

(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
19. Oktober 2017 (19.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/178347 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F15B 11/00 (2006.01) F15B 13/044 (2006.01)
E04G 21/04 (2006.01) B66C 23/00 (2006.01)
F15B 20/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/058326

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. April 2017 (07.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 106 589.7
11. April 2016 (11.04.2016) DE

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

(72) Erfinder: HENIKL, Johannes; Steegstraße 5e, 45356
Essen (DE). LEHMANN, Andreas; Sandförter Str. 4b,
47441 Moers (DE).

(74) Anwälte: SCHNEIDERS & BEHRENDT et al.; Huestr.
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).

Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ELECTROHYDRAULIC CONTROL CIRCUIT WITH STEPPING MOTOR

(54) Bezeichnung : ELEKTROHYDRAULISCHER STEUERKREIS MIT SCHRITTMOTOR

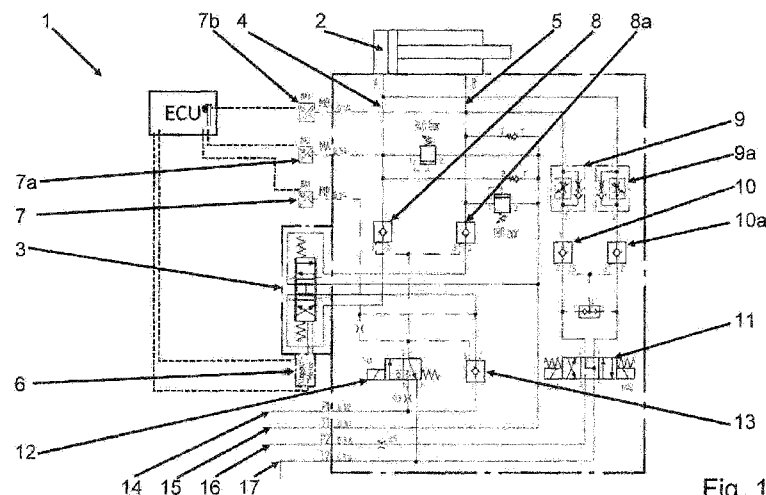


Fig. 1

(57) Abstract: An electrohydraulic control circuit (1) for actuating a hydraulically activated drive assembly (2), by means of which a mast segment of a manipulator, in particular of a large-scale manipulator for truck-mounted concrete pumps, can be adjusted in respect of its orientation, having an electrically actuated proportional valve (3) which is connected to hydraulic working lines (4, 5) of the drive assembly (2) to actuate the latter. The object of the invention is to specify an electrohydraulic control circuit or to provide a manipulator which permits simple control and an outstanding response behaviour of the drives or mast segments. This object is achieved by means of the invention in that the proportional valve (3) can be actuated with a stepping motor (6). Furthermore, the invention relates to a manipulator, in particular to a large-scale manipulator for truck-mounted concrete pumps.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Elektrohydraulischer Steuerkreis (1) zum Ansteuern eines hydraulisch betätigten Antriebsaggregates (2), mittels dessen ein Mastsegment eines Manipulators, insbesondere eines Großmanipulators für Autobetonpumpen, hinsichtlich seiner Orientierung verstellbar ist, mit einem elektrisch angesteuerten Proportionalventil (3), welches mit hydraulischen Arbeitsleitungen (4, 5) des Antriebsaggregates (2) zu dessen Ansteuerung verbunden ist. Aufgabe der Erfindung ist, einen elektrohydraulischen Steuerkreis anzugeben bzw. einen Manipulator zu schaffen, der eine einfache Steuerung und ein hervorragendes Ansprechverhalten der Antriebe bzw. Mastsegmente ermöglicht. Diese Aufgabe löst die Erfindung dadurch, dass das Proportionalventil (3) mit einem Schrittmotor (6) ansteuerbar ist. Außerdem betrifft die Erfindung einen Manipulator, insbesondere einen Großmanipulator für Autobetonpumpen.

Elektrohydraulischer Steuerkreis mit Schrittmotor

- 5 Die Erfindung betrifft einen elektrohydraulischen Steuerkreis zum Ansteuern eines hydraulisch betätigten Antriebsaggregates, mittels dessen ein Mastsegment eines Manipulators, insbesondere eines Großmanipulators für Autobetonpumpen, hinsichtlich seiner Orientierung verstellbar ist, mit einem elektrisch angesteuerten Proportionalventil, welches mit hydraulischen
10 Arbeitsleitungen des Antriebsaggregates zu dessen Ansteuerung verbunden ist.

Ein solcher elektrohydraulischer Steuerkreis ist z.B. aus der WO 2014/165888 A1 bekannt. Der hier offenbarte elektrohydraulische Steuerkreis, welcher vorzugsweise in Form eines Hydraulikblockes direkt an den oder in der Nähe der hydraulischen Antriebsaggregate anzubringen ist, hat insbesondere gegenüber
15 klassisch aufgebauten hydraulischen Systemen zur Ansteuerung der hydraulischen Antriebsaggregate mit zentralem Maststeuerblock große dynamische Vorteile zur Umsetzung einer aktiven Schwingungsdämpfung und vereinfacht die Steuerung des Mastes aufgrund eines verbesserten Ansprechverhaltens der einzelnen Mastsegmente. Allerdings ist der hier
20 vorgeschlagene Steuerkreis in Summe wesentlich schwerer und größer als die üblichen Senkbrems- und Druckbegrenzungsventile, welche ansonsten bei einem klassisch aufgebauten System mit zentralem Maststeuerblock an den hydraulischen Antrieben angebracht sind. Dies ist ein Nachteil dieses Ansatzes, da bei der Konstruktion von Manipulatoren, insbesondere Großmanipulatoren für
25 Autobetonpumpen, die Reduzierung von Gewicht eine entscheidende Rolle bei der Erhöhung der Reichweite spielt. Aus diesem Grund ist für die Auswahl der einzelnen Komponenten des Steuerkreises deren Gewicht ein maßgebliches Kriterium. Die Ventile, welche zur proportionalen Steuerung der hydraulischen

Antriebe verwendet werden, werden üblicherweise mit Proportionalmagneten verstellt. Dabei kann der Ventilschieber durch die von den Proportionalmagneten generierten Kräfte entweder direkt oder elektrohydraulisch vorgesteuert angetrieben werden. Nachteilig an diesen Ventilen ist jedoch, dass diese aufgrund
5 der Proportionalmagnete verhältnismäßig schwer sind. Insbesondere typische am Markt erhältliche Ventile, welche für Volumenströme über 100 l/min ausgelegt sind, wie es bei Großmanipulatoren zum Teil erforderlich ist, weisen ein Gewicht von etwa 7-8 kg auf. Dies ist für die Umsetzung des vorgeschlagenen elektrohydraulischen Steuerkreises von erheblichem Nachteil.

10 Bei dem in der aus der WO 2014/165888 A1 offenbarten Hydraulikkonzept wird auf die übliche Verwendung von Druckwaagen zur Steuerung des Volumenstroms aufgrund von Gewichts- und Bauraumbetrachtungen sowie deren dynamischen Einflusses verzichtet, sodass der sich einstellende Volumenstrom und damit die
15 Geschwindigkeit des Zylinderkolbens stark von den Druckverhältnissen abhängig sind. Zur Steuerung der Verfahrgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders werden alternativ die lokalen Drücke in den Zylinderkammern und der Versorgungsdruck gemessen, um damit jene Ventilstellung zu ermitteln und einzustellen, welche quasistatisch zu der vom Benutzer gewünschten Verfahrgeschwindigkeit führt. Aufgrund dieser Lösungsvariante treten jedoch erhöhte Strömungskräfte an den
20 Ventilen auf, da hier große Volumenströme bei zum Teil großen Druckdifferenzen aufrechtzuerhalten sind. Dies ist ein weiterer Grund für das Erfordernis nach lagegeregelten Ventilen, welche die Strömungskräfte kompensieren können. Bei Ventilen, welche mit Proportionalmagneten angesteuert werden, können diese Effekte jedoch trotz Sensoren zur Lageüberwachung nur unvollständig
25 kompensiert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen elektrohydraulischen Steuerkreis anzugeben bzw. einen Manipulator zu schaffen, der die beschriebenen Nachteile behebt und eine einfache Steuerung und ein optimales Ansprechverhalten der Antriebe bzw. Mastsegmente ermöglicht.

30 Gelöst wird diese Aufgabe durch einen elektrohydraulischen Steuerkreis mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Manipulator gemäß Anspruch 9.

Dadurch, dass das Proportionalventil mit einem Schrittmotor angesteuert wird, lässt sich ein elektrohydraulischer Steuerkreis realisieren, der ein optimales Ansprechverhalten der Mastsegmente gewährleistet. Zudem sind mit einem Schrittmotor ansteuerbare Proportionalventile deutlich leichter und kleiner als
5 ähnlich leistungsfähige Ventile mit Proportionalmagneten, was eine deutliche Gewichtseinsparung und eine Reduzierung des erforderlichen Bauraums ermöglicht.

Die Vorteile des optimalen Ansprechverhaltens der Antriebsaggregate und der deutlichen Gewichtseinsparung kommen insbesondere zum Tragen, wenn das
10 Proportionalventil mit dem Schrittmotor dezentral, das heißt am oder in unmittelbarer Nähe zum Antriebsaggregat angeordnet ist. Durch die kurzen hydraulischen Verbindungsleitungen führen die sehr genauen und in kleinen Schritten einstellbaren Stellschritte des Schrittmotors zu einer noch feinfühligere Ansteuerung der Antriebsaggregate. Bei der üblichen Anordnung der
15 Proportionalventile zur Steuerung der Antriebsaggregate eines Großmanipulators in einem zentral, abseits der Antriebsaggregate angeordnetem, Steuerblock sind die Proportionalventile über relativ lange Hydraulikleitungen mit den Antriebsaggregaten verbunden. Weil bei dieser Anordnung Schlauchbrüche oder ähnliches nicht auszuschließen sind, sind an den Antriebsaggregaten
20 üblicherweise Senkbremsventile angeordnet die ein Absinken des Großmanipulators im Schadensfall verhindern. Diese Senkbremsventile müssen bei Maschinen nach dem Stand der Technik zunächst durch den Hydraulikdruck aufgedrückt werden, bevor eine Reaktion des Antriebsaggregates erfolgen kann, in Verbindung mit den langen Hydraulikleitungen bzw. -schläuchen führt dies zu
25 einem stark verzögerten Ansprechverhalten der Antriebsaggregate. Bei der Anordnung des Proportionalventils mit dem Schrittmotor an oder in unmittelbarer Nähe zum Antriebsaggregat kann die Hydraulikverschlauchung zwischen dem Proportionalventil und dem Antriebsaggregat entfallen und die Senkbremsventile können durch Rückschlagventile mit einem im Vergleich schnelleren
30 Aufsteuerverhalten ersetzt werden, wodurch die Reaktion des Antriebsaggregates auf Stellbefehle des Proportionalventils weiter verbessert wird.

Die Ausführung des Proportionalventils mit einem Schrittmotor ermöglicht zudem eine besonders präzise Steuerung des Ventilkolbens insbesondere im Falle hoher Volumenströme, welche unweigerlich mit hohen Strömungskräften verbunden sind. Sofern die Strömungskräfte nicht die maximal möglichen Haltekräfte des Schrittmotors überschreiten, wird eine angefahrne Position des Ventilkolbens bzw. ein angefahrener Schritt durch den Schrittmotor exakt gehalten.

Dies bietet insbesondere große Vorteile, wenn bei der Steuerung der Verfahrensgeschwindigkeit des hydraulischen Antriebsaggregates auf die Verwendung von Druckwaagen verzichtet wird und anstelle dessen anhand der Messung der Druckverhältnisse die Stellung des Ventilkolbens gesteuert wird.

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

Von besonderem Vorteil ist, dass der Schrittmotor einen nicht-selbsthemmenden Schrittmotorantrieb aufweist. Dadurch kann das Proportionalventil bzw. der Ventilkolben von Rückstellfedern in eine Neutral-/Sperrstellung geschoben werden, wenn der Schrittmotor stromlos ist oder nicht angesteuert wird oder ausgefallen ist.

Weiter vorteilhaft ist, dass über Drucksensoren eine Stellung des Proportionalventils ermittelt wird, die zu einer gewünschten Verfahrensgeschwindigkeit des Antriebsaggregates führt. Durch die Messung der Drücke mit den Drucksensoren wird also jene Stellung des Proportionalventils ermittelt und entsprechend angesteuert, welche zu einem gewünschten Volumenstrom bzw. einer gewünschten Verfahrensgeschwindigkeit des hydraulischen Antriebsaggregats führt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Proportionalventil ein Gehäuse aufweist, welches einen Ventilkolben, eine Rückstellfeder und den Schrittmotor enthält. Ein derartiges Proportionalventil ist einfach und störungsunanfällig aufgebaut, was insbesondere beim Einsatz in Manipulatoren von besonderem Vorteil ist. Insbesondere wenn das

Proportionalventil direkt an dem zugeordneten, zu steuernden Antriebsaggregat angeordnet ist, wo es für Reparaturen unter Umständen schlecht erreichbar ist.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Ansteuerung des Ventilkolbens über eine Zahnstange, insbesondere über ein Getriebe mit Zahnrad und Zahnstange, erfolgt. Eine derartige Ansteuerung des Ventilkolbens ermöglicht eine besonders genaue Einhaltung der Position des Ventilkolbens im Proportionalventil. Aus diesem Grund kann die Ansteuerung des Antriebsaggregates besonders genau erfolgen, was zu einer deutlichen Verbesserung des Ansprechverhaltens von Mast bzw. Mastsegment führt.

10 Weiter vorteilhaft ist, dass der Schrittmotor eine Überwachungseinheit zur Überwachung der vom Schrittmotor durchgeführten Stellschritte aufweist. Eine solche Überwachungseinheit macht eine aufwändige sensorgestützte Überwachung der Ventilkolbenlage überflüssig, wie sie bei Ventilen mit Proportionalmagneten erforderlich ist.

15 Von besonderem Vorteil ist, dass die Überwachungseinheit einen Speicher für die durchgeführten Stellschritte aufweist. Mit einem solchen Speicher gehen die Informationen über die vom Schrittmotor durchgeführten Stellschritte des Ventilkolbens im Proportionalventil nicht verloren.

20 Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht weiter vor, dass das Proportionalventil Volumenströme von bis zu 150 l/min regelt und ein Gesamtgewicht von 3 bis 4 kg aufweist. Ein solches Proportionalventil bietet einen großen Gewichtsvorteil gegenüber bekannten ähnlich leistungsfähigen Ventilen. Dieser Gewichtsvorteil wird dabei insbesondere durch den Verzicht auf einen Proportionalmagneten erreicht.

25 Weiter vorteilhaft ist, dass das Proportionalventil eine Gesamtlänge von höchstens 275 mm, vorzugsweise höchstens 265 mm, bei einer Gesamthöhe von höchstens 120 mm, vorzugsweise höchstens 110 mm, aufweist. Ein solches Proportionalventil bietet einen großen Vorteil hinsichtlich des notwendigen Bauraums gegenüber bekannten ähnlich leistungsfähigen Ventilen. Dieser Vorteil
30 wird insbesondere durch den Verzicht auf einen Proportionalmagneten erreicht.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schrittmotor eine Schrittweite für die Stellschritte zwischen 20 µm und 5 µm, vorzugsweise 10 µm aufweist. Ein solcher Abstand zwischen zwei Stellschritten des Schrittmotors führt zu einer entsprechenden Schrittweite des Ventilkolbens, sodass eine besonders präzise Ansteuerung der Antriebsaggregate gewährleistet werden kann.

Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Manipulator, insbesondere einen Großmanipulator für Autobetonpumpen, mit einem ausfaltbaren Knickmast, 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 hydraulischen Antriebsaggregates begrenzt verschwenkbar sind, wobei ein elektrohydraulischer Steuerkreis gemäß der vorherigen und nachfolgenden Beschreibung zum Steuern wenigstens eines der Antriebsaggregate vorgesehen ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform dieses Manipulators sieht vor, dass das Proportionalventil direkt am oder in unmittelbarer Nähe zum zugeordneten, zu steuernden Antriebsaggregat angeordnet ist. Aufgrund der besonders geringen Größe und des geringen Gewichts des erfindungsgemäßen Proportionalventils eignet sich dieses besonders für einen dezentralen hydraulischen Steuerkreis. So kann das Proportionalventil an dem zu steuernden Antriebsaggregat derart angeordnet sein, dass das Proportionalventil zusammen mit dem Antriebsaggregat am Mastsegment des Knickmastes seine Position gegenüber dem Drehschemel bzw. der Betonpumpe ändert und dabei zuverlässig schaltet.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den folgenden Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

Figur 1 einen Schaltplan eines erfindungsgemäßen Steuerkreises.

- Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines elektrohydraulischen Steuerkreises 1 zum Ansteuern eines hydraulisch betätigten Antriebsaggregates 2, mittels dessen ein nicht gezeigtes Mastsegment eines Manipulators, insbesondere eines Großmanipulators für Autobetonpumpen, hinsichtlich seiner Orientierung verstellbar ist, mit einem elektrisch angesteuerten Proportionalventil 3, welches mit den hydraulischen Arbeitsleitungen 4, 5 des Antriebsaggregates 2 zu dessen Ansteuerung verbunden ist. Das Proportionalventil 3 ist mit einem Schrittmotor 6 ansteuerbar, wobei das Proportionalventil 3 ein Gehäuse aufweist welches einen Ventilkolben, eine Rückstellfeder und den Schrittmotor 6 enthält.
- Die Ansteuerung des Ventilkolbens am Proportionalventil 3 erfolgt über eine Zahnstange mittels des Schrittmotors 6. An dem Schrittmotor 6 ist eine Überwachungseinheit zur Überwachung der von dem Schrittmotor 6 durchgeführten Stellschritte vorgesehen. Um nachvollziehen zu können, in welcher Stellung sich das Proportionalventil 3 befindet, ist zudem ein Speicher vorgesehen für die Speicherung der durchgeführten Stellschritte des Schrittmotors 6. Die Ansteuerung mittels Schrittmotor 6 ermöglicht eine präzise Einstellung des Proportionalventils 3 unabhängig von den auftretenden Strömungskräften, was eine besonders genaue Steuerung des Antriebsaggregates 2 ermöglicht.
- Da das durch den Schrittmotor 6 generierte Drehmoment über ein internes Getriebe mit einer Zahnstange als Kraft auf den Ventilkolben übersetzt wird, kann dieser vorteilhafter Weise wesentlich leichter als ein Proportionalmagnet bei gleicher Leistung ausgestaltet sein. Diese Eigenschaft ermöglicht die Konstruktion eines Proportionalventils 3, welches für Volumenströme bis zu 150 l/min ausgelegt ist und dabei lediglich ein Gesamtgewicht von 3-4 kg aufweist. Weiter vorteilhaft ist, dass das Proportionalventil 3 durch den Entfall der Proportionalmagneten sowie des Sensors zur Lageüberwachung wesentlich kompakter gebaut werden kann. Dies ermöglicht die Konstruktion eines Proportionalventils 3 mit den genannten Leistungsdaten mit einer Gesamtlänge von unter 275 mm bei einer Gesamthöhe von unter 120 mm.

Über das elektrisch angesteuerte Proportionalventil 3 kann das als Hydraulikzylinder ausgestaltete Antriebsaggregat 2 verfahren werden, indem das Proportionalventil 3 die dem Antriebsaggregat 2 zugeordneten Arbeitsleitungen 4,

5 mit einer Druckdifferenz beaufschlagt. Hierfür werden die Arbeitsleitungen 4, 5 wahlweise jeweils mit einer ersten Druckversorgung (P1) 14 oder einem ersten Rücklauf (T1) 15 durch das Proportionalventil 3 verbunden.

Die Ansteuerung des Proportionalventils 3 erfolgt über den zugeordneten
5 Schrittmotor 6 durch eine elektronische Steuereinrichtung ECU (electronic control unit). Die elektronische Steuereinrichtung ECU überwacht den Zustand des Systems, ermöglicht die Implementierung komplexer Algorithmen, bietet eine Schnittstelle zur Kommunikation nach außen über ein Bussystem (beispielsweise CAN) sowie die Möglichkeit, eine Vielzahl von Sensoren mit dieser zu verbinden.

10 Abhängig von der Stellung des Proportionalventils 3 wird ein der Druckversorgung P1 (14) zugeordneter Versorgungsdruck auf eine Arbeitsleitung 4 oder 5 des zugeordneten Antriebsaggregates 2 gegeben. Die Sperrventile 8, 8a erfüllen eine Lasthaltefunktion, wenn sich der Steuerkreis 1 in einem inaktiven Zustand oder sicheren Zustand befindet. Das Sperrventil 13 hat ebenfalls eine

15 Sicherheitsfunktion, insbesondere verhindert es ein Aufdrücken der Sperrventile 8, 8a im Falle eines klemmenden Ventilkolbens im Proportionalventil 3 außerhalb der Mittellage. Mit den Sensoren 7, 7a, 7b werden der Versorgungsdruck der Zuleitung P1, durch Sensor 7 im aktiven Zustand des Steuerkreises 1 und die Drücke in den Arbeitsleitungen 4, 5, durch Sensoren 7a, 7b, zu dem hydraulischen

20 Antriebsaggregat 2 gemessen. Diese Messungen werden von der Steuereinrichtung ECU zur Ermittlung jener Sollstellung des Ventils 3 herangezogen, welche quasistatisch zu einem gewünschten Volumenstrom bzw. einer gewünschten Verfahrgeschwindigkeit des hydraulischen Antriebsaggregats 2 führt. Der Schrittmotor 6 hat hier gegenüber einem Ventil mit

25 Proportionalmagneten den Vorteil, dass die Sollstellung des Ventils besonders genau und weitestgehend unempfindlich gegenüber auftretenden Strömungskräften eingestellt werden kann. Damit wird eine genaue und proportionale Steuerung der Verfahrgeschwindigkeit des hydraulischen Antriebsaggregats 2 ohne das Erfordernis einer gesonderten Druckwaage

30 ermöglicht. Der elektrohydraulische Steuerkreis 1 umfasst in der dargestellten Ausführung außerdem einen optionalen, dem Proportionalventil 3 parallel geschalteten hydraulischen Notkreis für den Notbetrieb. Dieser Notkreis ermöglicht ein Verfahren des Antriebsaggregates 2 bei Ausfall der dem Proportionalventil 3 zugeordneten (vor- bzw. nachgeschalteten) Bauteile. Jedem

Proportionalventil 3 zur Steuerung eines Antriebsaggregates 2 ist vorzugsweise ein eigener Notkreis zugeordnet. Der Notkreis umfasst ein Steuerventil 11 zur Steuerung der Fahrtrichtung des Antriebsaggregates 2 im Notbetrieb sowie zwei gegenseitig verkoppelte Ventile 10, 10a, welche als hydraulische entsperrbare Rückschlagventile oder Senkbremsventile 10, 10a in klassischer Verschaltung ausgeführt sind. Mit den nachgeschalteten einstellbaren Drosseln 9, 9a kann die Fahrtrichtungs- und Fahrgeschwindigkeit im Notbetrieb begrenzt werden. Das Antriebsaggregat 2, insbesondere der Hydraulikzylinder, kann so im Notbetrieb verfahren werden, indem das Steuerventil 11 für den Notbetrieb die dem Antriebsaggregat 2 zugeordneten Arbeitsleitungen 4, 5 mit einer Druckdifferenz beaufschlagt. Hierfür werden die Arbeitsleitungen 4, 5 wahlweise jeweils mit einer zweiten Druckversorgung (P2) 16 oder einem zweiten Rücklauf (T2) 17 von dem Steuerventil 11 verbunden. Im Notbetrieb erfolgt die Druckversorgung des Antriebsaggregates 2 vorzugsweise über die separate Druckversorgung (P2) 16 und den separaten Rücklauf (T2) 17, so dass bei einer Undichtigkeit der Druckversorgung (P1) 14 oder des Rücklaufs (T1) 15 weiterhin eine Steuerung des Antriebsaggregates 2 möglich ist. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass bei Ausfall der regulären Maststeuerung samt Proportionalventil 3 der Mast noch verfahren werden kann, um beispielsweise den Mast einzufahren und gegebenenfalls den Restbeton aus der Betonpumpe und den Förderrohren herauszupumpen. Die elektronische Steuereinrichtung ECU überwacht hierzu den Zustand und das Verhalten des Steuerkreises 1 mittels der zur Verfügung stehenden Sensoren. Sobald die elektronische Steuereinrichtung ECU einen Fehler erkennt, schaltet sie den Steuerkreis 1 automatisch in einen sicheren Zustand. Die Ansteuerung der elektronischen Steuereinrichtung kann über ein BUS-System erfolgen, welches Steuerbefehle und Sollwerte überträgt, die vorzugsweise über eine Benutzerschnittstelle von einem Benutzer vorgegeben werden können. Die Druckversorgungsleitungen (P1, P2) sowie die Rücklaufleitungen (T1, T2) müssen nicht notwendigerweise separiert sein, sondern können auch in geeigneter Weise zusammengefasst sein, um das Gesamtgewicht des Großmanipulators möglichst gering zu halten.

Des Weiteren ist es sinnvoll, für die Proportionalventile 3 mit Schrittmotoren 6 unterschiedliche Leistungsklassen hinsichtlich der zu fördernden Volumenströme vorzusehen, da sich deren Bedarf bezüglich der am Mast befindlichen

hydraulischen Antriebe 2 stark unterscheiden kann. Insbesondere werden für hydraulische Antriebe 2 in Form von Zylindern zur Ansteuerung von Gelenken des Mastes, welche bei ausgestrecktem Mast weit vom Drehschemel entfernt sind, wesentlich kleinere Zylinder im Vergleich zu jenen Gelenken, welche sich
5 nahe am Drehschemel befinden, eingesetzt, da die zu erbringenden Kräfte wesentlich geringer sind. Durch den Einsatz von Proportionalventilen 3 mit an die eingesetzten hydraulischen Antriebe 2 abgestuften Leistungsklassen können noch zusätzliche Einsparungen hinsichtlich des Gewichts und des Bauraums erzielt werden, was für die Auslegung und Konstruktion des Mastes wesentlich
10 von Vorteil sein kann.

Die Antriebsaggregate 2 bei einem Großmanipulator sind in der Regel als doppelt wirkende Hydraulikzylinder ausgebildet. Alternativ könnte es sich bei dem Antriebsaggregat 2 beispielsweise um einen in der Schrift WO 2013/068112 A1 gezeigten Drehantrieb handeln, bei dem die dort gezeigten zwei Ringkolben von
15 zwei separaten, mit Schrittmotoren angesteuerten, Proportionalventilen angesteuert werden.

- Bezugszeichenliste -

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Steuerkreis |
| 2 | Antriebsaggregat |
| 5 | 3 Proportionalventil |
| | 4 Arbeitsleitung A |
| | 5 Arbeitsleitung B |
| | 6 Schrittmotor |
| | 7 7a, 7b Drucksensoren |
| 10 | 8 8a Lasthalte-/Sperrventile |
| | 9 9a einstellbare Drosseln |
| | 10 10a Senkbrems-(Rückschlag-)ventile |
| | 11 Steuerventil (Notbetrieb) |
| | 12 Freigabeventil |
| 15 | 13 Sperrventil |
| | 14 Versorgung (Normalbetrieb) |

15 Rücklauf (Normalbetrieb)

16 Versorgung (Notbetrieb)

17 Rücklauf (Notbetrieb)

ECU Steuereinrichtung

Patentansprüche

1. Elektrohydraulischer Steuerkreis (1) zum Ansteuern eines hydraulisch betätigten Antriebsaggregates (2), mittels dessen ein Mastsegment
5 eines Manipulators, insbesondere eines Großmanipulators für Autobetonpumpen, hinsichtlich seiner Orientierung verstellbar ist, mit einem elektrisch angesteuerten Proportionalventil (3), welches mit hydraulischen Arbeitsleitungen (4, 5) des Antriebsaggregates (2) zu dessen Ansteuerung verbunden ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass das Proportionalventil (3) mit einem Schrittmotor (6) angesteuert wird.

2. Steuerkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass das Proportionalventil (3) direkt am oder in unmittelbarer Nähe zum anzusteuernenden Antriebsaggregat (2) angeordnet ist.

3. Steuerkreis (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
15 dass der Schrittmotor (6) einen nicht-selbsthemmenden Schrittmotorantrieb aufweist.

4. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass über Drucksensoren (7, 7a, 7b) eine Stellung des Proportionalventils (3) ermittelt wird, die zu einer gewünschten
20 Verfahrensgeschwindigkeit des Antriebsaggregates (2) führt.

5. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Proportionalventil (3) ein Gehäuse aufweist, welches einen Ventilkolben, eine Rückstellfeder und den Schrittmotor (6) enthält.

6. Steuerkreis (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des Ventilkolbens über eine Zahnstange erfolgt.

7. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schrittmotor (6) eine Überwachungseinheit zur
5 Überwachung der vom Schrittmotor (6) durchgeführten Stellschritte aufweist.

8. Steuerkreis (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit einen Speicher für die durchgeführten Stellschritte aufweist.

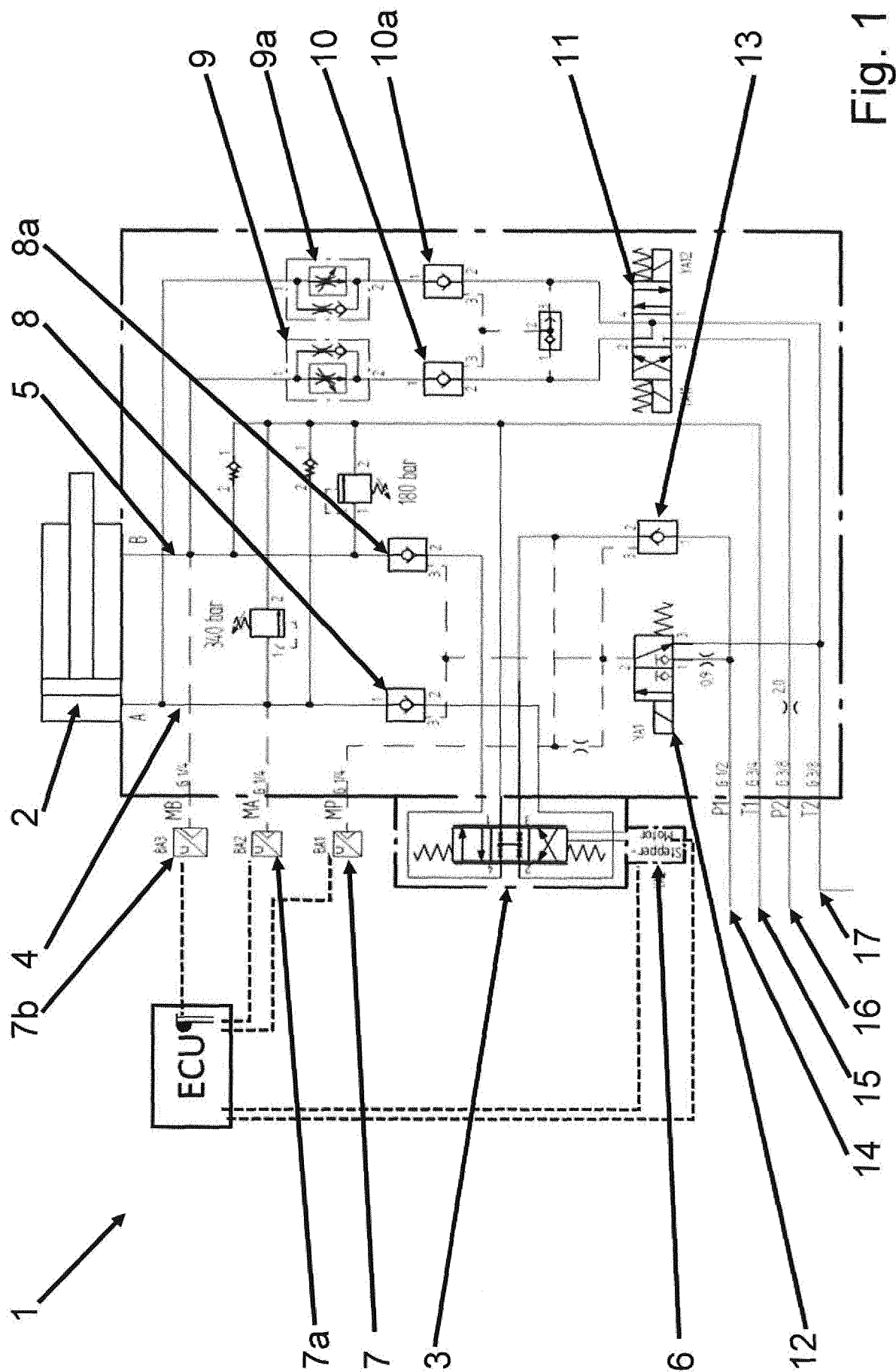
9. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
10 gekennzeichnet, dass das Proportionalventil (3) Volumenströme von bis zu 150 Litern pro Minute regelt und ein Gesamtgewicht von 3 bis 4 kg aufweist.

10. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Proportionalventil (3) eine Gesamtlänge von höchstens 275 mm, vorzugsweise höchstens 265 mm, bei einer Gesamthöhe von höchstens
15 120 mm, vorzugsweise höchstens 110 mm, aufweist.

11. Steuerkreis (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schrittmotor (6) eine Schrittweite für die Stellschritte zwischen 20 μm und 5 μm , vorzugsweise 10 μm aufweist.

12. Manipulator, insbesondere Großmanipulator für Autobetonpumpen,
20 mit einem ausfaltbaren Knickmast, 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 (2) begrenzt verschwenkbar sind, gekennzeichnet durch
25 einen elektrohydraulischen Steuerkreis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Steuern wenigstens eines der Antriebsaggregate (2).

13. Manipulator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Proportionalventil (3) direkt am oder in unmittelbarer Nähe zum zugeordneten, zu steuernden Antriebsaggregat (2) angeordnet ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058326

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F15B11/00 E04G21/04 F15B20/00 F15B13/044 B66C23/00
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)

F15B E04G B66C

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	WO 2015/031587 A1 (VECTOR HORIZON TECHNOLOGIES LLC [US]) 5 March 2015 (2015-03-05)	1-11
Y	paragraph [0028] - paragraph [0077]; figures 1-19	12,13
X	DE 10 2007 048697 A1 (DEERE&CO) 16 April 2009 (2009-04-16)	1-11
Y	paragraph [0029] - paragraph [0054]; figures 1-7	12,13
Y	WO 2014/165888 A1 (TTCONTROL GMBH [AT]) 16 October 2014 (2014-10-16) cited in the application the whole document	12,13
A	DE 42 27 563 A1 (REXROTH MANNESMANN GMBH [DE]) 24 February 1994 (1994-02-24) the whole document	1-13



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

3 July 2017

Date of mailing of the international search report

13/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bindreiff, Romain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/058326

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015031587 A1	05-03-2015	EP 3039299 A1	06-07-2016
		US 2015060707 A1	05-03-2015
		WO 2015031587 A1	05-03-2015

DE 102007048697 A1	16-04-2009	DE 102007048697 A1	16-04-2009
		US 2011202232 A1	18-08-2011
		WO 2009049962 A1	23-04-2009

WO 2014165888 A1	16-10-2014	AT 514115 A1	15-10-2014
		CN 105229312 A	06-01-2016
		EP 2984350 A1	17-02-2016
		US 2016084270 A1	24-03-2016
		WO 2014165888 A1	16-10-2014

DE 4227563 A1	24-02-1994	DE 4227563 A1	24-02-1994
		IT 1272498 B	23-06-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F15B11/00 E04G21/04 F15B20/00 F15B13/044 B66C23/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F15B E04G B66C

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	WO 2015/031587 A1 (VECTOR HORIZON TECHNOLOGIES LLC [US]) 5. März 2015 (2015-03-05)	1-11
Y	Absatz [0028] - Absatz [0077]; Abbildungen 1-19	12,13

X	DE 10 2007 048697 A1 (DEERE&CO) 16. April 2009 (2009-04-16)	1-11
Y	Absatz [0029] - Absatz [0054]; Abbildungen 1-7	12,13

Y	WO 2014/165888 A1 (TTCONTROL GMBH [AT]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	12,13

A	DE 42 27 563 A1 (REXROTH MANNESMANN GMBH [DE]) 24. Februar 1994 (1994-02-24) das ganze Dokument	1-13



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

3. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/07/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bindreiff, Romain

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058326

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2015031587	A1	05-03-2015	EP	3039299 A1		06-07-2016
			US	2015060707 A1		05-03-2015
			WO	2015031587 A1		05-03-2015

DE 102007048697	A1	16-04-2009	DE	102007048697 A1		16-04-2009
			US	2011202232 A1		18-08-2011
			WO	2009049962 A1		23-04-2009

WO 2014165888	A1	16-10-2014	AT	514115 A1		15-10-2014
			CN	105229312 A		06-01-2016
			EP	2984350 A1		17-02-2016
			US	2016084270 A1		24-03-2016
			WO	2014165888 A1		16-10-2014

DE 4227563	A1	24-02-1994	DE	4227563 A1		24-02-1994
			IT	1272498 B		23-06-1997
