(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3564057号
(P3564057)
(45)発行日　平成16年9月8日(2004.9.8)　(24)登録日　平成16年6月11日(2004.6.11)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 15/20　G02B 15/20
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 17　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2000-335379(P2000-335379)
(22)出願日　平成12年11月2日(2000.11.2)
(65)公開番号　特開2002-139671(P2002-139671A)
(43)公開日　平成14年5月17日(2002.5.17)
審査請求日　平成14年6月19日(2002.6.19)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　難波　則廣
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　森内　正明

(56)参考文献　特開２０００－１１１７９８（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、
該第２群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズから成り、該第３群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第２群中の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径をＲａ、最も像側のレンズ面の曲率半径をＲｂ、該第２群中の両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をＲｃ、像側のレンズ面の曲率半径をＲｄとするとき、
ＮＬ３＜ＮＬ２≦ＮＬ１
０．７＜Ｒｂ／Ｒａ＜１．２
－０．６＜（Ｒｄ＋Ｒｃ）／（Ｒｄ－Ｒｃ）＜０．６
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２】
前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ３枚以上のレンズで構成されることを特徴とする請求項１のズームレンズ。
【請求項３】

前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴とする請求項１のズームレンズ。
【請求項４】
前記第２群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることを特徴とする請求項１、２又は３のズームレンズ。
【請求項５】
前記第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することを特徴とする請求項１から４のいずれか１項のズームレンズ。
【請求項６】
前記第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとするとき、
０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか１項のズームレンズ。
【請求項７】
前記第２群および前記第３群は、変倍時光軸に沿って移動することを特徴とする請求項１のズームレンズ。
【請求項８】
前記第３群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離をｆ３ｎ、第３群の焦点距離をｆ３、第３群の負レンズの材質のアッベ数をν３ｎ、屈折率をＮ３ｎとするとき、
０．８＜ｆ３Ｎ／ｆ３＜１．７
ν３Ｎ＜４０
１．７＜Ｎ３ｎ
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１から７のいずれか１項のズームレンズ。
【請求項９】
前記第１群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴とする請求項１から８のいずれか１項のズームレンズ。
【請求項１０】
前記第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動すると共に、前記第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔとするとき、
０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０
の条件式を満足することを特徴とする請求項１から９のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１１】
前記第３群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことを特徴とする請求項１～１０のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１２】
前記第３群の望遠端での横倍率をβ３ｔとするとき、
０．６＜β３ｔ＜０．８
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１１のズームレンズ。
【請求項１３】
物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、
該第２群は、変倍時光軸に沿って移動すると共に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有し、該第３群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとするとき、

ＮＬ３＜ＮＬ２＜ＮＬ１
０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項１４】
物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、
該第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動すると共に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔとするとき、
ＮＬ３＜ＮＬ２＜ＮＬ１
０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項１５】
固体撮像素子上に像を形成することを特徴とする請求項１から１４のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１６】
請求項１から１５のいずれか１項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有することを特徴とする光学機器。
【請求項１７】
前記光学機器はデジタルカメラであることを特徴とする請求項１６に記載の光学機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明はスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に負の屈折力のレンズ群が先行する全体として３つのレンズ群を有し、これらの各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ系全体の小型化を図ったフィルム用のスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルカメラ等に好適なものである。
【０００２】
【従来の技術】
最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルカメラ、電子スチルカメラ等のカメラ（光学機器）の高機能化に伴い、それに用いる光学系には高い光学性能と小型化の両立が求められている。
【０００３】
又、この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する必要があるため、それに用いる光学系には比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求されている。さらに、カラーの撮像素子を用いたカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。
【０００４】
従来より、負の屈折力の第１群と正の屈折力の第２群の２つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う所謂ショートズームタイプのズームレンズが種々提案されている。これらのショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第２群を移動することで変倍を行い、負の屈折力の第１群を移動することで変倍に伴う像点位置の補正を行っている。これらの２つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム比は２倍程度である。さらに２倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトにまとめるため、特公平７－３５０７号公報、特公平６－４０１７０号公報等では像側に負または正の屈折

力の第３群を配置し、高倍化に伴って発生する収差の補正を行っている３群ズームレンズが提案されている。

【０００５】

しかしながら、これらの３群ズームレンズは主として３５ｍｍフィルム写真用に設計されているため、固体撮像素子を用いた光学系に求められるバックフォーカスの長さと、良好なテレセントリック特性を両立したものとは言い難かった。

【０００６】

バックフォーカスとテレセントリック特性の双方を満足する負、正、正の屈折力の３つのレンズ群より成る３群ズームレンズ系が特開昭６３－１３５９１３号公報や、特開平７－２６１０８３号公報等で提案されている。また、特開平３－２８８１１３号公報には、負、正、正の屈折力の３群ズームレンズで負の屈折力の第１群を固定とし、正の屈折力の第２群と正の屈折力の第３群を移動させて変倍を行う光学系も開示されている。

【０００７】

本出願人は特開２０００－１１１７９８号公報において負、正、正の屈折力の３群構成の撮影レンズを開示している。この撮影レンズでは像面側にフィルター等を挿入するために必要な長さのレンズバックの確保と、固体撮像素子用として必要なテレセントリック特性を両立した上で、変倍比２以上としながら極力全長を短縮しコンパクトなズームレンズを達成している。

【０００８】

また、物体側より順に負、正、正の屈折力の３群ズームレンズにおいて第３群が変倍時、物体側に凸状の軌跡で往復移動するズームレンズが米国特許第４，９６９，８７８号で提案されている。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

先の特開昭６３－１３５９１３号公報、特開平７－２６１０８３号公報そして特開平３－２８８１１３号公報で提案されている３群ズームレンズは各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長くなる傾向があった。

【００１０】

特に特開平７－２６１０８３号公報に記載される光学系では、正の屈折力の第３群を固定とし、負の屈折力の第１群を移動させて近距離物体へのフォーカシングを行うため、ズーミングでの移動とあいまってメカ構造の複雑化する傾向があった。

【００１１】

また、米国特許第４，９９９，００７号公報には、負、正、正の屈折力の３群ズームレンズにおいて第１群、第２群をそれぞれ１枚の単レンズで構成したものも開示されている。

【００１２】

しかしながら、同公報のズームレンズは広角端でのレンズ全長が比較的大きく、さらに広角端での第１群と絞りが大きく離れており軸外光線の入射高が大きく第１群を構成するレンズの径が増大してしまうため、レンズ系全体が大きくなってしまう傾向があった。また、第１群と第２群は構成レンズ枚数が１枚のためレンズ群内における収差補正が不十分であった。特に変倍時の倍率色収差の変動は軸外光線の光軸からの高さの変動が大きい第１群内にて発生しやすいが、第１群を負レンズ１枚としているのでレンズ群内で十分な収差補正がされておらず、全系においても倍率色収差の変動が大きくなる傾向があった。

また、米国特許第４，８２４，２２３号公報には、負、正、正の屈折力の３群構成のプロジェクター用光学系が開示されている。この光学系では第１群が負レンズ１枚のためレンズ群内の収差補正が十分になされておらず、変倍比が１．７程度であり高変倍には向いていない。

【００１３】

また、物体側より順に、負、正、正の屈折力の３群ズームレンズにおいて第３群を負レンズと正レンズを含む複数のレンズで構成されたズームレンズが米国特許第４，８３８，６６６号、特開昭６２－２００３１６号公報、特開平２－１１８５０９号公報、米国特許第

４，９９９，００７号、米国特許第５，８３５，２８７号、特開平５－１７３０７３号公報、特公昭６０－４２４５１号公報で提案されている。

【００１４】

これらのうち米国特許第４，８３８，６６６号、特開昭６２－２００３１６号公報、特開平２－１１８５０９号公報では第３群が変倍時固定であり、高倍化したときに変倍全域にて良好な性能を維持するのが難しくなる傾向があった。

又米国特許第４，９９９，００７号、米国特許第５，８３５，２８７号では第１群、第２群の構成レンズ枚数が１ないし２枚程度と少なく高変倍と性能の両立が困難である。特開平５－１７３０７３号公報では第３群を正レンズと負レンズとが空気間隔を隔てて配置された構成をとっておりこれらの相対的な偏芯による性能劣化が起こりやすい。

【００１５】

特公昭６０－４２４５１号では第２群の構成レンズ枚数が４～５枚と多く小型化の面で課題があった。

【００１６】

本発明は、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【００１７】

さらに、本発明では、次の事項のうち少なくとも１つを満足するズームレンズを得ることを目的としている。

・第２群のレンズ構成枚数を少なくしつつ、変倍の際に移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なこと。

・固体撮像素子を用いた撮影系に好適な良好な像側テレセントリック結像をもたせる事。

・変倍に伴う倍率色収差の変動が少ないこと。

・第３群の変倍時の移動軌跡を最適にすることでズーム中間での結像性能を良好にして変倍全域にて良好な性能とし、かつ射出瞳を像面から十分に遠ざけ、第１群の変倍に伴う移動距離を低減してメカニカルカムに好適な構成とすること。

・沈胴ズームレンズに要求される各レンズ群の光軸上の長さや各レンズ群のズーミング及びフォーカシングによる光軸上の移動量を短くすること。

・近距離物体へのフォーカシング機構を簡素化すること。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

請求項１の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、

該第２群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズから成り、該第３群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第２群中の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径をＲａ、最も像側のレンズ面の曲率半径をＲｂ、該第２群中の両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をＲｃ、像側のレンズ面の曲率半径をＲｄとするとき、

$$NL3 < NL2 < NL1$$

$$0.7 < Rb/Ra < 1.2$$

$$-0.6 < (Rd+Rc)/(Rd-Rc) < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【００１９】

請求項２の発明は請求項１の発明において、前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ３枚以上のレンズで構成されることを特徴としている。

【００２０】

請求項３の発明は請求項１の発明において、前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴としている。

【００２１】

請求項４の発明は請求項１，２又は３の発明において、前記第２群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることを特徴としている。

【００２２】

請求項５の発明は請求項１から４のいずれか１項の発明において、前記第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することを特徴としている。

【００２３】

請求項６の発明は請求項１～５のいずれか１項の発明において、前記第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとするとき、

０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５

なる条件式を満足することを特徴としている。

【００２４】

請求項７の発明は請求項１の発明において、前記第２群および前記第３群は、変倍時光軸に沿って移動することを特徴としている。

【００２５】

請求項８の発明は請求項１から７のいずれか１項の発明において、前記第３群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離をｆ３ｎ、第３群の焦点距離をｆ３、第３群の負レンズの材質のアッベ数をν３ｎ、屈折率をＮ３ｎとするとき、

０．８＜ｆ３Ｎ／ｆ３＜１．７

ν３Ｎ＜４０

１．７＜Ｎ３ｎ

なる条件式を満足することを特徴としている。

【００２６】

請求項９の発明は請求項１から８のいずれか１項の発明において、前記第１群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴としている。

【００２７】

請求項１０の発明は請求項１から９のいずれか１項の発明において、前記第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動すると共に、前記第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔとするとき、

０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０

の条件式を満足することを特徴としている。

【００２８】

請求項１１の発明は請求項１から１０のいずれか１項の発明において、前記第３群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことを特徴としている。

【００２９】

請求項１２の発明は請求項１１の発明において、前記第３群の望遠端での横倍率をβ３ｔとするとき、

０．６＜β３ｔ＜０．８

なる条件式を満足することを特徴としている。

【００３０】

請求項１３の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第

２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、
該第２群は、変倍時光軸に沿って移動すると共に、正レンズと負レンズの接合した接合レンズを有し、該第３群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとするとき、
ＮＬ３＜ＮＬ２＜ＮＬ１
０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５
なる条件式を満足することを特徴としている。
【００３１】
請求項１４の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群から成り、広角端から望遠端への変倍に際して第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームレンズにおいて、
該第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動すると共に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成り、第ｉ群の構成レンズ枚数をＮＬｉ、該第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔとするとき、
ＮＬ３＜ＮＬ２＜ＮＬ１
０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０
なる条件式を満足することを特徴としている。
【００３２】
請求項１５の発明のズームレンズは、固体撮像素子上に像を形成することを特徴としている。
【００３３】
請求項１６の発明の光学機器は、請求項１から１５のいずれか１項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有することを特徴としている。
請求項１７の発明の光学機器は、デジタルカメラであることを特徴としている。
【００３４】
【発明の実施の形態】
図１は本発明の実施形態の数値実施例１のズームレンズのレンズ断面図である。図２～図４は数値実施例１のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。
【００３５】
図５は本発明の実施形態の数値実施例２のズームレンズのレンズ断面図である。図６～図８は数値実施例２の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である。
【００３６】
図９は本発明の実施形態の数値実施例３のズームレンズのレンズ断面図である。図１０～図１２は数値実施例３の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である。
【００３７】
図１３は本発明の実施形態の数値実施例４のズームレンズのレンズ断面図である。図１４～図１６は数値実施例４の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である
図１７は本発明の実施形態の数値実施例５のズームレンズのレンズ断面図である。図１８～図２０は数値実施例５の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である。
【００３８】
図２１は本発明の光学機器の要部概略図である。
【００３９】
各数値実施例のレンズ断面図において、Ｌ１は負の屈折力の第１群（第１レンズ群）、Ｌ２は正の屈折力の第２群（第２レンズ群）、Ｌ３は正の屈折力の第３群（第３レンズ群）、ＳＰは開口絞り、ＩＰは像面である。Ｇはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロ

ックである。
【００４０】
本実施形態では、物体側より順に、負の屈折力の第１群、正の屈折力の第２群そして正の屈折力の第３群の３つの群を有しており、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第１群は像側に凸状の往復運動もしくはこの一部の運動、第２群は物体側に移動し、第３群は像側に凸状の軌跡またはその一部の軌跡にて移動する。
【００４１】
本実施形態のズームレンズは、基本的には負の屈折力の第１群と正の屈折力の第２群とで所謂広角ショートズーム系を構成しており、正の屈折力の第２群の移動により変倍を行い、負の屈折力の第１群の往復移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。そして、正の屈折力の第３群は撮像素子の小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第１、第２群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らすことで特に第１群を構成するレンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置に必要な像側のテレセントリックな結像を正の屈折力の第３群をフィールドレンズの役割を持たせることで達成している。また、第３群を変倍時移動させることにより第３群に入射する軸外光線の光軸からの高さをコントロールできるため軸外諸収差に対する補正能力が高まり、変倍全域に渡ってさらに良好な性能を実現している。
【００４２】
そして広角端から望遠端への変倍に際して、第１群と第２群との間隔が縮まり、第２群と第３群との間隔が広がるズームタイプを用い、該第３群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有し、第ｉ群の構成枚数をＮＬｉとしたとき
ＮＬ３＜ＮＬ２≦ＮＬ１　・・・（１）
を満足するようにしている。
【００４３】
このように各レンズ群のレンズ枚数が条件式（１）を満足するように構成することによってレンズ系全体の構成レンズ枚数を少なくしつつ、全変倍範囲にわたり、収差変動が少なく高い光学性能を有したズームレンズを達成している。
【００４４】
本発明の目的とするズームレンズは以上の構成によって初期の目的を達成されるが、更に全変倍範囲及び画面全体にわたり、高い光学性能を得るには次の構成のうちの１以上を満足させるのが良い。
【００４５】
（ア－１）前記第２群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ３枚以上のレンズで構成されることである。
【００４６】
（ア－２）前記第２群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第１群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することである。
【００４７】
（ア－３）前記第２群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径をＲａ、最も像側のレンズ面の曲率半径をＲｂ、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をＲｃ、像側のレンズ面の曲率半径をＲｄとするとき、
０．７＜Ｒｂ／Ｒａ＜１．２　・・・（２）
－０．６＜（Ｒｄ＋Ｒｃ）／（Ｒｄ－Ｒｃ）＜０．６　・・・（３）
なる条件式を満足することである。
【００４８】
（ア－４）前記第２群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺

に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることである。
【００４９】
（ア－５）前記第３群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することである。
【００５０】
（ア－６）前記第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗとするとき、
０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５　・・・（４）
なる条件式を満足することである。
【００５１】
（ア－７）前記第２群および前記第３群は、変倍時光軸に沿って移動するとともに該第２群は正レンズと負レンズで構成された接合レンズを有していることである。
【００５２】
（ア－８）前記第３群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離をｆ３ｎ、第３群の焦点距離をｆ３、第３群の負レンズの材質のアッベ数をν３ｎ、屈折率をＮ３ｎとするとき、
０．８＜ｆ３Ｎ／ｆ３＜１．７　・・・（５）
ν３Ｎ＜４０　・・・（６）
１．７＜Ｎ３ｎ　・・・（７）
なる条件式を満足することである。
【００５３】
（ア－９）前記第１群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することである。
【００５４】
（ア－１０）前記第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔとするとき、
０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０　・・・（８）
の条件式を満足することである。
【００５５】
（ア－１１）前記第３群の望遠端での横倍率をβ３ｔとするとき、
０．６＜β３ｔ＜０．８　・・・（９）
なる条件式を満足することである。
【００５６】
（ア－１２）前記第３群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことである。
【００５７】
（ア－１３）前記第２群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該第２群の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径をＲａ、最も像側のレンズ面の曲率半径をＲｂ、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側レンズ面の曲率半径をＲｃ、像側レンズ面の曲率半径をＲｄ、該第２群の接合レンズの肉厚をｄ、広角端における全系の焦点距離をｆｗ、前記第３群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離をｆ３ｎ、該第３群の焦点距離をｆ３、第３群の負レンズの材質のアッベ数をν３ｎ、屈折率をＮ３ｎとするとき、
０．７＜Ｒｂ／Ｒａ＜１．２　・・・（２）
－０．６＜（Ｒｄ＋Ｒｃ）／（Ｒｄ－Ｒｃ）＜０．６　・・・（３）
０．３＜ｄ／ｆｗ＜０．５　・・・（４）
０．８＜ｆ３Ｎ／ｆ３＜１．７　・・・（５）
ν３Ｎ＜４０　・・・（６）
１．７＜Ｎ３ｎ　・・・（７）

なる条件式を満足することである。

【００５８】

（ア－１４）第３群が最も像側に位置する際の変倍位置をＭ１とし、広角端から変倍位置Ｍ１への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｗ、変倍位置Ｍ１から望遠端への変倍時の第３群の移動距離をｘ３ｔ、第３群の望遠端での横倍率をβ３ｔとするとき、

０．２＜ｘ３ｗ／ｘ３ｔ＜３．０　・・・（８）

０．６＜β３ｔ＜０．８　・・・（９）

なる条件式を満足することである。

【００５９】

次に本発明のズームレンズの前記構成（ア－１）～（ア－１４）を用いたときの光学性能の特徴について総括的に説明する。

【００６０】

絞りを第２群の物体側に置き、広角側での入射瞳と第１群との距離を縮めることで第１群を構成するレンズの有効外径の増大をおさえるとともに、正の屈折力の第２群の物体側に配置した絞りを挟んで第１群と第３群とで軸外の諸収差を打ち消すことで構成レンズ枚数を増やさずに良好な光学性能を得ている。

【００６１】

数値実施例１、２、３、５においては、負の屈折力の第１群を物体側から順に正レンズ１１、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ１２、凹レンズ１３、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ１４で構成し、正の屈折力の第２群を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ２１と像側に凹面を向けた負レンズ２２からなる接合レンズ、および両レンズ面が凸面の正レンズ２３で構成し、正の屈折力の第３群を正レンズ３１と負レンズ３２からなる接合レンズで構成している。

【００６２】

第１群は、正レンズ１１と負レンズ１２間の空気レンズにて主に広角端で発生しがちな樽型の歪曲収差を補正している。第１群に非球面を用いる事で同様に歪曲収差の補正は可能であるが、第１群は他群に比べレンズ外径が大きいため、ガラスモールドにて非球面レンズを製作する場合には、成形タクトが長くなり成形が難しくなる。

【００６３】

なお、第１群を構成する負レンズ１２、正レンズ１４は、軸外主光線の屈折によって生じる軸外収差の発生を抑えるために絞り中心を中心とする同心球面に近い形状をとっている。すなわち、負レンズ１２は像側に凹面を向けたメニスカス形状とし、正レンズ１４は物体側に凸面を向けたメニスカス形状としている。

【００６４】

なお、第１群と別の構成としては正レンズ１１を省いた図１３の実施例４の構成でもよい。この場合は前述の歪曲収差補正能力が低くなるが、使用目的により歪曲収差が許容される場合は問題ない。

【００６５】

第２群は２群３枚構成としている。従来２群を正、負、正のレンズより成る３群３枚のトリプレットで構成したものはあるが、物体側の正レンズと負レンズとの相対的な偏芯による性能劣化が大きかった。これは特に両レンズ間に形成される空気レンズの敏感度が高いためである。本発明では正レンズ２１と負レンズ２２を接合レンズとして、製造誤差のよる性能劣化を極めて小さくしている。

【００６６】

また負レンズ２２と正レンズ２３との間にて軸外コマ収差を良好に補正している。

【００６７】

尚、球面収差を良好に補正するためには正レンズ２１の物体側レンズ面を物体側に凸面を向け、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状とするのが良い。

【００６８】

なお、正レンズ２３は負レンズと正レンズから構成される接合レンズとしても良く、これ

によれば色収差補正能力が高まる。

【００６９】

第２群は以上の構成とすることにより極めて少ないレンズ枚数でコンパクト化を達成しながら良好な光学性能を得ている。

【００７０】

第３群は正レンズと負レンズからなる接合レンズで構成し、特に変倍範囲全域に渡って主に倍率色収差を良好に補正している。倍率色収差の変倍時の変動は第１群にて発生するが、第３群を接合レンズとすると、第１群は変動量の補正を主眼に硝材の選択を行い、第３群は絶対量の補正を主眼に硝材の選択を行うことで、変倍全域に渡って極めて良好な補正を可能としている。

【００７１】

また第３群を正レンズ１枚とした場合は、倍率色収差の発生を抑えるために低分散の硝材を選ぶ必要がある。低分散ガラスは比較的低屈折率であるため、ペッツバール和が正の方向に大きくなりアンダーの像面彎曲が発生しがちとなる。そこで本発明では接合レンズとすることにより比較的高屈折率の硝材を使用できるようにして、倍率色収差補正と像面彎曲補正の両立を図っている。

【００７２】

本実施形態では近距離物体にフォーカスする場合には、第３群を一体で物体側に移動させるリアフォーカス式を用いている。これによりフォーカシングによる前玉径の増大を防止し、かつ最短撮像距離が短縮し、フォーカス群の軽量化を図っている。

【００７３】

負、正、正の屈折力のレンズ群より成る３群ズームレンズにおいて第３群をフォーカスレンズとして用いる場合、望遠側程繰り出し量が増す傾向にある。第３群が広角端から望遠端に向って物体側に移動する場合は、第３群は変倍時の移動量と望遠端での繰り出し量の和の移動量を要する。よって第３群の移動距離が長くなるため第３群を光軸方向に駆動させるためのシャフト長さが増大し小型化の面では不利である。

【００７４】

第３群が広角端から望遠端に向って像側に移動する場合は、変倍のための移動範囲と望遠端での物体側への繰り出し範囲がオーバーラップするため第３群の移動ストローク自体は短縮されコンパクト化には有利である。このとき広角端から望遠端への射出瞳変動が大きくなってくる。一般にＣＣＤ等の固体撮像素子ではマイクロレンズアレイを配置して極力画素の有効部に光を集光して感度を向上させている。マイクロレンズアレイは特定の射出瞳にて最も集光性が高まるように構成されるが、この射出瞳から許容量以上外れると輝度シェーディング、色シェーディングが顕著となってくる。よって射出瞳変動があまり大きいと変倍全域にてシェーディングを許容量以内に収めることが困難となるため、射出瞳変動を低減させることが望ましい。絞りを第２群と一体で移動させると広角端から望遠端に向って射出瞳がマイナス側に変化するが、第３群が像側に移動するとこの変化を増長させる。

【００７５】

第３群を広角端と望遠端で光軸上同様の位置とすると移動ストローク短縮と射出瞳変動低減を両立させやすい。さらに変倍比を高めた場合は第１群と第２群の移動にて変倍全域での諸収差をキャンセルさせることが難しくなるが、この場合第３群を非線型に移動させると有効である。

【００７６】

この様な例として第３群を広角端から望遠端に向って物体側に凸状の軌跡とする、もしくは像側に凸状の軌跡とすることが考えられる。各レンズ群を非撮影時に通常の移動範囲よりもさらに像側に移動させてレンズ全長を短縮する所謂沈胴構成は周知である。このような沈胴構成とする場合、第３群は極力物体側に移動させないようにすると沈胴端からの移動ストロークが短縮されるため、第３群を駆動させるシャフト長が短縮されコンパクト化の面で有利である。

【００７７】
また、第３群を像側に凸状の軌跡とすると、物体側に凸状の軌跡とした場合に比べ第１群の像側に向けた凸軌跡がゆるくなる。よって回転運動を直進運動に変換するメカニカルカムにて第１群を駆動させる場合は、カムの角度が小さくなるため回転運動を直進運動に変換するときの応力が弱まるというメリットがある。これにより駆動トルクの小さなモーターが使用可能となる。
【００７８】
以上の理由より本発明のズームレンズは第３群を広角端から望遠端に向って像側に凸状の軌跡にて移動させている。
【００７９】
次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。
条件式（２）は第２群の接合レンズの物体側のレンズ面と像側のレンズ面の曲率半径の比を規定する式である。
【００８０】
上限を超えて曲率半径ＲｂがＲａに対して大きくなりすぎると曲率半径Ｒｂの面の屈折力が弱まる。曲率半径Ｒｂの面は第２群のペッツバール量を補正している主たる面であるため結果として像面がアンダーとなりよくない。下限を超えて曲率半径ＲｂがＲａに対して小さくなりすぎると曲率半径Ｒｂの面へ入射する軸外光束において一方のマージナル光線は入射角が小さく、他方のマージナル光線の入射角が大きくなる。とりわけ入射角が大きくなる側の光線がフレア光線となり結像性能を低下させるためよくない。
【００８１】
条件式（３）は第２群の正レンズの形状因子を規定する式である。
【００８２】
正レンズには比較的アフォーカルに近い軸上光束が入射するが、上限を超えて像側レンズ面の曲率が強まり平凸レンズに近づくと、軸上光束を収斂させる作用を像側面で負担する比率が高まり球面収差が補正不足となるためよくない。また下限を超えて物体側レンズ面の曲率が強まりと凸平レンズに近づくと軸外主光線の物体側レンズ面への入射角が大きくなるため、過度の非点隔差が発生するためよくない。
【００８３】
条件式（４）の上限を超えて接合レンズの肉厚が広角端焦点距離に対して大きくなると、第２群が光軸方向に大型化するためコンパクト化の点で不利である。また下限を超えて小さくなると、接合レンズにおける球面収差補正とコマ収差補正の両立が困難となるためよくない。
【００８４】
条件式（５）は第３群の接合レンズを構成する負レンズの屈折力を規定する式である。上限を超えて屈折力が弱まる場合は硝材を高分散なものとしても倍率色収差の補正不足となるため良くない。また下限を超えて屈折力が強まると接合面の曲率が強まるため接合レンズを構成する正レンズの中心肉厚が大きくなり第３群が厚くなるためコンパクト化の点でよくない。
【００８５】
条件式（６）は第３群の接合レンズを構成する負レンズの材質のアッベ数を規定する式であり、上限を超えて低分散となると倍率色収差補正不足となるため良くない。
【００８６】
条件式（７）は第３群の接合レンズを構成する負レンズの材質の屈折率を規定する式であり、下限を超えて屈折率が小さいとペッツバール和が正に大きくなりアンダーの像面彎曲となるため良くない。
【００８７】
条件式（８）は第３群の移動軌跡を規定する式である。第３群が像側に凸の軌跡で移動することを前提とすると、式（８）は１未満では第３群は望遠端にて広角端より像側に位置し、これとは逆に１より大きい場合は第３群は望遠端にて広角端より物体側に位置する。

【００８８】
条件式（８）の上限を超える場合は移動ストロークが長すぎるため第３群を光軸方向に移動させるための駆動シャフトが長すぎ沈胴構成に不適となるためよくない。下限を超える場合は射出瞳変動が大きく、ＣＣＤでのシェーディング発生が過多となり良くない。
【００８９】
条件式（９）は望遠端での第３群の倍率を規定する式である。第３群の望遠端でのフォーカス敏感度は以下にて表される。
【００９０】
$1-\beta 3t^{2}$
βｔが大きいとフォーカス敏感度が小さくなるためフォーカス調整のための移動量を大きく確保しなければならない。条件式（９）の上限を超えると第３群のフォーカス敏感度が著しく低下するために第３群の移動範囲を大きくしなければならずコンパクト化の点でよくない。
【００９１】
また下限を超えるとフィルターを挿入するための十分なバックフォーカスが確保できなくなるためよくない。
【００９２】
以下に、数値実施例１～５の数値データを示す。各数値実施例において、ｉは物体側からの面の順序を示し、Ｒｉは第ｉ面の曲率半径、Ｄｉは第ｉ面と第ｉ＋１面との間のレンズ肉厚および空気間隔、Ｎｉ、νｉはそれぞれｄ線に対する屈折率、アッベ数を示す。また、もっとも像側の２つの面は水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学部材である。また、Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅは非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてｘとするとき
【００９３】
【数１】

$$X=\frac{(1/R)H^{2}}{1+\sqrt{1-(1+K)(H/R)^{2}}}+BH^{4}+CH^{6}+DH^{8}+EH^{10}$$

【００９４】
で表される。但しＲは曲率半径、Ｋは円錐定数である。
【００９５】
又、［ｅ－Ｘ」は「×１０$^{-x}$」を意味している。
【００９６】
又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表１に示す。
［数値実施例１］
なお、以下数値実施例すべてに関して中間位置は第３群が最も像側に位置するポジションで示す。
以下レンズデータを示す。
【００９７】
【外１】

f＝1～3.00　Fno＝2.79～4.80　2ω＝61.9°～22.6°

R 1 =	6.069	D 1 = 0.41	N 1 = 1.772499	ν 1 = 49.6
R 2 =	-75.425	D 2 = 0.07		
R 3 =	4.051	D 3 = 0.15	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 =	1.721	D 4 = 0.49		
R 5 =	-5.831	D 5 = 0.15	N 3 = 1.743997	ν 3 = 44.8
R 6 =	1.548	D 6 = 0.32		
R 7 =	1.892	D 7 = 0.33	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 =	4.061	D 8 = 可変		
R 9 =	絞り	D 9 = 0.13		
R10 =	0.832	D10 = 0.40	N 5 = 1.743300	ν 5 = 49.3
R11 =	2.148	D11 = 0.09	N 6 = 1.805181	ν 6 = 25.4
R12 =	0.758	D12 = 0.15		
R13 =	3.359	D13 = 0.25	N 7 = 1.772499	ν 7 = 49.6
R14 =	-3.390	D14 = 可変		
R15 =	13.442	D15 = 0.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R16 =	-2.616	D16 = 0.09	N 9 = 1.846660	ν 9 = 23.9
R17 =	-4.542	D17 = 可変		
R18 =	∞	D18 = 0.55	N10 = 1.516330	ν10 = 64.1
R19 =	∞			

＼焦点距離	1.00	1.97	3.00
可変間隔＼			
D 8	3.09	1.23	0.43
D14	0.72	2.16	3.25
D17	0.73	0.54	0.71

非球面係数

R10 k=1.83870e-01 B=-1.23425e-01 C=-1.41170e-01 D=-1.16649e-01 E=-5.80479e-01

【００９８】
［数値実施例２］
【００９９】
【外２】

f＝1～3.00 Fno＝2.77～4.90 2ω＝52.4°～18.6°

R 1 =	4.174	D 1 = 0.34	N 1 = 1.696797	ν 1 = 55.5
R 2 =	-27.819	D 2 = 0.03		
R 3 =	2.440	D 3 = 0.12	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 =	1.450	D 4 = 0.41		
R 5 =	-3.954	D 5 = 0.12	N 3 = 1.743997	ν 3 = 44.8
R 6 =	1.198	D 6 = 0.22		
R 7 =	1.390	D 7 = 0.27	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 =	2.677	D 8 = 可変		
R 9 =	絞り	D 9 = 0.10		
R10 =	0.690	D10 = 0.31	N 5 = 1.743300	ν 5 = 49.3
R11 =	1.620	D11 = 0.07	N 6 = 1.805181	ν 6 = 25.4
R12 =	0.634	D12 = 0.12		
R13 =	2.777	D13 = 0.21	N 7 = 1.772499	ν 7 = 49.6
R14 =	-3.050	D14 = 可変		
R15 =	8.577	D15 = 0.07	N 8 = 1.761821	ν 8 = 26.5
R16 =	2.619	D16 = 0.25	N 9 = 1.719995	ν 9 = 50.2
R17 =	-4.376	D17 = 可変		
R18 =	∞	D18 = 0.45	N10 = 1.516330	ν10 = 64.1
R19 =	∞			

＼焦点距離	1.00	2.17	3.00
可変間隔＼			
D 8	2.48	0.85	0.37
D14	0.64	2.19	2.99
D17	0.67	0.44	0.53

非球面係数

R10 k=1.37419e-01 B=-1.93961e-01 C=-3.35111e-01 D=-1.88952e-01 E=-3.10932e+00

【０１００】

［数値実施例３］

【０１０１】

【外３】

f＝1～3.00　Fno＝2.80～5.20　2ω＝61.9°～22.6°

R 1 =	5.629	D 1 = 0.44	N 1 = 1.772499	ν 1 = 49.6
R 2 =	-69.260	D 2 = 0.04		
R 3 =	3.085	D 3 = 0.15	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 =	1.526	D 4 = 0.62		
R 5 =	-3.760	D 5 = 0.15	N 3 = 1.785896	ν 3 = 44.2
R 6 =	1.563	D 6 = 0.27		
R 7 =	1.855	D 7 = 0.29	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 =	4.519	D 8 = 可変		
R 9 =	絞り	D 9 = 0.13		
R10 =	0.835	D10 = 0.40	N 5 = 1.583126	ν 5 = 59.4
R11 =	2.191	D11 = 0.09	N 6 = 1.761821	ν 6 = 26.5
R12 =	0.909	D12 = 0.13		
R13 =	6.364	D13 = 0.25	N 7 = 1.712995	ν 7 = 53.9
R14 =	-2.070	D14 = 可変		
R15 =	19.250	D15 = 0.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R16 =	-2.573	D16 = 0.09	N 9 = 1.846660	ν 9 = 23.9
R17 =	-4.634	D17 = 可変		
R18 =	∞	D18 = 0.55	N10 = 1.516330	ν10 = 64.1
R19 =	∞			

＼焦点距離	1.00	1.71	3.00
可変間隔＼			
D 8	2.86	1.43	0.41
D14	0.87	1.98	3.48
D17	0.81	0.71	1.00

非球面係数

R10 k=1.61455e-01 B=-1.62311e-01 C=-1.79179e-01 D=4.87115e-02 E=-8.62775e-01

【０１０２】

［数値実施例４］

【０１０３】

【外４】

f＝1～3.00　Ｆｎｏ＝3.23～5.60　2ω＝61.9°～22.6°

R 1 =	11.353	D 1 = 0.15	N 1 = 1.487490	ν 1 = 70.2
R 2 =	1.953	D 2 = 0.49		
R 3 =	-3.809	D 3 = 0.15	N 2 = 1.516330	ν 2 = 64.1
R 4 =	2.862	D 4 = 0.28		
R 5 =	2.969	D 5 = 0.33	N 3 = 1.846660	ν 3 = 23.9
R 6 =	5.113	D 6 = 可変		
R 7 =	絞り	D 7 = 0.13		
R 8 =	0.855	D 8 = 0.40	N 4 = 1.743300	ν 4 = 49.3
R 9 =	1.879	D 9 = 0.09	N 5 = 1.805181	ν 5 = 25.4
R10 =	0.772	D10 = 0.14		
R11 =	2.655	D11 = 0.25	N 6 = 1.772499	ν 6 = 49.6
R12 =	-4.791	D12 = 可変		
R13 =	15.428	D13 = 0.30	N 7 = 1.696797	ν 7 = 55.5
R14 =	-2.134	D14 = 0.09	N 8 = 1.805181	ν 8 = 25.4
R15 =	-3.823	D15 = 可変		
R16 =	∞	D16 = 0.55	N 9 = 1.516330	ν 9 = 64.1
R17 =	∞			

＼焦点距離	1.00	1.98	3.00
可変間隔＼			
D 6	3.06	1.19	0.40
D12	0.74	2.25	3.40
D15	0.80	0.61	0.78

非球面係数

R8 k=1.71792e-01 B=-1.03820e-01 C=-1.10914e-01 D=-1.70712 e-01 E=-1.19265e-01

【０１０４】

［数値実施例５］

【０１０５】

【外５】

f＝1～3.00 Fno＝2.74～4.80 2ω＝61.9°～22.6°

R 1 =	4.930	D 1 =	0.44	N 1 =	1.603112	ν 1 =	60.6
R 2 =	-52.251	D 2 =	0.04				
R 3 =	4.310	D 3 =	0.15	N 2 =	1.712995	ν 2 =	53.9
R 4 =	1.641	D 4 =	0.50				
R 5 =	-7.359	D 5 =	0.15	N 3 =	1.743997	ν 3 =	44.8
R 6 =	1.494	D 6 =	0.31				
R 7 =	1.793	D 7 =	0.33	N 4 =	1.846660	ν 4 =	23.9
R 8 =	3.652	D 8 =	可変				
R 9 =	絞り	D 9 =	0.13				
R10 =	0.792	D10 =	0.40	N 5 =	1.806100	ν 5 =	40.7
R11 =	2.392	D11 =	0.09	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.9
R12 =	0.673	D12 =	0.16				
R13 =	2.182	D13 =	0.25	N 7 =	1.804000	ν 7 =	46.6
R14 =	-5.890	D14 =	可変				
R15 =	14.950	D15 =	0.30	N 8 =	1.772499	ν 8 =	49.6
R16 =	-2.034	D16 =	0.09	N 9 =	1.846660	ν 9 =	23.9
R17 =	-4.270	D17 =	可変				
R18 =	∞	D18 =	0.55	N10 =	1.516330	ν10 =	64.1
R19 =	∞						

＼焦点距離	1.00	1.99	3.00
可変間隔＼			
D 8	2.88	1.16	0.44
D14	0.76	2.18	3.26
D17	0.63	0.45	0.61

非球面係数

R10 k=1.19329e-01 B=-1.10868e-01 C=-1.53042e-01 D=1.64718e-02 E=-9.83342e-01

【０１０６】

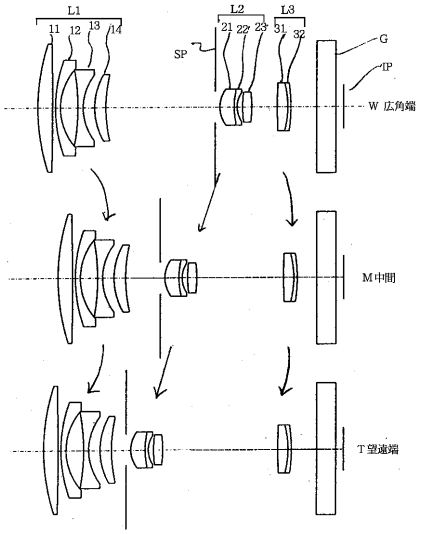
【表１】

	数値実施例				
	1	2	3	4	5
条件式（2）	0.91	0.92	1.09	0.90	0.85
条件式（3）	0.01	0.05	-0.51	0.29	0.46
条件式（4）	0.49	0.39	0.49	0.49	0.49
条件式（5）	1.59	1.17	1.35	1.25	0.99
条件式（6）	23.9	26.5	23.9	25.4	23.9
条件式（7）	1.847	1.762	1.847	1.805	1.847
条件式（8）	0.90	0.36	2.78	0.90	0.90
条件式（9）	0.71	0.75	0.69	0.72	0.74

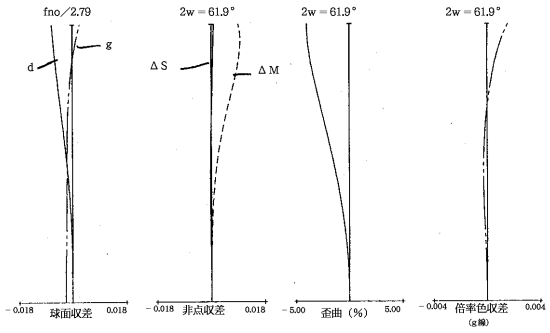
【０１０７】
次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラ（光学機器）の実施形態を図２１を用いて説明する。
【０１０８】
図２１において、１０はカメラ本体、１１は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、１２は被写体像を観察するためのファインダーである。
【０１０９】
１３はストロボ装置、１４は測定窓、１５はカメラの動作を知らせる液晶表示窓、１６はレリーズボタン、１７は各種のモードを切り替える走査スイッチである。
【０１１０】
このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。
【０１１１】
【発明の効果】
本発明によれば、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。
【０１１２】
この他本発明によれば、負、正、正、の屈折力のレンズ群より成る３群ズームレンズにおいて、製造敏感度が低く、コストが低減され、変倍時の射出瞳変動が小さく、倍率色収差を含み変倍全域で良好な光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。
【０１１３】
この他本発明によれば第２群のレンズ構成枚数を少なくしつつ、変倍の際に移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なことや、第３群の変倍時の移動軌跡を最適にすることでズーム中間での結像性能を良好にして変倍全域にて良好な性能とし、かつ射出瞳を像面から十分に遠ざけ、第１群の変倍に伴う移動距離を低減してメカニカルカムに好適な構成とすることのできるズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】数値実施例１のズームレンズの光学断面図である。
【図２】数値実施例１のズームレンズの広角端における収差図である。
【図３】数値実施例１のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。
【図４】数値実施例１のズームレンズの望遠端における収差図である。
【図５】数値実施例２のズームレンズの光学断面図である。
【図６】数値実施例２のズームレンズの広角端における収差図である
【図７】数値実施例２のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図８】数値実施例２のズームレンズの望遠端における収差図である。
【図９】数値実施例３のズームレンズの光学断面図である。
【図１０】数値実施例３のズームレンズの広角端における収差図である。
【図１１】数値実施例３のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。
【図１２】数値実施例３のズームレンズの望遠端における収差図である。
【図１３】数値実施例４のズームレンズの光学断面図である。
【図１４】数値実施例４のズームレンズの広角端における収差図である。
【図１５】数値実施例４のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。
【図１６】数値実施例４のズームレンズの望遠端における収差図である。
【図１７】数値実施例５のズームレンズの光学断面図である。
【図１８】数値実施例５のズームレンズの広角端における収差図である。
【図１９】数値実施例５のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。
【図２０】数値実施例５のズームレンズの望遠端における収差図である。
【図２１】本発明の光学機器の要部概略図である。
【符号の説明】
Ｌ１　第１群
Ｌ２　第２群
Ｌ３　第３群
ＳＰ　絞り
ＩＰ　像面
ｄ　ｄ線
ｇ　ｇ線
Ｓ　サジタル像面
Ｍ　メリディオナル像面

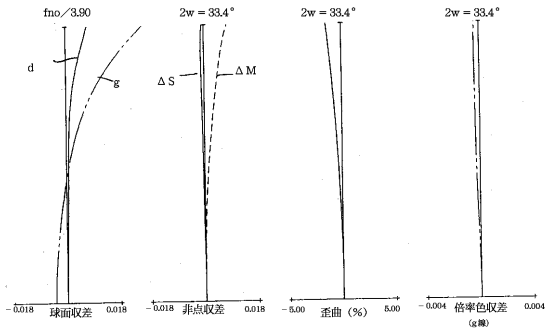
【図１】



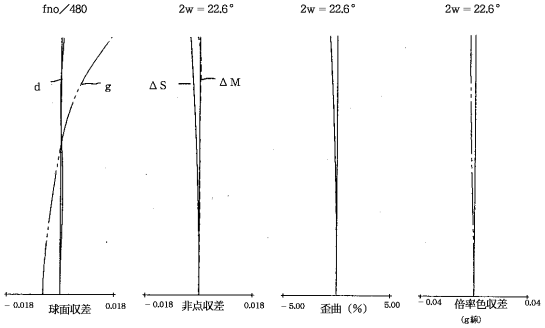
【図２】



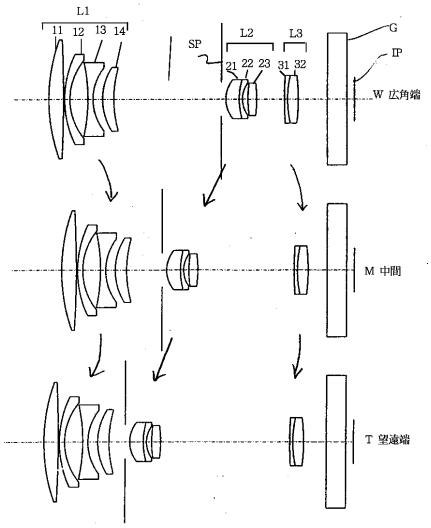
【図３】


fno／3.90
2w＝33.4°
2w＝33.4°
2w＝33.4°
d
g
ΔS
ΔM
－0.018
球面収差
0.018
－0.018
非点収差
0.018
－5.00
歪曲（%）
5.00
－0.004
倍率色収差
0.004
(g線)

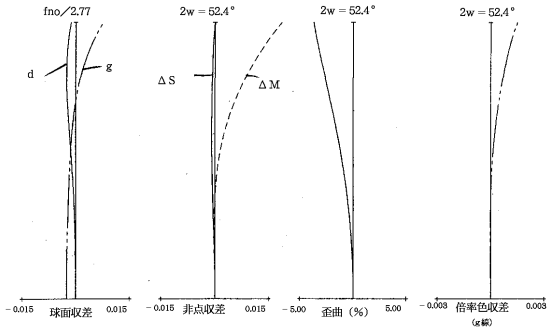
【図４】


fno／480
2w＝22.6°
2w＝22.6°
2w＝22.6°
d
g
ΔS
ΔM
－0.018
球面収差
0.018
－0.018
非点収差
0.018
－5.00
歪曲（%）
5.00
－0.04
倍率色収差
0.04
(g線)

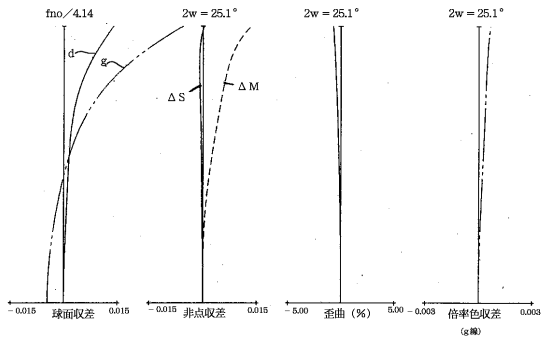
【図５】


L1
11
12
13
14
SP
L2
21
22
23
L3
31
32
G
IP
W 広角端
M 中間
T 望遠端

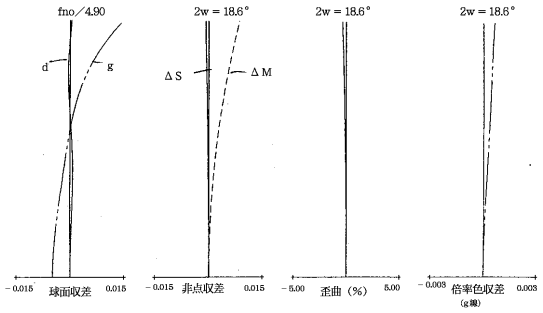
【図６】


fno／2.77
2w＝52.4°
2w＝52.4°
2w＝52.4°
d
g
ΔS
ΔM
－0.015
球面収差
0.015
－0.015
非点収差
0.015
－5.00
歪曲（%）
5.00
－0.003
倍率色収差
0.003
(g線)

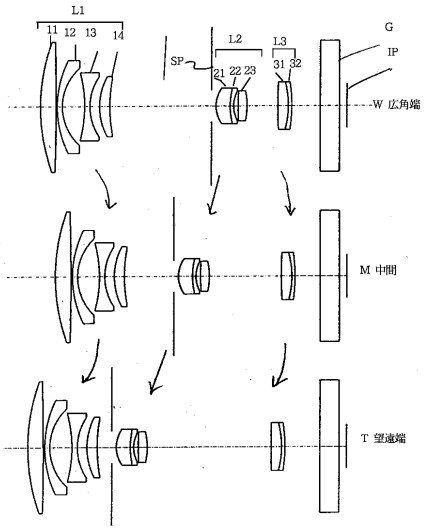
【図７】


fno／4.14
2w＝25.1°
2w＝25.1°
2w＝25.1°
d
g
ΔS
ΔM
－0.015
球面収差
0.015
－0.015
非点収差
0.015
－5.00
歪曲（%）
5.00
－0.003
倍率色収差
0.003
(g線)

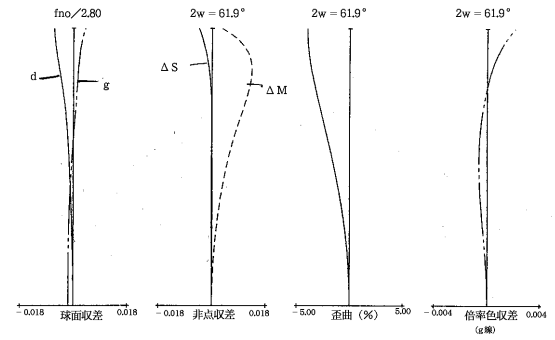
【図８】



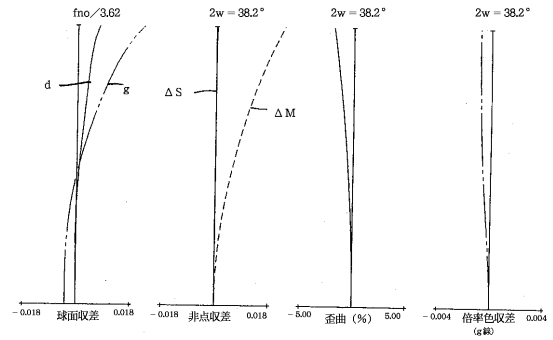
【図９】



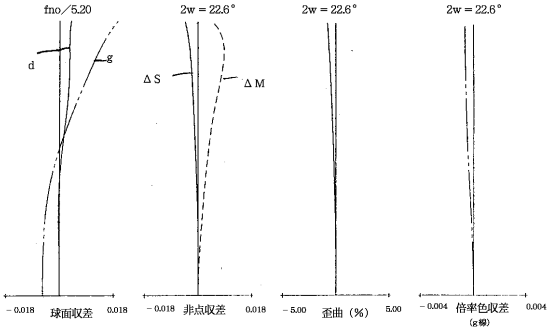
【図１０】



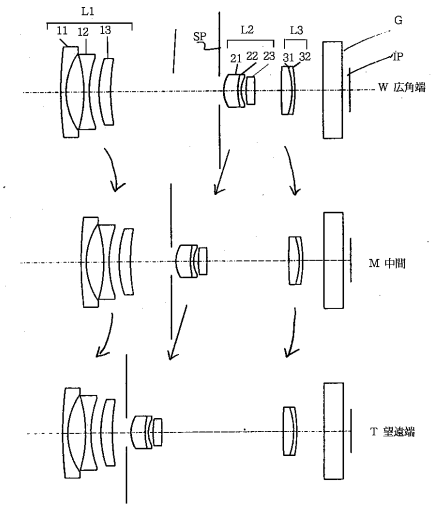
【図１１】



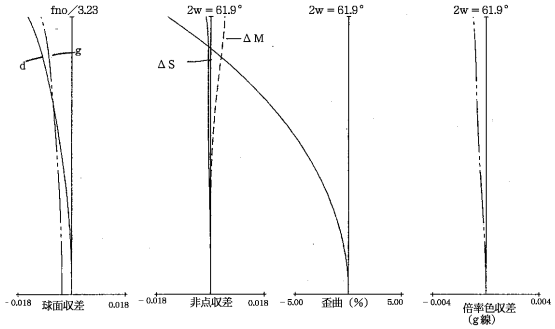
【図１２】



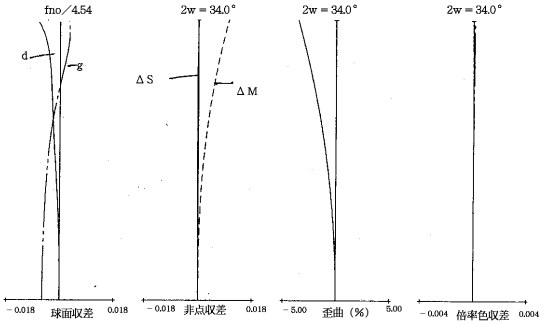
【図１３】



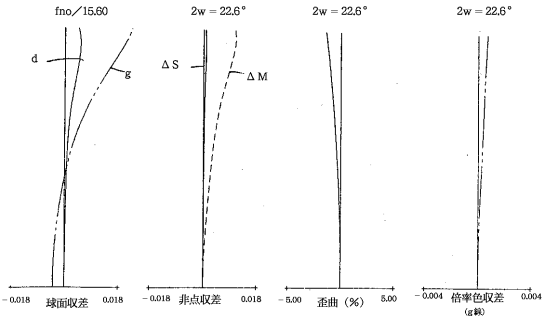
【図１４】



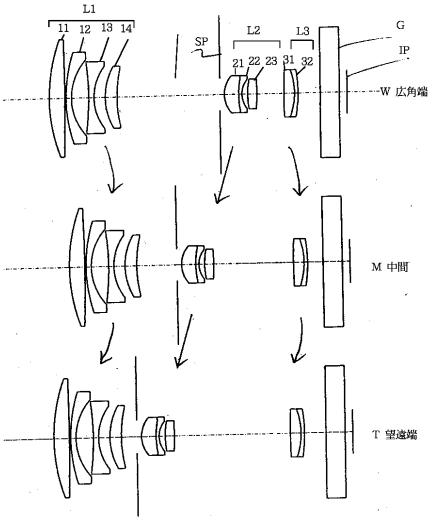
【図１５】



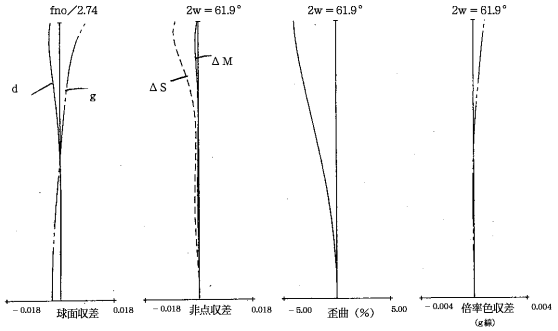
【図１６】



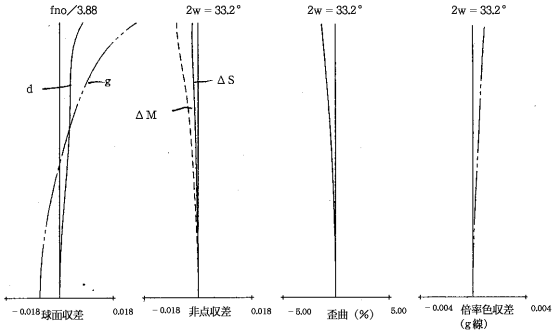
【図１７】



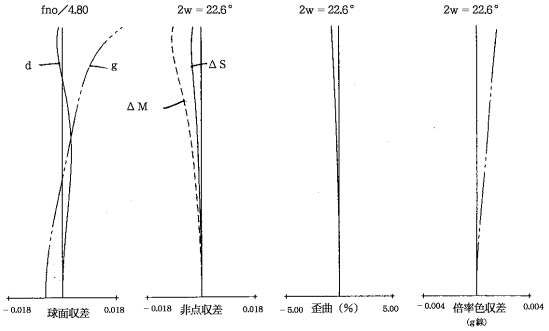
【図１８】



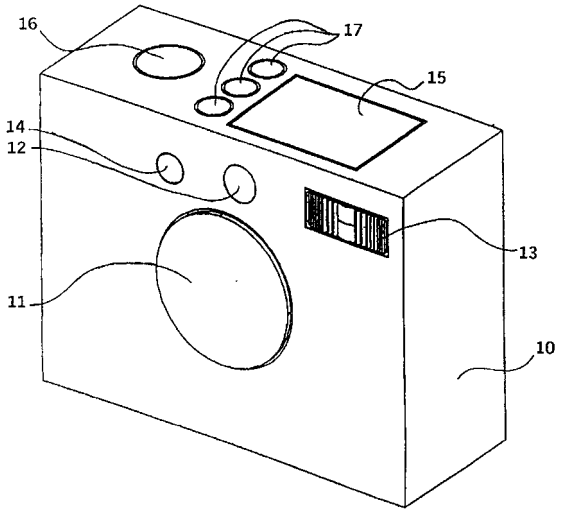
【図１９】



【図２０】



【図２１】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04