



(10) **DE 10 2015 218 179 A1** 2017.03.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 218 179.0**  
(22) Anmeldetag: **22.09.2015**  
(43) Offenlegungstag: **23.03.2017**

(51) Int Cl.: **G02B 27/14 (2006.01)**  
**G01B 11/24 (2006.01)**  
**G01C 11/02 (2006.01)**

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

(74) Vertreter:  
**Friese Goeden Patentanwälte PartGmbB, 80538  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Wedel, André, 86161 Augsburg, DE; Geinitz,  
Steffen, 70197 Stuttgart, DE; Margraf, Andreas,  
86152 Augsburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

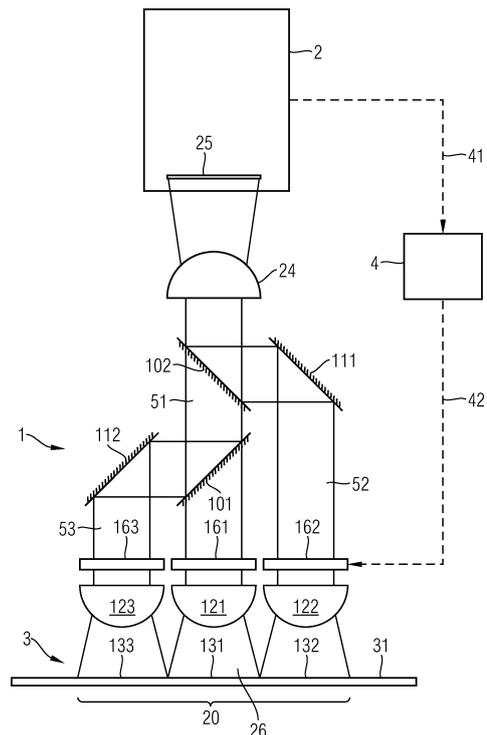
DE	197 19 993	A1
US	8 646 690	B2
US	2004 / 0 263 612	A1
US	2014 / 0 132 804	A1
US	5 975 710	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Vergrößerung des Sichtfeldes einer Kamera sowie damit  
ausgestattete Kamera**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Vergrößerung des Sichtfeldes (20) einer Kamera (2) eines Bildverarbeitungssystems, wobei die Kamera (2) einen Bildsensor (25) und ein Objektiv (24) aufweist, wobei die Vorrichtung (1) zumindest einen Strahlteiler (101, 102) enthält, welcher dazu eingerichtet ist, eine erste Teilfläche des Sichtfeldes (20) über das Objektiv (24) auf den Bildsensor (2) abzubilden und zumindest eine zweite, neben der optischen Achse des Objektivs (24) liegende Teilfläche des Sichtfeldes (20) über zumindest einen ersten Spiegel (111, 112) und das Objektiv (24) auf den Bildsensor (2) abzubilden. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Kamera mit einer solchen Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Vergrößerung des Sichtfeldes (20) einer Kamera (2) eines Bildverarbeitungssystems.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vergrößerung des Sichtfelds einer Kamera eines Bildverarbeitungssystems, wobei die Kamera einen Bildsensor und ein Objektiv aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Kamera eines Bildverarbeitungssystems sowie ein Verfahren zur Vergrößerung des Sichtfelds einer Kamera eines Bildverarbeitungssystems, wobei die Kamera einen Bildsensor und ein Objektiv aufweist.

**[0002]** Aus der US 8,646,690 B2 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt. Dieses bekannte Bildverarbeitungssystem verwendet einen polygonalen, rotierenden Spiegel, welcher eine Folge von Bildern entlang der Breite des Objekts auf den Bildsensor wirft. Hierdurch entsteht eine Mehrzahl von Bildern, welche jeweils eine Teilfläche des Objekts enthalten und welche zu einem hochaufgelösten, zusammenhängenden Bild des Objekts zusammengefügt werden können.

**[0003]** Nachteilig an diesem bekannten Bildverarbeitungssystem ist jedoch der durch den rotierenden Spiegel verursachte mechanische Verschleiß und die durch den rotierenden Spiegel verursachten Vibrationen des Bildverarbeitungssystems, welche die Auflösung reduzieren können. Weiterhin treten geometrischen Verzerrungen und Parallaxenfehler aufgrund der während der Rotation wechselnden Abbildungseigenschaften des Systems auf.

**[0004]** Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vergrößerung des Sichtfelds einer Kamera eines Bildverarbeitungssystems anzugeben, welches zuverlässig Aufnahmen hoher Qualität liefern kann.

**[0005]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1, eine Kamera gemäß Anspruch 11 und ein Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird ein Bildverarbeitungssystem vorgeschlagen, welches in Fertigungs- oder Förderprozessen zum Zweck der Qualitätsanalyse, der Qualitätssicherung oder zur automatisierten Sortierung eingesetzt werden kann. Hierzu ist es erforderlich, Aufnahmen der gefertigten bzw. geförderten Objekte bereitzustellen, welche nachfolgend in einem Computersystem analysiert werden können. Im Anschluss können mittels an sich bekannter Algorithmen beispielsweise Fertigungsfehler des Objekts erkannt werden oder auf dem Objekt befindliche ein- oder mehrdimensionale Barcodeetiketten können aus der Bildinformation extrahiert und ausgewertet werden. Bei einigen Prüfaufgaben der Qua-

litätsanalyse und/oder Qualitätssicherung, beispielsweise bei der Fertigung von kohlefaserverstärkten Kunststoffbauteilen, werden dabei hochauflösende Aufnahmen sehr großer Objekte benötigt. Die Auflösung kann beispielsweise besser sein als 100  $\mu\text{m}$ , besser als 50  $\mu\text{m}$ , besser als 10  $\mu\text{m}$  oder besser als 5  $\mu\text{m}$ . Der Messbereich kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung größer sein als 50 cm, größer als 1 m, größer als 2 m oder größer als 3 m.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird daher eine Vorrichtung zur Vergrößerung des Sichtfelds einer Kamera vorgeschlagen. Das Sichtfeld kann dabei so gewählt werden, dass dieses das gesamte zu prüfende Bauteil erfasst. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann das Sichtfeld einen zur Prüfung vorgesehenen Teilbereich des Bauteils erfassen oder das gesamte Bauteil, welches größer ist als das Sichtfeld einer einzigen Kamera, kann von mehreren Kameras erfasst werden bzw. durch sequentielle Aufnahmen einer Kamera können mehrere Teilbereiche des Bauteils erfasst werden, sodass die Prüfung des gesamten Bauteils ermöglicht wird.

**[0008]** Das zur Prüfung verwendete Bildverarbeitungssystem weist eine an sich bekannte Kamera mit einem Bildsensor und einem Objektiv auf. Der Bildsensor kann beispielsweise ein CCD-Sensor oder eine Bildverstärkerröhre sein. Der Bildsensor kann ein Flächensensor sein, d. h. eine Mehrzahl von Bildpunkten bzw. Pixeln aufweisen, welche in einer Ebene angeordnet sind und mittels einer Zeilen- und einer Spaltenadresse adressierbar sind. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der Bildsensor ein Zeilensensor sein, welcher mehrere, hintereinander in einer Reihe angeordnete Bildpunkte bzw. Pixel aufweist. Der Bildsensor kann ein Monochromsensor sein, welcher lediglich die Intensität in einem vorgebbaren Wellenlängenbereich erfasst. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der Bildsensor ein Farbsensor sein, bei welchem jeder Bildpunkt bzw. jedes Pixel aus einer Mehrzahl von Subpixeln unterschiedlicher Farbinformation zusammengesetzt ist.

**[0009]** Weiterhin weist die Kamera ein Objektiv auf, welches aus einer Mehrzahl von Sammell- und/oder Zerstreuungslinsen aufgebaut ist. Das Objektiv kann in an sich bekannter Weise bewegbare Linsen oder Linsengruppen haben, um auf diese Weise die Brennweite und/oder die Schärfe einstellen zu können. Daneben kann die Kamera einen Verschluss und eine Steuerelektronik aufweisen, welche den Zeitpunkt der Bilderfassung und/oder die Belichtung steuert bzw. regelt.

**[0010]** Die Brennweite des Objektivs und die Größe des Bildsensors legen im Zusammenwirken einen Akzeptanzbereich der Kamera fest. Der Akzeptanzbereich kann auch durch Angabe des Bildwinkels

des verwendeten Objektivs und des Abstands zum zu überprüfenden Objekt definiert werden.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nun dazu eingerichtet, das Sichtfeld der Kamera über den Akzeptanzbereich hinaus zu vergrößern. Hierzu verwendet die erfindungsgemäße Vorrichtung zumindest einen Strahlteiler, welcher dazu eingerichtet ist, eine erste Teilfläche des Sichtfelds über das Objektiv auf den Bildsensor abzubilden. Der Strahlteiler kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung ein teildurchlässiger Spiegel, eine Strahlteilerplatte, ein Strahlteilerwürfel, ein Pellicle-, ein Polka-Dot- oder ein Prismenstrahlteiler sein, sodass ein Teil des vom Objektiv erfassten Lichts durch den Strahlteiler transmittiert wird und ein anderer Teil am Strahlteiler reflektiert wird. Auf diese Weise führt der Strahlteiler zwei optische Pfade zusammen, so dass jeweils die Bildinformation unterschiedlicher Teilflächen des Sichtfelds über das Objektiv auf den Bildsensor abgebildet wird.

**[0012]** In einigen Ausführungsformen kann der am Strahlteiler reflektierte optische Pfad an einem weiteren Spiegel reflektiert werden, sodass beide optische Pfade in etwa parallel verlaufen und in etwa unter dem gleichen Winkel auf das zu erfassende Objekt auftreffen, wobei die über den ersten und zweiten optischen Pfad abgebildeten Teilflächen des Sichtfelds nebeneinander zu liegen kommen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung sind beide optischen Pfade nicht parallel, sondern verlaufen in einem vorgebbaren Winkel zueinander und/oder zur optischen Achse.

**[0013]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann der Strahlteiler die optischen Pfade mit einer Intensität von etwa 10% zu etwa 90% bis etwa 50% zu etwa 50% trennen bzw. zusammenführen

**[0014]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die ersten und zweiten Teilflächen des Sichtfelds überlappen, d. h. ein Teil des Sichtfelds wird sowohl in der ersten Teilfläche als auch in der zweiten Teilfläche dargestellt. Hierdurch kann die Zusammensetzung der Teilflächen zu einem Gesamtbild des Sichtfelds erleichtert sein.

**[0015]** Da beide Teilflächen in parallel verlaufenden optischen Pfaden auf den Bildsensor abgebildet werden, kommt es zu keinen oder nur zu geringen Verzerrungen, was einen Vorteil gegenüber bekannten Vorrichtungen darstellt, welche den optischen Pfad über bewegliche Spiegel ablenken. Aufgrund der fehlenden Verzerrungen kann die Qualität der mit der Kamera erfassten Bilder verbessert sein. Weiterhin kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung eine aufwendige Nachbearbeitung zur Korrektur optischer Verzerrungen oder Parallaxenfehler unterbleiben.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das oben beschriebene Grundelement aus einem Strahlteiler und optional weiteren Spiegeln und/oder Linsen mehrfach hintereinander kaskadiert werden, sodass nach dem ersten Strahlteiler ein zweiter Strahlteiler und nach dem zweiten Strahlteiler ein dritter Strahlteiler angeordnet wird. Hierdurch können eine Vielzahl optischer Pfade erzeugt werden, welche jeweils eine Teilfläche des Sichtfelds erfassen. Somit lässt sich das Sichtfeld der Kamera des Bildverarbeitungssystems an die gewünschte Größe anpassen. Gleichzeitig bleibt die volle Auflösung des Bildsensors für die Aufnahme jeder einzelnen Teilfläche erhalten.

**[0017]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die erste Teilfläche des Sichtfelds auf der optischen Achse des Objektivs liegen. Somit muss der vom ersten Strahlteiler transmittierte optische Pfad nicht nochmals umgelenkt werden, sodass optische Komponenten eingespart werden können. Hierdurch kann die Qualität der optischen Abbildung verbessert sein.

**[0018]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung enthält die Vorrichtung zumindest eine Blende, welche dazu eingerichtet ist, die Teilflächen des Sichtfelds sequentiell durch die Kamera zu erfassen. Durch zugeordnete Blenden in jedem optischen Pfad können die optischen Pfade einzeln unterbrochen bzw. geöffnet werden, um so eine sequentielle Erfassung der einzelnen Teilflächen durch die Kamera des Bildverarbeitungssystems zu ermöglichen.

**[0019]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die zumindest eine Blende ausgewählt sein aus einer rotierenden Schlitzscheibe und/oder einem Zentralverschluss und/oder einem Schlitzverschluss. Unter einem Zentralverschluss wird für die Zwecke der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung mit federenden, kurvenförmigen Lamellen verstanden, welche sich für die Dauer der Belichtung radial öffnen. Hierdurch kann der optische Pfad zeitweise freigegeben und zeitweise blockiert werden, um die Sicht auf die jeweilige Teilfläche des Sichtfelds für eine vorgebbare Zeit freizugeben.

**[0020]** Unter einem Schlitzverschluss wird für die Zwecke der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung mit einem doppelten Vorhang verstanden, mit welchem ein Schlitz variabler Breite erzeugt werden kann, welcher rasch durch den optischen Pfad bewegt wird. Dabei bestimmt die Breite des Schlitzes die Belichtungszeit, bzw. denjenigen Zeitraum, für welchen die jeweilige Teilfläche für die Kamera sichtbar ist.

**[0021]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist jeder optische Pfad, welcher eine Teilfläche des Sichtfelds mit der Kamera verbindet, zumindest eine

Linse bzw. ein Linsensystem auf. Hierdurch können unterschiedliche optische Weglängen der einzelnen optischen Pfade kompensiert werden, sodass jede Teilfläche scharf auf dem Bildsensor abgebildet werden kann.

**[0022]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann im optischen Pfad einer jeden Teilfläche zumindest ein Filterelement angeordnet sein, welches Licht einer vorgebbaren Wellenlänge bzw. eine Wellenlängenbereichs transmittiert und/oder reflektiert. Dies erlaubt es, anhand der am Bildsensor erfassten Farbe das jeweilige Bild einer Teilfläche eindeutig zuzuordnen. Somit können mehrere Teilflächen im Wellenlängenmultiplex gleichzeitig vom Bildsensor erfasst werden. Hierdurch kann die zur Aufnahme des gesamten Sichtfelds benötigte Zeit und optional auch die Datenmenge reduziert werden.

**[0023]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das Filterelement ausgewählt sein aus einem Transmissionsfilter und/oder einem dichroitischen Spiegel. Die Verwendung dichroitischer Spiegel ist insoweit vorteilhaft, als diese eine Doppelfunktion zur Strahlumlenkung und Filterung ausführen können, sodass zusätzliche optische Komponenten eingespart werden können, welche eine nachteilige Wirkung auf die Bildqualität haben können und den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufwändiger gestalten.

**[0024]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Filterelemente jeweils einen Bandpassfilter umfassen, dessen Transmissionswellenlängen in etwa der maximalen Sensitivität unterschiedlicher Subpixel des Bildsensors entsprechen. Auf diese Weise können die Bilder einzelner Teilflächen des Sichtfelds eindeutig einer Farbe bzw. einer Subpixelgruppe des Bildsensors zugeordnet werden. Hierdurch kann die Auswertung des mit dem Bildsensor erhaltenen Bilds des Sichtfelds erleichtert sein. Ein Bandpassfilter kann in einigen Ausführungsformen als Kombination eines Hochpassfilters und eines Tiefpassfilters aufgebaut sein.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Filterelemente einen Hochpassfilter oder einen Tiefpassfilter enthalten. Diese Ausführungsform ist insbesondere vorteilhaft, wenn am Bildsensor nur eine Aufteilung in zwei Spektralbereiche vorgenommen werden soll, beispielsweise zur Erfassung von zwei Teilflächen im Wellenlängenmultiplex.

**[0026]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das Sichtfeld etwa 2-mal bis etwa 10-mal größer sein als der Akzeptanzbereich der Kamera. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann das Sichtfeld etwa 3-mal bis etwa 5-mal größer sein als der Akzeptanzbereich. Dies erlaubt einerseits eine hinreichend rasche Erfassung aller Teilflächen des

Sichtfelds. Darüber hinaus nimmt die Lichtstärke an den einzelnen, zur Aufteilung der optischen Pfade eingesetzten Strahlteilern nicht so stark ab, dass dies die Leistungsfähigkeit des Bildsensors der Kamera nachteilig beeinträchtigt.

**[0027]** Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Figuren ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens näher erläutert werden. Dabei zeigt

**[0028]** Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0029]** Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0030]** Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0031]** Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0032]** Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Vergrößerung des Sichtfelds **20** einer Kamera **2**.

**[0033]** Fig. 1 zeigt eine Kamera **2**, welche einen Bildsensor **25** enthält. Der Bildsensor **25** kann beispielsweise ein CCD-Sensor oder eine Bildverstärkerröhre oder ein Photodiodenarray sein oder ein solches enthalten. Der Bildsensor **25** kann ein Flächen- oder ein Zeilensensor sein. In jedem Fall stellt der Bildsensor **25** ein elektrisches Signal an seinem Ausgang zur Verfügung, welches das durch das Objektiv **24** einfallende Bild repräsentiert.

**[0034]** Darüber hinaus kann die Kamera **2** eine Steuer- oder Regeleinrichtung enthalten, welche den Verschluss der Kamera **2**, die Belichtung, die Fokussierung des Objektivs **24** oder weitere Funktionen der Kamera **2** steuert. Weiterhin kann die Kamera **2** einen A/D-Wandler enthalten, sodass an einem nicht dargestellten Ausgang der Kamera **2** die Bildinformation als digitaler Datenstrom zur Verfügung gestellt wird.

**[0035]** Die Daten der Kamera **2** werden einer nicht dargestellten Auswerteeinrichtung zugeführt, welche beispielsweise mittels einer Software, welche auf einem Mikroprozessor ausgeführt wird, eine Auswertung der Bilder vornehmen. Auf diese Weise können beispielsweise Fehler des im Bild dargestellten Bauteils automatisch erkannt werden, wenn die Kamera **2** mit der Vorrichtung **1** zur Qualitätssicherung eingesetzt wird. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann im Kamerabild ein Barcode gesucht werden, um beispielsweise eine automatische Sortierung der erfassten Gegenstände vorzunehmen.

**[0036]** Dem Bildsensor **25** wird Licht, welches Bildinformation des zu erfassenden Objektes trägt, über

ein Objektiv **24** zugeführt. Das Objektiv **24** ist so gestaltet, dass das eintreffende Bild in der Regel scharf auf den Bildsensor abgebildet wird.

**[0037]** Die Brennweite des Objektivs **24** und die Größe des Bildsensors **25** definieren zusammen den Akzeptanzbereich **26** der Kamera **2**. Der Akzeptanzbereich ist diejenige Fläche, welche in einer einzigen Aufnahme ohne die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** auf dem Bildsensor **25** abgebildet werden kann.

**[0038]** Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, zumindest einen Strahlteiler **101** oder **102** einzusetzen, um den objektseitigen Strahlengang des Objektivs **24** der Kamera **2** in mehrere optische Pfade **51**, **52** und **53** mit parallelem Strahlenbündel bzw. in mehrere optische Pfade **51**, **52** und **53** mit kollimiertem Licht aufzuteilen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** sind zwei Strahlteiler **101** und **102** eingesetzt, um drei parallele optische Pfade **51**, **52** und **53** zu erzeugen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Anzahl der optischen Pfade größer oder geringer sein und beispielsweise zwischen 2 und 10 oder zwischen 3 und 5 betragen. Die Bilder der parallelen optischen Pfade **51**, **52** und **53** können in einigen Ausführungsformen der Erfindung sequentiell im Zeitmultiplex vom Bildsensor **25** erfasst werden. In anderen Ausführungsformen der Erfindung können die Bilder der parallelen optischen Pfade **51**, **52** und **53** zeitgleich in unterschiedlichen Spektralbereichen im Wellenlängenmultiplex erfasst werden.

**[0039]** Die Strahlteiler **101** und **102** enthalten jeweils einen teildurchlässigen Spiegel, welcher relativ zur optischen Achse des Objektivs **24** um einen vorgebbaren Winkel geneigt ist. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung soll die optische Achse eine gerade Linie bezeichnen, welche mit der Symmetrieachse zumindest eines reflektierenden oder brechenden optischen Elements des Objektivs **24** übereinstimmt. Dies führt dazu, dass ein Teil des Lichts durch die Strahlteiler transmittiert wird und ein Teil an den Oberflächen der Strahlteiler **101** bzw. **102** reflektiert wird. Die reflektierten Anteile werden über jeweils einen zugeordneten Spiegel, nämlich einen ersten Spiegel **111** und einen zweiten Spiegel **112** umgelenkt, sodass der optische Pfad in etwa parallel zur optischen Achse und damit auch in etwa parallel zum ersten optischen Pfad **51** verläuft.

**[0040]** Der seitliche Versatz der optischen Pfade **51**, **52** und **53** ist so gewählt, dass auf der Oberfläche **31** eines Prüfkörpers **3** drei aneinandergrenzende bzw. überlappende Teilflächen **131**, **132** und **133** entstehen, welche das Sichtfeld **20** definieren.

**[0041]** Unterschiedliche optische Weglängen der jeweiligen optischen Pfade **51**, **52** und **53** können über zugeordnete Linsen **121**, **122** und **123** kompensiert

werden, sodass jede der Teilflächen **131**, **132** und **133** des Sichtfelds **20** scharf auf dem Bildsensor **25** abgebildet wird. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Linsen **121**, **122** und **123** jeweils ein Achromatenpaar sein oder ein solches enthalten. Sofern auch das Objektiv **24** ein Achromatenpaar enthält, kann das Licht zwischen dem Ausgang jeder der Linsen **121**, **122** und **123** und dem Eingang des Objektivs **24** kollimiert sein.

**[0042]** Weiterhin befinden sich im Strahlengang jeweils eine zugeordnete schaltbare Blende **161**, **162** und **163**. Jede dieser Blenden kann beispielsweise einen Zentralverschluss oder einen Schlitzverschluss aufweisen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. In anderen Ausführungsformen der Erfindung können andere schaltbare Blenden eingesetzt werden.

**[0043]** Die schaltbaren Blenden **161**, **162** und **163** sind an einer Versorgungs- und Datenleitung **42** angeschlossen, welche ein Steuersignal einer Steuereinrichtung **4** an die Blenden **161**, **162** und **163** überträgt. Hierdurch können die Blenden **161**, **162** und **163** zyklisch angesteuert werden, sodass der Bildsensor **25** sequentiell jede zugeordnete Teilfläche **131**, **132** und **133** erfasst. Aus den Bilddaten der einzelnen Teilflächen **131**, **132** und **133** kann ein Bild des gesamten Sichtfelds **20** rekonstruiert werden. Da jede Teilfläche **131**, **132** und **133** mit der vollen Auflösung des Bildsensors **25** erfasst wird, weist das Bild des Sichtfelds **20** eine höhere Auflösung auf, als dies beispielsweise durch Anpassen der Brennweite des Objektivs **24** allein möglich wäre.

**[0044]** Die Steuer- bzw. Regeleinrichtung **4** steuert in einigen Ausführungsformen über eine Datenleitung **41** zusätzlich die Kamera **2**, sodass die Zeitpunkte der Bilderfassung der Kamera **2** mit den Schaltzeiten der Blenden **161**, **162** und **163** koordiniert werden können. In anderen Ausführungsformen erhält die Steuer- bzw. Regeleinrichtung **4** von der Kamera **2** ein Triggersignal, um daraus ein Ansteuersignal für die die Blenden **161**, **162** und **163** zu erzeugen. Hierzu kann die Steuer- oder Regeleinrichtung **4** beispielsweise einen Mikroprozessor, ein Mikrocontroller und/oder einen programmierbaren Logikbaustein enthalten. Die Steuer- oder Regeleinrichtung **4** kann darüber hinaus eine Software enthalten, welche den beschriebenen Steuer- oder Regelprozess ausführt, wenn die Software auf einem Mikroprozessor ausgeführt wird.

**[0045]** **Fig. 2** zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Gleiche Bestandteile der Erfindung sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, sodass sich die nachfolgende Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede der Erfindung beschränkt.

**[0046]** Wie in **Fig. 2** ersichtlich ist, ist statt drei Blenden **161**, **162** und **163** nur eine einzige Schlitzblende **15** im Einsatz. Die Schlitzblende **15** besteht aus einer Scheibe, einer Kugel oder einem Zylinder als Grundkörper **152**, welcher ein opakes Material enthält oder daraus besteht. In den Grundkörper **152** ist eine Bohrung **151** angebracht, deren Durchmesser ausreichend ist, um Licht vom dritten Spiegel **113** zum vierten Spiegel **114** zu transmittieren.

**[0047]** Bei Betrieb der Vorrichtung **1** rotiert die Schlitzblende **15** um eine Achse, welche in etwa senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Die Rotationsgeschwindigkeit kann wiederum durch eine Steuer- oder Regeleinrichtung **4** beeinflusst werden.

**[0048]** In der in **Fig. 2** dargestellten Stellung der Blende **15** wird der dritte Strahlengang **53** freigeschaltet, d. h. die dritte Teilfläche **133** des Sichtfelds **20** wird auf den Sensor **25** abgebildet.

**[0049]** Wenn sich die Blende **15** weiterdreht, wird der dritte Strahlengang **53** unterbrochen, bis die Bohrung **151** in etwa senkrecht steht. In diesem Fall wird der erste Strahlengang **51** durch die beiden als Strahlteiler verwendeten teildurchlässigen Spiegel **101** und **102** hindurch auf das Objektiv **24** und schließlich zum Bildsensor **25** verbunden.

**[0050]** Bei weiterer Rotation der Blende **15** wird schließlich der zweite Strahlengang **52** über den ersten Spiegel **111**, den zweiten Spiegel **112** und den zweiten Strahlteiler **102** auf das Objektiv **24** gelenkt, sodass ein Bild des zweiten Teilbereichs **132** erfasst werden kann. Bei Rotation der Blende **15** werden somit zyklisch alle drei Teilflächen des Sichtfelds **20** sequentiell mit dem Bildsensor **25** erfasst.

**[0051]** In **Fig. 3** ist eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Auch in der dritten Ausführungsform sind gleiche Bestandteile der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen dargestellt, sodass sich die nachfolgende Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränkt.

**[0052]** **Fig. 3** verwendet eine Kamera **2**, deren Bildsensor **25** zur Aufnahme von Farbbildern eingerichtet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel enthalten die einzelnen Bildelemente bzw. Pixel des Bildsensors **25** drei Subpixel, welche jeweils die Intensität in unterschiedlichen Spektralbereichen erfassen. Beispielsweise kann ein Subpixel sensitiv auf rotes Licht ansprechen, ein Subpixel auf grünes Licht und ein Subpixel auf blaues Licht. Drei Subpixel bilden dann ein Pixel des Farbbilds des Bildsensors **25**.

**[0053]** Auch die dritte Ausführungsform zeigt drei in etwa parallel verlaufende optische Pfade **51**, **52** und **53**, welche die Erfassung von drei Teilflächen **131**, **132** und **133** des Sichtfelds **20** ermöglichen. Zur Um-

lenkung der Strahlengänge der seitlichen optischen Pfade **53** und **52** sind in der dargestellten Ausführungsform dichroitische Spiegel **141** und **142** verwendet. Die dichroitischen Spiegel zeichnen sich dadurch aus, dass diese Licht einer vorgebbaren Wellenlänge bzw. eines vorgebbaren Wellenlängenbereichs reflektieren und Licht anderer Wellenlängen transmittieren. Sofern für die Spiegel **141** und **142** unterschiedliche dichroitische Elemente eingesetzt werden, so werden die Teilflächen **132** und **133** in unterschiedlicher Farbe auf dem Bildsensor **25** erscheinen.

**[0054]** Der erste Strahlengang **51**, welcher der Abbildung der Teilfläche **131** dient, ist mit einem Transmissionsfilter **14** versehen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung transmittiert der Transmissionsfilter **14** einen anderen Wellenlängenbereich, als die reflektierten Wellenlängen der dichroitischen Spiegel **141** und **142**. Hierdurch wird erreicht, dass jede der Teilflächen **131**, **132** und **133** in einer unterschiedlichen Farbe auf dem Bildsensor **25** abgebildet wird. Hierdurch kann das Signal eines jeden Subpixels genau einer Teilfläche **131**, **132** und **133** zugeordnet werden.

**[0055]** Die Kamera **2** weist im dargestellten Ausführungsbeispiel drei Ausgänge **29** auf, an welchen jeweils das Signal einer Subpixelgruppe bereitgestellt wird. Dabei handelt es sich um eine schematische Darstellung, so dass die Anzahl der an einer konkret verwendeten Kamera vorhandenen Datenleitungen größer oder geringer sein kann. Somit können mit der in **Fig. 3** gezeigten Vorrichtung zwar lediglich Intensitäts- bzw. Graustufenbilder der jeweiligen Spektralbereiche des Sichtfelds **20** erzeugt werden. Durch die gleichzeitige Erfassung sämtlicher Teilflächen des Sichtfelds **20** kann die Bildwiederholrate jedoch größer als in den oben beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsformen sein.

**[0056]** Die Auswertung der erfassten Bilder kann erleichtert sein, wenn die Filterelemente **14**, **141**, **142** jeweils einen Bandpass darstellen, dessen Transmissionswellenlängen in etwa der maximalen Sensitivitäten unterschiedlicher Subpixel des Bildsensors **2** entsprechen. In diesem Fall wird das Bild einer Teilfläche von den roten Subpixeln dargestellt, das Bild einer anderen Teilfläche von den grünen Subpixeln und das Bild der verbleibenden Teilfläche von den blauen Subpixeln.

**[0057]** **Fig. 4** zeigt eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche der in **Fig. 3** dargestellten dritten Ausführungsform der Erfindung ähnlich ist. Im Unterschied zur dritten Ausführungsform werden dichroitische Elemente **141** und **142** als erster und zweiter Strahlteiler **101** und **102** eingesetzt. Dies führt dazu, dass das Licht der zentral auf der optischen Achse liegenden Teilfläche **131** beide dichroi-

tischen Elemente **141** und **142** durchdringen muss, sodass nur derjenige Wellenlängenbereich transmittiert wird, welcher von keinem der beiden Elemente reflektiert wird. Da das Licht der Teilflächen **132** und **133** jeweils in Reflektion an einem zugeordneten dichroitischen Element **141** bzw. **142** beobachtet wird, ist jeder Teilfläche eindeutig eine Wellenlänge bzw. ein Wellenlängenbereich zugeordnet, wie vorstehend beschrieben.

**[0058]** Somit weist die vierte Ausführungsform der Erfindung den Vorteil auf, dass auf einen zusätzlichen Transmissionsfilter **14** verzichtet werden kann. Die geringere Anzahl optischer Elemente kann dabei die Lichtintensität und/oder die Abbildungsqualität verbessern.

**[0059]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Ansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Ansprüche und die vorstehende Beschreibung „erste“ und „zweite“ Ausführungsformen definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Ausführungsformen, ohne eine Rangfolge festzulegen. Merkmale aus unterschiedlichen Ausführungsformen der Erfindung können jederzeit kombiniert werden, um so weitere Ausführungsformen der Erfindung zu erhalten.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 8646690 B2 [0002]

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Vergrößerung des Sichtfeldes (20) einer Kamera (2) eines Bildverarbeitungssystems, wobei die Kamera (2) einen Bildsensor (25) und ein Objektiv (24) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (1) zumindest einen Strahlteiler (101, 102) enthält, welcher dazu eingerichtet ist, eine erste Teilfläche des Sichtfeldes (20) über das Objektiv (24) auf den Bildsensor (2) abzubilden und zumindest eine zweite, neben der optischen Achse des Objektivs (24) liegende Teilfläche des Sichtfeldes (20) über zumindest einen ersten Spiegel (111, 112) und das Objektiv (24) auf den Bildsensor (2) abzubilden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bildsensor (25) und das Objektiv (24) einen Akzeptanzbereich (26) der Kamera (2) definieren und das Sichtfeld (20) größer ist als der Akzeptanzbereich (26).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Teilfläche (131) des Sichtfeldes (20) auf der optischen Achse des Objektivs (24) liegt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiterhin enthaltend einen zweiten Strahlteiler (102, 101), welcher dazu eingerichtet ist, zumindest eine dritte, neben der optischen Achse des Objektivs (24) liegende Teilfläche (133) des Sichtfeldes (20) über zumindest einen zweiten Spiegel (113, 112) und das Objektiv (24) auf den Bildsensor (2) abzubilden.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin enthaltend zumindest eine Blende (15, 161, 162, 163), welche dazu eingerichtet ist, die Teilflächen (131, 132, 133) des Sichtfeldes (20) sequentiell durch die Kamera (2) zu erfassen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Blende (15, 161, 162, 163) ausgewählt ist aus einer rotierenden Schlitzscheibe (15) und/oder einem Zentralverschluss und/oder einem Schlitzverschluss (161, 162, 163).

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Teilfläche (131, 132, 133) zumindest ein Filterelement (14, 141, 142, 143, 144) zugeordnet ist, welches Licht einer vorgebbaren Wellenlänge bzw. eines Wellenlängenbereichs transmittiert und/oder reflektiert und/oder absorbiert.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filterelement (14, 141, 142, 143, 144) ausgewählt ist aus einem Transmissionsfilter (14) und/oder einem dichroitischen Spiegel (141,

142) und/oder dass die Filterelemente (14, 141, 142) jeweils einen Bandpass oder einen Hochpass oder einen Tiefpass umfassen, dessen Transmissionswellenlängen in etwa der maximalen Sensitivitäten unterschiedlicher Subpixel des Bildsensors (2) entsprechen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Strahlteiler (101, 102) einen teildurchlässigen Spiegel enthält oder daraus besteht.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sichtfeld (20) 2 bis 10 oder 3 bis 5 mal größer ist als der Akzeptanzbereich (26).

11. Kamera oder Satellit mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10

12. Verfahren zur Vergrößerung des Sichtfeldes (20) einer Kamera (2) eines Bildverarbeitungssystems, wobei die Kamera (2) einen Bildsensor (25) und ein Objektiv (24) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit zumindest einem Strahlteiler (101, 102) eine erste Teilfläche (131) des Sichtfeldes (20) über das Objektiv auf den Bildsensor (2) abgebildet wird und zumindest eine zweite, neben der optischen Achse des Objektivs (24) liegende Teilfläche (132, 133) des Sichtfeldes (20) über zumindest einen ersten Spiegel (111, 112, 113, 114) und das Objektiv (24) auf den Bildsensor (25) abgebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bildsensor (2) und das Objektiv (24) einen Akzeptanzbereich (26) der Kamera (2) definieren und das Sichtfeld (20) größer ist als der Akzeptanzbereich (26)

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teilflächen (131, 132, 133) mit zumindest einer Blende (15, 161, 162, 163) im Strahlengang sequentiell erfasst werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teilflächen (131, 132, 133) im Wellenlängenmultiplex gleichzeitig erfasst werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

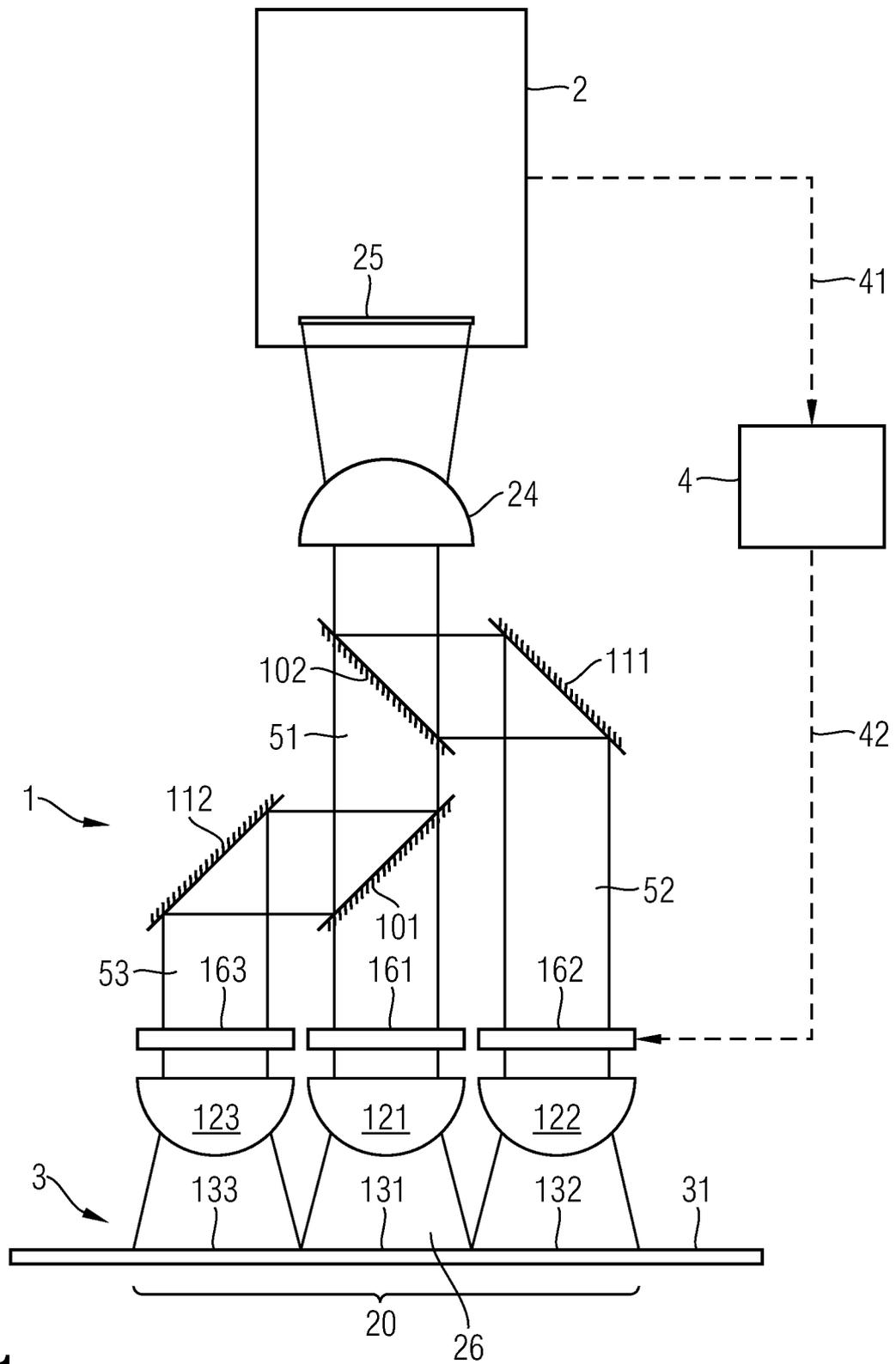


Fig. 1

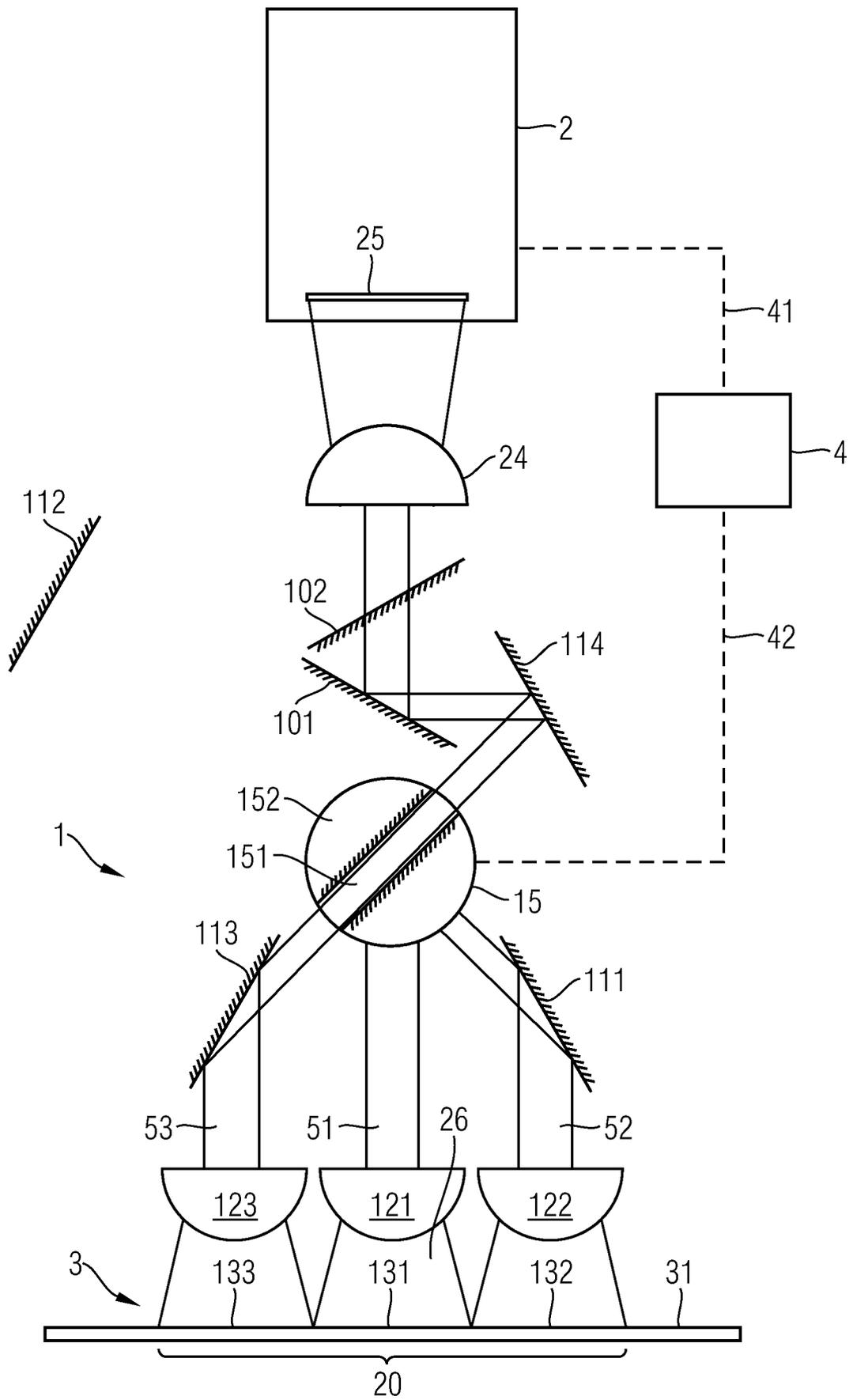


Fig. 2

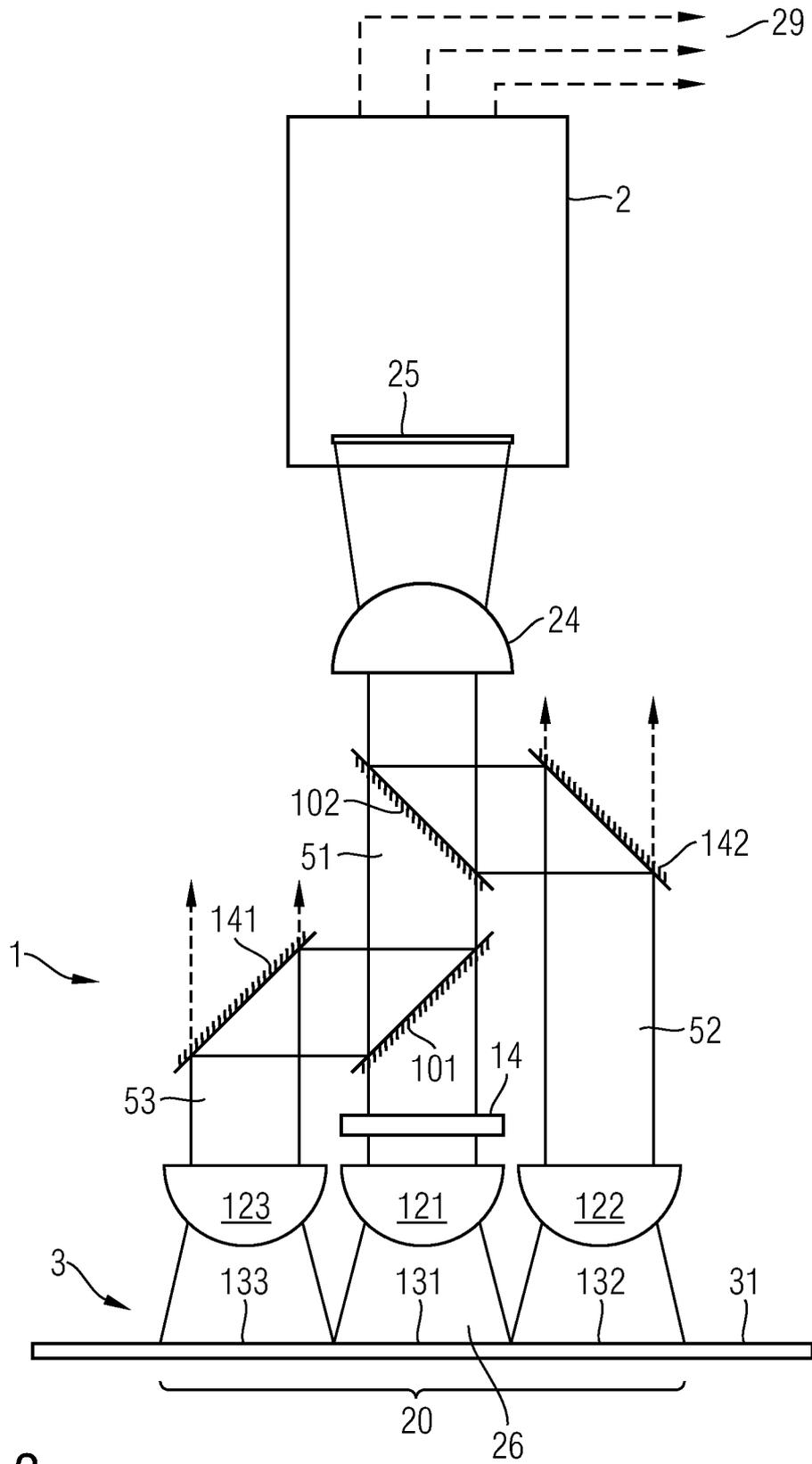


Fig. 3

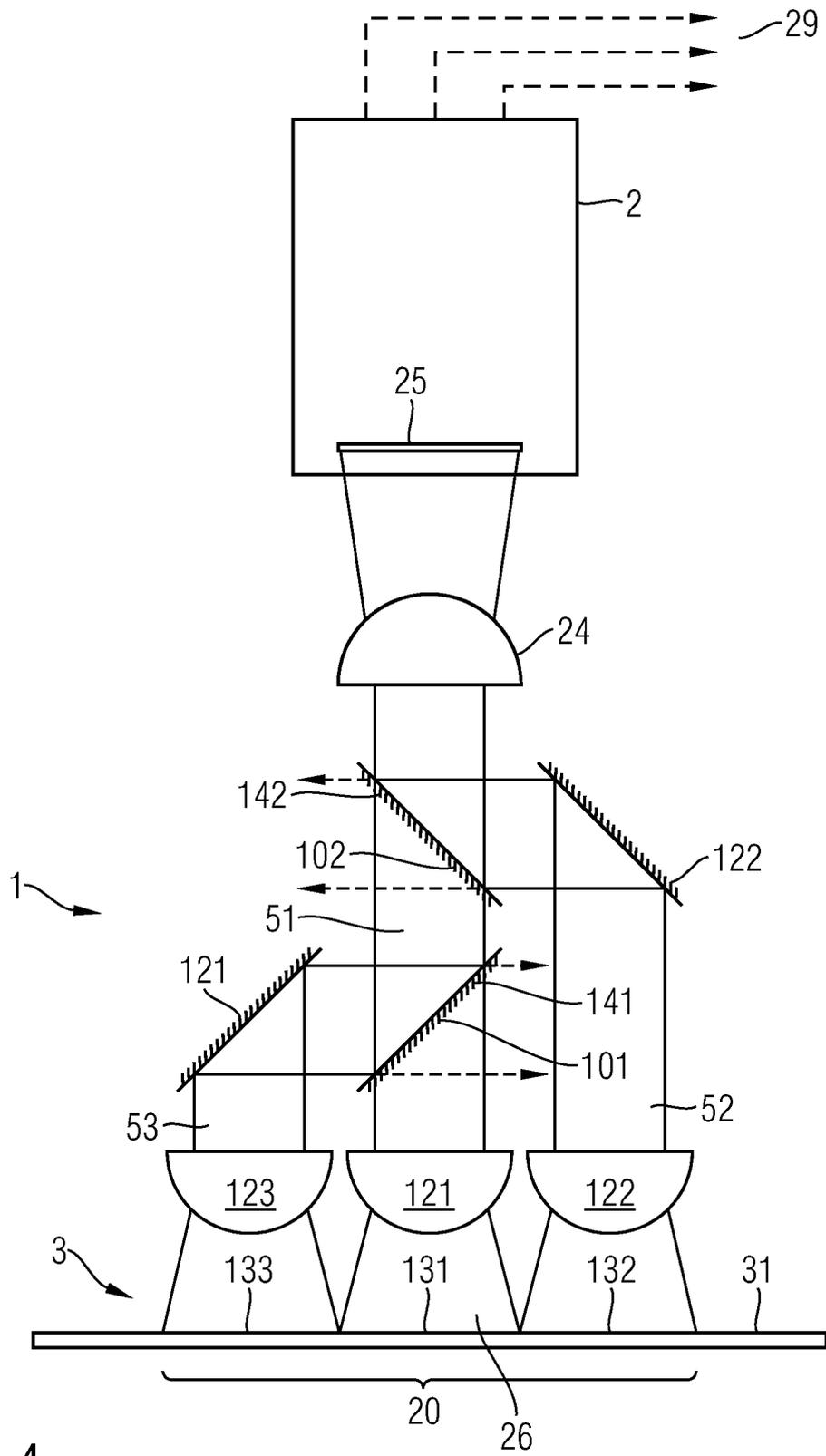


Fig. 4