(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Januar 2022 (27.01.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/017970 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 15/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/069926

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Juli 2021 (16.07.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 119 497.8
23. Juli 2020 (23.07.2020) DE

(71) Anmelder: **KUKA DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Zugspitzstraße 140, 86165 Augsburg (DE).

(72) Erfinder: **BLOCK, Erich**; Scharnitzerweg 3, 86163 Augsburg (DE). **GLATZ, Hans**; Rechenstraße 7, 86179 Augsburg (DE). **KOEGL, Bernhard**; Ludwig-Thomas-Str. 18, 86415 Mering (DE). **SCHNEIDER, Werner**; Lerchenstrasse 11e, 86343 Königsbrunn (DE). **MEINZINGER, Patrick**; Kleiststrasse 11, 86165 Augsburg (DE).

(74) Anwalt: **TILLMANN, Axel**; Postfach 43 12 69, 86072 Augsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR APPLYING WINDINGS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ANBRINGEN VON WICKLUNGEN

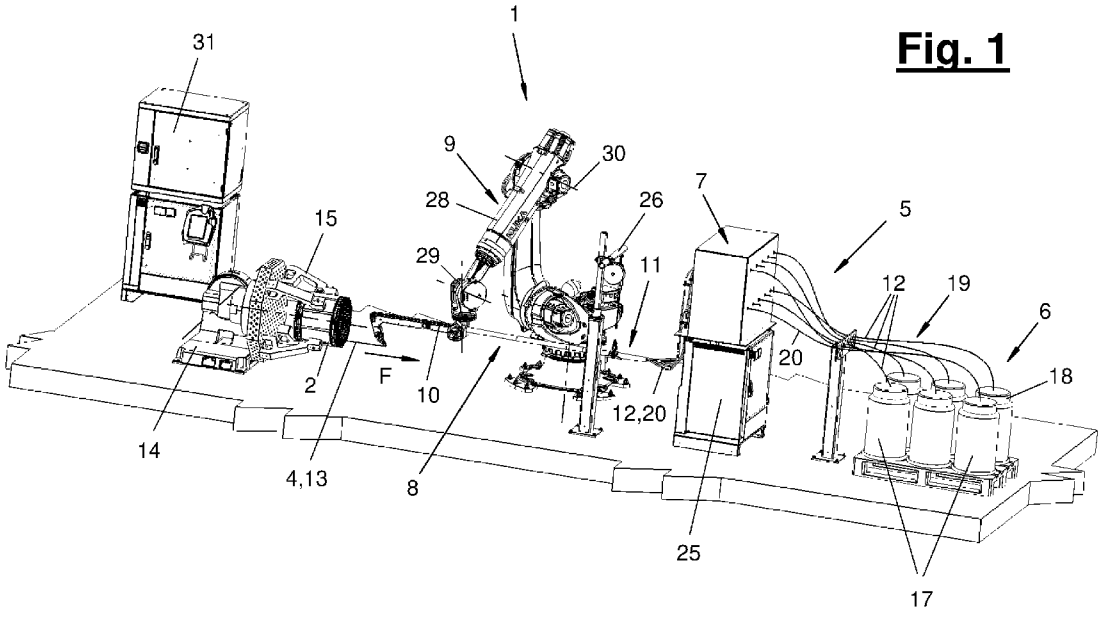


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a winding device (1) and a method for applying windings (3) made of winding wire (4) to a winding carrier (2). The winding device (1) has a supply apparatus (5) for winding wire (4), a winding tool (10), and a multi-axis handling apparatus (9) for guiding the winding tool (10). The handling apparatus (9) has four or more driven axes of movement (30). The winding wire (4) can be applied to the winding carrier (2) with an adjustable tensile force.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Wickelvorrichtung (1) und ein Verfahren zum Anbringen von Wicklungen (3) aus Wicklungsdraht (4) an einem Wicklungsträger (2), wobei die Wickelvorrichtung (1) eine Versorgungseinrichtung (5) für Wicklungsdraht (4), ein Wickelwerkzeug (10) und eine mehrachsige Handhabungseinrichtung (9) zum Führen des Wickelwerkzeugs (10)

WO 2022/017970 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

aufweist. Die Handhabungseinrichtung (9) weist vier oder mehr angetriebene Bewegungsachsen (30) auf. Der Wicklungsdraht (4) kann mit einer einstellbaren Zugkraft am Wicklungsträger (2) angebracht werden.

Verfahren und Vorrichtung zum Anbringen von Wicklungen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anbringen von Wicklungen an einem Wicklungsträger, insbesondere an einem Stator einer elektrischen Maschine, mit den Merkmalen im Oberbegriff der selbstständigen Ansprüche.

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung sind aus der EP 1 990 899 B1 bekannt. Die Wickelvorrichtung weist einen Kreuzschlitten mit einem aus Wickelstange und einer Wickelnadel bestehendes Wickelwerkzeug auf, wobei der Wicklungsdraht als Einzeldraht dem Wickelwerkzeug über eine große Umlenkrolle von einer externen Versorgungseinrichtung zugeführt wird.

Entsprechende Wickelverfahren und -vorrichtungen sind aus der EP 0 652 628 B1 und DE 10 2014 006 406 B4 bekannt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Wickeltechnik aufzuzeigen, mit der Wicklungen effizienter und mit besserer Qualität an einem Wicklungsträger angebracht werden können.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die beanspruchte Wicklungstechnik, d.h. das Wickelverfahren und die Wickelvorrichtung, haben verschiedene Vorteile. Sie ermöglichen eine bessere und präzisere sowie schnellere Anbringung von Wicklungen an einem Wicklungsträger.

Nach einem ersten Erfindungsaspekt kann die Handhabungseinrichtung, die das Wickelwerkzeug hält und führt, vier oder mehr angetriebene

Bewegungsachsen aufweisen. Diese können rotatorische und/oder translatorische Bewegungsachsen in beliebiger Kombination sein.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Handhabungseinrichtung als Industrieroboter, insbesondere als Gelenkarmroboter, ausgebildet. Sie hat z.B. sechs rotatorische Roboterachsen. Die Handhabungseinrichtung kann eine mehrachsige Hand aufweisen, an der das Wickelwerkzeug montiert ist. Eine solche Hand kann z.B. zwei oder drei bevorzugt rotatorische angetriebene Bewegungsachsen haben. Durch die beanspruchte Handhabungseinrichtung kann das Wickelwerkzeug optimal, schnell und exakt relativ zum Wicklungsträger für das Anbringen der Wicklungen bewegt werden.

Der Wicklungsträger kann z.B. ein zylindrischer Stator einer elektrischen Maschine sein. Der Wicklungsträger kann seinerseits mittels einer Positioniervorrichtung relativ zur Handhabungseinrichtung bewegt werden. Die Positioniervorrichtung kann eine oder mehrere angetriebene Bewegungsachsen in rotatorischer und/oder translatorische Ausbildung und in beliebiger Achsenkombination aufweisen. In einer vorteilhaften Ausgestaltung können die Handhabungseinrichtung und die Positioniervorrichtung gemeinsam gesteuert werden. Die gemeinsame Steuerung kann z.B. eine Robotersteuerung sein.

In einem weiteren eigenständigen Erfindungsaspekt kann die Wickeltechnik dazu ausgebildet sein, den Wicklungsdraht mit einer einstellbaren Kraft am Wickelwerkzeug austreten zu lassen. Das Einstellen der Kraft kann einerseits ein Konstanthalten der Kraft umfassen. Andererseits kann eine bestimmte Kraft eingestellt werden. Diese kann auch konstant gehalten werden. Die Wickelvorrichtung und das Wickelverfahren können hierfür entsprechend ausgebildet sein.

Für die Krafteinstellung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Einerseits ist ein kraftfreier Austritt des Wicklungsdrahts oder ein Austritt mit einer Druckkraft

möglich. Der Wicklungsdraht kann aber auch mit einer Zugkraft austreten. Letzteres bedeutet, dass eine externe Kraft auf den Wicklungsdraht einwirkt und diesen aus dem Wickelwerkzeug herauszieht. Diese Zugkraft kann z.B. von der Handhabungseinrichtung bei den Bewegungen des Wickelwerkzeugs aufgebracht werden. Dies ermöglicht es, den Wicklungsdraht mit einer Zugkraft und damit straff am Wicklungsträger anzubringen. Der am Wickelwerkzeug austretende Wicklungsdraht kann ständig unter Zug gehalten werden trotz unterschiedlich gerichteter und unterschiedlich schneller Bewegungen der Handhabungseinrichtung.

Die Wickelvorrichtung kann dabei die beanspruchte Handhabungseinrichtung mit vier oder mehr angetriebenen Bewegungsachsen aufweisen. Das Anbringen des Wicklungsdrahts mit einer einstellbaren Zugkraft ist auch mit einer anderen Handhabungseinrichtung möglich, die eine oder mehrere angetriebene Bewegungsachsen aufweist. Eine solche Handhabungseinrichtung kann z.B. in vorbekannter Weise als Kreuzschlitten ausgebildet sein.

Der Wicklungsdraht kann in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung und des Wickelwerkzeugs gefördert werden. Die Versorgungseinrichtung der Wickelvorrichtung kann zu diesen Zwecken eine Vorschubeinrichtung mit einer steuerbaren und ggf. regelbaren Antriebseinrichtung für den Wicklungsdraht aufweisen. Die Antriebskraft und die Antriebsgeschwindigkeit, insbesondere Vorschubgeschwindigkeit, der Antriebseinrichtung und des Drahtvorschubs können gesteuert und bevorzugt geregelt werden.

Mittels der Vorschubeinrichtung und ihrer Antriebseinrichtung kann der z.B. lackierte Wicklungsdraht ohne Beschädigungen durch das von der Handhabungseinrichtung geführte Wickelwerkzeug zum Wicklungsträger gefördert werden. Dabei kann an jedem Punkt des Drahtwickelpfades am

Wicklungsträger individuell für jeden Einzeldraht eine Drahtvorschubkraft sowie eine Drahtrückzugkraft variabel programmierbar eingestellt werden. Die Drahtvorschubkraft und die Drahtrückzugkraft können z.B. zwischen -30N bis +30N liegen oder um diese Werte schwanken. Hierdurch lassen sich Beschädigungen eines ummantelten, z.B. lackierten, Wicklungsdrahts vermeiden. Der Wicklungsdraht kann mit der besagten einstellbaren Kraft aus der Wickelnadel vorgeschoben oder gezogen werden. Zusätzlich kann die Vorschubeinrichtung Beschleunigungsspitzen der Handhabungseinrichtung in Drahtwickelrichtung ausgleichen. Eine Drahtvorschubregelung kann derart ausgelegt sein, dass sie nur während des Wickelvorganges aktiv ist und von der Handhabungseinrichtung angesteuert wird.

In einem weiteren selbstständigen Erfindungsaspekt kann der zur Wicklungsbildung am Wicklungsträger anzubringende Wicklungsdraht als Drahtbündel aus mehreren Einzeldrähten ausgebildet werden. Die jeweilige Wicklung kann aus einem oder mehreren Drahtbündeln gebildet werden. Diese Wicklungsbildung ist besonders schnell, effizient und präzise.

Die Wickelvorrichtung kann eine Drahtführung aufweisen, die aus mehreren Einzeldrähten das Drahtbündel bildet und dieses am Wickelwerkzeug abgibt für das Anbringen der Wicklungen am Wicklungsträger. Die Drahtführung kann z.B. die Zusammenführung der zunächst getrennt und distanziert geführten Einzeldrähte an geeigneter Stelle bewirken, z.B. an der Anschluss- oder Eintrittsstelle am Wickelwerkzeug oder im Bereich der Versorgungseinrichtung. Die Drahtführung kann das Drahtbündel dann ggf. weiter bis zur Abgabestelle am Wickelwerkzeug führen.

Das Drahtbündel kann in unterschiedlicher Weise konfiguriert sein und eine variable Anordnung der Einzeldrähte aufweisen. Es kann z.B. eine Einzelreihe von mehreren dicht und ggf. im gegenseitigen Kontakt nebeneinander angeordneten Einzeldrähten haben. Alternativ ist eine

Einzeldrahtanordnung in mehreren parallelen Reihen, in einer dichten Packung mit einem kreisförmigen, ovalen oder prismatischen oder sonstigen Umriss oder in anderer Weise möglich.

Die Bildung und Handhabung eines Drahtbündels aus mehreren Einzeldrähten kann in Verbindung mit einem oder beiden vorgenannten Erfindungsaspekten und mit der beanspruchten Wickeltechnik erfolgen. Die Bildung und Handhabung des besagten Drahtbündels kann auch mit einer beliebigen konventionellen Wickeltechnik erfolgen, insbesondere mit einer Handhabungseinrichtung, die eine oder mehrere angetriebene Bewegungsachsen hat.

Die Wickelvorrichtung kann eine Versorgungseinrichtung für Wicklungsdraht aufweisen, welche eine Bereitstellung für den Wicklungsdraht und eine Vorschubeinrichtung mit einer steuerbaren und ggf. regelbaren Antriebseinrichtung für den Wicklungsdraht umfasst. Die Antriebseinrichtung fördert den Wicklungsdraht. Sie kann den Wicklungsdraht aus der Bereitstellung ziehen und zum Wickelwerkzeug und der dortigen Abgabestelle schieben. Die Antriebseinrichtung kann mehrfach vorhanden sein.

Der Wicklungsdraht kann bei allen Ausgestaltungen des Wickelverfahrens und der Wickelvorrichtung sowie ihrer Komponenten generell als einzelner Draht oder als Drahtbündel aus Einzeldrähten ausgebildet sein. Die ein oder mehreren Einzeldrähte können jeweils als nackte oder als ummantelte, z.B. lackierte, Drähte ausgebildet sein. Die Drähte bestehen bevorzugt aus elektrisch leitfähigem Material, insbesondere Metall.

Bei mehreren Einzeldrähten kann die Vorschubeinrichtung für jeden Einzeldraht eine eigene steuerbare und ggf. regelbare Antriebseinrichtung aufweisen, die den Einzeldraht fördert. Bei entsprechender Ausbildung kann eine Antriebseinrichtung auch ein Drahtbündel fördern.

Die Versorgungseinrichtung kann eine Führungseinrichtung für den Wicklungsdraht aufweisen, die zwischen der bevorzugt stationären Vorschubeinrichtung und dem Wickelwerkzeug angeordnet ist. Die Führungseinrichtung kann biegeelastisch sein. Sie kann auch einen zumindest bereichsweise gebogenen Verlauf haben. Durch den gebogenen Verlauf kann ein Formwiderstand gebildet werden, der zur Detektion der Drahtkraft und zur Steuerung sowie Regelung der Antriebseinrichtung und des Drahtvorschubs von Vorteil ist. Die Führungseinrichtung kann an den Enden fixiert sein. Sie kann zumindest bereichsweise auch die Funktion einer Bowdenzughülle haben. Die Führungseinrichtung kann außerdem Drahtlänge puffern und kurzzeitige Schwankungen in der Drahtkraft und/oder der Bewegungsgeschwindigkeit des Wickelwerkzeugs ausgleichen.

Die Führungseinrichtung kann den Bewegungen des Wickelwerkzeugs folgen. Sie kann reibungsarm ausgebildet sein. Die Führungseinrichtung kann z.B. schlauchartig oder rohrartig ausgebildet sein und innenseitig den Wicklungsdraht aufnehmen. Zur Reibungsminderung können interne sog. Liner in Form von Rollelementen oder Gleitelementen vorhanden sein. Die Führungseinrichtung kann durch einen Balancer gestützt werden.

Die Antriebseinrichtung kann nach der Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung und des Wickelwerkzeugs gesteuert und ggf. geregelt sein. Dies ist die Geschwindigkeit, mit der die Austritts- und Abgabestelle des Wickeldrahts am Wickelwerkzeug von der Handhabungseinrichtung am Wicklungsträger entlang bewegt wird.

Die Bewegungsgeschwindigkeit kann durch eine Robotergeschwindigkeit, insbesondere durch eine Relativgeschwindigkeit des Tool-Center-Points (TCP) der Handhabungseinrichtung, entlang des z.B. dabei stationären Wicklungsträgers repräsentiert werden. Diese Geschwindigkeit kann z.B. von der Handhabungseinrichtung an die Steuerung der Antriebseinrichtung als

Vorgabewert für die Steuerung oder Regelung der Drahtvorschubgeschwindigkeit gemeldet werden.

In einer anderen Ausführung kann die Antriebseinrichtung selbst die benötigte Vorschubgeschwindigkeit erkennen. Dies kann die Erkennung einer betriebsbedingten Änderung der benötigten Vorschubgeschwindigkeit gegenüber einem Vorgabewert betreffen. Der Vorgabewert kann z.B. von der Handhabungseinrichtung bzw. deren Steuerung an die Steuerung der Antriebseinrichtung gemeldet werden.

Die Antriebseinrichtung kann auf eine ausschubseitige vorgegebene Drahtkraft des Wicklungsdrahts gesteuert oder geregelt werden. Die vorgegebene Drahtkraft kann z.B. aus der vorgenannten gewünschten Zugkraft beim Anbringen der Wicklung am Wicklungsträger resultieren.

Die Antriebseinrichtung fördert, insbesondere schiebt, den Wicklungsdraht mit einer bevorzugt regelbaren Antriebskraft, insbesondere Vorschubkraft, und einer steuer- oder regelbaren Vorschubgeschwindigkeit durch die Führungseinrichtung und das Wickelwerkzeug. Sie kann die in der Führungseinrichtung und am Wickelwerkzeug bestehenden Transportwiderstände, insbesondere Reib- und Formwiderstände, für den Drahtvorschub teilweise oder vollständig kompensieren.

Beim Wickelprozess verändern sich die Transportwiderstände durch die Bewegungen des Wickelwerkzeugs. Durch die Regelung kann die Antriebskraft, insbesondere Vorschubkraft, an die variierenden Transportwiderstände angepasst werden. Die Antriebseinrichtung kann diese vollständig kompensieren, so dass der Wickeldraht kraftfrei an der Abgabestelle am Wickelwerkzeug austritt. Die Antriebseinrichtung kann in einer Variante die Transportwiderstände nur teilweise kompensieren, so dass an der Abgabestelle am Wickelwerkzeug die besagte einstellbare Zugkraft auf den Wicklungsdraht wirkt. Eine Überkompensation der Transportwiderstände findet vorzugsweise nicht statt. Wenn mehrere

Antriebseinrichtungen für jeweils einen Einzeldraht vorhanden sind, können diese jeweils eigenständig gesteuert, bevorzugt geregelt werden.

Die Vorschubeinrichtung kann einen Detektor für die Erfassung der besagten Drahtkraft aufweisen. Dieser kann zur Regelung der Antriebseinrichtung eingesetzt werden. Bei der Förderung von Einzeldrähten mit einer entsprechenden Zahl von Antriebseinrichtungen kann jeder Antriebseinrichtung ein eigener Detektor für die Drahtkraft zugeordnet werden. Die Antriebseinrichtung(en) hat/haben eine Steuereinheit, die mit dem Detektor verbunden ist.

Für den Detektor gibt es verschiedene konstruktive und funktionale Gestaltungsmöglichkeiten. Die Drahtkraft und ihre Änderung können direkt oder mittelbar erfasst werden, z.B. über einen Weg, insbesondere eine Verschiebung oder Auslenkung eines mit dem Wicklungsdraht verbundenen Elements einer Messeinrichtung.

Der Detektor kann einen federbelasteten Schlitten und eine Messeinrichtung für die Erfassung des Wegs und/oder der Position des Schlittens im Förderbetrieb aufweisen. Der Wicklungsdraht ist bevorzugt in einem reibungsarmen rohr- oder schlauchartigen Führungsmittel geführt. Das Führungsmittel kann am beweglichen Schlitten und mit Distanz hierzu stationär fixiert und in einem Bogen geführt sein. Der Schlitten wird durch die Antriebskraft der Antriebseinrichtung gegen die Federkraft um einen bestimmten und z.B. vorgegebenen Weg aus einer Ausgangsstellung verschoben.

Die Federkraft kann die auf den Wicklungsdraht auf dem Förderweg bis zur Austrittsstelle am Wickelwerkzeug einwirkenden Transportwiderstände und ggf. auch eine gewünschte Kraft des Wicklungsdrahts an der Austrittsstelle repräsentieren. Ein als kalibrierbare Druckwaage fungierender druckgeregelter und doppelt wirkender Pneumatikzylinder ist besonders vorteilhaft. Schwankende Transportwiderstände können im Wickelbetrieb

durch Regelung der Antriebskraft und Nachführen des Schlittens auf den Vorgabewert von Weg und/oder Position kompensiert werden.

Die Vorschubeinrichtung kann ein oder mehrere weitere Detektoren für die Erfassung eines evtl. Drahtbruchs und/oder eines Drahtschlupfs aufweisen. Diese Detektoren können ebenfalls mehrfach vorhanden und jeweils einer Antriebseinrichtung zugeordnet, insbesondere vorgeschaltet, sein sowie mit deren Steuereinheit verbunden sein.

Die Vorschubeinrichtung und ihre steuerbare oder regelbare Antriebseinrichtung nebst ein oder mehreren Detektoren haben eigenständige erfinderische Bedeutung. Sie können auch zu anderen Zwecken und bei anderen Einrichtungen sowie Werkzeugen eingesetzt werden, z.B. zum Schweißdrahtvorschub beim Schweißen oder bei der automatierten Herstellung von Kabelbäumen. Ein Austritt des Drahts an einem Werkzeug mit einer einstellbaren Kraft, z.B. einer Druckkraft, kann hierfür von Vorteil sein. Die Vorschubeinrichtung kann auch für einen Zugförderbetrieb eines Drahts eingesetzt werden.

Das Wickelwerkzeug weist einen Nadelträger auf, der von der Handhabungseinrichtung gehalten und bewegt wird. Der Nadelträger hat vorzugsweise eine abgewinkelte Form. Das Wickelwerkzeug weist ferner eine bewegliche, insbesondere schwenkbare Wickelnadel und eine Stelleinrichtung für deren Bewegung und Ausrichtung auf. Die Wickelnadel kann am einen, freien Endbereich des Nadelträgers angeordnet sein. Dies kann das abgewinkelte kurze Ende des Nadelträgers sein. Die Wickelnadel kann hier selbst schwenkbar gelagert sein oder an einem Schwenkteil des Nadelträgers montiert sein. Am anderen Endbereich kann der Nadelträger mit der Handhabungseinrichtung, insbesondere mit ihrer Hand, verbunden sein.

Der Wicklungsdraht wird am Wickelwerkzeug entlang gefördert. Am Nadelträger, insbesondere an seinem Trägerteil, kann hierfür ein

Drahtleitmittel mit ein oder mehreren Umlenkmitteln vorhanden sein. Dies kann z.B. ein Führungskanal mit Umlenkrollen für eine Führung des oder der offen liegenden Wickeldrähte sein. In einer anderen Ausführung kann das Drahtleitmittel von z.B. ein oder mehreren schlauch- oder rohrartigen Leitmitteln gebildet werden. Ein Umlenkmittel kann z.B. von als Schlauchbiegung gestaltet sein. Das Drahtleitmittel und die ein oder mehreren Umlenkmittel können zum Führen eines Einzeldrahts oder eines Drahtbündels ausgebildet sein. Das Drahtleitmittel kann außerdem eine Ausrichtvorrichtung aufweisen, mit der ein Drahtbündel bei der Einführung in die Wickelnadel ausgerichtet, ggf. gedreht und geführt wird.

Die Wickelnadel kann einen Nadelkörper mit einem inneren Führungskanal aufweisen, der für die Führung des Wicklungsdrahts in Form eines einzelnen Drahts oder eines Drahtbündels ausgebildet ist. An einer Nadelbasis kann eine entsprechende Eintrittsöffnung vorhanden sein. Der Führungskanal kann sich in Richtung zu einer Nadelspitze der Wickelnadel ggf. verändern, insbesondere verjüngen. Für den weichen und reibungsarmen Austritt des Wicklungsdrahts, insbesondere eines Drahtbündels, an der Nadelspitze können an der dortigen Austrittsöffnung ein oder mehrere frei drehbare Führungsrollen oder eine gehärtete und polierte Oberfläche vorhanden sein.

Die Wickelnadel kann eine verjüngte Nadelspitze aufweisen. Diese kann z.B. in eine ggf. hinterschnittene Nut des Wicklungsträgers eintauchen und hier den Wicklungsdraht in Form eines einzelnen Drahts oder eines Drahtbündels einlegen. Die Nadelspitze kann an die Form des Wicklungsdrahts angepasst sein. Ein schmales Drahtbündel, insbesondere aus einer Einzelreihe oder einer Doppelreihe von Einzeldrähten, ist besonders günstig für ein Eintauchen in die Nut. Es ermöglicht eine schmale und längliche Form der Nadelspitze.

Die vorgenannten eigenständigen Erfindungsaspekte können einzeln und unabhängig voneinander benutzt werden. Sie können auch in einer

beliebigen Kombination von einzelnen oder allen Erfindungsaspekten gemeinsam benutzt werden.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielhaft und schematisch dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

Figur 1 bis 3: eine Wickelvorrichtung zum Anbringen von Wicklungen an einem Wicklungsträger in perspektivischer Ansicht, Draufsicht und Seitenansicht,

Figur 4: ein Wickelwerkzeug und einen Wicklungsträger in einer angebrochenen perspektivischen Schnittansicht,

Figur 5: eine perspektivische Ansicht eines vorderen Endbereichs des Wickelwerkzeugs mit einer Ausrichtvorrichtung,

Figur 6: eine abgebrochene Draufsicht auf das Wickelwerkzeug,

Figur 7 und 8: abgebrochene beidseitige Seitenansichten des Wickelwerkzeugs,

Figur 9 bis 11: ein Wickelwerkzeug in verschiedenen Stirnansichten und perspektivischer Ansicht,

Figur 12: eine Vorschubeinrichtung mit mehreren Vorschubantrieben,

Figur 13: eine abgebrochene perspektivische Detaildarstellung einer Antriebseinrichtung mit mehreren Detektoren,

Figur 14: eine Draufsicht auf die Antriebseinrichtung von Figur 13,

Figur 15: eine Draufsicht auf eine Variante der Antriebseinrichtung von Figur 13,

Figur 16 bis 19: eine Variante des Wickelwerkzeugs in verschiedenen Ansichten und

Figur 20 bis 23: eine weitere Variante der Vorschubeinrichtung und der Antriebseinrichtungen in verschiedenen Ansichten.

Die Erfindung betrifft eine Wickelvorrichtung (1) und ein Wickelverfahren zum Anbringen von Wicklungen (3) aus Wicklungsdraht (4) an einem Wicklungsträger (2).

Der Wicklungsdraht (4) umfasst in den gezeigten Ausführungsbeispielen ein Drahtbündel (13) aus mehreren z.B. außenseitig lackierten Einzeldrähten (12), die in einer Einzelreihe oder einer Doppelreihe mit Berührungskontakt nebeneinander angeordnet sind. Zur Bildung des Drahtbündels (13) ist eine nachfolgend erläuterte Drahtführung (11) vorgesehen.

Der Wicklungsdraht (4) bzw. die Einzeldrähte (12) bestehen aus einem geeigneten und stromleitenden Material, z.B. Metall, insbesondere Kupfer. Der Wicklungsdraht (4) bzw. Einzeldraht (12) kann ein einzelnes massives Drahtelement aufweisen. Es ist auch eine Ausbildung aus mehreren Litzen, z.B. in geschlagener oder geflochtener Form, möglich.

Figur 1 bis 3 zeigen die Wickelvorrichtung (1) in einer ersten Variante in verschiedenen Ansichten. Die Wickelvorrichtung (1) umfasst eine Versorgungseinrichtung (5) für den Wicklungsdraht (4), eine Handhabungseinrichtung (9) und ein von der Handhabungseinrichtung (9) gehaltenes Wickelwerkzeug (10),

welches von der Handhabungseinrichtung (9) relativ zu einem Wicklungsträger (2) bewegt und geführt wird. Die Wickelvorrichtung (1) kann ferner eine Positioniervorrichtung (14) für den Wicklungsträger (2) aufweisen.

Der Wicklungsträger (2) ist in den gezeigten Ausführungsbeispielen als zylindrischer Stator einer elektrischen Maschine ausgebildet. Alternativ kann er eine andere Ausbildung und Zweckbestimmung haben.

Figur 4 verdeutlicht eine beispielhafte Ausbildung des Wicklungsträgers (2), der mehrere axiale und ggf. umfangseitige Nuten (16) für die Aufnahme der Wicklung (3) aus dem Wicklungsdraht (4) aufweist. In Figur 3 ist die Wicklung (3) schematisch angedeutet. Die Wicklung (3) kann einteilig oder mehrteilig sein. Sie kann insbesondere mehrere, über die Nuten (16) verlegte Drahtschlaufen aufweisen.

Die Positioniervorrichtung (14) kann eine oder mehrere angetriebene Bewegungsachsen aufweisen. Sie besitzt ferner eine Aufspannvorrichtung (15) zum positionsgenauen und festen Aufnehmen des Wicklungsträgers (2). Die Bewegungen der Positioniervorrichtung (14) kann auf die Bewegungen der Handhabungseinrichtung (9) abgestimmt sein. Die Positioniervorrichtung (14) kann z.B. gemäß Figur 1 bis 3 drei angetriebene Bewegungsachsen aufweisen. Sie kann den Wicklungsträger (2) mit seiner Zentralachse und seiner Frontöffnung liegend, insbesondere horizontal, zur Handhabungseinrichtung (9) sowie zum Wickelwerkzeug (10) ausrichten sowie um die Zentralachse drehen und auch um eine quer ausgerichtete Horizontalachse mit der Frontöffnung nach oben kippen.

Die Positioniervorrichtung (14) und die Handhabungseinrichtung (9) können gemeinsam gesteuert werden. Hierfür kann z.B. eine gemeinsame Steuerung (31) vorgesehen sein. Dies ist in den gezeigten Ausführungsbeispielen eine Robotersteuerung der Handhabungseinrichtung (9).

Die Handhabungseinrichtung (9) weist in der bevorzugten Ausführungsform vier oder mehr angetriebene Bewegungsachsen (30) auf. Diese sind in Figur 1 schematisch dargestellt.

In den gezeigten Ausführungsformen ist die Handhabungseinrichtung (9) als Industrieroboter, insbesondere Knickarmroboter, ausgebildet, der sechs rotatorische angetriebene Roboterachsen aufweist. Der Roboter gliedert sich z.B. in einen stationären Sockel, ein darauf um eine Hochachse drehbares Karussell, eine am Karussell über eine horizontale Roboterachse

schwenkbare Schwinge und einen am freien Schwingenende um eine weitere horizontale Roboterachse schwenkbaren Ausleger. Am freien Ende des Auslegers ist eine bevorzugt mehrachsige Hand (29) angeordnet, die z.B. drei orthogonale angetriebene Bewegungsachsen aufweist. Alternativ kann die Handhabungseinrichtung (9) vier, fünf oder mehr als sechs angetriebene Bewegungsachsen bzw. Roboterachsen aufweisen. Dies kann auch eine Fahrachse einschließen.

An der Hand (29) ist das nachfolgend erläuterte Wickelwerkzeug (10) an seinem einen Ende montiert. Die Hand (29) kann das Wickelwerkzeug (10) drehen und kippen.

Die Versorgungseinrichtung (5) weist eine Bereitstellung (6) und eine Vorschubeinrichtung (7) für den Wicklungsdraht (4) auf. Zwischen der Vorschubeinrichtung (7) und dem Wickelwerkzeug (10) ist eine Führungseinrichtung (8) angeordnet.

Die Bereitstellung (6) weist in der gezeigten Ausführungsform von Figur 1 bis 15 mehrere, z.B. sechs, Vorratsbehälter (17) mit jeweils einer Abspulhaube (18) nebst Drahtende-Erkennung zur Aufnahme und Abgabe des bevorrateten Wicklungsdrahts (4) auf. Im Bereich der Versorgungseinrichtung (5) wird der Wicklungsdraht (4) von mehreren, z.B. sechs, Einzeldrähten (12) gebildet, die jeweils in einem Vorratsbehälter (17) aufgenommen sind.

Mittels einer Drahtzuführung (19) werden die Einzeldrähte (12) von den Vorratsbehältern (17) der Vorschubeinrichtung (7) zugeführt. Die Einzeldrähte (12) können dabei jeweils in einem schlauchartigen und biegeelastischen Führungsmittel (20) aufgenommen sein. Dieses ist innenseitig reibungsarm ausgebildet und weist z.B. intern einen Liner aus einer Vielzahl von Rollelementen auf. Die Drahtzuführung (19) kann z.B. einen Stützträger zum etwa zentralen Zusammenfassen und Abstützen der sechs Führungsmittel (20) und Einzeldrähte (12) aufweisen.

Die Vorschubeinrichtung (7) weist in der gezeigten Ausführungsform für jeden Einzeldraht (12) eine eigene steuerbare und regelbare Antriebseinrichtung (21) auf, die nachfolgend erläutert wird. Die Antriebseinrichtung (21) fördert den Einzeldraht (12) bevorzugt schlupffrei, z.B. im Klemmschluss. Sie zieht ihn aus der Bereitstellung (6) und schiebt ihn in durch die Führungseinrichtung (8) und das Wickelwerkzeug (10). Der Einzeldraht (12) verlässt vor der Antriebseinrichtung (21) das Führungsmittel (20) und taucht anschließend wieder in ein Führungsmittel (20) ein.

Die Führungseinrichtung (8) weist für die Einzeldrähte (12) jeweils ein reibungsarmes und biegeelastisches Führungsmittel (20) der vorgenannten Art auf. Das schlauchartige Führungsmittel (20) ist mit seinem einen Ende im Bereich der Vorschubeinrichtung (7) montiert. Das andere Ende kann an anderer geeigneter Stelle, z.B. an einem Anschluss (11') am rückwärtigen freien Ende des Wickelwerkzeugs (10) (nicht dargestellt) montiert sein. Die Führungseinrichtung (8) kann z.B. den gezeigten mehrfach und rund gebogenen Verlauf haben. Sie führt die Einzeldrähte (12) von der höher gelegenen Vorschubeinrichtung (7) mit z.B. zwei etwa rechtwinkligen Biegungen zu dem tiefer angeordneten und z.B. liegend ausgerichteten Wickelwerkzeug (10).

Die Führungseinrichtung (8) kann ferner eine Drahtführung (11) mit einem Führungsrohr aufweisen, in dem die zunächst einzeln aus der Vorschubeinrichtung (7) austretenden Einzeldrähte (12) und Führungsmittel (20) zusammengeführt und gemeinsam bis zur Anschlussstelle (11') am Wickelwerkzeug (10) geleitet werden. Das z.B. liegend ausgerichtete Führungsrohr kann von einem Balancer (26) abgestützt werden. Der Balancer (26) kann ggf. gesteuert angetrieben und mit der Steuerung (31) verbunden sein. Dies entlastet die Handhabungseinrichtung (9) vom Gewicht der Führungseinrichtung (8) und der Einzeldrähte (12).

Die vorgenannte Drahtführung (11) ist dazu vorgesehen und ausgebildet, aus mehreren Einzeldrähten (12) ein Drahtbündel (13) zu bilden und das Drahtbündel (13) am Wickelwerkzeug (10) abzugeben zum Zweck des Anbringens von Wicklungen (3) am Wicklungsträger (2). Die Drahtführung (11) kann hierfür z.B. den vorgenannten Anschluss (11') am Wickelwerkzeug (10) aufweisen, an dem die bevorzugt schlauchartigen Führungsmittel (20) der Einzeldrähte (12) montiert sind. Die hier z.B. austretenden Einzeldrähte (12) können dann zu dem genannten Drahtbündel (13) zusammengeführt und am Wickelwerkzeug (10) gemeinsam entlang bis zu dessen endseitiger Abgabestelle geführt werden. Die Drahtführung (11) kann hierfür ein Drahtleitmittel (39) am Wickelwerkzeug (10) aufweisen.

In der gezeigten Ausführungsform hält die Handhabungseinrichtung (9) das Wickelwerkzeug (10) mit einer im Wesentlichen horizontalen Ausrichtung und bewegt es in den Wicklungsträger (2) hinein und an diesem in Axialrichtung und ggf. Umfangsrichtung entlang. Die Wickelvorrichtung (1) kann ferner einen in Figur 3 schematisch angedeutete Rüstvorrichtung (27) aufweisen, mit welcher der Wicklungsdraht (4) bzw. das Drahtbündel (13) für die Wicklungsbildung geklemmt und abgeschnitten sowie ggf. abisoliert wird. Die Rüstvorrichtung (27) kann z.B. vor dem Wicklungsträger (2) am Bodenbereich oder auch an der Positioniervorrichtung (14) oder an anderer Stelle angeordnet sein.

Figur 4 bis 11 verdeutlichen die Ausbildung des Wickelwerkzeugs (10). Das Wickelwerkzeug (9) weist einen z.B. L-förmig abgewinkelten Nadelträger (33) und eine an dessen freien Ende schwenkbar gelagerte Wickelnadel (32) auf. Die Wickelnadel (32) ist z.B. an einem Schwenkteil (38') des Nadelträgers (33) montiert. Die Schwenkachse (38) ist in Figur 8 gezeigt. Für den Antrieb und die Positionierung der Wickelnadel (32) bzw. des Schwenkteils (38') weist das Wickelwerkzeug (10) eine steuerbar angetriebene Stelleinrichtung (37) auf. Diese kann mit der Steuerung (31) verbunden sein.

Der Nadelträger (33) gliedert sich in einen längeren geraden Trägerteil (34) und einen kürzeren und in einem Winkel von 90° oder weniger abgebogenen Trägerteil (35). Der gerade Trägerteil (34) ist am einen freien Ende mit der Hand (29) der Handhabungseinrichtung (9) verbunden. Am anderen freien Ende befindet sich der abgebogene Trägerteil (35) und ggf. das Schwenkteil (38'). Hier kann z.B. gemäß Figur 16 und 18 auch ein Sensor (56), z.B. ein Lasersensor, angeordnet sein. Dieser kann z.B. zum Detektieren und ggf. Vermessen der Anwesenheit und/oder Ausrichtung eines Wicklungsträgers (2), zum Kollisionsschutz oder zu anderen Zwecken eingesetzt werden.

Figur 4, 6 und 7 verdeutlichen das vorgenannte Drahtleitmittel (39). Dieses umfasst z.B. einen Führungskanal (36) und zwei frei drehbare Umlenkmittel (40) am Nadelträger (33). Die Umlenkmittel (40) sind als Umlenkrollen mit einem genuteten Mantel zur Aufnahme und Führung des Drahtbündels (13) ausgebildet.

Das Drahtleitmittel (39) kann ferner eine Ausrichtvorrichtung (41) umfassen, die z.B. an der schwenkbaren Wickelnadel (32) angeordnet ist und sich z.B. im Bereich der Schwenkachse (38) befinden kann. Figur 5 verdeutlicht die Ausrichtvorrichtung (41), diese besteht z.B. aus zwei gegeneinander gestellten drehbaren konischen Rollen mit zusammenwirkenden genuteten Rollenmänteln. Die Ausrichtvorrichtung (41) kann das Drahtbündel (13) aufnehmen, ggf. in seiner Ausrichtung drehen und dann in die Wickelnadel (32) leiten. In den gezeigten Ausführungsformen wird das Drahtbündel (13) um 90° gedreht.

Die Stelleinrichtung (37) weist einen steuerbaren Stellmotor (37') am handseitigen Ende des Nadelträgers (33) und ein z.B. umlaufend angetriebenes und umgelenktes Stellmittel (37'') für die Drehverstellung der Wickelnadel (32) bzw. des Schwenkteils (38') auf. Das Stellmittel (37'') ist z.B. als Zahnriemen ausgebildet. Wie Figur 6 in der Draufsicht und Figur 7 und 8 in zwei verschiedenen Seitenansichten verdeutlichen, können das

Drahtbündel (13) und das Stellmittel (37'') an verschiedenen Seiten des Nadelträgers (33) entlang geführt und umgelenkt werden. Durch die abgewinkelte Form des Nadelträgers (33) kann die Wickelnadel (32) besonders günstig an und ggf. in den jeweiligen Nuten (16) des Wicklungsträgers (2) positioniert und entlang geführt werden.

Die Wickelnadel (32) besteht aus einem Nadelkörper (42), der bevorzugt eine konische Form hat. Er weist am einen Ende eine verbreiterte Nadelbasis (43) auf, die mit der Schwenklagerung und der Schwenkachse (38) oder mit dem Schwenkteil (38') verbunden ist. Am anderen Ende ist eine konisch verjüngte, schmale und längliche Nadelspitze (44) angeordnet. Sie kann an die Breite der Nuten (16) adaptiert sein. Der Nadelkörper (42) weist innenseitig einen längsgerichteten Führungskanal (45) auf, in dem das Drahtbündel (13) aufgenommen und geführt ist.

Der Führungskanal (45) weist an der Nadelbasis (43) eine Eintrittsöffnung (47) auf, die gem. Figur 10 eine zunächst verbreiterte und anschließend in Drahtlaufrichtung verjüngte Form haben kann. Figur 5 zeigt diese Ausbildung in einer perspektivischen Ansicht. An der Nadelspitze (44) ist gem. Figur 9 und 11 eine verjüngte Austrittsöffnung (48) für das in Figur 5 dargestellte einreihige Drahtbündel (13) angeordnet. An den axialen Endbereichen der Austrittsöffnung (48) können frei drehbare Führungsrollen (46) angeordnet sein, die bedarfsweise eine weiche Drahtumlenkung an der Austrittsstelle ermöglichen. Alternativ kann die Nadelspitze (44) weich gerundete, gehärtete und polierte Oberflächen aufweisen.

Figur 12 und 13 verdeutlichen eine Ausführungsform der Vorschubeinrichtung (7) und ihrer mehreren Antriebseinrichtungen (21). Die Vorschubeinrichtung (7) weist eine Steuerung (25) für die mehreren Antriebseinrichtungen (21) auf.

Die Antriebseinrichtungen (21) weisen jeweils gem. Figur 13 und 14 einen steuerbaren und regelbaren Antriebsmotor (21'), insbesondere einen

elektrischen Servomotor, und hiervon angetriebene Antriebsmittel (21''), z.B. Antriebsrollen auf. Die Antriebsrollen sind paarweise angeordnet und klemmen den jeweiligen frei gelegten Einzeldraht (12) zwischen sich ein und fördern ihn mit einer einstellbaren Antriebskraft und Geschwindigkeit. Die Antriebseinrichtungen (21) können einzeln und unabhängig voneinander gesteuert und ggf. geregelt sein.

Die Antriebseinrichtungen (21) fördern jeweils den Einzeldraht (12) in Pfeilrichtung zum Wickelwerkzeug (10) und in ein an die Antriebseinrichtungen (21) jeweils anschließendes weiteres schlauchartiges Führungsmittel (20). Das Führungsmittel (20) weist einen Führungsabschnitt (49) auf, der vom Austritt nahe der jeweiligen Antriebseinrichtung (21) einen Bogen (50) von ca. 90° beschreibt. Die Antriebseinrichtungen (21) sind in dieser Ausführungsform an einem Gestell der Vorschubeinrichtung starr und ortsfest montiert.

Die Antriebseinrichtungen (21) sind können nach der Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung (9) und des Wickelwerkzeugs (10) gesteuert oder geregelt sein. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung (9) wird z.B. durch die Geschwindigkeit des TCP repräsentiert, welcher sich z.B. am abgabeseitigen Ende des Wickelwerkzeugs (10) befinden kann. Die Bewegungsgeschwindigkeit kann sich ändern. Sie ist z.B. an den axialen Nuten (16) höher als an den stirnseitigen bzw. umfangseitigen Nuten des Wicklungsträgers (2).

Die Geschwindigkeitswerte werden z.B. von der Steuerung (31) an die Steuerung (25) der Vorschubeinrichtung (7) gemeldet. In einer anderen, nachfolgend erläuterten Ausführung kann die Antriebseinrichtung (21) selbst eine benötigte Vorschubgeschwindigkeit des Wicklungsdrahts (4) und/oder eine betriebsbedingte Änderung der benötigten Vorschubgeschwindigkeit gegenüber einem Vorgabewert erkennen.

Die Wickelvorrichtung (1) bringt den Wicklungsdraht (4) mit einer einstellbaren Kraft, insbesondere Zugkraft (F), am Wicklungsträger (2) an. Der Wicklungsdraht (4) bzw. das Drahtbündel (13) wird dabei ständig unter Zug gehalten und dadurch fest und dicht am Wicklungsträger (2) angelegt und gewickelt.

Die Antriebseinrichtungen (21) sind mit ihrer Antriebskraft auf eine ausschubseitige vorgegebene Drahtkraft des Wicklungsdrahts (4) gesteuert oder geregelt. Sie schieben den Wicklungsdraht (4) bzw. den jeweiligen Einzeldraht (12) mit dieser Drahtkraft in das Führungsmittel (20) und in die Führungseinrichtung (8). Mit der Antriebskraft und Drahtkraft werden die Transportwiderstände, insbesondere Reibungswiderstände und Formwiderstände durch Biegungen etc., im Führungsmittel (20) und in der Führungseinrichtung (8) teilweise kompensiert. Der Wicklungsdraht (4) bzw. das Drahtbündel (13) wird dadurch an der Austrittsstelle am Wickelwerkzeug (10) mit einer von der Handhabungseinrichtung (9) aufgebrachten Kraft herausgezogen und bei der Wicklungsbildung am Wicklungsträger (2) auf Zug bzw. auf Spannung gehalten.

Die Transportwiderstände können sich in Abhängigkeit von den Bewegungen des Wickelwerkzeugs (10) ändern, was zu Änderungen der vorgegebenen Drahtkraft führen kann.

Die Vorschubeinrichtung (7) weist einen Detektor (24) für die Erfassung der ausschubseitigen Drahtkraft auf. Jeder Antriebseinrichtung (21) kann ein eigener Detektor (24) zugeordnet sein. Er kann in der durch den Pfeil markierten Förderrichtung hinter den Antriebsmitteln (21'') angeordnet sein. Der freigelegte Einzeldraht (12) wird nach den Antriebsmitteln (21'') in einer gestellfesten Führungshülse der Antriebseinrichtung (21) aufgenommen und tritt von dort zum Detektor (24) aus. Die Antriebskraft jeder Antriebseinrichtung (21) kann nach der detektierten Drahtkraft einzeln geregelt werden.

Figur 12, 13 und 14 verdeutlichen beispielhaft eine konstruktive Ausgestaltungsmöglichkeit für den Detektor (24).

Der Detektor (24) umfasst z.B. einen mit einer Feder (55) belasteten Schlitten (24') mit einem seitlich abstehenden Halter, an dem das Führungsmittel (20) der Führungseinrichtung (8) mit einer Fixierung (52) montiert ist. Das Führungsmittel (20) bildet im Anschluss an den Schlitten (24') den Führungsabschnitt (49) mit dem z.B. nach unten gerichteten Bogen (50). Am anderen Ende des Führungsabschnitts (49) ist das Führungsmittel (20) mit einer gestellfesten Fixierung (51) am Gestell der Vorschubeinrichtung (7) montiert. Zwischen der stationären Fixierung (51) und der mit dem Schlitten (24') verfahrbaren Fixierung (52) kann sich der biegeelastische Bogen (50) mit dem innenliegenden Einzeldraht (12) bewegen und seinen Bogenverlauf ändern.

Der Schlitten (24') wird von der relativ schwach ausgelegten Feder (55) entgegen der Förderrichtung gegen einen Anschlag (54) gedrückt. Statt einer Feder kann auch ein Pneumatikzylinder eingesetzt werden. Eine Messeinrichtung (24'') nimmt die Position und Bewegung des Schlittens (24') und der Fixierung (52) des Führungsmittels (20) auf. Der Schlitten (24') wird von der Antriebseinrichtung (21) durch die auf den Einzeldraht (12) einwirkende Antriebskraft, die Drahtreibung und den Formwiderstand des Bogens (50) vom Anschlag (54) in eine mittlere Stellung wegbewegt. In dieser Stellung können z.B. die Transportwiderstände jedes Führungsdrahts (12) in der Führungseinrichtung (8) kompensiert werden. Die Antriebskraft kann dann um einen vorgegebenen Wert reduziert werden, um die gewünschte Zugkraft (F) an der Abgabeseite des Wickelwerkzeugs (10) zu erzeugen. Die Kraftminderung äußert sich in einer Schlittenverschiebung, die wiederum durch die Messeinrichtung (24'') aufgenommen und als Referenz genutzt werden kann. Die Messeinrichtung (24'') kann z.B. als Abstandsmesser an einer Keilbahn an dem Schlitten (24') ausgebildet sein,

wobei die Axialbewegungen der Keilbahn zu einer detektierbaren Abstandsänderung führen.

Wenn sich die Transportwiderstände in der Führungseinrichtung (8) bei konstanter Antriebskraft ändern, führt dies zu einer Schlittenverschiebung. Diese kann detektiert und durch Veränderung der Antriebskraft der Antriebseinrichtung (21) nachgeregelt werden. Der Schlitten (24') kann dadurch auf der vorgegebenen Sollposition gehalten werden, welche die vorgegebene Drahtkraft repräsentiert. Die Antriebskraft wird hierbei über die erfasste Schlittenposition geregelt.

Figur 15 zeigt eine erste Variante der Antriebseinrichtung (21) und des Detektors (24), die gemeinsam an einem Schlitten (24') angeordnet sind. Der Schlitten (24') wird von einer Feder (55) oder einem Pneumatikzylinder entgegen der Förderrichtung gegen einen Anschlag (54) gedrückt. Der Einzeldraht (12) tritt an der Antriebseinrichtung (21) frei nach außen. Ein Führungsabschnitt (49) mit einem Bogen (50) fehlt in diesem Fall. Der Einzeldraht (12) wird erst an der Drahtführung (11) in einem Führungsmittel (20) aufgenommen.

Eine am Wickelwerkzeug (10) bestehende Zugkraft (F) zieht den Einzeldraht (12) in Förderrichtung, wobei die Antriebseinrichtung (21) und der Schlitten (24') wegen der Drahtklemmung zwischen den Antriebsmitteln (21'') in Förderrichtung mitgenommen werden. Die Schlittenverschiebung wird mit der Messeinrichtung (24'') erfasst und in der beschriebenen Weise zur Regelung der Antriebskraft für den Drahtvorschub benutzt.

Die Wickelvorrichtung (1), insbesondere die Vorschubeinrichtung (7), kann ein oder mehrere weitere Detektoren (22,23) aufweisen. Diese können jeweils einer Antriebseinrichtung (21) zugeordnet, insbesondere in Förderrichtung vorgeschaltet, sein. Ein Detektor (22) erfasst z.B. einen eventuellen Drahtbruch des frei gelegten Wicklungsdrahts (4) bzw. Einzeldrahts (12). Ein anderer Detektor (23) kann einen eventuellen

Drahtschlupf des Wicklungsdrahts (4) bzw. Einzeldrahts (12) erfassen. Die Detektoren (22,23,24) sind mit der Steuerung (25) verbunden.

Figur 16 bis 19 zeigen eine Variante des Wickelwerkzeugs (10) in verschiedenen Ansichten. Der Nadelträger (33) hat die vorbeschriebene abgewinkelte Form und weist ein gerades Trägerteil (34) sowie ein abgebogenes Trägerteil (35) mit dem endseitigen Schwenkteil (38'), der Schwenkachse (38) und der Wickelnadel (32) auf. Ferner ist eine Stelleinrichtung (37) für die Schwenkverstellung der Wickelnadel (32) und ggf. des Schwenkteils (38') vorhanden.

Die Drahtführung (11) und ihr Drahtleitmittel (39) unterscheiden sich von der vorbeschriebenen Ausführungsform. Das Drahtleitmittel (39) weist schlauchartige Leitteile auf, die jeweils einen Einzeldraht (12) umgeben und leiten. Sie sind im Führungskanal (36) in Parallellage nebeneinander aufgenommen und gehalten. Die aus der Führungseinrichtung (8) kommenden Führungsmittel (20) mit ihren Einzeldrähten (12) können am Anschluss (11') fixiert, z.B. geklemmt, werden und in der Fortsetzung die Leitteile des Drahtleitmittels (39) bilden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst das Drahtbündel (13) z.B. zehn Einzeldrähte (12) in zwei Doppelreihen.

Das Umlenkmittel (40) wird von einer freien Biegung des Drahtleitmittels (39) zwischen dem Ende des Führungskanals (36) und der Eintrittstelle in die Wickelnadel (32) gebildet. Die Einzeldrähte (12) können am Nadelträger (33) bis zur Wickelnadel (32) in dem schlauch- oder rohrartigen Leitteil geführt sein. Die Leitteile des Drahtleitmittels (39) können an der Eintrittstelle geklemmt sein, wobei eine Klemmeinrichtung (32') am Schwenkteil (38') oder an der Wickelnadel (32) und bevorzugt nahe an der Schwenkachse (38) angeordnet sein kann.

Durch das von der Bogenführung gebildete Umlenkmittel (40) können die Einzeldrähte (12) um 90° gegenüber ihrer Lage im Führungskanal (36)

gedreht werden. Sie haben dadurch an der Wickelnadel (32) bereits die Konfiguration, mit der sie als Drahtbündel (13) aus der Wickelnadel (32) austreten. Die Ausrichtvorrichtung (41) vom ersten Ausführungsbeispiel ist entbehrlich.

Figur 20 bis 23 verdeutlichen eine weitere Variante der Vorschubeinrichtung (7) und ihrer Antriebseinrichtungen (21) sowie der Führungseinrichtung (8). Sie wird z.B. zusammen mit dem Wickelwerkzeug (10) von Figur 16 bis 19 eingesetzt.

Die Drahtführung (11) ist in dieser Variante als biegeelastischer Schlauch ausgebildet, in dem die eingangsseitig die Einzeldrähte (12) und Führungsmittel (20) zusammengeführt und dann gemeinsam weiter bis zum Anschluss (11') geführt werden. Der biegsame Schlauch ist statt des Führungsrohrs im ersten Ausführungsbeispiel vorhanden und wird vom Balancer (26) gehalten.

Die Vorschubeinrichtung (7) weist bei der zweiten Variante z.B. zehn Antriebseinrichtungen (21) für jeweils einen Einzeldraht (12) auf. Die Antriebseinrichtungen (21) sind in zwei Reihen übereinander im Gestell der Vorschubeinrichtung (7) angeordnet und fördern die Einzeldrähte (12) jeweils in Pfeilrichtung. Hierbei sind die Antriebseinrichtungen (21) ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel von Figur 12 bis 14 ausgebildet, wobei auch Führungsabschnitte (49) der Führungsmittel (20) mit einem Bogen (50) und Fixierungen (51,52) vorhanden sind.

Die Antriebseinrichtungen (21) mit Antriebsmotor (21') und Antriebsmitteln (21'') sind wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet und sind gestellfest angeordnet. Die Detektoren (22,23) für Drahtbruch und Drahtschlupf sind in Förderrichtung vorgeschaltet.

Der Detektor (24) für die Drahtkraft ist anders als im ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet. Er weist einen Schlitten (24') mit der

Fixierung (52) für den Führungsabschnitt (49) des jeweiligen Führungsmittels (20) auf und ist längs der Förderrichtung beweglich geführt. Der Schlitten (24') ist mit dem Kolbenstangenende eines gestellfest angeordneten Pneumatikzylinders (55) verbunden. Die Messeinrichtung (24'') ist in dieser Variante dem Pneumatikzylinder (55) zugeordnet und misst den Ausschubweg der Kolbenstange.

Der Schlitten (24') und die Fixierung (52) sind in dieser dritten Variante weiter von der Antriebseinrichtung (21) in Förderrichtung distanziert als in den anderen Ausführungsbeispielen. Der Einzeldraht (12) wird dabei in einem längenveränderlichen Führungsmittel (20') zwischen dem Schlitten (24') und der gestellfesten Austrittstelle an der Antriebseinrichtung (21) umfangsseitig geführt. Das Führungsmittel (20') wird z.B. von Teleskophülsen gebildet. Es kann den Schlittenbewegungen folgen und dabei stets den Einzeldraht (12) umschließen. Das Führungsmittel (20') ist an der Austrittstelle der Antriebseinrichtung (21) mit einer Fixierung (53), z.B. einer Klemmung, gehalten.

Der Pneumatikzylinder (55) ist als druckgeregelter doppelt wirkender Zylinder ausgebildet. Er positioniert den Schlitten (24') in einer Vorgabestellung. Der Pneumatikzylinder (55) nimmt mit seiner Kolbenstange dabei eine vorgegebene Ausfahrstellung ein.

Bei dieser Ausführungsform erkennt die Antriebseinrichtung (21) selbst die benötigte Vorschubgeschwindigkeit des Wicklungsdrahts (4) und/oder eine durch Bewegungen des Wickelwerkzeugs (10) bedingte Änderung der benötigten Vorschubgeschwindigkeit gegenüber einem Vorgabewert der Vorschubgeschwindigkeit bzw. Antriebsgeschwindigkeit der Antriebseinrichtung (21). Der Vorgabewert kann von der Steuerung (31) der Handhabungseinrichtung (9) stammen.

Diese Erkennung kann mit Hilfe der Messeinrichtung (24'') am Pneumatikzylinder (55) realisiert werden. Die Regelung versucht den

Pneumatikzylinder (55) immer auf der vorgegeben Ausfahrstellung zu halten. Wenn die Handhabungseinrichtung (9) losfährt, wird der Pneumatikzylinder (55) zusammen geschoben. Die Antriebseinrichtung (21) regelt sofort die Antriebskraft und/oder die Antriebsgeschwindigkeit nach, um den Pneumatikzylinder (55) wieder auf die vorgegebene Ausfahrstellung zu bringen. Je weiter der Pneumatikzylinder (55) zusammengedrückt wird, desto schneller wird der Wicklungsdraht (4) bzw. Einzeldraht (12) von der Antriebseinrichtung (21) nachgefördert.

Der Pneumatikzylinders (55) weist an seinem zum Antriebsmotor (21') weisenden Endbereich einen Druckluftanschluss mit einem Stellventil (57), insbesondere einem Proportionalventil, für einen Ausschubdruck und am anderen Endbereich einen Anschluss für einen manuellen Druckgeber (58), z.B. ein Handmanometer, für einen Gegendruck auf. Der Ausschubdruck im Zylinder wirkt in Ausschubrichtung bzw. in Förderrichtung des Wicklungsdrahts (4), insbesondere Einzeldrahts (12). Der Gegendruck wirkt in entgegen gesetzter Richtung.

Der Pneumatikzylinder (55) hat zusammen mit dem Führungsmittel (20') und dem vergrößerten Abstand zwischen Schlitten (24') und Antriebseinrichtung (21) eine Pufferfunktion für den Wickeldraht (4), insbesondere den jeweiligen Einzeldraht (12). Bei kurzzeitigen Schwankungen der Drahtkraft (F) und/oder der Drahtgeschwindigkeit an der Austrittstelle am Wickelwerkzeug (10) kann diese Kraftänderung bzw. Drahtverkürzung in eine Ausweichbewegung des Schlittens (24') und einer entsprechenden Formänderung des Führungsabschnitts (49) und des Bogens (50) gepuffert werden. Durch diese Puffermöglichkeit kann schneller auf Drahtkraftänderungen und Drahtlängenänderungen reagiert werden als mit der Nachregelung der Antriebskraft und Vorschubgeschwindigkeit der Antriebseinrichtung (21).

Figur 23 verdeutlicht in durchgezogenen Strichen die normale Stellung des Schlittens (24') und die ausgewölbte Form des 90°-Bogens (50). Wenn bei

schnellen Bewegungen der Abgabestelle des Wickelwerkzeugs (10) bzw. der Handhabungseinrichtung (9) eine temporär hohe Zugkraft (F) wirkt und den Einzeldraht (12) schneller aus dem Wickelwerkzeug (10) herauszieht, als er von der Antriebseinrichtung (21) nachgefördert werden kann, verkürzt sich die Drahtlänge zwischen dieser Abgabestelle und der Antriebseinrichtung (21). Dies hat eine Schlittenverschiebung gegen die Förderrichtung in die gestrichelt gezeichnete Position zur Folge. Dementsprechend flacht sich auch die Wölbung des Bogens (50) ab. Durch das teleskopierbare Führungsmittel (20') kann der Schlittenhub deutlich größer als im ersten Ausführungsbeispiel sein und kann eine signifikante Drahtlänge puffern, bis die Regelung der Antriebseinrichtung (21) über das Signal der Messeinrichtung (24'') und ggf. der Handhabungseinrichtung (9) anspricht. Am Schlitten (24') kann auch ein zentrales Stützmittel für den einen Teil des teleskopierbaren Führungsmittels (20) angeordnet sein.

Der Pneumatikzylinder (55) ermöglicht besonders gut eine Kalibrierung und eine Einstellung der Kraft (F), mit welcher der Wicklungsdraht (4) am Wickelwerkzeug (10) austritt. Die Kraft (F) kann nach Höhe und Konstanz eingestellt werden. Der doppeltwirkende Pneumatikzylinder (55) kann durch Einstellung der beidseitig am Kolben wirkenden Zylinderdrücke als kalibrierbare Druckwaage eingesetzt werden.

Mit dem manuellen Druckgeber (58) wird der besagte Gegendruck aufgebaut, der die im Stand wirkenden Transport- und Reibungswiderstände im Führungsmittel (20,20') und in der Drahtführung (11) bis zur Austrittsstelle am Wickelwerkzeug (10) repräsentiert. Der Gegendruck schiebt den Zylinderkolben und den Schlitten (24') gegen die Ausschubrichtung des Pneumatikzylinders (55) in eine Ausgangs- oder Anschlagstellung. Diese ist in Figur 23 z.B. gestrichelt dargestellt. Die eingeschaltete Antriebseinrichtung (21) bewegt bei der Drahtförderung den Schlitten (24') um einen vorgegebenen und von der Messeinrichtung (24'') erfassten Weg in

Ausschubrichtung. Figur 23 zeigt z.B. den vorgegebenen Weg bzw. die Position mit durchgezogenen Linien.

Der durch den manuellen Druckgeber (58) beeinflusste Gegendruck im Zylinder und die Antriebskraft der Antriebseinrichtung (21) werden unter Beibehaltung des vorgegebenen und erfassten Wegs derart eingestellt, dass der Wicklungsdraht (4) am Wickelwerkzeug (10) mit einer Kraft (F) von Null austritt.

Wenn eine gewünschte Kraft (F), insbesondere Zugkraft, eingestellt werden soll, wird die Antriebskraft der Antriebseinrichtung (21) entsprechend reduziert. Durch das Stellventil (57) kann dann an der anderen Zylinderseite der Ausschubdruck eingestellt werden, der die kraftreduzierte Antriebseinrichtung (21) unterstützt. Der Ausschubdruck repräsentiert die gewünschte Kraft (F), wobei der Schlitten (24') den vorgegebenen Weg bzw. die entsprechende vorgegebene Position einnimmt. Die beidseitigen Zylinderdrücke, die Antriebskraft und die Kraft (F) sind ausbalanciert. Die Höhe der am Wicklungsdraht (4) einwirkenden Kraft (F) an der Austrittsstelle am Wickelwerkzeug (10) kann in geeigneter Weise gemessen werden, z.B. mittels einer Zugwaage.

Für verschiedene Kräfte (F) können entsprechende Zylinderdrücke am Stellventil (57) gemessen und tabellarisch erfasst werden. Sie können von der Steuerung der Antriebeinrichtung (21) als einstellbare Vorgabewerte genutzt werden. Im Betrieb der Wickelvorrichtung (1) auftretende Schwankungen der Transportwiderstände werden über die gemessene Weg- oder Positionsänderung des Schlittens (24') und die Antriebskraft der Antriebseinrichtung (21) kompensiert und ausgeregelt.

Bei den anderen vorgenannten Ausführungsbeispielen mit der Feder oder dem einseitigen Pneumatikzylinder kann die zur Kompensation der Transportwiderstände im Stand erforderliche Federkraft empirisch ermittelt werden. Die Einstellung der Kraft (F) an der besagten Austrittsstelle kann

ebenfalls durch Auswahl einer z.B. empirisch ermittelten Federkraft erfolgen. Andere Einstellungen der Kraft (F) können durch einen Wechsel der Feder oder des einseitigen Pneumatikzylinders oder durch eine Veränderung und Anpassung des erfassten und vorgegebenen Weg- oder Positionswerts des Schlittens (24') erfolgen.

Abwandlungen der gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind in verschiedener Weise möglich.

Der Wicklungsdraht (4) kann in einer anderen Ausführungsform aus einem Einzeldraht (12) statt des Drahtbündels (13) bestehen. In diesem Fall ist nur eine Antriebseinrichtung (21) mit ein oder mehreren zugeordneten Detektoren (22,23,24) vorhanden. An der Abgabestelle des entsprechend angepassten Wickelwerkzeugs (10) tritt dann nur der Einzeldraht (12) aus.

In einer anderen Ausführungsvariante kann die Führung (11) bereits im Bereich der Versorgungseinrichtung (5) ein Drahtbündel (13) aus mehreren Einzeldrähten (12) bilden. Die Vorschubeinrichtung (7) kann in diesem Fall eine einzelne Antriebseinrichtung (21) nebst Detektoren (22,23,24) aufweisen, welche das Drahtbündel (13) in geeigneter Weise antreibt.

Konstruktive und funktionale Varianten sind auch hinsichtlich der Detektoren (22,23,24) möglich. Der Detektor (24) für die Drahtkraft kann z.B. alternativ von drei oder mehr Rollen gebildet werden, über die der Wicklungsdraht (4) in Einzeldraht- oder Bündelform in einer Omega-förmigen Schlaufe geführt wird. An der Schlaufenauswölbung ist eine federbelastete, ausweichfähige und mit einem Messmittel beaufschlagte Umlenkrolle vorhanden. Eine Änderung der Drahtkraft äußert sich in einer Positionsänderung dieser Umlenkrolle, die entsprechend messtechnisch erfasst werden kann.

In den gezeigten Ausführungsformen ist der Schlitten (24') als lineare Verschiebeeinheit ausgebildet. Alternativ kann der Schlitten (24') eine andere Kinematik haben. Er kann z.B. als Schwenkeinheit ausgebildet sein.

In einer nicht dargestellten Variante kann der Detektor (24) mehrere versetzt angeordnete Umlenkrollen für eine Omega-artige Umlenkung des laufenden Einzeldrahts (12) aufweisen. Eine mittlere und im Zenit der Omega-Umlenkung angeordnete Umlenkrolle kann als radial bewegliche Messrolle ausgebildet sein, die bei einer Veränderung der Drahtkraft entsprechend ihre Lage ändert. Diese Positions- oder Wegänderung kann erfasst und zur Detektion der Drahtkraft ausgewertet werden. Eine Kombination mit einer gefederten Schlittenanordnung (24') und einem Führungsabschnitt (49) mit einem 90°-Bogen (50), z.B. gemäß Figur 21 bis 23, ist möglich.

Ansonsten können die Merkmale der beschriebenen Ausführungsbeispiele und der genannten Varianten im Rahmen der Ansprüche beliebig miteinander kombiniert und ggf. vertauscht werden.

Bezugszeichenliste

1	Wickelvorrichtung
2	Wicklungsträger, Stator
3	Wicklung
4	Wicklungsdraht
5	Versorgungseinrichtung
6	Bereitstellung
7	Vorschubeinrichtung
8	Führungseinrichtung
9	Handhabungseinrichtung
10	Wickelwerkzeug
11	Drahtführung
11'	Anschluss
12	Einzeldraht
13	Drahtbündel
14	Positioniervorrichtung
15	Aufspannvorrichtung
16	Nut
17	Vorratsbehälter
18	Abspulhaube
19	Drahtzuführung
20	Führungsmittel, Schlauch, Rollliner
20'	Führungsmittel, Teleskophülsen
21	Antriebseinrichtung
21'	Antriebsmotor
21''	Antriebsmittel, Antriebsrollen
22	Detektor Drahtbruch
23	Detektor Drahtschlupf
24	Detektor Drahtkraft
24'	Schlitten
24''	Messeinrichtung
25	Steuerung

26 Balancer
27 Rüstvorrichtung
28 Industrieroboter
29 Hand
30 Bewegungsachse
31 Steuerung
32 Wickelnadel
32' Klemmeinrichtung
33 Nadelträger
34 Trägerteil gerade
35 Trägerteil abgebogen
36 Führungskanal
37 Stelleinrichtung
37' Stellmotor
37'' Stellmittel, Riemen
38 Schwenkachse
38' Schwenkteil
39 Drahtleitmittel
40 Umlenkmittel, Umlenkrolle
41 Ausrichtvorrichtung
42 Nadelkörper
43 Nadelbasis
44 Nadelspitze
45 Führungskanal
46 Führungsrolle
47 Eintrittsöffnung
48 Austrittsöffnung
49 Führungsabschnitt
50 Bogen
51 Fixierung
52 Fixierung
53 Fixierung

54 Anschlag

55 Feder, Pneumatikzylinder

56 Sensor

57 Stellventil, Proportionalventil

58 manueller Druckgeber, Handmanometer

Patentansprüche

1 Vorrichtung (1) zum Anbringen von Wicklungen (3) aus Wicklungsdraht (4) an einem Wicklungsträger (2), wobei die Wickelvorrichtung (1) eine Versorgungseinrichtung (5) für Wicklungsdraht (4), ein Wickelwerkzeug (10) und eine mehrachsige Handhabungseinrichtung (9) zum Führen des Wickelwerkzeugs (10) aufweist, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Handhabungseinrichtung (9) vier oder mehr angetriebene Bewegungsachsen (30) aufweist.

2 Wickelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Wickelvorrichtung (1) dazu ausgebildet ist, den Wicklungsdraht (4) mit einer einstellbaren Kraft, insbesondere Zugkraft (F), am Wickelwerkzeug (10) austreten zu lassen und ggf. am Wicklungsträger (2) anzubringen.

3 Wickelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Versorgungseinrichtung (5) eine Bereitstellung (6) und eine Vorschubeinrichtung (7) mit einer steuerbaren und ggf. regelbaren Antriebseinrichtung (21) für den Wicklungsdraht (4) aufweist.

4 Wickelvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Versorgungseinrichtung (5) eine Führungseinrichtung (8) für Wicklungsdraht (4) aufweist, die zwischen der Vorschubeinrichtung (7) und dem Wickelwerkzeug (10) angeordnet ist.

5 Wickelvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Antriebseinrichtung (21) nach der Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung (9) und des Wickelwerkzeugs (10) gesteuert oder geregelt ist.

6 Wickelvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Antriebseinrichtung (21) auf eine

ausschubsseitige einstellbare Drahtkraft des Wicklungsdrahts (4) gesteuert oder geregelt ist.

7 Wickelvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorschubeinrichtung (7) einen Detektor (24) für eine Drahtkraft und ggf. einen Detektor (22,23) für Drahtbruch und/oder Drahtschlupf aufweist.

8 Wickelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Wicklungsdraht (4) als Drahtbündel (13) aus mehreren Einzeldrähten (12) ausgebildet ist, wobei die Wickelvorrichtung (1) eine Drahtführung (11) aufweist, die dazu ausgebildet ist, aus mehreren Einzeldrähten (12) ein Drahtbündel (13) zu bilden und das Drahtbündel (13) am Wickelwerkzeug (10) zum Anbringen von Wicklungen (3) am Wicklungsträger (2) abzugeben.

9 Wickelvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorschubeinrichtung (7) für jeden Einzeldraht (12) eine eigene steuerbare und ggf. regelbare Antriebseinrichtung (21) aufweist.

10 Wickelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass das Wickelwerkzeug (9) einen von der Handhabungseinrichtung (9) gehaltenen, bevorzugt abgewinkelten, Nadelträger (32) und eine bewegliche, insbesondere schwenkbare, Wickelnadel (31) am Endbereich des Nadelträgers (32) sowie eine Stelleinrichtung (37) für die Bewegung und Ausrichtung der Wickelnadel (31) aufweist.

11 Wickelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Wickelvorrichtung (1) eine Positioniervorrichtung (14) für die Aufnahme und einachsige oder mehrachsige Positionierung des Wicklungsträgers (2) aufweist, wobei

die Handhabungseinrichtung (9) und die Positioniervorrichtung (14) bevorzugt gemeinsam gesteuert sind.

12 Verfahren zum Anbringen von Wicklungen (3) aus Wicklungsdraht (4) an einem Wicklungsträger (2), mittels einer Wickelvorrichtung (1), die eine Versorgungseinrichtung (5) für Wicklungsdraht (4), ein Wickelwerkzeug (10) und eine mehrachsige Handhabungseinrichtung (9) aufweist, welche das Wickelwerkzeug (10) führt, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Handhabungseinrichtung (9) vier oder mehr angetriebene Bewegungsachsen (30) aufweist.

13 Verfahren nach Anspruch 12, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Wicklungsdraht (4) in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit der Handhabungseinrichtung (9) und des Wickelwerkzeugs (10) gefördert und mit einer einstellbaren Kraft, insbesondere Zugkraft (F), am Wicklungsträger (2) angebracht wird.

14 Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Wicklungsdraht (4) als Drahtbündel (12) aus mehreren Einzeldrähten (11) gebildet werden, wobei die Wickelvorrichtung (1) eine Drahtführung (11) aufweist, die aus mehreren Einzeldrähten (12) das Drahtbündel (13) bildet und das Drahtbündel (13) am Wickelwerkzeug (10) zum Anbringen von Wicklungen (3) am Wicklungsträger (2) abgibt.

Fig. 1

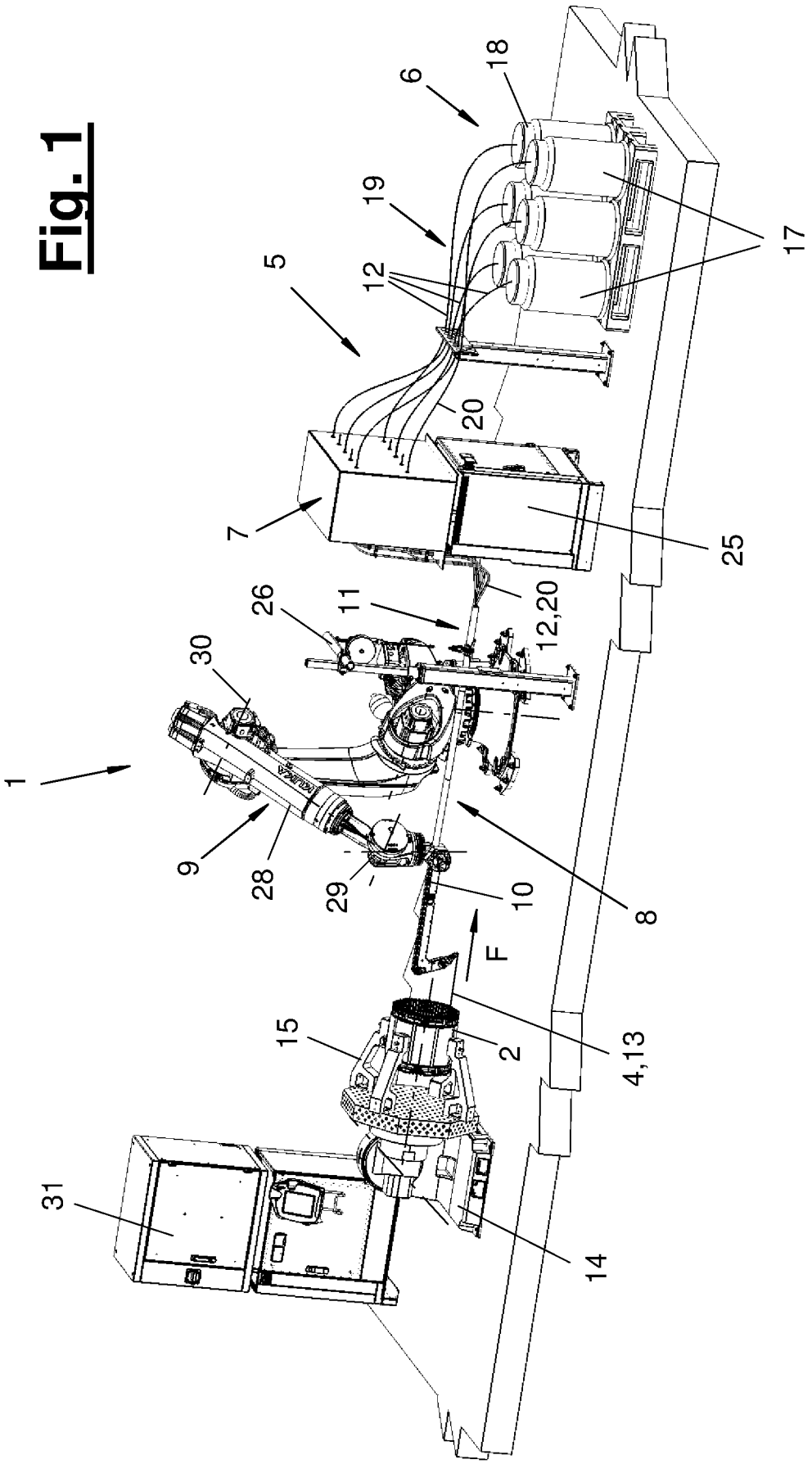
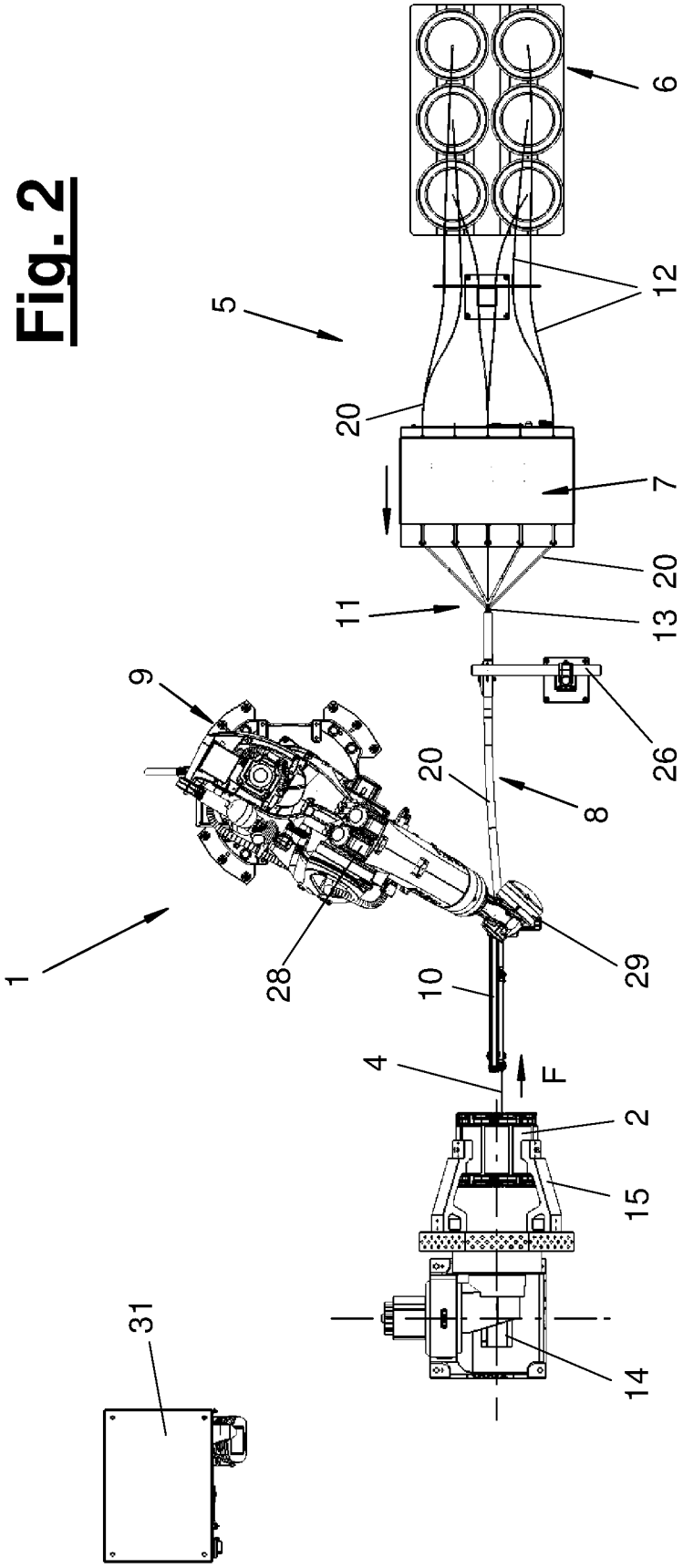


Fig. 2



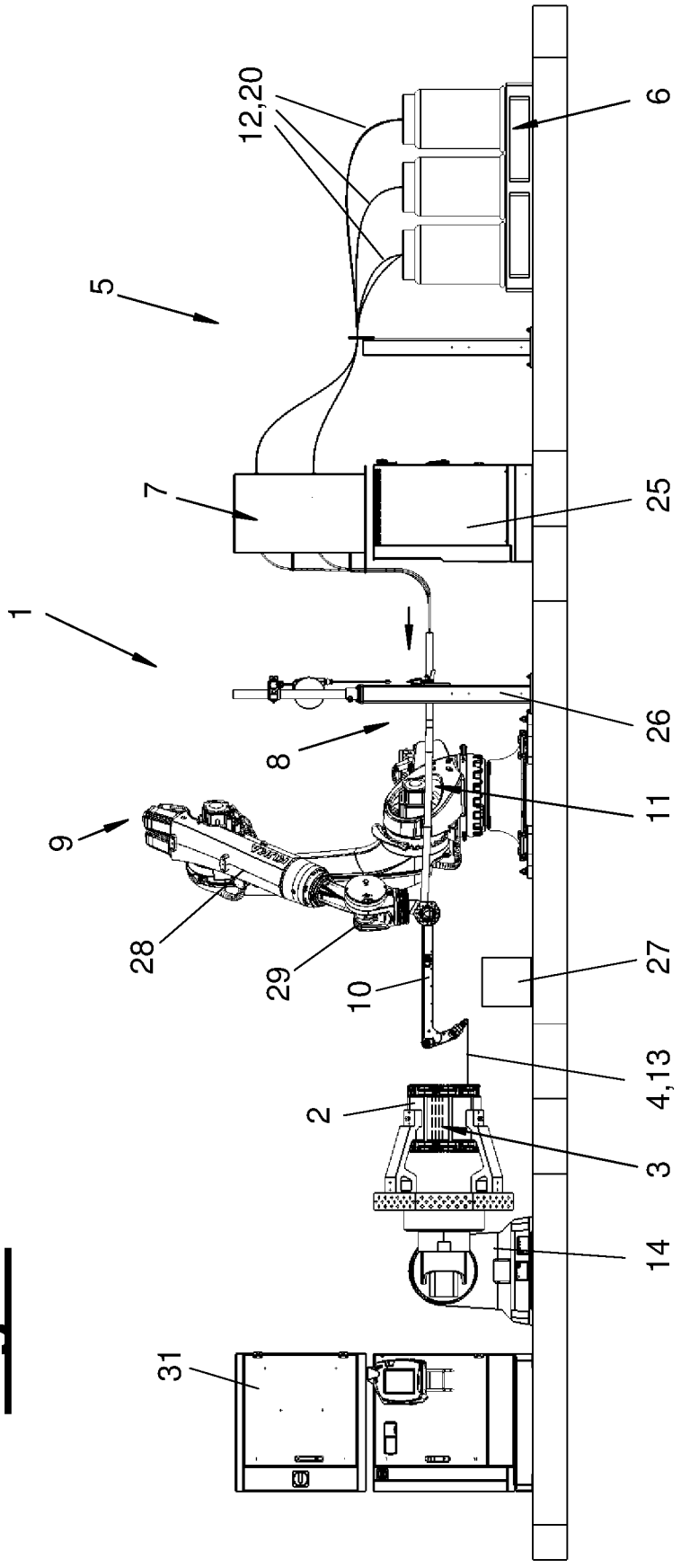


Fig. 3

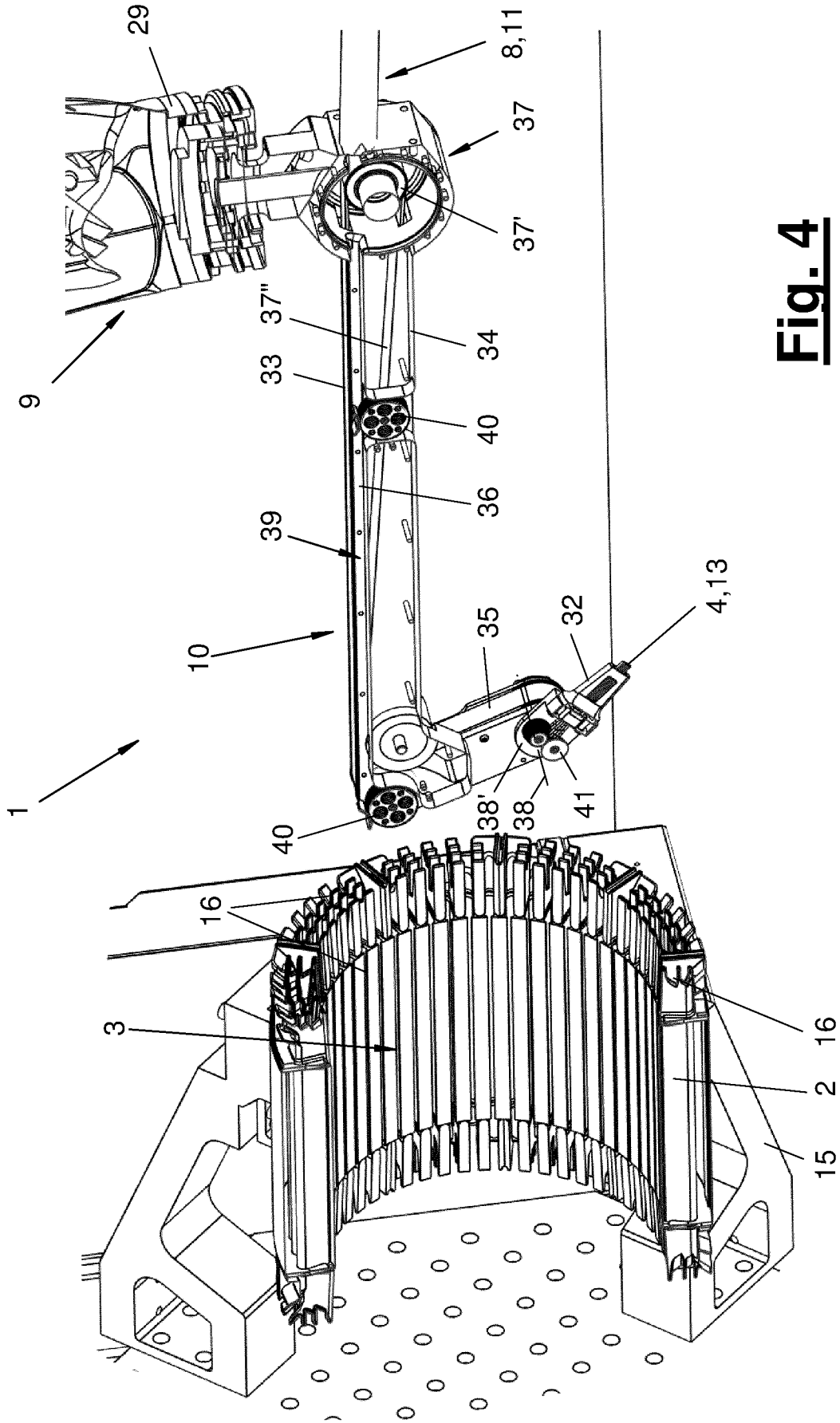


Fig. 4

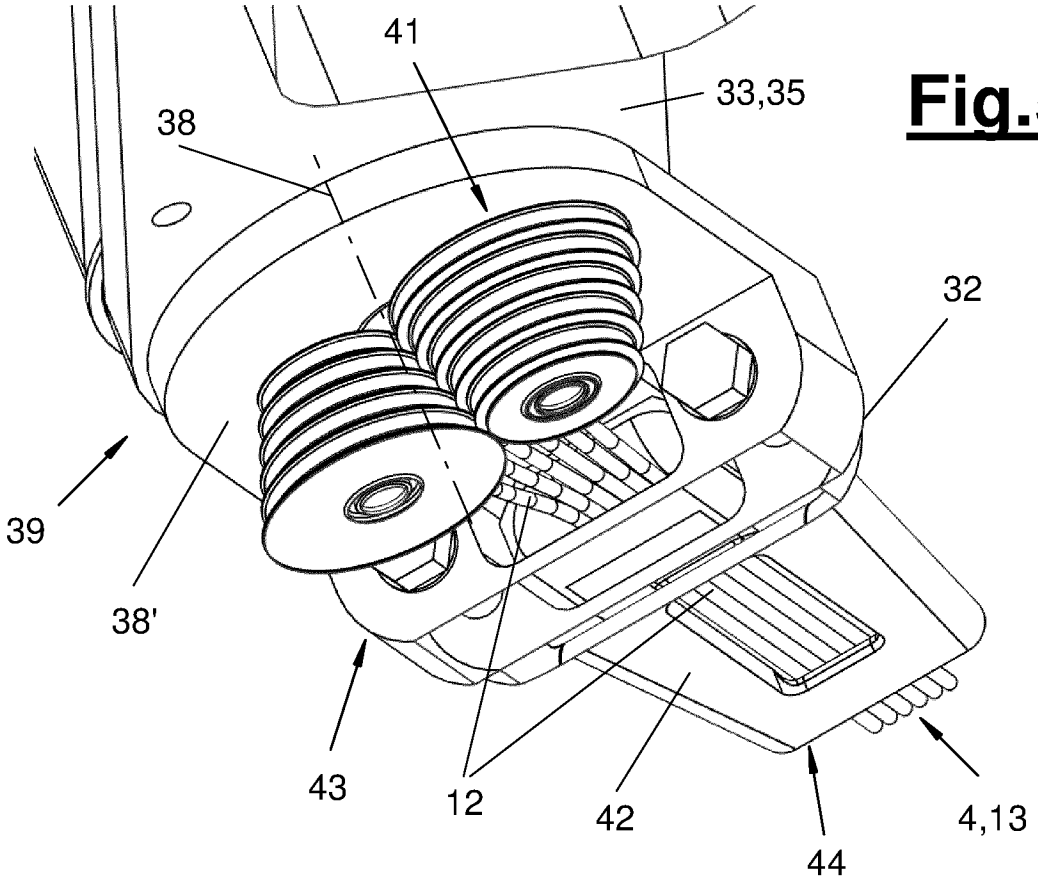

41
33,35
38
32
39
38'
43
12
42
44
4,13

Fig.5

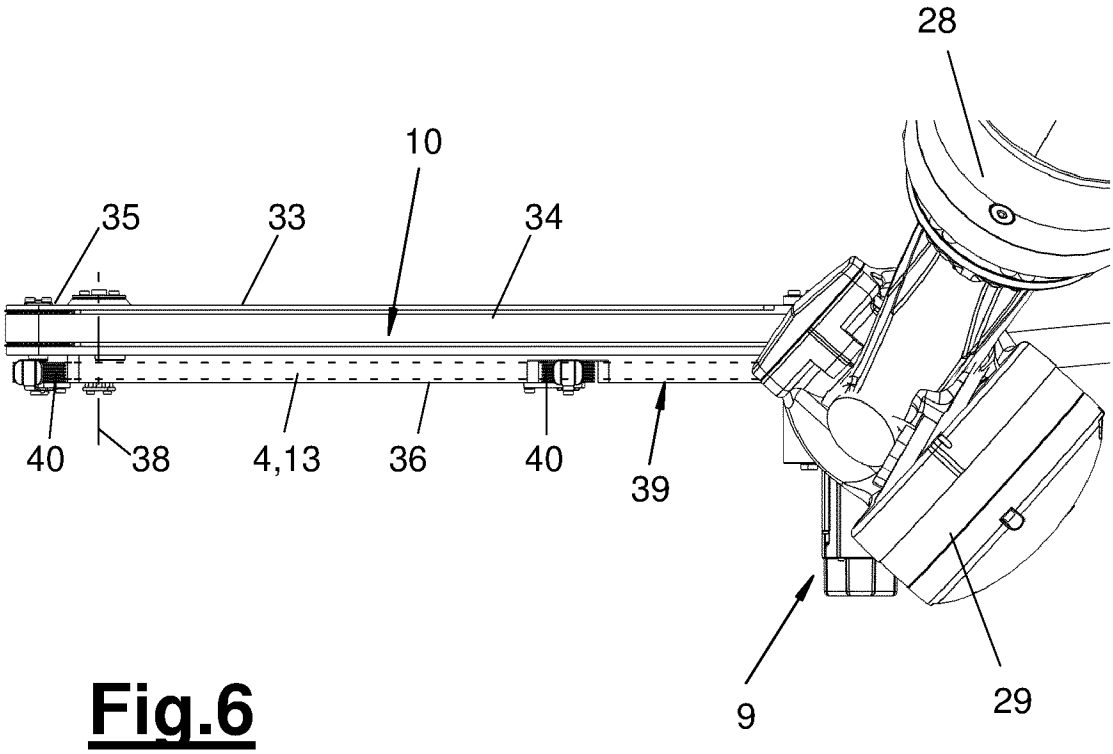
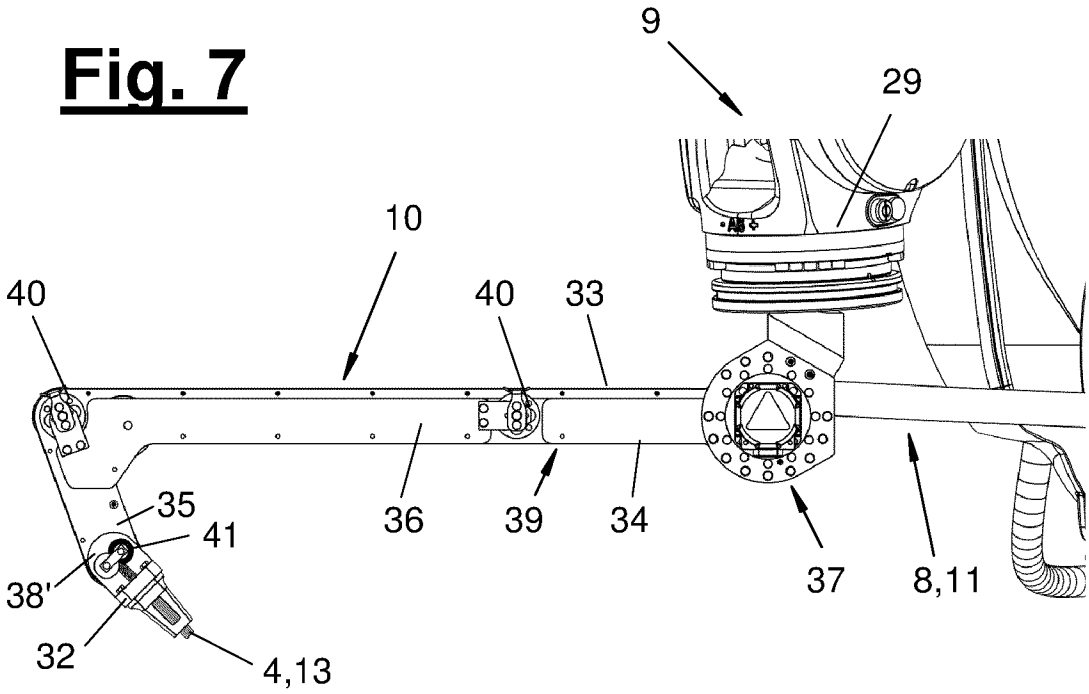

28
10
35
33
34
40
38
4,13
36
40
39
9
29

Fig.6

Fig. 7


9
29
10
40
40
33
35
41
38'
32
4,13
36
39
34
37
8,11

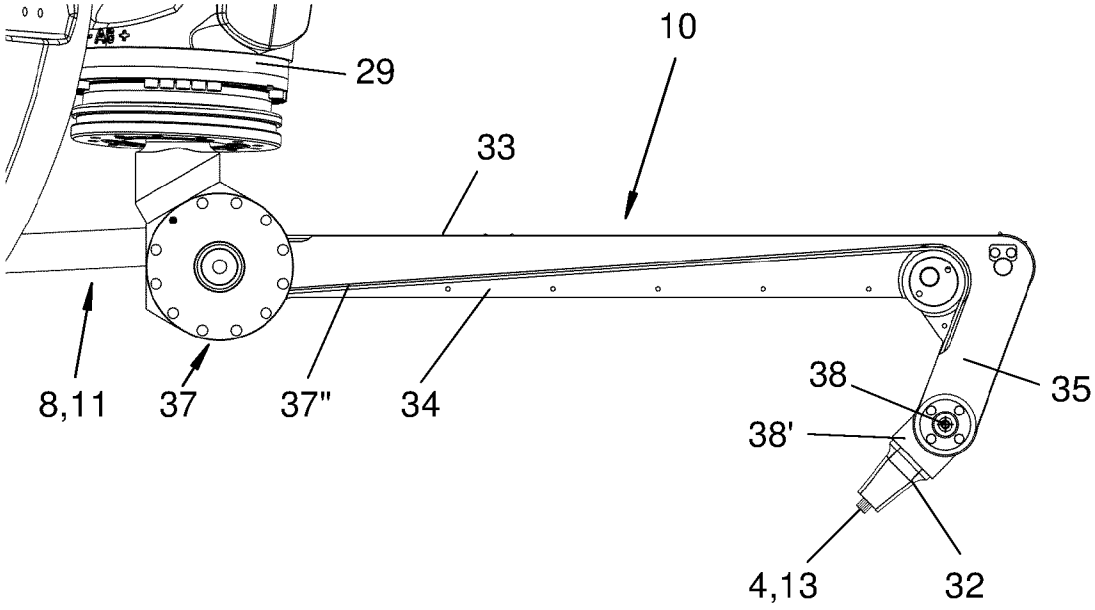
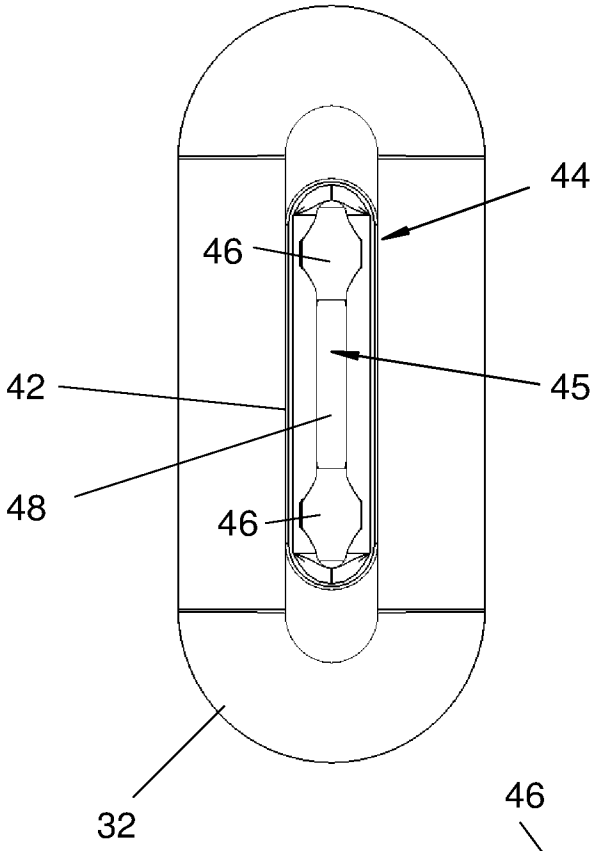

29
10
33
8,11
37
37"
34
38
38'
35
4,13
32

Fig. 8

Fig. 9



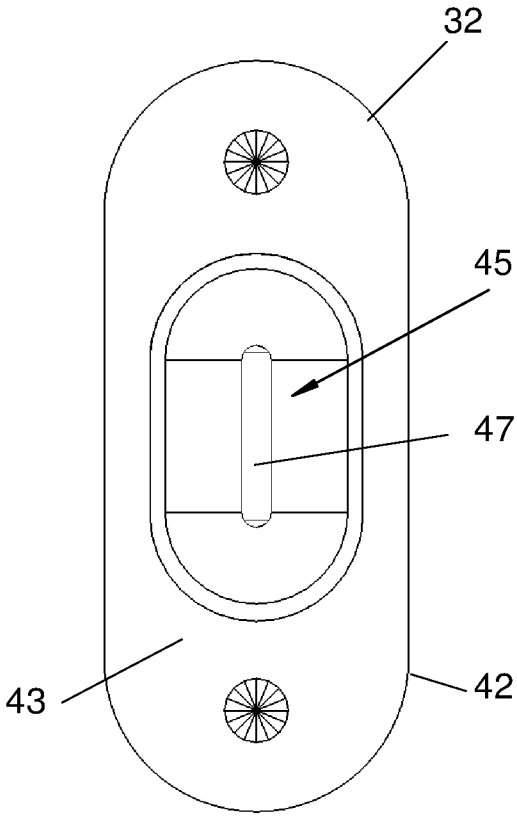


Fig. 10

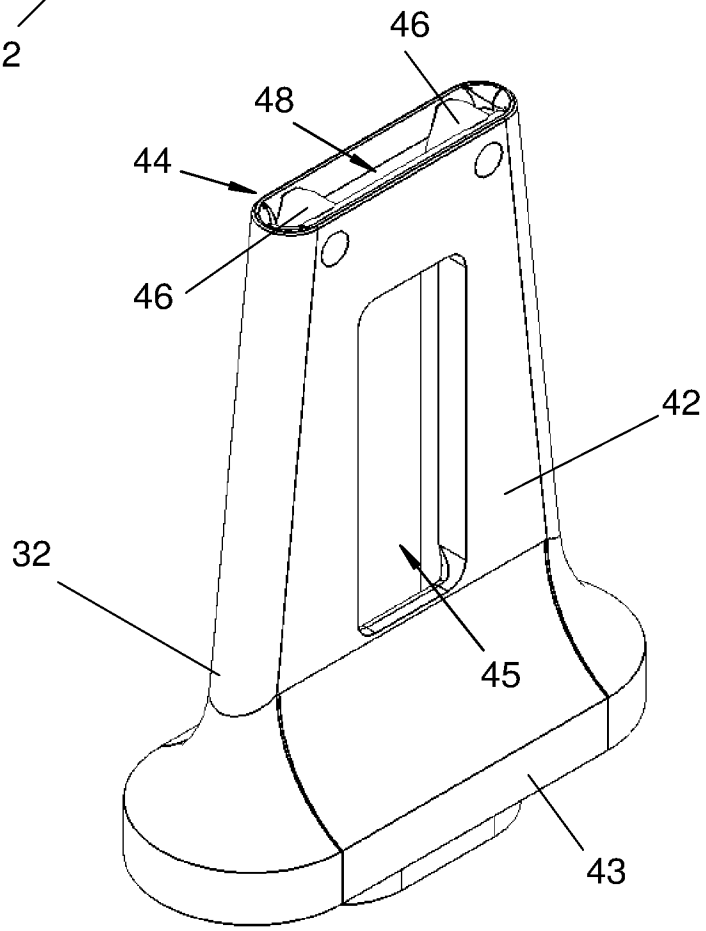
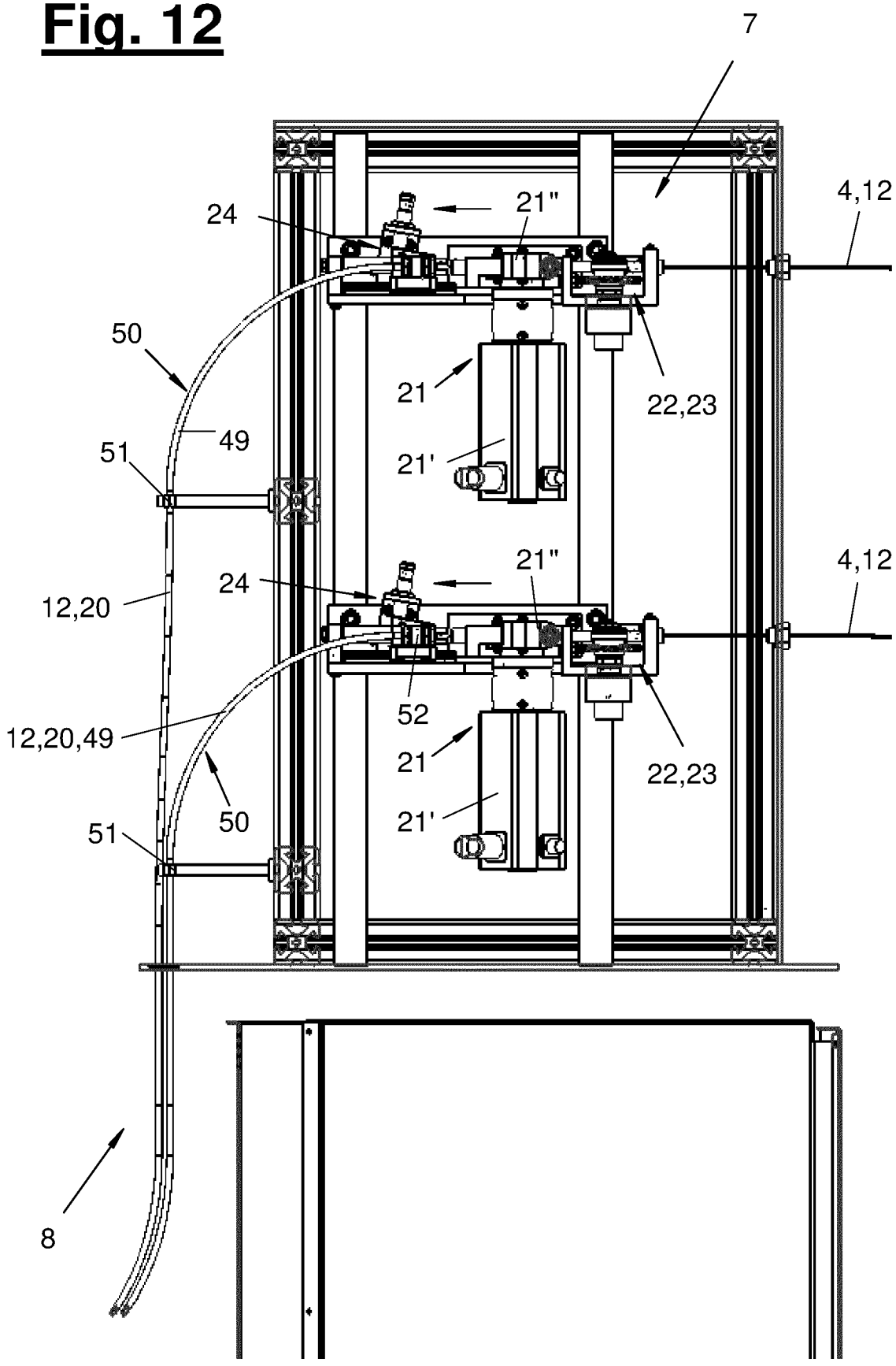


Fig. 11

Fig. 12


7
4,12
24
21"
50
21
22,23
49
51
21'
4,12
21"
24
12,20
52
12,20,49
21
22,23
50
51
21'
8

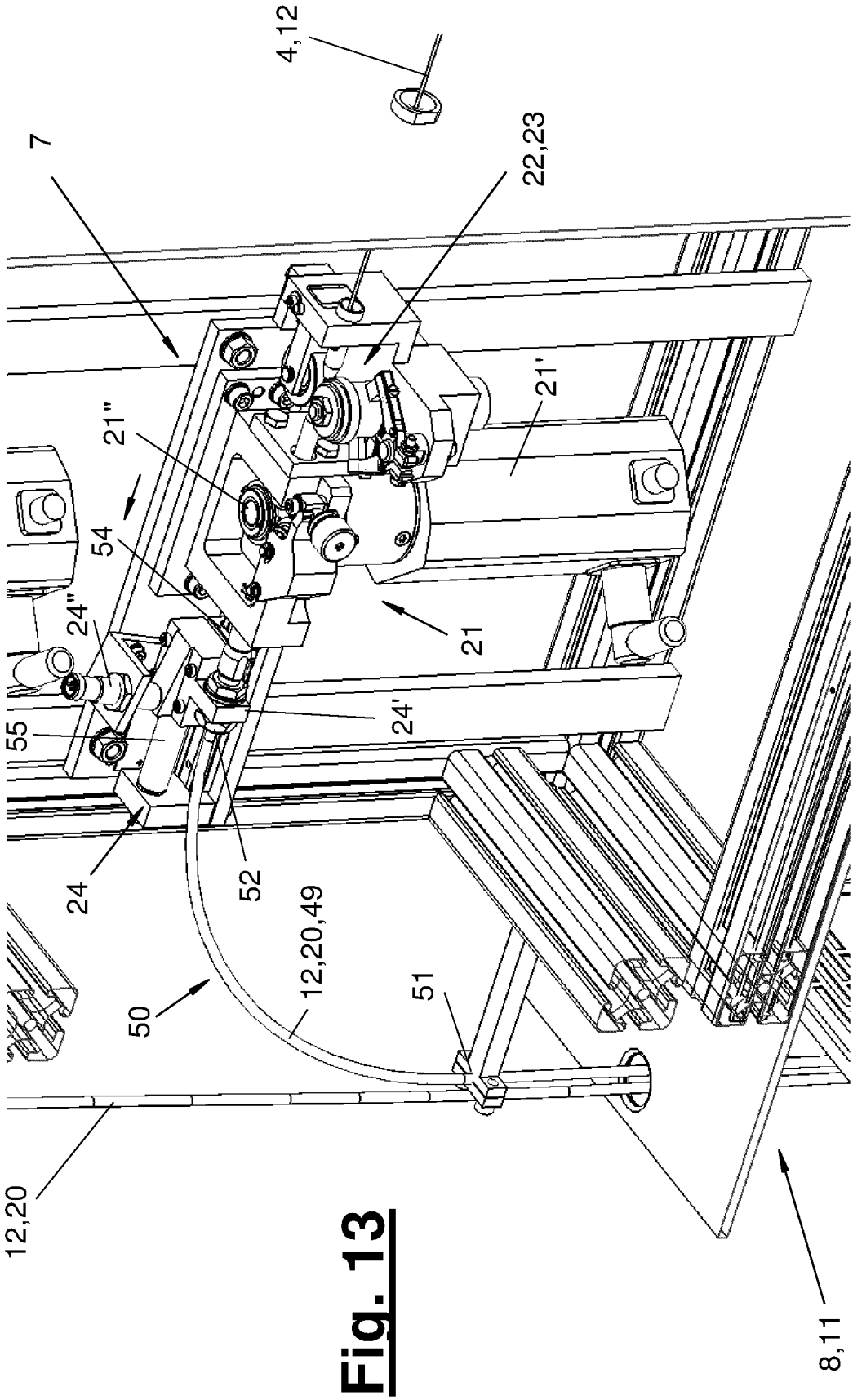


Fig. 13

Fig. 14

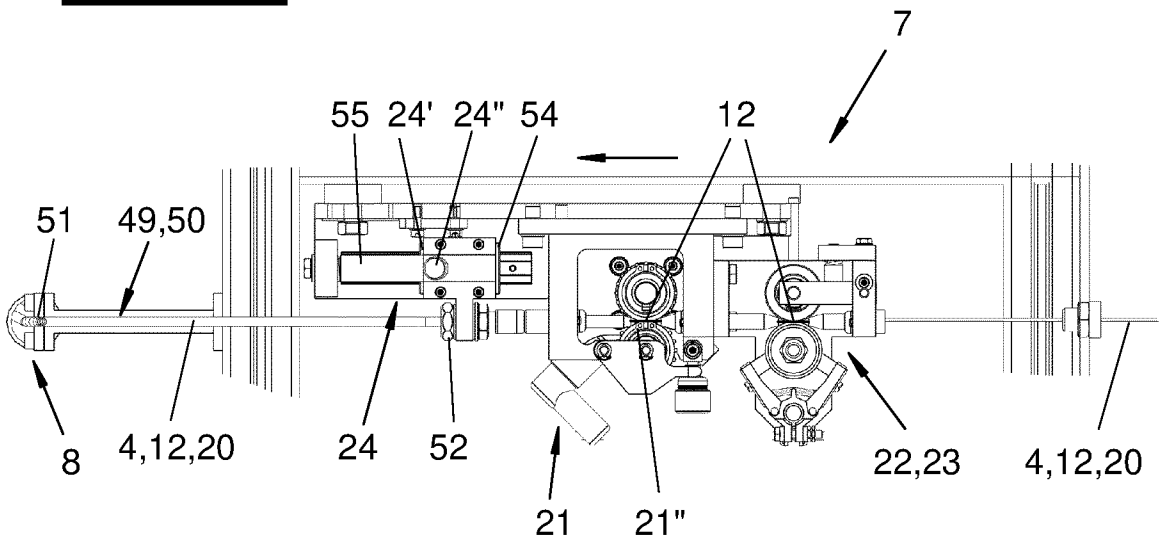
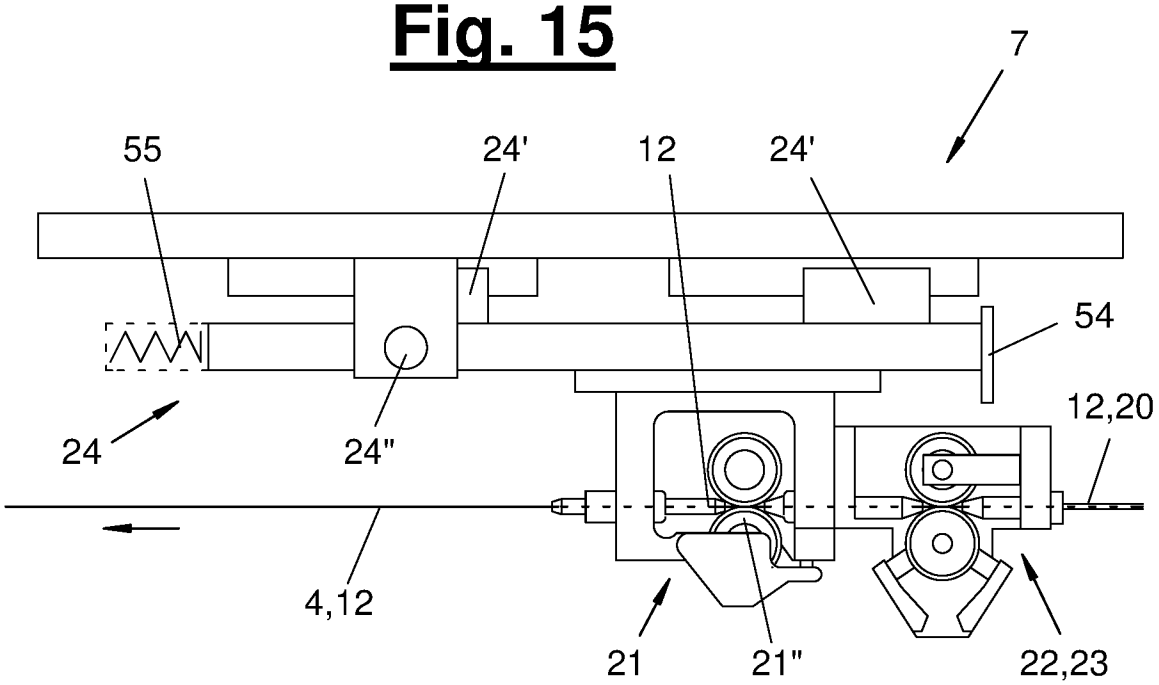

7
55
24'
24"
54
12
51
49,50
8
4,12,20
24
52
21
21"
22,23
4,12,20

Fig. 15


7
55
24'
12
24'
54
12,20
24
24"
4,12
21
21"
22,23

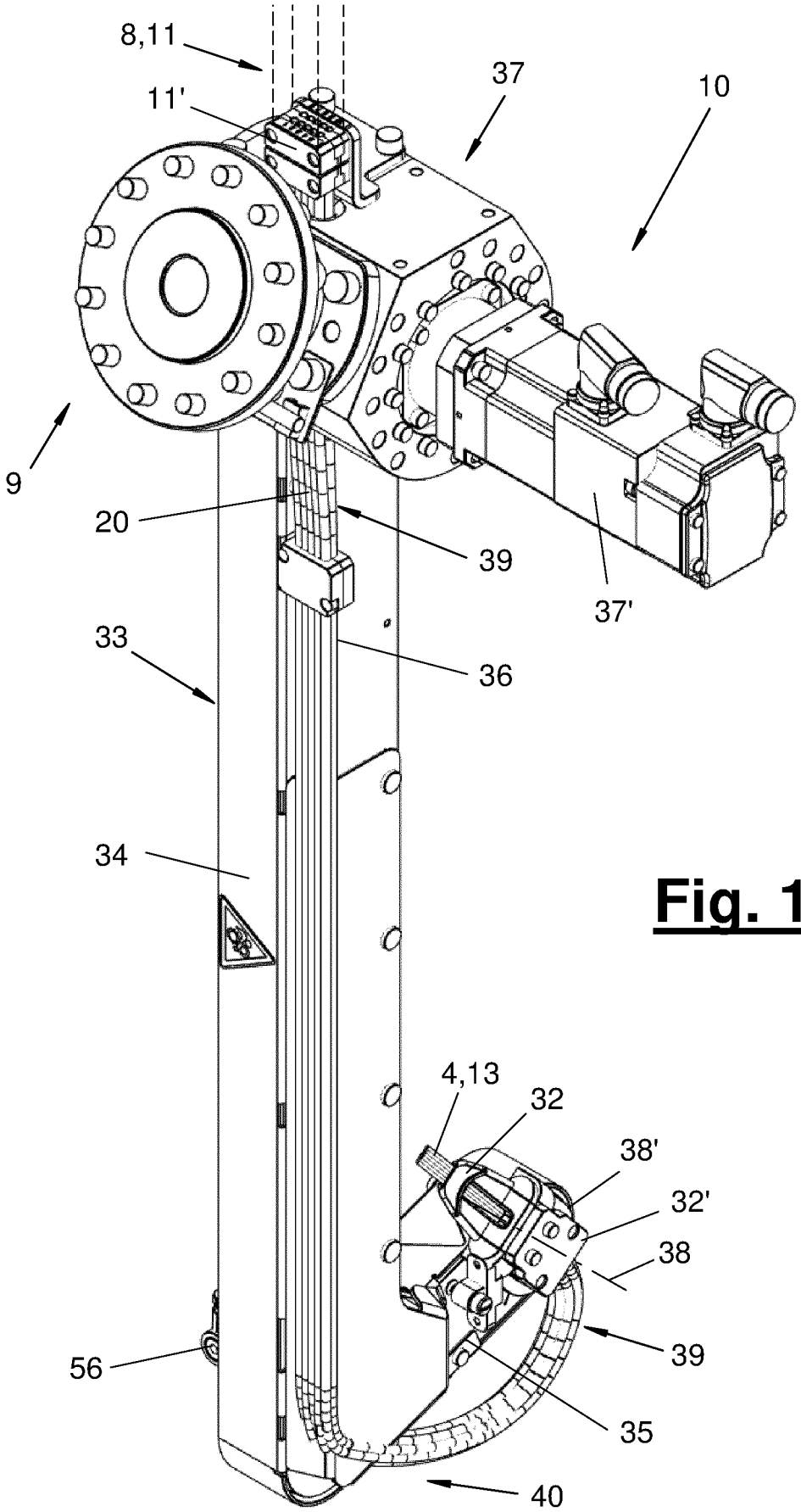


Fig. 16

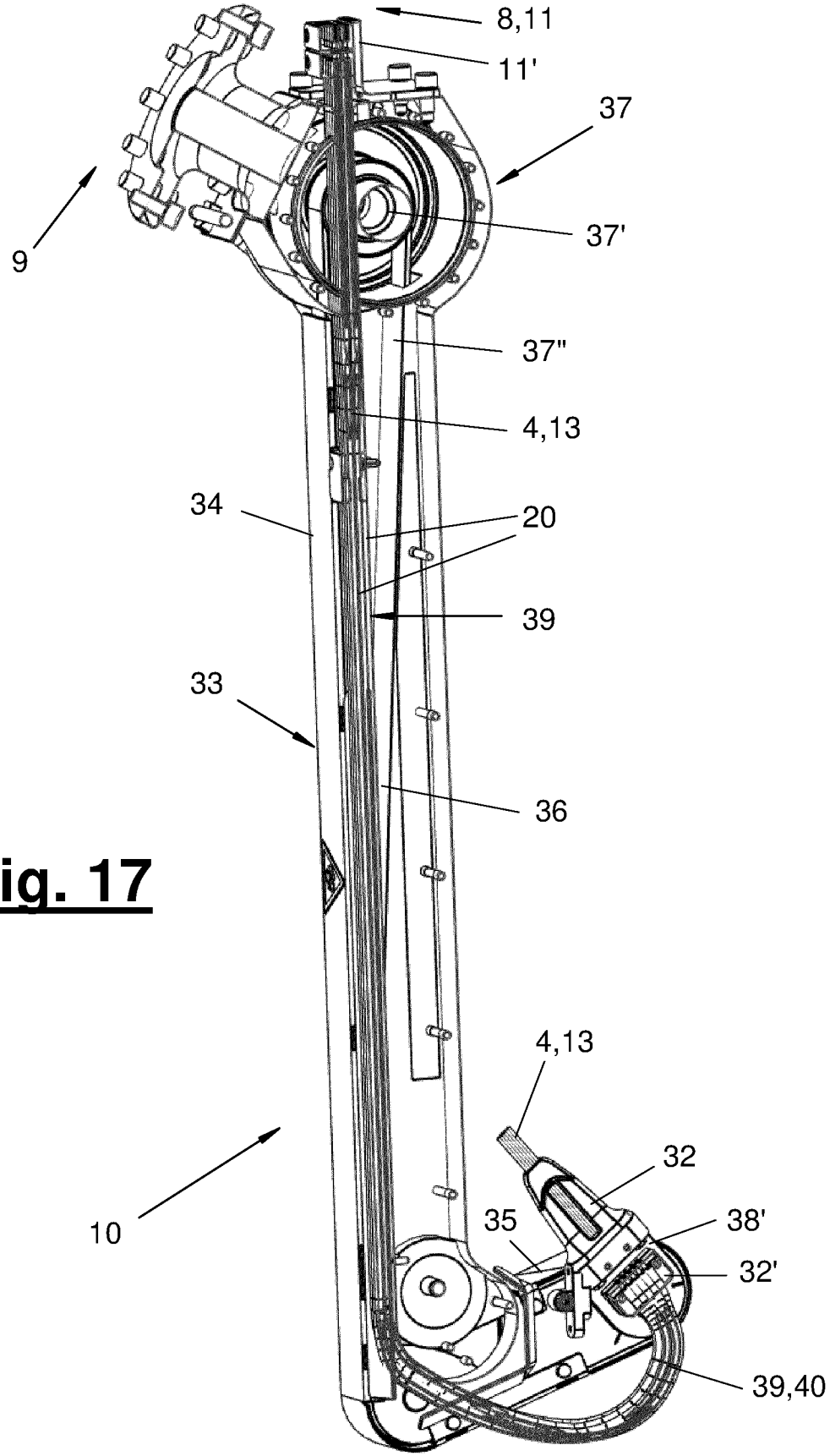
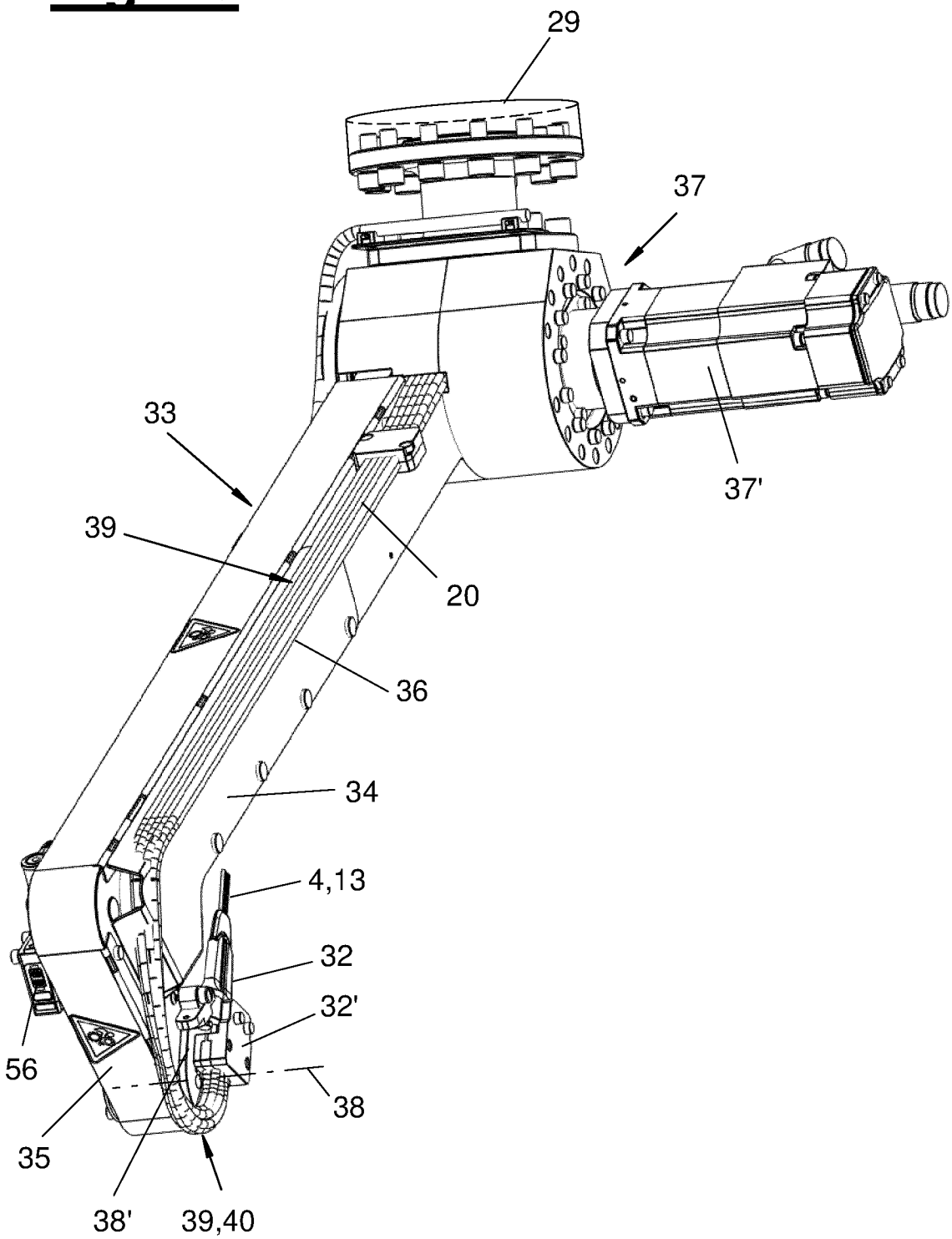


Fig. 17

Fig. 18



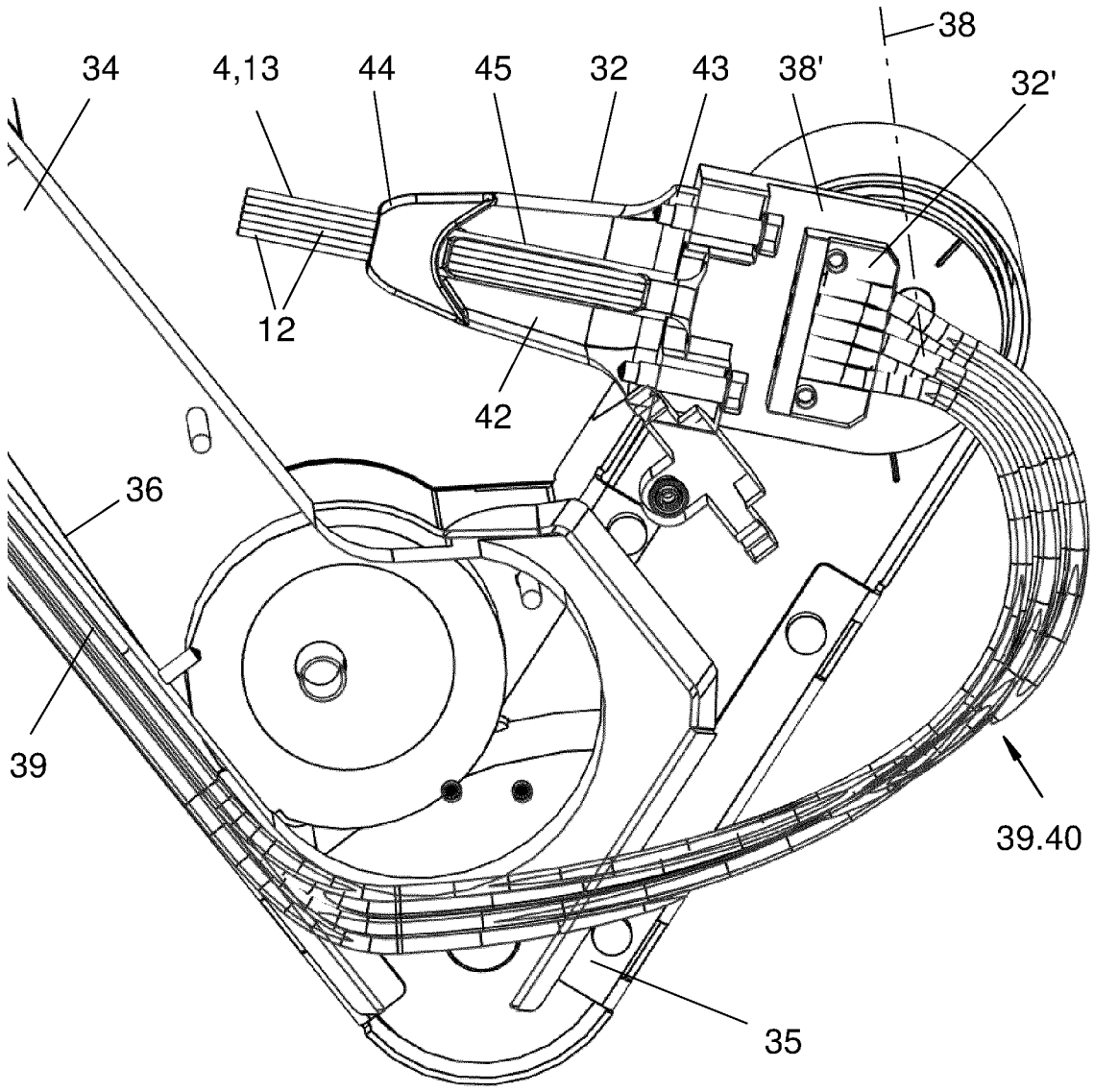


Fig. 19

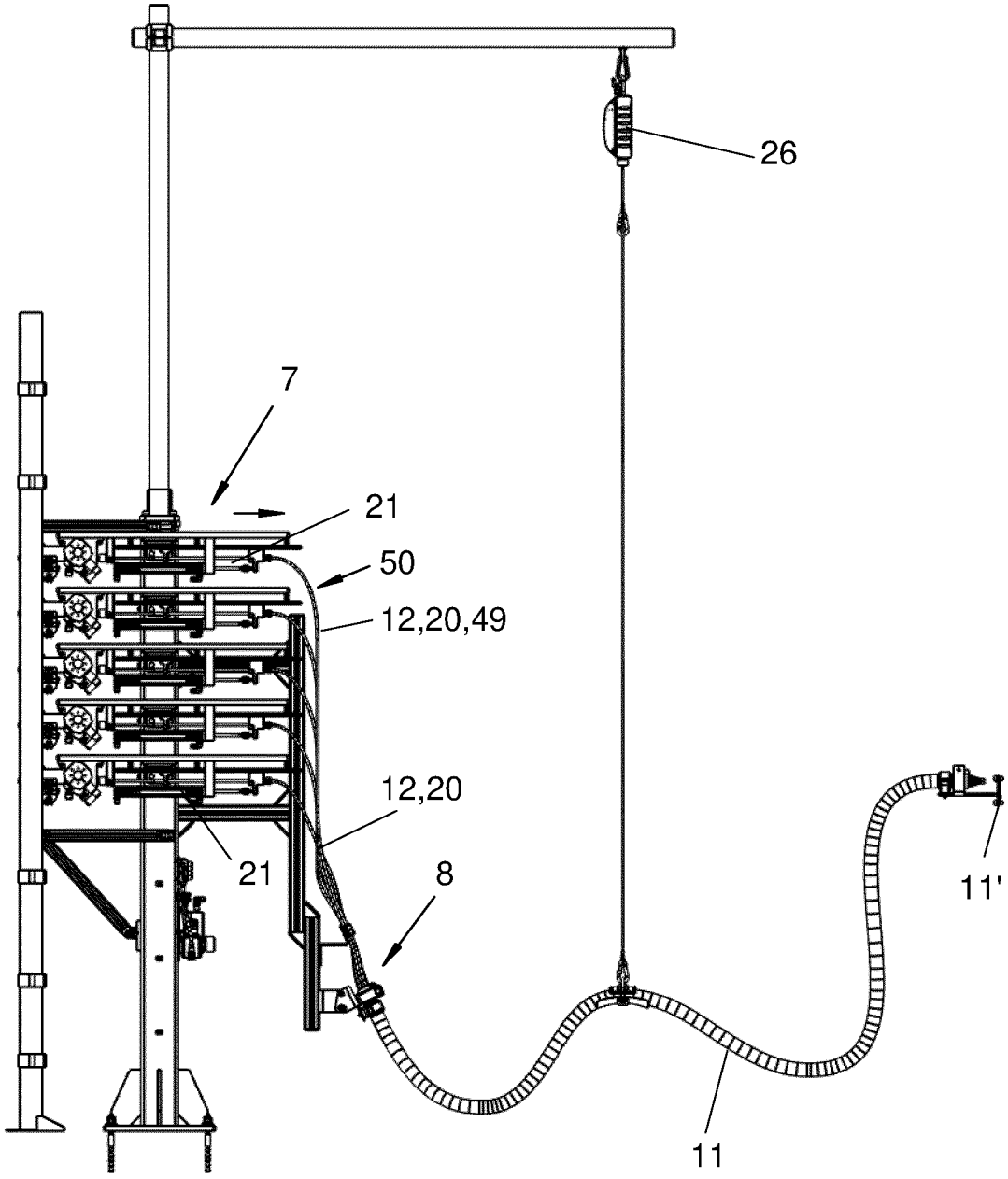


Fig. 20

Fig. 21

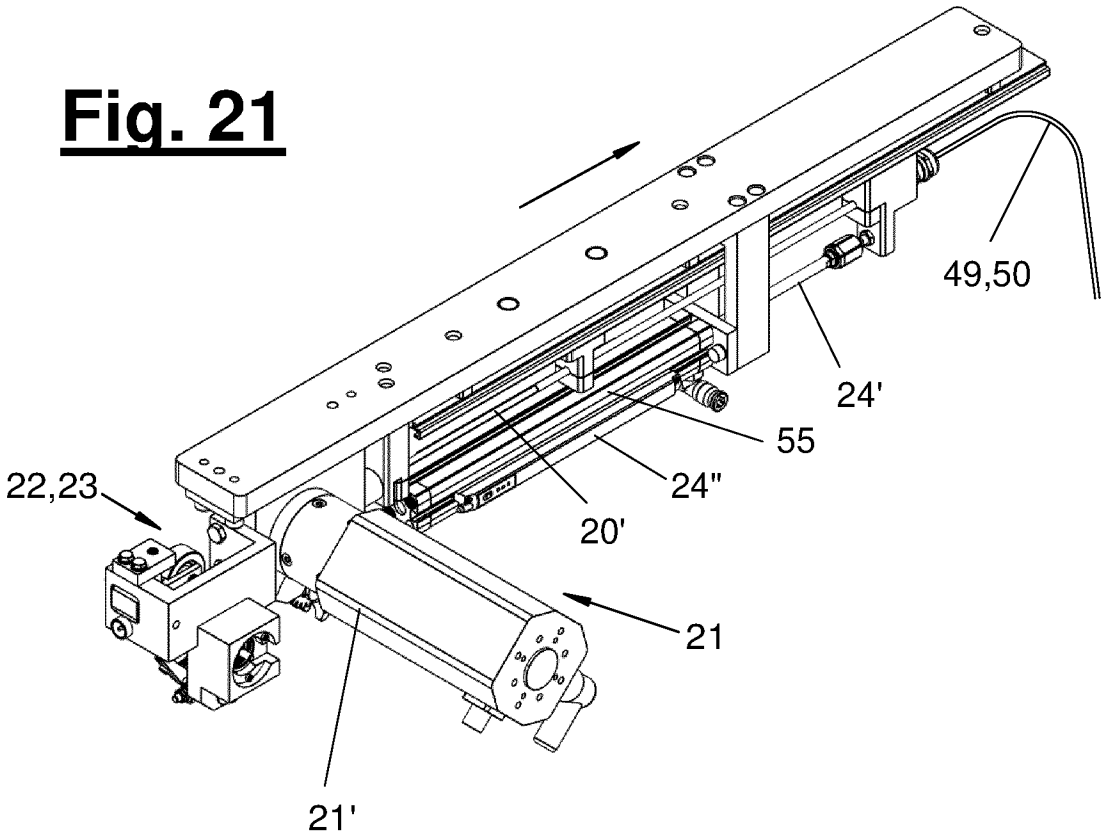
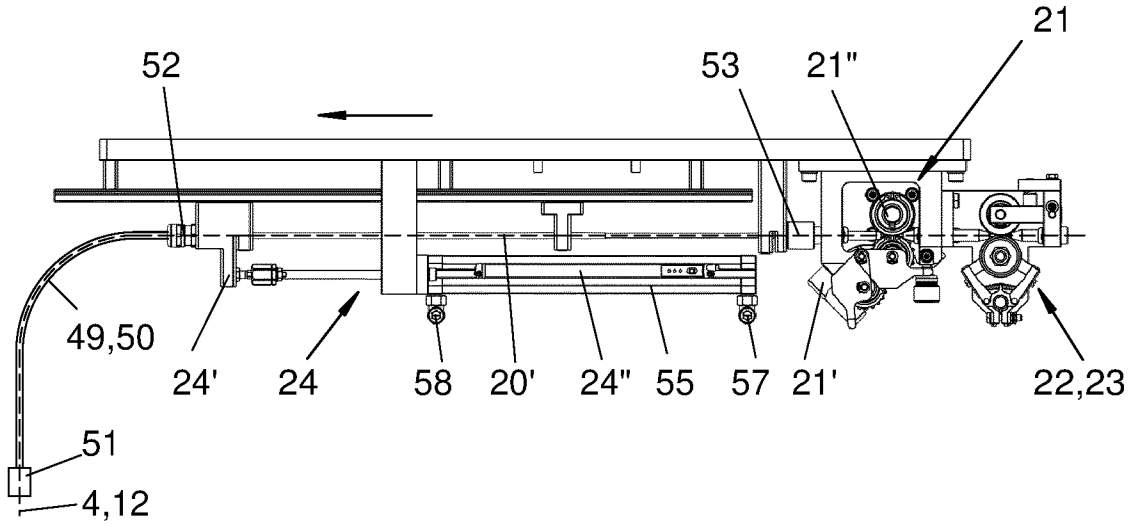

49,50
24'
55
24"
22,23
20'
21
21'

Fig. 22


21
52
53
21"
49,50
24'
24
58
20'
24"
55
57
21'
22,23
51
4,12

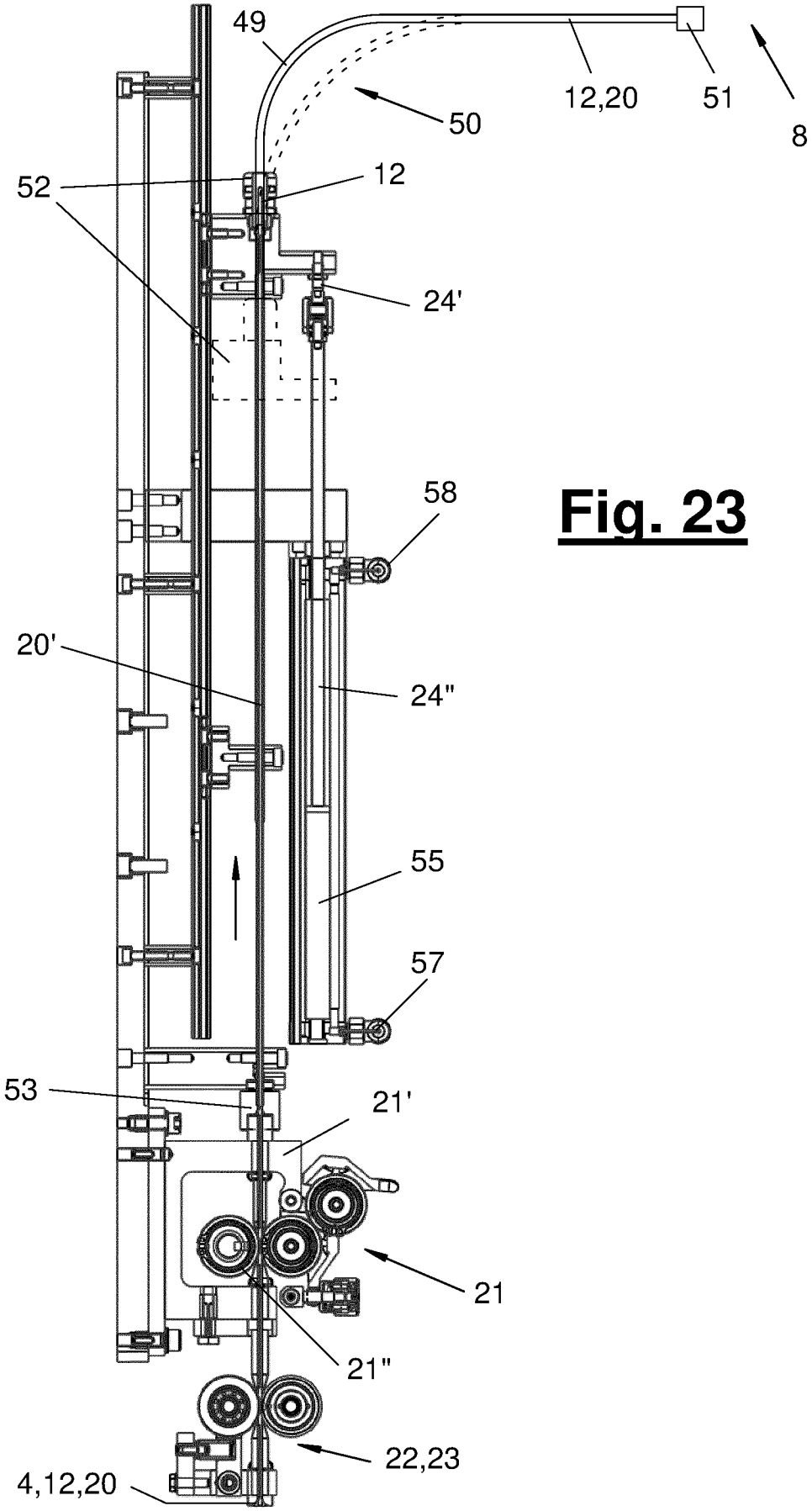


Fig. 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/069926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 15/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 3626402 B2 (TAIYO ELECTRIC MFG; SANKO KIKI KK) 09 March 2005 (2005-03-09) paragraphs 20, 21, 42; figures 1,2	1,2,10-13 3-9,14
Y	EP 1592111 A2 (GLOBE MOTORS [US]) 02 November 2005 (2005-11-02) paragraph 25; figures 1,2	3-9,14
Y	EP 1187301 A1 (AXIS SPA [IT]) 13 March 2002 (2002-03-13) paragraph 35; figure 4	7
A	EP 3331138 A1 (AUDI AG [DE]) 06 June 2018 (2018-06-06) paragraph 40; figure 3	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 October 2021	**22 October 2021**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Jabri, Tarak** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/069926

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 3626402 B2	09 March 2005	JP 3626402 B2	09 March 2005
		JP 2002119025 A	19 April 2002
EP 1592111 A2	02 November 2005	EP 1592111 A2	02 November 2005
		US 2005236509 A1	27 October 2005
EP 1187301 A1	13 March 2002	NONE	
EP 3331138 A1	06 June 2018	DE 102016014371 A1	07 June 2018
		EP 3331138 A1	06 June 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/069926

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K15/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	JP 3 626402 B2 (TAIYO ELECTRIC MFG; SANKO KIKI KK) 9. März 2005 (2005-03-09) Paragraphen 20, 21, 42; Abbildungen 1,2	1,2, 10-13 3-9,14
Y	EP 1 592 111 A2 (GLOBE MOTORS [US]) 2. November 2005 (2005-11-02) Paragraph 25; Abbildungen 1,2	3-9,14
Y	EP 1 187 301 A1 (AXIS SPA [IT]) 13. März 2002 (2002-03-13) Paragraph 35; Abbildung 4	7
A	EP 3 331 138 A1 (AUDI AG [DE]) 6. Juni 2018 (2018-06-06) Paragraph 40; Abbildung 3	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Oktober 2021	22/10/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Jabri, Tarak

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/069926

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 3626402 B2	09-03-2005	JP 3626402 B2	09-03-2005
		JP 2002119025 A	19-04-2002
EP 1592111 A2	02-11-2005	EP 1592111 A2	02-11-2005
		US 2005236509 A1	27-10-2005
EP 1187301 A1	13-03-2002	KEINE	
EP 3331138 A1	06-06-2018	DE 102016014371 A1	07-06-2018
		EP 3331138 A1	06-06-2018