



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21287 (13) A

(51) G 02 B 3/04; G 11 B 7/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДБез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника(54) МОНОХРОМАТИЧНИЙ ОДНОКОМПОНЕНТНИЙ ІМЕРСІЙНИЙ АСФЕРИЧНИЙ
ОБ'ЄКТИВ ДЛЯ ЗАПИСУ ТА ЗЧИТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

1

(21) 93007775
(22) 24.12.93
(24) 04.11.97
(46) 27.02.98. Бюл. № 1
(47) 04.11.97(56) Патент ЕПВ 0146178, кл. G 02 B 3/04,
1984.(72) Петров В'ячеслав Васильович, Мініна
Наталія Микитівна, Романцова Галина Ге-
оргіївна, Шанойло Семен Михайлович(73) Інститут проблем реставрації інформації
АН України(57) 1. Монохроматический однокомпонент-
ный иммерсионный асферический объектив
для записи и считывания информации, со-
держащий одиночную линзу, первая повер-
хность которой асферическая, а последняя,
обращенная в пространство изображений, -
плоская, отличающийся тем, что между
объективом и плоскостью изображения по-
мещена иммерсионная среда, а параметры

2

объектива удовлетворяют следующим усло-
виям:

$$\begin{aligned} D/2 &\leq 1,7 \\ 0,60 &< n_1 - 2r_1/f' < 0,65, \\ 1,15 &< D/f' < 1,35, \end{aligned}$$

где D - диаметр входного зрачка;

n₁ - показатель преломления материала
линзы;r₁ - параксиальный радиус кривизны ас-
ферической поверхности;f' - заднее фокусное расстояние объек-
тива в целом.2. Монохроматический однокомпонент-
ный иммерсионный асферический объектив
для записи и считывания информации по п.
1, отличающийся тем, что асферическая
поверхность выполнена на тонком полимер-
ном слое, нанесенном на сферическую по-
верхность выпукло-плоской стеклянной
заготовки.Предлагаемое изобретение относится к
оптическому приборостроению и может
быть использовано в оптико-механических
запоминающих устройствах для записи и
считывания информации.Известен монохроматический асфери-
ческий объектив для записи информации,
описанный в нидерландской заявке №
81.03323 (пат. РН № 10101), содержащий од-
ну линзу, первая поверхность которой асфе-рическая, а вторая сферическая. Объектив
обладает числовой апертурой A' = 0,25 и име-
ет большое поле с дифракционным качест-
вом.Недостатками данного объектива явля-
ется малая числовая апертура и то, что вто-
рая поверхность сферическая, а это создает
дополнительные трудности при изготовле-
нии.

(19) UA (11) 21287 (13) A

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому объективу является объектив для записи информации [Патент ЕПВ № 0146178, кл. G 02 В 3/04, 1984], состоящий из одной линзы, одна поверхность которой асферическая, а вторая – плоская.

Недостатком объектива-прототипа является малая числовая апертура ($A' = 0,45$). Увеличение числовой апертуры в объективе-прототипе ограничивается возможностями коррекции aberrаций объектива параметрами одной поверхности.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создать объектив для оптической записи и считывания информации с высокой числовой апертурой, с дифракционным качеством коррекции aberrаций, большим полем зрения, а также малыми размерами и весом.

Поставленная задача решена тем, что между монохроматическим однокомпонентным асферическим объективом для записи и считывания информации, первая поверхность которого асферическая, а последняя, обращенная в пространство изображений, – плоская, и плоскостью изображения помещена иммерсионная среда, представляющая собой иммерсионную жидкость с показателем преломления равным показателю преломления подложки носителя информации.

Уравнение, описывающее форму асферической поверхности, имеет вид

$$Y^2 = 2r_1 \times Z - (1 - E^2) Z^2 + C_1 \times Z^3 + C_2 \times Z^4 + C_3 \times Z^5 + C_4 \times Z^6 + \dots, \quad (1)$$

где r_1 – параксиальный радиус кривизны асферической поверхности;

E^2 – квадрат эксцентриситета асферической поверхности;

$C_1, C_2, C_3 \dots$ – коэффициенты асферики высших порядков.

При этом параметры объектива, соответствующего настоящему изобретению, удовлетворяют следующим условиям:

$$D/2 \leq 1,7 \quad (2)$$

$$0,60 < n_1 - 2r_1/f' < 0,65 \quad (3)$$

$$1,3 < D/f' < 1,35 \quad (4)$$

где D – диаметр входного зрачка;

n_1 – показатель преломления материала линзы;

r_1 – параксиальный радиус кривизны асферической поверхности;

f' – заднее фокусное расстояние объектива в целом.

Перечисленные отличительные признаки являются существенными потому, что их наличие обеспечивает решение поставленной задачи, а при их отсутствии, наоборот, она не достижима. Действительно, применение

иммерсионной схемы позволяет получить высокую числовую апертуру – более 0,7. Коэффициенты, определяющие форму асферической поверхности, рассчитываются таким образом, чтобы обеспечить дифракционное качество в пределах всего линейного поля в пространстве изображений. При этом не требуется введение дополнительных линз, что одновременно обеспечивает малые размеры и вес. Если превышена верхняя граница условия (2), то становится невозможным скомпенсировать кому в пределах всего поля изображения. Условие (3) отображает связь параметров, при которой обеспечиваются требуемые параксиальные характеристики. Условие (4) представляет собой связь параксиальных характеристик, при которой обеспечивается требуемая числовая апертура. Заявляемый объектив обеспечивает качество волнового фронта не хуже, чем $\lambda/14$ по всему линейному полю в пространстве изображений, что соответствует дифракционному качеству коррекции aberrаций.

На фиг. 1 изображена оптическая схема монохроматического однокомпонентного иммерсионного асферического объектива для записи и считывания информации; на фиг. 2 – графики aberrаций объектива на фиг. 1.

На фиг. 3 изображена оптическая схема монохроматического однокомпонентного иммерсионного асферического объектива для записи и считывания информации, асферическая поверхность которого выполнена на тонком полимерном слое, нанесенном на сферическую поверхность выпукло-плоской линзы; на фиг. 4 – графики aberrаций объектива на фиг. 3.

Заявляемый объектив (фиг. 1) содержит выпукло-плоскую асферическую линзу 1, обращенную асферической поверхностью к пространству предметов. Между плоской поверхностью и носителем информации 3 находится слой иммерсионной жидкости 2.

Заявляемый объектив работает следующим образом. Параллельный пучок излучения, падающий на объектив, последовательно преломляется на поверхностях объектива и фокусируется на регистрирующем слое носителя информации, положение которого совпадает с плоскостью изображения объектива в целом (на фиг. 1 показаны только апертурные лучи осевого пучка). На фиг. 1 символом S' обозначено расстояние от последней поверхности объектива до плоскости изображения, символом D – диаметр входного зрачка объектива, d – осевая толщина выпукло-плоской асферической линзы.

Объектив рассчитан для длины волны излучения $\lambda = 820$ нм.

В качестве конкретного варианта реализации рассчитан однокомпонентный иммерсионный асферический объектив (табл. 1) со следующими характеристиками: фокусное расстояние $f' = 2,66$ мм, числовая апертура $A' = 1,0$, линейное поле в пространстве изображений ± 40 мкм. Показатель преломления иммерсионной жидкости совпадает с показателем преломления подложки, носителя информации.

Выполнение условий (2) $D/2 = 1,7$, (3) $n_1 - 2r_1/f' = 0,62$ и (4) $D/f' = 1,34$ позволяет получить удовлетворительное значение сферической абберации, отклонения от закона синусов. Кома третьего порядка компенсируется оптимальным способом комой более высоких порядков. Это позволило создать объектив с числовой апертурой $A' = 1$, при этом обеспечено дифракционное качество пятна в пределах поля $\pm 0,40$ мкм, что считается достаточным для поставленной задачи. Графики aberrаций указанного объектива представлены на фиг. 2.

Задача изготовления асферической поверхности на стеклянной заготовке является сложной с технологической точки зрения. Поэтому предлагается вариант конкретной реализации однокомпонентного асферического иммерсионного объектива, асферическая поверхность которого выполнена на тонком полимерном слое, нанесенном на сферическую поверхность выпукло-плоской стеклянной заготовки.

На фиг. 3 представлен монохроматический однокомпонентный иммерсионный асферический объектив, содержащий стеклянную сферическую линзу со слоем полимера, на котором сформирована асфе-

рическая поверхность. Показатель преломления полимерного материала не может быть таким же высоким, как у стекла, поэтому такие объективы имеют меньшую числовую апертуру. Этот вариант рассматривался в связи с тем, что технологию производства асферических линз методом репликации можно считать наиболее дешевой.

В качестве конкретного варианта реализации рассчитан объектив (табл. 2) со следующими характеристиками: фокусное расстояние $f' = 2,86$, числовая апертура $A' = 0,75$, линейное поле в пространстве изображений ± 40 мкм. Показатель преломления иммерсионной жидкости совпадает с показателем преломления подложки носителя информации.

Выполнение условий (2) $D/2 = 1,6$, (3) $n_1 - 2r_1/f' = 0,62$ и (4) $D/f' = 1,26$ позволяет получить удовлетворительное значение сферической aberrации, отклонения от закона синусов. Кома третьего порядка компенсируется оптимальным способом комой более высоких порядков. Это позволило создать объектив с числовой апертурой $A' = 0,75$, при этом обеспечено дифракционное качество изображения в пределах поля $\pm 0,40$ мкм, что считается достаточным для поставленной задачи. Графики aberrаций указанного объектива представлены на фиг. 4.

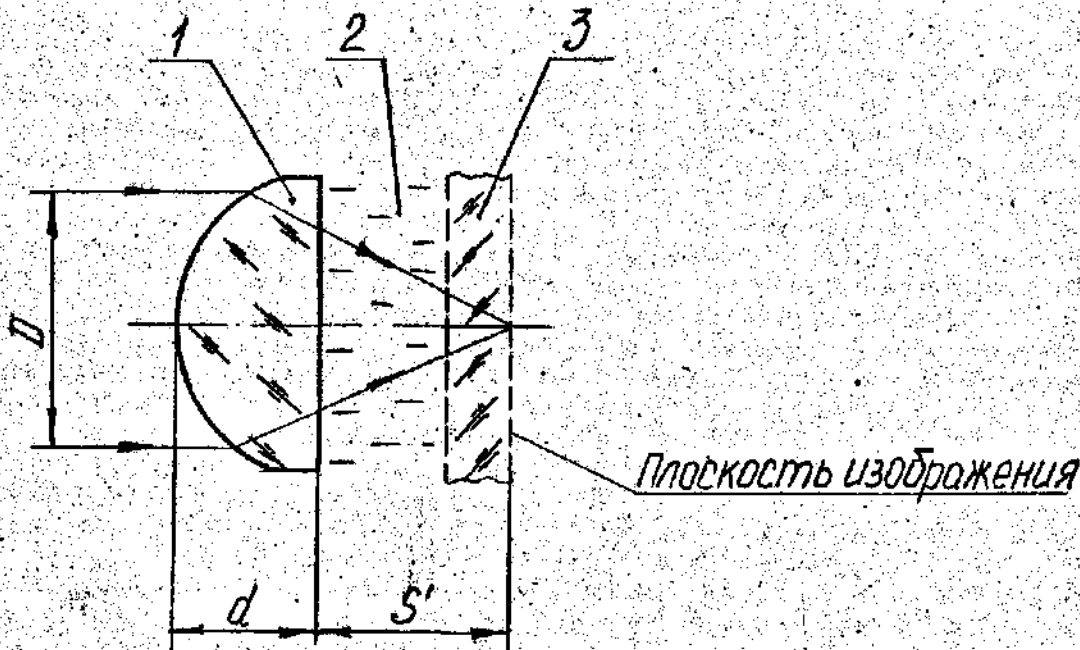
Таким образом, представленные схемы объективов достаточно просты. Заявляемые объективы, обладая высокой апертурой и дифракционным качеством коррекции aberrаций, имеют минимальное количество компонентов, малые размеры и вес, что дает возможность использовать их в компактных, высокоточных оптико-механических запоминающих устройствах.

Таблица 1

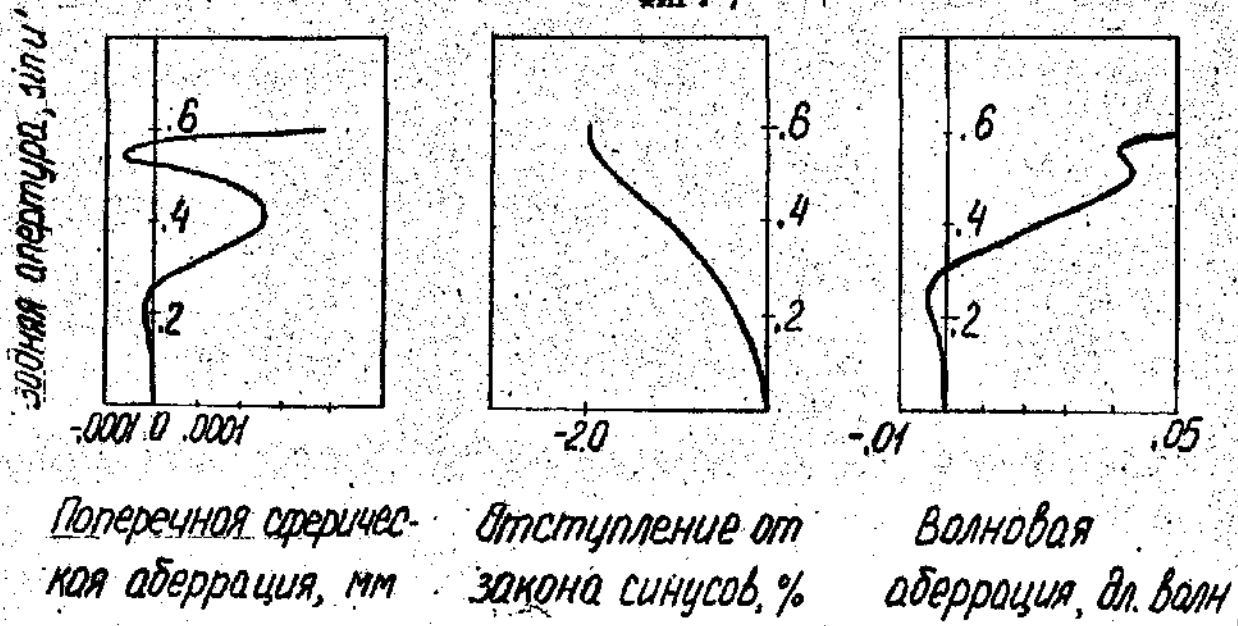
$r_1^* = 2,000$ $r_2 = \infty$ * - асферическая поверхность $E^2 = 0,3822$ $C_1 = -0,61800$ $C_2 = -0,01029$ $C_3 = -0,00672$ $C_4 = -0,00044$ $C_5 = 0,00113$	$d_1 = 1,7$ $n_1 = 2,1248$ $D/2 = 1,7$ $n_1 - 2 r_1/f' = 0,62$ $D/f' = 1,34$ $A' = 1,0$ $S' = 1,46$
--	--

Таблица 2

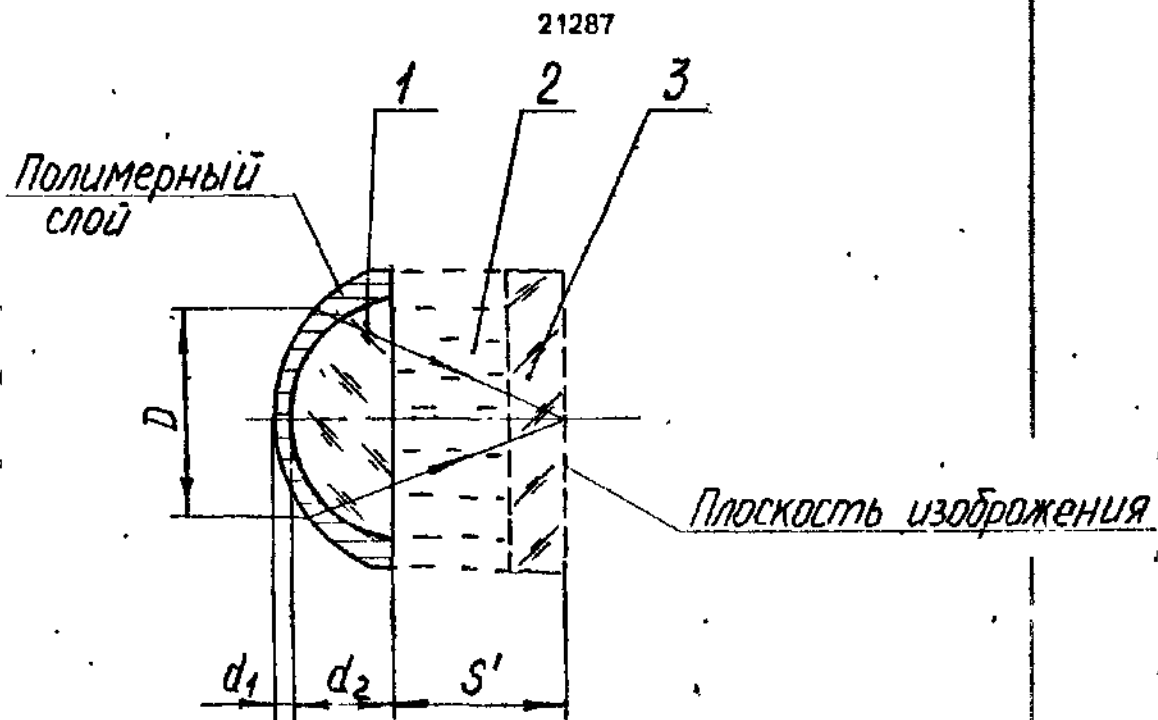
$r_1^* = 2,150$ $r_2 = 2,130$ $r_3 = \infty$ $E^2 = 0,7988$ $C_1 = -0,05070$ $C_2 = -0,01210$ $C_3 = -0,08050$ $C_4 = -0,01050$ $C_5 = 0,03450$	$d_1 = 0,1$ $n_1 = 1,5000$ $d_2 = 2,0$ $n_2 = 2,1248$ * — асферическая поверхность $D/2 = 1,6$ $n_2 - 2 r_1/f' = 0,62$ $D/f' = 1,26$ $A' = 0,75$ $S' = 1,41$
---	---



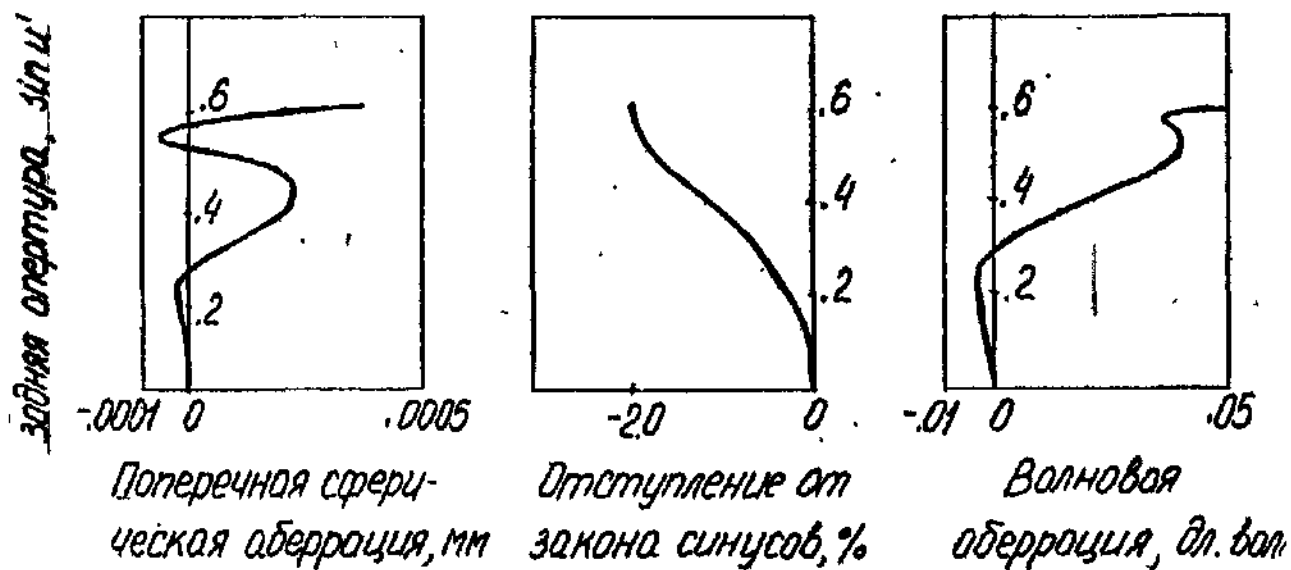
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор М. Кувь

Замовлення 4427

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

