

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **047740**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.09.03**

(21) Номер заявки  
**202491115**

(22) Дата подачи заявки  
**2024.04.03**

(51) Int. Cl. **G02B 9/62** (2006.01)  
**G02B 11/30** (2006.01)  
**G02B 13/18** (2006.01)

**(54) СВЕТОСИЛЬНЫЙ ОБЪЕКТИВ**

(43) **2024.08.28**

(96) **2024/EA/0021 (BY) 2024.04.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
"ЛЭМТ" БЕЛОМО" (BY)**

(72) Изобретатель:  
**Богатко Алла Владимировна,  
Шкадаревич Алексей Петрович,  
Карпов Александр Владимирович  
(BY)**

(74) Представитель:  
**Шкадаревич Л.В. (BY)**

(56) BY-C2-15649  
BY-C1-11764  
BY-C2-14572  
EA-A1-201300178  
RU-C1-2386988  
JP-A-H0328813

(57) Изобретение относится к оптическому приборостроению и может быть использовано как объектив в различных оптических приборах наблюдения или в коллимирующих системах, работающих в видимой области спектра. Светосильный объектив содержит три последовательно установленных на одной оптической оси компонента и апертурную диафрагму, первый из которых содержит двояковыпуклую линзу, отрицательную линзу и положительный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений, второй компонент выполнен из двух линз и содержит отрицательный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений. Новизна предложения заключается в том, что после второго компонента установлен третий компонент, выполненный в виде одиночной вогнуто-плоской линзы, и совмещен плоской поверхностью с фокальной плоскостью объектива, двояковыпуклая линза первого компонента склеена с отрицательной линзой, а второй компонент выполнен в виде одиночного мениска и положительной выпукло-плоской линзы, при этом оправа первого компонента выполняет функцию апертурной диафрагмы, выпукло-плоская линза второго компонента выполнена из стекла группы легких кронов, расстояние между линзами второго компонента составляет не более 0,045 фокусного расстояния объектива, а расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,8 расстояния между вторым и третьим компонентами. Технический результат - получен светосильный объектив с широким полем зрения, который без применения дорогостоящих стекол позволяет получить хорошее качество изображения в видимой области спектра по всему полю зрения: полихроматические коэффициенты передачи модуляции объектива в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda=470-650$  нм для пространственной частоты  $N=100$  мм<sup>-1</sup>: в точке на оси - не менее 0.50, на краю поля зрения - не менее 0.45, визуальная разрешающая способность объектива в точке на оси - не менее 650 лин/мм, на краю поля - не менее 450 лин/мм.

**B1****047740****047740****B1**

Изобретение относится к оптическому приборостроению и может быть использовано как объектив в различных оптических приборах наблюдения, а также может быть применен в коллимирующих системах, работающих в видимой области спектра.

Известен объектив [1], содержащий пять компонентов. Первый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, третий и четвертый компоненты - положительный и отрицательный мениски, обращенные выпуклыми поверхностями к пространству предметов, пятый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы. Объектив имеет фокусное расстояние 100 мм, линейное поле зрения 18 мм, развивает относительное отверстие до 1:1.56 и работает в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda=440-660-880$  нм.

Недостатками объектива являются сложная для сборки конструкция, чувствительная к центрировке компонентов относительно оптической оси, недостаточно высокое и неравномерное по полю качество изображения.

Наиболее близким к предлагаемому объективу является объектив [2], состоящий из двух компонентов. Первый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой, отрицательной двояковогнутой линз и положительного мениска, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений, второй компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз. Между первым и вторым компонентами установлена апертурная диафрагма. Объектив имеет фокусное расстояние 300 мм, развивает относительное отверстие до 1:3 и работает в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda=620-850$  нм. Данная конструкция объектива обеспечивает высокие полихроматические коэффициенты передачи модуляции для пространственной частоты  $N=60$  мм<sup>-1</sup>: в точке на оси не менее 0.8, на краю поля зрения  $2\omega=2^\circ$  не менее 0.7. Линейное поле зрения объектива 11 мм.

Недостатками объектива являются достаточно узкий спектральный диапазон работы, смещенный к ближней ИК-области спектра, что не позволяет использовать объектив для работы в видимой области спектра, недостаточно большое поле зрения, наличие линзы из сложного в обработке и дорогостоящего стекла с показателем преломления не более 1,5 и числом Аббе не менее 80.

Задачей изобретения является увеличение поля зрения объектива путем уменьшения фокусного расстояния при обеспечении высокого качества изображения по всему полю, увеличение светосилы, смещение спектрального диапазона работы объектива в видимую область спектра.

Предложен светосильный объектив, содержащий последовательно расположенные на одной оптической оси компоненты и апертурную диафрагму, первый из которых содержит двояковыпуклую линзу, отрицательную линзу и положительный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений, второй компонент выполнен из двух линз и содержит отрицательный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений.

Новизна предложения заключается в том, что после второго компонента установлен третий компонент, выполненный в виде одиночной вогнуто-плоской линзы, и совмещен плоской поверхностью с фокальной плоскостью объектива, двояковыпуклая линза первого компонента склеена с отрицательной линзой, а второй компонент выполнен в виде одиночного мениска и положительной выпукло-плоской линзы, при этом оправа первого компонента выполняет функцию апертурной диафрагмы, выпукло-плоская линза второго компонента выполнена из стекла группы легких кронов, расстояние между линзами второго компонента составляет не более 0,045 фокусного расстояния объектива, а расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,8 расстояния между вторым и третьим компонентами.

Такая конструкция объектива позволяет без применения дорогостоящих стекол получить объектив с высокой светосилой и широким полем зрения, который обеспечивает высокую разрешающую способность в видимой области спектра по всему полю зрения, а введенный третий компонент в виде одиночной вогнуто-плоской линзы, совмещенной плоской поверхностью с фокальной плоскостью объектива, выполняет функцию корректора поля, обеспечивая достаточно равномерное качество изображения по всему полю зрения, и одновременно позволяет использовать плоскую поверхность для нанесения штрихов сетки при применении объектива в визуальных приборах наблюдения или в коллимирующих системах.

Предлагаемый светосильный объектив работает в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda=470-650$  нм, имеет фокусное расстояние  $f'=100$  мм, относительное отверстие  $D/f'=1:2$ , угловое поле зрения  $2\omega=11^\circ 08'$  (линейное поле зрения 20 мм), функцию апертурной диафрагмы выполняет оправа первого компонента.

Полихроматические коэффициенты передачи модуляции: для пространственной частоты  $N=100$  мм<sup>-1</sup> в точке на оси - не менее 0.50, на краю поля зрения - не менее 0.45, визуальная разрешающая способность объектива в точке на оси - не менее 650 лин/мм, на краю поля - не менее 450 лин/мм.

На фиг. 1 изображена оптическая схема предлагаемого объектива.

На фиг. 2 приведены технические характеристики рассчитанного объектива: фокусное расстояние  $f'$ , относительное отверстие  $D/f'$ , линейное поле зрения  $2y'$ , спектральный диапазон работы  $\Delta\lambda$ ; а также его конструктивные данные: радиусы кривизны поверхностей линз  $R$ , осевые расстояния (толщины линз и воздушных промежутков)  $d$ , марки стекол, световые высоты на линзах.

На фиг. 3 приведены графики aberrаций осевого пучка: а) поперечной сферической aberrации и б) неизопланатизма; aberrаций главных лучей: в) относительной дисторсии и г) астigmatических отрезков; а также д) графики aberrаций широких наклонных пучков в меридиональном сечении на краю поля зрения.

На фиг. 4 приведены графики расчетной полихроматической частотно-контрастной характеристики предлагаемого объектива: а) для точки на оси и б) на краю поля зрения для пространственных частот до  $N=100 \text{ мм}^{-1}$ .

Светосильный объектив (фиг. 1) состоит из последовательно расположенных по ходу лучей трех компонентов. Первый компонент выполнен в виде двухлинзовой склейки, состоящей из двояковыпуклой линзы 1 и вогнуто-выпуклой линзы 2, и положительного мениска 3, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений. Второй компонент выполнен в виде одиночных отрицательного мениска 4, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений, и положительной выпукло-плоской линзы 5. Третий компонент выполнен в виде одиночной вогнуто-плоской линзы 6. Функцию апертурной диафрагмы выполняет оправа первого компонента.

Параллельный пучок света, пройдя апертурную диафрагму, падает на первую поверхность объектива и, преломившись через линзы трех компонентов, фокусируется в плоскости изображения.

Предлагаемый светосильный объектив без применения дорогостоящих стекол позволяет получить хорошее качество изображения на большом поле зрения при высокой светосиле, что подтверждают графики aberrаций, приведенные на фиг. 3, и графики полихроматической частотно-контрастной характеристики для точки на оси и на краю поля зрения, приведенные на фиг. 4.

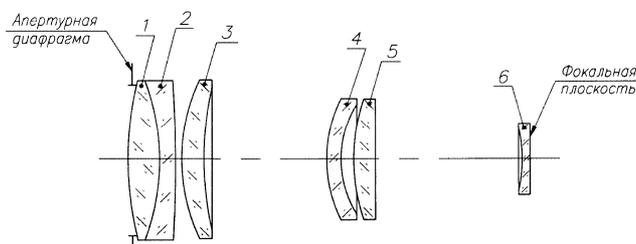
Полихроматические коэффициенты передачи модуляции объектива в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda=470-650 \text{ нм}$  для пространственной частоты  $N=100 \text{ мм}^{-1}$ : в точке на оси - не менее 0.50, на краю поля зрения - не менее 0.45, визуальная разрешающая способность объектива в точке на оси - не менее 650 лин/мм, на краю поля - не менее 450 лин/мм.

Использованные источники информации:

1. Патент ЕА 007361, G02В 9/62, 2006.
2. Патент РБ 15649, G02В 9/60, 2012 (прототип).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Светосильный объектив, содержащий последовательно расположенные на оптической оси компоненты и апертурную диафрагму, первый из которых содержит двояковыпуклую линзу, отрицательную линзу и положительный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений, второй компонент выполнен из двух линз и содержит отрицательный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений, отличающийся тем, что после второго компонента установлен третий компонент, выполненный в виде одиночной вогнуто-плоской линзы, и совмещен плоской поверхностью с фокальной плоскостью объектива, двояковыпуклая линза первого компонента склеена с отрицательной линзой, а второй компонент выполнен в виде одиночных мениска и положительной выпукло-плоской линзы, при этом оправа первого компонента выполняет функцию апертурной диафрагмы, выпукло-плоская линза второго компонента выполнена из стекла группы легких кронов, расстояние между линзами второго компонента составляет не более 0,045 фокусного расстояния объектива, а расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,8 расстояния между вторым и третьим компонентами.



Фиг. 1

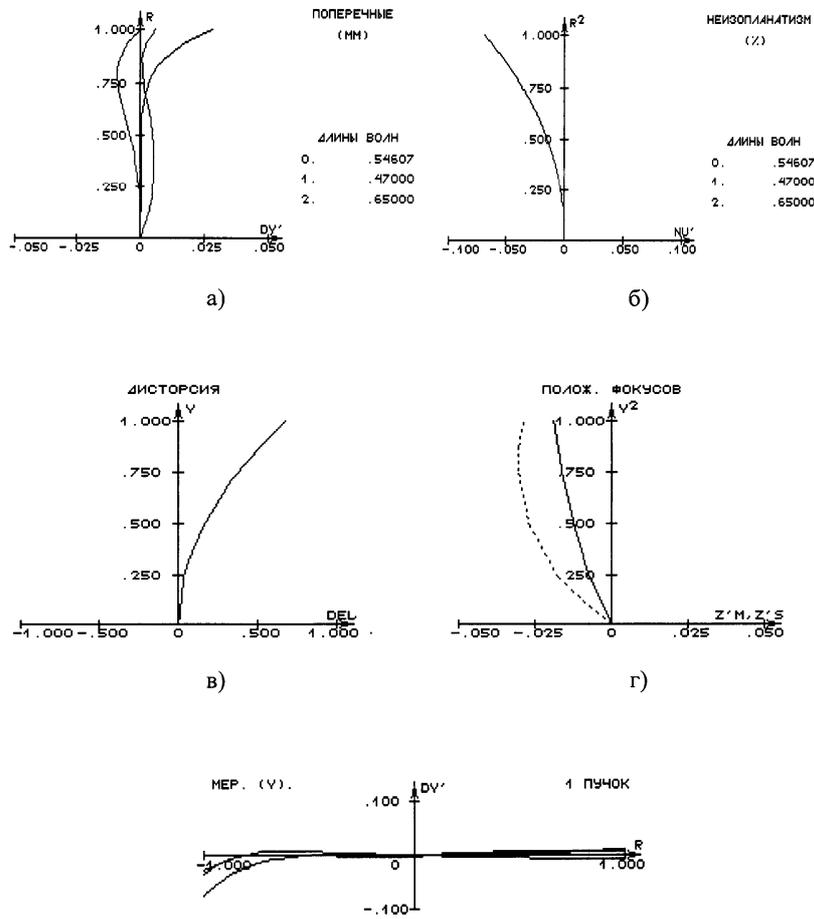
047740

$f' = 100$  мм     $D/f' = 1:2$      $2y' = 20$  мм     $\Delta\lambda = 470...650$  нм

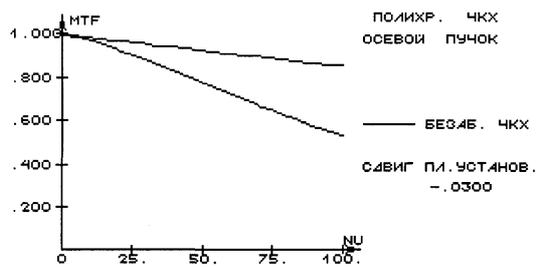
КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТИВА

Радиусы, R	Осевые расст., d	Световые высоты	Марки стекол
101.80	10.00	24.000	К8
-72.110	4.500	23.889	ТФ1
-716.10	0.500	23.849	
58.750	6.500	23.675	К8
100.46	38.02	22.977	
47.420	4.000	18.000	ТФ1
34.040	4.000	16.953	
56.040	6.500	16.976	ЛК3
0.00	47.081	16.605	
-45.190	2.500	10.032	БК10
0.00		10.014	

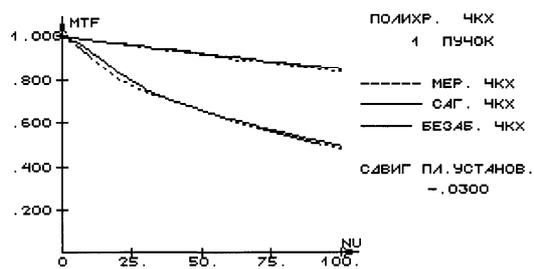
Фиг. 2



Фиг. 3



а)



б)

Фиг. 4

