

(19)



(11)

EP 3 336 050 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(51) Int Cl.:
B66F 9/22 (2006.01)

B66F 9/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207698.6**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

(54) **FLURFÖRDERZEUG MIT EINER STEUEREINHEIT ZUR REGELUNG DER BEWEGUNG EINER KOLBENSTANGE EINES HYDRAULIKZYLINDERS SOWIE EIN SOLCHES VERFAHREN**

INDUSTRIAL TRUCK WITH A CONTROL UNIT FOR REGULATING THE MOVEMENT OF A PISTON ROD OF A HYDRAULIC CYLINDER AND SUCH A METHOD

CHARIOT DE MANUTENTION POURVU D'UNE UNITÉ DE COMMANDE PERMETTANT DE RÉGLER LE MOUVEMENT D'UNE TIGE DE PISTON D'UN CYLINDRE HYDRAULIQUE AINSI QU'UN TEL PROCÉDÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **15.12.2016 DE 102016124505**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(73) Patentinhaber: **Jungheinrich Aktiengesellschaft
22047 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lechnitz, Dr., Julia
22339 Hamburg (DE)**

• **Mänken, Dr. Frank
24558 Henstedt-Ulzburg (DE)**
• **Scharf, Dr. Stephan
22087 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft
mbB
Postfach 11 31 53
20431 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 123 594 EP-A1- 2 636 637
EP-A2- 0 990 802 DE-A1- 10 021 822
DE-A1- 10 021 823 DE-A1- 19 909 745
DE-A1-102007 015 488 DE-A1-102014 115 152**

EP 3 336 050 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug mit einer Steuereinheit zur Regelung der Bewegung einer Kolbenstange mindestens eines Hydraulikzylinders sowie ein Verfahren zur Regelung der Bewegung einer Kolbenstange mindestens eines Hydraulikzylinders eines Flurförderzeugs.

[0002] Bekannte Flurförderzeuge weisen üblicherweise einen Fahrzeugrahmen, ein Hubgerüst sowie einen Antrieb zur Bewegung des Hubgerüsts relativ zu dem Fahrzeugrahmen auf. Über den Antrieb kann beispielsweise eine Hubvorrichtung des Flurförderzeugs angesteuert werden und somit eine auf einem Lastteil des Hubgerüsts befindliche Last gehoben werden. Auch kann das Lastteil oder das gesamte Hubgerüst über eine Schubvorrichtung relativ zum Fahrzeugrahmen auf einer horizontalen Achse verschoben werden. Weiterhin sind Neigevorrichtungen bekannt, um das Lastteil oder das gesamte Hubgerüst gegenüber dem Fahrzeugrahmen zu neigen. Das Heben, das Schieben sowie das Neigen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils wird üblicherweise durch das Ein- bzw. Ausfahren von hydraulischen Zylindern erreicht.

[0003] Die gewünschte Bewegung einer auf dem Lastteil befindlichen Last erfolgt durch eine Ansteuerung der entsprechenden Hydraulikzylinder. Die Ausfahr- geschwindigkeit bzw. Einfahrgeschwindigkeit der Hydraulikzylinder und somit die Bewegungsgeschwindigkeit der Last wird üblicherweise über eine Regelung des Volumenstroms im hydraulischen System des Flurförderzeugs geregelt. Dies geschieht bspw. durch eine Veränderung der Drehzahl der hydraulischen Pumpe oder durch eine Veränderung der Ventilöffnungen der Ventile des hydraulischen Systems. So kann bspw. eine gewünschte Hubgeschwindigkeit des Lastteils durch eine erhöhte Pumpendrehzahl und ein entsprechendes Öffnen der zu den Hubzylindern führenden Hubventile erreicht werden. Häufig sind solche Geschwindigkeitsregelungen der hydraulischen Systeme jedoch nicht ausreichend präzise. So kann es durch unterschiedliche äußere Einflüsse zu einer Abweichung der tatsächlichen Bewegungsgeschwindigkeit der Last von der gewünschten Bewegungsgeschwindigkeit kommen. Derartige Störgrößen können in hydraulischen Systemen bspw. ziehende Lasten, Ölviskositäten, Temperaturänderungen oder eine nicht konstante Durchflussaufteilung aufgrund unterschiedlicher Belastungen am Hydraulikzylinder sein.

[0004] Das Ermitteln einer Ist-Geschwindigkeit eines Zylinderkolben sowie das Regeln der Geschwindigkeit auf einen Sollwert ist bekannt aus DE 100 21 822 A1, DE 10 2014 115 152 A1, DE 199 09 745 A1, DE 100 21 823 A1 sowie EP 0 990 802 A2.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine durch ein Flurförderzeug transportierte Last präziser in der Bewegung zu regeln als dies mit bekannten hydraulischen Systemen möglich ist.

[0006] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Flurförderzeug gemäß den Ansprüchen 1, 2 und 3 sowie durch ein Verfahren gemäß den Ansprüchen 10, 11 und 12.

[0007] Erfindungsgemäß wird also eine Soll-Geschwindigkeit oder eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders vorgegeben. Entsprechend einer gewünschten Bewegung einer auf dem Lastteil befindlichen Last erhält die Steuereinheit bspw. durch eine Bedienperson eine Vorgabe zur Ansteuerung der entsprechenden Hydraulikzylinder. Die Steuereinheit steuert das hydraulische System des Flurförderzeugs entsprechend der Vorgabe derart an, dass der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders die Soll-Geschwindigkeit und/oder Soll-Beschleunigung vorgegeben wird. Die Kolbenstange des Hydraulikzylinders wirkt dabei auf das Hubgerüst und/oder auf das Lastteil des Hubgerüsts. Weiterhin ist erfindungsgemäß mindestens eine Sensoreinheit vorgesehen, die eine Ist-Geschwindigkeit oder eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders misst. Die mindestens eine Sensoreinheit kann bspw. einen Geschwindigkeitssensor umfassen, der direkt die Geschwindigkeit der Kolbenstange misst. Auch kann die mindestens eine Sensoreinheit einen Beschleunigungssensor umfassen, der direkt die Beschleunigung der Kolbenstange misst. Auch kann die mindestens eine Sensoreinheit einen Positionssensor umfassen, wobei dann die Sensoreinheit oder die Steuereinheit aus der Veränderung der Position der Kolbenstange die aktuelle Ist-Geschwindigkeit bzw. Ist-Beschleunigung der Kolbenstange ermittelt. Die mindestens eine Sensoreinheit kann insbesondere mehrere Sensoren, beispielsweise einen Geschwindigkeitssensor und einen Beschleunigungssensor aufweisen. Die mindestens eine Sensoreinheit kann bspw. an dem Hydraulikzylinder, insbesondere an der Kolbenstange des Hydraulikzylinders angeordnet sein. Die gemessene Ist-Geschwindigkeit oder Ist-Beschleunigung der Kolbenstange wird an die Steuereinheit übertragen, welche daraufhin die Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit oder der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung ermittelt. Die Regelabweichung kann also eine Differenz zwischen Ist- und Soll-Geschwindigkeit sowie zwischen Ist- und Soll-Beschleunigung umfassen. Natürlich können die Differenzen auch als separate Regelabweichungen für Geschwindigkeit und Beschleunigung vorliegen. Anschließend regelt die Steuereinheit erfindungsgemäß die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung nach. Die Steuereinheit prüft also, ob die für die Bewegungsanforderung notwendigen Soll-Werte der Bewegungsgrößen Geschwindigkeit oder Beschleunigung der Kolbenstange tatsächlich erreicht sind und regelt die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung nach, falls die jeweiligen Ist-Werte und die Soll-Werte der Bewegungsgrößen der Kolbenstange des Hydraulikzylinders nicht

übereinstimmen sollten. Über das Hydraulikaggregat erfolgt dabei die Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders mit Hydraulikflüssigkeit. Das Hydraulikaggregat kann mindestens eine Hydraulikpumpe und einen mit der Hydraulikpumpe verbundenen Hydrauliktank umfassen.

[0008] Es erfolgt erfindungsgemäß somit nicht lediglich eine Vorgabe der Bewegungsparameter, also der Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung, für die Last, sondern eine Informationsverarbeitung über die tatsächliche Bewegung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders und somit der Last und eine entsprechende Nachregelung. Durch die erfindungsgemäße Regelung der Bewegung der Kolbenstange des Hydraulikzylinders und somit der Bewegung der Last auf dem Lastteil kann eine gewünschte Lastbewegung wesentlich präziser und zuverlässiger erreicht und eingehalten werden. Insbesondere können so äußere Störgrößen wie bspw. ziehende Lasten bedingt durch Bremsvorgänge oder Beschleunigungen des Flurförderzeugs sowie Öltemperaturänderungen ausgeglichen werden. Auch ist so eine gleichzeitige Bewegung mehrerer Hydraulikzylinder, insbesondere entlang unterschiedlicher Achsen, bspw. bei gleichzeitigem Hubvorgang und Schubvorgang, zuverlässiger und stabiler möglich. Weiterhin vereinfacht die erfindungsgemäße Regelung den Aufbau des Hydrauliksystems. Gegenüber dem Stand der Technik kann bspw. auf Load-Sensing-Systeme und auf Druckwaagen verzichtet werden.

[0009] Der mindestens eine Hydraulikzylinder kann bspw. ein Hubzylinder zum Heben und Senken des Lastteils sein. Folglich kann durch die erfindungsgemäße Regelung der Bewegung der Kolbenstange des Hubzylinders das Heben und Senken des Lastteils gesteuert werden. Gemeinsam mit dem Lastteil kann dabei auch das Hubgerüst gehoben oder gesenkt und somit der Masthub durchfahren werden. Wird lediglich das Lastteil gehoben oder gesenkt, so wird der Freihub durchfahren. Auch kann der mindestens eine Hydraulikzylinder ein Neigezylinder zum Vorneigen und Zurückneigen des gesamten Hubgerüsts oder des Lastteils sein. Entsprechend kann durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange des Neigezylinders das Vorneigen und Zurückneigen des gesamten Hubgerüsts oder des Lastteils gesteuert werden. Auch kann der mindestens eine Hydraulikzylinder ein Schubzylinder zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts oder des Lastteils sein, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange des Schubzylinders die Vorbewegung und Rückbewegung des Hubgerüsts gesteuert wird. Über den mindestens einen Hydraulikzylinder kann also entweder ein Hubvorgang, ein Neigevorgang oder ein Schubvorgang durchgeführt werden. Das Flurförderzeug kann auch mehrere der genannten Hydraulikzylinder aufweisen. Bspw. kann das Flurförderzeug drei Hydraulikzylinder umfassen, wobei ein erster Hydraulikzylinder ein Hubzylinder zum Heben und Senken des Lastteils, ein zweiter Hydraulikzylinder ein Neigezylinder zum Vorneigen und Zurücknei-

gen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils und ein dritter Hydraulikzylinder ein Schubzylinder zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils ist. Somit kann eine auf dem Lastteil befindliche Last in mehreren Bewegungsrichtungen besonders präzise bewegt werden. Grundsätzlich kann es sich bei dem mindestens einen Hydraulikzylinder um einen einfach wirkenden Hydraulikzylinder oder einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder, insbesondere einen Differentialzylinder, handeln.

[0010] Erfindungsgemäß ist die Steuereinheit des Flurförderzeugs weiterhin dazu ausgebildet, eine Ist-Beschleunigung aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Geschwindigkeit zu ermitteln oder eine Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung zu ermitteln. Umfasst die Sensoreinheit beispielsweise einen Geschwindigkeitssensor, so kann die Ist-Beschleunigung der Kolbenstange durch die Steuereinheit aus der Ist-Geschwindigkeit, die der Geschwindigkeitssensor gemessen hat, errechnet werden, insbesondere durch Differenzierung nach der Zeit. Umfasst die Sensoreinheit beispielsweise einen Beschleunigungssensor, so kann die Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange durch die Steuereinheit aus der Ist-Beschleunigung, die der Beschleunigungssensor gemessen hat, errechnet werden, insbesondere durch eine Integration über die Zeit. Wird die Geschwindigkeit der Kolbenstange aus einer gemessenen Beschleunigung der Kolbenstange errechnet, kann zudem auch vorgesehen sein, dass die Beschleunigung oder Verzögerung des gesamten Flurförderzeugs ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt wird.

[0011] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann das Flurförderzeug mindestens einen Verformungssensor umfassen, der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts zu messen, wobei die Steuereinheit weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Entsprechend kann das Verfahren weiterhin den Schritt des Messens der Verformung des Hubgerüsts durch mindestens einen Verformungssensor und das Regeln der Bewegung der Kolbenstange auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts umfassen. Ein solcher Verformungssensor kann bspw. ein Dehnungssensor sein. Über den Verformungssensor kann eine Biegung des Hubgerüsts, insbesondere des Hubmastes, ermittelt werden. Diese Informationen über die Biegung des Hubmastes können ebenso der Steuereinheit zugeführt werden, welche den mindestens einen Hydraulikzylinder ansteuert. Somit können Schwingungen oder Vibrationen des Mastes ausgeglichen werden.

[0012] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann die Steuereinheit dazu ausgebildet sein, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders durch

Veränderung des durch das Hydraulikaggregat erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit zu steuern. Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das hydraulische System mindestens ein Steuerventil umfasst, das der Steuerung der Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders mit Hydraulikflüssigkeit aus dem Hydraulikaggregat dient. Entsprechend kann also die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders durch die Veränderung des durch das Hydraulikaggregat, insbesondere durch eine Hydraulikpumpe des Hydraulikaggregats, erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit oder durch Veränderung der Ventilstellung eines dem mindestens einen Hydraulikzylinder vorgeschalteten Steuerventils erfolgen. Auch kann das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstange sowohl durch eine Veränderung des Volumenstroms durch das Hydraulikaggregat wie auch durch ein Verändern der Ventilstellung erfolgen. So kann bspw. die Steuereinheit der Kolbenstange des Hydraulikzylinders eine Soll-Geschwindigkeit durch einen definierten Volumenstrom an Hydraulikflüssigkeit und/oder eine definierte Ventilstellung des Steuerventils vorgeben. Auch kann die Nachregelung der Geschwindigkeit zur Anpassung an die Soll-Vorgabe so erfolgen. Eine Beschleunigung der Kolbenstange kann beispielsweise durch eine Änderung des Volumenstroms an Hydraulikflüssigkeit erreicht werden. Bei dem mindestens einen Steuerventil kann es sich bspw. um ein Proportionalventil oder ein diskretes Schaltventil handeln. Das Proportionalventil unterscheidet sich dabei von dem diskreten Schaltventil darin, dass es auch Zwischenzustände zwischen den Ventilstellungen einnehmen kann. Das Steuerventil kann bspw. ein 2/2-Wege-Proportionalventil oder ein 2/2-Wege-Schaltventil oder ein 3/3-Wege-Proportionalventil oder ein 3/3-Wege-Schaltventil oder ein 4/3-Wege-Proportionalventil oder ein 4/3-Wege-Schaltventil sein. Insbesondere können mehrere Steuerventile vorgesehen sein, die den Zufluss und Rückfluss von Hydraulikflüssigkeit zu mehreren Hydraulikzylindern regeln. Auch können separate Steuerventile für den Zufluss und den Rückfluss vorgesehen sein.

[0013] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit dem erfindungsgemäßen Flurförderzeug durchgeführt werden.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von drei Figuren erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Flurförderzeug in einer schematischen Ansicht,

Figur 2 das hydraulische System des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs in einer Ausgestaltung,

Figur 3 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Regelkreises.

[0015] Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs 10. Es ist ein Hubgerüst 12 mit einem Lastteil 14 ersichtlich, sowie ein hydraulisches System 20 und eine Steuereinheit 40. Das in Figur 1 gezeigte hydraulische System 20 umfasst einen Neigezylinder 22b als Hydraulikzylinder. Zur Messung der Geschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstange des Neigezylinders 22b weist der Neigezylinder 22b einen in Figur 2 gezeigten Sensor auf. Über den Neigezylinder 22b kann das gesamte Hubgerüst 12 entlang der mit B gekennzeichneten Bewegungsrichtung geneigt werden. Weiterhin kann das Flurförderzeug einen oder mehrere Hubzylinder zum Ausfahren des Hubgerüsts 12 bzw. des Lastteils 14 entlang der mit A gekennzeichneten Bewegungsrichtung verfügen. Auch kann das Flurförderzeug über einen oder mehrere Schubzylinder zur Bewegung des Hubgerüsts 12 bzw. des Lastteils 14 entlang der mit C gekennzeichneten Bewegungsrichtung verfügen. Zudem ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 50 ein Verformungssensor zur Erkennung einer Biegung des Mastes ersichtlich.

[0016] In Figur 2 ist eine mögliche Ausgestaltung des hydraulischen Systems 20 und dessen Zusammenwirken mit der Steuereinheit 40 dargestellt. Das hydraulische System 20 umfasst drei Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c, vier Steuerventile 60a, 60b, 60c, 61a sowie ein aus einem Hydrauliktank 29 und einer Hydraulikpumpe 28 bestehendes Hydraulikaggregat. Die Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c weisen jeweils eine Kolbenstange 24a, 24b, 24c sowie ein Zylindergehäuse 26a, 26b, 26c und einen an dem jeweiligen Zylindergehäuse angeordneten Sensor 30a, 30b, 30c zur Messung der Geschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c auf. Zudem können weitere Verbraucher 70 an das hydraulische System 20 angeschlossen sein. In dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Hydraulikzylinder 22a ein Hubzylinder, der Hydraulikzylinder 22b ein Neigezylinder und der Hydraulikzylinder 22c ein Schubzylinder. Der Hubzylinder 22a ist hierbei ein einfach wirkender Zylinder mit lediglich einem Leitungsanschluss und einem getrenntem Zufuhrventil 60a und Rückführventil 61a. Beide Ventile 60a, 61a sind 2/2-Wege-Ventile mit zwei möglichen Ventilstellungen, Durchflussstellung und Sperrstellung. Der Neigezylinder 22b sowie der Schubzylinder 22c sind doppelt wirkende Zylinder und verfügen somit über zwei Leitungsanschlüsse. Über die Ventile 60b, 60c wird der Zufluss sowie die Rückführung von Hydraulikflüssigkeit zu dem Neigezylinder 22b bzw. dem Schubzylinder 22c geregelt. Durch die Steuereinheit 40 sind die Ventile 60a, 60b, 60c, 61a elektrisch betätigbar. Dabei stellen die gestrichelten Linien elektrische Verbindungsleitungen dar. Die durchgezogenen Linien stellen Hydraulikleitungen dar. Die Ventile 60b, 60c sind 3/3-Wege-Ventile mit drei möglichen Ventilstellungen: Eine erste Durchflussstellung

zum Herausbewegen der jeweiligen Kolbenstange aus dem jeweiligen Zylindergehäuse, eine Sperrstellung sowie eine zweite Durchflussstellung zum Hineinbewegen der jeweiligen Kolbenstange in das jeweilige Zylindergehäuse.

[0017] Im Folgenden wird die Funktionsweise der Erfindung anhand der Figuren 2 und 3 erläutert. Entsprechend einer Bewegungsanforderung der durch das Flurförderzeug transportierten Last 16 erhält die Steuereinheit 40 bspw. durch eine Bedienperson eine Anforderung für die Bewegung einer auf dem Lastteil 14 befindlichen Last. Entsprechend dieser Vorgabe gibt die Steuereinrichtung 40 der hydraulischen Pumpe 28 sowie den Zuführventilen 60a, 60b, 60c eine Soll-Geschwindigkeit v_s bzw. eine Soll-Beschleunigung a_s vor. Dies kann beispielsweise durch Vorgabe entsprechender Steuerströme geschehen. Durch die Hydraulikpumpe 28 wird ein für die gewünschte Bewegungsgeschwindigkeit der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c der Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c notwendiger Volumenstrom erzeugt. Die Ventile 60a, 60b, 60c teilen diesen Volumenstrom entsprechend der Bewegungsanforderung auf die Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c auf. Da es sich bei allen Ventilen 60a, 60b, 60c, 61a um Proportionalventile handelt, kann der Zufluss und Rückfluss von Hydraulikflüssigkeit zu den Zylindern präzise gesteuert werden. Handelt es sich bspw. um eine Hubanforderung, so werden die Ventile 60b und 60c in die Sperrstellung geschaltet, während das Ventil 60a in die Durchflussstellung schaltet. Somit wird lediglich der Hubzylinder 22a mit Hydraulikflüssigkeit versorgt. Das Rückführventil 61a ist hierbei ebenfalls in der Sperrstellung. Es erfolgt somit ein Anheben der Last durch Ausfahren des Hubgerüsts. Soll zusätzlich zu dem Hubvorgang die Last auch nach vorne bewegt werden, so schaltet zudem das Ventil 60c in die erste Durchflussstellung, um die Kolbenstange 24c des Schubzylinders 22c aus dem Gehäuse 26c herauszuschieben.

[0018] Eine Ansteuerung der Hydraulikpumpe 28 sowie der Ventile 60a, 60b, 60c erfolgt, wie erwähnt, elektrisch. Die Steuereinheit 40 kann also die entsprechende Soll-Geschwindigkeit bzw. Soll-Beschleunigung als elektrischen Strom an die Hydraulikpumpe 28 bzw. als elektrische Ströme an die jeweiligen Ventile 60a, 60b, 60c weitergeben. Der sich dadurch einstellende Volumenstrom zu den Hydraulikzylindern 22a, 22b, 22c führt zu einer entsprechenden Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung der Kolbenstange der jeweiligen Hydraulikzylinder wodurch wiederum das Hubgerüst 12 bzw. das Lastteil 14 bewegt werden. Während der Bewegung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c der entsprechenden Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c messen die Sensoren 30a, 30b, 30c die Geschwindigkeit bzw. die Beschleunigung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c gegenüber dem Zylindergehäuse 26a, 26b, 26c. Die ermittelten Ist-Geschwindigkeiten bzw. Ist-Beschleunigungen werden zurück an die Steuereinheit 40 gegeben, welche daraufhin die Stellgrößen Vorgabegeschwindigkeit v_s bzw. Vorga-

bebeschleunigung a_s anpasst. Durch diesen kontinuierlichen Regelkreis kann eine angeforderte Geschwindigkeit oder Beschleunigung der Last wesentlich präziser erreicht und eingehalten werden. Insbesondere können durch diesen Regelkreis externe Störgrößen, welche zu einer Abweichung der Ist-Geschwindigkeit bzw. der Ist-Beschleunigung von der Soll-Geschwindigkeit bzw. der Soll-Beschleunigung führen, ausgeglichen werden.

[0019] Auch das Rückführventil 61a wird elektrisch angesteuert, um eine erfindungsgemäße Regelung auch beim Senken des über den Hubzylinder 22a angesteuerten Hubgerüsts 12 bzw. Lastteils 14 zu ermöglichen. Im Gegensatz zu den Ventilen 60b, 60c muss die Pumpe 28 nicht arbeiten, um die Kolbenstange 24a zurückzuführen, da es sich bei dem Zylinder 22a um einen einfach wirkenden Zylinder handelt. Dies erspart eine aufwändige und teure hydraulische Regelung und bietet die Möglichkeit, die Senkgeschwindigkeit ggf. auch abhängig von Last, Hubhöhe oder anderen Parametern zu regeln.

[0020] Außerdem kann in den Endbereichen des Hydraulikzylinders, also nahe der maximalen oder minimalen Ausfahrposition der Kolbenstange, eine optimierte Bewegung stattfinden. Beispielsweise kann eine Begrenzung der Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerte in den Endbereichen vorgesehen sein, um sanft in die Anschlagposition zu gelangen. Auch kann die Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung der Kolbenstange abhängig von der Lage der über die Kolbenstange bewegten Achse, der Hubhöhe, der Biegung des Mastes und/oder der Masse der Last geregelt werden.

Patentansprüche

1. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
- ein hydraulisches System (20), umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) mit einer Kolbenstange (24a, 24b, 24c) und einem Zylindergehäuse (26a, 26b, 26c), sowie ein Hydraulikaggregat (28, 29), wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) über die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf das Hubgerüst (12) wirkt,
- mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) zu ermitteln,
- eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) vorzugeben, eine Regelabweichung der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung zu

ermitteln und die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

2. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
 - ein hydraulisches System (20), umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) mit einer Kolbenstange (24a, 24b, 24c) und einem Zylindergehäuse (26a, 26b, 26c), sowie ein Hydraulikaggregat (28, 29), wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) über die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf das Hubgerüst (12) wirkt,
 - mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) zu ermitteln,
 - eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus der durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Beschleunigung zu ermitteln, eine Soll-Geschwindigkeit für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) vorzugeben, eine Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

3. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
 - ein hydraulisches System (20), umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) mit einer Kolbenstange (24a, 24b, 24c) und einem Zylindergehäuse (26a, 26b, 26c), sowie ein Hydraulikaggregat (28, 29), wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) über die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf das Hubgerüst (12) wirkt,
 - mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) zu ermitteln,
 - eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus der durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) zu ermitteln, eine Soll-Beschleuni-

gung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) vorzugeben, eine Regelabweichung der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung zu ermitteln und die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

4. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Hubzylinder (22a) zum Heben und Senken des Lastteils (14) ist oder dass der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Neigezylinder (22b) zum Vorneigen und Zurückneigen des Hubgerüsts (12) ist oder dass der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Schubzylinder (22c) zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts (12) ist.

5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) ein einfach wirkender Hydraulikzylinder oder ein doppelt wirkender Hydraulikzylinder, insbesondere ein Differentialzylinder, ist.

6. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Verformungssensor (50), der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts (12) zu messen, wobei die Steuereinheit (40) weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) zu regeln.

7. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (40) dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Veränderung des durch das Hydraulikaggregat (28, 29), insbesondere durch eine Hydraulikpumpe (28) des Hydraulikaggregats (28, 29), erzeugten Volumens der Hydraulikflüssigkeit zu steuern.

8. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hydraulische System (20) mindestens ein Steuerventil (60a, 60b, 60c), insbesondere ein Proportionalventil und/oder ein diskretes Schaltventil, zur Steuerung der Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) mit Hydraulikflüssigkeit aus dem Hydraulikaggregat (28, 29) umfasst.

9. Flurförderzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die Steuereinheit (40) dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Verändern der Ventilstellung des mindestens einen Steuerventils (60a, 60b, 60c) zu regeln.

10. Verfahren zur Regelung der Bewegung einer auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Kolbenstange (24a, 24b, 24c) mindestens eines Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) des Flurförderzeugs (10), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist

- Vorgabe einer Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln der Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) durch mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) des Flurförderzeugs,
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung durch die Steuereinheit (40),
- Regeln der Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung durch die Steuereinheit (40).

11. Verfahren zur Regelung der Bewegung einer auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Kolbenstange (24a, 24b, 24c) mindestens eines Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) des Flurförderzeugs (10), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln der Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) durch mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) des Flurförderzeugs,
- Ermitteln der Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus der durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Beschleunigung durch die Steuereinheit (40),
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die Steuereinheit (40),
- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung durch die Steuereinheit (40).

12. Verfahren zur Regelung der Bewegung einer auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Kolbenstange (24a, 24b, 24c) mindestens eines Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) des Flurförderzeugs (10), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist

- Vorgabe einer Soll- Beschleunigung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln der Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) durch mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) des Flurförderzeugs,
- Ermitteln der Ist- Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus der durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist- Geschwindigkeit durch die Steuereinheit (40),
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist- Beschleunigung von der Soll- Beschleunigung durch die Steuereinheit (40),
- Regeln der Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung durch die Steuereinheit (40).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Hubzylinder (22a) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24a) des Hubzylinders (22a) das Heben und Senken des Lastteils (14) gesteuert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Neigezylinder (22b) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24b) des Neigezylinders (22b) das Vorneigen und Zurückneigen des Hubgerüsts (12) gesteuert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Schubzylinder (22c) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24c) des Schubzylinders (22c) die Vorbewegung und Rückbewegung des Hubgerüsts (12) gesteuert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte umfasst: Messen der Verformung des Hubgerüsts (12) durch mindestens einen Verformungssensor (50), Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hub-

gerüsts (12).

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder der Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Veränderung des durch ein Hydraulikaggregat (28, 29) erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit und/oder durch Verändern der Ventilstellung eines dem mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) vorgeschalteten Steuerventils (60a, 60b, 60c) erfolgt.

Claims

1. Industrial truck (10) comprising

- a lifting frame (12) having a load portion (14) for carrying a load (16),
- a hydraulic system (20) comprising at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) with a piston rod (24a, 24b, 24c) and a cylinder housing (26a, 26b, 26c), and a hydraulic unit (28, 29), the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) acting on the lifting frame (12) via the piston rod (24a, 24b, 24c),
- at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) which is designed to determine an actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c),
- a control unit (40) which is designed to specify a desired acceleration for the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c), to determine a control deviation of the actual acceleration determined by the at least one sensor unit from the desired acceleration and to control the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the determined control deviation.

2. Industrial truck (10) comprising

- a lifting frame (12) having a load portion (14) for carrying a load (16),
- a hydraulic system (20) comprising at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) with a piston rod (24a, 24b, 24c) and a cylinder housing (26a, 26b, 26c), and a hydraulic unit (28, 29), the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) acting on the lifting frame (12) via the piston rod (24a, 24b, 24c),
- at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) which is designed to determine an actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c),
- a control unit (40) adapted to determine an ac-

tual speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) from the actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) determined by the at least one sensor unit (30a, 30b, 30c), to specify a desired speed for the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c), to determine a control deviation of the actual speed from the desired speed and to control the movement speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the determined control deviation.

3. Industrial truck (10) comprising

- a lifting frame (12) having a load portion (14) for carrying a load (16),
- a hydraulic system (20) comprising at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) with a piston rod (24a, 24b, 24c) and a cylinder housing (26a, 26b, 26c), and a hydraulic unit (28, 29), the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) acting on the lifting frame (12) via the piston rod (24a, 24b, 24c),
- at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) which is designed to determine an actual speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c),
- a control unit (40) adapted to determine an actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) from the actual speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) determined by the at least one sensor unit (30a, 30b, 30c), to specify a desired acceleration for the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c), to determine a control deviation of the actual acceleration from the desired acceleration and to control the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the determined control deviation.

4. Industrial truck according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the at least one hydraulic cylinder is at least one lifting cylinder (22a) for raising and lowering the load portion (14), or **in that** the at least one hydraulic cylinder is at least one tilting cylinder (22b) for tilting the lifting frame (12) forwards and backwards, or **in that** the at least one hydraulic cylinder is at least one thrust cylinder (22c) for moving the lifting frame (12) forwards and backwards.

5. Industrial truck according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) is a single-acting hydraulic cylinder or a double-acting hydraulic cylinder, in particular a differential cylinder.

6. Industrial truck according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one deformation sensor (50) adapted to measure a deformation of

the lifting frame (12), wherein the control unit (40) is further adapted to control the speed of movement and/or acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) based on the measured deformation of the lifting frame (12).

7. Industrial truck according to one of the preceding claims, **characterized in that** the control unit (40) is designed to control the speed of movement and/or the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) by changing the volume flow of the hydraulic fluid produced by the hydraulic unit (28, 29), in particular by a hydraulic pump (28) of the hydraulic unit (28, 29).
8. Industrial truck according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hydraulic system (20) comprises at least one control valve (60a, 60b, 60c), in particular a proportional valve and/or a discrete switching valve, for controlling the supply of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) with hydraulic fluid from the hydraulic unit (28, 29).
9. Industrial truck according to claim 8, **characterized in that** the control unit (40) is designed to control the speed of movement and/or the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) by changing the valve position of the at least one control valve (60a, 60b, 60c).
10. Method for controlling the movement of a piston rod (24a, 24b, 24c) of at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) of an industrial truck (10) acting on a lifting frame (12) of an industrial truck (10), the method comprising the steps of
 - Specification of a desired acceleration for the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) by a control unit (40) of the industrial truck (10),
 - Determining the actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) by at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) of the industrial truck,
 - Determining a control deviation of the actual acceleration from the desired acceleration by the control unit (40),
 - Controlling the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the control deviation determined by the control unit (40).
11. Method for controlling the movement of a piston rod (24a, 24b, 24c) of at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) of an industrial truck (10) acting on a lifting frame (12) of an industrial truck (10), the method comprising the steps of

- Specification of a desired speed for the piston

rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) by a control unit (40) of the industrial truck (10),

- Determining the actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) by at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) of the industrial truck,
- Determination of the actual speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) from the actual acceleration determined by the at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) by the control unit (40),
- Determining a control deviation of the actual speed from the desired speed by the control unit (40),
- Controlling the movement speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the control deviation determined by the control unit (40).

12. Method for controlling the movement of a piston rod (24a, 24b, 24c) of at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) of an industrial truck (10) acting on a lifting frame (12) of an industrial truck (10), the method comprising the steps of

- Specification of a desired acceleration for the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) by a control unit (40) of the industrial truck (10),
- Determining the actual speed of the piston rod (24a, 24b, 24c) by at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) of the industrial truck,
- Determination of the actual acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) from the actual speed determined by the at least one sensor unit (30a, 30b, 30c) by the control unit (40),
- Determining a control deviation of the actual acceleration from the desired acceleration by the control unit (40),
- Controlling the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the control deviation determined by the control unit (40).

13. Method according to any of claims 10 to 12, **characterized in that** the at least one hydraulic cylinder is at least one lifting cylinder (22a) such that by regulating the movement of the piston rod (24a) of the lifting cylinder (22a) the lifting and lowering of the load portion (14) is controlled.

14. Method according to any of claims 10 to 13, **characterized in that** said at least one hydraulic cylinder is at least one tilt cylinder (22b) such that by controlling the movement of the piston rod (24b) of the tilt cylinder (22b), the forward tilting and backward tilting of the lifting frame (12) is controlled.

15. Method according to any one of claims 10 to 14, **characterized in that** said at least one hydraulic cylinder is at least one thrust cylinder (22c) such that

by controlling the movement of the piston rod (24c) of the thrust cylinder (22c) the forward and backward movement of the lifting frame (12) is controlled.

16. Method according to any of Claims 10 to 15, **characterised in that** the method further comprises the following steps: measuring the deformation of the lifting frame (12) by at least one deformation sensor (50), controlling the movement of the piston rod (24a, 24b, 24c) on the basis of the measured deformation of the lifting frame (12). 5 10
17. Method according to one of the claims 10 to 16, **characterized in that** the control of the speed of movement and/or the acceleration of the piston rod (24a, 24b, 24c) of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c) is effected by changing the volume flow of the hydraulic fluid produced by a hydraulic unit (28, 29) and/or by changing the valve position of a control valve (60a, 60b, 60c) connected upstream of the at least one hydraulic cylinder (22a, 22b, 22c). 15 20

Revendications

1. Chariot de manutention (10), comportant

- un mât de levage (12) avec un élément de chargement (14) destiné à porter une charge (16),
- un système hydraulique (20) comportant au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) avec une tige de piston (24a, 24b, 24c) et un boîtier de cylindre (26a, 26b, 26c), ainsi qu'un groupe hydraulique (28, 29), l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) agissant sur le mât de levage (12) par le biais de la tige de piston (24a, 24b, 24c),
- au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) conçue pour déterminer une accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c),
- une unité de commande (40) conçue pour indiquer une accélération théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c), pour déterminer un écart de réglage entre l'accélération réelle déterminée par l'au moins une unité de capteur et l'accélération théorique et pour régler l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) sur la base de l'écart de réglage déterminé. 30 35 40 45 50

2. Chariot de manutention (10) comportant

- un mât de levage (12) avec un élément de chargement (14) destiné à supporter une charge (16),
- un système hydraulique (20) comportant au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) 55

avec une tige de piston (24a, 24b, 24c) et un boîtier de cylindre (26a, 26b, 26c), ainsi qu'un groupe hydraulique (28, 29), l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) agissant sur le mât de levage (12) par le biais de la tige de piston (24a, 24b, 24c),

- au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) conçue pour déterminer une accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c),
- une unité de commande (40) conçue pour déterminer une vitesse réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) à partir de l'accélération réelle déterminée par l'au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c), pour indiquer une vitesse théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c), pour déterminer un écart de réglage entre la vitesse réelle et la vitesse théorique et pour régler la vitesse de déplacement de la tige de piston (24a, 24b, 24c) sur la base de l'écart de réglage déterminé.

3. Chariot de manutention (10) comportant

- un mât de levage (12) avec un élément de chargement (14) destiné à supporter une charge (16),
- un système hydraulique (20) comportant au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) avec une tige de piston (24a, 24b, 24c) et un boîtier de cylindre (26a, 26b, 26c), ainsi qu'un groupe hydraulique (28, 29), l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) agissant sur le mât de levage (12) par le biais de la tige de piston (24a, 24b, 24c),
- au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) conçue pour déterminer une vitesse réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c),
- une unité de commande (40) conçue pour déterminer une accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) à partir de la vitesse réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) déterminée par l'au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c), pour indiquer une accélération théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c), pour déterminer un écart de réglage entre l'accélération réelle et l'accélération théorique et pour régler l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) sur la base de l'écart de réglage déterminé.

4. Chariot de manutention selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre de levage (22a) destiné à lever et abaisser l'élément de

chargement (14) ou **en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre d'inclinaison (22b) destiné à incliner le mât de levage (12) vers l'avant et vers l'arrière ou **en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre de poussée (22c) destiné à déplacer le mât de levage (12) vers l'avant et vers l'arrière.

5. Chariot de manutention selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) est un cylindre hydraulique agissant simplement ou un cylindre hydraulique agissant doublement, en particulier un cylindre différentiel.

6. Chariot de manutention selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** au moins un capteur de déformation (50) conçu pour mesurer une déformation du mât de levage (12), l'unité de commande (40) étant en outre conçue pour régler la vitesse de déplacement et/ou l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12).

7. Chariot de manutention selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (40) est conçue pour commander la vitesse de déplacement et/ou l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) en modifiant le débit volumique du fluide hydraulique produit par le groupe hydraulique (28, 29), en particulier par une pompe hydraulique (28) du groupe hydraulique (28, 29).

8. Chariot de manutention selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système hydraulique (20) comporte au moins une soupape de commande (60a, 60b, 60c), en particulier une soupape proportionnelle et/ou une soupape de commutation discrète, destinée à commander l'alimentation de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) en fluide hydraulique à partir du groupe hydraulique (28, 29).

9. Chariot de manutention selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (40) est conçue pour régler la vitesse de déplacement et/ou l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) en modifiant la position de soupape de l'au moins une soupape de commande (60a, 60b, 60c).

10. Procédé pour le réglage du déplacement d'une tige de piston (24a, 24b, 24c) d'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) du chariot de manutention (10), agissant sur un mât de levage (12) d'un chariot de manutention (10), le procédé présentant les éta-

pes suivantes :

- indication d'une accélération théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) par une unité de commande (40) du chariot de manutention (10),
- détermination de l'accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) du chariot de manutention,
- détermination d'un écart de réglage entre l'accélération théorique et l'accélération réelle par l'unité de commande (40),
- réglage de l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par l'unité de commande (40) sur la base de l'écart de réglage déterminé.

11. Procédé pour le réglage du déplacement d'une tige de piston (24a, 24b, 24c) d'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) du chariot de manutention (10), agissant sur un mât de levage (12) d'un chariot de manutention (10), le procédé présentant les étapes suivantes :

- indication d'une vitesse théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) par une unité de commande (40) du chariot de manutention (10),
- détermination de l'accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) du chariot de manutention,
- détermination de la vitesse réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par l'unité de commande (40) à partir de l'accélération réelle déterminée par l'au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c),
- détermination d'un écart de réglage entre la vitesse réelle et la vitesse théorique par l'unité de commande (40),
- réglage de la vitesse de déplacement de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par l'unité de commande (40) sur la base de l'écart de réglage déterminé.

12. Procédé pour le réglage du déplacement d'une tige de piston (24a, 24b, 24c) d'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) du chariot de manutention (10), agissant sur un mât de levage (12) d'un chariot de manutention (10), le procédé présentant les étapes suivantes :

- indication d'une accélération théorique pour la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) par une unité de commande (40) du chariot de manutention

- (10),
 - détermination de la vitesse réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c) du chariot de manutention, 5
 - détermination de l'accélération réelle de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par l'unité de commande (40) à partir de la vitesse réelle déterminée par l'au moins une unité de capteur (30a, 30b, 30c), 10
 - détermination d'un écart de réglage entre l'accélération réelle et l'accélération théorique par l'unité de commande (40),
 - réglage de l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) par l'unité de commande (40) 15
 sur la base de l'écart de réglage déterminé.
13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre de levage (22a), de sorte que le réglage du déplacement de la tige de piston (24a) du cylindre de levage (22a) permet de commander le levage et l'abaissement de l'élément de chargement (14). 20
14. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre d'inclinaison (22b), de sorte que le réglage du déplacement de la tige de piston (24b) du cylindre d'inclinaison (22b) permet de commander l'inclinaison du mât de levage (12) vers l'avant et vers l'arrière. 25 30
15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique est au moins un cylindre de poussée (22c), de sorte que le réglage du déplacement de la tige de piston (24c) du cylindre de poussée (22c) permet de commander le déplacement du mât de levage (12) vers l'avant et vers l'arrière. 35 40
16. Procédé selon l'une des revendications 10 à 15, **caractérisé en ce que** le procédé comporte en outre les étapes suivantes : mesure de la déformation du mât de levage (12) par au moins un capteur de déformation (50), réglage du déplacement de la tige de piston (24a) sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12). 45
17. Procédé selon l'une des revendications 10 à 16, **caractérisé en ce que** le réglage de la vitesse de déplacement et/ou l'accélération de la tige de piston (24a, 24b, 24c) de l'au moins un cylindre hydraulique (22a, 22b, 22c) est effectué en modifiant le débit volumique du fluide hydraulique produit par le groupe hydraulique (28, 29) et/ou en modifiant la position de soupape d'une soupape de commande (60a, 60b, 60c) montée en amont de l'au moins un cylindre hy- 50 55

draulique (22a, 22b, 22c).

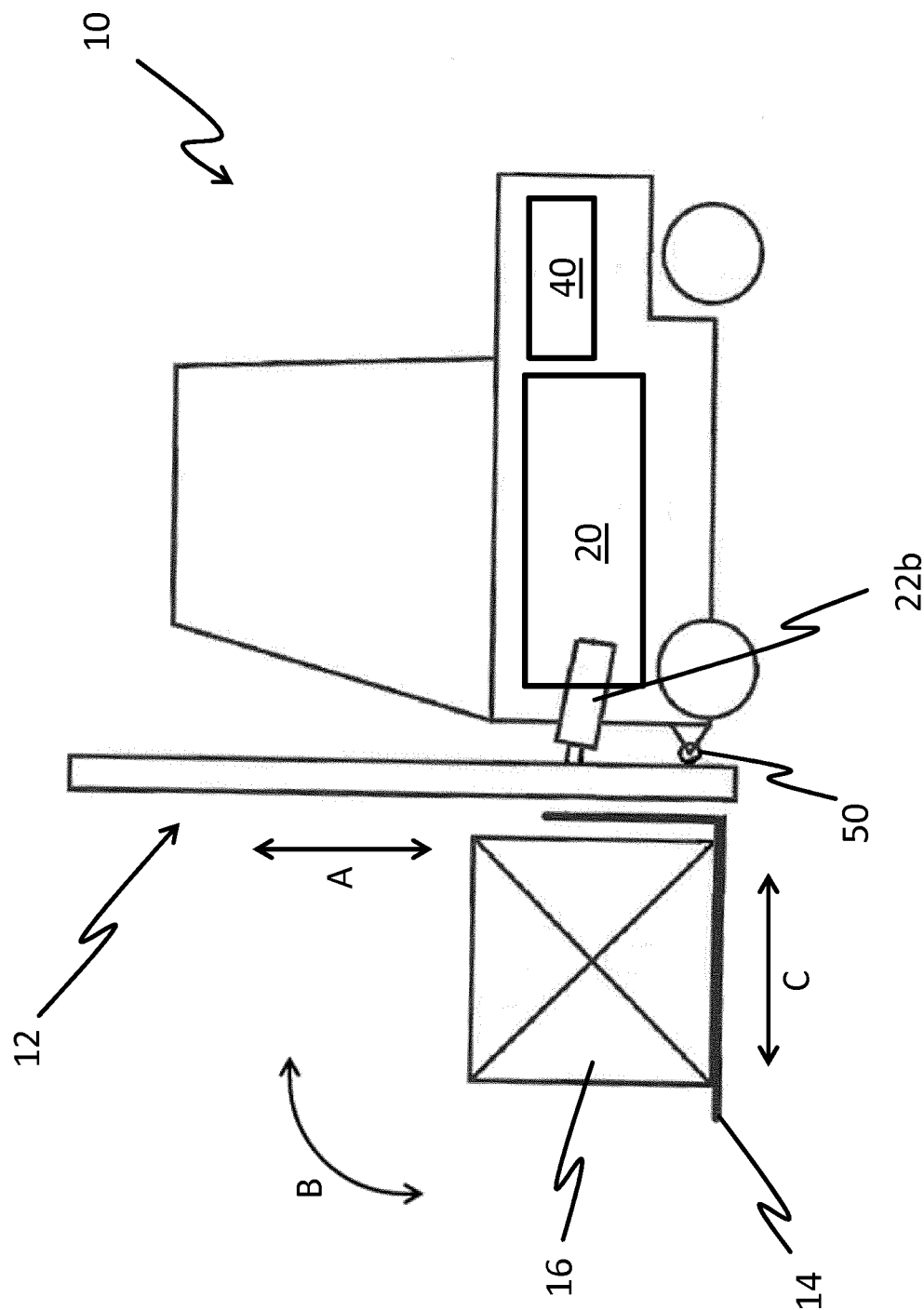


Fig. 1

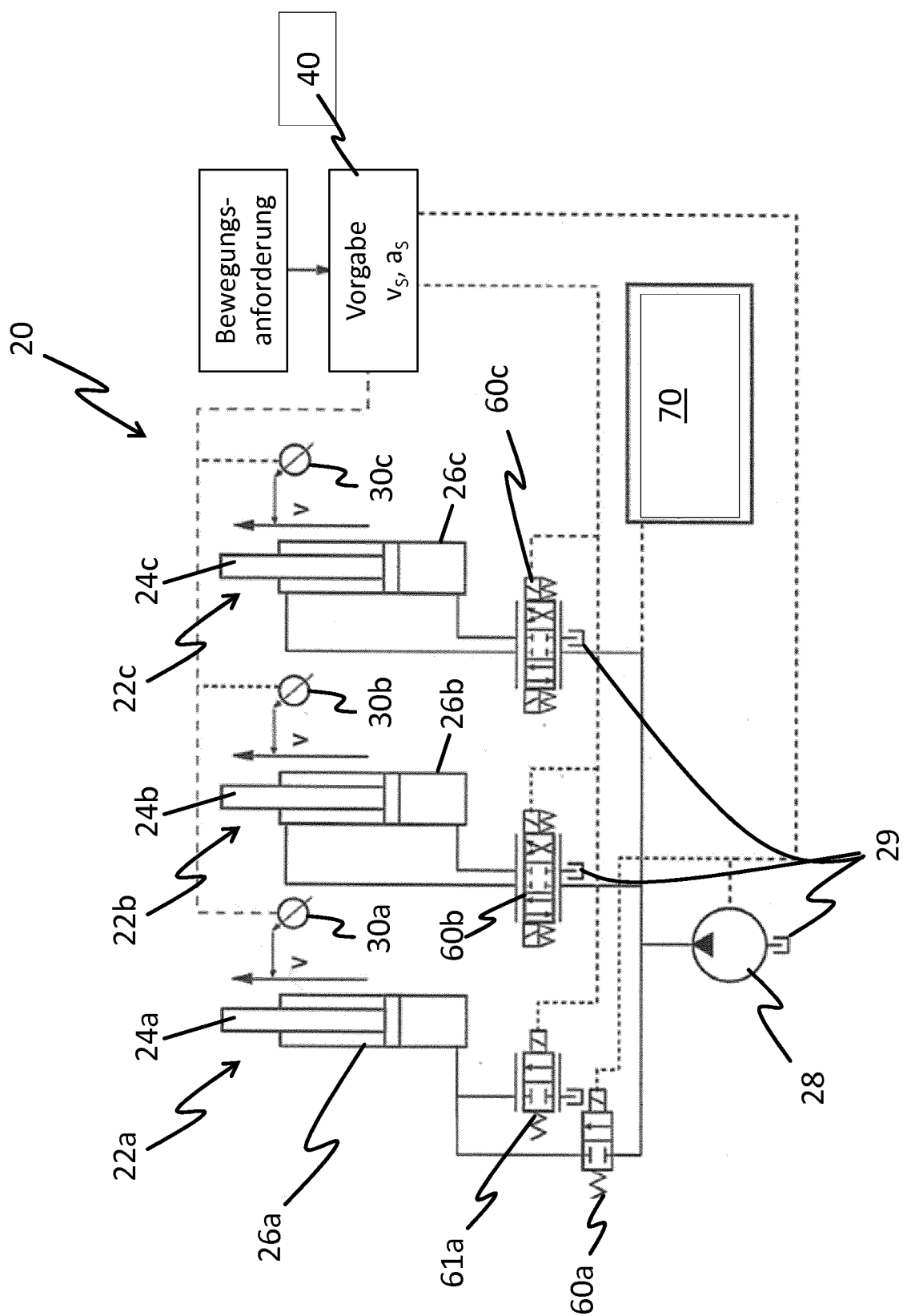


Fig. 2

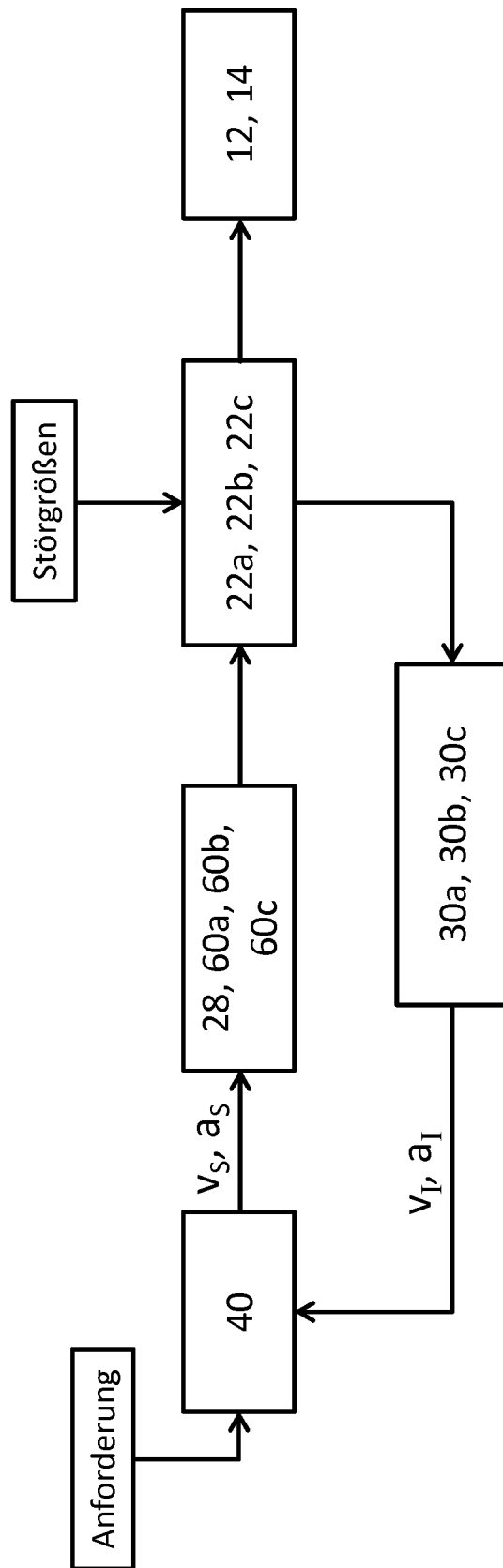


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10021822 A1 **[0004]**
- DE 102014115152 A1 **[0004]**
- DE 19909745 A1 **[0004]**
- DE 10021823 A1 **[0004]**
- EP 0990802 A2 **[0004]**