

(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  
6. November 2014 (06.11.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/177284 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*G01L 1/04* (2006.01) *G01L 5/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2014/001179
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
2. Mai 2014 (02.05.2014)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2013 007 535.1 3. Mai 2013 (03.05.2013) DE
- (71) **Anmelder:** UNIFLEX-HYDRAULIK GMBH [DE/DE];  
Robert-Bosch-Strasse 50-52, 61184 Karben (DE).
- (72) **Erfinder:** VON WAITZ, Harald; Emmerichshofen,  
63796 Kahl am Main (DE). BAUMGARTNER, Carsten;  
In der Lautenbach 2, 35321 Laubach (DE). HEJPLIK,  
Vaclav; Philip-Reis-Strasse 13a, 63128 Dietzenbach (DE).
- (74) **Anwalt:** GRÄTTINGER MÖHRING VON  
POSCHINGER; Patentanwälte Partnerschaft,  
Wittelsbacherstrasse 2b, 82319 Starnberg (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, 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, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

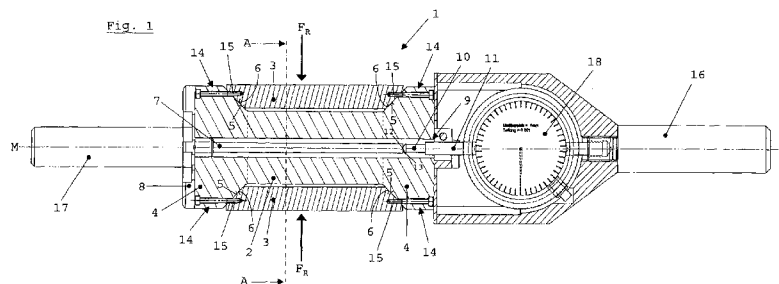
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, 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:** FORCE-MEASURING DEVICE

(54) **Bezeichnung :** KRAFT-MESSVORRICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a force-measuring device (1) for the integrating measurement of at least three radial forces (FR) acting centrally, in particular for radial presses or collets. The force-measuring device comprises a stretching-element assembly, which is concentric to a measurement axis (M) and which comprises at least one stretching element (2). The force-measuring device (1) also has at least three pressure elements (3) spaced from each other in a circumferential direction, wherein two spreading elements (4) are connected to the at least one stretching element (2) at ends of the stretching element, the pressure elements (3) are supported, by means of pressure inclines (5), on corresponding sliding inclines (6) of the spreading elements (4), a transmitting element (7) is fastened to a first of the two spreading elements (4), and a measuring sensor (9) acts between the second of the two spreading elements (4) and the transmitting element (7).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kraft-Messvorrichtung (1) zur integrierenden Messung mindestens dreier zentrisch wirkender Radialkräfte (FR), insbesondere für Radialpressen oder Spannzangen, welche eine zu einer Messachse (M) konzentrische, mindestens ein Dehnelement (2) umfassende Dehnelementanordnung umfasst.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/177284 A1

---

Die Kraft-Messvorrichtung (1) weist weiterhin mindestens drei, in Umfangsrichtung zueinander beabstandete Druckglieder (3) auf, wobei mit dem mindestens einem Dehnelement (2) endseitig zwei Spreizglieder (4) verbunden sind, die Druckglieder (3) sich über Druckschrägen (5) an korrespondierenden Gleitschrägen (6) der Spreizglieder (4) abstützen, an einem ersten der beiden Spreizglieder (4) ein Übertragungsglied (7) fixiert ist und zwischen dem zweiten der beiden Spreizglieder (4) und dem Übertragungsglied (7) ein Messaufnehmer (9) wirkt.

### **Kraft-Messvorrichtung**

Die Erfindung betrifft eine Kraft-Messvorrichtung zur integrierenden Messung mindestens dreier zentrisch wirkender Radialkräfte, insbesondere für Radialpressen oder Spannzangen, umfassend eine zu einer Messachse konzentrische, mindestens ein Dehnelement umfassende Dehnelementanordnung.

Bei vielen technischen Anwendungen, insbesondere im Zusammenhang mit Radialpressen und Spannzangen, können drei oder mehr Radialkräfte zentrisch, d.h. in Richtung einer zentralen Messachse wirken. Die Anzahl der auftretenden Radialkräfte kann bei einer Radialpresse beispielsweise von der Anzahl vorhandener Pressbacken bestimmt sein. Es besteht ein Bedürfnis, genannte Radialkräfte in Ihrer Gesamtheit im Sinne einer räumlich integrierenden Messung erfassen und daraus eine Wirkkraft ermitteln zu können, welche die Überlagerung der wirkenden Radialkräfte repräsentiert.

Aus DE 689 15 875 T2 ist eine Vorrichtung bekannt, mit welcher eine radial auf mehrere Rippen eines Rippenkäfigs wirkende Kraft eines Fluidmediums in eine verstärkte axial wirkende Kraft einer mit den Rippen gekoppelten Druckstange gewandelt wird. Zur Umwandlung der Radialkraft in die axiale Kraft sind die Rippen mittels einer Feder vorzuspannen, deren Federspannung im Laufe der Zeit nachlässt. Das gleiche gilt für die Rippen, wenn diese aus elastischem Material hergestellt

sind. Mittels der axialen Kraft der Druckstange kann ein Schalter betätigt werden. Die DE 689 15 875 T2 liefert noch keinen Hinweis, die Vorrichtung zum Messen von Kräften einzusetzen. Sie wäre dazu auch nicht gut geeignet, weil sich die Nachgiebigkeit der vielen elastischen Elemente nachteilig auf die Messgenauigkeit auswirken würde. Des Weiteren sind die Rippen erfindungsgemäß sehr schwach und können keinen großen Kräften widerstehen. Insbesondere wenn die Rippen, wie dies alternativ ebenfalls vorgesehen sein soll, schwenkbar aneinander befestigt würden, wäre die Vorrichtung nicht in der Lage, hohe Kräfte, wie sie beispielsweise in Radialpressen oder beim Einsatz von Spannzangen auftreten, auszuhalten und messen zu können.

Die DE 40 25 353 A1 offenbart zwei im Wesentlichen zylindrische Sensoren zur Messung von auf ihre jeweiligen Mantelflächen senkrecht einwirkenden Kräften. Es ist vorgesehen, dass der Sensor beispielsweise in eine Bohrung eingetrieben wird, um in diesem dauernde Radialkraftvariationen zu messen. Gemäß einer Ausführungsform weist der Sensor dazu einen rohförmigen piezoelektrischen Doppelkristall auf, der auf Radialkräfte anspricht. Eine solche Lösung ist sehr teuer. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist ein mit Öl gefüllter Sensorkörper vorgesehen. Wirken Radialkräfte auf den Sensorkörper, so erfährt das in ihm befindliche Öl eine Druckänderung, welche durch einen piezoresistiven Sensor übertragen. Für die Messung der Kraft durch die beschriebenen beiden Sensoren ist eine elektro-

mechanische Wandleranordnung erforderlich, eine direkte Messung mit rein mechanischen Mitteln ist nicht möglich. Des weiteren eignen sich die Sensoren eher für langzeitdynamische Kraftänderungen und weniger für sich kurzzeitig verändernde Radialkräfte, wie sie bei einer Radialpresse oder einer Spannzange auftreten.

Durch die US 4 259 863 A wird eine sehr aufwendige Vorrichtung zur Messung von Kräften und Biegemomenten in der und um die x-, y- sowie z-Achse mittels einer Mehrzahl an Sensoren und Federn gezeigt. Diese Vorrichtung ist jedoch nur sehr bedingt für die Erfassung von Radialkräften geeignet.

Weiteren technologischen Hintergrund der Erfindung bilden - ohne jedoch eine Dehnelementanordnung der eingangs genannten Art aufzuweisen - insoweit auch die DE 10051010 A1 und die EP 419129. Durch die DE 10051010 A1 ist ein Kraftmesswerkzeug gezeigt, bei dem zwei Hebel an die Pressgeometrie eines Vierdorn-Presskopfes angepasst sind und die bei Verpressung auf einen Drucksensor wirken. Die EP 0 419 129 A1 zeigt eine Presse mit in der Presse angeordneten Kraft-Messvorrichtungen, z.B. Dehnungs-Messstreifen.

Mit keiner der zitierten Vorrichtungen ist es in befriedigender Weise möglich, mit einfachen Mitteln eine genaue und zuverlässige integrierende Messung, insbesondere in Radialpressen oder Spannzangen, im vorstehend genannten Sinne durchzuführen.

Im Hinblick auf die vorstehend beschriebenen Probleme, Beschränkungen und Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen ist es Aufgabe der Erfindung, eine einfache Kraft-Messvorrichtung zu schaffen, mit welcher eine verbesserte, integrierende Messung von Radialkräften, insbesondere in Radialpressen oder Spannzangen, möglich ist.

Die Aufgabe wird mit der Kraft-Messvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Kraft-Messvorrichtung zeichnet sich in funktioneller Kombination mit den eingangs erwähnten Merkmalen dadurch aus, dass die Kraft-Messvorrichtung mindestens drei, in Umfangsrichtung zueinander beabstandete Druckglieder umfasst, wobei mit dem mindestens einem Dehnelement endseitig zwei Spreizglieder verbunden sind, die Druckglieder sich über Druckschrägen an korrespondierenden Gleitschrägen der Spreizglieder abstützen, an einem ersten der beiden Spreizglieder ein Übertragungsglied fixiert ist und zwischen dem zweiten der beiden Spreizglieder und dem Übertragungsglied ein Messaufnehmer wirkt.

Mit der erfindungsgemäßen Kraft-Messvorrichtung ist es möglich, mindestens drei an ihr angreifende Radialkräfte intern in eine zu der Summe der Radialkräften senkrechte Axialkraft, welche der Wirkkraft entspricht, zu wandeln und diese zu messen. Der Wert der Axialkraft wird dabei aus den Ausdehnungen der Spreizglieder und

eventuell auch des wenigstens einen Dehnelements in axialer Richtung ermittelt.

Im Folgenden wird - sofern nichts anderes erwähnt ist - im Rahmen der Erfindungsbeschreibung auf eine typische Radialpresse mit wenigstens drei Pressbacken Bezug genommen, welche mittels geeigneter Kraftmittel radial nach innen senkrecht zu einer gemeinsamen zentralen Achse verschoben werden können, wodurch ein zwischen den Pressbacken befindliches Werkstück radial gepresst werden kann. Für eine solche Radialpresse stellt die Erfindung ein zwar bevorzugtes, jedoch nicht auf dieses beschränktes Anwendungsgebiet dar. Ebenso ist es mit der erfindungsgemäßen Kraft-Messvorrichtung beispielsweise möglich, eine Wirkkraft zu messen, welche durch eine Spannzange erzeugt wird.

Die Kraft-Messvorrichtung weist wenigstens drei Druckglieder auf, an denen die zentrisch wirkenden Radialkräfte der Pressbacken angreifen können. Zur Messung der Wirkkraft der Pressbacken kann die Kraft-Messvorrichtung anstatt eines Werkstücks zwischen den Pressbacken positioniert werden. Durch diese bevorzugte und für die weitere Beschreibung zugrunde gelegte Anwendung ist es besonders einfach möglich, die Wirkkraft sehr genau zu messen. Darüber hinaus ist es jedoch auch möglich, sowohl ein Werkstück als auch die Kraft-Messvorrichtung gleichzeitig zwischen den Pressbacken zu positionieren, was jedoch Nachteile in Bezug auf die Handhabbarkeit und die Messgenauigkeit nach sich ziehen

kann. Besonders bevorzugt stimmt die Anzahl der zu messenden Radialkräfte mit der Anzahl der Druckglieder überein. Weist beispielsweise eine Radialpresse vier Pressbacken auf, durch welche vier Radialkräfte wirken können, so ist es bevorzugt vorgesehen, dass die Kraft-Messvorrichtung vier Druckglieder aufweist, welche derart angeordnet sind, dass sie mit den Pressbacken korrespondieren. Die Pressbacken können radial in Richtung der zwischen ihnen positionierten Kraft-Messvorrichtung verschoben werden. Wenn die Anzahl der Pressbacken mit der Anzahl der Druckglieder übereinstimmt, die Pressbacken soweit in Richtung der Kraft-Messvorrichtung verschoben wurden, dass die Pressbacken an den Druckgliedern anliegen und weiter eine Kraft in die Pressbacken eingeleitet wird, so können sich diese Kräfte auf die Druckglieder übertragen und diese dadurch radial senkrecht zur Messachse verschoben werden.

Die Kraft-Messvorrichtung kann im Wesentlichen zylinderförmig sein und an ihrem Umfang Aussparungen zur Aufnahme der Druckglieder aufweisen. Jedes Druckglied kann bevorzugt in jeweils eine Aussparung eingesetzt und durch geeignete Mittel gegen ein unbeabsichtigtes Herauslösen aus den Aussparungen gesichert werden. Jedes Druckglied kann durch die auf es übertragenen Radialkräfte im erfindungsgemäßen Sinne um einen Verschiebeweg radial in Richtung der Messachse verschoben werden. Beispielsweise kann zum Schutze der restlichen Kraft-Messvorrichtung vor Radialkrafteinwirkungen der Pressbacken vorgesehen sein, die Druckglieder im

unbelasteten Zustand um bis zu der Länge des Verschiebewegs oder darüber hinaus radial über den Umfang der Kraft-Messvorrichtung hervorstehen zu lassen. Damit die Druckglieder sich während ihrer radialen Verschiebung in Richtung der Messachse nicht gegenseitig blockieren, grenzen die Druckglieder nicht unmittelbar aneinander, sondern sind voneinander beabstandet.

Das wenigstens eine Dehnelement ist zwischen den Druckgliedern angeordnet und endseitig mit zwei Spreizgliedern verbunden. Das Dehnelement und die Spreizglieder sind aus einem elastischen Material hergestellt und insbesondere die Spreizglieder sind dazu eingerichtet, sich in axialer Richtung, d.h. quer zu der Richtung der Radialkräfte sowie in Richtung und parallel zu der Messachse ausdehnen und wieder zusammenziehen zu können. Die erfindungsgemäße Ausdehnung wird hervorgerufen durch die radiale Verschiebung der Druckglieder senkrecht zur Messachse.

Um die senkrecht zur Messachse wirkenden Radialkräfte der Druckglieder in eine in Richtung der Messachse wirkende Axialkraft wandeln zu können, welche zu einer Ausdehnung der Spreizglieder in Richtung und parallel zur Messachse führt, weisen die Druckglieder Druckschrägen und die Spreizglieder korrespondierende Gleitschrägen auf. Im unbelasteten Zustand, d.h. wenn keine Radialkräfte auf die Druckglieder wirken, befinden sich die Druckglieder, das Dehnelement und die Spreizglieder in ihren Ausgangspositionen, in denen sich die Druck-

glieder über die Druckschrägen auf den Gleitschrägen der Spreizglieder abstützen. Auf den Spreizgliedern lastet somit nur das Eigengewicht der Druckglieder, welches zu keiner Ausdehnung der Spreizglieder im erfindungsgemäßen Sinne führt und gegebenenfalls beispielsweise als Offset durch entsprechend geeignete Mittel aus der Messung herausgerechnet werden kann. Die Spreizglieder und das Dehnelement sind im Zusammenwirken dazu eingerichtet, die Druckglieder im unbelasteten Zustand in einem für sie vorgesehenen radialen Abstand von der Messachse zu halten, was z.B. durch die Wahl hierzu geeigneter Elastizitätsmodule, Geometrien und Verbindungen von Dehnelement und Spreizgliedern erreicht werden kann. Verschieben sich die Druckglieder aufgrund auf sie übertragener Radialkräfte quer zur Messachse, so kann über die Druckschrägen und die Gleitschrägen eine zu der Summe der Radialkräfte proportionale Axialkraft auf die Spreizglieder übertragen und diese dadurch in Richtung und parallel zur Messachse gedehnt werden, wobei auch eine Dehnung des Dehnelements möglich ist. Verringert sich die auf die Druckglieder wirkende Radialkraft, so kann sich die Ausdehnung der Spreizglieder und gegebenenfalls auch des Dehnelements wieder entsprechend verringern, bis sich die Spreizglieder, das Dehnelement und die Druckglieder im entlasteten Zustand der Druckglieder wieder in ihren jeweiligen Ausgangspositionen befinden.

An einem der Spreizglieder ist ein Übertragungsglied fixiert. Dieses dient dazu, die Axialkraft einem Mess-

aufnehmer zu deren Messung zuzuführen. Der Messaufnehmer wirkt zwischen dem zweiten der Spreizglieder und dem Übertragungsglied. Das zweite der Spreizglieder kann beispielsweise in axialer Richtung ein Gegenlager für den Messaufnehmer bilden und der Messaufnehmer mit dem Übertragungsglied fest verbunden sein oder mit diesem in Kontakt stehen und dessen Bewegung in axialer Richtung durch den Einsatz entsprechender Mittel, z.B. einer Feder, folgen. Durch die Fixierung des Übertragungsglieds an dem ersten Spreizglied können dann die Ausdehnungen beider Spreizglieder und, sofern vorhanden, auch des Dehnungsglieds auf das Übertragungsglied übertragen und somit von dem Messaufnehmer erfasst werden.

Gemäß einer ersten Ausführungsform wird die Dehnelementanordnung durch eine Dehnhülse gebildet, um welche herum die Druckglieder in Umfangsrichtung voneinander und radial zu der Dehnhülse beabstandet sind. Die Dehnelementanordnung besteht aus einem Dehnelement, welches durch eine Dehnhülse gebildet wird. Die Dehnhülse ist ein zentrales Element, von dessen Mantelfläche beabstandet in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Druckglieder angeordnet sind. Diese Ausführungsform ermöglicht es, Radialkräfte besonders gleichmäßig in eine Axialkraft wandeln zu können, wodurch eine besonders genaue Kraftmessung möglich ist. Weiterhin wird eine besonders feste Verbindung zwischen der Dehnhülse und den mit dieser verbundenen Spreizgliedern ermöglicht. Das Übertragungsglied kann außerdem besonders

gut innerhalb der Dehnhülse angeordnet und durch diese geführt werden. Zwischen den Druckgliedern und dem Dehnelement ist ein radialer Spalt vorgesehen, um es auf besonders einfache Art zu ermöglichen, dass durch die radiale Bewegung der Druckglieder die Spreizglieder in axialer Richtung gedehnt, die Dehnhülse jedoch nicht in radialer Richtung gequetscht wird. Die Materialstärke der Dehnhülse ist im Wesentlichen nur durch die Aussparungen für die Aufnahme der Druckglieder und des Übertragungsglieds begrenzt. Dadurch kann die Materialstärke besonders hoch gewählt werden, was sich günstig auf die Stabilität der Dehnhülse auswirkt und wodurch besonders hohe Wirkkräfte gemessen werden können.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Dehnelementanordnung durch mehrere jeweils zwischen zwei benachbarten Druckgliedern, parallel zur Messachse angeordnete Dehnstangen gebildet wird. Die Dehnelementanordnung besteht aus mehreren Dehnelementen, welches jeweils durch eine Dehnstange gebildet werden. Die mehreren Dehnstangen sind konzentrisch um die Messachse herum angeordnet. Jede Dehnstange ist endseitig mit jeweils zwei Spreizgliedern verbunden. Die Dehnstangen bilden eine besonders Material sparende Ausführungsform der Dehnungsanordnung, wodurch das Gewicht der Kraft-Messvorrichtung und deren Kosten gesenkt werden können. Vorteilhaft ist weiterhin, dass das Übertragungsglied besonders leicht geführt werden kann.

Besonders vorteilhaft ist vorgesehen, dass das Dehnelement aus einem Material mit geringerem Elastizitätsmodul besteht als die Druckglieder. Hierdurch wird ein Beitrag geleistet, dass auf die Druckglieder wirkende Radialkräfte zu einer besonders stark ausgeprägten Dehnung des Dehnelements führen können. Somit kann eine Verschiebung der Druckglieder senkrecht zur Messachse eine besonders große Gesamtausdehnung des mindestens einen Dehnelements und der mit diesem verbundenen Spreizgliedern hervorrufen, wodurch die Sensitivität der Kraft-Messvorrichtung erhöht werden kann.

Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn die Spreizglieder mit dem Dehnelement eine einstückige Einheit bilden. Auf diese Weise kann eine besonders hohe Festigkeit der Verbindung zwischen Dehnelement und Spreizgliedern erreicht werden, was sich auch positiv auf die Lebensdauer der Dehnhülse und der Spreizglieder auswirken kann. Weiterhin ist es vorteilhaft, dass der Aufwand für die Verbindung zwischen den Spreizgliedern und dem Dehnelement entfallen kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Spreizglieder eine größere radiale Erstreckung aufweisen als das Dehnelement. Dadurch können die Gleitschrägen der Spreizglieder den Druckschrägen der Druckglieder eine besonders lange Führung bieten.

Sind die beiden Spreizglieder in Form von Endscheiben ausgeführt, so kann ein Beitrag dazu geleistet werden, zwei durchgängige, endseitig an den Druckgliedern anliegende Spreizglieder bereitzustellen, welche in sich eine besonders hohe Festigkeit aufweisen.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn das Übertragungsglied als axial angeordnete Übertragungsstange ausgeführt ist. Diese kann besonders exakt geführt werden. Die Übertragungsstange ist dazu eingerichtet, axiale Zug- und Druckkräfte aufzunehmen. Dadurch ist es mittels der Übertragungsstange auf besonders einfache Art möglich, sowohl eine Zunahme als auch eine Abnahme der Axialkraft und damit auch der auf die Druckglieder wirkenden Radialkräfte zu erfassen.

In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Gleitschrägen an den beiden Spreizgliedern spiegelbildlich zueinander ausgeführt sind. Hierdurch können die an den einzelnen Druckgliedern angreifenden Radialkräfte besonders gleichmäßig auf die zugehörigen Spreizglieder übertragen werden. Hierdurch wird ein Beitrag geleistet, die Messgenauigkeit zu steigern und die Spreizglieder gleichmäßig zu belasten. Letzteres kann sich insbesondere positiv auf die Lebensdauer der Spreizglieder auswirken.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Gleitschrägen hin zur Messachse konvergieren. Durch diese Geometrie können Radialkräfte, welche in Richtung der Messachse

wirken, besonders effektiv eine Dehnung der Spreizglieder in axialer Richtung herbeiführen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Druckglieder endseitig über Sicherungselemente mit radialem Spiel an den Spreizelementen lagegesichert. Die Sicherungselemente können die Druckglieder besonders zuverlässig, ohne Verkanten und durch die beidseitige Sicherung auch redundant davor schützen, sich aus den Aussparungen der Kraft-Messvorrichtung unvorhergesehen und unerwünscht weit heraus zu bewegen. Durch das radiale Spiel können Biegungen der Sicherungselemente auf besonders einfache Art verringert werden, wenn sich die Druckglieder radial in Richtung der Messachse bewegen.

Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn die Kraft-Messvorrichtung endseitig mindestens eine Handhabe aufweist. Dies erleichtert insbesondere den mobilen Einsatz der Kraft-Messvorrichtung. Im Hinblick auf den Einsatz in Radialpressen kann durch eine solche Handhabe die Kraft-Messvorrichtung besonders sicher durch einen Bediener zwischen den Pressbacken positioniert werden. Die Kraft-Messvorrichtung kann dadurch auf der Endseite, an der keine Handhabe angeordnet ist, besonders kurz bauen. Besonders vorteilhaft kann auch beidseitig endseitig jeweils eine Handhabe vorgesehen sein, wodurch eine beidseitige Bedienbarkeit der Kraft-Messvorrichtung besonders leicht ermöglicht wird.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Messaufnehmer mit einer Messuhr ausgestattet. Die durch den Messaufnehmer erfassten Werte können damit besonders einfach durch entsprechende Anzeigeeinheiten ausgegeben werden, ohne dass eine elektronische Wandlung nötig ist. Ist der Messaufnehmer alternativ mit einem elektrischen Signalwandler ausgestattet, so können die von dem Messaufnehmer erfassten Werte in besonders vielfältiger Weise beispielsweise Anzeige-, Auswerte- oder Steuerungseinheiten zugeführt werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Kraft-Messvorrichtung acht Druckglieder aufweist. Diese Anzahl an Druckgliedern ist besonders gut für die Erfassung von Radialkräften geeignet, die bei gängigen Radialpressen mit acht Pressbacken zum Einsatz kommen.

Schließlich ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Druckschrägen und die Gleitschrägen durch korrespondierende Flächen gebildet werden. Die korrespondierenden Flächen können besonders einfach durch ebene Flächen oder runde bzw. kegelig ausgedrehte Flächen ausgebildet sein. Bei einer Kraft-Messvorrichtung mit acht Druckgliedern bieten sich insbesondere in ihrer Gesamtheit octagonal ausgestaltete Flächen an. Dadurch kann ein Beitrag dazu geleistet werden, dass die Druckglieder stets mit einem gleich großen Teil ihrer Druckflächen auf gleich großen Teilen der Gleitschrägen der Spreizglieder gleiten.

Im Folgenden die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

- Fig. 1 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraft-Messvorrichtung in unbelastetem Zustand,  
Fig. 2a eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraft-Messvorrichtung mit mehreren Dehnstangen und  
Fig. 2b einen Querschnitt durch die Kraft-Messvorrichtung aus Fig. 2a gemäß Schnittführung B-B.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kraft-Messvorrichtung 1 zur Messung von zentrisch senkrecht zu einer Messachse M wirkenden Radialkräften  $F_R$ . Eine Dehnelementanordnung umfasst ein einziges Dehnelement, welches durch eine zentrale Dehnhülse 2 gebildet wird. Das Kraft-Messgerät 1 umfasst weiterhin acht in Umfangsrichtung zu einander beabstandete Druckglieder 3. Die Kraft-Messvorrichtung 1 befindet sich in Fig. 1 in unbelastetem Zustand, d.h. es wirken keine externen Radialkräfte  $F_R$  auf die Druckglieder 3 ( $F_R=0$ ).

Die Dehnhülse 2 ist endseitig mit jeweils einem Spreizglied 4 verbunden, wobei die Dehnhülse 2 mit den Spreizgliedern 4 eine einstückige Einheit bildet und die Spreizglieder 4 in Form von Endscheiben ausgeführt sind. Die Einheit aus Dehnhülse 2 und Spreizgliedern 4 besteht aus einem Material mit einem geringeren Elasti-

zitätsmodul als die Druckglieder 3. Die Druckglieder 3 stützen sich über Druckschrägen 5 an korrespondierenden Gleitschrägen 6 der Spreizglieder 4 ab. Die Gleitschrägen 6 sind dabei spiegelbildlich zueinander ausgeführt.

Die Übergänge zwischen der Dehnhülse 2 und den Spreizgliedern 4 sind in Fig. 1 durch zur Messachse M senkrechte, gestrichelte Linien angedeutet. Die Übergänge werden definiert durch die inneren Enden der Gleitschrägen 6 als den innersten Angriffspunkten für die Druckschrägen 5 der Druckglieder 3. Die Druckschrägen 5 und die Gleitschrägen 6 sind ebene, korrespondierende Flächen und konvergieren in Richtung der Messachse M. Die Spreizglieder 4 weisen durch die Gleitschrägen 6 eine größere radiale Erstreckung auf als das Dehnelement 2.

An dem in Fig. 1 links dargestellten Spreizglied 4 ist ein Übertragungsglied in Form einer Übertragungsstange 7 mittelbar über eine Halterungsanordnung 8 befestigt. Zwischen dem in Fig. 1 rechts dargestellten Spreizglied 4 und dem Übertragungsglied 7 wirkt ein Messaufnehmer 9, welcher dazu eingerichtet ist, die auf die Übertragungsstange 9 wirkende Axialkraft zu messen. Ein Bolzen 10 ist in eine Hülse 11 des Messaufnehmers 9 ein- und ausfahrbar. Der Bolzen 10 ist durch eine nicht dargestellte Feder in die ausgefahrene Stellung vorgespannt und berührt mit seiner Stirnseite 12 eine korrespondierende Stirnseite 13 der Übertragungsstange 7. Bei einer Verschiebung der Übertragungsstange 7 in die von dem

Bolzen 10 abgewandte Richtung wird der Bolzen 10 von der Feder nachgeführt, wodurch die Lageänderung der Übertragungsstange 7 und damit auch die auf diese wirkende Axialkraft erfasst und durch eine Messuhr 18 angezeigt werden kann. Entsprechendes gilt für eine Bewegung der Übertragungsstange 7 in die entgegengesetzte Richtung.

Auf jedes der Druckglieder 3 kann eine Radialkraft  $F_R$  übertragen werden. Wenn Radialkräfte  $F_R$  auf die Druckglieder 3 übertragen werden, so werden Letztere radial senkrecht zur Messachse M verschoben. Dabei gleiten die Druckschrägen 5 der Druckglieder 3 auf den Gleitschrägen 4 der Spreizglieder 6. Die Spreizglieder 4 und auch die Dehnhülse 2 werden dadurch in Axialrichtung quer zu der Richtung der Radialkräfte  $F_R$  bzw. in Richtung und parallel zur Messachse M um eine Strecke gedehnt, welche proportional zu der Überlagerung der auf die Druckglieder 3 wirkenden Radialkräfte  $F_R$  ist. Die Übertragungsstange 7 bewegt sich zusammen mit der Halterungsanordnung 8 in Axialrichtung nach links. Der Bolzen 10 wird um die gleiche Strecke wie die Übertragungsstange 7 und die Halterungsanordnung 8 aus der Hülse 11 ausgefahren.

Jedes Druckglied 3 ist endseitig über Sicherungselemente 14 lagegesichert. Dazu sind die Druckglieder 3 beidseitig endseitig in Axialrichtung gebohrt. Die Spreizglieder 4 weisen korrespondierende Bohrungen in Axialrichtung auf. In den korrespondierenden Bohrungen

der Druckglieder 3 und der Spreizglieder 4 stecken Sicherungsstifte 15, welche einen geringeren Außendurchmesser haben als die Bohrungsdurchmesser der Druckglieder 3 und Spreizglieder 4, wodurch die Druckglieder 3 mit radialem Spiel lagegesichert sind. Die Kraft-Messvorrichtung weist ferner beidseitig endseitig jeweils eine Handhabe 16, 17 auf.

Fig. 2a und Fig. 2b zeigen eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraft-Messvorrichtung 1, welche keine Dehnhülse, sondern insgesamt acht jeweils zwischen zwei der ebenfalls insgesamt acht Druckglieder 3 angeordnete, und von Letzteren in Umfangsrichtung beabstandete Dehnstangen 19 aufweist. Der besseren Übersicht halber sind in den Figuren 2a und 2b nur jeweils eine Dehnstange 19 und ein Druckglied 3 mit einem Bezugszeichen versehen. Die Dehnstangen 19 erstrecken sich parallel zur Messachse M und sind beidseitig endseitig jeweils einteilig mit den Spreizgliedern 4 verbunden. Die Dehnstangen 19 und die Druckglieder bilden in ihrer Gesamtheit im Querschnitt im Wesentlichen ein Achteck. In ähnlicher Weise wie in Fig. 1 können auf die Druckglieder 3 Radialkräfte  $F_R$  durch nicht in den Fig. 2a und 2b dargestellte Druckschrägen und Gleitschrägen auf die Spreizglieder 4 übertragen und somit in eine zu den Radialkräften senkrechte Axialkraft gewandelt werden, welche innerhalb der Kraft-Messvorrichtung 1 analog zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform gemessen und über die Messuhr 18 anzeigbar ist. Weiterhin sind in den Fig. 2a eine Handha-

be 16 und eine Halterungsanordnung 8 sowie in Fig. 2b eine Übertragungsstange 7 dargestellt, welche die gleichen Merkmale aufweisen, wie die entsprechende Handhabe 16 und Übertragungsstange 7 gemäß der in den Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

### Patentansprüche

1. Kraft-Messvorrichtung (1) zur integrierenden Messung mindestens dreier zentrisch wirkender Radialkräfte ( $F_R$ ), insbesondere für Radialpressen oder Spannzangen, umfassend eine zu einer Messachse (M) konzentrische, mindestens ein Dehnelement umfassende Dehnelementanordnung und mindestens drei, in Umfangsrichtung zueinander beabstandeten Druckgliedern (3), wobei
  - mit dem mindestens einem Dehnelement (2, 19) endseitig zwei Spreizglieder (4) verbunden sind,
  - die Druckglieder (3) sich über Druckschrägen (5) an korrespondierenden Gleitschrägen (6) der Spreizglieder (4) abstützen,
  - an einem ersten der beiden Spreizglieder (4) ein Übertragungsglied (7) fixiert ist und
  - zwischen dem zweiten der beiden Spreizglieder (4) und dem Übertragungsglied (7) ein Messaufnehmer (9) wirkt.
  
2. Kraft-Messvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnelementanordnung durch eine Dehnhülse (2) gebildet wird, um welche herum die Druckglieder (3) in Umfangsrichtung voneinander und radial zu der Dehnhülse (2) beabstandet angeordnet sind.
  
3. Kraft-Messvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnelementanordnung durch mehrere jeweils zwischen zwei benachbarten

Druckgliedern (3), parallel zur Messachse angeordnete Dehnstangen (19) gebildet wird.

4. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Dehnelement (2, 19) aus einem Material mit geringerem Elastizitätsmodul besteht als die Druckglieder (3).
5. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizglieder (4) mit dem Dehnelement (2, 19) eine einstückige Einheit bilden.
6. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizglieder (4) eine größere radiale Erstreckung aufweisen als das Dehnelement (2).
7. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Spreizelemente (4) in Form von Endscheiben ausgeführt sind.
8. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Übertragungsglied (7) als axial angeordnete Übertragungsstange (7) ausgeführt ist.
9. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitschrägen (6) an den beiden Spreizgliedern (4) spiegelbildlich zueinander ausgeführt sind.

10. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitschrägen (6) in hin zur Messachse (M) konvergieren.
11. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckglieder (3) endseitig über Sicherungselemente (14) mit radialem Spiel an den Spreizelementen (4) lagegesichert sind.
12. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Messvorrichtung (1) endseitig mindestens eine Handhabe (16, 17) aufweist.
13. Kraft-Messvorrichtung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass beidseitig endseitig jeweils eine Handhabe (16, 17) vorgesehen ist.
14. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Messaufnehmer (9) mit einer Messuhr (18) ausgestattet ist.
15. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Messaufnehmer (9) mit einem elektrischen Signalwandler ausgestattet ist.
16. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Messvorrichtung (1) acht Druckglieder (3) aufweist.

17. Kraft-Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckschrägen (5) und die Gleitschrägen (6) durch korrespondierende Flächen gebildet sind.

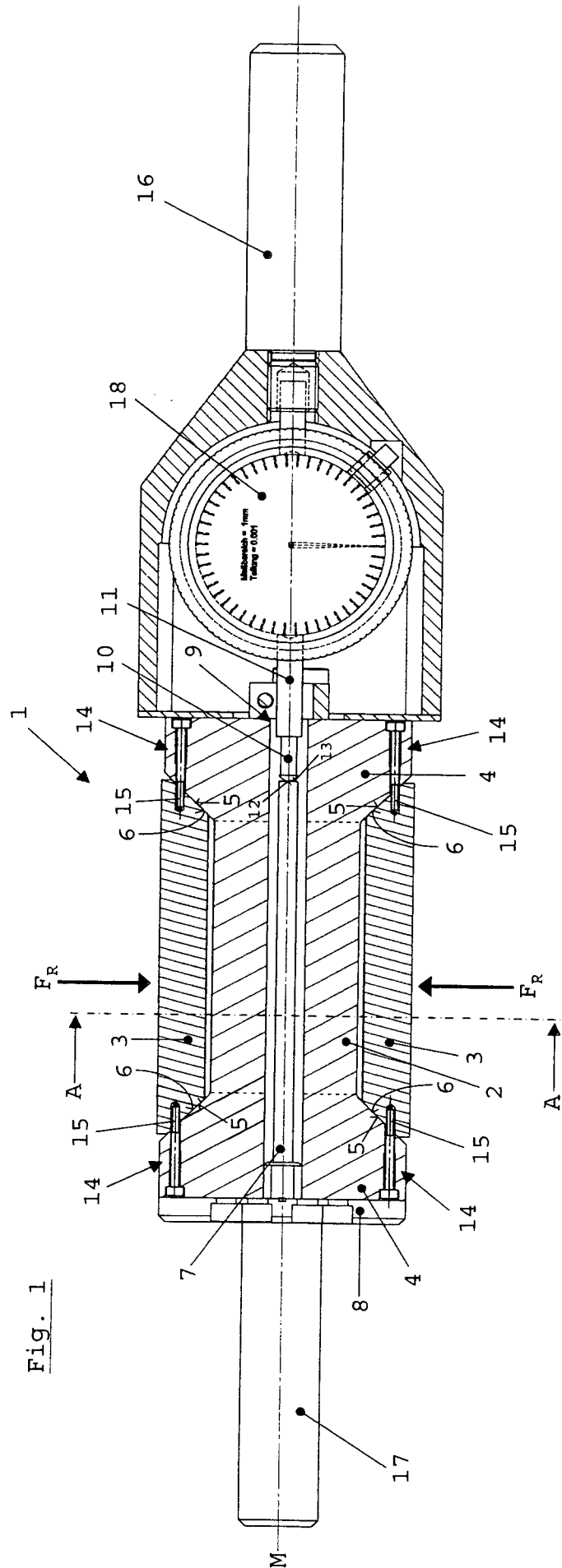
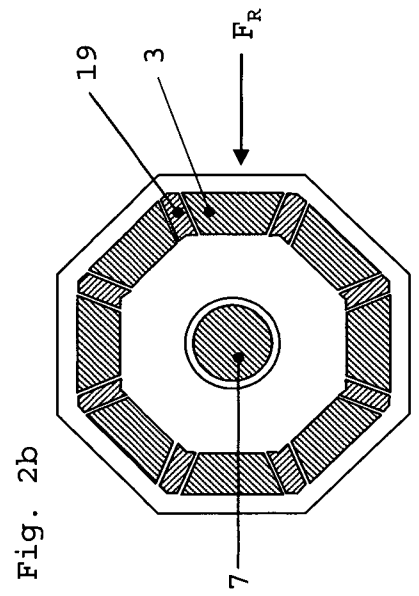
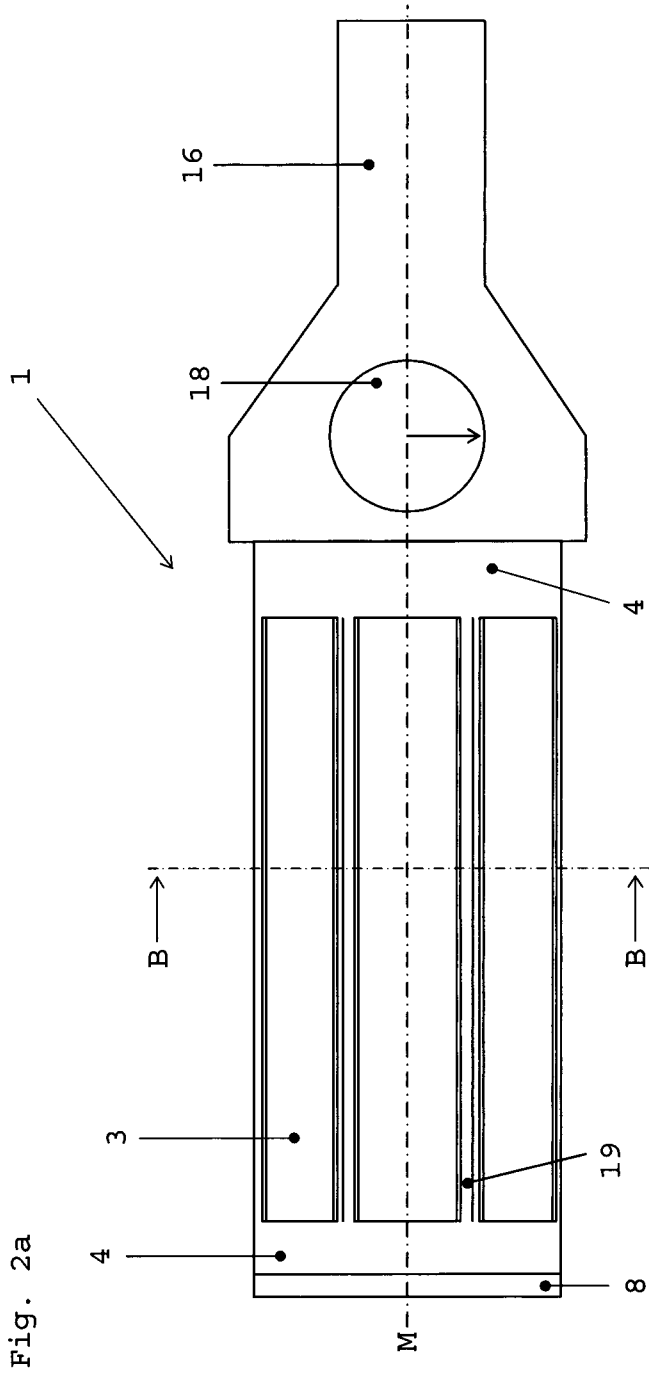


Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/001179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01L1/04 G01L5/00  
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)  
G01L B23Q  
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.
Y	DE 10 59 687 B (ANDRE COYNE; JEAN BELLIER) 18 June 1959 (1959-06-18) claim 1 figure 1 figure 4 column 1, line 42 - column 2, line 28 column 3, line 36 - line 45 -----	1-17
Y	KR 2009 0120326 A (AGENCY DEFENSE DEV [KR]) 24 November 2009 (2009-11-24) figure 2 paragraph [0047] -----	1-17
Y	DE 10 2005 050787 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraph [0025] figure 3 -----	1-17
	-/--	

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  2 July 2014	Date of mailing of the international search report  11/07/2014
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  Kaiser, Jean-Luc

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/001179

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DD 147 874 A1 (NORDMANN EDWIN; DRASSDO BERNHARD) 22 April 1981 (1981-04-22) figure 1 page 2, line 16 - line 24 -----	1-17

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/001179

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1059687	B	18-06-1959	NONE	
-----				
KR 20090120326	A	24-11-2009	NONE	
-----				
DE 102005050787	A1	26-04-2007	NONE	
-----				
DD 147874	A1	22-04-1981	NONE	
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01L1/04 G01L5/00  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01L B23Q

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.
Y	DE 10 59 687 B (ANDRE COYNE; JEAN BELLIER) 18. Juni 1959 (1959-06-18) Anspruch 1 Abbildung 1 Abbildung 4 Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 28 Spalte 3, Zeile 36 - Zeile 45 -----	1-17
Y	KR 2009 0120326 A (AGENCY DEFENSE DEV [KR]) 24. November 2009 (2009-11-24) Abbildung 2 Absatz [0047] -----	1-17
Y	DE 10 2005 050787 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. April 2007 (2007-04-26) Absatz [0025] Abbildung 3 -----	1-17
	-/--	



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

2. Juli 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/07/2014

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

Kaiser, Jean-Luc

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DD 147 874 A1 (NORDMANN EDWIN; DRASSDO BERNHARD) 22. April 1981 (1981-04-22) Abbildung 1 Seite 2, Zeile 16 - Zeile 24 -----	1-17

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/001179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1059687	B	18-06-1959	KEINE
-----			
KR 20090120326	A	24-11-2009	KEINE
-----			
DE 102005050787	A1	26-04-2007	KEINE
-----			
DD 147874	A1	22-04-1981	KEINE
-----			