

407698

13 NOV 1972



P.- 52.241

Docket SA 9-71-006

Int. Cl.: H01S; H04N

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION Per VEINTE años

A nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Armonk, Nueva York 10504, Estados Unidos de  
América.

por : "UN APARATO DE EXPLORACION LUMINOSA"

(Clase Internacional. H04n, G01s)

7-11-72

JLC.

407698



13 NOV 13 1972

El campo de la invención está constituido por dispositivos ópticos de exploración de luz en general y dispositivos de exploración de luz en particular que utilizan un conjunto giratorio, tal como un espejo giratorio, para desviar el haz de exploración.

5

Se utilizan sistemas ópticos de exploración para una diversidad de funciones bien conocidas, tales como impresión óptica, trazado de oscilogramas, generación de líneas de televisión, o de manera más amplia sistemas de presentación de líneas en general. En tales sistemas se utilizan con frecuencia espejos giratorios. Ejemplos de tales sistemas de espejos incluyen el mostrado en la patente norteamericana 2.692.370 que utiliza un galvanómetro del tipo de espejo; el bien conocido receptor de televisión Scophony, como se muestra en "Televisión" por V. K. Zworykin, Segunda Edición, Wiley & Sons, Nueva York, 1940, 1954, página 277, que utiliza espejos giratorios; la patente norteamericana 2.976.361 que utiliza un espejo combado; y la patente norteamericana 3.345.120 que utiliza un espejo giratorio del tipo de disco.

10

15

20

Un objeto de tales sistemas de exploración es poder explorar a través de un campo dado, al tiempo que se mantiene un movimiento mínimo del punto luminoso en la dirección perpendicular a la dirección de exploración con separación clara de líneas paralelas para face-

25

407 698



tas sucesivas del espejo giratorio. Los intentos en el control del movimiento del punto toman diferentes formas. La patente norteamericana 3.692.370, por ejemplo, ilustra sistemas de exploración que utilizan un grupo de lentes cilíndricas y un espejo giratorio. Las lentes cilíndricas están ali-  
5 neadas perpendiculares entre sí y ninguna lente enfoca el haz sobre la superficie del espejo giratorio. El movimiento del punto es controlado desde facetas sucesivas en que se de-see por la exactitud del espejo utilizado.

10 Los espejos giratorios como los que también se utilizan en el sistema Scophony consiguen la calidad deseada de la exploración de líneas por el uso de espejos provistos de facetas muy exactas. Los espejos giratorios muy exactos para el control del movimiento del punto muy exacto son cos-  
15 tosos. Por ejemplo, un espejo muy exacto que tiene una tolerancia de cara a eje de rotación de  $2,4 \times 10^{-5}$  radianes (5 segundos de arco) es difícil de fabricar y es costoso, pero sería necesario mantener una exactitud deseada dentro del 5% del movimiento del punto perpendicular a la dirección de  
20 exploración. Tal exactitud es frecuentemente necesaria para aplicaciones de exploración de alta resolución a alta velocidad.

Por tanto, los objetos de esta invención incluyen proporcionar:

25 1) Medios económicos para reducir al mínimo

7-11-72

407698



el movimiento del punto desde facetas sucesivas perpendicular a la dirección de exploración;

2) Los medios económicos anteriores eliminando la necesidad de espejos giratorios muy exactos en un sistema de exploración de espejos giratorios;

3) El sistema de exploración económico anterior utilizando lentes cilíndricas o toroidales baratas, de tal manera que permitan el uso de espejos giratorios de tolerancia aumentada en un sistema de exploración de este tipo;

4) Un sistema de exploración como en el apartado 3) anterior en el que tales espejos giratorios pueden tener específicamente mayores tolerancias de eje nominal de rotación a cara o de eje nominal de rotación a faceta.

5) Un sistema impresor que utiliza el sistema de exploración anterior para aplicaciones de impresión económicas.

Estos y otros objetos son satisfechos por el aparato de esta invención. En el plano perpendicular a la exploración, la primera lente cilíndrica forma una imagen lineal sobre la cara del espejo. La combinación de la segunda lente cilíndrica o toroidal y la lente esférica reproduce geoméricamente la imagen lineal sobre el espejo como un punto en el plano de imagen final. Como la imagen final es una imagen geométrica de la imagen lineal sobre el espejo, la variación angular de las diversas facetas con el eje nominal de rotación no altera la posición de la imagen geométrica en la dirección per-

407698



pendicular a la exploración.

5            En una realización preferida, el sistema de exploración de luz comprende medios luminosos, tales como un laser, dirigidos a través de medios de modulación de luz, como los que se conocen en la técnica, hacia unos primeros  
10            medios de enfoque que comprenden una lente cilíndrica. La lente cilíndrica, que tiene por definición un eje mayor y un eje menor de diferente potencia, enfoca el haz de luz que llega de los medios luminosos hacia una imagen lineal  
15            paralela al eje mayor de la lente cilíndrica sobre unos medios reflectores, tales como un espejo reflector. Unos medios de configuración de haz en forma de una lente cilíndrica o toroidal similar vuelven a dar al haz una configuración sustancialmente colimada dirigida hacia unos  
20            segundos medios de enfoque para enfocar la luz procedente de los medios de configuración de haz hacia una imagen sobre un plano de imagen. Los medios reflectores están alineados con su eje de rotación ortogonal al plano formado por el haz incidente y el haz reflejado. De esta manera, pueden utilizarse lentes cilíndricas o toroidales baratas con un espejo giratorio de tolerancia no alta para conseguir un grado deseado de movimiento del punto en el plano perpendicular a la dirección de exploración.

Otra realización ventajosa es en forma de un impresor de laser de bajo coste.

25            Estas y otras realizaciones se comprenderán de

7-11-72

407 698

13 NOV 1972



forma óptima a la luz de los dibujos y descripción general siguientes.

En los dibujos:

5 La figura 1 muestra una configuración óptica general del aparato de esta invención que muestra la alineación de los medios luminosos, un par de lentes cilíndricas, un espejo giratorio y el plano de imagen.

La figura 2 ilustra la trayectoria óptica desplegada del aparato de la figura 1.

10 La figura 3 muestra una vista desde arriba de una trayectoria de luz parcialmente plegada del aparato de la figura 2.

15 La figura 4 muestra el efecto del uso de las lentes cilíndricas en unión de la lente esférica para mantener el control del foco y del movimiento del punto en el plano de imagen.

20 La figura 1 muestra la configuración general del aparato de esta invención. Unos medios luminosos 1, tales como un laser de baja potencia, producen un haz de luz coherente que incide sobre unos medios moduladores 3. Estos medios moduladores pueden ser uno cualquiera de una pluralidad de medios moduladores bien conocidos, tales como un modulador electro-óptico, un modulador acústico-óptico, u otros medios moduladores conocidos en la técnica. Puede utilizarse también, si se desea, un expansor de haz 4 a fin de

25

407698

13 1972

controlar la dimensión del haz para un diámetro más óptimo. El haz es seguidamente dirigido hacia una lente cilíndrica 5 que enfoca el haz en una dimensión sobre un polígono giratorio 6, corrientemente un espejo giratorio. El espejo giratorio hace que el haz sea desviado, como se muestra. Una segunda lente cilíndrica 7 vuelve a configurar el haz en forma de una sección transversal aproximadamente circular. El haz es luego enfocado por otra lente 8, típicamente una lente esférica, sobre un plano de imagen 9. El plano de imagen puede ser vidrio esmerilado, una pantalla de visualización, un material fotosensible, u otros dispositivos de visualización o recepción de plano de imagen bien conocidos.

En una realización, puede utilizarse un plano de imagen de placa plana, como para fines de presentación. En la realización mostrada, se utiliza un tambor giratorio 9 revestido de material fotoconductor, como para una aplicación de impresor, que se describe más adelante.

Como se muestra en el ejemplo de la figura 1, las lentes cilíndricas 5 y 7 están relacionadas con los medios reflectores 6 de modo que los medios reflectores 6 están alineados con su normal de reflexión en el plano formado por el haz incidente y el haz reflejado. La normal de reflexión es la normal a la cara del espejo plano. La primera lente cilíndrica 5 está colocada en su distancia focal desde el espejo 6 para permitir el enfoque en forma de una

407 698



5 imagen lineal paralela al eje mayor de la lente cilíndrica sobre la cara del espejo. El eje mayor de la lente cilíndrica es paralelo a los ejes de la superficie cilíndrica de la lente. Por definición, el eje menor sería perpendicular al mayor. Además, si se definen los primeros medios de enfoque 5 como teniendo un eje mayor y un eje menor, cada uno de diferente potencia, para enfocar sobre unos medios reflectores el haz de luz incidente desde la fuente 1 hacia una imagen lineal paralela al eje mayor de los primeros medios de enfoque en los medios reflectores 6, entonces esta  
10 definición incluirá también una lente toroidal. La lente cilíndrica 7 puede entonces ser también una lente toroidal. Es también permisible una combinación de lente cilíndrica y toroidal.

15 El uso de las dos lentes cilíndricas 5 y 7 permite que la tolerancia del paralelismo dinámico del polígono giratorio sea de órdenes de magnitud que exijan menos de lo que se requeriría de otra manera para conseguir la tolerancia de posición de haz en el plano de imagen 9 hasta dentro de por ejemplo  $\pm 0,0127$  mm. Este sistema de lentes proporciona también un método fácil para producir un haz incidente elípticamente configurado para el plano de imagen. Teniendo  
20 el eje mayor del haz elíptico perpendicular al plano del haz reflejado, se consigue un buen apoyo de exploración de líneas adyacentes, al tiempo que se mantiene la capacidad de una  
25

407 698



respuesta de frecuencia espacial alta en el plano de exploración.

La figura 2 ilustra el funcionamiento de las dos lentes cilíndricas al enfocar el haz en una dimensión sobre el espejo giratorio y luego colimarlo de nuevo. Se muestra una trayectoria óptica desplegada. El primer elemento cilíndrico 20 enfoca el haz procedente de la fuente luminosa 21 mostrado por conveniencia pasando por un expansor de haz 22 y un modulador 23 en una dimensión sobre el espejo giratorio 24, y siendo colimado de nuevo a través de una lente cilíndrica 25. Una lente esférica 26 enfoca el haz nuevamente colimado sobre un plano de imagen 27. Así, el primer elemento cilíndrico enfoca el haz sobre el espejo giratorio 24 y forma una imagen hendida paralela al plano de rotación. El segundo elemento cilíndrico 25 recoge la luz y colima otra vez el haz, para que sea recibido por la lente de imagen esférica final 26 de formación de imagen.

Al enfocar el haz sobre el espejo, el haz colimado incidente sobre la lente esférica de formación de imagen es muy insensible a los cambios en el ángulo  $\theta$  entre la cara y el eje de rotación, como se muestra en la figura 4. En tanto que el ángulo  $\theta$  en la figura 4 sea lo bastante pequeño como para que el haz no deje de alcanzar la abertura de la lente cilíndrica, el haz será colimado e incidirá normalmente sobre la lente esférica.

407698



El factor de limitación sobre la tolerancia angular es el hecho de que el rayo principal forme un ángulo con el eje óptico después de abandonar la lente esférica, y la lente esférica, a menos que sea corregida apropiadamente, tendrá cierta curvatura de campo. Una limitación adicional es que para espejos giratorios la rotación angular deseada para producir la exploración no tiene lugar generalmente en la cara del espejo. Como consecuencia, el espejo se mueve en y fuera del foco, produciendo así un desenfoque de la imagen final. Esto se reduce al mínimo diseñando las aberturas numéricas cilíndricas y toroidales de modo que el movimiento del espejo sea menor que su profundidad de foco.

En la figura 3 se ilustra una vista desde arriba del sistema de la figura 2.

La figura 4 ilustra los principios generales que intervienen. La figura 4 muestra una cara 40 de espejo giratorio, una lente cilíndrica 41, una lente esférica 42 y un plano de imagen 43. Por ejemplo, cuando el espejo giratorio 40 está inclinado en un ángulo  $\phi$ , el rayo principal P1 en el espacio de imagen forma un ángulo  $\frac{2\phi}{m}$  con el eje óptico. Esto da por resultado un desplazamiento vertical del punto a medida que se aumenta el ángulo de exploración horizontal. Como se ilustra luego específicamente mediante un ejemplo, el campo curvado debido a un solo elemento esférico que tiene una distancia focal = 37,5 cm y un índice = 1,5 tiene un radio

407698



$$r = f' \cdot n = (375 \text{ mm}) (1,5) = 562,5 \text{ mm}$$

La curvatura debida a este radio en  $y = 106,25 \text{ mm}$  es:

$$\text{Curvatura} = \frac{y^2}{2r} = \frac{(106,25)^2}{2(562,5)} = 10,2 \text{ mm}$$

5

El movimiento vertical del punto en el borde del campo debido a la inclinación del rayo principal es:

$$D = \frac{10,2 \text{ mm} \operatorname{tag} (20')}{7,5}$$

10

en que  $\operatorname{tag} 20' =$  dos veces la tolerancia del espejo de  $10'$  y  $7,5$  es la relación entre las distancias focales esférica y cilíndrica =  $m$

$$D = 0,007874 \text{ mm}$$

15 El punto está en el foco sobre este campo curvado, ya que la profundidad de foco es

$$\delta = \pm 2 \lambda (f/\#)^2 = \pm 2 (0,6328 \mu) (200)^2 \approx 50 \text{ mm}$$

20 El uso de un elemento toroidal después de la reflexión desde el espejo reduce los efectos del cambio de potencia con el ángulo de incidencia para una lente cilíndrica. Es decir, en una incidencia normal sobre un elemento cilíndrico, la potencia es  $P_a$ . Cuando se aumenta el ángulo de incidencia en el plano de exploración, se altera la potencia del cilindro. Un elemento toroidal elimina este

25

7-11-72

- 11 -

407698



Un sistema que no incorporase los elementos cilíndricos anteriores requeriría una tolerancia entre la cara y el eje de rotación de  $2,4 \times 10^{-5}$  radianes (5 segundos de arco) para mantener un movimiento del punto vertical de  $\pm 5\%$  de un diámetro de punto de 0,254 mm, por ejemplo. Utilizando lentes cilíndricas de 50 mm de distancia focal y una lente esférica de 375 mm de distancia focal, la tolerancia angular puede ser aumentada hasta  $2,9 \times 10^{-3}$  radianes (10 minutos de arco). Puede obtenerse fácilmente un espejo de una tolerancia de 5 minutos de arco y puede mantenerse un movimiento del punto del 5%. Así, esto representa una tolerancia de más de 50 veces el valor inicial y considerablemente más práctica para trabajar con ella. También permite que la tolerancia sea distribuída, según se desee, entre el paralelismo óptico de las caras y la fusión de los cojinetes del eje giratorio 12 de la figura 1. Las estimaciones de coste de los espejos fabricados con cada una de las dos tolerancias son diferentes en un mínimo de un factor de diez.

Haciendo referencia a la figura 1, el polígono giratorio 6 es accionado por un motor 11 de velocidad constante. La velocidad de rotación se establece seleccionando una relación de polea apropiada. Sin las lentes cilíndricas 5, 7, el motor tiene que ser parte integral del eje del polígono para conseguir la estrecha tolerancia de paralelismo

407 698



me dinámico. Como el motor es entonces parte del eje, su velocidad no corresponde fácilmente a un submúltiplo de la frecuencia de líneas, por ejemplo, 3600 RPM, 1800 RPM, etc., que es fácil de mantener, sino que por el contrario es necesario una fuente de energía especial o controlador para proporcionar la velocidad correcta. Sin embargo, al utilizar las lentes cilíndricas anteriores de la manera mostrada, se elimina la necesidad de un motor y de un controlador de velocidad incorporado. Así, es posible un mayor ahorro de coste.

10 Un fotodetector 10 puede estar colocado en el plano de imagen para detectar el instante en que el haz empieza a explorar el plano de imagen. Puede utilizarse un impulso de temporización para iniciar el flujo de datos que active los medios moduladores 3. Es bien conocido en la técnica realizar el control del movimiento de exploración por una pluralidad de modos bien conocidos.

15 Una realización ventajosa del sistema de exploración descrito es en un sistema de impresión por laser. Haciendo referencia otra vez a la figura 1, un sistema de impresión por laser comprende un laser 1, tal como un laser de He-Ne, dirigido hacia los medios moduladores 3. Los medios moduladores 3 están controlados, por ejemplo, por una entrada de computadora, no mostrada, que determina la exposición sobre una superficie electrofotográfica, tal como un tambor fotoconductor 9, 20 en por ejemplo un diseño de matriz de puntos. El resto del



407698

sistema se ha descrito previamente.

El tambor fotoconductor 9 puede tener la imagen sobre él desarrollada por el uso de un virador, y la imagen virada transferida a una copia fuerte y fundida, según es bien conocido en las técnicas electrofotográficas.

Así, mediante el uso de las lentes cilíndricas de la manera mostrada, se ha ideado un sistema de exploración y también de impresión de bajo coste, que permite el uso de espejos baratos, al tiempo que se mantiene un movimiento vertical exacto del punto perpendicular al plano de exploración.

Se apreciará que pueden utilizarse lentes cilíndricas o toroidales en unión de una diversidad de medios moduladores 3. Los medios moduladores controlados por circuitos electrónicos para diferentes tipos de exploraciones son bien conocidos en la técnica. La fuente de luz puede ser coherente o incoherente, monocromática o de muchas longitudes de onda. Hay disponibles diversos tipos de expansores de haz y espejos, así como de medios de espejo. La invención reside naturalmente en el uso de lentes cilíndricas o toroidales alineadas con los medios reflectores giratorios de la manera mostrada, y también aplicada al impresor de bajo coste descrito.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el día 18 de Octubre de 1971, bajo el número N<sup>o</sup> 190.024, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

407 698

13



REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años son los siguientes:

5                   1.- Un aparato de exploración luminosa con variación controlada del movimiento del punto perpendicular a la dirección de exploración, caracterizado por medios luminosos para generar un haz de luz, primeros medios de enfoque que tienen un eje mayor y un eje menor, cada uno de una potencia diferente,  
10 para enfocar sobre unos medios reflectores el haz de luz incidente desde los medios luminosos hacia una imagen lineal paralela al eje mayor de los primeros medios de enfoque, medios de configuración de haz que tienen un eje mayor y un eje menor, cada uno de una potencia diferente, para dar al haz de luz re-  
15 flejado desde los medios reflectores una configuración sustancialmente colimada, estando alineados los medios reflectores con su normal de reflexión en el plano formado por el haz incidente y el haz reflejado, y segundos medios de enfoque para enfocar el haz de luz procedente de los medios de configuración  
20 de haz hacia una imagen sobre una superficie de imagen, con lo que se puede conseguir una clara exploración de líneas paralelas, al tiempo que se permiten tolerancias aumentadas de ángulo de los medios reflectores entre el eje nominal de rotación y la superficie reflectora.

25                   2.- El aparato de la reivindicación 1, caracterizado

*ME*

407 698



porque los medios luminosos comprenden una fuente de luz laser.

3.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los medios reflectores son un espejo giratorio.

5 4.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los primeros medios de enfoque son una lente cilíndrica.

10 5.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los medios de configuración de haz son una lente cilíndrica.

6.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los segundos medios de enfoque son una lente esférica.

15 7.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en el plano de imagen está colocado un material fotosensible.

20 8.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los medios luminosos incluyen medios moduladores de luz para modular el haz de luz incidente sobre los primeros medios de enfoque.

9.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los primeros medios de enfoque son una lente toroidal.

25 10.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los medios de configuración de haz son una lente

*ME*

407698



toroidal.

11.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en el plano de imagen está colocado un material fotosensible.

5 12.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la superficie de imagen es una configuración de tambor de superficie fotoconductora.

10 13.- El aparato de la reivindicación 8, caracterizado porque los medios moduladores modulan la intensidad del haz de luz.

14.- El aparato de las reivindicaciones 12 y 13, caracterizado porque los medios moduladores modulan el haz para exponer la superficie fotoconductora en un diseño de matriz de puntos.

15 15.- " UN APARATO DE EXPLORACION LUMINOSA "

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

20 Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

13 NOV. 1972

Madrid  
P.A.

Alberto de Lizaburo  
Por Poder

7-11-72

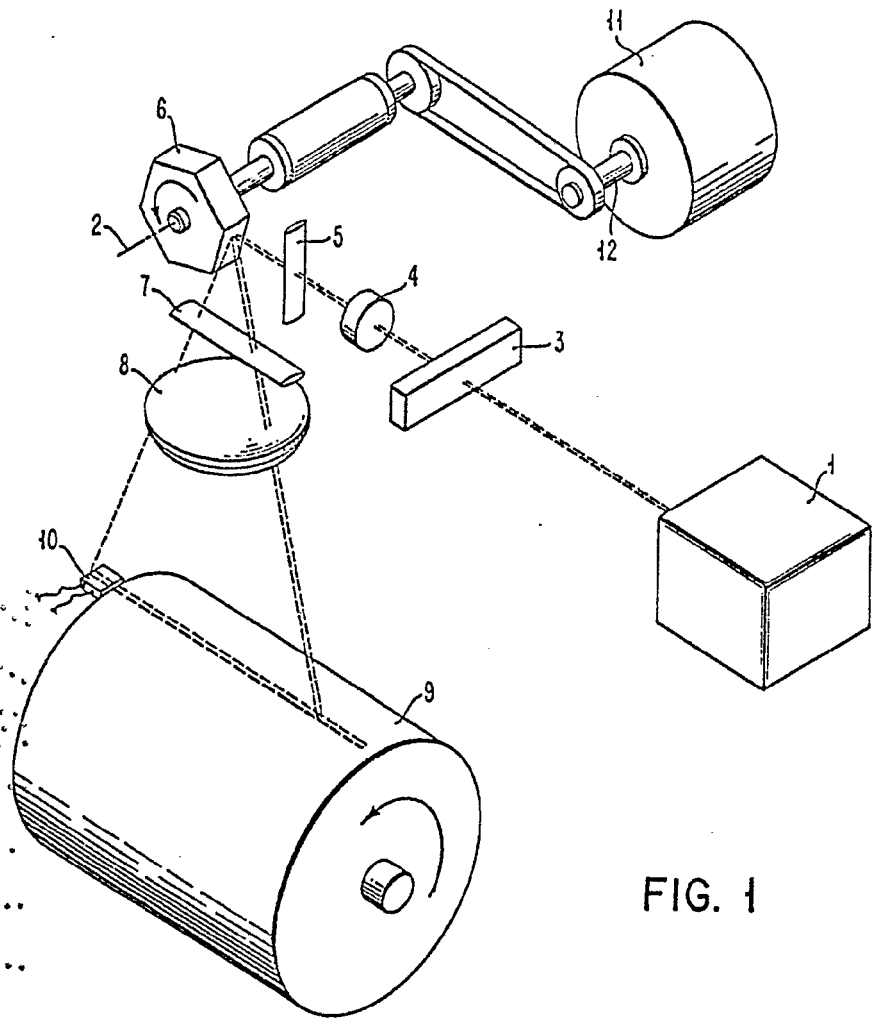


FIG. 1

Alberto de Elizaburu  
Por Poder. *[Signature]*

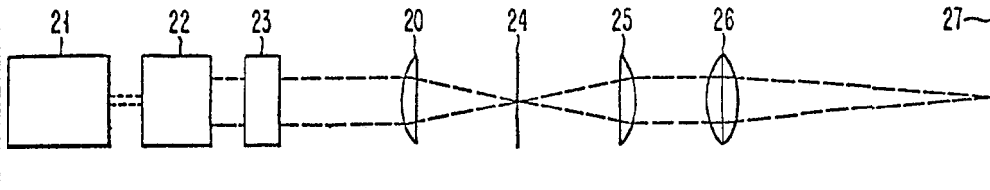


FIG. 2

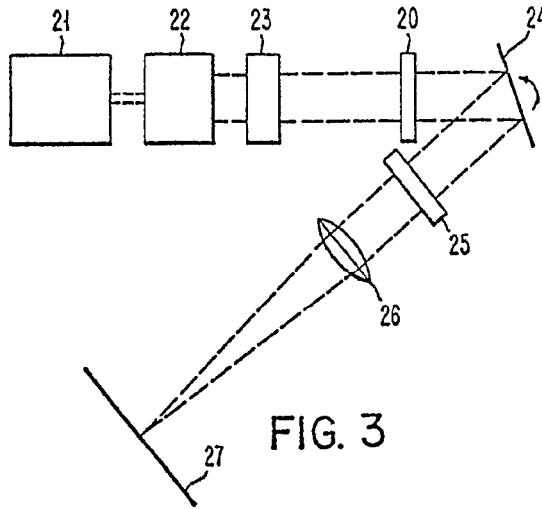


FIG. 3

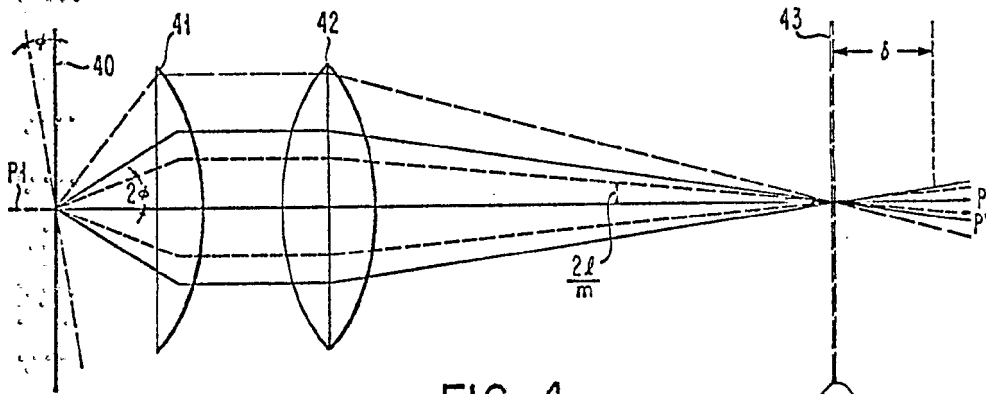


FIG. 4

Alberto de Elzaburu  
Per Poder