

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50991/2019
(22) Anmeldetag: 15.11.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2021

(51) Int. Cl.: **G01L 5/04** (2006.01)
G01M 1/22 (2006.01)
G01M 13/023 (2019.01)
G01M 13/028 (2019.01)
G05D 3/12 (2006.01)
F16H 7/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2006094322 A2
DE 102010001734 B3
DE 102012002693 A1
DE 102012020967 A1
WO 2016040452 A1
DE 102015206632 A1
DE 102016011711 A1
US 2018209867 A1

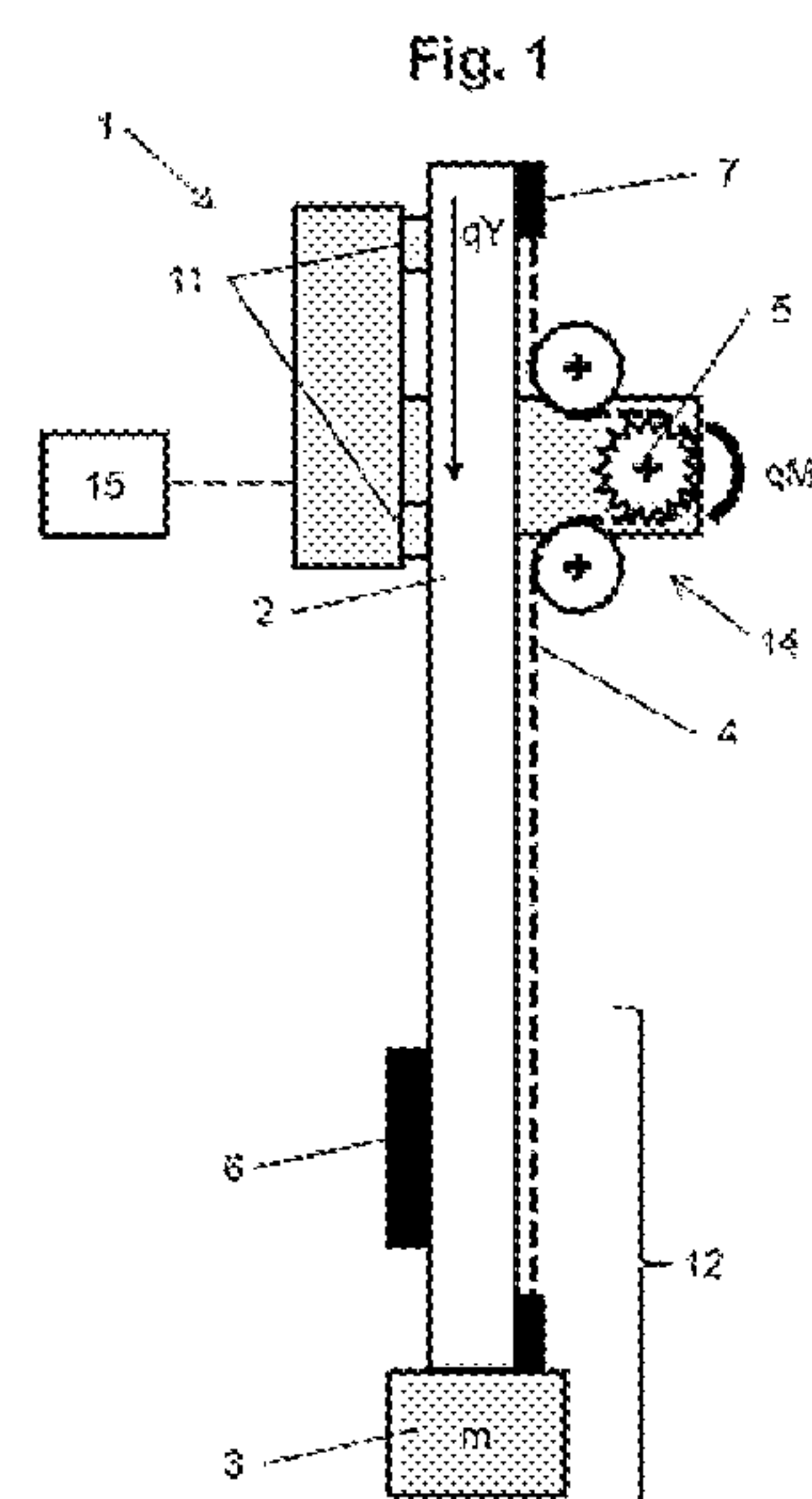
(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

(72) Erfinder:
Pruckner Michael BSc
3324 Euratsfeld (AT)
Huber Christian Ing.
4482 Ennsdorf (AT)
Oberherber Matthias
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)
Maschler Christoph MMag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)
Lercher Almar Dipl. Phys. Dr.
6020 Innsbruck (AT)
Hofinger Stephan Dr.
6020 Innsbruck (AT)
Hechenleitner Bernhard Dipl.Ing. (FH) Dr.
6020 Innsbruck (AT)
Gangl Markus Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Handhabungsvorrichtung und Verfahren zum Erkennen eines Zustandes**

(57) Handhabungsvorrichtung zur Handhabung von Gegenständen, wobei ein Endstück (12) der Handhabungsvorrichtung in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang (14) mittels eines Riemens (4, 9) bewegbar ist und wenigstens ein Sensor (6) zum Erfassen einer Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes (12) und/oder einer anderweitigen durch den Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente der Handhabungsvorrichtung (1) vorgesehen ist, wobei eine mit dem wenigstens einen Sensor (6) signalleitend verbundene oder verbindbare Auswerteeinheit (15) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, aufgrund der durch den wenigstens einen Sensor (6) gemessenen Signale eine Schwingung des Riemens (4, 9) festzustellen.



1
Zusammenfassung

Handhabungsvorrichtung zur Handhabung von Gegenständen, wobei ein Endstück (12) der Handhabungsvorrichtung in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang (14) mittels eines Riemens (4, 9) bewegbar ist und wenigstens ein Sensor (6) zum Erfassen einer Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes (12) und/oder einer anderweitigen durch den Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente der Handhabungsvorrichtung (1) vorgesehen ist, wobei eine mit dem wenigstens einen Sensor (6) signalleitend verbundene oder verbindbare Auswerteeinheit (15) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, aufgrund der durch den wenigstens einen Sensor (6) gemessenen Signale eine Schwingung des Riemens (4, 9) festzustellen.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Handhabungsvorrichtung zur Handhabung von Gegenständen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1, eine Anordnung aus einer Handhabungsvorrichtung und einer Formgebungsmaschine, ein Verfahren zum Erkennen eines Zustandes eines Riemens einer Handhabungsvorrichtung nach Anspruch 12 und ein Computerprogrammprodukt.

Herkömmliche Handhabungsvorrichtungen weisen ein Endstück auf, wobei das Endstück in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang mittels eines Riemens bewegbar ist.

Die dafür verwendeten Riemen können durch unterschiedlichste Riemenarten ausgeführt sein, wie beispielsweise durch einen Keilriemen oder einen Zahnriemen, wobei ein Keilriemen durch Haftreibung eine Bewegung und/oder eine Kraft übertragen kann und ein Zahnriemen durch den Formschluss eine Bewegung und/oder eine Kraft übertragen kann.

Jedoch müssen alle Riemenarten mit einer bestimmten Vorspannung beaufschlagt werden, sodass sie eine Kraftübertragung ausführen können. Die Effizienz der Kraftübertragung des Riemens hängt dabei stark von der Vorspannungskraft ab.

Der Riemen eines Antriebstrangs ist laut den Vorgaben des Riemenherstellers mit einer definierten Vorspannkraft zu beaufschlagen. Die Vorspannkraft des Zahnriemens darf nicht zu hoch eingestellt werden, da sonst durch die Dynamik der zu bewegenden Last die Dehngrenze des Riemens überschritten werden kann und somit die Lebensdauer des Riemens verringert wird. Eine zu geringe Vorspannung wirkt sich ebenfalls negativ auf die Lebensdauer aus und kann zu einem „Überspringen“ über des Antriebsrades führen. Eine Beschädigung der angetriebenen Elemente kann die Folge sein, da die Position des Antriebs meistens auf der Antriebswelle gemessen und überwacht wird. Daher ist es von erheblicher Bedeutung, dass der Riemen stets optimal gespannt ist und auch vor Inbetriebnahme korrekt vorgespannt wird.

Um die Riemenvorspannung zu ermitteln, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, sich den Umstand zu Nutzen zu machen, dass ein gespannter Riemen (analog zu einer gespannten Seite eines Instrumentes) ein schwingungsfähiges Gebilde darstellt. Der Riemen kann – wie es im Stand der Technik geläufig ist – händisch durch ein „Anzupfen“ in Schwingung versetzt werden. Misst man die statische Eigenfrequenz dieser Schwingung, kann man aus dieser Eigenfrequenz, der Masse, der Länge und der Breite des Riemens die Vorspannung berechnen. Die Vorspannkraft (oder auch als statische Spannkraft bezeichnet) des Riemens ist auch unter dem Namen Trumkraft bekannt und gibt ein Maß für die Vorspannung an.

Zur Messung dieser Schwingung ist es üblich, Handmessgeräte zu verwenden, welche entweder durch ein akustisches Signal des Riemens oder durch eine optische Auswertung eine Schwingung mit Frequenz und/oder Amplitude erkennen.

Diese Methode zur Erkennung und Einstellung der Riemenvorspannung ist allerdings sehr umständlich und mit einigen Messungenauigkeiten und Nachteilen verküpft.

So muss der Riemen für die Messung stets zugänglich sein. Da Riemen jedoch aus sicherheitstechnischen Gründen oft verbaut sind, muss vorab zur Messung eine Demontagearbeit geleistet werden, um den Riemen zugänglich zu machen.

Weiters ergeben sich durch die Anwendung von Handmessgeräten und die händische Anregung zur Schwingung Ungenauigkeiten, die nicht von der Hand zu weisen sind.

Aus der DE 10 2012 020 967 A1 ist es beispielsweise bekannt, eine Riemenvorspannung während des Betriebs zu adjustieren, wobei der Riemen durch den Betrieb – im laufenden Einsatz – einer Schwingung unterliegt, welche über die Antriebseinheit, genauer gesagt über einen elektrischen Antriebsmotor und dessen verbrauchter Energie, gemessen werden kann. Über die mittels der Antriebseinheit ermittelte Schwingung kann anschließend eine Vorspannung des Riemens berechnet werden und automatisiert die Vorspannkraft nachjustiert werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist jedoch, dass auch hier keine zuverlässige Messung vorgenommen werden kann, da im laufenden Betrieb noch weitere Einflussfaktoren

den Riemen und dessen Schwingung beeinflussen, beispielsweise die Antriebslast oder die Drehzahl des Riemens. Weiters ist es durch dieses Verfahren nicht möglich, eine Vorspannung vor Inbetriebnahme vorzunehmen, so müsste die Handhabungsvorrichtung vorerst mit einer undefinierten Vorspannung betrieben werden, um sie im laufenden Betrieb justieren zu können.

Ein weiteres Verfahren zur Adjustierung eines Riemens mittels einer Einstellung der Vorspannung geht aus der DE 10 2010 001 734 B3 hervor, wobei auch hier ein Riemen im laufenden Betrieb adjustiert wird. Die Messung einer Riemenschwingung wird hierbei über einen optischen Sensor vorgenommen. Jedoch wird auch hier wiederum nur eine Messung während des laufenden Betriebs durchgeführt. Eine Einstellung der Vorspannung vor Inbetriebnahme ist durch dieses Verfahren nicht möglich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Handhabungsvorrichtung, eine Anordnung einer Handhabungsvorrichtung und einer Formgebungsmaschine, ein Verfahren zum Erkennen eines Zustandes eines Riemens einer Handhabungsvorrichtung und ein Computerprogrammprodukt bereitzustellen, die gegenüber dem Stand der Technik eine zuverlässigere Einstellung einer Vorspannung eines Riemens des Riemens ermöglichen und/oder eine kostengünstigere Alternative zur Einstellung der Vorspannung eines Riemens gewährleisten und/oder eine Zeitersparnis bei der Einstellung einer Vorspannung eines Riemens ermöglichen und/oder eine genauere Adjustierung einer Vorspannung ermöglichen.

Hinsichtlich der Handhabungsvorrichtung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst, hinsichtlich der Anordnung mit den Merkmalen des Anspruches 11, hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruches 12 und hinsichtlich des Computerprogrammproduktes mit den Merkmalen des Anspruches 25.

Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Sensor zum Erfassen einer Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes und/oder einer anderweitigen durch den

Antriebsstrang bewegten Komponente der Handhabungsvorrichtung vorgesehen und eine mit dem wenigstens einen Sensor signalleitend verbundene oder verbindbare Auswerteeinheit, die dazu ausgebildet ist, aufgrund der durch den wenigstens einen Sensor gemessenen Signale, eine Schwingung des Riemens festzustellen.

So kann es beispielsweise mithilfe der Erfindung vorgesehen sein, dass ein bestehender Beschleunigungssensor an einem Endstück der Handhabungsvorrichtung dazu verwendet wird, eine Schwingung des Riemens festzustellen. Solche Beschleunigungssensoren sind meistens schon standardmäßig an den Handhabungsvorrichtungen vorgesehen, wodurch keine zusätzliche Sensorik an der Handhabungsvorrichtung bereitgestellt werden muss.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung eines Sensors zum Erfassen einer Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes kann optimal eine Schwingung des Riemens zum Adjustieren der Riemenspannung vor der Inbetriebnahme der Handhabungsvorrichtung vorgenommen werden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Es kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, die festgestellte Schwingung des Riemens mit einer vorgebbaren Referenzschwingung zu vergleichen und bei Vorliegen einer Abweichung – vorzugsweise außerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereiches – ein Warnsignal auszugeben. Somit kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Bediener oder die Handhabungsvorrichtung selbst die Riemenspannung so lange variiert, bis ein Warnsignal erlischt.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Sensor als ein Beschleunigungssensor zur Erfassung einer Beschleunigung als kinematischer Parameter ausgeführt ist. Solche Beschleunigungssensoren sind beispielsweise oft an den Endeffektoren oder an einem Endstück der Handhabungsvorrichtung standardmäßig vorgesehen. Die Messsignale der bestehenden

Beschleunigungssensoren können beispielsweise im Zuge der Erfindung herangezogen werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Antriebsstrang wenigstens eine Antriebseinheit – vorzugsweise einen Servomotor – aufweist. Jedoch sind auch durchaus andere Antriebseinheiten, wie beispielsweise Hydraulikmotoren, denkbar.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Antriebsstrang ein Getriebe – vorzugsweise ein Zahnradgetriebe – aufweist. Durch Vorsehen eines Getriebes können besonders günstige Übersetzungsverhältnisse zwischen einer Antriebseinheit und einem angetriebenen Bauteil erzeugt werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass eine Steuer- oder Regelvorrichtung für die Halterungsvorrichtung – und vorzugsweise den Antriebsstranges – vorgesehen ist. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Steuer- oder Regelvorrichtung dazu konfiguriert ist, den Riemen anhand eines Antriebsimpulses zu einer Schwingung – vorzugsweise bei einer Eigenfrequenz – anzuregen.

Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Steuer- oder Regeleinheit einen Steuerimpuls für eine Antriebseinheit, welche beispielsweise als Servomotor ausgeführt sein kann, aussendet, wodurch die Antriebseinheit einen angetriebenen Riemen durch einen Antriebsimpuls in Schwingung versetzt. Dieser Antriebsimpuls kann so gering sein, dass er mit dem menschlichen Auge kaum erkennbar ist, jedoch ausreicht, um den Riemen, bevorzugt bei einer Eigenfrequenz, zu einer Schwingung anzuregen.

Weiters kann es vorgesehen sein, dass diese angeregte Schwingung automatisch erkannt wird und direkt durch die Auswerteeinheit ausgewertet wird.

Vorzugsweise ist des Weiteren eine Riemenspannvorrichtung vorgesehen, welche mit der Auswerteeinheit verbunden ist, wobei die Auswerteeinheit über die Riemenspannvorrichtung mithilfe der festgestellten Schwingung eine optimale Einstellung der Vorspannung vornehmen kann.

Besonders günstig bei einer solchen Ausgestaltung ist, dass nur geringe Einflüsse von außen auf die Auswertung der Schwingung bestehen und die Messergebnisse nicht durch äußere Einflüsse verfälscht werden (wie beispielsweise bei einer Anregung zur Schwingung durch ein „Anzupfen“ durch den Bediener oder die Anwendung eines Handmessgerätes).

Vorzugsweise ist die Auswerteeinheit mit der wenigstens einen Steuer- oder Regeleinheit signalleitend verbunden oder durch diese ausgebildet.

Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Sensor zum Erfassen eines kinematischen Parameters am Endstück und/oder einer anderweitigen durch den Antriebsstrang bewegten Komponente angeordnet ist.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass sich die Handhabungsvorrichtung – insbesondere eine Antriebseinheit derselben – bei der Erfassung der Istgröße in einem ruhenden Zustand befindet. So kann vor Inbetriebnahme der Handhabungsvorrichtung ein Riemen (beispielsweise vor Erstinbetriebnahme) mit einer optimalen Riemenspannung beaufschlagt werden. So wird vermieden, dass der Riemen jemals mit einer nicht optimalen Riemenspannung in Betrieb genommen wird und gegebenenfalls bereits durch die ersten Betriebsminuten geschädigt wird.

Unter kinematischen Parametern werden dabei Parameter verstanden die eine Positions- und/oder einen Bewegungszustand eines Objektes beschreiben. Neben (relativen oder absoluten) Positionen wären Beschleunigungen und/oder Geschwindigkeiten geeignete Beispiele.

Ein Beispiel für anderweitig bewegbare Komponenten könnte ein Arm der Handhabungsvorrichtung, ein Verbindungsstück (zum Endstück) oder sonstige Anbauten sein.

Weiters wird Schutz begehrt für eine Anordnung wenigstens einer erfindungsgemäßen Handhabungsvorrichtung mit einer Formgebungsmaschine.

Unter Formgebungsmaschine können bevorzugt Spritzgussmaschinen verstanden werden, aber auch Spritzpressen, Pressen oder dergleichen fallen unter diesen Begriff.

Bezüglich eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erkennen eines Zustandes eines Riemens einer Handhabungsvorrichtung ist vorgesehen, dass ein Endstück der Handhabungsvorrichtung in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang mittels eines Riemens bewegt wird, wobei eine Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes und/oder einer anderweitig durch den Antriebsstrang bewegbaren Komponente der Handhabungsvorrichtung erfasst wird, wobei durch die Istgröße des kinematischen Parameters auf eine Schwingung des Riemens rückgeschlossen wird.

Als kinematischer Parameter kann beispielsweise eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung und/oder eine Position des Antriebsstranges verwendet werden. Beispielsweise kann durch bereits sehr geringe Positionsveränderungen des Antriebsstranges auf eine Schwingung rückgeschlossen werden. Selbiges gilt für minimale Geschwindigkeitsänderungen oder Beschleunigungen.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die festgestellte Schwingung des Riemens mit einer vorgebbaren Referenzschwingung verglichen wird und bei Vorliegen einer Abweichung – vorzugsweise außerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereiches – ein Warnsignal ausgegeben wird.

Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Handhabungsvorrichtung – insbesondere eine Antriebseinheit derselben – bei Vorliegen des Warnsignales in einen Standby-Betriebsmodus versetzt wird. Als Standby-Betriebsmodus ist dabei ein Betriebsmodus zu verstehen, in welchem der Antriebsstrang sich nicht in Bewegung befindet (genauer gesagt, sich der Riemen nicht in Bewegung befindet), um mögliche Beschädigungen aufgrund einer falschen Riemenvorspannung zu vermeiden.

Alternativ oder zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass bei Vorliegen eines Warnsignales wenigstens eine mit der Handhabungsvorrichtung kooperierende Maschine – vorzugsweise eine Formgebungsmaschine – in einen Standby-Modus

versetzt wird. Dadurch kann die Gefahr vermindert werden, dass durch einen unzureichend gespannten Riemen oder eines Versagens des Antriebsstranges es zu einer Kollision zwischen der Handhabungsvorrichtung und der mit der Handhabungsvorrichtung kooperierenden Maschine kommt.

Weiters kann es vorgesehen sein, dass bei Vorliegen eines Warnsignales eine Zutrittsbeschränkung für einen Bediener erteilt wird. Dies verringert die Gefahr, dass ein Bediener durch einen Ausfall des Antriebsstranges aufgrund eines unzureichend gespannten Riemens der Gefahr einer Verletzung durch die Handhabungsvorrichtung ausgesetzt wird.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Istgröße zu einem vorgegebenen Zeitpunkt und/oder zu einem vorgebbaren Ereignis und/oder in einem vorgebbaren Zeitintervall und/oder kontinuierlich erfasst wird. So kann beispielsweise vor jeder Inbetriebnahme der Handhabungsvorrichtung die Istgröße erfasst werden, um eine Spannung des Riemens zu kontrollieren.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Riemen wenigstens zur Erfassung der Istgröße durch eine kontrollierte Bewegung einer Antriebseinheit zu einer Schwingung angeregt wird.

Für eine solche Anregung zur Schwingung des Riemens reicht beispielsweise bereits eine minimale, kaum sichtbare Anregung der Antriebseinheit durch eine additive Positionsvorgabe.

Die Anregung kann durch ein in der Frequenz variables Signal erfolgen, welches über das Antriebsritzel den Riemen in Längsrichtung minimal auslenkt. Beim Überfahren der Eigenfrequenz beginnt sich der Riemen in Querrichtung aufzuschwingen. Diese Schwungmasse oder – anders ausgedrückt – die Kraft, welche aus dieser Trägheit hervorgerufen wird, kann mittels eines am Antriebsstrang beliebig angebrachten Sensors zum Erfassen eines kinematischen Parameters (vorzugsweise Beschleunigungssensors) detektiert werden und durch eine Frequenzanalyse auf die Eigenfrequenz geschlossen werden. Die Umrechnung auf die Vorspannung ist durch die geometrischen Dimensionen des Riemens möglich.

Die Anregung ist definiert und reproduzierbar und nicht von der Qualität des händischen „Zupfen“ abhängig.

Der Messwert der Eigenfrequenz kann im Lebenszyklus des Riemens aufgezeichnet werden, um den Zustand der Vorspannung über einen längeren Zeitraum zu beobachten, wobei bei Verschlechterungen oder sogar dem Totalausfall vorzeitig reagieren werden kann. Somit kann auf fixierte Wartungsintervalle verzichtet werden und ein Riemen individuell nach Beanspruchung und Beanspruchungsart optimal bezüglich einer langen Lebensdauer genutzt werden (sogenanntes „Condition Monitoring“).

Die Anregung zur Schwingung kann beispielsweise auch dazu genutzt werden, dass ein bewusst auf die Eigenfrequenz abgestimmtes Feder/Masse System (im Folgenden auch Aktivator genannt) angeregt wird. So ein Aktivator kann beispielsweise ein Greifer sein, welcher eine Schließ- oder Öffnungsbewegung ausführt.

Weiters oder alternativ kann die Anregung zur Schwingung auch dazu genutzt werden kabellos kinetische Energie auf einen Aktivator zu übertragen (auf dem Prinzip des „Energy Harvesting“). Durch induktive oder kapazitive Methoden ist es beispielsweise möglich, kinetische Energie in elektrische Energie oder ein elektrisches Signal umzuwandeln, wobei die Möglichkeit geschaffen wird, eine Schwingung zur Steuerung oder Regelung eines Aktivators zu nützen. Induktiv kann dies beispielsweise geschehen indem durch die Schwingung ein Magnet in einer Schleife bewegt wird. Kapazitiv kann eine Energieumwandlung beispielsweise durchgeführt werden, indem ein Abstand zwischen Kondensatorplatten durch die Schwingung verändert werden.

Es kann vorgesehen sein, dass über die Schwingung des Riemens auf einen Zustand des Riemens rückgeschlossen wird, wobei eine Frequenz der Schwingung den Zustand des Riemens repräsentiert.

Den Zusammenhang zwischen einer Schwingung und einem Zustand eines Riemens gibt meist der Hersteller bereits mit Lieferung des Riemens. Somit kann auf eine einfache Art und Weise über die Frequenz einer Schwingung auf den Zustand des Riemens rückgeschlossen werden.

Es kann vorgesehen sein, dass durch die Istgröße des kinematischen Parameters auf eine zweite Schwingung des Riemens rückgeschlossen wird.

Fertigungsbedingte Abweichungen oder Toleranzen des Riemens zu einer Idealgeometrie können dazu führen, dass ein Riemen nicht gerade ist. Wird dieser „gebogene“ Riemen in einer geraden Aufnahme gespannt ergeben sich unterschiedliche Kräfte über den Querschnitt des Riemens, das heißt der Riemen ist an einer Seite beispielsweise mehr gespannt als an der gegenüberliegenden Seite.

Der gleiche Effekt ergibt sich, wenn der Riemen nicht gerade gespannt wird, wenn Spannelemente des Riemens zueinander eine Schrägstellung aufweisen. Auch dies kann durch Fertigungstoleranzen oder Verschleiß geschehen.

Die unterschiedliche Spannung des Riemens entlang seines Querschnittes kann dazu führen, dass der Riemen schief läuft und in eine Richtung abdriftet, bis er beispielsweise an einer Begrenzung ansteht (wobei die Reibverhältnisse zu einem erhöhten Verschleiß und verringerten Standzeiten führt). Bei Zahnriemen kann dies zu einer einseitigen Abnutzung der Zähne führen.

Es hat sich gezeigt, dass eine zweite Schwingung eines Riemens (mit einer zur ersten Schwingung unterschiedlichen Frequenz und/oder Amplitude) ein Indikator dafür ist, dass ein Riemen nicht über seinen gesamten Querschnitt mit derselben Vorspannkraft beaufschlagt ist, wobei auf einen nicht gerade laufenden Riemen rückgeschlossen werden kann.

Je nach Ausmaß der Schrägstellung muss sich die zweite Schwingung nicht in einer völlig getrennten Schwingung äußern. Beispielsweise kann die zweite Schwingung eine Verbreiterung der Frequenz der (ersten) Schwingung sein.

Es kann vorgesehen sein, dass bei Vorliegen einer zweiten Schwingung des Riemens eine Schrägstellung eines Spannelementes des Riemens vorgenommen wird. Ein Spannelement des Riemens kann konstruktiv so ausgebildet sein, dass es möglich ist den Riemen auf beiden Seiten unterschiedlich stark zu spannen, beispielsweise durch einstellen einer Winkellage der Rotationsachse des Spannelementes. Die Auswertung einer zweiten Schwingung kann beispielsweise dazu genutzt werden, um anzugeben in welche Richtung und/oder wie stark ein Spannelement zur Adjustierung geschwenkt werden muss.

Weiteres kann es vorgesehen sein, dass bei Vorliegen einer zweiten Schwingung des Riemens wenigstens ein Spannelement adjustiert wird, vorzugsweise bis die zwei Schwingungen in eine einzelne Schwingung übergehen.

Weiters wird Schutz begehrt für ein Computerprogrammprodukt, welches einen ausführenden Computer dazu veranlasst, Signale eines Sensors, welche für eine Istgröße eines kinematischen Parameters eines Endstückes und/oder einer anderweitigen durch einen Antriebsstrang bewegbaren Komponente einer Handhabungsvorrichtung charakteristisch sind, entgegenzunehmen und aufgrund der Signale des Sensors eine Kenngröße, welche für eine Schwingung eines Riemens des Antriebstranges charakteristisch ist, auszugeben.

Zum Antreiben des Antriebstranges kann insbesondere ein – vorzugsweise elektrischer – Motor vorgesehen sein.

Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich anhand der Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen grundsätzlichen Aufbau einer Handhabungsvorrichtung,
- Fig. 2 ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 3 ein zweites erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel,
- Fig. 5a,b,c Spannungsverhältnisse eines ungeraden Riemens und
- Fig. 6 eine Darstellung eines ungerade gespannten Riemens.

Fig. 1 zeigt einen grundsätzlichen Aufbau einer Handhabungsvorrichtung 1. Die Handhabungsvorrichtung 1 verfügt über ein erstes Armelement 2, welches mit Hilfe eines Antriebsstranges 14 in Richtung eines Freiheitsgrades q_Y bewegt werden kann.

Das erste Armelement 2 ist relativ zu den Führungselementen 11 bewegbar, wobei diese eine – möglichst exakte – Führung des Armelements 2 entlang des Freiheitsgrades q_Y sichern.

An einem von den Führungselementen 11 abgewandten Ende des ersten Armelements 2 ist der Endeffektor 3 angeordnet, welcher in diesem Ausführungsbeispiel lediglich als Masse m angedeutet ist. Dieser Endeffektor 3 kann beispielsweise als Greifer und/oder anderer Aktuator ausgebildet sein. Es kann sich insbesondere um einen Vakuum-aktuierten Aufnahme- oder Übernahmekopf handeln.

Weiters ist in diesem von den Führungselementen 11 abgewandten Bereich des ersten Armelements 2, welcher Bereich im Folgenden als Endstück 12 wird, ein Sensor 6 vorgesehen. Dieser Sensor 6 ist als Beschleunigungssensor ausgebildet.

Das Endstück 12 des ersten Armelements 2 kann über den Antriebsstrang 14 bewegt werden, wobei der Antriebsstrang 14 die Bewegung mittels eines Riemens 4 überträgt.

Der Riemen 4 ist einerseits am Endstück 12 befestigt und andererseits an der Spannvorrichtung 7, welche Spannvorrichtung 7 an einem abgewandten Ende des ersten Armelements 2 vom Endstück 12 befestigt ist.

Die Bewegung wird über die Antriebseinheit 5 und ein an der Antriebseinheit 5 angeordnetes Zahnrad auf den Riemen 4 übertragen. Das Antriebsmoment der Antriebseinheit 5 ist in diesem Ausführungsbeispiel mit dem Bezugszeichen q_M bezeichnet.

Fig. 2 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, wobei über die Antriebseinheit 5 ein Antriebsimpuls freigesetzt wird, genauer gesagt: über die Antriebseinheit 5 eine additive Positionsbeaufschlagung q_M bei stehendem Motor ausgeführt wird. Diese additive Positionsbeaufschlagung q_M bewirkt eine minimale Auslenkung q_L des Riemens 4 in Längsrichtung.

In diesem Ausführungsbeispiel ist zur besseren Veranschaulichung die schwingfähige Masse des Riemens 4 als Punktmasse 8 dargestellt.

Die hier als Punktmasse 8 im Lasttrum veranschaulichte, schwingfähige Masse des Riemens 4 wird durch die Auslenkung q_L in Längsrichtung zu einer Auslenkung q_Q in Querrichtung „gezwungen“.

Die aus den Auslenkungen q_Q , q_L resultierende Schwingung des Riemens 4 wird über die ganze Handhabungsvorrichtung 1 ausgebreitet, wodurch diese Schwingung am Sensor 6 als Frequenzsignal aufgezeichnet werden kann.

Eine (hier nicht dargestellte) mit dem Sensor 6 verbundene oder verbindbare Auswerteeinheit 15 kann über das durch den Sensor 6 erfasste Signal eine Schwingung feststellen – genauer gesagt ein Frequenzsignal – und folglich eine Eigenfrequenz des Riemens bestimmen. Über die bekannten, geometrischen Abmaße des Riemens 4 und der bestimmten Eigenfrequenz des Riemens 4 kann die Auswerteeinheit 15 einen Zustand des Riemens 4 bestimmen.

Durch hinterlegte Zusammenhänge kann die Auswerteeinheit 15 somit über die Schwingung feststellen, ob eine Vorspannung des Riemens ausreichend groß gewählt ist.

Wenn die Vorspannung jedoch zu klein oder zu groß ist, kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit 15 die Spannvorrichtung 7 direkt oder indirekt steuert oder regelt, um den Riemen 4 mit einer optimalen Vorspannung zu beaufschlagen.

Fig. 3 zeigt ein zweites erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, wobei am ersten Armelement 2 noch ein weiteres (zweites) Armelement 13 angeordnet ist. Dieses zweite Armelement 13 wird über einen zweiten Riemen 9 angetrieben.

Durch diesen zweiten Riemen 9 kann das zweite Armelement 13 in Richtung eines zweiten Freiheitsgrades qY_2 bewegen werden, welche Richtung des zweiten Freiheitsgrades qY_2 der Richtung des ersten Freiheitsgrades qY_1 des ersten Armelementes 2 entspricht.

Der Endeffektor 3 sowie der Sensor 6 sind am zweiten Armelement 13 angeordnet. Die Riemen 4, 9 können wiederum über einen Antriebsimpuls der Antriebseinheit 5 zu einer Schwingung versetzt werden.

Durch einen 3D-Sensor 6 kann beispielsweise auf die einzelnen Schwingungen der Riemen 4, 9 geschlossen werden, da die räumliche Ausrichtung der Schwingungen festgestellt werden kann und einem jeden der Riemen 4, 9 zugeordnet werden kann.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Handhabungsvorrichtung 1, wobei am Endstück des ersten Armes 2 zwei Aktivatoren 10 angeordnet sind. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann es vorgesehen sein, dass über einen Antriebsimpuls der Antriebseinheit 5 der Riemen 4 in eine Schwingung versetzt wird, wobei die Aktivatoren 10 dazu ausgebildet sind, über eine Schwingung (genauer gesagt: über eine gewisse Frequenz der Schwingung) ein Steuer- oder Regelsignal zu empfangen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schwingung als Energieversorgung für die Aktivatoren 10 dient (auch als „energy harvesting“ bezeichnet), wobei die Aktivatoren 10 Energie aus der Schwingung ziehen.

Die Position der Aktivatoren 10 ist bei einer solchen Ausgestaltung jedoch nicht an das Endstück 12 gebunden, da sich die Schwingung des Riemens 4 über alle mit dem Riemen 4 direkt oder indirekt verbundenen Teile der Handhabungsvorrichtung 1 ausbreiten, können die Aktivatoren 10 die Schwingung auch an anderen Positionen an der Handhabungsvorrichtung „empfangen“.

Diese Aktivatoren 10 können beispielsweise Teil eines Greifers sein oder auch andere Elemente, auf welche kabellos kinetische Energie übertragen werden soll. Vorzugsweise ist die Eigenfrequenz der Aktivatoren 10 je nach physikalischer Eigenschaft veränderlich.

Fig. 5a zeigt einen Riemen 4, welcher durch fertigungstechnische Toleranzen von einer idealen Geometrie abweicht (anders ausgedrückt: nicht gerade ist). Wird ein solcher Riemen nun verspannt (wie durch Fig. 5b gezeigt) kommt es zu unterschiedlichen Vorspannkräften entlang des Querschnittes des Riemens 4, wie in dieser Figur durch die Pfeile angedeutet ist. Die unterschiedlichen Vorspannungen des Riemens 4 entlang seines Querschnittes können dazu führen, dass der Riemen 4 schief läuft und in eine Richtung abdriftet, bis er beispielsweise an einer Begrenzung ansteht (wobei die Reibverhältnisse zu einem erhöhten Verschleiß und verringerten Standzeiten führt).

Bei einer Messung der Schwingung eines solchen Riemens 4 kann eine zweite Schwingung festgestellt werden, welche durch die verschiedenen Spannungsverhältnisse verursacht wird. Ein solches Messergebnis ist durch die Fig. 6 dargestellt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist die Fourier-Transformierte der Signale des Sensors 6 dargestellt, wodurch die beiden verschiedenen Schwingungen besonders gut sichtbar sind. Die Fourier-Transformation kann auch zur Datenauswertung verwendet werden, wenn keine Schrägstellung des Riemens 4 vorliegt.

Um nun den Riemen 4 entlang seines Querschnittes mit einer konstanten Vorspannung zu beaufschlagen, kann es vorgesehen sein wenigstens ein Spannelement schräg zu stellen, wodurch sich die Schwingungen aneinander annähern und schließlich sogar ineinander übergehen. Eine solche Schrägstellung eines Spannelementes ist durch Fig. 5c gezeigt.

Bezugszeichenliste:

1	Handhabungsvorrichtung
2	erstes Armelement
3	Endeffektor
4	Riemen
5	Antriebseinheit
6	Sensor
7	Spannvorrichtung
8	Punktmasse
9	zweiter Riemen
10	Aktivator
11	Führungsvorrichtung
12	Endstück
13	zweites Armelement
14	Antriebsstrang
15	Auswerteeinheit
q_M	Antriebsmoment
q_Y	Freiheitsgrad
q_{Y_1}	erster Freiheitsgrad
q_{Y_2}	zweiter Freiheitsgrad
q_L	Auslenkung in Längsrichtung
q_Q	Auslenkung in Querrichtung
m	Masse

Innsbruck, am 15. November 2019

Patentansprüche:

1. Handhabungsvorrichtung zur Handhabung von Gegenständen, wobei
 - ein Endstück (12) der Handhabungsvorrichtung in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang (14) mittels eines Riemens (4, 9) bewegbar ist und
 - wenigstens ein Sensor (6) zum Erfassen einer Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes (12) und/oder einer anderweitigen durch den Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente der Handhabungsvorrichtung (1) vorgesehen ist,dadurch gekennzeichnet, dass eine mit dem wenigstens einen Sensor (6) signalleitend verbundene oder verbindbare Auswerteeinheit (15) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, aufgrund der durch den wenigstens einen Sensor (6) gemessenen Signale eine Schwingung des Riemens (4, 9) festzustellen.
2. Handhabungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (15) dazu ausgebildet ist, die festgestellte Schwingung des Riemens (4, 9) mit einer vorgebbaren Referenzschwingung zu vergleichen und bei Vorliegen einer Abweichung – vorzugsweise außerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereiches – ein Warnsignal auszugeben.
3. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (6) als ein Beschleunigungssensor zur Erfassung einer Beschleunigung als kinematischer Parameter ausgeführt ist.
4. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Antriebsstrang (14) wenigstens eine Antriebseinheit (5) – vorzugsweise einen Servomotor – aufweist.
5. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Antriebsstrang (14) ein Getriebe – vorzugsweise ein Zahnradgetriebe – aufweist.

6. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuer- oder Regelvorrichtung für die Handhabungsvorrichtung – und vorzugsweise den Antriebsstranges – vorgesehen ist.
7. Handhabungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Steuer- oder Regelvorrichtung dazu konfiguriert ist, den Riemen (4, 9) anhand eines Antriebsimpulses zu einer Schwingung – vorzugsweise bei einer Eigenfrequenz – anzuregen.
8. Handhabungsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (15) mit der wenigstens einen Steuer- oder Regelvorrichtung signalleitend verbunden oder durch diese ausgebildet ist.
9. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (6) zum Erfassen eines kinematischen Parameters am Endstück (12) und/oder an einer anderweitigen durch den Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente angeordnet ist.
10. Handhabungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Handhabungsvorrichtung (1) – insbesondere eine Antriebseinheit (5) derselben – bei der Erfassung der Istgröße in einem ruhenden Zustand befindet.
11. Anordnung wenigstens einer Handhabungsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10 und einer Formgebungsmaschine.
12. Verfahren zum Erkennen eines Zustandes eines Riemens (4, 9) einer Handhabungsvorrichtung (1), vorzugsweise einer Handhabungsvorrichtung (1) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ein Endstück (12) der Handhabungsvorrichtung (1) in Form eines Aufnahme- und/oder Übernahmekopfes über wenigstens einen Antriebsstrang (14) mittels eines Riemens (4, 9) bewegt wird, wobei eine Istgröße eines kinematischen Parameters des Endstückes (12) und/oder einer anderweitig durch den Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente der Handhabungsvorrichtung (1) erfasst wird, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Istgröße des

kinematischen Parameters auf eine Schwingung des Riemens (4, 9) rückgeschlossen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die festgestellte Schwingung des Riemens (4, 9) mit einer vorgebbaren Referenzschwingung verglichen wird und bei Vorliegen einer Abweichung – vorzugsweise außerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereiches – ein Warnsignal ausgegeben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Handhabungsvorrichtung (1) – insbesondere eine Antriebseinheit (14) derselben – bei Vorliegen des Warnsignales in einen Standby-Betriebsmodus versetzt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen des Warnsignales wenigstens eine mit der Handhabungsvorrichtung (1) kooperierende Maschine – vorzugsweise eine Formgebungsmaschine – in einen Standby-Betriebsmodus versetzt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen des Warnsignales eine Zutrittsbeschränkung für einen Bediener erteilt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Istgröße zu einem vorgegeben Zeitpunkt und/oder zu einem vorgegebenen Ereignis und/oder in einem vorgebbaren Zeitintervall und/oder kontinuierlich erfasst wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Riemen (4, 9) wenigstens zur Erfassung der Istgröße durch eine kontrollierte Bewegung einer Antriebseinheit zu einer Schwingung angeregt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass über die Schwingung des Riemens (4, 9) auf einen Zustand des Riemens (4, 9) rückgeschlossen wird, wobei eine Frequenz der Schwingung den Zustand des Riemens (4, 9) repräsentiert.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingung des Riemens als Steuer- oder Regelsignal für einen am Endstück (12) angeordneten Aktivator (10) genutzt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingung des Riemens (4, 9) als Energieversorgung für einen am Endstück angeordneten Aktivator (10) genutzt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Istgröße des kinematischen Parameters auf eine zweite Schwingung des Riemens (4, 9) rückgeschlossen wird.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der zweiten Schwingung des Riemens (4, 9) eine Schrägstellung wenigstens eines Spannelementes des Riemens vorgenommen wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Spannelement bei Vorliegen der zweiten Schwingung des Riemens (4, 9) adjustiert wird, vorzugsweise bis die zwei Schwingungen in eine einzelne Schwingung übergehen.
25. Computerprogrammprodukt, welches einen ausführenden Computer dazu veranlasst, Signale eines Sensors (6), welche für eine Istgröße eines kinematischen Parameters eines Endstücks (12) und/oder einer anderweitigen durch einen Antriebsstrang (14) bewegbaren Komponente einer Handhabungsvorrichtung (1) charakteristisch sind, entgegenzunehmen und aufgrund der Signale des Sensors (6) eine Kenngröße, welche für eine Schwingung eines Riemens (4, 9) des Antriebsstranges (14) charakteristisch ist, auszugeben.

Innsbruck, am 15. November 2019

Fig. 1

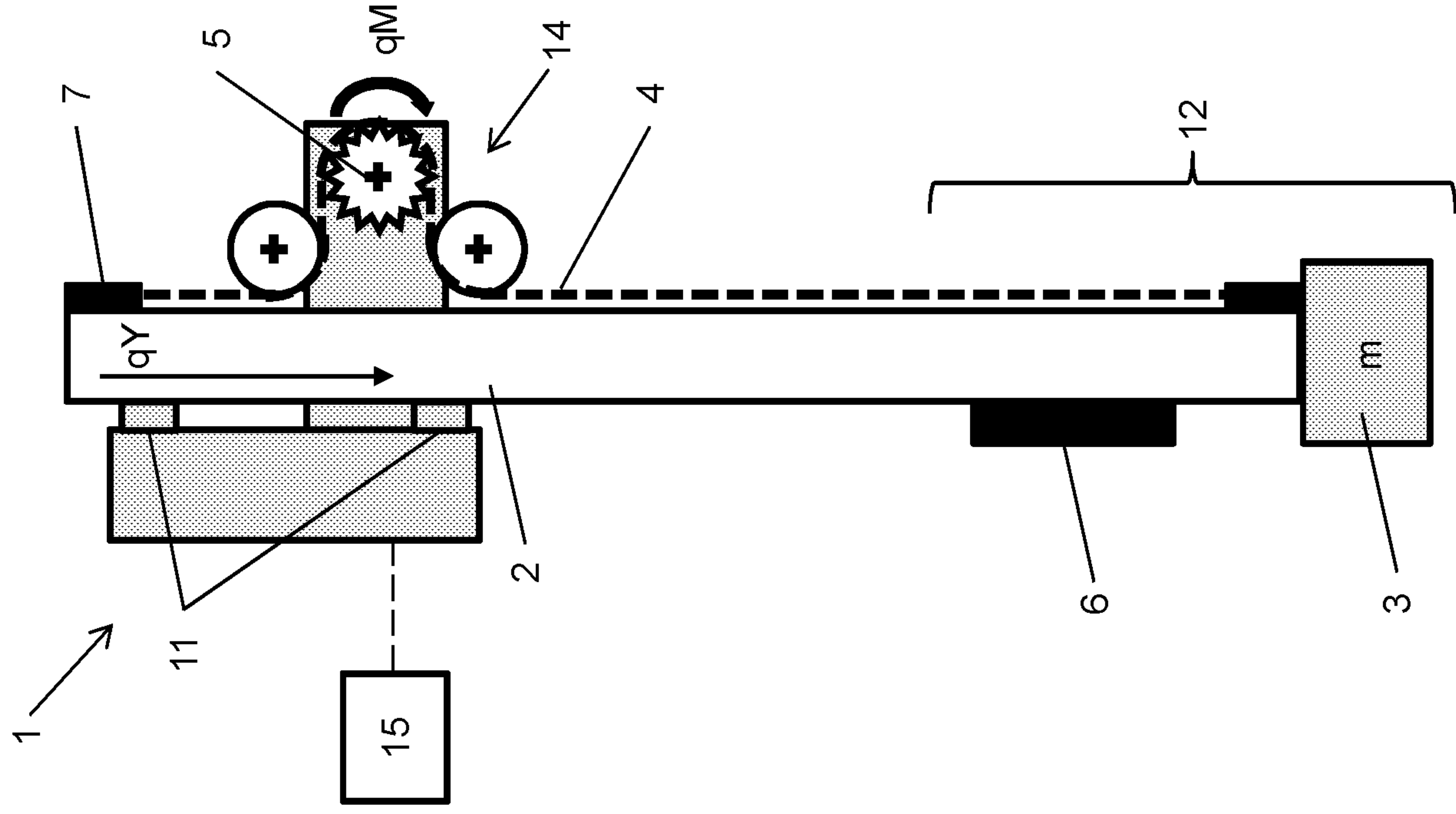


Fig. 2

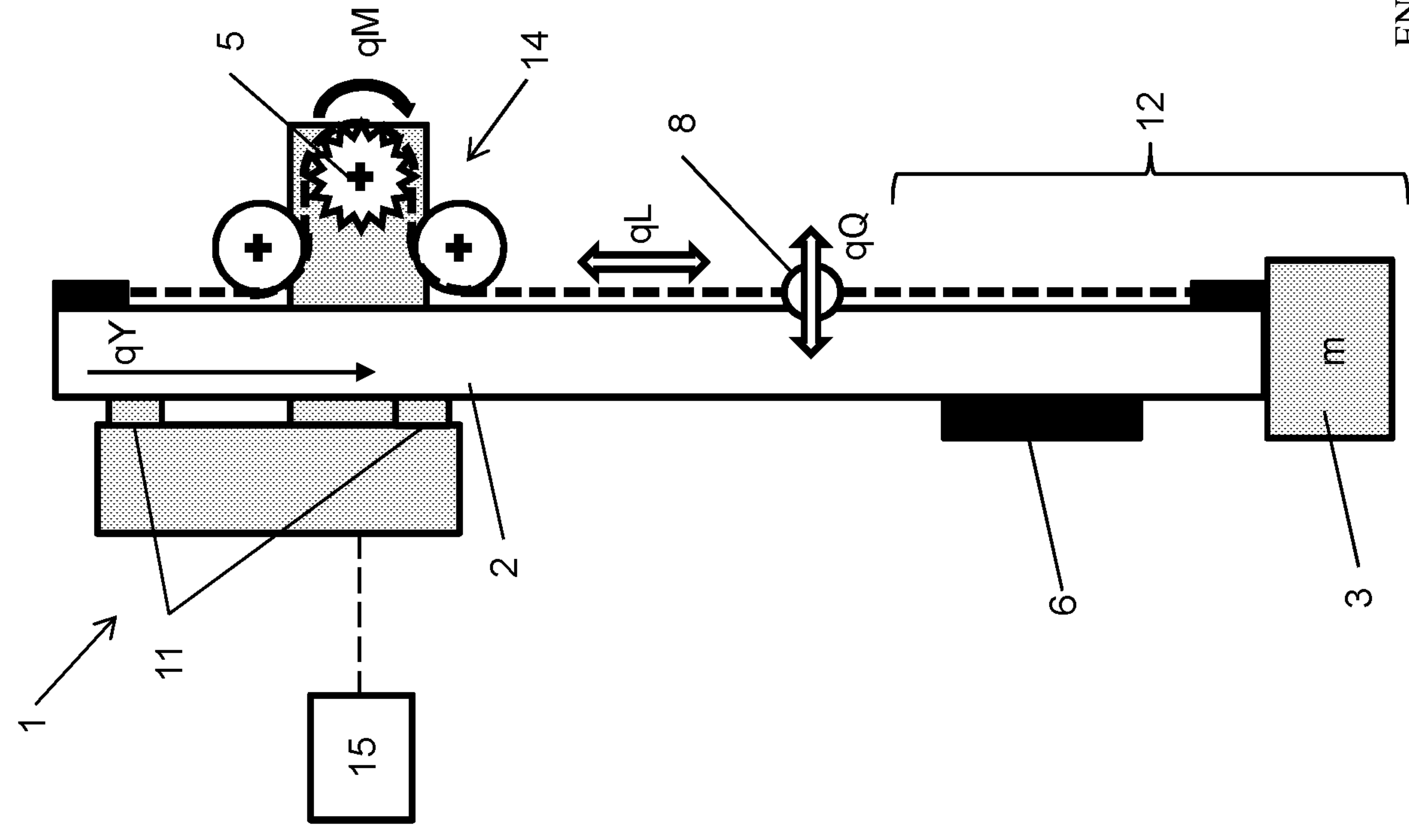


Fig. 3

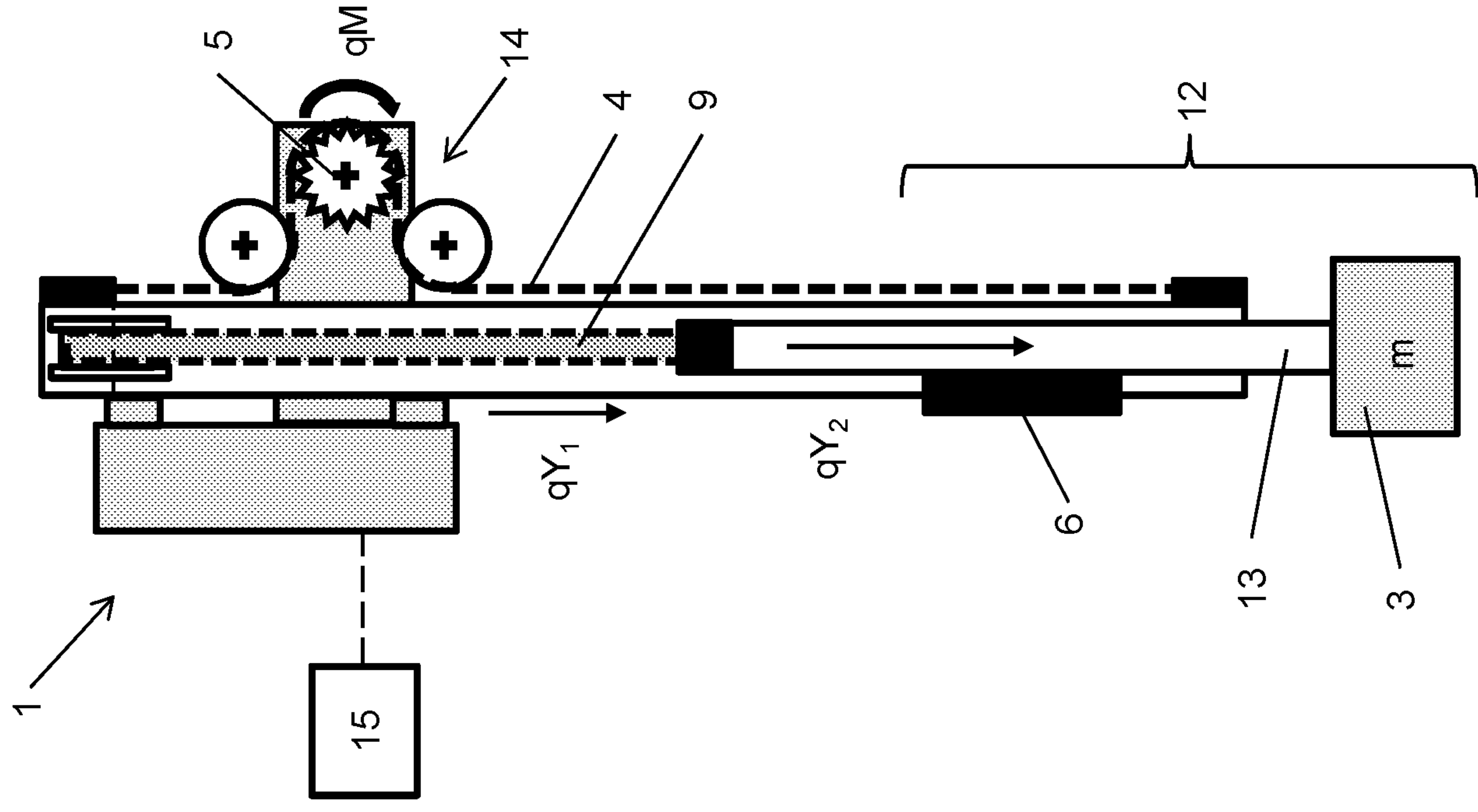


Fig. 4

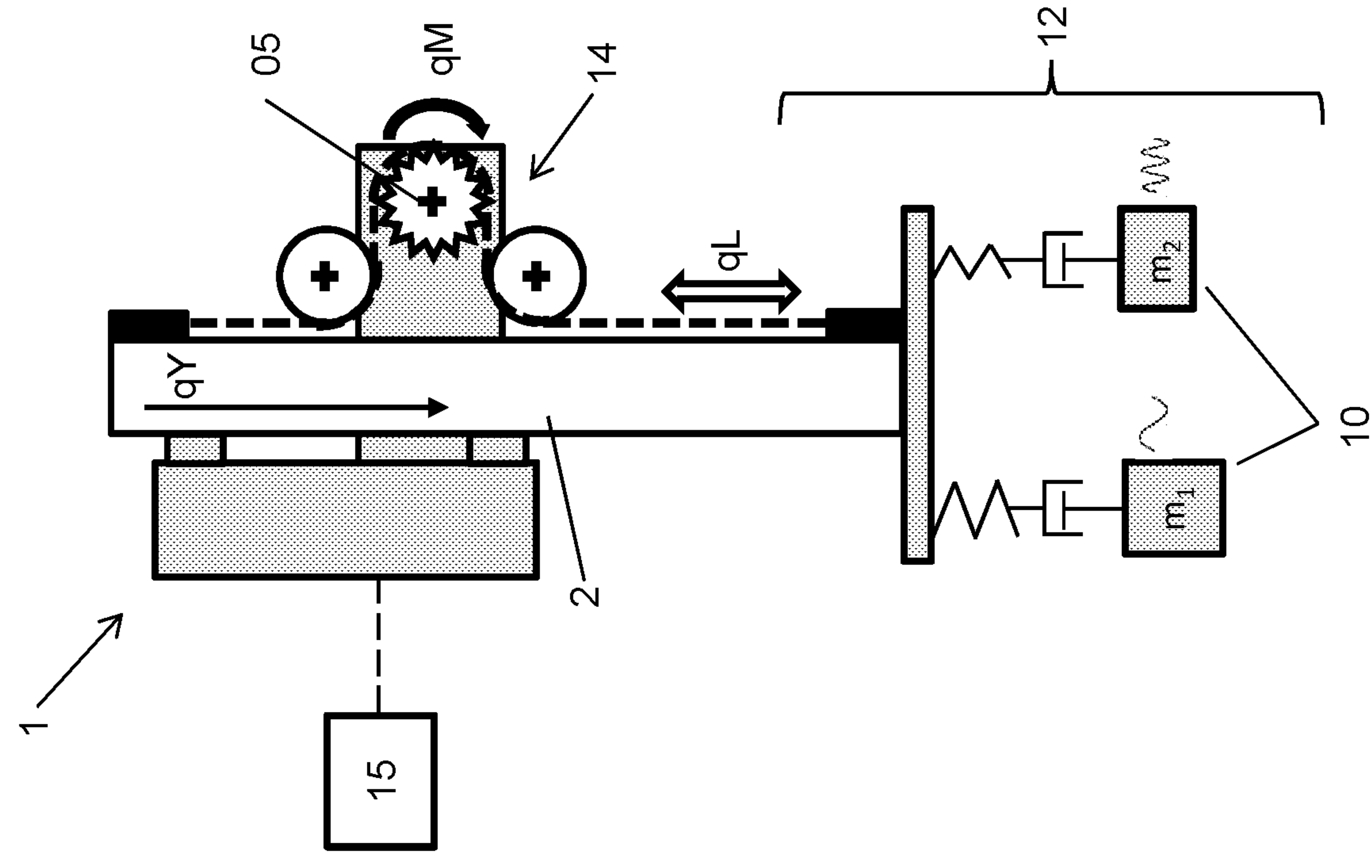


Fig. 5a

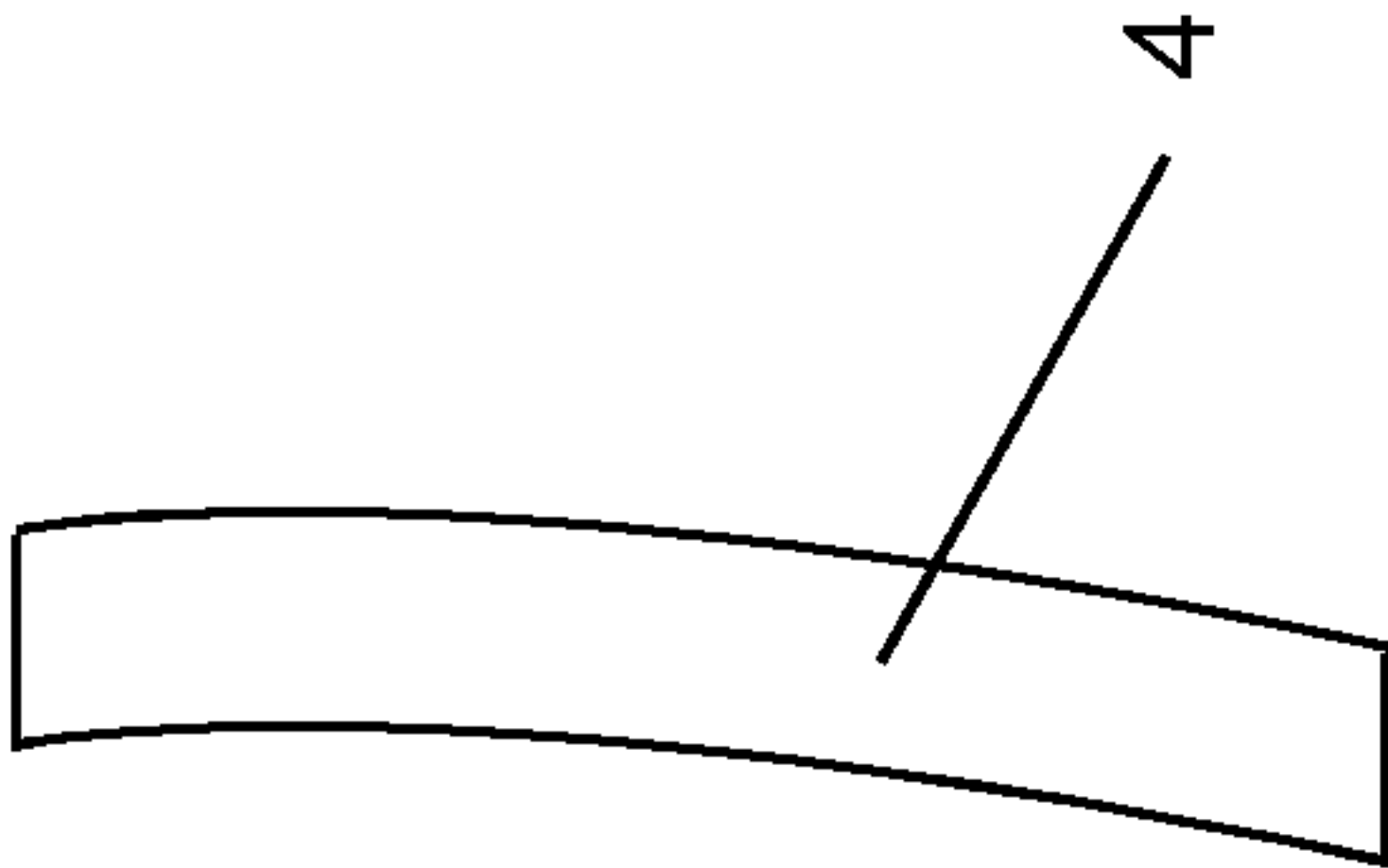


Fig. 5b

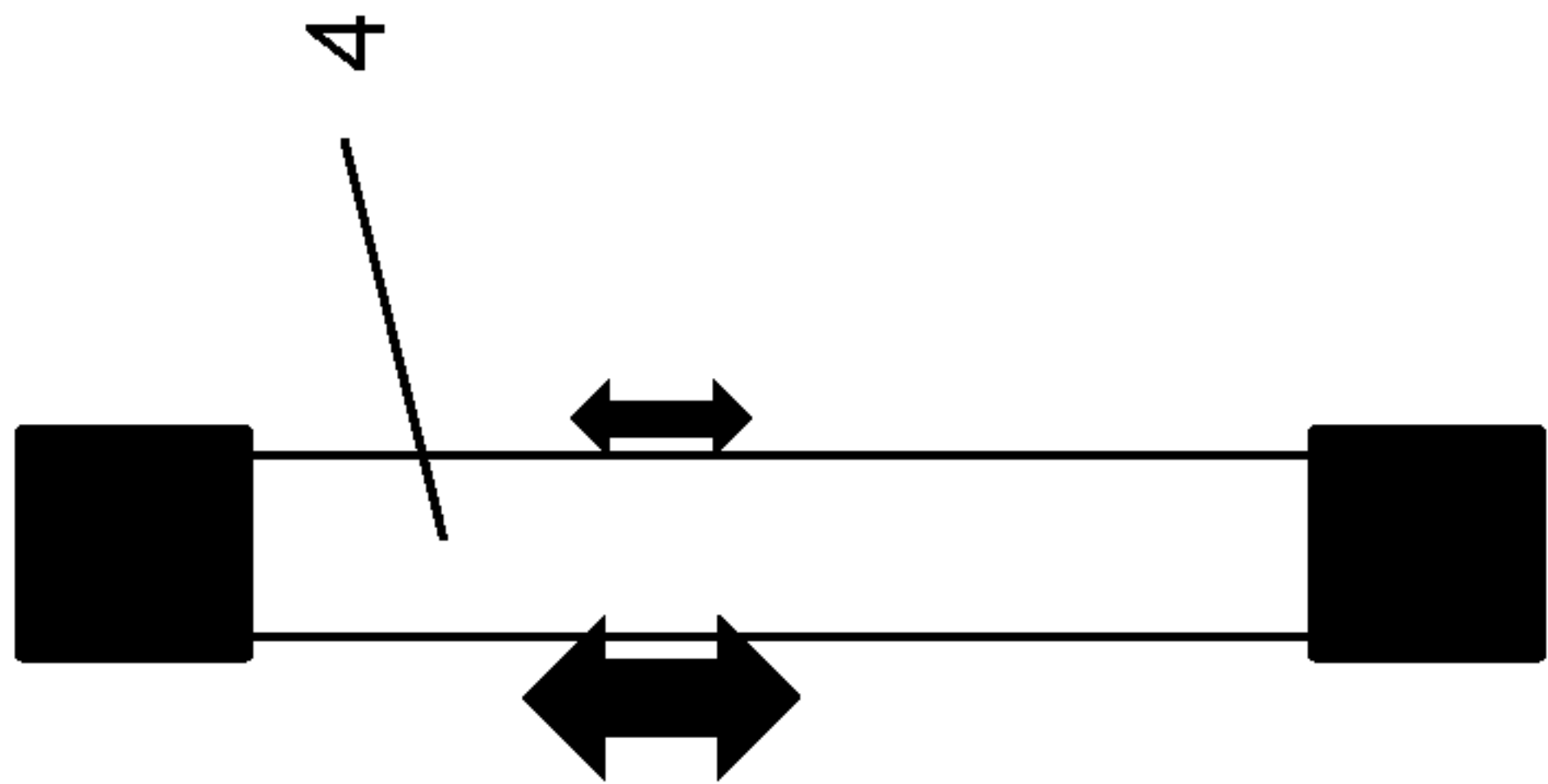


Fig. 5c

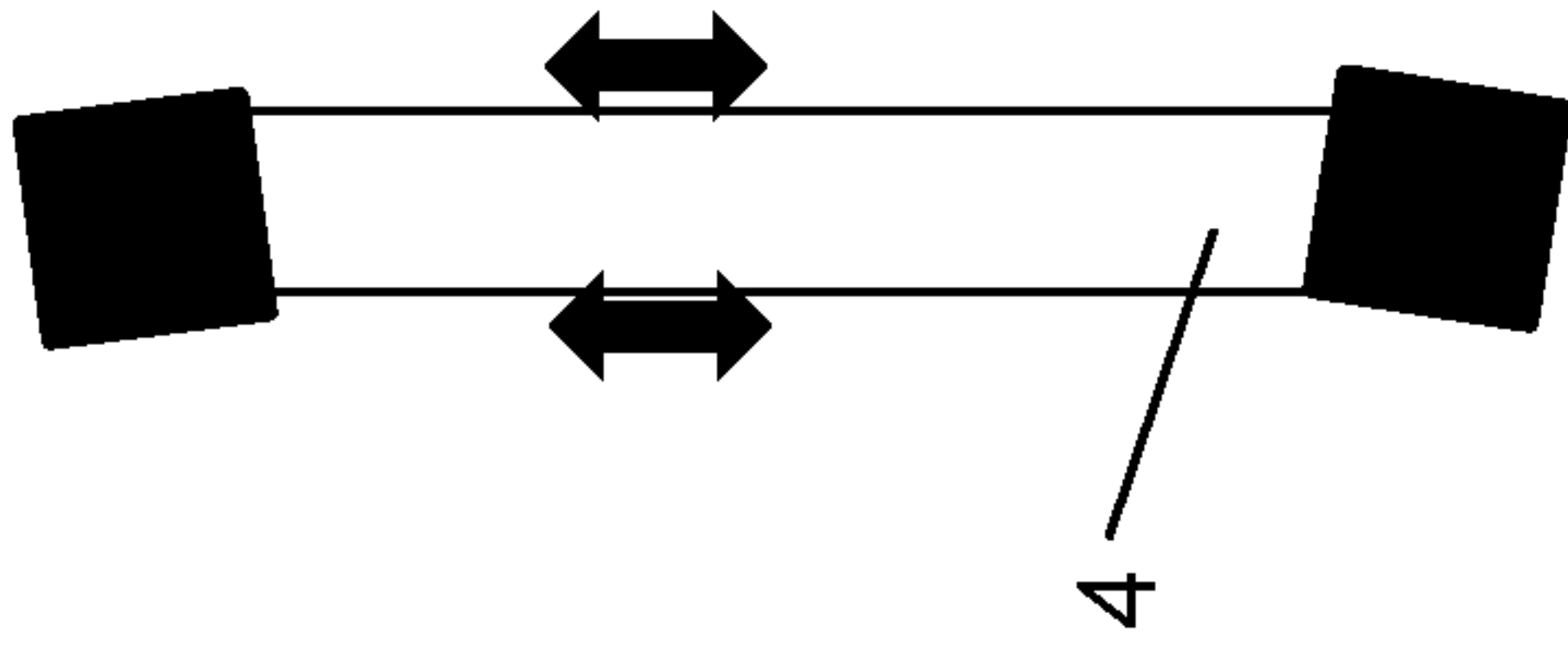


Fig. 6

