



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 183 029** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **G 02 B 23/00, A 61 B 1/00, G 02 B 21/02, 23/24**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97110182/28, 16.06.1997

(24) Дата начала действия патента: 16.06.1997

(43) Дата публикации заявки: 10.05.1999

(46) Дата публикации: 27.05.2002

(56) Ссылки: SU 16663597, 15.07.1991. US 5703724, 30.12.1997. SU 218473, 17.05.1968. WO 00/37988 A1, 29.06.2000. CN 1067591 B, 06.01.1993. US 4030805, 21.06.1997. US 4537472, 27.08.1985.

(98) Адрес для переписки:  
194044, Санкт-Петербург, ул. Чугунная, 20,  
ОАО "ЛОМО"

(71) Заявитель:  
Открытое акционерное общество "ЛОМО"

(72) Изобретатель: Лапо Л.М.,  
Сокольский М.Н.

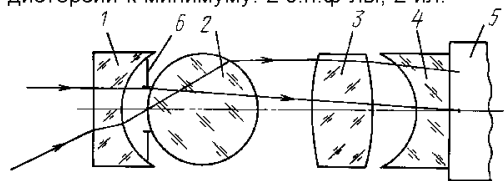
(73) Патентообладатель:  
Открытое акционерное общество "ЛОМО"

(54) ВХОДНАЯ ЧАСТЬ ЭНДОСКОПА

(57)

Изобретение относится к оптическому приборостроению и может быть использовано в оптических системах гибких и жестких эндоскопов с малым диаметром, предназначенных для наблюдения внутренних полостей при эндоскопических исследованиях в медицине и различных областях техники. Входная часть эндоскопа содержит объектив из четырех компонентов, апертурную диафрагму, установленную между первым и вторым компонентами, и систему передачи изображения. Первый компонент объектива - плосковогнутая линза с вогнутой поверхностью, concentричной апертурной диафрагме, второй компонент - положительная линза, выполненная в форме шара, третий компонент - положительная двояковыпуклая линза с оптической силой,

составляющей 0,4-0,7 эквивалентной оптической силы объектива, четвертый компонент представляет собой плосковогнутую линзу, обращенную плоской поверхностью к системе передачи изображения. Апертурная диафрагма оптической системы совмещена с вершиной линзы-шара. Технический результат - повышение качества изображения наблюдаемых объектов за счет сведения дисторсии к минимуму. 2 з.п.ф-лы, 2 ил.



Фиг.1

RU 2 183 029 C2

RU 2 183 029 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 183 029** <sup>(13)</sup> **C2**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 02 B 23/00, A 61 B 1/00, G 02 B 21/02, 23/24**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97110182/28, 16.06.1997  
(24) Effective date for property rights: 16.06.1997  
(43) Application published: 10.05.1999  
(46) Date of publication: 27.05.2002  
(98) Mail address:  
194044, Sankt-Peterburg, ul. Chugunnaja, 20,  
OAO "LOMO"

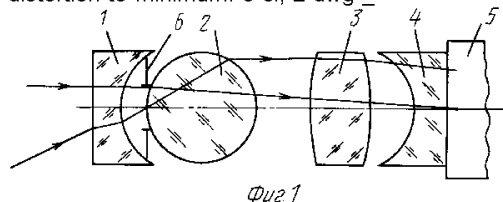
(71) Applicant:  
Otkrytoe aktsionerное obshchestvo "LOMO"  
(72) Inventor: Lapo L.M.,  
Sokol'skij M.N.  
(73) Proprietor:  
Otkrytoe aktsionerное obshchestvo "LOMO"

(54) **INLET PART OF ENDOSCOPE**

(57) Abstract:

FIELD: optical instrumentation.  
SUBSTANCE: invention can find use in optical systems of flexible and rigid endoscopes of small diameter meant for observation of internal spaces during endoscopic examinations in medicine and in various fields of technology. Inlet part of endoscope has objective made up of four components, aperture diaphragm installed between first and second components and image transmission system. First component of objective is planoconcave lens with concave surface concentric on aperture diaphragm, second component presents positive lens manufactured in the form of

ball, third component comes in the form of biconvex lens with focal power amounting to 0.4-0.7 equivalent focal power of objective, fourth component is planoconcave lens facing image transmission system with flat surface. Aperture diaphragm is matched with vertex of lens-ball. EFFECT: raised quality of image of observed objects thanks to reduction of distortion to minimum. 3 cl, 2 dwg



RU 2 183 029 C2

RU 2 183 029 C2

Изобретение относится к оптическому приборостроению и может быть использовано в оптических системах гибких и жестких эндоскопов с малым диаметром, предназначенных для наблюдения внутренних полостей при эндоскопических исследованиях в медицине и различных областях техники.

Оптические системы эндоскопов состоят, как правило, из входной части, представляющей собой широкоугольный объектив, и системы передачи изображения, перепроектирующей изображение, даваемое объективом, в переднюю фокальную плоскость окуляра при визуальном наблюдении или в плоскость приемника при телевизионной регистрации изображения.

Основными требованиями к входной части эндоскопа являются:

- большой (не менее  $70^\circ$ ) угол поля зрения, близкий к телецентрическому ходу главного луча в пространстве изображения;
- отсутствие дисторсии и асферических поверхностей.

Известны оптические системы эндоскопов [1-3], состоящие из трехкомпонентных объективов: четырехлинзовых [1,2] и трехлинзового [3]. Конструкции объективов просты и при больших угловых полях (более  $70^\circ$ ) имеют значительную величину дисторсии.

Известна также входная часть эндоскопа [4], объектив которого состоит из базового "силового" компонента, содержащего две плосковыпуклых линзы, и отрицательного первого компонента - плосковогнутой линзы, установленной перед "силовым" компонентом. Первый компонент объектива - плосковыпуклая линза с апертурной диафрагмой на передней поверхности, второй компонент - положительная линза.

Плосковогнутая линза компенсирует кривизну изображения, вносимую "силовым" компонентом. Апертурная диафрагма совпадает с передним эквивалентным фокусом "силового" компонента, что обеспечивает телецентрический ход луча в пространстве изображения. Выбором оптических материалов и соотношением радиусов исправляется астигматизм и сферическая аберрация. Ввиду того что вогнутая поверхность плосковогнутой линзы и выпуклая поверхность первой линзы "силового" компонента концентричны апертурной диафрагме, эти поверхности не вносят дисторсии. Однако поверхности второй плосковыпуклой линзы "силового" компонента не концентричны главному лучу и вносят значительную дисторсию, равную 100% при  $2\beta=120^\circ$  и более 50% при  $2\beta=90^\circ$ . Наличие остаточной дисторсии является принципиальным недостатком прототипа. Значительная дисторсия при угловых полях, больших  $70^\circ$ , является причиной сознательного уменьшения поля зрения объектива с помощью полевой диафрагмы. Кроме того, остаточная дисторсия, превышающая допустимые 5-10%, приводит к неадекватной оценке изображения, наблюдаемого при эндоскопических исследованиях. Дисторсия может явиться причиной травмы пациента, а также привести к порче инструмента при медицинских исследованиях.

Задачей изобретения является

повышение качества изображения за счет уменьшения дисторсии входной части эндоскопа.

Для достижения этого технического результата предлагается входная часть эндоскопа, содержащая объектив из трех компонентов и апертурную диафрагму, установленную между первым и вторым компонентами, а также систему передачи изображения. Первый компонент объектива - плосковогнутая линза с вогнутой поверхностью, концентричной апертурной диафрагме, второй и третий компоненты - положительные линзы. Особенностью предлагаемой входной части эндоскопа является наличие четвертого компонента в виде плосковогнутой линзы, обращенной плоской поверхностью к системе передачи изображения. Кроме того, второй компонент предлагаемой входной части эндоскопа выполнен в форме шара, третий компонент выполнен в виде двояковыпуклой линзы с оптической силой, составляющей 0,4-0,7 эквивалентной оптической силы объектива, а апертурная диафрагма совмещена с вершиной линзы - шара. Если входная часть эндоскопа предназначена для наблюдения объектов с углом визирования  $0^\circ$ , то радиусы кривизны первого, второго и четвертого компонентов по своей абсолютной величине составляют 0,9-1,2 эквивалентного фокусного расстояния объектива, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,6-0,7 эквивалентной оптической силы объектива. Для изменения угла визирования в пределах от  $15^\circ$  до  $90^\circ$  в оптическую систему входной части эндоскопа между первым и вторым компонентами вводится призмный блок с двумя отражающими поверхностями и углом между входной и выходной гранями в интервале от  $7^\circ 30'$  до  $45^\circ$ . Первый компонент закреплен на входной грани призмного блока, выходная грань призмного блока совмещена с апертурной диафрагмой, радиусы кривизны первого, второго и четвертого компонентов по абсолютной величине составляют 1,3-3,0 эквивалентного фокусного расстояния объектива, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,4-0,5 эквивалентной оптической силы объектива.

Признаками, отличающими предлагаемую входную часть эндоскопа от указанного выше известного устройства, принятого за прототип, являются наличие четвертого компонента в виде плосковогнутой линзы, выполнение второго компонента в форме шара, а третьего компонента - в виде двояковыпуклой линзы с оптической силой, составляющей 0,4-0,7 эквивалентной оптической силы объектива, а также совмещение апертурной диафрагмы с вершиной линзы-шара. Благодаря такой конструкции объектива первым "силовым" элементом является второй компонент, выполненный в виде линзы-шара. Если апертурная диафрагма совмещена с центром кривизны линзы-шара, то линзу-шар можно рассматривать как концентрическую линзу для главных лучей. Такой компонент обладает большой отрицательной кривизной поля, радиус которой равен фокусному расстоянию линзы, но при этом дисторсия строго равна нулю. Если апертурную диафрагму совместить с вершиной

линзы-шара, то незначительная дисторсия линзы-шара компенсируется дополнительной четвертой отрицательной линзой. Таким образом, в отличие от прототипа в "силовом" компоненте отсутствует дисторсия. Кроме того, дополнительно введенный четвертый отрицательный компонент вместе с первым отрицательным компонентом компенсирует кривизну изображения. В связи с тем что центр кривизны первого компонента совпадает с апертурной диафрагмой, первый компонент не вносит дисторсии. Выполнение третьего компонента в виде двояковыпуклой линзы с оптической силой, составляющей 0,4-0,7 эквивалентной оптической силы объектива, позволяет перепроектировать апертурную диафрагму в мнимый задний фокус четвертого компонента. В результате третий и четвертый компоненты обеспечивают телецентричность хода главного луча в пространстве изображения. Таким образом, передний эквивалентный фокус третьего и четвертого компонентов совпадают с апертурной диафрагмой. При одной из возможных форм реализации изобретения, а именно, когда угол визирования ограничен  $0^\circ$  (п.2 формулы), абсолютные величины радиусов кривизны первого, второго и дополнительно введенного четвертого компонента могут быть конкретизированы и находятся в диапазоне от 0,9 до 1,2 эквивалентного фокусного расстояния объектива, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,6-0,7 эквивалентной оптической силы объектива. Такое соотношение радиусов позволяет полностью компенсировать кривизну изображения и при выбранной оптической силе третьего компонента обеспечить телецентрический ход лучей в пространстве изображения. При этом происходит компенсация астигматизма. В другом случае, когда необходимо получение дополнительного технического результата, а именно обеспечение возможности изменять угол визирования в интервале от  $15^\circ$  до  $90^\circ$  (п.3 формулы), во входную часть эндоскопа между первым и вторым компонентами вводится призмный блок с двумя отражающими поверхностями и углом между входной и выходной гранями, равным половине угла визирования. Введение призмного блока обуславливает иные параметры оптических компонентов. Для исключения поворота изображения призмный блок имеет две отражающие поверхности. Оптическая длина хода луча в блоке значительна и составляет несколько значений фокусного расстояния объектива. Для компенсации полевых аберраций (астигматизма, кривизны изображения, дисторсии) радиусы кривизны первого, второго и четвертого компонентов по абсолютной величине составляют 1,3-3,0 значения эквивалентного фокусного расстояния, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,4-0,5 эквивалентной оптической силы объектива.

Сущность изобретения поясняется чертежами, а также "Приложением", в котором дан аберрационный выпуск примеров конкретного выполнения изобретения. На фиг.1 представлена принципиальная оптическая схема входной части эндоскопа, на фиг.2 - пример выполнения входной части

эндоскопа с установленным в ней призмным блоком.

Объектив эндоскопа состоит из четырех оптических компонентов. Первый компонент представляет собой плосковогнутую линзу 1, второй компонент - линзу-шар 2, третий компонент - двояковыпуклую линзу 3, а четвертый компонент - плосковогнутую линзу 4, плоской поверхностью обращенную к системе передачи изображения 5. Апертурная диафрагма 6 совмещена с вершиной линзы-шара 2.

В конструкции, представленной на фиг.2, обеспечивающей изменение угла визирования в пределах от  $15^\circ$  до  $90^\circ$ , между плосковогнутой линзой 1 и линзой-шаром 2 установлен призмный блок 7, состоящий из склеенных между собой призм 8 и 9 и имеющий две отражающие поверхности 10 и 11. Входная 12 и выходная 13 грани призмного блока 7 образуют между собой угол  $\beta$ , значения которого находятся в пределах от  $7^\circ 30'$  до  $45^\circ$ , что обеспечивает изменение угла визирования эндоскопа  $2\beta$  в пределах от  $15^\circ$  до  $90^\circ$ . На входной грани 12 призмного блока 7 закреплена, например приклеена плосковогнутая линза 1. Выходная грань 13 призмного блока 7 совмещена с апертурной диафрагмой 6.

Работа объектива эндоскопа заключается в следующем.

Посредством обладающей отрицательной оптической силой линзы 1, "силовой" части объектива (линзы 2, 3) и отрицательной линзы 4 вблизи последней плоской поверхности объектива формируется действительное уменьшенное изображение, которое передается системой передачи изображения 5 либо в переднюю фокальную плоскость окуляра при визуальном наблюдении объекта, либо фотографируется, либо обрабатывается иным приемником.

В гибких эндоскопах система передачи изображения 5 может быть выполнена в виде волоконно-оптического световода. В этом случае объектив эндоскопа формирует действительное уменьшенное изображение на входном торце световода, и изображение передается на проксимальный конец эндоскопа.

В жестких эндоскопах в качестве системы передачи изображения применяются наборы линзовых оборачивающихся систем либо трансляторы из указанных элементов.

Ход осевого и главного лучей через объектив эндоскопа, поясняющий его работу, приведен на фиг.1.

Входная часть эндоскопа с призмным блоком, представленным на фиг.2, работает аналогично объективу, изображенному на фиг.1.

В качестве примеров конкретного выполнения изобретения в "Приложении" дан аберрационный выпуск объективов, изображенных на фиг.1 и фиг.2.

Для объектива, представленного на фиг.1, поперечная сферическая аберрация составляет доли микрон, а в волновой мере  $0,02\lambda$  для основной длины волны  $\lambda = 0,546$  мкм, неизопланатизм равен 0,6%, кривизна изображения и астигматизм не превышают 0,1 мм по всему полю зрения. Поперечные аберрации широких наклонных пучков менее 0,02 мм по всему полю зрения для основной длины волны. Дисторсия на краю поля зрения

( $\beta = 40^\circ$ ) равна 0,03 мм (6,8%), наибольшая дисторсия в средней зоне изображения для  $\beta=29^\circ38'$  составляет 7,1% (см. листы 1, 2, 3 "Приложения").

Для широкоугольной оптической системы с призмой, приведенной на фиг.2, значения aberrаций равны aberrациям оптической системы, представленной на фиг.1, за исключением дисторсии, которая на краю поля зрения ( $\beta = 45^\circ$ ) равна 9%.

Таким образом, предлагаемое изобретение по сравнению с известными аналогами и прототипом позволяет повысить качество изображения наблюдаемых объектов за счет сведения к минимуму дисторсии входной части эндоскопа.

Одновременно с этим предлагаемый объектив имеет простую и технологичную конструкцию, пригодную для реализации в серийном производстве.

Источники информации

1. Патент Японии 5-30250, кл. G 02 B 23/26, A 61 B 1/04, опубл. 07.05.1993.

2. Патент Японии 5-11604, кл. G 02 B 23/26, A 61 B 1/00, опубл. 16.02.1993.

3. Патент Японии 5-24488, кл. G 02 B 23/26, A 61 B 1/00, опубл. 08.04.1993.

4. Авт. св. СССР 1663597, кл. G 02 B 23/00, 23/26, A 61 B 1/00, опубл. 1991 (прототип).

#### Формула изобретения:

1. Входная часть эндоскопа, содержащая объектив из трех компонентов, апертурную диафрагму, установленную между первым и вторым компонентами, и систему передачи изображения, причем первый компонент объектива - плосковогнутой линзы с вогнутой

поверхностью, концентричной апертурной диафрагме, а второй и третий компоненты - положительные линзы, отличающаяся тем, что объектив снабжен четвертым компонентом в виде плосковогнутой линзы, обращенной плоской поверхностью к системе передачи изображения, второй компонент выполнен в форме шара, третий компонент - в виде двояковыпуклой линзы с оптической силой, составляющей 0,4-0,7 эквивалентной оптической силы объектива, а апертурная диафрагма совмещена с вершиной линзы-шара.

2. Входная часть эндоскопа по п. 1, отличающаяся тем, что по абсолютной величине радиусы кривизны первого, второго и четвертого компонентов составляют 0,9-1,2 эквивалентного фокусного расстояния объектива, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,6-0,7 эквивалентной оптической силы объектива.

3. Входная часть эндоскопа по п. 1, отличающаяся тем, что она снабжена расположенным между первым и вторым компонентами призмным блоком с двумя отражающими поверхностями и углом между входной и выходной гранями в интервале от  $7^\circ30'$  до  $45^\circ$ , при этом первый компонент закреплен на входной грани призмного блока, выходная грань призмного блока совмещена с апертурной диафрагмой, радиусы кривизны первого, второго и четвертого компонентов по абсолютной величине составляют 1,3-3,0 эквивалентного фокусного расстояния объектива, а оптическая сила третьего компонента составляет 0,4-0,5 эквивалентной оптической силы объектива.

Система-артраскол

Вариант-артг 6/3/1997 12:00 OPAL-PC

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

№ пов.	Радиусы кривизны	Осевые расст.	Световые высоты	Марки стекла	Показатели преломления
1	.000	.500	.640	ВОЗДУХ	.546000
2	.506	.126	.610	KB	1.521963
3	.635	1.270	.680	ВОЗДУХ	1.542141
4	.635	.050	.600	БК6	1.955387
5	1.159	.340	.650	ВОЗДУХ	1.460081
6	-4.365	.204	.690	СТФ2	1.977746
7	-.631	.400	.690	ВОЗДУХ	1.463135
8	.000	.670	.670	SILICA	1.456374
				ВОЗДУХ	

ПРЕДМЕТ: Удал. размер Y = 40.00000 гр.мнсек SO= .000 дптр от вх.зрачка  
 ИЗОБРАЖ.: Близ. размер Y' = .00000 плоск. SI= .000 мм от пл. Гаусса  
 ДИАФР.: ND=2 плоскость SD= .1200 мм задняя апертура= .1000 (sin)

Относительные величины предмета 1.000  
 Относительное виньетирование верхнее .000  
 Относительное виньетирование нижнее .839

Система-артраскол

Работа-RT

Параксиальные характеристики

F	F'	SF	SF'	SH	SH'
-.56369	.56369	48345	-.05649	1.04714	-.62018
S	S'	S'G	V	SP	SP'
(дптр)	(мм)	(мм)		(мм)	(мм)
0	-.05649	-.05649	-.56369	43618	6.66440
1	-.05649	-.06538	-.02286	43530	5.18462
2	-.05649	-.04628	-.02536	43723	9.40165
Система-артраскол		Работа-RT			OPAL-PC

Аберрации осевого пучка

Отн. вр -коор.	Продольные аберрации (мм)		Поперечные аберрации (мм)			
	0	1	2	0	1	2
1.000	-.00578	-.01460	.00436	-.000584	-.001506	.000431
.866	-.00432	-.01316	.00584	-.000377	-.001172	.000498
.707	-.00287	-.01173	.00731	-.000204	-.000851	.000508
.500	-.00143	-.01030	.00877	-.000072	-.000527	.000429
.000	.00000	-.00889	.01021	.000000	.000000	.000000
Tg*100	Волковые аберрации (дл.волн)			H ЗР (мм)		
	0	1	2	Неизопл. (%)		
10.103	-.0268	-.1140	.0645	-.6081	.0564	
8.727	-.0150	-.0799	.0531	-.4517	.0488	
7.107	-.0066	-.0496	.0385	-.2983	.0399	
5.013	-.0016	-.0230	.0230	-.1478	.0282	
.000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	

Система-артраскоп					Работа-RT		OPAL-PC	
Характеристики главных лучей пучков								
№	Величина предмета		Величина изображ.		Дисторсия		Астигмат. отрезки	
	относ.	(гр.мнсек)	относ.	(мм)	%	(мм)	Z'm	Z's
1	1.000	40.000000	1.000	-.440684	-6.8304	.032307	.0914	-.0100
2	.678	29.380500	.676	-.297899	-7.1015	.022772	-.0933	-.351
3	.339	15.524040	.355	-.156264	-2.5395	.004072	-.0253	-.0118
0	.000	.000000	.000	.000000	.0000	.000000	.0000	.0000
Система-артраскоп					Работа-RT		OPAL-PC	
Аберрации внеосевых пучков								
Вых. координаты			Поперечные аберрации в (мм)					
Канон.	(tg*100)		0	1	2			
Меридиональное сечение Пучок 1 Y= 40.0000								
1.000	11.67		.00569	.01544	-.00524			
.866	11.40		.00462	.01450	-.00644			
.707	11.09		.00345	.01348	-.00778			
.500	10.67		.00211	.01238	-.00937			
.000	9.63		.00002	.01100	-.01219			
-.500	8.42		.00033	.01228	-.01293			
-.707	7.84		.00144	.01390	-.01237			
-.866	7.34		.00278	.01569	-.01151			
-1.000	6.88		.00429	.01762	-.01045			
Меридиональное сечение Пучок 2 Y= 29.3805								
1.000	6.58		-.00112	.00496	-.00788			
.866	5.59		-.00148	.00474	-.00841			
.707	4.43		-.00176	.00464	-.00888			
.500	2.92		-.00182	.00482	-.00920			
.000	-.77		-.00009	.00718	-.00816			
-.500	-4.68		.00566	.01366	-.00320			
-.707	-6.45		.00979	.01812	.00056			
-.866	-7.88		.01389	.02248	.00436			
-1.000	-9.17		.01807	.02691	.00828			
Меридиональное сечение Пучок 3 Y= 15.5240								
1.000	7.48		-.00015	.00254	-.00315			
.866	6.21		-.00032	.00249	-.00345			
.707	4.72		-.00046	.00249	-.00375			
.500	2.77		-.00054	.00261	-.00404			
.000	-1.93		-.00001	.00362	-.00404			
-.500	-6.70		.00205	.00619	-.00255			
-.707	-8.73		.00353	.00791	-.00131			
-.866	-10.31		.00500	.00955	-.00004			
-1.000	-11.67		.00649	.01120	.00127			

RU 2183029 C2

RU 2183029 C2



Система-артраскоп

Вариант-artr45ax 6/3/1997 12:03 OPAL-PC

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

№ пов.	Радиусы кривизны	Осевые расст.	Световые высоты	Марки стекол	Показатели преломления
1	.000	.350	1.037	L= ВОЗДУХ	.546000
2	1.117	.300	.715	КВ ВОЗДУХ	.486000
3	.000	2.850	.699	СТК19 ВОЗДУХ	1.521963
4	.000	.080	.085	ВОЗДУХ	1.754441
5	.860	1.720	.120	ЛК1 ВОЗДУХ	1.441387
6	-.860	.050	.465	ВОЗДУХ	1.444296
7	1.055	.420	.498	LASF5 ВОЗДУХ	1.895797
8	-2.843	.197	.450	ВОЗДУХ	1.885803
9	-.608	.350	.403	БК6 ВОЗДУХ	1.542141
10	.000		.433	ВОЗДУХ	1.546286

ПРЕДМЕТ: Удал. размер  $Y = 45.00000$  гр.мсек  $SO = .000$  дптр от вх.зрачка  
 ИЗОБРАЖ.: Близ. размер  $Y' = .00000$  плоск.  $SI = .000$  мм от пл. Гаусса  
 ДИАФР.:  $ND=4$  совп. с 4-й пов  $SD = .0000$  мм задняя апертура= .1011 (sin)

Относительные величины предмета 1.000 .834 .556 .319  
 Относительное виньетирование верхнее .000 .000 .000 .000  
 Относительное виньетирование нижнее .752 .000 .000 .000

Система-артраскоп наклонный Работа-RT OPAL-PC

Параксиальные характеристики

F	F'	SF	SF'	SH	SH'
-.44590	-.44590	1.31168	-.11228	1.75758	-.55817
S	S'	S'G	V	SP	SP'
(дптр)	(мм)	(мм)		(мм)	(мм)
0	-.11228	-.11228	-.44590	1.24887	3.05319
1	-.11228	-.11624	-.01268	1.24318	2.84547
2	-.11228	-.10748	.01504	1.25573	3.32399

Система-артраскоп наклонный Работа-RT OPAL-PC

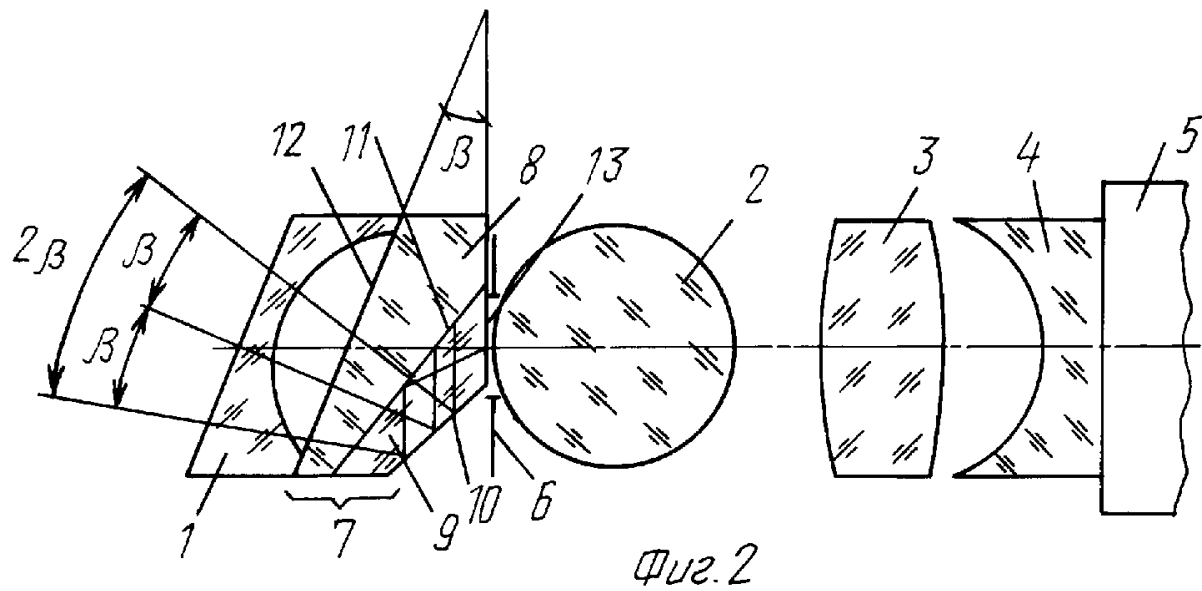
Отн. вр -коор.	Аберрации осевого пучка					
	Продольные аберрации (мм)			Поперечные аберрации (мм)		
	0	1	2	0	1	2
1.000	-.00479	-.00870	-.00005	-.000489	-.000896	-.000005
.866	-.00359	-.00751	.00116	-.000316	-.000669	.000101
.707	-.00239	-.00633	.00237	-.000172	-.000459	.000169
.500	-.00119	-.00514	.00359	-.000061	-.000263	.000180
.000	.00000	-.00396	.00480	.000000	.000000	.000000
Тg*100	Волковые аберрации (дл.волн)					
	0	1	2	Неизопл. (%)		
10.206	-.228	-.0614	.0219	-.5740	.0451	
8.818	-.0128	-.0416	.0206	-.4279	.0390	
7.183	-.0056	-.0248	.0165	-.2835	.0319	
5.067	-.0014	-.0109	.0096	-.1409	.0225	
.000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
				Н ЗР (мм)		

Система-артраскоп наклонный					Работа-RT		OPAL-PC		
Характеристики главных лучей пучков									
№	Величина предмета		Величина изображ.		Дисторсия		Астигмат. отрезки		P
	относ.	(гр.мнсек)	относ.	(мм)	%	(мм)	Z'm	Z's	
1	1.000	45.000000	1.000	-.405382	-9.0861	.040515	.8259	.0099	
2	.834	39.503890	.826	-.335008	-9.9659	.037082	-.0350	-.0224	
3	.556	29.034310	.569	-.230743	-6.8815	.017052	-.0378	-.0183	
4	.319	17.423530	.341	-.138390	-2.8076	.003998	-.0149	-.0075	
0	.000	.000000	.000	.000000	.0000	.000000	.0000	.0000	
Система-артраскоп наклонный					Работа-RT		OPAL-PC		
Аберрации внеосевых пучков									
Вых. координаты			Поперечные аберрации в (мм)						
Канон.	(tg' * 100)		0	1	2				
Меридиональное сечение Пучок 1 Y= 45.0000									
1.000	9.86		.01212	.01834	.00464				
.866	9.66		.01032	.01668	.00267				
.707	9.43		.00823	.01478	.00037				
.500	9.15		.00561	.01244	-.00256				
.000	8.54		.00001	.00769	-.00913				
-.500	7.90		-.00397	.00493	-.01448				
-.707	7.58		-.00489	.00465	-.01614				
-.866	7.29		-.00521	.00489	-.01710				
-1.000	7.01		-.00517	.00544	-.01767				
Меридиональное сечение Пучок 2 Y= 39.5039									
1.000	5.43		.00478	.00925	-.00054				
.866	4.66		.00355	.00817	-.00195				
.707	3.77		.00227	.00708	-.00346				
.500	2.61		.00096	.00603	-.00509				
.000	-.19		.00000	.00579	-.00692				
-.500	-3.32		.00370	.01034	-.00424				
-.707	-4.83		.00721	.01422	-.00119				
-.866	-6.11		.01088	.01820	.00212				
-1.000	-7.30		.01475	.02231	.00568				
Меридиональное сечение Пучок 3 Y= 29.0343									
1.000	3.81		.00058	.00322	-.00255				
.866	2.67		.00015	.00287	-.00308				
.707	1.31		-.00025	.00256	-.00359				
.500	-.44		-.00055	.00239	-.00404				
.000	-4.68		.00000	.00327	-.00388				
-.500	9.01		.00294	.00657	-.00136				
-.707	-10.87		.00508	.00887	.00058				
-.866	-12.34		.00715	.01107	.00251				
-1.000	-13.61		.00923	.01326	.00445				
Меридиональное сечение Пучок 4 Y= 17.4235									
1.000	5.72		.00046	.00181	-.00116				
.866	4.42		.00023	.00165	-.00145				
.707	2.88		.00001	.00150	-.00175				
.500	.89		-.00017	.00141	-.00205				
.000	-3.93		.00000	.00181	-.00215				
-.500	-8.79		.00142	.00348	-.00102				
-.707	-10.84		.00250	.00466	-.00006				
-.866	-12.44		.00356	.00580	.00090				
-1.000	-13.80		.00462	.00694	.00188				

RU 2183029 C2

RU 2183029 C2

RU 2183029 C2



RU 2183029 C2