(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
12. Oktober 2017 (12.10.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/174714 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B25J 9/16 (2006.01) *E04G 21/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/058235

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2017 (06.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 106 406.8 7. April 2016 (07.04.2016) DE

(71) Anmelder: **SCHWING GMBH** [DE/DE]; Heerstraße 9 - 27, 44653 Herne (DE).

(72) Erfinder: **HENIKL, Johannes**; Steegstraße 5e, 45356 Essen (DE). **VIERKOTTEN, Reiner**; Bahnhofstr. 23, 46145 Oberhausen (DE).

(74) Anwälte: **ISFORT, Olaf** et al.; Schneiders & Behrendt, Huestraße 23, 44787 Bochum (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, 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, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: CARTESIAN CONTROL OF A BOOM TIP OF A LARGE MANIPULATOR, IN PARTICULAR A CONCRETE PUMP

(54) **Bezeichnung** : KARTESISCHE STEUERUNG EINER MASTSPITZE EINES GROSSMANIPULATORS, INSBESONDERE BETONPUMPE

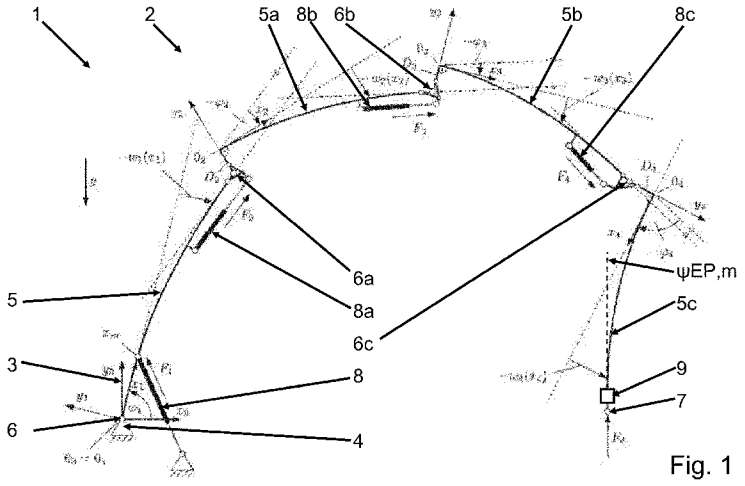


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a large manipulator (1) with an articulated boom (2), for example a concrete pump, which can be folded out and which has a turntable (4) that can be rotated about a vertical axis (3) and a plurality of boom segments (5, 5a, 5b, 5c). Each boom segment (5, 5a, 5b, 5c) can be pivoted at articulation joints (6, 6a, 6b, 6c) about a respective articulation axis relative to an adjacent boom segment (5, 5a, 5b, 5c) or the turntable (4) by means of a respective drive assembly (8, 8a, 8b, 8c). The large manipulator also comprises rotational angle sensors for detecting the articulation angle between the adjacent boom segments (5, 5a, 5b, 5c) and between the first boom segment and the adjacent turntable (4). The aim of the invention is to provide an improved large manipulator which can be operated easily and reliably and which ensures that conclusions can be drawn with respect to the precise position of the individual boom segments in a simple manner. According to the invention, this is achieved in that an inclination sensor (9) is arranged on the last segment (5c) which forms the boom tip (7), and the large manipulator (1) has a control unit which is designed to approximately ascertain the elastic deformation of the articulated boom (2) using the articulation angle and the inclination

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/174714 A1

Veröffentlicht:

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

($\psi_{EP,m}$) of the last boom segment, said inclination be detected by means of the inclination sensor (9). The invention further relates to a truck-mounted concrete pump and to a method for controlling a large manipulator (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator (1) mit einem ausfaltbaren Knickmast (2), z.B. eine Betonpumpe, der einen um eine Hochachse (3) drehbaren Drehschemel (4) und eine Mehrzahl von Mastsegmenten (5,5a,5b,5c) aufweist, wobei die Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) an Knickgelenken (6,6a,6b,6c) jeweils um Knickachsen gegenüber einem benachbarten Mastsegment (5,5a,5b,5c) oder dem Drehschemel (4) mittels je eines Antriebsaggregates (8,8a,8b,8c) verschwenkbar sind, mit Drehwinkelsensoren zur Erfassung der Knickwinkel zwischen den benachbarten Mastsegmenten (5,5a,5b,5c) und zwischen dem ersten Mastsegment und dem benachbarten Drehschemel (4). Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Großmanipulator bereitzustellen, der sich einfach und sicher bedienen lässt und mit dem auf einfache Art und Weise gewährleistet ist, dass Rückschlüsse auf die genaue Position der einzelnen Mastsegmente möglich sind. Diese Aufgabe löst die Erfindung dadurch, dass an dem letzten, die Mastspitze (7) bildenden Mastsegment (5c) ein Neigungssensor (9) angeordnet ist und der Großmanipulator (1) eine Steuereinheit aufweist, welche dazu eingerichtet ist, unter Einbeziehung der Knickwinkel und der mittels des Neigungssensors (9) erfassten Neigung ($\psi_{EP,m}$) des letzten Mastsegments, die elastische Verformung des Knickmasts (2) näherungsweise zu ermitteln. Außerdem betrifft die Erfindung eine Autobetonpumpe sowie ein Verfahren zur Steuerung eines Großmanipulators (1).

KARTESISCHE STEUERUNG EINER MASTSPITZE EINES GROSSMANIPULATORS, INSBESONDERE BETONPUMPE

Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, eine Autobetonpumpe mit einem erfindungsgemäßen Großmanipulator sowie ein Verfahren zur Steuerung eines Großmanipulators.

Aus DE 10 2014 007 071 A1 ist ein Großmanipulator mit einem ausfaltbaren Knickmast bekannt, der einen um eine Hochachse drehbaren Drehschemel und eine Mehrzahl von Mastsegmenten aufweist, wobei die Mastsegmente an Knickgelenken jeweils um Knickachsen gegenüber einem benachbarten Mastsegment oder dem Drehschemel mittels je eines Antriebsaggregates begrenzt verschwenkbar sind, mit wenigstens einem Drehwinkelsensor zur Erfassung des Knickwinkels zwischen zwei benachbarten Mastsegmenten oder zwischen einem Mastsegment und dem benachbarten Drehschemel.

Um eine zumindest teilweise automatisierte Bedienung eines Großmanipulators zu ermöglichen, ist es je nach Aufgabenstellung erforderlich, die genaue Position der Mastsegmente zu kennen. Über die aus dem Stand der Technik bekannten Drehwinkelsensoren kann jedoch nur der Winkel zwischen den Mastsegmenten ermittelt werden. Insbesondere bei einer elastischen Durchbiegung der einzelnen Mastsegmente kann die genaue Position von der durch die Drehwinkelsensoren ermittelten Position abweichen. Eine Messung der Position der Mastsegmente durch direkte messtechnische Verfahren, wie zum Beispiel durch den Einsatz von Abstandssensoren, insbesondere Laser, Infrarot, Ultraschall, oder GPS, ist aufgrund der Umgebungsbedingungen auf der Baustelle und aus weiteren Gründen nur bedingt oder nur mit hohem Aufwand möglich und ist daher für den

praktischen Einsatz ungeeignet. Sollen lediglich die Gelenkwinkelsensoren für die Messung herangezogen werden, ist es auch möglich, die elastische Verformung des Großmanipulators durch mathematische Modelle zu berechnen. Allerdings ist bei Großmanipulatoren die auftretende Belastung oft nur bedingt bekannt, beispielsweise aufgrund von in den Betonförderleitungen befindlichen Frischbetons bei Autobetonpumpen. Dies könnte durch die Messung der auftretenden Kräfte, wie zum Beispiel durch an den hydraulischen Antriebsaggregaten angebrachten Drucksensoren, in den mathematischen Modellen ebenfalls berücksichtigt werden. Nachteilig an der Lösung ist jedoch generell, dass die mathematischen Modelle für ausreichend präzise Ergebnisse sehr genau sein müssen, was einen hohen Entwicklungsaufwand bedeutet. Zudem ist zu berücksichtigen, dass der Fehler der auf Modellen basierenden Messung mit der Größe der Ausleger zunimmt und zu unbrauchbaren Ergebnissen führt, falls keine weiteren sensortechnischen Mittel eingesetzt werden.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Großmanipulator bereitzustellen, der sich einfach und sicher bedienen lässt und mit dem auf einfache Art und Weise gewährleistet ist, dass Rückschlüsse auf die genaue Position der einzelnen Mastsegmente möglich sind.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Großmanipulator mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch eine Autobetonpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 7, sowie durch ein Verfahren gemäß Anspruch 8.

Erfindungsgemäß ist an dem letzten, die Mastspitze bildenden Mastsegment ein Neigungssensor angeordnet, und der Großmanipulator weist eine Steuereinheit auf, welche dazu eingerichtet ist, unter Einbeziehung der zwischen allen Mastsegmenten und dem Drehschemel erfassten Knickwinkel und der mittels des Neigungssensors erfassten Neigung des letzten Mastsegments die elastische Verformung des Knickmastes näherungsweise zu ermitteln. Unter elastischer Verformung des Knickmastes wird die Summe der elastischen Durchbiegungen aller Mastsegmente des Knickmastes verstanden. Dadurch lässt sich eine einfache und sichere Bedienung des Großmanipulators gewährleisten.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Neigungssensor als geodätischer Winkelsensor ausgebildet ist. Dies hat den Vorteil, dass immer die genaue Neigung des letzten Mastsegments gegenüber der Richtung der Erdbeschleunigung bekannt ist. Damit arbeitet der Neigungssensor in einem wohl definierten Bezugssystem.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Steuereinheit anhand der erfassten Knickwinkel und anhand der erfassten Neigung des letzten Mastsegments die Durchbiegung der einzelnen Mastsegmente in Form von Korrekturwinkeln näherungsweise berechnet. Auf diese Art und Weise kann mit nur einem zusätzlichen Neigungssensor und einer entsprechend eingerichteten Steuereinheit ein Rückschluss auf die Durchbiegung der Mastsegmente gezogen werden.

Weiter vorteilhaft ist, dass die Steuereinheit anhand der berechneten Durchbiegung der einzelnen Mastsegmente in Form der Korrekturwinkel korrigierte Knickwinkel berechnet. Dadurch kann auf einfache Art und Weise auf die Position der einzelnen Mastsegmente im Raum rückgeschlossen werden, indem die Kinematik des Auslegers vereinfacht als Starrkörperproblem aufgefasst wird, wobei als Knickwinkel zwischen den Mastsegmenten die um die berechnete Durchbiegung korrigierten Knickwinkel angenommen werden.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Steuereinheit die rechnerisch korrigierten Knickwinkel zur Ansteuerung der Antriebsaggregate und/oder zur Überwachung der Verschwenkbewegung einzelner Mastsegmente zueinander verwendet. Mit der Berücksichtigung der rechnerisch korrigierten Knickwinkel bei der Ansteuerung der Antriebsaggregate und bei der Überwachung der Verschwenkbewegung einzelner Mastsegmente ist eine einfache Möglichkeit gegeben, komplexe Bewegungen mehrerer Mastsegmente gleichzeitig durch einfache Vorgaben des Benutzers beispielsweise im Rahmen einer

Einhebelsteuerung zu ermöglichen. Aufgrund der rechnerisch korrigierten Knickwinkel kann die Steuereinheit die Position einzelner Mastsegmente im Raum abschätzen und Bewegungen der einzelnen Mastsegmente über die zugeordneten Antriebsaggregate präziser einleiten und steuern.

Vorteilhafterweise ist eine Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebsaggregate vorgesehen, wobei die Steuereinheit einen Fahrbefehl, der eine gewünschte Bewegung der Mastspitze des Knickmastes oder eines daran angebrachten Endschlauchs angibt, in Ansteuersignale für die Antriebsaggregate umsetzt. Wesentlich ist, dass dabei nur an dem letzten, die Mastspitze bildenden Mastsegment ein Neigungssensor angeordnet ist, wobei die Steuereinrichtung eingerichtet ist, den Fahrbefehl unter Einbeziehung der Knickwinkel und der mittels des Neigungssensors erfassten Neigung des letzten Mastsegments in die Ansteuersignale umzusetzen. Dies ist besonders vorteilhaft für die Realisierung einer kartesischen Steuerung der Mastspitze, das heißt einer sogenannten Einhebelsteuerung, geeignet. Für eine solche Einhebelsteuerung ist es zweckdienlich, die Lage der einzelnen Mastsegmente im Raum zu kennen. Insbesondere ist es von Vorteil, den radialen und vertikalen Abstand der Mastspitze zum Drehschemel erfassen zu können. Anhand der mittels Sensoren zu bestimmenden Stellung der einzelnen Mastsegmente werden von den in der Steuereinheit ablaufenden Algorithmen der kartesischen Steuerung jene Sollgeschwindigkeiten für die einzelnen Gelenke ermittelt, welche zur Realisierung der vom Benutzer gewünschten Sollbewegung der Mastspitze führen. Hierbei ist es erforderlich, dass die messtechnische Bestimmung der Stellung des Mastes möglichst genau ist, da es bei zu großen Messfehlern zu einer ungenauen Führung der Mastspitze kommen kann. Diesen Anforderungen genügt die Erfindung. Gleichzeitig lässt sich die Erfindung mit vergleichsweise geringem Aufwand bei einem vorhandenen Großmanipulator umsetzen.

Der erfindungsgemäße Großmanipulator wird bevorzugt zur Verteilung von Dickstoffen verwendet. Insbesondere dient er zur Förderung von Beton.

Ferner ist Gegenstand der Erfindung eine Autobetonpumpe. Die erfindungsgemäße Autobetonpumpe weist ein Fahrzeuggestell, eine am

Fahrzeuggestell angeordnete Dickstoffpumpe, insbesondere Betonpumpe, und einen Großmanipulator mit der oben beschriebenen Steuerung und Sensorik auf.

Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines Großmanipulators mit der oben und nachfolgend beschriebenen Steuerung und Sensorik. Bei diesem Verfahren werden die Knickwinkel jeweils zwischen den benachbarten Mastsegmenten und zwischen dem ersten Mastsegment und dem benachbarten Drehschemel erfasst. Weiterhin wird die Neigung des letzten Mastsegments erfasst. Anschließend werden die Durchbiegungen der einzelnen Mastsegmente näherungsweise berechnet anhand der erfassten Knickwinkel und der erfassten Neigung. Hierdurch ist eine einfache Möglichkeit gegeben, Rückschlüsse auf die elastische Verformung des Knickmastes zu ziehen.

Vorteilhafterweise wird danach ein Fahrbefehl, der eine gewünschte Bewegung der Mastspitze des Knickmastes oder eines daran angebrachten Endschlauchs angibt, auf Basis der erfassten Knickwinkel und der näherungsweise berechneten Durchbiegungen der Mastsegmente in Ansteuersignale für die Antriebsaggregate umgesetzt. Mit diesem Verfahren ist eine einfache und sichere Möglichkeit gegeben, Fahrbefehle für die Mastspitze in Ansteuersignale für die einzelnen Antriebsaggregate umzusetzen.

Um die Präzision der Erfassung der Position der Mastsegmente zu erhöhen, ist es des Weiteren vorteilhaft, das vorgeschlagene Verfahren mit mathematischen Modellen des elastischen Auslegers zu kombinieren, indem das Ergebnis des mathematischen Modells mit der Messung der Neigung des letzten Mastsegments abgeglichen wird.

Zudem ist eine weitere Verbesserung der Güte der Messung möglich, wenn die am Großmanipulator auftretenden Kräfte, beispielsweise durch an den Zylindern angebrachte Drucksensoren, erfasst werden und in dem mathematischen Modell berücksichtigt werden.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Ein

Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der folgenden Zeichnung rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

Figur 1: einen erfindungsgemäßen Großmanipulator in schematischer Darstellung.

Die Figur 1 zeigt einen Großmanipulator 1 in schematischer Darstellung. Im Rahmen dieser Offenbarung wird unter dem Begriff Großmanipulator eine Arbeitseinrichtung wie zum Beispiel ein Arm, ein Ausleger, ein Hubwerk, ein Hubgerüst oder ein Mast verstanden. Der Großmanipulator 1 weist einen ausfaltbaren Knickmast 2 auf, der auf einem um eine Hochachse 3 drehbaren Drehschemel 4 angeordnet ist. Der Knickmast 2 weist eine Mehrzahl, im Ausführungsbeispiel insgesamt vier Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c auf, welche an Knickgelenken 6, 6a, 6b, 6c jeweils um Knickachsen gegenüber einem benachbarten Mastsegment 5, 5a, 5b, 5c oder dem Drehschemel 4 mittels je eines Antriebsaggregates 8, 8a, 8b, 8c verschwenkbar sind. Die Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c sind beispielsweise als Differential-Hydraulikzylinder ausgeführt, die über geeignete Hebelgetriebe die Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c begrenzt gegeneinander verschwenken. Die Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c können aber beispielsweise auch mittels eines Schneckenantriebes oder anderer geeigneter Drehantriebe gegeneinander, teilweise unbegrenzt gegeneinander verschwenkt werden. An den Knickgelenken 6, 6a, 6b, 6c sind Drehwinkelsensoren zur Erfassung des jeweiligen Knickwinkels $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$, $\varphi 4$ des jeweiligen Knickgelenkes 6, 6a, 6b, 6c zwischen zwei benachbarten Mastsegmenten 5, 5a, 5b, 5c und zwischen dem ersten Mastsegment 5 und dem benachbarten Drehschemel 4 angeordnet. Die Knickwinkel $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$, $\varphi 4$ können beispielsweise auch über an den Hebeln der Umlenkgetriebe angebrachte Drehwinkelsensoren oder beispielsweise an den Antriebsaggregaten 8, 8a, 8b, 8c angeordnete Längenmesssysteme indirekt ermittelt werden. Für die Erfindung ist wesentlich, dass die an den Knickgelenken 6, 6a, 6b, 6c erfassten Knickwinkel $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$, $\varphi 4$ keinen Anteil enthalten, der sich aus der Durchbiegung der Mastsegmente ergibt.

Eine nicht dargestellte Steuereinheit ist zur Ansteuerung der Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c eingerichtet, wobei die Steuereinheit einen Fahrbefehl, der eine

gewünschte Bewegung der Mastspitze 7 des Knickmastes oder eines daran angebrachten Endschlauchs angibt, in Steuersignale für die einzelnen Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c umsetzt. Hierzu befindet sich nur an dem letzten, die Mastspitze 7 bildenden Mastsegment 5c ein Neigungssensor 9, der vorzugsweise als geodätischer Winkelsensor ausgebildet ist und die Neigung des letzten Mastsegments 5c gegenüber der Richtung der Erdbeschleunigung bzw. Erde erfasst. Die Steuereinheit berechnet anhand der durch die Drehwinkelsensoren erfassten Knickwinkel φ1, φ2, φ3, φ4 und anhand der durch den Neigungssensor 9 erfassten Neigung $\psi_{EP,m}$ des letzten Mastsegments 5c die Durchbiegung w1, w2, w3, w4 der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c näherungsweise. Bei der Berechnung und Aufteilung der Durchbiegung w1, w2, w3, w4 auf die einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c kann eine unterschiedliche Gewichtung für die einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c, berücksichtigt werden. Diese Gewichtung kann abhängig von konstruktiven Gegebenheiten des Großmanipulators oder der einzelnen Mastsegmente vorgenommen werden. Außerdem kann bei der Berechnung und Aufteilung der Durchbiegung w1, w2, w3, w4 auf die einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c eine potentielle Neigung der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c berücksichtigt werden.

In Figur 1 ist die Durchbiegung w1, w2, w3, w4 an den einzelnen Mastsegmenten 5, 5a, 5b, 5c angedeutet. Die Steuereinheit berechnet anhand der Durchbiegung w1, w2, w3, w4 der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c korrigierte Knickwinkel φ1k, φ2k, φ3k, φ4k. Diese korrigierten Knickwinkel φ1k, φ2k, φ3k, φ4k werden von der Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebsaggregate aber auch zu Überwachung der Verschwenkbewegung der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c zueinander verwendet.

Im Folgenden wird ausführlich auf eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung des oben beschriebenen Großmanipulators 1 eingegangen. Es wird vorgeschlagen, jeweils die Knickwinkel φ1, φ2, φ3, φ4 zwischen zwei benachbarten Mastsegmenten 5, 5a, 5b, 5c und zwischen einem Mastsegment 5 und dem benachbarten Drehschemel 4 zu erfassen. Außerdem wird die Neigung $\psi_{EP,m}$ des letzten Mastsegments 5c erfasst durch den an diesem Mastsegmente angeordneten Neigungssensor 9. Mit diesen Messdaten, also anhand der erfassten Knickwinkel φ1, φ2, φ3, φ4 und der

erfassten Neigung $\psi_{EP,m}$ werden näherungsweise die Durchbiegungen w1, w2, w3, w4 der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c berechnet. Anschließend wird ein Fahrbefehl, der eine gewünschte Bewegung der Mastspitze 7 des Knickmast 2 oder eines daran angeordneten Endschlauchs angibt, auf Basis der erfassten Knickwinkel φ1, φ2, φ3, φ4 und der berechneten Durchbiegung w1, w2, w3, w4 in Steuersignale für die Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c umgesetzt.

Zur Umsetzung dieses Verfahrens wird die Kinematik des Großmanipulators als vereinfachtes Starrkörperproblem beschrieben. Der in Figur 1 schematisch dargestellte Knickmast 2 mit insgesamt vier Mastsegmenten 5, 5a, 5b, 5c ist aus Knickachsenrichtung gezeigt. Die Freiheitsgrade des Großmanipulators sind durch die Starrkörperwinkel bzw. die Knickwinkel φ1, φ2, φ3, φ4 sowie durch die elastische Durchbiegung w1, w2, w3, w4 der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c gegeben. Die Absolutbewegungen des Großmanipulators werden in einem Inertialkoordinatensystem $0_0x_0y_0$ beschrieben. Für jedes Mastsegment 5, 5a, 5b, 5c wird außerdem ein lokales Koordinatensystem $0_ix_iy_i$ (für i=1 zu Mastsegment 5, für i=2 zu Mastsegment 5a, für i=3 zu Mastsegment 5b, für i=4 zu Mastsegment 5c) festgelegt, dessen xi-Achse entlang der Symmetrieachse des unverformten Mastsegments verläuft. Da die Mastsegmente für $i \geq 2$ am Beginn typischerweise einen Knick aufweisen, schneidet deren Symmetrieachse nicht die Achse der Knickgelenke 6, 6a, 6b, 6c. Der Ursprung der lokalen Koordinatensysteme $0_ix_iy_i$ wird daher auf den Schnittpunkt der Symmetrieachse mit jener orthogonalen Geraden gelegt, welche durch die Knickgelenkachse verläuft. Die Abstände zwischen den Knickgelenkachsen und den Ursprüngen der lokalen Koordinatensysteme $0_ix_iy_i$ werden als Abstand D_i für $i = 2,\ldots,N$ berücksichtigt. Die Längen der einzelnen Mastsegmente werden mit L_i für $i = 2,\ldots,N$ bezeichnet.

Die kinematischen Beziehungen zwischen den lokalen Koordinatensystemen $0_ix_iy_i$ der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c und dem Inertialkoordinatensystem $0_0x_0y_0$ können mit Rotationsmatrizen und Translationsvektoren dargestellt werden. Bei einer vereinfachten Betrachtung des Großmanipulatorsystems als Starrkörperproblem kann für die elastischen Durchbiegungen $w_i(x_i) = 0$ für $i = 1,\ldots,N$ angenommen werden. Die Initialkoordinaten eines Punktes auf der Symmetrielinie eines Mastsegmente

können für das i-te Mastsegmente mit einem Vektor $\mathbf{r}_i^i(x_i) = [x_i, 0]^T$, welcher die Koordinaten des Punktes im lokalen Koordinatensystem $0_i x_i y_i$ beschreibt, und mit dem Vektor der Knickwinkels $\boldsymbol{\varphi} = [\varphi_1, \dots, \varphi_N]^T$ gemäß der folgenden Formel

$$\mathbf{r}_0^i(x_i) = \mathbf{R}_0^i(\boldsymbol{\varphi})\mathbf{r}_i^i(x_i) + \mathbf{d}_0^i(\boldsymbol{\varphi})$$

dargestellt werden. Die Matrix $\mathbf{R}_0^i(\boldsymbol{\varphi})$ für $j = 2, \dots, N$ beschreibt hier die lokale Verdrehung des Koordinatensystems $0_i x_i y_i$ gegenüber dem Inertialkoordinatensystem $0_0 x_0 y_0$. Mit $\mathbf{d}_0^i(\boldsymbol{\varphi})$ ist der Anteil der translatorischen Verschiebung zwischen dem lokalen Koordinatensystem $0_i x_i y_i$ und dem Inertialkoordinatensystem $0_0 x_0 y_0$ beschrieben.

Mit den getroffenen Festlegungen der kinematischen Freiheitsgrade des Großmanipulatorsystems und unter der Verwendung der obigen Starrkörperbeschreibung ergibt sich eine berechnete Neigung $\psi_{EP,b}$ aus der Summe aller gemessenen Knickwinkel $\varphi_{i,m}$,

$$\psi_{EP,b} = \sum_{i=1}^{N} \varphi_{i,m}$$

Die Abweichung $\Delta\psi_{EP} = \psi_{EP,b} - \psi_{EP,m}$ zwischen der berechneten Neigung $\psi_{EP,b}$ und der tatsächlichen erfassten, d.h. durch den Neigungssensor 9 am letzten Mastsegment gemessenen, Neigung $\psi_{EP,m}$ muss in Form von Korrekturwerten $\Delta\varphi_i$, welche in direktem Zusammenhang zu den Durchbiegungen w_i stehen, auf die einzelnen Knickgelenke 6, 6a, 6b, 6c aufgeteilt werden. Hierfür gilt

$$\Delta\psi_{EP} = \sum_{i=1}^{N} \Delta\varphi_i$$

Diese Aufgabenstellung lässt sich in Vektordarstellung als Optimierungsproblem der Form

$$\min_{\Delta\boldsymbol{\varphi}} \Delta\boldsymbol{\varphi}^T \boldsymbol{W}\, \Delta\boldsymbol{\varphi}$$

mit $\Delta\boldsymbol{\varphi} = [\Delta\varphi_1, \ldots, \Delta\varphi_N]^T$ und der Nebenbedingung

$$\Delta\psi_{EP} = \mathbf{1}^{1\times N}\Delta\boldsymbol{\varphi}$$

und der als Diagonalmatrix ausgeführten Gewichtungsmatrix

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\cos(\psi_{1,b})} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{\cos(\psi_{N,b})} \end{bmatrix}$$

beschreiben.

Dabei bezeichnen $\psi_{i,b}$ für $i = 1,\ldots,N$ die berechneten Neigungen der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c im Raum,

$$\psi_{i,b} = \sum_{j=1}^{i} \varphi_{j,m}$$

Die Lösung dieses quadratischen Optimierungsproblems mit linearer Gleichungsbedingung ergibt sich ohne eine detaillierte Erklärung zu

$$\Delta\boldsymbol{\varphi} = \begin{bmatrix} \cos(\psi_{1,b}) \\ \vdots \\ \cos(\psi_{N,b}) \end{bmatrix} \left(\sum_{i=1}^{N} \cos(\psi_{i,b}) \right)^{-1} \Delta\psi_{EP}$$

Aufgrund der Gewichtungsmatrix mit Cosinus-Funktion kann sichergestellt werden, dass die Mastsegmente mit annähernd senkrechter Stellung in der Optimierungsaufgabe stark gewichtet werden und die Lösung für deren Korrekturwinkel gering ausfällt. Da in den Zählern der Brüche der Diagonalelemente in der Gewichtungsmatrix immer eine 1 steht, erfolgt eine gleichmäßige Aufteilung der Durchbiegungen auf alle Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c bei einem ausgestreckten Knickmast. Eine unterschiedliche Gewichtung anhand des Zählers je nach Mastsegment 5, 5a, 5b, 5c führt zusätzlich zu einer höheren

Genauigkeit, wenn bei dieser unterschiedlichen Gewichtung konstruktive Merkmale des Knickmasts 2 bzw. der einzelnen Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c berücksichtigt werden.

Mit der Lösung $\Delta\boldsymbol{\varphi}$ können die um die Durchbiegung korrigierten Ersatzgelenkwinkel $\boldsymbol{\varphi}_k = \left[\varphi_{1,k}, \ldots, \varphi_{N,k}\right]^T$ durch

$$\varphi_{i,k} = \varphi_{i,m} - \Delta\varphi_i$$

berechnet werden. Die Umsetzung der Algorithmen der kartesischen Steuerung erfolgt dann mit den um die Durchbiegung korrigierten Winkeln $\varphi_{i,k}$. Die Koordinaten der Mastspitze 7 werden beispielsweise anhand von

$$\mathbf{r}_0^{EP} = \mathbf{R}_0^N(\boldsymbol{\varphi}_k)\mathbf{r}_N^N(L_N) + \mathbf{d}_0^N(\boldsymbol{\varphi}_k)$$

berechnet.

Die Präzision der Erfassung der Position der Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c kann weiter erhöht werden indem das vorgeschlagene Verfahren mit mathematischen Modellen des elastischen Auslegers kombiniert wird, indem das Ergebnis des mathematischen Modells mit der Messung der Neigung $\psi_{EP,m}$ des letzten Mastsegments 5c abgeglichen wird.

Eine weitere Verbesserung der Güte der Messung ist möglich, wenn die am Großmanipulator 1 auftretenden Kräfte, beispielsweise durch an den als Hydraulikzylindern ausgeführten Antriebsaggregaten 8, 8a, 8b, 8c angebrachte Drucksensoren erfasst werden, die den Hydraulikdruck in den Zylinderkammern erfassen und damit einen Anhaltspunkt für die Belastung des jeweiligen Mastsegmentes liefern und in dem mathematischen Modell berücksichtigt werden.

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde davon ausgegangen, dass der Großmanipulator 1 absolut waagerecht aufgestellt ist. Dies ist aber nicht immer der Fall, denn zum Beispiel bei einem Großmanipulator in Form einer

Autobetonpumpe ist eine Aufstellung mit bis zu 3 Grad seitlicher Neigung zur Waagerechten zulässig. Bei dem hier vorgestellten Berechnungsverfahren würde sich eine derartige Maschinenneigung zwar nur geringfügig auf die Ermittlung der Position der Mastsegmente 5, 5a, 5b, 5c auswirken aber eine weitere Verbesserung der Güte der Messung wäre durch die Einbeziehung eines Neigungssensors am Grundrahmen der Maschine oder am Drehschemel 4 möglich.

Die Steuereinheit oder auch Recheneinheit bestimmt die Korrekturwinkel $\Delta\varphi_1,\Delta\varphi_2,\Delta\varphi_3,\Delta\varphi_4$ anhand der Abweichung der mit dem Neigungssensor 9 erfassten Neigung $\psi_{EP,m}$ von einer mit einem mathematischen Modell berechneten Neigung $\psi_{EP,b}$ des letzten Mastsegments 5c. Als mathematisches Modell kann ein vereinfachtes Starrkörpermodell des Großmanipulator 1 verwendet werden. Alternativ kann ein elastisches Modell des Großmanipulators 1 als mathematisches Modell verwendet werden. Hierbei kann das elastische Modell mit der Messung von am Großmanipulator 1 auftretenden Kräften beaufschlagt werden. Zur Messung von am Großmanipulator 1 auftretenden Kräften werden Drucksensoren verwendet, welche die Drücke in den Kammern der als Differentialzylinder ausgeführten hydraulischen Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c erfassen. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, einen Fahrbefehl in Ansteuersignale für die Antriebsaggregate 8, 8a, 8b, 8c in Abhängigkeit von den berechneten Korrekturwinkeln $\Delta\varphi_1,\Delta\varphi_2,\Delta\varphi_3,\Delta\varphi_4$ umzusetzen. Der Fahrbefehl gibt eine gewünschte Bewegung der Mastspitze 7 des Knickmastes 2 oder eines daran angebrachten Endschlauchs an, insbesondere in Richtung von kartesischen (oder Polar-) Koordinaten.

Bezugszeichenliste

1 Großmanipulator

2 Knickmast

3 Hochachse (y_0)

4 Drehschemel

5 5a, 5b, 5c Mastsegmente

6 6a, 6b, 6c Knickgelenke

7 Mastspitze

8 8a, 8b, 8c Antriebsaggregate

9 Neigungssensor

Patentansprüche

1. Großmanipulator (1) mit einem ausfaltbaren Knickmast (2), der einen um eine Hochachse (3) drehbaren Drehschemel (4) und eine Mehrzahl von Mastsegmenten (5, 5a, 5b, 5c) aufweist, wobei die Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) an Knickgelenken (6, 6a, 6b, 6c) jeweils um Knickachsen gegenüber einem benachbarten Mastsegment (5, 5a, 5b, 5c) oder dem Drehschemel (4) mittels je eines Antriebsaggregates (8, 8a, 8b, 8c) verschwenkbar sind, mit Drehwinkelsensoren zur Erfassung der Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) zwischen den benachbarten Mastsegmenten (5, 5a, 5b, 5c) und zwischen dem ersten Mastsegment (5) und dem benachbarten Drehschemel (4),
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem letzten, die Mastspitze (7) bildenden Mastsegment (5c) ein Neigungssensor (9) angeordnet ist und der Großmanipulator (1) eine Steuereinheit aufweist, welche dazu eingerichtet ist, unter Einbeziehung der erfassten Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) und der mittels des Neigungssensors (9) erfassten Neigung ($\psi_{EP,m}$) des letzten Mastsegments (5c) eine elastische Verformung des Knickmasts (2) näherungsweise zu ermitteln.

2. Großmanipulator (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungssensor (9) als geodätischer Winkelsensor ausgebildet ist.

3. Großmanipulator (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit anhand der erfassten Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) und anhand der erfassten Neigung ($\psi_{EP,m}$) des letzten Mastsegments (5c) die Durchbiegung (w_1, w_2, w_3, w_4) der einzelnen Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) in Form von Korrekturwinkeln ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \Delta\varphi_4$) näherungsweise berechnet.

4. Großmanipulator (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit anhand der berechneten Durchbiegung der einzelnen Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) in Form der Korrekturwinkel ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \Delta\varphi_4$) korrigierte Knickwinkel (φ_{1k}, φ_{2k}, φ_{3k}, φ_{4k}) berechnet.

5. Großmanipulator (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit die rechnerisch korrigierten Knickwinkel (φ_{1k}, φ_{2k}, φ_{3k}, φ_{4k}) zur Ansteuerung der Antriebsaggregate (8, 8a, 8b, 8c) und/oder zur Überwachung der Verschwenkbewegung einzelner Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) zueinander verwendet.

6. Großmanipulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebsaggregate (8, 8a, 8b, 8c) eingerichtet ist, wobei die Steuereinheit einen Fahrbefehl, der eine gewünschte Bewegung der Mastspitze (7) des Knickmastes (2) oder eines daran angebrachten Endschlauchs angibt, in Ansteuersignale für die Antriebsaggregate (8, 8a, 8b, 8c) umsetzt, wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, den Fahrbefehl unter Einbeziehung wenigstens eines Knickwinkels (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) und der mittels des Neigungssensors (9) erfassten Neigung ($\psi_{EP,m}$) des letzten Mastsegments (5c) in die Ansteuersignale umzusetzen.

7. Autobetonpumpe aufweisend ein Fahrzeuggestell, eine am Fahrzeuggestell angeordnete Dickstoffpumpe, insbesondere Betonpumpe, und einen Großmanipulator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

8. Verfahren zur Steuerung eines Großmanipulators (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem

a) die Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) jeweils zwischen zwei benachbarten Mastsegmenten (5, 5a, 5b, 5c) und zwischen dem ersten Mastsegment (5) und dem benachbarten Drehschemel (4) erfasst werden;

b) die Neigung ($\psi_{EP,m}$) des letzten Mastsegments (5c) erfasst wird;

c) die Durchbiegungen (w_1, w_2, w_3, w_4) der einzelnen Mastsegmente (5, 5a 5b, 5c) näherungsweise anhand der erfassten Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) und der erfassten Neigung ($\psi_{EP,m}$) berechnet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

d) ein Fahrbefehl, der eine gewünschte Bewegung der Mastspitze (7) des Knickmastes (2) oder eines daran angebrachten Endschlauchs angibt, auf Basis der erfassten Knickwinkel (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) und der näherungsweise berechneten Durchbiegungen der Mastsegmente (5, 5a, 5b, 5c) in Ansteuersignale für die Antriebsaggregate (8, 8a, 8b, 8c) umgesetzt wird.

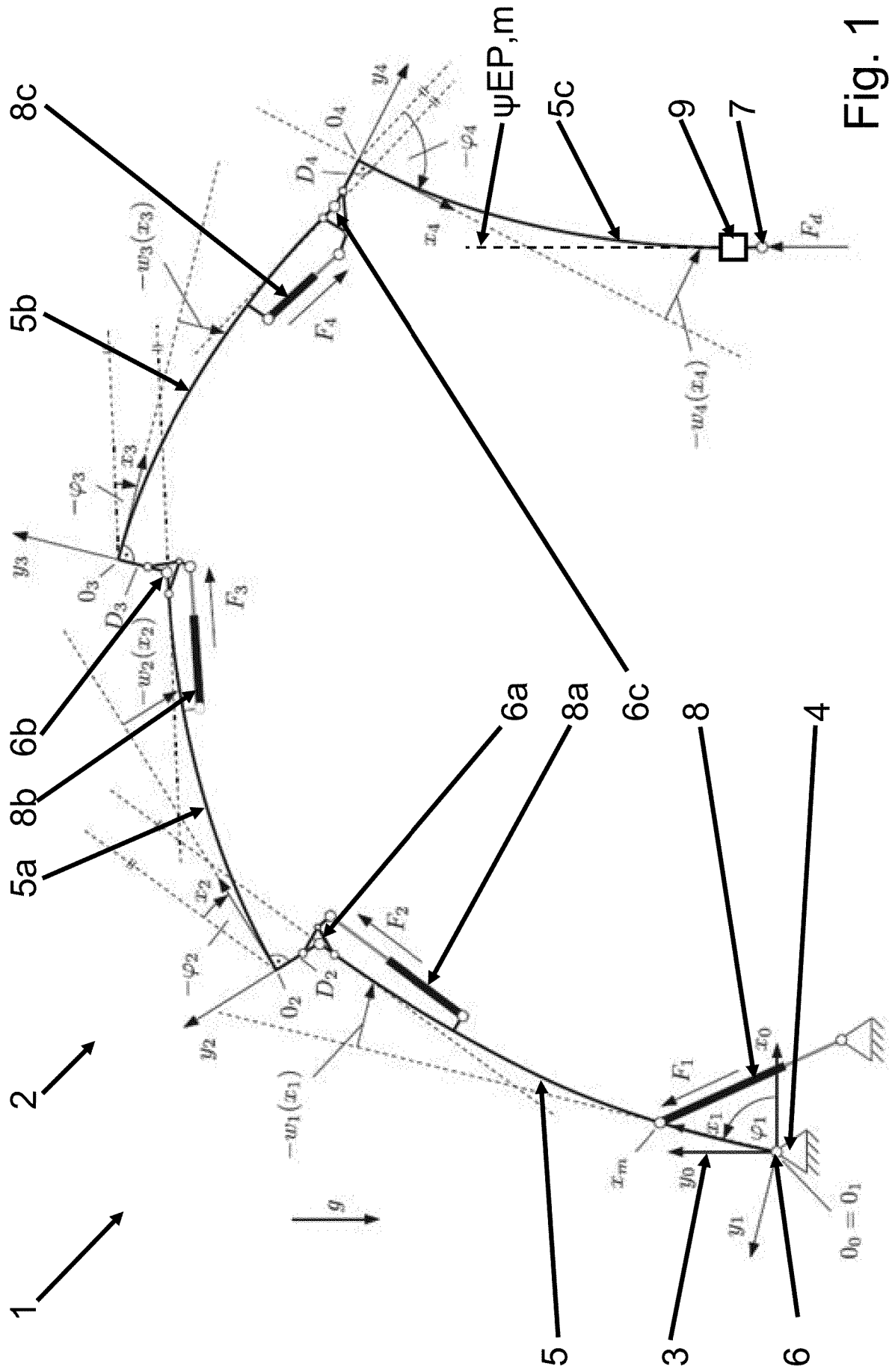


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B25J9/16 E04G21/04
ADD.

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)
E04G B25J G05B

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	DE 10 2009 007310 A1 (PUTZMEISTER CONCRETE PUMPS [DE]) 5 August 2010 (2010-08-05) paragraph [0005] - paragraph [0025]	1-9
X	CN 103 206 090 A (XUZHOU CONSTRUCTION MACH INST) 17 July 2013 (2013-07-17) abstract	1-9
X	DE 102 40 180 A1 (PUTZMEISTER AG [DE]) 11 March 2004 (2004-03-11) paragraph [0008] - paragraph [0032]	1-9
A	DE 100 46 546 A1 (PUTZMEISTER AG [DE]) 28 March 2002 (2002-03-28) paragraph [0003] - paragraph [0012]	1-9

☐ 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
5 July 2017	13/07/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Patsiopoulos, N

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/058235

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009007310 A1	05-08-2010	NONE	
CN 103206090 A	17-07-2013	NONE	
DE 10240180 A1	11-03-2004	AT 348929 T	15-01-2007
		AU 2003246643 A1	19-03-2004
		CN 1678806 A	05-10-2005
		CN 101328767 A	24-12-2008
		DE 10240180 A1	11-03-2004
		EP 1537282 A1	08-06-2005
		ES 2277141 T3	01-07-2007
		JP 4630664 B2	09-02-2011
		JP 2005536369 A	02-12-2005
		KR 20050036978 A	20-04-2005
		US 2005278099 A1	15-12-2005
		WO 2004020765 A1	11-03-2004
DE 10046546 A1	28-03-2002	AT 390530 T	15-04-2008
		AT 471416 T	15-07-2010
		DE 10046546 A1	28-03-2002
		DE 20122093 U1	25-03-2004
		EP 1319110 A1	18-06-2003
		EP 1882795 A2	30-01-2008
		ES 2301552 T3	01-07-2008
		ES 2344612 T3	01-09-2010
		JP 4580617 B2	17-11-2010
		JP 2004510077 A	02-04-2004
		KR 20030040465 A	22-05-2003
		US 2003196506 A1	23-10-2003
		WO 0225036 A1	28-03-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/058235

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B25J9/16 E04G21/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
E04G B25J G05B

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	DE 10 2009 007310 A1 (PUTZMEISTER CONCRETE PUMPS [DE]) 5. August 2010 (2010-08-05) Absatz [0005] - Absatz [0025]	1-9
X	CN 103 206 090 A (XUZHOU CONSTRUCTION MACH INST) 17. Juli 2013 (2013-07-17) Zusammenfassung	1-9
X	DE 102 40 180 A1 (PUTZMEISTER AG [DE]) 11. März 2004 (2004-03-11) Absatz [0008] - Absatz [0032]	1-9
A	DE 100 46 546 A1 (PUTZMEISTER AG [DE]) 28. März 2002 (2002-03-28) Absatz [0003] - Absatz [0012]	1-9

☐ 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
5. Juli 2017	13/07/2017

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	Patsiopoulos, N

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/058235

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009007310 A1	05-08-2010	KEINE	
CN 103206090 A	17-07-2013	KEINE	
DE 10240180 A1	11-03-2004	AT 348929 T	15-01-2007
		AU 2003246643 A1	19-03-2004
		CN 1678806 A	05-10-2005
		CN 101328767 A	24-12-2008
		DE 10240180 A1	11-03-2004
		EP 1537282 A1	08-06-2005
		ES 2277141 T3	01-07-2007
		JP 4630664 B2	09-02-2011
		JP 2005536369 A	02-12-2005
		KR 20050036978 A	20-04-2005
		US 2005278099 A1	15-12-2005
		WO 2004020765 A1	11-03-2004
DE 10046546 A1	28-03-2002	AT 390530 T	15-04-2008
		AT 471416 T	15-07-2010
		DE 10046546 A1	28-03-2002
		DE 20122093 U1	25-03-2004
		EP 1319110 A1	18-06-2003
		EP 1882795 A2	30-01-2008
		ES 2301552 T3	01-07-2008
		ES 2344612 T3	01-09-2010
		JP 4580617 B2	17-11-2010
		JP 2004510077 A	02-04-2004
		KR 20030040465 A	22-05-2003
		US 2003196506 A1	23-10-2003
		WO 0225036 A1	28-03-2002