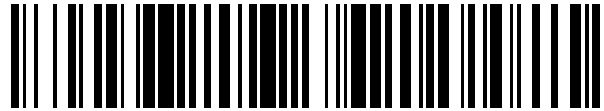


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 752**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/00 (2012.01)

G06F 19/00 (2008.01)

G06Q 50/22 (2008.01)

G06Q 10/10 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2009 E 13005579 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2733648**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para pedir lentes**

30 Prioridad:

04.08.2008 US 185524

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

28.11.2018

73 Titular/es:

**CARL ZEISS VISION GMBH (100.0%)
Turnstrasse 27
73430 Aalen, DE**

72 Inventor/es:

**RUENZ, HARALD;
KRATZER, TIMO;
CABEZA-GUILLÉN, JESÚS-MIGUEL y
KRUG, HERBERT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 691 752 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

Sistemas y procedimientos para pedir lentes

5 Antecedentes

Los profesionales dedicados al cuidado de la vista (ECP, *eye care professional*) tales como ópticos, optometristas, oftalmólogos y oculistas, normalmente proporcionan gafas a las personas basándose en un estudio de la visión de la persona que implica elaborar un historial médico de la visión de la persona y realizar una refracción subjetiva para obtener la prescripción de la persona. Después de que la persona haya seleccionado la montura de las gafas, el ECP habitualmente mide el centrado de la montura para la persona y pide lentes para la montura basándose en la prescripción de la persona y la medición de centrado.

El documento US 2004046287 A1 da a conocer un procedimiento para producir una lente oftálmica para un paciente específico. La figura 1 de este documento muestra un sistema de servidor que comprende entre otros un motor de servidor, un motor de diseño de lentes, un motor de consulta, un motor de estereolitografía, una base de datos de pacientes y una base de datos de oftalmólogos.

El motor de servidor interactúa con un sistema informático de cliente. El motor de diseño de lentes es un programa informático que diseña los modelos matemáticos en 3D de un par de lentes oftálmicas basándose en la prescripción de los ojos del paciente. La prescripción puede comprender las aberraciones de frente de onda y topografías corneales de los ojos de un individuo. El motor de diseño de lentes puede generar un conjunto de parámetros físicos y ópticos para este par de lentes oftálmicas optimizado para adaptarse a las topografías corneales y para corregir las aberraciones. Tal conjunto de parámetros físicos y ópticos puede usarse para producir un nuevo par de lentes personalizadas o utilizarse por el motor de consulta, que es un programa informático, que puede buscar en una base de datos que contiene todas las lentes oftálmicas diseñadas previamente. El motor de consulta emplea un algoritmo para hallar para cada uno de los dos ojos una lista de lentes oftálmicas diseñadas previamente, cada una de las cuales puede adaptarse de manera adecuada a la topografía corneal de ese ojo y corregir de manera adecuada las aberraciones de ese ojo. La conformidad de cada lente con respecto a la topografía corneal del ojo correspondiente puede visualizarse en un sistema informático de cliente como representación gráfica tridimensional interactiva. La agudeza visual alcanzable con una lente oftálmica diseñada previamente específica también puede visualizarse en el mismo sistema informático como una representación gráfica. Entonces, el paciente puede por ejemplo solicitar el diseño de un nuevo par de lentes oftálmicas.

El motor de estereolitografía es un programa informático que matemáticamente corta el modelo matemático en 3D de una lente oftálmica en varias capas superpuestas verticalmente y delgadas, teniendo cada capa un perfil de grosor definido y una geometría correspondiente a una sección transversal del modelo matemático en 3D al nivel de esa capa, y que convierte el perfil de grosor y la geometría de cada una de varias de las capas superpuestas verticalmente y delgadas en señales de control que controlan una máquina de estereolitografía para crear, capa por capa superpuesta, la lente oftálmica en un baño de un material de formación de dispositivo que puede reticularse o polimerizarse. Entonces las señales de control generadas se enviarán al sistema informático de cliente que controla una máquina de estereolitografía para producir un par de lentes oftálmicas.

El sistema informático de cliente comprende un navegador y dispositivos de interfaz de entrada/salida. Un dispositivo de entrada recibe una entrada de operadores humanos y reenvía tal entrada al sistema informático de cliente a través de un medio de comunicación. Un dispositivo de salida emite información a los operadores humanos. El sistema informático de cliente transfiere tal información al dispositivo de salida a través de un medio de comunicación. Un sistema sensor, que puede medir las aberraciones de frente de onda y la topografía corneal de los ojos de un individuo, puede estar conectado al sistema informático de cliente a través de un medio de comunicación.

El documento EP 1 154 302 A1 se refiere a un método de fabricación de una lente para gafas que tiene en consideración la distancia entre el centro de rotación del ojo.

Sumario

55 Se dan a conocer procedimientos para proporcionar gafas.

En algunos aspectos, los procedimientos implican realizar una refracción subjetiva y enviar la información de la refracción subjetiva a un ordenador de cálculo para calcular la prescripción de la persona. La prescripción de la persona se envía a una ubicación de fabricación separada del ordenador de cálculo para la fabricación de las lentes.

60 En algunos aspectos adicionales, los procedimientos implican realizar una refracción subjetiva y una refracción objetiva y enviar la información de las refracciones subjetiva y objetiva a un ordenador de cálculo para calcular la prescripción de la persona. La prescripción de la persona se envía a una ubicación de fabricación separada del ordenador de cálculo para la fabricación de las lentes. La realización de la refracción objetiva puede implicar realizar

una medición de frente de onda de uno o los dos ojos de la persona y calcular la prescripción de la persona puede implicar usar la medición de frente de onda para calcular la prescripción de la persona.

5 En algunos aspectos adicionales, los procedimientos para proporcionar gafas pueden implicar prever un enlace de comunicación entre un ordenador ubicado en la oficina de un profesional dedicado al cuidado de la vista y un ordenador de cálculo ubicado en cualquier otro lugar. El procedimiento puede incluir determinar una prescripción basándose en información recopilada por el profesional dedicado al cuidado de la vista y enviada al ordenador de cálculo. El procedimiento también puede implicar realizar un pedido de lentes para gafas enviando información a un ordenador de fabricación en una ubicación separada del ordenador de cálculo. En este procedimiento, los cálculos
10 usados para determinar la prescripción para las lentes se realizan en una ubicación separada de la ubicación de fabricación.

15 En general, en un aspecto, la descripción presenta un procedimiento que incluye realizar una refracción subjetiva y una refracción objetiva de una persona para determinar información sobre la visión de la persona. El procedimiento también incluye introducir la información sobre la visión de la persona basándose en la refracción subjetiva y la refracción objetiva en un primer sistema informático. El procedimiento también incluye enviar la información sobre la visión de la persona a un segundo sistema informático, estando configurado el segundo sistema informático para realizar cálculos basándose en información sobre la visión de la persona y generar información de prescripción. El segundo ordenador está en una ubicación separada del primer ordenador. El procedimiento también incluye recibir,
20 en el primer ordenador desde el segundo ordenador, la información de prescripción. El procedimiento también incluye realizar un pedido de una lente basándose en la información de prescripción enviando la información de prescripción del primer ordenador a un tercer ordenador asociado con un sitio de fabricación de lentes. El tercer ordenador está en una ubicación separada del primer ordenador y del segundo ordenador.

25 En general, en otro aspecto, la descripción presenta un procedimiento que incluye recibir, en un segundo ordenador desde un primer ordenador, información sobre la visión de una persona que incluye información de refracción subjetiva e información de refracción objetiva. El segundo ordenador está en una ubicación separada del primer ordenador y en una ubicación separada de un tercer ordenador asociado con un sitio de fabricación de lentes. El procedimiento también incluye realizar, usando el segundo ordenador, cálculos para generar una prescripción de lente basándose en la información sobre la visión de la persona. El procedimiento también incluye enviar la
30 prescripción de lente revisada al primer ordenador.

35 En general, en un aspecto adicional, la descripción presenta un procedimiento que incluye hacer una refracción subjetiva de una persona para determinar la información sobre la visión de la persona. El procedimiento también incluye hacer una medición de frente de onda de uno o los dos ojos de la persona para determinar la información sobre las propiedades ópticas de uno o los dos ojos de la persona. El procedimiento también incluye enviar la información sobre la visión de la persona y la información sobre las propiedades ópticas de uno o los dos ojos de la persona de un ordenador de pedido, en la oficina del profesional dedicado al cuidado de los ojos, a un ordenador de cálculo ubicado en una ubicación separada de la oficina del profesional dedicado al cuidado de los ojos. El
40 procedimiento también incluye recibir, en el ordenador de pedido, la información de prescripción del ordenador de cálculo. El procedimiento también incluye pedir lentes para gafas basándose en la prescripción, mediante el envío de la información de prescripción a un ordenador de fabricación.

Las formas de realización pueden incluir uno o más de los siguientes.

45 El primer ordenador puede ser un ordenador de pedido. El segundo ordenador puede ser un ordenador de cálculo. El tercer ordenador puede ser un ordenador de fabricación. El ordenador de pedido, ordenador de cálculo y ordenador de fabricación pueden estar ubicados cada uno en una ubicación diferente.

50 Múltiples ordenadores de pedido pueden estar conectados a un único ordenador de cálculo. Múltiples ordenadores de pedido pueden estar conectados a una ubicación de fabricación.

La refracción objetiva se puede obtener a partir de una medición de frente de onda de uno o los dos ojos de la persona que determina información sobre las propiedades ópticas de uno o los dos ojos de la persona.

55 La refracción objetiva se puede obtener a partir de un procedimiento de trazado de rayos de uno o los dos ojos de la persona que determina la información sobre las propiedades ópticas de uno o los dos ojos de la persona.

La refracción objetiva se puede obtener a partir de un procedimiento tomográfico de uno o los dos ojos de la persona que determina la información sobre las propiedades ópticas de uno o los dos ojos de la persona.

60 La refracción objetiva se puede obtener a partir de un procedimiento de topografía corneal de uno o los dos ojos de la persona que determina la información sobre las propiedades ópticas de una o las dos córneas de los ojos de la persona.

El procedimiento también puede incluir enviar la prescripción de lente del primer ordenador al tercer ordenador.

5 En algunos aspectos, un sistema incluye una interfaz de entrada configurada para introducir información sobre la visión de una persona determinada basándose en una refracción subjetiva. El sistema también incluye un dispositivo configurado para obtener información sobre la visión de una persona determinada basándose en una refracción
10 objetiva. El sistema también incluye un dispositivo de cálculo configurado para calcular una prescripción para la persona basándose en la información sobre la visión de la persona determinada por refracción subjetiva y basándose en la información sobre la visión de la persona determinada por refracción objetiva. El sistema también incluye una interfaz de emisión configurada para emitir la prescripción, en el que el dispositivo de cálculo está
15 ubicado en una ubicación separada de la interfaz de entrada, la interfaz de salida y una ubicación de fabricación.

En los dibujos adjuntos y la descripción más abajo se exponen los detalles de una o más formas de realización. A partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones resultarán evidentes otras características y ventajas.

15 Descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar una prescripción de gafas y pedir lentes.

20 La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de múltiples ordenadores.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de múltiples ordenadores.

25 La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar una prescripción de gafas y pedir lentes.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar una prescripción de gafas.

30 La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar una prescripción de gafas.

Los símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

35 Con referencia a la figura 1, un procedimiento 100 para obtener una prescripción de gafas y pedir lentes para gafas para una persona incluye realizar una anamnesis 102 y una investigación médica 104 de la persona, seguido de una refracción subjetiva 106 y una medición de refracción objetiva 108. Por ejemplo, el ECP puede realizar una medición de frente de onda. El profesional dedicado al cuidado de la vista (ECP) determina la prescripción de la persona 110
40 basándose en los resultados de la refracción subjetiva 106 y la medición de frente de onda 108. Después de que la persona haya seleccionado las monturas para gafas 112, el ECP mide opcionalmente un centrado 114 de las monturas y pide las lentes 118 a un fabricante de lentes (por ejemplo, a un fabricante de lentes de un tercero o un fabricante de lentes interno) según la prescripción y la medición de centrado.

45 Las diversas partes del procedimiento 100 para obtener una prescripción de gafas y pedir lentes para gafas para una persona se producen en múltiples ubicaciones. Por ejemplo, la figura 2 muestra una disposición que incluye una ubicación de pedido 130 que incluye un ordenador de pedido 136, una ubicación de cálculo 140 que incluye un ordenador de cálculo 142 y una ubicación de fabricación 150 que incluye un ordenador de fabricación 152. El ordenador de pedido 136, el ordenador de cálculo 142 y el ordenador de fabricación 152 están en comunicación electrónica y transmiten datos usados para determinar la prescripción de gafas y realizar el pedido de las lentes para
50 gafas. La ubicación de pedido 130, la ubicación de cálculo 140 y la ubicación de fabricación 150 pueden ser ubicaciones separadas físicamente (por ejemplo, ubicadas en edificios separados) y/o pueden ser sistemas separados ubicados dentro de una única instalación.

55 Las interacciones entre el ECP 132 y la persona 134 (por ejemplo, realizar la anamnesis 102, realizar la investigación médica 104, realizar las mediciones de refracción subjetiva 106 y realizar una medición de frente de onda 108) se producen en la ubicación de pedido 130, por ejemplo en la oficina del ECP o en otra instalación (como se describirá en más detalle más abajo). En la ubicación de pedido 130, el ECP 132 introduce la información obtenida durante la interacción entre el ECP 132 y la persona 134 en el ordenador de pedido 136 y transmite la información al ordenador de cálculo 142 (como se indica mediante la flecha 138). El ordenador de cálculo 142 realiza cálculos basándose en la información recibida desde el ordenador de pedido 136 y genera información relevante para la selección y/o fabricación de la lente tal como información de prescripción, espesor de lente, información relativa a posibilidad de fabricación y/o un coste estimado de la lente. El ordenador de cálculo 142 envía la información al ordenador de pedido 136 (como se indica mediante la flecha 144). El proceso de enviar información al ordenador de cálculo 142 y recibir información relevante para la fabricación de la lente puede ser un proceso iterativo. Por ejemplo, si el ECP 132 no está satisfecho con la prescripción calculada u otra información relativa a las
60 lentes, el ECP 132 revisa los datos y envía los datos revisados al ordenador de cálculo 142 para generar datos de
65

prescripción revisados. Cuando el ECP 132 está satisfecho con la prescripción, la prescripción y otra información relevante para la fabricación de la lente se envían desde el ordenador de pedido 136 al ordenador de fabricación 152 (como se indica mediante la flecha 146) y el ordenador de fabricación 152 envía una confirmación del pedido al ordenador de pedido 136 (como se indica mediante la flecha 148). Debido a la naturaleza dispersa de esta disposición, todos los cálculos para determinar la prescripción basándose en los datos de frente de onda y otra información proporcionada por el ECP se realizan en una ubicación separada de la ubicación de fabricación 150.

Se cree que realizar los cálculos para generar la prescripción de lente en un ordenador de cálculo 142 que está separado del ordenador de pedido 136 y del ordenador de fabricación 152 proporciona diversas ventajas. Por ejemplo, en algunas formas de realización, realizar los cálculos en una ubicación separada del sitio de fabricación puede reducir la cantidad de datos transferidos al sitio de fabricación (por ejemplo, los datos de frente de onda no se envían al ordenador de fabricación). Si los sistemas de pedido existentes asociados con un sitio de fabricación particular no incluyen campos para proporcionar datos de frente de onda, realizar los cálculos en una ubicación separada antes de enviar la información al sitio de fabricación puede permitir que se pida una prescripción usando los sistemas de pedido existentes que tienen en cuenta los datos de frente de onda. Por ejemplo, algunas ubicaciones de fabricación pueden no tener capacidad para usar datos de frente de onda para determinar una prescripción. Realizando los cálculos en una ubicación separada y enviando una prescripción que ya tiene en cuenta los datos de frente de onda, las ubicaciones de fabricación pueden generar lentes que tienen prescripciones basándose en datos de frente de onda sin tener que actualizar las ubicaciones de fabricación para realizar tales cálculos. Además, como la prescripción se determina antes de realizar el pedido en la ubicación de fabricación, el ECP puede revisar y ajustar la prescripción antes de realizar el pedido.

En otro ejemplo, como se muestra en la figura 3, en algunas formas de realización, realizar los cálculos en un ordenador de cálculo 142 que está separado del ordenador de pedido 136 y del ordenador de fabricación 152 permite que múltiples ordenadores de pedido 136a, 136b, 136c envíen datos a un ordenador de cálculo central 142 que realiza los cálculos para determinar las prescripciones. Al tener múltiples ordenadores de pedido 136a, 136b, 136c que usan el mismo ordenador de cálculo central 142, se reduce la cantidad de software y datos que necesitan los ordenadores de pedido 136a, 136b, 136c. De manera similar, si se genera o actualiza información tal como un algoritmo para determinar una prescripción o datos de lente nuevos, sólo el ordenador de cálculo central 142 requeriría una actualización en lugar de que cada uno de los ordenadores de pedido 136a, 136b, 136c requiera una actualización.

La figura 4 muestra un proceso 170 para usar el ordenador de pedido 136, el ordenador de cálculo 142 y el ordenador de fabricación 152 para generar y realizar un pedido de lentes para gafas. Las partes del proceso 170 se producen en cada una de la ubicación de pedido 130, la ubicación de cálculo 140 y la ubicación de fabricación 150 tal como se indica por las columnas verticales izquierda, central y derecha, respectivamente.

En la ubicación de pedido 130, el ECP 132 examina 172 los ojos de la persona 134 (172). El examen puede incluir realizar una anamnesis (por ejemplo, como se muestra en la etapa 102 de la figura 1). Realizar la anamnesis implica normalmente preguntar a la persona 134 acerca de su historial médico y ocular y cualquier problema considerable en los ojos. La anamnesis también puede incluir revisar informes del historial del cuidado de la vista de la persona. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la anamnesis puede realizarse junto con la revisión de una prescripción de gafas previa. El examen también puede incluir una investigación médica de una persona realizada por el ECP 132 (por ejemplo, como se muestra en la etapa 104 de la figura 1). El examen médico puede incluir determinar la agudeza visual en cada ojo usando la gráfica de Snellen, que consiste en letras aleatorias de diferentes tamaños. Las letras para la visión normal (20/20) tienen una altura de 3/8 de pulgada, vistas a 20 pies. En algunas formas de realización, la investigación médica puede incluir medir el movimiento ocular y la visión periférica de la persona. Estos pueden someterse a prueba moviendo una luz u objeto a través del campo de visión de la persona y observando la respuesta de la persona. También puede medirse la reacción de la persona a la luz (por ejemplo, respuesta pupilar). El examen también puede incluir someter a prueba la visión del color, la sensibilidad al contraste y la visión nocturna.

Durante el examen puede realizarse una prueba para detectar el daltonismo, por ejemplo, haciendo que la persona observe puntos de múltiples colores que forman números. El daltonismo puede dar como resultado que la persona sea incapaz de ver determinados números o ver un número diferente en comparación con las personas que no son daltónicas. El examen médico también puede incluir realizar una prueba para detectar glaucoma (por ejemplo, una tonometría), que implica normalmente dirigir un soplo de aire al ojo de la persona. La respuesta del ojo al soplo de aire se usa para medir la presión de los ojos de la persona, estando relacionadas lecturas anómalas al glaucoma. La investigación médica también incluye generalmente la observación visual de los ojos de la persona por el ECP 132. Por ejemplo, con un oftalmoscopio puede verse la retina, el fondo de ojo, los vasos retinianos y la cabeza del nervio óptico. Pueden usarse gotas que dilatan la pupila de la persona para permitir ver mejor el fondo de ojo, aunque la refracción subjetiva se realiza generalmente antes de esta dilatación puesto que estas gotas normalmente hacen que la visión de la persona sea borrosa durante un periodo de tiempo.

El examen también puede incluir un análisis de refracción subjetiva, denominado a veces simplemente refracción (por ejemplo, como se muestra en la etapa 106 de la figura 1). La refracción subjetiva implica generalmente colocar

diferentes lentes de diferente potencia delante de los ojos de la persona usando un foróptero o una montura de prueba y preguntarle a la persona sobre su visión para las diferentes lentes. Normalmente, la persona se sienta detrás del foróptero y mira a través del mismo una tabla optométrica situada con visión al infinito (por ejemplo, 20 pies o 6 metros para visión de lejos), a continuación de cerca (por ejemplo, 16 pulgadas o 40 centímetros para visión de cerca) para individuos que necesitan gafas para leer. Entonces el ECP 132 cambia las lentes y otros ajustes, al tiempo que pide a la persona una retroalimentación subjetiva respecto a los ajustes que proporcionaron la mejor visión. La refracción subjetiva se realiza normalmente en cada ojo por separado (refracción monocular) y a continuación en los dos ojos a la vez (refracción binocular). En determinadas formas de realización, la refracción subjetiva se realiza sólo en los dos ojos a la vez para proporcionar información binocular. En tales casos, la información monocular se determina a partir de la medición de frente de onda. La refracción subjetiva puede usarse para determinar valores iniciales para esfera (también denominada esfera media), cilindro y/o eje de cilindro para ambos ojos. Además, en algunas formas de realización, la refracción subjetiva puede usarse para determinar el prisma y la base. Esta información puede determinarse tanto para la visión de lejos como para la visión de cerca.

El proceso 170 también incluye realizar una medición de frente de onda (174). La medición de frente de onda puede realizarse usando un sensor de Hartmann-Shack. En tales sensores se proyecta un haz estrecho de radiación emitida desde un láser o un diodo superluminiscente, por ejemplo, sobre la retina del ojo de la persona a través del sistema óptico del ojo. Entonces la radiación dispersada desde la retina pasa a través del sistema óptico y sale de la pupila. El frente de onda del haz saliente lleva información relativa a errores de aberración del sistema óptico del ojo. Entonces se transmite el frente de onda del haz saliente en el plano de la pupila de salida del ojo (con un sistema óptico de transmisión) sobre un sensor de Hartmann-Shack y se usa la salida del sensor de Hartmann-Shack para medir el frente de onda del haz saliente. Para un ojo con emetropía, es decir, un ojo sin error de aberración, el frente de onda del haz saliente es una superficie plana, mientras que para un ojo que produce errores de aberración, el frente de onda del haz saliente está distorsionado respecto a la superficie plana.

Un sensor de Hartmann-Shack incluye normalmente una matriz de microlentes y una cámara CCD, cámara CCD que normalmente está ubicada en un plano focal de la matriz de microlentes. Siempre que se proyecte un haz que va a medirse sobre el sensor de Hartmann-Shack, la matriz de microlentes divide el haz hacia subaberturas y forma un patrón de puntos focales. La cámara CCD registra este patrón de puntos focales y un ordenador analiza el patrón de puntos focales para medir el frente de onda del haz.

En las siguientes patentes se dan a conocer formas de realización adicionales de procedimientos y sistemas para realizar mediciones de frente de onda de ojos de personas: solicitud de patente estadounidense n.º 11/835.109, titulada "EYEGGLASS PRESCRIPTION METHOD" y presentada el 7 de agosto de 2007; patente estadounidense n.º 6.382.795 B1, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING REFRACTIVE ERRORS OF AN EYE"; patente estadounidense n.º 6.406.146 B1, titulada "WAVEFRONT REFRACTOR SIMULTANEOUSLY RECORDING TWO HARTMANN-SHACK IMAGES"; patente estadounidense n.º 6.575.572 B2, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING OPTICAL ABERRATIONS OF AN EYE"; patente estadounidense n.º 6.997.555 B2, titulada "METHOD FOR DETERMINING VISION DEFECTS AND FOR COLLECTING DATA FOR CORRECTING VISION DEFECTS OF THE EYE BY INTERACTION OF A PATIENT WITH AN EXAMINER AND APPARATUS THEREFORE"; y patente estadounidense n.º 7.084.986 B2, titulada "SYSTEM FOR MEASURING THE OPTICAL IMAGE QUALITY OF AN EYE IN A CONTACTLESS MANNER". La totalidad de los contenidos del n.º de serie estadounidense 11/835.109, la patente estadounidense n.º 6.382.795 B1, la patente estadounidense n.º 6.406.146 B1, la patente estadounidense n.º 6.575.572 B2, la patente estadounidense n.º 6.997.555 B2 y la patente estadounidense n.º 7.084.986 B2, por la presente, se incorporan por referencia a la presente.

El refractor de frente de onda puede medir una diversidad de errores ópticos diferentes de los ojos de la persona, tales como, por ejemplo, aberraciones de segundo orden, desenfoque, astigmatismo y aberraciones de orden superior incluyendo coma, trébol y aberraciones esféricas. Estos errores pueden medirse rápidamente (por ejemplo, en segundos).

Después de recopilar la información del examen del ojo y la medición de frente de onda, el ECP 132 introduce la información sobre los ojos del paciente en el ordenador de pedido 136 en la ubicación de pedido 130 (176). Esta información se envía del ordenador de pedido 136 al ordenador de cálculo 142 (178). Además de la información del examen y del frente de onda, la información enviada al ordenador de cálculo 142 puede incluir información sobre las monturas para gafas y la medición de centrado. El centrado se refiere a la distancia horizontal entre los puntos de centrado del par de lentes y puede especificarse mediante valores monoculares, medidos a partir de la supuesta línea central del puente de la nariz o la montura de las gafas. Alternativamente, si se especifica una distancia interpupilar, ésta se toma como distancia de centrado. En determinadas formas de realización, también pueden introducirse en el ordenador de pedido 136 características adicionales para las gafas, por ejemplo, recubrimientos ópticos opcionales (por ejemplo, recubrimientos antirreflectantes), lentes bifocales y/o tintados activados por el sol y enviarse al ordenador de cálculo 142.

El ordenador de cálculo 142 recibe la información desde el ordenador de pedido 136 (180) y determina la prescripción de la persona basándose en los resultados de refracción subjetiva y la medición de frente de onda usando un algoritmo (182). En general, el algoritmo puede utilizar datos procedentes de varias fuentes diferentes

- para calcular la prescripción de la persona. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, el algoritmo tiene en cuenta los datos de frente de onda de ambos ojos, los datos de refracción subjetiva de ambos ojos y datos adicionales del ECP 132. Los datos adicionales pueden incluir, por ejemplo, adición, prisma y/o base para uno o ambos ojos, preferencias de diseño y/o condiciones de luz esperadas para el uso de una o ambas lentes. Otro ejemplo de datos adicionales es cuando el ECP 132 desea optimizar la prescripción para una determinada distancia (por ejemplo, diferente de la infinita), esta información puede proporcionarse de modo que se realizan determinaciones subsiguientes basándose en la distancia.
- En algunas formas de realización, el ordenador de cálculo 142 determina la prescripción de la persona a partir de datos de frente de onda determinando en primer lugar los coeficientes de Zernike que caracterizan las aberraciones en el ojo de la persona. Alternativa, o adicionalmente, la prescripción de la persona puede calcularse a partir del propio mapa de frente de onda tridimensional. La prescripción de la persona (por ejemplo, esfera, cilindro y eje de cilindro) puede determinarse a partir de los coeficientes de Zernike o a partir del mapa tridimensional usando una diversidad de procedimientos. Por ejemplo, puede calcularse la esfera, cilindro y eje de cilindro aplicando una superficie tórica a los datos de frente de onda. Alternativa, o adicionalmente, pueden usarse los coeficientes de Zernike o el mapa de frente de onda tridimensional para construir una imagen de una fuente puntual sobre la retina de la persona y pueden determinarse la esfera, el cilindro y el eje de cilindro usando una métrica de calidad de imagen.
- En algunas formas de realización, el ordenador de cálculo 142 determina la prescripción de la persona a partir de datos de frente de onda para visión de lejos y datos de frente de onda para visión de cerca. Así, puede calcularse la prescripción de la persona incluyendo tanto la prescripción para visión de lejos como la prescripción para visión de cerca.
- En la patente estadounidense n.º 6.511.180, titulada "DETERMINATION OF OCULAR REFRACTION FROM WAVEFRONT ABERRATION DATA AND DESIGN OF OPTIMUM CUSTOMIZED CORRECTION" y en la patente europea n.º EP 1 324 689 B1, titulada "DETERMINATION OF OCULAR REFRACTION FROM WAVEFRONT ABERRATION DATA", por ejemplo, se dan a conocer procedimientos a modo de ejemplo, donde la totalidad de los contenidos de las dos se incorporan por referencia a la presente.
- En algunas formas de realización, el ordenador de cálculo 142 determina la prescripción de la persona a partir de datos de frente de onda usando técnicas de trazado de rayos. Por ejemplo, puede usarse un algoritmo de trazado de rayos para trazar un haz de rayos a través del ojo del paciente basándose en los datos de frente de onda. La esfera, cilindro y eje de cilindro, por ejemplo, pueden determinarse a partir del comportamiento de los rayos en diversas ubicaciones a lo largo de su trayectoria usando una o más métricas. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la prescripción se determina usando una métrica en base a características del haz de rayos en y alrededor de su punto de apertura mínima (por ejemplo, en su posición de enfoque dentro del ojo). Estas características pueden incluir el área de sección transversal, forma de sección transversal y/o extensión longitudinal en esta posición.
- La figura 5 muestra un diagrama de flujo de una forma de realización a modo de ejemplo de un algoritmo para calcular la prescripción para gafas de una persona. Inicialmente, se usan datos de frente de onda (210) para cada ojo, proporcionados por la medición de frente de onda 150, para determinar una refracción de frente de onda para cada ojo (220). Esto implica el uso de una métrica apropiada sobre los datos de frente de onda. La métrica depende de los datos de frente de onda, la refracción subjetiva (en caso de proporcionarse) y/o los datos adicionales. Los datos de refracción de frente de onda para cada ojo se usan para determinar un cilindro y un eje de cilindro para cada ojo (250). El cilindro se refiere a una desviación cilíndrica con respecto a una lente esférica que forma parte de la prescripción de una persona, que se usa habitualmente para corregir el astigmatismo. El eje de cilindro se refiere a la orientación relativa del cilindro para cada ojo. Al tiempo que se determina el cilindro y el eje de cilindro, se ajusta (260) la esfera media de refracción de frente de onda para cada ojo basándose en los datos de refracción de frente de onda, datos de refracción subjetiva 230 y/o datos adicionales 240 para cada ojo. Por ejemplo, si el ECP 132 tuviera que ajustar la esfera media determinada a partir de la refracción subjetiva 140 para un ojo, este ajuste puede emularse ajustando la esfera media de refracción de frente de onda del otro ojo en una determinada cantidad, donde la diferencia entre la esfera media para el ojo izquierdo es la misma que para el ojo derecho tal como se calcula a partir de la refracción subjetiva 140 al igual que la diferencia calculada a partir de la refracción de frente de onda 150.
- Una vez calculados los ajustes de esfera media apropiados, se determinan valores de esfera media nuevos a partir de los ajustes (270). Los valores de esfera media ajustados se combinan con el cilindro y el eje de cilindro calculados en la etapa 250 para determinar la prescripción para la persona (280).
- En general, la prescripción para gafas de una persona puede determinarse con un alto nivel de precisión usando los procedimientos presentados en el presente documento. Por ejemplo, la esfera y el cilindro pueden determinarse para ser de aproximadamente 0,25 dpt o menos (por ejemplo, aproximadamente 0,1 dpt o menos, aproximadamente 0,05 dpt o menos, 0,01 dpt o menos). El eje de cilindro puede determinarse para ser de aproximadamente $\square 5^\circ$ o menos (por ejemplo, aproximadamente $\square 4^\circ$ o menos, aproximadamente $\square 3^\circ$ o menos, aproximadamente $\square 2^\circ$ o menos, $\square 1^\circ$ o menos).

Con referencia de nuevo a la figura 4, después de que la determinación de la prescripción de lente se haya completado, el ordenador de cálculo 142 envía los datos de prescripción de lente al ECP 132 (184). El ordenador de pedido 136 recibe los datos de prescripción de lente (186) y el ECP 132 revisa la prescripción. El ECP 132 determina si son deseables y/o necesarios cambios en la prescripción (188). Si el ECP 132 decide realizar cambios en la prescripción o en otras características de las lentes (por ejemplo, el material, los recubrimientos, la montura de las gafas), el ECP 132 revisa la información en el ordenador de pedido 136 y el ordenador de pedido envía la información revisada al ordenador de cálculo 142 (190). El ordenador de cálculo 142 recibe la información (192) y vuelve a determinar la prescripción de lente (182) y envía la prescripción de lente al ordenador de pedido (184).

Después de que se hayan realizado todas las selecciones y el ECP 132 esté satisfecho con la prescripción, el ECP 132 pide las lentes a la ubicación de fabricación 150, por ejemplo, un fabricante de lentes de un tercero o interno. Para realizar el pedido de las lentes, el ordenador de pedido 136 transfiere la información necesaria para generar la lente al ordenador de fabricación 152 (194). Esta información incluye la información de prescripción para las lentes e información sobre los materiales usados para crear la lente. Como los cálculos para generar la prescripción de lente basándose en la información del examen del ECP de los ojos del paciente y las mediciones de frente de onda se realizaron usando el ordenador de cálculo 142, no es necesario transferir las mediciones de frente de onda al ordenador de fabricación 152. El ordenador de fabricación 152 recibe la información de pedido (196) y fabrica las lentes según la información de pedido (198).

El proceso de determinar la prescripción de lente y las características de lente puede ser un proceso iterativo en el que el ECP 132 introduce información en el ordenador de cálculo 142, recibe la prescripción de lente y las características de lente y revisa la información basándose en la prescripción de lente y las características de lente recibidas. La figura 6 muestra un proceso a modo de ejemplo 300 para determinar las características de lente basándose en factores tales como prescripción, posibilidad de fabricación, coste, peso, recubrimientos y/o espesor de lente. Como los cálculos para determinar la prescripción de lente y las características de lente se realizan en una ubicación diferente del sitio de fabricación (por ejemplo, en el ordenador de cálculo 142), el ECP 132 puede revisar la prescripción en tal proceso iterativo antes de realizar un pedido de las lentes.

En el proceso 300, mostrado en la figura 6, el ordenador de cálculo 142 recibe información desde el ECP 132 (302) y determina las características de lente incluyendo la prescripción de lente (304). Por ejemplo, el ordenador de cálculo puede determinar la prescripción y las características de lente usando uno o más de los procesos descritos en el presente documento. Basándose en la prescripción y las características calculadas de lente, el ordenador de cálculo 142 determina si puede fabricarse la lente (306). Si la lente no puede fabricarse, el ordenador de cálculo 142 envía una notificación al ECP 132 (308). El ECP 132 revisa la información enviada al ordenador de cálculo 142 y el ordenador de cálculo 142 determina una prescripción y características de lente revisadas (304). Si la lente puede fabricarse, el ordenador de cálculo 142 determina un coste estimado para fabricar las lentes (310). El coste puede basarse en el tipo de material seleccionado para la lente, la forma de la lente, el recubrimiento sobre la lente y/o la prescripción. El ordenador de cálculo compara el coste estimado y las características de lente con valores umbral preestablecidos (312). Los valores umbral puede establecerlos el ECP 132 en el momento en que se envía la información al ordenador de cálculo 142 o pueden predeterminarse y almacenarse en el ordenador de cálculo 142. Por ejemplo, pueden establecerse valores umbral para el espesor máximo de la lente, peso máximo de la lente y/o precio máximo de la lente. Si las características de lente determinadas no superan ninguno de los umbrales, la prescripción de lente, las características de lente y el coste estimado se envían al ECP 132 (316). Por otro lado, si una o más de las características de lente determinadas superan un umbral, el ordenador de cálculo determina alternativas para la lente (318). Por ejemplo, si el coste de la lente supera el umbral de precio máximo, el ordenador de cálculo puede sugerir un material alternativo para la fabricación de la lente. En otro ejemplo, si el peso de la lente supera un umbral basado en el peso, el ordenador de cálculo puede sugerir un material alternativo, más ligero para fabricar la lente. Después de que el ordenador de cálculo determine alternativas (318), la prescripción de lente, las características de lente y el coste estimado originales y la prescripción de lente, las características de lente y el coste estimado alternativos se envían al ECP 132 (320). Después de recibir la información sobre la prescripción de lente, las características de lente y el coste estimado, el ECP 132 revisa la información y determina si pedir las lentes.

En algunas formas de realización, la medición de frente de onda puede proporcionar información adicional sobre la visión de la persona. Por ejemplo, puede usarse la medición de frente de onda 150 para proporcionar información sobre la visión nocturna de la persona. Además, puede realizarse una medición de topografía corneal a la vez que la medición de frente de onda 150, para determinar información adicional sobre el estado de refracción del ojo, que también puede usarse en el cálculo de la prescripción de gafas. La información topográfica también puede usarse, por ejemplo, para proporcionar lentes de contacto.

La información adicional (por ejemplo, sobre visión nocturna) puede obtenerse a partir de la misma medición de frente de onda usada para obtener información de prescripción. Por consiguiente, esta información puede obtenerse sin un esfuerzo adicional o sin incomodar a la persona.

Aunque en al menos algunas de las formas de realización descritas en el presente documento se han descrito conexiones entre el ordenador de pedido 132 y el ordenador de cálculo 142 y entre el ordenador de pedido 132 y el

ordenador de fabricación 152, en algunas formas de realización podrían existir conexiones adicionales o alternativas. Por ejemplo, en algunas formas de realización, podría haber adicionalmente un enlace directo entre el ordenador de cálculo 142 y el ordenador de fabricación 152. Por ejemplo, un ECP podría introducir información en el ordenador de pedido 132 y usar el ordenador de cálculo 142 para realizar los cálculos para determinar las características de la lente. Después de que el ECP haya aprobado las características determinadas de la lente, el ordenador de pedido 132 podría transmitir una orden al ordenador de cálculo 142. Tras la recepción de la orden el ordenador de cálculo 142 podría enviar la información para fabricar la lente al ordenador de fabricación 152.

Los sistemas (por ejemplo, el ordenador de pedido 132, el ordenador de cálculo 142 y el ordenador de fabricación 152) y procedimientos descritos en el presente documento pueden implementarse en un conjunto de circuitos electrónico digital, o en hardware, firmware, software de ordenador, aplicaciones habilitadas para web o en combinaciones de los mismos. Las estructuras de datos usadas para representar la información proporcionada pueden almacenarse en memoria y en un almacenamiento persistente. Los aparatos de la invención pueden implementarse en un producto de programa informático implementado de manera tangible en un dispositivo de almacenamiento legible por máquina para su ejecución por un procesador programable y las acciones del procedimiento pueden realizarse mediante un procesador programable que ejecuta un programa de instrucciones para realizar las funciones de la invención operando sobre datos de entrada y generando una salida. La invención puede implementarse ventajosamente en uno o más programas informáticos que pueden ejecutarse en un sistema programable que incluye al menos un procesador programable acoplado para recibir datos e instrucciones desde, y transmitir datos e instrucciones a, un sistema de almacenamiento de datos, al menos un dispositivo de entrada, y al menos un dispositivo de salida. Cada programa informático puede implementarse en un lenguaje de programación orientado a objetos o procedimiento de alto nivel, o en lenguaje de máquina o ensamblador si se desea, y en cualquier caso, el lenguaje puede ser lenguaje compilado o interpretado. Los procesadores adecuados incluyen, a modo de ejemplo, microprocesadores tanto de propósito general como especial. Generalmente, un procesador recibirá instrucciones y datos desde una memoria de sólo lectura y/o una memoria de acceso aleatorio. Generalmente, un ordenador incluirá uno o más dispositivos de almacenamiento masivo para almacenar archivos de datos, tales dispositivos incluyen discos magnéticos, tales como discos duros internos y discos extraíbles, discos magneto-ópticos y discos ópticos. Los dispositivos de almacenamiento adecuados para implementar de manera tangible instrucciones y datos de programa informático incluyen todas las formas de memoria no volátil, incluyendo, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria semiconductores, tales como EPROM, EEPROM y dispositivos de memoria *flash*; discos magnéticos tales como discos duros internos y discos extraíbles; discos magneto-ópticos y discos CD-ROM. Cualquiera de los anteriores puede complementarse con, o incorporarse en, ASIC (circuitos integrados de aplicación específica).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

5 - realizar (106, 108, 174), en una ubicación de pedido (130), una o más refracciones (220, 230, 280) de una persona para determinar la información sobre la visión de la persona, comprendiendo dichas una o más refracciones una refracción objetiva obtenida a partir de una medición de frente de onda;

10 - introducir (176) dicha información sobre la visión de la persona basada en la una o más refracciones (106, 108, 220, 230) en un primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) que está ubicado en dicha ubicación de pedido (130);

15 - enviar (178, 190) desde dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c), dicha información sobre la visión de la persona a un segundo sistema informático (142) que está ubicado en una ubicación de cálculo (140), estando configurado dicho segundo sistema informático (142) para realizar los cálculos basándose en dicha información sobre la visión de la persona, estando dicho segundo sistema informático (142) en una ubicación separada de dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c);

estando configurado dicho segundo sistema informático (142) para generar la información de prescripción que comprende esfera, cilindro y eje de cilindro basándose en dichos datos de frente de onda enviados;

- recibir (186), en dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) desde dicho segundo sistema informático (142), dicha información de prescripción; y

20 - realizar (194) un pedido para una lente basándose en dicha información de prescripción recibida enviando dicha información de prescripción recibida de dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) a un tercer sistema informático (152) que está ubicado en una ubicación de fabricación de lentes (150), estando dicho tercer sistema informático (152) en una ubicación separada de dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) y de dicho segundo sistema informático (142), estando las ubicaciones separadas en edificios separados.

25 2. Un procedimiento, que comprende:

30 - recibir (186), en un segundo sistema informático (142) desde un primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) que está ubicado en una ubicación de pedido (130), la información sobre la visión de la persona que incluye la información de refracción objetiva, comprendiendo dicha información sobre la visión de la persona los datos de frente de onda obtenidos a partir de una medición de frente de onda, estando ubicado dicho segundo sistema informático (142) en una ubicación de cálculo (140) y estando en una ubicación separada a la de dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c),

35 estando dicho segundo sistema informático (142) en una ubicación separada a la de un tercer sistema informático (152), que está ubicado en una ubicación de fabricación de lentes (150); con lo que dichas ubicaciones separadas están en edificios separados; con lo que dicha información sobre la visión de la persona incluye dicha información de refracción objetiva;

- realizar (110, 182), utilizando dicho segundo sistema informático (142), los cálculos para generar una prescripción de lente basándose en dichos datos de frente de onda; donde dicha prescripción de lente generada comprende esfera, cilindro y eje de cilindro; y

40 - enviar (184), desde dicho segundo sistema informático (142), dicha prescripción de lente generada a dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c).

3. El método de la reivindicación 2,

caracterizado por que comprende, además

- recibir (192) la información revisada en dicho segundo sistema informático (142) desde dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c) basándose en dicha prescripción de lentes;

45 - realizar (182) los cálculos en dicho segundo sistema informático (142) para generar una prescripción de lente revisada basándose en dicha información revisada; y

- enviar (184) dicha prescripción de lente revisada a dicho primer sistema informático (136, 136a, 136b, 136c).

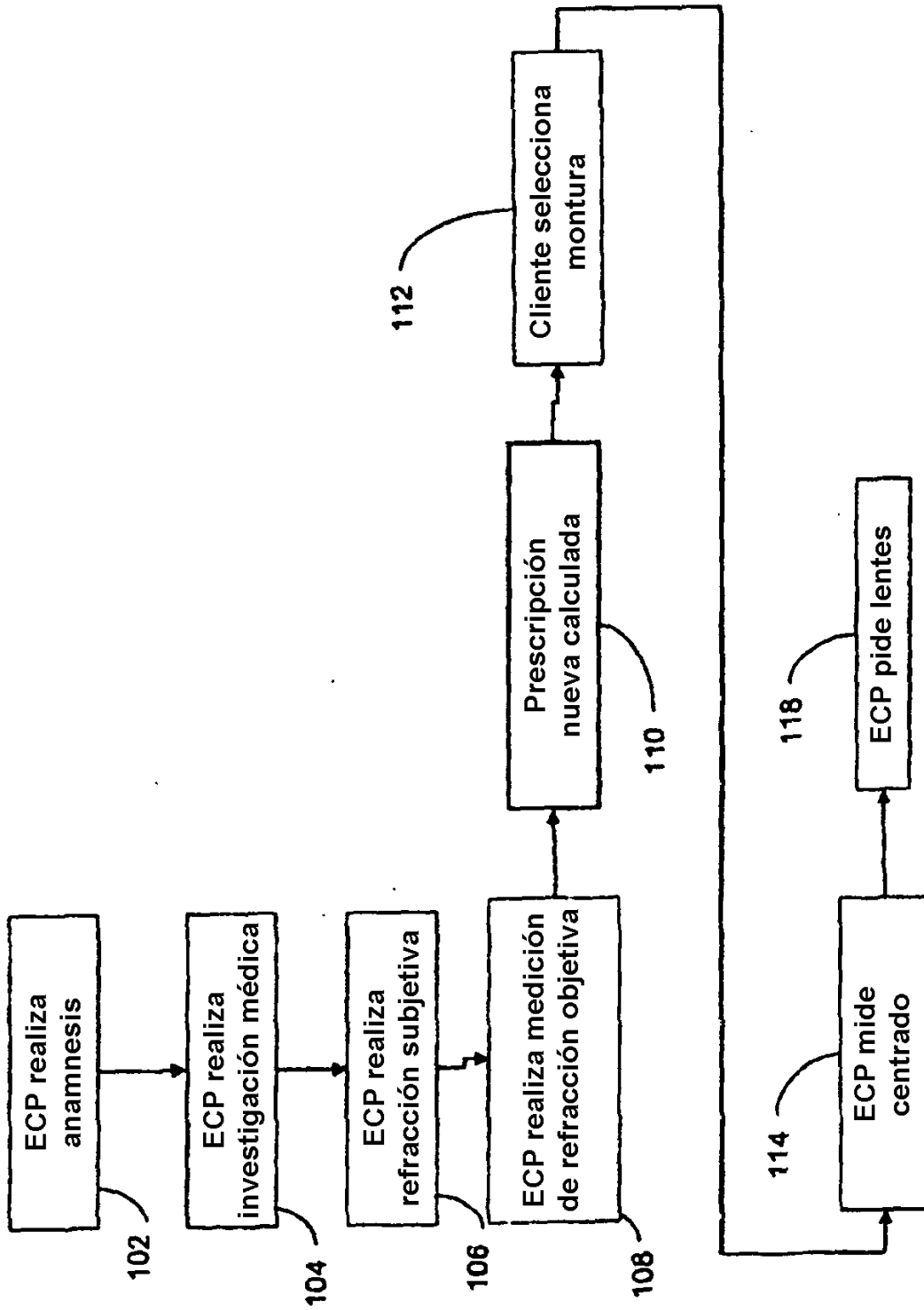


FIG. 1

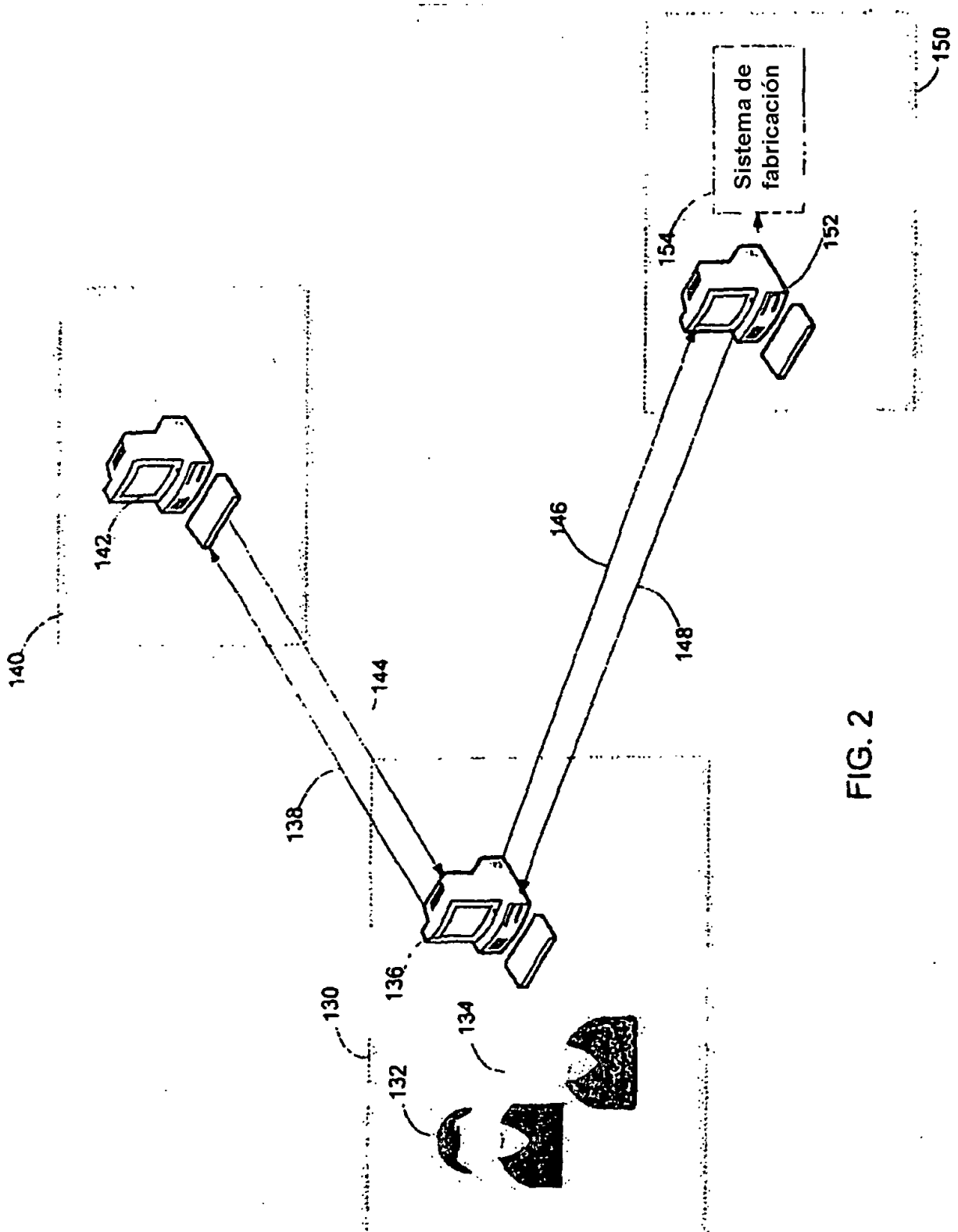


FIG. 2

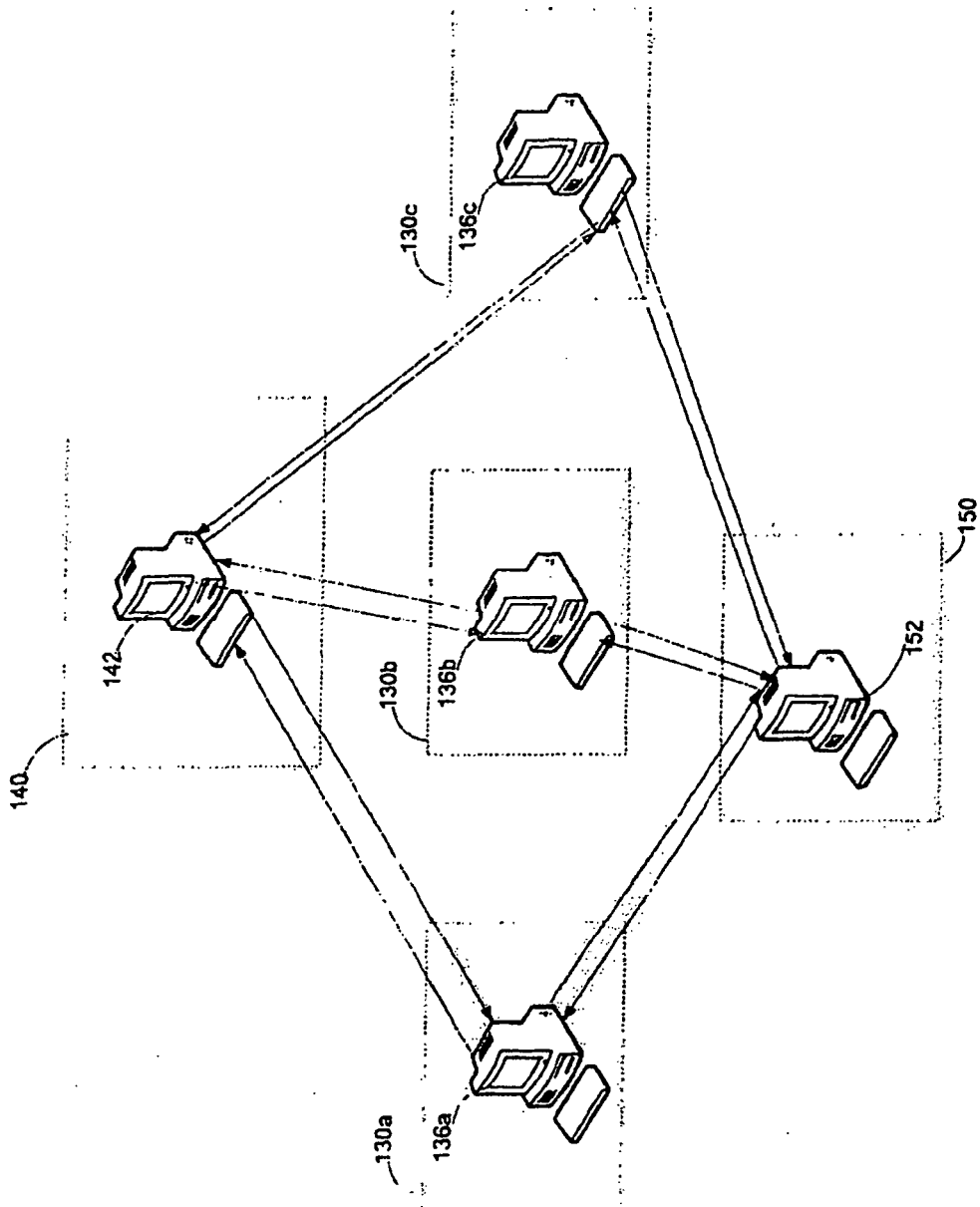


FIG. 3

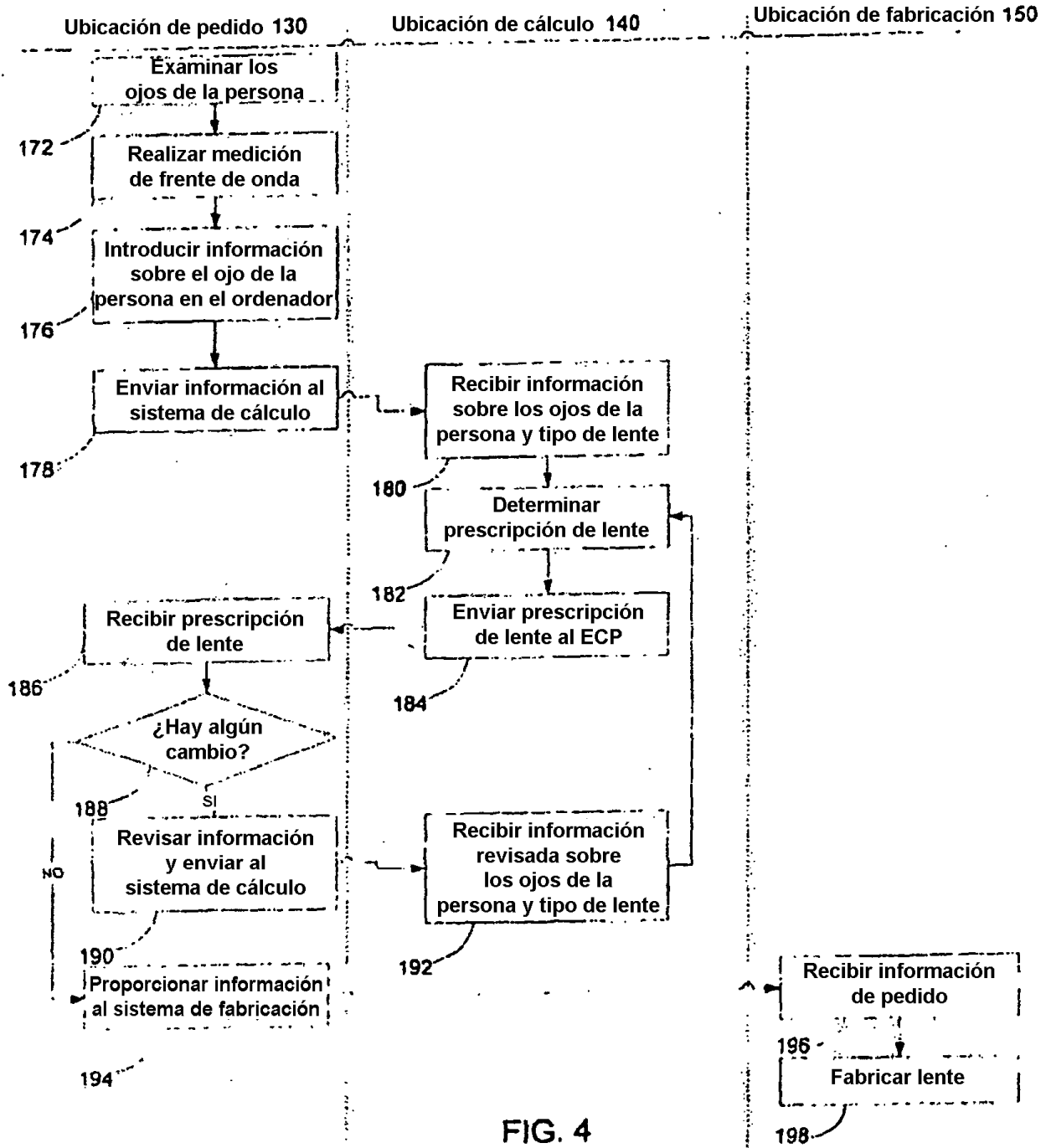


FIG. 4

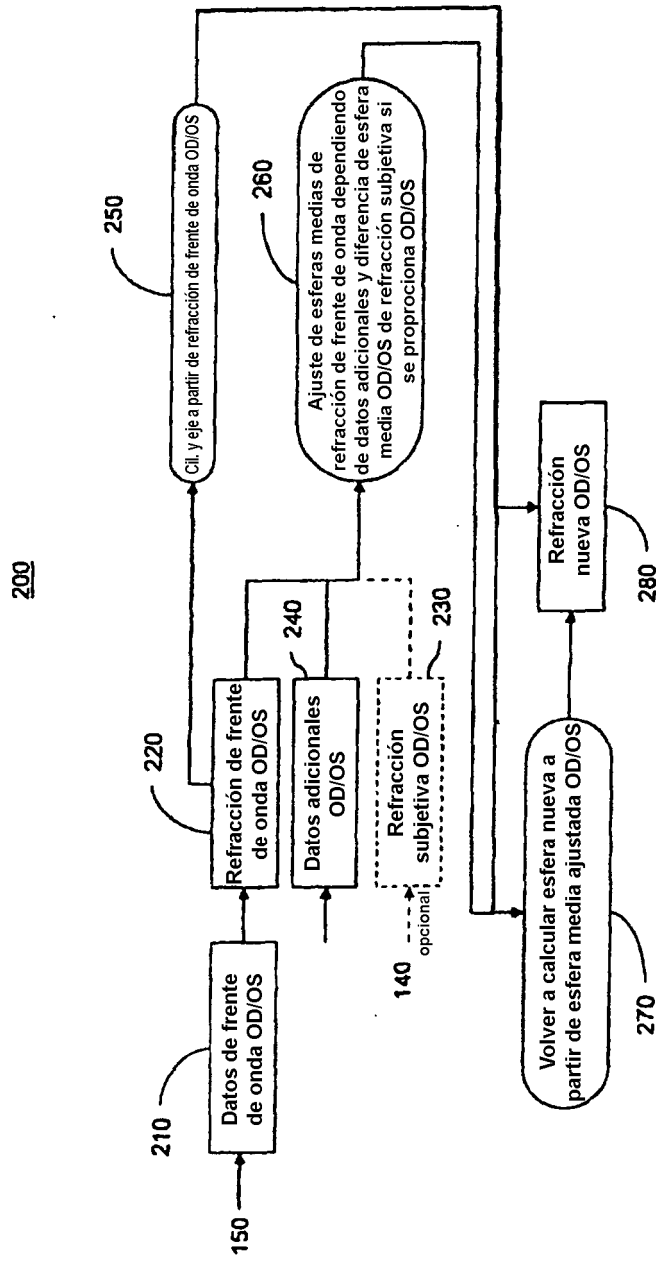


FIG. 5

300

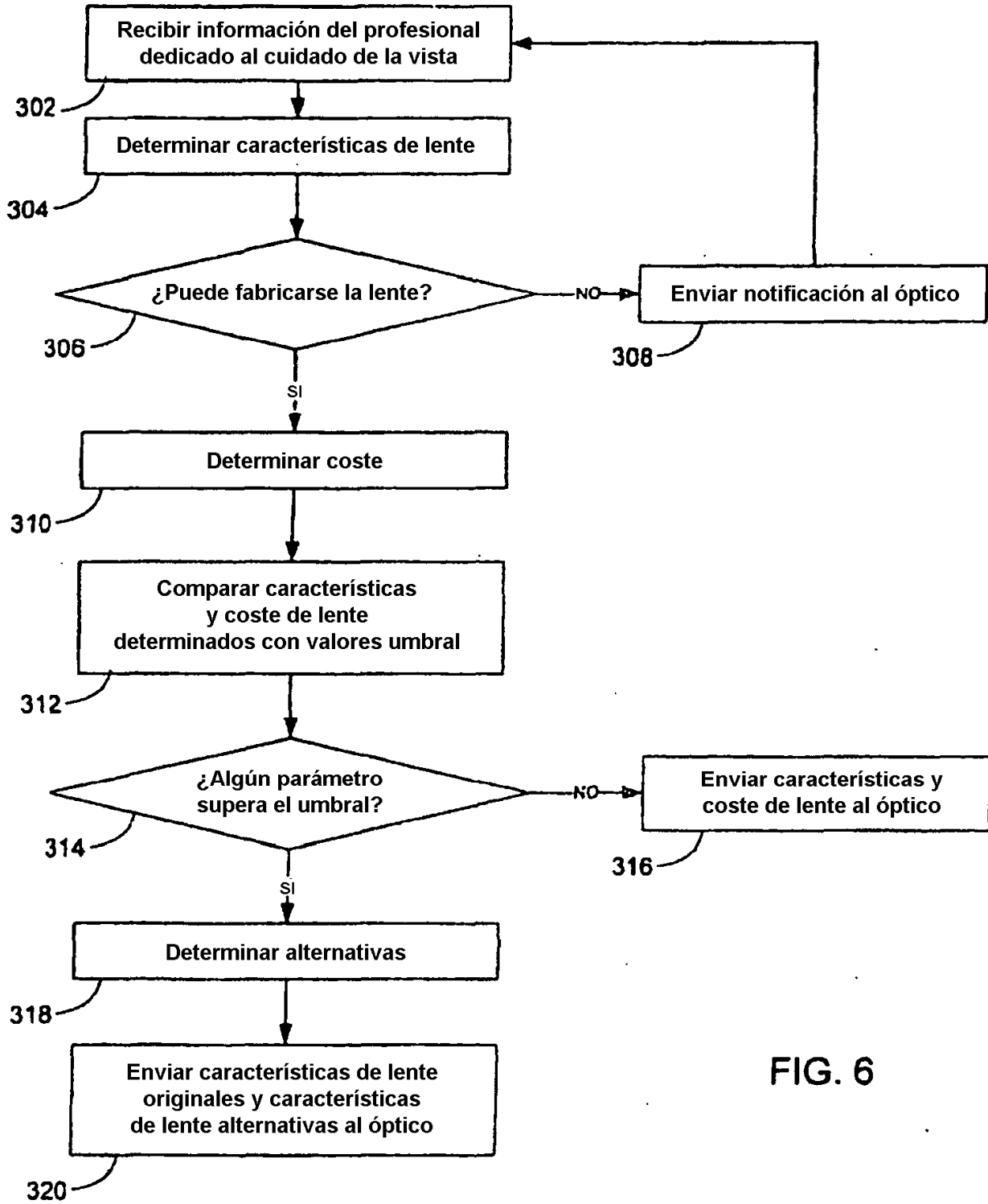


FIG. 6