



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 222 865.5**
(22) Anmeldetag: **21.12.2018**
(43) Offenlegungstag: **25.06.2020**

(51) Int Cl.: **G02B 27/00** (2006.01)
G03B 17/17 (2006.01)
G03B 37/04 (2006.01)
G03B 35/06 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)
G02B 7/28 (2006.01)
G02B 7/36 (2006.01)
H04M 1/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(72) Erfinder:
**Wippermann, Frank, 98617 Meiningen, DE;
Duparré, Jacques, 07745 Jena, DE**

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler,
Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373
München, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

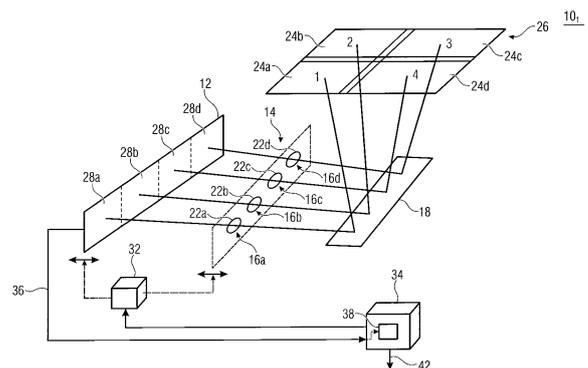
DE	10 2016 208 210	A1
DE	10 2017 206 442	A1
US	2017 / 0 353 682	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung mit einer Multiaperturabbildungsvorrichtung zur Erzeugung einer Tiefenkarte**

(57) Zusammenfassung: Eine erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine Multiaperturabbildungsvorrichtung mit einem Bildsensor (12); einem Array (14) von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen (16a-d), wobei jeder optische Kanal (16a-d) eine Optik (22a-d) zur Abbildung zumindest eines Teilgesichtsfeldes (24a-d) eines Gesamtgesichtsfeldes (26₁, 26₂) auf einen Bildsensorbereich (28a-d) des Bildsensors (12) umfasst, einer Strahlumlenkeinrichtung (18) zum Umlenken eines Strahlengangs (104) der optischen Kanäle (16a-d), und einer Fokussiereinrichtung (32) zum Einstellen einer Fokusslage der Multiaperturabbildungsvorrichtung. Die Vorrichtung weist ferner eine Steuereinrichtung (34; 54) auf, die ausgebildet ist, um die Fokussiereinrichtung (32) zu steuern und um Bildinformationen (36) von dem Bildsensor (12) zu empfangen; wobei die Steuereinrichtung (34; 54) konfiguriert ist, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung in eine Abfolge von Fokusslagen (56) zu steuern, um eine korrespondierende Abfolge von Bildinformationen (36) des Gesamtgesichtsfeldes (26₁, 26₂) zu erfassen, und um aus der Abfolge von Bildinformationen (36) eine Tiefenkarte (38) für das erfasste Gesamtgesichtsfeld zu erstellen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Multiaperturabbildungsvorrichtungen, insbesondere eine Vorrichtung mit einer Multiaperturabbildungsvorrichtung. Die Vorrichtung ist konfiguriert, um die von der Multiaperturabbildungsvorrichtung enthaltenen Informationen zur Erstellung einer Tiefenkarte und/oder zum Akkumulieren von Bildinformationen zu verwenden. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ferner auf Tiefeninformationsgewinnung aus Fokus-Stacks mit einer Array-Kamera und/oder ein Selbstportrait vor verändertem Hintergrund mit einer Array-Kamera.

[0002] Multiaperturabbildungsvorrichtungen können das Objektfeld mittels mehrerer Teilgesichtsfelder abbilden. Es existieren Konzepte, die durch Verwendung eines Strahlumlenksystems, etwa eines Spiegels, eine Ablenkung einer Blickrichtung der Kamera-Kanäle aus der Vorrichtungsebene in eine andere Richtung des Gesamtsystems ermöglichen, beispielsweise in etwa senkrecht dazu. Diese senkrechte Richtung kann beispielsweise im Anwendungsfall eines Mobiltelefons in eine Richtung des Gesichts des Benutzers oder in Richtung der vor ihm liegenden Umgebung erfolgen und im Wesentlichen mittels schaltbarer Klappspiegel erfolgen.

[0003] Wünschenswert wären Vorrichtungen zur effizienten Bildgenerierung und/oder Vorrichtungen zur einfachen Handhabung.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine Vorrichtung mit einer Multiaperturabbildungsvorrichtung zu schaffen, die eine effiziente Bilderstellung ermöglicht und/oder eine einfache Handhabung ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0006] Eine Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass durch Aufnahme einer Abfolge von Bildern in einer Abfolge von Fokuslagen die Tiefenkarte aus eigenen Bildinformationen erstellt werden kann, so dass es auf Disparitätsinformationen nicht ankommt und möglicherweise auf die Verwendung derartiger Informationen verzichtet werden kann.

[0007] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts umfasst eine Vorrichtung eine Multiaperturabbildungsvorrichtung. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung umfasst einen Bildsensor, ein Array von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen, wobei jeder optische Kanal eine Optik zur Abbildung zumindest eines Teilgesichtsfelds eines Gesamtgesichtsfelds auf einen Bildsensorbereich des Bildsensors umfasst. Die Multiaperturabbildungsvor-

richtung weist eine Strahlenumlenkeinrichtung zum Umlenken eines Strahlengangs der optischen Kanäle auf und weist eine Fokussiereinrichtung zum Einstellen einer Fokusslage der Multiaperturabbildungsvorrichtung auf. Eine Steuereinrichtung der Vorrichtung ist ausgebildet, um die Fokussiereinrichtung zu steuern und um Bildinformationen von dem Bildsensor zu empfangen. Die Steuereinrichtung ist konfiguriert, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung in eine Abfolge von Fokuslagen zu steuern, um eine korrespondierende Abfolge von Bildinformationen des Gesamtgesichtsfelds zu erfassen, und um aus der Abfolge von Bildinformationen eine Tiefenkarte für das erfasste Gesamtgesichtsfeld zu erstellen. Vorteilhaft daran ist, dass die Tiefenkarte aus der Abfolge von Fokuslagen erzeugt werden kann, so dass bereits eine Aufnahme des Gesamtgesichtsfelds aus einer Blickrichtung einen hinreichenden Umfang von Informationen zur Erstellung der Tiefenkarte liefern kann.

[0008] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Steuereinrichtung ausgebildet, um in der Abfolge von Fokuslagen eine korrespondierende Anzahl von Gruppen von Teilbildern zu erfassen. Jedes Teilbild ist hierbei einem abgebildeten Teilgesichtsfeld zugeordnet, so dass jede der Gruppen von Teilbildern eine gemeinsame Fokusslage aufweist. Die Steuereinrichtung ist konfiguriert, um einen Vergleich von lokalen Bildschärfeninformationen in den Teilbildern auszuführen und um hieraus die Tiefenkarte zu erstellen. Dies wird beispielsweise dadurch ermöglicht, dass bei bekannter Fokusslage, die durch die Steuereinrichtung zur Erfassung der Gruppe von Teilbildern eingestellt wurde, und unter Bestimmung scharf abgebildeter Objekte, das bedeutet, Objekte, die sich in der jeweils eingestellten Fokusslage befinden, eine Information darüber erhalten werden kann, dass die jeweils scharf abgebildeten Bildbereiche in einem Abstand zur Multiaperturabbildungsvorrichtung befindlich aufgenommen wurden, die mit der eingestellten Fokusslage korrespondiert. Durch Verwendung mehrerer Gruppen von Teilbildern und mithin mehrerer Fokuslagen lässt sich eine entsprechende Information für unterschiedliche Objekte und somit für das Gesamtgesichtsfeld erzeugen, um so zur Tiefenkarte zu gelangen. Dies ermöglicht eine großflächige oder gar vollständige Kartierung des Gesamtgesichtsfelds bezüglich einer Tiefeninformation.

[0009] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Vorrichtung ausgebildet, um die Fokussiereinrichtung so zu steuern, dass die Abfolge von Fokuslagen im Wesentlichen äquidistant im Bildraum verteilt ist. Dies kann durch eine möglichst exakte äquidistante Anordnung, aber auch durch Berücksichtigen eines Toleranzbereichs von bis zu $\pm 25\%$, $\pm 15\%$ oder $\pm 5\%$ erfolgen, wobei die Abfolge von Fokuslagen zwischen einer minimalen Fokusslage und einer maximalen Fokusslage der Abfolge ver-

teilt ist. Durch die Äquidistanz im Bildbereich kann eine gleichmäßige Präzision der Tiefenkarte über unterschiedliche Entfernungen erhalten werden.

[0010] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Vorrichtung ausgebildet, um basierend auf der Abfolge von Bildinformationen eine Abfolge von das Gesamtgesichtsfeld wiedergebenden Gesamtbildern zu erzeugen, wobei jedes Gesamtbild auf einer Kombination von Teilbildern gleicher Fokusslage basiert. Dieses Zusammenfügen von Teilbildern kann unter Verwendung der Tiefenkarte erfolgen, um eine hohe Bildqualität in dem zusammengeführten Gesamtbild zu erhalten.

[0011] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Vorrichtung ausgebildet, um ein das Gesamtgesichtsfeld wiedergebendes Gesamtbild basierend auf der Tiefenkarte zu verändern. In Kenntnis der Tiefenkarte können unterschiedliche Bildmanipulationen ausgeführt werden, beispielsweise ein nachträgliches Scharfstellen und/oder Unschärfstellenn eines oder mehrerer Bildbereiche.

[0012] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist ein erster optischer Kanal des Arrays ausgebildet, um ein erstes Teilgesichtsfeld des Gesamtgesichtsfelds abzubilden, wobei ein zweiter optischer Kanal des Arrays ausgebildet ist, um ein zweites Teilgesichtsfeld des Gesamtgesichtsfelds abzubilden. Ein dritter optischer Kanal ist ausgebildet, um das Gesamtgesichtsfeld vollständig abzubilden. Dies ermöglicht die Verwendung zusätzlicher bildgebender Funktionalitäten, etwa im Hinblick auf einen Zoom-Bereich und/oder einer Auflösungserhöhung.

[0013] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts weist die Fokussiereinrichtung zumindest einen Aktor zum Einstellen der Fokusslage auf. Die Fokussiereinrichtung ist so angeordnet, dass sie zumindest teilweise zwischen zwei Ebenen angeordnet ist, die durch Seiten eines Quaders aufgespannt werden, wobei die Seiten des Quaders zueinander sowie zu einer Zeilenerstreckungsrichtung des Arrays und eines Teils des Strahlengangs der optischen Kanäle zwischen dem Bildsensor und der Strahlumlenkeinrichtung parallel ausgerichtet sind. Das Volumen des Quaders ist minimal und dennoch so gestaltet, dass es den Bildsensor, das Array und die Strahlumlenkeinrichtung umfasst. Dies ermöglicht die Ausgestaltung der Multiaperturabbildungsvorrichtung mit einer geringen Abmessung entlang einer Tiefenrichtung normal zu den Ebenen.

[0014] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts weist die Multiaperturabbildungsvorrichtung eine Dickenrichtung auf, die normal zu den zwei Ebenen angeordnet ist. Der Aktor weist eine Abmessung parallel zu der Dickenrichtung auf. Ein Anteil von höchstens 50% der Abmessung des Aktors ist

ausgehend von einem Bereich zwischen den beiden Ebenen so angeordnet, dass er über die zwei Ebenen hinausragt. Durch die Anordnung des Aktors in einem Umfang von zumindest 50% zwischen den Ebenen wird eine dünne Ausgestaltung der Multiaperturabbildungsvorrichtung erhalten, was auch eine dünne Ausgestaltung der Vorrichtung ermöglicht.

[0015] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts umfasst die Fokussiereinrichtung einen Aktor zum Bereitstellen einer Relativbewegung zwischen einer Optik zumindest eines der optischen Kanäle und dem Bildsensor. Dies ermöglicht eine einfache Einstellung der Fokusslage.

[0016] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Fokussiereinrichtung ausgebildet, um die Relativbewegung zwischen der Optik eines der optischen Kanäle und dem Bildsensor unter Ausführung einer zu der Relativbewegung simultanen Bewegung der Strahlumlenkeinrichtung auszuführen. Dies ermöglicht die Beibehaltung der eingestellten optischen Beeinflussung durch die Strahlumlenkeinrichtung, beispielsweise im Hinblick auf eine strahlumlenkende Fläche der Strahlumlenkeinrichtung, die in unveränderter Größe genutzt wird, um den Strahlengang umzulenken, was eine geringe Größe der Strahlumlenkeinrichtung ermöglicht, da auf das Vorhalten von größeren Flächen bei vergrößertem Abstand verzichtet werden kann.

[0017] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist die Fokussiereinrichtung so angeordnet, dass sie um höchstens 50% aus dem Bereich zwischen den Ebenen des Quaders herausragt. Durch Anordnen der gesamten Fokussiereinrichtung in dem Bereich zwischen den Ebenen, also auch eventueller mechanischer Komponenten und dergleichen, wird eine sehr dünne Ausgestaltung der Multiaperturabbildungsvorrichtung und mithin der Vorrichtung ermöglicht.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist der zumindest eine Aktor der Fokussiereinrichtung ein piezoelektrischer Biegeaktor. Dies ermöglicht den Erhalt der Abfolge von Fokusslagen mit geringem zeitlichem Abstand.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts umfasst die Fokussiereinrichtung zumindest einen Aktor, der ausgebildet ist, um eine Bewegung bereitzustellen. Die Fokussiereinrichtung umfasst ferner eine mechanische Einrichtung zum Übertragen der Bewegung an das Array zum Einstellen der Fokusslage. Der Aktor ist an einer dem Array abgewandten Seite des Bildsensors angeordnet und die mechanische Einrichtung ist so angeordnet, dass ein Kraftfluss lateral an dem Bildsensor vorbeiläuft. Alternativ ist der Aktor an einer dem Array abgewandten Seite der Strahlumlenkeinrichtung angeordnet und

die mechanische Einrichtung so angeordnet, dass ein Kraftfluss lateral an der Strahlumlenkeinrichtung vorbeiläuft. Dies ermöglicht die Ausgestaltung der Multiaperturabbildungsvorrichtung dergestalt, dass der Aktuator in lateraler Richtung senkrecht zu der Dickenrichtung angeordnet wird und dabei weder die Strahlengänge der optischen Kanäle blockiert und gleichzeitig eine Aufdeckung der Vorrichtung vermieden werden kann. Bei Verwendung mehrerer Aktoren sehen Ausführungsbeispiele vor, sämtliche Aktoren an der dem Array abgewandten Seite des Bildsensors anzuordnen, sämtliche der Aktoren an der dem Array abgewandten Seite der Strahlumlenkeinrichtung anzuordnen oder eine Teilmenge der Aktoren an der dem Array abgewandten Seite des Bildsensors anzuordnen und eine hierzu disjunkte Teilmenge an der dem Array abgewandten Seite der Strahlumlenkeinrichtung anzuordnen.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts ist eine relative Lage der Strahlumlenkeinrichtung zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung umschaltbar, so dass in der ersten Stellung der Strahlengang in Richtung eines ersten Gesamtgesichtsfelds umgelenkt wird und in der zweiten Stellung der Strahlengang in Richtung eines zweiten Gesamtgesichtsfelds umgelenkt wird. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, um die Strahlumlenkeinrichtung in die erste Position zu steuern, um eine Abbildungsinformation des ersten Gesamtgesichtsfelds von dem Bildsensor zu erhalten, wobei die Steuereinrichtung ferner ausgebildet ist, um die Strahlumlenkeinrichtung in die zweite Position zu steuern, um eine Abbildungsinformation des zweiten Gesamtgesichtsfelds von dem Bildsensor zu erhalten. Die Steuereinrichtung ist ferner ausgebildet, um einen Teil der ersten Abbildungsinformation in die zweite Abbildungsinformation einzufügen, um eine akkumulierte Bildinformation zu erhalten, die stellenweise das erste Gesamtgesichtsfeld und stellenweise das zweite Gesamtgesichtsfeld wiedergibt. Dies ermöglicht eine einfache Handhabung der Vorrichtung, da ein aufwendiges Umpositionieren der Multiaperturabbildungsvorrichtung, etwas zur Selbstaufnahme vor einem Hintergrund verzichtet werden kann. Dies ist insbesondere vorteilhaft möglich durch die selbsterzeugte Tiefenkarte.

[0021] Eine weitere Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, erkannt zu haben, dass durch Kombinieren von Bildinformationen unterschiedlicher Gesamtgesichtsfelder, so dass in einer akkumulierten Bildinformation stellenweise das erste Gesamtgesichtsfeld und stellenweise das zweite Gesamtgesichtsfeld wiedergegeben wird, eine einfache Handhabung der Vorrichtung erhalten werden kann, da beispielsweise auf eine aufwendige Positionierung des Nutzers und/oder der Vorrichtung verzichtet werden kann.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts umfasst eine Vorrichtung eine Multiaperturabbildungsvorrichtung mit einem Bildsensor, einem Array von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen und einer Strahlumlenkeinrichtung. Jeder optische Kanal des Arrays umfasst eine Optik zur Abbildung zumindest eines Teilgesichtsfelds eines Gesamtgesichtsfelds auf einem Bildsensorbereich des Bildsensors. Die Strahlumlenkeinrichtung ist zum Umlenken eines Strahlengangs der optischen Kanäle eingerichtet, wobei eine relative Lage der Strahlumlenkeinrichtung zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung umschaltbar ist, so dass in der ersten Stellung der Strahlengang in Richtung eines ersten Gesamtgesichtsfelds umgelenkt wird und in der zweiten Stellung der Strahlengang in Richtung eines zweiten Gesamtgesichtsfelds umgelenkt wird. Die Vorrichtung weist ferner eine Steuereinrichtung auf, die ausgebildet ist, um die Strahlumlenkeinrichtung in die erste Position zu steuern. Derart angesteuert kann eine Abbildungsinformation von der Steuereinrichtung erhalten werden, die sich auf das erste Gesamtgesichtsfeld bezieht, das auf dem Bildsensor abgebildet wird. Die Steuereinrichtung ist konfiguriert, um die Strahlumlenkeinrichtung in die zweite Position zu steuern, um eine Abbildungsinformation des zweiten Gesamtgesichtsfelds von dem Bildsensor zu erhalten. Eine Reihenfolge des Erhaltens der Abbildungsinformation des ersten Gesamtgesichtsfelds und des Erhaltens der Abbildungsinformation des zweiten Gesamtgesichtsfelds kann hierbei beliebig sein. Die Steuereinrichtung ist konfiguriert, um einen Teil der ersten Abbildungsinformation in die zweite Abbildungsinformation einzufügen, um eine akkumulierte Bildinformation zu erhalten, die stellenweise das erste Gesamtgesichtsfeld und stellenweise das zweite Gesamtgesichtsfeld wiedergibt. Dies ermöglicht die Kombination von Bildinhalten unterschiedlicher Gesamtgesichtsfelder, so dass auf die aufwendige Positionierung der Vorrichtung und/oder Bildgegenständen verzichtet werden kann.

[0023] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist das erste Gesamtgesichtsfeld entlang einer Richtung angeordnet, die einer Nutzerrichtung der Vorrichtung entspricht oder, die einer entgegengesetzt angeordneten Weltrichtung der Vorrichtung entspricht. Dies ermöglicht die Kombination von Bildinhalten in dem ersten Gesamtgesichtsfeld mit einem Gesamtgesichtsfeld, das hiervon verschieden ist.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des zweiten Aspekts ist darüber hinaus das zweite Gesamtgesichtsfeld entlang einer Richtung angeordnet, die dem anderen aus der Nutzerrichtung und der Weltrichtung entspricht, so dass die beiden Gesamtgesichtsfelder zusammengenommen die Weltrichtung und die Nutzerrichtung erfassen. In der akkumulierten Bildinformation können so Inhalte aus der

Weltrichtung und Inhalte aus der Nutzerrichtung miteinander kombiniert werden.

[0025] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist die Steuereinrichtung ausgebildet, um eine Person in der ersten Bildinformation zu identifizieren und zu segmentieren, d. h. zu separieren oder zumindest die Bildinformation bezüglich der Person zu kopieren, und um das Abbild der Person in die zweite Bildinformation einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation zu erhalten. Dies ermöglicht das Einfügen des Abbilds der Person in einer Bildumgebung, die eigentlich entlang einer anderen Richtung der Vorrichtung angeordnet ist.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung hiervon ist die Vorrichtung ausgebildet, um die Person automatisch zu identifizieren und um das Abbild der Person automatisch in die zweite Bildinformation einzufügen. Dies ermöglicht den Erhalt einer Selbstaufnahme (Selfie) vor einem eigentlich anderen Hintergrund. Hierdurch kann ein aufwendiges Positionieren der Vorrichtung, der Person und/oder des Hintergrunds vermieden werden. Es ermöglicht ferner, die Spiegelverkehrtheit des Hintergrunds zu kompensieren.

[0027] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist die Vorrichtung ausgebildet, um den Teil, etwa eine Person oder zumindest einen Teil hiervon, unter Verwendung einer durch die Vorrichtung aus der ersten Abbildungsinformation erzeugten Tiefenkarte zu identifizieren und/oder zu segmentieren. Die Tiefenkarte kann bspw. unter Verwendung des ersten Aspekts oder durch andere Mittel erstellt werden. Dies ermöglicht eine einfache Implementierung der Ausführungsform.

[0028] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist die Vorrichtung ausgebildet, um für die zweite Bildinformation eine Tiefenkarte mit einer Mehrzahl von Tiefenebenen zu erstellen und, um die erste Bildinformation in einer vorbestimmten Tiefenebene der zweiten Bildinformation einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation zu erhalten. Dies ermöglicht die im Hinblick auf die vorgegebene oder vorbestimmte Tiefenebene tiefenrichtige Integration der ersten Bildinformation in die zweite Bildinformation.

[0029] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hiervon ist die vorgegebene Tiefenebene innerhalb eines Toleranzbereichs von 10% gleich einem Abstand des ersten Gesamtgesichtsfelds von der Vorrichtung. Dies ermöglicht den Erhalt der akkumulierten Bildinformation dergestalt, dass das zweite Gesamtgesichtsfeld so dargestellt wird, als wäre die erste Bildinformation, bzw. der Ausschnitt hieraus, entlang der anderen Richtung der Vorrichtung angeordnet gewesen.

[0030] Gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform hiervon basiert die vorgegebene Tiefenebene auf einer mittels der Platzierung der ersten Bildinformation assoziierte Benutzereingabe. Dies ermöglicht es, dass durch die Benutzereingabe die zu berücksichtigende Tiefenebene zwischen unterschiedlichen Aufnahmen veränderlich ist und/oder an die Auswahl des Benutzers anpassbar ist.

[0031] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist die Vorrichtung konfiguriert, um die erste Bildinformation zu skalieren, um eine skalierte erste Bildinformation zu erhalten, und um die skalierte erste Bildinformation in die zweite Bildinformation einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation zu erhalten. Dies ermöglicht es, die erste Bildinformation so in die zweite Bildinformation einzufügen, dass eine vorgegebene Wahrnehmung in der akkumulierten Bildinformation erhalten wird, insbesondere im Hinblick auf die Größe der ersten Bildinformation, was insbesondere in Kombination mit der anpassbaren Tiefenebene, in welche die erste Bildinformation eingefügt wird, vorteilhaft ist, so dass neben der tiefenrichtigen Einfügung auch eine größenrichtige Darstellung ermöglicht ist.

[0032] Gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist die Vorrichtung konfiguriert, um einen Abstand eines Objekts, das in der ersten Bildinformation abgebildet ist, bezüglich der Vorrichtung zu bestimmen, und um die erste Bildinformation basierend auf einem Vergleich des bestimmten Abstands mit der vorbestimmten Tiefenebene in der zweiten Bildinformation zu skalieren. Dies ermöglicht es, einen durch die Tiefenebene veränderten Abstand der ersten Bildinformation bei Einfügen in die zweite Bildinformation automatisch durch eine Skalierung, d. h., Anpassung der Größe, zu berücksichtigen.

[0033] Gemäß einem Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt ist die Vorrichtung konfiguriert, um das erste Gesamtgesichtsfeld und das zweite Gesamtgesichtsfeld innerhalb eines Zeitintervalls von zumindest 0,1 ms bis höchstens 30 ms zu erfassen. Die Untergrenze ist hierbei optional. Eine dergestalt schnelle Erfassung beider Gesamtgesichtsfelder ermöglicht es, Veränderungen in den Gesamtgesichtsfeldern, die durch die Zeit bedingt sind, zu reduzieren oder gar zu vermeiden.

[0034] Gemäß einem Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt ist die Vorrichtung konfiguriert, um die akkumulierte Bildinformation als Videodatenstrom zu erhalten. Hierfür kann die Vorrichtung eine Mehrzahl von akkumulierten Bildinformationen für eine Mehrzahl von sequenziellen Abbildungen des ersten Gesamtgesichtsfelds und/oder des zweiten Gesamtgesichtsfelds erhalten und diese zu einer Bildsequenz als Videodatenstrom zusammenfügen.

[0035] Alternativ oder zusätzlich sehen Ausführungsbeispiele in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt vor, die akkumulierte Bildinformation als Einzelbild bzw. stillstehendes Bild (engl.: Still-Image) bereitzustellen.

[0036] Gemäß einem Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt umfasst die erste Bildinformation die Abbildung eines Nutzers und die zweite Bildinformation umfasst eine Weltansicht der Vorrichtung. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, um ein Abbild des Nutzers, ggf. basierend auf mit der Vorrichtung erzeugten Tiefenkarteninformationen, aus der ersten Bildinformation zu segmentieren und das Abbild des Nutzers in die Weltansicht einzufügen. Dies ermöglicht den einfachen Erhalt einer Selbstaufnahme mit der Vorrichtung.

[0037] Gemäß einem Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt ist die Vorrichtung ausgebildet, um das Abbild des Nutzers tiefenrichtig in die Weltansicht einzufügen. Dies ermöglicht den Eindruck, als stünde der Nutzer vor der Weltansicht, ohne dass die hierfür aufwendige Positionierung erforderlich ist.

[0038] Gemäß einem Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt ist die Vorrichtung konfiguriert, um mit unterschiedlichen Fokuslagen eine Abfolge von Abbildungen des ersten Gesamtgesichtsfelds und/oder des zweiten Gesamtgesichtsfelds zu erfassen, und um aus der Abfolge von Abbildungen eine Tiefenkarte für das erste Gesamtgesichtsfeld und/oder das zweite Gesamtgesichtsfeld zu erstellen. Dies ermöglicht insbesondere die Kombination der zweiten Bildinformation mit der ersten Bildinformation in einer vorgegebenen Tiefenebene und/oder die tiefenrichtige Abbildung, wobei hierfür die Vorteile des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung ausgenutzt werden können. Das bedeutet, der erste Aspekt ist mit Ausgestaltungen des zweiten Aspekts kombinierbar und/oder der zweite Aspekt ist mit Ausgestaltungen des ersten Aspekts kombinierbar. Insbesondere in Kombination ergeben die beiden Aspekte vorteilhafte Ausgestaltungen, auf die noch eingegangen wird.

[0039] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in abhängigen Patentansprüchen definiert.

[0040] Unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nachfolgend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt;

Fig. 1b eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts;

Fig. 1c eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, die den ersten Aspekt und den zweiten Aspekt kombiniert;

Fig. 2a eine schematische Ansicht unterschiedlicher Fokuslagen gemäß einem Ausführungsbeispiel, in welche eine Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt steuerbar ist;

Fig. 2b eine schematische Darstellung der Verwendung einer aus unterschiedlichen Fokuslagen gemäß einem Ausführungsbeispiel erstellten Tiefenkarte sowie deren Generierung;

Fig. 3a eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei dem ein Bildsensor ein Array optischer Kanäle und eine Strahlumlenkeinrichtung einen Quader im Raum aufspannen;

Fig. 3b eine schematische Seitenschnittansicht der Vorrichtung aus **Fig. 3a** gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei der die Multiaperturabbildungsvorrichtung eine Mehrzahl von Aktoren aufweist;

Fig. 3c eine schematische Seitenschnittansicht der Multiaperturabbildungsvorrichtung aus **Fig. 3a** und/oder **3b**, bei der basierend auf unterschiedlichen Stellungen der Strahlumlenkeinrichtung unterschiedliche Gesamtgesichtsfelder erfassbar sind;

Fig. 4a eine schematische Aufsicht auf eine Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei der der Aktor als piezoelektrischer Biegeaktor gebildet ist;

Fig. 4b eine schematische Seitenschnittansicht der Vorrichtung aus **Fig. 4a** zur Verdeutlichung der Anordnung des Aktuators zwischen den Ebenen des Quaders, die im Zusammenhang mit der **Fig. 3a** beschrieben sind;

Fig. 5a-c schematische Darstellungen von Anordnungen von Teilgesichtsfeldern in einem Gesamtgesichtsfeld, gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts;

Fig. 7a ein schematisches Diagramm zur Verdeutlichung der Verarbeitung der Bildinformationen, die gemäß einem Ausführungsbeispiel

durch Abbildung der Gesamtgesichtsfelder erhalten werden können;

Fig. 7b eine schematische Darstellung einer Skalierung eines Teils einer Abbildungsinformation in der akkumulierten Bildinformation gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

Fig. 8 Teile einer Multiaperturabbildungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, die in erfindungsgemäßen Vorrichtungen des ersten und/oder zweiten Aspekts eingesetzt werden kann.

[0041] Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im Detail anhand der Zeichnungen näher erläutert werden, wird darauf hingewiesen, dass identische, funktionsgleiche oder gleichwirkende Elemente, Objekte und/oder Strukturen in den unterschiedlichen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind, so dass die in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellte Beschreibung dieser Elemente untereinander austauschbar ist bzw. aufeinander angewendet werden kann.

[0042] **Fig. 1a** zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung **10₁** gemäß dem ersten Aspekt. Die Vorrichtung **10₁** umfasst eine Multiaperturabbildungsvorrichtung, die einen Bildsensor **12** und ein Array **14** von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen **16a-e**. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung umfasst ferner eine Strahlumlenkeinrichtung **18** zum Umlenken eines Strahlengangs der optischen Kanäle **16a-d**. Hierdurch können die Strahlengänge der optischen Kanäle **16a-d** zwischen einem lateralen Verlauf zwischen dem Bildsensor **12** durch Optiken **22a-d** des Arrays **14** hin zu der Strahlumlenkeinrichtung **18** hin zu einem nicht-lateralen Verlauf umgelenkt werden. Unterschiedliche optische Kanäle **16a-d** werden insgesamt so umgelenkt, dass jeder optische Kanal **16a-d** ein Teilgesichtsfeld **24a-d** eines Gesamtgesichtsfelds **26** auf einem Bildsensorbereich **28a-d** des Bildsensors **12** abbildet. Die Teilgesichtsfelder **24a-d** können eindimensional oder zweidimensional, basierend auf unterschiedlichen Brennweiten der Optiken **22a-d** auch dreidimensional im Raum verteilt sein. Zur besseren Verständlichkeit wird das Gesamtgesichtsfeld **26** nachfolgend so beschrieben, dass die Teilgesichtsfelder **24a-d** eine zweidimensionale Verteilung aufweisen, wobei einander benachbarte Teilgesichtsfelder **24a-d** miteinander überlappen können. Ein Gesamtbereich der Teilgesichtsfelder ergibt das Gesamtgesichtsfeld **26**.

[0043] Die Multiaperturabbildungsvorrichtung umfasst eine Fokussiereinrichtung **32** zum Einstellen einer Fokussierung der Multiaperturabbildungsvorrichtung. Dies kann durch Verändern einer relativen Lage oder Position zwischen dem Bildsensor **12** und dem Array **14** erfolgen, wobei die Fokussiereinrich-

ung **32** ausgebildet sein kann, um eine Position des Bildsensors **12** und/oder eine Position des Arrays **14** zu verändern, um eine veränderliche Relativposition zwischen dem Bildsensor **12** und dem Array **14** zu erhalten, um so die Fokussierung der Multiaperturabbildungsvorrichtung einzustellen.

[0044] Die Einstellung der relativen Position kann kanalindividuell, für Gruppen von optischen Kanälen oder auch kanalglobal erfolgen. So kann beispielsweise eine einzelne Optik **22a-d**, eine Gruppe der Optiken **22a-d** oder alle Optiken **22a-d** gemeinsam bewegt werden. Selbiges trifft für den Bildsensor **12** zu.

[0045] Die Vorrichtung umfasst eine Steuereinrichtung **34**, die ausgebildet ist, um die Fokussiereinrichtung **32** zu steuern. Darüber hinaus ist die Steuereinrichtung **34** ausgebildet, um Bildinformationen **36** von dem Bildsensor **12** zu empfangen. Hierbei kann es sich beispielsweise um die auf die Bildsensorbereiche **28a-d** abgebildeten Teilgesichtsfelder **24a-d** handeln, bzw. um Informationen oder Daten, die den Abbildungen entsprechen. Dies schließt eine Zwischenverarbeitung der Bildinformationen **36** nicht aus, beispielsweise im Hinblick auf eine Filterung, Glättung oder dergleichen.

[0046] Die Steuereinrichtung **34** ist konfiguriert, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung in eine Abfolge von Fokussierungen zu steuern, um eine korrespondierende Abfolge von Bildinformationen des Gesamtgesichtsfelds **26** zu erfassen. Die Steuereinrichtung **34** ist ausgebildet, um aus der Abfolge von Bildinformationen eine Tiefenkarte **38** für das Gesamtgesichtsfeld **26** zu erstellen. Die Tiefenkarte **38** kann über ein entsprechendes Signal bereitgestellt werden. Die Steuereinrichtung **34** kann basierend auf den durch unterschiedliche Relativpositionen zwischen dem Bildsensor **12** und dem Array **14** erhaltenen unterschiedlichen Fokussierungen unterschiedliche Bilder desselben Gesichtsfelds **26** erfassen bzw. unterschiedlich fokussierte Teilbilder hiervon in Übereinstimmung mit der Segmentierung durch die Teilgesichtsfelder **24a-d**.

[0047] Tiefenkarten können für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden, beispielsweise zur Bildbearbeitung, aber auch zur Bildzusammenfügung. So kann die Steuereinrichtung **34** ausgebildet sein, um Einzelbilder, die von den Bildsensorbereichen **28a** bis **28d** erhalten werden, unter Verwendung der Tiefenkarte **38** miteinander zu verbinden, um eine Bildinformation **42** zu erhalten, die die Abbildung des Gesamtgesichtsfelds **26** wiedergibt, das bedeutet, ein Gesamtbild. Für derartige Verfahren zum Zusammenfügen von Teilbildern, im Englischen auch als „Stitching“ bezeichnet, ist die Verwendung einer Tiefenkarte besonders vorteilhaft.

[0048] Unter Verwendung der Tiefenkarte kann die Steuereinrichtung ausgebildet sein, um die Teilbilder einer Gruppe von Teilbildern zu einem Gesamtbild zusammenzusetzen. Das bedeutet, die für das Stitching verwendete Tiefenkarte kann aus den zu stichenden Teilbildern selbst erzeugt werden. Bspw. kann basierend auf der Folge von Bildinformationen kann eine Abfolge von das Gesamtgesichtsfeld wiedergebenden Gesamtbildern erzeugt werden. Jedes Gesamtbild kann auf einer Kombination von Teilbildern gleicher Fokusslage basieren. Alternativ oder zusätzlich können zumindest zwei, mehrere oder alle Gesamtbilder aus der Abfolge kombiniert werden, um ein Gesamtbild mit erweiterter Information zu erhalten, etwa zum Erzeugen eines Bokeh-Effekts. Alternativ oder zusätzlich kann das Bild auch so dargestellt werden, dass das gesamte Bild künstlich scharf ist, das bedeutet, eine höhere Anzahl als in den Einzelbildern von Teilbereichen ist scharfgestellt, beispielsweise das gesamte Bild.

[0049] Die Vorrichtung **10₁** ist konfiguriert, um das Abbild des Gesamtgesichtsfelds als Monoaufnahme zu erstellen und, um die Tiefenkarte **38** aus der Abfolge von Monoaufnahmen zu erstellen. Obwohl auch eine mehrfache Abtastung des Gesamtgesichtsfelds **26** möglich ist, kann die Vorrichtung **10** bereits aus einer Monoaufnahme die Tiefenkarte erzeugen, was einer Einsparung zusätzlicher Aufnahmen aus unterschiedlicher Blickrichtung einsparen kann, etwa unter Verwendung einer mehrfachen Aufnahme mit der gleichen Vorrichtung oder durch redundanten Anordnung zusätzlicher optischer Kanäle.

[0050] **Fig. 1b** zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung **10₂** gemäß einem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts. Verglichen mit der Vorrichtung **10₁** weist die Vorrichtung **10₂** anstelle der Steuereinrichtung **34** eine Steuereinrichtung **44** auf, die konfiguriert ist, um die Strahlumlenkeinrichtung in unterschiedliche Positionen **18₁** und **18₂** zu steuern. In den unterschiedlichen Positionen **18₁** und **18₂** weist die Strahlumlenkeinrichtung **18** eine voneinander verschiedene relative Lage auf, so dass in den unterschiedlichen Positionen oder Stellungen Abbildungsinformationen von unterschiedlichen Gesamtgesichtsfeldern **26₁** und **26₂** erhalten werden, da die Strahlengänge der optischen Kanäle **16a-d** in unterschiedliche und von den verschiedenen Stellungen **18₁** und **18₂** beeinflusste Richtungen gelenkt werden. Alternativ oder zusätzlich zu der Steuereinrichtung **34** weist die Vorrichtung **10₂** eine Steuereinrichtung **44** auf, die konfiguriert ist, um die Strahlumlenkeinrichtung in die erste Stellung **18₁** zu steuern, um eine Abbildungsinformation des ersten Gesamtgesichtsfelds **26₁** von dem Bildsensor **12** zu erhalten. Zuvor oder danach ist die Steuereinrichtung **44** ausgebildet, um die Strahlumlenkeinrichtung **18** in die zweite Stellung **18₂** zu steuern, um eine Abbildungsinformation des zweiten Gesamtgesichtsfelds

26₂ von dem Bildsensor **12** zu erhalten. Die Steuereinrichtung **44** ist ausgebildet, um einen Teil der ersten Abbildungsinformation **46₁** in die zweite Abbildungsinformation **46₂** einzufügen, um eine gemeinsame oder akkumulierte Bildinformation **48** zu erhalten. Die akkumulierte Bildinformation **48** kann stellenweise das erste Gesamtgesichtsfeld **26₁** und stellenweise das zweite Gesamtgesichtsfeld **26₂** wiedergeben, wobei dies bildmanipulierende oder bildverarbeitende Schritte mitumfasst. Das bedeutet, die akkumulierte Bildinformation **48** basiert stellenweise auf einer Abbildung des Gesamtgesichtsfelds **26₁** und an anderen Stellen auf der Abbildung des Gesamtgesichtsfelds **26₂**.

[0051] Die Steuereinrichtung **44** kann ausgebildet sein, um ein Signal **52** bereitzustellen, das die akkumulierte Bildinformation **48** enthält oder wiedergibt. Optional können auch die Bildinformationen **46₁** und/oder **46₂** durch das Signal **52** ausgegeben werden.

[0052] **Fig. 1c** zeigt eine schematische Ansicht einer Vorrichtung **10₃** gemäß einem Ausführungsbeispiel, die anstelle der Steuereinrichtung **34** aus **Fig. 1a** und anstelle der Steuereinrichtung **44** aus **Fig. 1b** eine Steuereinrichtung **54** aufweist, die die Funktionalität der Steuereinrichtung **34** und der Steuereinrichtung **44** kombiniert und ausgebildet ist, um basierend auf einer veränderlichen Fokusslage der Vorrichtung **10₃** die Tiefenkarte **38** zu erstellen und um die akkumulierte Bildinformation **48** aus **Fig. 1b** bereitzustellen.

[0053] **Fig. 2a** zeigt eine schematische Ansicht unterschiedlicher Fokusslagen **56₁** bis **56₅**, in welche eine Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt, beispielsweise die Vorrichtung **10₁** und die Vorrichtung **10₂** steuerbar ist. Die unterschiedlichen Fokusslagen **56₁** bis **56₅** können als Positionen oder Abstände **58₁** bis **58₅** verstanden werden, in denen Objekte in dem aufgenommenen Gesamtgesichtsfeld scharf auf den Bildsensor **12** abgebildet werden. Eine Anzahl der Fokusslagen **56** kann dabei beliebig sein und eine Anzahl von größer 1 aufweisen.

[0054] Abstände **62₁** bis **62₄** zwischen benachbarten Fokusslagen können sich auf Abstände im Bildraum beziehen, wobei eine Ausgestaltung oder Überführung der Erläuterung auf Abstände in dem Objektbereich ebenfalls möglich ist. Vorteilhaft an einer Betrachtung des Bildraums ist jedoch, dass die Eigenschaften der bildgebenden Multiaperturabbildungsvorrichtung berücksichtigt werden, insbesondere im Hinblick auf einen minimalen bzw. maximalen Objektbereich. Die Steuereinrichtung **34** und/oder **54** kann ausgebildet sein, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung so zu steuern, dass diese zwei oder eine höhere Anzahl der Fokusslagen **56₁** bis **56₅** aufweist. In der jeweiligen Fokusslage können Einzelbilder **64₁** und **64₂** entsprechend der Anzahl der aufgenommenen Teilgesichtsfelder **24** erfasst werden. Basierend

auf der Kenntnis, welche der Fokusslagen **56₁** bis **56₅** zum Erhalt des jeweiligen Teilbilds **46₁** und **46₂** eingestellt wurde, kann die Steuereinrichtung durch Analyse der Bildinformation dahin gehend, welche der Bildteile scharf abgebildet sind, bestimmen, in welchem Abstand diese scharf abgebildeten Objekte bezüglich der Vorrichtung angeordnet sind. Diese Information bezüglich des Abstands kann für die Tiefenkarte **38** verwendet werden. Das bedeutet, die Steuereinrichtung kann ausgebildet sein, um in der Abfolge von Fokusslagen **56₁** bis **56₅** eine korrespondierende Anzahl von Gruppen von Teilbildern zu erfassen, wobei jedes Teilbild einem abgebildeten Teilgesichtsfeld zugeordnet ist. Die Gruppe von Teilbildern kann somit denjenigen Teilbildern entsprechen, die das Gesamtgesichtsfeld in der eingestellten Fokusslage abbilden.

[0055] Die Steuereinrichtung kann ausgebildet sein, um aus einem Vergleich von lokalen Bildschärfeninformationen in den Teilbildern die Tiefenkarte zu erstellen. Die lokale Schärfeninformation kann bezeichnen, in welchen Bereichen des Bildes Objekte scharf oder innerhalb eines zuvor festgelegten Toleranzbereichs scharf abgebildet werden. So kann beispielsweise über eine Bestimmung der Kantenverwaschungsfunktion sowie eine Detektion, über welche Abstände sich die Kanten erstrecken, bestimmt werden, ob ein entsprechender Bildbereich, ein entsprechendes Objekt oder ein Teil hiervon scharf abgebildet ist oder auf dem Bildsensor verschwommen abgebildet wird. Weiterhin kann die Punktbild- oder die Linienverwaschungsfunktion als Gütekriterium für die Schärfe eines Bildinhaltes herangezogen werden. Alternativ oder zusätzlich kann jede bekannte optische Schärfe-Metrik, wie auch die bekannte Modulation Transfer Function (MTF) verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Schärfe der gleichen Objekte in benachbarten Bildern des Stacks, die Zuordnung der Fokus-Aktuatorposition zum Objektstand via einer kalibrierten Lookup-Table und/oder die Richtung des Through-Focus-Scans verwendet werden, um teils rekursiv aus benachbarten Bildern des Stacks die Tiefeninformation zu gewinnen und Doppeldeutigkeiten zu vermeiden. Unter Kenntnis der eingestellten Fokusslage, die eindeutig mit einem Objektstand, der scharf abgebildet wird, korreliert ist, kann somit aus der Kenntnis, dass das Objekt, zumindest innerhalb des zuvor festgelegten Toleranzbereichs, scharf abgebildet ist, auf einen Abstand des Bereichs des Bildes, das Objekt oder des Teils hiervon geschlossen werden, was eine Grundlage für die Tiefenkarte **38** sein kann.

[0056] Unter Verwendung der Tiefenkarte kann die Steuereinrichtung ausgebildet sein, um die Teilbilder einer Gruppe von Teilbildern zu einem Gesamtbild zusammenzusetzen. Das bedeutet, die für das Stitching verwendete Tiefenkarte kann aus den zu stichenden Teilbildern selbst erzeugt werden.

[0057] Die Vorrichtung kann ausgebildet sein, um die Fokussiereinrichtung **32** so zu steuern, dass die Abfolge von Fokusslagen **56₁** bis **56₅** innerhalb eines Toleranzbereichs von $\pm 25\%$, $\pm 15\%$ oder $\pm 5\%$, bevorzugt möglichst nahe an 0% äquidistant im Bildraum zwischen einer minimalen Fokusslage und einer maximalen Fokusslage verteilt ist. Es ist hierbei zum Einsparen von Zeit zum Einstellen einer Fokusslage sinnvoll, jedoch nicht erforderlich, die Fokusslagen **56₁** bis **56₅** sequenziell nacheinander in zunehmendem oder abnehmendem Abstand anzusteuern. Vielmehr ist eine Reihenfolge der eingestellten Fokusslagen **56₁** bis **56₅** beliebig.

[0058] Fig. 2b zeigt eine schematische Darstellung der Verwendung der Tiefenkarte **38** sowie deren Generierung. Die Teilbilder **64₁** und **64₂** können jeweils verwendet werden, um Teilinformationen **38₁** bis **38₅** der Tiefenkarte **38** aus der jeweiligen Fokusslage **56₁** bis **56₅** zu erhalten, da jeweils die in den Einzelbildern **64₁** und **64₂** scharf dargestellten Objekte präzise bezüglich ihres Abstands bestimmt werden können. Zwischen den Fokusslagen **56₁** und **56₅** können jedoch auch Interpolations-Verfahren angewendet werden, so dass auch bei geringfügig unscharfen Objekten noch eine hinreichend genaue Information für die Tiefenkarte **38** erhalten werden kann. Die Abstandsinformationen, die in den Teilinformationen **38₁** bis **38₅** enthalten sind, können von der Steuereinrichtung zur Tiefenkarte **38** kombiniert werden. Die Tiefenkarte **38** kann verwendet werden, um die Einzelbilder **64₁** und **64₂** aus den unterschiedlichen Fokusslagen **56₁** bis **56₅** zu einer korrespondierenden Anzahl von Gesamtbildern **42₁** bis **42₅** zu kombinieren.

[0059] Fig. 3a zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung **30** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Bildsensor **12**, das Array **14** und die Strahlumlenkeinrichtung **18** können einen Quader im Raum aufspannen. Der Quader kann auch als virtueller Quader verstanden werden und kann beispielsweise ein minimales Volumen und insbesondere eine minimale senkrechte Ausdehnung entlang einer Richtung parallel zu einer Dickenrichtung y aufweisen, die parallel zu einer Zeilenerstreckungsrichtung **66** ist. Die Zeilenerstreckungsrichtung **66** verläuft beispielsweise entlang einer z -Richtung und senkrecht zu einer x -Richtung, die parallel zu einem Verlauf der Strahlengänge zwischen dem Bildsensor **12** und dem Array **14** angeordnet ist. Die Richtungen x , y und z können ein kartesisches Koordinatensystem aufspannen. Das minimale Volumen des virtuellen Quaders bzw. die minimale senkrechte Ausdehnung desselben kann so geartet sein, dass der virtuelle Quader trotzdem den Bildsensor **12**, das Array **14** und die Strahlumlenkeinrichtung **18** umfasst. Das minimale Volumen kann auch so verstanden werden, dass es einen Quader beschreibt, der durch die Anordnung und/oder betriebsgemäße Bewegung des Bildsensors **12**, des Arrays **14** und/oder der Strahl-

umlenkeinrichtung **18** aufgespannt wird. Die Zeilenerstreckungsrichtung **66** kann dabei so angeordnet sein, dass entlang der Zeilenerstreckungsrichtung **66** die optischen Kanäle **16a** und **16b** nebeneinander, gegebenenfalls parallel zueinander, angeordnet sind. Die Zeilenerstreckungsrichtung **66** kann dabei ortsfest im Raum angeordnet sein.

[0060] Der virtuelle Quader kann zwei Seiten aufweisen, die gegenüberliegend parallel zueinander, parallel zu der Zeilenerstreckungsrichtung **66** des Arrays **14** sowie parallel zu einem Teil des Strahlengangs der optischen Kanäle **16a** und **16b** zwischen dem Bildsensor **12** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** angeordnet sind. Vereinfacht, jedoch ohne einschränkende Wirkung, können dies beispielsweise eine Oberseite und eine Unterseite des virtuellen Quaders sein. Die zwei Seiten können eine erste Ebene **68a** und eine zweite Ebene **68b** aufspannen. Das heißt, die beiden Seiten des Quaders können jeweils Teil der Ebene **68a** bzw. **68b** sein. Weitere Komponenten der Multiaperturabbildungsvorrichtung können vollständig, zumindest aber teilweise innerhalb des Bereichs zwischen den Ebenen **68a** und **68b** angeordnet sein, so dass ein Bauraumbedarf der Multiaperturabbildungsvorrichtung entlang der y-Richtung, die parallel zu einer Oberflächennormalen der Ebenen **68a** und/oder **68b** ist, gering sein kann, was vorteilhaft ist. Ein Volumen der Multiaperturabbildungsvorrichtung kann einen geringen oder minimalen Bauraum zwischen den Ebenen **68a** und **68b** aufweisen. Entlang der lateralen Seiten oder Erstreckungsrichtungen der Ebenen **68a** und/oder **68b** kann ein Bauraum der Multiaperturabbildungsvorrichtung groß oder beliebig groß sein. Das Volumen des virtuellen Quaders ist beispielsweise von einer Anordnung des Bildsensors **12**, des Arrays **14** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** beeinflusst, wobei die Anordnung dieser Komponenten gemäß der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele so erfolgen kann, dass der Bauraum dieser Komponenten entlang der Richtung senkrecht zu den Ebenen und mithin der Abstand der Ebenen **68a** und **68b** zueinander gering oder minimal wird. Gegenüber anderen Anordnungen der Komponenten kann das Volumen und/oder der Abstand andere Seiten des virtuellen Quaders vergrößert sein.

[0061] Die Vorrichtung **30** umfasst einen Aktor **72** zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Bildsensor **12**, dem einzeiligen Array **14** und der Strahlumlenkeinrichtung **18**. Dies kann beispielsweise eine Stellbewegung der Strahlumlenkeinrichtung **18** zum Umschalten zwischen den im Zusammenhang mit der **Fig. 1b** beschriebenen Positionen umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann der Aktor **72** ausgebildet sein, um die im Zusammenhang mit der **Fig. 1a** erläuterte Relativbewegung zum Verändern der relativen Position zwischen dem Bildsensor **12** und dem Array **14** auszuführen. Der Aktor **72** ist zu-

mindest teilweise zwischen den Ebenen **68a** und **68b** angeordnet. Der Aktor **72** kann ausgebildet sein, um zumindest eines aus dem Bildsensor **12**, dem einzeiligen Array **14** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** zu bewegen, wobei dies rotatorische und/oder translatorische Bewegungen entlang einer oder mehrerer Richtungen umfassen kann. Beispiele hierfür sind eine kanalindividuelle Änderung einer relativen Lage zwischen Bildsensorbereichen **28** eines jeweiligen optischen Kanals **16**, der Optik **22** des jeweiligen optischen Kanals **16** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** bzw. des entsprechenden Segments oder der entsprechenden Facette und/oder zum kanalindividuellen Ändern einer optischen Eigenschaft des die Umlenkung des Strahlengangs des jeweiligen optischen Kanals betreffenden Segments/Facette. Alternativ oder zusätzlich kann der Aktor **72** einen Autofokus und/oder eine optische Bildstabilisierung zumindest teilweise implementieren.

[0062] Der Aktor **72** kann Teil der Fokussiereinrichtung **32** sein und ausgebildet sein, um eine Relativbewegung zwischen zumindest einer Optik zumindest eines der optischen Kanäle **16a** und **16b** und dem Bildsensor **12** bereitzustellen. Die Relativbewegung zwischen der Optik **22a** und/oder **22b** und dem Bildsensor **12** kann von der Fokussiereinrichtung **32** so gesteuert werden, dass die Strahlumlenkeinrichtung **18** eine simultane Bewegung ausführt. Bei einem Verringern eines Abstands zwischen der Optik **22a** und/oder **22b** und dem Bildsensor kann der Abstand zwischen der Strahlumlenkeinrichtung **18** und dem Bildsensor **12** entsprechend verringert werden, so dass ein Relativabstand zwischen dem Array **14** bzw. der Optik **22a** und/oder **22b** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** im Wesentlichen gleichbleibend ist. Dies ermöglicht, dass die Strahlumlenkeinrichtung **18** mit kleinen Strahlumlenkflächen ausgestaltet werden kann, da eine durch einen wachsenden Abstand zwischen dem Array **14** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** wachsender Strahlenkegel durch die Beibehaltung des Abstands zur Strahlumlenkeinrichtung **18** kompensiert werden kann.

[0063] Die Fokussiereinrichtung **32** und/oder der Aktor **72** sind so angeordnet, dass sie um höchstens 50% aus dem Bereich zwischen den Ebenen **68a** und **68b** herausragen. Der Aktor **72** kann eine Abmessung oder Ausdehnung **74** parallel zu der Dickenrichtung y aufweisen. Ein Anteil von höchstens 50%, höchstens 30% oder höchstens 10% der Abmessung **74** kann ausgehend von einem Bereich zwischen den Ebenen **68a** und **68b** über die Ebene **68a** und/oder **68b** hinausragen und somit aus dem virtuellen Quader herausragen. Das bedeutet, dass der Aktor **72** höchstens unwesentlich über die Ebene **68a** und/oder **68b** hinausragt. Gemäß Ausführungsbeispielen ragt der Aktor **72** nicht über die Ebenen **68a** und **68b** hinaus. Vorteilhaft daran ist, dass eine Ausdehnung der Multiaperturabbildungsvorrichtung entlang

der Dickenrichtung y durch den Aktor **72** nicht vergrößert wird.

[0064] Obwohl die Strahlumlenkeinrichtung **18** so dargestellt ist, dass sie um eine Rotationsachse **76** rotatorisch gelagert ist, kann der Aktor **72** alternativ oder zusätzlich auch eine translatorische Bewegung entlang einer oder mehrerer Raumrichtungen erzeugen. Der Aktor **72** kann einen oder mehrere Einzelaktoren umfassen, möglicherweise, um verschiedene Einzelbewegungen einzeln ansteuerbar zu erzeugen. Der Aktor **72** oder zumindest ein Einzelaktor hiervon kann bspw. als ein im Zusammenhang mit **Fig. 4** näher beschriebener Piezoaktor, insbesondere ein piezoelektrischer Biegeaktor, implementiert sein oder diesen umfassen. Ein Piezobieger ermöglicht eine schnelle und reproduzierbare Positionsänderung. Diese Eigenschaft erlaubt vorteilhaft die Aufnahme von Fokusstacks im Sinne mehrerer oder vieler Abbildungen in kurzer Zeit. Piezobieger als entlang einer Dimension oder Richtung lang ausgeführte Aktoren sind insbesondere in der beschriebenen Architektur vorteilhaft einsetzbar, da sie einen dafür vorteilhaften Formfaktor aufweisen, also eine Ausdehnung besonders in einer Richtung.

[0065] Das Array **14** kann ein Substrat **78** umfassen, an dem die Optiken **22a** und **22b** befestigt oder angeordnet sind. Das Substrat **78** kann durch Aussparungen oder geeignete Materialwahl für die Strahlengänge der optischen Kanäle **16a** und **16b** zumindest teilweise transparent sein, wobei dies nicht ausschließt, dass beispielsweise durch Anordnung von Filterstrukturen oder dergleichen auch Manipulationen in den optischen Kanälen ausgeführt werden.

[0066] Mehrere Anforderungen an den Aktor **72**, darunter eine schnelle Justierbarkeit zum schnellen Einstellen der unterschiedlichen Fokuslagen **56**, eine hohe Kraft bei geringem Bauraumbedarf und dergleichen kann durch die Verwendung von piezoelektrischen Aktoren erhalten werden.

[0067] **Fig. 3b** zeigt eine schematische Seitenschnittansicht der Vorrichtung **30** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung der Vorrichtung **30** kann bspw. eine Mehrzahl von Aktoren aufweisen, bspw. mehr als einen, mehr als zwei oder eine andere Anzahl >0 . Bspw. können Aktoren **72₁** bis **72₅** angeordnet sein, die für unterschiedliche Zwecke einsetzbar sind, etwa zur Anpassung der Fokuslage und/oder Veränderung der Lage oder Position der Strahlumlenkeinrichtung **18** zum Einstellen der Blickrichtung der Multiaperturabbildungsvorrichtung und/oder zum Bereitstellen einer optischen Bildstabilisierung durch rotatorische Bewegung der Strahlumlenkeinrichtung **18** und/oder translatorische Bewegung des Arrays **14**.

[0068] Die Aktoren **72₁** bis **72₅** können so angeordnet ein, dass sie zumindest teilweise zwischen den zwei Ebenen **68a** und **68b** angeordnet sind, die durch Seiten **69a** und **69b** des virtuellen Quaders **69** aufgespannt werden. Die Seiten **69a** und **69b** des Quaders **69** können parallel zueinander sowie parallel zu der Zeilenerstreckungsrichtung des Arrays und eines Teils des Strahlengangs der optischen Kanäle zwischen dem Bildsensor **12** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** parallel ausgerichtet sein. Das Volumen des Quaders **69** ist minimal und umfasst dennoch den Bildsensor **12**, das Array **14** und die Strahlumlenkeinrichtung **18** sowie deren betriebsbedingte Bewegungen. Optische Kanäle des Arrays **14** weisen eine Optik **22** auf, die für jeden optischen Kanal gleich oder verschieden von einander gebildet sein kann.

[0069] Ein Volumen der Multiaperturabbildungsvorrichtung kann einen geringen oder minimalen Bauraum zwischen den Ebenen **68a** und **68b** aufweisen. Entlang der lateralen Seiten oder Erstreckungsrichtungen der Ebenen **68a** und/oder **68b** kann ein Bauraum der Multiaperturabbildungsvorrichtung groß oder beliebig groß sein. Das Volumen des virtuellen Quaders ist bspw. von einer Anordnung des Bildsensors **12**, des einzeiligen Arrays **14** und der Strahlumlenkeinrichtung beeinflusst, wobei die Anordnung dieser Komponenten gemäß der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele so erfolgen kann, dass der Bauraum dieser Komponenten entlang der Richtung senkrecht zu den Ebenen und mithin der Abstand der Ebenen **68a** und **68b** zueinander gering oder minimal wird. Gegenüber anderen Anordnungen der Komponenten kann das Volumen und/oder der Abstand anderer Seiten des virtuellen Quaders vergrößert sein.

[0070] Durch gepunktete Linien ist der virtuelle Quader **69** dargestellt. Die Ebenen **68a** und **68b** können zwei Seiten des virtuellen Quaders **69** umfassen oder dadurch aufgespannt sein. Eine Dickenrichtung y der Multiaperturabbildungsvorrichtung kann normal zu den Ebenen **68a** und/oder **68b** und/oder parallel zu der y -Richtung angeordnet sein.

[0071] Der Bildsensor **12**, das Array **14** und die Strahlumlenkeinrichtung **18** können so angeordnet sein, dass ein senkrechter Abstand zwischen den Ebenen **68a** und **68b** entlang der Dickenrichtung y , der vereinfachend jedoch ohne einschränkende Wirkung als Höhe des Quaders bezeichnet werden kann, minimal ist, wobei auf eine Minimierung des Volumens, das bedeutet der anderen Abmessungen des Quaders verzichtet werden kann. Eine Ausdehnung des Quaders **69** entlang der Richtung y kann minimal und im Wesentlichen durch die Ausdehnung der optischen Komponenten der Abbildungskanäle, d. h., des Arrays **14**, des Bildsensors **12** und der Strahlumlenkeinrichtung **18** entlang der Richtung y vorgegeben sein.

[0072] Ein Volumen der Multiaperturabbildungsvorrichtung kann einen geringen oder minimalen Bauraum zwischen den Ebenen **68a** und **68b** aufweisen. Entlang der lateralen Seiten oder Erstreckungsrichtungen der Ebenen **68a** und/oder **68b** kann ein Bauraum der Multiaperturabbildungsvorrichtung groß oder beliebig groß sein. Das Volumen des virtuellen Quaders ist bspw. von einer Anordnung des Bildsensors **12**, des einzeiligen Arrays **14** und der Strahlumlenkeinrichtung beeinflusst, wobei die Anordnung dieser Komponenten gemäß der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele so erfolgen kann, dass der Bauraum dieser Komponenten entlang der Richtung senkrecht zu den Ebenen und mithin der Abstand der Ebenen **68a** und **68b** zueinander gering oder minimal wird. Gegenüber anderen Anordnungen der Komponenten kann das Volumen und/oder der Abstand anderer Seiten des virtuellen Quaders vergrößert sein.

[0073] Die Aktoren **72₁** bis **72₅** können jeweils eine Abmessung oder Ausdehnung parallel zu der Richtung y aufweisen. Ein Anteil von höchstens 50 %, höchstens 30 % oder höchstens 10 % der Abmessung des jeweiligen Aktors **72₁** bis **72₅** kann ausgehend von einem Bereich zwischen den beiden Ebenen **68a** und **68b** über die Ebene **68a** und/oder **68b** hinausragen oder aus dem Bereich herausragen. Das bedeutet, dass die Aktoren **72₁** bis **72₅** höchstens unwesentlich über die Ebene **68a** und/oder **68b** hinausragen. Gemäß Ausführungsbeispielen ragen die Aktoren nicht über die Ebenen **68a** und **68b** hinaus. Vorteilhaft daran ist, dass eine Ausdehnung der Multiaperturabbildungsvorrichtung entlang der Dickenrichtung bzw. Richtung y durch die Aktoren nicht vergrößert wird.

[0074] Obwohl hier verwendete Begriffe wie oben, unten, links, rechts, vorne oder hinten zur besseren Anschaulichkeit verwendet werden, sollen diese keinerlei einschränkende Wirkung entfalten. Es versteht sich, dass basierend auf einer Drehung oder Verkipfung im Raum diese Begriffe wechselseitig vertauschbar sind. Beispielsweise kann die x -Richtung von dem Bildsensor **12** ausgehend hin zu der Strahlumlenkeinrichtung **18** als vorne oder vorwärts verstanden werden. Eine positive y -Richtung kann beispielsweise als oben verstanden werden. Ein Bereich entlang der positiven oder negativen z -Richtung abseits oder beabstandet des Bildsensors **12**, des Arrays **14** und/oder der Strahlumlenkeinrichtung **18** kann als neben der jeweiligen Komponente verstanden werden. Vereinfacht ausgedrückt kann ein Bildstabilisator zumindest einen der Aktoren **72₁** bis **72₅**. Der zumindest eine kann in einer Ebene **71** bzw. zwischen den Ebenen **68a** und **68b** angeordnet sein.

[0075] In anderen Worten können die Aktoren **72₁** bis **72₅** vor, hinter oder neben dem Bildsensor **12**, dem Array **14** und/oder der Strahlumlenkeinrichtung **18** angeordnet sein. Gemäß Ausführungsbeispielen

sind die Aktoren **36** und **42** mit einem maximalen Umfang von 50 %, 30 % oder 10 % außerhalb des Bereichs zwischen den Ebenen **68a** und **68b** angeordnet.

[0076] Fig. 3c zeigt eine schematische Seitenschnittansicht der Multiaperturabbildungsvorrichtung wobei basierend auf unterschiedlichen Stellungen der Strahlumlenkeinrichtung **18** unterschiedliche Gesamtgesichtsfelder **26₁** und **26₂** erfassbar sind, da die Multiaperturabbildungsvorrichtung dann verschiedene Blickrichtungen aufweist. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung kann ausgebildet sein, um eine Verkipfung der Strahlumlenkeinrichtung um einen Winkel α zu verändern, so dass wechselweise unterschiedliche Hauptseiten der Strahlumlenkeinrichtung **18** dem Array **14** zugewandt angeordnet sind. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung kann einen Aktor umfassen, der ausgebildet ist, um die Strahlumlenkeinrichtung **18** um die Rotationsachse **76** zu verkippen. Beispielsweise kann der Aktor ausgebildet sein, um die Strahlumlenkeinrichtung **18** in eine erste Stellung zu bewegen, in der die Strahlumlenkeinrichtung **18** den Strahlengang **26** der optischen Kanäle des Arrays **14** in die positive y -Richtung umlenkt. Hierfür kann die Strahlumlenkeinrichtung **18** in der ersten Position, beispielsweise einen Winkel α von $> 0^\circ$ und $< 90^\circ$, von zumindest 10° und höchstens 80° oder von zumindest 30° und höchstens 50° , beispielsweise 45° aufweisen. Der Aktor kann ausgebildet sein, um die Strahlumlenkeinrichtung in einer zweiten Stellung so um die Rotationsachse **76** auszulenken, dass die Strahlumlenkeinrichtung **18** den Strahlengang der optischen Kanäle des Arrays **14** hin zu der negativen y -Richtung umlenkt, wie es durch die Blickrichtung zum Gesamtgesichtsfeld **26₂** und die gestrichelte Darstellung der Strahlumlenkeinrichtung **18** dargestellt ist. Beispielsweise kann die Strahlumlenkeinrichtung **18** beidseitig reflektierend ausgebildet sein, so dass in der ersten Stellung die Blickrichtung hin zum Gesamtgesichtsfeld **26₁** weist.

[0077] Fig. 4a zeigt eine schematische Aufsicht auf eine Vorrichtung **40** gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei der der Aktor **72** als piezoelektrischer Biegeaktor gebildet ist. Der Aktor **72** ist ausgebildet, um eine Biegung in der x/z -Ebene auszuführen, wie es durch die gestrichelten Linien dargestellt ist. Der Aktor **72** ist über eine mechanische Umlenkeinrichtung **82** mit dem Array **14** verbunden, so dass bei einer Biegung des Aktors **72** eine laterale Verschiebung des Arrays **14** entlang der x -Richtung erfolgen kann, so dass die Fokusslage verändert werden kann. Beispielsweise kann der Aktor **72** mit dem Substrat **78** verbunden sein. Alternativ kann der Aktor **72** auch an einem Gehäuse, das zumindest einen Teil der Optiken **22a** bis **22d** haust, angeordnet sein, um das Gehäuse zu bewegen. Andere Varianten sind ebenfalls möglich.

[0078] Optional kann die Vorrichtung **40** weitere Aktoren **84₁** und **84₂** aufweisen, die konfiguriert sind, um eine Bewegung an dem Array **14** und/oder der Strahlumlenkeinrichtung **18** zu erzeugen, etwa zum Stellen der Strahlumlenkeinrichtung **18** in unterschiedliche Positionen oder Stellungen und/oder zur optischen Bildstabilisierung durch translatorisches Verschieben des Arrays **14** entlang der z-Richtung und/oder durch Erzeugen einer Rotationsbewegung der Strahlumlenkeinrichtung **18** um die Rotationsachse **76**.

[0079] Anders als in den vorangehenden Figuren beschrieben, kann die Strahlumlenkeinrichtung **18** mehrere voneinander beabstandete aber gemeinsame bewegliche Facetten **86a** bis **86d** aufweisen, wobei jeder optische Kanal einer Facette **86a** bis **86d** zugeordnet ist. Die Facetten **86a** bis **86d** können auch direkt benachbart, d. h. mit geringem oder keinem Abstand zueinander angeordnet sein. Alternativ kann auch ein ebener Spiegel angeordnet sein.

[0080] Durch Aktuierung des Aktors **72** kann ein Abstand **88₁** zwischen zumindest einer der Optiken **22a-d** und dem Bildsensor **12** von einem ersten Wert **88₁** hin zu einem zweiten Wert **88₂** verändert werden, beispielsweise vergrößert oder verkleinert.

[0081] Fig. **4b** zeigt eine schematische Seitenschnittansicht der Vorrichtung **40** zur Verdeutlichung der Anordnung des Aktuators **72** zwischen den Ebenen **68a** und **68b**, die im Zusammenhang mit der Fig. **3a** beschrieben sind. Der Aktor **72** ist beispielsweise vollständig zwischen den Ebenen **68a** und **68b** angeordnet, ebenso wie die mechanische Umlenkeinrichtung **82**, die mehrere kraftübertragende Elemente, beispielsweise Verbindungsstege, Drähte, Seile oder dergleichen und mechanische Lager oder Umlenkelemente aufweisen kann.

[0082] Die mechanische Umlenkeinrichtung bzw. mechanische Einrichtung zum Übertragen der Bewegung an das Array **14** kann dabei an einer Seite des Bildsensors **12** angeordnet sein, die dem Array **14** abgewandt ist, d. h. ausgehend von dem Array **14** hinter dem Bildsensor **12**. Die mechanische Einrichtung **82** kann dabei so angeordnet sein, dass ein Kraftfluss lateral an dem Bildsensor **12** vorbeiläuft. Alternativ oder zusätzlich kann der Aktor **72** oder ein anderer Aktor an einer dem Array **14** abgewandten Seite der Strahlumlenkeinrichtung **18** angeordnet sein, d. h., ausgehend von dem Array **14** hinter der Strahlumlenkeinrichtung **18**. Die mechanische Einrichtung **82** kann so angeordnet sein, dass ein Kraftfluss lateral an der Strahlumlenkeinrichtung **18** vorbeiläuft.

[0083] Obwohl lediglich ein Aktor **72** dargestellt ist, kann auch eine höhere Anzahl von Aktoren angeordnet werden und/oder mehr als eine Seite des Aktors **72** mit einer mechanischen Umlenkeinrichtung **82** verbunden sein. So kann beispielsweise ein mit-

tig gelagerter oder abgestützter Aktor **72** zweiseitig mit jeweils einer mechanischen Umlenkeinrichtung **82** verbunden sein und beispielsweise an beiden Seiten des Arrays **14** angreifen, um eine homogene Bewegung zu ermöglichen.

[0084] Fig. **5a** zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung von Teilgesichtsfeldern **24a** und **24b** in einem Gesamtgesichtsfeld **26**, das beispielsweise durch eine hierin beschriebene Multiaperturabbildungsvorrichtung, etwa die Multiaperturabbildungsvorrichtung **10₁**, **10₂**, **10₃**, **30** und/oder **40** erfassbar ist und bspw. dem Gesamtgesichtsfeld **26₁** und/oder **26₂** entsprechen kann. Beispielsweise kann das Gesamtgesichtsfeld **26** mit dem optischen Kanal **16b** auf dem Bildsensorbereich **28b** abgebildet werden. Beispielsweise kann der optische Kanal **16a** konfiguriert sein, um das Teilgesichtsfeld **24a** zu erfassen und auf den Bildsensorbereich **28a** abzubilden. Ein anderer optischer Kanal, etwa der optische Kanal **16c** kann ausgebildet sein, um das Teilgesichtsfeld **24b** zu erfassen und auf dem Bildsensorbereich **28c** abzubilden. Das bedeutet, dass eine Gruppe von optischen Kanälen ausgebildet sein kann, um genau zwei Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** zu erfassen. Es kann somit eine zeitgleiche Erfassung des Gesamtgesichtsfeldes und der Teilgesichtsfelder, die gemeinsam wiederum das Gesamtgesichtsfeld **26** abbilden, erfolgen.

[0085] Obwohl zur besseren Unterscheidbarkeit mit unterschiedlicher Ausdehnung dargestellt, können die Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** entlang zumindest einer Bildrichtung **B₁** oder **B₂** eine gleiche oder vergleichbare Ausdehnung aufweisen, etwa entlang der Bildrichtung **B₂**. Die Ausdehnung der Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** kann identisch zu der Ausdehnung des Gesamtgesichtsfeldes **26** entlang der Bildrichtung **B₂** sein. Das bedeutet, die Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** können das Gesamtgesichtsfeld **26** entlang der Bildrichtung **B₂** vollständig erfassen oder aufnehmen und entlang einer anderen senkrecht hierzu angeordneten Bildrichtung **B₁** das Gesamtgesichtsfeld nur teilweise erfassen oder aufnehmen und versetzt zueinander angeordnet sein, so dass sich kombinatorisch auch entlang der zweiten Richtung eine vollständige Erfassung des Gesamtgesichtsfeldes **26** ergibt. Hierbei können die Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** disjunkt zueinander sein oder höchstens unvollständig in einem Überlappbereich **25**, der sich entlang der Bildrichtung **B₂** in dem Gesamtgesichtsfeld **26** möglicherweise vollständig erstreckt, miteinander überlappen. Eine Gruppe von optischen Kanälen umfassend die optischen Kanäle **16a** und **16c** kann ausgebildet sein, um zusammengekommen das Gesamtgesichtsfeld **26** vollständig abzubilden, etwa durch eine Gesamtaufnahme in Kombination mit Teilaufnahmen, die zusammengekommen das Gesamtgesichtsfeld abbilden. Die Bildrichtung **B₁** kann beispielsweise eine Horizontale ei-

nes bereitzustellenden Bilds sein. Vereinfacht stellen die Bildrichtungen B_1 und B_2 zwei beliebig im Raum stehende unterschiedliche Bildrichtungen dar.

[0086] Fig. 5b zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung der Teilgesichtsfelder **24a** und **24b**, die entlang einer anderen Bildrichtung, der Bildrichtung B_2 , versetzt zueinander angeordnet sind und sich gegenseitig überlappen. Die Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** können das Gesamtgesichtsfeld **26** entlang der Bildrichtung B_1 jeweils vollständig und entlang der Bildrichtung B_2 unvollständig erfassen. Der Überlappbereich **25** ist beispielsweise vollständig in dem Gesamtgesichtsbereich **26** entlang der Bildrichtung B_1 angeordnet.

[0087] Fig. 5c zeigt eine schematische Darstellung von vier Teilgesichtsfeldern **24a** bis **24b**, die das Gesamtgesichtsfeld **26** in jeweils beiden Richtungen B_1 und B_2 unvollständig erfassen. Zwei benachbarte Teilgesichtsfelder **24a** und **24b** überlappen sich in einem Überlappungsbereich **25b**. Zwei überlappende Teilgesichtsfelder **24b** und **24c** überlappen sich in einem Überlappungsbereich **25c**. In ähnlicher Weise überlappen sich Teilgesichtsfelder **24c** und **24d** in einem Überlappungsbereich **25d** und das Teilgesichtsfelder **24d** mit dem Teilgesichtsfelder **24a** in einem Überlappbereich **25a**. Alle vier Teilgesichtsfelder **24a** bis **24d** können sich in einem Überlappbereich **25e** des Gesamtgesichtsfelds **26** überlappen.

[0088] Zur Erfassung des Gesamtgesichtsfelds **26** und der Teilgesichtsfelder **24a-d** kann eine Multiaperturabbildungsvorrichtung ähnlich wie im Zusammenhang mit Fig. 1a-c beschrieben ausgebildet sein, wobei das Array **14** beispielsweise fünf Optiken aufweisen kann, vier zur Erfassung von Teilgesichtsfeldern **24a-d** und eine Optik zur Erfassung des Gesamtgesichtsfelds **26**. Entsprechend kann das Array im Zusammenhang mit den Fig. 5a-b mit drei optischen Kanälen ausgeführt sein.

[0089] In den Überlappbereichen **25a** bis **25e** steht eine hohe Anzahl von Bildinformationen zur Verfügung. So wird beispielsweise der Überlappbereich **25b** über das Gesamtgesichtsfeld **26**, das Teilgesichtsfeld **24a** und das Teilgesichtsfeld **24b** erfasst. Ein Bildformat des Gesamtgesichtsfelds kann einer redundanzfreien Kombination der abgebildeten Teilgesichtsfelder entsprechen, beispielsweise der Teilgesichtsfelder **24a-d** in Fig. 5c, wobei die Überlappbereiche **25a-e** jeweils nur einfach gezählt werden. Im Zusammenhang mit den Fig. 5a und Fig. 5b gilt dies für die redundanzfreie Kombination der Teilgesichtsfelder **24a** und **24b**.

[0090] Ein Überlapp in den Überlappbereichen **25** und/oder **25a-e** kann bspw. höchstens 50 %, höchstens 35 % oder höchstens 20 % der jeweiligen Teilbilder umfassen.

[0091] In anderen Worten kann gemäß dem ersten Aspekt eine Reduktion der Zahl der optischen Kanäle erhalten werden, was eine Kosteneinsparung ermöglicht und eine Verringerung der lateralen Bauraumbeanspruchung ermöglicht. Gemäß dem ersten Aspekt wird eine zu einer stereoskopischen Erfassung alternative Form der Tiefeninformationsgewinnung ermöglicht, die ohne entsprechende zusätzliche Sensoren wie Time of Flight (Lichtlaufzeitmessung), Structured or Coded Light (strukturiertes oder kodiertes Licht) und dergleichen auskommen. Time of Flight-Sensoren, die eine geringe Auflösung ermöglichen, sowie Structured Light-Sensoren, die einen hohen Energiebedarf aufweisen, können somit vermieden werden. Beide Ansätze haben weiterhin Probleme bei starker Umgebungsbeleuchtung, insbesondere Sonnenlicht. Ausführungsbeispiele sehen vor, dass die entsprechende Vorrichtung ohne derartige Sensoren ausgeführt ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel dient ein Piezobieger als extrem schneller Fokus-Faktor mit geringer Leistungsaufnahme. Die beschriebene Architektur der Multiaperturabbildungsvorrichtung ermöglicht die Verwendung solcher Piezobieger, da ein sonst kubischer Formfaktor des Kameramoduls den Einsatz von langen Piezobiegern erschwert oder gar ausschließt. Bei kurzer Belichtungszeit erlaubt dies die Aufnahme von Fokus-Stacks, d. h., zahlreiche schnell nacheinander aufgenommene Bilder mit leicht unterschiedlicher Fokussierung der Szene. Ausführungsbeispiele sehen vor, dass die gesamte Tiefe der Szene sinnvoll abgetastet wird, etwa von Makro, die nächst mögliche Aufnahme, bis unendlich, das bedeutet, die weitest mögliche Entfernung. Die Abstände können äquidistant im Objektbereich, bevorzugt aber im Bildraum angeordnet sein. Alternativ kann auch ein anderer sinnvoller Abstand gewählt werden. Eine Anzahl der Fokuslagen beträgt beispielsweise zumindest zwei, zumindest drei, zumindest fünf, zumindest zehn, zumindest 20 oder eine andere beliebige Anzahl.

[0092] Dem Benutzer können mehrere Bilder **42** dargestellt werden. Alternativ oder zusätzlich sehen Ausführungsbeispiele vor, die einzelnen Bildinformationen zu kombinieren, so dass dem Benutzer ein Bild bereitgestellt werden kann, das eine kombinierte Bildinformation aufweist. Beispielsweise ein Bild mit Tiefeninformation, was beispielsweise die Möglichkeit zu einer digitalen Neufokussierung bietet. Das dargestellte Bild kann einen sogenannten Bokeh-Effekt, eine Unschärfstellung, bieten. Alternativ kann das Bild auch so dargestellt werden, dass das gesamte Bild künstlich scharf ist, das bedeutet, ein größerer Abstandsreichweite als in den Einzelbildern von Teilbereichen ist scharfgestellt, beispielsweise das gesamte Bild. Bei geringer Blendenzahl der verwendeten Objektivs kann sich aus der in den Einzelbildern gemessene Schärfe bzw. Unschärfe und weiteren Informationen, etwa Schärfe der gleichen Objekte in benachbarten Bildern des Stacks, einer Zuordnung der Fo-

kus-Aktuatorposition zu einem Objektstand, etwa unter Nutzung einer kalibrierten Lookup-Tabelle, einer Richtung der Fokuslagenabfolge (engl.: Through-Focus-Scan) für sich aber auch rekursiv aus anderen Bildern, um Doppeldeutigkeiten zu vermeiden, der Objektstand der einzelnen Elemente der Szene rekonstruieren und daraus eine Tiefenkarte in Bildauflösung erstellen.

[0093] Gemäß dem ersten Aspekt wird erreicht, dass eine Duplizierung der Kanäle für eine Stereo-Abbildung entfallen kann und dennoch eine Tiefenkarte erstellt werden kann. Diese Tiefenkarte ermöglicht das Bildstitching der unterschiedlichen Teilbilder der Multiaperturabbildungsvorrichtung. Durch die beispielweise Halbierung der Anzahl der optischen Kanäle kann eine deutliche Reduktion der lateralen Dimensionen, etwa entlang der Zahlenerstreckungsrichtung, erhalten werden und damit auch eine Preisreduktion erhalten werden. Die Bildverarbeitung kann durch andere Schritte mindestens ebenso gute Bilder liefern.

[0094] Fig. 6 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Vorrichtung 60 gemäß einem Ausführungsbeispiel im Hinblick auf den zweiten Aspekt. Die beschriebenen Ausführungen treffen ohne weiteres auch für die Vorrichtungen 10₁, 10₃, 30 und/oder 40 zu. Durch Steuern der Strahlumlenkeinrichtung in unterschiedliche Stellungen kann die Vorrichtung 60 bzw. die Multiaperturabbildungsvorrichtung der Vorrichtung 60 zwei voneinander beabstandete gesamte Gesichtsfelder 26₁ und 26₂ erfassen.

[0095] Die Vorrichtung 60 ist beispielsweise als portable oder mobile Vorrichtung gebildet, insbesondere ein Tablet-Computer oder ein Mobiltelefon, insbesondere ein Smartphone (intelligentes Telefon).

[0096] Eines der Gesichtsfelder 26₁ und 26₂ kann beispielsweise entlang einer Nutzerrichtung der Vorrichtung 60 angeordnet sein, wie es beispielsweise im Rahmen von Selbstaufnahmen (Selfie) für Fotos und/oder Videos üblich ist.

[0097] Das andere Gesamtgesichtsfeld kann beispielsweise entlang einer entgegengesetzten Richtung und/oder einer Weltrichtung der Vorrichtung 60 angeordnet sein und beispielsweise entlang der Richtung angeordnet sein, entlang der der Nutzer blickt, wenn er ausgehend vom Gesamtgesichtsfeld entlang der Nutzerrichtung auf die Vorrichtung 60 blickt. Beispielsweise kann die Strahlumlenkeinrichtung 18 in Fig. 1b beidseitig reflektiv gebildet sein und beispielsweise in unterschiedlichen Stellungen mit unterschiedlichen Hauptseiten den Strahlengang der optischen Kanäle 16a-d umlenken, so dass ausgehend von der Vorrichtung 60 die Gesamtgesichtsfelder 26₁ und 26₂ gegenüberliegend voneinander und/oder in einem Winkel von 180° angeordnet sind.

[0098] Fig. 7a zeigt ein schematisches Diagramm zur Verdeutlichung der Verarbeitung der Bildinformationen 46₁ und 46₂, die durch Abbildung der Gesamtgesichtsfelder 26₁ und 26₂ erhalten werden können. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, um einen Teil 92 der Abbildungsinformation 46₁ des Gesichtsfelds 26₁ zu separieren, beispielsweise auszuschneiden, zu isolieren oder ausschließlich den Teil 92 zu kopieren. Die Steuereinrichtung ist ferner ausgebildet, um den separierten oder segmentierten Teil 92 mit der Abbildungsinformation 46₂ zu kombinieren, d. h., den Teil 92 in die Abbildungsinformation 46₂ einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation 48 zu erhalten. Diese weist stellenweise das Gesamtgesichtsfeld 26₂ und stellenweise, nämlich dort, wo der Teil 92 eingefügt wurde, die Bildinformation 46₁ auf. Es wird darauf hingewiesen, dass der Erhalt der akkumulierten Bildinformation 48 nicht auf die Einfügung eines einzigen Teils 92 beschränkt ist, sondern dass eine beliebige Anzahl von Teilen 92 aus der Bildinformation 46₁ segmentiert werden kann und einer, mehrere oder alle diese Teile in die Bildinformation 46₂ eingefügt werden können.

[0099] Ein Ort oder eine Position, an der der Teil 92 in die zweite Abbildungsinformation 46₂ eingefügt wird, kann automatisch von der Steuereinrichtung bestimmt werden, etwa durch Projektion des Teils 92 durch die Vorrichtung 60 hindurch in das zweite Gesichtsfeld 26₂, kann aber alternativ oder zusätzlich auch von einem Benutzer gewählt werden.

[0100] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Steuereinrichtung ausgebildet, um eine Person in der ersten Abbildungsinformation 46₁ zu identifizieren und zu segmentieren, beispielsweise über einen Mustervergleich und/oder eine Kantendetektion, insbesondere aber auf Basis der durch die Vorrichtung selbst erzeugte Tiefenkarte. Die Steuereinrichtung kann ausgebildet sein, um das Abbild der Person in die zweite Abbildungsinformation 46₂ einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation 48 zu erhalten. Das bedeutet, der Teil 92 kann eine Person sein, etwa ein Nutzer der Vorrichtung 60. Ausführungsbeispiele sehen vor, dass die Vorrichtung ausgebildet ist, um die Person automatisch zu identifizieren, und um das Abbild der Person, das bedeutet, den Teil 92, automatisch in die zweite Abbildungsinformation 46₂ einzufügen. Dies ermöglicht es, automatisch, ein Selbstportrait oder eine Selbstaufnahme vor den oder in den zweiten Gesamtgesichtsfeld 26₂ anzufertigen, ohne die Vorrichtung 60 aufwendig positionieren zu müssen und/oder ohne den Nutzer aufwendig positionieren zu müssen.

[0101] Ausführungsbeispiele sehen vor, dass die Steuereinrichtung eine Tiefenkarte, etwa die Tiefenkarte 38, verwendet, um den Teil 92 in der zweiten Abbildungsinformation 46₂ zu positionieren. Die Tiefenkarte 38 kann eine Mehrzahl oder Vielzahl

von Tiefenebenen aufweisen, beispielsweise, gemäß der Anzahl der berücksichtigten Fokuslagen oder einer hieraus erhaltenen reduzierten Anzahl oder einer hieraus interpolierten höheren Anzahl. Die Steuereinrichtung kann ausgebildet sein, um den Teil **92** in der vorbestimmten Tiefenebene der zweiten Abbildungsinformation **46₂** einzufügen, um die akkumulierte Bildinformation **48** zu erhalten. Die vorbestimmte Tiefenebene kann im Wesentlichen, d. h., innerhalb eines Toleranzbereichs von $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ oder $\pm 2\%$ einen Abstand des ersten Gesamtgesichtsfelds **26₂** von der Vorrichtung **60** entsprechen bzw. dem Abstand des segmentierten Teils **92** von der Vorrichtung **60**. Dies kann auch als tiefenrichtiges Einfügen des Teils **92** in die zweite Abbildungsinformation **46₂** bezeichnet werden.

[0102] Fig. 7b zeigt eine schematische Darstellung einer Skalierung des Teils **92** in der akkumulierten Bildinformation **48**. Alternativ kann auch eine andere Tiefenebene gewählt werden, wobei hierfür verschiedene Möglichkeiten von Ausführungsbeispielen vorgesehen sind. Beispielsweise kann die vorbestimmte Tiefenebene von der Platzierung des Teils **92** in der zweiten Abbildungsinformation **46₂** beeinflusst sein oder von dieser bestimmt sein. Die Platzierung kann automatisch oder auch durch eine Benutzereingabe erfolgen. Wählt der Benutzer beispielsweise einen bestimmten Ort oder Platz innerhalb der zweiten Abbildungsinformation **46₂** zur Einfügung des Teils **92**, so kann die Steuereinrichtung ausgebildet sein, um in der zweiten Abbildungsinformation **46₂** einen Abstand des Bereichs, in welchem der Teil **92** eingefügt werden soll, zu bestimmen. In Kenntnis des Abstands des Teils **92** zur Vorrichtung und der Objekte in der zweiten Abbildungsinformation **46₂**, beispielsweise unter Verwendung von Tiefenkarten, kann eine durch die Benutzereingabe bewirkte virtuelle Abstandsänderung des Teils **92** durch eine Skalierung des Teils **92** ausgeglichen werden.

[0103] So kann eine eindimensionale, zweidimensionale oder dreidimensionale Größe **94** des Teils **92** in eine Größe **96** verändert werden, etwa verkleinert, wenn der Abstand des Teils **92** von der ersten Abbildungsinformation **46₁** zur zweiten Abbildungsinformation **46₂** vergrößert ist, oder vergrößert, wenn der Abstand von der ersten Abbildungsinformation **46₁** zur zweiten Abbildungsinformation **46₂** verkleinert ist. Unabhängig davon, aber auch kombinatorisch mit einer Platzierung des Teils **92** in der ersten Abbildungsinformation **46₁** basierend auf einer assoziierten Benutzereingabe kann die Vorrichtung konfiguriert sein, um die Abbildungsinformation **46₁** zu skalieren, um eine skalierte Abbildungsinformation zu erhalten. Die skalierte Abbildungsinformation kann durch die Steuereinrichtung in die Abbildungsinformation **46₂** eingefügt werden, um die akkumulierte Bildinformation **48** zu erhalten. Die Vorrichtung kann konfiguriert sein, um einen Abstand eines Objekts, das den Teil **92** re-

präsentiert und das in der ersten Abbildungsinformation **46₁** abgebildet ist, bezüglich der Vorrichtung **60** zu bestimmen. Die Vorrichtung kann die Abbildungsinformation **46₁** bzw. den Teil **92** hiervon basierend auf einem Vergleich des bestimmten Abstands mit der vorbestimmten Tiefenebene in der zweiten Abbildungsinformation **46₂** skalieren. Es ist vorteilhaft, wenn die beiden Abbildungsinformationen **46₁** und **46₂** in kurzen zeitlichen Abständen erfasst werden. Vorteilhaft ist, wenn dieser zeitliche Abstand innerhalb eines Zeitintervalls von höchstens 30 ms, höchstens 10 ms, höchstens 5 ms oder höchstens 1 ms, etwa 0,1 ms beträgt. Diese Zeit kann bspw. für eine Umschaltung oder Umpositionierung der Strahlumlenkeinrichtung genutzt werden und zumindest teilweise von einer Dauer dieses Vorganges bestimmt sein.

[0104] Die akkumulierte Bildinformation **48** kann als Einzelbild, alternativ oder zusätzlich aber auch als Videodatenstrom, etwa als eine Vielzahl von einzelnen Bildern, erhalten werden.

[0105] Gemäß einer Ausführungsform ist eine Vorrichtung in Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt so gebildet, dass die erste Abbildungsinformation **46₁** eine Abbildung eines Nutzers umfasst und die zweite Abbildungsinformation **46₂** eine Weltansicht der Vorrichtung umfasst. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, um ein Abbild des Nutzers aus der ersten Abbildungsinformation **46₁** zu segmentieren und in die Weltansicht einzufügen. Beispielsweise kann die Vorrichtung abgebildet sein, um das Abbild des Nutzers tiefenrichtig in die Weltansicht einzufügen.

[0106] In anderen Worten kann im Zusammenhang mit dem zweiten Aspekt die Aufnahme eines Selfie-Bilds oder Selfie-Videos eine tiefenbasierte Kombination quasi-gleichzeitiger Bildaufnahmen mit vorderseitiger Kameraaufnahme (Front-Facing Camera/View) und rückseitiger Kameraaufnahme (Main Camera/View) einer Vorrichtung, insbesondere eines Mobiltelefons umfassen. Dabei kann der Vordergrund der Selfie-Aufnahme, das bedeutet, das Selbstportrait, in den Vordergrund der Aufnahme der Hauptkamera übertragen werden. Eine sehr schnelle Umschaltung zwischen vorderseitiger und rückseitiger Aufnahme durch eine Veränderung der Stellung der Strahlumlenkeinrichtung ermöglicht die genannte quasigleichzeitige Aufnahme des Weltseitigen und des User-seitigen Kamerabilds mit dem gleichen Bildsensor. Obwohl gemäß dem zweiten Aspekt auch eine einkanalige Abbildungsvorrichtung verwendet werden kann, liefert der zweite Aspekt insbesondere im Hinblick auf Multiaperturabbildungsvorrichtungen Vorteile, da diese bereits eine Tiefenkarte erstellen oder verwenden können, um die Einzelbilder zusammenzufügen. Diese Tiefenkarte kann auch zur Bestimmung von Tiefeninformationen für die Synthesierung der akkumulierten Abbildungsinformation **48**

verwendet werden. Es wird ein Ablauf ermöglicht, der wie folgt beschrieben werden kann:

1. Nutze Tiefenkarte der Selfie-Aufnahme, um Vordergrund, d. h., die sich selbst fotografierende(n) Person(en) vom Hintergrund zu segmentieren;
2. Nutze die Tiefenkarte der Welt-seitigen Aufnahme, um einen Vordergrund und einen Hintergrund hieraus festzustellen, das bedeutet, Tiefeninformation zu separieren; und
3. Füge den Vordergrund, d. h., die sich selbst fotografierende(n) Person(en) aus der Selfie-Aufnahme in das Bild der Welt-seitigen Aufnahme, insbesondere deren Vordergrund ein.

[0107] Vorteilhaft daran ist, dass die Selfie-Aufnahme mit dem Welt-seitig aufgenommenen Bild als Hintergrund kombiniert werden kann, ohne das Telefon dafür, wie ansonsten notwendig, um 180° drehen zu müssen, um sich dabei vor dieser Szene selbst mit aufzunehmen. Alternativ oder zusätzlich wird vermieden, dass rückwärts an sich vorbei fotografiert wird, was es erfordert, dass bezüglich der Ausrichtung des Telefons gegenüber der Szene immer spiegelverkehrt gedacht werden muss. Auch gemäß dem zweiten Aspekt kann die Tiefenkarte selbst erzeugt werden, wie es im Zusammenhang mit dem ersten Aspekt beschrieben ist, so dass auf die zusätzliche Anordnung von Time of Flight-Sensoren oder Structured Light-Sensoren verzichtet werden kann.

[0108] Nachfolgend wird nun noch Bezug genommen auf einige vorteilhafte Ausgestaltungen der Multiaperturabbildungsvorrichtung zur Erläuterung erfindungsgemäßer Vorteile.

[0109] Fig. 8 zeigt Teile einer Multiaperturabbildungsvorrichtung 80, die in erfindungsgemäßen Vorrichtungen des ersten und/oder zweiten Aspekts eingesetzt werden kann, wobei eine mögliche Fokussiereinrichtung und/oder Aktorik zur Implementierung einer optischen Bildstabilisierung nicht dargestellt sind, jedoch ohne weiteres implementiert werden können.

[0110] Die Multiaperturabbildungsvorrichtung 80 von Fig. 8 umfasst ein in mehreren Zeilen gebildetes oder bevorzugt einzeiliges Array 14 von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen 16a-d. Jeder optische Kanal 16a-d umfasst eine Optik 22a-d zur Abbildung eines jeweiligen Teilgesichtsfeldes 24a-d eines Gesamtgesichtsfeldes 26, ggf. auch eines Gesamtgesichtsfeldes, wie in Zusammenhang mit Fig. 5 beschrieben ist. Das abgebildete Gesichtsfeld der Multiaperturabbildungsvorrichtung 80 wird auf einen jeweils zugeordneten Bildsensorbereich 28a-d eines Bildsensors 12 abgebildet.

[0111] Die Bildsensorbereiche 28a-d können beispielsweise jeweils aus einem Chip gebildet sein, der ein entsprechendes Pixelarray umfasst, wobei die Chips wie in den Fig. 8 angedeutet, auf einem gemeinsamen Substrat bzw. einer gemeinsamen Platine 98 montiert sein können. Alternativ wäre es natürlich auch möglich, dass die Bildsensorbereiche 28a-d jeweils aus einem Teil eines gemeinsamen Pixelarrays, das sich kontinuierlich oder mit Unterbrechungen über die Bildsensorbereiche 28a-d erstreckt, gebildet sind, wobei das gemeinsame Pixelarray beispielsweise auf einem einzelnen Chip gebildet ist. Beispielsweise werden dann lediglich die Pixelwerte des gemeinsamen Pixelarrays in den Bildsensorbereichen 28a-d ausgelesen. Verschiedene Mischungen dieser Alternativen sind natürlich ebenfalls möglich, wie z. B. das Vorhandensein eines Chips für zwei oder mehr Kanäle und eines weiteren Chips für wiederum andere Kanäle oder dergleichen. In dem Fall mehrerer Chips des Bildsensors 12 können diese beispielsweise auf einer oder mehreren Platinen montiert sein, wie z.B. alle gemeinsam oder gruppenweise oder dergleichen.

[0112] Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8 sind vier optischen Kanäle 16a-d einzeilig nebeneinander in Zeilenerstreckungsrichtung des Arrays 14 angeordnet, aber die Zahl vier ist lediglich exemplarisch und könnte auch jede andere Zahl größer Eins annehmen, d. h., es können N optische Kanäle mit $N > 1$ angeordnet sein. Darüber hinaus kann das Array 14 auch weitere Zeilen aufweisen, die sich entlang der Zeilenerstreckungsrichtung erstrecken. Als Array 14 von optischen Kanälen 16a-d wird ein Verbund der optischen Kanäle bzw. eine räumliche Gruppierung hiervon verstanden. Die Optiken 22a-d können jeweils eine Linse aber auch einen Linsenverbund oder Linsenstapel sowie eine Kombination einer abbildenden Optik mit weiteren optischen Elementen aufweisen, darunter Filter, Blenden, reflektive oder diffraktive Elemente oder dergleichen. Das Array 14 kann so ausgestaltet sein, dass die Optiken 22a-d kanalindividuell, in Gruppen oder kanalglobal, d. h., alle Kanäle gemeinsam, an dem Substrat 78 angeordnet, befestigt oder montiert sind. Das bedeutet, es kann ein einzelnes Substrat 78, mehrere Teile hiervon oder auch kein Substrat 78 angeordnet sein, etwa wenn die Optiken 22a-d an anderer Stelle gehalten werden.

[0113] Optische Achsen bzw. die Strahlengänge 102a-d der optischen Kanäle 16a-d können gemäß einem Beispiel zwischen den Bildsensorbereichen 28a-d und den Optiken 22a-d parallel zueinander verlaufen. Dazu sind die Bildsensorbereiche 28a-d beispielsweise in einer gemeinsamen Ebene angeordnet und ebenso die optischen Zentren der Optiken 22a-d. Beide Ebenen sind parallel zueinander, d.h. parallel zu der gemeinsamen Ebene der Bildsensorbereiche 28a-d. Zudem fallen bei einer Projektion senkrecht auf die Ebene der Bildsensorbereiche

28a-d optische Zentren der Optiken **22a-d** mit Zentren der Bildsensorbereiche **28a-d** zusammen. In anderen Worten ausgedrückt sind in diesen parallelen Ebenen die Optiken **22a-d** einerseits und die Bildsensorbereiche **28a-d** mit gleichem Wiederholabstand in Zeilenerstreckungsrichtung angeordnet.

[0114] Ein bildseitiger Abstand zwischen Bildsensorbereichen **28a-d** und den zugehörigen Optiken **22a-d** ist so eingestellt, dass die Abbildungen auf die Bildsensorbereiche **28a-d** auf einen gewünschten Objektstand eingestellt sind. Der Abstand liegt beispielsweise in einem Bereich gleich oder größer der Brennweite der Optiken **22a-d** oder zum Beispiel in einem Bereich zwischen einem Einfachen und einem Zweifachen der Brennweite der Optiken **22a-d**, beides inklusive. Der bildseitige Abstand entlang der optischen Achse **102a-d** zwischen Bildsensorbereich **28a-d** und Optik **22a-d** kann auch einstellbar sein, wie z.B. manuell durch einen Benutzer und/oder automatisch über eine Fokussiereinrichtung bzw. eine Autofokussteuerung.

[0115] Ohne zusätzliche Maßnahmen überlappten sich die Teilgesichtsfelder **24a-d** der optischen Kanäle **16a-d** im Wesentlichen vollständig aufgrund der Parallelität der Strahlengänge bzw. optischen Achsen **102a-d**. Zur Abdeckung eines größeren Gesamtgesichtsfeldes **26** und damit sich die Teilgesichtsfelder **24a-d** lediglich räumlich teilweise überlappen, ist die Strahlumlenkeinrichtung **18** vorgesehen. Die Strahlumlenkeinrichtung **18** lenkt die Strahlengänge **102a-d** bzw. optischen Achsen bspw. mit einer kanalindividuellen Abweichung in eine Gesamtgesichtsfeldrichtung **104** um. Die Gesamtgesichtsfeldrichtung **104** verläuft beispielsweise parallel zu einer Ebene, die senkrecht zur Zeilenerstreckungsrichtung des Arrays **14** und parallel zu dem Verlauf der optischen Achsen **102a-d** vor bzw. ohne Strahlumlenkung ist. Beispielsweise geht die Gesamtgesichtsfeldrichtung **104** aus den optischen Achsen **102a-d** durch Drehung um die Zeilenerstreckungsrichtung um einen Winkel hervor, der $> 0^\circ$ und $< 180^\circ$ ist und beispielsweise zwischen 80° und 100° liegt und beispielsweise 90° betragen kann. Das Gesamtgesichtsfeld **26** der Multiaperturabbildungsvorrichtung **80**, das der Gesamtabdeckung der Teilgesichtsfelder **24a-d** entspricht, liegt also nicht in Richtung einer Verlängerung der Hintereinanderschaltung des Bildsensors **12** und des Arrays **14** in Richtung der optischen Achsen **102a-d**, sondern durch die Strahlumlenkung befindet sich das Gesamtgesichtsfeld seitlich zu Bildsensor **12** und Array **14** in einer Richtung, in der die Bauhöhe der Multiaperturabbildungsvorrichtung **80** gemessen wird, d.h. die laterale Richtung senkrecht zur Zeilenerstreckungsrichtung.

[0116] Zusätzlich aber lenkt die Strahlumlenkeinrichtung **18** bspw. jeden Strahlengang bzw. den Strahlengang jedes optischen Kanals **16a-d** mit ei-

ner kanalindividuellen Abweichung von der soeben erwähnten zu der Richtung **104** führenden Umlenkung ab. Dazu umfasst die Strahlumlenkeinrichtung **18** für jeden Kanal **16a-d** bspw. ein individuell eingerichtetes Element, etwa eine reflektierende Facette **86-d** und/oder eine reflektierende Fläche. Diese sind gegenseitig leicht geneigt. Die gegenseitige Verkipfung der Facetten **86a-d** ist derart gewählt, dass bei Strahlumlenkung durch die Strahlumlenkeinrichtung **18** die Teilgesichtsfelder **24a-d** mit einer leichten Divergenz versehen werden, derart, dass sich die Teilgesichtsfelder **24a-d** lediglich teilweise überlappen. Dabei kann, wie es exemplarisch in **Fig. 8** angedeutet ist, die individuelle Umlenkung auch derart gestaltet sein, dass die Teilgesichtsfelder **24a-d** das Gesamtgesichtsfeld **26** zweidimensional abdecken, d.h. im Gesamtgesichtsfeld **26** zweidimensional verteilt angeordnet sind.

[0117] Gemäß einem weiteren Beispiel kann die Optik **22a-d** eines optischen Kanals eingerichtet sein, um die Divergenz in den Strahlengängen **102a-d** ganz oder teilweise zu erzeugen, was es ermöglicht auf die Neigung zwischen einzelnen Facetten **86a-d** ganz oder teilweise zu verzichten. Wird die Divergenz bspw. vollständig durch die Optiken **22a-d** bereitgestellt, so kann die Strahlumlenkeinrichtung auch als ebener Spiegel gebildet sein.

[0118] Es sei darauf hingewiesen, dass viele der bisher beschriebenen Details zur Multiaperturabbildungsvorrichtung **80** lediglich exemplarisch gewählt wurden. Das betraf beispielsweise schon die zuvor erwähnte Anzahl von optischen Kanälen. Die Strahlumlenkeinrichtung **18** kann ebenfalls anders gebildet sein als dies bisher beschrieben wurde. Beispielsweise wirkt die Strahlumlenkeinrichtung **18** nicht notwendigerweise reflektiv. Sie kann also auch anders ausgeführt sein als in Form eines Facettenspiegels, wie z.B. in Form transparenter Prismenkeile. In diesem Fall könnte beispielsweise die mittlere Strahlumlenkung 0° betragen, d.h. die Richtung **104** könnte beispielsweise parallel zu den Strahlengängen **102a-d** noch vor oder ohne Strahlumlenkung sein bzw. in anderen Worten ausgedrückt könnte die Multiaperturabbildungsvorrichtung **80** trotz Strahlumlenkeinrichtung **18** weiterhin „geradeaus schauen“. Das kanalindividuelle Umlenken durch die Strahlumlenkeinrichtung **18** würden wieder dazu führen, dass sich die Teilgesichtsfelder **24a-d** lediglich geringfügig gegenseitig überlappen, wie z.B. paarweise mit einem Überlapp $< 10\%$ bezogen auf die Raumwinkelbereiche der Teilgesichtsfelder **24a-d**.

[0119] Auch könnten die Strahlengänge **102a-d** bzw. optischen Achsen von der beschriebenen Parallelität abweichen und dennoch könnte die Parallelität der Strahlengänge der optischen Kanäle aber immer noch so ausgeprägt sein, dass sich die Teilgesichtsfelder, die durch die einzelnen Kanäle **16a-d**

abgedeckt bzw. auf die jeweiligen Bildsensorbereiche **28a-d** abgebildet werden, ohne weitere Maßnahmen, wie nämlich die Strahlumlenkung, größtenteils überlappen würden, so dass, um ein größeres Gesamtgesichtsfeld durch die Multiaperturabbildungsvorrichtung **80** abzudecken, die Strahlumlenkung **18** die Strahlengänge so mit einer zusätzlichen Divergenz versieht, dass sich die Teilgesichtsfelder von N optischen Kanälen **16a-N** weniger gegenseitig überlappen. Die Strahlumlenkung **18** sorgt beispielsweise dafür, dass das Gesamtgesichtsfeld einen Öffnungswinkel aufweist, der größer ist als 1,5-mal dem Öffnungswinkel der einzelnen Teilgesichtsfelder der optischen Kanäle **16a-N**. Mit einer Art Vorab-Divergenz der Strahlengänge **102a-d** wäre es auch möglich, dass sich beispielsweise nicht alle Facettenneigungen unterscheiden, sondern dass manche Gruppen von Kanälen beispielsweise die Facetten mit gleicher Neigung besitzen. Letztere können dann einstückig bzw. kontinuierlich ineinander übergehend gebildet werden, quasi als eine Facette, die dieser Gruppe von in Zeilenerstreckungsrichtung benachbarten Kanälen zugeordnet ist.

[0120] Die Divergenz der optischen Achsen **102a-d** dieser Kanäle **16a-d** könnte dann von der Divergenz dieser optischen Achsen **102a-d** stammen, wie sie durch lateralen Versatz zwischen optischen Zentren der Optiken **22a-d** und Bildsensorbereichen **28a-d** der Kanäle **16a-d** oder Prismenstrukturen oder dezentrierten Linsenausschnitten erzielt wird. Die Vorab-Divergenz könnte sich beispielsweise auf eine Ebene beschränken. Die optischen Achsen **102a-d** könnten beispielsweise vor bzw. ohne Strahlumlenkung **18** in einer gemeinsamen Ebene verlaufen, aber in dieser divergent, und die Facetten **86a-d** bewirken lediglich nur noch eine zusätzliche Divergenz in der anderen Transversalebene, d.h. sie sind alle parallel zur Zeilenerstreckungsrichtung und gegeneinander nur noch unterschiedlich zur vorerwähnten gemeinsamen Ebene der optischen Achsen **102a-d** geneigt, wobei hier wiederum mehrere Facetten **86a-d** gleichen Neigung besitzen können bzw. einer Gruppe von Kanälen gemeinsam zugeordnet sein könnten, deren optischen Achsen sich beispielsweise bereits in der vorerwähnten gemeinsamen Ebene der optischen Achsen paarweise vor bzw. ohne Strahlumlenkung unterscheiden.

[0121] Unter Weglassung der Strahlumlenkung **18** oder Ausbildung der Strahlumlenkung **18** als planer Spiegel oder dergleichen könnte auch die gesamte Divergenz durch den lateralen Versatz zwischen optischen Zentren der Optiken **22a-d** einerseits und Zentren der Bildsensorbereiche **28a-d** andererseits oder durch Prismenstrukturen oder dezentrierte Linsenausschnitte bewerkstelligt werden.

[0122] Die erwähnte möglicher Weise vorliegende Vorab-Divergenz kann beispielsweise erzielt werden,

indem die optischen Zentren der Optiken **22a-d** auf einer Geraden entlang der Zeilenerstreckungsrichtung liegen, während die Zentren der Bildsensorbereiche **28a-d** von der Projektion der optischen Zentren entlang der Normalen der Ebene der Bildsensorbereiche **28a-d** auf Punkte auf einer Geraden in der Bildsensorebene abweichend angeordnet sind, wie z.B. an Punkten, die von den Punkten auf vorerwählter Gerade in der Bildsensorebene kanalindividuell entlang der Zeilenerstreckungsrichtung und/oder entlang der Richtung senkrecht zur sowohl der Zeilenerstreckungsrichtung als auch der Bildsensornormalen abweichen. Alternativ kann Vorab-Divergenz erzielt werden, indem die Zentren der Bildsensoren **28a-d** auf einer Geraden entlang der Zeilenerstreckungsrichtung liegen, während die Zentren der Optiken **22a-d** von der Projektion der optischen Zentren der Bildsensoren entlang der Normalen der Ebene der optischen Zentren der Optiken **22a-d** auf Punkte auf einer Geraden in der Optikzentrenebene abweichend angeordnet sind, wie z.B. an Punkten, die von den Punkten auf vorerwählter Gerade in der Optikzentrenebene kanalindividuell entlang der Zeilenerstreckungsrichtung und/oder entlang der Richtung senkrecht zur sowohl der Zeilenerstreckungsrichtung als auch der Normalen der Optikzentrenebene abweichen.

[0123] Es wird bevorzugt, wenn vorerwähnte kanalindividuelle Abweichung von der jeweiligen Projektion lediglich in Zeilenerstreckungsrichtung verläuft, also die optischen Achsen **102a-d** sich lediglich in einer gemeinsamen Ebene befinden mit einer Vorabdivergenz versehen werden. Sowohl optische Zentren als auch Bildsensorbereichszentren liegen dann jeweils auf einer Geraden parallel zur Zeilenerstreckungsrichtung, aber mit unterschiedlichen Zwischenabständen. Ein lateraler Versatz zwischen Linsen und Bildsensoren in senkrechter lateraler Richtung zur Zeilenerstreckungsrichtung führte demgegenüber zu einer Vergrößerung der Bauhöhe. Ein rein In-Ebene-Versatz in Zeilenerstreckungsrichtung ändert die Bauhöhe nicht, aber es resultieren ggf. weniger Facetten und/oder die Facetten weisen nur eine Kippung in einer Winkelorientierung auf, was den Aufbau vereinfacht.

[0124] Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, so dass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar.

[0125] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit:
 einer Multiaperturabbildungsvorrichtung mit:
 einem Bildsensor (12);
 einem Array (14) von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen (16a-d), wobei jeder optische Kanal (16a-d) eine Optik (22a-d) zur Abbildung zumindest eines Teilgesichtsfeldes (24a-d) eines Gesamtgesichtsfeldes (26₁, 26₂) auf einen Bildsensorbereich (28a-d) des Bildsensors (12) umfasst,
 einer Strahlumlenkeinrichtung (18) zum Umlenken eines Strahlengangs (104) der optischen Kanäle (16a-d),
 einer Fokussiereinrichtung (32) zum Einstellen einer Fokusslage der Multiaperturabbildungsvorrichtung;
 wobei die Vorrichtung ferner aufweist:
 eine Steuereinrichtung (34; 54), die ausgebildet ist, um die Fokussiereinrichtung (32) zu steuern und um Bildinformationen (36) von dem Bildsensor (12) zu empfangen; wobei die Steuereinrichtung (34; 54) konfiguriert ist, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung in eine Abfolge von Fokusslagen (56) zu steuern, um eine korrespondierende Abfolge von Bildinformationen (36) des Gesamtgesichtsfeldes (26₁, 26₂) zu erfassen, und um aus der Abfolge von Bildinformationen (36) eine Tiefenkarte (38) für das erfasste Gesamtgesichtsfeld zu erstellen.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Steuereinrichtung (34; 54) ausgebildet ist, um in der Abfolge von Fokusslagen (56) eine korrespondierende Anzahl von Gruppen von Teilbildern (64) zu erfassen, wobei jedes Teilbild (64) einem abgebildeten Teilgesichtsfeld (24a-d) zugeordnet ist; um aus einem Vergleich von lokalen Bildschärfinformationen in den Teilbildern (64) die Tiefenkarte (38) zu erstellen; und um unter Verwendung der Tiefenkarte (38) die Teilbilder (64) einer Gruppe von Teilbildern zu einem Gesamtbild (42) zusammenzusetzen.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, die ausgebildet ist, um die Fokussiereinrichtung (32) so zu steuern, dass die Abfolge von Fokusslagen (56) innerhalb eines Toleranzbereichs von 25 % äquidistant im

Bildraum zwischen einer minimalen Fokusslage und einer maximalen Fokusslage verteilt ist.

4. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, die ausgebildet ist, um basierend auf der Abfolge von Bildinformationen (36) eine Abfolge von das Gesamtgesichtsfeld (26₁, 26₂) wiedergebenden Gesamtbildern (42) zu erzeugen, wobei jedes Gesamtbild (42) auf einer Kombination von Teilbildern (64) gleicher Fokusslage (56) basiert.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, die ausgebildet ist, um ein das Gesamtgesichtsfeld (26₁, 26₂) wiedergebendes Gesamtbild (42) basierend auf der Tiefenkarte (38) zu verändern.
6. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, die konfiguriert ist, um ein Abbild des Gesamtgesichtsfeldes (26₁, 26₂) als Monoaufnahme zu erstellen und die Tiefenkarte (38) aus der Abfolge von Monoaufnahmen zu erstellen.
7. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein erster optischer Kanal (16a) des Arrays (14) ausgebildet ist, um ein erstes Teilgesichtsfeld (24a) des Gesamtgesichtsfeldes (26₁; 26₂) abzubilden, wobei ein zweiter optischer Kanal (16b) des Arrays (14) ausgebildet ist, um ein zweites Teilgesichtsfeld (24b) des Gesamtgesichtsfeldes (26₁; 26₂) abzubilden, und wobei ein dritter optischer Kanal (24c) ausgebildet ist, um das Gesamtgesichtsfeld (26₁; 26₂) vollständig abzubilden.
8. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Fokussiereinrichtung (32) zumindest einen Aktor (74) zum Einstellen der Fokusslage (56) aufweist, wobei die Fokussiereinrichtung (32) so angeordnet ist, dass sie zumindest teilweise zwischen zwei Ebenen (68a, 68b) angeordnet ist, die durch Seiten (69a, 69b) eines Quaders (69) aufgespannt werden, wobei die Seiten (69a, 69b) des Quaders (69) zueinander sowie zu einer Zeilenerstreckungsrichtung (2) des Arrays (14) und eines Teils des Strahlengangs (104) der optischen Kanäle (16a-d) zwischen dem Bildsensor (12) und der Strahlumlenkeinrichtung (18) parallel ausgerichtet sind und dessen Volumen minimal ist und dennoch den Bildsensor (12), das Array (14) und die Strahlumlenkeinrichtung (18) umfasst.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Multiaperturabbildungsvorrichtung eine Dickenrichtung (y) aufweist, die normal zu den zwei Ebenen (68a, 68b) angeordnet ist, wobei der Aktor (74) eine Abmessung parallel zu der Dickenrichtung (y) aufweist und ein Anteil von höchstens 50 % der Abmessung ausgehend von einem Bereich zwischen den zwei Ebenen (68a, 68b) über die zwei Ebenen (68a, 68b) hinausragt.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei die Fokussiereinrichtung (32) einen Aktor (74) zum Bereitstellen einer Relativbewegung zwischen einer Optik (22a-d) zumindest eines der optischen Kanäle (16a-d) und dem Bildsensor (12) umfasst.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei die Fokussiereinrichtung (32) ausgebildet ist, um die Relativbewegung zwischen der Optik (22a-d) eines der optischen Kanäle (16a-d) und dem Bildsensor (12) unter Ausführung einer zu der Relativbewegung simultanen Bewegung der Strahlumlenkeinrichtung (18) auszuführen.

12. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Fokussiereinrichtung (32) so angeordnet ist, dass sie um höchstens 50 % aus dem Bereich zwischen den Ebenen (68a, 68b) herausragt.

13. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der zumindest eine Aktor (74) der Fokussiereinrichtung (32) einen piezoelektrischen Biegeaktor umfasst.

14. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei die Fokussiereinrichtung (32) zumindest einen Aktor (74) umfasst, der ausgebildet ist, um eine Bewegung bereitzustellen und eine mechanische Einrichtung (82) zum Übertragen der Bewegung an das Array (14) zum Einstellen der Fokussierung (56) umfasst;

wobei der Aktor (74) an einer dem Array (14) abgewandten Seite des Bildsensors (12) angeordnet ist und die mechanische Einrichtung (82) so angeordnet ist, dass ein Kraftfluss lateral an dem Bildsensor (12) vorbei verläuft; oder

wobei der Aktor (74) an einer dem Array (14) abgewandten Seite der Strahlumlenkeinrichtung (18) angeordnet ist und die mechanische Einrichtung (82) so angeordnet ist, dass ein Kraftfluss lateral an der Strahlumlenkeinrichtung (18) vorbei verläuft.

15. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine relative Lage der Strahlumlenkeinrichtung (18) zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung umschaltbar ist, so dass in der ersten Stellung der Strahlengang (104) in Richtung eines ersten Gesamtgesichtsfeldes (26_1) umgelenkt wird und in der zweiten Stellung der Strahlengang in Richtung eines zweiten Gesamtgesichtsfeldes (26_2) umgelenkt wird; wobei die eine Steuereinrichtung ausgebildet ist, um die Strahlumlenkeinrichtung (18) in die erste Position zu steuern, um eine Abbildungsinformation (46_1) des ersten Gesamtgesichtsfeldes (26_1) von dem Bildsensor (12) zu erhalten; um die Strahlumlenkeinrichtung (18) in die zweite Position zu steuern, um eine Abbildungsinformation (46_2) des zweiten Gesamtgesichtsfeldes (26_2) von dem Bildsensor (12) zu erhalten; und um einen Teil der ersten Abbildungsinformation (46_1) in

die zweite Abbildungsinformation (46_2) einzufügen, um eine akkumulierte Bildinformation (48) zu erhalten, die Stellenweise das erste Gesamtgesichtsfeld (26_1) und stellenweise das zweite Gesamtgesichtsfeld (26_2) wiedergibt.

16. Vorrichtung mit einer Multiaperturabbildungsvorrichtung. Die Multiaperturabbildungsvorrichtung umfasst:

einen Bildsensor (12);

ein Array (14) von nebeneinander angeordneten optischen Kanälen (16a-d), wobei jeder optische Kanal (16a-d) eine Optik (22a-d) zur Abbildung zumindest eines Teilgesichtsfeldes ($24a-d$) eines Gesamtgesichtsfeldes ($26_1, 26_2$) auf einen Bildsensorbereich ($28a-d$) des Bildsensors (12) umfasst,

eine Strahlumlenkeinrichtung (18) zum Umlenken eines Strahlengangs (104) der optischen Kanäle (16a-d), und

eine Fokussiereinrichtung (32) zum Einstellen einer Fokussierung der Multiaperturabbildungsvorrichtung. Die Vorrichtung weist ferner eine Steuereinrichtung (34; 54) auf, die ausgebildet ist, um die Fokussiereinrichtung (32) zu steuern und um Bildinformationen (36) von dem Bildsensor (12) zu empfangen; wobei die Steuereinrichtung (34; 54) konfiguriert ist, um die Multiaperturabbildungsvorrichtung in eine Abfolge von Fokussierungen (56) zu steuern, um eine korrespondierende Abfolge von Bildinformationen (36) des Gesamtgesichtsfeldes ($26_1, 26_2$) zu erfassen, und um aus der Abfolge von Bildinformationen (36) eine Tiefenkarte (38) für das erfasste Gesamtgesichtsfeld zu erstellen.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

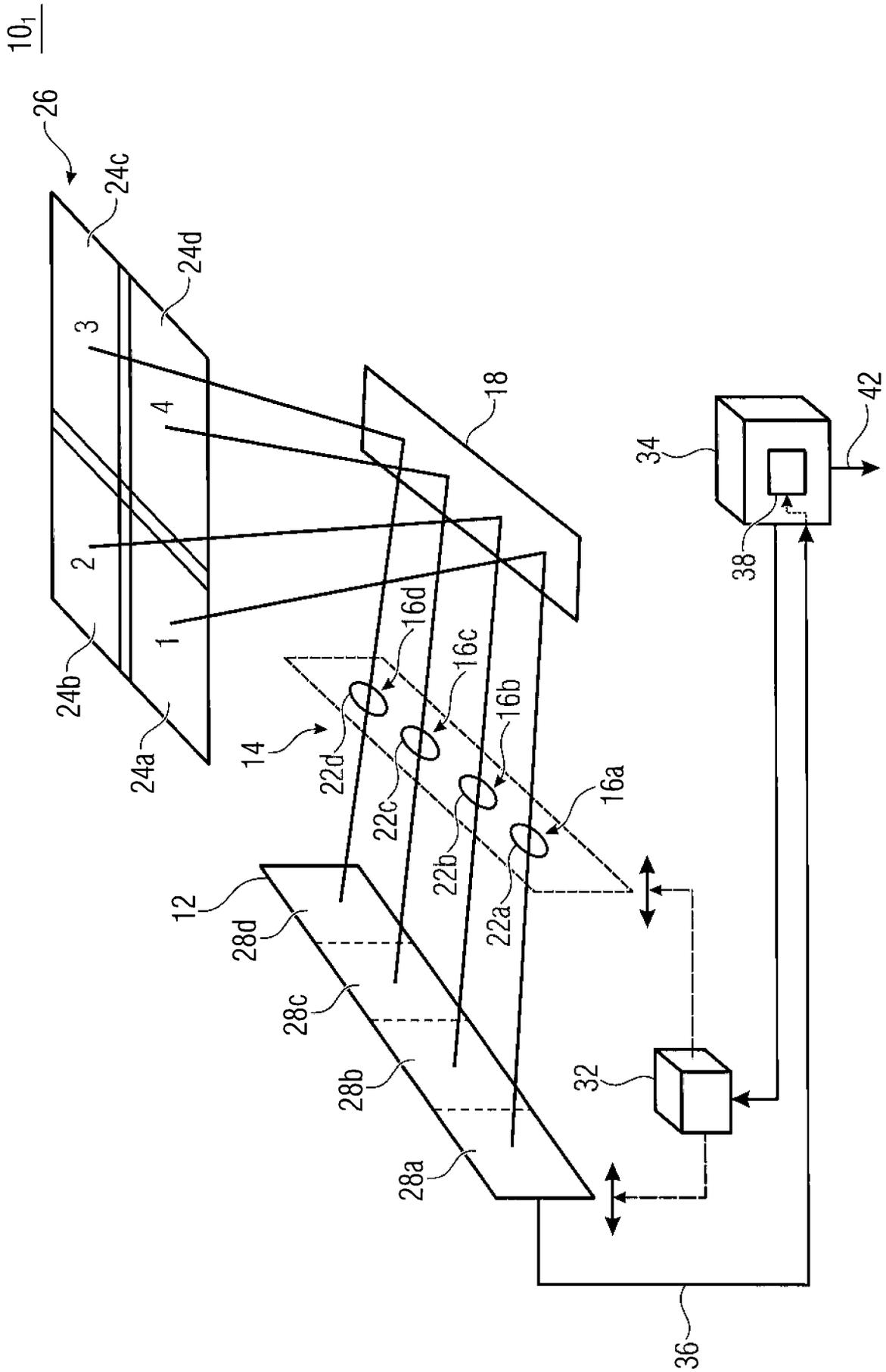


Fig. 1a

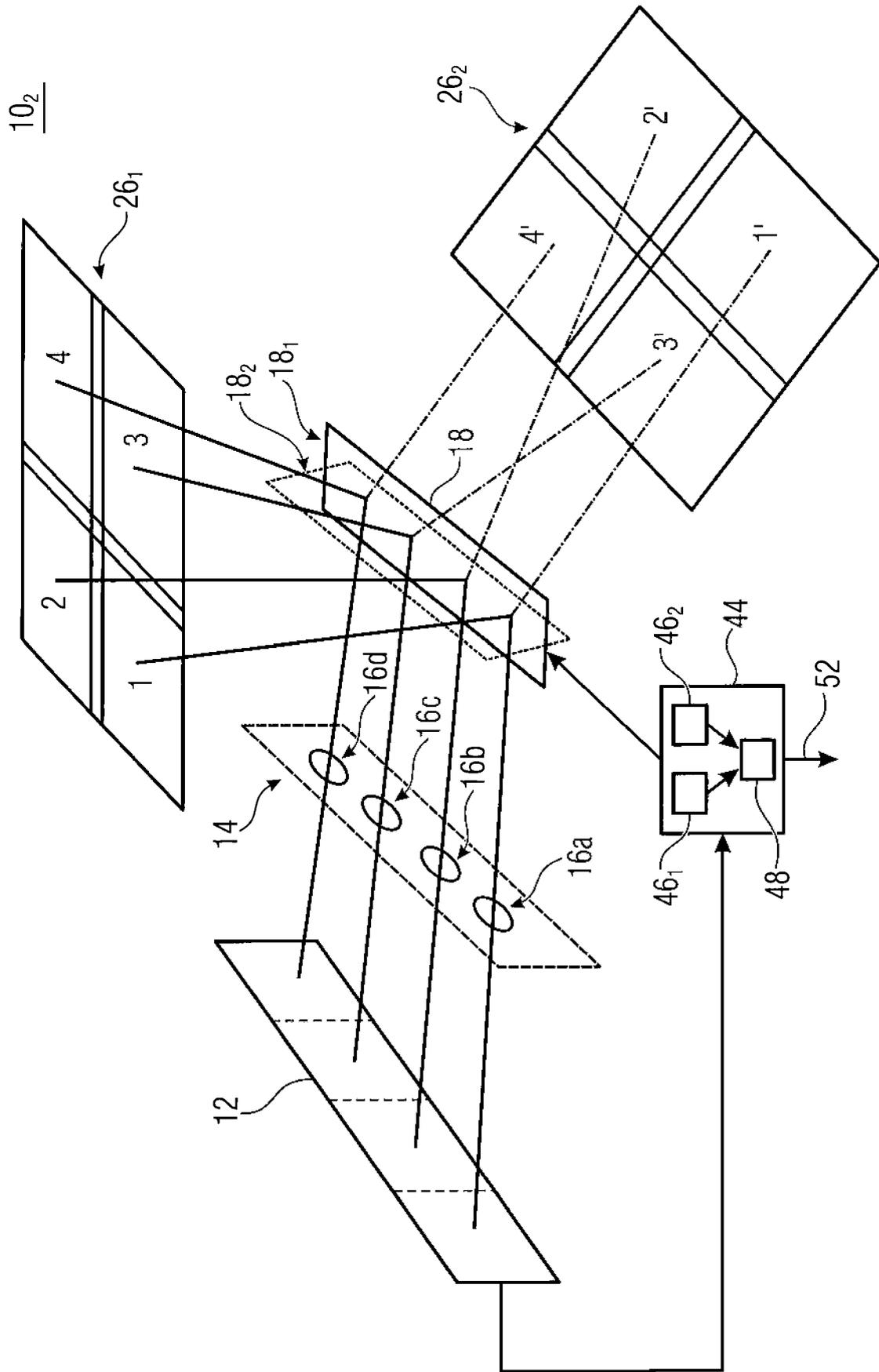


Fig. 1b

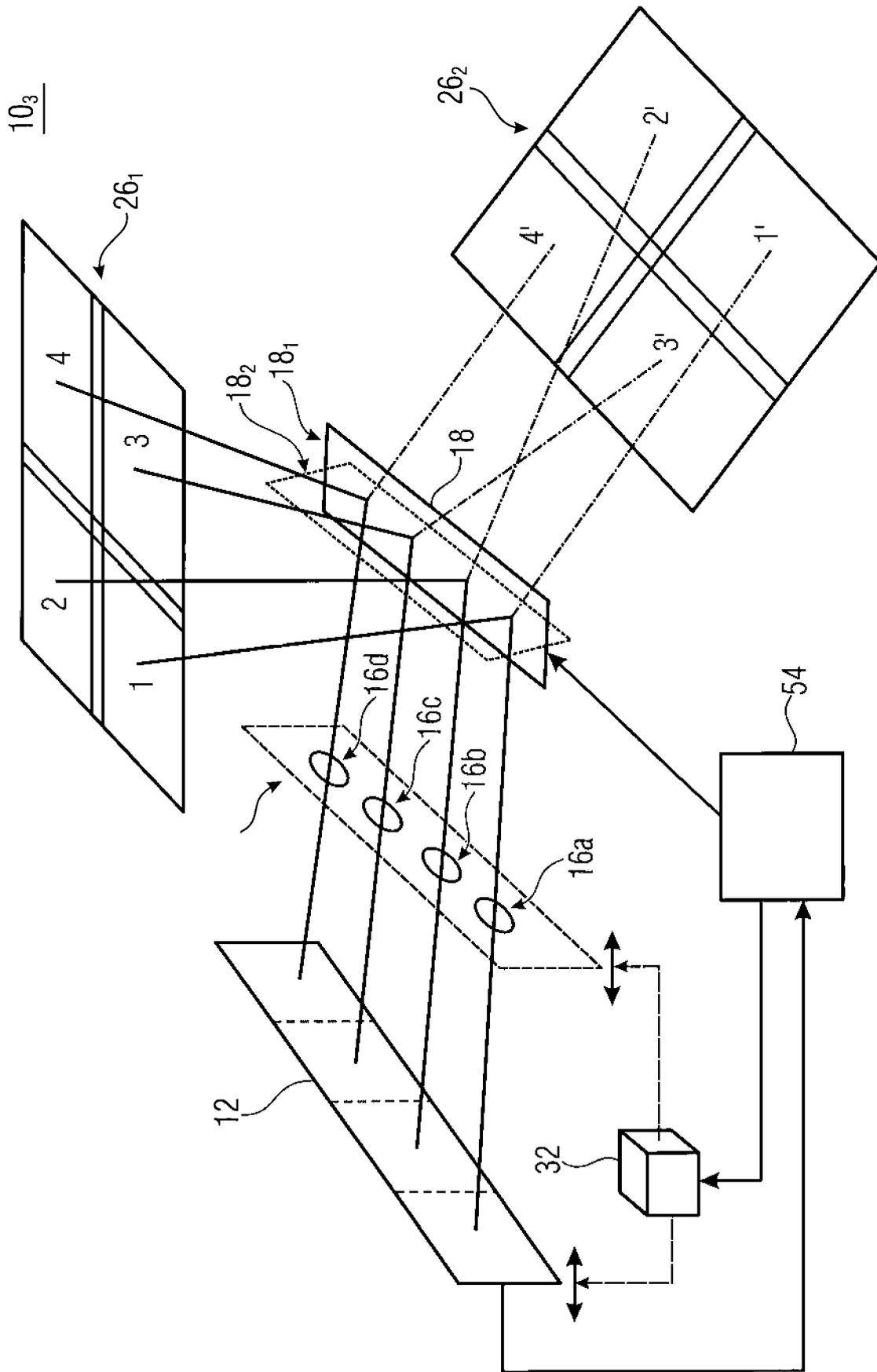


Fig. 1c

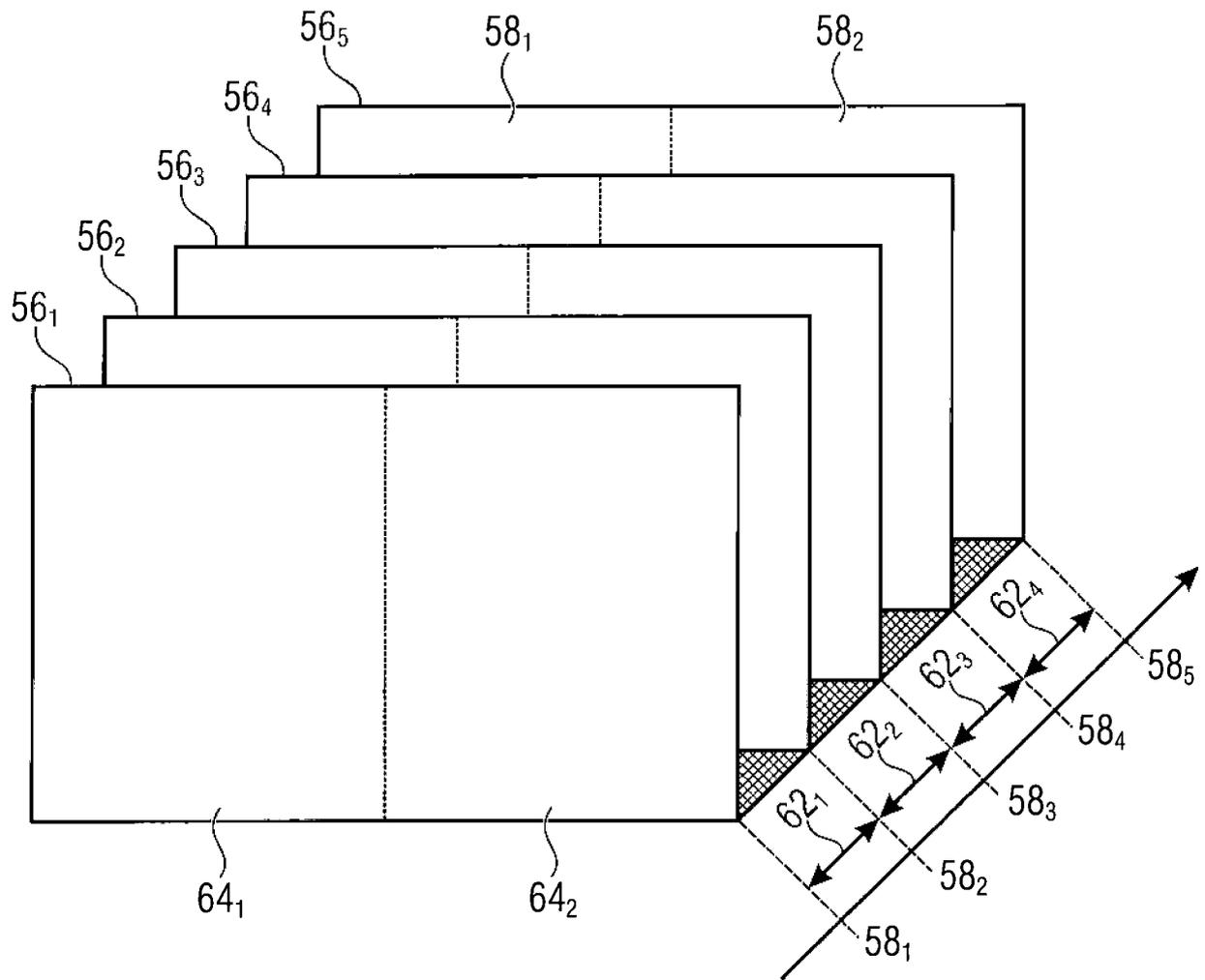


Fig. 2a

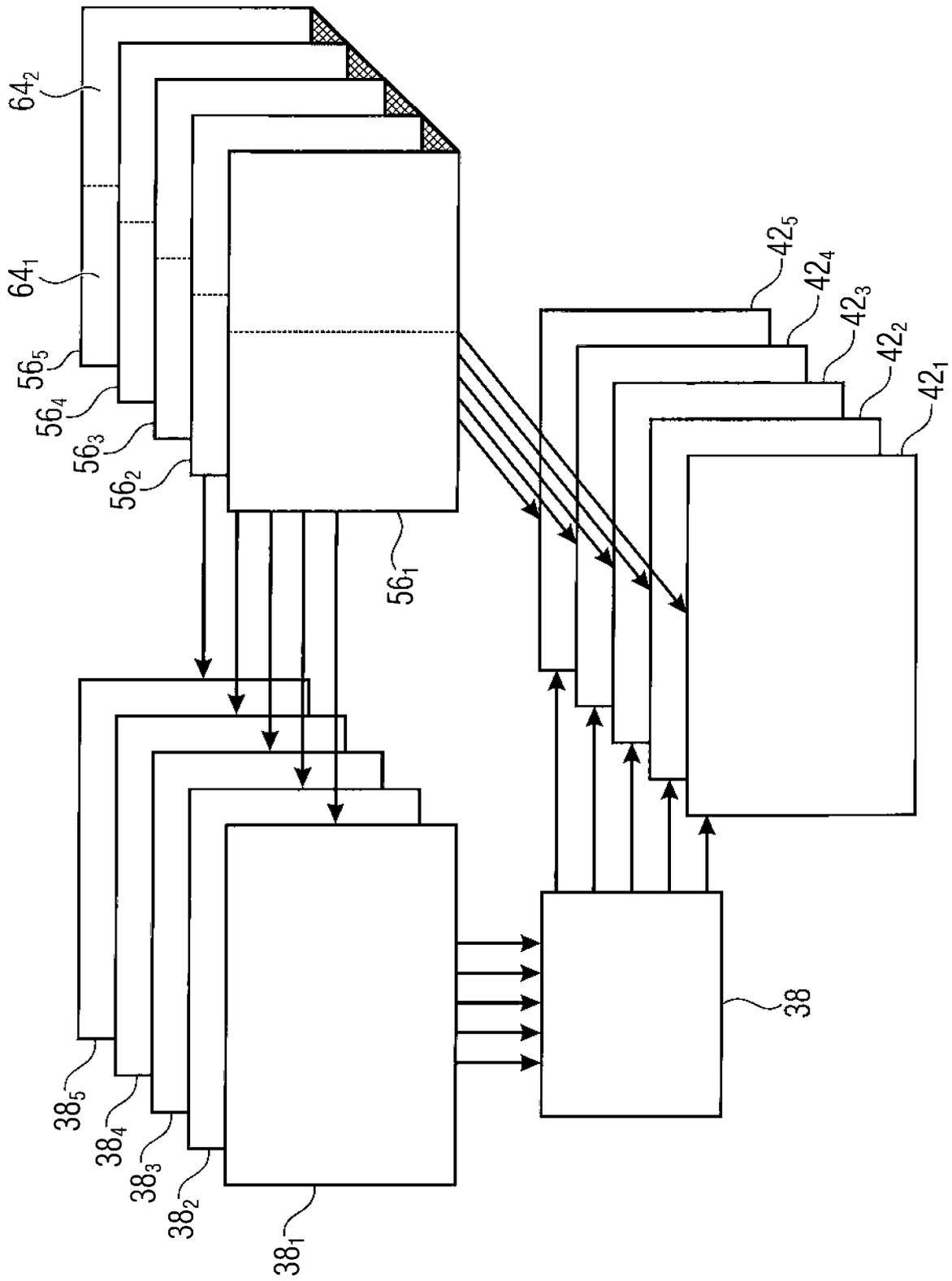


Fig. 2b

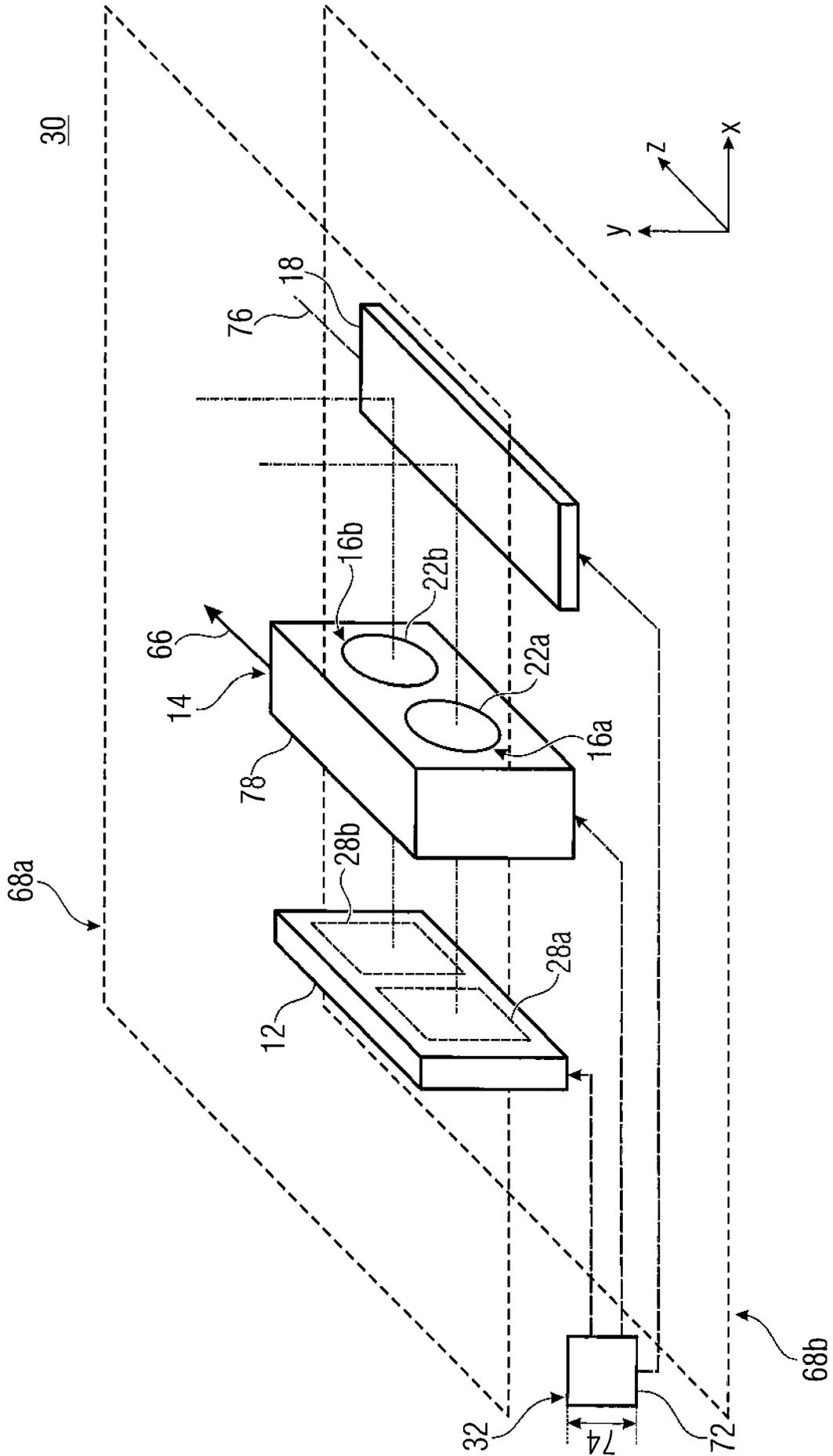


Fig. 3a

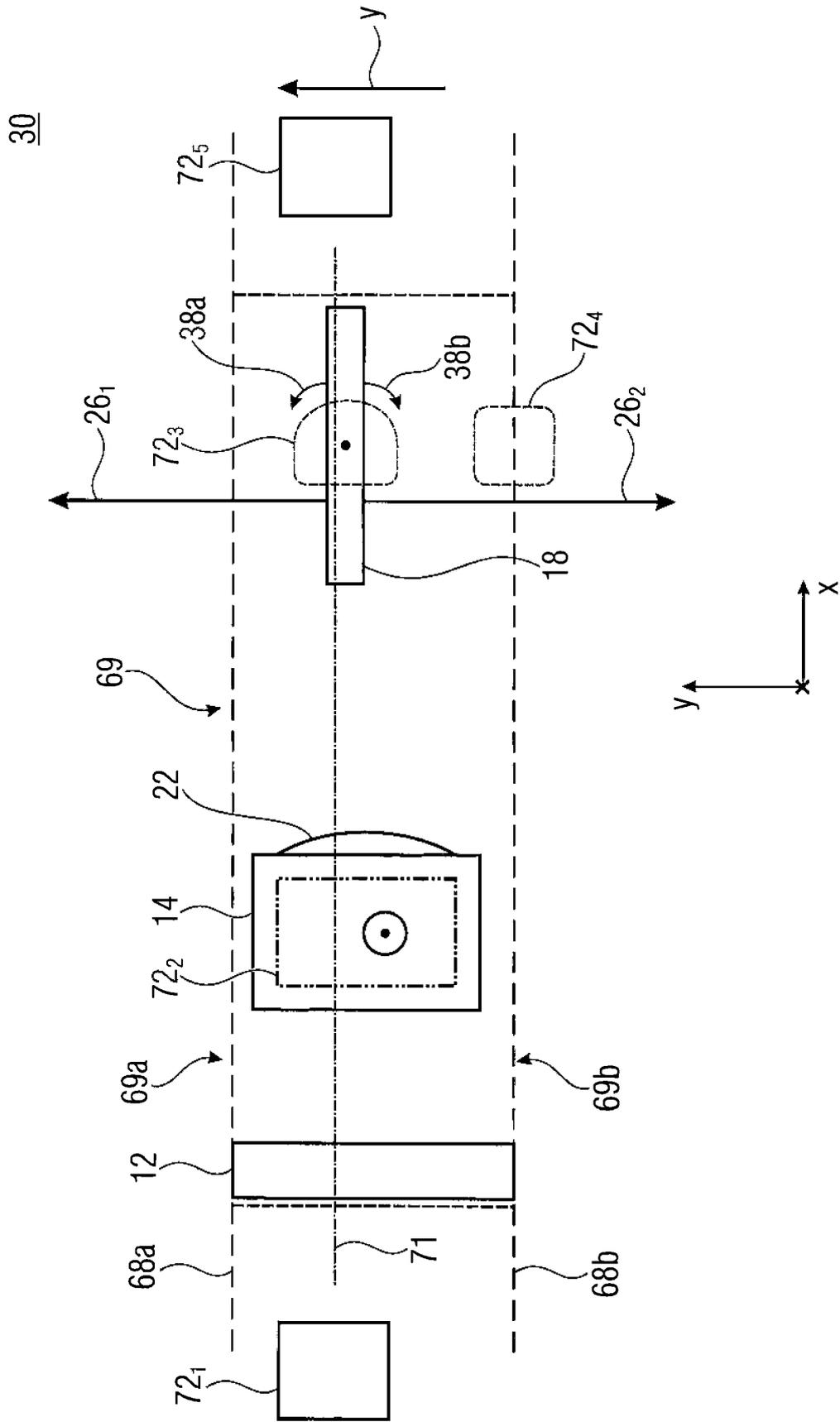


Fig. 3b

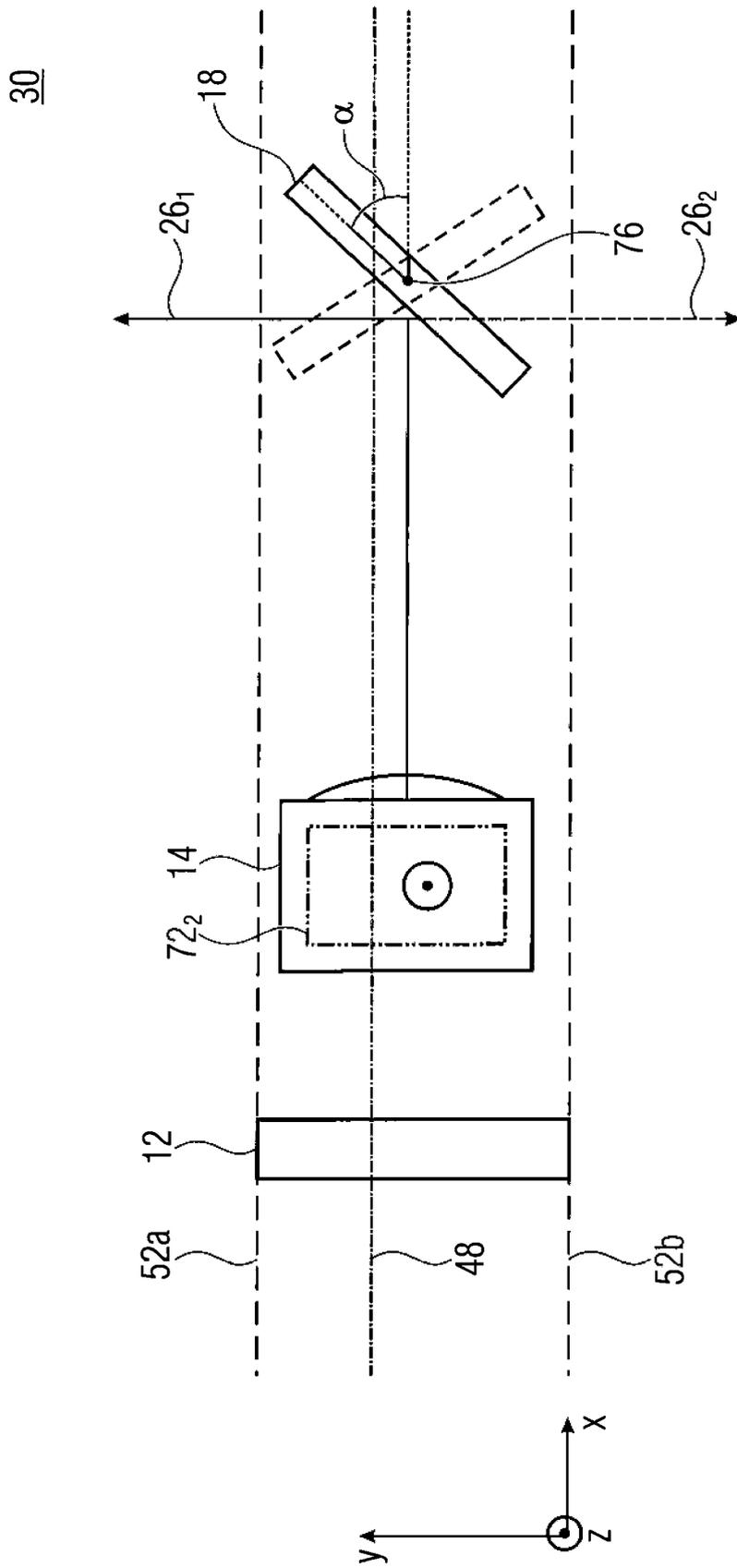


Fig. 3C

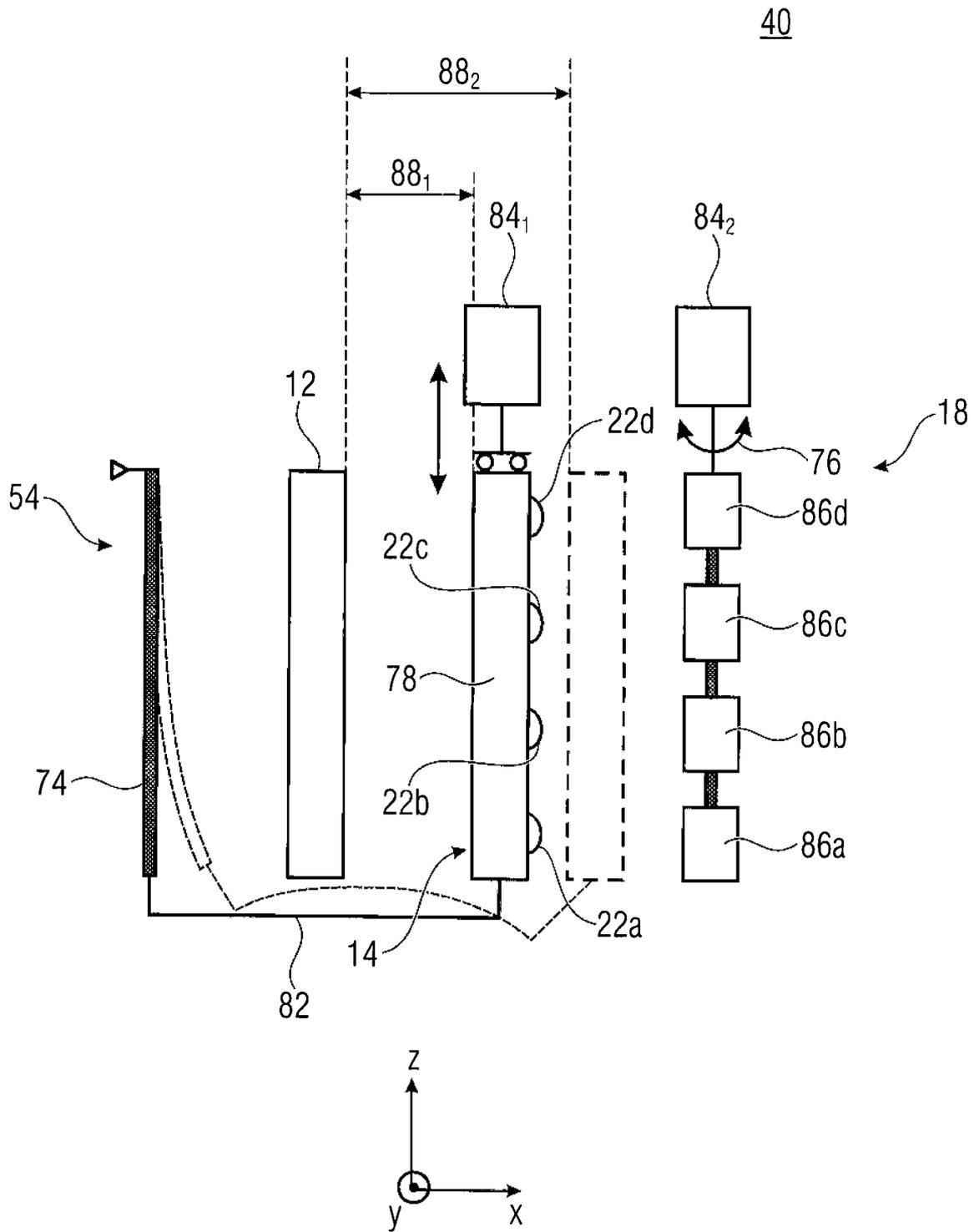


Fig. 4a

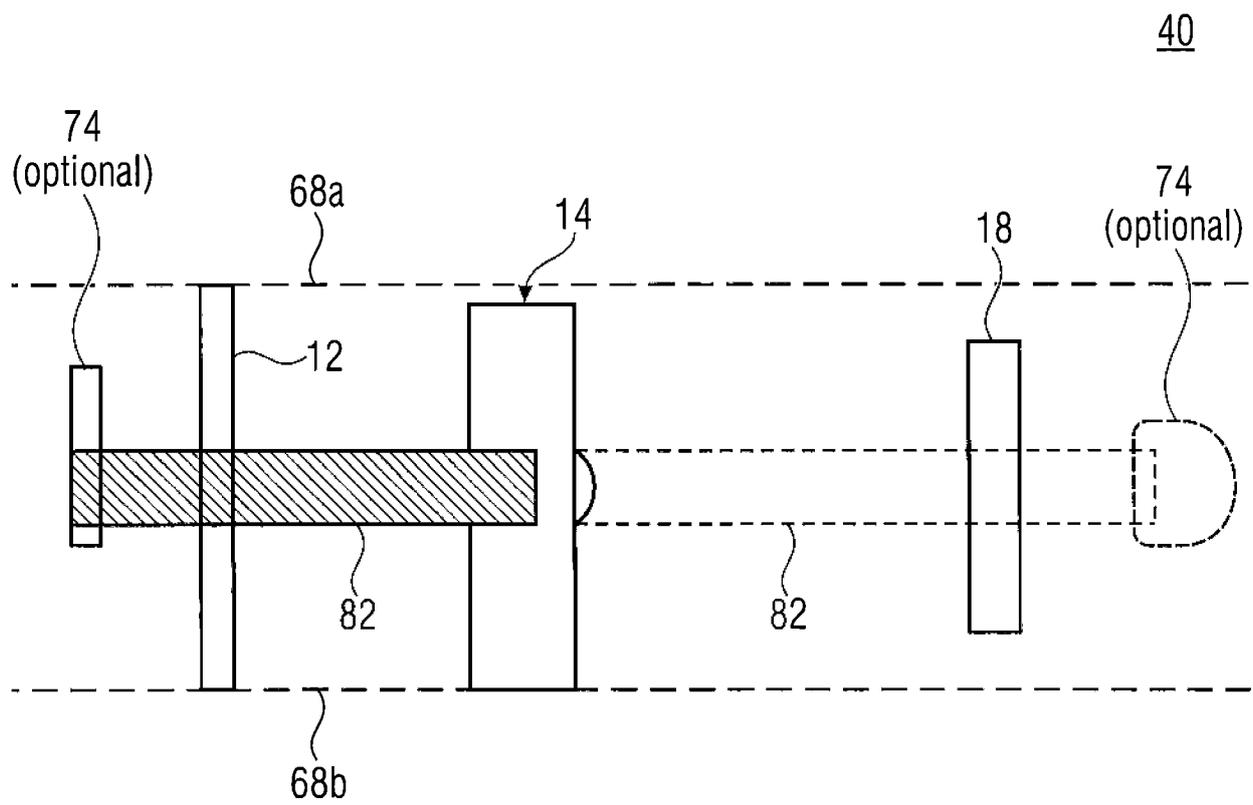


Fig. 4b

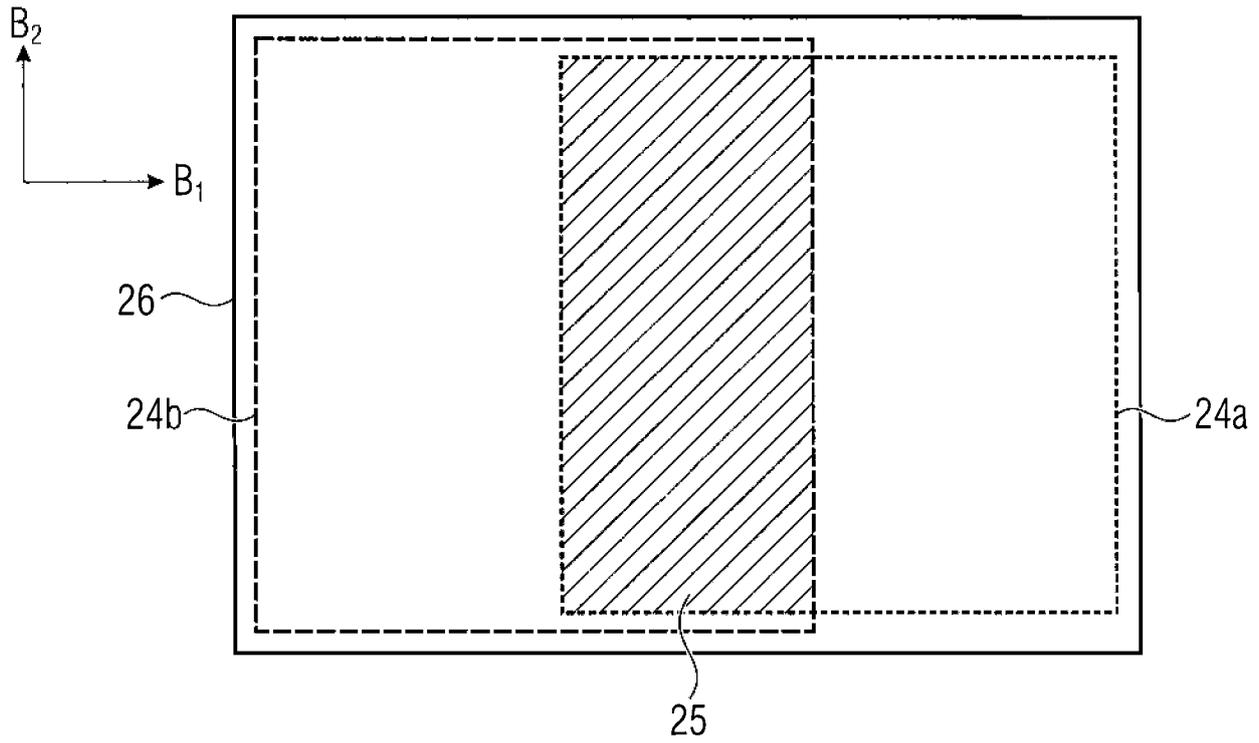


Fig. 5a

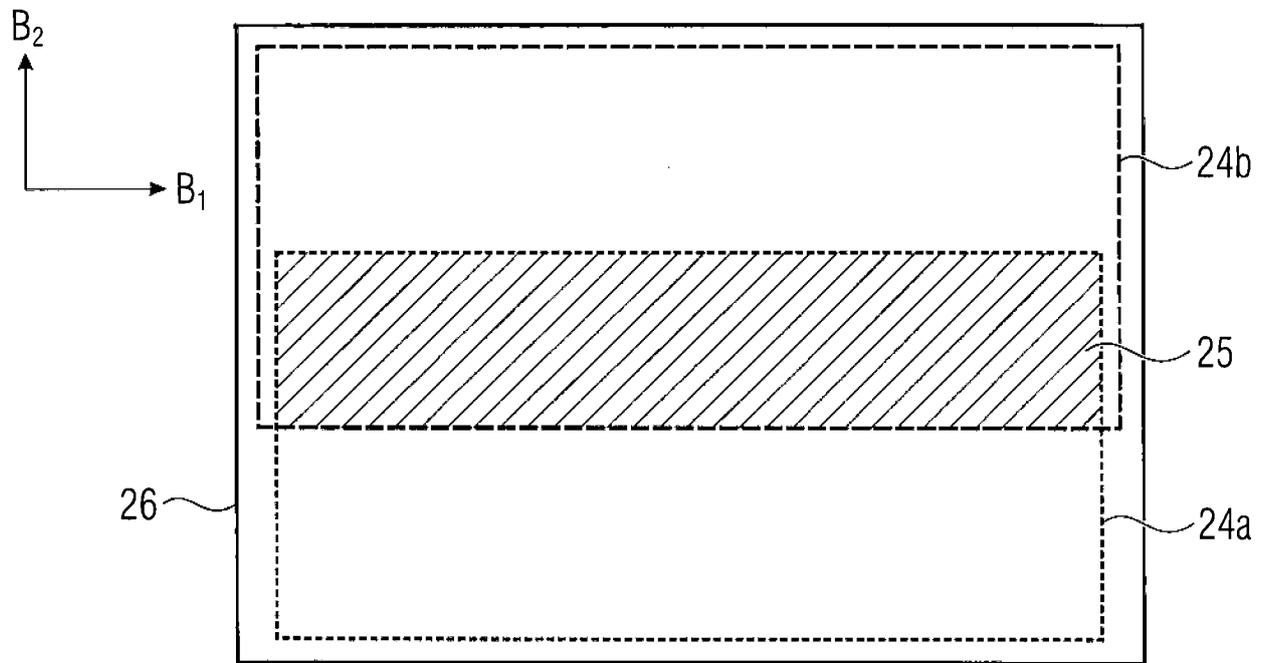


Fig. 5b

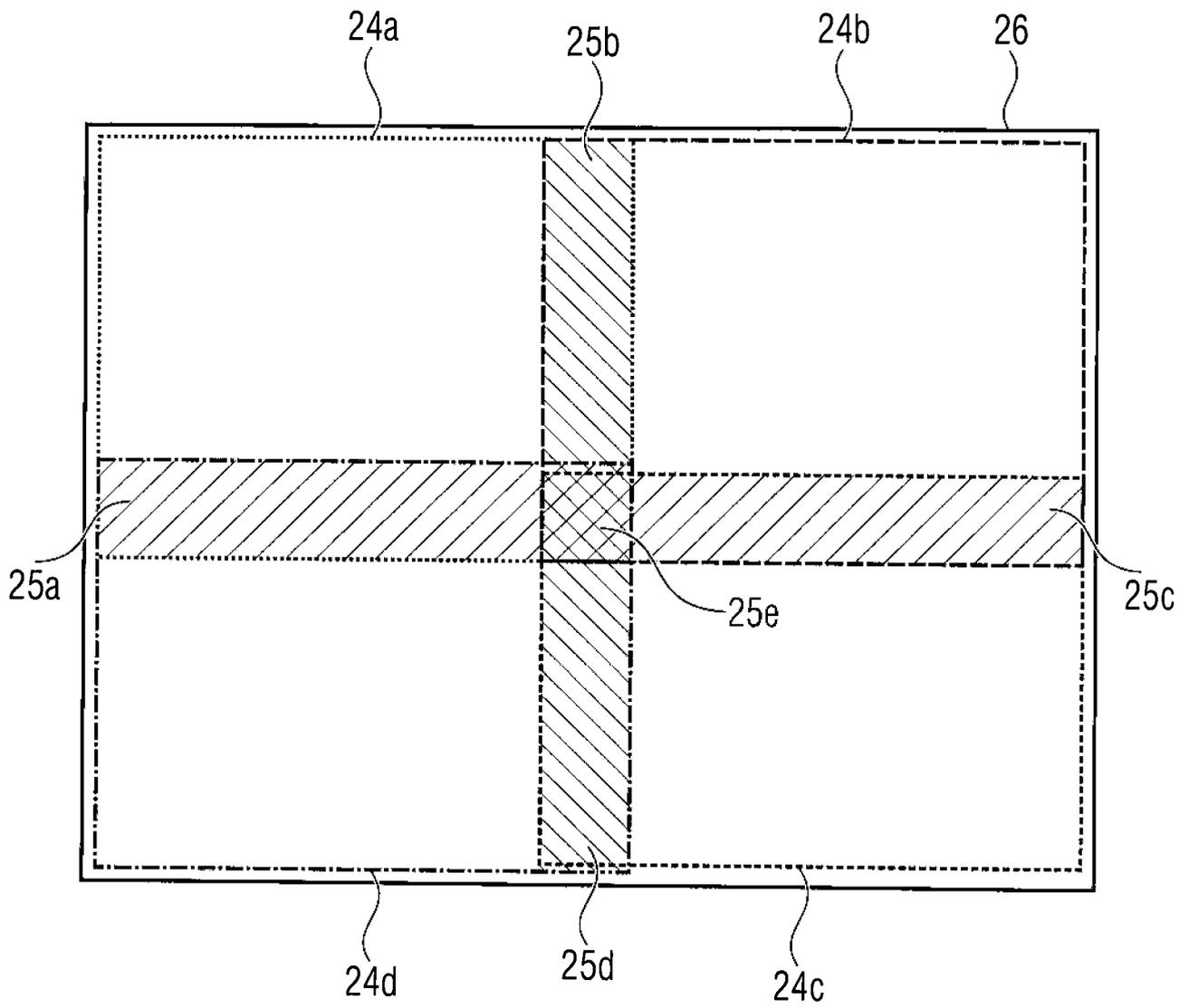


Fig. 5c

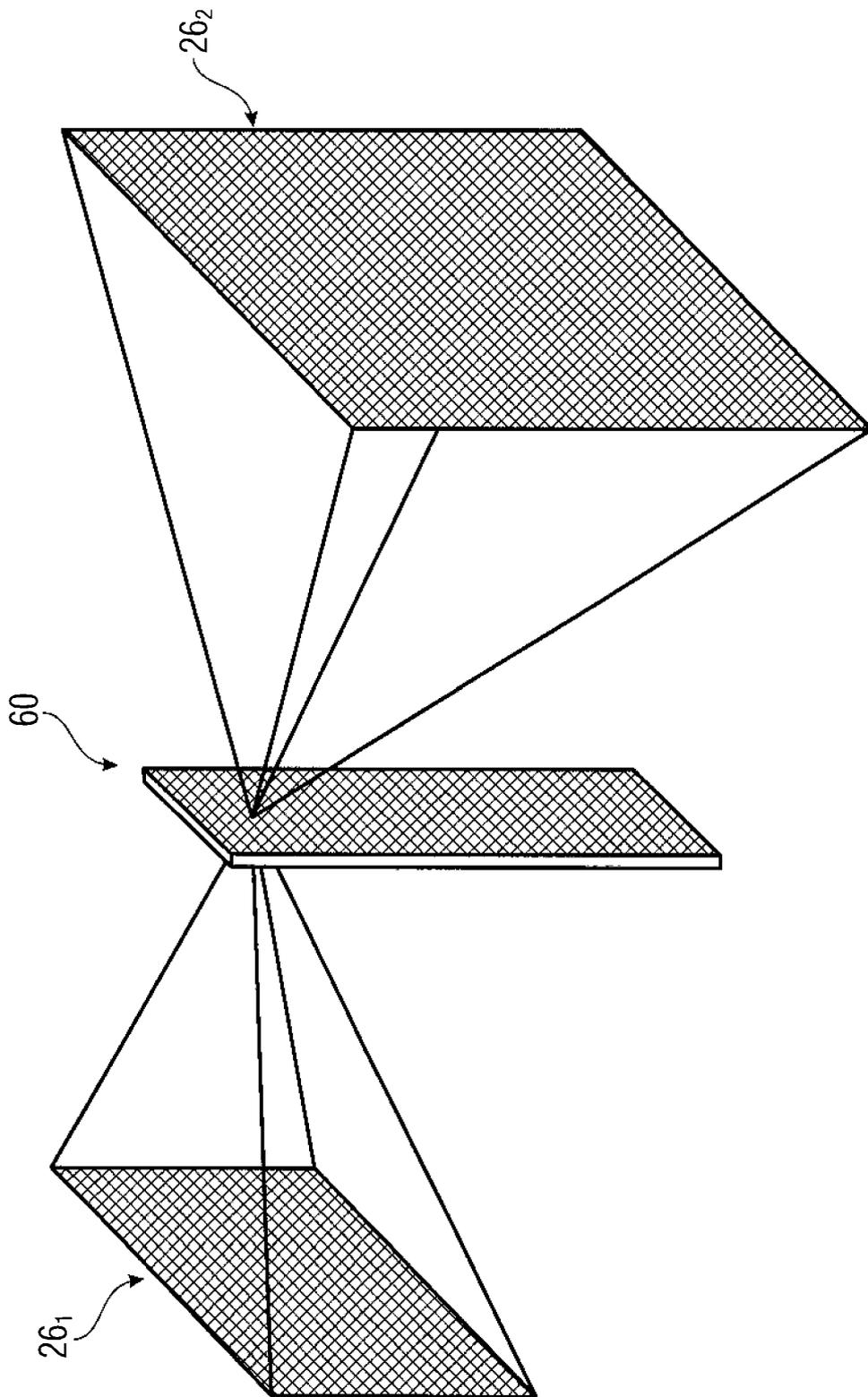


Fig. 6

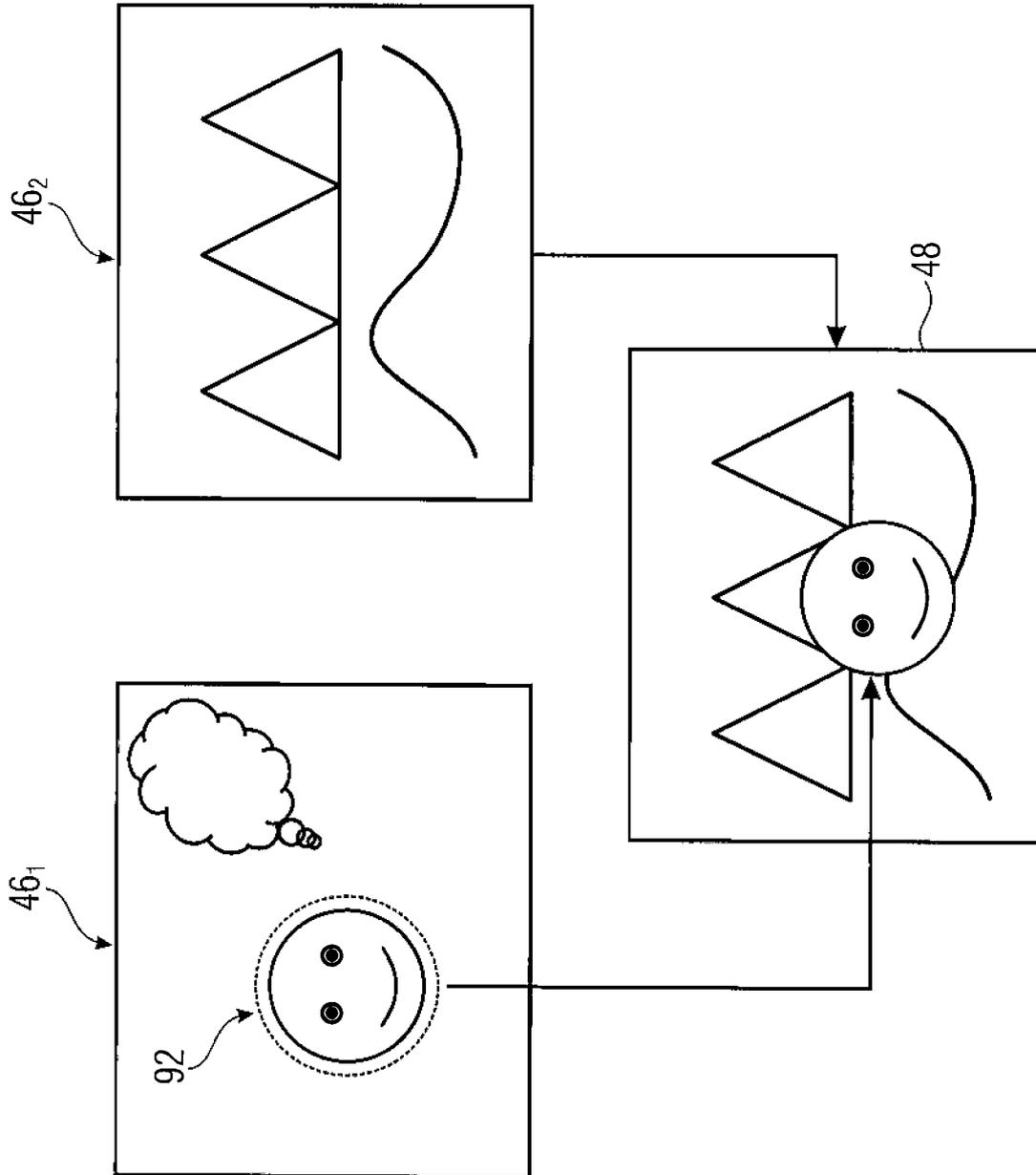


Fig. 7a

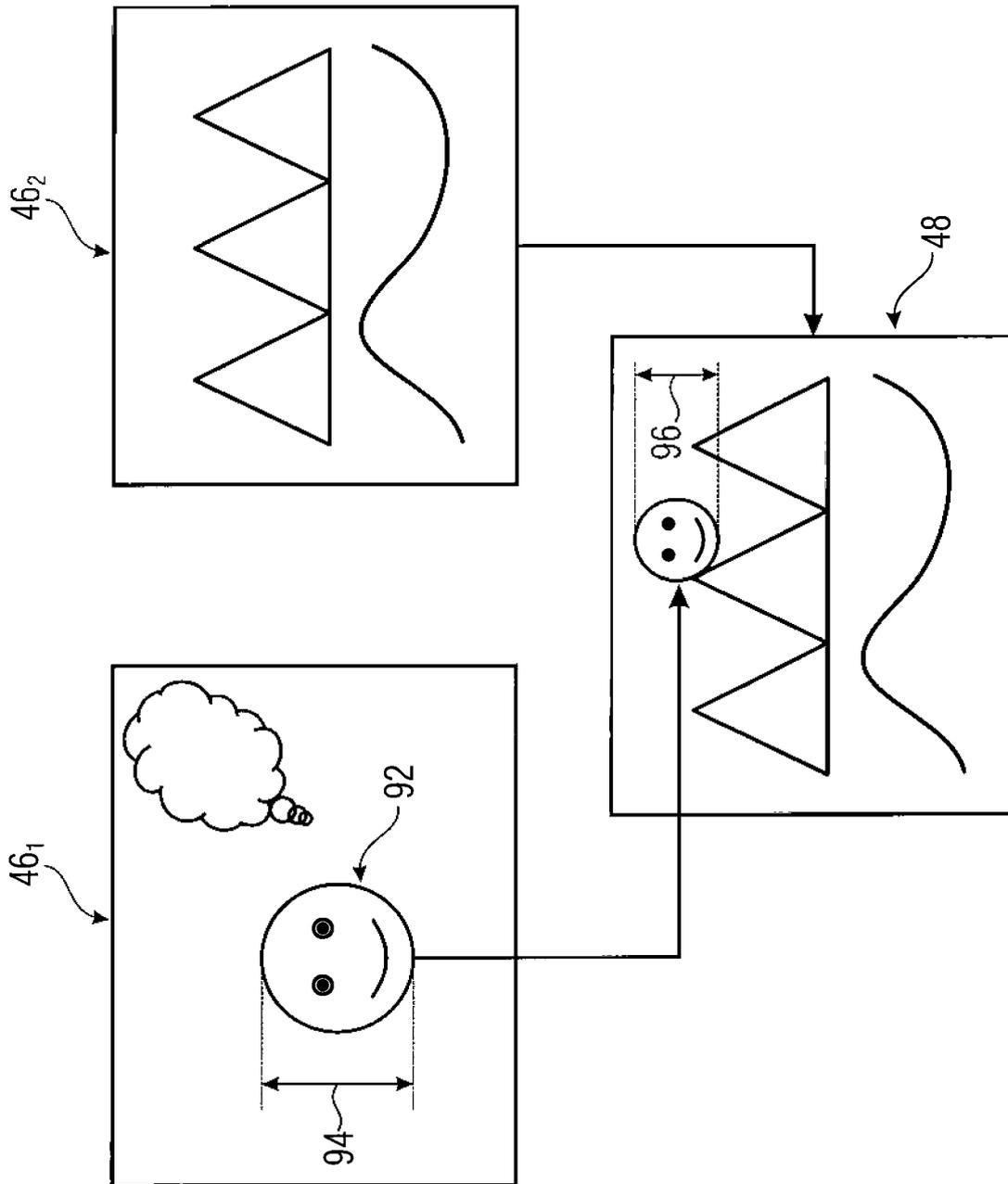


Fig. 7b

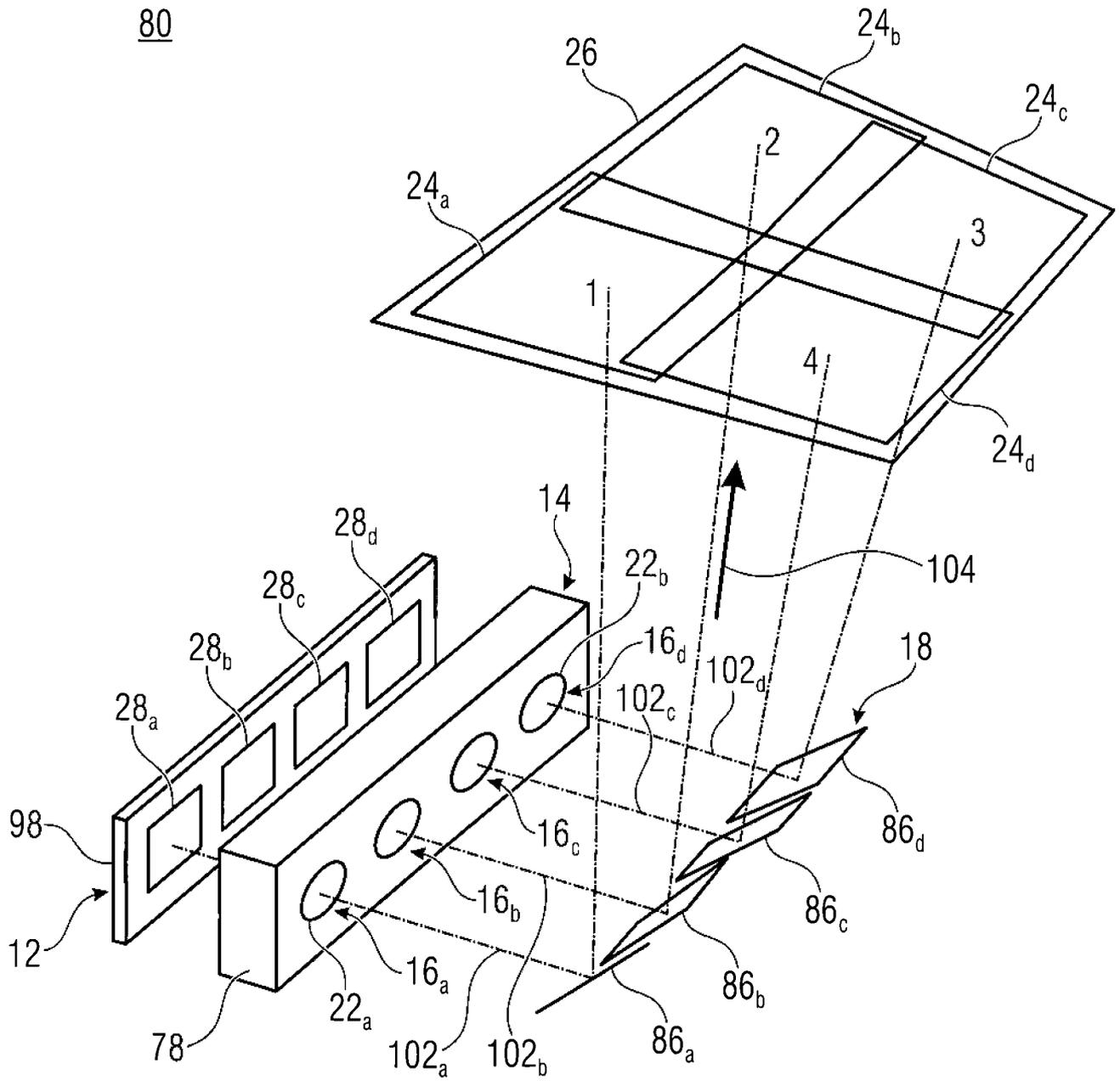


Fig. 8