



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 021 892 B4 2010.02.04**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 021 892.7**
 (22) Anmeldetag: **04.05.2004**
 (43) Offenlegungstag: **01.12.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **04.02.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 11/03 (2006.01)**
B25J 9/16 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
AMATEC Robotics GmbH, 86165 Augsburg, DE;
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Ibach, Thomas, 76437 Rastatt, DE; Laubel,
Bernhard, 76476 Bischweiler, DE; Leskovar, Matej,
81667 München, DE; Linnenbaum, Holger, 76437
Rastatt, DE; Paskuda, Martin, 76479 Steinmauern,
DE

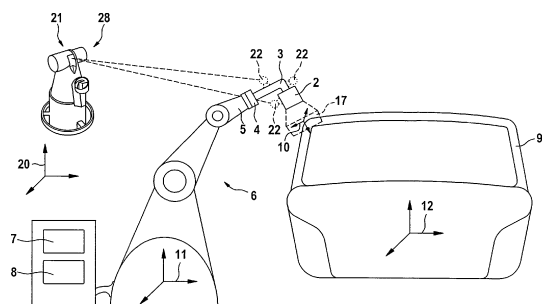
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

US 60 69 700
EP 03 06 731 A2
WO 02/27 264 A1
US 2003/00 48 459 A1
US 63 21 137 B1

**S.Kyle: "Operational features of the Leica laser
 tracker", In: IEEE Seminar on Business
 Improvement through Measurement, Leica
 Geosystems Ltd., S. 4/1- 4/6, 1999**

(54) Bezeichnung: **Robotergeführte optische Messanordnung sowie Verfahren und Hilfsvorrichtung zum Einmessen dieser Messanordnung**

(57) Hauptanspruch: Optische Messanordnung (1) zur Verwendung an einem mehrachsigen Manipulator, insbesondere einem Industrieroboter (6),
 – mit einem an dem Manipulator (6) montierbaren Abstandshalter (3), an dem ein optischer Sensor (2) befestigt ist,
 – wobei auf dem Abstandshalter (3) und/oder auf einem Gehäuse (2') des Sensors (2) Messmarken (22) vorgesehen sind,
 dadurch gekennzeichnet,
 – dass das Gehäuse (2') zur Fixierung einer Hilfsvorrichtung (13) zum Einmessen der Messanordnung (1) mittels eines an der Hilfsvorrichtung (13) ausgebildeten Befestigungsbereichs (14) ausgestaltet ist,
 – wobei die Hilfsreinrichtung (13) ein Sensortarget (16) aufweist, das in einer solchen Weise auf der Hilfsvorrichtung (13) angeordnet ist, dass es in Zusammenbau- lage der Hilfsvorrichtung (13) mit der optischen Messanordnung (1) in einem Messraum (17) eines optischen Sensors (2) der Messanordnung liegt,
 – und wobei die Hilfsvorrichtung (13) mit Messmarken (22'), insbesondere mit retroreflektierenden Elementen (27'), versehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Messanordnung zur Verwendung an einem Messroboter. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Hilfsvorrichtung und ein Verfahren zum Einmessen der optischen Messanordnung.

[0002] Aus der US 6 321 137 B1 ist ein robotergeführter optischer Sensor bekannt, mit Hilfe dessen im Produktionsumfeld Werkstücke, beispielsweise Fahrzeugkarosserien, an einem oder mehreren Messbereichen vermessen werden können. Der optische Sensor ist an der Roboterhand befestigt und wird mit Hilfe des Roboters in ausgewählten Messbereichen gegenüber dem Werkstück positioniert. Die Verwendung eines optischen Sensors hat den Vorteil, dass ein solcher Sensor berührungslos misst und sich daher gegenüber einem taktilen Sensor durch eine wesentlich höhere Messgeschwindigkeit und eine geringere Schwingungsempfindlichkeit auszeichnet, wodurch schnelle und robuste Messungen im Produktionsumfeld möglich werden. Eine Positionierung des optischen Sensors mit Hilfe eines Roboters hat den zusätzlichen Vorteil einer hohen Flexibilität und reduzierter Kosten; weiterhin lassen sich mit Hilfe der Roboterpositionierung eine gute Reproduzierbarkeit und Genauigkeit der Messergebnisse erreichen.

[0003] Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass vor dem eigentlichen Messbetrieb eine hochgenaue Kalibrierung des Gesamtsystems – bestehend aus Roboter und optischem Sensor – durchgeführt wird. Hierbei wird in der Regel zunächst der Roboter kalibriert, indem seine Achsenfehler ermittelt und mit Hilfe der Steuerung kompensiert werden. Weiterhin wird das optische Sensorsystem kalibriert, wobei Fehler der Sensoroptik kompensiert und die Lage des Sensorkoordinatensystems gegenüber einem äußeren Bezugspunkt, beispielsweise dem Sensorgehäuse, ermittelt wird. Weiterhin ist es notwendig, den Bezug zwischen der Lage des Sensorkoordinatensystems und der Lage des Roboterkoordinatensystems herzustellen, um die Lage von Messpunkten des Sensors im Roboterkoordinatensystem ermitteln zu können.

[0004] In der US 6 321 137 B1 wird hierzu vorgeschlagen, den optischen Sensor mit Hilfe des Roboters in unterschiedliche Raumpositionen gegenüber einem Referenzkörper zu bewegen und aus den in diesen Raumpositionen gewonnenen Sensormessdaten des Referenzkörpers eine Kalibration des Gesamtsystems durchzuführen. Erfahrungsgemäß wird dabei jedoch nur verhältnismäßig geringe Genauigkeit erzielt, die für viele Anwendungen im Produktionsfeld, insbesondere für Messungen an Fahrzeug-Roh-)Karosserien, nicht ausreicht.

[0005] Aus der WO 02/27264 A1 ist eine roboterge-

führte Messanordnung bekannt, bei der ein optischer Tastkopf an einem Gelenkarm des Roboters befestigt ist. Die Einmessung des optischen Tastkopfs erfolgt mit Hilfe einer weiteren Messeinrichtung sowie einer am Gelenkarm des Roboters angebrachten Marke.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine robotergeführte optische Messanordnung in einer solchen Weise zu gestalten, dass sie schnell und einfach eingemessen werden kann. Weiterhin soll ein Verfahren und eine Hilfsvorrichtung vorgeschlagen werden, mit Hilfe derer dieser Einmessvorgang schnell und reproduzierbar durchgeführt werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1, 4 und 6 gelöst.

[0008] Danach umfasst die optische Messanordnung einen optischen Sensor, der mit Hilfe eines Abstandshalters an einem Roboter befestigt ist, wobei auf dem Abstandshalter und/oder dem Sensorgehäuse Messmarken vorgesehen sind. Diese Messmarken sind beispielsweise durch Stahlkugeln gebildet, deren Mittelpunkte mit Hilfe eines taktilen Messmittels, insbesondere durch den Messfühler einer Koordinatenmessmaschine, mit hoher Genauigkeit ermittelt werden können. Alternativ können die Messmarken durch Retroreflektoren gebildet sein, was eine hochgenaue Messung der Position dieser Messmarken mit Hilfe eines Lasertrackers ermöglicht. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung sind die Messmarken Retroreflektorkugeln, was sowohl eine taktile als auch eine optische Messung der Positionen dieser Messmarken gestattet. Zweckmäßigerweise sind diese Kugeln in einer solchen Weise lösbar an der optischen Messanordnung befestigt, dass sie (während des Messbetriebs) entfernt werden können, aber für eine Kalibration bzw. Überprüfungsmessung in hochgenau reproduzierbarer Weise an der optischen Messanordnung angebracht werden können.

[0009] Zum Einmessen des optischen Sensors kommt eine Hilfsvorrichtung zum Einsatz, die – vorteilhafterweise in einer hochgenau reproduzierbaren Weise – an der optischen Messanordnung befestigt werden kann. Die Hilfsvorrichtung weist ein Sensortarget auf, das in einer solchen Weise an der Hilfsvorrichtung angeordnet ist, dass es in Zusammenbauweise der Hilfsvorrichtung mit der optischen Messanordnung in einem Messraum des optischen Sensors liegt.

[0010] Das Einmessen der optischen Messanordnung umfasst eine Bestimmung der Lage des Sensorkoordinatensystems (auch TCP = Tool Center Point genannt) relativ zu den auf der Messanordnung fixierten Messmarken. Hierzu wird die Hilfsvorrichtung an der optischen Messanordnung befestigt.

Dann werden mit Hilfe des optischen Sensors eine oder mehrere Messungen des Sensortargets der Hilfsvorrichtung durchgeführt; aus denen die Lage des Sensortargets im Sensorkoordinatensystem ermittelt wird. Weiterhin wird unter Verwendung eines weiteren (optischen oder taktilen) Messsystems die Raumlage der an der optischen Messanordnung befestigten Messmarken relativ zu der Hilfsvorrichtung gemessen. Aus einer gemeinsamen Auswertung dieser Messungen wird die Lage des Sensorkoordinatensystems der optischen Messanordnung relativ zu den Messmarken berechnet. Um eine hochgenaue Ermittlung der Raumlage der Hilfsvorrichtung gegenüber den Messmarken der optischen Messanordnung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, auch die Hilfsvorrichtung mit Messmarken zu versehen.

[0011] Durch eine geeignete Anordnung der Messmarken an der optischen Messanordnung und an der Hilfsvorrichtung kann die Raumlage des Sensorkoordinatensystems gegenüber den Messmarken der optischen Messanordnung mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Dieses Einmessen der optischen Messanordnung kann in einem Messraum, beispielsweise in einem (taktilem) Koordinatenmessgerät, erfolgen. Da die für das Einmessen verwendete Hilfsvorrichtung klein, leicht, handlich und robust ist, kann das Einmessen aber auch direkt im Fabrikumfeld an einem Roboter durchgeführt werden, an dessen Roboterhand optische Messanordnung montiert ist. Dann können die auf der optischen Messanordnung befestigten Messmarken zusätzlich dazu verwendet werden, um – beispielsweise mit Hilfe eines Lasertrackers – die Raumlage der optischen Messanordnung relativ zum Roboterkoordinatensystem mit hoher Genauigkeit zu ermitteln und auf diese Weise die Fehler bzw. Ungenauigkeiten bei der Transformation der Sensormesswerte in das Roboterkoordinatensystem zu detektieren bzw. zu kompensieren.

[0012] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht einer robotergeführten optischen Messanordnung;

[0014] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Hilfsvorrichtung zum Einmessen der optischen Messanordnung der [Fig. 1](#);

[0015] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen optischen Messanordnung **1** mit einem optischen Sensor **2**, der an einem Abstandshalter **3** befestigt ist. Der Abstandshalter **3** weist einen Flansch **4** auf, mit Hilfe dessen die optische Messanordnung **1** an einer Roboterhand **5** eines mehrachsigen Manipulators, insbesondere eines sechsachsigen Industrieroboters **6**, montiert ist. Zur Speicherung und Auswertung der Messdaten des op-

tischen Sensors **2** ist eine Auswerteeinheit **7** vorgesehen. Der Roboter **6** ist an eine Robotersteuereinheit **8** zur Bewegungssteuerung der Roboterhand **5** angeschlossen. Vor dem Messbetrieb wird der Roboter **6** kalibriert, indem seine Achsenfehler ermittelt und mit Hilfe der Steuereinheit **8** kompensiert werden.

[0016] Im Messbetrieb werden mit Hilfe des optischen Sensors **2** Messwerte eines Messobjekts **9** gewonnen, wobei diese Messwerte in einem (mit der optischen Messanordnung **1** mitbewegten) Sensorkoordinatensystem **10** erzeugt werden. Um die Messwerte in ein raumfestes Roboterkoordinatensystem **11** oder ein Koordinatensystem **12** des Messobjekts **9** transformieren zu können, muss die Raumlage des Sensorkoordinatensystems **10** im Roboterkoordinatensystem **11** in Abhängigkeit von der Bewegung der Roboterhand **5** bekannt sein. Hierzu ist es notwendig, die optische Messanordnung **1** „einzu-messen“.

[0017] Hierzu wird die in [Fig. 2](#) gezeigte Hilfsvorrichtung **13** verwendet. Sie ist in Form einer „Brille“ gestaltet, die der optischen Messanordnung **1** für den Einmessvorgang aufgesetzt wird und umfasst daher einen Befestigungsbereich **14**, mit Hilfe dessen sie am Gehäuse **2'** des Sensors **2** fixiert werden kann. Um eine reproduzierbare Fixierung der Hilfsvorrichtung gegenüber dem Sensor **2** zu gewährleisten, ist das Sensorgehäuse **2'** vorteilhafterweise mit Anschlüssen **15** versehen, die die Relativlage des Befestigungsbereiches **14** gegenüber dem Sensorgehäuse **2'** definieren. An der Hilfsvorrichtung **13** ist ein Sensortarget **16** in einer solchen Weise angeordnet, dass es sich – wenn die Hilfsvorrichtung **13** auf den Sensor **2** aufgesetzt wurde – im Messvolumen **17** des optischen Sensors **2** befindet. Das Sensortarget **16** weist geometrische Merkmale **18**, **19** auf, die eine schnelle und hochgenaue Berechnung der Lage und Ausrichtung des Sensors **2** gegenüber dem Sensortarget **16** gestatten. Diese geometrischen Merkmale **18**, **19** sind auf das Messprinzip des optischen Sensors **2** abgestimmt. Der optische Sensor **2** des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist in der Lage, einerseits (mit Hilfe des Lichtschnittverfahrens) dreidimensionale Messpunkte zu erzeugen, andererseits (mit Hilfe einer Graubildauswertung) zweidimensionale Merkmale zu erkennen. In diesem Fall umfasst das Sensortarget **16** – wie in [Fig. 2](#) angedeutet – eine oder mehrere Höhenstufen **18** (deren Raumlage mit Hilfe des Lichtschnittverfahrens gemessen werden kann). Weiterhin umfasst das Sensortarget **16** mehrere Bohrungen **19** (deren Mittelpunkte durch Bildverarbeitung der Graubilder berechnet werden können). Auf diese Weise kann mit hoher Genauigkeit die Raum- und Winkellage des Sensortargets **16** im Sensorkoordinatensystem **10** ermittelt werden.

[0018] Um im Zuge des Einmessens der optischen

Messanordnung **1** mit Hilfe einer raumfesten Messvorrichtung **21**, beispielsweise einem Lasertracker **28**, die Raumlage der Hilfsvorrichtung **13** bestimmen zu können, muss die Hilfsvorrichtung **13** mit Messmarken **22'** versehen sein, die einer Messung durch die raumfeste Messvorrichtung **21** zugänglich sind. Diese Messmarken **22'** können beispielsweise durch Retroreflektorkugeln **27'** gebildet sein, deren Relativlagen gegenüber dem Sensortarget **16** in einem (der Einmessverfahren der optischen Messanordnung **1** vorgelagerten) Kalibrierprozess mit Hilfe einer taktilen Koordinatenmessmaschine ermittelt werden. Alternativ können diese Messmarken **22'** dadurch gebildet sein, dass die Bohrungen **19** des Sensortargets **16** als Durchgangsbohrungen ausgestaltet sind, so dass die Lage der Bohrungen **19** durch eine Messung mittels der raumfesten Messvorrichtung **21** ermittelt werden und aus dieser Messung auf die Lage des Sensortargets **16** rückgeschlossen werden kann (unter der Voraussetzung, dass die lokale Wandstärke **29** der Hilfsvorrichtung **13** und die Stufenhöhe **18** des Sensortargets **16** bekannt ist).

[0019] Zum Einmessen der optischen Messanordnung **1** wird die Hilfsvorrichtung **13** auf die (an der Roboterhand **5** befestigte) optische Messanordnung **2** aufgesetzt. In diesem Zustand werden drei Messungen durchgeführt:

1. Mit Hilfe des Sensors **2** werden Messungen des Sensortargets **16** durchgeführt, aus denen die Raumlage des Sensorkoordinatensystems **10** gegenüber dem Sensortarget **16** ermittelt wird.
2. Mit Hilfe der raumfesten Messvorrichtung **21** werden Messungen der Messmarken **22'** der Hilfsvorrichtung **13** durchgeführt, aus denen die Raumlage der Hilfsvorrichtung **13** (und somit auch die Lage des fest mit der Hilfsvorrichtung **13** verbundenen Sensortargets **16**) in einem Koordinatensystem **20** der raumfesten Messvorrichtung **21** berechnet wird.
3. Mit Hilfe der raumfesten Messvorrichtung **21** wird die Raumlage der optischen Messanordnung **1** im Koordinatensystem **20** der raumfesten Messvorrichtung **21** ermittelt. Hierzu sind auf der optischen Messanordnung **1** Messmarken **22** vorgesehen, die einer Messung durch die raumfeste Messvorrichtung **21** zugänglich sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel, bei dem die raumfeste Messvorrichtung **21** ein Lasertracker ist, werden diese Messmarken **22** durch Retroreflektorkugeln **27** gebildet, die auf dem Abstandshalter **3** und dem Gehäuse **2'** des optischen Sensors **2** befestigt sind. Zur Befestigung der Retroreflektorkugeln **27** sind am Abstandshalter **3** und am Sensorgehäuse **2'** Gewindebohrungen **24** vorgesehen, in die sogenannte „Nester“ **25** eingeschraubt werden. Die „Nester“ **25** sind als Ringscheiben ausgestaltet, in die die Retroreflektorkugeln **27** in einer hochgenau definierten Lage reproduzierbar eingelegt werden können. Die „Nester“ **25** sind mit

Magnetelementen versehen, so dass die Retroreflektorkugeln **27** – unabhängig von der räumlichen Ausrichtung der „Nester“ **25** – sicher in den „Nestern“ **25** fixiert und gehalten werden. In der Darstellung der [Fig. 2](#) sind nur einige Gewindebohrungen **24** mit „Nestern“ **25** bestückt, und nur einige dieser „Nester“ **25** sind mit darin fixierten Retroreflektorkugeln **27** dargestellt. Wie der Fachmann weiß, hat die Zahl und Lage der Messmarken **22** einen großen Einfluss auf die Genauigkeit, mit der die räumliche Lage der optischen Messanordnung gegenüber dem Koordinatensystem **20** der raumfesten Messvorrichtung **21** bestimmt werden kann. Eine sorgfältige Wahl der Messmarken **22** ist daher entscheidend für die Qualität des Einmessergebnisses.

[0020] Aus einer Kombination der Messungen 1., 2. und 3. kann die Lage des Sensorkoordinatensystems **10** relativ zu den auf der optischen Messanordnung **1** befestigten Messmarken **22** hochgenau bestimmt werden. Wird die optische Messanordnung **1** nun mit Hilfe des Roboters **6** in unterschiedliche Raumlagen bewegt, so kann für jede dieser Raumlagen aus einer Messung der Messmarken **22** auf die aktuelle Lage des Sensorkoordinatensystems **10** rückgeschlossen werden. Wurde die raumfeste Messvorrichtung **21** auf das Koordinatensystem **12** des Messobjekts **9** eingemessen, so kann die aktuelle Lage des Sensorkoordinatensystems **10** (und somit die Raumlage der durch den Sensor **2** gewonnenen Messdaten) im Koordinatensystem **12** des Messobjekts **9** (z. B. in einem Fahrzeugkoordinatensystem) berechnet werden. Zweckmäßigerweise wird daher – vor Beginn des aktuellen Messbetriebs – mit Hilfe der raumfesten Messvorrichtung **21** und unter Zuhilfenahme der Messmarken **22** die Raumlage der optischen Messanordnung **1** für alle diejenigen Raumlagen eingemessen, in denen während des Messbetriebs Messungen des Messobjekts **9** durchgeführt werden sollen.

[0021] Die Lagerung der Retroreflektorkugeln **27** in magnetischen „Nestern“ **25** hat den Vorteil, dass die Retroreflektorkugeln **27** während des Messbetriebs entfernt werden können; dadurch wird im Messbetrieb das Gewicht der optischen Messanordnung **1** und somit die Belastung der Roboterhand **5** verringert; weiterhin wird der Raumbedarf der optischen Messanordnung **1** reduziert. Falls im Zuge des Messbetriebs (z. B. aufgrund eines Crashes des Messroboters **6**) eine weitere Kalibration der optischen Messanordnung **1** bzw. des Messroboters **6** notwendig wird, können die Retroreflektorkugeln **27** jederzeit in reproduzierbarer Weise in die „Nester“ **25** eingelegt werden.

[0022] Neben der oben beschriebenen Ausgestaltung der Messmarken **22** als Retroreflektorkugeln **27** sind beliebige andere Formen von Messmarken **22** möglich. Weiterhin kann die während des Einmes-

sens stattfindende Erfassung der Messmarken **22** mit Hilfe des Lasertrackers **28** durch beliebige andere optische oder taktile Messmethoden ersetzt werden.

[0023] Die Hilfsvorrichtung **13** kann für optische Messanordnungen **1** mit unterschiedlichen Messprinzipien eingesetzt werden, insbesondere für Lichtschnittsensoren, CCD-Kameras mit Graubildverarbeitung, Streifenprojektionssensoren etc.

Patentansprüche

1. Optische Messanordnung (**1**) zur Verwendung an einem mehrachsigen Manipulator, insbesondere einem Industrieroboter (**6**),
 – mit einem an dem Manipulator (**6**) montierbaren Abstandshalter (**3**), an dem ein optischer Sensor (**2**) befestigt ist,
 – wobei auf dem Abstandshalter (**3**) und/oder auf einem Gehäuse (**2'**) des Sensors (**2**) Messmarken (**22**) vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet,
 – dass das Gehäuse (**2'**) zur Fixierung einer Hilfsvorrichtung (**13**) zum Einmessen der Messanordnung (**1**) mittels eines an der Hilfsvorrichtung (**13**) ausgebildeten Befestigungsbereichs (**14**) ausgestaltet ist,
 – wobei die Hilfsvorrichtung (**13**) ein Sensortarget (**16**) aufweist, das in einer solchen Weise auf der Hilfsvorrichtung (**13**) angeordnet ist, dass es in Zusammenbauweise der Hilfsvorrichtung (**13**) mit der optischen Messanordnung (**1**) in einem Messraum (**17**) eines optischen Sensors (**2**) der Messanordnung liegt,
 – und wobei die Hilfsvorrichtung (**13**) mit Messmarken (**22'**), insbesondere mit retroreflektierenden Elementen (**27'**), versehen ist.

2. Optische Messanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarken (**22**) durch retroreflektierende Kugeln (**27**) gebildet sind.

3. Optische Messanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarken (**22**) lösbar und lagegenau positionierbar mit dem Abstandshalter (**3**) und/oder dem Gehäuse (**2'**) des Sensors (**2**) verbindbar sind.

4. Hilfsvorrichtung (**13**) zum Einmessen einer an einem Manipulator (**6**) montierbaren optischen Messanordnung (**1**),
 – wobei die Hilfsvorrichtung (**13**) einen Befestigungsbereich (**14**) zur Fixierung der Hilfsvorrichtung (**13**) gegenüber der optischen Messanordnung (**1**) aufweist,
 – wobei die Hilfsvorrichtung (**13**) ein Sensortarget (**16**) aufweist, das in einer solchen Weise auf der Hilfsvorrichtung (**13**) angeordnet ist, dass es in Zusammenbauweise der Hilfsvorrichtung (**13**) mit der optischen Messanordnung (**1**) in einem Messraum (**17**) eines optischen Sensors (**2**) der Messanordnung

liegt,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Hilfsvorrichtung mit Messmarken (**22'**), insbesondere mit retroreflektierenden Elementen (**27'**), versehen ist.

5. Verfahren zum Einmessen einer an einem Manipulator (**6**) montierbaren optischen Messanordnung (**1**), auf der Messmarken (**22**) vorgesehen sind, mit den folgenden Verfahrensschritten:

– an der optischen Messanordnung (**1**) wird eine Hilfsvorrichtung (**13**) befestigt, die einen Befestigungsbereich (**14**) zur Fixierung der Hilfsvorrichtung (**13**) gegenüber der Messanordnung (**1**) und ein Sensortarget (**16**) aufweist, das in einer solchen Weise an der Hilfsvorrichtung (**13**) angeordnet ist, dass es in Zusammenbauweise der Hilfsvorrichtung (**13**) mit der Messanordnung (**1**) in einem Messraum (**17**) eines optischen Sensors (**2**) der Messanordnung (**1**) liegt,
 – mit Hilfe des Sensors (**2**) werden Messwerte des Sensortargets (**16**) der Hilfsvorrichtung (**13**) erzeugt,
 – mit Hilfe einer weiteren Messvorrichtung (**21**) wird die Raumlage der Messmarken (**22**) und die Raumlage der Hilfsvorrichtung (**13**) ermittelt,
 – aus einer Kombination der Messungen der weiteren Messvorrichtung (**21**) und der Messungen des Sensors (**2**) wird die Relativlage eines Sensorkoordinatensystems (**10**) gegenüber den Messmarken (**22**) ermittelt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Messvorrichtung ein Lasertracker (**28**) ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Messanordnung (**1**) während der Durchführung des Einmessverfahrens an dem Manipulator (**6**) montiert ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsvorrichtung (**13**) mit Messmarken (**22'**), insbesondere mit retroreflektierenden Elementen (**27'**), versehen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

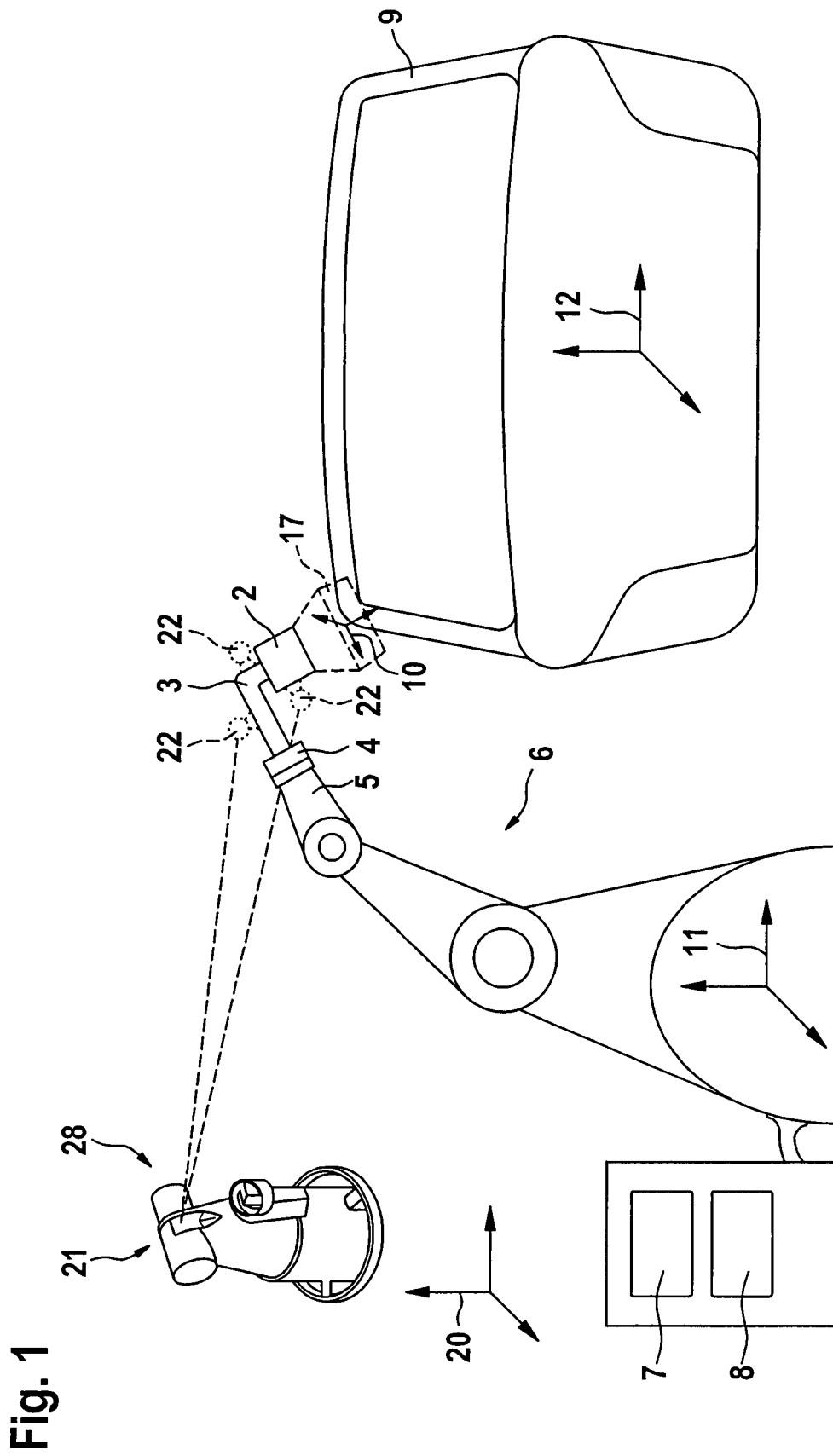


Fig. 2

