

330508

S/Ref: H.5439-Cas 18-02/HH/AH

OG. 18.221.-MI



196

PATENTE DE INVENCION

SECCION TECNICA  
CLASIFICACION I. P. C.  
CLASE G-02  
SUBCLASE B

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

" DISPOSITIVO OPTICO PROYECTOR "

-----

Solicitante: Don Pierre MALIFAUD, de nacionalidad francesa,  
domiciliado en 95, boulevard Jourdan, PARIS,  
Francia.

-----

Inventor: El Solicitante.

-----



La presente invención se refiere a un dispositivo óptico proyector del tipo constituido por una fuente de radiación asociada con un sistema óptico reflectante colector.

- El problema de la proyección foto-cine, como el
5. del alumbrado dirigido, en general, consiste en transportar sobre una pantalla o sobre un objeto la mayor proporción del flujo emitido por una fuente de radiación, repartiéndolo preferentemente de una manera lo más homogénea posible, Hasta la presente, se ha utilizado con este fin, bien sistemas ópticos refractores (como las lentes esféricas y los condensadores de numerosos proyectores foto-cine, o las lentes de Fresnel de los faros de marina, de proyectores de alumbrado empleados en el teatro, para los museos o los monumentos, en las vitrinas de establecimientos,..), o bien espejos parabólicos
  10. (como los de las antorchas y lámparas eléctricas de pilas, de los faros de automóviles, de los proyectores de alumbrado público...).

- En el caso de los sistemas ópticos refractores, la primera condición necesaria para lograr un resultado máximo
20. es captar todo el flujo emitido por la fuente, lo que supone un sistema óptico abierto a  $F/0,5$  delante de la fuente y un sistema óptico reflectante colector igualmente abierto a  $F/0,5$  detrás de la fuente. Ahora bien, los sistemas ópticos usuales que se puede disponer delante de la fuente tienen una abertura que no rebasa apenas  $F/1$ , pudiendo llegar como máximo hasta el  $F/0,75$  en la práctica. El flujo captado es proporcional al ángulo sólido. Con  $F/1$ , la relación del flujo captado con el flujo emitido (en un semi-ángulo) es de aproximadamente  $1/7,5$ . Con  $F/0,75$ , esta relación es de aproximadamente  $1/4$ .
  - 25.
  30. Con ayuda de un espejo esférico dispuesto detrás de la fuen-



te de tal modo que forma una imagen ligeramente desplazada de la fuente, se puede recuperar aproximadamente la misma proporción del flujo emitido en el otro semi-espacio. Se puede captar pues, en conjunto, teóricamente, 13% del flujo total con  $F/1$  y hasta el 25% con  $F/0,75$ . Esto, sin tener en cuenta las pérdidas debidas a diversas aberraciones no despreciables a estas aberturas. En la práctica, no se capta, en definitiva, por estos medios, más que 10 a 15% (a lo sumo) del flujo. Se está pues lejos de las posibilidades máximas.

En el caso de los espejos parabólicos, la fuente, dispuesta en el foco, está envuelta en parte por el espejo. De este modo se capta una proporción importante del flujo. Pero, al mismo tiempo, la aberración de coma, propia de estos espejos, alcanza tal grado que una parte del flujo captado se dispersa en un haz divergente inutilizable. Las más de las veces, apenas se puede utilizar eficazmente más del 15 ó 20% del flujo emitido por la fuente.

En resumen, los sistemas ópticos refrectores tienen, por sí mismos, un rendimiento aceptable, pero captan poco flujo, y los espejos parabólicos captan más flujo, pero tienen, por sí mismos, un bajo rendimiento.

Además, todos estos sistemas ópticos, que son sistemas de imagen invertidos, tanto las lentes esféricas asociadas con condensadores (con lentes planoconvexas) como los espejos parabólicos, exigen el empleo de fuentes lo más puntiformes posible. Esto lleva consigo la utilización de lámparas costosas, frágiles, de una duración relativamente corta. Estas lámparas son alimentadas a menudo con baja tensión, lo que necesita el empleo de transformadores pesados, voluminosos y cos-



tosos.

La presente invención tiene por objeto aportar al problema de la proyección una solución que, por un lado, se acerque al máximo a las posibilidades máximas teóricas en

5. cantidad de flujo proyectado y, por otro lado, dé una repartición lo más homogénea posible de la iluminación, pero evitando al mismo tiempo los diversos inconvenientes que se acaban de recordar.

10. Con tal objeto, el dispositivo óptico proyector del tipo antes mencionado está caracterizado por comprender un espejo troncocónico, o conoidal, o prismático, cuya sección menor rodee ópticamente, en combinación con el sistema óptico reflectante colector, la fuente de radiación en un ángulo sólido de  $4\pi$  estereorradianes.

15. Con el dispositivo según la invención, se consigue captar la totalidad del flujo emitido por la fuente por medio de la pequeña sección de entrada del espejo troncocónico o anular, y, como un espejo troncocónico utilizado en el sentido indicado (captación del flujo por la sección pequeña y proyección por la sección mayor) es el único sistema óptico
20. capaz de captar un flujo de radiación en un semi-espacio y de proyectarlo a la salida en un ángulo sólido más pequeño, se puede realizar de este modo un dispositivo óptico proyector de máximo rendimiento. No es pues en modo alguno necesario
25. utilizar una fuente "puntiforme". Basta con adaptar la pequeña sección de entrada del espejo troncocónico al tamaño de la fuente utilizada.

30. El objeto de la presente invención podrá ser comprendido aún mejor con ayuda de la siguiente descripción de varios modos de realización no limitativos y con ayuda del



dibujo anexo en el que:

La Figura 1 representa una sección esquemática correspondiente a la concepción general del dispositivo según la invención.

5. Las Figuras 2 y 3 representan dos modos de realización del dispositivo según la invención, utilizando como sistema óptico reflectante colector respectivamente un espejo plano y un espejo plano asociado con una porción de espejo troncocónico.

10. La Figura 4 representa un modo de realización del dispositivo según la invención cuyo sistema óptico reflectante colector está constituido por un espejo hemisférico.

Las Figuras 5 y 6 representan otros dos modos de realización del dispositivo, según la invención, en los que el sistema óptico reflectante colector está constituido por la asociación de dos espejos cóncavos, siendo uno respectivamente esférico o elíptico y siendo el otro esférico.

La Figura 7 representa una vista esquemática en perspectiva de otro modo de realización que comprende una fuente de radiación de forma alargada.

20. Las figuras 8 a 10 representan diferentes modos de realización del dispositivo, según la invención, donde por lo menos una parte del recinto propio de la fuente de radiación constituye el sistema óptico reflectante colector.

25. Las Figuras 11 y 12 representan dos modos de disposición de varios espejos troncocónicos elementales que funcionan en paralelo.

Las Figuras 13 y 14 representan esquemas del espejo troncocónico, ilustrando las determinaciones óptimas de su dimensionamiento.

30.



La Figura 15 representa un espejo troncocónico que comprende un espejo plano frontal provisto de una ventana central.

5. La Figura 16 representa una sección esquemática de dos espejos troncocónicos elementales acolados, sección que ilustra las determinaciones óptimas de dimensionamiento de sus secciones de salida; y

10. La Figura 17 representa una vista en perspectiva de un modo de realización que comprende cuatro espejos troncocónicos elementales.

Tal como se ha representado en la Figura 1, el dispositivo óptico proyector comprende una fuente de radiación 1, tal como una lámpara de incandescencia, dispuesta en un sistema óptico reflectante colector 2 de cualquier forma que rodea ópticamente la fuente 1 conjuntamente con un espejo troncocónico 3 en un ángulo sólido de  $4\pi$  estereorradianes. La sección pequeña 4 de este espejo troncocónico 3, cuya superficie es, por lo menos, igual al área emisiva total de la fuente 1, está dispuesta, en el ejemplo dado, en coincidencia con una abertura practicada en el sistema óptico reflectante colector 2. Con tal dispositivo, se capta la totalidad del flujo emitido por la fuente 1, bien directamente o bien después de un cierto número de reflexiones, por la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3 y es conducida por reflexiones internas hasta la sección mayor de salida 5 de dicho espejo donde el flujo tiene forma de un haz de rayos con un semi-ángulo de abertura medio  $\theta_1$ . Hay que resaltar que el espejo troncocónico 3 puede ser hueco o macizo y estar constituido por un material óptico refringente tal como el vidrio.

15.

20.

25.

30.



Según una primera variante, la fuente de radiación 1 está dispuesta sensiblemente en el plano de la sección pequeña del espejo troncocónico 3 (ver las figuras 2 y 4).

En las figuras 2 y 3, se puede ver que el sistema 5. óptico reflectante colector está constituido por lo menos por un espejo plano 6 unido con la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3. En el caso concreto de la Figura 2, este espejo plano 6 está dispuesto en la inmediata proximidad de la sección pequeña 4 y está directamente unido con ella. En 10. el caso de la Figura 3, la unión del espejo plano 6 se realiza por medio de un espejo troncocónico 7 que constituye la prolongación geométrica del espejo troncocónico 3.

En todos los casos en que la fuente de radiación es relativamente voluminosa, es ventajoso utilizar un sistema 15. óptico reflectante colector constituido por lo menos por dos espejos planos inclinados en V hacia dicha fuente. De este modo, una parte de los rayos emitidos por la fuente que serían reflejados hacia ella y por lo tanto absorbidos por esta última, en el caso de un sólo espejo plano, son por el 20. contrario desviados fuera de la fuente por los espejos dispuestos en V y recuperados en beneficio de la proyección.

En este orden de ideas, se puede prever igualmente un perfeccionamiento más riguroso utilizando como sistema 25. óptico reflectante colector un espejo del que por lo menos una sección recta meridiana presenta la forma de una envolvente de la curva que constituye la sección recta meridiana correspondiente de la fuente de radiación.

En el ejemplo de la figura 4, el espejo del sistema 30. óptico reflectante colector es cóncavo y presenta la forma de una semi-esfera 8 cuyo centro geométrico está situado



5. sensiblemente en el centro de la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3. Evidentemente, este espejo 3 puede tener igualmente una forma cilíndrica presentando una sección meridiana semicircular. Este espejo cilíndrico está cerrado en sus dos extremos por espejos, por ejemplo, planos y perpendiculares al eje. Esta disposición resulta particularmente ventajosa cuando la fuente de radiación es en sí alargada, coincidiendo entonces el eje del cilindro sensiblemente con la fuente.

10. Para evitar una reabsorción de los rayos por la fuente después de la reflexión sobre el sistema óptico colector, es necesario desplazar el centro de la sección circular del espejo colector 8 con relación a la fuente de radiación de manera que la imagen de la fuente producida por dicho espejo no coincida con dicha fuente.

15. Es necesario precisar también que el sistema óptico reflectante colector conjuntamente con el espejo troncocónico no rodea necesariamente de una manera material la fuente de radiación en un ángulo sólido de  $4\pi$  estereorradianes, sino solamente de una manera óptica, es decir, de una manera tal que todo rayo emitido por la fuente en el ángulo sólido de  $4\pi$  estereorradianes, encuentre bien el espejo colector, o bien la sección pequeña del espejo troncocónico. Por razones de ventilación y de refrigeración de la fuente, puede resultar ventajoso prever un espacio libre 9 (ver la Figura 4) entre el contorno periférico del espejo colector 8 y la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3.

20. Según otro modo de realización de la invención (figura 5) el sistema óptico reflectante colector 2 está constituido por dos espejos esféricos 11 y 12 de vértices opuestos

30.



5. y de igual eje óptico que el espejo troncocónico asociado 3, teniendo uno (11) de estos espejos cóncavos su centro geométrico 13 situado en el centro de la distancia entre la fuente de radiación 1 y la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3 y teniendo el otro espejo colector 12 su centro geométrico en el plano medio de la fuente 1 y presentando un vaciado 14 a través del cual pasa el espejo troncocónico 3.

10. Según el modo de realización representado en la Figura 6, los dos espejos cóncavos de vértices opuestos y de igual eje óptico que el espejo troncocónico 3 y que constituyen el sistema óptico reflectante colector 2, son uno (15), un espejo elíptico cuyo foco interior  $F_1$  está situado en el plano medio de la fuente de radiación y cuyo otro foco  $F_2$  está situado en el centro de la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3, y el otro (16) un espejo esférico que tiene su centro geométrico situado en el plano medio de la fuente de radiación y presentando un vaciado 17 que rodea la sección pequeña 4 del espejo troncocónico.

20. Evidentemente, como se ha indicado anteriormente, principalmente cuando la fuente es de forma alargada, los espejos colectores esféricos o elipsoidales son sustituidos ventajosamente por espejos cilíndricos de sección recta circular o elíptica teniendo su eje dispuesto sensiblemente en coincidencia con la fuente.

25. Es asimismo posible prever un espejo esférico 16 cuyo borde no está unido con el del espejo elíptico 15, sino que se encuentra en el mismo plano que el borde de dicho espejo elíptico 15 y en el exterior de este último. En este caso, la abertura del espejo esférico 16 está retrasada hacia la  
30. sección mayor 17 del espejo troncocónico 3, cuya sección pe-



queña 4 penetra entonces en el espejo esférico 16; el centro geométrico de este espejo esférico 16 está por supuesto igualmente situado en el plano medio de la fuente de radiación 1 y el foco  $F_2$  del espejo elíptico 15 está situado en el centro de la sección pequeña 4 del espejo troncocónico 3. Así, el dispositivo óptico según la invención puede ser refrigerado de una manera más cómoda y eficaz.

La Figura 7 representa una aplicación del dispositivo óptico según la invención al alumbrado con napa de rayos dirigidas, utilizable, por ejemplo, para los faros de automóviles. En este caso, la fuente de radiación 1 tiene forma cilíndrica y está constituida por ejemplo por el filamento de tungsteno arrollado en espiral alargado de una lámpara con ciclo de halógeno; el sistema óptico reflectante colector está constituido por dos espejos cilíndricos 18, 19 cuyas secciones meridianas son de forma y de disposición análogas a las representadas en la Figura 5. El espejo 3 presenta aquí una forma prismática cuya sección pequeña 4 tiene la forma de un rectángulo, capta la imagen de la fuente 1 y penetra en el espejo 19. Las caras laterales de los espejos cilíndricos 18, 19 están cerradas por espejos planos 20. La sección mayor 5 del espejo prismático 3 presenta igualmente la forma de un rectángulo alargado. Así, el haz de rayos proyectado por la sección mayor 5, haciendo aquí las veces de una hendidura, sale de esta última bajo la forma de una napa de rayos dirigida iluminando la carretera en un plano ligeramente inclinado hacia abajo. La directividad de los rayos evita todo deslumbramiento de los conductores de vehículos que circulan en sentido inverso. Accesoriamente, la sección mayor 5 del espejo prismático puede estar provista de un



órgano óptico ligeramente refractor 21 con el fin de reducir la abertura del haz de rayos.

Como se puede ver en las Figuras 8 a 10, el sistema óptico reflectante colector 2 constituye el recinto mismo  
5. de la fuente de radiación 1, recinto que está revestido al menos parcialmente de un depósito reflectante y comprende en la zona asociada al espejo troncocónico 3 una parte transparente 22.

En la Figura 8, el recinto de la fuente 1, tal como un filamento de incandescencia, está compuesto por una  
10. ampolla de vidrio que está constituida por un espejo elíptico 23 y un espejo esférico 24 de vértices opuestos y de igual eje óptico que el espejo troncocónico asociado. El espejo elíptico posterior 23 tiene su foco interior  $F_1$  situado en  
15. el plano medio de la fuente 1 y su segundo foco  $F_2$  situado en el plano de la parte transparente o ventana 22 prevista en la parte superior del espejo esférico anterior 24. El centro geométrico del espejo 24 se sitúa en el plano medio de la fuente 1, es decir, en el foco  $F_1$ , y sobre el eje óptico del  
20. espejo troncocónico asociado (no representado). El área de la ventana transparente 22 es igual al área de la sección pequeña del espejo troncocónico que está dispuesta en contacto con dicha ventana.

En los ejemplos de realización representados en las  
25. Figuras 9 y 10, el espejo troncocónico 3 está subdividido en dos partes 3a y 3b, de las que la que comprende la sección pequeña 4 está situada en el interior del recinto propio de la fuente de radiación 1 y la que comprende la sección mayor 5 está situada en el exterior de dicho recinto y está  
30. unida ópticamente con la primera parte 3a del espejo tron-



cocónico. El recinto de la fuente 1 comprende un solo espejo hemisférico posterior 25 cuyo centro geométrico coincide sensiblemente con el centro de la sección pequeña 4 del espejo troncocónico y con la fuente de radiación, siendo evidente que la imagen de la fuente, formada por dicho espejo se encuentra ligeramente desplazada con relación al cuerpo luminoso de esta fuente. En estos ejemplos de realización, la parte delantera 26 de la ampolla se mantiene transparente ya que no tiene que desempeñar ningún papel óptico.

10. Según el ejemplo representado en la Figura 9, la parte delantera 26 de la ampolla comprende un bombeo bulboso exterior 27 que tiene la ventana 22 y que sirve para el alojamiento del extremo anterior de la parte posterior 3a del espejo troncocónico 3. Además, este bombeo 27 sirve de soporte para el encaje del extremo posterior de la parte delantera 3b del espejo troncocónico 3.

Según una variante no representada en el dibujo, el bombeo bulboso 27 está prelongado hacia delante y revestido lateralmente de un depósito reflectante con el fin de constituir toda la parte delantera 3b del espejo troncocónico 3.

Según el ejemplo representado en la Figura 10, la parte delantera 26 de la ampolla comprende una depresión cavitaria 28 cubierta por el extremo anterior de la parte posterior 3a del espejo troncocónico 3. En esta depresión cavitaria 28 se encaja, por el exterior, el extremo posterior de la parte delantera 3b del espejo troncocónico 3.

Además, como se desprende de las figuras 11 y 12, el espejo troncocónico o concoidal o prismático 3 puede estar constituido por un haz de espejos elementales 3' de forma



idéntica y que funcionan en paralelo. Los espejos elementales 3' son preferentemente pirámides unidas por sus caras laterales que tienen por bases triángulos equiláteros, cuadrados o hexágonos. Estos espejos elementales 3' pueden

5. ser igualmente fibras ópticas cónicas. Gracias a esta disposición en paralelo de los espejos elementales 3', se puede reducir considerablemente la longitud total del espejo troncocónico global 3. En efecto, la longitud de cada espejo elemental está reducida en la proporción de la raíz cuadrada del número de estos espejos elementales.

10.

En todos los casos en que la zona a alumbrar tiene un contorno de forma bien determinada, por ejemplo la de una diapositiva de formato dado dispuesta en un aparato de proyección, resulta ventajoso dar a la sección mayor de salida

15. 5 del espejo troncocónico 3 un contorno homotético de la proyección ortogonal del contorno de la zona a alumbrar sobre un plano perpendicular al eje del haz iluminador. De este modo, se utiliza eficazmente todo el flujo que sale, puesto que se encuentra enteramente guiado hacia la zona a alumbrar.

20. Para obtener con el dispositivo óptico proyector según la invención los resultados óptimos, resulta ventajoso dimensionar el espejo troncocónico 3 siguiendo fórmulas de construcción que se dan a continuación para diferentes casos generales de aplicación.

25. En el primer caso (figura 13) se trata de obtener en la zona alumbrada una repartición perfectamente homogénea del flujo (repartición lambertiana). Para obtener este resultado, no es preciso utilizar en el haz de rayos que sale del espejo troncocónico 3 más que la parte central en un ángulo

30. cuya semi-abertura está aquí designada por  $\theta_1$ . De ello se



desprende una pérdida de flujo que puede ser reducida a una proporción predeterminada  $(1 - \eta)$ , a condición de determinar las dimensiones del espejo troncocónico 3 por las siguientes relaciones:

$$5. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{S_1}{S_2} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen}(\theta_1 + \gamma)} \right]^2 \\ \frac{1}{(1 + \text{tg} \gamma \cdot \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 \theta_1} - 1})^2} = \eta \end{array} \right.$$

donde  $S_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de sección mayor y menor de dicho espejo;

$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de dicho espejo;

10.  $\theta_1$  es el semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección mayor de dicho espejo y que produce un alumbrado homogéneo, y

15.  $\eta$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por la sección mayor y el flujo captado por la sección menor de dicho espejo.

20. En la práctica, lo más frecuentemente es conocer  $S_2$  que depende directamente de las dimensiones de la fuente de radiación,  $\theta_1$  que es la semi-abertura perseguida del haz luminoso, y  $(1 - \eta)$  que es la proporción predeterminada de la pérdida de flujo consentida. Se obtiene pues por las fórmulas los valores de  $S_1$  y de  $\gamma$ , lo que basta para construir sin ambigüedad el espejo troncocónico optimizado con vistas al resultado perseguido en este caso.



- En un segundo caso (Figura 14), se trata de transportar íntegramente el flujo a la zona a alumbrar. Se está pues obligado a admitir además de la parte central de flujo de repartición lambertiana, una parte de flujo marginal complementaria hasta un ángulo de semi-abertura  $\theta'_1$  ( $\theta'_1 > \theta_1$ ) cuya repartición ya no puede ser homogénea. Se puede reducir la separación entre la iluminación central y la iluminación marginal fijándose un valor predeterminado  $\tau$  del coeficiente de homogeneidad de iluminación que caracteriza a esta separación, a condición de determinar las dimensiones del espejo troncocónico 3 por las siguientes relaciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S_1}{S_3} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen} (\theta'_1 - \gamma)} \right]^2 \\ \left( 1 - \text{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 \theta'_1} - 1} \right) = \tau \end{array} \right.$$

donde  $S_1$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección menor y mayor de dicho espejo;

15.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de dicho espejo;  $\theta'_1$  es el semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección mayor de dicho espejo y transportando la totalidad del flujo captado en la sección menor del espejo, y
20.  $\tau$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad de iluminación que caracteriza la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos de dicho espejo.

- De manera análoga al caso precedente, se conoce al comienzo  $S_3$ ,  $\theta'_1$  y  $\tau$  y se determina  $S_1$  y  $\gamma$ .



En la práctica, es posible que el valor hallado para el área  $S_1$  de la sección de salida 5 del espejo troncocónico 3 sea demasiado grande, para otros imperativos. Esto puede suceder, por ejemplo, en el caso de un proyector de diapositivas en el que el formato de la sección mayor de salida 5 está limitado por el formato de la diapositiva de manera que la sección  $S_1$  determinada por las fórmulas puede ser demasiado grande.

De acuerdo con la invención (ver la Figura 15) se vence esta dificultad aplicando contra la sección de salida 5 de superficie  $S_1$ , determinada por las fórmulas dadas anteriormente, un espejo plano 29 cuya cara reflectante está vuelta hacia el interior del espejo troncocónico 3, y se recorta en la parte central de este espejo plano 29 una ventana 30 de dimensiones apropiadas a los imperativos de limitación dimensional de los que se ha hablado ya anteriormente. De este modo, una parte del flujo que llega a la sección mayor 5, alrededor de la ventana, es recuperada, es decir, pasa en definitiva, después de un cierto número de reflexiones internas, a través de la ventana 30, de manera que la iluminación media en la superficie de esta ventana sea mayor que la iluminación media en la sección mayor considerada sin ventana.

Además, se puede utilizar este espejo plano con ventana para otro efecto, a saber: reducir la semi-abertura del haz que sale sin aumentar la longitud del espejo troncocónico, lo que puede ser interesante principalmente para un proyector de alumbrado, gracias al espejo plano con ventana; en efecto, la relación  $S_1 / S_2$  ó  $S_1 / S_3$  aumenta y los ángulos  $\theta_1$ ; o  $\theta'_1$  disminuyen.



Por último, cuando se utiliza varios espejos elementales troncocónicos, piramidales o prismáticos unidos por sus caras laterales y que funcionan en paralelo (ver la figura 16), sus ejes ópticos se encuentran incli-

5. nados con relación al eje óptico general, de manera que la semi-abertura total del haz que sale globalmente del conjunto de los espejos elementales se ve aumentada. Esto es un inconveniente que se puede paliar según la invención del siguiente modo:

10. En la Figura 16, se ha representado en sección meridiana vertical dos espejos elementales piramidales 31, 32, cuyos ejes ópticos 33, 34, están inclinados con relación al eje óptico general 35 de un ángulo igual a su semi-ángulo en el vértice  $\gamma$ .

15. De acuerdo con la invención, las caras de salida 36 y 37 de los espejos elementales 31 y 32 de la sección global de salida 5 están inclinadas hacia la sección pequeña global de entrada 4 y se cortan sobre el eje óptico 35, siguiendo una recta 38. Evidentemente, cuando se utiliza más
20. de dos espejos elementales, por ejemplo, cuatro, la intersección de las caras de salida de los espejos elementales se reduce a un punto.

25. El emplazamiento de la recta o del punto de intersección o de unión 38 sobre el eje óptico general 35 se determina por las fórmulas de dimensionamiento de que se trata posteriormente.

30. De una manera general, todas las caras de salida de los espejos elementales se unen sobre el eje óptico general en el interior del espejo constituido por el conjunto de los espejos elementales, y las zonas periféricas de estas



caras de salida están unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales homólogos en una sección recta de diámetro superior al de la sección de unión de todas las caras de salida.

5. De este modo, un rayo tal como 39 considerado a partir de un punto situado en el plano vertical que pasa por el punto de unión 38, e inclinado hacia abajo en un ángulo  $\theta$  sobre el eje óptico 33 del espejo troncocónico elemental 31, hallándose pues inclinado en un ángulo  $(\theta - \gamma)$  sobre el eje óptico general 35, puede salir libremente sin inconveniente del espejo troncocónico, ya que la influencia de la inclinación del eje 33 sobre el eje 35 actúa aquí en el buen sentido.

10. Por el contrario, un rayo tal como 40 que parte del mismo punto que el rayo 39, pero inclinado hacia arriba en un ángulo  $\theta$  sobre el eje óptico 33, presenta una inclinación  $(\theta + \gamma)$  con relación al eje óptico general 35. Se tiene pues interés en hacer sufrir a este rayo 40 una reflexión suplementaria en el espejo elemental 31, lo que tendrá por objeto hacerlo girar en un ángulo de  $2\gamma$ , de manera que a la salida su inclinación sobre el eje óptico general 35 es igual a  $(\theta - \gamma)$ .

15. En un primer caso, correspondiente a la exigencia de una iluminación perfectamente homogénea ya mencionada a la vista de la figura 13, la sección recta de unión de todas las caras de salida de los espejos elementales está determinada por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

20.

25.



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S'_1}{S_2} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\sin (\theta_1 + 2 \gamma)} \right]^2 \\ \frac{1}{(1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\theta_1 + \gamma)} - 1})}^2 \end{array} \right. = \eta$$

donde  $S'_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de la sección recta de unión antes mencionada y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

5.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;  
el valor  $(\theta + \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta de unión antes citada, y
10. donde  $\eta$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por la sección de unión y el flujo captado por la sección pequeña.

En este mismo caso, puede ser ventajoso determinar la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida están unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales, por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

15.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S''_1}{S_2} = \left( \frac{\cos \gamma}{\sin \theta_1} \right)^2 \\ \frac{1}{\left( 1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\theta_1 - \gamma)} - 1} \right)^2} \end{array} \right. = \eta'$$



donde  $S''_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida están unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

5.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;

el valor  $(\theta_1 - \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta antes mencionada; y

10. donde  $\eta'$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por esta sección recta y el flujo captado por la sección pequeña.

15. En un segundo caso, correspondiente a la exigencia de conservar íntegramente el flujo captado, exigencia ya mencionada con relación a la figura 14, la sección recta de unión de todas las caras de salida de los espejos elementales es determinada por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

20. 
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma'}{S_3} = \left( \frac{\cos \gamma}{\text{sen } \theta'_1} \right)^2 \\ \left( 1 - \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 (\theta'_1 + \gamma)} - 1} \right)^2 = \tau \end{array} \right.$$

donde  $\sigma'$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección recta de unión antes citada y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;



$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;

el valor  $(\theta'_1 + \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta de

5. unión, y

donde  $\tau$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad que caracteriza la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos que sale por dicha sección de unión.

10. En este mismo caso, puede resultar ventajoso determinar la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida están unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales, por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

$$15. \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma''}{S_3} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen} (\theta'_1 - 2\gamma)} \right]^2 \\ \left( 1 - \text{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 (\theta'_1 - \gamma)} - 1} \right)^2 = \tau' \end{array} \right.$$

donde  $\sigma''$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida están unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales y de la sección

20. pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;



$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;

el valor  $(\theta'_1 - \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta antes

5. citada; y

donde  $\tau'$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad que caracteriza la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos que sale por dicha sección de unión.

10.

En la figura 17 se puede ver un dispositivo óptico proyector, destinado, por ejemplo al alumbrado directivo que comprende delante del sistema óptico reflectante colector 41 un espejo del tipo troncocónico 42, que aquí es piramidal, en el que se ha dispuesto

15.

unos espejos planos 43, 44, 45, 46, montados en cruz y delimitando con las caras internas del espejo piramidal 42 cuatro espejos elementales. Las aristas frontales 43', 44', 45' y 46' de estos espejos planos están inclinadas hacia el interior del conjunto del espejo piramidal y se

20.

unen en un punto 38 determinado de uno de los modos expuestos anteriormente.

El sistema óptico reflectante colector 41 - puede estar constituido ventajosamente por el recinto mismo de una ampolla especial, cuyo cuerpo luminoso 47

25. tenga forma alargada y cuya posición esté desplazada con relación al eje óptico general con el fin de evitar, junto con una forma apropiada del espejo colector posterior, una reabsorción de la radiación por dicho cuerpo luminoso.



N O T A

La Patente de Invención que se solicita en España por veinte años, según la vigente Legislación, reivindicando prioridad de la solicitud de Patente en Francia nº P.V.

5. 159.972, presentada el 19 de julio de 1968, deberá recaer sobre: "DISPOSITIVO OPTICO PROYECTOR", según las siguientes,

R E I V I N D I C A C I O N E S

10. 1ª.- Dispositivo óptico proyector constituido por una fuente de radiación asociada con un sistema óptico reflectante colector, caracterizado por un espejo troncocónico o conoidal o prismático, cuya sección pequeña rodea ópticamente en combinación con el sistema óptico reflectante colector la fuente de radiación en un ángulo sólido de  $4\pi$  estereorradianes.
15. 2ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la fuente de radiación está dispuesta sensiblemente en el plano de la sección pequeña del espejo troncocónico.
20. 3ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector está constituido al menos por un espejo plano unido con la sección pequeña del espejo troncocónico.
25. 4ª.- Dispositivo óptico proyector, según las reivindicaciones 2ª y 3ª, caracterizado porque el espejo plano está unido con la sección pequeña del espejo troncocónico por un espejo troncocónico que constituye la prolongación del primer espejo troncocónico.
30. 5ª.- Dispositivo óptico proyector, según las reivindicaciones 3ª y 4ª, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector comprende por lo menos dos espejos



planos inclinados en V hacia la fuente de radiación.

5. 6ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector comprende un espejo del que por lo menos una sección recta meridiana presenta la forma de una envolvente de la curva que constituye la sección recta meridiana correspondiente de la fuente de radiación.

10. 7ª.- Dispositivo óptico proyector, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector está constituido por un espejo cóncavo que presenta por lo menos una sección semi-circular, cuyo centro geométrico coincide con el centro de la sección pequeña del espejo troncocónico.

15. 8ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector está constituido por dos espejos cóncavos que presentan cada uno por lo menos una sección meridiana de forma circular de vértices opuestos y de igual eje óptico que el espejo troncocónico, teniendo su centro geométrico uno de estos espejos cóncavos, situado en el centro de la distancia entre la fuente de radiación y la sección pequeña del espejo troncocónico y teniendo su centro geométrico el otro espejo cóncavo situado en el plano medio de la fuente de radiación y presentando un vaciado a través del cual pasa el espejo troncocónico.
- 20.
- 25.

30. 9ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector está constituido por dos espejos cóncavos de vértices opuestos y de igual eje óptico que el espejo troncocónico, presentando uno de estos espejos cóncavos



- por lo menos una sección de forma elíptica y cuyo foco interior está situado en el plano medio de la fuente de radiación y cuyo otro foco está situado en el centro de la sección pequeña del espejo troncocónico, y siendo el otro espejo cóncavo un espejo que presenta por lo menos una sección circular que tiene su centro geométrico situado en el plano medio de la fuente de radiación y presentando un vaciado rodeando la sección pequeña del espejo troncocónico.
- 5.
- 10<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según una de las reivindicaciones 3 a 9, caracterizado porque los espejos cóncavos son cuerpos de revolución alrededor del eje óptico del espejo troncocónico.
- 10.
- 11<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según una de las reivindicaciones 3 a 9, caracterizado porque los espejos cóncavos son espejos cilíndricos cuyas generatrices son ortogonales en el eje óptico del espejo troncocónico, y delimitados en sus dos extremos por espejos.
- 15.
- 12<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según una de las reivindicaciones 1 y 3 a 9, caracterizado porque el sistema óptico reflectante colector está constituido por el recinto mismo de la fuente de radiación, recinto que está revestido al menos parcialmente de un depósito reflectante y comprende en la zona asociada con el espejo troncocónico una parte transparente.
- 20.
- 13<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 12, caracterizado porque por lo menos una parte del espejo troncocónico está dispuesta en el interior del recinto propio de la fuente de radiación y porque el elemento emisor de dicha fuente está dispuesto en la sección pequeña de dicho espejo troncocónico.
- 25.
- 30.



5. 14ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 13, caracterizado porque el espejo troncocónico está subdividido en dos partes de las que la parte que comprende la sección pequeña está situada en el interior del recinto propio de la fuente de radiación y la que comprende la sección mayor está situada en el exterior de dicho recinto y está unida ópticamente con la primera parte de dicho espejo troncocónico.

10. 15ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque el espejo troncocónico o conoidal o prismático está constituido por un haz de espejos elementales de formas iguales y que funcionan en paralelo.

15. 16ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 15, caracterizado porque los espejos elementales son pirámides unidas por sus caras laterales, que tienen por bases triángulos equiláteros o cuadrados o hexágonos.

20. 17ª.- Dispositivo óptico proyector, según las reivindicaciones 15 y 16, caracterizado porque los espejos elementales son fibras ópticas cónicas.

25. 18ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque la sección mayor del espejo troncocónico, conoidal o prismático presenta un contorno homotético de la proyección ortogonal del contorno de la zona a alumbrar sobre un plano perpendicular al eje del haz luminoso.

30. 19ª.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque el espejo troncocónico o prismático se determina por las siguientes relaciones de dimensionamiento:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S_1}{S_2} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen} (\theta_1 + \gamma)} \right]^2 \\ (1 + \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 \theta_1} - 1})^2 \end{array} \right. = \eta$$

5. donde  $S_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de la sección mayor y menor de dicho espejo;

$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de dicho espejo;

$\theta_1$  es el semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección mayor de dicho espejo y que produce

10. una iluminación homogénea; y donde

$\eta$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por la sección mayor y el flujo captado por la sección pequeña de dicho espejo.

20<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque el espejo troncocónico

15. o prismático se determina por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S_1}{S_3} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen} (\theta'_1 - \gamma)} \right]^2 \\ (1 - \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 \theta'_1} - 1})^2 \end{array} \right. = \tau$$

donde  $S_1$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección mayor y menor de dicho espejo;

25.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de dicho espejo;



$\theta'_1$  es el semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección mayor de dicho espejo y que transporta la totalidad del flujo captado en la sección pequeña del espejo; y donde:

5.  $\tau$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad de iluminación que caracteriza la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos de dicho espejo.

10. 21.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 1, caracterizado porque la sección mayor del espejo troncocónico, conoidal o prismático comprende en su zona marginal un espejo plano, cuya cara reflectante está vuelta hacia el interior de dicho espejo troncocónico y que delimita en la parte central una ventana transparente.

15. 22a.- Dispositivo óptico proyector, según las reivindicaciones 1, 15 y 16, caracterizado porque las caras de salida de los espejos troncocónicos o piramidales o prismáticos elementales están inclinadas con relación al eje óptico general de manera que todas las caras de salida de los  
20. espejos elementales se encuentren sobre el eje óptico general en el interior del espejo constituido por el conjunto de los espejos elementales y que las zonas periféricas de estas caras de salida estén unidas con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales homólogos en  
25. una sección recta de diámetro superior al de la sección de unión de todas las caras de salida.

30. 23a.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 22, caracterizado porque la sección recta de unión de todas las caras de salida de los espejos elementales se determina por las siguientes relaciones de dimensiones



miento:

$$5. \left\{ \begin{array}{l} \frac{S'_1}{S_2} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen} (\theta_1 + 2\gamma)} \right]^2 \\ \frac{1}{(1 + \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 (\theta_1 + \gamma)} - 1})^2} = \eta \end{array} \right.$$

donde  $S'_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de la sección recta de unión antes citada y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;

10.

el valor  $(\theta_1 + \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta de unión antes citada, y donde

15.

$\eta'$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por la sección de unión y el flujo captado por la sección pequeña.

20.

24.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 22, caracterizado porque la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida se unen con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales se determina por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

25

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{S''_1}{S_2} = \left( \frac{\cos \gamma}{\text{sen } \theta_1} \right)^2 \\ \frac{1}{(1 + \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 (\theta_1 + \gamma)} - 1})^2} = \eta' \end{array} \right.$$

donde  $S''_1$  y  $S_2$  son respectivamente las áreas de la sección



recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida se unen con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales, y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

- 5.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;  
el valor  $(\theta_1 - \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta antes citada; y donde

- 10.  $\eta'$  es un valor predeterminado de la relación entre el flujo transportado por el haz de rayos que sale por esta sección recta y el flujo captado por la sección pequeña.

25<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector según la reivindicación 22, caracterizado porque la sección recta de unión de todas las caras de salida de los espejos elementales se determina por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

$$20. \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma'}{S_3} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen } \theta'_1} \right]^2 \\ \left( 1 - \text{tg } \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2 (\theta'_1 + \gamma)} - 1} \right)^2 = \tau \end{array} \right.$$

donde  $\sigma'$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección recta de unión antes citada y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

- 25.  $\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;  
el valor  $(\theta'_1 + \gamma)$  es el del semiángulo de abertura medio



del haz de rayos que sale por la sección recta de unión, y donde  $\tau$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad que caracteriza la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos que sale por dicha sección de unión.

5.

26<sup>a</sup>.- Dispositivo óptico proyector, según la reivindicación 22, caracterizado porque la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida se unen con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales se determina por las siguientes relaciones de dimensionamiento:

10.

15.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma''}{S_3} = \left[ \frac{\cos \gamma}{\text{sen}(\theta' - 2\gamma)} \right]^2 \\ \left( 1 - \text{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\text{sen}^2(\theta_1 - \gamma)} - 1} \right)^2 = \tau' \end{array} \right.$$

donde  $\sigma''$  y  $S_3$  son respectivamente las áreas de la sección recta en la que las zonas periféricas de las caras de salida se unen con las caras laterales correspondientes de los espejos elementales y de la sección pequeña del conjunto de todos los espejos elementales;

20.

$\gamma$  es el semi-ángulo en el vértice medio de cada uno de los espejos elementales;

el valor de  $(\theta_1 - \gamma)$  es el del semi-ángulo de abertura medio del haz de rayos que sale por la sección recta antes citada; y

25.

donde  $\tau'$  es un valor predeterminado del coeficiente de homogeneidad que caracteriza la relación entre la iluminación



mínima y la iluminación máxima producida por el haz de rayos que sale por dicha sección de unión.

27ª.- "DISPOSITIVO OPTICO PROYECTOR".-

5. Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria que consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara, acompañada de sus correspondientes dibujos.

Madrid, a 16 JUL. 1969

D. PIERRE MALIFAUD,

P.P.

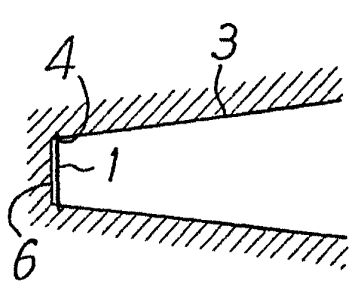
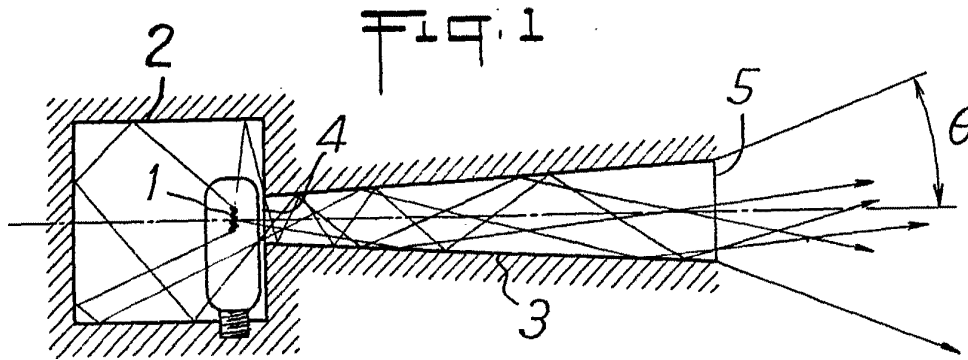


FIG. 2

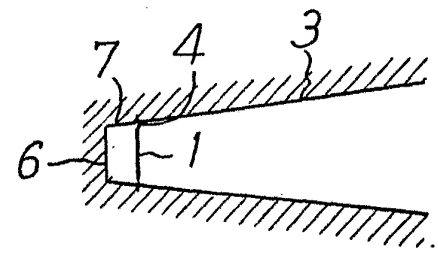


FIG. 3

FIG. 5

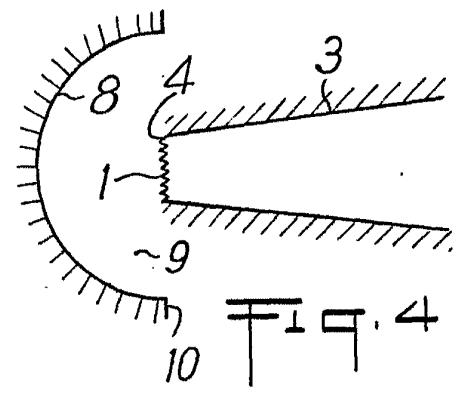
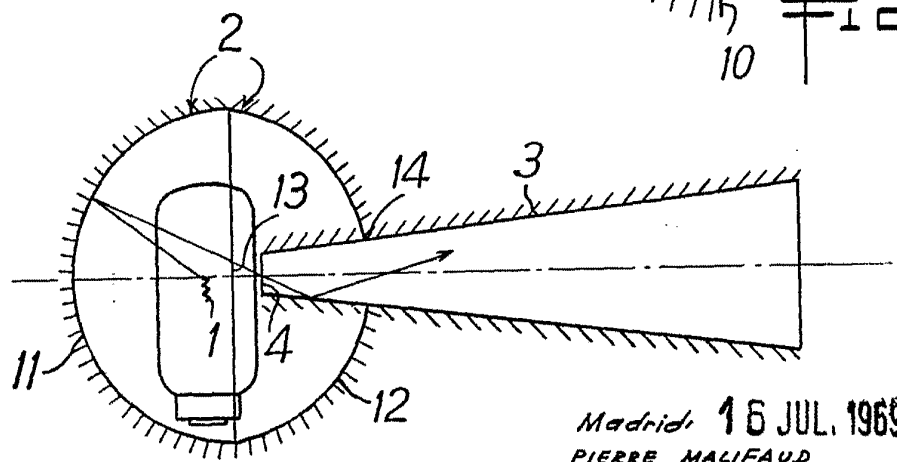


FIG. 4



Escala variable

Madrid, 16 JUL. 1969  
PIERRE MALIFAUD  
P. R.



16 JUL 1969

Fig. 6

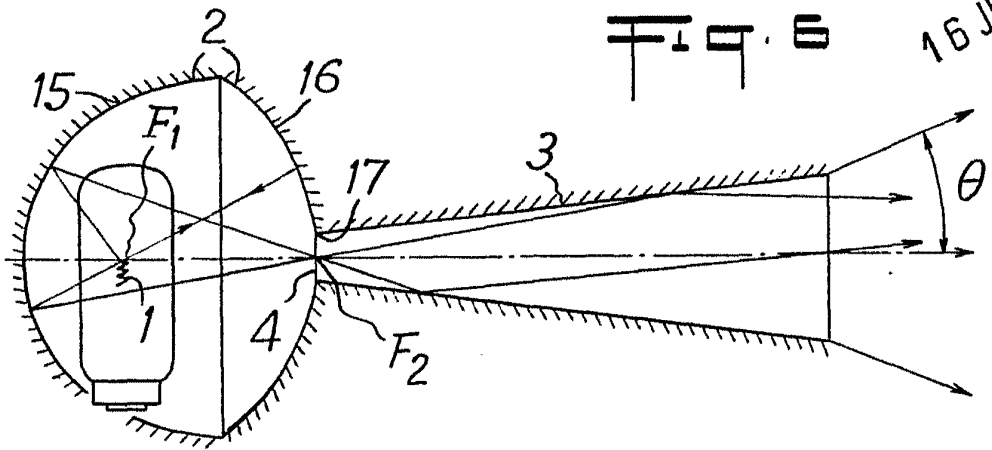


Fig. 7

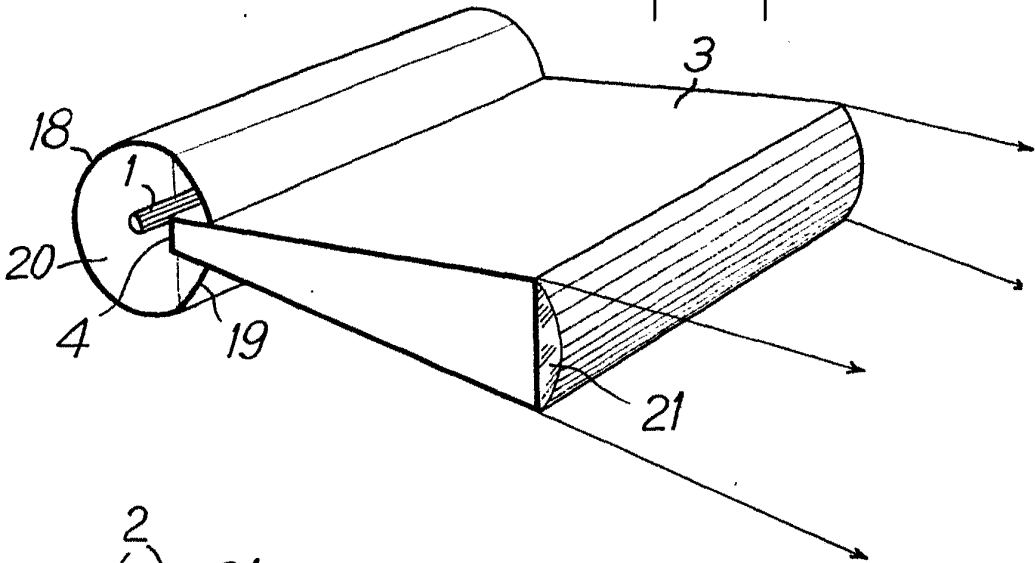


Fig. 8

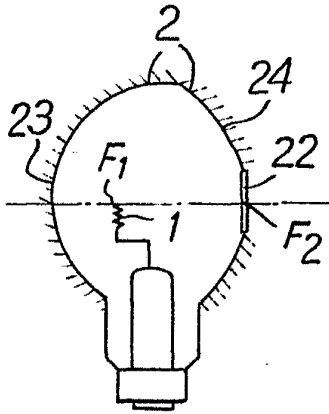
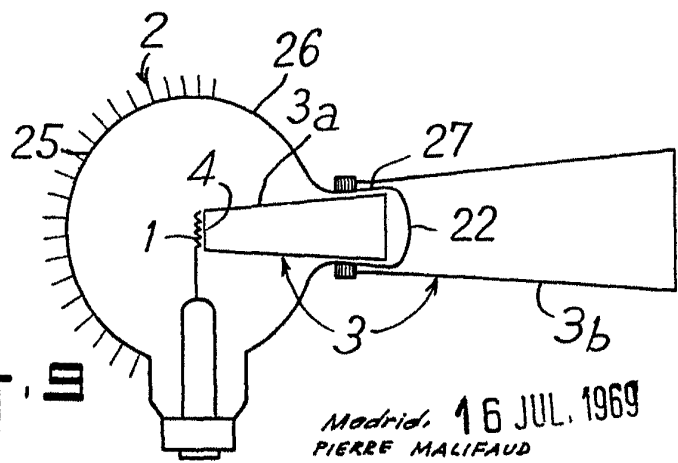


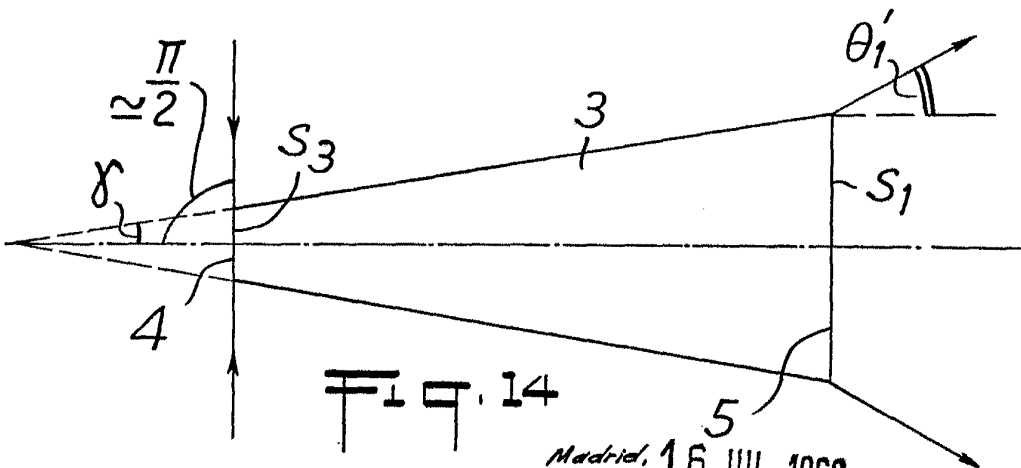
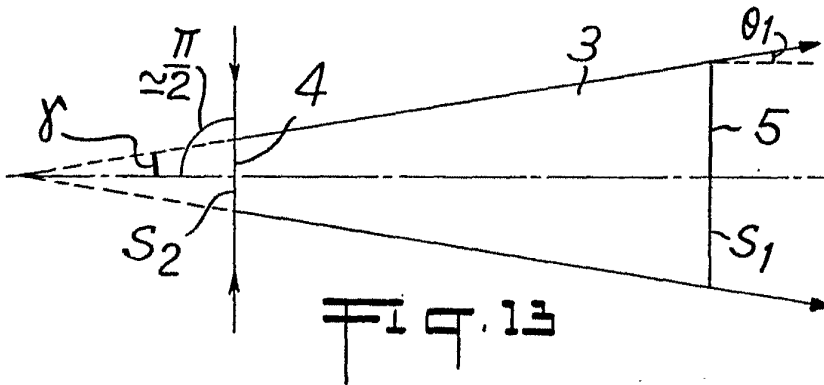
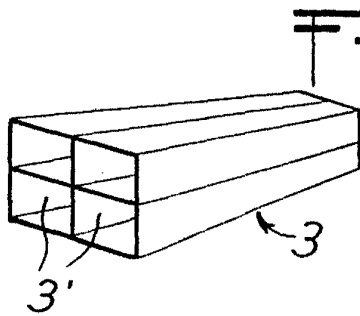
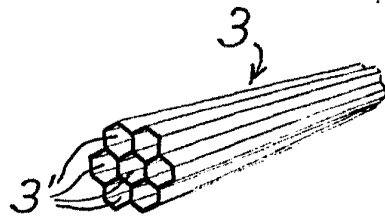
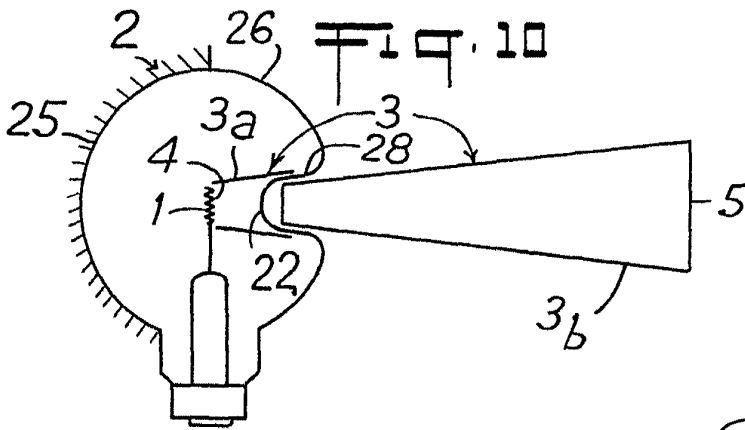
Fig. 9



Escaleta variable

Madrid, 16 JUL. 1969  
PIERRE MALIFAUD  
P.R.

16 JUL 1969



Escala variable

Madrid, 16 JUL. 1969  
PIERRE MALIFAUD  
P. P.

Fig. 15

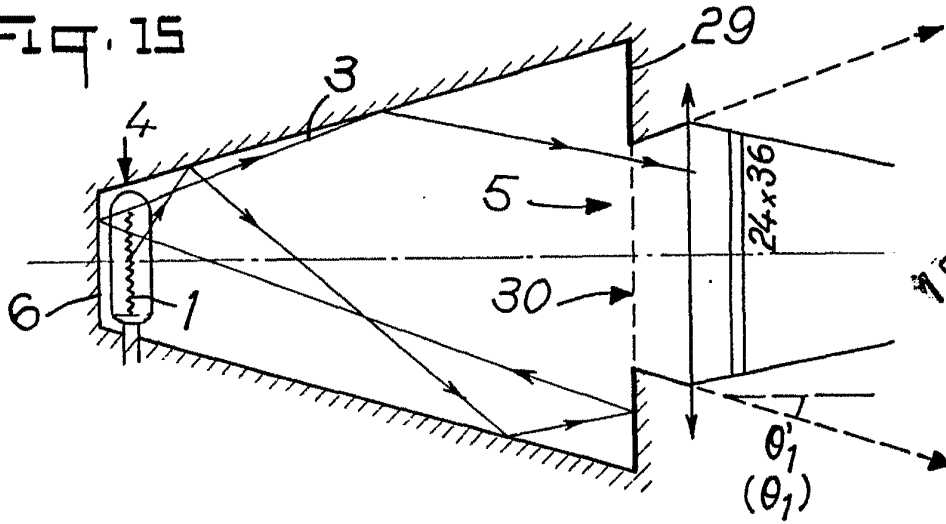


Fig. 16

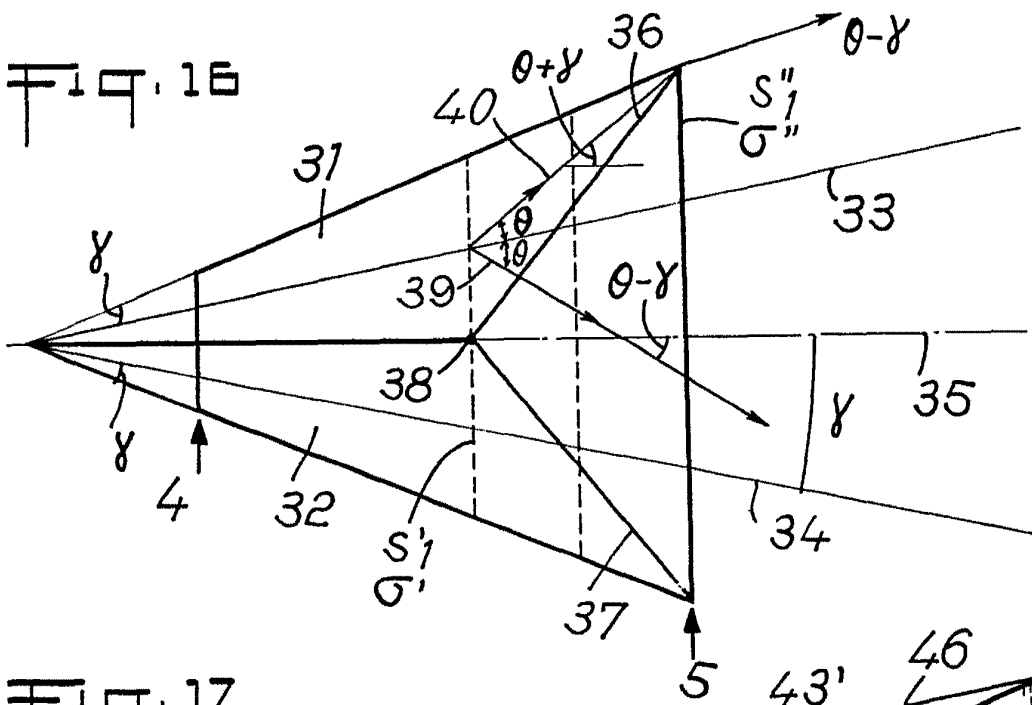
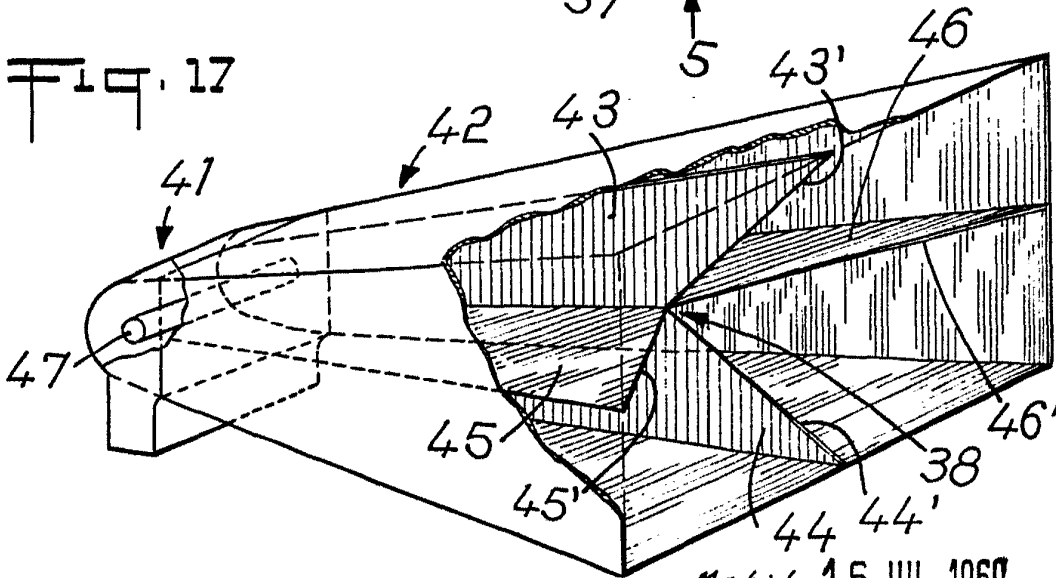


Fig. 17



Escala variable

Madrid, 16 JUL. 1969  
PIERRE MALIFAUD  
P. P.

*freu*



16 JUL 1969