



(10) **DE 10 2013 015 777 B4** 2024.02.15

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 015 777.3**
(22) Anmeldetag: **21.09.2013**
(43) Offenlegungstag: **26.03.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.02.2024**

(51) Int Cl.: **G03B 35/08 (2021.01)**
G03B 21/00 (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:
Optonic GmbH, 79106 Freiburg, DE

(72) Erfinder:
Voigt, Rainer, 79106 Freiburg, DE

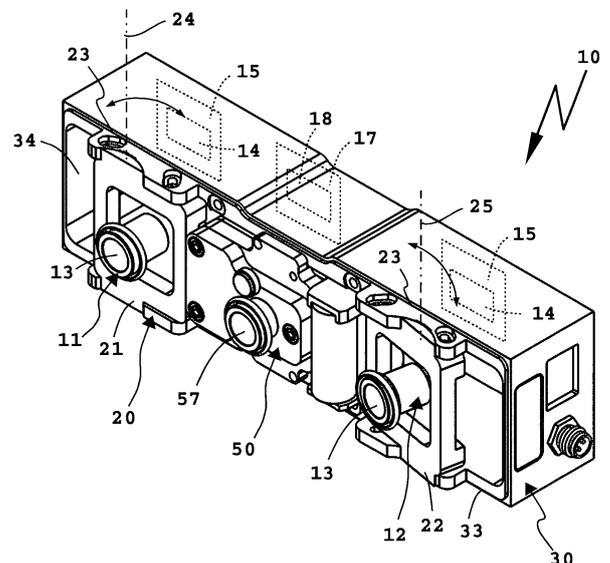
(74) Vertreter:
**Patentanwälte Bregenzner und Reule
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 73728
Esslingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 001 634	B3
DE	10 2010 024 042	B4
DE	10 2008 002 725	A1
FR	2 923 341	A1

(54) Bezeichnung: **Stereokamera mit Projektor zur Erzeugung eines Prüfbildes**

(57) Hauptanspruch: Stereokamera mit einer ersten Einzelkamera (11) und einer zweiten Einzelkamera (12) zur Erzeugung eines stereoskopischen Bildes, mit einer ersten Kamerahalterung (21) für die erste Einzelkamera (11) und einer zweiten Kamerahalterung (22) für die zweite Einzelkamera (12), wobei die erste und die zweite Kamerahalterung (21, 22) an einem Träger (30) angeordnet sind, wobei die Stereokamera einen Projektor (50) zur Projektion eines Prüfbildes in einer Projektionsrichtung (65) von der Stereokamera (10) weg auf ein Objekt (O) aufweist, das anhand der ersten Einzelkamera und der zweiten Einzelkamera erfassbar ist, wobei der Projektor (50) zur Erzeugung eines ersten Prüfbildes (P1) und mindestens eines von dem ersten Prüfbild (P1) verschiedenen zweiten Prüfbildes (P2) ausgestaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Projektor (50) zur Erzeugung des ersten Prüfbildes (P1) und des mindestens einen zweiten Prüfbildes (P2) ein identisches Prüfmuster (70) projiziert, wobei der Projektor (50) eine Stelleinrichtung (78) mit einem Stellantrieb (79) zur Projektion des Prüfmusters (70) in zwei voneinander verschiedenen Positionen bezüglich der ersten und/oder der zweiten Einzelkamera (12) aufweist, und dass der Stellantrieb (79) einen Piezo-Antrieb aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stereokamera gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Stereokamera ist z.B. in DE 20 2008 013 217 U1 oder EP 2 202 994 A1 beschrieben.

[0003] Die erste und die zweite Einzelkamera erzeugen digitale Bilddaten, die von einer Recheneinheit zur Erzeugung des stereoskopischen Bildes ausgewertet werden. Bei Objekten, die eine ausreichende Textur, Kontraste und dergleichen aufweisen, funktioniert dieses Verfahren recht problemlos. Es ist bekannt, dass man bei kontrastarmen, beispielsweise auch monochromen Objekten, ein Prüfbild, beispielsweise mit einem Gittermuster, auf das Objekt projiziert, so dass die beiden Einzelkameras sozusagen ein zur Auswertung geeignetes Muster aufnehmen können.

[0004] Allerdings ist die Genauigkeit bei dieser Vorgehensweise durchaus verbesserungsfähig.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Stereokamera bereitzustellen.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe eine Stereokamera gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 1 vorgesehen.

[0007] Es ist dabei ein Grundgedanke, dass durch unterschiedliche erste und zweite oder weitere Prüfbilder die Genauigkeit bei der Bildauswertung erhöht wird. Die erste Einzelkamera und die zweite Einzelkamera erzeugen zeitgleich eine Aufnahme von dem Prüfbild. Anschließend werden die beiden Aufnahmen vorzugsweise entzerrt und jedenfalls miteinander verglichen, um eine Zuordnung zwischen den beiden Bildern zu erstellen. Die Zuordnung ist beispielsweise eine sogenannte Disparity Map. In dieser Zuordnung wird beispielsweise jedem Pixel der von der ersten Einzelkamera gemachten ersten Aufnahme ein Pixel am vermutlich selben Objektpunkt der von der zweiten Einzelkamera erstellten zweiten Aufnahme zugeordnet. Damit dies zur nun leichter gelingt, sollten die Objekte, von denen die Aufnahmen durch die beiden Einzelkameras erzeugt werden, eine Textur aufweisen, voneinander unterscheidbare Bildpunkte oder dergleichen haben. Bei monochromen Objekten gelingt die Zuordnung nicht oder nur sehr schwer. Hier setzt die Erfindung an.

[0008] Die beiden Prüfbilder, die selbstverständlich auch identisch, jedoch örtlich voneinander verschieden sein können, werden vom Projektor erzeugt, vorteilhaft in der Gestalt einer Textur, insbesondere einer nicht repetitiven Textur. Dadurch wird die Identifikation

zusammengehöriger Objektpunkte oder Stellen in dem Bildpaar bestehend aus der ersten und der zweiten Aufnahme, die die beiden Einzelkameras erzeugen, erleichtert.

[0009] Bei den Prüfbildern handelt es sich wie schon angedeutet vorteilhaft um eine nicht repetitiven Textur. Bevorzugt ist ein sogenanntes wildes Muster, beispielsweise unstrukturiert angeordnete Bildpunkte oder dergleichen, was die Zuordnung übereinstimmender Pixelpaare bei der ersten und der zweiten Aufnahme erleichtert.

[0010] Die Weiterverarbeitung der Aufnahmen der beiden Einzelkameras zu beispielsweise dreidimensionalen Koordinaten kann anhand der übereinstimmenden bzw. zugeordneten Bildpixel leicht vorgenommen werden.

[0011] Wenn wie bisher üblich dabei nur ein einziges Prüfbild erzeugt wird, sind die Möglichkeiten einer derartigen Zuordnung von Bildpixeln zwischen den beiden ersten und zweiten Aufnahmen wesentlich schwerer. Objektkanten und dergleichen kann man dadurch kaum oder nur sehr schwer erkennen. Die Erfindung schafft hier Abhilfe, indem nämlich die Datenmengen, die für die Zuordnung von Bildpixeln zur Verfügung stehen, deutlich größer sind.

[0012] Wenn nämlich eine Szene aus einer Perspektive mehrmals aufgenommen wird und dabei ein jeweils anderes Muster oder sonstiges Prüfbild benutzt wird, was durch die Erfindung möglich wird, gewinnt man in den Aufnahmen, die die Einzelkameras erzeugen, mehr Informationen über die Szene bzw. mehr Informationen über das Objekt. Die sich dann anschließenden Auswerteverfahren, die zweckmäßigerweise durch die Stereokamera gemäß der Erfindung ausführbar sind, aber auch durch eine externe Einrichtung, zum Beispiel einen Personalcomputer, können auf wesentlich größere und genauere Datenmengen zurückgreifen, beispielsweise eine bessere Rauschreduktion der Messwerte oder Bildwerte erzielen. An sich bekannte Bildvergleichsverfahren können durch die Innovation deutlich verbessert werden, beispielsweise um Kanten des erfassten Objekts besser und genauer auszuwerten.

[0013] Die beiden Einzelkameras sind an dem Träger der Stereokamera vorzugsweise bereits kalibriert, d.h. präzise positioniert. Dadurch sind beispielsweise optische Verzerrungen, die Lage der Einzelkameras relativ zueinander und/oder bezüglich des Trägers, zum Beispiel des Gehäuses der Stereokamera, bekannt. Die Berechnung der dreidimensionalen Koordinaten kann also auf Basis der bekannten Geometrie der beiden Einzelkameras erfolgen.

[0014] Bevorzugt ist es, wenn auch der Projektor bezüglich des Trägers einstellbar oder kalibrierbar ist. Somit ist auch die Grundposition des Prüfbildes, zum Beispiel des ersten Prüfbildes oder des zweiten Prüfbildes, vorbekannt.

[0015] Als Prüfbild eignet sich, wie schon erwähnt, vorteilhaft ein nicht repetitives Muster oder chaotisches Muster.

[0016] Es ist aber nicht notwendig, dass die Position des Projektors kalibriert oder fest eingestellt ist. Die Erfindung ermöglicht es nämlich, dass zunächst das erste Prüfbild und dann das mindestens eine zweite Prüfbild beispielsweise auf relativ unspezifische oder ungenaue Weise verschoben oder verändert wird, weil ja die beiden Einzelkameras zur Auswertung des Prüfbildes davon jeweils simultan ihre Aufnahmen erzeugen. Wenn also das Prüfbild bezüglich des Trägers oder Objekts während der zeitgleich ausgeführten Aufnahmen der beiden Einzelkameras ortsfest bleibt, genügt dies.

[0017] Es ist an sich möglich, dass die Prüfbilder völlig voneinander verschieden sind, d.h. dass beispielsweise das erste Prüfbild und das zweite Prüfbild unterschiedliche Grundstrukturen aufweisen oder umfassen. Bevorzugt ist jedoch eine Ausführungsform, bei der quasi identische Prüfbilder erzeugt werden, jedoch örtlich voneinander verschieden projiziert werden. Beispielsweise weisen das erste Prüfbild und das mindestens eine zweite Prüfbild eine identische Bildstruktur auf, beispielsweise identische Streifenmuster und/oder Punktmuster, identische Farben oder Farbmuster oder dergleichen. Die identische Bildstruktur wird zur Erzeugung des ersten Prüfbildes in einer ersten Position und zur Erzeugung des mindestens einen zweiten Prüfbildes und in einer zweiten Position durch den Projektor auf das Objekt projiziert. Der Projektor ist dementsprechend zu einer derartigen Projektion ausgestaltet.

[0018] Im Hinblick auf eine einfache Mechanik ist es vorteilhaft, wenn der Projektor ein elektronisches Bilderzeugungsmodul zur Erzeugung des ersten und des mindestens einen zweiten Prüfbildes umfasst. Das elektronische Bilderzeugungsmodul kann in Bezug auf den Träger der Stereokamera, zum Beispiel das Gehäuse der Stereokamera, ortsfest verbleiben. Das Bilderzeugungsmodul erzeugt unterschiedliche Prüfbilder, ohne dass mechanische Vorstellungen irgendwelcher Projektionskomponenten, zum Beispiel Projektionsobjektiv, Projektionsleuchtquelle oder dergleichen, notwendig sind. Das elektronische Bilderzeugungsmodul umfasst beispielsweise ein Flüssigkristallmodul (LCD-Modul) und/oder ein LCoS-Modul (Liquid Crystal on Silicon) und/oder ein DLP-Modul.

[0019] Ein derartiges elektronisches Bilderzeugungsmodul zur Erzeugung von Prüfbildern kann aber auch in Zusammenhang mit einer Stelleinrichtung verwendet werden, was nachfolgend noch deutlich wird.

[0020] Wenn man aber ein einfaches, immer gleiches Prüfbild erzeugen will, kann dies beispielsweise durch einen Musterträger, in der Art beispielsweise eines Diapositivs, leicht erzeugt werden, der das Muster oder Bildmuster trägt.

[0021] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Projektor zur Erzeugung des ersten Prüfbildes und des mindestens einen zweiten Prüfbildes ein identisches Grundmuster oder Prüfmuster projiziert, wobei der Projektor eine Stelleinrichtung mit einem Stellantrieb zur Projektion des Grundmusters oder Prüfmusters in zwei voneinander verschiedenen Positionen bezüglich der ersten und/oder der zweiten Einzelkamera aufweist.

[0022] Das Grundmuster ist beispielsweise auf einem zumindest abschnittsweise lichtdurchlässigen Musterträger, zum Beispiel einer Folie oder einem sonstigen transparenten Körper, der beispielsweise auch durch Fräsungen, Spritzguss oder dergleichen erzeugt werden kann, angeordnet. Hinter dem Musterträger ist bezüglich der Projektionsrichtung ein Projektionsleuchtmittel, zum Beispiel eine Anordnung aus einer oder mehreren Leuchtdioden, angeordnet. In der Projektionsrichtung von befindet sich vorzugsweise ein Projektionsobjektiv. Im einfachsten Fall kann das Projektionsobjektiv beispielsweise nur eine einzelne Linse umfassen. Es ist aber auch denkbar, dass ein Projektionsobjektiv mit mehreren Komponenten, d.h. ein Projektionsobjektiv mit z.B. mehreren Linsen, Filtern oder dergleichen, vorgesehen ist. Das Projektionsobjektiv ist optional, jedoch sehr zweckmäßig.

[0023] Eine der Projektionskomponenten, die beispielsweise den Musterträger oder einen diesen haltenden Musterträger-Halter, das Projektionsleuchtmittel oder das Projektionsobjektiv umfasst, ist bezüglich eines Projektorträgers beweglich gelagert und durch die Stelleinrichtung verstellbar.

[0024] So ist es beispielsweise möglich, nur den Musterträger oder den diesen haltenden Musterträger-Halter relativ zum Projektionsobjektiv oder dem Projektionsleuchtmittel zu verstellen, zum Beispiel längs und/oder quer zur Projektionsrichtung. Es ist aber auch möglich, den Musterträger längs der Projektionsrichtung zu verstellen, wobei dadurch eine gewisse Unschärfe durchaus möglich ist. Es ist auch möglich, den Musterträger simultan mit dem Projektionsobjektiv oder proportional mit dem Projektionsobjektiv entlang der Projektionsrichtung zu verstellen, um ein stets scharfes Bild zu haben, jedoch

mit unterschiedlichem Vergrößerungsfaktor. Auch dadurch entstehen unterschiedliche Prüfbilder, nämlich das erste und das zweite Prüfbild (oder weitere Prüfbilder) .

[0025] Die Stelleinrichtung ist zweckmäßigerweise zur Verstellung mindestens einer der Projektionskomponenten in Relation zu mindestens einer jeweils anderen der Projektionskomponenten ausgestaltet. Durch die Verstellung der jeweiligen Projektionskomponente hat das erste Prüfbild eine von dem mindestens einen zweiten Prüfbild andere Position auf dem Objekt.

[0026] Der Stellantrieb ist vorzugsweise besonders kompakt. Er kann einen elektrischen Stellmotor zum Antreiben der jeweiligen Projektionskomponente, zum Beispiel dem Musterträger, aufweisen. Erfindungsgemäß ist eine Ausführungsform mit einem Piezo-Antrieb als Stellantrieb. Auch ein Elektromagnet eignet sich als Stellantrieb.

[0027] Der Stellantrieb umfasst zweckmäßigerweise einen Drehantrieb und/oder Linearantrieb.

[0028] Der Stellantrieb kann zweckmäßigerweise direkt auf eine jeweilige Projektionskomponente, zum Beispiel den Musterträger oder Musterträger-Halter, einwirken. Bevorzugt ist jedoch ein Übertragungsgetriebe, das zwischen Stellantrieb und der jeweiligen Projektionskomponente wirkt. Das Übertragungsgetriebe kann beispielsweise eine Vergrößerung eines Stellweges des Stellantriebs bewirken, also beispielsweise ein Übersetzungsgetriebe sein. Besonders bevorzugt ist ein Übersetzungsverhältnis mit einem Faktor von beispielsweise 3-8. Das Übersetzungsgetriebe ist vorzugsweise ein Übersetzungsgetriebe, das eine Linearbewegung in eine andere Linearbewegung übersetzt oder aus einer Drehbewegung eine Linearbewegung erzeugt, so dass beispielsweise ein rotatorisch antreibender Stellantrieb über das Getriebe quasi zu einem Linearantrieb wird. Beispielsweise kann der rotatorische Antrieb einen Elektromotor umfassen, der über eine Spindel-Mutter-Getriebe eine lineare Verstellung der Projektionskomponente bewirkt.

[0029] Gerade dann, wenn der Stellantrieb einen geringen Hub oder Stellweg hat, z.B. bei einem Piezo-Antrieb, ist es vorteilhaft wenn ein derartiges Übersetzungsgetriebe oder ein den Hub oder Stellweg vergrößerndes Getriebe vorgesehen ist.

[0030] Das Übertragungsgetriebe umfasst zweckmäßigerweise ausschließlich biegeflexible Abschnitte als bewegliche Getriebekomponenten. Bevorzugt ist das Übertragungsgetriebe sozusagen ohne Gelenke oder gelenklos. Dies kann beispielsweise dadurch erzielt werden, dass das Übertragungsgetriebe nur fest mit den jeweils antreibenden

oder angetriebenen Bauteilen verbundene Komponenten umfasst. An Verbindungsstellen zwischen Übertragungsgetriebe und den jeweiligen Komponenten können biegeflexible Übergänge vorgesehen sein.

[0031] Auch bei einem Lager, das eine Projektionskomponente am Projektorträger lagert, beispielsweise ein Lager, das den Musterträger, das Projektionsobjektiv oder das Projektionsleuchtmittel lagert, ist es vorteilhaft, wenn keine Gelenke vorhanden sind oder das Lager sozusagen gelenklos ist. Bevorzugt sind also biegeflexible Abschnitte als bewegliche Lagerkomponenten bei einem derartigen Lager.

[0032] Das Lager umfasst zweckmäßigerweise eine Aufhängung der jeweiligen Projektionskomponente an dem Projektorträger. Die Aufhängung kann selbstverständlich nur an einer Stelle erfolgen, so dass sozusagen die Projektionskomponente ansonsten frei beweglich ist. Selbstverständlich können auch das Übertragungsgetriebe oder der Stellantrieb dafür vorgesehen sein, die Projektionskomponente bezüglich des Projektorträgers beweglich zu lagern.

[0033] Der Projektorträger kann beispielsweise durch das Gehäuse der Stereokamera gebildet sein. Es ist aber auch möglich, dass der Projektor selbst ein Gehäuse oder einen Träger umfasst, der dann den Projektorträger darstellt. Der Projektorträger kann in dem Gehäuse der Stereokamera aufgenommen sein. Das ist in der Zeichnung dargestellt.

[0034] Das Übertragungsgetriebe weist zweckmäßigerweise eine Hebelanordnung mit mindestens einem Hebel auf, wobei der mindestens eine Hebel auf mindestens eine Projektionskomponente, zum Beispiel den Musterträger oder den diesen haltenden Musterträger-Halter, wirkt. Die Hebelanordnung könnte man auch als ein Hebelgetriebe bezeichnen oder die Hebelanordnung umfasst ein Hebelgetriebe.

[0035] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Hebelanordnung mindestens einen Hebel aufweist, mit dem die Projektionskomponente, zum Beispiel der Musterträger-Halter, mit dem Projektionsträger, zum Beispiel auch dem Gehäuse oder dem Stellantrieb, verbunden ist.

[0036] Die mindestens eine Projektionskomponente, zum Beispiel der Musterträger-Halter, ist zweckmäßigerweise über den mindestens einen Hebel beweglich bezüglich des Gehäuses der Stereokamera oder des Projektorträgers oder beiden gelagert. Der Hebel ist einerseits an der Projektionskomponente ortsfest festgelegt und andererseits bezüglich des Projektorträgers ebenfalls ortsfest festgelegt.

[0037] Der mindestens eine Hebel und die Projektionskomponente, zum Beispiel der Musterträger-Halter, sind vorzugsweise einstückig. Es ist auch möglich, dass der Hebel einstückig mit beispielsweise dem Projektorträger ist, also beispielsweise dem Gehäuse des Projektors. Bevorzugt ist eine Herstellung aus einem einzigen Rohling, aus dem beispielsweise Teile aus gefräst werden, zum Beispiel Schlitze oder Nuten zwischen den einzelnen Komponenten. So kann beispielsweise aus einem einzigen Rohling, der dann von außen gesehen sozusagen den Projektorträger oder ein Modul davon darstellt, die Hebelanordnung mit dem mindestens einen Hebel sowie der Musterträger und/oder der Musterträger-Halter, hergestellt werden. Alternativ ist Guss oder Spritzguss zur Herstellung eines derartigen einstückigen, jedoch viele Funktionskomponenten aufweisenden Bauteils oder Moduls vorteilhaft.

[0038] Es ist nämlich möglich, dass der Rohling bzw. das Bauteil oder Modul insgesamt oder partiell aus einem transparenten Material besteht, zum Beispiel einem entsprechenden Kunststoff, der dann mit dem zu projizierenden Muster bedruckt wird, so dass er in einem Stück sozusagen den Musterträger und mindestens eine Komponente des Übertragungsgetriebes, zum Beispiel die Hebelanordnung, und den Projektorträger oder ein Modul davon darstellen kann.

[0039] Es ist möglich, dass der Hebel einteilig ist, also beispielsweise nur einen einzigen Hebelarm aufweist. Es ist aber auch möglich, dass der Hebel mehrere Arme aufweist, zum Beispiel zwei Hebelarme, die vorzugsweise zu einander winkelig sind. So ist es beispielsweise möglich, dass der erste Hebelarm den zweiten Hebelarm betätigt, wobei der erste Hebelarm mit dem Stellantrieb, zum Beispiel dem Piezo-Antrieb, und der zweite Hebelarm mit dem Musterträger oder dem Musterträger-Halter, verbunden ist.

[0040] Der Hebel oder mindestens ein Hebel der Hebelanordnung ist zweckmäßigerweise biegeflexibel.

[0041] Unter einem Hebel der Hebelanordnung muss man nicht zwingend verstehen, dass dieser beispielsweise in der Art einer Wippe einseitig abgestützt ist. Ein Hebel kann auch ein Betätigungsarm sein, der an seinen jeweiligen Längsenden mit einer anderen Komponente, zum Beispiel dem Stellantrieb, insbesondere dem Piezo-Antrieb, und dem Musterträger oder Musterträger-Halter verbunden ist.

[0042] Eine oder mehrere Projektionskomponenten, zum Beispiel der Musterträger oder Musterträger-Halter, sind zweckmäßigerweise beweglich am Projektorträger aufgehängt. Beispielsweise kann die

Aufhängung eine nachgiebige Federanordnung oder dergleichen umfassen.

[0043] Die Stereokamera weist zweckmäßigerweise mindestens eine Vergenzeinstelleinrichtung mit einem Drehlager auf, mit dem mindestens eine der Kamerahalterungen zur Einstellung einer Vergenz zwischen den optischen Achsen der ersten Einzelkamera und der zweiten Einzelkamera um eine Drehachse drehbar an dem Träger gelagert ist. Somit können die erste und zweite Einzelkamera ein Objekt aus unterschiedlichen Perspektiven sozusagen anschauen können. Die erste Einzelkamera und/oder die zweite Einzelkamera können mittels der mindestens einen Vergenzeinstelleinrichtung relativ zum Träger und somit relativ zueinander verdreht werden, so dass ihre optischen Achsen auf einen jeweiligen Abstand zwischen dem zu erfassenden Objekt oder Bildbereich und der Stereokamera optimal einstellbar sind.

[0044] Die Stereokamera ist zweckmäßigerweise eine digitale Kamera. Besonders bevorzugt ist das Anwendungsgebiet der industriellen Bilderfassung. Selbstverständlich kann eine Stereokamera gemäß der Erfindung auch für andere Anwendungen eingesetzt werden, beispielsweise zur Überwachung von Objekten, auf dem Gebiet des Einbruchschutzes oder dergleichen.

[0045] Die Stereokamera umfasst beispielsweise Auswertemittel zur Auswertung von durch die Einzelkameras erzeugten digitalen Bilddaten.

[0046] Die Stereokamera kann auch Übertragungsmittel von durch die Kameras erzeugten digitalen Bilddaten umfassen. Diese Bilddaten kann die Stereokamera separat voneinander übertragen oder auch vorverarbeitet, beispielsweise durch die vorgenannten Auswertemittel. Die Übertragungsmittel umfassen beispielsweise eine USB-Schnittstelle, eine Ethernet-Schnittstelle oder dergleichen.

[0047] Der Träger der Stereokamera bzw. der Einzelkameras und des Projektors ist zweckmäßigerweise in oder an einem Gehäuse der Stereokamera angeordnet oder als Gehäuse ausgestaltet. Das Gehäuse ist vorzugsweise geschlossen, so dass die darin angeordneten Komponenten, beispielsweise Bildsensoren und dergleichen, geschützt sind. Es ist auch möglich, dass der Träger als ein Gestell ausgestaltet ist oder ein Tragegestell umfasst. Der Träger, z.B. das Gestell oder Tragegestell, kann in einem Gehäuse aufgenommen sein.

[0048] Das Gehäuse muss nicht vollständig geschlossen sein, sondern kann auch Öffnungen haben oder teilweise offen sein.

[0049] Der Projektor ist vorteilhaft zwischen den Einzelkameras angeordnet.

[0050] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Schrägansicht einer erfindungsgemäßen Stereokamera, deren Gehäuse in

Fig. 2 geöffnet ist,

Fig. 3 eine perspektivische Schrägansicht eines Projektors der Stereokamera gemäß **Fig. 1, 2**,

Fig. 4 eine Schnittdarstellung des Projektors gemäß **Fig. 3**, etwa entlang einer Schnittlinie A-A,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung des Projektors gemäß **Fig. 3**, etwa entlang einer Schnittlinie B-B,

Fig. 6 eine erste schematische Darstellung von durch den Projektor gemäß **Fig. 3-5** erzeugten Prüfbildern und

Fig. 7 eine zweite schematische Darstellung von durch den Projektor gemäß **Fig. 3-5** erzeugten Prüfbildern.

[0051] Eine in der Zeichnung dargestellte Stereokamera 10 weist eine erste Einzelkamera 11 und eine zweite Einzelkamera 12 auf, die zur Erzeugung eines stereoskopischen Bildes oder einer stereoskopischen Abbildung zusammenwirken. Die Einzelkameras 11 und 12 weisen jeweils ein Objektiv 13 auf. Die Einzelkameras 11 und 12 sind vorliegend digitale Kameras mit jeweils einem digitalen Sensor 14. Der Sensor 14 ist beispielsweise auf oder an einer Platine 15 oder einem sonstigen Träger der Einzelkamera 11 oder 12 angeordnet.

[0052] Die Stereokamera 10 umfasst beispielsweise eine Platine 17, auf der elektronische Komponenten zur Verarbeitung und/oder Übertragung der von den Sensoren 14 gelieferten Bildinformationen angeordnet sind. Es ist z.B. möglich, dass auf der Platine 17 nur Übertragungsmittel vorgesehen sind, beispielsweise zur Bedienung einer Schnittstelle 19, über die von der Stereokamera 10 erzeugte Bilddaten an eine Auswerteeinrichtung, zum Beispiel ein Computer, übermittelt werden können. Die schematisch ange deutete Schnittstelle 19 bzw. der entsprechende Durchbruch am Gehäuse der Stereokamera 10 umfasst beispielsweise eine USB-Schnittstelle und/oder eine Ethernet-Schnittstelle oder dergleichen.

[0053] Es kann aber auch direkt an Bord der Stereokamera 10 eine Auswerteeinrichtung 18 vorgesehen sein, z.B. eine digitale Bildverarbeitung oder Bildvorverarbeitung.

[0054] Die Einzelkameras 11 und 12 sind mittels Vergenzeinstelleinrichtungen 20 an einem Träger 30 der Stereokamera 10 beweglich gelagert. Die Einzelkameras 11 und 12 sind an Kamerahalterungen 21 und 22 gehalten, die an dem Träger 30 mittels Drehlagern 23 drehbar gelagert sind. Die Drehlager 23 ermöglichen eine Drehung der Kamerahalterungen 21 und 22 um Drehachsen 24 und 25.

[0055] Der Träger 30 umfasst ein Grundgehäuse 31, das mit einem Deckel 40 verschlossen ist. Insgesamt wird dadurch ein im wesentlichen geschlossenes Gehäuse 39 gebildet. Die Einzelkameras 11 und 12 sind in dem Gehäuse 39 geschützt aufgenommen.

[0056] Das Grundgehäuse 31 umfasst eine Deckwand 32 sowie eine Bodenwand 33. Die Deckwand 32 und die Bodenwand 33 sind durch Seitenwände 34 miteinander verbunden. Rückseitig ist am Grundgehäuse 31 eine Rückwand 35 vorgesehen.

[0057] Der Deckel 40 umfasst eine Frontwand 41, von der seitlich Schmalseitenumfangswände 42 und Längsseitenumfangswände 43 abstehen.

[0058] An der Frontwand 41 des Deckels 40 sind Durchtrittsöffnungen 44 für die Objektive 13 der Einzelkameras 11 und 12 vorgesehen. Mithilfe der Drehlager 23 können die Achsrichtungen der Einzelkameras 11, 12 zueinander in eine Vergenzlage gebracht werden. Das kann schon bei der Produktion oder Montage der Stereokamera 10 geschehen. Mithin ist also die Stereokamera 10 exakt eingerichtet oder ausgerichtet.

[0059] Die Auswerteeinrichtung 18 ist in der Lage, die von den Einzelkameras 11, 12 erzeugten Abbildungen weiter zu verarbeiten, beispielsweise dreidimensionale Daten zu erzeugen und an der Schnittstelle 19 auszugeben. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Auswerteeinrichtung 18 eine Zuordnung einzelner Pixel von durch die Einzelkameras 11, 12 erzeugten Aufnahmen zueinander durchführen kann, also beispielsweise wie eingangs erläutert eine sogenannte Disparity Map erzeugen kann.

[0060] Dieses Verfahren funktioniert gut, solange das Objekt, das durch die Einzelkameras 11, 12 aufgenommen wird, Kontraste und eine gewisse Strukturierung aufweist, so dass die Aufnahmen der Einzelkameras 11, 12 über die jeweilige Bildfläche in Farbe und/oder Helligkeit ausreichend voneinander unterschiedliche Bildpixel umfassen, die dementsprechend eine Zuordnung eines jeweiligen Bildpixels von einer Aufnahme der ersten Einzelkamera 11 zu einer Aufnahme der zweiten Einzelkamera 12 möglich macht. Wenn keine Kontraste vorhanden sind, sind alle Pixel der zu vergleichenden ersten und zweiten Aufnahme so wenig unterschiedlich oder quasi gleich, so dass eine Zuordnung von

Pixeln von der einen Aufnahme zur andern Aufnahme nicht möglich ist. Damit auch in einer solchen Situation, dass das Objekt keine Strukturierung oder Kontraste aufweist, die späteren Auswerteverfahren durch die Auswerteeinrichtung 18 optimal funktionieren, hat die Stereokamera 10 einen Projektor 50 an Bord.

[0061] Der Projektor 50 umfasst einen Projektorträger 51, der sozusagen ein Gehäuse des Projektors 50 darstellt. Der Projektorträger 51 bzw. das Gehäuse des Projektors 50 ist im Außen-Gehäuse 39 angeordnet. Der Projektorträger 51 weist eine obere Wand 52 und eine untere Wand 53 auf, zwischen denen sich eine Frontwand 54 erstreckt. Die Frontwand 54 ist durch eine Deckwand 55 frontal abgedeckt. Zwischen den Wänden 52 und 53 sind beispielsweise säulenartige Verbindungselemente 98 vorgesehen. Die Verbindungselemente 98 können selbstverständlich auch Kondensatoren, Batterien oder Akkumulatoren sein, die eine Stromversorgung oder Pufferung der Stromversorgung der Stereokamera 10 darstellen. An dieser Stelle sei bemerkt, dass bei einer erfindungsgemäßen Stereokamera bzw. deren Projektor vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Projektionsleuchtquelle nur impulsartig oder blitzlichtartig betrieben wird. Gerade in diesem Fall stellen die Batterien, Akkumulatoren und Kondensatoren, die vorzugsweise vorgesehen sind, kurzfristig genügend Strom bereit, um beispielsweise eine Leuchtdiode, die als Projektionsmittel dient, mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0062] Die Deckwand 55 und die Frontwand 54 weisen eine Projektionsobjektiv-Aufnahme 56 auf, in welcher ein Projektionsobjektiv 57 des Projektors 50 aufgenommen ist. Eine Fassung 58 des Projektionsobjektivs 57 trägt eine Linsenanordnung 59 und ist in der Projektionsobjektiv-Aufnahme 56 aufgenommen, beispielsweise eingeschraubt oder eingesteckt. Die Deckwand 55 und die Frontwand 54 sind beispielsweise anhand von Schrauben 60 miteinander verbunden, wobei eine Klebeverbindung, Steckverbindung oder dergleichen auch möglich wäre.

[0063] Das Projektionsobjektiv 57 befindet sich in einem Strahlengang 61, der bei einem Projektionsleuchtmittel 62 beginnt. Das Projektionsleuchtmittel 62 umfasst beispielsweise eine Leuchtdiode 63 (LED), die an einer Platine 64 angeordnet ist. Das von dem Projektionsleuchtmittel 62 erzeugte Licht strahlt durch den Strahlengang 61 in einer Projektionsrichtung 65 nach vorn und gelangt durch eine Öffnung 45 des Deckels 40 nach außen. Die Öffnung 45 kann so bemessen sein, dass sie das Projektionsobjektiv 57 aufnehmen kann.

[0064] Das Licht wird durch eine Linsenanordnung umfassend eine Linse 66 und eine Linse 67 auf

einen Musterträger 68 projiziert. Es wäre selbstverständlich auch denkbar, dass keine der beiden Linsen 66, 67 oder weitere Linsen vorhanden sind. Es handelt sich bei den Linsen 67, 66 beispielsweise um Kondensorlinsen.

[0065] Der Musterträger 68 umfasst ein Prüfmuster oder eine Bildstruktur 69, beispielsweise das in **Fig. 6** dargestellte Gittermuster.

[0066] Wenn also das Licht des Projektionsleuchtmittels 62 den Musterträger 68 durchdringt, wird die Bildstruktur 69 auf ein Objekt O, zum Beispiel einen mehrdimensionalen Körper, projiziert und erzeugt dort ein Prüfbild P1. Aus Gründen der Vereinfachung ist das Prüfbild P1 in der Darstellung gemäß **Fig. 6** auf eine Fläche projiziert.

[0067] Der Musterträger 68 umfasst beispielsweise ein Glas, eine Folie oder eine dünne Schicht, an der die Bildstruktur 69 angeordnet ist, zum Beispiel ein Punktmuster oder Gittermuster. Man kann die Bildstruktur 69 auch als ein Prüfmuster 70 bezeichnen oder die Bildstruktur 69 umfasst ein Prüfmuster 70.

[0068] Der Musterträger 68 ist an einem Musterträger-Halter 71 angeordnet, der beweglich an einem Träger 72 gelagert ist. Der Träger 72 ist beispielsweise plattenartig oder scheibenartig. Der Träger 72 ist beispielsweise mit der oberen Wand 52 und der unteren Wand 53 verbunden, zum Beispiel anhand von Steckverbindungen, Klebeverbindungen oder zweckmäßigerweise auch verschraubt, zum Beispiel mittels Schrauben 73. Jedenfalls ist der Träger 72 fest im Gehäuse bzw. Projektorträger 51 verankert.

[0069] Der Strahlengang 61 verläuft zwischen der Frontwand 54 und dem Träger 72 durch einen Körper 74 und zwischen der Platine 64 bzw. dem Projektionsleuchtmittel 62 und dem Träger 72 durch einen Körper 75 hindurch. Der Körper 75 und der Körper 74 sind ebenfalls fest, jedenfalls zumindest im Wesentlichen licht-dicht, mit dem Träger 72 verbunden, so dass der Strahlengang 61 nur vorn, nämlich an der vorderen Seite des Projektionsobjektivs 57, offen ist.

[0070] Nun könnte eine Ausführungsform der Erfindung vorsehen, dass anstelle des Projektionsleuchtmittels 62 ein schematisch angedeutetes elektronisches Bilderzeugungsmodul 76, beispielsweise ein DLP-Modul, zur Erzeugung unterschiedlicher Prüfbilder vorgesehen ist.

[0071] Vorliegend wird jedoch das Prüfmuster 70 im Strahlengang 61 verstellt, beispielsweise quer zur Projektionsrichtung 65, so dass auf dem Objekt O nicht nur das erste Prüfbild P1, sondern auch ein zweites Prüfbild P2, das relativ zum Prüfbild P1 verschoben ist (**Fig. 6**), erzeugbar ist. Dadurch ist die

Auswerteeinrichtung 18 in der Lage, eine sogenannte Disparity Map zu erstellen.

[0072] Der Träger 72 bildet eine Art Rahmen, in welchem der Musterträger-Halter 71 und somit auch der Musterträger 68 beweglich aufgenommen sind. In dem Träger 72 ist eine Aussparung 77 vorhanden, in welcher der scheibenartig ausgestaltete Musterträger-Halter 71 sowie eine Stelleinrichtung 78 mit einem Stellantrieb 79 sowie einem Übertragungsgetriebe 80 angeordnet sind.

[0073] Der Musterträger-Halter 71 ist anhand eines Lagers 81 beweglich in der Aussparung 77 aufgenommen. Das Lager 81 umfasst eine Aufhängung 82 mit einem Federelement 83. Das Federelement 83 umfasst einen U-förmigen Abschnitt 84 und einen ebenso U-förmigen Abschnitt 85, die über einen Bogenabschnitt von etwa 90° miteinander unmittelbar verbunden sind. Während die Seitenschenkel des Abschnittes 84 quer zur horizontal verlaufen bzw. sich in ihrer Längsrichtung sozusagen zwischen den beiden Einzelkameras 11, 12 erstrecken, sind die Seitenschenkel des Abschnittes 85 dazu winkelig, nämlich vorliegend rechtwinkelig. Andere Winkelstellungen wären natürlich auch möglich. Vorteilhaft verlaufen die Seitenschenkel des Abschnittes 85 vertikal zwischen den beiden Einzelkameras 11, 12.

[0074] Der Musterträger-Halter 71 ist in Draufsicht, das heißt in einer Sicht entlang der Projektionsrichtung 65, etwa rechteckig, insbesondere quadratisch. Darauf kommt es jedoch nicht an.

[0075] Zweckmäßigerweise ist das Federelement 83 bzw. die Aufhängung 82 relativ filigran, so dass der Musterträger-Halter 71 relativ frei beweglich in der Aussparung 77 aufgenommen ist.

[0076] Die Seitenschenkel des Abschnittes 84 sind relativ zueinander beweglich, wodurch der Musterträger-Halter 71 in einer ersten Querrichtung R1 quer zur Projektionsrichtung 65 beweglich ist.

[0077] Die Seitenschenkel des Abschnittes 85 sind relativ zueinander ebenfalls beweglich, wodurch der Musterträger-Halter 71 dadurch in einer zweiten Querrichtung R2, die rechtwinkelig zur ersten Querrichtung R1 und ebenfalls rechtwinkelig zur Projektionsrichtung 65 ist, beweglich gelagert ist.

[0078] Mithin ist also der Musterträger 68 mit zwei Bewegungsfreiheitsgraden quer zur Projektionsrichtung 65 beweglich relativ zum Projektorträger 51.

[0079] Vorzugsweise hat das Federelement 83 eine Rückstellungswirkung dahingehend, dass es den Musterträger 68 in Richtung einer Ausgangsposition, die dem Prüfbild P1 entspricht, zurückverstellt.

[0080] Der Musterträger-Halter 71 weist einen Durchbruch 86 auf, durch den das Licht in der Projektionsrichtung 65 durch den Musterträger-Halter 71 hindurch gelangen kann und dabei den Musterträger 68 in der Art eines Diapositivs durchleuchtet, wobei die Bildstruktur 69 bzw. das Prüfmuster 70 auf das Objekt O projiziert wird.

[0081] Der Stellantrieb 79 umfasst einen Piezo-Antrieb mit einem Piezo-Element 87, das an einem Längsendbereich in einer Aufnahme 88 am Träger 72 aufgenommen ist. Ein anderer Längsendbereich 89 des Piezo-Elements 87 ist mit einem Hebel 90 des Übertragungsgetriebes 80 verbunden, beispielsweise in einer Aufnahme 93, insbesondere einer Steckaufnahme, am Hebel 90 aufgenommen.

[0082] Der Hebel 90 umfasst einen ersten Hebelarm 91 und einen zweiten Hebelarm 92, die zueinander winkelig sind, beispielsweise rechtwinkelig. Die Aufnahme 93 ist beispielsweise am Hebelarm 91 vorgesehen, d.h. das Piezo-Element 87 wirkt auf den Hebelarm 91.

[0083] Der Hebelarm 91 ist mittels eines flexiblen Verbindungsabschnittes 94 an den Träger 72 angelenkt. Eine Längserstreckungsrichtung des Hebelarms 91 und eine Längserstreckungsrichtung des Piezo-Elements 87 winkelig, vorliegend rechtwinkelig. Der Stellantrieb 79 wirkt quer zur Längserstreckungsrichtung des Hebelarms 91 auf denselben, so dass dieser um den Verbindungsabschnitt 94 schwenkt. Mithin verläuft also eine Schwenkachse durch den Verbindungsabschnitt 94 oder bildet der Verbindungsabschnitt 94 ein Schwenklager. Selbstverständlich könnten im Bereich des Verbindungsabschnittes 94 oder anstelle desselben auch ein Lagergelenk oder andere die Schwenkbeweglichkeit des Hebelarms 91 ermöglichende Komponenten vorgesehen sein.

[0084] Das Piezo-Element 87, also ein Linearantrieb, wirkt auf den Hebelarm 91 etwa in einem mittleren Bereich zwischen dem Verbindungsabschnitt 94 und dem Hebelarm 92.

[0085] Der Hebelarm 92 steht an einem freien Endbereich des Hebelarms 91 von diesem ab.

[0086] Die Längserstreckungsrichtungen des Hebelarms 92 und des Piezo-Elements 87 oder des Linearantriebs sind parallel oder etwa parallel.

[0087] Die Längserstreckungsrichtungen des Hebelarms 91 und des Hebelarms 92 sind zueinander winkelig, z.B. etwa rechtwinkelig.

[0088] Wenn der Hebelarm 91 um den Verbindungsabschnitt 94 schwenkt, bewegt er sich in etwa in der Querrichtung R2. Wenn an das Piezo-Element 87

eine Spannung angelegt wird, dehnt sich dieses entlang einer Achse D aus und dadurch wird der Hebelarm 91 beispielsweise in Richtung des Musterträgers 68 ausgelenkt, während bei Abfall dieser Spannung oder einer entsprechend anders gepolten Spannung der Hebelarm 91 wieder zurück verstellt wird, z.B. weil sich das Piezo-Element 87 entlang der Achse D wieder zusammenzieht.

[0089] Es ist auch möglich, dass der Verbindungsabschnitt 94 eine federnde Wirkung hat, also als eine Rückstellfeder wirkt. Mithin wirkt in diesem Fall der Stellantrieb 79 nur unidirektional oder wird bei der Rückstellbewegung von der federnden Eigenschaft des Verbindungsabschnitts 94 unterstützt. Selbstverständlich könnte auch das Federelement 83 zu der Rückstellwirkung beitragen.

[0090] Vom Hebelarm 91 steht der Hebelarm 92 ab, beispielsweise ebenfalls rechtwinkelig. Der Hebelarm 92 ist also mit einem Längsendbereich am Hebelarm 91 angeordnet, vorliegend mit diesem einstückig. Sein anderer Längsendbereich ist unterhalb des Musterträger-Halters 71 am Träger 72 abgestützt, beispielsweise sogar direkt mit diesem über einen Verbindungsabschnitt 95 verbunden. Statt des Verbindungsabschnitts 95 könnte das Längsende des Hebelarms 92 auch nur am Träger 72 abgestützt anliegen.

[0091] Ein Verbindungsabschnitt 96, beispielsweise etwa längsmittig am Hebelarm 92, verbindet den Hebelarm 92 mit dem Musterträger-Halter 71. Dort könnte der dem Musterträger-Halter 71 auch nur lose auf dem Hebelarm 92 aufliegen.

[0092] Wenn sich also der Hebelarm 91 in der Zeichnung nach rechts, das heißt zum Musterträger-Halter 71 hinbewegt, wird dadurch der Hebelarm 92 ebenfalls in der Zeichnung nach rechts, das heißt in Richtung seines Verbindungsabschnitts 95 kraftbeaufschlagt oder gestaucht, wodurch sich der Hebelarm 92 zum Musterträger-Halter 71 hin durchbiegt (in Querrichtung R1), was durch einen Kraftpfeil K1 in der Zeichnung (**Fig. 5**) angedeutet ist. Dadurch wird der Musterträger-Halter 71 mit einer Kraft K in der Querrichtung R1 beaufschlagt, wodurch die Bildstruktur 69 oder das Prüfmuster 70 in der Zeichnung nach oben (gestrichelt dargestellt), jedenfalls relativ zur Ausgangslage quer zur Projektionsrichtung 65 bewegt wird. In diesem Fall erzeugt der Projektor 50 das Prüfbild P2, das einen seitlichen Versatz, in **Fig. 6** beispielsweise nach oben, zum Prüfbild P1 hat.

[0093] Es ist auch möglich, dass der Musterträger-Halter 72 als Ganzes mit einer Kraft K2 ausgelenkt wird, z.B. mit einem elektrischen Stellmotor 179, z.B. einem Elektromagneten.

[0094] Die beiden Einzelkameras 11, 12 nehmen simultan Aufnahmen von dem Prüfbild P1 und dem Prüfbild P2 auf, die von der Auswerteeinrichtung 18 ausgewertet werden, zum Beispiel um eine Disparity Map zu erzeugen.

[0095] Das Übertragungsgetriebe 80 bildet ein Übersetzungsgetriebe. Beispielsweise können die relativ kleinen Auslenkungen des Piezo-Elements 87 dadurch deutlich verstärkt werden. Der Stellweg des Piezo-Elements 87 beträgt beispielsweise etwa 10-20 Mikrometer. Der erste Hebelarm 91 erzeugt beispielsweise schon eine Übersetzungsverhältnis von etwa 1 zu 2 und der zweite Hebelarm 92 ein Übersetzungsverhältnis von ca. 1 zu 3, was eine Weg-Verlängerung von etwa insgesamt 1 zu 6 bedeutet.

[0096] Das Federelement 83 bzw. die Aufhängung 82 sind einstückig mit dem Träger 72. Auch die Teile des Hebels 90 einschließlich der Verbindungsabschnitte 94-96 sind miteinander einstückig. Auch der Verbindungsabschnitt 96 und der Musterträger-Halter 71 sind mit dem Hebelarm 92 einstückig, das heißt alle der vorgenannten Komponenten bzw. die im Querschnitt gemäß **Fig. 5** sichtbaren Komponenten des Trägers 72 und der Träger 72 selbst, mit Ausnahme des Piezo-Elements 87, sind einstückig. Besonders einfach ist eine Fertigung beispielsweise anhand einer Ausfräsung eines Rohlings oder als Spritzgussteil oder Gussteil.

[0097] Auf der Platine 64 kann eine Ansteuerung für den Stellantrieb 79 vorgesehen sein. Bevorzugt weist die Auswerteeinrichtung 18, jedenfalls die Stereokamera 10, eine Ansteuerung für den Stellantrieb 79 auf. Es ist möglich, dass die Auswerteeinrichtung 18 nicht nur den Stellantrieb 79, sondern auch die beiden Einzelkameras 11, 12 zur simultanen Aufnahme der Prüfbilder P1 und P2 ansteuert, um so eine optimal koordinierte Prüfbild-Erfassung und anschließende Auswertung der Aufnahmen der beiden Einzelkameras 11, 12 zur Herstellung einer Disparity Map zu gewährleisten.

[0098] Der Musterträger-Halter 71 bildet eine Projektionskomponente 100, die durch das Übertragungsgetriebe 80 angetrieben wird. Selbstverständlich wäre es denkbar, dass anstelle des Musterträger-Halters 71 oder zusätzlich zu diesem beispielsweise die Positionen des Projektionsleuchtmittels 62 verändert werden (angedeutet durch einen Pfeil 97), diese also auch eine Projektionskomponente darstellt, die von einem Stellantrieb angetrieben wird.

[0099] Auch die Position des Projektionsobjektivs 57 könnte durch eine Stelleinrichtung verstellt werden, was durch einen Pfeil 99 angedeutet ist.

[0100] In beiden vorgenannten Szenarien ist es möglich, örtlich oder in der Dimension voneinander verschiedene Prüfbilder zu erzeugen.

[0101] In Fig. 6 ist das Prüfmusters 70 gitterförmig. Bevorzugt sind jedenfalls nicht repetitive Strukturen, beispielsweise ein Muster mit mehreren Punkten in Gestalt des Prüfmusters 70b gemäß Fig. 7.

Patentansprüche

1. Stereokamera mit einer ersten Einzelkamera (11) und einer zweiten Einzelkamera (12) zur Erzeugung eines stereoskopischen Bildes, mit einer ersten Kamerahalterung (21) für die erste Einzelkamera (11) und einer zweiten Kamerahalterung (22) für die zweite Einzelkamera (12), wobei die erste und die zweite Kamerahalterung (21, 22) an einem Träger (30) angeordnet sind, wobei die Stereokamera einen Projektor (50) zur Projektion eines Prüfbildes in einer Projektionsrichtung (65) von der Stereokamera (10) weg auf ein Objekt (O) aufweist, das anhand der ersten Einzelkamera und der zweiten Einzelkamera erfassbar ist, wobei der Projektor (50) zur Erzeugung eines ersten Prüfbildes (P1) und mindestens eines von dem ersten Prüfbild (P1) verschiedenen zweiten Prüfbildes (P2) ausgestaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Projektor (50) zur Erzeugung des ersten Prüfbilds (P1) und des mindestens einen zweiten Prüfbilds (P2) ein identisches Prüfmuster (70) projiziert, wobei der Projektor (50) eine Stelleinrichtung (78) mit einem Stellantrieb (79) zur Projektion des Prüfmusters (70) in zwei voneinander verschiedenen Positionen bezüglich der ersten und/oder der zweiten Einzelkamera (12) aufweist, und dass der Stellantrieb (79) einen Piezo-Antrieb aufweist.

2. Stereokamera nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Prüfbild (P1) und das mindestens eine zweite Prüfbild (P2) ein identisches Prüfmuster (70) oder eine identische Bildstruktur (69) umfassen, das oder die zur Erzeugung des ersten Prüfbilds (P1) in einer ersten Position und zur Erzeugung des mindestens einen zweiten Prüfbilds (P2) in einer zweiten Position durch den Projektor (50) auf das Objekt (O) projizierbar sind.

3. Stereokamera nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Projektor (50) ein elektronisches Bilderzeugungsmodul (76), insbesondere ein LCD-Modul und/oder ein LCoS-Modul und/oder ein DLP-Modul, zur Erzeugung des ersten und des mindestens einen zweiten Prüfbilds (P2) umfasst.

4. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Prüfmuster (70) auf einem zumindest abschnittsweise lichtdurchlässigen Musterträger

(68), insbesondere einer Folie, angeordnet ist, hinter welchem bezüglich der Projektionsrichtung (65) ein Projektionsleuchtmittel (62), insbesondere eine LED-Anordnung, und vor dem zweckmäßigerweise bezüglich der Projektionsrichtung (65) ein Projektionsobjektiv (57) angeordnet ist, wobei mindestens eine Projektionskomponente (100), die den Musterträger (68) oder einen diesen haltenden Musterträger-Halter (71) und/oder das Projektionsleuchtmittel (62) und/oder das Projektionsobjektiv (57) umfasst, bezüglich eines Projektorträgers (51) beweglich gelagert und durch die Stelleinrichtung (78) verstellbar ist.

5. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stelleinrichtung (78) zur Verstellung mindestens einer der Projektionskomponenten (100) in Relation zu mindestens einer jeweils anderen der Projektionskomponenten (100) ausgestaltet ist, wobei durch die Verstellung der jeweiligen Projektionskomponente (100) das erste Prüfbild (P1) eine von dem mindestens einen zweiten Prüfbild (P2) andere Position auf dem Objekt (O) hat.

6. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stellantrieb (79) mindestens einen elektrischen Stellmotor und/oder einen Elektromagneten zum Antreiben der Projektionskomponente (100) aufweist.

7. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stelleinrichtung (78) ein zwischen dem Stellantrieb (79) und der Projektionskomponente (100) angeordnetes Übertragungsgetriebe (80) aufweist.

8. Stereokamera nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragungsgetriebe (80) eine Vergrößerung eines Stellweges des Stellantriebs (79) bewirkt und/oder ein Übersetzungsgetriebe ist.

9. Stereokamera nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragungsgetriebe (80) und/oder ein die Projektionskomponente (100) am Projektorträger (51) lagerndes Lager (81) ausschließlich biegeflexible Abschnitte als bewegliche Getriebekomponenten und/oder bewegliche Lagerkomponenten aufweisen.

10. Stereokamera nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragungsgetriebe (80) eine Hebelanordnung mit mindestens einem Hebel (90) aufweist, wobei der mindestens eine Hebel (90) auf mindestens eine Projektionskomponente (100), insbesondere den den Musterträger (68) haltenden Musterträger-Halter (71), wirkt.

11. Stereokamera nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Projektionskomponente (100), insbesondere der Musterträger-Halter (71), über den mindestens einen Hebel (90) beweglich bezüglich des Projektorträhers (51), insbesondere des Gehäuses der Stereokamera, gelagert ist, wobei der mindestens eine Hebel (90) einerseits an der Projektionskomponente (100) ortsfest festgelegt ist und andererseits bezüglich des Projektorträhers (51) ortsfest festgelegt ist.

12. Stereokamera nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Hebel (90) und mindestens eine Projektionskomponente (100), insbesondere der Musterträger-Halter (71), und/oder der Projektorträger (51) und/oder ein Träger (72), der den Hebel (90) am Projektorträger (51) abstützt, einstückig sind, insbesondere durch Ausfräsungen aus einem Rohling hergestellt sind.

13. Stereokamera nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Hebel (90) einen ersten, vom Stellantrieb (79) angetriebenen Hebelarm(91) und einen mit dem ersten Hebelarm (91) verbundenen und durch den ersten Hebelarm (91) angetriebenen zweiten Hebelarm (92) aufweist, wobei die Hebelarme (91, 92) zueinander insbesondere winkelig sind.

14. Stereokamera nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Hebel (90) oder mindestens ein Hebel der Hebelanordnung biegeflexibel ist oder einen biegeflexiblen Abschnitt aufweist und durch eine Kraftbeaufschlagung eine Auslenkung der mit dem Hebel (90) verbundenen Projektionskomponente (100), insbesondere des Musterträger-Halters (71), bewirkt.

15. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Projektionskomponente (100), insbesondere der Musterträger-Halter (71), beweglich an dem Projektorträger (51) aufgehängt ist und/oder im Wesentlichen quer zu der Projektionsrichtung (65) durch die Stelleinrichtung (78) verstellbar ist.

16. Stereokamera nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mindestens eine Vergenzeinrichtung (20) mit einem Drehlager aufweist mit dem mindestens eine der Kamerahalterungen zur Einstellung einer Vergenz zwischen den optischen Achsen der ersten Einzelkamera (11) und der zweiten Einzelkamera (12) um eine Drehachse drehbar an dem Träger (30) gelagert ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

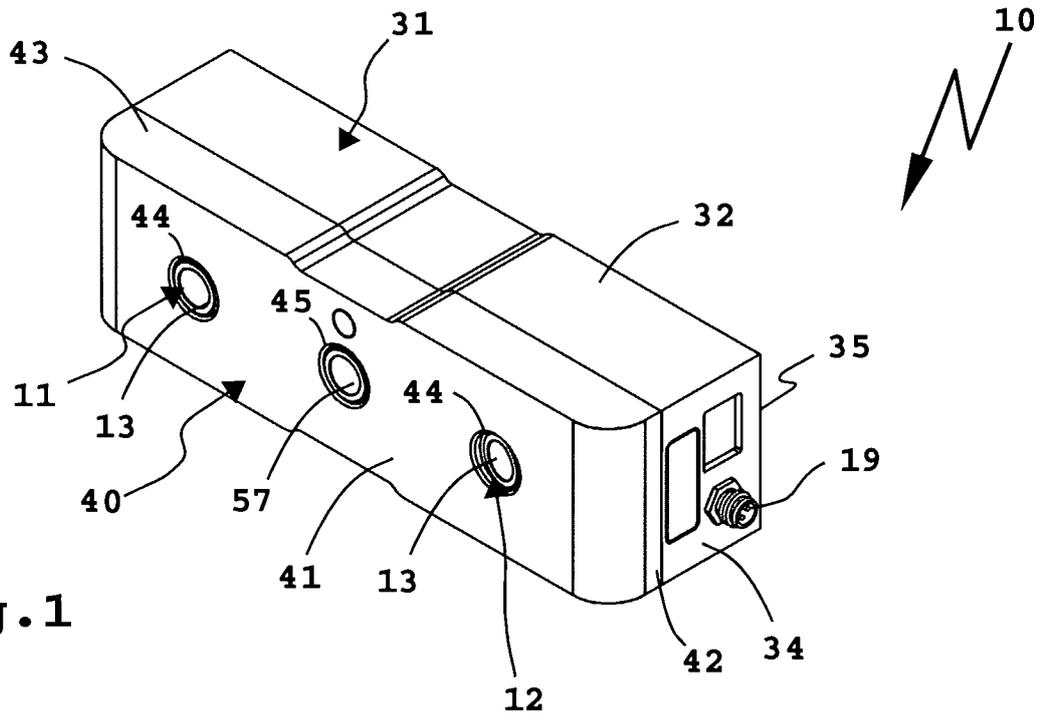


Fig. 1

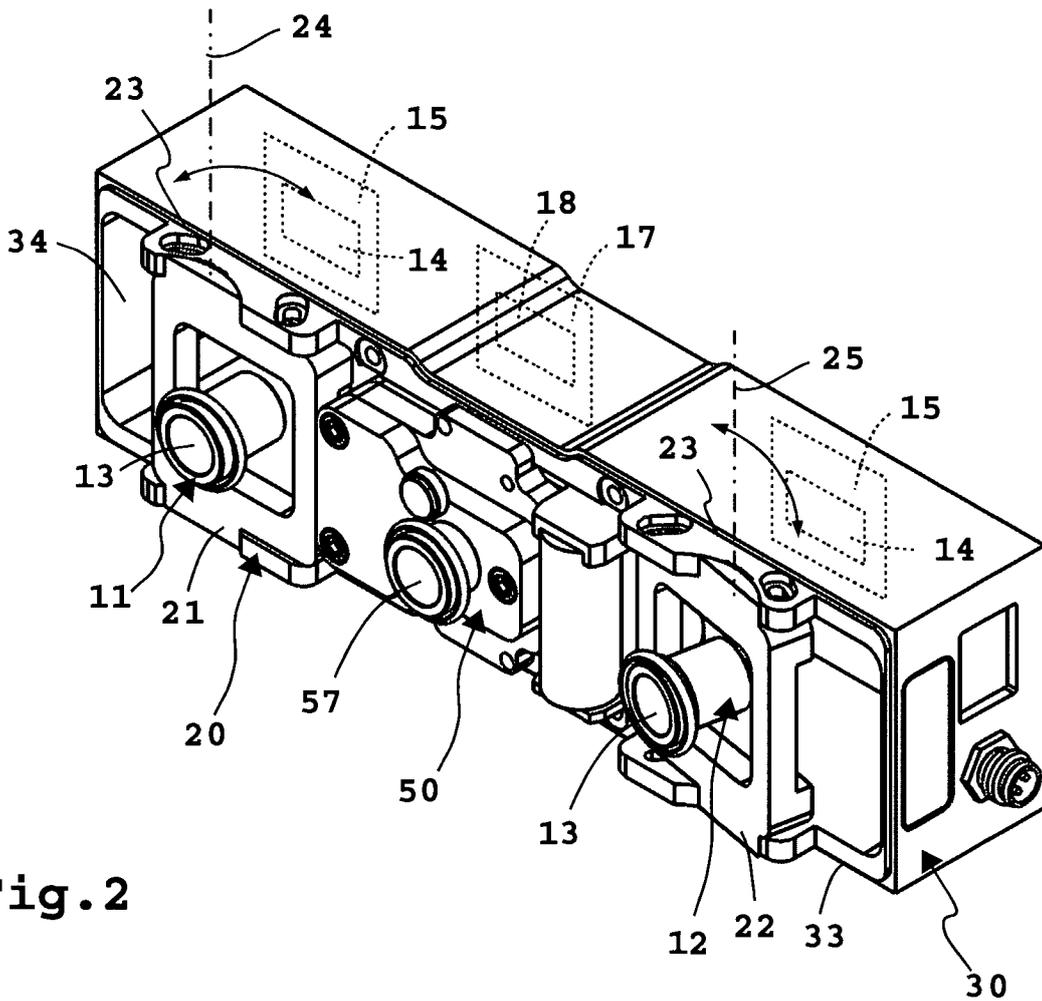


Fig. 2

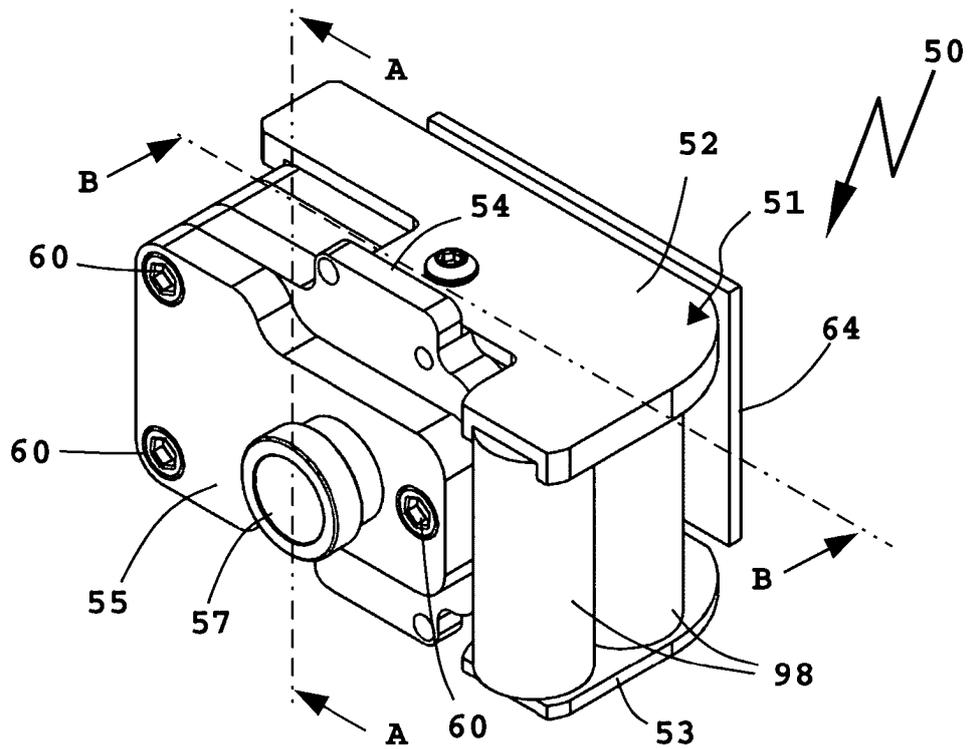


Fig. 3

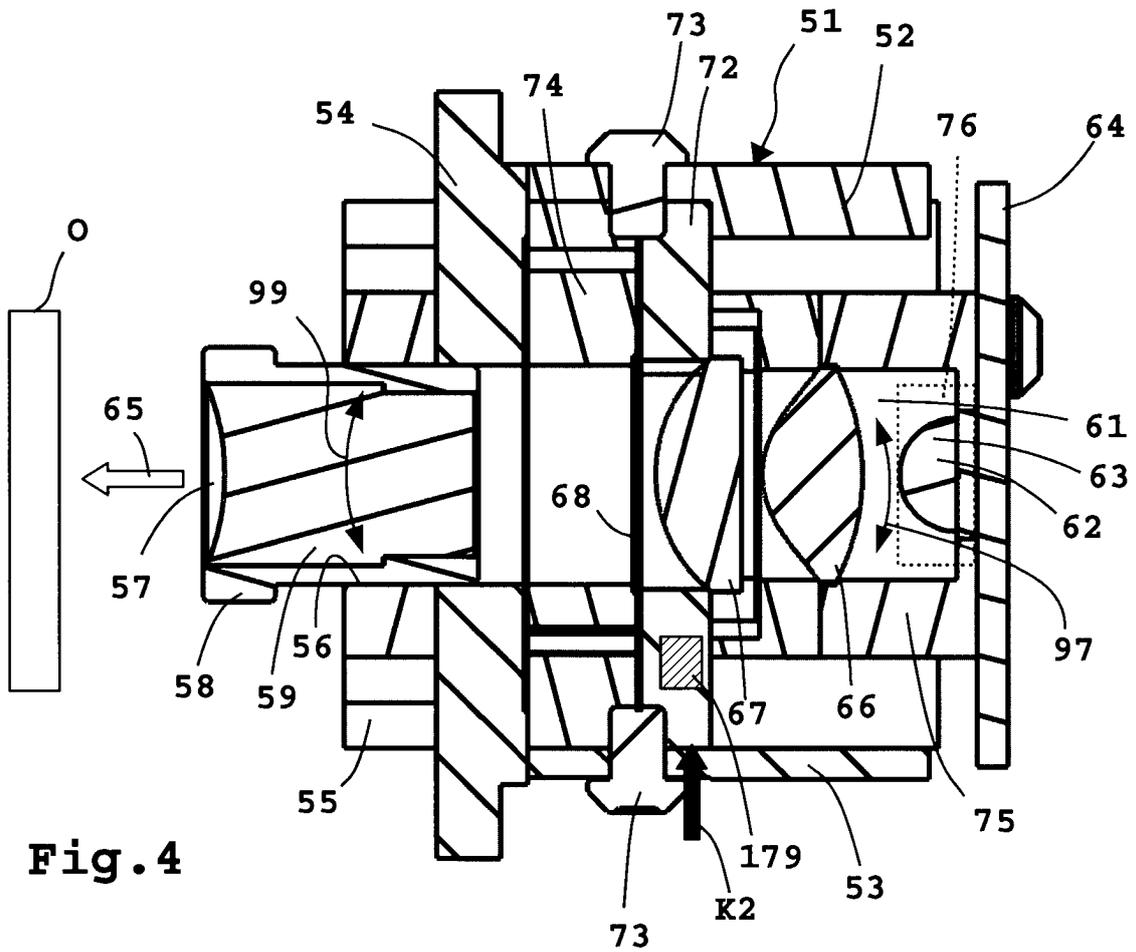


Fig. 4

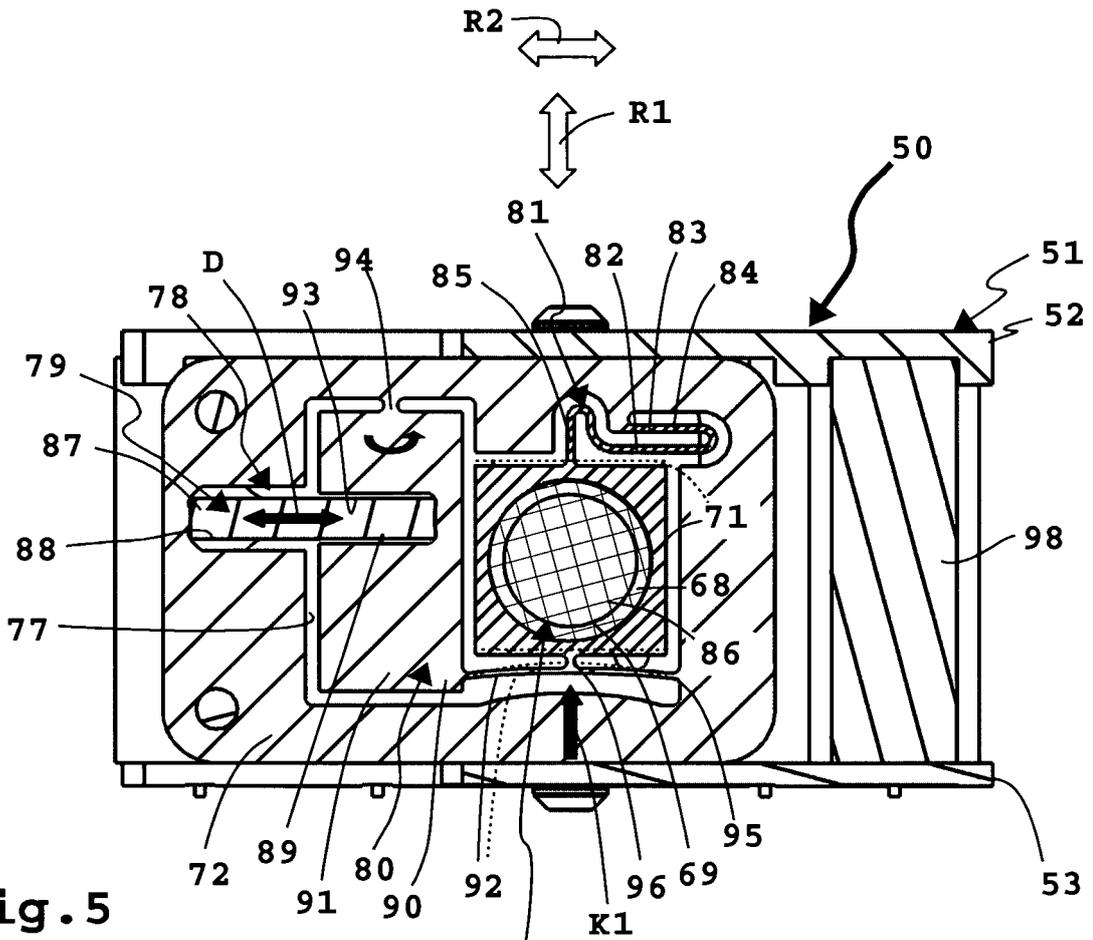


Fig. 5

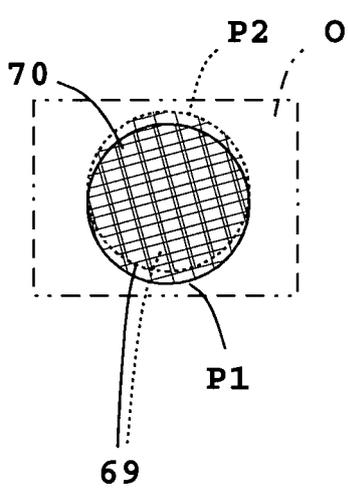


Fig. 6

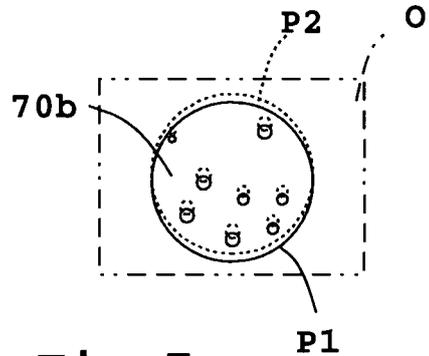


Fig. 7