



(10) **DE 10 2013 111 547 B4** 2021.01.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 111 547.0**
 (22) Anmeldetag: **21.10.2013**
 (43) Offenlegungstag: **23.04.2015**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **21.01.2021**

(51) Int Cl.: **G01C 11/02 (2006.01)**
G01C 15/00 (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)
G02B 27/40 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
SICK AG, 79183 Waldkirch, DE

(74) Vertreter:
**Hehl, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 79183
 Waldkirch, DE**

(72) Erfinder:
**Gehring, Roland, 79215 Elzach-Prechtal, DE;
 Hug, Gottfried, 79183 Waldkirch, DE; Lipschinski,
 Dennis, 79348 Freiamt, DE**

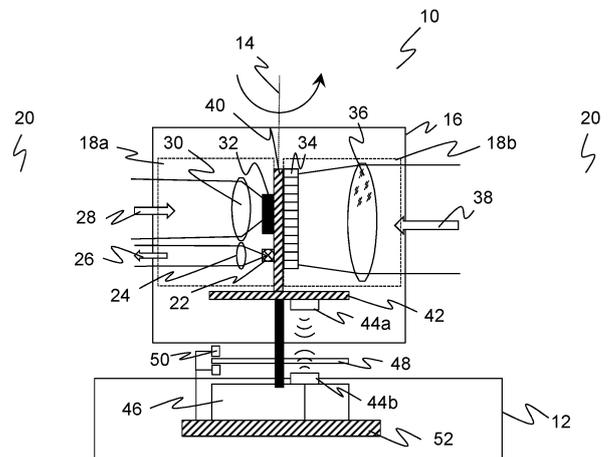
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 34 272	A1
DE	10 2004 014 041	A1
DE	10 2006 031 114	A1
AT	509 180	A1
US	2004 / 0 169 587	A1
US	2007 / 0 129 849	A1
US	2010 / 0 165 082	A1

Lisowski, W.; Wiedemann, A.: Auswertung von Bilddaten eines Rotationszeilenscanners. In: Band 7 der Publikationen der DGPF von 1999 mit Vorträgen der 18. Wissenschaftl.-Techn. Jahrestagung der DGPF und des 15. DFD-Nutzerseminars des DLR, 14.-16. Oktober 1998, TU München, S. 183-189. - ISSN: 0942-2870

(54) Bezeichnung: **Sensor mit um Drehachse beweglicher Abtasteinheit**

(57) Hauptanspruch: Sensor (10) nach dem Grundaufbau eines Scanners mit drehendem Messkopf zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (20), der mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) mit einem jeweiligen Empfänger (32, 34, 54) zum Erzeugen eines elektrischen Empfangssignals aus elektromagnetischen Signalen von Objekten in dem Überwachungsbereich (20), eine von einem Motor (46) um eine Drehachse (14) in kontinuierlicher Drehbewegung gegenüber einem Sockel (12) versetzte bewegliche Abtasteinheit (16) als Messkopf, in der die Erfassungseinheiten (18) zur periodischen Abtastung des Überwachungsbereichs (20) untergebracht sind, sowie eine Auswertungseinheit (40, 42, 52) zur Erzeugung von Objektinformationen aus den Empfangssignalen aufweist, wobei die mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) eine Sichtrichtung radial nach außen sowie bezüglich der Bewegung um die Drehachse (14) einen gegenseitigen Winkelversatz aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Empfänger (32, 34, 54) der mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) auf einer gemeinsamen Elektronikkarte (40) vorgesehen sind und dass die Elektronikkarte (40) zentral auf der Drehachse (14) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Erfassung von Objektinformationen mit einer um eine Drehachse beweglichen Abtasteinheit sowie ein entsprechendes Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 beziehungsweise 15.

[0002] Im Bereich der optoelektronischen Sensoren ist die periodische Abtastung eines Überwachungsbereichs von den Laserscannern bekannt. Darin überstreicht ein von einem Laser erzeugter Lichtstrahl mit Hilfe einer Ablenkeinheit, etwa einem drehenden Umlenkspiegel oder einem rotierenden Spiegelrad, periodisch einen Überwachungsbereich. Das Licht wird an Objekten in dem Überwachungsbereich remittiert und nach Empfang in dem Scanner ausgewertet. Objektpositionen oder Objektkonturen werden in zweidimensionalen Polarkoordinaten aus der Winkelstellung der Ablenkeinheit und der Lichtlaufzeit von Laserscanner zu Objekt bestimmt. Die dritte Raumkoordinate kann durch entsprechende Bewegung der Ablenkeinheit in Querrichtung ebenfalls erfasst werden.

[0003] Laserscanner werden für Messanwendungen, aber auch wie in der DE 43 40 756 A1 in der Sicherheitstechnik zur Überwachung einer Gefahrenquelle eingesetzt. Dabei wird ein Schutzfeld überwacht, das während des Betriebs der Maschine vom Bedienpersonal nicht betreten werden darf. Erkennt der Laserscanner einen unzulässigen Eingriff in ein Schutzfeld, etwa ein Bein einer Bedienperson, so löst er eine entsprechende Absicherung aus, beispielsweise einen Nothalt. In der Sicherheitstechnik eingesetzte Sensoren müssen besonders zuverlässig arbeiten und deshalb hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen, beispielsweise die Norm EN13849 für Maschinensicherheit und die Gerätenorm EN61496 für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS).

[0004] Es ist auch bekannt, den Drehspiegel eines Laserscanners dadurch zu ersetzen, dass der gesamte Messkopf mit Lichtsender und Lichtempfänger rotiert. Ein solcher Scanner wird in der DE 197 57 849 B4 offenbart. In der EP 2 388 619 A1 ist ebenfalls eine drehbare Sende-/Empfangseinheit vorgesehen. Sie wird beispielsweise nach dem Transformationsprinzip von den drehfesten Bereichen des Sensors mit Energie versorgt, während die Datenübertragung drahtlos per Funk oder auf optischem Wege erfolgt.

[0005] Bekannt sind weiterhin bewegte oder drehende Kamerasysteme, die zur Erfassung eines größeren Bildbereichs Bilder aus verschiedenen Positionen aufnehmen. Ein solches System ist aber relativ aufwändig und baugroß. Außerdem werden Einzelbilder aufgenommen und ein zusammenhängendes Panoramabild allenfalls nachträglich und extern anhand

der Bildinformationen erzeugt. Das ist aber je nach Szenerie nicht besonders genau. Alternativ wird nicht die Kamera bewegt, sondern ein externer Spiegel, über den die Kamera die Szenerie beobachtet. Durch die Spiegelbewegung entstehen dann aber Bildrotationen und Verzerrungen, die nur aufwändig korrigierbar sind. Entsprechend komplex ist die zeitliche und örtliche Abstimmung von Spiegelbewegung und Bildaufnahme.

[0006] Ein weiteres beispielhaftes Sensorprinzip, mit dem Objektinformationen erfasst werden können, ist ein RFID-System (Radio Frequency Identification). Dabei erfasst ein RFID-Lesesystem das Signal von RFID-Transpondern oder RFID-Tags und liest oder modifiziert dadurch die darin gespeicherte Information. RFID-Transponder können prinzipiell aktiv sein, also eine eigene Energieversorgung aufweisen, oder passiv ausgeführt sein und ihre Energie aus der Sendeenergie des Lesesystems beziehen. Die häufig eingesetzten RFID-Transponder nach dem Backscatter-Prinzip reflektieren das Sendesignal des Lesegerätes und verändern es dabei durch Modulation in der Amplitude. In dem etablierten Ultrahochfrequenzstandard (UHF) ISO 18000-6 werden passive Transponder nach dem Backscatter-Verfahren ausgelesen.

[0007] Möchte man mehr Informationen über die Objekte in dem Überwachungsbereich erfassen, als dies ein einzelner Sensor leistet, so können Sensordaten fusioniert werden. Das erfordert aber den Aufwand für mehrere Sensoren und deren Koordination. Gerade die Kalibration zueinander (Registrierung) muss sehr genau und stabil sein, weil die Zusatzinformationen andernfalls nicht zuverlässig einbezogen werden und dann wegen mangelnder Genauigkeit die gewonnenen Informationen nicht ausgenutzt werden.

[0008] Aus der US 2004/0169587 A1 ist ein System zur Lokalisierung von Objekten bekannt, mit dem beispielsweise die Bewegungen von Passagieren in Flughäfen nachvollzogen werden. Dazu werden den Passagieren Dokumente mit einem RFID-Tag ausgehändigt. Verteilte und untereinander vernetzte Kameras beobachten die Passagiere. Dabei sind die Kameras in ihrer Blickrichtung verschwenkbar. Sie sind zudem mit in Blickrichtung der Kamera ausgerichteten Antennen ausgerüstet, um während der Bildaufnahme auch die RFID-Tags auszulesen.

[0009] Die AT 509 180 A1 offenbart ein optoelektronisches Laser-Entfernungsmesssystem mit einem Messkopf, in dem zwei Sensoreinheiten sowie ein Polygonspiegelrad als Ablenkeinrichtung untergebracht sind. Dadurch wird der Scanstrahl von zwei Seiten auf das Polygonspiegelrad gerichtet und dort in eine gemeinsame Scanrichtung umgelenkt. Die Orientierung des Messkopfes kann vom Benutzer angepasst werden.

[0010] Die DE 10 2006 031 114 A1 beschreibt ein 3D-Kombinationsmessgerät aus digitaler Kamera und Laserscanner. Dabei rotiert eine Kamerazeile zur Aufnahme von Panoramabildern. Ein zusätzliches scannendes Lasersystem wird über Spiegel in die Kameraoptik eingekoppelt. Darin sorgt zudem ein vertikal oszillierender Spiegel dafür, dass der Laserstrahl in einer jeweiligen festen Drehstellung ebenfalls den vertikalen Sichtbereich der Kamerazeile erfasst. Das 3D-Kombinationsmessgerät erfasst somit das Panorama praktisch gleichzeitig sowohl durch die Kamerazeile als auch durch das scannende Lasersystem.

[0011] Die DE 42 34 272 A1 befasst sich mit einem tragbaren Nachtsichtgerät, das eine FLIR-Einrichtung (Forward Looking Infrared) und einen Laserempfangssucher aufweist. Bei Aufsetzen auf ein geeignetes Stativ kann das Nachtsichtgerät durch einen Azimuthpositionswählmotor in eine gewünschte Sichtrichtung gedreht werden.

[0012] In der US 2010/0165082 A1 sind zwei in beiden Achsen bewegliche Ablenkspiegel auf eine zentrale Ablenkoptik gerichtet. Deren Geometrie ist derart rotationssymmetrisch gewählt, dass durch geeignete horizontale Bewegung der Ablenkspiegel jeweils ein Kegelmantel abgetastet und durch vertikale Bewegung ein Kegelmantel mit anderem Winkel gewählt wird.

[0013] Die US 2007/0129849 A1 zeigt einen Roboter, der mehrere in verschiedene Richtungen weisende entfernungsmessende Infrarotsensoren besitzt, um Wände und Hindernisse zu erkennen. Der Roboter ist außerdem in der Lage, einen Funkbefehl an eine automatische Tür zu senden, um diese bei Bedarf zu öffnen.

[0014] Aus der DE 10 2004 014 041 A1 ist ein gattungsgemäßes Sensorsystem zur Hinderniserkennung bekannt. In einer Ausführungsform sind drei Abtastsysteme in einem rotierenden Sensorkopf untergebracht, die den Azimut um 120° versetzt abtasten und die mit einem Hubmotor auf verschiedene Elevationsbereiche eingestellt werden.

[0015] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Informationserfassung mit einem gattungsgemäßen Sensor zu verbessern.

[0016] Diese Aufgabe wird durch einen Sensor zur Erfassung von Objektinformationen mit einer um eine Drehachse beweglichen Abtasteinheit sowie ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 1 beziehungsweise 15 gelöst. Dabei geht die Erfindung von dem Grundgedanken aus, eine Abtasteinheit um eine Drehachse zu bewegen, um einen größeren Überwachungsbereich erfassen zu können. Um zusätzliche Informationen zu gewinnen, sind in dieser Ab-

tasteinheit mehrere mitbewegte Erfassungseinheiten vorgesehen, die jeweils elektromagnetische Signale von den Objekten in dem Überwachungsbereich empfangen und auswerten, also beispielsweise Licht im sichtbaren, ultravioletten oder infraroten Spektrum oder über eine Antenne erfasste Signale wie etwa ein RFID-Signal. Der Grundaufbau des Sensors ähnelt also einem Scanner mit drehendem Messkopf, jedoch ist das Sensorprinzip der Erfassungseinheiten nicht auf eine Lichtlaufzeitmessung mit einem ausgesandten und wieder empfangenen Lichtstrahl beschränkt, so dass mehr physikalische Größen erfassbar sind, die zusätzliche Objektinformationen erschließen. Zudem haben die mehreren Erfassungseinheiten vorzugsweise unterschiedliche Sichtfelder. Dabei sind sowohl aktive als auch passive Erfassungseinheiten denkbar, d.h. die elektromagnetischen Signale können im aktiven Fall Reflexionen oder Remissionen eines Sendesignals der Erfassungseinheit, aber auch im passiven Fall von dem Objekt ausgehende Signale sein, wie beispielsweise dort remittiertes Umgebungslicht oder das Signal eines aktiv sendenden RFID-Transponders.

[0017] Die Erfindung hat den Vorteil, dass ein einfaches, kompaktes Sensorsystem für die gleichzeitige Erfassung vielfältiger Sensordaten aus der Umgebung geschaffen ist. Die mehreren Erfassungseinheiten ermöglichen eine einfache Fusion von Sensordaten auch unterschiedlicher Messprinzipien. Da die verschiedenen Objektinformationen mit demselben Sensor erfasst werden, wird die Synchronisation und Datenfusion erheblich erleichtert und verbessert. Etwaige Abbildungsfehler, etwa eine gegenseitige Rotation oder Translation, können durch die kompakte Bauform innerhalb eines Geräts einfach korrigiert werden.

[0018] Die Erfassungseinheiten weisen erfindungsgemäß bezüglich der Bewegung um die Drehachse einen gegenseitigen Winkelversatz auf. Das kann sich gleichermaßen auf die physische Anordnung innerhalb der Abtasteinheit, welche so den verfügbaren Bauraum optimal ausnutzt, wie auf die Erfassungsrichtung beziehen. Die bevorzugte Sichtrichtung der Erfassungseinheiten ist radial von der Drehachse nach außen. Jede Erfassungseinheit ist damit in einer bestimmten Drehstellung für einen eigenen Winkelsektor zuständig. Bei optischen Erfassungseinheiten steht dabei die optische Achse der Erfassungseinheit senkrecht zu der Drehachse und liegt innerhalb eines Überwachungsbereichs, der eine Abtastebene senkrecht zu der Drehachse umfasst. Eine besonders bevorzugte Bauform umfasst zwei mit 180° Winkelversatz zueinander gegenüberliegende Erfassungseinheiten mit entgegengesetzter Sichtrichtung. Alternativ zu einem Winkelversatz ist auch denkbar, dass Erfassungseinheiten längs der Drehachse übereinander angeordnet werden. Das erfordert mehr Bauhöhe, ermöglicht aber eine Informationserfassung ohne

gegenseitigen Zeitversatz etwa bei schnell bewegten Objekten.

[0019] Die Erfassungseinheiten sind bevorzugt zueinander registriert, und die Auswertungseinheit ist dafür ausgebildet, die Objektinformationen der Erfassungseinheiten zu fusionieren. Diese Registrierung oder Kalibrierung, also letztlich die Bestimmung einer Umrechnungsvorschrift für die erfassten Daten in ein gemeinsames Koordinatensystem, erfolgt vorzugsweise anders als bei der herkömmlichen Fusion mehrerer Sensoren schon im Herstellungsprozess. Eine aufwändige externe Registrierung bei der Installation oder gar während des Betriebs kann entfallen. Da die Erfassungseinheiten Teil desselben Sensors sind, ist die Registrierung besonders genau und stabil. Die Daten sind zeitlich und örtlich besonders gut fusionierbar und vergleichbar.

[0020] Bevorzugt weist mindestens eine Erfassungseinheit einen Bildsensor auf. Damit werden Bilder in verschiedenen Richtungen je nach Drehstellung der Abtasteinheit aufgenommen und so ein großer Teil der Umgebung des Sensors erfasst.

[0021] Die Auswertungseinheit ist dafür bevorzugt ausgebildet, mit dem Bildsensor in verschiedenen Drehstellungen der Abtasteinheit aufgenommene Bilddaten zu einem Panoramabild zusammenzusetzen. Dieses Panoramabild umfasst einen Teilausschnitt oder die gesamte 360°-Umgebung. Für das Zusammensetzen können einerseits die bekannten Drehstellungen ausgenutzt werden, unter denen die jeweiligen Bilder aufgenommen sind. Andererseits können Bildmerkmale erkannt und die Nahtstellen daran ausgerichtet werden („Stitching“). Kombiniert man diese beiden Verfahren, so entsteht ein viel genaueres Panoramabild, beispielsweise indem zunächst ein rohes Panoramabild aufgrund der bekannten Drehstellungen zusammengesetzt wird und darin anschließend die Nahtstellen anhand von Bildmerkmalen korrigiert werden.

[0022] Mindestens eine Erfassungseinheit weist bevorzugt einen Wärmebildsensor auf. Mit einem solchen Sensor (FLIR, Forward Looking InfraRed) werden zusätzliche Informationen über das sichtbare Spektrum hinaus erfasst.

[0023] Mindestens eine Erfassungseinheit weist zur optischen Entfernungsmessung einen Lichtsender zum Aussenden eines Sendelichtstrahls und einen Lichtempfänger zum Empfangen des von Objekten in dem Überwachungsbereich remittierten Sendelichtstrahls auf, wobei die Auswertungseinheit dafür ausgebildet ist, eine Lichtlaufzeit des ausgesandten und wieder empfangenen Lichts zu bestimmen. Solche Lichtlaufzeitverfahren werden in herkömmlichen Laserscannern eingesetzt, allerdings üblicherweise nicht in einer mitdrehenden Abtasteinheit, sondern

mit einem Drehspiegel, und vor allem bilden sie dort die einzige Erfassungseinheit. Zu den Lichtlaufzeitverfahren zählen Pulsverfahren, die den Empfangszeitpunkt eines reflektierten Laserpulses bestimmen, oder Phasenverfahren, die ein amplitudenmoduliertes Lichtsignal aussenden und den Phasenversatz zu dem empfangenen Lichtsignal bestimmen.

[0024] Die Erfassungseinheit zur optischen Entfernungsmessung weist bevorzugt eine Vielzahl von Lichtempfängern auf. Liegen beispielsweise mehrere Lichtempfänger bezüglich der Drehachse zeilenartig übereinander, so werden effektiv mehrere Abtastebenen gebildet. Den Lichtempfängern sind je nach Ausführungsform ein oder mehrere Lichtsender einzeln, gruppenweise oder gemeinsam zugeordnet. Die Lichtempfänger müssen auch nicht separat ausgebildet, sondern können auf einem gemeinsamen Chip als Empfängerzeile oder Empfängermatrix integriert sein. Das ergibt dann einen 3D-Bildsensor mit zeilen- oder matrixförmigem Empfangsbereich, dessen einzelne Pixel im Gegensatz zu einem herkömmlichen Bildsensor keine Grau- oder Farbwerte liefern, sondern Entfernungen. Ein bekanntes Verfahren für einen 3D-Bildsensor mit Lichtlaufzeitmessung in den einzelnen Pixeln ist die Photonmischdetektion (PMD).

[0025] Mindestens eine Erfassungseinheit weist bevorzugt einen RFI D-Empfänger auf. Während bisher optische Erfassungseinheiten beschrieben wurden, ist der Sensor darauf nicht beschränkt. Ein RFI D-Empfänger ist ein Beispiel für ein physikalisch gänzlich anderes Sensorprinzip, das ebenfalls im selben kompakten Sensor untergebracht werden kann. Viele der eingangs kurz erläuterten RFID-Verfahren basieren auf Rückstreuung eines Sendesignals, so dass der RFID-Empfänger vorzugsweise als Transceiver ausgebildet ist.

[0026] Mindestens zwei Erfassungseinheiten sind bevorzugt untereinander gleichartig aufgebaut. Dabei bedeutet gleichartig zunächst das gleiche Sensorprinzip, also beispielsweise Bildaufnahme, optische Entfernungsmessung oder RFID-Lesen, insbesondere aber auch insgesamt baugleiche Erfassungseinheiten. Dadurch entsteht ein redundantes oder zweikanaliges System, das ausfallsicher ist und den gegenseitigen Vergleich von Messdaten erlaubt. Das ist eine Möglichkeit, die strengen Anforderungen eines in der Sicherheitstechnik eingesetzten Sensors zu erfüllen.

[0027] Bevorzugt weisen mehrere Erfassungseinheiten einen RFI D-Empfänger auf. Das kann genutzt werden, um wie im vorigen Absatz ein redundantes System zu schaffen. Das Signal einer zusätzlichen Erfassungseinheit mit RFID-Empfänger kann aber auch zum Ausblenden eines Hintergrunds oder zur Transponderlokalisierung verwendet werden.

[0028] Mindestens so interessant wie redundante Erfassungseinheiten sind echt diversitäre, also auf verschiedenen Sensorprinzipien basierende Erfassungseinheiten. Dazu können sämtliche hier beschriebenen Erfassungseinheiten in allen Ausprägungen miteinander kombiniert werden.

[0029] In einer derartigen vorteilhaften Ausführungsform weist mindestens eine Erfassungseinheit einen Bildsensor auf und mindestens eine Erfassungseinheit ist zur optischen Entfernungsmessung ausgebildet. Ein solcher Sensor gewinnt durch die Lichtlaufzeitmessung ein Abstandsprofil, also dreidimensionale Geometriedaten, und zugleich Bildinformationen. In deren Überlagerung entsteht beispielsweise ein Panorambild mit Abstandsinformationen in einem Datensatz, oder ein geometrisches Gerüst aus der Lichtlaufzeitmessung mit realen Bilddaten („Textur“) der Bildsensoren. Denkbare Anwendungen sind Visualisierungen etwa von Straßenzügen und die Navigation sowohl als Assistenzsystem wie zur autonomen Fahrzeugsteuerung.

[0030] Die Geometriedaten der optischen Entfernungsmessung können auch vorteilhaft eingesetzt werden, um Kameraparameter einzustellen. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird eine Fokuseinstellung für eine Empfangsoptik des Bildsensors anhand der optischen Entfernungsmessung eingestellt und/oder die Bildauflösung der mit dem Bildsensor aufgenommenen Bilddaten anhand der optischen Entfernungsmessung digital angepasst. Dadurch entstehen rundum scharfe Bilder beziehungsweise eine auf das Objekt bezogen gleichmäßige Bildauflösung unabhängig von dessen Abstand und Orientierung. Das ist sehr hilfreich für nachgelagerte Bildauswertungen wie Codelesen oder automatische Zeichenerkennung (OCR, Optical Character Recognition). Denkbar ist auch, die Beleuchtung nachzuführen, so dass abstandsbedingte Helligkeitsunterschiede ausgeglichen werden.

[0031] Bevorzugt weist der Sensor mindestens eine Erfassungseinheit mit einem RFID-Empfänger und mindestens eine Erfassungseinheit mit einem Bildsensor oder zur optischen Entfernungsmessung auf. Hier kann den optisch ermittelten Daten die RFID-Information hinzugefügt werden und eine Zuordnung eines gelesenen RFID-Datensatzes zu einem bestimmten Objekt erfolgen.

[0032] Der Sensor weist bevorzugt einen Winkelenncoder auf, um eine Drehstellung der Abtasteinheit zu bestimmen, wobei eine Erfassung von elektromagnetischen Signalen in für die jeweilige Erfassungseinheit vorgegebenen oder anhand des Winkelencoders überprüften Drehstellungen erfolgt. Dadurch wird sichergestellt, dass die erfassten Informationen einzelner Erfassungseinheiten wie der Erfassungseinheiten in ihrer Gesamtheit dem richtigen Winkelbe-

reich zugeordnet werden. Es ist denkbar, dass die Erfassungseinheiten ihre Signale jeweils synchron und mit gleicher Winkelauflösung erfassen, jedoch ebenso auch Abweichungen mit untereinander versetzten oder ungleichen Winkelauflösungen.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf ähnliche Weise durch weitere Merkmale ausgestaltet werden und zeigt dabei ähnliche Vorteile. Derartige weitere Merkmale sind beispielhaft, aber nicht abschließend, in den sich an die unabhängigen Ansprüche anschließenden Unteransprüchen beschrieben.

[0034] Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Vorteile und Merkmale unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Sensors mit zwei in einer Abtasteinheit rotierenden Erfassungseinheiten;

Fig. 2 eine vereinfachte Schnittdarstellung eines Sensors in Funktionsblöcken mit einer Erfassungseinheit mit Bildsensor und einer darüber angeordneten Erfassungseinheit zur optischen Entfernungsmessung;

Fig. 3 eine vereinfachte Schnittdarstellung eines Sensors in Funktionsblöcken mit einer Erfassungseinheit zur optischen Entfernungsmessung und einer Erfassungseinheit mit RFID-System;

Fig. 4 eine vereinfachte Schnittdarstellung eines Sensors in Funktionsblöcken mit zwei Erfassungseinheiten zur optischen Entfernungsmessung;

Fig. 5 eine vereinfachte Schnittdarstellung eines Sensors in Funktionsblöcken mit zwei Erfassungseinheiten mit RFID-System;

Fig. 6 eine vereinfachte Schnittdarstellung eines Sensors in Funktionsblöcken mit mehreren gegeneinander verkippten Erfassungseinheiten zur optischen Entfernungsmessung; und

Fig. 7 eine vereinfachte Draufsicht auf einen Sensor in Funktionsblöcken mit mehreren zueinander winkerversetzten Erfassungseinheiten.

[0035] Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung durch einen Sensor **10**, der einen ruhenden Sockel **12** und eine dagegen um eine Drehachse **14** bewegliche Abtasteinheit **16** aufweist. In der Abtasteinheit **16** sind zwei Erfassungseinheiten **18a**, **18b** zur Erfassung von Objektinformationen aus einem den Sensor **10** umgebenden Überwachungsbereich **20** untergebracht, wobei die Erfassungseinheiten **18a**, **18b** die Drehbewegung der Abtasteinheit **16** mitvollziehen.

[0036] Die erste Erfassungseinheit **18a** ist zur optischen Entfernungsmessung mit einem Lichtlaufzeitverfahren ausgebildet („TOF“, Time of Flight). Dazu ist ein Lichtsender **22** vorgesehen, beispielsweise mit einer Laserlichtquelle, der mit Hilfe einer Sendeoptik **24** einen Sendelichtstrahl **26** erzeugt und in den Überwachungsbereich **20** aussendet. Trifft der Sendelichtstrahl **26** in dem Überwachungsbereich **20** auf ein Objekt, so kehrt ein entsprechender Lichtstrahl als remittiertes Licht **28** zu dem Sensor **10** zurück und wird von einer Empfangsoptik **30** auf einen Lichtempfänger **32** gebündelt und dort in ein elektrisches Empfangssignal gewandelt.

[0037] Die zweite Erfassungseinheit **18b** ist zur Bildaufnahme ausgebildet und weist dazu einen pixel aufgelösten Bildsensor **34** auf, der über eine Empfangsoptik **36** Bilddaten aus Licht **38** aus dem Überwachungsbereich erzeugt. In vielen Fällen wird ein üblicher Bildsensor **34** zur Erfassung von Grau- oder Farbwerten im sichtbaren Spektrum eingesetzt. Denkbar ist aber auch eine Wärmebildkamera mit einem FLIR-Sensor.

[0038] Lichtsender **22** und Lichtempfänger **32** der ersten Erfassungseinheit **18a** sowie Bildsensor **34** der zweiten Erfassungseinheit **18b** sind auf Vorder- und Rückseite einer gemeinsamen Elektronikarte **40** vorgesehen, die erfindungsgemäß zentral und senkrecht zu den optischen Achsen der Erfassungseinheiten **18a**, **18b** angeordnet ist. Eine weitere Elektronikarte **42** ist mit der gemeinsamen Elektronikarte **40** verbunden und senkrecht zu der Drehachse **14** angeordnet. Diese weitere Elektronikarte **42** weist eine mitbewegte Schnittstelle **44a** für drahtlose Datenübertragung beziehungsweise Energieversorgung auf oder ist damit verbunden.

[0039] Die Abtasteinheit **16** mit ihren Elementen wird von einem Motor **46** in dem Sockel **12** in Bewegung versetzt, insbesondere eine kontinuierliche Drehbewegung um die Drehachse **14**. Dadurch tasten beide Erfassungseinheiten den umlaufenden Überwachungsbereich **20** ab. Eine Winkelmesseinheit, die in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine mitdrehende Codescheibe **48** und eine abtastende Lichtschranke **50** aufweist, bestimmt die jeweilige Winkelstellung der Abtasteinheit **16**.

[0040] In dem Sockel **12** ist weiterhin eine Schnittstelle **44b** vorgesehen, die in drahtloser Verbindung mit der Schnittstelle **44a** der Abtasteinheit **16** steht und den Datenaustausch beziehungsweise die Energieversorgung sicherstellt. Die Schnittstelle **44a**, **44b** hat einen Versatz zur zentralen Drehachse, was aber in erster Linie darstellungsbedingt und in der Praxis nicht unbedingt vorteilhaft ist, weil sich so die Verbindungslinie mit der Drehbewegung verändert. Außerdem weist der Sockel **12** nochmals mindestens eine Elektronikarte **52** auf. Die Elektronikarten **40**,

42 und **52** sind untereinander direkt oder über die Schnittstellen **44a**, **44b** verbunden und stehen symbolisch für die in beliebiger Weise auf ruhenden Sockel **12** und mitbewegte Abtasteinheit **16** verteilbare Steuer- und Auswertungsfunktionalität. Auch die Anordnung der Elektronikarten **40**, **42**, **52** ist rein beispielhaft zu verstehen, und es kann ebenso auf einige dieser Elektronikarten **40**, **42**, **52** verzichtet werden, wie dass zusätzliche Elektronikarten eingesetzt werden. Jedoch kann es vorteilhaft sein, zumindest die eng mit dem jeweiligen Sensorprinzip der Erfassungseinheiten **18a**, **18b** verbundenen Auswertungen möglichst sensornah, also in der Abtasteinheit **16**, zu implementieren sowie den Datenverkehr über die Schnittstelle **44a**, **44b** zur Bandbreitenbegrenzung möglichst gering zu halten.

[0041] Mit Hilfe des Empfangssignals der ersten Erfassungseinheit **18a**, d.h. von dessen Lichtempfänger **32**, wird mit einem beispielsweise puls- oder phasenbasierten Lichtlaufzeitverfahren die Distanz zu einem angetasteten Objekt gemessen. Da die jeweilige Winkelstellung über die Winkelmesseinheit **48**, **50** bekannt ist, stehen mit Distanz und Winkel nach einer Drehung der Abtasteinheit **16** Polarkoordinaten aller Objektpunkte in dem umgebenden Überwachungsbereich **20** zur Verfügung. Handelt es sich bei dem Lichtempfänger **32** um eine einfache Empfangsfläche, etwa eine Photodiode, so wird effektiv eine Ebene über bis zu 360° abgetastet. Durch Einsatz mehrerer übereinander angeordneter Lichtempfänger kann diese Ebene auf einen Zylinder endlicher Höhe erweitert werden. Durch mehrere nebeneinander angeordnete Lichtempfänger wird die Winkelauflösung verbessert. Beides gleichzeitig wird durch eine matrixartige Anordnung der Lichtempfänger realisiert. Dabei sind solche zeilen- oder matrixartigen 3D-Bildsensoren (TOF-Bildsensor) als separate Bauteile oder eine integrierte Empfängerzeile beziehungsweise Empfängermatrix etwa in Form eines CCD- oder CMOS-Chips denkbar. Durch eine zusätzliche Verkippung der Abtasteinheit **16** kann der Überwachungsbereich **20** auf ein größeres 3D-Volumen erweitert werden.

[0042] Die zweite Erfassungseinheit **18b** nimmt Bilddaten des Überwachungsbereichs **20** in verschiedenen Drehstellungen der Abtasteinheit **16** auf. Diese Bilddaten können zu einem Panoramabild fusioniert werden. Für eine korrekte Bildfusion stehen sowohl die Winkelinformationen der Winkelmesseinheit **48**, **50** als auch die erfassten Bildmerkmale an den Nahtstellen zur Verfügung („Stitching“).

[0043] Ein großer Vorteil davon, dass die beiden Erfassungseinheiten **18a**, **18b** Teil desselben Sensors **10** sind, besteht darin, dass die relative Position und Orientierung der beiden Erfassungseinheiten zueinander, auch als 6D-Lage bezeichnet, schon im Fertigungsprozess festgelegt und justiert oder zumin-

dest sehr genau bestimmt werden kann. Dies wird auch als Registrierung der Erfassungseinheiten **18a**, **18b** bezeichnet. Dadurch können die jeweils erfassten Informationen präzise und einfach in ein gemeinsames Koordinatensystem umgerechnet und so fusioniert werden. Beispielsweise können die Geometrie- oder Abstandsdaten der ersten Erfassungseinheit **18a** genutzt werden, um Abstände zu Objekten in den Bilddaten der zweiten Erfassungseinheit **18b** punktuell zu ermitteln, oder um ein vollständiges Überlagerungsbild aus Geometriedaten und Bilddaten zu erzeugen. Um eine vergleichbare Fusion verschiedener herkömmlicher Sensoren zu erreichen, müsste die 6D-Lage bei Installation oder im Betrieb festgestellt und fixiert werden.

[0044] Die Erfassungseinheiten **18a**, **18b** haben in der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** einen gegenseitigen Winkelversatz von 180° . Das bedeutet, dass zu einem Zeitpunkt Informationen aus verschiedenen Winkelsektoren des Überwachungsbereichs **20** erfasst werden. Über die Winkelmesseinheit **48**, **50** sind jedoch die jeweiligen Dreh- oder Winkelstellungen der Erfassungseinheiten **18a**, **18b** bekannt, so dass die Informationen einander im Anschluss korrekt zugeordnet werden können. Umgekehrt können auch die Erfassungen jeweils bei definierten Encoderpositionen ausgelöst werden. Der Winkelversatz von 180° ist vorteilhaft, weil der Bauraum optimal ausgenutzt wird, aber nicht darauf festgelegt.

[0045] Neben der bereits angesprochenen Fusion können die von der einen Erfassungseinheit **18a** gewonnenen Informationen auch genutzt werden, um Parameter der anderen Erfassungseinheit **18b** einzustellen. Beispielsweise wird dafür von der ersten Erfassungseinheit **18a** der Abstand zu einem Objekt gemessen. Bis dann unter Berücksichtigung des gegenseitigen Winkelversatzes der Erfassungseinheiten **18a**, **18b** im Laufe der Bewegung der Abtasteinheit **16** um die Drehachse **14** die zweite Erfassungseinheit **18b** ein Bild dieses Objekts aufnimmt, kann bereits eine Fokusverstellung der Empfangsoptik **36** erfolgt sein, um das Objekt scharf zu erfassen. In ganz ähnlicher Weise ist eine Zoom-Einstellung der Empfangsoptik **36** möglich, wobei anstelle eines physischen Zoom-Objektivs auch ein digitales Zoom denkbar ist, also eine Bildbearbeitung zur Veränderung der Pixelauflösung. Dadurch kann erreicht werden, dass über den gesamten Überwachungsbereich **20** scharfe Bilder der Objekte insbesondere auch bei gleicher Bildauflösung aufgenommen werden.

[0046] Die Kombination oder Fusion aus Geometriedaten der ersten Erfassungseinheit **18a** und Bilddaten der zweiten Erfassungseinheit **18b** ermöglicht zahlreiche Anwendungen. Als einige Beispiele seien die Inspektion und Vermessung von Objekten, die Erfassung von Straßenzügen, allgemein die Visualisierung dreidimensionaler Objekte, die autonome Navi-

gation genannt. Eine spezielle Anwendung ist das Lesen von Codes. Dazu kann die erste Erfassungseinheit **18a** als Barcodescanner ausgebildet sein, wobei mit dem den Barcode lesenden Strahl wahlweise zugleich eine optische Entfernungsmessung nach einem Phasenverfahren erfolgt oder nicht. Die zweite Erfassungseinheit **18b** kann als kamerabasierter Codeleser ausgebildet sein, also die erfassten Bilddaten oder auch mit den Geometriedaten der ersten Erfassungseinheit **18a** fusionierten Daten auswerten, um darin enthaltene Codeinformationen auszulesen.

[0047] **Fig. 1** zeigt nur eine der zahlreichen Varianten eines erfindungsgemäßen Sensors **10**. Durch Veränderung von Anzahl, Position und Sensorprinzip der beteiligten Erfassungseinheiten **18a**, **18b** entsteht eine große Vielzahl an weiteren Ausführungsformen, von denen nun einige keineswegs abschließend vorgestellt werden sollen. Merkmale, die dabei nur zu einer Figur beschrieben werden, können auf andere Figuren übertragen werden, beispielsweise die Ausgestaltung bestimmter Erfassungseinheiten **18a**, **18b** und auch weitere Kombinationen von unterschiedlichen Erfassungseinheiten **18a**, **18b**. Außerdem ist denkbar, dass die Abtasteinheit nicht nur wie dargestellt um eine Achse drehbar ist, sondern um zwei Achsen, die insbesondere orthogonal zueinander stehen. Dadurch wird eine 3D-Abtastung ermöglicht.

[0048] Die weiteren Figuren sind gegenüber der **Fig. 1** stark vereinfacht und zeigen die Elemente des Sensors **10** nur noch als übergeordnete Funktionsblöcke. So wird eine Erfassungseinheit vom Typ der ersten Erfassungseinheit **18a** in **Fig. 1** nur noch als „TOF“ bezeichnet, was stellvertretend für alle Ausgestaltungen einer Erfassungseinheit zur optischen Entfernungsmessung steht. Entsprechendes gilt für eine als „CAM“ bezeichnete Erfassungseinheit vom Typ der zweiten Erfassungseinheit **18b** in **Fig. 1**. Die detaillierten Merkmale sind daraus in Analogie zu **Fig. 1** entnehmbar.

[0049] Mit diesen Vorbemerkungen zeigt **Fig. 2** eine Ausführungsform des Sensors **10**, die wie in **Fig. 1** eine „TOF“-Erfassungseinheit **18a** und eine „CAM“-Erfassungseinheit **18b** aufweist. Während in **Fig. 1** die beiden Erfassungseinheiten **18a**, **18b** einen gegenseitigen Winkelversatz von 180° aufweisen, sind sie bei dieser Ausführungsform übereinander angeordnet. Das bietet die Möglichkeit, zeitgleich Informationen aus demselben Winkelbereich zu erfassen. Obwohl die beiden Erfassungseinheiten **18a**, **18b** vorzugsweise zueinander registriert sind und man dadurch auch bei einem Winkelversatz die Informationen in ein gemeinsames Koordinatensystem umrechnen könnte, kann es in manchen Situationen vorteilhaft sein, den Zeitversatz zu vermeiden. Das gilt beispielsweise bei Objekten, die sich im Vergleich mit der Drehgeschwindigkeit der Abtastein-

heit **16** schnell bewegen oder jedenfalls nicht mehr innerhalb einer Abtastperiode quasistatisch verhalten. Unter Umständen muss darauf geachtet werden, dass die Erfassungseinheiten **18a**, **18b** einander nicht stören. Das ist bei ausreichendem Winkelversatz wie in **Fig. 1** automatisch gegeben. Bei gleichem oder sich überschneidendem Erfassungswinkel wie in **Fig. 2** können unterschiedliche Spektren insbesondere in Verbindung mit optischen Filtern verwendet werden. Weiterhin sind signaltechnische Maßnahmen zur Vermeidung einer gegenseitigen Beeinflussung denkbar, etwa zeitliches Ausweichen oder Codierungen. Die Möglichkeit, mehrere oder alle Erfassungseinheiten **18a**, **18b** übereinander anzuordnen, besteht auch in den folgenden Ausführungsformen, ohne dass dies nochmals erwähnt wird.

[0050] **Fig. 3** zeigt eine weitere Ausführungsform des Sensors **10**. Im Unterschied zu **Fig. 1** wird hier eine „TOF“-Erfassungseinheit **18a** mit einem nicht optischen Sensorprinzip kombiniert, nämlich einer „RFID“-Erfassungseinheit **18c**. Aufbau und Funktion einer solchen RFID-Erfassungseinheit **18c** ist dem Fachmann im Prinzip bekannt. In **Fig. 3** sind daher nur symbolisch als wichtige Bestandteile ein RFID-Empfänger **54**, insbesondere RFID-Transceiver, und eine Antenne **56** dargestellt. Die Antenne **56** hat vorzugsweise eine enge Richtcharakteristik, damit tatsächlich nur Informationen aus dem Winkelbereich erfasst werden, in den die Erfassungseinheit **18c** in der jeweiligen Drehstellung ausgerichtet ist. In den Elektronikarten **40**, **42**, **52** ist eine für die Erfassung beziehungsweise Modifikation von RFID-Informationen erforderliche Auswertungs- und Steuerungsfunktionalität vorzusehen.

[0051] Die Kombination von optischer Abstandsmessung TOF mit RFID ermöglicht, zugleich die Informationen aus einem Transponder auszulesen und das den Transponder tragende Objekt zu lokalisieren und zu identifizieren. Dadurch wird das häufig auftretende Problem gelöst, die RFID-Informationen dem richtigen Objekt zuzuordnen. Umgekehrt wäre mit optischen Mitteln allein die Information, die ein Transponder vermittelt, nicht zugänglich. Durch die Fusion der beiden Sensorprinzipien wird daher erheblich mehr Wissen über die Objekte in dem Überwachungsbereich **20** erfasst als sogar durch die Summe der einzelnen Sensorprinzipien. Alternativ zu der dargestellten Kombination einer „TOF“-Erfassungseinheit **18a** mit einer „RFID“-Erfassungseinheit **18c** ist auch eine Kombination einer „CAM“-Erfassungseinheit **18b** mit einer „RFID“-Erfassungseinheit **18c** denkbar, die ähnliche Vorteile aufweist.

[0052] Während bisher Kombinationen von unterschiedlichen Erfassungseinheiten **18a-c** vorgestellt wurden, besteht auch die Möglichkeit, zwei gleichartige Erfassungseinheiten **18a-c** einzusetzen. **Fig. 4** zeigt ein Beispiel mit zwei um 180° zueinander ver-

setzten „TOF“-Erfassungseinheiten **18a1**, **18a2**. Dadurch entsteht ein redundanter oder zweikanaliger Laserscanner mit vollständiger Kanaltrennung. Ein derartiges System kann fehlersicher aufgebaut werden und erfüllt so die strengen Anforderungen der Normen für sicherheitstechnische Anwendungen. Es ist extrem unwahrscheinlich, dass eine Störung beide Erfassungseinheiten **18a1**, **18a2** mit ihren versetzten Sichtbereichen gleichzeitig betrifft, vor allem wenn auch die zugehörigen Datenübertragungs- und Auswertungspfade redundant ausgelegt werden. Es ist dabei nicht erforderlich und nicht einmal unbedingt zweckmäßig, beide Kanäle gänzlich baugleich aufzubauen. Die Verwendung unterschiedlicher Hardware oder unterschiedlicher Algorithmen macht es noch unwahrscheinlicher, dass ein Fehler zu einem Ausfall beider Kanäle führt (diversitäre Redundanz).

[0053] **Fig. 5** zeigt ein weiteres Beispiel mit gleichartigen Erfassungseinheiten **18a-c**, wobei hier zwei „RFID“-Erfassungseinheiten **18c1**, **18c2** vorgesehen sind. Hier steht weniger die an sich denkbare Redundanz im Vordergrund, denn die Erfassung von RFID-Informationen ist in der Regel nicht sicherheitskritisch. Dafür besteht die Möglichkeit, mit der einen „RFID“-Erfassungseinheit **18c1**, **18c2** eine Hintergrundmessung durchzuführen, wobei dieser Hintergrund dann in den erfassten RFID-Informationen der anderen „RFID“-Erfassungseinheit **18c2**, **18c1** ausgeblendet wird. Die beiden synchronisierten, drehenden „RFID“-Erfassungseinheiten **18c1**, **18c2** erlauben dadurch eine vereinfachte und genauere Lokalisierung der Transponder und damit verbesserte Zuordnung der gelesenen RFID-Informationen zu einem Objekt.

[0054] Auch eine nicht gezeigte Ausführungsform mit zwei „CAM“-Erfassungseinheiten **18b** ist vorstellbar, beispielsweise um ein redundantes System zu erhalten oder die Bildauflösung zu verbessern.

[0055] Die Erfassungsrichtung der Erfassungseinheiten **18a-c** in den bisherigen Ausführungsformen ist im Wesentlichen senkrecht zu der Drehachse **14**. **Fig. 16** zeigt eine weitere Ausführungsform, in welcher die Erfassungsrichtung ungefähr in Richtung der Drehachse **14** liegt. Bei den dargestellten Erfassungseinheiten handelt es sich um „TOF“-Erfassungseinheiten **18a1-18a5**, vorzugsweise um einstrahlige Systeme. Obwohl denkbar, würden andere Sensorprinzipien in dieser Ausrichtung bezüglich der Drehachse **14** in ihren Erfassungsbereichen untereinander und in verschiedenen Drehstellungen sehr stark übereinstimmen.

[0056] Jede „TOF“-Erfassungseinheit **18a1-18a5** erfasst einen Kegelmantel, dessen Mittenachse die Drehachse **14** bildet. Durch gegenseitiges Verkippen, wird effektiv nicht nur ein Kegelmantel, sondern über die verschiedenen ineinander konzentrisch an-

geordneten Kegelmäntel ein Vollkegel erfasst. Dargestellt ist ein Kippwinkel von 10°. Dadurch sind jeweils Paare von „TOF“-Erfassungseinheiten 18a1, 18a5 und 18a2, 18a4 mit 180° Winkelversatz auf den gleichen Kegelmantel ausgerichtet. Diese Redundanz kann gewünscht sein oder durch unterschiedliche Kippwinkel zugunsten einer verbesserten Auflösung variiert werden, also beispielsweise 5° und 15° für die beiden links dargestellten „TOF“-Erfassungseinheiten 18a1, 18a2 und 10° und 20° für die beiden nach rechts dargestellten „TOF“-Erfassungseinheiten 18a4, 18a5. Die Zahlenwerte sind rein beispielhaft zu verstehen. Auch parallel ausgerichtete „TOF“-Erfassungseinheiten 18a1-18a5 sind möglich, dann werden mehrere konzentrische Zylindermantelflächen überwacht. Die „TOF“-Erfassungseinheiten 18a1-18a5 können jeweils einen Lichtsender **22**, eine Sendeoptik **24** und eine Empfangsoptik **30** aufweisen oder einige oder alle dieser Elemente in Gruppen oder insgesamt gemeinsam verwenden.

[0057] Fig. 7 zeigt in einer Draufsicht eine weitere Ausführungsform mit drei statt wie bisher nur zwei Erfassungseinheiten 18a1, 18a2, 18b. Die dargestellten Anzahlen, der gegenseitige Winkelversatz und der Typ der Erfassungseinheiten 18a1, 18a2, 18b ist rein beispielhaft und kann analog zu allen oben beschriebenen Ausführungsformen verändert werden. Um neben dem dargestellten System mit einer Kamera und einem redundanten Laserscanner („CAM“+2*„TOF“) nur zwei der zahlreichen weiteren Beispiele zu nennen, können Geometriedaten mit Bilddaten im sichtbaren und infraroten Spektrum („TOF“ + „CAM“ + „CAM (IR)“) oder eine optoelektronische Abstandsmessung mit einer RFID-Hintergrundaussblendung und einer RFID-Lesung („TOF“ + 2*„RFID“) kombiniert werden. Aus diesen Beispielen sind weitere Ausführungsformen entsprechend ableitbar.

Patentansprüche

1. Sensor (10) nach dem Grundaufbau eines Scanners mit drehendem Messkopf zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (20), der mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) mit einem jeweiligen Empfänger (32, 34, 54) zum Erzeugen eines elektrischen Empfangssignals aus elektromagnetischen Signalen von Objekten in dem Überwachungsbereich (20), eine von einem Motor (46) um eine Drehachse (14) in kontinuierlicher Drehbewegung gegenüber einem Sockel (12) versetzte bewegliche Abtasteinheit (16) als Messkopf, in der die Erfassungseinheiten (18) zur periodischen Abtastung des Überwachungsbereichs (20) untergebracht sind, sowie eine Auswertungseinheit (40, 42, 52) zur Erzeugung von Objektinformationen aus den Empfangssignalen aufweist, wobei die mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) eine Sichtichtung radial nach außen sowie bezüglich der Bewegung um die

Drehachse (14) einen gegenseitigen Winkelversatz aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Empfänger (32, 34, 54) der mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) auf einer gemeinsamen Elektronikarte (40) vorgesehen sind und dass die Elektronikarte (40) zentral auf der Drehachse (14) angeordnet ist.

2. Sensor (10) nach Anspruch 1, wobei die Erfassungseinheiten (18a-c) zueinander registriert sind und die Auswertungseinheit (40, 42, 52) dafür ausgebildet ist, die Objektinformationen der Erfassungseinheiten (18a-c) zu fusionieren.

3. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18a) einen Bildsensor (34) aufweist.

4. Sensor (10) nach Anspruch 3, wobei die Auswertungseinheit (40, 42, 52) dafür ausgebildet ist, mit dem Bildsensor (34) in verschiedenen Drehstellungen der Abtasteinheit (16) aufgenommene Bilddaten zu einem Panoramabild zusammenzusetzen.

5. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18a) einen Wärmebildsensor (34) aufweist.

6. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18a) zur optischen Entfernungsmessung einen Lichtsender (22) zum Aussenden eines Sendelichtstrahls (26) und einen Lichtempfänger (32) zum Empfangen des von Objekten in dem Überwachungsbereich (20) remittierten Sendelichtstrahls (28) aufweist, wobei die Auswertungseinheit (40, 42, 52) dafür ausgebildet ist, eine Lichtlaufzeit des ausgesandten und wieder empfangenen Lichts zu bestimmen.

7. Sensor (10) nach Anspruch 6, wobei die Erfassungseinheit (18a) zur optischen Entfernungsmessung eine Vielzahl von Lichtempfängern (32) aufweist.

8. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18c) einen RFID-Empfänger (54) aufweist.

9. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) untereinander gleichartig aufgebaut sind.

10. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Erfassungseinheiten (18c1, 18c2) einen RFID-Empfänger (54) aufweisen.

11. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18b) einen Bildsensor (34) aufweist und mindes-

tens eine Erfassungseinheit (18a) zur optischen Entfernungsmessung ausgebildet ist.

12. Sensor (10) nach Anspruch 11, wobei eine Fokuseinstellung für eine Empfangsoptik (36) des Bildsensors (34) anhand der optischen Entfernungsmessung eingestellt wird und/oder wobei die Bildauflösung der mit dem Bildsensor (34) aufgenommenen Bilddaten anhand der optischen Entfernungsmessung digital angepasst wird.

13. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Erfassungseinheit (18c) einen RFID-Empfänger (54) aufweist und mindestens eine Erfassungseinheit (18b, 18a) einen Bildsensor (34) aufweist oder zur optischen Entfernungsmessung ausgebildet ist.

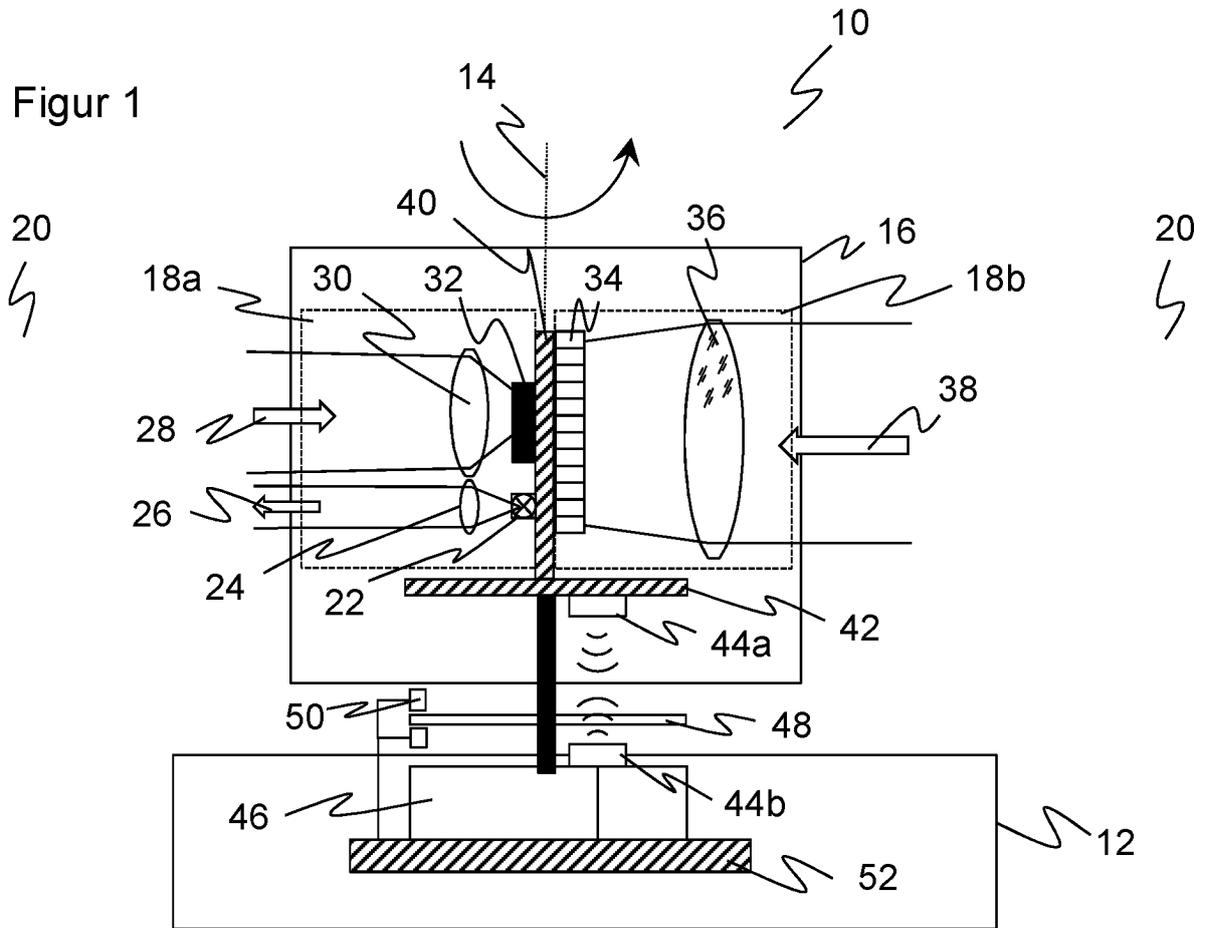
14. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der einen Winkelencoder (48, 50) aufweist, um eine Drehstellung der Abtasteinheit (16) zu bestimmen, wobei eine Erfassung von elektromagnetischen Signalen in für die jeweilige Erfassungseinheit (18a-c) vorgegebenen oder anhand des Winkelencoders (48, 50) überprüften Drehstellungen erfolgt.

15. Verfahren zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (20) nach dem Prinzip des Scannens mit drehendem Messkopf, bei dem eine Abtasteinheit (16) als Messkopf von einem Motor (46) in einer kontinuierlichen Drehbewegung gegenüber einem Sockel (12) um eine Drehachse (14) bewegt wird und mindestens zwei in der Abtasteinheit (16) untergebrachte Erfassungseinheiten (18a-c) mit jeweiligem Empfänger (32, 34, 54) jeweils ein elektrisches Empfangssignal aus elektromagnetischen Signalen von Objekten in dem Überwachungsbereich (20) erzeugen, wobei aus den Empfangssignalen Objektinformationen gewonnen werden, wobei die mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) eine Sichtrichtung radial nach außen sowie bezüglich der Bewegung um die Drehachse (14) einen gegenseitigen Winkelversatz aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Empfänger (32, 34, 54) der mindestens zwei Erfassungseinheiten (18a-c) auf einer gemeinsamen Elektronikkarte (40) vorgesehen sind und dass die Elektronikkarte (40) zentral auf der Drehachse (14) angeordnet ist.

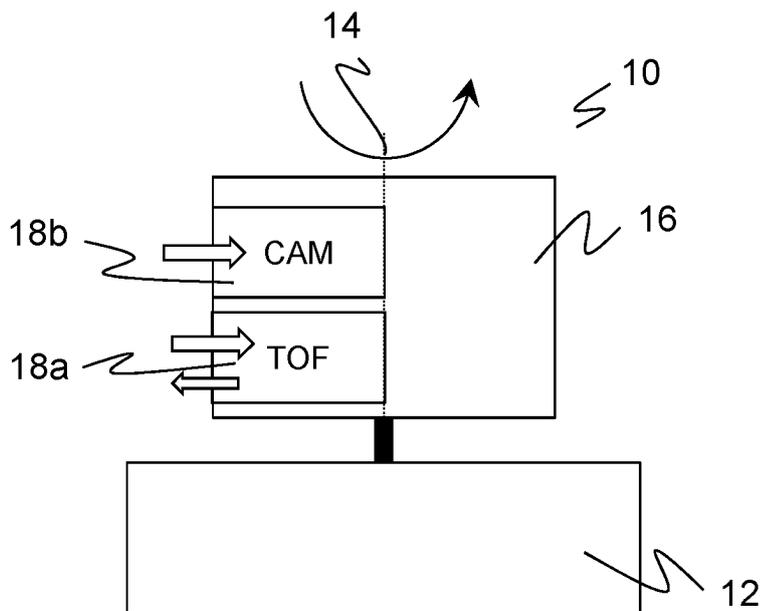
Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

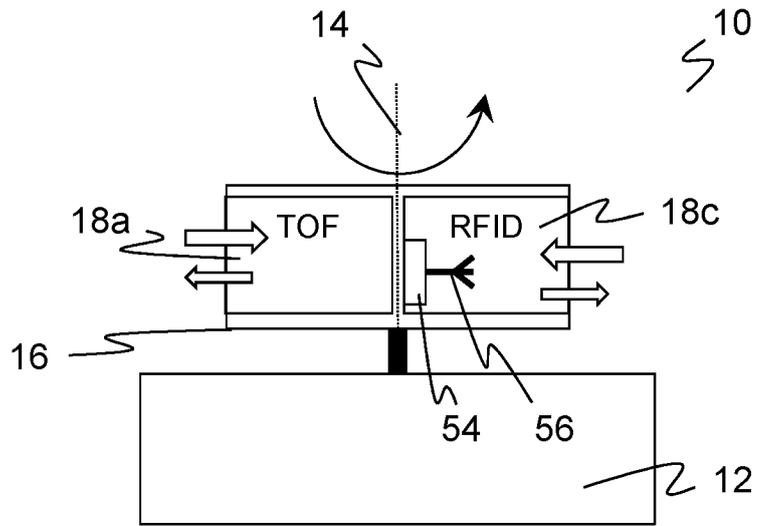
Figur 1



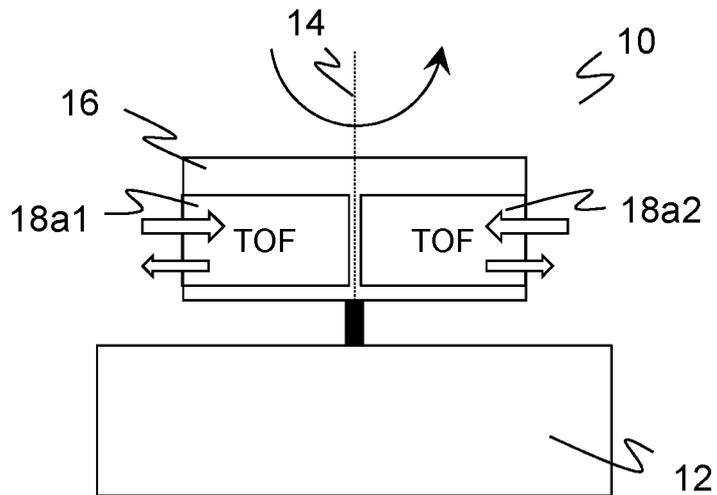
Figur 2



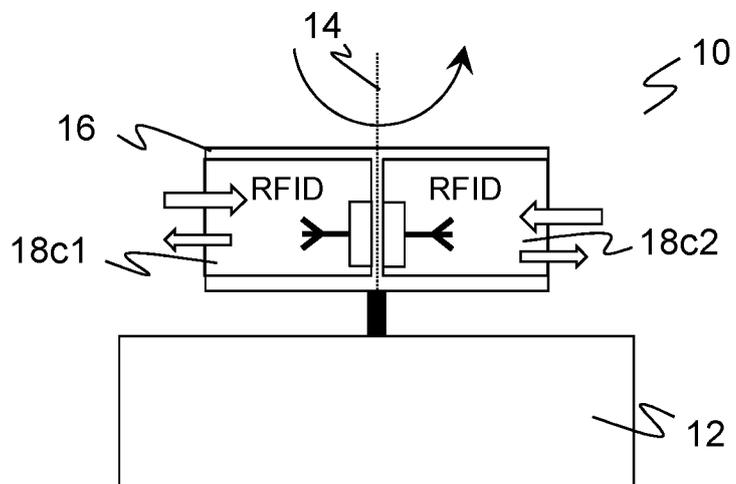
Figur 3



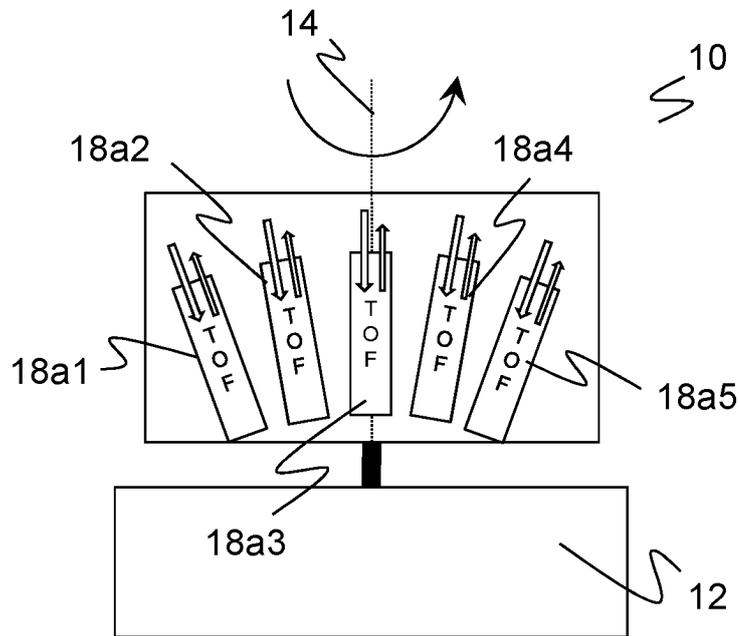
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

