



(10) **DE 10 2017 115 854 B4** 2019.03.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 115 854.5**
(22) Anmeldetag: **14.07.2017**
(43) Offenlegungstag: **17.01.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.03.2019**

(51) Int Cl.: **B25J 15/06 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**BIBA - Bremer Institut für Produktion und
Logistik GmbH, 28359 Bremen, DE**

(72) Erfinder:
Uriarte, Claudio, 28205 Bremen, DE

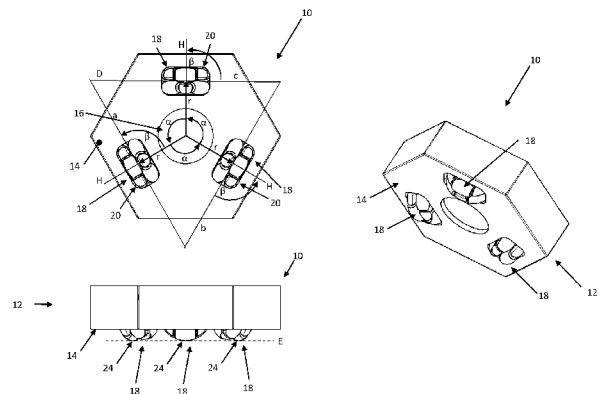
(74) Vertreter:
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2007 054 867	A1
DE	20 46 237	A

(54) Bezeichnung: **Manipulationsgreifer, Manipulationsgreifersystemmodul und modulares Manipulationsgreifersystem aus demselben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Manipulationsgreifer / ein Manipulationsgreifersystemmodul zum Greifen und Manipulieren eines Objekts in einem Greifzustand des Manipulationsgreifers bzw. Manipulationsgreifersystemmoduls, umfassend mindestens eine astriktive Einheit, mindestens zwei mittels einer Radantriebseinrichtung antreibbare Räder, mindestens eine Radantriebseinrichtung, und ein Trägersystem zur Aufnahme der mindestens einen astriktiven Einheit, der mindestens zwei Räder und der mindestens einen Radantriebseinrichtung, wobei der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul so gestaltet ist, dass er bzw. es mindestens drei Abstützpunkte, die in einer Ebene angeordnet sind, zum Abstützen eines Objekts in einem Greifzustand bereitstellt, und insbesondere modulare Manipulationsgreifersysteme.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Manipulationsgreifer, ein Manipulationsgreifersystemmodul und ein insbesondere modulares Manipulationsgreifersystem aus demselben.

[0002] Greifer werden im Allgemeinen eingesetzt, um eine temporäre Verbindung zwischen einer Handhabungsanlage und einem Objekt zu schaffen, mit dem Ziel, das Objekt zu bewegen oder in Position zu halten. Je nach Arbeitsprinzip werden diese in „impactive“, „ingressive“, „contigutive“ und „astrictive“ gruppiert. Bei den ersten drei Arbeitsprinzipien werden die Objekte mittels Zangen, Nadeln, Haken oder thermischer bzw. chemischer Adhäsion festgehalten. Bei dem letztgenannten Arbeitsprinzip (astriktive Einheit) werden Anziehungskräfte zwischen den Oberflächen der Greifer und einem Objekt erzeugt, ohne dass ein direkter Kontakt zwischen dem Greifer und dem zu handhabenden Objekt zwingend erforderlich ist. Die Anziehungskräfte können mittels Vakuum (Unterdruck), Magnete und elektrostatischer Kräfte erzeugt werden.

[0003] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf aktive Greifer. Aktive Greifer sind in der Lage, Objekte während des Greifprozesses in einer oder mehreren Dimensionen relativ zum Greifer zu bewegen. Derartige Greifer werden auch als Manipulationsgreifer (dexterous grippers; with in-grasp manipulation capabilities) bezeichnet.

[0004] Die DE 10 2007 054 867 A1 offenbart eine Greifvorrichtung zum Ergreifen, Anheben und Transportieren von Werkstücken mit wenigstens einem am Werkstück angreifenden Aufwälzmodul sowie wenigstens einem zusätzlich am Werkstück angreifenden Saugmodul. Bei der Greifvorrichtung wird der Greifvorgang des Aufwälzgreifers durch das Saugmodul unterstützt, indem das Werkstück nicht ausschließlich mittels des Aufwälzgreifers von einem darunterliegenden Werkstück selektiert, ergriffen, angehoben und transportiert wird. Das Saugmodul dient als unterstützende Einrichtung, wobei es insbesondere labile Werkstücke stabilisiert.

[0005] Die DE 20 46 237 A offenbart einen Greifer, der eine Saugeinrichtung, Antriebselemente und eine Tragstruktur umfasst. Die Antriebselemente umfassen angetriebene Walzen, die quer zur Transportbahn gelagert sind. Die Walzen sind parallel zueinander angeordnet, so dass alle Walzen Kräfte in die gleiche Richtung erzeugen. Der Greifer weist auch eine Saugkammer auf, die nach unten offen ist und über die Walzen geringfügig übersteht. Walzen sind zylindrische angetriebene Körper, die Kräfte nur in Rotationsrichtung auf die Platte übertragen können. Eine Bewegung in irgendeiner anderen Richtung ist nicht möglich oder nur durch Rutschen auf der Mantelflä-

che der Walzen möglich. Es handelt sich um einen Kontaktgreifer. Die Saugeinrichtung berührt die Platte. Bei der Bewegung greift die Platte auf den Greifer, wodurch Beschädigungen der Oberfläche entstehen können.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Manipulationsgreifer oder ein Manipulationsgreifersystemmodul bereitzustellen, mit dem Objekte relativ zum Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystemmodul in mindestens einer Richtung mit beliebiger Geschwindigkeit und Beschleunigung auf einer Greifebene bewegt werden können.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Manipulationsgreifer bzw. ein Manipulationsgreifersystemmodul zum Greifen und Manipulieren eines Objekts in einem Greifzustand des Manipulationsgreifers bzw. Manipulationsgreifersystemmoduls, umfassend mindestens eine astriktive Einheit, mindestens zwei mittels einer Radantriebseinrichtung antreibbare Räder, mindestens eine Radantriebseinrichtung, und ein Trägersystem zur Aufnahme der mindestens einen astriktiven Einheit, der mindestens zwei Räder und der mindestens einen Radantriebseinrichtung, wobei der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul so gestaltet ist, dass er bzw. es mindestens drei Abstützpunkte, die in einer Ebene angeordnet sind, zum Abstützen eines Objekts in einem Greifzustand bereitstellt. Es kann also beispielsweise eine einzige Radantriebseinrichtung zum Antreiben von mindestens zwei Rädern oder aber beispielsweise pro Rad jeweils eine Radantriebseinrichtung zum Antreiben des jeweiligen Rades vorgesehen sein. Die Abstützpunkte können von den Rädern selbst und/oder mechanischen Stützen bereitgestellt werden, wobei mindestens eines der Räder ein omnidirektionales Rad ist.

[0008] Weiterhin wird diese Aufgabe gelöst durch ein insbesondere modulares Manipulationsgreifersystem, umfassend eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Manipulationsgreifersystemmodulen nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und mindestens eine Steuereinrichtung, die mit den Radantriebseinrichtungen zum, insbesondere individuellen, Ansteuern derselben verbunden ist. Dabei können die Manipulationsgreifersystemmodule sowohl integral als auch separat ausgebildet sein.

[0009] Ferner wird diese Aufgabe gelöst durch ein insbesondere modulares Manipulationsgreifersystem, umfassend eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Manipulationsgreifersystemmodulen zum Greifen und Manipulieren eines Objekts in einem Greifzustand von mindestens einem der Manipulationsgreifersystemmodule jeweils mit mindestens einer astriktiven Einheit, einem Rad und einer Radantriebseinrichtung zum Antreiben des Ra-

des, und einem Trägersystem zur Aufnahme der mindestens einen astriktiven Einheit, des Rades und der Radantriebseinrichtung, wobei das Manipulationsgreifersystem so gestaltet ist, dass es mindestens drei Abstützpunkte, die in einer Ebene angeordnet sind, zum Abstützen eines Objekts in einem Greifzustand bereitstellt, wobei mindestens eines der Räder ein omnidirektionales Rad ist. Dabei können die Manipulationsgreifersystemmodule sowohl integral als auch separat ausgebildet sein. Die Abstützpunkte können von den Rädern selbst und/oder mechanischen Stützen bereitgestellt werden.

[0010] Das Manipulationsgreifersystemmodul kann dabei ansonsten wie das in den Ansprüchen 1 bis 15 erwähnte Manipulationsgreifersystemmodul gestaltet sein.

[0011] Vorteilhafterweise ist bei dem Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystemmodul die astriktive Einheit ein Vakuumsauger oder Vakuumsauger mit selbstaktivierenden Schaltventilen oder weist mindestens eine Bernoulli-Düse oder mindestens einen Magneten, insbesondere Elektromagneten, auf. Eine weitere Möglichkeit stellt eine Saugereinheit dar, die mit einem großen Volumenstrom saugt, z. B. nach dem Staubsauger- oder Seitenkanalverdichter-Prinzip. Damit wären ebenfalls keine oder vernachlässigbare Querkräfte verbunden. Bei der Verwendung von kontaktlosen astriktiven Einheiten (unter anderem Bernoulli-Düsen, Magnete und Staubsaugerprinzip (siehe oben)) gibt es im Prinzip keine Querkräfte, so dass die Radantriebseinrichtungen kleiner dimensioniert werden können. Allgemein soll die Reibung zwischen astriktiven Einheiten und Werkstücke möglichst gering zu sein. Es soll jedoch Reibung zwischen den (omnidirektionalen) Rädern und dem Werkstück vorhanden sein, um einen Schlupf der Räder bei der Manipulation zu vermeiden.

[0012] Beispielsweise kann das omnidirektionale Rad aus einem Einzel-Allseitenrad oder einem Mehrfach-Allseitenrad, insbesondere Doppel-Allseitenrad, bestehen. Insbesondere kann das Allseitenrad ein Mecanum-Rad sein.

[0013] Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist zumindest einem Teil der Räder jeweils eine Radantriebseinrichtung einzeln zugeordnet.

[0014] Vorteilhafterweise weist die Radantriebseinrichtung einen Elektromotor auf.

[0015] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul genau zwei Räder auf und verlaufen die Wirkrichtungen der beiden Räder nicht parallel zueinander.

[0016] Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul genau drei Räder auf.

[0017] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Wirkrichtungen der drei Räder so zueinander verlaufen, dass keine parallelen Wirkrichtungen vorliegen.

[0018] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Wirkrichtungen der drei Räder orthogonal oder nicht orthogonal zueinander verlaufen.

[0019] Es kann auch oder insbesondere vorgesehen sein, dass die Räder in den Seitenmitten eines gedachten gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind.

[0020] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Wirkrichtungen der Räder unter einem Winkel von 90° zu den Seiten des gedachten Dreiecks verlaufen oder mindestens eine der Wirkrichtungen der Räder unter einem Winkel ungleich 0° zur zugehörigen Seite des Dreiecks verläuft.

[0021] Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Trägersystem eine Trägerplatte zur Aufnahme der Räder und/oder der astriktiven Einheit(en) auf. Das Trägersystem kann auch als eine „Spinne“, wie eine sogenannte „Saugerspinne“, ausgebildet sein.

[0022] Vorteilhafterweise umfasst der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul mindestens eine mechanische Stütze zum Bereitstellen eines der mindestens drei Abstützpunkte.

[0023] Insbesondere kann die mechanische Stütze ein passives omnidirektionales Rad, eine Kugelrolle oder ein Gleitkissen sein.

[0024] Vorteilhafterweise weist der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul mindestens einen Sensor zur Erfassung der Belegung eines Rades oder des Manipulationsgreifers oder des Manipulationsgreifersystemmoduls auf.

[0025] Wiederum vorteilhafterweise weist der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul mindestens eine Kamera zum Erfassen der Position eines Objekts bezogen auf den Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul auf.

[0026] Der vorliegenden Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass durch die Verwendung von mindestens einer astriktiven Einheit in Kombination mit einem oder mehreren antreibbaren omnidirektionalen Rädern, Objekte während eines Greifprozesses bzw. in einem Greifzustand in be-

liebiger Richtung mit beliebiger Geschwindigkeit und Beschleunigung auf einer Greifebene bewegt werden können. Rotatorische und translatorische Bewegungen können je nach Ausführung einzeln oder kombiniert durchgeführt werden. Es wird auch die Handhabung von einzelnen Objekten und gleichzeitig mehreren Objekten ermöglicht. Je nach Ausführung ist sogar das gleichzeitige Bewegen von Objekten auf unterschiedlichen Bahnen möglich.

[0027] Die Erfindung kann branchenunabhängig für Aufgaben eingesetzt werden, bei welchen Objekte mit vorzugsweise flachen oder nahezu flachen Oberflächen gehandhabt und manipuliert werden. Ebenfalls kann sie für Aufgaben eingesetzt werden, bei denen Objekte manipuliert werden müssen und die keinen Raum für den Einbau von Industrierobotern bieten.

[0028] Weiterhin kann die Erfindung in Handlingsystemen mit wenigen Freiheitsgraden eingesetzt werden, um somit die Gesamtflexibilität des Handlingsystems zu erhöhen.

[0029] Denkbar ist auch ein Retrofit von vorhandenen Anlagen, in denen bisher herkömmliche passive Greifer eingebaut waren, wie zum Beispiel Greifer in Portalrobotern oder Endeffektoren von Industrierobotern.

[0030] Die Manipulationsgreifer oder Manipulationsgreifersystemmodulen bzw. die modularen Manipulationsgreifersysteme können sowohl stationär als auch beweglich, z.B. an Roboterarmen oder Portalen, eingesetzt werden. Insbesondere durch eine entsprechende Dimensionierung können sie zwangsläufig auch zum Fördern, z.B. Übergabe zwischen Manipulationsgreifern oder Manipulationssystemmodulen, verwendet werden.

[0031] Sie eignen sich für die Handhabung von beispielsweise:

- Plattenmaterial aller Art (z.B. aus Pappe, Glas, Holz, Kunststoff, Verbundwerkstoffen und/oder Metall)
- Objekten mit flachen Oberflächen (z.B. Pakete und Kartons oder Plastik- und Metallgebinde)
- sonstigen Objekten mit flachen Oberflächen.

[0032] Insbesondere eignen sie sich für folgende Anwendungen:

Intralogistik:

- Palettieren
- Depalettieren
- Vereinzeln
- Drehen von Paketen
- Sortieren

Produktion:

- Handhabung sowie Be- und Entladung von Blechen und Platten aller Art in Werkzeugmaschinen (z.B. Blech- und Holzbearbeitungszentren, Kantbanken, Laserschneider, Sägen, usw.)
- Ein- und Auslagern von Platten aller Art in/aus Lagersystemen (z.B. Hochregallager)
- Palettieren/Sortieren von Platten und Blechen.

Die Erfindung bietet zumindest in besonderen Ausführungsformen folgende Vorteile:

- Manipulation von Objekten während des Greifprozesses,
- durch eine gezielte Steuerung von omnidirektionalen Rädern können sowohl Bewegungen in Längs- und Querrichtung als auch Rotationen und Kombinationen davon generiert werden,
- leichte Skalierbarkeit und sowohl für kleinere als auch für sehr große Objekte verwendbar,
- in Anlagen - unabhängig von der verwendeten Kinematik - integrierbar. So kann die Erfindung in zwei-Achs-Portalrobotern, Scara-Robotern oder sogar in Sechs- und Sieben-Achs-Industrierobotern eingesetzt werden.
- Bei Integration in bestehende Anlagen (Retrofit) werden die Freiheitsgrade der Maschine um einen, um zwei oder um drei Freiheitsgrade erhöht. Somit wird die Gesamtflexibilität der Anlage erhöht.
- Neue Verfahren der Produktion und in der Handhabung werden möglich. So kann zum Beispiel eine Vereinzelnung oder Descrambling von Paketen auf einem derartigen Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystemmodul bzw. modularen Manipulationsgreifersystem folgen.

[0033] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der mehrere Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen im Einzelnen erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig. 1 verschiedene Ansichten eines Manipulationsgreifers oder Manipulationsgreifersystemmoduls gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 Ansichten von unten (Mitte) und von der Seite (unten) von Manipulationsgreifern bzw. Manipulationsgreifersystemmodulen gemäß besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 Ansichten von unten (oben) und von der Seite (unten) von Manipulationsgreifersystemen gemäß besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Ansicht von unten (oben) und eine Seitenansicht (unten) von einem Manipulationsgreifer gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 Ansichten von unten (oben) und von der Seite (unten) von Manipulationsgreifersystemen gemäß weiteren besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 Ansichten von unten (oben) und von der Seite (unten) von Manipulationsgreifersystemen gemäß weiteren besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine schematische Ansicht von unten von einem Manipulationsgreifersystem gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 Ansichten von unten von Manipulationsgreifersystemen gemäß weiteren besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 beispielhaft verschiedene Phasen der Manipulation einer Platte mit einem Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystem gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 beispielhaft verschiedene Phasen der Manipulation einer Platte mit einem Manipulationsgreifersystem gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 eine Seitenansicht von einem Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystem gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Endeffektor eines Knickarmroboters;

Fig. 12 eine Seitenansicht von einem Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystem gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Endeffektor eines Portalroboters; und

Fig. 13 den Portalroboter mit dem Manipulationsgreifer bzw. Manipulationsgreifersystem von **Fig. 12** im Einsatz.

[0034] **Fig. 1** zeigt eine Ansicht von unten (links oben), eine perspektivische Ansicht schräg von unten (rechts) und eine Seitenansicht (links unten) von ei-

nem Manipulationsgreifer **10**, der aber auch ein Manipulationsgreifersystemmodul eines Manipulationsgreifersystems (nicht gezeigt) sein kann, zum Greifen und Manipulieren eines Objekts (nicht gezeigt) in einem Greifzustand des Manipulationsgreifers bzw. Manipulationsgreifersystemmoduls gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Manipulationsgreifer **10** umfasst ein Trägersystem **12**, das eine in diesem Beispiel sechseckige Trägerplatte **14** umfasst, in der mittig eine lediglich schematisch dargestellte astriktive Einheit **16** angeordnet ist, um die drei omnidirektionale Räder **18** in einem Radius r umlaufend äquidistant, d.h. im vorliegenden Beispiel in einem Abstand von $\alpha = 120^\circ$ zueinander angeordnet sind. Jedes der Räder **18** umfasst ein Doppel-Allseitenrad. Genauer gesagt ragen die Räder **18** durch einen jeweiligen Ausschnitt **20** in der Trägerplatte **14** nach unten vor. Die tiefsten Punkte **24** der Räder **18** liegen vorzugsweise in einer gemeinsamen zur Trägerplatte **14** parallel verlaufenden Ebene **E**. Die Hauptdrehachsen **H** der Räder **18** verlaufen unter einem Winkel $\beta = 90^\circ$ zu den Seiten **a**, **b** und **c** eines gedachten Dreiecks **D**. Mit anderen Worten verlaufen die Hauptdrehachsen **A** kollinear mit den Mittelsenkrechten.

[0035] Jedem Rad **18** ist eine eigene Radantriebs-einrichtung (nicht gezeigt) zugeordnet zum individuellen Antreiben der Räder.

[0036] Die **Fig. 2** zeigt nun verschiedene Manipulationsgreifer gemäß besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung (Mitte) sowie die zugehörigen Manipulationsmöglichkeiten (oben) und das Anziehungs- und Manipulationsprinzip (durch Pfeile gekennzeichnet) (unten). In der **Fig. 2** links Mitte weist der Manipulationsgreifer **10** eine sechseckige Trägerplatte **14** und nur ein einziges omnidirektionales Rad **18** auf. Dies ist in diesem Beispiel in der Mitte der Trägerplatte **14** angeordnet. Die astriktive Einheit kann aber im Prinzip frei platziert werden. Der Manipulationsgreifer **10** weist auch mindestens eine astriktive Einheit auf. Diese kann zum Beispiel an einem der Eckpunkte der sechseckigen Trägerplatte **14** vorgesehen sein. An mindestens einem der Eckpunkte kann auch eine Stütze (nicht gezeigt) vorgesehen sein, die sich nach unten erstreckt und deren tiefster Punkt vorzugsweise in demselben Abstand von der Unterseite **26** der Trägerplatte **14** wie der tiefste Punkt des Rades **18** angeordnet ist. Die astriktive Einheit und die Stütze können aber im Prinzip überall angeordnet sein. Die Stütze kann sogar außerhalb des Sechsecks angeordnet sein.

[0037] Aufgrund dessen, dass nur ein omnidirektionales Rad **18** vorgesehen ist, kann ein Objekt (nicht gezeigt) nur in einer Richtung (siehe oben links) bewegt bzw. manipuliert werden.

[0038] Bei dem Manipulationsgreifer **10** in der Mitte der **Fig. 2** sind zwei omnidirektionale Räder **18** vorgesehen, wobei deren Hauptdrehachsen **H** um 90° zueinander versetzt sind. Dadurch kann ein Objekt (nicht gezeigt) entsprechend den Pfeilen in der **Fig. 2** Mitte oben bewegt bzw. manipuliert werden.

[0039] In der **Fig. 2** rechts weist der Manipulationsgreifer **10** drei omnidirektionale Räder wie in der **Fig. 1** auf. Dadurch kann ein Objekt (nicht gezeigt) zusätzlich zu den in der **Fig. 2** Mitte gezeigten Manipulationsrichtungen auch noch gedreht werden.

[0040] Die Pfeile in der **Fig. 2** unten sollen die Anziehungsrichtung zeigen.

[0041] In der **Fig. 3** sind zwei verschiedene Manipulationsgreifersysteme **100** und **200** von unten (oben) und von der Seite (unten) dargestellt. Das Manipulationsgreifersystem **100** setzt sich aus zwei Manipulationsgreifersystemmodulen **102** und **104** zusammen, die über ein Trägerprofil **106** miteinander verbunden sind. Jedes der beiden Manipulationsgreifersystemmodule **102** und **104** weist eine in diesem Beispiel sechseckige Trägerplatte **108** auf, in deren Mitte ein Rad **110** angeordnet ist. Das Rad ragt durch einen Ausschnitt **112** in der Trägerplatte **108** nach unten vor. Die tiefsten Punkte der beiden omnidirektionalen Räder **110** befinden sich in demselben Abstand bzw. in derselben Ebene **E** parallel zu den in einer Ebene angeordneten Trägerplatten **108**. Die Hauptdrehachsen **H** der beiden Räder **110** sind in einem Winkel von 45° zueinander angeordnet. Beispielsweise an mindestens einem der Eckpunkte der sechseckigen Trägerplatten **108** ist eine astriktive Einheit **114** angeordnet. Die astriktiven Einheiten müssen aber nicht an den Ecken angeordnet sein, sondern können im Prinzip überall angeordnet sein. Zusätzlich kann z. B. an mindestens einem der Eckpunkte eine Stütze (nicht gezeigt), die an der Unterseite **118** der Trägerplatte **108** nach unten vorragt, um die Trägerplatte parallel zur Oberseite eines zu manipulierenden Objekts (nicht) zu halten, vorgesehen sein.

[0042] Jedes der beiden Räder **110** wird durch eine einzelne zugeordnete Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) angetrieben.

[0043] Das in der **Fig. 3** ebenfalls gezeigte modulare Manipulationsgreifersystem **200** ergibt sich aus drei Manipulationsgreifersystemmodulen **202**, **204** und **206**. Jedes der Manipulationsgreifersystemmodule **202**, **204** und **206** weist eine in diesem Beispiel sechseckige Trägerplatte **208** auf. Die drei Trägerplatten **208** sind mittels dreier Trägerprofile **210**, die ein Dreieck bilden, in einer Ebene im Dreieck angeordnet. In jeder der Trägerplatten **208** ist mittig ein omnidirektionales Rad **212** angeordnet. Es ragt durch einen jeweiligen Ausschnitt **214** in der jeweiligen Trägerplatte **208** an der Unterseite **216** der jeweiligen

Trägerplatte **208** nach unten vor, und zwar in der Art, dass die tiefsten Punkte der Räder **212** in einer zur Unterseite **216** der Trägerplatten **208** parallelen Ebene **E** liegen.

[0044] Die Hauptdrehachsen **H** der drei Räder **212** schneiden sich in der Mitte des von den drei Trägerprofilen **210** gebildeten Dreiecks.

[0045] Jedem der drei Räder **212** ist eine Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) einzeln zugeordnet.

[0046] Der in der **Fig. 4** gezeigte Manipulationsgreifer **30** weist eine viereckige Platte **32** auf, in deren Mitte eine sechseckige Trägerplatte **34** in einem entsprechenden Ausschnitt **36** angeordnet ist. In der Trägerplatte **34** sind drei omnidirektionale Räder **38** - wie bei der in der **Fig. 2** rechts gezeigten Ausführungsform - angeordnet.

[0047] In den vier Ecken der Platte **32** ist jeweils eine Stütze **40** angeordnet. Die Stützen **40** ragen genauso weit von der Unterseite **42** nach unten wie die Räder **38**, um den Manipulationsgreifer **30** abzustützen und ihn parallel zu einem plattenförmigen Objekt **44** oder ein Objekt mit einer planen Oberseite zu halten.

[0048] In der **Fig. 5** sind weitere Beispiele für Manipulationsgreifersysteme gemäß besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt. Das in der **Fig. 5** links gezeigte modulare Manipulationsgreifersystem **300** umfasst eine in diesem Beispiel viereckige Platte **302**, auf oder in der mehrere Manipulationsgreifersystemmodule **304**, **306**, **308**, **310**, **312**, **314**, **316** und **318** direkt nebeneinander angeordnet sind. In diesem Beispiel sind die Manipulationsgreifersystemmodule identisch gestaltet und weisen jeweils eine sechseckige Trägerplatte **320** mit jeweils drei - wie in der **Fig. 2** rechts - sternförmig angeordneten omnidirektionalen Rädern **322**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, auf. Zudem ist in der Mitte jeder Trägerplatte **320** und optional auch noch an mindestens einem der Eckpunkte der Trägerplatte eine astriktive Einheit **324**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, vorgesehen. Die Pfeile in der Seitenansicht symbolisieren die Anziehungskräfte.

[0049] Jedem der drei Räder **324** ist eine eigene Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) zugeordnet.

[0050] Die in der **Fig. 5** Mitte gezeigte Ausführungsform eines modularen Manipulationsgreifersystems **400** unterscheidet sich von dem Manipulationsgreifersystem **300** im Wesentlichen darin, dass die Manipulationsgreifersystemmodule **404**, **406**, **408**, **410** und **412** nicht direkt nebeneinander, sondern im Abstand zueinander angeordnet sind, wobei dazu ein Rahmen **402** vorgesehen ist. Es sind auch einige omnidirektionale Räder **414** und einige sechseckige Trägerplatten **416** gekennzeichnet. In der Mitte jeder Trä-

gerplatte **416** ist auch eine astriktive Einheit **418** angeordnet.

[0051] Das in der **Fig. 5** rechts gezeigte Manipulationsgreifersystem **500** ist nicht aus mehreren separaten Manipulationsgreifersystemmodulen zusammengesetzt, sondern einteilig gestaltet. Es weist eine einzige, in diesem Beispiel viereckige, Trägerplatte (**502**) auf, in der bzw. auf der omnidirektionale Räder **504**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, in mehreren Reihen und mit abwechselnder Orientierung, und zwar im vorliegenden Beispiel mit einem Versatz der Hauptdrehachsen **H** um 90° angeordnet sind. Zu den Rädern **504** gehören auch Radantriebseinrichtungen (nicht gezeigt). Diese können zumindest einem Teil der Räder einzeln, aber auch in Gruppen zugeordnet sein.

[0052] Das in der **Fig. 6** gezeigte modulare Manipulationsgreifersystem **600** weist vom Grundaufbau Ähnlichkeit mit dem in der **Fig. 5** Mitte gezeigten Manipulationsgreifersystem **400** auf. Bei der in der **Fig. 5** Mitte gezeigten Ausführungsform ist jedoch der Rahmen **402** fest bzw. nicht verstellbar. Bei dem Manipulationsgreifersystem **600** sind dagegen Trägerprofile **602** vorgesehen, mittels derer - wie in der **Fig. 6** rechts durch die Pfeile gekennzeichnet - der Abstand zwischen den Manipulationsgreifersystemmodulen **604**, **606**, **608**, **610** und **612** verändert werden kann und diese auch gegenüber dem mittigen Manipulationsgreifersystemmodul verschwenkt werden können. Dies dient zur Anpassung an ein zu manipulierendes Objekt (nicht gezeigt).

[0053] Zudem zeigt die **Fig. 6** auch sechseckige Trägerplatten **614**, omnidirektionale Räder **616** und astriktive Einheiten **618**, wobei nur einige der Komponenten entsprechend gekennzeichnet sind.

[0054] **Fig. 7** dient zur Veranschaulichung einer möglichen Bewegung eines Objekts **702** mittels eines in diesem Beispiel modularen Manipulationsgreifersystem **700** gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Manipulationsgreifersystem **700** umfasst mehrere direkt aneinander angeordnete Manipulationsgreifersystemmodule, von denen nur einige mit der Bezugszahl **704** bezeichnet sind. Wie durch den Pfeil angedeutet, kann das manipulierte Objekt **702** in dem Manipulationsgreifersystem **700** in einer freien Bahn (Translation und Rotation) bewegt werden.

[0055] Die **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** zeigen schematisch weitere verschiedene Manipulationsgreifersysteme gemäß besonderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sowie die damit erreichbaren Manipulationsmöglichkeiten.

[0056] Das Manipulationsgreifersystem **800** in der **Fig. 8A** weist Ähnlichkeit mit dem in der **Fig. 5** rechts

gezeigten Manipulationsgreifersystem auf. Es umfasst eine einzige Trägerplatte **802**, auf bzw. in der omnidirektionale Räder **804** in mehreren Reihen angeordnet sind, wobei benachbarte Räder von benachbarten Reihen orthogonal zueinander angeordnet sind. Alle Räder mit derselben Ausrichtung der Hauptdrehachse **H** werden als Gruppe von einer einzigen Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) angetrieben. Somit ergeben sich im gesamten Greifen nur zwei Freiheitsgrade. Mehrere Objekte im Manipulationsgreifersystem **800** können nicht unabhängig voneinander bewegt werden.

[0057] Das in der **Fig. 8B** gezeigte modulare Manipulationsgreifersystem **900** ähnelt dem in der **Fig. 5** links gezeigten Manipulationsgreifersystem. Es umfasst mehrere direkt nebeneinander angeordnete Manipulationsgreifersystemmodule **902**, von denen nur einige gekennzeichnet sind. Jedes Manipulationsgreifersystemmodul **902** weist eine sechseckige Trägerplatte **904** auf, in bzw. auf der drei omnidirektionale Räder **906**, um 120° versetzt zueinander angeordnet sind. Alle Räder **906** mit der gleichen Orientierung der Hauptdrehachse **H** werden als Gruppe von einer einzigen Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) angetrieben. Somit ergeben sich im gesamten Greifen nur zwei Freiheitsgrade (eine Rotation ist nicht möglich). Mehrere Objekte können im Manipulationsgreifersystem **900** nicht unabhängig voneinander bewegt werden.

[0058] Das in der **Fig. 8C** gezeigte Manipulationsgreifersystem **1000** ähnelt dem in der **Fig. 8A** gezeigten Manipulationsgreifersystem **800**. Es ist aber jedem Rad **1004** in bzw. auf der Trägerplatte **1002**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, jeweils eine Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) einzeln zugeordnet. Somit ergeben sich an jeder Stelle des Manipulationsgreifersystems **1000** drei Freiheitsgrade inklusive Rotation. Mehrere Objekte im Manipulationsgreifersystem **1000** können frei und unabhängig voneinander bewegt werden.

[0059] Schließlich ähnelt das in der **Fig. 8D** gezeigte modulare Manipulationsgreifersystem **1100** mit Manipulationsgreifersystemmodulen **1102**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, und sechseckige Trägerplatten **1104** dem in der **Fig. 8B** gezeigten Manipulationsgreifersystem **900**. Es wird jedoch jedes omnidirektionale Rad **1106**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, von einer jeweils einzeln zugeordneten Radantriebseinrichtung (nicht gezeigt) einzeln angetrieben. Somit ergeben sich an jeder Stelle des Manipulationsgreifersystems **1100** drei Freiheitsgrade. Mehrere Objekte im Manipulationsgreifersystem **1100** können frei und unabhängig voneinander bewegt werden.

[0060] **Fig. 9** zeigt beispielhaft, wie ein plattenförmiges Objekt **1202**, das flächenmäßig größer als ein

Manipulationsgreifer **1200** ist, gehandhabt bzw. manipuliert werden kann. Das Objekt **1202** bleibt stets in Kontakt mit dem Manipulationsgreifer **1200**. Die Pfeile rechts daneben zeigen die Bewegungsmöglichkeiten.

[0061] Die **Fig. 10** zeigt wiederum einen Fall, bei dem ein modulares Manipulationsgreifersystem **1300**, das sich aus mehreren direkt benachbarten Manipulationsgreifersystemmodulen **1302**, **1304** und **1306** zusammensetzt und in seiner Gesamtheit flächenmäßig größer als ein Objekt **1308** ist, gehandhabt bzw. manipuliert werden kann. Das plattenförmige Objekt **1308** „wandert“ mittels der omnidirektionalen Räder **1310**, von denen nur einige gekennzeichnet sind, an der Unterseite von Manipulationsgreifersystemmodul zu Manipulationsgreifersystemmodul des Manipulationsgreifersystems. So ergibt sich eine „Förderung“ des Objekts **1308**. Die Pfeile zeigen die Bewegungsmöglichkeiten.

[0062] **Fig. 11** zeigt einen Manipulationsgreifer **1400** bzw. ein Manipulationsgreifersystem gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beim Einsatz als Endeffektor eines Knickarmroboters **1402**. Bei der gezeigten Anwendung handelt es sich um ein Umstapeln von chaotisch aufgestapelten plattenförmigen Objekten **1404**. Der Knickarmroboter **1402** realisiert immer die gleiche Bewegung. Die Ausrichtung der plattenförmigen Objekte **1404** an einer Ablageposition wird ausschließlich vom Manipulationsgreifer **1400** realisiert. Die Freiheitsgrade des Handlingsystems werden durch den Manipulationsgreifer **1400** um drei erhöht.

[0063] **Fig. 12** zeigt den Manipulationsgreifer **1400** von **Fig. 11** beim Einsatz als Endeffektor eines Portalroboters **1406**. Die Anwendung ist dieselbe wie in der **Fig. 11**.

[0064] Schließlich zeigen die **Fig. 13A** bis **Fig. 13F** ein Umstapeln von chaotisch aufgestapelten plattenförmigen Objekten **1404**. Die Manipulation der plattenförmigen Objekte **1404** im oder am Manipulationsgreifer **1400** erfolgt im Prinzip in der **Fig. 13D**.

Patentansprüche

1. Manipulationsgreifer (10; 30; 1200; 1400) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, 306,..., 318; 404, 406,..., 412; 604, 606..., 612; 704; 902; 1102; 1302, 1304, 1306) zum Greifen und Manipulieren eines Objekts in einem Greifzustand des Manipulationsgreifers bzw. Manipulationsgreifersystemmoduls, umfassend
- mindestens eine anziehende Einheit (16; 624; 418; 618),

- mindestens zwei mittels einer Radantriebseinrichtung antreibbare Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106; 1310),
- mindestens eine Radantriebseinrichtung, und
- ein Trägersystem (12) zur Aufnahme der mindestens einen anziehenden Einheit, der mindestens zwei Räder und der mindestens einen Radantriebseinrichtung, wobei der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul so gestaltet ist, dass er bzw. es mindestens drei Abstützpunkte, die in einer Ebene angeordnet sind, zum Abstützen eines Objekts in einem Greifzustand bereitstellt, wobei mindestens eines der Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106; 1310) ein omnidirektionales Rad ist.

2. Manipulationsgreifer (10; 30; 1200; 1400) oder Manipulationsgreifersystemmodul nach Anspruch 1, wobei die anziehende Einheit ein Vakuumsauger oder ein Vakuumsauger mit selbstaktivierenden Schaltventilen ist oder mindestens eine Bernoulli-Düse oder mindestens einen Magneten, insbesondere Elektromagneten, aufweist.

3. Manipulationsgreifer (10; 30) oder Manipulationsgreifersystemmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens einem Teil der Räder jeweils eine Radantriebseinrichtung einzeln zugeordnet ist.

4. Manipulationsgreifer (10; 30; 1200; 1400) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, 306,..., 318; 404, 406,..., 412; 604, 606..., 612; 704; 902; 1102; 1302, 1304, 1306) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Radantriebseinrichtung einen Elektromotor aufweist.

5. Manipulationsgreifer (10) oder Manipulationsgreifersystemmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul genau zwei Räder (18) aufweist und die Wirkrichtungen der beiden Räder nicht parallel zueinander verlaufen.

6. Manipulationsgreifer (10; 30) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, ..., 318; 404, ..., 412; 604, ..., 612; 902; 1102) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul genau drei Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106) aufweist.

7. Manipulationsgreifer (10; 30) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, ..., 318; 404, ..., 412; 604, ..., 612; 902; 1102) nach Anspruch 6, wobei die Wirkrichtungen der drei Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106) so zueinander verlaufen, dass keine parallelen Wirkrichtungen vorliegen.

8. Manipulationsgreifer (10; 30) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, ..., 318; 404, ..., 412;

604, ..., 612; 902; 1102) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Wirkrichtungen der drei Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106) orthogonal oder nicht orthogonal zueinander verlaufen.

9. Manipulationsgreifer (10; 30) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, ..., 318; 404, ..., 412; 604, ..., 612; 902; 1102) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106) in den Seitenmitten eines gedachten gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind.

10. Manipulationsgreifer oder Manipulationsgreifersystemmodul nach Anspruch 9, wobei die Wirkrichtungen der Räder unter einem Winkel von 90° zu den Seiten des gedachten Dreiecks verlaufen oder mindestens eine der Wirkrichtungen der Räder unter einem Winkel ungleich 0° zur zugehörigen Seite des Dreiecks verläuft.

11. Manipulationsgreifer (10; 30; 1200; 1400) oder Manipulationsgreifersystemmodul (304, 306, ..., 318; 404, 406, ..., 412; 604, 606, ..., 612; 704; 902; 1102; 1302, 1304, 1306) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Trägersystem eine Trägerplatte (14; 34; 108; 208; 320; 416; 502; 614; 802; 904; 1002; 1104) zur Aufnahme der Räder und/oder der Einheit(en) aufweist.

12. Manipulationsgreifer (30) oder Manipulationsgreifersystemmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend mindestens eine mechanische Stütze (40) zum Bereitstellen eines der mindestens drei Abstützpunkte.

13. Manipulationsgreifer (30) oder Manipulationsgreifersystemmodul nach Anspruch 12, wobei die mechanische Stütze (40) ein passives omnidirektionales Rad, eine Kugelrolle oder ein Gleitkissen ist.

14. Manipulationsgreifer oder Manipulationsgreifersystemmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei er bzw. es mindestens einen Sensor zur Erfassung der Belegung eines Rades oder des Manipulationsgreifers oder des Manipulationsgreifersystemmoduls aufweist.

15. Manipulationsgreifer oder Manipulationsgreifersystemmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei er bzw. es eine Kamera zum Erfassen der Position eines Objekts bezogen auf den Manipulationsgreifer bzw. das Manipulationsgreifersystemmodul aufweist.

16. Manipulationsgreifersystem (300; 400; 600; 700; 900; 1100; 1300), umfassend eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Manipulationsgreifersystemmodulen nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und mindestens eine Steuereinrichtung, die mit den

Radantriebseinrichtungen zum, insbesondere individuellen, Ansteuern derselben verbunden ist.

17. Manipulationsgreifersystem (100; 200), umfassend eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Manipulationsgreifersystemmodulen (102; 104; 202; 206) zum Greifen und Manipulieren eines Objekts in einem Greifzustand von mindestens einem der Manipulationsgreifersystemmodule jeweils mit mindestens einer anziehenden Einheit, einem Rad (110; 212) und einer Radantriebseinrichtung zum Antreiben des Rades, und einem Trägersystem zur Aufnahme der mindestens einen anziehenden Einheit, des Rades und der Radantriebseinrichtung, wobei das Manipulationsgreifersystem so gestaltet ist, dass es mindestens drei Abstützpunkte, die in einer Ebene angeordnet sind, zum Abstützen eines Objekts in einem Greifzustand bereitstellt, wobei mindestens eines der Räder (18; 38; 322; 414; 616; 906; 1106; 1310) ein omnidirektionales Rad ist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

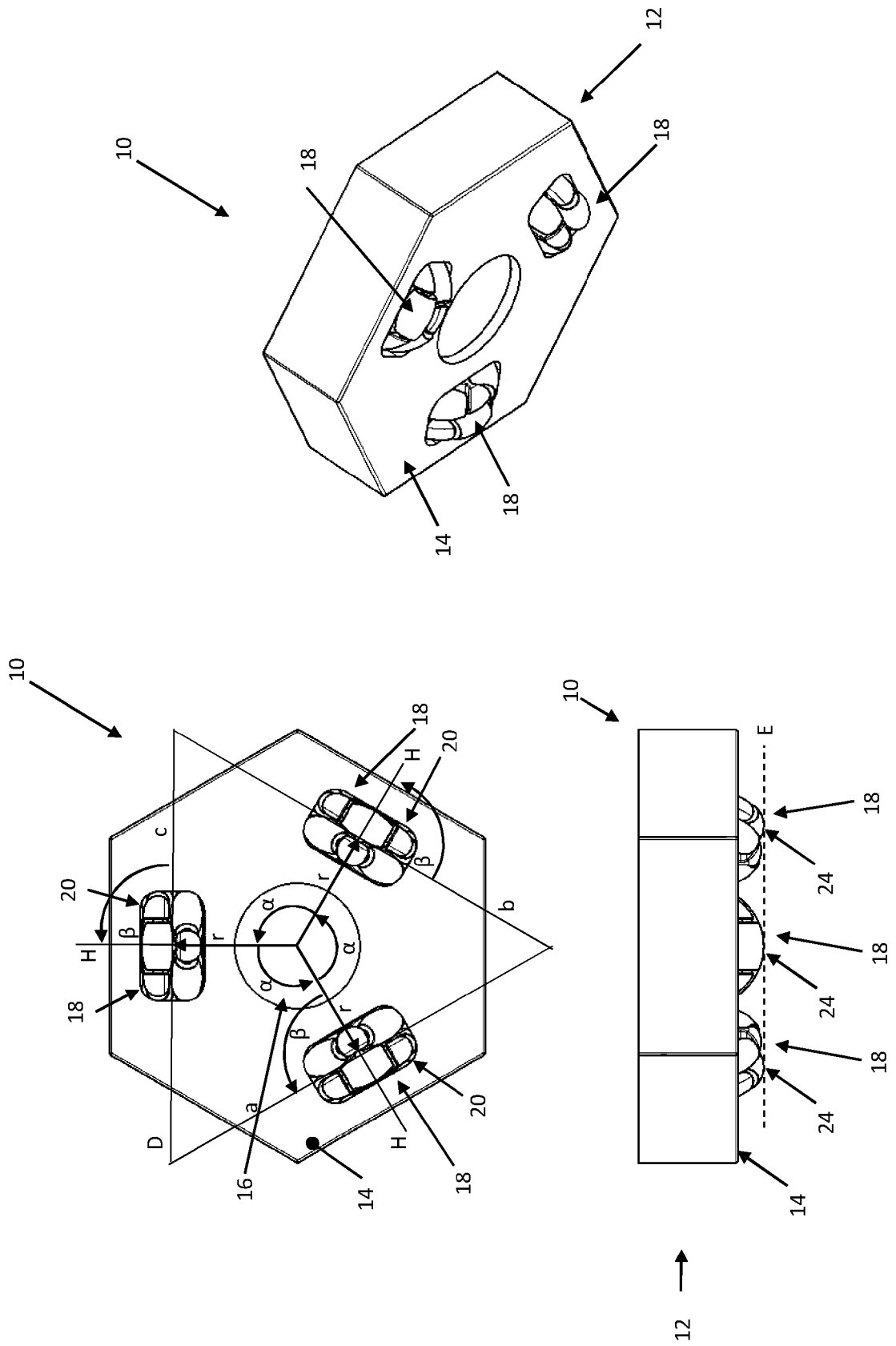


Fig. 2

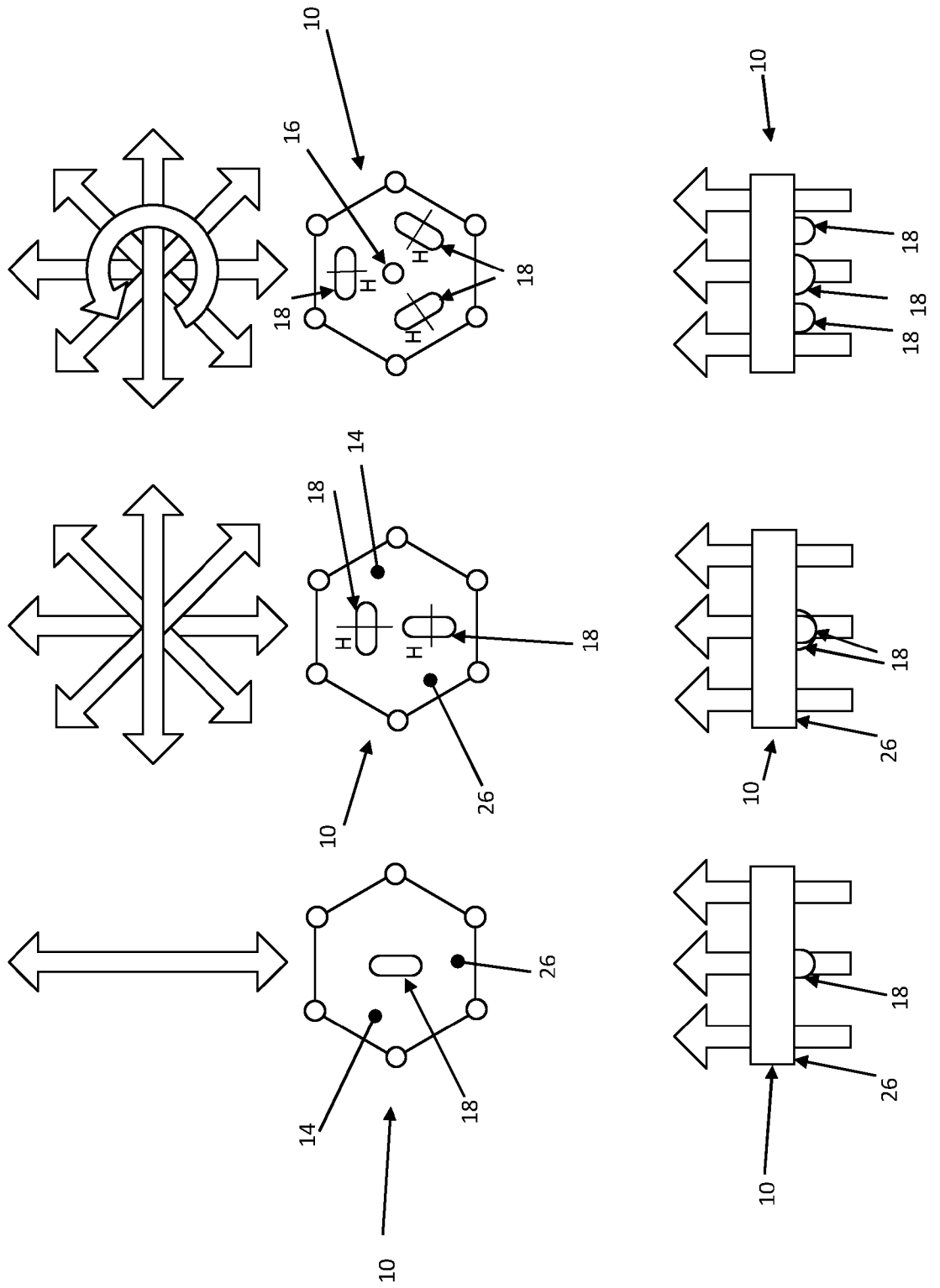


Fig. 3

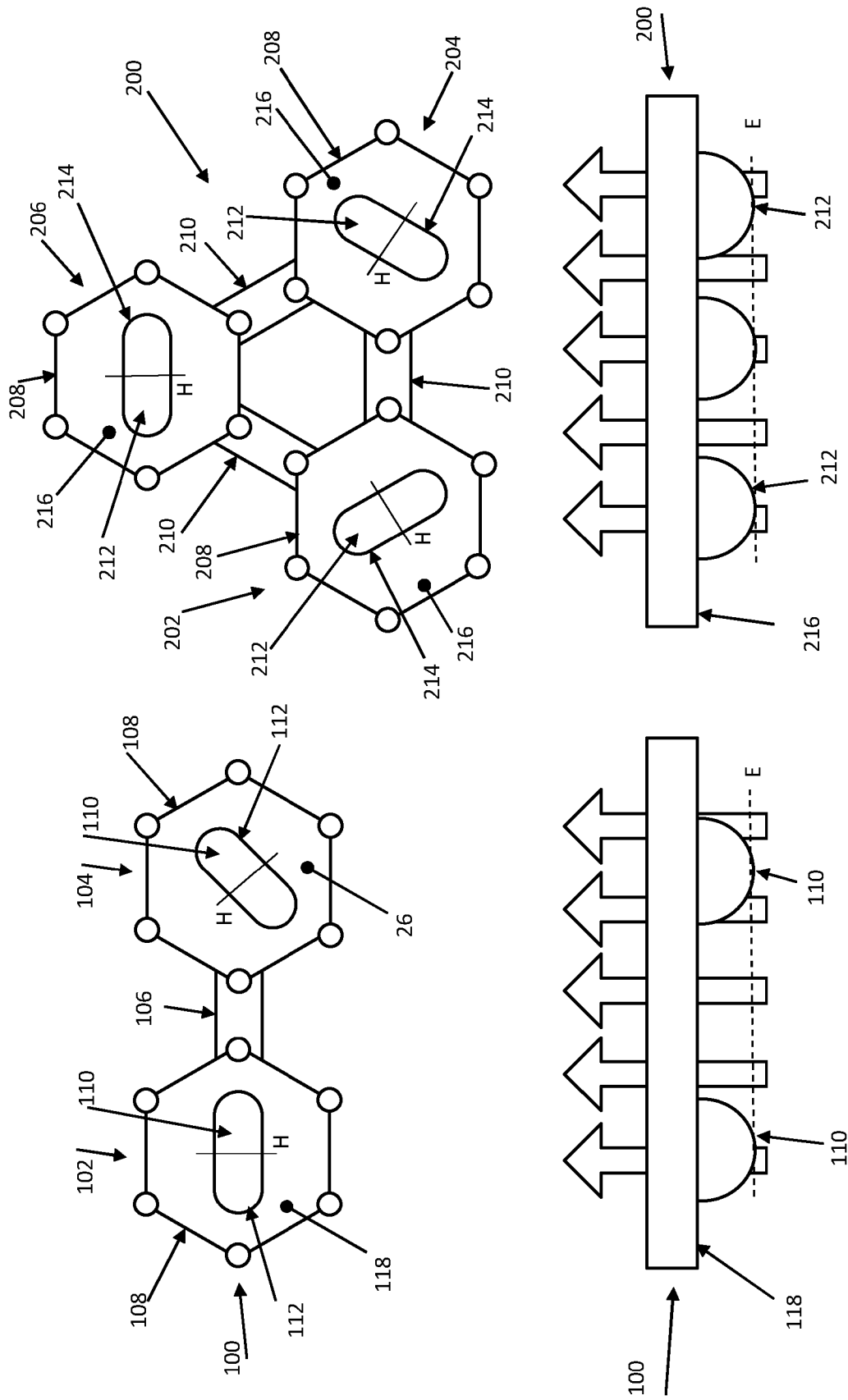


Fig. 4

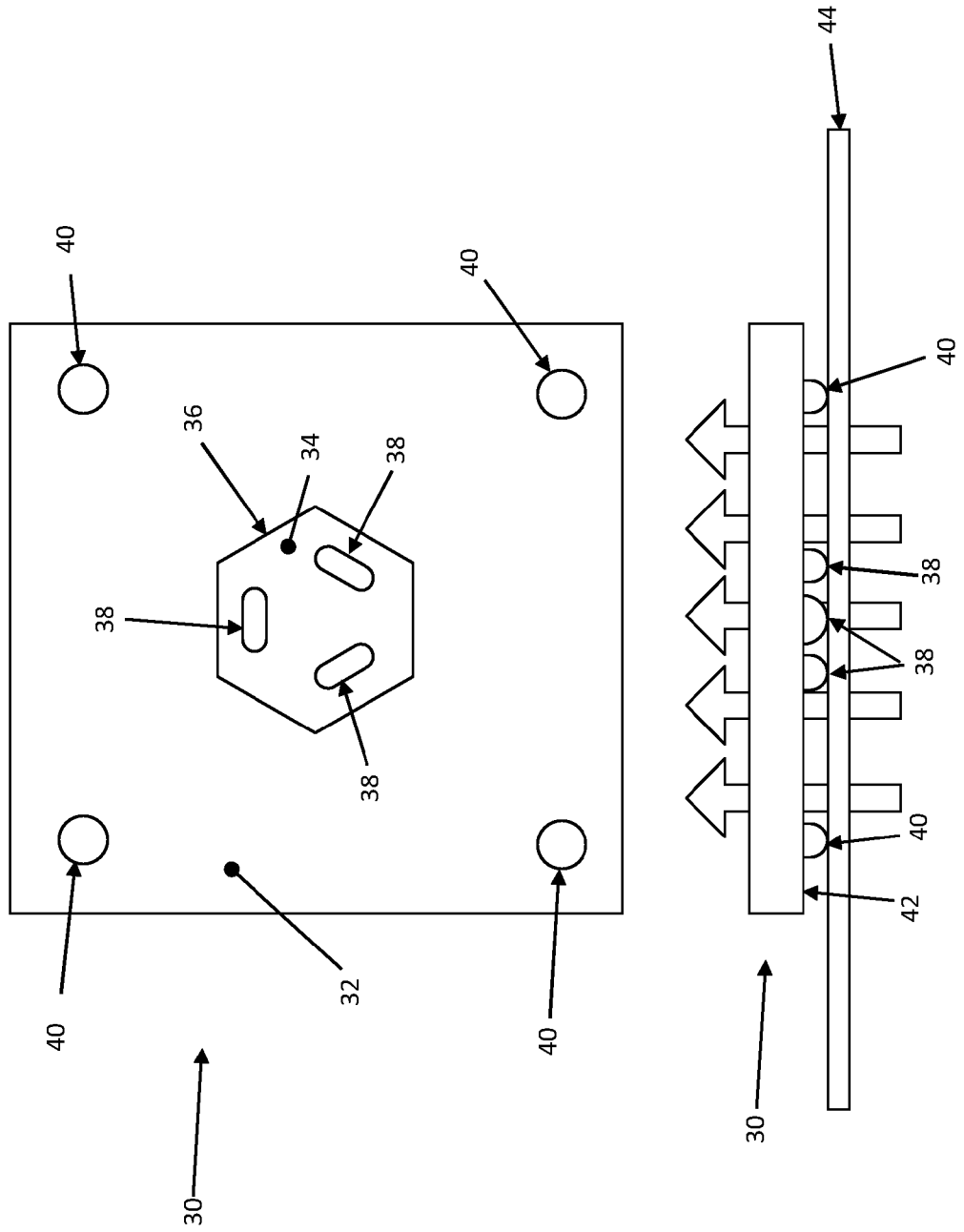


Fig. 5

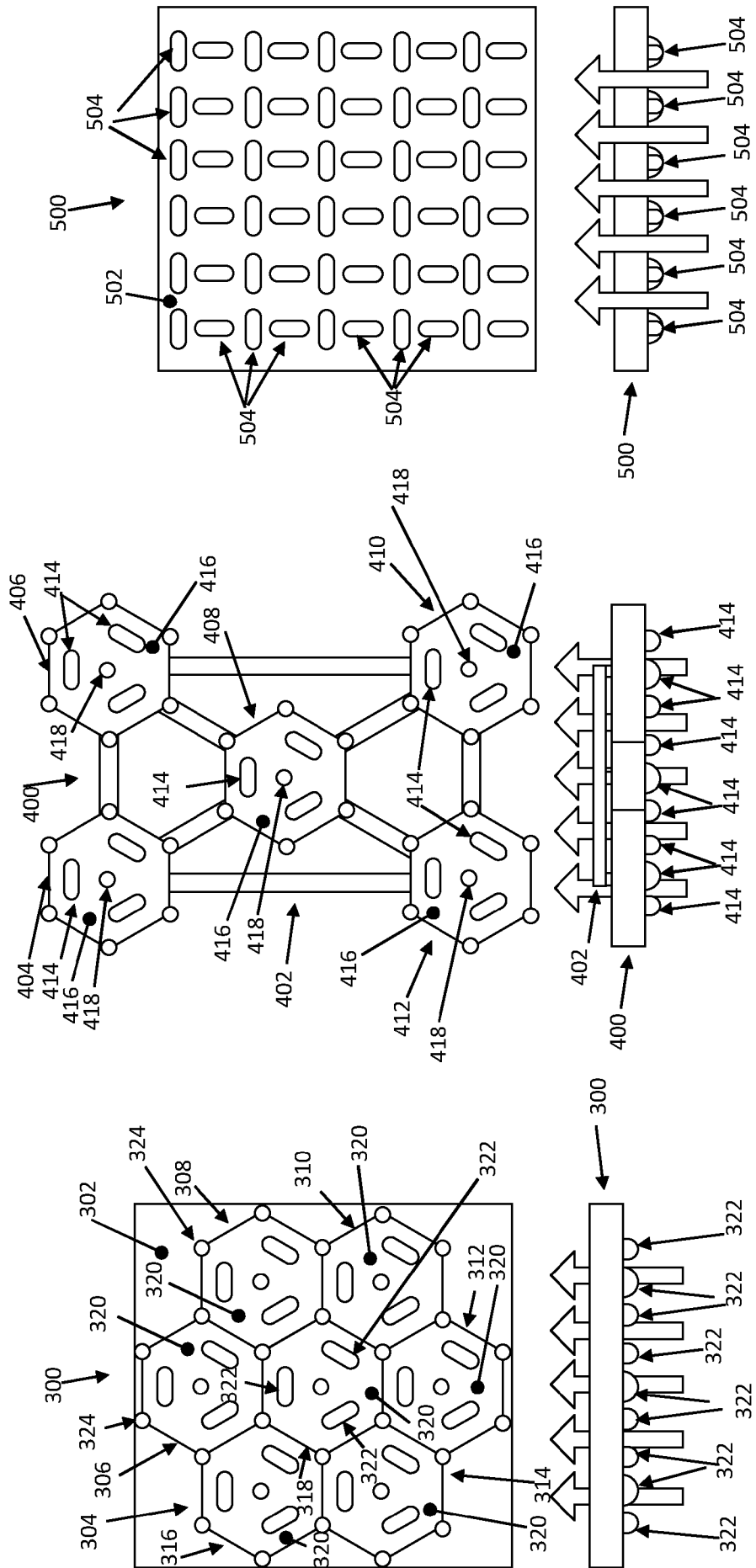


Fig. 6

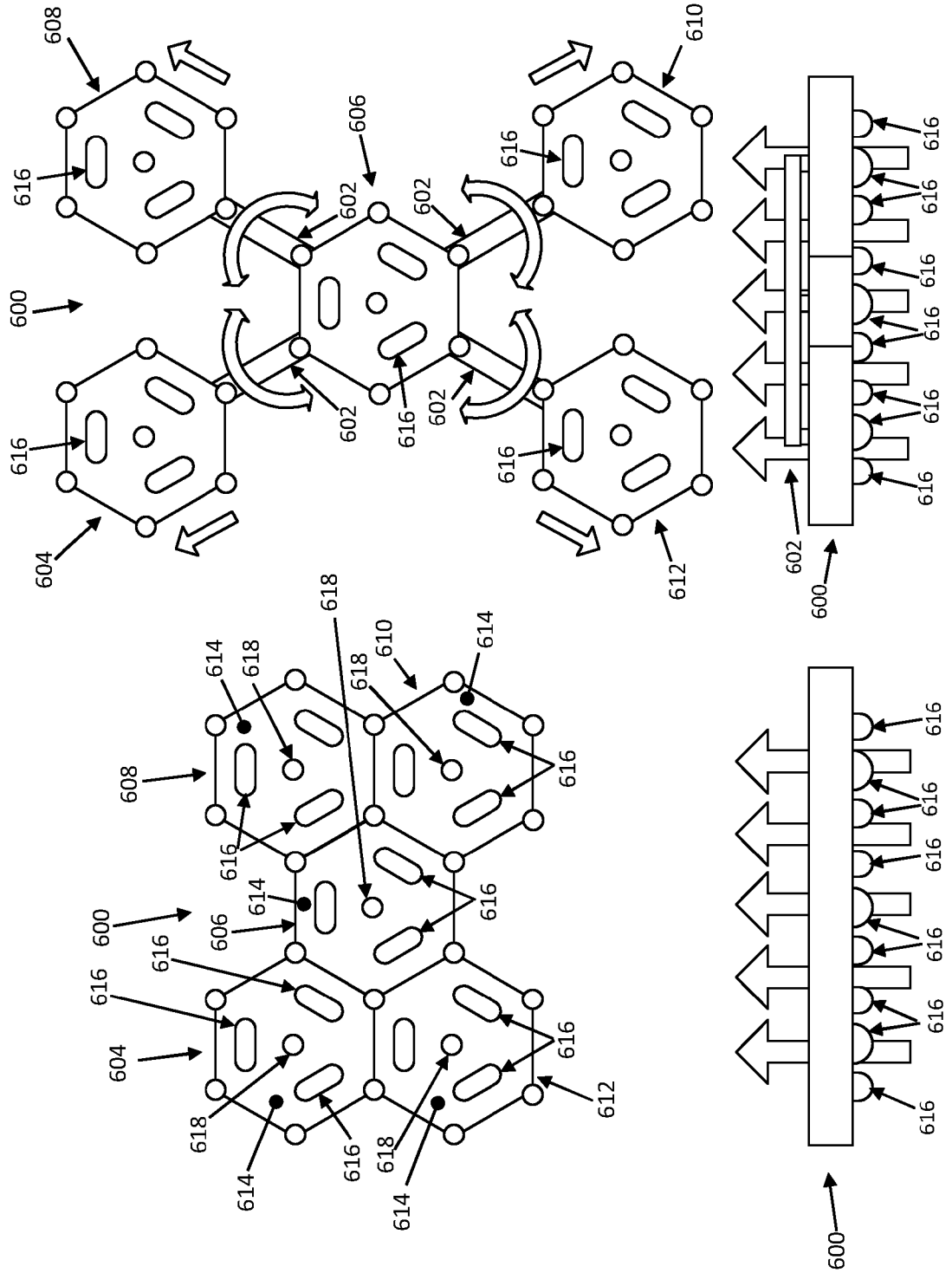


Fig. 7

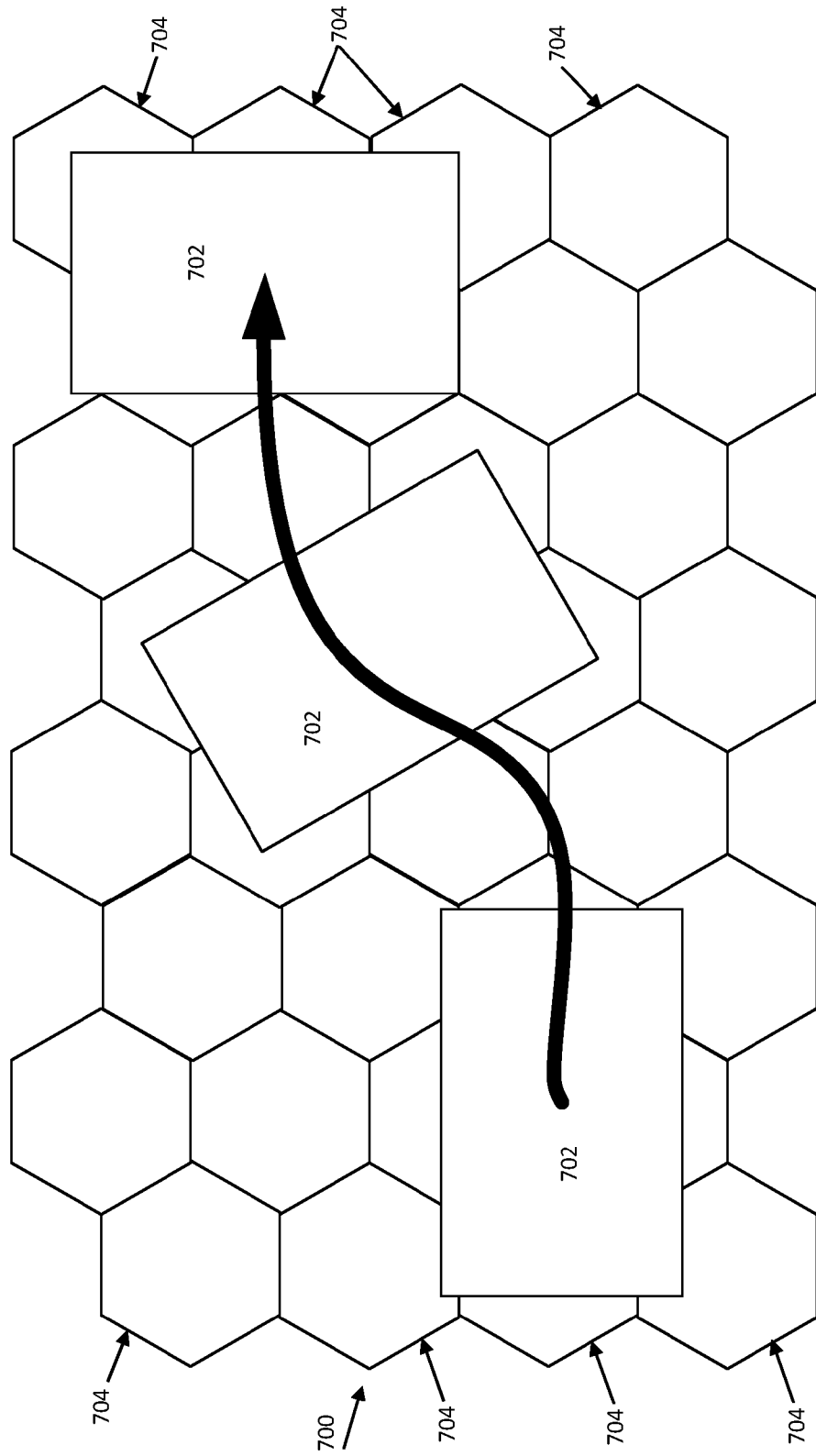
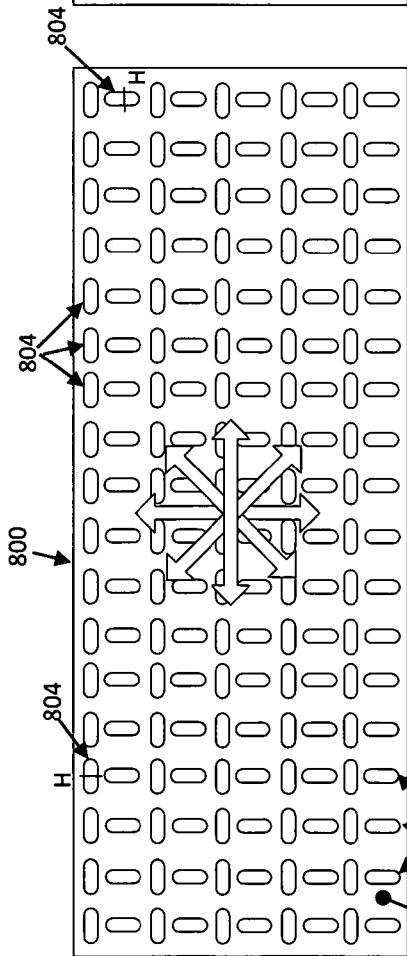
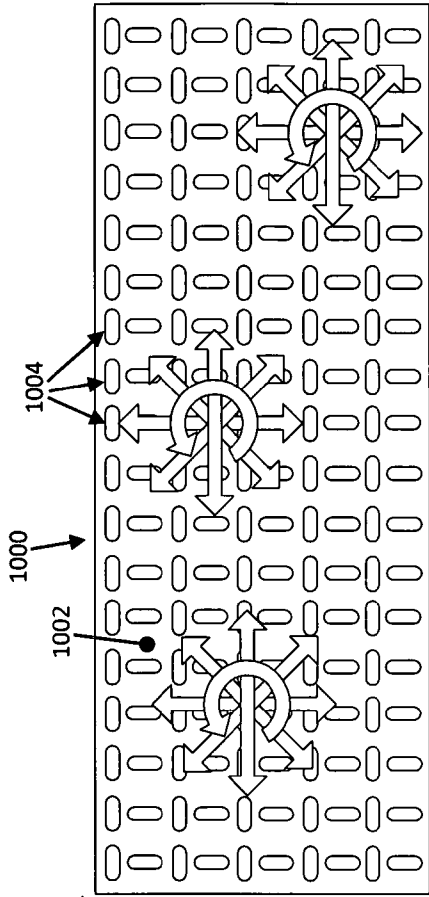


Fig. 8

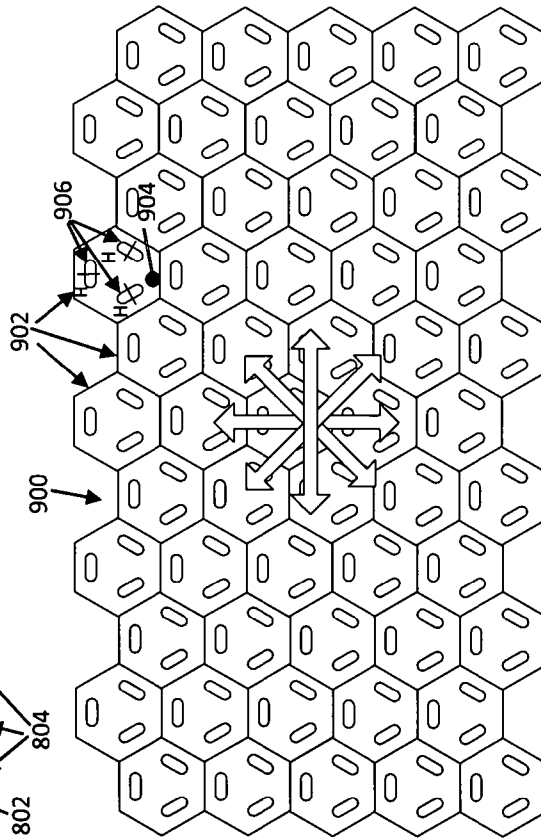
Figur 8 A



Figur 8 C



Figur 8 B



Figur 8 D

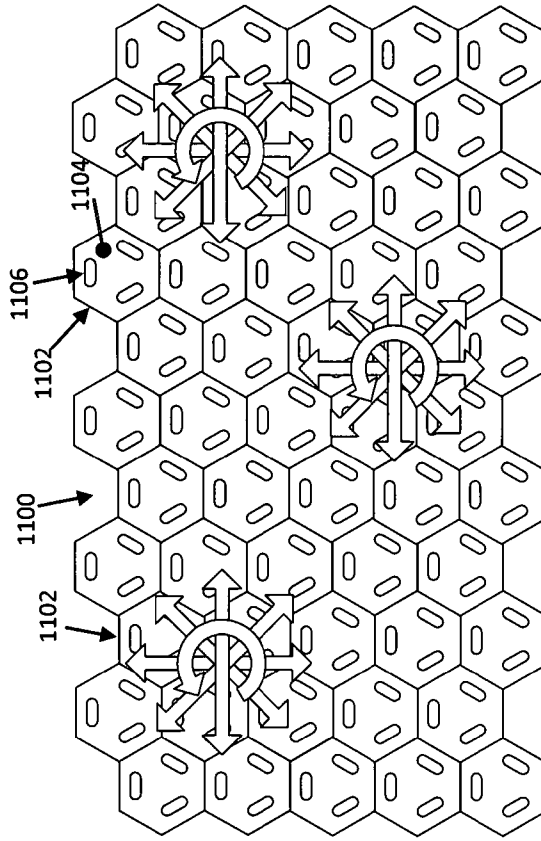


Fig. 9

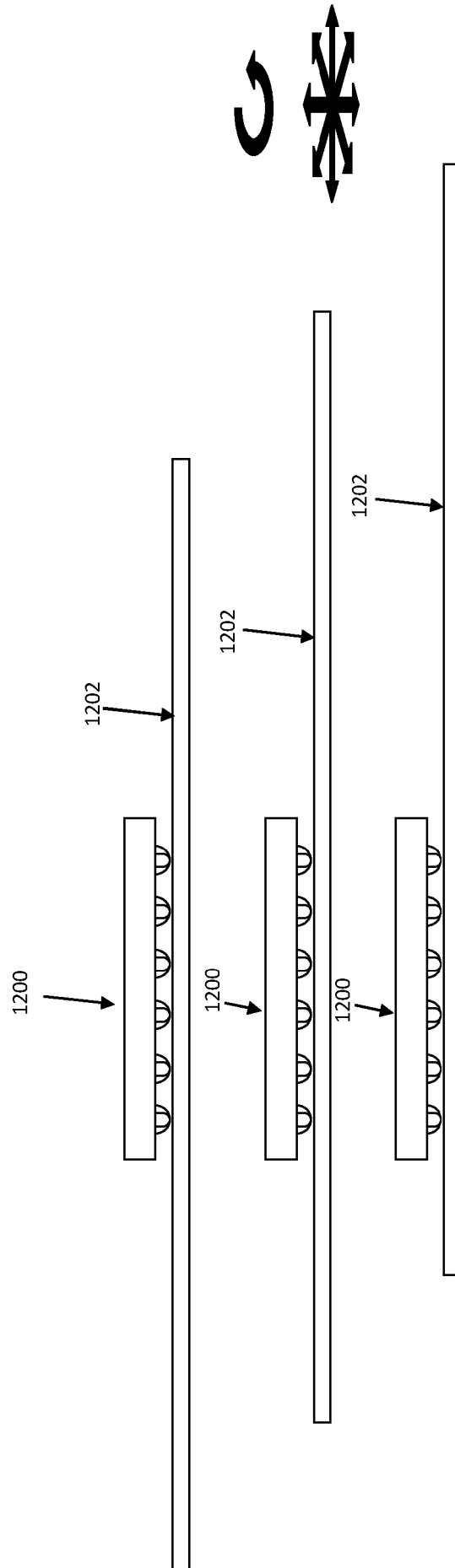
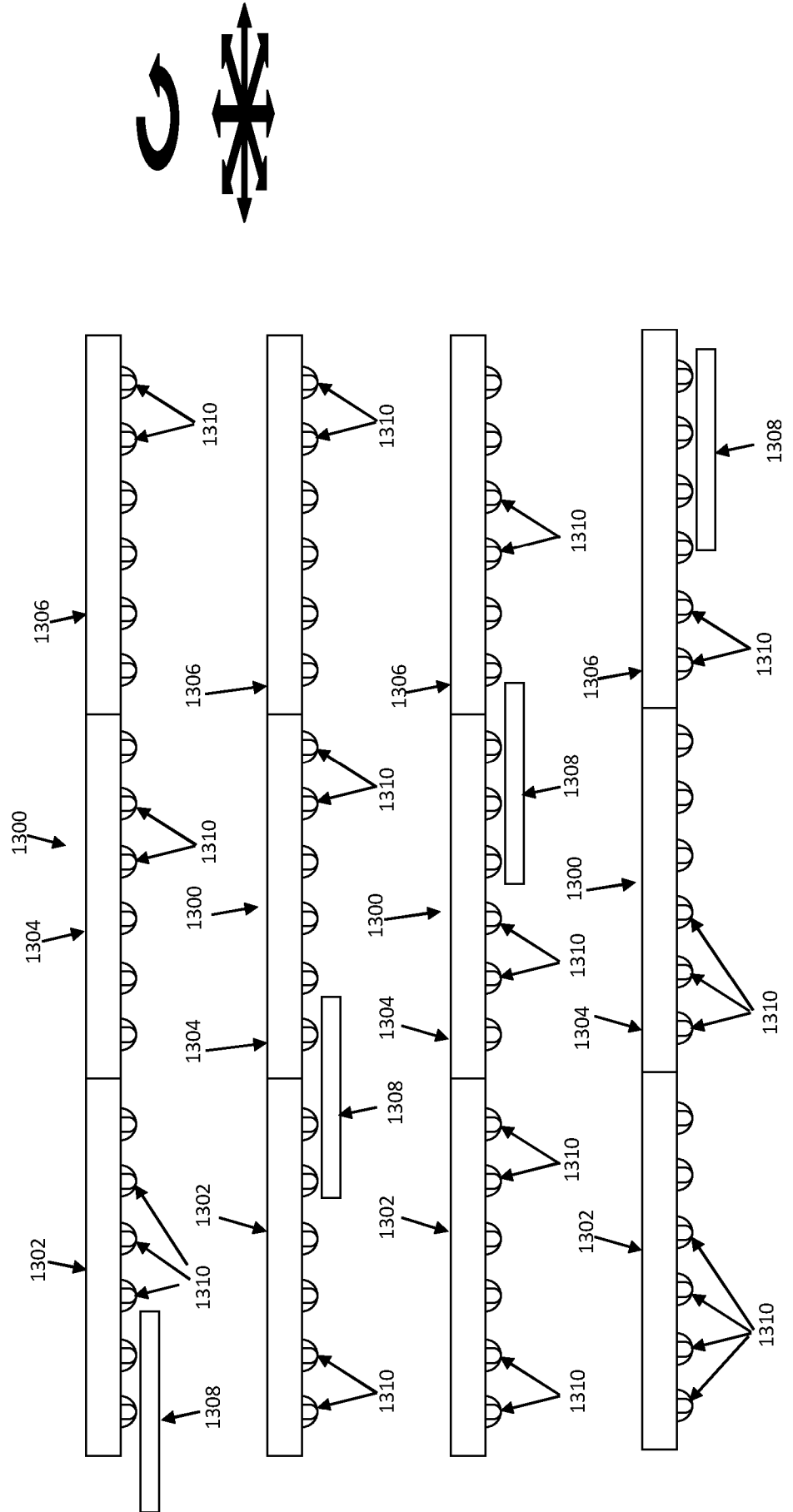


Fig. 10



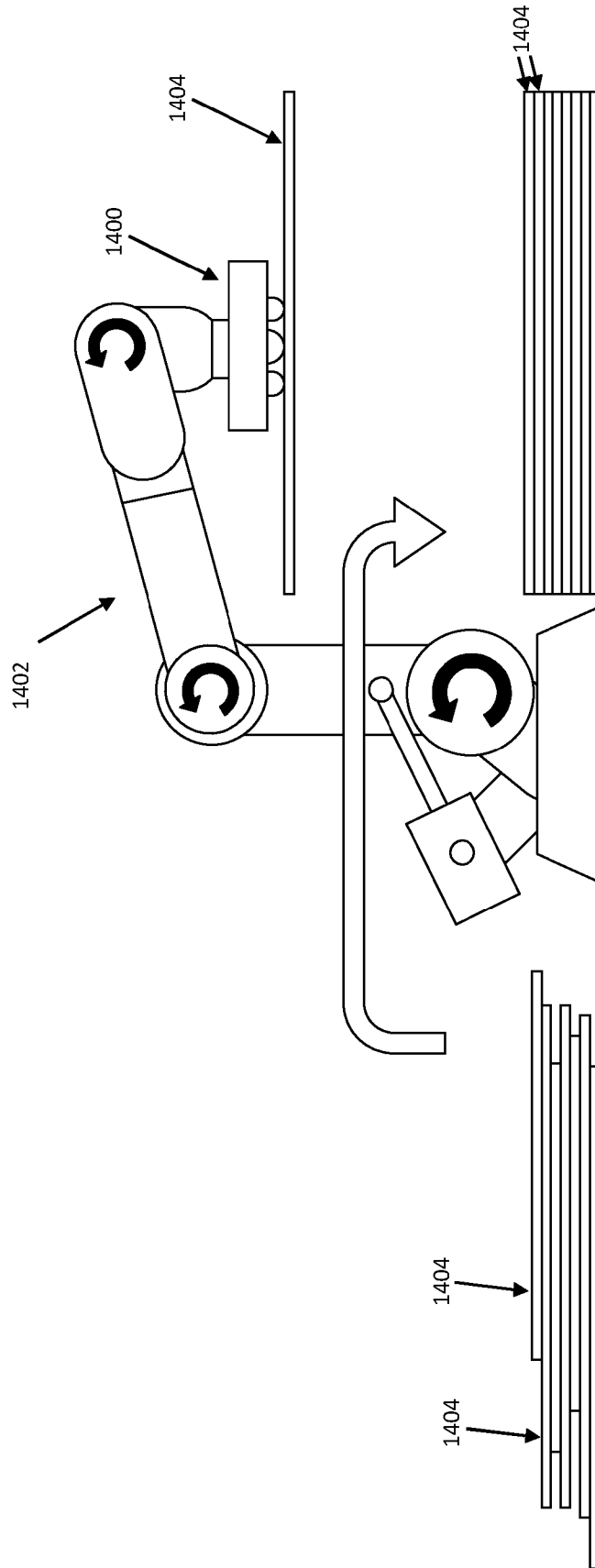


Fig. 11

Fig. 12

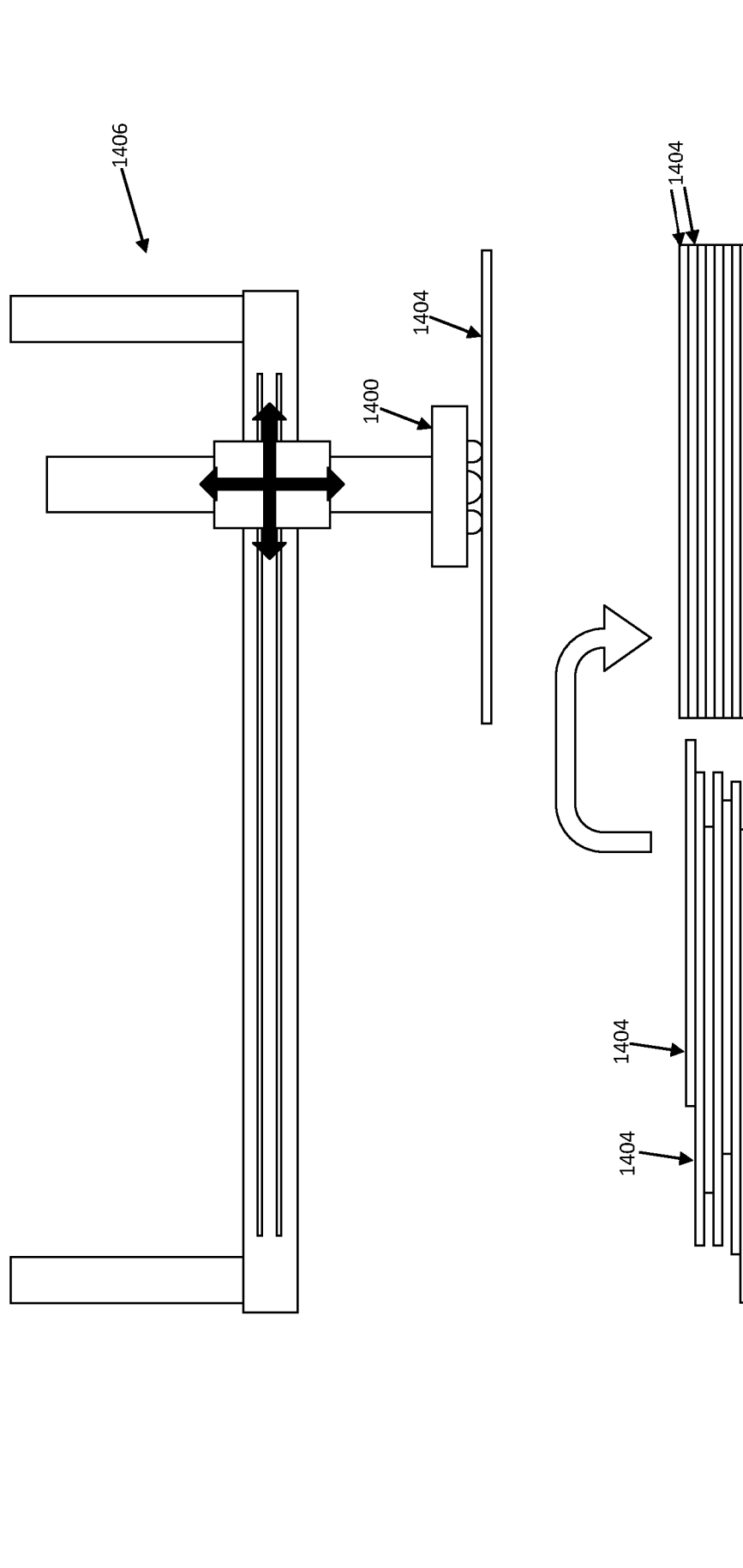


Fig. 13

