS46）。そして、タイマカウンタT5のカウント値が予め定めた値Nm2以上であるか判断し（ステップS48）。この判断の

30

【0077】

ステップS48の判断の答えがイエスになると、第2の計量器18での動的重量W3dを、ステップS42で算出したV4、サンプリング間隔T、予め設定したL2、累積カウンタΣW4の累積値を用いて算出する（ステップS50）。ステップS50に示す式によってW3が算出できることについては上述したので、説明は省略する。算出されたW3を記憶する（ステップS51）。

【0078】

次に、図7に示すように、ステップS21で記憶した速度Vによって、予め定めた速度範囲p、q、rのいずれかを選択し、ステップS26で記憶した重量W1によって予め定

40

【0079】

表2の第1の計量器4の累積レジスタΣW1xy、第2の計量器16用の累積レジスタΣW2xy、第2の計量器18用の累積レジスタΣW3xyに、ステップS26で記憶した重量W1、ステップS39で記憶した重量W2、ステップS51で記憶した重量W3を、それぞれ加算する（ステップS54）。そして、測定回数カウンタCxyをインクリメントする（ステップS56）。

【0080】

次に、図8に示すように、重量範囲x、速度範囲yによって、表3の補正值用メモリリ

50

ストから、第2の計量器16、18用の推定誤差値 e_{2xy} 、 e_{3xy} を選択する（ステップS58）。読み出した推定誤差値 e_{2xy} 、 e_{3xy} を用いて、以下の式に従って第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 を補正重量 W_2' 、 W_3' に補正する（ステップS60）。

$$W_2' = W_2 - e_{2xy}$$

$$W_3' = W_3 - e_{3xy}$$

【0081】

第1の計量器4の重量 W_1 と、補正した第2の計量器16、18の補正重量 W_2' 、 W_3' を使用して、以下の式に従って、この車軸・車輪重量測定システムの重量測定値 W_t を算出する（ステップS62）。

$$W_t = (W_1 + W_2' + W_3') / 3$$

【0082】

そして、測定回数カウンタ C_{xy} の値が上述した N 以上であるか判断する（ステップS64）。この判断の答えがノーの場合、まだ新しい推定誤差値を得る回数まで、第1及び第2の計量器4、16、18の測定重量 W_1 、 W_2 、 W_3 が得られていないので、この処理を終了する。

【0083】

この判断の答えがイエスの場合、新しい推定誤差値を得るのに十分な個数の第1及び第2の計量器4、16、18の測定重量 W_1 、 W_2 、 W_3 が得られているので、 ΣW_{1xy} レジスタ、 ΣW_{2xy} レジスタ、 ΣW_{3xy} レジスタの積算値 ΣW_{1xy} 、 ΣW_{2xy} 、 ΣW_{3xy} を上記 N で除算して、第1及び第2の計量器4、16、18の重量 W_1 、 W_2 、 W_3 の平均値を算出する（ステップS64）。

【0084】

第2の計量器16の重量 W_2 の平均値 $\Sigma W_{2xy} / N$ と第1の計量器4の重量 W_1 の平均値 $\Sigma W_{1xy} / N$ との差 $(\Sigma W_{2xy} / N) - (\Sigma W_{1xy} / N)$ を第2の計量器16に推定誤差値 e_{2xy} とし、第2の計量器18の重量 W_3 の平均値 $\Sigma W_{3xy} / N$ と第1の計量器4の重量 W_1 の平均値 $\Sigma W_{1xy} / N$ との差 $(\Sigma W_{3xy} / N) - (\Sigma W_{1xy} / N)$ を第2の計量器18の推定誤差値 e_{3xy} とし、表3の内容を更新する（ステップS66）。そして、 W_{1xy} レジスタ、 ΣW_{2xy} レジスタ、 ΣW_{3xy} レジスタ、測定回数カウンタ C_{xy} をリセットし（ステップS68）。この処理を終了する。

【0085】

このようにして測定された重量 W_t は、図1に示す表示器40に表示される。また、上述した L_1 等のデータは操作部42をユーザが操作することによって演算回路14に設定される。

【0086】

このように、道路面2の高低差による誤差を含んでいる第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 を、道路面2の高低差による誤差の影響を受けない第1の計量器4の測定重量を用いて、補正している。しかも、道路面2の高低差は経時的に変化するが、その高低差の変化に追従して、補正に使用する推定誤差値 e_{2xy} 、 e_{3xy} を更新しているので、常に誤差の影響をこの車軸・車輪重量測定システムは、受けない。

【0087】

上記の実施形態では、第2の計量器16、18の測定重量の誤差が、重量及び速度の両方に同時に影響を受けるものとして、その誤差を補正したが、重量または速度の一方のみに関係するものとして補正を行うこともできる。

【0088】

また、第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 と第1の計量器4の測定重量との差に基づいて、第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 を補正したが、第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 と第1の計量器4の測定重量 W_1 との比率を算出し、この比率に基づいて第2の計量器16、18の測定重量 W_2 、 W_3 を補正することもできる。

【0089】

また、上記の実施形態では、速度範囲 p 、 q 、 r と重量範囲 i 、 j 、 k とで合計 9 組の推定誤差値 e_{2ip} 乃至 e_{3kr} を算出し、これらを使用して第 2 の計量器 16、18 の測定重量を補正したが、第 2 の計量器 16、18 の測定重量に対する推定誤差 E_2 、 E_3 を、第 1 の計量器 4 の測定重量 W_1 と車速 V との関数、例えば

$$E_2 = (\alpha_{21} * W_1 + \alpha_{22} * V)$$

$$E_3 = (\alpha_{31} * W_1 + \alpha_{32} * V)$$

によって算出するように構成することもできる。但し、 α_{21} 、 α_{31} が第 1 の係数、 α_{22} 、 α_{32} は第 2 の係数である。

【0090】

10

この場合、各係数 α_{21} 乃至 α_{32} は、速度範囲 p 、 q 、 r ごとに定め、しかも、道路面 2 の状況変化に応じて更新される。各係数 α_{21} 乃至 α_{32} は、次のようにして決定される。なお、以下の説明では、車速 V が速度範囲 p の場合について説明するが、他の速度範囲 q 、 r についても同様にして各係数 α_{21} 乃至 α_{32} が決定される。

【0091】

稼働運転時の車速 V が速度範囲 p に属する第 1 の計量器 4、第 2 の計量器 16、18 の測定重量をそれぞれ N 個収集する。 u (u は 1 から N) 番目の測定重量を W_{1u} 、 W_{2u} 、 W_{3u} とし、第 2 の計量器 16 の測定重量 W_{2u} と第 1 の計量器 4 の測定重量 W_{1u} との実測誤差 e_{2u} 、第 2 の計量器 18 の測定重量 W_{3u} と第 1 の計量器 4 の測定重量 W_{1u} との実測誤差 e_{3u} を、

20

$$e_{2u} = W_{2u} - W_{1u}$$

$$e_{3u} = W_{3u} - W_{1u}$$

によって、第 1 乃至第 2 の計量 4、16、18 の測定重量が得られるごとに算出する。

【0092】

第 2 の計量器 16 の実測誤差 e_{2u} と推定誤差 E_2 との偏差 d_{2u} 、第 2 の計量器 18 の実測誤差 e_{3u} と推定誤差 E_3 との偏差 d_{3u} を、そのときの車速を V_u として、

$$d_{2u} = e_{2u} - (\alpha_{21} * W_{1u} + \alpha_{22} * V_u)$$

$$d_{3u} = e_{3u} - (\alpha_{31} * W_{1u} + \alpha_{32} * V_u)$$

と置けば、 d_{2u} の二乗和を最小にする係数 α_{21} 、 α_{22} は、

$$\alpha_{12} = \{ \Sigma V_u^2 * \Sigma (W_{1u} * e_{2u}) - \Sigma (W_{1u} * V_u) * \Sigma (V_u * e_{2u}) \} / [\Sigma W_{1u}^2 * \Sigma V_u^2 - \{ \Sigma (W_{1u} * V_u) \}^2] \quad 30$$

$$\alpha_{22} = \{ \Sigma W_{1u}^2 * \Sigma (V_u * e_{2u}) - \Sigma (W_{1u} * V_u) * \Sigma (W_{1u} * e_{2u}) \} / [\Sigma W_{1u}^2 * \Sigma V_u^2 - \{ \Sigma (W_{1u} * V_u) \}^2]$$

で求められる。なお、 Σ は、1 から N までの累積を意味する。 α_{31} 、 α_{32} も同様にして算出される。

【0093】

このようにして求めた係数 α_{21} 乃至 α_{32} を適用した推定式で、推定誤差 E_2 、 E_3 を算出し、以後、第 2 の計量器 16、18 の測定重量 W_2 、 W_3 を推定誤差 E_2 、 E_3 によって補正する。この補正は、速度範囲 p における新たな測定重量 W_1 、 W_2 、 W_3 、車速 V がそれぞれ N 個収集されるまで行われ、 N 個収集されると、上述したのと同様にして新たな係数 α_{21} 乃至 α_{32} が算出され、以後、新たな係数 α_{21} 乃至 α_{32} による補正が行われる。以下、同様に繰り返される。

40

【0094】

演算回路 14 では、第 1 及び第 2 の計量器 4、16、18 の測定値 W_{1u} 、 W_{2u} 、 W_{3u} と車速 V とを検出すると、車速 V が予め定めた v_1 未満の場合には、上記の実施形態と同様に測定重量として W_{1u} を使用する。車速 V が v_1 以上の場合に N 個分のデータが収集された時点で α_{21} 、 α_{22} を算出するために、 ΣV_u^2 レジスタ、 ΣW_{1u}^2 レジスタ、 $\Sigma (W_{1u} * e_{2u})$ レジスタ、 $\Sigma (V_u * e_{2u})$ レジスタ、 $\Sigma (W_{1u} * V_u)$ レジスタが設けられている。これらは、車速範囲 p 、 q 、 r ごとに設けられている。そして、車速 V が速度範囲 p に属する場合には、そのときの測定重量 W_{1u} 、 W_{2u} 、 W_{3u}

50

が得られると、実測誤差 $e_{2u} (=W_{2u} - W_{1u})$ 、 $e_{3u} (=W_{3u} - W_{1u})$ 、 V_u^2 、 W_{1u}^2 、 $W_{1u} * e_{2u}$ 、 $V_u * e_{2u}$ 、 $W_{1u} * V_u$ を算出し、速度範囲p用の上記の各レジスタの対応するもので積算する。別途、速度範囲ごとに測定回数カウンタを設け、測定回数をカウントし、カウント値がNとなった速度範囲において、上述したようにして係数 α_{21} 、 α_{22} を算出し、次のN回の重量測定に使用する誤差推定式を算出し、この推定式で第2の計量器16の測定値を補正する。なお、説明を省略したが、同様に α_{231} 、 α_{32} が算出され、第2の計量器18の測定値の補正が行われる。

【0095】

上記のプログラムステップは、1つの車輪または車軸重量に対する測定処理の事例として述べたが、1つの車輪または車軸が第2の計量器18の重量区低地の補正を終了するまでに、複数個の車輪または車軸が第1の計量器4を通過する場合もある。このような場合には、位置P1の検出から重量測定値の補正を終了するまで、所定の複数個分の処理を図5乃至図8のステップに基づき並列に実施するように構成すればよい。

10

【0096】

以上述べたように、本発明によれば、第2の計量器16、18の測定重量と第1の計量器4の測定重量とを比較し、その結果得られた相違を補正するものである。

【0097】

上記の実施形態では、2台の第2の計量器16、18を使用したか、3台以上の第2の計量器を使用することもできるし、逆に1台の第2の計量器16のみを使用することもできる。

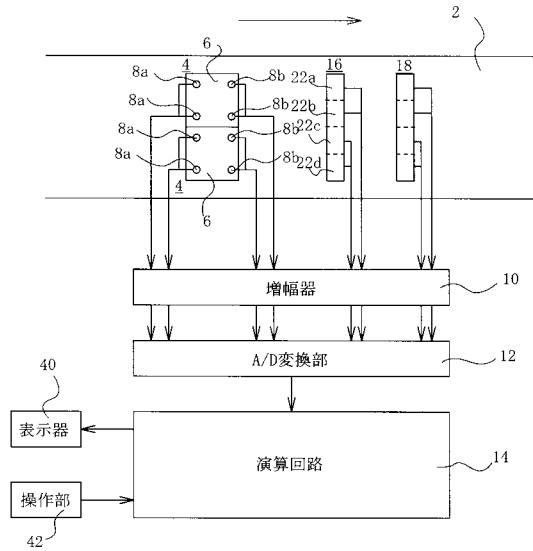
20

【符号の説明】

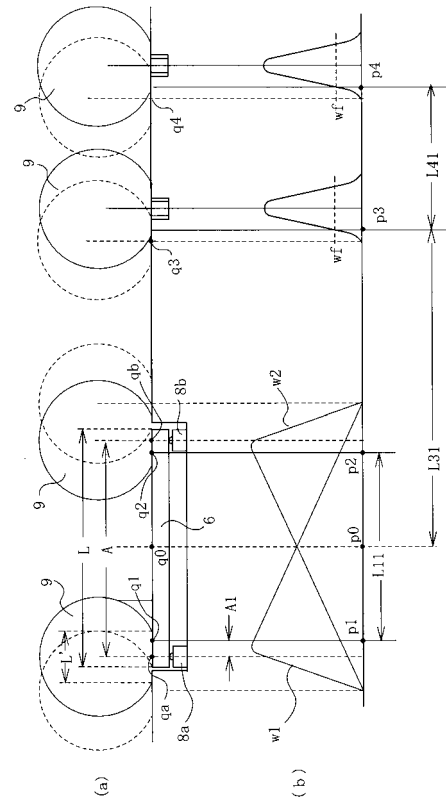
【0098】

- 2 道路面
- 4 第1の計量器
- 14 演算回路（補正手段）
- 16 18 第2の計量器

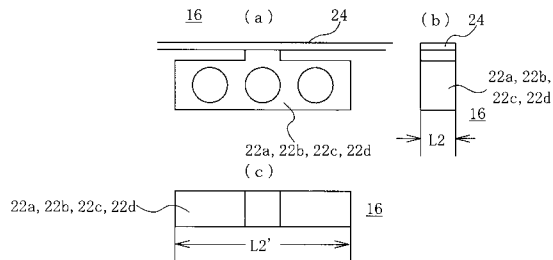
【図 1】



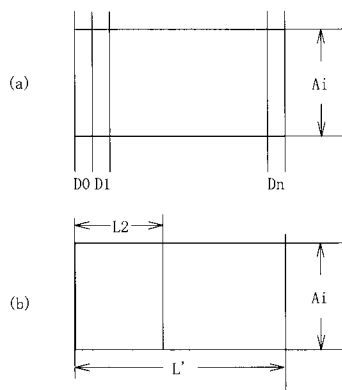
【図 2】



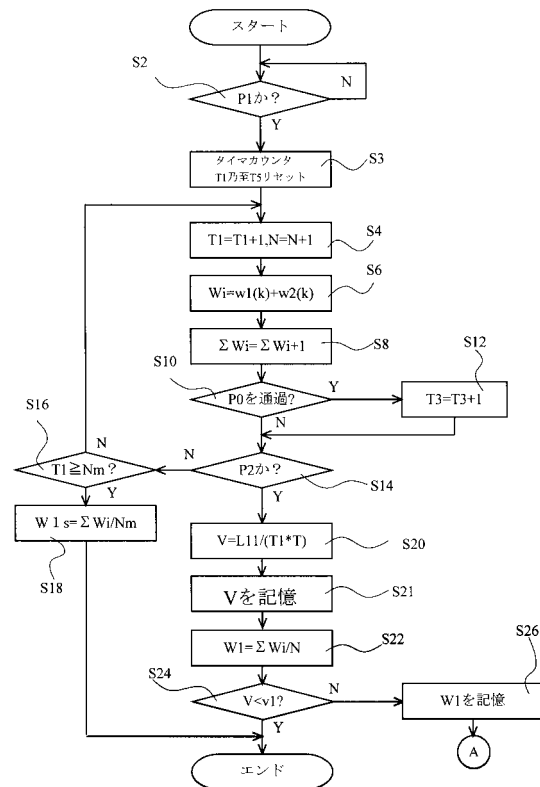
【図 3】



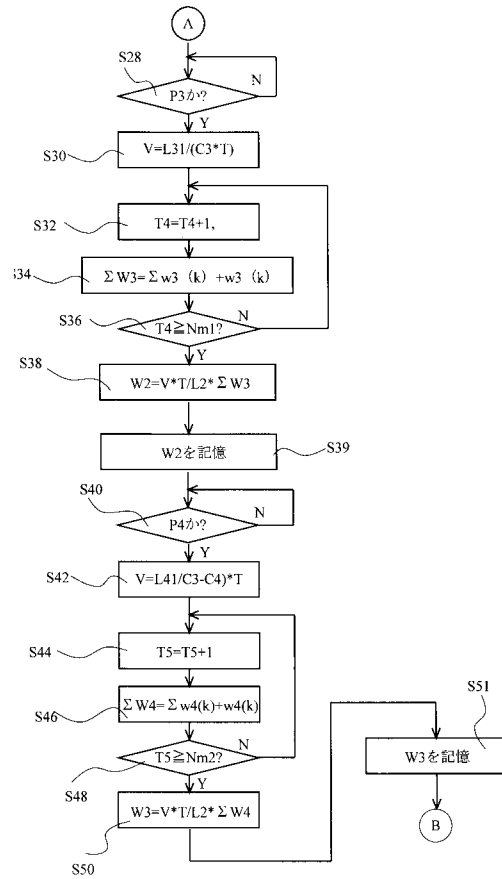
【図 4】



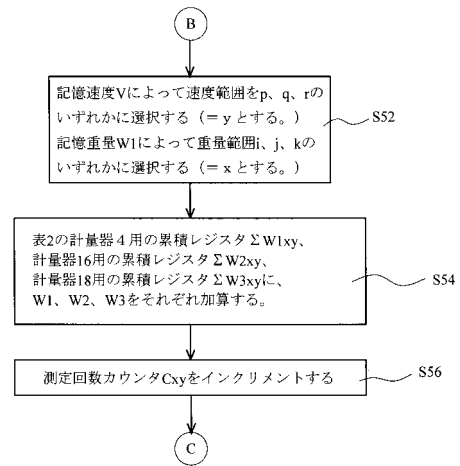
【図 5】



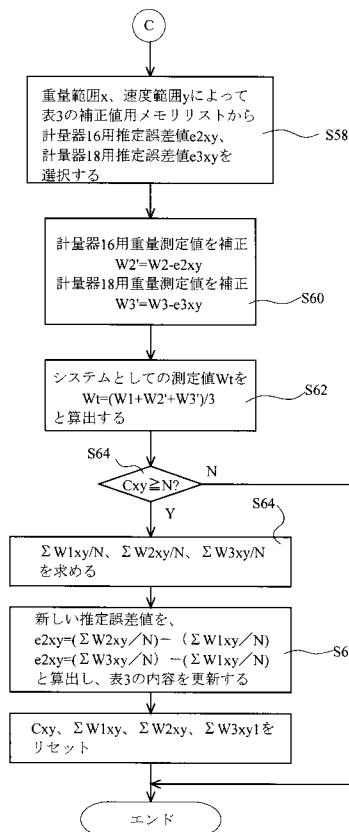
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-192347 (JP, A)
特開2009-47629 (JP, A)
特開平10-90043 (JP, A)
特開2000-121418 (JP, A)
特開2006-226812 (JP, A)
特開平11-148852 (JP, A)
実開昭55-148619 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01G 19/00-19/12,
23/01