



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 37 313 T2** 2007.05.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 335 176 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 37 313.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 075 864.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.08.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.08.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F41G 3/22** (2006.01)
G02B 13/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

24380 P 14.08.1996 US

(73) Patentinhaber:

Raytheon Company, Waltham, Mass., US

(74) Vertreter:

**Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos, 40593
Düsseldorf**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

Cooper, Erwin E., Frisco, Texas 75035, US

(54) Bezeichnung: **Kompakte optische Anordnung für ein Vorwärts-Infrarotsystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

4695119 gefunden werden.

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Linsen-anordnung für einen Vorwärts-Infrarotsensor (FLIR) mit mehreren Sehfeldern.

[0002] Luftfahrt-FLIR-Sensoren sind gewöhnlich in einer abgeschnittenen, kugelförmigen Hülle untergebracht, typisch wie jene, die in einer zweiachsigen Masse-Kardanrahmenanordnung verwendet wird. Die Abflachung ist erforderlich, um die Kardanrahmenstruktur aufzunehmen, die daran gesichert ist. Die Größe des kugelförmigen Gehäuses wird gewöhnlich durch den kleinsten Durchmesser bestimmt, der erforderlich ist, die optische Anordnung zu umgeben. Folglich nutzt die Optik den Großteil des Rauminhalts innerhalb der abgeschnittenen Kugel und es bleibt nur wenig Raum übrig für die anderen notwendigen Bestandteile, wie zum Beispiel den Detektor und seine Kühlvorrichtung und die Elektronik. Der Raum für andere elektrooptische Geräte ist daher ebenso sehr beschränkt.

[0003] Ferner war die Maximalgröße des FLIR-Öffnungsdurchmessers nach dem Stand der Technik begrenzt auf weniger als und höchstens 45 Prozent des Durchmessers des kugelförmigen Gehäuses aufgrund der Optik und des Verlusts an Rauminhalt innerhalb des Gehäuses für ein flaches Fenster, um die optische Blendenöffnung und die Fenstersenkung innerhalb der kugelförmigen Hülle zu bedecken. Diese flachen Fenster verursachen auch Schwankungen des Luftwiderstands an dem Kardanrahmen als Funktion des Kardanrahmenwinkels, was die Stabilisierung für hohe Auslösung erschwert.

[0004] Existierende FLIR-Sensoren sind für eine gegebene Anzahl an Detektorelementen ausgelegt, zum Beispiel 240 oder 480, und erfordern einen vollständigen Neuentwurf der Optik und Sensoren, um die Leistungseigenschaften zu ändern.

[0005] Alle bekannten FLIR-Systeme nach dem Stand der Technik umschließen die FLIR-optischen Bestandteile innerhalb der kugelförmigen Hülle kleinster Größe, wie oben beschrieben ist, oder weisen ein vergrößertes Ausmaß der Optik auf, um eine bekannte kugelförmige Größe auszufüllen. Die anderen Bestandteile werden in den verbleibenden Raum eingepasst, der gewöhnlich minimal ist. In dem Fall eines Flugzeuggehäuses, wie zum Beispiel jenes des F18-Flugzeugs, wird ein Überschlags-Neigungskardanring eingesetzt. Die abgeschnittene kugelförmige Hülle enthält nur optische Bestandteile, und zusätzliche Optik muss das Bild an den Detektor und andere Bestandteile weiterleiten, die auf anderen Teilen des Kardanrahmens angeordnet sind. Ein Beispiel eines kardanisch aufgehängten Systems ist in US 5262630 dargestellt. Ein Beispiel einer Linsen-anordnung für ein optisches System kann in US

[0006] Zusammenfassend übersteigt die optische Blendenöffnung nach dem Stand der Technik in keinem bekannten Kardanrahmen-FLIR 45 Prozent des kugelförmigen Hüllendurchmessers und die Optik und das Fenster erstrecken sich von der Vorderseite zur Rückseite der Kugel. Alle bekannten hoch auflösenden FLIRs nach dem Stand der Technik verwenden flache Fenster in dem kugelförmigen Gehäuse. Wenn die FLIR-Öffnung groß ist verglichen mit dem Durchmesser des kugelförmigen Gehäuses, ist die Senkung des flachen Fensters von der Kugelform ebenfalls groß. Dies führt zu einer Schwankung des Luftwiderstands als Funktion des Kardanrahmenwinkels und verursacht Drehmomentschwankungen an dem Kardanrahmen. Keine bekannten FLIRs nach dem Stand der Technik weisen die Fähigkeit auf, die Detektor-Arrays von 240 Elemente auf 480 Elemente zu ändern.

[0007] Besondere und bevorzugte Gesichtspunkte der Erfindung sind in den begleitenden unabhängigen und abhängigen Ansprüchen dargelegt. Merkmale der abhängigen Ansprüche können, soweit angemessen, mit jenen der unabhängigen Ansprüche kombiniert und in anderen Kombinationen als jene, die ausdrücklich in den Ansprüchen dargelegt sind, verwendet werden.

[0008] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stellt eine äußerst kompakte Linsen-anordnung für einen FLIR-Sensor mit mehreren Sehfeldern (FOV), vorzugsweise drei FOV, bereit, der die Größe und das Gewicht minimiert, das erforderlich ist, um eine hohe Auflösung mit einer optischen Blendenöffnung großen Durchmessers zu erreichen. Der Durchmesser der optischen Blendenöffnung ist etwas größer als der halbe Durchmesser der kugelförmigen Hülle oder des Gehäuses, ungefähr 52 Prozent des Durchmessers der kugelförmigen Hülle in einer bevorzugten Ausführungsform und zusätzlich sind alle optischen Bestandteile in weniger als einer Hälfte der kugelförmigen Hülle angeordnet, was reichlich Raum für andere erforderliche Bestandteile übrig lässt. Der Sensor ist so aufgebaut, in eine abgeschnittene, kugelförmige Hülle zu passen, typisch wie jene, die für zweiachsige Masse stabilisierte Kardanrahmen verwendet wird. Das Fenster für die große FLIR-Öffnung stimmt mit der kugelförmigen Hülle überein, um den Luftwiderstand zu minimieren und stellt die Farbkorrektur für die Eng-FOV-Optik bereit. Das gesamte optische System in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kann für existierende 240 Element- und 480 Elementdetektoren ausgelegt sein.

[0009] Kurz dargestellt wird ein FLIR-System mit einer FLIR-Linsen-anordnung bereitgestellt, die ein im Wesentlichen kugelförmiges, möglicherweise abgeschnittenes, Gehäuse mit einem Mittelpunkt und im

Wesentlichen kreisförmigen Querschnitten umfasst und ein optisches Fenster, das in dem Gehäuse angeordnet ist und sich zu der Außenfläche des Gehäuses erstreckt, wobei der Durchmesser des optischen Fensters den Radius eines kreisförmigen Querschnitts, der durch den Mittelpunkt des Gehäuses geht, übersteigt. Das optische Fenster ist eine Linse, die einen Teil des optischen FLIR-Systems bildet, wobei die Linse eine beinahe kuppelförmige negative Linse aus relativ stark streuendem Material ist. Das System umfasst ferner eine positive Linse, die benachbart zu der negativen Linse aus relativ gering streuendem Material angeordnet ist. Das System umfasst ebenso ein erstes optisches System, das innerhalb des Gehäuses angeordnet ist und sich zu einem ersten Fenster an dem Gehäuse erstreckt, um Licht zu erhalten. Das erste optische System ist in einem Rauminhalt innerhalb des Gehäuses angeordnet, der durch das Gehäuse und eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses geht, begrenzt ist. Das erste optische System umfasst ein afokales Linsensystem aus einem ersten Linsenpaar, wobei eine Linse an einer Gehäusewand angeordnet ist, einen ersten Spiegel, der innerhalb des Rauminhalts innerhalb des Gehäuses, der durch das Gehäuse und die Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses geht, angeordnet ist und Licht reflektiert, das durch das erste Linsenpaar fällt und darauf auftrifft, einen zweiten Spiegel, um das von dem ersten Spiegel reflektierte Licht zu erhalten und das Licht entlang eines Wegs parallel zu dem Licht, das auf den ersten Spiegel auftrifft, zu reflektieren und eine Vielzahl an Linsen, um das Licht, das von dem zweiten Spiegel reflektiert wird, zu übertragen. Eine Linse des ersten Linsenpaars ist eine beinahe kuppelförmige negative Linse aus relativ stark streuendem Material und die andere Linse ist eine positive Ge-Linse aus relativ gering streuendem Material, die benachbart zu der negativen Linse angeordnet ist. Das von dem ersten Spiegel reflektierte Licht wird bevorzugt in eine Richtung reflektiert, die senkrecht zu der Richtung des Lichts ist, das auf den ersten Spiegel auftrifft. Das System umfasst ferner ein zweites Fenster, das an der Oberfläche des Gehäuses angeordnet ist und ein zweites optisches System, das in dem Rauminhalt innerhalb des Gehäuses, der durch das Gehäuse und eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses geht, begrenzt ist, angeordnet ist, das Licht durch das zweite Fenster erhält und in der Lage ist, wahlweise das zweite optische System durch einen Teil des ersten optischen Systems zu ersetzen. Das System umfasst ferner eine Vorrichtung, um das zweite optische System wahlweise durch das erste Linsenpaar, den ersten Spiegel und den zweiten Spiegel zu ersetzen.

[0010] Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden hierin nachstehend nur beispielhaft mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0011] [Fig. 1](#) ein schematisches Diagramm einer optischen Anordnung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ist, die innerhalb eines kugelförmigen Gehäuses angeordnet ist;

[0012] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Perspektivansicht des Eng-FOV-Optikteils der optischen Anordnung aus [Fig. 1](#) ist;

[0013] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Perspektivansicht des Mittel-FOV-Optikteils der optischen Anordnung aus [Fig. 1](#) ist;

[0014] [Fig. 4](#) eine vergrößerte Perspektivansicht des Weit-FOV-Optikteils der optischen Anordnung aus [Fig. 1](#) ist; und

[0015] [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) und [Fig. 5c](#) Seitenansichten einer baulichen Anordnung zum Umschalten zwischen den drei Sehfeldern (FOVs) sind, wobei [Fig. 5a](#) die Anordnung für ein Weit-FOV (WFOV) darstellt, [Fig. 5b](#) die Anordnung für ein Eng-FOV (NFOV) darstellt und [Fig. 5c](#) die Anordnung für ein Mittel-FOV (MFOV) darstellt.

[0016] In [Fig. 1](#) ist eine optische FLIR-Anordnung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung dargestellt, in der die optischen Bestandteile in der unteren vorderen Hälfte des abgeschnittenen kugelförmigen Gehäuses **1** angeordnet sind. Die andere Hälfte des Gehäuses ist für die anderen Bauteile, wie zum Beispiel den Detektor **3**, die Detektorkühlung (nicht dargestellt), die Kreisel (nicht dargestellt) und die Elektronik (nicht dargestellt), verfügbar.

[0017] Das Gehäuse **1** umfasst ein Fenster **11** für das Eng-FOV-System und ein Fenster **7** für das Mittel- und Weit-FOV-System. Das Bild, das durch das Fenster **11** für das Eng-FOV-System eintritt, verläuft auf einem geknickten Weg, indem es anfangs auf einen Diamantspitzendreh-(DPT)-Knickspiegel **9**, der typischerweise ein Aluminiumspiegel ist, der gewöhnlich entlang einer Ebene angeordnet ist, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses **1** geht, zur Ablenkung des Strahlengangs auftrifft. Wie in [Fig. 1](#) ersichtlich ist, ist die gesamte FOV-Optik innerhalb der Hälfte des Gehäuses auf einer Seite der Ebene des Spiegels **9** angeordnet. Wie hierin nachstehend beschrieben wird, wird ein Teil der Optik des optischen Systems in Verbindung mit jeweils dem Eng-, Mittel- und Weit-FOV-System verwendet.

[0018] Das Eng-FOV-System ist ausführlicher in [Fig. 2](#) beschrieben und umfasst eine erste gekrümmte, beinahe kuppelförmige negative ZnS-Linse **11** aus stark streuendem Material, die ebenfalls als Fenster an der Oberfläche des Gehäuses **1** für das Eng-FOV-System agiert. Diese Linse weist einen Krümmungsradius an der Außenfläche auf, der nahe, jedoch nicht notwendigerweise derselbe ist, wie jener

der Oberfläche des Gehäuses **1**. Eine positive Ge-Linse **13** aus gering streuendem Material mit einem relativ großen Krümmungsradius an seiner Rückfläche und einem relativ kleinen Krümmungsradius an seiner Vorderfläche ist benachbart zu der Linse **11** angeordnet und innerhalb des Gehäuses **1**. Kollimationslicht fällt durch die Linsen **11** und **13** und gegen den ersten DPT-Knickspiegel **9** auf einen zweiten DPT-Knickspiegel **15**. Die Linse **11** liefert eine axiale Farbkorrektur. Das Licht wird dann von dem Spiegel **15** auf eine Bildebene reflektiert, dann durch eine Reihe von Linsen, die eine ZnS-Linse **17** umfassen, gefolgt von den Ge-Linsen **19** und **21**. Die bis zu diesem Punkt beschriebenen Linsen umfassen ein afokales Linsensystem mit einer 8,66-fachen Vergrößerung. Das von der Linse **21** ausstrahlende Licht trifft auf einen Abtastspiegel **22**, der um eine vertikale Achse schwingt, um das gesamte horizontale FOV horizontal abzutasten und wird von dort durch eine Ge-Linse **23** auf einen Interlace-Spiegel **25** reflektiert. Der Interlace-Spiegel **25** reflektiert das Licht dann in einem verschachtelten Muster durch eine Detektoroptik, die die Ge-Linsen **27**, **29** und die ZnS-Linse **31** umfasst, und durch das Dewar-Fenster **33** zu dem Detektor **3**.

[0019] Wie in [Fig. 1](#) gesehen werden kann, können das optische Mittel- und Weit-FOV-System unterhalb des optischen Eng-FOV-Systems und in derselben Halbkugelhälfte angeordnet werden. Es ist zu verstehen, dass das optische Mittel- und/oder Weit-FOV-System mit nur einem optischen Eng-FOV-System eliminiert werden kann und eins oder keins der anderen offenbaren optischen Systeme vorhanden ist.

[0020] In [Fig. 3](#) ist die Optik für das Mittel-FOV-System ausführlicher dargestellt. Das System umfasst ein Ge-Fenster **7**, wie auch in [Fig. 1](#) dargestellt ist, durch das Kollimationslicht fällt. Dieses Kollimationslicht verläuft dann durch eine Ge-Linse **41** und eine ZnSe-Linse **43** zu der Linse **17**, wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, und dann durch den Rest des optischen Systems zu dem Detektor **3**, wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Das optische System für das Mittel-FOV ist bis zu dem Abtastspiegel **22** ein afokales Linsensystem. Wenn das Mittel-FOV-System in Betrieb ist, werden der Spiegel **15** und die für das Weit-FOV-System bestimmte Optik, die hierin nachstehend beschrieben wird, aus dem optischen Weg des Mittel-FOV-Systems entfernt.

[0021] In [Fig. 4](#) ist die Optik für das Weit-FOV-System ausführlicher dargestellt. Das System umfasst das Ge-Fenster **7**, wie ebenfalls in den [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist, durch das Kollimationslicht fällt. Dieses Kollimationslicht verläuft dann durch drei Ge-Linsen **51**, **53** und **55** und eine GaAs-Linse **57** zu der Linse **17**, wie in den

[0022] [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist, und dann durch den Rest des optischen Systems zu dem Detektor **3**, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist. Das optische System für das Weit-FOV ist bis zu dem Abtastspiegel **22** ein afokales Linsensystem. Wenn das Weit-FOV-System in Betrieb ist, werden der Spiegel **15** und die für das Mittel-FOV-System bestimmte Optik, die oben erläutert ist, aus dem optischen Weg des Weit-FOV-Systems entfernt.

[0023] In den [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) und [Fig. 5c](#) ist eine bauliche Anordnung zum Umschalten zwischen den drei Sehfeldern (FOVs) dargestellt. Die MFOV- und WFOV-Linsen (M) und (N) sind in einem gemeinsamen Linsengehäuse (C) angebracht und drehen sich um einen Drehpunkt (M), der oberhalb der Linse angeordnet ist, wie in diesen Figuren dargestellt ist. Der NFOV-Knickspiegel (K) ist auf einem linearen Gleittisch (J) angebracht, der sich nach links zu der optischen Achse (L) und zurück zu der Position, die in [Fig. 5c](#) dargestellt ist, verschiebt. Der NFOV-Knickspiegel (K) und der Gleittisch (J) sind hinter oder nach achtern der MFOV-Linse (M) angeordnet.

[0024] [Fig. 5a](#) stellt die Linse in der WFOV-Position dar, in der der NFOV-Knickspiegel (K) rechts der optischen Achse (L) angeordnet ist. Die Linsenumschaltreihenfolge ist: weit zu eng zu mittel oder mittel zu eng zu weit. Ein einzelner Motor (O) wird verwendet, um die Linsen-FOVs umzuschalten. Der Motor (O) treibt zwei Kurbelarme (A) und (D) über ein Zahnradgetriebe (E). Ein Kurbelarm (A) treibt ein Gestänge (B), das an dem Linsengehäuse (C) befestigt ist, um von der MFOV-Linse (M) zu der WFOV-Linse (N) und zurück umzuschalten. Der andere Kurbelarm (D) treibt ein Gestänge (F), das an dem Eng-FOV-Knickspiegel (K) befestigt ist, um den Spiegel umzuschalten.

[0025] Wenn sich der Motor (O) von der in [Fig. 5a](#) dargestellten WFOV-Position in die in [Fig. 5b](#) dargestellte NFOV-Position dreht, dreht sich das Linsengehäuse (C) im Uhrzeigersinn um seinen Drehpunkt (M). Der Linsenantriebskurbelarm (A) dreht sich im Uhrzeigersinn um 121 Grad und zieht an dem Linsenantriebsgestängearm (B), der wiederum das Linsengehäuse (C) in Richtung der MFOV-Position zieht. Gleichzeitig wird der Spiegelkurbelarm (D) ebenfalls im Uhrzeigersinn um 224 Grad durch das Zahnradgetriebe gedreht (E). Dieser Kurbelarm (D) zieht an dem Spiegelantriebsgestänge #1 (F), was den Spiegelantriebskurbelzwischenarm (G) veranlasst, sich im Uhrzeigersinn zu drehen. Der Kurbelzwischenarm (G) zieht an dem Spiegelantriebsgestänge #2 (H), das den linearen Spiegelgleittisch (J) nach links und in Richtung der optischen Mittelachse (L) zieht. Der Motor (O) dreht sich weiter, bis sich der NFOV-Knickspiegel (K) in der optischen Achse (J) und in der NFOV-Position befindet. Wenn dies geschieht, befindet sich die WFOV-Linse (N) links der optischen Achse

se (L) und die MFOV-Linse rechts der optischen Achse, wie in [Fig. 5b](#) dargestellt ist. Um von der NFOV-Position zu der MFOV-Position umzuschalten, dreht sich der Motor (O) in derselben Richtung wie vorher weiter. Der Linsenkurbelarm (A) dreht sich im Uhrzeigersinn 71 Grad weiter, um das Linsengehäuse (C) im Uhrzeigersinn zu ziehen, bis sich die MFOV-Linsen (M) in der optischen Achse (L) befinden. Gleichzeitig dreht sich der Spiegelkurbelarm (D) im Uhrzeigersinn 132 Grad weiter, so dass er an dem Spiegelgestänge #1 (F) zu drücken und den Spiegelantriebskurbelzwischenarm (G) im Uhrzeigersinn zu drehen beginnt. Der Kurbelzwischenarm (G) drückt an dem Spiegelantriebsgestänge #2 (H), das den linearen Gleittisch (J) zurück rechts der optischen Achse (L) in die MFOV-Position, die in [Fig. 5c](#) dargestellt ist, drückt. Der Antriebsmotor (O) kann umgekehrt werden, um von MFOV zu NFOV zu WFOV umzuschalten. Mechanische Anschläge (nicht dargestellt) werden verwendet, das Linsengehäuse in der MFOV- und WFOV-Position und den Spiegel (K) in der NFOV-Position zu stoppen.

[0026] In der bevorzugten Ausführungsform, die in den Zeichnungen dargestellt ist, beträgt die Eng-FOV-Öffnung 5 8,67 Zoll im Durchmesser und das kugelförmige Gehäuse **1** beträgt 16,67 Zoll im Durchmesser. Dies ergibt für die FLIR-Öffnung 5 52 Prozent des Durchmessers des kugelförmigen Gehäuses **1**. Das Fenster **11** für die Eng-FOV-Optik liefert eine Farbkorrektur und weist einen Außenradius von 9,1 Zoll auf. Der Radius des kugelförmigen Gehäuses beträgt 8,335 Zoll. Der Senkungsunterschied zwischen der Eng-FOV-Linse und der kugelförmigen Hülle ist geringer als 0,15 Zoll oder 1,7 Prozent des Kugelradius, was außerordentlich gute aerodynamische Eigenschaften bereitstellt. Die Senkung des kleinen flachen Fensters **7** für das Mittel- und Weit-FOV ist geringer als 0,25 Zoll von der kugelförmigen Hülle oder 3 Prozent des Kugelradius.

[0027] Die Optik ist ausgelegt, mit horizontal abgetasteten, tdi, Detektor-Arrays mit 240 Elementen bei 28 Mikron Mittenabstand oder 480 Elementen bei 25 Mikron Mittenabstand zu arbeiten. Dies erlaubt einen Änderung der Leistung und Kosten des Sensors mit minimaler Systemänderung. Bestandteile in der hinteren Hälfte des kugelförmigen Sensorgehäuses, die den Detektor, die Kühlung und die Elektronik umfassen, werden getauscht. Die teuersten Bestandteile wie das Kardanrahmensystem und das optische System mit Linsenumschaltung werden beibehalten. Das Mittel-FOV beträgt das 3,9-fache des Eng-FOV. Das Weit-FOV beträgt das 6,2-fache des Mittel-FOV und das 24,15-fache des Eng-FOV.

[0028] Während die Beschreibung mit Bezug auf Abtast-FLIRs bereitgestellt wurde, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt und kann ebenso auf Starr-FLIRs durch Verwenden eines größeren

FOV-Bildwandlers, eines Knickspiegels für den Abtaster und eines Starrbildebeneendetektors für den Abtastdetektor angewendet werden. Das FLIR der vorliegenden Ausführungsform hierin verwendet eine 8 bis 10 Mikron-Optik und drei afokale Linsenanordnungen. Andere Wellenlängensensoren oder elektrooptische Systeme könnten diese optische Anordnung einsetzen und die afokalen Linsen könnten mit einfachen Objektivenlinsen oder einem Abbildungslinsensystem ersetzt werden.

[0029] Die optische Anordnung könnte in jedem elektrooptischen System eingesetzt werden, das ein großes Öffnungsverhältnis in einer nahezu kugelförmigen Hülle erfordert, wie zum Beispiel ein Flugkörpersensor mit einem externen Kuppelfenster.

[0030] Obwohl die Erfindung mit Bezug auf eine spezielle bevorzugte Ausführungsform beschrieben wurde, werden dem Fachmann viele Änderungen und Modifikationen unmittelbar deutlich werden.

Patentansprüche

1. FLIR-System mit einer FLIR-Linsenoptik umfassend:

(a) ein im Wesentlichen kugelförmiges Gehäuse (**1**) mit einem Mittelpunkt und im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitten; und

(b) ein erstes optisches System mit optischen Bestandteilen (**11**, **13**, **9**, **15**), die innerhalb des Gehäuses (**1**) angeordnet sind und sich zu einem ersten Fenster in dem Gehäuse (**1**) erstrecken, um Licht durch das Fenster zu erhalten,

(c) die optischen Bestandteile (**11**, **13**, **9**, **15**) in einem Rauminhalt innerhalb des Gehäuses (**1**) angeordnet sind, der durch das Gehäuse (**1**) begrenzt ist und eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses (**1**) geht, und die optischen Bestandteile (**11**, **13**, **9**, **15**) des ersten optischen Systems umfassen:

ein afokales Linsensystem umfassend: ein erstes Linsenpaar (**11**, **13**), wobei eine Linse (**11**) des Linsenpaares das erste Fenster bildet, die als Teil einer Wand des Gehäuses (**1**) angeordnet ist und die eine Linse (**11**) eine optische Öffnung für das erste optische System festlegt;

einen ersten Spiegel (**9**), um Licht zu reflektieren, das durch das erste Linsenpaar (**11**, **13**) fällt und darauf auftrifft;

einen zweiten Spiegel (**15**), um das von dem ersten Spiegel (**9**) reflektierte Licht zu empfangen und das Licht entlang eines Wegs parallel zu dem Licht zu reflektieren, das auf den ersten Spiegel (**9**) auftrifft; und eine weitere Vielzahl an Linsen (**17-21**), um das Licht zu übertragen, das von dem zweiten Spiegel (**15**) reflektiert wird.

2. System gemäß Anspruch 1, worin die eine Linse (**11**) des ersten Linsenpaares (**11**, **13**) eine beinahe kuppelförmige negative Linse aus relativ stark streu-

endem Material ist und die andere Linse (**13**) des ersten Linsenpaars (**11**, **13**) eine positive Ge-Linse aus relativ gering streuendem Material ist, die benachbart zur negativen Linse (**11**) angeordnet ist.

3. System gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, worin das Licht, das von dem ersten Spiegel (**9**) reflektiert wird, in eine Richtung reflektiert wird, die senkrecht zu der Richtung des Lichts ist, das auf den ersten Spiegel (**9**) auftrifft.

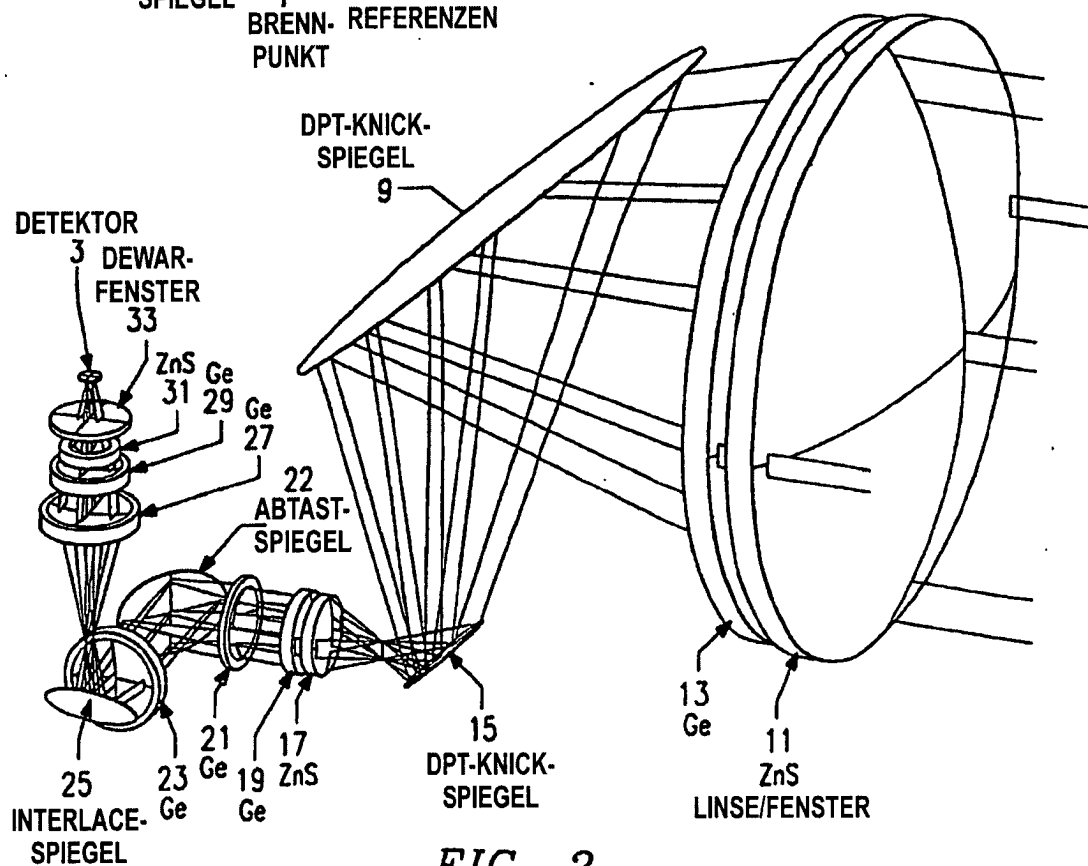
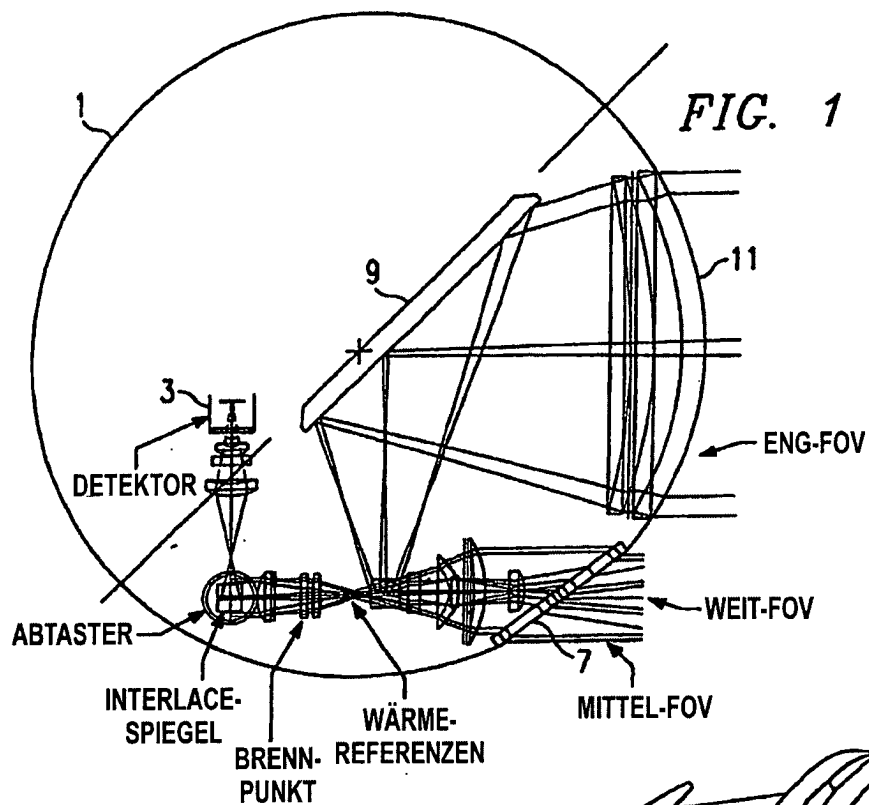
4. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2 ferner umfassend ein zweites Fenster (**7**), das an der Oberfläche des Gehäuses (**1**) angeordnet ist und ein zweites optisches System mit optischen Bestandteilen (**41**, **43**), die in dem Rauminhalt innerhalb des Gehäuses (**1**) angeordnet sind, der durch das Gehäuse (**1**) begrenzt ist und eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses (**1**) geht, das Licht durch das zweite Fenster (**7**) erhält, wobei das System ferner Mittel beinhaltet, die optischen Bestandteile (**41**, **43**) des zweiten optischen System wahlweise durch die optischen Bestandteile (**11**, **13**, **9**, **15**) des ersten optischen Systems zu ersetzen.

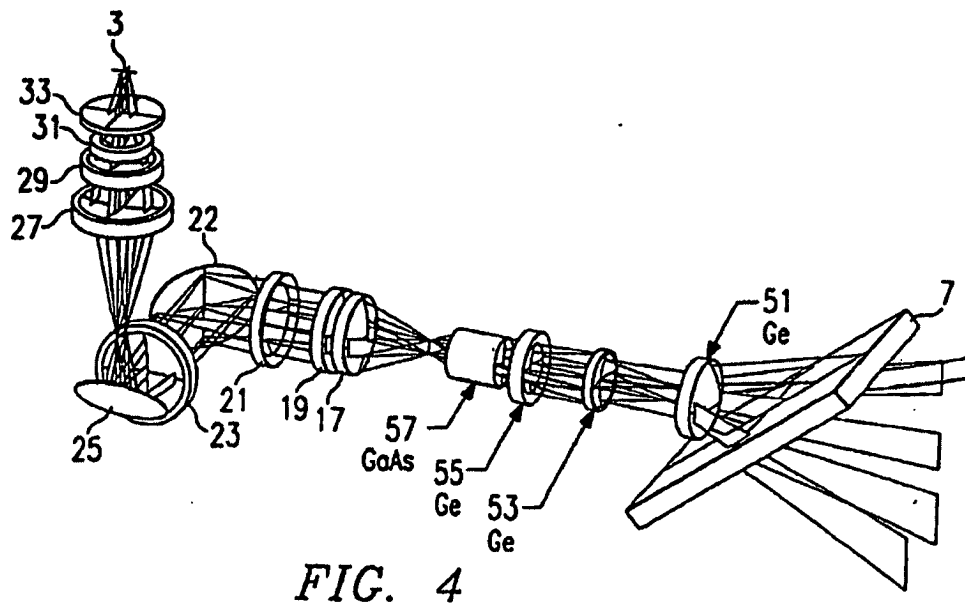
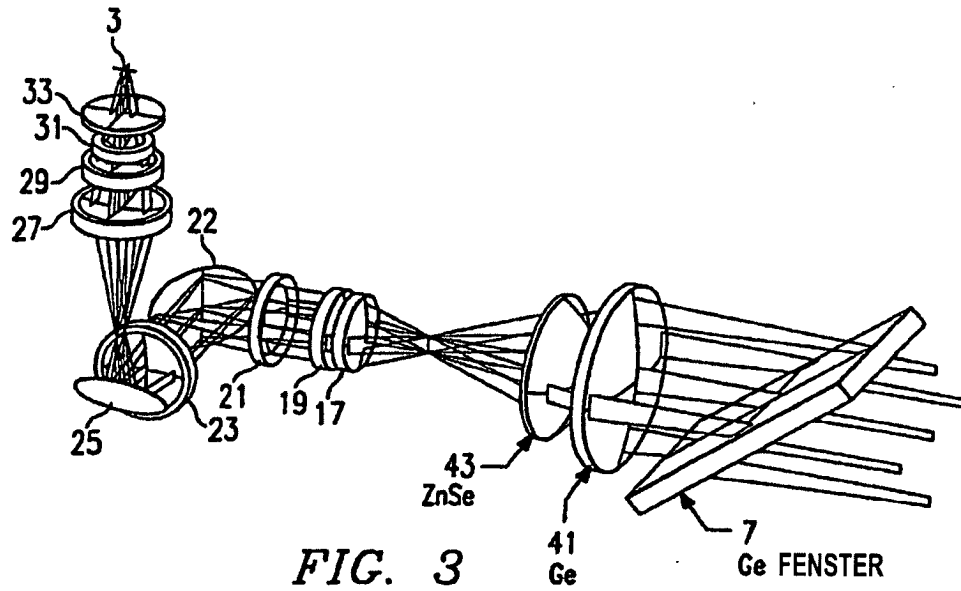
5. System gemäß Anspruch 4 ferner umfassend ein zweites Fenster (**7**), das an der Oberfläche des Gehäuses (**1**) angeordnet ist und ein zweites optisches System mit optischen Bestandteilen (**41**, **43**), die in dem Rauminhalt innerhalb des Gehäuses (**1**) angeordnet sind, der durch das Gehäuse (**1**) begrenzt ist und eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Gehäuses (**1**) geht, das Licht durch das zweite Fenster (**7**) erhält, wobei das System ferner Mittel beinhaltet, die optischen Bestandteile (**41**, **43**) des zweiten optischen System wahlweise durch das erste Linsenpaar (**11**, **13**), den ersten Spiegel (**9**) und den zweiten Spiegel (**15**) zu ersetzen.

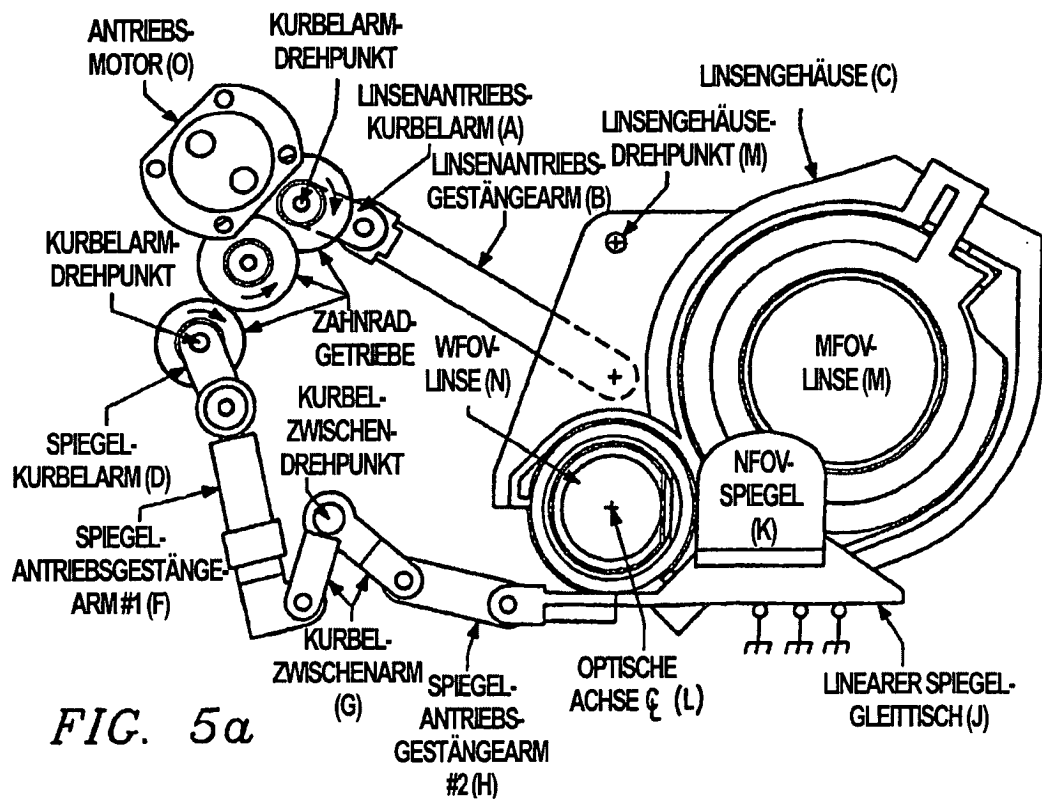
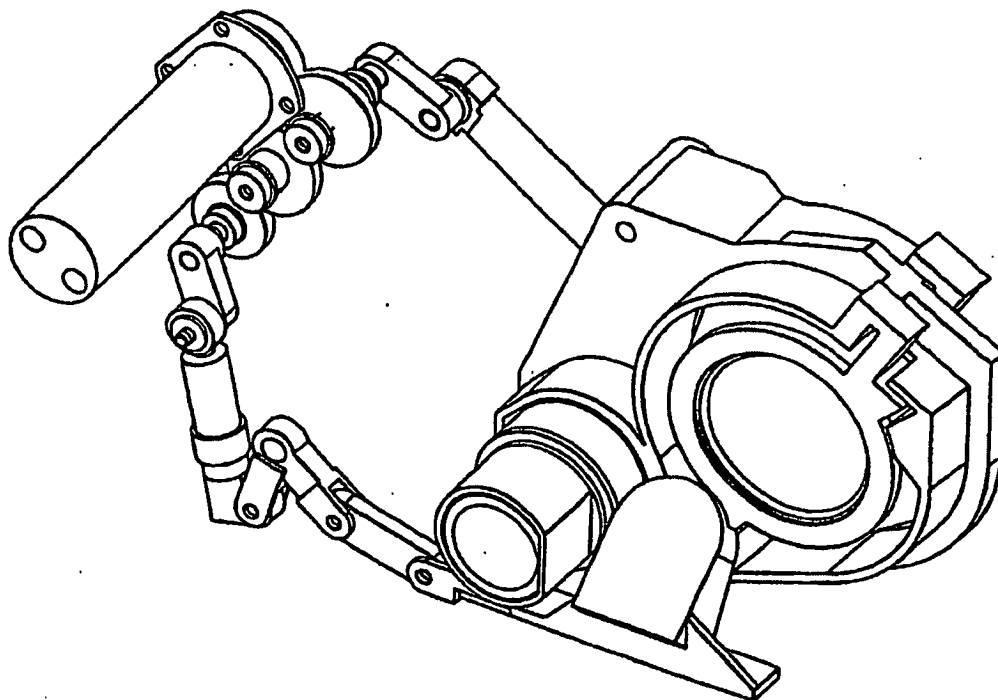
6. System gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, worin das Gehäuse (**1**) im Wesentlichen die Form einer abgeschnittenen Kugel aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen







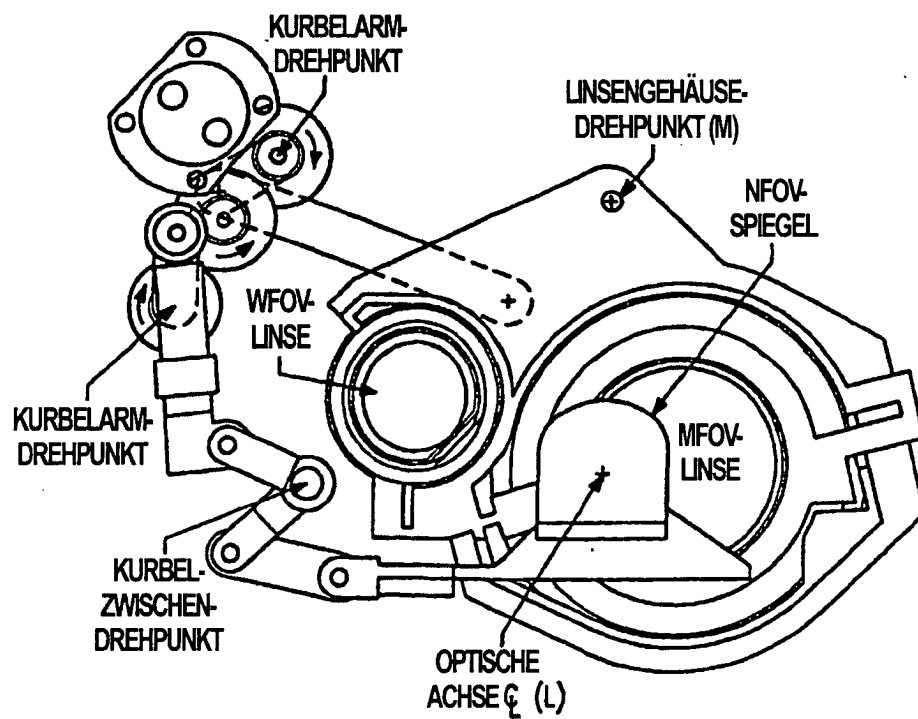
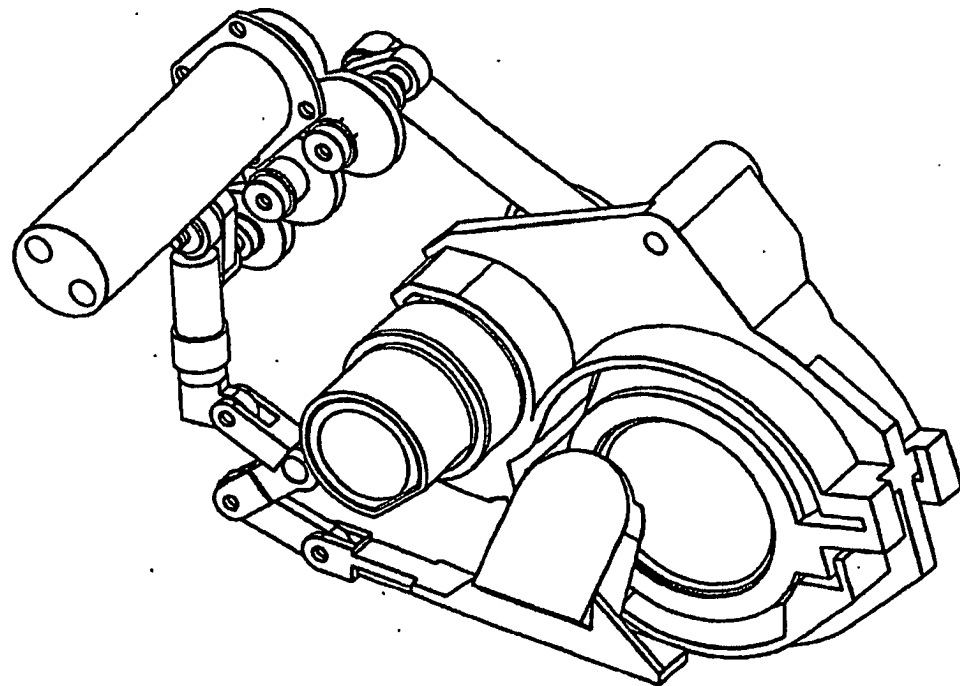


FIG. 5b

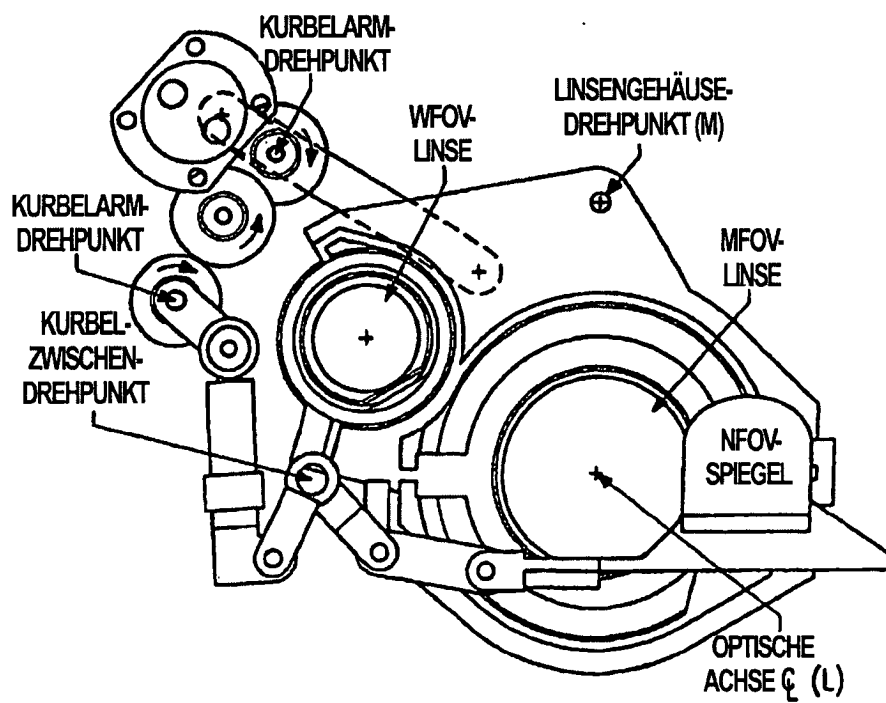
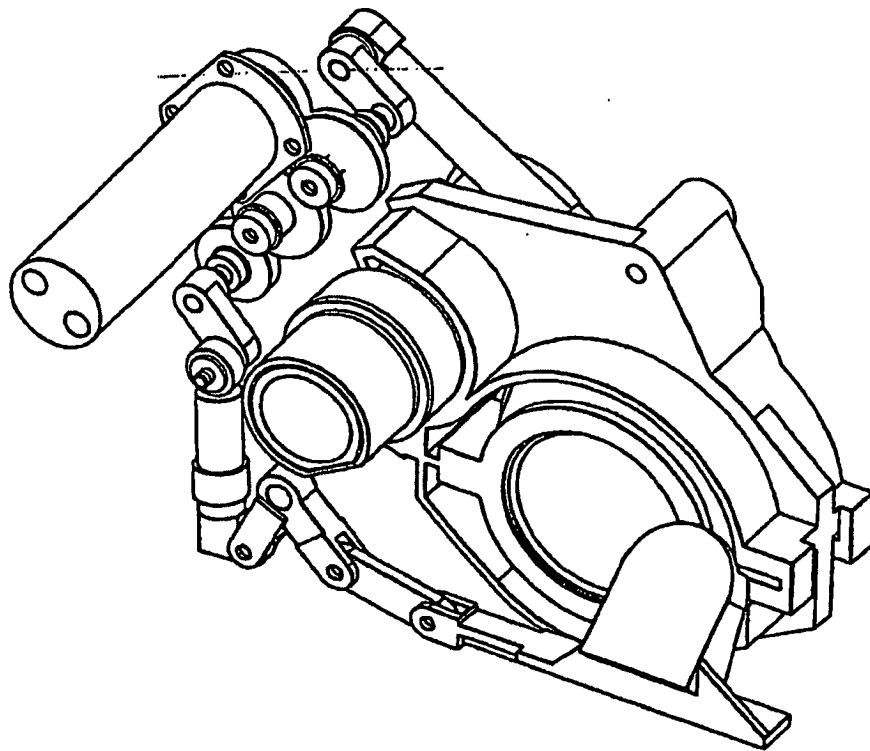


FIG. 5c