

(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
20. September 2018 (20.09.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/167098 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B25J 15/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/056303

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. März 2018 (13.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 204 307.5
15. März 2017 (15.03.2017) DE

(71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: BACKHAUS, Andreas; Friesenstr. 6, 39108
Magdeburg (DE). MÜLLER, Veit; Matthissonstraße 12,
39108 Magdeburg (DE). SEIFFERT, Udo; Am Quensted-
ter Weg 63, 38829 Harsleben (DE). HERZOG, Andreas;
Havelstraße 11, 14476 Brandenburg (DE). SAENZ, José;
Ramstedter Strasse 14 b, 39326 Zielitz (DE).

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB;
Joachimsthaler Str. 12, 10719 Berlin (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,

(54) Title: MANIPULATION DEVICE FOR GRIPPING A BODY

(54) Bezeichnung: MANIPULATIONSEINRICHTUNG ZUM GREIFEN EINES KÖRPERS

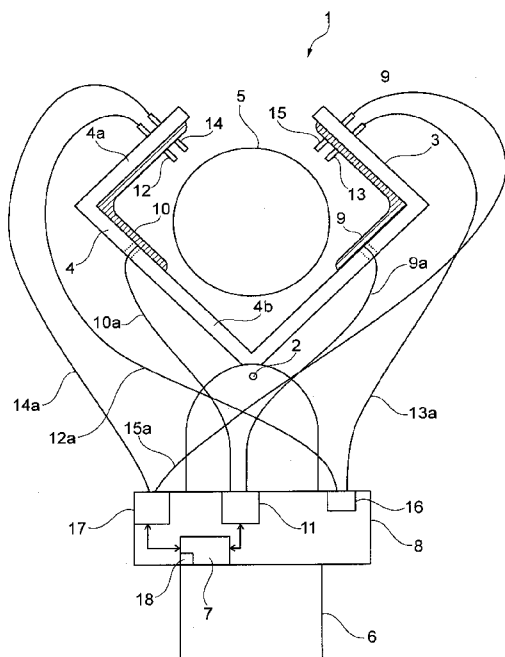


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a manipulation device (1, 1') for grip-
ping a body (5), having: at least one first contact region (9, 10, 23, 24, 25, 26)
which is designed to be pressed against the body with a first force during a
gripping process; a first sensor device (9, 9a, 10, 10a, 23, 24, 25, 26) which
is designed to sense at least one first mechanical property, in particular a first
mechanical parameter, of the body (5); and a second sensor device (12, 12a,
13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) which is designed to sense a further, in par-
ticular non-mechanical parameter, which is different from the first parameter,
or a further property of the body whilst and/or before and/or after the contact
region is pressed against the body. By coupling the actuator system of the
gripping process to the sensor system, it can be ensured that a body is suitably
fixed and positioned in the manipulation device without being damaged. In
addition, the presence of optimised ambient conditions can be guaranteed for
a further measurement using a second sensor device.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Manipulations-
einrichtung (1, 1') zum Greifen eines Körpers (5) mit wenigstens einem ers-
ten Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26), der dazu eingerichtet ist, im Rah-
men eines Greifvorganges mit einer ersten Kraft gegen den Körper gedrückt
zu werden, und mit einer ersten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10, 10a, 23, 24, 25,
26), die dazu eingerichtet ist, wenigstens eine erste mechanische Eigenschaft,
insbesondere einen ersten mechanischen Parameter, des Körpers (5) zu erfassen,
sowie mit einer zweiten Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15,
15a, 27, 28), die dazu eingerichtet ist, während und/oder bevor und/oder nach-
dem der Anlagebereich gegen den Körper gedrückt wird, einen weiteren, vom
ersten Parameter verschiedenen, insbesondere nicht mechanischen Parameter
oder eine weitere Eigenschaft des Körpers zu erfassen. Durch eine Kopplung
der Aktorik des Greifvorganges mit der Sensorik kann sichergestellt

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, 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)

Manipulationseinrichtung zum Greifen eines Körpers

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Elektrotechnik und des Maschinenbaus sowie der Sensorik. Sie befasst sich mit einer Kombination aus Robotik-
5 elementen mit Sensorelementen, beispielsweise aus der Spektroskopie.

Mit besonderem Vorteil kann die Erfindung bei der Automatisierung von Prüfungsvorgängen eingesetzt werden, beispielsweise in der Landwirtschaft, wo Früchte geprüft und in Abhängigkeit von festgestellten Eigenschaften bei-
10 spielsweise geerntet werden.

Oft ist es notwendig, bei zunehmender Automatisierung von Arbeitsprozessen Materialien und Stoffe, die mittels automatisierter Greifsysteme manipuliert werden, auf ihre physikalischen und stofflichen Eigenschaften hin zu prüfen.
15 Damit wird ein automatisiertes System in die Lage versetzt, eine Entscheidung über die Behandlung/Verwendung des manipulierten Objekts zu treffen.

Außer in der Landwirtschaft, wie oben beschrieben, sind derartige Anwendungsszenarien auch bei Montagerobotersystemen gegeben, die Greifvorrichtungen für Stückgüter aufweisen, wobei die Greifvorrichtungen entweder nur bestimmte Gegenstände ergreifen sollen oder diese in einer definierten Art positionieren sollen. Dabei kann eine taktile und visuelle Einschätzung von zu greifenden Gegenständen/Körpern entscheidend sein.

Bisher wurden bei der Manipulation von Gegenständen die sensorische Erfassung von Objekteigenschaften und das Greifen bzw. Fixieren der Objekte durch ein Aktoriksystem voneinander getrennt durchgeführt. Eine solche Trennung ist jedoch für viele Anwendungsfälle nicht optimal, wenn automatisierte Systeme flexibel agieren sollen und sich adaptiv neuen Anforderungen anpassen müssen. Dies ist insbesondere in der Landwirtschaft bei Erntevorgängen der Fall, wenn die Eigenschaften von Früchten erfasst werden sollen, wobei diese gleichzeitig in Bezug auf die erforderliche Sensorik positioniert werden müssen. Eine zuverlässige Positionierung erfordert in vielen Fällen beim Greifen auch die Erfassung von mechanischen Parametern und/oder stofflichen und/oder geometrischen Eigenschaften.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Manipulationseinrichtung zu schaffen, die gleichzeitig eine Festlegung und Positionierung eines Körpers in zuverlässiger Weise erlaubt und die Erfassung verschiedener Parameter durch wenigstens zwei Sensoreinrichtungen in zuverlässiger und reproduzierbarer Weise ermöglicht.

Die Aufgabe wird mit einer Manipulationseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Patentansprüche 2 bis 14 stellen vorteilhafte Ausgestaltungen vor. Der Patentanspruch 15 bezieht sich auf ein Verfahren zum Greifen eines Körpers mit einer solchen Manipulationseinrichtung.

Demgemäß bezieht sich die Erfindung auf eine Manipulationseinrichtung zum Greifen eines Körpers mit wenigstens einem ersten Anlagebereich, der dazu eingerichtet ist, im Rahmen eines Greifvorganges mit einer ersten Kraft gegen den Körper gedrückt zu werden, und mit einer ersten Sensoreinrichtung, die dazu eingerichtet ist, wenigstens eine erste mechanische Eigenschaft, insbesondere einen ersten mechanischen Parameter, des Körpers, zu erfassen,

sowie mit einer zweiten Sensoreinrichtung, die dazu eingerichtet ist, während und/oder bevor und/oder nachdem der Anlagebereich gegen den Körper gedrückt wird, einen weiteren, vom ersten Parameter verschiedenen, insbesondere nicht mechanischen Parameter oder eine weitere Eigenschaft des Körpers zu erfassen.

Erfindungsgemäße Manipulationseinrichtungen sollen einen Anlagebereich aufweisen, der gegen den Körper gedrückt werden kann, um diesen in Bezug auf die Manipulationseinrichtung zuverlässig zu positionieren. Ein solcher Anlagebereich kann beispielsweise als ebene Fläche, vorzugsweise jedoch als konkave Fläche, beispielsweise als Hohlkalotte oder Trichterform, ausgebildet sein. Dies schließt nicht aus, dass der Anlagebereich auch nachgiebig und verformbar ausgestaltet ist. Zudem können auch mehrere Anlagebereiche vorgesehen sein, die zwischen sich oder gemeinsam den Körper positionieren.

Beispielsweise kann ein Anlagebereich auch durch Bereiche eines Handschuhs gebildet sein, der von einem Menschen getragen werden kann, wobei auf der Oberfläche des Handschuhs Sensoreinrichtungen vorgesehen sein können. Weiterhin ist auch denkbar, dass die Manipulationseinrichtung ein trichterförmiges Teil aufweist, das beispielsweise beim Ernten von Äpfeln von unten an die Früchte herangeführt wird, so dass diese zentrisch in dem trichterförmigen Anlagebereich positioniert werden. Mittels einer zweiten Sensoreinrichtung kann an der jeweiligen Frucht dann beispielsweise eine Messung durchgeführt werden. Die erste Sensoreinrichtung kann beispielsweise eine Andruckkraft oder die Verteilung einer solchen Kraft messen, um sicherzustellen, dass die Frucht an dem Anlagebereich anliegt. Die Messung der Kraft oder einer ortsabhängigen Kraftverteilung kann auch zur genauen Lokalisierung des Körpers / einer Frucht verwendet werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass die erste Sensoreinrichtung eine Kraftverteilung misst und beispielsweise die Härte oder eine Härteverteilung der Frucht messen kann.

Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die erste Sensoreinrichtung dazu eingerichtet ist, aufgrund der Rückwirkung des Körpers auf die Manipulationseinrichtung infolge der in dem ersten Anlagebereich ausgeübten Andruckkraft einen mechanischen Parameter zu ermitteln.

In Abhängigkeit von der Härte der Oberfläche des zu greifenden Körpers wird dieser beispielsweise an dem Anlagebereich oder an mehreren Anlagebereichen verformt, was durch eine Kraftmessung, insbesondere eine ortssensitive Kraftmessung, nachweisbar ist. Hierzu können beispielsweise Kraftmesspads mit mehreren Messpunkten vorgesehen sein, die eine Kraftverteilung über eine Fläche erfassen können.

Diese mechanischen Parameter werden üblicherweise durch die erste Sensoreinrichtung erfasst. Auch die zweite Sensoreinrichtung kann mechanische Parameter erfassen, beispielsweise nachdem eine Positionierung des Körpers in Bezug auf die Manipulationseinrichtung durch die erste Sensoreinrichtung sichergestellt ist und die Lokalisierung des Körpers, das heißt der Aufenthaltsort und beispielsweise auch seine Orientierung als Information zur Verfügung steht. Damit wird die Zuverlässigkeit der Messung der zweiten Sensoreinrichtung erhöht. Die zweite Sensoreinrichtung kann als mechanischen Parameter beispielsweise eine Oberflächenbeschaffenheit, eine Rauigkeit oder eine Textur oder auch geometrische Form des Körpers vermessen.

Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung zur Erfassung eines optischen Parameters eingerichtet ist. Es kann somit sichergestellt werden, dass der entsprechende optische Parameter unter optimierten Messbedingungen erfasst werden kann, indem die Positionierung des Körpers bezüglich der Manipulationseinrichtung und/oder bezüglich der zweiten Sensoreinrichtung sichergestellt und stabilisiert ist. Hierzu kann die zweite Sensoreinrichtung eine Abbildungseinrichtung wie eine Kamera, eine Stereokamera, eine Infrarot- oder UV-Kamera umfassen. Sie kann zusätzlich auch eine Infrarot- oder UV-Lichtquelle oder eine Lichtquelle im Bereich des sichtbaren Lichts umfassen.

Eine weitere Ausgestaltung kann dazu beispielsweise vorsehen, dass die zweite Sensoreinrichtung einen Lichtintensitätssensor und/oder ein Reflektometer und/oder ein Pyrometer und/oder ein Spektrometer aufweist. Mit einem Lichtintensitätssensor kann beispielsweise die Helligkeit der Oberfläche des Körpers detektiert werden, wobei selbstverständlich die äußeren Lichtverhältnisse zu berücksichtigen sind. Eine gute Abschattung des Messbereichs der zweiten Sensoreinrichtung nach außen beispielsweise gegen Sonnenlicht

durch Teile der Manipulationseinrichtung ist hierfür vorteilhaft. Auch das Reflexionsvermögen des Körpers, das durch ein Reflektometer ermittelt werden kann, kann Auskunft über die Beschaffenheit oder den Zustand des Körpers geben. Mittels eines Pyrometers kann beispielsweise die Oberflächentemperatur und örtliche Temperaturverteilung gemessen werden.

Die Messung mittels eines Spektrometers lässt außer der reinen Farbinformation auch Rückschlüsse auf Bestandteile im Oberflächenbereich des Körpers zu. Hierzu kann mit dem Spektrometer eine geeignete Beleuchtungsquelle verbunden sein, die den Oberflächenbereich des Körpers, auf den das Spektrometer gerichtet ist, beleuchtet. Eine solche Strahlungsquelle kann im sichtbaren optischen Bereich, im Infrarot- oder im ultravioletten Bereich emittieren und beispielsweise auch mit anwendungsspezifisch selektierten Wellenlängen oder Wellenlängenbereichen den Körper bestrahlen. Umgekehrt kann auch das Spektrometer bestimmte Wellenlängenbereiche bei der Messung selektiv auswerten, um beispielsweise Absorptionsbanden zu detektieren, die durch die Anwesenheit bestimmter chemischer Stoffe im Oberflächenbereich des Körpers gegeben sind. Auf diese Weise kann mittels eines Spektrometers beispielsweise der Reifegrad einer Frucht beim Ernten beurteilt werden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung einen Sensor zur Erfassung eines elektrischen Parameters aufweist, insbesondere einen Sensor zur Erfassung eines elektrischen Oberflächenwiderstandes, einer Feldstärke oder einer Spannung. Auch die genannten physikalischen Parameter können Aufschluss über Beschaffenheit und/oder Zustand des Körpers geben. Der Sensor kann dazu beispielsweise als kapazitiver Sensor ausgebildet sein.

Zudem kann auch vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung einen Sensor zur Erfassung der Objekttemperatur, der Objektfeuchtigkeit oder zum Nachweis bestimmter chemischer, biologischer oder biochemischer Substanzen aufweist.

Zur Detektion bestimmter chemischer, biologischer oder biochemischer Substanzen sind außer Massenspektrometern beispielsweise auch Oberflächenwellenfilter geeignet. Zudem können natürlich auch chemische Senso-

ren in Form von Substanzen vorgesehen sein, die mit nachzuweisenden Substanzen reagieren und sich dadurch verbrauchen, wobei beispielsweise ein Farbumschlag geschieht. Grundsätzlich sind für Massenprozesse jedoch Sensoren vorzuziehen, die für eine längere Zeit ohne Wartung und ohne den Verbrauch von Substanzen funktionieren und durch die Messung die Beschaffenheit der Messprobe, insbesondere anwendungsrelevante Qualitätseigenschaften, nicht verändern.

In einer weiteren Ausgestaltung kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung eine Wirkeinrichtung zur Einwirkung auf den Körper aufweist, wobei die Signalantwort des Körpers als Folge der Einwirkung erfasst wird. Die Wirkeinrichtung kann beispielsweise punktuell auf den Körper Druck ausüben, diesem eine Substanz hinzufügen oder unter weitgehender Vermeidung von Zerstörung in den Körper eindringen, beispielsweise mittels einer Spitze oder einer Klinge. Dabei kann das Austreten von Substanzen gemessen werden (soweit die Oberflächenhaut des Körpers geöffnet wird), oder es können Verformungen des Körpers beim Ausüben von Druck gemessen werden. Auf diese Weise kann zusätzlich zu den Informationen, die durch die erste Sensoreinrichtung gewonnen werden, weitere Informationen beispielsweise über die Härte der Oberfläche des Körpers gewonnen werden.

In einer besonderen Ausgestaltung der Manipulationseinrichtung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung in einem Oberflächenbereich eines Teils der Manipulationseinrichtung positioniert ist, der beim Greifen eines Körpers dem Körper zugewandt ist, und/oder dass die zweite Sensoreinrichtung beim Greifen eines Körpers auf einen Oberflächenbereich des Körpers gerichtet ist, der wenigstens teilweise durch eines oder mehrere Teile der Manipulationseinrichtung gegenüber der Umgebung, beispielsweise dem Sonnenlicht, verdeckt ist. Beispielsweise kann die erste Sensoreinrichtung unmittelbar in dem ersten Anlagebereich vorgesehen sein und damit unmittelbar mit dem Körper Kontakt aufnehmen, während die zweite Sensoreinrichtung von der ersten Sensoreinrichtung derart beabstandet ist, dass die zweite Sensoreinrichtung auch beim Greifen des Körpers, wenn der erste Anlagebereich in Kontakt zu dem Körper tritt, noch eine Distanz zu dem Körper aufweist. Die zweite Sensoreinrichtung kann auf

eine Fläche des Körpers innerhalb des ersten Anlagebereichs oder an diesen angrenzend gerichtet sein. Damit lässt sich die Positionierung des Körpers und die Messung durch die zweite Sensoreinrichtung optimal kombinieren.

5 Es lassen sich optische Messungen an der Oberfläche des Körpers durchführen, während der erste Anlagebereich an dem Körper anliegt. Durch die mechanische Kontaktaufnahme kann somit eine Positionierung des Körpers relativ zur Manipulationseinrichtung sichergestellt werden, so dass einerseits die zweite Sensoreinrichtung stabil und unveränderlich auf einen bestimmten
10 Oberflächenbereich des Körpers gerichtet sein kann. Andererseits kann auch der Abstand zwischen der Oberfläche des Körpers und der zweiten Sensoreinrichtung konstant gehalten werden, so dass eine stabile und zuverlässige sowie reproduzierbare Messung, beispielsweise mittels eines Spektrometers, durchgeführt werden kann. Dabei kann die zweite Sensoreinrichtung bei-
15 spielsweise an einem Bauteil der Manipulationseinrichtung angeordnet und befestigt sein, das auch den ersten Anlagebereich aufweist. Beispielsweise kann der erste Anlagebereich an einer Greiffläche eines Greifarms ausgebildet sein, während die erste Sensoreinrichtung am Greifarm oder an einer Verlängerung oder Abzweigung des Greifarms angeordnet ist.

20 Die zweite Sensoreinrichtung ist dabei vorteilhaft auf einer Seite des Bauteils der Manipulationseinrichtung angeordnet, die während des Greifvorgangs dem Körper zugewandt ist. Beispielsweise kann eine Anlagefläche an einem Träger der Manipulationseinrichtung, zum Beispiel einem Zangenarm, be-
25 festigt sein, und eine zweite Sensoreinrichtung kann ebenfalls an diesem Zangenarm, beispielsweise an dessen dem Körper zugewandter Innenseite, befestigt sein. Hierdurch ist gleichzeitig sichergestellt, dass Störungen der Messung zumindest teilweise durch eine Abdeckung des Messbereichs durch das Bauteil / den Zangenarm, an dem die zweite Sensoreinrichtung ange-
30 ordnet ist, verhindert werden. Das entsprechende Bauteil kann dazu derart ausgebildet sein, dass es größer ist, als aus mechanischen Gründen notwendig wäre, und dass es insbesondere parallel zur Oberfläche des Körpers eine besonders große Ausdehnung aufweist.

35 Es kann im Bereich der zweiten Sensoreinrichtung auch eine Blende, insbesondere eine ausfahrbare, insbesondere teleskopartig ausfahrbare Blende, zur

Abschattung des Messbereichs der zweiten Sensoreinrichtung vorgesehen sein. Die Blende kann dann beispielsweise kurz vor der Messung nach dem Greifen des Körpers ausfahren und den Bereich der Oberfläche des Körpers, der vermessen werden soll, gegenüber äußeren Einflüssen abschirmen.

5

Insbesondere kann damit erreicht werden, dass die zweite Sensoreinrichtung beim Greifen eines Körpers auf einen Oberflächenbereich des Körpers gerichtet ist, von dem aus wenigstens 30 %, insbesondere wenigstens 50 % des Raumwinkels, der nicht durch den Körper eingenommen wird, durch Teile der Manipulationseinrichtung abgedeckt werden.

10

Es kann außerdem vorteilhaft vorgesehen sein, dass die zweite Sensoreinrichtung beim Greifen eines Körpers auf einen Oberflächenbereich des Körpers gerichtet ist, dessen Oberflächennormale(n) überwiegend oder ausschließlich auf einen Teil der Manipulationseinrichtung, insbesondere auf die zweite Sensoreinrichtung, gerichtet ist (sind). Durch eine solche Anordnung wird erreicht, dass die zweite Sensoreinrichtung relativ steil, im Idealfall senkrecht, auf die Oberfläche des Körpers gerichtet ist.

15

20

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung kann vorsehen, dass dem ersten Anlagebereich während des Greifvorgangs in Bezug auf den zu greifenden Körper ein zweiter Anlagebereich gegenüberliegt, derart, dass ein Körper durch den zweiten Anlagebereich an den ersten Anlagebereich angeedrückt wird, wobei insbesondere der erste und der zweite Anlagebereich je einen Schenkel einer Zange bilden und gegeneinander schwenkbar oder verschiebbar sind. An einem Zangenarm kann beispielsweise eine Blende zur Abschirmung des Messbereichs der zweiten Sensoreinrichtung angeordnet sein.

25

Der erste und der zweite Anlagebereich der Manipulationseinrichtung können an Bauteilen der Einrichtung angeordnet sein, die aufeinander zu geschoben oder geschwenkt werden können. Beispielsweise können diese Bauteile auf einer Schiene zum Einklemmen des Körpers aufeinander zu geschoben werden. Einfacher erscheint die Anordnung nach Art einer Zange, wobei die beiden Anlagebereiche auf unterschiedlichen Schenkeln/Armen der Zange angeordnet sein können.

30

35

Dabei kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der erste und insbesondere auch der zweite Anlagebereich jeweils auf ihrer einem zu greifenden Körper zugewandten Seite konkav ausgebildet sind.

5 Die Anlagebereiche können auch auf verschiedenen Oberflächenbereichen eines Handschuhs angeordnet sein; beispielsweise kann einer der Anlagebereiche im Bereich der Handfläche oder eines Fingers oder eines mehrere Finger gemeinsam aufnehmenden Teils des Handschuhs vorgesehen sein, während ein anderer Anlagebereich an dem Teil des Handschuhs angeordnet
10 ist, der den Daumen aufnimmt. Damit können die verschiedenen Anlagebereiche derart gegeneinander bewegt werden, dass sie einen Körper zwischen sich einklemmen. Die Sensoreinrichtungen sind in diesem Fall in die Oberfläche des Handschuhs in die Anlagebereiche integriert. Auch die zweite Sensoreinrichtung kann dann an dem Handschuh befestigt sein, sie kann jedoch für
15 den Fall der Handhabung durch einen Menschen auch unabhängig von der ersten Sensoreinrichtung bewegbar und beispielsweise an einem zweiten Handschuh oder einem Körperteil des beteiligten Menschen befestigbar sein. Die zweite Sensoreinrichtung kann auch an einem Handgriff, beispielsweise in Form eines Pistolengriffs, befestigt sein.

20 In einer weiteren Ausgestaltung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der erste und insbesondere auch der zweite Anlagebereich auf ihrer einem zu greifenden Körper zugewandten Seite jeweils eine auf Berührung oder Druck sensitive, insbesondere ortsauflösend sensitive Sensorfläche der ersten
25 Sensoreinrichtung aufweisen. Damit kann beim Zugreifen beispielsweise auf eine Frucht einerseits die Greifkraft begrenzt werden, so dass die Frucht nicht verletzt wird, und andererseits insbesondere bei einer ortsauflösenden Druckmessung auch eine gegebenenfalls erfolgende Verformung des Körpers oder Nachgiebigkeit nachgewiesen werden, die beispielsweise Aufschluss über den
30 Reifegrad gibt. Als ortsauflösende Sensoreinrichtung kann dazu beispielsweise ein Sensorpad genutzt werden, an dem eine verteilte Matrix von Drucksensoren vorgesehen ist. Wichtig ist hierbei, dass der Druck ortsauflösend erfasst werden kann, wobei bei derartigen taktilen Sensoren die Ortsauflösung beispielsweise mindestens 0,5 mm beträgt, so dass der Ort einer Krafteinwirkung auf wenigstens 1 mm genau bestimmt werden kann. In vielen Fällen
35 kann allerdings auch schon eine Ortsauflösung, die genauer als 3 mm oder

genauer als 2 mm ist, ausreichen. Eine oder mehrere solcher ortsauflösenden Sensorflächen kann/können auch an einem Handschuh angeordnet werden.

- 5 Die Erfindung erlaubt im Zusammenwirken der ersten Sensoreinrichtung mit der zweiten Sensoreinrichtung gleichzeitig das kontrollierte/geregelte Greifen eines Körpers und die Durchführung einer Messung mittels der zweiten Sensoreinrichtung unter guten und reproduzierbaren Umgebungsbedingungen. Somit ist zur Analyse des Körpers ein gesteuertes Zusammenwirken der Sensoreinrichtungen notwendig. Es kann hierzu bei der Manipulationseinrichtung vorgesehen sein, dass eine mit der ersten und der zweiten
- 10 Sensoreinrichtung in Verbindung stehende Steuereinrichtung vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, zunächst Signale von der ersten Sensoreinrichtung zu erhalten und zu verarbeiten und in Abhängigkeit von Signalen der ersten Sensoreinrichtung und/oder von durch die erste Sensoreinrichtung erfassten
- 15 Parametern eine Messung durch die zweite Sensoreinrichtung freizugeben oder zu starten. In besonders einfachen Fällen kann auch eine feste Ablaufsteuerung zwischen der ersten, zweiten und ggf. weiteren Sensoreinrichtungen vorgesehen werden.
- 20 Die erste Sensoreinrichtung kann beispielsweise durch die Messung der Rückwirkung des Körpers sicherstellen, dass der Körper fest, aber zerstörungs- und beschädigungsfrei ergriffen ist, so dass mittels der zweiten Sensoreinrichtung, die beispielsweise als Spektrometer ausgebildet sein kann, zuverlässige Informationen über die Oberfläche des Körpers ermittelt werden können. Die
- 25 Manipulationseinrichtung kann somit beispielsweise im Bereich der Landwirtschaft bei der Ernte von Früchten derart eingesetzt werden, dass jede Frucht einzeln ergriffen und geprüft und in Abhängigkeit von den Prüfergebnissen geerntet oder an der Pflanze belassen wird.
- 30 Die Manipulationseinrichtung kann eine Auswerte- und/oder Steuervorrichtung aufweisen, die dazu eingerichtet ist, die Messdaten der ersten und/oder zweiten Sensoreinrichtung auszuwerten und gegebenenfalls die Kraft, mit der der Körper ergriffen wird, zu steuern oder zu regeln.
- 35 Die Erfindung bezieht sich nicht nur auf eine Manipulationseinrichtung der oben beschriebenen und erläuterten Art, sondern auch auf ein Verfahren zum

Greifen eines Körpers mittels einer Manipulationseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem zunächst ein erster Anlagebereich der Manipulationseinrichtung mit einer ersten Kraft gegen den Körper gedrückt wird, währenddessen mittels einer ersten Sensoreinrichtung wenigstens eine erste mechanische Eigenschaft, insbesondere ein erster mechanischer Parameter, beispielsweise auch eine Position, des Körpers erfasst wird, und gleichzeitig oder danach mit einer zweiten Sensoreinrichtung wenigstens ein weiterer, vom ersten Parameter verschiedener, insbesondere nicht mechanischer Parameter oder eine weitere Eigenschaft des Körpers erfasst wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren einer Zeichnung gezeigt und anschließend erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Manipulationseinrichtung, die über eine Greifmechanik mit beweglichen Armen verfügt, sowie

Fig. 2 eine Manipulationseinrichtung in Form eines Handschuhs mit integrierter Sensorik.

In Figur 1 ist eine Manipulationseinrichtung 1 mit zwei gegeneinander beweglichen, um eine Achse 2 schwenkbaren Armen 3, 4 dargestellt, die zwischen sich einen zu greifenden Körper 5 aufnehmen können. Der Körper 5 kann beispielsweise für den Einsatz in der Landwirtschaft ein Apfel, eine Birne, eine Orange oder eine andere Frucht sein.

Die Arme 3, 4 sind aus einem festen, steifen Material, wie beispielsweise Metall oder Kunststoff, gefertigt. Sie ragen aus einem Gehäuse 6 hervor, wo sie mit einem nicht dargestellten Antrieb verbunden sind. Durch eine Betätigung des Antriebs werden die Arme 3, 4 auseinander oder aufeinander zu bewegt. Es ist eine Steuereinrichtung 7 innerhalb einer Verarbeitungseinrichtung 8 vorgesehen, wobei die Steuereinrichtung 7 beispielsweise den Antrieb in nicht näher dargestellter Weise ansteuern kann.

Die Arme 3, 4 weisen auf ihrer dem Körper 5 zugewandten Seite eine konkave Struktur auf, indem sie zwei rechtwinklig zueinander angeordnete Teile 4a, 4b

aufweisen. Die Teile des Arms 4 müssen nicht notwendigerweise rechtwinklig zueinander stehen, sondern können auch einen größeren Winkel zwischen sich einschließen. Der Arm 4 ebenso wie der Arm 3 kann auch insgesamt aus einem einzigen gekrümmten Teil oder abgewinkelten Teil bestehen. Es wird aus der Zeichnung deutlich, dass die Arme 3, 4 so geformt sind, dass sie, wenn sie sich aufeinander zu bewegen, den Körper 5 zwischen sich einschließen, diesen festklemmen und damit unbeweglich festlegen.

Auf der Innenseite der Arme 3, 4 ist jeweils ein Sensorpad 9, 10 angeordnet, das eine ortsauflösende Kraftmessung erlaubt. Wenn die Arme 3, 4 an den Körper 5 gedrückt werden, bildet sich an jedem der Arme 3, 4 ein Anlagebereich aus, der je nach Größe des ausgeübten Drucks etwa der Größe der Sensorpads 9, 10 entspricht. Jeder Anlagebereich kann für sich in mehrere nicht zusammenhängende Teil-Anlagebereiche unterteilt sein. Die Sensorpads 9, 10 sind Teil einer ersten Sensoreinrichtung, die zudem zumindest Zuleitungen 9a, 10a und gegebenenfalls Vorverarbeitungseinrichtungen im Bereich der Pads 9, 10 aufweist. Beispielsweise können diese Vorverarbeitungseinrichtungen Signale verschiedener über die Sensorpads 9, 10 flächenartig verteilter Sensoren derart übernehmen, dass Messwerte der Sensoren über die Leitungen 9a, 10a seriell übermittelt werden können.

Die ersten Sensoreinrichtungen 9, 9a, 10, 10a senden somit Signale über die Kraftverhältnisse oder die Kraftverteilung beim Greifen des Körpers 5 an die Verarbeitungseinrichtung 8 und dort an eine Empfangseinrichtung 11. Diese leitet die Signale weiter an die Steuereinrichtung 7. Werden die Signale der ersten Sensoreinrichtung 9, 9a, 10, 10a derart interpretiert, dass der Körper 5 festgelegt und positioniert ist, so kann unmittelbar durch die Steuereinrichtung 7 die Messung mittels der zweiten Sensoreinrichtung begonnen werden. Es kann jedoch auch zuerst eine Auswertung der durch die erste Sensoreinrichtung ermittelten Daten erfolgen, die auch zum Ergebnis haben kann, dass eine Messung mittels der zweiten Sensoreinrichtung nicht durchgeführt werden muss. Dies kann beispielsweise dann sein, wenn eine zu erntende Frucht sich zu hart anfühlt und schon aufgrund der Abtastung durch die Pads 9, 10 das Resultat deutlich wird, dass die Frucht noch unreif ist. Die Steuereinrichtung 7 kann jedoch auch eine weitere Messung durch eine zweite Sensoreinrichtung starten.

Die zweite Sensoreinrichtung weist in dem in Figur 1 gezeigten Beispiel an jedem der Arme 3, 4 eine Lichtquelle 12, 13 auf, die jeweils einen Punkt auf der Oberfläche des Körpers 5 beleuchtet. Zudem umfasst die zweite Sensoreinrichtung an jedem der Arme 3, 4 ein Spektrometer 14, 15, das auf den Körper 5 gerichtet ist und jeweils Strahlung von dem durch die Lichtquellen 12, 13 beleuchteten Bereich aufnimmt und analysiert. Die Lichtquellen 12, 13 können beispielsweise unmittelbar an den Armen 3, 4 angeordnet und als Leuchtdioden ausgebildet sein, sie können jedoch auch durch die Enden von Lichtwellenleitern gebildet sein, die von der Verarbeitungseinrichtung 8 ausgehen, wobei die eigentliche Lichtquelle dann in der Verarbeitungseinrichtung positioniert sein kann. Die Leitungen 12a, 13a können somit alternativ Lichtwellenleiter oder elektrische Leitungen darstellen. Die Versorgungseinheit 16 innerhalb der Verarbeitungseinrichtung 8 stellt somit entweder eine Spannungsquelle oder eine Lichtquelle dar.

Die Spektrometer 14, 15 können unmittelbar über die Leitungen 14a, 15a Informationen über die aufgenommenen Spektren zu der Verarbeitungseinrichtung 8 und dort zu einer Empfangseinrichtung 17 senden. Die Spektren können dort näher ausgewertet werden und Aufschluss darüber geben, welchen Zustand oder welche Beschaffenheit der Körper 5 aufweist. Das Ergebnis der Analyse kann dann in einer Ausgabeeinheit 18 innerhalb der Steuereinrichtung 7 angezeigt werden, was entweder durch eine optische Anzeige oder durch ein akustisches Signal geschehen kann.

Durch die Verarbeitungseinrichtung 8 können die Messdaten der ersten Sensoreinrichtung 9, 9a, 10, 10a und die Messdaten der zweiten Sensoreinrichtung 12, 13, 14, 15, 12a, 13a, 14a, 15a grundsätzlich unmittelbar in physikalische Parameter umgerechnet oder im Sinne einer Mustererkennung auf ein aufgabenspezifisches Erkennungsproblem hin ausgewertet werden. Im Zuge einer Klassifikation bzw. Regression können aufgenommene Messmuster auf erwartete Zielstrukturen projiziert werden. Beispielsweise können die Messdaten der mechanischen Sensorpads 9, 10 umgerechnet werden in die Größe einer Anlagefläche, die mit dem Körper 5 in Berührung steht, oder auch in bestimmte Formen der Berührungsfläche, in denen sich der Körper 5 an die Pads 9, 10 anschmiegt. Bei den erfassten Spektren können beispielsweise die

Lage von Maxima und Minima sowie deren Amplitudenverhältnisse als Muster ausgewertet werden.

Insgesamt können durch die optischen Sensoren beispielsweise die Objekteigenschaften Farbe und Textur, Reflexionseigenschaften in Hinblick auf die stoffliche Zusammensetzung an der Oberfläche oder die Struktur im Inneren des Objekts sowie die Objektgeometrie und Form ermittelt werden. Mittels der ersten Sensoreinrichtung bzw. der taktilen Sensoren kann beispielsweise die Größe, Form und Steifigkeit des zu greifenden Körpers erfasst werden.

Durch eine Rückmeldung der ersten Sensoreinrichtung während des Greifvorgangs kann die Steuereinrichtung 7 den Antrieb der Arme 3, 4 derart steuern, dass beispielsweise die Greifkraft oder auch die spezifische Flächenpressung im Bereich der Anlagefläche begrenzt wird. Der Greifvorgang kann somit an die speziellen Gegebenheiten und die Beschaffenheit des Körpers 5 angepasst werden. Gleiches gilt bei einer ungenauen Positionierung des Körpers 5, wenn dieser schräg in der Manipulationseinrichtung liegt. Auch in diesem Fall kann eine Rückmeldung gegeben werden, die die Steuereinrichtung 7 dazu veranlassen kann, entweder den Körper 5 loszulassen bzw. die Arme 3, 4 von diesem zu lösen und ihn neu zu greifen oder mit veränderter Greifkraft festzuhalten. Lage und Orientierung des Körpers 5 können ebenfalls durch die Auswertung taktiler Sensoren der ersten Sensoreinrichtung genau ermittelt werden, so dass nachfolgend erfasste Messwerte der zweiten Sensoreinrichtung entsprechend interpretiert werden können.

Durch die Integration der taktilen Sensorik in die Manipulationseinrichtung können unter simultaner Ausführung des Handhabungsprozesses und der sensorischen Messungen mechanische Objekteigenschaften bei gleichzeitiger Stabilisierung des Greifvorgangs bestimmt werden.

Die Auswertung der erfassten Daten kann beispielsweise mittels eines lernenden Systems erfolgen. Die Sensordaten können in physikalische Messgrößen umgerechnet werden oder zur Ermittlung von Ergebnissen nach einer anwendungsspezifischen Kalibrierung des Systems auf eine bestimmte Fragestellung führen. Zu diesem Zweck können in einer Einlernphase dem System Objekte mit bekannten Objekteigenschaften präsentiert werden. Eine flexible,

parametrisierte mathematische Struktur in der Auswerteeinrichtung kann durch numerische Optimierung so angepasst werden, dass die Erkennungsfehler minimiert werden. Nach der Lernphase erkennt das System neue Objekte in Echtzeit. Messergebnisse wie "gut" und "schlecht" bzw. "erntereif" und "nicht erntereif" können als Statusmeldungen ausgegeben werden.

Zur Datenanalyse der taktilen Sensoren, insbesondere wenn diese ortsauflösend sind wie die Pads 9, 10, können beispielsweise neuronale Netze verwendet werden. Diese können besonders gut durch das oben beschriebene Verfahren trainiert werden. Für die Auswertung beider Sensoreinrichtungen können zudem Expertensysteme eingesetzt werden.

In Figur 2 ist als weitere Ausführungsform der Manipulationseinrichtung ein mit entsprechenden Sensoren ausgestatteter Handschuh 1' dargestellt. Dieser weist Fingerlinge 19, 20, 21 sowie eine Hülle 22 für den Daumen auf. In die Fingerlinge 19, 20, 21 sowie in die Hülle 22 sind Sensorpads 23, 24, 25, 26 eingesetzt, die eine ortsauflösende Krafterfassung erlauben. Diese sind mit einer oder mehreren Leitungen mit einer Auswerteeinheit 11' verbunden, die ihrerseits mit einer Steuereinrichtung 7' verbunden ist. Die Sensorpads 23, 24, 25, 26 stellen eine oder mehrere erste Sensoreinrichtungen dar. Wird der Handschuh 1' von einer Person, beispielsweise einem Erntehelfer, getragen, so kann er durch die Bewegung der Hand einen Gegenstand greifen, wobei die Pads 23, 24, 25, 26 an den Gegenstand zur Anlage kommen. Die Pads bilden dabei einen Anlagebereich. Es kann beim Zugreifen die Kraftverteilung an dem Körper durch die Pads gemessen werden. Hierdurch kann beispielsweise nicht nur die Greifkraft insgesamt, sondern auch die Weichheit oder Steifigkeit des zu greifenden Körpers ermittelt werden. Ist dieser zu weich oder zu hart, so kann unmittelbar ein Resultat in Form eines Signaltons ausgegeben werden. Signalisieren die mechanischen, durch die Pads erfassten Eigenschaften des Körpers, dass der Körper regelgerecht ergriffen worden ist und über passende Eigenschaften verfügt, so kann mittels der Steuereinrichtung 7' eine Messung durch die zweite Sensoreinrichtung 27 gestartet werden. Diese ist an dem Fingerling 20 dargestellt und verfügt über eine Optik, die schematisch durch den Kreis 28 dargestellt ist. Mittels dieser Optik, an der eine Lichtquelle und ein Spektrometer vorgesehen sein können, kann eine spektroskopische Untersuchung der Oberfläche des zu greifenden Körpers erfolgen. Ent-

sprechende Signale können vorverarbeitet und über die gestrichelt dargestellte Leitung 29 zu der Auswerteeinrichtung 17' geschickt werden. Eine weitere Auswertung kann in der Steuereinrichtung 7' erfolgen, die auch ein Resultat der Messungen ausgeben kann, entweder in elektronischer, optischer oder akustischer Weise.

Die Verarbeitungseinrichtung 8', die die genannten Einheiten 7', 11', 17' enthält, kann beispielsweise in Form eines Armbands mit dem Handschuh 1' verbunden oder zusätzlich zu diesem getragen werden.

Der eigentliche Greifvorgang stellt sich damit so dar, dass zunächst der zu greifende Körper anvisiert und ergriffen wird, wobei gleichzeitig mit dem Greifvorgang bereits eine taktile Messung erfolgt, um die Greifkraft zu begrenzen, eine richtige Positionierung des Körpers in der Manipulationseinrichtung zu gewährleisten und erste Objekteigenschaften bezüglich der Härte und Steifigkeit zu ermitteln. In Abhängigkeit von den ersten Ergebnissen kann dann die zweite Sensoreinrichtung betrieben werden, um zusätzliche Parameter mechanischer, optischer, elektrischer, chemischer oder biochemischer Art an dem Körper zu erfassen. Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Manipulationseinrichtung liegt dabei darin, dass einerseits durch die Kombination der Sensorik mit der Aktorik, d. h. mit der Ansteuerung der Mechanik der Manipulationseinrichtung, der Greifvorgang passend zum Messvorgang gesteuert werden kann, so dass für die Messvorgänge geeignete Messumgebungen sichergestellt werden können, und dass andererseits durch die Verschränkung der Aktoren- und Sensorenaktivität Zeit gespart werden kann.

Die Steuerung des Greifvorgangs selbst kann auch in dem Fall erfolgen, dass der Körper durch eine Person gegriffen wird, die den Handschuh 1' trägt. Die Manipulationseinrichtung kann beispielsweise akustisch signalisieren, dass der Körper in der richtigen Weise ergriffen worden ist, und es können passende Signale gegeben werden, wenn die Positionierung des Körpers in dem Handschuh zufriedenstellend gelungen ist. Wird die zulässige Greifkraft überschritten, so kann zudem ein Warnsignal ausgegeben werden. Das Starten der Aktivität der zweiten Sensoreinrichtung kann automatisch erfolgen, sobald die taktilen Sensoren an dem Handschuh signalisieren, dass der Körper stabil ergriffen worden ist.

Patentansprüche

5

1. Manipulationseinrichtung (1, 1') zum Greifen eines Körpers (5) mit wenigstens einem ersten Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26), der dazu eingerichtet ist, im Rahmen eines Greifvorganges mit einer ersten Kraft gegen den Körper gedrückt zu werden, und mit einer ersten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10, 10a, 23, 24, 25, 26), die dazu eingerichtet ist, wenigstens eine erste mechanische Eigenschaft, insbesondere einen ersten mechanischen Parameter, des Körpers (5) zu erfassen, sowie mit einer zweiten Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28), die dazu eingerichtet ist, während und/oder bevor und/oder nachdem der Anlagebereich gegen den Körper gedrückt wird, einen weiteren, vom ersten Parameter verschiedenen, insbesondere nicht mechanischen Parameter oder eine weitere Eigenschaft des Körpers zu erfassen.

10

15

2. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Sensoreinrichtung dazu eingerichtet ist, aufgrund der Rückwirkung des Körpers (5) auf die Manipulationseinrichtung infolge der in dem ersten Anlagebereich ausgeübten Andruckkraft einen mechanischen Parameter zu ermitteln.

20

3. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) zur Erfassung eines optischen Parameters eingerichtet ist.

25

4. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) einen Lichtintensitätssensor und/oder ein Reflektometer und/oder ein Pyrometer und/oder ein Spektrometer (14, 15) aufweist.

30

5. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) einen Sensor zur Erfassung eines elektrischen Parameters aufweist, insbesondere einen Sensor zur Erfassung eines elektrischen Oberflächenwiderstandes, einer Feldstärke oder einer Spannung.
6. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) einen Sensor zur Erfassung der Objekttemperatur, der Objektfeuchtigkeit oder zum Nachweis bestimmter chemischer, biologischer oder biochemischer Substanzen aufweist.
7. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) eine Wirkeinrichtung zur Einwirkung auf den Körper (5) aufweist, wobei die Signalantwort des Körpers als Folge der Einwirkung erfasst wird.
8. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) in einem Oberflächenbereich eines Teils der Manipulationseinrichtung positioniert ist, der beim Greifen eines Körpers (5) dem Körper zugewandt ist, und/oder dass die zweite Sensoreinrichtung beim Greifen eines Körpers auf einen Oberflächenbereich des Körpers (5) gerichtet ist, der wenigstens teilweise durch eines oder mehrere Teile der Manipulationseinrichtung verdeckt ist.
9. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) beim Greifen eines Körpers (5) auf einen Oberflächenbereich des Körpers gerichtet ist, von dem aus wenigstens 30 %, insbesondere wenigstens 50 % des Raumwinkels, der nicht durch den Körper eingenommen wird, durch Teile der Manipulationseinrichtung abgedeckt werden.

10. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) beim Greifen eines Körpers (5) auf einen Oberflächenbereich des Körpers gerichtet ist, dessen Oberflächennormale(n) überwiegend oder ausschließlich auf einen Teil der Manipulationseinrichtung, insbesondere auf die zweite Sensoreinrichtung, gerichtet ist (sind).
11. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass dem ersten Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26) während des Greifvorgangs in Bezug auf den zu greifenden Körper (5) ein zweiter Anlagebereich gegenüberliegt, derart, dass ein Körper durch den zweiten Anlagebereich an den ersten Anlagebereich angedrückt wird, wobei insbesondere der erste und der zweite Anlagebereich je einen Schenkel einer Zange bilden und gegeneinander schwenkbar oder verschiebbar sind.
12. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und insbesondere auch der zweite Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26) jeweils auf ihrer einem zu greifenden Körper (5) zugewandten Seite konkav ausgebildet sind.
13. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und insbesondere auch der zweite Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26) auf ihrer einem zu greifenden Körper (5) zugewandten Seite jeweils eine auf Berührung oder Druck sensitive, insbesondere ortsauflösend sensitive Sensorfläche der ersten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10, 10a, 23, 24, 25, 26) aufweisen.
14. Manipulationseinrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit der ersten und der zweiten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10, 10a, 12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 23, 24, 25, 26, 27, 28) in Verbindung stehende Steuereinrichtung (7, 7') vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, zunächst Signale von der ersten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10, 10a, 23, 24, 25, 26) zu erhalten und zu verarbeiten und in Abhängigkeit von Signalen der ersten

Sensoreinrichtung und/oder von durch die erste Sensoreinrichtung erfassten Parametern eine Messung durch die zweite Sensoreinrichtung (12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) freizugeben oder zu starten.

- 5 15. Verfahren zum Greifen eines Körpers (5) mittels einer Manipulations-
einrichtung (1, 1') nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem
zunächst ein erster Anlagebereich (9, 10, 23, 24, 25, 26) der Manipula-
tionseinrichtung mit einer ersten Kraft gegen den Körper (5) gedrückt
wird, währenddessen mittels einer ersten Sensoreinrichtung (9, 9a, 10,
10a, 23, 24, 25, 26) wenigstens eine erste mechanische Eigenschaft,
10 insbesondere ein erster mechanischer Parameter, des Körpers erfasst
wird, und gleichzeitig oder danach mit einer zweiten Sensoreinrichtung
(12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 15, 15a, 27, 28) wenigstens ein weiterer,
vom ersten Parameter verschiedener, insbesondere nicht mechani-
scher Parameter oder eine weitere Eigenschaft des Körpers erfasst
15 wird.

1/2

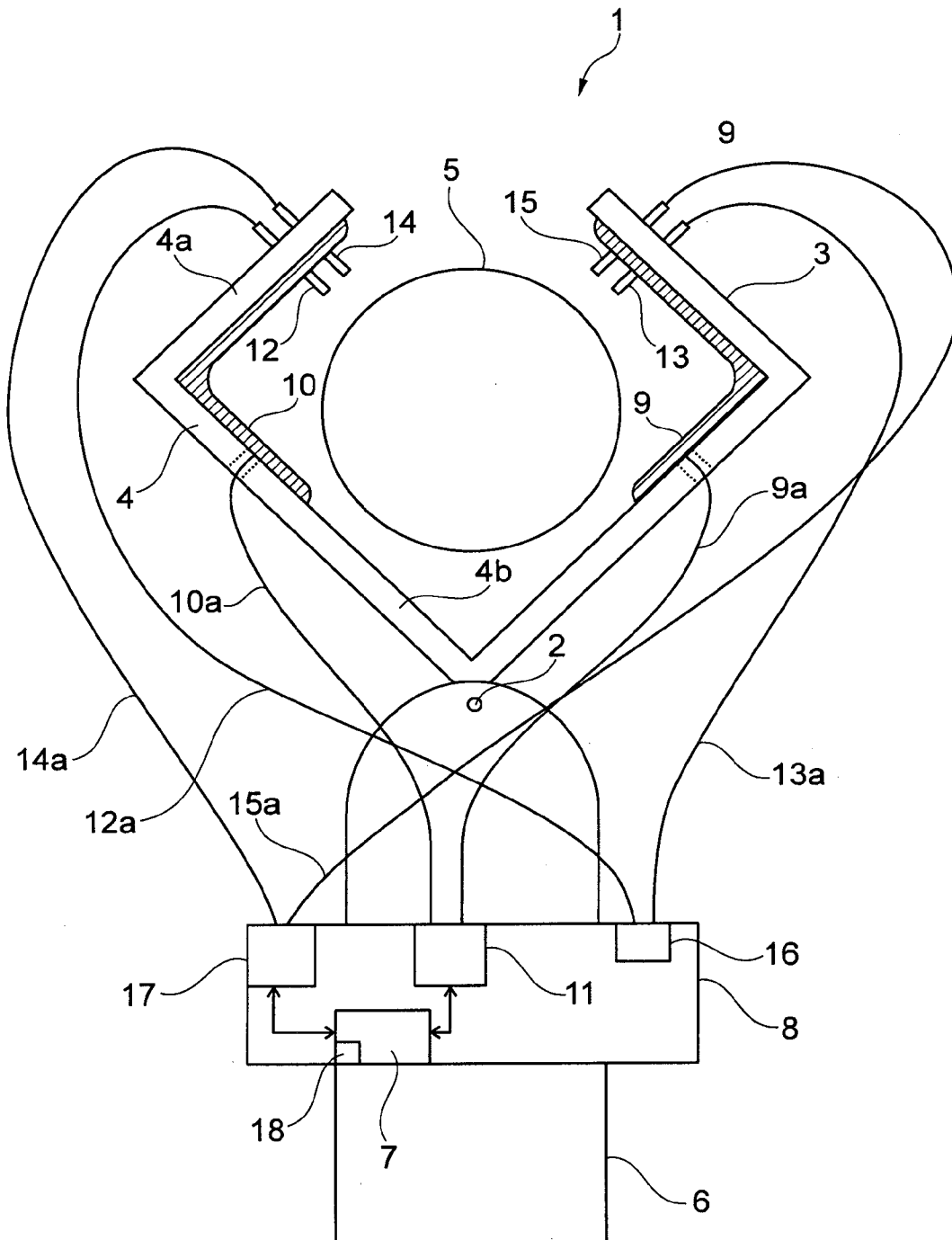


Fig. 1

2/2

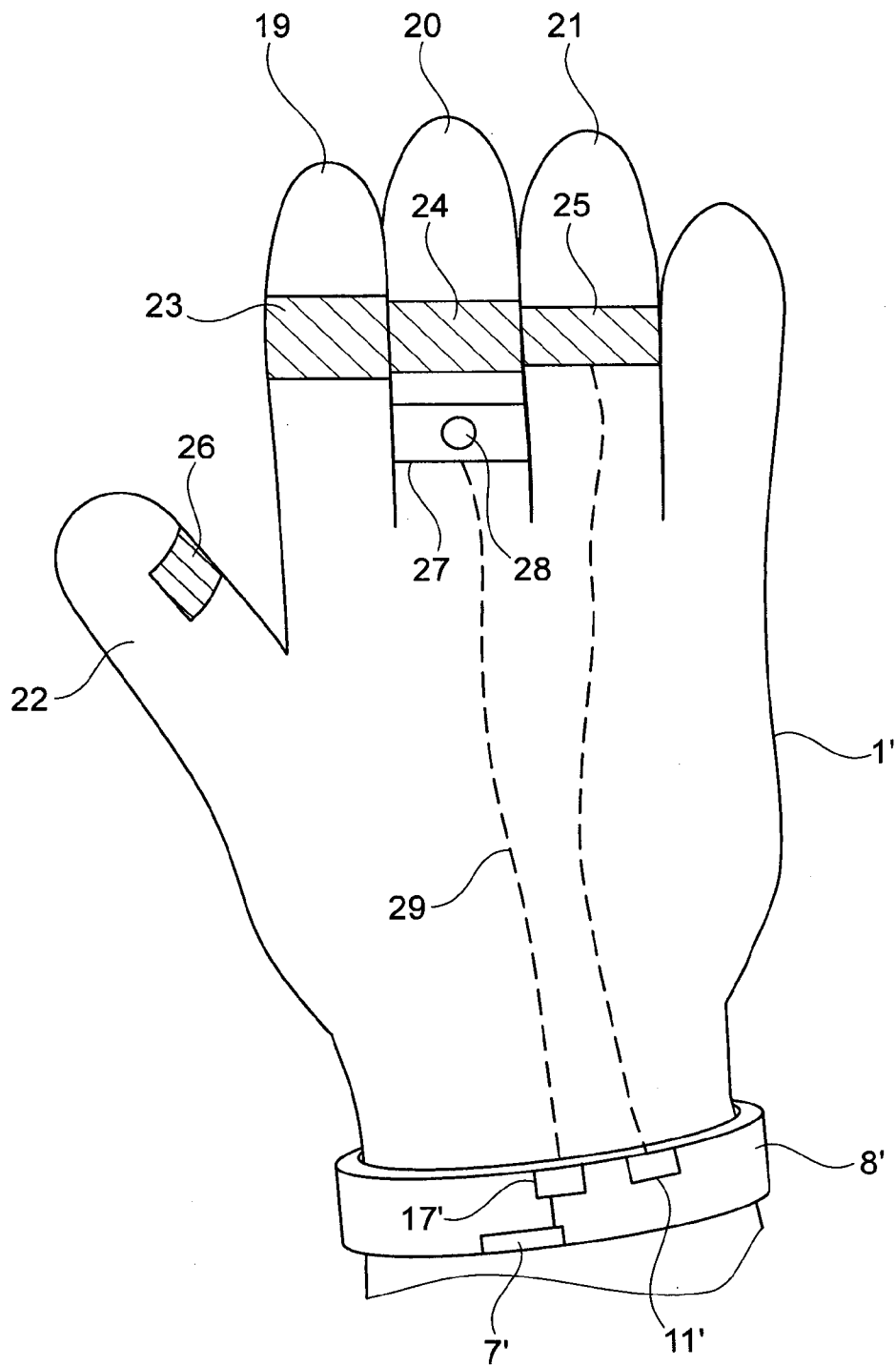


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/056303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B25J15/00 B25J19/02 B25J13/08
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)
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, 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	HIRZINGER G ET AL: "SENSOR-BASED SPACE-ROBOTICS-ROTEX AND ITS TELEROBOTIC FEATURES", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, IEEE INC, NEW YORK, US, vol. 9, no. 5, 1 October 1993 (1993-10-01) , pages 649-663, XP000422845, ISSN: 1042-296X, DOI: 10.1109/70.258056 figures 5,6,16,17 Chapter III ----- -/--	1-4,7-15



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

15 June 2018

Date of mailing of the international search report

27/06/2018

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

Kielhöfer, Simon

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/056303

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BUTTERFASS J ET AL: "DLR'S MULTISENSORY HAND PART I: HARD- AND SOFTWARE ARCHITECTURE", PROCEEDINGS / 1998 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION, MAY 16 - 20, 1998, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, LEUVEN, BELGIUM, IEEE, NEW YORK, NY, USA, vol. 3, 16 May 1998 (1998-05-16), pages 2081-2086, XP002497754, DOI: 10.1109/ROBOT.1998.680625 ISBN: 978-0-7803-4300-9 [retrieved on 1998-05-20] figures 1, 6, 8 page 4, column 1, line 22 - line 24 -----	1-4,7-15
X	WO 2016/029143 A1 (HARVARD COLLEGE [US]; LESSING JOSHUA AARON [US]; WHITESIDES GEORGE M []) 25 February 2016 (2016-02-25) figures 1a, 1b, 2a-c, 9, 12, 13 paragraph [0122] paragraph [0135] paragraph [0027] - paragraph [0028] claims 15, 16 -----	1,2,5,6, 8,11-15
X	US 2016/107316 A1 (ALT NICOLAS [DE] ET AL) 21 April 2016 (2016-04-21) paragraph [0061] paragraph [0091] claim 1 claim 9 figures 4a, 4b -----	1-3,8-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/056303

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2016029143 A1	25-02-2016	AU 2015305311 A1	09-03-2017
		CA 2958921 A1	25-02-2016
		CN 107000200 A	01-08-2017
		EP 3183099 A1	28-06-2017
		JP 2017526543 A	14-09-2017
		US 2017239821 A1	24-08-2017
		WO 2016029143 A1	25-02-2016

US 2016107316 A1	21-04-2016	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B25J15/00 B25J19/02 B25J13/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HIRZINGER G ET AL: "SENSOR-BASED SPACE-ROBOTICS-ROTEX AND ITS TELEROBOTIC FEATURES", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, IEEE INC, NEW YORK, US, Bd. 9, Nr. 5, 1. Oktober 1993 (1993-10-01) , Seiten 649-663, XP000422845, ISSN: 1042-296X, DOI: 10.1109/70.258056 Abbildungen 5,6,16,17 Chapter III ----- -/--	1-4,7-15



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

15. Juni 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/06/2018

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

Kielhöfer, Simon

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BUTTERFASS J ET AL: "DLR'S MULTISENSORY HAND PART I: HARD- AND SOFTWARE ARCHITECTURE", PROCEEDINGS / 1998 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION, MAY 16 - 20, 1998, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, LEUVEN, BELGIUM, IEEE, NEW YORK, NY, USA, Bd. 3, 16. Mai 1998 (1998-05-16), Seiten 2081-2086, XP002497754, DOI: 10.1109/ROBOT.1998.680625 ISBN: 978-0-7803-4300-9 [gefunden am 1998-05-20] Abbildungen 1, 6, 8 Seite 4, Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 24 -----	1-4,7-15
X	WO 2016/029143 A1 (HARVARD COLLEGE [US]; LESSING JOSHUA AARON [US]; WHITESIDES GEORGE M []) 25. Februar 2016 (2016-02-25) Abbildungen 1a, 1b, 2a-c, 9, 12, 13 Absatz [0122] Absatz [0135] Absatz [0027] - Absatz [0028] Ansprüche 15, 16 -----	1,2,5,6, 8,11-15
X	US 2016/107316 A1 (ALT NICOLAS [DE] ET AL) 21. April 2016 (2016-04-21) Absatz [0061] Absatz [0091] Anspruch 1 Anspruch 9 Abbildungen 4a, 4b -----	1-3,8-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/056303

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2016029143			A1	25-02-2016	AU	2015305311	A1	09-03-2017
					CA	2958921	A1	25-02-2016
					CN	107000200	A	01-08-2017
					EP	3183099	A1	28-06-2017
					JP	2017526543	A	14-09-2017
					US	2017239821	A1	24-08-2017
					WO	2016029143	A1	25-02-2016

US 2016107316			A1	21-04-2016	KEINE			
