

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044642**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.19

(21) Номер заявки
202390311

(22) Дата подачи заявки
2023.01.10

(51) Int. Cl. **G02B 9/34** (2006.01)
G02B 11/20 (2006.01)
G02B 11/26 (2006.01)

(54) **ОБЪЕКТИВ**

(43) **2023.09.15**

(96) **2023/ЕА/0001 (ВУ) 2023.01.10**

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

(56) BY-C1-18486
BY-C1-8412
RU-37844
RU-C1-2778445
US-A1-20120321293

(72) Изобретатель:
**Богатко Алла Владимировна,
Шкадаревич Алексей Петрович,
Анриенко Александр Валентинович,
Шляхтун Сергей Викторович, Гуляев
Владимир Иосифович (ВУ)**

(74) Представитель:
Шкадаревич Л.В. (ВУ)

(57) Изобретение относится к оптико-электронному приборостроению и может быть использовано как объектив в различных оптических системах наблюдения, работающих с ПЗС-приемниками. Объектив содержит четыре последовательно установленные на одной оптической оси компонента, первый из которых выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, третий компонент склеен из выпукло-вогнутой и двояковыпуклой линз, четвертый компонент выполнен в виде одиночного отрицательного мениска, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений, при этом двояковыпуклые линзы второго и третьего компонентов выполнены из стекла группы легких кронов, а расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,18 фокусного расстояния объектива, а между третьим и четвертым - не менее 0,4 фокусного расстояния объектива. Технический результат - упрощение конструкции, снижение чувствительности компонентов к центрировкам относительно оптической оси и, как следствие, упрощение сборки объектива, при обеспечении при этом высоких на частоте $N=60 \text{ мм}^{-1}$ и достаточных для работы на частоте $N=140 \text{ мм}^{-1}$ коэффициентов передачи модуляции в спектральном диапазоне $\Delta\lambda=400-670$, что позволяет применять объектив в работе с цветными ПЗС-камерами с небольшим размером пикселя.

B1

044642

044642

B1

Изобретение относится к оптико-электронному приборостроению и может быть использовано как объектив в различных оптических системах наблюдения, работающих с ПЗС-приемниками.

Известен объектив [1], содержащий шесть компонентов. Первый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, третий компонент выполнен в виде одиночной двояковогнутой линзы, четвертый компонент склеен из двояковогнутой и двояковыпуклой линз, пятый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, шестой - в виде одиночного отрицательного мениска, обращенного вогнутой поверхностью к пятому компоненту. Объектив развивает относительное отверстие до 1:1.65 и работает в спектральном диапазоне $\Delta\lambda=546-900$ нм.

Недостатками объектива являются сложность конструкции; спектральный диапазон, смещенный к ближней ИК-области спектра, и недостаточно высокое качество изображения, которые не позволяют получить качественное изображение на современных цветных ПЗС-камерах с небольшим размером пикселя. Полихроматические коэффициенты передачи модуляции объектива в рабочей области спектра для пространственной частоты $N=60$ мм⁻¹ в точке на оси не менее 0.6, на краю поля зрения для частоты $N=60$ мм⁻¹ не менее 0.45.

Наиболее близким к предлагаемому объективу является объектив [2], состоящий из шести компонентов. Первый компонент выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, третий компонент выполнен в виде одиночной двояковогнутой линзы, четвертый - в виде одиночной двояковыпуклой линзы, пятый компонент склеен из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, шестой компонент выполнен в виде одиночного отрицательного мениска, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений. Объектив обеспечивает высокие коэффициенты передачи модуляции в широком спектральном диапазоне $\Delta\lambda=490-980$ нм. Полихроматические коэффициенты передачи модуляции для пространственной частоты $N=60$ мм⁻¹ в точке на оси - не менее 0.79, на краю поля зрения - не менее 0.75. Относительное отверстие объектива 1:1.6, угловое поле зрения $2\omega=19^\circ 08'$.

Недостатками объектива являются сложность конструкции и высокая чувствительность отдельных компонентов к точности их центрировки относительно оптической оси, требующие автоколлимационного метода сборки; наличие линзы из сложного в обработке и дорогостоящего стекла с особым ходом дисперсии.

Задачей изобретения является упрощение конструкции объектива, повышение технологичности сборки путем снижения чувствительности компонентов к центрировкам относительно оптической оси, при обеспечении достаточных для работы с цветными ПЗС-камерами на частоте $N=140$ мм⁻¹ коэффициентов передачи модуляции.

Предложен объектив, содержащий последовательно установленные на одной оптической оси четыре компонента, первый из которых выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй - в виде склейки из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, а также вторую склейку из линз и одиночный отрицательный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений. Новизна предложения заключается в том, что третий компонент выполнен в виде указанной второй склейки из выпукловогнутой и двояковыпуклой линз, а четвертый компонент выполнен в виде указанного одиночного мениска, двояковыпуклые линзы второго и третьего компонентов выполнены из стекла группы легких кронов, расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,18 фокусного расстояния объектива, а между третьим и четвертым - не менее 0,4 фокусного расстояния объектива. Такая конструкция объектива позволяет без применения дорогостоящих стекол получить достаточно хорошую коррекцию хроматических aberrаций, что обеспечивает на высоких частотах приемлемые для работы коэффициенты передачи модуляции и позволяет применять объектив в работе с ПЗС-камерами с небольшим размером пикселя, а также такое исполнение объектива приводит к пологим радиусам, что снижает чувствительность компонентов к центрировкам относительно оптической оси и, как следствие, приводит к упрощению сборки объектива.

Предлагаемый объектив работает в спектральном диапазоне $\Delta\lambda=400-670$ нм, имеет фокусное расстояние $f=75$ мм, относительное отверстие $D/f=1:4$, угловое поле зрения $2\omega=6^\circ 44'$, апертурная диафрагма расположена между вторым и третьим компонентом на расстоянии 12 мм от второго компонента. Полихроматические коэффициенты передачи модуляции: для пространственной частоты $N=60$ мм⁻¹ в точке на оси - не менее 0.69, на краю поля зрения - не менее 0.69; для пространственной частоты $N=140$ мм⁻¹ в точке на оси - не менее 0.38, на краю поля зрения - не менее 0.34.

На фиг. 1 изображена оптическая схема предлагаемого объектива.

На фиг. 2 приведены технические характеристики рассчитанного объектива: фокусное расстояние f , относительное отверстие D/f , угловое поле зрения 2ω , 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 (поперечной сферической aberrации и неизопланатизма), главных лучей (астигматических отрезков и относительной дисторсии), широких на-

клонных пучков в меридиональном сечении на краю поля зрения.

На фиг. 4 приведены графики расчетной полихроматической частотно-контрастной характеристики предлагаемого объектива для точки на оси и на краю поля зрения для пространственных частот до $N=140 \text{ мм}^{-1}$.

Объектив (фиг. 1) состоит из последовательно расположенных по ходу лучей четырех компонентов. Первый компонент выполнен в виде двояковыпуклой линзы 1. Второй компонент выполнен в виде двухлинзовой склейки, состоящей из двояковыпуклой линзы 2 и двояковогнутой линзы 3. Третий компонент выполнен в виде двухлинзовой склейки, состоящей из выпукло-вогнутой линзы 4 и двояковыпуклой линзы 5. Четвертый компонент выполнен в виде одиночного отрицательного мениска 6, обращенного вогнутой поверхностью к пространству изображений. Апертурная диафрагма расположена между вторым и третьим компонентами на расстоянии 12 мм от второго компонента.

Параллельный пучок света падает на первую поверхность объектива и, преломившись через линзы четырех компонентов, фокусируется в плоскости изображения, где расположен приемник оптического излучения.

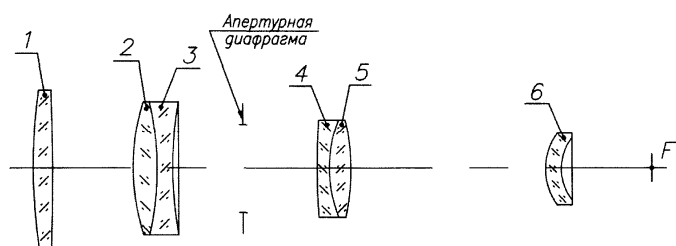
Предлагаемый объектив при достаточно простой оптической схеме позволяет получить хорошее качество изображения по всему полю, высокие на частоте $N=60 \text{ мм}^{-1}$ и достаточные для работы на частоте $N=140 \text{ мм}^{-1}$ коэффициенты передачи модуляции, что подтверждают графики аберраций, приведенные 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 $\Delta\lambda=400\text{-}670 \text{ нм}$ для пространственной частоты $N=60 \text{ мм}^{-1}$: в точке на оси - не менее 0.69, на краю поля зрения - не менее 0.69; для пространственной частоты $N=140 \text{ мм}^{-1}$: в точке на оси - не менее 0.38, на краю поля зрения - не менее 0.34.

Использованные источники информации:

1. Патент RU 2368923 C2, G02B 9/62, 2009.
2. Патент BY 18486 C1, G02B 9/62, 2013 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Объектив, содержащий последовательно установленные на одной оптической оси компоненты, первый из которых выполнен в виде одиночной двояковыпуклой линзы, второй компонент - в виде склейки из двояковыпуклой и двояковогнутой линз, а также вторую склейку из линз и одиночный отрицательный мениск, обращенный вогнутой поверхностью к пространству изображений, отличающийся тем, что содержит четыре компонента, третий компонент выполнен в виде указанной второй склейки из выпукло-вогнутой и двояковыпуклой линз, а четвертый компонент выполнен в виде указанного одиночного мениска, двояковыпуклые линзы второго и третьего компонентов выполнены из стекла группы легких крон, расстояние между первым и вторым компонентами составляет не менее 0,18 фокусного расстояния объектива, а между третьим и четвертым - не менее 0,4 фокусного расстояния объектива.



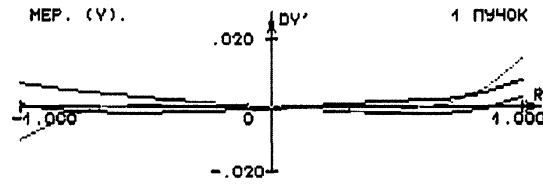
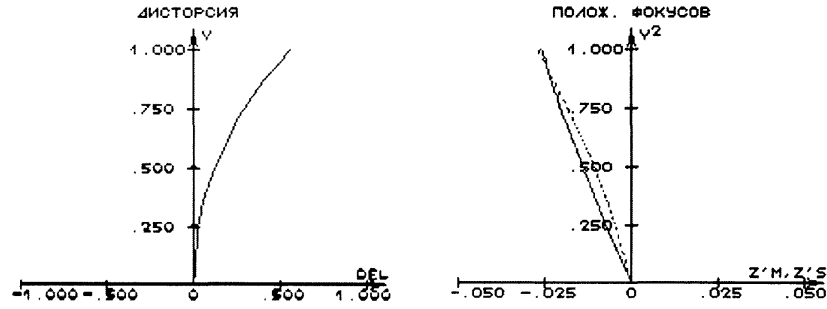
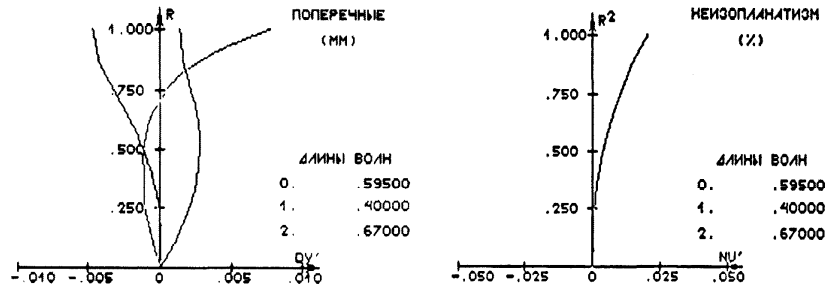
Фиг. 1

$$f' = 75 \text{ мм} \quad D/f' = 1:4 \quad 2\omega = 6^\circ 44' \quad \Delta\lambda = 400\text{...}670 \text{ мм}$$

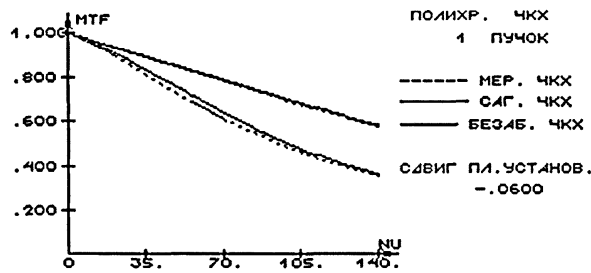
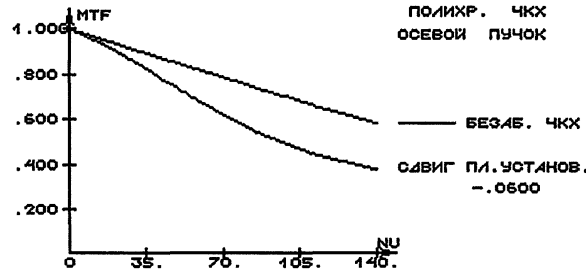
КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТИВА

Радиусы, R	Осевые расст., d	Световые высоты	Марки стекол
89.540	3.0	11.7	ТК23
-709.60	13.23	11.6	
36.620	4.0	9.4	ЛК3
-50.350	2.5	9.1	БФ16
61.380	24.33	8.5	
128.23	2.0	7.0	СТК12
21.380	3.7	6.9	ЛК3
-37.330	32.5	7.0	
10.093	2.8	5.2	ТФ3
8.204		4.4	

Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4