



(10) **DE 10 2015 206 191 A1** 2016.10.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 206 191.4**

(22) Anmeldetag: **08.04.2015**

(43) Offenlegungstag: **13.10.2016**

(51) Int Cl.: **B25J 15/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**FESTO AG & Co. KG, 73734 Esslingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwalte Magenbauer & Kollegen  
Partnerschaft mbB, 73730 Esslingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Giousouf, Metin, Dr., 73732 Esslingen, DE; Stoll,  
Kurt, Dr., 73732 Esslingen, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

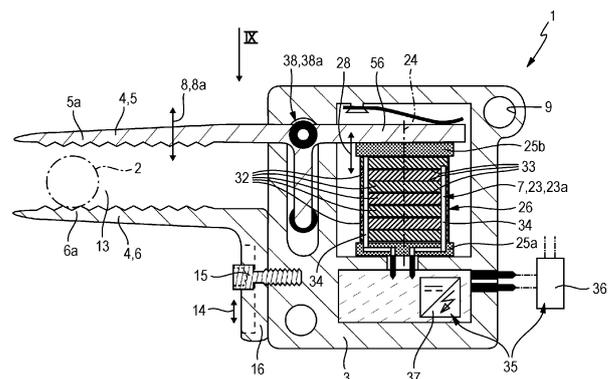
<b>WO</b>	<b>2009/ 135 328</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2011/ 070 773</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>2013- 85 579</b>	<b>A</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Greifvorrichtung zum Greifen von Gegenständen**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Greifvorrichtung (1) zum Greifen von Gegenständen vorgeschlagen, die einen Grundkörper (3) und wenigstens einen bezüglich des Grundkörpers (3) bewegbaren Greiffinger (5) aufweist. Ferner ist die Greifvorrichtung (1) mit einer zur Betätigung des bewegbaren Greiffingers (5) dienenden Antriebseinrichtung (7) ausgestattet, die mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator (23) aufweist. Auf diese Weise ergibt sich eine kompakte und sehr energieeffiziente Greifvorrichtung (1).



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Greifvorrichtung zum Greifen von Gegenständen, mit einem Grundkörper, wenigstens einem unter Ausführung einer Arbeitsbewegung bezüglich des Grundkörpers bewegbaren Greiffinger und einer Antriebseinrichtung zur Betätigung des bewegbaren Greiffingers.

**[0002]** Eine aus der DE 10 2007 016 436 A1 bekannte Greifvorrichtung dieser Art verfügt über einen Grundkörper und zwei bezüglich des Grundkörpers relativ zueinander linear verschiebbare Greiffinger, wobei beide Greiffinger unter Ausführung einer Arbeitsbewegung relativ zu dem Grundkörper bewegbar sind und wobei zum Hervorrufen der Arbeitsbewegung in dem Grundkörper eine von einem länglichen Elektroantrieb gebildete Antriebseinrichtung untergebracht ist. Zur antriebsmäßigen Kopplung ist zwischen den Elektroantrieb und die bewegbaren Greiffinger ein Spindeltrieb zwischengeschaltet, der eine Getriebeübersetzung hervorruft, zugleich aber auch den mechanischen Aufwand zur Realisierung der Greifvorrichtung beträchtlich erhöht.

**[0003]** Aus der DE 10 2013 013 555 B4 ist eine zum Festhalten von Gegenständen geeignete Haltevorrichtung bekannt, bei der zwei fingerartige Halteelemente relativ zueinander bewegbar sind. Die hierfür erforderliche Antriebskraft wird durch eine elektrisch und/oder durch Fluidkraft betreibbare Betätigungseinheit bereitgestellt.

**[0004]** Die DE 10 2014 002 739 B3 offenbart einen mehrschichtig aufgebauten Elastomeraktuator, an dem stirnseitig unter Zwischenschaltung einer über anisotrope Festigkeitseigenschaften verfügenden Kraftübertragungsstruktur ein Kraftabgabeabschnitt als Schnittstelle zu einer zu betätigenden Komponente angeordnet ist.

**[0005]** Die DE 10 2013 009 592 A1 offenbart eine Steuervorrichtung zur Steuerung von Fluidströmen, die mit einer Mehrzahl von elektrisch aktivierbaren Elastomeraktuatoren ausgestattet ist. Durch aufeinander abgestimmte Betätigung dieser Elastomeraktuatoren lässt sich beispielsweise ein peristaltischer Pumpvorgang realisieren.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kompakt bauende und energieeffizient betreibbare Greifvorrichtung zum Greifen von Gegenständen zu schaffen.

**[0007]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist in Verbindung mit den eingangs genannten Merkmalen vorgesehen, dass die Antriebseinrichtung mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator aufweist.

**[0008]** Die Realisierung der Antriebseinrichtung mittels mindestens eines elektroaktiven Polymeraktuators erlaubt eine elektrische Betätigung des mindestens einen bewegbaren Greiffingers, die energetisch sehr effizient ist, weil die angelegte Spannung unmittelbar eine reversible Formänderung des Polymeraktuators zur Folge hat, aus der sich hohe Betätigungskräfte ableiten lassen. Die hohe Energiedichte des Polymeraktuators ermöglicht überdies eine Bereitstellung hoher Greifkräfte in Verbindung mit kompakten Abmessungen. Die elektrische Betriebsweise erlaubt bei Bedarf auch problemlos einen mobilen Einsatz der Greifvorrichtung.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0010]** Bei dem mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator handelt es sich vorzugsweise um einen dielektrischen Elastomeraktuator. Dieser ist zu Gunsten eines großen Verformungsweges bevorzugt als Stapelaktuator ausgeführt, wobei er über eine Mehrzahl von in Achsrichtung einer Hochachse aufeinander gestapelter Elastomermaterialschichten verfügt, die in Achsrichtung der Hochachse jeweils von zwei Elektrodenschichten flankiert sind, an die eine Betätigungsspannung anlegbar ist. Das Anlegen der Betätigungsspannung führt zur Ausbildung elektrostatischer Felder zwischen den Elektrodenschichten, sodass selbige zueinandergezogen werden, wodurch die jeweils dazwischenliegende Elastomermaterialschicht komprimiert wird. Auf diese Weise zieht sich die Elastomerstruktur zusammen und bewirkt eine Verkürzung des Elastomeraktuators. Durch nachfolgendes Entladen der Elektroden kann der Elastomeraktuator wieder in den Ausgangszustand zurückversetzt werden. Anstatt als Stapelaktuator könnte beispielsweise auch ein gerollter Aktuator mit spiralförmig aufgerollten Elastomermaterial- und Elektrodenschichten zum Einsatz kommen.

**[0011]** Dem elektroaktiven Polymeraktuator ist zweckmäßigerweise eine Ansteuereinrichtung zugeordnet, mit deren Hilfe er mit der gewünschten Betätigungsspannung beaufschlagbar ist. Vorzugsweise ermöglicht die Ansteuereinrichtung eine Beaufschlagung des Polymeraktuators mit einer variablen Betätigungsspannung, um einen variablen Hub des Polymeraktuators herbeizuführen und dadurch den Hub der Arbeitsbewegung des bewegbaren Greiffingers nach Bedarf vorzugeben. Auch variable Betätigungskräfte und mithin variable Greifkräfte sind mittels einer variablen Betätigungsspannung einstellbar.

**[0012]** Die Ansteuereinrichtung ist zweckmäßigerweise mit einem Spannungswandler ausgestattet, der in der Lage ist, eine ihm zugeführte Basisspannung, in der Regel eine am Einsatzort vorhandene standardisierte Industriespannung, in die gewünschte höhere Betätigungsspannung zu wandeln. Vor al-

lem dielektrische Elastomeraktuatoren erfordern zu ihrer Betätigung eine relativ hohe Betätigungsspannung.

**[0013]** Die Antriebseinrichtung ist zweckmäßigerweise wirkungsmäßig zwischen den Grundkörper und den diesbezüglich bewegbaren Greiffinger eingeschaltet. Vorzugsweise kooperiert jeder elektroaktive Polymeraktor der Antriebseinrichtung zum einen mit dem Grundkörper und zum anderen mit dem bewegbaren Greiffinger. Je nach Anordnung und Ausgestaltung des bewegbaren Greiffingers kann erreicht werden, dass der bewegbare Greiffinger im unbetätigten Zustand des Polymeraktuators eine Offenstellung oder eine Schließstellung einnimmt. Im einen Fall wird der bewegbare Greiffinger bei Betätigung des Polymeraktuators im Schließsinne bewegt, im anderen Falle erfolgt bei Betätigung des Polymeraktuators eine Bewegung im Öffnungsinne.

**[0014]** Die Greifvorrichtung kann mit nur einem einzigen bewegbaren Greiffinger ausgestattet sein. Jedem bewegbaren Greiffinger liegt zweckmäßigerweise ein im Betrieb der Greifvorrichtung bezüglich des Grundkörpers ortsfester, feststehender Greiffinger gegenüber. Je nach Bewegungsrichtung des bewegbaren Greiffingers repräsentiert die Arbeitsbewegung eine Schließbewegung im Sinne einer Annäherung an den feststehenden Greiffinger oder eine Öffnungsbewegung im Sinne einer Entfernung von dem feststehenden Greiffinger.

**[0015]** Der feststehende Greiffinger kann bezüglich des Grundkörpers in Richtung zum bewegbaren Greiffinger und in der Gegenrichtung verstellbar sein und kann in unterschiedlichen aus dieser Verstellung resultierenden Betriebspositionen am Grundkörper fixierbar sein. Auf diese Weise lässt sich die Greifvorrichtung an unterschiedliche Abmessungen und/oder Positionen zu greifender Gegenstände sehr einfach anpassen.

**[0016]** Die Greifvorrichtung kann in verschiedenen Ausführungsformen realisiert werden, die sich in der Art der vom bewegbaren Greiffinger durchführbaren Arbeitsbewegung voneinander unterscheiden. Möglich ist eine Ausführungsform mit einer ausschließlich translatorischen Arbeitsbewegung und auch eine Ausführungsform mit einer ausschließlich rotativen Arbeitsbewegung des Greiffingers. Die rotative Arbeitsbewegung wird sich regelmäßig in einer Kippbewegung äußern. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Greifvorrichtung gestattet ein Antreiben des bewegbaren Greiffingers zu sowohl einer translatorischen als auch einer rotativen Arbeitsbewegung, wobei die Möglichkeit besteht, jede dieser beiden Bewegungsarten unabhängig voneinander auszuführen oder auch in beliebiger Weise überlagert. So lässt sich beispielsweise ein Zustellhub des bewegbaren Greiffingers mit rein translatorischen Ar-

beitsbewegung realisieren, um anschließend zum Ergreifen eines Gegenstandes nur noch eine rotative Arbeitsbewegung anzuschließen, bei der der bewegbare Greiffinger verkippt.

**[0017]** Von Vorteil ist es, wenn der bewegbare Greiffinger bei seiner Arbeitsbewegung mittels mindestens einer von der Antriebseinrichtung unabhängigen Führungseinrichtung relativ zu dem Grundkörper bewegbar geführt ist, wobei er bevorzugt quer zur momentanen Bewegungsrichtung der Arbeitsbewegung bezüglich des Grundkörpers abgestützt ist. Auf diese Weise kann eine sehr exakte Arbeitsbewegung realisiert werden, verbunden mit einer hohen Stabilität, wobei insbesondere verhindert wird, dass der Greiffinger bei Kontakt mit dem zu ergreifenden Gegenstand unkontrolliert verkippt. Reaktionskräfte des zu ergreifenden Gegenstandes, die den bewegbaren Greiffinger anders als genau entgegengesetzt zur Wirkrichtung der Betätigungskraft der Antriebseinrichtung beaufschlagen, können mit Hilfe der Führungseinrichtung in den Grundkörper abgeleitet werden, um die Antriebseinrichtung vor Überbeanspruchung zu schützen.

**[0018]** Die Führungseinrichtung kann insbesondere als eine Kulissenführungseinrichtung ausgeführt sein. Eine solche Kulissenführungseinrichtung weist zweckmäßigerweise mindestens eine bezüglich des Grundkörpers ortsfeste Führungskulisse auf, mit der der bewegbare Greiffinger mittels mindestens eines an ihm angeordneten Kulissenfolgers in Führungseingriff steht. Bei der Arbeitsbewegung wandert der Kulissenfolger der Führungskulisse entlang und ist von der Begrenzungsfläche der Führungskulisse abgestützt. Der Längsverlauf der Führungskulisse ist nach Bedarf wählbar, um insbesondere die Bewegungsbahn des bewegbaren Greiffingers während der Arbeitsbewegung zu beeinflussen. Dabei kann die Führungskulisse beispielsweise einen linearen oder auch eine nichtlinearen Längsverlauf haben. Ein nichtlinearer Längsverlauf der Führungskulisse kann sich beispielsweise in einem linearen und in einem sich daran anschließenden bogenförmigen Längenschnitt äußern.

**[0019]** Bevorzugt ist die Kulissenführungseinrichtung so platziert, dass sie zwischen einem zum Greifen eines Gegenstandes dienenden Greifabschnitt des bewegbaren Greiffingers und einem mit dem mindestens einen elektroaktiven Polymeraktor zusammenarbeitenden Antriebsabschnitt des bewegbaren Greiffingers angeordnet ist.

**[0020]** Verfügt die Antriebseinrichtung über mehrere und insbesondere zwei Polymeraktuatoren, ist es vorteilhaft, die Kulissenführungseinrichtung in dem Bereich zwischen zwei nebeneinander angeordneten Polymeraktuatoren vorzusehen.

**[0021]** Bei einer besonders kostengünstigen Ausführungsform der Greifvorrichtung ist die Antriebseinrichtung mit nur einem einzigen elektroaktiven Polymeraktuator ausgestattet. Höhere Betätigungskräfte und/oder eine variabelere Arbeitsbewegung lassen sich allerdings realisieren, wenn die Antriebseinrichtung über mehrere elektroaktive Polymeraktuatoren verfügt, die in funktioneller Parallelschaltung mit dem bewegbaren Greiffinger zusammenarbeiten. Hierbei empfiehlt sich vor allem eine Ausstattung der Antriebseinrichtung mit genau zwei Polymeraktuatoren.

**[0022]** Der bewegbare Greiffinger hat einen einem zu greifenden Gegenstand zugeordneten Greifabschnitt, der in der Lage ist, an dem zu greifenden Gegenstand anzuliegen. Verfügt die Antriebseinrichtung über mehrere Polymeraktuatoren, sind diese vorzugsweise so angeordnet, dass sie an zu dem Greifabschnitt unterschiedlich weit beabstandeten Einwirkungsbereichen mit einem Antriebsabschnitt des Greiffingers zusammenwirken.

**[0023]** Den mehreren elektroaktiven Polymeraktuatoren ist zweckmäßigerweise gemeinsam eine Ansteuereinrichtung zugeordnet, die es ermöglicht, die elektroaktiven Polymeraktuatoren in zwar aufeinander abgestimmter Weise, gleichwohl jedoch unabhängig voneinander anzusteuern. Auf diese Weise besteht die vorteilhafte Möglichkeit zur Erzeugung einer sehr variablen Arbeitsbewegung, insbesondere zur Generierung sowohl einer rein translatorischen Arbeitsbewegung als auch einer rein rotativen Arbeitsbewegung als auch einer Arbeitsbewegung mit sich beliebig überlagerndem translatorischem und rotativem Anteil.

**[0024]** Die Greifvorrichtung ist zweckmäßigerweise mit einer dem bewegbaren Greiffinger zugeordneten Positionsüberwachungseinrichtung ausgestattet, um die Arbeitsbewegung exakt steuern und bei Bedarf auch regeln zu können. Die Positionsüberwachungseinrichtung ist zweckmäßigerweise als eine Abstandsüberwachungseinrichtung ausgebildet, die in der Lage ist, einen zwischen dem Grundkörper und dem bewegbaren Greiffinger vorhandenen Abstand beispielsweise optisch, magnetisch, elektrostatisch oder auf beliebige andere Art und Weise zu messen und zu überwachen.

**[0025]** Bei einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung der Greifvorrichtung liegt dem bewegbaren Greiffinger ein bezüglich des Grundkörpers ortsfester, feststehender Greiffinger gegenüber, wobei beide Greiffinger einen messerartig flachen Greifabschnitt aufweisen, der zum Ergreifen eines Gegenstandes nutzbar ist und der stirnseitig in einer schneidenartigen Kante ausläuft. Mit derart ausgestalteten Greiffingern kann die Greifvorrichtung sehr gut zum Ergreifen und Vereinzeln gestapelter flächenhafter Gegenstände genutzt werden, insbesondere auch

biegeschlaffer Gegenstände. Mit der schneidenartigen Kante voraus kann der Greiffinger problemlos zwischen zwei eng aneinander anliegende flächenhafte Gegenstände eingeführt werden, beispielsweise zwischen aus Textilmaterial oder aus Kohlefasermaterial bestehenden mattenartigen Gegenständen. Diese spezielle Ausgestaltung der Greiffinger ist im Übrigen unabhängig davon vorteilhaft, von welcher Art die Antriebseinrichtung ist. Besonders vorteilhaft ist diese Ausgestaltung allerdings wiederum in Verbindung mit einer Antriebseinrichtung, die aus mindestens einem elektroaktiven Polymeraktuator besteht.

**[0026]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

**[0027]** Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine bevorzugte erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Greifvorrichtung in einer schematischen Darstellung, wobei eine Offenstellung im nicht ergriffenen Zustand eines Gegenstands gezeigt ist,

**[0028]** Fig. 2 die Greifvorrichtung aus Fig. 1 in einer Schließstellung im ergriffenen Zustand eines Gegenstands,

**[0029]** Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Greifvorrichtung, wiederum in schematischer Darstellung und in einem Längsschnitt, wobei eine Schließstellung gezeigt ist, in der ein Gegenstand ergriffen ist,

**[0030]** Fig. 4 die Greifvorrichtung aus Fig. 3 in einer Offenstellung im nicht ergriffenen Zustand eines Gegenstands,

**[0031]** Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Greifvorrichtung in einem Längsschnitt, die im Vergleich zu den Ausführungsformen der Fig. 1 bis Fig. 4 nicht nur einen, sondern zwei elektroaktive Polymeraktuatoren enthält, wobei ein unbetätigter Betriebszustand gezeigt ist, in dem eine Offenstellung vorliegt,

**[0032]** Fig. 6 die Greifvorrichtung aus Fig. 5 in einem betätigten Betriebszustand, wobei beide Polymeraktuatoren mit gleicher Intensität betätigt sind,

**[0033]** Fig. 7 einen weiteren betätigten Betriebszustand der Greifvorrichtung aus Fig. 5, wobei die beiden Polymeraktuatoren mit unterschiedlicher Intensität betätigt sind, sodass der bewegbare Greiffinger im Schließsinne verkippt ist,

**[0034]** Fig. 8 einen weiteren Betriebszustand der Greifvorrichtung aus Fig. 5, in dem die beiden Polymeraktuatoren mit unterschiedlicher Intensität betä-

tigt sind, sodass der bewegbare Greiffinger eine im Öffnungssinne verkippte Position einnimmt,

**[0035]** Fig. 9 eine Draufsicht der Greifvorrichtung aus Fig. 1 mit Blickrichtung gemäß Pfeil IX aus Fig. 1,

**[0036]** Fig. 10 einen Querschnitt der Greifvorrichtung aus Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 9 im Bereich der Greiffinger gemäß Schnittlinie X-X aus Fig. 9,

**[0037]** Fig. 11 in einer der Fig. 10 entsprechenden Querschnittsdarstellung eine alternative Querschnittsform der Greiffinger und

**[0038]** Fig. 12 nochmals eine modifizierte Querschnittsform der Greiffinger in einer der Fig. 10 entsprechenden Darstellungsweise.

**[0039]** Die in der Zeichnung in mehreren Ausführungsformen illustrierte Greifvorrichtung 1 eignet sich zum Greifen einzelner Gegenstände 2 beliebiger Art, wobei in Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 10 exemplarisch ein stabförmiger Gegenstand 2 und in Fig. 3 und Fig. 4 exemplarisch ein flächenhafter, beispielsweise plattenförmiger oder mattenförmiger Gegenstand 2 illustriert ist. Der ergriffene Gegenstand 2 kann je nach Anwendungsfall einfach nur zeitweilig festgehalten werden, ohne seine Position zu verändern, oder er kann im ergriffenen Zustand durch entsprechendes Verlagern der Greifvorrichtung 1 umpositioniert werden. An einem gewünschten Ablageort kann der Gegenstand 2 von der Greifvorrichtung 1 wieder losgelassen oder abgelegt werden.

**[0040]** Die Greifvorrichtung 1 verfügt über einen Grundkörper 3 von an sich beliebiger Gestalt, wobei dieser Grundkörper 3 einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein kann. Der Grundkörper 3 kann beispielsweise rahmenförmig ausgebildet sein und/oder zumindest partiell ein Gehäuse bilden.

**[0041]** Mindestens eine an dem Grundkörper 3 ausgebildete Befestigungsschnittstelle 9, beispielsweise eine Befestigungsbohrung, erlaubt eine Fixierung des Grundkörpers 3 an einer Handhabungseinrichtung, mit deren Hilfe die Greifvorrichtung 1 im Raum bewegbar ist. Bei der nicht abgebildeten Handhabungseinrichtung handelt es sich beispielsweise um einen Manipulator oder um einen Roboter. Mit Hilfe der Handhabungseinrichtung kann die Greifvorrichtung 1 bevorzugt mehrachsrig bewegt werden.

**[0042]** Der Grundkörper 3 ist mit wenigstens zwei Greiffingern 4 ausgestattet, die mittels einer ebenfalls zu der Greifvorrichtung 1 gehörenden Antriebseinrichtung 7 relativ zueinander bewegbar sind, um einen Greifvorgang auszuführen.

**[0043]** Einer der Greiffinger 4 ist als ein im Betrieb der Greifvorrichtung 1 relativ zu dem Grundkörper

3 bewegbarer Greiffinger 5 ausgebildet. Die hierbei von dem bewegbaren Greiffinger 5 ausführbare Bewegung sei als Arbeitsbewegung 8 bezeichnet und ist in der Zeichnung durch einen Doppelpfeil angedeutet.

**[0044]** Ein weiterer Greiffinger 4 ist als ein im Betrieb der Greifvorrichtung 1 bezüglich des Grundkörpers 3 ortsfester Greiffinger ausgebildet und sei als feststehender Greiffinger 6 bezeichnet. Prinzipiell kann anstelle des feststehenden Greiffingers 6 ebenfalls ein bewegbarer Greiffinger vorgesehen sein, jedoch hat die über nur einen bewegbaren Greiffinger 5 verfügende Ausführungsform den Vorteil eines kostengünstigeren Aufbaus und einer leichteren Positionierbarkeit der Greifvorrichtung 1, wenn beispielsweise der feststehende Greiffinger 6 im Zuge eines Greifvorganges zwischen zwei eng aufeinanderliegende Gegenstände 2 einzuführen ist.

**[0045]** Bei der Arbeitsbewegung 8 bewegt sich der bewegbare Greiffinger 5 entlang einer in den Fig. 9 bis Fig. 12 angedeuteten Arbeitsebene 12, die in den anderen Figuren parallel zur Zeichenebene ausgerichtet ist. Der bewegbare Greiffinger 5 hat einen Greifabschnitt 5a, dem in der Arbeitsebene 12 ein Greifabschnitt 6a des feststehenden Greiffingers 6 gegenüberliegt, wobei die beiden Greifabschnitte 5a, 6a einen seitlich offenen Greifzwischenraum 13 begrenzen. Ein ergriffener Gegenstand 2 erstreckt sich zumindest teilweise in dem Greifzwischenraum 13.

**[0046]** Im Rahmen der Arbeitsbewegung 8 kann der bewegbare Greiffinger 5 wahlweise in einer aus Fig. 1, Fig. 4 und Fig. 5 ersichtlichen Offenstellung mit bezüglich des feststehenden Greiffingers 6 maximalem Abstand und in mindestens einer im Vergleich zu der Offenstellung an den feststehenden Greiffinger 6 mehr oder weniger weit angenäherten Schließstellung positioniert werden. Ist in dem Greifzwischenraum 13 kein Gegenstand 2 angeordnet, kann der bewegbare Greiffinger 5 zweckmäßigerweise bis zur Anlage an dem feststehenden Greiffinger 6 bewegt werden. Grundsätzlich hängt der in der Schließstellung zwischen den beiden Greiffingern 5, 6 eingenommene Abstand von der Dicke des ergriffenen und zwischen den beiden Greifabschnitten 5a, 6a eingespannten Gegenstandes 2 ab.

**[0047]** Vorzugsweise ermöglicht die Greifvorrichtung 1 eine Grobjustierung der bezüglich des Grundkörpers 3 eingenommenen Betriebsposition des feststehenden Greiffingers 6. Hierzu ist der feststehende Greiffinger 6, was grundsätzlich von Vorteil ist, als eine bezüglich des Grundkörpers 3 separate Komponente ausgebildet und ist im Sinne einer Veränderung des zum bewegbaren Greiffinger 5 eingenommenen Abstandes relativ zu dem Grundkörper 3 verstellbar und in unterschiedlichen Betriebspositionen fixierbar. Die Verstellbarkeit ist in Fig. 1 durch

den Doppelpfeil **14** angedeutet. Erreicht wird sie beispielsweise dadurch, dass der feststehende Greiffinger **6** mittels mindestens einer Klemmschraube **15** mit dem Grundkörper **3** lösbar verspannt ist, wobei die Klemmschraube **15** ein Langloch in einem Sockelabschnitt **16** des feststehenden Greiffingers **6** durchgreift, sodass Letzterer bei gelöster Klemmschraube **15** relativ zu der Klemmschraube **15** und zu dem Grundkörper **3** verschiebbar ist. In der gewünschten Betriebsposition lässt sich die Klemmschraube **15** dann lösbar festziehen.

**[0048]** Bei den vorteilhaften Ausführungsbeispielen der **Fig. 1** bis **Fig. 10** haben die Greifabschnitte **5a**, **6a** der beiden Greiffinger **4** jeweils eine messerartige Flachgestalt mit einer Längsachse **17**, die parallel zu der Arbeitsebene **12** verläuft. Die flächenhafte Ausdehnung der Greifabschnitte **5a**, **6a** erstreckt sich in mindestens einer zu der Arbeitsebene **12** rechtwinkligen Ebene. Beide Greifabschnitte **5a**, **6a** laufen an einer vom Grundkörper **3** wegweisenden vorderen Stirnseite in einer schneidenartigen Kante **18** aus, die sich zweckmäßigerweise rechtwinklig zu der Arbeitsebene **12** erstreckt.

**[0049]** Aufgrund der messerartigen Flachgestalt der Greifabschnitte **5a**, **6a** kann zum Ergreifen von Gegenständen jeder Greiffinger **4** problemlos selbst zwischen eng aufeinanderliegende Gegenstände **2** eingeführt werden, um diese Gegenstände voneinander abzuheben. Auf diese Weise eignet sich die Greifvorrichtung **1** besonders gut zum Vereinzeln und Umpositionieren von flächenhaften, unter Umständen sehr dünnen Gegenständen **2**, unabhängig davon, ob diese Gegenstände **2** steif oder biegeschlaff sind. Beispielsweise lassen sich mit Hilfe der Greifvorrichtung **1** biegeschlaffe Mattenkörper, beispielsweise Textilmatten oder auch faserverstärkte Matten, sehr gut handhaben.

**[0050]** Um den jeweiligen Gegenstand **2** sicher festhalten zu können, ist es vorteilhaft, wenn mindestens einer der Greiffinger **4** im Bereich seines Greifabschnittes **5a**, **6a** an der dem anderen Greiffinger **4** zugewandten Innenseite über eine Oberflächenprofilierung **22** verfügt, was auf die Ausführungsbeispiele der **Fig. 1** bis **Fig. 10** zutrifft.

**[0051]** Selbstverständlich kann die Greifvorrichtung **1** auch mit Greiffingern **4** ausgestattet sein, deren Greifabschnitte **5a**, **6a** andere Querschnittsformen haben. Rein exemplarisch illustriert in diesem Zusammenhang die **Fig. 11** eine Ausführungsform, bei der die Greifabschnitte **5a**, **6a** beider Greiffinger **4** eine runde und bevorzugt kreisrunde Querschnittskontur haben. Die **Fig. 12** illustriert eine Ausführungsform, bei der der Greifabschnitt des einen Greiffingers **4** eine runde Außenkontur hat und der Greifabschnitt des anderen Greiffingers **4** über eine längliche Querschnittskontur verfügt, die an der dem anderen Greif-

finger **4** zugewandten Innenseite eine sich in Achsrichtung der Längsachse **17** erstreckende Einbuchtung aufweist.

**[0052]** Alle Ausführungsbeispiele der Greifvorrichtung **1** sind mit einer Antriebseinrichtung **7** ausgestattet, die zur Erzeugung der die Arbeitsbewegung **8** hervorrufenden Betätigungskraft über mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator **23** verfügt. Bevorzugt enthält jede Greifvorrichtung **1** als Antriebsquelle ausschließlich einen oder mehrere solcher elektroaktiven Polymeraktuatoren **23**.

**[0053]** Bei relativ kostengünstigen Varianten, wie sie exemplarisch aus **Fig. 1** bis **Fig. 4** hervorgehen, weist die Antriebseinrichtung **7** nur einen einzigen elektroaktiven Polymeraktuator **23** auf. Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** bis **Fig. 8** ist mit zwei elektroaktiven Polymeraktuatoren **23** ausgestattet, die in funktionaler Parallelschaltung mit dem bewegbaren Greiffinger **5** zusammenwirken. Eine solche Doppelausstattung mit Polymeraktuatoren **23** ermöglicht bei weiterhin kompakten Abmessungen hohe Betätigungskräfte und eine große Varianz in der Bewegungsform der Arbeitsbewegung **8**.

**[0054]** Jeder der elektroaktiven Polymeraktuatoren **23** – im Folgenden zur Vereinfachung auch nur noch als "Polymeraktuator" bezeichnet – ist aus Polymermaterial aufgebaut, das durch Anlegen einer elektrischen Spannung seine äußere Form ändert. Diese Formänderung wird genutzt, um auf den bewegbaren Greiffinger **5** eine die Arbeitsbewegung **8** hervorrufende Betätigungskraft auszuüben.

**[0055]** Bei dem Polymeraktuator **23** kann es sich beispielsweise um einen ionischen Polymeraktuator handeln, bei dem das polymere Aktuatormaterial aufgrund einer elektrochemischen Reaktion eine Formänderung erfährt. Der Vorteil solcher ionischen Polymeraktuatoren besteht darin, dass sie mit geringen Betätigungsspannungen betreibbar sind. Allerdings ist der zu ihrer Realisierung erforderliche konstruktive Aufwand auf einem etwas höheren Niveau angesiedelt.

**[0056]** Als vorteilhafter wird es daher angesehen, wenn der Polymeraktuator **23** in Form eines dielektrischen Elastomeraktuator **23a** realisiert ist, was auf alle Ausführungsbeispiele zutrifft. Die weitere Beschreibung orientiert sich daher an einem als dielektrischer Elastomeraktuator **23a** ausgebildeten Polymeraktuator **23**, wobei jedoch sich nicht speziell auf einen solchen Elastomeraktuator **23a** beziehende Maßnahmen für eine Ausstattung der Greifvorrichtung **1** mit jedweder Art von Polymeraktuator **23** gelten.

**[0057]** Der Elastomeraktuator **23a** hat eine Hochachse **24** und zwei in Achsrichtung dieser Hochach-

se **24** zueinander beabstandete, beim Ausführungsbeispiel jeweils plattenförmig ausgebildete Kraftabgabeabschnitte **25a**, **25b**. Der Elastomeraktuator **23a** ist mit zu der Arbeitsebene **12** paralleler Hochachse **24** ausgerichtet, wobei er sich mit seinem einen, ersten Kraftabgabeabschnitt **25a** am Grundkörper **3** und mit seinem anderen, zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b** an einem Antriebsabschnitt **5b** des bewegbaren Greiffingers **5** abstützt. Der Antriebsabschnitt **5b** ist in Achsrichtung der Längsachse **17** des bewegbaren Greiffingers **5** beabstandet zu dem Greifabschnitt **5a** angeordnet und ist vorzugsweise von einem dem Greifabschnitt **5a** entgegengesetzten freien Endabschnitt des bewegbaren Greiffingers **5** gebildet.

[0058] Zwischen den beiden Kraftabgabeabschnitten **25a**, **25b** befindet sich eine polymere Antriebsstruktur **26**, die die Eigenheit hat, sich beim Anlegen einer Betätigungsspannung in Achsrichtung der Hochachse **24** zusammenzuziehen. Die beiden Kraftabgabeabschnitte **25a**, **25b** liegen stirnseitig an der Antriebsstruktur **26** an und verändern ihren Abstand zueinander in Abhängigkeit von der aktuellen Länge der Antriebsstruktur **26**.

[0059] Allen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, dass der bewegbare Greiffinger **5** mit seinem Antriebsabschnitt **5b** an die der Antriebsstruktur **26** abgewandte axiale Außenfläche **29** jedes ihm zugeordneten Elastomeraktuator **23a** angedrückt ist. Die hierzu erforderliche Drückkraft liefert eine Federeinrichtung **27**, die sich elastisch nachgiebig zwischen dem Grundkörper **3** und dem Antriebsabschnitt **5b** abstützt. Die Federeinrichtung **27** garantiert somit einen permanenten Kontakt zwischen dem Antriebsabschnitt **5b** und dem zugeordneten zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b** des Elastomeraktuator **23a**.

[0060] Bei Betätigung des Elastomeraktuator **23a** führt der zweite Kraftabgabeabschnitt **25b** relativ zum Grundkörper **3** eine zumindest im Wesentlichen in der Achsrichtung der Hochachse **24** orientierte, durch einen Doppelpfeil angedeutete Arbeitshubbewegung **28** aus. Bei elektrischer Aktivierung nähert sich der zweite Kraftabgabeabschnitt **25b** bei der Arbeitshubbewegung **28** an den ersten Kraftabgabeabschnitt **25a** an, während er sich bei anschließender Deaktivierung des Elastomeraktuator **23a** in der Gegenrichtung wieder von dem ersten Kraftabgabeabschnitt **25a** entfernt. Der erste Kraftabgabeabschnitt **25a** kann im Übrigen auch direkt von einem Bestandteil des Grundkörpers **3** gebildet sein.

[0061] Der durch die Federeinrichtung **27** an den zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b** angedrückte Antriebsabschnitt **5b** macht die Abtriebshubbewegung **28** mit. Dabei sorgt die Federeinrichtung **27** für einen ständigen Kontakt zwischen dem Antriebsabschnitt **5b** und dem zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b**, sofern diese beiden Komponenten nur lose aneinander

anliegen. Ist der Antriebsabschnitt **5b** an dem zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b** in einer durch Übertragung von Zugkräften ermöglichenden Weise befestigt, kann die Federeinrichtung **27** gleichwohl zur Unterstützung der Abtriebshubbewegung **28** vorhanden sein. Um den zweiten Kraftabgabeabschnitt **25b** mit dem bewegbaren Greiffinger **5** zu befestigen, kann auf eine Klebeverbindung, eine Schraubverbindung, eine Rastverbindung oder dergleichen zurückgegriffen werden.

[0062] Die Rückstellung des sich an den ersten Kraftabgabeabschnitt **25a** angenäherten zweiten Kraftabgabeabschnittes **25b** in die Grundstellung erfolgt bei Deaktivierung des Elastomeraktuator **23a** aufgrund der dann wegen ihrer Gummielastizität in ihre Ausgangsform zurückkehrenden Antriebsstruktur **26**.

[0063] Da der bewegbare Greiffinger **5** in sich starr ist, macht er die Abtriebshubbewegung **28** mit. Folglich kann durch die Aktivierung und Deaktivierung des Elastomeraktuator **23a** wahlweise eine schließende Arbeitsbewegung **8** oder eine öffnende Arbeitsbewegung **8** des bewegbaren Greiffingers **5** hervorgerufen werden. Bei der schließenden Arbeitsbewegung nähert sich sein Greifabschnitt **5a** an den Greifabschnitt **6a** des feststehenden Greiffingers **6** an, bei der öffnenden Arbeitsbewegung **8** entfernt sich der Greifabschnitt **5a** des bewegbaren Greiffingers **5** vom Greifabschnitt **6a** des feststehenden Greiffingers **6**.

[0064] Um eine Abtriebshubbewegung **28** mit relativ großer Kraft zu ermöglichen, ist der Elastomeraktuator **23a** zweckmäßigerweise als ein Stapelaktuator ausgeführt, wie dies bei den Ausführungsbeispielen der Fall ist.

[0065] Der als Stapelaktuator ausgeführte Elastomeraktuator **23a** verfügt über eine Mehrzahl aus **Fig. 1** ersichtlicher Elastomermaterialsichten **32**, die rechtwinkelig zu ihrer Schichtebene, in Achsrichtung der Hochachse **24** aufeinanderfolgend, aufeinandergeschichtet beziehungsweise aufeinandergestapelt sind. Jede Elastomermaterialsicht **32** besteht aus einem Elastomermaterial, insbesondere aus einem Silikonmaterial. Zwischen benachbarten Elastomermaterialsichten **32** und an der Außenseite der beiden äußeren Elastomermaterialsichten **32** befindet sich jeweils eine elektrisch leitfähige, flexible Elektrodenschicht **33**. Die Elektrodenschichten **33** liegen wechselweise auf gleichem Potenzial, was mittels zweier Verbindungsleiter **34** realisiert ist, die sich außen in der Höhenrichtung der Antriebsstruktur **26** erstrecken. Diese beiden Verbindungsleiter **34** sind an eine Ansteuereinrichtung **35** angeschlossen, die geeignet ist, um an die beiden Verbindungsleiter **34** eine Betätigungsspannung anzulegen, wobei es sich um eine konstante Betätigungsspannung

nung oder aber auch um eine variable Betätigungsspannung handeln kann.

**[0066]** Durch das Anlegen der Betätigungsspannung sind die eine jeweilige Elastomermaterialschicht **32** flankierenden Elektrodenschichten **33** in einer Parallelschaltung an die Betätigungsspannung angelegt, sodass sich ein elektrostatisches Feld ausbildet, durch das diese Elektrodenschichten **33** paarweise zueinander gezogen werden. Dies führt zu einer Komprimierung der Elastomermaterialschichten **32** in Verbindung mit einer Verringerung deren Schichtdicke. Als Resultat hiervon ergibt sich die schon erwähnte axiale Verkürzung der Antriebsstruktur **26** und mithin des gesamten Elastomeraktuators **23a**. Der Kontraktionsgrad des Elastomeraktuators **23a** und folglich der Hub der Abtriebshubbewegung **28** hängen von der Höhe der Betätigungsspannung ab. Auf diese Weise lässt sich die Arbeitsbewegung **8** des bewegbaren Greiffingers **5** optimal steuern.

**[0067]** Die Ansteuereinrichtung **35** enthält zweckmäßigerweise eine Betätigungseinrichtung **36**, die ausgebildet ist, um mit Hilfe von Steuerbefehlen und/oder manuell die Aktivierung und Deaktivierung eines jeweiligen Elastomeraktuators **23a** befehlen zu können. Die Ansteuereinrichtung **35** enthält zweckmäßigerweise außerdem einen Spannungswandler **37**, der in der Lage ist, aus der am Einsatzort der Greifvorrichtung **1** üblicherweise zur Verfügung stehende Basisspannung, in der Regel eine standardisierte Industriespannung, eine als Betätigungsspannung geeignete Hochspannung zu generieren.

**[0068]** Der Spannungswandler **37** ist zweckmäßigerweise in den Grundkörper **3** integriert. Auch die Betätigungseinrichtung **36** kann in den Grundkörper **3** integriert sein.

**[0069]** Um eine Überbeanspruchung des Elastomeraktuators **23a** durch Rückwirkungskräfte beim Greifvorgang zu verhindern, ist dem bewegbaren Greiffinger **5** zweckmäßigerweise eine Führungseinrichtung **38** zugeordnet, die den bewegbaren Greiffinger **5** bei seiner Arbeitsbewegung **8** relativ zu dem Grundkörper **3** führt und gleichzeitig bezüglich des Grundkörpers **3** abstützt. Diese Führungs- und Abstützfunktion gilt für jede mögliche Stellung des bewegbaren Greiffingers **5**. Die Abstützung erfolgt quer zur momentanen Bewegungsrichtung der Arbeitsbewegung **8**. Genauer gesagt wird der bewegbare Greiffinger **5** durch die Führungseinrichtung **38** in der Ausdehnungsrichtung der Arbeitsebene **12** in alle Richtungen abgestützt, mit Ausnahme der möglichen Bewegungsrichtungen der Arbeitsbewegung **8**.

**[0070]** Die Führungseinrichtung **38** ist unabhängig von den vorhandenen Elastomeraktuatoren **23a**. Beim Betrieb der Greifvorrichtung **1** auf den bewegbaren Greiffinger **5** einwirkende, nicht mit der Bewe-

gungsrichtung der Abtriebshubbewegung **28** zusammenfallende Reaktionskräfte werden folglich vom Grundkörper **3** aufgenommen und von dem Elastomeraktuator **23a** ferngehalten.

**[0071]** Bei den Ausführungsbeispielen der **Fig. 1** bis **Fig. 4** verhindert die Führungseinrichtung **38** sowohl Bewegungen des bewegbaren Greiffingers **5** rechtwinkelig zur Hochachse **24** des Elastomeraktuators **23a** als auch jegliche unkontrollierten Kippbewegungen in der Arbeitsebene **12**. Die Führungseinrichtung **38** gestattet dem bewegbaren Greiffinger **5** ausschließlich eine translatorische Arbeitsbewegung **8**, bei der es sich um eine Linearbewegung handelt. Auf diese Weise bleibt die gegenseitige Ausrichtung der beiden Greiffinger **4** in jeder bezüglich des feststehenden Greiffingers **6** eingenommenen Relativposition des bewegbaren Greiffingers **5** konstant. Beim Ausführungsbeispiel äußert sich dies darin, dass die beiden Greiffinger **4** in jeder Relativposition parallel zueinander ausgerichtet sind.

**[0072]** Die Führungseinrichtung **38** gibt also die Bewegungsrichtung der Arbeitsbewegung **8** vor. Dabei besteht die Möglichkeit, durch eine entsprechende Gestaltung der Führungseinrichtung **38** nicht nur eine lineare, sondern auch eine nichtlineare Arbeitsbewegung **8** vorzugeben, insbesondere derart, dass der bewegbare Greiffinger **5** bei der Arbeitsbewegung **8** auch Kipp- bzw. Schwenkbewegungen in der Arbeitsebene **12** ausführen kann.

**[0073]** In diesem Zusammenhang kann die Führungseinrichtung **38** eine Zwangsführung sein, die dem bewegbaren Greiffinger **5** eine Kipp- bzw. Schwenkbewegung nicht nur ermöglicht, sondern hubabhängig auch definitiv vorgibt.

**[0074]** Bei der Greifvorrichtung **1** der **Fig. 5** bis **Fig. 8** ist die Führungseinrichtung **38** so gestaltet, dass sie quer zur Hochachse **24** eines jeweiligen Elastomeraktuators **23a** wirkende Reaktionskräfte des bewegbaren Greiffingers **5** aufnimmt, gleichzeitig aber sowohl Bewegungen in Achsrichtung der Längsachse **17** als auch Kippbewegungen in der Arbeitsebene **12** beliebig zulässt. Dies wird bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** bis **Fig. 8** dadurch ausgenutzt, dass hier die Antriebseinrichtung **7** über zwei unabhängig voneinander betätigbare Elastomeraktuatoren **23a** verfügt. Die beiden Ausführungsbeispiele der **Fig. 1** bis **Fig. 4** sind jeweils mit nur einem einzigen Elastomeraktuator **23a** als Antriebseinrichtung **7** ausgestattet. Allerdings könnten auch diese beiden Ausführungsbeispiele der **Fig. 1** bis **Fig. 4** mit mehreren, wirkungsmäßig parallelgeschalteten Elastomeraktuatoren **23a** ausgestattet sein, die synchron betätigt werden, um die erzielbare Betätigungskraft zu maximieren.

**[0075]** Zweckmäßigerweise sind die Führungseinrichtungen **38** als Kulissenführungseinrichtungen **38a** ausgestaltet, die bei einfachem Aufbau eine hohe Führungsqualität gewährleisten. Jede dieser Kulissenführungseinrichtungen **38a** hat mindestens eine bezüglich des Grundkörpers **3** ortsfeste und zweckmäßigerweise unmittelbar in dem Grundkörper **3** ausgebildete Führungskulisse **42**, bei der es sich exemplarisch um einen Führungsschlitz oder um eine Führungsnut handelt. Diese Führungskulisse **42** hat bei allen Ausführungsbeispielen einen linearen Längsverlauf, wobei ihre Längsachse zweckmäßigerweise parallel zu Hochachse **24** des zugeordneten Elastomeraktors **23a** ausgerichtet ist. Abweichend hiervon kann die Führungskulisse **42** aber auch einen nicht-linearen Längsverlauf haben und zumindest partiell bogenförmig gekrümmt sein.

**[0076]** Mit der Führungskulisse **42** steht mindestens ein am bewegbaren Greiffinger **5** angeordneter Kulissenfolger **43** in Führungseingriff. Zu Gunsten geringerer Reibung ist der Kulissenfolger **43** zweckmäßigerweise eine am bewegbaren Greiffinger **5** drehbar gelagerte Führungsrolle, die bei der Arbeitsbewegung **8** an Führungsflächen der Führungskulisse **42** entlangläuft.

**[0077]** Wenn durch die Kulissenführungseinrichtung **38a** die möglichen Bewegungsrichtungen der Arbeitsbewegung **8** fest vorgegeben werden sollen, sind an dem bewegbaren Greiffinger **5** zweckmäßigerweise mehrere Kulissenfolger **43** angeordnet, die in der Längsrichtung der Führungskulisse **42** mit Abstand zueinander angeordnet sind. Dies trifft auf die Ausführungsbeispiele der **Fig. 1** bis **Fig. 4** zu. Auf diese Weise wird erreicht, dass der bewegbare Greiffinger **5** bei der Arbeitsbewegung **8** ausschließlich der Längsrichtung der Führungskulisse **42** folgen kann und insbesondere keine Kippbewegungen bezüglich des Grundkörpers **3** in der Arbeitsebene **12** möglich sind, die nicht durch die Gestalt der Führungskulissen aufgeprägt werden.

**[0078]** Abweichend hiervon kann die Kulissenführungseinrichtung **38a** in vorteilhafter Weise auch so ausgeführt sein, dass sie nicht nur eine translatorische Bewegung, sondern auch eine Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung des bewegbaren Greiffingers **5** in der Arbeitsebene **12** gestattet. Dies trifft auf das Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** bis **Fig. 8** zu. Hier ist der mindestens eine Kulissenfolger **43** derart am bewegbaren Greiffinger **5** angeordnet, dass sich der Führungskontakt zwischen dem mindestens einen Kulissenfolger **43** und der Führungskulisse **42** auf einen einzigen punktuellen Führungsbereich **44** beschränkt, derart, dass der bewegbare Greiffinger **5** nicht nur translatorisch in der Längsrichtung der Führungskulisse **42** verlagerbar ist, sondern zusätzlich um den punktuellen Führungsbereich **44** bezüglich des Grundkörpers **3** verdrehbar ist, wobei die

von dem punktuellen Führungsbereich **44** definierte Drehachse **45** senkrecht zur Arbeitsebene **12** verläuft.

**[0079]** Folglich ist der bewegbare Greiffinger **5** in der Lage, relativ zu dem Grundkörper **3** sowohl eine translatorische Arbeitsbewegung **8**, **8a** als auch eine rotative Arbeitsbewegung **8**, **8b** auszuführen.

**[0080]** In Verbindung mit einer Antriebseinrichtung **7**, die über mehrere Elastomeraktoren **23a** verfügt, eröffnet dies die beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** bis **Fig. 8** realisierte Möglichkeit, den bewegbaren Greiffinger **5** relativ zum Grundkörper **3** und folglich auch relativ zu dem feststehenden Greiffinger **6** wahlweise nur translatorisch oder nur rotativ oder überlagert translatorisch und rotativ anzutreiben. Dies gestattet besonders variable Greifvorgänge.

**[0081]** Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** bis **Fig. 8** sind die beiden Elastomeraktoren **23a** so platziert, dass sie an dem Antriebsabschnitt **5b** des bewegbaren Greiffingers **5** an in Achsrichtung der Längsachse **17** zueinander beabstandeten Stellen angreifen, die im Folgenden auch als Einwirkungsbereiche **46** bezeichnet werden. Die Führungseinrichtung **38** ist dabei in einem Bereich angeordnet, der zwischen den beiden Einwirkungsbereichen **46** liegt, sodass von den Elastomeraktoren **23a** an den Einwirkungsbereichen **46** eingeleitete Zugkräfte einander entgegengesetzte Drehmomente an dem bewegbaren Greiffinger **5** bezüglich der oben beschriebenen Drehachse **45** zur Folge haben.

**[0082]** Die **Fig. 5** bis **Fig. 8** zeigen verschiedene mögliche Betriebszustände der mit zwei Elastomeraktoren **23a** ausgestatteten Greifvorrichtung **1**.

**[0083]** In dem Betriebszustand der **Fig. 5** sind beide Elastomeraktoren **23a** deaktiviert und nehmen dadurch ihre maximale Länge in der Achsrichtung der Hochachse **24** ein. Bevorzugt sind die beiden Elastomeraktoren **23a** dabei gleichlang. Der von den beiden Elastomeraktoren **23a** beaufschlagte bewegbare Greiffinger **5** befindet sich hierbei in der Offenstellung und der Greifzwischenraum **13** hat seine maximale Höhe.

**[0084]** Die **Fig. 6** zeigt einen Betriebszustand, bei dem die beiden Elastomeraktoren **23a** durch Anlegen einer entsprechenden Betätigungsspannung im gleichen Ausmaß axial kontrahiert sind. Im Vergleich zu dem Betriebszustand der **Fig. 5** ist dadurch der bewegbare Greiffinger **5** parallel verlagert. Der Übergang zwischen den beiden Betriebszuständen der **Fig. 5** und **Fig. 6** ist eine translatorische Arbeitsbewegung **8**, **8a**.

**[0085]** In der **Fig. 7** ist ein Betriebszustand gezeigt, bei dem der näher bei den Greifabschnitten **5a, 6a** liegende Elastomeraktuator **23a** stärker zusammengezogen ist als der weiter außen liegende zweite Elastomeraktuator **23a**. Eine solche Betätigung führt zu einer rotativen Arbeitsbewegung **8, 8b** des bewegbaren Greiffingers **5**. Die beiden Greiffinger **5, 6** sind dabei derart aneinander angenähert, dass der Greifzwischenraum **13** zur vorderen Stirnseite der Greiffinger **5, 6** hin enger wird.

**[0086]** Der Betriebszustand der **Fig. 8** zeigt eine im Vergleich zur **Fig. 7** entgegengesetzte Betätigung der beiden Elastomeraktuatoren **23a**, wobei der näher bei den Greifabschnitten **5a, 6a** liegende Elastomeraktuator **23a** gar nicht oder weniger stark axial kontrahiert ist als der von den Greifabschnitten **5a, 6a** weiter entfernte, äußere Elastomeraktuator **23a**. Um zu diesem Betriebszustand zu gelangen, führt der bewegbare Greiffinger **5** beispielsweise ebenfalls eine rotative Arbeitsbewegung **8, 8b** aus.

**[0087]** Bei den Ausführungsbeispielen der **Fig. 5** bis **Fig. 8** ist den mehreren Elastomeraktuatoren **23a** eine Ansteuerereinrichtung **35** gemeinsam zugeordnet. Selbige ist in der Lage, die mehreren Elastomeraktuatoren **23a** unabhängig voneinander anzusteuern, um eine bedarfsgemäß aufeinander abgestimmte Betätigung der beiden Elastomeraktuatoren **23a** zu erhalten, aus der die gewünschte Arbeitsbewegung **8** des bewegbaren Greiffingers **5** resultiert.

**[0088]** Bei einer translatorischen Arbeitsbewegung **8, 8a** verlagert sich der punktuelle Führungsbereich **44** in der Längsrichtung der Führungskulisse **42**. Bei einer rotativen Arbeitsbewegung **8, 8b** wird der bewegbare Greiffinger **5** um den punktuellen Führungsbereich **44** verdreht und dadurch quasi in der Arbeitsebene **12** verkippt bzw. verschwenkt. Die translatorische Arbeitsbewegung **8a** und die rotative Arbeitsbewegung **8b** können unabhängig voneinander oder in beliebig überlagerter Weise ausgeführt werden.

**[0089]** Der jeweilige Betriebszustand und insbesondere die Arbeitsbewegung **8** und/oder die jeweilige Arbeitsposition des bewegbaren Greiffingers **5** können überwacht werden, indem die Greifvorrichtung **1** mit einer entsprechenden Positionsüberwachungseinrichtung **47** ausgestattet ist. Ein solches Ausstattungsmerkmal ist bei der Greifvorrichtung der **Fig. 5** bis **Fig. 8** realisiert. Diese Positionsüberwachungseinrichtung **47** ermöglicht insbesondere eine Abstandsüberwachung des zwischen dem bewegbaren Greiffinger **5** und mindestens einem bezüglich des Grundkörpers **3** ortsfesten Referenzpunktes eingenommenen Abstandes. Die bei einer solchen Positionsüberwachung gemessenen Werte können vorteilhaft bei der Ansteuerung des bewegbaren Greiffingers **5** genutzt werden, insbesondere auch im Sinne einer gegebenen Betriebsweise.

**[0090]** Bei den Ausführungsbeispielen der **Fig. 1** bis **Fig. 4** befindet sich die bevorzugt als Kulissenführungseinrichtung **38a** ausgebildete Führungseinrichtung **38** zweckmäßigerweise in einem Bereich, der zwischen dem mit dem Elastomeraktuator **23a** zusammenwirkenden Antriebsabschnitt **5b** und dem Greifabschnitt **5a** des bewegbaren Greiffingers **5** liegt.

**[0091]** Die in **Fig. 1** und **Fig. 2** illustrierte Greifvorrichtung **1** unterscheidet sich von derjenigen der **Fig. 3** und **Fig. 4** dadurch, dass der bewegbare Greiffinger **5** im deaktivierten Zustand des Elastomeraktuatoren **23a** die Offenstellung einnimmt, während er gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** eine Schließstellung mit maximaler Annäherung an den Greifabschnitt **6a** des feststehenden Greiffingers **6** einnimmt. Eine Aktivierung des Elastomeraktuatoren **23a** bewirkt also beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** und **Fig. 2** ein Schließen und beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** und **Fig. 4** ein Öffnen der von den beiden Greiffingern **5, 6** definierten Greiffingeranordnung. Konkret wird dies dadurch realisiert, dass die beiden Greiffinger **4** bezogen auf die Richtung der Arbeitsbewegung **8** in den beiden Ausführungsbeispielen auf einander entgegengesetzten Seiten liegen und der bewegbare Greiffinger **5** beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** und **Fig. 2** eine geradlinige Gestalt und beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** und **Fig. 4** eine zweifach abgewinkelte Längsgestalt hat.

**[0092]** Anstelle eines als Stapelaktuator ausgebildeten Elastomeraktuatoren **23a** könnte auch ein gerollter Elastomeraktuator **23a** eingesetzt werden, bei dem sich mehrere Elastomer materialschichten daraus ergeben, dass ein beidseits mit einer Elektroden-schicht versehener Elastomer materialstreifen spiralförmig aufgewickelt wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102007016436 A1 [0002]
- DE 102013013555 B4 [0003]
- DE 102014002739 B3 [0004]
- DE 102013009592 A1 [0005]

### Patentansprüche

1. Greifvorrichtung zum Greifen von Gegenständen, mit einem Grundkörper (3), wenigstens einem unter Ausführung einer Arbeitsbewegung (8) bezüglich des Grundkörpers (3) bewegbaren Greiffinger (5) und einer Antriebseinrichtung (7) zur Betätigung des bewegbaren Greiffingers (5), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebseinrichtung (7) mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator (23) aufweist.

2. Greifvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine elektroaktive Polymeraktuator (23) ein dielektrischer Elastomeraktuator ist.

3. Greifvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dielektrische Elastomeraktuator (23a) als Stapelaktuator ausgeführt ist und eine Mehrzahl von in Achsrichtung einer Hochachse (24) aufeinandergestapelter Elastomermaterialsichten (32) aufweist, die in Achsrichtung der Hochachse (24) jeweils von zwei Elektrodenschichten (33) flankiert sind, an die zur Betätigung des Elastomeraktuator (23a) eine Betätigungsspannung anlegbar ist.

4. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den elektroaktiven Polymeraktuator (23) eine Ansteuerungseinrichtung (7) der Greifvorrichtung (1) angeschlossen ist, durch die an den elektroaktiven Polymeraktuator (23) eine die Arbeitsbewegung (8) hervorrufende, insbesondere variable Betätigungsspannung anlegbar ist und die zweckmäßigerweise einen Spannungswandler (37) enthält, durch den aus einer von extern anlegbaren Basisspannung eine diesbezüglich höhere Betätigungsspannung generierbar ist.

5. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebseinrichtung (7) wirkungsmäßig zwischen den Grundkörper (3) und den bewegbaren Greiffinger (5) eingeschaltet ist.

6. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie nur einen einzigen, zu der Arbeitsbewegung (8) antreibbaren bewegbaren Greiffinger (5) enthält.

7. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem bewegbaren Greiffinger (5) ein im Betrieb der Greifvorrichtung (1) bezüglich des Grundkörpers (3) ortsfester, feststehender Greiffinger (6) gegenüberliegt, bezüglich dem sich der bewegbare Greiffinger (5) bei Ausführung der Arbeitsbewegung (8) annähert oder entfernt.

8. Greifvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der feststehende Greiffinger (6) bezüglich des Grundkörpers (3) in Richtung zum bewegbaren Greiffinger (5) und in der Gegenrichtung verstellbar und in aus der Verstellung resultierenden unterschiedlichen Betriebspositionen fixierbar ist.

9. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bewegbare Greiffinger (5) zu einer translatorischen und/oder zu einer rotativen Arbeitsbewegung (8, 8a, 8b) antreibbar ist.

10. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bewegbare Greiffinger (5) bei seiner Arbeitsbewegung (8) mittels mindestens einer von der Antriebseinrichtung (7) unabhängigen Führungseinrichtung (38) relativ zu dem Grundkörper (3) bewegbar geführt und quer zur momentanen Bewegungsrichtung der Arbeitsbewegung (8) bezüglich des Grundkörpers (3) abgestützt ist.

11. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungseinrichtung (38) als eine Kulissenführungseinrichtung (38a) ausgebildet ist.

12. Greifvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kulissenführungseinrichtung (38a) mindestens eine bezüglich des Grundkörpers (3) ortsfeste Führungskulisse (42) mit linearem oder nichtlinearem Längsverlauf hat, mit der der bewegbare Greiffinger (5) mittels mindestens eines an ihm angeordneten Kulissenfolgers (43) in Führung eingriff steht.

13. Greifvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kulissenführungseinrichtung (38a) zwischen einem einem zu greifenden Gegenstand (2) zugeordneten Greifabschnitt (5a) und einem mit dem mindestens einen elektroaktiven Polymeraktuator (23) zusammenarbeitenden Antriebsabschnitt (5b) des bewegbaren Greiffingers (5) angeordnet ist.

14. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebseinrichtung (7) mehrere und zweckmäßigerweise zwei in funktioneller Parallelschaltung mit dem bewegbaren Greiffinger (5) zusammenwirkende elektroaktive Polymeraktuatoren (23) aufweist.

15. Greifvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Endabschnitt des bewegbaren Greiffingers (5) einen einem zu greifenden Gegenstand (2) zugeordneten Greifabschnitt (5a) bildet, wobei zwei elektroaktive Polymeraktuatoren (23) zum Hervorrufen der Arbeitsbewegung (8) an zu dem Greifabschnitt (5a) unterschiedlich weit beabstande-

ten Einwirkungsbereichen (46) mit einem Antriebsabschnitt (5b) des Greiffingers (5) zusammenwirken.

16. Greifvorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass den mehreren elektroaktiven Polymeraktuatoren (23) gemeinsam eine Ansteuereinrichtung (35) der Greifvorrichtung (1) zugeordnet ist, durch die diese elektroaktiven Polymeraktuatoren (23) unabhängig voneinander ansteuerbar sind, insbesondere derart, dass der bewegliche Greiffinger (5) sowohl zu einer rein translatorischen als auch zu einer rein rotativen als auch zu einer sich überlagernden translatorischen und rotativen Arbeitsbewegung (8, 8a, 8b) antreibbar ist.

17. Greifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine dem bewegbaren Greiffinger (5) zugeordnete Positionsüberwachungseinrichtung (47) aufweist, durch die zweckmäßigerweise eine Abstandsüberwachung zwischen dem bewegbaren Greiffinger (5) und einem bezüglich des Grundkörpers (3) ortsfesten Referenzpunkt ausführbar ist.

18. Greifvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem bewegbaren Greiffinger (5) ein bezüglich des Grundkörpers (3) ortsfester, feststehender Greiffinger (6) gegenüberliegt, wobei beide Greiffinger (5, 6) einen messerartig flachen Greifabschnitt (5a, 6a) aufweisen, der stirnseitig in einer schneidenartigen Kante (18) ausläuft.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen



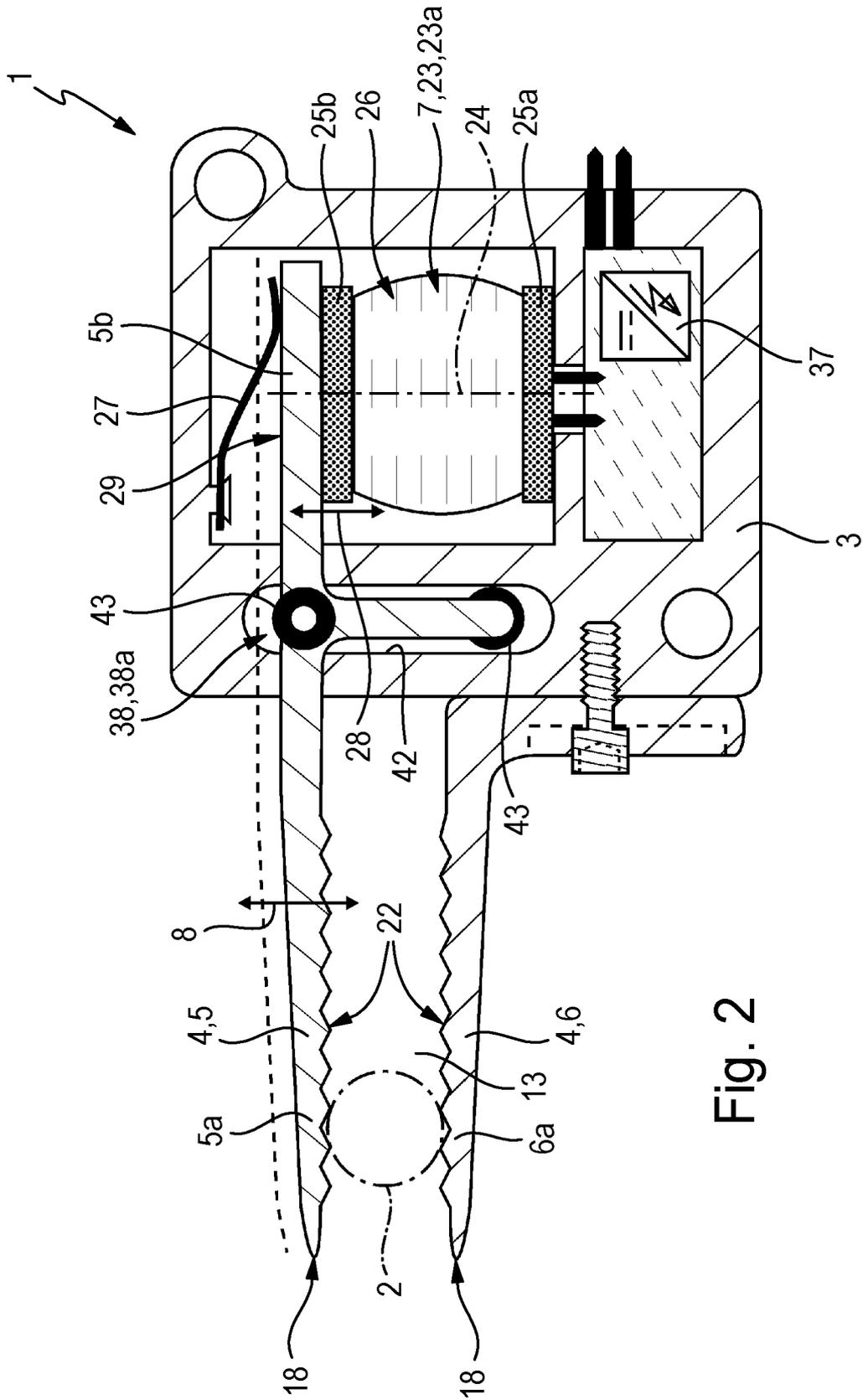
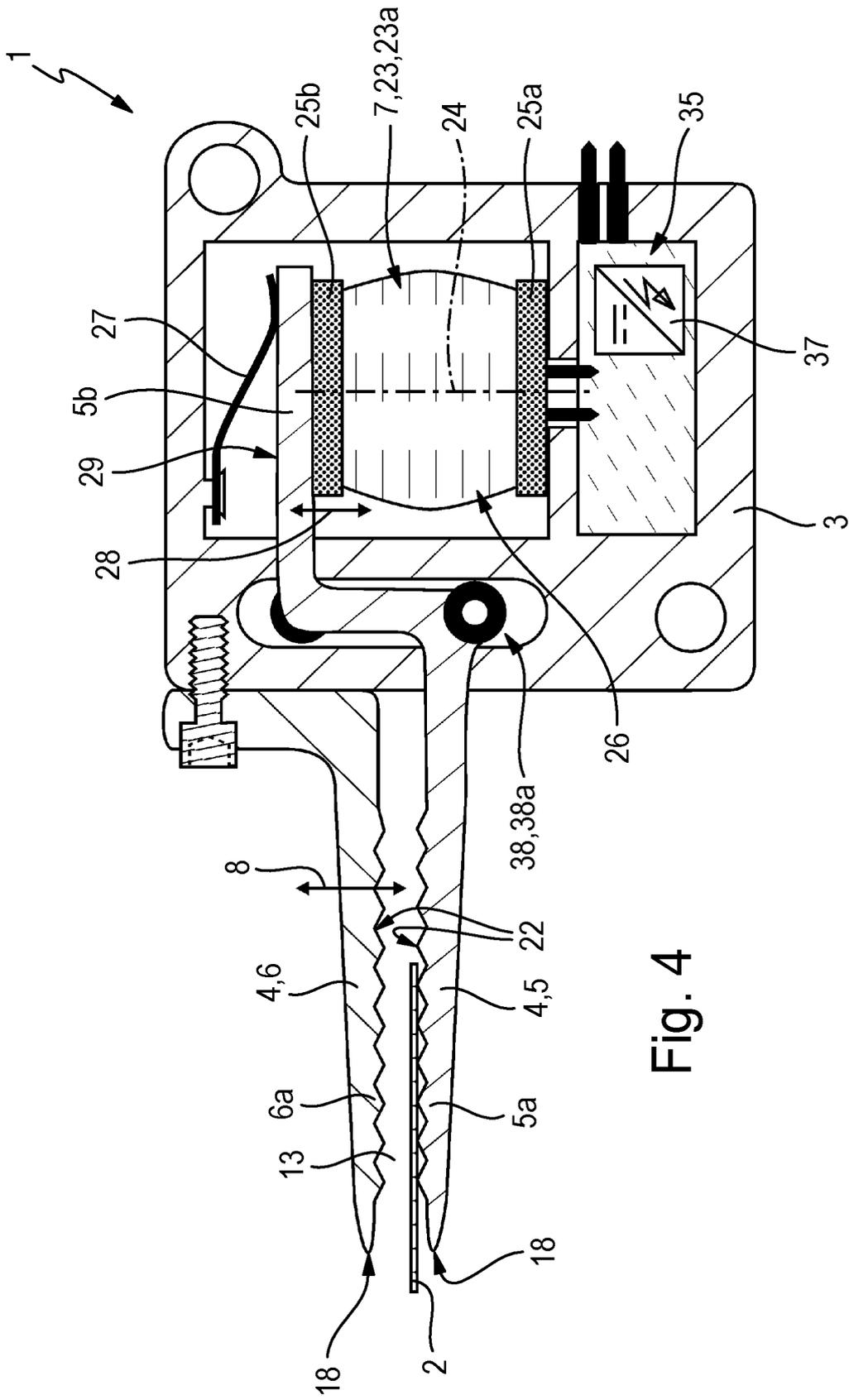


Fig. 2







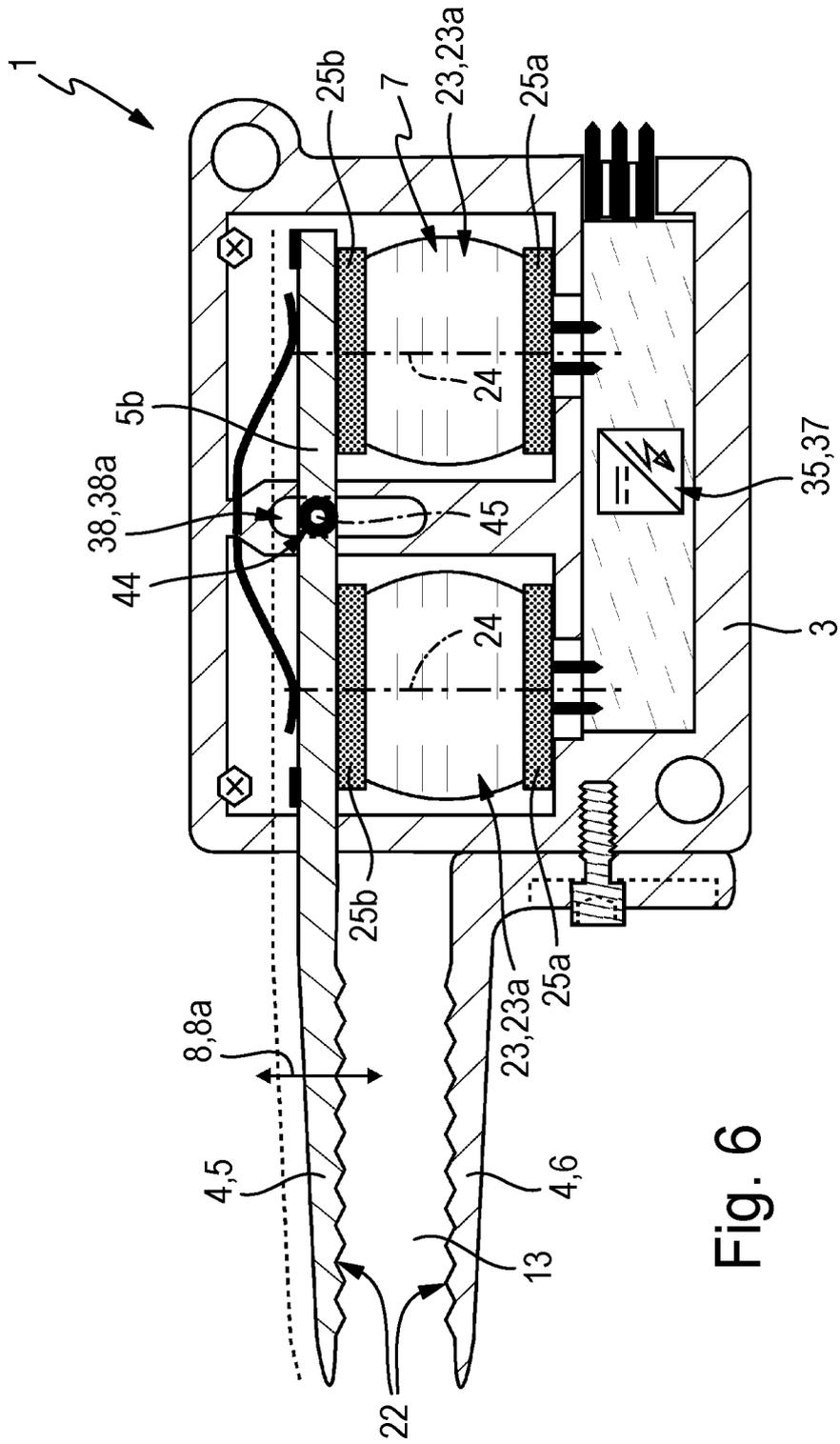


Fig. 6

