(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 003 283 T5** 2024.07.25

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/276824**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 003 283.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/024914**
(86) PCT-Anmeldetag: **22.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.01.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **25.07.2024**

(51) Int Cl.: ***G02B 13/04*** (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
G03B 37/00 (2021.01)
G03B 30/00 (2021.01)
B60R 1/20 (2022.01)
H04N 23/55 (2023.01)

(30) Unionspriorität:
2021-108083 **29.06.2021** **JP**

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

(71) Anmelder:
Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP

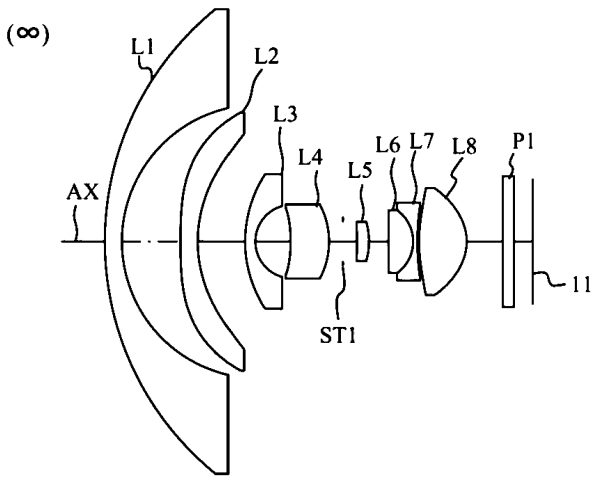
(72) Erfinder:
Takahashi, Makoto, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Optisches System, Bildaufnahmegerät und Bildaufnahmesystem**

(57) Zusammenfassung: PROBLEME: Einen ausreichenden Bildwinkel und eine hohe Auflösung für einen peripheren Bereich unter Verwendung eines einzelnen optischen Systems sicherzustellen.
LÖSUNG: Ein optisches System umfasst eine Vielzahl von Linsen L1 bis L8 und eine Aperturblende ST1, die zwischen beliebigen zwei der Vielzahl von Linsen angeordnet ist. Das optische System erfüllt eine Bedingung entsprechend 0,20 ≤ 2ftan(θmax/2)/y(θmax) ≤ 0,95, wobei y(θ) eine Projektionskennlinie des optischen Systems ist, die eine Beziehung zwischen einem Halbbildwinkel θ und einer Bildhöhe y darstellt, θmax der maximale Halbbildwinkel des optischen Systems ist und f eine Brennweite des optischen Systems ist.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches System, das für ein Bildaufnahmegerät, wie beispielsweise eine bordeigene Kamera, geeignet ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Einige Bildaufnahmegeräte, die Bildsensoren verwenden, sind an einem beweglichen Körper, wie beispielsweise einem Kraftfahrzeug, angebracht und beschaffen Bilddaten um den beweglichen Körper herum. Indem die beschafften Bilddaten verwendet werden, kann ein Objekt, wie beispielsweise ein Hindernis, um den beweglichen Körper herum visuell erkannt oder maschinell erkannt werden. Ein derartiges Bildaufnahmegerät wird beispielsweise in einem sogenannten elektronischen Spiegel oder digitalen Spiegel (nachstehend als ein E-Spiegel bezeichnet) verwendet, der Bilddaten, die durch ein Bildaufnahmegerät beschafft werden, das an einer Seitenoberfläche eines Fahrzeugkörpers angeordnet ist, auf einer bordeigenen Überwachungseinrichtung bzw. einem bordeigenen Monitor anzeigt. Der E-Spiegel soll ein großes Bild eines Fahrzeugs dahinter aufnehmen und ebenso ein großes Bild nahe dem Vorderrad aufnehmen.

[0003] Des Weiteren gibt es zusätzlich zu dem E-Spiegel Systeme für eine Verwendung mit Bilddaten, die durch eine Bildaufnahme für eine automatische Erkennung usw. beschafft werden, wobei diese Systeme Bilddaten beschaffen sollen, die eine große Menge an Informationen umfassen, ohne die Anzahl von Bildaufnahmegeräten zu vergrößern.

[0004] Eine Patentdruckschrift 1 offenbart ein optisches System, das eine Projektionseigenschaft aufweist, die es einem Bildaufnahmegerät gestattet, an der Seitenoberfläche des Fahrzeugkörpers platziert zu werden, um einen breiten Bereich, der die hintere Seite und die Umgebung des Vorderrads umfasst, abzubilden. Ferner offenbart eine Patentdruckschrift 2 ein optisches System, das eine Projektionseigenschaft aufweist, sodass ein peripherer Bereich eine Fischaugenlinse ist und ein zentraler Bereich eine Teleobjektivlinse ist.

STAND DER TECHNIK

PATENTDRUCKSCHRIFT

Patentdruckschrift 1: Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. JP 2006- 224 927 A

Patentdruckschrift 2: Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. JP 2018- 120 125 A

KURZZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE PROBLEME

[0005] Allerdings ist mit der Projektionseigenschaft bzw. Projektionskennlinie des optischen Systems in der Patentdruckschrift 1 die Abbildungsvergrößerung (Auflösung) in Bezug auf einen Bildwinkel konstant, sodass es schwierig ist, das Fahrzeug dahinter oder die Umgebung des Vorderrads des Fahrzeugs des Benutzers zu vergrößern und abzubilden. Ferner kann das optische System gemäß der Patentdruckschrift 2 ein großes Bild von einem aus dem Fahrzeug dahinter und der Umgebung des Vorderrads des Fahrzeugs des Benutzers bereitstellen, jedoch ein kleines Bild des anderen hiervon. Somit ist es schwierig, gleichzeitig eine Vielzahl von Objekten, die in unterschiedlichen Richtungen vorhanden sind, durch ein einzelnes optisches System zu vergrößern und abzubilden.

[0006] Die vorliegende Erfindung stellt ein optisches System, ein Bildaufnahmegerät usw. bereit, das einen ausreichenden Bildwinkel und eine hohe Auflösung in einem peripheren Bereich selbst mit einem einzelnen optischen System sicherstellen kann.

MITTEL ZUR LÖSUNG DES PROBLEMS

[0007] Ein optisches System als eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst eine Vielzahl von Linsen, die in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite angeordnet sind, und eine Aperturblende, die zwischen beliebigen zwei der Vielzahl von Linsen angeordnet ist. In einem Fall, in dem die Projektionskennlinie des optischen Systems, die eine Beziehung zwischen dem Halbbildwinkel θ und der Bildhöhe y

auf der Bildebene ausdrückt, y(θ) ist, der maximale Halbbildwinkel des optischen Systems θmax ist und die Brennweite des optischen Systems f ist, ist $0{,}20 \leq 2f\tan(\theta max/2)/y(\theta max) \leq 0{,}95$. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass es die nachstehend genannten Bedingungen erfüllt. Es ist anzumerken, dass ein Bildaufnahmegerät, das das vorstehend beschriebene optische System aufweist, ein Bildaufnahmesystem, in dem das Bildaufnahmegerät in einem beweglichen Körper eingebaut ist, und ein beweglicher Körper, der mit dem Bildaufnahmesystem ausgestattet ist, ebenso eine andere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bilden.

WIRKUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung kann einen ausreichenden Bildwinkel und eine hohe Auflösung in einem peripheren Bereich selbst mit einem einzelnen optischen System sicherstellen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines optischen Systems gemäß einem Beispiel 1.

Fig. 2 zeigt ein Aberrationsdiagramm bei einer Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß dem Beispiel 1.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines optischen Systems gemäß einem Beispiel 2.

Fig. 4 zeigt ein Aberrationsdiagramm bei einer Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß dem Beispiel 2.

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht eines optischen Systems gemäß einem Beispiel 3.

Fig. 6 zeigt ein Aberrationsdiagramm bei einer Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß dem Beispiel 3.

Fig. 7 zeigt eine Querschnittsansicht eines optischen Systems gemäß einem Beispiel 4.

Fig. 8 zeigt ein Aberrationsdiagramm bei einer Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß dem Beispiel 4.

Fig. 9 zeigt ein Diagramm, das die Projektionskennlinien des optischen Systems gemäß den Beispielen 1 bis 4 veranschaulicht.

Fig. 10 zeigt ein Diagramm, das eine Auflösung gegenüber einem Bildwinkel der optischen Systeme gemäß den Beispielen 1 bis 4 veranschaulicht.

Fig. 11 zeigt ein Diagramm, das Änderungen in der Krümmung einer asphärischen Oberfläche des optischen Systems gemäß dem Beispiel 4 veranschaulicht.

Fig. 12 zeigt ein schematisches Diagramm, das die Anordnung eines Bildaufnahmegeräts für einen E-Spiegel veranschaulicht.

Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das die Anordnung des Bildaufnahmegeräts für den Fahrzeugkörper veranschaulicht.

Fig. 14 zeigt ein Diagramm, das Simulationsergebnisse von Bildern veranschaulicht, die unter Verwendung einer fθ-Linse und des optischen Systems gemäß den Beispielen 1 bis 4 beschafft werden.

Fig. 15 zeigt ein Diagramm, das einen Bildsensor erklärt.

Fig. 16 zeigt ein Diagramm, das Simulationsergebnisse für verschiedene Parameter veranschaulicht.

Fig. 17 zeigt ein Blockschaltbild, das die Konfiguration eines bordeigenen Systems veranschaulicht.

Fig. 18 zeigt ein Flussdiagramm, das ein Betriebsbeispiel des bordeigenen Systems veranschaulicht.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE, UM DIE ERFINDUNG ZU BETREIBEN

[0009] Unter Bezugnahme auf die Zeichnung wird nachstehend eine Beschreibung von Beispielen gemäß der vorliegenden Erfindung angegeben. Vor einer spezifischen Beschreibung von Beispielen 1 bis 4 wird eine Beschreibung von für jedes Beispiel allgemeinen Gegenständen angegeben.

[0010] Das optische System gemäß jedem Beispiel ist ein einzelnes optisches System, in dem die Abbildungsvergrößerung (Auflösung) zwischen dem zentralen Bereich nahe der optischen Achse und dem peri-

pheren Bereich außerhalb davon (auf der außerhalb der Achse liegenden Seite) unterschiedlich ist und ein ausreichender Bildwinkel und eine hohe Auflösung in dem peripheren Bereich verwirklicht werden kann.

[0011] In jedem Beispiel ist eine Auflösung (mm/deg) eine Länge einer Bildhöhe y pro Einheitsbildwinkel (die Anzahl von Bildelementen bzw. Pixeln des Bildsensors bei einer praktischen Verwendung), eine Projektionskennlinie y(θ) ist eine Beziehung zwischen der Bildhöhe y und dem Bildwinkel θ und ein maximaler Halbbildwinkel ist ein Winkel, der zwischen der optischen Achse des optischen Systems und dem am weitesten außerhalb der Achse liegenden Hauptstrahl gebildet wird.

[0012] Eine allgemeine fθ-Linse weist eine Projektionskennlinie auf, sodass die Auflösung bei jeder Bildhöhe konstant ist und die Bildhöhe und Auflösung in einer proportionalen Beziehung sind. Demgegenüber weist das optische System gemäß jedem Beispiel eine derartige Projektionskennlinie auf, dass die Auflösung des peripheren Bereichs (zweiten Bereichs) höher als die des zentralen Bereichs (ersten Bereichs) ist, wobei es beispielsweise für einen E-Spiegel verwendet wird.

[0013] Fig. 12(a) veranschaulicht ein Bildaufnahmegerät für einen E-Spiegel, das auf der Seite eines Fahrzeugkörpers 700 eines Kraftfahrzeugs als ein beweglicher Körper angeordnet ist, wobei es eine normale Fischaugenlinse für ein zugehöriges optisches System verwendet. Der E-Spiegel ist ein Bildaufnahmesystem, das es ermöglicht, dass das Fahrzeug dahinter durch ein Abbilden einer hintere Seite a bestätigt wird und eine Beziehung zwischen dem Vorderrad und der Frontalseiten-(oder Zufahrt-)Straße durch ein Abbilden einer unteren Vorderseite b bestätigt wird. In einem Fall, in dem das optische System eine Fischaugenlinse umfasst, werden innerhalb eines Bildwinkels FA des Bildaufnahmegeräts die hintere Seite a und die untere Vorderseite b mit der gleichen Auflösung abgebildet, wobei eine untere hintere Seite c ebenso mit der gleichen Auflösung wie die von jeder der hinteren Seite a und der unteren Vorderseite b abgebildet wird. Da insbesondere detaillierte Informationen für die untere hinteren Seite c nicht erforderlich sind, ist eine Abbildung der unteren hinteren Seite c verschwenderisch, wenn die zugehörige Auflösung die gleiche ist wie die der hinteren Seite a und der unteren Vorderseite b.

[0014] Fig. 12(b) veranschaulicht ein Bildaufnahmegerät für einen E-Spiegel, das ähnlich auf der Seite des Fahrzeugkörpers 700 angeordnet ist und das optische System gemäß jedem Beispiel verwendet. Wie es vorstehend beschrieben ist, weist das optische System gemäß jedem Beispiel eine derartige Projektionskennlinie auf, dass die Auflösung des peripheren Bereichs FA2 höher ist als die des zentralen Bereichs FA1 des zugehörigen Bildwinkels, wobei es somit eine Abbildung ausführen kann, um detailliertere Informationen über die hintere Seite a und die untere Vorderseite b als die der unteren hinteren Seite c zu beschaffen. Das heißt, das optische System gemäß jedem Beispiel kann Objekte, die in unterschiedlichen Richtungen angeordnet sind, vergrößern und abbilden, obwohl es ein einzelnes optisches System ist.

[0015] Fig. 1 veranschaulicht die Konfiguration des optischen Systems (bei einer Abbildungsentfernung von ∞) gemäß dem Beispiel 1. Verschiedene spezifische numerische Werte des optischen Systems gemäß dem Beispiel 1 werden in einer Tabelle 1 als numerisches Beispiel 1 beschrieben.

[0016] Das optische System gemäß dem Beispiel 1 (numerisches Beispiel 1) umfasst in einer Reihenfolge von der Objektseite (konjugierte Vergrößerungsseite) zu der Bildseite (konjugierte Reduktionsseite) eine Vielzahl von (acht) Linsen L1 bis L8, wobei es den maximalen Halbbildwinkel von 90° aufweist. Das optische System gemäß dem Beispiel 1 umfasst eine Aperturblende ST1 zwischen der Linse L4 und der Linse L5. Die Linsen L1 bis L4 bilden eine vordere Gruppe, wobei die Linsen L5 bis L8 eine hintere Gruppe bilden.

[0017] Eine flache Platte P1, wie beispielsweise ein IR-Filter, ist zwischen der Linse L8 und der Bildebene angeordnet. Eine Abbildungsoberfläche eines Bildsensors 11, wie beispielsweise eines CMOS-Sensors, ist auf der Bildebene angeordnet. Das Bildaufnahmegerät erzeugt Bilddaten aus der Ausgabe des Bildsensors 11.

[0018] Fig. 9(a) veranschaulicht die θ-y-Projektionskennlinie (eine Beziehung zwischen dem Halbbildwinkel θ und der Bildhöhe y) in dem optischen System gemäß dem Beispiel 1. Das optische System gemäß dem Beispiel 1 weist eine derartige Projektionskennlinie auf, dass die Vergrößerungsrate (Neigung) der Bildhöhe y in dem zentralen Bereich, bei dem der Bildwinkel nahe der optischen Achse klein ist, wobei die Vergrößerungsrate der Bildhöhe y zunimmt, wenn der Bildwinkel in dem peripheren Bereich zunimmt. Diese Projektionskennlinie ist eine derartige Projektionskennlinie, dass die Änderung in der Bildhöhe y größer ist als die von jeder der allgemein bekannten äquidistanten Projektion (y=fθ) und der stereoskopischen Projektion (y=2ftan(θ/2)).

[0019] Um eine derartige Projektionskennlinie y(θ) zu realisieren, erfüllen die optischen Systeme gemäß dem Beispiel 1 und anderen Beispielen die Bedingung gemäß der nachstehend genannten Gleichung (1), wobei θmax der maximale Halbbildwinkel ist und f die Brennweite ist.

$$0{,}20 \leq 2f\tan(\theta max/2) / y(\theta max) \leq 0{,}95 \qquad (1)$$

[0020] In einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (1) niedriger als die untere Grenze wird, nehmen verschiedene Aberrationen, wie beispielsweise eine Feldkrümmung und Verzeichnung, zu, wobei Bilddaten mit einer hervorragenden Bildqualität nicht beschafft werden können, was nicht zu bevorzugen ist. Des Weiteren nimmt in einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (1) höher als die obere Grenze wird, eine Differenz in einer Auflösung zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich zu, wobei die gewünschte Projektionskennlinie nicht erreicht werden kann, was nicht zu bevorzugen ist.

[0021] Es ist mehr zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (1) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$0{,}25 \leq 2f\tan(\theta max/2) / y(\theta max) \leq 0{,}94 \qquad (1a)$$

[0022] Des Weiteren ist es weiter zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (1) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$0{,}30 \leq 2f\tan(\theta max/2) / y(\theta max) \leq 0{,}80 \qquad (1b)$$

[0023] **Fig.** 10(a) veranschaulicht eine θ-Auflösung-Kennlinie des optischen Systems gemäß dem Beispiel 1. Diese θ-Auflösung-Kennlinie ist für einen vollständigen Hochauflösungs-(1920×1080-Bildelemente-)Bildsensor veranschaulicht. Wie es aus dieser Figur ersichtlich ist, ist in einem Fall, bei dem y=fθ ist, die Auflösung immer die gleiche für den Bildwinkel, wobei in einem Fall, in dem y=2ftan (θ/2) ist, die Auflösung zunimmt, wenn der Bildwinkel größer wird.

[0024] Demgegenüber ist in dem optischen System gemäß dem Beispiel 1 die Vergrößerungsrate (Steigung) der Auflösung größer als die von y=2ftan (θ/2) in dem peripheren Bereich. Hierdurch wird eine Differenz zwischen der Auflösung des zentralen Bereichs 1 und der Auflösung nahe dem maximalen Halbbildwinkel in dem peripheren Bereich größer gemacht als die von y=2ftan (θ/2).

[0025] Ferner ist es zu bevorzugen, dass das optische System gemäß jedem Beispiel die Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (2) erfüllt, wobei θ_{80} ein Bildwinkel von 80% des maximalen Halbbildwinkels ist.

$$1{,}35 \leq \{y(\theta max) - y(\theta_{80})\} / (f\theta max - f\theta_{80}) \leq 2{,}50 \qquad (2)$$

[0026] Die Gleichung (2) definiert eine Bedingung bezüglich der Auflösungsverteilung in dem peripheren Bereich des optischen Systems gemäß jedem Beispiel für die Fischaugenlinse. In einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (2) niedriger als die untere Grenze wird, nehmen verschiedene Aberrationen, wie beispielsweise eine Feldkrümmung und eine Verzeichnung, zu, wobei Bilddaten einer hervorragenden Bildqualität nicht erhalten werden können, was nicht zu bevorzugen ist. Des Weiteren nimmt in einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (2) höher als die obere Grenze wird, eine Differenz in einer Auflösung zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich ab, wobei die gewünschte Projektionskennlinie nicht erreicht werden kann, was nicht zu bevorzugen ist.

[0027] Es ist mehr zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (2) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$1{,}40 \leq \{y(\theta max) - y(\theta_{80})\} / (f\theta max - f\theta_{80}) \leq 2{,}30 \qquad (2a)$$

[0028] Des Weiteren ist es mehr zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (2) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$1{,}44 \leq \{y(\theta max) - y(\theta 80)\} / (f\theta max - f\theta 80) \leq 2{,}10 \qquad (2b)$$

[0029] **Fig.** 10(b) veranschaulicht eine des optischen Systems gemäß dem Beispiel 2, das einen maximalen Halbbildwinkel von 60° aufweist, und **Fig.** 10(c) veranschaulicht eine gemäß den Beispielen 3 und 4, von denen jedes einen maximalen Halbbildwinkel von 90° aufweist. Auch in den optischen Systemen gemäß den Beispielen 2 bis 4 nimmt, wie in dem Beispiel 1, die Auflösung zu, wenn der Bildwinkel zunimmt. Das Beispiel 2 macht eine Differenz in einer Auflösung zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich größer als die in den optischen Systemen der anderen Beispiele. Somit kann, auch wenn die Spezifikation, wie beispielsweise der maximale Halbbildwinkel, die maximale Bildhöhe und Fno, sich ändert, ein optisches System verwirklicht werden, das einen ausreichend großen Bildwinkel und eine erforderliche Projektionskennlinie, die vorstehend beschrieben ist, aufweist.

[0030] Des Weiteren kann das optische System gemäß jedem Beispiel eine bessere Projektionskennlinie aufweisen, indem die Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (3) erfüllt wird, in der fsinθ eine orthogonale Projektion ist.

$$0{,}1 \leq f\sin\theta\max/y(\theta\max) \leq 0{,}8 \qquad (3)$$

[0031] In einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (3) kleiner als die untere Grenze wird, nehmen verschiedene Aberrationen, wie beispielsweise eine Feldkrümmung und eine Verzeichnung, zu, wobei Bilddaten mit einer hervorragenden Bildqualität nicht erhalten werden können, was nicht zu bevorzugen ist. Des Weiteren nimmt in einem Fall, in dem der Wert der Gleichung (3) höher als die obere Grenze wird, die Differenz in einer Auflösung zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich ab, wobei die gewünschte Projektionskennlinie nicht erreicht werden kann, was nicht zu bevorzugen ist.

[0032] Es ist mehr zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (3) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$0{,}1 \leq f\sin\theta\max/y(\theta\max) \leq 0{,}6 \qquad (3a)$$

[0033] Des Weiteren ist es mehr zu bevorzugen, den numerischen Bereich der Gleichung (3) wie nachstehend genannt einzustellen.

$$0{,}2 \leq f\sin\theta\max/y(\theta\max) \leq 0{,}5 \qquad (3b)$$

[0034] Zusätzlich kann in Anwendungen, bei denen das Bildaufnahmegerät, das das optische System gemäß jedem Beispiel aufweist, tatsächlich verwendet wird, eine Differenz in dem Bildwinkel zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich bis zu einem gewissen Ausmaß oder mehr auf effektivere Weise die Wirkung der Differenz in der Auflösung zwischen dem zentralen Bereich und dem peripheren Bereich verstärken, wobei somit θmax die Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (4) erfüllen kann.

$$\theta\max \geq 60^\circ \qquad (4)$$

[0035] In einem Fall, in dem der bewegliche Körper (das Kraftfahrzeug) sich in der horizontalen Richtung bewegt, ist das Bildaufnahmegerät derart eingebaut, dass die optische Achse des optischen Systems nicht parallel zu der horizontalen Richtung ist. In diesem Fall werden vorzugsweise die nachstehend genannten Bedingungen erfüllt:

$$55^\circ \leq \theta\max$$

$$20\% < |d\theta\max|,$$

wobei θmax der maximale Halbbildwinkel ist und dθmax ein Verzeichnungsbetrag bei einer Position ist, die einer maximalen Bildhöhe des optischen Systems entspricht.

[0036] Des Weiteren weist das optische System gemäß jedem Beispiel eine optische Konfiguration auf, die eine Verzeichnung und eine Feldkrümmung steuern kann, um die gewünschte Projektionskennlinie zu verwirklichen. Genauer gesagt ist zumindest eine asphärische Oberfläche auf zumindest einer der Linsen L1 und L2 angeordnet, die eine hohe außerhalb der Achse liegende Strahlenhöhe aufweist.

[0037] Des Weiteren ist zumindest eine asphärische Oberfläche auf zumindest einer der Linse L7 und der Linse L8 auf der Bildseite angeordnet. Aufgrund dieser asphärischen Oberflächen können eine Verzeichnung und eine Feldkrümmung auf effektive Weise gesteuert werden.

[0038] Des Weiteren kann die asphärische Oberfläche, die eine Form aufweist, die einen Wendepunkt umfasst, auf effektivere Weise die gewünschte Projektionskennlinie verwirklichen. Der Wendepunkt, auf den hier Bezug genommen wird, ist eine Position, bei der das positive/negative Vorzeichen der Krümmung umschaltet (sich umkehrt). Genauer gesagt veranschaulichen die **Fig.** 11(a) und (b) eine Höhe h (vertikale Achse) und eine Krümmung (horizontale Achse) der asphärischen Oberflächen (dritte und fünfzehnte Oberflächen), die in dem optischen System gemäß dem Beispiel 4 in der radialen Richtung von der optischen Achse bereitgestellt sind. Die dritte Oberfläche ist die objektseitige Oberfläche der Linse L2, wobei die fünfzehnte Oberfläche die objektseitige asphärische Oberfläche der Linse L8 ist. Diese asphärischen Oberflächen weisen einen Wendepunkt in der radialen Richtung auf, der eine Position ist, bei der sich das Vorzeichen der Krümmung umkehrt.

[0039] Des Weiteren ist es, um die gewünschte Projektionskennlinie zu erreichen, die vorstehend beschrieben ist, zu bevorzugen, dass die asphärische Oberfläche auf der Objektseite eine Vielzahl von Wendepunkten aufweist. In der dritten Oberfläche, die in **Fig.** 11(a) veranschaulicht ist, ist die Krümmung von der optischen Achse (h=0 mm) zu dem Wendepunkt nahe der paraxialen h=4,0 mm positiv, die Krümmung von diesem Wendepunkt zu einem Wendepunkt nahe dem außerhalb der Achse liegenden Punkt h=6,5 ist negativ, und die Krümmung jenseits davon hin zu der Peripherie ist positiv. Das heißt, die dritte Oberfläche weist eine konvexe Form hin zu der Objektseite auf der paraxialen Seite auf, sie ändert sich allmählich zu einer konkaven Form hin zu der Objektseite und sie ändert sich nochmals zu einer konvexen Form hin zu der Objektseite. Indem die asphärische Oberfläche mit einer Vielzahl von Wendepunkten in dieser Art und Weise bereitgestellt wird, kann die gewünschte Projektionskennlinie auf effektive Weise verwirklicht werden.

[0040] Zusätzlich umfasst, um die gewünschte Projektionskennlinie, einen weiten Bildwinkel und eine hohe Bildqualität, wie es vorstehend beschrieben ist, zu verwirklichen, das optische System vorzugsweise in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse mit einem negativen Brechwert, eine zweite Linse mit einem negativen Brechwert, eine dritte Linse mit einem negativen Brechwert, eine Aperturblende und eine Linse mit einem positiven Brechwert, die am nächsten zu der Bildseite angeordnet ist. Beispielsweise weist in dem optischen System gemäß dem Beispiel 1 die Linse L1 einen negativen Brechwert auf, die Linse L2 weist einen negativen Brechwert auf, die Linse L3 weist einen negativen Brechwert auf und die Linse L4 weist einen positiven Brechwert auf. Des Weiteren ist eine Aperturblende ST1 zwischen der Linse L4 und der Linse L5 bereitgestellt, wobei die Linse L5 einen positiven Brechwert aufweist, die Linse L6 einen positiven Brechwert aufweist, die Linse L7 einen negativen Brechwert aufweist und die Linse L8 einen positiven Brechwert aufweist.

[0041] In einer derartigen Brechwertanordnung kann ein Erfüllen von zumindest der Gleichung (1), die vorstehend beschrieben ist (vorzugsweise der Bedingungen der Gleichungen (2) bis (4)) ein optisches System bereitstellen, das einen ausreichenden Bildwinkel, eine ausreichende Auflösung in dem zentralen Bereich und eine höhere Auflösung in dem peripheren Bereich auch mit einem einzelnen optischen System sicherstellen kann, wobei es des Weiteren eine hervorragende optische Leistungsfähigkeit über den gesamten Bildwinkel aufweist.

[0042] Insbesondere kann ein Ausbilden der drei Linsen von der Objektseite in negative Linsen den Lichtstrahl bei dem peripheren Bildwinkel in Stufen beugen und verschiedene Aberrationen, wie beispielsweise eine übermäßige Verzeichnung und eine Feldkrümmung, unterdrücken.

[0043] Des Weiteren kann ein Ausbilden der Linse, die der Bildseite am nächsten ist, in eine positive Linse veranlassen, dass der Winkel des Lichtstrahls, der auf den Bildsensor einfällt, sanft ist, wobei eine ausreichende Lichtmenge, die durch den Bildsensor aufgenommen wird, sichergestellt ist.

[0044] Zusätzlich umfasst, um die gewünschte Projektionskennlinie und eine hohe Bildqualität zu verwirklichen, das optische System weiter bevorzugt in dieser Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist, eine zweite Linse, die einen negativen Brechwert aufweist, eine dritte Linse, die einen negativen Brechwert aufweist, eine vierte Linse, die einen positiven oder negativen Brechwert aufweist, eine Aperturblende, eine fünfte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist, eine sechste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist, eine siebte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist, und eine achte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist.

[0045] Die Beispiele 1 bis 4 veranschaulichen repräsentative Konfigurationsveranschaulichungen der vorliegenden Erfindung, wobei die Beispiele gemäß der vorliegenden Erfindung andere Konfigurationsveranschaulichungen umfassen. Beispielsweise sind die Projektionskennlinie und die Positionen und Anzahlen von Wendepunkten auf der asphärischen Oberfläche nicht auf diejenigen in den Beispielen 1 bis 4 begrenzt.

[0046] Nachstehend wird eine Beschreibung eines E-Spiegels als ein Bildaufnahmesystem angegeben, das ein E-Spiegel-Bildaufnahmegerät umfasst, das das optische System gemäß jedem Beispiel verwendet. Das Bildaufnahmegerät ist auf der Seite des Fahrzeugkörpers 700 eingebaut, wie es in **Fig.** 12(b) veranschaulicht ist, wobei es ein Objekt bei der hinteren Seite und der unteren Seite in der vertikalen Richtung (direkt unterhalb und bei der unteren Vorderseite) abbildet.

[0047] Das Bildaufnahmegerät umfasst ein optisches System gemäß jedem Beispiel, das konfiguriert ist, ein Objektbild zu erzeugen, und einen Bildsensor, der konfiguriert ist, das Objektbild fotoelektrisch umzuwandeln (das Objekt über das optische System abzubilden). Eine Vielzahl von Bildelementen, die zweidimensional angeordnet sind, ist auf der Abbildungsoberfläche des Bildsensors bereitgestellt.

[0048] Eine Abbildungsoberfläche 11a auf dem Bildsensor, der in **Fig.** 15(a) veranschaulicht ist, umfasst einen ersten Bereich R1 zum Abbilden eines Objekts, das in dem zentralen Bereich (erster Bildwinkel) unter Bildwinkeln des optischen Systems beinhaltet ist, und einen zweiten Bereich R2 zum Abbilden des Objekts, das in einem peripheren Bereich (zweiter Bildwinkel, der größer als der erste Bildwinkel ist) beinhaltet ist. Das optische System weist eine derartige Projektionskennlinie auf, dass die Anzahl von Bildelementen pro Einheitsbildwinkel in dem zweiten Bereich R2 größer ist als die Anzahl von Bildelementen pro Einheitsbildwinkel in dem ersten Bereich R1. Das heißt, in einem Fall, in dem die Auflösung als die Anzahl von Bildelementen pro Einheitsbildwinkel definiert ist, ist das Bildaufnahmegerät derart konfiguriert, dass die Auflösung des peripheren Bereichs höher ist als die Auflösung des zentralen Bereichs.

[0049] **Fig.** 14(a) veranschaulicht ein Simulationsergebnis von Bilddaten (einem aufgenommenen Bild), die durch ein Bildaufnahmegerät für einen E-Spiegel unter Verwendung einer fθ-Linse als ein optisches System erhalten werden. **Fig.** 14(b) veranschaulicht ein Simulationsergebnis eines aufgenommenen Bilds, das durch ein Bildaufnahmegerät für einen E-Spiegel unter Verwendung des optischen Systems gemäß jedem Beispiel erhalten wird. In jeder Figur veranschaulicht die obere Seite die hintere Seite des Fahrzeugkörpers, die rechte Seite veranschaulicht die Umgebung der Seitenoberfläche des Fahrzeugkörpers, die untere rechte Seite veranschaulicht die Umgebung des Vorderrads und die linke Seite veranschaulicht die Seite des Fahrzeugkörpers. **Fig.** 14(b) veranschaulicht ebenso ein vergrößertes Bild des hinteren Abschnitts des aufgenommenen Bilds.

[0050] In **Fig.** 14(b) sind im Vergleich zu **Fig.** 14(a) ein Fahrrad und ein Fahrzeug dahinter vergrößert und in einer großen Größe abgebildet. Folglich können ausführliche Informationen über die hintere Seite von dem aufgenommenen Bild erhalten werden, wobei eine Sichtbarkeit als ein E-Spiegel verbessert werden kann und eine Erkennungsgenauigkeit in einer automatischen Erkennung verbessert werden kann.

[0051] Um einen derartigen E-Spiegel zu verwirklichen, ist das Bildaufnahmegerät 10 angeordnet, wie es in den **Fig.** 12(b) und 13(a) veranschaulicht ist. **Fig.** 13(a) veranschaulicht den Fahrzeugkörper 700, der von der Vorderseite in der Vorne-Hinten-Richtung (horizontalen Richtung) als die Bewegungsrichtung (erste Richtung) des Fahrzeugkörpers 700 betrachtet wird. Der untere Teil von **Fig.** 13(a) ist die vertikale Richtung (zweite Richtung), die orthogonal zu der Vorne-Hinten-Richtung ist, wobei die linke Richtung die Seite (dritte Richtung) ist, die zu der Vorne-Hinten-Richtung und der vertikalen Richtung orthogonal ist.

[0052] Das Bildaufnahmegerät 10 ist auf der Seite des Fahrzeugkörpers 700 (einem Abschnitt, der in die dritte Richtung blickt) bei einer Position angeordnet, die um eine Entfernung L von der Fahrzeugkörperseitenoberfläche 711 lateral (in der dritten Richtung) entfernt ist, wie es in **Fig.** 13(a) veranschaulicht ist. Ferner ist, wie es in **Fig.** 12(b) veranschaulicht ist, das Bildaufnahmegerät 10 derart eingebaut, dass die optische Achse AX diagonal nach unten von der hinteren Seite (Straßenoberflächenseite) blickt, das heißt, hin zu der hinteren nach unten gerichteten Richtung c. Ferner ist das Bildaufnahmegerät 10 derart eingebaut, dass eine optische Achse L1 (AX) in eine Richtung blickt, die einen Winkel θL in Bezug auf die vertikale Richtung (zweite Richtung) bildet, wenn der Fahrzeugkörper 700 von der vorderen Seite aus betrachtet wird, wie es in **Fig.** 13(a) veranschaulicht ist. Genauer gesagt ist es zu bevorzugen, es so einzubauen, dass die Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (5) erfüllt wird.

$$0° \leq \theta L \leq 90° \qquad (5),$$

wobei θL größer als 0° einen Neigungswinkel der optischen Achse AX in die Richtung weg von der Fahrzeugkörperseitenoberfläche 710 hin zu der Seitenrichtung in Bezug auf die vertikale Richtung angibt.

[0053] **Fig.** 16(a) veranschaulicht ein Simulationsergebnis eines aufgenommenen Bilds, bei dem θL 90° ist. In diesem Fall werden die Fahrspuren auf der Straßenoberfläche nicht entlang den Seiten der Abbildungsoberfläche des Bildsensors abgebildet, es ist für den Fahrer schwierig, ein aufgenommenes Bild intuitiv zu erkennen, wobei aber das Bild, das leicht erkannt werden kann, erzeugt werden kann, indem eine Bildverarbeitung, wie beispielsweise eine Verzeichnungskorrektur, ausgeführt wird.

[0054] Weiter bevorzugt kann der numerische Bereich der Gleichung (5) wie nachstehend genannt eingestellt werden:

$$0° \leq \theta L \leq 20° \qquad (5a)$$

[0055] **Fig.** 16(b) veranschaulicht ein Simulationsergebnis eines aufgenommenen Bilds, bei dem θL 0° ist. In diesem Fall gibt es, da die Fahrspuren entlang den Seiten der Abbildungsoberfläche abgebildet sind und ein aufgenommenes Bild, das leicht visuell zu erkennen ist, in einer geraden Linie aufgenommen werden, kein Erfordernis, eine Bildverarbeitung, wie beispielsweise eine Verzeichnungskorrektur, auszuführen. Folglich kann eine Abbildung mit hoher Rückmeldung, die aufgenommene Bilder mit einer hohen Echtzeitleistungsfähigkeit mit einer einfachen Konfiguration bereitstellen kann, ausgeführt werden. Ferner kann in diesem Fall, da die Seitenoberfläche des Fahrzeugs des Benutzers ebenso abgebildet werden kann, ein aufgenommenes Bild bereitgestellt werden, in dem eine Entfernung zwischen der Seitenoberfläche des Fahrzeugs des Benutzers und dem Hindernis auf einfache Weise erkannt werden kann. Ein ähnliches aufgenommenes Bild kann ebenso in einem Fall erhalten werden, in dem θL größer als 0° und kleiner als 20° ist.

[0056] Des Weiteren kann das optische System derart angeordnet sein, dass die optische Achse AX weg von der Seitenoberfläche des Fahrzeugkörpers in Bezug auf die Mitte der Abbildungsoberfläche 11a (nachstehend als die Sensormitte bezeichnet) SAX verschoben ist, wie es in **Fig.** 15(b) veranschaulicht ist. Hierdurch kann ein aufgenommenes Bild mit einer höheren Sichtbarkeit erhalten werden, wie es in **Fig.** 16(c) veranschaulicht ist.

[0057] **Fig.** 16(c) veranschaulicht ein aufgenommenes Bild, in dem die optische Achse AX in einer Richtung verschoben ist, die sich von der Fahrzeugkörperseite in Bezug auf die Sensormitte SAX trennt. Im Vergleich mit dem aufgenommenen Bild, das in **Fig.** 16(b) veranschaulicht ist, bei dem die optische Achse AX und die Sensormitte SAX miteinander übereinstimmen, weist dieses aufgenommene Bild eine minimale notwendige Fläche zur Veranschaulichung der Seitenoberfläche des eigenen Fahrzeugs auf und veranschaulicht einen weiten Bereich von Objekten auf der Seite des Fahrzeugkörpers.

[0058] Der Verschiebungsbetrag (verschobene Betrag) La der optischen Achse AX von der Sensormitte SAX erfüllt vorzugsweise eine Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (6), in der Ls eine Länge einer Seite ist, die sich von der Sensormitte SAX hin zu der optischen Achse AX auf der Abbildungsoberfläche 11a ist.

$$0{,}3Ls \leq La \leq 0{,}5Ls \qquad (6)$$

[0059] Ferner ist, wie es in **Fig.** 13(b) veranschaulicht ist, in einem Fall, bei dem der Fahrzeugkörper 700, der sich in der horizontalen Richtung bewegt, von der vorderen Seite aus betrachtet wird, das Bildaufnahmegerät 10 derart eingebaut, dass die optische Achse L1 des optischen Systems parallel zu der vertikalen Richtung ist. Das Bildaufnahmegerät 10 ist weg von der Fahrzeugkörperseitenoberfläche 710 eingebaut. Zu dieser Zeit ist es zu bevorzugen, dass der Verschiebungsbetrag La eine Bedingung der nachstehend genannten Gleichung (7) erfüllt:

$$0{,}3Ls \leq La + ya \leq 0{,}5Ls \qquad (7),$$

wobei α ein Winkel ist, der zwischen der optischen Achse L1 (AX) des optischen Systems und einer Geraden L2, die einen Schnittpunkt der Oberfläche des optischen Systems am nächsten zu dem Objekt und der optischen Achse L1 (AX) und einen Endpunkt der Fahrzeugkörperseitenoberfläche 710 in der vertikalen Richtung (Bodenpunkt des Vorderrads) verbindet, wenn der Fahrzeugkörper 700 von der vorderen Seite aus betrachtet wird, wie es in **Fig.** 13(b) veranschaulicht ist. Außerdem ist yα eine Entfernung von dem Schnittpunkt der Geraden L2 in der Abbildungsoberfläche zu der optischen Achse L1. Eine richtige Abbildung kann

ausgeführt werden, auch wenn das Bildaufnahmegerät 10 bei einer beliebigen Entfernung von der Fahrzeugkörperseitenoberfläche innerhalb eines Bereichs eingebaut ist, der die Bedingung gemäß der Gleichung (7) erfüllt.

[0060] Fig. 13(c) veranschaulicht einen Einbauwinkel des Bildaufnahmegeräts 10 in Bezug auf den Fahrzeugkörper 700. Wenn der Fahrzeugkörper 700 von der Seite aus betrachtet wird, ist θb ein Neigungswinkel des Bildaufnahmegeräts 10 (optische Achse L1 des optischen Systems) zu der hinteren Seite in Bezug auf die vertikale Richtung, wobei θf ein Neigungswinkel hin zu der vorderen Seite ist. Der Neigungswinkel θf ist ein Winkel zwischen der optischen Achse L1 und einer Geraden, die einen Schnittpunkt der Oberfläche am nächsten zu dem Objekt des optischen Systems des Bildaufnahmegeräts 10 und der optischen Achse L1 und einen Endpunkt des Vorderrads des Fahrzeugkörpers 700 in dem peripheren Bereich des Bildwinkels (zweiter Bildwinkel) in der Bewegungsrichtung verbindet. Zu dieser Zeit ist es bevorzugen, dass die nachstehend genannte Bedingung gemäß der Gleichung (8) oder (9) erfüllt wird:

$$0{,}7\theta\max \leq \theta b < \theta\max \qquad (8)$$

$$0{,}7\theta\max \leq \theta f < \theta\max \qquad (9)$$

[0061] Um die Gleichung (8) oder (9) für Objekte bei der hinteren Seite und der unteren vorderen Seite zu erfüllen, wird die optische Achse L1 von der horizontalen Richtung hin zu der vertikalen Richtung geneigt, um zu der unteren hinteren Seite oder der unteren vorderen Seite zu blicken. Ein Einstellen des horizontalen Einbauwinkels (Ausrichtung der optischen Achse) des Bildaufnahmegeräts 10, um die Gleichung (8) oder (9) zu erfüllen, kann Objekte in unterschiedlichen Richtungen, hintere Seite und untere vordere Seite, mit einer ausreichenden Auflösung und einem geeigneten Bereich auf der Abbildungsoberfläche abbilden.

[0062] Da ein Ziel des beweglichen Körpers oftmals ein Objekt dahinter ist, ist es zu bevorzugen, die optische Achse L1 nach hinten zu neigen, das heißt, Gleichung (8) zu erfüllen. Die Gleichung (8) kann durch die nachstehend genannte Gleichung (8a) ersetzt werden:

$$\theta\max < \theta f \leq 1{,}3\theta\max \qquad (8a)$$

[0063] Fig. 16(d) veranschaulicht ein Simulationsergebnis eines aufgenommenen Bilds, bei dem θb=0,95θmax (θf=1,05θmax) ist. Der Bereich um die vorderen Räder herum wird bei einer ausreichenden Auflösung in dem unteren Teil des mittleren Bereichs veranschaulicht, wobei ein Fahrzeug dahinter als ein Hauptobjekt bei einer höheren Auflösung in dem peripheren Bereich veranschaulicht wird.

[0064] Hinsichtlich des peripheren Bereichs der Abbildungsoberfläche auf dem Bildsensor ist Lb eine Entfernung zwischen einer Bildposition (einem Bildpunkt) eines Objekts dahinter auf der Abbildungsoberfläche und der Sensormitte SAX, Lf ist eine Entfernung zwischen einer Bildposition eines Objekts bei der unteren vorderen Seite auf der Abbildungsoberfläche und der Sensormitte SAX und Lh ist eine Länge einer Seite, die sich in einer Richtung erstreckt, in der diese zwei Bildpositionen auf der Abbildungsoberfläche getrennt sind. Anders ausgedrückt ist, wenn der Fahrzeugkörper 700 von der Seite aus betrachtet wird, Lf eine Entfernung zwischen dem Bildpunkt des Endpunkts (vorderer Endpunkt) des Vorderrads des Fahrzeugkörpers 700 in der Bewegungsrichtung in dem peripheren Bereich des Bildwinkels (zweiter Bildwinkel) und der Sensormitte SAX, wobei Lf eine Länge der Seite der Abbildungsoberfläche ist, die sich in einer Richtung von der Sensormitte SAX zu dem Bildpunkt des vorderen Endpunkts erstreckt. Zu dieser Zeit ist es zu bevorzugen, dass zumindest eine der nachstehend genannten Gleichungen (10) und (11) erfüllt wird:

$$0{,}35Lh \leq Lb < 0{,}5Lh \qquad (10)$$

$$0{,}35Lh \leq Lf < 0{,}5Lh \qquad (11)$$

[0065] Die Gleichungen (10) und (11) definieren Bedingungen für ein effektives Verwenden des am meisten peripheren Bereichs R3 der Abbildungsoberfläche 11a, wie es in **Fig.** 15(C) veranschaulicht ist. Solange diese Bedingungen nicht erfüllt sind, ist eine Abbildung mit hoher Auflösung in dem am meisten peripheren Bereich R3 nicht verfügbar, wobei es schwierig wird, detaillierte Informationen aus dem aufgenommenen Bild zu erhalten. Anders ausgedrückt kann ein Erfüllen zumindest einer der Gleichungen (10) und (11) eine Abbildung mit hoher Auflösung in dem am meisten peripheren Bereich R3 bereitstellen. Dann kann ein Ausschneiden des Teilbilds mit hoher Auflösung, das in dem am meisten peripheren Bereichs R3 erhalten wird, und ein Ausgeben hiervon zu dem Fahrzeugkörpermonitor (der Anzeigeeinheit) für ein Anzeigen dem Fahrer

detaillierte Informationen über die hintere Seite bereitstellen. Da ein Ziel des beweglichen Körpers oftmals das Objekt im Rücken ist, ist es zu bevorzugen, dass die Gleichung (10) erfüllt wird. Ferner kann die Gleichung (11) durch die nachstehend genannte Gleichung (11a) ersetzt werden.

$$0{,}5Lh < Lf \leq 0{,}65Lh \qquad (11a)$$

[0066] Das Bildaufnahmesystem, das vorstehend beschrieben ist, dient lediglich zur Veranschaulichung, wobei andere Konfigurationen und Anordnungen angewendet werden können. Beispielsweise wird in einem E-Spiegel die optische Achse des Bildaufnahmegeräts, das auf der Seite des Fahrzeugkörpers eingebaut ist, von der Vorne-Hinten-Richtung (der Bewegungsrichtung) zu der vertikalen Richtung, die orthogonal hierzu ist, geneigt, um die hintere Seite und die untere vordere Seite abzubilden. Demgegenüber kann ein Bildaufnahmegerät bei der vorderen Seite oder hinteren Seite des Fahrzeugkörpers eingebaut sein, wobei die optische Achse hin zu der Seite geneigt werden kann, die orthogonal zu der Vorne-Hinten-Richtung ist, um die vordere Seite und die Seiten oder die hintere Seite und die Seiten abzubilden.

[0067] Ein Bildaufnahmesystem, das ähnlich zu dem E-Spiegel konfiguriert ist, kann in einem beweglichen Körper eingebaut sein, das zu einem Kraftfahrzeug unterschiedlich ist, wie beispielsweise einem Flugzeug oder einem Schiff.

[0068] Eine spezifische Beschreibung wird nachstehend bezüglich der optischen Systeme gemäß den Beispielen 1 bis 4 angegeben.

BEISPIEL 1

[0069] Wie es vorstehend beschrieben ist, umfasst das optische System gemäß dem Beispiel 1, das in **Fig.** 1 veranschaulicht ist, in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse L1, die einen negativen Brechwert aufweist, eine zweite Linse L2, die einen negativen Brechwert aufweist, eine dritte Linse L3, die einen negativen Brechwert aufweist, eine vierte Linse L4, die einen positiven Brechwert aufweist, eine Aperturblende ST1, eine fünfte Linse L5, die einen positiven Brechwert aufweist, eine sechste Linse L6, die einen positiven Brechwert aufweist, eine siebte Linse L7, die einen negativen Brechwert aufweist, und eine achte Linse L8, die einen positiven Brechwert aufweist.

(A) Linsenkonfiguration eines numerischen Beispiels 1, die diesem Beispiel entspricht, das in einer Tabelle 1 veranschaulicht ist, veranschaulicht eine Brennweite f (mm), ein Aperturverhältnis (eine F-Zahl) F und einen maximalen Halbbildwinkel (°) des optischen Systems, ri stellt einen Radius einer Krümmung (mm) der i-ten Oberfläche, die von der Objektseite aus gezählt wird, dar, di stellt eine Linsendicke oder einen Luftspalt (mm) zwischen i-ten und (i+1)-ten Oberflächen dar und ni stellt einen Brechungsindex für die d-Linie eines optischen Materials zwischen i-ten und (i+1)-ten Oberflächen dar. vi ist eine Abbe-Zahl, die auf der d-Linie des optischen Materials zwischen i-ten und (i+1)-ten Oberflächen beruht.

[0070] Die Abbe-Zahl vd wird als vd = (Nd-1)/(NF-NC), wobei Nd, NF und NC jeweils Brechungsindizes für die d-Linie (587,6 nm), die F-Linie (486,1 nm), die C-Linie (656,3 nm) in den Fraunhofer-Linien sind.

[0071] ST stellt eine Aperturblende dar. Ferner bedeutet „*“, dass eine Oberfläche, an die es angebracht ist, eine asphärische Oberfläche ist. Die asphärische Form wird durch die nachstehend genannte Gleichung ausgedrückt, wobei z eine Koordinate in der Optische-Achse-Richtung ist, y eine Koordinate in einer Richtung ist, die zu der optischen Achse orthogonal ist, eine Lichtverlaufsrichtung positiv eingestellt ist, ri ein paraxialer Radius einer Krümmung ist, K eine konische Konstante ist und A bis G asphärische Koeffizienten sind. (B) asphärischer Koeffizient in Tabelle 1 gibt die konische Konstante K und die asphärischen Koeffizienten A bis G an. „E±-x“ bedeutet ×10^{-x}.

$$z(y) = \left(y^2/ri\right) / \left[1+\left\{1-(1+K)\left(y^2/ri^2\right)\right\}^{1/2}\right] + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14} + Gy^{16}$$

[0072] Eine Beschreibung bezüglich eines numerischen Beispiels wird auf ähnliche Weise bei numerischen Beispielen angewendet, die anderen Beispielen entsprechen, die nachstehend beschrieben werden.

[0073] Das optische System gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 1) erfüllt die Bedingungen der Gleichungen (1) bis (4). Eine Tabelle 5 fasst die Werte für jede Bedingung zusammen.

[0074] **Fig.** 2 veranschaulicht longitudinale Aberrationen (eine sphärische Aberration, einen Astigmatismus und eine Verzeichnung) bei der Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 1). In dem sphärischen Aberrationsdiagramm gibt eine durchgezogene Linie die sphärische Aberration für die d-Linie (Wellenlänge 587,6 nm) an. In dem Astigmatismusdiagramm gibt eine durchgezogene Linie S eine Sagittalbildebene an, wobei eine gestrichelte Linie D eine Meridionalbildebene angibt. In dem Verzeichnungsdiagramm gibt eine durchgezogene Linie die Verzeichnung für die d-Linie an. Eine Beschreibung dieser Aberrationsdiagramme wird auf ähnliche Weise bei den Aberrationsdiagrammen der anderen Beispiele, die nachstehend beschrieben werden, angewendet.

[0075] Des Weiteren veranschaulicht, wie es vorstehend beschrieben ist, **Fig.** 9(a) die Projektionskennlinie des optischen Systems gemäß diesem Beispiel, wobei **Fig.** 10(a) die des optischen Systems gemäß diesem Beispiel veranschaulicht.

BEISPIEL 2

[0076] **Fig.** 3 veranschaulicht die Konfiguration eines optischen Systems (Abbildungsentfernung von ∞) gemäß dem Beispiel 2. Das optische System gemäß diesem Beispiel umfasst in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse L21, die einen negativen Brechwert aufweist, eine zweite Linse L22, die einen negativen Brechwert aufweist, eine dritte Linse L23, die einen negativen Brechwert aufweist, eine vierte Linse L24, die einen positiven Brechwert aufweist, eine Aperturblende ST2, eine fünfte Linse L25, die einen positiven Brechwert aufweist, eine sechste Linse L26, die einen negativen Brechwert aufweist, und eine siebte Linse L27, die einen positiven Brechwert aufweist. In **Fig.** 3 bezeichnet P21 eine flache Platte, wie beispielsweise einen IR-Filter, wobei 21 einen Bildsensor bezeichnet.

[0077] Wie es aus dem numerischen Beispiel 2, das diesem Beispiel entspricht, das in einer Tabelle 2 veranschaulicht ist, ersichtlich ist, ist der maximale Halbbildwinkel Smax des optischen Systems gemäß diesem Beispiel 60°, was zu 90° des optischen Systems gemäß dem Beispiel 1 unterschiedlich ist.

[0078] Das optische System gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 2) erfüllt die Bedingungen der Gleichungen (1) bis (4). Die Tabelle 5 fasst die Werte für jede Bedingung zusammen.

[0079] **Fig.** 4 veranschaulicht die longitudinale Aberration bei einer Abbildungsentfernung ∞ des optischen Systems gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 2). Ferner veranschaulicht **Fig.** 9(b) die Projektionskennlinie des optischen Systems gemäß diesem Beispiel, wobei, wie es vorstehend beschrieben ist, **Fig.** 10 (b) die des optischen Systems gemäß diesem Beispiel veranschaulicht.

BEISPIEL 3

[0080] **Fig.** 5 veranschaulicht die Konfiguration eines optischen Systems (Abbildungsentfernung von ∞) gemäß dem Beispiel 3. Das optische System gemäß diesem Beispiel umfasst in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse L31, die eine negativen Brechwert aufweist, eine zweite Linse L32, die einen negativen Brechwert aufweist, eine dritte Linse L33, die einen negativen Brechwert aufweist, eine vierte Linse L34, die einen negativen Brechwert aufweist, eine Aperturblende ST3, eine fünfte Linse L35, die einen positiven Brechwert aufweist, eine sechste Linse L36, die einen positiven Brechwert aufweist, eine siebte Linse L37, die einen negativen Brechwert aufweist, und eine achte Linse L38, die einen positiven Brechwert aufweist. In **Fig.** 5 bezeichnen P31 und P32 flache Platten, wie beispielsweise IR-Filter, wobei 31 einen Bildsensor bezeichnet.

[0081] Wie es aus einem numerischen Beispiel 3, das diesem Beispiel entspricht, das in Tabelle 3 veranschaulicht ist, ersichtlich ist, weist das optische System gemäß diesem Beispiel einen maximalen Halbbildwinkel von 90° auf, der der gleiche wie in dem Beispiel 1 ist, und eine Höhe y (θmax) von 1,79 mm auf, der zu dem Beispiel 1 (3,64 mm) unterschiedlich ist.

[0082] Das optische System gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 3) erfüllt die Bedingungen der Gleichungen (1) bis (4). Die Tabelle 5 fasst die Werte für jede Bedingung zusammen.

[0083] **Fig.** 6 veranschaulicht die longitudinale Aberration bei einer Abbildungsentfernung von ∞ des optischen Systems gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 3). Ferner veranschaulicht **Fig.** 9(c) die Projektionskennlinie des optischen Systems gemäß diesem Beispiel, wobei, wie es vorstehend beschrieben ist, **Fig.** 10(c) die des optischen Systems gemäß diesem Beispiel veranschaulicht.

BEISPIEL 4

[0084] Fig. 7 veranschaulicht die Konfiguration des optischen Systems (Abbildungsentfernung von ∞) gemäß dem Beispiel 4. Das optische System gemäß diesem Beispiel umfasst in einer Reihenfolge von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linse L41, die einen negativen Brechwert aufweist, eine zweite Linse L42, die einen negativen Brechwert aufweist, eine dritte Linse L43, die einen negativen Brechwert aufweist, eine vierte Linse L44, die einen negativen Brechwert aufweist, eine Aperturblende ST4, eine fünfte Linse L45, die einen positiven Brechwert aufweist, eine sechste Linse L46, die einen positiven Brechwert aufweist, eine siebte Linse L47, die einen negativen Brechwert aufweist, und eine achte Linse L48, die einen positiven Brechwert aufweist. In **Fig.** 7 ist P41 eine flache Platte, wie beispielsweise ein IR-Filter, wobei 41 ein Bildsensor ist.

[0085] Wie es aus einem numerischen Beispiel 4, das diesem Beispiel entspricht, das in einer Tabelle 4 veranschaulicht ist, ersichtlich ist, weist das optische System gemäß diesem Beispiel eine F-Zahl von 1,80 auf, die heller ist als die gemäß dem Beispiel 1 (2,80), wobei es den Wert der Bedingung der Gleichung (1), der 0,92 ist, erfüllt, der größer als der gemäß dem Beispiel 1 (0,78) ist.

[0086] Das optische System gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 4) erfüllt die Bedingungen der Gleichungen (1) bis (4). Die Tabelle 5 fasst die Werte für jede Bedingung zusammen.

[0087] Fig. 8 veranschaulicht die longitudinale Aberration bei der Abbildungsentfernung ∞ des optischen Systems gemäß diesem Beispiel (numerisches Beispiel 4). Ferner veranschaulicht **Fig.** 9(c) die Projektionskennlinie des optischen Systems gemäß diesem Beispiel, wobei, wie es vorstehend beschrieben ist, **Fig.** 10 (c) die des optischen Systems gemäß diesem Beispiel veranschaulicht.

(TABELLE 1) NUMERISCHES BEISPIEL 1

(A) LINSENKONFIGURATION				
f (BRENNWEITE)			1,42 mm	
F (APERTURVERHÄLTNIS)			2,80	
MAXIMALER HALBBILDWINKEL			90,0°	
		(B) ASPHÄRISCHER KOEFFIZIENT		
	r1 = 17,48	d1 = 1,00	n1 = 1,868	v1 = 41,7
	r2 = 8,00	d2 = 3,43		
*	r3 = 44,02	d3 = 1,00	n2 = 1,498	v2 = 68,4
*	r4 = 7,51	d4 = 2,75		
	r5 = 7,23	d5 = 0,60	n3 = 1,767	v3 = 49,8
	r6 = 2,15	d6 = 2,06		
*	r7 = -9,32	d7 = 2,24	n4 = 1,851	v4 = 40,1
	r8 = -4,60	d8 = 0,81		
ST	r9 = ∞	d9 = 0,82		
	r10 = -16,21	d10 = 0,71	n5 = 1,742	v5 = 25,7
	r11 = -4,05	d11 = 1,14		
	r12 = 158,10	d12 = 1,44	n6 = 1,694	v6 = 52,6
	r13 = -2,26	d13 = 0,24	n7 = 1,922	v7 = 20,8
	r14 = 13,82	d14 = 0,10		
*	r15 = 7,74	d15 = 2,79	n8 = 1,583	v8 = 59,4
*	r16 = -2,78	d16 = 2,10		
	r17 = ∞	d17 = 0,65	n9 = 1,516	v9 = 64,1

	K	A	B	C
r3	0	1,380E-03	-2,469E-05	3,957E-07
r4	0	-3,975E-04	1,727E-05	-5,901E-07
r7	0	-5,784E-03	5,098E-04	-1,431E-04
r15	-1,777E-10	-4,898E-03	3,008E-04	-8,430E-06
r16	-1,566E+00	-1,758E-03	-2,258E-04	-1,643E-06

	D	E	F	G
r3	-2,087E-09	0	0	0
r4	2,886E-09	0	0	0
r7	1,201E-05	2,842E-07	0	0
r15	1,288E-07	-1,117E-09	5,174E-12	-9,931E-15
r16	5,691E-08	5,709E-08	-2,467E-09	2,799E-11

(TABELLE 2) NUMERISCHES BEISPIEL 2

(A) LINSENKONFIGURATION

f (BRENNWEITE)	1,30 mm
F (APERTURVERHÄLTNIS)	2,80
MAXIMALER HALBBILDWINKEL	60,0°

*	r1 = 20,40	d1 = 1,50	n1 = 1,789	v1 = 47,9
*	r2 = 8,01	d2 = 2,18		
	r3 = 8,94	d3 = 1,23	n2 = 1,770	v2 = 48,9
	r4 = 2,38	d4 = 2,14		
*	r5 = -18,79	d5 = 2,35	n3 = 1,851	v3 = 40,1
*	r6 = -63,71	d6 = 0,38		
	r7 = 5,12	d7 = 1,96	n4 = 1,611	v4 = 34,6
ST	r8 = -10,26	d8 = 1,40		
	r9 =-154,62	d9 = 1,78	n5 = 1,666	v5 = 54,0
	r10 = -2.35	d10 = 0,40	n6 = 1,895	v6 = 21,3
	r11 = -56,68	d11 = 0,10		
*	r12 = 5,18	d12 = 4,54	n7 = 1,583	v7 = 59,4
*	r13 = -1,79	d13 = 1,00		
	r14 = ∞	d14 = 0,65	n8 = 1,516	v8 = 64,1
	r15 = ∞	d15 = 1,10		

(B) ASPHÄRISCHER KOEFFIZIENT

	K	A	B	C
r1	0	3,794E-04	-3,428E-06	-1,765E-09
r2	0	-9,885E-04	1,577E-05	-1,506E-07

	K	A	B	C
r5	0	3,653E-03	-1,060E-04	-6,700E-05
r6	0	3,105E-05	-2,642E-04	-9,134E-05
r12	-4,884E-01	-5,567E-03	3,275E-04	-9,070E-06
r13	-2,445E+00	-6,647E-03	1,385E-03	-2,008E-04

	D	E	F	G
r1	4,845E-10	0	0	0
r2	-1,088E-10	0	0	0
r5	3,041E-06	1, 388E-06	0	0
r6	3,857E-05	-4,037E-06	0	0
r12	1,374E-07	-1,218E-09	6,168E-12	-1,415E-14
r13	1,624E-05	-6,596E-07	1,281E-08	-9,506E-11

(TABELLE 3) NUMERISCHES BEISPIEL 3

(A) LINSENKONFIGURATION

f (BRENNWEITE)	0,80 mm
F (APERTURVERHÄLTNIS)	2,00
MAXIMALER HALBBILDWINKEL	90,0°

r1 = 19,24	d1 = 1,20	n1 = 1,883	v1 = 40,8	
	r2 = 9,00	d2 = 5,16		
*	r3 = 45,70	d3 = 1,00	n2 = 1,883	v2 = 40,8
*	r4 = 7,03	d4 = 3,06		
	r5 = 18,85	d5 = 0,50	n3 = 1,774	v3 = 49,5
	r6 = 2,86	d6 = 1,59		
*	r7 = -7,87	d7 = 0,48	n4 = 1,851	v4 = 40,1
*	r8 = 127,24	d8 = 2,12		
ST	r9 = ∞	d9 = 0,85		
	r10 = 13,04	d10 = 0,66	n5 = 1,871	v5 = 21,8
	r11 = -7,20	d11 = 2,67		

	r12 = 7,65	d12 = 1,38	n6 = 1,698	v6 = 52,4
	r13 = -2,40	d13 = 0,48	n7 = 1,922	v7 = 20,8
	r14 = 9,84	d14 = 0,10		
*	r15 = 4,78	d15 = 1,86	n8 = 1,583	v8 = 59,4
*	r16 = -2,92	d16 = 1,21		
	r17 = ∞	d17 = 0,95	n9 = 1,560	v9 = 56,0
	r18 = ∞	d 18 = 1,64		
	r19 = ∞	d19 = 0,30	n10 = 1,500	v10 = 63,0
	r20 = ∞	d20 = 0,10		

(B) ASPHÄRISCHER KOEFFIZIENT

	K	A	B	C
r3	0	1,227E-03	-2,336E-05	3,436E-07
r4	0	-3,097E-04	1,607E-05	-6,544E-07
r7	0	-1,228E-02	5,124E-04	-2,807E-05
r8	0	-4,179E-03	3,391E-04	7,445E-05
r15	-1,777E-10	-5, 342E-03	1,716E-04	-3,133E-06
r16	2,039E+00	-2.201E-03	-1,905E-04	-5,068E-06

	D	E	F	G
r3	-1,388E-09	0	0	0
r4	1,030E-09	0	0	0
r7	4,846E-05	7,157E-07	0	0
r8	7,554E-05	1,622E-06	0	0
r15	3,322E-08	-2,118E-10	7,829E-13	-1,317E-15
r16	2,725E-06	-1,297E-07	2,092E-09	-9,425E-12

(TABELLE 4) NUMERISCHES BEISPIEL 4

(A) LINSENKONFIGURATION

f (BRENNWEITE)	1,68 mm
F (APERTURVERHÄLTNIS)	1,80

MAXIMALER HALBBILDWINKEL 90,0°

*	r1 = 137,12	d1 = 1,00	n1 = 1,851	v1 = 40,1
	r2 = 8,22	d2 = 5,13		
*	r3 = 14,98	d3 = 1,00	n2 = 1,583	v2 = 59,4
*	r4 = 5,10	d4 = 2,55		
	r5 = 9,11	d5 = 0,80	n3 = 1,516	v3 = 64,1
	r6 = 3,97	d6 = 3,28		
	r7 = -3,56	d7 = 0,71	n4 = 1,516	v4 = 64,1
	r8 = -4,02	d8 = 1,93		
ST	r9 = ∞	d9 = 0,10		
	r10 = 9,23	d10 = 2,10	n5 = 1,673	v5 = 32,1
	r11 = -13,90	d11 = 3,04		
	r12 = 8,45	d12 = 3,03	n6 = 1,703	v6 = 52,4
	r13 = -4,26	d13 = 0,50	n7 = 1,923	v7 = 20,9
	r14 = 9,75	d14 = 0,20		
*	r15 = 5,85	d15 = 3,79	n8 = 1,583	v8 = 59,4
*	r16 = -5,37	d16 = 2,10		
	r17 = ∞	d17 = 0,65	n9 = 1,516	v9 = 64,1
	r18 = ∞	d18 = 1,10		

(B) ASPHÄRISCHER KOEFFIZIENT

	K	A	B	C
r3	0	1,993E-04	-1,433E-06	8,854E-09
r4	0	-9,495E-06	-1,551E-05	2,363E-07
r7	0	-3,736E-04	9,804E-06	-7,118E-07
r15	-1,777E-10	-2,345E-03	8,789E-05	-8,009E-06
r16	6,509E+00	-2,507E-03	2,378E-04	-1,752E-05

	D	E	F	G
r3	-3,173E-11	5,492E-14	0	0
r4	-7,758E-10	0	0	0
r7	-5,323E-08	0	0	0
r15	2,916E-07	-4,676E-09	3,446E-11	-9,581E-14
r16	5,855E-07	-9,714E-09	7,901E-11	-2,521E-13

(TABELLE 5) WERTE DER BEDINGUNGSGLEICHUNGEN

BEDINGUNGS-GLEICHUNG	BEISPIEL 1	BEISPIEL 2	BEISPIEL 3	BEISPIEL 4
(1)	0,78	0,41	0,89	0,92
(2)	1,65	2,09	1,55	1,45

BEDINGUNGS-GLEICHUNG	BEISPIEL 1	BEISPIEL 2	BEISPIEL 3	BEISPIEL 4
(3)	0,39	0,31	0,45	0,46
(4)(θmax)	90°	60°	90°	90°
y(θmax)	3,64	3,65	1,79	3,64

[0088] **Fig.** 17 veranschaulicht die Konfiguration eines bordeigenen Systems (Fahrunterstützungsgerät) 600 als den vorstehend beschriebenen E-Spiegel (Bildaufnahmesystem). Das bordeigene System 600, das hier beschrieben ist, ist ein System zum Unterstützen eines Fahrens (Manövrierens) eines Fahrzeugs auf der Grundlage von Bilddaten der hinteren, unteren und unteren vorderen Ansichten des Fahrzeugs, die durch das Bildaufnahmegerät 10 beschafft werden.

[0089] Das bordeigene System 600 umfasst ein Bildaufnahmegerät 10, ein Fahrzeuginformationsbeschaffungsgerät 20, ein Steuerungsgerät (Steuerungseinheit; ECU: elektronische Steuerungseinheit) 30 und ein Warngerät (Warneinheit) 40. Das Bildaufnahmegerät 10 umfasst eine Abbildungseinheit 1, die ein optisches System und einen Bildsensor umfasst, eine Bildverarbeitungseinheit 2, eine Parallaxenberechnungseinrichtung 3, eine Entfernungsbeschaffungseinheit (Beschaffungseinheit) 4 und eine Gefahrbestimmungseinheit 5. Die Abbildungseinheit 1 ist auf jeder der linken und rechten Seiten des Fahrzeugs bereitgestellt. Die Bildverarbeitungseinheit 2, die Parallaxenberechnungseinrichtung 3, die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 und die Gefahrbestimmungseinheit 5 bilden eine Verarbeitungseinheit.

[0090] Ein Flussdiagramm in **Fig.** 18 veranschaulicht ein Betriebsbeispiel des bordeigenen Systems 600. Zuerst bildet in Schritt S1 die Abbildungseinheit 1 ein Objekt, wie beispielsweise ein Hindernis und einen Fußgänger dahinter, darunter und bei der unteren vorderen Seite des Fahrzeugs ab, um ein aufgenommenes Bild (Bilddaten) zu erhalten.

[0091] In Schritt S2 beschafft das Fahrzeuginformationsbeschaffungsgerät 20 Fahrzeuginformationen. Die Fahrzeuginformationen sind Informationen, die eine Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Gierrate, einen Lenkwinkel usw. umfassen.

[0092] In Schritt S3 führt die Bildverarbeitungseinheit 2 eine Bildverarbeitung für die Bilddaten, die durch die Abbildungseinheit 1 beschafft werden, aus. Genauer gesagt wird eine Bildmerkmalsanalyse ausgeführt, um einen Merkmalsbetrag, wie beispielsweise einen Betrag und eine Richtung einer Kante und einen Dichtewert in den Bilddaten, zu analysieren.

[0093] In Schritt S4 berechnet die Parallaxenberechnungseinrichtung 3 Parallaxen-(Bildverschiebungs-) Informationen zwischen einer Vielzahl von Bilddaten, die durch die Abbildungseinheit 1 beschafft werden. Ein Verfahren zum Berechnen der Parallaxeninformationen kann ein bekanntes Verfahren, wie beispielsweise das SSDA-Verfahren und das Flächenkorrelationsverfahren, verwenden, wobei somit eine Beschreibung hiervon hier weggelassen wird. Die Schritte S2, S3 und S4 können in der vorstehend beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden oder können parallel ausgeführt werden.

[0094] In Schritt S5 beschafft (berechnet) die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 Entfernungsinformationen von dem Objekt, das durch die Abbildungseinheit 1 abgebildet wird. Die Entfernungsinformationen können auf der Grundlage der Parallaxeninformationen, die durch die Parallaxenberechnungseinrichtung 3 berechnet werden, sowie der internen Parameter und externen Parameter der Abbildungseinheit 1 berechnet werden. Die Entfernungsinformationen beziehen sich hierbei auf Informationen über eine relative Position zu dem Objekt, wie beispielsweise eine Entfernung zu dem Objekt, ein Defokussierungsbetrag und ein Bildverschiebungsbetrag, wobei die Entfernung zu dem Objekt ebenso direkt oder indirekt ausgedrückt werden kann.

[0095] Dann bestimmt in Schritt S6 die Gefahrbestimmungseinheit 5, ob die Entfernung zu dem Objekt in einem eingestellten Entfernungsbereich beinhaltet ist, wobei die Fahrzeuginformationen, die durch das Fahrzeuginformationsbeschaffungsgerät 20 beschafft werden, und die Entfernungsinformationen, die durch die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 berechnet werden, verwendet werden. Hierdurch kann bestimmt werden, ob ein Objekt innerhalb der eingestellten Entfernung hinter dem Fahrzeug vorhanden ist und ob ein gefährliches Ereignis, wie beispielsweise eine Kollision mit einem diagonal hinten liegenden Fahrzeug bei einem Wechsel von Fahrspuren, dass ein Vorderrad in einen Graben fällt oder dass ein Fahren auf einen Gehweg passiert, wahrscheinlich ist. Die Gefahrbestimmungseinheit 5 bestimmt „gefährlich“, wenn das Objekt inner-

halb der eingestellten Entfernung vorhanden ist und das gefährliche Ereignis (Schritt S7) wahrscheinlich ist, wobei sie „nicht gefährlich“ bestimmt (Schritt S8), wenn das Objekt nicht innerhalb der eingestellten Entfernung vorhanden ist.

[0096] Als Nächstes meldet (sendet) in einem Fall, in dem die Gefahrbestimmungseinheit 5 „gefährlich“ bestimmt, diese das Bestimmungsergebnis zu dem Steuerungsgerät 30 und dem Warngerät 40. Zu dieser Zeit steuert das Steuerungsgerät 30 das Fahrzeug auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses der Gefahrbestimmungseinheit 5 (Schritt S6), wobei das Warngerät 40 den Fahrzeugbenutzer (Fahrer, Passagier) auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses der Gefahrbestimmungseinheit 5 warnt (Schritt S7). Das Bestimmungsergebnis kann zumindest einem aus dem Steuerungsgerät 30 und dem Warngerät 40 gemeldet werden.

[0097] In dem Fall von „gefährlich“ steuert das Steuerungsgerät das Fahrzeug beispielsweise derart, dass das Lenkrad zurückgeführt wird, um Fahrspuren nicht zu wechseln, um nicht in einen Graben zu fallen oder um nicht auf den Gehweg zu fahren, oder um eine Bremskraft bei den Rädern zu erzeugen. Das Warngerät 40 gibt eine Warnung an den Benutzer aus, indem beispielsweise ein Warnton (Alarm) ausgegeben wird, Warninformationen auf einem Bildschirm eines Fahrzeugnavigationssystems angezeigt werden oder eine Vibration bei einem Sicherheitsgurt oder einem Lenkrad aufgebracht werden.

[0098] Es gibt verschiedene Verfahren zum Berechnen von Entfernungsinformationen. Beispielsweise wird ein Fall beschrieben, bei dem ein Pupillenteilungstyp-Bildsensor, der eine Vielzahl von Bildelementabschnitten aufweist, die in einer zweidimensionalen Anordnung angeordnet sind, als der Bildsensor verwendet wird, der in der Abbildungseinheit 1 beinhaltet ist. In dem Pupillenteilungstyp-Bildsensor umfasst eine einzelne Bildelementeinheit eine Mikrolinse und eine Vielzahl von fotoelektrischen Wandlern, sie empfängt ein Paar von Lichtstrahlen, die durch unterschiedliche Bereiche der Pupille des optischen Systems hindurchgehen, und sie kann ein Paar von Bilddaten aus jedem fotoelektrischen Wandler ausgeben.

[0099] Ein Bildverschiebungsbetrag in jedem Bereich wird durch eine Korrelationsberechnung zwischen den gepaarten Bilddaten berechnet, wobei die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 Bildverschiebungsabbildungsdaten, die eine Verteilung des Bildverschiebungsbetrags darstellen, berechnet. Die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 kann ferner den Bildverschiebungsbetrag in einen Defokussierungsbetrag umwandeln und die Defokussierungsabbildungsdaten, die die Verteilung des Defokussierungsbetrags darstellen (Verteilung auf einer zweidimensionalen Ebene des aufgenommenen Bilds), erzeugen. Ferner kann die Entfernungsbeschaffungseinheit 4 Entfernungsabbildungsdaten der Entfernung zu dem Ziel, die von dem Defokussierungsbetrag umgewandelt werden, beschaffen.

[0100] Das bordeigene System 600 kann ein Benachrichtigungsgerät (Benachrichtigungseinheit) zum Benachrichtigen des Herstellers des bordeigenen Systems, des Fahrzeugverkäufers (Händlers) usw. umfassen, wenn ein gefährliches Ereignis, wie beispielsweise eine Kollision, tatsächlich auftritt. Beispielsweise kann das Benachrichtigungsgerät eines sein, das Informationen über ein gefährliches Ereignis zu einem voreingestellten externen Benachrichtigungsziel über E-Mail oder dergleichen überträgt.

[0101] Somit kann die Konfiguration, in der das Benachrichtigungsgerät automatisch Informationen über ein gefährliches Ereignis meldet, umgehend Maßnahmen, wie beispielsweise eine Inspektion und Reparatur, ergreifen, nachdem das gefährliche Ereignis aufgetreten ist. Das Benachrichtigungsziel der Gefährliches-Ereignis-Informationen kann eine Versicherungsgesellschaft, eine medizinische Einrichtung, die Polizei oder ein beliebiges Benachrichtigungsziel, das durch den Benutzer eingestellt wird, sein.

[0102] Zusätzlich wendet dieses Beispiel das bordeigene System 600 bei einer Fahrunterstützung (Kollisionsschadenverringerung) an, wobei aber das bordeigene System 600 nicht hierauf begrenzt ist und für einen Fahrtregler (einschließlich adaptiver Fahrtreglerfunktion) und ein automatisches Fahren usw. verwendet werden kann. Ferner kann ein Bildaufnahmesystem, das eine Konfiguration aufweist, die äquivalent zu der des bordeigenen Systems 600 ist, bei einem beweglichen Körper, wie beispielsweise einem Flugzeug, einem Schiff oder sogar einem Industrieroboter, angebracht werden.

[0103] Des Weiteren ist in den vorstehend beschriebenen Beispielen ein Fall beschrieben worden, in dem das Linsengerät bei dem Bildaufnahmegerät 10 als ein Entfernungsmessgerät angewendet wird, wobei es jedoch bei einem Bildaufnahmegerät (bordeigene Kamera) angewendet werden kann, das zu einem Entfernungsmessgerät unterschiedlich ist. Beispielsweise kann eine bordeigene Kamera bei der hinteren Seite oder einer Seite des Fahrzeugs platziert werden, wobei die beschafften Bildinformationen auf einer Anzeige-

einheit (einem Monitor) innerhalb des Fahrzeugs angezeigt werden können, um eine Fahrassistenz bereitzustellen. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, ein Bauteil für eine Entfernungsmessung bereitzustellen, wie beispielsweise eine Parallaxenberechnungseinrichtung, eine Entfernungsbeschaffungseinheit und eine Kollisionsbestimmungseinheit.

[0104] Des Weiteren hat das vorstehend beschriebene Beispiel einen Fall beschrieben, in dem das Linsengerät bei einer Abbildungseinheit in einem bordeigenen System angewendet wird, wobei dieses Ausführungsbeispiel jedoch nicht hierauf begrenzt ist. Beispielsweise kann das Linsengerät bei einem Bildaufnahmegerät, wie beispielsweise einer digitalen Stehbildkamera, einer digitalen Videokamera oder einer filmbasierten Kamera, angewendet werden, oder es kann bei einem optischen Gerät, wie beispielsweise einem Teleskop oder einem Projektionsgerät, wie beispielsweise einem Projektor, angewendet werden.

[0105] Jedes Beispiel, das vorstehend beschrieben ist, ist lediglich ein typisches Beispiel, wobei verschiedene Modifikationen und Änderungen bei jedem Beispiel bei einem Implementieren der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden können.

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

- JP 2006224927 A [0004]
- JP 2018120125 A [0004]

Patentansprüche

1. Optisches System, das eine Vielzahl von Linsen und eine Aperturblende, die zwischen beliebigen zwei der Vielzahl von Linsen angeordnet ist, umfasst,
wobei das optische System die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0{,}20 \leq 2f\tan(\theta max/2) / y(\theta max) \leq 0{,}95,$$

wobei y(θ) eine Projektionskennlinie des optischen Systems ist, die eine Beziehung zwischen einem Halbbildwinkel θ und einer Bildhöhe y darstellt, θmax ein maximaler Halbwinkel des optischen Systems ist und f eine Brennweite des optischen Systems ist.

2. Optisches System nach Anspruch 1, wobei das optische System die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$1{,}35 \leq \{y(\theta max) - y(\theta_{80})\} / (f\theta max - f\theta max - f\theta_{80}) \leq 2{,}50$$

wobei θ_{80} ein Halbbildwinkel von 80% des maximalen Halbbildwinkels ist.

3. Optisches System nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit zumindest zwei Linsen, die eine asphärische Oberfläche auf einer Objektseite der Aperturblende aufweisen, und zumindest einer Linse, die eine asphärische Oberfläche auf einer Bildseite der Aperturblende aufweist.

4. Optisches System nach Anspruch 3, wobei zumindest eine der asphärischen Oberflächen eine derartige Form aufweist, dass ein Vorzeichen einer Krümmung bei einer Vielzahl von Positionen in einer radialen Richtung umgekehrt wird.

5. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das optische System die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0{,}1 \leq f\sin\theta max/y(\theta max) \leq 0{,}8.$$

6. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das optische System die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$\theta max \geq 60°.$$

7. Optisches System nach einem Ansprüche 1 bis 6, das drei negative Linsen, die auf einer Objektseite der Aperturblende angeordnet sind, und eine positive Linse, die am nächsten zu einer Bildseite angeordnet ist, umfasst.

8. Optisches System nach Anspruch 7, das in einer Reihenfolge von einer Objektseite zu einer Bildseite umfasst:
eine erste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine zweite Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine dritte Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine vierte Linse, die einen positiven oder negativen Brechwert aufweist;
die Aperturblende;
eine fünfte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist;
eine sechste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine siebte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist; und
eine achte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist.

9. Optisches System nach Anspruch 7, das in einer Reihenfolge von einer Objektseite zu einer Bildseite umfasst:
eine erste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine zweite Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine dritte Linse, die einen negativen Brechwert aufweist;
eine vierte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist;
die Aperturblende;

eine fünfte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist;
eine sechste Linse, die einen negativen Brechwert aufweist; und
eine siebte Linse, die einen positiven Brechwert aufweist.

10. Bildaufnahmegerät mit:
dem optischen System nach einem der Ansprüche 1 bis 9; und
einem Bildsensor, der konfiguriert ist, ein Objekt durch das optische System abzubilden.

11. Bildaufnahmesystem mit einem Bildaufnahmegerät nach Anspruch 10, das an einem beweglichen Körper angebracht ist,
wobei das Bildaufnahmegerät ein optisches System und einen Bildsensor umfasst, der konfiguriert ist, ein Objekt über das optische System abzubilden,
wobei eine Abbildungsoberfläche des Bildsensors einen ersten Bereich zum Abbilden eines Objekts, das in einem ersten Bildwinkel beinhaltet ist, und einen zweiten Bereich zum Abbilden eines Objekts, das in einem zweiten Bildwinkel beinhaltet ist, der größer als der erste Bildwinkel ist, aufweist,
wobei die Anzahl von Bildelementen pro Einheitsbildwinkel in dem zweiten Bereich größer ist als die Anzahl von Bildelementen pro Einheitswinkel in dem ersten Bereich,
wobei in einem Fall, in dem der bewegliche Körper sich in einer horizontalen Richtung bewegt, das Bildaufnahmegerät derart eingebaut ist, dass eine optische Achse des optischen Systems nicht parallel zu der horizontalen Richtung ist, und
wobei das optische System die nachstehend genannten Bedingungen erfüllt:

$$55° \leq \theta max,$$

$$20\% < |d\theta max|,$$

wobei θmax ein maximaler Halbbildwinkel ist und dθmax ein Verzeichnungsbetrag bei einer Position ist, die einer maximalen Bildhöhe des optischen Systems entspricht.

12. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 11, wobei in einem Fall, in dem der bewegliche Körper sich in der horizontalen Richtung bewegt, das Bildaufnahmegerät derart eingebaut ist, dass die optische Achse parallel zu einer vertikalen Richtung ist, wenn sie aus der Bewegungsrichtung des beweglichen Körpers betrachtet wird.

13. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 11 oder 12, wobei in einem Fall, in dem der bewegliche Körper sich in der horizontalen Richtung bewegt, das Bildaufnahmegerät derart eingebaut ist, dass die optische Achse zu einer Seite weg von dem beweglichen Körper in Bezug auf eine vertikale Richtung geneigt ist, wenn es aus der Bewegungsrichtung des beweglichen Körpers betrachtet wird.

14. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei in einem Fall, in dem sich der bewegliche Körper in der horizontalen Richtung bewegt, das Bildaufnahmegerät eingebaut ist, um ein Objekt auf einer unteren Seite in einer vertikalen Richtung in Bezug auf das optische System abzubilden.

15. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei das optische System, wenn es aus der horizontalen Richtung als eine erste Richtung betrachtet wird, die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0° \leq \theta L \leq 20°,$$

wobei θL ein Winkel zwischen der optischen Achse und einer vertikalen Richtung als eine zweite Richtung ist.

16. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei das optische System derart angeordnet ist, dass die optische Achse hin zu einer Seite weg von dem beweglichen Körper in eine dritte Richtung, die orthogonal zu den ersten und zweiten Richtungen ist, in Bezug auf eine Mitte der Abbildungsoberfläche verschoben ist.

17. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 16, wobei das optische System die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0{,}3Ls \leq La \leq 0{,}5Ls,$$

wobei La ein Verschiebungsbetrag der optischen Achse von der Mitte der Abbildungsoberfläche ist und Ls eine Länge einer Seite der Abbildungsoberfläche ist, die sich in einer Richtung von der Mitte der Abbildungsoberfläche zu der optischen Achse erstreckt.

18. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 16 oder 17, wobei in einem Fall, in dem sich der bewegliche Körper in der horizontalen Richtung bewegt, das optische System, wenn es aus einer Bewegungsrichtung des beweglichen Körpers betrachtet wird, die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0{,}3Ls \leq La + ya \leq 0{,}5Ls,$$

wobei α ein Winkel zwischen der optischen Achse und einer ersten Gerade ist, die einen Schnittpunkt einer Oberfläche am nächsten zu einem Objekt des optischen Systems und der optischen Achse und einen Endpunkt des beweglichen Körpers in einer vertikalen Richtung verbindet, yα eine Entfernung von einem Schnittpunkt der ersten Geraden und der Abbildungsoberfläche zu der optischen Achse ist, La ein Verschiebungsbetrag der optischen Achse von der Mitte der Abbildungsoberfläche ist und Ls eine Länge einer Seite der Abbildungsoberfläche ist, die sich in einer Richtung von der Mitte der Abbildungsoberfläche hin zu der optischen Achse erstreckt.

19. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei in einem Fall, in dem sich der bewegliche Körper in der horizontalen Richtung bewegt, das optische System, wenn es aus einer Richtung, die orthogonal zu einer Bewegungsrichtung des beweglichen Körpers und einer vertikalen Richtung ist, betrachtet wird, die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$\theta max < \theta f \leq 1{,}3\theta max,$$

wobei θf ein Winkel ist, der zwischen der optischen Achse und einer Geraden gebildet wird, die einen Schnittpunkt einer Oberfläche am nächsten zu einem Objekt des optischen Systems und der optischen Achse und einen Endpunkt eines Vorderrads des beweglichen Körpers in der Bewegungsrichtung in dem zweiten Bildwinkel verbindet, und θmax ein maximaler Halbbildwinkel ist.

20. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 19, wobei in einem Fall, in dem sich der bewegliche Körper in der horizontalen Richtung bewegt, das optische System, wenn es aus einer dritten Richtung, die orthogonal zu einer Bewegungsrichtung des beweglichen Körpers und einer vertikalen Richtung ist, betrachtet wird, die nachstehend genannte Bedingung erfüllt:

$$0{,}5Lh < Lf \leq 0{,}65Lh,$$

wobei Lf eine Entfernung zwischen einem Bildpunkt bei einem Endpunktbildpunkt eines Vorderrades des beweglichen Körpers in der Bewegungsrichtung bei dem zweiten Bildwinkel und einer Mitte der Abbildungsoberfläche ist und Lh eine Länge einer Seite der Abbildungsoberfläche ist, die sich in einer Richtung von der Mitte der Abbildungsoberfläche hin zu dem Bildpunkt erstreckt.

21. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20, ferner mit einer Anzeigeeinheit, die konfiguriert ist, Bilddaten anzuzeigen, die unter Verwendung einer Ausgabe von dem Bildsensor erzeugt werden.

22. Bildaufnahmesystem mit:
dem Bildaufnahmegerät nach Anspruch 10, das in einem beweglichen Körper eingebaut ist; und
einer Verarbeitungseinheit, die konfiguriert ist, Bildinformationen zu verarbeiten, die durch das Bildaufnahmegerät beschafft werden.

23. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 22, ferner mit einer Bestimmungseinheit, die konfiguriert ist, auf der Grundlage von Entfernungsinformationen zu dem Objekt, die durch das Bildaufnahmegerät beschafft werden, zu bestimmen, ob ein gefährliches Ereignis wahrscheinlich ist.

24. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 23, ferner mit einem Steuerungsgerät, das konfiguriert ist, den beweglichen Körper in einem Fall zu steuern, in dem bestimmt wird, dass das gefährliche Ereignis wahrscheinlich ist.

25. Bildaufnahmesystem nach Anspruch 23 oder 24, ferner mit einem Warngerät, das konfiguriert ist, eine Warnung zu einem Benutzer des beweglichen Körpers in einem Fall auszugeben, in dem bestimmt wird, dass das gefährliche Ereignis wahrscheinlich ist.

26. Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 23 bis 25, ferner mit einem Benachrichtigungsgerät, das konfiguriert ist, eine Außenseite über Informationen bezüglich des gefährlichen Ereignisses zu benachrichtigen.

27. Beweglicher Körper mit einem Bildaufnahmegerät nach Anspruch 10.

28. Beweglicher Körper mit dem Bildaufnahmesystem nach einem der Ansprüche 11 bis 26.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

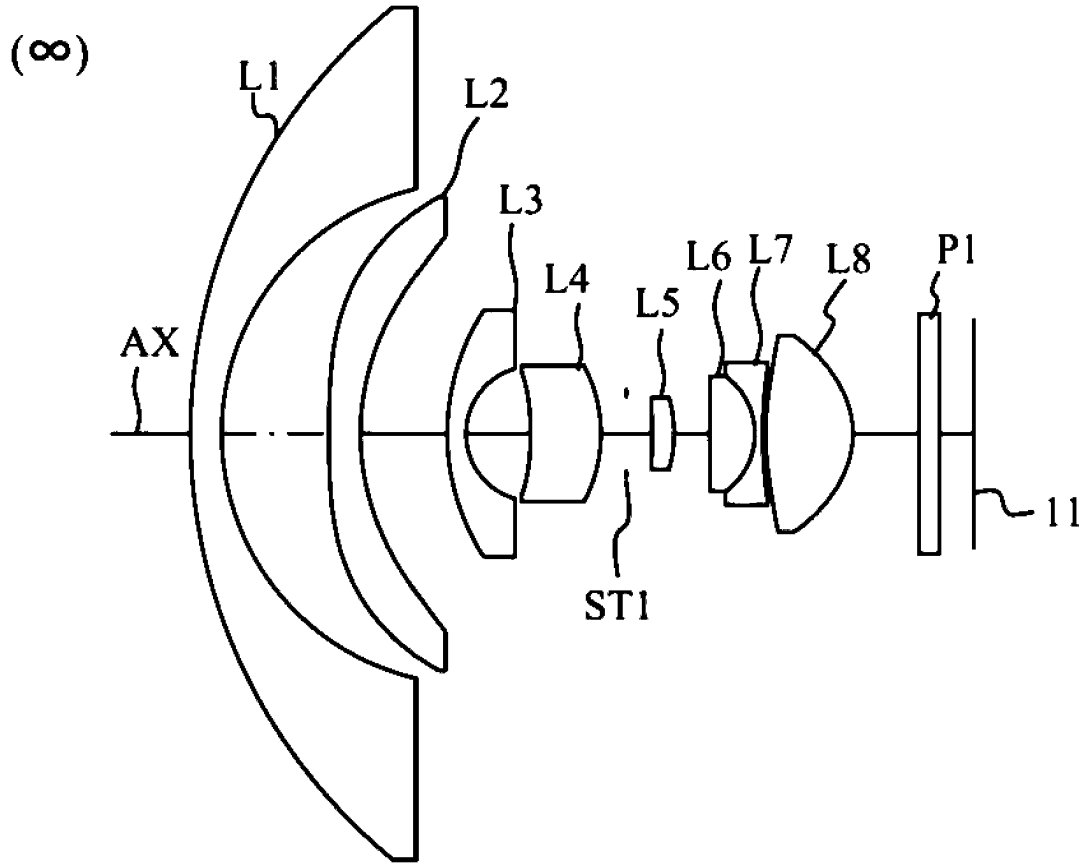


FIG. 1

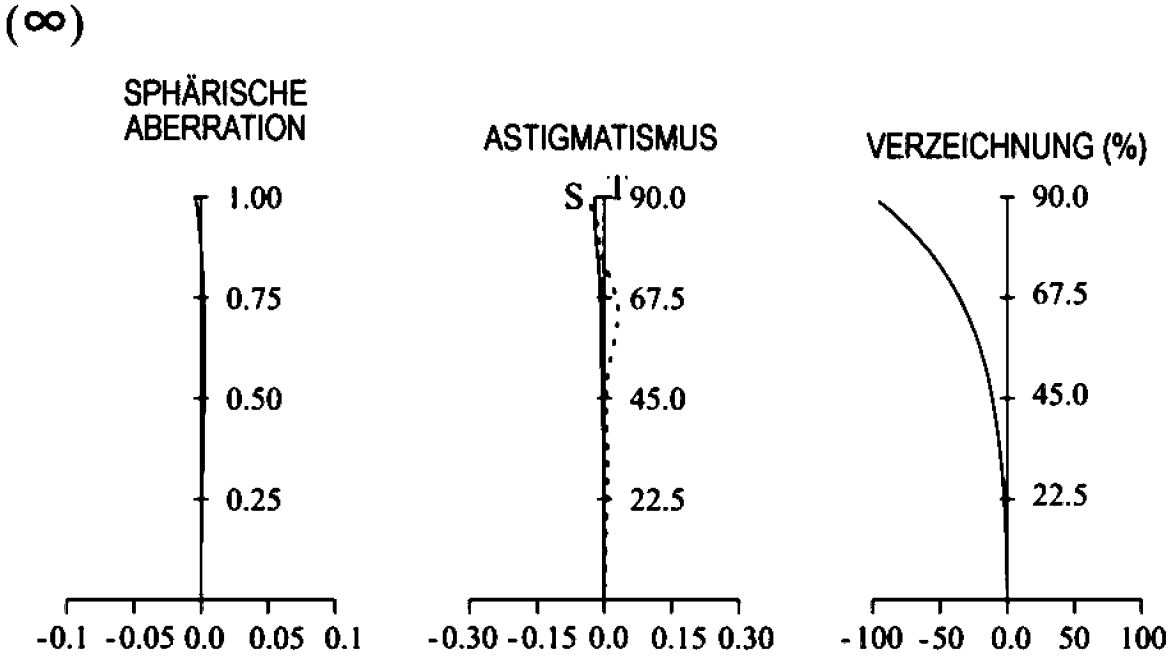

(∞)
SPHÄRISCHE ABERRATION
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.1 -0.05 0.0 0.05 0.1
ASTIGMATISMUS
S
T
90.0
67.5
45.0
22.5
-0.30 -0.15 0.0 0.15 0.30
VERZEICHNUNG (%)
90.0
67.5
45.0
22.5
-100 -50 0.0 50 100

FIG. 2

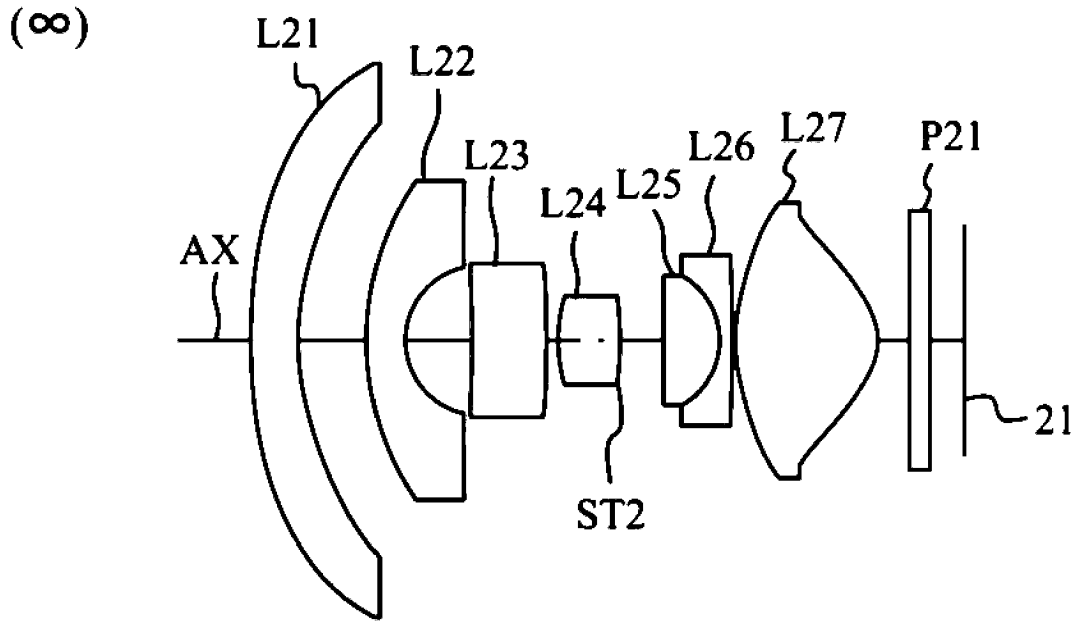

(∞)
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
P21
AX
21
ST2

FIG. 3

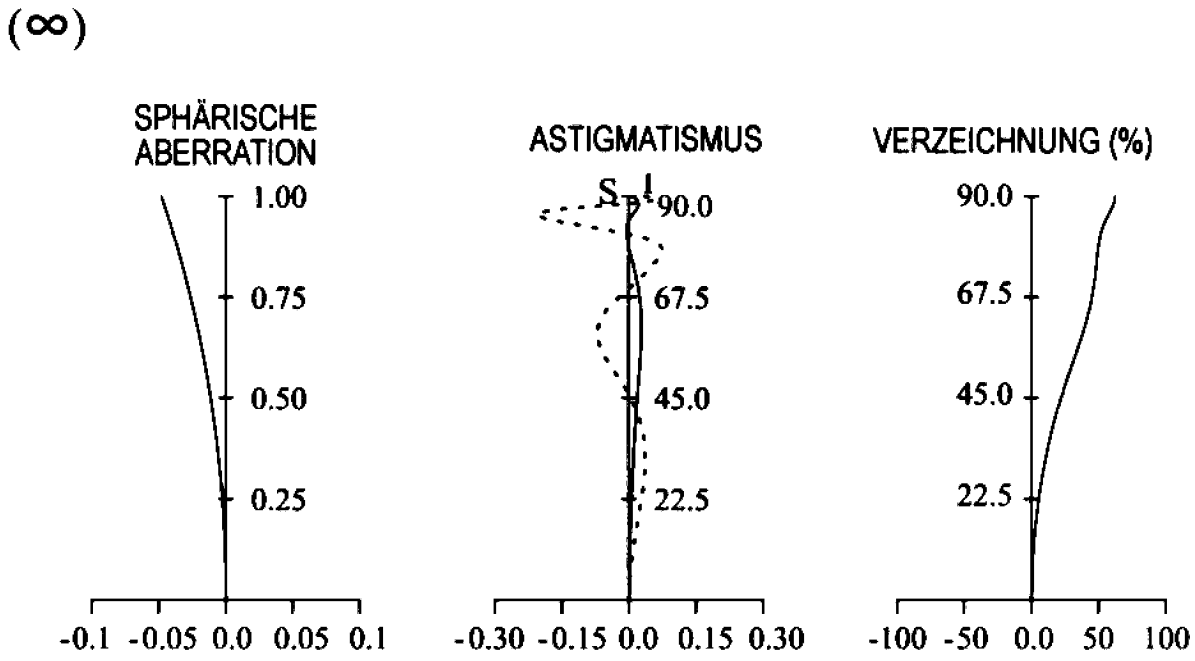

(∞)
SPHÄRISCHE ABERRATION
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.1 -0.05 0.0 0.05 0.1
ASTIGMATISMUS
S
t
90.0
67.5
45.0
22.5
-0.30 -0.15 0.0 0.15 0.30
VERZEICHNUNG (%)
90.0
67.5
45.0
22.5
-100 -50 0.0 50 100

FIG. 4

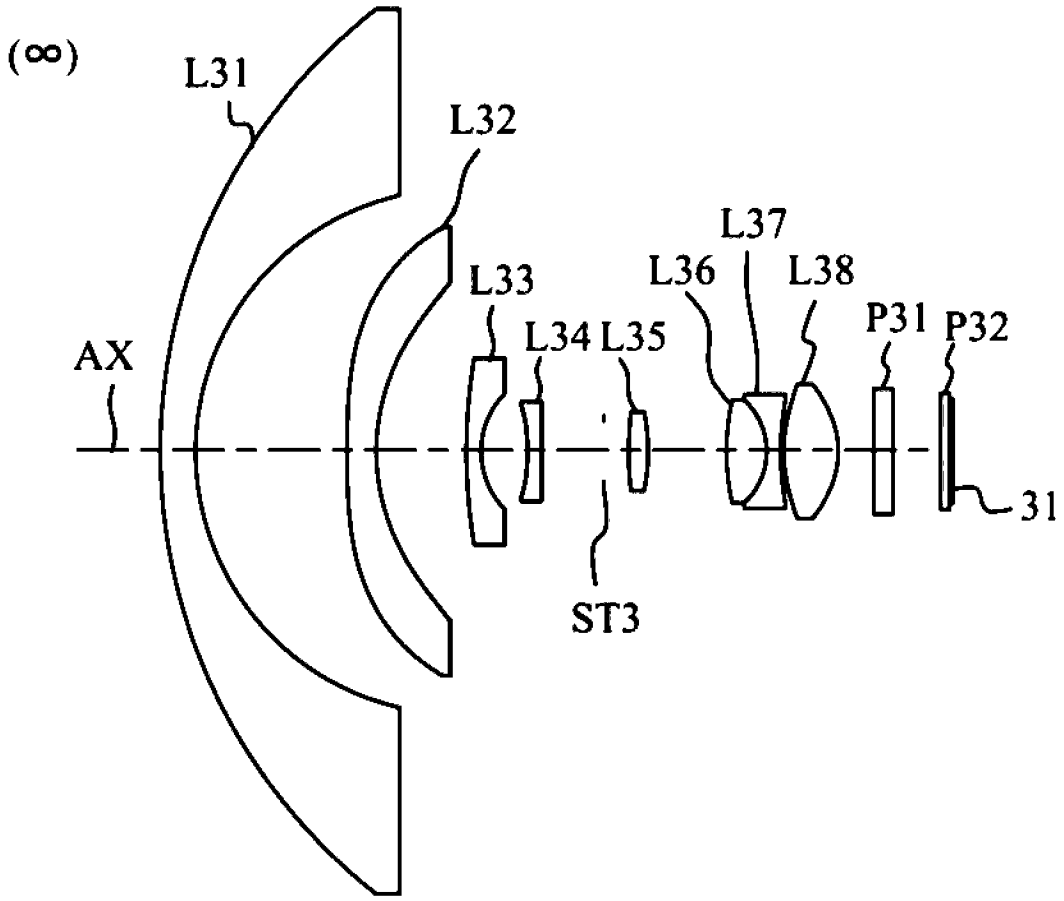

(∞)
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
P31
P32
AX
31
ST3

FIG. 5

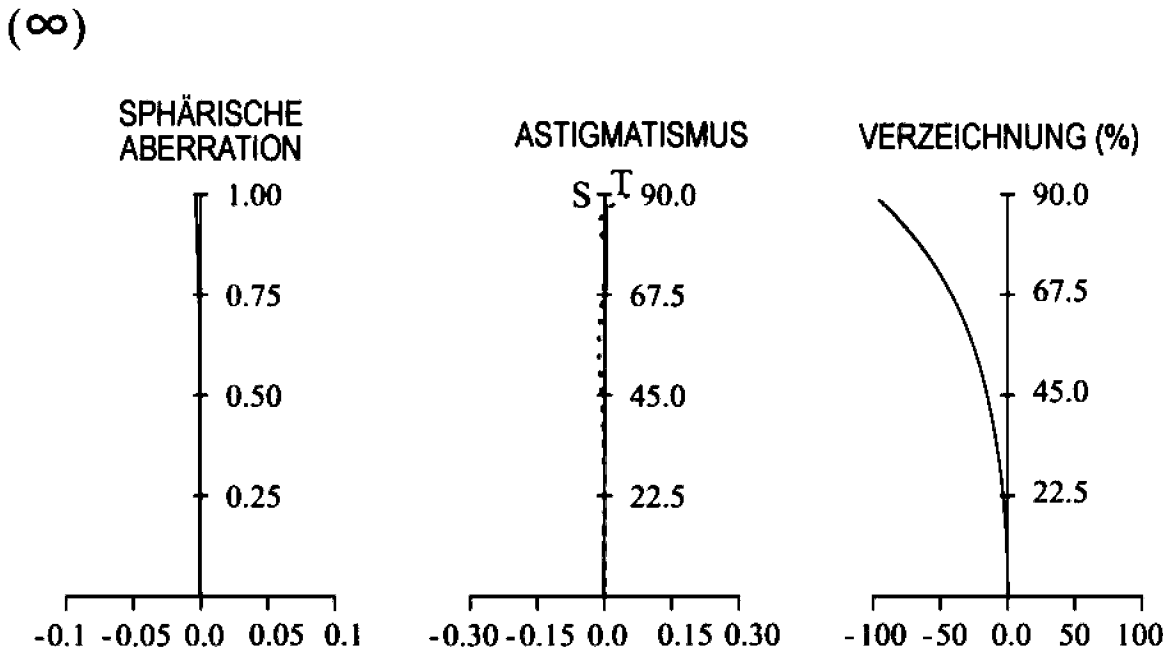

(∞)
SPHÄRISCHE ABERRATION
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.1 -0.05 0.0 0.05 0.1
ASTIGMATISMUS
S T
90.0
67.5
45.0
22.5
-0.30 -0.15 0.0 0.15 0.30
VERZEICHNUNG (%)
90.0
67.5
45.0
22.5
-100 -50 0.0 50 100

FIG. 6

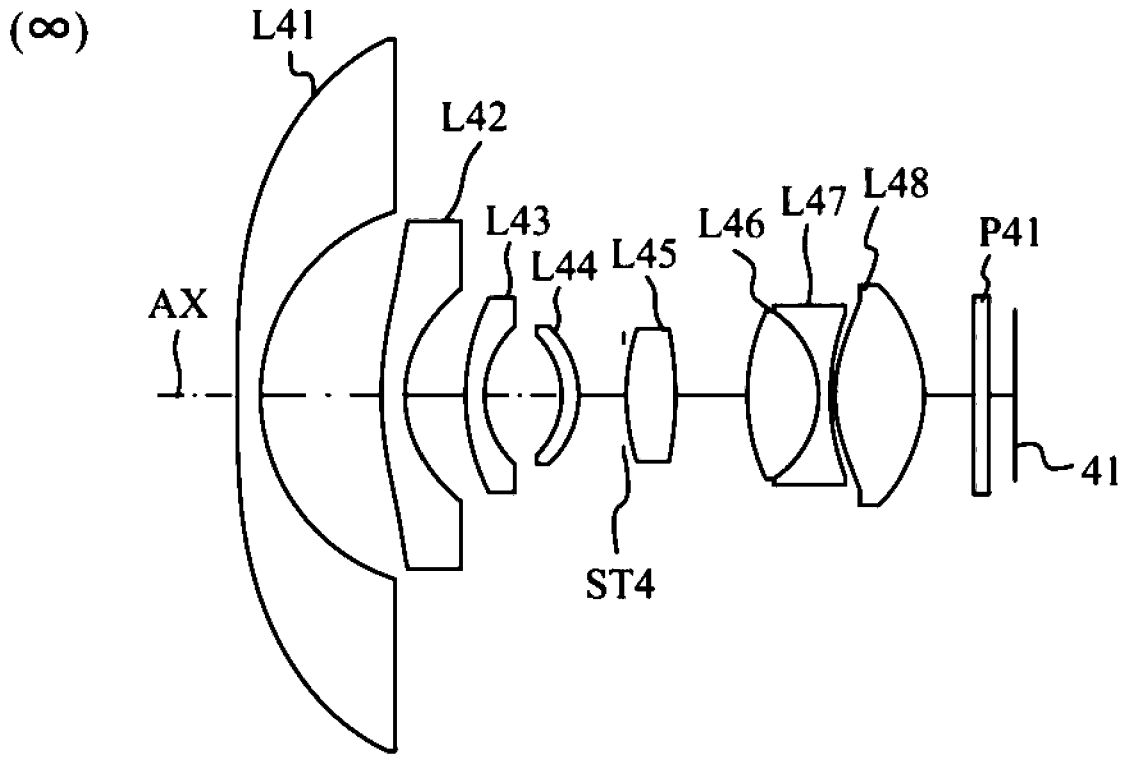

(∞)
L41
L42
L43
L44
L45
L46
L47
L48
P41
AX
41
ST4

FIG. 7

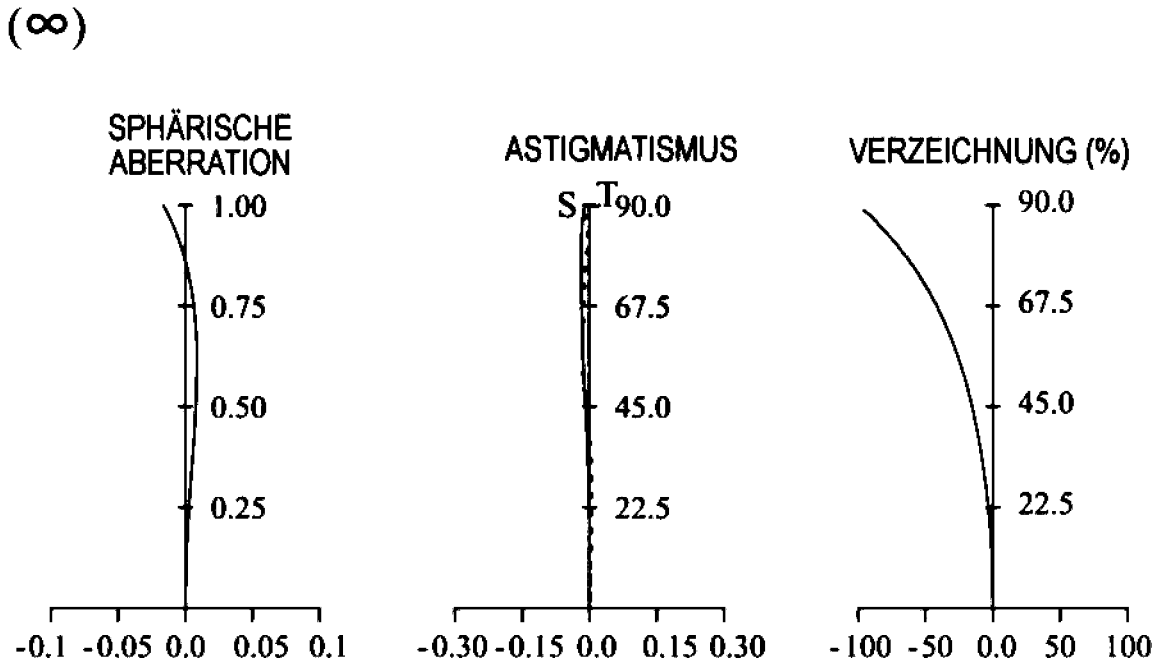

(∞)
SPHÄRISCHE ABERRATION
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.1 -0.05 0.0 0.05 0.1
ASTIGMATISMUS
S T
90.0
67.5
45.0
22.5
-0.30 -0.15 0.0 0.15 0.30
VERZEICHNUNG (%)
90.0
67.5
45.0
22.5
-100 -50 0.0 50 100

FIG. 8

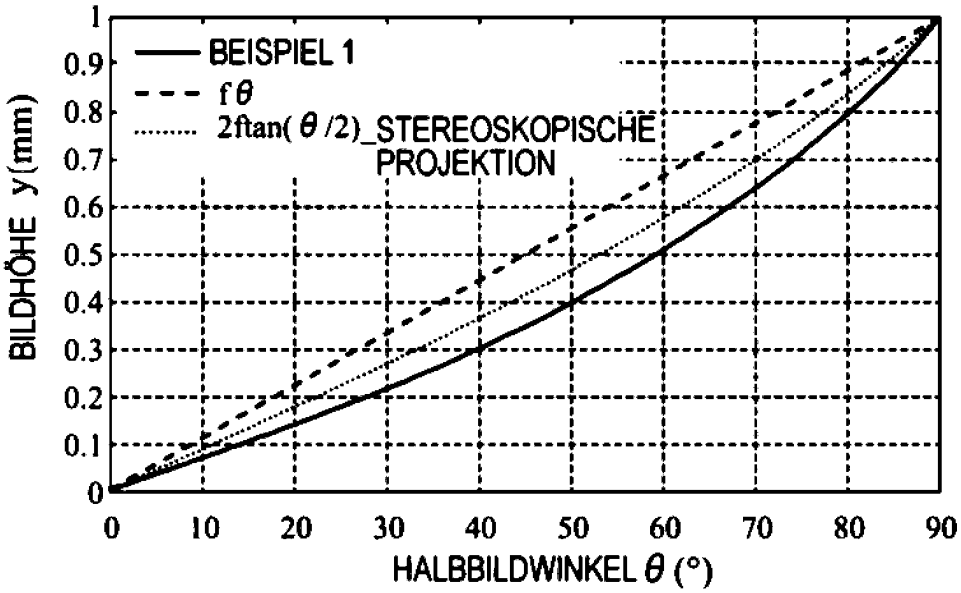

BEISPIEL 1
fθ
2ftan(θ/2)_STEREOSKOPISCHE PROJEKTION
BILDHÖHE y(mm)
HALBBILDWINKEL θ (°)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90

FIG. 9A

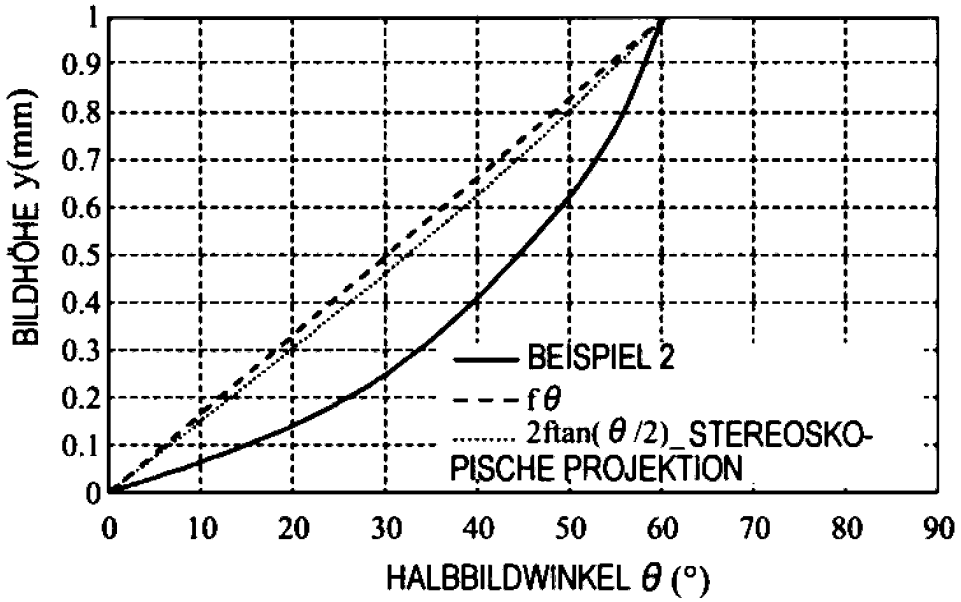

BEISPIEL 2
fθ
2ftan(θ/2)_STEREOSKO-PISCHE PROJEKTION
BILDHÖHE y(mm)
HALBBILDWINKEL θ (°)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90

FIG. 9B

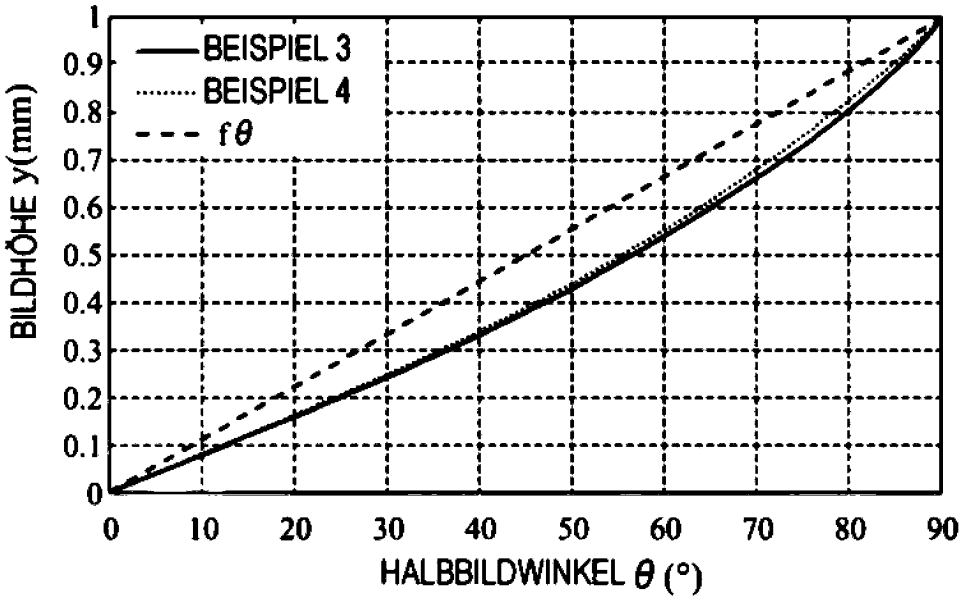


FIG. 9C

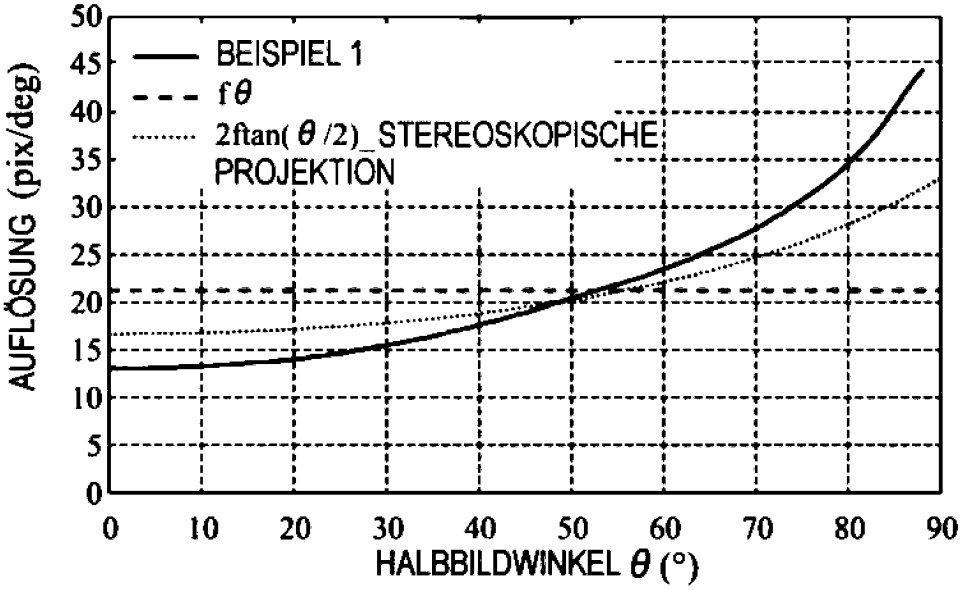


FIG. 10A

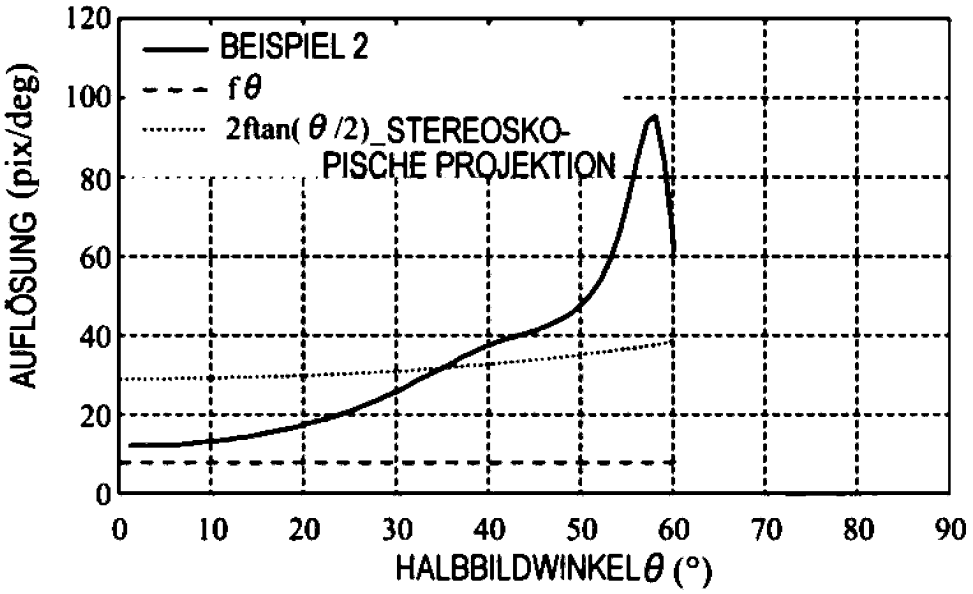


FIG. 10B

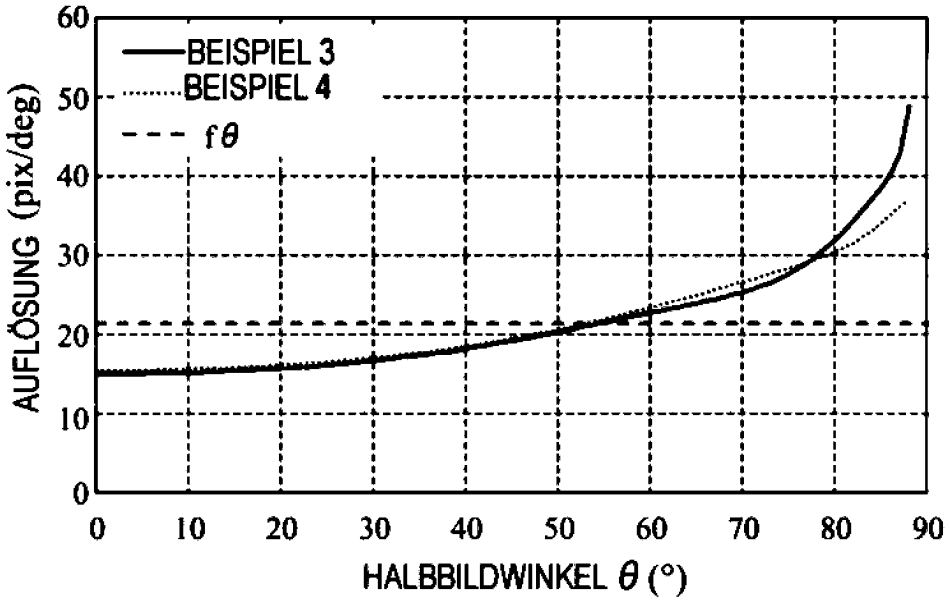


FIG. 10C

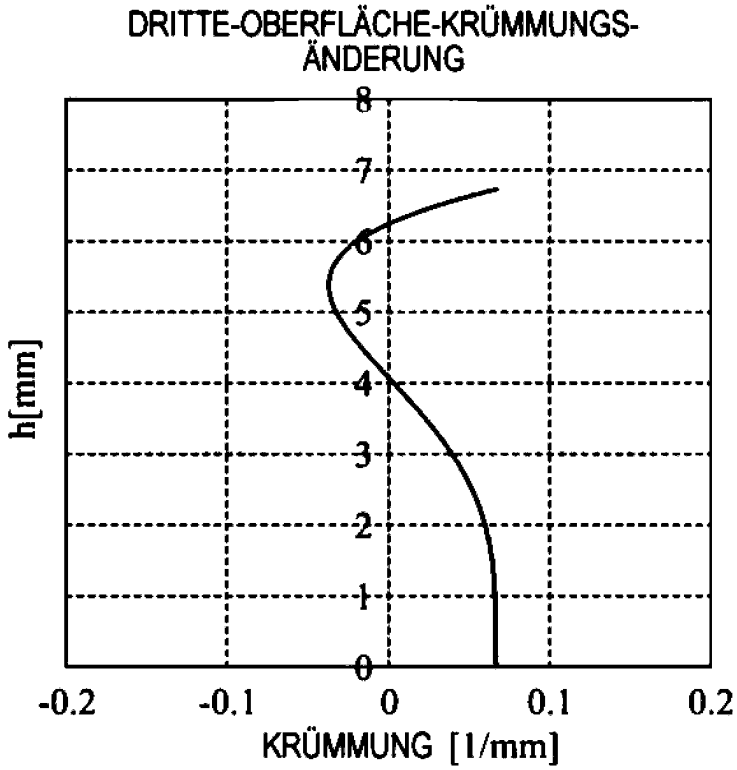


FIG. 11A

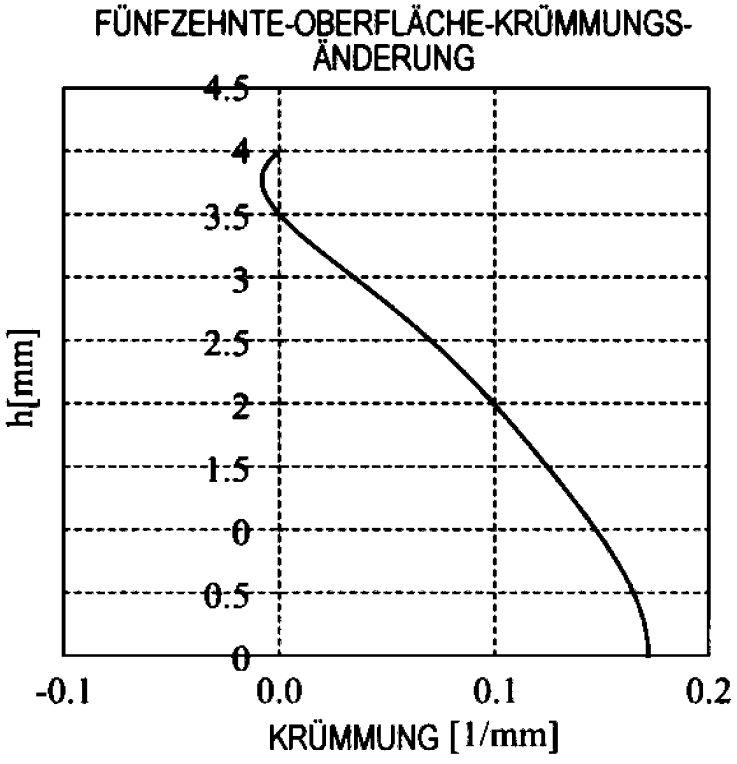


FIG. 11B

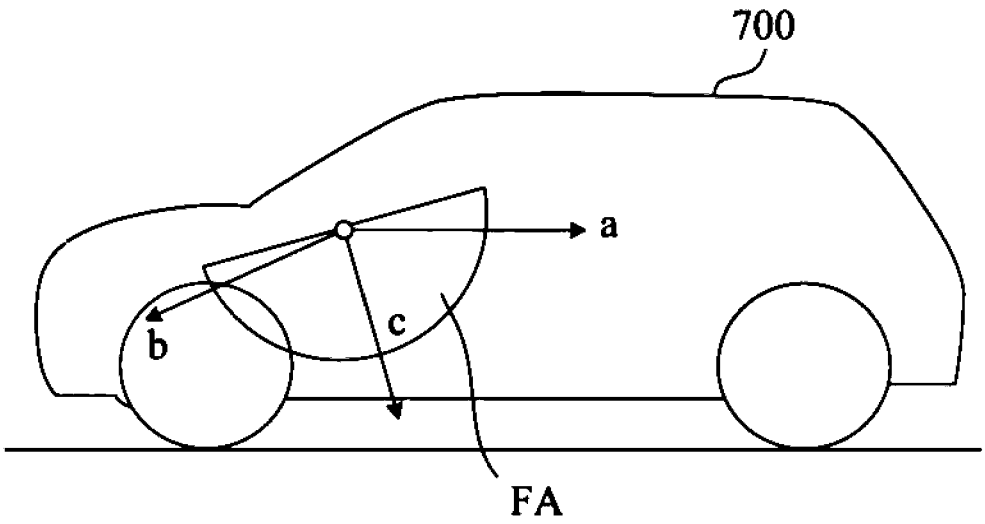


FIG. 12A

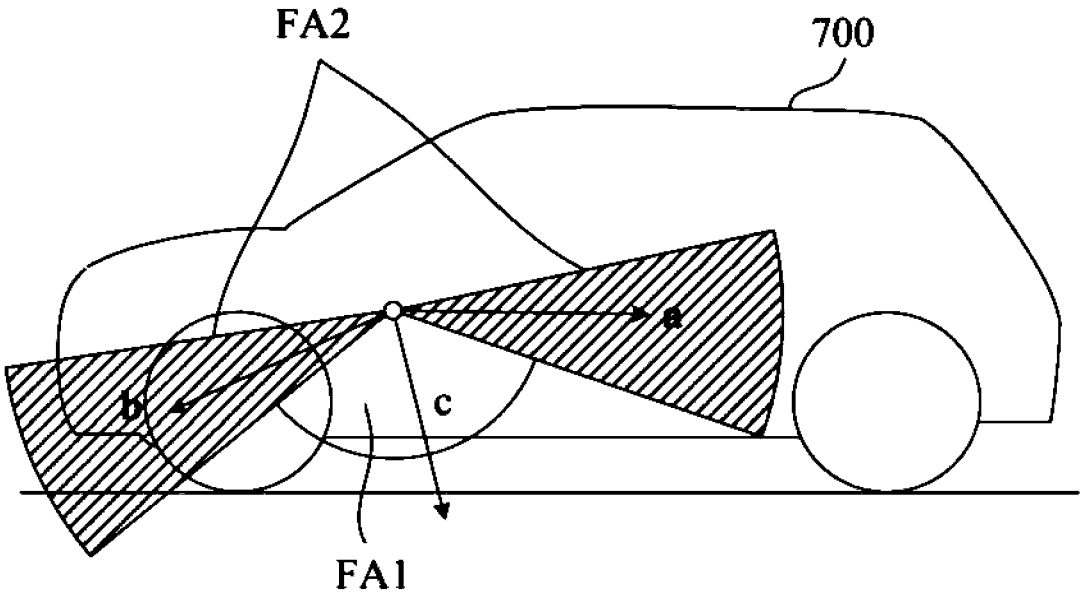


FIG. 12B

FIG. 13A

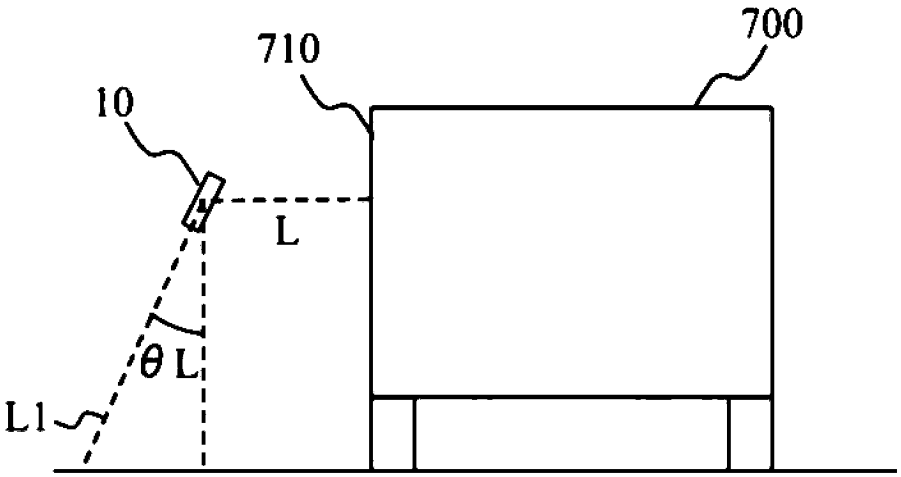


FIG. 13B

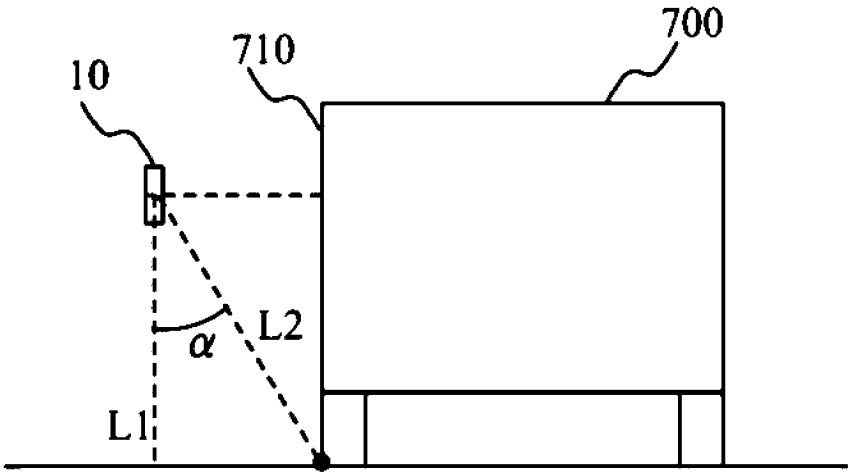


FIG. 13C

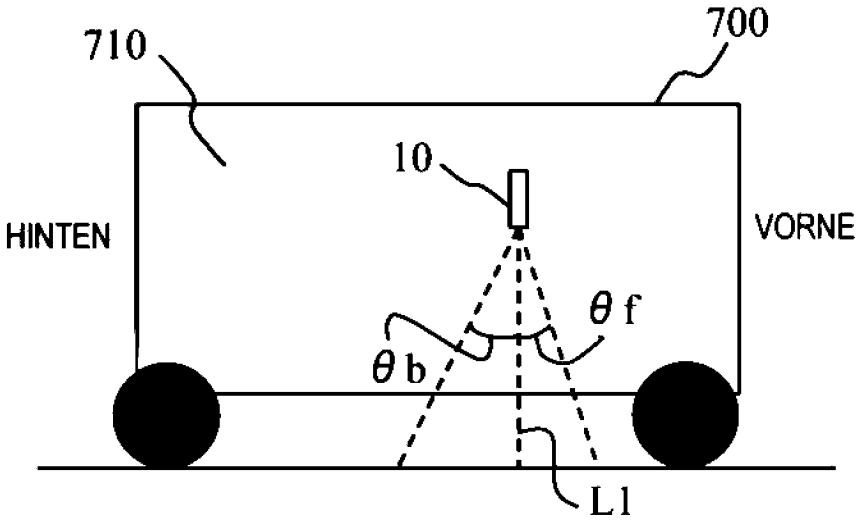




FIG. 14A

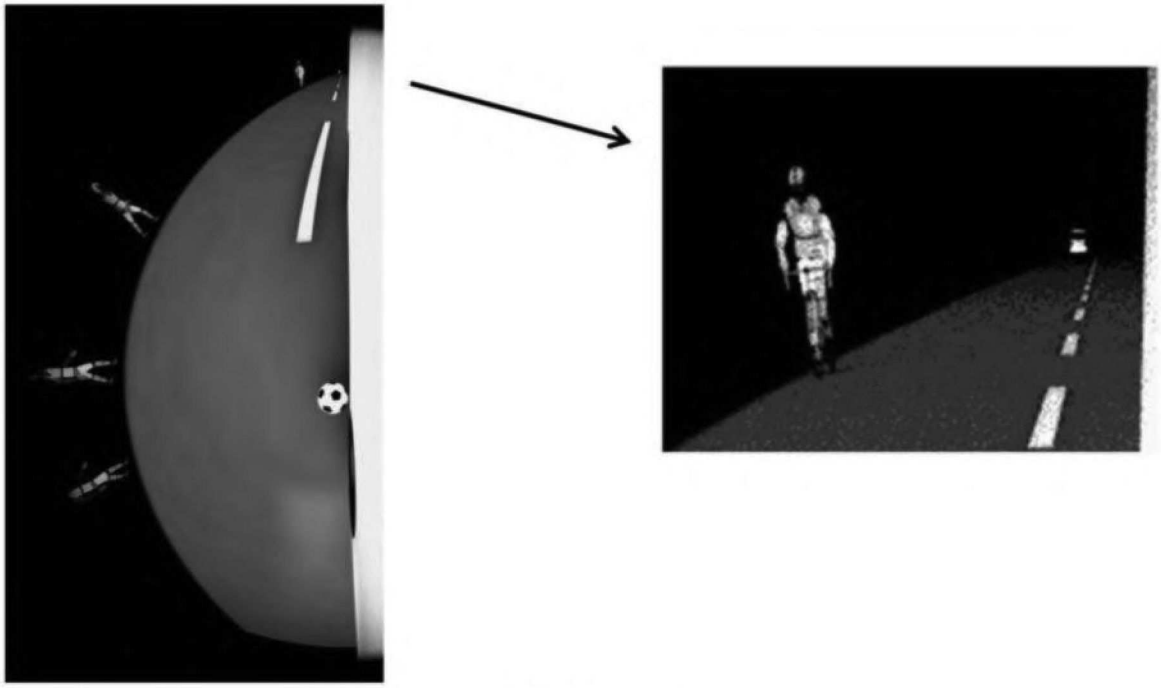


FIG. 14B

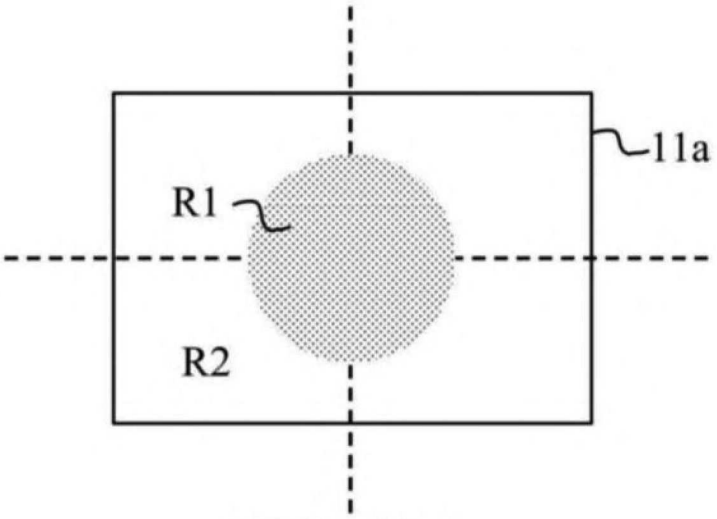


FIG. 15A

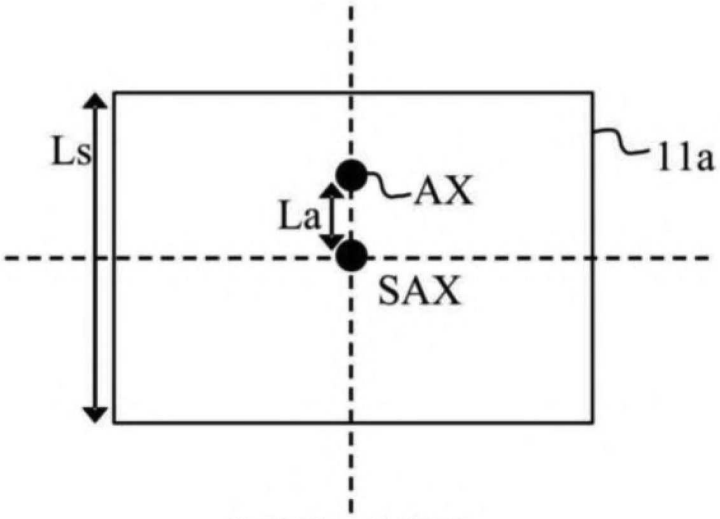


FIG. 15B

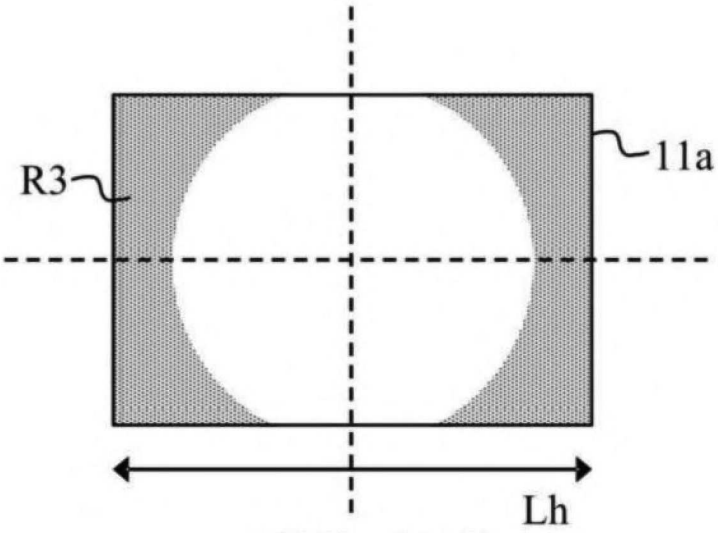


FIG. 15C



FIG. 16A

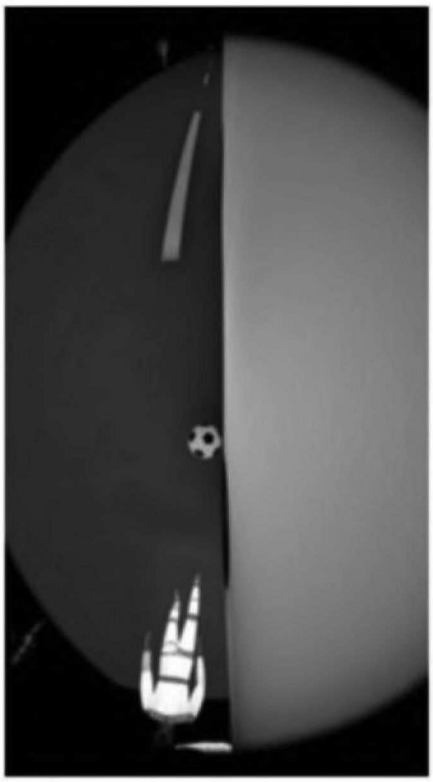


FIG. 16B

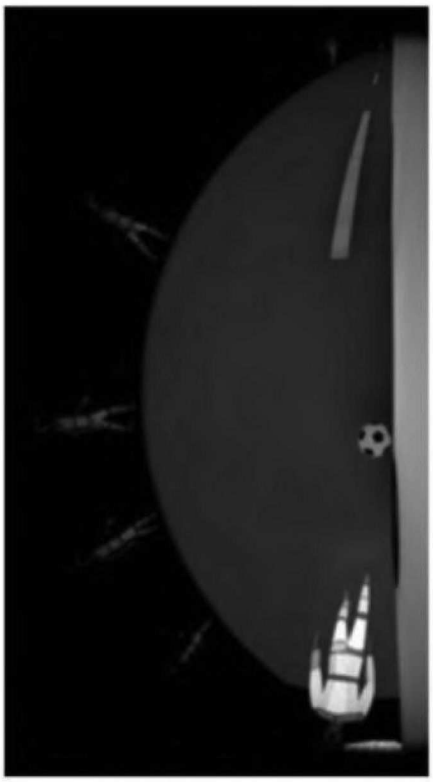


FIG. 16C

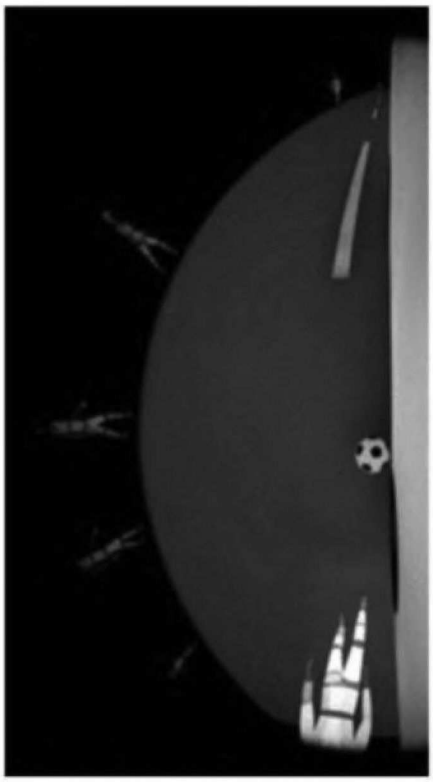


FIG. 16D

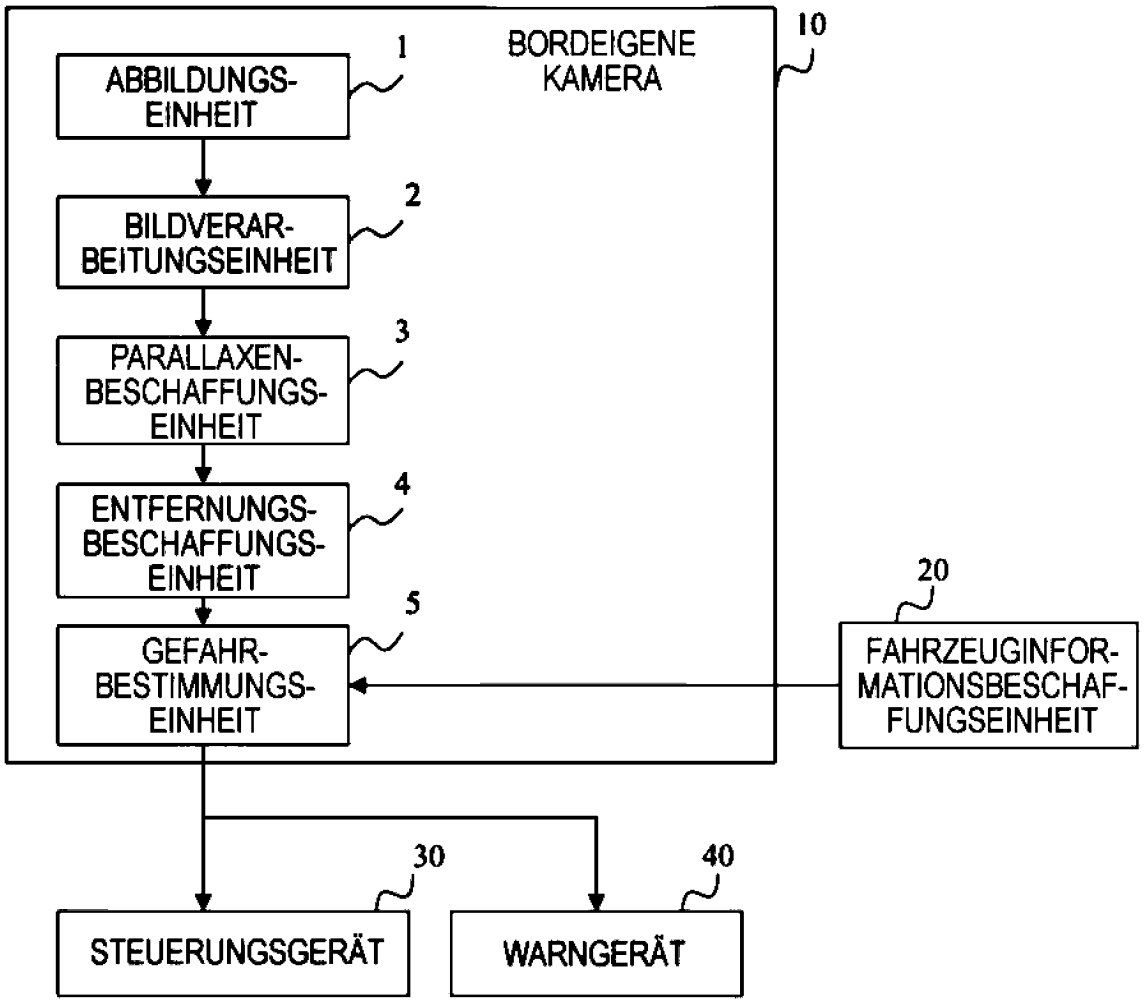

BORDEIGENE KAMERA
10
ABBILDUNGS-EINHEIT
1
BILDVERAR-BEITUNGSEINHEIT
2
PARALLAXEN-BESCHAFFUNGS-EINHEIT
3
ENTFERNUNGS-BESCHAFFUNGS-EINHEIT
4
GEFAHR-BESTIMMUNGS-EINHEIT
5
FAHRZEUGINFOR-MATIONSBESCHAF-FUNGSEINHEIT
20
STEUERUNGSGERÄT
30
WARNGERÄT
40
600

FIG. 17

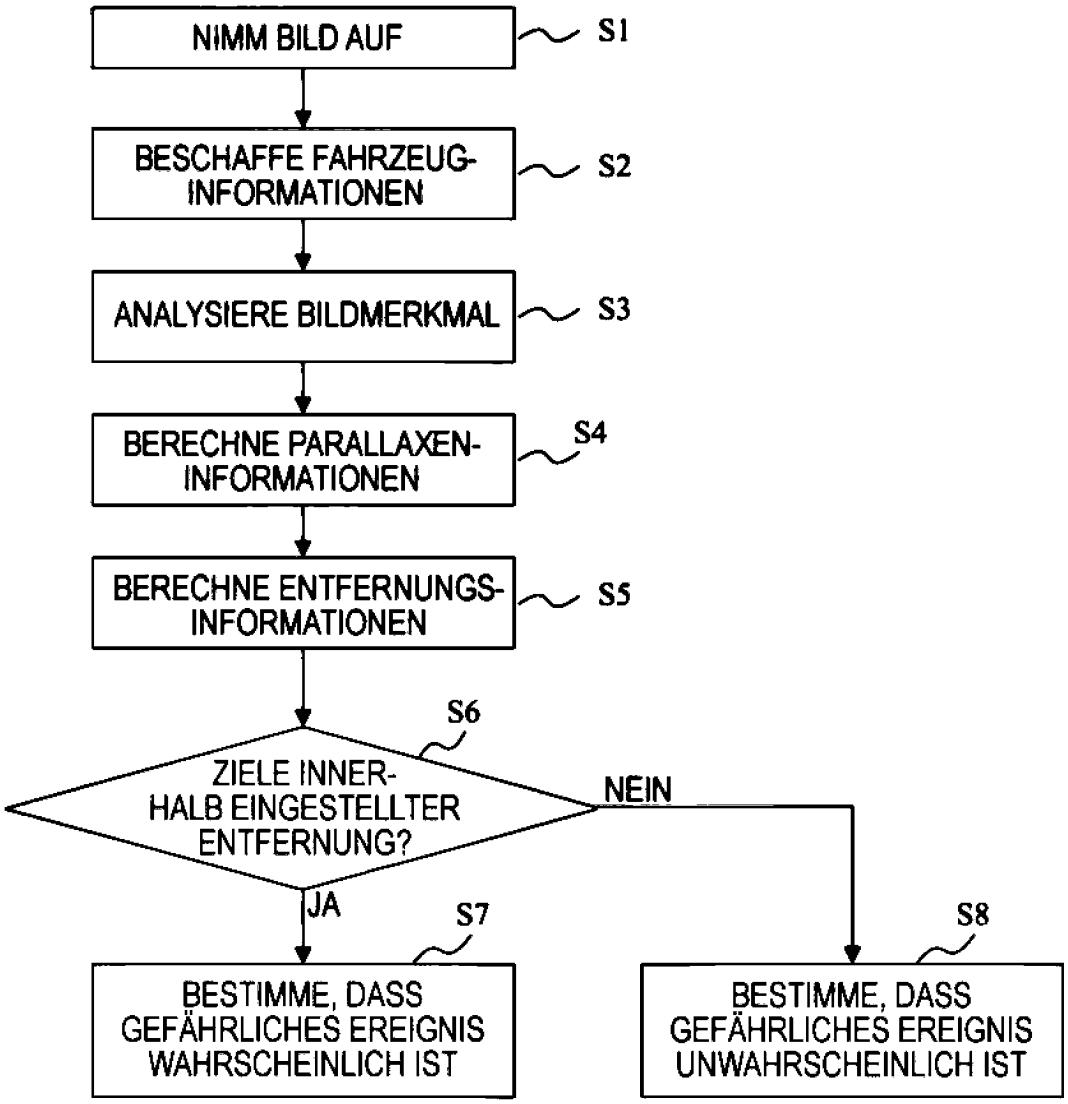


FIG. 18

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.