



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

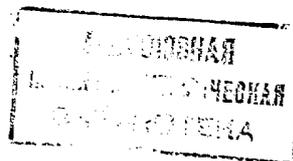
(19) **SU** (11) **1675813 A1**

(51)5 G 02 B 5/122

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4655973/10
(22) 27.02.89
(46) 07.09.91. Бюл. № 33
(71) Научно-исследовательский институт прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко
(72) С.В.Процко и А.Д.Титов
(53) 535.317.2 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1425565, кл. G 02 B 5/122, 20.03.87.
Авторское свидетельство СССР № 1563433, кл. G 02 B 5/122, 19.08.88.
(54) ОПТИЧЕСКИЙ ОРИЕНТАТОР
(57) Изобретение относится к области оптического приборостроения и может быть использовано для определения взаимного углового положения или направления на объекты при помощи оптического луча по автоколлимационной схеме. Оптический ориентатор включает взаимно удаленные приемо-передающую оптическую систему, установленную на базовом объекте и угловой отражатель, жестко закрепленный на

2

подвижном исследуемом объекте. При этом отражатель представляет собой тетраэдр, содержащий отражающие грани 1, 2, 3 и фронтальную грань 4. Двугранные углы между отражающими гранями 1, 2, 3 определяются соответственно величинами $\varphi_{12} = \pi/2S - \delta_{12}$, $\varphi_{13} = \pi/2 - \delta_{13}$, $\varphi_{23} = \pi/2 - \delta_{23}$, где $S = 1, 2, 3 \dots$, а внешняя нормаль к фронтальной грани 4 отражателя составляет с его ребрами углы, равные соответственно $\xi_{12}, \xi_{13}, \xi_{23}$. Приведены соотношения для определения величин δ и ξ . За счет рационального выбора отступлений двугранных углов и ориентации фронтальной грани углового отражателя в данном оптическом ориентаторе обеспечивается независимое измерение как угла скручивания, так и коллимационных углов. При этом достигается максимальная чувствительность в определении этих углов для заданных дальности действия и апертуры оптической системы. 1 ил.

Изобретение относится к области приборостроения и может быть использовано в контрольно-измерительной технике, геодезии, машиностроении, строительстве и экспериментальной физике для определения взаимного углового положения или направления на объекты при помощи оптического луча по автоколлимационной схеме.

Цель изобретения — достижение максимальной чувствительности оптического ориентатора в определении угла скручивания и коллимационных углов при сохранении независимости их определения и при задан-

ных дальности действия и апертуре оптической системы.

На чертеже представлен вид углового отражателя ориентатора.

В оптическом ориентаторе, содержащем взаимно удаленные приемо-передающую оптическую систему, установленную на базовом объекте (не показан), и угловой отражатель, закрепленный на подвижном объекте, два двугранных угла между отражающими гранями 1, 2, 3 отражателя выполнены с отступлениями от прямого угла, а третий двугранный угол между отражающими гранями отражателя выполнен с отступ-

(19) **SU** (11) **1675813 A1**

лением от угла $\pi/2S$, где $S = 1, 2, 3 \dots$, причем указанные отступления определяются из соотношений

$$\delta_{12} = \pm \delta_{23} / (\sqrt{2S} \cdot A) \quad (1)$$

$$\delta_{13} = - [A \cos(\pi/2S) + \sqrt{1/2 - A^2} \sin(\pi/2S)] \delta_{23} / A$$

внешняя нормаль к фронтальной грани 4 отражателя составляет с его ребрами углы $\xi_{12}, \xi_{13}, \xi_{23}$, определяемые из соотношений

$$\cos \xi_{12} = \sqrt{1/2}, \quad \cos \xi_{23} = A_1 \quad (2)$$

$$\cos \xi_{13} = A \cos(\pi/2S) + \sqrt{1/2 - A^2} \times \times \sin(\pi/2S) \pm \delta_{23} [A \sin(\pi/2S) - - \sqrt{1/2 - A^2} \cos(\pi/2S)] / (\sqrt{2SA}),$$

где δ_{12} — отступление величины двугранного угла φ_{12} между отражающими гранями 1, 2 от $\pi/2S$;

δ_{13} — отступление величины двугранного угла φ_{13} между отражающими гранями 1, 3 от $\pi/2$;

δ_{23} — произвольное отступление величины двугранного угла φ_{23} между отражающими гранями 2, 3 от $\pi/2$, не превышающее $\pi/18$.

величина A удовлетворяет соотношениям

$$A = 2 \delta_{23} L/R < 1/\sqrt{2}, \quad (3)$$

$0 < \sqrt{1/2 - A^2} \cos(\pi/2S) < A \sin(\pi/2S) < 1$ где R — заданный радиус объектива оптической системы;

L — заданная дальность действия оптического ориентатора.

Устройство работает следующим образом.

Отражатель жестко закрепляется на подвижном объекте, пространственное угловое положение которого определяется, а источник излучения и приемный телескоп (составляющие приемно-передающую оптическую систему), ось которого совмещена с осью падающего коллимированного пучка лучей, устанавливаются на базовом объекте.

При нормальном падении коллимированного пучка оптических лучей источника излучения на фронтальную грань 4 отражателя в результате внутренних переотражений от граней 1, 2, 3 отражателя формируется $4S + 2$ парциальных пучков, которые выходят из отражателей через фронтальную грань 4 в обратном направлении. В фокальной плоскости приемного телескопа наблюдается автоколлимационные

изображения источника, создаваемые этими пучками.

Отражатель направляет пучки таким образом, что два автоколлимационных изображения источника наблюдаются в центре поля зрения, а остальные $4S$ — по периферии. В случае поворота отражателя вокруг оси скручивания два центральных изображения неподвижны, при поворотах же отражателя относительно коллимационных осей они диаметрально расходятся относительно центра поля зрения, давая при этом информацию только об углах поворота отражателя относительно коллимационных осей. Чувствительность оптического ориентатора в определении коллимационных углов пропорциональна отношению величины смещения автоколлимационного изображения $\text{tg } \psi$ к величине коллимационного угла поворота отражателя θ . В предлагаемом устройстве за счет выбора отступлений двугранных углов и оси визирования (1), (2) чувствительность P при определении коллимационных углов характеризуется величиной

$$P = M \cdot f \cdot \delta_{23}, \quad (4)$$

где f — фокусное расстояние объектива приемного телескопа,

M — коэффициент передачи, равный

$$M = 2/A. \quad (5)$$

Смещение изображения в плоскости анализа $\text{tg } \psi = P \sin \theta / f$ при заданных расстояниях L от отражателя до приемного телескопа, радиус объектива которого R , ограничено диапазоном видимости отражателя от точки наблюдения

$$P \sin \theta < fR/L. \quad (6)$$

Формулы (4)–(6) позволяют при заданных характеристиках приемной оптики f , R и дальности действия L найти максимальное значение чувствительности, при котором пара отраженных пучков, дающих центральные изображения, используемые для измерения коллимационных углов, еще попадает в объектив приемного телескопа.

Периферийные $4S$ изображения источника света расположены попарно и зеркально симметричны относительно центра поля зрения. При повороте отражателя вокруг коллимационных осей одна из пар этих периферийных изображений неподвижна, а при повороте на некоторый угол вокруг оси скручивания эта пара смещается относительно центра поля на такой же угол по окружности, давая при этом информацию только об угле поворота отражателя относительно оси скручивания. Чувствительность оптического ориентатора в определении угла скручивания прямо пропорциональна ли-

нейному смещению этой пары периферийных изображений, которое, в свою очередь, увеличивается с ростом радиуса окружности. В предлагаемом устройстве за счет выбора отступлений двугранных углов и оси визирования (1), (2) радиус окружности определяется соотношением

$$r = Mf \cdot \delta_{23}, \quad (7)$$

где коэффициент передачи M определяется соотношением (5). Диапазон измерения угла скручивания в 360 градусов при заданных L и R обеспечивается при

$$r < fR/L, \quad (8)$$

Формулы (7), (5), (8) позволяют при заданных характеристиках приемной оптики f , R и дальности действия L найти максимальное значение чувствительности, при котором пара отраженных пучков, дающих периферийные изображения, используемые для угла скручивания, еще попадает в объектив приемного телескопа.

Таким образом, по двум центральным изображениям независимо от угла скручивания определяются коллимационные углы, а по одной из пар периферийных изображений независимо от коллимационных углов определяется угол скручивания.

В качестве примера исполнения рассмотрим оптическую систему с $R = 20$ мм, $f = 400$ мм и дальностью действия $L = 10$ м. При $\delta_{23} = 2^1$ максимальная чувствительность в определении угла скручивания достигается согласно (7), (8) при

$$M = 3,4377. \quad (9)$$

Коэффициент передачи при определении коллимационных углов согласно (4), (5) также определяется величиной (4). При этом согласно (6) нет ограничений на диапазон измерений коллимационных углов.

Предлагаемое устройство имеет коэффициент передачи (9) для $S = 1$ при

$$\delta_{12} = \pm 2,4308^1, \quad \delta_{13} = -1,3816^1, \quad (10)$$

$$\cos \xi_{12} = \sqrt{2}, \quad \cos \xi_{23} = 0,5818$$

$$\cos \xi_{13} = 0,4019 \pm 0,0004,$$

для $S = 2$ при

$$\delta_{12} = \pm 1,2154^1, \quad \delta_{13} = 2,3911^1$$

$$\cos \xi_{12} = \sqrt{2}, \quad \cos \xi_{23} = 0,5815. \quad (11)$$

$$\cos \xi_{13} = 0,6956$$

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Оптический ориентатор, содержащий взаимно удаленные приемно-передающую оптическую систему, установленную на ба-

зовом объекте, и уголкового отражателя, закрепленный на подвижном исследуемом объекте, причем два двугранных угла между отражающими гранями отражателя выпол-

5 нены с отступлениями от прямого угла, а внешняя нормаль к фронтальной грани отражателя составляет с его ребрами заданные углы, о т л и ч а ю щ и й с я тем, с целью достижения максимальной чувствительности оптического ориентатора в определении угла скручивания и коллимационных углов при сохранении независимости их определения и при заданных дальности действия и апертуре оптической системы, третий двугранный угол между отражающими гранями отражателя выполнен с отступлением от угла $\pi/2S$, где $S = 1, 2, 3$..., причем указанные отступления определяются из соотношений

$$\delta_{12} = \pm \delta_{23} / (\sqrt{2}SA)$$

$$\delta_{13} = -[A \cos(\pi/2S) + \sqrt{1/2 - A^2} \sin(\pi/2S)] \delta_{23}/A,$$

а внешняя нормаль к фронтальной грани отражателя составляет с его ребрами углы $\xi_{12}, \xi_{13}, \xi_{23}$, определяемые из соотношений

$$\cos \xi_{12} = \sqrt{2} \cos \xi_{23} = A$$

$$30 \cos \xi_{13} = A \cos(\pi/2S) + \sqrt{1/2 - A^2} \times$$

$$\times \sin(\pi/2S) + \delta_{23} [A \sin(\pi/2S) -$$

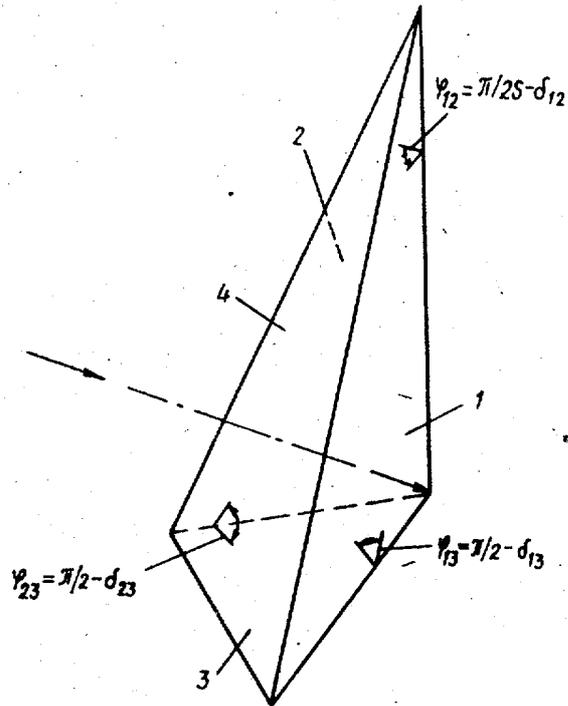
$$- \sqrt{1/2 - A^2} \cos(\pi/2S)] / (\sqrt{2}SA)$$

35 где δ_{12} – отступление величины двугранного угла между первой и второй отражающими гранями от $\pi/2S$; δ_{13} – отступление величины двугранного угла между первой и третьей отражающими гранями от $\pi/2$; δ_{23} – произвольное отступление величины двугранного угла между второй и третьей отражающими гранями от $\pi/2$, не превышающее $\pi/18$; величина A удовлетворяет соотношениям

$$45 A = 2\delta_{23} \sqrt{R} < \sqrt{2}$$

$$0 < \sqrt{1/2 - A^2} \cos(\pi/2S) < A \sin(\pi/2S) < 1,$$

50 где R – заданный радиус объектива оптической системы; L – заданная дальность действия ориентатора.



Редактор Г.Наджарян Составитель В.Кравченко
 Техред М.Моргентал Корректор Т.Малец

Заказ 3000 Тираж Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101