

ズームレンズ

特 願 昭 39-74413
 出 願 日 昭 39. 12. 30
 発 明 者 島田邦夫
 東京都足立区梅島町1ベトリカメラ株式会社内
 出 願 人 ベトリカメラ株式会社
 東京都足立区梅島町1
 代 表 者 栗林敏夫

図面の簡単な説明

第1図は本発明の第二群の断面図、第2図は本発明における一実施例のズームレンズの断面図、第3図は同上実施例のズームレンズの球面収差、正弦条件、非点収差、ディストーションの収差曲線、第4図は同上実施例のメリジヨナルコマの収差曲線を示す。

発明の詳細な説明

本発明は、写真用ズームレンズ特に35mm判スチールカメラ用のズームレンズに関するものである。35mm判スチールカメラ用ズームレンズは8mm又は16mmの小型シネカメラ用ズームレンズに比べ、普通レンズに匹敵する性能を有する事は従来、極めて困難であつた。これは35mm判スチールカメラ用のレンズは小型シネカメラのレンズに比べはるかに高度の収差補正を要求されている事と35mm判の画面の対角線の長さは8mmシネカメラの画面対角線の7倍強もあるが、これ等両者の画面サイズに比較して35mm判のズームレンズは小型シネカメラのズームレンズよりも極めて小型にしなければならないからである。本発明は、四群構成のズームレンズで第一群が正の屈折力、第二群が負の屈折力、第三群が正の屈折力、第四群も正の屈折力を有して、第二群が移動して変倍作用をなし、第一群または第三群が、第二群に対応して変倍中、像面を一定に保つように往復運動する。いわゆるメカニカルコンペイセーション方式の最も良く使われているタイプのズームレンズに関するものである。よく知られているように、この種のズームレンズでは第二群が機構的にも収差補正上でも重要な役目を果すものである。本発

明では第二群をわづか三枚にて構成し、そのレンズ間の空間を有効に収差補正に利用する事によりシンプルな構成で、最大の効果を上げたものである。以下これを詳述すると、第一群は接合ダブルレットとその後に強い凸面を物体側に向けた正レンズとの三枚より成り、第二群は第1図に示したように三枚構成でその第1レンズが強い凹面を像側に向けた負レンズ、第2レンズが両凹負レンズ第3レンズが強い凸面を物体側に向けた正レンズの後の面の曲率半径を r_A 、第2レンズの前の面の曲率半径を r_B 、後の面の曲率半径を r_C 、第3レンズの前の面の曲率半径を r_D 、第二群の焦点距離を f_II とすると次の条件が成立する。

$$\begin{aligned}
 &H 1.8 | f_{II} | > r_A > H 0.5 | f_{II} | \\
 &-4.0 | f_{II} | < r_B < -0.9 | f_{II} | \\
 &H 1.5 | f_{II} | > r_C > H 0.4 | f_{II} | \\
 &H 1.6 | f_{II} | > r_D > H 0.6 | f_{II} |
 \end{aligned}$$

上記条件を説明すると、 r_A は、三次の領域の球面収差よりも五次の領域の球面収差の方に影響力あり、また、変倍の小なる時よりも大なる時の方がこの効果が大きいのでこの性質を利用して変倍大なる時、即ち、長焦点距離側の時の、輪帯球面収差を小さくする事が出来る。左辺の条件に近づく時この効果が表われるが、これをこえると、コマ収差の変倍中のバラツキが大きくなる。また、右辺の条件をこえる時は、変倍小なる時のディストーションの補正が不可能となる。一般にズームの長焦点側は、短焦点側に比し輪帯球面収差はどうしても大きくなりがちであるが、本発明では、後述する実施例でもわかるように、長焦点側の球面収差の三次収差係数は短焦点側のそれよりも小さいにもかかわらず五次収差係数の絶体値は、短焦点側のそれよりも小さい。これは輪帯球面収差の小さい事を物語るもので、事実第3図の球面収差曲線がそれを証明している。 r_B は、変倍中のコマ収差のバラツキ補正に有効で、特に長焦点側の五次領域のコマ収差の補正に著効である。一般にズームレンズは、長焦点側のコマ収差が補正しがたく、正弦条件はオーバーになりがち、三次五次収差係数では、負の数値を示しがちで、従つて内向性コマになりがちである。 r_B を右辺の条件に近づける程、このコマ補正に有効であるが、右辺の条件をこれる時は、球面収差、ディストーション

ヨンが発生しこの補正不能となる。逆に左辺の条件をこえる時は、上記のコマ収差補正不可能となる。また rA と rB とに囲まれた空間を一つのレンズと考え、これをベンディングする時は、五次領域の非点収差の補正に有効であるが、これも前記条件以内に限り、この限界をこえる時は、前述したように他収差の発生を見、その補正が困難になつて来る。 rC は、変倍中生ずる球面収差のバラツキ補正に有効で、右辺の条件に近づく時は、長焦点側の球面収差は、短焦点側のそれに比し、補正オーバーとなり、左辺の条件に近づく時は、補正アンダーとなる。両条件をこえる時は、非点収差およびディストーションの変倍中のバランスがくづれ補正不能となる。 rD は、 rC とほぼ似た性格を有し、やはり変倍中性する球面収差のバラツキ補正に有効であるが、傾向は逆で、左辺の条件に近づく時が、長焦点側の球面収差が短焦点側のそれに比し補正オーバーとなり、右辺の条件に近づく時は、補正アンダーになり、両条件をこえる時は、非点収差およびディストーションの変倍中のバランスがくづれ補正不能となる。また、 rC と rD とに囲まれた空間を一つのレンズと考え、これをベンディングする時は、他の収差をあま*

*り変動させる事なく、変倍中の球面収差のバラツキを補正する事を得る。この空間は、物体側に彎曲しているメニスカス状をなしているが、さらに彎曲するような方向にベンディングする時は、長焦点側の球面収差を短焦点側のそれに比し補正アンダー気味に出来得る。

逆に彎曲を弱める方向にベンディングする時は補正オーバー気味に出来る。ただしこれも限度があり、前記条件をはみ出す時は、他収差の補正が困難になる。本発明においては、主に第一群で非点収差 ディストーションの変倍中のバランスをとり、その結果生じた球面収差、コマ収差の変倍中のアンバランスは、これはもう第一群ではとり除き得ないものであるが、第二群の rA , rB , rC , rD に前記条件を与える事により解決したもので、本発明においては、第二群が極めて重要な意味を持つものである。

次に本発明の実施例をあげて説明すると第2図はその断面図である。

最短焦点距離 $f = 80.00 \text{ mm}$

最長焦点距離 $f = 200.00 \text{ mm}$

ズーム比 2.5 第二群の移動量 60.00 mm

口径比 1 : 4.6

レンズナンバー	曲率半径	面間隔	d線の屈折率	アツベナンバー
第一群	$r_1 = 2244.0$	$d_1 = 7.0$	$N_1 = 1.6237$	$\nu_1 = 47$
	$r_2 = -98.0$	$d_2 = 2.0$	$N_2 = 1.7618$	$\nu_2 = 27$
	$r_3 = -600.0$	$d_3 = 0.1$		
	$r_4 = 118.3$	$d_4 = 6.5$	$N_3 = 1.6201$	$\nu_3 = 49$
	$r_5 = -1526.8$	$d_5 = \text{可変}$		
第二群	$r_6 = 123.6$	$d_6 = 1.5$	$N_4 = 1.6228$	$\nu_4 = 56$
	$r_7 = 55.1$	$d_7 = 7.0$		
	$r_8 = -98.38$	$d_8 = 1.3$	$N_5 = 1.6228$	$\nu_5 = 56$
	$r_9 = 45.2$	$d_9 = 4.0$		
	$r_{10} = 52.44$	$d_{10} = 5.0$	$N_6 = 1.7618$	$\nu_6 = 27$
第三群	$r_{11} = 182.66$	$d_{11} = \text{可変}$		
	$r_{12} = 194.6$	$d_{12} = 1.5$	$N_7 = 1.6989$	$\nu_7 = 30$
	$r_{13} = 60.5$	$d_{13} = 4.8$	$N_8 = 1.6237$	$\nu_8 = 47$
	$r_{14} = -192.76$	$d_{14} = \text{可変}$		
	$r_{15} = 32.7$	$d_{15} = 7.1$	$N_9 = 1.5688$	$\nu_9 = 56$
第四群	$r_{16} = 1406.0$	$d_{16} = 6.8$		
	$r_{17} = -107.7$	$d_{17} = 2.2$	$N_{10} = 1.7234$	$\nu_{10} = 38$
	$r_{18} = 34.414$	$d_{18} = 6.5$		
	$r_{19} = 97.3$	$d_{19} = 4.5$	$N_{11} = 1.5831$	$\nu_{11} = 59$
	$r_{20} = -62.453$			

$f = 80.00$	$d_5 = 2.588$	$d_{11} = 62.441$	$d_{14} = 18.00$
$f = 126.492$	$d_5 = 39.343$	$d_{11} = 39.195$	$d_{14} = 4.491$
$f = 200.00$	$d_5 = 62.588$	$d_{11} = 2.441$	$d_{14} = 18.00$

L₁, L₂, L₃ で第一群を構成し、L₄, L₅, L₆ が問題の第二群を構成し、その焦点距離は、-63.246である。L₇, L₈ が第三群を構成し、L₉, L₁₀, L₁₁, で第四群を構成し*

※ている。

参考のため山路敬三博士の理論による第三群の固有係数を次に示す。

第二群の固有係数

i	I ₀	II ₀	III ₀	P ₀	IV ₀	V ₀	I ₀ ^S
1	0.032	0.060	0.114	0.196	0.311	0.590	-0.032
2	-1.386	-0.813	-0.457	-0.457	-0.934	-0.547	0.021
3	0.007	-0.025	0.094	-0.247	-0.152	0.574	0.037
4	-15.73	-5.869	-2.189	-0.537	-2.726	-1.017	-0.084
5	17.77	7.154	2.879	0.521	3.401	1.369	0.191
6	-1.859	-1.403	-1.059	-0.150	-1.209	-0.913	-0.153
Σ	-1.165	-0.896	0.637	-0.673	-1.309	0.056	-0.019

- I₀ は 球面収差の三次の固有係数
- II₀ は コマ収差の三次の固有係数
- III₀ は 非点収差の三次の固有係数
- IV₀ は サジツタルの像面彎曲の三次の固有係数
- V₀ は デイストーションの三次の固有係数
- I₀^S は 瞳の球面収差の三次の固有係数
- P₀ は ベツツパールの固有係数である

次にこの実施例のズームレンズの三次収差係数 *の表示表に従つて示す。ただし繁雑をさける為ト および五次収差係数の中の主なものを松居哉博士* -タルのみを示した。

	$f = 80.00$	$f = 126.492$	$f = 200.00$
Σ L	0.00178	0.00133	0.00024
Σ T	-0.00016	0.00035	0.00022
Σ I	2.11	1.72	1.35
Σ II	0.065	0.087	-0.034
Σ III	0.046	0.026	0.039
Σ P	0.106	0.106	0.106
Σ IV	0.152	0.132	0.145
Σ V	0.628	-0.019	-0.357
Σ I*	-578.6	-548.7	-459.6
Σ II*	25.1	-14.2	19.6
Σ II ^{hat}	0.973	0.473	0.641
Σ III ^{hat}	3.37	-2.75	-2.348
Σ IV ^{hat}	4.92	-3.96	-3.22
Σ V ^{hat}	1.429	1.681	0.288

Iは、縦の色収差の収差係数Tは、倍率の色収差の収差係数で、この場合d線を基準としてg線の色収差を計算している。Iは、球面収差の三次収差係数、IIは、コマ収差の三次収差係数、IIIは非点収差の三次収差係数、IVは、サジツタル方向の像面彎曲の三次収差係数、Vはデイスティーションの三次収差係数、Pはベツツパール係数、 \hat{I} は球面収差の五次収差係数で、口径大なる所で影響が表われる。 \hat{II} は、コマ収差の五次収差係数で、これも口径に関係した収差である。 \hat{II} もコマ収差の五次収差係数、 \hat{III} , \hat{IV} , \hat{V} はそれぞれ非点収差サジツタル像面彎曲デイスティーションの五次収差係数で、 \hat{II} , \hat{III} , \hat{IV} , \hat{V} は画角に関する収差係数で画角大なる所で影響力を表わす。第三図にこの実施例の各収差曲線を示す。

左の列から、 $f = 80.00$ $f = 126.492$

$f = 200.00$ の各状態での収差曲線で上段が球面収差および正弦条件、中段が非点収差、下段がデイスティーションの各収差曲線を表わす。第四図はメリジヨナルコマの収差曲線を示し左の列から、 $f = 80.00$ $f = 126.492$ $f = 200.00$ の収差曲線を示す。

従来、この種のメカニカルコンペンセーションタイプのズームは、米国特許第2847907号および第2937572号に代表されるように、第二群は負メニスカスレンズと色消しダブリットの三枚より構成せられるのが多いが、この色消しダブリットの接合面は、収差の補正には役にたたず、その結果、第一群にかなりの負担がかかり、精度高く各収差を補正することが出来ず、それゆえ、小型シネ用には使用出来ても高精度の35mm判用には不向きとなる。本発明においては、上記色消し、ダブリットの接合面をはがしてここに空気間隔を入れ、前後の両面を収差補正 — 前述し

たように主に変倍中における球面収差のアンバランス補正 — に活用して、第一群の球面収差補正の負担を無くし、よつて他収差も精度高く補正でき、最小の構成で最大の効果をあげるようにしたものである。実施例の収差曲線でわかるように変倍の全域において各収差揃つておりしかも収差量も小さい。

特許請求の範囲

1 本文に詳記せるごとく、四群構成で物体側から順に第一群、第二群、第三群、第四群とする時、第二群が負の屈折力、第一群、第三群、第四群が正の屈折力を有して、第二群が変倍の為移動し、その時生ずる像面移動を、第一群もしくは第三群が第二群に相対して移動して機械的に補正するタイプに関し、第一群は三枚構成で、その第一、第二レンズは接合ダブリットをなし、第三レンズは強い凸面を物体側に向けた正レンズであり、第二群も三枚構成でその第一レンズは強い凹面を像側に向けた負レンズで、その第二レンズは両凹負レンズ、その第三レンズは強い凸面を物体側に向けた正レンズである。第二群の合成焦点距離を f_{II} とし、第二群の第一レンズの後面の曲率半径を r_A 、第二レンズの前面の曲率半径を r_B 、後面の曲率半径を r_C 、第三レンズの前面の曲率半径を r_D とする時

$$H 1.8 |f_{II}| > r_A > H 0.5 |f_{II}|$$

$$-4.0 |f_{II}| < r_B < -0.9 |f_{II}|$$

$$H 1.5 |f_{II}| > r_C > H 0.4 |f_{II}|$$

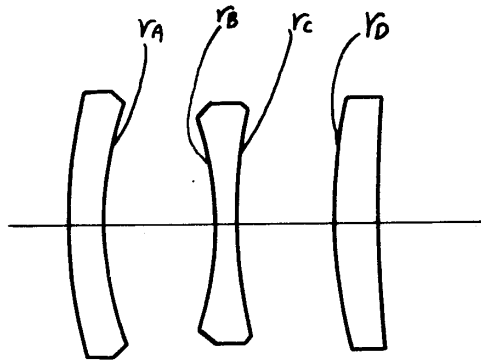
$$H 1.6 |f_{II}| > r_D > H 0.6 |f_{II}|$$

なる条件が成立するズームレンズ。

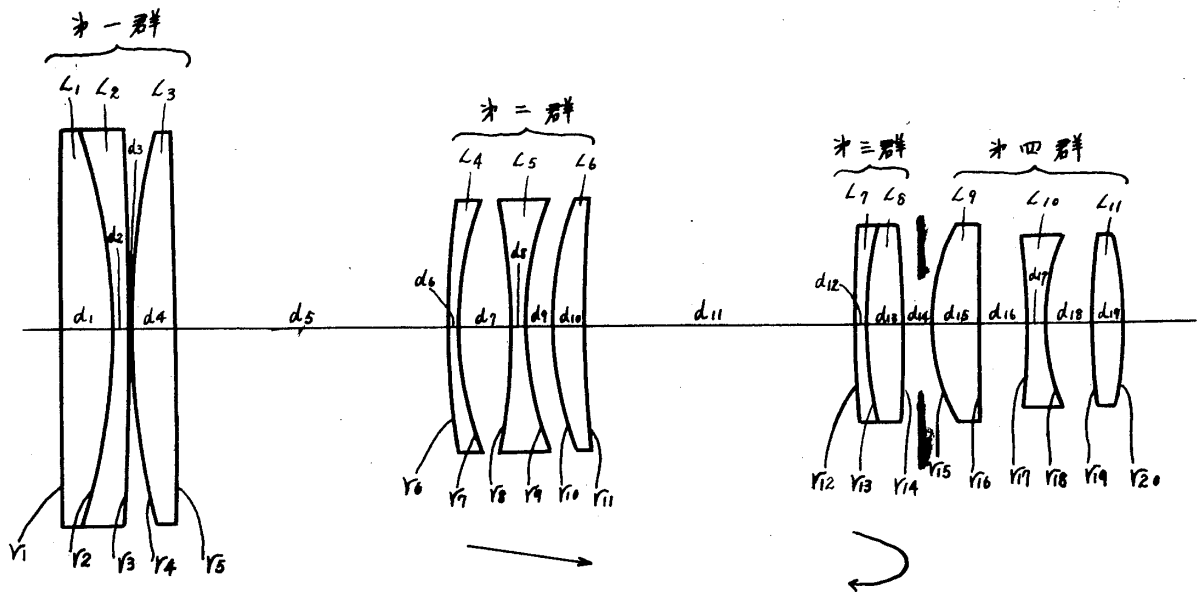
引用文献

米 国 特 許 3 0 7 4 3 1 8

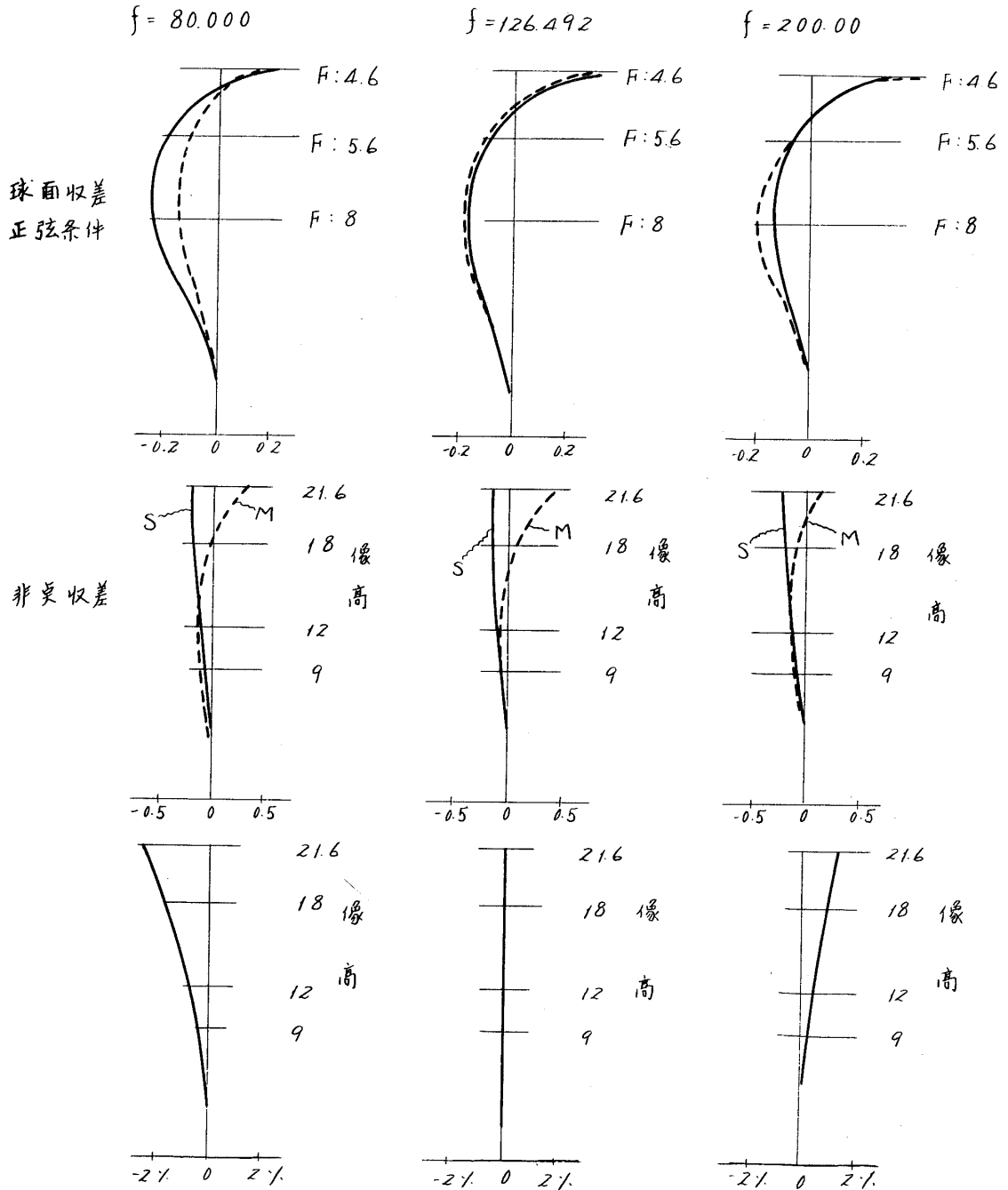
第1图



第2图



第3图



第4图

