

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 4518

(13) U

(46) 2008.08.30

(51) МПК (2006)

G 02B 17/00

(54)

## ЗЕРКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТИВ

(21) Номер заявки: u 20070762

(22) 2007.11.01

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

(72) Автор: Артюхина Нина Константиновна (ВУ)

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

(57)

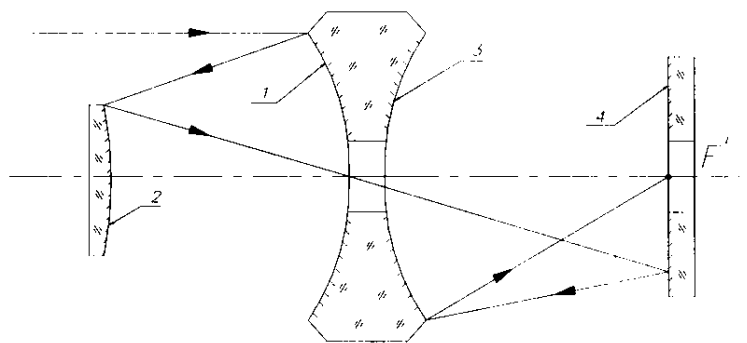
Зеркальный объектив, содержащий первое и третье вогнутые эллиптические зеркала с промежуточным изображением, расположенным между вторым и третьим зеркалами, отличающийся тем, что дополнительно содержит плоское зеркало, расположенное относительно третьего зеркала на расстоянии, равном фокусному расстоянию объектива, кроме того, второе зеркало выполнено выпуклым гиперболическим и центрированным по отношению к первому и третьему зеркалам, радиусы которых в 1,4-1,6 раз превышают фокусное расстояние объектива.

(56)

1. А.с. СССР 1004945, МПК G 02B 17/06, 1983.

2. А.с. СССР 498588, МПК G 02B 17/06, 1976.

3. А.с. СССР 1254405, МПК G 02B 17/06, 1986.



Фиг. 1

Полезная модель относится к оптическому приборостроению, а именно к созданию зеркальных и зеркально-линзовых объективов, и может быть использована для оптических исследований в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра.

Известен зеркальный удлиняющий объектив [1], содержащий вогнутое сферическое зеркало, центрированное с ним planoидное зеркало и вогнутое эллиптическое зеркало.

# BY 4518 U 2008.08.30

Недостатками объектива являются небольшое поле зрения, ограниченное нерабочей частью второго зеркала, и неудобная с точки зрения технологии planoидная форма поверхности второго зеркала.

Известен зеркальный объектив [2], состоящий из трех асферических зеркал с разнесенными вершинами первого и третьего вогнутых, второго выпуклого зеркал.

Недостатками данного объектива являются большие габариты третьего зеркала, неудобство расположения фокального узла, децентрированного по отношению к поверхностям зеркал, неисправленная кривизна поверхности изображения, а также большие осевые габариты объектива.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемой полезной модели является зеркальный объектив, содержащий первое и третье эллиптические зеркала с промежуточным изображением, расположенным между вторым и третьим зеркалами, а также вспомогательное второе тороидальное зеркало, децентрированное по отношению к первому и третьему зеркалам [3].

Недостатком этого объектива является малое угловое поле зрения при невысоком относительном отверстии объектива из-за децентрированного расположения второго зеркала, поверхность которого имеет сложную тороидальную форму, неудобную с точки зрения технологии.

Задачей предлагаемой полезной модели является увеличение поля зрения и светосилы отверстия при сохранении хорошего качества изображения, а также уменьшение осевой длины объектива.

Решение указанной задачи достигается тем, что зеркальный объектив, содержащий первое и третье вогнутые эллиптические зеркала с промежуточным изображением, расположенным между вторым и третьим зеркалами, дополнительно содержит плоское зеркало, расположенное относительно третьего зеркала на расстоянии, равном фокусному расстоянию объектива, кроме того, второе зеркало выполнено выпуклым гиперболическим и центрированным по отношению к первому и третьему зеркалам, радиусы которых в 1,4-1,6 раз превышают фокусное расстояние зеркального объектива.

Такая конструкция объектива, состоящего из трех асферических зеркал с дополнительным плоским зеркалом, обеспечивающим действительное промежуточное изображение между вторым и третьим зеркалами, позволяет увеличить поле зрения и повысить светосилу объектива не менее чем в десять раз, а также уменьшить осевые габариты объектива. Кроме того, первое и третье зеркала могут быть объединены в единую деталь - монолит (двойное зеркало) - за счет введения в конструкцию объектива дополнительного плоского зеркала, не влияющего на качество изображения. Профиль меридиональной кривой поверхности первого и третьего зеркал определен эллипсом, а второго - гиперболой. Асферические профили поверхностей зеркал обеспечивают хорошее качество изображения: исправление сферической аберрации, комы и астигматизма на плоском поле.

Ход светового луча при этом представляет собой последовательное отражение луча от всех зеркальных поверхностей с последующим построением изображения в задней фокальной плоскости объектива.

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

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 геометрических аберраций для осевой и внеосевой предметных точек, а также для широкого внеосевого наклонного пучка лучей в рассчитанном варианте зеркального объектива.

# ВУ 4518 U 2008.08.30

Зеркальный объектив состоит из первого 1, второго 2 и третьего 3 зеркал (фиг. 1). Первое зеркало 1 и третье зеркало 3 выполнены вогнутыми эллиптическими, второе зеркало 2 выполнено выпуклым гиперболическим. Плоское зеркало 4 устанавливается после второго зеркала 2 по ходу световых лучей.

Зеркальный объектив работает следующим образом.

Параллельный световой пучок лучей, идущих от бесконечно удаленного предмета, падает на первое зеркало 1, после отражения от него попадает на второе зеркало 2, которое образует сходящийся пучок световых лучей, строящих действительное промежуточное изображение в центральной отверствии детали монолита. Это изображение зеркало 3 переносит с определенным масштабом в фокальную плоскость объектива (фиг. 1). Плоское зеркало 4 позволяет уменьшить осевые габариты объектива, создать компактную конструкцию и вынести фокальный узел объектива в удобное для исследования место.

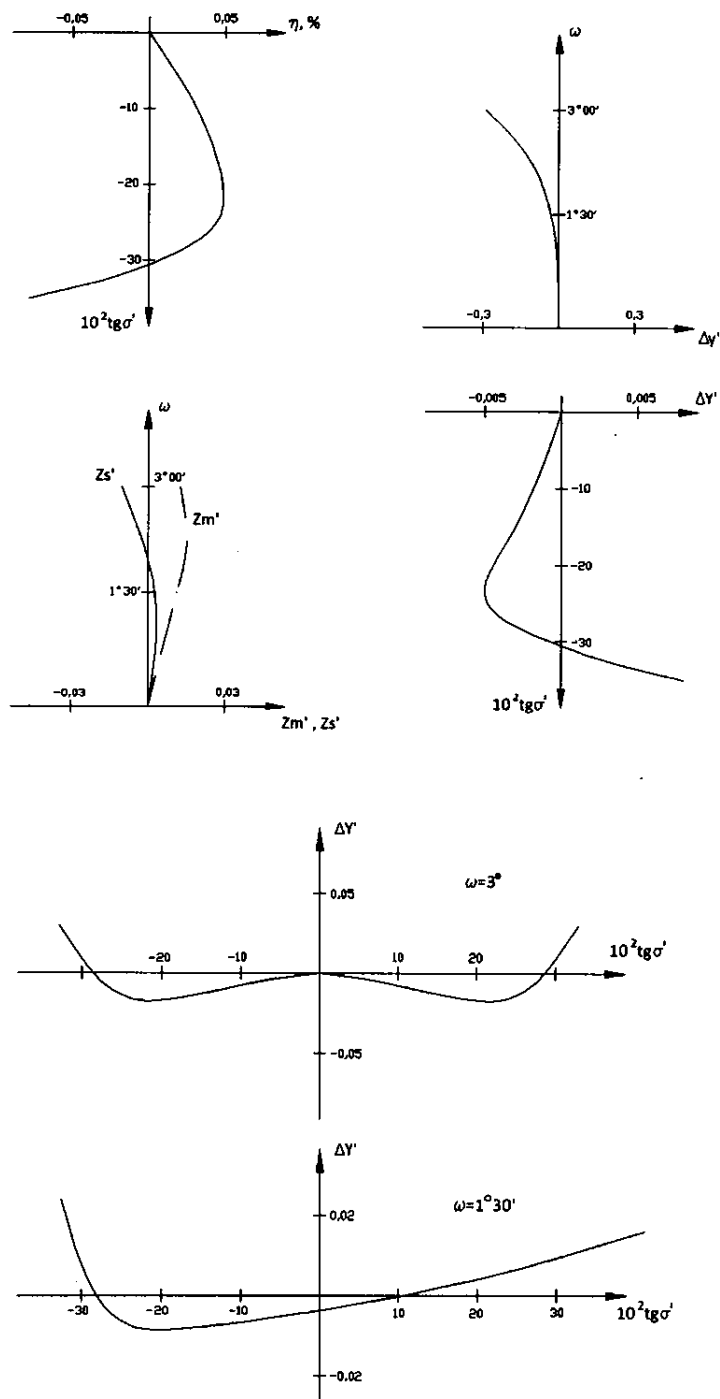
По данной принципиальной схеме рассчитан объектив со следующими техническими характеристиками: фокусным расстоянием  $f' = 100$  мм, относительным отверстием  $D/f' = 1:1,5$ , угловым полем  $2\omega = 6^\circ$ , коэффициентом центрального экранирования  $\eta = 0,48$ .

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

На фиг. 3 представлены результаты абберрационного расчета. Для точки на оси приведены графики поперечной и продольной сферической абберрации  $\Delta Y'$  и  $\Delta S'$ , неизопланатизма  $\eta$ , для точки вне оси - дисторсии  $\Delta y'$  и астигматических отрезков  $Z'_S$  и  $Z'_m$ . Кроме того, даны графики абберраций широких внеосевых пучков в меридиональном  $\Delta Y'$  сечении на краю поля зрения  $\omega = 3^\circ$  и на зоне  $\omega = 1^\circ 30'$ .

$f' = -100\text{мм}$		$D/f' = 1:1,5$		$2\omega = 6^\circ$		$\eta = 0,48$	
$r$	$d$	$n$	$e^2$				
-162,43	-58,57	1	0,214020				
-73,87	168,57	-1	-2,736512				
$\infty$	-100	1	0				
135,48		-1	0,288933				
		1					

Фиг. 2



Фиг. 3