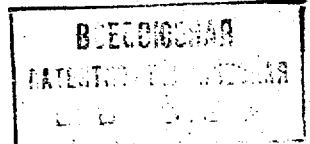




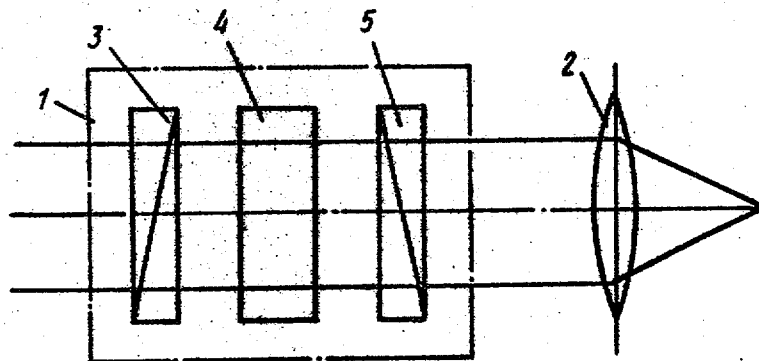
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4238994/24-10
(22) 04.05.87
(46) 15.03.89. Бюл. № 10
(71) Минский радиотехнический институт
(72) В.Ф. Юрьев, В.В. Насонов и В.К. Рылик
(53) 535.8(088.8)
(56) Лазарев Л.П. Инфракрасные и световые приборы самонаведения и наведения летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1976, с. 290-306.
Optica Applicata, V. XIII, № 4, 1983, p. 497-505.
(54) ПРИЕМНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
(57) Изобретение относится к оптике, в частности к оптическим системам, и может быть использовано в системах оптической локации, связи и управления, характеризующихся повышенной разрешающей способностью. Приемная оптическая система содержит поляризационный блок 1, амплитудное пропускание которого уменьшается от центра

к краям, и объектив 2. Поляризационный блок 1 состоит из радиальных поляризаторов 3 и 5 и размещенного между ними преобразователя 4 поляризации, выполненного в виде плоскопараллельной пластины из оптически активного вещества с конусообразной выемкой, заполненной изотропным материалом, показатель преломления которого равен показателю преломления оптически активного вещества. Преобразователь 4 поляризации поворачивает плоскость линейной поляризации каждого луча радиально поляризованного в поляризаторе 3 пучка на угол, пропорциональный расстоянию от этого луча до оси пучка. Далее излучение поступает на второй радиальный поляризатор 5, пропускание которого спадает от центра к краям по закону квадрата косинуса, благодаря чему размер пятна в задней фокальной плоскости объектива 2 уменьшается примерно в 3 раза. 6 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к оптике, в частности к оптическим системам (объективам, проекционным системам), и может быть использовано в системах оптической локации, оптической связи, управления и астрономических телескопах.

Цель изобретения - увеличение разрешающей способности приемной оптической системы и, как следствие, повышение точности устройств, анализирующих смещение изображения объекта в фокальной плоскости.

На фиг. 1 изображена схема предлагаемой приемной оптической системы; на фиг. 2 - радиальный поляризатор; на фиг. 3 - поляризационная структура излучения на выходе радиального поляризатора; на фиг. 4 - поляризационная структура излучения на выходе преобразователя поляризации; на фиг. 5 - преобразователь поляризации, разрез; на фиг. 6 - график распределения интенсивности излучения в пятне рассеяния до (пунктирная линия) и после (сплошная линия) введения оптического поляризационного блока.

Приемная оптическая система содержит поляризационный блок 1, амплитудное пропускание которого уменьшается от центра к краям, и объектив 2. Поляризационный блок 1, в свою очередь, состоит из радиального поляризатора 3, преобразователя 4 поляризации и радиального поляризатора 5.

Поляризационный блок 1 осуществляет преобразование распределения интенсивности по сечению принимаемого пучка излучения. Объектив 2 предназначен для фокусировки принимаемого излучения на фотоприемнике. Направления пропускания поляризатора 3 ориентированы вдоль радиусов поляризатора (фиг. 2), и он осуществляет радиальную поляризацию падающего излучения. Для изготовления такого поляризатора может быть использована технология изготовления поляроидов: на пленку из поливинилового спирта наносят слой кристаллов иоданта калия, характеризующегося дихроичными свойствами, и затем пленку равномерно растягивают во всех радиальных направлениях, в результате чего дихроичные кристаллы иоданта калия ориентируются в этих направлениях. Таким образом, ориентированные кристаллы иоданта калия поглощают азиму-

тальную компоненту электрического поля проходящего оптического излучения и пропускают радиальную компоненту. Поляризационная структура излучения, прошедшего через радиальный поляризатор 2, представлена на фиг. 3. Преобразователь 4 поляризации преобразует радиальную поляризацию излучения, показанную на фиг. 3, в поляризацию, изображенную на фиг. 4. Последняя отличается от поляризации, показанной на фиг. 3, тем, что направление линейной радиальной поляризации каждого луча в пучке поворачивается на определенный угол, причем угол поворота (азимут) линейной поляризации тем больше, чем дальше луч отстоит от центра (оси) пучка. Преобразователь поляризации представляет собой пластинку из оптически активного вещества с конусообразной (воронкообразной, сферической) выемкой (фиг. 5). Для того, чтобы лучи не испытывали преломления и отклонения при прохождении через конусную поверхность преобразователя 4 поляризации и не создавали продольную аберрацию, конусная выемка заполняется изотропным веществом, не обладающим оптической активностью, но с аналогичным показателем преломления, что и у оптически активного вещества. Угол поворота плоскости поляризации луча, распространяющегося в оптически активном веществе, равен длине пути, который проходит луч, умноженный на коэффициент, определяемый вращательной способностью используемого оптически активного вещества. Очевидно, что длина пути луча в активном веществе преобразователя 4 пропорциональна расстоянию луча от оси пучка (оси конуса).

Пример. Изготавливают преобразователь поляризации из кристаллического кварца, имеющий следующие параметры: диаметр 50 мм, толщину 5,2 мм и угол $2\beta = 156,5^\circ$. Радиальный поляризатор 5 аналогичен поляризатору 3 и выполняет роль радиального анализатора. В соответствии с законом Малюса интенсивность луча, прошедшего через радиальный поляризатор 5, пропорциональна $\cos^2 \alpha$, где α - угол между направлением линейной поляризации луча и радиальным направлением пропускания анализатора 5. Вследствие того, что угол α линейно

увеличивается при удалении луча от центра пучка, интенсивность лучей уменьшается по закону $\cos^2 \alpha = \cos^2(\alpha r)$ по мере увеличения расстояния r от центра пучка (a - коэффициент пропорциональности). В результате интенсивность резко падает при удалении от центра пучка, причем спад интенсивности тем больше, чем больше коэффициент пропорциональности $a = k \operatorname{ctg} \beta$, где k - вращательная способность вещества; β - угол при вершине конуса.

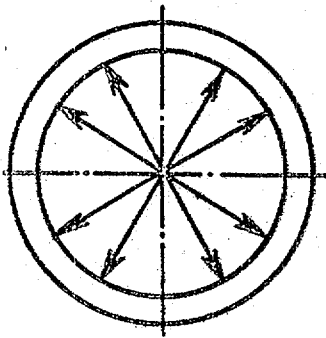
Приемная оптическая система работает следующим образом. Падающее излучение поляризуется радиальным поляризатором 3 так, что каждый луч пучка излучения является линейно поляризованным в радиальном направлении. Преобразователь 4 поляризации поворачивает плоскость линейной поляризации каждого луча радиально поляризованного пучка на угол, пропорциональный расстоянию этого луча от оси пучка. Далее излучение поступает на второй радиальный поляризатор 5, пропускание которого в каждой точке с радиальной координатой r пропорционально $\cos^2(\alpha r)$. В результате распределение интенсивности излучения в поперечном сечении пучка на выходе оптического поляризационного блока 1 имеет вид $F(r) \cos^2(\alpha r)$, где $F(r)$ - распределение интенсивности на выходе поляризационного блока 1. Затем излучение поступает на объектив 2 и фокусируется на приемной площадке фотоприемника. Распределение освещенности в пятне рассеяния приемной оптической системы имеет вид $\omega(r) \times \cos^2(\alpha r)$, где $\omega(r)$ - функция рассеяния точки для объектива 2. Функция рассеяния точки реальных объектов обычно аппроксимируется косинусной функцией $\cos(\pi r/b)$, $(r) \leq b/r$, где b - ширина пятна рассеяния. Выбирая параметр a достаточно большим, можно уменьшить ширину функции точки рассеяния приемной оптической системы и тем самым повысить ее разрешающую способность. На фиг. 6 приведена функция рассеяния точки объектива 2, описываемая выражением $\omega(r) = \cos(\pi r/b) - b/r \leq r \leq b/r$ (пунктирная линия), и

функция рассеяния точки приемной оптической системы, имеющей поляризационный блок и $a = 3 (\pi/b)$ (сплошная линия). Видно, что ширина функции рассеяния точки, определяющая разрешение приемной оптической системы, уменьшается, т.е. разрешение объектива возрастает. Величина увеличения разрешающей способности зависит от выбора параметра a и может меняться в больших пределах. Ограничивающим фактором является уменьшение энергии принимаемого излучения при возрастании параметра a и увеличение энергии во вторичных максимумах (дифракционных полосах) функции $\cos(\pi r/b) \times \cos^2(\alpha r)$.

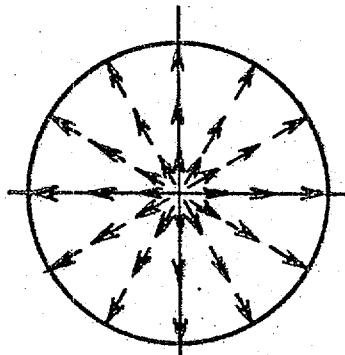
Если обозначить через m принятый максимально допустимый уровень вторичных максимумов, то ширина π/a центрального пятна по нулевому уровню, определяющая разрешающую способность приемной оптической системы, выражается следующим образом через параметр b объектива 2: $\pi/a = (b/\pi) \arccos m$. Обычно $m = 0,5$. В этом случае $\pi/a = b/3$, т.е. разрешающая способность приемной оптической системы при наличии поляризационного блока увеличивается в три раза.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

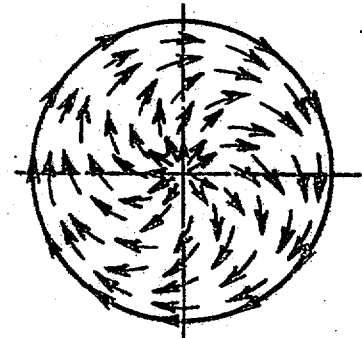
Приемная оптическая система, состоящая из поляризационного блока, включающего два поляризатора, амплитудное пропускание которого уменьшается от центра к краям, и объектива, отличающаяся тем, что, с целью увеличения разрешающей способности, в поляризационный блок введен преобразователь поляризации, установленный между поляризаторами, причем поляризаторы выполнены радиальными, а преобразователь поляризации выполнен в виде плоскопараллельной пластины из оптически активного вещества с конусообразной выемкой, заполненной изотропным материалом, показатель преломления которого равен показателю преломления оптически активного вещества.



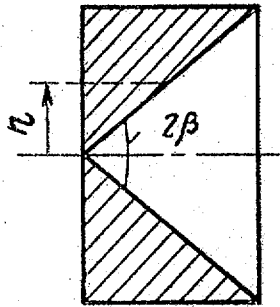
Фиг. 2



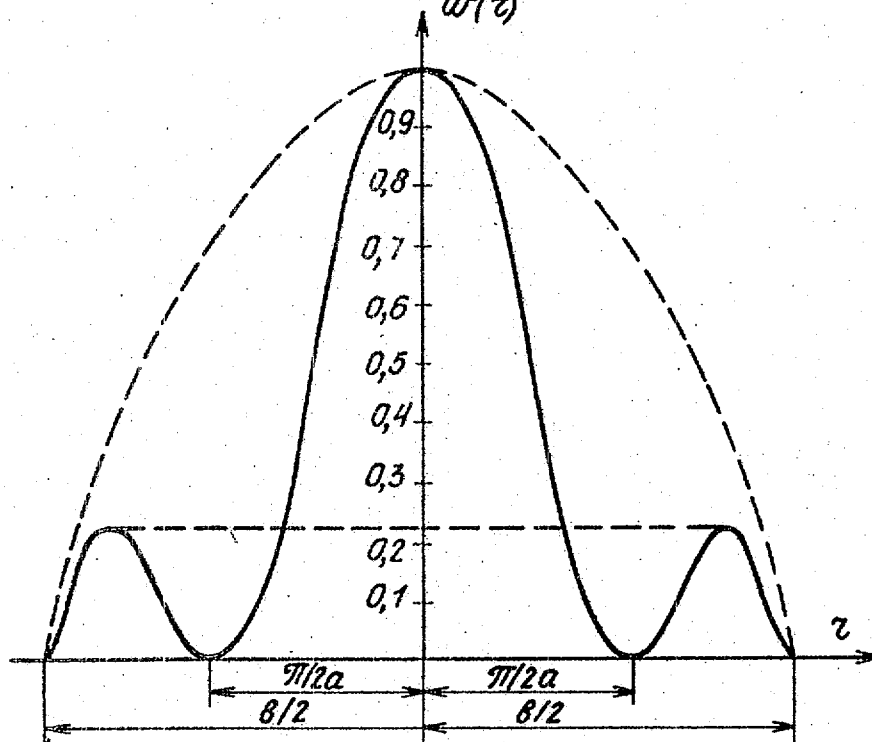
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Редактор С. Лисина Составитель В. Кравченко Техред Л. Олейник Корректор И. Муска

Заказ 944/48 Тираж 514 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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