

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 005 207**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/10** (2006.01)

**G02C 7/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2019 PCT/US2019/051007**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020 WO20056251**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2019 E 19778754 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024 EP 3850422**

54 Título: **Gafas regulables**

30 Prioridad:

**13.09.2018 US 201862730800 P**

**22.03.2019 US 201962822331 P**

**12.09.2019 US 201916569374**

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

**14.03.2025**

73 Titular/es:

**WICUE USA INC. (100.00%)**

**4500 Great America Parkway**

**Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**LI, FENGHUA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 3 005 207 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**

Gafas regulables

**5 SOLICITUD RELACIONADA**

Esta solicitud de patente reivindica prioridad sobre la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 62/730.800, presentada el 13 de septiembre de 2018, titulada "Liquid Crystal Sunglass and Multicolor Liquid Crystal Writing Device," y sobre la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 62/822.331, presentada el 22 de marzo de 2019, titulada "Dimmable Eyewear," y sobre la solicitud de patente no provisional estadounidense con n.º de serie 16/569.374, presentada el 12 de septiembre de 2019, titulada "Dimmable Eyewear".

**ANTECEDENTES**

15 La divulgación se refiere, en general, a gafas y, más específicamente, a gafas regulables basadas en tecnología de cristal líquido.

Las gafas de protección, tales como las gafas de sol, pueden evitar que la luz de alta energía (por ejemplo, la luz solar) dañe o moleste a los ojos. Las gafas de sol incluyen típicamente lentes que pueden bloquear y/o absorber al menos parte de la luz para reducir la intensidad de la luz que entra en los ojos, con el fin de protegerlos de la luz de alta energía. Las lentes pueden incluir, por ejemplo, una capa polarizadora, un revestimiento coloreado, etc., que tengan una transmitancia lumínica preconfigurada para bloquear y/o absorber una proporción determinada de potencia lumínica para impedir que los ojos la reciban en su totalidad.

25 Aunque las gafas de sol pueden proteger los ojos de la luz de alta energía, las gafas de sol que tienen una transmitancia lumínica fija pueden ocasionar molestias al usuario, especialmente cuando éste pasa de un entorno con una intensidad lumínica relativamente alta (por ejemplo, al aire libre) a un entorno con una intensidad luminosa relativamente baja (por ejemplo, en interiores o en un túnel de carretera). Dado que las gafas de sol bloquean y/o absorben la misma proporción de potencia lumínica incluso en un entorno con poca luz, la percepción visual del usuario que lleva las gafas de sol puede verse obstaculizada significativamente en un entorno con poca luz. Como resultado, el usuario puede tener que quitarse las gafas de sol en un entorno con poca luz, lo que degrada la experiencia de uso.

35 La solicitud de patente EP0341519A2 divulga unas gafas que comprenden lentes de cristal líquido (LC) con torsión nemática que se activan en función de la intensidad de la luz ambiental detectada por células solares. La solicitud de patente US2009/213283A1 divulga unas gafas con un fotosensor en una carcasa con un orificio estenopeico. La luz detectada es la fuente de entrada para variar la regulación de las lentes LC. La solicitud de patente GB2152661A divulga unas gafas con sectores LC que se activan en función de los fotosensores excitados de una matriz dentro de una carcasa. Una lente dirige la luz hacia dichos fotosensores.

**40 RESUMEN**

La divulgación se refiere, en general, a gafas y, más específicamente, a gafas regulables basadas en tecnología de cristal líquido.

45 La invención se refiere a gafas definidas en la reivindicación 1 adjunta. Formas de realización preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

50 En un aspecto, el conjunto de lente incluye además una primera capa polarizadora y una segunda capa polarizadora. La lente y la capa de cristal líquido están intercaladas entre la primera capa polarizadora y la segunda capa polarizadora. La capa de cristal líquido comprende dispositivos de cristal líquido con torsión nemática (TN).

55 En un aspecto, la lente está configurada para dejar pasar de manera selectiva luz visible de una gama de frecuencias asociada a un color naranja, de modo que la luz que pasa por la lente y por las primera y segunda capas polarizadoras se combina para obtener un color blanco.

En un aspecto, el conjunto de lente comprende además una membrana entre la lente y la primera capa polarizadora. La membrana está configurada para reducir un efecto de birrefringencia ejercido por la lente sobre la luz ambiental transmitida por la lente.

60 En un aspecto, los dispositivos de cristal líquido '1'N tienen un ángulo de torsión comprendido entre 0 y 90 grados. Un primer eje de absorción de la primera capa polarizadora y un segundo eje de absorción de la segunda capa polarizadora forman 90 grados.

65 En un aspecto, los dispositivos de cristal líquido TN tienen un intervalo de ángulo de torsión comprendido entre 0 y 110 grados. Un primer eje de absorción de la primera capa polarizadora y un segundo eje de absorción de la segunda capa polarizadora forman 110 grados.

En un aspecto, la capa de cristal líquido incluye al menos uno de: dispositivos de cristal líquido huésped-anfitrión, dispositivos de cristal de birrefringencia controlada eléctricamente (ECB) o células Pi.

5 En un aspecto, la capa de cristal líquido está intercalada entre un primer sustrato y un segundo sustrato. El primer sustrato y el segundo sustrato tienen disposiciones de rozamiento diferentes. La orientación de las moléculas de cristal líquido de la capa de cristal líquido varía entre una orientación plana homogénea y una orientación homeotrópica en respuesta a una señal aplicada por el circuito de control.

10 Las gafas comprenden además un sensor acoplado a la capa de cristal líquido y al circuito de control. El sensor está configurado para generar datos de sensor basados en la intensidad de la luz ambiental. El circuito de control está configurado para controlar la señal en base a los datos de sensor.

El sensor comprende una o más células solares.

15 En un aspecto, las gafas comprenden además una o más membranas transparentes que comprenden las una o más células solares. Las una o más membranas transparentes están unidas a al menos una de la lente o la capa de cristal líquido.

20 Las gafas comprenden además una carcasa para encerrar las una o más células solares y el circuito de control. La carcasa comprende además un orificio estenopeico para exponer las una o más células solares a la luz ambiental.

25 En un aspecto, el conjunto de lente es un primer conjunto de lente que comprende una primera lente y una primera capa de cristal líquido. Las gafas comprenden un segundo conjunto de lente que comprende una segunda lente y una segunda capa de cristal líquido. Las gafas comprenden una estructura de conexión para conectar el primer conjunto de lente y el segundo conjunto de lente. La carcasa está unida a la estructura de conexión.

En un aspecto, la carcasa está unida al conjunto de lente.

30 Las gafas comprenden además una guía de luz situada entre el orificio estenopeico y las una o más células solares. La guía de luz está configurada para: recibir un haz estrecho de luz ambiental recibido por medio del orificio estenopeico; convertir el haz estrecho en una lámina de luz ambiental; y dirigir la lámina de luz ambiental hacia las una o más células solares.

35 En un aspecto, la guía de luz comprende un material acíclico.

En un aspecto, las gafas comprenden además un revestimiento para cubrir parcialmente la carcasa.

40 En un aspecto, las gafas comprenden además un conmutador que permite a un usuario seleccionar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la intensidad de la luz ambiental. El circuito de control está configurado para controlar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la selección del conmutador.

45 En un aspecto, las gafas comprenden además una cámara situada detrás del conjunto de lente, estando la cámara configurada para recibir luz por medio del conjunto de lente para generar imágenes. Las gafas comprenden además un revestimiento superpuesto sobre una porción del conjunto de lente y la cámara, estando el revestimiento configurado para establecer una propiedad óptica de la porción del conjunto de lente de manera independiente al resto del conjunto de lente.

50 En un aspecto, las gafas comprenden además al menos uno de: una interfaz inalámbrica para transmitir y recibir señales de radio; o una interfaz de audio para introducir y emitir señales de audio.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las formas de realización ilustrativas se describen con referencia a las siguientes figuras:

55 La FIG. 1A, la FIG. 1B, la FIG. 1C y la FIG. 1D ilustran un ejemplo de gafas regulables y su funcionamiento, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

La FIG. 2A, la FIG. 2B, la FIG. 2C y la FIG. 2D ilustran ejemplos de un conjunto de lente de las gafas regulables de la FIG. 1A - FIG. 1D, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

60 La FIG. 3A, la FIG. 3B, la FIG. 3C, la FIG. 3D y la FIG. 3E ilustran ejemplos de gafas regulables que tienen un sensor óptico, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

La FIG. 4A, la FIG. 4B y la FIG. 4C ilustran ejemplos de gafas regulables que tienen interfaces de entrada/salida de usuario, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

65 La FIG. 5A y la FIG. 5B ilustran ejemplos de un conjunto de lente de las gafas regulables de la FIG. 1A - FIG. 1D, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

La FIG. 6A, la FIG. 6B y la FIG. 6C ilustran ejemplos de componentes de las gafas regulables de ejemplo de la FIG. 1A - FIG. 3E, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

5 Las figuras representan formas de realización de la presente divulgación solo con propósitos ilustrativos. Los expertos en la técnica reconocerán fácilmente, a partir de la siguiente descripción, que pueden emplearse formas de realización alternativas de las estructuras y métodos ilustrados sin apartarse de los principios, ni de los beneficios propuestos, de esta divulgación.

10 En las figuras adjuntas, componentes y/o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, varios componentes del mismo tipo pueden distinguirse añadiendo a la etiqueta de referencia un guion y una segunda etiqueta que distinga entre los componentes similares. Si en la memoria descriptiva solo se usa la primera etiqueta de referencia, la descripción puede aplicarse a uno cualquiera de los componentes similares que tengan la misma primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

### 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción, a efectos explicativos, se exponen detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento completo de determinadas formas de realización inventivas. Sin embargo, resultará evidente que diversas formas de realización pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. Las figuras y la descripción no pretenden ser restrictivas.

20 Las gafas de protección, tales como las gafas de sol, pueden evitar que la luz de alta energía (por ejemplo, la luz solar) dañe o moleste a los ojos. Las gafas de sol incluyen típicamente lentes que pueden bloquear y/o absorber una determinada proporción de potencia lumínica para impedir que los ojos la reciban en su totalidad. Aunque las gafas de sol pueden proteger los ojos de la luz de alta energía, la percepción visual del usuario que las lleva puede verse obstaculizada significativamente en un entorno con poca luz debido a la absorción/bloqueo de la potencia lumínica. Como resultado, el usuario puede tener que quitarse las gafas de sol en un entorno con poca luz, lo que degrada la experiencia de uso.

30 Las formas de realización de la presente divulgación proporcionan unas gafas regulables que pueden abordar los problemas descritos anteriormente. Las gafas comprenden un conjunto de lente y un circuito. El conjunto de lente comprende una lente y una capa de cristal líquido formada sobre la lente. El circuito de control está acoplado a la capa de cristal líquido y está configurado para aplicar, basándose en una indicación de la intensidad de la luz ambiental, una señal a la capa de cristal líquido para ajustar la orientación de las moléculas de cristal líquido. El ajuste de la orientación de las moléculas de cristal líquido provoca el ajuste de la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la intensidad de la luz ambiental.

35 La capa de cristal líquido puede ajustar la transmitancia del conjunto de lente en base a varios mecanismos que incluyen, por ejemplo, el efecto de torsión nemática (TN), el efecto huésped-anfitrión, la birrefringencia controlada eléctricamente (ECB), las células Pi, etc. En todos estos ejemplos, el circuito de control puede ajustar un campo eléctrico a través de la capa de cristal líquido para ajustar las orientaciones y alineaciones de las moléculas de cristal líquido en la capa de cristal líquido, lo que puede cambiar la porción de luz incidente que pasa a través del conjunto de lente hacia los ojos del usuario, ajustando de este modo la transmitancia lumínica del conjunto de lente. El circuito de control puede ajustar el campo eléctrico en base a la intensidad de la luz ambiental. Por ejemplo, el circuito de control puede ajustar el campo eléctrico para aumentar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en un entorno con poca luz (por ejemplo, en interiores), y para disminuir la transmitancia lumínica del conjunto de lente en un entorno con mucha luz (por ejemplo, en exteriores).

40 El circuito de control puede recibir la información sobre la intensidad de la luz ambiental desde diversas fuentes. Las gafas regulables incluyen sensores ópticos para detectar la intensidad de la luz ambiental. Un ejemplo de los sensores ópticos puede ser una célula solar, que puede generar un voltaje (o una corriente) que refleje la intensidad de la luz ambiental, y proporcionar el voltaje/corriente al circuito de control para generar un campo eléctrico correspondiente para la capa de cristal líquido. De acuerdo con la invención, una o más células solares están encerradas dentro de una carcasa. La carcasa puede formar parte de una estructura de conexión que conecta un par de conjuntos de lente para formar las gafas, o puede estar detrás del conjunto de lente de las gafas para mejorar su aspecto. La carcasa incluye un orificio estenopeico para exponer las células solares a la luz ambiental. Se proporciona una guía de luz entre el orificio estenopeico y las células solares para distribuir de manera más uniforme la luz ambiental sobre las superficies de las células solares, de modo que la salida de las células solares pueda representar mejor la intensidad de la luz ambiental. En algunos ejemplos, las gafas pueden incluir conmutadores que permiten al usuario seleccionar la transmitancia lumínica del conjunto de lente, y el circuito de control puede ajustar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la selección del usuario.

50 Se proponen configuraciones adicionales para mejorar aún más la experiencia del usuario. Por ejemplo, el conjunto de lente puede incluir un par de polarizadores que coloquen la capa de cristal líquido entre los mismos para crear una transmitancia lumínica ajustable en base al ángulo de polarización de la luz polarizada controlada por la capa de cristal líquido. Para reducir los artefactos visuales (por ejemplo, una banda negra) causados por la variación de la tasa de

absorción de luz por parte de los polarizadores y percibidos por el usuario por medio de las gafas, puede introducirse un ligero desajuste entre el ángulo de rotación de la luz polarizada por la capa de cristal líquido con respecto al ángulo entre los ejes de polarización de los polarizadores. Como otro ejemplo, el conjunto de lente puede incluir una película de poliéster adicional, tal como una película altamente retardante (*Super Retarder Film*, SRF<sup>®</sup>), para reducir o eliminar el efecto arcoíris (*rainbow mura*) causado por la birrefringencia de la lente seguido de interferencias en las capas polarizadoras y percibido por el usuario. Como otro ejemplo, la lente del conjunto de lente puede configurarse para dejar pasar selectivamente la luz visible de una gama de frecuencias particular (por ejemplo, un color naranja) para compensar la absorción selectiva de luz por parte de los dos polarizadores y el retardo de la luz visible debido a la capa de cristal líquido, lo que puede mejorar la percepción visual del usuario por medio de las gafas.

Con las formas de realización de la presente divulgación, las gafas pueden ajustar la transmitancia lumínica en base a la intensidad de la luz ambiental, lo que permite al usuario tener una buena percepción visual a través de las gafas independientemente del entorno en el que se encuentre el usuario, al tiempo que está protegido de la exposición a la luz de alta energía. Como resultado, se puede mejorar la experiencia del usuario.

La **FIG. 1A**, la **FIG. 1B**, la **FIG. 1C** y la **FIG. 1D** ilustran un ejemplo de gafas regulables 100 y su funcionamiento, de acuerdo con algunas formas de realización. Como se muestra en la **FIG. 1A**, las gafas 100 incluyen una montura opcional 102 y uno o más conjuntos de lente 104. En el ejemplo de la **FIG. 1A**, las gafas 100 pueden incluir dos conjuntos de lente 104a y 104b conectados por una estructura de conexión 106. En el ejemplo de la **FIG. 1B**, las gafas 100 pueden incluir un único conjunto de lente 104 sujeto por la montura 102. En algunos ejemplos, las gafas 100 pueden carecer de montura y pueden incluir un único conjunto de lente 104 o dos conjuntos de lente 104a y 104b conectados por una estructura de conexión 106. En ambos ejemplos, uno o más conjuntos de lente 104 pueden tener una transmitancia lumínica configurable que se puede configurar/ajustar en base a una intensidad de luz ambiental. Específicamente, como se muestra en la **FIG. 1C**, en un entorno con una intensidad de luz ambiental elevada (por ejemplo, al aire libre bajo el sol), la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104 puede reducirse para disminuir la intensidad de la luz que pasa a través de uno o más conjuntos de lente 104 hacia los ojos del usuario (no mostrados en la **FIG. 1A - FIG. 1D**), para proteger los ojos de la exposición a la luz de alta energía. Además, como se muestra en la **FIG. 1D**, en un entorno con baja intensidad de luz ambiental (por ejemplo, en exteriores por la noche, en interiores, etc.) puede aumentarse la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104, de modo que el usuario pueda mantener una visión razonable cuando lleve puestas las gafas 100 en un entorno con poca luz.

La **FIG. 2A** y la **FIG. 2B** ilustran ejemplos de uno o más conjuntos de lente 104, de acuerdo con algunas formas de realización. Como se muestra en la **FIG. 2A**, uno o más conjuntos de lente 104 pueden incluir una lente 202, una capa de cristal líquido 204 y una primera capa polarizadora 206 y una segunda capa polarizadora 208 opcionales. La luz incidente 210 puede entrar en uno o más conjuntos de lente 104 y salir de uno o más conjuntos de lente 104 como luz de salida 212 que puede entrar en el ojo del usuario 214. La lente 202 puede estar hecha de vidrio, poliéster, policarbonato, etc. En algunos ejemplos, la lente 202 puede ser plana para dejar pasar la luz sin cambiar la propiedad de la luz. En algunos ejemplos, la lente 202 puede tener una conformación particular (por ejemplo, ser cóncava, convexa, etc.) para variar la propiedad de la luz de salida 212 con el fin de corregir la visión del usuario (por ejemplo, una lente cóncava para corregir la miopía (visión de cerca), una lente convexa para corregir la hipermetropía (visión de lejos), etc.). Normalmente, las lentes correctoras de la visión de cerca tienen una curvatura esférica. La capa de cristal líquido 204 puede hacerse flexible pero lo suficientemente resistente como para soportar una deformación tridimensional, para laminar el cristal líquido 204 sobre la lente esférica de corrección de la visión de cerca.

La capa de cristal líquido 204 puede cambiar la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104 para ajustar la porción de luz incidente 210 que pasa a través de uno o más conjuntos de lente 104 para convertirse en luz de salida 212. La **FIG. 2A** ilustra una configuración de ejemplo de la capa de cristal líquido 204 para proporcionar una transmitancia lumínica ajustable. Como se muestra en la **FIG. 2A**, la capa de cristal líquido 204 puede configurarse como una capa de cristal líquido con torsión nemática (TN) que puede rotar el eje de polarización de la luz polarizada a medida que la luz polarizada atraviesa la capa de cristal líquido, donde el ángulo de rotación puede ajustarse mediante un campo eléctrico aplicado por un circuito de control a través de la capa de cristal líquido. Por ejemplo, como se muestra en la **FIG. 2A**, si no se aplica ningún campo eléctrico, las moléculas de cristal líquido pueden tener una configuración con torsión para formar una estructura helicoidal. La estructura helicoidal hace que el eje de polarización de la luz polarizada rote en un ángulo determinado (por ejemplo, un ángulo de 90 grados) a medida que la luz polarizada atraviesa la capa de cristal líquido. Además, si se aplica un campo eléctrico, las moléculas de cristal líquido pueden alinearse en paralelo con el campo eléctrico. El eje de polarización de la luz polarizada puede mantenerse y no rotar a medida que la luz atraviesa las moléculas de cristal líquido alineadas.

La capa de cristal líquido 204 puede estar intercalada entre la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208. La primera capa polarizadora 206 puede tener un eje de polarización A, mientras que la segunda capa polarizadora 208 puede tener un eje de polarización B. Los dos ejes de polarización pueden formar un ángulo de 90 grados entre sí. La luz incidente 210 puede entrar por medio de la lente 202 y quedar polarizada linealmente mediante la primera capa polarizadora 206. La luz polarizada linealmente puede hacerse rotar mediante la capa de cristal líquido 204 en un ángulo configurado por el campo eléctrico, tal como se ha descrito anteriormente. La velocidad de transmisión de la luz polarizada linealmente en campo cero, etiquetada como  $T_{NW}$  a continuación, depende de la longitud de onda de acuerdo con la teoría de Gooch-Tarry, como sigue:

$$T_{NW} = 1 - \frac{\text{sen}^2(\varnothing\sqrt{1+u^2})}{1+u^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

5 En la ecuación 1,  $\varnothing$  puede ser el ángulo de torsión  $\varnothing = \frac{\pi}{z}$  en el modo TN) y u puede ser un índice de retardo dado por la siguiente ecuación

$$u = \frac{\pi\Delta n d}{\lambda\varnothing} \quad (\text{Ecuación 2})$$

10 En la ecuación 2, A puede ser la longitud de onda,  $\Delta n$  puede ser la birrefringencia de la mezcla de cristal líquido, mientras que d es una constante.

15 La máxima transmitancia lumínica puede lograrse en caso de que no se aplique ningún campo eléctrico, de modo que la capa de cristal líquido 204 haga rotar el eje de polarización de la luz polarizada de modo que se alinee con el eje de polarización B de la segunda capa polarizadora 208. La mínima transmitancia lumínica puede conseguirse cuando el eje de polarización de la luz polarizada no se rote debido a la aplicación de un campo eléctrico, de modo que el eje de polarización de la luz polarizada no rote y se vuelva perpendicular al eje de polarización B de la segunda capa polarizadora 208. En tal caso, la luz polarizada se alinea con el eje de absorción de la segunda capa polarizadora 208 y puede ser absorbida por la segunda capa polarizadora 208 a una tasa de absorción máxima. La magnitud del campo eléctrico puede ajustarse para ajustar el ángulo de rotación de la luz polarizada, lo que puede variar la porción de luz incidente 210 que atraviesa los conjuntos de lente 104 como luz de salida 212.

20 El cristal líquido TN puede ofrecer varias ventajas técnicas. Por ejemplo, el cristal líquido TN tiene típicamente unas características de respuesta extremadamente rápidas y puede ajustar la transmitancia lumínica en un periodo de tiempo muy corto (por ejemplo, 100 milisegundos o menos). Además, el cristal líquido TN también puede proporcionar una buena propiedad de bloqueo de la luz. Por ejemplo, la transmitancia lumínica mínima del cristal líquido TN puede alcanzar el 0,1 %. Todas estas propiedades permiten que las gafas 100 ofrezcan una amplia gama de configuración de transmitancia lumínica, así como una rápida conmutación, lo que puede mejorar la experiencia del usuario.

25 La **FIG. 2B** ilustra otra configuración de ejemplo de la capa de cristal líquido 204 para proporcionar una transmitancia lumínica ajustable. Como se muestra en la **FIG. 2B**, uno o más conjuntos de lente 104 incluyen la lente 202 y la capa de cristal líquido 204, pero no las primera y segunda capas polarizadoras 206 y 208. La capa de cristal líquido 204 puede incluir moléculas de cristal líquido 230, que actúan como material anfitrión, y moléculas de colorante 240, que actúan como material huésped. Las moléculas de cristal líquido 230 y las moléculas de colorante 240 están intercaladas entre dos sustratos 250 y 252, que pueden estar unidos a electrodos o formar parte de los mismos (no se muestran en la **FIG. 2B**). Las moléculas de cristal líquido 230 y las moléculas de colorante 240 pueden modular la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104 en base al efecto huésped-anfitrión. Específicamente, dependiendo del tipo de moléculas de colorante 240, las moléculas de colorante 240 pueden absorber luz que tenga un campo eléctrico perpendicular (o paralelo) al eje largo de las moléculas de colorante. Cuando el circuito de control aplica un campo eléctrico a través de las moléculas de cristal líquido 230 entre los sustratos 250 y 252, la orientación de las moléculas de cristal líquido 230, así como de las moléculas de colorante 240, puede modificarse de acuerdo con el campo eléctrico, lo que cambia la orientación relativa de las moléculas de colorante con respecto al campo eléctrico de la luz incidente 210. Como resultado, la porción de luz incidente 210 absorbida por las moléculas de colorante 240, así como la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104, pueden ajustarse mediante el campo eléctrico aplicado a través de la capa de cristal líquido 204.

30 En comparación con el cristal líquido TN, una capa de cristal líquido que emplea el efecto huésped-anfitrión no tiene que depender de un polarizador para absorber la luz incidente, lo que puede aumentar la transmitancia lumínica global que pueden conseguir uno o más conjuntos de lente 104, al tiempo que proporciona unas propiedades de bloqueo de luz razonables. Por ejemplo, usando el efecto huésped-anfitrión, el intervalo de transmitancia lumínica puede estar comprendido entre el 10 % y el 80 %. Para obtener un intervalo de transmitancia del 10 % al 80 %, se pueden proporcionar dos células huésped-anfitrión con sus ejes de absorción separados 90 grados. No se añade dopante quiral (o se añade una cantidad muy pequeña de dopante quiral) a las mezclas huésped-anfitrión.

35 Se proponen otras técnicas para conseguir una transmitancia lumínica variable. En un ejemplo, los sustratos 250 y 252 pueden rozarse. El rozamiento crea surcos en las superficies de los sustratos, que introducen energía de superficie para establecer la orientación inicial de las moléculas de cristal líquido 230 en una orientación plana homogénea, en la que la transmitancia lumínica de la capa de cristal líquido es mínima. Al aplicar un voltaje a través de los sustratos 250 y 252, el campo eléctrico introducido entre los sustratos 250 y 252 puede contrarrestar la energía de superficie para inclinar las moléculas de cristal líquido 230 en un ángulo  $\theta$  con respecto a cada sustrato, y el ángulo de inclinación, que aumenta con el voltaje, puede incrementar la transmitancia lumínica de la capa de cristal líquido. Por ejemplo, como se muestra en la **FIG. 2C**, con un voltaje  $v_1$ , las moléculas de cristal líquido 230 se inclinan en un ángulo  $\theta_1$  con respecto a cada sustrato, mientras que con un voltaje  $v_2$ , las moléculas de cristal líquido 230 se inclinan en un ángulo

$\theta_2$  con respecto a cada sustrato. A medida que la orientación de las moléculas de cristal líquido 230 transita hacia una orientación homeotrópica, la transmitancia lumínica aumenta.

En algunos ejemplos, para conseguir una transmitancia lumínica que varía en gran medida de manera continua/monótona (por ejemplo, la transmitancia aumenta cuando disminuye el voltaje, y viceversa), pueden proporcionarse disposiciones de rozamiento asimétricas o no equilibradas. Por ejemplo, los sustratos 250 y 252 pueden tener diferentes densidades de ranuras y pueden introducir diferentes niveles de energías de superficie a las moléculas de cristal líquido 230. Dichas disposiciones pueden mejorar la estabilidad de las moléculas de cristal líquido 230 cuando el voltaje aplicado se encuentra en la mitad del intervalo de voltaje correspondiente al intervalo de transmitancia. Específicamente, si los dos sustratos tienen rozamientos similares e introducen energías de superficie similares, cuando el voltaje aplicado tiene un valor medio, el campo eléctrico puede estar contrarrestando dos energías de superficie muy similares al mismo tiempo. Como resultado, las moléculas de cristal líquido 230 pueden volverse inestables y presentar orientaciones diferentes, lo que puede crear dominios y dar lugar a una neblina, y puede producirse un cambio brusco de la transmitancia lumínica. Al haber disposiciones de rozamiento asimétricas o no equilibradas entre los sustratos, se puede formar un gradiente de energía entre los dos sustratos, y el campo eléctrico del voltaje aplicado ya no contrarresta dos energías de superficie similares al mismo tiempo. Esto puede mejorar la estabilidad de las moléculas de cristal líquido 230 y puede garantizar que las moléculas de cristal líquido 230 se orienten de manera uniforme en respuesta al voltaje.

La **FIG. 2D** ilustra un gráfico de la transmitancia lumínica de la capa de cristal líquido 204 con respecto al voltaje de entrada. Como se muestra en la **FIG. 2D**, cuando se aplica un bajo voltaje a través de cada célula, cada célula puede reorientar el cristal líquido de una orientación homeotrópica a una orientación plana homogénea, lo que puede aumentar la transmitancia lumínica. Cuando se aplica un voltaje elevado a través de cada célula, cada célula puede estar en la orientación plana homeotrópica, lo que puede reducir la transmitancia lumínica. Además, la transmitancia lumínica cambia de manera monótona con respecto al voltaje, incluso en el punto medio (5 V). Con dichas disposiciones, las gafas 100 pueden ofrecer una amplia gama de configuración de transmitancia lumínica, lo que puede mejorar la experiencia del usuario.

Además de TN y del efecto huésped-anfitrión, la capa de cristal líquido 204 puede tener otras configuraciones para proporcionar una transmitancia lumínica ajustable. Por ejemplo, la capa de cristal líquido 204 puede configurarse para proporcionar birrefringencia controlada eléctricamente (ECB). El modo ECB usa el voltaje aplicado para cambiar el ángulo de inclinación  $\theta$  (también conocido como ángulo polar) de las moléculas de cristal líquido entre la normal del sustrato y el eje largo de la molécula, lo que puede cambiar la birrefringencia del cristal líquido. Como otro ejemplo, la capa de cristal líquido 204 puede configurarse como células Pi. La célula Pi también se conoce como curva compensada ópticamente. En la célula Pi, los ángulos de inclinación previa en ambos sustratos están en la misma dirección, también denominada alineación paralela de sustratos. En las células ECB de Freedericksz, las moléculas pueden tener una alineación uniforme con un ángulo de inclinación previa en la dirección opuesta en dos sustratos, también denominada alineación antiparalela de sustratos. Se puede aplicar un campo eléctrico a través de la célula Pi y, a continuación, interrumpir el campo eléctrico. La interrupción del campo eléctrico puede hacer que las moléculas se relajen y vuelvan a su estado original, provocando un flujo de las moléculas. Las moléculas de la capa intermedia pueden estar sometidas a un par de torsión, lo que puede provocar un reflujó del material y la rotación de las moléculas en un gran ángulo respecto al estado original. Sin embargo, esto puede ralentizar la velocidad de conmutación. En el caso de la célula Pi, cuando se interrumpe el campo, las moléculas de la capa intermedia no están sometidas a un par de torsión al relajarse de nuevo al estado de desconexión. Las moléculas solo rotan un ángulo relativamente pequeño para volver al estado original, lo que puede dar como resultado una mayor velocidad de conmutación.

En ambos ejemplos de la **FIG. 2A** y la **FIG. 2B**, el circuito de control puede aplicar un campo eléctrico a través de la capa de cristal líquido 204 para cambiar la orientación y/o la estructura de torsión de las moléculas de cristal líquido. Para reducir el consumo de energía, la capa de cristal líquido 204 puede configurarse para tener un umbral de conmutación relativamente bajo, de modo que se necesite un campo eléctrico relativamente débil para cambiar la orientación y/o la estructura de torsión de las moléculas de cristal líquido. En algunas formas de realización, el voltaje umbral puede establecerse en 0,6 - 0,8 V. Se pueden usar varias técnicas para reducir el voltaje umbral de la capa de cristal líquido 204, tal como elegir cristal líquido que tenga una anisotropía dieléctrica muy alta, una constante elástica alta y una pureza extremadamente alta. La ecuación del campo eléctrico umbral para la torsión nemática puede ser la siguiente:

$$E_c = (\pi/h)\sqrt{K_{22}/\epsilon_0\Delta\epsilon} \quad (\text{Ecuación 3})$$

En la ecuación 3,  $h$  puede ser el grosor de célula,  $K_{22}$  puede ser la constante elástica de torsión y  $\Delta\epsilon$  puede ser la anisotropía dieléctrica de la mezcla de cristal líquido.

El circuito de control puede emitir un voltaje de CA a través de la capa de cristal líquido 204 para generar el campo eléctrico. Se puede proporcionar un voltaje de CA para excitar el campo eléctrico con el fin de mejorar la fiabilidad y evitar daños en el cristal líquido, ya que las impurezas del cristal líquido pueden hacer que se mantenga un flujo de corriente continua, lo que puede descomponer las moléculas de cristal líquido. La magnitud del voltaje de CA puede configurarse en base al voltaje umbral de la capa de cristal líquido 204, así como en base a la intensidad de luz

ambiental, de modo que la orientación y/o el ángulo de torsión de las moléculas de cristal líquido puedan reflejar la intensidad de luz ambiental. Con dichas disposiciones, la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104 puede configurarse en base a la intensidad de luz ambiental.

5 El circuito de control puede recibir la información sobre la intensidad de la luz ambiental desde diversas fuentes. En algunos ejemplos, las gafas regulables pueden incluir sensores ópticos para detectar la intensidad de la luz ambiental. **La FIG. 3A** ilustra un ejemplo de gafas 100 que tienen un sensor óptico 302 para detectar la intensidad de la luz ambiental. El sensor óptico 302 puede colocarse, por ejemplo, en la estructura de conexiones 106 y/o en cualquier lugar de la montura 102. El sensor óptico 302 puede incluir cualquier dispositivo que pueda convertir la luz en una  
10 señal eléctrica, tal como fotodiodos.

Un ejemplo de sensor óptico 302 pueden ser células fotovoltaicas, tales como células solares, que pueden proporcionar una corriente continua o un voltaje de corriente continua al circuito de control que refleja la intensidad de la luz ambiental. Las células solares también pueden proporcionar energía eléctrica al circuito de control de modo que  
15 no se necesite ninguna batería, lo que puede reducir el peso y el tamaño de las gafas 100. El circuito de control puede incluir un convertidor de potencia para convertir la corriente/voltaje de CC en voltaje de CA para generar el campo eléctrico a través de la capa de cristal líquido 204. En algunos ejemplos, las células solares pueden incluir células solares en miniatura basadas en silicio que tienen una conformación rectangular y pueden tener un intervalo de dimensiones de entre 6 milímetros (mm) x 8 mm y 10 mm x 10 mm.

La FIG. 3B - FIG. 3E ilustran una configuración de ejemplo de las células solares en las gafas 100. Como se muestra en la **FIG. 3B**, las gafas 100 pueden incluir una carcasa 304 para encerrar las células solares 306. La carcasa 304 puede colocarse en la montura 102 y detrás del conjunto de lente 104 (en un lado orientado hacia el usuario, hacia la dirección Y negativa). La carcasa 304 también encierra el circuito de control, que puede estar conectado eléctricamente  
25 a electrodos alojados dentro de la montura 102. El circuito de control puede recibir la corriente/voltaje de CC desde las células solares 306 y generar un voltaje de CA correspondiente, y transmitir el voltaje de CA a los electrodos para generar un campo eléctrico variable a través de la capa de cristal líquido 204.

De acuerdo con la invención, como se muestra en la **FIG. 3B**, la montura 102 incluye un orificio estenopeico 308 para exponer las células solares encerradas en la carcasa 304 a la luz ambiental. El orificio estenopeico 308 puede estar configurado para facilitar la entrada de luz en la carcasa 304 desde un lado frontal del usuario (por ejemplo, desde la dirección Y positiva) y para bloquear la entrada de luz desde otras direcciones (por ejemplo, desde una dirección lateral, desde arriba o desde abajo del usuario, etc.) en la carcasa 304. En algunos ejemplos, el orificio estenopeico 308 puede tener unas dimensiones de 3 mm x 3 mm.  
30

El orificio estenopeico 308 puede aumentar la sensibilidad de las células solares 306 a la luz emitida directamente desde una fuente de luz (por ejemplo, el sol, lámparas, etc.) que puede representar con exactitud la intensidad de la luz ambiental, al tiempo que disminuye la sensibilidad de las células solares 306 para reflejar la luz que no representa con exactitud la intensidad de la luz ambiental. Dichas disposiciones pueden mejorar la correlación entre la salida de las células solares 306 (y la salida del circuito de control) y la intensidad de la luz ambiental. Además, el orificio estenopeico 308 también puede evitar la exposición de la totalidad de las células solares al tiempo que permite que éstas recojan la luz, lo que puede mejorar el aspecto visual de las gafas 100 al tiempo que preserva las capacidades de las gafas para detectar la intensidad de la luz ambiental y realizar el ajuste correspondiente de la transmitancia lumínica.  
35

De acuerdo con la invención, las gafas 100 incluyen además una guía de luz 310 entre el orificio estenopeico 308 y las células solares. La guía de luz 310 puede recibir un haz de luz estrecho por medio del orificio estenopeico 308 y puede proyectar una lámina de luz sobre las células solares para hacer más uniforme la energía lumínica sobre las células solares. La guía de luz 310 puede incluir material acrílico y puede tener una superficie configurada para difundir la luz. Un intervalo de voltaje típico de la célula solar, tomando como base la lámina de luz recibida por medio de la guía de luz 310, puede estar comprendido entre 0 y 2,1 V.  
40

La **FIG. 3C** y la **FIG. 3D** ilustran otras configuraciones de las células solares y de la carcasa 304, que no forman parte de la invención. Como se muestra en la **FIG. 3C**, se puede colocar un revestimiento 320 en la montura 102, en la carcasa 304 (por ejemplo, cuando la carcasa 304 forma parte de la estructura de conexión 106 entre dos conjuntos de lente 104), y/o en el conjunto de lente 104, como se muestra en la **FIG. 3D**, para cubrir parcialmente la carcasa 304. El revestimiento 320 puede ser un revestimiento oscurecedor y puede colocarse en la montura 102 y/o el conjunto de lente 104 en base a un proceso de pulverización catódica. El revestimiento 320 puede bloquear parcialmente la luz y permitir que entre algo de luz en la carcasa 304 y en las células solares 306. Dichas disposiciones pueden cubrir parcialmente la carcasa 304 y las células solares 306 para mejorar el aspecto visual de las gafas 100 sin orificio estenopeico 308. Además, al suprimirse el orificio estenopeico 308, las células solares 306 pueden recibir una lámina uniforme de luz sin la guía de luz 310. Como resultado, pueden reducirse el tamaño y el peso de la carcasa 304, así como el tamaño y el peso globales de las gafas 100. La supresión del orificio 308 también puede mejorar la flexibilidad de colocación de la carcasa 304. En la **FIG. 3D**, las carcasas 304a y 304b (así como las células solares 306) pueden colocarse detrás, respectivamente, de los conjuntos de lente 104a y 104b y pueden cubrirse parcialmente con los revestimientos 320a y 320b para maximizar la cantidad de luz recibida por las células solares 306.  
45  
50  
55  
60  
65

La **FIG. 3E** ilustra otra configuración de las células solares, que no forma parte de la invención. . Como se muestra en la **FIG. 3E**, las células solares pueden tener la forma de una o más membranas solares transparentes 330 (por ejemplo, membranas 330a, 330b, etc.). En algunos ejemplos, una o más membranas solares transparentes 330 pueden formarse (por ejemplo, mediante galvanoplastia) en los bordes (por ejemplo, bordes superior e inferior, bordes laterales, etc.) de la lente 202 (del conjunto de lente 104) orientadas hacia el ojo 214 del usuario. La superficie total de una o más membranas solares transparentes 330 también puede configurarse en base al intervalo necesario de voltajes que debe suministrar el circuito de control, que puede basarse en el intervalo de transmitancia que debe proporcionar las gafas 100. En comparación con la célula solar de silicio descrita con respecto a la FIG. 3B - FIG. 3D, las membranas solares transparentes 330 pueden integrarse con la lente 202 como parte del conjunto de lente 104 y no ocupan espacio adicional, lo que permite que la montura 102 sea más compacta y tenga un peso más ligero.

Además de los sensores ópticos (que pueden incluir células fotovoltaicas), el circuito de control también puede controlarse manualmente por el usuario para establecer la transmitancia lumínica de uno o más conjuntos de lente 104. La **FIG. 4A** ilustra un ejemplo de gafas 100 que tienen una interfaz de entrada 402 para recibir la entrada del usuario para controlar la transmitancia lumínica. La interfaz de entrada 402 puede incluir, por ejemplo, un conmutador mecánico, una almohadilla táctil, etc., y puede estar situada en cualquier lugar de la montura 102, la patilla 404 conectada a la montura 102, etc. El microcontrolador del circuito de control puede proporcionar diferentes voltajes en base a la entrada del usuario detectada en la interfaz de entrada 402 para ajustar el campo eléctrico aplicado a través de la capa de cristal líquido y la transmitancia lumínica de los conjuntos de lente 104. En algunos ejemplos, el intervalo de transmitancia lumínica proporcionado por el control manual puede estar comprendido entre el 1 % y el 40 %. El intervalo de transmitancia lumínica puede establecerse en base a las propiedades de los polarizadores, como se ha explicado anteriormente. Las gafas 100 también incluyen una batería, tal como una batería de litio, para suministrar energía al circuito de control y a la interfaz de entrada 402. Con el voltaje umbral de cristal líquido establecido en 0,8 V, el consumo de energía de las gafas 100 puede situarse en 0,25 mW. En dichas condiciones de funcionamiento, una batería de litio típica puede proporcionar una autonomía de aproximadamente 120 horas.

Además de la interfaz de entrada 402, las gafas 100 pueden incluir otros circuitos de interfaz para mejorar la experiencia del usuario. Por ejemplo, como se muestra en la **FIG. 4B**, las gafas 100 pueden incluir un par de cámaras 406 (por ejemplo, 406a, 406b, etc.) situadas por detrás de los conjuntos de lente 104a y 104b y que pueden captar la luz por medio de los conjuntos de lente 104a y 104b para generar imágenes. En algunos ejemplos, las gafas 100 pueden incluir revestimientos 408a y 408b superpuestos sobre, respectivamente, las cámaras 406a y 406b. Los revestimientos pueden incluir, por ejemplo, una capa de óxido de indio y estaño (ITO) grabada sobre un sustrato de la capa de cristal líquido 204 de cada conjunto de lente. La capa ITO puede formar una región que funcione por separado del resto de la capa de cristal líquido 204. Por ejemplo, la capa ITO puede filtrar y controlar un intervalo de longitudes de onda de la luz que atraviesa la capa de cristal líquido 204 y que captan las cámaras 406a y 406b. Como otro ejemplo, la capa de ITO también puede formar un par separado de electrodos sobre la región de la capa de cristal líquido 204 superpuesta por la capa de ITO. Dichas disposiciones permiten que la transmitancia lumínica de la región de la capa de cristal líquido 204 superpuesta por la capa de ITO se controle de manera independiente del resto de la capa de cristal líquido 204 para, por ejemplo, mejorar la calidad de la operación de formación de imágenes de las cámaras 406a y 406b.

Además, en referencia a la **FIG. 4C**, las gafas 100 también pueden incluir un circuito de interfaz 410 en la patilla 404. El circuito de interfaz 410 puede incluir, por ejemplo, un circuito de interfaz inalámbrica (por ejemplo, en base a la norma Bluetooth®) y una interfaz de entrada/salida de audio (por ejemplo, un micrófono, un altavoz, etc.). El circuito de interfaz inalámbrica puede recibir, por ejemplo, señales de radio que portan datos de audio, y proporcionar los datos de audio al altavoz para que los emita como señales de audio. El circuito de interfaz inalámbrica también puede transmitir los datos de imagen captados por las cámaras 406a y 406b, y por el micrófono, a otros dispositivos.

Además de la transmitancia lumínica ajustable, se proponen técnicas adicionales para mejorar aún más la experiencia de usuario proporcionada por las gafas 100, tal como mitigar los artefactos visuales causados por las primera y segunda capas polarizadoras 206 y 208. Como se ha descrito anteriormente, el conjunto de lente 104 puede incluir una primera capa polarizadora 206 y una segunda capa polarizadora 208 para colocar la capa de cristal líquido 204 entre las mismas y crear una transmitancia lumínica ajustable. La transmitancia lumínica puede ser mínima cuando las moléculas de cristal líquido de la capa de cristal líquido 204 están alineadas y la luz polarizada (polarizada por la primera capa polarizadora 206) no rota y se vuelve perpendicular al eje de polarización de la segunda capa polarizadora 208. En tal caso, gran parte de la luz incidente 210 puede ser absorbida por la segunda capa polarizadora 208, lo que puede minimizar la transmitancia lumínica del conjunto de lente 104.

Sin embargo, la tasa de absorción de luz de la segunda capa polarizadora 208 puede variar en base a un ángulo de incidencia de la luz incidente 210 con respecto a la segunda capa polarizadora 208, lo que puede crear artefactos visuales a medida que el usuario ve a través del conjunto de lente 104 en diferentes ángulos de visión y afectar a la percepción visual del usuario. La **FIG. 5A** ilustra un ejemplo de este tipo. Como se muestra en la **FIG. 5A**, el usuario puede mirar a través de diferentes puntos del conjunto de lente 104 en diferentes ángulos, con la capa de cristal líquido 204 configurada para proporcionar una transmitancia lumínica mínima. Cuando el usuario mira a través de un punto situado en el centro del conjunto de lente 104 (marcado con la etiqueta "C"), la tasa de absorción de la segunda capa

polarizadora 208 puede ser máxima, mientras que cuando el usuario mira a través de un punto situado cerca de un lateral del conjunto de lente 104 (marcado con la etiqueta "D"), la tasa de absorción de la segunda capa polarizadora 208 puede reducirse. Debido a la diferencia en la tasa de absorción, el centro del conjunto de lente 104 (donde la tasa de absorción de luz es máxima) puede aparecer como una banda negra en comparación con el lateral del conjunto de lente 104. El hecho de que la banda negra aparezca puede afectar a la percepción visual del usuario ofrecida por las gafas 100 y puede degradar la experiencia del usuario.

Para reducir la aparición de la banda oscura, como se muestra en la **FIG. 5B**, la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208 pueden orientarse de modo que sus ejes de polarización no sean perpendiculares entre sí. Con dichas disposiciones, incluso cuando las moléculas de cristal líquido están alineadas y no hacen rotar la luz polarizada procedente de la primera capa polarizadora 206, la luz polarizada no se alinea totalmente con el eje de absorción de la segunda capa polarizadora 208 y no se absorbe a la tasa de absorción máxima. Dichas disposiciones pueden reducir la diferencia de tasa de absorción de la segunda capa polarizadora 208 entre el centro y otras partes del conjunto de lente 104, lo que puede reducir o eliminar la aparición de la banda negra en el centro del conjunto de lente 104. En algunos ejemplos, la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 206 pueden orientarse de modo que sus ejes de polarización formen un ángulo de 110 grados. En caso de que deba proporcionarse la máxima transmitancia lumínica, la capa de cristal líquido 204 puede configurarse para rotar la luz polarizada en el ángulo de 110 grados, de modo que coincida con el ángulo de 110 grados que separa los ejes de polarización de la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 206.

Además, otros componentes del conjunto de lente 104 pueden configurarse para compensar los artefactos visuales creados por la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208. Por ejemplo, la combinación de la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208 puede absorber selectivamente la luz de un determinado intervalo de longitudes de onda en caso de que sus ejes de absorción sean perpendiculares entre sí. Como resultado, el usuario puede ver luz azul por medio de la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208, mientras que el conjunto de lente 104 también puede aparecer externamente como azul, lo que puede degradar la experiencia del usuario. Para compensar los artefactos visuales creados por la absorción selectiva de luz por la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208, como se muestra en la **FIG. 6A**, la lente 602 puede configurarse para dejar pasar selectivamente luz naranja 604 (por ejemplo, la luz del intervalo de longitudes de onda de 590-635 nanómetros (nm)), mientras que bloquea la luz de otras longitudes de onda. Por su parte, la primera capa polarizadora 206 y la segunda capa polarizadora 208 pueden dejar pasar luz azul 606, que puede combinarse con luz naranja 604 para formar luz blanca/transparente cuando la transmitancia lumínica del conjunto de lente 104 sea máxima. En caso de que la transmitancia lumínica del conjunto de lente 104 sea reducida, el usuario también puede percibir un color oscuro (por ejemplo, gris, negro grisáceo, etc.) por medio del conjunto de lente 104 debido a la combinación de luz naranja 604 y luz azul 606 y puede tener una experiencia similar a la de llevar unas gafas de sol convencionales.

Además, como se muestra en la **FIG. 6B**, puede añadirse una película de poliéster 620, tal como una película altamente retardante (SRF), entre la lente 202 y la primera capa polarizadora 206. Puede añadirse una película de poliéster 620 para reducir o eliminar el efecto arcoíris percibido por el usuario. El efecto arcoíris puede deberse a la birrefringencia desigual de la lente 202, que puede convertir la luz polarizada linealmente en luz polarizada circular. La luz polarizada circular puede sufrir interferencias en la primera capa polarizadora 206 para formar el efecto arcoíris. Para reducir el efecto arcoíris, la película de poliéster 620 puede convertir la luz polarizada circular de la lente 202 en luz polarizada linealmente, lo que puede reducir la interferencia y la formación del efecto arcoíris a medida que la luz atraviesa la primera capa polarizadora 206.

Además, como se muestra en la **FIG. 6C**, puede usarse una lente 630 con rejillas de difracción en lugar de la lente 202 y la primera capa polarizadora 206. La lente 630 puede estar hecha de cuarzo. Las rejillas de difracción pueden bloquear la luz que tenga un eje de polarización paralelo a las rejillas y puede proporcionar un efecto de polarización similar al de la primera capa polarizadora 206. El eje de polarización de la lente 630 puede ser perpendicular a la segunda capa polarizadora 208, lo que permite ajustar la transmitancia lumínica del conjunto de lente 104 en base al ajuste del ángulo de rotación mediante la capa de cristal líquido 204.

La descripción anterior de las formas de realización de la divulgación se ha presentado con fines ilustrativos; no pretende ser exhaustiva ni limitar la divulgación a las formas precisas divulgadas. Los expertos en la técnica pueden apreciar que muchas modificaciones y variaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones.

Algunas partes de esta descripción describen las formas de realización de la divulgación en términos de algoritmos y representaciones simbólicas de operaciones realizadas con datos. Estas descripciones y representaciones algorítmicas son comúnmente usadas por los expertos en la técnica del procesamiento de datos para transmitir la esencia de su trabajo de manera eficaz a otros expertos en la técnica. Se entiende que aunque estas operaciones están descritas de manera funcional, computacional o lógica, se implementan mediante programas informáticos o circuitos eléctricos equivalentes, microcódigo o similares. Además, también ha resultado conveniente, en ocasiones, referirse a estas disposiciones de operaciones como módulos, sin pérdida de generalidad. Las operaciones descritas y sus módulos asociados pueden realizarse mediante software, firmware y/o hardware.

5 Las etapas, operaciones o procesos descritos pueden realizarse o implementarse con uno o más módulos de hardware o software, solos o en combinación con otros dispositivos. En algunas formas de realización, un módulo de software se implementa con un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que contiene código de programa informático, que puede ser ejecutado por un procesador informático para realizar cualquiera o todas las etapas, operaciones o procesos descritos.

10 Los ejemplos que no forman parte de la invención también pueden referirse a un aparato para realizar las operaciones descritas. El aparato puede construirse especialmente para los fines requeridos y/o puede comprender un dispositivo informático de propósito general activado o reconfigurado selectivamente por un programa informático almacenado en el ordenador. Dicho programa informático puede almacenarse en un medio de almacenamiento no transitorio, tangible y legible por ordenador, o en cualquier tipo de medio adecuado para almacenar instrucciones electrónicas, que puede estar acoplado a un bus de sistema informático. Además, cualquiera de los sistemas informáticos a los que se hace referencia en la memoria descriptiva puede incluir un único procesador o pueden ser arquitecturas que empleen diseños de múltiples procesadores para aumentar la capacidad de cálculo.

15 Los ejemplos que no forman parte de la invención también pueden referirse a un producto fabricado mediante un proceso informático descrito en el presente documento. Dicho producto puede comprender información resultante de un proceso informático, donde la información se almacena en un medio de almacenamiento no transitorio, tangible y legible por ordenador y puede incluir cualquier forma de realización de un producto de programa informático u otra combinación de datos descrita en el presente documento.

20 El lenguaje usado en la memoria descriptiva se ha seleccionado principalmente con fines instructivos y de legibilidad, y puede que no se haya seleccionado para delimitar o restringir la materia objeto de la invención. Por lo tanto, se pretende que el alcance de la divulgación no esté limitado por esta descripción detallada, sino más bien por cualquier reivindicación que surja de una aplicación en base a la misma. En consecuencia, la divulgación de las formas de realización pretende ser ilustrativa, pero no limitativa, del alcance de la divulgación, que se expone en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

**1.** Unas gafas (100), que comprenden:

5 un conjunto de lente (104), que incluye:

una lente (202) y  
una capa de cristal líquido (204) formada sobre la lente;  
y

10 un circuito de control acoplado a la capa de cristal líquido, estando el circuito de control configurado para aplicar una señal a la capa de cristal líquido en base a una indicación de una intensidad de luz ambiental para controlar una transmitancia lumínica del conjunto de lente;

15 un sensor (302) acoplado a la capa de cristal líquido y al circuito de control configurado para generar una salida de sensor en base a la intensidad de la luz ambiental, comprendiendo el sensor una o más células solares, en donde el circuito de control está configurado para controlar la señal en base a la salida de sensor;

una carcasa (304) para encerrar las una o más células solares (306) y el circuito de control, comprendiendo además la carcasa un orificio estenopeico (308) para exponer las una o más células solares a la luz ambiental;

20 y una guía de luz (310) situada entre el orificio estenopeico y las una o más células solares, en donde la guía de luz está configurada para:

recibir un haz estrecho de luz ambiental recibido por medio del orificio estenopeico;  
convertir el haz estrecho en una lámina de luz ambiental; y  
dirigir la lámina de luz ambiental hacia las una o más células solares.

25 **2.** Las gafas de la reivindicación 1, en donde el conjunto de lente incluye además una primera capa polarizadora (206) y una segunda capa polarizadora (208);

30 en donde la lente y la capa de cristal líquido están intercaladas entre la primera capa polarizadora y la segunda capa polarizadora; y en donde la capa de cristal líquido comprende dispositivos de cristal líquido con torsión nemática (TN).

35 **3.** Las gafas de la reivindicación 2, en donde la lente está configurada para dejar pasar de manera selectiva luz visible de una gama de frecuencias asociada a un color naranja, de modo que la luz que pasa por la lente y por las primera y segunda capas polarizadoras se combina para obtener un color blanco.

40 **4.** Las gafas de la reivindicación 2, en donde el conjunto de lente comprende además una membrana entre la lente y la primera capa polarizadora; y en donde la membrana está configurada para reducir un efecto de birrefringencia ejercido por la lente sobre la luz ambiental transmitida por la lente.

45 **5.** Las gafas de la reivindicación 2, en donde los dispositivos de cristal líquido TN tienen un intervalo de ángulo de torsión comprendido entre 0 y 90 grados; y en donde un primer eje de absorción de la primera capa polarizadora y un segundo eje de absorción de la segunda capa polarizadora forman 90 grados.

50 **6.** Las gafas de la reivindicación 2, en donde los dispositivos de cristal líquido TN tienen un intervalo de ángulo de torsión comprendido entre 0 y 110 grados; y en donde un primer eje de absorción de la primera capa polarizadora y un segundo eje de absorción de la segunda capa polarizadora forman 110 grados.

55 **7.** Las gafas de la reivindicación 1, en donde la capa de cristal líquido incluye al menos uno de: dispositivos de cristal líquido huésped-anfitrión, dispositivos de cristal de birrefringencia controlada eléctricamente (ECB) o células Pi, en donde, opcionalmente, la capa de cristal líquido está intercalada entre un primer sustrato (250) y un segundo sustrato (252);

60 en donde el primer sustrato y el segundo sustrato tienen disposiciones de rozamiento diferentes; en donde una orientación de moléculas de cristal líquido de la capa de cristal líquido varía entre una orientación plana homogénea y una orientación homeotrópica en respuesta a una señal aplicada por el circuito de control.

**8.** Las gafas de la reivindicación 1, en donde el conjunto de lente es un primer conjunto de lente (104a) que comprende una primera lente y una primera capa de cristal líquido;

65 en donde las gafas comprenden un segundo conjunto de lente (104b) que comprende una segunda lente y una segunda capa de cristal líquido;

en donde las gafas comprenden una estructura de conexión (106) para conectar el primer conjunto de lente y el segundo conjunto de lente; y  
en donde la carcasa está unida a la estructura de conexión.

- 5     **9.** Las gafas de la reivindicación 1, en donde la carcasa está unida al conjunto de lente.
- 10.** Las gafas de la reivindicación 1, en donde la guía de luz comprende un material acíclico.
- 10    **11.** Las gafas de la reivindicación 1, que comprenden además un revestimiento (320) para cubrir parcialmente la carcasa.
- 12.** Las gafas de la reivindicación 1, que comprenden además un conmutador (402) que permite a un usuario seleccionar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la intensidad de la luz ambiental; y en donde el circuito de control está configurado para controlar la transmitancia lumínica del conjunto de lente en base a la selección del conmutador.
- 15    **13.** Las gafas de la reivindicación 1, que comprenden además:
- una cámara situada detrás del conjunto de lente, estando la cámara configurada para recibir luz por medio del conjunto de lente para generar imágenes; y
- 20    un revestimiento superpuesto sobre una porción del conjunto de lente y la cámara, estando el revestimiento configurado para establecer una propiedad óptica de la porción del conjunto de lente de manera independiente al resto del conjunto de lente.
- 25    **14.** Las gafas de la reivindicación 1, que comprenden además al menos una de:
- una interfaz inalámbrica para transmitir y recibir señales de radio; o
- una interfaz de audio para introducir y emitir señales de audio.

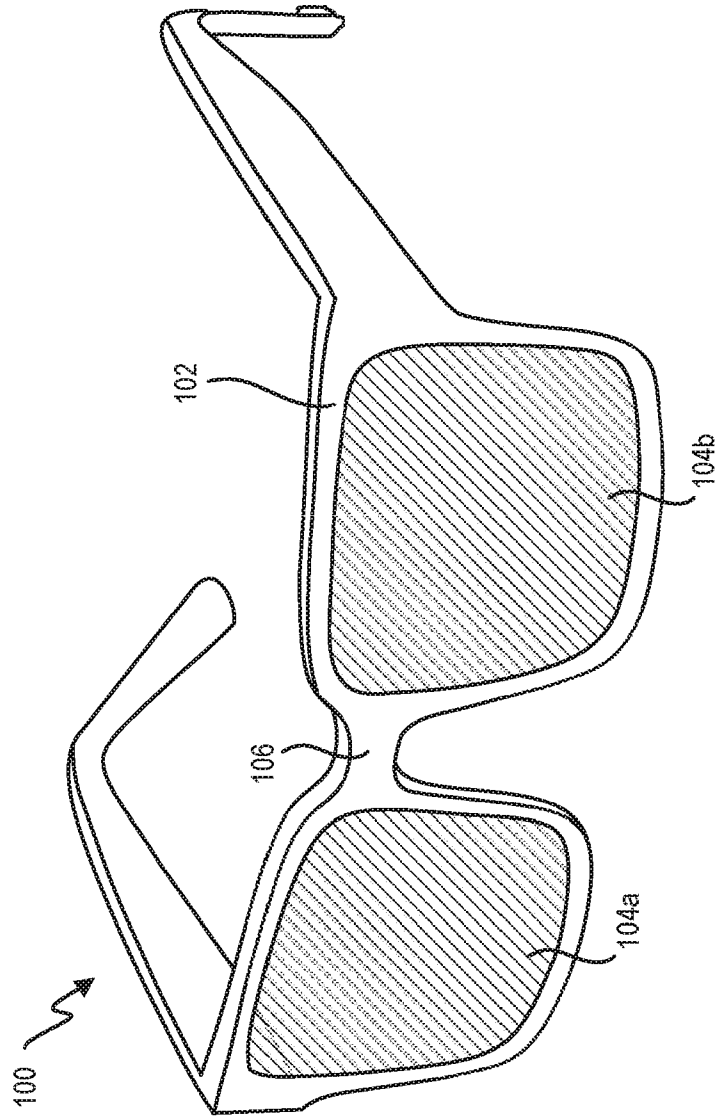
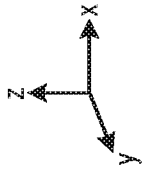


FIG. 1A

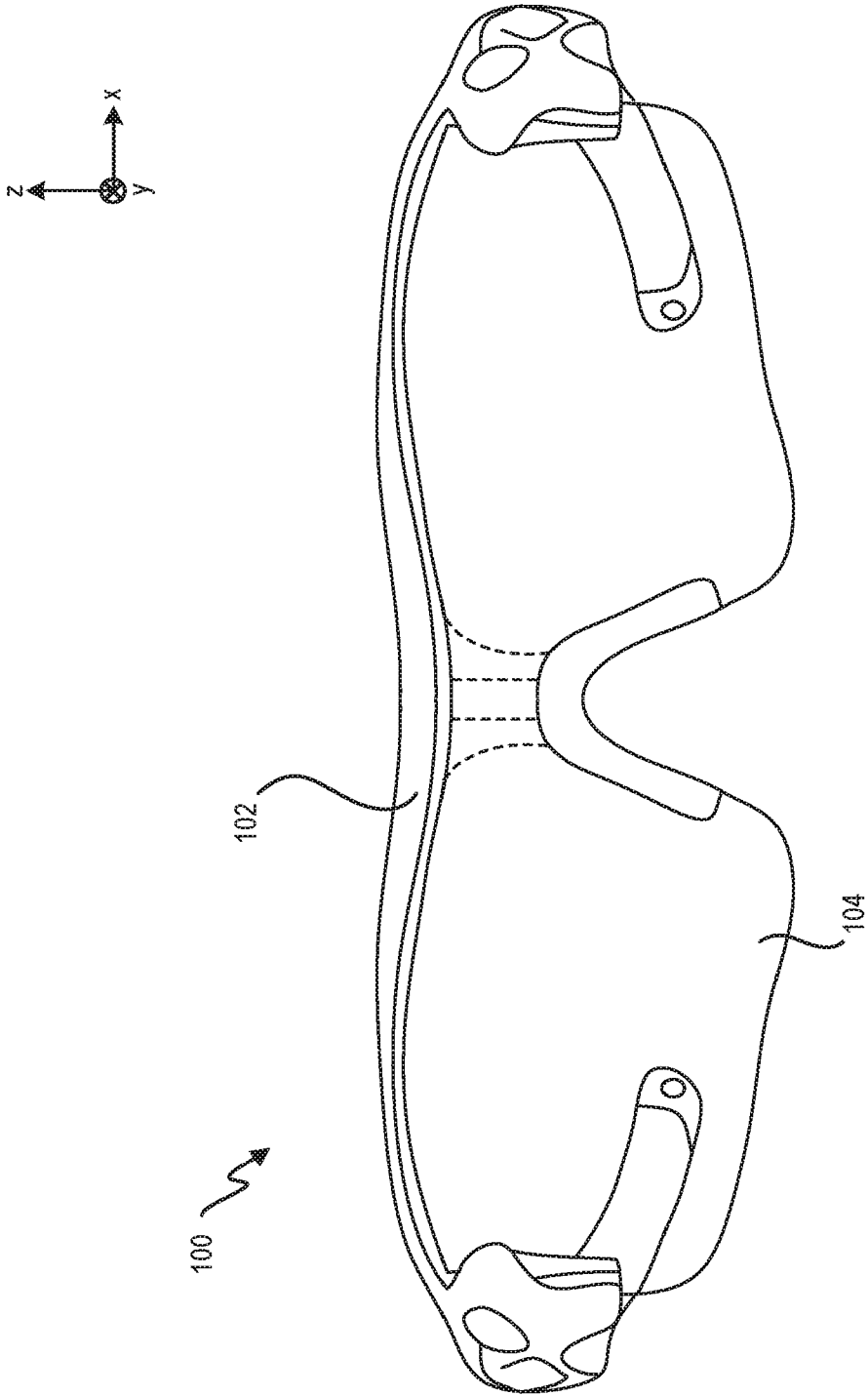


FIG. 1B

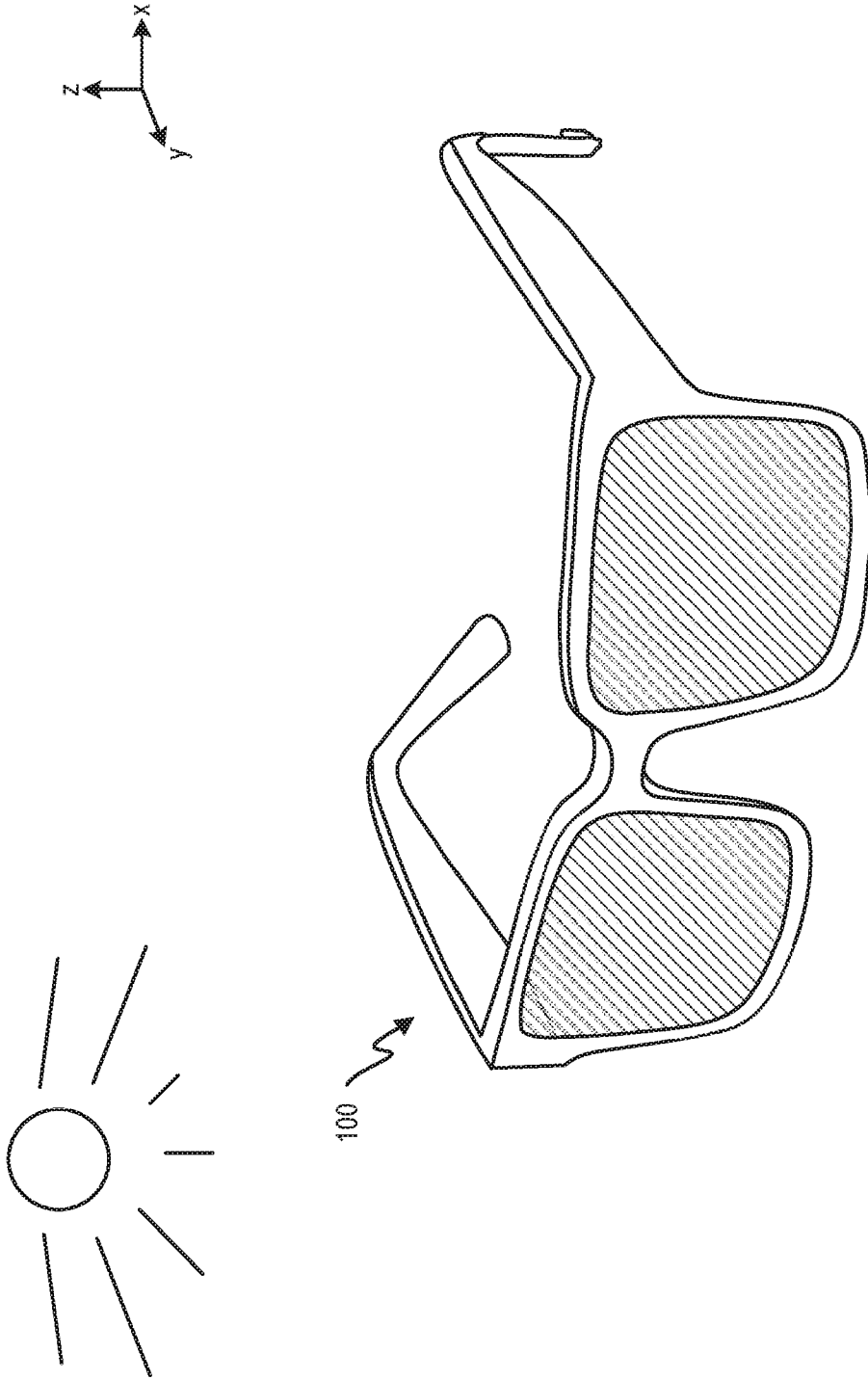


FIG. 1C

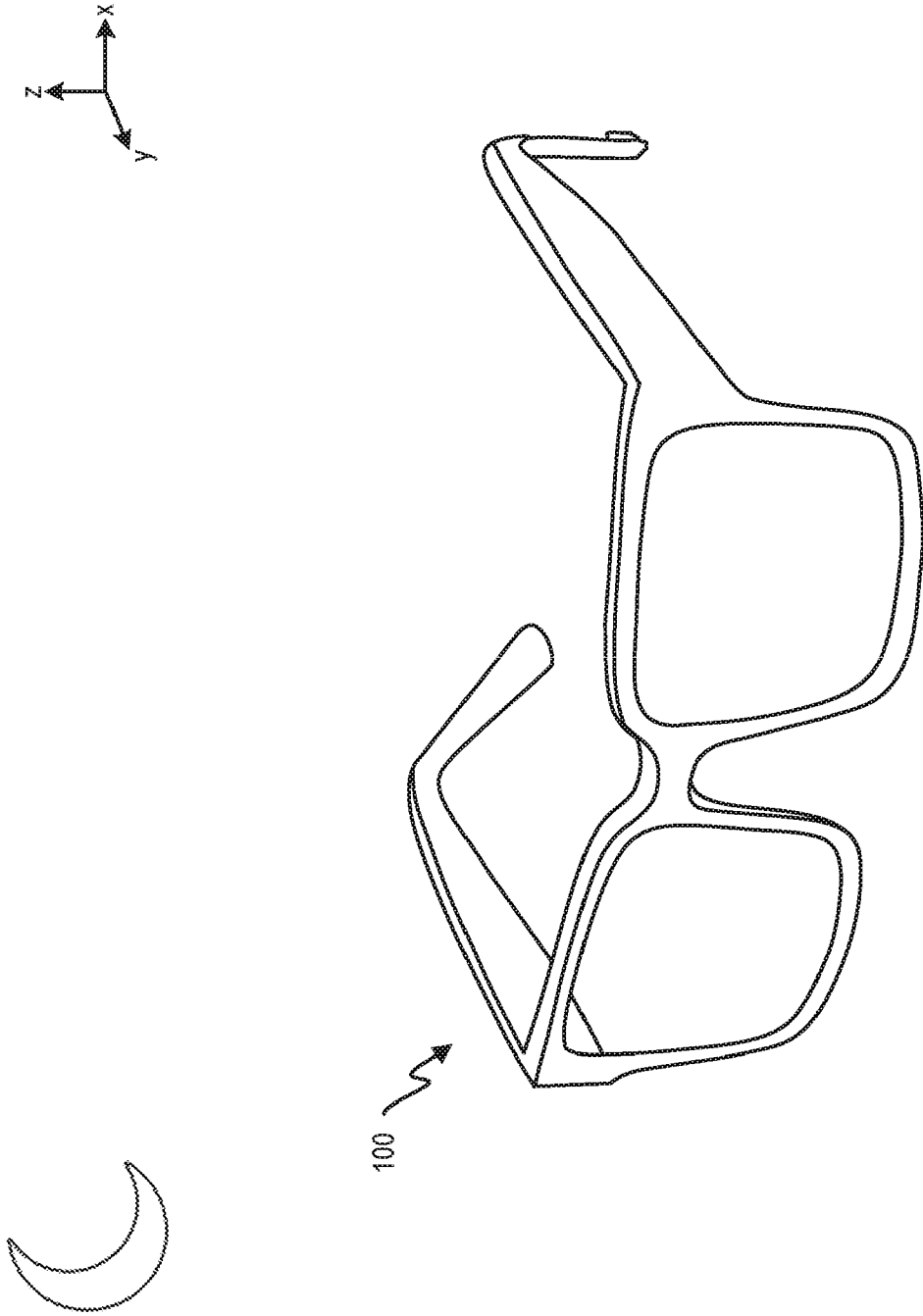


FIG. 1D

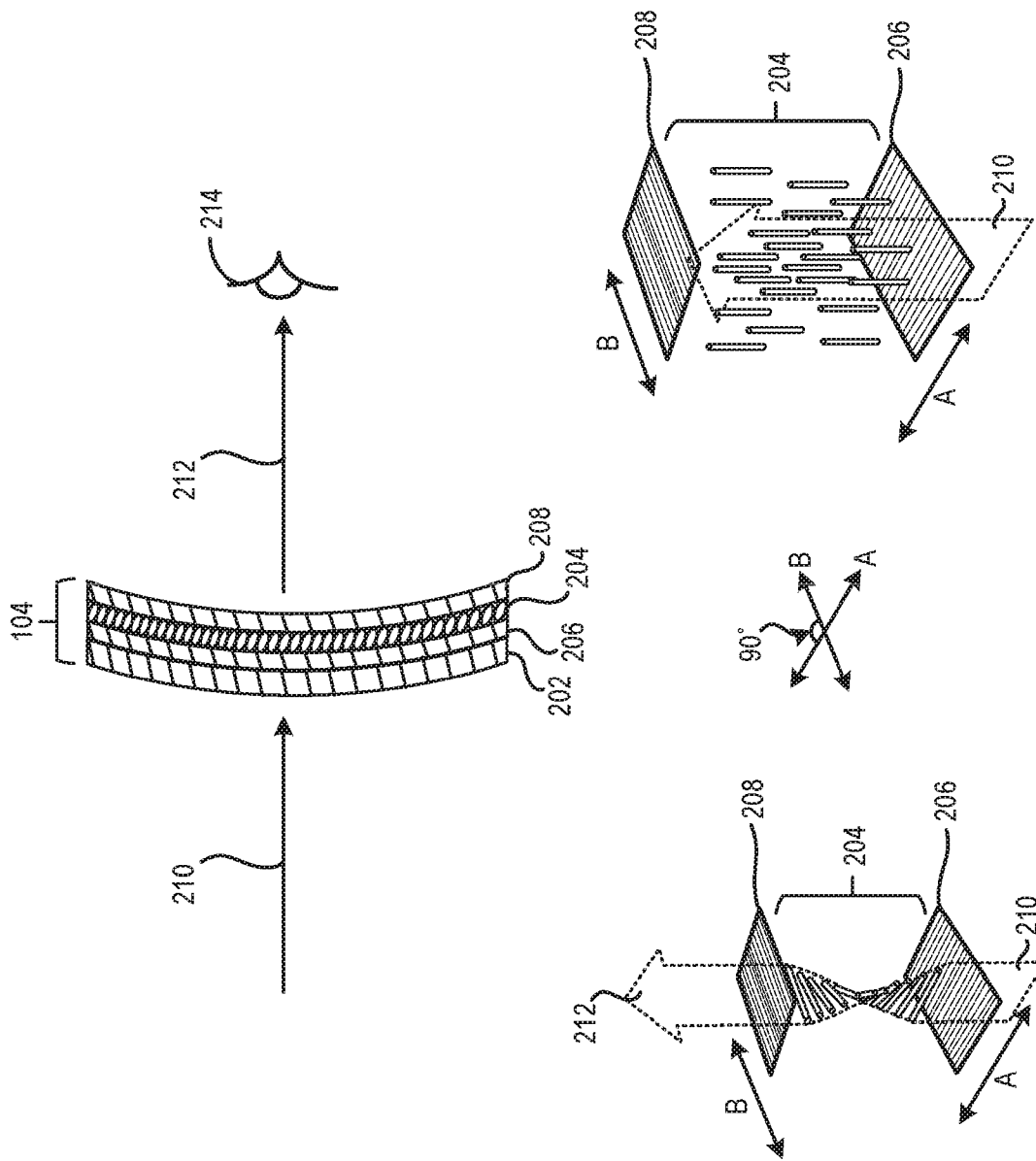


FIG. 2A

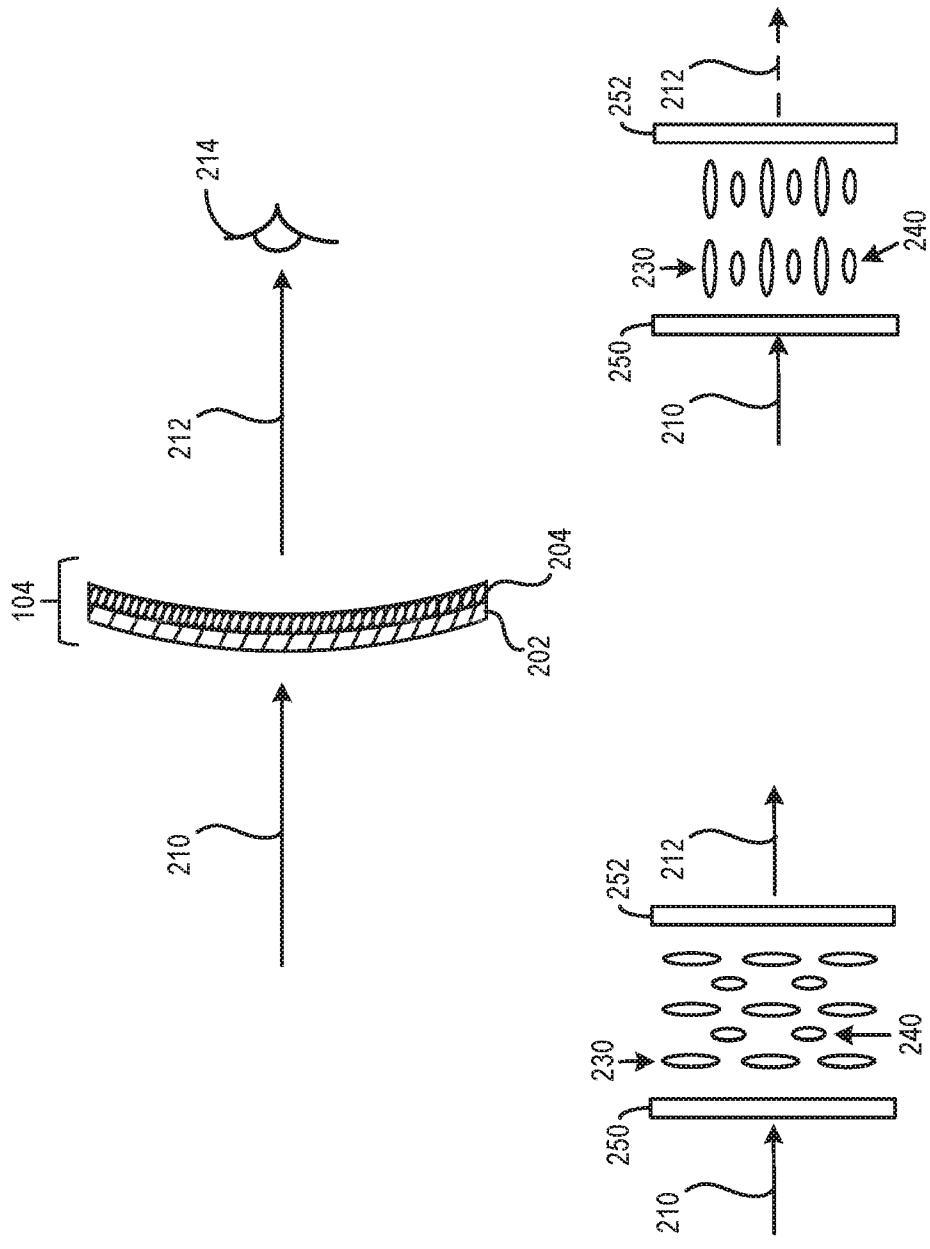


FIG. 2B

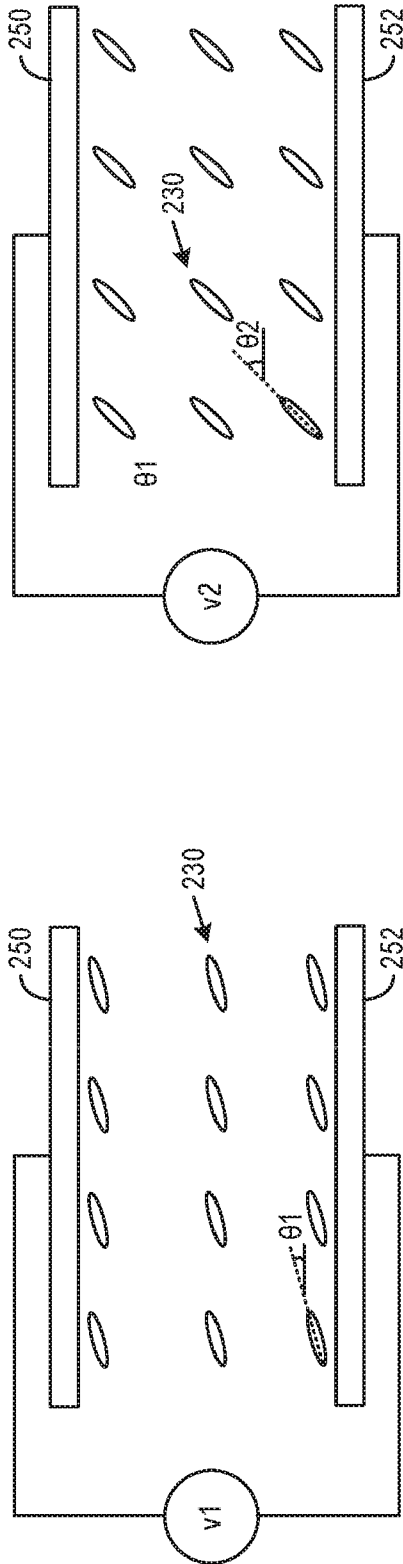


FIG. 2C

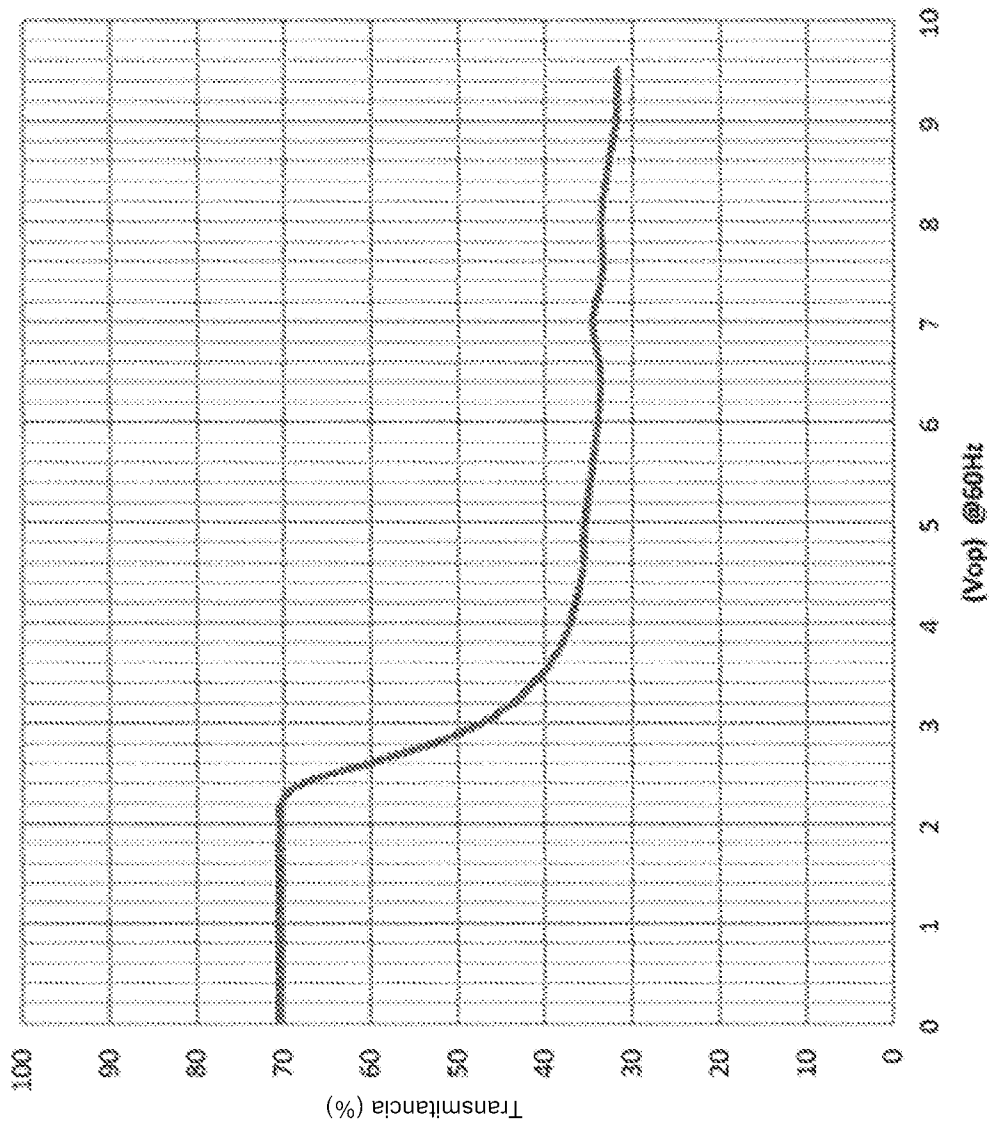


FIG. 2D

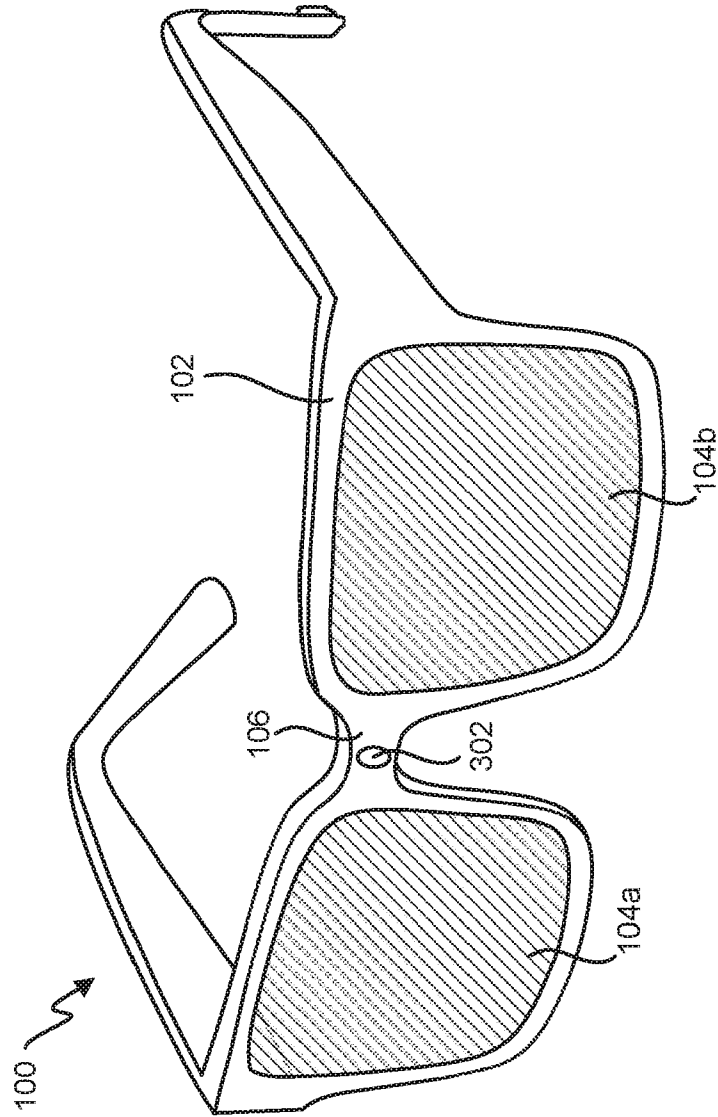
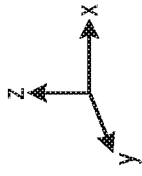


FIG. 3A

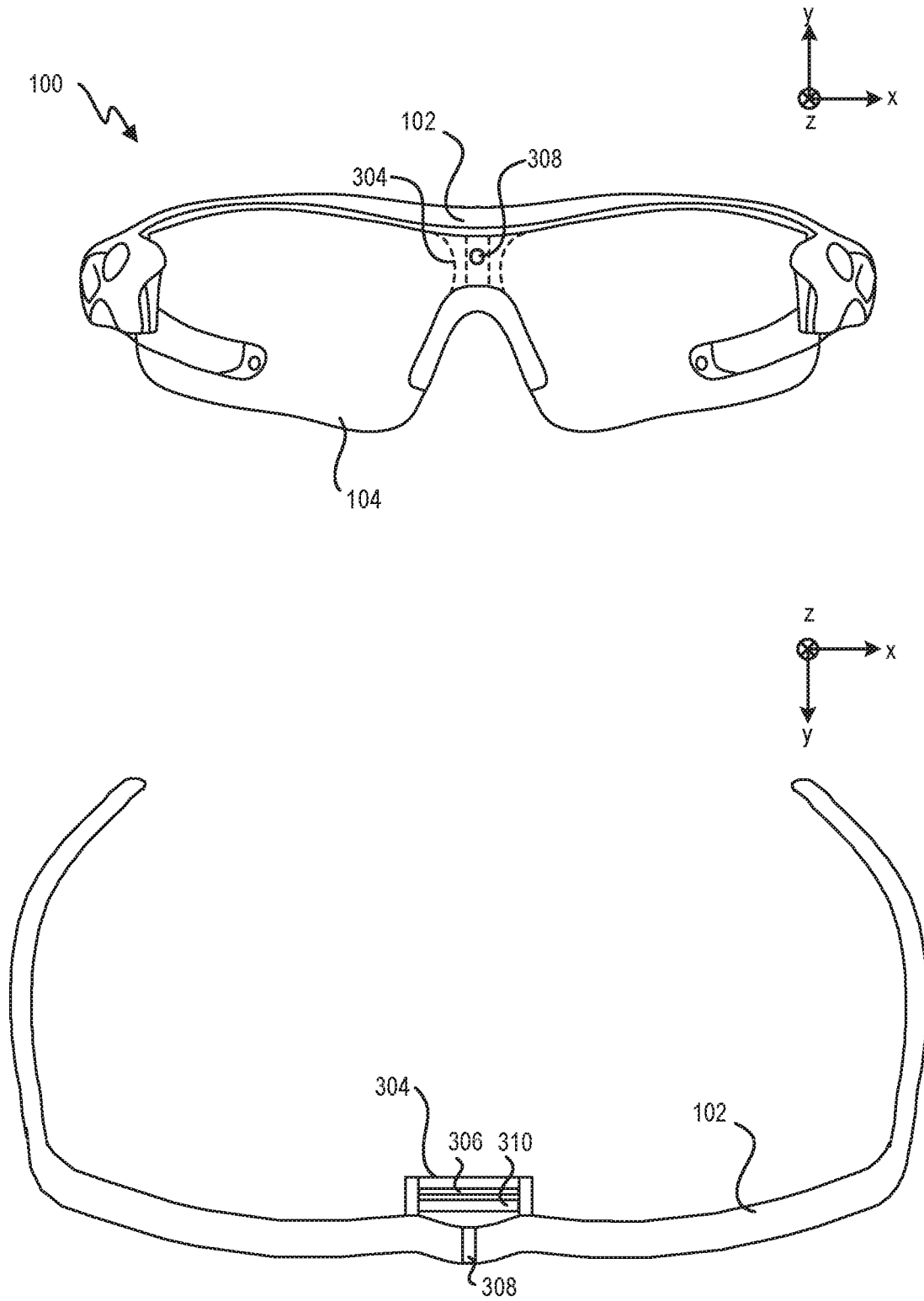


FIG. 3B

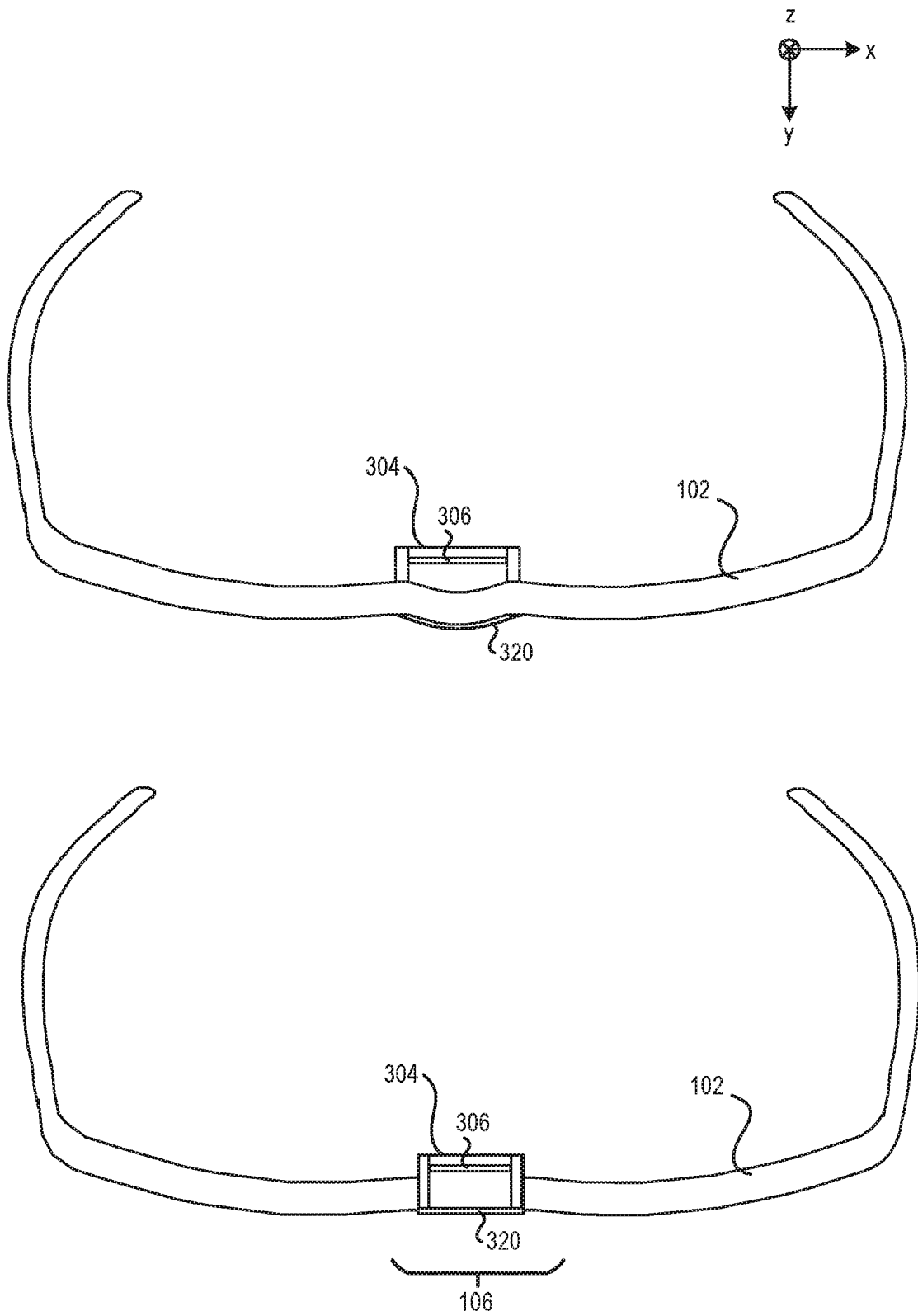


FIG. 3C

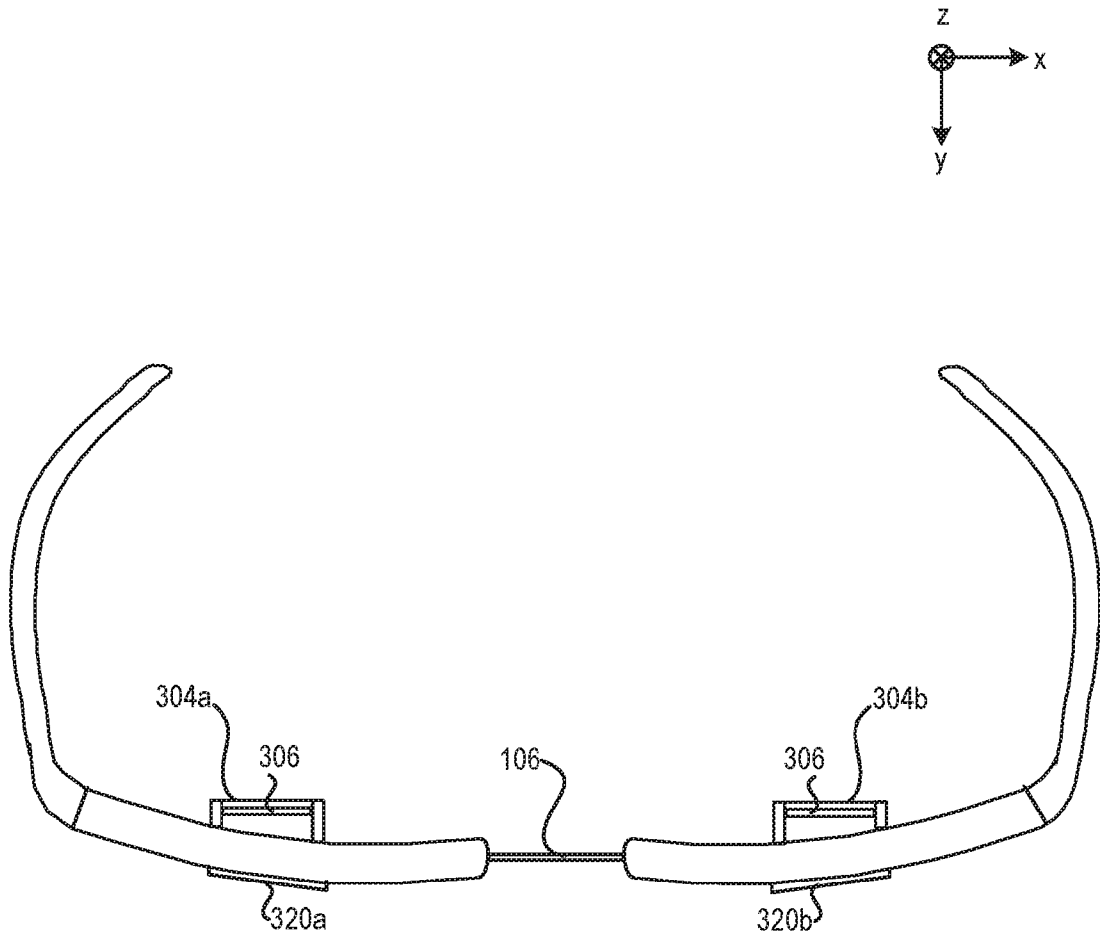


FIG. 3D

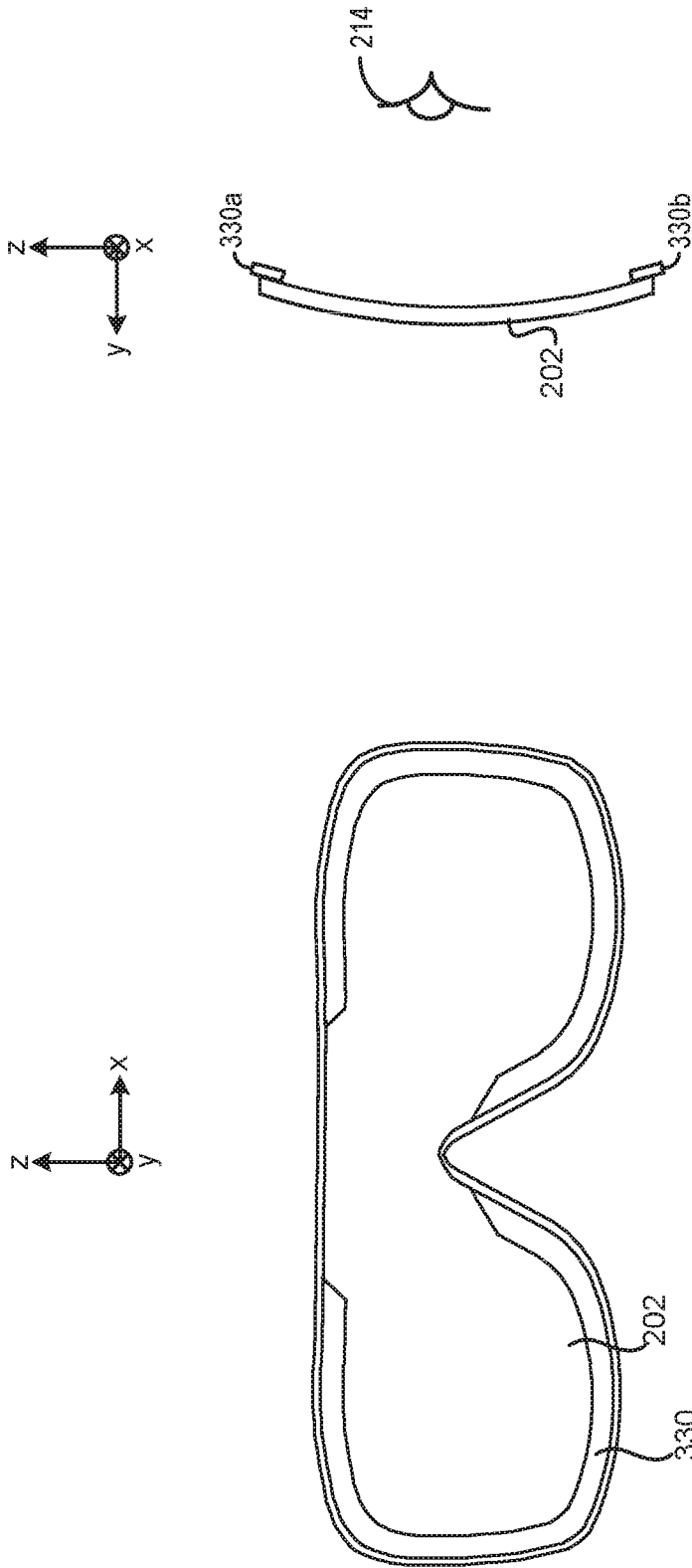


FIG. 3E

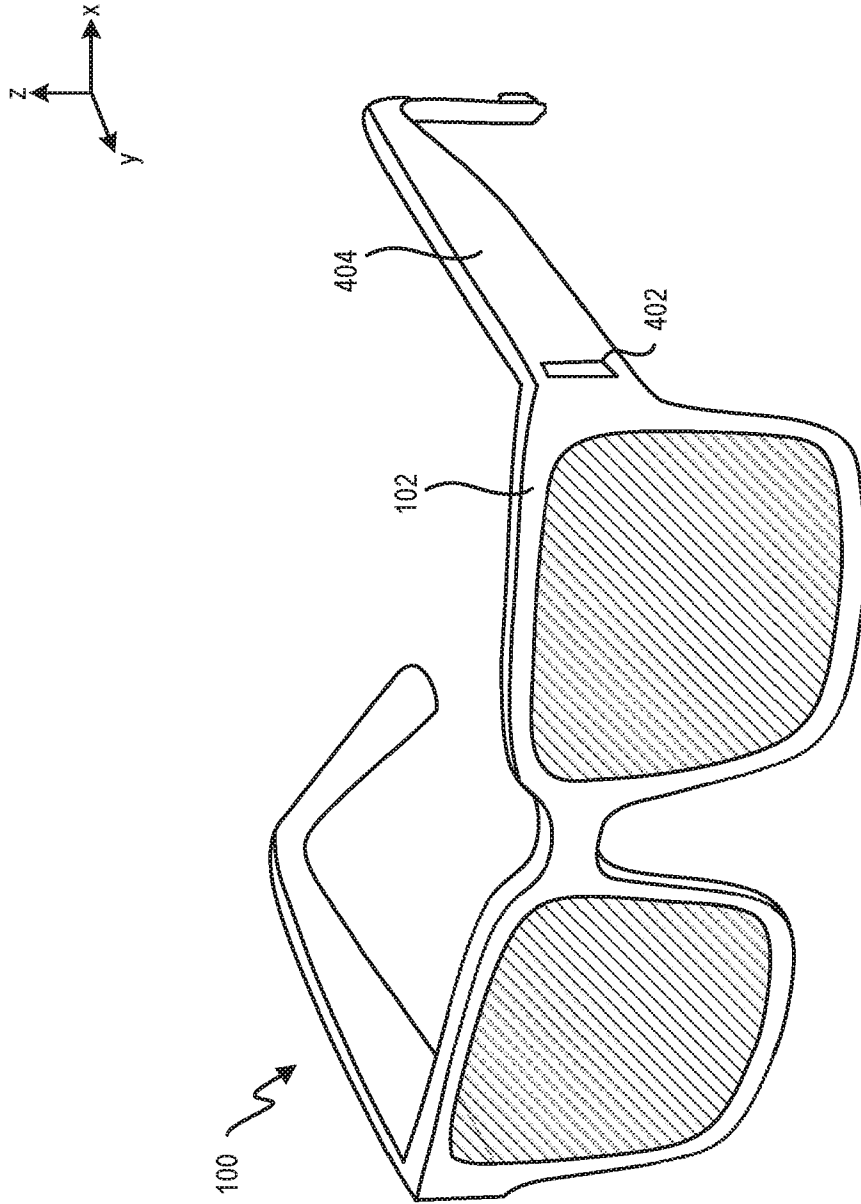


FIG. 4A

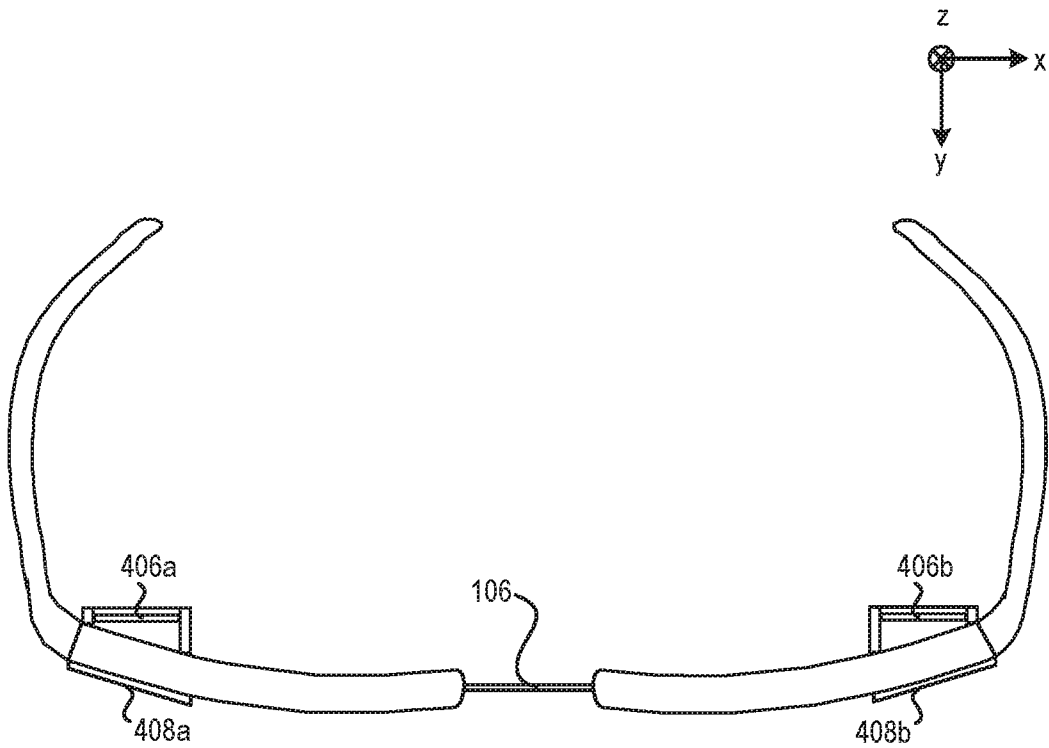
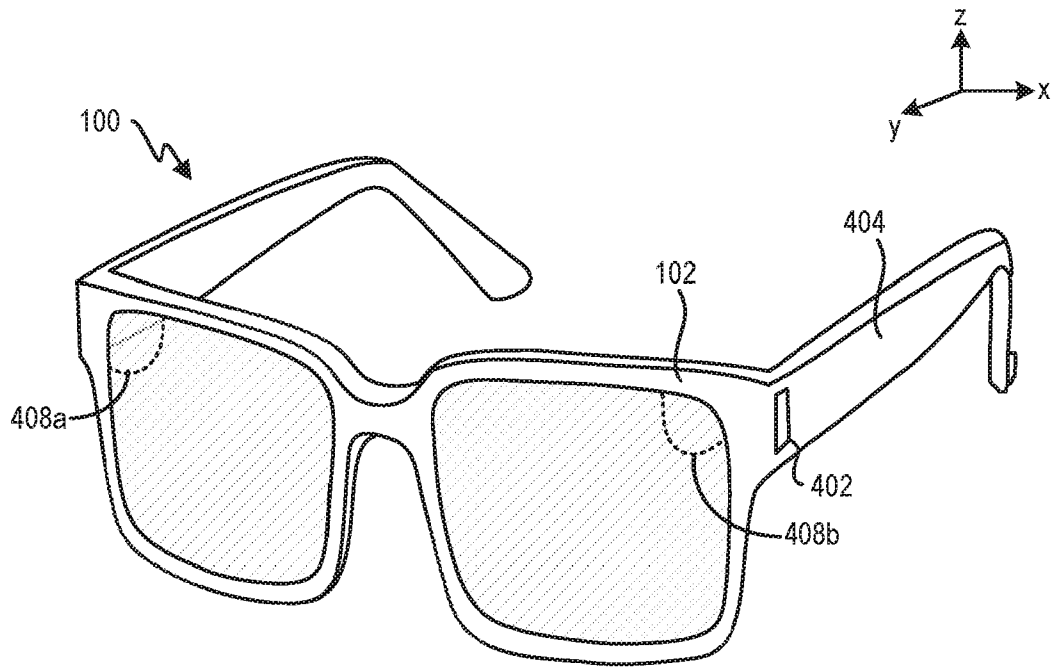


FIG. 4B

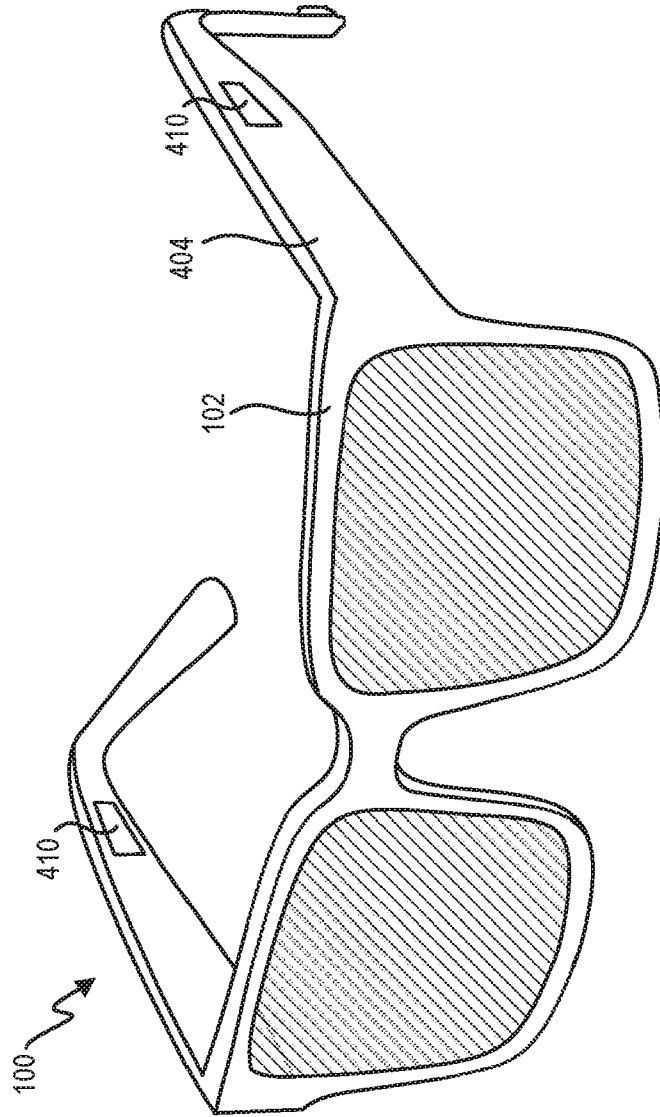
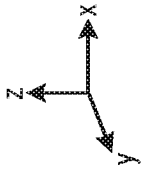


FIG. 4C

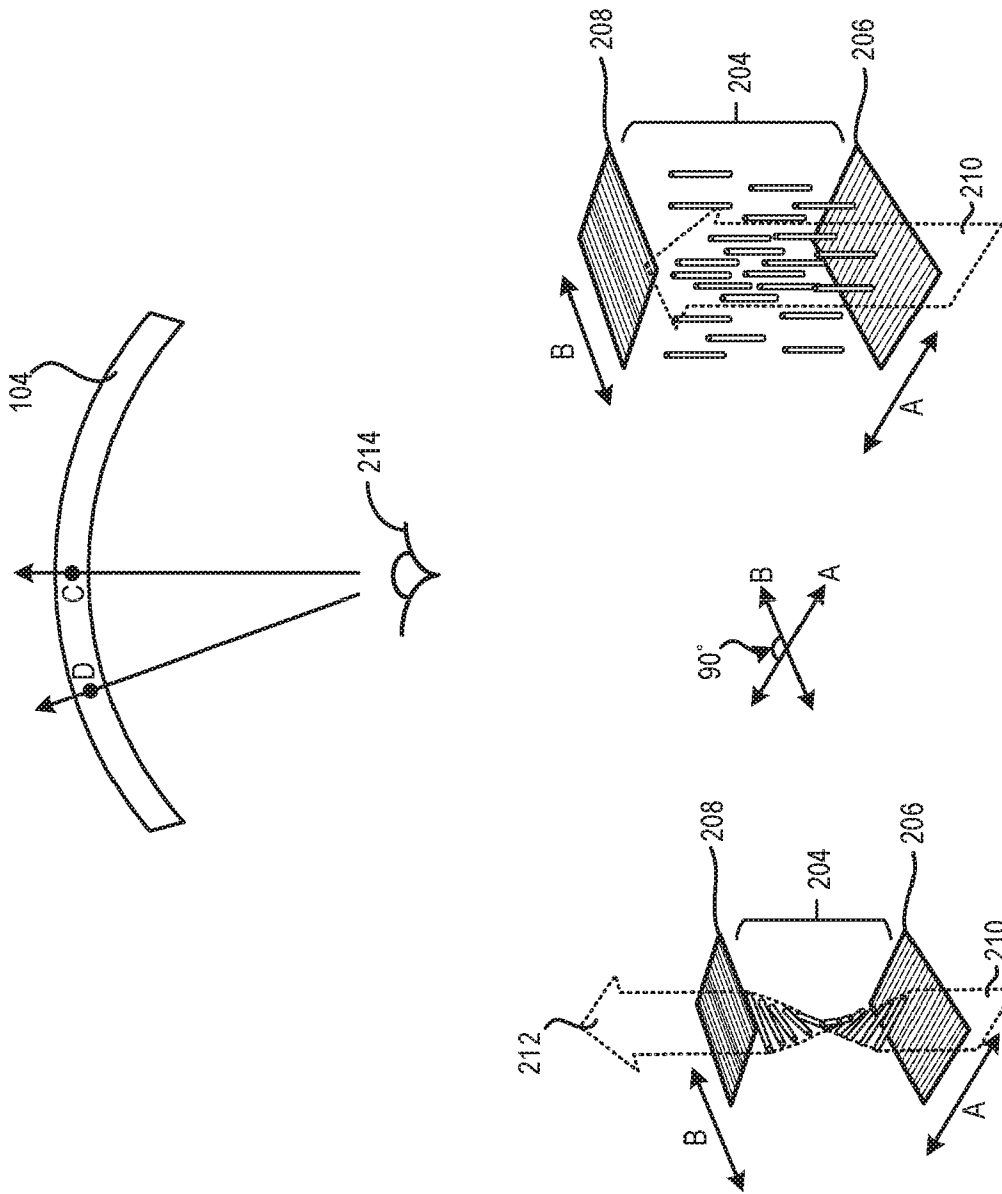


FIG. 5A

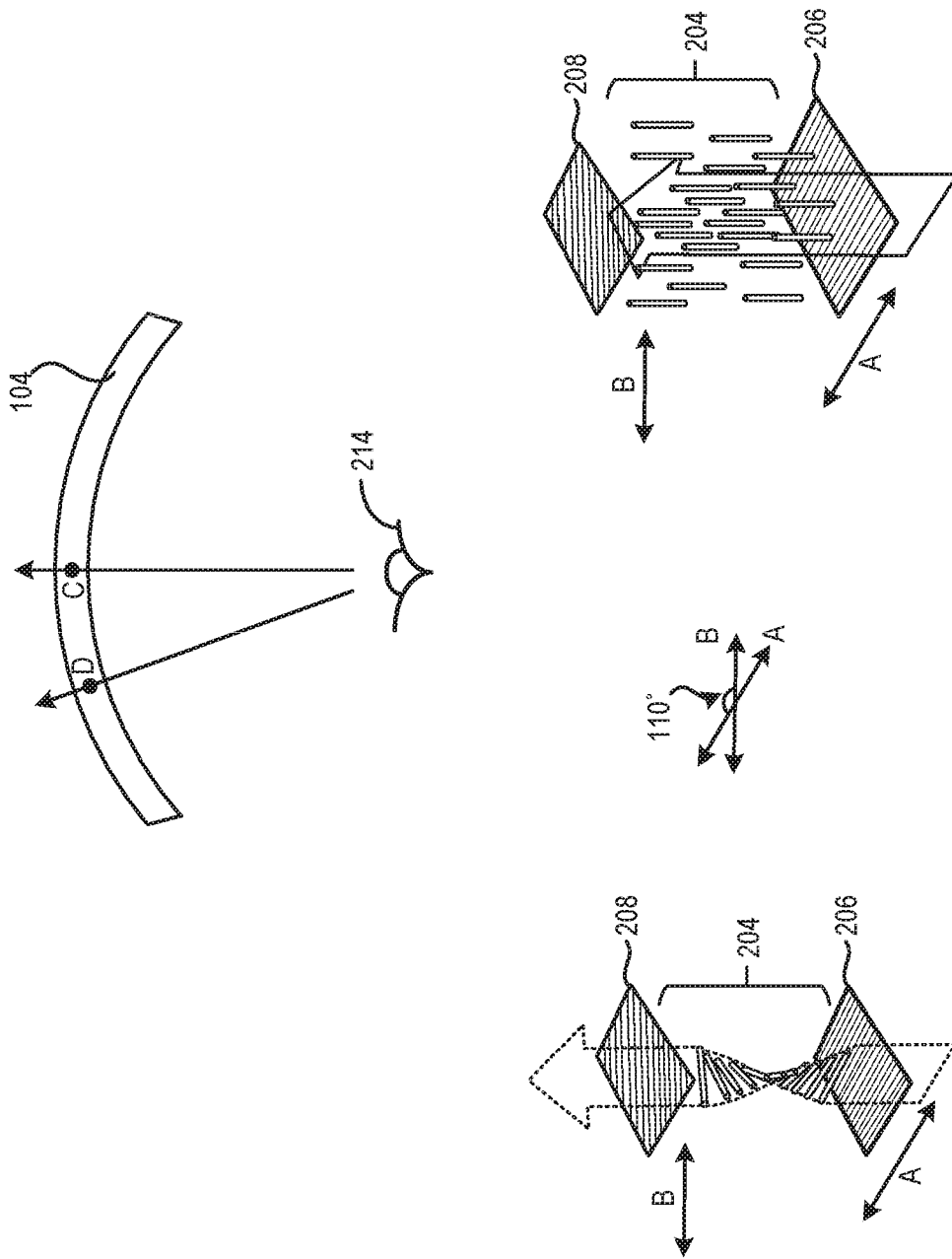


FIG. 5B

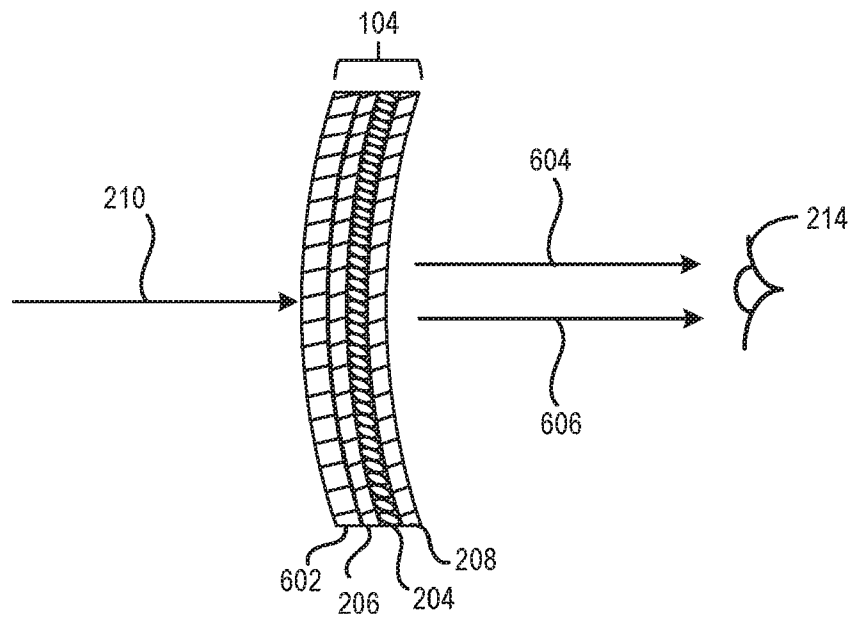


FIG. 6A

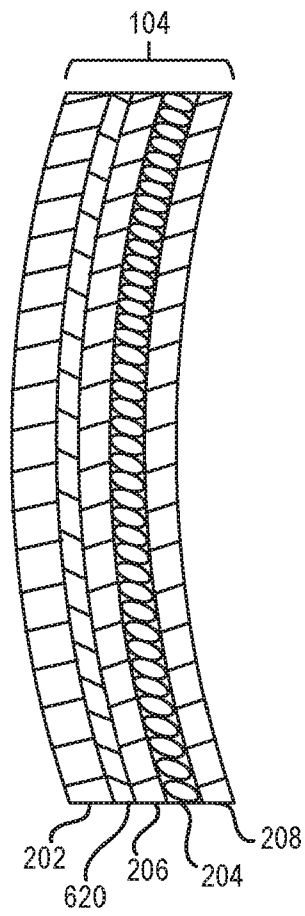


FIG. 6B

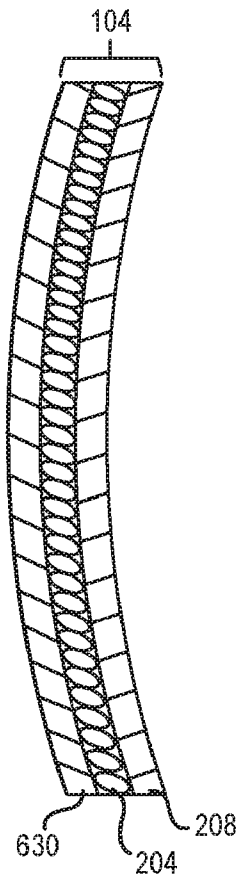


FIG. 6C