

(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
13. Juni 2019 (13.06.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/110051 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01B 5/008 (2006.01) *G01B 11/03* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2018/100987

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Dezember 2018 (04.12.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 128 736.1
04. Dezember 2017 (04.12.2017) DE

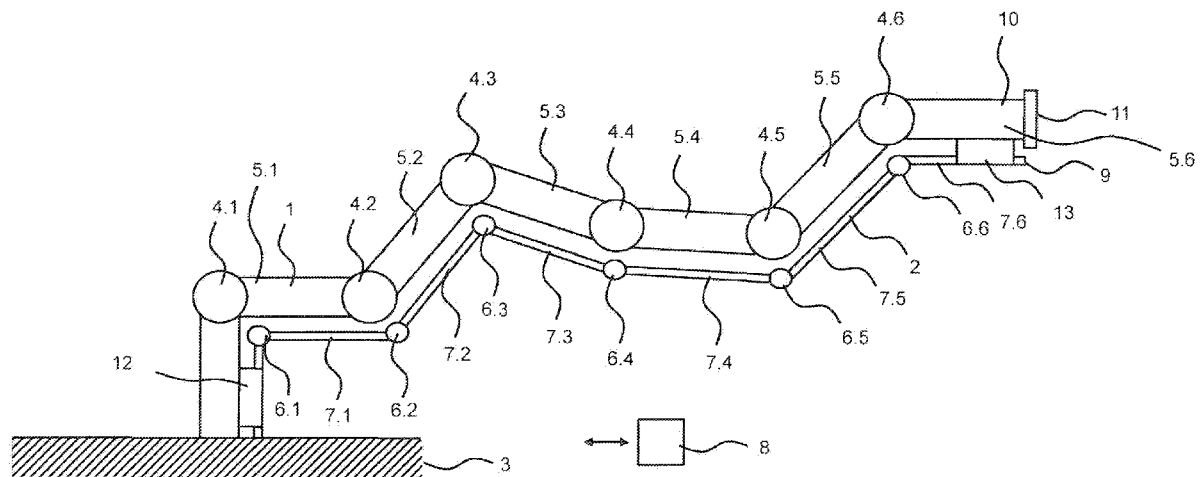
(72) Erfinder; und
(71) Anmelder: GRÄDENER, Alina [DE/DE]; Savignyplatz 5, 10623 Berlin (DE). ROKEACH, Leo [DE/DE]; Bernadotestraße 10a, 14193 Berlin (DE).

(74) Anwalt: BOEHMERT & BOEHMERT ANWALTS-PARTNERSCHAFT MBB; BITTNER, Thomas L., Holterallee 32, 28209 Bremen (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: ASSEMBLY FOR A MEASURING SYSTEM FOR TAKING MEASUREMENTS ON A MEASUREMENT OBJECT, AND METHOD FOR TAKING MEASUREMENTS ON A MEASUREMENT OBJECT USING A MEASURING SYSTEM

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG FÜR EIN MESSSYSTEM ZUM MESSEN AN EINEM MESSOBJEKT UND VERFAHREN ZUM MESSEN AN EINEM MESSOBJEKT MITTELS EINES MESSSYSTEMS



Figur

(57) Abstract: The invention relates to an assembly for a measuring system for taking measurements on a measurement object, comprising an articulated arm with joints, each of which has a joint axis, and link elements, which connect the joints in a serial articulated arm arrangement; a measuring arm with measuring arm joints, each of which has a measuring arm joint axis that extends coaxially to the joint axis of a paired joint of the articulated arm, rotary encoders, each of which is paired with one of the measuring arm joints, and measuring arm link elements, which connect the measuring arm joints in a serial measuring arm arrangement, wherein the measuring arm together with the articulated arm forms a parallel kinematic system, in which one end of the articulated arm is connected to one end of the measuring arm and the opposite end of the articulated arm is connected to the opposite end of the measuring arm; a measurement



WO 2019/110051 A1

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)

reference point, which is arranged on one of the link elements or on one of the measuring arm link elements paired with the link element and connected to same; wherein at least three of the rotary encoders are arranged between the end of the measuring arm and the measuring arm link element; and a measuring device, which is designed to determine a spatial position of the measurement reference point using measurement signals of the rotary encoders of the measuring arm joints. The invention additionally relates to a method for taking measurements on a measurement object using a measuring system.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt mit einem Gelenkarm, mit Gelenken, die jeweils eine Gelenkachse aufweisen, und Gliederelementen, die die Gelenke in einer seriellen Gelenkarmordnung verbinden; einem Messarm, mit Messarmgelenken, die jeweils eine Messarmgelenkachse aufweisen, die sich koaxial zur Gelenkachse eines zugeordneten Gelenks des Gelenkarms erstreckt; Drehgebern, die jeweils einem der Messarmgelenke zugeordnet sind; und Messarmgliederelementen, die die Messarmgelenke in einer seriellen Messarmordnung verbinden; wobei der Messarm mit dem Gelenkarm eine parallele Kinematik bildet, bei der das Ende des Gelenkarms mit einem Ende des Messarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Gelenkarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Messarms verbunden sind; einem Messbezugspunkt, der an einem der Gliederelemente oder an einem der Messarmgliederelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist, wobei zwischen dem Ende des Messarms und dem Messarmgliederelement wenigstens drei der Drehgeber angeordnet sind; und einer Messeinrichtung, die eingerichtet ist, unter Einbeziehung von Messsignalen der Drehgeber der Messarmgelenke eine räumliche Position des Messbezugspunkts zu bestimmen. Weiterhin ist ein Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems geschaffen.

**Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt und Verfahren zum
Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt
5 und ein Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems.

Hintergrund

Solche Anordnungen stellen eine Beweglichkeit im Raum bereit und finden in Messsystem
10 Anwendung, mit denen Messobjekte unterschiedlicher Art vermessen werden können.

Es sind Messsysteme bekannt, bei denen Armgliedern über Gelenke verbunden sind. Die
Anzahl der Gelenke wird als die Anzahl der möglichen Freiheitsgrade (Englisch "Degrees of
Freedom" = DOF) oder Anzahl der Achsen genannt.

15 Das Dokument WO 2007/017235 A2 betrifft einen Roboter-Koordinatenmessmaschinenarm,
umfassend einen Roboter, einen Koordinatenmessmaschinenarm und Übertragungsmittel.
Der Roboter-Koordinatenmessmaschinenarm ist konfiguriert zum Parallelverschieben
und/oder Drehen eines Sondenendes in einem haptischen Modus und umfasst weiterhin
20 einen Greifarm zum Empfangen des Handdrucks eines Bedieners für haptische Steuerung,
wobei der Greifarm hinter einem finalen Gelenk an dem Roboterarm montiert ist.

Aus dem Dokument DE 10 2014 105 456 A1 ist ein Verfahren zur Vermessung der Außen-
kontur von dreidimensionalen Messobjekten bekannt Das Verfahren betrifft insbesondere die
25 Vermessung von industriellen Bauteilen mittels eines Messsystems umfassend eine Robote-
reinheit mit mehreren Roboterarmen und einer vorzugsweise integrierten Robotersteuerein-
heit, zumindest einem freientseitig an einem Roboterarm der Roboterreinheit angeordneten
Messsensoreinheit und zumindest einem Computersystem.

30 In dem Dokument DE 10 2010 043 798 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung systematischer
geometrischer Abweichungen in einem technischen Mehrkörpersystem, welches einen End-
effektor sowie eine Basis umfasst, offenbart.

Zusammenfassung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt und ein Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems
5 anzugeben, mit denen eine verbesserte Messung ermöglicht ist.

Zur Lösung sind eine Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt und ein Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems nach den un-
abhängigen Ansprüchen 1 und 9 geschaffen. Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhän-
10 gigen Unteransprüchen.

Nach einem Aspekt ist eine Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messob-
jekt geschaffen. Die Anordnung weist einen Gelenkarm mit Gelenken, die jeweils eine Ge-
lenkachse aufweisen, und Gliederelementen auf, die die Gelenke in einer seriellen Gelenk-
15 armanordnung verbinden. Es ist ein Messarm, aufweisend: Messarmgelenke, die jeweils
eine Messarmgelenkachse aufweisen, die sich coaxial zur Gelenkachse eines zugeordneten
Gelenks des Gelenkarms erstreckt; Drehgeber, die jeweils einem der Messarmgelenke zu-
geordnet sind; und Messarmgliedererelemente, die die Messarmgelenke in einer seriellen
Messarmanordnung verbinden. Der Messarm bildet mit dem Gelenkarm eine parallele Kine-
20 matik, bei der das Ende des Gelenkarms mit einem Ende des Messarms sowie ein gegen-
überliegendes Ende des Gelenkarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Messarms
verbunden sind. Es ist ein Messbezugspunkt vorgesehen, der an einem der Gliederelemente
oder an einem der Messarmgliedererelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und
mit diesem verbunden ist, angeordnet ist, wobei zwischen dem Ende des Messarms und
25 dem Messarmgliedererelement wenigstens drei der Drehgeber angeordnet sind. Weiterhin ist
eine Messeinrichtung vorgesehen, die eingerichtet ist, unter Einbeziehung von Messsignalen
der Drehgeber der Messarmgelenke eine räumliche Position des Messbezugspunkts zu be-
stimmen.

30 Nach einem weiteren Aspekt ist ein Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels
eines Messsystems geschaffen. Das Messsystem umfasst einen Gelenkarm mit Gelenken,
die jeweils eine Gelenkachse aufweisen, und Gliederelementen, die die Gelenke in einer
seriellen Gelenkarmanordnung verbinden, sowie einen Messarm mit Messarmgelenken, die
jeweils eine Messarmgelenkachse aufweisen, die sich coaxial zur Gelenkachse eines zuge-
35 ordneten Gelenks des Gelenkarms erstreckt, Drehgebern, die jeweils einem der Messarmge-

lenke zugeordnet sind, und Messarmgliedererelementen, die die Messarmgelenke in einer seriellen Messarmanordnung verbinden. Der Messarm bildet mit dem Gelenkarm eine parallele Kinematik, bei der das Ende des Gelenkarms mit einem Ende des Messarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Gelenkarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Messarms verbunden sind. Weiterhin sind ein Messbezugspunkt, der an einem der Gliederelemente oder an einem der Messarmgliedererelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist, wobei zwischen dem Ende des Messarms und dem Messarmgliedererelement wenigstens drei der Drehgeber angeordnet sind, und einer Messeinrichtung vorgesehen. Das Verfahren weist die folgende Schritte auf: Ausbilden einer parallelen Kinematik für Gelenkarm und Messarm, bei der ein Ende des Messarms mit dem Ende des Gelenkarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Messarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Gelenkarms verbunden wird; manuelles Bewegen des Gelenkarms, wobei der Messarm hierbei parallel mitbewegt wird; Erfassen von Messsignalen für die Drehgeber der Messarmgelenke mittels einer Messeinrichtung; und Bestimmen einer räumlichen Position des Messbezugspunkts unter Einbeziehung der Messsignale mittels der Messeinrichtung.

Es ist eine parallele Ausbildung von Gelenkarm und Messarm vorgesehen. Wird der Gelenkarm vom Benutzer manuell bewegt, so führt der Messarm gezwungen die gleiche Bewegung aus. Die räumliche Lage (insbesondere Position und / oder Orientierung) des Messbezugspunkts kann anhand der von den Drehgebern in den Messarmgelenken erhaltenen Messsignalen bestimmt werden. Hieraus kann sodann die Lage des Messbezugspunkts bestimmt werden.

Die Lagebestimmung für den Messbezugspunkt, welcher insoweit als Messgeber dient, erfolgt mithilfe des Messarms, indem mittels der Messeinrichtung die Messsignale der Drehgeber in den Messarmgelenken ausgewertet werden.

Werden Position und Orientierung bestimmt, kann dies auch als Bestimmung der Pose bezeichnet.

Mit der Anordnung kann ein Vertikal-Messsystem ausgebildet werden. Alternativ kann die Anordnung mit der Parallelarmstruktur mit Gelenkarm und Messarm auch für einen Nicht-Vertikal-Messsystem verwendet werden, zum Beispiel einem Messsystem, das an einer aufrecht stehenden Wand montiert ist.

Alle nicht endseitigen Messarmglieder des Messarms können frei von einer Verbindung mit nicht endseitigen Gliederelementen des Gelenkarms gebildet sein. Während die endseitigen Messarmglieder des Messarms sowie die endseitigen Gliederelemente (Armglieder) des Gelenkarms miteinander verbunden sind, besteht eine solche Verbindung zwischen den nicht endseitigen Messarmgliedern und den nicht endseitigen Gliederelementen nicht.

Einem oder mehreren der nicht endseitigen Messarmglieder des Messarms und der nicht endseitigen Gliederelemente des Gelenkarms kann eine Verbindungseinrichtung zugeordnet sein, die eingerichtet ist, für die nicht endseitigen Messarmglieder sowie die nicht endseitigen Gliederelemente paarweise eine lösbare Verbindung auszubilden. Mithilfe der Verbindungseinrichtung können einander zugeordnete Messarmglieder des Messarms und Gliederelemente des Gelenkarms, die in der jeweiligen seriellen Anordnung nicht endseitig angeordnet sind, beim Betrieb der Anordnung zeitweise miteinander verbunden werden. Dieses bedeutet, dass die lösbare Verbindung in einem Bewegungsabschnitt bestehen kann, wohingegen in einem hierauf folgenden Bewegungsabschnitt die Verbindung wieder gelöst ist. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der Messarm auch in singulären Stellungen der Gelenke des Gelenkarms der Bewegung des Gelenkarms folgt, auch wenn aufgrund einer solchen singulären Stellung eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht, dass dies nicht der Fall sein könnte. Mithilfe der Verbindungseinrichtung wird diese Wahrscheinlichkeit für ein Nichtfolgen überwunden. Es ist sichergestellt, dass der Messarm in jeder Stellung der Gelenke der Bewegung des Gelenkarms folgt. Die Verbindungseinrichtung kann beispielsweise eingerichtet sein, die lösbare Verbindung als eine Klemmverbindung auszubilden.

Die lösbare Verbindung kann mittels zugeordneter Steuersignale und / oder manuell aktivierbar und deaktivierbar sein, so dass die Verbindung auf die Aktivierung / Deaktivierung ausgebildet oder gelöst wird. Im Fall der manuellen Aktivierung wird die lösbare Verbindung manuell hergestellt, um diese später wieder zu lösen, beispielsweise dann, wenn für eine folgende Bewegung der Anordnung für den Knickarmroboter keine Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass der Messarm bei dieser Bewegung der Bewegung des Gelenkarms nicht folgen würde. Die zugeordneten Steuersignale zum Aktivieren und zum Deaktivieren können zum Beispiel in Abhängigkeit von Winkelstellungen eines oder mehrerer der Messarmgelenke erzeugt werden. Hierbei kann die jeweilige Winkelstellung eines oder mehrerer der Messarmgelenke herangezogen werden, um die lösbare Verbindung zu aktivieren oder zu deaktivieren, also zu schließen oder zu öffnen. Alternativ oder ergänzend können Messsignale für

Gelenkstellungen der Gelenke des Gelenkarms zum Bestimmen einer Stellung herangezogen werden, die die Aktivierung der lösbaren Verbindung auslöst.

Die Gliederelemente des Gelenkarms können ein Elementgehäuse aufweisen, und der
5 Messarm kann zumindest abschnittsweise in einem oder mehreren der Elementgehäuse angeordnet sein. Bei dieser Ausführungsform verlaufen beispielsweise Messarmglieder-elemente des Messarms im Elementgehäuse.

Der Gelenkarm und der Messarm können jeweils mindestens fünf Drehachsen aufweisen,
10 die mit den Gelenken und den Messarmgelenken bereitgestellt sind. In einer Ausführungsform weisen der Gelenkarm und der Messarm sechs oder mehr Gelenke mit zugeordneten Drehachsen auf.

Die Messarmglieder-elemente können als Stäbe aus einem faserverstärkten Material beste-
15 hen. Hierbei können zum Beispiel kohlefaserverstärkte Materialien zum Einsatz kommen.

Der Messbezugspunkt kann an einem Endeffektor angeordnet sein, welcher an dem Glieder-
element oder dem der Messarmglieder-elemente, welches dem Gliederelement zugeord-
net und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist.

20 In Verbindung mit dem Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsys-tems können die vorangehend erläuterten alternativen Ausgestaltungen entsprechend vor-gesehen sein.

25 Bei dem Verfahren kann vorgesehen sein, dass eine Verbindungseinrichtung für ein oder mehrere nicht endseitige Messarmglieder des Messarms sowie nicht endseitige Glieder-ele-mente des Gelenkarms aktiviert wird, wenn für den Gelenkarm und / oder den Messarm eine singuläre Armstellung bestimmt wird, die durch vorgegebene Stellungen für ein oder mehrere der Gelenke / Messarmgelenke bestimmt ist, wobei beim Aktivieren der Verbindungseinrich-
30 tung eine oder mehrere lösbare Verbindungen zwischen den nicht endseitigen Messarmglie-dern und den nicht endseitigen Gliederelementen paarweise ausgebildet werden. Im Laufe einer Bewegung von Gelenkarm und Messarm, die mehrere Bewegungsabschnitte oder -elemente aufweist, kann die lösbare Verbindung für einzelne oder mehrere Bewegungsab-schnitte aktiviert werden, wohingegen die Verbindung in anderen Bewegungsabschnitten
35 gelöst ist. Das Lösen oder Verbinden kann in Abhängigkeit von aktuell gemessenen Gelenk-

stellungen für die Messarmgelenke und / oder die Gelenke des Gelenkarms ausgeführt werden.

An einem der Gliederelemente oder an einem der Messarmgliederelemente ist der Messbezugspunkt angeordnet, zum Beispiel an einem Messglied. Das Messglied kann mit einem Taster gebildet sein, zum Beispiel einer Tastkugel. Weiter kann die Position mit einer Laser-Entfernungsmesseinrichtung berührungslos erfasst werden. Am Messglied kann auch eine 3D-Kamera vorgesehen sein, mit deren Hilfe ein 3D-Bild des Messobjektes erfasst werden kann.

10

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf eine Figur erläutert.

15

Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt mit einem Gelenkarm 1 und einem parallel hierzu ausgebildeten Messarm 2. Gelenkarm 1 und Messarm 2 bilden parallele Kinematiken (Parallelarmstruktur), derart, dass der Messarm 2 eine von dem Gelenkarm 1 ausgeführte Armbewegung (zwingend) nachverfolgt.

20

Der Gelenkarm 1 ist auf einer Plattform 3 montiert und weist Gelenke 4.1, ..., 4.6 auf, die über Gliederelemente 5.1, ..., 5.6 seriell miteinander verbunden sind. Die Figur zeigt eine vereinfachte Darstellung. Abweichend hiervon können ein oder mehrere der Gliederelemente 5.1, ..., 5.6 unter unterschiedlichen Winkeln in die Zeichenebene hinein gerichtet sein, wie dies für Knickarmroboter als solches bekannt ist.

25

Der Messarm 2 weist Messgelenke 6.1, ..., 6.6 sowie diese seriell verbindenden Messarmgliederelemente 7.1, ..., 7.6 auf. Drehachsen der Messarmgelenke 6.1, ..., 6.6 sind koaxial zu den Drehachsen der Gelenke 4.1, ..., 4.6 angeordnet. Endseitige Gliederelemente 5.1, 5.6 sowie endseitige Messarmgliederelemente 7.1, 7.6 sind paarweise miteinander fest verbunden.

30

Die Messarmgelenke 6.1, ..., 6.6 weisen jeweils einen Drehgeber auf, der an eine Messeinrichtung 8 koppelt. Anhand der Messsignale der Drehgeber aus den Messarmgelenken 6.1,

35

..., 6.6 kann die Messeinrichtung 8 die Position und / oder die Orientierung eines Endes 9 des Messarms 2 bestimmen. Hieraus ist die Position und / oder die Orientierung eines Endes 10 des Gelenkarms 1 bestimmbar, an dem ein Messbezugspunkt 11 angeordnet ist, zum Beispiel an einem Messglied. Das Messglied kann mit einem Taster gebildet sein, zum Beispiel einer Tastkugel. Weiter kann die Position mit einer Laser-Entfernungsmesseinrichtung berührungslos erfasst werden. Am Messglied kann auch eine 3D-Kamera vorgesehen sein, mit deren Hilfe ein 3D-Bild des Messobjektes erfasst werden kann. Die Positionsbestimmung mithilfe des Messarms 2 ermöglicht das Bestimmen der Position und / oder Orientierung der Messbezugspunkt 11.

10

Zum paarweisen Verbinden der endseitigen Gliederelemente 5.1, 5.6 sowie der endseitige Messarmglieder-elemente 7.1, 7.6 sind Verbindungen 12, 13 vorgesehen, zum Beispiel in Form einer festen mechanischen Verbindung, die wahlweise lösbar sein kann.

15

Die Messarmglieder-elemente 7.1, ..., 7.6 können beispielsweise als Stäbe ausgeführt sein, zum Beispiel aus einem faserverstärkten Material.

20

Die Anordnung für das Messsystem weist an dem Messarm 2 vorzugsweise hochauflösend ausgeführte Drehgeber in den Messarmgelenken 6.1, ..., 6.6 parallel zum Gelenkarm 1 auf. Hierbei ist ein physischer Kontakt für das jeweils erste und letzte Gliederelement in der Kette des Gelenkarms 1 und des Messarms 2 vorgesehen.

25

Die Achsen der Messarmgelenke 6.1, ..., 6.6 stimmen mit den Achsen der Gelenke 4.1, ..., 4.6 überein (beide Drehachsen sind coaxial).

30

Für den Sonderfall der singulären Stellungen der einzelnen Gelenke könnte es ohne besondere Vorkehrungen vorkommen, dass der betreffende Messarm nicht der Gelenkarmkette folgt. Hierfür wird ein Klemmmechanismus, der nur für diese Stellungen eine feste Verbindung des betreffenden Gelenks mit dem Gelenk hat, vorgeschlagen. Hierbei kann die Aktivierung dieser Klemmung mechanisch oder fremdaktiviert erfolgen.

35

Die Drehachsen der Anordnung mit dem Messarm 2 sind im Rahmen der Fertigungsgenauigkeit und Verformungsgenauigkeit coaxial mit den jeweiligen Achsen des Gelenkarms 1.

35

In der Regel wird das System auf einem Sechs-Achsen-System angewendet. In diesem Fall wird die Anordnung für das Messsystem mit dem festen Glied (Gestell) und dem Messbe-

zugspunkt verbunden. Da insgesamt eine Sechs-Achsen-Bewegung im Messsystem durchgeführt wird, muss das Messsystem in allen sechs Achsen am Messbezugspunkt befestigt werden (feste Einspannung). Denkbar ist auch ein Fünf-Achsen-System. Hier wäre es nötig, damit keine Zwänge im Messsystem entstehen, nur fünf Achsen am Messbezugspunkt festzuhalten - die Drehachse, dort wo die sechste Achse normalerweise wäre, müsste frei drehbar sein. Das Messsystem mit dem Messarm 2 weist dann auch nur fünf Winkeldrehgeber auf.

Alternativ können alle sechs Freiheitsgrade des Messsystems am Messbezugspunkt gehalten und nur fünf Achsen am Anfang des Messsystems gehalten werden. Hierbei sollte der Freiheitsgrad der ersten Achse (vertikale Drehachse) frei gehalten werden.

Es kann vorgesehen sein, die Anordnung mit dem Messarm 2 nur für eine beschränkte Anzahl von Drehachsen zu verwenden. Zum Beispiel könnte die Anordnung an dem Messarmglied 7.1 zwischen Achse 1 und 2 (in den Messarmgelenken 6.1, 6.2) und an dem Messarmglied 7.5 liegen. In diesem Fall hätte die Anordnung vier Drehgeber, und das Ende des Messarms 2 müsste zwei Freiheitsgrade freigeben ($4+2 = 6$), damit eine eindeutige Lage festgehalten wird und keine Zwänge in der Anordnung mit dem Messarm 2 entstehen.

Auch Messsysteme mit mehr als sechs Achsen, wie sie zum Beispiel im schwerelosen Raum eingesetzt werden, kann mit einer solchen Anordnung ausgestattet sein. Die Anordnung mit dem Messarm 2 hat dann nicht mehr als sechs Freiheitsgrade. Dann würde es nur sechs Achsen überspannen. Alternativ könnte die Anordnung mit dem Messarm 2 mehr als sechs Drehgeber haben, und eine Anzahl von Drehgeber, die mehr als sechs sind, kann vom Gelenkarm 1 mit einem Freiheitsgrad geführt werden.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen sowie der Figur offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der verschiedenen Ausführungen von Bedeutung sein.

Ansprüche

1. Anordnung für ein Messsystem zum Messen an einem Messobjekt, mit
 - einem Gelenkarm, mit
 - 5 - Gelenken, die jeweils eine Gelenkachse aufweisen; und
 - Gliederelementen, die die Gelenke in einer seriellen Gelenkarmordnung verbinden;
 - einem Messarm, mit
 - Messarmgelenken, die jeweils eine Messarmgelenkachse aufweisen, die sich koaxial zur Gelenkachse eines zugeordneten Gelenks des Gelenkarms erstreckt;
 - 10 - Drehgebern, die jeweils einem der Messarmgelenke zugeordnet sind; und
 - Messarmgliederelementen, die die Messarmgelenke in einer seriellen Messarmordnung verbinden;

wobei der Messarm mit dem Gelenkarm eine parallele Kinematik bildet, bei der das Ende des Gelenkarms mit einem Ende des Messarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Gelenkarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Messarms verbunden sind;

 - 15 - einem Messbezugspunkt, der an einem der Gliederelemente oder an einem der Messarmgliederelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist, wobei zwischen dem Ende des Messarms und dem Messarmgliederelement wenigstens drei der Drehgeber angeordnet sind; und
 - 20 - einer Messeinrichtung, die eingerichtet ist, unter Einbeziehung von Messsignalen der Drehgeber der Messarmgelenke eine räumliche Position des Messbezugspunkts zu bestimmen.
2. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle nicht endseitigen Messarmgliederelemente des Messarms, die von dem Messarmgliederelement verschieden sind, frei von einer Verbindung mit nicht endseitigen Gliederelemente des Gelenkarms gebildet sind.
3. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einem oder mehreren der nicht endseitigen Messarmglieder des Messarms und der nicht endseitigen Gliederelemente des Gelenkarms eine Verbindungseinrichtung zugeordnet ist, die eingerichtet ist, für die nicht endseitigen Messarmglieder sowie die nicht endseitigen Gliederelemente paarweise eine lösbare Verbindung auszubilden.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die lösbare Verbindung mittels zugeordneter Steuersignale und / oder manuell aktivierbar und deaktivierbar ist, so dass die Verbindung auf die Aktivierung / Deaktivierung ausgebildet oder gelöst wird.
- 5 5. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gliederelemente des Gelenkarms ein Elementgehäuse aufweisen und der Messarm zumindest abschnittsweise in einem oder mehreren der Elementgehäuse angeordnet ist.
- 10 5. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gelenkarm und der Messarm jeweils mindestens fünf Drehachsen aufweisen, die mit den Gelenken und den Messarmgelenken bereitgestellt sind.
- 15 6. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messarmgliedererelemente als Stäbe aus einem faserverstärkten Material bestehen.
- 20 7. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Messbezugspunkt verlagerbar angeordnet ist, derart, dass der Messbezugspunkt an verschiedenen Gliederelementen / Messarmgliedererelementen angeordnet werden kann.
- 25 8. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Messbezugspunkt an einem Endeffektor angeordnet ist, welcher an dem Gliederelement oder dem der Messarmgliedererelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist.
9. Verfahren zum Messen an einem Messobjekt mittels eines Messsystems mit
- einem Gelenkarm, aufweisend
 - 30 - Gelenke, die jeweils eine Gelenkachse aufweisen; und
 - Gliederelemente, die die Gelenke in einer seriellen Gelenkarmanordnung verbinden;
 - einem Messarm, aufweisend

- Messarmgelenke, die jeweils eine Messarmgelenkachse aufweisen, die sich koaxial zur Gelenkachse eines zugeordneten Gelenks des Gelenkarms erstreckt;
- Drehgeber, die jeweils einem der Messarmgelenke zugeordnet sind; und
- Messarmgliederelemente, die die Messarmgelenke in einer seriellen Messarm-

5 ordnung verbinden;
wobei der Messarm mit dem Gelenkarm eine parallele Kinematik bildet, bei der das Ende des Gelenkarms mit einem Ende des Messarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Gelenkarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Messarms verbunden sind;

- einen Messbezugspunkt, der an einem der Gliederelemente oder an einem der Mess-
- 10 armgliederelemente, welches dem Gliederelement zugeordnet und mit diesem verbunden ist, angeordnet ist, wobei zwischen dem Ende des Messarms und dem Messarm-
- gliederelement wenigstens drei der Drehgeber angeordnet sind; und
 - einer Messeinrichtung;

wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Ausbilden einer parallelen Kinematik für Gelenkarm und Messarm, bei der ein Ende des
- 15 Messarms mit dem Ende des Gelenkarms sowie ein gegenüberliegendes Ende des Messarms mit einem gegenüberliegenden Ende des Gelenkarms verbunden wird;- manuelles Bewegen des Gelenkarms, wobei der Messarm hierbei parallel mitbewegt wird;

20 -

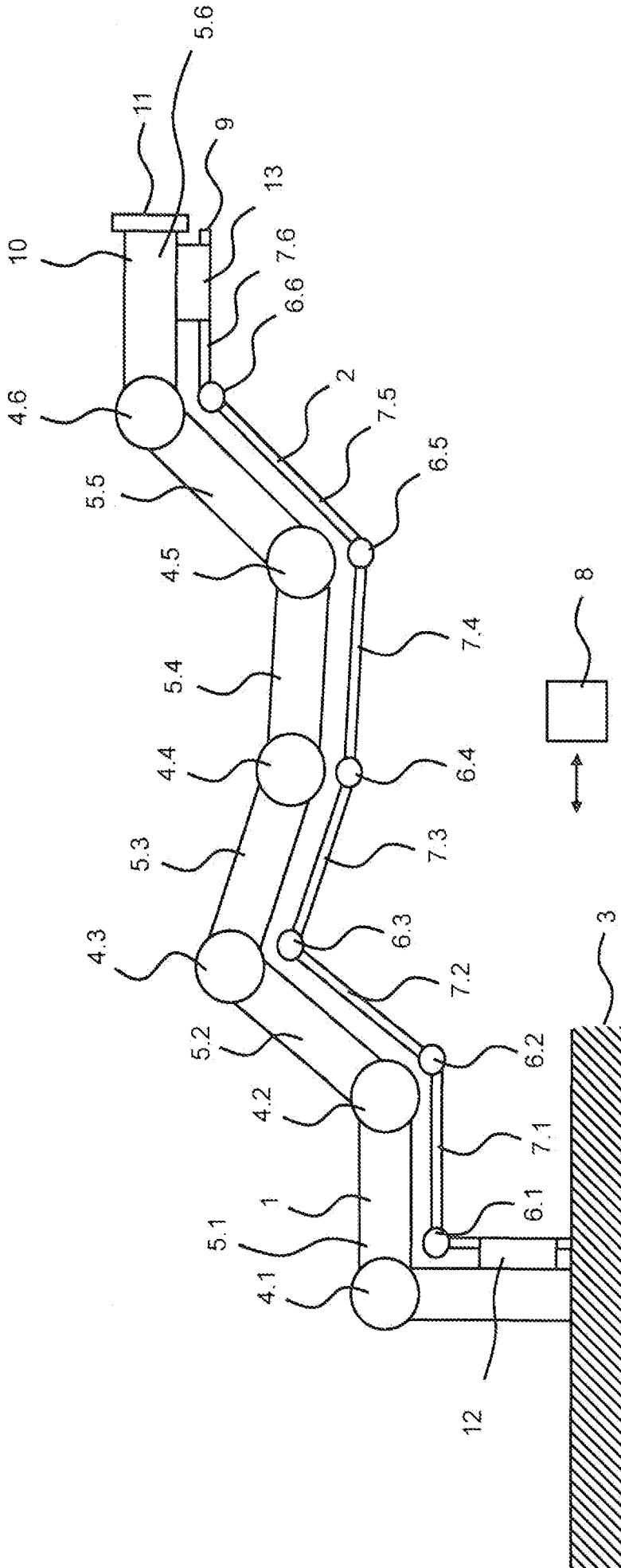
 - Erfassen von Messsignalen für die Drehgeber der Messarmgelenke mittels einer Mess-

 einrichtung; und

 - Bestimmen einer räumlichen Position des Messbezugspunkts unter Einbeziehung der

 Messsignale mittels der Messeinrichtung.

- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass eine Verbindungseinrichtung für ein oder mehrere nicht endseitige Messarmglieder des Messarms sowie nicht end-
- seitige Gliederelemente des Gelenkarms aktiviert wird, wenn für den Gelenkarm und / oder den Messarm eine singuläre Armstellung bestimmt wird, die durch vorgegebene Stellungen
- für ein oder mehrere der Gelenke / Messarmgelenke bestimmt ist, wobei beim Aktivieren
- 30 der Verbindungseinrichtung eine oder mehrere lösbare Verbindungen zwischen den nicht endseitigen Messarmgliedern und den nicht endseitigen Gliederelementen paarweise aus-
- gebildet werden.



Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2018/100987

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01B 5/008</i> (2006.01)i; <i>G01B 11/03</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01B; B25J 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007017235 A2 (3D SCANNERS LTD [GB]; CRAMPTON STEPHEN JAMES [GB]) 15 February 2007 (2007-02-15) cited in the application	1,2,5-10
A	page 24 - page 25; figure 10	3,4,11
X	WO 2004096502 A1 (CRAMPTON STEPHEN JAMES [GB]) 11 November 2004 (2004-11-11)	1,2,5-10
A	page 111 - page 112; figure 79	3,4,11
A	EP 2732934 A2 (CVUT V PRAZE FAKULTA STROJNÍ [CZ]) 21 May 2014 (2014-05-21) paragraph [0008] - paragraph [0009]; figure 1	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 07 March 2019		Date of mailing of the international search report 20 March 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Gomez, Adriana Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2018/100987

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2007017235	A2	15 February 2007	EP	1920215	A2	14 May 2008
				WO	2007017235	A2	15 February 2007
WO	2004096502	A1	11 November 2004	CA	2522097	A1	11 November 2004
				EP	1633534	A1	15 March 2006
				GB	2417090	A	15 February 2006
				KR	20060015557	A	17 February 2006
				US	2005166413	A1	04 August 2005
				US	2008235970	A1	02 October 2008
				WO	2004096502	A1	11 November 2004
EP	2732934	A2	21 May 2014	CZ	304634	B6	13 August 2014
				EP	2732934	A2	21 May 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2018/100987

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01B5/008 G01B11/03
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01B B25J

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/017235 A2 (3D SCANNERS LTD [GB]; CRAMPTON STEPHEN JAMES [GB]) 15. Februar 2007 (2007-02-15) in der Anmeldung erwähnt	1,2,5-10
A	Seite 24 - Seite 25; Abbildung 10 -----	3,4,11
X	WO 2004/096502 A1 (CRAMPTON STEPHEN JAMES [GB]) 11. November 2004 (2004-11-11)	1,2,5-10
A	Seite 111 - Seite 112; Abbildung 79 -----	3,4,11
A	EP 2 732 934 A2 (CVUT V PRAZE FAKULTA STROJNÍ [CZ]) 21. Mai 2014 (2014-05-21) Absatz [0008] - Absatz [0009]; Abbildung 1 -----	1-11

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. März 2019	20/03/2019

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 Gomez, Adriana
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2018/100987

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007017235 A2	15-02-2007	EP 1920215 A2 WO 2007017235 A2	14-05-2008 15-02-2007

WO 2004096502 A1	11-11-2004	CA 2522097 A1 EP 1633534 A1 GB 2417090 A KR 20060015557 A US 2005166413 A1 US 2008235970 A1 WO 2004096502 A1	11-11-2004 15-03-2006 15-02-2006 17-02-2006 04-08-2005 02-10-2008 11-11-2004

EP 2732934 A2	21-05-2014	CZ 304634 B6 EP 2732934 A2	13-08-2014 21-05-2014
