

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 689**

51 Int. Cl.:

**F21V 5/08** (2006.01)  
**F21V 7/00** (2006.01)  
**G02B 6/00** (2006.01)  
**G02B 19/00** (2006.01)  
**F21V 8/00** (2006.01)  
**F21V 5/04** (2006.01)  
**F21W 131/103** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2017 PCT/FI2017/050653**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2018 WO18138406**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2017 E 17784988 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3380782**

54 Título: **Dispositivo óptico para modificar la distribución de la luz**

30 Prioridad:

**25.01.2017 FI 20175063**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.09.2019**

73 Titular/es:

**LEDIL OY (100.0%)  
Joensuunkatu 13  
24100 Salo, FI**

72 Inventor/es:

**HUKKANEN, HANNU y  
HARJUNPÄÄ, KIMMO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 725 689 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo óptico para modificar la distribución de la luz

**Campo de la divulgación**

5 La divulgación versa, en general, acerca de la energía de iluminación. Más en particular, la divulgación versa acerca de un dispositivo óptico para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente de luz que puede ser, por ejemplo pero no necesariamente, un diodo emisor de luz "LED".

**Antecedentes**

10 La distribución de luz producida por una fuente de luz puede ser importante o incluso crítica en algunas aplicaciones. La fuente de luz puede ser, por ejemplo pero no necesariamente, un diodo emisor de luz "LED", una lámpara de filamento o una lámpara de descarga de gas. La Figura 1a muestra una ilustración esquemática de una aplicación de alumbrado público en la que hay dispuestas farolas 122 y 123 para iluminar una carretera 120. La Figura 1b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A1 - A1 mostrada en la figura 1a, y la figura 1c muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A2 - A2 mostrada en la figura 1a. Cada una de las farolas 122 y 123 puede comprender, por ejemplo, una instalación de iluminación que comprende una pluralidad de fuentes de luz, por ejemplo, diodos emisores de luz "LED", y dispositivos ópticos cada uno de los cuales está dispuesto para modificar el patrón de distribución de la luz de una o más de las fuentes de luz. Un dispositivo óptico ejemplar 101 según la técnica anterior se ilustra en las figuras 1e y 1f, mostrando la figura 1f una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A - A mostrada en la figura 1e. Una fuente 102 de luz está dispuesta para irradiar primeros haces de luz a un primer cuadrante geométrico 103 y segundos haces de luz a un segundo cuadrante geométrico 104, estando definidos los cuadrantes geométricos primero y segundo por planos geométricos perpendiculares entre sí 105 y 106, de forma que el plano geométrico 105 constituya un límite entre los cuadrantes geométricos primero y segundo 103 y 104. En las figuras 1e y 1f, se muestran algunos de los primeros haces de luz con flechas de línea de puntos y rayas y se muestran algunos de los segundos haces de luz con flechas de línea discontinua. Se debe hacer notar que los planos geométricos 105 y 106 mencionados anteriormente son conceptos geométricos únicamente con fines ilustrativos pero no elementos físicos del dispositivo óptico 101 o de la fuente 102 de luz. El plano geométrico 105 es paralelo al plano yz de un sistema 199 de coordenadas y el plano geométrico 106 es paralelo al plano xy del sistema 199 de coordenadas. El dispositivo óptico 101 comprende una sección 107 de lente para modificar un patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz. El dispositivo óptico 101 comprende una superficie reflectante 108 para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz al primer cuadrante 103, según se ilustra en las figuras 1e y 1f. La superficie reflectante 108 es una superficie de una cavidad 109. Se seleccionan las formas geométricas de la cavidad 109 y el índice de refracción del material transparente del dispositivo óptico 101 de forma que la reflexión total tenga lugar en la superficie reflectante 108.

35 La Figura 1d muestra gráficos polares que ilustran distribuciones simuladas de luminancia en la superficie de la carretera 120 cuando se utilizan dispositivos ópticos del tipo descrito anteriormente en una situación ejemplar en la que la distancia D entre las farolas adyacentes es de aproximadamente 4,5 veces la altura H de los postes de farola y la anchura W de un carril 121 es de aproximadamente la mitad de la altura H de los postes de farola. El gráfico polar de línea continua muestra la distribución de la luminancia en la línea A1 - A1 mostrada en la figura 1a y el gráfico polar de línea discontinua muestra la distribución de luminancia en la línea A2-A2 que se encuentra en el centro del carril 121. Los ángulos  $\phi_1$  y  $\phi_2$  se definen en la figura 1c y los ángulos  $\phi_3$  y  $\phi_4$  se definen en la figura 1b. Una situación ideal sería tal que la luminancia se encuentre a un nivel adecuado y uniforme en la superficie de la carretera. En la figura 1d, un arco circular 124 ilustra una situación en la que la luminancia está distribuido uniformemente.

45 Es inherente que cada vez resulte un reto mayor lograr una distribución de luminancia que sea suficientemente uniforme en la dirección longitudinal de la carretera 120 cuando se aumenta la distancia D entre farolas adyacentes. Por otra parte, se pueden reducir los costes del alumbrado público aumentando la distancia D. Por lo tanto, existe un incentivo económico claro por aumentar la distancia D entre farolas adyacentes.

50 La publicación WO2014044926 describe un elemento de guía de luz para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente de luz. La fuente de luz irradia primeros haces de luz a un primer cuadrante y segundos haces de luz a un segundo cuadrante, estando definidos los cuadrantes primero y segundo por planos espaciales perpendiculares entre sí y uno de los planos espaciales constituye un límite planario entre los cuadrantes primero y segundo. El elemento de guía de luz comprende material transparente en un recorrido de los primeros haces de luz para modificar el patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz y una superficie reflectante para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz al primer cuadrante. Una superficie del material sólido en un recorrido de los segundos haces de luz comprende surcos para distribuir el patrón de distribución de la luz de los segundos haces de luz en la dirección de la línea de sección entre los planos espaciales.

**Sumario**

A continuación se presenta un sumario simplificado para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de diversas realizaciones de la invención. El sumario no es una revisión general exhaustiva de la invención. No se pretende que identifique elementos clave o críticos de la invención ni que delimite el alcance de la invención. El siguiente sumario simplemente presenta algunos conceptos de la invención de una forma simplificada como un preludio a una descripción más detallada de realizaciones ejemplares de la invención.

En el presente documento, cuando se utiliza la palabra “geométrico” como un adjetivo significa un concepto geométrico que no es necesariamente una parte de cualquier objeto físico. El concepto geométrico puede ser, por ejemplo, un punto geométrico, una línea geométrica recta o curvada, un plano geométrico, una superficie geométrica no plana, un espacio geométrico, o cualquier otra entidad geométrica que tenga cero, una, dos o tres dimensiones.

Según la invención, se proporciona un nuevo dispositivo óptico para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente de luz que irradia primeros haces de luz a un primer cuadrante geométrico y segundos haces de luz a un segundo cuadrante geométrico, estando definidos los cuadrantes geométricos primero y segundo por planos geométricos primero y segundo perpendiculares entre sí, de forma que el primer plano geométrico constituya un límite entre los cuadrantes geométricos primero y segundo. Un dispositivo óptico según la invención comprende:

- una sección de lente para que actúe como una lente para modificar el patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz, y
- una superficie reflectante para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz del segundo cuadrante geométrico al primer cuadrante geométrico, de forma que los ángulos de incidencia de la al menos una parte de los segundos haces de luz con respecto a líneas normales geométricas de la superficie reflectante sean mayores que un ángulo crítico de reflexión total cuando incide la al menos una parte de los segundos haces de luz, del interior del material transparente del dispositivo óptico, en la superficie reflectante.

La superficie reflectante mencionada anteriormente está conformada de manera que:

- cada curva de sección geométrica entre la superficie reflectante y un plano geométrico paralelo con el segundo plano geométrico tiene forma de cuña y tiene un vértice que apunta hacia el primer cuadrante geométrico, y
- la superficie reflectante comprende una o más áreas en las que las proyecciones de los ángulos de incidencia en un plano de proyección geométrica perpendicular a los planos geométricos primero y segundo son menores que el ángulo crítico, estando cada una de las proyecciones de los ángulos de incidencia un ángulo entre una proyección de uno correspondiente de los segundos haces de luz y una proyección de una correspondiente de las líneas normales geométricas de la superficie reflectante en el plano de proyección geométrica.

En las una o más áreas mencionadas anteriormente de la superficie reflectante, se logra la reflexión total con la ayuda de la forma de cuña de la superficie reflectante y, por lo tanto, se dirigen los segundos haces de luz reflejados más en las direcciones hacia los lados y menos hacia abajo, por ejemplo, que en el caso ilustrado en la figura 1f en la que se logra la reflexión total colocando la superficie reflectante 108 de forma oblicua con respecto a la dirección z del sistema 199 de coordenadas. Las una o más áreas mencionadas anteriormente pueden abarcar, por ejemplo, al menos un 50% de la superficie reflectante.

El hecho de que el patrón de distribución de la luz de los segundos haces de luz reflejados esté dirigido de la forma descrita anteriormente facilita el logro, por ejemplo, de una distribución suficientemente uniforme de luminancia en la dirección longitudinal de una carretera cuando se utiliza el dispositivo óptico descrito anteriormente en una aplicación de alumbrado público.

Según la invención, también se proporciona una nueva instalación de iluminación que comprende al menos una fuente de luz y al menos un dispositivo óptico según la invención. La al menos una fuente de luz puede comprender, por ejemplo, uno o más diodos emisores de luz “LED”.

Según la invención, también se proporciona un nuevo sistema que comprende una carretera y al menos una farola que comprende al menos una instalación de iluminación según la invención, estando colocado cada dispositivo óptico de al menos una instalación de iluminación con respecto a la carretera, de forma que una línea de sección geométrica entre los planos geométricos primero y segundo mencionados anteriormente relacionados con el dispositivo óptico considerado sea sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la carretera.

Según la invención, también se proporciona un nuevo molde que tiene una forma adecuada para fabricar, mediante moldeo por colada, una pieza transparente que constituye uno o más dispositivos ópticos según la invención.

En las reivindicaciones dependientes adjuntas se describen diversas realizaciones ejemplares y no limitantes.

Se comprenderán de forma óptima las diversas realizaciones ejemplares y no limitantes de la invención, tanto en cuanto a construcciones como a procedimientos de operación, junto con objetos y ventajas adicionales de las mismas, a partir de la siguiente descripción de realizaciones ejemplares específicas cuando sean leídas junto con los dibujos adjuntos.

Los verbos “comprender” e “incluir” son utilizados en el presente documento como limitaciones abiertas que ni excluyen ni requieren la existencia también de características no enumeradas. Las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes son libremente combinables entre sí, a no ser que se indique explícitamente lo contrario. Además, se debe comprender que el uso de “un” o “una”, es decir una forma singular, por todo el presente documento no excluye una pluralidad.

### **Breve descripción de las figuras**

Las realizaciones ejemplares y no limitantes de la invención y sus ventajas se explican con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras 1a-1c muestran una ilustración esquemática de una aplicación de alumbrado público según la técnica anterior, la figura 1d muestra gráficos polares que ilustran distribuciones simuladas de luminancia en la superficie de una carretera mostrada en las figuras 1a-1c cuando se utilizan dispositivos ópticos según la técnica anterior, las figuras 1e y 1f ilustran un dispositivo óptico según la técnica anterior, las figuras 2a-2d ilustran un dispositivo óptico según una realización ejemplar y no limitante de la invención, la figura 3 ilustra un dispositivo óptico según otra realización ejemplar y no limitante de la invención; las figuras 4a y 4b ilustran una instalación de iluminación según una realización ejemplar y no limitante de la invención, y las figuras 5a-5c ilustran una aplicación de alumbrado público según una realización ejemplar y no limitante de la invención.

Las Figuras 1a-1f ya han sido explicadas en la sección de Antecedentes del presente documento.

### **Descripción de realizaciones ejemplares**

No se debería interpretar que los ejemplos específicos proporcionados en la siguiente descripción limitan el alcance y/o la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. Las listas y los grupos de ejemplos proporcionados en la siguiente descripción no son exhaustivos a no ser que se indique explícitamente lo contrario.

Las Figuras 2a y 2b muestran vistas isométricas de un dispositivo óptico 201 según una realización ejemplar y no limitante de la invención para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente 202 de luz que puede ser, por ejemplo pero no necesariamente, un diodo emisor de luz “LED”, una lámpara de filamento o una lámpara de descarga de gas. Las direcciones de visionado relacionadas con las figuras 2a y 2b se ilustran con un sistema 299 de coordenadas. La Figura 2c muestra el dispositivo óptico 201 cuando es visto contra la dirección z positiva del sistema 299 de coordenadas. La Figura 2d muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A - A mostrada en la figura 2c. El plano de sección es paralelo al plano xz del sistema 299 de coordenadas. Según se ilustra en las figuras 2c y 2d, la fuente 202 de luz está dispuesta para irradiar primeros haces de luz a un primer cuadrante geométrico 203 y segundos haces de luz a un segundo cuadrante geométrico 204, estando definidos los cuadrantes geométricos primero y segundo por planos geométricos primero y segundo 205 y 206 perpendiculares entre sí, de forma que el primer plano geométrico 205 constituya un límite entre los cuadrantes geométricos primero y segundo 203 y 204. En las figuras 2c y 2d, algunos de los primeros haces de luz mencionados anteriormente se muestran con flechas de línea de puntos y rayas y algunos de los segundos haces de luz mencionados anteriormente se muestran con flechas de línea discontinua. Se debe hacer notar que los planos geométricos primero y segundo 205 y 206 mencionados anteriormente son simples conceptos geométricos únicamente con fines ilustrativos, pero no elementos físicos del dispositivo óptico 201 o de la fuente 202 de luz. El primer plano geométrico 205 es paralelo al plano yz de un sistema 299 de coordenadas y el segundo plano geométrico 206 es paralelo al plano xy del sistema 299 de coordenadas. El dispositivo óptico 201 está fabricado de material transparente cuyo índice de refracción es mayor que uno. El material transparente puede ser, por ejemplo, plástico acrílico, policarbonato, silicón óptica o vidrio. El procedimiento de fabricación del dispositivo óptico 201 puede ser, por ejemplo, moldeo por colada.

El dispositivo óptico 201 comprende una porción 207 de lente para modificar el patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz. El dispositivo óptico 201 comprende una superficie reflectante 208 para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz del segundo cuadrante geométrico 204 al primer cuadrante geométrico 203, de forma que los ángulos de incidencia de la al menos una parte de los segundos haces de luz con respecto a las líneas normales geométricas de la superficie reflectante 208 sean mayores que el ángulo crítico de reflexión total cuando incide al menos parte de los segundos haces de luz, desde el interior del material transparente del dispositivo óptico, en la superficie reflectante 208. Además de los segundos haces de luz que son reflejados por la superficie reflectante 208, la fuente 202 de luz puede irradiar al segundo cuadrante geométrico 204 haces de luz que no inciden sobre la superficie reflectante 208. La superficie reflectante 208 está conformada de manera que cada curva de sección geométrica entre la superficie reflectante 208 y un plano geométrico paralelo al plano xy del sistema 299 de coordenadas tenga forma de cuña y tenga un vértice que apunta hacia el primer cuadrante geométrico 203. La Figura 2c muestra una curva ejemplar 231 de sección geométrica entre la superficie reflectante 208 y un plano geométrico que es paralelo al plano xy del sistema 299 de coordenadas. La curva ejemplar 231 de sección geométrica se muestra como una línea discontinua. La curva ejemplar 231 de sección geométrica es un

simple concepto geométrico únicamente con fines ilustrativos, pero no un elemento físico del dispositivo óptico 201 o de la fuente 202 de luz.

La superficie reflectante 208 comprende áreas en las que las proyecciones de los ángulos de incidencia mencionados anteriormente en un plano de proyección geométrica, que es perpendicular a los planos geométricos primero y segundo 205 y 206, son menores que el ángulo crítico de reflexión total. En la figura 2d, el plano de sección se corresponde con el plano de proyección geométrica mencionado anteriormente. La proyección de cada ángulo de incidencia es un ángulo entre una proyección de uno correspondiente de los segundos haces de luz y una proyección de una correspondiente de las líneas normales geométricas de la superficie reflectante 208 en el plano de proyección geométrica mencionado anteriormente. Una vista ampliada 220 muestra la proyección  $\alpha_p$  del ángulo de incidencia de uno de los segundos haces de luz con respecto a una línea normal geométrica correspondiente de la superficie reflectante 208. En la vista ampliada 220, se denota la proyección de la línea normal geométrica de la superficie reflectante con una referencia 221 y se muestra la proyección de uno de los segundos haces de luz con una línea discontinua. La proyección  $\alpha_p$  del ángulo de incidencia es menor que el ángulo crítico de reflexión total y, por lo tanto, se logra la reflexión total con la ayuda de la forma de cuña de la superficie reflectante 208 y, por lo tanto, los segundos haces de luz reflejados son dirigidos más en las direcciones hacia los lados y menos hacia fuera, por ejemplo, en el caso ilustrado en la figura 1f, en el que se logra la reflexión total colocando la superficie reflectante 108 de forma oblicua con respecto a la dirección z del sistema 199 de coordenadas. Las áreas en las que las proyecciones del ángulo de incidencia son menores que el ángulo crítico de reflexión total puede abarcar, por ejemplo, al menos un 30%, o al menos un 50%, o al menos un 70% de la superficie reflectante 208.

Según se ilustra en las figuras 2b y 2c, la superficie reflectante 208 del dispositivo óptico ejemplar 201 es sustancialmente simétrica con respecto a un tercer plano geométrico 230 que es paralelo al plano xz del sistema 299 de coordenadas. La superficie reflectante 208 comprende una primera porción 208a y una segunda porción 208b que son imágenes sustancialmente especulares una de otra. Sin embargo, también son posibles distintas formas de la superficie reflectante. El tercer plano geométrico 230 mencionado anteriormente es un concepto simplemente geométrico únicamente con fines ilustrativos, pero no un elemento físico del dispositivo óptico 201 o de la fuente 202 de luz. Según se ilustra en las figuras 2a-2c, el dispositivo óptico ejemplar es sustancialmente simétrico con respecto al tercer plano geométrico mencionado anteriormente.

En el caso ejemplar ilustrado en las figuras 2a-2d, el dispositivo óptico 201 es una única pieza de material transparente. El dispositivo óptico 201 comprende una primera cavidad 215 para constituir una ubicación para la fuente 202 de luz según se ilustra en las figuras 2b-2d. El dispositivo óptico 201 comprende una segunda cavidad 209 cuya superficie constituye la superficie reflectante 208 de forma que la reflexión total tenga lugar cuando inciden los haces de luz, del interior del material transparente, en la superficie reflectante 208 de la segunda cavidad 209. Las cavidades primera y segunda 215 y 209 están formadas de manera que una primera superficie 216 del dispositivo óptico 201 comprenda huecos que constituyen las cavidades primera y segunda 215 y 209, y la primera superficie 216 es sustancialmente plana en regiones en torno a los huecos. Una segunda superficie 217 del dispositivo óptico está conformada de manera que se logre una distribución deseada de la luz. La primera superficie 216 puede instalarse, por ejemplo, para se apoye en una placa de circuito impreso en la que está montada la fuente 202 de luz en una superficie de la placa de circuito impreso.

La Figura 3 muestra una vista en sección de un dispositivo óptico 301 según otra realización ejemplar y no limitante de la invención para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente 302 de luz. El plano de sección es paralelo al plano xz de un sistema 399 de coordenadas. La fuente 302 de luz está dispuesta para irradiar primeros haces de luz a un primer cuadrante geométrico 303 y segundos haces de luz a un segundo cuadrante geométrico 304, estando definidos los cuadrantes primero y segundo por planos geométricos primero y segundo 305 y 306 perpendiculares entre sí, de forma que el primer plano geométrico 305 constituya un límite entre los cuadrantes geométricos primero y segundo. El primer plano geométrico 305 es paralelo al plano yz de un sistema 399 de coordenadas y el segundo plano geométrico 306 es paralelo al plano xy del sistema 399 de coordenadas. En la figura 3, se muestran algunos de los primeros haces de luz con flechas de línea de puntos y rayas y se muestran algunos de los segundos haces de luz con flechas de línea discontinua. El dispositivo óptico 301 comprende una sección 307 de lente para modificar el patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz. El dispositivo óptico 301 comprende una superficie reflectante 308 para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz al primer cuadrante geométrico 303, de forma que los ángulos de incidencia de la al menos una parte de los segundos haces de luz con respecto a las líneas normales geométricas de la superficie reflectante 308 sean mayores que el ángulo crítico de reflexión total cuando incide la al menos una parte de los segundos haces de luz, desde el interior del material transparente del dispositivo óptico, en la superficie reflectante 308. Además de los segundos haces de luz que son reflejados por la superficie reflectante 308, la fuente 302 de luz puede irradiar al segundo cuadrante 304 haces de luz que no inciden sobre la superficie reflectante 308.

La superficie reflectante 308 está conformada de manera que cada curva de sección geométrica entre la superficie reflectante 308 y un plano geométrico paralelo al plano xy del sistema 399 de coordenadas tiene forma de cuña y tiene un vértice que apunta hacia el primer cuadrante geométrico 303. En este caso ejemplar, la superficie reflectante 308 está conformada para que tenga ondulaciones que son paralelas al segundo plano geométrico 306. La superficie reflectante 308 comprende áreas en las que las proyecciones de los ángulos de incidencia

mencionados anteriormente en un plano de proyección geométrica, que es perpendicular a los planos geométricos primero y segundo 305 y 306, son menores que el ángulo crítico de reflexión total. En la figura 3, el plano de sección se corresponde con el plano de proyección geométrica mencionado anteriormente. La proyección de cada ángulo de incidencia es un ángulo entre una proyección de uno correspondiente de los segundos haces de luz y una proyección de una correspondiente de las líneas normales geométricas en el plano de proyección geométrica mencionado anteriormente. En la figura 3, se muestran las proyecciones  $\alpha_{p1}$  y  $\alpha_{p2}$  de los ángulos de incidencia en una vista ampliada 320. Se denotan las proyecciones de las líneas normales geométricas de la superficie reflectante 308 con las referencias 321 y 322, y se muestran las proyecciones de los haces de luz respectivos con líneas discontinuas. En este caso ejemplar, la proyección  $\alpha_{p1}$  es mayor que el ángulo crítico de reflexión total y la proyección  $\alpha_{p2}$  es menor que el ángulo crítico de reflexión total. En áreas en las que las proyecciones de los ángulos de incidencia son menores que el ángulo crítico de reflexión total, se logra la reflexión total con la ayuda de la forma de cuña de la superficie reflectante 308 y, por lo tanto, los haces de luz reflejados en estas áreas son dirigidos más en las direcciones hacia los lados y menos hacia abajo, por ejemplo, que en el caso ilustrado en la figura 1f.

Las Figuras 4a y 4b ilustran una instalación de iluminación según una realización ejemplar y no limitante de la invención. La Figura 4b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A - A mostrada en la figura 4a. El plano de sección es paralelo al plano xz de un sistema 499 de coordenadas. La instalación de iluminación comprende cuatro fuentes de luz y cuatro dispositivos ópticos 401a, 401 b, 401c y 401d. Cada uno de los dispositivos ópticos es según una realización ejemplar y no limitante de la invención. En la figura 4b, se muestran dos de las fuentes de luz con las referencias 402a y 402b. Cada uno de los dispositivos ópticos 401a-401d puede ser, por ejemplo, tal como se ilustra en las figuras 2a-2d. Cada una de las fuentes de luz puede comprender al menos un diodo emisor de luz "LED". En el caso ejemplar ilustrado en las figuras 4a y 4b, la instalación de iluminación comprende, además, una placa 418 de circuito impreso. En este caso ejemplar, los dispositivos ópticos 401a-401d son partes de una única pieza 419 de material transparente. Las fuentes de luz están ubicadas en una superficie de la placa 418 de circuito impreso y en cavidades de los dispositivos ópticos 401a-401d según se ilustra en la figura 4b.

La Figura 5a muestra una ilustración esquemática de una aplicación de alumbrado público en la que las farolas 522 y 523 están dispuestas para iluminar una carretera 520. La Figura 5b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A1 - A1 mostrada en la figura 5a, y la figura 5c muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A2 - A2 mostrada en la figura 5a. Cada una de las farolas 522 y 523 comprende una o más instalaciones de iluminación cada una de las cuales comprende una o más fuentes de luz, por ejemplo diodos emisores de luz "LED", y uno o más dispositivos ópticos para modificar un patrón de distribución de la luz de las una o más fuentes de luz. Cada dispositivo óptico puede ser según lo ilustrado en las figuras 2a-2d o en la figura 3. Cada dispositivo óptico está colocado con respecto a la carretera 520 de forma que la línea de sección geométrica entre los planos geométricos primero y segundo relacionada con el dispositivo óptico considerado sea sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la carretera. Los planos geométricos primero y segundo mencionados anteriormente están definidos anteriormente con referencia a las figuras 2c y 2d y a la figura 3.

No se debería interpretar que los ejemplos específicos proporcionados en la descripción proporcionada anteriormente limitan el alcance y/o la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. Las listas y los grupos de ejemplos proporcionados en la descripción proporcionada anteriormente no son exhaustivos a no ser que se indique explícitamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo óptico (201, 301) para modificar un patrón de distribución de la luz de una fuente de luz que irradia primeros haces de luz a un primer cuadrante geométrico (203, 303) y segundos haces de luz a un segundo cuadrante geométrico (204, 304), estando definidos los cuadrantes geométricos primero y segundo por planos geométricos primero y segundo (205, 206, 305, 306) perpendiculares entre sí, de forma que el primer plano geométrico (205, 305) constituye un límite entre los cuadrantes geométricos primero y segundo, comprendiendo el dispositivo óptico:
  - una sección (207, 307) de lente para actuar como una lente para modificar un patrón de distribución de la luz de los primeros haces de luz, y
  - una superficie reflectante (208, 308) para reflejar al menos una parte de los segundos haces de luz del segundo cuadrante geométrico al primer cuadrante geométrico, de forma que los ángulos de incidencia de la al menos una parte de los segundos haces de luz con respecto a líneas normales geométricas de la superficie reflectante son mayores que un ángulo crítico de reflexión total cuando incide la al menos una parte de los segundos haces de luz desde el interior del material transparente del dispositivo óptico en la superficie reflectante,

en el que la superficie reflectante está conformada de manera que cada curva (231) de sección geométrica entre la superficie reflectante y un plano geométrico paralelo al segundo plano geométricos (206) tiene forma de cuña y tiene un vértice que apunta hacia el primer cuadrante geométrico, **caracterizado porque** la superficie reflectante comprende una o más áreas en las que las proyecciones ( $\alpha_p$ ,  $\alpha_{p2}$ ) de los ángulos de incidencia en un plano de proyección geométrica perpendicular a los planos geométricos primero y segundo son menores que el ángulo crítico, en el que cada una de las proyecciones de los ángulos de incidencia es un ángulo entre una proyección de uno correspondiente de los segundos haces de luz y una proyección (221, 322) de una correspondiente de las líneas normales geométricas de la superficie reflectante en el plano de proyección geométrica.
2. Un dispositivo óptico según la reivindicación 1, en el que las una o más áreas abarcan al menos un 30% de la superficie reflectante.
3. Un dispositivo óptico según la reivindicación 1, en el que las una o más áreas abarcan al menos un 50% de la superficie reflectante.
4. Un dispositivo óptico según la reivindicación 1, en el que las una o más áreas abarcan al menos un 70% de la superficie reflectante.
5. Un dispositivo óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la superficie reflectante (208) es sustancialmente simétrica con respecto a un tercer plano geométrico (230) perpendicular a los planos geométricos primero y segundo, de forma que la superficie reflectante tiene una primera porción (208a) y una segunda porción (208b) que son imágenes sustancialmente especulares una de otra.
6. Un dispositivo óptico según la reivindicación 5, en el que el dispositivo óptico (201) es sustancialmente simétrico con respecto al tercer plano geométrico.
7. Un dispositivo óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el dispositivo óptico comprende una primera cavidad (215) para constituir una ubicación para la fuente de luz y una segunda cavidad (209) cuya superficie constituye la superficie reflectante (208).
8. Un dispositivo óptico según la reivindicación 7, en el que una primera superficie (216) del dispositivo óptico comprende huecos que constituyen las cavidades primera y segunda (215, 209) y la primera superficie del dispositivo óptico es sustancialmente plana en regiones que rodean los huecos.
9. Un dispositivo óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el dispositivo óptico está fabricado de uno de los siguientes: plástico acrílico, policarbonato, silicona óptica, vidrio.
10. Una instalación de iluminación que comprende una fuente (402a, 402b) de luz y un dispositivo óptico (401a, 401b, 401c, 401d) según cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
11. Una instalación de iluminación según la reivindicación 10, en la que la instalación de iluminación comprende, además, una placa (418) de circuito impreso y el dispositivo óptico es según la reivindicación 8, estando apoyadas las regiones planas de la primera superficie del dispositivo óptico en la placa de circuito impreso y encontrándose la fuente de luz en la primera cavidad.
12. Una instalación de iluminación según la reivindicación 10 u 11, en la que el sistema de alumbrado comprende una pluralidad de dispositivos ópticos según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 y una pluralidad de fuentes de luz, estando constituida la pluralidad de los dispositivos ópticos por una única pieza (419) de material transparente que tiene un índice de refracción mayor que uno.

- 5
13. Un molde que tiene una forma adecuada para fabricar, mediante moldeo por colada, una pieza transparente que constituye uno o más dispositivos ópticos según cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
  14. Un sistema que comprende una carretera (520) y una farola (522, 523) que comprende al menos una instalación de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en el que cada dispositivo óptico de la al menos una instalación de iluminación está situada con respecto a la carretera, de forma que una línea de sección geométrica entre los planos geométricos primero y segundo relacionada con el dispositivo óptico considerado sea sustancialmente paralela a una dirección longitudinal de la carretera.

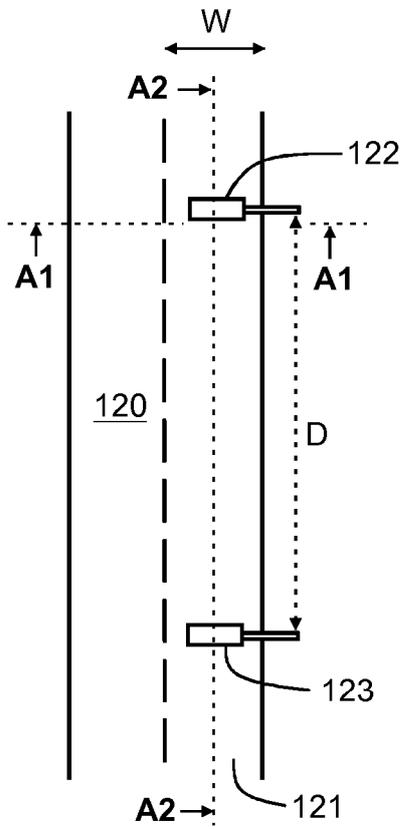


Figura 1a  
Técnica anterior

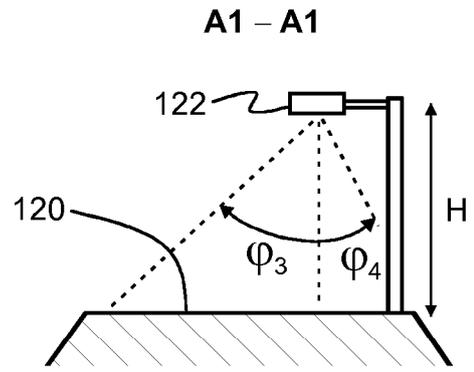


Figura 1b  
Técnica anterior

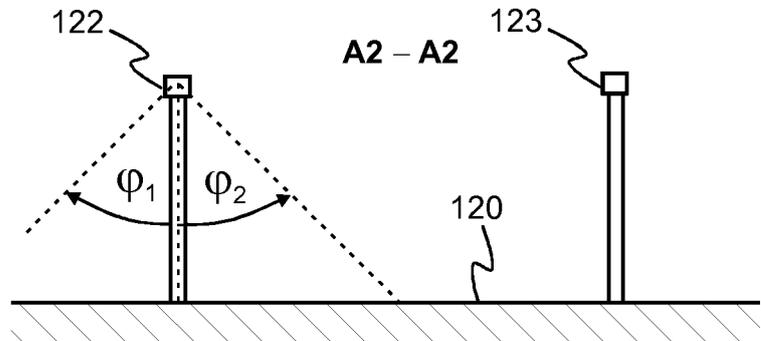


Figura 1c  
Técnica anterior

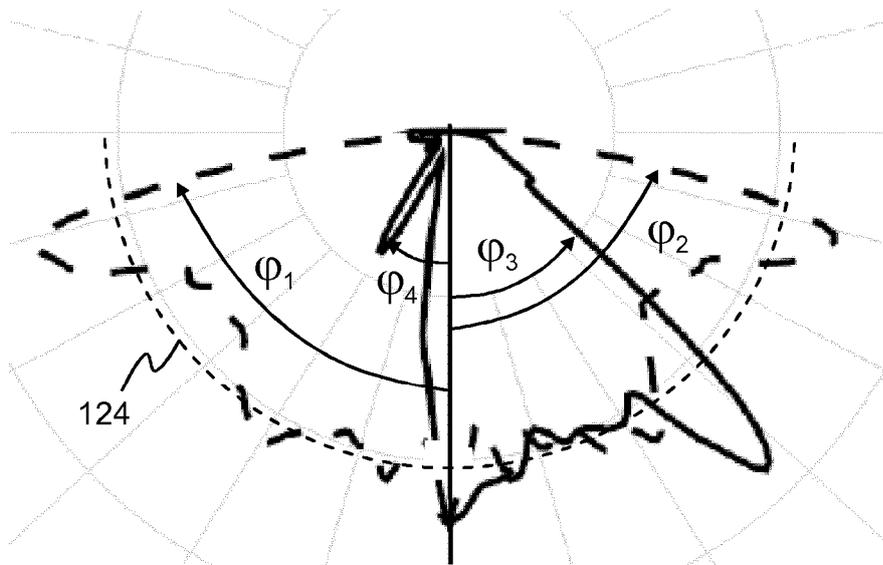


Figura 1d  
Técnica anterior

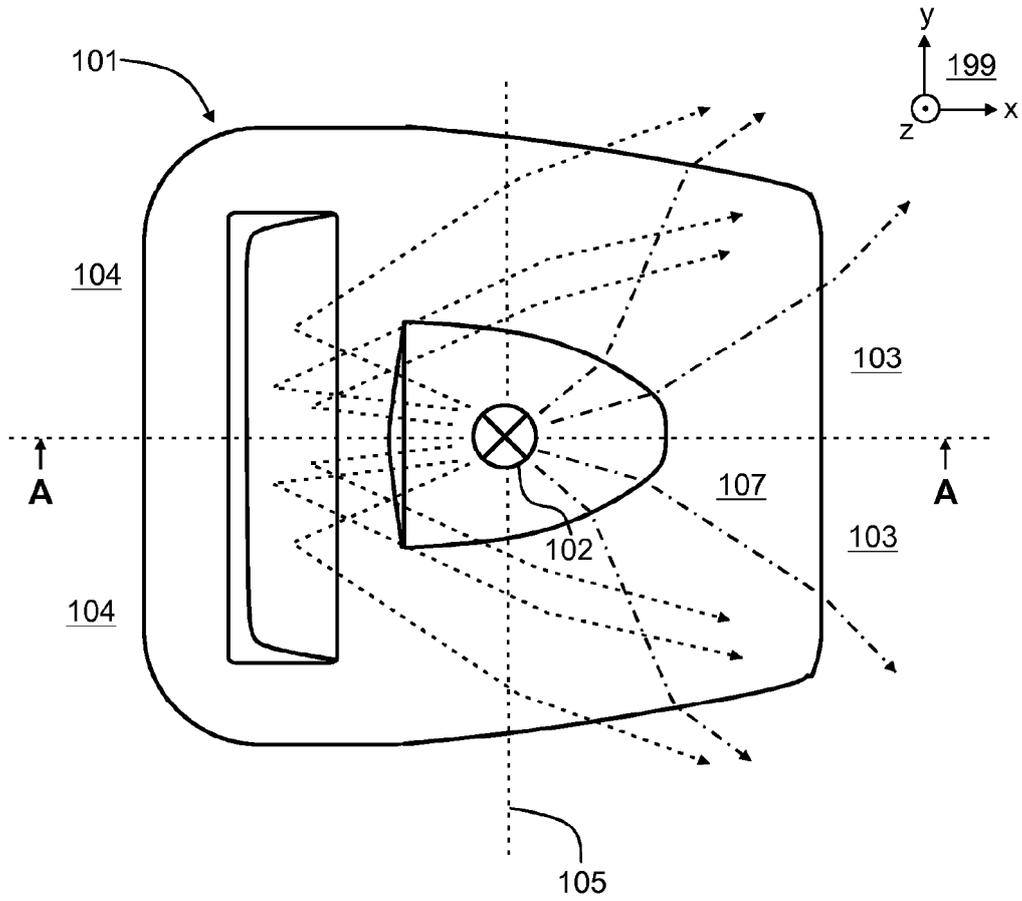


Figura 1e  
Técnica anterior

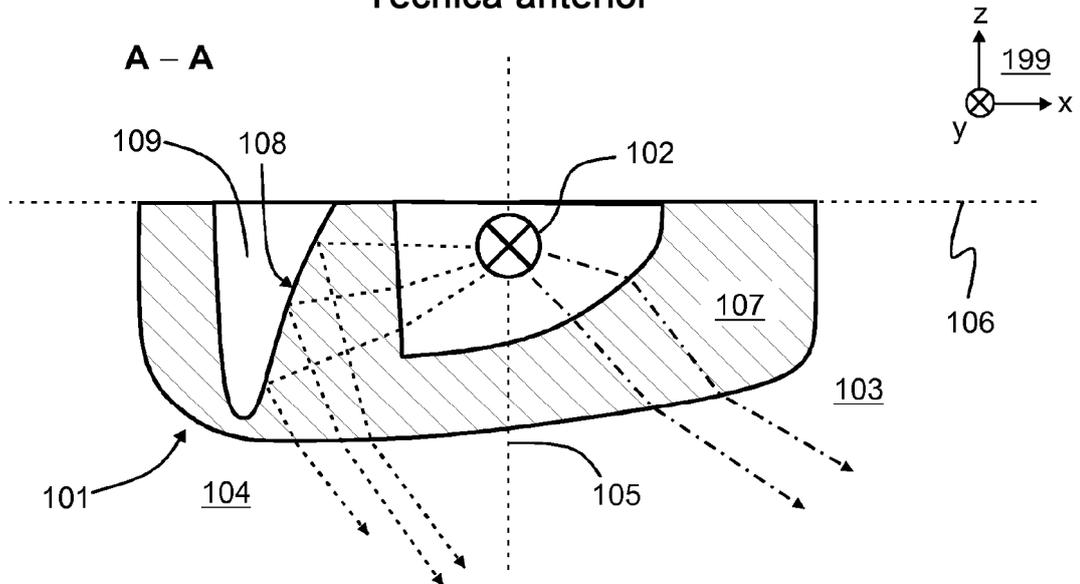


Figura 1f  
Técnica anterior

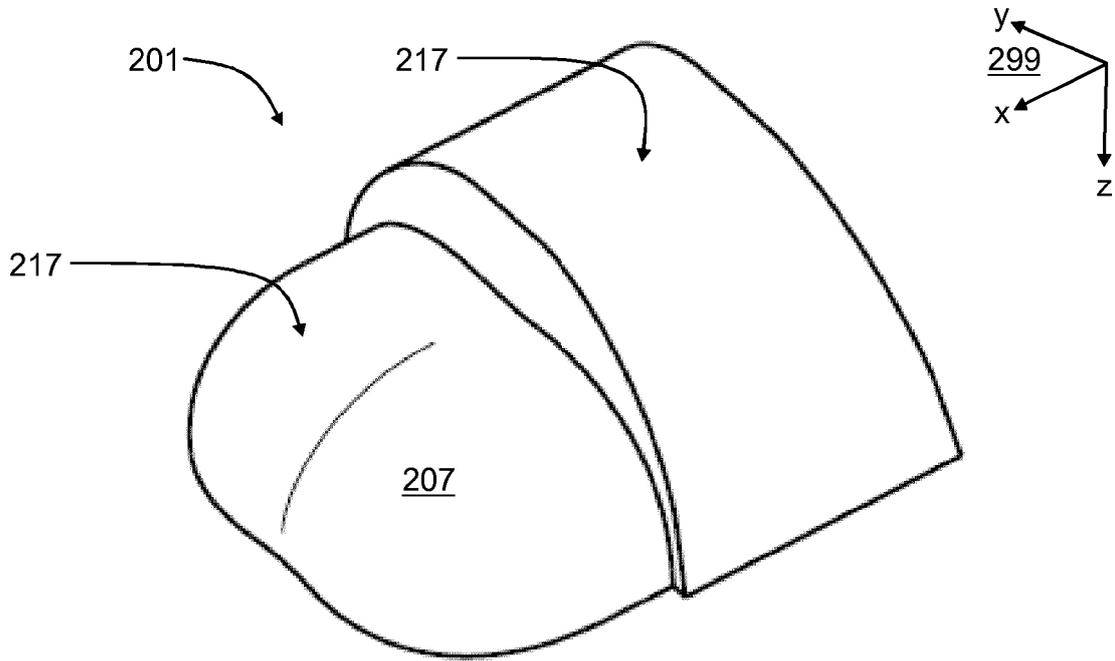


Figura 2a

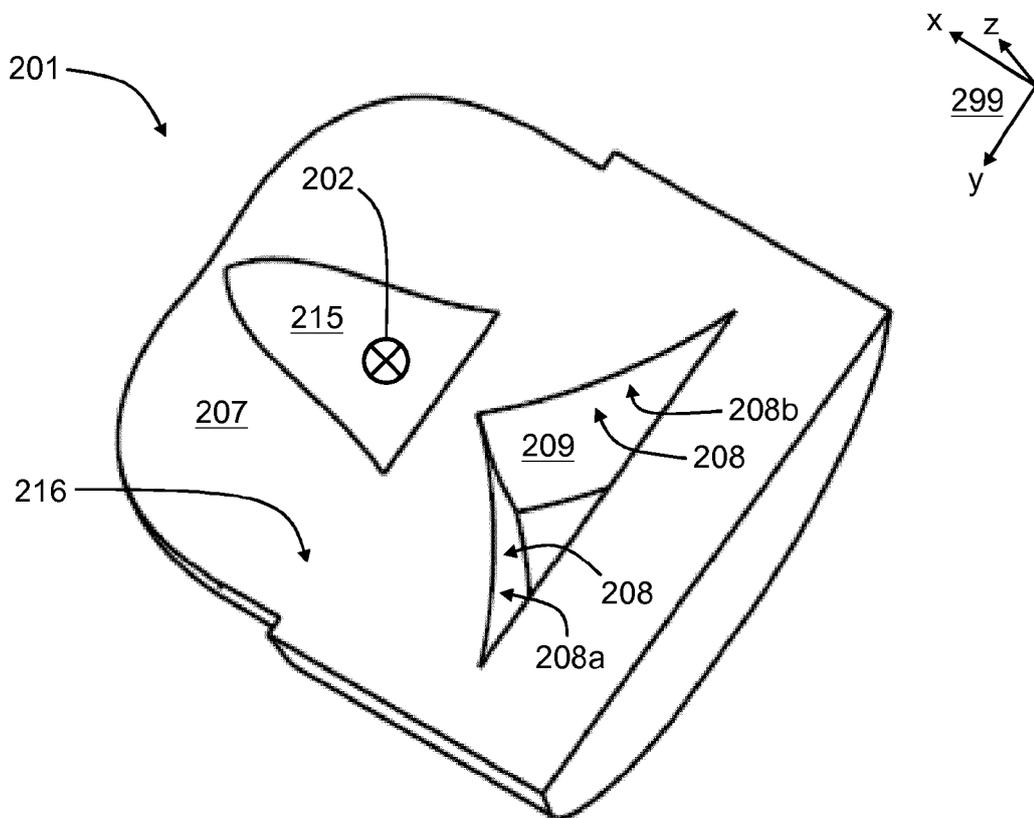


Figura 2b

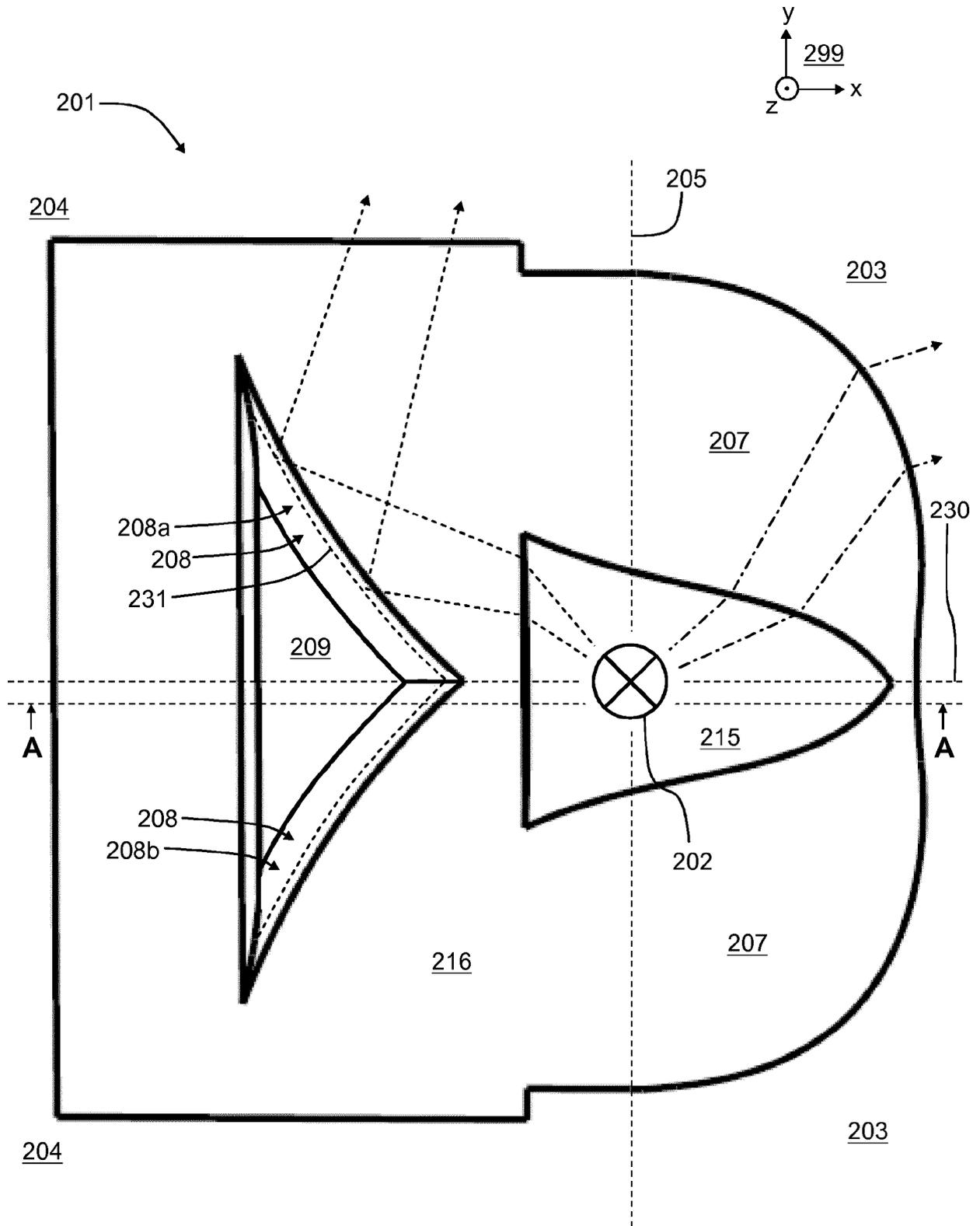


Figura 2c

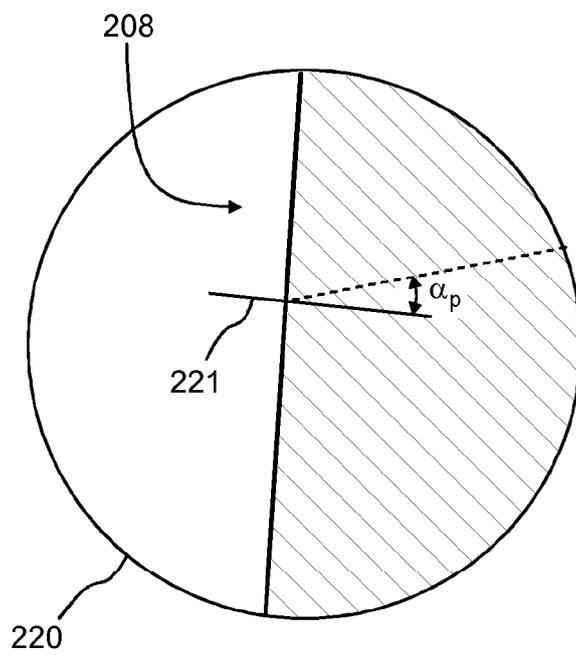
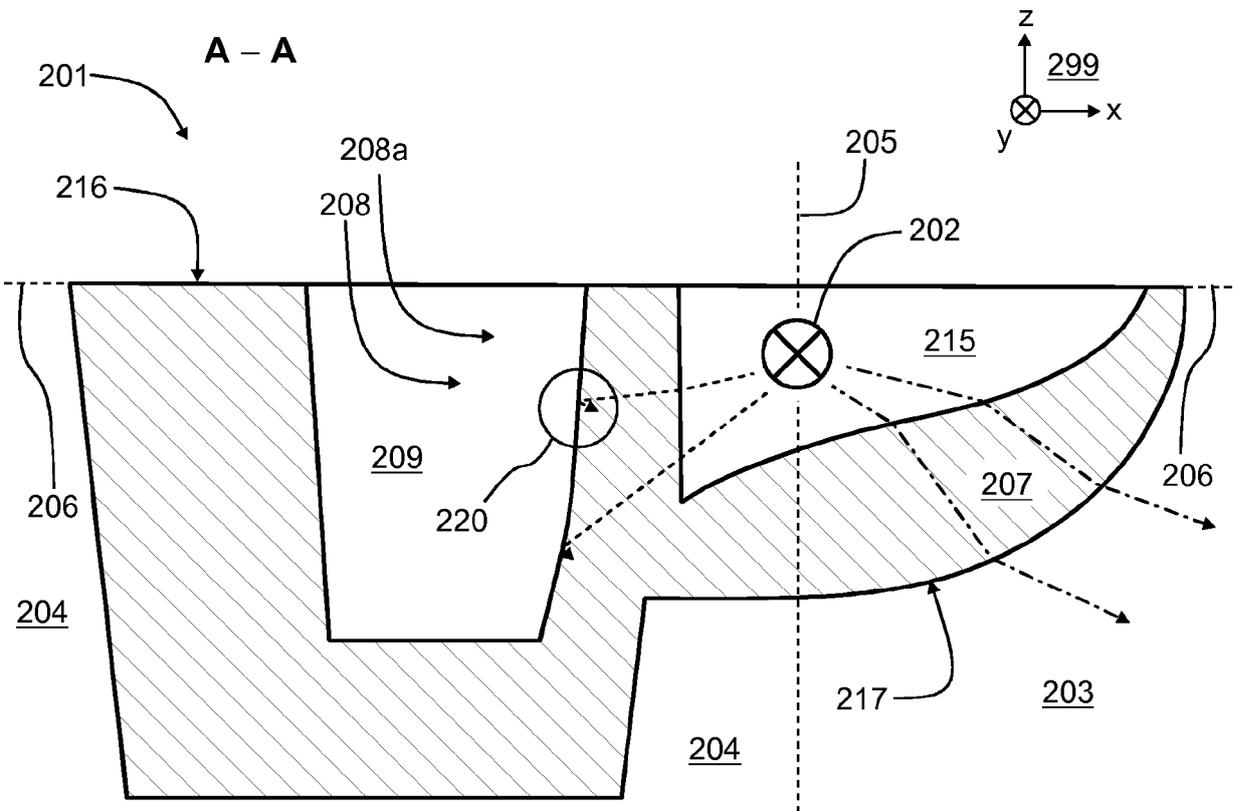


Figura 2d

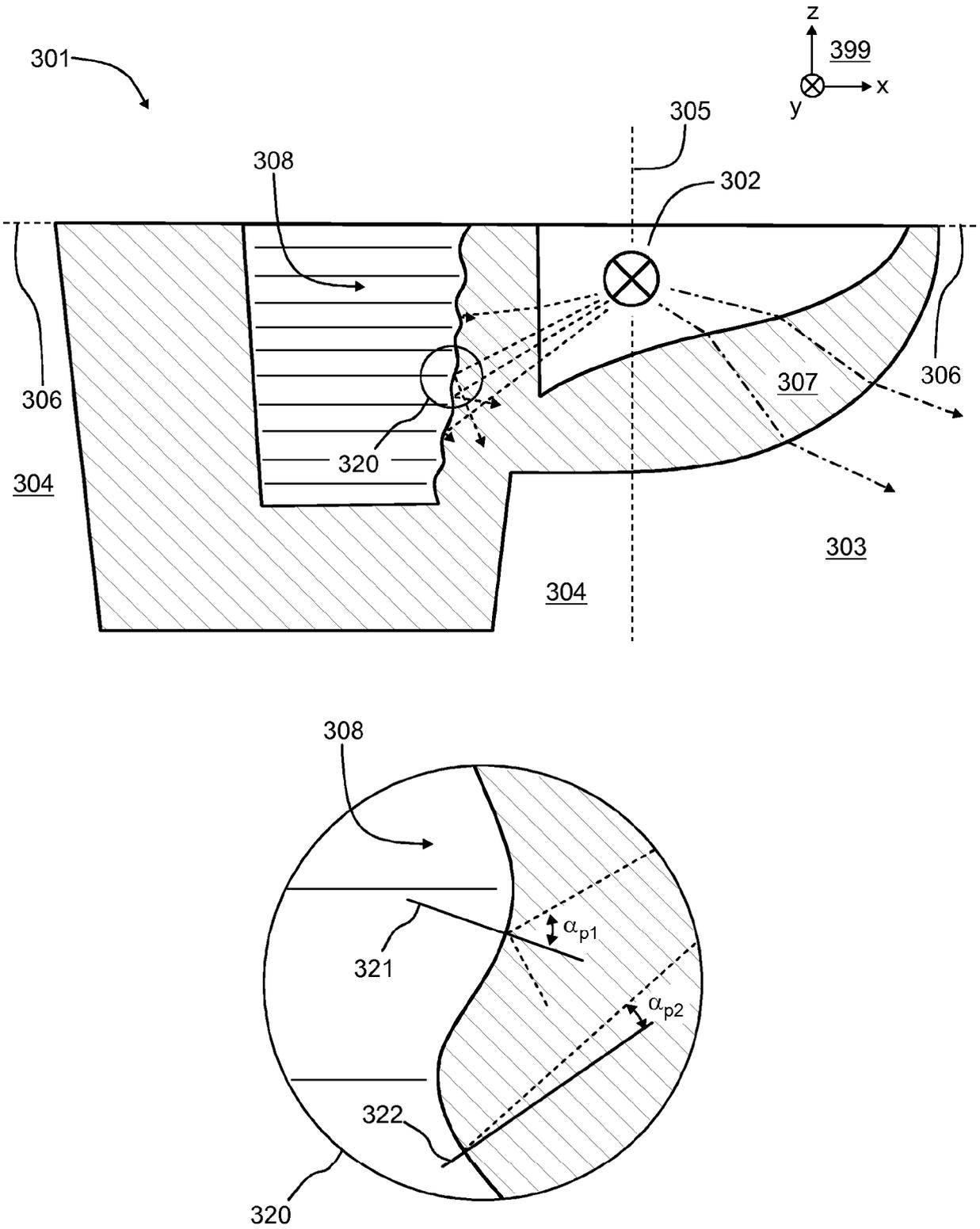


Figura 3

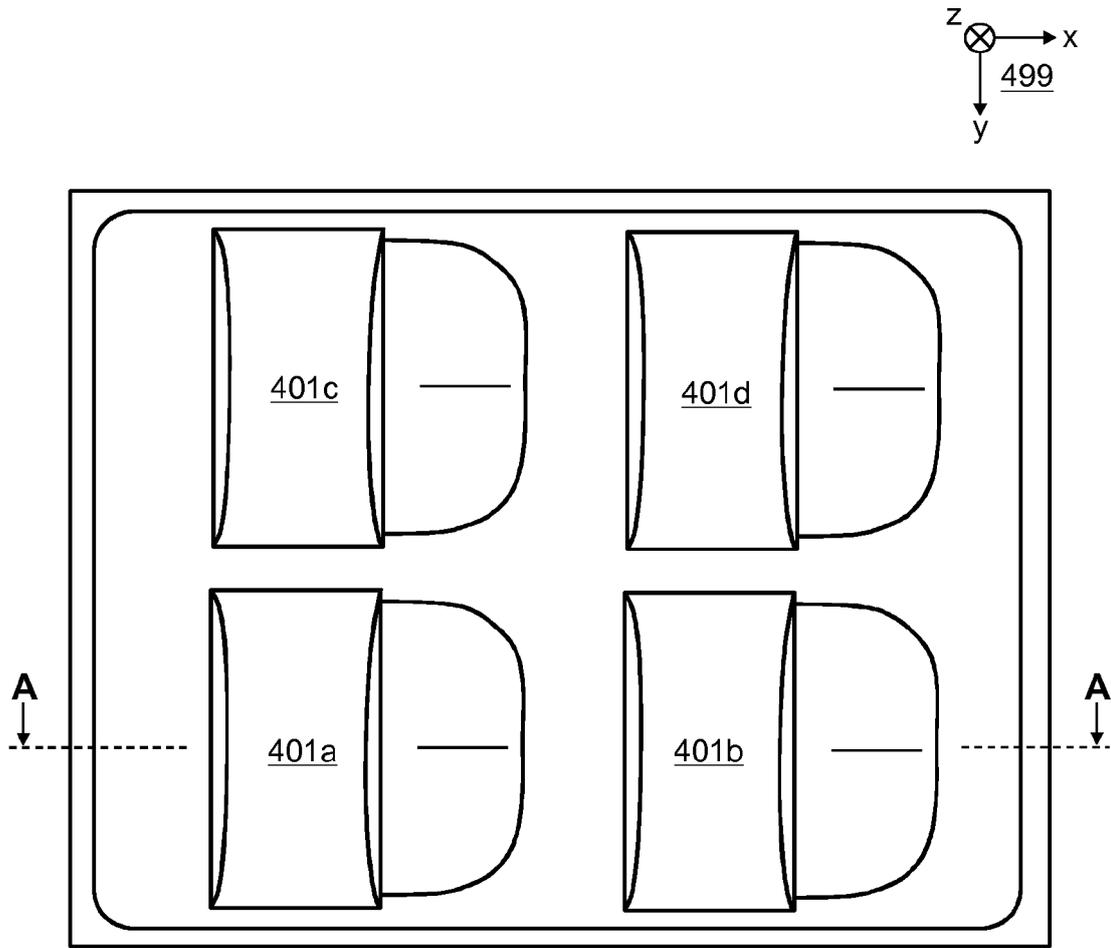


Figura 4a

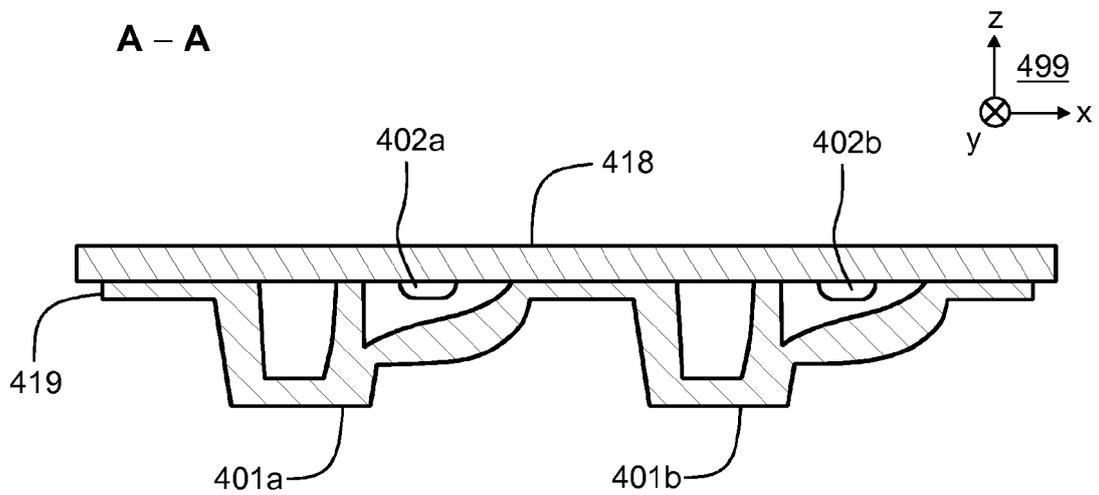


Figura 4b

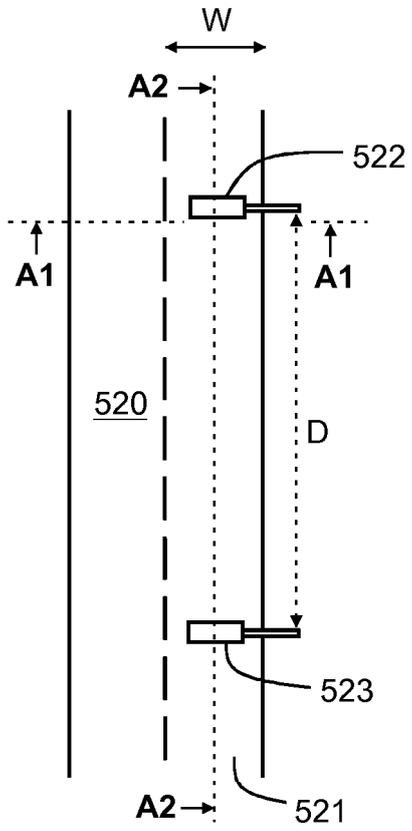


Figura 5a

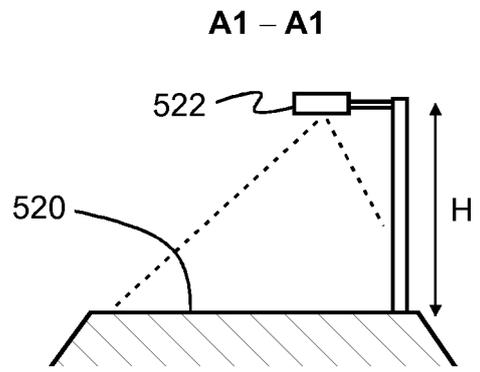


Figura 5b

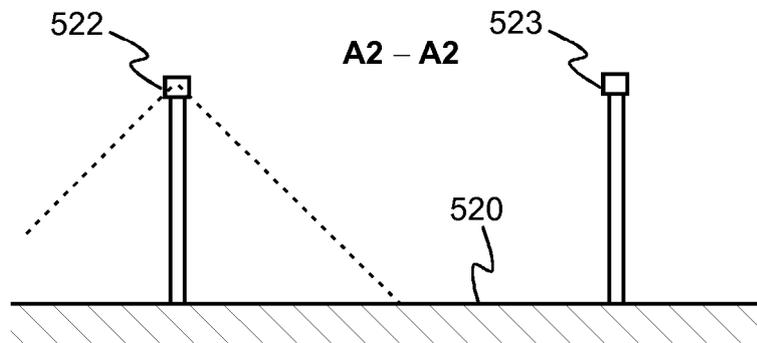


Figura 5c