



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 128 369.2**
 (22) Anmeldetag: **30.11.2017**
 (43) Offenlegungstag: **06.06.2019**

(51) Int Cl.: **G01S 17/42 (2006.01)**
G01S 17/74 (2006.01)

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 85579 Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
**2SPL Patentanwälte PartG mbB Schuler Schacht
 Platzer Lehmann, 81373 München, DE**

(72) Erfinder:
**Plank, Hannes, Graz, AT; Druml, Norbert,
 Dr., Graz, AT; Egger, Theresa, Graz, AT;
 Steffan, Christoph, Graz, AT; Herndl, Thomas,
 Biedermansdorf, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

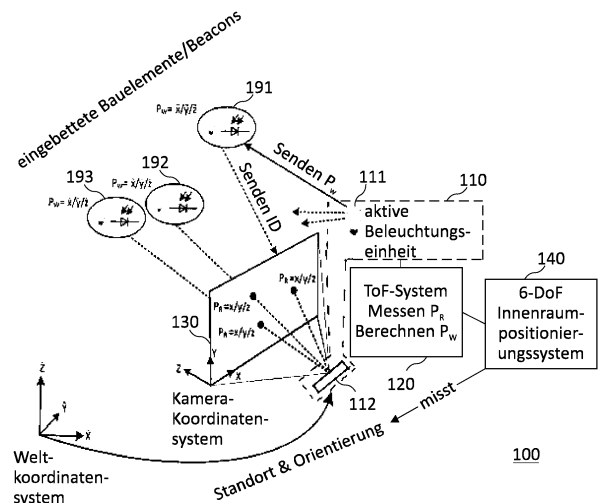
US	2006 / 0 023 203	A1
EP	0 992 814	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM LOKALISIEREN EINES ERSTEN BAUELEMENTS, LOKALISIERUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR LOKALISIERUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines ersten Bauelements wird bereitgestellt. Die Vorrichtung umfasst eine Laufzeit-Schaltung, die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und eine Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement zu empfangen. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Verarbeitungsschaltung, die ausgebildet ist, eine Position des ersten Bauelements in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist, zu bestimmen, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion. Die Verarbeitungsschaltung ist ferner ausgebildet zum Bestimmen einer Position des ersten Bauelements in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position des ersten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, einer Position der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem. Die Vorrichtung umfasst ferner eine Sendeschaltung, die ausgebildet ist, ein zweites moduliertes Signal an das erste Bauelement zu emittieren, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.



Beschreibung

Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf die Lokalisierung und Kommunikation unter Verwendung von Laufzeit-Modulen (ToF-Modulen; ToF = Time of Flight). Insbesondere beziehen sich Beispiele auf eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Lokalisieren eines ersten Bauelements, eine Lokalisierungsvorrichtung und Verfahren zur Lokalisierung.

Hintergrund

[0002] In vielen Gebieten (z.B. Internet der Dinge, IoT (Internet of Things), intelligente Haustechnik (smart homes) oder drahtlose Sensornetze, WSN (Wireless Sensor Networks)) ist die Standortkenntnis (Location Awareness) für eingebettete Bauelemente erwünscht oder sogar äußerst wichtig. Solche kleinen elektronischen Bauelemente sind aber meist bei der Bestimmung ihres Orts aufgrund von Beschränkungen bei Größe und Kosten beeinträchtigt. Herkömmliche Positionierungstechniken unter Verwendung von Radiofrequenz (RF; Radio Frequency), Schall oder magnetische Positionierung leiden unter stark eingeschränkter Genauigkeit und stark eingeschränktem Bereich.

[0003] Ebenso ist die Zuordnung von stationären elektronischen Bauelementen zu geometrischen Positionen problematisch. Auch wenn die erwarteten Positionen bekannt sind, kann es arbeitsintensiv sein, manuell zu bestimmen, welches Bauelement sich an welcher Position befindet.

[0004] Ferner ist die Komplexität der 3D-Bewegungsverfolgung (motion tracking) und Innenraumpositionierung problematisch. Vorrichtungen auf dem Gebiet der Industrieautomation, autonomen Robotik und erweiterten/virtuellen Realität verwenden gegenwärtig komplexe Systeme zur Positionierung. Das erschwert die Entwicklung von allgegenwärtigen Vorrichtungen mit Standortkenntnis. Herkömmliche Systeme verwenden z.B. Kombinationen von ToF-Sensoren, Weitwinkel-Bewegungsverfolgungskameras, Trägheitssensoren und einen dedizierten Computervisionprozessors. Dies ergibt ein komplexes System mit hohen Kosten und überhöhtem Leistungsverbrauch sowie hohem Platzbedarf.

[0005] Somit besteht ein Bedarf für verbesserte Lokalisierung.

Zusammenfassung

[0006] Der Bedarf kann durch hierin beschriebene Beispiele erfüllt werden.

[0007] Ein Beispiel bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines ersten Bauelements. Die Vorrichtung umfasst eine Laufzeit-(ToF-) Schaltung, die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und eine Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement zu empfangen. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Verarbeitungsschaltung, die ausgebildet ist, eine Position des ersten Bauelements in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist, zu bestimmen, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion. Die Verarbeitungsschaltung ist ferner ausgebildet zum Bestimmen einer Position des ersten Bauelements in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position des ersten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, einer Position der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem. Die Vorrichtung umfasst ferner eine Sendeschaltung, die ausgebildet ist, ein zweites moduliertes Signal an das erste Bauelement zu emittieren, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Das zweite modulierte Signal kann ein Lichtsignal sein, das von derselben Schaltung erzeugt wird, die das erste modulierte Lichtsignal emittiert. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann das zweite modulierte Signal aus einer Schaltung emittiert werden, die getrennt ist von der Schaltung, die das erste modulierte Signal emittiert. Zum Beispiel kann ein drahtloser Kanal verwendet werden, um das zweite modulierte Signal zu emittieren.

[0008] Ein anderes Beispiel bezieht sich auf eine Lokalisierungsvorrichtung. Die Vorrichtung umfasst eine ToF-Schaltung, die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von zumindest drei Bauelementen zu empfangen. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Verarbeitungsschaltung, die ausgebildet ist zum Bestimmen, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen, von Positionen der zumindest drei Bauelemente in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist. Die Vorrichtung umfasst ferner eine Empfangsschaltung, die ausgebildet ist, zweite modulierte Signale von den mindestens drei Bauelementen zu empfangen, wobei die zweiten modulierten Signale Daten umfassen, die Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Die Verarbeitungsschaltung ist ferner ausgebildet, eine Position und eine Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen, basierend auf den Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem ersten Koordinatensystem und den Daten, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0009] Ein weiteres Beispiel bezieht sich auf ein Verfahren zum Lokalisieren eines ersten Bauelements. Das Verfahren umfasst ein Emittieren eines ersten modulierten Lichtsignals und ein Empfangen einer Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement. Ferner umfasst das Verfahren ein Bestimmen einer Position des ersten Bauelements in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion. Das Verfahren umfasst ferner ein Bestimmen einer Position des ersten Bauelements in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position des ersten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, einer Position des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem. Das Verfahren umfasst ferner ein Emittieren eines zweiten modulierten Signals an das erste Bauelement, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0010] Noch ein anderes Beispiel bezieht sich auf ein Lokalisierungsverfahren. Das Verfahren umfasst ein Emittieren eines ersten modulierten Lichtsignals und das Empfangen von Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von zumindest drei Bauelementen. Ferner umfasst das Verfahren ein Bestimmen von Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen. Das Verfahren umfasst ferner ein Empfangen von zweiten modulierten Signalen von den mindestens drei Bauelementen, wobei die zweiten modulierten Signale Daten umfassen, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Das Verfahren umfasst außerdem ein Bestimmen einer Position und einer Orientierung des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem, basierend auf den Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem ersten Koordinatensystem und den Daten, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0011] Ein weiteres Beispiel bezieht sich auf ein anderes Lokalisierungsverfahren. Das Verfahren umfasst ein Bestimmen von ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen relativ zu einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals, basierend auf einem emittierten ersten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von einer Vielzahl von Bauelementen. Ferner umfasst das Verfahren ein Emittieren von mindestens einem zweiten modulierten Signal an die Vielzahl von Bauelementen, welches Daten umfasst, die die ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Das Verfahren umfasst ferner ein Bestimmen

von zweiten Positionen von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen relativ zu dem Emitter, basierend auf einem emittierten dritten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des dritten modulierten Lichtsignals von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen. Das Verfahren umfasst außerdem ein Empfangen von vierten modulierten Signalen von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen, wobei die vierten modulierten Signale Daten umfassen, die die ersten Positionen von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Ferner umfasst das Verfahren ein Bestimmen einer relativen Bewegung des Emitters, basierend auf den ersten Positionen und den zweiten Positionen von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen.

Figurenliste

[0012] Nachfolgend werden einige Beispiele von Vorrichtungen und/oder Verfahren ausschließlich beispielhaft und Bezug nehmend auf die beiliegenden Figuren beschrieben, in denen

Fig. 1 ein Beispiel einer Vorrichtung zum Lokalisieren eines ersten Bauelements darstellt;

Fig. 2 ein Beispiel einer Lokalisierungsvorrichtung darstellt;

Fig. 3 ein Flussdiagramm eines Beispiels eines Verfahrens zum Lokalisieren eines ersten Bauelements darstellt;

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Beispiels eines Lokalisierungsverfahrens darstellt; und

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Beispiels eines anderen Lokalisierungsverfahrens darstellt.

Detaillierte Beschreibung

[0013] Verschiedene Beispiele werden nun ausführlicher Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen einige Beispiele dargestellt sind. In den Figuren können die Stärken von Linien, Schichten und/oder Bereichen zur Verdeutlichung übertrieben sein.

[0014] Während sich weitere Beispiele für verschiedene Modifikationen und alternative Formen eignen, sind dementsprechend einige bestimmte Beispiele derselben in den Figuren gezeigt und werden nachfolgend ausführlich beschrieben. Allerdings beschränkt diese detaillierte Beschreibung weitere Beispiele nicht auf die beschriebenen bestimmten Formen. Weitere Beispiele können alle Modifikationen, Entsprechungen und Alternativen abdecken, die in den Rahmen der Offenbarung fallen. Gleiche Bezugszeichen beziehen sich in der gesamten Beschreibung der Figuren auf gleiche oder ähnliche Elemente, die bei einem Vergleich miteinander identisch oder in modifizierter Form implementiert sein können,

während sie die gleiche oder eine ähnliche Funktion bereitstellen.

[0015] Es versteht sich, dass, wenn ein Element als mit einem anderen Element „verbunden“ oder „gekoppelt“ bezeichnet wird, die Elemente direkt, oder über ein oder mehrere Zwischenelemente, verbunden oder gekoppelt sein können. Wenn zwei Elemente A und B unter Verwendung eines „oder“ kombiniert werden, ist dies so zu verstehen, dass alle möglichen Kombinationen offenbart sind, d. h. nur A, nur B sowie A und B. Eine alternative Formulierung für die gleichen Kombinationen ist „zumindest eines von A und B“. Das Gleiche gilt für Kombinationen von mehr als 2 Elementen.

[0016] Die Terminologie, die hier zum Beschreiben bestimmter Beispiele verwendet wird, soll nicht begrenzend für weitere Beispiele sein. Wenn eine Singularform, z. B. „ein, eine“ und „der, die, das“ verwendet wird und die Verwendung nur eines einzelnen Elements weder explizit noch implizit als verpflichtend definiert ist, können weitere Beispiele auch Pluralelemente verwenden, um die gleiche Funktion zu implementieren. Wenn eine Funktion nachfolgend als unter Verwendung mehrerer Elemente implementiert beschrieben ist, können weitere Beispiele die gleiche Funktion unter Verwendung eines einzelnen Elements oder einer einzelnen Verarbeitungsentität implementieren. Es versteht sich weiterhin, dass die Begriffe „umfasst“, umfassend, „aufweist“ und/oder „aufweisend“ bei Gebrauch das Vorhandensein der angegebenen Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Prozesse, Elemente und/oder Komponenten derselben präzisieren, aber nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen eines oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Prozesse, Elemente, Komponenten und/oder einer Gruppe derselben ausschließen.

[0017] Sofern nicht anderweitig definiert, werden alle Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe) hier in ihrer üblichen Bedeutung des Gebiets verwendet, zu dem Beispiele gehören.

[0018] **Fig. 1** stellt eine Vorrichtung **100** zum Lokalisieren eines ersten Bauelements **191** (und wahlweise eines zweiten Bauelements **192**, und eines dritten Bauelements **193** und weiterer Bauelemente) dar. Das erste Bauelement **191** kann zum Beispiel ein eingebettetes Bauelement oder ein Beacon sein. Wie in **Fig. 1** angezeigt ist, kann das erste Bauelement **191** ausgebildet sein zum Empfangen und/oder Emittieren von modulierten Lichtsignalen. Das erste Bauelement **191** kann somit einen Photodetektor (z.B. eine Photodiode, eine Solarzelle, etc.) zum Empfangen von modulierten Lichtsignalen, und eine integrierte Schaltung (z.B. einen Mikrocontroller) zum Dekodieren der modulierten Lichtsignale umfassen. Ferner kann das erste Bauelement **191** eine Lichtquelle (z.B.

lichtemittierende Diode, LED (Light Emitting Diode), einen oberflächenemittierenden Diodenlaser, VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser), etc. zusammen mit einer Takterzeugungs- und Phasenverschiebungsschaltung) oder einen modulierten Retroreflektor zum Emittieren von modulierten Lichtsignalen umfassen. Das erste Bauelement **191** kann ferner elektronische und/oder mechanische Komponenten (z.B. zum Erfassen einer physikalischen Größe) umfassen.

[0019] Die Vorrichtung **100** umfasst eine ToF-Schaltung **110**, die eine Lichtquelle **111** umfasst, die ausgebildet ist, modulierte Lichtsignale zu erzeugen. Ferner umfasst die ToF-Schaltung **110** einen Photodetektor **112** (z.B. umfassend ein Array aus photoempfindlichen Pixeln), der ausgebildet ist, modulierte Lichtsignale zu empfangen. Wie in **Fig. 1** angezeigt ist, kann die Vorrichtung **100** ferner ein optisches System **130** (z.B. umfassend eine oder mehrere Linsen) umfassen, das ausgebildet ist, einfallende Lichtsignale auf den Photodetektor **112** zu projizieren. Die ToF-Schaltung **110** ist ausgebildet, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und eine Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement zu empfangen.

[0020] Ferner umfasst die Vorrichtung **100** eine Verarbeitungsschaltung **120**, die ausgebildet ist, eine (dreidimensionale) Position P_R des ersten Bauelements **191** in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung **100** zugeordnet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion zu bestimmen. Anders ausgedrückt, kann die Vorrichtung **100** eine ToF-Kamera sein. Wie in **Fig. 1** angezeigt ist, kann das erste Koordinatensystem durch drei orthogonale Achsen X, Y und Z aufgespannt sein. Das erste Koordinatensystem kann somit als ein Kamera-Koordinatensystem aufgefasst werden, das eine Position des ersten Bauelements **191** relativ zur Vorrichtung **100** kennzeichnet. Beispielsweise kann die Verarbeitungsschaltung **120** ausgebildet sein, eine Distanz von der Vorrichtung **100** zu dem ersten Bauelement **191** basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion zu bestimmen. Ferner kann die Verarbeitungsschaltung **120** ausgebildet sein, einen Ankunftsinkel der Reflexion zu bestimmen, und die Position P_R des ersten Bauelements **191** in dem ersten Koordinatensystem basierend auf der Distanz und dem Ankunftsinkel zu bestimmen.

[0021] Die Verarbeitungsschaltung **120** ist ferner ausgebildet zum Bestimmen einer Position P_W des ersten Bauelements **191** in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position P_R des ersten Bauelements **191** in dem ersten Koordinatensystem, einer Position der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem. Das zweite Koordinatensystem ist bei dem Beispiel von

Fig. 2 durch drei weitere orthogonale Achsen X, Y und Z aufgespannt. Die weiteren orthogonale Achsen X, Y und Z des zweiten Koordinatensystems können im Hinblick auf die orthogonalen Achsen X, Y und Z des ersten Koordinatensystems verschoben und gedreht sein. Das zweite Koordinatensystem kann allgemein irgendein Koordinatensystem von Interesse sein. Zum Beispiel kann das zweite Koordinatensystem ein Koordinatensystem mit einer Referenz sein, die unabhängig von der Referenz des ersten Koordinatensystems ist. Anders ausgedrückt, wenn sich Elemente im Hinblick auf das erste Koordinatensystem bewegen, wird die Bewegung der Elemente in dem zweiten Koordinatensystem durch eine Abbildung vom ersten zum zweiten Koordinatensystem bestimmt, z.B. eine starre Transformation. Das zweite Koordinatensystem kann als globales Koordinatensystem bezeichnet sein, oder ein Koordinatensystem, das die Position in einem dedizierten Bereich (z. B. in einem Gebäude oder einem Raum) bezeichnet. Anders ausgedrückt ist das erste Koordinatensystem nicht praktisch zum Bestimmen der Position von Objekten, da die Vorrichtung **100**, die die Basis für das erste Koordinatensystem bereitstellt, wahrscheinlich beweglich ist, während das zweite Koordinatensystem eine praktischere Information in Hinblick auf die Auswahl der Referenz liefert. Das zweite Koordinatensystem kann zum Beispiel ein Koordinatensystem ein, das ein Gebäude oder einen Raum als Referenz aufweist.

[0022] Die Vorrichtung **100** kann eine Positionierungsschaltung **140** umfassen, die ausgebildet ist, die Position und die Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen. Die Positionierungsschaltung **140** kann beispielsweise eine 2D-Kamera zusammen mit Computervisionpositionierung (computer vision positioning), einem globalen Navigationssatellitensystem (GNSS; Global Navigation Satellite System), Trägheitssensoren, Magnetfeldsensoren und/oder weiteren Sensoren und Positionierungsverfahren verwenden, um die Position und die Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen. Alternativ kann die Vorrichtung **100** eine Empfängerschaltung (nicht dargestellt) umfassen, die ausgebildet ist, (z. B. drahtlos, oder optisch wie hierin beschrieben) Daten zu empfangen, die die Position und die Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Bei einigen Beispielen kann die Vorrichtung **100** stationär sein. Dementsprechend kann die Position und die Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem an Vorrichtung **100** programmiert (kodierte) sein.

[0023] Beispielsweise kann die Position P_w des ersten Bauelements **191** in dem zweiten Koordinatensystem durch die Verarbeitungsschaltung **120** gemäß dem folgenden Ausdruck bestimmt sein:

$$P_W = R \cdot R_R + P_{APP} \quad (1)$$

wobei R eine Rotationsmatrix bezeichnet und P_{app} die Position der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem bezeichnet.

[0024] Die ToF-Schaltung **110** ist ferner ausgebildet, ein zweites moduliertes Lichtsignal an das erste Bauelement **191** zu emittieren, wobei das zweite modulierte Lichtsignal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements **191** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Beispielsweise ist das zweite modulierte Lichtsignal moduliert basierend auf den Daten, die die Position des ersten Bauelements **191** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Bei einigen Beispielen kann ein Phasenumtast-Modulationsschema (phase shift-keying modulation scheme) von der ToF-Schaltung **110** verwendet werden, um das zweite modulierte Lichtsignal zu erzeugen.

[0025] Die Vorrichtung **100** kann erlauben, das erste Bauelement **191** unter Verwendung von ToF-Erfassung zu lokalisieren (d.h. seine Position in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen) und das erste Bauelement mit seinen Koordinaten in dem zweiten Koordinatensystem unter Verwendung von optischer Kommunikation zu versorgen. Die Vorrichtung **100** kombiniert somit ToF-Tiefenmessung und optische Kommunikation, um dem ersten Bauelement **191** seine Position mitzuteilen. Die Vorrichtung **100** benötigt kein weiteres Kommunikationsmittel (z. B. unter Verwendung von RF-Signalen), um das erste Bauelement **191** über seine Position zu informieren.

[0026] Die ToF-Schaltung **110** kann ferner ausgebildet sein, ein drittes moduliertes Lichtsignal von dem ersten Bauelement **191** zu empfangen, das Daten umfasst, die eine Identität des ersten Bauelements **191** anzeigen. Demzufolge kann die Verarbeitungsschaltung **120** weiterhin ausgebildet sein, die Identität des ersten Bauelements **191** zu der Position des ersten Bauelements **191** in dem zweiten Koordinatensystem zuzuweisen. Anders ausgedrückt kann Vorrichtung **100** ferner erlauben, das erste Bauelement **191** zu identifizieren.

[0027] Die optische Kommunikation zwischen der Vorrichtung **100** und dem ersten Bauelement **191** kann ferner von der Vorrichtung **100** verwendet werden, um das erste Bauelement **191** von anderen Bauelementen oder Objekten in der Szene zu unterscheiden. Beispielsweise kann die ToF-Schaltung **110** ausgebildet sein, mindestens einen Teil der Szene, die das erste Bauelement **191** umfasst, zu einem ersten Zeitpunkt zu erfassen. Zu dem ersten Zeitpunkt emittiert das erste Bauelement **191** ein moduliertes Lichtsignal. Anschließend kann die ToF-Schaltung **110** ausgebildet sein, ein weiteres moduliertes Lichtsignal zu emittieren, das einen Befehl für das erste Bauelement **191** umfasst, das Emittieren seines

modulierten Lichtsignals zu stoppen. Ferner kann die ToF-Schaltung **110** ausgebildet sein, wieder mindestens einen Teil der Szene, die das erste Bauelement umfasst, zu einem zweiten Zeitpunkt zu erfassen. Der zweite Zeitpunkt folgt auf die Emission des weiteren modulierten Lichtsignals durch die ToF-Schaltung **110**. Zu dem zweiten Zeitpunkt emittiert das erste Bauelement **191** sein moduliertes Lichtsignal nicht mehr. Dementsprechend unterscheidet sich die erfasste Szene zu dem ersten Zeitpunkt von der erfassten Szene zu dem zweiten Zeitpunkt. Das modulierte Lichtsignal des ersten Bauelements **191** ist insbesondere in der erfassten Szene zu dem ersten Zeitpunkt vorhanden, während es in der erfassten Szene zu dem zweiten Zeitpunkt nicht mehr vorhanden ist. Der eine oder die mehreren vakanten Bereiche in der erfassten Szene zu dem zweiten Zeitpunkt entsprechen daher dem ersten Bauelement **191**. Die Verarbeitungsschaltung **120** kann somit die Position des ersten Bauelements **191** in dem ersten Koordinatensystem basierend auf einem Vergleich der erfassten Szene zu dem ersten Zeitpunkt und der erfassten Szene zu dem zweiten Zeitpunkt bestimmen.

[0028] Es ist offensichtlich, dass die Positionen des zweiten Bauelements **192**, des dritten Bauelements **193** und/oder weiterer Bauelemente auf die gleiche Weise bestimmt werden können, die vorangehend für das erste Sensorbauelement **191** beschrieben wurde.

[0029] Die Vorrichtung **100** kann beispielsweise erlauben, eingebettete Bauelemente unter Verwendung von ToF-Erfassung zu lokalisieren, und an die Bauelemente ihre Koordinaten unter Verwendung von optischer Kommunikation bereitzustellen.

[0030] Die Vorrichtung **100** kann somit als ToF-Kamera aufgefasst werden, die zum Bestimmen der Positionen von einem oder mehreren eingebetteten Bauelementen verwendbar ist. Das ToF-System kann relative 3D-Positionen in seinem Kamera-Koordinatenraum (als ein Beispiel für das erste Koordinatensystem) herleiten, und ihm wird seine eigene Position und Orientierung innerhalb eines Weltkoordinatensystems bereitgestellt (als ein Beispiel für das zweite Koordinatensystem). Die ToF-Kamera kann z. B. in Verbindung mit einem zusätzlichen Positionierungssystem angewendet werden.

[0031] Wie vorangehend beschrieben wurde, kann das ToF-Kamerasystem Distanzmessungen und die projizierte Lichtquellenposition verwenden, um die relativen Positionen P_R der eingebetteten Bauelemente herzuleiten. Die ToF-Kamera kann z. B. ein zusätzliches Lokalisierungssystem mit 6 Freiheitsgraden (6-degree-of-freedom (6-DoF) localization system) oder ihr eigenes Positionierungssystem verwenden, um die Orientierung und Rotation in dem Weltkoordinatensystem zu bestimmen. Diese Information

kann als 3D-Position P_{APP} in dem Referenz-Weltkoordinatensystem (z. B. ein Gebäudegrundriss), und der Rotationsmatrix R ausgedrückt werden. Diese Information kann verwendet werden, um die Weltposition P_W des Kommunikationspartners gemäß dem oben angegebenen Ausdruck (1) zu bestimmen.

[0032] Das System mit dem ToF-Sensor kann die Identität von jedem sichtbaren Kommunikationspartner herleiten, so dass die Weltposition P_W dann der Identität des Kommunikationspartners wie oben beschrieben zugeordnet werden kann.

[0033] Es ist auch möglich, die Weltpositionen an die anderen eingebetteten Bauelemente zu senden. Dies ermöglicht es, präzise Standortkenntnis an vielfältige elektronische Bauelemente bereitzustellen. Es ist auch möglich, die Positionen und Identitäten von benachbarten eingebetteten Bauelementen zu übertragen. Dies kann es z. B. erlauben, effiziente Standorts- und Kontextbewusste drahtlose Sensornetzwerke (WSNs; wireless sensor networks) zu bilden.

[0034] Beispielsweise kann eines des ersten modulierten Lichtsignals und des zweiten modulierten Lichtsignals (Datensignal), das von der ToF-Schaltung **110** emittiert wird, Daten umfassen, die eine Identität und/oder eine Position P_W in dem zweiten Koordinatensystem des zweiten Bauelements **192** (oder jedes anderen Bauelements) anzeigen. Dementsprechend können das erste Bauelement **191** und/oder das dritte Bauelement **193** (oder jedes andere Bauelement) über die Identität und/oder die Position des zweiten Bauelements **192** informiert werden.

[0035] Daten, die die weiteren Bauelemente anzeigen, können über optische Kommunikation an die Vorrichtung **100** kommuniziert werden. Die ToF-Schaltung **110** kann beispielsweise ausgebildet sein, von dem zweiten Bauelement **192** (oder jedem anderen Bauelement) ein viertes moduliertes Lichtsignal zu empfangen, das Daten umfasst, die die Identität des zweiten Bauelements **192** anzeigen, vor dem Emittieren eines des ersten und des zweiten modulierten Signals.

[0036] In ähnlicher Weise kann die ToF-Schaltung **110** ferner ausgebildet sein, ein fünftes moduliertes Lichtsignal (Datensignal) an das zweite Bauelement **192** (oder jedes andere Bauelement) zu emittieren, das Daten umfasst, die die Identität und/oder die Position P_W des ersten Bauelements **191** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Dementsprechend kann das zweite Bauelement **192** (oder jedes andere Bauelement) über die Identität und/oder die Position P_W des ersten Bauelements **191** informiert werden.

[0037] Daten, die ein spezifisches Bauelement anzeigen, können ferner durch die Vorrichtung **100**

auf Anfrage von anderen Bauelementen übertragen werden. Die ToF-Schaltung **110** kann beispielsweise ausgebildet sein, das fünfte modulierte Lichtsignal als Antwort auf ein Empfangen eines sechsten modulierten Lichtsignals von dem zweiten Bauelement **192** (oder jedem anderen Bauelement) zu emittieren, das eine Anfrage umfasst, die Daten zu übertragen, die die Position P_w des ersten Bauelements **191** (oder jedes anderen Bauelements) in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0038] Wie vorangehend beschrieben wurde, kann die ToF-Kamera ihre (aktive) Lichtquelle verwenden, um Daten zu übertragen und ihren Photodetektor (z. B. ein Pixelarray), um Daten zu empfangen. Da das einfallende Licht durch eine oder mehrere Linsen des optischen Systems **130** projiziert wird, ist es ferner möglich, die Richtung des Kommunikationspartners zu bestimmen. Aufgrund der Linsenprojektion der Kommunikationspartner ist eine gleichzeitige Kommunikation zwischen der ToF-Kamera und mehreren Partnern möglich.

[0039] Das heißt, die ToF-Schaltung **110** kann z. B. ausgebildet sein, gleichzeitig das vierte modulierte Lichtsignal und eines des dritten modulierten Lichtsignals und der Reflexion zu empfangen. Dies ist möglich, da das optische System, basierend auf der Position des zweiten Bauelements **192** relativ zu Vorrichtung **100**, das vierte modulierte Lichtsignal auf eine erste Region des Photodetektors **112** projiziert, und, basierend auf der Position des ersten Bauelements **191** relativ zu Vorrichtung **100**, das eine des dritten modulierten Lichtsignals und der Reflexion auf eine zweite Region des Photodetektors **112** projiziert.

[0040] Die Informationen, die durch die Vorrichtung **100** übertragen werden sollen, können in eine Pause zwischen einer ToF-Phasen-Bilderfassung moduliert werden. Diese Pause ist konfigurierbar, da sie verwendet wird, um die Bildrate während des Normal- (d.h. ToF-) Betriebs zu begrenzen. Da die Beleuchtungseinheit nur aktiv ist, wenn Bilder erfasst werden, ist es möglich, eine relative Puls-Positions-Um-tastung (relative pulse position keying) als Modulationsverfahren zu implementieren. Zum Beispiel werden das erste modulierte Lichtsignal und ein anderes moduliertes Lichtsignal für eine ToF-Tiefenmessung verwendet. Das zweite modulierte Lichtsignal kann dann durch die ToF-Schaltung **110** während einer Pause zwischen dem Emittieren des ersten modulierten Lichtsignals und des anderen modulierten Lichtsignals emittiert werden. Wie vorangehend beschrieben wurde kann die ToF-Schaltung **110** ferner ausgebildet sein, das zweite modulierte Lichtsignal (oder andere modulierte Lichtsignale, die Informationen tragen) gemäß einem Phasenumtast-Modulations-schemata zu erzeugen.

[0041] Ferner können Tiefenmessungen in das Kommunikationsprotokoll eingebettet sein, das zur optischen Kommunikation zwischen der Vorrichtung **100** und den Bauelementen **191**, **192** und **193** verwendet wird. Dementsprechend kann die Vorrichtung **100** (d.h. die ToF-Kamera) den Abstand zu einem der Bauelemente messen, während Informationen übertragen werden. Beispielsweise kann das erste modulierte Lichtsignal (oder jedes andere modulierte Lichtsignal, das für ToF-Messungen verwendet wird) Informationen aufweisen, die durch die Vorrichtung **100** übertragen werden sollen. Das erste modulierte Lichtsignal ist somit nicht nur zum Bestimmen der Position des ersten Bauelements **191** in dem ersten Koordinatensystem, sondern auch zum Übertragen von Informationen von der Vorrichtung **100** an ein oder mehrere der Bauelemente **191**, **192** und **193**.

[0042] Bei dem obigen Beispiel sei angenommen, dass die Bauelemente **191**, **192** und **193** stationär sind. Bei einigen Beispielen können aber die Bauelemente **191**, **192** und **193** oder mindestens eines derselben bewegbar sein. Dementsprechend kann die Vorrichtung **100** verwendet werden, um die bewegbaren Bauelemente **191**, **192** und **193** zu verfolgen. Wie vorangehend beschrieben wurde, kann die Position und die Orientierung der Vorrichtung **100** in dem zweiten Koordinatensystem an Vorrichtung **100** programmiert (kodiert) sein (da z. B. die Vorrichtung **100** stationär ist). Dementsprechend kann die Vorrichtung **100** die aktuellen Positionen von einem oder mehreren der Bauelemente **191**, **192** und **193** unter Verwendung einer ToF-Messung bestimmen und die Positionen an die Bauelemente übertragen, wie vorangehend beschrieben wurde.

[0043] Während in der obigen Beschreibung die Kommunikation von der Vorrichtung **100** an ein oder mehrere der Bauelemente **191**, **192** und **193** über optische Kommunikation geschieht, können einige Beispiele alternativ verschiedene Kommunikationsverfahren zur Kommunikation von der Vorrichtung **100** an ein oder mehrere der Bauelemente **191**, **192** und **193** verwenden. Die Vorrichtung **100** kann beispielsweise eine Schaltung zur drahtlosen Übertragung von Informationen an ein oder mehrere der Bauelemente **191**, **192** und **193** umfassen. Anders ausgedrückt, kann die Vorrichtung **100** eine Sendeschaltung jeglicher Art zum Emittieren von modulierten Signalen an ein oder mehrere der Bauelemente **191**, **192** und **193** umfassen. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei diesem Beispiel die Bauelemente **191**, **192** und **193** ihre entsprechenden Informationen noch über optische Kommunikation an die Vorrichtung **100** übertragen.

[0044] Wie vorangehend beschrieben wurde, kann das vorgeschlagene Konzept das Kombinieren von ToF-Tiefenmessungen und optischer Kommunikation erlauben, um der eingebetteten Elektronik ihre

Position mitzuteilen. Das vorgeschlagene Konzept kann ferner die Verwendung von lokalisierten Bauelementen erlauben, um ein Hochleistungs-Lokalisierungs- und Bewegungsverfolgungs-System zu erzeugen. Dies wird im Folgenden Bezug nehmend auf **Fig. 2** beschrieben.

[0045] **Fig. 2** stellt eine Lokalisieruvorrichtung **200** zusammen mit einer Vielzahl von Bauelementen **291**, **292** und **293** dar (weitere Bauelemente können optional verwendet werden). Die Vorrichtung **200** umfasst eine ToF-Schaltung 210, die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von den zumindest drei Bauelementen **291**, **292** und **293** zu empfangen. Wie die oben beschriebene ToF-Schaltung 110 umfasst auch die ToF-Schaltung 210 eine Lichtquelle **211** und einen Photodetektor **212**. Ferner umfasst die Vorrichtung **200** ein optisches System **230**. Es wird somit Bezug genommen auf die obige Beschreibung der Details der Lichtquelle **211**, des Photodetektors **212** und des optischen Systems **230**.

[0046] Ferner umfasst die Vorrichtung **200** eine Verarbeitungsschaltung **220**, die ausgebildet ist zum Bestimmen, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen, von Positionen P_R der zumindest drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist. Die Vorrichtung **200** kann wiederum als eine ToF-Kamera verstanden werden. Wie in **Fig. 2** angezeigt ist, kann das erste Koordinatensystem durch drei orthogonale Achsen X, Y und Z aufgespannt sein. Das erste Koordinatensystem kann somit als ein Kamera-Koordinatensystem aufgefasst werden, das eine Position der ersten Bauelemente **291**, **292** und **293** relativ zur Vorrichtung **200** kennzeichnet.

[0047] Die ToF-Schaltung 210 ist ferner ausgebildet, zweite modulierte Lichtsignale von den zumindest drei Bauelementen **291**, **292** und **293** zu empfangen. Die zweiten modulierten Lichtsignale umfassen Daten, die die Positionen P_W der zumindest drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Das zweite Koordinatensystem ist bei dem Beispiel von **Fig. 2** durch drei weitere orthogonale Achsen X, Y und Z aufgespannt. Die weiteren orthogonale Achsen X, Y und Z des zweiten Koordinatensystems können im Hinblick auf die orthogonalen Achsen X, Y und Z des ersten Koordinatensystems verschoben und gedreht sein. Das zweite Koordinatensystem kann allgemein wieder irgendein Koordinatensystem von Interesse sein. Zum Beispiel kann das zweite Koordinatensystem ein Koordinatensystem sein, das die absolute Position in der Welt bezeichnet, oder ein Koordinatensystem, das die Position in einem dedizierten Bereich (z. B. in einem Gebäude oder einem Raum) bezeichnet. Beispiels-

weise können die Positionen der drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in dem zweiten Koordinatensystem z. B. bestimmt und an die Bauelemente übertragen werden, wie vorangehend in Verbindung mit **Fig. 1** beschrieben wurde. Bei einigen Beispielen können die Daten, die die Position P_W von mindestens einem der mindestens drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen, (nur) Daten umfassen, die die Identität des Bauelements anzeigen. Wenn die zuvor gemessene Position des Bauelements von der Vorrichtung **200** gespeichert wird (z. B. in einem dedizierten Speicher), kann die Identität durch die Vorrichtung **200** verwendet werden, um die Position des Bauelements im Speicher nachzuschlagen. Das heißt, dass die Daten, die die Position P_W von einem der mindestens drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen, indirekte Informationen sein können.

[0048] Die zweiten modulierten Lichtsignale können als Antwort auf eine Anfrage durch Vorrichtung **200** empfangen werden. Das erste modulierte Lichtsignal kann zum Beispiel eine Anfrage an einen Empfänger des ersten modulierten Lichtsignals umfassen, um Daten an die Vorrichtung **200** zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Alternativ kann die ToF-Schaltung **210** ausgebildet sein, ein drittes moduliertes Lichtsignal zu emittieren, das eine Anfrage an einen Empfänger des dritten modulierten Lichtsignals umfasst, um Daten an die Vorrichtung **200** zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem (und/oder Identität) anzeigen.

[0049] Die Verarbeitungsschaltung **220** ist ausgebildet, eine Position und eine Orientierung der Vorrichtung **200** in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen, basierend auf den Positionen P_R der mindestens drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in dem ersten Koordinatensystem und den Daten, die die P_W der mindestens drei Bauelemente **291**, **292** und **293** in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Beispielsweise kann die Position und die Orientierung der Vorrichtung **200** durch Bestimmen der starren Transformation der Positionen P_R in dem ersten Koordinatensystem und der Positionen P_W in dem zweiten Koordinatensystem bestimmt werden. Das heißt, dass Triangulation zum Bestimmen der Position und Orientierung der Vorrichtung **200** verwendet werden kann.

[0050] Die Vorrichtung **200** kann erlauben, ihre Position in dem zweiten Koordinatensystem nur unter Verwendung von ToF-Messungen und optischer Kommunikation zu bestimmen. ToF-Kameras sind in der Lage, Bilder bei hohen Bildraten zu erfassen (durch das Erfassen einer aktiven Lichtquelle). Dementsprechend kann die Vorrichtung **200** eine Positionierung und Bewegungsverfolgung mit beispiellosen Aktuali-

sierungsraten (von z. B. mehr als 100 Hz - bis zu 500 Hz) erlauben.

[0051] Anders ausgedrückt kann das vorgeschlagene Konzept einem elektronischen Bauelement erlauben, seine Position und Orientierung ausschließlich mit einem ToF-Sensor genau zu bestimmen. Wie vorangehend detaillierter beschrieben wurde, kann ein System mit einem ToF-Sensor optische Kommunikation verwenden, um eingebettete Bauelemente mit Standortkenntnis zu kontaktieren. Aufgrund z. B. zuvor durchgeführter Lokalisierung (siehe **Fig. 1**) sind sich diese Bauelemente über ihren Ort in dem zweiten (z. B. Welt-) Koordinatensystem bewusst. Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, können diese Bauelemente die optische Kommunikationsverbindung zu der ToF-Kamera verwenden, um ihre Position in Weltkoordinaten zu übertragen.

[0052] Das vorgeschlagene Konzept kann z. B. erlauben, einfache Basisstationen in Bereichen, die von Interesse sind, einzusetzen und ausschließlich eine ToF-Kamera mit optischer Kommunikation zur Lokalisierung zu verwenden. Da ToF-Sensoren in der Lage sind, Phasenbilder bei hohen Bildraten zu erfassen, kann eine beispiellose Aktualisierungsrate erreicht werden. Zusammen mit der resultierenden niedrigen Positionierungs-Latenzzeit kann dies im Vergleich zu herkömmlichen optischen Positionierungssystemen zu einem Vorteil führen.

[0053] ToF-Sensoren werden auch in Smartphones als Frontkamera (front-facing camera) zur Gesichtsverfolgung (face tracking) und als Vorrichtungsenriegelung verwendet. Gemäß dem vorgeschlagenen Konzept kann die ToF-Kamera ebenso zur Lokalisierung verwendet werden. Dies kann geschehen durch Erfassen von Beacons im Hintergrund der Frontkamera gemäß den Grundsätzen wie in Verbindung mit **Fig. 2** oben beschrieben ist. Dies kann ein System ermöglichen, bei dem ein Benutzer auf einen Smartphone-Bildschirm schauen kann und aufgrund der Lokalisierung und der Gesichtsverfolgung kennt das Smartphone die exakte Position und die Blickrichtung des Benutzers. Dies macht möglicherweise den Weg frei für allgegenwärtige standortbezogene Dienste, wie beispielsweise interaktive Indoor-Navigation, standortbezogene Werbeanzeigen und allgemeine Anwendungen der erweiterten Realität (augmented reality applications).

[0054] Obwohl den Bauelementen **291**, **292** und **293** ihre entsprechende Position bereitgestellt werden kann, wie vorangehend in Verbindung mit **Fig. 1** beschrieben wurde, können zumindest einige von ihnen alternativ mit ihrer Position in dem zweiten Koordinatensystem manuell vorprogrammiert sein. Sobald ein ToF-System sie zur Lokalisierung verwendet, ist es möglich, die Weltpositionen der verbleibenden Bauelemente zu bestimmen. Anders ausgedrückt kann

die Verarbeitungsschaltung **220** ferner ausgebildet sein, basierend auf einem vierten modulierten Lichtsignal, das durch die ToF-Schaltung **210** emittiert wird, und basierend auf einer Reflexion des vierten modulierten Lichtsignals, das durch die ToF-Schaltung **210** von einem vierten Bauelement (nicht dargestellt) empfangen wird, eine Position des vierten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem zu bestimmen. Basierend auf der Position und der Orientierung der Vorrichtung **200** in dem zweiten Koordinatensystem und der Position des vierten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, kann die Verarbeitungsschaltung **220** ferner ausgebildet sein zum Bestimmen der Position des vierten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem. Wie in Verbindung mit **Fig. 1** ausführlicher beschrieben, kann die ToF-Schaltung **210** ferner ausgebildet sein, ein fünftes moduliertes Lichtsignal an das vierte Bauelement zu emittieren, das Daten umfasst, die die Position des vierten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0055] Alternativ kann nur eine ToF-Kamera allein verwendet werden, um das zweite (Welt-) Koordinatensystem zu definieren. Bei dieser Alternative wird eine anfängliche 3D-Messung von (allen) sichtbaren Bauelementen durchgeführt. Die resultierende Punktwolke (point cloud) kann entweder manuell auf ein Weltkoordinatensystem abgebildet werden, oder kann dazu verwendet werden, um den Ursprung eines neuen Weltkoordinatensystems zu definieren. Während dieses anfänglichen Schritts werden die Positionen relativ zum Ursprung an alle Bauelemente gesendet, die dann als Beacons dienen. Diese Variante kann besonders hilfreich z. B. für am Kopf befestigte Vorrichtungen der virtuellen Realität sein, da sie relative Bewegungsverfolgung bei einer hohen Aktualisierungsrate erlaubt.

[0056] Anders ausgedrückt kann die Verarbeitungsschaltung **220** alternativ zunächst ausgebildet sein, basierend auf einem ersten modulierten Lichtsignal, das durch die ToF-Schaltung **210** emittiert wird, und basierend auf Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals, das durch die ToF-Schaltung **210** von einer Vielzahl von Bauelementen empfangen wird, erste Positionen der Vielzahl von Bauelementen relativ zu Vorrichtung **200** zu bestimmen. Anschließend kann die ToF-Schaltung **210** ausgebildet sein, mindestens ein zweites moduliertes Lichtsignal an die Vielzahl von Bauelementen zu emittieren, welches Daten umfasst, die die ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Ferner kann die Verarbeitungsschaltung **220** ausgebildet sein, basierend auf einem dritten modulierten Lichtsignal, das durch die ToF-Schaltung **210** emittiert wird, und basierend auf empfangenen Reflexionen des dritten modulierten Lichtsignals, das durch die ToF-Schaltung **210** von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen emittiert wird, zweite Positionen der mindestens

drei der Vielzahl von Bauelementen relativ zu Vorrichtung **200** zu bestimmen. Die ToF-Schaltung **210** kann ebenfalls ferner ausgebildet sein zum Empfangen von vierten modulierten Lichtsignalen von den mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen, wobei die vierten modulierten Lichtsignale Daten umfassen, die die ersten Positionen von den mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Dementsprechend kann die Verarbeitungsschaltung **220** ausgebildet sein zum Bestimmen einer relativen Bewegung der Vorrichtung **200**, basierend auf den ersten Positionen und den zweiten Positionen von den mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen.

[0057] Auch bei dieser Alternative kann die Vorrichtung **200** eine relative Bewegungsverfolgung mit einer hohen Aktualisierungsrate erlauben, ohne dass eine Bestimmung irgendeiner weiteren externen Position oder Orientierung erforderlich ist. Das vorgeschlagene Konzept kann somit Innenraumpositionierung und -Verfolgung durch Verwendung von optischer Kommunikation mit Standortkenntnis basierend auf ToF-Erfassung ermöglichen.

[0058] Ähnlich dem Beispiel von **Fig. 1** kann jede Art von Kommunikationskanal zum Austauschen von Positionsinformationen zwischen der Vorrichtung **200** und den Bauelementen **291**, **292** und **293** verwendet werden. Alternativ zur optischen Kommunikation, wie in Verbindung mit **Fig. 2** beschrieben, kann z. B. drahtlose Kommunikation zum Austauschen von Positionsinformationen verwendet werden. Die Vorrichtung **200** kann beispielsweise eine Schaltung zum drahtlosen Senden / Empfangen von Informationen an die oder von den Bauelementen **291**, **292** und **293** umfassen. Anders ausgedrückt kann die Vorrichtung **200** eine Sende-/Empfangsschaltung jeglicher Art zum Emittieren/Empfangen von modulierten Signalen an die oder von den Bauelementen **291**, **292** und **293** umfassen.

[0059] Um die obigen Ausführungen zusammenzufassen, werden im Folgenden Flussdiagramme von Lokalisierungsverfahren gemäß der vorgeschlagenen Technik Bezug nehmend auf die **Fig. 3** bis **Fig. 5** beschrieben.

[0060] Ein Beispiel eines Verfahrens **300** zum Lokalisieren eines ersten Bauelements gemäß der vorgeschlagenen Technik ist in **Fig. 3** dargestellt. Das Verfahren **300** umfasst das Emittieren **302** eines ersten modulierten Lichtsignals (modulierter Dauerstrich; continuous wave) und das (gleichzeitige) Empfangen **304** einer Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement. Das Verfahren **300** umfasst ferner das Bestimmen **306**, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion, einer Position des ersten Bauelements in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist.

Das Verfahren **300** umfasst zusätzlich das Bestimmen **308** einer Position des ersten Bauelements in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position des ersten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, einer Position des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem. Das Verfahren **300** umfasst ebenso das Emittieren **310** eines zweiten modulierten (Licht-) Signals an das erste Bauelement, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0061] Das Verfahren **300** kann somit erlauben, ToF-Erfassung und optische Kommunikation zu kombinieren, um dem ersten Bauelement (z. B. eingebettete Elektronik) seine Position mitzuteilen.

[0062] Wie vorangehend beschrieben wurde, kann das Verfahren **300** ferner ein Empfangen, von dem ersten Bauelement, eines dritten modulierten Lichtsignals, das Daten umfasst, die eine Identität des ersten Bauelements anzeigen, und das Zuweisen der Identität des ersten Bauelements zu der Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem umfassen.

[0063] Weitere Einzelheiten und Aspekte des Verfahrens **300** werden in Verbindung mit der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der vorangehend beschriebenen Beispiele erwähnt (z. B. **Fig. 1**). Das Verfahren kann ein oder mehrere zusätzliche optionale Merkmale aufweisen, die einem oder mehreren Aspekten der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der nachfolgend beschriebenen Beispiele entsprechen.

[0064] Ein Beispiel eines Lokalisierungsverfahrens **400** gemäß der vorgeschlagenen Technik ist in **Fig. 4** dargestellt. Das Verfahren **400** umfasst das Emittieren **402** eines ersten modulierten Lichtsignals (ein modulierter Dauerstrich) und das (gleichzeitige) Empfangen **404** von Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von mindestens drei Bauelementen. Ferner umfasst das Verfahren **400** das Bestimmen **406**, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen, von Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist. Das Verfahren **400** umfasst ebenso das Empfangen **408** von zweiten modulierten (Licht-) Signalen von den mindestens drei Bauelementen, wobei die zweiten modulierten (Licht-) Signale Daten umfassen, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Das Verfahren **400** umfasst zusätzlich das Bestimmen **410** einer Position und einer Orientierung des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem, basierend auf den Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem ersten Koordina-

tensystem und den Daten, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0065] Bei einigen Beispielen kann das erste modulierte Lichtsignal eine Anfrage an einen Empfänger des ersten modulierten Lichtsignals umfassen, Daten an den Emitter zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen. Alternativ kann das Verfahren **400** ferner das Emittieren eines dritten modulierten Lichtsignals umfassen, das eine Anfrage an einen Empfänger des dritten modulierten Lichtsignals umfasst, Daten an den Emitter zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

[0066] Weitere Einzelheiten und Aspekte des Verfahrens **400** werden in Verbindung mit der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der vorangehend beschriebenen Beispiele erwähnt (z. B. **Fig. 2**). Das Verfahren kann ein oder mehrere zusätzliche optionale Merkmale aufweisen, die einem oder mehreren Aspekten der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der nachfolgend beschriebenen Beispiele entsprechen.

[0067] Ein anderes Lokalisierungsverfahren **500** gemäß der vorgeschlagenen Technik ist in **Fig. 5** dargestellt. Das Verfahren **500** umfasst das Bestimmen **502**, basierend auf einem emittierten ersten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von einer Vielzahl von Bauelementen, von ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen relativ zu einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals. Ferner umfasst das Verfahren **500** das Emittieren **504** von mindestens einem zweiten modulierten (Licht-) Signal an die Vielzahl von Bauelementen, welches Daten umfasst, die die ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Das Verfahren **500** umfasst auch das Bestimmen **506**, basierend auf einem emittierten dritten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des dritten modulierten Lichtsignals von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen, von zweiten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen relativ zu dem Emitter. Zusätzlich umfasst das Verfahren **500** das Empfangen **508** von vierten modulierten (Licht-) Signalen von den mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen. Die vierten modulierten Lichtsignale umfassen Daten, die die ersten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen anzeigen. Das Verfahren **500** umfasst ferner das Bestimmen **510** einer relativen Bewegung des Emitters, basierend auf den ersten Positionen und den zweiten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen.

[0068] Weitere Einzelheiten und Aspekte des Verfahrens **500** werden in Verbindung mit der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der

vorangehend beschriebenen Beispiele erwähnt (z. B. **Fig. 2**). Das Verfahren kann ein oder mehrere zusätzliche optionale Merkmale aufweisen, die einem oder mehreren Aspekten der vorgeschlagenen Technik oder einem oder mehreren der nachfolgend beschriebenen Beispiele entsprechen.

[0069] Beispiele der vorliegenden Offenbarung betreffen somit das Kombinieren von Standort-bewusster optischer Kommunikation mit Innenraumpositionierung. Da ToF-Sensoren die 3D-Position von eingebetteten Bauelementen gleichzeitig kommunizieren und bestimmen können, kann die Position und Orientierung des ToF-Sensors mit relativen 3D-ToF-Messungen kombiniert werden, um die 3D-Position des eingebetteten Bauelements in Weltkoordinaten zu produzieren. Wie vorangehend beschrieben wurde, kann diese Verfahrensweise auch als Basismechanismus verwendet werden, um ein Hochleistungs-Innenraumpositionierungs-System zu erstellen.

[0070] Die Aspekte und Merkmale, die zusammen mit einem oder mehreren der vorher detaillierten Beispiele und Figuren beschrieben sind, können auch mit einem oder mehreren der anderen Beispiele kombiniert werden, um ein gleiches Merkmal des anderen Beispiels zu ersetzen oder um das Merkmal in das andere Beispiel zusätzlich einzuführen.

[0071] Durch die Beschreibung und Zeichnungen werden nur die Grundsätze der Offenbarung dargestellt. Weiterhin sollen alle hier aufgeführten Beispiele grundsätzlich ausdrücklich nur Lehrzwecken dienen, um den Leser beim Verständnis der Grundsätze der Offenbarung und der durch den (die) Erfinder beigetragenen Konzepte zur Weiterentwicklung der Technik zu unterstützen. Alle hiesigen Aussagen über Grundsätze, Aspekte und Beispiele der Offenbarung sowie konkrete Beispiele derselben sollen deren Entsprechungen umfassen.

[0072] Es versteht sich, dass die Offenbarung mehrerer, in der Beschreibung oder den Ansprüchen offener Schritte, Prozesse, Operationen oder Funktionen nicht als in der bestimmten Reihenfolge befindlich ausgelegt werden soll, sofern dies nicht explizit oder implizit anderweitig, z. B. aus technischen Gründen, angegeben ist. Daher werden diese durch die Offenbarung von mehreren Schritten oder Funktionen nicht auf eine bestimmte Reihenfolge begrenzt, es sei denn, dass diese Schritte oder Funktionen aus technischen Gründen nicht austauschbar sind. Ferner kann bei einigen Beispielen ein einzelner Schritt, Funktion, Prozess oder Operation mehrere Teilschritte, -funktionen, -prozesse oder -operationen einschließen und/oder in dieselben aufgebrochen werden. Solche Teilschritte können eingeschlossen sein und Teil der Offenbarung dieses Ein-

zelschritts sein, sofern sie nicht explizit ausgeschlossen sind.

[0073] Weiterhin sind die folgenden Ansprüche hiermit in die detaillierte Beschreibung aufgenommen, wo jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann. Während jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann, ist zu beachten, dass - obwohl ein abhängiger Anspruch sich in den Ansprüchen auf eine bestimmte Kombination mit einem oder mehreren anderen Ansprüchen beziehen kann - andere Beispiele auch eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen oder unabhängigen Anspruchs umfassen können. Solche Kombinationen werden hier explizit vorgeschlagen, sofern nicht angegeben ist, dass eine bestimmte Kombination nicht beabsichtigt ist. Ferner sollen auch Merkmale eines Anspruchs für jeden anderen unabhängigen Anspruch eingeschlossen sein, selbst wenn dieser Anspruch nicht direkt abhängig von dem unabhängigen Anspruch gemacht ist.

Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung (100) zum Lokalisieren eines ersten Bauelements (191), umfassend: eine Laufzeit-Schaltung (110), die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und eine Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement (191) zu empfangen; eine Verarbeitungsschaltung (120), die ausgebildet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion eine Position des ersten Bauelements (191) in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist, zu bestimmen, wobei die Verarbeitungsschaltung (120) ferner ausgebildet ist, eine Position des ersten Bauelements (191) in einem zweiten Koordinatensystem basierend auf der Position des ersten Bauelements (191) in dem ersten Koordinatensystem, einer Position der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem, und einer Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen; und eine Sendeschaltung, die ausgebildet ist, ein zweites moduliertes Signal an das erste Bauelement (191) zu emittieren, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements (191) in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

2. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Verarbeitungsschaltung (120) ferner ausgebildet ist: eine Distanz von der Vorrichtung zu dem ersten Bauelement (191) basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion zu bestimmen; einen Ankunftswinkel der Reflexion zu bestimmen; und die Position des ersten Bauelements (191) in dem ersten Koordinatensystem basierend auf der Distanz und dem Ankunftswinkel zu bestimmen.

3. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Laufzeit-Schaltung (110) ausgebildet ist, von dem ersten Bauelement (191) ein drittes moduliertes Lichtsignal zu empfangen, das Daten umfasst, die eine Identität des ersten Bauelements (191) anzeigen, und wobei die Verarbeitungsschaltung (120) ferner ausgebildet ist, die Identität des ersten Bauelements (191) zu der Position des ersten Bauelements (191) in dem zweiten Koordinatensystem zuzuweisen.

4. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eines des ersten modulierten Lichtsignals und des zweiten modulierten Signals ferner Daten umfasst, die eine Identität und eine Position in dem zweiten Koordinatensystem eines zweiten Bauelements (192) anzeigen.

5. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 4, wobei die Laufzeit-Schaltung (110) ausgebildet ist, vorher von dem zweiten Bauelement (192) ein viertes moduliertes Lichtsignal zu empfangen, das Daten umfasst, die die Identität des zweiten Bauelements (192) anzeigen.

6. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die Laufzeit-Schaltung (110) ferner ausgebildet ist, gleichzeitig das vierte modulierte Lichtsignal und eines des dritten modulierten Lichtsignals und der Reflexion zu empfangen.

7. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Laufzeit-Schaltung (110) einen Photodetektor (112) umfasst und wobei die Vorrichtung ferner ein optisches System (130) umfasst, das ausgebildet ist: basierend auf der Position des zweiten Bauelements (192) relativ zu der Vorrichtung das vierte modulierte Lichtsignal auf eine erste Region des Photodetektors (112) zu projizieren; und basierend auf der Position des ersten Bauelements (191) relativ zu der Vorrichtung das eine des dritten modulierten Lichtsignals und der Reflexion auf eine zweite Region des Photodetektors (112) zu projizieren.

8. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Sendeschaltung ferner ausgebildet ist, an ein zweites Bauelement (192) ein fünftes moduliertes Signal zu emittieren, das Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements (191) in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

9. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Sendeschaltung ausgebildet ist, das fünfte modulierte Signal als Antwort auf ein Empfangen eines sechsten modulierten Lichtsignals von dem zweiten Bauelement (192) zu emittieren, das eine Anfrage umfasst, die Daten zu übertragen, die die Position des

ersten Bauelements (191) in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

10. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, ferner umfassend:

eine Positionierungsschaltung (140), die ausgebildet ist, die Position und die Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem zu bestimmen; und/oder

eine Empfängerschaltung, die ausgebildet ist, Daten zu empfangen, die die Position und die Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

11. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Laufzeit-Schaltung (110) ferner ausgebildet ist:

mindestens einen Teil einer Szene, die das erste Bauelement (191) umfasst, zu einem ersten Zeitpunkt zu erfassen, wobei das Bauelement ein siebtes moduliertes Lichtsignal zu dem ersten Zeitpunkt emittiert;

ein achttes moduliertes Lichtsignal zu emittieren, das einen Befehl für das erste Bauelement (191) umfasst, das Emittieren des siebten modulierten Lichtsignals zu stoppen; und

mindestens einen Teil der Szene, die das erste Bauelement (191) umfasst, zu einem zweiten Zeitpunkt zu erfassen, wobei der zweite Zeitpunkt auf die Emission des achten modulierten Lichtsignals folgt, wobei die Verarbeitungsschaltung (120) ferner ausgebildet ist, die Position des ersten Bauelements (191) in dem ersten Koordinatensystem basierend auf einem Vergleich der erfassten Szene zu dem ersten Zeitpunkt und der erfassten Szene zu dem zweiten Zeitpunkt zu bestimmen.

12. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Sendeschaltung ferner ausgebildet ist, das zweite modulierte Signal gemäß einem Phasenumtast-Modulationsschema zu erzeugen.

13. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das erste modulierte Lichtsignal Informationen aufweist, die durch die Vorrichtung übertragen werden sollen.

14. Eine Lokalisierungsvorrichtung (200), umfassend:

eine Laufzeit-Schaltung (210), die ausgebildet ist, ein erstes moduliertes Lichtsignal zu emittieren und Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von mindestens drei Bauelementen (291, 292, 293) zu empfangen;

eine Verarbeitungsschaltung (220), die ausgebildet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen Positionen der mindestens drei Bauelemente (291, 292, 293) in einem ersten Koordinatensystem, das der Vorrichtung zugeordnet ist, zu bestimmen; und

eine Empfangsschaltung, die ausgebildet ist, zweite modulierte Signale von den mindestens drei Bauelementen (291, 292, 293) zu empfangen, wobei die zweiten modulierten Signale Daten umfassen, die Positionen der mindestens drei Bauelemente (291, 292, 293) in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen,

wobei die Verarbeitungsschaltung (220) ferner ausgebildet ist, eine Position und eine Orientierung der Vorrichtung in dem zweiten Koordinatensystem basierend auf den Positionen der mindestens drei Bauelemente (291, 292, 293) in dem ersten Koordinatensystem und den Daten, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente (291, 292, 293) in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen, zu bestimmen.

15. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 14, wobei das erste modulierte Lichtsignal eine Anfrage an einen Empfänger des ersten modulierten Lichtsignals umfasst, Daten an die Vorrichtung zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen; oder

die Laufzeit-Schaltung (210) ferner ausgebildet ist, ein drittes moduliertes Lichtsignal zu emittieren, das eine Anfrage an einen Empfänger des dritten modulierten Lichtsignals umfasst, Daten an die Vorrichtung zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

16. Ein Verfahren (300) zum Lokalisieren eines ersten Bauelements, umfassend:

Emittieren (302) eines ersten modulierten Lichtsignals;

Empfangen (304) einer Reflexion des ersten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement;

Bestimmen (306) einer Position des ersten Bauelements in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emittierer des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und der Reflexion;

Bestimmen (308) einer Position des ersten Bauelements in einem zweiten Koordinatensystem, basierend auf der Position des ersten Bauelements in dem ersten Koordinatensystem, einer Position des Emittierers in dem zweiten Koordinatensystem und einer Orientierung des Emittierers in dem zweiten Koordinatensystem; und

Emittieren (310) eines zweiten modulierten Signals an das erste Bauelement, wobei das zweite modulierte Signal Daten umfasst, die die Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

17. Das Verfahren gemäß Anspruch 16, ferner umfassend:

Empfangen eines dritten modulierten Lichtsignals von dem ersten Bauelement, das Daten umfasst, die eine Identität des ersten Bauelements anzeigen; und

Zuweisen der Identität des ersten Bauelements zu der Position des ersten Bauelements in dem zweiten Koordinatensystem.

18. Ein Lokalisierungsverfahren (400), umfassend:
 Emittieren (402) eines ersten modulierten Lichtsignals;
 Empfangen (404) von Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von mindestens drei Bauelementen;
 Bestimmen (406) von Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem ersten Koordinatensystem, das einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals zugeordnet ist, basierend auf dem ersten modulierten Lichtsignal und den Reflexionen,
 Empfangen (408) von zweiten modulierten Signalen von den mindestens drei Bauelementen, wobei die zweiten modulierten Signale Daten umfassen, die Positionen der mindestens drei Bauelemente in einem zweiten Koordinatensystem anzeigen, und
 Bestimmen (410) einer Position und einer Orientierung des Emitters in dem zweiten Koordinatensystem, basierend auf den Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem ersten Koordinatensystem und den Daten, die die Positionen der mindestens drei Bauelemente in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

19. Das Verfahren gemäß Anspruch 18, wobei das erste modulierte Lichtsignal eine Anfrage an einen Empfänger des ersten modulierten Lichtsignals umfasst, Daten an den Emitter zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen, oder wobei das Verfahren (400) ferner ein Emittieren eines dritten modulierten Lichtsignals umfasst, das eine Anfrage an einen Empfänger des dritten modulierten Lichtsignals umfasst, Daten an den Emitter zu übertragen, die seine Position in dem zweiten Koordinatensystem anzeigen.

20. Ein Lokalisierungsverfahren (500), umfassend:
 Bestimmen (502), basierend auf einem emittierten ersten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des ersten modulierten Lichtsignals von einer Vielzahl von Bauelementen, von ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen relativ zu einem Emitter des ersten modulierten Lichtsignals;
 Emittieren (504) von mindestens einem zweiten modulierten Signal an die Vielzahl von Bauelementen, welches Daten umfasst, die die ersten Positionen der Vielzahl von Bauelementen anzeigen;
 Bestimmen (506), basierend auf einem emittierten dritten modulierten Lichtsignal und empfangenen Reflexionen des dritten modulierten Lichtsignals von mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen, von zweiten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen relativ zu dem Emitter;
 Empfangen (508) von vierten modulierten Signalen von den mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen, wobei die vierten modulierten Signale Daten

umfassen, die die ersten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen anzeigen; und Bestimmen (510) einer relativen Bewegung des Emitters, basierend auf den ersten Positionen und den zweiten Positionen der mindestens drei der Vielzahl von Bauelementen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

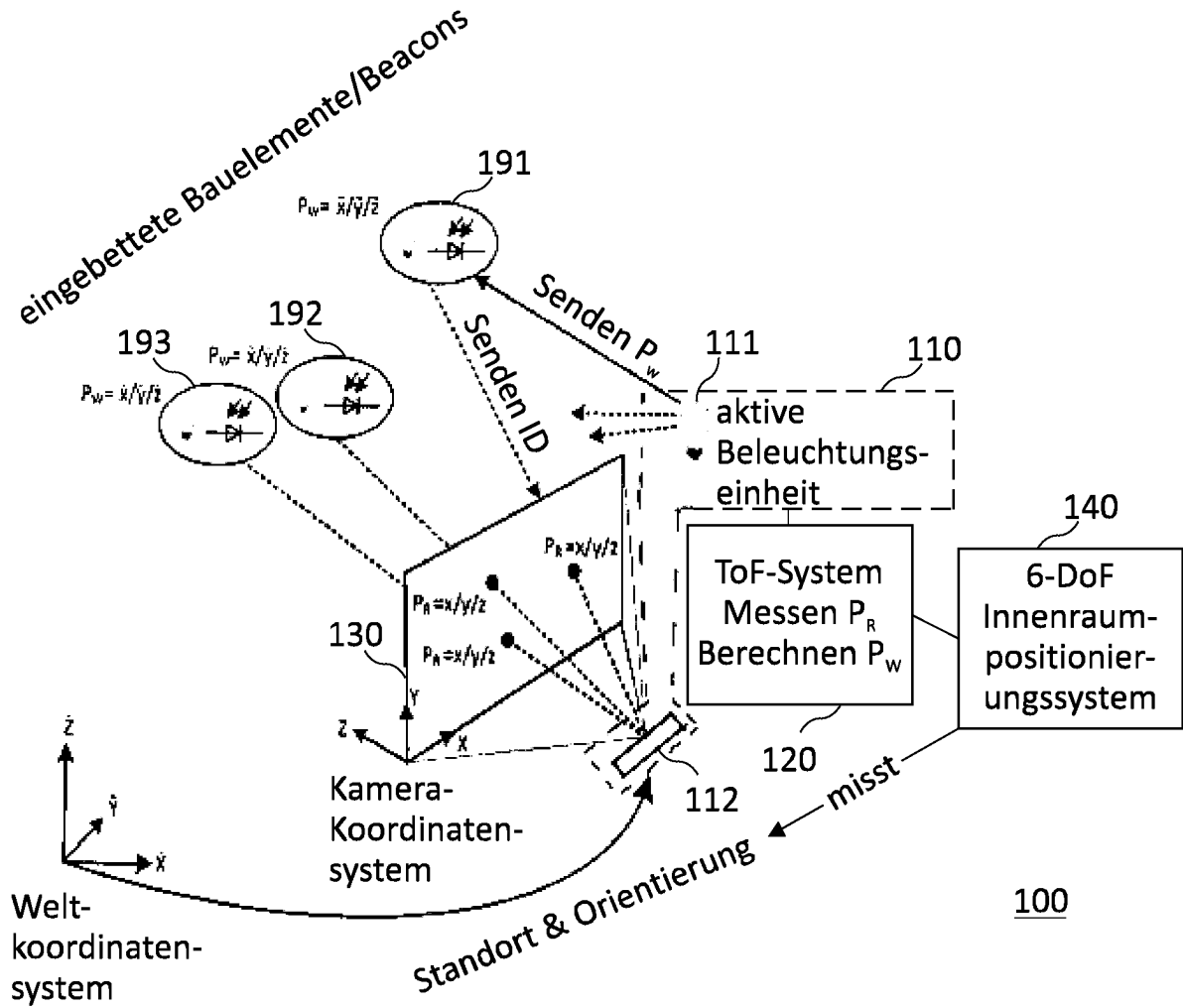


Fig. 1

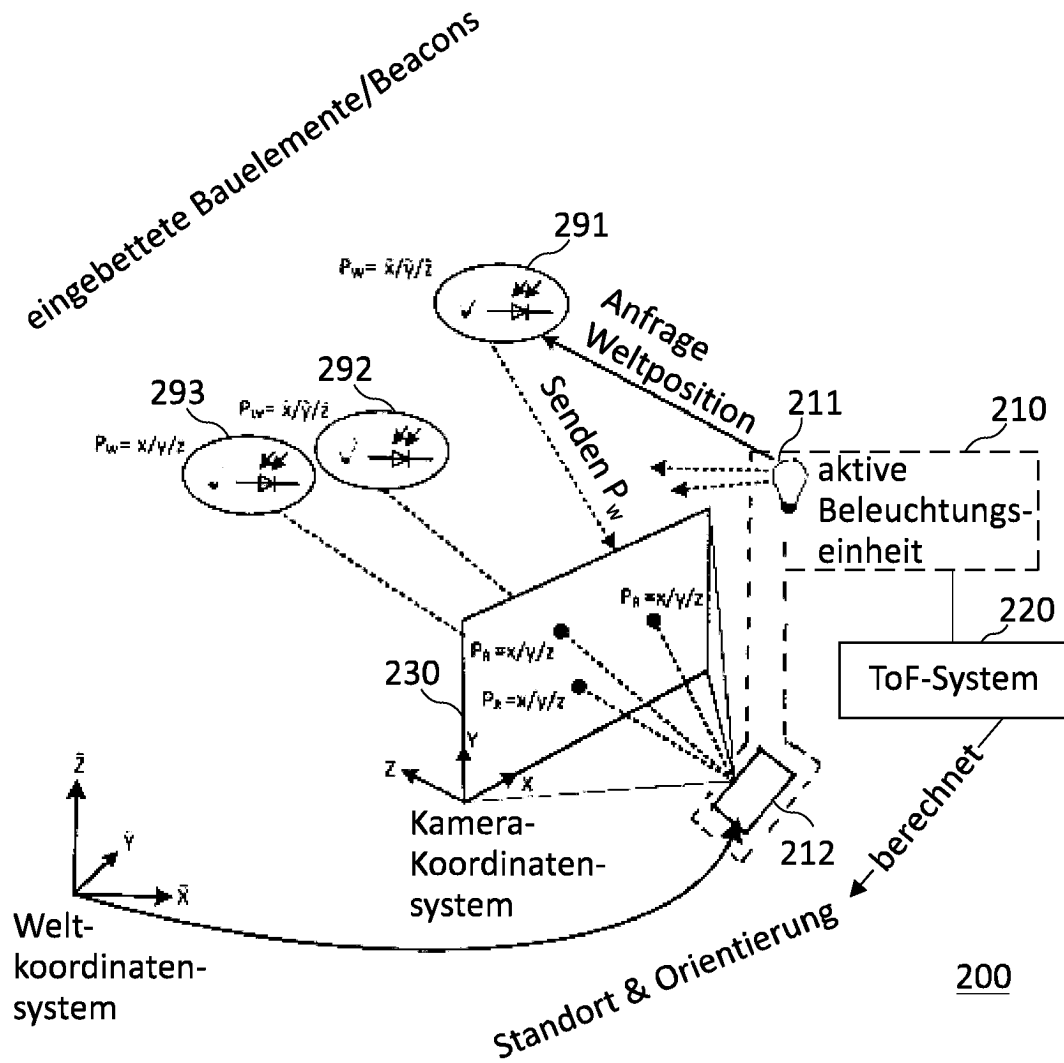


Fig. 2

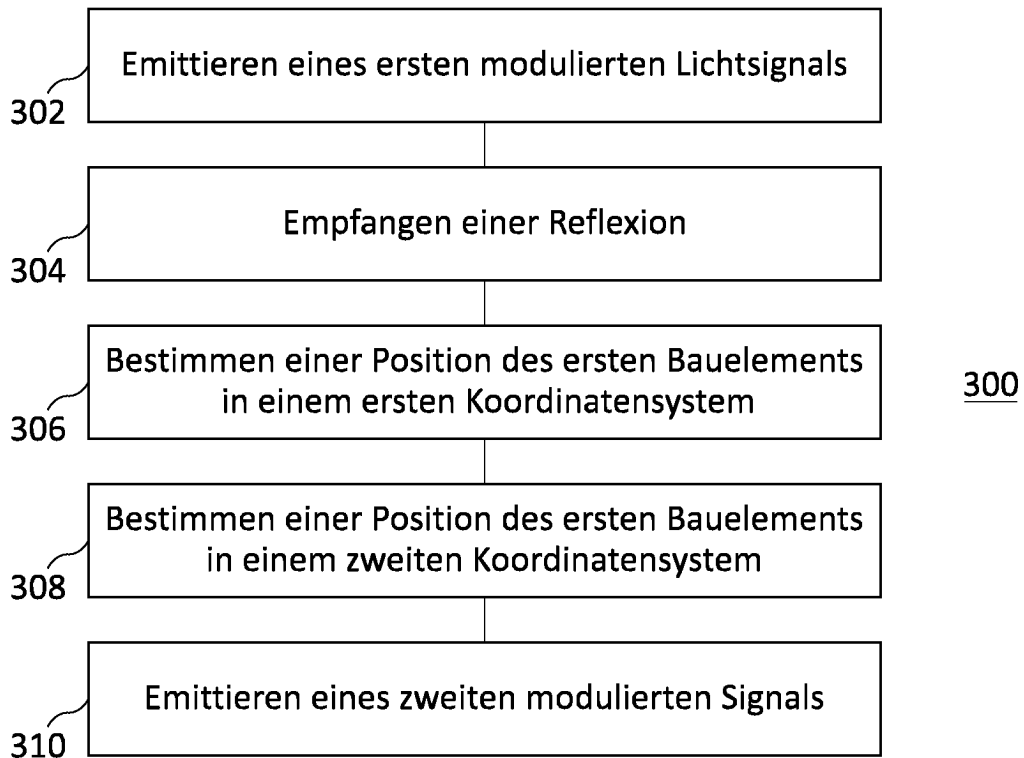


Fig. 3

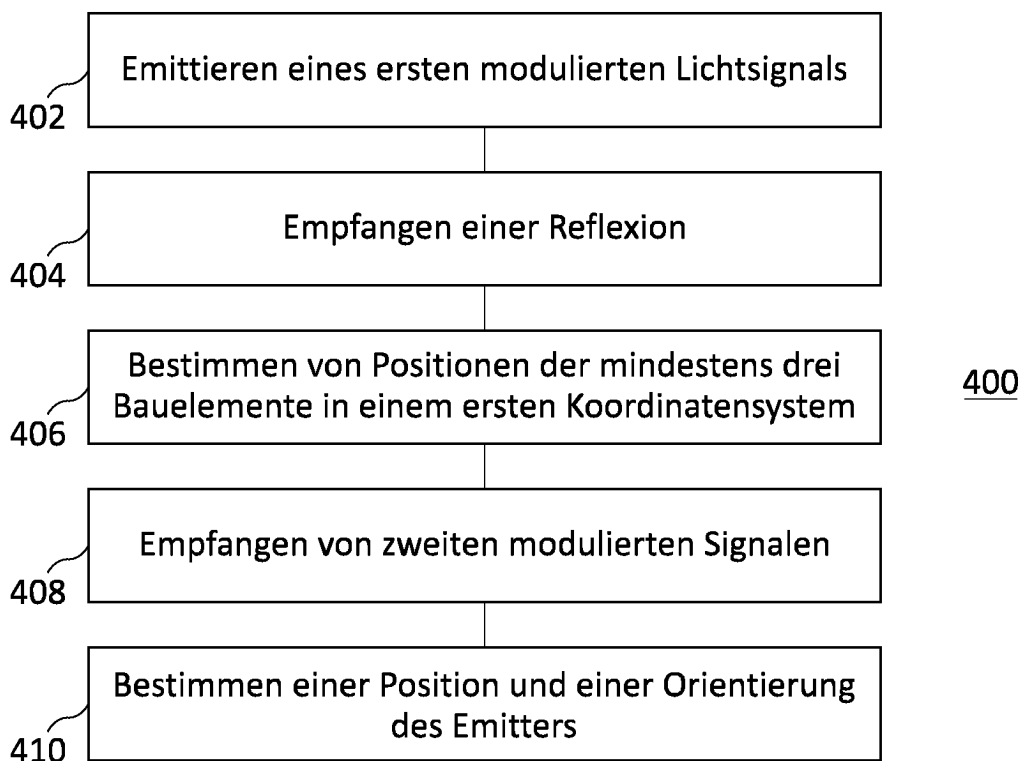


Fig. 4

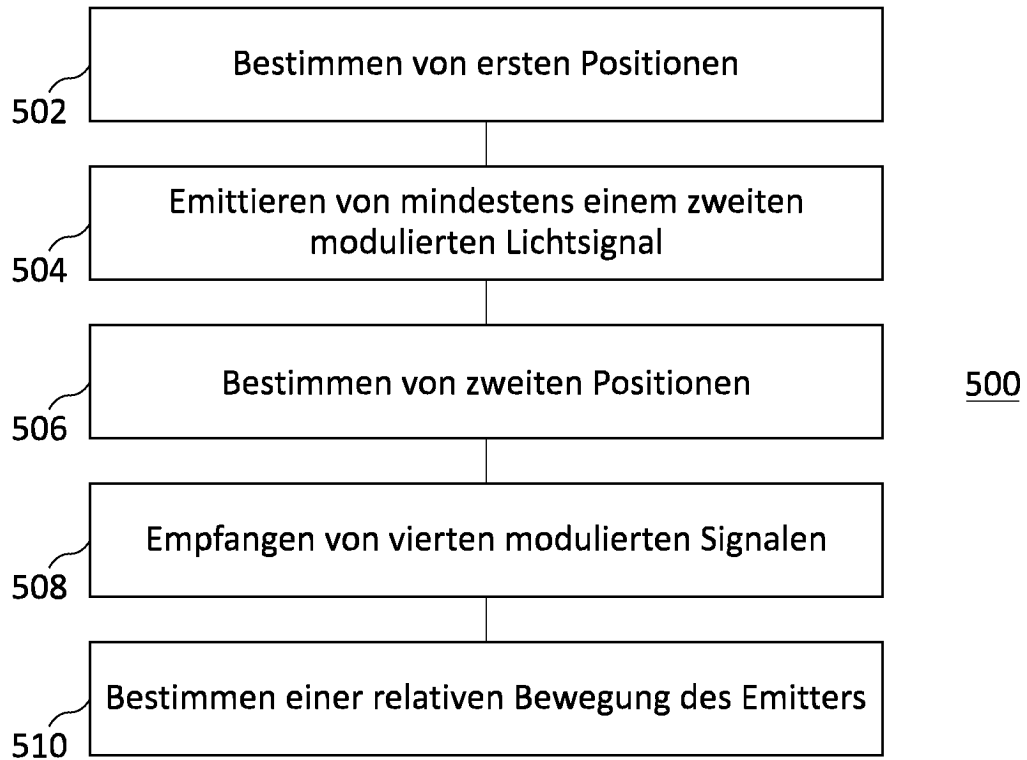


Fig. 5