

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4884464号
(P4884464)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月16日 (2011. 12. 16)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 6 F 9/24 (2006. 01)	B 6 6 F 9/24 M
G O 1 G 19/16 (2006. 01)	G O 1 G 19/16

請求項の数 23 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2008-513926 (P2008-513926)	(73) 特許権者	507395429
(86) (22) 出願日	平成17年6月3日 (2005. 6. 3)		トーベン ヴィンタ ハンセン
(65) 公表番号	特表2008-545599 (P2008-545599A)		デンマーク国 ディコー 3720 アー
(43) 公表日	平成20年12月18日 (2008. 12. 18)		ケキビュ ビュイン 16
(86) 国際出願番号	PCT/DK2005/000369	(74) 代理人	100065215
(87) 国際公開番号	W02006/128454		弁理士 三枝 英二
(87) 国際公開日	平成18年12月7日 (2006. 12. 7)	(74) 代理人	100114616
審査請求日	平成20年5月9日 (2008. 5. 9)		弁理士 眞下 晋一
		(74) 代理人	100124028
			弁理士 松本 公雄
		(74) 代理人	100124039
			弁理士 立花 顕治
		(72) 発明者	トーベン ヴィンタ ハンセン
			デンマーク国 ディコー 3720 アー
			ケキビュ ビュイン 16

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 持ち上げ装置のリフターによって運ばれる荷物の重量測定方法、および計量装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

持ち上げ装置のリフターによって運ばれる荷物の重量測定の方法であって、重量測定が、リフターの少なくとも1つの上方移動および1つの下方移動にもとづいて行われ、リフターが、油圧システムによって構成された油圧アクチュエータによって動かされ、リフターの上方移動および下方移動の際に、油圧システムの圧力が圧力トランスデューサによって測定されて、圧力信号がもたらされるとともに、リフターの位置に依存するパラメータがメータによって測定されて、位置信号がもたらされ、荷物の重量が圧力信号および位置信号にもとづいて割り出される方法であり、

位置信号が、時間の関数として記録され、加速度依存のパラメータが、位置信号の変化にもとづいて割り出され、重量の割り出しが、前記加速度依存のパラメータに依存して実行されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

圧力信号が、時間の関数として記録され、速度依存のパラメータが、位置信号の変化にもとづいて時間の関数として割り出され、

リフターの上方移動の際の或る時点およびリフターの下方移動の際の或る時点が、それぞれの時点における速度依存のパラメータの値が実質的に等しいように選択され、

重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点において記録された圧力信号の値、および前記選択されたそれぞれの時点について割り出される加速度依存のパラメータの値に依存して実行されることを特徴とする請求項 1 に記載の重量測定の方法。

10

20

【請求項 3】

重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点において記録された位置信号の値に依存して実行されることを特徴とする請求項 2 に記載の重量測定の方法。

【請求項 4】

重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点について割り出される速度依存のパラメータの値に依存して実行されることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の重量測定の方法。

【請求項 5】

リフターの 1 つの上方移動および 1 つの下方移動の際に、リフターの速度および加速度が、位置信号の変化にもとづいて割り出されて、出力装置によってリアルタイムでユーザへと提示され、

10

ユーザが、油圧バルブによって、実質的に特定の範囲内の速度および実質的に特定の限界を下回る加速度を維持するようにリフターを操作し、

リフターの前記 1 つの上方移動および前記 1 つの下方移動のそれぞれの最中の時間期間であって、割り出される速度が前記範囲にありかつ割り出される加速度が前記限界を下回っている 2 つの時間期間が割り出され、

荷物の重量が、これらの時間期間のそれぞれの最中の加速度および圧力信号の平均値にもとづいて割り出されることを特徴とする請求項 1 に記載の重量測定の方法。

【請求項 6】

荷物の重量が、前記時間期間のそれぞれの最中の位置および速度信号の平均値にもとづいて割り出されることを特徴とする請求項 5 に記載の重量測定の方法。

20

【請求項 7】

持ち上げ装置の全体的な摩擦係数が、計量対象の荷物を載せているリフターの 1 つの上方移動および 1 つの下方移動にもとづいて割り出され、

重量の割り出しが、割り出された全体的な摩擦係数にもとづいていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の重量測定の方法。

【請求項 8】

前記メータは、前記油圧アクチュエータのための配管を通過する油圧流体の流れを測定する流量計であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の重量測定の方法。

30

【請求項 9】

圧力トランスデューサからの信号およびリフターの位置に依存するパラメータをもたらしメータからの信号が、採取値としてコンピュータに記録され、

コンピュータが、これらにもとづいて位置信号および圧力信号を計算し、これらにもとづいて荷物の重量を割り出すことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の重量測定の方法。

【請求項 10】

計量作業が、ユーザによる始動にてプロセッサによって自動的に実行され、油圧アクチュエータが、リフターを上向きに 1 回、下向きに 1 回、移動させるようにプロセッサによって制御されることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の重量測定の方法。

40

【請求項 11】

持ち上げ装置のリフターによって運ばれる荷物の重量測定のための計量装置であって、リフターが、持ち上げ装置の油圧システムによって構成される油圧アクチュエータによって移動可能であり、

当該計量装置が、リフターの少なくとも 1 つの上方移動および 1 つの下方移動にもとづいて重量を割り出すように構成されたプロセッサ、持ち上げ装置の油圧システムの圧力を測定して圧力信号をもたらしように構成された圧力トランスデューサ、および持ち上げ装置のリフターの位置に依存するパラメータを測定して位置信号をもたらしように構成されたメータを有しており、

プロセッサが、リフターの上方移動および下方移動の際に圧力トランスデューサおよび

50

メータからそれぞれ供給される圧力信号および位置信号にもとづいて、荷物の重量を割り出すように構成されており、

プロセッサが、位置信号を時間の関数として記録し、位置信号の変化にもとづいて加速度依存のパラメータを割り出し、この加速度依存のパラメータに依存して重量を割り出すように構成されていることを特徴とする計量装置。

【請求項 1 2】

プロセッサが、圧力信号を時間の関数として記録し、位置信号の変化にもとづいて時間の関数として速度依存のパラメータを割り出し、リフターの上方移動の際の或る時点およびリフターの下方移動の際の或る時点、それぞれの時点における速度依存のパラメータの値が実質的に等しいように選択し、該選択されたそれぞれの時点において記録された圧力信号の値、および該選択されたそれぞれの時点について割り出される加速度依存のパラメータの値に依存して、重量の割り出しを実行するように構成されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の計量装置。

10

【請求項 1 3】

プロセッサが、前記選択されたそれぞれの時点において記録された位置信号の値に依存して重量の割り出しを実行するように構成されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の計量装置。

【請求項 1 4】

プロセッサが、前記選択されたそれぞれの時点について割り出される速度依存のパラメータの値に依存して重量の割り出しを実行するように構成されていることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の計量装置。

20

【請求項 1 5】

プロセッサが、リフターの 1 つの上方移動および 1 つの下方移動の際に、リフターの速度および加速度を、位置信号にもとづいて割り出すように構成されており、

当該計量装置が、割り出された速度および加速度をリアルタイムでユーザへと提示するように構成された出力装置を有しており、

プロセッサが、出力装置を介して、実質的に特定の範囲内の速度および実質的に特定の限界を下回る加速度を維持するようにリフターを操作するようにユーザを案内するように構成されており、

プロセッサが、リフターの前記 1 つの上方移動および前記 1 つの下方移動のそれぞれの最中の時間期間であって、割り出される速度が前記範囲にありかつ割り出される加速度が前記限界を下回っている 2 つの時間期間を割り出すように構成されており、

30

プロセッサが、前記時間期間のそれぞれの最中の加速度および圧力信号の平均値にもとづいて、荷物の重量を割り出すように構成されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の計量装置。

【請求項 1 6】

プロセッサが、前記時間期間のそれぞれの最中の位置および速度信号の平均値にもとづいて荷物の重量を割り出すように構成されていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の計量装置。

【請求項 1 7】

40

プロセッサが、計量対象の荷物を載せているリフターの 1 つの上方移動および 1 つの下方移動にもとづいて、持ち上げ装置の全体的な摩擦係数を割り出し、割り出した全体的な摩擦係数にもとづいて重量を割り出すように構成されていることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の計量装置。

【請求項 1 8】

前記メータは、前記油圧アクチュエータのための配管を通過する油圧流体の流れを測定して、位置信号をもたらし、流量計であることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の計量装置。

【請求項 1 9】

当該計量装置が、持ち上げ装置の油圧アクチュエータのための配管に直列に取り付けら

50

れるように構成された通過チューブ部分を有するユニットを備えており、流量計および圧力トランスデューサが、前記ユニットに一体化されて、チューブ部分を通過する流れおよびチューブ部分の圧力をそれぞれ測定するように配置されていることを特徴とする請求項 18 に記載の計量装置。

【請求項 20】

プロセッサが、圧力トランスデューサからの信号およびリフターの位置に依存するパラメータをもたらすメータからの信号を、採取値として記録するように構成されたコンピュータであり、

コンピュータが、圧力トランスデューサおよびメータから記録された信号にもとづいて位置信号および圧力信号を計算し、これらにもとづいて荷物の重量を割り出すように構成されていることを特徴とする請求項 11～19 のいずれか一項に記載の計量装置。

10

【請求項 21】

プロセッサが、ユーザによる始動によって計量作業を自動的に実行するように構成され、油圧アクチュエータが、リフターを上向きに 1 回、下向きに 1 回、移動させるようにプロセッサによって制御されることを特徴とする請求項 11～20 のいずれか一項に記載の計量装置。

【請求項 22】

請求項 11～21 のいずれか一項に記載の計量装置を有している持ち上げ装置。

【請求項 23】

当該持ち上げ装置は、フォークリフト・トラックであることを特徴とする請求項 22 に記載の持ち上げ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、持ち上げ装置のリフターによって運ばれる荷物の重量測定の方法であって、重量測定が、リフターの少なくとも 1 つの上方移動および 1 つの下方移動にもとづいて行われ、リフターが、油圧システムによって構成される油圧アクチュエータによって動かされ、リフターの上方移動および下方移動の際に、油圧システムの圧力が圧力トランスデューサによって測定されて、圧力信号がもたらされるとともに、リフターの位置に依存するパラメータがメータによって測定されて、位置信号がもたらされ、荷物の重量が圧力信号および位置信号にもとづいて割り出される方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

DE 38 20 757 A1 が、トラクタの 3 点ヒッチによって運ばれる荷物の重量を測定するための方法および装置を記載している。重量の測定が、3 点ヒッチの油圧システムの圧力トランスデューサからの圧力信号、および 3 点ヒッチの位置を記録する位置センサからの位置信号にもとづいている。測定が、測定される信号が荷物の重心までの距離に左右されにくく、かつ圧力信号の比例性が大である所定の測定位置の付近において、3 点ヒッチをわずかな距離だけ上昇および下降させることによって実行される。これにより、摩擦によって引き起こされるヒステリシスの計量結果への影響を、少なくすることができる。測定の作業の際には、計量結果への動的な圧力の影響を最小限にするため、3 点ヒッチの油圧アクチュエータが、一定の比較的小さな速度で往復駆動される。しかしながら、この装置は、油圧アクチュエータを一定の速度で動作させるように構成された複雑な油圧バルブ・システムを必要とし、したがって高価である。さらに、重量の測定を、3 点ヒッチを所定の位置に位置させて実行しなければならない点が、不都合となりうる。

40

【0003】

DE 43 28 148 A1 号も、トラクタの 3 点ヒッチによって運ばれる荷物の重量を測定するための方法および装置を記載しており、上述の装置と同様、圧力信号および位置信号がもたらされている。特定の 3 点ヒッチについての全体的な摩擦係数が、無作為な荷物を運んでいる 3 点ヒッチの上昇および下降の動作の際に測定される圧力信号にも

50

とづいて割り出され、ここで前記圧力信号は、リフトが特定の高さにあるときに測定される。続いて、この3点ヒッチの変換定数が、割り出された全体的な摩擦係数、ならびにヒッチにて既知の荷物を上昇または下降させるときに測定される圧力信号にもとづいて、計算される。計量装置の動作の際に、ヒッチ上の荷物の重量を、割り出された全体的な摩擦係数およびヒッチの変換定数にもとづき、ヒッチの上昇または下降において測定される圧力信号から割り出すことができる。また、全体的な摩擦係数およびヒッチの変換定数を、最初にヒッチの高さ位置の関数として割り出してもよく、その後に荷物を、ヒッチの任意の高さ位置において計量することができる。しかしながら、この装置によれば、計量結果への動的な圧力の影響を最小限にするために、やはり油圧アクチュエータを一定の速度で動作させなければならず、複雑であり、したがって高価である油圧バルブ・システムが必要である。

10

【0004】

さらに、US 5,929,389号が、持ち上げ装置によって運ばれる荷物の重量を測定するための方法および装置を記載しており、上述の装置と同様、圧力信号および位置信号がもたらされている。測定の作業の際、持ち上げ装置が、おおむね固定された速度で上方および下方に移動し、持ち上げ装置の少なくとも2つの異なる位置において、圧力信号および位置信号の値のセットが、プロセッサ手段によって記録される。その後に、プロセッサ手段が、記録された値のセットおよびリンク装置の所定の幾何学的寸法から、リンク部材に作用する力およびトルクの平衡についての式によって、荷物の重量を割り出す。しかしながら、この装置も、高価な定速バルブ・システムを必要とする。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、単純な構造の装置によって実現できる重量測定の方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的に照らし、位置信号が、時間の関数として記録され、加速度依存のパラメータが、位置信号の変化にもとづいて割り出され、重量の割り出しが、前記加速度依存のパラメータに依存して実行される。

30

【0007】

この方法で、重量測定が加速度依存のパラメータに依存して実行され、すなわち計量作業の際に荷物および持ち上げ装置の構成要素について生じる加速度からもたらされる力が、荷物の重量を割り出すときに考慮されるため、計量作業を、油圧シリンダまたはリフターの速度を一定に保つ必要なくリフターの上向きおよび下向き移動によって実行することができる。したがって、本発明による重量測定の方法を実施するために、機械的に単純な構造のシステムを使用することができる。

【0008】

好都合な実施形態においては、圧力信号が、時間の関数として記録され、速度依存のパラメータが、位置信号の変化にもとづいて時間の関数として割り出され、リフターの上方移動の際の或る時点およびリフターの下方移動の際の或る時点が、それぞれの時点における速度依存のパラメータの値が実質的に等しいように選択され、重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点において記録された圧力信号の値、および前記選択されたそれぞれの時点について割り出される加速度依存のパラメータの値に依存して実行される。これにより、重量の測定が、リフターの等しいが反対向きである速度において行われる測定にもとづくため、リフターの上方移動および下方移動のそれぞれによって反対の向きを有している持ち上げ装置の速度依存の粘性摩擦力を、実質的に差し引きすることができる。したがって、重量測定の結果を、そのような速度依存の粘性摩擦力とは実質的に無関係にでき、したがってより正確にすることができる。

40

【0009】

50

一実施形態においては、重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点について記録された位置信号の値に依存して実行される。これにより、重量測定において、持ち上げ装置およびリフターに載せられた荷物の幾何学的な重量分布を考慮に入れることができ、したがって重量測定の結果をより正確にすることができる。

【0010】

一実施形態においては、重量の割り出しが、前記選択されたそれぞれの時点について割り出される速度依存のパラメータの値に依存して実行される。この方法で、荷物の重量を割り出すときに、さらに速度依存のパラメータを考慮に入れることができる。そのようなパラメータとして、油圧システムの配管における摩擦による損失水頭を挙げることができる。なぜならば、油圧システムの油圧アクチュエータへの油圧流体の流量および油圧システムの油圧アクチュエータからの油圧流体の流量は、油圧アクチュエータのシリンダ内のピストンの速度に依存するためである。

10

【0011】

好都合な実施形態においては、リフターの1つの上方移動および1つの下方移動の際に、リフターの速度および加速度が、位置信号の変化にもとづいて割り出されて、出力装置によってリアルタイムでユーザへと提示され、ユーザが、油圧バルブによって、実質的に特定の範囲内の速度および実質的に特定の限界を下回る加速度を維持するようにリフターを操作する。リフターの前記1つの上方移動および前記1つの下方移動のそれぞれの最中の時間期間であって、割り出される速度が前記範囲にありかつ割り出される加速度が前記限界を下回っている2つの時間期間が割り出され、荷物の重量が、これらの時間期間のそれぞれの最中の加速度および圧力信号の平均値にもとづいて割り出される。これにより、測定作業の際に速度および加速度が制限されるため、重量測定を実行するように構成されるプロセッサで構成される要件を、少なくすることができる。例えば、位置信号および圧力信号が、コンピュータによって採取される場合に、より少ない採取頻度を使用することができる。これにより、高価なコンピュータを不要にすることができる。

20

【0012】

一実施形態においては、荷物の重量が、前記時間期間のそれぞれの最中の位置信号の平均値にもとづいて割り出される。これにより、重量測定において、持ち上げ装置およびリフターに載せられた荷物の幾何学的な重量分布を考慮に入れることができ、したがって重量測定の結果をより正確にすることができる。

30

【0013】

一実施形態においては、荷物の重量が、前記時間期間のそれぞれの最中の速度信号の平均値にもとづいて割り出される。この方法で、荷物の重量を割り出すときに、上述したような速度依存のパラメータをさらに考慮に入れることができる。

【0014】

好都合な実施形態においては、持ち上げ装置の全体的な摩擦係数が、計量対象の荷物を載せているリフターの1つの上方移動および1つの下方移動にもとづいて割り出され、重量の割り出しが、割り出された全体的な摩擦係数にもとづいて行われる。持ち上げ装置の摩擦は、摩耗および潤滑状態の変化などといった要因ゆえに時間とともに変化する可能性があり、さらにはリフターによって持ち上げられる荷物の重量にも依存する可能性があるため、計量対象の実際の荷物を載せているリフターの移動にもとづいて持ち上げ装置の全体的な摩擦係数を割り出すことで、そのような摩擦係数を持ち上げ装置について任意の荷物を移動させることによって1回だけ測定して、その後のすべての重量測定に使用する場合に比べ、はるかに正確な重量測定がもたらされる。

40

【0015】

一実施形態においては、位置信号が、油圧アクチュエータのための配管を通過する油圧流体の流れを測定する流量計によってもたらされる。これにより、正確な位置信号を、簡単かつ経済的な方法で得ることができる。さらに、流量計は、油圧アクチュエータのための配管に挿入することによって、既存の持ち上げ装置に容易に設置することが可能である。

50

【0016】

好都合な実施形態においては、圧力トランスデューサからの信号およびリフターの位置に依存するパラメータをもたらしめるメータからの信号が、採取値としてコンピュータに記録され、コンピュータが、これらにもとづいて位置信号および圧力信号を計算し、これらにもとづいて荷物の重量を割り出す。

【0017】

一実施形態においては、計量作業が、ユーザによる始動にてプロセッサによって自動的に実行され、油圧アクチュエータが、リフターを上向きに1回、下向きに1回、移動させるようにプロセッサによって制御される。これにより、必要とされるユーザとのやり取りが少なくなるため、計量作業が促進される。

10

【0018】

さらに本発明は、持ち上げ装置のリフターによって運ばれる荷物の重量測定のための計量装置に関する。リフターが、持ち上げ装置の油圧システムによって構成される油圧アクチュエータによって移動可能である。当該計量装置は、リフターの少なくとも1つの上方移動および1つの下方移動にもとづいて重量を割り出すように構成されたプロセッサ、持ち上げ装置の油圧システムの圧力を測定して圧力信号をもたらしめるように構成された圧力トランスデューサ、および持ち上げ装置のリフターの位置に依存するパラメータを測定して位置信号をもたらしめるように構成されたメータを有しており、プロセッサが、リフターの上方移動および下方移動の際に圧力トランスデューサおよびメータからそれぞれ供給される圧力信号および位置信号にもとづいて、荷物の重量を割り出すように構成されている。

20

【0019】

このシステムは、プロセッサが、位置信号を時間の関数として記録し、位置信号の変化にもとづいて加速度依存のパラメータを割り出し、この加速度依存のパラメータに依存して重量を割り出すように構成されていることを特徴とする。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0020】

好都合な実施形態においては、プロセッサが、圧力信号を時間の関数として記録し、位置信号の変化にもとづいて時間の関数として速度依存のパラメータを割り出し、リフターの上方移動の際の或る時点およびリフターの下方移動の際の或る時点、それぞれの時点における速度依存のパラメータの値が実質的に等しいように選択し、該選択されたそれぞれの時点において記録された圧力信号の値、および該選択されたそれぞれの時点について割り出される加速度依存のパラメータの値に依存して、重量の割り出しを実行するように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

30

【0021】

一実施形態においては、プロセッサが、前記選択されたそれぞれの時点において記録された位置信号の値に依存して、重量の割り出しを実行するように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0022】

一実施形態においては、プロセッサが、前記選択されたそれぞれの時点について割り出される速度依存のパラメータの値に依存して、重量の割り出しを実行するように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

40

【0023】

好都合な実施形態においては、プロセッサが、リフターの1つの上方移動および1つの下方移動の際に、リフターの速度および加速度を、位置信号にもとづいて割り出すように構成されている。当該計量装置が、割り出された速度および加速度をリアルタイムでユーザへと提示するように構成された出力装置を有している。プロセッサが、出力装置を介して、実質的に特定の範囲内の速度および実質的に特定の限界を下回る加速度を維持すべくリフターを操作するようにユーザを案内するように構成され、プロセッサが、リフターの前記1つの上方移動および前記1つの下方移動のそれぞれの最中の時間期間であって、割り出される速度が前記範囲にありかつ割り出される加速度が前記限界を下回っている2つ

50

の時間期間を割り出すように構成され、プロセッサが、前記時間期間のそれぞれの最中の加速度および圧力信号の平均値にもとづいて、荷物の重量を割り出すように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0024】

一実施形態においては、プロセッサが、前記時間期間のそれぞれの最中の位置および速度信号の平均値にもとづいて、荷物の重量を割り出すように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0025】

一実施形態においては、プロセッサが、計量対象の荷物を載せているリフターの1つの上方移動および1つの下方移動にもとづいて、持ち上げ装置の全体的な摩擦係数を割り出し、割り出した全体的な摩擦係数にもとづいて重量を割り出すように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

10

【0026】

一実施形態においては、流量計が、油圧アクチュエータのための配管を通過する油圧流体の流れを測定して、位置信号をもたらすために設けられている。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0027】

好都合な実施形態においては、計量装置が、持ち上げ装置の油圧アクチュエータのための配管に直列に取り付けられるように構成された通過チューブ部分を有するユニットを備えており、流量計および圧力トランスデューサが、前記ユニットに一体化されて、チューブ部分を通過する流れおよびチューブ部分の圧力をそれぞれ測定するように配置されている。これにより、前記ユニットのみを取り付けるだけでよく、例えば油圧シリンダなどといった持ち上げ装置の種々の位置に別個のトランスデューサを組み込む必要がないため、持ち上げ装置への計量装置の設置が大いに容易化される。

20

【0028】

好都合な実施形態においては、プロセッサが、圧力トランスデューサからの信号およびリフターの位置に依存するパラメータをもたらすメータからの信号を、採取値として記録するように構成されたコンピュータであり、このコンピュータが、圧力トランスデューサおよびメータから記録された信号にもとづいて位置信号および圧力信号を計算し、これらにもとづいて荷物の重量を割り出すように構成されている。これにより、上述の利点を得ることができる。

30

【0029】

一実施形態においては、プロセッサが、ユーザによる始動によって計量作業を自動的に実行するように構成され、油圧アクチュエータが、リフターを上向きに1回、下向きに1回、移動させるようにプロセッサによって制御される。これにより、上述の利点を得ることができる。

【0030】

さらに本発明は、上述のような計量装置を有する持ち上げ装置に関する。

【0031】

一実施形態においては、持ち上げ装置が、フォークリフト・トラックである。

40

【0032】

次に、本発明を、きわめて概略的な図面を参照しつつ実施形態の例によって以下でさらに詳しく説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

図1は、本発明による計量装置3が設けられた持ち上げ装置2のリフター1を示している。図示の実施形態においては、持ち上げ装置2が、フォークリフト・トラック（一部分のみが図示されている）の形態を有している。リフター1が、フォークによって構成され、それ自身は公知の様相で、柱6の対向する垂直面の間を転がるローラ5を備えるキャリッジ4によって、垂直方向に移動可能に構成されている。リフター1は、内部をピストン

50

9が移動可能である垂直シリンダ8の形態の油圧アクチュエータ7によって駆動される。ピストン9が、ピストン棒10に取り付けられており、ピストン棒10の上端が、チェーン・ローラ11を保持している。チェーン12が、第1の端部13において持ち上げ装置2の固定のフレーム14へと固定され、チェーン・ローラ11を越え、第2の端部15においてキャリッジ4へと固定されている。したがって、ピストン9がシリンダ8内を或る速度で移動すると、キャリッジ4、すなわちリフター1が、この速度の2倍で移動する。計算の目的のため、図1に示されているように、チェーン12の第1の部位が、記号bによって指し示されて長さbを有し、チェーン12の第2の部位が、記号cによって指し示されて長さcを有し、チェーンのそれぞれの部位b、cの長さは、キャリッジ4の高さ位置とともに変化する。

10

【0034】

油圧アクチュエータ7は、油圧バルブ17に接続された配管16を介して供給および排出される油圧流体によって動作し、油圧バルブ17は、油圧ポンプ19から配管16へと油圧流体を供給し、あるいは配管16からリザーバ20へと油圧流体を排出して、リフター1の上昇または下降をそれぞれ実行するために、ハンドル18によって操作可能である。

【0035】

配管16に、チューブ部分21が直列に取り付けられ、チューブ部分21を通過する流れを測定するように構成された流量計23とチューブ部分21の圧力を測定するように構成された圧力トランスデューサ24とを備えるユニット22を通過して配置されている。

20

【0036】

ユニット22は、ユニット22内の流量計23および圧力トランスデューサ24から受信される信号の採取値にもとづいて重量の割り出しを実行するように構成されたコンピュータ25に接続されている。コンピュータ25は、割り出した値をユーザへと提示するように構成された出力装置26に接続されている。計量装置3は、ユニット22、コンピュータ25、出力装置26、および入力装置（図示されていない）を含んでおり、入力装置によってコンピュータ25を操作することができる。しかしながら、計量装置3が、自身の固有の入力／出力装置を備える代わりに、持ち上げ装置2に付随する入力／出力装置に接続されるように構成されたインターフェイスを有してもよい。

【0037】

30

バランス質量測定（balanced mass determination）の原理は、機械式の持ち上げ装置において摩擦によって引き起こされる測定誤差を差し引き（balance）できるという点にもとづいている。これは、荷物27が配置されているリフターについて、上向きの移動およびその後の下向きの移動を実行可能にすることによって達成できる。

【0038】

荷物27を持ち上げるために必要とされる力は、重力および摩擦力の和に等しいため、下向きの移動の際の力の合計は、重力から摩擦力を差し引いた力に等しくなる。したがって、上向きの力および下向きの力の合計の半分が、摩擦力が相殺されるがゆえに、摩擦力を含まない荷物の重量を表わしている。

40

【0039】

これは、上方向および下方向の摩擦が同じであり、かつ力の測定の際に質量の加速度が生じない場合に当てはまる。加速度を測定することによって、ニュートンの運動の第2法則によって引き起こされる加速力および変化した摩擦条件を、控除することが可能である。例えば、リフター1の加速度ゆえにチェーン12により大きな力が加わる場合、結果として、チェーン・ローラ11のベアリングの摩擦力が大きくなる。両方向において粘性摩擦の大きさが同じになるように保証するために、力が、同じ上向きおよび下向きの速度において測定される。図2に、動摩擦係数 $\mu_{ss}(v)$ およびその移動速度 v に対する依存性の例が示されている。

【0040】

50

摩擦が静止時に最大であることが示されている。これは、静摩擦または静止摩擦とも呼ばれる。速度が増加する場合、摩擦は、移動の速度に依存しない動乾燥摩擦またはクーロン摩擦と呼ばれるレベルへと急激に低下する。表面が潤滑されている場合、摩擦は速度とともに大きくなり、これは動湿潤摩擦または粘性摩擦と呼ばれる。

【0041】

持ち上げ装置の質量の分布が、例えば油圧シリンダ8内の油の量の変化またはチェーン・ローラ11を巡るチェーン12の位置の変化ゆえに、持ち上げ高さと同時に変化するため、油圧ピストン9の位置が測定される。なぜならば、油圧ピストン9の位置にもとづいて質量の分布の変化を割り出すことができるためである。

【0042】

垂直に作用する力および油圧ピストン9の位置は、油圧流体の圧力および流れを測定し、油圧ピストン9の面積についての情報と組み合わせることによって割り出すことができる。速度および加速度が、流量計23によって採取されて供給される位置信号から計算されるピストン9の位置の一次および二次の時間導関数として、コンピュータ25によって割り出される。位置信号を、フォークを地面のレベルまで下げることによってリセットすることができる。流量計を使用する代わりに、例えばリフターまたは油圧シリンダに隣接して配置されるレーザ距離計や、例えば油圧シリンダの内部に配置される超音波距離計など、他の公知の手段によって位置信号をもたらしことも可能である。

【0043】

したがって、直接的または間接的に測定される基本的な物理量は、

F：ピストンの力 [N]

a：ピストンの加速度 [m/s^2]

v：ピストンの速度 [m/s]

s：ピストンの位置 [m]

である。

【0044】

一例として、時間の関数としてのF、a、v、およびsを考えると、上述のような摩擦係数 $\mu_{ss}(v)$ ならびに以下のパラメータ

$A = 0.002150$ [m^2]、ピストンの面積

$k = 4.000$ [kg/m]、チェーンの1メートル当たりの重量

$b + c = 2.11$ [m]、チェーンの長さ（チェーンの部位b+c）

$c_0 = 1.73$ [m]、初期のチェーン長さ c_0

$m_s = 100$ [kg]、ピストン棒の質量

$m_g = 257.78$ [kg]、フォークの質量

$\rho = 840$ [kg/m^3]、油の密度

$m_l = 670.2$ [kg]、荷物の重さ

を有するフォークリフト・トラックは、図3～6に示したグラフと同じ外観のグラフを有すると考えられる。

【0045】

以下で、持ち上げ装置2のリフター1上の荷物27の重量の測定のためのコンピュータ・プログラムにおいて使用するための適切な式を、どのように構築できるのかを示す。各種のパラメータについて、以下の略号が与えられる。

m_l = 荷物の質量 [kg]。

m_a = 持ち上げ装置の等価質量定数 [kg]。

m_k = チェーンの質量 ($m_b + m_c$) [kg]。

m_b = チェーンの部位bの質量 [kg]。

m_c = チェーンの部位cの質量 [kg]。

m_g = フォーク+キャリッジの質量 [kg]。

m_s = ピストン+ピストン棒+チェーン・ローラの質量 [kg]。

m_o = シリンダ油の質量 [kg]。

μ = 摩擦係数 [-]。

p = 圧力トランスデューサにおける圧力 [p a]。

p_r = 圧力トランスデューサからシリンダまでの圧力低下 [p a]。

A = ピストンの面積 [m ²]。

g = 重力加速度、9.81 [m / s ²] または [N / k g]。

x = 荷物 + フォーク + キャリッジの重心までの距離 [m]。

F = ピストンの下面への力 [N]。

$m_v = m_s + m_b$ 、プーリ取り付けにおける質量、(時点1) [k g]。

$m_h = m_l + m_g + m_c$ 、プーリの右側の質量、(時点2) [k g]。

m_e = 近似式における誤差 [k g]。

10

s = ピストン棒の位置 [m]。

$v = (ds / dt)$ 、ピストン棒の速度 [m / s]。

$a = (d^2 s / dt^2)$ 、ピストン棒の加速度 [m / s ²]。

r = 流量計の回転数 [r]。

z = 流量計の回転速度 [r / s]。

n = 流量計の回転加速度 [r / s ²]。

l = 流量計の1回転当たりの体積 [m ³ / r]。

k = チェーンの1メートル当たりの重量 [k g / m]。

ρ = 油圧油の密度 (r h o) [k g / m ³]。

b = 無作為なピストン位置 s におけるチェーンの部位 b の長さ [m]。

20

c = 無作為なピストン位置 s におけるチェーンの部位 c の長さ [m]。

c_0 = フォークを下げた状態 ($s = 0$) で測定されるチェーンの部位の初期長さ [m]。

d = 圧力トランスデューサから油圧シリンダまでの摩擦 (油圧配管の抵抗) による損失水頭 [p a · s / m ³]。

Q = 1秒当たりの油の流量 [m ³ / s]。

【0046】

上向きおよび下向きの移動について、各種パラメータの以下の記号表示が与えられる。

m_{co} = チェーンの部位 c の質量、上向き移動時 [k g]。

m_{cn} = チェーンの部位 c の質量、下向き移動時 [k g]。

m_{bo} = チェーンの部位 b の質量、上向き移動時 [k g]。

30

m_{bn} = チェーンの部位 b の質量、下向き移動時 [k g]。

m_{oo} = シリンダ油の質量、上向き移動時 [k g]。

m_{on} = シリンダ油の質量、下向き移動時 [k g]。

p_o = 圧力トランスデューサにおける圧力、上向き移動時 [p a]。

p_n = 圧力トランスデューサにおける圧力、下向き移動時 [p a]。

a_o = ピストン棒の加速度、上向き移動時 [m / s ²]。

a_n = ピストン棒の加速度、下向き移動時 [m / s ²]。

v_o = ピストン棒の速度、上向き移動時 [m / s]。

v_n = ピストン棒の速度、下向き移動時 [m / s]。

s_o = ピストン棒の位置、上向き移動時 [m]。

40

s_n = ピストン棒の位置、下向き移動時 [m]。

r_o = 流量計の回転数、上向き移動時 [r]。

z_o = 流量計の回転速度、上向き移動時 [r / s]。

n_o = 流量計の回転加速度、上向き移動時 [r / s ²]。

r_n = 流量計の回転数、下向き移動時 [r]。

z_n = 流量計の回転速度、下向き移動時 [r / s]。

n_n = 流量計の回転加速度、下向き移動時 [r / s ²]。

F_o = ピストンの下面への力、上向き移動時 [N]。

F_n = ピストンの下面への力、下向き移動時 [N]。

$m_{vo} = m_s + m_{bo}$ 、プーリの左側の質量、上向き移動時 [k g]。

50

$m_{v n} = m_s + m_{b n}$ 、プーリの左側の質量、下向き移動時 [k g]。

$m_{h o} = m_l + m_g + m_{c o}$ 、プーリの右側の質量、上向き移動時 [k g]。

$m_{h n} = m_l + m_g + m_{c n}$ 、プーリの右側の質量、下向き移動時 [k g]。

$m_{e o}$ = 近似式における誤差、上向き移動時 [k g]。

$m_{e n}$ = 近似式における誤差、下向き移動時 [k g]。

【0047】

(空のリフターの) 各種パラメータについて、以下の特別な記号表示が、較正によるピストン面積 A の割り出しのために与えられる。

$m_{c o z}$ = チェーンの部位 c の質量、上向き移動時 [k g]。

$m_{c n z}$ = チェーンの部位 c の質量、下向き移動時 [k g]。

10

$m_{o o z}$ = シリンダ油の質量、上向き移動時 [k g]。

$m_{o n z}$ = シリンダ油の質量、下向き移動時 [k g]。

$p_{o z}$ = 圧力トランスデューサにおける圧力、上向き移動時 [p a]。

$p_{n z}$ = 圧力トランスデューサにおける圧力、下向き移動時 [p a]。

$a_{o z}$ = ピストン棒の加速度、上向き移動時 [m/s^2]。

$a_{n z}$ = ピストン棒の加速度、下向き移動時 [m/s^2]。

$p_{r z}$ = 圧力トランスデューサからシリンダまでの圧力低下 [p a]。

【0048】

持ち上げ装置について、以下の基本式が与えられる。

【0049】

20

【数1】

$$Q = l \cdot z$$

1 秒当たりの油の流量 [m^3/s]。

【0050】

【数2】

$$d = \frac{p}{Q}$$

30

摩擦（油圧配管の抵抗）による損失水頭 [$p a \cdot s/m^3$]。圧力 p および流量 Q は、シリンダ上の緩められた接続 (loosened connection) において測定される。

【0051】

【数3】

$$p_r = |Q| \cdot d$$

40

圧力トランスデューサからシリンダまでの圧力低下 [p a]。

【0052】

【数4】

$$s = \frac{l \cdot r}{A}$$

ピストン棒の位置 [m]。

【0053】

50

【数 5】

$$v = \frac{l \cdot z}{A}$$

ピストン棒の速度 [m / s] 、または

【 0 0 5 4 】

【数 6】

$$v = \frac{Q}{A}$$

10

ピストン棒の速度 [m / s] 。

【 0 0 5 5 】

【数 7】

$$a = \frac{l \cdot n}{A}$$

ピストン棒の加速度 [m / s²] 。

20

【 0 0 5 6 】

【数 8】

$$c = c_0 - 2 \cdot s$$

チェーンの部位 c の長さ [m] 。

【 0 0 5 7 】

【数 9】

$$m_c = c \cdot k$$

30

チェーンの部位 c の質量 [k g] 。

【 0 0 5 8 】

【数 1 0】

$$m_o = l \cdot r \cdot \rho$$

油圧シリンダ内の油の質量 [k g] 、または

【 0 0 5 9 】

【数 1 1】

40

$$m_o = s \cdot A \cdot \rho$$

油圧シリンダ内の油の質量 [k g] 。

【 0 0 6 0 】

【数 1 2】

$$m_a \approx \frac{m_s + m_k}{2} + m_g$$

持ち上げ装置の等価質量定数 [k g]。

【0 0 6 1】

【数 1 3】

$$m_s = 2 \cdot (m_a - m_g) - m_k$$

10

ピストン+ピストン棒+チェーン・ローラの質量 [k g]。

【0 0 6 2】

【数 1 4】

$$m_k = 2 \cdot (m_a - m_g) - m_s$$

チェーンの質量 [k g]、または

20

【0 0 6 3】

【数 1 5】

$$m_k = k \cdot (b + c)$$

チェーンの質量 [k g]。

【0 0 6 4】

【数 1 6】

30

$$F_o = (p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + a_o)$$

上昇時の油圧ピストンの下面への力 [N]。

【0 0 6 5】

【数 1 7】

$$F_n = (p_n + p_r) \cdot A - m_{on} \cdot (g + a_n)$$

40

下降時の油圧ピストンの下面への力 [N]。

【0 0 6 6】

荷物の質量 m_1 の測定

図 1 のフォークリフト・トラックのモデルにおいて、荷物の重量 m_1 を割り出すために、ピストンおよびピストン上に置かれた質量を持ち上げるために必要とされる上向きの力 F_o が検討される。この力は、近似として、式

【0 0 6 7】

【数 18】

$$F_o = [m_{vo} \cdot (g + a_o) + 2m_{ho} \cdot (g + 2a_o)] \cdot (1 + \mu) \quad (1)$$

によって表わされ、ここで慣性モーメントおよび角速度の値は、持ち上げ装置の等価質量定数および存在しうる荷物に関して無視できると考えられる。しかしながら、上記式は近似であるため、完全に満足できる結果を得るために同様に使用することができる他の式を構築できることに、注意すべきである。「プーリの右側」の質量を、

10

【0068】

【数 19】

$$m_{ho} = \frac{\frac{F_o}{1 + \mu} - m_{vo} \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o)} \quad (2)$$

20

と単離することができる。

【0069】

したがって、

【0070】

【数 20】

$$m_{ho} = \frac{F_o}{2 \cdot (g + 2a_o) \cdot (1 + \mu)} - \frac{m_{vo}}{2} + \frac{m_{vo} \cdot a_o}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

30

である。

【0071】

$F_o = (p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + a_o)$ であるため、

【0072】

【数 21】

$$m_{ho} = \frac{(p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o) \cdot (1 + \mu)} - \frac{m_{vo}}{2} + \frac{m_{vo} \cdot a_o}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

40

であり、したがって、

【0073】

【数 22】

$$m_{ho} = \frac{(p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + 2a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o) \cdot (1 + \mu)} - \frac{m_{vo}}{2} + \frac{a_o \cdot \left[\frac{m_{oo}}{1 + \mu} + m_{vo} \right]}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

である。

50

【0074】

扱いやすい近似式を実現するために、最後の項は、以下で示されるように無視が可能な誤差をもたらしつつ、切り捨てられる。

【0075】

【数23】

$$m_{eo} = \frac{a_o \cdot \left[\frac{m_{oo}}{1+\mu} + m_{vo} \right]}{2 \cdot (g + 2a_o)} \quad (3)$$

10

当然ながら、上記以外の他の近似も可能である。

【0076】

上記の場合、近似式は

【0077】

【数24】

$$m_{ho} = \frac{(p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + 2a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o) \cdot (1 + \mu)} - \frac{m_{vo}}{2}$$

20

となり、

【0078】

【数25】

$$\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} = m_{oo} + (2m_l + 2m_g + 2m_{co} + m_s + m_{bo}) \cdot (1 + \mu)$$

を意味している。

【0079】

30

$m_b + 2m_c = m_k + m_c$ であるため、フォークの上向き移動に適用される以下の式が生成される。

【0080】

【数26】

$$\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} = m_{oo} + (2m_l + 2m_g + m_s + m_k + m_{co}) \cdot (1 + \mu) \quad (4)$$

これに対応して、上述と同様の検討によって、下向き移動に以下の式が当てはまることを理解できるであろう。

40

【0081】

【数27】

$$\frac{(p_n + p_r) \cdot A}{g + 2a_n} = m_{on} + (2m_l + 2m_g + m_s + m_k + m_{cn}) \cdot (1 - \mu) \quad (5)$$

式(4)および(5)において、 p_r を除くすべての変数が、符号を伴って計算されることに注意すべきである。

50

【0082】

フォークの上向き移動および下向き移動の両者を検討することによって、式（4）および（5）を

【0083】

【数28】

$$A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] = m_{oo} + (2m_l + 2m_g + m_s + m_k + m_{co}) \cdot (1 + \mu) + m_{on} + (2m_l + 2m_g + m_s + m_k + m_{cn}) \cdot (1 - \mu) \quad (6)$$

と足し合わせることができ、荷物の質量 m_l を単離して

【0084】

【数29】

$$m_l = \frac{A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} + m_{on}) - (m_{co} + m_{cn}) - \mu \cdot (m_{co} - m_{cn})}{4} - \left(\frac{m_s + m_k}{2} + m_g \right) \quad (7)$$

をもたらすことができる。

等価質量定数 m_a の割り出し（ゼロ校正）

上述の持ち上げ装置の等価質量定数 m_a を計算するために必要な各要素の重量が未知である場合、この質量定数を、計量装置の校正（いわゆる、ゼロ校正）によって見つけることができる。 m_a は変化しないため、この校正は、特定の持ち上げ装置について1回だけ行えばよく、その後のすべての計量作業に使用することができる。校正は、詳しくは後述される通常の計量作業を、しかしながら $m_l = 0$ で、すなわちリフター1に荷物を載せずに行うことによって実行される。したがって、式（7）に、空のリフターに相当する $m_l = 0$ が挿入される。

【0085】

【数30】

$$0 = \frac{A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} + m_{on}) - (m_{co} + m_{cn}) - \mu \cdot (m_{co} - m_{cn})}{4} - \left(\frac{m_s + m_k}{2} + m_g \right)$$

したがって、上向きおよび下向きの移動について、持ち上げ装置の等価質量定数 m_a は

【0086】

【数31】

$$m_a = \frac{m_s + m_k}{2} + m_g = \frac{A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} + m_{on}) - (m_{co} + m_{cn}) - \mu \cdot (m_{co} - m_{cn})}{4} \quad (8)$$

である。

ピストンの面積 A の割り出し（フルスケール校正）

正確なピストンの面積Aが知られておらず、あるいは精密には知られていない場合、これを、いわゆるフルスケール較正によってより精密に割り出すことができる。

【0087】

リフターの上向き移動についての式(4)を2回、それぞれ m_l あり、および m_l なし(空のリフター)で使用し、次いでそれらの引き算を行うことによって、下記の式(9)が生成される。荷物ありおよび荷物なしの持ち上げ装置の μ が等しい仮定され、したがって持ち上げの速度は、実行される持ち上げ作業の両者において等しくなければならない。パラメータ p_o 、 p_r 、 a_o 、 m_{oo} 、 m_{co} が、リフターに m_l を載せての移動に当てはまる一方で、パラメータ p_{oz} 、 p_{rz} 、 a_{oz} 、 m_{ooz} 、 m_{coz} が、 m_l なし(空のリフター)の移動に当てはまる。

【0088】

【数32】

$$\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} - \frac{(p_{oz} - p_{rz}) \cdot A}{g + 2a_{oz}} = \frac{m_{oo} - m_{ooz} + (2m_l + 2m_g + m_s + m_k + m_{co}) \cdot (1 + \mu) - (2m_g + m_s + m_k + m_{coz}) \cdot (1 + \mu)}{(9)}$$

10

荷物ありおよび荷物なしの持ち上げ装置の μ が等しい点に鑑み、Aを括弧の外へと移動させ、 μ を除くべく $(1 + \mu)$ を独立項として単離し、式を

【0089】

【数33】

$$A \cdot \frac{\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_{oz} - p_{rz}}{g + 2a_{oz}}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} = \frac{m_{oo} - m_{ooz}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} + (1 + \mu) \quad (10)$$

20

へと変形できる。

【0090】

したがって、下向き移動についての式(5)を使用することによって、以下の式が生成される。

【0091】

【数34】

$$A \cdot \frac{\frac{p_n - p_r}{g + 2a_n} - \frac{p_{nz} - p_{rz}}{g + 2a_{nz}}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} = \frac{m_{on} - m_{onz}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} + (1 - \mu) \quad (11)$$

30

40

パラメータ p_n 、 p_r 、 a_n 、 m_{on} 、 m_{cn} が、リフターに m_l を載せての移動に当てはまる一方で、パラメータ p_{nz} 、 p_{rz} 、 a_{nz} 、 m_{onz} 、 m_{cnz} が、 m_l なし(空のリフター)の移動に当てはまる。

【0092】

μ を除くため、式(10)および(11)が加えられる。

【0093】

【数 3 5】

$$A \cdot \frac{\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_{oz} - p_{rz}}{g + 2a_{oz}}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} + A \cdot \frac{\frac{p_n - p_r}{g + 2a_n} - \frac{p_{nz} - p_{rz}}{g + 2a_{nz}}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} =$$

$$\frac{m_{oo} - m_{ooz}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} + (1 + \mu) + \frac{m_{on} - m_{onz}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} + (1 - \mu) \quad (12)$$

10

その結果、荷物ありおよび荷物なしの持ち上げ装置についてリフターの上向き移動および下向き移動の μ が等しい假定され、したがってリフターの速度は、実行される4つの持ち上げ作業（すなわち、 m_l ありおよび m_l なしでの2回のリフターの上向き移動、ならびに m_l ありおよび m_l なしでの2回のリフターの下向き移動）のすべてにおいて等しくなければならない。

【0094】

ピストンの面積 A が、以下のとおり単離される。

【0095】

【数 3 6】

20

$$A = \frac{2 + \left[\frac{m_{oo} - m_{ooz}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} \right] + \left[\frac{m_{on} - m_{onz}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} \right]}{\left[\frac{\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_{oz} - p_{rz}}{g + 2a_{oz}}}{2m_l + m_{co} - m_{coz}} \right] + \left[\frac{\frac{p_n - p_r}{g + 2a_n} - \frac{p_{nz} - p_{rz}}{g + 2a_{nz}}}{2m_l + m_{cn} - m_{cnz}} \right]} \quad (13)$$

30

誤差 m_e の割り出し

すでに式（3）に、上向き移動についての誤差が与えられている。したがって、上向きおよび下向き移動の合計の誤差は、

【0096】

【数 3 7】

$$m_e = \frac{a_o \cdot \left[\frac{m_{oo}}{1 + \mu} + m_{vo} \right]}{4 \cdot (g + 2a_o)} + \frac{a_n \cdot \left[\frac{m_{on}}{1 - \mu} + m_{vn} \right]}{4 \cdot (g + 2a_n)} \quad (14)$$

40

を構成する。

【0097】

一例として、質量 $m_{vo} = 100 \text{ kg}$ 、 $m_{oo} = 2 \text{ kg}$ 、かつ加速度 $a_o = 0.1 \text{ m/s}^2$ であり、質量 $m_{vn} = 100 \text{ kg}$ 、 $m_{on} = 2 \text{ kg}$ 、かつ加速度 $a_n = -0.3 \text{ m/s}^2$ であり、さらに摩擦係数 $\mu = 0.05$ である場合の合計の誤差 m_e は、

【0098】

【数 3 8】

$$m_e = \frac{0.1 \cdot \left[\frac{2}{1+0.05} + 100 \right]}{4 \cdot (9.81 + 2 \cdot 0.1)} + \frac{-0.3 \cdot \left[\frac{2}{1-0.05} + 100 \right]}{4 \cdot (9.81 + 2 \cdot (-0.3))} = -0.58 \text{ [kg]}$$

であり、これは大部分の目的において無視することが可能である。

摩擦係数 μ の割り出し

式 (4) および (5) を書き直して、

【0 0 9 9】

【数 3 9】

$$\left[\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} - m_{oo} - m_{co} \cdot (1 + \mu) \right] = (2m_l + 2m_g + m_s + m_k) \cdot (1 + \mu)$$

【0 1 0 0】

【数 4 0】

$$\left[\frac{(p_n + p_r) \cdot A}{g + 2a_n} - m_{on} - m_{cn} \cdot (1 - \mu) \right] = (2m_l + 2m_g + m_s + m_k) \cdot (1 - \mu)$$

がもたらされる。

【0 1 0 1】

上向き移動および下向き移動についての等しい速度および等しい荷物の質量によって、上記 2 つの式のうちの第 2 の各辺を、上記 2 つの式のうちの第 1 の各辺からそれぞれ引き去ることができ、これによって以下の式の各辺の分子が形成され、次いで上記 2 つの式の各辺をそれぞれ加えることができ、これによって以下の式の各辺の分母が形成され、摩擦係数 μ が、式の左辺を約分することによって単離される。

【0 1 0 2】

【数 4 1】

$$\mu = \frac{\left[\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} - m_{oo} - m_{co} \cdot (1 + \mu) \right] - \left[\frac{(p_n + p_r) \cdot A}{g + 2a_n} - m_{on} - m_{cn} \cdot (1 - \mu) \right]}{\left[\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{g + 2a_o} - m_{oo} - m_{co} \cdot (1 + \mu) \right] + \left[\frac{(p_n + p_r) \cdot A}{g + 2a_n} - m_{on} - m_{cn} \cdot (1 - \mu) \right]}$$

$m_{co} = m_{cn}$ である場合、 $m_{oo} = m_{on}$ であり、簡単な式

【0 1 0 3】

【数 4 2】

$$\left(A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - m_{oo} - m_{on} \right) \cdot \mu = A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right]$$

が生み出され、ここで μ の解は

【0 1 0 4】

10

20

30

40

【数 4 3】

$$\mu = \frac{\left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right]}{\left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - \frac{m_{oo} + m_{on}}{A}} \quad (16)$$

である。

10

【0 1 0 5】

m_{c o} ≠ m_{c n} である場合、二次方程式

【0 1 0 6】

【数 4 4】

$$(m_{co} - m_{cn}) \cdot \mu^2 - \left(A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} + m_{on}) \right) \cdot \mu +$$

$$A \cdot \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} - m_{on}) - (m_{co} - m_{cn}) = 0$$

20

が生み出され、ここで μ の解は

【0 1 0 7】

【数 4 5】

$$\mu = \frac{A \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] (m_{oo} + m_{on}) - \left(A \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} + \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} + m_{on}) \right)^2 - 4(m_{co} - m_{cn}) \left(A \left[\frac{p_o - p_r}{g + 2a_o} - \frac{p_n + p_r}{g + 2a_n} \right] - (m_{oo} - m_{on}) - (m_{co} - m_{cn}) \right)}{2(m_{co} - m_{cn})}$$

30

(17)

である。

荷物の質量 m₁ を測定するための他の方法

摩擦係数 μ が、式 (16) または (17) によって上述のとおり割り出される。μ が、式 (2) の書き換えである下記の式 (18) に挿入される。

【0 1 0 8】

F_o = (p_o - p_r) · A - m_{oo} · (g + a_o) を式 (2) に挿入することで、

40

【0 1 0 9】

【数 4 6】

$$m_{ho} = \frac{\frac{(p_o - p_r) \cdot A - m_{oo} \cdot (g + a_o)}{1 + \mu} - m_{vo} \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

【0 1 1 0】

【数 4 7】

$$m_{ho} = \frac{\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{1 + \mu} - \left(\frac{m_{oo}}{1 + \mu} + m_{vo} \right) \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

が生み出される。

【0 1 1 1】

$m_{ho} = m_l + m_g + m_{co}$ かつ $m_{vo} = m_s + m_{bo}$ であるため、

10

【0 1 1 2】

【数 4 8】

$$m_l + m_g + m_{co} = \frac{\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{1 + \mu} - \left(\frac{m_{oo}}{1 + \mu} + m_s + m_{bo} \right) \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o)}$$

【0 1 1 3】

【数 4 9】

20

$$m_l = \frac{\frac{(p_o - p_r) \cdot A}{1 + \mu} - \left(\frac{m_{oo}}{1 + \mu} + m_s + m_{bo} \right) \cdot (g + a_o)}{2 \cdot (g + 2a_o)} - m_g - m_{co} \quad (18)$$

である。

【0 1 1 4】

同様に、下向きの移動について、以下の式

30

【0 1 1 5】

【数 5 0】

$$m_l = \frac{\frac{(p_n + p_r) \cdot A}{1 - \mu} - \left(\frac{m_{on}}{1 - \mu} + m_s + m_{bn} \right) \cdot (g + a_n)}{2 \cdot (g + 2a_n)} - m_g - m_{cn} \quad (19)$$

が生み出される。

【0 1 1 6】

40

計量作業

一般的な実施形態が、荷物を最初に持ち上げ、次いで下降させる計量作業の実行で構成される。この計量作業によって、圧力および流量の測定が実行され、プロセスの最後において、荷物の質量を計算すべく結果が分析され、まとめられる。油圧ピストンの位置、速度、および加速度を、測定された流量から計算することができる。

【0 1 1 7】

上昇の速度および加速度を示す図 7 に示されているように、計量作業を、始めから終わりまでの 9 つの段階に分割することができる。

「開始」を押す。

50

1. $v = 0$ かつ $a = 0$ 。
2. $v > 0$ かつ $a > 0$ 。
3. $v > 0$ かつ $a = 0$ 。
4. $v > 0$ かつ $a < 0$ 。
5. $v = 0$ かつ $a = 0$ 。
6. $v < 0$ かつ $a < 0$ 。
7. $v < 0$ かつ $a = 0$ 。
8. $v < 0$ かつ $a > 0$ 。
9. 質量の計算。

計量作業の「停止」。

10

【0118】

説明の目的のために、加速度が各段階において一定であるものとして示されているが、速度変化が生じるとき、加速度は必ずしも一定である必要はなく、実際のところ、通常は計量の際にリフターが手動で制御されるため、通常は変化することに注意すべきである。

【0119】

計量作業が、「スタート」ボタンを押すことによって開始され、その後に、油圧 p および流量 Q の連続的な測定、ならびにピストン位置 s 、速度 v 、および加速度 a の計算が、プロセスの大部分（段階 1～8）にわたって実行される。計算は、関係

【0120】

【数51】

20

$$s = \frac{l \cdot r}{A}, \quad v = \frac{l \cdot z}{A}, \quad a = \frac{l \cdot n}{A}$$

によって実行される。

【0121】

上昇および下降の両者の加速の段階、すなわち段階 2、4、6、および 8 において、 p 、 s 、 v 、および a の値が保存される。計量作業の終わり（段階 9）において、上昇および下降のそれぞれについて、2つのほぼ等しいピストン速度 v_o および v_n （図 7 を参照）が選択される。これらの速度は、上昇および下降のそれぞれについてのピストン位置、加速度、および油圧 s_o 、 a_o 、 p_o 、 s_n 、 a_n 、 p_n にも関係している。

30

【0122】

数学的關係によって、チェーンの部位 c の質量を表わす $m_{c_o} = (c_0 - 2 \cdot s_o) \cdot k$ および $m_{c_n} = (c_0 - 2 \cdot s_n) \cdot k$ 、ならびに 2つの速度 v_o および v_n における油圧シリンダ内の油の質量に等しい $m_{o_o} = s_o \cdot A \cdot \rho$ および $m_{o_n} = s_n \cdot A \cdot \rho$ が、さらに計算される。最後に、関係 $p_r = |Q| \cdot d$ 、 $Q = l \cdot z$ 、および $v = (l \cdot z) / A$ の組み合わせによって与えられる $p_r = |v| \cdot A \cdot d$ が計算される。

【0123】

$m_{c_o} \neq m_{c_n}$ である場合、値 p_o 、 p_o 、 p_r 、 a_o 、 a_n 、 m_{c_o} 、 m_{c_n} 、 m_{o_o} 、および m_{o_n} が式 (17) に挿入され、次いで μ が計算される。 $m_{c_o} = m_{c_n}$ である場合、上記の値が式 (16) に挿入される。

40

【0124】

持ち上げ装置の等価質量定数 m_a が既知である点に鑑み、上記同じ値ならびに μ の計算値が、式 (7) に挿入され、荷物の質量 m_l の重量が計算される。しかしながら、この一般的な実施形態においては、 $m_{c_o} = m_{c_n}$ である場合には、 μ に $(m_{c_o} - m_{c_n}) = 0$ が乗算されるため、 μ の値を計算する必要がない点に注意すべきである。

【0125】

結果を適切な方法で提示して、計量作業を完了させることができる（段階 9）。

【0126】

50

荷物の質量 m_1 の測定のための他の実施形態においては、摩擦係数 μ が、上述した一般的な実施形態のように割り出されるが、その後に、重量を計算するために、上昇の式(18)または下降の式(19)のいずれかに挿入される。

【0127】

荷物の質量 m_1 の測定のための別の実施形態においては、計量作業が、「スタート」ボタンを押すことによって開始され、その後に、油圧 p および流量 Q の連続的な測定、ならびにピストン位置 s 、速度 v 、および加速度 a の計算が、プロセスの大部分(段階1~8)にわたって実行される。

【0128】

上昇の場合に、ユーザが、出力装置26の視覚表示器によって所定の速度範囲へと案内される(図8を参照)。上昇の速度がこの範囲にあり、加速度が所与の最大値(図8の加速度範囲)よりも小さく、これらの条件を満足する最小限の数(例えば、10個)の測定値が発見されて保存されたとき、ユーザに上昇の作業を完了するように視覚または聴覚によって通知し、下降を開始させることができる。

【0129】

下降の場合にも、ユーザは、同じ速度範囲へと案内され、加速度が上昇の場合と同じ最大値よりも小さく、これらの条件を満足する対応する数の測定値が発見されて保存されたとき、ユーザに下降を完了するように視覚または聴覚によって通知が行われる。

【0130】

これは、 p 、 s 、 v 、および a についてのいくつかの測定値が、今や段階3の上昇および段階7の下降の両者について選択されて保存されていることを意味する。段階9において、荷物の質量が計算され、計量作業が終了する。

【0131】

計算は、上述した実施形態における方法のうちの1つに従って実行され、相違点は、 s_o 、 v_o 、 a_o 、 p_o および s_n 、 v_n 、 a_n 、 p_n が、上昇および下降のそれぞれについて保存された測定値の平均値である点にある。

さらなる実施形態

上述の実施形態における重量測定は、コンピュータによって実行されているが、重量測定の一部または全体を、例えば伝統的な制御回路など、他の手段によって実行してもよい。これに関し、上述の加速度依存のパラメータの割り出しは、コンピュータ・プログラムにおいて決定される値である他に、広い意味で理解されるべきであり、例えば電気制御回路における加速度依存の電気信号の生成の形態であってよく、あるいはそのような制御回路の構成部品の機能に統合されていてもよい。

【0132】

図1に示したフォークリフト・トラックにおいて、さらにリフター1を、水平軸を中心として枢動可能に構成することが可能である。このとき、リフター1の傾斜角度を、トランスデューサによってコンピュータに記録でき、重量測定において考慮に入れることができる。同様に、フォークリフト・トラックの全体の水平面に対する傾斜角度を記録して、重量測定において考慮に入れることができる。さらには、本発明による計量装置を、特定の広く知られた種類のフォークリフト・トラックにおける使用に関して説明したが、上述の計量装置を、他の種類のフォークリフト・トラックにおける使用に合わせて変更できることを、当業者であれば理解できるであろう。上記した式は、ここに示した装置に適しているが、上述した原理に従って別の装置における使用に合わせて変更することが可能である。

【0133】

上記した式は、加速度からもたらされる力の他にも、リフターの位置からもたらされるさらなる力、すなわち持ち上げ装置の構成要素および荷物の重量分布、ならびに圧力トランスデューサと油圧シリンダとの間の配管での摩擦による損失水頭など、そのような構成要素およびリフターの速度からもたらされる力を考慮しているが、このようなさらなる力を、これらの力の寄与が実際の目的において無視できる限りにおいて、計算から除外して

もよい。例えば、リフターの上方および下方移動による粘性摩擦が等しいと仮定できるが、上方および下方移動によるリフターの速度に相違が存在してもよい。同様に、チェーンなどといった構成要素の重量分布を、一定であると仮定することができる。そのような場合に、重量測定のための適切な式をどのように構築すべきかを、当業者であれば上述した原理にもとづいて理解できるであろう。おそらくは、このような方法で得られる式は、上記した式よりも単純になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0134】

【図1】持ち上げ装置に設置された本発明による計量装置の図を示している。

【図2】動摩擦係数およびその移動速度に対する依存性の例を示している。

【図3】持ち上げ装置について、ピストンの力、加速度、速度、および位置を時間の関数としてそれぞれ示しているグラフの例を示している。

【図4】持ち上げ装置について、ピストンの力、加速度、速度、および位置を時間の関数としてそれぞれ示しているグラフの例を示している。

【図5】持ち上げ装置について、ピストンの力、加速度、速度、および位置を時間の関数としてそれぞれ示しているグラフの例を示している。

【図6】持ち上げ装置について、ピストンの力、加速度、速度、および位置を時間の関数としてそれぞれ示しているグラフの例を示している。

【図7】計量方法の一般的な実施形態における上昇の速度および加速度を示している。

【図8】計量方法の他の実施形態における上昇の速度および加速度を示している。

【図9】式の概要を示している。

【図10】式の概要を示している。

【図1】

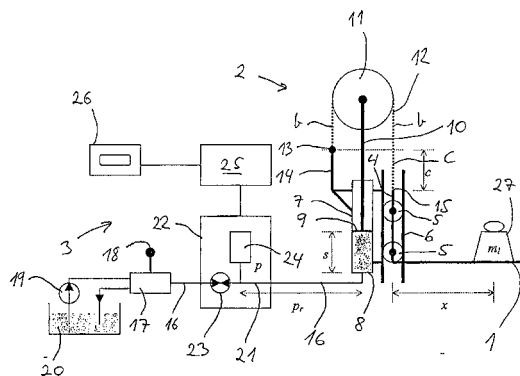


Fig. 1

【図3】

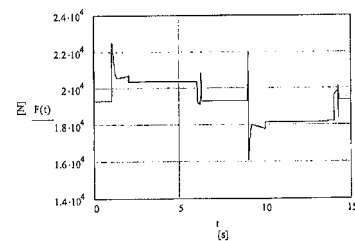


Fig. 3

【図4】

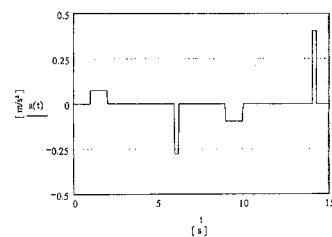


Fig. 4

【図2】

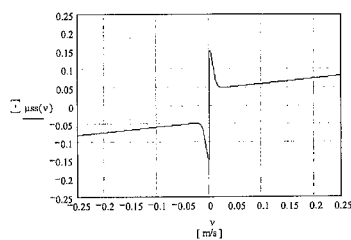


Fig. 2

【図 5】

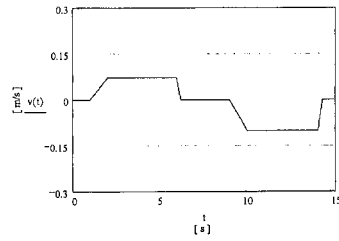


Fig. 5

【図 6】

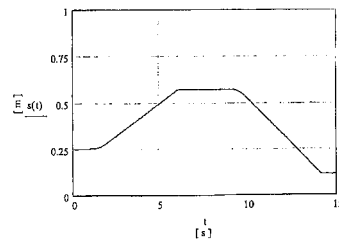


Fig. 6

【図 7】

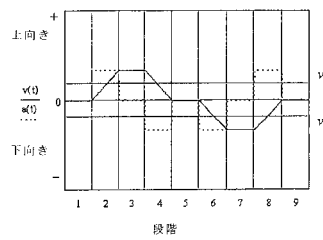


Fig. 7

【図 9】

式の概要

荷物の質量 m_1 、式 (17) :

$$m_1 = \frac{A \left(\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right) - (m_{co} + m_{ca}) - \mu (m_{co} - m_{ca})}{2} \left(\frac{m_1 + m_2}{2} + g \right)$$

持ち上げ速度の乗算係数 m_2 、式 (18) :

$$m_2 = \frac{m_1 + m_2 + m_g}{2} = \frac{A \left(\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right) - (m_{co} + m_{ca}) - \mu (m_{co} - m_{ca})}{4}$$

吊钩、 m_{co} 、 m_{ca} の場合の乗算係数 μ 、式 (16) :

$$\mu = \frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} - \frac{m_{co} + m_{ca}}{g + 2a_g}$$

$m_{co} \neq m_{ca}$ の場合の乗算係数 μ 、式 (17) :

$$\mu = \frac{A \left(\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right) - (m_{co} + m_{ca})}{2(m_{co} - m_{ca})}$$

Fig. 9

【図 8】

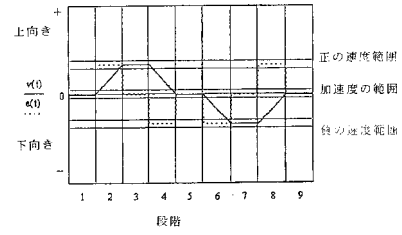


Fig. 8

【図 10】

式の概要

ピストンの面積 A 、式 (13) :

$$A = \frac{2 + \left[\frac{m_{co} - m_{ca}}{2m_1 + m_{co} - m_{ca}} \right] + \left[\frac{m_{co} - m_{ca}}{2m_1 + m_{co} - m_{ca}} \right]}{\left[\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right] + \left[\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right] + \left[\frac{P_a - P_r}{g + 2a_g} + \frac{P_a + P_r}{g + 2a_g} \right]}$$

上昇の場合において荷物の質量 m_1 を割り出すための値の方法、式 (18) :

$$m_1 = \frac{(P_a - P_r) \cdot A}{1 + \mu} \cdot \frac{m_{co} + m_{ca}}{2 \cdot (g + 2a_g)} - m_2 - m_{co}$$

下降の場合において荷物の質量 m_1 を割り出すための値の方法、式 (19) :

$$m_1 = \frac{(P_a + P_r) \cdot A}{1 - \mu} \cdot \frac{m_{co} + m_{ca}}{2 \cdot (g + 2a_g)} - m_2 - m_{ca}$$

Fig. 10

フロントページの続き

審査官 本庄 亮太郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 9 8 4 2 3 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

B66F 9/24

G01G 19/16