

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 923**

51 Int. Cl.:

G02C 7/04 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2019 PCT/EP2019/057621**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020 WO20192898**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2019 E 19714592 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022 EP 3948404**

54 Título: **Sistema de lentes de contacto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2022

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
HUNT, ALEXANDER y
CALTENCO, HECTOR

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 930 923 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

Sistema de lentes de contacto

Sector técnico

5 Las realizaciones del presente documento se refieren a un sistema de lentes de contacto y al procedimiento del mismo. En concreto, se refieren a un sistema de lentes de contacto con visualización de área activa dinámica para sistemas de realidad aumentada.

Antecedentes

10 Las pantallas en los sistemas de realidad aumentada están evolucionando rápidamente. Se han realizado investigaciones en los sectores de la adición de componentes electrónicos a una lente de contacto. La electrónica de la lente se ha utilizado para múltiples aplicaciones, tales como la corrección dinámica de la visión o la visualización de imágenes. En el documento de R. Blum et.al, "Enhanced electro-active lens system", 2007, se ha propuesto la corrección de la visión electroactiva como medio para ajustar la corrección de la lente dependiendo de diferentes condiciones, tales como la distancia a los objetos que se están viendo, la luz ambiental o el tamaño de la pupila. En el documento de B. A. PARVIZ, "Augmented Reality in a Contact Lens", IEEE, 2010, investigadores de la Universidad de Washington fabricaron una lente de contacto de 64 píxeles que fue probada en conejos.

15 La pupila se dilata, es decir, tiene diferentes tamaños, con diferente iluminación, estado de ánimo, distancia al objeto enfocado, etc. El tamaño de la pupila no afecta directamente al campo de visión, pero sí afecta a la profundidad de campo percibida, de tal manera que los objetos aparecerán más borrosos en los bordes de la visión con un tamaño de pupila más pequeño, tal como se describe en el documento de S. Marcos, et.al., "The depth-of-field of the human eye from objective and subjective measurements," *Vision Res.*, 1999.

20 Las cosas son diferentes para los objetos que se muestran muy cerca de los ojos, por ejemplo, en una pantalla de lentes de contacto. Si el tamaño de la pupila es más pequeño que el tamaño de la pantalla, no se percibirá la luz de los bordes de la pantalla. Eso significa que una pantalla en una lente de contacto puede ser demasiado pequeña para la pupila en un escenario y demasiado grande en otro.

25 El documento US2014/0240665A1 da a conocer un sistema de detección del diámetro de la pupila orientado hacia el ojo, para una lente oftálmica que comprende un sistema electrónico. El sistema de detección del diámetro de la pupila orientado hacia el ojo se utiliza para determinar el diámetro de la pupila y utilizar esta información para controlar diversos aspectos de la lente oftálmica. El sensor del diámetro de la pupila se implementa como una matriz de sensores más pequeños colocados en diversos lugares de la lente de contacto para muestrear diversos puntos del iris. Los sensores pueden determinar el diámetro de la pupila y los cambios de la misma detectando la reflexión de la luz, la impedancia, el campo electromagnético, la actividad neuronal, la actividad muscular y otros parámetros conocidos en la técnica oftálmica. Se menciona brevemente la posibilidad de incorporar una pantalla de imagen en la lente. El documento US2016/299354A1 da a conocer otra lente de contacto con sensores de dilatación de la pupila incorporados y una pantalla activa.

35 Compendio

Por lo tanto, un objetivo de las realizaciones del presente documento es dar a conocer un sistema y un procedimiento de lentes de contacto mejorados, para contrarrestar el problema descrito anteriormente.

Según un aspecto de las realizaciones del presente documento, el objetivo se consigue mediante un sistema de lentes de contacto para colocar en un ojo, tal como está definido en la presente reivindicación 1.

40 El sistema de lentes de contacto comprende una pantalla, que comprende una matriz de elementos de visualización; una unidad de control, configurada para recibir datos de un servidor remoto y presentar los datos en la pantalla; y un conjunto de sensores integrados en la pantalla, para medir el tamaño de la pupila. La unidad de control está configurada, además, para leer las salidas del conjunto de sensores para determinar el tamaño de la pupila y ajustar el tamaño de un área activa de la pantalla basándose en el tamaño de la pupila, activando y desactivando los elementos de visualización.

45 Según un aspecto de las realizaciones del presente documento, el objetivo se consigue mediante un procedimiento realizado en un sistema de lentes de contacto para colocar en un ojo, tal como está definido en la presente reivindicación 16.

50 El sistema de lentes de contacto comprende una pantalla, que comprende una matriz de elementos de visualización; una unidad de control, configurada para recibir datos de un servidor remoto y presentar los datos en la pantalla; y un conjunto de sensores integrados en la pantalla, para medir el tamaño de la pupila. La unidad de control lee las salidas del conjunto de sensores para determinar el tamaño de la pupila y ajustar el tamaño de un área activa de la pantalla basándose en el tamaño de la pupila, activando y desactivando los elementos de visualización.

En otras palabras, el sistema de lentes de contacto y el procedimiento del mismo según las realizaciones del presente

documento permiten ajustar dinámicamente el tamaño de la pantalla según el tamaño de la pupila. Midiendo el tamaño de la pupila, la pantalla puede cambiar dinámicamente de tamaño de modo que se pueda utilizar la cantidad máxima de píxeles que puede percibir el usuario para mostrar contenido.

5 Algunas ventajas del sistema de lentes de contacto según las realizaciones del presente documento son que el usuario siempre podrá ver el tamaño máximo de la pantalla y que los datos que se presentarán en la pantalla pueden ser ajustados dinámicamente basándose en el tamaño del área activa de la pantalla.

Por lo tanto, las realizaciones del presente documento dan a conocer un sistema y un procedimiento de lentes de contacto mejorados, para sistemas de realidad aumentada.

Breve descripción de los dibujos

10 Ejemplos de realizaciones en el presente documento se describen con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático, que ilustra un sistema de realidad aumentada en el que se puede implementar un sistema de lentes de contacto, según las realizaciones del presente documento;

15 la figura 2 es un esquema que muestra un sistema de lentes de contacto con diferentes tamaños de pantalla y fotosensores, según una realización del presente documento;

la figura 3 es un esquema que muestra un sistema de lentes de contacto con diferentes tamaños de pantalla y fotosensores, según otra realización del presente documento;

la figura 4 es un esquema que muestra un sistema de lentes de contacto en el que los sensores están posicionados reemplazando cada sensor uno o más píxeles de la pantalla;

20 la figura 5 es un esquema que muestra un sistema de lentes de contacto en el que los sensores están posicionados entre filas y columnas de los elementos de visualización;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento realizado en un sistema de lentes de contacto, según las realizaciones del presente documento;

la figura 7 es un diagrama que ilustra las respuestas del fotosensor en un sustrato LTPS; y

25 la figura 8 es un diagrama que ilustra las curvas de activación para un sistema de lentes de contacto con diferentes números de sensores, según las realizaciones del presente documento.

Descripción detallada

La **figura 1** representa un diagrama de bloques de un sistema de realidad aumentada **100**, en el que se puede implementar un sistema de lentes de contacto **110**, según las realizaciones del presente documento. El sistema de realidad aumentada **100** comprende un sistema de lentes de contacto **110** para colocar en un ojo y un servidor **120**, que envía información e interactúa con el sistema de lentes de contacto **110**. El sistema de lentes de contacto **110** comprende una pantalla **111**, que comprende una matriz de elementos de visualización, una unidad de control **112**, configurada para recibir datos del servidor **120** remoto y para presentar los datos en la pantalla **111**, y un conjunto de sensores **113**, para medir el tamaño de la pupila. El conjunto de sensores **113** pueden estar integrados en la pantalla **111**. La unidad de control **112** controla lo que se emite en la pantalla **111** y maneja la entrada del conjunto de sensores **113**. El servidor **120** interactúa con el sistema de lentes de contacto **110** por medio de la unidad de control **112**. La pantalla **111** con la matriz de elementos de visualización está posicionada sobre la lente de contacto, y puede emitir luz de manera estructurada.

40 El sistema de lentes de contacto puede comprender un par de lentes de contacto, una lente para cada ojo del usuario. Las lentes pueden ser idénticas y mostrar los mismos o diferentes datos.

El conjunto de sensores **113** pueden ser fotodiodos que miden la luz reflejada por el ojo. También se pueden utilizar otros tipos de sensores de tamaño o diámetro de pupila. Por ejemplo, tal como se da a conocer en el documento US2014/0240665A1, el conjunto de sensores puede ser una antena de bobina de una o varias vueltas. Dicha antena puede recibir radiación electromagnética del ojo cuando los músculos que controlan el iris se contraen y relajan. Es bien conocido en la técnica pertinente que la actividad muscular y neuronal del ojo puede ser detectada a través de cambios en las emisiones electromagnéticas, por ejemplo, con electrodos de contacto, sensores capacitivos y antenas. De esta manera, se puede implementar un sensor de diámetro de la pupila basado en un sensor muscular. El sensor del diámetro de la pupila también puede ser implementado como uno o más electrodos capacitivos o de contacto diseñados para medir la impedancia a través del ojo. Se puede utilizar la impedancia para detectar cambios en el diámetro de la pupila. Por ejemplo, la impedancia medida a través del iris y de la pupila puede cambiar considerablemente según el diámetro de la pupila. Un sensor de diámetro de pupila colocado en la ubicación adecuada del ojo y acoplado correctamente al ojo podría detectar estos cambios en la impedancia y, por lo tanto, el diámetro o el tamaño de la pupila. Sin embargo, no todos estos sensores pueden estar incorporados en la pantalla. Algunos de estos pueden estar colocados fuera de la

pantalla, tal como se muestra en la figura 1, los sensores 113 con línea de puntos.

La pantalla 111 puede tener al menos dos tamaños de pantalla definidos por una matriz con diferentes números de filas y columnas de los elementos de visualización. Cada tamaño de pantalla se denomina en el presente documento una configuración de área activa válida de la pantalla. Por lo tanto, un área activa de la pantalla puede ser ajustada para tener diferentes tamaños, donde los números de filas y columnas de los elementos de visualización que están activos para diferentes tamaños de pantalla son diferentes. En el presente documento, los elementos de visualización también se pueden denominar píxeles. La cantidad de tamaños de pantalla disponibles varía desde un mínimo de dos, es decir, mínimo y máximo, y hasta el número de píxeles en la diagonal de la pantalla dividido por dos, si todas las intercepciones fila-columna de píxeles tienen un sensor. Pero no hay razón para tener un área activa más pequeña que la dimensión más pequeña de la pupila. Normalmente, la pupila oscila entre 2 mm y 8 mm de diámetro. La pantalla 111 y sus áreas activas pueden tener diferentes formas, donde una forma rectangular y una forma redonda son las más comunes para una lente de contacto.

La **figura 2** muestra un ejemplo de una lente de contacto 110 con diferentes tamaños de pantalla en formas rectangulares y un conjunto de sensores 113. Tal como se muestra en la figura 2, el conjunto de sensores pueden estar posicionados en diagonal en una esquina en el interior de la pantalla 111 en un borde de cada tamaño de pantalla. El conjunto de fotosensores puede ser de cualquier formato que sea compatible con la pantalla 111.

La **figura 3** muestra otro ejemplo de una lente de contacto 110 con diferentes tamaños de pantalla en una disposición de píxeles concéntrica, y un conjunto de sensores 113. Tal como se muestra en la figura 3, el conjunto de sensores pueden estar posicionados en diferentes lugares en el interior de la pantalla en un borde de cada tamaño de pantalla.

Tanto para la figura 2 como para la 3, se pueden utilizar las cuatro "esquinas" de posibles áreas activas. Por lo tanto, será menos obvio dónde están posicionados los sensores desde la perspectiva del usuario. Esto brindará una mejor experiencia de usuario, que es menos perturbación percibida para el usuario.

Los sensores 113 que se muestran en las figuras 2 y 3 pueden ser fotosensores. Cada fotosensor está diseñado para mirar en el interior del ojo y está protegido de la luz que proviene del exterior, por lo que solo se activa con la luz que se refleja en el ojo. Las mediciones se realizan cuando los elementos de visualización o los píxeles están desactivados, para evitar la interferencia de la medición desde la pantalla.

El conjunto de fotosensores pueden estar posicionados en las intersecciones de las filas y columnas de la matriz de elementos de visualización, tal como se muestra en la **figura 4**. Es decir, pueden estar posicionados por cada sensor reemplazando uno o más elementos de visualización o píxeles. Por lo tanto, los lugares ocupados por los sensores aparecerán como píxeles desactivados. Cuando se reemplaza uno o más elementos de visualización o píxeles, los fotosensores pueden ser distribuidos en diferentes disposiciones, siempre que estén en una intersección de una fila y una columna, por ejemplo, en las esquinas de cada tamaño de pantalla.

También es concebible colocar el conjunto de sensores entre filas y columnas de los elementos de visualización, tal como se muestra en la **figura 5**. Por lo tanto, las filas y columnas de los elementos de visualización permanecerán intactas y los lugares ocupados por los sensores no aparecerán como píxeles desactivados, pero los sensores aún podrían ser percibidos como tales si son lo suficientemente grandes.

Según las realizaciones del presente documento, la unidad de control 112 está configurada, además, para leer las salidas del conjunto de sensores 113, para determinar el tamaño de la pupila y ajustar el tamaño de un área activa de la pantalla 111 basándose en el tamaño de la pupila activando y desactivando los elementos de visualización.

Según algunas realizaciones del presente documento, el sistema de lentes de contacto 110 puede comprender, además, uno o más diodos IR colocados cerca de un sensor, para proporcionar luz hacia el ojo para ser reflejada.

A continuación, se describirá en detalle un procedimiento realizado en el sistema de lentes de contacto 110 para ajustar el tamaño de un área activa de la pantalla 111 con referencia a la **figura 6**. Tal como se describió anteriormente, el sistema de lentes de contacto 110 comprende una pantalla 111 que comprende una matriz de elementos de visualización, una unidad de control 112 configurada para recibir datos de un servidor 120 y presentar los datos en la pantalla 111, y un conjunto de sensores 113 integrados en la pantalla 111 para medir el tamaño de la pupila. El procedimiento comprende las siguientes acciones, cuyas acciones pueden ser realizadas en cualquier orden adecuado.

Acción 610

Antes de cada nuevo fotograma que se presentará en la pantalla 111 o a intervalos regulares, por ejemplo, cada diez fotogramas, unas pocas veces por segundo o cada segundo, la unidad de control 112 comprueba el conjunto de sensores 113 para detectar el tamaño de la pupila. Incluso si el procesamiento y la lectura de las señales del sensor solo consumen poca potencia, una verificación menos frecuente ahorrará algo de potencia. La unidad de control 112 lee las salidas del conjunto de sensores 113. Los fotosensores se dirigen al ojo para poder distinguir el borde entre la pupila y el iris. Dependiendo de la distancia entre los fotosensores y el número de fotosensores, las curvas de respuesta al leer los fotosensores serán diferentes. Véase la descripción de la figura 9 que sigue.

En algunos casos, la luz de los elementos de visualización se puede utilizar como fuente de luz para las mediciones de reflectancia, es decir, en entornos oscuros. Esto es para obtener la mejor relación de señal a ruido (SNR – Signal to Noise, en inglés) posible para poder encontrar un umbral para la luz reflejada para el conjunto de sensores.

5 En una realización, la unidad de control 112 puede activar los elementos de visualización relevantes para proporcionar luz hacia el ojo para ser reflejada. Por ejemplo, los elementos de visualización que rodean un fotosensor pueden ser iluminados y el fotodiodo medirá los rayos reflejados de los elementos de visualización. Convenientemente, los elementos de visualización fuera del tamaño de pupila actual deben ser activados para poder encontrar el borde. Además, los elementos de visualización fuera del área activa actual de la pantalla también pueden ser activados para proporcionar luz.

10 La unidad de control 112 puede activar los elementos de visualización relevantes de uno en uno o todos a la vez, es decir, los elementos de visualización relevantes pueden parpadear rápidamente a la vez o pueden activarse uno por uno a modo de barrido.

15 En una realización, se pueden colocar uno o más diodos infrarrojos (IR) cerca de un sensor, para proporcionar luz hacia el ojo para ser reflejada. Se pueden colocar uno o varios diodos IR adicionales al lado o cerca de uno o de todos los fotosensores. La dirección de la luz debe ser hacia el ojo. Agregando el diodo IR, no hay necesidad de iluminación ambiental para poder detectar el tamaño de la pupila. En su lugar, se miden los rayos IR reflejados de los diodos IR. El beneficio es que da como resultado una medición más estable, ya que no depende de suficiente luz del entorno. La parte negativa es que si al menos un área de píxeles más para la pantalla se cambia por un diodo IR, esto deja menos espacio para los píxeles en la pantalla.

20 **Acción 620**

La unidad de control 112 determina el tamaño de la pupila basándose en las salidas del conjunto de sensores.

25 Dependiendo del diámetro de la pupila, los sensores a diversas distancias del centro del iris detectarán diferentes cantidades de luz reflejada. Por ejemplo, cuando el iris está dilatado, la mayoría de los sensores pueden detectar poca luz debido a la pupila grande y oscura. Por el contrario, cuando el iris está contraído, la mayoría de los sensores pueden detectar una luz más alta debido a la reflexión del iris.

30 La **figura 7** muestra un mecanismo simplificado de cómo utilizar fotodiodos para detectar el tamaño de la pupila. La unidad de control 112 puede detectar el borde entre la pupila y el iris comparando la luz detectada del conjunto de sensores. En el área de la pupila, casi no hay reflexión de luz, por lo que los fotodiodos 701, 702 no detectarán ninguna luz reflejada ni señal emitida. Los fotodiodos 703, 704, 705... detectarán la luz reflejada y tendrán una señal emitida. Comparando la luz detectada del conjunto de fotodiodos 701, 702, 703, 704... se puede encontrar el borde entre la pupila y el iris y el tamaño de visualización se selecciona basándose en esto.

35 La unidad de control 112 puede determinar el tamaño de la pupila comparando la luz reflejada con un umbral. La granularidad de los sensores está predefinida o configurada, es decir, la posición, la distancia entre cada sensor y cuántos sensores por área. Se cuenta el número de fotosensores que obtienen suficiente luz reflejada para tener una señal emitida por encima del umbral y, a partir de ahí, se decide el tamaño de la pupila y se selecciona el tamaño de la pantalla basándose en esto.

La diferencia en el nivel de la señal de los fotosensores dependerá de si la luz que es reflejada por el iris o por el área interior rodeada por el iris, es decir, la pupila, casi no tendrá ninguna reflexión. También pueden surgir diferencias con un iris de diferente color y una reflectancia diferente resultante en diferentes áreas del iris y entre diferentes usuarios.

40 Por lo tanto, la luz reflejada dependerá del color del iris y, por supuesto, de la cantidad de luz emitida desde el entorno y desde la pantalla. Por lo tanto, el umbral debe ser ajustado, o puede ser necesaria una calibración, para tener en cuenta estas variaciones. El umbral para la luz reflejada puede ser ajustado según la reflectancia o el brillo del iris.

45 Se puede implementar un proceso de calibración donde el servidor 120 o la unidad de control 112 pueden controlar la salida de luz de la pantalla de las lentes de contacto 111. La ganancia de los fotosensores también puede ser controlada para encontrar un nivel adecuado de sensibilidad. Si no se detecta ningún borde entre la pupila y el iris, se puede reducir el umbral, mientras que si se detectan varios bordes, se puede aumentar el umbral.

Puede haber problemas si el iris es de color marrón oscuro y las condiciones de luz del entorno y de la pantalla son malas. En ese caso, la cantidad de luz reflejada podría ser muy pequeña. Activar elementos de visualización poco antes de medir o de utilizar diodos IR puede resolver este problema.

50 Se pueden utilizar fotosensores en un sustrato de silicio policristalino de baja temperatura (LTSP – Low-Temperature Polycrystalline Silicon, en inglés) que tiene la sensibilidad de longitud de onda que se muestra en la **figura 8**, según el artículo de W.J. Chiang et. al., “*Silicon nanocrystal-based photosensor on low-temperature polycrystalline-silicon panels*”, Applied Physics Letter, 91, 051120, 2007. La figura 8 muestra el espectro de absorción de luz de muestras con capas de nanocristales de silicio de 100, 200 y 300 nm de grosor iluminadas monocromáticamente por una potencia óptica constante de 35 W/cm² y una tensión de polarización de 2,5 V. Otros sustratos que se pueden utilizar

pueden ser Silicio Amorfo (A-Si), Óxido de Indio, Galio y Zinc (IGZO) u tecnologías similares.

Acción 630

La unidad de control 112 determina si el tamaño de la pupila es el mismo que el de la medición anterior. Si la pupila no ha cambiado de tamaño, la unidad de control 112 comprobará y leerá de nuevo las salidas del conjunto de sensores 113. Si la pupila ha cambiado de tamaño, la unidad de control 112 ajustará el tamaño de un área activa de la pantalla basándose en el tamaño de la pupila, activando y desactivando los elementos de visualización.

Por lo tanto, una vez que se determina el tamaño de la pupila basándose en el umbral y en la granularidad de los fotosensores, es posible que sea necesario decidir y ajustar el área activa de la pantalla. Es decir, se puede activar el número apropiado de filas y columnas de los elementos de visualización basándose en el tamaño de la pupila. Dependiendo del número de fotosensores colocados en la pantalla 111, la precisión del tamaño del área activa diferirá. La **figura 9** muestra un ejemplo de curvas de activación donde se utilizan 3, 6 y 18 fotosensores, donde el eje y es el tamaño de la pupila, que está comprendido entre 2 mm y 8 mm, y el eje x es el número de fotosensores incluidos en el conjunto de sensores dentro del área activa, que está comprendido entre 2 mm y 8 mm, indicado como la cantidad de tamaños de visualización posibles. Se puede ver en la figura 9 que menos fotosensores proporcionarán una curva de activación irregular, es decir, cuando se utilizan menos fotosensores, el ajuste del área activa de la pantalla tendrá escalones discretos más grandes.

Acción 640

Una vez que se decide el tamaño del área activa basándose en el umbral y en la granularidad de los fotosensores, se debe comunicar el nuevo tamaño del área activa. Por lo tanto, según algunas realizaciones en el presente documento, la unidad de control 112 puede enviar el tamaño del área activa de la pantalla al servidor 120.

Existen al menos dos modos diferentes de manejar los diferentes tamaños de área activa de la pantalla.

Según algunas realizaciones del presente documento, la unidad de control 112 transmite el nuevo tamaño de visualización al servidor 120, o el servidor 120 pregunta si hay un nuevo tamaño, y recupera el nuevo tamaño de los registros en la unidad de control 112. A continuación, el servidor 120 ajusta sus memorias intermedias y configuraciones de visualización internas para que se envíe un tamaño de imagen correcto a la unidad de control 112 en la lente de contacto 110. Si el servidor puede ajustar el tamaño de la imagen, se ahorrará potencia en todo el sistema 100, puesto que la reducción de la imagen ya se realizó en el servidor.

Acción 650

Según algunas realizaciones del presente documento, la unidad de control 112 siempre puede recibir el mismo tamaño de imagen y, dependiendo del tamaño del área activa que se decida basándose en los fotosensores, la unidad de control 112 reducirá el tamaño de la imagen en consecuencia. Esta es una solución más flexible, que le proporcionará al servidor 120 más libertad. La cantidad de datos manejados en el servidor 120, y que son transferidos a la unidad de control 112, tienen el mismo tamaño (máximo) independientemente del tamaño del área activa de la pantalla, consumiendo, por lo tanto, más potencia.

Por lo tanto, según algunas realizaciones del presente documento, la unidad de control 112 puede ser configurada para ajustar el tamaño de la memoria intermedia de fotogramas de una imagen recibida desde un servidor basándose en el tamaño del área activa de la pantalla.

Acción 660

El tamaño de la pupila se verá afectado por los cambios en la cantidad de luz que entra en el ojo. Con el fin de no cambiar el tamaño de la pupila cuando se cambia la luminancia en la pantalla de la lente debido al cambio del tamaño de la pantalla o a otras razones, existe un control que mantiene la misma cantidad de lúmenes emitidos desde la pantalla. Por lo tanto, cuando el área activa de la pantalla aumente, la luminancia de la pantalla disminuirá, de modo que llegue a la retina la misma cantidad de lúmenes. Sucederá lo contrario cuando el área de visualización activa se reduzca, la luminancia de la pantalla aumentará para mantener un lumen constante.

Por lo tanto, la luminancia total emitida por todos los elementos de visualización activos debe ser mantenida en un valor definido o no superarlo, por ejemplo, un lumen máximo, *max_lumen*, tal como se expresa en la ecuación 1:

$$\sum lumen_{pixel} = max_lumen \qquad \text{Ecuación 1}$$

Ese es el lumen máximo emitido desde la pantalla siempre debe ser el mismo, independientemente del número de elementos de visualización activos. Para las aplicaciones de AR, es importante tener en cuenta el tamaño de los objetos virtuales. La visualización de objetos virtuales grandes puede producir muchos lúmenes, mientras que la visualización de textos breves y recuadros delimitadores puede requerir menos. Por lo tanto, el máximo lumen emitido también debe depender de eso. El valor del lumen definido puede ser un valor preferente o ser ajustado automáticamente según los gustos de los usuarios individuales. Esto se realiza para tener un uso más cómodo, y el

usuario debe experimentar la misma intensidad de luz en la retina.

5 Por lo tanto, según algunas realizaciones en el presente documento, la unidad de control 112 puede ser configurada para ajustar la luminancia de los elementos de visualización activos para mantener la cantidad total de lúmenes emitidos desde la pantalla en un valor definido. La unidad de control 112 puede ser configurada, además, para ajustar el valor definido según las configuraciones preferentes de los usuarios individuales.

Para resumir, el sistema de lentes de contacto 110 y el procedimiento del mismo, según las realizaciones del presente documento, dan a conocer un sistema visual mejorado para sistemas de realidad aumentada con, al menos, las siguientes ventajas:

10 Las pantallas montadas en los ojos brindan ventajas significativas en comparación con las pantallas que no están montadas en los ojos.

Desde la perspectiva de la capacidad de utilización, las lentes de contacto podrían ser prometedoras como pantallas ponibles, ya que son discretas de manera natural y el factor de forma está ampliamente aceptado. Además, la cantidad de potencia requerida para hacer funcionar las pantallas sería significativamente menor que las pantallas que están más alejadas.

15 Midiendo el tamaño de la pupila, la pantalla puede ser cambiada dinámicamente de tamaño para que se pueda utilizar la cantidad máxima de píxeles para mostrar contenido.

El usuario siempre podrá ver el tamaño máximo de la pantalla, y que los datos necesarios son ajustados dinámicamente basándose en el tamaño de la pantalla activa.

20 La integración de la pantalla y los sensores de una manera única al fabricar los sensores en las mismas etapas del proceso que los elementos de visualización, simplifica la fabricación.

25 El sistema siempre proporciona una pantalla con el máximo campo de visión, independientemente de los cambios en el tamaño de la pupila y sin desperdiciar potencia en los píxeles que están fuera del campo de visión. El sistema ahorra potencia, al reducir el tamaño de la pantalla y desactivar los píxeles en la periferia, que, de todos modos, no se podrían ver, ya que estarían fuera del campo de visión del ojo. Cuando el tamaño de la pupila aumenta, el tamaño de la pantalla puede aumentar de nuevo, para llenar el campo de visión.

El sistema aumenta la experiencia del usuario manteniendo constante el brillo percibido de la pantalla o en un nivel preferente/cómodo ajustando la luminancia de la pantalla basándose en el tamaño de la pantalla. Esto también se puede ver como una optimización de la utilización de potencia.

30 No se necesita hardware adicional para ajustar el tamaño del área activa de la pantalla. El propio sistema de lentes de contacto incluye todo el hardware necesario para conseguir esto.

Cuando se utiliza la palabra “comprende” o “que comprende”, debe ser interpretado como no limitativo, es decir, que significa “consistir al menos en”.

35 Las realizaciones del presente documento no están limitadas a las realizaciones preferentes descritas anteriormente. Se pueden utilizar diversas alternativas, modificaciones y equivalentes. Por lo tanto, las realizaciones anteriores no deben ser tomadas como limitativas del alcance de la invención, que está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de lentes de contacto (110) para colocar en un ojo, que comprende:
 - una pantalla (111), que comprende una matriz de elementos de visualización;
 - una unidad de control (112), configurada para recibir datos de un servidor (120) y presentar los datos en la pantalla (111);
 - un conjunto de sensores (113) integrados en la pantalla (111), para medir el tamaño de la pupila; y donde la unidad de control (112) está configurada, además, para leer las salidas del conjunto de sensores para determinar el tamaño de la pupila y ajustar el tamaño de un área activa de la pantalla (111) basándose en el tamaño de la pupila activando y desactivando los elementos de visualización.
2. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 1, en el que la pantalla tiene al menos dos tamaños de pantalla definidos por diferentes números de filas y columnas de los elementos de visualización, y el conjunto de sensores son fotodiodos para detectar la luz reflejada desde el iris del ojo.
3. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 2, en el que el conjunto de sensores están posicionados en diagonal en el interior de la pantalla, en un borde de cada tamaño de pantalla.
4. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 2, en el que el conjunto de sensores están posicionados en diferentes lugares en el interior de la pantalla, en un borde de cada tamaño de pantalla.
5. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el conjunto de sensores están posicionados en las intersecciones de las filas y columnas de la matriz de elementos de visualización.
6. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el conjunto de sensores están posicionados entre los elementos de visualización.
7. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad de control está configurada, además, para determinar el tamaño de la pupila comparando la luz reflejada con un umbral.
8. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 7, en el que la unidad de control está configurada, además, para ajustar el umbral basándose en la reflectancia del iris.
9. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la unidad de control está configurada, además, para ajustar la luminancia de los elementos de visualización activos para mantener la cantidad total de lúmenes emitidos desde la pantalla en un valor definido.
10. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 9, en el que la unidad de control está configurada, además, para ajustar el valor definido según la configuración variable del usuario.
11. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la unidad de control está configurada, además, para activar elementos de visualización relevantes para proporcionar luz hacia el ojo.
12. El sistema de lentes de contacto (110) según la reivindicación 11, en el que la unidad de control está configurada, además, para activar los elementos de visualización relevantes de uno en uno o todos a la vez.
13. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende, además, uno o más diodos IR colocados cerca de un sensor para proporcionar luz hacia el ojo.
14. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la unidad de control está configurada, además, para enviar el tamaño del área activa de la pantalla al servidor.
15. El sistema de lentes de contacto (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la unidad de control está configurada, además, para ajustar el tamaño de la memoria intermedia de fotogramas de una imagen recibida del servidor basándose en el tamaño del área activa de la pantalla.
16. Un procedimiento para ajustar el tamaño de un área activa de una pantalla en un sistema de lentes de contacto colocado en un ojo, en el que la pantalla comprende una matriz de elementos de visualización, comprendiendo el procedimiento:
 - leer* (610) las salidas de un conjunto de sensores integrados en la pantalla;
 - determinar* (620) el tamaño de la pupila basándose en las salidas del conjunto de sensores;
 - ajustar* (630) un tamaño de un área activa de la pantalla basándose en el tamaño de la pupila activando y desactivando los elementos de visualización.

17. El procedimiento según la reivindicación 16, que comprende, además, *enviar* (640) el tamaño del área activa de la pantalla a un servidor.

5 18. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 16 y 17, que comprende, además, *ajustar* (650) el tamaño de la memoria intermedia de fotogramas de una imagen recibida de un servidor basándose en el tamaño del área activa de la pantalla.

19. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que comprende, además, *ajustar* (660) la luminancia de los elementos de visualización activos para mantener la cantidad total de lúmenes emitidos desde la pantalla en un valor definido.

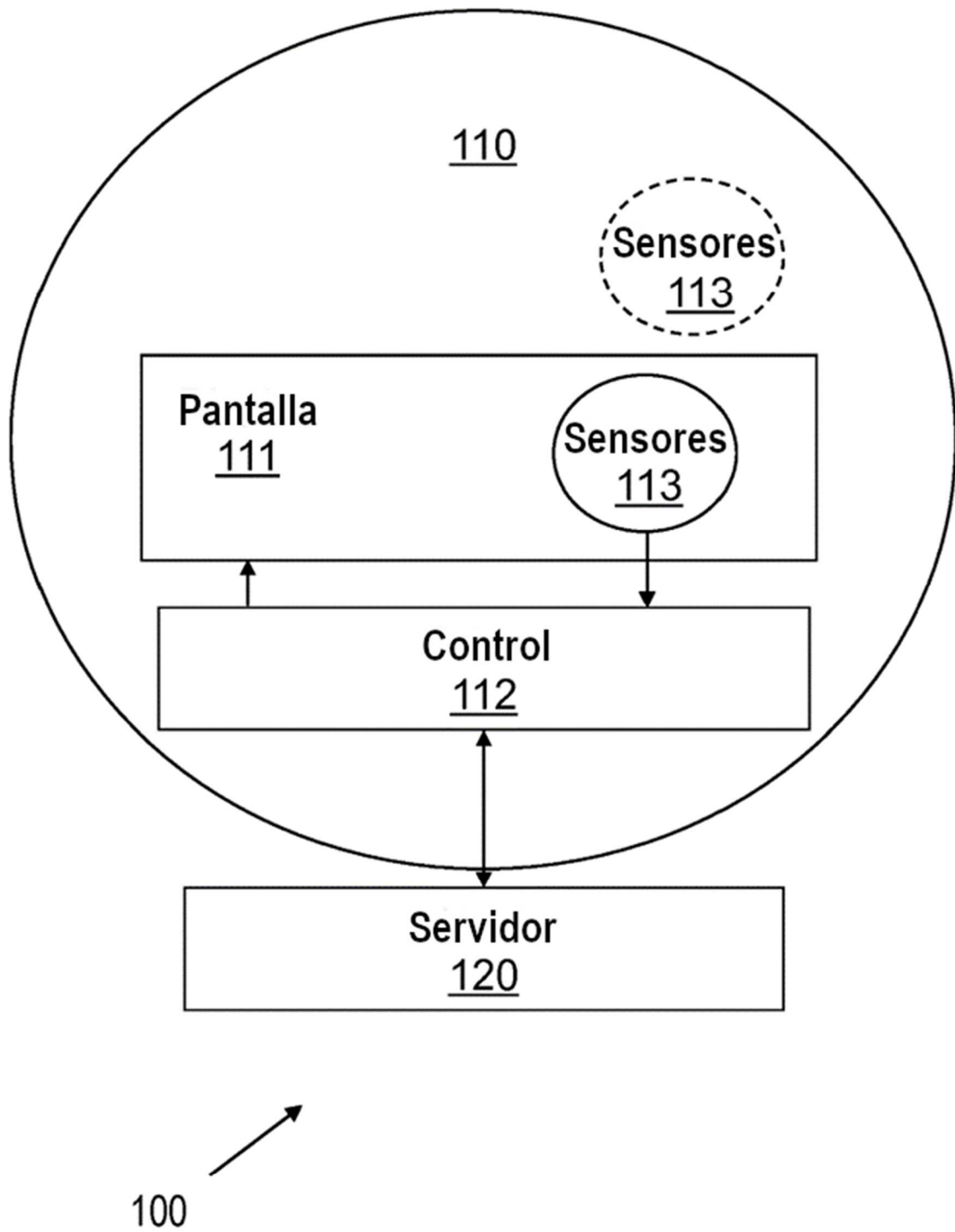


Fig. 1

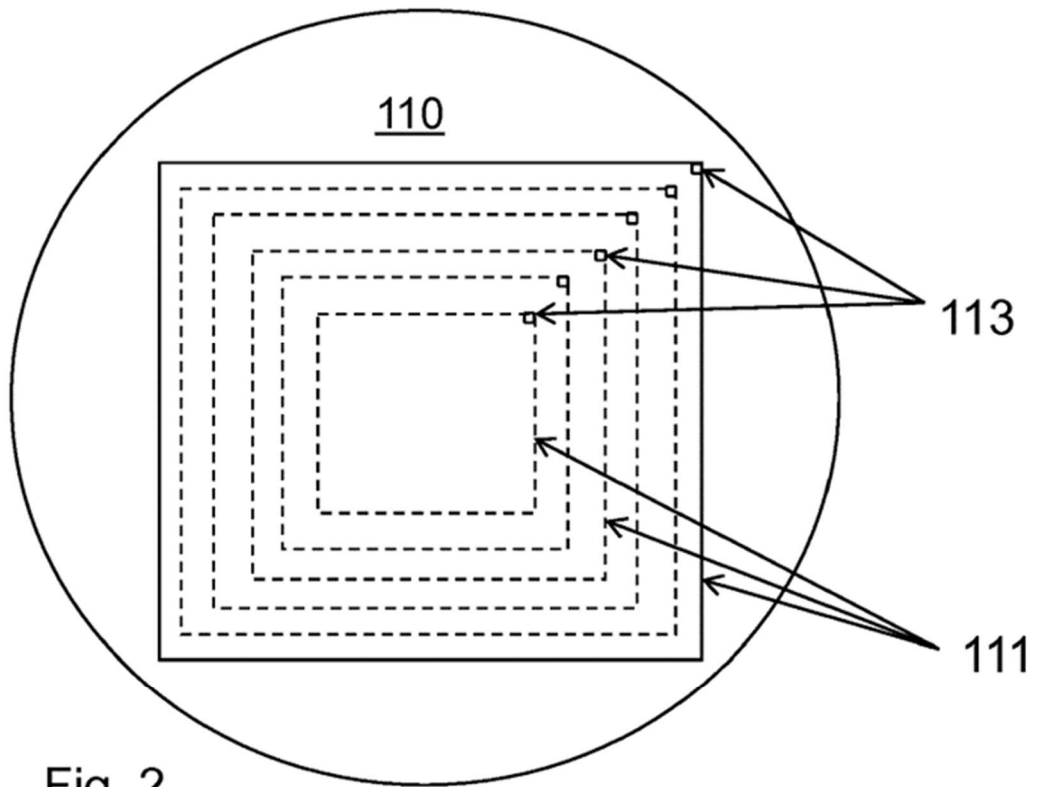


Fig. 2

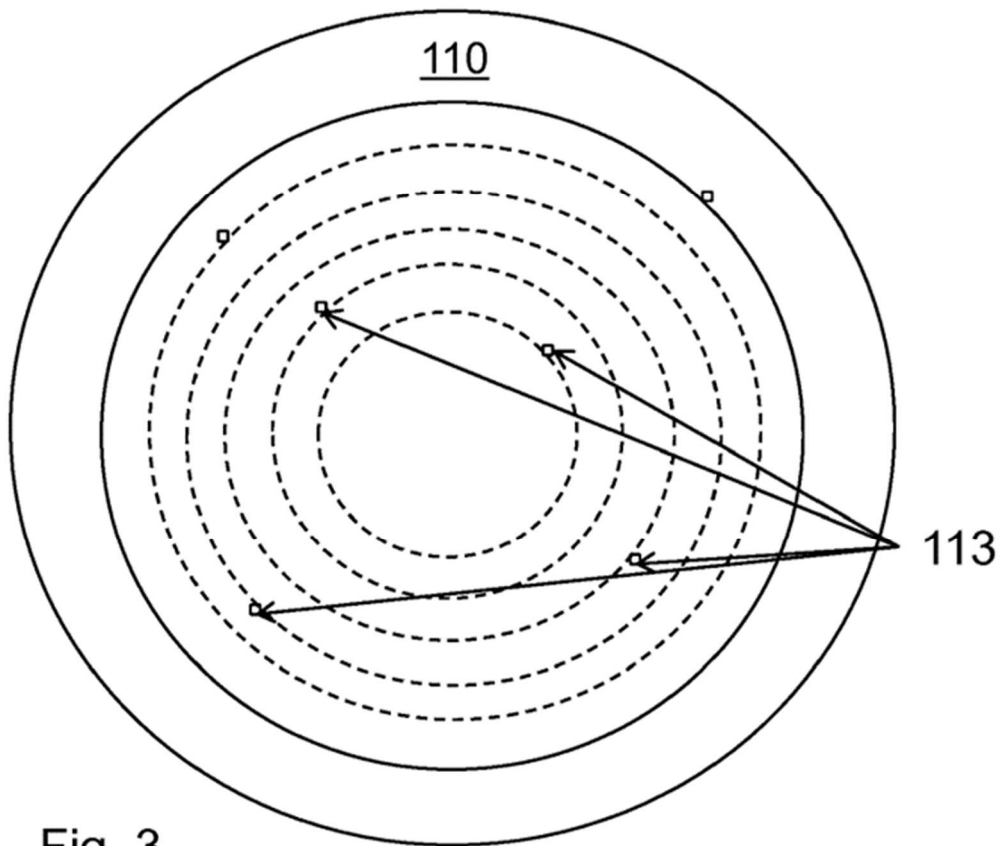


Fig. 3

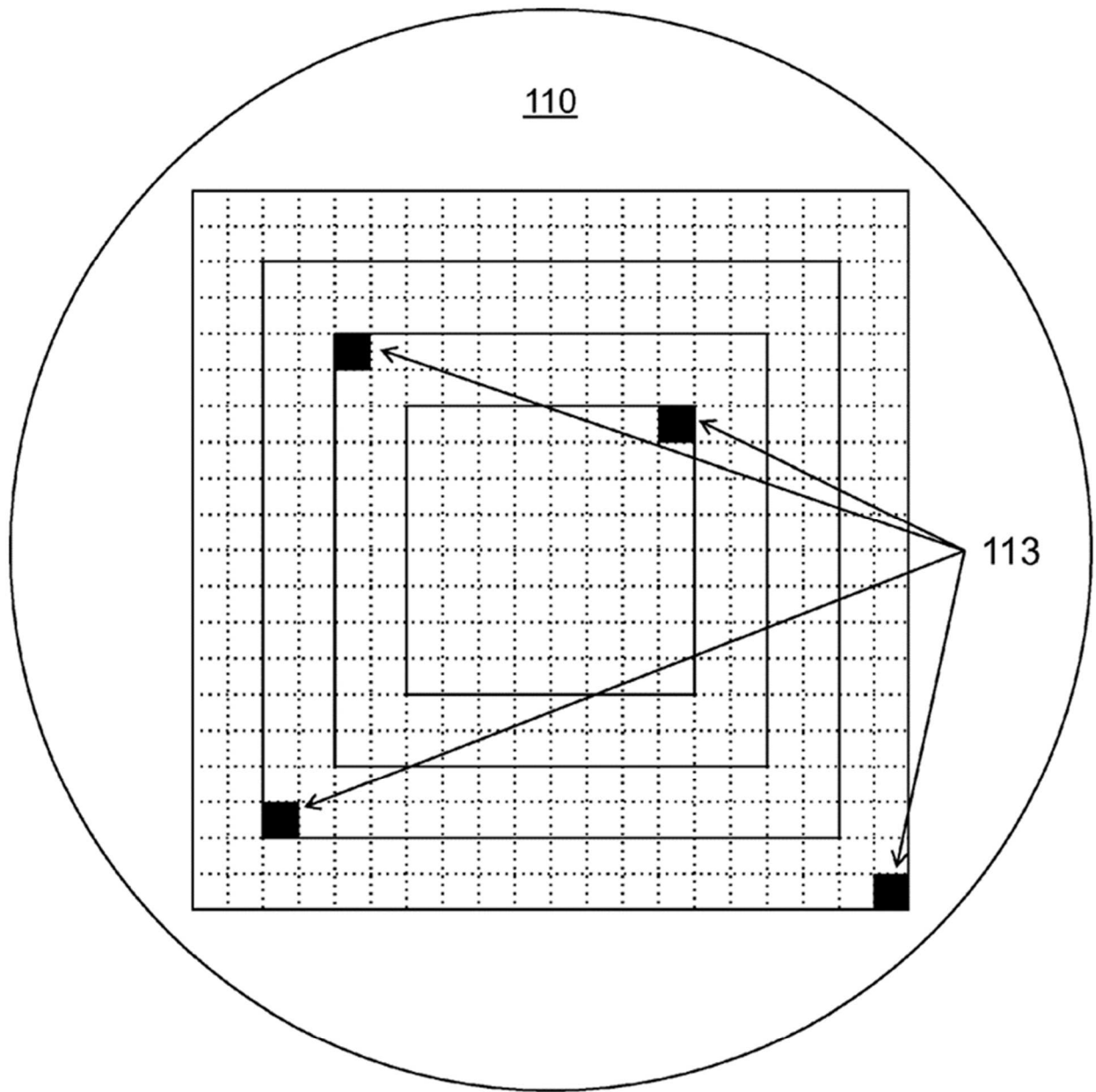


Fig. 4

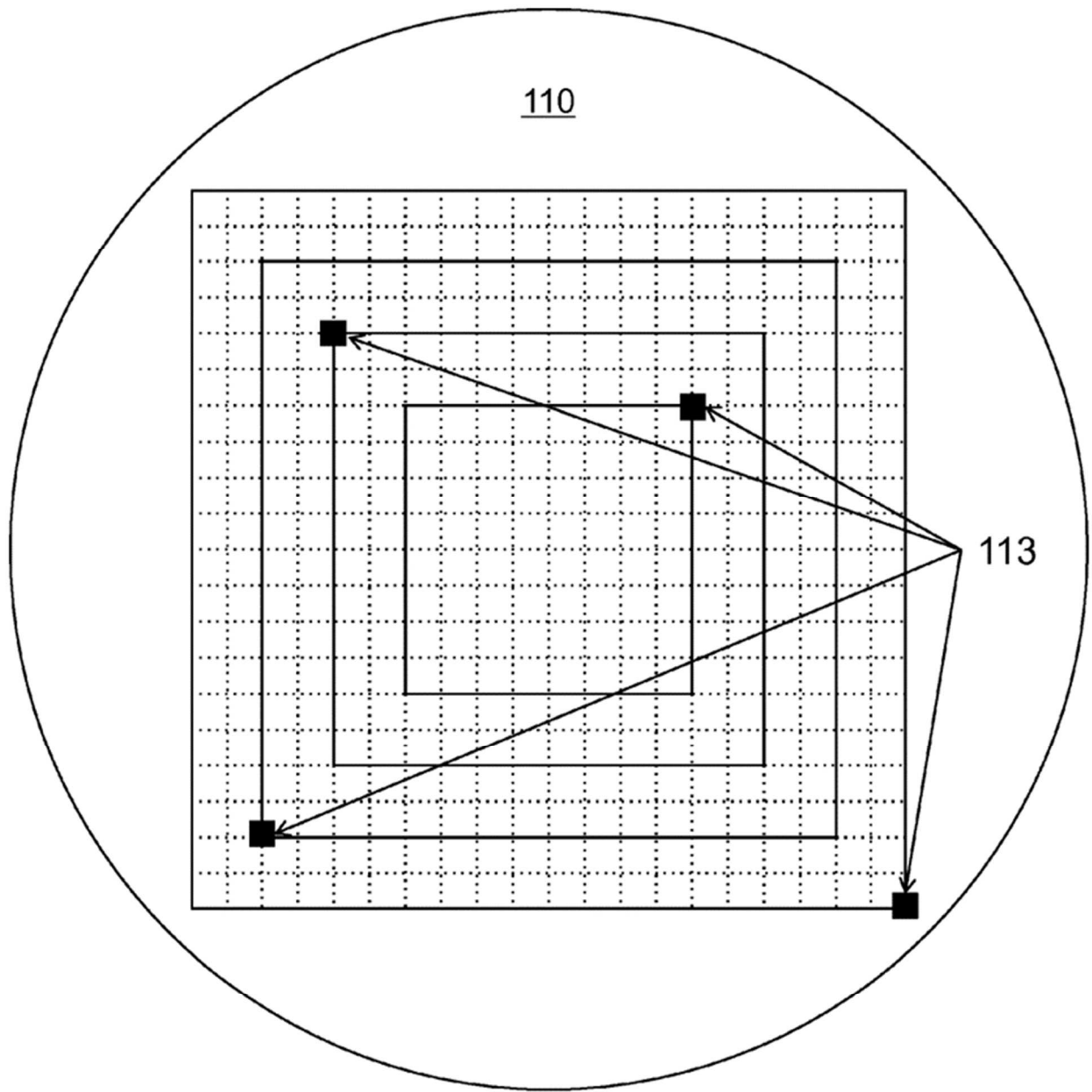


Fig. 5

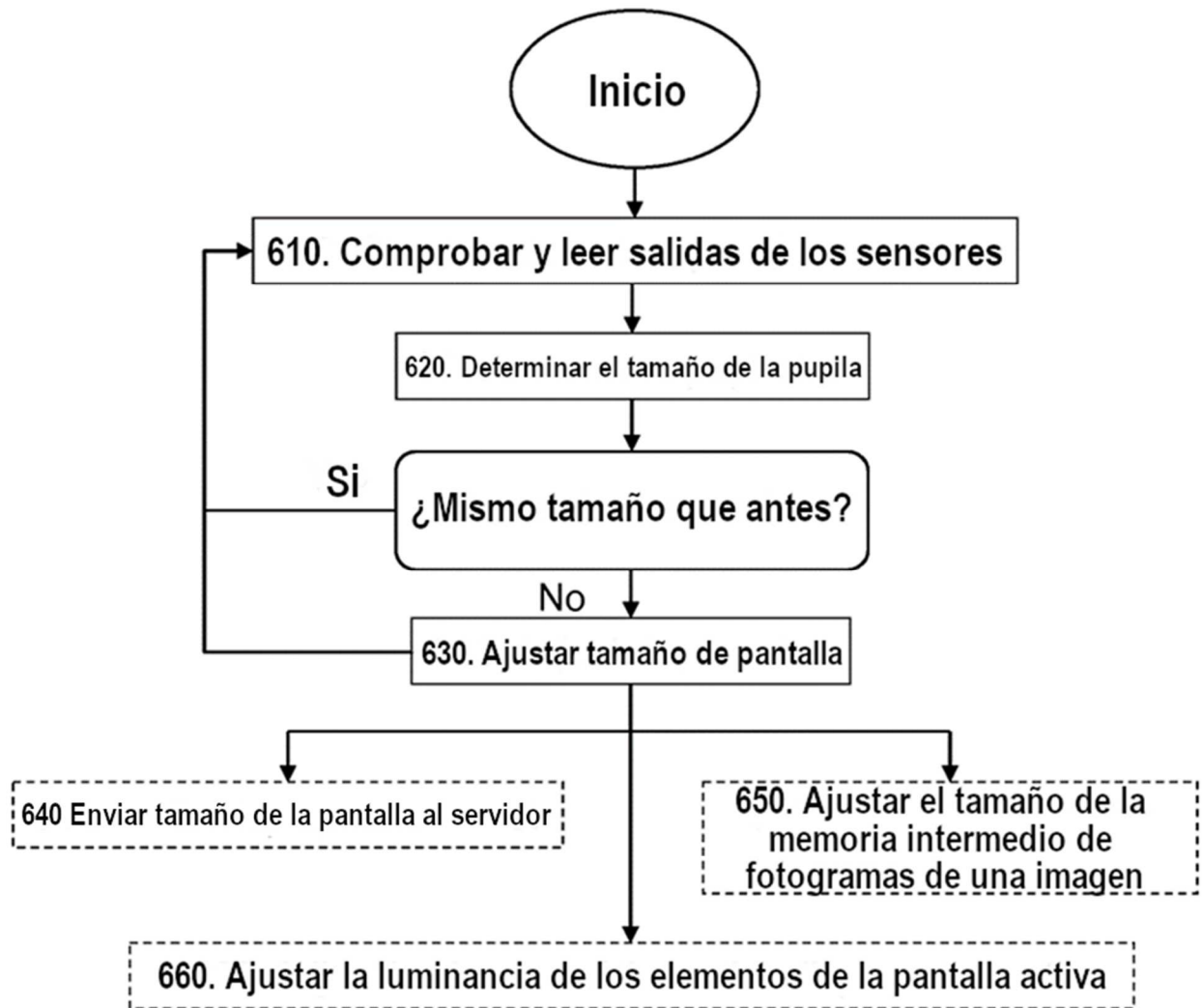


Fig. 6

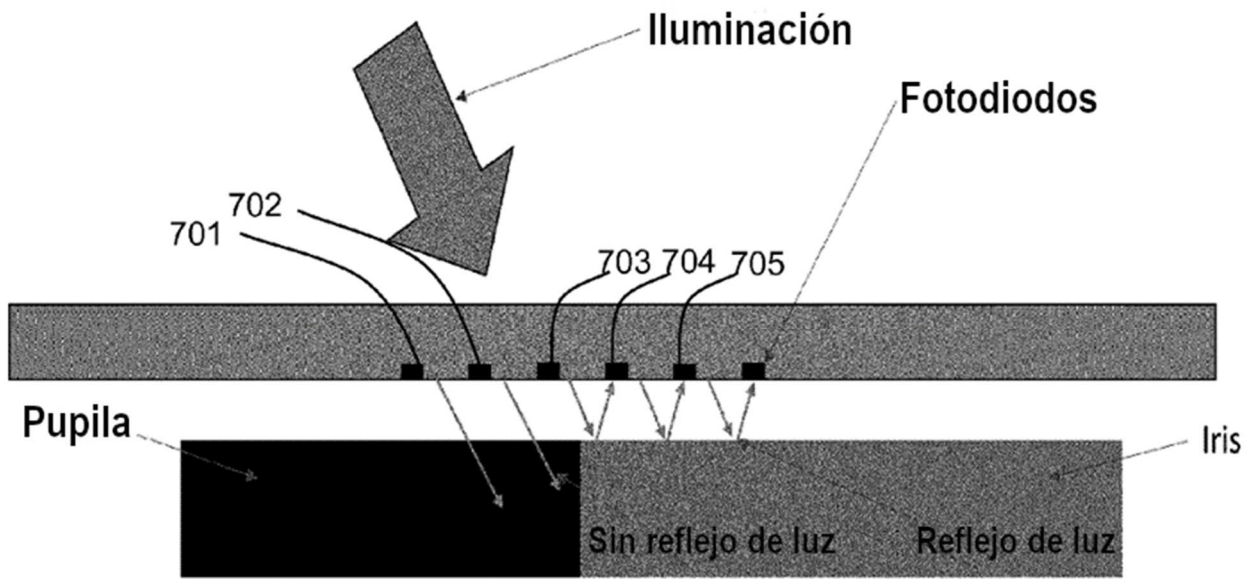


Fig. 7

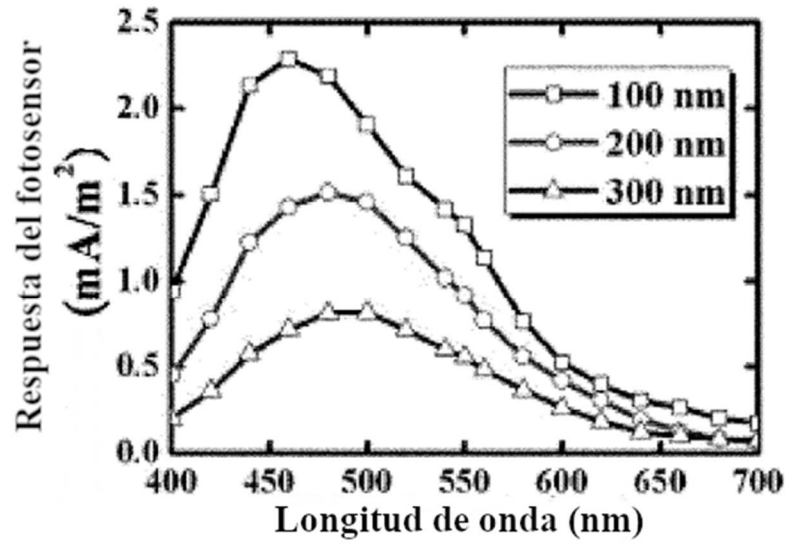


Fig. 8

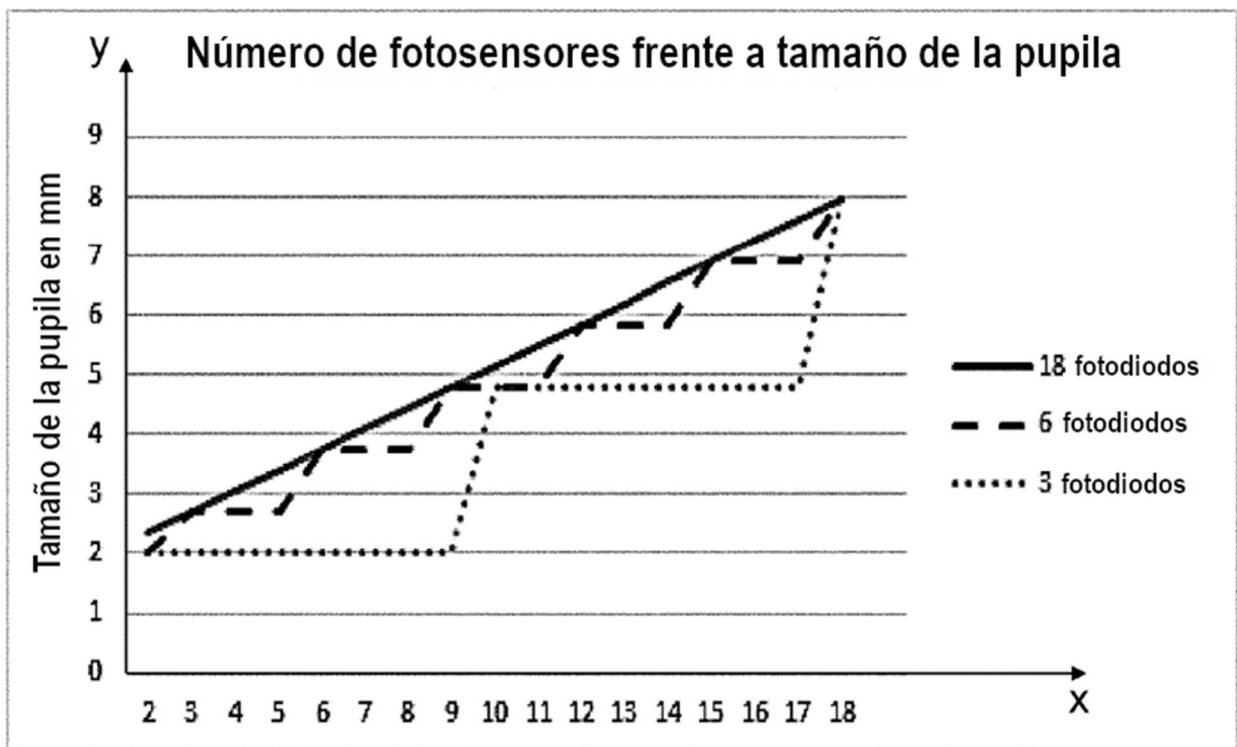


Fig. 9