



(10) **DE 10 2014 104 029 B3** 2015.04.23

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 104 029.5**
(22) Anmeldetag: **24.03.2014**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.04.2015**

(51) Int Cl.: **H04N 5/232 (2006.01)**
G02B 3/12 (2006.01)

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

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

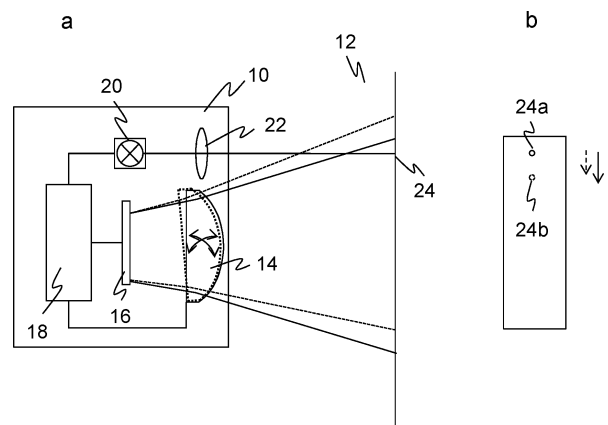
(72) Erfinder:
Schneider, Florian, Dr., 79276 Reute, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2005 015 500	A1
DE 10 2012 104 579	A1
DE 20 2006 017 268	U1
DE 20 2012 105 023	U1
US 2012 / 0 261 474	A1
EP 2 071 367	A1

(54) Bezeichnung: **Optoelektronische Vorrichtung und Verfahren zur Aufnahme von scharfen Bildern**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine optoelektronische Vorrichtung (10) zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (12) mit einem Bildsensor (16), einer dem Bildsensor (16) zugeordneten Empfangsoptik (14), die eine adaptive Linse (26) mit variabler Verkippung aufweist, und einer Auswertungseinheit (18) zum Erzeugen der Objektinformationen aus einem Empfangssignal des Bildsensors (16) angegeben. Dabei ist die Auswertungseinheit (18) dafür ausgebildet, in einer Aufnahme des Bildsensors (16) bei Ansteuerung eines ersten Kippwinkels der adaptiven Linse (26) eine erste Position eines Bildmerkmals (24) und aus der ersten Position eine Driftkorrektur für die adaptive Linse (26) zu bestimmen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Vorrichtung und ein Verfahren zur Aufnahme von scharfen Bildern nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 beziehungsweise 12.

[0002] In nahezu jedem optischen Sensor ist eine Sende- beziehungsweise Empfangsoptik vorgesehen. Häufig wird diese Optik mit Hilfe einer Fokusverstellung auf einen bestimmten Abstand oder Abstandsbereich scharf eingestellt, indem elektromechanisch oder optomechanisch die Position der Linsen und damit die Schnittweite der Sende- oder Empfangsoptik verstellt wird.

[0003] Solche Lösungen erfordern viel Bauraum und stellen zudem hohe Ansprüche an den mechanischen Aufbau zur präzisen Einstellbarkeit, damit eine vorgegebene Fokusslage auch tatsächlich angenommen wird. Eine Alternative ist der Einsatz von Optiken, bei denen nicht die Schnittweite, sondern unmittelbar die Form und damit die Brennweite der Linse selbst mittels einer Spannungsansteuerung variiert wird. Insbesondere werden dafür Gel- oder Flüssiglinsen genutzt. Bei einer Gellinse wird eine silikonartige Flüssigkeit mittels piezoelektrischer oder induktiver Aktoren mechanisch deformiert. Flüssiglinsen nutzen beispielsweise den sogenannten Elektrobeneffekt (electrowetting) aus, indem zwei nicht mischbare Flüssigkeiten in einer Kammer übereinander angeordnet werden. Bei Anlegen einer Steuerungsspannung ändern die beiden Flüssigkeiten ihre Oberflächenspannung in unterschiedlicher Weise, so dass die innere Grenzfläche der Flüssigkeiten spannungsabhängig ihre Krümmung verändert. Ein optoelektronischer Sensor mit Fokusverstellung auf Basis von Flüssiglinsen ist aus der DE 10 2005 015 500 A1 oder der DE 20 2006 017 268 U1 bekannt.

[0004] Kamerasysteme mit variabler Fokuseinstellung können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Autofokussysteme ermitteln auf Basis mehrerer Aufnahmen an unterschiedlichen Fokuspositionen iterativ die geeignete Fokusposition („Closed-Loop“-Verfahren). Durch die erforderliche Iteration ist dieses Vorgehen relativ langsam. Eine zweite Möglichkeit der Fokussierung besteht darin, eine erforderliche Fokusposition aus einer Abstandsmessung zu bestimmen, wobei dann die Fokuseinheit den Vorgabewert umsetzt („Open-Loop“-Verfahren). Es ist dann erforderlich dafür zu sorgen, dass die Fokuseinheit tatsächlich die gewünschte Fokusslage erreicht hat. Das ist besonders bei Flüssig- oder Gellinsen mit thermischer Volumenausdehnung und temperaturabhängigen Brechungsindizes kritisch. Zu deren Ausgleich wird zwar eine temperaturabhängige Korrekturmatrix eingelernt. Damit kann die Ansteuerung der Fokuseinheit die aktuelle Temperatur berücksichtigen und einer Temperaturdrift entgegenwirken. Zu dem

reversiblen Temperaturgang können allerdings noch weitere Effekte wie eine Alterung hinzukommen, die auch im Gegensatz zu einem Temperaturgang regelmäßig nicht vorhersagbar sind. Daraus ergibt sich eine nicht korrigierbare Drift und damit eine verbleibende Unschärfe.

[0005] In Weiterbildung von Flüssiglinsen zur Fokusverstellung schlägt die EP 2 071 367 A1 vor, auch die Verkipfung der Flüssiglinse durch Anlegen unterschiedlicher Spannungen in Umlaufrichtung zu verändern. Um die Aufnahme verwackelter Bilder zu verhindern, wird dann die Eigenbewegung der Kamera ermittelt, und eine oder mehrere Linsen in der Kamera werden verkippt, um dieser Eigenbewegung entgegenzuwirken. An der geschilderten Problematik von Temperaturgang und Drift ändert die Möglichkeit des Verkippens jedoch nichts.

[0006] In der DE 10 2005 015 500 A1 wird ein weiterer optoelektronischer Sensor mit einer Flüssiglinse offenbart, die durch einen asymmetrischen Rahmen oder unterschiedliche elektrische Potentiale an separaten Elektroden des Linsenrahmens in ihren Strahlformungseigenschaften asymmetrisch veränderbar ist. Das Dokument erläutert dann aber nicht, wozu das genutzt werden kann.

[0007] Die DE 10 2012 104 579 A1 beschreibt eine Kamera mit einem Objektiv, dessen Fokusverstellerelement eine Flüssiglinse aufweist, deren Fokusslage durch ein Steuersignal eingestellt wird. Um Drifterscheinungen entgegenzuwirken, werden Korrekturwerte für die Steuersignale berechnet. Dazu wird ein Referenzmuster abgebildet, und anhand dessen Schärfegrads wird ein Driftzustand des Objektivs ermittelt.

[0008] In der DE 20 2012 105 023 U1 wird ein Laserentfernungsmessgerät beschrieben, deren Laser eine Flüssiglinse nachgeordnet ist. Mit Hilfe von Bewegungserfassungsmitteln wird ein Zittern des Bedieners des Geräts erfasst, und die Flüssiglinse wird zur Kompensation des Zitterns verkippt.

[0009] Aus der US 2012/0261474 A1 ist ein optischer Codeleser bekannt, der eine Flüssiglinse für eine Autofokusfunktion verwendet. In einer Tabelle ist die Beziehung zwischen der einzustellenden Entfernung zu einem Code und der elektrischen Spannung zum Ansteuern der Flüssiglinse gespeichert. In einer zusätzlichen Kompensationstabelle sind temperaturabhängige Wartezeiten abgespeichert, da sich die Flüssiglinse bei höheren Temperaturen schneller umstellt als bei niedrigen Temperaturen.

[0010] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Fokussierung mit einer adaptiven Linse in einer gattungsgemäßen Vorrichtung zu verbessern.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 sowie ein Verfahren zur Aufnahme von scharfen Bildern nach Anspruch 12 gelöst. Die Vorrichtung weist einen Bildsensor und eine adaptive Linse auf, die durch Verkippen in verschiedene Ausrichtungen gebracht werden kann. Die Erfindung geht nun von dem Grundgedanken aus, die adaptive Linse zu verkippeln und mit dem Bildsensor zu beobachten, in welche Position ein bestimmtes Bildmerkmal aufgrund der Verkippung gelangt. Diese Position wird sich durch Driften verändern, also insbesondere Temperatur und Alterungserscheinungen. Somit kann aus der Position auf die Drift und damit eine erforderliche Driftkorrektur geschlossen werden.

[0012] In einer Ausführungsform gemäß Anspruch 1 ist die adaptive Linse in einer Empfangsoptik des Bildsensors vorgesehen. Ein Verkippeln der adaptiven Linse verändert das Sichtfeld des Bildsensors und damit die Position eines bestimmten Bildmerkmals innerhalb einer Aufnahme des Bildsensors.

[0013] Das Bildmerkmal kann irgendeine wiedererkennbare Struktur der Szenerie sein. Bevorzugt weist die Vorrichtung einen Lichtsender auf, und die Auswertungseinheit verwendet einen Lichtfleck oder Teile eines Beleuchtungsmusters des Lichtsenders als Bildmerkmal. Damit ist die Vorrichtung nicht mehr auf das Vorhandensein solcher wiedererkennbaren Strukturen in der Szenerie angewiesen. Das aus der eigenen Beleuchtung gewonnene Bildmerkmal ist verlässlich und gut erkennbar. Beispielsweise handelt es sich bei dem Lichtsender um eine Kontrastmusterbeleuchtung oder eine Zielvorrichtung, etwa zum Anzeigen eines Aufnahmegebietes einer Kamera oder eines Lesefeldes eines Codelesers im Objektbereich. Ein solcher Lichtsender ist aufgrund seiner eigenen Funktion und nicht eigens für die erfindungsgemäße Driftkorrektur vorgesehen.

[0014] In einer alternativen Ausführungsform gemäß Anspruch 3 ist die adaptive Linse in einer Sendeoptyk eines Lichtsenders vorgesehen. Wird hier die adaptive Linse verkippelt, so verschiebt sich die Position des von dem Lichtsender erzeugten Beleuchtungsmusters oder Lichtflecks in einer Aufnahme des Bildsensors. Die Fokussierung des Lichtsenders ist beispielsweise für ein Kontrastmuster, ein Zielmuster zum Bezeichnen eines bestimmten Aufnahme- oder Lesebereichs oder für die Erzeugung eines scharfen Lichtflecks nützlich. Es sind auch Mischformen der Ausführungsformen nach Anspruch 1 und 3 denkbar, in denen Lichtempfänger und Lichtsender fokussiert werden, sei es durch eine gemeinsame adaptive Linse oder je eine adaptive Linse.

[0015] Die Erfindung hat sowohl beim empfangsseitigen Einsatz der adaptiven Linse nach Anspruch 1 wie auch beim sendeseitigen Einsatz nach Anspruch

3 den Vorteil, dass eine rasche und genaue Fokuseinstellung ermöglicht wird. Das gelingt erfindungsgemäß sogar in einem Open-Loop-Verfahren, denn es können während des Betriebs Temperaturgang und Alterungseffekte der adaptiven Linse und damit der Empfangs- oder Sendeoptyk bestimmt und bei Bedarf kompensiert werden. Ein Closed-Loop-Verfahren würde diese Drifteffekte auch berücksichtigen, da es auf die tatsächliche Fokussierung abstellt, ist aber durch die Iteration vergleichsweise langsam.

[0016] Die Auswertungseinheit ist bevorzugt dafür ausgebildet, in einer Aufnahme des Bildsensors bei Ansteuerung eines zweiten Kippwinkels der adaptiven Linse eine zweite Position des Bildmerkmals und die Driftkorrektur aus der ersten Position und der zweiten Position zu bestimmen. In dieser Ausführungsform liegen somit der Driftkorrektur zwei Kippwinkel und zwei dabei bestimmte Positionen des Bildmerkmals zugrunde. Weitere Wechsel des Kippwinkels mit Bestimmung der jeweiligen Position des Bildmerkmals sind denkbar. Umgekehrt wäre auch denkbar, bei einem Kippwinkel die Position von mehr als einem Bildmerkmal zu bestimmen. Das führt zu einer verbreiterten Datenbasis, aus der die Driftkorrektur bestimmt wird. In den jeweiligen Kippwinkeln kann eine eigene Aufnahme ausgelöst werden. Alternativ wird während des Verkippens belichtet, so dass das Bildmerkmal verwaschen wird und eine Linie von der ersten Position zu der zweiten Position bildet.

[0017] Vorzugsweise ist in einem Speicherelement mindestens eine Referenzposition abgelegt, und die Auswertungseinheit bestimmt die Driftkorrektur anhand von Abweichungen der ersten Position und/oder der zweiten Position von einer Referenzposition. Hier wird also durch anfängliches Einlernen oder eine andere Vorgabe anfänglich bestimmt, wo das Bildmerkmal in den jeweiligen Kippwinkeln ohne Driften erwartet würde. Abweichungen von dieser Referenzposition sind dann ein Maß für die Driften.

[0018] Die Auswertungseinheit ist bevorzugt für eine Regelung ausgebildet, welche die Ansteuerungen von Kippwinkeln anhand der Driftkorrektur so regelt, dass die Driften kompensiert sind. Obwohl es schon vorteilhaft sein kann, eine Drift zu erkennen und beispielsweise daraufhin eine Wartungsaufforderung auszugeben, ist das eigentliche Ziel, die Drift zu kompensieren. Die Driftkorrektur ermöglicht dies, nämlich die Ansteuerungssignale an die adaptive Linse so anzupassen, dass die Driften nicht mehr auftreten beziehungsweise ausgeglichen sind. Das lässt sich auch überprüfen, indem die entsprechend ausgelegte Verkippung angesteuert wird, woraufhin die Position des Bildmerkmals derjenigen ohne Drift entspricht. Dies kann vorab zur Verifizierung des Vorgehens der Regelung und sogar im Betrieb zum Sicherstellen der korrekten Arbeitsweise der Driftkompensation geprüft werden.

[0019] Die Auswertungseinheit ist bevorzugt dafür ausgebildet, einen Fokusabstand der adaptiven Linse einzustellen, wobei Steuersignale zum Einstellen eines Fokusabstands anhand der Driftkorrektur korrigiert werden. Häufig ist die Aufgabe der adaptiven Linse nicht das Einstellen eines Kippwinkels, sondern die Fokussierung, oder zumindest soll neben dem Kippwinkel auch die Fokussierung eingestellt werden. Hierzu wird bei einem Open-Loop-Verfahren eine Fokustabelle abgelegt, welche die erforderlichen Steuerungssignale für einen bestimmten einzustellenden Fokusabstand enthält. Zum Ausgleich von Driften werden diese Steuerungssignale im Betrieb aufgrund der Driftkorrektur angepasst. Dabei wird angenommen, dass eine Driftkompensation, welche Abweichungen der Positionen der Bildmerkmale nach einer Verkippung kompensieren, im gleichen Maße auch die Fokuseinstellung kompensiert, da die adaptive Linse für Verkippung und Fokussierung das gleiche physikalische Wirkprinzip nutzt, das somit auch gleichen Driften unterliegt.

[0020] Die adaptive Linse ist bevorzugt eine Flüssiglinse oder eine Gellinse. Solche Linsen bieten die gewünschten Einstellmöglichkeiten und sind dabei sehr bauklein und kostengünstig. Das Verkippen einer solchen Linse bedeutet natürlich nicht zwingend ein geometrisches Verkippen, sondern bezieht sich auf die optische Wirkung, die effektiv einer Verkippung entspricht.

[0021] Die adaptive Linse weist bevorzugt in Umlaufrichtung segmentierte Ansteuerelemente auf. Bei den Ansteuerelementen handelt es sich beispielsweise um segmentierte Elektroden, die eine Flüssiglinse über den Elektrobenetzungseffekt steuern. Denkbar sind weiterhin segmentierte Aktoren, insbesondere Piezoaktoren, die den Druck auf eine Flüssigkeit lokal verändern und dadurch eine Membran auf Flüssigkeit unterschiedlich krümmen, oder die direkt eine gelartige Substanz der Linse verformen. Durch die Segmentierung in Umlaufrichtung wird eine nicht rotationssymmetrische Beeinflussung der Linse ermöglicht, die zu der optischen Verkippung führt.

[0022] Die Auswertungseinheit ist bevorzugt zum Auslesen von Codeinformationen aus den Objektinformationen ausgebildet. Die Vorrichtung wird damit zu einem Codeleser.

[0023] Die Auswertungseinheit ist bevorzugt dafür ausgebildet, eine Serie von Aufnahmen des Überwachungsbereichs zu erzeugen und dabei für eine Driftkorrektur mindestens einmal den ersten Kippwinkel anzusteuern. Eine derartige Vorrichtung nimmt also eine Bildserie auf, beispielsweise bei Montage an einem Förderband zum Inspizieren oder Vermessen der darauf geförderten Objekte oder zum Auslesen von an diesen Objekten angebrachten optischen Codes. Die Bilder sollen jeweils scharf fokussiert auf-

genommen werden. Dazu ist denkbar, zusätzliche Aufnahmen mit verkippter adaptiver Linse zum Auffinden der Fokuseinstellung einzuschleiben. Die zusätzlichen Aufnahmen können auch mit Bildverarbeitungsprogrammen in die Perspektive ohne Verkippung zurückgerechnet werden. Bei kleinen Kippwinkeln ist das in sehr guter Näherung lediglich eine Verschiebung des Bildausschnitts. Auf diese Weise müssen nicht Aufnahmen allein zum Auffinden der Fokusslage verlorengehen. Die hier angesprochenen Driften sind relativ langsame Prozesse, so dass die Berechnung der Driftkorrektur auch lediglich in längeren Intervallen statt für jedes zu verwendende Bild erfolgen kann.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf ähnliche Weise durch weitere Merkmale ausgestaltet werden und zeigt dabei ähnliche Vorteile. Derartige weitere Merkmale sind beispielhaft, aber nicht abschließend, in den sich an die unabhängigen Ansprüche anschließenden Unteransprüchen beschrieben.

[0025] Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Vorteile und Merkmale unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen in:

[0026] Fig. 1a eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Sensors mit einer verkippbaren adaptiven Linse in der Empfangsoptik;

[0027] Fig. 1b eine sehr vereinfachte Darstellung der Aufnahme eines Bildmerkmals mit dem Sensor nach Fig. 1a in zwei Kippstellungen der adaptiven Linse;

[0028] Fig. 2a eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Sensors mit einer verkippbaren adaptiven Linse in der Sendeoptik;

[0029] Fig. 2b eine sehr vereinfachte Darstellung der Aufnahme eines Bildmerkmals mit dem Sensor nach Fig. 2a in zwei Kippstellungen der adaptiven Linse;

[0030] Fig. 3a eine Darstellung einer adaptiven Linse in einer strahlaufweitenden Einstellung;

[0031] Fig. 3b eine Darstellung der adaptiven Linse in einer neutralen Einstellung;

[0032] Fig. 3c eine Darstellung der adaptiven Linse in einer strahlbündelnden Einstellung;

[0033] Fig. 4a eine Darstellung der adaptiven Linse mit Verkippen nach unten;

[0034] Fig. 4b eine Darstellung der adaptiven Linse ohne Verkippen;

[0035] Fig. 4c eine Darstellung der adaptiven Linse mit Verkippen nach oben; und

[0036] Fig. 5 eine Draufsicht auf die adaptive Linse zur Illustration einer segmentierten, nicht rotations-symmetrischen Ansteuerung.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer Ausführungsform einer optoelektronischen Vorrichtung **10** zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich **12**. Über eine Empfangsoptik **14** erzeugt ein Bildsensor **16**, beispielsweise ein CCD- oder CMOS-Chip, Aufnahmen des Überwachungsbereichs **12**. Die Bilddaten dieser Aufnahmen werden an eine Auswertungseinheit **18** weitergegeben.

[0038] Die Empfangsoptik **16** weist eine adaptive Linse auf, die durch elektronische Ansteuerung der Auswertungseinheit **18** verkippert werden kann. Das Funktionsprinzip der adaptiven Linse wird weiter unten anhand der Fig. 3 bis Fig. 5 näher erläutert. Zusätzlich zu der adaptiven Linse können beispielsweise ein Festbrennweitenobjektiv mit Vorderseitenapertur, dem die adaptive Linse vorgeordnet ist, oder allgemein weitere optische Elemente wie Blenden oder Linsen vorgesehen sein. Durch die Verkippung der adaptiven Linse ergibt sich eine Variation des Sichtfeldes der Vorrichtung **10**, also eine Rotation und/oder Verschiebung.

[0039] Diese Variation des Sichtfeldes wird erfindungsgemäß genutzt, um Drifteffekte der adaptiven Linse zu messen und gegebenenfalls zu kompensieren. Die Vorrichtung **10** weist noch einen Lichtsender **20** mit einer Sendeoptik **22** auf. Dadurch wird in dem Überwachungsbereich ein gut wiedererkennbares Bildmerkmal **24** erzeugt, sei es ein begrenzter Lichtfleck eines kollimierten Sendelichtstrahls oder der Teil eines von dem Lichtsender **20** erzeugten Kontrastmusters. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Lichtsender **20** um eine Zielvorrichtung beziehungsweise einen Ziellaser, der zur Visualisierung eines Aufnahme- oder Lesebereichs eingesetzt wird. In einer nicht dargestellten Ausführungsform ohne den Lichtsender **20** kann ein Strukturmerkmal der Szenerie als Bildmerkmal **24** verwendet werden.

[0040] Das Bildmerkmal **24** wird von der Auswertungseinheit **18** in einer unter Verkippert der adaptiven Linse erzeugten Bildaufnahme lokalisiert, um Drifteffekte zu messen. Dies wird in Fig. 1b illustriert. Dort ist mit durchgezogener Linie das Bildmerkmal **24a** in einer ersten Kippstellung und mit gestrichelter Linie das zeitversetzt aufgenommene Bildmerkmal **24b** in einer zweiten Kippstellung dargestellt. Wie mit durchgezogenem Pfeil daneben illustriert, ergibt sich aufgrund der Verkippung ein Versatz der beiden Positionen, an denen die Bildmerkmale **24a–b** aufgenommen werden. Dieser Versatz wird durch die tatsächliche Verkippung verursacht und enthält einen durch einen gestrichelten Pfeil illustrierten er-

warteten Anteil der angesteuerten Verkippung, der in der Auswertungseinheit **18** oder einem anderen Speicherelement beispielsweise durch Einlernen gespeichert ist, und eine zusätzliche Driftkomponente, die Abweichungen zwischen angesteuerter und tatsächlicher Verkippung aufgrund von Temperatur- oder Alterungseffekten geschuldet ist. Damit kann die Drift gemessen werden. Der Abstand zwischen Lichtsender **20** und Bildsensor **16** sollte möglichst gering sein, da die Verschiebung des Bildmerkmals **24** eine Abhängigkeit von diesem Abstand zeigt, welche die gemessene Drift verfälscht oder kompliziertere Rechnungen erforderlich macht.

[0041] In einer einfachen Ausführungsform wird die Drift lediglich bestimmt und beispielsweise das Überschreiten einer Toleranz angezeigt. Vorzugsweise findet jedoch eine Driftkompensation statt. Dazu bestimmt eine Regelung diejenigen Ansteuerungen der adaptiven Linse, welche die angesteuerte und tatsächliche Verkippung wieder in Übereinstimmung bringen, also in der Illustration nach Fig. 1b dafür sorgen, dass der durchgezogene und der gestrichelte Pfeil gleich lang werden.

[0042] Alternativ zu einer zeitversetzten Bildaufnahme kann während des Verkippens belichtet werden, so dass das Bildmerkmal **24** statt an zwei separaten Positionen verwaschen als Linie zwischen den beiden Positionen aufgenommen wird. Die Linie ist möglicherweise leichter erkennbar, und die Linienlänge ist dann das Maß für die Verschiebung einschließlich der Drift.

[0043] Es gibt einen temperaturunabhängigen Zusammenhang zwischen der Kippposition und der Brennweite der adaptiven Linse, da beide Verstellmöglichkeiten auf demselben physikalischen Funktionsprinzip basieren. Mit anderen Worten kann eine Drift der Brennweitenverstellung wie beschrieben als Drift der Kippverstellung gemessen werden. Diejenige Driftkompensation, welche die Kippverstellung korrigiert, führt auch zu einer Driftkompensation der Brennweitenverstellung. Häufig ist die rasche und zuverlässige Fokuseinstellung das Ziel der Driftkompensation, welche erfindungsgemäß indirekt über die Verschiebung von Bildmerkmalen **24** bei Verkippert der adaptiven Linse bestimmt wird.

[0044] Wird die Vorrichtung **10** eingesetzt, um ganze Bildfolgen aufzunehmen, beispielsweise zur Inspektion oder Vermessung von Objekten an einer Förderanlage, oder zum Lesen von optischen Codes auf geförderten Objekten, so kann die Drift synchron zur regulären Bildaufnahme ermittelt werden. Dazu werden abwechselnd Bilderaufnahmen bei unterschiedlichen Kipppositionen vorgenommen und, soweit erforderlich, die Auswirkungen des Verkippens anschließend von der Auswertungseinheit **18** durch nachträgliche Bildverarbeitung kompensiert. Wirkt sich die Be-

leuchtung des Lichtsenders **20** derart nachteilig auf die Aufnahmen aus, dass deren Qualität nicht mehr ausreicht, so ist auch denkbar, den Lichtsender **20** während der regulären Bildaufnahmen zu deaktivieren und Zwischenaufnahmen der von dem Lichtsender **20** erzeugten Bildmerkmale **24** bei Verkipfung der adaptiven Linse zwischen reguläre Bildaufnahmen einzuschieben. Dabei muss die Abfolge nicht streng alternierend sein, es können sowohl mehrere reguläre Aufnahmen als auch mehrere Aufnahmen bei verkippter adaptiver Linse und aktiviertem Lichtsender **20** aufeinanderfolgen. Um die Zwischenaufnahmen zu beschleunigen, können auch lediglich Bildausschnitte davon eingelesen werden, da die möglichen Positionen der Bildmerkmale **24** beschränkt sind.

[0045] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der optoelektronischen Vorrichtung **10**. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform dadurch, dass hier die adaptive Linse Teil der Sendeoptik **22** statt der Empfangsoptik **14** ist. Es wird also nicht die Bildaufnahme des Bildsensors **16**, sondern die Beleuchtung des Lichtsenders **20** fokussiert, beispielsweise um ein scharfes Kontrastmuster, ein scharfes Zielmuster zum Kenntlichmachen eines Aufnahme- oder Lesebereichs oder einen scharfen Lichtfleck in einem bestimmten Abstand zu projizieren. Durch Verkippen der adaptiven Linse entsteht das Bildmerkmal **24a–b** nicht nur scheinbar innerhalb der aufgenommenen Bilddaten, sondern tatsächlich im Objektbereich an verschiedenen Positionen. Die erfindungsgemäße Driftkorrektur erfolgt aber in völlig gleicher Weise wie zu Fig. 1 beschrieben. Anstelle der in Fig. 2 dargestellten fixen Empfangsoptik **14** ist eine Empfangsoptik **14** denkbar, die ebenfalls eine adaptive Linse aufweist, insbesondere mit etwas variiertem Anordnung von Sende- und Empfangspfad beispielsweise durch Autokollimation dieselbe adaptive Linse wie die Sendeoptik **22**.

[0046] Die Fig. 1 und Fig. 2 sind Prinzipdarstellungen, die stellvertretend für eine Vielzahl von Sensoren stehen. Für die Erfindung wesentlich sind nur die adaptive Linse in Empfangsoptik **14** und/oder Sendeoptik **22** sowie die darauf basierende Driftbestimmung. Es ergeben sich damit vielfältige Anwendungen für die Inspektion und Vermessung von Objekten. Durch den Einsatz an sich bekannter Signal- oder Bildverarbeitungen zum Lesen von Codes entsteht ein Barcodescanner oder ein kamerabasierter Codeleser.

[0047] Die Fig. 3 und Fig. 4 zeigen die adaptive Linse der Empfangsoptik **14** beziehungsweise der Sendeoptik **22** in einer beispielhaften Ausführungsform als Flüssiglinse **26** nach dem Elektrobenetzungsseffekt. Die Funktionsweise wird anhand dieser Flüssiglinse **26** erläutert, aber die Erfindung umfasst auch

andere adaptive Linsen, beispielsweise solche mit einer Flüssigkeitskammer und einer diese bedeckenden Membran, deren Wölbung durch Druck auf die Flüssigkeit verändert wird, oder Linsen mit einem gelartigen optisch durchlässigen Material, das durch eine Aktorik mechanisch verformt wird.

[0048] Die aktiv durchstimmbare Flüssiglinse **26** weist zwei transparente, nicht mischbare Flüssigkeiten **28, 30** mit unterschiedlichen Brechungsindizes und gleicher Dichte auf. Die Form der Flüssigkeits-Flüssigkeitsgrenzschicht **32** zwischen den beiden Flüssigkeiten **28, 30** wird zur optischen Funktion verwendet. Die Aktuierung basiert auf dem Prinzip der Elektrobenetzung, welche eine Abhängigkeit der Oberflächen- oder Grenzflächenspannung vom angelegten elektrischen Feld zeigt. Deshalb ist es möglich, die Form der Grenzschicht **32** und damit die optischen Eigenschaften der Flüssiglinse **26** durch elektrische Ansteuerung an einem Anschluss **34** zu verändern, wodurch entsprechende Spannungen an einer Elektrode **36** anliegen.

[0049] Fig. 3 zeigt zunächst die länger bekannte Veränderung der Fokuseigenschaften der Flüssiglinse **26**. In Fig. 3a wird einfallendes Licht an einer konkaven Grenzschicht **32** aufgestreut. Fig. 3b zeigt eine neutrale Einstellung mit flacher Grenzschicht **32**, während in Fig. 3c die Grenzschicht konvex ist und damit das einfallende Licht bündelt. Es ist klar, dass durch entsprechende Zwischeneinstellungen das Brechungsverhalten feiner abgestuft und beispielsweise eine Brennweite eingestellt werden kann.

[0050] Die Flüssiglinse **26** kann aber auch in ihrer Verkipfung beeinflusst werden. Dies wird in Fig. 4 illustriert und beruht auf nicht rotationssymmetrisch angelegten Spannungen und damit elektrischen Feldern. Dementsprechend wird die Grenzschicht **32** nicht rotationssymmetrisch verformt, was für die Verkipfung ausgenutzt wird. Fig. 4a zeigt eine Verkipfung der Flüssiglinse **26** nach unten, Fig. 4b eine rotationssymmetrische Einstellung ohne Verkipfung zum Vergleich, und Fig. 4c eine Verkipfung der Flüssiglinse **26** nach oben. Dabei bezieht sich die Richtung der Verkipfung jeweils auf die optische Wirkung, also aus welcher Richtung Licht empfangen wird beziehungsweise in welche Richtung Sendelicht ausgesandt wird. Der Verkipfung kann jeweils eine Fokussierung überlagert sein.

[0051] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf die Flüssiglinse **26**, um nochmals die nicht rotationssymmetrische Ansteuerung zu erläutern. Dazu wird nämlich die Elektrode **36** segmentiert. Zur Ansteuerung der hier beispielhaft vier Segmente **36a–d** kann mindestens ein in Fig. 4 gezeigter zusätzlicher Anschluss **34b** erforderlich werden. Durch Anlegen unterschiedlicher Spannungen an die Segmente **36a–d** wird die Grenz-

schicht **32** in einer nicht rotationssymmetrischen Weise verformt, und deshalb kann neben der Brennweite auch eine Verkippung der Linsenform eingestellt werden.

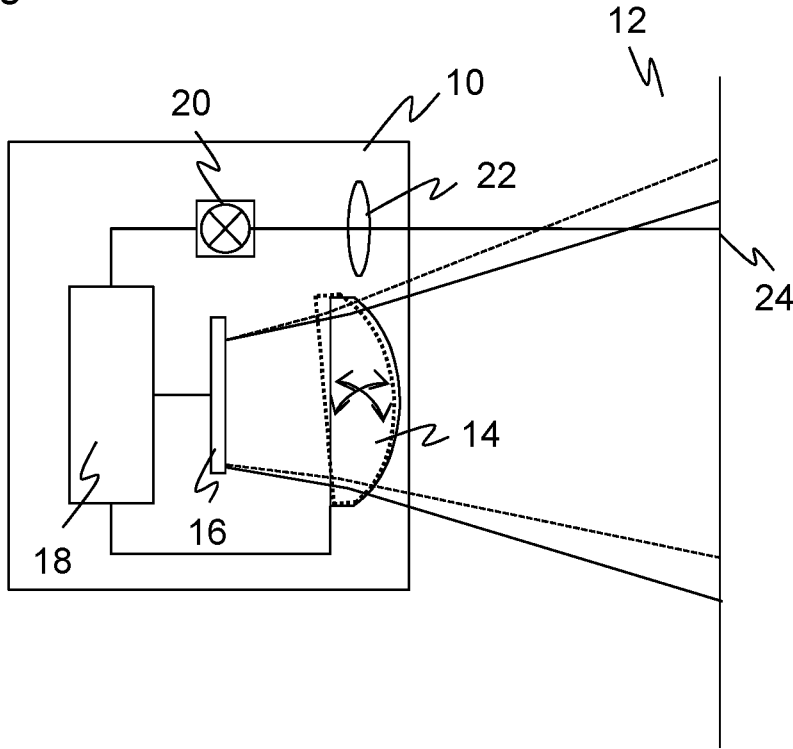
Patentansprüche

1. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (**12**) mit einem Bildsensor (**16**), einer dem Bildsensor (**16**) zugeordneten Empfangsoptik (**14**), die eine adaptive Linse (**26**) mit variabler Verkippung aufweist, und einer Auswertungseinheit (**18**) zum Erzeugen der Objektinformationen aus einem Empfangssignal des Bildsensors (**16**), **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Speicherelement (**18**) mindestens eine Referenzposition abgelegt ist und dass die Auswertungseinheit (**18**) dafür ausgebildet ist, in einer Aufnahme des Bildsensors (**16**) bei Ansteuerung eines ersten Kippwinkels der adaptiven Linse (**26**) eine erste Position eines Bildmerkmals (**24**) und aus der ersten Position anhand von Abweichungen der ersten Position von der Referenzposition eine Driftkorrektur für die adaptive Linse (**26**) zu bestimmen.
2. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, die einen Lichtsender (**20**) aufweist, und wobei die Auswertungseinheit (**18**) einen Lichtfleck oder Teile eines Beleuchtungsmusters des Lichtsenders (**20**) als Bildmerkmal (**24**) verwendet.
3. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) zur Erfassung von Objektinformationen aus einem Überwachungsbereich (**12**) mit einem Bildsensor (**16**), einem Lichtsender (**20**), einer dem Lichtsender (**20**) zugeordneten Sendeoptik (**22**), die eine adaptive Linse (**26**) mit variabler Verkippung aufweist, und einer Auswertungseinheit (**18**) zum Erzeugen der Objektinformationen aus einem Empfangssignal des Bildsensors (**16**), **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Speicherelement (**18**) mindestens eine Referenzposition abgelegt ist und dass die Auswertungseinheit (**18**) dafür ausgebildet ist, in einer Aufnahme des Bildsensors (**16**) bei Ansteuerung eines ersten Kippwinkels der adaptiven Linse (**26**) eine erste Position eines von einem Lichtfleck oder einem Teil eines Beleuchtungsmusters des Lichtsenders (**20**) gebildeten Bildmerkmals (**24**) und aus der ersten Position anhand von Abweichungen der ersten Position von der Referenzposition eine Driftkorrektur für die adaptive Linse (**26**) zu bestimmen.
4. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinheit (**18**) dafür ausgebildet ist, in einer Aufnahme des Bildsensors (**16**) bei Ansteuerung eines zweiten Kippwinkels der adaptiven Linse (**26**) eine zweite Position des Bildmerkmals (**24**) und die Driftkorrektur aus der ersten Position und der zweiten Position zu bestimmen.
5. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 4, wobei in dem Speicherelement (**18**) eine zweite Referenzposition abgelegt ist und die Auswertungseinheit (**18**) die Driftkorrektur auch anhand von Abweichungen der zweiten Position von der zweiten Referenzposition bestimmt.
6. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinheit (**18**) für eine Regelung ausgebildet ist, welche die Ansteuerungen von Kippwinkeln anhand der Driftkorrektur so regelt, dass die Driften kompensiert sind.
7. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinheit (**18**) dafür ausgebildet ist, einen Fokusabstand der adaptiven Linse (**26**) einzustellen, und wobei Steuersignale zum Einstellen eines Fokusabstands anhand der Driftkorrektur korrigiert werden.
8. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die adaptive Linse (**26**) eine Flüssiglinse oder eine Gellinse ist.
9. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die adaptive Linse (**26**) in Umlaufrichtung segmentierte Ansteuerungselemente (**36a-d**) aufweist.
10. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinheit (**18**) zum Auslesen von Codeinformationen aus den Objektinformationen ausgebildet ist.
11. Optoelektronische Vorrichtung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinheit (**18**) dafür ausgebildet ist, eine Serie von Aufnahmen des Überwachungsbereichs (**12**) zu erzeugen und dabei für eine Driftkorrektur mindestens einmal den ersten Kippwinkel anzusteuern.
12. Verfahren zum Aufnehmen von scharfen Bildern, bei dem eine adaptive Linse (**26**) einer Empfangsoptik (**14**) fokussiert und verkippt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Aufnahme bei Ansteuerung eines ersten Kippwinkels der adaptiven Linse (**26**) eine erste Position eines Bildmerkmals (**24**) und aus der ersten Position anhand von Abweichungen der ersten Position von einer zuvor gespeicherten Referenzposition eine Driftkorrektur für die adaptive Linse (**26**) bestimmt wird und dass mit dieser Driftkorrektur eine Drift der Fokuseinstellung der Empfangsoptik (**14**) korrigiert wird.

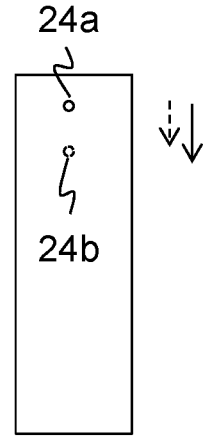
Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

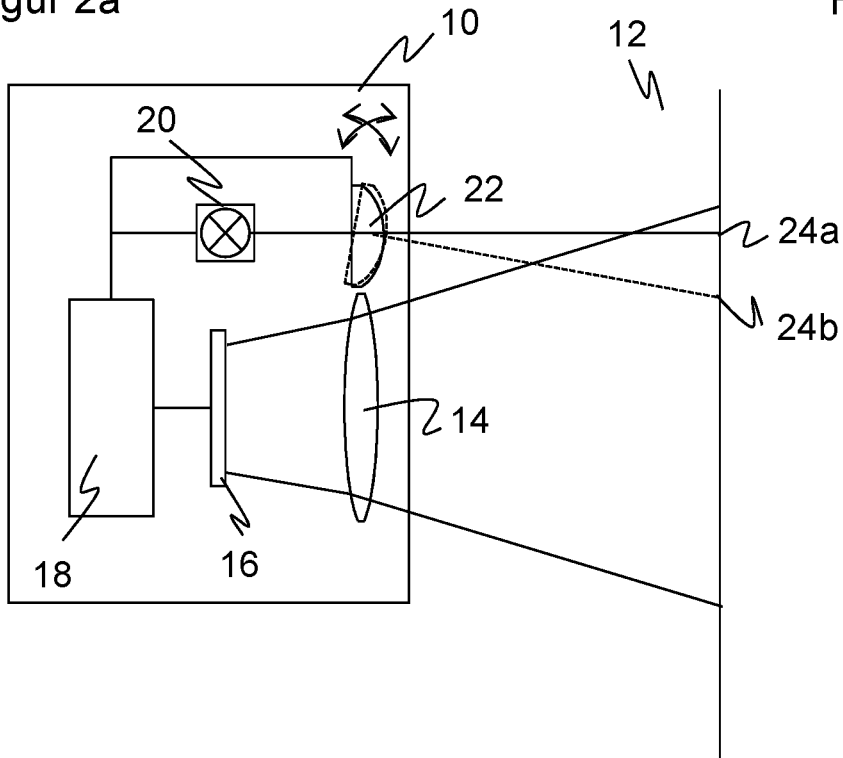
Figur 1a



Figur 1b



Figur 2a



Figur 2b

