



(10) **DE 10 2019 206 462 A1** 2020.11.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 206 462.0**

(22) Anmeldetag: **06.05.2019**

(43) Offenlegungstag: **12.11.2020**

(51) Int Cl.: **G01S 5/02 (2010.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Von Hoyningen-Huene, Johannes, 71063 Sindelfingen, DE; Ludwig, Stephan, 71272 Renningen, DE; Slomian, Frank, 74074 Heilbronn, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

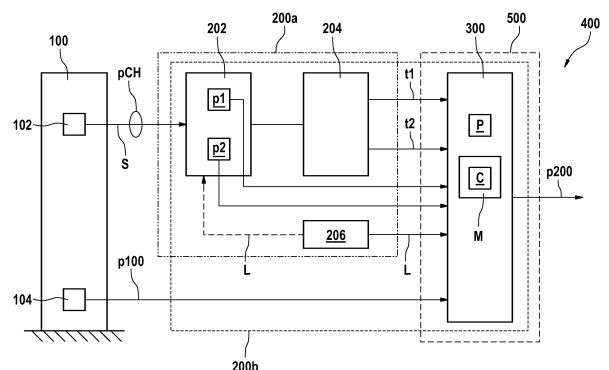
|           |                         |           |
|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>10 2005 000 732</b>  | <b>A1</b> |
| <b>US</b> | <b>2018 / 0 284 149</b> | <b>A1</b> |

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Ortungssignalempfänger und Ortungssystem**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Lokalisierung eines Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Empfangen von mindestens einem Ortungssignal (S) an einer Mehrzahl von voneinander beabstandeten Antennenpositionen (p1, p2) mittels einer Antennenvorrichtung (202) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b); Ermitteln einer Mehrzahl von Empfangszeitpunkten (t1, t2) des mindestens einen Ortungssignals (S) an der jeweiligen Antennenposition (p1, p2) mittels einer Kommunikationsvorrichtung (204) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b); Ermitteln einer Lage (L) eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) mittels einer Lagevorrichtung (206) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b); und Ermitteln einer Position (p200) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) in Abhängigkeit von den Antennenpositionen (p1, p2), in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten (t1, t2), in Abhängigkeit von der Lage (L) des Koordinatensystems und in Abhängigkeit von einer Position (p100) eines Ortungssignalsenders (100), von dem das Ortungssignal (S) stammt, mittels einer Ermittlungsvorrichtung (300).



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren, einen Ortungssignalempfänger und ein Ortungssystem.

**[0002]** Bei der Lokalisierung im dreidimensionalen Raum braucht es drei Positionsgrößen sowie eine Orientierung. So werden geographische Positionen häufig mit Längen- und Breitengrad, sowie der Höhe über dem Meeresspiegel angegeben. Eine gängige Methode ist die Trilateration, also die Lokalisierung durch Abstandsmessung anhand von Signallaufzeiten.

**[0003]** Eine praktische Lokalisierungsmethode mittels Trilateration ist das GPS-Verfahren, bei dem ein GPS-Empfänger Signale von mindestens vier GPS-Satelliten empfängt. Durch einen Vergleich der empfangenen Signale kann der Empfänger zunächst die jeweiligen Abstände zu den Satelliten bestimmen. Durch zusätzliche Kenntnis über die Bahndaten der Satelliten und damit deren aktuelle Position kann der GPS-Empfänger seine aktuelle Position ermitteln.

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Die Probleme des Standes der Technik werden durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 und durch einen Ortungssignalempfänger gemäß einem nebengeordneten Anspruch gelöst.

**[0005]** Gemäß einem ersten Aspekt dieser Beschreibung wird ein Verfahren zur Lokalisierung eines Ortungssignalempfängers bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Empfangen von mindestens einem Ortungssignal an einer Mehrzahl von voneinander beabstandeten Antennenpositionen mittels einer Antennenvorrichtung des Ortungssignalempfängers; Ermitteln einer Mehrzahl von Empfangszeitpunkten des mindestens einen Ortungssignals an der jeweiligen Antennenposition mittels einer Kommunikationsvorrichtung des Ortungssignalempfängers; Ermitteln einer Lage eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers mittels einer Lagevorrichtung des Ortungssignalempfängers; und Ermitteln einer Position des Ortungssignalempfängers in Abhängigkeit von den Antennenpositionen, in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten, in Abhängigkeit von der Lage des Koordinatensystems und in Abhängigkeit von einer Position eines Ortungssignalsenders, von dem das Ortungssignal stammt, mittels einer Ermittlungsvorrichtung.

**[0006]** Vorteilhaft kann ein anderes Lokalisierungsverfahren ersetzt oder ergänzt werden. Insbesondere kann hierdurch die Anzahl der Ortungssignalsender reduziert werden. Diesbezügliche Anwendungen ergeben sich beispielsweise in Fabrikhallen, bei denen

entweder die Leistung zum Versenden von Ortungssignalen und/oder die Anzahl der Ortungssignalsender reduziert werden kann.

**[0007]** Wenn also nicht ausreichend Ortungssignalsender zur Verfügung stehen, um nach gängigen Verfahren eine Lokalisierung durchzuführen, so kommt das bereitgestellte Verfahren bzw. die Vorrichtung zum Einsatz.

**[0008]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass das Verfahren umfasst: Empfangen von mindestens einem Ortungssignal an wenigstens vier voneinander beabstandeten Antennenpositionen mittels der Antennenvorrichtung des Ortungssignalempfängers.

**[0009]** Mit den mindestens vier Antennenpositionen ist es möglich, mit nur einem zur Verfügung stehenden Ortungssignalsender die Position des Ortungssignalempfängers zu ermitteln.

**[0010]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass die Antennenvorrichtung eine Mehrzahl von Antennen umfasst, und wobei die Antennenpositionen des Ortungssignalempfängers zueinander festgelegt sind.

**[0011]** Vorteilhaft wird hierdurch ein mechanisch nicht bewegtes und damit verschleißfreies Ortungsverfahren bereitgestellt.

**[0012]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass die Antennenvorrichtung eine Antenne und wenigstens eine bewegliche Komponente, zu der die Antenne festgelegt ist, umfasst, und wobei die bewegliche Komponente dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine Antenne an die Mehrzahl der Antennenpositionen zu bewegen, um dort ein jeweiliges Ortungssignal zu empfangen.

**[0013]** Vorteilhaft lässt sich damit auch nur eine Antenne zum Empfang des Ortungssignals verwenden. Die Antennenvorrichtung kann beispielsweise bei einem Roboter auf dessen Roboterarm als bewegliche Komponente zurückgreifen, um eine dort angeordnete Antenne im Raum zu bewegen.

**[0014]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass der Ortungssignalempfänger einen Antrieb zu einer Bewegung des Ortungssignalempfängers im Raum umfasst, und wobei der Antrieb dazu ausgebildet ist, den Ortungssignalempfänger derart durch den Raum zu bewegen, dass die Mehrzahl der Antennenpositionen für die wenigstens eine Antenne angesteuert werden.

**[0015]** Vorteilhaft kann die Bewegung des Ortungssignalempfängers im Sinne eines Bewegungsgewinns bei der Ortung desselben genutzt werden.

**[0016]** Gemäß einem zweiten Aspekt dieser Beschreibung wird ein Ortungssignalempfänger bereitgestellt, wobei der Ortungssignalempfänger wenigstens eine Lagevorrichtung, wenigstens eine Kommunikationsvorrichtung und wenigstens eine Antennenvorrichtung umfasst, wobei der Ortungssignalempfänger dazu ausgebildet ist: mindestens ein Ortungssignal an einer Mehrzahl von voneinander beabstandeten Antennenpositionen mittels der Antennenvorrichtung des Ortungssignalempfängers zu empfangen; eine Mehrzahl von Empfangszeitpunkten des mindestens einen Ortungssignals an der jeweiligen Antennenpositionen mittels der Kommunikationsvorrichtung des Ortungssignalempfängers zu ermitteln; eine Lage eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers mittels der Lagevorrichtung des Ortungssignalempfängers zu ermitteln; und eine Position des Ortungssignalempfängers in Abhängigkeit von den Antennenpositionen, in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten, in Abhängigkeit von der Lage des Koordinatensystems und in Abhängigkeit von einer Position eines Ortungssignalsenders, von dem das Ortungssignal stammt, mittels einer Ermittlungsvorrichtung des Ortungssignalempfängers zu ermitteln, oder wenigstens die Antennenpositionen und die zugeordneten Empfangszeitpunkte zur Ermittlung der Position des Ortungssignalempfängers in Richtung einer entfernt von dem Ortungssignalempfänger angeordneten Ermittlungsvorrichtung mittels der Kommunikationsvorrichtung und der Antennenvorrichtung zu versenden.

**[0017]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass die Ermittlungsvorrichtung wenigstens einen Speicher mit Computerprogrammcode und wenigstens einen Prozessor umfasst, wobei der Computerprogrammcode mit dem wenigstens einen Prozessor die Ermittlung der Position des Ortungssignalempfängers bewirkt.

**[0018]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass das Ortungssystem den Ortungssignalempfänger und den wenigstens einen Ortungssignalsender mit einer weiteren Antennenvorrichtung, über die das Ortungssignal versendbar ist, umfasst.

**[0019]** Ein vorteilhaftes Beispiel zeichnet sich dadurch aus, dass das Ortungssystem die Ermittlungsvorrichtung umfasst, welche entfernt von dem Ortungssignalempfänger angeordnet ist, und wobei die Ermittlungsvorrichtung wenigstens die Antennenpositionen und die zugeordneten Empfangszeitpunkte empfängt.

**[0020]** Vorteilhaft kann damit die Ermittlung der Position des Ortungssignalempfängers an zentraler Stelle stattfinden. Die Ortungssignalempfänger werden von der Berechnung der eigenen Position entlastet.

## Figurenliste

**Fig. 1, Fig. 5, Fig. 6 und Fig. 7** jeweils ein Ortungssystem in schematischer Form; und

**Fig. 2 bis Fig. 4** jeweils ein Beispiel für ein Ortungssignal.

**[0021]** **Fig. 1** zeigt ein Ortungssystem **400**. Das Ortungssystem **400** umfasst wenigstens einen Ortungssignalsender **100** und einen der gezeigten Ortungssignalempfänger **200a, 200b**. Der Ortungssignalsender **100** umfasst wenigstens eine Antennenvorrichtung **102**, über die in regelmäßigen Abständen wenigstens ein Ortungssignal **S** über einen physikalischen Funkkanal **pCH** versendet wird. Eine Lokalisierungsvorrichtung **104** des Ortungssignalsenders **100** stellt beispielsweise über den vorgenannten physikalischen Funkkanal **pCH** die eigene Position **p100** bereit. Selbstverständlich kann die Position **p100** auch über einen anderen Kanal bereitgestellt werden. In einem weiteren Beispiel wird die Position **p100** des Ortungssignalsenders **100** an der benötigten Stelle im Ortungssignalempfänger **200a, 200b** hinterlegt.

**[0022]** Eine Antennenvorrichtung **202** umfasst wenigstens eine nicht dargestellte Antenne oder mehrere Antennen, wobei die wenigstens eine oder die mehreren Antennen an unterschiedlichen Positionen **p1, p2** angeordnet sind oder dorthin bewegbar sind.

**[0023]** Eine Kommunikationsvorrichtung **204** - beispielsweise ein Funkkommunikationsmodul - ist mit der Antennenvorrichtung **202** derart gekoppelt, dass die Kommunikationsvorrichtung **204** die Empfangszeitpunkte **t1** und **t2** des wenigstens einen Ortungssignals **S** an den jeweiligen Positionen **p1** und **p2** ermittelt. Der Ortungssignalempfänger **200a, 200b**, dessen Position bestimmt werden soll, empfängt das Ortungssignal in einem Beispiel an mindestens vier voneinander beabstandeten Antennenpositionen. Für jede Antennenposition wird der Empfangszeitpunkt **t1, t2** des Ortungssignals **S** bezüglich einer internen Uhr des Ortungssignalempfängers **200a, 200b** bestimmt.

**[0024]** Auch wenn für eine Lokalisierungslösung weniger als vier Antennenpositionen zur Verfügung stehen, kann die hier vorgestellte Methode angewendet werden. Das hier beschriebene Verfahren ist somit auch einsetzbar mit drei referenzierten Ortungssignalsendern und mindestens zwei Antennenpositionen des Ortungssignalempfängers. In einem weiteren Beispiel ist auch eine Anordnung mit zwei Ortungssignalsendern und mindestens drei Antennenpositionen möglich.

**[0025]** Eine Lagevorrichtung **206** ermittelt eine Lage **L** eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers **200a, 200b**. Die Lagevorrichtung **206** umfasst beispielsweise Lagesensoren bzw. Beschleunigungssensoren und einen Kompass, um eine Rota-

tion des eigenen beispielsweise kartesischen Koordinatensystems in Bezug zu einem übergeordneten Koordinatensystem zu ermitteln. Das übergeordnete Koordinatensystem ist beispielsweise das Koordinatensystem, welches der Ortungssignalsender **100** zur Bereitstellung seiner Position **p100** nutzt. Alternativ oder zusätzlich wird beispielsweise mit einer Kamera die Umgebung erfasst, um auf diese Art und Weise die Rotation des eigenen Koordinatensystems in Bezug zu dem übergeordneten Koordinatensystem zu ermitteln. In einem weiteren Beispiel wird die Polarisierung des empfangenen Ortungssignals **S** ermittelt und in Abhängigkeit von der Polarisierung die Rotation des eigenen Koordinatensystems zu dem übergeordneten Koordinatensystem ermittelt. Die Lagevorrichtung **206** ermöglicht also, dass mithilfe entsprechender Sensoren der Ortungssignalempfänger **200a, 200b** die Orientierung seines internen Koordinatensystems mit der Orientierung des äußeren, übergeordneten Koordinatensystems abgleicht.

**[0026]** Die Lage **L** wird in einem Beispiel der Antennenvorrichtung **202** bereitgestellt, sodass die Antennenvorrichtung **202** die Antennenpositionen **p1, p2** bereits lagerichtig in Bezug zu dem übergeordneten Koordinatensystem ermittelt.

**[0027]** Entsprechend sind die Antennenpositionen **p1** und **p2** entweder im Koordinatensystem des Ortungssignalempfängers **200 a, 200 b** oder im übergeordneten Koordinatensystem des Ortungssignalsenders **100** ermittelt.

**[0028]** Eine Ermittlungsvorrichtung **300** umfasst einen Prozessor **p** und einen Speicher **M**, auf dem ein Computerprogramm **C** abgespeichert ist. Das Programm **C** ist derart ausgebildet, dass es bei Ausführung auf dem Prozessor **P** die in dieser Beschreibung erläuterten Verfahren durchführt. Die Darstellung des Prozessors **P**, des Speichers **M** und des Programms **C** lassen sich selbstverständlich auch auf die Vorrichtungen **202, 204** und **206** übertragen.

**[0029]** Die Ermittlungsvorrichtung **300** ist beispielsweise Teil des Ortungssignalempfängers **200b**. In einem anderen Beispiel ist die Ermittlungsvorrichtung **300** in einer entfernt von dem Ortungssignalempfänger **200a** angeordneten Netzwerkeinheit **500** angeordnet. In einem weiteren nicht gezeigten Beispiel ist die Ermittlungsvorrichtung **300** in dem Ortungssignalsender **100** angeordnet.

**[0030]** Die Ermittlungsvorrichtung **300** empfängt mindestens die Mehrzahl von Empfangszeitpunkten **t1, t2** und die zugeordneten Antennenpositionen **p1** und **p2**. Sollten die Antennenpositionen **p1** und **p2** nicht im Koordinatensystem des Ortungssignalsenders **100** vorliegen, so empfängt die Ermittlungsvorrichtung **300** die Lage **L**. Des Weiteren wird die Position **p100** des Ortungssignalsenders **100** empfan-

gen oder ist, sollte der Ortungssignalsender **100** fest verbaut sein, d.h. in einer festen Position im Raum verankert sein, im Speicher **M** abgespeichert. So ermittelt die Ermittlungsvorrichtung **300** in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten **t1, t2** und der zugeordneten lagerichtigen Antennenpositionen **p1** und **p2** sowie der Position **p100** des Ortungssignalsenders **100** eine Position **p200** des Ortungssignalempfängers **200a, 200b**.

**[0031]** In einem Beispiel wird die Lokalisierung des Ortungssignalempfängers **200a, 200b** erreicht, wenn der Ortungssignalempfänger **200a, 200 b** den genauen Sendezeitpunkt des Ortungssignals **S** kennt und internen Uhren des Ortungssignalsenders **100** und des Ortungssignalempfängers **200a, 200b** zueinander synchronisiert sind. In diesem Fall kennt der Ortungssignalempfänger **200a, 200b** durch den Empfangszeitpunkt des Ortungssignals **S** an den verschiedenen Antennen die jeweilige Ausbreitungsverzögerung vom Ortungssignalsender **100** zu der jeweiligen Empfangsantenne bzw. der zugeordneten Antennenposition. Mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ortungssignals, welche der Lichtgeschwindigkeit entspricht, ermittelt die Ermittlungsvorrichtung **300** die Abstände der einzelnen Antennenpositionen zu dem Ortungssignalsender **100**. Für jede einzelne Antennenposition befinden sich die möglichen Orte des Ortungssignalsenders auf einer Kugeloberfläche, wobei der Kugelradius dem zuvor berechneten jeweiligen Abstand entspricht. Betrachtet man nun mehrere Antennenpositionen der Empfangsantenne(n) ergibt sich der geschätzte Ort des Ortungssignalsenders **100** als Schnittpunkt der einzelnen Kugeloberflächen. Bei mindestens vier Empfangsantenne (die nicht in einer Ebene liegen) ergibt sich ein einzelner eindeutiger Lokalisierungspunkt des Ortungssignalsenders **100**.

**[0032]** Ist der Sendezeitpunkt des Ortungssignals **S** dem Ortungssignalempfänger **200a, 200b** nicht bekannt, ergibt sich für je Paar von zwei Antennenpositionen ein gedachter Rotationshyperboloid, dessen Achse durch die beiden Antennenposition verläuft. Der jeweilige Rotationsparaboloid beschreibt die Menge an möglichen Orten des Ortungssignalsenders **100** und wird in Abhängigkeit von den Antennenpositionen und einer Zeitdifferenz zwischen den zugeordneten Empfangszeitpunkten ermittelt. Für ein einzelnes Paar von Antennen ist dies zwar uneindeutig. Aber mit mindestens drei unabhängigen Rotationshyperboloiden - basierend auf mindestens vier Antennenpositionen und den Zeitdifferenzen - ergibt sich ein eindeutiger Schnittpunkt relative als Position des Ortungssignalsenders **100**.

**[0033]** Mithin wird ein Verfahren bereitgestellt, bei dem der Ortungssignalempfänger **200a, 200b** dadurch lokalisiert wird, dass der Abstand zu dem Ortungssignalsender **100** an unterschiedlichen An-

tennenpositionen relativ zu einem Bezugspunkt des Ortungssignalempfängers **200a**, **200b** ermittelt wird. Anstatt mit mehreren Sendepositionen und einem Empfänger wird hier also mit einem Ortungssignalsender **100** und mehreren Antennenpositionen lokalisiert.

**[0034]** Fig. 2 zeigt ein Beispiel des Ortungssignals **S**, welches einen Header **H** und eine Kennung **ID** des Ortungssignalsenders umfasst.

**[0035]** Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel des Ortungssignals **S**. Im Unterschied zu Fig. 2 umfasst das gezeigte Ortungssignal **S** einen Sendezeitpunkt **TS** des Ortungssignals **S**.

**[0036]** Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel des Ortungssignals **S**. Im Unterschied zur Fig. 3 umfasst das Ortungssignal **S** die Position **p100** des Ortungssignalsenders.

**[0037]** Fig. 5 zeigt beispielhaft das Ortungssystem **400**. Der Ortungssignalsender **100** sendet zu einem Zeitpunkt das Ortungssignal **S** aus. Der Ortungssignalempfänger **200** umfasst vorliegend eine Mehrzahl von vier Antennen **A1** bis **A4**, welche an voneinander beabstandeten Antennenpositionen fest mit dem Ortungssignalempfänger **200** verbunden sind.

**[0038]** Der Abstand der Antennen **A1** bis **A4** des Ortungssignalempfängers **200** entspricht mindestens der Lichtgeschwindigkeit geteilt durch die Bandbreite des Synchronisationssignals. Bei einer Bandbreite von 1 GHz entspricht dies ca. 30cm. Dabei wird davon ausgegangen, dass dies der zu erwarteten Ungenauigkeit bei der Abstandsmessung zum Ortungssignalsender **100** entspricht. Sind die Antennen **A1** bis **A4** hingegen näher zu einander als vorangehend beschrieben, so gibt es unter Berücksichtigung der Ungenauigkeit ggf. mehr als einen eindeutigen Schnittpunkt für einen Lokalisierungspunkt des Ortungssignalsenders **100** aus Sicht des Ortungssignalempfängers **200**. Darüber hinaus ist die Lokalisierung bei größeren Distanzen zum Sender etwas ungenauer als bei kleinen Distanzen, da sich die Kugeloberflächen hier flacher schneiden.

**[0039]** Gemäß den gestrichelt gezeichneten Pfeile werden durch die unterschiedlichen Antennenpositionen der jeweiligen Antennen **A1** - **A4** Laufzeitunterschiede des empfangenen Ortungssignals **S** erzeugt, die ermittelt werden.

**[0040]** Der Ortungssignalsender **100** ist beispielsweise fest in einer Fabrikhalle installiert. Der Ortungssignalsender **100** ermittelt seine eigene Position **p100** in einem dem Ortungssignalempfänger **200** übergeordneten Koordinatensystem xyz. Der Ortungssignalempfänger **200** verwendet zunächst sein eigenes Koordinatensystem  $x_e y_e z_e$  und kennt die

Antennenpositionen zumindest in dem eigenen Koordinatensystem. Wie vorangehend erläutert, wird die Lage des Koordinatensystems  $x_e y_e z_e$  in Bezug zu dem übergeordneten Koordinatensystem xyz ermittelt, um die Antennenpositionen und/oder die Position des Ortungssignalempfängers **200** in dem übergeordneten Koordinatensystem xyz zu ermitteln. Die Antennenpositionen liegen bevorzugt nicht in einer Ebene.

**[0041]** In diesem Beispiel wird das Ortungssignal **S** zu einem jeweiligen Zeitpunkt an vier Antennenpositionen empfangen. Aus den leicht unterschiedlichen Zeitpunkten des Signalempfangs wird anschließend wie zuvor beschrieben auf die Richtung und den Abstand geschlossen, unter denen der Ortungssignalsender **100** vom Ortungssignalempfänger **200** in seinem internen Koordinatensystem gesehen wird.

**[0042]** Fig. 6 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm. In den Schritten **602**, **604**, **606** und **608** ist der Ortungssignalempfänger **200** in unterschiedlichen zeitlich aufeinander folgenden Zuständen gezeigt. Der Ortungssignalempfänger **200** umfasst in diesem Beispiel eine bewegliche Komponente **600** wie beispielsweise einen Roboterarm. An der Komponente **600** ist wenigstens eine Antenne **A1** angeordnet. Die bewegliche Komponente **600** wird in den Schritten **602-608** so bewegt, dass ein jeweiliges Ortungssignal **S2**, **S4**, **S6** und **S8** an den unterschiedlichen räumlichen Antennenpositionen empfangen wird. Die Antennenpositionen liegen nicht in einer gemeinsamen Ebene.

**[0043]** Das in dieser Beschreibung erläuterte Verfahren beruht beispielsweise darauf, dass die Laufzeitunterschiede des Ortungssignals **S** zwischen dem Ortungssignalsender **100** und einer Mehrzahl von Antennenpositionen des Ortungssignalempfängers **200** ermittelt werden. Dabei müssen die geometrischen Antennenpositionen bezüglich des Bezugspunktes des Ortungssignalempfängers im internen Koordinatensystem bekannt sein. Dies kann zum einen wie zu Fig. 5 beschrieben realisiert werden, indem dasselbe gesendete Ortungssignal **S** von mindestens vier fest montierten Antennen gleichzeitig empfangen wird. Alternativ wird - wie zu den Fig. 6 und Fig. 7 beschrieben - die eine Antenne **A1** zu mehreren Antennenpositionen bewegt. Dies kann zum Beispiel bei einem Roboterarm der Fall sein. Es wird die Signallaufzeitdifferenz zwischen Ortungssignalsender **100** und den Antennenpositionen des Ortungssignalempfängers **200** gemessen und dann, wie zuvor beschrieben, die Position berechnet.

**[0044]** Für die Genauigkeit der Lokalisierung ist zu gewährleisten, dass während des Verfahrens eine Uhr des Ortungssignalsenders **100** und eine Uhr des Ortungssignalempfängers **200** nicht voneinan-

der wegdriften. Ein Offset ist tolerierbar. Dieser sollte aber konstant sein.

**[0045]** Eine mögliche Anwendung für die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen ist die automatische Einmessung eines Roboters in einer flexiblen Fertigungsumgebung. So kann es in zukünftigen Fertigungsverfahren notwendig sein, die einzelnen Geräte in kurzen Abständen neu zu platzieren. Gerade bei Roboterarmen kann es notwendig sein, die genaue Position der Komponenten zueinander exakt zu kennen, da zum Beispiel zwei Roboterarme kooperieren sollen oder ein Produkt übergeben sollen. Nach einer solchen Neu-Platzierung eines Roboters in der Fertigungshalle wird das vorgeschlagene Verfahren gestartet, um die Antenne des Ortungssignalempfängers **200** an beispielsweise mindestens vier definierte Antennenpositionen zu bewegen und durch die jeweilig ermittelten Signallaufzeitdifferenzen oder Signallaufzeiten die genaue Position des Roboterbezugs punktes in der Halle zu bestimmen.

**[0046]** Fig. 7 zeigt in schematischer Form ein Beispiel des Ortungssystems **400**. Der Ortungssignalempfänger **200** bewegt sich entlang einer Trajektorie **700** durch den Raum und empfängt zu zeitlich aufeinanderfolgenden Zeitpunkten ein jeweiliges Ortungssignal **S2**, **S4**, **S6** und **S8**. Durch die Trajektorie **700** werden die unterschiedlichen Antennenpositionen und die entsprechenden Empfangszeitpunkte für die Ortung gemäß den vorangehend beschriebenen Schritten bereitgestellt.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zur Lokalisierung eines Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) eines Ortungssystems (400), wobei das Verfahren umfasst:  
Empfangen von mindestens einem Ortungssignal (S) an einer Mehrzahl von voneinander beabstandeten Antennenpositionen (p1, 2) mittels einer Antennenvorrichtung (202) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b);  
Ermitteln einer Mehrzahl von Empfangszeitpunkten (t1, t2) des mindestens einen Ortungssignals (S) an der jeweiligen Antennenposition (p1, p2) mittels einer Kommunikationsvorrichtung (204) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b);  
Ermitteln einer Lage (L) eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) mittels einer Lagevorrichtung (206) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b); und  
Ermitteln einer Position (p200) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) in Abhängigkeit von den Antennenpositionen (p1, p2), in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten (t1, t2), in Abhängigkeit von der Lage (L) des Koordinatensystems und in Abhängigkeit von einer Position (p100) eines Ortungssignalsenders (100), von dem das Ortungssi-

gnal (S) stammt, mittels einer Ermittlungsvorrichtung (300).

2. Das Verfahren gemäß dem Anspruch 1, wobei das Verfahren umfasst:

Empfangen des mindestens einem Ortungssignal (S) an wenigstens vier voneinander beabstandeten Antennenpositionen (p1, p2) mittels der Antennenvorrichtung (202) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b).

3. Das Verfahren gemäß dem Anspruch 1 oder 2, wobei die Antennenvorrichtung (202) eine Mehrzahl von Antennen umfasst, und wobei die Antennenpositionen (p1, p2) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) zueinander festgelegt sind.

4. Das Verfahren gemäß dem Anspruch 1 oder 2, wobei die Antennenvorrichtung (202) die wenigstens eine Antenne (A1) und wenigstens eine bewegliche Komponente (602), zu der die Antenne (A1) festgelegt ist, umfasst, und wobei die bewegliche Komponente (602) dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine Antenne (A1) an die Mehrzahl der Antennenpositionen (p1, p2) zu bewegen, um dort das wenigstens eine Ortungssignal (S) zu empfangen.

5. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) einen Antrieb zu einer Bewegung des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) im Raum umfasst, und wobei der Antrieb dazu ausgebildet ist, den Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) derart durch den Raum zu bewegen, dass die Mehrzahl der Antennenpositionen (p1, p2) für die wenigstens eine Antenne angesteuert werden.

6. Ein Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) eines Ortungssystems (400), wobei der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) wenigstens eine Lagevorrichtung (206), wenigstens eine Kommunikationsvorrichtung (204) und wenigstens eine Antennenvorrichtung (202) umfasst, wobei der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) dazu ausgebildet ist:

mindestens ein Ortungssignal (S) an einer Mehrzahl von voneinander beabstandeten Antennenpositionen (p1, p2) mittels der Antennenvorrichtung (202) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) zu empfangen;

eine Mehrzahl von Empfangszeitpunkten (t1, t2) des mindestens einen Ortungssignals (S) an der jeweiligen Antennenpositionen (p1, p2) mittels der Kommunikationsvorrichtung (204) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) zu ermitteln;

eine Lage (L) eines Koordinatensystems des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) mittels der Lagevorrichtung (206) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) zu ermitteln; und

eine Position (p200) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) in Abhängigkeit von den Antennenpositionen (p1, p2), in Abhängigkeit von den Empfangszeitpunkten (t1, t2), in Abhängigkeit von der Lage (L) des Koordinatensystems und in Abhängigkeit von einer Position (p100) eines Ortungssignalsenders (100), von dem das Ortungssignal (S) stammt, mittels einer Ermittlungsvorrichtung (300) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) zu ermitteln, oder

wenigstens die Antennenpositionen (p1, p2) und die zugeordneten Empfangszeitpunkte (t1, t2) zur Ermittlung der Position (p200) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) in Richtung einer entfernt von dem Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) angeordneten Ermittlungsvorrichtung (300) mittels der Kommunikationsvorrichtung (204) und der Antennen Vorrichtung (202) zu versenden.

7. Der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) gemäß dem Anspruch 6, wobei der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) zur Ausführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5 ausgebildet ist.

8. Der Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) gemäß dem Anspruch 6 oder 7, wobei die Ermittlungsvorrichtung wenigstens einen Speicher (M) mit Computerprogrammcode (C) und wenigstens einen Prozessor (P) umfasst, wobei der Computerprogrammcode (C) mit dem wenigstens einen Prozessor (P) die Ermittlung der Position (p200) des Ortungssignalempfängers (200; 200a; 200b) bewirkt

9. Ein Ortungssystem (400) umfassend den Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) gemäß Anspruch 6, 7 oder 8 und den wenigstens einen Ortungssignalsender (100) mit einer weiteren Antennenvorrichtung (102), über die das Ortungssignal (S) versendbar ist.

10. Das Ortungssystem (400) gemäß dem Anspruch 9, wobei das Ortungssystem (400) die Ermittlungsvorrichtung (300) umfasst, welche entfernt von dem Ortungssignalempfänger (200; 200a; 200b) angeordnet ist, und wobei die Ermittlungsvorrichtung (300) wenigstens die Antennenpositionen (p1, p2) und die zugeordneten Empfangszeitpunkte (t1, t2) empfängt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

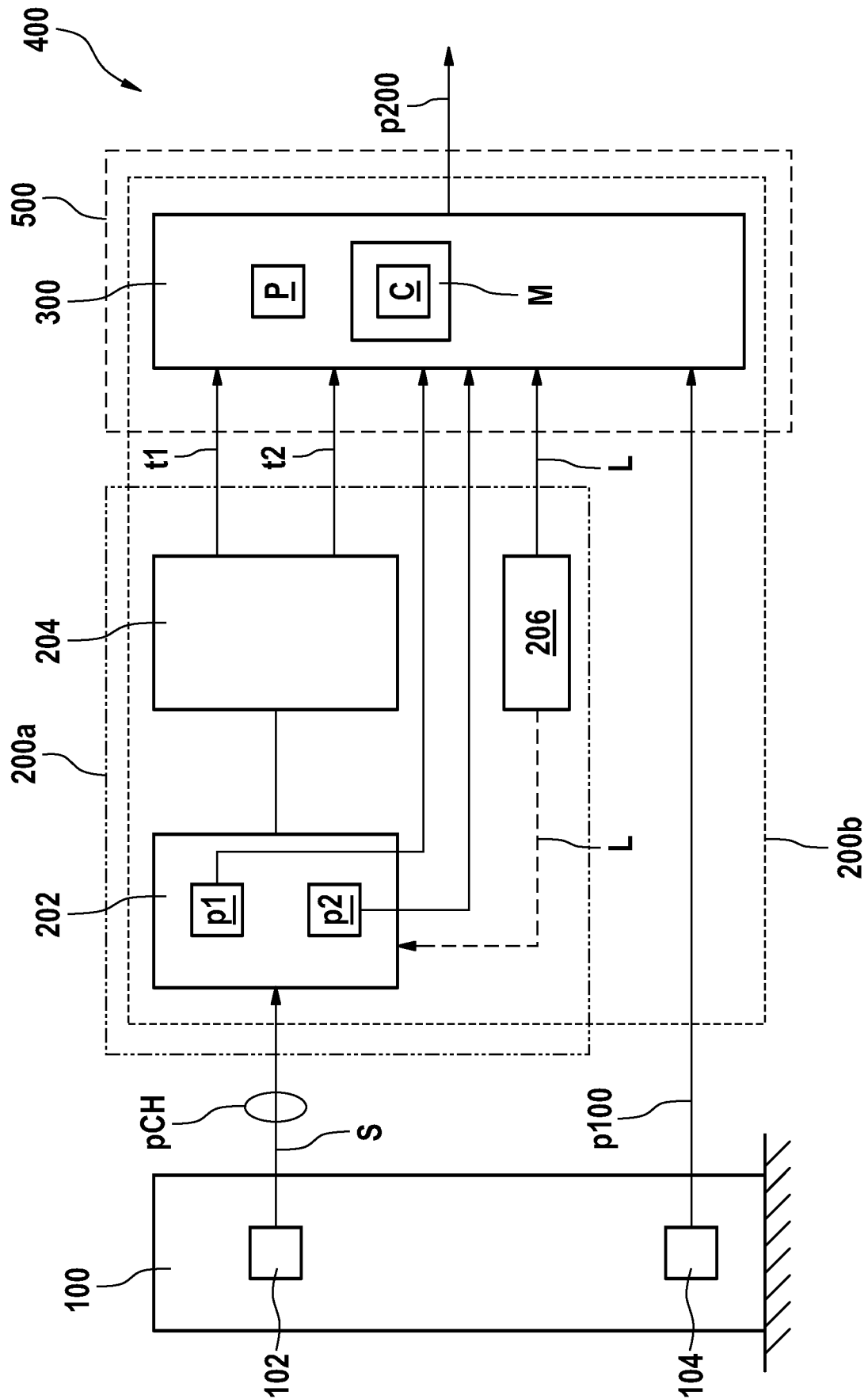
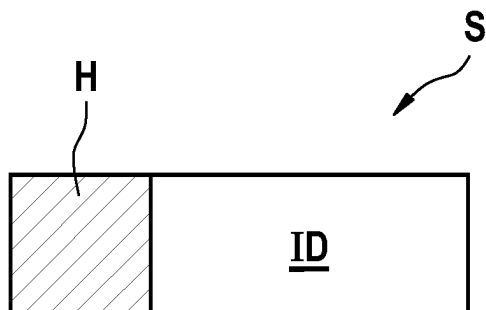
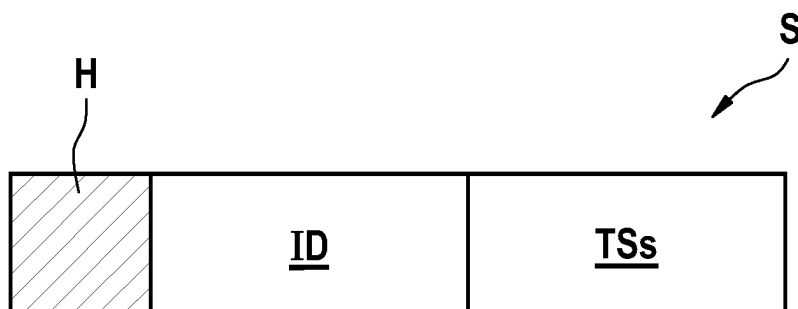


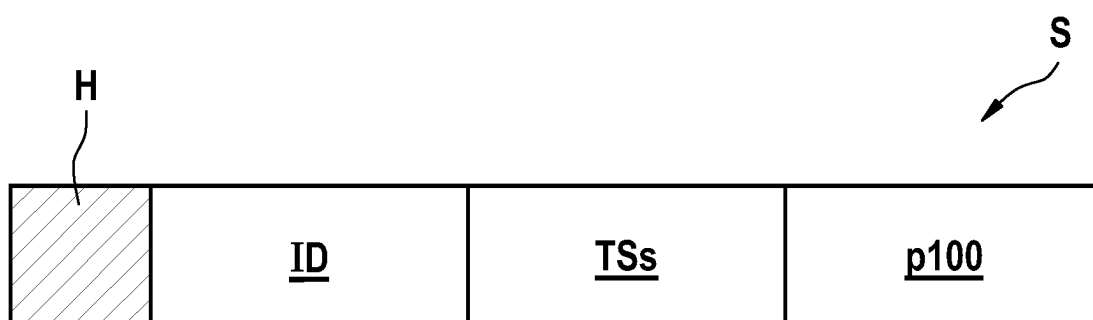
FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**

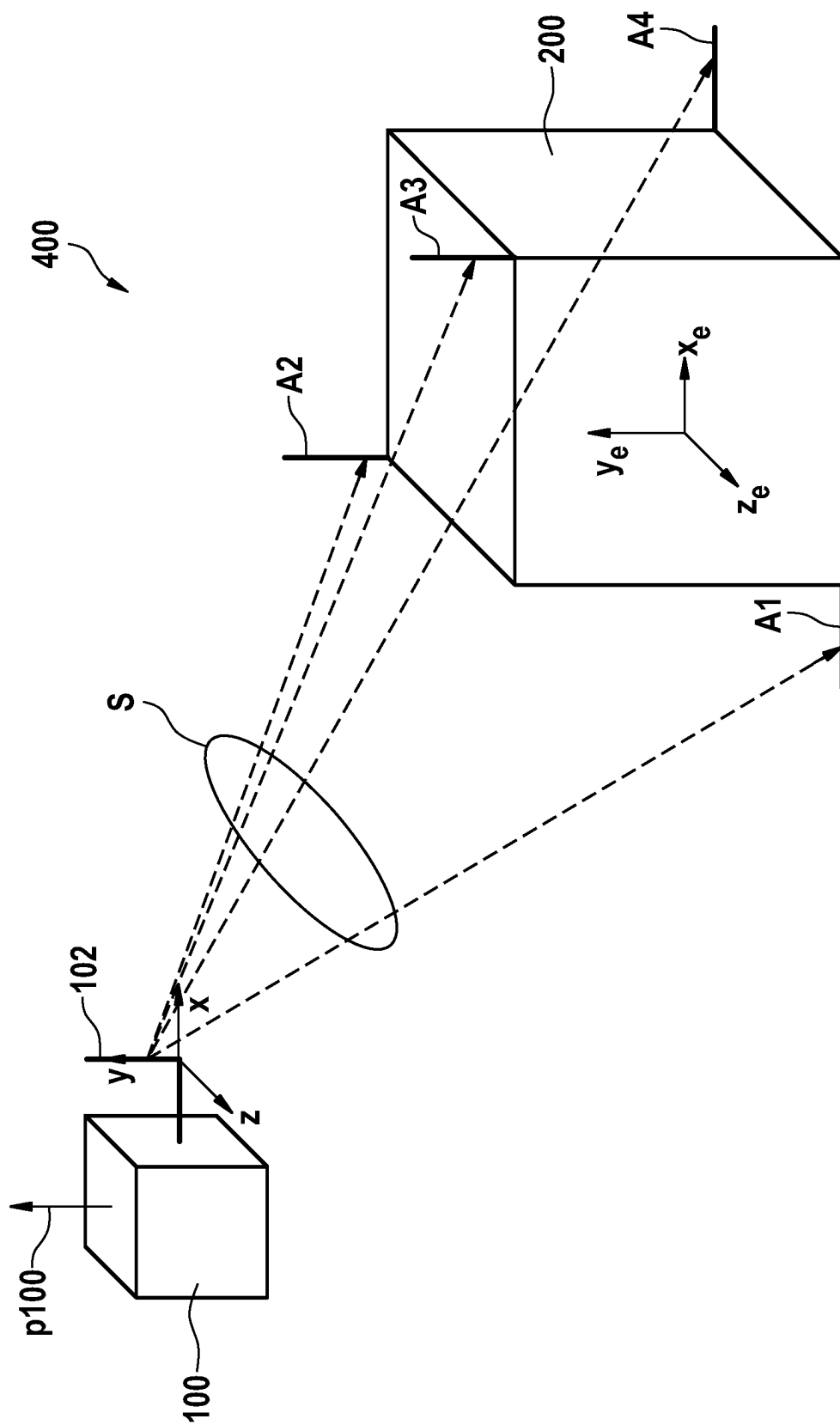
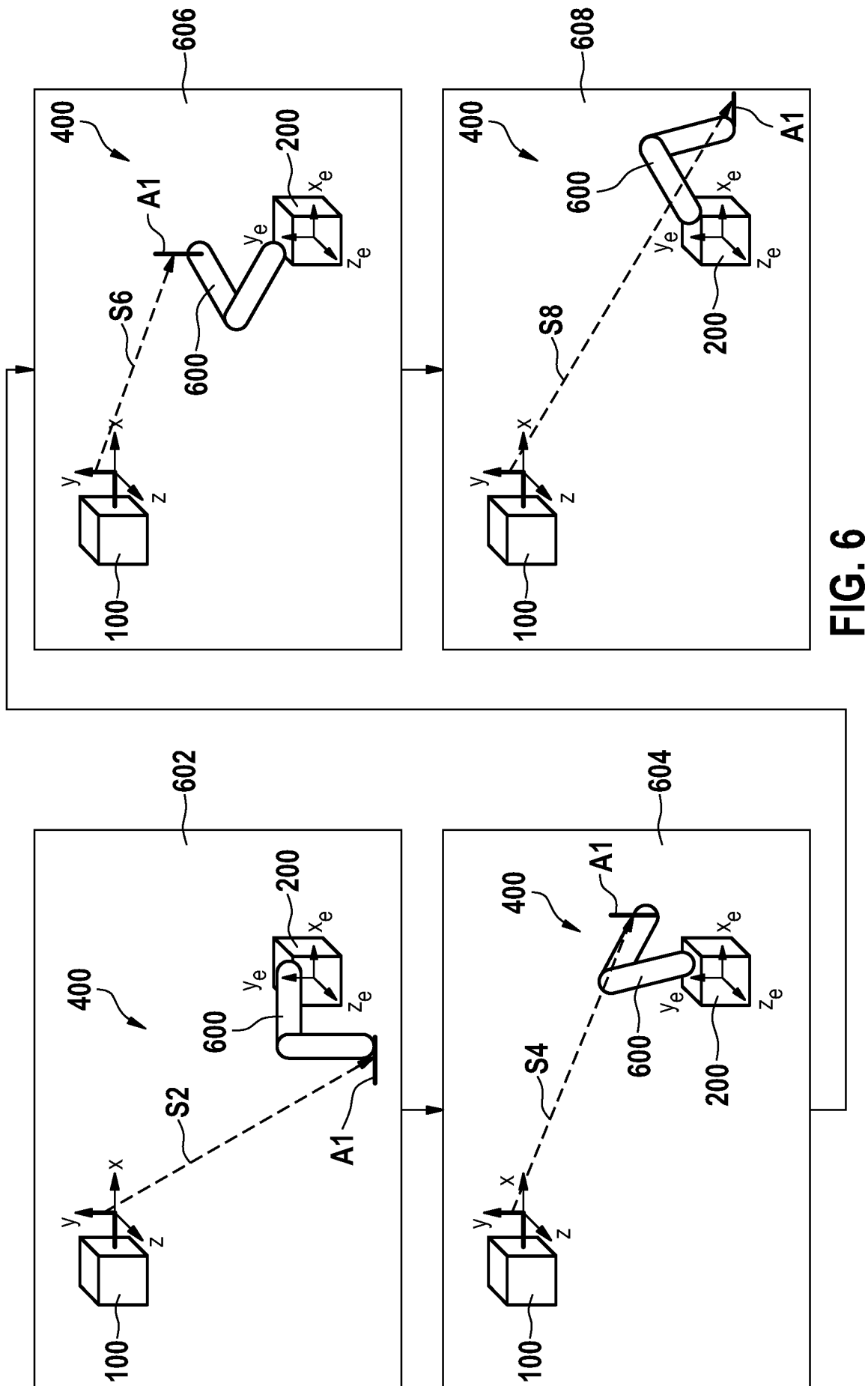


FIG. 5



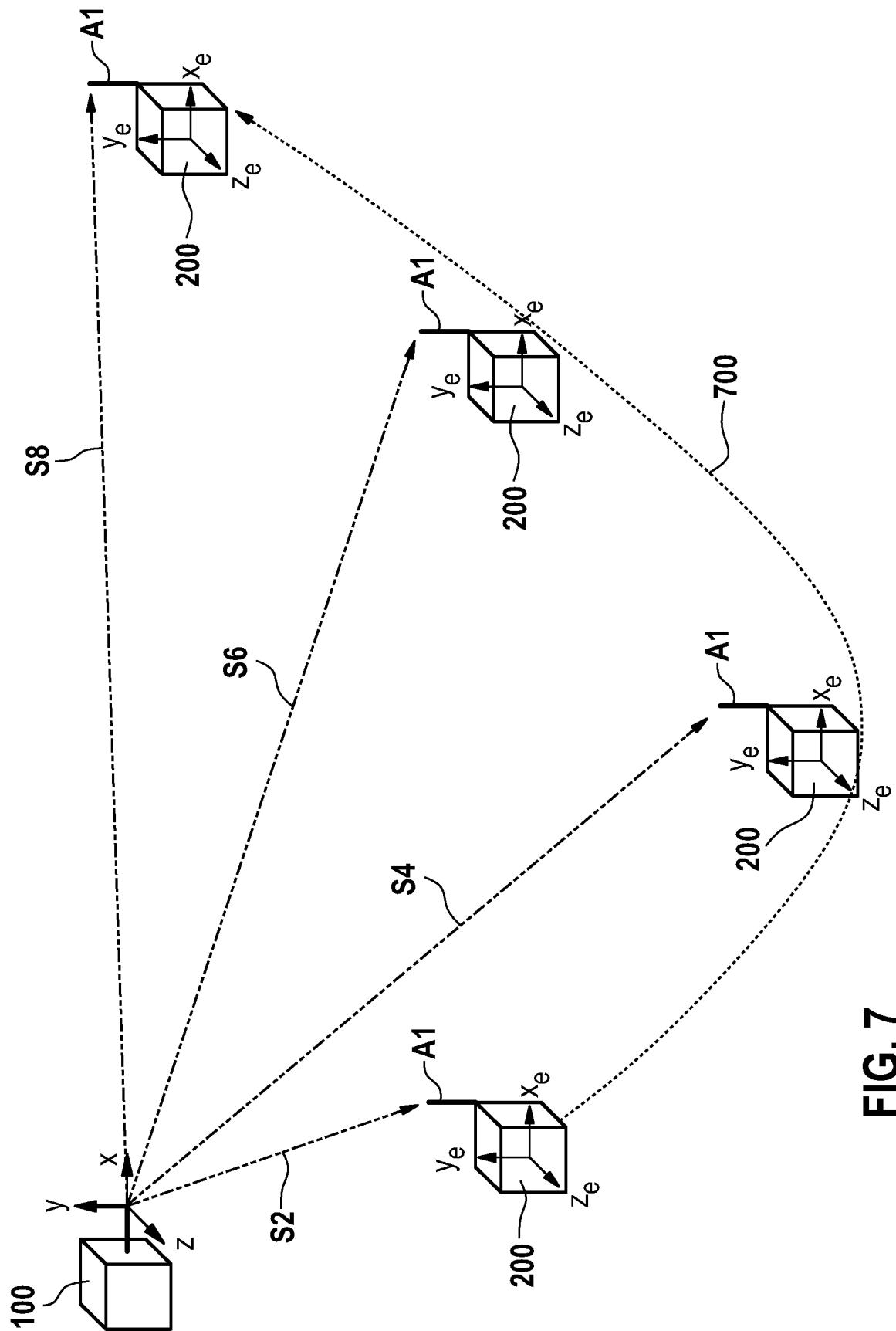


FIG. 7