

(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2012-103182

(P2012-103182A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
GO 1 G	11/00	(2006.01)	GO 1 G	11/00	B	2 F 0 6 5
GO 1 G	23/01	(2006.01)	GO 1 G	23/01	Z	
GO 1 B	11/24	(2006.01)	GO 1 B	11/24	A	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-253406 (P2010-253406)	(71) 出願人	000208444 大和製衡株式会社 兵庫県明石市茶園場町5番22号
(22) 出願日	平成22年11月12日 (2010.11.12)	(74) 代理人	100090310 弁理士 木村 正俊
		(74) 代理人	100062993 弁理士 田中 浩
		(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

最終頁に続く

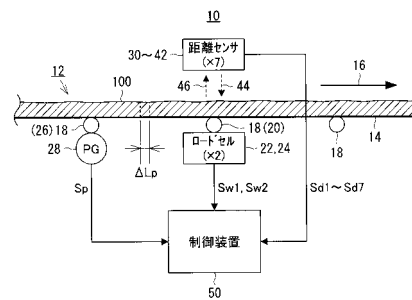
(54) 【発明の名称】 コンベヤスケール

(57) 【要約】

【課題】 重量測定方式と非接触測定方式との両方の要素を備えることによって、被輸送物の輸送量を求めるといふコンベヤスケール本来の機能を確実に保証しつつ、特に重量測定方式の要素に故障等の異常が発生したときに、これを簡単な構成で検知する。

【解決手段】 本発明のコンベヤスケール10は、計量ローラ18と2台のロードセル22および24を含む重量測定系と、7個の非接触型距離センサ30~42を含む非接触型測定系と、を備えている。重量測定系が正常なときは、当該重量測定系によって求められた被輸送物100の精確な輸送量が制御装置50のディスプレイに表示される。重量測定系に異常が発生したときは、非接触型測定系によって求められた副次的に精確な輸送量が表示される。なお、重量測定系が正常であるか否かは、重量測定系によって求められた輸送量と非接触型測定系によって求められた輸送量との比較に基づいて、判定される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ベルトコンベヤによって連続的に輸送される細状の被輸送物の輸送量を求めるコンベヤスケールにおいて、

上記ベルトコンベヤのキャリア側ベルトを介して印加される荷重を検出する荷重検出手段を含み、該荷重検出手段による荷重検出値に基づいて上記輸送量に関係する上記被輸送物の所定単位当たりの重量を求める重量測定手段と、

上記キャリア側ベルトの走行方向に対して略直交する直交平面と上記被輸送物の上面との交線に当たる該被輸送物の上面位置を非接触で検出する位置検出手段を含み、該位置検出手段による位置検出値に基づいて上記輸送量に関係する該被輸送物の上記所定単位当たりの体積を求める体積測定手段と、

上記重量測定手段による重量測定値と上記体積測定手段による体積測定値とを比較して該重量測定手段の異常の有無を判定する判定手段と、
を具備することを特徴とする、コンベヤスケール。

【請求項 2】

上記体積測定手段は、上記位置検出値に基づいて上記被輸送物の上記上面位置を表す第 1 関数式を求め、上記直交平面と上記キャリア側ベルトの上面との交線に当たる該キャリア側ベルトの上面位置を表す第 2 関数式および該第 1 関数式に基づいて該直交平面による該被輸送物の断面の面積を求め、さらに該面積に基づいて上記体積測定値を求める、
請求項 1 に記載のコンベヤスケール。

【請求項 3】

上記位置検出手段は、上記被輸送物の上記上面位置の複数箇所を検出し、
上記体積測定手段は、上記複数箇所に基づいて上記断面を複数の領域に細分化すると共に細分化されたそれぞれの該領域ごとに上記第 1 関数式を求め、該領域ごとの該第 1 関数式および該領域ごとの上記第 2 関数式に基づいて該領域ごとの面積を求め、さらに該領域ごとの面積の合計に基づいて上記体積測定値を求める、
請求項 2 に記載のコンベヤスケール。

【請求項 4】

上記判定手段は、上記重量測定値と上記体積測定値との比である上記被輸送物の見かけ比重値に基づいて上記重量測定手段の異常の有無を判定する、
請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のコンベヤスケール。

【請求項 5】

上記判定手段は、上記見かけ比重値と該見かけ比重値の基準である基準比重値との相違度合が予め定められた第 1 閾値を超えたときに上記重量測定手段が異常であると判定する、
請求項 4 に記載のコンベヤスケール。

【請求項 6】

上記判定手段は、所定間隔ごとの上記見かけ比重値の変化度合が予め定められた第 2 閾値を超えたときに上記重量測定手段が異常であると判定する、
請求項 4 または 5 に記載のコンベヤスケール。

【請求項 7】

上記判定手段によって上記重量測定手段が異常であると判定されたときに警告を出力する警告出力手段をさらに備える、
請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のコンベヤスケール。

【請求項 8】

上記重量測定値に基づいて上記輸送量を求める第 1 輸送量演算手段と、
上記体積測定値に基づいて上記輸送量を求める第 2 輸送量演算手段と、
上記第 1 輸送量演算手段によって求められた第 1 輸送量および上記第 2 輸送量演算手段によって求められた第 2 輸送量の一方または両方に関する情報出力する輸送量情報出力手段と、

10

20

30

40

50

をさらに備える、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のコンベヤスケール。

【請求項 9】

上記輸送量情報出力手段は、上記判定手段によって上記重量測定手段が正常であると判定されているとき上記第 1 輸送量に関する情報を出力し、該判定手段によって該重量測定手段が異常であると判定されているとき上記第 2 輸送量に関する情報を出力する、請求項 8 に記載のコンベヤスケール。

【請求項 10】

上記第 2 輸送量演算手段は、上記重量測定値と上記体積測定値との比の基準値と該体積測定値とに基づいて上記被輸送物の所定単位当たりの重量を推定し、推定された重量推定値に基づいて上記第 2 輸送量を求める、請求項 8 または 9 に記載のコンベヤスケール。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベルトコンベヤによって連続的に輸送される細状（バラ状）の被輸送物の輸送量を求めるコンベヤスケールに関する。

【背景技術】

【0002】

この種のコンベヤスケールとして、従来、例えば特許文献 1 に開示されたものがある。この従来技術によれば、ベルトコンベヤが単位長さ走行するごとに、パルス発生器からパルス信号が出力される。併せて、ベルトコンベヤには、そのキャリア側ベルトを支持するように荷重検出器としてのロードセルが設けられている。ロードセルの出力は、パルス発生器からパルス信号が出力されるたびに累積される。そして、その累積値が所定のスパン値で除算されることによって、被輸送物の輸送量が求められる。なお、ロードセルの出力がスパン係数で除算された後に、その除算値が累積されることによって、被輸送物の輸送量が求められてもよい、とされている。

20

【0003】

これとは別に、例えば特許文献 2 に開示されたものもある。即ち、上述の特許文献 1 に開示されたコンベヤスケールは、ロードセル等の荷重検出手段を用いて被輸送物の重量を測定し、その測定値に基づいて輸送量を求める、といういわゆる重量測定方式のものであるが、特許文献 2 に開示されたコンベヤスケールによれば、荷重検出手段ではなく、非接触型の距離測定手段が用いられる。具体的には、ベルトコンベヤのキャリア側ベルトの上方に、当該距離測定手段が配置される。距離測定手段は、自身からキャリア側ベルト上の被輸送物（固体原料）の表面までの距離、詳しくはキャリア側ベルトの走行方向を横切る方向における当該被輸送物の表面の複数位置までの距離、を非接触で測定する。そして、この距離測定手段による測定値に基づいて、被輸送物の表面の各位置の座標が求められ、さらに、その座標値に基づいて、被輸送物の積載形状が決定される。そして、決定された積載形状と、空荷状態にあるときのキャリア側ベルトの形状と、に基づいて、被輸送物の輸送量（搬送体積）が求められる。

30

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 5 8 - 9 5 2 2 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 1 4 4 6 4 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献 1 に開示された重量測定方式のコンベヤスケールでは、荷重検出手段やこれが付随する計量ローラ等の言わば重量測定系に対して、常に振動荷重や衝撃荷重が印加された状態にある。このため、特に重量測定系が故障し易い、という問題がある。

50

【0006】

一方、特許文献2に開示された言わば非接触測定方式のコンベヤスケールによれば、距離測定手段を含む非接触型の測定系に対して上述の振動荷重や衝撃荷重が直接的に印加されることがないので、重量測定方式のコンベヤスケールに比べて、故障が発生し難い。ところが、距離測定手段がターゲットとするところの被輸送物の表面には、通常、不特定かつ多数の凹凸があり、また、その性状によっては大きな塊状部分が存在する。従って、このような状態にある被輸送物の表面の形状を、非接触型の距離測定手段を用いて精確に求めるのは、極めて困難である。ゆえに、非接触測定方式のコンベヤスケールでは、被輸送物の輸送量を精確に求めることができない。言い換えれば、被輸送物の輸送量を精確に求めるには、非接触測定方式のコンベヤスケールよりも、重量測定方式のコンベヤスケールの方が、好適である。

10

【0007】

そこで、本発明は、重量測定方式と非接触測定方式との両方の要素を備えることによって、被輸送物の輸送量を求めるというコンベヤスケール本来の機能を確実に保証しつつ、特に重量測定方式の要素に故障等の異常が発生したときに、これを簡単な構成で検知することができる、コンベヤスケールを提供することを、目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成するために、本発明は、ベルトコンベヤによって連続的に輸送される細状の被輸送物の輸送量を求めるコンベヤスケールにおいて、ベルトコンベヤのキャリア側ベルトを介して印加される荷重を検出する荷重検出手段を含み、この荷重検出手段による荷重検出値に基づいて輸送量に関係する被輸送物の所定単位当たりの重量を求める重量測定手段を、具備する。併せて、キャリア側ベルトの走行方向に対して略直交する直交平面と被輸送物の上面との交線に当たる被輸送物の上面位置を非接触で検出する位置検出手段を含み、この位置検出手段による位置検出値に基づいて輸送量に関係する被輸送物の所定単位当たりの体積を求める体積測定手段を、具備する。そして、重量測定手段による重量測定値と体積測定手段による体積測定値とを比較して、当該重量測定手段の異常の有無を判定する判定手段を、具備する。

20

【0009】

即ち、本発明によれば、荷重検出手段を含む重量測定手段によって、被輸送物の所定単位当たりの重量が求められる。そして、この重量測定手段による重量測定値に基づくことによって、被輸送物の輸送量が求められる。併せて、非接触型の位置検出手段を含む体積測定手段によって、被輸送物の所定単位当たりの体積が求められる。この体積測定手段による体積測定値に基づくことによっても、被輸送物の輸送量を求めることができる。つまり、重量測定方式の要素と、非接触測定方式の要素と、の両方が備えられている。ゆえに、被輸送物の輸送量を求めるというコンベヤスケール本来の機能が確実に保証される。ここで、例えば、重量測定手段が正常である、と仮定する。この場合、重量測定手段による重量測定値に基づいて求められる言わば第1の輸送量と、体積測定手段による体積測定値に基づいて求められる言わば第2の輸送量とは、概ね等価になる。一方、重量測定手段に異常が発生すると、これら両者は不等価になる。この点に着目して、判定手段が、重量測定手段による重量測定値と、体積測定手段による体積測定値と、を比較し、その比較結果に基づいて、重量測定手段の異常の有無を判定する。つまり、体積測定手段は、重量測定手段の異常の有無を判定する際の言わば比較対照手段としても利用される。

30

40

【0010】

なお、体積測定手段は、次の要領で、体積測定値を求めてもよい。まず、位置検出手段による位置検出値に基づいて、被輸送物の上面位置を表す第1関数式を求める。続いて、上述の直交平面とキャリア側ベルトの上面との交線に当たる当該キャリア側ベルトの上面位置を表す第2関数式と、先に求められた第1関数式と、に基づいて、当該直交平面による被輸送物の断面積を求める。そして、この断面積に基づいて、体積測定値を求める。ここで言う第2関数式は、例えばキャリア側ベルトの上面の形状および寸法の実測結果、或

50

いはそれらの設計値に基づいて、求められる。また、キャリア側ベルトに被輸送物が積載されていない空荷状態にあるときの位置検出手段による位置検出値に基づくことによっても、当該第2関数式を求めることができる。

【0011】

さらに、位置検出手段は、被輸送物の上面位置の複数箇所（部分部分）を検出するものであってもよい。この場合、体積測定手段は、この位置検出手段による複数の検出箇所に基づいて、上述の直交平面による被輸送物の断面を細分化し、この細分化されたそれぞれの領域ごとに、第1関数を求めてもよい。そして、それぞれの領域ごとの第1関数式と、当該領域ごとの第2関数式と、に基づいて、当該領域ごとの面積を求め、さらに、当該領域ごとの面積の合計に基づいて、直交平面による被輸送物の全断面積を求め、ひいては体積測定値を求めてもよい。

10

【0012】

また、判定手段は、重量測定値と体積測定値との比である被輸送物の見かけ比重値に基づいて、重量測定手段の異常の有無を判定するものとしてもよい。

【0013】

具体的には、判定手段は、見かけ比重値と、この見かけ比重値の基準である基準比重値と、を比較して、これら両者の相違度合が予め定められた第1閾値を超えたときに、重量測定手段が異常である、と判定してもよい。この判定要領によれば、見かけ比重値が言わば過度に変化したとき、とりわけ比較的長い期間を掛けて変化したときに、これを適確に検知することができる。つまり、そのような状況を誘発させる重量測定手段の異常を適確に検知することができる。

20

【0014】

これとは別に、判定手段は、所定間隔ごと、例えば一定の期間ごと、或いはキャリア側ベルトが一定の距離だけ走行するごとの、見かけ比重値の変化度合を求め、この変化度合が予め定められた第2閾値を超えたときに、重量測定手段が異常である、と判定してもよい。この判定要領によれば、見かけ比重値が当該所定間隔という一定の期間（キャリア側ベルトが一定の距離だけ走行するのに要する期間を含む）内に過度に変化したとき、とりわけ比較的短い期間内に過度に変化したときに、これを適確に検知することができる。

【0015】

さらに、判定手段によって重量測定値が異常であると判定されたときに、所定の警告を出力する警告出力手段が、備えられてもよい。ここで言う警告は、照明の点灯やディスプレイへの文字の表示等の言わば視覚的態様によって出力されてもよいし、ブザーの鳴動やスピーカからの音の放出等の聴覚的態様によって出力されてもよい。

30

【0016】

加えて、重量測定手段による重量測定値に基づいて第1の輸送量を求める第1輸送量演算手段と、体積測定手段による体積測定値に基づいて第2の輸送量を求める第2輸送量演算手段と、第1輸送量および第2輸送量の一方または両方に関する情報を出力する輸送量情報出力手段と、がさらに備えられてもよい。

【0017】

この場合、輸送量情報出力手段は、判定手段によって重量測定手段が正常であると判定されているときに、第1輸送量に関する情報を出力し、当該重量測定手段が異常であると判定されているときには、第2輸送量に関する情報を出力してもよい。この構成によれば、重量測定手段が正常であるときには、第1輸送量という精確な輸送量に関する情報が出力される。そして、重量測定手段が異常であるときには、第2輸送量という言わば副次的に精確な輸送量に関する情報が一種暫定的に出力される。

40

【0018】

また、第1輸送量と第2輸送量とは、互いに同じ単位の物理量であるのが、望ましい。例えば、第1輸送量が重量（質量）を単位に含む物理量である場合には、第2輸送量についても同じ物理量とするべく、第2輸送演算手段は、重量測定値と体積測定値との比の基準値と当該体積測定値とに基づいて被輸送物の所定単位当たりの重量を推定し、その推定

50

値に基づいて第2輸送量を求めるものとしてもよい。ここで言う重量測定値と体積測定値との比は、上述の見かけ比重値であってもよい。そして、基準値は、上述の基準比重値であってもよい。

【発明の効果】

【0019】

上述したように、本発明によれば、荷重検出手段を含む重量測定手段という重量測定方式の要素と、非接触型の位置検出手段を含む体積測定手段という非接触測定方式の要素と、の両方が備えられているので、被輸送物の輸送量を求めるというコンベヤスケール本来の機能が確実に保証される。その上で、体積測定手段は、重量測定手段の異常の有無を判定する際の比較対照手段としても利用されるので、当該重量測定手段に異常が発生したことを検知するための特別な手段を別途に設ける必要はない。即ち、コンベヤスケール本来の機能を確実に保証しつつ、重量測定手段に異常が発生したときに、これを簡単な構成で検知することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態の全体構成を示す概略図である。

【図2】同実施形態におけるロードセルおよび距離センサの設置状態を示す図解図である。

【図3】同実施形態における制御装置の詳細な構成を示すブロック図である。

【図4】同実施形態における被輸送物の体積測定要領を説明するための図解図である。

20

【図5】図4の極端な例を示す図解図である。

【図6】図5とは別の例を示す図解図である。

【図7】同実施形態におけるCPUが実行する調整タスクの流れを示すフローチャートである。

【図8】同CPUが実行する稼働タスクの流れを示すフローチャートである。

【図9】図8に続くフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の一実施形態について、図1～図9を参照して説明する。

【0022】

30

図1に示すように、本実施形態に係るコンベヤスケール10は、ベルトコンベヤ12を備えている。このベルトコンベヤ12は、例えば屋外に設置されており、そのキャリア側ベルト14上に、コークスや石灰石等の細状の被輸送物100が連続的に供給される。そして、図1に太実線の矢印16で示す方向（図1において左側から右側）にキャリア側ベルト14が走行することで、当該キャリア側ベルト14上の被輸送物100が同方向16へ連続的に輸送される。

【0023】

キャリア側ベルト14は、その走行方向16である水平方向に沿って並列に配置された複数の自由回転ローラ（プーリ）18, 18, ...によって支持されている。これら複数のローラ18, 18, ...の一部、例えば図1において中央に位置する1つのローラ20は、荷重検出手段としての例えば2台のロードセル22および24が付随された計量ローラである。また、この計量ローラ20とは別の1つのローラ18、例えば計量ローラ20の上流側（図1において左側）に隣接するローラ26には、キャリア側ベルト14の走行距離を検出するための走行距離検出手段としてのロータリ式のパルス発生器（PG）28が取り付けられている。さらに、キャリア側ベルト14の上方であって、当該キャリア側ベルト14（および被輸送物100）を挟んで計量ローラ20と対向する箇所に、位置検出手段としての複数、例えば7個の、非接触型の距離センサ30, 32, 34, 36, 38, 40および42が配置されている。これらの距離センサ30～42は、例えば赤外線反射式のものであり、図1に破線の矢印44で示すように被輸送物100の表面（上面）に向けて赤外線ビームを発射すると共に、これとは逆向きの矢印46で示すように被輸送物1

40

50

00の表面によって反射された当該赤外線ビームの反射光を受け、この間の時間に基づいて、それぞれの設置位置から被輸送物100の表面までの距離を測定する。

【0024】

具体的には、図2に示すように、各距離センサ30~42は、キャリア側ベルト14の走行方向(図2の紙面の表裏方向)に直交する平面(図2の紙面に沿う平面:以下、仮想平面と言う。)において、水平方向(図2における左右方向)に沿って一定の間隔uで配置されている。このうちの中央に位置する距離センサ36は、キャリア側ベルト14の中心Oの略真上にある。そして、両端に位置する距離センサ30および42は、キャリア側ベルト14の両側縁よりも少し内方寄り(中心O寄り)にある。なお、各距離センサ30~42は、図示しない適当な支持部材を介して、ベルトコンベヤ12の図示しない基部に固定されている。

10

【0025】

また、図2から分かるように、計量ローラ20は、上述の仮想平面において、上方に向かって概略凹状(下方に向かって概略凸状)を成すように直列配置された3つの個別ローラ20a, 20bおよび20cを有するいわゆる3槽ローラである。これと同様に、走行距離検出用のローラ26を含む他のローラ18, 18, ...もまた、3槽ローラである。キャリア側ベルト14は、これらの3槽ローラ18, 18, ...によって支持されることで、その仮想平面による断面が上方に向かって概略凹状(下方に向かって概略凸状)に湾曲するように、つまり被輸送物100がこぼれ落ち難い形状となるように、整形される。なお、計量ローラ20は、これに付随された2台のロードセル22および24ならびに上述したのとは別の図示しない適当な支持部材を介して、ベルトコンベヤ12の基部に固定されている。そして、走行距離検出用のローラ26を含む他のローラ18, 18, ...は、図示しないさらに別の支持部材を介して、ベルトコンベヤ12の基部に固定されている。

20

【0026】

図1に戻って、各ロードセル22および24は、自身に印加された荷重の大きさに応じた直流電圧値を持つアナログ荷重検出信号Sw1およびSw2を生成する。このアナログ荷重検出信号Sw1およびSw2は、ベルトコンベヤ12から離れた場所、例えば管理室、に設置された制御装置50に入力される。また、パルス発生器28は、キャリア側ベルト14がLpという比較的短い所定の距離だけ走行するたびに、パルス信号Spを生成する。このパルス信号Spもまた、制御装置50に入力される。さらに、各距離センサ30~42は、それぞれの距離測定値を表すデジタル態様の距離測定信号Sd1~Sd7を生成する。これらの距離測定信号Sd1~Sd7もまた、制御装置50に入力される。

30

【0027】

制御装置50は、図3に示すように、各ロードセル22および24からのアナログ荷重検出信号Sw1およびSw2が入力される加算回路52を有している。加算回路52は、入力された各アナログ荷重検出信号Sw1およびSw2を加算する。加算後のアナログ荷重検出信号Sw(=Sw1+Sw2)は、増幅回路54によって適当に増幅された後、A/D変換回路56に入力される。なお、図には示さないが、増幅回路54の前段または後段には、アナログ荷重検出信号Swに含まれる比較的高い周波数帯域のノイズ成分、主に電氣的な要因によるノイズ成分、を除去するためのアナログローパスフィルタ回路が設けられている。

40

【0028】

A/D変換回路56は、入力されたアナログ荷重検出信号Swを、クロックパルス生成手段としてのクロックパルス生成回路58から与えられるクロックパルスCLKの立ち上がり(または立ち下がり)に合わせてサンプリングする。これによって、アナログ荷重検出信号Swは、デジタル態様の信号(以下、これについてもSwという符号で表す。)に変換される。なお、このA/D変換回路56によるサンプリング周期、つまりクロックパルスCLKの周期Tsは、パルス発生器28から発生されるパルス信号Spの周期よりも遥かに短く、例えば1msである。

【0029】

50

A/D変換回路56による変換後のデジタル荷重検出信号Swは、入出力インタフェース回路60を介して、演算手段としてのCPU(Central Processing Unit)62に入力される。このCPU62には、入出力インタフェース回路60を介して、クロックパルスCLKも入力される。また、CPU62には、入出力インタフェース回路60を介して、パルス発生器28からのパルス信号Spが入力されると共に、各距離センサ30~42からの距離測定信号Sd1~Sd7も入力される。ただし、パルス信号Spについては、その態様、特に電圧値が、CPU62の入力仕様に即さないため、パルス整形回路64によって適当に整形されてから、CPU62に入力される。

【0030】

CPU62は、デジタル荷重検出信号Swとパルス信号Spとに基づいて、被輸送物100の輸送量を重量で表す輸送重量値Wを求める。併せて、CPU62は、各距離測定信号Sd1~Sd7とパルス信号Spとに基づいて、被輸送物100の輸送量を体積で表す輸送体積値Vを求める。

10

【0031】

これら輸送重量値Wおよび輸送体積値Vの具体的な算出要領については、後で詳しく説明するが、両者を比較すると、後述する理由から、輸送重量値Wの方が輸送体積値Vよりも精確である。その一方で、輸送重量値Wの算出要素である各ロードセル22および24ならびに計量ローラ20を含む重量測定系は、常にキャリア側ベルト14を介して振動荷重や衝撃荷重を受けている状態にある。これに対して、輸送体積値Vの算出要素である各距離センサ30~42を含む非接触型の測定系は、そのような振動荷重や衝撃荷重を受けない。このため、重量測定系は、非接触型測定系よりも故障し易い。また、重量測定系の構成要素である各ロードセル22および24から出力されるアナログ荷重検出信号Sw1およびSw2の信号レベルは、極めて微小であり、ゆえに、非接触型測定系の構成要素である各距離センサ30~42から出力されるデジタル態様の距離測定信号Sd1~Sd7に比べて、当該各ロードセル22および24の性能劣化時の安定性に欠ける、という問題もある。言い換えれば、各ロードセル22および24を含む重量測定系は、各距離センサ30~42を含む非接触型測定系に比べて、総じて性能劣化を起こし易い。

20

【0032】

そこで、CPU62は、輸送重量値Wを言わば主たる輸送量として取り扱い、輸送体積値Vについては言わば副次的な輸送量として取り扱う。つまり、重量測定系が正常であるときには、精確な輸送量である輸送重量値Wを、情報出力手段としてのディスプレイ66に表示する。そして、重量測定系に故障等の異常が発生したときには、副次的な輸送量である輸送体積値Vを、当該輸送重量値Wと同じ単位である後述する推定重量値W'に変換した上で、言わば暫定的に、ディスプレイ66に表示する。なお、ディスプレイ66は、入出力インタフェース60を介して、CPU62に接続されている。

30

【0033】

重量測定系が正常であるか否かは、輸送重量値Wと輸送体積値Vとの比較に基づいて、判断される。即ち、CPU62は、輸送重量値Wと輸送体積値Vとを比較して、厳密には次の式1で表される見かけ比重値Kを監視して、この見かけ比重値Kに過度な変化が生じたときに、重量測定系に異常が発生したものと判断する。

40

【0034】

《式1》

$$K = W / V$$

【0035】

この式1で表される見かけ比重値Kは、重量測定系が正常であるときには、概ね一定である。そして、重量測定系に異常が発生すると、輸送重量値Wが異常値になるため、当該見かけ比重値Kは過度に変化する。なお、非接触型測定系についても、当然に、故障等の異常が発生する可能性があるが、その確率は、重量測定系に比べて極めて低い。また、定期的な保守点検作業等によって、重量測定系および非接触型測定系それぞれの構成要素が適宜に交換されれば、寿命の長い非接触型測定系については、その異常の発生確率がさら

50

に低くなる。従って、ここでは、重量測定系および非接触型測定系のうち、重量測定系のみについて、異常が発生する可能性があり、非接触型測定系については、常に正常である、という前提が立てられる。

【 0 0 3 6 】

即ち、CPU 62は、見かけ比重値Kが概ね一定であるときには、重量測定系が正常である、と判断する。この場合、上述したように、輸送重量値Wをディスプレイ66に表示する。そして、見かけ比重値Kが過度に変化したときには、重量測定系に異常が発生したものと、判断する。この場合、輸送体積値Vを変数とする次の式2に基づいて重量推定値W'を算出し、この重量推定値W'をディスプレイ62に表示する。なお、式2におけるK_sは、見かけ比重値Kの標準的な値である基準比重値である。この基準比重値K_sにつ

10

【 0 0 3 7 】

《式2》

$$W' = K_s \cdot V$$

【 0 0 3 8 】

このように、本実施形態によれば、重量測定系が正常であるときには、輸送重量値Wという精確な輸送量に関する情報がディスプレイ66に表示される。そして、重量測定系に異常が発生したときには、輸送体積値Vという副次的に精確な輸送量に基づいて求められた推定重量値W'がディスプレイ66に表示される。つまり、重量測定系に異常が発生しても、被輸送物100の輸送量を求めるというコンベヤスケール10本来の機能が確実に保証される。これは、例えば、コンベヤスケール10の運転を直ちに停止させることができない状況下において、特に有効である。また、重量測定系が正常であるか否かは、輸送重量値Wと輸送体積値Vとの比である見かけ比重値Kに基づいて判断される。つまり、輸送体積値Vの算出要素である非接触型測定系は、当該重量測定系が正常であるか否かを判断する際の比較対照手段としても機能する。従って、重量測定系が正常であるか否かを調べるための特別な手段を別途に設ける必要はなく、ゆえに、コンベヤスケール10全体の構成が簡素化される。

20

【 0 0 3 9 】

なお、CPU 62には、入出力インタフェース回路60を介して、当該CPU 62に各種命令を入力するための命令入力手段としての操作キー68も接続されている。この操作キー68は、ディスプレイ66と一体化されたものでもよく、例えばタッチスクリーンによって実現されてもよい。また、CPU 62には、記憶手段としてのメモリ回路70が接続されている。このメモリ回路70には、CPU 62の動作を制御するための制御プログラムが記憶されている。

30

【 0 0 4 0 】

さて、CPU 62は、具体的に次の要領で、輸送重量値Wを求める。

【 0 0 4 1 】

即ち、CPU 62は、上述のパルス信号S_pが1パルス入力されるたびに（厳密にはパルス信号S_pの立ち上がりまたは立ち下がりを検出するたびに）、つまりキャリア側ベルト14が所定距離L_pだけ走行するたびに、デジタル荷重検出信号S_wに基づいて、働

40

【 0 0 4 2 】

《式3》

$$W[n] = W_d[n] \cdot (L_p / L_d)$$

【 0 0 4 3 】

さらに、CPU 62は、パルス信号S_pがN（N：1以上の整数）パルス入力されるた

50

びに、その期間を1区分とし、次の式4に基づいて、当該1区分 m (m : 区分の番号を表すインデックス) 分の輸送重量値 $W[m]$ を求める。

【0044】

《式4》

$$W[m] = W[n] \quad \text{where } n = 1 \sim N$$

【0045】

CPU62は、この式4に基づいて求められた輸送重量値 $W[m]$ をディスプレイ66に表示する。そして、同じ要領で1区分 m ごとに輸送重量値 $W[m]$ を求め、ディスプレイ66に表示し、つまり当該ディスプレイ66に表示された輸送重量値 $W[m]$ を更新する。なお、パルス信号 S_p の入力順を表すインデックス n の値は、区分 m が更新されるたびにリセット($n=1$)される。また、CPU62は、重量測定値 $W[m]$ を累積して、その累積値をディスプレイ66に表示することもできる。

10

【0046】

これと併せて、CPU62は、次の要領で、輸送体積値 V を求め、ひいては重量推定値 W' を求める。

【0047】

まず、CPU62は、上述した仮想平面上に、図4に示すような $X-Y$ 直交座標を形成する。具体的には、キャリア側ベルト14の中心 O が、原点とされる。そして、この原点 O を通る水平な直線が、 X 軸とされ、当該原点 O を通る鉛直線が、 Y 軸とされる。なお、図4は、キャリア側ベルト14の下流側から当該キャリア側ベルト14の上流側に向かう視線で仮想平面を見た図であり、この図4においては、 Y 軸よりも右側が、 X 軸の正領域とされ、 Y 軸よりも左側が、 X 軸の負領域とされている。そして、 X 軸よりも上方側が、 Y 軸の正領域とされ、 X 軸よりも下方側が、 Y 軸の負領域とされている。

20

【0048】

このような直交座標上において、CPU62は、キャリア側ベルト14の上面が成す曲線を、 $f_b(x)$ という関数式で表す。なお、この関数式 $f_b(x)$ は、例えばキャリア側ベルト14の上面の形状および寸法の実測結果、或いはそれらの設計値に基づいて、求められる。そして、CPU62は、キャリア側ベルト14の左側側縁の X 軸値を、 $-$ とし、右側側縁の X 軸値を、 $+$ とする。

【0049】

ここで、各距離センサ30~42の配置位置に注目すると、当該各距離センサ30~42の配置位置の X 軸値は、それぞれ $-3 \cdot u$ 、 $-2 \cdot u$ 、 $-u$ 、 0 、 u 、 $2 \cdot u$ および $3 \cdot u$ となる。従って、例えば、図4において左端にある距離センサ30は、自身の設置位置から $-3 \cdot u$ という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_1 までの距離 H_1 を測定することになる。これと同様に、距離センサ32は、自身の設置位置から $-2 \cdot u$ という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_2 までの距離 H_2 を測定することになる。そして、距離センサ34は、自身の設置位置から $-u$ という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_3 までの距離 H_3 を測定し、中央の距離センサ36は、自身の設置位置から Y 軸上の被輸送物100の表面位置 P_4 までの距離 H_4 を測定する。さらに、距離センサ38は、自身の設置位置から u という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_5 までの距離 H_5 を測定し、距離センサ40は、自身の設置位置から $2 \cdot u$ という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_6 までの距離 H_6 を測定する。そして、右端にある距離センサ42は、自身の設置位置から $3 \cdot u$ という X 軸値上の被輸送物100の表面位置 P_7 までの距離 H_7 を測定することになる。

30

40

【0050】

CPU62は、パルス信号 S_p が1パルス入力されるたびに、つまりキャリア側ベルト14が所定距離 L_p だけ走行するたびに、各距離センサ30~40からの距離測定信号 $S_{d1} \sim S_{d7}$ に基づいて、当該各距離センサ30~40の設置位置から被輸送物100の各表面位置 $P_1 \sim P_7$ までの距離 $H_1 \sim H_7$ を認識する。そして、これらの距離 $H_1 \sim H_7$ を各距離センサ30~40の設置位置の Y 軸値 H_s から差し引くことによって、つま

50

り次の式 5 に基づいて、被輸送物 100 の各表面位置 P 1 ~ P 7 の Y 軸値 $y_1[n] \sim y_7[n]$ を求める。

【0051】

《式 5》

$$y_1[n] = H_s - H_1$$

$$y_2[n] = H_s - H_2$$

$$y_3[n] = H_s - H_3$$

$$y_4[n] = H_s - H_4$$

$$y_5[n] = H_s - H_5$$

$$y_6[n] = H_s - H_6$$

$$y_7[n] = H_s - H_7$$

10

【0052】

さらに、CPU 62 は、キャリア側ベルト 14 の左側側縁と左端にある距離センサ 30 の配置位置との X 軸上の中点を特定し、この中点の X 軸値を $-u'$ ($= -(x_0 + 3 \cdot u) / 2$) とする。そして、この X 軸値 $-u'$ 上のキャリア側ベルト 14 の上面位置を P 0 とする。この位置 P 0 の Y 軸値は、キャリア側ベルト 14 の上面形状を表す上述の 2 次関数式 $f_b(x)$ に当該中点の X 軸値 $-u'$ を代入することによって求められ、つまり $f_b(-u')$ となる。

【0053】

これと同様に、CPU 62 は、キャリア側ベルト 14 の右側側縁と右端にある距離センサ 42 の配置位置との X 軸上の中点を特定し、この中点の X 軸値を u' ($= (x_0 + 3 \cdot u) / 2$) とする。そして、この X 軸値 u' 上のキャリア側ベルト 14 の上面位置を P 8 とする。この位置 P 8 の Y 軸値もまた、キャリア側ベルト 14 の上面形状を表す 2 次関数式 $f_b(x)$ に当該中点の X 軸値 u' を代入することによって求められ、つまり $f_b(u')$ となる。

20

【0054】

CPU 62 は、上述した 1 区分 m ごとに被輸送物 100 の各表面位置 P 1 ~ P 7 それぞれの Y 軸値 $y_1[n] \sim y_7[n]$ の平均値 $y_1a[m] \sim y_7a[m]$ を求める。具体的には、次の式 6 に基づいて、パルス信号 S_p が N パルス入力された時点での当該平均値 $y_1a[m] \sim y_7a[m]$ を求める。

30

【0055】

《式 6》

$$y_1a[m] = \{ y_1[n] \} / N$$

$$y_2a[m] = \{ y_2[n] \} / N$$

$$y_3a[m] = \{ y_3[n] \} / N$$

$$y_4a[m] = \{ y_4[n] \} / N$$

$$y_5a[m] = \{ y_5[n] \} / N$$

$$y_6a[m] = \{ y_6[n] \} / N$$

$$y_7a[m] = \{ y_7[n] \} / N$$

$$\text{where } n = 1 \sim N$$

40

【0056】

そして、CPU 62 は、上述の $-u'$ という X 軸値上の位置 P 0 と、左端の距離センサ 30 によるターゲット位置 P 1 と、を結ぶ線分 P 0 P 1 を仮想し、この線分 P 0 P 1 を $f_0p(x)$ という 1 次関数式で表す。これと同様に、左端の距離センサ 30 によるターゲット位置 P 1 と、隣接する距離センサ 32 によるターゲット位置 P 2 と、を結ぶ線分 P 1 P 2 を仮想し、この線分 P 1 P 2 を $f_1p(x)$ という 1 次関数式で表す。さらに、距離センサ 32 によるターゲット位置 P 2 と、右側に隣接する距離センサ 34 によるターゲット位置 P 3 と、を結ぶ線分 P 2 P 3 を仮想し、この線分 P 2 P 3 を $f_2p(x)$ という 1 次関数式で表すと共に、距離センサ 34 によるターゲット位置 P 3 と、右側に隣接する中央の距離センサ 36 によるターゲット位置 P 4 と、を結ぶ線分 P 3 P 4 を仮想し、この線

50

分 P₃ P₄ を $f_3 p(x)$ という 1 次関数式で表す。そして、中央の距離センサ 36 によるターゲット位置 P₄ と、右側に隣接する距離センサ 38 によるターゲット位置 P₅ と、を結ぶ線分 P₄ P₅ を仮想し、この線分 P₄ P₅ を $f_4(x)$ という 1 次関数式で表すと共に、距離センサ 38 によるターゲット位置 P₅ と、右側に隣接する距離センサ 40 によるターゲット位置 P₆ と、を結ぶ線分 P₅ P₆ を仮想し、この線分 P₅ P₆ を $f_5 p(x)$ という 1 次関数式で表す。そして、距離センサ 40 によるターゲット位置 P₆ と、右側に隣接する右端の距離センサ 42 によるターゲット位置 P₇ と、を結ぶ線分 P₆ P₇ を仮想し、この線分 P₆ P₇ を $f_6 p(x)$ という 1 次関数式で表すと共に、右端の距離センサ 43 によるターゲット位置 P₇ と、上述の u' という X 軸値上の位置 P₈ と、を結ぶ線分 P₇ P₈ を仮想し、この線分 P₇ P₈ を $f_7 p(x)$ という 1 次関数式で表す。つまり、仮想平面上における被輸送物 100 の表面形状を、 $f_0 p(x) \sim f_7 p(x)$ の 8 つの 1 次関数式で表す。なお、図 4 においては、紙面の制約上、これら 8 つの 1 次関数式 $f_0 p(x) \sim f_7 p(x)$ を表す 8 つの線分 P₀ P₁ ~ P₇ P₈ が、 $f p(x)$ という 1 つの符号で纏めて示されている。

10

【0057】

その上で、CPU 62 は、P₀ ~ P₈ の各位置をそれぞれ通る鉛直線を境界として、仮想平面による被輸送物 100 の断面を 8 つの領域に分割する。そして、これら 8 つの領域の各断面積 A₀ ~ A₇ を、次の式 7 に基づいて算出する。なお、この式 7 におけるキャリア側ベルト 14 の上面形状を表す関数式 $f_b(x)$ についても、それぞれの領域ごとに個別に定められてもよい。

20

【0058】

《式 7》

$$\begin{aligned} A_0 &= \int_{u_0}^{u_1} \{ f_0 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_1 &= \int_{u_1}^{u_2} \{ f_1 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_2 &= \int_{u_2}^{u_3} \{ f_2 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_3 &= \int_{u_3}^{u_4} \{ f_3 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_4 &= \int_{u_4}^{u_5} \{ f_4 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_5 &= \int_{u_5}^{u_6} \{ f_5 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_6 &= \int_{u_6}^{u_7} \{ f_6 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \\ A_7 &= \int_{u_7}^{u_8} \{ f_7 p(x) - f_b(x) \} \cdot dx \end{aligned}$$

30

【0059】

さらに、CPU 62 は、これら 8 つの領域の各断面積 A₀ ~ A₇ を合計することで、つまり次の式 8 に基づいて、仮想平面による被輸送物 100 の全断面積 A [m] を求める。

【0060】

《式 8》

$$A [m] = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

【0061】

このような被輸送物 100 の断面積 A [m] の算出要領によれば、例えば図 5 に示す如く当該被輸送物 100 の量そのものが少なかったり、或いは図 6 に示す如く当該被輸送物 100 が分散された状態で積載されたりすることによって、各距離センサ 30 ~ 42 によるターゲット位置 P₁ ~ P₇ の一部が被輸送物 100 の表面から外れてしまう場合でも、つまりキャリア側ベルト 14 の上面に直接当たる場合でも、当該被輸送物 100 の断面積 A [m] が或る程度の精度で求められる。

40

【0062】

そして、CPU 62 は、このようにして求められた被輸送物 100 の断面積 A [m] に 1 区分 m 分のキャリア側ベルト 14 の走行距離 (= N · L_p) を乗ずることで、つまり次の式 9 に基づいて、当該 1 区分 m 分の被輸送物 100 の輸送体積 V [m] を求める。

【0063】

《式 9》

$$V [m] = A [m] \cdot N \cdot L_p$$

50

【0064】

CPU62は、上述の輸送重量値 $W[m]$ と同様、この輸送体積値 $V[m]$ についても、1区分 m ごとに求める。

【0065】

なお、この輸送体積値 $V[m]$ の算出要領から分かるように、当該算出要領においては、被輸送物100の表面の $P1 \sim P7$ という離散的な7つの位置と、 $P0$ および $P8$ という仮想的に設定された2つの位置と、に基づいて、当該被輸送物100の表面形状を表す関数式 $f_{0p}(x) \sim f_{7p}(x)$ が立てられ、ひいては当該被輸送物100の表面積 $A[m]$ が求められ、さらに当該輸送体積値 $V[m]$ が求められる。従って、図2および図4に示したように、極端には図5および図6に示したように、被輸送物100の表面に不特定かつ多数の凹凸があることを鑑みると、当該輸送体積値 $V[m]$ は、重量測定系に基づく輸送重量値 $W[m]$ に比べて、精確性が劣る。ただし、輸送重量値 $W[m]$ に代わる副次的な意義においては、当該輸送体積値 $V[m]$ は、十分に有益である。

10

【0066】

加えて、CPU62は、1区分 m ごとに、上述の式1に準拠する次の式10に基づいて、見かけ比重値 $K[m]$ を求める。

【0067】

《式10》

$$K[m] = W[m] / V[m]$$

【0068】

そして、CPU62は、この見かけ比重値 $K[m]$ を監視して、これが過度に変化しないかどうか、つまり重量測定系が正常であるかどうか、を判断する。

20

【0069】

具体的には、CPU62は、見かけ比重値 $K[m]$ と、上述した基準比重値 K_s と、を比較する。そして、両者の相違度合を求め、要するに基準比重値 K_s に対する見かけ比重値 $K[m]$ の言わば絶対的な変動度合を求める。具体的には、次の式11に基づいて、絶対変動量 $E[m]$ を求める。

【0070】

《式11》

$$E[m] = |K[m] - K_s|$$

30

【0071】

なお、基準比重値 K_s は、事前の調整運転時に定められる。詳しくは、事前の調整運転時に、実際の稼働時と同じ条件で被輸送物100が輸送される。この状態で、所定の M ($M: 1$ 以上の整数)区分にわたって見かけ比重値 $K[m]$ が求められる。そして、この M 区分にわたる見かけ比重値 $K[m]$ ($m = 1 \sim M$)の平均値が、基準比重値 K_s として定められる。つまり、基準比重値 K_s は、次の式12に基づいて定められる。これとは別に、基準比重値 K_s として、既知の値が設定されてもよい。

【0072】

《式12》

$$K_s = \{ K[m] \} / M \quad \text{where } m = 1 \sim M$$

40

【0073】

さらに、CPU62は、式11に基づいて求められた絶対変動量 $E[m]$ と、予め定められた許容絶対変動量 E_{max} と、を比較する。ここで言う許容絶対変動量 E_{max} とは、見かけ比重値 $K[m]$ の絶対的な変動量として許容される限界値であり、この許容絶対変動量 E_{max} もまた、事前の調整運転時に定められる。詳しくは、見かけ比重値 $K[m]$ が最大で $e\%$ 変動することが見込まれる場合には、この言わば許容変動率 e が基準比重値 K_s に乗ぜられることによって、つまり次の式13に基づいて、当該許容絶対変動量 E_{max} が定められる。なお、許容変動率 e の値は、任意に設定可能である。

【0074】

《式13》

50

$$E_{max} = (e / 100) \cdot K_s$$

【0075】

この許容絶対変動量 E_{max} と、式 11 に基づいて求められた絶対変動量 $E[m]$ と、を比較した結果、当該絶対変動量 $E[m]$ が許容絶対変動量 E_{max} 以下であるとき、つまり次の式 14 が満足されるとき、CPU62 は、重量測定系が正常である、と判断する。一方、式 14 が満足されないときは、重量測定系に異常が発生した、と判断する。

【0076】

《式 14》

$$E[m] \leq E_{max}$$

【0077】

このように、CPU62 は、見かけ比重値 $K[m]$ が、その絶対的な基準である基準比重値 K_s と比べて、過度に変化していないかどうかを監視することによって、重量測定系が正常であるか否かを判断する。この監視要領によれば、見かけ比重値 $K[m]$ が比較的長い期間を掛けて変化した場合でも、これを適確に検知することができる。要するに、そのような状況を誘発させる重量測定系の異常を適確に検知することができる。なお、通常は、ベルトコンベヤ 12 (キャリア側ベルト 14) 上を搬送される被輸送物 100 の実際の重量と、当該被輸送物 100 の実際の体積とは、互に対応するので、これら実際の重量および実際の体積が増減したとしても、両者の比である実際の見かけ比重値は、概ね一定であり、大きく変動することはない。このような性質から、上述の如く見かけ比重値 $K[m]$ を監視することで、重量測定系の異常の有無が適確に検知される。

【0078】

これとは別の監視要領として、CPU62 は、1 区分 m ごとに見かけ比重値 $K[m]$ の変動量 $K[m]$ をも監視する。即ち、1 区分 m ごとに、その 1 つ前の区分 $m-1$ との間で、互いの見かけ比重値 $K[m]$ および $K[m-1]$ を比較する。そして、次の式 15 に基づいて、両者の差、言わば相対的な変化度合を表す相対変動量 $K[m]$ を、求める。

【0079】

《式 15》

$$K[m] = |K[m] - K[m-1]|$$

【0080】

さらに、CPU62 は、この式 15 に基づいて求められた相対変動量 $K[m]$ と、予め定められた許容相対変動量 K_{max} と、を比較する。ここで言う許容相対変動量 K_{max} とは、1 区分という一定の期間内における見かけ比重値 $K[m]$ の変動量として許容される限界値であり、この許容相対変動量 K_{max} もまた、事前の調整運転時に定められる。詳しくは、見かけ比重値 $K[m]$ は一定のパラッキを持つ、という前提の下、上述した M 区分にわたる見かけ比重値 $K[m]$ ($m = 1 \sim M$) の標準偏差 k が求められる。そして、隣接する 2 つの区分 m および $m-1$ 間では、互いの見かけ比重値 $K[m]$ および $K[m-1]$ に最大で当該標準偏差 k の (: 正数) 倍の差があるものと仮定され、これを根拠に、次の式 16 に基づいて、許容相対変動量 K_{max} が定められる。なお、ここで言う係数 の値としては、例えば $= 3 \sim 4$ 程度が適当である。

【0081】

《式 16》

$$K_{max} = \cdot \quad \text{where} \quad = 3 \sim 4$$

【0082】

この許容相対変動量 K_{max} と、式 15 に基づいて求められた相対変動量 $K[m]$ と、を比較した結果、当該相対変動量 $K[m]$ が許容相対変動量 K_{max} 以下であるとき、つまり次の式 17 が満足されるとき、CPU62 は、上述の式 14 が満足されることを条件として、重量測定系が正常である、と判断する。一方、式 17 が満足されないときは、重量測定系に異常が発生した、と判断する。

【0083】

《式 17》

10

20

30

40

50

$K [m]$ K_{max}

【 0 0 8 4 】

このように、CPU 6 2 は、1 区分 m ごとに見かけ比重値 $K [m]$ の変動量 $K [m]$ を監視することによっても、重量測定系が正常であるか否かを判断する。この監視要領によれば、当該 1 区分 m ごとという比較的短い期間内に变化したとしても、これを適確に検知することができる。要するに、そのような状況を誘発させる重量測定系の異常を適確に検知することができる。

【 0 0 8 5 】

CPU 6 2 は、重量測定系が正常であるときに、つまり式 1 4 および式 1 7 の両方が満足されるときに、上述の如く輸送重量値 $W [m]$ をディスプレイ 6 6 に表示する。なお、このとき、当該重量測定系が正常であることを表すメッセージをディスプレイ 6 6 に表示してもよい。

10

【 0 0 8 6 】

一方、重量測定系に異常が発生しているときには、つまり式 1 4 および式 1 7 の少なくともいずれかが満足されないときには、その旨を表す警告メッセージをディスプレイ 6 6 に表示する。そして、この異常時には、上述の式 2 に準拠する次の式 1 8 に基づいて推定重量値 $W' [m]$ を算出すると共に、この重量推定値 $W' [m]$ をディスプレイ 6 6 に表示する。この暫定的な状態は、重量測定系の異常が解消されるまで、継続される。

【 0 0 8 7 】

《式 1 8》

20

$$W' [m] = K_s \cdot V [m]$$

【 0 0 8 8 】

上述したように、CPU 6 2 の動作は、メモリ回路 7 0 に記憶されている制御プログラムによって制御されるが、具体的には、次の通りである。

【 0 0 8 9 】

まず、事前の調整運転時に、操作キー 6 8 の操作によって調整モードが選択されると、CPU 6 2 は、図 7 のフローチャートで示される調整タスクを実行する。なお、この調整タスクの実行に先立って、上述のキャリア側ベルト 1 4 の表面形状を表す関数式 $f_b (x)$ と、許容変動率 e と、係数 t が、適宜に設定される。併せて、1 区分 m 分のパルス数 N と、調整タスクにおける繰り返し実行区分数 M とが、設定される。また、言うまでもなく、各距離センサ 3 0 ~ 4 2 の配置位置の X 軸値 $- 3 \cdot u$, $- 2 \cdot u$, $- u$, 0 , u , $2 \cdot u$ および $3 \cdot u$ は、既知であり、当該各距離センサ 3 0 ~ 4 2 の配置位置の Y 軸値 H_s も既知である。

30

【 0 0 9 0 】

この調整タスクにおいて、CPU 6 2 は、最初にステップ S 1 の初期設定を行う。詳しくは、上述したパルス信号 S_p のパルス番号を表すインデックス値 n をリセットすると共に、区分 m を表すインデックス値 m をリセットする。つまり、各インデックス値 n および m として “ 1 ” を設定する。

【 0 0 9 1 】

そして、CPU 6 2 は、ステップ S 3 に進み、1 パルス分のパルス信号 S_p が入力されるまで待機し、当該パルス信号 S_p が入力されると、ステップ S 5 に進む。このステップ S 5 において、CPU 6 2 は、各距離センサ 3 0 ~ 4 2 から距離測定信号 $S_{d1} \sim S_{d7}$ を取得し、その後、ステップ S 7 に進み、上述の式 5 に基づいて、当該各距離センサ 3 0 ~ 4 2 によるターゲット位置 $P_1 \sim P_7$ の Y 軸値 $y_1 [n] \sim y_7 [n]$ を算出する。なお、両端のターゲット位置 $P_1 \sim P_7$ のさらに外方に設定された 2 つの仮想位置 P_0 および P_8 の Y 軸値 $f_b (- u')$ および $f_b (u')$ は、キャリアベルト 1 4 の表面形状を表す関数式 $f_b (x)$ が設定された時点で定められる。

40

【 0 0 9 2 】

さらに、CPU 6 2 は、ステップ S 9 に進み、デジタル荷重検出信号 S_w を取得する。そして、ステップ S 1 1 に進み、式 3 に基づいて、所定距離 L_p 分の被輸送物 1 0 0 の

50

輸送重量値 $W[n]$ を算出し、その後、ステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 1 3 において、CPU 6 2 は、パルス信号 S_p のパルス番号を表すインデックス値 n と、1 区分 m 分の総パルス数 N とを、比較する。つまり、1 区分 m の終期が到来したか否かを判定する。ここで、例えば、当該インデックス値 n が 1 区分 m 分の総パルス数 N よりも小さい場合 ($n < N$)、CPU 6 2 は、1 区分 m の終期が未だ到来していないものと判定して、ステップ S 1 5 に進む。そして、このステップ S 1 5 において、当該インデックス値 n を “ 1 ” だけインクリメントした後、次のパルス信号 S_p の入力を待つべく、ステップ S 3 に戻る。一方、ステップ S 1 3 において、インデックス値 n が 1 区分 m 分の総パルス数 N 以上である場合 ($n \geq N$)、厳密には当該インデックス値 n が 1 区分 m 分の総パルス数 N と等価である場合 ($n = N$) は、1 区分 m 分の終期が到来したものと判定して、ステップ S 1 7 に進む。

10

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 7 において、CPU 6 2 は、式 6 に基づいて、各距離センサ 3 0 ~ 4 2 によるターゲット位置 $P_1 \sim P_7$ の Y 軸平均値 $y_{1a}[n] \sim y_{7a}[n]$ を算出する。そして、ステップ S 1 9 に進み、被輸送物 1 0 0 の表面形状を表す 8 つの 1 次関数式 $f_{0p}(x) \sim f_{7p}(x)$ を導き出す。さらに、CPU 6 2 は、ステップ S 2 1 に進み、式 7 に基づいて、仮想平面による被輸送物 1 0 0 の断面の細分化された 8 つの領域それぞれの断面積 $A_0 \sim A_7$ を求める。そして、ステップ S 2 3 に進み、式 8 に基づいて、当該仮想平面による被輸送物 1 0 0 の全断面積 $A[m]$ を求め、その後、ステップ S 2 5 に進み、式 9 に基づいて、1 区分 m 分の輸送体積値 $V[m]$ を求める。

20

【 0 0 9 5 】

ステップ S 2 5 の実行後、CPU 6 2 は、ステップ S 2 7 に進み、式 4 に基づいて、1 区分 m 分の輸送重量値 $W[m]$ を求める。そして、ステップ S 2 9 に進み、式 1 0 に基づいて、見かけ比重値 $K[m]$ を求めた後、さらに、ステップ S 3 1 に進み、区分 m を表すインデックス値 m と、この調整タスクにおける繰り返し実行区分数 M とを、比較する。要するに、当該繰り返し実行区分数 M 分の見かけ比重値 $K[m]$ が得られたか否か、言い換えれば区分 M の見かけ比重値 $K[M]$ が得られたか否か、を判定する。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 3 1 において、例えば、区分 m を表すインデックス値 m が繰り返し実行区分数 M よりも小さい場合 ($m < M$)、CPU 6 2 は、当該繰り返し実行区分数 M 分の見かけ比重値 $K[m]$ が未だ得られていないものと判定して、ステップ S 3 3 に進む。そして、このステップ S 3 3 において、区分 m を表すインデックス値 m を “ 1 ” だけインクリメントし、さらに、ステップ S 3 5 において、パルス信号 S_p のパルス番号を表すインデックス値 n をリセットした後、新たなパルス信号 S_p の入力を待つべく、ステップ S 3 に戻る。一方、ステップ S 3 1 において、区分 m を表すインデックス値 m が繰り返し実行区分数 M 以上である場合 ($m \geq M$)、厳密には当該インデックス値 m が繰り返し実行区分数 M と等価である場合 ($m = M$) は、繰り返し実行区分数 M 分の見かけ比重値 $K[m]$ が得られたものと判定して、ステップ S 3 7 に進む。

30

【 0 0 9 7 】

ステップ S 3 7 において、CPU 6 2 は、式 1 2 に基づいて、基準比重値 K_s を求める。そして、ステップ S 3 9 に進み、式 1 3 に基づいて、許容絶対変動量 E_{max} を求め、さらに、ステップ S 4 1 に進み、式 1 6 に基づいて、許容相対変動量 K_{max} を求める。そして、ステップ S 4 3 に進み、調整モードによる一連の処理が終了したことを表すメッセージを一定期間（数秒間程度）にわたってディスプレイ 6 6 に表示した後、この調整タスクを終了する。

40

【 0 0 9 8 】

続いて、実際の稼働時に、操作キー 6 8 の操作によって稼働モードが選択されると、CPU 6 2 は、図 8 および図 9 のフローチャートで示される稼働タスクを実行する。

【 0 0 9 9 】

50

この稼働タスクにおいて、CPU62は、まず、図8のステップS101に進み、初期設定を行う。詳しくは、パルス信号Spのパルス番号を表すインデックス値nをリセットすると共に、区分mを表すインデックス値mをリセットする。併せて、重量測定系が正常であるか否かを表す指標としてのフラグFに“0（ゼロ）”をセットする。なお、このフラグFは、これが“0”であるときには、重量測定系が正常であることを表し、“1”であるときには、重量測定系に故障等の異常が発生していることを表す。

【0100】

このステップS101の初期設定の実行後、CPU62は、ステップS103に進むが、当該ステップS103～ステップS125については、図7に示した調整タスクにおけるステップS3～ステップS25の処理と全く同じである。従って、ステップS103～ステップS125についての詳しい説明は省略する。

10

【0101】

ステップS125の次のステップS127において、CPU62は、上述のフラグFに“0”がセットされているか否か、つまり重量測定系が正常であるか否か、を判定する。ここで、例えば、当該フラグFに“0”がセットされている場合、つまり重量測定系が正常な場合、CPU62は、図9のステップS129に進む。そして、このステップS129において、式4に基づいて、1区分m分の輸送重量値W[m]を求めた後、ステップS131に進み、当該1区分m分の輸送重量値W[m]をディスプレイ66に表示する。なお、この輸送重量値W[m]のディスプレイ66への表示は、例えば次にステップS131が実行されるまでの間、継続される。ただし、ステップS131の実行後、上述のフラグFに“1”がセットされた場合には、後述するように、次に当該ステップS131が実行されることはない。この場合、当該ステップS131における輸送重量値W[m]の表示は、後述するステップS163が実行されるときに終了される。

20

【0102】

ステップS131の実行後、CPU62は、ステップS133に進み、式10に基づいて、見かけ比重値K[m]を求める。さらに、CPU62は、ステップS135に進み、式11に基づいて、当該見かけ比重値K[m]の絶対変動量E[m]を求める。そして、ステップS137に進み、この絶対変動量E[m]と、許容絶対変動量Emaxとを、比較する。

30

【0103】

このステップS137において、例えば、見かけ比重値K[m]の絶対変動量E[m]が許容絶対変動量Emax以下である場合（ $E[m] \leq E_{max}$ ）、つまり式14が満足される場合、CPU62は、重量測定系が正常である、厳密には当該絶対変動量E[m]が正常値の範囲内である、と判定する。そして、ステップS141に進む。

【0104】

一方、ステップS137において、見かけ比重値K[m]の絶対変動量E[m]が許容絶対変動量Emaxよりも大きい場合（ $E[m] > E_{max}$ ）、つまり式14が満足されない場合、CPU62は、重量測定系が異常である、厳密には当該絶対変動量E[m]が異常値である、と判定する。この場合、ステップS137からステップS143に進む。そして、このステップS143において、重量測定系が異常であることを表すメッセージをディスプレイ66に表示する。このとき、絶対変動量E[m]が異常値であることを併せて表示する。なお、このステップS143におけるメッセージの表示は、例えば重量測定系の異常が解消されるまで、要するにコンベヤスケール10の稼働が一旦停止されるまで、継続される。そして、CPU62は、ステップS145に進み、フラグFに“1”をセットした後、ステップS141に進む。

40

【0105】

ステップS141において、CPU62は、区分mを表すインデックス値mが $m = 1$ であるか否か、つまり今現在の区分mが1つ目であるか否か、を判定する。ここで、当該インデックス値mが $m = 1$ である場合、つまり今現在の区分mが1つ目である場合は、ステップS14に進み、当該インデックス値mを“1”だけインクリメントする。さらに、ス

50

ステップ S 1 4 9 に進み、パルス信号 S p のパルス番号を表すインデックス値 n を値セットした後、新たなパルス信号 S p の入力を待つべく、図 8 のステップ S 1 0 3 に戻る。一方、ステップ S 1 4 1 において、区分 m を表すインデックス値 m が m = 1 でない場合、つまり今現在の区分 m が少なくとも 2 つ目以降である場合は、ステップ S 1 5 1 に進む。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 1 5 1 において、CPU 6 2 は、式 1 5 に基づいて、1 区分 m ごとの見かけ比重値 K [m] の変動量 $K [m]$ を求める。そして、ステップ S 1 5 3 に進み、この変動量 $K [m]$ と、許容相対変動量 K_{max} と、を比較する。ここで、例えば、見かけ比重値 K [m] の変動量 $K [m]$ が許容相対変動量 K_{max} 以下である場合 ($K [m] < K_{max}$)、つまり式 1 7 が満足される場合、CPU 6 2 は、重量測定系が正常である、厳密には当該変動量 $K [m]$ が正常値の範囲内である、と判定する。そして、ステップ S 1 4 7 に進む。

10

【 0 1 0 7 】

一方、ステップ S 1 5 3 において、1 区分 m ごとの見かけ比重値 K [m] の変動量 $K [m]$ が許容相対変動量 K_{max} よりも大きい場合 ($K [m] > K_{max}$)、つまり式 1 7 が満足されない場合、CPU 6 2 は、重量測定系が異常である、厳密には当該変動量 $K [m]$ が異常値である、と判定する。そして、ステップ S 1 5 7 に進み、重量測定系が異常であることを表すメッセージをディスプレイ 6 6 に表示する。このとき、1 区分 m ごとの見かけ比重値 K [m] の変動量 $K [m]$ が異常値であることをも併せて表示する。なお、このステップ S 1 5 7 におけるメッセージの表示は、例えば重量測定系の異常が解消されるまで、要するにコンベヤスケール 1 0 の稼働が一旦停止されるまで、継続される。そして、CPU 6 2 は、ステップ S 1 5 9 に進み、フラグ F に “ 1 ” をセットした後、ステップ S 1 4 7 に進む。

20

【 0 1 0 8 】

さらに、図 8 のステップ S 1 2 7 において、フラグ F に “ 1 ” がセットされている場合、つまり重量測定系に異常が生じている場合、CPU 6 2 は、ステップ S 1 6 1 に進む。そして、このステップ S 1 6 1 において、式 1 8 に基づいて、重量推定値 $W' [m]$ を求めた後、ステップ S 1 6 3 に進み、当該重量推定値 $W' [m]$ をディスプレイ 6 6 に表示する。なお、この重量推定値 $W' [m]$ のディスプレイ 6 6 への表示は、例えば次にステップ S 1 6 3 が実行されるまでの間、継続される。そして、CPU 6 2 は、このステップ S 1 6 3 から図 9 のステップ S 1 4 7 に進む。つまり、フラグ F に “ 1 ” がセットされているときには、図 9 のステップ S 1 2 9 ~ ステップ S 1 4 5 およびステップ S 1 5 1 ~ ステップ S 1 5 9 はスキップされ、実行されない。

30

【 0 1 0 9 】

なお、本実施形態においては、1 つの計量ローラ 2 0 を 2 台のロードセル 2 2 および 2 4 によって支持する構成としたが、これに限らない。例えば、複数の計量ローラを備えてもよいし、1 台または 3 台以上のロードセルを備えてもよい。また、本実施形態のようなアナログ式ではなく、デジタル式のロードセルを採用してもよい。

【 0 1 1 0 】

そして、キャリア側ベルト 1 4 については、水平方向に沿って走行するものとしたが、傾斜角を持って走行するものであってもよい。また、当該キャリア側ベルト 1 4 は、3 槽ローラ 1 8 , 1 8 , ... によって支持されることで、その仮想平面による断面が上方に向かって概略凹状に湾曲するように整形されたが、特段な必要性がなければ、このような整形は成されなくてもよい。つまり、各ローラ 1 8 , 1 8 , ... は、3 槽のものに限らない。言い換えれば、キャリア側ベルト 1 4 (コンベヤベルト) は、いわゆる平ベルトであってもよい。

40

【 0 1 1 1 】

加えて、走行距離検出手段として、ロータリ式のパルス発生器 2 8 を採用したが、これに限らない。例えば、キャリア側ベルト 1 4 を含むコンベヤベルトに、その走行方向に沿って一定間隔で適当なマークを付すと共に、このマークを光学式等の適当なセンサによ

50

て検出することで、当該キャリア側ベルト 14 の走行距離を検出するようにしてもよい。また、上述した特許文献 2 としての特開 2004 - 144643 号公報に開示されているのと同様に、各距離センサ 30 ~ 42 のいずれかの上流側または下流側に同じ仕様の距離センサを設け、これら両センサによって互いに同じターゲット位置を検知したときの時間差に基づいて、キャリア側ベルト 14 の走行距離を求めるようにしてもよい。

【0112】

さらに、7 個の距離センサ 30 ~ 42 を用いたが、これ以外の個数の距離センサを用いてもよい。また、当該距離センサ 30 ~ 42 として、赤外線反射式のものを採用したが、レーザ式や超音波式等の当該赤外線反射式以外のものを採用してもよい。極端には、監視カメラを採用し、その撮影画像を解析することによって、被輸送物 100 の表面形状を求めてもよい。

10

【0113】

そして、キャリア側ベルト 14 の上面形状を表す関数式 $f_b(x)$ については、当該キャリア側ベルト 14 に被輸送物 100 が積載されていない空荷状態にあるときの各距離センサ 30 ~ 42 からの距離測定信号 $S_{d1} \sim S_{d7}$ に基づいて、求めてもよい。

【0114】

また、重量測定系が正常なときには、輸送重量値 $W[m]$ をディスプレイ 66 に表示し、重量測定系に異常が発生したときには、推定重量値 $W'[m]$ をディスプレイ 66 に表示することとしたが、これに限らない。例えば、重量測定系が正常なときには、輸送重量値 $W[m]$ に加えて、推定重量値 $W'[m]$ をも表示させてもよい。そして、重量測定系が正常であるか否かに拘らず、輸送体積値 $V[m]$ については、常に表示させてもよい。若しくは、操作キー 68 による操作（つまり手動操作）によって、輸送重量値 $W[m]$ 、輸送体積値 $V[m]$ および推定重量値 $W'[m]$ の一部または全部を選択的に表示させるようにしてもよい。さらに、ディスプレイ 66 への表示のみならず、管理用のパーソナルコンピュータや印刷装置等の外部装置に、これらの情報を出力させてもよい。

20

【0115】

そして、重量測定系に異常が発生したときに、警告メッセージをディスプレイ 66 に表示することとしたが、これに限らない。例えば、適当なランプ等の照明を点灯させたり、或いは、ブザーやベル等の適当な警報器を鳴動させたりしてもよい。また、スピーカから音声で当該警告メッセージを出力させてもよい。

30

【0116】

さらに、式 11 に基づく見かけ比重値 $K[m]$ の絶対変動量 $E[m]$ については、1 区分 m ごとに求めることとしたが、これに限らない。例えば、一定数の区分 q ($q: 1$ 以上の整数) 置きに、当該絶対変動量 $E[m]$ を求めてもよい。また、定期的ではなく、不定期的に、当該絶対変動量 $E[m]$ を求めてもよい。

【0117】

そしてさらに、式 11 に基づく絶対変動量 $E[m]$ に代えて、例えば、次の式 19 に基づいて、絶対変動率 $E'[m]$ を求め、この絶対変動率 $E'[m]$ と、式 20 に基づく許容絶対変動率 E_{max}' と、を比較することによって、重量測定系が正常であるか否かを判断してもよい。

40

断してもよい。

【0118】

《式 19》

$$E'[m] = |(K[m] - K_s) / K_s|$$

【0119】

《式 20》

$$E_{max}' = e / 100$$

【0120】

また、式 15 に基づく見かけ比重値 $K[m]$ の相対変動量 $K[m]$ については、1 区分ごとに求めることとし、つまり隣接する区分 m および $m - 1$ 間の見かけ比重値 $K[m]$

50

および $K[m-1]$ の差としたが、これに限らない。例えば、互いに一定数の区分 r (r : 2 以上の整数) だけ離れた 2 つの区分 m および $m-r$ 間の見かけ比重値 $K[m]$ および $K[m-r]$ の差に基づいて、相対変動量 $K[m]$ を求めてもよい。つまり、式 15 に代えて、次の式 21 に基づいて、当該相対変動量 $K[m]$ を求めてもよい。

【0121】

《式 21》

$$K[m] = |K[m] - K[m-r]|$$

【0122】

そして、この式 21 または上述の式 15 に基づく相対変動量 $K[m]$ に代えて、例えば次の式 22 に基づいて、相対変動率 $K'[m]$ を求め、この相対変動率 $K'[m]$ と、式 23 に基づく許容相対変動率 K_{max}' と、を比較することによって、重量測定系が正常であるか否かを判断してもよい。なお、式 23 における K_{max}' は、任意に設定可能な許容変動率 (%) である。

10

【0123】

《式 22》

$$K'[m] = |(K[m] - K[m-1]) / K[m]|$$

【0124】

《式 23》

$$K_{max}' = \quad / 100$$

【0125】

20

加えて、図 4 を参照しながら説明したように、仮想平面上における被輸送物 100 の表面形状を、 $f_{0p}(x) \sim f_{7p}(x)$ の 8 つの 1 次関数式で表したが、これに限らない。例えば、2 次関数式で表してもよい。この場合、 $P_0 \sim P_8$ の各位置のうち、隣接する 2 つの一方の Y 軸値が、最大値となり、他方の Y 軸値が、最小値となる。いずれにしても、隣接する 2 つの Y 軸値に基づいて適宜に定めることのできる関数式であればよい。

【0126】

そして、1 区分 m ごとの輸送体積値 $V[m]$ を求めるに当たって、まず、当該 1 区分 m にわたる被輸送物 100 の平均的な断面積 $A[m]$ を求め、この断面積 $A[m]$ に当該 1 区分 m 分のキャリア側ベルト 14 の走行距離 ($= N \cdot L_p$) を乗ずることで、当該輸送体積値 $V[m]$ を求めることとしたが、これに限らない。例えば、パルス信号 S_p が 1 パルス入力されるたびに、つまりキャリア側ベルト 14 が所定距離 L_p だけ走行するたびに、当該所定距離 L_p 分の輸送体積値を求め、これを 1 区分 m にわたって積算することで、当該 1 区分 m ごとの輸送体積値 $V[m]$ を求めてもよい。

30

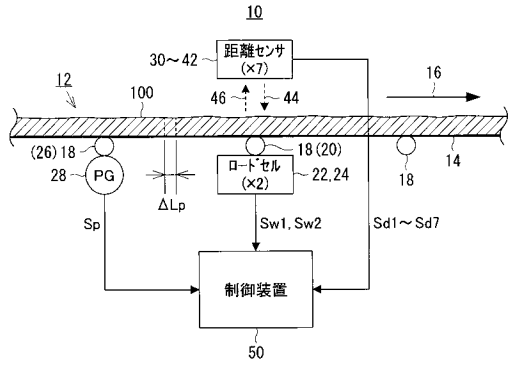
【符号の説明】

【0127】

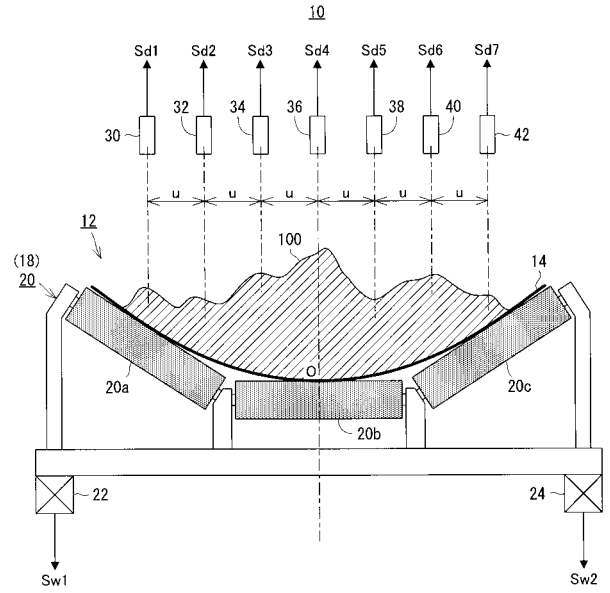
- 10 コンベヤスケール
- 12 ベルトコンベヤ
- 14 キャリア側ベルト
- 20 計量ローラ
- 22, 24 ロードセル
- 28 パルス発生器
- 30 ~ 42 距離センサ
- 50 制御装置
- 62 CPU
- 100 被輸送物

40

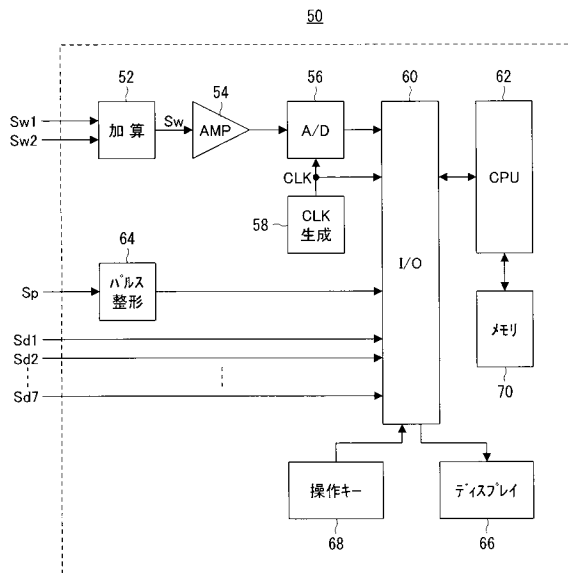
【 図 1 】



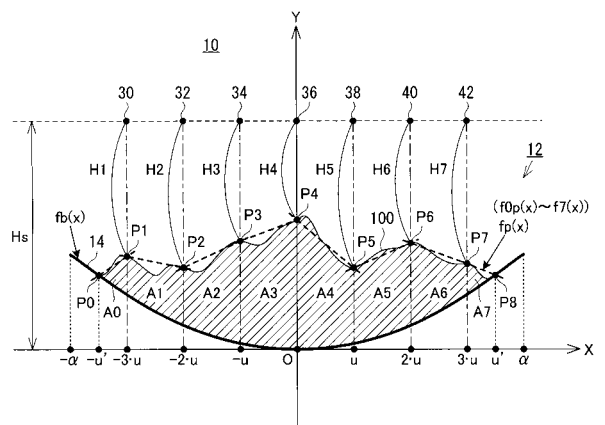
【 図 2 】



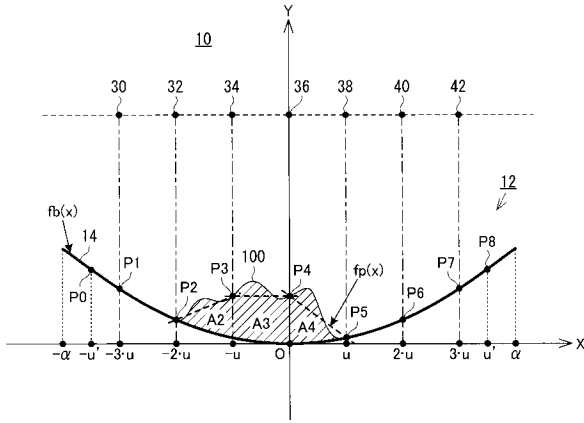
【 図 3 】



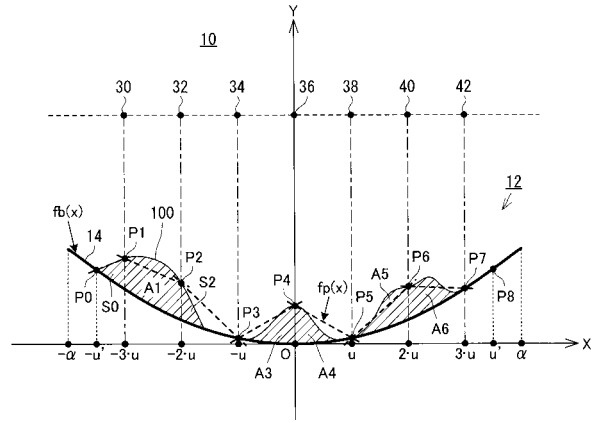
【 図 4 】



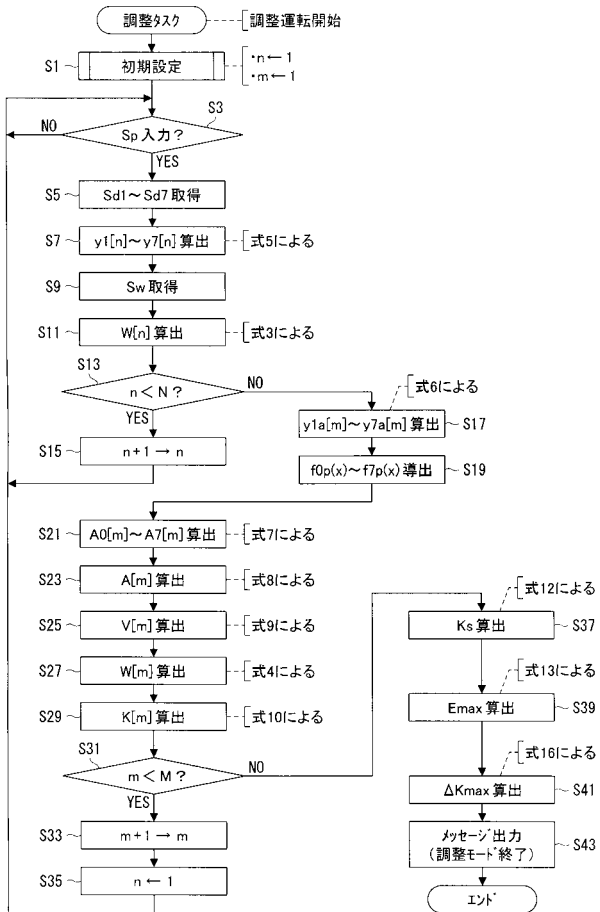
【 図 5 】



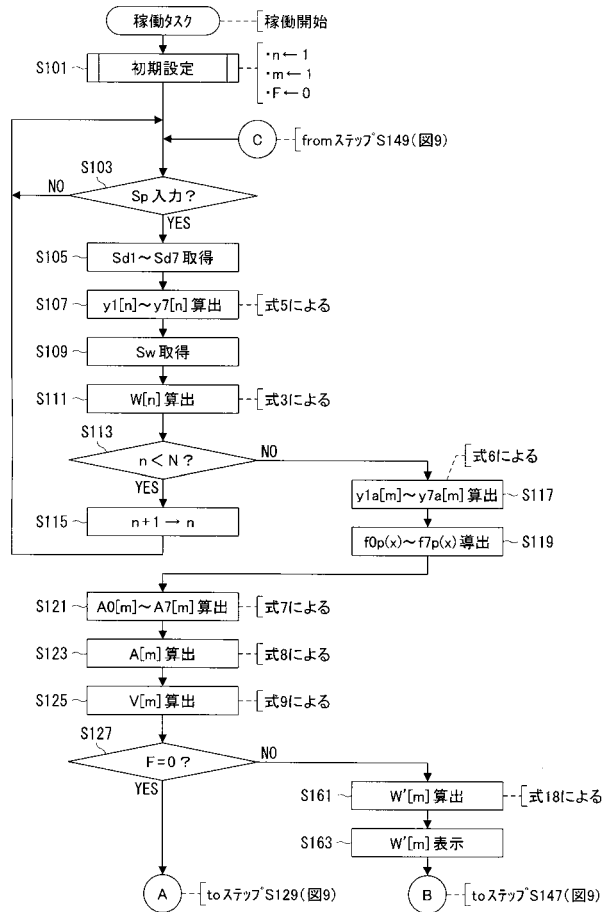
【 図 6 】



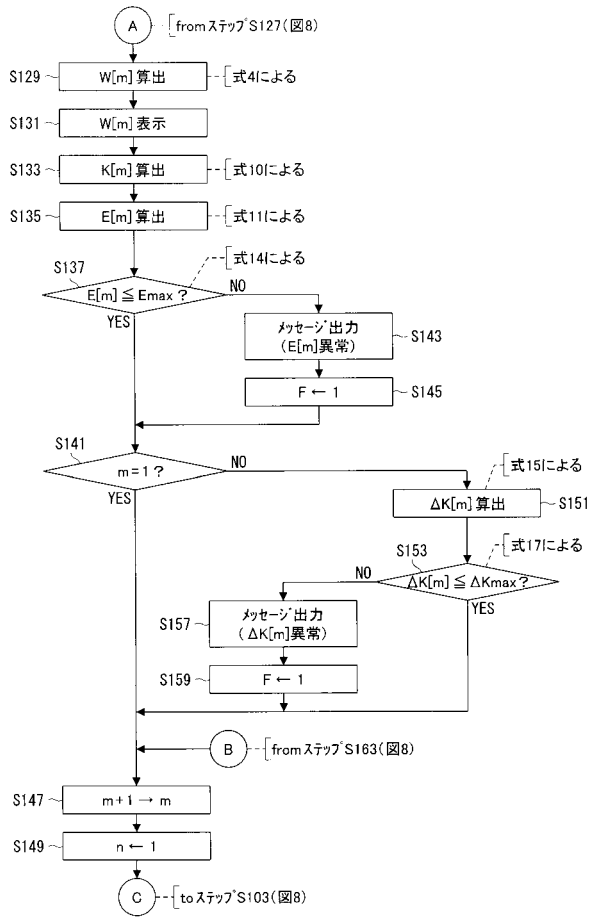
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA52 AA53 AA59 BB05 BB15 FF11 FF66 GG21 JJ05
JJ09 MM02 PP15 PP22 QQ03 QQ17 QQ25 QQ27