



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 129 972.4**

(22) Anmeldetag: **14.11.2022**

(43) Offenlegungstag: **16.05.2024**

(51) Int Cl.: **G01M 11/02** (2006.01)

G03B 17/02 (2021.01)

(71) Anmelder:

**Valeo Schalter und Sensoren GmbH, 74321
Bietigheim-Bissingen, DE**

(72) Erfinder:

Meyer, Thorsten, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2022 204 539	A1
EP	4 202 397	A1

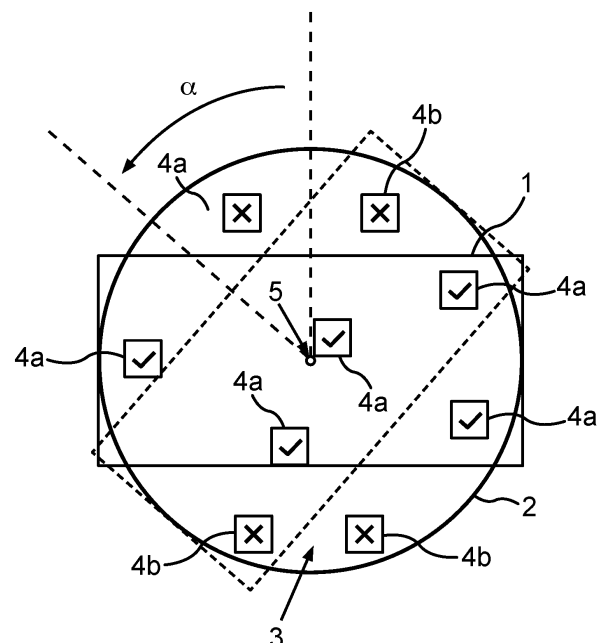
Bräuniger K. et al; "Automated assembly of camera modules using active alignment with up to six degrees of freedom", Proc. Spie 8992, Photonic Instrumentation Engineering, 89920F (8 March 2014): doi: 10.1117/12.2041754

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Montieren einer Kamera**

(57) Zusammenfassung: Zum Montieren einer Kamera werden ein Objektiv (2) und ein Bildsensor (1) bereitgestellt und das Objektiv (2) und der Bildsensor (1) werden aneinander oder in oder an wenigstens einer mechanischen Komponente befestigt. Dabei werden Qualitätsdaten bereitgestellt, welche für eine Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen (4a, 4b) in wenigstens einer Ebene, die im Wesentlichen senkrecht zu einer optischen Achse (5) des Objektivs (2) steht, jeweils wenigstens eine Qualitätskennzahl betreffend eine Abbildungsqualität des Objektivs (2) enthalten. Abhängig von den Qualitätsdaten wird ein Rotationswinkel bestimmt, der eine Rotationsposition des Bildsensors (1) um die optische Achse (5) des Objektivs (2) festlegt. Das Objektiv (2) und der Bildsensor (1) werden entsprechend der Rotationsposition aneinander oder in oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente befestigt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Montieren einer Kamera, wobei ein Objektiv und ein Bildsensor bereitgestellt werden und das Objektiv und der Bildsensor aneinander oder in oder an wenigstens einer mechanischen Komponente der Kamera befestigt werden.

[0002] Kameras, der eingangs genannten Art werden insbesondere in oder an Kraftfahrzeugen eingesetzt. Es ist dabei grundsätzlich ein Bestreben, eine möglichst hohe Bildqualität bei möglichst niedrigen Kosten zu erreichen. Ein wichtiger Einflussfaktor bei der Kostenreduzierung ist es, den Ausschuss bei einzelnen Komponenten möglichst gering zu halten.

[0003] Das Objektiv einer Kamera beinhaltet eine oder mehrere Linsen und stellt sowohl hinsichtlich der Bildqualität eine äußerst relevante Komponente der Kamera dar, als auch hinsichtlich der Gesamtkosten zur Herstellung der Kamera.

[0004] Es ist ein Ziel der Erfindung, mit einem vorgegebenen Objektiv eine möglichst hohe Bildqualität einer Kamera zu erreichen und dadurch insbesondere die Ausschussrate für Objektive bei der Herstellung von Kameras zu reduzieren.

[0005] Dieses Ziel wird durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs erreicht. Weitere Ausgestaltungen und bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf der Idee, beim Montieren, also beim Zusammenbauen, einer Kamera, Qualitätsdaten betreffend eine Abbildungsqualität des Objektivs zugrunde zu legen, um eine Rotationsposition des Bildsensors bezüglich des Objektivs festzulegen.

[0007] Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zum Montieren einer Kamera, insbesondere einer Kraftfahrzeugkamera, angegeben. Dabei werden ein Objektiv und ein Bildsensor bereitgestellt und es werden Qualitätsdaten bereitgestellt, welche für eine Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen in wenigstens einer Ebene, die im Wesentlichen senkrecht zu einer optischen Achse des Objektivs steht jeweils wenigstens eine Qualitätskennzahl betreffend eine Abbildungsqualität des Objektivs enthalten. Abhängig von den Qualitätsdaten wird ein Rotationswinkel bestimmt, der eine Rotationsposition des Bildsensors um die optische Achse des Objektivs festlegt. Das Objektiv und der Bildsensor werden entsprechend der Rotationsposition aneinander befestigt oder werden entsprechend der Rotationsposition in oder an wenigstens einer mechanischen Komponente der Kamera befestigt.

[0008] Die wenigstens eine mechanische Komponente kann wenigstens einem Gehäuseteil der Kamera entsprechen. Es kann sich aber auch um wenigstens eine andere mechanische Komponente handeln, wobei nach der fertigen Montage der Kamera das Objektiv und der Bildsensors mittels der wenigstens einen mechanischen Komponente entsprechend der Rotationsposition fixiert sind.

[0009] Das Montieren der Kamera kann hier und im Folgenden im Sinne eines Zusammenbaus der Kamera aus verschiedenen Komponenten, inklusive gegebenenfalls der wenigstens einen mechanischen Komponente, des Objektivs und des Bildsensors, verstanden werden. Im Rahmen des Montierens können auch weitere nicht näher beschriebene mechanische und/oder elektronische Komponenten verbaut werden.

[0010] Der Rotationswinkel kann beispielsweise mittels einer Recheneinheit einer Montagevorrichtung zum Montieren der Kamera abhängig von den Qualitätsdaten bestimmt werden, welche insbesondere in computerlesbarer Form bereitgestellt werden. Eine Steuerung der Montagevorrichtung kann einen oder mehrere Aktuatoren der Montagevorrichtung, beispielsweise eines Montageroboters der Montagevorrichtung, abhängig von dem Rotationswinkel ansteuern, sodass der eine oder die mehreren Aktuatoren das Objektiv und den Bildsensor entsprechend der Rotationsposition aneinander oder in oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente befestigen.

[0011] Der Bildsensor wird beispielsweise auf einem Schaltungsträger befestigt bereitgestellt. Der Bildsensor enthält ein Sensorarray mit einer Vielzahl lichtempfindlicher Sensorpixel, welche jeweils einen oder mehrere optische Detektoren enthalten. Die Bildebene der Kamera entspricht einer dem Objektiv zugewandten Sensoroberfläche des Sensorarrays.

[0012] Das Objektiv kann wenigstens eine Linse aufweisen und beispielsweise ein Objektivgehäuse, wobei die wenigstens eine Linse teilweise oder vollständig in dem Objektivgehäuse angeordnet sein kann. Zum Befestigen des Objektivs an dem wenigstens einen Gehäuseteil kann dann insbesondere das Objektivgehäuse an dem wenigstens einen Gehäuseteil befestigt werden, etwa mittels einer Gewindeverbindung und/oder einer Steckverbindung und/oder einer Klebeverbindung und so weiter.

[0013] Die Qualitätsdaten sind für das konkrete Objektiv spezifische Daten und unabhängig davon, ob das Objektiv isoliert oder in der montierten Kamera betrachtet wird. Die wenigstens eine Ebene, in der sich die Punkte und/oder Bereiche befinden, für die die wenigstens eine Qualitätskennzahl definiert ist, kann daher als wenigstens eine vir-

tuelle Ebene verstanden werden, in dem Sinne, dass sie im Allgemeinen keiner physischen Fläche, etwa der Sensoroberfläche, entspricht. Die wenigstens eine Ebene ist vielmehr jeweils durch einen bestimmten Abstand von der wenigstens einen Linse des Objektivs spezifiziert, beispielsweise von einer bildseitigen Hauptebene der wenigstens einen Linse. Es kann jedoch sein, dass einer der wenigstens einen Ebene im montierten Zustand der Kamera mit der Sensoroberfläche zusammenfällt. Die Qualitätsdaten können insbesondere vorab im Rahmen einer entsprechenden Vermessung des Objektivs erhalten werden. Die Vermessung kann aber in manchen Ausführungsformen auch Bestandteil des erfindungsgemäßen Verfahrens sein.

[0014] Enthält die wenigstens eine Ebene mehr als eine Ebene, so sind diese parallel zueinander, also alle im Wesentlichen senkrecht zu der optischen Achse und zueinander insbesondere parallel verschoben.

[0015] Dass eine Ebene im Wesentlichen senkrecht auf der zu der optischen Achse steht kann insbesondere derart aufgefasst werden, dass die Ebene senkrecht zu der optischen Achse steht oder ein Winkel zwischen einer Normalenrichtung der Ebene und der optischen Achse innerhalb eines Toleranzbereichs um Null liegt, der durch die Ausrichtung des Objektivs bei der Bestimmung der Qualitätsdaten technisch erreichbar ist.

[0016] Die wenigstens eine Qualitätskennzahl kann zum Beispiel eine Kennzahl für eine Abbildungsschärfe des Objektivs in dem entsprechenden Punkt oder Bereich enthalten, quantifiziert beispielsweise durch eine Modulationstransferfunktion, und/oder eine Kennzahl für einen Abbildungsfehler, beispielsweise eine chromatische Aberration, des Objektivs in dem entsprechenden Punkt oder Bereich.

[0017] Der Rotationswinkel kann beispielsweise bezüglich einer vordefinierten Referenzrotationsposition des Objektivs bezüglich des Bildsensors definiert sein. Beispielsweise kann ein visueller Marker an dem Objektiv vorhanden sein und ein Rotationswinkel von Null Grad kann einer vorgegebenen Ausrichtung des Markers entsprechen.

[0018] Dass das Objektiv und der Bildsensor entsprechend der Rotationsposition in oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente, insbesondere dem wenigstens einen Gehäuseteil, befestigt werden, kann insbesondere derart verstanden werden, dass das Objektiv und der Bildsensor derart in oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente befestigt werden, dass nach der Befestigung die Rotationsposition vorliegt.

[0019] Je nach Ausgestaltung des Gehäuses kann dazu beispielsweise das Objektiv an einem ersten Gehäuseteil des wenigstens einen Gehäuseteils befestigt werden und der Bildsensor an einem zweiten Gehäuseteil des wenigstens einen Gehäuseteils. Das erste Gehäuseteil kann dann mit dem zweiten Gehäuseteil verbunden werden, sodass letztlich die Rotationsposition resultiert. Alternativ kann der Bildsensor an einem zweiten Gehäuseteil befestigt werden, dann das erste Gehäuseteil an dem zweiten Gehäuseteil und danach das Objektiv an dem zweiten Gehäuseteil, sodass die Rotationsposition resultiert. In anderen Ausführungsformen können das Objektiv und der Bildsensor an demselben Gehäuseteil befestigt werden, insbesondere an verschiedenen Stellen und/oder auf verschiedenen Seiten desselben Gehäuseteils.

[0020] Alternativ ist es möglich, dass das Objektiv direkt an dem Bildsensor, insbesondere dem Schaltungsträger des Bildsensors, befestigt wird. Das Objektiv und der Bildsensor können dann beispielsweise gemeinsam an dem wenigstens einen Gehäuseteil befestigt werden. Durch die Befestigung entsprechend der basierend auf den Qualitätsdaten bestimmten Rotationsposition kann erreicht werden, dass die Abbildungsqualität auf dem Bildsensor erhöht wird, indem Punkte und/oder Bereiche mit geringer Abbildungsqualität durch entsprechende Rotation nicht auf dem Bildsensor zu liegen kommen. Dadurch kann die Ausschussrate für Objektive verringert werden beziehungsweise die Bildqualität der Kamera erhöht werden.

[0021] Es ist je nach Ausführungsform möglich, dass der Rotationswinkel beliebig, sprich kontinuierlich oder quasi kontinuierlich zwischen 0° und 360° , gewählt und eingestellt werden kann. Es kann aber auch sein, dass nur eine Vielzahl diskreter Rotationswinkel einstellbar ist. Der Rotationswinkel kann im letzteren Fall dennoch derart gewählt und eingestellt werden, dass sich eine möglichst optimale Rotationsposition ergibt.

[0022] Insbesondere erzeugt das Objektiv an sich typischerweise ein rundes Bild, wohingegen der Bildsensor typischerweise rechteckig ausgestaltet ist und daher typischerweise einen im Wesentlichen rechteckigen Bereich aus dem runden Bild aufnimmt, sodass Teile des runden Bildes außerhalb dieses im Wesentlichen rechteckigen Bereichs liegen und ungenutzt bleiben. Wenn also die Bildqualität an bestimmten Stellen im Randbereich des runden Bildes bestimmten Qualitätsanforderungen nicht genügt, so kann dies anhand der Erfindung gegebenenfalls effektiv behoben werden, indem das runde Bild bezüglich des rechteckigen Bereichs entsprechend der Qualitätsdaten verdreht wird, sodass Bildstellen mit unzureichender Qualität möglichst nicht durch den Bildsensor aufgenommen werden und

somit in der resultierende Aufnahme nicht stören beziehungsweise nicht relevant sind.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Objektiv um die optische Achse rotiert, um die Rotationsposition einzustellen, insbesondere im Rahmen der Befestigung des Objektivs an dem wenigstens einen Gehäuseteil und/oder vor der Befestigung.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden das Objektiv und der Bildsensor bezüglich einander durch Variation von sechs Freiheitsgraden ausgerichtet, wobei die sechs Freiheitsgrade drei Translationsfreiheitsgrade, die Rotation um die optische Achse und zwei weitere Rotationsfreiheitsgrade entsprechend Kippbewegungen um jeweilige Achsen senkrecht zur optischen Achse beinhalten.

[0025] Mit anderen Worten erfolgt eine Ausrichtung gemäß sechs Achsen. Die Variation kann auch iterativ erfolgen, sodass beispielsweise abwechselnd teilweise Variationen verschiedener Freiheitsgrade durchgeführt werden, bis die gewünschte Endposition und/oder Endorientierung des Objektivs bezüglich des Bildsensors erreicht ist. So kann nicht nur die Rotationsposition im Rahmen der Endposition und/oder Endorientierung erreicht werden, sondern auch ein optimaler Winkel der optischen Achse bezüglich der Sensoroberfläche, beispielsweise Null Grad bezüglich der Normalenrichtung der Sensoroberfläche, und oder eine optimale Position der optischen Achse bezüglich der Sensoroberfläche, insbesondere im Zentrum der Sensoroberfläche, und oder ein optimaler Abstand der Sensoroberfläche von dem Objektiv in Richtung parallel zur optische Achse. Dadurch kann die Abbildungsqualität weiter erhöht werden.

[0026] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein Testbild erzeugt, indem mittels des Objektivs ein Testobjekt abgebildet wird. Beim Abbilden des Testobjekts werden eine Gegenstandsweite des Testobjekts und/oder eine Brennweite des Objektivs derart eingestellt, dass eine resultierende Bildweite gleich einem vorgegebenen Sollabstand einer bildseitigen Hauptebene des Objektivs von einer Sensoroberfläche des Bildsensors ist. Die Qualitätsdaten werden erzeugt, indem die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen abhängig von dem Testbild bestimmt wird, insbesondere für alle Punkte und/oder Bereiche der Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen.

[0027] Um die Qualitätsdaten zu bestimmen, kann beispielsweise eine Eigenschaft des Testbilds mit einer entsprechenden Eigenschaft des Testobjekts verglichen werden und eine Abweichung bestimmt werden, basierend auf der dann die zugehörige Qua-

litätskennzahl ermittelt werden kann. Beispielsweise kann ein Kontrast bestimmter Strukturen des Testobjekts, etwa abwechseln helle und dunkle Streifen oder dergleichen, mit einem resultierenden Bildkontrast des Testbildes verglichen werden, um die Abbildungsschärfe des Objektivs zu quantifizieren. In ähnlicher Weise können auch Verzeichnung, chromatische Aberration und so weiter quantifiziert werden.

[0028] Da die beim Erzeugen des Testbilds die Bildweite dem Sollabstand der bildseitigen Hauptebene des Objektivs von einer Sensoroberfläche des Bildsensors entspricht, wird das Testobjekt unter Bedingungen erzeugt, wie sie auch bei der Abbildung sonstiger Objekte im normalen Betrieb der Kamera gelten. Insbesondere entspricht die Größe der bildlichen Darstellung des Testobjekts in dem Testbild der Größe, die das Testobjekt auch auf der Sensoroberfläche hätte, würde es mit der fertig montierten Kamera abgebildet.

[0029] Das Testbild wird insbesondere erzeugt, bevor das Objektiv an dem Bildsensor oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente befestigt wird. Zum Erzeugen des Testbilds wird auch im Allgemeinen nicht der Bildsensor der Kamera verwendet, sondern ein weiterer Bildsensor. Dieser kann beispielsweise größer sein als der Bildsensor der Kamera, sodass das Testbild auch Teile des Testobjekts abbildet, die unter gleichen Bedingungen durch den Bildsensor der Kamera nicht erfasst werden können, da sie außerhalb der Sensoroberfläche lägen. Alternativ zu dem größeren weiteren Bildsensor können auch mehrere Aufnahmen des Testobjekts erzeugt werden und das Testbild aus den mehreren Aufnahmen zusammengefügt werden.

[0030] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein maximaler Bildbereich, der von dem Objektiv in einer der Bildweite entsprechenden Bildebene abbildbar ist, in dem Testbild von einer bildlichen Darstellung des Testobjekts abgedeckt.

[0031] Mit anderen Worten erstreckt sich die bildliche Darstellung des Testobjekts in dem Testbild über den gesamten von dem Objektiv abbildbaren Bereich in der Bildebene.

[0032] Insbesondere ist dieser maximale Bildbereich, der von dem Objektiv in der Bildebene der Kamera abbildbar ist, von dem Bildsensor nicht vollständig abdeckbar. Vereinfacht ausgedrückt ist der Bildsensor also kleiner als der maximale Bildbereich. Es sei jedoch angemerkt, dass im Allgemeinen auch die geometrische Form des Bildsensors, etwa rechteckig, nicht mit der geometrischen Form des maximalen Bildbereichs, etwa kreisförmig, übereinstimmt.

[0033] Beispielsweise das Objektiv rotationssymmetrisch um die optische Achse ausgestaltet. Demzufolge ist der maximale Bildbereich insbesondere kreisförmig. Der Bildsensor ist in verschiedenen Ausführungsformen dagegen rechteckig ausgebildet. Beispielsweise ist der Radius des maximalen Bildbereichs größer als eine kleinste Seitenlänge des rechteckigen Bildsensors.

[0034] In solchen Ausführungsformen kann durch Rotation des Objektivs um die optische Achse effektiv vermieden werden, dass bestimmte der Punkte und/oder Bereiche mit vergleichsweise geringer Abbildungsqualität auf dem Bildsensor zu liegen kommen.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird der Rotationswinkel derart bestimmt, dass die über einen von dem Bildsensor abgedeckten Teil des maximalen Bildbereichs summierte oder integrierte Qualitätskennzahl maximiert oder minimiert wird.

[0036] So wird also die optimale Rotationsposition erreicht, um die Abbildungsqualität insgesamt zu maximieren.

[0037] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird abhängig von dem Testbild ein jeweiliger Wert einer Modulationstransferfunktion für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen berechnet und die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl wird abhängig von dem jeweiligen Wert der Modulationstransferfunktion bestimmt.

[0038] Mit anderen Worten entspricht eine erste Qualitätskennzahl der wenigstens einen Qualitätskennzahl dem Wert der Modulationstransferfunktion oder hängt davon ab. Die Modulationstransferfunktion ist zur Bewertung der Abbildungsschärfe, welche eine besonders relevante Abbildungsqualität des Objektivs darstellt, etabliert und gut geeignet.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird abhängig von dem Testbild ein jeweiliger Wert einer chromatischen Aberration für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen bestimmt und die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl wird abhängig von dem jeweiligen Wert der chromatischen Aberration bestimmt.

[0040] Mit anderen Worten entspricht eine zweite Qualitätskennzahl der wenigstens einen Qualitätskennzahl dem Wert der chromatischen Aberration oder hängt oder hängt davon ab. Auch die chromatische Aberration stellt eine besonders relevante Abbildungsqualität des Objektivs dar.

[0041] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figu-

renbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen können nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen von der Erfindung umfasst sein. Es können insbesondere auch Ausführungen und Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst sein, die nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten Anspruchs aufweisen. Es können darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst sein, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen.

[0042] Die Erfindung wird im Folgenden anhand konkreter Ausführungsbeispiele und zugehöriger schematischer Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren können gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Beschreibung gleicher oder funktionsgleicher Elemente wird gegebenenfalls nicht notwendigerweise bezüglich verschiedener Figuren wiederholt.

[0043] Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Montieren einer Kamera;

Fig. 2 schematisch einen Bildsensor und ein Objektiv einer Kamera in einer Rotationsposition zueinander; und

Fig. 3 schematisch einen Bildsensor und ein Objektiv einer Kamera in einer weiteren Rotationsposition zueinander.

[0044] In **Fig. 1** ist ein Ablaufdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Montieren einer Kamera dargestellt. **Fig. 2** und **Fig. 3** stellen schematisch einen Bildsensor 1 und ein Objektiv 2 einer Kamera in verschiedenen Rotationspositionen zueinander dar, um einzelnen Verfahrensschritte zu verdeutlichen.

[0045] In den Schritten S1 und S2 werden dabei Qualitätsdaten bereitgestellt, welche für eine Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen 4a, 4b in einer Ebene, die im Wesentlichen senkrecht zu einer optischen Achse 5 des Objektivs 2 steht, jeweils wenigstens eine Qualitätskennzahl betreffend eine Abbildungsqualität des Objektivs 2 enthalten. Die wenigstens eine Qualitätskennzahl kann beispielsweise als erste Qualitätskennzahl einen Wert einer Modulationstransferfunktion beinhalten und/oder als zweite Qualitätskennzahl einen Wert einer chromatischen Aberration.

[0046] In verschiedenen Ausführungsformen kann in Schritt S1 beispielsweise ein Testbild 3 erzeugt werden, indem mittels des Objektivs 2 ein Testobjekt abgebildet wird, wobei eine Gegenstandsweite des Testobjekts und/oder eine Brennweite des Objektivs 2 derart eingestellt werden, dass eine resultierende Bildweite gleich einem vorgegebenen Sollabstand einer bildseitigen Hauptebene des Objektivs 2 von einer Sensoroberfläche des Bildsensors 1 ist. In Schritt S2 können die Qualitätsdaten erzeugt werden, indem die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen 4a, 4b abhängig von dem Testbild 3 bestimmt wird. In alternativen Ausführungsformen wird die wenigstens eine Qualitätskennzahl vorgegeben und nicht im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bestimmt.

[0047] In Fig. 2 und Fig. 3 sind die einzelnen Punkte und/oder Bereiche 4a, 4b mit einem Haken gekennzeichnet, andere mit einem Kreuz. Dies kann beispielsweise derart interpretiert werden, dass die wenigstens eine Qualitätskennzahl für die Punkte und/oder Bereiche 4a mit dem Haken eine vorgegebene Mindestanforderung erfüllt, für die Punkte und/oder Bereiche 4b mit dem Kreuz jedoch nicht.

[0048] In Schritt S3 wird abhängig von den Qualitätsdaten ein Rotationwinkel bestimmt, der eine Rotationsposition des Bildsensors 1 um die optische Achse 5 des Objektivs 2 festlegt. Das Objektiv 2 und der Bildsensor 1 werden in Schritt S4 entsprechend der Rotationsposition aneinander oder in oder an dem wenigstens einen Gehäuseteil befestigt.

[0049] Wie in Fig. 2 und Fig. 3 zu sehen ist, ist der Bildsensor 1 beispielsweise rechteckig und das Testbild 3 ist kreisrund mit einem Radius, der größer ist, als die kürzeste Seitenlänge des Bildsensors 1. Demzufolge liegen einige der Punkte und/oder Bereiche 4a, 4b außerhalb des Bereichs, der von dem Bildsensor abgedeckt ist und einige innerhalb.

[0050] In Fig. 2 ist eine erste Rotationsposition dargestellt, die beispielsweise einem Rotationswinkel von Null Grad gemäß einer geeigneten Definition entspricht, wohingegen der in Fig. 3 vorliegende Rotationswinkel α von Null verschieden ist. Wie in Fig. 2 zu erkennen, liegen dort zwei Punkte und/oder Bereiche 4b mit Kreuz, also unzureichender Abbildungsqualität in dem von dem Bildsensor 1 abgedeckten Bereich. In Fig. 3 liegen dagegen nur Punkte und/oder Bereiche 4a mit Haken, also ausreichender Abbildungsqualität in dem von dem Bildsensor 1 abgedeckten Bereich. Kann durch Rotation von Null Grad zum Rotationswinkel α und eine entsprechende Montage des Objektivs 2 und des Bildsensors 1 aneinander oder in oder an dem wenigstens einen Gehäuseteil eine insgesamt verbesserte Abbildungsqualität der Kamera erzielt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Montieren einer Kamera, wobei ein Objektiv (2) und ein Bildsensor (1) bereitgestellt werden und das Objektiv (2) und der Bildsensor (1) aneinander oder in oder an wenigstens einer mechanischen Komponente der Kamera befestigt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- Qualitätsdaten bereitgestellt werden, welche für eine Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen (4a, 4b) in wenigstens einer Ebene, die im Wesentlichen senkrecht zu einer optischen Achse (5) des Objektivs (2) steht, jeweils wenigstens eine Qualitätskennzahl betreffend eine Abbildungsqualität des Objektivs (2) enthalten;
- abhängig von den Qualitätsdaten ein Rotationwinkel bestimmt wird, der eine Rotationsposition des Bildsensors (1) um die optische Achse (5) des Objektivs (2) festlegt;
- das Objektiv (2) und der Bildsensor (1) entsprechend der Rotationsposition aneinander oder in oder an der wenigstens einen mechanischen Komponente befestigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objektiv (2) um die optische Achse (5) rotiert wird, um die Rotationsposition einzustellen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objektiv (2) und der Bildsensor (1) bezüglich einander durch Variation von sechs Freiheitsgraden ausgerichtet werden, wobei die sechs Freiheitsgrade drei Translationsfreiheitsgrade, die Rotation um die optische Achse (5) und zwei weitere Rotationsfreiheitsgrade entsprechend Kippbewegungen um jeweilige Achsen senkrecht zur optischen Achse (5) beinhalten.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- ein Testbild (3) erzeugt wird, indem mittels des Objektivs (2) ein Testobjekt abgebildet wird, wobei eine Gegenstandsweite des Testobjekts und/oder eine Brennweite des Objektivs (2) derart eingestellt werden, dass eine resultierende Bildweite gleich einem vorgegebenen Sollabstand einer bildseitigen Hauptebene des Objektivs (2) von einer Sensoroberfläche des Bildsensors (1) ist;
- die Qualitätsdaten erzeugt werden, indem die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen (4a, 4b) abhängig von dem Testbild (3) bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein maximaler Bildbereich, der von dem Objektiv (2) in einer der Bildweite entsprechenden Bildebene abbildbar ist, in dem Testbild (3) von einer bildlichen Darstellung des Testobjekts abgedeckt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximale Bildbereich, der von dem Objektiv (2) in der Bildebene der Kamera abbildbar ist, von dem Bildsensor (1) nicht vollständig abdeckbar ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotationswinkel derart bestimmt wird, dass die über einen von dem Bildsensor (1) abgedeckten Teil des maximalen Bildbereichs summierte oder integrierte Qualitätskennzahl maximiert oder minimiert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von dem Testbild (3) ein jeweiliger Wert einer Modulationstransferfunktion für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen (4a, 4b) berechnet wird und die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl abhängig von dem jeweiligen Wert der Modulationstransferfunktion bestimmt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von dem Testbild (3) ein jeweiliger Wert einer chromatischen Aberration für die Vielzahl von Punkten und/oder Bereichen (4a, 4b) bestimmt wird und die jeweilige wenigstens eine Qualitätskennzahl abhängig von dem jeweiligen Wert der chromatischen Aberration bestimmt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objektiv (2) rotationssymmetrisch um die optische Achse (5) ausgestaltet ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bildsensor (1) rechteckig ausgebildet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

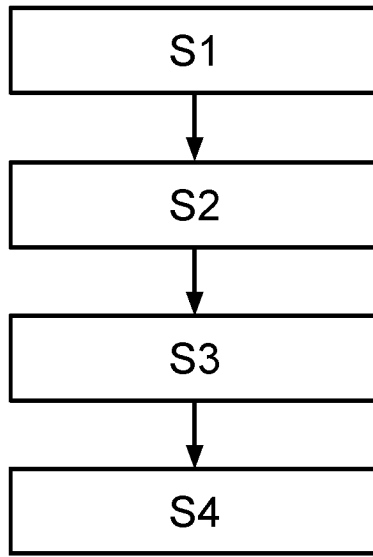


Fig.1

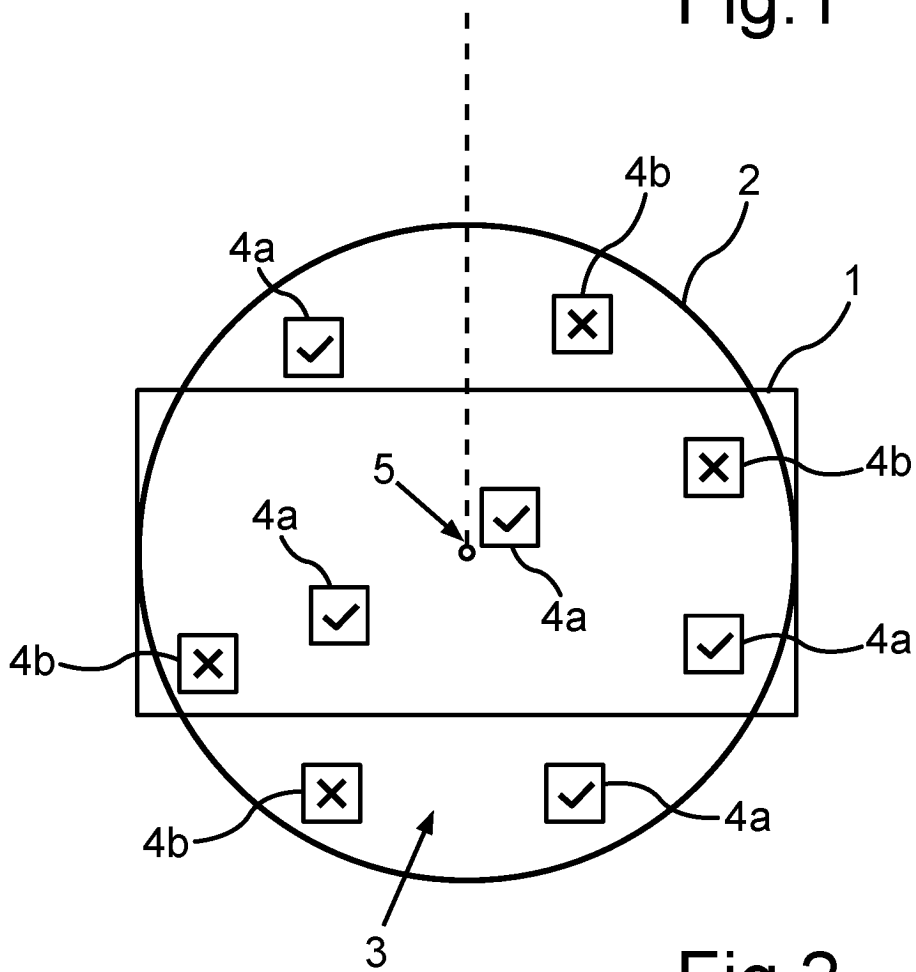


Fig.2

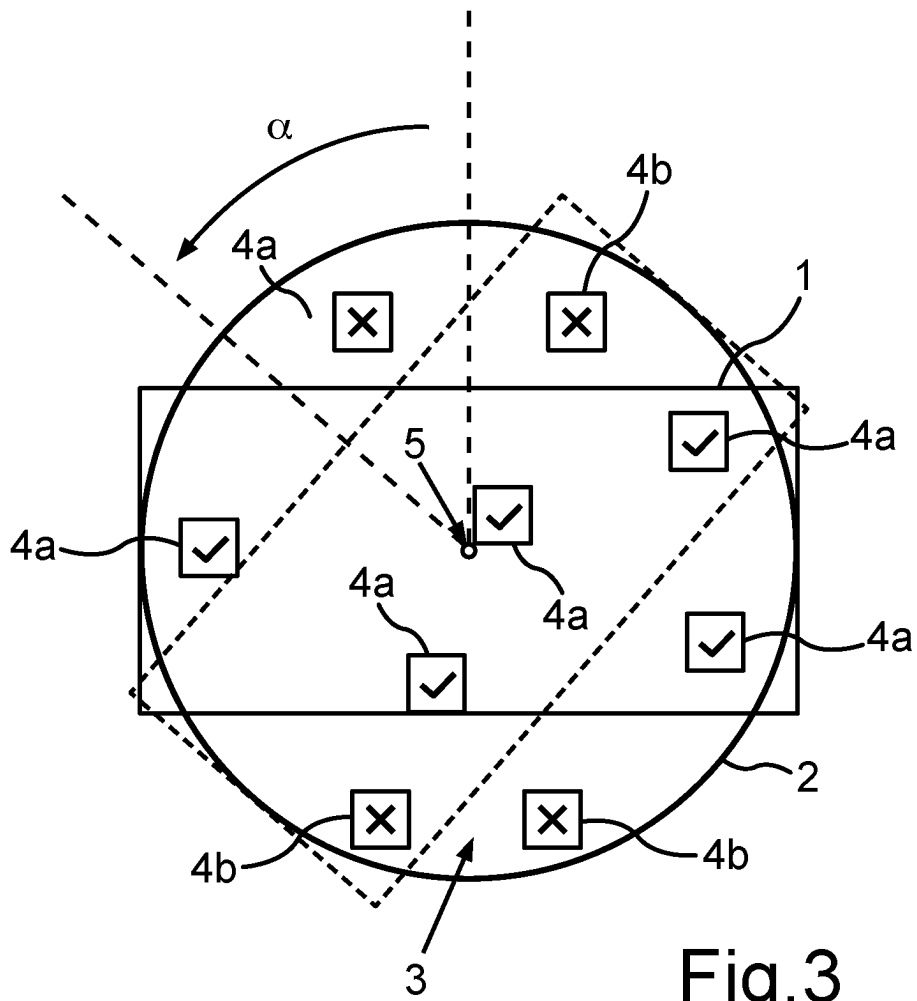


Fig.3