



(51) МПК

G01S 17/66 (2006.01)**G02B 23/12** (2006.01)**F41G 7/26** (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) За вка: **2005127743/28, 05.09.2005**(24) Дата начала отсчета срока действи патента:
05.09.2005(43) Дата публикации за вки: **10.03.2007**(45) Опубликовано: **10.12.2007 Бюл. № 34**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2154284 C1, 10.08.2000. RU 2252442
C2, 10.12.2004. RU 2185645 C2, 20.07.2002. US
5790181 A, 04.08.1998. JP 11331654 A,
30.11.1999. FR 2847348 A, 21.05.2004. TW
469348 B, 21.12.2001. EP 0816891 A1,
07.01.1998. US 5428215 A, 27.06.1995. US
6611282 B1, 26.08.2003.**

Документ находится в Патентном отделе

ОКБ АСТРОН140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

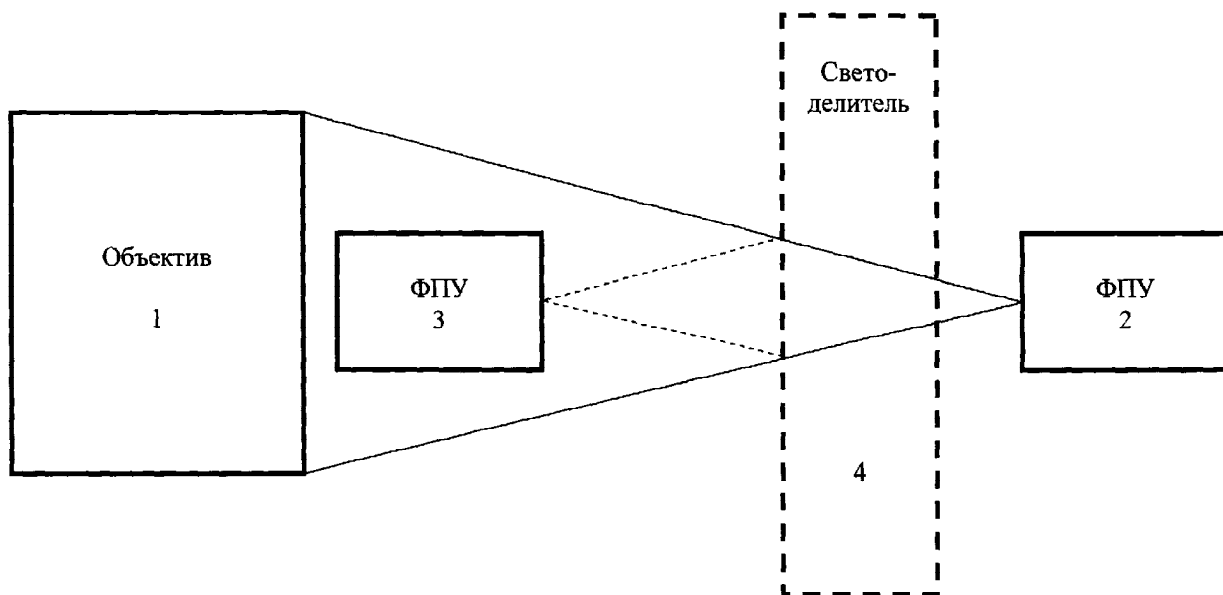
(57) Реферат:

Изобретение относитс к оптико-электронным устройствам, предназначенным дл обнаружени источников оптического излучени и диагностировани оптических характеристик этих источников. Предлагаемые устройства содержат панорамный зеркальный объектив с числовой апертурой более 0,5, угловое поле зрени 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали, отрицательную дисторсию не менее 50%, фотоприемное устройство, блок анализа сигналов, который выполнен с возможностью осуществлени измерени амплитуд, длительностей и периодов

сигналов, излучаемых источниками оптического излучени . Технический результат заключаец в упрощении оптического тракта, увеличении рабочего спектрального диапазона, увеличении чувствительности, обеспечении возможности извлечени информации об оптических источниках излучени в угловом поле зрени 360 ° по горизонту и не менее (-5...+25)° по вертикали, обеспечении возможности извлечени из сигналов временной информации и обеспечении диагностики спектральных характеристик источников. 2 н.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 312 372 C2

RU 2 312 372 C2



Фиг.1

RU 2312372 C2

RU 2312372 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G01S 17/66 (2006.01)
G02B 23/12 (2006.01)
F41G 7/26 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2005127743/28, 05.09.2005**
(24) Effective date for property rights: **05.09.2005**
(43) Application published: **10.03.2007**
(45) Date of publication: **10.12.2007 Bull. 34**
Mail address:
111123, Moskva, sh. Ehntuziastov, 46/2, FGUP
"NPO "ORION", patentno-litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):
Gorelik Leonid Iosifovich (RU),
Morozov Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Ponomarenko Vladimir Pavlovich (RU),
Filachev Anatolij Mikhajlovich (RU)
(73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "NPO "ORION" (RU)

(54) **ARRANGEMENT FOR DETECTION AND DIAGNOSTICS OF THE SOURCES OF OPTICAL RADIATION**

(57) Abstract:

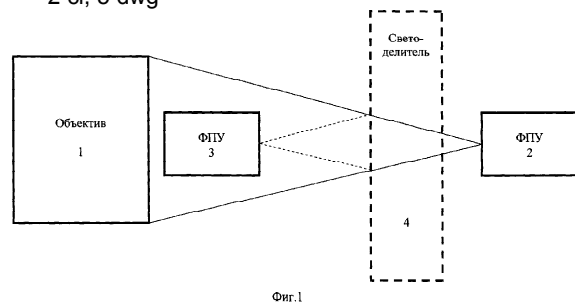
FIELD: the invention refers to optics-electron arrangements designed for detection the sources of optical radiation and diagnostics the optical characteristics of these sources.

SUBSTANCE: the proposed arrangements have a panoramic mirror objective with a numerical aperture more then 0,5, an angular field of vision 360⁰ along the horizon and no less then -5⁰ +25⁰ along the vertical line, negative distortion no less then 50%, a photo receiving arrangement, a signals analysis block which is fulfilled with possibility to execute measuring of amplitudes, duration and periods of signals radiated by sources of optical radiation. The technical result is in simplification of the optical tract, in increasing the working spectral range, in increasing sensitiveness, in providing

possibility to gain information about optical sources of radiation in the angular field of vision 360⁰ along the horizon and no less(-5 +25)⁰ along the vertical line, in providing possibility of gaining temporary information from the channels.

EFFECT: provides diagnostics of spectral characteristics of the sources of optical radiation.

2 cl, 5 dwg



RU 2 312 372 C2

RU 2 312 372 C2

Изобретени относ тс к оптико-электронным устройствам, предназначенным дл обнаружени источников оптического излучени и диагностировани оптических характеристик этих источников. Преимущественна область применени предлагаемых устройств - охранные комплексы различного назначени , пеленгационные, телевизионные

и тепловизионные приборы, системы управлени робототехники, навигационные системы.

Известен оптико-электронный пеленгатор на основе датчика HARLID (US, patent №5428215), позвол ющий определ ть углы прихода излучени с точностью $\pm 1^\circ$ в поле $\pm 90^\circ$ по горизонту, содержащий оптическую систему на основе цилиндрических линзовых элементов или щелевой диафрагмы, формирующую световую полосу на маске, выполненной в соответствии с кодом Грэ , за которой наход тс фоточувствительные элементы.

Известна также разработка датчика фирмы Defence Research Establishment, Canada (A.Cantin, J.Dubois, P.Webb and M.P.Altman "Miniaturized digital High Angular Resolution Laser Irradiation Detectors (HARLID™) for Laser Warning Receivers" SPIE

Vol.3061, 1997), в которой расположены один под другим два фоточувствительных элемента на основе Si и InGaAs. Такой подход позвол ет расширить область спектральной чувствительности датчика с 0,4...1,1 до 0,4...2,1 мкм и, кроме того, повысить устойчивость системы к вли нию искусственных и естественных оптических помех.

Указанные устройства обладают р дом недостатков, наиболее существенными из которых вл ютс :

- из-за использовани анаморфотной оптической системы принципиально невозможно реализовать оптический тракт с высокими относительными отверсти ми и качеством изображени ;

- оптическая система пеленгатора формирует поле зрени по горизонту не более $100^\circ \dots 120^\circ$;

- рабочий спектральный диапазон пеленгатора узок и определ етс спектральной чувствительностью используемых фотоприемников на основе Si, InGaAs, сверхпровод щих болометров или Ge, а в случае использовани анаморфной оптической системы ухудшаец из-за поглощени в ее линзовых компонентах.

Известно устройство, предложенное дл устранени первого из указанных выше недостатков (US patent №5627675 от 06.05.1997 г., John E.Davis). В нем изображение зоны обзора формируетс радиально-симметричной оптической системой. Такое техническое решение позвол ет существенно увеличить эффективную площадь входного зрачка. Однако относительное отверстие описанного в обсуждаемом патенте устройства не превышает величины $\sim 1:3$.

Наиболее близким к предлагаемым устройствам вл етс устройство (US patent №5710661 от 20.01.1998 г., Int. Cl⁶ G02B 17/00), содержащее оптическую систему, фотоприемное устройство и блок электронной обработки сигнала. Оно имеет р д достоинств, главные из которых:

- изображение зоны обзора формируетс радиально-симметричной оптической системой, что позвол ет обеспечить значительную площадь входного зрачка ($6,25 \text{ мм}^2$);
- относительное отверстие оптической системы доведено до 1:2;

- конструктивна компоновка устройства позвол ет использовать криогенное фотоприемное устройство (авторы, в первую очередь, предлагают использовать ФПУ на основе InSb), что обеспечивает хорошую чувствительность в спектральном диапазоне до 5 мкм.

Однако известное устройство также имеет недостатки:

- достижение сравнительно высокого относительного отверсти и, как следствие, значительной площади входного зрачка, достигнуто существенным усложнением оптического тракта - он содержит, кроме асферических зеркал еще и семь асферических линз; наличие линз особенно нежелательно, т.к. это неизбежно ограничивает возможный рабочий спектральный диапазон устройства, что отмечают и сами авторы;

- использование двумерной, полностью заполненной матрицы (авторы рекомендуют

матрицу на основе InSb форматом 480×480), считывание сигналов с которой возможно с кадровой частотой не более сотен Гц, что резко ограничивает возможности извлечения из сигналов временной информации, а это особенно нежелательно при работе по импульсным источникам, например лазерным;

5 - наличие ФПУ, работающего в спектральном диапазоне до 5 мкм, затрудняет получение информации о спектральных характеристиках источников, что препятствует их диагностике;

Задачей изобретений является упрощение оптического тракта, увеличение рабочего спектрального диапазона, увеличение чувствительности, обеспечение возможности извлечения информации об оптических источниках излучения в угловом поле зрения 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали, обеспечение возможности извлечения из сигналов временной информации и обеспечение диагностики спектральных характеристик источников.

Технический результат в первом варианте изобретения достигается тем, что устройство для обнаружения и диагностирования источников оптического излучения содержит объектив, фотоприемное устройство, блок анализа сигналов и дихроичный светоделитель, формирующий плоскости изображения, в которых находятся фотоприемные многоканальные устройства, попарно сопряженные в пространстве предметов, фотоприемные каналы которых выполнены с возможностью обеспечения отличающихся друг от друга монотонных спектральных характеристик, объектив состоит из зеркальных компонентов и имеет числовую апертуру более 0,5, угловое поле зрения 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали, отрицательную дисторсию не менее 50%, блок анализа сигналов осуществляет измерение амплитуд, длительностей и периодов сигналов, излучаемых источниками оптического излучения.

Технический результат во втором варианте изобретения достигается тем, что устройство для обнаружения и диагностирования источников оптического излучения содержит объектив, фотоприемное устройство и блок анализа сигналов, при этом объектив состоит из зеркальных компонентов и имеет числовую апертуру более 0,5, угловое поле зрения 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали, отрицательную дисторсию не менее 50%, многоканальное фотоприемное устройство представляет собой многослойную фоточувствительную структуру, каждый слой которой обладает различной спектральной чувствительностью, блок анализа сигналов выполнен с возможностью осуществления измерения амплитуд, длительностей и периодов сигналов, излучаемых источниками оптического излучения.

Изобретения по настоящему чертежами, где:

35 На фиг.1 изображена схема разделения световых пучков, обеспечивающая возможность установки многоканальных фотоприемных устройств (для первого варианта исполнения устройства для обнаружения и диагностирования источников оптического излучения).

На фиг.2 изображена оптическая схема объектива.

40 На фиг.3 изображен блок электронного анализа сигналов.

На фиг.4 изображена конфигурация фоточувствительного элемента для определения горизонтальной координаты источника оптического излучения.

На фиг.5 изображена конфигурация фоточувствительного элемента для определения горизонтальной и вертикальной координат источника оптического излучения.

45 Приложение 1 - данные объектива с тремя зеркалами сферической формы.

Устройство для обнаружения и диагностирования источников оптического излучения по первому варианту исполнения содержит объектив 1, фотоприемные устройства 2 и 3, дихроичный светоделитель 4 (фиг.1) и блок электронного анализа сигналов (фиг.3). В примере, показанном на фиг.1, дихроичный светоделитель 4 формирует две плоскости изображения, а многоканальные фотоприемные устройства 2 и 3 сопряжены с этими плоскостями.

Объектив, формирующий изображение сферического объекта, содержит выпуклое первичное зеркало, выпуклое вторичное зеркало и вогнутое третичное зеркало. В частном случае, зеркала могут иметь сферическую форму. Конкретный пример такого частного

случа приведен в приложении 1, а соответствующая оптическая схема объектива на (фиг.2). Как следует из приложения 1, относительное отверстие такой оптической системы может быть доведено до такой высокой величины как 1:0,5966.

5 Достижение столь значительного относительного отверстия улучшает общие характеристики предлагаемого устройства по двум причинам:
 - увеличение площади входного зрачка;
 - уменьшение площади фоточувствительных элементов ФПУ и, как следствие, улучшение пороговой чувствительности устройства.

10 Обеспечение требований по максимизации относительного отверстия оптической системы в предлагаемом устройстве особенно важно для обеспечения требуемого потенциала во всем сверхшироком спектральном диапазоне по следующим причинам:
 - учитывая то, что спектральная чувствительность фотонных фотоприемников растет с увеличением длины волны регистрируемого излучения ;
 - в силу обеспечения необходимого энергетического потенциала для регистрации
 15 излучения в очень широком спектральном диапазоне 0,4...16 мкм из-за падения спектральной чувствительности к коротковолновой границе диапазона.

Выбор чисто зеркального варианта объектива предлагаемого устройства обещает отсутствием хроматизма, вносимого линзовыми оптическими элементами, и поэтому предложенный объектив при использовании соответствующих покрытий может
 20 формировать изображение практически при почти предельном относительном отверстии, практически во всем оптическом диапазоне.

Размеры абберационных пятен, формируемых описываемой оптической системой, зависят от ее относительного отверстия, углового поля зрения по вертикали, масштаба системы, а также от количества и порядка примененных асферических поверхностей.
 25 Следует сказать, что оптимальным будет такой уровень форсирования оптических характеристик системы, при котором размеры абберационных пятен сравнимы с выбранным размером фоточувствительных элементов ФПУ. Именно такой уровень форсирования достигнут в оптической системе, данные о которой приведены в Приложении 1.

30 Получение изображения расположенной в пространстве предметов зоны, для которой угловое поле зрения превышает 180°, при условии конечного размера фоточувствительной области ФПУ, возможно лишь при наличии отрицательной дисторсии. Величина этой дисторсии должна иметь некое, зависящее от заданных тактико-технических характеристик, оптимальное значение: достаточно большое для возможного уменьшения
 35 размера фоточувствительной области ФПУ, но не чрезмерное, поскольку иначе не будет обеспечена точность определения вертикальной угловой координаты обнаруживаемых источников. Четко определить желательные границы отрицательной дисторсии по этой причине затруднительно и авторы приняли значение, которое представлено им разумным компромиссом.

40 Для устройства, регистрирующего информацию от значительной части окружающего его пространства, сферическая система координат является единственной системой, обеспечивающей изотропность пеленгационной характеристики. Проекция сферической системы координат пространства предметов в пространство изображений приводит к естественной полной конфигурации фоточувствительной зоны ФПУ. В простейшем
 45 случае такая конфигурация может иметь вид фоточувствительного кольца, разбитого на трапециевидные "лепестки" (фиг.4). Необходимость определения вертикальной координаты источников приводит к многокольцевой структуре (фиг.5). Принципиальная возможность определения угловых координат источника оптического излучения является необходимым, но недостаточным условием для его обнаружения и, тем более, диагностирования.

50 Полноценное решение задачи обеспечивается получением дополнительной информации о временных параметрах излучения и его оптическом спектре. Определение временных параметров излучения - комплексная проблема. Для ее решения ФПУ должно обладать достаточной чувствительностью и достаточно широкой полосой пропускания электрических

частот. Типичные, представляющие интерес, источники могут излучать импульсы оптического излучения с длительностями от единиц наносекунд до сотен пикосекунд, а также модулированное непрерывное излучение на частотах от сотен Гц до десятков кГц. Дополнительный усложняющий фактор - необходима очень широкая область

5 спектральной чувствительности ФПУ, приблизительно от 0,4 до 16 мкм. На современном уровне развития фотоэлектроники указанным требованиям в значительной степени удовлетворяют ФПУ на основе CdHgTe, при различных уровнях охлаждения.

Блок электронного анализа сигналов имеет следующую структуру (смотри фиг.3). N входов соответствуют числу фоточувствительных каналов ФПУ. Каждый из N входов транслирует сигнал в два субблока анализа. Первый субблок содержит параллельную

10 гребенку M фильтров, согласованных с длительностями импульсов, излучаемыми представляющими интерес источниками. За каждым из фильтров установлен измеритель амплитуды импульса. Таким образом, первый субблок обеспечивает оптимальное обнаружение импульсного оптического излучения, измерение длительности, амплитуды и

15 периода импульсов. Второй субблок предназначен для анализа непрерывных сигналов. Он осуществляет измерение их частоты и амплитуды.

Авторы изобретения не конкретизируют методы измерения амплитуд, длительностей и периодов электрических сигналов, которые могут быть использованы в блоке анализа сигналов, т.к. эти методы детально разработаны в рамках классической радиотехники и,

20 сами по себе не имеют элементов существенной новизны.

Оптические спектральные характеристики источников определяются следующим образом: в первом варианте исполнения предлагаемого устройства в каждой из двух плоскостей изображений (пример, показанный на фиг.1) найдены конгруэнтные

25 фоточувствительные структуры, имеющие различные, но обязательно монотонные характеристики спектральной чувствительности. Реализация такого решения давно известна: путем установки оптических фильтров с различной спектральной чувствительностью перед каждым ФПУ или выбором отличающихся спектральной чувствительностью материалами каждого ФПУ и другими способами. В пространстве

предметов угловое положение каждого из фоточувствительных каналов находится в

30 одной из плоскостей, совпадает с сопряженным каналом, находится во второй плоскости. При таком условии, отношение амплитуд с этих попарно-сопряженных каналов будет нести информацию о спектре источника оптического излучения.

Во втором варианте исполнения устройство для обнаружения и диагностирования источников оптического излучения содержит объектив, многоканальное фотоприемное

35 устройство и блок электронного анализа сигналов (фиг.3). Конструктивное выполнение объектива и блока анализа сигналов для второго варианта устройства аналогично их конструктивному выполнению для первого варианта устройства.

Фотоприемное устройство представляет собой многослойную фоточувствительную структуру, каждый слой которой обладает различной спектральной чувствительностью.

Необходима для второго варианта предлагаемого устройства многослойная фоточувствительная структура, слои которой имеют отличающиеся спектральные

40 характеристиками, может быть реализована за счет вариации стехиометрического состава соединения CdHgTe, а также созданы многослойного фоточувствительного элемента из различных полупроводниковых материалов и другими известными способами.

Как следует из вышесказанного, предлагаемое устройство позволяет получить об источнике оптического излучения следующую информацию: угловые координаты, оптические спектральные характеристики, амплитуду сигнала, создаваемого на входном

45 зрачке устройства и, тем самым, облученность на входном зрачке, длительности излучаемых импульсов, периоде, в случае непрерывного режима излучения. Все указанные

50 величины предлагается включить в качестве компонентов в вектор признаков цели, что, по мнению авторов, обеспечит существенно более высокую, по сравнению с прототипом, вероятность обнаружения источников оптического излучения, а также достаточную устойчивость устройства к естественным оптическим помехам.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

5

ДАННЫЕ ОБЪЕКТИВА:

10 Surfaces : 4
 Stop : 2
 System Aperture : Entrance Pupil Diameter = 3
 Glass Catalogs : Schott INFRARED
 Ray Aiming : Real Reference, Cache On
 X Pupil shift : 0
 Y Pupil shift : 0
 15 Z Pupil shift : 0
 Apodization :Uniform, factor = 0.00000E+000
 Effective Focal Length : -1.840284 (in air)
 Effective Focal Length : -1.840284 (in image space)
 Back Focal Length : -0.9349587
 Total Track : 107.12
 Image Space F/# : 0.6134281
 20 Paraxial Working F/# : 0.6134281
 Working F/# : 0.5965679
 Image Space NA : 0.6318018
 Object Space NA : 1.5e-010
 Stop Radius : 12
 Paraxial Image Height : 3.187466
 Paraxial Magnification : 0
 25 Entrance Pupil Diameter : 3
 Entrance Pupil Position : -8.75
 Exit Pupil Diameter : 83.52956
 Exit Pupil Position : 52.17434
 Field Type : Angle in degrees
 Maximum Field : 120
 30 Primary Wave : 0.85
 Lens Units : Millimeters
 Angular Magnification : 0.03591543

Fields : 4

Field Type: Angle in degrees

#	X-Value	Y-Value	Weight
35 1	0.000000	90.000000	1.000000
2	0.000000	100.000000	1.000000
3	0.000000	110.000000	1.000000
4	0.000000	120.000000	1.000000

Vignetting Factors

#	VDX	VDY	VCX	VCY
40 1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Wavelengths : 1

Units: Microns

#	Value	Weight
45 1	0.850000	1.000000

SURFACE DATA SUMMARY:

50

Surf	Type	Radius	Thickness	Glass	Diameter
0	Conic				
0	OBJ STANDARD	Infinity	Infinity		0
5	0 1 STANDARD	-20	70	MIRROR	34.12317
0	STO STANDARD	20.111	-36	MIRROR	26
0	0 3 STANDARD	55.93	73.12	MIRROR	110.2809
10	0 IMA STANDARD	Infinity			7.402676

SURFACE DATA DETAIL:

15	Surface OBJ	: STANDARD
	Scattering	: None
15	Surface 1	: STANDARD
	Scattering	: None
	Surface STO	: STANDARD
	Aperture	: Circular Aperture
	Minimum Radius	: 5
	Maximum Radius	: 13
20	Scattering	: None
	Surface 3	: STANDARD
	Aperture	: Circular Aperture
	Minimum Radius	: 16
	Maximum Radius	: 55.1404
	Scattering	: None
25	Surface IMA	: STANDARD
	Scattering	: None

COATING DEFINITIONS:

INDEX OF REFRACTION DATA:

Surf	Glass	Temp	Pres	0.850000
0		20.00	1.00	1.00000000
1	MIRROR	20.00	1.00	1.00000000
2	MIRROR	20.00	1.00	1.00000000
3	MIRROR	20.00	1.00	1.00000000
35	4	20.00	1.00	1.00000000

THERMAL COEFFICIENT OF EXPANSION DATA:

Surf	Glass	TCE *10E-6
0		0.00000000
40	1 MIRROR	0.00000000
	2 MIRROR	0.00000000
	3 MIRROR	0.00000000
	4	0.00000000

Формула изобретени

45 1. Устройство дл обнаружени и диагностировани источников оптического излучени ,
 содержащее объектив, фотоприемное многоканальное устройство и блок анализа
 сигналов, отличающеее тем, что введены второе фотоприемное многоканальное
 устройство и дихроичный светоделитель, формирующий две плоскости изображени , в
 50 каждой из которых наход тс фотоприемные многоканальные устройства, попарно
 сопр женные в пространстве предметов, фотоприемные каналы которых выполнены с
 возможностью обеспечени отличающихс друг от друга монотонных спектральных
 характеристик, объектив состоит из зеркальных компонентов и имеет числовую апертуру
 более 0,5, угловое поле зрени 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали,

отрицательную дисторсию не менее 50%, блок анализа сигналов выполнен с возможностью осуществлени измерени амплитуд, длительностей и периодов сигналов, излучаемых источниками оптического излучени .

2. Устройство дл обнаружени и диагностировани источников оптического излучени ,
5 содержащее объектив, фотоприемное многоканальное устройство и блок анализа сигналов, отличающеес тем, что объектив состоит из зеркальных компонентов и имеет числовую апертуру более 0,5, угловое поле зрени 360° по горизонту и не менее -5°...+25° по вертикали, отрицательную дисторсию не менее 50%, многоканальное фотоприемное устройство представл ет собой многослойную фоточувствительную структуру, каждый слой
10 которой обладает различной спектральной чувствительностью, блок анализа сигналов выполнен с возможностью осуществлени измерени амплитуд, длительностей и периодов сигналов, излучаемых источниками оптического излучени .

15

20

25

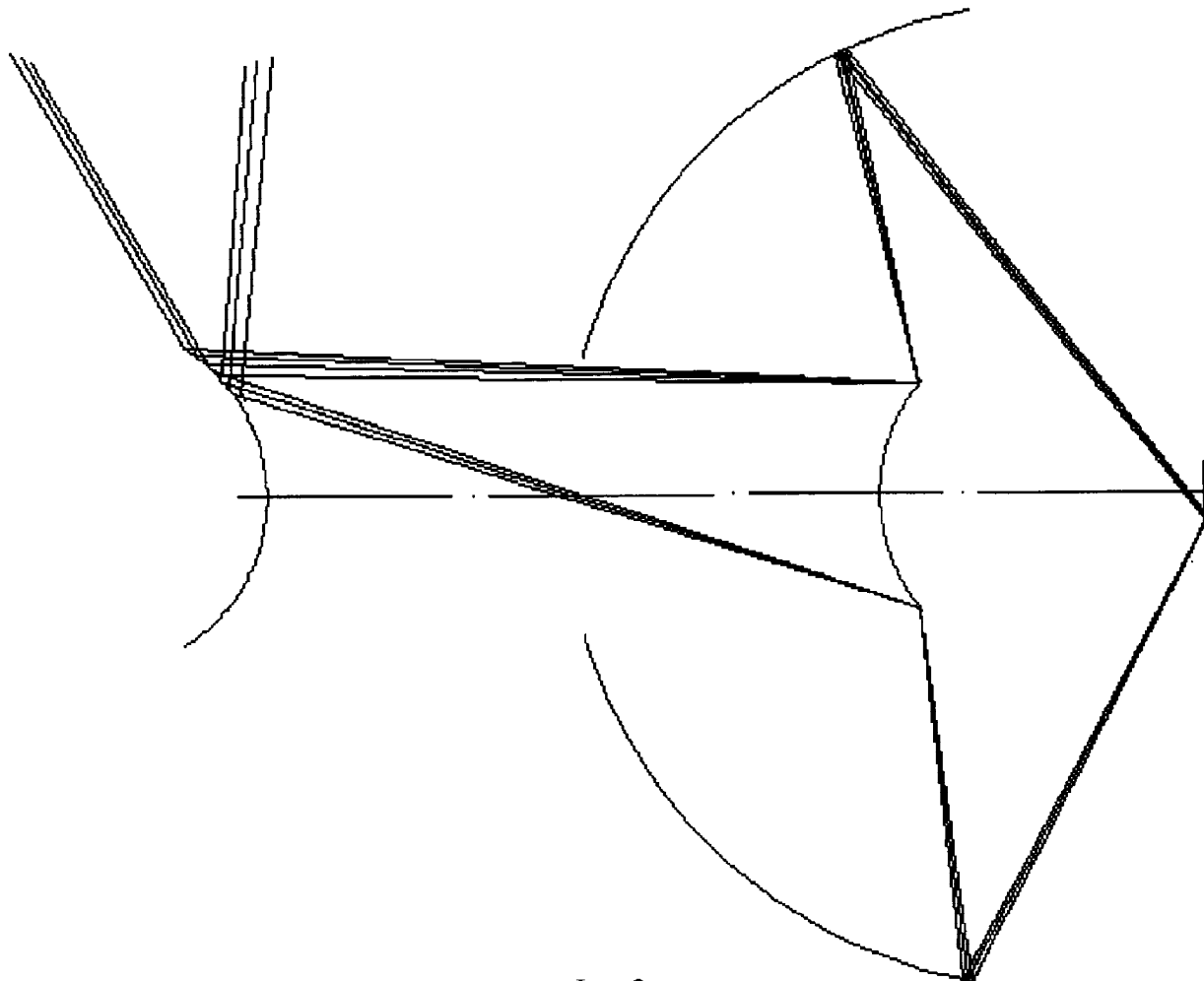
30

35

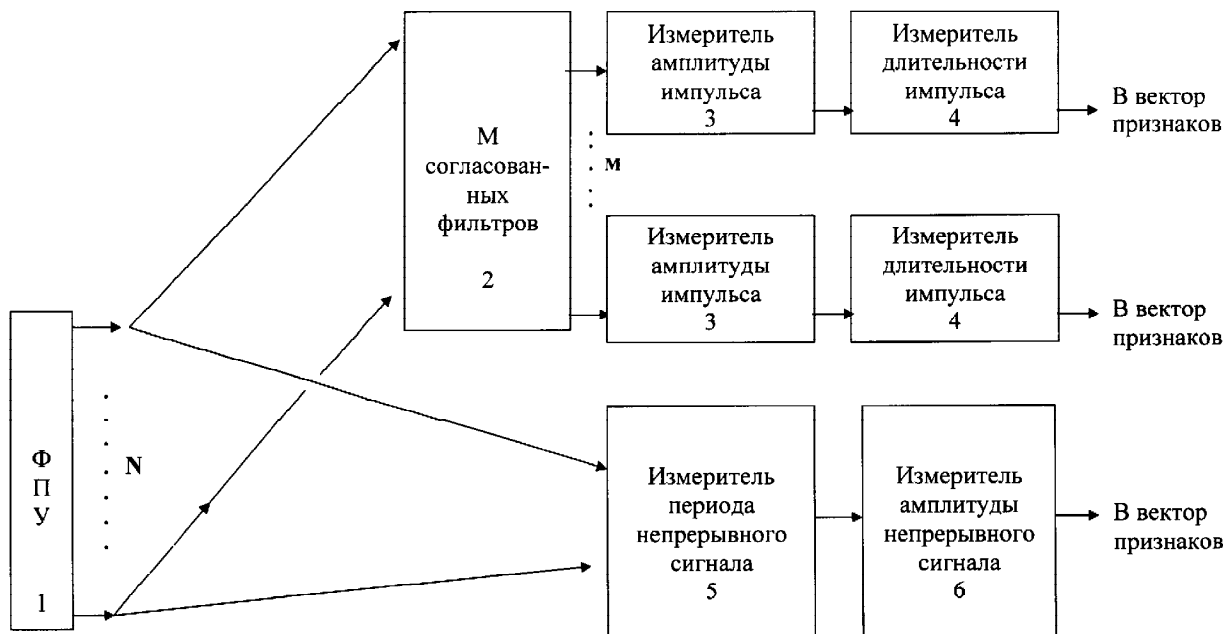
40

45

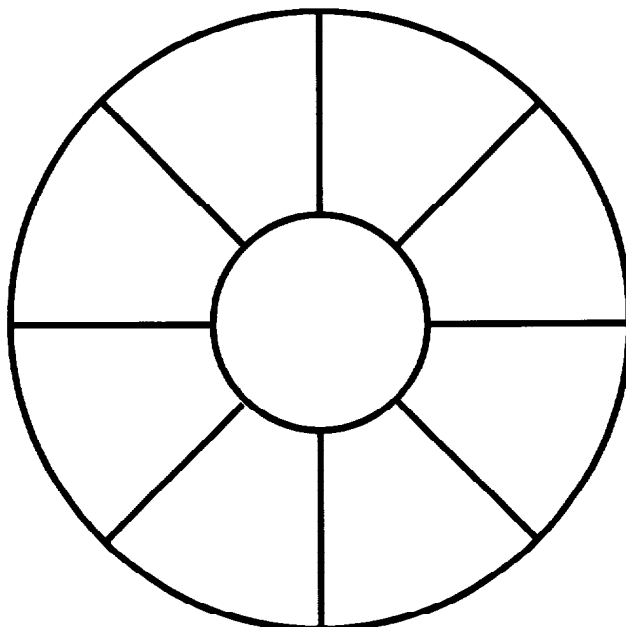
50



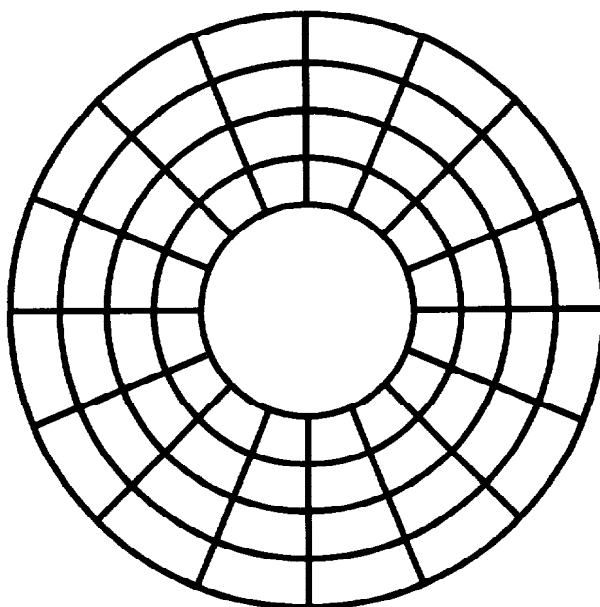
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5