

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 327**

51 Int. Cl.:

G02B 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2013 PCT/EP2013/057679**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14056631**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2013 E 13721913 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2906986**

54 Título: **Objetivo óptico con alargamiento de la pupila de salida por medio de un elemento difractivo**

30 Prioridad:

12.10.2012 EP 12250162

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

23.09.2019

73 Titular/es:

**VISION ENGINEERING LIMITED (100.0%)
Send Road
Send, Woking, Surrey GU23 7ER, GB**

72 Inventor/es:

MERCER, GRAHAM PETER FRANCIS

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 725 327 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

Objetivo óptico con alargamiento de la pupila de salida por medio de un elemento difractivo

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a instrumentos ópticos, especialmente los microscopios, en particular instrumentos ópticos que tienen una pupila de salida en la que una imagen de un objeto puede ser vista por un observador, y elementos ópticos difractivos para su uso con el mismo.
- 10 **[0002]** En los instrumentos ópticos convencionales, el tamaño de la pupila de salida está determinado por una función de la apertura numérica y la ampliación general de la instrumento óptico, y por lo tanto el tamaño de la pupila de salida es de dimensión fija y relativamente pequeña. En consecuencia, es necesario que un observador alinee con precisión la pupila de entrada de su ojo con la pupila de salida del instrumento óptico para poder ver una imagen correctamente.
- 15 **[0003]** El presente solicitante ya ha desarrollado un número de diferentes instrumentos ópticos que, a través de la provisión de un elemento de difracción en un plano de imagen intermedia, proporcionan una pupila de salida que es eficazmente ampliada, lo que permite que un observador vea una imagen colocando su ojo en cualquier lugar dentro de la pupila de salida agrandada. Estos instrumentos ópticos se describen en los documentos US-A-6028704, US-A-6608720 y US-A-7123415.
- 20 **[0004]** El documento US-A-2418345 describe el uso de una rejilla de difracción en la coloración de una imagen fotográfica en blanco y negro.
- 25 **[0005]** El presente solicitante ahora ha desarrollado instrumentos ópticos mejorados, que todavía proporcionan una pupila de salida que es efectivamente ampliada, pero que puede proporcionar una mayor claridad óptica y evitar la necesidad de una disposición de lente de campo, que, dado el tamaño del campo de visión, por lo general, representa el componente más costoso dentro de los instrumentos ópticos, ya que es un componente de vidrio pulido y pulido con precisión.
- 30 **[0006]** La invención proporciona un instrumento óptico para producir una imagen óptica para ser vista por un observador según la reivindicación 1.
- En una realización se forman las lenticúlas en una espiral radial, opcionalmente las lenticúlas se forman en una espiral radial con un paso espiral radial de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm o de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 100 μm y/o el terreno de juego a lo largo de la espiral es de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm o de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 100 μm .
- 35 **[0007]** En una realización, las lenticúlas incluyen cada una una superficie lenticúla rectilínea que define una cara lateral y está inclinada o inclinada con respecto a la superficie del elemento difractivo, opcionalmente la superficie lenticúla rectilínea encierra un ángulo de aproximadamente 65 grados a aproximadamente 90 grados o desde aproximadamente 75 grados a aproximadamente 90 grados con respecto a la superficie del elemento difractivo.
- 40 **[0008]** En una realización la superficie lenticúla rectilínea es una forma de arco o superficie curva, opcionalmente, una superficie frustocilíndrica o troncocónica, opcionalmente la superficie lenticúla rectilínea es una superficie curvada hacia el exterior o una superficie curvada hacia el interior.
- 45 **[0009]** En una realización, las lenticúlas incluyen cada una una superficie lenticúla curvada que se extiende desde la superficie lenticúla rectilínea a la superficie del elemento de difracción, opcionalmente, la superficie de la lente curvada es una superficie cóncava o una superficie convexa, opcionalmente, la superficie de la lente curvada tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm o de aproximadamente 0,5 mm a alrededor de 1,5 mm.
- 50 **[0010]** En una realización, las lenticúlas están formadas por una herramienta de corte, opcionalmente la herramienta de corte comprende una punta tronco-esférica, que tiene una parte plana que corta una superficie rectilínea de lenticúla de cada una de las lenticúlas y una parte esférica que corta una radio esférica de la superficie de la lente curvada de cada una de las lenticúlas.
- 55 **[0011]** En una realización la parte esférica tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm o de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm.
- 60 **[0012]** En una realización el desplazamiento angular progresivamente creciente se proporciona mediante la formación de las lenticúlas de las unidades de difracción con la orientación angular creciente con relación al eje óptico del elemento de difracción.
- 65

[0013] En una realización, las lenticulas se forman inclinando una herramienta de corte con la orientación angular creciente con respecto al eje óptico del elemento de difracción como las lenticulas se forman progresivamente radialmente hacia fuera desde el eje óptico del elemento de difracción.

5 [0014] En una realización, las lenticulas tienen una anchura de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm o de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 70 μm .

[0015] En una realización, las lenticulas tienen una longitud de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm o de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 90 μm .

10 [0016] En una realización, las lenticulas tienen una forma sustancialmente rectangular en la superficie del elemento de difracción.

[0017] En una realización la superficie del elemento de difracción está en un plano sustancialmente plano.

15 [0018] En una realización, el instrumento óptico es un microscopio.

[0019] Las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán ahora en lo que sigue a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 La Figura 1 ilustra un instrumento óptico de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La Figura 2 (a) ilustra una vista en alzado de un elemento difractivo de acuerdo con una realización del instrumento óptico de la Figura 1;

25 La Figura 2 (b) ilustra una vista en perspectiva fragmentaria del elemento difractivo de la Figura 2 (a);

La Figura 2 (c) ilustra una vista en sección vertical fragmentaria (a lo largo de la sección II en la Figura 2 (b)) del elemento difractivo de la Figura 2 (a) y una herramienta de corte en una operación de corte de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 La Figura 3 ilustra un instrumento óptico de acuerdo con una segunda realización de la presente invención; y

La Figura 4 ilustra una vista en sección vertical fragmentaria (a lo largo de la sección II en la Figura 2 (b)) de un elemento difractivo del instrumento óptico de la Figura 3 y una herramienta de corte en una operación de corte de acuerdo con una realización de la presente invención.

35 [0020] La Figura 1 ilustra un microscopio de acuerdo con una primera realización de la presente invención, en esta realización un microscopio de proyección.

40 [0021] El microscopio comprende una lente objetivo 3 para producir una imagen principal en un plano de imagen, aquí un PIP plano de la imagen principal, de un objeto en un plano del objeto OP, en esta realización como se define por un tope de apertura 5.

45 [0022] En esta realización, el microscopio comprende además una lente de proyección 7 que imagina la imagen primaria de la lente objetivo 3 en un plano de imagen, aquí un plano de imagen secundario SIP, y produce una imagen de la estructura de la lente objetivo 3 en el vértice de rayos 9 de la lente de proyección 7.

50 [0023] El microscopio comprende además una disposición de lente de campo 11, en esta realización comprende un par de lentes de campo 15, 17, para la retransmisión de la pupila de salida a un plano visible, como para ser visible por un ojo de un observador.

55 [0024] El microscopio comprende además un elemento de difracción 25, en esta realización un elemento de transmisión, que se encuentra en el plano SIP de la imagen secundaria, aquí intermedia las lentes de campo 15, 17 de la disposición de lente de campo 11, y es eficaz para producir una serie de pupilas de salida, cada una correspondiente a una pupila de salida que se produciría en ausencia del elemento de difracción 25.

60 [0025] A través del diseño adecuado, el elemento de difracción 25 se puede configurar para permitir que las pupilas de salida de la matriz de las pupilas de salida están separadas o en contacto, y la configuración se elige de tal manera que la matriz de pupilas de salida aparezca en efecto en el ojo del observador como una pupila de salida ampliada y continua.

65 [0026] En esta realización, como se ilustra en las Figuras 2 (a) a (c), el elemento de difracción 25 comprende una superficie principal 37 que tiene una serie de unidades de difracción 39, cada una de las cuales genera una de las pupilas de salida de la matriz de alumnos de salida. El perfil y la forma de las unidades difractivas individuales 39 determinan la energía luminosa comparativa dentro de cada una de las imágenes de pupilas individuales.

- [0027] En esta realización, la superficie 37 está en un nivel sustancialmente plano. En una realización alternativa, la superficie 37 podría ser una superficie parcialmente esférica.
- 5 [0028] En esta realización las unidades de difracción 39 comprenden cada una una lenticula 41, que son eficaces para producir interferencia de difracción de la luz que pasa a través de la misma y genera una pluralidad de pupilas de salida que están desplazadas una respecto a otra en forma de una serie de pupilas de salida, como para ser visible como una sola pupila de salida ampliada y continua.
- 10 [0029] En esta realización, las lenticulas 41 comprenden cada una una característica irregular que tiene una pluralidad de superficies. En esta realización, las lenticulas 41 tienen una forma sustancialmente rectangular o cuadrada en la superficie principal 37 del elemento difractivo 25.
- 15 [0030] En esta realización, las lenticulas 41 están formadas en una espiral radial. En una realización alternativa, las lenticulas 41 podrían formarse en círculos concéntricos, que pueden girar alrededor de un eje que está fuera del centro del eje de los círculos concéntricos, evitando así el patrón concéntrico que se observa.
- 20 [0031] En esta realización, las lenticulas 41 están formadas en una espiral radial con un paso espiral radial de 60 μm , colocadas en 69,3 μm a lo largo de la espiral. En otras realizaciones, el paso de la hélice radial podría ser de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm . En otras realizaciones el terreno de juego a lo largo de la espiral podría ser de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm .
- 25 [0032] En esta realización, las lenticulas 41 tienen una anchura de línea radial de 55 μm . En otras realizaciones, las lenticulas 41 podrían tener una anchura de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm .
- 30 [0033] En esta realización, las lenticulas 41 tienen una longitud radial media de 100 μm . En otras realizaciones, las lenticulas 41 podrían tener una anchura de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm .
- 35 [0034] Las lenticulas 41 incluyen cada una una primera superficie rectilínea 42 que está inclinada con respecto a la superficie principal 37 del elemento de difracción 25 y define una cara lateral.
- [0035] En esta realización la superficie rectilínea 42 encierra un ángulo β de 80,27 grados con respecto a la superficie principal 37 del elemento de difracción 25. En otras realizaciones la superficie rectilínea 42 podría encerrar un ángulo β de aproximadamente 65 grados a aproximadamente 90 grados con respecto a la superficie principal 37 del elemento difractivo 25.
- 40 [0036] En esta realización la superficie rectilínea 42 es una superficie arqueada o curvada, aquí una superficie orientada hacia fuera, frustocilíndrica o troncocónica. En una realización alternativa, la superficie rectilínea 42 podría ser una superficie orientada hacia el exterior, frustocilíndrica o troncocónica.
- 45 [0037] Las lenticulas 41 incluyen cada una una segunda forma de arco o superficie curva 43 que se extiende desde la superficie rectilínea 42 a la superficie principal 37 del elemento de difracción 25.
- [0038] En esta realización, la superficie arqueada 43 es una superficie cóncava. En otra realización, la superficie arqueada 43 podría ser una superficie convexa.
- 50 [0039] En esta realización, la superficie arqueada 43 tiene un radio de 1 mm. En otras realizaciones, la superficie arqueada 43 tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, preferiblemente de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm.
- 55 [0040] En esta realización, como se ilustra en la Figura 2 (c), las lenticulas 41 están formadas por una herramienta de corte 51 que se pasa sobre la superficie del elemento de difracción 25.
- [0041] En esta realización, la herramienta 51 comprende una punta frusto-esférica 53, que tiene una parte plana 55 que corta la superficie rectilínea 42 de cada una de las lenticulas 41 y una parte de superficie esférica 57 que corta un radio esférica de la superficie arqueada 43 de cada una de las lenticulas 41. En esta realización, la parte de superficie esférica 57 tiene un radio de 1 mm, y la parte plana 55 se fija a 28,6 μm desde el eje de la herramienta 51. En otras realizaciones, la parte de superficie esférica 57 tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, preferiblemente de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm.
- 60 [0042] Con esta configuración, el microscopio proporciona una única pupila de salida ampliada que tiene un tamaño efectivo que corresponde a la serie de pupilas de salida, y el conjunto de pupilas de salida han deseado características ópticas, particularmente en el suministro para la distribución de energía uniforme de una imagen policromática.
- 65

[0043] La Figura 3 ilustra un microscopio de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

5 [0044] El microscopio de esta realización es similar al microscopio de la primera realización descrita, y por lo tanto, con el fin de evitar la duplicación de la descripción, solamente se describirán las diferencias en detalle con partes iguales que designan signos de referencia iguales.

10 [0045] El microscopio de esta realización difiere de la primera realización descrita en que la disposición de lente de campo 11 se omite, y en su lugar el elemento de difracción 25 está configurado para retransmitir la luz de la imagen recibida a una región común en el plano visual VP a través de la abertura del elemento difractivo 25, en esta realización centrada en el eje óptico del elemento difractivo 25.

15 [0046] En esta realización las unidades de difracción 39 que están dispuestas progresivamente radialmente hacia fuera desde el eje óptico del elemento de difracción 25 están configuradas progresivamente para proporcionar un aumento de desplazamiento angular, de tal manera que, independientemente de la ubicación en el elemento de difracción 25, la luz de la imagen recibida se transmite a una región común.

20 [0047] En esta realización el desplazamiento angular progresivamente creciente se proporciona mediante la formación de las lentículas 41 de las unidades de difracción 39 con la orientación angular creciente en relación con respecto al eje óptico del elemento de difracción 25.

25 [0048] En esta realización, como se ilustra en la Figura 4, las lentículas 41 están formadas por inclinación de la herramienta de corte 51 con el aumento de la orientación angular $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ con respecto al eje óptico del elemento de difracción 25 cuando las lentículas se forman 41 progresivamente radialmente hacia fuera desde el eje óptico del elemento de difracción 25.

[0049] Por último, se entenderá que la presente invención ha sido descrita en sus formas de realización preferidas y puede ser modificada de muchas maneras diferentes sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

30 [0050] Por ejemplo, en las realizaciones descritas, el elemento de difracción 25 es un elemento de transmisión, pero se entenderá que el elemento de difracción 25 podría proporcionarse como un elemento reflectante.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un instrumento óptico, opcionalmente un microscopio, para producir una imagen óptica para ser vista por un observador, el instrumento óptico que comprende:
- 5 un sistema óptico para producir una imagen óptica de un objeto que puede ser visto por un observador en una pupila de salida; y
 un elemento difractivo (25) ubicado en un plano de imagen (SIP) del sistema óptico para producir una matriz de las pupilas de salida, que el observador percibe como una pupila de salida única y ampliada; en donde el
 10 elemento difractivo (25) comprende una superficie (37) que tiene una serie de unidades difractivas (39), cada una de las cuales genera una de las pupilas de salida de la matriz de pupilas de salida, comprendiendo cada una las unidades difractivas (39) una lente (41), que es efectiva para producir interferencia difractiva de la luz y generar una pluralidad de publicaciones de salida que se desplazan entre sí en forma de una matriz de pupilas de salida, comprendiendo cada una de las lenticúlas (41) una característica irregular que tiene una pluralidad de
 15 superficies;
 en donde las unidades difractivas (39) están dispuestas progresivamente radialmente hacia fuera desde el eje óptico del elemento difractivo (25) y se configuran progresivamente para proporcionar un desplazamiento angular creciente ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$), de tal manera que, independientemente del lugar en la apertura del elemento difractivo (25) y sin ningún dispositivo de lente de relevo, la luz de la imagen recibida se transmite a una región común en un
 20 plano de visión (VP) a través de la apertura del elemento difractivo (25).
2. El instrumento según la reivindicación 1, en el que las lenticúlas (41) se forman sobre una espiral radial.
3. El instrumento de la reivindicación 2, en el que las lenticúlas (41) están formadas en una espiral radial con un paso espiral radial de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm o de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 100 μm y/o el terreno de juego a lo largo de la espiral es de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 120 μm o de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 100 μm .
4. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las lenticúlas (41) incluyen cada una una superficie de lente rectilínea (42) que define una cara lateral y está inclinada con respecto a la superficie (37) del elemento difractivo (25).
5. El instrumento de la reivindicación 4, en el que la superficie de la lente rectilínea (42) encierra un ángulo (β) de aproximadamente 65 grados a aproximadamente 90 grados o de aproximadamente 75 grados a aproximadamente 90 grados con respecto a la superficie (37) del elemento difractivo (25).
6. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la superficie de la lente rectilínea (42) es una superficie arqueada o curvada, opcionalmente una superficie frustocilíndrica o frustocónica.
7. El instrumento de la reivindicación 6, en el que la superficie de la lente rectilínea (42) es una superficie curvada hacia fuera o una superficie curvada hacia dentro.
8. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las lenticúlas (41) incluyen cada una una superficie de lente curvada (43) que se extiende desde la superficie de la lente rectilínea (42) hasta la superficie (37) del elemento difractivo (25), opcionalmente, la superficie de la lente curvada (43) es una superficie cóncava o una superficie convexa.
9. El instrumento de la reivindicación 8, en el que la superficie de la lente curva (43) tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm o de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm.
10. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las lenticúlas (41) están formadas por una herramienta de corte (51), opcionalmente la herramienta de corte (51) comprende una punta frustoesférica (53), que tiene una parte plana (55) que corta una superficie de lente rectilínea (42) de cada una de las lenticúlas (41) y una parte esférica (57) que corta un radio esférica de la superficie de la lente curva (43) de cada una de las lenticúlas (41).
11. El instrumento de la reivindicación 10, en el que la parte esférica (57) tiene un radio de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm o de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm.
12. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el desplazamiento angular progresivamente creciente ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) se proporciona formando las lenticúlas (41) de las unidades difractivas (39) con orientación angular creciente relativa al eje óptico del elemento difractivo (25), opcionalmente los lenticúlos (41) se forman mediante la inclusión de una herramienta de corte (51) con una orientación angular creciente con respecto

al eje óptico del elemento difractivo (25) cuando las lenticulas (41) se forman de manera progresiva radialmente hacia fuera desde el eje óptico del elemento difractivo (25).

5 **13.** El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que las lenticulas (41) tienen una anchura de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm o de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 70 μm y/o las lenticulas (41) tienen una longitud de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm o de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 90 μm .

10 **14.** El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que las lenticulas (41) tienen sustancialmente una forma rectangular en la superficie (37) del elemento difractivo (25).

15. El instrumento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la superficie (37) del elemento difractivo (25) está en un plano sustancialmente plano

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

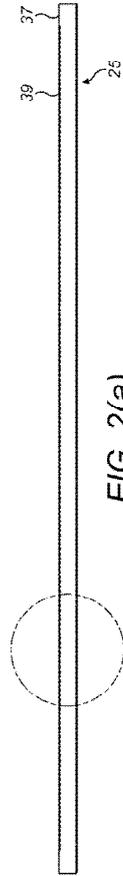


FIG. 2(a)

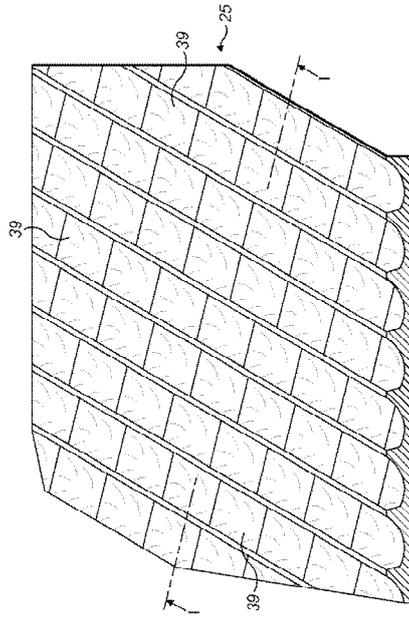


FIG. 2(b)

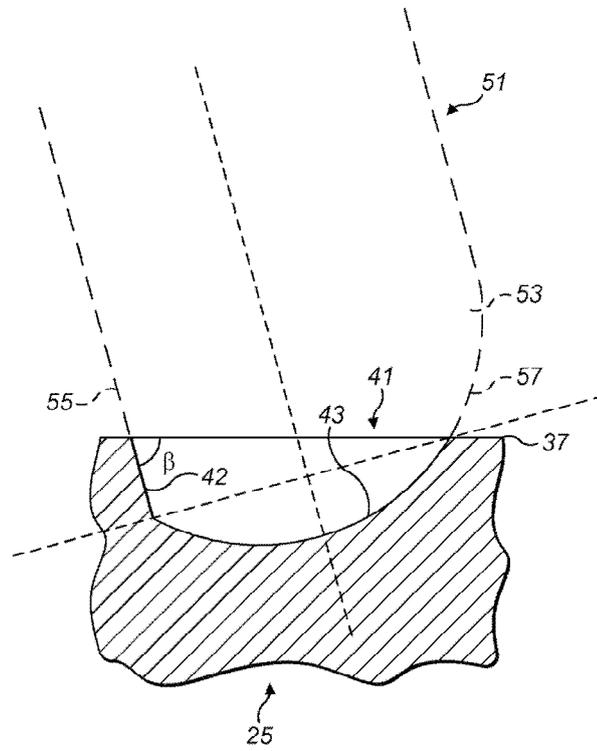


FIG. 2(c)

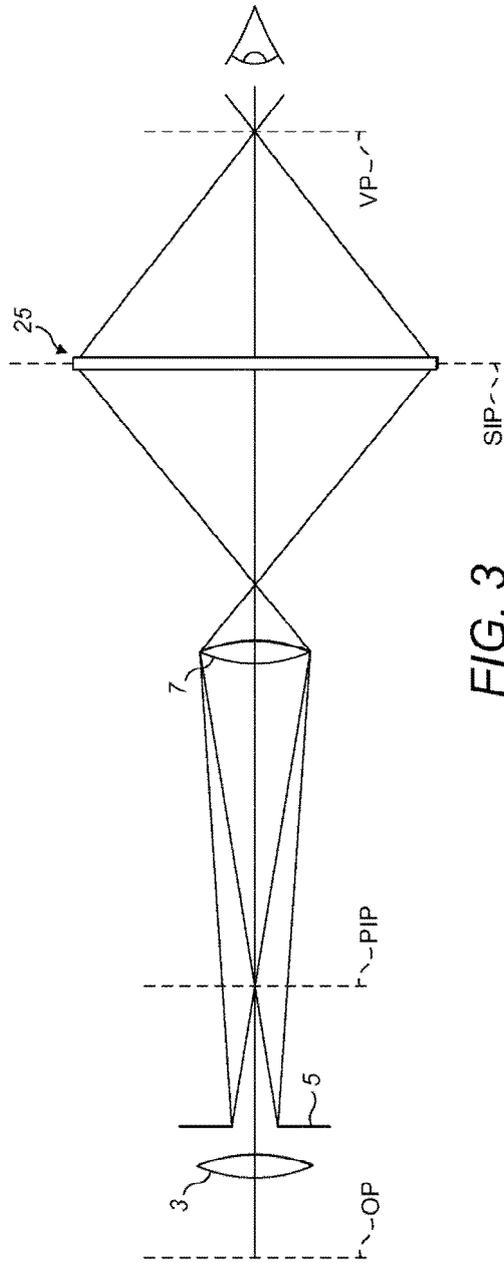


FIG. 3

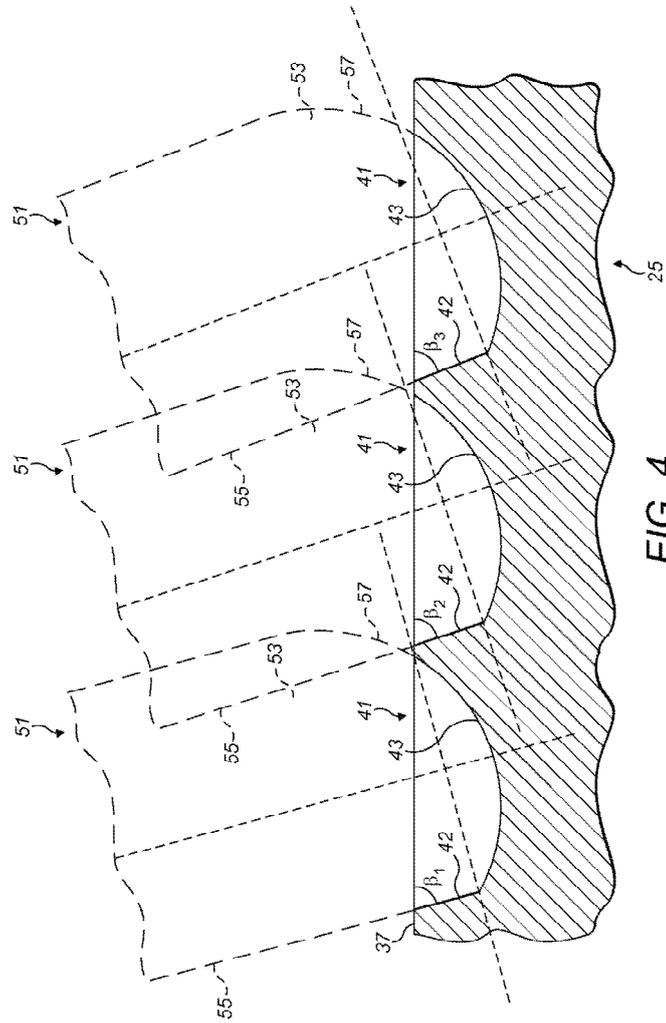


FIG. 4