

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **6320**  
(13) **U**  
(46) **2010.06.30**  
(51) МПК (2009)  
**G 02В 17/00**

(54) **ЗЕРКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТИВ С ЧЕТЫРЬМЯ ОТРАЖЕНИЯМИ**

(21) Номер заявки: u 20090981

(22) 2009.11.24

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Артюхина Нина Константиновна; Демеш Максим Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

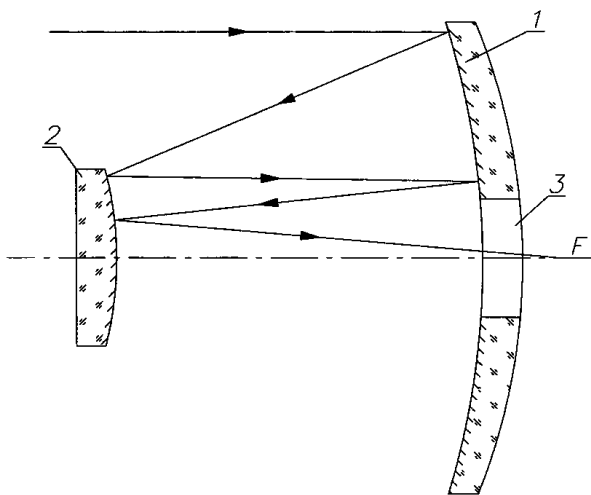
Зеркальный объектив с четырьмя отражениями, содержащий выпуклое и вогнутое зеркала, установленные с возможностью построения изображения в фокальной плоскости объектива в результате четырех поочередных отражений светового пучка, при этом в вогнутом зеркале выполнено центральное отверстие для прохождения света, **отличающийся** тем, что первое зеркало выполнено вогнутым гиперболическим, а второе - выпуклым гиперболическим.

(56)

1. Korsch Dietrich. Two-Well corrected four-mirror telescopes // Applied Optics. - 1974, 13. - № 8.

2. А.с. СССР 648931, МПК G 02В 17/02, 1979.

3. Патент РБ 9022, МПК G 02В 17/06, 17/02, 2007.



Фиг. 1

**ВУ 6320 U 2010.06.30**

# BY 6320 U 2010.06.30

Полезная модель относится к области оптического приборостроения, к зеркальным объективам, и может быть использована для оптических исследований в видимой, ИК и УФ областях спектра.

Известен зеркальный объектив [1], состоящий из четырех асферических зеркал с попарно совмещенными вершинами первого и третьего, а также второго и четвертого зеркал.

Однако уравнения поверхностей второго и четвертого зеркал различны. Изготовление таких зеркал требует соответствующей технологии отдельно для каждого зеркала. При этом существуют трудности с устранением паразитного света.

Известен зеркальный объектив [2], состоящий из четырех вогнутых асферических зеркал с попарно совмещенными вершинами первого и третьего, второго и четвертого зеркал, а расстояние между вершинами попарно совмещенных зеркал равно  $0,9967-1,091$  суммы фокусных расстояний этих зеркал.

Недостатком данного объектива является наличие четырех асферических зеркал разного профиля, что усложняет изготовление. К тому же большая осевая длина не позволяет создавать длиннофокусные системы.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемой полезной модели является зеркальный объектив с четырьмя отражениями [3], содержащий два сферических зеркала, первое из которых выпуклое, а второе - вогнутое и выполнено с центральным отверстием для прохождения света со стороны пространства предметов, установленные с возможностью построения изображения в фокальной плоскости объектива в результате четырех поочередных отражений от них указанного пучка.

Недостатком прототипа являются очень большие поперечные размеры, что не позволяет создавать длиннофокусные объективы.

Задачей предлагаемой полезной модели является создание компактной схемы объектива и увеличение фокусного расстояния с одновременным корригированием четырех монохроматических аберраций (сферическая аберрация, кома, астигматизм и кривизна изображения).

Решение указанной задачи достигается тем, что в зеркальном объективе с четырьмя отражениями, содержащем выпуклое и вогнутое зеркала, установленные с возможностью построения изображения в фокальной плоскости объектива в результате четырех поочередных отражений светового пучка, при этом в вогнутом зеркале выполнено центральное отверстие для прохождения света, первое зеркало выполнено вогнутым гиперболическим, а второе - выпуклым гиперболическим.

Сущность полезной модели поясняется следующими чертежами, где на фиг. 1 представлена принципиальная оптическая схема зеркального объектива и показан ход светового луча от бесконечно удаленного предмета; на фиг. 2 приведены технические характеристики и конструктивные параметры одного из рассчитанных вариантов зеркального объектива; на фиг. 3 даны графики остаточных аберраций для осевой и внеосевой предметных точек, а также для широкого внеосевого наклонного пучка лучей в рассчитанном варианте зеркального объектива.

Данный объектив состоит из гиперболических вогнутого 1 и выпуклого 2 зеркал (фиг. 1). Причем зеркало 1 имеет центральное отверстие 3. Через отверстие 3 лучи, дважды отраженные от каждого из зеркал, выходят из объектива и собираются за зеркалом 1 в фокусе объектива.

Данное конструктивное решение объектива, выполненного только из зеркальных элементов, исключает хроматические аберрации и позволяет использовать его в широком спектральном диапазоне.

Зеркальный объектив работает следующим образом. Световые лучи параллельным пучком падают на отражающую поверхность зеркала 1. Отразившись от зеркала 1, указанный пучок лучей падает на поверхность зеркала 2, претерпев на нем второе отражение. Затем, снова отразившись последовательно от зеркал 1 и 2, лучи проходят сквозь отверстие 3 зеркала 1 и формируют изображение в фокальной плоскости  $F'$  рассматриваемого объектива.

# ВУ 6320 U 2010.06.30

По данной принципиальной схеме рассчитан объектив с фокусным расстоянием  $f' = 10000$  мм, относительным отверстием  $D/f' = 1/20$ , угловым полем зрения в пространстве предметов  $2\omega = 1^\circ 30'$ .

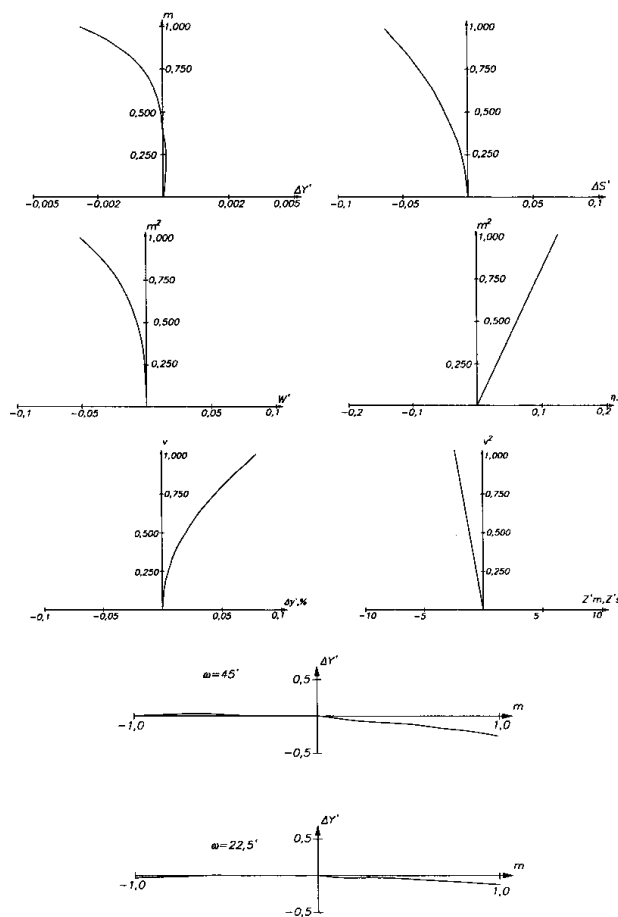
На фиг. 2 приведены технические характеристики рассчитанного варианта объектива и его конструктивные данные: радиусы кривизны зеркал  $r$ , расстояние между зеркалами  $d$ , показатели преломления  $n$ , квадраты эксцентриситетов  $e^2$ .

На фиг. 3 представлены результаты абберационного расчета. Для точки на оси приведены графики поперечной и продольной сферической абберации  $\Delta Y'$  и  $\Delta S$ , неизопланизма  $\eta$  и волновой абберации  $W$ , для точки вне оси - дисторсии  $\Delta y$  и астигматических отрезков  $Z'_S$  и  $Z'_m$ . Кроме того, даны графики аббераций широких внеосевых пучков в меридиональном  $\Delta Y'$  сечении на краю поля  $\omega = 0^\circ 45'$  и на зоне  $\omega = 0^\circ 22'30''$ .

$$f' = 10000; \quad D/f' = 1:20; \quad 2\omega = 1,5^\circ$$

$r$	$d$	$e^2$	$n$
-4643	-1276,8	1,00065	-1
-2302,5	1276,8	1,408	1
-4643	-1276,8	1,00065	-1
-2302,5		1,408	1

Фиг. 2



Фиг. 3