(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2020 122 701 A1** 2021.08.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 122 701.9**
(22) Anmeldetag: **31.08.2020**
(43) Offenlegungstag: **26.08.2021**

(51) Int Cl.: ***B25J 13/08*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/979,413	**20.02.2020**	**US**
16/945,370	**31.07.2020**	**US**

(74) Vertreter:
Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 86199 Augsburg, DE

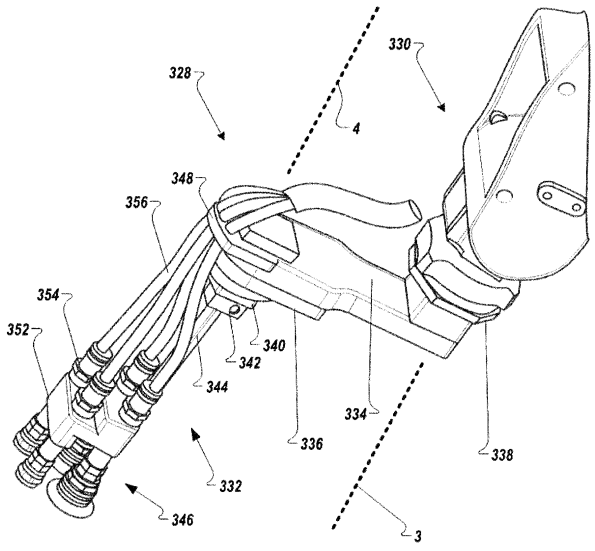
(71) Anmelder:
Mujin, Inc., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Mizoguchi, Hironori, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ROBOTERSYSTEM MIT GREIFMECHANISMUS**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Robotersystem. Das Robotersystem weist einen Endeffektor auf, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist, eine Sensoreinheit, die Kontaktinformationen überwacht, die von einem Kontaktgrenzsensor empfangen werden, und eine Steuereinrichtung, die mit der Sensoreinheit gekoppelt ist. Der Endeffektor weist eine Saugnapfanordnung zum Eingriff mit dem Objekt und den Kontaktgrenzsensor zum Erfassen eines dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Drucks auf, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor erfasst, dass der Druck einen Kontaktschwellenwert überschreitet. Die Steuereinrichtung führt eine Operation zur Steuerung des Endeffektors aus, um die Bewegung des Endeffektors in Richtung des Objekts auf der Grundlage der empfangenen Kontaktinformationen zu begrenzen, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Robotersysteme und insbesondere Systeme mit einem Greifmechanismus.

HINTERGRUND

[0002] Mit ihrer ständig steigenden Leistung und den sinkenden Kosten werden viele Roboter (z.B. Maschinen, die so konfiguriert sind, dass sie automatisch/autonom physische Aktionen ausführen) heute in vielen Bereichen umfassend eingesetzt. Roboter können z.B. zur Ausführung verschiedener Aufgaben (z.B. Manipulation oder Transfer eines Objekts durch den Raum) in der Fertigung und/oder Montage, beim Packen und/oder Verpacken, Transport und/oder Versand usw. eingesetzt werden. Bei der Ausführung der Aufgaben können die Roboter menschliche Handlungen nachahmen und dadurch menschliche Eingriffe ersetzen oder reduzieren, die sonst zur Ausführung gefährlicher oder sich wiederholender Aufgaben erforderlich sind.

[0003] Trotz des technologischen Fortschritts fehlt es Robotern jedoch häufig an der nötigen Raffinesse, um menschliche Interaktionen zu duplizieren, die für die Ausführung größerer und/oder komplexerer Aufgaben erforderlich sind. Beispielsweise sind verwandte Systeme des Standes der Technik nicht in der Lage zu erkennen, ob sich die von einem Greifer oder Manipulator aufgebrachte Kraft im Zusammenhang mit dem sicheren Greifen und/oder Aufnehmen eines Objekts Schwellenwerten nähert oder diese überschreitet, ohne dass das Objekt beschädigt wird. In einer solchen Situation kann ein Roboter die empfindlichen Gegenstände beschädigen, ohne zu erkennen, dass die Greiferkraft die Sicherheitsgrenzwerte überschritten hat. Dementsprechend besteht weiterhin Bedarf an verbesserten Techniken und Systemen für das Management von Operationen und/oder Interaktionen zwischen Robotern und zu bearbeitenden Objekten.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] Aspekte der vorliegenden Erfindung können ein Robotersystem umfassen. Das Robotersystem kann einen Endeffektor enthalten, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist, eine Sensoreinheit, die Kontaktinformationen überwacht, die von einem Kontaktgrenzsensor empfangen werden, und eine Steuereinrichtung, die mit der Sensoreinheit gekoppelt ist. Der Endeffektor kann eine Saugnapfanordnung enthalten, die so konfiguriert ist, dass sie mit dem Objekt in Eingriff kommt, und einen Kontaktgrenzsensor, der so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor erfasst, dass der Druck einen Kontaktschwellenwert überschreitet. Die Steuereinrichtung kann so konfiguriert sein, dass sie eine Operation zur Steuerung des Endeffektors ausführt, um die Bewegung des Endeffektors in Richtung des Objekts auf der Grundlage der empfangenen Kontaktinformationen zu begrenzen, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

[0005] Weitere Aspekte der vorliegenden Erfindung können eine Objekthandhabungseinheit einschließlich eines Roboterarms und einen Endeffektor aufweisen, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist. Der Endeffektor kann eine Saugnapfanordnung umfassen, die so konfiguriert ist, dass sie mit dem Objekt in Eingriff kommt, und einen Kontaktgrenzsensor, der so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor erfasst, dass der Druck einen Kontaktschwellenwert überschreitet, und wobei die übertragenen Kontaktinformationen bewirken, dass die Bewegung des Endeffektors in Richtung des Objekts begrenzt wird, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

[0006] Weitere Aspekte der vorliegenden Erfindung können eine Greiferbefestigung für ein Objekthandhabungssystem mit einem Endeffektor umfassen, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist. Der Endeffektor kann eine Saugnapfanordnung umfassen, die so konfiguriert ist, dass sie das Objekt ergreift, sowie einen Kontaktgrenzsensor. Die Saugnapfanordnung kann ein Gehäuse, einen ersten Saugnapf, der so konfiguriert ist, dass er an eine Vakuumdruckquelle gekoppelt werden kann, wobei der erste Saugnapf relativ zum Gehäuse verschiebbar ist, und einen zweiten Saugnapf, der an eine Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, aufweisen, wobei der zweite Saugnapf relativ zum Gehäuse und unabhängig vom ersten Saugnapf verschiebbar ist. Der Kontaktgrenzsensor ist so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes und des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor erfasst, dass der Druck eine Kontaktschwelle überschreitet, und wobei die übertragenen Kontaktinformationen bewirken, dass die Bewegung des Endeffektors in Richtung des Objekts begrenzt wird, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

[0007] Bestimmte Ausführungsformen der Erfindung weisen andere Schritte oder Elemente zusätzlich zu oder anstelle der oben erwähnten auf. Die Schrit-

te oder Elemente werden für den Fachmann aus der Lektüre der folgenden detaillierten Beschreibung, wenn sie unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen vorgenommen wird, ersichtlich.

Figurenliste

[0008] Die beispielhafte(n) Ausführungsform(en) der vorliegenden Erfindung wird (werden) anhand der folgenden Abbildungen ausführlich beschrieben, wobei

Fig. 1 eine Darstellung einer Beispielumgebung ist, in der ein Robotersystem gemäß beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird;

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm ist, das das Robotersystem gemäß beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 3A und **Fig. 3B** einen Roboterarm gemäß beispielhaften Implementierungen der vorliegenden Erfindung zeigen;

Fig. 4A-4E verschiedene Ansichten des Endeffektors des Roboterarms gemäß beispielhaften Implementierungen der vorliegenden Erfindung veranschaulichen;

Fig. 5 eine Schnittansicht des Endeffektors von **Fig. 4A** entlang der Linie V-V' zeigt;

Fig. 6A-6F perspektivische Ansichten eines Endeffektors gemäß beispielhaften Implementierungen der vorliegenden Erfindung sind;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Roboterarms gemäß beispielhaften Implementierungen der vorliegenden Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0009] In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details dargelegt, um ein gründliches Verständnis der gegenwärtig offengelegten Technologie zu ermöglichen. In anderen Ausführungsformen können die hier vorgestellten Techniken auch ohne diese spezifischen Details ausgeführt werden. In anderen Fällen werden bekannte Merkmale, wie z.B. spezifische Funktionen oder Routinen, nicht im Detail beschrieben, um die vorliegende Offenbarung nicht unnötig zu verschleiern. Bezugnahmen in dieser Beschreibung auf „eine Ausführungsform“ oder dergleichen bedeuten, dass ein bestimmtes Merkmal, eine Struktur, ein Material oder eine Eigenschaft, das/die beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung enthalten ist. Daher bezieht sich das Vorkommen aller solcher Ausdrücke in dieser Beschreibung nicht notwendigerweise auf dieselbe Ausführungsform. Andererseits schließen sich solche Bezugnahmen aber auch nicht notwendigerweise gegenseitig aus. Darüber hinaus können die besonderen Merkmale, Strukturen, Materialien oder Eigenschaften in einer oder mehreren Ausführungsformen in jeder geeigneten Weise kombiniert werden.

[0010] Es sollte klar sein, dass die verschiedenen Ausführungsformen, die in den Figuren gezeigt werden, lediglich illustrative Darstellungen sind. Darüber hinaus sind die Zeichnungen, die Ausführungsformen des Systems zeigen, halbschematisch und nicht maßstabsgetreu, und insbesondere dienen einige der Abmessungen der Klarheit der Darstellung und sind in den Zeichnungsfiguren übertrieben dargestellt. Auch wenn die Ansichten in den Zeichnungen aus Gründen der leichteren Beschreibbarkeit im Allgemeinen ähnliche Ausrichtungen aufweisen, ist diese Darstellung in den Abbildungen größtenteils willkürlich. Im Allgemeinen kann die Erfindung in jeder beliebigen Ausrichtung betrieben werden.

[0011] Einige Details, die Strukturen oder Prozesse beschreiben, die bekannt sind und oft mit Robotersystemen und Subsystemen in Verbindung gebracht werden, die aber einige wichtige Aspekte der offenbarten Techniken unnötig verdecken können, werden in der folgenden Beschreibung aus Gründen der Klarheit nicht dargelegt. Darüber hinaus, obwohl die folgende Offenbarung mehrere Ausführungsformen verschiedener Aspekte der gegenwärtigen Technologie darlegt, können mehrere andere Ausführungsformen andere Konfigurationen oder andere Komponenten als die hier beschriebenen haben. Dementsprechend können die offenbarten Techniken andere Ausführungsformen mit zusätzlichen Elementen oder ohne mehrere der unten beschriebenen Elemente haben.

[0012] Viele Ausführungsformen oder Aspekte der vorliegenden Erfindung, die im Folgenden beschrieben werden, können die Form von computerausführbaren oder von einer Steuereinrichtung ausführbaren Befehlen haben, einschließlich Routinen, die von einem programmierbaren Computer oder einer Steuereinrichtung ausgeführt werden. Diejenigen, die sich im entsprechenden Stand der Technik auskennen, werden es zu schätzen wissen, dass die offenbarten Techniken auf anderen als den nachstehend gezeigten und beschriebenen Computer- oder Steuereinrichtungssystemen ausgeführt werden können. Die hier beschriebenen Techniken können in einem Spezial-Computer oder -Datenprozessor eingesetzt werden, der speziell programmiert, konfiguriert oder konstruiert ist, um eine oder mehrere der unten beschriebenen computerausführbaren Instruktionen auszuführen. Dementsprechend beziehen sich die hier allgemein verwendeten Begriffe „Computer“ und „Steuereinrichtung“ auf jeden Datenprozessor und können Internet-Geräte und tragbare Geräte einschließen, einschließlich Palmtop-Computer, tragbare Computer, Mobiltelefone, Multiprozessorsysteme, prozessorbasierte oder programmierbare Unter-

haltungselektronik, Netzwerk-Computer, Mini-Computer und dergleichen. Informationen, die von diesen Computern und Controllern verarbeitet werden, können auf jedem geeigneten Anzeigemedium, einschließlich einer Flüssigkristallanzeige (LCD), dargestellt werden. Instruktionen zur Ausführung von Computer- oder Steuereinrichtung-ausführbaren Aufgaben können in oder auf jedem geeigneten computerlesbaren Medium gespeichert werden, einschließlich Hardware, Firmware oder einer Kombination aus Hardware und Firmware. Instruktionen können in jedem geeigneten Speichergerät enthalten sein, einschließlich z.B. einem Flash-Laufwerk, einem USB-Gerät und/oder einem anderen geeigneten Medium.

[0013] Die Begriffe „gekoppelt" und „verbunden" zusammen mit ihren Abwandlungen können hier verwendet werden, um strukturelle Beziehungen zwischen Komponenten zu beschreiben. Es ist zu verstehen, dass diese Begriffe nicht als Synonyme füreinander gedacht sind. Vielmehr kann in besonderen Ausführungsformen „verbunden" verwendet werden, um anzuzeigen, dass zwei oder mehr Elemente in direktem Kontakt miteinander stehen. Sofern sich aus dem Kontext nichts anderes ergibt, kann der Begriff „gekoppelt" verwendet werden, um anzuzeigen, dass zwei oder mehr Elemente entweder in direktem oder indirektem (mit anderen dazwischen liegenden Elementen) Kontakt miteinander stehen oder dass die zwei oder mehr Elemente kooperieren oder interagieren (z.B. wie in einer Ursache-Wirkungs-Beziehung, wie für Signalübertragung/-empfang oder für Funktionsaufrufe), oder beides.

[0014] Die folgenden Ausführungsformen werden ausreichend detailliert beschrieben, um es den Fachleuten zu ermöglichen, die Erfindung zu machen und zu benutzen. Es ist davon auszugehen, dass andere Ausführungsformen auf der Grundlage der vorliegenden Offenbarung offensichtlich wären und dass System-, Verfahrens- oder mechanische Änderungen vorgenommen werden können, ohne dass der Schutzumfang einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verlassen wird.

[0015] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** wird dort eine Beispielumgebung gezeigt, in der ein Robotersystem **100** mit einem Mechanismus zur Handhabung von Objekten arbeiten kann. Die Betriebsumgebung für das Robotersystem **100** kann eine oder mehrere Strukturen, wie z.B. Roboter oder Robotervorrichtungen, umfassen, die für die Ausführung einer oder mehrerer Aufgaben konfiguriert sind. Aspekte der hier dargestellten Objekthandhabungsmechanismen können durch die verschiedenen Strukturen ausgeübt oder implementiert werden.

[0016] In dem in **Fig. 1** dargestellten Beispiel kann das Robotersystem **100** eine Entladeeinheit **102**, eine Transfereinheit **104**, eine Transporteinheit **106**, eine Ladeeinheit **108** oder eine Kombination davon in einem Lager, einem Verteilerzentrum oder einem Versandzentrum umfassen. Jede der Einheiten im Robotersystem **100** kann so konfiguriert sein, dass sie eine oder mehrere Aufgaben ausführt. Die Aufgaben können nacheinander kombiniert werden, um eine Operation durchzuführen, mit der ein Ziel erreicht wird, z.B. das Entladen von Objekten aus einem Fahrzeug, z.B. einem Lastwagen, Anhänger, Lieferwagen oder Eisenbahnwaggon, zur Lagerung in einem Lagerhaus oder das Entladen von Objekten aus Lagerorten und deren Verladung auf ein Fahrzeug zum Versand. In einem anderen Beispiel kann die Aufgabe das Bewegen von Objekten von einem Ort, wie z.B. einem Container, Behälter, Käfig, Korb, Regal, Plattform, Palette oder Förderband, zu einem anderen Ort einschließen. Jede der Einheiten kann so konfiguriert sein, dass sie eine Folge von Aktionen ausführt, wie z.B. den Betrieb einer oder mehrerer Komponenten darin, um eine Aufgabe auszuführen.

[0017] In einigen Ausführungsformen kann die Aufgabe die Interaktion mit einem Zielobjekt **112** beinhalten, wie z.B. Manipulation, Bewegung, Neuausrichtung oder eine Kombination davon, des Objekts. Das Zielobjekt **112** ist das Objekt, das vom Robotersystem **100** gehandhabt werden soll. Genauer gesagt kann das Zielobjekt **112** das spezifische Objekt unter vielen Objekten sein, das das Ziel einer Operation oder Aufgabe des Robotersystems **100** ist. Zum Beispiel kann das Zielobjekt **112** das Objekt sein, für das das Robotersystem **100** das Objekt ausgewählt hat oder das gerade gehandhabt, manipuliert, bewegt, neu ausgerichtet wird oder eine Kombination davon. Das Zielobjekt **112** kann/können z.B. Schachteln, Kisten, Rohre, Pakete, Bündel, ein Sortiment von Einzelartikeln oder jedes andere Objekt sein, das vom Robotersystem **100** gehandhabt werden kann.

[0018] Als Beispiel kann die Aufgabe die Übertragung des Zielobjekts **112** von einer Objektquelle **114** zu einem Aufgabenort **116** umfassen. Die Objektquelle **114** ist ein Behälter für die Lagerung von Objekten. Die Objektquelle **114** kann zahlreiche Konfigurationen und Formen aufweisen. Beispielsweise kann die Objektquelle **114** eine Plattform mit oder ohne Wände sein, auf der Objekte platziert oder gestapelt werden können, wie z.B. eine Palette, ein Regal oder ein Förderband. Als weiteres Beispiel kann die Objektquelle **114** ein teilweise oder vollständig geschlossener Behälter mit Wänden oder Deckeln sein, in dem Objekte platziert werden können, wie z.B. ein Kasten, Käfig oder Korb. In einigen Ausführungsformen können die Wände der Objektquelle **114**, die teilweise oder vollständig umschlossen sein kann, transparent sein oder Öffnungen oder Spalte verschiedener Größe aufweisen, so dass Teile der darin enthaltenen Objekte durch die Wände hindurch sichtbar oder teilweise sichtbar sein können.

[0019] **Fig. 1** veranschaulicht Beispiele der möglichen Funktionen und Operationen, die von den verschiedenen Einheiten des Robotersystems **100** bei der Handhabung des Zielobjekts **112** ausgeführt werden können, und es wird davon ausgegangen, dass die Umgebung und die Bedingungen von den nachstehend beschriebenen abweichen können. Zum Beispiel kann die Entladeeinheit **102** ein Fahrzeug-Entladeroboter sein, der so konfiguriert ist, dass er das Zielobjekt **112** von einem Ort in einem Träger, wie z.B. einem Lastwagen, zu einem Ort auf einem Förderband transportiert. Auch die Transfereinheit **104**, wie z.B. ein Palettierroboter, kann so konfiguriert sein, dass sie das Zielobjekt **112** von einem Ort auf dem Förderband zu einem Ort auf der Transporteinheit **106** transferiert, z.B. zum Laden des Zielobjekts **112** auf eine Palette auf der Transporteinheit **106**. In einem anderen Beispiel kann die Transfereinheit **104** ein Stückgut-Kommissionierroboter sein, der so konfiguriert sein kann, dass er das Zielobjekt **112** von einem Behälter in einen anderen Behälter überführt. Nach Abschluss des Vorgangs kann die Transporteinheit **106** das Zielobjekt **112** von einem Bereich, der der Transfereinheit **104** zugeordnet ist, zu einem Bereich, der der Ladeeinheit **108** zugeordnet ist, transferieren, und die Ladeeinheit **108** kann das Zielobjekt **112**, z.B. durch Bewegen der Palette mit dem Zielobjekt **112**, von der Transfereinheit **104** zu einem Lagerort, z.B. einem Platz auf den Regalen, transferieren. Einzelheiten zu der Aufgabe und den damit verbundenen Aktionen werden im Folgenden beschrieben.

[0020] Zur Veranschaulichung wird das Robotersystem **100** im Kontext eines Versandzentrums beschrieben; es wird jedoch davon ausgegangen, dass das Robotersystem **100** so konfiguriert sein kann, dass es Aufgaben in anderen Umgebungen oder für andere Zwecke ausführen kann, z. B. für Fertigung, Montage, Verpackung, Gesundheitswesen oder andere Arten der Automatisierung. Es wird auch davon ausgegangen, dass das Robotersystem **100** andere Einheiten, wie z.B. Manipulatoren, Serviceroboter oder modulare Roboter umfassen kann, die nicht in **Fig. 1** dargestellt sind. Zum Beispiel kann das Robotersystem **100** in einigen Ausführungsformen eine Entpalettiereinheit zum Transferieren der Objekte von Käfigen, Wagen oder Paletten auf Förderer oder andere Paletten, eine Behälterwechseleinheit zum Transferieren der Objekte von einem Behälter in einen anderen, eine Verpackungseinheit zum Einwickeln der Objekte, eine Sortiereinheit zum Gruppieren der Objekte nach einem oder mehreren Merkmalen davon, eine Stückgut-Kommissioniereinheit zum unterschiedlichen Manipulieren der Objekte, wie Sortieren, Gruppieren und/oder Transferieren, nach einem oder mehreren Merkmalen davon oder einer Kombination davon umfassen.

[0021] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** wird darin ein Blockdiagramm gezeigt, das das Robotersystem **100** gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In einigen Ausführungsformen kann das Robotersystem **100** z.B. elektronische Geräte, elektrische Geräte oder eine Kombination davon aufweisen, wie z.B. eine Steuereinheit **202**, eine Speichereinheit **204**, eine Kommunikationseinheit **206**, eine Systemschnittstelle **208**, eine oder mehrere Betätigungsvorrichtungen **212**, einen oder mehrere Transportmotoren **214**, eine oder mehrere Sensoreinheiten **216** oder eine Kombination davon, die miteinander gekoppelt, in einer oder mehreren der in **Fig. 1** oben beschriebenen Einheiten oder Roboter integriert oder damit gekoppelt sind, oder eine Kombination davon.

[0022] Die Steuereinheit **202** kann auf verschiedene Weise implementiert werden. Zum Beispiel kann die Steuereinheit **202** ein Prozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein eingebetteter Prozessor, ein Mikroprozessor, eine Hardware-Steuerlogik, ein endlicher Automat, ein digitaler Signalprozessor (DSP) oder eine Kombination davon sein. Die Steuereinheit **202** kann die Software **210** ausführen, um die Intelligenz des Robotersystems **100** bereitzustellen.

[0023] Die Steuereinheit **202** kann eine Steuerungsschnittstelle **240** enthalten. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann für die Kommunikation zwischen der Steuereinheit **202** und anderen Funktionseinheiten im Robotersystem **100** verwendet werden. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann auch für die Kommunikation außerhalb des Robotersystems **100** verwendet werden. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann Informationen von den anderen Funktionseinheiten oder von externen Quellen empfangen oder Informationen an die anderen Funktionseinheiten oder an externe Ziele senden. Die externen Quellen und die externen Ziele beziehen sich auf Quellen und Ziele außerhalb des Robotersystems **100**.

[0024] Die Steuerungsschnittstelle **240** kann auf unterschiedliche Weise implementiert werden und kann unterschiedliche Implementierungen enthalten, je nachdem, welche Funktionseinheiten oder externen Einheiten mit der Steuerungsschnittstelle **240** verbunden sind. Beispielsweise kann die Steuerungsschnittstelle **240** mit einem Drucksensor, einem Trägheitssensor, einem mikroelektromechanischen System (MEMS), einer optischen Schaltung, Wellenleitern, einer drahtlosen Schaltung, einer drahtgebundenen Schaltung, einer Anwendungsprogrammierschnittstelle oder einer Kombination davon implementiert werden.

[0025] Die Speichereinheit **204** kann die Software **210**, Stammdaten **246** oder eine Kombination davon speichern. Zur Veranschaulichung wird die Speichereinheit **204** als ein einzelnes Element dargestellt, obwohl davon ausgegangen wird, dass die Speicher-

einheit **204** eine Aufteilung von Speicherelementen sein kann. Ebenfalls zur Veranschaulichung wird das Robotersystem **100** mit der Speichereinheit **204** als ein Speichersystem mit einer einzigen Hierarchie dargestellt, obwohl davon ausgegangen wird, dass das Robotersystem **100** die Speichereinheit **204** in einer anderen Konfiguration haben kann. Beispielsweise kann die Speichereinheit **204** mit verschiedenen Speichertechnologien gebildet werden, die ein Speicherhierarchiesystem mit verschiedenen Ebenen von Caching, Hauptspeicher, rotierenden Medien oder Offline-Speicherung bilden.

[0026] Die Speichereinheit **204** kann ein flüchtiger Speicher, ein nichtflüchtiger Speicher, ein interner Speicher, ein externer Speicher oder eine Kombination davon sein. Beispielsweise kann die Speichereinheit **204** ein nichtflüchtiger Speicher wie ein nichtflüchtiger Arbeitsspeicher (NVRAM), ein Flash-Speicher, ein Plattenspeicher oder ein flüchtiger Speicher wie ein statischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff (SRAM) sein. Als weiteres Beispiel kann die Speichereinheit **204** ein nichtflüchtiges Computermedium einschließlich des nichtflüchtigen Speichers sein, wie z.B. ein Festplattenlaufwerk, NVRAM, Festkörperspeichergerät (SSD), Compact Disk (CD), digitale Videodisk (DVD) oder USB-Flash-Speichergeräte. Die Software **210** kann auf dem nichtflüchtigen computerlesbaren Medium gespeichert werden, um von einer Steuereinheit **202** ausgeführt zu werden.

[0027] Die Speichereinheit **204** kann eine Steuerungsschnittstelle **240** enthalten. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann für die Kommunikation zwischen der Speichereinheit **204** und anderen Funktionseinheiten im Robotersystem **100** verwendet werden. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann auch für die Kommunikation außerhalb des Robotersystems **100** verwendet werden. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann Informationen von den anderen Funktionseinheiten oder von externen Quellen empfangen oder Informationen an die anderen Funktionseinheiten oder an externe Ziele senden. Die externen Quellen und die externen Ziele beziehen sich auf Quellen und Ziele außerhalb des Robotersystems **100**.

[0028] Die Steuerungsschnittstelle **240** kann verschiedene Implementierungen enthalten, je nachdem, welche Funktionseinheiten oder externen Einheiten mit der Speichereinheit **204** verbunden sind. Die Steuerungsschnittstelle **240** kann mit Technologien und Techniken implementiert werden, die der Implementierung der Steuerungsschnittstelle **240** ähnlich sind.

[0029] In einer Ausführungsform kann die Speichereinheit **204** dazu verwendet werden, Verarbeitungsergebnisse, vorgegebene Daten, Schwellenwerte oder eine Kombination davon weiter zu speichern und den Zugriff darauf zu ermöglichen. Beispielsweise kann die Speichereinheit **204** die Stammdaten **246** speichern, die Beschreibungen des einen oder mehrerer Zielobjekte **104** enthalten, z.B. Schachteln, Schachteltypen, Kisten, Kistentypen, Produkte oder eine Kombination davon. In einer Ausführungsform können die Stammdaten **246** eine Dimension, eine Form, z.B. Schablonen für mögliche Stellungen oder computergenerierte Modelle zur Erkennung des einen oder der mehreren Zielobjekte **104** in verschiedenen Stellungen, ein Farbschema, ein Bild, Identifikationsinformationen, z.B. Strichcodes, Quick-Response (QR)-Codes, Logos, erwartete Orte, ein erwartetes Gewicht oder eine Kombination davon, für das eine oder die mehreren Zielobjekte **104** enthalten, von denen erwartet wird, dass sie durch das Robotersystem **100** manipuliert werden.

[0030] In einer Ausführungsform können die Stammdaten **246** ferner manipulationsbezogene Informationen bezüglich des einen oder der mehreren Objekte enthalten, die vom Robotersystem **100** angetroffen oder gehandhabt werden können. Beispielsweise können die manipulationsbezogenen Informationen für die Objekte einen Massenmittelpunkt auf jedem der Objekte, erwartete Sensormessungen, z. B. für Kraft, Drehmoment, Druck oder Kontaktmessungen, die einer oder mehreren Aktionen, Manövern oder einer Kombination davon entsprechen, aufweisen.

[0031] Die Kommunikationseinheit **206** kann die externe Kommunikation zum und vom Robotersystem **100** ermöglichen. Zum Beispiel kann die Kommunikationseinheit **206** das Robotersystem **100** in die Lage versetzen, mit anderen Robotersystemen oder -einheiten, externen Geräten, wie z.B. einem externen Computer, einer externen Datenbank, einer externen Maschine, einem externen Peripheriegerät oder einer Kombination davon, über einen Kommunikationspfad **218**, wie z.B. ein drahtgebundenes oder drahtloses Netzwerk, zu kommunizieren.

[0032] Der Kommunikationspfad **218** kann eine Vielzahl von Netzwerken und Netzwerktopologien umfassen und repräsentieren. Beispielsweise kann der Kommunikationspfad **218** drahtlose Kommunikation, drahtgebundene Kommunikation, optische Kommunikation, Ultraschallkommunikation oder eine Kombination davon umfassen. Beispielsweise sind Satellitenkommunikation, zellulare Kommunikation, Bluetooth, der Standard der Infrared Data Association (IrDA), Wireless Fidelity (WiFi) und die weltweite Interoperabilität für den Mikrowellenzugang (WiMAX) Beispiele für drahtlose Kommunikation, die in den Kommunikationspfad **218** einbezogen werden können. Kabel, Ethernet, Digital Subscriber Line (DSL), Glasfaserleitungen, Fiber to the Home (FTTH) und der einfache alte Telefondienst (POTS) sind Beispiele für drahtgebundene Kommunikation, die in den Kommunikationspfad **218** aufgenommen werden können. Darüber hinaus kann der Kommunikationspfad **218**

eine Reihe von Netzwerktopologien und Entfernungen überbrücken. Zum Beispiel kann der Kommunikationspfad **218** eine Direktverbindung, ein Personal Area Network (PAN), ein Local Area Network (LAN), ein Metropolitan Area Network (MAN), ein Wide Area Network (WAN) oder eine Kombination davon umfassen. Das Robotersystem **100** kann Informationen zwischen den verschiedenen Einheiten über den Kommunikationspfad **218** übertragen. Zum Beispiel können die Informationen zwischen der Steuereinheit **202**, der Speichereinheit **204**, der Kommunikationseinheit **206**, der Systemschnittstelle **208**, den Betätigungseinrichtungen **212**, den Transportmotoren **214**, den Sensoreinheiten **216** oder einer Kombination davon übertragen werden.

[0033] Die Kommunikationseinheit **206** kann auch als Kommunikationszentrum fungieren, die es dem Robotersystem **100** ermöglicht, als Teil des Kommunikationspfades **218** zu fungieren und nicht darauf beschränkt zu sein, ein Endpunkt oder Endgerät des Kommunikationspfades **218** zu sein. Die Kommunikationseinheit **206** kann aktive und passive Komponenten, wie z.B. Mikroelektronik oder eine Antenne, zur Interaktion mit dem Kommunikationspfad **218** enthalten.

[0034] Die Kommunikationseinheit **206** kann eine Kommunikationsschnittstelle **248** enthalten. Die Kommunikationsschnittstelle **248** kann für die Kommunikation zwischen der Kommunikationseinheit **206** und anderen Funktionseinheiten im Robotersystem **100** verwendet werden. Die Kommunikationsschnittstelle **248** kann Informationen von den anderen Funktionseinheiten oder von externen Quellen empfangen oder Informationen an die anderen Funktionseinheiten oder an externe Ziele senden. Die externen Quellen und die externen Ziele beziehen sich auf Quellen und Ziele außerhalb des Robotersystems **100**.

[0035] Die Kommunikationsschnittstelle **248** kann verschiedene Implementierungen enthalten, je nachdem, welche Funktionseinheiten mit der Kommunikationseinheit **206** verbunden werden. Die Kommunikationsschnittstelle **248** kann mit Technologien und Techniken implementiert werden, die der Implementierung der Steuerungsschnittstelle **240** ähnlich sind.

[0036] Das E/A-Gerät 208 kann ein Eingabegerät und ein Ausgabegerät enthalten. Beispiele für das Eingabegerät des E/A-Gerätes 208 können ein Tastenfeld, ein Touchpad, Softkeys, eine Tastatur, ein Mikrofon, Sensoren für den Empfang von Fernsignalen, eine Kamera für den Empfang von Bewegungsbefehlen oder eine beliebige Kombination davon zur Bereitstellung von Daten- und Kommunikationseingaben sein. Beispiele für das Ausgabegerät können eine Anzeigeschnittstelle **211** sein. Bei der Anzeigeschnittstelle **211** kann es sich um eine beliebige grafische Benutzerschnittstelle wie eine Anzeige, einen Projektor, einen Videobildschirm oder eine beliebige Kombination davon handeln.

[0037] Die Steuereinheit **202** kann das E/A-Gerät 208 ansprechen, um vom Robotersystem **100** erzeugte Informationen zu präsentieren oder zu empfangen. Die Steuereinheit **202** kann die Benutzerschnittstelle **216** ansprechen, um vom Robotersystem **100** erzeugte Informationen zu präsentieren. Die Steuereinheit **202** kann auch die Software **210** für die anderen Funktionen des Robotersystems **100** ausführen. Die Steuereinheit **202** kann ferner die Software **210** für die Interaktion mit dem Kommunikationspfad **218** über die Kommunikationseinheit **206** ausführen.

[0038] Das Robotersystem **100** kann physische oder strukturelle Elemente, wie z.B. Roboter-Manipulatorarme, aufweisen, die an Gelenken zur Bewegung, wie z.B. Rotationsverschiebung, Translationsverschiebung oder einer Kombination davon, verbunden sind. Die Strukturelemente und die Gelenke können eine kinetische Kette bilden, die so konfiguriert ist, dass ein Endeffektor, wie z.B. ein Greifer, manipuliert wird, um eine oder mehrere Aufgaben auszuführen, wie z.B. Greifen, Drehen oder Schweißen, abhängig von der Verwendung oder dem Betrieb des Robotersystems **100**. Das Robotersystem **100** kann die Betätigungsvorrichtungen **212**, wie z.B. Motoren, Aktuatoren, Drähte, künstliche Muskeln, elektroaktive Polymere oder eine Kombination davon aufweisen, die konfiguriert sind, um die Strukturelemente um oder an einem entsprechenden Gelenk anzutreiben, zu manipulieren, zu verschieben, neu auszurichten oder eine Kombination davon. In einigen Ausführungsformen kann das Robotersystem **100** die Transportmotoren **214** enthalten, die so konfiguriert sind, dass sie die entsprechenden Einheiten von Ort zu Ort transportieren.

[0039] Das Robotersystem **100** kann die Sensoreinheiten **216** aufweisen, die konfiguriert sind, um Informationen zu erhalten, die zur Ausführung von Aufgaben und Operationen verwendet werden, z.B. zur Manipulation der Strukturelemente oder zum Transport der Robotereinheiten. Die Sensoreinheiten **216** können Vorrichtungen enthalten, die so konfiguriert sind, dass sie eine oder mehrere physikalische Eigenschaften des Robotersystems **100** erfassen oder messen, wie z.B. einen Zustand, eine Bedingung, die Lage eines oder mehrerer Strukturteile oder Gelenke, Informationen über Objekte oder die Umgebung oder eine Kombination davon. Als Beispiel können die Sensoreinheiten **216** Abbildungsvorrichtungen **222**, Systemsensoren **224**, Kontaktsensoren **226** oder eine Kombination davon aufweisen.

[0040] In einigen Ausführungsformen können die Sensoreinheiten **216** eine oder mehrere Abbildungsvorrichtungen **222** enthalten. Die Abbildungsvorrich-

tungen **222** sind Geräte, die so konfiguriert sind, dass sie die Umgebung erkennen. Zum Beispiel können die Abbildungsvorrichtungen **222** zweidimensionale Kameras, dreidimensionale Kameras, die beide eine Kombination von visuellen und infraroten Fähigkeiten enthalten können, LIDARS, RADARS, andere Entfernungsmessgeräte und andere Abbildungsgeräte aufweisen. Die Abbildungsvorrichtungen **222** können eine Darstellung der erkannten Umgebung erzeugen, wie z.B. ein digitales Bild oder eine Punktwolke, die zur Implementierung von Maschinen-/Computer-Vision für automatische Inspektion, Roboterführung oder andere Roboteranwendungen verwendet wird. Wie weiter unten im Detail beschrieben, kann das Robotersystem **100** das digitale Bild, die Punktwolke oder eine Kombination davon über die Steuereinheit **202** verarbeiten, um das Zielobjekt **112** aus **Fig. 1**, eine Stellung des Zielobjekts **112** oder eine Kombination davon zu identifizieren. Zur Manipulation des Zielobjekts **112** kann das Robotersystem **100** ein Bild eines bestimmten Bereichs, wie z.B. innerhalb des Lastwagens, innerhalb des Behälters oder eines Aufnahmeortes für Objekte auf dem Förderband, erfassen und analysieren, um das Zielobjekt **112** und die Objektquelle **114** aus **Fig. 1** davon zu identifizieren. In ähnlicher Weise kann das Robotersystem **100** ein Bild eines anderen bezeichneten Bereichs erfassen und analysieren, wie z.B. eine Ablegestelle zum Ablegen von Objekten auf dem Förderband, eine Stelle zum Ablegen von Objekten im Inneren des Behälters oder eine Stelle auf der Palette zu Stapelzwecken, um den Aufgabenort **116** aus **Fig. 1** zu identifizieren.

[0041] In einigen Ausführungsformen können die Sensoreinheiten **216** die Systemsensoren **224** enthalten. Die Systemsensoren **224** sind Vorrichtungen zur Überwachung der Robotereinheiten. Beispielsweise können die Systemsensoren **224** Einheiten oder Vorrichtungen zur Erkennung und Überwachung der Positionen von Strukturelementen, wie z.B. der Roboterarme und der Endeffektoren, der entsprechenden Gelenke der Robotereinheiten oder einer Kombination davon, enthalten. Als weiteres Beispiel kann das Robotersystem **100** die Systemsensoren **224** verwenden, um die Positionen, Ausrichtungen oder eine Kombination davon der Strukturelemente und der Gelenke während der Ausführung der Aufgabe zu verfolgen. Beispiele für die Systemsensoren **224** können Beschleunigungsmesser, Gyroskope oder Positionsmessgeräte sein.

[0042] In einigen Ausführungsformen können die Sensoreinheiten **216** die Kontaktsensoren **226** aufweisen, wie z.B. Drucksensoren, Kraftsensoren, Dehnungsmessstreifen, piezoresistive/piezoelektrische Sensoren, kapazitive Sensoren, elastoresistive Sensoren, Drehmomentsensoren, lineare Kraftsensoren oder andere taktile Sensoren, die so konfiguriert sind, dass sie eine Eigenschaft messen, die mit einem direkten Kontakt zwischen mehreren physikalischen Strukturen oder Oberflächen verbunden ist. Beispielsweise können die Kontaktsensoren **226** die Charakteristik messen, die einem Griff des Endeffektors auf das Zielobjekt **112** entspricht, oder das Gewicht des Zielobjekts **112** messen. Dementsprechend können die Kontaktsensoren **226** ein Kontaktmaß ausgeben, das ein quantifiziertes Maß darstellt, z.B. eine gemessene Kraft oder ein gemessenes Drehmoment, das einem Grad der Berührung oder Befestigung zwischen dem Greifer und dem Zielobjekt **112** entspricht. Beispielsweise kann das Kontaktmaß eine oder mehrere Kraft- oder Drehmomentmessungen einschließen, die den vom Endeffektor auf das Zielobjekt **112** ausgeübten Kräften entsprechen.

[0043] **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen einen Roboterarm **330** mit einer Greiferbefestigung **328** einschließlich eines Endeffektors **332** gemäß Beispielimplementierungen der vorliegenden Erfindung. In den Beispielimplementierungen kann der Roboterarm **330** so konfiguriert sein, dass er Objekte manipuliert, z. B. Objekte aus einem Behälter aufnimmt oder Objekte an einem Ziel, z. B. einem Förderband oder einem anderen Behälter, platziert. Das Robotersystem **100** der **Fig. 1** und **Fig. 2** kann den Roboterarm **330** mit der Greiferbefestigung **328**, die den Endeffektor **332** hat, aufweisen. Der Endeffektor **332** ist der Teil des Roboterarms **330**, der Komponenten enthält, die zum Berühren, Manipulieren, Halten oder Greifen von Objekten oder einer beliebigen Kombination davon konfiguriert sind. Der Teil des Endeffektors **332**, der das Objekt berührt, kann als Greiferkopf bezeichnet werden.

[0044] Die Greiferbefestigung **328** enthält eine versetzte Halterung **338**, die die Greiferbefestigung **328** mit dem Roboterarm **330** verbindet. Die versetzte Halterung **338** kann eine mechanische Verbindung zwischen der Greiferbefestigung **328** und dem Roboterarm **330** herstellen. In einigen Beispielimplementierungen kann die versetzte Halterung **338** auch eine elektrische Kopplung bereitstellen, um den Austausch elektrischer Signale zwischen dem Roboterarm **330** und der Greiferbefestigung **328** zu ermöglichen. Beispielsweise können die elektrischen Signale zwischen dem Roboterarm **330** und Sensoren und anderen Komponenten, die sich an der Greiferbefestigung **328** befinden, ausgetauscht werden.

[0045] Der Roboterarm **330** kann sich drehen und die versetzte Halterung **338** unter Verwendung einer oder mehrerer Betätigungsvorrichtungen, wie z.B. der in **Fig. 2** dargestellten Betätigungsvorrichtung **212**, betätigen. Die Betätigungsvorrichtung **212** kann eine Drehbetätigung, eine Torsionsbetätigung, eine lineare Betätigung oder jede andere Art von Betätigung ermöglichen, die für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist.

[0046] Die versetzte Halterung **338** kann mit einer Versatzplatte **334** verbunden sein, die einen seitlichen Versatz zwischen dem Roboterarm **330** und dem Endeffektor **332** ermöglicht. Mit anderen Worten, die Versatzplatte **334** sorgt für einen seitlichen Versatz zwischen der Achse **3** des Roboterarms **330** und der Achse **4** des auf der Versatzplatte **334** montierten Endeffektors **332**. Die Versatzplatte **334** kann aus einem Material geformt sein, das so ausgewählt wurde, dass es den Endeffektor **332** strukturell unterstützt. In einigen Beispielimplementierungen kann die Versatzplatte **334** aus einem Metall wie einer Stahllegierung, einer Aluminiumlegierung oder einer anderen Legierung gebildet sein, die für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist. In anderen Beispielausführungen kann die Versatzplatte **334** aus einem Polymermaterial, Verbundmaterial oder Keramikmaterial bestehen, je nach Verwendungszweck oder beabsichtigter Verwendung des Endeffektors **332**.

[0047] Der Endeffektor **332** ist mit der Versatzplatte **334** durch eine Kraft-Drehmoment-Halterung **340** verbunden, die einen Kraft-Drehmoment-Sensor **336** enthalten kann. Der Kraft-Drehmoment-Sensor **336** kann die Kraft auf den Endeffektor **332** messen, um das Gewicht eines gehaltenen oder manipulierten Objekts zu erfassen, sowie jede Kraft, die durch Widerstand oder Hindernisse, auf die der Endeffektor **332** während des Betriebs trifft, verursacht wird. Die Versatzplatte **334** und die versetzte Halterung **338** sowie die Kraft-Drehmoment-Halterung **340** können innere Verbindungen zur Bereitstellung von Rohren/Gaskanälen und Leitungswegen für Drähte bereitstellen, um eine elektrische Verbindung zwischen dem Roboterarm **330** und dem Endeffektor **332** zu ermöglichen.

[0048] In einigen Beispielimplementierungen kann die Kraft-Drehmoment-Halterung **340** auch den Endeffektor **332** relativ zur versetzten Halterung **338** drehen und betätigen, wobei eine oder mehrere Betätigungsvorrichtungen verwendet werden, wie z.B. die in **Fig. 2** dargestellte Betätigungsvorrichtung **212**. Die Betätigungsvorrichtung **212** kann eine Drehbetätigung, eine Torsionsbetätigung, eine Linearbetätigung oder jede andere Art von Betätigung ermöglichen, die für einen Fachmann offensichtlich ist.

[0049] Die Kraft-Drehmoment-Halterung **340** kann mit einem Kopfverbinder **342** verbunden sein, der an die Kopfverlängerung **344** angeschlossen ist, die eine Saugnapfblock-Anordnung **346** des Endeffektors **332** trägt. Die Kopfverlängerung **344** kann ein Strukturelement sein, das von der Kraft-Drehmoment-Halterung **340** ausgeht, um die Länge zwischen einem Ende des Roboterarms **330** und der Saugnapfblock-Anordnung **346** zu vergrößern. Die Kopfverlängerung **344** kann den Endeffektor **332** in die Lage versetzen, die Saugnapfblock-Anordnung **346** so zu positionieren, dass er auf Objekte in Behältern zugreifen kann, während er gleichzeitig dem Roboterarm **330** Spielraum für ein Manövrieren ohne Kollision mit dem Behälter oder Objekten in der Nähe des Behälters bietet.

[0050] Der Kopfverbinder **342** und die Kopfverlängerung **344** können aus einem Material geformt sein, das so ausgewählt wurde, dass es den Endeffektor **332** strukturell unterstützt. In einigen Beispielausführungen können der Kopfverbinder **342** und die Kopfverlängerung **344** aus einem Metall wie z.B. einer Stahllegierung, einer Aluminiumlegierung oder einer anderen Legierung geformt sein, die für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist. In anderen Beispielausführungen können der Kopfverbinder **342** und die Kopfverlängerung **344** aus einem Polymermaterial, einem Verbundmaterial oder Keramikmaterial gebildet sein, abhängig von der beabsichtigten Anwendung oder dem beabsichtigten Verwendungszweck des Endeffektors **332**.

[0051] Die Versatzplatte **334** enthält auch eine Leitungshalterung **348**, die mit der vom Roboterarm **330** zugeführten Luft verbunden ist und Leitungsverbinder **350** zur Verteilung der Luft an die Saugnapfblock-Anordnung **346** bereitstellt. Die Leitungsverbinder **350** können mit Luftzufuhrleitungen **356** verbunden sein, die mit den Saugschacht-Schnittstellen **354** gekoppelt sind und sich durch eine Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** erstrecken, die der Saugnapfblock-Anordnung **346** der Endeffektor-Anordnung zugeordnet ist. Genauer gesagt, kann beispielsweise die Saugnapfblock-Anordnung **346** die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** enthalten. Die Leitungshalterung **348** kann die Luftzufuhrleitungen **356** während des Betriebs des Roboterarms **330** festhalten und positionieren, um ein Quetschen oder Zerdrücken der Luftzufuhrleitungen **356** zu verhindern. Die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** kann ein Sensor sein, der verhindern kann, dass der Endeffektor **332** einen Anpressdruck ausübt, der das Objekt durch Kontakt beschädigen könnte. Einzelheiten zur Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** werden weiter unten erörtert.

[0052] In einigen Beispielimplementierungen können die Leitungsverbinder **350** an eine oder mehrere Vakuumquellen (nicht abgebildet) angeschlossen sein, um die Saugschacht-Schnittstellen **354** der Saugnapfblock-Anordnung **346** des Endeffektors **332** anzusaugen. Beispielsweise können die Leitungsverbinder **350** an einen oder mehrere Vakuumejektoren angeschlossen werden, die mit Druckluft Vakuumdruck erzeugen. Ein Vakuumejektor kann z.B. Druckluft durch eine Düse leiten, die so geformt ist, dass eine Niederdruckzone entsteht, die Vakuumdruck für die Saugnapfblock-Anordnung **346** erzeugt.

[0053] Der erzeugte Vakuumdruck kann von den Leitungsverbindern **350** über die Luftzufuhrleitungen **356** zu den Saugschacht-Schnittstellen **354** gelei-

tet werden. Der Vakuumdruck, der an den Saugschacht-Schnittstellen **354** anliegt, kann an die Saugnapfblock-Anordnung **346** angelegt werden, um eine Saugkraft zum Greifen und Lösen eines Objekts oder zum anderweitigen Sichern, Befestigen und Lösen von Objekten am und vom Endeffektor **332** zu erzeugen. Der Betrieb der Saugnapfblock-Anordnung **346** wird weiter unten ausführlicher erläutert.

[0054] Der Endeffektor **332** kann durch Betätigung der Betätigungsvorrichtungen manipuliert werden, wie z.B. der Betätigungsvorrichtungen **212** aus **Fig. 2**, die mit den Strukturelementen des Roboterarms **330**, den Gelenken des Roboterarms **330** und den Halterungen (z.B. versetzte Halterung **338**, Kraft-Drehmoment-Halterung **340**) oder einer Kombination davon verbunden sind. Der Endeffektor **332** kann zum Greifen oder Freigeben von Objekten betätigt werden, indem eine oder mehrere der Betätigungsvorrichtungen **212** betätigt werden, die mit einem oder mehreren Teilen des Endeffektors **332** verbunden oder daran befestigt sind. Der Endeffektor **332** kann Objekte unter Verwendung des an die Saugnapfblock-Anordnung **346** angelegten Vakuumdrucks greifen und freigeben und dadurch das Objekt am Endeffektor **332** sichern, an ihm befestigen oder von ihm lösen.

[0055] **Fig. 4A-4E** veranschaulichen verschiedene Ansichten des Endeffektors **332** des Roboterarms **330** in Übereinstimmung mit Beispielimplementierungen der vorliegenden Erfindung. In den verschiedenen Ansichten zeigt **Fig. 4A** eine Vorderansicht des Endeffektors **332** und **Fig. 4B** eine Draufsicht des Endeffektors **332**. Ferner zeigt **Fig. 4C** eine Ansicht des Endeffektors **332** von unten und **Fig. 4D** eine Seitenansicht des Endeffektors **332**. **Fig. 4E** zeigt eine Schnittansicht des Endeffektors **332** von **Fig. 4A** entlang der Linie IVE-IVE'.

[0056] Wie dargestellt, kann die Leitungshalterung **348** auf einer Seite der Versatzplatte **334** zur Kraft-Drehmoment-Halterung **340** und dem Kraft-Drehmoment-Sensor **336** entgegengesetzt positioniert werden. Die Luftzufuhrleitungen **356** der **Fig. 3A** und **Fig. 3B** werden in **Fig. 4A-4E** weggelassen, um eine bessere Visualisierung der Leitungsverbinder **350** und der Saugschacht-Schnittstellen **354** zu ermöglichen. Wie dargestellt, ragen die Leitungsverbinder **350** von der Leitungshalterung **348** nach vorn.

[0057] Die Kraft-Drehmoment-Halterung **340** kann mechanisch mit dem Kopfverbinder **342** gekoppelt werden, um jede Kraft oder jedes Drehmoment von der Kopfverlängerung **344** auf den Kraft-Drehmoment-Sensor **336** zu übertragen. In einigen Beispielimplementierungen kann der Kraft-Drehmoment-Sensor **336** eine Art Kontaktsensor sein, wie der Kontaktsensor **226** aus **Fig. 2**.

[0058] Wie dargestellt, kann die Kopfverlängerung **344** mit dem Kopfverbinder **342** durch eine Klemmverbindung verbunden sein. In anderen Beispielimplementierungen kann die Kopfverlängerung **344** jedoch mit dem Kopfverbinder **342** durch Einpressen, Verschrauben, Schweißen, Kleben oder einen anderen mechanischen Kopplungsmechanismus gekoppelt werden, der für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist.

[0059] Die Kopfverlängerung **344** kann mechanisch mit dem Endeffektor **332** gekoppelt sein, um jede Kraft oder jedes Drehmoment von der Saugnapfblock-Anordnung **346** des Endeffektors **332** auf den Kraft-Drehmoment-Sensor **336** zu übertragen. Wie dargestellt, kann die Kopfverlängerung **344** mit einer Befestigungsschraube **370** an die Saugnapfblock-Anordnung **346** gekoppelt werden. In anderen Beispielimplementierungen kann die Kopfverlängerung **344** jedoch mit der Saugnapfblock-Anordnung **346** durch Einpressen, Klemmen, Schweißen, Kleben oder einen anderen mechanischen Kopplungsmechanismus gekoppelt werden, der für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist. Auf diese Weise wird jede Kraft oder jedes Drehmoment, die bzw. das von der Saugnapfblock-Anordnung **346** erfahren wird, durch die Kraft-Drehmoment-Halterung **340**, den Kopfverbinder **342** und die Kopfverlängerung **344** auf den Kraft-Drehmoment-Sensor **336** übertragen.

[0060] Die Struktur, die den Kraft-Drehmoment-Sensor **336** durch die Kraft-Drehmoment-Halterung **340**, den Kopfverbinder **342** und/oder die Kopfverlängerung **344** aufweisen kann, kann es ermöglichen, dass Stöße oder Schläge auf die Saugnapfblock-Anordnung **346** auf den Kraft-Drehmoment-Sensor **336** übertragen werden, um dem Roboterarm **330** Rückmeldung zu geben. Der Kraft-Drehmoment-Sensor **336** kann auch das Gewicht von Objekten (z.B. ein Zielobjekt **112** aus **Fig. 1**) messen, die von der Saugnapfblock-Anordnung **346** ergriffen oder gehalten werden, sowie Gewichtsverlagerungen im Objekt, wenn die Saugnapfblock-Anordnung **346** bewegt oder positioniert wird.

[0061] In einigen weiteren Beispielimplementierungen kann der Endeffektor **332** auch eine oder mehrere zusätzliche Sensoreinheiten enthalten. Zum Beispiel können einer oder mehrere der Kontaktsensoren **226** aus **Fig. 2** am Endeffektor **332** angebracht oder darin integriert werden. In einigen Beispielimplementierungen können die Kontaktsensoren **226** ein Kraft-, Druck-, Drehmoment- und/oder anderer taktiler Sensor sein, der am Endeffektor **332** angebracht oder in diesen integriert ist, zusätzlich zum Kraft-Drehmoment-Sensor **336**, der am Ende der Versatzplatte **334** zur Versatz-Halterung **338** entgegengesetzt angebracht ist. In einer anderen Beispielimplementierung können die Kontaktsensoren **226** sepa-

rate lineare Kraftsensoren enthalten, die so konfiguriert sind, dass sie das Gewicht des Objekts (z.B. des Zielobjekts **112** von **Fig. 1**) messen, das von der Saugnapfblock-Anordnung **346** gehalten oder getragen wird. Weitere Beispiele für Sensoreinheiten (z.B. der Kontaktgrenzsensor **366** von **Fig. 6**) werden weiter unten erörtert.

[0062] Die Saugnapfanordnung **346** kann mehrere Saugschacht-Schnittstellen **354** enthalten, die sich von der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** nach oben erstrecken. Jede der Saugschacht-Schnittstellen **354** ist kommunikativ entweder mit einem Saugnapf **358** oder einem Saugnapf **360** gekoppelt. In einigen Beispielimplementierungen kann der Saugnapf **358** einen größeren relativen Durchmesser haben als der Saugnapf **360**. Die Tatsache, dass die Saugnäpfe **358** und **360** zwei verschiedene Größen haben, kann Flexibilität beim Greifen oder Festhalten von Objekten durch die Saugnapfblock-Anordnung **346** ermöglichen. Beispielsweise kann die kleinere relative Größe der Saugnäpfe **360** aufgrund der kleineren Größe kleinere oder unregelmäßig geformte Objekte besser greifen. Ferner kann die größere relative Größe der Saugnäpfe **358** eine höhere Greifkraft zum Greifen und Manipulieren größerer Objekte erzielen, da die Greifkraft ein Produkt aus dem Vakuumdruck und dem Oberflächenbereich des Saugnapfes ist.

[0063] In den abgebildeten Implementierungen ist die Saugnapfblock-Anordnung **346** mit insgesamt vier Saugnäpfen (**358** und **360**) mit zwei verschiedenen relativen Grö-ßen dargestellt. Beispielhafte Implementierungen der vorliegenden Erfindung können jedoch mehr als insgesamt vier Saugnäpfe oder weniger als insgesamt vier Saugnäpfe umfassen. Ebenso können in einigen Beispielimplementierungen mehr als zwei verschiedene relative Größen von Saugnäpfen vorgesehen sein. Alternativ kann eine einzige Größe von Saugnäpfen angeordnet sein.

[0064] **Fig. 5** zeigt eine Schnittansicht des Endeffektors **332** von **Fig. 4A** längs der Linie V-V'. Wie dargestellt, enthält der Endeffektor **332** die Kopfverlängerung **344**, die die Saugnapfblock-Anordnung **346** mit der Versatzplatte **334** verbindet. Wie oben erörtert, enthält die Saugnapfblock-Anordnung **346** mehrere Saugschacht-Schnittstellen **354**, die sich von der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** nach oben erstrecken, wobei jede der Saugschacht-Schnittstellen **354** kommunikativ entweder mit dem Saugnapf **358** oder dem Saugnapf **360** gekoppelt ist. In einigen Beispielimplementierungen kann der Saugnapf **358** einen größeren relativen Durchmesser haben als der Saugnapf **360**.

[0065] Wie in **Fig. 5** dargestellt, enthält die Saugnapfblock-Anordnung **346** auch einen Saugschacht **362**, der kommunikativ mit der Saugschacht-Schnittstelle **354** eines der Saugnäpfe **358** & 360 gekoppelt ist. Da die Saugschacht-Schnittstellen **354** über die Luftzufuhrleitungen **356** mit Vakuumdruckquellen verbunden sind, wird der Vakuumdruck von den Luftzufuhrleitungen **356** durch den Saugschacht **362** zu den Saugnäpfen **358** und **360** geleitet, wodurch eine ausreichende Saugkraft zum Aufnehmen von Objekten erzeugt wird. In einigen Beispielimplementierungen können die Saugschäfte **362**, die Saugnäpfe **358/360** und die Saugschacht-Schnittstellen **354** relativ zur Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** beweglich sein. Die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** kann z.B. ein Gehäuse **368** enthalten, durch das die Saugschäfte **362** in vertikaler Richtung gleiten können, so dass die Saugnäpfe (**358/360**), die sich unterhalb des Gehäuses **368** befinden, und die Saugchaftschnittstellen **354**, die sich oberhalb des Gehäuses **368** befinden, relativ zum Gehäuse bewegen können, wie durch die Pfeile **370** dargestellt.

[0066] Zusätzlich kann die Saugnapfblock-Anordnung **346** auch einen Mechanismus **364** zur Wiederherstellung der Verschiebung enthalten, der eine Vorspannkraft bereitstellt, um die Saugnäpfe **358** & 360, die Saugschäfte **362** und die Saugschacht-Schnittstellen **354** nach Verschiebungen relativ zum Gehäuse **368** der Saugnapfblock-Anordnung **346** in eine Standardposition zu bringen. In einigen Beispielimplementierungen kann der Mechanismus **364** zur Wiederherstellung der Verschiebung eine Feder sein, wie z.B. eine Druckfeder, eine Spiralfeder, eine Gasfeder oder ein anderer Vorspannmechanismus, der für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich ist. Der Mechanismus **364** zur Wiederherstellung der Verschiebung kann innerhalb einer äußeren Hülle **372** (z.B. einem äußeren Rohr) des Saugschachts **362** positioniert oder untergebracht sein. So kann der Mechanismus **364** zur Wiederherstellung der Verschiebung es den Saugnäpfen **358/360** ermöglichen, in eine Standardposition zurückzukehren, nachdem sie durch Kontakt mit einem Objekt oder einem Hindernis während des Betriebs verdrängt wurden.

[0067] Jeder der Saugschäfte **362** und/oder der Mechanismus **364** zur Wiederherstellung der Verschiebung können durch die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** geführt werden. In einigen Ausführungsformen kann die horizontale Position der Saugschäfte **362** und der Saugnäpfe **385/360** durch die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** relativ zueinander fixiert werden.

[0068] **Fig. 6A-6F** sind perspektivische Ansichten des Endeffektors **332**, die die Verschiebung der Saugnäpfe **358/360** des Endeffektors **332** in Übereinstimmung mit Beispielausführungen der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. **Fig. 6A** stellt einen der Saugnäpfe (Saugnapf **360A**) aus einer Standardposition nach oben verschoben dar. **Fig. 6B** zeigt zwei der Saugnäpfe (Saugnäpfe **360A** und **360B**) aus der Standardposition nach oben verschoben. **Fig. 6C**

zeigt alle vier Saugnäpfe (Saugnäpfe **360A**, **360B**, **358A** und **358B**) aus der Standardposition nach oben verschoben. **Fig. 6D** zeigt die Verschiebung der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352**. **Fig. 6E** ist eine Ansicht der Rückseite des Endeffektors **332** von **Fig. 6B**, die zwei der Saugnäpfe (Saugnäpfe **360A** und **360B**) zeigt, die aus der Standardposition verschoben sind. **Fig. 6F** ist der Endeffektor **332** von **Fig. 6E** mit der durchsichtig dargestellten Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352**.

[0069] Wie dargestellt, kann der Endeffektor **332** die Saugnäpfe **358/360** in einer Standardposition aufweisen. Die Standardposition für jeden der Saugnäpfe **358/360** kann eine gemeinsame horizontale Ebene haben. Wie oben erläutert, kann der Endeffektor **332** so konfiguriert sein, dass jeder der Saugnäpfe **358/360** unabhängig von einem anderen relativ zum Kontaktgrenzsensor **352** aus einer Standardposition verschoben werden kann. Beispielsweise kann jeder Saugnapf **358/360** aufgrund von Druck oder Kraft auf die Saugnäpfe **358/360** verschoben werden, wenn einer oder mehrere der Saugnäpfe **358/360** ein Objekt berühren. Jeder der Saugnäpfe **358/360** kann unabhängig von den anderen Saugnäpfen **358/360** verschoben werden. **Fig. 6A** zeigt, dass der Saugnapf **360A** unabhängig von den anderen Saugnäpfen **358/360** verschoben werden kann. **Fig. 6B** zeigt, dass die Saugnäpfe **360A** und **360B** unabhängig relativ zu den Saugnäpfen **358** verschoben werden können. **Fig. 6C** zeigt alle vier Saugnäpfe (**360A**, **360B**, **358A** und **358C**) verschoben. Die Verschiebungsrichtung kann entlang der Achse **374** der Saugschäfte **362** (z.B. senkrecht zu den Enden der Saugnäpfe **358/360**/Basen des Schaftzylinders) erfolgen. **Fig. 6E** veranschaulicht die Verschiebung der beiden Saugnäpfe (Saugnäpfe **360A** und **360B**) von **Fig. 6B** aus umgekehrter Sicht und **Fig. 6F** veranschaulicht dieselbe Verschiebung der beiden Saugnäpfe (Saugnäpfe **360A** und **360B**) von **Fig. 6B** mit der als transparent dargestellten Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352**.

[0070] Mit anderen Worten, die unabhängige Verschiebung für jeden der Saugnäpfe (d.h. 360A, 360B, 358A und 358B von **Fig. 6C**) kann es ermöglichen, dass sich jeder der Saugnäpfe **358/360** an unterschiedlichen relativen Positionen zueinander befindet. Die unabhängige Verschiebung kann es dem Endeffektor **332** ermöglichen, Objekte mit unterschiedlichen Oberflächenkonturen (d.h. ungleichmäßige/unregelmäßige Oberflächen), wie z.B. Beutel und andere flexible Behälter, aufzunehmen oder sich diesen anzupassen.

[0071] In einigen Beispielimplementierungen kann auch die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** verschoben werden. Zum Beispiel kann die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** aus der in **Fig. 6A-6C** dargestellten Ausgangsposition in eine kontaktbegrenzte Position verschoben werden, die in **Fig. 6D** dargestellt ist. In einigen Ausführungsformen kann die Verschiebung der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** von der Ausgangs- oder Standardposition von **Fig. 6A-6C** in die Kontaktgrenzposition von **Fig. 6D** durch die Verschiebung eines oder mehrerer Saugnäpfe **358/360** verursacht werden. In einigen Beispielimplementierungen kann die Verschiebung der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** in die kontaktbegrenzte Position infolge der Verschiebung durch einen oder mehrere der Saugnäpfe **358/360** dem Umstand entsprechen, dass der Saugnapf **358/360** einen Druck auf das Objekt ausübt, der eine Kontaktschwelle überschreitet, die das Objekt potenziell beschädigen könnte (auch als Kontaktgrenze bezeichnet).

[0072] Der Betrag der Verschiebung durch die Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** kann von einem Kontaktgrenzsensor **366** registriert werden, der ein Signal (z.B. Kontaktinformationen) an die Steuereinheit **202** von **Fig. 2** sendet, um zu verhindern, dass bei Erreichen der Kontaktschwelle durch den Endeffektor **332** weiterer Druck auf das Objekt ausgeübt wird. Der Endeffektor **332** kann daran gehindert werden, sich weiter auf das Objekt zuzubewegen, wenn der Kontaktgrenzsensor **366** feststellt, dass die Kontaktschwelle (z.B. Kontaktgrenze) erreicht ist. Durch die Ausstattung des Endeffektors **332** mit einer Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** kann der Vorteil erreicht werden, dass nur ein einziger Sensor feststellen kann, ob der Endeffektor **332** die Kontaktgrenze an einem Objekt überschritten hat, weil die Verschiebung eines der Saugnäpfe **358/360** dazu führt, dass der Kontaktgrenzsensor **352** in die Kontaktgrenzposition verschoben wird.

[0073] In einigen Beispielimplementierungen, wie in **Fig. 6a-6f** dargestellt, können die Saugnäpfe **360** mit der kleineren relativen Größe (z.B. das vordere Paar Saugnäpfe) verwendet werden, um kleinere Objekte oder Objekte, die leicht beschädigt werden können (z.B. empfindliche Objekte), zu greifen, während die Saugnäpfe **358** mit der größeren relativen Größe (z.B. das hintere Paar Saugnäpfe) verwendet werden können, um größere Objekte oder Objekte, die weniger wahrscheinlich beschädigt werden, zu ergreifen.

[0074] Ferner kann in einigen Beispielimplementierungen das Gehäuse **368** der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** eine Versatzstufe **376** enthalten, die einen größeren Verschiebungsabstand für die Saugnäpfe **358** mit größerer relativer Größe (auch als die größeren Saugnäpfe bezeichnet) als den Verschiebungsabstand für die Saugnäpfe **360** mit kleinerer relativer Größe (auch als die kleineren Saugnäpfe bezeichnet) bietet. Da die kleineren Saugnäpfe z.B. für die empfindlichen Objekte verwendet werden können, sollte vor Erreichen der Kontaktgrenze weniger Kraft oder Druck ausgeübt werden, um Beschädigun-

gen zu vermeiden. Auf diese Weise kann die Kontaktgrenzposition durch die kleineren Saugnäpfe vor der der größeren Saugnäpfe erreicht werden, was durch die Versatzstufe **376** in der Kontaktgrenzsensorvorrichtung **352** erreicht werden kann.

[0075] Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Roboterarms **330** in Übereinstimmung mit Beispielimplementierungen der vorliegenden Erfindung. Wie dargestellt, enthält der Roboterarm **330** eine Druckluftversorgung **705**, die mit dem Endeffektor **332** der Greiferbefestigung **328** gekoppelt ist. Konkret kann die Druckluftversorgung **705** über Fluidversorgungsleitungen **710** an die Leitungshalterung **348** angeschlossen werden. Die Druckluftversorgung **705** kann verwendet werden, um die Leitungshalterung **348** mit Vakuumdruck zu versorgen, der den Vakuumdruck für die Saugnäpfe **358/360** der Saugnapfblock-Anordnung **346** liefert.

[0076] Wie dargestellt, kann die versetzte Halterung **338** der Greiferbefestigung **328** am Roboterarm **330** durch eine Betätigungsvorrichtung **715** befestigt werden, die die Betätigung der Greiferbefestigung **328** durch Drehung in einer horizontalen Ebene ermöglicht. Die Betätigungsvorrichtung **715** kann mit einer zweiten Betätigungsvorrichtung **720** gekoppelt werden, die die Betätigung der Greiferbefestigung **328** durch Drehung in einer vertikalen Ebene ermöglicht. Eine dritte Betätigungsvorrichtung **725** kann mit der zweiten Betätigungsvorrichtung **720** gekoppelt werden, um eine weitere Betätigung der Greiferbefestigung **328** zu ermöglichen. Gemeinsam können die Betätigungsvorrichtungen **715**, **720** und **725** es dem Roboterarm **330** ermöglichen, den Endeffektor **332** der Greiferbefestigung **328** zu manövrieren, um ein Objekt **730** zu ergreifen, so dass das Objekt **730** aufgenommen, neu positioniert oder bewegt werden kann.

[0077] Das resultierende Verfahren, der Prozess, das Gerät, die Vorrichtung, das Produkt und/oder das System der vorliegenden Erfindung ist kosteneffektiv, sehr vielseitig, genau, empfindlich und effektiv und kann durch Anpassung bekannter Komponenten für eine leichte, effiziente und wirtschaftliche Herstellung, Anwendung und Nutzung implementiert werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, dass sie den historischen Trend zur Kostensenkung, Vereinfachung der Systeme und Leistungssteigerung wertvoll unterstützt und ihm dient.

[0078] Diese und andere wertvolle Aspekte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung befördern folglich den Stand der Technik zumindest auf das nächste Niveau.

[0079] Obwohl einige Beispielausführungen gezeigt und beschrieben wurden, werden diese Beispielausführungen bereitgestellt, um den hier beschriebenen Gegenstand Personen zu vermitteln, die mit diesem Gebiet vertraut sind. Es sollte klar sein, dass der hier beschriebene Gegenstand in verschiedenen Formen implementiert werden kann, ohne auf die beschriebenen Beispielausführungen beschränkt zu sein. Der hier beschriebene Gegenstand kann ohne die spezifisch definierten oder beschriebenen Gegenstände oder mit anderen oder verschiedenen Elementen oder Gegenständen, die nicht beschrieben sind, ausgeübt werden. Diejenigen, die mit diesem Bereich vertraut sind, werden es zu schätzen wissen, dass Änderungen an diesen Beispielausführungen vorgenommen werden können, ohne von dem hier beschriebenen Gegenstand, wie er in den beigefügten Ansprüchen und ihren Äquivalenten definiert ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Robotersystem, aufweisend:
- einen Endeffektor, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist, wobei der Endeffektor aufweist:
- eine Saugnapfanordnung, die so konfiguriert ist, dass sie mit dem Objekt in Eingriff gelangt; und
- einen Kontaktgrenzsensor, der so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor erfasst, dass der Druck einen Kontaktschwellenwert überschreitet;
- eine Sensoreinheit, die Kontaktinformationen überwacht, die von einem Kontaktgrenzsensor empfangen werden, und
- eine Steuereinrichtung, die mit der Sensoreinheit gekoppelt ist, die so konfiguriert ist, dass sie eine Operation zur Steuerung des Endeffektors ausführt, um die Bewegung des Endeffektors in Richtung des Objekts auf der Grundlage der empfangenen Kontaktinformationen zu begrenzen, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

2. Robotersystem nach Anspruch 1, wobei die Saugnapfanordnung aufweist:
- ein Gehäuse;
- einen ersten Saugnapf, der mit einer Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der erste Saugnapf relativ zum Gehäuse verschiebbar ist; und wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst.

3. Robotersystem nach Anspruch 2, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen zweiten Saugnapf, der mit einer Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der zweite Saugnapf relativ zum Gehäuse und unabhängig vom ers-

ten Saugnapf verschiebbar ist; und wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes und/oder des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst.

4. Robotersystem nach Anspruch 3, wobei der erste Saugnapf eine kleinere Größe relativ zu einer Größe des zweiten Saugnapfes hat.

5. Robotersystem nach Anspruch 4, wobei das Gehäuse eine Versatzstufe aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie eine größere Verschiebung des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erlaubt als eine erlaubte Verschiebung des ersten Saugnapfes, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der zulässigen Verschiebung des ersten Saugnapfes und/oder des zweiten Saugnapfes erfasst.

6. Robotersystem nach Anspruch 2, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen sich durch das Gehäuse erstreckenden Saugschacht, wobei der erste Saugnapf kommunikativ mit dem Saugschacht und der Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der Saugschacht relativ zum Gehäuse beweglich ist.

7. Robotersystem nach Anspruch 6, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung, der so konfiguriert ist, dass er den Saugschacht in eine Standardposition relativ zum Gehäuse vorspannt, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage eines Drucks zur Überwindung der durch den Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung bereitgestellten Vorspannung erfasst.

8. Robotersystem nach Anspruch 1, ferner aufweisend einen Kraft-Drehmoment-Sensor, der so konfiguriert ist, dass er die vom Endeffektor aufgebrachte Kraft misst.

9. Objekthandhabungseinheit, aufweisend:
- einen Roboterarm; und
- einen Endeffektor, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist, wobei der Endeffektor aufweist:
- eine Saugnapfanordnung, die zum Greifen des Objekts konfiguriert ist; und
- einen Kontaktgrenzsensor, der so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor einen Druck feststellt, der einen Kontaktschwellenwert überschreitet, und wobei die übertragenen Kontaktinformationen bewirken, dass die Bewegung des Endeffektors in Richtung auf das Objekt begrenzt wird, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

10. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 9, wobei die Saugnapfanordnung aufweist:
- ein Gehäuse;
- einen ersten Saugnapf, der mit einer Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der erste Saugnapf relativ zum Gehäuse verschiebbar ist; und wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst.

11. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 10, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen zweiten Saugnapf, der mit einer Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der zweite Saugnapf relativ zum Gehäuse und unabhängig vom ersten Saugnapf verschiebbar ist; und wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes und/oder des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst.

12. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 11, wobei der erste Saugnapf eine kleinere Größe relativ zu einer Größe des zweiten Saugnapfes hat.

13. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 12, wobei das Gehäuse eine Versatzstufe aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie eine größere Verschiebung des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erlaubt als eine erlaubte Verschiebung des ersten Saugnapfes, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der erlaubten Verschiebung des ersten Saugnapfes und/oder des zweiten Saugnapfes erfasst.

14. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 10, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen sich durch das Gehäuse erstreckenden Saugschacht, wobei der erste Saugnapf kommunikativ mit dem Saugschacht und der Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der Saugschacht relativ zum Gehäuse beweglich ist.

15. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 14, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung, der so konfiguriert ist, dass er den Saugschacht in eine Standardposition relativ zum Gehäuse vorspannt, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der

Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage eines Drucks zur Überwindung der durch den Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung bereitgestellten Vorspannung erfasst.

16. Objekthandhabungseinheit nach Anspruch 9, die ferner einen Kraft-Drehmoment-Sensor aufweist, der so konfiguriert ist, dass er die Kraft durch den Endeffektor misst.

17. Greiferbefestigung für ein Objekthandhabungssystem, aufweisend:
- einen Endeffektor, der zum Greifen eines Objekts konfiguriert ist, wobei der Endeffektor aufweist:
- eine Saugnapfanordnung, die konfiguriert ist, mit dem Objekt in Eingriff zu gelangen, wobei die Saugnapfanordnung aufweist:
- ein Gehäuse;
- einen ersten Saugnapf, der so konfiguriert ist, dass er an eine Vakuumdruckquelle gekoppelt werden kann, wobei der erste Saugnapf relativ zu dem Gehäuse verschiebbar ist; und
- einen zweiten Saugnapf, der mit einer Vakuumdruckquelle gekoppelt ist, wobei der zweite Saugnapf relativ zum Gehäuse und unabhängig vom ersten Saugnapf verschiebbar ist; und
- einen Kontaktgrenzsensor, der so konfiguriert ist, dass er einen dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage der Verschiebung des ersten Saugnapfes und des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erfasst, wobei der Kontaktgrenzsensor Kontaktinformationen überträgt, wenn der Kontaktgrenzsensor feststellt, dass der Druck eine Kontaktschwelle überschreitet, und wobei die übertragenen Kontaktinformationen bewirken, dass die Bewegung des Endeffektors in Richtung auf das Objekt begrenzt wird, um eine Beschädigung des Objekts zu verhindern.

18. Greiferbefestigung nach Anspruch 17, wobei der erste Saugnapf im Verhältnis zu einer Größe des zweiten Saugnapfes eine kleinere Größe hat.

19. Greiferbefestigung nach Anspruch 18, wobei das Gehäuse eine Versatzstufe aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie eine größere Verschiebung des zweiten Saugnapfes relativ zum Gehäuse erlaubt als eine erlaubte Verschiebung des ersten Saugnapfes, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er die dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordnete Kraft auf der Grundlage der erlaubten Verschiebung des ersten Saugnapfes und des zweiten Saugnapfes erfasst.

20. Greiferbefestigung nach Anspruch 19, wobei die Saugnapfanordnung ferner aufweist:
- einen Saugschacht, der sich durch das Gehäuse erstreckt, wobei der erste Saugnapf mit dem Saugschacht und der Vakuumdruckquelle kommunikativ gekoppelt ist und wobei der Saugschacht relativ zum Gehäuse beweglich ist; und
- einen Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung, der so konfiguriert ist, dass er den Saugschacht in eine Standardposition relativ zum Gehäuse vorspannt, wobei der Kontaktgrenzsensor so konfiguriert ist, dass er den dem Eingriff zwischen der Saugnapfanordnung und dem Objekt zugeordneten Druck auf der Grundlage eines Drucks zur Überwindung der durch den Mechanismus zur Wiederherstellung der Verschiebung bereitgestellten Vorspannung erfasst.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

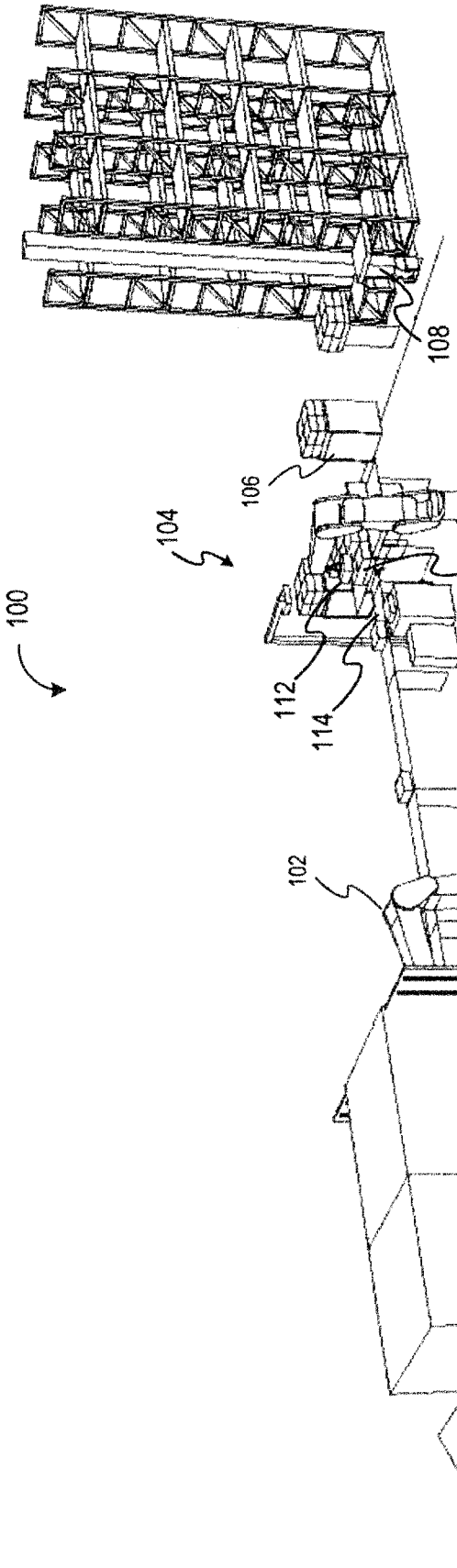


FIG. 1

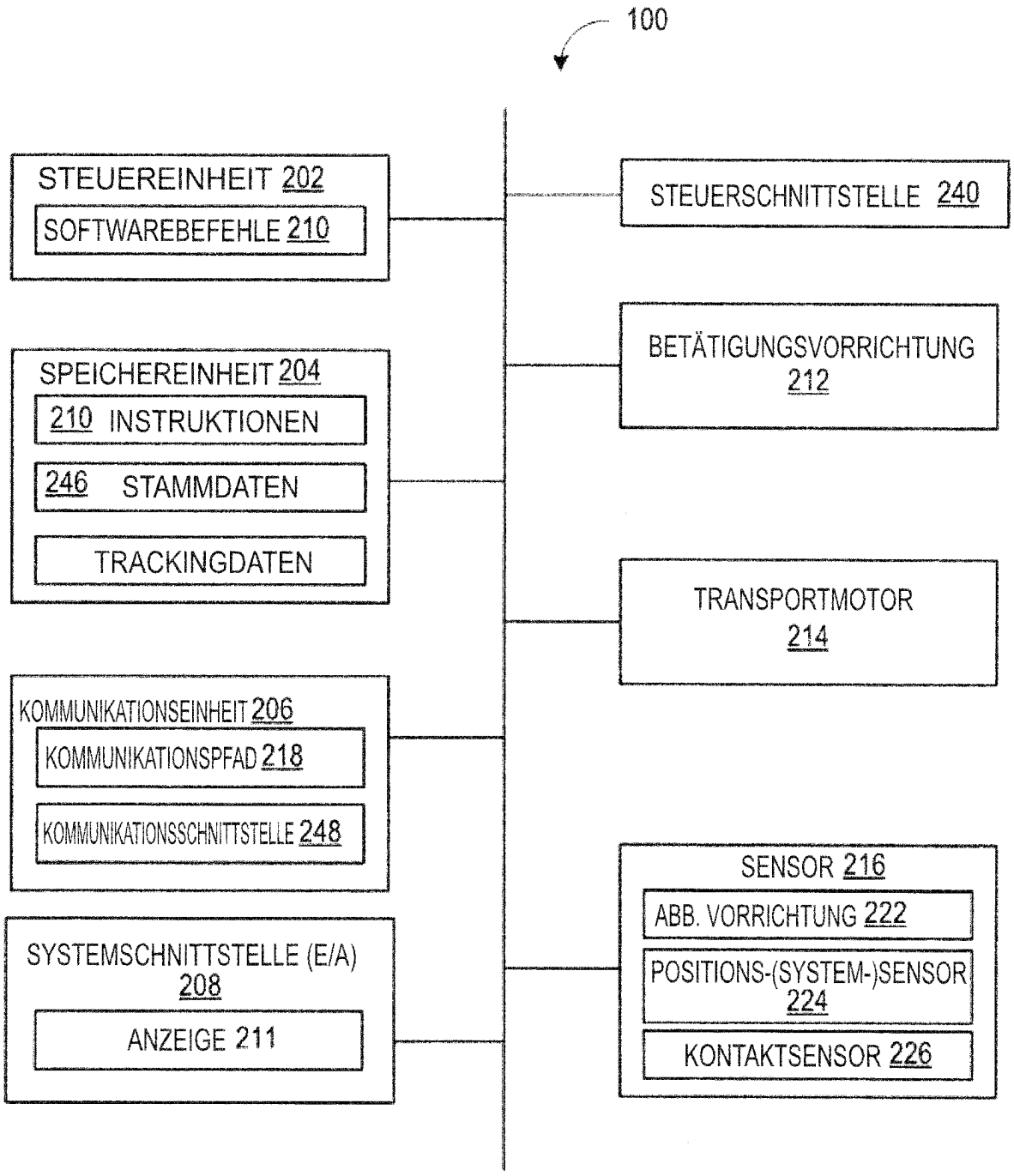

100
STEUEREINHEIT 202
SOFTWAREBEFEHLE 210
SPEICHEREINHEIT 204
210 INSTRUKTIONEN
246 STAMMDATEN
TRACKINGDATEN
KOMMUNIKATIONSEINHEIT 206
KOMMUNIKATIONSPFAD 218
KOMMUNIKATIONSSCHNITTSTELLE 248
SYSTEMSCHNITTSTELLE (E/A) 208
ANZEIGE 211
STEUERSCHNITTSTELLE 240
BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG 212
TRANSPORTMOTOR 214
SENSOR 216
ABB. VORRICHTUNG 222
POSITIONS-(SYSTEM-)SENSOR 224
KONTAKTSENSOR 226

FIG. 2

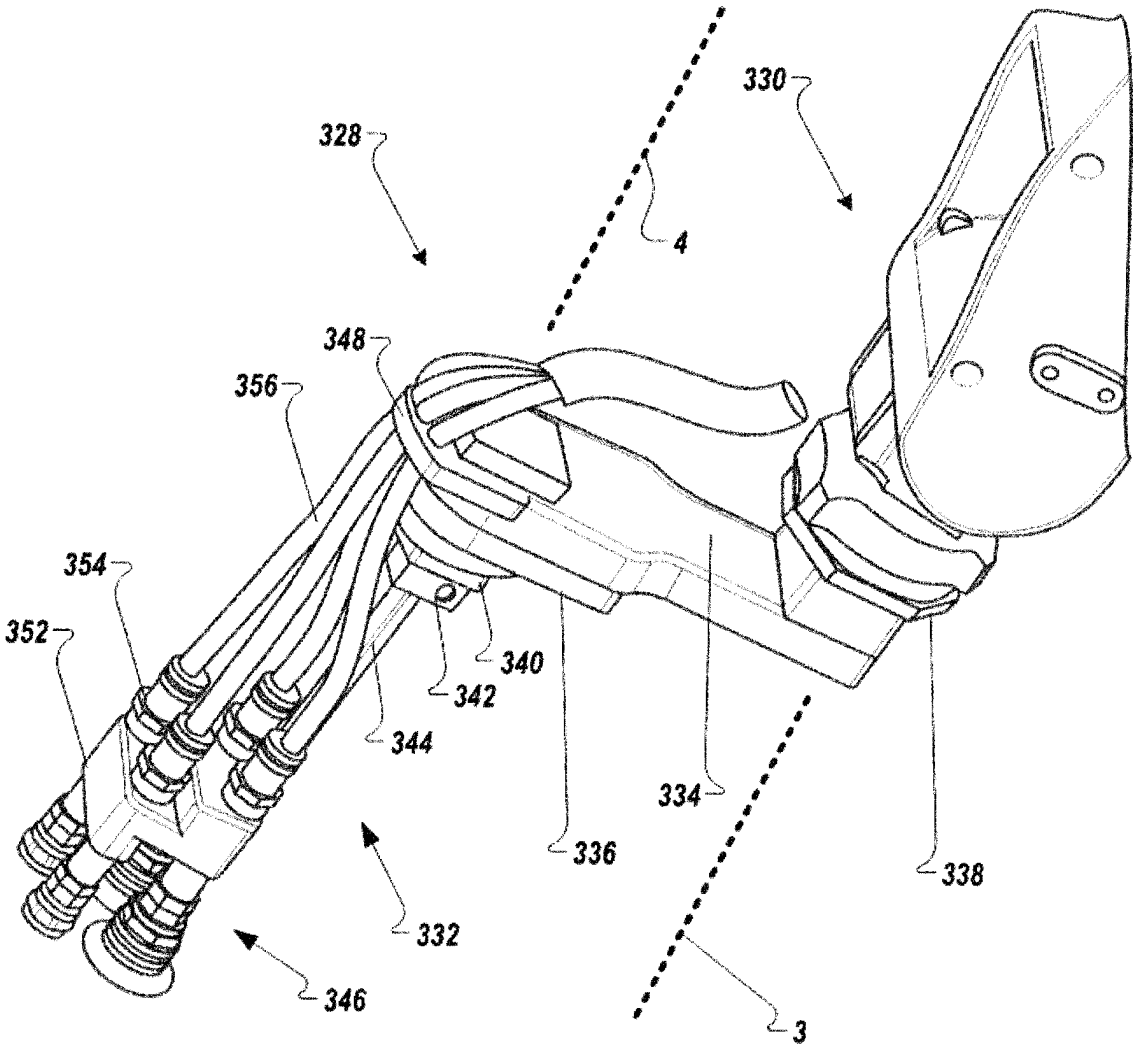


FIG. 3A

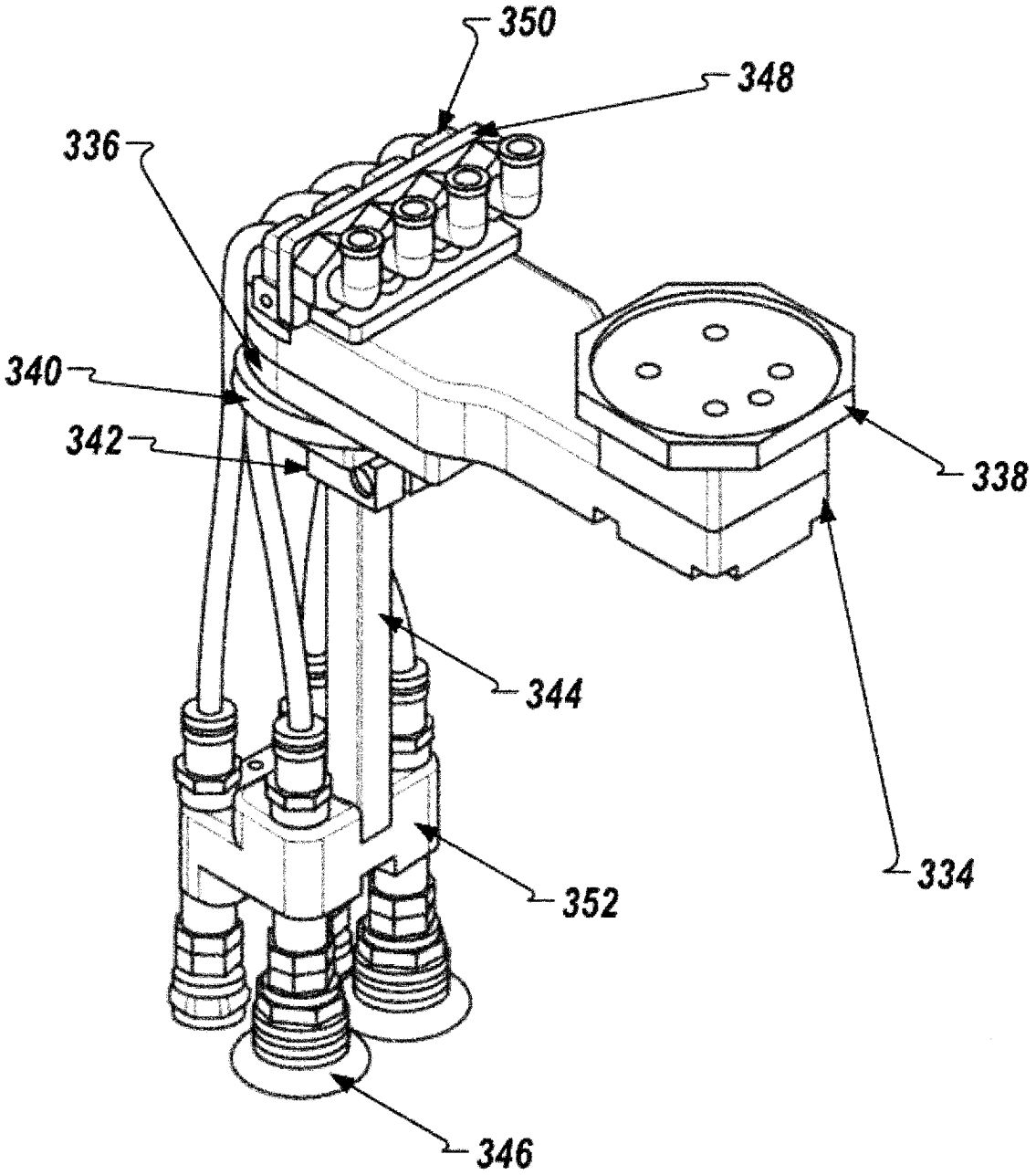


FIG. 3B

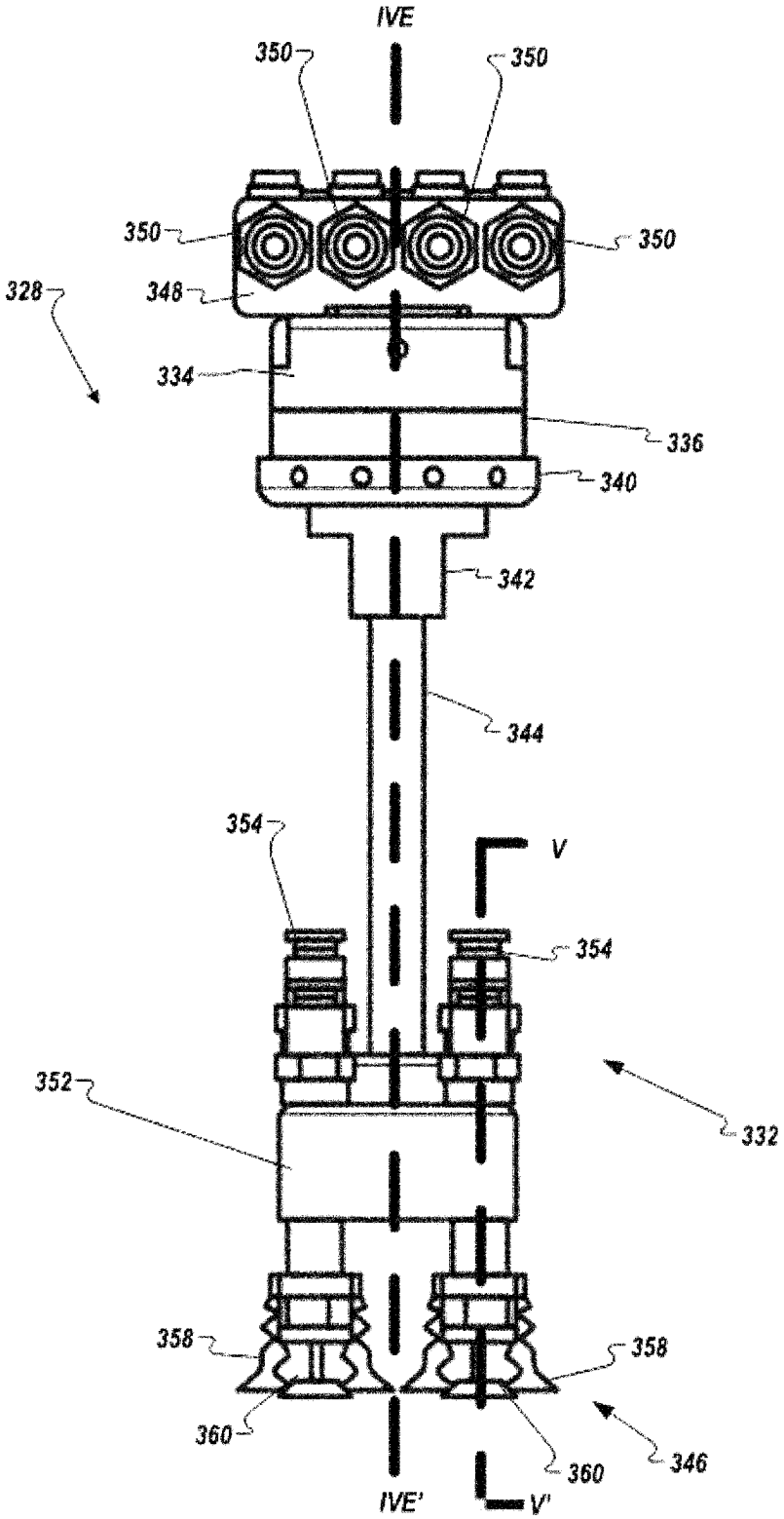

IVE
350
350
350
350
328
348
334
336
340
342
344
354
V
354
352
332
358
358
360
360
346
IVE'
V'

FIG. 4A

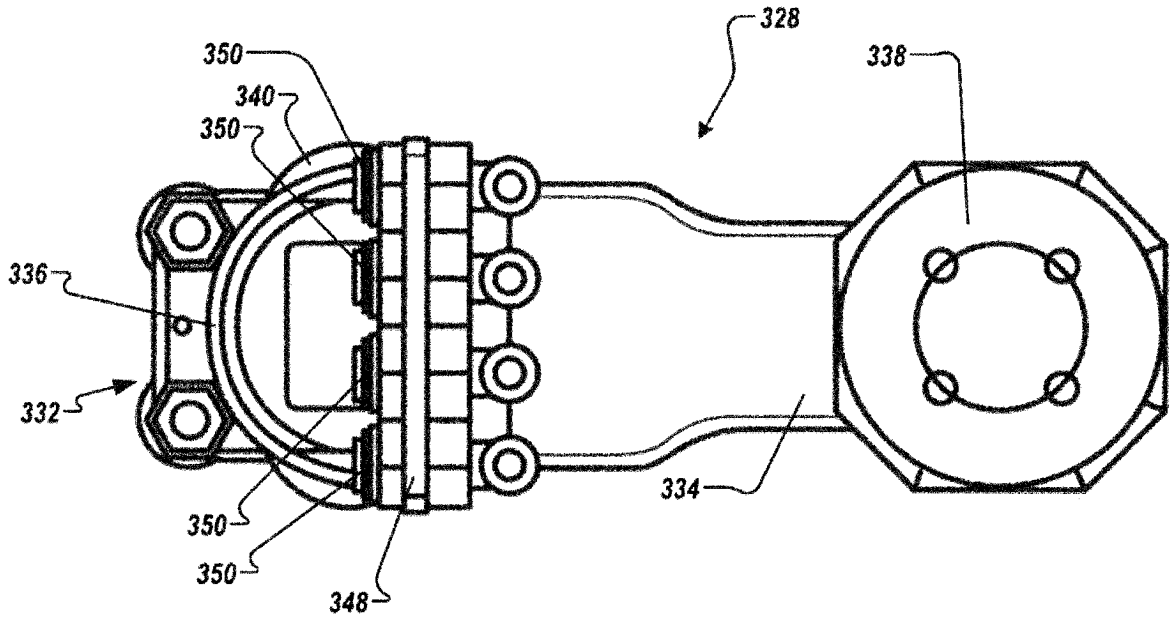

328
350
338
340
350
336
332
334
350
350
348

FIG. 4B

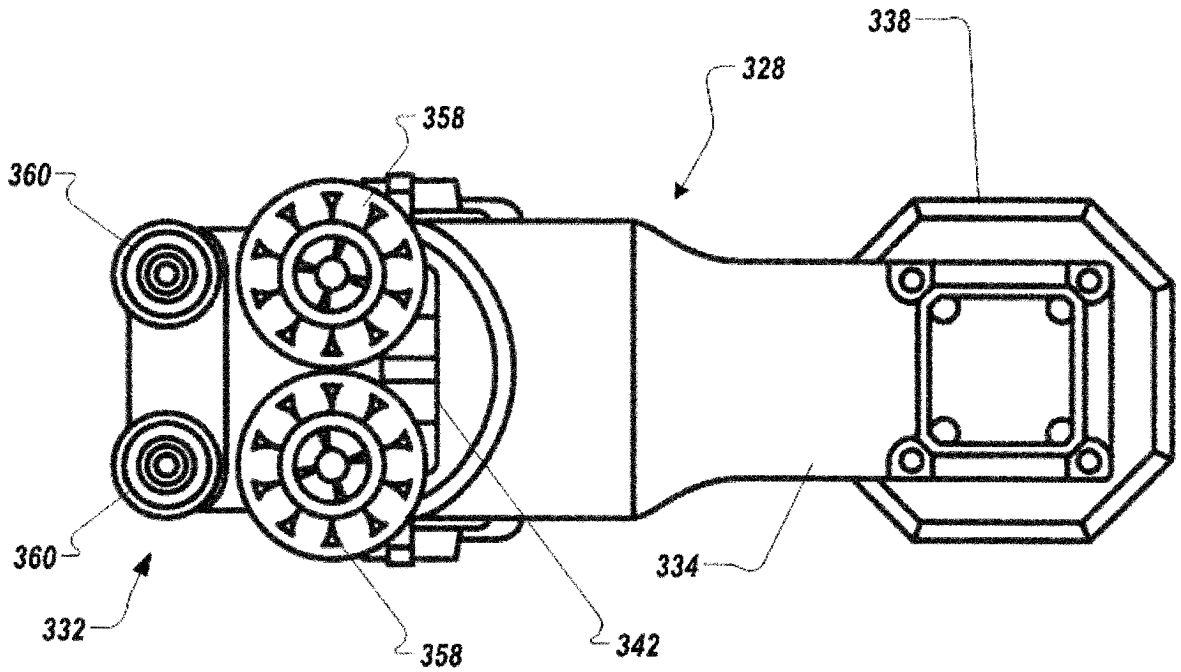

338
328
358
360
360
334
332
358
342

FIG. 4C

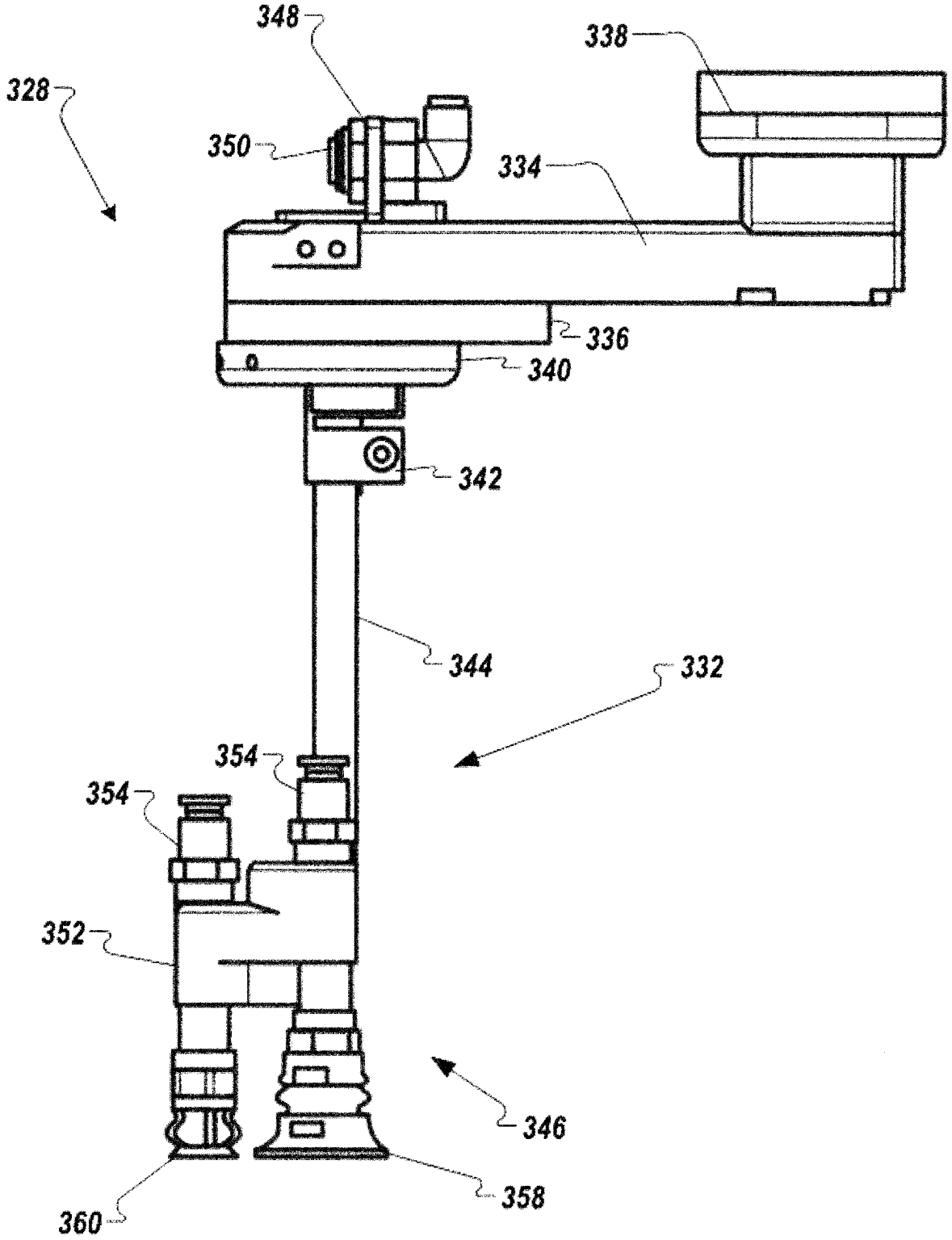


FIG. 4D

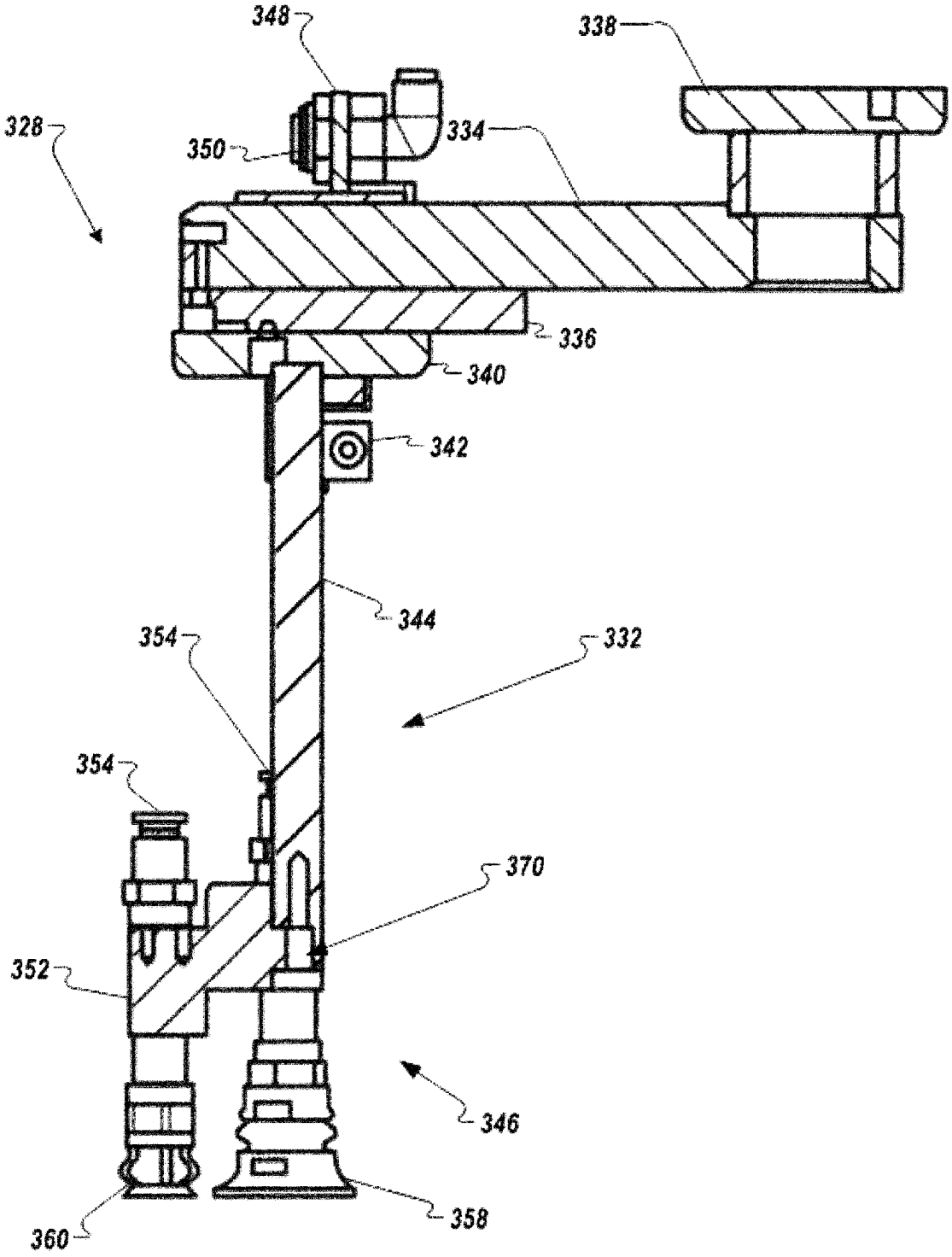

348
338
328
350
334
336
340
342
344
354
332
354
370
352
346
358
360

FIG. 4E

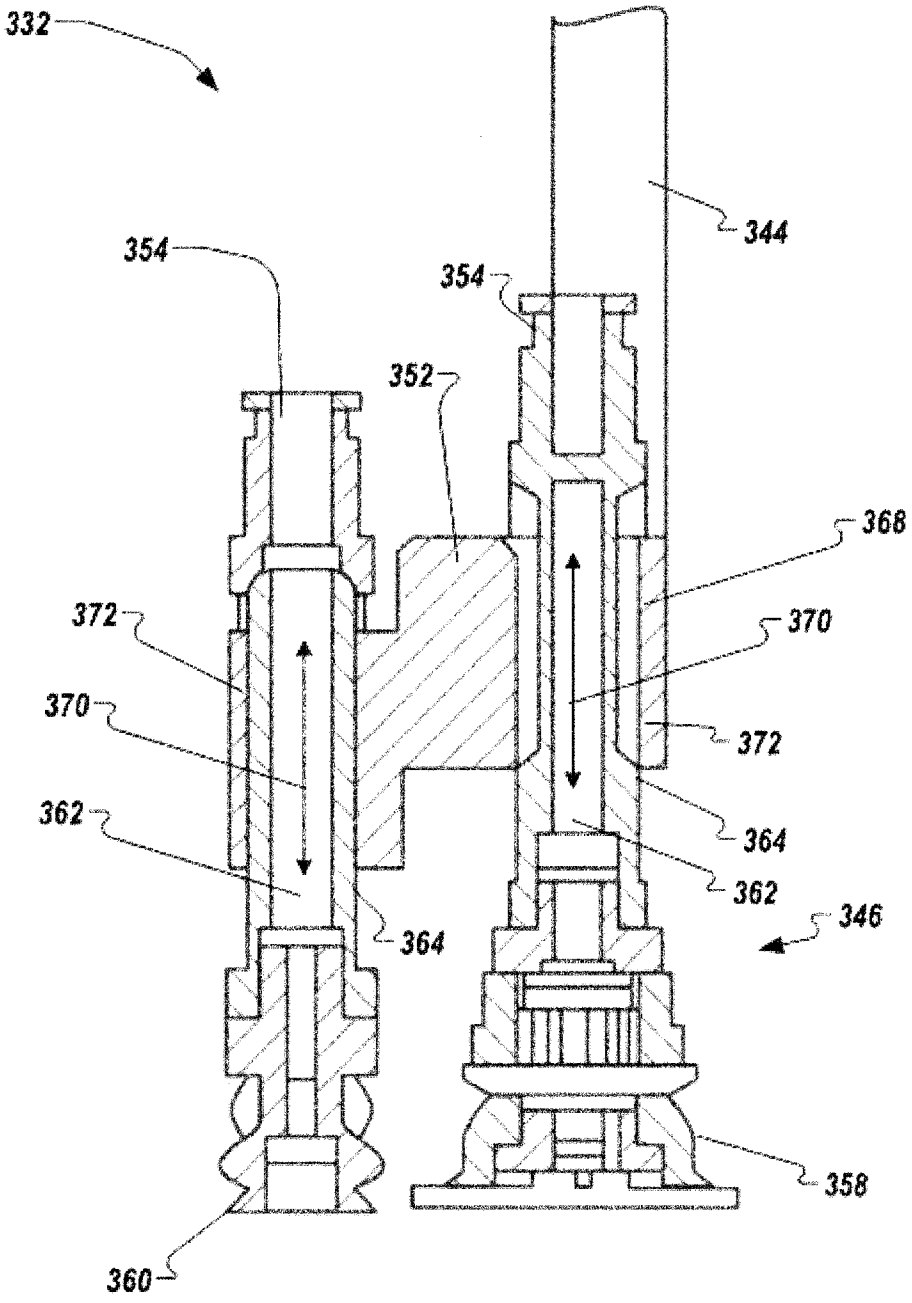

332
344
354
354
352
368
372
370
370
372
362
364
362
346
364
358
360

FIG. 5

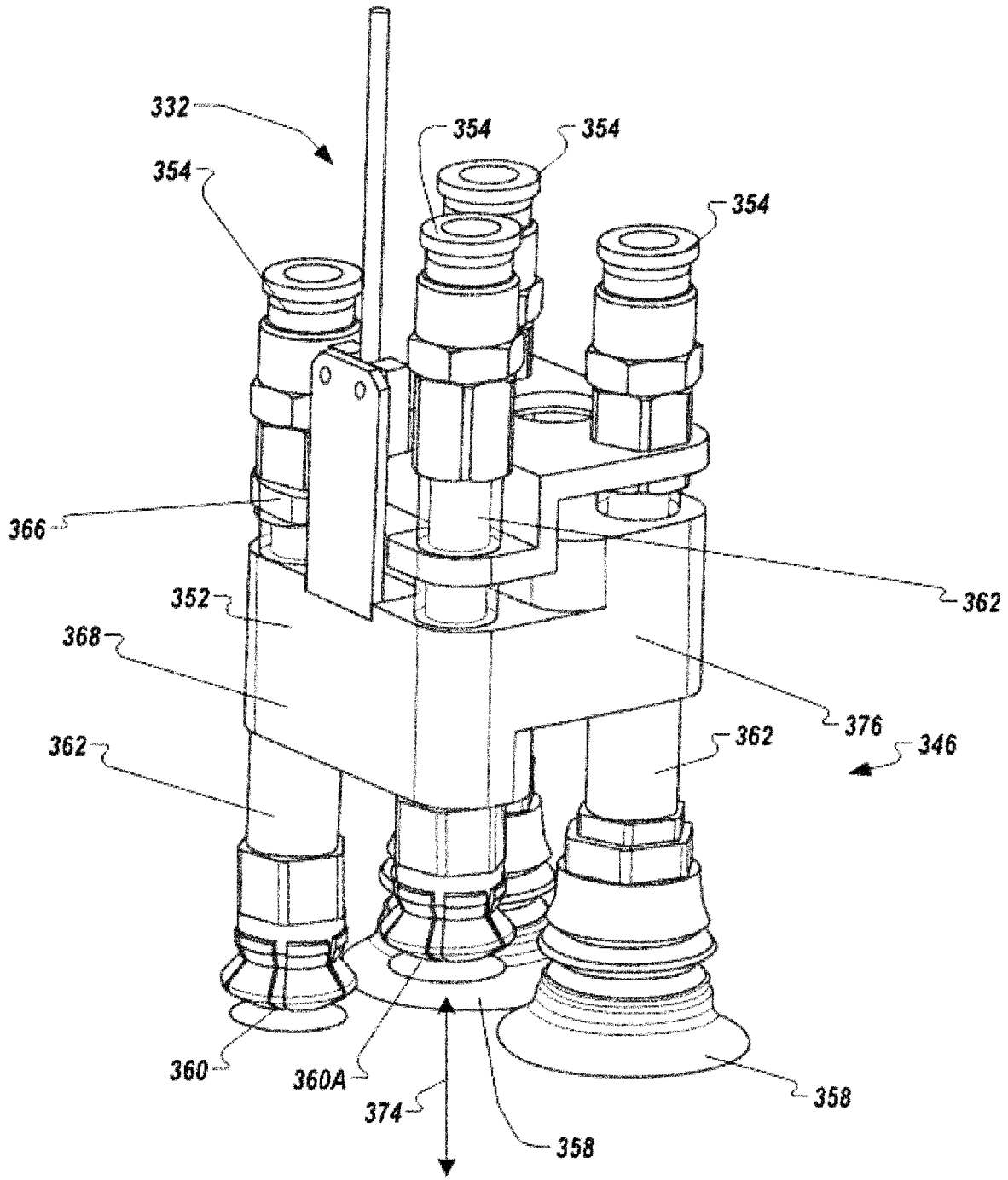

332
354
354
354
354
366
362
352
368
376
362
362
346
360
360A
374
358
358

FIG. 6A

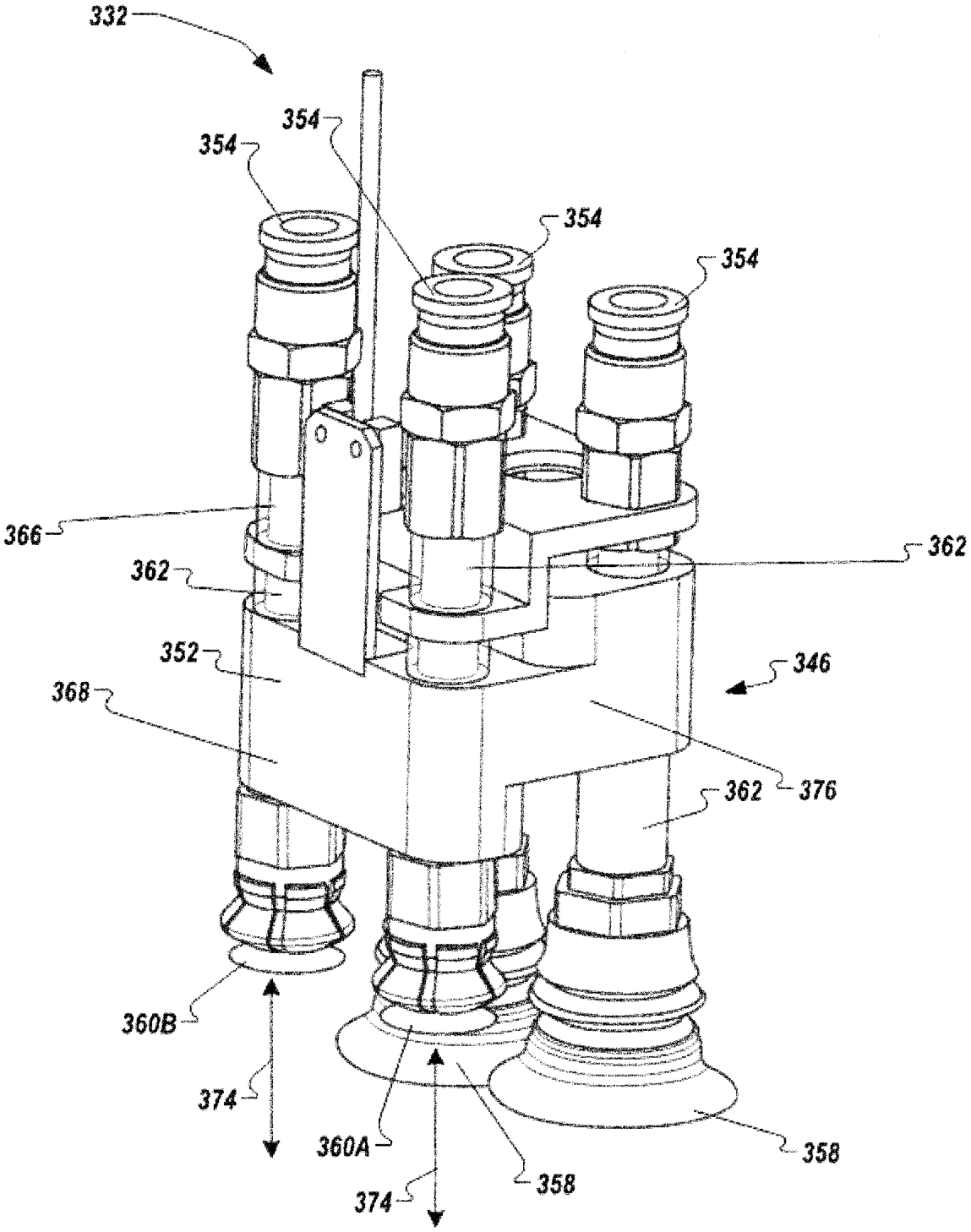

332
354
354
354
354
366
362
362
352
346
368
376
362
360B
374
360A
358
374
358

FIG. 6B

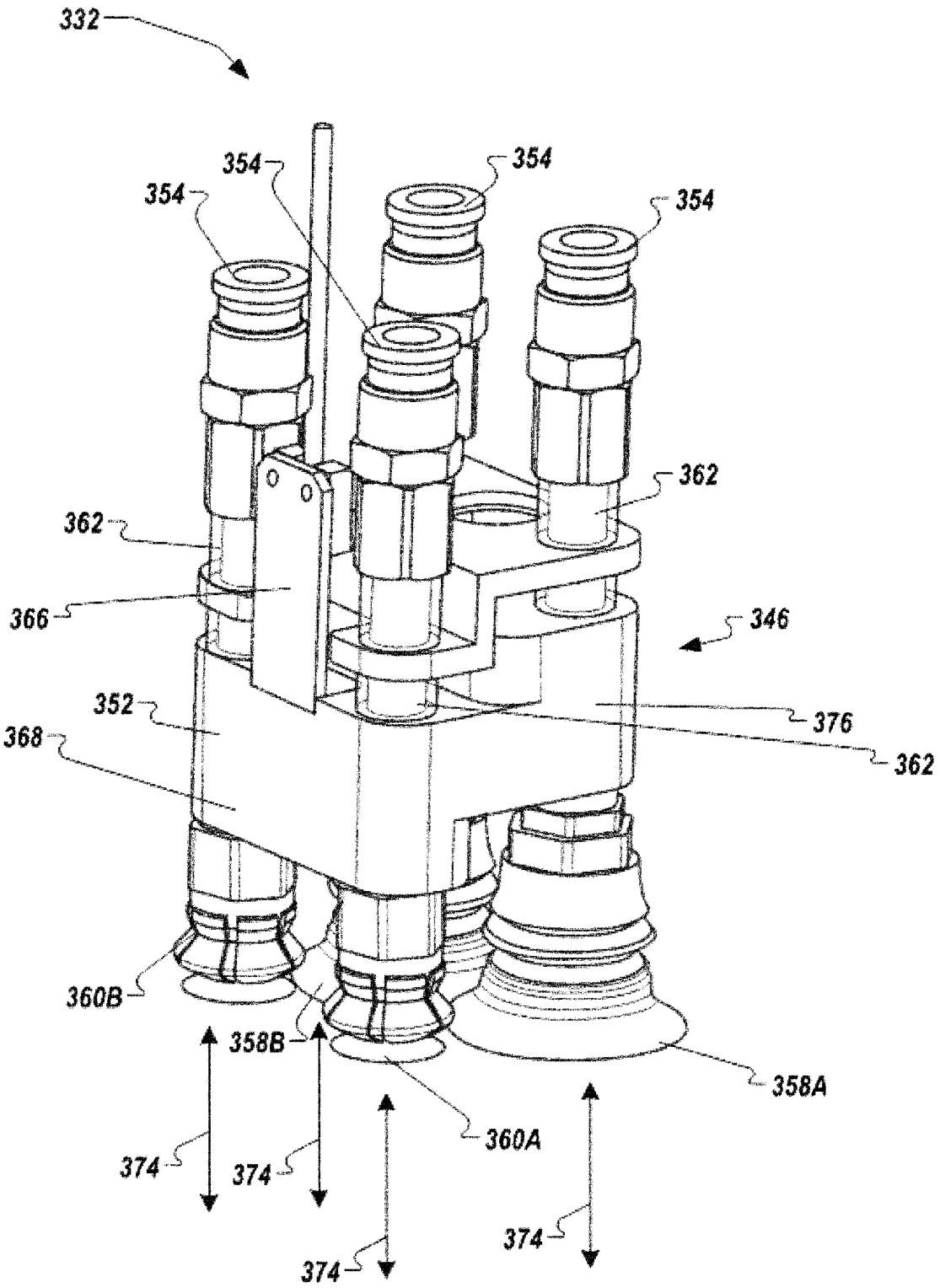

332
354
354
354
354
362
362
366
346
352
376
362
368
360B
358B
358A
360A
374
374
374
374

FIG. 6C

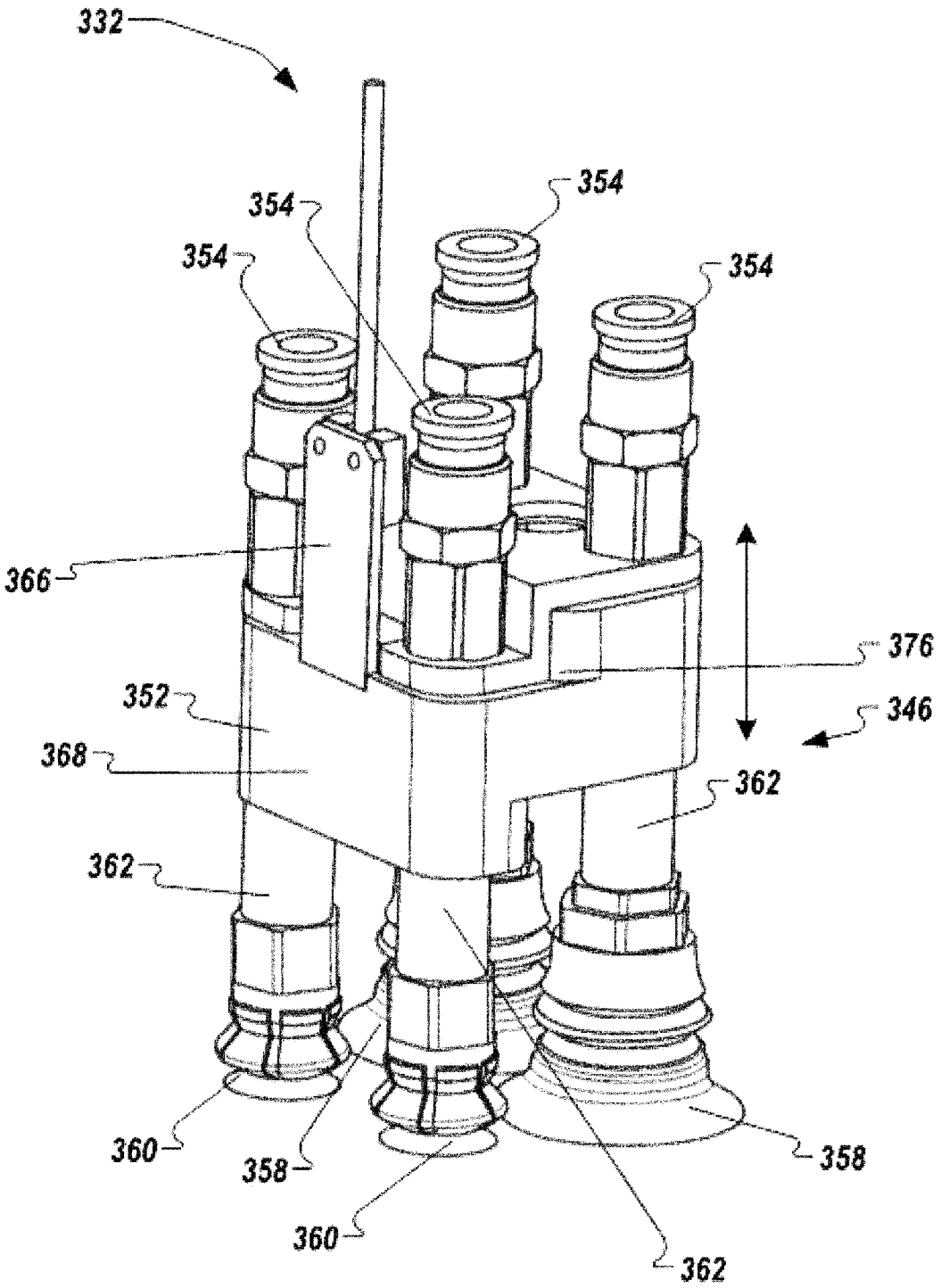

332
354
354
354
354
366
376
352
346
368
362
362
360
358
360
362
358

FIG. 6D

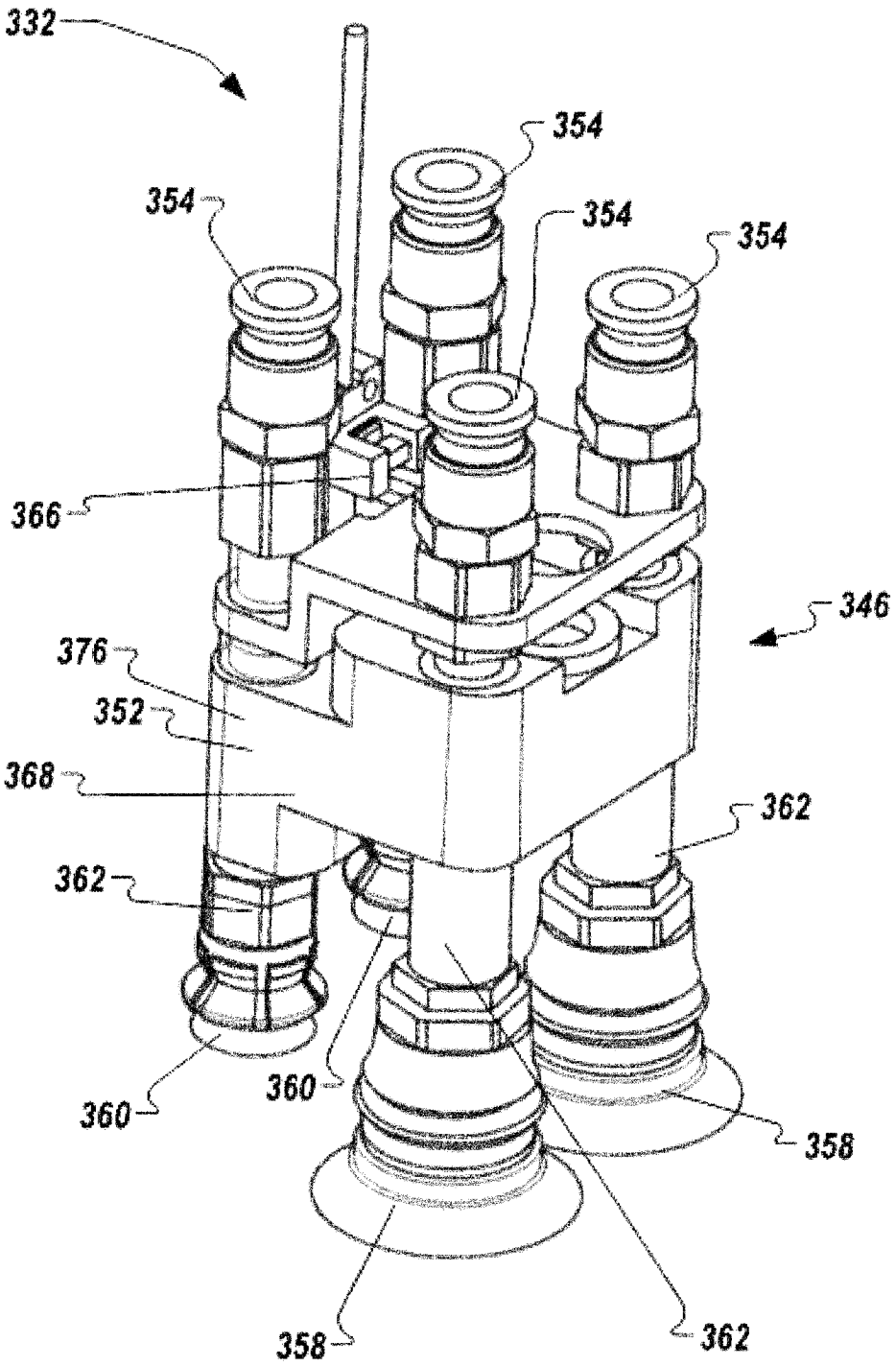

332
354
354
354
354
366
346
376
352
368
362
362
360
360
358
358
362

FIG. 6E

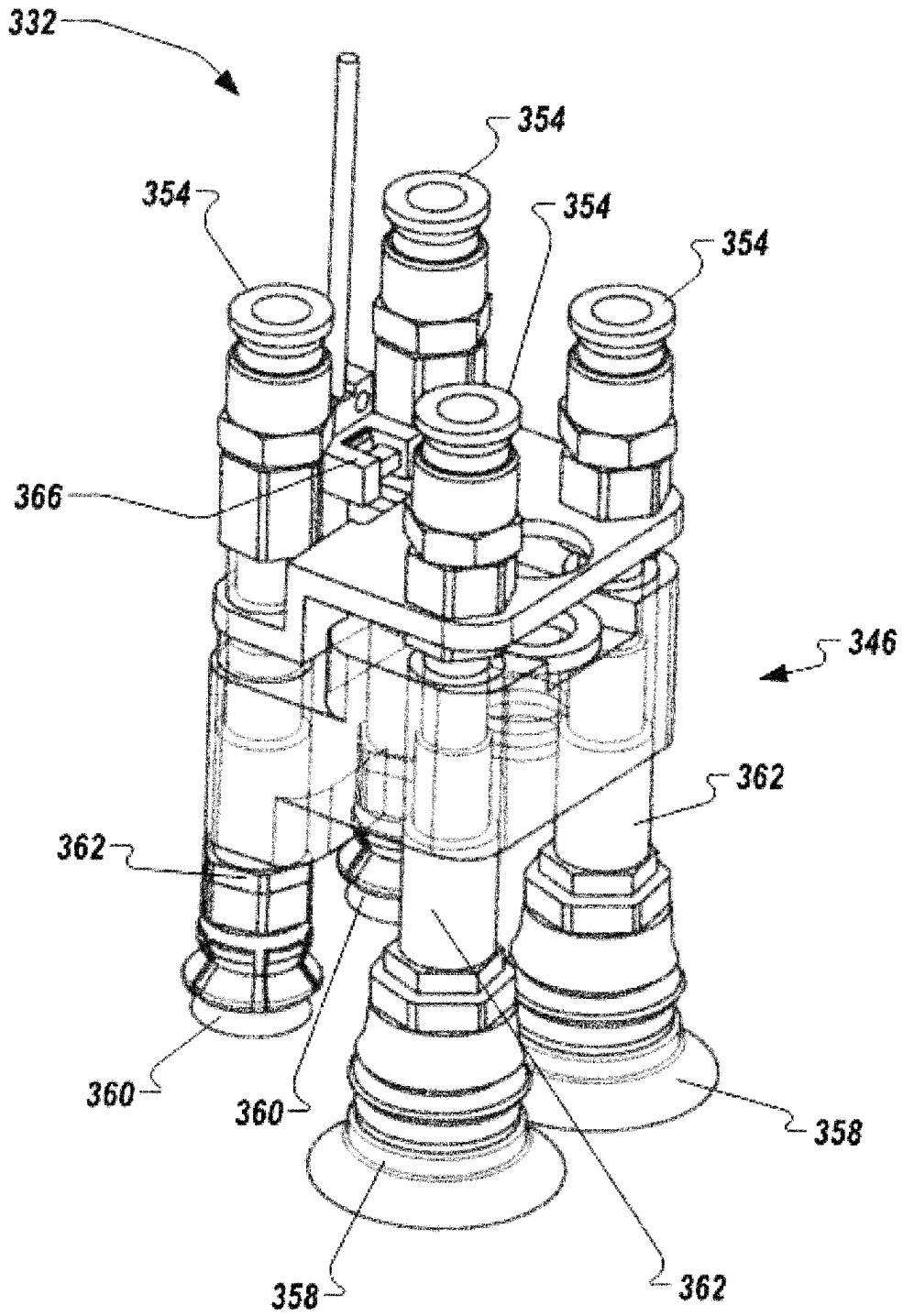


FIG. 6F

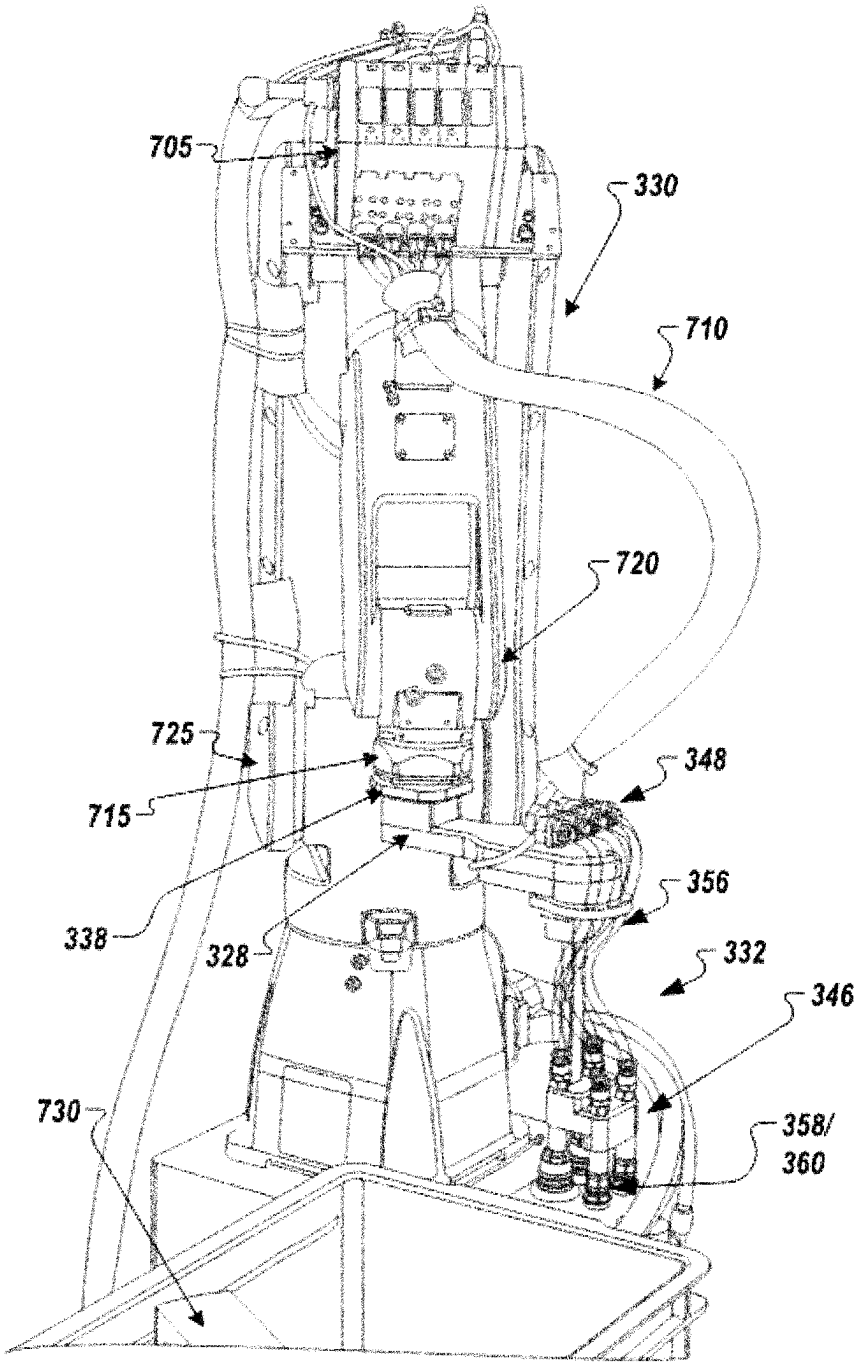


FIG. 7

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.