



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 310 376**

51 Int. Cl.:
A61B 3/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05853264 .9**

96 Fecha de presentación : **08.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1824375**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2007**

54 Título: **Configuración de plácido de aro de punto radial.**

30 Prioridad: **16.12.2004 US 13597**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.01.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.01.2009

73 Titular/es: **BAUSCH & LOMB INCORPORATED**
One Bausch & Lomb Place
Rochester, New York 14604-2701, US

72 Inventor/es: **Grove, Donald Charles y**
Allred, Lloyd, G.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 310 376 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

Configuración de plácido de aro de punto radial.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a una nueva configuración de plácido. Más específicamente, la nueva configuración de plácido de la presente invención permite una detección más fácil, más exacta y más económica de anomalías concéntricas que pueden producirse en el ojo examinado.

2. Descripción de la técnica relacionada

La formación de imágenes por plácido y los exámenes con plácido comúnmente denominados queratometría se remontan a más de 150 años. Tradicionalmente, la queratometría permite mediciones de la curvatura del ojo que dependen de los instrumentos utilizados, así como geometría de la instalación. Usando queratometría, la geometría de un ojo puede ser derivada manualmente mediante el examen de una fotografía. En primer lugar, se captura fotográficamente una configuración de plácido de referencia después de ser reflejada de una esfera de radio conocido. Un teorema fundamental de la geometría del plácido afirma que la ampliación de la imagen de plácido reflejada es directamente proporcional al radio de curvatura del objeto examinado. Las configuraciones tradicionales empleaban típicamente una serie de círculos concéntricos claros y oscuros, como se representa en la figura 1 y se describe en US 5500697 A.

La configuración de aros concéntricos de la figura 1 desarrollada por Plácido, fue desarrollada con la premisa de que las configuraciones de aros concéntricos reflejadas de la córnea humana se distorsionarían en base a la forma anterior de la córnea examinada. En el caso de cambio radical de la curvatura de la córnea, tal como un radio más pequeño o una mayor curvatura, los aros parecerán más separados. Para zonas de mayor radio, los aros parecerían estar más juntos. Para una córnea perfectamente esférica, los aros siguen siendo concéntricos y están espaciados uniformemente.

En los últimos veinte años más o menos, se ha hallado que si un dispositivo de registro, tal como una cámara, captura estas imágenes, las imágenes capturadas pueden ser comparadas con una imagen de la reflexión de una esfera de referencia casi perfecta. Las diferencias entre las dos imágenes indican entonces cuánto ha cambiado la curvatura de la superficie anterior del ojo examinado con respecto a una esfera perfecta. Otras configuraciones de plácido de la técnica anterior incluyen una configuración en forma de tela de araña, que se describe plenamente en la publicación de Estados Unidos 2004-0061833 y cedida con la presente invención al mismo cesionario Bausch & Lomb Incorporated. Un ejemplo de tal configuración en forma de tela de araña se representa en la figura 2. La figura 3 representa otra configuración de plácido de la técnica anterior que se puede denominar una configuración de diana. Se puede afirmar que la configuración de diana es una combinación de bordes concéntricos y radiales.

Se coloca típicamente una cámara detrás de un agujero en el centro de la configuración de plácido y se dirige hacia el ojo de un paciente. Durante la adquisición de una imagen del ojo con una configuración de plácido reflejada, el dispositivo se coloca en una posición apropiada delante del ojo. La super-

ficie de la córnea del ojo examinado refleja entonces la configuración y las imágenes capturadas por la cámara colocada detrás de la configuración de plácido. La reflexión de la configuración cambiará o distorsionará dependiendo de los cambios de curvatura en la superficie corneal con respecto a la de una esfera perfecta. Con algunos procesos de imagen y software de análisis en instrumentos conocidos, como los sistemas Orbscan II™ de Bausch & Lomb Incorporated u otros queratómetros conocidos o sistemas topográficos, es posible crear un mapa de curvatura de la superficie anterior de la córnea examinada.

Un problema principal del plácido de aros de la figura 1 es la posibilidad de adquirir datos ambiguos. Si tiene lugar una anomalía de curvatura, tangencialmente a un borde de aro desde la perspectiva X-Y de la imagen del ojo, puede surgir una ambigüedad. Ésta se denomina una anomalía concéntrica. Otro tipo de anomalía que se puede hallar es una anomalía radial. Una anomalía radial es detectada a partir de la reflexión de los aros del plácido.

Sin embargo, si se añaden puntos específicos a la configuración de aros en el medio de los aros, es mucho más fácil detectar una anomalía concéntrica. La configuración de tela de araña del plácido de la figura 2 no comparte la limitación al detectar anomalías concéntricas con la configuración de la figura 1. Sin embargo, el algoritmo requerido para hallar los bordes en una configuración de tela de araña de plácido es muy complejo con relación a los algoritmos usados para una configuración de plácido simple de la figura 1. Esto es especialmente verdadero dado que los bordes concéntricos en la configuración en forma de tela de araña son interrumpidos por líneas o bordes radiales, que corrompen algunos datos relevantes con respecto a los bordes concéntricos.

El plácido de diana de la figura 3 tampoco tiene la limitación de anomalía concéntrica del plácido de aros simple. Sin embargo, como la configuración de tela de araña del plácido, se requiere un algoritmo más complejo de detección de borde. Además, los bloques negros y blancos alternos no producen bordes únicos suaves, especialmente si el plácido está ligeramente desenfocado.

Por lo tanto, sería ventajoso tener una configuración de plácido que pueda detectar anomalías concéntricas de forma relativamente fácil con el uso de algoritmos de detección de borde menos complejos que los que requieren algunas configuraciones de la técnica anterior.

Breve descripción de dibujos

La figura 1 es una ilustración de una configuración de plácido de la técnica anterior.

La figura 2 es una ilustración de una configuración en forma de tela de araña de la técnica anterior.

La figura 3 es una ilustración de una configuración de plácido de diana de la técnica anterior.

La figura 4 es una configuración de plácido según la presente invención.

La figura 5 es una realización alternativa de una configuración de plácido según la presente invención.

La figura 6 es otra realización alternativa de una configuración de plácido según la presente invención.

La figura 7 es otra configuración de plácido según la presente invención.

La figura 8 es una ilustración de rayos entrantes desde cerca del centro de una configuración de plácido.

La figura 9 es un rayo entrante de un ángulo más ancho que el representado en la figura 8.

La figura 10 es una vista parcial de una configuración de plácido incluyendo una sección de superficie de referencia.

La figura 11 ilustra el segmento superficial de la figura 10 junto con su imagen reflejada.

La figura 12 es una configuración de plácido parcial que representa un segmento superficial a medir.

La figura 13 representa el segmento superficial de la figura 12 que describe una anomalía radial.

La figura 14 es una vista parcial de configuración de plácido incluyendo un segmento superficial.

La figura 15 ilustra el segmento superficial de la figura 14 junto con la imagen reflejada.

La figura 16 es una vista parcial de una configuración de plácido junto con un segmento superficial.

La figura 17 ilustra el segmento superficial de la figura 16 e ilustra una anomalía concéntrica.

La figura 18 es una vista parcial de una configuración de plácido según la presente invención incluyendo un segmento superficial.

La figura 19 ilustra el segmento superficial de la figura 18 incluyendo la imagen reflejada.

La figura 20 es una vista parcial de una configuración de plácido según la presente invención incluyendo un segmento superficial.

Y la figura 21 ilustra el segmento superficial de la figura 20 incluyendo la detección de una anomalía concéntrica.

Descripción detallada de la realización preferida

La figura 4 representa una configuración de plácido oftálmico 10 para uso al determinar la curvatura de una superficie anterior de una córnea de un ojo, según la presente invención. La configuración 10 incluye una serie de aros concéntricos claros y oscuros alternos 12 y 14 centrados alrededor de un punto central 16. Una serie de formas geométricas espaciadas 18 y 20 están colocadas alrededor de al menos algunos de los aros concéntricos 12 y 14. Las formas geométricas 18 y 20 son de un color de contraste con respecto al aro 12 o 14 en el que se coloca la forma geométrica. Preferiblemente, los colores son negro y blanco para mayor contraste, aunque se puede utilizar efectivamente otros colores.

Las formas geométricas 18 y 20 son preferiblemente puntos circulares, tal como se representa en la figura 4, aunque se puede utilizar otras formas geométricas, como apreciarán los expertos en la técnica. Las formas geométricas 18 son de color claro con relación a los aros 12 sobre los que se colocan. Igualmente, las formas geométricas 20 son de color oscuro con relación a los aros 14 sobre los que se colocan. Preferiblemente las formas geométricas 18 y 20 se colocan alrededor de cada aro 12 y 14.

Sin embargo, como se representa en la figura 5, una realización alternativa según la presente invención, una configuración de plácido 22 puede contener formas geométricas 24 solamente cada dos aros. En el caso de la figura 5, las formas geométricas son de color claro y están colocadas alrededor de los aros de color oscuro 26. En cambio, los aros de color claro 28 carecen de formas geométricas.

La figura 6 representa otra realización alternativa de una configuración de plácido 30, según la presente invención. La configuración de plácido 30 de la figura 6 es esencialmente la contraria a la representada en la figura 5. Es decir, se colocan formas geométricas os-

curas 32 alrededor de aros de color claro 34 y los aros de color oscuro 36 carecen de formas geométricas.

La figura 7 representa otra realización alternativa según la presente invención de una configuración de plácido 38. La configuración de plácido 38 tiene formas geométricas de color claro 40 en cada aro de color oscuro 42 y formas geométricas de color oscuro 44 en cada aro de color claro 46. La diferencia entre la figura 7 y la figura 4 es que las formas geométricas 40 y 44 están colocadas con mayor densidad alrededor de los aros con relación a la figura 4.

El número de formas geométricas colocadas alrededor del aro depende de la cantidad de datos de curvatura que se desea analizar y que el algoritmo del sistema puede manejar. Un posible inconveniente de la figura 7 es que las formas geométricas 40 y 44 están pobladas demasiado densamente alrededor de la configuración 38 y, por lo tanto, el sistema se puede confundir sobre qué punto está siendo reflejado por una córnea del paciente si tiene lugar una zona de aberración severa, pero muy pequeña, en la córnea examinada. Igualmente, las configuraciones 22 y 30 pueden tener insuficientes formas geométricas colocadas en las configuraciones para retener fiablemente la mayor parte de las anomalías concéntricas en el ojo de un paciente. Como apreciarán los expertos en la técnica, la figura 4 proporciona muy probablemente la mejor combinación de un número suficiente de formas geométricas colocadas alrededor de la configuración sin sobrecargar excesivamente la configuración con formas geométricas.

Las configuraciones de plácidos de aros de puntos radiales de las figuras 4-7 están diseñadas para rastrear anomalías tanto radiales como concéntricas en la superficie de una córnea examinada.

Típicamente, al igual que con un plácido de aros de la técnica anterior, el ojo se sitúa delante de un plácido iluminado y una cámara. La cámara y un ordenador capturan la imagen reflejada de la córnea. Las figuras 8 y 9 ilustran cómo se reflejan rayos de luz del plácido.

La figura 8 representa rayos entrantes alfa y beta (α y β , respectivamente) que se originan muy cerca del centro del plácido 10. El ángulo de reflexión del ojo 48 depende de la posición de intersección de un plano tangente superficial 50 en un punto de contacto del rayo entrante. Los ángulos alfa y beta serán idénticos con respecto a una superficie normal del plano 50. Por lo tanto, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

La figura 9 representa los mismos fenómenos, como el representado en la figura 8, con la excepción de un rayo entrante de un ángulo mayor. A pesar del ángulo más grande, siguen siendo verdaderas las mismas reglas para ambas figuras 8 y 9.

Las figuras 10-13 ilustran cómo una anomalía radial afectará a la imagen reflejada del ojo. El segmento superficial rectangular 52 con polos A y B se desplaza a través de los aros 54 y 56. La figura 11 representa el segmento superficial 52 debajo de la imagen reflejada. Obsérvese que, por razones de sencillez, todos los segmentos superficiales en todas las figuras restantes han sido aplanados y enderezados lo necesario para visión bidimensional, pero siguen ilustrando correctamente los conceptos. Como apreciarán los expertos en la técnica, en realidad, los segmentos superficiales son una imagen tridimensional tomada de la forma cóncava de una configuración de plácido tí-

pica y la reflexión de una córnea. Como se representa en la figura 11, el segmento superficial 52 no tiene anomalías a través de los aros 54 y 56. Por lo tanto, los ángulos alfa y beta son iguales con respecto a la superficie normal del plano tangente superficial.

El segmento superficial 58 con polos D y E representa una anomalía radial, es decir, una anomalía que avanza normal a o contra los bordes de aro 60. El efecto de tal anomalía radial se manifiesta como un alabeo o distorsión en los bordes de aro 60. Obsérvese que los bordes de aro distorsionados 60 y el segmento superficial 58 en la reflexión del plácido de la figura 12 dentro de los límites de las líneas de trazos se marcan como F. La figura 13 representa el segmento 58 debajo de la reflexión e ilustra lo que sucedería con la anomalía radial contenida dentro del segmento superficial 58. Un rayo entrante definido por el ángulo alfa contacta la superficie en un ángulo diferente del de la figura 11. Esto afecta a la superficie normal en el punto de contacto. Por lo tanto, el ángulo de reflexión ha cambiado de beta, que es igual a alfa, a un nuevo ángulo X. El cambio en el ángulo reflejado da lugar a una reflexión distorsionada al usar el mismo plano tangente superficial normal que en la figura 11. Sin embargo, se indica que los aros 54 y 56 fuera de los límites de distorsión F no se distorsionan en la reflexión.

Las figuras 14-17 ilustran una anomalía concéntrica. Una anomalía concéntrica se desplaza tangencialmente o con los bordes de aro 60. En la figura 14, el segmento superficial 62 con polos A y B está formado con los aros o tangente a los aros. Tiene lugar un problema de detección de una anomalía concéntrica cuando la distorsión tiene lugar en el segmento superficial 64 con polos D y E de la figura 16. La figura 15 representa el segmento superficial 62 donde la imagen reflejada o rayo beta es igual al rayo alfa entrante y no tiene distorsión. Sin embargo, la figura 17 representa que el segmento superficial 64 está siendo distorsionado justo como la anomalía radial de la figura 13. Sin embargo, la distorsión de la figura 17 se oculta debido al hecho de que las superficies del mismo color se ven dentro de la anomalía concéntrica. Dado que no hay otro cuadro de referencia, una anomalía concéntrica en un plácido de aro puede quedar ocultada o por lo menos atenuada de forma significativa. Así, aunque la imagen todavía esté siendo distorsionada, un operador o la cámara que toma la fotografía no pueden detectar este error porque corre con los aros 54 y 56.

Las figuras 18-21 describen cómo una configura-

ción de plácido, según la presente invención, puede identificar una anomalía concéntrica de forma bastante fácil y simple sin usar algoritmos complicados y difíciles de implementar con el uso de configuraciones, tal como las mostradas anteriormente en las figuras 2 y 3. Se puede identificar anomalías concéntricas mediante la simple introducción de formas geométricas dentro de los aros.

La figura 18 representa una imagen de plácido parcial que tiene aros 66 y 68. Por razones de sencillez, solamente se representan las formas geométricas 70 dentro del segmento superficial 72. No obstante, se ha de entender que otras formas geométricas 70 se encuentran alrededor de la configuración de plácido dentro de los aros 66 y 68, como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 4-7.

La figura 19 representa el segmento superficial 72 con formas 70 donde los ángulos alfa y beta son iguales entre sí cuando no hay anomalía. Se indica que todo lo de las figuras 18-21 es idéntico a lo de las figuras 14-17, a excepción de las formas geométricas referenciadas 70 añadidas dentro de un aro. De nuevo, los bordes 74 presentan poca o nula distorsión con la anomalía de las figuras 20 y 21. Sin embargo, a causa de las formas geométricas 70, la distorsión hace que la posición de las marcas cambie. Este cambio se representa como una diferencia entre las distancias D1 y D2 de las figuras 18 y 20. Por lo tanto, la adición de los puntos circulares 70 establece un cuadro de referencia donde las anomalías concéntricas pueden ser identificadas y analizadas mejor.

Como entenderán los expertos en la técnica, el sistema descrito anteriormente es capaz de detectar de forma muy fácil anomalías de curvatura concéntricas. Además, se pueden utilizar algoritmos actuales de procesado de imagen con poca o nula modificación para detectar las anomalías concéntricas. En lugar de usar complejos algoritmos de detección de borde necesarios para las figuras 2 y 3, la presente invención puede detectar una distorsión en la serie de formas geométricas en la configuración radial usando algoritmos de centrado conocidos. Estos algoritmos de centrado rastrean los cambios de posición de los puntos por seguimiento del centro de un punto que cubre múltiples pixels en una imagen guardada.

Así, se ha mostrado una configuración novedosa de plácido que detecta de forma simple y efectiva anomalías concéntricas de forma más simple y sencilla de lo que hasta ahora ha sido posible.

REIVINDICACIONES

1. Un plácido oftálmico para uso al determinar una curvatura de una superficie anterior de una córnea de un ojo, teniendo el plácido oftálmico una configuración que incluye:

una serie de aros concéntricos claros y oscuros alternos centrados alrededor de un punto central, donde cada aro concéntrico es continuo sin líneas o bordes radiales;

una serie de formas geométricas espaciadas colocadas alrededor y dentro de al menos algunos aros concéntricos, donde las formas son de un color de contraste con respecto al aro en el que se coloca la

forma.

2. El plácido de la reivindicación 1, donde las formas geométricas de dicha configuración son puntos circulares.

3. El plácido de la reivindicación 1, donde las formas geométricas de dicha configuración son de color claro con relación a los aros sobre los que se colocan.

4. El plácido de la reivindicación 1, donde las formas geométricas de dicha configuración son de color oscuro con relación a los aros sobre los que se colocan.

5. El plácido de la reivindicación 1, donde se colocan formas geométricas de dicha configuración en cada aro.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

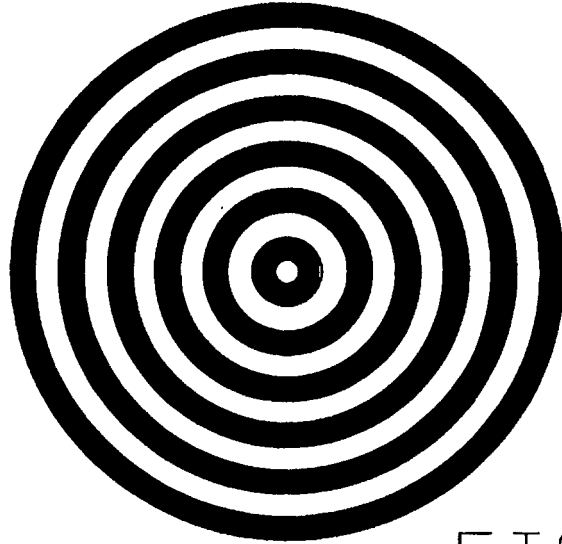


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

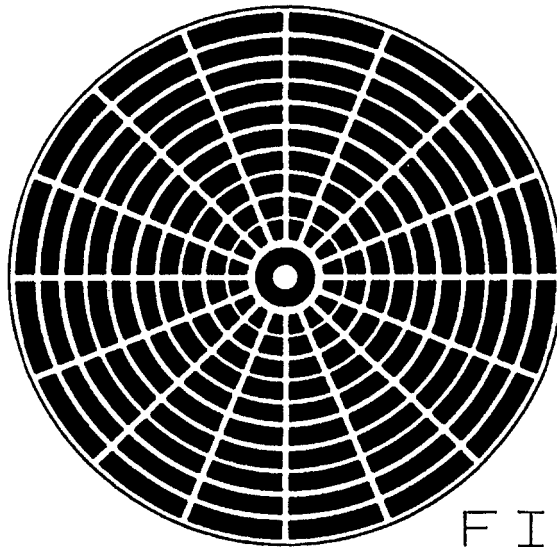


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

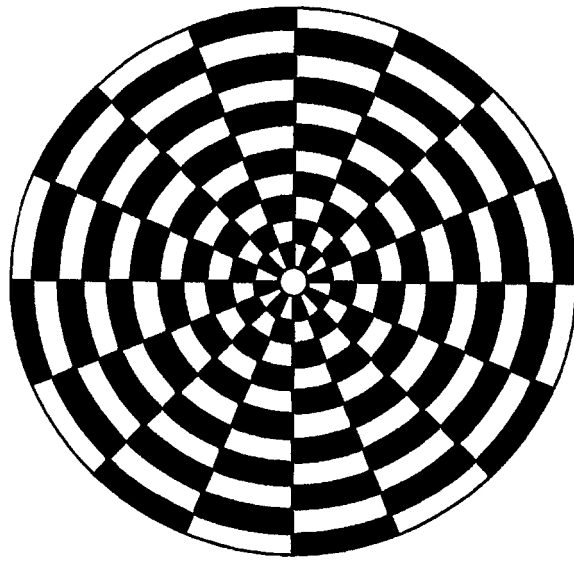


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

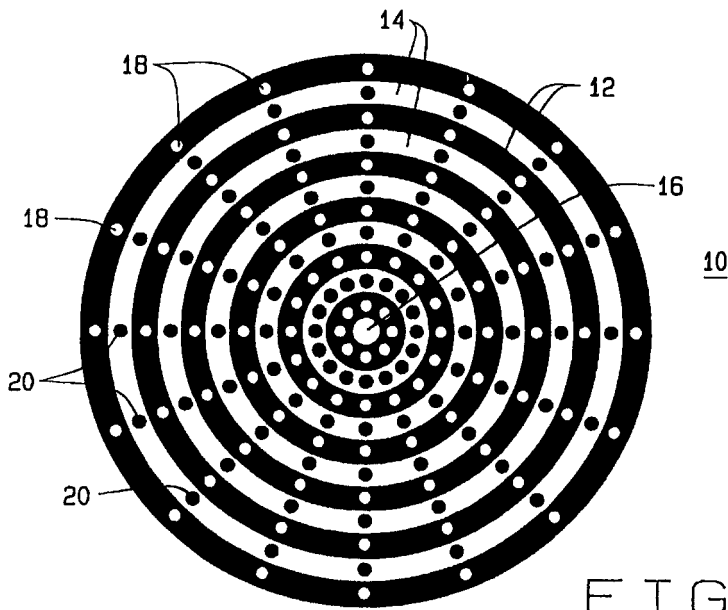


FIG. 4

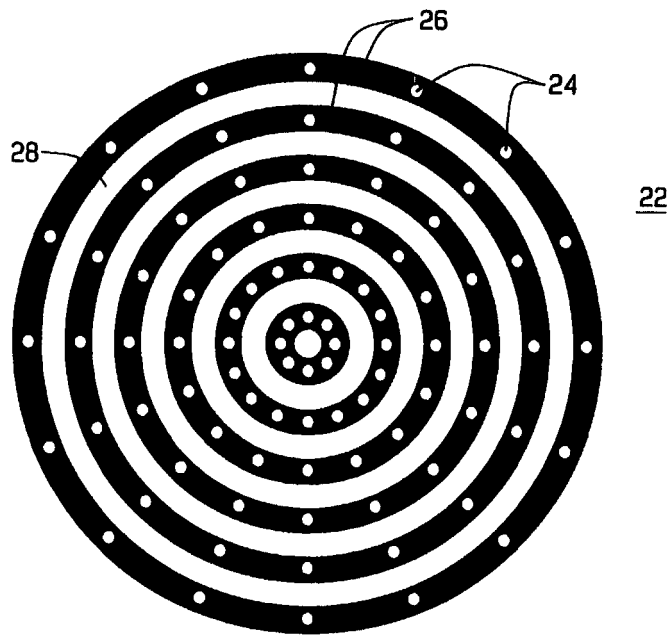


FIG. 5

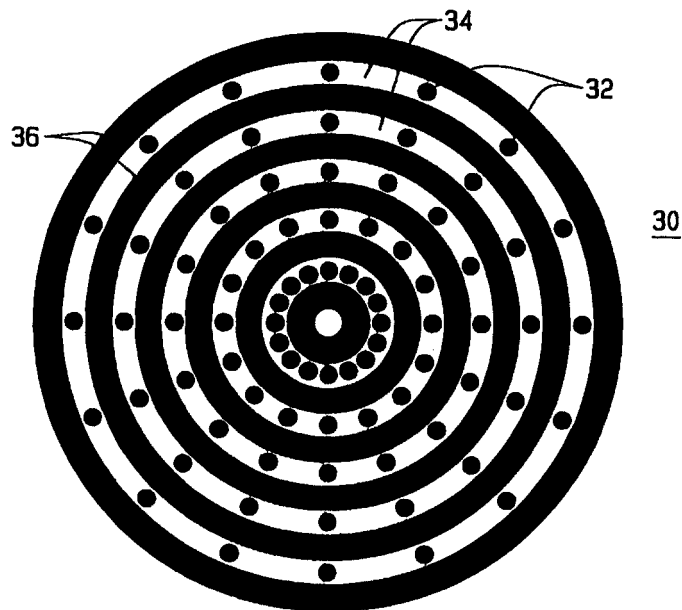


FIG. 6

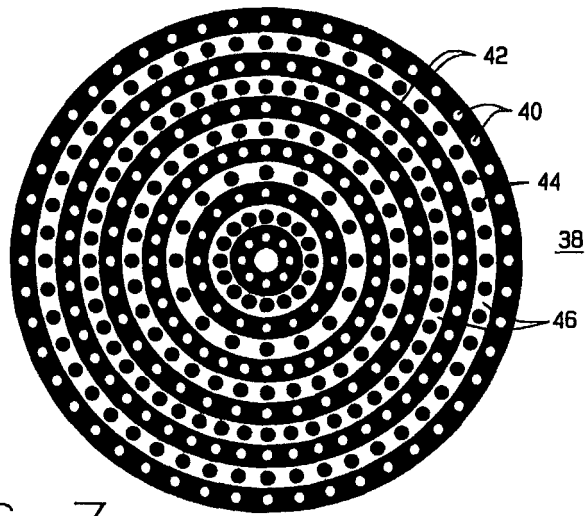


FIG. 7

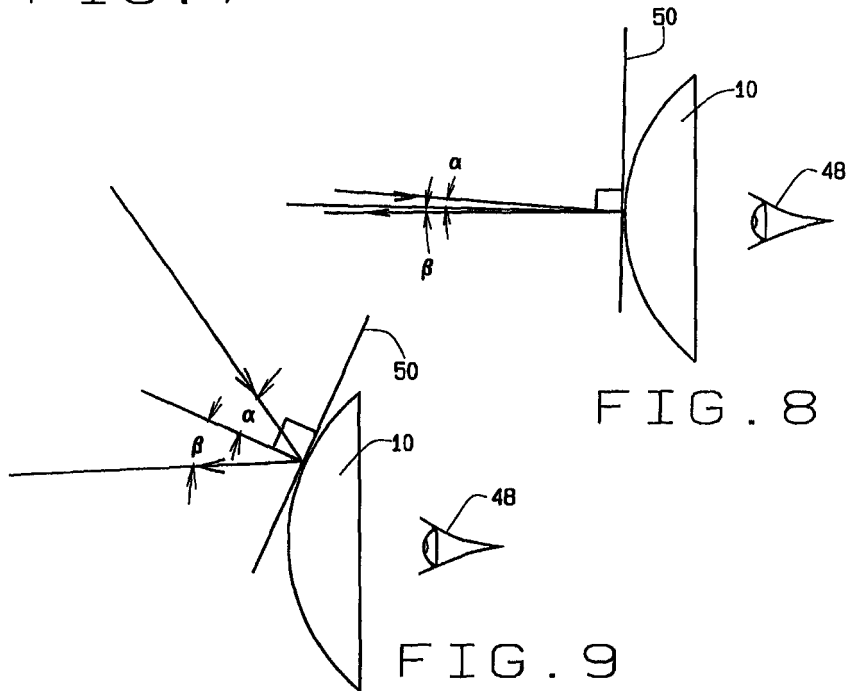


FIG. 8

FIG. 9

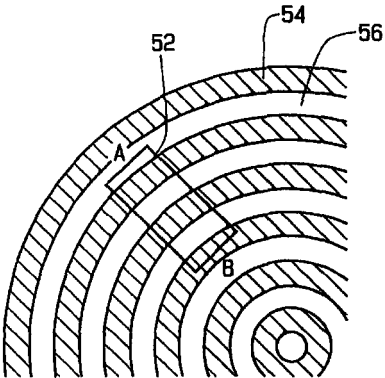


FIG. 10

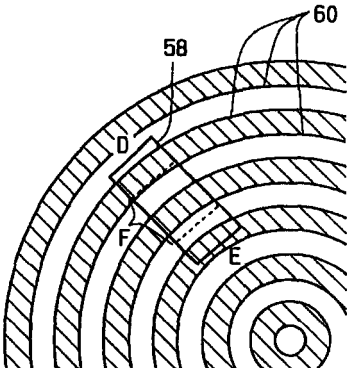


FIG. 12

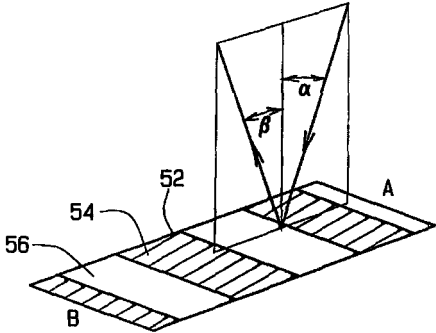


FIG. 11

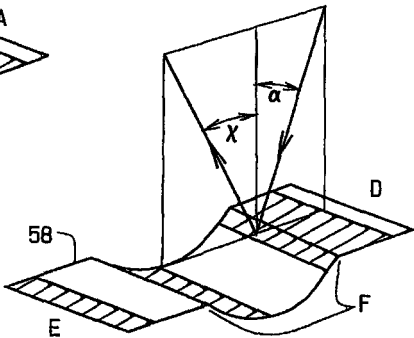


FIG. 13

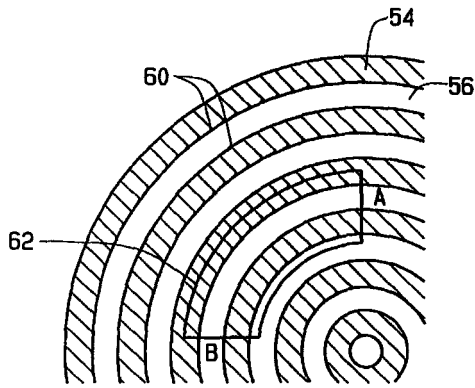


FIG. 14

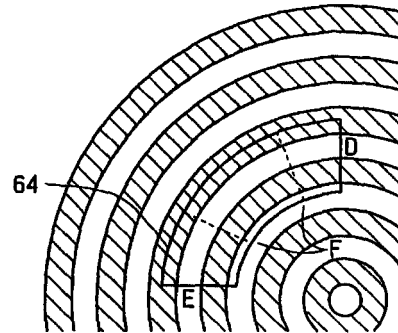


FIG. 16

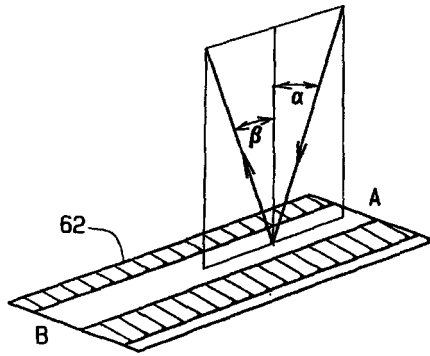


FIG. 15

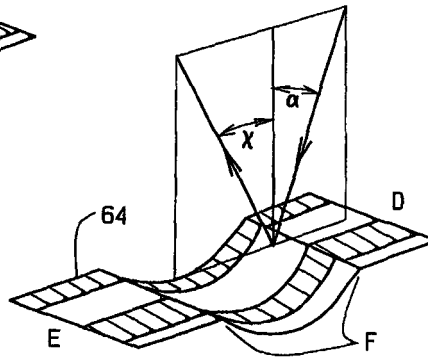


FIG. 17

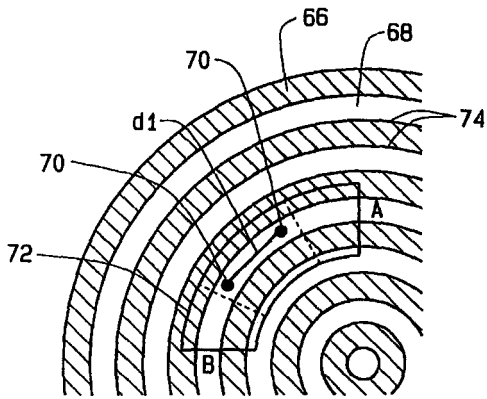


FIG. 18

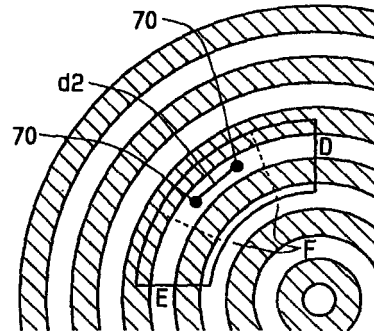


FIG. 20

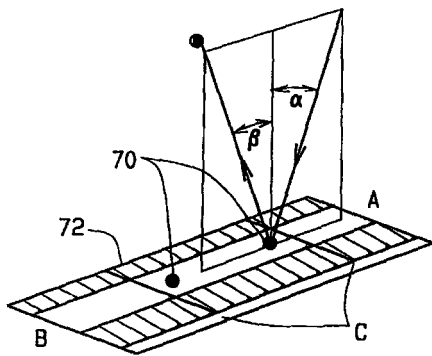


FIG. 19

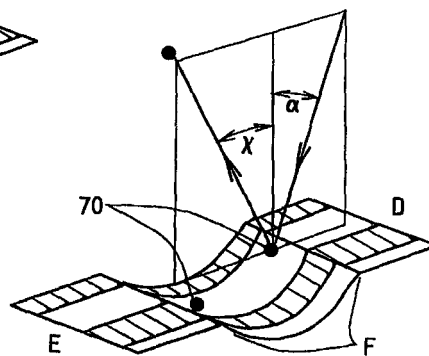


FIG. 21