

F.C. 3-II-75 409223



P - 52.521

RCA 64.798

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de RCA CORPORATION

entidad norteamericana

Int. Cl.: H01S, G03B

con domicilio en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York,
N.Y., Estados Unidos de América.

por: "UN SISTEMA DE REGISTRO DE HOLOGRAMA REDUNDANTE"
(Clase Internacional H01s, G03b)

2.1.73

409223



Esta invención se relaciona con un elemento de redundancia mejorado para un sistema para registrar hologramas redundantes de un objeto que no se dispersa y, más particularmente con un elemento de redundancia que emplea la combinación de cooperación de una formación de lente Fresnel y una formación de agujeros diminutos.

Como es sabido, un holograma redundante puede rayarse seriamente, mancharse con tierra o aún romperse en pedazos, sin ocasionar más que una pérdida leve en la resolución y contraste totales en la imagen reconstruida del mismo. Los hologramas de los objetos tridimensionales y otros objetos sujetos a dispersión son inherentemente redundantes. Sin embargo, si el objeto es una transparencia, tal como una placa fotográfica a un cuadro de una película cinematográfica o es de otro tipo de objeto que no se dispersa, tal como un objeto especularmente reflector, deben proporcionarse elementos de redundancia especiales en el registro del holograma, a fin de que sea redundante.

Convencionalmente, la redundancia deseada se logra utilizando un haz de información compuesto de luz difundida para registrar el holograma. Más específicamente, la práctica es hacer pasar un haz de luz espacialmente coherente a través de una placa de vidrio de difusión, tal como vidrio opalescente, antes de hacerse que brille a través de la transparencia que tiene sobre la misma la infor

409223

- 8 ENE



mación que va a registrarse. Cuando dicho holograma redundante difundido se reproduce con una energía de onda coherente, resulta un ruido de fondo, incluyendo el ruido de "manchas", a no ser que el holograma sea muy grande, debido a las características completamente al azar de la superficie reflectora difundida que se emplea para registrar el holograma. El ruido de manchas en la imagen reproducida es semejante a aquel del ruido de grano que se encuentra en una imagen o copia fotográfica.

10 La relación de la potencia de salida de ruido de señal a mancha de un holograma redundante difundido es proporcionada aproximadamente mediante la relación del diámetro más pequeño de la mancha que puede reproducirse a partir de un holograma, tomando en cuenta todo el sistema de registro y reproducción y el diámetro más pequeño de la mancha que puede reproducirse a partir de aquel holograma tomando en consideración sólo el límite de difracción. Puesto que los hologramas grandes tienen un límite de difracción muy pequeño, mientras que los hologramas pequeños tienen un límite de difracción relativamente grande, el ruido de manchas es mucho más evidente en los hologramas pequeños que en los hologramas grandes. Sin embargo, para obtener una densidad de empaque de información alta en el registro de los hologramas, justamente tal como en el caso del registro de las micropelículas convencionales, es deseable que

15

20

25

409223



el área del registro del holograma sea bastante pequeña (te-
niendo dimensiones dentro de orden de 6,35 milímetros o me-
nores, a modo de ejemplo), en donde es más serio el proble-
ma del ruido de manchas.

5 De conformidad con las enseñanzas de la solici-
tud de patente española Nº 401.498, cedida a la misma con-
cesionaria que la solicitud presente, puede lograrse un re-
gistro de holograma redundante, exento de manchas, substi-
tuyendo una formación de agujeros diminutos que tiene carac-
10 terísticas determinadas, por un dispositivo de difusión con-
vencional. Esta formación de agujeros diminutos es relati-
vamente gruesa teniendo una relación de la distancia entre
los agujeros diminutos adyacentes al tamaño de un agujero
diminuto individual por lo menos de 5, y que de preferencia
15 dentro de un orden de 10. Más recientemente, se ha encontra-
do que hay ventajas al emplear como elementos de redundan-
cia en un sistema de registro de holograma, formaciones de
agujeros diminutos más gruesos que tienen una relación de
la distancia entre los agujeros diminutos adyacentes a la
20 dimensión máxima de un agujero diminuto tan elevada, así co-
mo de varios cientos y aún de mil. El tamaño de cada agujero
diminuto mismo típicamente queda dentro de la escala de
entre 3 y 10 micrómetros con una distancia entre los agujero
diminutos adyacentes tan elevada así como de 3,000 mi-
25 crómetros. Por lo tanto, el área total ocupada por todos



409223

los agujeros diminutos mismos de una formación de agujeros diminutos, es una fracción muy pequeña de la fracción opaca de la formación de agujeros diminutos que separa los agujeros diminutos.

5 Antes de la presente invención, tal y como se da a conocer en la solicitud de patente española Nº 401.498 anteriormente citada, la práctica era iluminar toda la formación de agujeros diminutos con un sólo haz de energía de onda coherente. La formación de agujeros diminutos relativamente gruesa dada a conocer por Lurie tiene una eficiencia óptica (es decir, el porcentaje de la energía de onda incidente que pasa a través de los agujeros diminutos y que sale de la formación) de sólo aproximadamente 0,5 por ciento. En el caso de la formación de agujeros diminutos mucho más gruesa desarrollada recientemente, que se ha discutido en lo que antecede, la eficiencia óptica sería tan pequeño como para que fuera completamente impráctico al ser iluminada directamente mediante un solo haz incidente de energía de onda coherente.

20 Los hologramas registrados y reproducidos con energía de onda coherente son particularmente susceptibles a la presencia de ruido coherente, tal como franjas de interferencia parásitas, en la imagen reconstruida, que resulta de los defectos ópticos en cualquier sitio en el sistema de registro del holograma redundante. En la práctica,

409223



los elementos de redundancia reales de formación de agujeros diminutos son particularmente susceptibles a defectos ópticos.

5 Más específicamente, bajo condiciones ideales,
un elemento de redundancia de formación de agujeros diminutos puede dar lugar a una formación regular de fuentes de punto efectivas separadas de energía de onda (una desde cada agujero diminuto respectivo de la formación de agujeros diminutos) cuyas fuentes de energía de onda tienen una cierta relación de fase relativa predeterminada entre las mismas. Cualquier cosa en el elemento de redundancia real de formación de agujeros diminutos que altere ya sea la regularidad de los agujeros diminutos en la formación o cierta relación de fase predeterminada entre las fuentes de energía de onda, se considera como siendo un defecto óptico del elemento de redundancia.

10

15

La presente invención está encaminada a un elemento de redundancia para usarse en un sistema para registrar hologramas redundantes que incorpora una formación de lente de Fresnel en combinación de cooperación con una formación de agujeros diminutos para proporcionar tanto una eficiencia óptica más elevada como una menor susceptibilidad a los defectos ópticos.

20

Estas y otras particularidades y ventajas de la presente invención se harán más evidentes de la siguiente

25

409223



descripción detallada, que se toma junto con el dibujo que se acompaña, en el cual:

5 La Figura 1 ilustra en forma diagramática un sistema típico para registrar un holograma de Fraunhofer redundante de un objeto que no se dispersa, tal como una transparencia;

10 La Figura 2 muestra una primera modalidad del elemento de redundancia de la Figura 1 que incorpora la combinación de cooperación de una formación de lente de Fresnel y una formación de agujeros diminutos de la presente invención;

La Figura 3 ilustra un fragmento de una formación de lente de Fresnel típica;

15 La Figura 4 ilustra un fragmento de una formación de agujeros diminutos típica, y

20 La Figura 5 muestra una segunda modalidad del elemento de redundancia de la Figura 1 que incorpora la combinación en cooperación de una formación de lente de Fresnel y una formación de agujeros diminutos de la presente invención.

Haciendo ahora referencia a la Figura 1, se muestra un sistema típico, conocido ya en el ramo anterior, para registrar un holograma redundante de un objeto que no se dispersa, tal como una transparencia. Un holograma redundante de Fraunhofer se registra por medio del sistema

25

409223



de la Figura 1. Sin embargo, esto se proporciona únicamente a modo de ejemplo y, en lo que se refiere la presente invención, el holograma redundante que se está registrando no tiene que ser un holograma de Fraunhofer.

5 Como se ha indicado diagramáticamente en la Figura 1, una fuente de onda coherente 100 proporciona un haz objetivo 102 como el primer componente de una energía de onda coherente de una longitud de onda determinada λ y un haz de referencia 104 como el segundo componente de esta
10 energía de onda coherente. La fuente de onda coherente 100 incluye un generador de onda coherente que, a modo de ejemplo, puede ser un laser He-Cd que produce una energía de onda coherente a una longitud de onda de 441,6 nanómetros, y un dispositivo óptico convencional tal como un dispositivo
15 de división de haz, dispositivos de amplificación de espejos y de haz, que se emplean en la holografía para derivar haces objetivos y de referencia separados, que son mutuamente coherentes entre sí.

 Como se indica mediante su línea central 106, la
20 energía de onda coherente del haz de referencia ilumina directamente un área determinada del medio de registro de holograma 108 que se define mediante la abertura en la máscara 110.

 El haz objetivo 102, que ilumina el elemento de
25 redundancia 112, puede tener un frente de onda plano o, al

409223



ternativamente, puede tener un frente de onda esférico. Sin embargo, en cualquier caso, el haz objetivo 102 normalmente tiene un sólo frente de onda uniforme a través de toda la abertura del elemento de redundancia 112. El elemento de re-

5 dundancia 112 que anteriormente consistía de un aparato de difusión, una rejilla de fase, un dispositivo de espejos múltiples o una formación de agujeros diminutos (todo ello a modo de ejemplo) hace funcionar un haz objetivo 102 que incide en el mismo para derivar un haz de salida 114 de

10 energía de onda coherente que tiene un frente de onda complejo. Sin embargo, para el fin de efectuar un análisis, el haz de salida del elemento de redundancia 114 puede considerarse como siendo el resultado de muchos haces compo-

15 nentes sencillos sobrepuestos separados. El objeto 116, que puede ser una transparencia, se sitúa en la trayectoria del haz de salida del elemento de redundancia 114 y, por lo tanto, puede considerarse como siendo iluminado si-

20 multáneamente por muchos de los haces componentes sobrepues- tos separados que forman el haz resultante 114. El objeto 116 modula espacialmente cada uno de los haces componentes incidentes sobrepuestos, de conformidad con la información del objeto ilustrada en el mismo, lo cual da lugar a que el haz de información objetivo redundante 118 salga desde

25 cada punto del mismo (para fines de claridad se ha mostrado en el dibujo únicamente un solo punto en la Figura 1).

409223

- 8



Al registrar un holograma de Fraunhofer, que constituye el caso mostrado en la Figura 1, el objeto 116 se coloca en el plano de enfoque del lente de Fraunhofer 120, que es una longitud de enfoque f . El haz de información objetivo 118, después de transformarse para que tenga un frente de onda plano por medio del lente 120, incide sobre el área determinada del medio de registro del holograma 108, en donde interfiere con el haz de referencia 104 que incide también en el mismo con el cual es mutuamente coherente, para de esta manera registrar un holograma sobre el área expuesta determinada del medio de registro de holograma 108, definida mediante la abertura en la máscara 110.

La presente invención está encaminada a un elemento de redundancia mejorado para usarse en un sistema de registro de holograma redundante tal como aquel mostrado en la Figura 1, a modo de ejemplo.

En particular, tal como se muestra en la Figura 2, el elemento de redundancia 112 consiste de una formación de lente de Fresnel 200 y una formación de agujeros diminutos 202. En el caso de la Figura 2, se supone que el haz objetivo 102 que incide en el elemento de redundancia 112, es un haz paralelo que tiene un frente de onda plano. En este caso, tal y como se muestra en la Figura 2, la formación de agujeros diminutos 202 está separada a una distancia F desde la formación de lente de Fresnel 200, en donde

409223

-8 EN 1973



F es la longitud de enfoque de la formación de lente de Fresnel 200. Por lo tanto, en la Figura 2, la formación de agujeros diminutos 202 queda en un plano de enfoque de la formación de lente de Fresnel 200.

5 La Figura 3 ilustra un fragmento de una formación de lente de Fresnel típica que puede emplearse en la configuración mostrada en la Figura 2. Por lo general, la formación de lente de Fresnel se compone de una pluralidad de placas de zona separadas prácticamente idénticas 300,
10 colocadas en un diseño periódico. Este diseño periódico puede ser un diseño poligonal regular tal como un diseño cuadrado (tal como se muestra en la Figura) o un diseño exagonal, a modo de ejemplo, con la misma separación determinada entre los centros de cualesquiera de los pares de las
15 placas de zona adyacentes. Sin embargo, la presente invención también propone otros diseños periódicos que no son diseños poligonales regulares, tales como diseños rectangulares, a modo de ejemplo, en donde la distancia entre los centros de las placas de zona adyacentes de la formación
20 de lente de Fresnel no es igual en todas las direcciones.

 Como es sabido una placa de zona está construida de una serie de zonas concéntricas, en donde la primera zona es un círculo que tiene un radio s , tal y como se muestra en la Figura 3, y cada una de las zonas sucesivas es
25 un anillo anular que tiene la misma área que el área de la

409223



primera zona. En una placa de zona de densidad, las zonas individuales de un primer juego de zonas opacas alternan con las zonas individuales del segundo juego de zonas de transmisión. En una placa de zona de fase, todas las zonas son de transmisión pero el retardo de fase relativo experimentado mediante la energía de onda coherente de una longitud de onda determinada λ que pasa a través de cualquier zona de un primer juego de zonas alternas, difiere en sólo la mitad de la longitud de onda (o un número impar de semi-longitudes de onda) desde el retardo de fase experimentado mediante esta energía de onda que pasa a través de cualquier zona del segundo juego de zonas alternas entrelazadas con las zonas del primer juego. Una placa de zona de fase tiene una eficiencia óptica aproximadamente cuatro veces mayor que la de una placa de zona de densidad.

Asimismo, tal y como es sabido, una placa de zona es eficaz para enfocar cierta cantidad pero no toda la energía de onda incidente en un sólo punto enfocado dentro del orden de cero en un plano de la imagen, cuya distancia desde la placa de zona depende del radio s de la primera zona, la longitud de onda determinada λ y la curvatura de la energía de onda incidente. Para un haz colimado que tiene un frente de onda plano, lo cual es el caso en la Figura 2, el plano de la imagen se convierte en el plano de enfoque que se coloca a una distancia de enfoque $F = \frac{s^2}{\lambda}$



desde la placa de zona. Puesto que el área de cada zona es igual que el área de la primera zona, el radio de la zona N es igual a $(NF\lambda)^{1/2}$. El tamaño relativo del punto de luz enfocado en un plano de la imagen de una placa de zona con respecto al radio S de la primera zona, depende del número total N de zonas empleadas. En particular, el tamaño del punto enfocado se hace más pequeño a medida que aumenta el número total de zonas N y la placa de zona.

Puesto que una placa de zona es un elemento de difracción, además del punto enfocado primario, relativamente brillante, deseado de la energía de onda producido mediante cada placa de zona 300 y el plano de enfoque de la formación del lente de Fresnel 200, se enfocará una porción residual de la energía de onda de iluminación hacia la pluralidad de puntos de enfoque secundarios, lo cual da por resultado una energía de onda periférica relativamente atenuada indeseable que rodea el enfoque primario de cada placa de zona 300 en el plano de enfoque de la formación de lente de Fresnel 200. La formación de agujeros diminutos 202 proporciona un haz de frente de onda compleja 114 para iluminar redundantemente el objeto 116, y actúa también como un filtro espacial para hacer pasar únicamente la energía de onda enfocada primaria de la formación de lente de Fresnel 200 y elimina prácticamente toda la energía de onda enfocada de orden más elevado, de la formación de lente

409223



de Fresnel 200.

En particular, tal y como se muestra en la Figura 4, la formación de agujeros diminutos 202 consiste de agujeros diminutos individuales separados 300, cada uno de los cuales corresponde a una sola placa de zona específica de la formación de lente de Fresnel 200. Como se muestra en la Figura 4, cada uno de los agujeros diminutos 400 tiene un diámetro de a , con el diseño de la formación de agujeros diminutos 202 siendo idéntico a aquel de la formación de lente de Fresnel 200. Por lo tanto, si una formación de lente de Fresnel 200 se coloca en un diseño cuadrado, con una distancia d entre los centros de las placas de zonas adyacentes, tal y como se muestra en la Figura 3, los agujeros diminutos 400 también se colocarán en un diseño cuadrado con una distancia d entre los centros de los agujeros diminutos adyacentes, tal y como se muestra en la Figura 4.

En la práctica, el valor d puede ser tan pequeño así como de aproximadamente 30 micrómetros o tan grande así como de aproximadamente 3.000 micrómetros, siendo típica una escala entre 500 y 2500 micrómetros. El valor de cada agujero diminuto queda típicamente dentro de la escala de entre 3 y 10 micrómetros, mientras que el radio s de la zona central de cada placa de zona 300 de la formación de lente de Fresnel 200, es típicamente más o menos 10 veces mayor que el diámetro a de cada agujero diminuto 400 de la

409223



formación de agujeros diminutos 202.

Idealmente, cada placa de zona de la formación de lente de Fresnel 200 debe ser exactamente idéntica a cada otra placa de zona de la misma y la separación entre los centros de cualquier par de placas de zona adyacentes debe ser exactamente de d . En la práctica, sin embargo, la formación de placa de zona de Fresnel, de densidad 200 se fabrica empleando técnicas convencionales de circuito impreso, tal como un trabajo fotográficamente reducido de las placas de zona mismas, y luego una cámara de avance gradual y de repetición para formar el diseño de la formación sobre una emulsión fotográfica de alta resolución. Puede usarse un procedimiento semejante para fabricar una formación de placa de zona de Fresnel, de fase, con la excepción de que el diseño de la formación se forma sobre una capa de material fotorresistente sobre un sustrato, que luego mediante revelado apropiado y grabado cuidadosamente controlado, produce una formación de placa de zona de Fresnel, de fase 200, sobre el sustrato.

Aún cuando las técnicas convencionales de circuito impreso anteriormente señalados dan por resultado la formación de lente de Fresnel que tiene muy buena regularidad, todavía no es perfecta la regularidad que se obtiene en la actualidad. Por lo tanto, es deseable que una formación de lente de Fresnel y su formación de agujeros disminu

409223



tos asociada que cooperan juntas para proporcionar el elemento de redundancia 112, se fabrique como un par "coincidente". Esto puede lograrse recubriendo un substrato transparente con una capa metálica opaca tal como de cromo, y
5 cubriendo esta capa metálica con un material fotorresistente positivo (o emulsión fotográfica) para proporcionar un modelo de la formación de agujeros diminutos. Si este modelo se coloca en el plano de enfoque primario de una formación de lente de Fresnel ya fabricada, cuya formación de
10 lente se ilumina a través de un período de tiempo determinado con una intensidad determinada de energía de onda colimada del tipo idéntico a aquel que va a emplearse en el sistema del holograma, los puntos sobre el material fotorresistente del modelo de la formación de agujeros diminutos
15 que corresponden al enfoque primario de cada placa de zona de la formación de lente de Fresnel se expondrán hasta un mayor grado que aquel de órdenes más elevados indeseados de cada placa de zona. Revelando apropiadamente el material fotorresistente (o mediante tratamiento de inversión
20 de emulsión fotográfica), el material fotorresistente (o la emulsión fotográfica) puede removerse solamente de las porciones más intensamente expuestas del mismo que están asociadas con el enfoque primario de la formación de lente de Fresnel, revelando de esta manera la capa metálica subyacente
25 ciente solamente en estos puntos. Eliminando mediante graba



ción la capa metálica revelada en estos puntos, se fabrica una formación de agujeros diminutos que se hace coincidir con la formación de lente de Fresnel empleado para producir la misma. Dicho par coincidente de la formación de lente de Fresnel y la formación de agujeros diminutos proporciona un elemento de redundancia para un sistema de registro de holograma que introduce ruidos menos coherentes en el registro del holograma además de proporcionar una alta eficiencia óptica.

10 En la Figura 2 se supuso que el elemento de redundancia 112 estaba iluminado con un haz colimado de energía de onda que tenía un frente de onda plano. Esto no es esencial, sin embargo, como se muestra en la Figura 5, la formación de lente de Fresnel 200 puede iluminarse desde una fuente divergente de energía de onda que tiene un frente de onda esférico que está colocado a una distancia D desde la formación de lente de Fresnel 200. En este caso, la formación de agujeros diminutos 202 se coloca en un plano de la imagen de la formación de lente de Fresnel 200 igual a DF , tal y como se ilustra en la Figura 5, en vez de colocarse en el plano de enfoque mismo de la formación de lente de Fresnel 200. Desde luego, se fabricaría una formación de agujeros diminutos coincidente para la Figura 5 empleando la geometría de la Figura 5, en vez de aquella de la Figura 2.

25 Esta solicitud que corresponde a la presentada en

409223



los Estados Unidos de América, el 9 de Diciembre de 1.971, bajo el N^o 206.435, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se reco-
gen en las reivindicaciones siguientes:

15 1^a.- Un sistema de registro de holograma redundan-
te del tipo en donde se ilumina un objeto que no se disper-
sa con un primer componente de la energía de onda coheren-
te de una longitud de onda determinada que se ha hecho fun-
cionar mediante un elemento de redundancia que produce un
haz de información objetivo redundante de la energía de on-
da coherente que expone un área determinada de un medio de
20 registro de holograma, exponiéndose simultáneamente el área
determinada mediante un haz de referencia que comprende un
segundo componente de energía de onda coherente que es mu-
tuamente coherente con el haz de información objetivo; ca-
racterizado porque el elemento de redundancia comprende:
25 una formación de lente de Fresnel que consiste de un dise--

2.1.73 *Rey*



ño periódico predeterminado de placas, de zona separadas, prácticamente idénticas, orientadas en un primer plano determinado situado en la trayectoria de un haz incidente de la energía de onda coherente que tiene un sólo frente de on
5 da determinado uniforme, y una formación de agujeros diminutos situada en el segundo plano determinado, consistiendo la formación de agujeros diminutos de agujeros diminutos individuales prácticamente idénticos que correspondan respectivamente a cada una de las placas de zona que se co
10 locan prácticamente de manera exacta en el mismo diseño pre determinado que las placas de zona, con la separación entre los centros de cualquier par de agujeros diminutos adyacentes siendo casi exactamente igual que la separación entre los centros del par correspondiente de placas de zonas; el
15 tamaño de cada uno de los agujeros diminutos permite prácticamente que sólo la porción de la imagen de la energía de onda pase a través de las mismas.

2^a.- Un sistema de conformidad con lo reivindicado en la reivindicación 1^a, en donde la formación de lente de Fresnel y la formación de agujeros diminutos se hacen coincidir.
20

3^a.- Un sistema de conformidad con lo reivindicado en la reivindicación 1^a, en donde el diseño periódico es un diseño poligonal regular predeterminado.

25 4^a.- Un sistema de redundancia de conformidad con

409223



1973

lo reivindicado en la reivindicación 1ª, en donde cada una de las placas de zona de la formación de lente de Fresnel es una placa de zona de fase.

5 5ª.- Un sistema de registro de holograma redundante.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de veinte hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

- 8 ENE. 1973

Alberto de Eizaguru

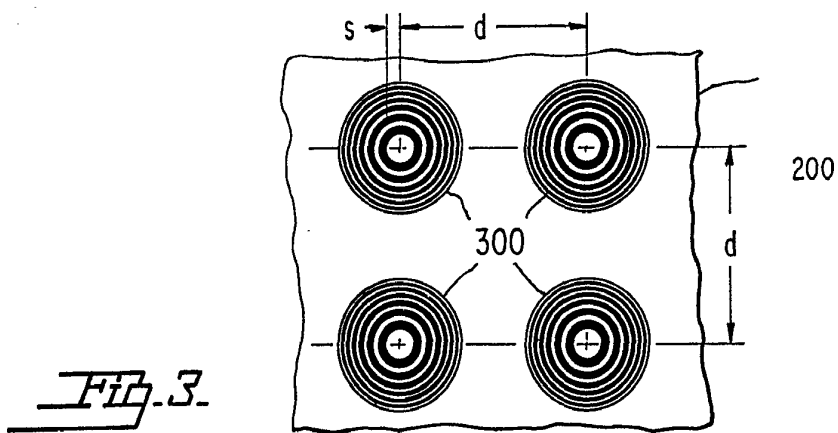
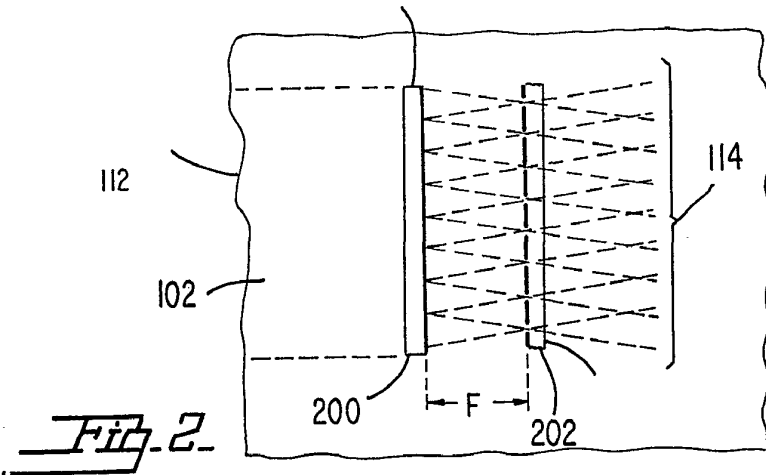
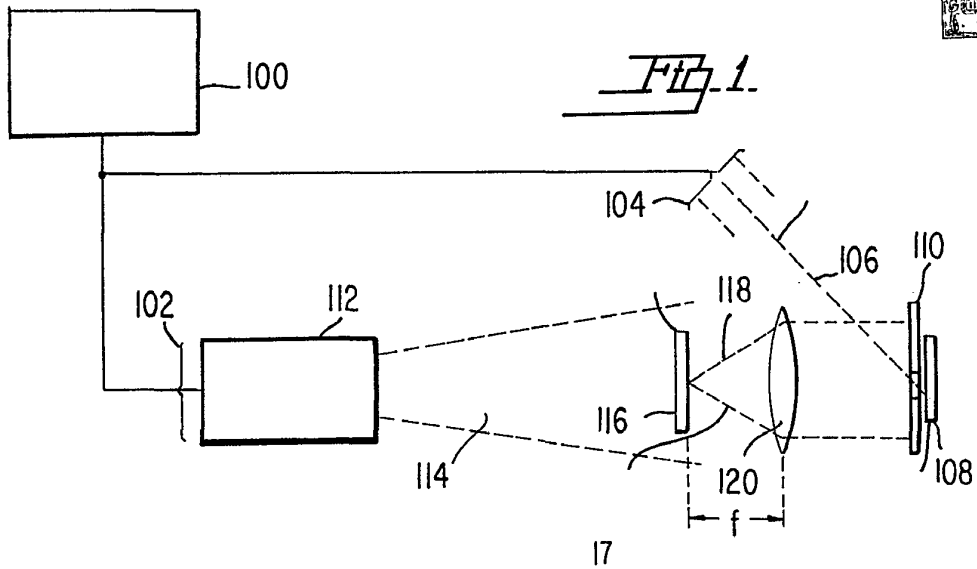
Proprietario

Rey

2.1.73
AMC/

409223

152521



Alberto de Elzaburu
Per Poder

409223

10 2 1973
-8
MAY 1973

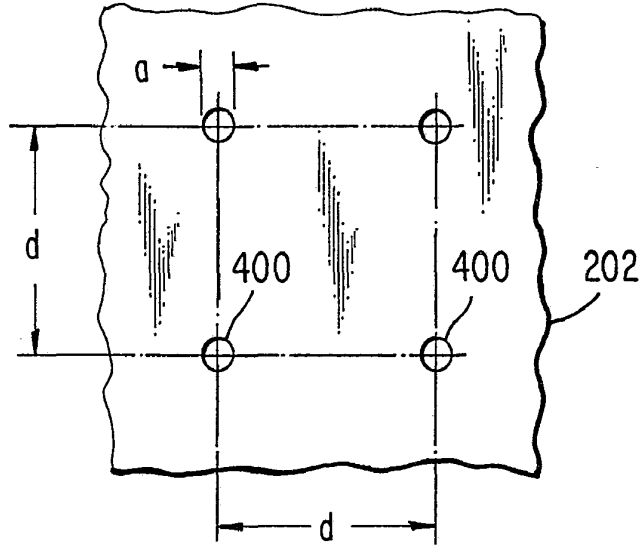


Fig. 4.

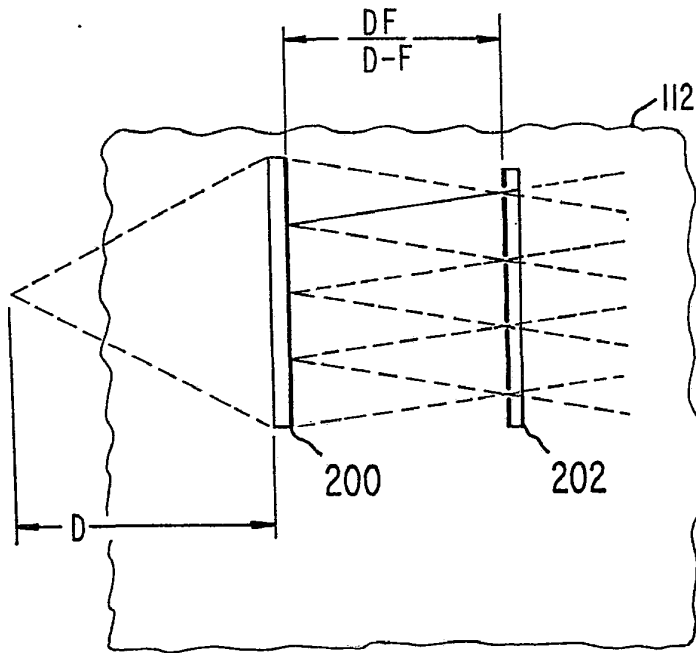


Fig. 5.

Alberto de Elzaburu
Per Poder