



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 316 016**

(51) Int. Cl.:
A61F 9/01 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06125850 .5**

(96) Fecha de presentación : **11.12.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1800636**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

(54) Título: **Sistema de alineación de imágenes para su uso en el tratamiento de ablación por láser de la córnea y procedimientos asociados.**

(30) Prioridad: **22.12.2005 US 315578**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

(73) Titular/es: **Alcon RefractiveHorizons, Inc.**
6201 South Freeway
Fort Worth, Texas 76134-2099, US

(72) Inventor/es: **Leblanc, Richard Alan y**
Eldeeb, Hesham O.

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 316 016 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 alineación de imágenes para su uso en el tratamiento de ablación por láser de la córnea y procedimientos asociados.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a la cirugía por láser en el ojo y, más particularmente, a la cirugía de ablación por láser para corregir trastornos visuales y, más particularmente, a sistemas y procedimientos para conseguir la alineación entre las imágenes de un dispositivo analítico y de un dispositivo quirúrgico de láser.

Antecedentes de la invención

En la cirugía refractiva a medida en el ojo, la porción de análisis del procedimiento se lleva a cabo típicamente antes de la cirugía, por ejemplo con un aberrómetro de frente de onda. Con posterioridad a la medición del frente de onda se dirige la porción de ablación por láser de manera que siga una prescripción generada por la porción de análisis. Estos procedimientos están separados frecuentemente por días.

Es deseable alinear los resultados del aberrómetro con el sistema quirúrgico, de modo que se posicione la ablación apropiadamente. Es un reto alinear las imágenes del ojo con alta precisión. La pupila, que puede encontrarse y alinearse fácilmente, varía de tamaño durante breves intervalos. Además, la posición de la pupila dentro del iris cambia dependiendo de si se está contrayendo o dilatando, lo que hace difícil una alineación de alta precisión de las dos imágenes del ojo con el uso de la pupila.

El limbo permanece fijo entre dos imágenes, pero presenta un límite blando que cambia de apariencia con la iluminación. Un componente de alineación difícil es conseguir una rotación relativa entre las dos imágenes, puesto que los principales marcadores de alineación, la pupila y el limbo, son rotacionalmente simétricos. Es conocido en la técnica el uso de marcas de alineación artificiales puestas en el ojo para proporcionar una referencia. Sin embargo, estas marcas tienen requisitos antagónicos, puesto que deberán ser estables y verse fácilmente para la alineación, pero deberán retirarse con facilidad después de la cirugía. Constituiría un gran inconveniente retener estas marcas en su sitio durante el periodo entre la medición y la cirugía.

Se conocen algoritmos en la técnica para ayudar a la alineación de imágenes; sin embargo, el cirujano debe confirmar esta alineación antes de proseguir con la cirugía. Sería beneficioso proporcionar un procedimiento de alineación de imágenes que verifique la alineación y permita también un ajuste de la alineación determinada.

El documento US-2004/0143244A (Alcon RefractiveHorizons, Inc.) describe un sistema que incluye los rasgos precaracterizantes de la reivindicación 1 siguiente.

El documento WO2004/089214A (Bausch & Lomb) describe un sistema para alinear y/o seguir un ojo de un paciente con referencia a un código de iris previamente adquirido del ojo, utilizando una unidad de reconocimiento de iris para adquirir un código de iris del ojo bajo investigación y un comparador para comparar el código de iris previamente adquirido con el presente código de iris y para proporcionar un resultado de comparación.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un sistema, a un procedimiento y a un software para alinear unas primera y segunda imágenes de un ojo de acuerdo con las reivindicaciones siguientes.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 es un esquema de un ejemplo de sistema para la presente invención.

Las figuras 2A, 2B son un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Se presentará ahora con referencia a las figuras 1-2B una descripción de formas de realización preferidas de la invención, con un ejemplo de realización de una medición de frente de onda de un ojo y la subsiguiente cirugía de ablación por láser en el mismo.

Un sistema 10 (figura 1) para alinear unas primera y segunda imágenes de un ojo comprende unos medios para recoger las primera y segunda imágenes del ojo. En una forma de realización particular de cirugía de ablación por láser se recoge típicamente una primera imagen en una primera ubicación 11, por ejemplo utilizando un aberrómetro 12 de frente de onda. Esta primera imagen es introducida en un procesador 13 que tiene un software 14 de procesamiento de imágenes residente en el mismo.

Cuando deba realizarse la cirugía, se recoge una segunda imagen en el sitio quirúrgico 15 utilizando un segundo dispositivo de formación de imagen 16. El cirujano desea típicamente ver la segunda imagen durante la cirugía en un dispositivo de visualización 17 y desearía también asegurar que la imagen del ojo “vivo” esté alineada con la primera imagen previamente recogida, de modo que la prescripción determinada esté alineada adecuadamente con el ojo “vivo”. Por tanto, el paquete de software 14 de la presente invención está adaptado para proporcionar esta alineación y también una conformación visual de esta alineación al cirujano.

El paquete de software 14 incluye segmentos de código para llevar a cabo las etapas del procedimiento 100 de la presente invención. El procedimiento 100 (figura 2) incluye las etapas de determinar una ubicación del limbo en una primera imagen del ojo (bloque 101) y una segunda imagen del ojo y alinear las ubicaciones del limbo en dos dimensiones (bloque 102), por ejemplo vertical y horizontalmente, con referencia al centro calculado del limbo.

Se coloca una segunda característica del ojo, por ejemplo uno o más vasos sanguíneos, en las primera y segunda imágenes del ojo (bloque 103), con el fin de proporcionar un punto de referencia rotacional, dado que el limbo es en esencia rotacionalmente simétrico. Pueden usarse también otras segundas características del ojo, tales como marcas naturales del ojo y marcas artificiales del mismo. Se cree que este procedimiento es preferible a una alineación sobre la base de valores de píxel, dado que las primera y segunda imágenes son recogidas típicamente con distintas cámaras en diferentes condiciones de iluminación. Los vasos sanguíneos se pueden detectar, por ejemplo, con el uso de un filtro de gradiente (bloque 104). Preferentemente, el filtro de gradiente es adaptativo a la orientación del vaso sanguíneo con el fin de maximizar la precisión de la detección. Si se utiliza más de un vaso sanguíneo, se asignan a cada uno valores de intensidad que sean proporcionales a su prominencia.

En una realización alternativa se identifican vasos sanguíneos individuales que son comunes en las primera y segunda imágenes, y las imágenes se alinean basándose en la ubicación y orientación de estos vasos sanguíneos (bloque 105).

Una vez que están alineadas las ubicaciones del limbo, se hace girar las primera y segunda imágenes una con relación a otra a intervalos predeterminados (bloque 106). En cada punto, se realiza una correlación utilizando la separación de la ubicación del vaso sanguíneo como criterio de alineación (bloque 107). A partir de la correlación se identifica una alineación óptima de las primera y segunda imágenes (bloque 108).

Con el fin de que sean ponderadas adecuadamente las primera y segunda imágenes, pueden ajustarse un contraste y un brillo relativos para conseguir una coincidencia sustancial entre ellas. En particular, pueden ajustarse las primera y segunda imágenes de modo que tengan un contraste y un brillo similares en todas partes (bloque 109). A continuación, se determina (bloque 110) un área de importancia, por ejemplo la ubicación del vaso o vasos sanguíneos que se usan como referencia. Este área es subdividida en una pluralidad de sectores (bloque 111) y se igualan el color y el brillo de cada sector (bloque 112). Los sectores pueden solaparse o no, lo que afecta al filtrado/alisamiento espacial. Este procedimiento da como resultado que sean evidentes los mismos detalles en ambas imágenes.

La alineación óptima calculada es después presentada para el cirujano (bloque 113), incluyendo preferentemente el vaso o los vasos sanguíneos. El cálculo y la presentación de dicha visualización pueden adoptar cualquiera de entre una serie de formas. Se intercalan los píxeles de las primera y segunda imágenes entre ellos para formar una imagen compuesta, que es visualizada a continuación (bloque 114). La intercalación puede adoptar cualquiera de entre una pluralidad de formas, por ejemplo columnas o filas alternantes con diferentes dimensiones si se desea, o píxeles dispuestos en filas según un dibujo de “tablero de ajedrez” con cuadrados de cualquier tamaño. Otro procedimiento utiliza una característica de transparencia en la que los píxeles de las primera y segunda imágenes son visualizados utilizando un promedio ponderado (bloque 115). En dicha visualización, los vasos sanguíneos pueden superponerse en sus correspondientes ubicaciones a niveles de intensidad variables sobre la base de una “significancia” predeterminada.

Con el fin de que el cirujano pueda verificar que la alineación calculada es efectivamente óptima, la invención incluye una característica en la que se visualiza una animación de un movimiento rotacional relativo de las primera y segunda imágenes alrededor de la alineación óptima. La rotación alrededor de la alineación óptima calculada es proporcionada por medio de uno de entre una pluralidad de procedimientos (bloque 116). En un primer procedimiento, se inicia una rotación de la segunda imagen alrededor de la primera para alternar entre una rotación en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario, haciendo pausa en el punto de alineación óptima (bloque 117). Este procedimiento hace que la imagen parezca “bloquearse” cuando hace pausa en el punto medio de la rotación.

En un segundo procedimiento de visualización, se atenúa la visualización entre las dos imágenes (bloque 118), haciendo pausa en los que sólo se visualiza una de las imágenes. Durante la animación, los vasos sanguíneos pueden superponerse también sobre las imágenes como un medio adicional de verificación. Este procedimiento imparte un movimiento aparente en la imagen si hay una desalineación, mientras que las imágenes bien alineadas no tienen movimiento aparente.

En una realización particular se permite también que el usuario realice un ajuste manual en la alineación de las imágenes si no se considera adecuada la alineación óptima calculada (bloque 119). El usuario puede elegir ver la imagen solapada o una visualización dual con las imágenes separadas pero de tamaño coincidente, de modo que cualquier cambio en una visualización se refleje en la de la otra (bloque 120). El usuario puede realizar entonces ajustes, por ejemplo viendo o marcando una característica de ojo común en cada una de las imágenes cuando las imágenes se

ES 2 316 016 T3

visualizan por separado y combinando entonces estas imágenes, de modo que la característica marcada pueda alinearse (bloque 121). Puede llevarse a cabo cualquier número de iteraciones hasta que el usuario se vea satisfecho de haber conseguido la alineación adecuada. En un caso extremo en el que no pueda conseguirse una alineación adecuada, según se determine por parte del usuario, puede decidirse que sea necesaria una nueva primera imagen, en cuyo caso “proseguir” (bloque 122) pueda significar volver a un primer dispositivo de formación de imágenes para una imagen adicional.

En la descripción anterior se han utilizado ciertos términos en aras de brevedad, claridad y comprensión, pero no deben implicarse limitaciones innecesarias derivadas de ellos más allá de los requisitos de la técnica anterior, debido a que dichos términos se utilizan en la presente memoria para fines de descripción y están destinados a ser interpretados ampliamente. Además, las formas de realización del sistema y del procedimiento ilustradas y descritas en la presente memoria son a título de ejemplo, y el alcance de la invención no está limitado a los detalles exactos de construcción y uso.

Habiéndose descrito la invención, la construcción y el funcionamiento y uso de las formas de realización preferidas de la misma, y los nuevos y útiles resultados ventajosos obtenidos con ellas, se establecen en las reivindicaciones adjuntas las construcciones nuevas y útiles y los equivalentes razonables de las mismas evidentes para los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (100) para alinear unas primera y segunda imágenes de un ojo, que comprende las etapas siguientes:

determinar (101) una ubicación de limbo en una primera imagen del ojo y una segunda imagen del ojo;

alinear (102) la ubicación del limbo de las primera y segunda imágenes de ojo en dos dimensiones;

determinar (103) una ubicación de una segunda característica del ojo en las primera y segunda imágenes de ojo;

hacer girar relativamente (106) una de las primera y segunda imágenes de ojo;

realizar (107) una correlación en las primera y segunda imágenes de ojo en una pluralidad de posiciones rotacionales relativas utilizando la segunda ubicación de característica del ojo;

a partir de la correlación, identificar (108) una alineación óptima de las primera y segunda imágenes; y

visualizar (113) para un usuario la alineación óptima de las primera y segunda imágenes;

caracterizado porque las primera y segunda imágenes son almacenadas como píxeles y porque la etapa de visualización (113) comprende intercalar (114) píxeles de las primera y segunda imágenes, para formar una imagen compuesta, y visualizar la imagen compuesta.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la segunda característica del ojo comprende por lo menos uno de entre un vaso sanguíneo, una marca de ojo natural y una marca de ojo artificial.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la segunda característica del ojo comprende un vaso sanguíneo y la etapa de determinación de la ubicación del vaso sanguíneo comprende el uso de un filtro de gradiente.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además, antes de la etapa de visualización (113), la etapa de ajustar (109) un contraste relativo de las primera y segunda imágenes para conseguir una coincidencia sustancial entre ellas.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además, antes de la etapa de visualización (113), la etapa de ajustar (109) un brillo relativo de las primera y segunda imágenes para conseguir una coincidencia sustancial entre ellas.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de visualización (113) comprende calcular y visualizar una animación de un movimiento rotacional relativo de las primera y segunda imágenes alrededor de la alineación óptima.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa de visualización (113) se incluye una imagen de la segunda característica del ojo en las primera y segunda imágenes.

8. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además, después de la etapa de visualización (113), la etapa de permitir que el usuario realice un ajuste manual de la alineación óptima de las primera y segunda imágenes.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además la etapa de permitir que un usuario alterne entre ver una visualización de las primera y segunda imágenes solapadas y una visualización doble de las primera y segunda imágenes separadas, habiéndose hecho coincidir en tamaño la visualización doble.

10. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el ajuste manual comprende ver la visualización doble, marcar por lo menos una característica de ojo común en las primera y segunda imágenes, ver (120) la visualización superpuesta y alinear manualmente las primera y segunda imágenes utilizando como referencia la característica de ojo común marcada.

11. Sistema (10) para alinear unas primera y segunda imágenes de un ojo, que comprende:

unos medios para determinar (101) una localización de limbo en una primera imagen del ojo y una segunda imagen del ojo;

unos medios para alinear (102) la ubicación del limbo de las imágenes del ojo primera y segunda en dos dimensiones;

unos medios para determinar (103) una ubicación de una segunda característica de ojo en las primera y segunda imágenes de ojo;

ES 2 316 016 T3

unos medios para hacer girar relativamente (106) una de las primera y segunda imágenes de ojo;

unos medios para realizar una correlación (107) en las primera y segunda imágenes de ojo en una pluralidad de posiciones rotacionales relativas utilizando la segunda ubicación de característica del ojo;

a partir de la correlación, unos medios para identificar (108) una alineación óptima de las primera y segunda imágenes; y

unos medios (17) para visualizar (113) ante un usuario la alineación óptima de las primera y segunda imágenes,

caracterizado porque comprende unos medios para almacenar las primera y segunda imágenes como píxeles, y

unos medios para intercalar (114) píxeles de las primera y segunda imágenes con el fin de formar una imagen compuesta destinada a ser visualizada por los medios de visualización (17).

12. Sistema según la reivindicación 11, en el que la segunda característica del ojo comprende por lo menos uno de entre un vaso sanguíneo, una marca de ojo natural y una marca de ojo artificial.

13. Sistema según la reivindicación 12, en el que la segunda característica del ojo comprende un vaso sanguíneo y la etapa de determinación de la ubicación del vaso sanguíneo comprende el uso de un filtro de gradiente.

14. Sistema según la reivindicación 11, que comprende además unos medios para ajustar (109) un contraste relativo de las primera y segunda imágenes con el fin de conseguir una coincidencia sustancial entre ellas.

15. Sistema según la reivindicación 14, que comprende además unos medios para ajustar (109) un brillo relativo de las primera y segunda imágenes con el fin de conseguir una coincidencia sustancial entre ellas.

16. Sistema según la reivindicación 11, en el que los medios de visualización (17) comprenden unos medios para calcular y visualizar una animación de un movimiento rotacional relativo de las primera y segunda imágenes alrededor de la alineación óptima.

17. Sistema según la reivindicación 11, en el que los medios de visualización (17) comprenden además unos medios para incluir una imagen de la segunda característica del ojo en las primera y segunda imágenes.

18. Software (14) que, cuando se ejecuta en un procesador de ordenador (13), comprende unos segmentos de código para realizar las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

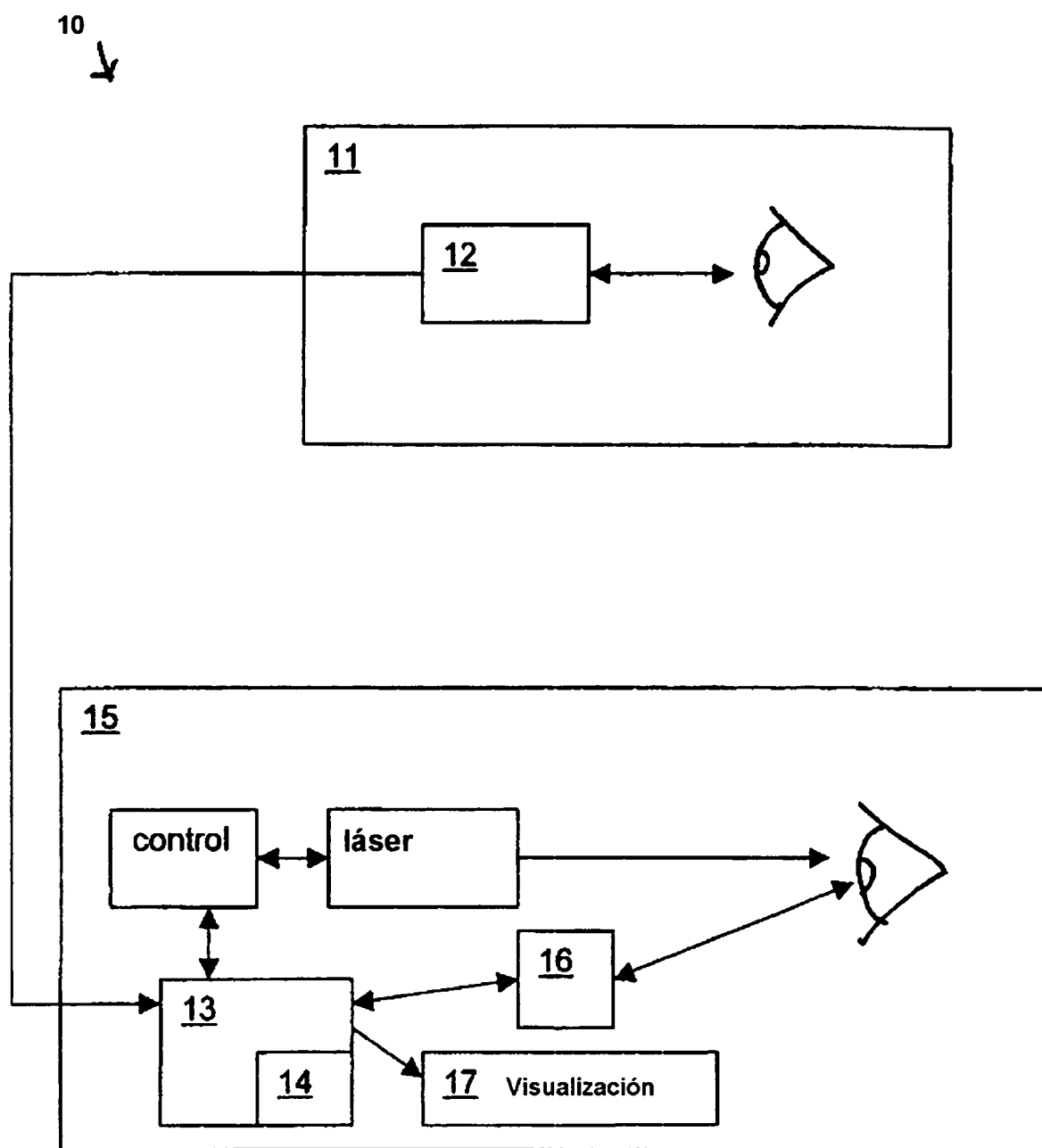


FIG. 1

100 ↘

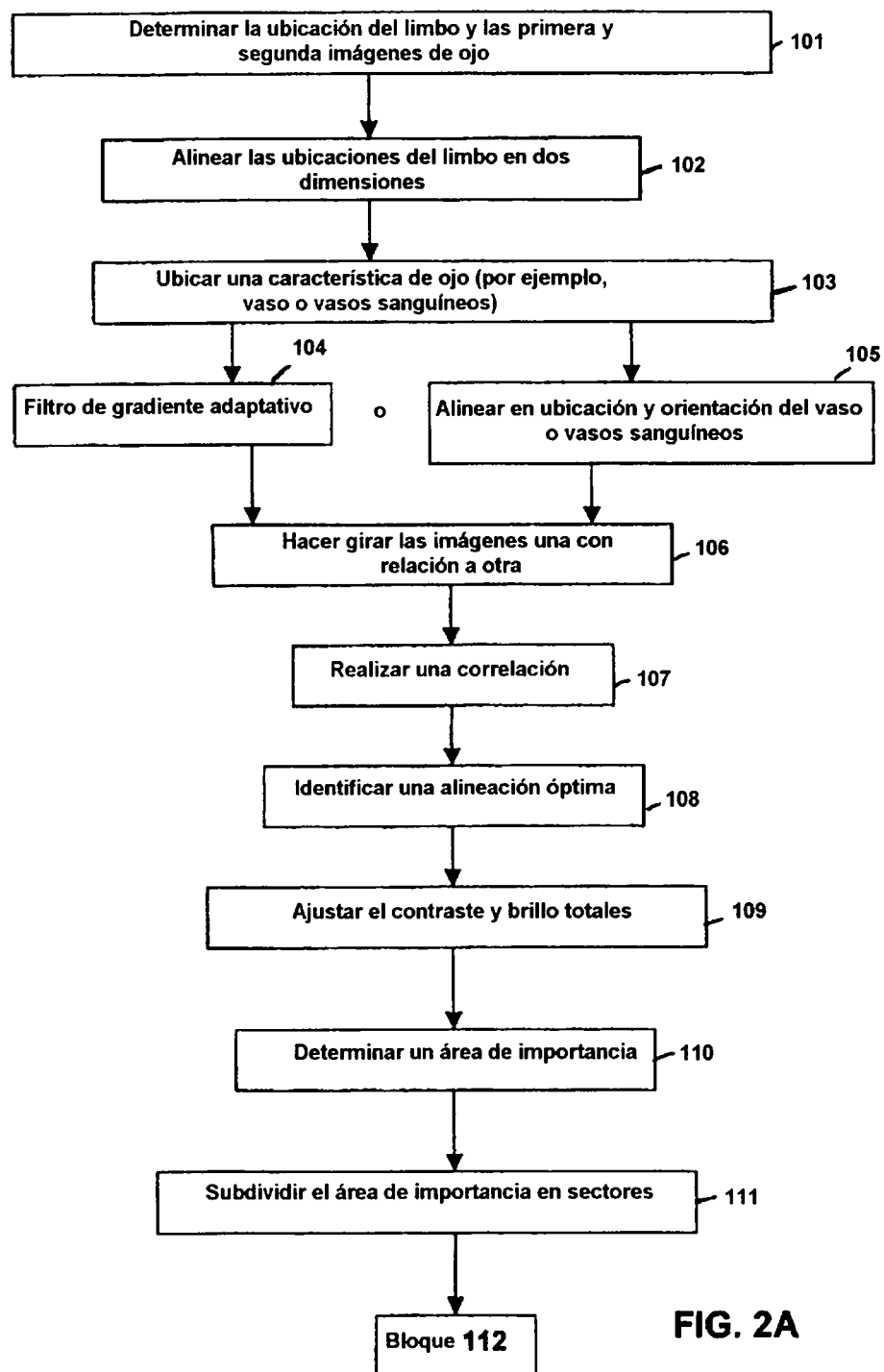


FIG. 2A

100

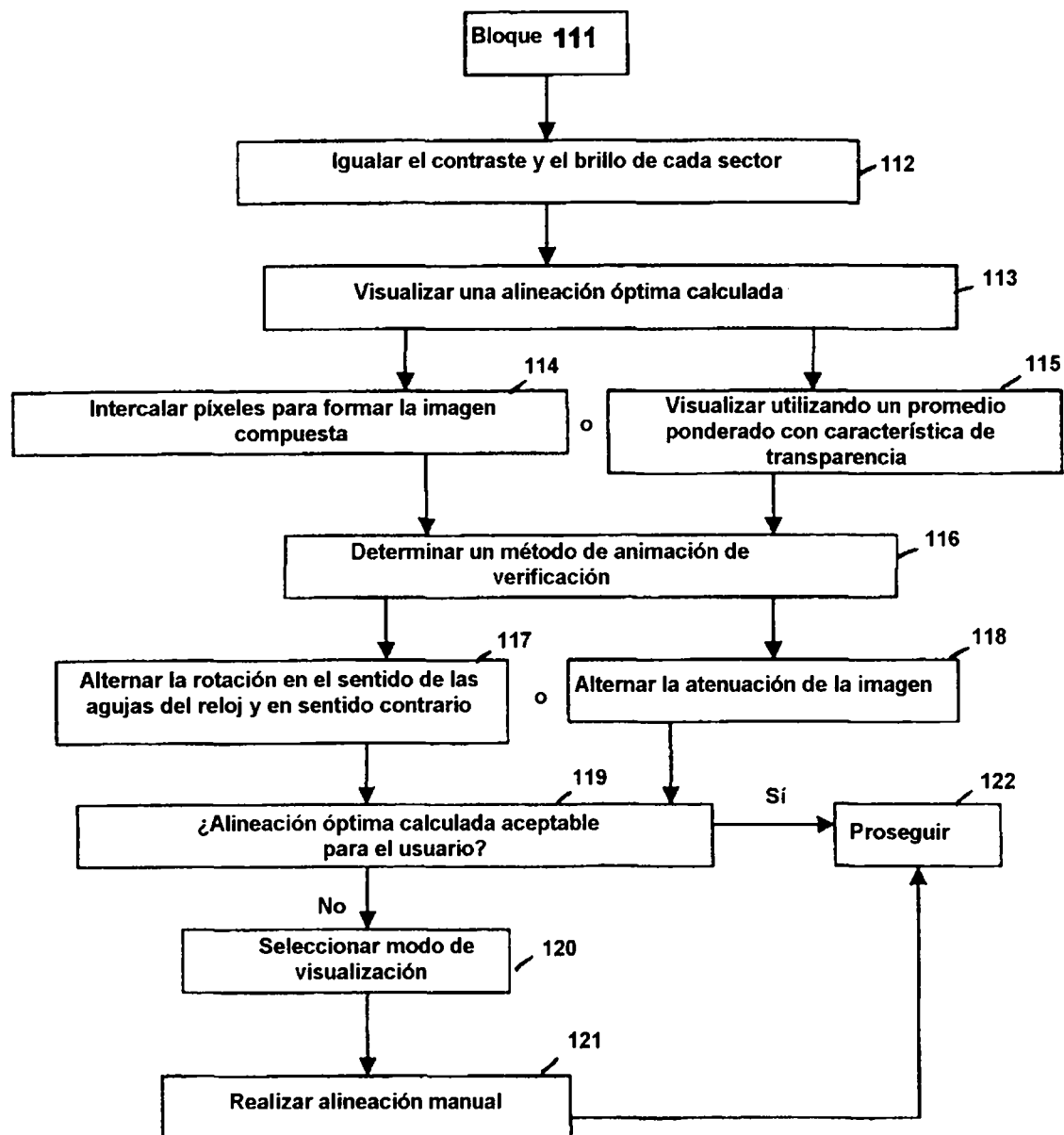


FIG. 2B