



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01J 2003/062 (2006.01); G02B 27/00 (2006.01); G02B 23/12 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017123592, 05.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.07.2017Дата регистрации:  
04.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.07.2017

(45) Опубликовано: 04.04.2018 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53,  
Акционерное общество "Российская корпорация  
ракетно-космического приборостроения и  
информационных систем" (АО "Российские  
космические системы"), начальнику патентно-  
лицензионной службы

(72) Автор(ы):

Гектин Юрий Михайлович (RU),  
Акимов Николай Петрович (RU),  
Рыжаков Александр Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Российская  
корпорация ракетно-космического  
приборостроения и информационных систем"  
(АО "Российские космические системы") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2150725 C1, 10.06.2000. SU  
1768040 A3, 07.10.1992. RU 2495443 C1,  
10.10.2013. US 4989086 A1, 29.01.1991. US  
5371358 A1, 06.12.1994.

(54) Многоканальный сканирующий радиометр высокого пространственного разрешения

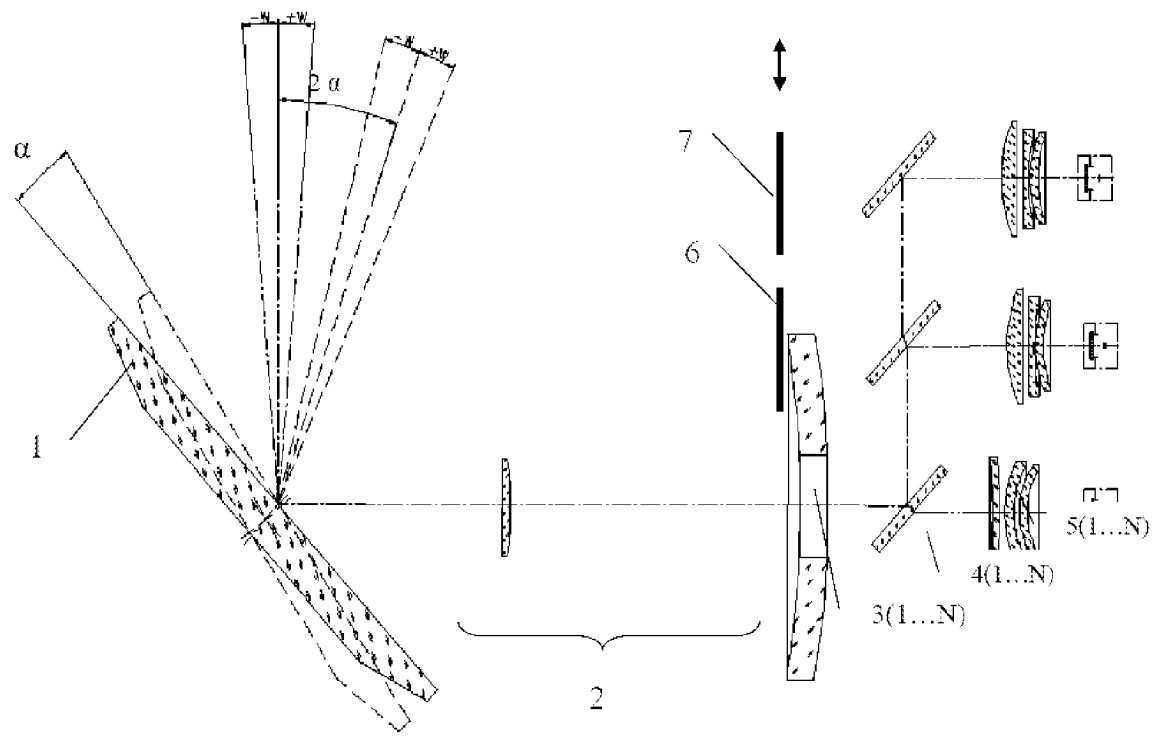
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области оптического приборостроения. Многоканальный сканирующий радиометр содержит последовательно установленные и оптически связанные между собой плоское сканирующее зеркало с односторонним отражающим покрытием, установленное под углом к фокусирующей системе и совершающее возвратно-поступательные угловые движения с помощью электрически связанного с блоком управления привода вокруг оси, совпадающей с направлением движения носителя, телескопическую систему, систему интерференционных фильтров, формирующих N

потоков излучения, в каждом из которых имеется фокусирующий объектив и ориентированный по направлению движения носителя многоэлементный приёмник излучения, связанный с системой охлаждения. Средства привода сканирующего зеркала выполнены с возможностью дискретной настройки исходного углового положения сканирующего зеркала при постоянной величине угла отклонения визирной оси при сканировании. Технический результат заключается в обеспечении дискретного перенацеливания визирной оси в процессе эксплуатации. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 178431 U1

RU 178431 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к области оптического приборостроения и предназначена для дистанционного получения спектрозональных изображений поверхности Земли в инфракрасном диапазоне спектра с космических и авиационных носителей различного класса. Заявляемое устройство может использоваться для получения тепловых карт и оперативного обнаружения тепловых аномалий, очагов лесных пожаров и высокотемпературных объектов природного и техногенного характера.

Известны оптико-механические сканирующие устройства, содержащие: сканирующий элемент (например, зеркало), обеспечивающий угловое перемещение визирной оси устройства в плоскости, перпендикулярной направлению движения носителя, с помощью привода, объектив, формирующий изображение, спектрозональный фильтр и линейный многоэлементный приёмник излучения, ориентированный вдоль направления движения носителя. В данных устройствах за один цикл движения сканирующего элемента формируется изображение, форматом  $m \times n$  пикселей, где  $m$  – число элементов в строке, а  $n$  – число чувствительных элементов приёмника излучения. Сочетание оптико-механической развертки и многоэлементного приёмника в подобных устройствах позволяет увеличить время формирования сигнала на чувствительных элементах приёмника излучения в  $n$  раз и создать устройства либо с большой шириной полосы обзора (до 2000 км) и средним пространственным разрешением (150-300 м), например устройство, предложенное в патенте на изобретение RU2324151, либо с малой шириной полосы обзора (200-50 км) и высоким пространственным разрешением (до 30 м), предложенное в патенте на изобретение R2220430. Принципиальным отличием указанных устройств является то, что в устройстве RU2324151 сканирующее зеркало совершает круговое движение, а в устройствах, подобных RU2220430, возвратно-поступательное угловое движение в диапазоне  $5-10^\circ$  с быстрым реверсом.

Известно, что устройства с высоким пространственным разрешением космического базирования вследствие формирования ими малой ширины полосы обзора имеют низкую оперативность получения информации, например при чрезвычайных ситуациях, так как период повторяемости съёмки одного и того же района при малой ширине полосы обзора составляет от 6 до 12 суток.

Известны способы повышения оперативности при съёмке устройствами высокого пространственного разрешения: перенацеливание устройства за счет разворота носителя по углу крена или тангажа или самого устройства с помощью платформы, имеющей механизм углового разворота.

Известен многоканальный сканирующий радиометр высокого разрешения – МСУ-ИК-ВР, разработанный в АО «Российские космические системы». Радиометр имеет два информационных канала и предназначен для дистанционного мониторинга в спектральном диапазоне 3-13 мкм. Оптическая схема радиометра включает последовательно установленные и оптически связанные между собой сканирующее плоское зеркало с односторонним отражающим покрытием, совершающее возвратно-поступательное угловое движение с помощью привода вокруг оси, совпадающей с направлением движения носителя, телескопический зеркальный объектив, систему интерференционных фильтров, формирующих два потока излучения, в каждом из которых установлены фокусирующий линзовый объектив и линейный многоэлементный приёмник излучения, связанный с системой охлаждения. Приёмники излучения ориентированы по направлению движения носителя. В световой пучок после телескопической системы в начале сеанса съёмки для радиометрической калибровки устройства последовательно вводятся два имитатора абсолютно черного тела, температура которых отличается на величину не менее  $20^\circ\text{C}$ , а ее поддержание

обеспечивается с точностью  $0.1^{\circ}\text{C}$ . Радиометр МСУ-ИК-ВР обеспечивает с орбиты 650 км ширину полосы обзора 115 км и пространственное разрешение 35 м. Радиометр МСУ-ИК-ВР по оптической схеме и принципу сканирования наиболее близок к заявляемому техническому решению и выбран в качестве прототипа.

5 Техническим результатом заявленного технического решения является обеспечение дискретного перенацеливания визирной оси прототипа в процессе эксплуатации в направлении, перпендикулярном движению носителя за счет изменения исходного  
углового положения сканирующего зеркала, что позволит оперативно получать  
требуемую информацию и наблюдать динамику изменений объектов съёмки за короткие  
10 интервалы времени (не более суток).

Технический результат достигается тем, что предложен многоканальный сканирующий радиометр для дистанционного мониторинга в спектральном диапазоне 3-13 мкм, обеспечивающий съёмку в N спектральных каналах (от 1 до N). Радиометр включает последовательно установленные и оптически связанные между собой: плоское  
15 сканирующее зеркало с односторонним отражающим покрытием, совершающее возвратно-поступательные угловые движения с помощью привода вокруг оси, совпадающей с направлением движения носителя, телескопический объектив, систему интерференционных фильтров, формирующих последовательно N потоков излучения, в каждом из которых установлены фокусирующий объектив и многоэлементный  
20 приёмник излучения, связанный с системой охлаждения. Приёмники излучения ориентированы по направлению движения носителя. Для радиометрической калибровки радиометра в световой пучок после телескопической системы в начале сеанса съёмки последовательно вводятся два имитатора абсолютно чёрного тела, температура которых отличается на величину не менее  $20^{\circ}\text{C}$ , а ее поддержание обеспечивается с точностью  
25  $0.1^{\circ}\text{C}$ . Привод сканирующего зеркала устройства электрически связан с блоком управления привода, который с помощью команд, формируемых оператором, при эксплуатации радиометра дискретно изменяет исходное угловое положение сканирующего зеркала, сохраняя угол отклонения визирной оси постоянным.

30 Схема заявленного многоканального сканирующего радиометра высокого пространственного разрешения для дистанционного мониторинга в спектральном диапазоне 3-13 мкм поясняется на чертежах 1, 2.

На фигуре 1 представлена принципиальная оптическая схема многоканального сканирующего радиометра высокого пространственного разрешения, формирующего N информационных потоков, содержащая: плоское сканирующее зеркало с  
35 односторонним отражающим покрытием 1, телескопическую систему 2, N последовательно установленных интерференционных фильтров 3 (1... N), N фокусирующих линзовых систем 4 (1... N), N приёмников излучения ИК-диапазона 5 (1... N), имитаторы абсолютно черного тела 6 и 7. На фигуре 2 представлена иллюстрация процесса угловой съёмки многоканальным сканирующим радиометром,  
40 где  $2W$  – угол обзора,  $\alpha$  – угол отклонения сканирующего зеркала от исходного.

Пример работы заявленного многоканального сканирующего радиометра высокого пространственного разрешения может быть описан следующим образом.

Радиометр устанавливается жёстко на носителе: платформе космического аппарата или на авиационном носителе. Поток излучения от исследуемой поверхности поступает  
45 через входное окно радиометра на сканирующее плоское зеркало с односторонним отражающим покрытием 1, установленное под углом к фокусирующей оптической системе. При работе устройства зеркало обеспечивает возвратно-поступательное угловое перемещение визирной оси радиометра в угле  $2W$  с помощью привода.

Управление приводом осуществляется с помощью электрически связанного с ним блока управления. Далее, сканирующим зеркалом излучение направляется в зеркальную телескопическую систему 2, формирующую параллельный поток излучения, который системой последовательно установленных интерференционных фильтров делится на 5 N потоков излучения, отличающихся по спектральному составу. Излучение после фильтров фокусируется линзовыми объективами 3 на чувствительных площадках многоэлементных приёмников излучения 4, охлаждаемых до криогенных температур индивидуальной или общей системой охлаждения. Телескопическая система и 10 фокусирующие объективы определяют фокус оптической системы радиометра. Ось сканирующего зеркала и приёмники излучения ориентированы вдоль направления движения носителя. Радиометрическая калибровка устройства при эксплуатации осуществляется с помощью двух имитаторов абсолютно чёрного тела 6 и 7, температура которых отличается на величину не менее 20°C, а ее поддержание обеспечивается с 15 точностью 0.1°C, путём их последовательного ввода в световой пучок после телескопической системы в начале сеанса съёмки.

Для оперативной съёмки объектов, не попадающих в зону обзора радиометра, на блок управления привода оператором подаётся команда (или же несколько команд), переводящая сканирующее зеркало в новое исходное угловое положение. Таких 20 положений может быть несколько. Изменение исходного углового положения зеркала на угол  $\alpha$  приводит к отклонению визирной оси на угол  $2\alpha$  и, следовательно, перенацеливанию устройства. При этом угол сканирования  $2W$  не изменяется, что позволяет сохранить геометрические и радиометрические параметры радиометра. После проведения угловой съёмки подаётся команда на возвращение зеркала в исходное 25 угловое положение. Расчёты показывают, что для орбиты космического аппарата 400 км при фокусном расстоянии оптической системы 370 мм, размере чувствительного элемента приемника  $28 \times 28$  мкм и угле обзора  $2W = 10^\circ$  ширина полосы обзора радиометра составит 70 км, а пространственное разрешение 30 м. При отклонении сканирующего 30 зеркала от исходного положения на угол  $\alpha = 22.5^\circ$  центр строки отклонится на угол  $2\alpha = 55^\circ$  или 614 км от надира, а ширина полосы обзора составит 275 км.

Предложенное техническое решение позволяет решить задачу создания многоканального сканирующего радиометра с высоким пространственным разрешением, в котором перенацеливание визирной оси устройства обеспечивается 35 самим устройством за счёт дискретного перевода сканирующего зеркала в новое угловое положение в процессе эксплуатации. Техническое решение может быть реализовано в устройствах космического и авиационного базирования, обеспечивающих получение природоресурсной информации и информационное обеспечение лесоохранных, экологических служб; иных устройствах, построенных на аналогичном принципе сканирования, например в патенте RU2220430.

40 (57) Формула полезной модели

1. Многоканальный сканирующий радиометр для дистанционного мониторинга с N информационных каналов в различных спектральных диапазонах, включающий 45 последовательно установленные и оптически связанные между собой плоское сканирующее зеркало с односторонним отражающим покрытием, установленное под углом к фокусирующей системе и совершающее возвратно-поступательные угловые движения с помощью электрически связанного с блоком управления привода вокруг оси, совпадающей с направлением движения носителя, телескопическую систему,

систему интерференционных фильтров, формирующих N потоков излучения, в каждом из которых имеется

фокусирующий объектив и

ориентированный по направлению движения носителя многоэлементный приёмник излучения, связанный с системой охлаждения, характеризующийся тем, что

упомянутые средства привода сканирующего зеркала выполнены с возможностью дискретной настройки исходного углового положения сканирующего зеркала при постоянной величине угла отклонения визирной оси при сканировании.

2. Многоканальный сканирующий радиометр по п. 1, характеризующийся тем, что в начале сеанса съёмки в световой пучок после телескопической системы последовательно вводятся первый и второй имитаторы абсолютно чёрного тела, температура которых отличается на величину не менее  $20^{\circ}\text{C}$ , а её поддержание обеспечивается с точностью  $0.1^{\circ}\text{C}$ .

15

20

25

30

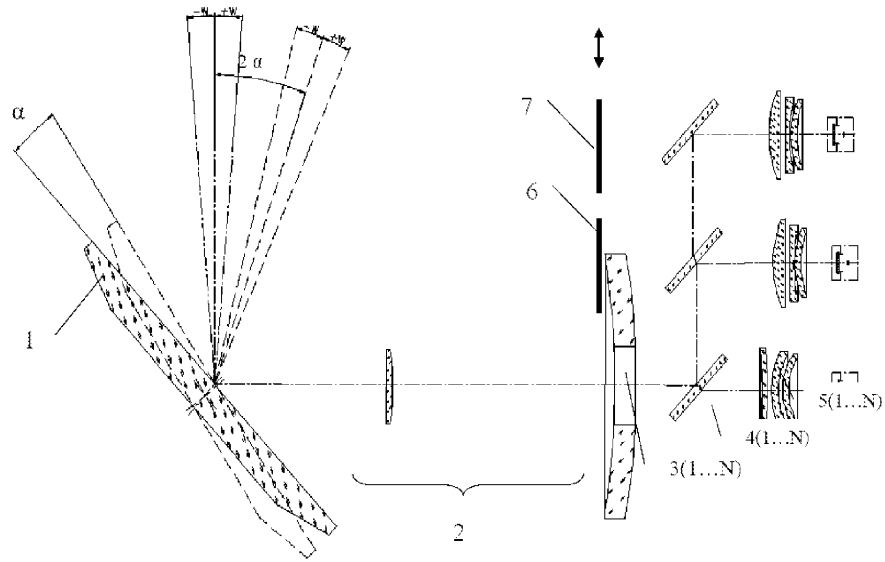
35

40

45

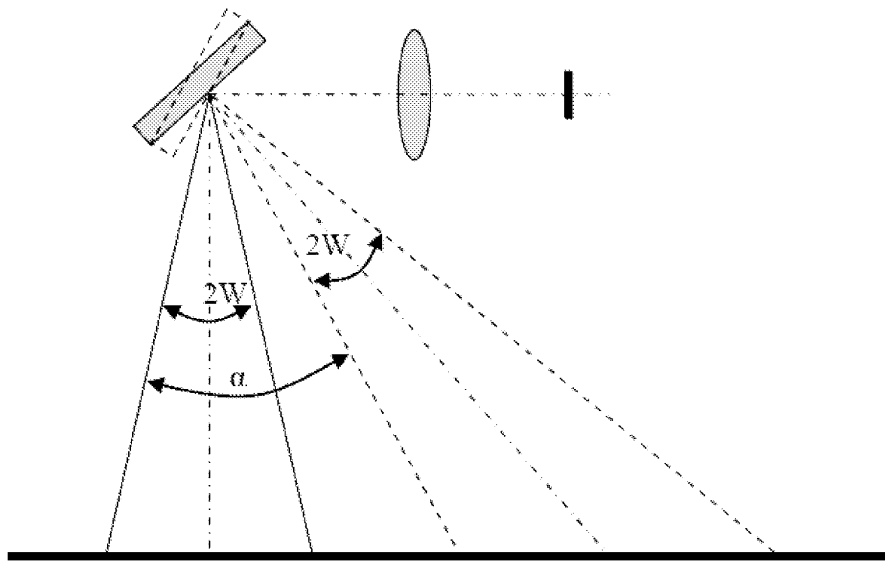
1

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2