

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Varioobjektiv, insbesondere einen in dem Varioobjektiv enthaltenen Nockenmechanismus zum Bewegen von optischen Elementen, z.B. Linsengruppen.

Stand der Technik

[0002] In herkömmlichen Varioobjektiven ist häufig ein einziger Nockenring enthalten, der auf seiner Innenumfangsfläche oder seiner Außenumfangsfläche zwei Sätze Nocken- oder Kurvennuten hat, durch die zwei geradegeführte optische Elemente (vorderes optisches Element und hinteres optisches Element), z.B. zwei Linsengruppen, bewegt werden. Die Miniaturisierung eines derartigen Nockenrings macht es zuweilen erforderlich, dass die beiden Nutensätze einander schneiden. Demzufolge müssen in einem Varioobjektiv mit einem solchen Nockenring Maßnahmen ergriffen werden, durch die verhindert wird, dass sich die beiden zugehörigen Sätze von Kurveingriffsgliedern (Nockenmitnehmer), die in die ihnen zugeordneten Kurvennuten greifen, an den Schnittpunkten der beiden Nutensätze aus den Kurvennuten lösen. Ein Beispiel für einen solchen Mechanismus, der verhindert, dass sich die Kurveingriffsglieder aus den zugehörigen Kurvennuten lösen, ist ein aus dem Stand der Technik bekannter Mechanismus, der unterstützende Teilkurvennuten und zugehörige unterstützende Kurveingriffsglieder umfasst, die verhindern, dass sich die beiden Eingriffsgliedsätze aus den beiden Nutensätzen lösen. Dabei sind die unterstützenden Teilkurvennuten unabhängig von den beiden Nutensätzen (Hauptkurvennuten), in denen die zugehörigen Kurveingriffsglieder geführt sind, vorgesehen. Die unterstützenden Kurveingriffsglieder greifen in die ihnen zugeordneten Teilkurvennuten, wenn die Kurveingriffsglieder an den beiden oben genannten Schnittpunkten der Kurvennuten vorbeilaufen. Diese Art von Mechanismus ist z.B. in der Japanischen Patentveröffentlichung H10-282394 beschrieben.

[0003] Diese Maßnahmen, die verhindern, dass sich das jeweilige Kurveingriffsglied aus der ihm zugeordneten Nut löst, machen jedoch den Nockenmechanismus kompliziert und groß. Werden dagegen die beiden auf dem Nockenring ausgebildeten Nutensätze in Richtung der optischen Achse so voneinander separiert, dass sie einander nicht schneiden, so nimmt die Länge des Nockenrings zu, was die Miniaturisierung des Varioobjektivs erschwert.

Aufgabenstellung

[0004] Die Erfindung sieht einen Nockenmechanismus für einen Objektivtubus vor, der einen Nockenring enthält, auf dessen einer Umfangsfläche, nämlich der Innenumfangsfläche oder der Außenum-

fangsfläche, mindestens eine vordere Kurvennut und mindestens eine hintere Kurvennut ausgebildet sind, die unterschiedliche Kurvenbahnen aufweisen. Durch die Erfindung wird eine Miniaturisierung des Nockenrings und zugleich eine Vereinfachung des Nockenmechanismus erreicht.

[0005] Die Erfindung erreicht dies durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] In einem Nockenmechanismus eines Objektivtubus, der einen Nockenring enthält, bei dem auf ein und derselben Umfangsfläche eine vordere Kurvennut und eine hintere Kurvennut mit unterschiedlichen Kurvenbahnen ausgebildet sind, erzielt die Erfindung eine Miniaturisierung des Nockenrings und zugleich eine Vereinfachung des Nockenmechanismus.

[0007] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

[0008] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch ein Varioobjektiv gemäß Ausführungsbeispiel in der Weitwinkelgrenzeinstellung,

[0009] [Fig. 2](#) einen Längsschnitt durch das in [Fig. 1](#) gezeigte Varioobjektiv in der Telegrenzeinstellung,

[0010] [Fig. 3](#) einen Längsschnitt durch das in [Fig. 1](#) gezeigte Varioobjektiv im vollständig eingefahrenen Zustand,

[0011] [Fig. 4](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung verschiedener Elemente des in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Varioobjektivs,

[0012] [Fig. 5](#) einen perspektivische Explosionsdarstellung eines CCD-Halters, eines ortsfesten Tubus sowie weiterer Elemente des in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Varioobjektivs,

[0013] [Fig. 6](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung eines ersten Geradföhrungsrings, eines Mehrfachgewinderings und eines dritten Außentubus des in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Varioobjektivs,

[0014] [Fig. 7](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung eines Nockenrings, eines zweiten Geradföhrungsrings, einer Verstellfassung für die zweite Linsengruppe sowie einer Verstellfassung für die dritte Linsengruppe entsprechend [Fig. 4](#),

[0015] [Fig. 8](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung des Nockenrings, des zweiten Geradföhrungsrings, der Verstellfassung für die zweite Linsengruppe und der Verstellfassung für die dritte Linsengruppe des in den [Fig. 4](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Vario-

objektivs, wobei die Anordnung der beiden Verstellfassungen relativ zueinander in der Weitwinkelgrenzeinstellung des Varioobjektivs gezeigt ist,

[0016] [Fig. 9](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung des Nockenrings, des zweiten Geradführungsrings, der Verstellfassung für die zweite Linsengruppe und der Verstellfassung für die dritte Linsengruppe des in den [Fig. 4](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Varioobjektivs, wobei die Anordnung der beiden Verstellfassungen zueinander in der Telegrenzeinstellung des Varioobjektivs gezeigt ist,

[0017] [Fig. 10](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung des Nockenrings, des zweiten Geradführungsrings, der Verstellfassung für die zweite Linsengruppe und der Verstellfassung für die dritte Linsengruppe aus einer anderen Blickrichtung als in [Fig. 7](#),

[0018] [Fig. 11](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Haltekonstruktion, die die zweite Linsengruppe und die dritte Linsengruppe des Varioobjektivs hält,

[0019] [Fig. 12](#) eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Haltekonstruktion, die die erste Linsengruppe hält,

[0020] [Fig. 13](#) eine abgewinkelte Darstellung des in [Fig. 6](#) gezeigten ersten Geradführungsrings,

[0021] [Fig. 14](#) eine abgewinkelte Darstellung des Mehrfachgewinderings und des dritten Außentubus, die in [Fig. 6](#) gezeigt sind,

[0022] [Fig. 15](#) eine abgewinkelte Darstellung eines Satzes von Rolleneingriffsgliedern, die an dem Nockenring befestigt sind, des ersten Geradführungsrings, des Mehrfachgewinderings und des dritten Außentubus, wobei die Anordnung dieser Komponenten zueinander im eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs gezeigt ist,

[0023] [Fig. 16](#) eine Darstellung ähnlich der nach [Fig. 15](#), die die Anordnung der Rolleneingriffsglieder, des ersten Geradführungsrings, des Mehrfachgewinderings und des dritten Außentubus zueinander in einem Zustand zeigt, in dem das Varioobjektiv aus seinem eingefahrenen Zustand etwas nach vorn ausgefahren ist,

[0024] [Fig. 17](#) eine Darstellung ähnlich der nach [Fig. 15](#) unter Weglassung des ersten Geradführungsrings,

[0025] [Fig. 18](#) eine Darstellung ähnlich der nach [Fig. 16](#) unter Weglassung des ersten Geradführungsrings,

[0026] [Fig. 19](#) eine abgewinkelte Darstellung von

Teilen des Mehrfachgewinderings und des dritten Außentubus, wobei die relative Anordnung zwischen einer Eingriffsvertiefung des Mehrfachgewinderings und Eingriffsvorsprüngen des dritten Außentubus gezeigt ist,

[0027] [Fig. 20](#) eine Darstellung ähnlich der nach [Fig. 19](#), die einen Zustand zeigt, in dem die Eingriffsvertiefung des Mehrfachgewinderings und die Eingriffsvorsprünge des dritten Außentubus miteinander in Eingriff sind,

[0028] [Fig. 21](#) eine abgewinkelte Darstellung des Nockenrings,

[0029] [Fig. 22](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die zweite Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung,

[0030] [Fig. 23](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung,

[0031] [Fig. 24](#) eine abgewinkelte Darstellung des zweiten Geradführungsrings,

[0032] [Fig. 25](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die zweite Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, des Nockenrings und des zweiten Geradführungsrings, die die Anordnung dieser Komponenten zueinander im eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs zeigt,

[0033] [Fig. 26](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die zweite Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, des Nockenrings, des zweiten Geradführungsrings, die die Anordnung dieser Komponenten zueinander in der Weitwinkelgrenzeinstellung des Varioobjektivs zeigt,

[0034] [Fig. 27](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die zweite Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, des Nockenrings und des zweiten Geradführungsrings, die die Anordnung dieser Komponenten zueinander in der Telegrenzeinstellung des Varioobjektivs zeigt,

[0035] [Fig. 28](#) eine abgewinkelte Darstellung der für die zweite Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung, des Nockenrings und des zweiten Geradführungsrings, die einen Zustand zeigt, in dem die beiden Verstellfassungen während der Montage in den Nockenring eingebaut werden,

[0036] [Fig. 29](#) eine perspektivische Ansicht eines Teils des CCD-Halters in der Nähe von dessen zur

Positionierung vorgesehenen Kurvenstange,

[0037] [Fig. 30](#) eine perspektivische Ansicht des Nockenrings, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung und einer dritten, radial zurückziehbaren Linsenfassung im aufnahmebereiten Zustand des Varioobjektivs von schräg hinten betrachtet,

[0038] [Fig. 31](#) eine perspektivische Ansicht des Nockenrings, der für die dritte Linsengruppe bestimmten Verstellfassung und der dritten Linsenfassung im eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs von schräg hinten betrachtet,

[0039] [Fig. 32](#) eine Rückansicht des Nockenrings, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung und der dritten Linsenfassung in dem in [Fig. 30](#) gezeigten Zustand, in dem die dritte Linsenfassung in ihrer Aufnahme positioniert gehalten ist, und

[0040] [Fig. 33](#) eine Rückansicht des Nockenrings, der für die dritte Linsengruppe vorgesehenen Verstellfassung und der dritten Linsenfassung in dem in [Fig. 31](#) gezeigten Zustand, in dem die dritte Linsenfassung in ihrer radial zurückgezogenen Position gehalten ist.

Ausführungsbeispiel

[0041] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Vario- oder Zoomobjektivs nach der Erfindung in verschiedenen Zuständen. [Fig. 1](#) zeigt den Zustand des Varioobjektivs **10** in der Weitwinkelgrenzeinstellung. [Fig. 2](#) zeigt den Zustand des Varioobjektivs **10** in der Telegrenzeinstellung. [Fig. 3](#) zeigt den Zustand des Varioobjektivs in dessen vollständig eingefahrener Position. Das Varioobjektiv **10** ist in einer digitalen Kamera enthalten, deren Kamerakörper in den Figuren nicht gezeigt ist. Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, besteht die Aufnahmeoptik des Varioobjektivs **10** im aufnahmebereiten Zustand aus einer ersten Linsengruppe LG1, einer zweiten Linsengruppe (vorderes optisches Element) LG2, einem Verschluss S, einer dritten Linsengruppe (hinteres optisches Element) LG3, einer vierten Linsengruppe LG4, einem Tiefpassfilter (optisches Filter) **11** und einem CCD-Bildsensor (Festkörper-Bildaufnahmeverrichtung) **12**. Die erste Linsengruppe LG1, die zweite Linsengruppe LG2 und die dritte Linsengruppe LG3 werden zur Vario- oder Zoomeinstellung in vorbestimmter Weise längs einer fotografischen optischen Achse Z1 bewegt, während die vierte Linsengruppe LG4 zur Fokussierung längs der fotografischen optischen Achse Z1 bewegt wird. In der folgenden Beschreibung, ist, sofern nichts anderes bestimmt ist, mit dem Begriff "in Richtung der optischen Achse" oder "längs der optischen Achse" eine Richtung parallel zur fotografischen optischen Achse Z1 gemeint.

[0042] [Fig. 4](#) ist eine Explosionsdarstellung von Elementen des Varioobjektivs **10**. In den [Fig. 5](#) bis [Fig. 12](#) sind diese Elemente vergrößert dargestellt. Das Varioobjektiv **10** ist in einem nicht gezeigten Kamerakörper eingebaut und mit einem ortsfesten Tubus **13** versehen, der an dem Kamerakörper befestigt ist. Ein CCD-Halter (ortsfestes Element) **14** ist von hinten am rückwärtigen Teil des ortsfesten Tubus **13** befestigt. Der CCD-Bildsensor **12** ist über eine CCD-Grundplatte **15** in der Mitte des CCD-Halters **14** gehalten. Das Tiefpassfilter **11** ist an dem CCD-Halter **14** so gehalten, dass es vor dem CCD-Bildsensor **12** angeordnet ist. Ein ringförmiges Dichtelement **16** ist zwischen dem Tiefpassfilter **11** und dem CCD-Bildsensor **12** montiert, um den Zwischenraum zwischen diesen Elementen abzudichten.

[0043] In dem ortsfesten Tubus **13** des Varioobjektivs **10** ist eine AF-Linsenfassung (vierte Linsenfassung zum Halten der vierten Linsengruppe LG4) **17** vorgesehen, die in Richtung der optischen Achse Z1 geradegeführt ist und sich dabei nicht um die optische Achse Z1 dreht. Das Varioobjektiv **10** hat hierzu ein Paar AF-Führungsachsen **18A** und **18B**, die parallel zur optischen Achse Z1 angeordnet sind und die AF-Linsenfassung **17** längs der optischen Achse Z1 drehfrei führen, d.h. ohne dass sich die AF-Linsenfassung **17** um die optische Achse Z1 dreht. Jede Führungsachse **18A**, **18B** ist mit ihrem vorderen Ende an dem ortsfesten Tubus **13** und mit ihrem hinteren Ende an dem CCD-Halter **14** befestigt. Die AF-Linsenfassung **17** hat auf ihren radial entgegengesetzten Seiten zwei Führungslöcher (Führungsnuten), in die die AF-Führungsachsen **18A** und **18B** eingesetzt sind, so dass die AF-Linsenfassung **17** auf den beiden AF-Führungsachsen **18A** und **18B** verschiebbar ist. Die Teile des ortsfesten Tubus **13** und des CCD-Halters **14**, die die beiden AF-Führungsachsen **18A** und **18B** halten, stehen über den Außendurchmesser des ortsfesten Tubus **13** hinaus radial nach außen über, so dass die AF-Führungsachsen **18A** und **18B** radial außerhalb des ortsfesten Tubus **13** angeordnet sind.

[0044] Das Varioobjektiv **10** enthält einen AF-Motor **19**, der an dem ortsfesten Tubus **13** befestigt ist. Die AF-Linsenfassung **17** kann durch die von dem AF-Motor **19** ausgeübte Antriebskraft in Richtung der optischen Achse vorwärts und rückwärts bewegt werden. Eine rotierende Antriebswelle des AF-Motors **19** ist mit einem Gewinde versehen und bildet so eine rotierende Vorschubspindel. Diese Antriebswelle ist in ein Innengewindeloch geschraubt, das an einer AF-Mutter **20** ausgebildet ist (vergl. [Fig. 6](#)). Die AF-Linsenfassung **17** befindet sich so in Eingriff mit der AF-Mutter **20**, dass sie auf dieser in Richtung der optischen Achse Z1 verschiebbar ist. Die AF-Linsenfassung **17** ist durch eine Zugschraubenfeder (Vorspannelement) **21** in Richtung der optischen Achse Z1 nach vorn vorgespannt. Die Grenze für die Vor-

wärtsbewegung der AF-Linsenfassung **17** ist durch die Anlage der in Richtung der optischen Achse Z1 einander gegenüberstehenden Flächen der AF-Mutter **20** und der AF-Linsenfassung **17** festgelegt. Indem sich die AF-Mutter **20** durch das Drehen der Antriebswelle des AF-Motors **19** in Richtung der optischen Achse Z1 nach hinten bewegt, wird die AF-Linsenfassung **17** durch die AF-Mutter **20** nach hinten gedrückt, so dass sie sich entgegen der von der Zugschraubenfeder **21** ausgeübten Vorspannkraft nach hinten bewegt. Bei dieser Konstruktion wird also durch Vorwärts- und Rückwärtsdrehen der Antriebswelle des AF-Motors **19** die AF-Linsenfassung **17** in Richtung der optischen Achse Z1 vorwärts und rückwärts bewegt.

[0045] Das Varioobjektiv **10** hat ein Zoom- oder Variozahnrad **22**, das an dem ortsfesten Tubus **13** so gelagert ist, dass es auf einer Zahnradachse **22a**, die sich parallel zur optischen Achse Z1 erstreckt, drehbar ist. Die Zahnradachse **22a** ist mit ihrem vorderen Ende an dem ortsfesten Tubus **13** und mit ihrem hinteren Ende an dem CCD-Halter **14** befestigt. Das Variozahnrad **22** ist so angeordnet, dass seine Zähne von der Inneumfangsfläche des ortsfesten Tubus **13** teilweise radial nach innen stehen. Das Variozahnrad **22** kann von einem Variomotor **23**, der in [Fig. 4](#) schematisch als Rechteck dargestellt ist, vorwärts und rückwärts gedreht werden.

[0046] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, hat der ortsfeste Tubus **13** an seiner Inneumfangsfläche ein Innenmehrfachgewinde **13a**, einen aus drei Geradführungsnuten **13b** bestehenden Nutensatz, einen aus drei Schrägnuten **13c** bestehenden Nutensatz und einen aus drei Drehführungsnuten **13d** bestehenden Nutensatz. Die Gewindegänge des Innenmehrfachgewindes **13a** erstrecken sich in einer Richtung, die sowohl bezüglich der optischen Achse Z1 als auch der Umfangsrichtung des ortsfesten Tubus **13** geneigt ist. Die drei Geradführungsnuten **13b** erstrecken sich parallel zur optischen Achse Z1. Die drei Schrägnuten **13c** erstrecken sich parallel zu dem Innenmehrfachgewinde **13a**. Die drei Drehführungsnuten **13d** sind in der Nähe des vorderen Endes der Inneumfangsfläche des ortsfesten Tubus **13** so ausgebildet, dass sie sich längs des Umfangs des ortsfesten Tubus **13** erstrecken und die vorderen Enden der drei Schrägnuten **13c** miteinander verbinden. In einem bestimmten vorderen Bereich der Inneumfangsfläche des ortsfesten Tubus **13**, der sich unmittelbar hinter den drei Drehführungsnuten **13d** befindet, ist das Innenmehrfachgewinde **13a** nicht ausgebildet. Jeder der drei oben genannten Nutensätze (d.h. die drei Geradführungsnuten **13b**, die drei Schrägnuten **13c** und die drei Drehführungsnuten **13d**) besteht aus drei Nuten, die auf der Inneumfangsfläche des ortsfesten Tubus **13** in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind. Jedoch sind in [Fig. 5](#) nicht alle drei Nuten des jeweiligen Nutensatzes zu sehen.

[0047] Innerhalb des ortsfesten Tubus **13** des Varioobjektivs **10** befindet sich ein Mehrfachgewinding (rotierendes Antriebselement) **25**. Der Mehrfachgewinding **25** hat an seiner Außenumfangsfläche ein Außenmehrfachgewinde **25a** und einen Satz aus drei Drehführungsvorsprüngen **25b**. Das Außenmehrfachgewinde **25a** ist in Eingriff mit dem Innenmehrfachgewinde **13a**, und die drei Drehführungsvorsprünge **25b** sind in Eingriff mit den drei Schrägnuten **13c** oder den drei Drehführungsnuten **13d**. Dem Mehrfachgewinde **25a** des Mehrfachgewindinges **25** ist eine Ringzahnung **25c** überlagert, die sich in Eingriff mit dem Variozahnrad **22** befindet. Wird die Drehbewegung des Variozahnrad **22** auf die Ringzahnung **25c** übertragen, so bewegt sich der Mehrfachgewinding **25** in Richtung der optischen Achse Z1 vorwärts oder rückwärts und dreht sich dabei innerhalb eines vorbestimmten Bereichs, in dem das Außenmehrfachgewinde **25a** in Eingriff mit dem Innenmehrfachgewinde **13a** bleibt, um die fotografische optische Achse Z1. Wird der Mehrfachgewinding **25** bezüglich des ortsfesten Tubus **13** über einen vorbestimmten Punkt hinaus vorwärts bewegt, so löst sich das Außenmehrfachgewinde **25a** aus dem Innenmehrfachgewinde **13a**, und durch das Ineinandergreifen der drei Drehführungsvorsprünge **25b** und der drei Drehführungsnuten **13d** rotiert der Mehrfachgewinding **25** um die optische Achse Z1, ohne sich dabei in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zu dem ortsfesten Tubus **13** zu bewegen. Befindet sich das Innenmehrfachgewinde **13a** in Eingriff mit dem Außenmehrfachgewinde **25a**, so sind die drei Drehführungsvorsprünge **25b** in den drei ihnen zugeordneten Schrägnuten **13c** angeordnet. Dementsprechend stören die drei Drehführungsvorsprünge **25b** und das Innenmehrfachgewinde **13a** einander nicht.

[0048] Wie aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hervorgeht, ist das Varioobjektiv **10** ein teleskopartiges, d.h. ineinanderschließbares Objektiv, das drei ineinanderschließbare Außentuben aufweist, nämlich einen ersten Außentubus (Fassung für optisches Element) **37**, einen zweiten Außentubus **34** und einen dritten Außentubus (rotierendes Antriebselement) **26**, die konzentrisch um die fotografische optische Achse Z1 herum angeordnet sind. Der Mehrfachgewinding **25** bewegt sich zusammen mit dem dritten Außentubus **26** in Richtung der optischen Achse Z1 und dreht sich dabei um die optische Achse Z1. An der Inneumfangsfläche des Mehrfachgewindinges **25** sind an drei verschiedenen Umfangspositionen drei Drehübertragungsvertiefungen (Eingriffvertiefungen) **25d** ausgebildet, deren vordere Enden zum vorderen Ende des Mehrfachgewindinges **25** hin offen sind. Der dritte Außentubus **26** hat in drei entsprechenden Umfangspositionen drei Paare Drehübertragungsvorsprünge (Eingriffsvorsprünge) **26a**, die vom hinteren Ende des dritten Außentubus **26** nach hinten abstehen und von vorn in die drei Drehübertragungsvertiefungen **25d** greifen können (vergl. [Fig. 14](#)). Die

drei Paare Drehübertragungsvorsprünge **26a** und die drei Drehübertragungsvertiefungen **25d** sind in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zueinander bewegbar, jedoch nicht um die optische Achse Z1 relativ zueinander drehbar. Der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** drehen sich nämlich als Einheit. Der Mehrfachgewinding **25** hat an den vorderen Flächen der drei Drehführungsvorsprünge **25b** an drei verschiedenen Umfangspositionen einen Satz aus drei Eingriffsvertiefungen **25e**, die an der Innenumfangsfläche des Mehrfachgewinding **25** zu dessen vorderem Ende hin offen ausgebildet sind. Der dritte Außentubus **26** hat in drei entsprechenden Umfangspositionen einen Satz aus drei Eingriffsvorsprüngen **26b**, die vom hinteren Ende des dritten Außentubus **26** nach hinten und zugleich radial nach außen abstehen, so dass sie von vorn mit den drei zugehörigen Eingriffsvertiefungen **25e** in Eingriff bringbar sind. Die drei Eingriffsvorsprünge **26b**, die mit den drei Eingriffsvertiefungen **25e** in Eingriff gebracht werden, greifen zugleich in die drei Drehführungsnuten **13d**, wenn die drei Drehführungsvorsprünge **25b** in Eingriff mit den drei Drehführungsnuten **13d** gebracht werden.

[0049] Der dritte Außentubus **26** und der Mehrfachgewinding **25** werden durch nicht gezeigte Druckschraubenfedern längs der optischen Achse Z1 in entgegengesetzte Richtungen voneinander weg vorgespannt. Diese Druckschraubenfedern sind komprimiert zwischen dem dritten Außentubus **26** und dem Mehrfachgewinding **25** angebracht. Die drei Eingriffsvorsprünge **26b** des dritten Außentubus **26** werden durch die von den Druckschraubenfedern ausgeübten Federkräfte in den zugehörigen Drehführungsnuten **13d** gegen deren vordere Führungsflächen gedrückt. Zugleich werden die drei Drehführungsvorsprünge **25b** durch die von den Druckschraubenfedern ausgeübten Federkräfte in den Drehführungsnuten **13d** gegen deren hintere Führungsflächen gedrückt.

[0050] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, hat der dritte Außentubus **26** an seiner Innenumfangsfläche einen Satz aus drei Drehübertragungsnuten **26c**, die sich parallel zur fotografischen optischen Achse Z1 erstrecken. Das vordere Ende jeder Drehübertragungsnut **26c** ist am vorderen Ende des dritten Außentubus **26** geschlossen, während das hintere Ende jeder Drehübertragungsnut **26c** zum hinteren Ende des dritten Außentubus **26** hin offen ist. Die Umfangspositionen der drei Drehübertragungsnuten **26c** entsprechen denen der drei Paare Drehübertragungsvorsprünge **26a**. Wie in den [Fig. 13](#), [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) gezeigt, besteht jedes Paar Drehübertragungsvorsprünge **26a** aus einem langen Vorsprung **26a1** und einem kurzen Vorsprung **26a2**, der um eine kürzer Kraglänge in Richtung der optischen Achse Z1 nach hinten absteht als der lange Vorsprung **26a1**. Dabei befindet sich die hintere Endöffnung der zugehörigen Drehü-

bertragungsnut **26c** zwischen dem langen Vorsprung **26a1** und dem kurzen Vorsprung **26a2**, so dass die in Umfangsrichtung des dritten Außentubus **26** einander gegenüberliegenden Flächen der Vorsprünge **26a1** und **26a2** einen Teil (nämlich die hintere Endöffnung) der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c** bilden.

[0051] Dagegen hat der Mehrfachgewinding **25** an seiner Innenumfangsfläche einen Satz aus drei Leerlaufnuten **25f**, die eine Relativdrehung ermöglichen und mit den drei Drehübertragungsvertiefungen **25d** in Verbindung stehen. Die drei Leerlaufnuten **25f** erstrecken sich in Umfangsrichtung auf einem um die fotografische optische Achse Z1 liegenden Kreis, wobei das in [Fig. 14](#) linke Ende der jeweiligen Leerlaufnut **25f** in Verbindung mit der zugehörigen Drehübertragungsvertiefung **25d** in Verbindung steht, während das in [Fig. 13](#) rechte Ende der jeweiligen Leerlaufnut **25f** ein geschlossenes Ende bildet. Sind der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** miteinander gekoppelt, so steht jede Leerlaufnut **25f** mit der hinteren Endöffnung der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c** (rechte Seitenfläche des zugehörigen langen Vorsprungs **26a1** in [Fig. 20](#)) in Verbindung, so dass die Leerlaufnut **25f** und die Drehübertragungsnut **26c** zusammen eine L-förmige Nut bilden, wie in [Fig. 20](#) gezeigt ist.

[0052] Das Varioobjektiv **10** hat innerhalb des dritten Außentubus **26** und des Mehrfachgewinding **25** einen ersten Geradführungsring **30**. Der Mehrfachgewinding **25** hat an seiner Innenumfangsfläche eine Ringnut **25g**, die sich in Umfangsrichtung um die fotografische optische Achse Z1 erstreckt. Der dritte Außentubus **26** hat an seiner Innenumfangsfläche in der Nähe seines hinteren Endes eine hintere Ringnut **26d** und in der Nähe seines vorderen Endes eine vordere Ringnut **26e**, die sich jeweils in Umfangsrichtung um die fotografische optische Achse Z1 erstrecken (vergl. [Fig. 6](#)). Wie in den [Fig. 6](#) und [Fig. 13](#) gezeigt, hat der erste Geradführungsring **30** an seiner Außenumfangsfläche mehrere erste Drehführungsvorsprünge **30a**, mehrere zweite Drehführungsvorsprünge **30b** und mehrere dritte Drehführungsvorsprünge **30c**, die in dieser Reihenfolge vom hinteren Ende des ersten Geradführungsrings **30** in Richtung der optischen Achse Z1 angeordnet sind. Die ersten Drehführungsvorsprünge **30a** greifen in die Ringnut **25g**, die zweiten Drehführungsvorsprünge **30b** in die hintere Ringnut **26d** und die dritten Drehführungsvorsprünge **30c** in die vordere Ringnut **26e**. Durch dieses Ineinandergreifen werden der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** so von dem ersten Geradführungsring **30** gehalten, dass sie relativ zu dem ersten Geradführungsring **30** drehbar, jedoch an einer Bewegung längs der optischen Achse Z1 relativ zu dem ersten Geradführungsring **30** gehindert sind. Der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** sind durch den

ersten Geradföhrungsring **30** daran gehindert, in Richtung der optischen Achse Z1 vollständig voneinander gelöst zu werden. Der erste Geradföhrungsring **30** hat in der Nähe seines hinteren Endes in verschiedenen Umfangspositionen, d.h. in Umfangsrichtung zueinander versetzt, einen Satz aus drei Geradföhrungsvorsprüngen **30d**, die radial nach außen absteigen. Der erste Geradföhrungsring **30** ist dadurch, dass die drei Geradföhrungsvorsprünge **30d** und die drei Geradföhrungsnuten **30b** des ortsfesten Tubus **13** ineinandergreifen, drehfrei längs der optischen Achse Z1 geradeföhrungsfähig.

[0053] Der erste Geradföhrungsring **30** hat einen Satz aus drei durchgehenden Schlitzen **30e**, die den ersten Geradföhrungsring **30** radial durchsetzen. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, umfasst jeder Schlitz **30e** einen Umfangsabschnitt **30e-1**, der sich in Umfangsrichtung des ersten Geradföhrungsringes **30** erstreckt, einen ersten Leit- oder Steigungsabschnitt **30e-2**, der sich schräg von einem Ende (rechtes Ende in [Fig. 13](#)) des Umfangsabschnitts **30e-1** aus erstreckt, und einen zweiten Leit- oder Steigungsabschnitt **30e-3**, der sich schräg von einem Ende (rechtes Ende in [Fig. 13](#)) des ersten Steigungsabschnitts **30e-2** aus erstreckt. Der Neigungswinkel des ersten Steigungsabschnitts **30e-2** relativ zur Umfangsrichtung des ersten Geradföhrungsringes **30** ist größer als der des zweiten Steigungsabschnitts **30e-3**. Das Varioobjektiv **10** hat einen Nockenring **31**, dessen vorderer Teil in dem ersten Außentubus **37** sitzt. Ein Satz aus drei Rolleneingriffsgliedern **32**, die an der Außenumfangsfläche des Nockenrings **31** in verschiedenen Umfangspositionen angeordnet sind, befindet sich in Eingriff mit dem aus den drei Schlitzen **30e** bestehenden Schlitzsatz. Die drei Rolleneingriffsglieder greifen ferner durch die drei Schlitze **30e** hindurch in die drei Drehübertragungsnuten **26c** (oder die drei Leerlaufnuten **25f**).

[0054] Im Folgenden wird das Ausfahren der beweglichen Elemente des Varioobjektivs **10** aus dem ortsfesten Tubus **13** zu dem Nockenring **31** beschrieben. Indem der Variomotor **23** das Variozahnrad **22** in Tubusausfahrrichtung dreht, wird der Mehrfachgewinding **25** vorwärts bewegt und durch das Ineinandergreifen des Innenmehrfachgewindes **13a** und des Außenmehrfachgewindes **25a** zugleich gedreht. Durch dieses Drehen des Mehrfachgewindinges **25** wird der dritte Außentubus **26** zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25** vorwärts bewegt und dreht sich dabei zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25**. Ferner wird dadurch der erste Geradföhrungsring **30** zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25** und dem dritten Außentubus **26** vorwärts bewegt, da sowohl der Mehrfachgewinding **25** als auch der dritte Außentubus **26** mit dem ersten Geradföhrungsring **30** gekoppelt sind. Indem die ersten Drehföhrungsvorsprünge **30a** in die Ringnut **25g**, die zweiten Drehföhrungsvorsprünge **30b** in die hintere Ringnut **26d**

und die dritten Drehföhrungsvorsprünge **30c** in die vordere Ringnut **26e** greifen, können sich also der dritte Außentubus **26** und der erste Geradföhrungstribus **30** sowie der Mehrfachgewinding **25** und der erste Geradföhrungsring **30** relativ zueinander drehen und zusammen in Richtung der gemeinsamen Drehachse, d.h. in Richtung der fotografischen optischen Achse Z1, bewegen.

[0055] Im eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs **10** befinden sich die drei Rolleneingriffsglieder **32** in Eingriff mit den Umfangsabschnitten **30e-1** der drei durchgehenden Schlitze **30e** sowie an ihren geschlossenen Endabschnitten in Eingriff mit den drei Leerlaufnuten **25f**, wie in den [Fig. 15](#) und [Fig. 17](#) gezeigt ist. In den [Fig. 15](#) und [Fig. 17](#) ist der gleiche Zustand dargestellt. Jedoch ist in [Fig. 17](#) der erste Geradföhrungsring **30** mit Ausnahme der drei durchgehenden Schlitze **30e** weggelassen, um die Funktionsweise der Rolleneingriffsglieder **32** einfacher darstellen zu können. In den [Fig. 14](#) und [Fig. 16](#) ist ferner der erste Geradföhrungsring **30** (bzw. der aus den drei durchgehenden Schlitzen **30e** bestehende Schlitzsatz) mit durchgezogenen Linien dargestellt, obgleich er tatsächlich versteckt unterhalb (d.h. radial innerhalb) des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentribus **26** liegt.

[0056] Werden der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentribus **26** in einer Drehbewegung vorwärts bewegt, so wird diese Drehbewegung des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentribus **26** in der Anfangsphase der Vorwärtsbewegung nicht auf den Nockenring **31** übertragen, da sich die drei Rolleneingriffsglieder **32** in Eingriff mit den drei zugehörigen Leerlaufnuten **25f** befinden. Die drei Rolleneingriffsglieder **32** bewegen sich zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25**, dem dritten Außentribus **26** und dem ersten Geradföhrungsring **30** in Richtung der optischen Achse Z1, indem sie sich in Eingriff mit den Umfangsabschnitten **30e-1** der drei durchgehenden Schlitze **30e** befinden. In der Anfangsphase der Ausfahroperation des Varioobjektivs **10** aus dessen eingefahrenem Zustand wird der Nockenring **31** drehfrei in Richtung der optischen Achse Z1 vorwärts bewegt.

[0057] Die [Fig. 16](#) und [Fig. 18](#) zeigen einen Zustand des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentribus **26**, in dem letztere ausgehend von dem in den [Fig. 15](#) und [Fig. 17](#) gezeigten eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs **10** um einen Winkel von etwa 30° aus ihren jeweiligen eingefahrenen Stellungen heraus gedreht sind. In dem in den [Fig. 16](#) und [Fig. 18](#) gezeigten Zustand befindet sich jedes Rolleneingriffsglied **32** an einem Kreuzungspunkt zwischen der zugehörigen Leerlaufnut **25f** und der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c**, so dass die Drehbewegung des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentribus **26** über eine Seitenfläche (linke

Fläche in [Fig. 20](#)) der Drehübertragungsnut **26c** am linken Ende der Leerlaufnut **25f** übertragen werden kann. Indem sich der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** drehend weiter vorwärts bewegen, wird das jeweilige Rolleneingriffsglied **32** aus dem Umfangsabschnitt **30e-1** in den [Fig. 16](#) und [Fig. 18](#) nach rechts in den ersten Steigungsabschnitt **30e-2** des zugehörigen Schlitzes **30e** bewegt. Da der erste Steigungsabschnitt **30e-2** des jeweiligen Schlitzes **30e** gegenüber der Umfangsrichtung des ersten Geradföhrungsringes **30** so geneigt ist, dass er sich in eine von dem Umfangsabschnitt **30e-1** des zugehörigen Schlitzes **30e** wegweisende Richtung dem vorderen Ende (oberes Ende in [Fig. 16](#)) des ersten Geradföhrungsringes **30** annähert, föhrt eine Vorwärtsbewegung des jeweiligen Rolleneingriffsglieds **32** in dem ersten Steigungsabschnitt **30e-2** des zugehörigen Schlitzes **30e** dazu, dass sich das Rolleneingriffsglied **32** aus der zugehörigen Leerlaufnut **25f** löst und in Eingriff mit der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c** kommt (d.h. das Rolleneingriffsglied **32** wird aus der zugehörigen Leerlaufnut **25f** in die zugehörige Drehübertragungsnut **26c** geföhrt). In einem Zustand, in dem die drei Rolleneingriffsglieder **32** in Eingriff mit den drei Drehübertragungsnuten **26c** sind, wird durch das Ineinandergreifen der drei Rolleneingriffsglieder **32** und der Drehübertragungsnuten **26c** das Drehmoment (Drehkraft) des dritten Außentubus **26** auf den Nockenring **31** übertragen, wann immer sich der dritte Außentubus **26** dreht. Daraufhin bewegt sich der Nockenring **31** entsprechend der Linienföhrung der ersten Steigungsabschnitte **30e-2** der drei Schlitzes **30e** vorwärts und dreht sich dabei relativ zu dem ersten Geradföhrungsring **30**. Dabei bewegt sich jedes Rolleneingriffsglied **32** in der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c** vorwärts in Richtung der optischen Achse Z1, während es von derselben Drehübertragungsnut **26c** ein Drehmoment empfängt. Da sich der erste Geradföhrungsring **30** selbst in oben beschriebener Weise zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25** und dem dritten Außentubus **26** geradlinig bewegt hat, bewegt sich der Nockenring **31** durch das Ineinandergreifen der drei Rolleneingriffsglieder **32** und der ersten Steigungsabschnitte **30e-2** der drei durchgehenden Schlitzes **30e** um einen resultierenden Bewegungsbeitrag vorwärts in Richtung der optischen Achse Z1, der der Summe aus dem Betrag der Vorwärtsbewegung des ersten Geradföhrungsringes **30** (und des Mehrfachgewindinges **25** sowie des dritten Außentubus **26**) und dem Betrag der Vorwärtsbewegung des Nockenrings **31** entspricht.

[0058] Die oben beschriebenen Dreh-/Ausföhroperationen des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentubus **26** werden nur ausgeföhrt, wenn das Außenmehrfachgewinde **25a** und das Innenmehrfachgewinde **13a** miteinander in Eingriff sind. Dabei bewegen sich die drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** in den drei zugehörigen Schrägnuten **13c**. Wird der

Mehrfachgewinding **25** um eine vorbestimmte Bewegungsstrecke vorwärts bewegt, so lösen sich das Außenmehrfachgewinde **25a** und das Innenmehrfachgewinde **13a** voneinander, so dass sich die drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** aus den drei Schrägnuten **13c** in die drei Drehföhrungsnuten **13d** bewegen. Da sich der Mehrfachgewinding **25** nicht längs der optischen Achse Z1 relativ zu dem ortsfesten Tubus **13** bewegt, auch wenn sich das Außenmehrfachgewinde **25a** aus dem Innenmehrfachgewinde **13a** löst, drehen sich der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** durch den gleitenden Eingriff der drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** in die drei Drehföhrungsnuten **13d** in ihnen jeweils zugeordneten axial festen Positionen, ohne sich in Richtung der optischen Achse Z1 zu bewegen.

[0059] Nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit seit dem Moment, in dem die drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** aus den drei Schrägnuten **13c** in die drei Drehföhrungsnuten **13d** gleiten, treten die drei Rolleneingriffsglieder **32** aus den ersten Steigungsabschnitten **30e-2** der drei Schlitzes **30e** in die zweiten Steigungsabschnitte **30e-3** ein. Da der zweite Steigungsabschnitt **30e-3** des jeweiligen Schlitzes **30e** gegenüber dem ersten Geradföhrungsring **30** in eine von dem zugehörigen ersten Steigungsabschnitt **30e-2** wegweisende Richtung geneigt ist und sich dem vorderen Ende (oberes Ende in [Fig. 16](#)) des ersten Geradföhrungsringes **30** annähert, föhrt ein weiteres Drehen des Mehrfachgewindinges **25** und des dritten Außentubus **26** in deren axial festen Positionen in Tubusausföhrrichtung dazu, dass das jeweilige Rolleneingriffsglied **32** in den zweiten Steigungsabschnitt **30e-3** des zugehörigen Schlitzes **30e** vorwärts bewegt wird. Der Nockenring **31** bewegt sich demnach entsprechend dem Linienverlauf der zweiten Steigungsabschnitte **30e-3** der drei Schlitzes **30e** vorwärts und dreht sich dabei relativ zu dem ersten Geradföhrungsring **30**. Der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** bilden ein rotierendes Antriebselement, das ein Drehmoment auf den Nockenring **31** überträgt, indem die drei Rolleneingriffsglieder **32** in Eingriff mit den drei Schlitzes **30e** und in Eingriff mit den drei Drehübertragungsnuten **26c** sind.

[0060] Indem das Variozahnrad **22** durch den Variomotor **23** in Tubuseinföhrrichtung gedreht wird, werden die oben beschriebenen beweglichen Elemente des Varioobjektivs **10** umgekehrt zu der oben beschriebenen Ausföhroperation aus dem ortsfesten Tubus **13** zu dem Nockenring **31** bewegt. In dieser umgekehrten Operation bewegen sich der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26**, die in ihren axial festen Positionen rotieren, rotierend rückwärts längs der optischen Achse Z1, nachdem sich das Außenmehrfachgewinde **25** und das Innenmehrfachgewinde **13a** voneinander gelöst haben. Der erste Geradföhrungsring **30** bewegt sich stets geradlinig

und drehfrei in Richtung der optischen Achse Z1, während er der rückwärts gerichteten geradlinigen Bewegung des Mehrfachgewinderings **25** und des dritten Außentubus **26** folgt. Greifen die drei Rolleneingriffsglieder **32** in die ersten Steigungsabschnitte **30e-2** oder die zweiten Steigungsabschnitte **30e-3** der drei Schlitze **30e**, so bewegt sich der Nockenring **31** rückwärts in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zu dem Mehrfachgewinding **25**, dem dritten Außentubus **26** und dem ersten Geradföhrungsring **30**, indem der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** in Tubuseinfahrriichtung gedreht werden. Dabei bewegt sich jedes Rolleneingriffsglied **32** in der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c** rückwärts in Richtung der optischen Achse Z1, während es von derselben Drehübertragungsnut **26c** ein Drehmoment empfängt. Anschließend löst sich jedes Rolleneingriffsglied **32** mit seiner Bewegung aus dem ersten Steigungsabschnitt **30e-2** in den Umfangsabschnitt **30e-1** des zugehörigen Schlitzes **30e** aus dem hinteren offenen Ende der zugehörigen Drehübertragungsnut **26c**, um in Eingriff mit der zugehörigen Leerlaufnut **25f** zu kommen. Zu diesem Zeitpunkt wird damit aufgehört, die Drehbewegung des Mehrfachgewinderings **25** und des dritten Außentubus **26** auf die drei Rolleneingriffsglieder **32** zu übertragen. Dementsprechend wird der Nockenring **31** in Richtung der optischen Achse Z1 rückwärts bewegt, ohne zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25**, dem dritten Außentubus **26** und dem ersten Geradföhrungsring **30** zu rotieren. Jedes Rolleneingriffsglied **32** bewegt sich in der zugehörigen Leerlaufnut **25f**, wobei das Varioobjektiv **10** in seine eingefahrene Stellung kommt, wenn das Rolleneingriffsglied **32** das geschlossene Ende (rechtes Ende in [Fig. 14](#)) der zugehörigen Leerlaufnut **25f** erreicht.

[0061] Im Folgenden wird die radial innerhalb des Nockenrings **31** liegende Konstruktion des Varioobjektivs **10** beschrieben. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, hat der erste Geradföhrungsring **30** an seiner Innenumfangsfläche einen Nutensatz bestehend aus drei Paaren ersten Geradföhrungsnuten **30f**, die in verschiedenen Umfangspositionen so ausgebildet sind, dass sie sich parallel zur fotografischen optischen Achse Z1 erstrecken, sowie einen Nutensatz bestehend aus sechs zweiten Geradföhrungsnuten **30g**, die in verschiedenen Umfangspositionen so ausgebildet sind, dass sie sich parallel zur fotografischen optischen Achse Z1 erstrecken. Dabei sind jeweils zwei erste Geradföhrungsnuten **30f** in Umfangsrichtung des ersten Geradföhrungsringes **30** auf entgegengesetzten Seiten der zugehörigen zweiten Geradföhrungsnut **30g**, genauer gesagt jeder zweiten dieser Nuten **30g**, angeordnet. Das Varioobjektiv **10** hat innerhalb des ersten Geradföhrungsringes **30** einen zweiten Geradföhrungsring (Geradföhrungselement) **33**. Der zweite Geradföhrungsring **33** hat auf seinem äußeren Rand einen Satz aus drei gegabelten Vorsprüngen **33a** (vergl. [Fig. 7](#) bis [Fig. 10](#) und [Fig. 24](#)), die

von einem Ringteil **33b** des zweiten Geradföhrungsringes **33** radial nach außen abstehen. Jeder dieser gegabelten Vorsprünge **33a** hat an seinem radial äußeren Ende ein Paar radiale Vorsprünge, die in die zugehörigen beiden ersten Geradföhrungsnuten **30f** greifen. Auf der Außenumfangsfläche des zweiten Außentubus **34** ist an dessen hinterem Ende ein Satz aus sechs radialen Vorsprüngen **34a** (vergl. [Fig. 12](#)) ausgebildet, die radial nach außen abstehen und mit den sechs Geradföhrungsnuten **30g** längsverschiebbar in Eingriff sind. Der zweite Geradföhrungsring **33** und die sechs radialen Vorsprünge **34a** des zweiten Außentubus **34** sind demnach über den ersten Geradföhrungsring **30** in Richtung der optischen Achse Z1 geführt. Das Varioobjektiv **10** hat innerhalb des Nockenrings **31** eine bewegbare Verstellfassung (Fassung für optisches Element) **35**, die die zweite Linsengruppe LG2 indirekt lagert und hält. Der erste Außentubus **37** hält indirekt die erste Linsengruppe LG1 und ist innerhalb des zweiten Außentubus **34** angeordnet. Das Varioobjektiv **10** hat radial innerhalb des Nockenrings **31** eine bewegbare Verstellfassung (Fassung für optisches Element) **36** für die dritte Linsengruppe LG3. Der zweite Geradföhrungsring **33** bildet ein Geradföhrungselement, das sowohl die Verstellfassung **35**, die die zweite Linsengruppe LG2 hält, als auch die Verstellfassung **36**, die die dritte Linsengruppe LG3 hält, geradföhrt, ohne dass die beiden Verstellfassungen **35** und **36** gedreht werden. Unterdessen dienen die sechs radialen Vorsprünge **34a** des zweiten Außentubus **34** als Geradföhrungselemente, die den ersten Außentubus **37** drehfrei geradföhren.

[0062] Wie in den [Fig. 7](#) bis [Fig. 10](#) und [Fig. 24](#) gezeigt, hat der zweite Geradföhrungsring **33** auf seinem Ringteil **33b** einen Satz aus drei Geradföhrungsstangen **33c**, die parallel zueinander von dem Ringteil **33b** nach vorn abstehen. Wie in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigt, befindet sich der unterbrochen ausgebildete äußere Rand des Ringteils **33b** mit einer unterbrochen ausgebildeten Ringnut **31a**, die an der Innenumfangsfläche des Nockenrings **31** an dessen hinterem Ende ausgebildet ist, so in Eingriff, dass er um die optische Achse Z1 relativ zu dem Nockenring **31** drehbar und längs der optischen Achse Z1 relativ zu dem Nockenring **31** unbeweglich ist. Die drei Geradföhrungsstangen **33c** stehen von dem Ringteil **33b** nach vorn in den Nockenring **31** hinein. Die Verstellfassung **35** hat einen entsprechenden Satz aus drei Führungsnuten **35a**, in die die drei Geradföhrungsstangen **33c** greifen (vergl. [Fig. 25](#) bis [Fig. 28](#)). Wie in [Fig. 22](#) gezeigt, hat die Verstellfassung **35** ferner einen Ringteil **35b**, dessen Mittelachse auf der optischen Achse Z1 liegt, sowie einen Satz aus drei Vorsprüngen (Geradföhrungsabschnitte) **35c**, die parallel zueinander von dem Ringteil **35b** in Richtung der optischen Achse Z1 nach hinten abstehen. Die drei Geradföhrungsnuten **35a** sind an den drei nach hinten abstehenden Vorsprüngen **35c** ausgebildet.

Die drei nach hinten abstehenden Vorsprünge **35c** sind in Umfangsrichtung der Verstellfassung **35** in im Wesentlichen gleichen Winkelabständen voneinander angeordnet. Der aus den drei Vorsprüngen **35c** bestehende Satz befindet sich in Eingriff mit einem entsprechenden Nutensatz, der aus drei Geradführungsnuten (Geradführungsabschnitte) **36a** besteht, die an der Außenumfangsfläche der Verstellfassung **36** in verschiedenen Umfagspositionen angeordnet sind. Dabei sind die drei Vorsprünge **35c** längs der drei Geradführungsnuten **36a** an der Verstellfassung **36** verschiebbar (vergl. [Fig. 8](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 25](#) bis [Fig. 28](#)). Wie in [Fig. 23](#) gezeigt, hat die Verstellfassung **36** einen Ringteil **36b**, dessen Mittelachse auf der optischen Achse Z1 liegt, sowie einen Satz aus sechs Vorsprüngen **36c**, die von dem Ringteil **36b** radial nach außen und zugleich parallel zueinander in Richtung der optischen Achse Z1 nach vorn abstehen. Jede der drei Geradführungsnuten **36a** setzt sich zusammen aus der Außenumfangsfläche des Ringteils **36b** (Bodenfläche der Geradführungsnut **36a**) und den Seitenflächen zweier benachbarter, vorwärts gerichteter Vorsprünge **36c**, wobei diese Seitenflächen in Umfangsrichtung auf entgegengesetzten Seiten der genannten Außenfläche des Ringteils **36b** liegen. Die Seitenflächen jedes nach vorn abstehenden Vorsprungs **36c**, die bezogen auf die Umfangsrichtung der Verstellfassung **36** auf entgegengesetzten Seiten des Vorsprungs **36c** angeordnet sind und sich in Richtung der optischen Achse Z1 erstrecken, und die Seitenflächen jedes nach hinten abstehenden Vorsprungs **35c**, die bezogen auf die Umfangsrichtung der Verstellfassung **35** auf entgegengesetzten Seiten des Vorsprungs **35c** angeordnet sind und sich in Richtung der optischen Achse Z1 erstrecken, dienen als Geradführungsflächen, die die für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmte Verstellfassung **35** und die für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmte Verstellfassung **36** längs der optischen Achse Z1 geradeführen, so dass die Verstellfassungen **35** und **36** längs der optischen Achse Z1 relativ zueinander bewegbar sind. Die Verstellfassungen **35** und **36** sind in Richtung der optischen Achse Z1 aufeinander zu vorgespannt. Durch diese Eingriffskonstruktion zwischen den beiden Verstellfassungen **35** und **36** ist die für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmte Verstellfassung **35** durch den zweiten Geradführungsring **33** und die für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmte Verstellfassung **36** wiederum durch die Verstellfassung **35** längs der optischen Achse Z1 geradeführt.

[0063] Wie in den [Fig. 7](#) bis [Fig. 10](#) und [Fig. 21](#) gezeigt, hat der Nockenring **31** auf seiner Innenumfangsfläche einen Satz aus drei vorderen, inneren Nocken- oder Kurvennuten CG3 und einen Satz aus drei hinteren, inneren Nocken- oder Kurvennuten (erste Kurvennuten) CG2, die hinter den drei vorderen Kurvennuten (zweite Kurvennuten) CG3 angeordnet sind. Die drei vorderen, inneren Kurvennuten

CG3 und die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 legen fest, wie die zweite Linsengruppe LG2 bzw. die dritte Linsengruppe LG3 bewegt wird. Die Verstellfassung **35** hat an den Außenumfangsflächen der drei nach hinten gerichteten Vorsprünge **35c** drei hintere Kurveneingriffsglieder (erste Kurveneingriffsglieder) CF2, die in die drei hinteren Kurvennuten CG2 des Nockenrings **31** greifen. Die Verstellfassung **36** hat an den Außenumfangsflächen von drei der sechs vorwärts gerichteten Vorsprünge **36c** einen Satz aus drei vorderen Kurveneingriffsgliedern (zweite Kurveneingriffsglieder) CF3, die in die drei vorderen Kurvennuten CG3 des Nockenrings **31** greifen. Die Elemente jedes der vier aus Nuten oder Eingriffsgliedern bestehenden Satzes, nämlich des aus den drei vorderen Kurvennuten CG3 bestehenden Satzes, des aus den drei hinteren Kurvennuten CG2 bestehenden Satzes, des aus den drei vorderen Kurveneingriffsgliedern CF3 bestehenden Satzes und des aus den hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 bestehenden Satzes, sind in Umfangsrichtung um die optische Achse Z1 in im Wesentlichen gleichen Winkelabständen angeordnet. Da jede der Verstellfassungen **35** und **36** direkt oder indirekt durch den zweiten Geradführungsring **33** längs der optischen Achse Z1 geradeführt ist, werden mit Drehen des Nockenrings **31** die Verstellfassungen **35** und **36** entsprechend den Linienführungen der drei hinteren Kurvennuten CG2 und der drei vorderen Kurvennuten CG3 in vorbestimmter Weise längs der optischen Achse Z1 bewegt. Dieser Nockenmechanismus wird später genauer beschrieben.

[0064] Das Varioobjektiv **10** hat eine zweite Linsenfassung **40**, die die zweite Linsengruppe LG2 hält. Die zweite Linsenfassung **40** ist an dem Ringteil **35b** der Verstellfassung **35** gehalten (vergl. [Fig. 11](#)). Die zweite Linsenfassung **40** wird an dem Ringteil **35b** der Verstellfassung **35** befestigt, indem ein an der Außenumfangsfläche der zweiten Linsenfassung **40** ausgebildetes Außengewinde (Einstellschraube) in Eingriff mit einem Innengewinde (Einstellschraube) in Eingriff gebracht wird, das an der Innenumfangsfläche der Verstellfassung **35** ausgebildet ist. Das Außengewinde der zweiten Linsenfassung **40** und das Innengewinde der Verstellfassung **35** sind so ausgebildet, dass ihre Mittelachsen auf der fotografischen Achse Z1 liegen. Durch Drehen der zweiten Linsenfassung **40** relativ zu der Verstellfassung **35** kann so die Position der Linsenfassung **40** relativ zu der Verstellfassung **35** längs der optischen Achse Z1 eingestellt werden.

[0065] Das Varioobjektiv **10** hat zwischen der zweiten und der dritten Linsengruppe LG2, LG3 eine Verschlusseinheit **41**, die den Verschluss S enthält. Die Verschlusseinheit **41** ist radial innerhalb der Verstellfassung **36** angeordnet und an letzterem gehalten.

[0066] Das Varioobjektiv **10** hat innerhalb der Ver-

stellfassung **36** eine dritte Linsenfassung (radial zurückziehbare Linsenfassung/schwenkbare Fassung) **42**, in der die dritte Linsengruppe LG3 hinter der Verschlusseinheit **41** gelagert und gehalten ist. Die dritte Linsenfassung **42** wird um eine Schwenkachse **44** geschwenkt, die an der Verstellfassung **36** befestigt ist und nach vorn absteht. Die Schwenkachse **44** ist einem vorbestimmten Abstand von der fotografischen optischen Achse Z1 angeordnet und erstreckt sich parallel zur optischen Achse Z1. Die dritte Linsenfassung **42** ist über die Schwenkachse **44** zwischen einer in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 30](#) und [Fig. 32](#) gezeigten Aufnahmestellung, in der die optische Achse der dritten Linsengruppe LG3 mit der fotografischen optischen Achse Z1 zusammenfällt, und einer in den [Fig. 3](#), [Fig. 31](#) und [Fig. 33](#) gezeigten radial zurückgezogenen Stellung schwenkbar, in der die optische Achse der dritten Linsengruppe LG3 radial zurückgezogen ist. In den [Fig. 3](#) und [Fig. 33](#) ist die radial zurückgezogene optische Achse der dritten Linsengruppe LG3 mit Z2 bezeichnet. An der Verstellfassung **36** ist ein Drehanschlagstift **46** befestigt, der verhindert, dass die dritte Linsenfassung **42** in [Fig. 32](#) im Uhrzeigersinn über einen vorbestimmten Punkt hinaus geschwenkt wird, wodurch die Aufnahmeposition der dritten Linsenfassung **42** festgelegt wird. Die dritte Linsenfassung **42** wird durch eine Torsionsschraubenfeder **47** in eine Schwenkrichtung (im Uhrzeigersinn nach [Fig. 32](#)) so vorgespannt, dass sie in Kontakt mit dem Drehanschlagstift **46** kommt. Eine Druckschraubenfeder **48** sitzt auf der Schwenkachse **44** und spannt die dritte Linsenfassung **42** längs der optischen Achse Z1 nach hinten vor, wodurch das Spiel zwischen der dritten Linsenfassung **42** und der Verstellfassung **36** beseitigt wird.

[0067] Die dritte Linsenfassung **42** bewegt sich zusammen mit der Verstellfassung **36** längs der optischen Achse Z1. Wie in den [Fig. 5](#) und [Fig. 29](#) gezeigt, hat der CCD-Halter **14** an seiner Vorderfläche eine der Positionierung dienende Kurvenstange (Rückziehelement/ortsfeste Kurvenstange) **49**, die von dem CCD-Halter **14** nach vorn absteht, um mit der dritten Linsenfassung **42** in Eingriff zu kommen. Bewegt sich die Verstellfassung **36** in Einfahrrichtung nach hinten und nähert sich dabei dem CCD-Halter **14** an, so kommt eine Rückziehkurvenfläche **49a** (vergl. [Fig. 29](#)), die an der vorderen Stirnfläche der Kurvenstange **49** ausgebildet ist, in Kontakt mit einem bestimmten Abschnitt der dritten Linsenfassung **42**, wodurch letztere in ihre radial zurückgezogene Stellung geschwenkt wird. Die der Positionssteuerung dienende Kurvenstange **49** hat längs einer inneren Stangenkante eine Haltefläche **49b**, die sich von der Rückziehkurvenfläche **49a** parallel zur optischen Achse Z1 nach hinten erstreckt und dazu dient, die radial zurückgezogene Stellung zu halten.

[0068] Wie in [Fig. 12](#) gezeigt, hat der zweite Außentubus **34** auf seiner Innenumfangsfläche einen Satz

aus drei Geradführungsnuten **34b**, die in verschiedenen Umfangspositionen angeordnet sind und parallel zur optischen Achse Z1 verlaufen. Der erste Außentubus **37** hat an seiner Außenumfangsfläche an seinem hinteren Ende einen Satz aus drei Eingriffsvorsprüngen **37a**, die sich in verschiebbarem Eingriff mit den drei Geradführungsnuten **34b** befinden. Dementsprechend ist der erste Außentubus **37** über den ersten Geradführungsring **30** und den zweiten Außentubus **34** drehfrei längs der optischen Achse Z1 geradegeführt. Der zweite Außentubus **34** hat an seiner Innenumfangsfläche in der Nähe seines hinteren Endes einen unterbrochenen Innenflansch **34c**, der längs des Umfangs des zweiten Außentubus **34** verläuft. Der Nockenring **31** hat an seiner Außenumfangsfläche eine unterbrochene Ringnut **31b**, mit der sich der Innenflansch **34c** in gleitendem Eingriff befindet, so dass der Nockenring **31** um die optische Achse Z1 relativ zu dem zweiten Außentubus drehbar ist und der zweite Außentubus **34** in Längsrichtung relativ zu dem Nockenring **31** unbeweglich ist (der zweite Außentubus **34** bewegt sich also zusammen mit dem Nockenring **31** längs der optischen Achse Z1). Der erste Außentubus **37** hat auf seiner Innenumfangsfläche einen Satz aus drei Kurveneingriffsgliedern CF1, die radial nach innen stehen. Der Nockenring **31** hat an seiner Außenumfangsfläche einen Satz aus drei äußeren Kurvennuten (dritte Kurvennuten) CG1, mit denen die drei Kurveneingriffsglieder CF1 in gleitendem Eingriff sind.

[0069] Das Varioobjektiv **10** hat innerhalb des ersten Außentubus **37** eine erste Linsenfassung **51**, die über einen Einstellring **50** an dem ersten Außentubus **37** gehalten ist. Die erste Linsengruppe LG1 ist an der ersten Linsenfassung **51** befestigt. Die erste Linsenfassung **51** hat an ihrer Außenumfangsfläche ein außenseitiges Teilgewinde **51a**, während der Einstellring **50** an seiner Innenumfangsfläche ein innen-seitiges Teilgewinde **50a** aufweist, das sich in Eingriff mit dem außenseitigen Teilgewinde **51a** befindet (vergl. [Fig. 12](#)). Beim Zusammenbau des Varioobjektivs kann über die Teilgewinde **51a** und **50a** die Position der ersten Linsenfassung **51** relativ zu dem Einstellring **50** längs der optischen Achse Z1 eingestellt werden.

[0070] Das Varioobjektiv **10** hat am vorderen Ende des ersten Außentubus **37** einen Abdeckmechanismus **54** (vergl. [Fig. 4](#)), der automatisch eine vordere Endöffnung des Varioobjektivs **10** schließt, wenn letzteres nach [Fig. 3](#) zurückgezogen wird, um das vorderste Linsenelement der Aufnahmeoptik des Varioobjektivs **10**, d.h. die erste Linsengruppe LG1, vor Schmutz und Kratzern zu schützen, wenn die digitale Kamera nicht in Betrieb ist. Der Abdeckmechanismus **54** hat mehrere Abdecklamellen **54a**, nämlich ein vorderes Lamellenpaar und ein hinteres Lamellenpaar. Der Abdeckmechanismus **54** arbeitet so, dass die Abdecklamellen **54a** in dem in [Fig. 3](#) gezeigten ein-

gefahrenen Zustand des Varioobjektivs **10** vor der ersten Linsengruppe LG1 vollständig geschlossen sind, während sie in dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten aufnahmebereiten Zustand des Varioobjektivs **10** vollständig geöffnet sind.

[0071] Im Folgenden wird beschrieben, wie der Objektivtubus des wie oben angegeben aufgebauten Varioobjektivs **10** ausgefahren und eingefahren wird. In dem in [Fig. 3](#) gezeigten eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs **10** wird dadurch, dass der Variomotor **23** das Variozahnrad **22** in Tubusausfahrrichtung dreht, die Kombination aus dem Mehrfachgewinding **25** und dem dritten Außentubus **26** durch das Ineinandergreifen des Innenmehrfachgewindes **13a** und des Außenmehrfachgewindes **25a** rotierend vorwärts bewegt und zudem der erste Geradföhrungsring **30** zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25** und dem dritten Außentubus **26** geradlinig vorwärts bewegt. Dabei dreht sich der Nockenring **31** zunächst nicht, sondern bewegt sich nur zusammen mit dem Mehrfachgewinding **25**, dem dritten Außentubus **26** und dem ersten Geradföhrungsring **30** geradlinig vorwärts. Anschließend wird durch das Ineinandergreifen der Rolleneingriffsglieder **32** und die ersten Steigungsabschnitte **30e-2** der durchgehenden Schlitze **30e** ein Drehmoment von dem dritten Außentubus **26** auf den Nockenring **31** übertragen, um diesen vorwärts zu bewegen und dabei relativ zu dem ersten Geradföhrungsring **30** zu drehen, nachdem der durch die oben beschriebene Drehung der Kombination aus dem Mehrfachgewinding **25** und dem dritten Außentubus **26** um einen Winkel von etwa 30° gedreht worden ist. Unmittelbar nachdem der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** in ihre jeweils vorbestimmten Positionen vorwärts ausgefahren sind, werden das Außenmehrfachgewinde **25a** des Mehrfachgewinding **25** und das Innenmehrfachgewinde **13a** des ortsfesten Tubus **13** voneinander gelöst, so dass der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** durch den gleitenden Eingriff der drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** in den drei zugehörigen Drehföhrungsnuten **13b** um die fotografische optische Achse Z1 rotieren, ohne sich dabei längs der optischen Achse Z1 zu bewegen. Nachdem seit dem Moment, in dem der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26** in ihrer Vorwärtsbewegung längs der optischen Achse Z1 gestoppt werden (d.h. dem Moment, in dem die drei Drehföhrungsvorsprünge **25b** aus den drei Schrägnuten **13c** in die drei Drehföhrungsnuten **13d** gleiten) eine vorbestimmte Zeit abgelaufen ist, treten die drei Rolleneingriffsglieder **32** aus den ersten Steigungsabschnitten **30e-2** der drei durchgehenden Schlitze **30e** in die zweiten Steigungsabschnitte **30e-3** ein, so dass der Nockenring **31** weiter vorwärts bewegt und zugleich relativ zu dem ersten Geradföhrungsring **30** gedreht wird.

[0072] Durch Drehen des Nockenrings **31** werden

sowohl die für die zweite Linsengruppe LG2 vorgesehene Verstellfassung **35** als auch die für die dritte Linsengruppe LG3 vorgesehene Verstellfassung **36**, die innerhalb des Nockenrings **31** angeordnet und direkt oder indirekt durch den zweiten Geradföhrungsring **33** drehfrei längs der optischen Achse Z1 geradegeföhrt sind, bezüglich des Nockenrings **31** in vorbestimmter Weise, die durch das Ineinandergreifen der vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 und der vorderen (inneren) Kurvennuten CG3 bzw. durch das Ineinandergreifen der hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 und der hinteren (inneren) Kurvennuten CG2 festgelegt ist, längs der optischen Achse Z1 bewegt. In dem in [Fig. 3](#) gezeigten eingefahrenen Zustand des Varioobjektivs **10** ist die in der Verstellfassung **36** vorgesehene dritte Linsenfassung **42** durch die Kurvenstange 49 um die Schwenkachse **44** geschwenkt worden, um in ihrer radial zurückgezogenen Stellung oberhalb der fotografischen optischen Achse Z1 gehalten zu werden. Dadurch ist die optische Achse der dritten Linsengruppe LG3 aus der fotografischen optischen Achse Z1 in die zurückgezogene optische Achse Z2 überföhrt worden, die oberhalb der fotografischen optischen Achse Z1 liegt. Während der Bewegung der Verstellfassung **36** aus der zurückgezogenen Stellung in eine in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 30](#) und [Fig. 32](#) gezeigte, im Zoom- oder Variobereich liegende Stellung, wird die dritte Linsenfassung **42** durch die von der Torsionsschraubenfeder **47** ausgeübte Federkraft von der der Positionssteuerung dienenden Kurvenstange **49** gelöst und aus der radial zurückgezogenen Stellung um die Schwenkachse **44** in die in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 30](#) und [Fig. 32](#) gezeigte Aufnahmestellung geschwenkt, in der die optische Achse der dritten Linsengruppe LG3 mit der fotografischen optischen Achse Z1 zusammenfällt. Anschließend bleibt die dritte Linsenfassung **42** so lange in der Aufnahmestellung gehalten, bis das Varioobjektiv **10** in die in [Fig. 3](#) gezeigte Stellung eingefahren wird.

[0073] Durch Drehen des Nockenrings **31** wird der erste Außentubus **37**, der um den Nockenring **31** herum angeordnet und längs der optischen Achse Z1 drehfrei geradegeföhrt ist, durch das Ineinandergreifen der drei Kurveneingriffsglieder CF1 und der drei äußeren Kurvennuten CG1 in vorbestimmter Weise relativ zu dem Nockenring **31** längs der optischen Achse Z1 bewegt.

[0074] Wird die erste Linsengruppe LG1 aus der eingefahrenen Position vorwärts bewegt, so ist ihre axiale Position relativ zur Bildebene, d.h. zur lichtempfindlichen Fläche des CCD-Bildsensors **12**, festgelegt durch die Summe aus dem Betrag der Vorwärtsbewegung des Nockenrings **31** relativ zu dem ortsfesten Tubus **13** und dem Betrag der Bewegung des ersten Außentubus **37** relativ zu dem Nockenring **31**. Wird die zweite Linsengruppe LG2 aus der eingefahrenen Position vorwärts bewegt, so ist ihre axiale

Position relativ zur Bildebene festgelegt durch die Summe aus dem Betrag der Vorwärtsbewegung des Nockenrings **31** relativ zu dem ortsfesten Tubus **13** und dem Betrag der Bewegung der Verstellfassung **35** relativ zu dem Nockenring **31**. Wird die dritte Linsengruppe LG3 aus der eingefahrenen Position vorwärts bewegt, so ist ihre axiale Position relativ zur Bildebene festgelegt durch die Summe aus dem Betrag der Vorwärtsbewegung des Nockenrings **31** relativ zu dem ortsfesten Tubus **13** und dem Betrag der Bewegung der Verstellfassung **36** relativ zu dem Nockenring **31**. Eine Zoom- oder Variooperation wird durch Bewegungen der ersten, der zweiten und der dritten Linsengruppe LG1, LG2, LG3 auf der fotografischen optischen Achse Z1 bewirkt, wobei sich die Abstände dieser Linsengruppen voneinander ändern. Wird das Varioobjektiv **10** aus der in [Fig. 3](#) gezeigten eingefahrenen Stellung ausgefahren, so bewegt sich das Varioobjektiv **10** zunächst vorwärts in die in [Fig. 1](#) gezeigte Position, in der sich das Varioobjektiv **10** in der Weitwinkelgrenzeinstellung befindet. Anschließend bewegt sich das Varioobjektiv **10** durch weiteres Drehen des Variomotors **23** in Tubusausfahr-Richtung vorwärts in die in [Fig. 2](#) gezeigte Position, in der sich das Varioobjektiv **10** in der Telegrenzeinstellung befindet. Wie aus den in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Schnittdarstellungen des Varioobjektivs **10** hervorgeht, ist in der Weitwinkelgrenzeinstellung des Varioobjektivs **10** der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe LG1, LG2 minimal und der Abstand zwischen der zweiten und der dritten Linsengruppe LG2, LG3 groß. Ist das Varioobjektiv **10** in die Telegrenzeinstellung gebracht, so ist der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe LG1, LG2 groß und der Abstand zwischen der zweiten und der dritten Linsengruppe LG2, LG3 klein. Diese Änderung der Abstände zwischen der ersten, der zweiten und der dritten Linsengruppe LG1, LG2, LG3 zur Brennweitenänderung wird durch die Linienführungen der drei äußeren Kurvennuten CG1, der drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 und der drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 bewirkt. Im Variobereich zwischen der Weitwinkelgrenzeinstellung und der Telegrenzeinstellung rotieren der Mehrfachgewinding **25** und der dritte Außentubus **26**, ohne sich dabei längs der optischen Achse Z1 zu bewegen. Dagegen bewegt sich im gleichen Variobereich der Nockenring **31** durch das Ineinandergreifen der drei Rolleneingriffsglieder **32** und der zweiten Steigungsabschnitte **30e-3** der drei durchgehenden Schlitze **30e** des ersten Geradföhrungsringes **30** rotierend vorwärts und rückwärts längs der optischen Achse.

[0075] Befinden sich die erste bis dritte Linsengruppe LG1, LG2, LG3 im Variobereich, so wird eine Fokussierung bewirkt, indem die AF-Linsenfassung **17**, der die vierte Linsengruppe LG4 hält, durch Drehen des AF-Motors **19** entsprechend der Objektentfernung längs der fotografischen optischen Achse Z1

bewegt wird.

[0076] Indem der Variomotor **23** in Tubuseinfahr-Richtung angetrieben wird, arbeitet das Varioobjektiv **10** umgekehrt zu der oben beschriebenen Ausfahr-Operation, um in den in [Fig. 3](#) gezeigten Zustand einzufahren. Im Zuge dieser Einfahrbewegung des Varioobjektivs **10** wird die dritte Linsenfassung **42** durch die Kurvenstange **49** um die Schwenkachse **44** in die radial zurückgezogene Stellung geschwenkt und bewegt sich dabei zusammen mit der Verstellfassung **36** nach hinten. Wird das Varioobjektiv **10** in die in [Fig. 3](#) gezeigte zurückgezogene Stellung bewegt, so wird die dritte Linsengruppe LG3 in den Raum zurückgezogen, der radial außerhalb des Raums liegt, in den die vierte Linsengruppe LG4, das Tiefpassfilter **11** und der CCD-Bildsensor **12** eingefahren werden, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Dies bedeutet, dass die dritte Linsengruppe LG3 in einen axialen Bereich radial zurückgezogen wird, der in Richtung der optischen Achse Z1 im Wesentlichen identisch mit einem axialen Bereich ist, in dem die vierte Linsengruppe LG4, das Tiefpassfilter **11** und der CCD-Bildsensor **12** angeordnet sind. Diese Konstruktion des Varioobjektivs **10** zum Zurückziehen der dritten Linsengruppe LG3 in der oben beschriebenen Weise ermöglicht es, das Varioobjektiv **10** im vollständig eingefahrenen Zustand zu verkürzen. Dementsprechend kann die Dicke des Kamerakörpers in horizontaler Richtung nach [Fig. 3](#), d.h. in Richtung der optischen Achse Z1, verringert werden.

[0077] Der in dem Varioobjektiv **10** enthaltene Nockenmechanismus, der die zweite Linsengruppe LG2 und die dritte Linsengruppe LG3 in vorbestimmter Weise längs der optischen Achse Z1 bewegt, wird im Folgenden im Detail beschrieben. Die [Fig. 21](#) und [Fig. 25](#) bis [Fig. 28](#) zeigen die Formen (Linienverläufe) der drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 und der drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3, die Elemente dieses Nockenmechanismus bilden. Obgleich [Fig. 21](#) eine abgewinkelte Darstellung der Außenumfangsfläche des Nockenrings **31** zeigt, sind in dieser Figur die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 und die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3, die auf der Innenumfangsfläche des Nockenrings **31** ausgebildet sind, mit durchgezogenen Linien dargestellt, um die Form der jeweiligen Kurvennut deutlicher zu machen. Obgleich in den [Fig. 25](#) bis [Fig. 28](#) jeweils eine abgewinkelte Darstellung der Außenumfangsfläche des Nockenrings **31** gezeigt ist, sind die für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmte Verstellfassung **35** und die für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmte Verstellfassung **36** in diesen Figuren mit durchgezogenen Linien dargestellt, obwohl sie radial innerhalb des Nockenrings **31** angeordnet sind. Wie am besten in den [Fig. 25](#) bis [Fig. 28](#) zu erkennen ist, sind die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 in Richtung der optischen Achse Z1 auf der Innenumfangsfläche des Nockenrings **31** vor den drei hintere-

ren, inneren Kurvennuten CG2 angeordnet. Folglich sind die zweite Linsengruppe LG2 und die dritte Linsengruppe LG3 in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zueinander umgekehrt angeordnet wie die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2, die der Bewegung der zweiten Linsengruppe LG2 dienen, und die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3, die der Bewegung der dritten Linsengruppe LG3 dienen.

[0078] Wie in [Fig. 21](#) gezeigt, hat jede hintere, innere Kurvennut CG2 an ihrem einen Ende (hinteres Ende) einen Aufnahmeabschnitt CG2-1, der breiter als die übrige hintere Kurvennut CG2, d.h. gegenüber dieser aufgeweitet ist und zur hinteren Stirnfläche des Nockenrings **31** hin offen ist. Ferner hat jede hintere, innere Kurvennut CG2 einen schrägen Leit- oder Steigungsabschnitt CG2-2, der sich von dem Aufnahmeabschnitt CG2-1 aus geradlinig schräg zur Vorderseite des Nockenrings **31** erstreckt, sowie einen Rückführabschnitt CG2-3, der von dem in [Fig. 21](#) linken Ende des schrägen Steigungsabschnitts CG2-2 aus zurückgeführt ist. Zusätzlich hat jede hintere, innere Kurvennut CG2 einen Montageabschnitt CG2-4, der vom vorderen Ende des Aufnahmeabschnitts CG2-1 in Richtung der optischen Achse Z1 nach vorn ragt. Dagegen hat jede vordere, innere Kurvennut CG3 einen Aufnahmeabschnitt CG3-1, die sich in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** erstreckt, einen schrägen Leit- oder Steigungsabschnitt CG3-2, der sich von dem Aufnahmeabschnitt CG3-1 aus geradlinig schräg zur Rückseite des Nockenrings **31** hin erstreckt, und einen Rückführabschnitt CG3-3, der von dem in [Fig. 21](#) linken Ende des schrägen Steigungsabschnitts CG3-2 aus zurückgeführt ist. Der Nockenring **31** hat an seinem vorderen Rand einen Satz aus drei Ausschnitten **31v**, die im Querschnitt jeweils die Form eines Halbkreises haben. Die drei Ausschnitte **31v** sind so ausgebildet, dass sie mit ihren einen Enden (rechte Enden in [Fig. 21](#)) mit den Aufnahmeabschnitten CG3-1 der zugehörigen drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 in Verbindung stehen, so dass diese Enden der Aufnahmeabschnitte CG3-1 zur Vorderkante des Nockenrings **31** hin offen sind. Die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 werden über die drei Ausschnitte **31v** in die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 eingeführt.

[0079] In jeder hinteren, inneren Kurvennut CG2 wird ein bestimmter Teil, der durch den Bereich zwischen einer Weitwinkelgrenzposition (W) und einer Telegrenzposition (T) nach [Fig. 21](#) festgelegt ist, als Aufnahmebereich für eine Zoom- oder Variooperation genutzt. Entsprechend wird in jeder vorderen, inneren Kurvennut ein bestimmter Teil, der durch den Bereich zwischen einer Weitwinkelgrenzposition (W) und einer Telegrenzposition (T) nach [Fig. 21](#) festgelegt ist, als Aufnahmebereich für eine Variooperation genutzt. Ist das jedes hintere Kurveneingriffsglied CF2 in der zugehörigen hinteren Kurvennut CG2 in

deren Weitwinkelgrenzposition (W) und jedes vordere Kurveneingriffsglied CF3 in der zugehörigen vorderen Kurvennut CG3 in deren Weitwinkelgrenzposition (W) angeordnet, wie in [Fig. 26](#) gezeigt ist, so befindet sich das Varioobjektiv **10** in der Weitwinkelgrenzeinstellung. Ist jedes hintere Kurveneingriffsglied CF2 in der zugehörigen hinteren Kurvennut CG2 in deren Telegrenzposition (T) und jedes vordere Kurveneingriffsglied CF3 in der zugehörigen vorderen Kurvennut CG3 in deren Telegrenzposition (T) angeordnet, wie in [Fig. 27](#) gezeigt ist, so befindet sich das Varioobjektiv **10** in der Telegrenzeinstellung. Befindet sich das Varioobjektiv **10** in der Weitwinkelgrenzeinstellung (vergl. [Fig. 8](#) und [Fig. 26](#)), so ist der Abstand zwischen der zweiten Linsengruppe LG2 und der dritten Linsengruppe LG3 groß und die Eingriffsstrecke (Überlagerungsstrecke) zwischen den drei nach hinten ragenden Vorsprüngen **35c** der Verstellfassung **35** und den zugehörigen drei Geradführungsnuten **36a** der Verstellfassung **36** längs der optischen Achse Z1 klein. Befindet sich dagegen das Varioobjektiv **10** in der Telegrenzeinstellung (vergl. [Fig. 9](#) und [Fig. 27](#)), so ist der Abstand zwischen der zweiten Linsengruppe LG2 und der dritten Linsengruppe LG3 klein und die Eingriffsstrecke (Überlagerungsstrecke) zwischen den drei nach hinten ragenden Vorsprüngen **35c** der Verstellfassung **35** und den drei zugehörigen Geradführungsnuten **36a** der Verstellfassung **36** längs der optischen Achse Z1 groß. Befindet sich das Varioobjektiv **10** in seinem in [Fig. 3](#) gezeigten eingefahrenen Zustand, so ist jedes hintere Kurveneingriffsglied CF2 in dem Aufnahmeabschnitt CG2-1 der zugehörigen hinteren Kurvennut CG2 und jedes vordere Kurveneingriffsglied CF3 in dem Aufnahmeabschnitt CG3-1 der zugehörigen vorderen Kurvennut CG3 angeordnet (vergl. [Fig. 25](#)).

[0080] Der schräge Steigungsabschnitt CG2-2 jeder hinteren Kurvennut CG2 ist so gegenüber der Umfangsrichtung des Nockenrings **31** geneigt, dass er sich in einer von dem zugehörigen Aufnahmeabschnitt CG2-1 wegweisend in Richtung dem vorderen Ende des Nockenrings **31** annähert. Dagegen ist der Rückführabschnitt CG2-3 jeder hinteren Kurvennut CG2 gegenüber der Umfangsrichtung des Nockenrings **31** so geneigt, dass er sich in einer von den zugehörigen Steigungsabschnitt CG2-2 wegweisenden Richtung dem hinteren Ende des Nockenrings **31** annähert. Im Gegensatz dazu ist der schräge Steigungsabschnitt CG3-2 jeder vorderen Kurvennut CG3 gegenüber der Umfangsrichtung des Nockenrings **31** so geneigt, dass er sich in einer von dem zugehörigen Aufnahmeabschnitt CG3-1 wegweisenden Richtung dem hinteren Ende des Nockenrings **31** annähert, während der Rückführabschnitt CG3-3 jeder vorderen Kurvennut CG3 gegenüber der Umfangsrichtung des Nockenrings **31** so geneigt ist, dass er sich in einer von dem zugehörigen Steigungsabschnitt CG3-2 wegweisenden Richtung dem vorderen Ende des Nockenrings **31** annähert. Wie

die abgewickelte Darstellung des Nockenrings **31** nach [Fig. 21](#) zeigt, hat demnach jede hintere, innere Kurvennut CG2 im Wesentlichen die Form eines umgekehrten V, dessen Spitze etwa in der Mitte der Kurvennut CG2 liegt, während jede vordere, innere Kurvennut CG3 im Wesentlichen die Form eines V hat, dessen unterer Teil im Wesentlichen in der Mitte der Kurvennut CG3 liegt. Die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 sind in Umfangsrichtung in vorbestimmten Abständen voneinander angeordnet, während die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 in einer hierzu in Richtung der optischen Achse Z1 gleichsam verzahnten oder ineinandergreifenden Anordnung ebenfalls in Umfangsrichtung in vorbestimmten Abständen voneinander angeordnet sind. Dabei sind der aus den drei hinteren Kurvennuten CG2 bestehende Nutensatz und der aus den drei vorderen Kurvennuten CG3 bestehenden Nutensatz in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** versetzt zueinander angeordnet (insbesondere sind der aus den drei hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 bestehende Satz und der aus den drei vorderen Kurveneingriffsgliedern CF3 bestehende Satz in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** versetzt zueinander angeordnet). Das Anordnungsmuster der Kurvennuten CG2 und CG3 auf dem Nockenring **31** macht es möglich, den Abstand zwischen den drei hinteren Kurvennuten CG2 einerseits und den drei vorderen Kurvennuten CG3 andererseits in Richtung der optischen Achse Z1 zu verkürzen. Dadurch kann der Nockenring **31** in Richtung der optischen Achse Z1 verkürzt werden. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Nockenmechanismus sind die drei vorderen Kurvennuten CG3 in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** in gleichen Winkelabständen voneinander angeordnet. Auch die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 sind in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** in gleichen Winkelabständen voneinander angeordnet, so dass der in der Weitwinkelgrenzposition (W) liegende Teil jeder hinteren Kurvennut CG2 in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** im Wesentlichen dem Aufnahmeabschnitt CG3-1 der zugehörigen vorderen Kurvennut CG3 entspricht. Durch diese Anordnung der drei hinteren Kurvennuten CG2 und der drei vorderen Kurvennuten CG3 zueinander können die Nuten CG2 und CG3 in Richtung der optischen Achse Z1 in enger räumlicher Nähe zueinander angeordnet werden, ohne einander zu schneiden. Dementsprechend ist die Länge des Nockenrings **31** in Richtung der optischen Achse Z1 deutlich kleiner als die Summe aus der in Richtung der optischen Achse Z1 gemessenen Weite W1 (vergl. [Fig. 21](#)) des aus den drei hinteren Kurvennuten CG2 bestehenden Nutensatzes und der in Richtung der optischen Achse Z1 gemessenen Weite W2 (vergl. [Fig. 21](#)) des aus den drei vorderen Kurvennuten CG3 bestehenden Nutensatzes.

[0081] Wie oben dargelegt, hat jede hintere Kurvennut CG2 eine Kurvenbahn in Form eines umgekehr-

ten V und jede vordere Kurvennut CG3 eine Kurvenbahn in Form eines V. Jedoch ist weder die umgekehrt V-förmige Kurvenbahn noch die V-förmige Kurvenbahn symmetrisch. Wären die drei hinteren Kurvennuten CG2 und die drei vorderen Kurvennuten CG3 auf dem Nockenring **31** so ausgebildet, dass die drei hinteren Kurvennuten CG2 in einer zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel des Nockenmechanismus umgekehrten Anordnung in Richtung der optischen Achse Z1 vor den drei vorderen Kurvennuten CG3 lägen, so würden im gleichen Umfangsbereich des Nockenrings **31** (innerhalb des gleichen Bereichs in Richtung der optischen Achse Z1) der entsprechende vordere Nutensatz und der entsprechende hintere Nutensatz einander schneiden, selbst wenn der hintere Nutensatz und der vordere Nutensatz hinsichtlich ihrer Anordnung in Umfangsrichtung des Nockenrings **31** justiert werden würde. Ist, wie eingangs beschrieben, ein einziger Nockenring auf seiner Innenumfangsfläche oder seiner Außenumfangsfläche mit zwei Nutensätzen zum Bewegen von zwei geradegeführten optischen Elementen versehen, so muss verhindert werden, dass sich die beiden zugehörigen Sätze aus Kurveneingriffsgliedern, die in Eingriff mit den beiden Nutensätzen sind, an den Schnittpunkten der beiden Nutensätze aus den Kurvennuten lösen. Entsprechende Maßnahmen machen jedoch den Nockenmechanismus kompliziert. Beispielsweise sieht eine bekannte Lösung dieses Problems vor, den Nockenring mit unterstützenden Kurvennuten zu versehen, die die gleichen Kurvenbahnen wie die Hauptkurvennuten aufweisen, um zu verhindern, dass sich die beiden Sätze aus Kurveneingriffsgliedern aus den zugehörigen Nutensätzen lösen. Um jedoch solche unterstützenden Kurvennuten zusätzlich zu den Hauptkurvennuten auszubilden, muss auf dem Nockenring eine zusätzliche Fläche bereitgestellt werden, auf der die unterstützenden Kurvennuten angeordnet werden. Dementsprechend wird der Nockenring größer. Dagegen ist bei der Erfindung die relative Anordnung des aus den drei hinteren Kurvennuten CG2 bestehenden Nutensatzes und des aus den drei vorderen Kurvennuten CG3 bestehenden Nutensatzes in Richtung der optischen Achse Z1 ohne Rücksicht auf die relative Anordnung der Linsengruppen in Richtung der optischen Achse Z1 geändert worden, wobei diese Linsengruppen (zweite Linsengruppe LG2 und dritte Linsengruppe LG3 in diesem Ausführungsbeispiel) in Richtung der optischen Achse Z1 geradegeführt sind. Dadurch können die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 und die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 an der Innenumfangsfläche des Nockenrings **31** ausgebildet werden, ohne einander zu schneiden. Eine Vergrößerung des Nockenrings **31** wird so vermieden.

[0082] Dadurch, dass jedes hintere Kurveneingriffsglied CF2 zum Bewegen der zweiten Linsengruppe LG2 und jedes vordere Kurveneingriffsglied CF3 zum

Bewegen der dritten Linsengruppe LG3 in Eingriff mit der zugehörigen hinteren Kurvennut CG2 bzw. der vorderen Kurvennut CG3 ist und diese Kurvennuten CG2, CG3 wie oben beschrieben gleichsam vertauscht angeordnet sind, können verschiedene neuartige Entwurfskonzeptionen hinsichtlich dieser Anordnung und der Konstruktion, mit der die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 und die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 zusammengesetzt werden, angewandt werden. Insbesondere sind die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 an den Außenumfangsflächen der Vorsprünge **35c** ausgebildet, die von dem Ringteil **35b** der für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmten Verstellfassung **35** nach hinten abstehen, während die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 auf den Außenumfangsflächen von drei der sechs Vorsprünge **36c** ausgebildet sind, die von dem Ringteil **36c** der für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmten Verstellfassung **36** nach vorn ragen. Ferner sind die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 einstückig mit den drei nach hinten ragenden Vorsprüngen **35c** ausgebildet. Die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 sind Elemente, die separat von der Verstellfassung **36** vorgesehen sind. An den zugehörigen drei der sechs nach vorn ragenden Vorsprüngen **36c** sind nahe deren vorderen Enden drei Befestigungslöcher **36v** ausgebildet (vergl. [Fig. 11](#)), in die die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 eingesetzt werden, um dort befestigt zu werden.

[0083] Was die beiden Verstellfassungen **35** und **35** betrifft, kann die relative Anordnung des Ringteils **35b**, der die zweite Linsengruppe LG2 hält, und des Ringteils **36b**, der die dritte Linsengruppe LG3 hält, in Richtung der optischen Achse Z1 nicht verändert werden, wogegen die relative Anordnung der drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 und der drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 in Richtung der optischen Achse Z1, die an den drei Vorsprüngen **35c** bzw. den drei Vorsprüngen **36c**, die in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zueinander verschiebbar sind, vorgesehen sind, frei geändert werden kann, ohne eine gegenseitige Störung zu verursachen. Die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 und die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 können deshalb störungsfrei in Eingriff mit den drei hinteren Kurvennuten CG2 bzw. den drei vorderen Kurvennuten CG3 (deren relative Anordnung in Richtung der optischen Achse Z1 geändert worden ist) gebracht werden. Die Positionsbeziehung zwischen den drei hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 und den drei vorderen Kurveneingriffsgliedern CF3 in Richtung der optischen Achse Z1 ist durch die Kurvenbahnen der drei hinteren Kurvennuten CG2 und der drei vorderen Kurvennuten CG3 festgelegt, wobei die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 in dem Nockenring **31** nicht immer vor den drei hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 angeordnet sind. Beispielsweise befinden sich die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 in dem in [Fig. 25](#) gezeigten eingefahrenen Zustand des Va-

riobjektivs **10** sowie in dem in [Fig. 27](#) gezeigten Zustand, in dem sich das Varioobjektiv **10** in der Telegrenzeinstellung befindet, in Richtung der optischen Achse Z1 vor den drei hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 entsprechend der Positionsbeziehung zwischen den drei hinteren Kurvennuten CG2 und den drei vorderen Kurvennuten CG3, während die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 in dem in [Fig. 26](#) gezeigten Zustand, in dem sich das Varioobjektiv **10** in der Weitwinkelgrenzeinstellung befindet, in Richtung der optischen Achse Z1 vor den drei vorderen Kurveneingriffsgliedern CF3 angeordnet sind.

[0084] Im Folgenden wird beschrieben, wie die für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmte Verstellfassung **35** und die für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmte Verstellfassung **36** beim Zusammenbau des Varioobjektivs **10** an dem Nockenring **31** angebracht werden. Zunächst wird die zweite Linsenfassung **40** an der Verstellfassung **35** befestigt, und es werden die Verschlusseinheit **41** und die dritte Linsenfassung **42** an der Verstellfassung **36** befestigt. Anschließend werden die drei nach hinten ragenden Vorsprünge **35c** und die sechs nach vorn ragenden Vorsprünge **36c** miteinander in Eingriff gebracht, um die beiden Verstellfassungen **35** und **36** zu einer Einheit zusammenzufügen (vergl. [Fig. 7](#)). In diesem zusammengeführten Zustand sind die beiden Verstellfassungen **35** und **36** durch das gleitende Ineinandergreifen der drei nach hinten ragenden Vorsprünge **35c** und der sechs nach vorn ragenden Vorsprünge **36c** in Richtung der optischen Achse Z1 relativ zueinander geradegeführt. Anschließend wird die aus den beiden Verstellfassungen **35** und **36** bestehende Einheit von hinten in den Nockenring **31** eingesetzt. In dieser Phase sind die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 noch nicht an der Verstellfassung **36** montiert. Die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 werden durch die entsprechenden Öffnungen, die an der hinteren Stirnfläche des Nockenrings **31** ausgebildet sind, in die drei hinteren Kurvennuten CG2 eingesetzt. Anschließend werden die beiden Verstellfassungen **35** und **36** als integrale Einheit nach vorn in den Nockenring **31** geschoben, so dass die drei hinteren Kurveneingriffsglieder CF2 in die Montageabschnitte CG2-4 der drei hinteren Kurvennuten CG2 eintreten. Daraufhin liegen die drei Befestigungslöcher **36v**, die an den drei der sechs Vorsprünge **36c** ausgebildet sind, durch die drei Ausschnitte **31v** des Nockenrings **31** aus dem Nockenring **31** radial nach außen hin frei, wie in [Fig. 28](#) gezeigt ist. In dieser Phase werden die drei vorderen Kurveneingriffsglieder CF3 durch die drei Ausschnitte **31v** hindurch in den drei Befestigungslöchern **36v** montiert. Wird anschließend der Nockenring **31** geringfügig in Tubusausfahrrichtung (in [Fig. 28](#) nach rechts) gedreht, so werden die beiden Verstellfassungen **35** und **36** durch die Beziehung zwischen den drei hinteren Kurveneingriffsgliedern CF2 und die zweite Linsengruppe LG2 (geneigte Fläche, die den Montageabschnitt

CG2-4 in der jeweiligen hinteren Kurvennut CG2 mit dem Aufnahmeabschnitt CG2-1 verbindet) geringfügig als Einheit nach hinten bewegt und gleichzeitig die drei vorderen Kurvengriffsglieder CF3 aus den drei Ausschnitten **31v** in die Öffnungen der drei vorderen Kurvennuten CG3 bewegt. Mit Drehen des Nockenrings **31** in die in [Fig. 25](#) gezeigte eingefahrene Stellung sind die drei hinteren Kurvengriffsglieder CF2 aus den Öffnungen der drei hinteren Kurvennuten CG2 weg bewegt und haben die Aufnahmeabschnitte CG2-1 erreicht, während die drei vorderen Kurvengriffsglieder CF3 aus den Öffnungen der drei vorderen Kurvennuten CG3 weg bewegt sind und die Aufnahmeabschnitte CG3-1 erreicht haben, so dass die beiden Verstellfassungen **35** und **36** in dem Nockenring **31** gehalten sind.

[0085] Wie aus vorstehender Beschreibung deutlich wird, können bei dem erfindungsgemäßen Nockenmechanismus die für die zweite Linsengruppe LG2 bestimmte Verstellfassung **35** und die für die dritte Linsengruppe LG3 bestimmte Verstellfassung **36** leicht in dem Nockenring **31** montiert werden, der die drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 (zum Bewegen der zweiten Linsengruppe LG2 in Richtung der optischen Achse Z1) und die drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 (zum Bewegen der dritten Linsengruppe LG3 in Richtung der optischen Achse Z1) aufweist. Dabei sind die Kurvennuten CG2, CG3 so an dem Nockenring **31** ausgebildet, dass sich die drei vorderen Kurvennuten CG3 vor den drei hinteren Kurvennuten CG2 befinden, obgleich die dritte Linsengruppe LG3, die über die drei vorderen Kurvennuten CG3 in Richtung der optischen Achse Z1 bewegt wird, hinter der zweiten Linsengruppe LG2 angeordnet ist, die über die drei hinteren Kurvennuten CG2 in Richtung der optischen Achse Z1 bewegt wird.

[0086] Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise sind in dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel des Varioobjektivs jeweils drei Nuten bzw. Eingriffsglieder in jedem der beschriebenen vier Sätze (nämlich dem aus den drei hinteren, inneren Kurvennuten CG2 bestehenden Nutensatz, dem aus den drei vorderen, inneren Kurvennuten CG3 bestehenden Nutensatz, dem aus den drei hinteren Kurvengriffsgliedern CF2 bestehenden Satz und dem aus den drei vorderen Kurvengriffsgliedern CF3 bestehenden Satz) vorgesehen. Es können jedoch auch mehr oder weniger als drei Nuten bzw. Eingriffsglieder je Satz vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Nockenmechanismus für ein Varioobjektiv mit zwei optischen Elementen (LG2, LG3), von denen eines (LG3) in Richtung der optischen Achse (Z1) hinter dem anderen (LG2) angeordnet ist, wobei sowohl das vordere optische Element (LG2) und als auch

das hintere optische Element (LG3) längs der optischen Achse (Z1) geradegeführt sind, umfassend: einen Nockenring (**31**) mit einer ersten Kurvennut (CG2) zum Bewegen des vorderen optischen Elementes (LG2) längs der optischen Achse (Z1) und einer zweiten Kurvennut (CG3) zum Bewegen des hinteren optischen Elementes (LG3) längs der optischen Achse (Z1), wobei sowohl die erste Kurvennut (CG2) als auch die zweite Kurvennut (CG3) auf der Innenumfangsfläche oder der Außenumfangsfläche des Nockenrings (**31**) ausgebildet sind, wobei die erste Kurvennut (CG2) in Richtung der optischen Achse (Z1) hinter der zweiten Kurvennut (CG3) angeordnet ist.

2. Nockenmechanismus nach Anspruch 1, bei dem die erste Kurvennut (CG2) und die zweite Kurvennut (CG3) auf der Innenumfangsfläche des Nockenrings (**31**) angeordnet sind, der Nockenmechanismus ferner umfasst: eine erste Fassung (**35**) zum Halten des vorderen optischen Elementes (LG2) und eine zweite Fassung (**36**) zum Halten des hinteren optischen Elementes (LG3), die längs der optischen Achse (Z1) geradegeführt sind; und ein erste Kurvengriffsglied (CF2), das an der ersten Fassung (**35**) angeordnet und in Eingriff mit der ersten Kurvennut (CG2) ist, und ein zweites Kurvengriffsglied (CF3), das an der zweiten Fassung (**36**) angeordnet und in Eingriff mit der zweiten Kurvennut (CG3) ist.

3. Nockenmechanismus nach Anspruch 2, bei dem eine der beiden Kurvennuten (CG2, CG3) eine vordere Eingriffsglied-Einführöffnung am vorderen Ende des Nockenrings (**31**) hat und die andere der beiden Eingriffsnuten (CG2, CG3) eine hintere Eingriffsglied-Einführöffnung am hinteren Ende des Nockenrings (**31**) hat, eines (CF2) der beiden Kurvengriffsglieder (CF2, CF3) einstückig mit der zugehörigen Fassung (**35**) ausgebildet ist und das andere (CF3) der beiden Kurvengriffsglieder (CF2, CF3) ein von der anderen Fassung (**36**) separat vorgesehenes Element ist, und beim Zusammenbau des Varioobjektivs die erste Fassung (**35**) und die zweite Fassung (**36**) so miteinander koppelbar sind, dass sie längs der optischen Achse (Z1) geradegeführt sind, während das einstückig mit der zugehörigen Fassung (**35**) ausgebildete Kurvengriffsglied (CF2) über die zugehörige Eingriffsglied-Einführöffnung in die zugehörige Kurvennut (CG2) eingeführt wird und anschließend das andere Kurvengriffsglied (CF3) nach Anbringung an der zugehörigen anderen Fassung (**36**) über die zugehörige andere Eingriffsglied-Einführöffnung in die zugehörige andere Kurvennut (CG3) eingeführt wird.

4. Nockenmechanismus nach Anspruch 3, bei dem die erste Fassung (**35**) einen vorderen Geradführungsabschnitt (**35c**) und die zweite Fassung (**36**) einen hinteren Geradführungsabschnitt (**36c**) auf-

weist, wobei die beiden Geradföhrungsabschnitte (**35c**, **36c**) ausgebildet sind, die erste Fassung (**35**) und die zweite Fassung (**36**) längs der optischen Achse (Z1) relativ zueinander geradezuföhren, und wobei eine der beiden Fassungen (**35**, **36**) durch ein Geradföhrungselement (**33**), das unabhängig von den beiden Fassungen (**35**, **36**) vorgesehen ist, längs der optischen Achse (Z1) geradegeföhrt ist.

5. Nockenmechanismus nach Anspruch 4, bei dem die erste Fassung (**35**) einen vorderen Ringteil (**35b**) zum Halten des vorderen optischen Elementes (L2) und die zweite Fassung (**36**) einen hinteren Ringteil (**36b**) zum Halten des hinteren optischen Elementes (LG3) aufweist, wobei die beiden Ringteile (**35b**, **36b**) längs der optischen Achse (Z1) einander abgewandt sind, und der vordere Geradföhrungsabschnitt mindestens einen rückwärts weisenden Vorsprung (**35c**) und der hintere Geradföhrungsabschnitt mindestens einen vorwärts weisenden Vorsprung (**36c**) umfasst, die längs der optischen Achse (Z1) einander zugewandt sind.

6. Nockenmechanismus nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem diejenige der beiden Kurvennuten (CG2), in die das einstückig mit der zugehörigen Fassung (**35**) ausgebildete Kurveneingriffsglied (CF2) eingesetzt ist, einen Montageabschnitt (CG2-4) aufweist, der so ausgebildet ist, dass er mit der zugehörigen Eingriffsglied-Einföhröffnung in Verbindung steht und in Richtung der optischen Achse (Z1) auf diese ausgerichtet ist, wobei, wenn das einstückig mit der zugehörigen Fassung (**35**) ausgebildete Kurveneingriffsglied (CF2) in dem Montageabschnitt (CG2-4) angeordnet ist, das andere Kurveneingriffsglied (CF3) nach außerhalb des Nockenrings (**31**) radial freiliegt.

7. Kurvenmechanismus nach Anspruch 6, bei dem der Nockenring (**31**) mindestens einen Ausschnitt (**31v**) umfasst, durch den das genannte andere Kurveneingriffsglied (CF3) nach außerhalb des Nockenrings (**31**) radial freiliegt, wenn das eine Kurveneingriffsglied (CF2) in dem Montageabschnitt (CG2-4) angeordnet ist.

8. Nockenmechanismus nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem das erste Kurveneingriffsglied (CF2) und das zweite Kurveneingriffsglied (CF3) in Umfangsrichtung des Nockenrings (**31**) versetzt zueinander angeordnet sind, wenn das erste Kurveneingriffsglied (CF2) in Eingriff mit der ersten Kurvennut (CG2) und das zweite Kurveneingriffsglied (CF3) in Eingriff mit der zweiten Kurvennut (CG3) ist.

9. Nockenmechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens zwei erste Kurvennuten (CG2) vorgesehen sind, die in Umfangsrichtung des Nockenrings (**31**) versetzt zueinander angeordnet sind,

mindestens zwei zweite Kurvennuten (CG3) vorgesehen sind, die in Umfangsrichtung des Nockenrings (**31**) versetzt zueinander angeordnet sind, und keine der ersten und zweiten Kurvennuten (CG2, CG3) eine andere Kurvennut schneidet.

10. Nockenmechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das vordere optische Element eine zweite Linsengruppe (LG2) und das hintere optische Element eine dritte Linsengruppe (LG3) einer Aufnahmeoptik des Varioobjektivs ist.

11. Nockenmechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste Kurvennut (CG2) und die zweite Kurvennut (CG3) auf der Innenumfangsfläche oder der Außenumfangsfläche des Nockenrings (**31**) angeordnet sind, das Varioobjektiv ein vorderstes optisches Element (LG1) enthält, das in Richtung der optischen Achse (Z1) vor dem vorderen optischen Element (LG2) angeordnet ist, und an der Umfangsfläche des Nockenrings (**31**), an der die erste Kurvennut (CG2) und die zweite Kurvennut (CG3) nicht ausgebildet sind, eine dritte Kurvennut (CG1) zum Bewegen des vordersten optischen Elementes (LG1) längs der optischen Achse (Z1) ausgebildet ist.

12. Nockenmechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine (CG3) der beiden Kurvennuten (CG2, CG3) im Wesentlichen V-förmig und die andere (CG2) der beiden Kurvennuten (CG2, CG3) im Wesentlichen umgekehrt V-förmig ist.

13. Linsensystem mit einem vorderen optischen Element (LG2) und einem hinteren optischen Element (LG3), die längs der optischen Achse (Z1) geradegeföhrt sind, wobei das Linsensystem einen Nockenmechanismus enthält, der das vordere optische Element (LG2) und das hintere optische Element (LG3) in vorbestimmter Weise unter Änderung ihres Abstandes voneinander längs der optischen Achse (Z1) bewegt, der Nockenmechanismus einen Nockenring (**31**) umfasst, der eine erste Kurvennut (CG2) zum Bewegen des vorderen optischen Elementes (LG2) längs der optischen Achse (Z1) und eine zweite Kurvennut (CG3) zum Bewegen des hinteren optischen Elementes (LG3) längs der optischen Achse (Z1) hat, wobei sowohl die erste Kurvennut (CG2) als auch die zweite Kurvennut (CG3) an der Innenumfangsfläche oder der Außenumfangsfläche des Nockenrings (**31**) ausgebildet sind, und die erste Kurvennut (CG2) in Richtung der optischen Achse (Z1) hinter der zweiten Kurvennut (CG3) angeordnet ist.

Es folgen 31 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

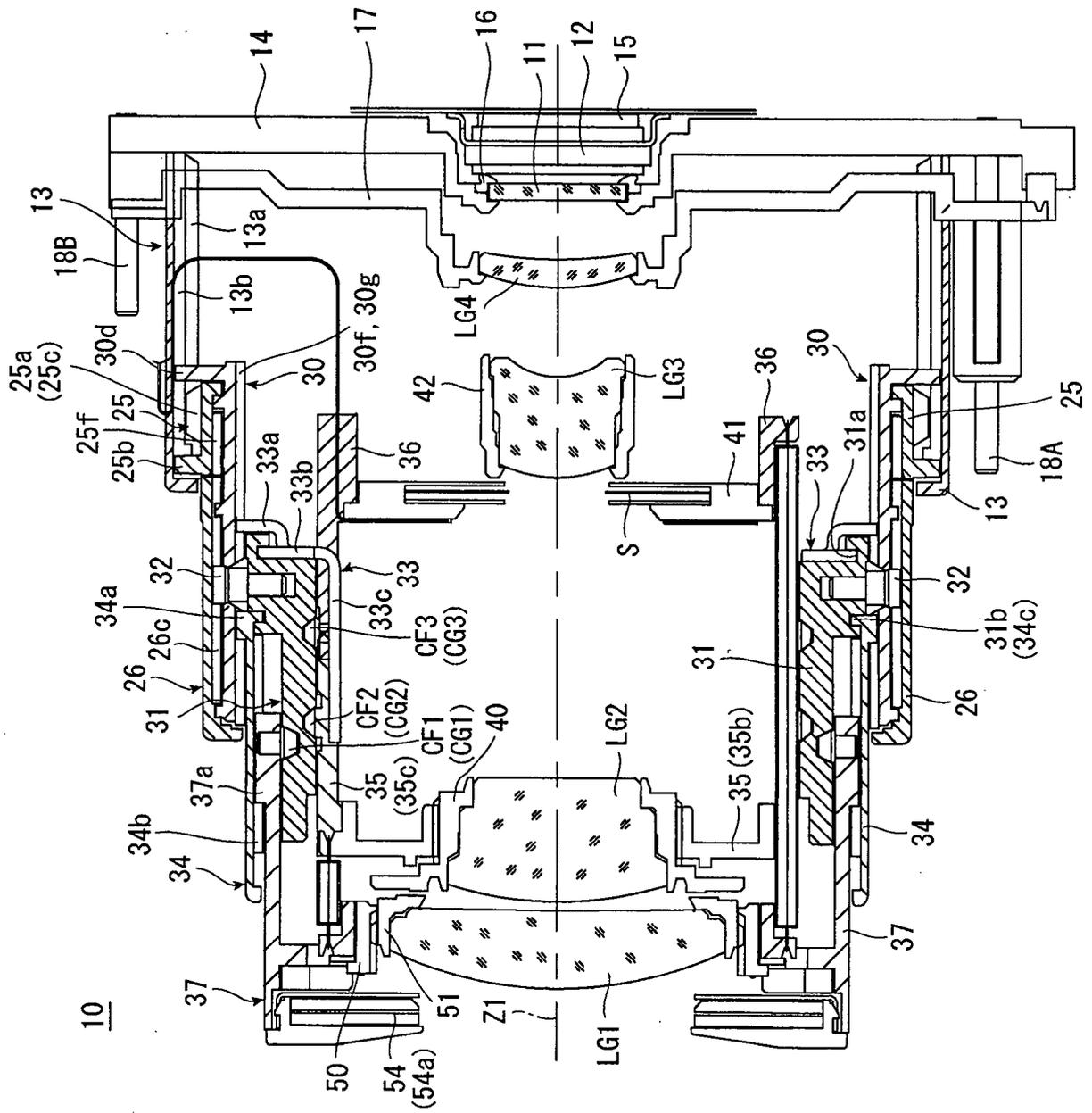


Fig. 1

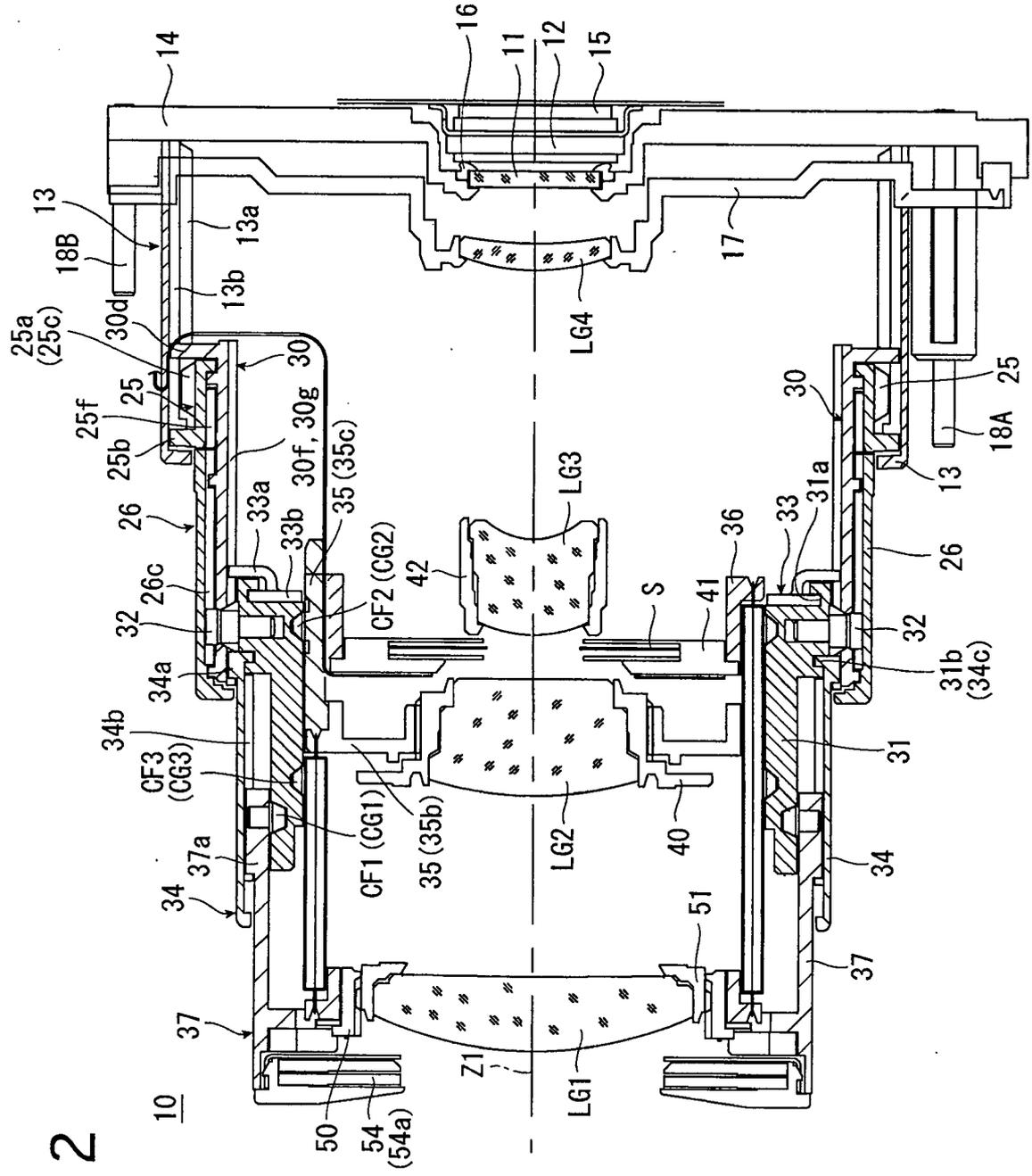


Fig. 2

Fig. 3

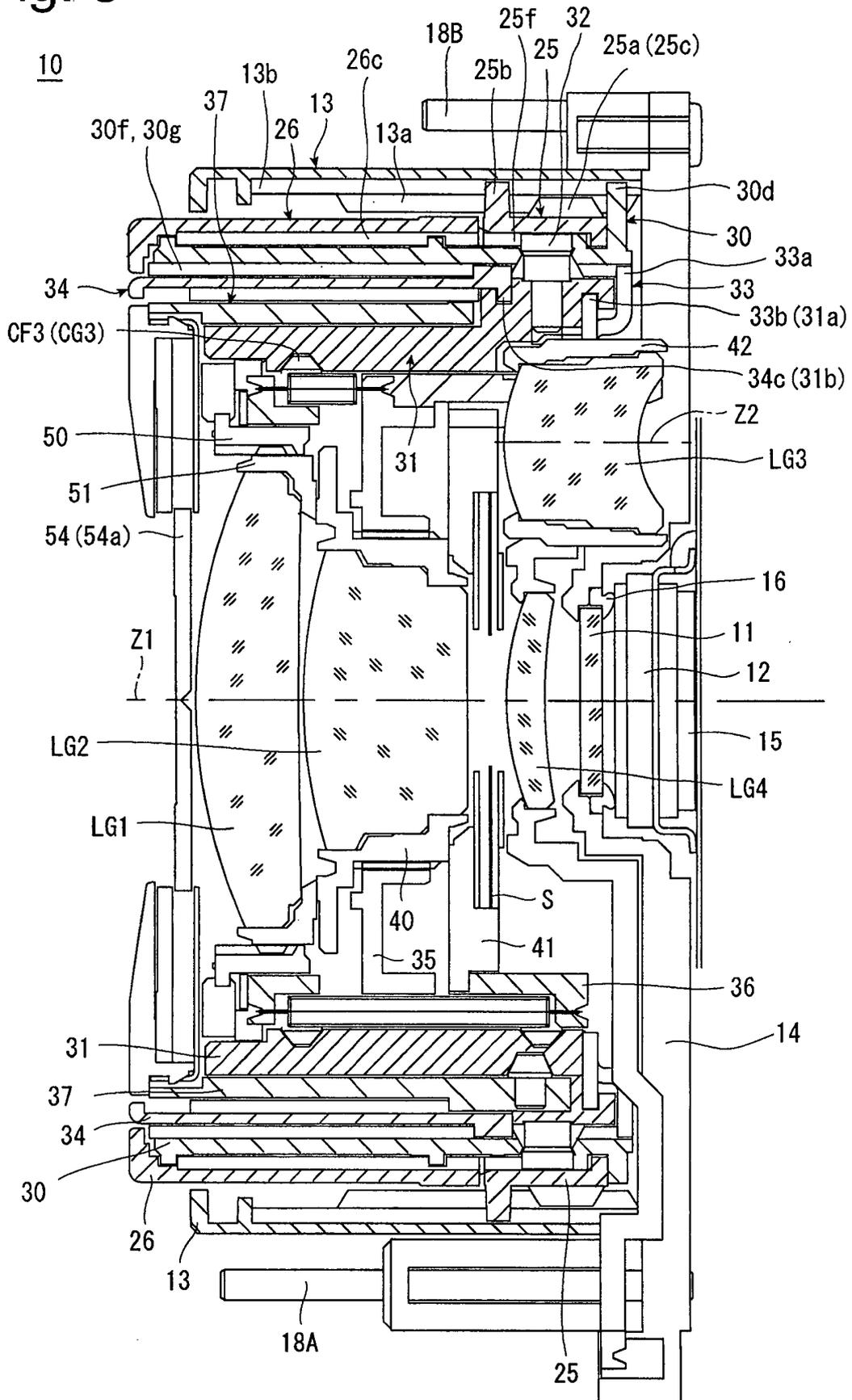
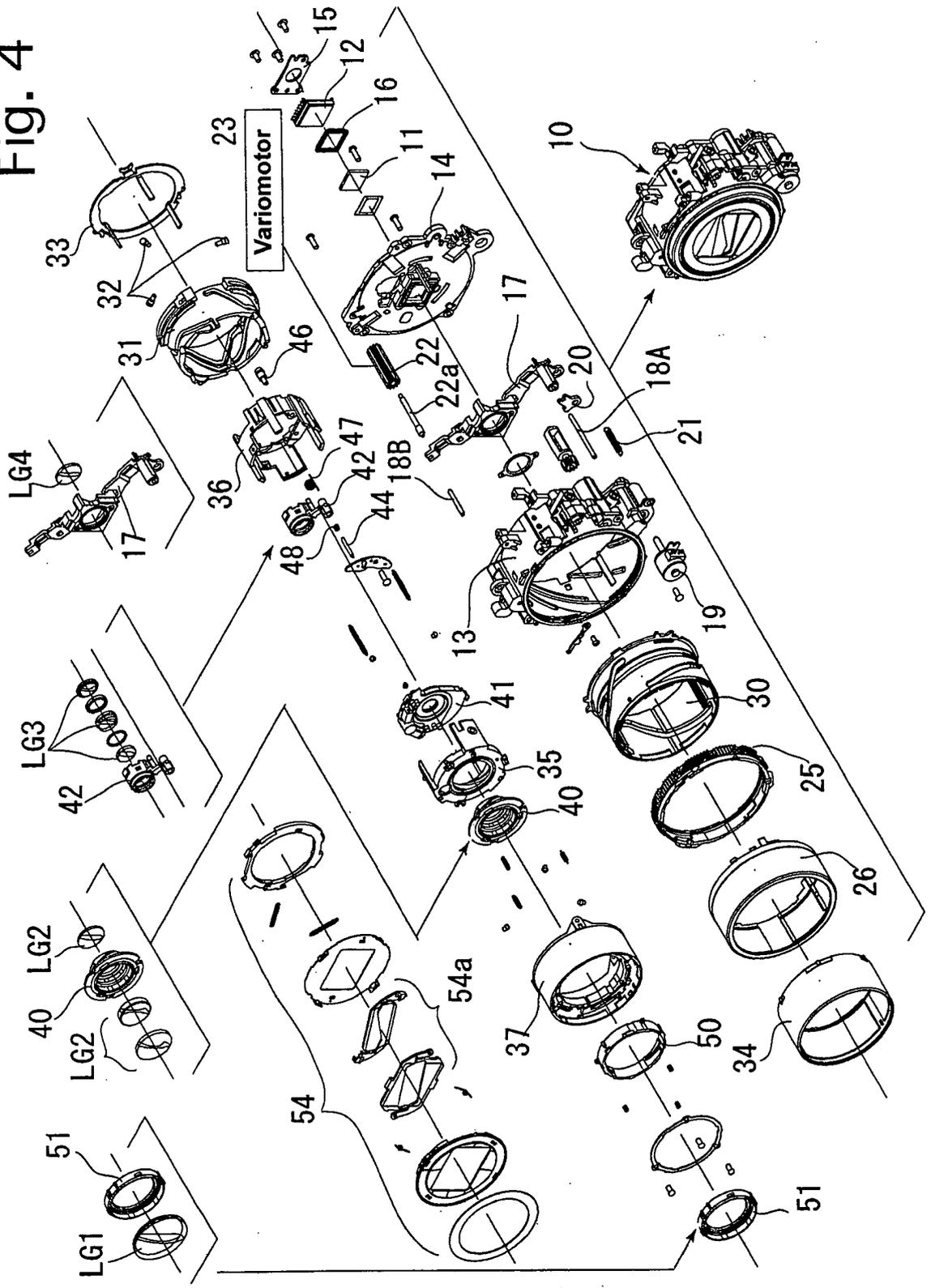


Fig. 4



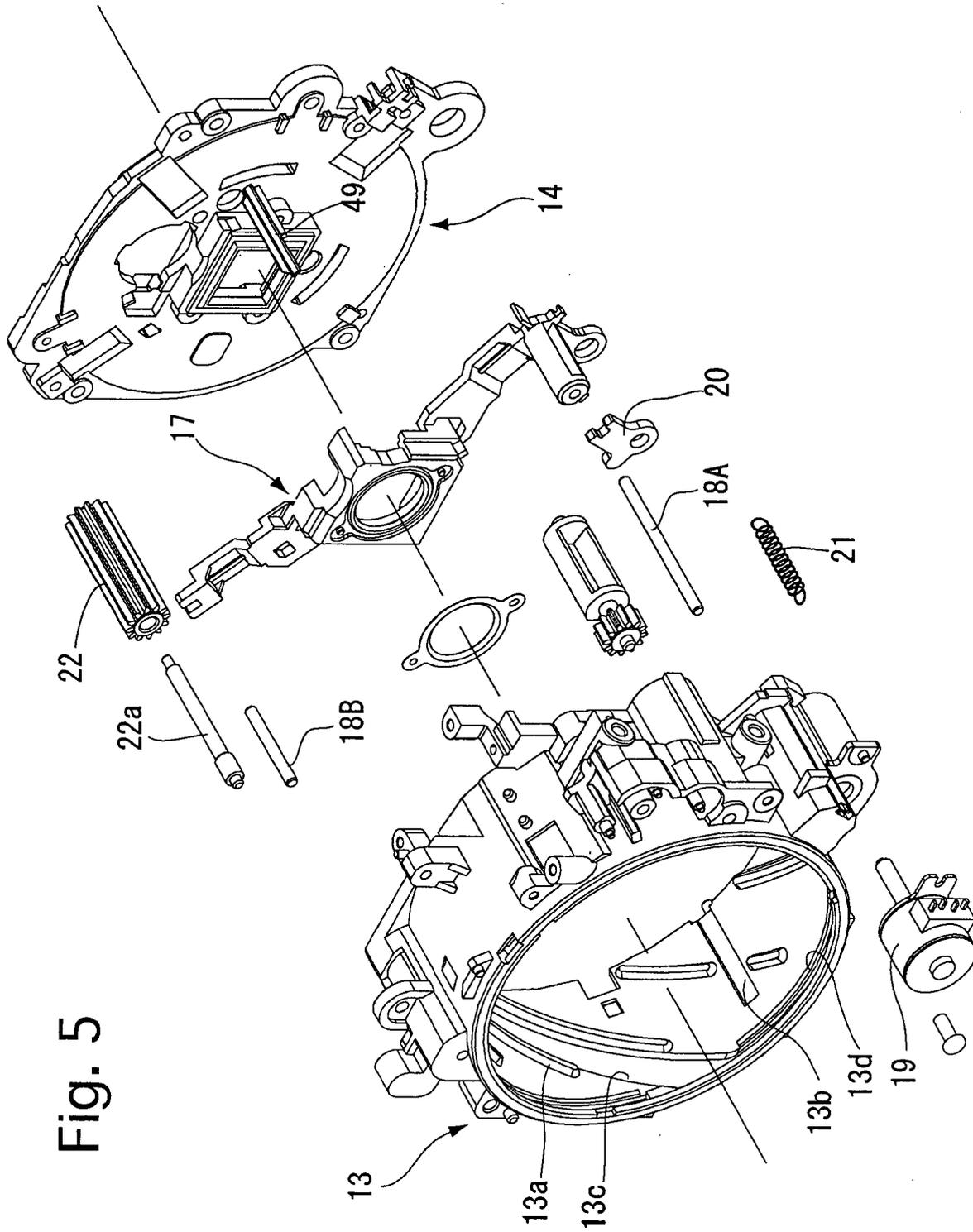


Fig. 5

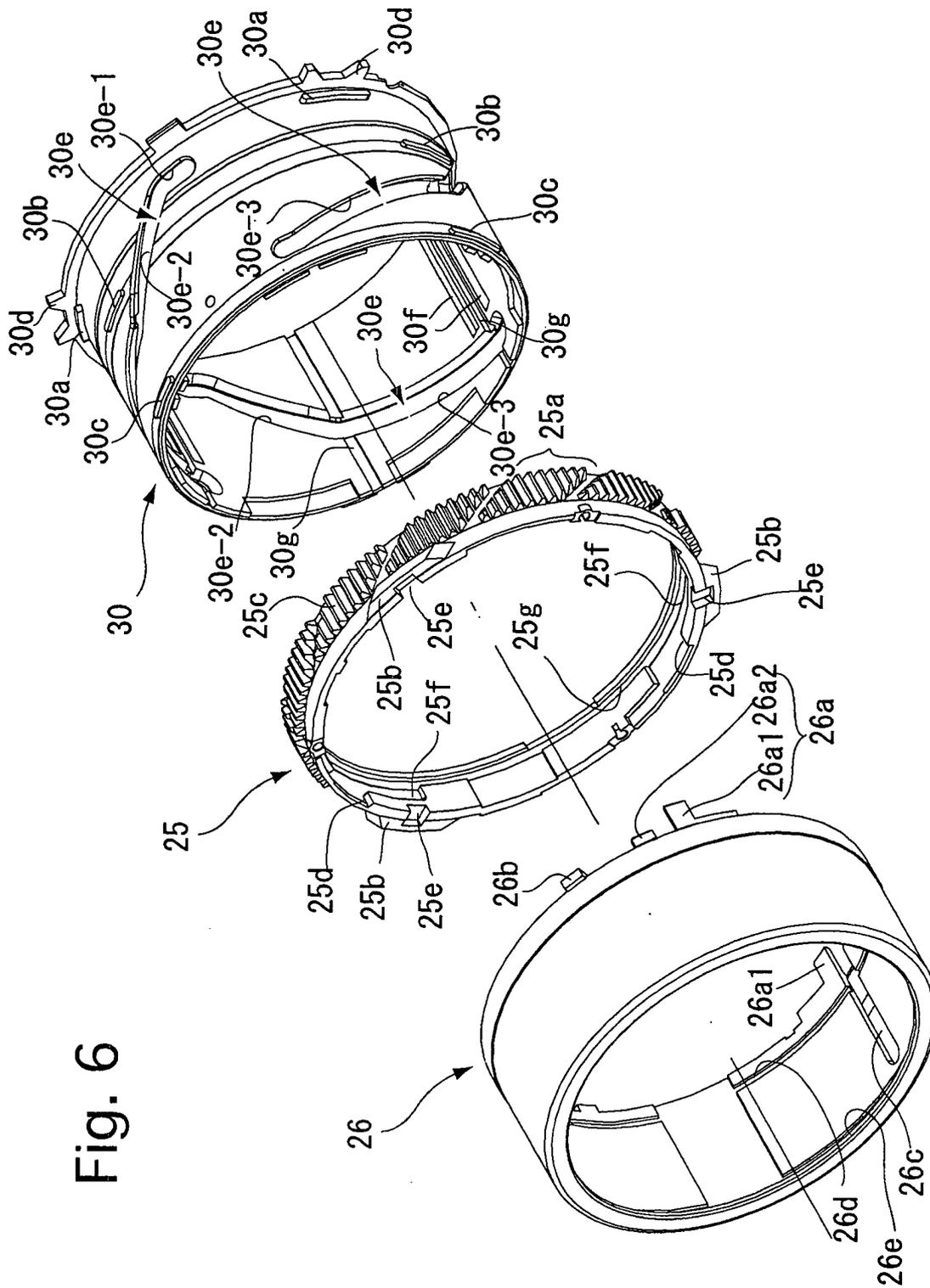
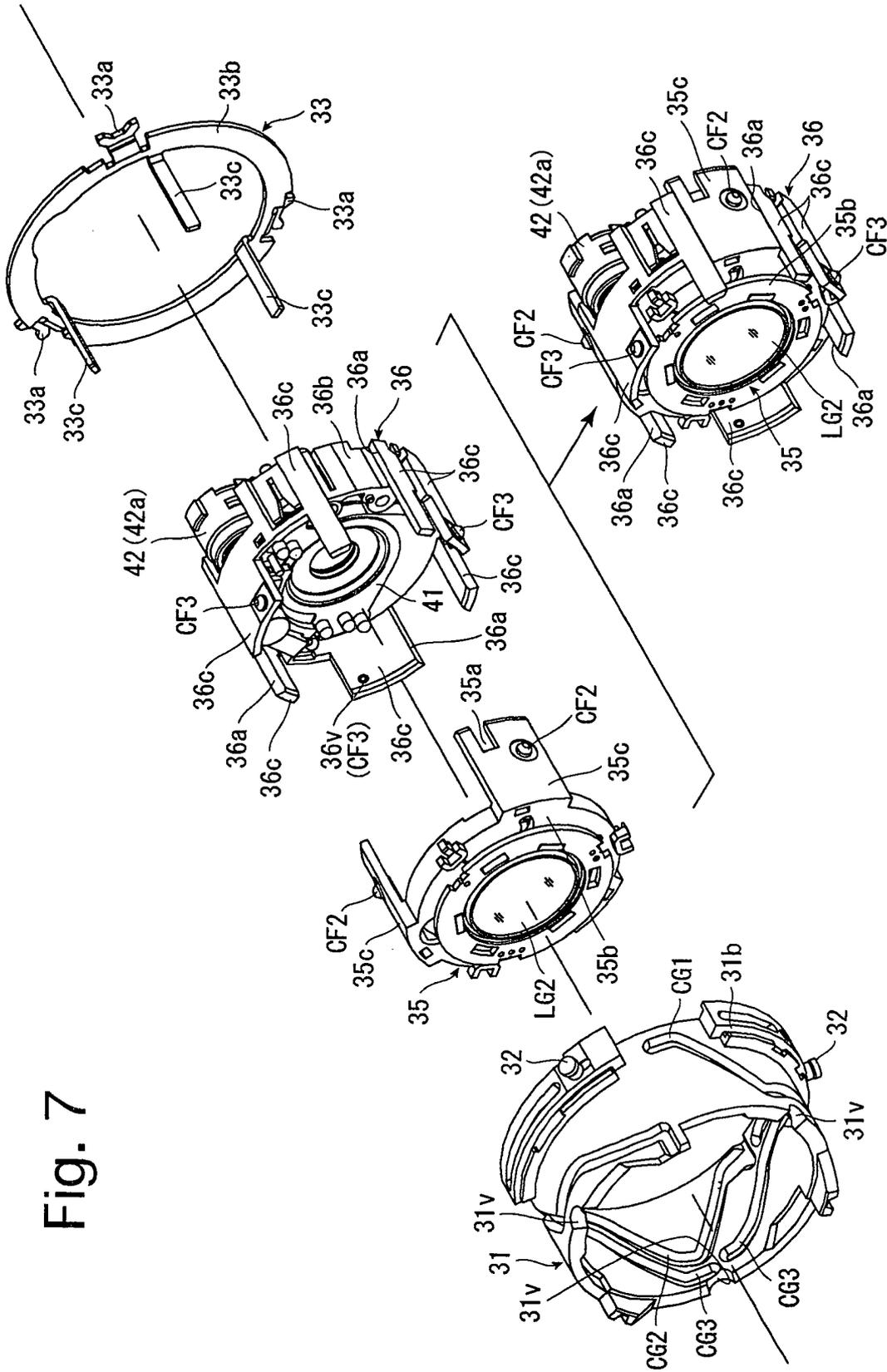


Fig. 6

Fig. 7



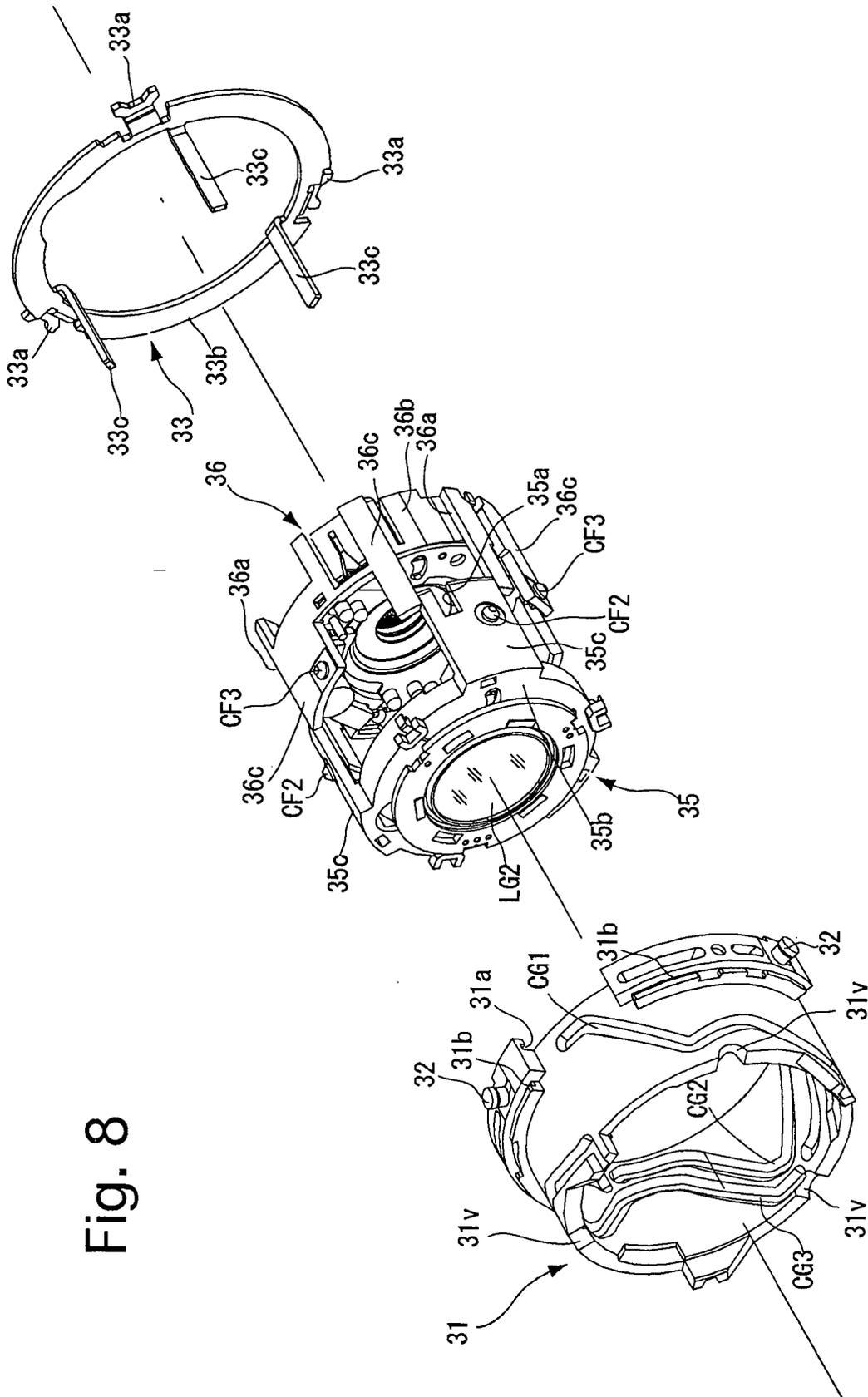
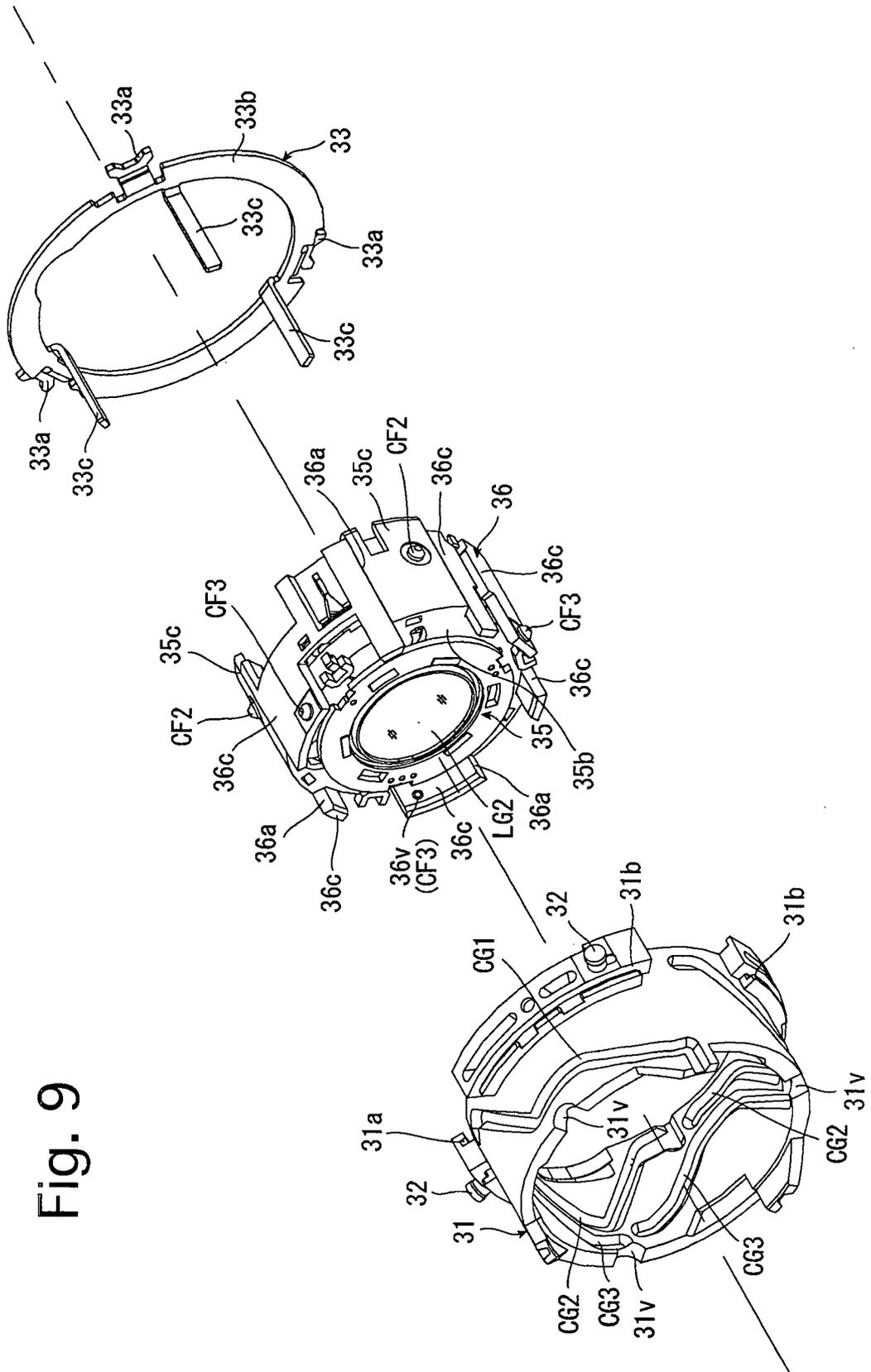


Fig. 8



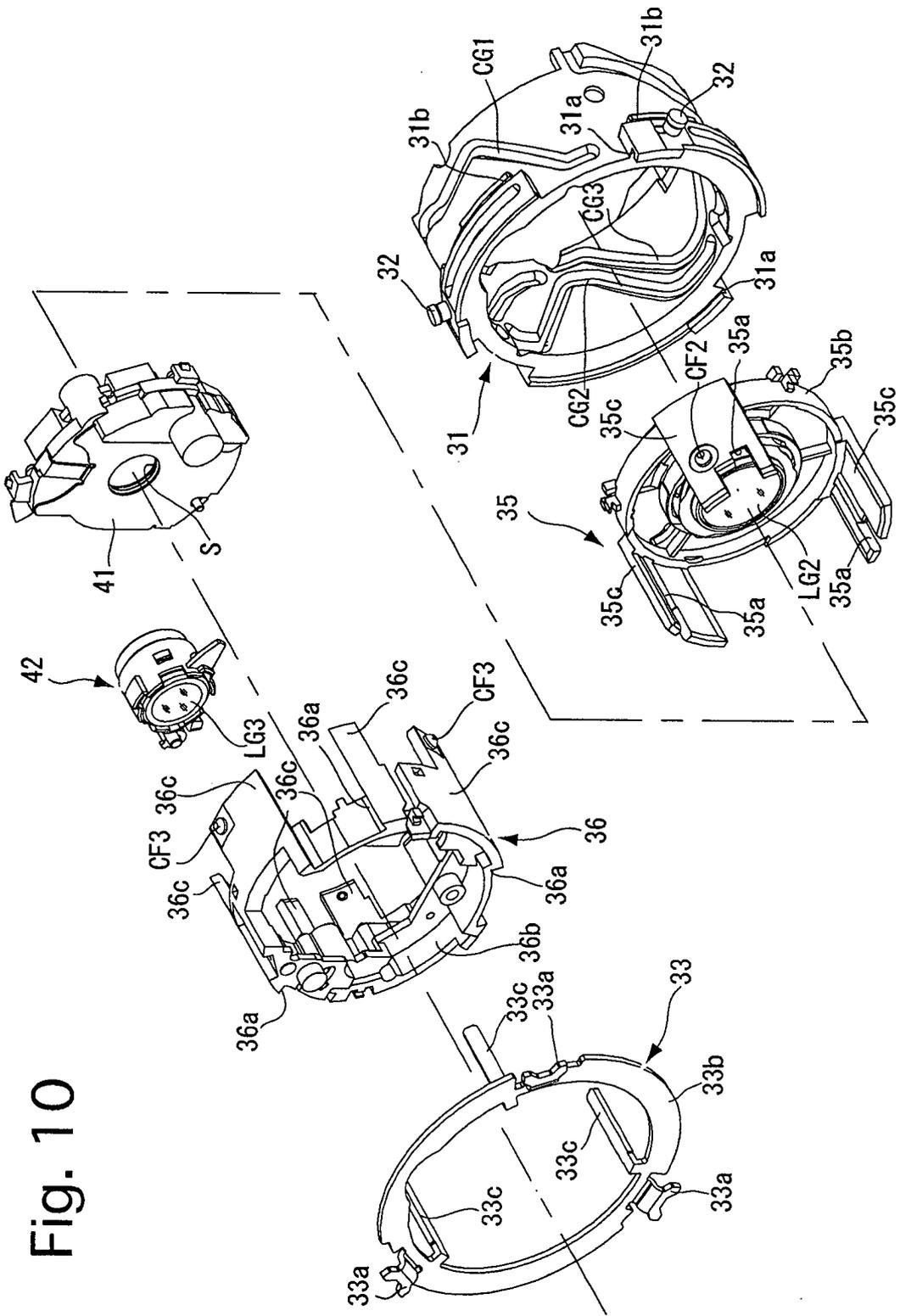


Fig. 10

Fig. 11

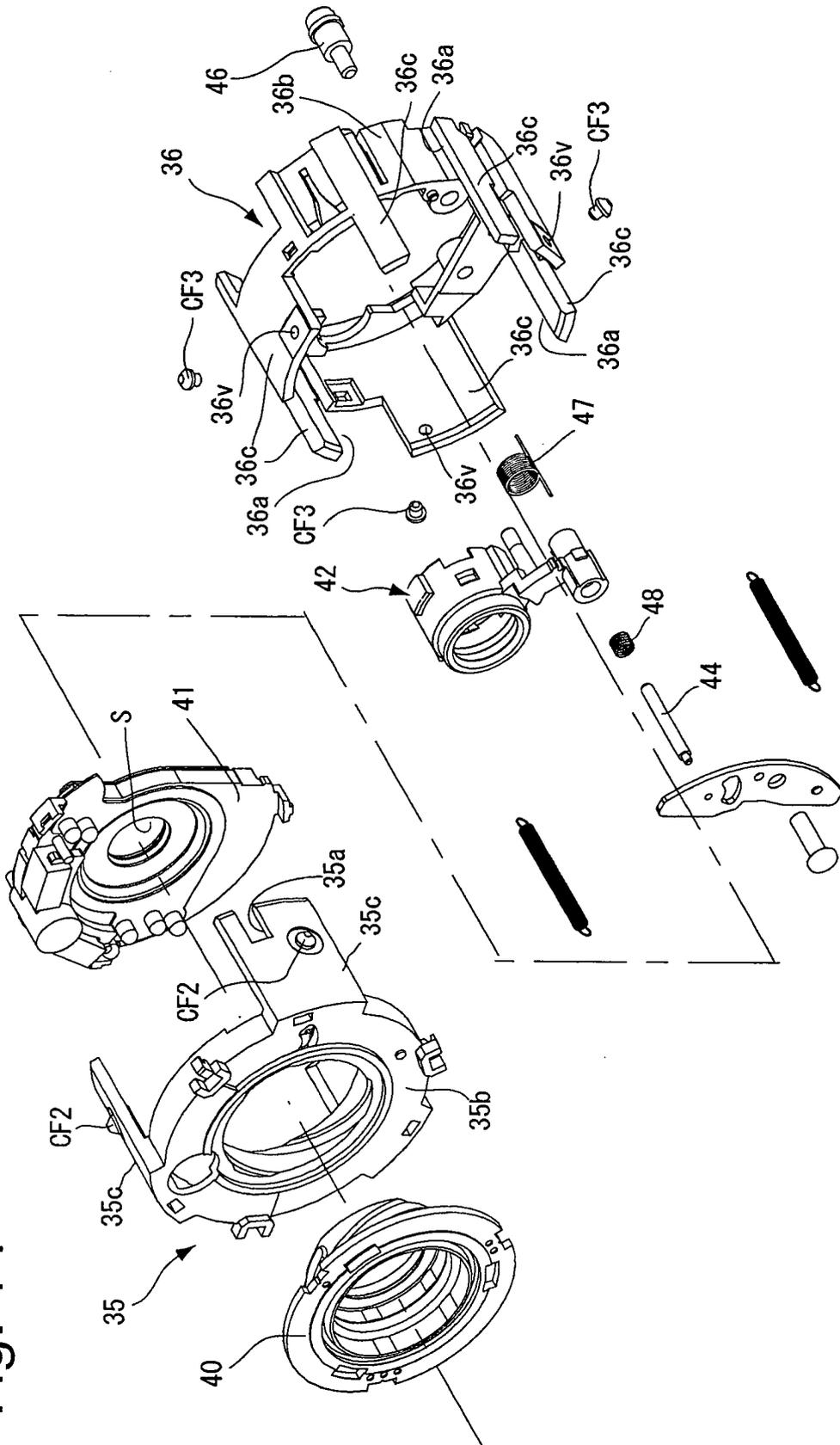


Fig. 13

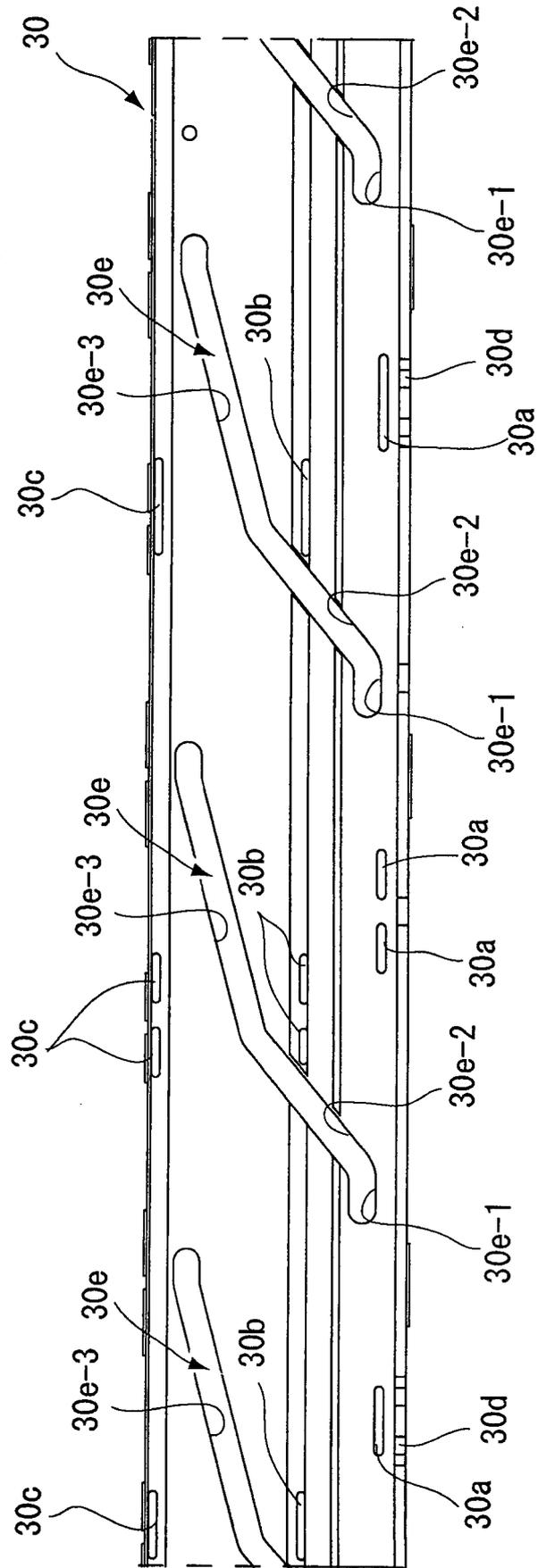


Fig. 14

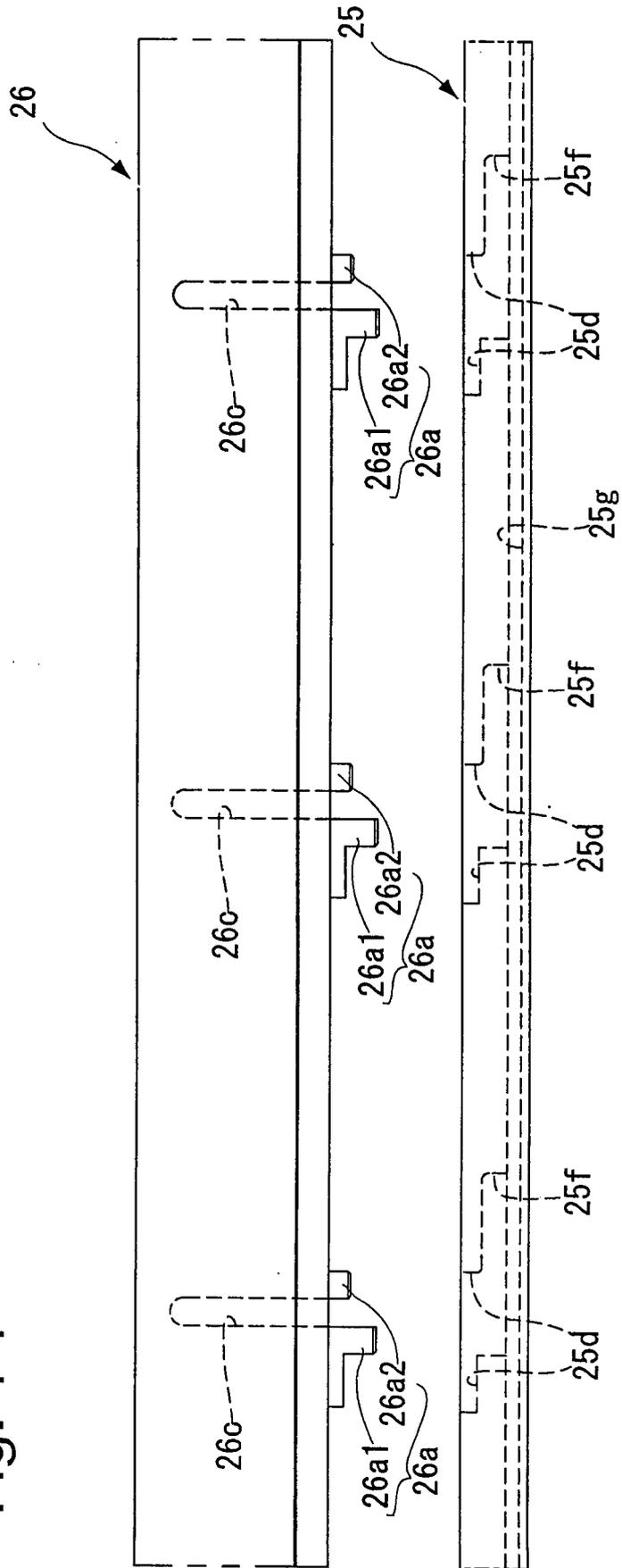


Fig. 15

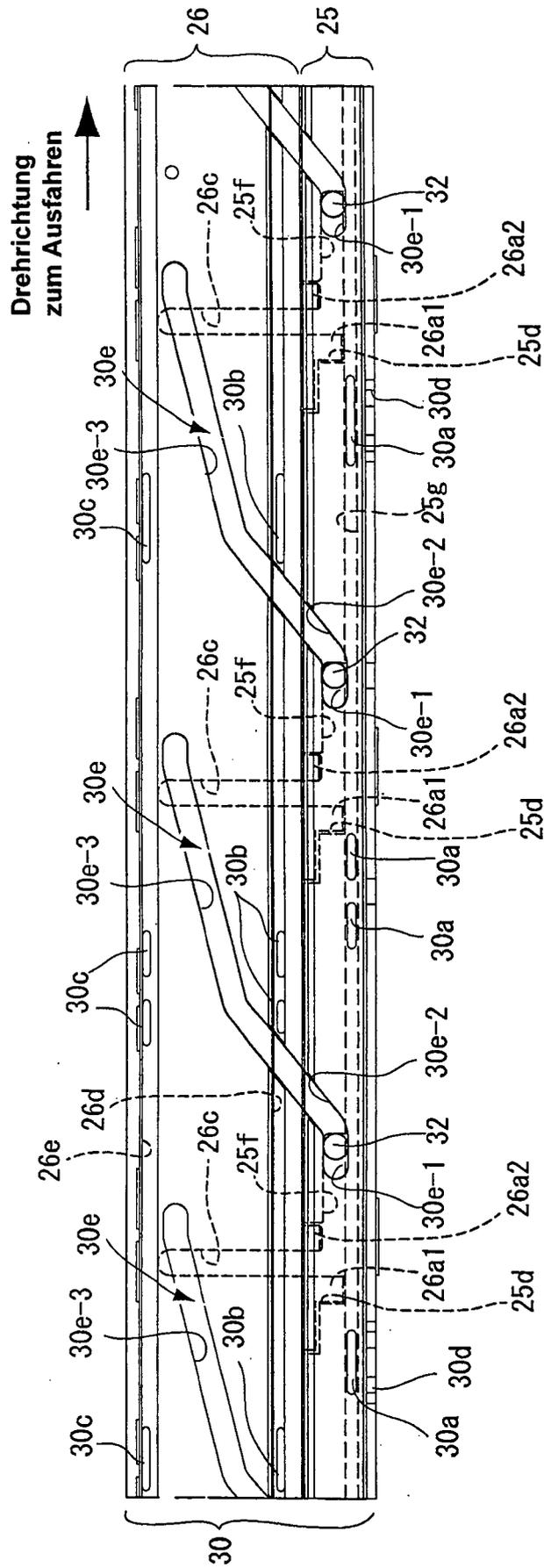


Fig. 16

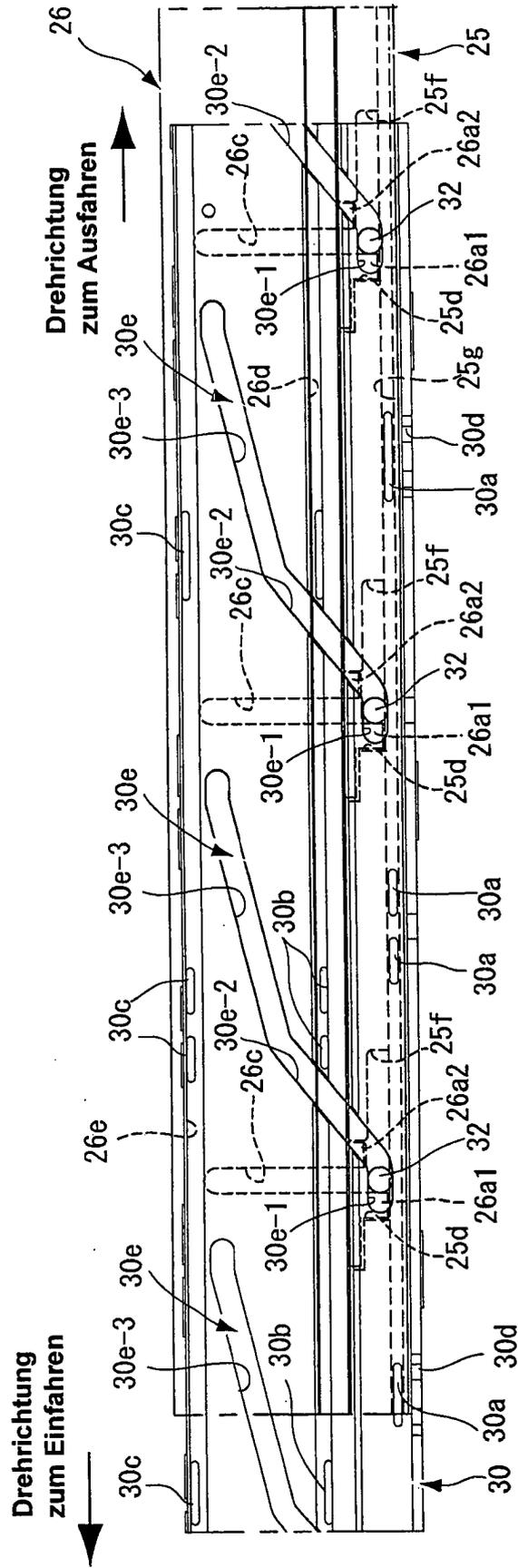


Fig. 17

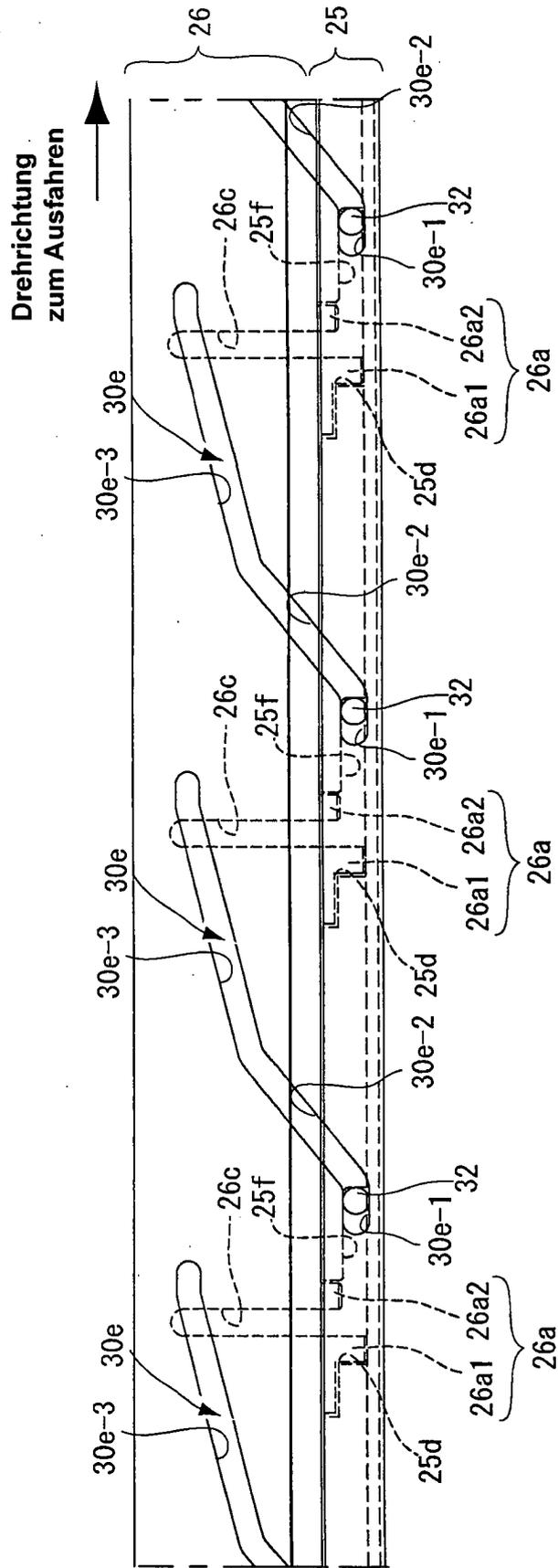
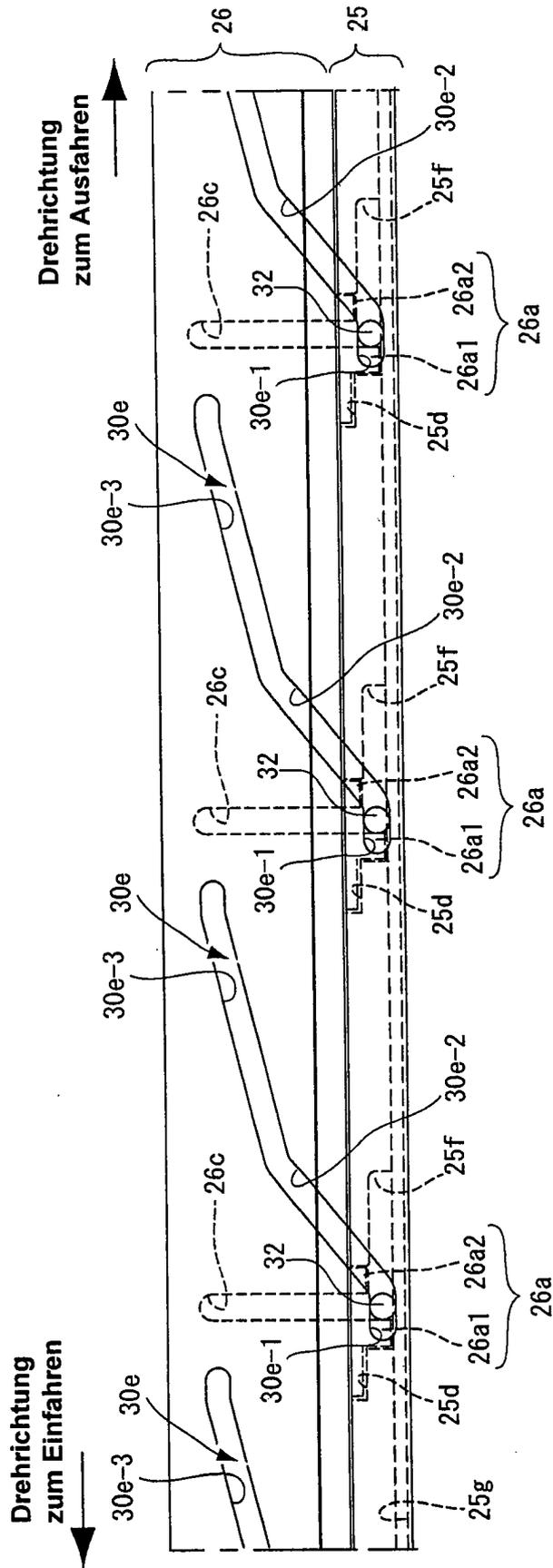


Fig. 18



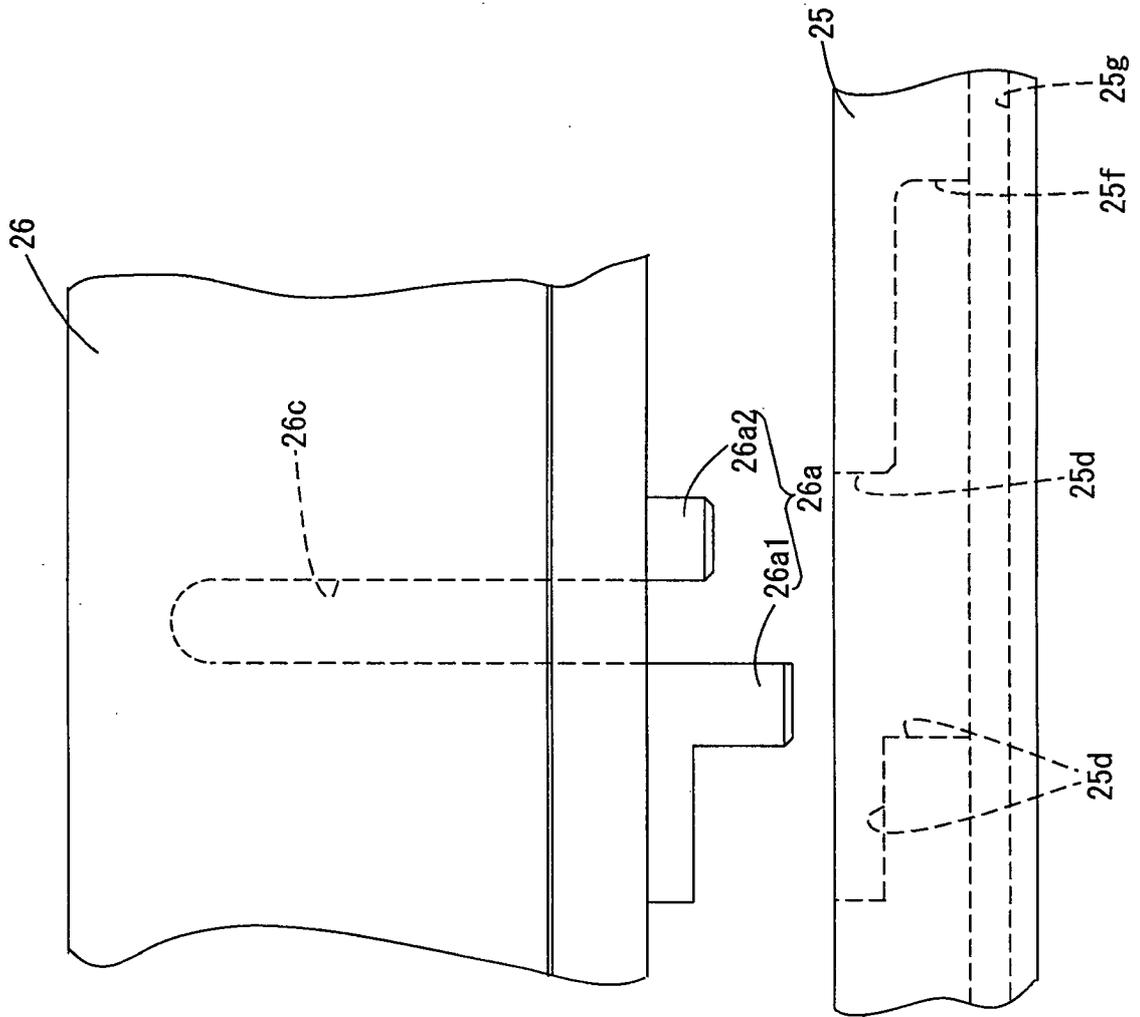


Fig. 19

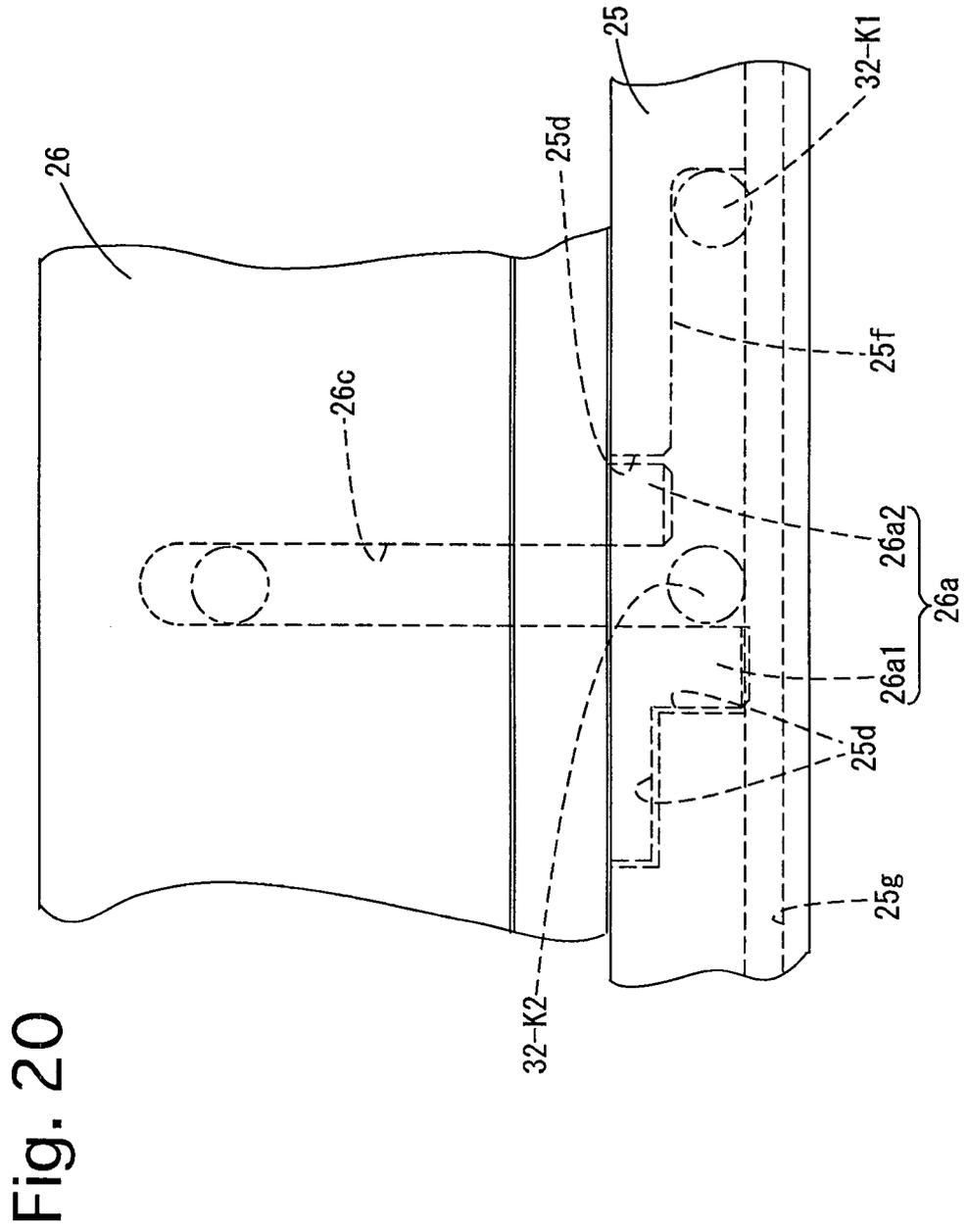


Fig. 21

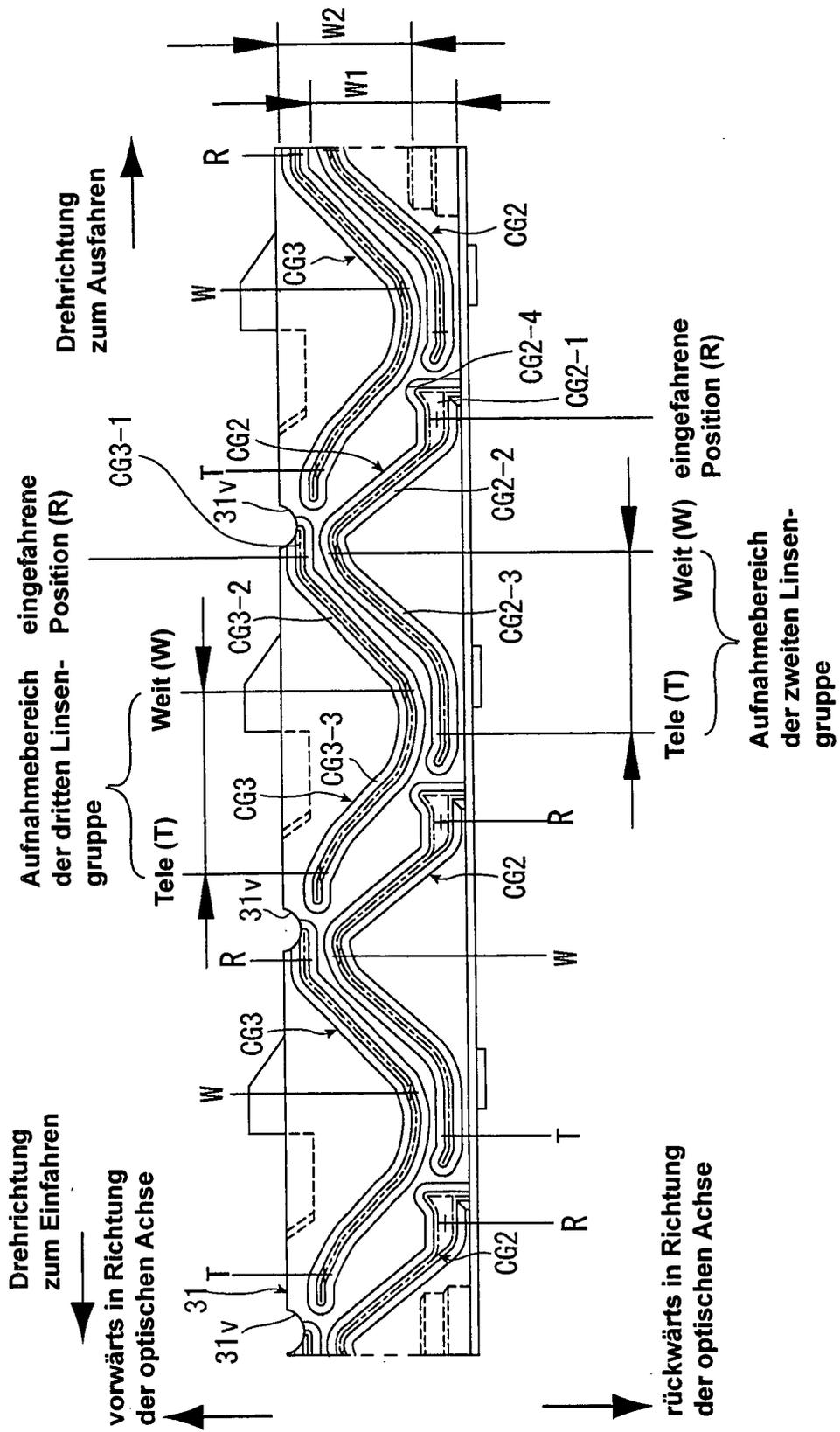


Fig. 22

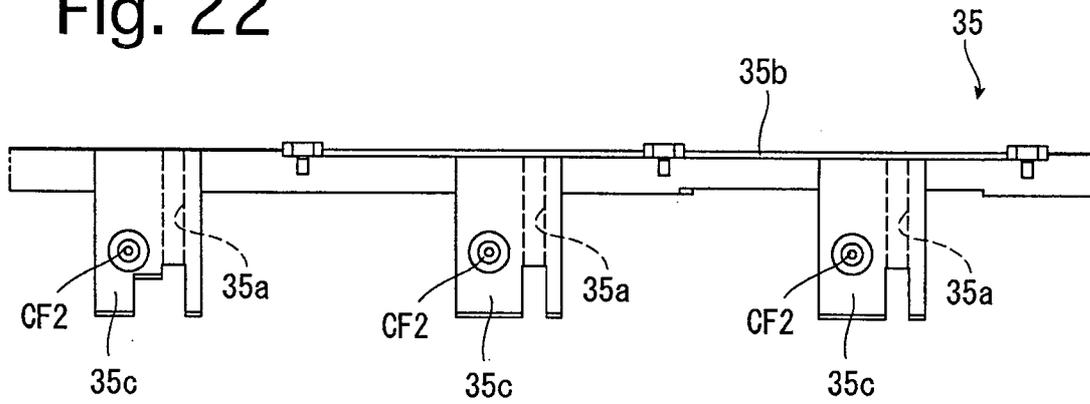


Fig. 23

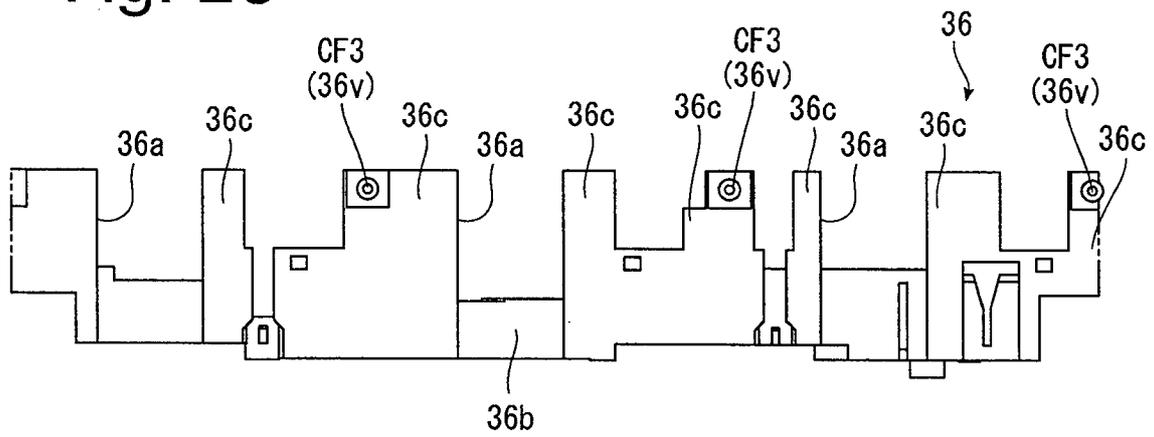


Fig. 24

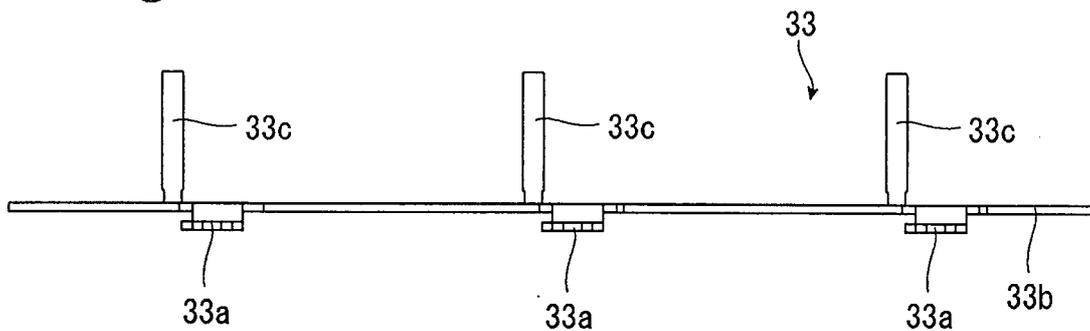


Fig. 26

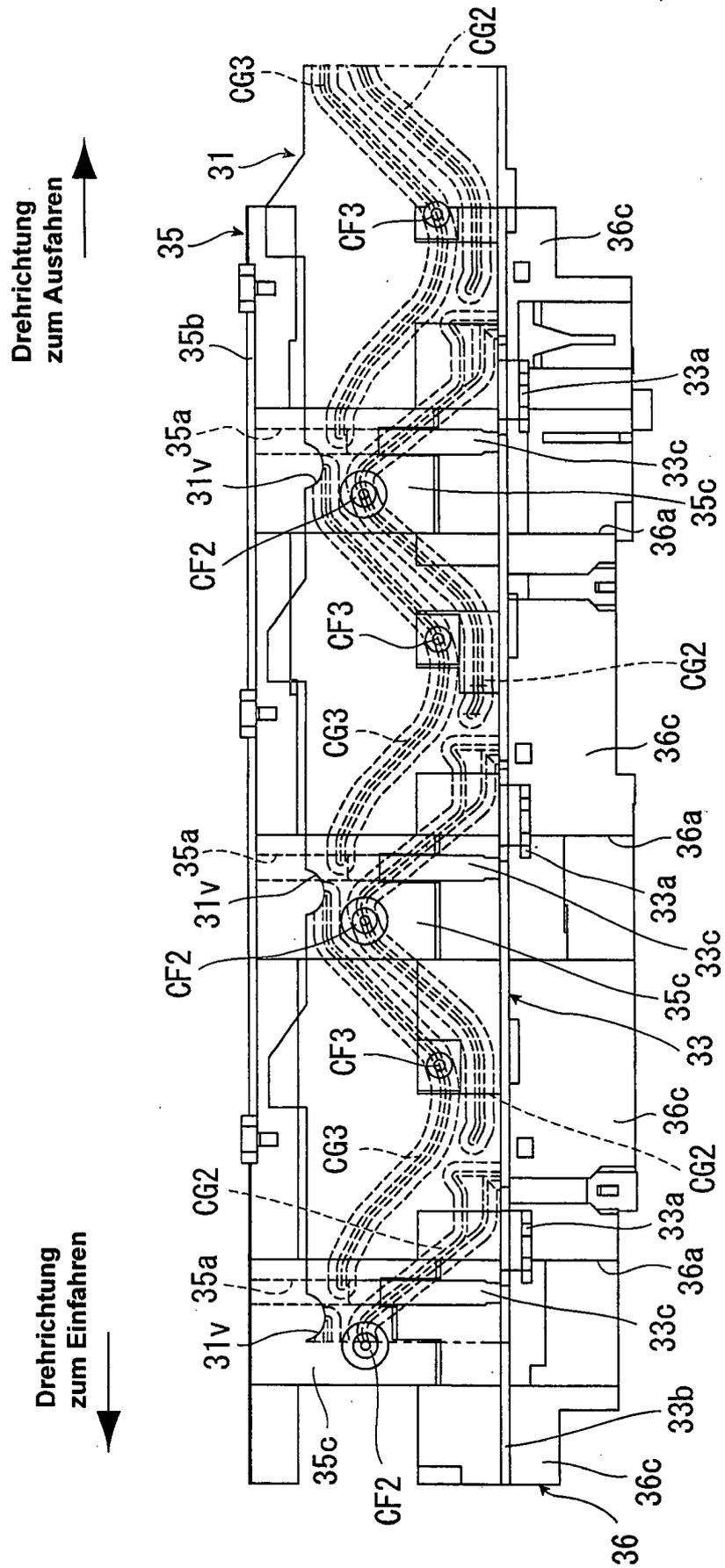


Fig. 27

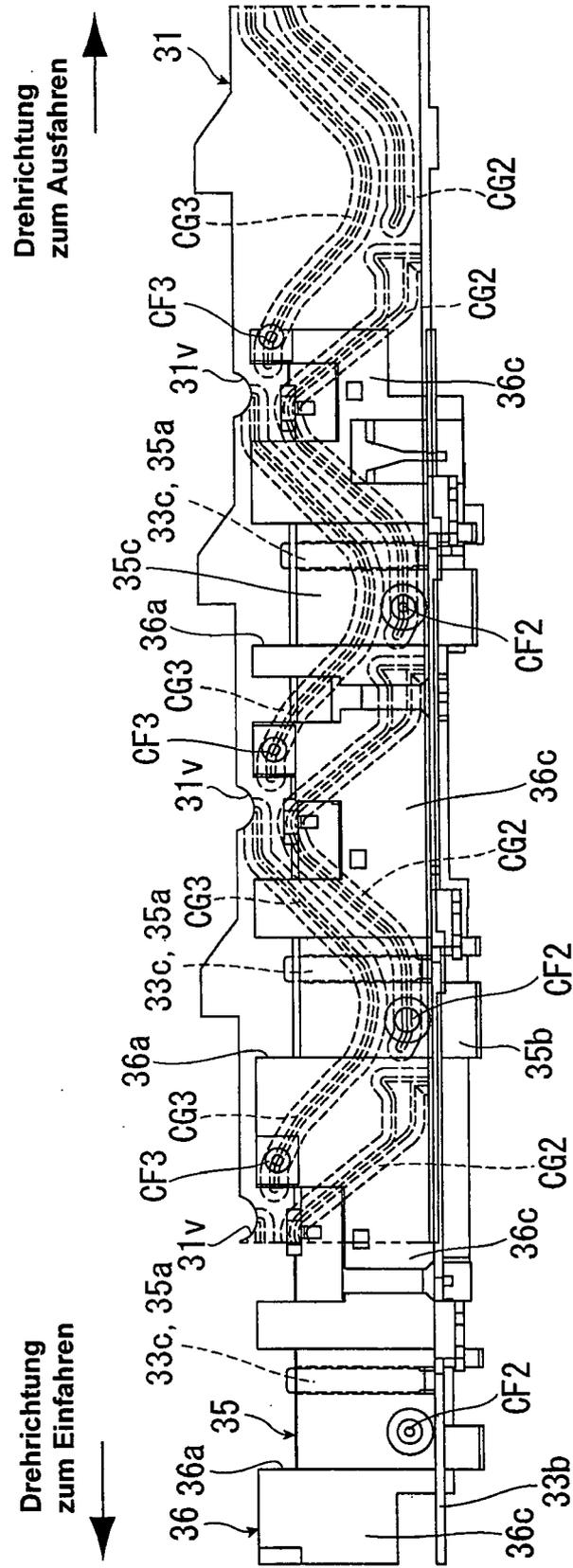


Fig. 28

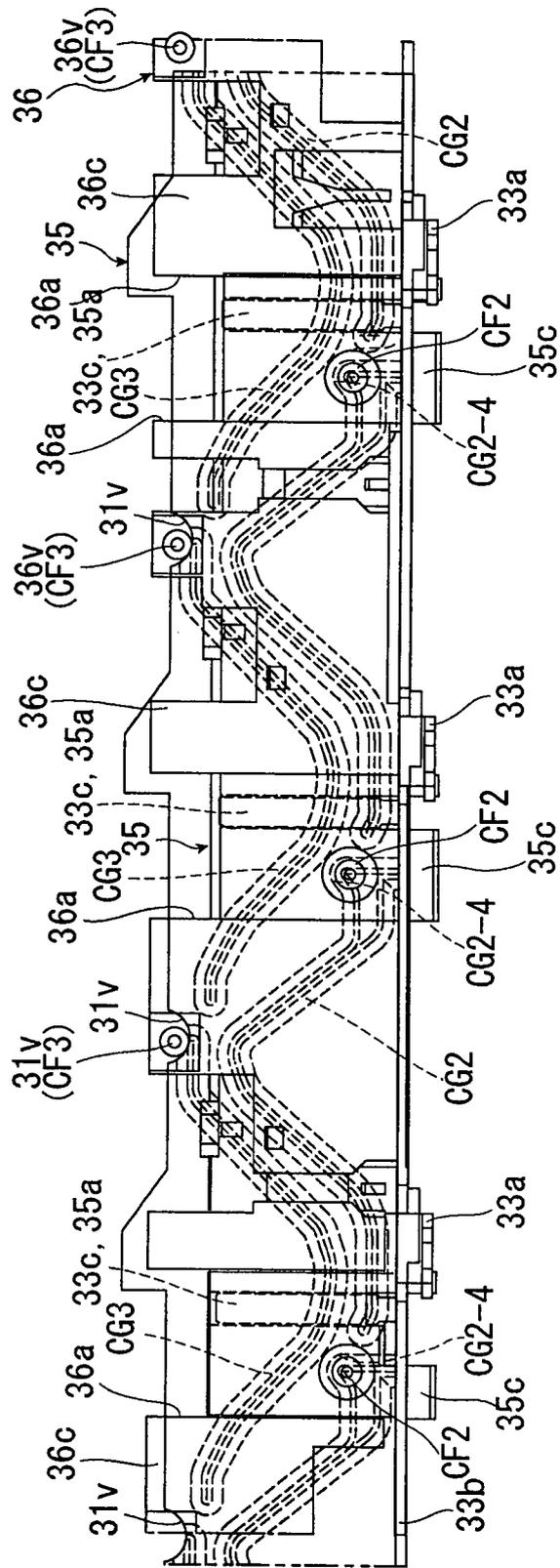
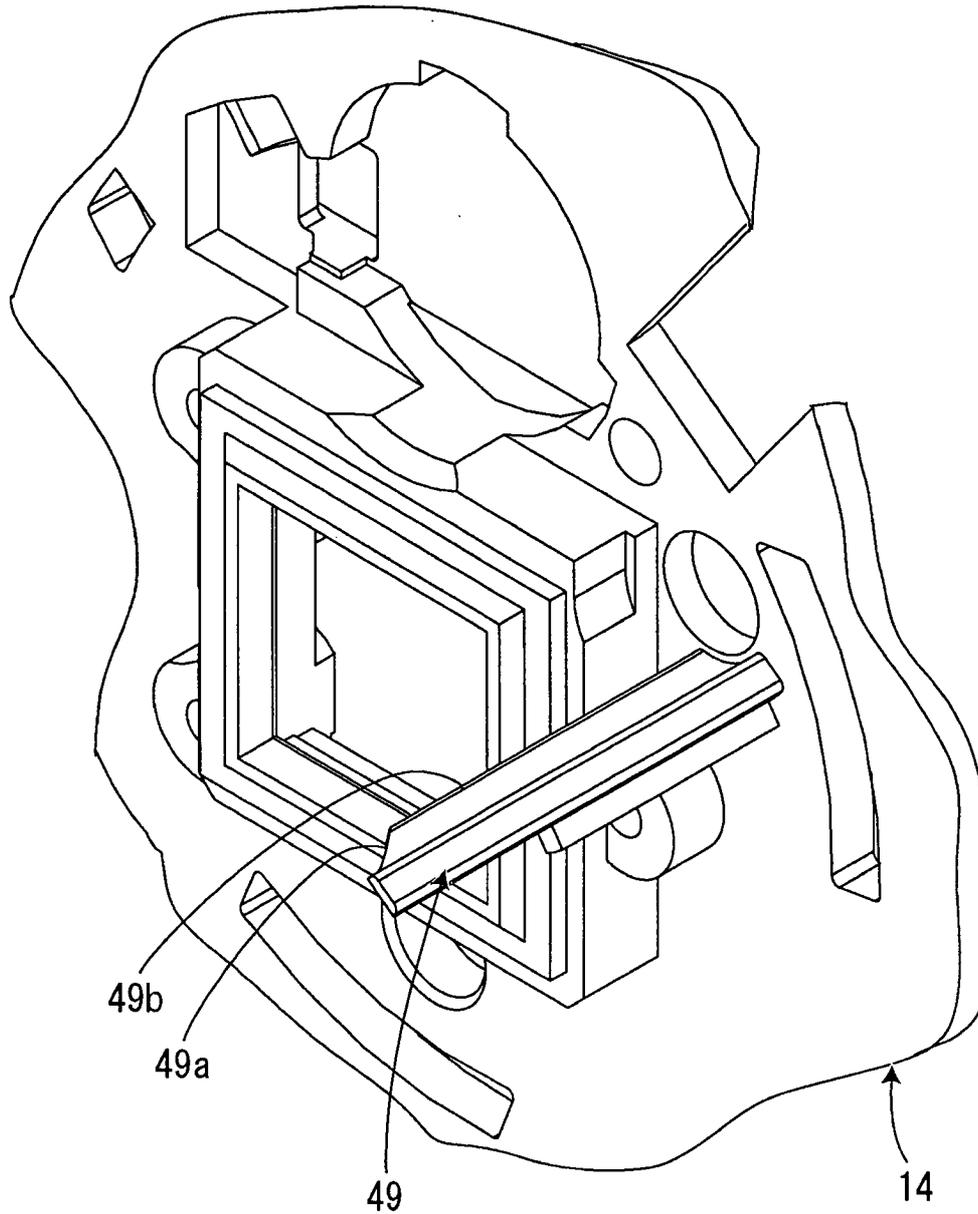


Fig. 29



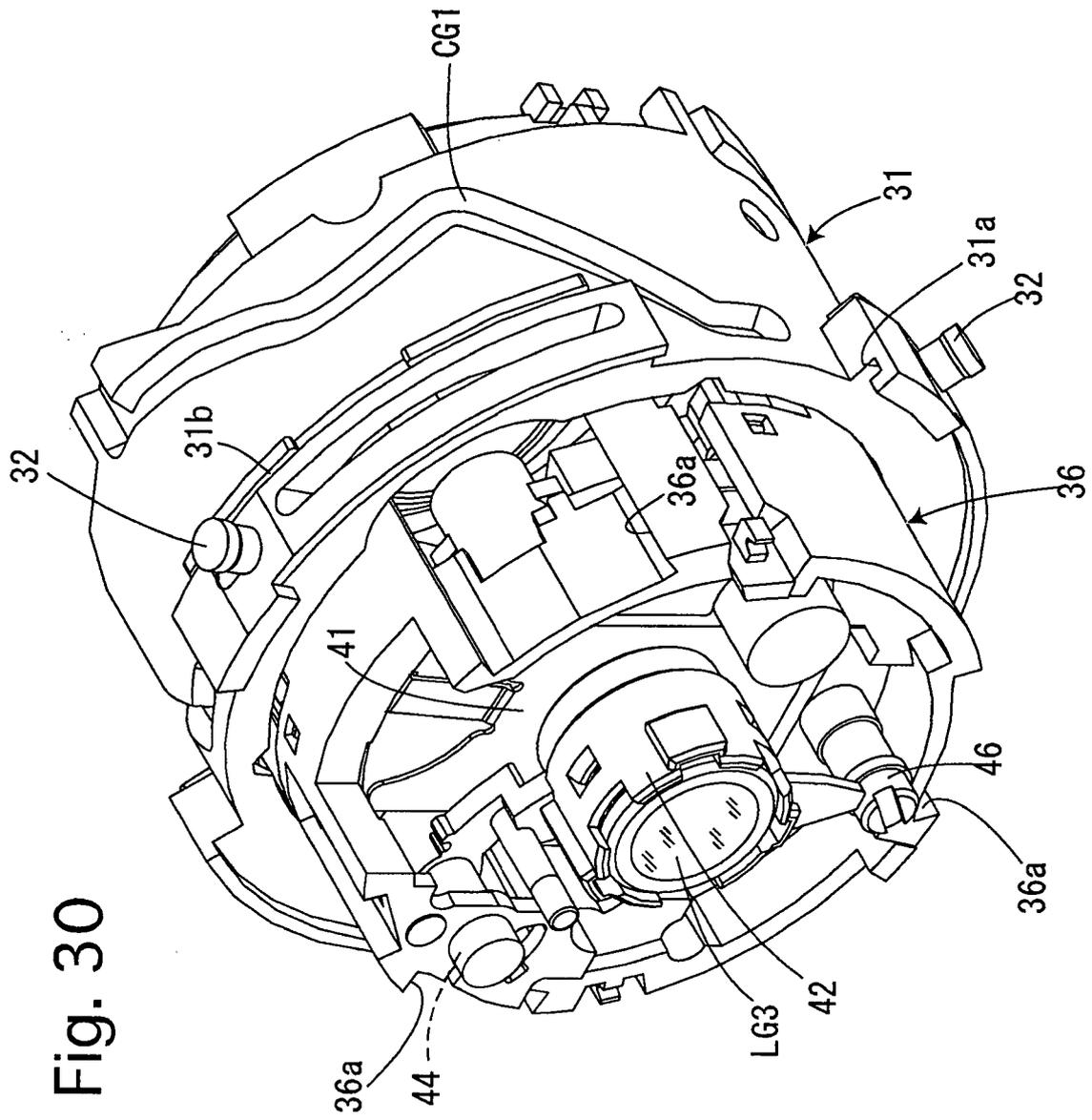


Fig. 30

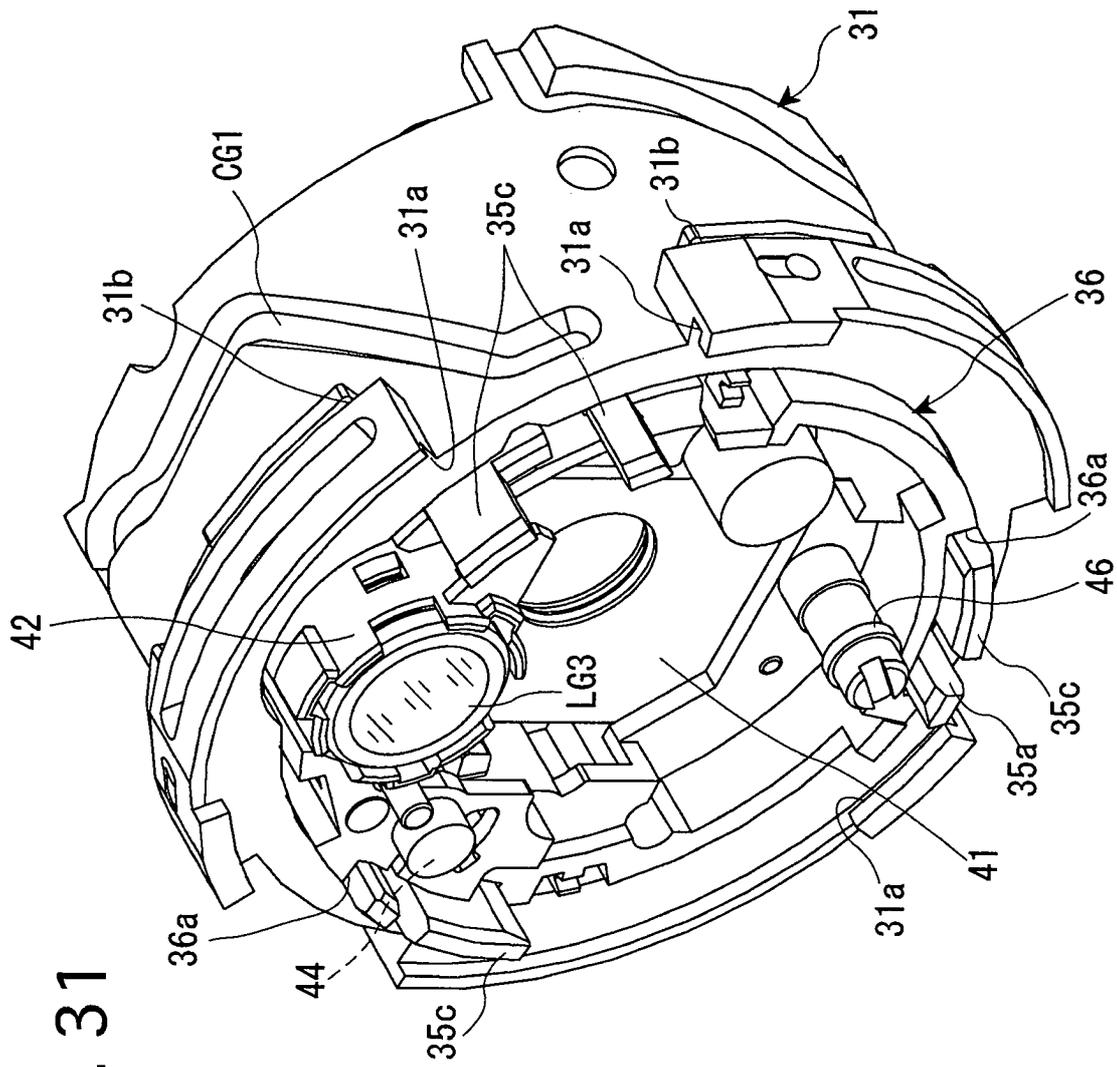
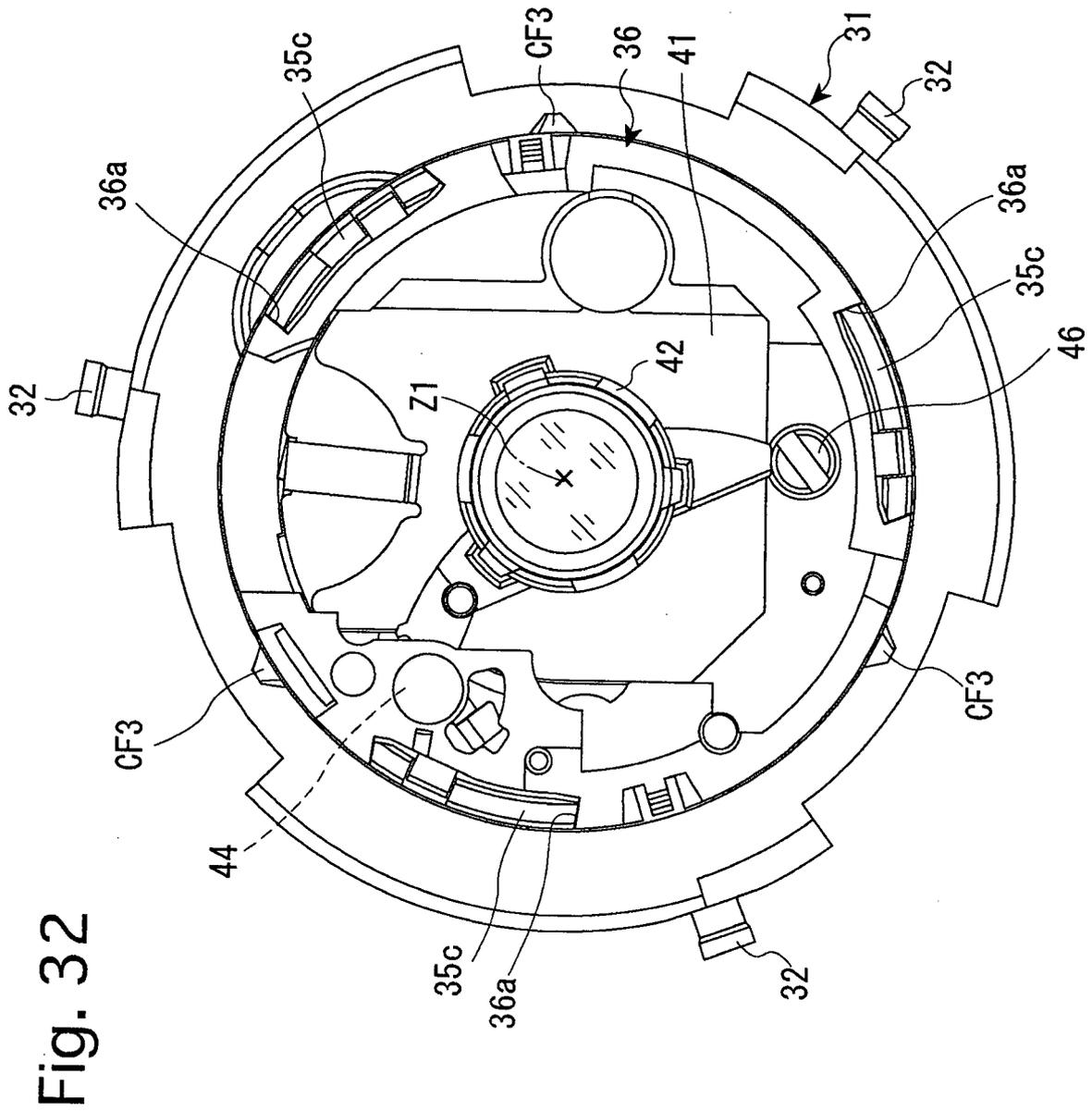


Fig. 31



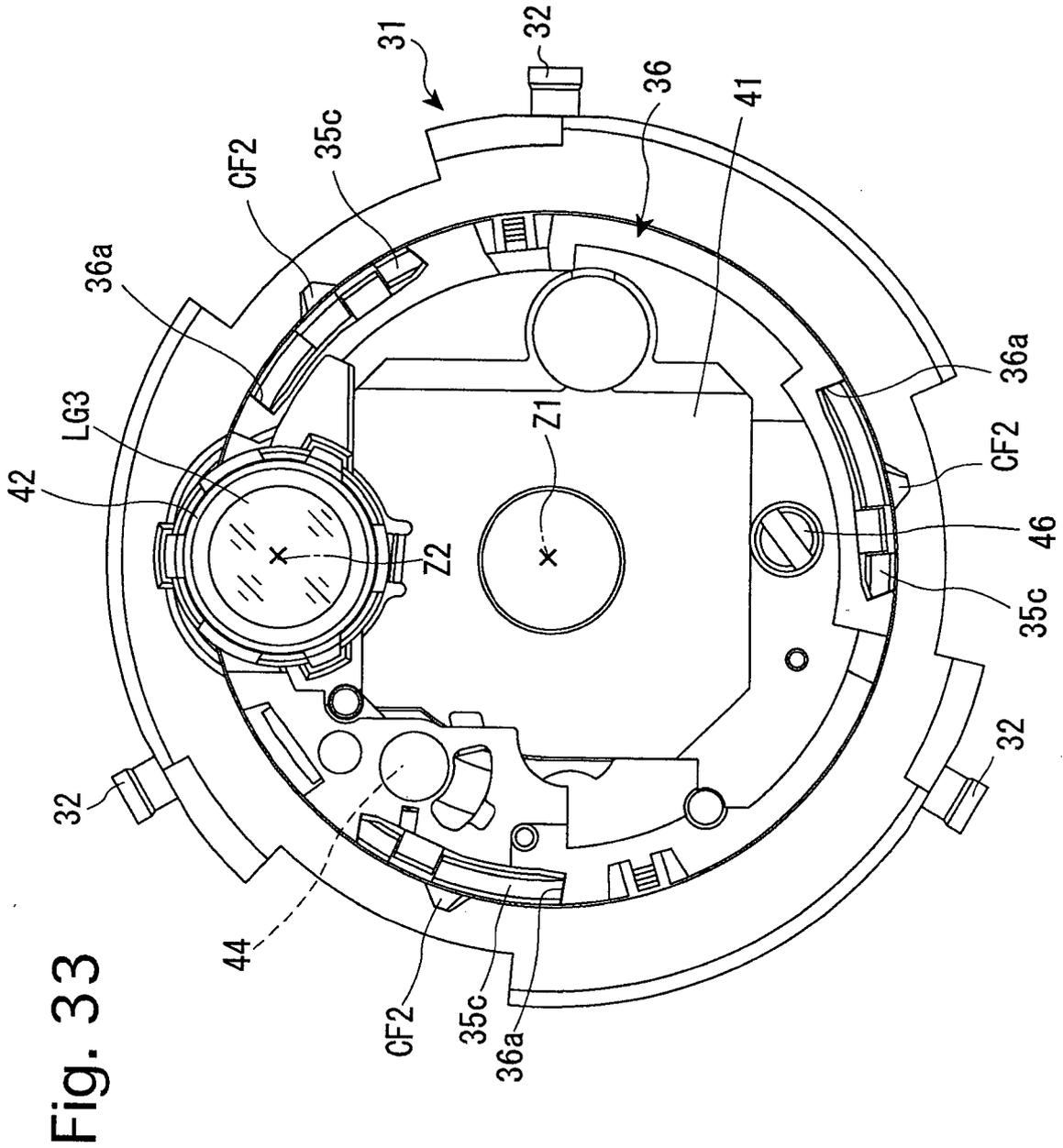


Fig. 33