

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2399072

ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ОБЪЕКТИВ С ВЫНЕСЕННЫМ ВХОДНЫМ ЗРАЧКОМ

Патентообладатель(ли): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ и ОПТИКИ" (ГОУВП "СПбГУИТМО") (RU), Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ" (ГУАП) (RU)

Автор(ы): см. на обороте

Заявка № 2008124702

Приоритет изобретения 16 июня 2008 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 сентября 2010 г.

Срок действия патента истекает 16 июня 2028 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008124702/28, 16.06.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.06.2008

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2009

(45) Опубликовано: 10.09.2010 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2313812 C2, 27.12.2007. JP 1209413 A,
23.08.1989. RU 2024038 C1, 30.11.1994. GB
1303293 A, 17.01.1973.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский
пр., 49, СПбГУИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Бронштейн Игорь Григорьевич (RU),
Васильев Владимир Николаевич (RU),
Лившиц Ирина Леонидовна (RU),
Сергеев Михаил Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

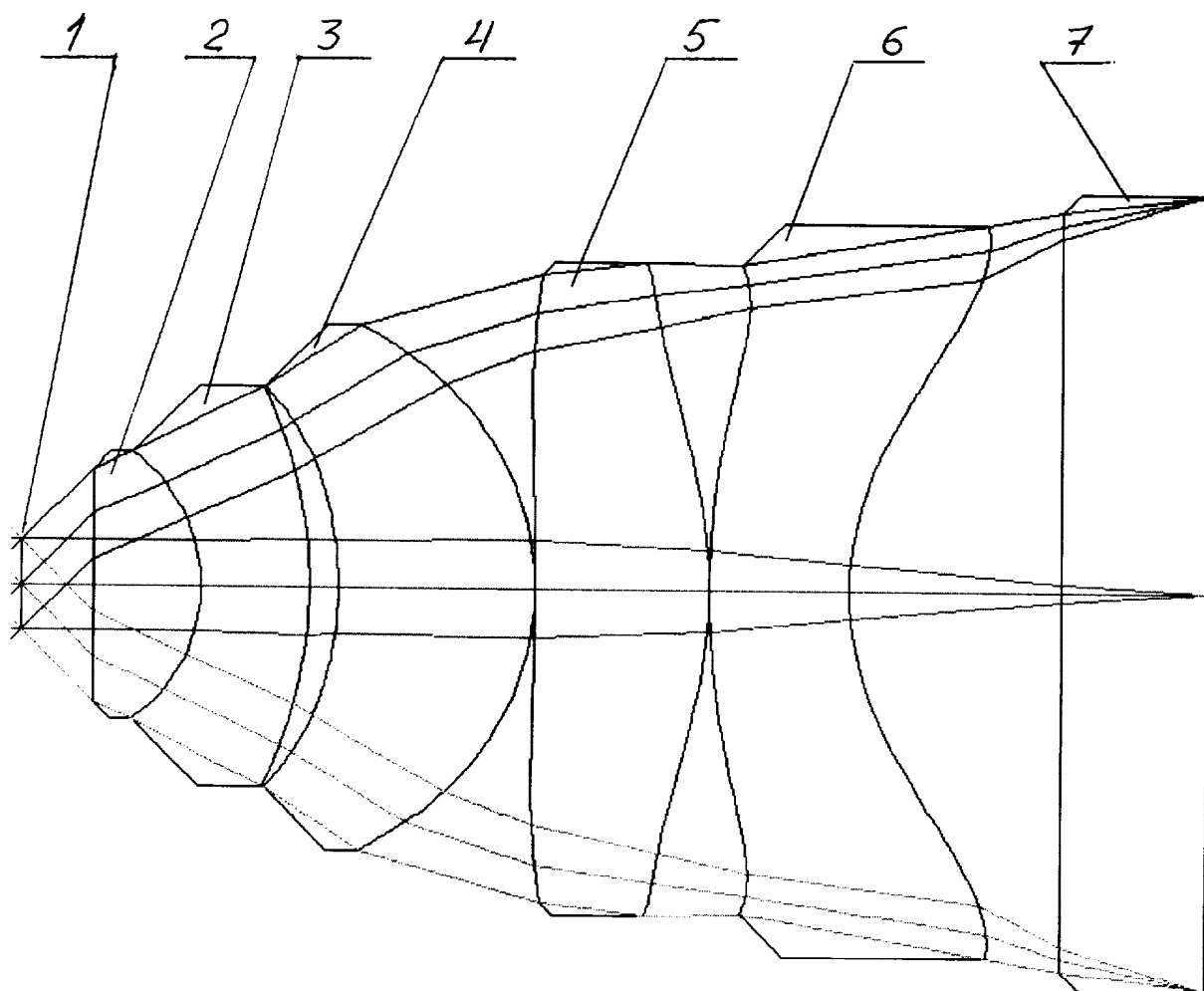
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ" (ГОУВП
"СПбГУИТМО) (RU),
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ" (ГУАП) (RU)**(54) ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ОБЪЕКТИВ С ВЫНЕСЕННЫМ ВХОДНЫМ ЗРАЧКОМ**

(57) Реферат:

Объектив может быть использован для работы с ПЗС-приемниками, например, в системах технического зрения для роботов непосредственно на манипуляторе. Объектив содержит четыре компонента. Первый компонент склеен из положительной линзы и отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к объекту. Второй и третий - положительные биасферические одиночные линзы. Четвертый - отрицательный одиночный биасферический мениск, обращенный вогнутостью к изображению. Коэффициенты каждой из асферических поверхностей определяются из уравнения:

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8,$$

где z - стрелка поверхности, параллельная оси z ; c - кривизна поверхности; k - коническая константа поверхности; h - текущая координата; A , B , C - коэффициенты деформации 4-го, 6-го и 8-го порядков соответственно. Технический результат - создание объектива с маленькими габаритами и повышенной информативностью путем минимизации отрицательной дисторсии с одновременным сохранением высокого качества изображения. 2 з.п. ф-лы, 4 табл., 3 ил.



Фиг.1

RU 2399072 C2

RU 2399072 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G02B 9/34 (2006.01)**G02B 13/18** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008124702/28, 16.06.2008**(24) Effective date for property rights:
16.06.2008(43) Application published: **27.12.2009**(45) Date of publication: **10.09.2010 Bull. 25**

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
SPbGUITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Bronshtejn Igor' Grigor'evich (RU),
Vasil'ev Vladimir Nikolaevich (RU),
Livshits Irina Leonidovna (RU),
Sergeev Mikhail Borisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"SANKT-PETERBURGSKIY
GOSUDARSTVENNYJ UNIVERSITET
INFORMATSIONNYKH TEKHNologii,
MEKHANIki i OPTIKI" (GOUVP
"SPbGUITMO) (RU),
Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"SANKT-PETERBURGSKIY
GOSUDARSTVENNYJ UNIVERSITET
AEhROKOSMICHESKOGO
PRIBOROSTROENIJa" (GUAP) (RU)****(54) WIDE-ANGLE LENS WITH OBJECTIVE LENS WITH REMOTE ENTRANCE PUPIL**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: lens can be used in CCD receivers, for example in robot computer vision systems through direct mounting on the manipulator. The objective lens has four components. The fourth component is glued from a converging lens and a negative meniscus whose concave side faces the object. The second and third components are positive biaspherical separate lenses. The fourth component is a negative separate biaspherical meniscus whose concave side faces the image. Coefficients of each aspherical surface are determined using the equation:

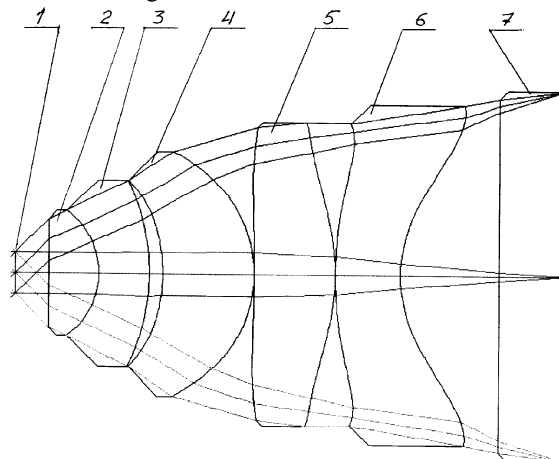
$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8,$$

where: z is the arrow of the surface parallel the z axis; c is surface curvature; k is the conical constant of the surface; h is the current coordinate; A , B , C are coefficients of deformation of the 4th,

6th and 8th order, respectively.

EFFECT: design of a compact lens with high information content through minimisation of barrel distortion with simultaneous maintenance of high image quality.

3 cl, 3 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к оптическому приборостроению, а точнее к объективам, работающим с ПЗС-приемниками, и может быть использовано для получения информации от внешних объектов. Отличительной особенностью объектива по
 5 настоящему изобретению являются его маленькие габариты, что позволяет его использовать, например, в системах технического зрения для роботов, размещая непосредственно на манипуляторе.

Известен светосильный объектив с вынесенным входным зрачком по патенту России №2024038, МПК G02B 9/12, БИ № 22, 1994, который содержит три компонента,
 10 первый из которых отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к предмету и склеенный из отрицательного и положительного менисков, второй компонент - положительный, склеенный из двояковыпуклой линзы и отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к предмету, а третий - положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению.

Недостаток известного объектива - большая величина отрицательной дисторсии, что приводит к нарушению масштаба изображения и падению качества изображения от центра поля к его краю.

Наиболее близким по техническому решению является широкоугольный объектив с
 20 вынесенным входным зрачком по патенту России №2313812, МПК G02B 9/34, опубл. 27.12.2007, бюл. №36, который выбран авторами за прототип.

Объектив-прототип содержит четыре компонента, первый из которых - отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к пространству предметов, второй и третий - положительные, причем третий компонент склеен из двух линз, а
 25 четвертый - одиночная линза, причем первый компонент выполнен с отношением его толщины к световому диаметру, не превышающим величину 0.2, второй компонент выполнен склеенным из положительного и отрицательного менисков, обращенных вогнутостью к пространству предметов, а четвертый компонент - двояковогнутая линза, причем между третьим и четвертым компонентами установлена
 30 плоскопараллельная пластинка.

К недостаткам прототипа относится большая величина отрицательной дисторсии (30%), что приводит к нарушению масштаба изображения и падению качества изображения от центра поля изображения к его краю, что в целом приводит к
 35 понижению информативности объектива. Кроме того, такие системы нельзя использовать для проведения измерений.

Задачей изобретения является создание объектива с повышенной информативностью путем минимизации отрицательной дисторсии с одновременным
 40 сохранением высокого качества изображения за счет конструктивного выполнения его оптической схемы.

Решение указанной задачи достигается тем, что в широкоугольном объективе с вынесенным входным зрачком, содержащим четыре компонента, второй и третий из которых положительные, а четвертый - одиночная отрицательная линза, первый
 45 компонент выполнен склеенным из положительной линзы и отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к объекту, второй, третий и четвертый компоненты выполнены в виде биасферических одиночных линз, причем четвертый компонент - биасферический мениск, обращенный вогнутостью к изображению, а коэффициенты каждой из асферических поверхностей определяются из уравнения:

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8,$$

где

z - стрелка поверхности, параллельной оси z ;

c - кривизна поверхности;

k - коническая константа поверхности;

h - текущая координата;

A, B, C - коэффициенты деформации 4-го, 6-го и 8-го порядков соответственно,

Выполнение первого компонента склеенным из положительной линзы и отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к объекту, решает задачу коррекции сферической аберрации и хроматизма положения, кроме того, первый компонент выполняет функцию понижения высоты пучков, падающих на второй компонент, что облегчает коррекцию дисторсии и уменьшает аберрации высшего порядка в широких наклонных пучках, что способствует обеспечению высокого качества изображения объектива.

Выполнение второго, третьего и четвертого компонентов в виде биасферических одиночных линз (в совокупности с ранее указанным признаком) обеспечивает высокое качество изображения объектива за счет появления дополнительных параметров, которыми являются коэффициенты асферических поверхностей.

Поверхности, примененные при решении задачи по настоящему изобретению, как видно из уравнения, представляют собой поверхности вращения не выше 8-го порядка от текущей координаты поверхности. Применение поверхностей, описанных в указанном уравнении, способствует коррекции аберраций высших порядков в широких наклонных пучках, а также комплексных аберраций, практически не поддающихся коррекции обычными методами, - хроматическая кома, астигмохроматизм, хроматическая дисторсия.

Выполнение четвертого компонента в виде асферического мениска, обращенного вогнутостью к изображению (в совокупности с ранее указанными признаками) влияет на аберрации высшего порядка в широких наклонных пучках. Предложенная форма является оптимальной для решения данной задачи.

Кроме того, выполнение широкоугольного объектива с вынесенным входным зрачком по п.1, отличающегося тем, что второй и третий компоненты выполнены в виде биасферических менисков, обращенных вогнутостью к объекту, при этом первая поверхность каждого из менисков является гиперболоидом, а вторая - эллипсоидом вращения, обусловлено тем, что такое выполнение компонентов является оптимальным для коррекции отрицательной дисторсии и одновременно позволяет корректировать полевые аберрации высших порядков, которые обычно весьма велики в широкоугольных объективах с вынесенным вперед входным зрачком.

Кроме того, широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком по п.2, отличающийся тем, что первая поверхность четвертого компонента выполнена в виде эллипсоида, а вторая поверхность в виде гиперболоида вращения, характеризуется тем, что форма компонента выбрана оптимальной для сохранения высокого качества коррекции аберраций с одновременной минимизацией отрицательной дисторсии.

Установка плоскопараллельной пластинки после четвертого компонента выполнена для того, чтобы обеспечить функционирование объектива по настоящему изобретению в составе ПЗС-камеры. Пластика в этом случае выполняет роль защитного стекла ПЗС-матрицы, толщина которого составляет 0.8 мм, которая учитывается при коррекции аберраций.

Указанная совокупность позволяет получить необходимое и достаточное количество параметров оптической системы, позволяющих создать объектив с

повышенной информативностью за счет исправления отрицательной дисторсии с одновременным улучшением качества изображения за счет конструктивного выполнения его оптической схемы. Совокупность всех признаков позволяет решить поставленную задачу, исключение любого из них ведет к невозможности реализации широкоугольного объектива с вынесенным входным зрачком, уменьшенной дисторсией, одновременно обладающего улучшенным качеством изображения, повышенной информативностью.

Следует отметить, что представленное решение является первой попыткой уменьшения дисторсии в широкоугольных объективах с вынесенным входным зрачком и угловым полем не менее 90 угловых градусов. До этого удавалось уменьшать отрицательную дисторсию в объективах с угловыми полями не более 65 угловых градусов.

Сущность изобретения поясняется чертежами:

на фиг.1 представлена оптическая схема широкоугольного объектива с вынесенным входным зрачком,

на фиг.2 представлены графики частотно-контрастных характеристик объектива по предлагаемому изобретению,

на фиг.3 представлен график относительной дисторсии в зависимости от углового поля зрения объектива.

Широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком, совмещенным с апертурной диафрагмой 1, содержит последовательно расположенные по ходу луча четыре компонента, первый из которых выполнен склеенным из положительной линзы 2 и отрицательного мениска 3, обращенного вогнутостью к объекту, расположенному в бесконечности, второй компонент - биасферический положительный мениск 4, обращенный вогнутостью к объекту, при этом первая поверхность мениска 4 является гиперболоидом, а вторая - эллипсоидом вращения, третий компонент - биасферический положительный мениск 5, обращенный вогнутостью к объекту, при этом первая поверхность мениска 5 является гиперболоидом, а вторая - эллипсоидом вращения, четвертый компонент - биасферический одиночный отрицательный мениск 6, обращенный вогнутостью к изображению, при этом первая поверхность мениска 6 выполнена в виде эллипсоида, а вторая поверхность - в виде гиперболоида вращения, и плоскопараллельную пластинку 7.

Объектив работает следующим образом: световой поток от бесконечно удаленного объекта последовательно проходит через все элементы объектива 1-7, после которых образуется изображение в фокальной плоскости объектива, в которой установлена плоскопараллельная пластинка 7 (показана на Фиг.1), являющаяся защитным стеклом светочувствительной матрицы. Изображение затем совмещается со светочувствительным слоем ПЗС-матрицы (на чертежах не показана).

Примером конкретной реализации предлагаемого изобретения является широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком, имеющий фокусное расстояние 2.76 мм, относительное отверстие 1:5.5 и угловое поле $2\omega=90$ угловых градусов, толщина пластинки, выполненной из стекла К8, составляет 0.8 мм.

Конструктивные параметры заявляемого объектива представлены в таблице 1 и 2, а его характеристики - в таблице 3, технические характеристики объектива-прототипа - в таблице 4.

Таблица 1

Конструктивные параметры заявляемого объектива

N поверхности	Радиусы, мм	Толщины, мм	Марки стекол	Световые диаметры, мм
Объект		бесконечность	Воздух	
1 - диафрагма	Плоскость	0.4	Воздух	0.5
2	Плоскость	0.6	СТК19	1.2
3	-0.91*	0.	Воздух	1.4
4	-0.91	0.6	PBH71 (OHARA)	1.4
5	-2.55	0.16	Воздух	2.03
6	-2.12	1.09	Акрил	2.07
7	-1.58	0	Воздух	2.76
8	-35	0.97	Поликарбонат	3.2
9	-2.44	0	Воздух	3.27
10	4.68	0.77	Акрил	3.3
11	1.56	1.17	Воздух	3.3
12	Плоскость	0.8	K8	3.44
13	Плоскость	0.0115	Воздух	3.75
Изображение	Плоскость		Воздух	3.8
* - по технологическим соображениям из-за малого размера первого компонента возможно выполнение непосредственно склейки или оптического контакта				

Таблица 2				
Коэффициенты асферических поверхностей объектива по предлагаемому изобретению				
N пов.	Коническая константа	Коэффициент Асферики А	Коэффициент Асферики В	Коэффициент Асферики С
6	-4.25	-0.109055	0.007861	-0.002607
7	-0.166	-0.015321	-0.003474	0.001269
8	-18.9	-0.010879	0.012571	-0.001991
9	-0.36	0.037893	0.006059	-0.001974
10	-0.46	0.002513	0.000685	-0.002072
11	-1.23	0.001055	-0.008049	0.000353

Таблица 3		
Технические характеристики заявляемого объектива		
N	Название характеристики	Значение
1	Фокусное расстояние, мм	2.76
2	Угловое поле, угл.град.	90
3	Относительное отверстие	1:5,5
4	Задний фокальный отрезок, мм	2.0
5	Общая длина, мм	6.56

Таблица 4		
Технические характеристики объектива-прототипа		
N	Название характеристики	Значение
1	Фокусное расстояние, мм	6,0
2	Угловое поле, угл.град.	90
3	Относительное отверстие	1:5,9
4	Задний фокальный отрезок, мм	1,87
5	Общая длина, мм	11,33

Техническим преимуществом предлагаемого изобретения по сравнению с прототипом является:

- уменьшение величины дисторсии в 3 раза, фиг.3,
 - сохранение качества изображения по критерию ЧКХ близким к значению дифракционного предела для объектива с указанными характеристиками, фиг.2.
- Реализация технических преимуществ объектива по предлагаемому изобретению

повышает его информативность, что позволяет использовать его как широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком и частично исправленной дисторсией, обладающий качеством изображения, близким к дифракционному пределу разрешения.

Формула изобретения

1. Широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком, содержащий четыре компонента, второй и третий из которых - положительные, а четвертый - одиночная отрицательная линза, отличающийся тем, что первый компонент выполнен склеенным из положительной линзы и отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к объекту, второй, третий компоненты выполнены в виде биасферических одиночных линз, четвертый компонент - отрицательный биасферический мениск, обращенный вогнутостью к изображению, а коэффициенты каждой из асферических поверхностей определяются из уравнения:

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8$$

где z - стрелка поверхности, параллельная оси z ;

c - кривизна поверхности;

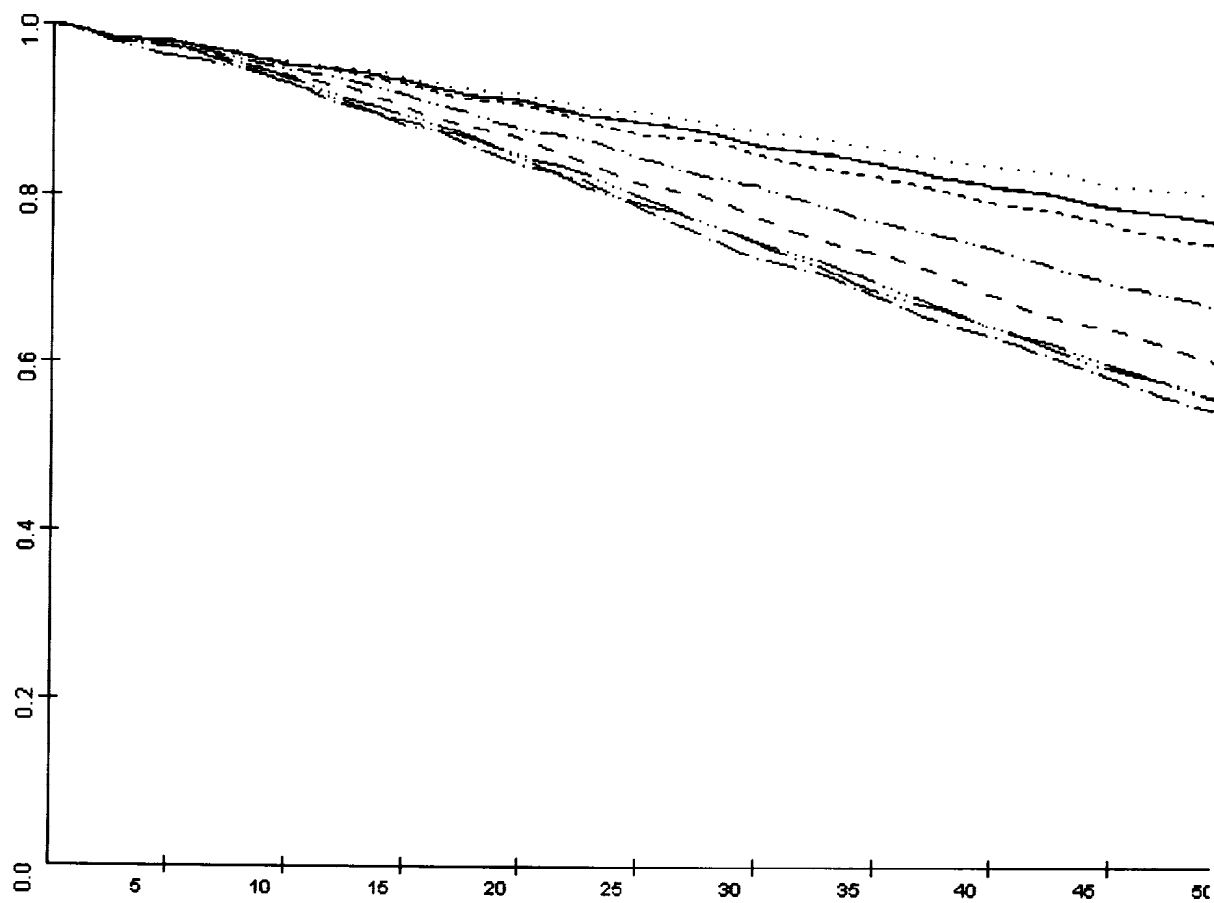
k - коническая константа поверхности;

h - текущая координата;

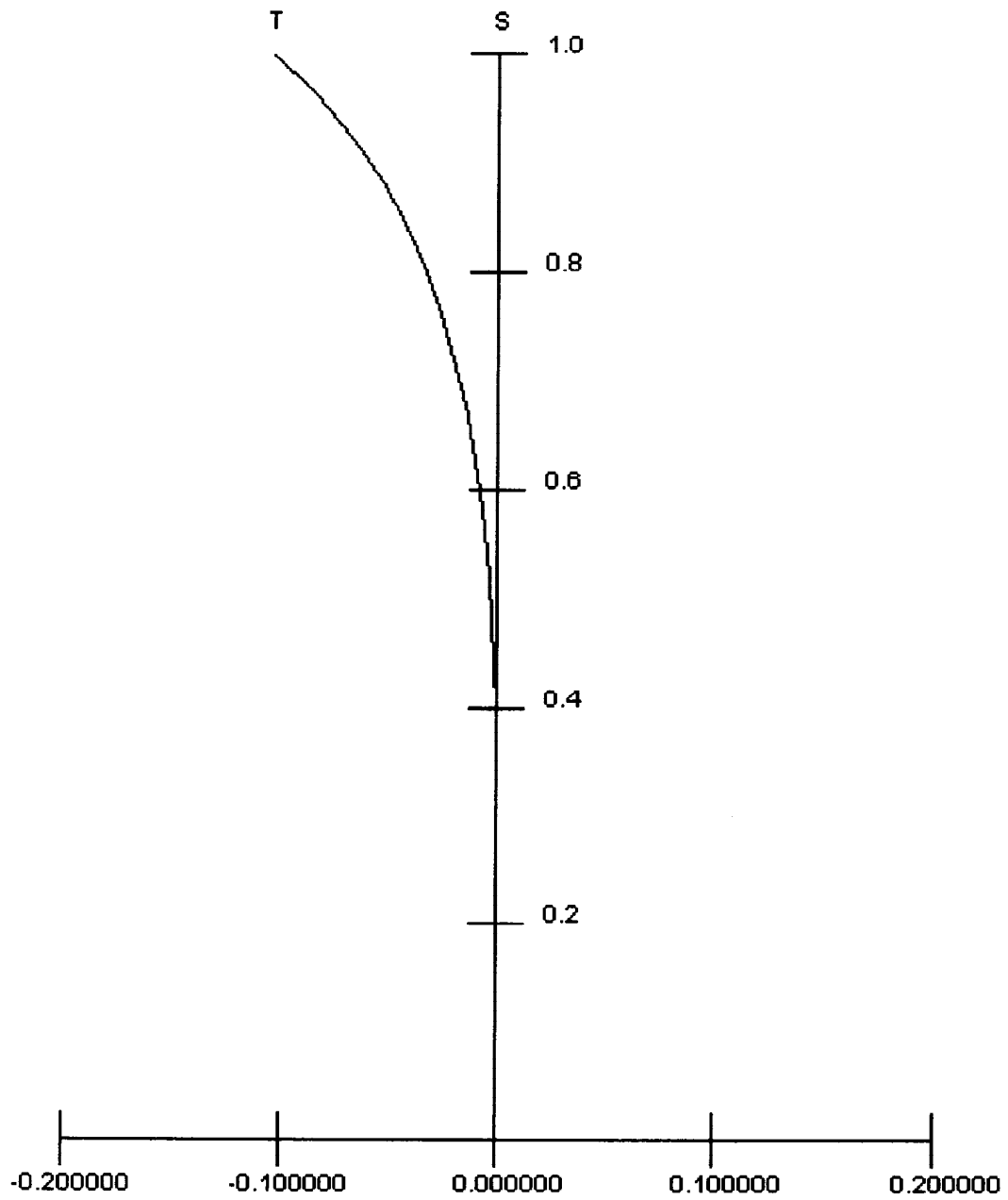
A, B, C - коэффициенты деформации 4-го, 6-го и 8-го порядков соответственно.

2. Широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком по п.1, отличающийся тем, что второй и третий компоненты выполнены в виде биасферических менисков, обращенных вогнутостью к объекту, при этом первая поверхность каждого из менисков является гиперболоидом, а вторая - эллипсоидом вращения.

3. Широкоугольный объектив с вынесенным входным зрачком по п.1 или 2, отличающийся тем, что первая поверхность четвертого компонента выполнена в виде эллипсоида, а вторая поверхность - в виде гиперболоида вращения.



Фиг.2



Фиг.3