

(19)



(11)

EP 2 953 876 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.11.2020 Patentblatt 2020/46

(51) Int Cl.:
B65H 54/28 (2006.01) B65H 59/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13829060.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/003930

(22) Anmeldetag: **20.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/121812 (14.08.2014 Gazette 2014/33)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM WICKELN EINES STRANGFÖRMIGEN WICKELGUTS**
DEVICE AND METHOD FOR WINDING A STRAND-LIKE MATERIAL TO BE WOUND
DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ENROULEMENT D'UN PRODUIT FILIFORME

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **LEDERER, Roland**
94374 Schwarzach (DE)
- **SCHUHBAUER, Gerhard**
94327 Bogen (DE)

(30) Priorität: **06.02.2013 DE 102013002023**
06.02.2013 DE 102013002022
06.02.2013 DE 102013002017
06.02.2013 DE 102013002019
06.02.2013 DE 102013002020

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.**
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.12.2015 Patentblatt 2015/51

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 049 552 DE-A1- 3 308 283
DE-A1- 3 612 743 GB-A- 1 194 825
GB-A- 1 328 542 GB-A- 2 137 239
JP-A- H01 220 680 JP-U- S5 535 088
US-A- 3 951 355 US-A- 4 124 340

(73) Patentinhaber: **gabo Systemtechnik GmbH**
94559 Niederwinkling (DE)

(72) Erfinder:
• **KARL, Markus**
94327 Bogen (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 953 876 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für ein Verfahren zum Wickeln eines strangförmigen Wickelguts in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres aus Kunststoff auf eine rotierende Wickeltrommel. Bei dem Wickelgut, beispielsweise einem Kabelschutzrohr, in dem ein Glasfaserkabel geschützt verlegt werden kann, kommt es unter anderem darauf an, das Wickelgut in einer Länge von mehreren hundert Metern bei begrenztem Platz vorrätig zu halten. Es ist bekannt, das Wickelgut auf eine Wickeltrommel oder -spule, wie eine Flanschspule, zu wickeln und vor Ort je nach Bedarf abzuwickeln. Der Aufwickelvorgang schließt aus fertigungsökonomischen Gründen unmittelbar an den Herstellprozess, insbesondere an das Extrudieren, des Wickelguts an, so dass das eben extrudierte Kunststoffwickelgut unabgelängt eine Kühlstation verlässt und der Wickelungsvorrichtung zugeführt wird. Der Wickelvorgang selbst wird dann üblicherweise von einer Bedienungsperson kontrolliert und gegebenenfalls manuell manipuliert.

[0002] Bei der Verwendung eines Kabelschutzrohres als Wickelgut wird üblicherweise eine Standard-Wickeltrommel aus Holz verwendet. Das auf die Holz-Wickeltrommel gewickelte Kabelschutzrohr wird an Baustellen geliefert, um es dort je nach Bedarf zu verbauen. Solche günstigen, genormten Holz-Wickeltrommeln oder auch andere Wickeltrommeln haben sich aufgrund eines relativ niedrigen Preises und der möglichen Wiederverwendbarkeit insbesondere im Einsatz auf Baustellen bewährt. Allerdings haben die Wickeltrommeln rotationsunsymmetrische Axial- und Radial-Schläge aufgrund von Unwuchten an den seitlichen Seitenflanschen und an dem Trommelkern. Wegen der geometrischen Unregelmäßigkeit der Wickeltrommel ist gemäß Stand der Technik eine von einer Bedienungsperson überwachte und manipulierte Aufwicklung des Wickelguts notwendig. Eine Automatisierung ist neben unvorhersehbaren Geometrieunterschieden von Niedrigpreistrommeln auch insofern bisher nicht erreicht, als sich außerdem bei Kunststoffrohren die Materialeigenschaften erst nach längerer Aushärtezeit stabilisieren, so dass sich die Wickeleigenschaft des Kunststoffrohrs nach und während des Wickelns aufgrund von Änderungen der Materialeigenschaften nach dem Extrudieren kaum vorhersagen lässt. Derartige individuelle Wickelparameter erfordern ein Bedienpersonal mit langjähriger Wickelerfahrung beim Überwachen und Manipulieren des Wickelguts. Bisher konnte eine zumindest annähernd vollständig automatisierte Wickelung ohne manuelle Unterstützung einer Bedienungsperson insbesondere bei einer Wickelgeschwindigkeit von über 100 m pro Minute nicht erreicht werden.

[0003] In der Automatisierungstechnik sind Wickelungsverfahren sowie Wickelungsvorrichtungen an sich bekannt, bei denen Elektrokabel auf geometriepräzise Rollen aufgewickelt werden. EP 0203046 B1 offenbart

beispielsweise einen Kabelwickler, bei dem ein Führungsarm, der zur Wickelrolle gerichtet ist, mehrere Armglieder aufweist, die mittels mehrerer Armgelenkstellen miteinander verbunden sind. Es zeigte sich allerdings, dass bei den bekannten Wickelungsautomatisierungsprozessen sowohl für das Kabel als auch für die Wickeltrommel Idealbedingungen vorliegen, was insbesondere die Geometrie der Wickeltrommel als auch die Materialeigenschaften des Wickelguts angeht. Gerade bei Drahtwicklern handelt es sich um Produkte hoher Werkstoffgüte und gleichmäßiger Materialeigenschaften, weswegen auch höherer Kostenaufwand betrieben wird, idealgeometrische, unwuchtfreie Wickelspulen zu verwenden. Es zeigte sich, dass die bekannten automatisierten Wickelungstechniken dann nicht erfolgreich eingesetzt werden können, wenn ein Wickelgut sowie eine Wickeltrommel verwendet werden, deren Material- bzw. Geometrieigenschaften nicht vorhersehbar sind.

[0004] US 4 124 340 A offenbart eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden, insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Wickeln eines strangförmigen Wickelguts in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel bereit zu stellen, wobei eine Automatisierung zu erreichen ist, bei der ein manueller Eingriff durch eine Bedienungsperson weitestmöglich vermieden werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Danach ist eine Vorrichtung zum Wickeln eines strangförmigen Wickelguts in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel vorgesehen. Die erfindungsgemäße Wickelvorrichtung umfasst einen Stellroboter und einen Träger, an dem beispielsweise Elektronikkomponenten der Vorrichtung angeordnet sein können. Der Träger kann auch lediglich dazu ausgeführt sein, einen Angriffsbereich zum Befestigen eines Greifarms eines Stellgeräts oder eines Handhabegeräts in Form eines Roboters, zu bilden. Der

[0008] Träger hat eine Schiene für eine Schienen-Schlitten-Anordnung. Des Weiteren hat die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung einen an dem Träger gelagerten Verlegearm, über dessen Ende das Wickelgut der rotierenden Wickeltrommel bei einer axialen insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms aufwickelnd übergeben wird. Vorzugsweise ist die axiale Hin- und Herverbewegung rein translatorisch linear und im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel ausgerichtet. Insbesondere beschreibt das wickeltrommelseitige Ende den axialen linearen Hin- und Herverlegeweg zwischen den beiden sich gegenüberliegenden Seitenflanschen der Wickeltrommel. Von der Wickeltrommel abgewandt hat der Verlegearm eine Aufnahme zum Annehmen des insbesondere eine Extrudierstation kontinuierlich verlassenden Wickelguts. Die Aufnahme kann beispielsweise durch eine sternförmige Anordnung von mehreren, ins-

besondere vier, freilaufenden Rollen gebildet sein. Die Aufnahme kann zusätzlich eine Tragstruktur aufweisen, an der beispielsweise elektronische Komponenten, aber auch pneumatische Dämpfungssysteme für die Lagerung des Verlegearms gehalten sein können.

[0009] Die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung hat außerdem eine Verlegearmlagerung, die den Verlegearm in insbesondere axialer Verlegerichtung relativ zum Träger führt. Die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung hat eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung, die bei einer insbesondere durch das axiale Wachstum der Wickelungslage auf der Wickeltrommel veranlasste Auslenkung des Verlegearms insbesondere aus einer Neutralposition des Verlegearms relativ zum Träger eine insbesondere elastische insbesondere im Wesentlichen axial gerichtete Rückstell- oder Vorspannkraft erzeugt und dem Verlegearm mitteilt, um den Verlegearm seitlich gegen die zuletzt auf die Wickeltrommel gelegte Wickelungsschleife zu drücken.

[0010] Die Rückstelleinrichtung und die Verlegearmlagerung spannen den Verlegearm derart vor, dass dieser sich drückend insbesondere an dessen wickeltrommelseitigem Ende axial an der Wickelung, insbesondere der zuletzt gelegten Wickelungsschleife, abstützt. Je größer die Auslenkung des Verlegearms relativ zum Träger ist, je stärker ist die die axiale Vorspannung hervorrufoende Rückstellkraft.

[0011] In der Neutralposition wirkt vorzugsweise keine Rückstellkraft auf den Verlegearm und somit auf die zuletzt gelegte Wickelungsschleife. Vorzugsweise wirkt die von der Rückstelleinrichtung erzeugte Rückstellkraft ständig auf die zuletzt gelegte Wickelschleife während der gesamten Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms. Die Rückstellkraft und damit das ständige axiale Vorspannen des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms gegen die Wickelungsschleife drücken die zuletzt gelegte Wickelungsschleife axial gegen die unmittelbar benachbarte Wickelungsschleife, wodurch sich eine kompakte, lückenlose Wickelstruktur einstellt. Die durch die Verlegearmlagerung realisierte Nachgiebigkeit in Verlegerichtung kombiniert mit der elastischen Rückstellvorspannung entgegen der Verlegerichtung lässt eine Positionsveränderung des Verlegearms zu, die von der sich allmählich aufbauenden Wickelung auf der Wickeltrommel veranlasst ist. Beim erfindungsgemäßen Wickeln führt der Verlegearm keine aktiv festgelegte, insbesondere geregelte Stellprozedur aus, sondern passt sich ständig flexibel an geometrische Besonderheiten und materialspezifische Eigenheiten der Wickelung an. Bei einer Weiterbildung der Erfindung kann eine besonders funktionssichere Automatisierung der Wickelung bei hohen Forderungs- und Wickelgeschwindigkeiten von bis zu 100 m/min und darüber hinaus erreicht werden. Zusätzlich zu der translatorischen flexiblen Lagerung in Verlegerichtung kann der Verlegearm auch in einer Vertikalrichtung flexibel gelagert sein.

[0012] Die Verlegearmlagerung kann vorzugsweise eine rein translatorische Verstellung des trägerseitigen

Endes des Verlegearms und gegebenenfalls eine rein translatorische Vertikalbewegung des trägerseitigen Endes des Verlegearms zulassen. Zusätzlich könnte gegebenenfalls der Verlegearm durch eine entsprechende trägerseitige Verlegearmschwenklagerung eine Schwenkbewegung des Verlegearms um das trägerseitige Ende des Verlegearms ausführen, wobei sowohl eine Schwenkbewegung in einer axialen Ebene als auch in einer vertikalen Ebene zugelassen sein kann. Diese Verlegearmschwenklagerung muss eine Schwenkampieude nur von wenigen Grad insbesondere kleiner 20° zulassen. Je länger die Längsausdehnung des Verlegearms, desto geringer braucht die Schwenklagerungsamplitude in Vertikalrichtung und Horizontalrichtung ausgelegt sein.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist ein wickeltrommelseitiges Ende des Verlegearms, das beispielsweise als freilaufendes Eingriffsrad ausgebildet sein kann, derart ausgeführt, dass das wickeltrommelseitige Ende wegen der Rückstellkraft bei der axialen Hin- und Herverlegebewegung, insbesondere während der gesamten Hin- und Herbewegung in einem insbesondere ständigen Lateralkontakt mit einer zumindest umfangsabschnittsweise freien Lateralseite der zuletzt gelegten Wickelungsschleife kommt, so dass insbesondere der Verlegearm je nach axialem Wachstum der zu legenden Wickelung, also je nach axialer Auslenkung aus der Neutralposition beispielsweise schrittweise um die axiale Ausdehnung einer Wickelungsschleife in axialer Verlegerichtung ausgelenkt ist. Entsprechend der axialen Auslenkung wird durch die Rückstelleinrichtung eine Rückstelldruckkraft erzeugt, die über das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms der Lateralseite der zuletzt gelegten Wickelungsschleife mitgeteilt wird.

[0014] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst die Rückstelleinrichtung eine insbesondere durch die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung ansteuerbare oder einstellbare Federung, die bei entsprechender Auslenkung des Verlegearms aus der Neutralposition in eine Auslenkposition eine elastische Rückstellkraft erzeugt, insbesondere errechnet und einstellt. Es sei klar, dass eine ansteuerbare Federung bereits eine Rückstellkraft erzeugen kann, ohne dass eine Auslenkung des Verlegearms aus einer Neutralposition einhergeht. Die Rückstellkraft ist derart ausgerichtet, dass deren Wirkrichtung parallel zur axialen Verlegerichtung, insbesondere parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel liegt. Damit die Rückstelleinrichtung das wickeltrommelseitige Ende gegen die zuletzt gelegte Wickelschleife drückt, ist die Wirkrichtung der Rückstellkraft der Verlegerichtung entgegengesetzt.

[0015] Die Rückstellkraft dient vorzugsweise nur dazu, den Verlegearm in Axialrichtung gegen die Wickelung vorzuspannen und daran abzustützen. Den Verlegearm relativ zum Träger wieder zurückzustellen, realisiert vorzugsweise ein den Träger haltendes Stellgerät, wie ein Roboter, der bei Überschreitung einer Auslenkschwelle

oder einer maximalen Rückstell-/Vorspannkraft den Träger relativ zu dem ausgelenkten Verlegearm nachführt.

[0016] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Rückstelleinrichtung durch einen pneumatischen Aktor, insbesondere durch ein Paar pneumatische Aktoren, gebildet, von denen einer der Aktoren für die Erzeugung der Rückstellkraft in jeweils einer axialen Verlegerichtung verantwortlich ist. Der pneumatische Aktor kann mit einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung gekoppelt sein, um betriebsbedingte oder wicklungsbedingte Zusatzsteuersignale zu erhalten, um die Rückstellkraft und somit die Vorspannkraft gegenüber dem sich ohnehin einstellenden Betrag gemäß der axialen Auslenkung aktiv zu erhöhen oder zu senken.

[0017] Vorzugsweise ist die Rückstelleinrichtung mit einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung verbunden, damit die Rückstellkraft und somit die Vorspannkraft während des Wickelns im Wesentlichen in einem festgelegten Grenzbereich, insbesondere konstant gehalten wird.

[0018] Beim Wickeln wird die Rückstellkraft schrittweise aufgrund der nachgebenden Verlegearmlagerung erzeugt. Die Rückstellkraft kann bei Überschreitung einer Grenzschwelle eines Grenzbereichs schrittweise zurückgesetzt werden, ohne die Rückstellkraft/Vorspannung verschwinden zu lassen, so dass die Rückstellkraft stets in den vorbestimmten Grenzen verbleibt. Ein Senken der Rückstellkraft wird durch entsprechendes Nachführen des Trägers relativ zu dem Verlegearm realisiert.

[0019] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat die Rückstelleinrichtung eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung zum Einstellen der Rückstellkraft/Vorspannung beispielsweise mittels Einstellung der Federeigenschaft der Rückstelleinrichtung und/oder eine Steuerung zum Einstellen der Auslenkamplitude des Verlegearms. Die jeweilige Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung kann mit einem Sensor gekoppelt sein, der die Auslenkweite des Verlegearms aus der Neutralposition erfasst und der Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, wie einem Mikrorechner, mitteilt. Der Mikrorechner kann beispielsweise bei einer konstanten Federeigenschaft der Rückstelleinrichtung eine Sollauslenkung festlegen, gemäß dieser ein Regelungsprozess initiiert ist.

[0020] Bei der Erfindung ist die Rückstellkraft einstellbar. Dies ist dadurch realisiert, dass der Träger relativ zum Verlegearm, der sich an der gelegten Wickelung, insbesondere an der zuletzt gelegten Wickelungsschleife, abstützt, nachgeführt wird. Hierfür umfasst die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung ein Handhabe- oder Stellgerät in Form eines Roboters mit drei Bewegungsachsen, vorzugsweise in einer vertikalen Bewegungsachse und in einer horizontalen Bewegungsachse in Verlegerichtung des Verlegearms, insbesondere parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel. Das Stellgerät stellt den Träger relativ zu dem sich an der gelegten Wickelung abstützenden Verlegearm, wodurch die zwischen dem Verlegearm und dem Träger wirkende elas-

tische Rückstellkraft erhöht oder gesenkt werden kann. Es ist eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung für die Wickelungsvorrichtung vorgesehen, die die Rückstellkraft einstellt und ein Nachführen des Trägers gegenüber dem durch den Wickelungszuwachs verlagerten Verlegearm mittels des Stellgeräts erst dann auslöst, wenn der Verlegearm einen vorbestimmten Auslenkweg oder eine Auslenkschwelle entlang des Trägers überschritten hat.

[0021] Vorzugsweise umfasst die Wickelungsvorrichtung eine Nachführeinrichtung, gemäß der der Träger in axialer Verlegelagerungsrichtung nach dem Aufbau der elastischen Rückstellkraft gemäß dem Zuwachs der Wickelung in Axialrichtung nachgeführt wird. Dafür hat die Nachführeinrichtung das den Träger haltende Stellgerät.

[0022] Bei der Erfindung ist die Verlegearmlagerung durch eine Schlitten-Schienen-Anordnung gebildet. Die Schlitten-Schienen-Anordnung gewährleistet eine lineare, im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel relativ zum Träger erzwungene Führung des Verlegearms relativ zum Träger. Trägerseitig ist die Schiene ausgebildet, während verlegearmseitig der Schlitten realisiert ist. Die Rückstelleinrichtung ist zwischen dem Schlitten und der Schiene geschaltet, so dass an dem Schlitten und an der Schiene die entsprechenden Kraftübertragungsstellen der Rückstelleinrichtung angeordnet sind. An dem Schlitten ist das Verlegeschwert des Verlegearms befestigt, während an der Schiene des Trägers das Handhabegerät angreift, um das Nachjustieren des Trägers gegenüber dem Verlegearm bereitzustellen.

[0023] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das wickeltrommelseitige Ende derart gelagert, dass zumindest bei einem Teil, vorzugsweise für die Gesamtheit der Hin- und Herverlegebewegung insbesondere bis auf den Verlegerichtungswechsel das wickeltrommelseitige Ende unter Bildung eines im Wesentlichen axialen Lateralkontakts mit einer freien Lateralseite der zuletzt auf der Wickeltrommel gewickelten Wickelungsschleife durch die sich axial ausdehnende Wickelungslage längs des Verlegewegs vorangetrieben wird. Auf diese Weise ist ein für die Automatisierung benötigtes korrektiv flexibles Verhalten des Verlegearms realisiert, das dem manuellen Manipulieren einer erfahrenen Bedienperson bereits sehr nahe kommt, wodurch insbesondere geometrische Unwuchten der Wickeltrommel oder der Wickelung einen automatisierten Wickelungsvorgang nicht beeinträchtigen. Das wickeltrommelseitige Ende ist vorzugsweise durch ein am Verlegearm frei drehbar gelagertes Rad gebildet, von dem zumindest ein Teil des Seitenbereichs über den Verlegearm hinaus vorsteht, um mit der noch freien Lateralseite der zuletzt aufgewickelten Wickelungsschleife in Kontakt kommen zu können, und das in Rotationsrichtung lediglich von der Wickeltrommel oder von dem bereits auf der Wickeltrommel liegenden Wickelgut drehangetrieben wird. In Verlegerichtung wird das Rad durch die stetig axial wachsende Wickelungslage längs des Verlegewegs mitgenommen und axial verschoben. Das Rad rollt dabei auf

der Wickeltrommel oder der bereits vollständig gelegten Wickellage zumindest unter dem Einfluss der Gewichtskraft des Verlegearms ab.

[0024] Des Weiteren betrifft eine bevorzugte Ausführung der Erfindung eine Anstell- oder Freistellereinrichtung, die den Verlegearm zumindest bei der Verlegebewegung nahe dem Seitenflansch der Wickeltrommel in einem zur horizontalen Radialerstreckung des einen Seitenflansches "positiven" Anstellwinkel von dem einen Seitenflansch weg neigend anstellt und den Verlegearm im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung hin zum gegenüberliegenden Seitenflansch in einen "negativen" Anstellwinkel von dem anderen Seitenflansch weg geneigt schwenkt. Die Anstellereinrichtung ist vorzugsweise durch das Handhabegerät, wie dem Stellroboter, gebildet, der, um die gewünschte Schwenkbewegung um den Wickelungsschlaufenkontakt zu betreiben, den Träger stellt. Die Schwenkachse der Schwenkbewegung liegt vorzugsweise im Bereich des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms. Die Schwenkstelle kann längs des Hin- und Herverlegewegs wandern. Es reicht aus, einen Freistellwinkel von 1° bis 20° einzustellen. Entsprechend dem Freistellwinkel ist auch die durch die Verlegearmlagerung definierte, verdrehbare Verlegerichtung des Verlegearms gegenüber der Axialrichtung geneigt, wobei der Neigungswinkel an den axialen Enden der Hin- und Herverlegebewegung entsprechend am größten ist und im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung, so wie der Freistellwinkel, abnimmt und etwa auf halbem Verlegeweg verschwindet sowie anschließend insbesondere allmählich wieder zunimmt.

[0025] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist für das betriebsgemäße Stellen des Verlegearms insbesondere bei einem Richtungswechsel der Hin- und Herverlegung eine Verlegearmstelleinrichtung zum insbesondere vertikalen Positionieren des Verlegearms relativ zur Wickeltrommel vorgesehen. Die Verlegearmstelleinrichtung kooperiert mit einem Wegsensor zum Erfassen wenigstens einer vorbestimmten Position des Verlegearms längs des Verlegewegs, wobei gegebenenfalls der Wegsensor bei Erreichen der wenigstens einen vordefinierten Position die Verlegearmstelleinrichtung veranlasst, den Verlegearm um wenigstens etwa die halbe Stärke des Wickelguts, vorzugsweise um etwa eine Wickelgutstärke oder um mehr als eine Wickelgutstärke, und höchstens um ein Zweifaches der Wickelgutstärke von der Wickeltrommel weg oder von der bereits daraufgelegten Wickellage weg anzuheben. Die Verlegearmstelleinrichtung kann eine insbesondere vertikale Schwenklagerung für den Verlegearm aufweisen, wobei eine Schwenkachse des Verlegearms trägerseitig angeordnet ist. Die Schwenklagerung kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass ein wickeltrommelseitiges Verlegearmschwert relativ zu der trägerseitigen Verlegearmbasis in Vertikalrichtung verschwenkbar ist. Des Weiteren kann die Verlegearmstelleinrichtung einen Lifter zum insbesondere linearen Anheben der Schwenkachse in Vertikalrichtung aufweisen, wobei der Lifter bei-

spielsweise durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, gebildet ist, das auf den Träger zugreift, um den Träger samt der Verlegearm-Schwenkachse vertikal linear anzuheben. Um das schwenkbare wickeltrommelseitige Ende beim Anheben mitzunehmen, weist die Schwenklagerung einen Anlageanschlag auf, der ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms begrenzt. Die Schwenklagerung erlaubt einerseits einen flexiblen Kontaktablauf des wickeltrommelseitigen Endes an der bereits gelegten Wickellage und damit ein freies Konturfolgen der bereits gelegten Wickellage und deren radialer Unwuchten, andererseits begrenzt der Anlageanschlag ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes ausgehend von der Auflage auf die Wickellage um höchstens eine halbe Wickelungsgutstärke, sollte das wickeltrommelseitige Ende zwischen zwei gelegte benachbarte Wickelungsschlaufen gelangen.

[0026] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist eine Wickelgut-Bremse an dem Verlegearm angeordnet, die dem Wickelgut vor dem Erreichen der Wickeltrommel eine Bremskraft mitteilt, um das Wickelgut auf Zug vorzuspannen. Die Bremskraft kann betriebsgemäß insbesondere durch eine Steuerung- und/oder Regelung eingestellt werden.

[0027] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Wickeln eines strangförmigen Wickelgutes in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres aus Kunststoff auf die Wickeltrommel. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Wickelgut der rotierenden Wickeltrommel anhand einer Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms relativ zu einem Träger übergeben. Der Verlegearm wird in Verlegerichtung relativ zu einem Träger geführt gelagert. Bei Auslenkung des Verlegearms aus einer Montageposition relativ zum Träger wird eine in axialer Verlegerichtung gerichtete Rückstellkraft erzeugt, die gegen die auf der Wickeltrommel gelegte Wickelung wirkt.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit der erfindungsgemäßen Wickelungsvorrichtung durchgeführt.

[0029] Weitere Ausführungsbeispiele sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat die Wickelungsvorrichtung einen am Träger beweglich gelagerten Verlegearm mit einer Aufnahme zum Annehmen des insbesondere eine Extrudierstation verlassenden Wickelguts und einem wickeltrommelseitigen Ende, an dem das Wickelgut der rotierenden Wickeltrommel bei einer insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms längs einer Rotationsachse der Wickeltrommel aufwickelnd übergeben werden soll. Der Träger empfängt das Wickelgut an der Aufnahme, die beispielsweise durch eine kreuzförmig angeordnete Rollenanordnung gebildet sein kann. Die Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms verläuft vorzugsweise rein translatorisch für jede Wickellage in einer Horizontalebene. Da die Wickellagen übereinander liegen, ist für jede Wickellage ein eigener linearer

Hin- und Herverlegeweg jeweils in Vertikalrichtung um eine Wickelgutstärke versetzt realisierbar, wobei insbesondere der Hin- und Herverlegeweg nicht gemäß einer fixen Regelungsroutine starr vorgegeben ist, sondern vielmehr flexibel in Abhängigkeit von dem individuellen Wickelungsverlegeverlauf sich einstellt. Hierzu ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass zumindest bei einem Teil der insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms unter Bildung eines Lateralkontakts mit einer freien Lateralseite der auf der Wickeltrommel gewickelten Wickelung des Wickelguts der sich axial ausdehnenden Wickelungslage folgt. Erfindungsgemäß stellt die Wickelungsvorrichtung das wickeltrommelseitige Ende nicht gemäß einer vordefinierten Regelungs-Routine, sondern stellt eine dem Wickelungszuwachs nachgebende Bewegungsfreiheit für den Verlegearm bereit, wodurch geometrische Unwuchtungen und Änderungen der Geometrie während des Wickelungsvorgangs nachgebend ausgeglichen werden können. Im Gegensatz zum Stand der Technik, in dem starre Regelungssysteme eine idealgeometrische Wickeltrommel stillschweigend fordern, erreicht die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung selbst dann eine Automatisierung, wenn unvorhersehbare Geometrieänderungen und Geometrieigenschaften in Betracht gezogen werden müssen. Das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms kontaktiert ständig die zuletzt gelegte Wickelungsschleife und wird erfindungsgemäß von dieser mitgenommen, wobei vorzugsweise von dem Verlegearm eine elastische Stellkraft an dem wickeltrommelseitigen Ende gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife wirkt, damit auch bei Unwuchten und Axial- oder Radialschlägen der Lateralkontakt zwischen der zuletzt gelegten Wickelungsschleife und dem wickeltrommelseitigen Ende insbesondere trägheitsbedingt nicht verloren geht.

[0031] Es sei klar, dass das wickeltrommelseitige Ende auch einen Radialkontakt zu einem Trommelkern der Wickelungstrommel oder zu der bereits fertig gelegten Wickelungslage halten kann. Die dazu benötigten radialen Kontaktkräfte werden vorzugsweise aufgrund des Einflusses des Eigengewichts des Verlegearms mit einer entsprechenden Schwenklagerung für den Verlegearm an dem Träger realisiert.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass das wickeltrommelseitige Ende für einen Wechsel der Richtung der Hin- und Herverlegebewegung, insbesondere bei der Bildung einer nächsten Wickelungslage, den Kontakt zu der Wickelung vorläufig verliert und so lange kontaktlos zur Wickelung verbleibt, bis das wickeltrommelseitige Ende unter Bildung des erneuten Lateralkontakts von der freien Lateralseite der sich neu bildenden, ersten Wickelungsschleife in axialer Verlegebewegungsrichtung mitgenommen wird. Lediglich an den beiden axialen Enden des Verlegebewegungswegs ist der ständige Kontakt zwischen dem wickeltrommel-

seitigen Ende und der Wickelungslage und/oder dem Trommelkern aufgehoben.

[0033] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung folgt das wickeltrommelseitige Ende der axialen Ausdehnung der Wickelungslage nachgebend insbesondere kontinuierlich, indem eine elastische Rückstell- oder Vorspannkraft einer Rückstell- oder Vorspanneinrichtung das wickeltrommelseitige Ende gegen die Lateralseite der zuletzt gelegten Wickelungsschleife drückt. Dabei ist die elastische Rückstellkraft derart im Wesentlichen in Axialrichtung, insbesondere parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel, gerichtet, dass die im Wesentlichen ausschließlich seitliche Kräfte von dem wickeltrommelseitigen Ende in die zuletzt gelegte Wickelungsschleife eingeleitet werden, so dass die zuletzt gelegte Wickelungsschleife gegen deren benachbarte Wickelungsschleife lateral, axial vorgespannt ist. Die elastische Rückstellkraft oder Axialvorspannung gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife wird vorzugsweise durch die Rückstelleinrichtung realisiert, die beispielsweise einen pneumatischen Aktor oder ein anderes Federsystem aufweisen kann. Die Rückstelleinrichtung kann zwischen dem Träger und dem zum Träger beweglich gelagerten Verlegearm wirken.

[0034] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat das wickeltrommelseitige Ende ein an den Verlegearm freidrehbar gelagertes Eingriffsrad. Die Lagerung des Eingriffsrads soll frei jeglicher sonstiger Antriebskräfte sein, sondern soll lediglich in eine Drehbewegung versetzt werden, wenn es in Kontakt mit der Wickeltrommel oder lateral mit einer bereits gelegten Wickelungslage kommt. Das Eingriffsrad kann eine verlegearmbezogen ortsfeste Drehachse aufweisen, die im Wesentlichen parallel oder leicht geneigt zur Rotationsachse der Wickeltrommel angeordnet sein kann. Um einen Schleifkontakt zwischen dem Verlegearm und einem Seitenflansch der Wickeltrommel zu vermeiden, kann der Verlegearm entsprechend einem Anstellwinkel zur sich radial erstreckenden Innenseite des Seitenflansches geneigt sein. In diesem Fall fällt die Drehachse des Eingriffsrads nicht mit der Rotationsachse der Wickelungstrommel zusammen, sondern ist um einige Grad geneigt.

[0035] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat das Eingriffsrad eine umlaufende zylindrische Abrollfläche, die an dem zylindrischen Trommelkern der Wickeltrommel oder an einer auf der Wickeltrommel bereits gelegten Wickelungslage abläuft. Dabei drückt die Abrollfläche des Eingriffsrads unter dem Einfluss der Eigengewichtskraft des in Vertikalrichtung schwenkbar an dem Träger gelagerten Verlegearms auf den Trommelkern oder die Wickelungslage.

[0036] Vorzugsweise ragt das Eingriffsrad abschnittsweise derart über das wickeltrommelseitige Ende vor, dass ein unbelegter, frei zugänglicher, lateraler Seitenbereich gebildet ist, der vorzugsweise bei einem scheibenförmigen Eingriffsrad eine glatte, in einer Vertikalebene liegende, ebene Fläche ist. An dem Seitenbereich wird das Eingriffsrad unter dem Einfluss der axialen

Rückstellkraft gegen die freie radiale Lateralseite der zuletzt gelegten Wicklungsschleufe gedrückt. Der frei zugängliche Seitenbereich des Eingriffsrads kann derart bemessen sein, dass die Lateralseite des Wickelguts unter Ausbildung des Lateralkontakts ausschließlich mit dem Seitenbereich in Eingriff kommt. Die Lauffläche des Eingriffsrads kommt mit der radial darunter liegenden Wicklungslage oder dem Trommelkern in Rolleingriff.

[0037] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass sich das wickeltrommelseitige Ende längs eines linearen Eingriffswegs am Außenumfang des Wickeltrommelkerns oder an einer zuletzt an der Wicklungstrommel gelegten Wicklungslage entsprechend der allmählich axial zunehmenden Ausdehnung der zu legenden Wicklungslage um die Wickelgutstärke schrittweise verrückt. Der Eingriffsweg kann vorzugsweise im Wesentlichen an einer 12-Uhr-Umfangsposition liegen, um die Gewichtskräfte des Eigengewichts des Verlegearms am effektivsten zu nützen. Vorzugsweise liegt der Verlegearm tangential auf dem Eingriffsweg unter dem Einfluss seines Eigengewichts auf.

[0038] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat der Verlegearm die Form eines Schwerts. Der Schaft des Schwerts liegt trägerseitig, während die Spitze des Schwerts hin zur Wickeltrommel ragt. Die Spitze des Schwerts liegt im ständigen Kontakt mit der Wicklungstrommel oder der bereits gelegten Wicklungslage zumindest bei der Hin- und Herverlegebewegung.

[0039] Der Verlegearm kann durch zwei im Wesentlichen parallele Platten gebildet sein, deren Längsrichtung sich hin zur Wickeltrommel erstreckt und deren Breitenrichtung in Vertikalrichtung ausgerichtet ist. Die parallelen Platten können einen Führungsraum oder -spalt zwischen sich bilden, in dem das Wickelgut innerhalb des Verlegearms hin zum wickeltrommelseitigen Ende geführt ist. Die Führung des Wickelguts innerhalb des Verlegearms kann vorzugsweise durch wenigstens eine insbesondere frei laufende Rolle und/oder durch wenigstens ein insbesondere frei laufendes Rollenpaar gebildet sein. Die Rolle und/oder das Rollenpaar können an den Platten drehgelagert sein.

[0040] Vorzugsweise ist an dem wickeltrommelseitigen Ende ein Abgabenrollenpaar vorzugsweise frei drehbar gelagert, über die das Wickelgut den Verlegearm verlässt, um im Verlauf zur Wickeltrommel ohne Beeinflussung einer weiteren mechanischen Struktur wie das Eingriffsrad, gewickelt zu werden.

[0041] Gemäß der Erfindung hat die Träger-Verlegearm-Lagerung eine Schlitten-Schienen-Anordnung, durch die der Verlegearm insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Rotationsachse der Wickeltrommel relativ zum Träger geführt ist. Am Träger sind die Schienen und am Verlegearm der Schlitten befestigt, wobei die Rückstelleinrichtung zwischen dem Schlitten und der Schiene wirkt. Die Rückstelleinrichtung dient dazu, eine elastische Federkraft zu erzeugen, um das wickeltrommelseitige Ende gegen die zuletzt gelegte Wickelschleu-

fe vorzuspannen.

[0042] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung eine Verlegearmlagerung, die den Verlegearm in einer insbesondere je nach axialer Position längs des Verlegewegs verdrehbaren Verlegerichtung relativ zum Träger insbesondere linear führt, und eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung, die bei Auslenkung des Verlegearms in Verlegerichtung relativ zu dem Träger dem Verlegearm eine Rückstell- oder Vorspannkraft mitteilt, um den Verlegearm seitlich, im Wesentlichen axial gegen eine zuletzt auf die Wicklungstrommel gelegte Wicklungsschleufe zu drängen. Die Verlegearmlagerung kann eine Schlitten-Schienen-Anordnung aufweisen, gemäß der der Verlegearm relativ zum Träger linear in Verlegerichtung geführt ist. Die Axialrichtung ist durch die Rotationsachse der Wickeltrommel definiert. Die verdrehbare Verlegerichtung kann gegenüber der Axialrichtung insbesondere abhängig von der Position des Verlegearms längs des Verlegewegs parallel liegen und/oder dazu geneigt sein, um einen Freistellwinkel des Verlegearms insbesondere von weniger als 20° bezüglich der horizontalen Radialerstreckung des Seitenflansches der Wickeltrommel zu erzeugen. Der Schlitten ist verlegearmseitig ausgebildet, wobei die Schiene trägerseitig realisiert ist. Ein Handhabegerät in Form eines Stellroboters rückt den Träger, dem Verlegearm folgend, nach und dient dazu, die anwachsende Auslenkung des Verlegearms zu verringern, die durch das axiale Wachstum der Wicklungslage veranlasst ist und dem nachrückenden Träger gegenüber stets voreilend passiert. Die Rückstellkraft dient dazu, den Verlegearm ständig gegen die zuletzt gelegte Wicklungsschleufe zu drücken und insbesondere dann eine Vorspannung gegen die Wicklungsschleufe und damit den Wicklungsschleufenkontakt aufrecht zu erhalten, wenn das Handhabegerät den Träger dem Verlegearm folgend nachführt. Der Träger darf nur soweit nachgeführt werden, dass weiterhin eine ausreichende Vorspannkraft an dem Verlegearm gegen die zuletzt gelegte Wicklungsschleufe verbleibt. Je höher die Auslenkung des Verlegearms relativ zum Träger ist, desto stärker wirkt die Rückstellkraft der Rückstelleinrichtung. Mit diesem Erfindungsaspekt wird eine optimal kompakte, dichte Anordnung von Wicklungsschleufe zu Wicklungsschleufe realisiert.

[0043] Des Weiteren betrifft eine bevorzugte Ausführung der Erfindung eine Anstell- oder Freistelleinrichtung, die den Verlegearm zumindest bei der Verlegebewegung nahe dem Seitenflansch der Wickeltrommel in einem zur horizontalen Radialerstreckung des einen Seitenflansches "positiven" Anstellwinkel von dem einen Seitenflansch weg neigend anstellt und den Verlegearm im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung hin zum gegenüberliegenden Seitenflansch in einen "negativen" Anstellwinkel von dem anderen Seitenflansch weg geneigt schwenkt. Die Anstelleinrichtung ist vorzugsweise durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, gebildet, der, um die gewünschte Schwenkbewegung um den

Wicklungsschlaufenkontakt zu betreiben, den Träger stellt. Die Schwenkachse der Schwenkbewegung liegt vorzugsweise im Bereich des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms. Die Schwenkstelle kann längs des Hin- und Herverlegewegs wandern. Es reicht aus, einen Freistellwinkel von 1° bis 20° einzustellen. Entsprechend dem Freistellwinkel ist auch die durch die Verlegearmlagerung definierte, verdrehbare Verlegerichtung des Verlegearms gegenüber der Axialrichtung geneigt, wobei der Neigungswinkel an den axialen Enden der Hin- und Herverlegebewegung entsprechend am größten ist und im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung, so wie der Freistellwinkel, abnimmt und etwa auf halbem Verlegeweg verschwindet sowie anschließend insbesondere allmählich wieder zunimmt.

[0044] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist für das betriebsgemäße Stellen des Verlegearms insbesondere bei einem Richtungswechsel der Hin- und Herverlegung eine Verlegearmstelleinrichtung zum insbesondere vertikalen Positionieren des Verlegearms relativ zur Wickeltrommel vorgesehen. Die Verlegearmstelleinrichtung kooperiert mit einem Wegsensor zum Erfassen wenigstens einer vorbestimmten Position des Verlegearms längs des Verlegewegs, wobei gegebenenfalls der Wegsensor bei Erreichen der wenigstens einen vordefinierten Position die Verlegearmstelleinrichtung veranlasst, den Verlegearm um wenigstens etwa die halbe Stärke des Wickelguts, vorzugsweise um etwa eine Wickelgutstärke oder um mehr als eine Wickelgutstärke, und höchstens um ein Zweifaches der Wickelgutstärke von der Wickeltrommel weg oder von der bereits daraufgelegten Wicklungslage weg anzuheben. Die Verlegearmstelleinrichtung kann eine insbesondere vertikale Schwenklagerung für den Verlegearm aufweisen, wobei eine Schwenkachse des Verlegearms trägerseitig angeordnet ist. Die Schwenklagerung kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass ein wickeltrommelseitiges Verlegearmschwert relativ zu der trägerseitigen Verlegearmbasis in Vertikalrichtung verschwenkbar ist. Des Weiteren kann die Verlegearmstelleinrichtung einen Lifter zum insbesondere linearen Anheben der Schwenkachse in Vertikalrichtung aufweisen, wobei der Lifter beispielsweise durch das Handhabegerät in Form eines Stellroboters gebildet ist, das auf den Träger zugreift, um den Träger samt der Verlegearm-Schwenkachse vertikal linear anzuheben. Um das schwenkbare wickeltrommelseitige Ende beim Anheben mitzunehmen, weist die Schwenklagerung einen Anlageanschlag auf, der ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms begrenzt. Die Schwenklagerung erlaubt einerseits einen flexiblen Kontaktablauf des wickeltrommelseitigen Endes an der bereits gelegten Wickellage und damit ein freies Konturfolgen der bereits gelegten Wickellage und deren radiale Unwuchten, andererseits begrenzt der Anlageanschlag ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes ausgehend von der Auflage auf die Wicklungslage um höchstens eine halbe Wicklungsgutstärke, sollte das wickeltrommelseitige Ende zwischen zwei gelegte

benachbarte Wicklungsschlaufen gelangen.

[0045] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist eine Wickelgut-Bremse an dem Verlegearm angeordnet, die dem Wickelgut vor dem Erreichen der Wickeltrommel eine Bremskraft mitteilt, um das Wickelgut auf Zug vorzuspannen. Die Bremskraft kann betriebsgemäß insbesondere durch eine Steuerung- und/oder Regelung eingestellt werden.

[0046] Weitere Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden durch die folgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert, in denen zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Wickeln eines kontinuierlich extrudierten Kunststoffrohres auf eine Wickeltrommel in einem Anfangsbetriebszustand, bei dem eine erste Wickellage an der Wickeltrommel abgelegt wird;

Figur 2a eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung gemäß Figur 1 kurz vor dem Betriebszustand eines Wickelungslegerichtungswechsels;

Figur 2b eine perspektivische Detailansicht des Eingriffs eines wickeltrommelseitigen Endes eines Verlegearms auf die Wickelung und die Wickelungstrommel gemäß dem Betriebszustand nach Figur 2a;

Figur 3a eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung während des Betriebszustands des Wickelungslegerichtungswechsels;

Figur 3b eine perspektivische Detailansicht des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms gemäß dem Betriebszustand nach Figur 3a;

Figur 4a eine perspektivische Ansicht der Wickelvorrichtung in dem Betriebszustand nach dem Wickelungslegerichtungswechsel;

Figur 4b eine perspektivische Detailansicht des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms gemäß dem Betriebszustand nach Figur 4a;

Figur 5 eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung mit Bewegungsachsen eines Trägers der Wickelungsvorrichtung sowie des Verlegearms;

Figur 6 eine Draufsicht der Wickelungsvorrichtung im Betriebszustand des Wickelungslegerichtungswechsels gemäß Figuren 3a und

- 3b;
- Figur 7 eine perspektivische Draufsicht des Trägers der Wickelungsvorrichtung gemäß Figur 1;
- Figur 8 eine perspektivische Seitenansicht des Trägers gemäß Figur 7;
- Figur 9 eine weitere perspektivische Ansicht des Trägers nach Figur 7 mit Blick auf eine Wirbelstrombremse für das Wickelgut in einem passiven Betriebszustand; und
- Figur 10 die perspektivische Seitenansicht des Trägers nach Figur 7 mit der Wirbelstrombremse in einem aktiven Betriebszustand.

[0047] In Figur 1 ist die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung im Allgemeinen mit der Bezugsziffer 1 versehen. Die Wickelungsvorrichtung 1 dient dazu, ein von einer nicht näher dargestellten Extrudierstation kontinuierlich extrudiertes Kunststoffrohr 3, wie ein sogenanntes Kabelschutzrohr, auf eine Wickeltrommel 5 aufzuwickeln, wobei eine möglichst gleichmäßige Wickelung ohne Zwischenraum zwischen den einzelnen Wickelungsschleifen 17 und mit im Wesentlichen konstanter Wickelsteigung einer Kunststoffrohrbreite pro Umdrehung erreicht werden soll, wie es beispielsweise in den Figuren 1 bis 4b dargestellt ist.

[0048] Die Wickeltrommel 5 umfasst einen im Wesentlichen zylindrischen Trommelkern 7, an dessen beiden Axialenden jeweils ein seitlicher, sich in Radialrichtung erstreckender Seitenflansch 11a, 11b befestigt ist. Konzentrisch zur Rotationssymmetrie der Wickeltrommel 5 ist eine Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 ortsfest (bezüglich einem Referenzboden B, auf dem die Wickelungsvorrichtung 1 steht) gelagert, um welche die Wickeltrommel 5 zum Durchführen des Wickelungsvorgangs rotiert. Die Rotationsachse 13 definiert eine Axialrichtung, auf die auch im Folgenden zur Definition von Bewegungen von beweglichen Bauteilen der Wickelungsvorrichtung 1 Bezug genommen wird.

[0049] Aus ökonomischen Gründen ist die genormte Wickeltrommel 5 häufig aus Holz gefertigt, wobei der Trommelkern 7 sowie auch die Seitenflansche 11a, 11b leicht, aber nicht vernachlässigbar von einer idealsymmetrischen Form abweichen können. Der zylindrische Trommelkern 7 kann Radialschläge aufweisen, während die Seitenflansche 11a, 11b Axialunwuchten bilden können. Auch Wickeltrommeln 5 aus anderem Material, wie Kunststoff, weichen häufig zufällig oder fertigungsbedingt von einer idealsymmetrischen Rotationsform ab.

[0050] Wie in Figur 1 dargestellt, ist das extrudierte Kunststoffrohr 3 in einer Anfangswickelungslage bereits um mehr als die axiale Hälfte der Wickeltrommel 5 um den Trommelkern 7 gewickelt. Im Folgenden soll die gerade zuletzt auf den Trommelkern 7 aufgebrachte Wickelungsschleife mit der Bezugsziffer 17 versehen sein.

Die Wickelungsschleife 17 hat, bis die nächste Wickelungsschleife vollständig umlaufend gelegt ist und sich seitlich angelegt hat, eine umfangsabschnittsweise freie axiale Lateralseite 18, auf die im Folgenden vor allem an einer etwa 12-Uhr-Umfangs-Stelle (Kontakt mit Eingriffsrads 43) Bezug genommen werden soll.

[0051] Das Kunststoffrohr 3 ist längs seiner Erstreckung kontinuierlich zylindrisch extrudiert und kann einen Außendurchmesser von 5 mm bis 30 mm oder 40 mm aufweisen. Die Stärke des Kunststoffrohrs 3 kann bei etwa 10% bis 60% des Außenrohrradius liegen. Das Kunststoffrohr 3 wird kontinuierlich in einer Extrudierstation (nicht dargestellt) geformt und gelangt über eine Kühlstraße (Wasserbad) in die Wickelungsvorrichtung 1, der ein Kunststoffrohr-(3)-Puffersystem (nicht dargestellt) vorgeschaltet sein kann, durch das unterschiedliche Förder-Geschwindigkeiten des Kunststoffrohrs 3 in dessen Längsrichtung beim Extrudiervorgang sowie beim Wickeln ausgeglichen werden sollen. Das nicht dargestellte Puffersystem kann beispielsweise als ein Vertikalpendel ausgeführt sein, der durch die vertikale Verschiebbarkeit eines Umlenkrads eine zu geringe/zu hohe Geschwindigkeit der Wickelungsvorrichtung 1 gegenüber der Extrudiervorrichtung ausgleichen kann, indem das Umlenkrad eine höhere/niedrigere vertikale Position einnimmt. Auf diese Weise kann eine Pufferstrecke für das extrudierte Kunststoffrohr (3) für einen kontinuierlichen Fertigungsprozess erreicht werden, bevor es in die Wickelungsvorrichtung 1 gelangt.

[0052] Die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung 1 besteht im Wesentlichen aus vier Hauptbestandteilen, nämlich einem Träger 23, einem Verlegearm 27, einer Rückstelleinrichtung 61 sowie einem lediglich in Figur 5 angedeuteten Stellroboter 71.

[0053] Der Verlegearm 27 hat eine Form wie eine Motorsäge mit einer Verlegearmbasis 28 (Aktoren-/ Motorbasis) sowie einem Verlegeschwert 29, das sich von der Verlegearmbasis 28 im Wesentlichen in Horizontalrichtung zur Wickeltrommel 5 erstreckt und diese unmittelbar oder mittelbar berührt. Die Verlegearmbasis 28 hat auf deren der Wickeltrommel 5 abgewandten Stirnseite eine Aufnahme 21 (Figuren 6, 9 und 10) zum Annehmen des insbesondere eine Extrudierstation kontinuierlich verlassenden Kunststoffrohrs 3. Die Aufnahme 21 umfasst sternförmig angeordnete Laufrollenpaare 25, die eine Einfädelöffnung begrenzen, um ein horizontal und vertikal geführtes Einfädeln des Kunststoffrohrs 3 in den Verlegearm 27 zu gewährleisten. Die Verlegearmbasis 28 ist hauptsächlich durch einen Profilträger 57 gebildet, der aus mehreren aneinander gefügten Tragplatten zusammengesetzt ist. An den Tragplatten können Funktionskomponenten der Wickelungsvorrichtung 1, wie ein Mikrorechner, Aktoren, etc., angebracht werden.

[0054] Der Träger 23 hält beweglich den Verlegearm 27 und hat in der dargestellten Ausführung eine Schiene 51, an der ein Greifarm des Stellroboters 71 befestigt ist. Die Schiene 51 kooperiert mit einem Schlitten 53 der Verlegearmbasis 28 derart, dass der Verlegearm 27

längs des linearen Schlittenwegs hin- und herbewegt werden kann.

[0055] Das Verlegeschwert 29 erstreckt sich überwiegend in einer Horizontalrichtung, ungefähr senkrecht zur Axialrichtung 13 von der Verlegearmbasis 28 weg hin zur Wickeltrommel 5, wobei der Verlegearm 27 derart dimensioniert ist, dass er in dessen Längsrichtung über den Trommelkern 7 (bis etwa in dessen axiale Mitte) ragt (in Anheberichtung A betrachtet).

[0056] Das Verlegeschwert 29 hat zwei vertikale, parallel zueinander angeordnete Führungs- und Halteplatten 31a, 31b. Zwischen den beiden Halte- und Führungsplatten 31a, 31b, die in deren im Wesentlichen horizontalen Erstreckungsrichtung eine im Wesentlichen konstante Vertikalbreite aufweisen, ist ein Führungsspalt für das Kunststoffrohr 3 geformt. Damit das Kunststoffrohr 3 sicher von der Aufnahme 21 entlang des Verlegearms 27 zwischen den Halte- und Führungsplatten 31a, 31b entlang gleiten kann, können Leitrollen im Führungsspalt an den Halte- und Führungsplatten 31a, 31b drehbar gelagert sein und einen ortsdefinierten Führungskanal durch den Führungsspalt hindurch bilden.

[0057] An einem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 ist ein Paar Abgaberollen 35 mit horizontalen Drehachsen noch im Führungsspalt gelagert, die ein geführtes Abgeben des Kunststoffrohrs 3 von dem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 hin zur Wickeltrommel 5 sicherstellen.

[0058] An einer Oberseite des wickeltrommelseitigen Endes 33 ist ein Wegsensor in Form eines Kontaktgebers 37 positioniert. Der Kontaktgeber 37 umfasst ein frei drehbar gelagertes Kontaktrad, dessen Drehachse vertikal angeordnet ist. Auch eine andere aus dem Stand der Technik bekannte Wegsensorik kann eingesetzt werden. Das Kontaktrad hat einen passiven Betriebszustand im Verlauf der Verlegebewegung W des Verlegearms 27 zwischen dem linken Seitenflansch 11b und dem gegenüberliegenden rechten Seitenflansch 11a, bei dem die Drehachse in einem Führungsspalt des Verlegeschwerts 29 liegt. Sobald das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 in Eingriff mit der radialen Innenseite 41 des jeweiligen Seitenflansches 11a, 11b gelangt, so wird das Kontaktrad, insbesondere dessen vertikale Drehachse, in Axialrichtung ausgelenkt, weil das Kontaktrad an dem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 in beiden Axialrichtungen axial vorsteht und für eine axiale Auslenkung schwenkbar am Verlegearm 27 gelagert ist. Beim axialen Auslenken des Kontaktrads gibt der Kontaktgeber 37 ein elektrisches Kontaktsignal an eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, welche das Kontaktsignal für den weiteren Wickelbetrieb der Wickelungsvorrichtung 1 verarbeitet.

[0059] An der der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des wickeltrommelseitigen Endes 33 ist ein Eingriffsrad 43 frei drehbar am Verlegearm 27 ortsfest gelagert, dessen Drehachse im Wesentlichen horizontal parallel zur Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 liegt. Die Lauffläche des Eingriffsrads 43 steht im unmittelba-

ren Abrollkontakt mit dem angetriebenen Trommelkern 7 oder einer bereits gelegten Wickelungslage. Ein frei zugänglicher Seitenbereich des Eingriffsrads 43 liegt beim Wickeln mit einem überwiegend axialen Druckvorspannkontakt an der axialen Lateralseite 18 der zuletzt gelegten Wickelungsschlaufe 17 an.

[0060] Die axiale Breite der Lauffläche des Eingriffsrads 43 ist derart dimensioniert, dass sie größer als der halbe Außendurchmesser des Kunststoffrohrs 3, allerdings kleiner als der Außendurchmesser des Kunststoffrohrs 3 ist.

[0061] Der Verlegearm 27 ist über eine trägerseitige-(23)-Schwenklagerung, welche nicht näher illustriert ist, vertikal schwenkbar gelagert, wobei eine trägerseitige Schwenkachse S horizontal, zumindest abhängig von der Verlegewegposition parallel zur Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 verläuft. Zum Kontrollieren der Schwenkbewegung des Verlegearms 27 in einer vertikalen Ebene ist eine Dämpfungseinheit 45 vorgesehen, die einerseits am Träger 23 und andererseits an einem Vorsprung 47 an der Oberseite des Verlegeschwerts 29 befestigt ist. Die Dämpfungseinheit 45 gewährleistet eine gedämpfte Schwenkbewegung des Verlegearms 27 um die trägerseitige Schwenkachse S. Ein Schwenkansschlag (nicht dargestellt) ist vorgesehen, der ein Abschwenken des Verlegearms 27 in der vertikalen Ebene nach unten auf die Wickeltrommel 5 zu begrenzt. Der Schwenkansschlag gewährleistet, dass sich das Eingriffsrad 43 nicht zwischen zwei bereits gelegten Wickelungsschlaufen drängt und sich vollständig zwischen diesen durchdrückt, um einen Kontakteingriff des Eingriffsrads 43 mit einer darunter liegenden vollständigen Wickelungslage zu vermeiden. Die Schwenkbeweglichkeit des Verlegearms 27 und die Position des Schwenkanschlages sind relativ zum Verlegearm 27 derart festgelegt, dass das Eingriffsrad 43 bei der Hin- und Herverlegebewegung in Abrollkontakt mit dem zylindrischen Trommelkern 7 oder der zuletzt gelegten Wickelungslage steht. Der Schwenkansschlag stoppt aber ein Absenken der Eingriffsrolle 43 ab höchstens der halben Stärke des Kunststoffrohrs 3, so dass ein Rollkontakt auf der zuletzt vollständig verlegten Wickelungslage verhindert wird.

[0062] Der Träger 23 ist relativ zur ortsfesten Rotationsachse 13 oder zum ortsfesten Referenzboden B einer Fertigungshalle verlagerbar, indem ein der Stellroboter 71, der ortsfest auf dem Referenzboden B montiert ist, den Träger 23 greift, hält und entsprechend dem Wickelvorgang steuerungsgemäß positioniert.

[0063] In Figur 5 sind teilweise die Bewegungsachsen des Stellroboters 71 dargestellt, wobei der Stellroboter 71 den Träger 23 in Horizontalrichtung, die der Axialrichtung (Rotationsachse 13) und im Wesentlichen der Verlegerichtung V entspricht, und in Anheberichtung A linear bewegen kann und wobei der Stellroboter 71 den Träger 23 um den Lateralkontakt K (um die Drehachse D) schwenken kann.

[0064] Die Eingriffsstelle des Eingriffsrads 43 mit dem Trommelkern 7 oder der bereits gelegten Wickelungsla-

ge bildet eine Betätigungsstelle, an der der Verlegearm 27 durch den axialen Zuwachs der Wickellage 15 dem Träger 23 gegenüber voreilend axial verschoben wird. Dies kann als eine flexibel reagierende Folgebewegung des Verlegearms 27 bezeichnet werden, der dem kontinuierlichen axialen Verlegen der Wicklungsschlaufen 17 und dem axialen Wachsen der Wickellage 15 unmittelbar folgt. Eine vertikale Schwenkbewegung um die Schwenkachse S wegen der Anlage des Eingriffsrads 43 an der Wickeltrommel 5 und einem radialen Wachsen der Wickellagen realisiert ein Folgenachstellen des an dem vorerst ortsfesten Träger 23 gelagerten Verlegearms 27. Die Nachgebebewegung des Verlegearms 27 und die Nachstellbewegung des Trägers 23 sind mit den Doppelpfeilen V, A in Figur 5 angedeutet.

[0065] Der Stellroboter 71 hält den Träger 23 anhand der Schiene 51, die mit dem Schlitten 53 kooperiert, der aus einer Basisplatte 55 und einem sich davon nach unten erstreckenden Profilträger 57 gebildet ist. Der Schlitten 53 und die Schiene 51 bilden eine translatorische Lagerung, deren translatorische Verlegerichtung V im Wesentlichen oder annähernd parallel zur horizontalen Axialrichtung (Rotationsachse 13) festgelegt ist. Die Schlitten(53)-Schiene(n)51-Anordnung verleiht dem Verlegearm 27 eine Bewegungsfreiheit gegenüber dem Träger 23 nur in der Verlegerichtung V, so dass der Schlitten 53 nur in Verlegerichtung V relativ zu dem Stellroboter 71, insbesondere dessen Greifarm (nicht dargestellt), verlagert werden kann.

[0066] Die Schienen(51)-Schlitten(53)-Anordnung stellt eine axiale Nachgiebigkeit für den Verlegearm 27 bereit. Die axiale Nachgiebigkeit wird durch den Bewegungsfreiheitsgrad in Verlegerichtung V geschaffen. Damit das Eingriffsrad 43 bei dem Verlegevorgang zwischen den beiden Seitenflanschen 11a, 11b nicht den Kontakt zu der Lateralseite der zuletzt gelegten Wicklungsschleife 17 verliert, wirkt zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung 61, welche eine elastische Rückstell- oder Vorspannkraft erzeugt, sobald der Verlegearm 27 aus einer vordefinierten Neutralposition relativ zum Träger 23, in der keine Rückstellkräfte der Rückstelleinrichtung 61 zwischen der Schiene 51 und dem Schlitten 53 wirken, in Verlegerichtung V, getrieben durch das axiale Ausdehnen der Wickellage 15, ausgelenkt wird. Dabei ist der Betrag der Rückstellkraft desto größer, je größer die Auslenkweite des Verlegearms 27 aus der Neutralposition ist. Die Rückstelleinrichtung 61 ist durch ein Paar pneumatische Aktoren 63, 65 gebildet, deren Details in den Figuren 7 bis 10 angedeutet sind. Ein pneumatischer Aktor 65 oder 63 ist für die Erzeugung der Rückstellkraft nur in einer der Verlegerichtungen V (beispielsweise von dem Seitenflansch 11a zum Seitenflansch 11b) aktiv, während der andere pneumatische Aktor (65 oder 63) in der entgegengesetzten Verlegerichtung V (von dem Seitenflansch 11b zum Seitenflansch 11a) aktiv ist.

[0067] Wird der Verlegearm 27 durch das periodische,

horizontale Verlegen der Wicklungsschleife 17 in Verlegerichtung V verrückt, so verlagert sich das Ende 33 des Verlegearms 27 samt Schlitten 53 in linearer Verlegerichtung V relativ zur Schiene 51, die währenddessen unbeeinflusst ortsfest vorläufig in deren Position verbleibt, bis sie beispielsweise bei Überschreitung einer Auslenkschwelle des Schlittens 53 durch den Stellroboter 71 nachgestellt wird, was die Rückstellkraft der Rückstelleinrichtung vermindert. Aufgrund der Relativbewegung zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 wird der pneumatische Aktor 63 oder 65 (je nach axialer Verlegerichtung) pneumatisch gespannt, so dass in dem pneumatischen Aktor 63, 65 die pneumatisch elastische Rückstellkraft erzeugt ist, die über den Schlitten 53 dem Verlegearm 27 mitgeteilt wird und schließlich das Eingriffsrad 43 axial gegen die freie Lateralseite 18 der zuletzt gewickelten Wickelschleife 17 vorspannt. Mit der axialen Rückstell-Vorspannung ist gewährleistet, dass sämtliche Wicklungsschlaufen 17 in Axialrichtung dicht an dicht benachbart gelegt werden, um die gewünschte gleichmäßige Wicklungsfolge zu erreichen, und flexibel auf geometrische sowie materialspezifische Anomalien anpassend reagiert werden kann.

[0068] Es sei klar, dass der pneumatische Aktor 63, 65 auch unabhängig von der Verlegung des Verlegearms 27 eine aktiv gesteuerte, pneumatische Rückstellkraft erzeugen kann, indem beispielsweise der pneumatische Aktor über eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung beispielsweise abhängig von einem vorbestimmten Betriebszustand pneumatisch aktiviert wird. Um einen möglichst einfachen Aufbau zu realisieren, ist der pneumatische Aktor 63 ungesteuert und baut (lediglich) elastische Rückstellkräfte auf, wenn der Verlegearm 27 aus dessen Neutralposition in Verlegerichtung V verrückt wird.

[0069] Um die axiale Rückstellkraft, die das Eingriffsrad 43 gegen die freie Lateralseite 18 der letzten Wicklungsschleife 17 drückt, im Wesentlichen konstant zu halten, wird die axiale Auslenkung zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 im Wesentlichen konstant oder zumindest in einem Grenzbereich gehalten. Dafür ist ein nicht dargestellter Positionssensor eingesetzt, der mit Hilfe einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (nicht näher dargestellt) eine vordefinierte minimale und maximale Sollauslenkamplitude überwacht. Wird diese über- bzw. unterschritten, führt der Stellroboter 71 die Schiene 51 der Auslenkbewegung des Verlegearms 27 folgend nach, wobei der Nachrückschritt in etwa einer Stärke des Kunststoffrohrs 3 entsprechen kann. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die elastische Rückstellkraft durch das Nachfahren der Schiene 51 um den periodischen Aufbau der Auslenkung reduziert wird.

[0070] Um die gewünschte Wicklung um den Trommelkern 7 der Wickeltrommel 5 zu realisieren, ist das Kunststoffrohr 3 beim Aufwickeln um den Trommelkern 7 weitest möglich in dessen Längsrichtung mit einer konstanten Zugvorspannkraft beansprucht.

[0071] Erfindungsgemäß ist an dem Träger 23, insbe-

sondere am Schlitten 53, eine elektromagnetische Bremse, insbesondere eine Wirbelstrombremse 67, angeordnet, die aus einer aktiven Betriebsstellung, wie sie in Figur 10 ersichtlich ist, in eine passive Betriebsstellung (siehe Figur 9) verbracht werden kann. Die Wirbelstrombremse 67, die gegebenenfalls von einer nicht näher gestellten Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung gestellt und manipuliert werden kann, dient dazu, die im Wesentlichen gleichmäßige Zugvorspannkraft dem Kunststoffrohr 3 mitzuteilen. Als Beispiel kann die Wirbelstrombremse 67 zwei Magnetrotoren aufweisen, die in einem elektromagnetisch erzeugten Magnetfeld rotieren, wobei der jeweilige Magnetrotor ein- und ausgefahren werden kann, um die elektromagnetische Bremskraft einzustellen. Um ausreichende Reibungsverzögerungskräfte in das Kunststoffrohr 3 einzuleiten, ist ein Zahnriemen 72 vorgesehen, der um zwei Umlenkrollen der Wirbelstrombremse 67 gespannt ist. Der Zahnriemen 72 hat quer verlaufende Zähne, um einen gewünschten Eingriff mit dem Kunststoffrohr 3 und die Reibungskraftübertragung zu gewährleisten. Bei einer alternativen Ausgestaltung des Riemens 72 kann auch ein in Längsrichtung verlaufendes Berg-Tal-Profil vorgesehen sein, das formkomplementär zum Kunststoffrohr 3 geformt ist.

[0072] Im Folgenden wird beschrieben, wie eine neue in Radialrichtung der Wickeltrommel 5 "erhöhte" Wickelungslage 15 initiiert ist, wenn annähernd eine Wickelungslage auf dem Trommelkern 7 oder einer bereits gelegten Wickelungslage abgeschlossen wurde und sich darauf eine "neue" Lage bildet. Hierzu wird insbesondere auf die Figuren 2a bis 4b Bezug genommen.

[0073] In Figur 2a und 2b ist ein Betriebszustand ersichtlich, bei dem eine erste Wickelungslage 15 auf dem Trommelkern 7 annähernd fertig gestellt ist. Das Eingriffsrad 43 läuft auf dem zylindrischen Trommelkern 7 ab, wobei die von der Rückstellereinrichtung 61 erzeugte axiale Rückstellkraft die gerade zuvor gelegte Wickelungsschleife 17 axial gegen die benachbarte Wickelungsschleife 17 drückt. Bevor nun die letzte Wickelungsschleife 17 der ersten Wickelungslage 15 abgeschlossen wird, gelangt das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 in einen Rolleingriff mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a. Mit Fortlauf des Wickelungsvorgangs wird das Kontaktrad horizontal ausgelenkt, wodurch das Steuersignal des Kontaktgebers 37 an eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung gesendet wird. Diese veranlasst nach Erhalt des Steuersignals ein vertikales Anheben des Verlegearms 27, indem der Stellroboter 71 den Träger 23 und dessen Schiene 51 in Anheberichtung A im Wesentlichen um nicht mehr als die Stärke des Kunststoffrohrs 3 anhebt, wobei der nicht näher dargestellte vertikale Schwenkschlag den Verlegearm 27 in vertikaler Anheberichtung mitnimmt, um das wickeltrommelseitige Ende 33 des Verlegearms 27 um etwas mehr als die Außendurchmesserstärke des Kunststoffrohrs 3 über die gerade beendet Wickelungslage 15 anzuheben. Dieser Betriebszustand des angehobenen wickeltrommelseitigen Endes

33 ist in den Figuren 3a und 3b ersichtlich, ebenso der ausgelenkte Kontaktgeber 37. In der axialen Endposition des wickeltrommelseitigen Endes 33 des Verlegearms 27 besteht vorübergehend kein Kontakt zwischen dem Eingriffsrad 43 und dem Kunststoffrohr 3. Durch kontinuierliches Weiterwickeln wird das Kunststoffrohr 3 in die noch verbleibende Wickelungslücke zum Seitenflansch 11a gelegt, bis sich die erste Wickelungsschleife der "neuen" Wickelungslage 15 bildet. Zuerst gelangt der frei zugängliche Seitenbereich des Eingriffsrads 43 in einem Lateralkontakt K mit der Lateralseite 18 der ersten Wickelungsschleife 17 der neu zu legenden Wickelungslage 15, wobei die Abrollfläche des Eingriffsrads 43 kurzfristig noch entfernt von der bereits fertig gelegten Wickelungslage 15 angehoben ist. Erst nachdem die erste Wickelungsschleife 17 das Eingriffsrad 43 in Verlegrichtung V mitnimmt, senkt sich das Eingriffsrad 43 ab, so dass dessen Abrollfläche in Rollkontakt mit der vollständig gelegten Wickelungslage 15 gelangt. Dieser Betriebszustand ist in den Figuren 4a und 4b ersichtlich, bei dem das Eingriffsrad 43 einerseits in Rollkontakt mit der gerade gelegten Wickelungslage 15 steht, andererseits sich mit dessen unbedeckten Seitenbereich in Lateralkontakt K mit der Lateralseite 18 der ersten Wickelungsschleife 17 vorspannend befindet. In diesem Betriebszustand ist der Verlegearm 27 bereits wieder in Axialrichtung relativ zum Träger 23 verrückt, wodurch die Rückstellereinrichtung 61 die Rückstellkraft erzeugt, die das Eingriffsrad 43 gegen die gerade gelegte Wickelschleife 17 drückt. Dass der Verlegearm 27 bereits von der axialen Endposition weg ausgelenkt ist, ist auch an der Position des Kontaktrads des Kontaktgebers 37 ersichtlich, der sich wieder in dem passiven Betriebszustand befindet und nicht mehr im Rollkontakt mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a steht.

[0074] In Figur 6 ist ersichtlich, dass der Verlegearm 27 bei seiner in Figur 6 dargestellten axialen Endstellung zu der horizontalen Radialrichtung H_R in einem Anstellwinkel α geneigt ist, gemäß dem der Verlegearm 27 ausgehend von dessen wickeltrommelseitigem Ende 33 von dem rechten Seitenflansch 11a weg hin zur Wickeltrommelmitte geneigt ist. Dies stellt sicher, dass das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 ausreichend Raum für ein Ausschwenken hat, um das Steuersignal zu erzeugen und abzugeben, ohne dass das Ende 33 des Verlegearms 27 in Kontaktkonflikt mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a, 11b kommt.

[0075] Im Verlauf der axialen Verlegebewegung von dem rechten Seitenflansch 11a hin zum linken Seitenflansch 11b nimmt ein (positiver) Anstellwinkel α ab, so dass etwa in axialer Mitte der Wickeltrommel 5 die Längserstreckung des Verlegearms 27 mit der horizontalen Radialrichtung H_R zusammenfällt, während der Verlegearm 27 in der gegenüberliegenden axialen Verlegeendposition in einem (negativen) Anstellwinkel α insbesondere gleicher Größe ebenfalls hin zur Mitte der Wickeltrommel 5 geneigt ist. Auch in dieser Stellung kann der Kontaktgeber 37 sicher auslösen, indem das Kontaktrad seitlich

ausgeschwenkt wird.

[0076] Bei beiden axialen Verlegeendpositionen des Verlegearms 27 tritt der sich in Radialrichtung erstreckende Seitenflansch 11a, 11b nicht in Bewegungskonflikt mit dem dazu geneigten Verlegearm 27.

Bezugszeichenliste

[0077]

1	Wickelungsvorrichtung
3	Kunststoffrohr
5	Wickeltrommel
7	Trommelkern
11a, 11b	rechter und linker Seitenflansch
13	Rotationsachse
13'	Axialrichtung
15	Wicklungsschleife
17	Wicklungsschleife
18	Lateralseite von 3
21	Aufnahme
23	Träger
25	Laufrollenpaare
27	Verlegearm
28	Verlegearmbasis
29	Verlegeschwert oder -lanze
31a, 31b	Führungs- und Halteplatten
33	wickeltrommelseitiges Ende
35	Abgaberollen
37	Kontaktgeber
41	Innenseite
43	Eingriffsrads
45	Federdämpfungseinheit
47	Vorsprung
51	Schiene
53	Schlitten
55	Basisplatte
57	Profilträger
61	Rückstellereinrichtung
63, 65	pneumatische Aktoren
67	Wirbelstrombremse
71	Stellroboter
72	Zahnriemen
α	Anstellwinkel
α'	Neigungswinkel
A	Anheberichtung
B	Referenzboden
D	Drehachse
H _R	horizontale Radialerstreckung
K	Lateralkontakt
M	Drehrichtung von 5
S	Schwenkachse
V	Verlegerichtung
W	Hin- und Herverlegeweg

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Wickeln eines strangförmigen Wickelguts in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres (3) aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) umfasst: einen Stellroboter (71), einen Träger (23), einen am Träger (23) gelagerten Verlegearm (27), über den das kontinuierlich extrudierte Rohr (3) der rotierenden Wickeltrommel (5) bei einer Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms (27) aufwickelnd übergeben wird, eine Verlegearm-lagerung, die den Verlegearm (27) in einer Verlegerichtung (V) relativ zum Träger (23) führt, und eine Rückstellereinrichtung (61), die bei Auslenkung des Verlegearms (27) relativ zum Träger (23) dem Verlegearm (27) eine Rückstellkraft mitteilt, um den Verlegearm (27) gegen eine zuletzt auf die Wickeltrommel (5) gelegte Wicklungsschleife (17) vorzuspannen, wobei zum Einstellen der Rückstellkraft die Position des Trägers (23) relativ zum sich an der gelegten Wickelschleife (17) abstützenden Verlegearm (27) veränderbar ist, wobei der Träger (23) mittels des Stellroboters mit drei Bewegungsachsen gestellt ist, wobei eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung ein Nachfolgen des Trägers (23) durch den Stellroboter erst dann auslöst, wenn der Verlegearm (27) einen vorbestimmten Auslenkungsweg entlang des Trägers (23) überschritten hat, wobei die Verlegearm-Lagerung eine Schlitten-Schienen-Anordnung aufweist, durch die der Verlegearm (27) im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (13) der Wickeltrommel (5) relativ zum Träger (23) linear geführt ist, wobei am Träger (23) die Schiene (51) und am Verlegearm (27) der Schlitten (53) befestigt sind, wobei Kraftübertragungsstellen der Rückstellereinrichtung (61) an dem Schlitten (53) und an der Schiene (51) angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der ein wickeltrommelseitiges Ende (33) des Verlegearms (27) dazu ausgeführt ist, zumindest bei der Hin- und Herverlegebewegung in einem Lateralkontakt (K) mit einer zumindest abschnittsweise freien Lateralseite der auf der Wickeltrommel (5) zuletzt gelegten Wicklungsschleife (17) des kontinuierlich extrudierten Rohres (3) zu kommen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Rückstellereinrichtung (61) eine Federung umfasst, die bei Auslenkung des Verlegearms (27) aus einer Neutralposition in eine Auslenkposition eine elastische Rückstellkraft erzeugt.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Rückstellereinrichtung derart ansteuerbar ist, dass die Rückstellkraft während des Wickelns im Wesentlichen in einem festgelegten

Grenzbereich gehalten wird, und/oder wobei die Rückstelleinrichtung (61) eine Steuerung- und/oder Regelungseinrichtung zum Einstellen der Rückstellkraft und/oder eine Auslenksteuerung aufweist, die einen Wegsensor zum Bestimmen der Auslenkung des Verlegearms (27) aus der Neutralposition und einen Rechner umfasst.

5. Verfahren zum Wickeln eines strangförmigen Wickelguts in Form eines kontinuierlich extrudierten Rohres (3) aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel (5), wobei das Verfahren mit einer nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ausgebildeten Vorrichtung durchgeführt wird, wobei das kontinuierlich extrudierte Rohr (3) der rotierenden Wickeltrommel (5) anhand einer Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms (27) übergeben wird, der in Verlegerichtung relativ zu einem Träger (23) geführt gelagert wird, wobei bei Auslenkung des Verlegearms (27) aus einer Neutralposition relativ zum Träger (23) eine in Verlegerichtung (V) gerichtete Rückstellkraft erzeugt wird, die gegen die auf der Wickeltrommel (5) gelegten Wicklung wirkt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Verlegearm (27) eine Aufnahme (21) zum Annehmen des kontinuierlich extrudierten Rohres (3) und ein wickeltrommelseitiges Ende aufweist, an dem das extrudierte Rohr (3) der rotierenden Wickeltrommel (5) bei einer Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms (27) aufwickelnd übergebar ist, der derart an dem Träger (23) gelagert ist, dass zumindest bei einem Teil der Hin- und Herverlegebewegung das wickeltrommelseitige Ende (31) unter Bildung eines ständigen axialen Lateralkontakts (K) mit einer freien Lateralseite (18) einer zuletzt auf der Wickeltrommel (5) gewickelten Wicklungsschleife (17) des kontinuierlich extrudierten Rohres (3) der sich axial ausdehnenden Wicklungslage (15) folgt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Verlegearm (27) derart an dem Träger (23) gelagert ist, dass das wickeltrommelseitige Ende (33) beim Wechsel der Richtung der Hin- zur Herverlegebewegung den Lateralkontakt (K) zur Wicklung verliert und solange kontaktlos zur Wicklung verbleibt, bis das wickeltrommelseitige Ende (33) unter Bildung des Lateralkontakts (K) mit der freien Lateralseite (18) in axialer Verlegebewegungsrichtung (V) von der Wicklungsschleife (17) mitgenommen wird, und/oder dass das wickeltrommelseitige Ende der axialen fortschreitenden Ausdehnung der Wicklungslage (15) nachgebend folgt, indem eine elastische Rückstellkraft einer Rückstelleinrichtung (61) das wickeltrommelseitige Ende (33) gegen die Lateralseite (18) drückt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei das wi-

ckeltrommelseitige Ende (33) ein an dem Verlegearm (27) freidrehbar gelagertes Eingriffsrad (43) aufweist und/oder eine umlaufende Abrollfläche aufweist, die an einem zylindrischen Kern (7) der Wickeltrommel (5) oder einer auf der Wickeltrommel (5) gelegten Wicklungslage (15) abläuft, und/oder das zumindest abschnittsweise derart von dem wickeltrommelseitigen Ende (33) vorsteht, dass ein unbelegter, frei zugänglicher, lateraler Seitenbereich gebildet ist, an dem das Eingriffsrad (43) sich gegen die freie Lateralseite (18) der zuletzt gelegten Wicklungsschleife (17) anlegt und/oder der derart bemessen ist, dass die Lateralseite (18) des kontinuierlich extrudierten Rohres (3) unter Ausbildung des Lateralkontakts (K) ausschließlich mit dem Seitenbereich in Eingriff kommt.

9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 6 bis 8, wobei der Verlegearm (27) derart an dem Träger (23) gelagert ist, dass das wickeltrommelseitige Ende (33) längs eines axialen Eingriffswegs am Außenumfang eines Wickeltrommelkerns (7) oder an einer zuletzt an der Wickeltrommel (5) gelegten Wicklungslage (15) linear wandert und/oder längs des Eingriffswegs der Verlegearm (27) zumindest unter dem Einfluss dessen Eigengewichts tangential zum Umfang der Wickeltrommel (5) aufliegt, und/oder wobei der Verlegearm (27) die Form eines Schwerts aufweist, das sich von dem Träger (23) hin zum wickeltrommelseitigen Ende (33) erstreckt, und/oder durch zwei im Wesentlichen parallelen Platten (31a, b) gebildet ist, die einen Führungsspalt zwischen sich bilden, in dem das kontinuierlich extrudierte Rohr (3) hin zum wickeltrommelseitigen Ende (33) geführt ist.

Claims

1. A device (1) for winding a strand-shaped winding material in the form of a continuously extruded tube (3) made of plastic onto a winding drum (5), **characterised in that** the device (1) comprises: a positioning robot (71), a carrier (23), a laying arm (27) mounted on the carrier (23), by means of which the continuously extruded tube (3) is transferred, whilst being wound on, to the rotating winding drum (5) during a back-and-forth laying motion of the laying arm (27), a laying arm mounting which guides the laying arm (27) in a laying direction (V) relative to the carrier (23), and a restoring device (61) which, when there is a deflection of the laying arm (27) relative to the carrier (23), imparts a restoring force to the laying arm (27) in order to preload the laying arm (27) against a winding loop (17) last laid on the winding drum (5), wherein the position of the carrier (23) relative to the laying arm (27) resting on the laid winding loop (17) can be changed, wherein the carrier

- can be positioned by means of the positioning robot with three axes, wherein a control and/or regulating device triggers a follow-up of the carrier (23) by the positioning robot only when the laying arm (27) has exceeded a predefined deflection path along the carrier (23), wherein the laying arm mounting comprises a carriage-rail arrangement, by means of which the laying arm (27) is guided linearly relative to the carrier (23) essentially parallel to the axis of rotation (13) of the winding drum (5), wherein the rail (51) is fastened to the carrier (23) and the carriage (53) to the laying arm (27), wherein force transmission points of the restoring device (61) are arranged on the carriage (53) and on the rail (51).
2. The device according to claim 1, wherein the winding drum-side end (33) of the laying arm (27), at least during the back-and-forth laying motion, is designed to come into lateral contact (K) with an at least zonally free lateral side of the winding loop (17) of the continuously extruded tube (3) last laid on the winding drum (5).
 3. The device according to claim 1 or 2, wherein the restoring device (61) comprises a spring, which generates an elastic restoring force when the laying arm (27) is deflected out of a neutral position into a deflection position.
 4. The device according to any one of the preceding claims, wherein the restoring device can be controlled in such a way that the restoring force is kept essentially within defined limits during the winding, and/or the restoring device (61) comprises a control and/or regulating device for adjusting the restoring force and/or a deflection control, which comprises a path sensor for determining the deflection of the laying arm (27) out of the neutral position and a calculator.
 5. A method for winding a strand-shaped winding material in the form of a continuously extruded tube (3) made of plastic onto a winding drum (5), wherein the method is carried out with a device constituted according to any one of claims 1 to 4, wherein the continuously extruded tube (3) is transferred to the rotating winding drum (5) by means of a back-and-forth movement of the laying arm (27), which is mounted so as to be guided in a laying direction relative to a carrier (23), wherein a restoring force directed in a laying direction (V) is generated when the laying arm (27) is deflected out of a neutral position relative to the carrier (23), which restoring force acts against the winding laid on the winding drum (5).
 6. The device according to any one of claims 1 to 4, wherein the laying arm (27) comprises a receiving fixture (21) for receiving the continuously extruded tube (3) and a winding drum-side end, at which the extruded tube (3) can be transferred, whilst being wound on, to the rotating winding drum (5) during a back-and-forth laying motion of laying arm (27), which is mounted on the carrier (23) in such a way that, at least during a part of the back-and-forth laying motion, the winding drum-side end (31) follows the axially widening winding layer (15), thereby creating a constant axial lateral contact (K) with a free lateral side (18) of a winding loop (17) of the continuously extruded tube (3) last wound on the winding drum (5).
 7. The device according to claim 6, wherein the laying arm (27) is mounted on the carrier (23) in such a way that the winding drum-side end (33) loses the lateral contact (K) with the winding when the direction of the back-and-forth laying motion changes and remains out of contact with the winding until the winding drum-side end (33) is entrained by the winding loop (17) in the axial laying motion direction (V), thereby creating the lateral contact (K) with the free lateral side (18) and/or that the winding drum-side end yields and follows the axial progressive widening of the winding layer (15), in that an elastic restoring force of a restoring device (61) presses the winding drum-side end (33) against the lateral side (18).
 8. The device according to claim 6 or 7, wherein the winding drum-side end (33) comprises an engagement wheel (43) mounted freely rotatable on the laying arm (27) and/or comprises a rotating rolling surface, which runs on a cylindrical core (7) of the winding drum (5) or on a winding layer (15) laid on the winding drum (5), and/or which projects from the winding drum-side end (33) at least in sections, in such a way that an unoccupied, freely accessible lateral side region is formed, at which the engagement wheel (43) abuts against the free lateral side (18) of the winding loop (17) last laid and/or which is dimensioned such that the lateral side (18) of the continuously extruded tube (3) engages exclusively with the side region thereby creating the lateral contact (K).
 9. The device according to any one of preceding claims 6 to 8, wherein the laying arm (27) is mounted on the carrier (23) in such a way that the winding drum-side end (33) travels linearly along an axial engagement path at the outer circumference of a winding drum core (7) or on a winding layer (15) last laid on the winding drum (5) and/or lies along the engagement path of the laying arm (27) at least under the influence of its own weight tangential to the circumference of the winding drum (5), and/or wherein the laying arm (27) has the shape of a sword, which extends from the carrier (23) up to the winding drum-side end (33), and/or is formed by two essentially parallel plates (31a, b), which form a guide gap be-

tween them, in which the continuously extruded tube (3) is guided up to the winding drum-side end (33).

Revendications

1. Dispositif (1) pour enrouler un produit à enrouler en forme de brin sous la forme d'un tube extrudé en continu (3) en matière plastique sur un tambour d'enroulement (5), **caractérisé en ce que** le dispositif (1) comprend : un robot de réglage (71), un support (23), un bras de pose (27) logé sur le support (23) par le biais duquel le tube extrudé en continu (3) est délivré en s'enroulant au tambour d'enroulement en rotation (5) lors d'un mouvement de pose en va-et-vient du bras de pose (27), un montage de bras de pose, qui guide le bras de pose (27) dans une direction de pose (V) par rapport au support (23) et un système de rappel (61), qui communique au bras de pose (27) une force de rappel lors de la déviation du bras de pose (27) par rapport au support (23) pour précontraindre le bras de pose (27) contre une boucle d'enroulement (17) posée en dernier sur le tambour d'enroulement (5), sachant que pour régler la force de rappel, la position du support (23) par rapport au bras de pose (27) s'appuyant à la boucle d'enroulement posée (17) peut être modifiée, sachant que le support (23) est réglé au moyen du robot de réglage avec trois axes de mouvement, sachant qu'un dispositif de commande et/ou de réglage ne déclenche un suivi du support (23) par le robot de réglage que lorsque le bras de pose (27) a dépassé une course de déviation prédéterminée le long du support (23), sachant que le montage de bras de pose comporte un système chariot-rail par lequel le bras de pose (27) est guidé linéairement pour l'essentiel parallèlement à l'axe de rotation (13) du tambour d'enroulement (5) par rapport au support (23), sachant que le rail (51) est fixé sur le support (23) et le chariot (53) sur le bras de pose (27), sachant que les points de transmission de force du système de rappel (61) sont disposés sur le chariot (53) et sur le rail (51).
2. Dispositif selon la revendication 1 pour lequel une extrémité (33) du côté tambour d'enroulement du bras de pose (27) est exécutée à cet effet pour venir au moins lors du mouvement de pose en va-et-vient dans un contact latéral (K) avec un côté latéral libre au moins par sections de la boucle d'enroulement (17) du tube (3) extrudé en continu, posée en dernier sur le tambour d'enroulement (5).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, sachant que le système de rappel (61) comprend une suspension à ressort, qui produit une force de rappel élastique d'une position neutre à une position de déviation lors de la déviation du bras de pose (27).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, sachant que le système de rappel peut être piloté de telle manière que la force de rappel pendant l'enroulement est pour l'essentiel maintenue dans une zone limite définie et/ou sachant que le système de rappel (61) comporte un dispositif de commande et/ou de réglage pour régler la force de rappel et/ou comporte une commande de déviation, qui comprend un capteur de course pour déterminer la déviation du bras de pose (27) de la position neutre et un ordinateur.
5. Procédé pour enrouler un produit à enrouler en forme de brin sous la forme d'un tube extrudé en continu (3) en matière plastique sur un tambour d'enroulement (5), sachant que le procédé est exécuté avec un dispositif constitué selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, sachant que le tube extrudé en continu (3) est délivré au tambour d'enroulement (5) à l'aide d'un mouvement de pose en va-et-vient du bras de pose (27), qui est logé guidé dans le sens de pose par rapport à un support (23), sachant que lors de la déviation du bras de pose (27) d'une position neutre par rapport au support (23), une force de rappel dirigée dans le sens de pose (V) est produite, qui agit contre l'enroulement posé sur le tambour d'enroulement (5).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, sachant que le bras de pose (27) comporte un logement (21) pour recevoir le tube extrudé en continu (3) et une extrémité du côté tambour d'enroulement sur laquelle le tube extrudé (3) peut être délivré au tambour d'enroulement (5) en rotation en s'enroulant lors d'un mouvement de pose en va-et-vient du bras de pose (27), qui est logé sur le support (23) de telle manière qu'au moins lors d'une partie du mouvement de pose en va-et-vient, l'extrémité du côté tambour d'enroulement (31) suit en formant un contact latéral (K) axial constant avec un côté latéral libre (18) d'une boucle d'enroulement (17) enroulée en dernier sur le tambour d'enroulement (5) du tube extrudé en continu (3) de la couche d'enroulement (15) en expansion axiale.
7. Dispositif selon la revendication 6, sachant que le bras de pose (27) est logé sur le support (23) de telle manière que l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) perd le contact latéral (K) pour l'enroulement lors du changement de direction du mouvement de pose en va-et-vient et reste sans contact pour enroulement jusqu'à ce que l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) soit entraînée dans le sens axial du mouvement de pose (V) par la boucle d'enroulement (17) en formant le contact latéral (K) avec le côté latéral libre (18) et/ou que l'extrémité du côté tambour d'enroulement suit en fléchissant l'expansion axiale progressant de la couche d'enroule-

ment (15), une force de rappel élastique d'un système de rappel (61) appuyant l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) contre le côté latéral (18).

8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, sachant que l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) comporte une roue de prise (43) logée pouvant librement tourner sur le bras de pose (27) et/ou comporte une surface de déroulement périphérique, qui évolue sur un noyau cylindrique (7) du tambour d'enroulement (5) ou une couche d'enroulement (15) posée sur le tambour d'enroulement (5) et/ou qui dépasse au moins par sections de l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) de telle manière qu'une zone de côté latérale, non occupée, librement accessible est formée à laquelle la roue de prise (43) s'applique contre le côté latéral libre (18) de la boucle d'enroulement posée en dernier (17) et/ou qui est dimensionnée de telle sorte que le côté latéral (18) du tube extrudé en continu (3) vient exclusivement en prise avec la zone latérale en constituant le contact latéral (K).
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 6 à 8, sachant que le bras de pose est logé sur le support (23) de telle manière que l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) se déplace linéairement le long d'une course d'emprise axiale sur la périphérie extérieure d'un noyau de tambour d'enroulement (7) ou sur une couche d'enroulement (15) posée en dernier sur le tambour d'enroulement (5) et/ou se dépose le long de la course d'emprise du bras de pose (27) au moins sous l'effet du poids propre de celui-ci tangentiellement à la périphérie du tambour d'enroulement (5) et/ou sachant que le bras de pose (27) comporte la forme d'une lame, qui s'étend du support (23) à l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33) et/ou est formé par deux plaques (31a, b) pour l'essentiel parallèles, qui forment entre elles un interstice de guidage dans lequel le tube extrudé en continu (3) est guidé vers l'extrémité du côté tambour d'enroulement (33).

45

50

55

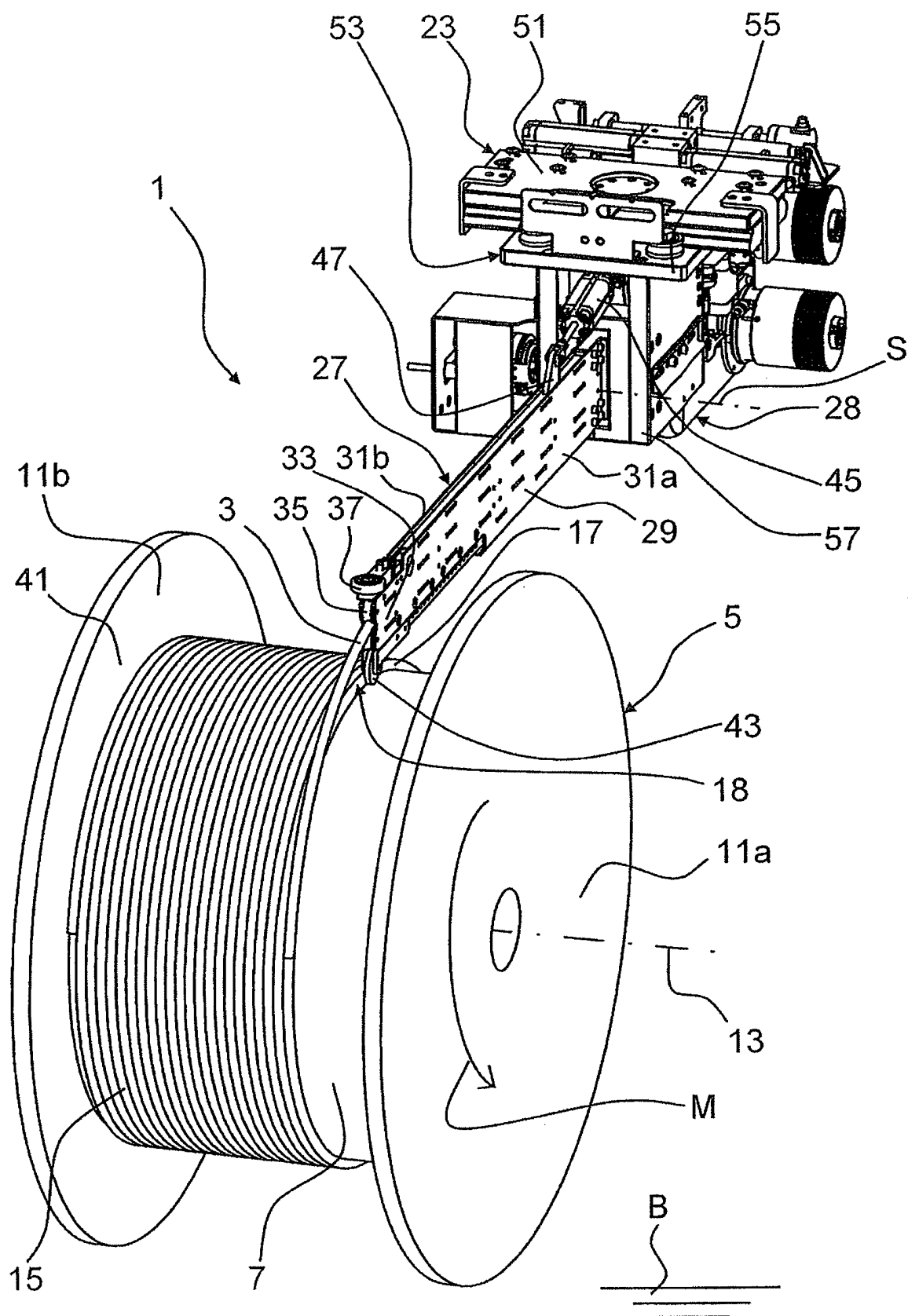


Fig. 1

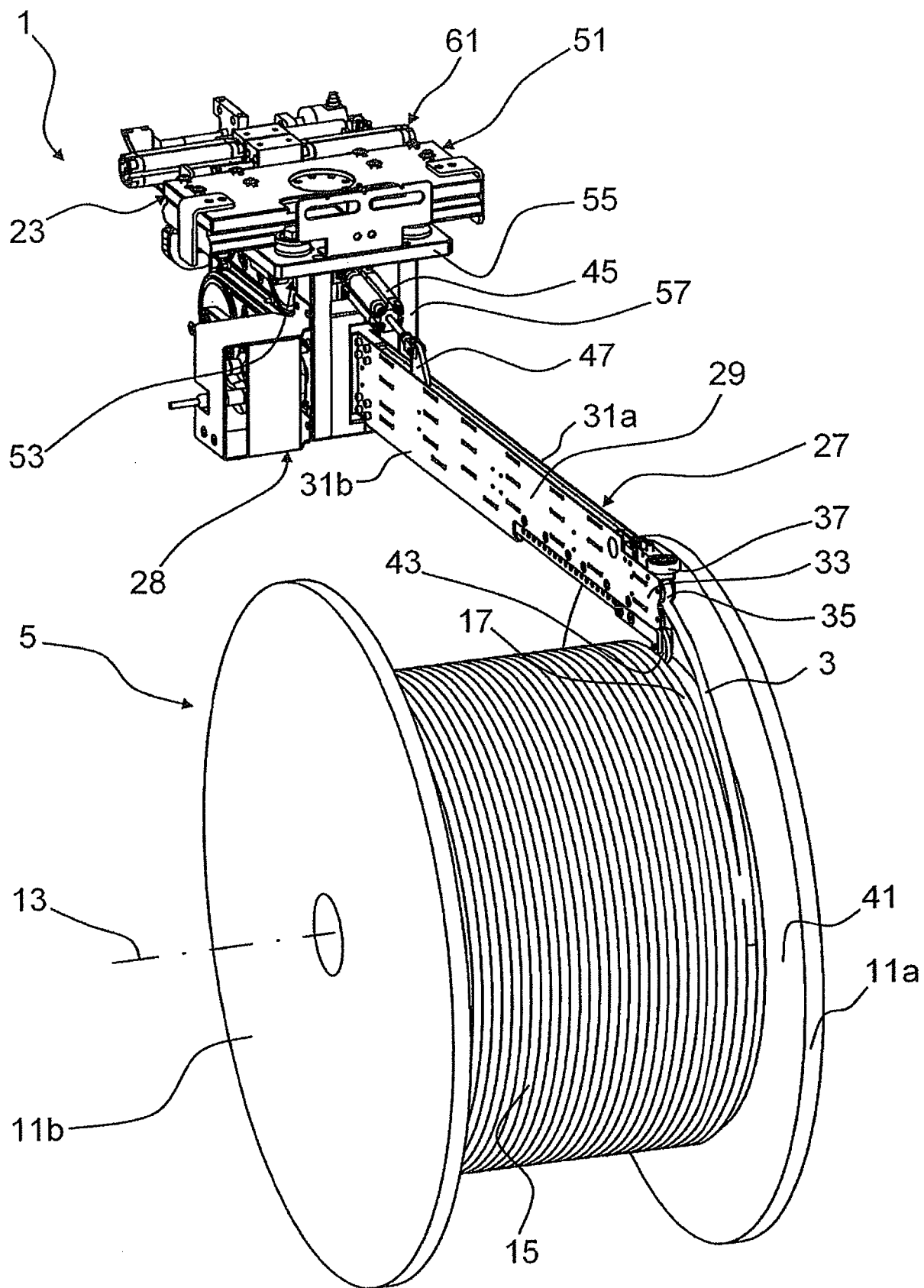


Fig. 2a

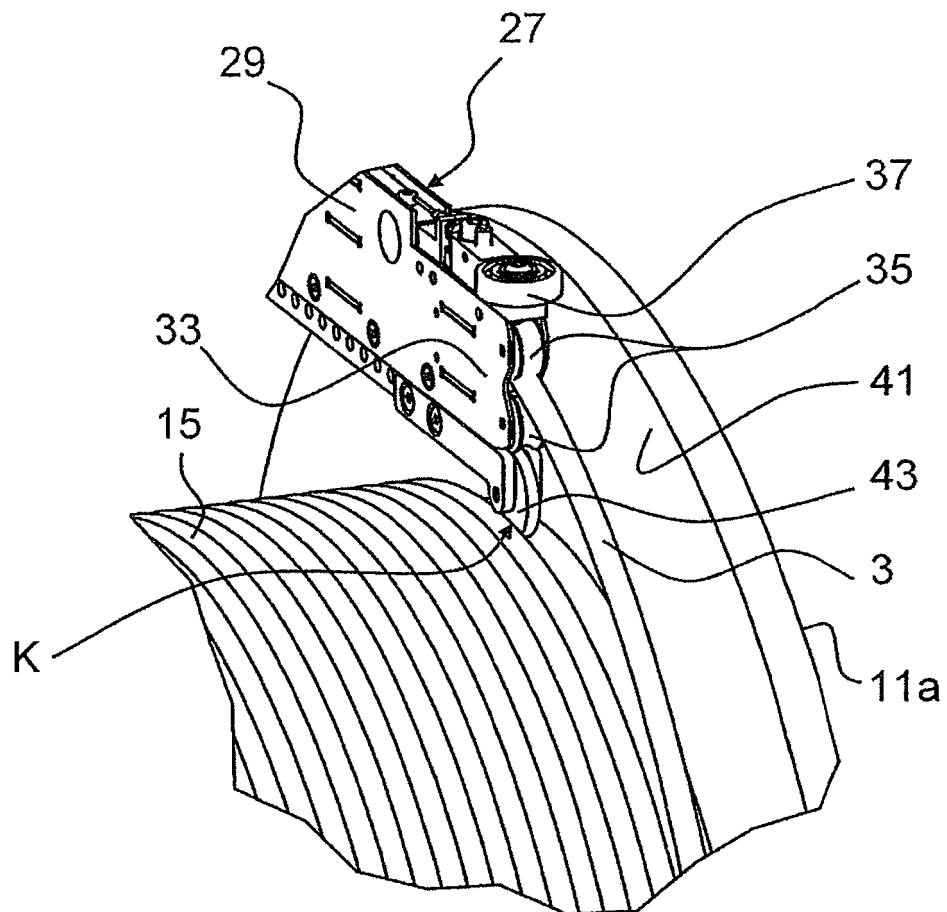


Fig. 2b

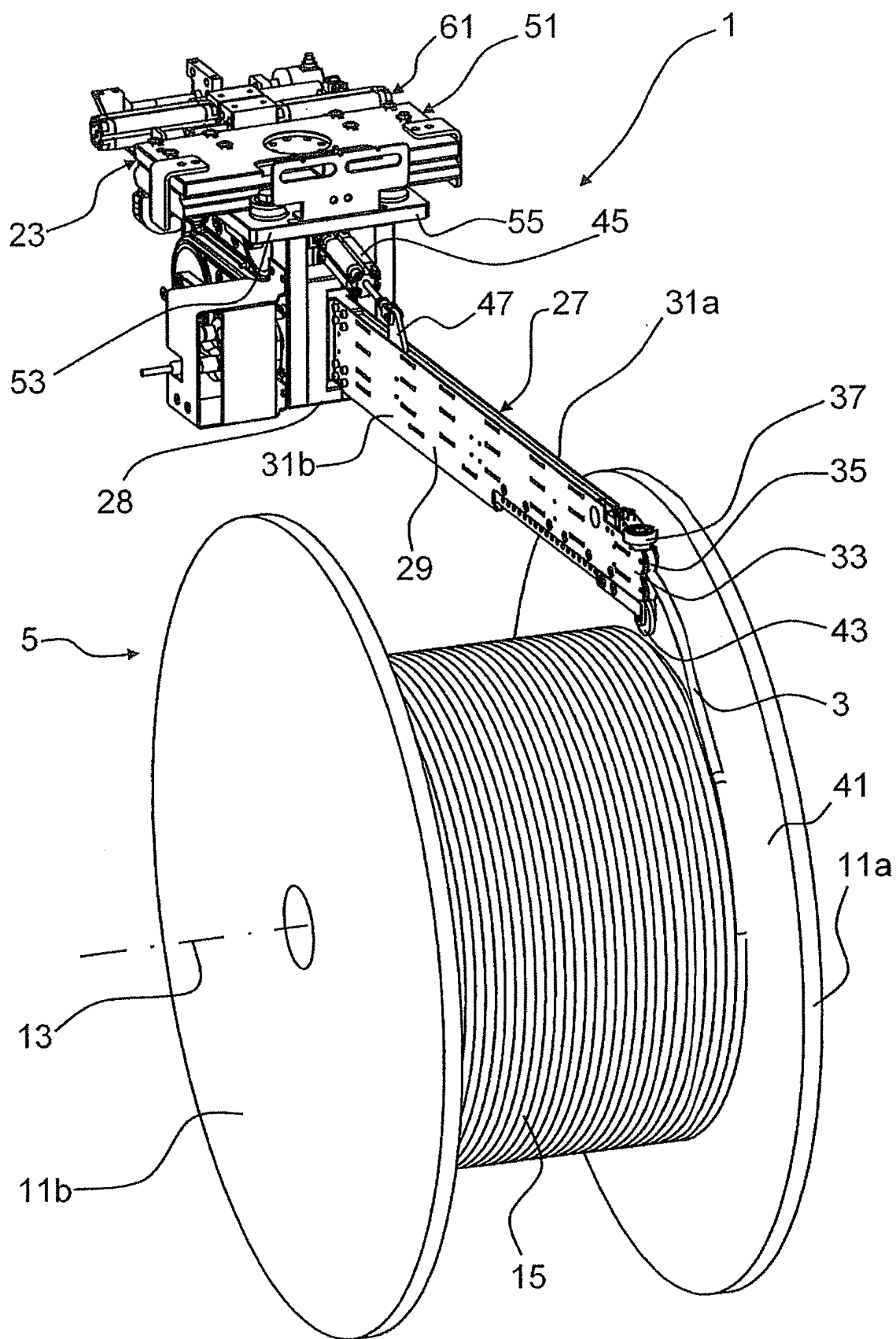


Fig. 3a

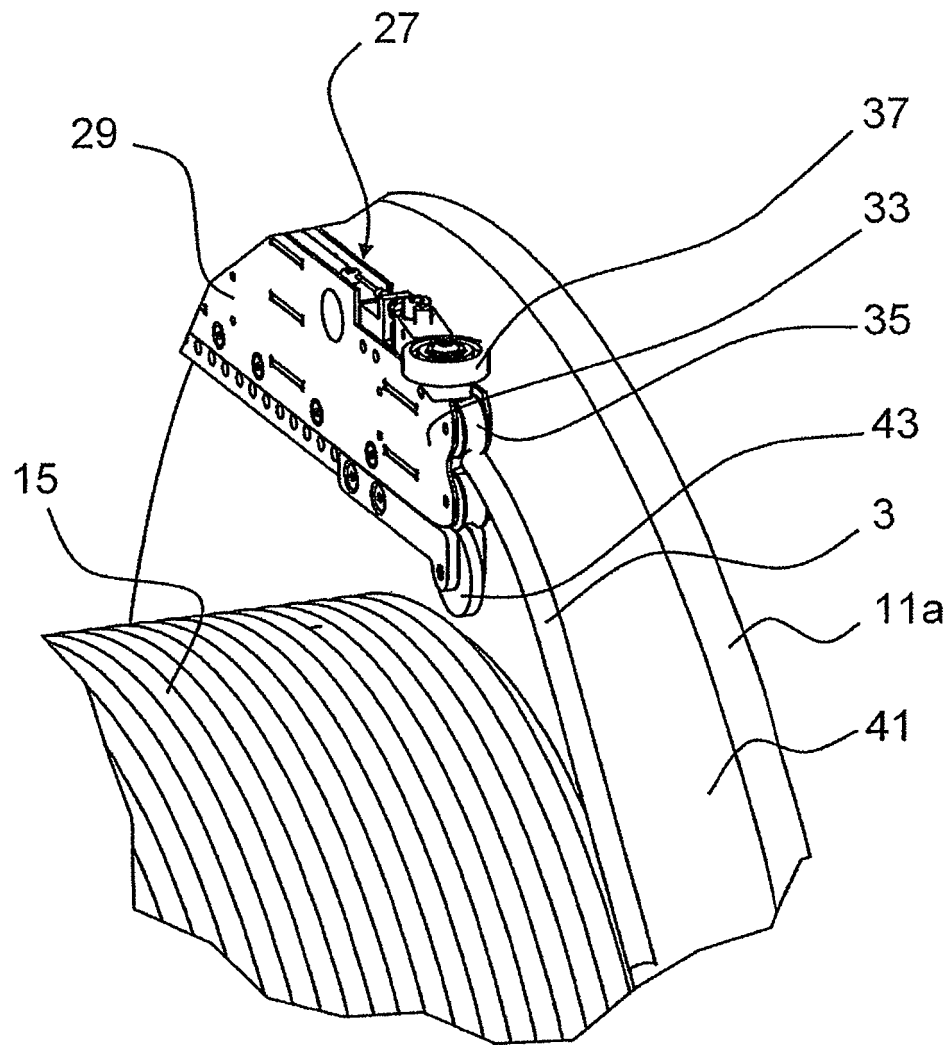


Fig. 3b

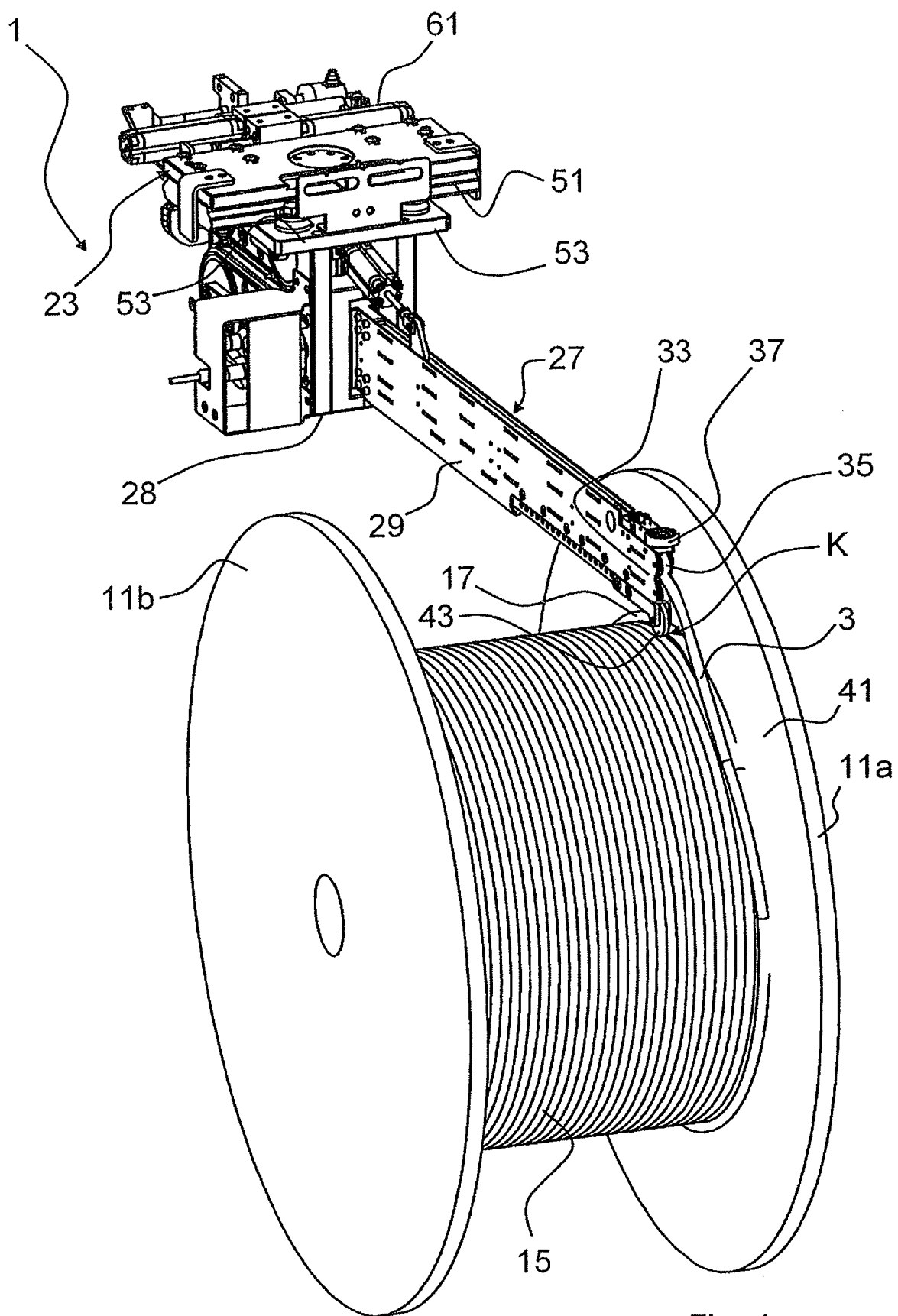


Fig. 4a

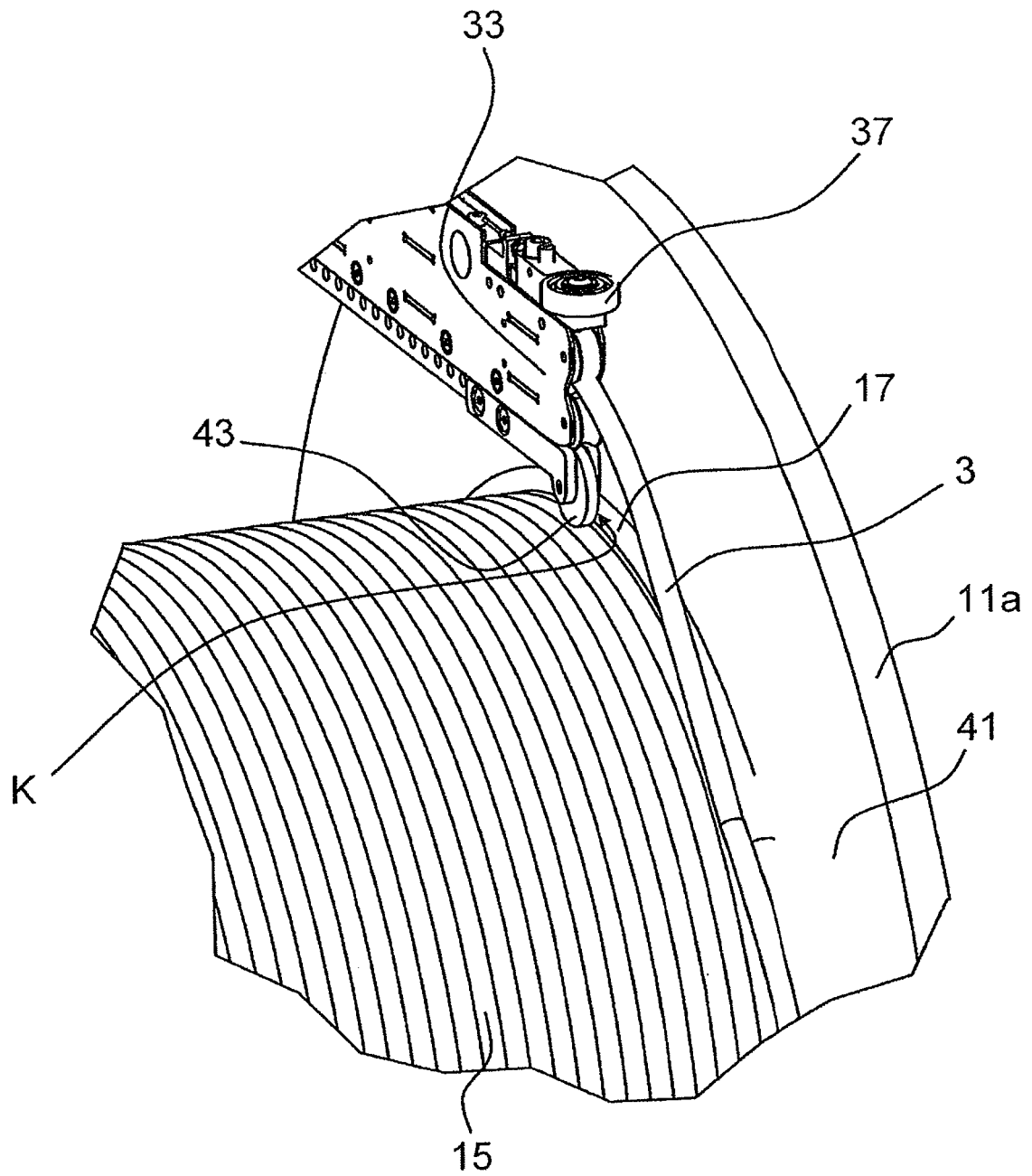
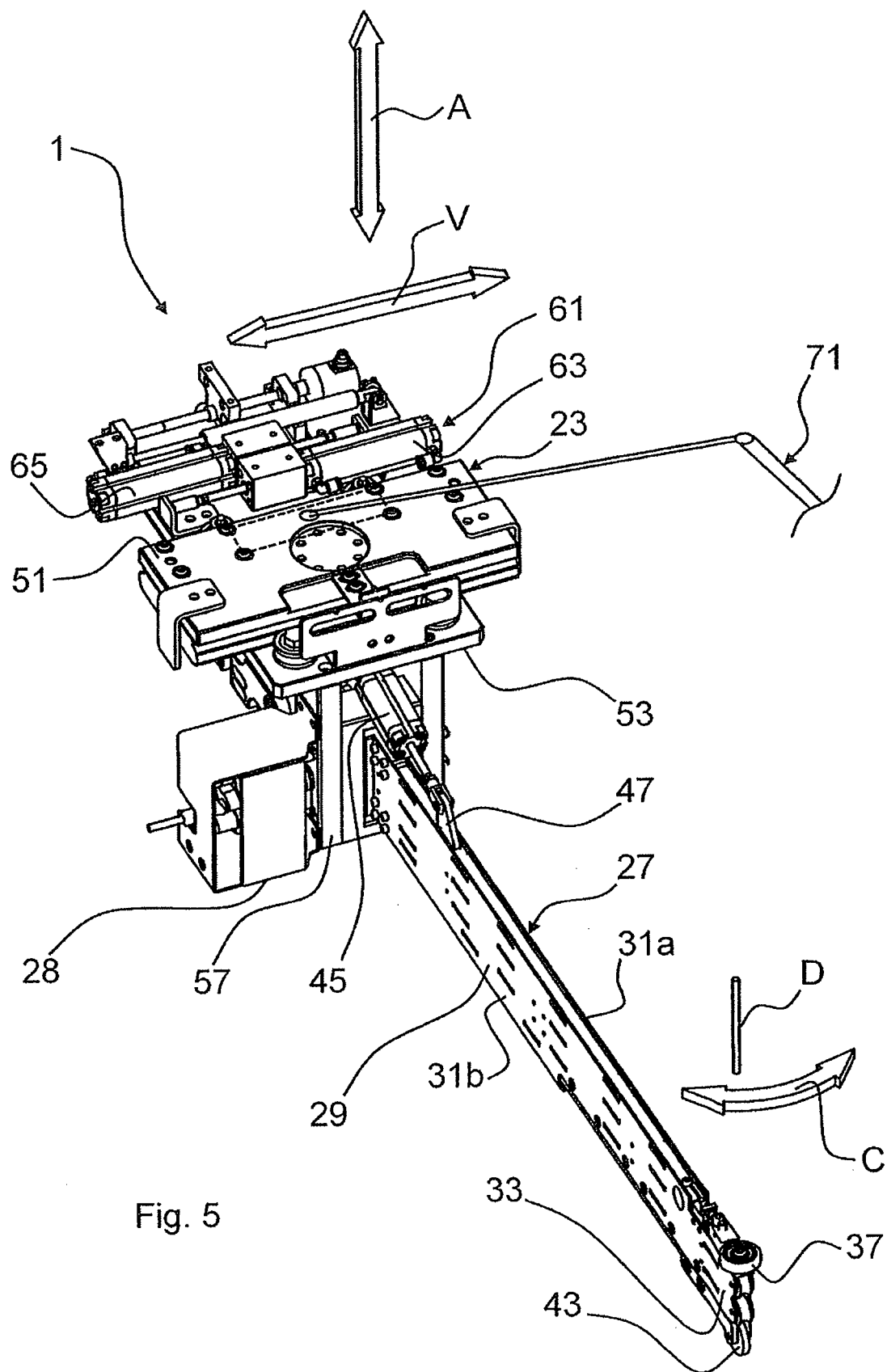


Fig. 4b



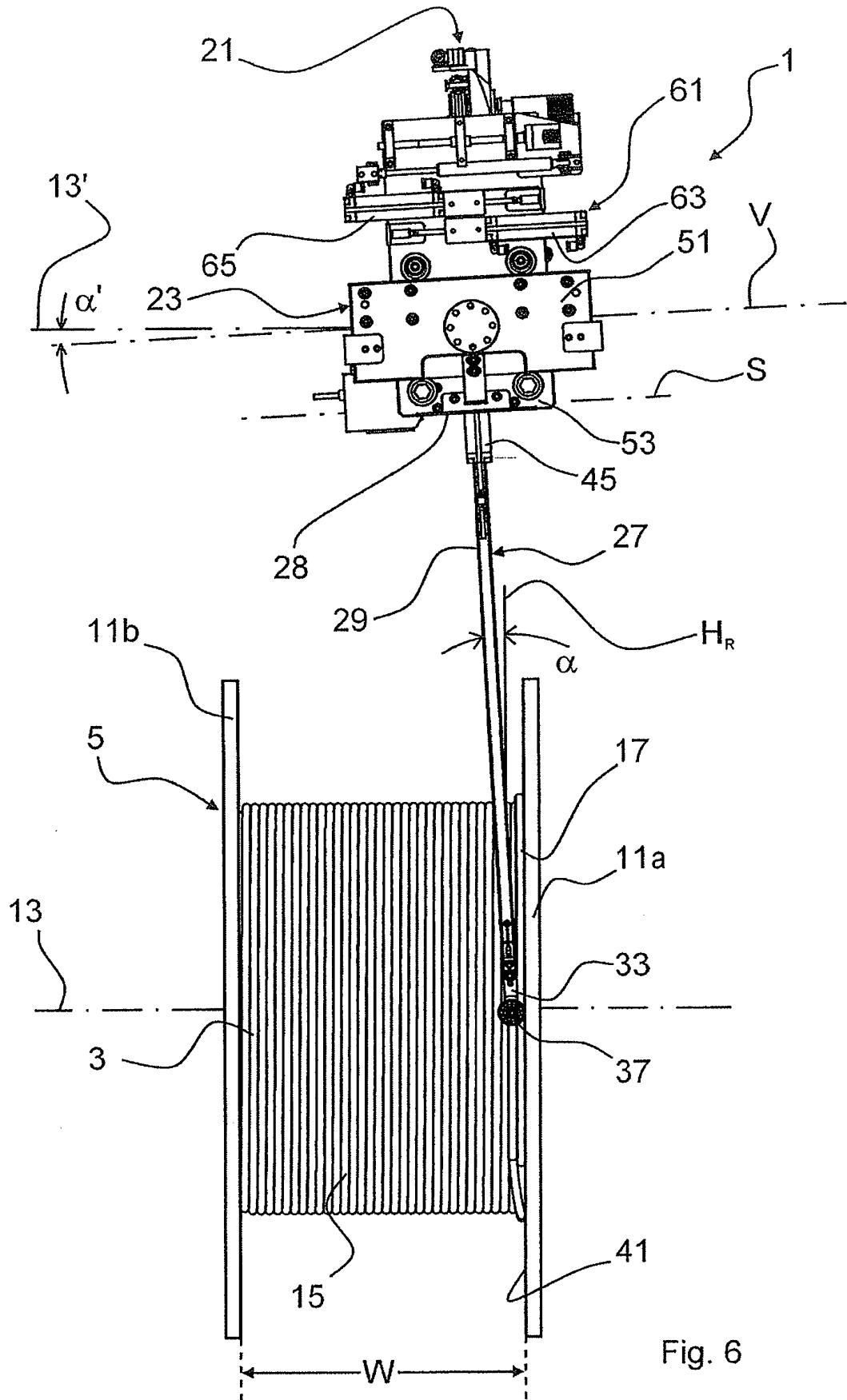
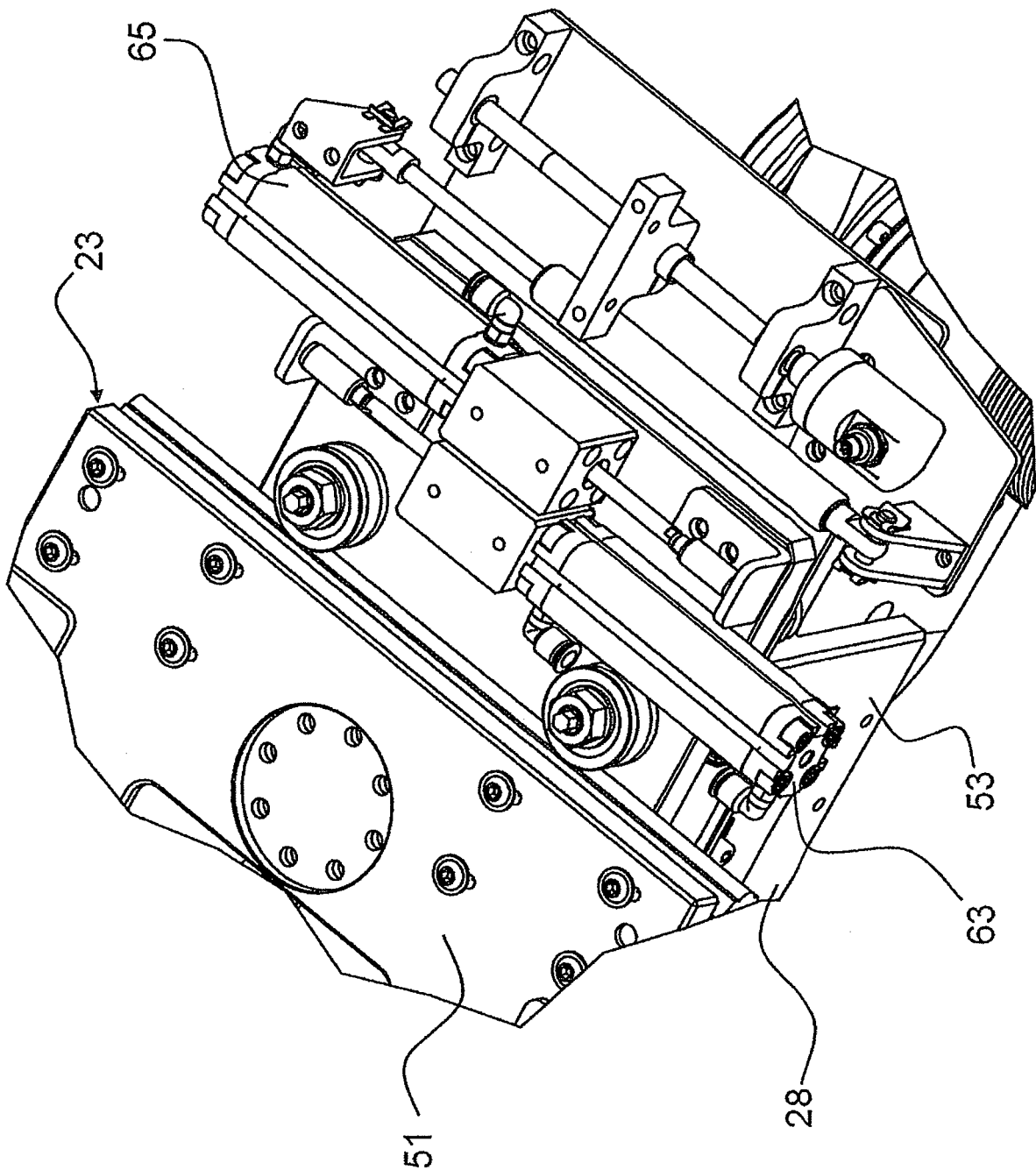


Fig. 7



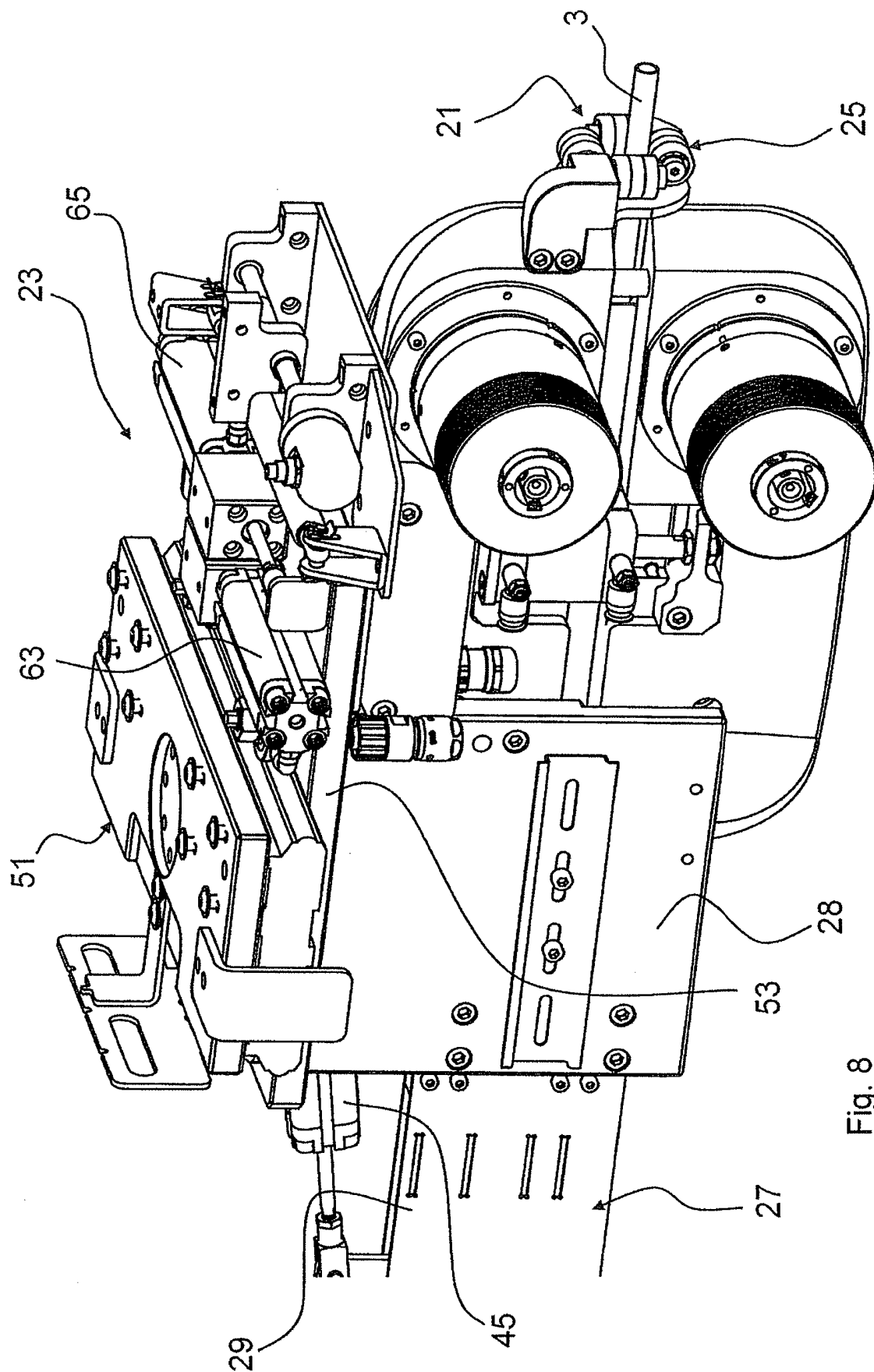


Fig. 8

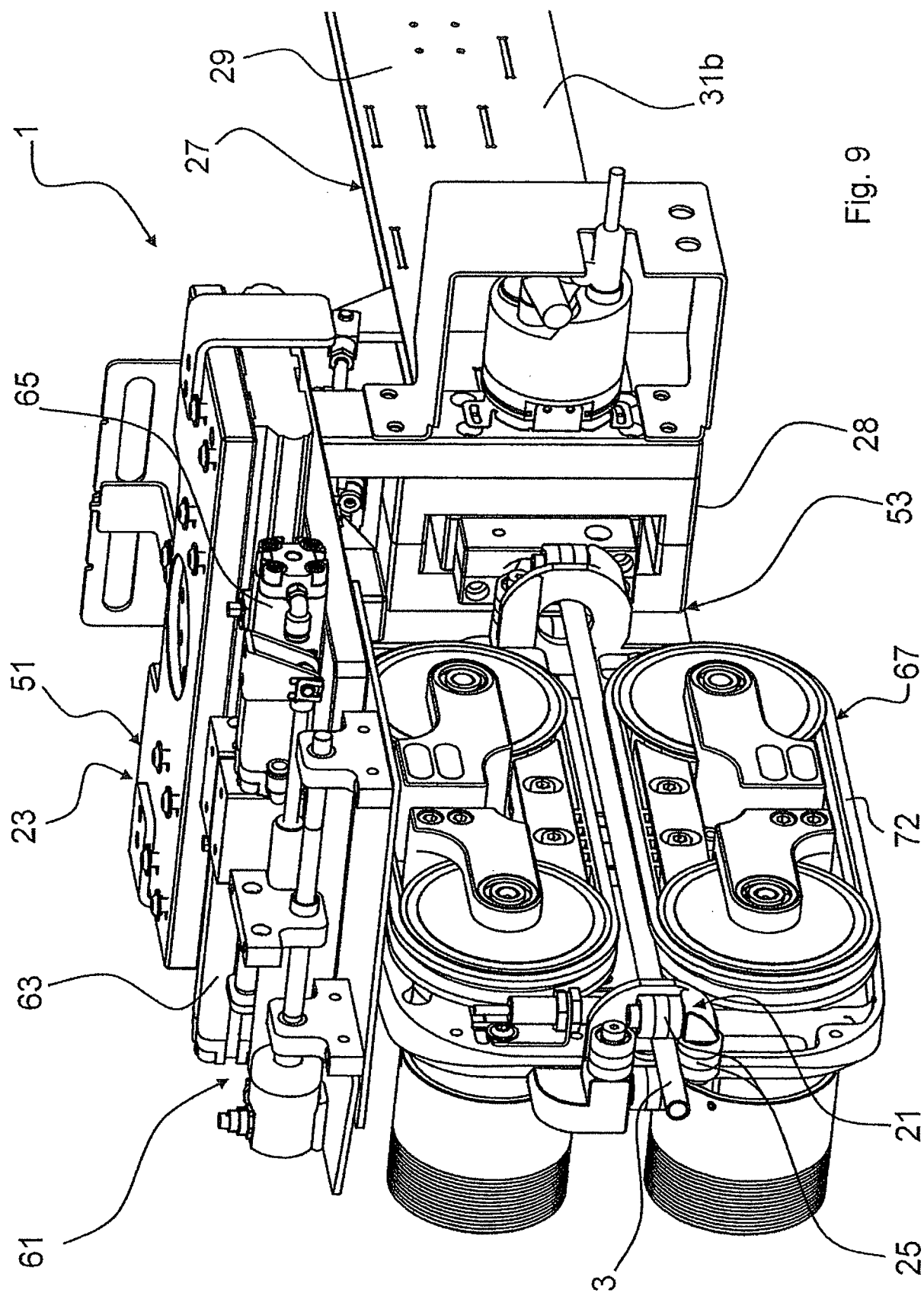
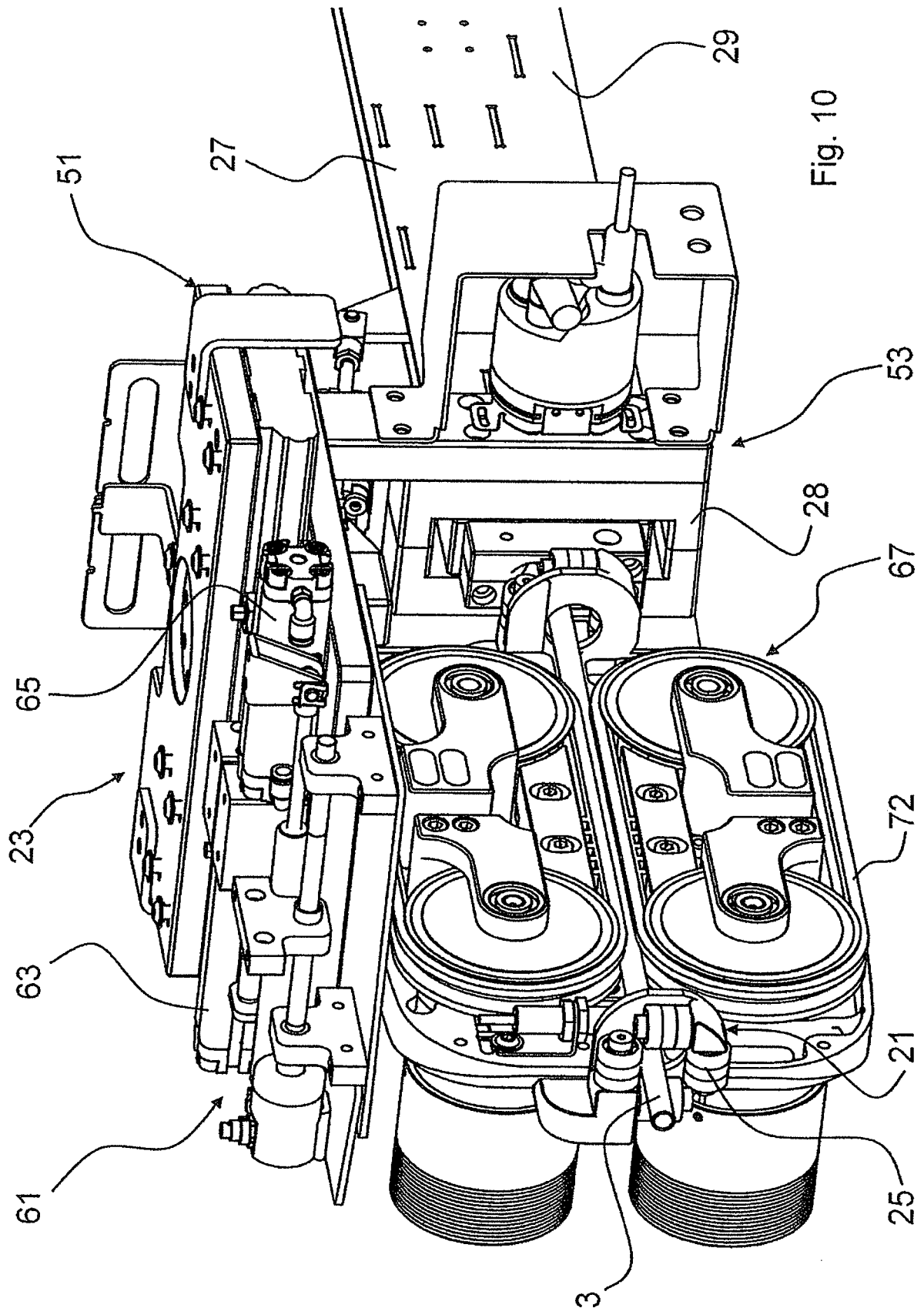


Fig. 9



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0203046 B1 [0003]
- US 4124340 A [0004]