



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005120045/28, 29.06.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.06.2005

(45) Опубликовано: 27.12.2006 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2532752 A, 05.12.1950. US 2532751
A, 05.12.1950. US 4291952 A, 29.09.1981. US
2001050819 A1, 13.12.2001. SU 1390590 A1,
23.04.1988.

Адрес для переписки:
143400, Московская обл., г. Красногорск, ул.
Речная, 8, ОАО КМЗ, НТЦ, патентное бюро

(72) Автор(ы):

Бышкин Сергей Борисович (RU),
Кушнарев Константин Геннадьевич (RU),
Страхов Вячеслав Викторович (RU),
Щеглов Сергей Иванович (RU),
Левицкий Петр Тадейович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

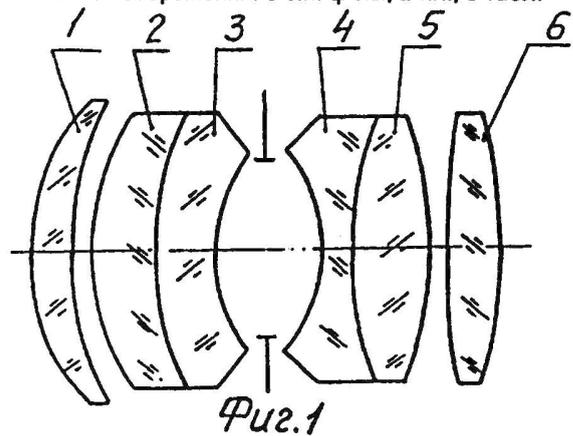
Открытое акционерное общество "Красногорский
завод им. С.А. Зверева" (RU)

(54) ОБЪЕКТИВ ТИПА ГАУССА

(57) Реферат:

Изобретение относится к оптическому приборостроению, а именно к объективам, и может быть использовано в различных оптических системах, например в фото и видеокамерах. Объектив состоит из первого компонента - положительного одиночного мениска, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, второго компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - положительной и отрицательной, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, третьего компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - отрицательной и положительной, обращенного выпуклой поверхностью к изображению, и четвертого компонента - одиночной, двояковыпуклой линзы. В формуле изобретения приведены математические соотношения, связывающие расстояние между выпуклыми поверхностями второго и третьего компонентов, радиусы оптических поверхностей,

фокусное расстояние объектива, показатели преломления материала линз и их коэффициенты дисперсии. Технический результат - повышение технологичности и увеличение заднего фокального отрезка объектива типа Гаусса при - высоком качестве изображения. 3 з.п. ф-лы, 2 ил., 3 табл.



Предлагаемое изобретение относится к оптическому приборостроению, а именно к объективам, и может быть использовано в различных оптических системах, например в фото и видеокамерах.

Известен объектив типа Гаусса [Патент США №2532751, НКИ 350-222, опубл. 1950], состоящий из четырех компонентов: первого компонента - положительного одиночного мениска, обращенного выпуклостью к предмету, второго компонента - сложного отрицательного мениска, обращенного внешней, выпуклой стороной к предмету, - склеенного из двух одиночных линз, по ходу лучей - положительной и отрицательной, третьего компонента - сложного отрицательного мениска, обращенного внешней, выпуклой стороной к изображению, - склеенного из двух одиночных линз, по ходу лучей - отрицательной и положительной; и четвертого компонента - одиночной двояковыпуклой линзы.

В объективе имеют место условия:

$$0,5F < \lambda < 0,65F$$

$$0,1\lambda < T' < 0,4\lambda$$

$$0,1\lambda < T'' < 0,325\lambda$$

$$0,3\lambda < R_5 < 0,45\lambda$$

$$0,31\lambda < R_6 < 0,5\lambda$$

где λ - расстояние между внешними, выпуклыми поверхностями двух сложных отрицательных менисков;

T' - толщина первого по ходу лучей сложного отрицательного мениска;

T'' - толщина второго по ходу лучей сложного отрицательного мениска;

R_5, R_6 - радиусы пятой и шестой оптических поверхностей по ходу лучей;

F - фокусное расстояние всего объектива.

Однако этот объектив имеет малую технологичность, так как почти все радиусы оптических поверхностей - крутые; недостаточное качество изображения при пересчете на фокусное расстояние 52,2 мм; относительном отверстии 1:2 и угловом поле зрения $2W=46$ град. и малый задний фокальный отрезок при фокусном расстоянии 52,2 мм (не более 33,1 мм).

Наиболее близким аналогом к заявленному техническому решению является объектив типа Гаусса [Патент США №2532752, НКИ 350-222, опубл. 1950], состоящий из четырех компонентов: первого компонента - положительного одиночного мениска, обращенного выпуклостью к предмету, второго компонента - сложного отрицательного мениска, обращенного внешней, выпуклой стороной к предмету, - склеенного из двух одиночных линз, по ходу лучей - положительной и отрицательной, третьего компонента - сложного отрицательного мениска, обращенного внешней, выпуклой стороной к изображению - склеенного из двух одиночных линз, по ходу лучей - отрицательной и положительной, и четвертого компонента - одиночной двояковыпуклой линзы.

В объективе имеют место условия:

$$0,5F < \lambda < 0,65F$$

$$0,1 < T' < 0,4\lambda$$

$$0,1\lambda < T'' < 0,325\lambda$$

$$0,31 < R_6 < 0,5\lambda$$

$$0,76R_6 < R_5 < 0,95R_6$$

$$R_8/\lambda < 1$$

$$R_8/\lambda < 5$$

$R_{10}/\lambda + 1,192 \cdot R_8/\lambda - 2,542 \cdot R_8/\lambda \cdot R_{10}/\lambda < 0$, кроме того, R_{10}/λ больше величины R_8/λ меньше чем в 5 раз.

где λ - расстояние между внешними, выпуклыми поверхностями двух сложных отрицательных менисков;

T' - толщина первого по ходу лучей сложного отрицательного мениска;

T'' - толщина второго по ходу лучей сложного отрицательного мениска;

R_5, R_6, R_8, R_{10} - радиусы пятой, шестой, восьмой и десятой оптических поверхностей по ходу лучей;

F - фокусное расстояние всего объектива.

Данный объектив имеет более высокое качество изображения, чем объектив типа Гаусса, описанный в патенте США №2532751.

Однако этот объектив имеет малую технологичность, так как почти все радиусы оптических поверхностей - крутые, что не позволяет при обработке оптических , поверхностей закреплять на блоке одновременно большое количество линз; и малый задний фокальный отрезок при фокусном расстоянии 52,2 мм (не более 31,6 мм), что не позволяет его использовать в зеркальных фотоаппаратах.

Задачей заявляемого изобретения является создание объектива типа Гаусса с улучшенными эксплуатационными характеристиками и повышенной технологичностью.

Технический результат - повышение технологичности и увеличение заднего фокального отрезка объектива типа Гаусса при очень высоком качестве изображения.

Это достигается тем, что в объективе типа Гаусса, состоящем из четырех компонентов по ходу лучей: первого компонента - положительного одиночного мениска, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, второго компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - положительной и отрицательной, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, третьего компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - отрицательной и положительной, обращенного выпуклой поверхностью к изображению, и четвертого компонента - одиночной двояковыпуклой линзы, кроме того, имеют место условия:

$$1,64 < n_1, n_2, n_5, n_6 < 1,68$$

$$46 < v_1, v_2 < 53$$

$$46 < v_5, v_6 < 58$$

$$1,6 < n_3 < 1,649$$

$$1,6 < n_4 < 1,617$$

$$0 \leq f/|R_4| < 0,5$$

$$0 \leq f/|R_7| < 0,5,$$

в отличие от известного имеют место условия:

$$33,83 < v_3 < 38$$

$$33,83 < v_4 < 35$$

$$0,5L < |R_6| < 0,7L$$

$$1,02|R_6| < R_5 < 1,2|R_6|,$$

кроме того, линза четвертого компонента и положительная линза третьего компонента может быть выполнена из лантанового стекла, а также может иметь место равенство:

$$R_1 = |R_{10}|.$$

где L - расстояние между выпуклыми поверхностями второго и третьего компонентов;

$R_1, R_4, R_5, R_6, R_7, R_{10}$ - радиусы первой, четвертой, пятой, шестой, седьмой и десятой оптических поверхностей;

f - фокусное расстояние всего объектива;

$n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ - показатели преломления материала первой, второй, третьей, четвертой, пятой и шестой линзы для линии D ;

$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6$ - коэффициент дисперсии для линии D материала первой, второй, третьей, четвертой, пятой и шестой линзы.

На фиг.1 представлена оптическая схема предложенного объектива в первом варианте конкретного исполнения, а на фиг.2 представлена оптическая схема предложенного объектива во втором варианте конкретного исполнения.

Объектив состоит из четырех компонентов по ходу лучей: первого компонента - положительного одиночного мениска 1, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, второго компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - положительной 2 и отрицательной 3, обращенного выпуклой поверхностью к предмету,

третьего компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - отрицательной 4 и положительной 5, обращенного выпуклой поверхностью к изображению, и четвертого компонента - одиночной двояковыпуклой линзы 6.

Предложенная оптическая система работает как собирающий из бесконечности объектив.

Объектив работает следующим образом: световой поток от предмета, расположенного в бесконечности, попадает в объектив, где проходит через линзы 1, 2, 3, 4, 5, 6 и образует изображение предмета в плоскости наилучшей установки, в которой установлен приемник оптического излучения или фотопленка (не показаны).

В соответствии с предложенным решением рассчитаны два конкретных варианта объектива типа Гаусса, исправленные в спектральном диапазоне от 400 до 700 нм.

Конструктивные параметры объектива по первому варианту приведены в табл.1. Характеристики рассчитанного объектива:

фокусное расстояние 52,2 мм
 относительное отверстие 1:2
 угол поля зрения 46 град.
 задний фокальный отрезок 38,15 мм

Таблица 1					
Радиусы, мм	Толщины, мм	Марка стекла	Показатель преломления n_D	Коефф. дисперсии v_D	Световой диаметр, мм
$R_1=44,264$					26
	$d_1=2,7$	ТК21	$n_1=1,6568$	$v_1=51,11$	
$R_2=143,56$			1		25,7
	$d_2=2,2$				
$R_3=23,879$					24,2
	$d_3=5,8$	ТК21	$n_2=1,6568$	$v_2=51,11$	
$R_4=220,274$					22,5
	$d_4=4,45$	БФ24	$n_3=1,6344$	$v_3=36,76$	
$R_5=15,74$					18,1
	$d_5=9,35$		1		
$R_6=-15,17$					17,5
	$d_6=2,25$	Ф19	$n_4=1,613369$	$v_4=34,28$	
$R_7=311,937$					19,6
	$d_7=5,6$	СТК3	$n_5=1,6594$	$v_5=57,33$	
$R_8=-21,29$					20,7
	$d_8=0,2$		1		
$R_9=115,61$					23,8
	$d_9=3,75$	ТК21	$n_6=1,6568$	$v_6=51,11$	
$R_{10}=-44,264$					24,2

апертурная диафрагма расположена за линзой 3 на расстоянии 4,3 мм.

В предлагаемом варианте изобретения имеют место равенства:

$$|R_6|=0,5526L$$

$$R_5=1,0376|R_6|$$

$$f/|R_4|=0,2372$$

$$f/|R_7|=0,1675$$

$$R_1=|R_{10}|,$$

где L - расстояние между выпуклыми поверхностями второго и третьего компонентов; $R_1, R_4, R_5, R_6, R_7, R_{10}$ - радиусы первой, четвертой, пятой, шестой, седьмой и десятой оптических поверхностей;

f - фокусное расстояние всего объектива.

Конструктивные параметры объектива по второму варианту приведены в табл.2.

Характеристики рассчитанного объектива:

фокусное расстояние 52,2 мм
 относительное отверстие 1:2
 угол поля зрения 46 град.

апертурная диафрагма расположена за линзой 3 на расстоянии 4,3 мм.

В предлагаемом варианте изобретения имеют место равенства:

$$|R_6|=0,543L$$

$$R_5=1,1023|R_6|$$

$$f/|R_4|=0$$

$$f/|R_7|=0$$

где L - расстояние между внешними, выпуклыми поверхностями двух сложных отрицательных менисков;

R_4, R_5, R_6, R_7 - радиусы четвертой, пятой, шестой и седьмой оптических поверхностей;

f - фокусное расстояние всего объектива.

Как следует из табл.1 и 2, отрицательная линза 4 третьего компонента изготовлена из стекла марки Ф19 или Ф9, обладающего особым ходом дисперсии. Материалы, отличающиеся по ν более чем на ± 3 единицы от стекол с обычным ходом дисперсии при равных значениях относительных частных дисперсий $p_{Fg}=(n_g-n_F)/(n_F-n_C)$, принято считать особыми (см. §2 Оптические материалы с особым ходом дисперсии..., Иванова Т.А., Кирилловский В.К. Проектирование и контроль оптики микроскопов. - Л., Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. стр.11.), а положительная линза 5 третьего компонента выполнена из лантанового стекла марки СТК3. Аналогично линза 6 четвертого компонента может быть выполнена из лантанового стекла.

В табл.3 приведены аберрации для $\lambda=0,589$ мкм предложенного объектива типа Гаусса по первому и второму вариантам конкретного исполнения.

Предложенный объектив имеет очень высокое качество изображения. Фотографическая разрешающая способность предложенного объектива для точки на оси не менее 70 мм^{-1} и в пределах поля зрения не менее 45 мм^{-1} .

В предложенном объективе из 10 оптических поверхностей 9 являются более пологими, чем в ближайшем аналоге, благодаря чему предложенный объектив более технологичен, так как при обработке поверхностей линз можно разместить большее количество линз на блоке.

Таким образом, в результате предложенного решения обеспечено получение технического результата: создан объектив типа Гаусса с повышенной технологичностью и увеличенным задним фокальным отрезком при очень высоком качестве изображения.

Таблица 2					
Радиусы, мм	Толщины, мм	Марка, стекла	Показатель преломления n_D	Кэфф. дисперсии ν_D	Световой диаметр, мм
$R_1=48,028$					28
	$d_1=3,71$	ТК21	$n_1=1,6568$	$\nu_1=51,11$	
$R_2=157,192$					25,5
	$d_2=2,36$		1		
$R_3=24,36$					24,2
	$d_3=9,16$	ТК21	$n_2=1,6568$	$\nu_2=51,11$	
$R_4=\infty$					20,7
	$d_4=1,5$	БФ24	$n_3=1,6344$	$\nu_3=36,78$	
$R_5=16,142$					18,1
	$d_5=9,03$		1		
$R_6=-14,644$					17,5
	$d_6=1,99$	Ф9	$n_4=1,6137$	$\nu_4=34,67$	
$R_7=\infty$					19,7
	$d_7=5,29$	СТК3	$n_5=1,6594$	$\nu_5=57,33$	
$R_8=-20,363$					20,7
	$d_8=0,15$		1		
$R_9=116,416$					23,3
	$d_9=4,53$	ТК21	$n_6=1,6568$	$\nu_6=51,11$	
$R_{10}=-42,205$					24,2

Таблица 3			
	Вид aberrации	Предложенный объектив по первому варианту (не более)	Предложенный объектив по второму вар. (не более)
5	Поперечная сферическая aberrация для точки на оси при относительном отверстии 1:2	0,02 мм	0,03 мм
	Поперечная aberrация широкого наклонного пучка в меридиональном сечении для поля зрения 2W=46 град.	0,019 мм	0,021 мм
	Поперечная aberrация широкого наклонного пучка в сагиттальном сечении для поля зрения 2W=46 град.	0,1 мм	0,08 мм
	Меридиональный астigmaticкий отрезок X _м для поля зрения 2W=46 град.	-0,345 мм	-0,387 мм
10	Сагиттальный астigmaticкий отрезок X _с для поля зрения 2W=46 град.	-0,097 мм	-0,1 мм
	Дисторсия для поля зрения 2W=46 град.	-2,1%	-2%

Формула изобретения

15 1. Объектив типа Гаусса, состоящий из четырех компонентов по ходу лучей: первого компонента - положительного одиночного мениска, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, второго компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз - положительной и отрицательной, обращенного выпуклой поверхностью к предмету, третьего компонента - отрицательного мениска, склеенного из двух одиночных линз -
 20 отрицательной и положительной, обращенного выпуклой поверхностью к изображению, и четвертого компонента - одиночной, двояковыпуклой линзы, кроме того, имеют место условия:

$$\begin{aligned}
 &1,64 < n_1, n_2, n_5, n_6 < 1,68, \\
 &46 < v_1, v_2 < 53, \\
 25 &46 < v_5, v_6 < 58, \\
 &1,6 < n_3 < 1,649, \\
 &1,6 < n_4 < 1,617, \\
 &0 \leq f/|R_4| < 0,5 \\
 30 &0 \leq f/|R_7| < 0,5, \\
 &\text{отличающийся тем, что имеют место условия:} \\
 &33,83 < v_3 < 38 \\
 &33,83 < v_4 < 35 \\
 &0,5L < |R_6| \leq 0,7L, \\
 35 &1,02|R_6| < R_5 < 1,2|R_6|,
 \end{aligned}$$

где L - расстояние между выпуклыми поверхностями второго и третьего компонентов;
 R₄, R₅, R₆, R₇ - радиусы четвертой, пятой, шестой и седьмой оптических поверхностей;
 f - фокусное расстояние всего объектива;

n₁, n₂, n₃, n₄, n₅, n₆ - показатели преломления материала первой, второй, третьей,
 40 четвертой, пятой и шестой линз для линии D;

v₁, v₂, v₃, v₄, v₅, v₆ - коэффициенты дисперсии для линии D материала первой, второй, третьей, четвертой, пятой и шестой линз.

2. Объектив типа Гаусса по п.1, отличающийся тем, что имеет место условие

$$R_1 = |R_{10}|$$

45 где R₁, R₁₀ - радиусы первой и десятой оптических поверхностей.

3. Объектив типа Гаусса по п.1, отличающийся тем, что положительная линза третьего компонента выполнена из лантанового стекла.

4. Объектив типа Гаусса по п.1, отличающийся тем, что линза четвертого компонента выполнена из лантанового стекла.

50

