

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 478**

51 Int. Cl.:

B08B 7/00 (2006.01)
B08B 17/02 (2006.01)
G02B 19/00 (2006.01)
G02B 27/00 (2006.01)
G03B 17/08 (2011.01)
G03B 15/03 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2018** **PCT/US2018/051142**
87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2019** **WO19055823**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2018** **E 18855319 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024** **EP 3684429**

54 Título: **Aparato y métodos para prevenir bioincrustaciones**

30 Prioridad:

18.09.2017 US 201762559971 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
30.12.2024

73 Titular/es:

INNOVASEA SYSTEMS, INC. (100.00%)
266 Summer Street, 2nd Floor
Boston, MA 02210, US

72 Inventor/es:

WOELK, EGBERT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 993 478 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

Aparato y métodos para prevenir bioincrustaciones

Antecedentes

- La bioincrustación de materiales usados en entornos marinos ha sido un problema para las operaciones navales por milenios. Generalmente, "bioincrustación" se refiere a la acumulación de microorganismos, plantas, algas o animales en las superficies. Históricamente, los métodos para reducir o eliminar las bioincrustaciones implicaban el uso de compuestos biocidas en pinturas u otros revestimientos aplicados a superficies expuestas. Tales revestimientos se desgastan con el tiempo y están sujetos a espalación, agrietamiento y otras imperfecciones, y no son adecuados para muchas aplicaciones.
- Más recientemente, se está usando un número creciente de sensores ópticos y cámaras para investigar el entorno submarino. Estos sensores y cámaras requieren ventanas que permanezcan sustancialmente claras y libres de bioincrustación durante largos períodos sin limpieza mecánica. Pintar o recubrir la superficie no es una opción para esta aplicación debido a la necesidad de paso de luz a través de las ventanas.
- El reciente desarrollo de diodos emisores de luz ultravioleta (UV) (LED UV, por sus siglas en inglés) como, por ejemplo, los que comprenden nitruro de aluminio, ha puesto a disposición la opción de usar luz UV generada para matar microbios sobre y cerca de las superficies que se van a proteger contra bioincrustaciones. Existen aparatos comerciales en el mercado que irradian superficies subacuáticas con luz UV como, por ejemplo, los descritos en [Http://www.amloceanographic.com/CTD-Sound-Velocity-Environmental-Instrumentation-Home/Biofouling](http://www.amloceanographic.com/CTD-Sound-Velocity-Environmental-Instrumentation-Home/Biofouling). Otro ejemplo del uso de luz UV para prevenir bioincrustaciones se describe en la Patente de EE. UU. n.º 9,235,048 y la Publicación de EE. UU. relacionada n.º 2016/0121009. En particular, la mayoría de las fuentes de luz UV utilizadas con estos aparatos están situadas fuera de sus carcasas, de manera que la fuente de luz está colocada delante de la ventana de manera que el agua está dentro del espacio entre la fuente de luz y la ventana. Como tal, las fuentes de luz pueden obstruir al menos parcialmente la vista. Además, partes de la ventana también pueden estar a la sombra de soportes de montaje usados en estos aparatos, y aún pueden producirse bioincrustaciones en estas áreas sombreadas. Además, la intensidad UV puede atenuarse desplazándose a través del agua. Finalmente, con frecuencia es un reto suministrar energía a tales aparatos en entornos submarinos marinos fuera de costa, y los aparatos convencionales no están diseñados generalmente para reducir el consumo de energía. Como tal, una de las ventajas de la presente invención es reducir la bioincrustación a través del suministro eficaz de luz UV mediante el uso de una potencia eléctrica mínima. El documento US2012/050520 provee otro ejemplo de un método y un sistema de la técnica anterior para reducir las bioincrustaciones en un entorno marino y describe un método para reducir las bioincrustaciones en un entorno marino según el preámbulo de la reivindicación 1 y un aparato adecuado para reducir las bioincrustaciones en un entorno marino según el preámbulo de la reivindicación 11.

Compendio

- Un ejemplo de un método para reducir la bioincrustación en un entorno marino según la descripción incluye disponer un dispositivo óptico en el entorno marino, en donde el dispositivo óptico se dirige a un objeto en el entorno marino, obtener una imagen del objeto con el dispositivo óptico, determinar una calidad de la imagen, determinar un valor de alta potencia y una duración de alta potencia basándose en la calidad de la imagen, determinar un valor de baja potencia y una duración de baja potencia basándose en la calidad de la imagen, y activar al menos una fuente de luz ultravioleta durante múltiples ciclos basándose en el valor de alta potencia, la duración de alta potencia, el valor de baja potencia y la duración de baja potencia, en donde la al menos una fuente de luz ultravioleta se dispone próxima al dispositivo óptico y se dirige al objeto.

- Muchos artículos técnicos distinguen entre la potencia UV en la longitud de onda del LED y la potencia eléctrica requerida para generar esta potencia UV. En general, se logra una eficiencia de conversión de eléctrico a UV-C del 1 % con las tecnologías LED actuales. En un esfuerzo por reducir la ambigüedad, las especificaciones de potencia usadas en la presente memoria se etiquetan con unidades eléctricas o UV.

- Las implementaciones de dicho método pueden incluir una o más de las siguientes características. Al menos una fuente de luz ultravioleta puede caracterizarse por una longitud de onda de emisión de entre 250 nanómetros y 400 nanómetros. La duración del destello puede estar entre 0,01 segundos y 1000 segundos. El valor de potencia de destello puede estar entre 1 milivatio (UV) y 100 milivatios (UV). El valor de la potencia de reposo puede ser inferior a 1 milivatio. La duración de reposo puede estar entre 1 segundo y 100.000 segundos. El valor de potencia de destello puede ser de aproximadamente 12,5 milivatios (UV), la duración de destello puede ser de aproximadamente 0,1 segundos, el valor de potencia de reposo puede ser inferior a 0,001 milivatios, y la duración de reposo puede ser de aproximadamente 19,9 segundos. La determinación de la calidad de la imagen puede basarse en un valor de nitidez asociado a un límite de contraste en la imagen. El valor de potencia de destello, la duración de destello, el valor de potencia de reposo y la duración de reposo pueden proveerse a un servidor. El valor de potencia de destello, la duración de destello, el valor de potencia de reposo y la duración de reposo pueden recibirse de un servidor.

Un ejemplo de un aparato para reducir la bioincrustación en un entorno marino según la descripción incluye una carcasa que incluye una cavidad y una ventana transparente a los rayos ultravioleta dispuesta sobre la cavidad, un

dispositivo óptico dispuesto en la cavidad y dirigido hacia la ventana transparente a los rayos ultravioleta, uno o más diodos emisores de luz ultravioleta dispuestos en la cavidad y dirigidos hacia la ventana transparente a los rayos ultravioleta, y un controlador acoplado operativamente al uno o más diodos emisores de luz ultravioleta y configurado para proveer al menos una función de potencia de lámpara al uno o más diodos emisores de luz ultravioleta, obtener una imagen de un objeto en el entorno marino, determinar una calidad de la imagen y activar al menos un diodo emisor de luz ultravioleta durante múltiples ciclos en base a un valor de alta potencia, una duración de alta potencia, un valor de baja potencia y una duración de baja potencia. Una función de potencia de lámpara es la representación de la potencia eléctrica aplicada al LED UV a lo largo del tiempo.

Las implementaciones de tal aparato pueden incluir una o más de las siguientes características. La ventana transparente a los rayos ultravioleta puede construirse al menos en parte con al menos un material seleccionado de un grupo que consiste en zafiro, carburo de silicio (SiC), diamante, sulfuro de zinc (ZnS), seleniuro de zinc (ZnSe), fluoruro de bario (BaF2), dióxido de aluminio (Al2O3), cuarzo (SiO2) y fluoruro de magnesio (MgF2). Al menos uno del uno o más diodos emisores de luz ultravioleta puede caracterizarse por longitudes de onda de emisión entre 250 nanómetros y 400 nanómetros. Una fuente de alimentación puede estar acoplada operativamente al uno o más diodos emisores de luz ultravioleta. El controlador puede estar configurado para recibir la al menos una función de potencia de lámpara de un servidor remoto. El controlador puede incluir al menos una estructura de datos configurada para almacenar la al menos una función de potencia de lámpara. La duración de destello puede estar entre 0,01 segundos y 1000 segundos y el valor de la potencia de destello puede estar entre 1 milivatio (UV) y 100 milivatios (UV). El valor de la potencia de reposo puede ser inferior a 10 milivatios y la duración de reposo puede estar entre 1 segundo y 100.000 segundos. El valor de potencia de destello puede ser de aproximadamente 12,5 milivatios (UV), la duración de destello es de aproximadamente 0,1 segundos, el valor de potencia de reposo puede ser inferior a 0,001 milivatios (UV) y la duración de reposo es de aproximadamente 19,9 segundos.

Un ejemplo de un aparato según la descripción incluye un medio de carcasa que incluye una cavidad configurada para encerrar uno o más medios de dispositivo óptico y uno o más medios emisores de luz ultravioleta, un medio de ventana transparente a los rayos ultravioleta dispuesto en el medio de carcasa sobre la cavidad, de manera que el uno o más medios de dispositivo óptico y el uno o más medios emisores de luz ultravioleta se dirigen hacia el medio de ventana transparente a los rayos ultravioleta, y un medio de controlador acoplado operativamente al uno o más medios emisores de luz ultravioleta y configurado para proveer al menos una función de potencia de lámpara al uno o más medios emisores de luz ultravioleta, de manera que la al menos una función de potencia de lámpara se basa en al menos un valor de potencia de destello, una duración de destello, un valor de potencia de reposo y una duración de reposo.

Los elementos y/o las técnicas descritas en la presente memoria pueden proveer una o más de las siguientes capacidades, así como otras capacidades no descritas. Un dispositivo de detección óptica puede colocarse detrás de una ventana en un entorno marino. La ventana puede ser un componente transparente o semitransparente a través del cual pasa la luz. Una fuente de luz ultravioleta (UV) puede dirigirse a la ventana. La luz UV puede impedir el crecimiento de algas marinas en la ventana. Un controlador programable puede estar acoplado operativamente a la fuente de luz UV y configurado para activar cíclicamente la fuente de luz UV usando dos o más períodos a niveles de potencia variables. Un ciclo puede incluir un destello corto de luz UV de alta potencia, seguido de un período relativamente más largo de luz UV de potencia relativamente baja o sin luz UV. La operación cíclica puede reducir la energía consumida por el controlador. El consumo de energía reducido puede prolongar la vida útil operativa del dispositivo de detección óptica. Se pueden proveer otras capacidades y no todas las implementaciones según la descripción deben proveer alguna, mucho menos todas, las capacidades descritas. Además, puede ser posible que se logre un efecto indicado anteriormente por medios distintos de los indicados, y un elemento/técnica indicado puede no producir necesariamente el efecto indicado. Las reivindicaciones 1 y 11 definen respectivamente un método y un aparato según la invención.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un aparato a modo de ejemplo para evitar bioincrustaciones.

La FIG. 2 es un ejemplo de un ciclo de trabajo de lámpara para el aparato de la FIG. 1.

La FIG. 3 incluye gráficos de transmitancia, por ejemplo, ventanas transparentes a UV.

Las FIGS. 4A y 4B son resultados a modo de ejemplo de la acumulación y prevención de clorofila.

La FIG. 5 es un diagrama de proceso a modo de ejemplo para un método de determinación de un ciclo de trabajo de lámpara.

Descripción detallada

En la presente memoria se describen técnicas para extender la vida útil de los sensores ópticos en un entorno marino. Por ejemplo, un sensor óptico puede estar dispuesto en un aparato que incluye una ventana usada para aplicaciones submarinas. El recipiente y la ventana pueden ser utilizables bajo una presión de hasta 10.000 m de agua. Un método para mantener la ventana sustancialmente clara y libre de bioincrustación incluye usar dos o más períodos de radiación UV con potencia variable. La secuencia de estos períodos definida por la duración y la potencia UV comprende un

ciclo. En ciertas realizaciones, un ciclo se repite indefinidamente. En un ejemplo no limitativo, un ciclo puede comprender una luz UV corta y de alta potencia (es decir, un destello), seguida de un período relativamente más largo de luz UV de potencia relativamente más baja o sin luz UV. Como se usa en la presente memoria, "ventana" se refiere a cualquier componente transparente o semitransparente a través del cual se hace pasar la luz.

- 5 El sensor óptico y el aparato de ventana pueden utilizarse en entornos submarinos como, por ejemplo, sensores ópticos submarinos, cámaras submarinas y luces submarinas. También pueden usarse para exponer entornos de mar profundo a luz UV, donde de lo contrario nunca se encontraría dicha luz. Además de usarse para aplicaciones biocidas, el aparato de ventana puede ser adecuado para otras aplicaciones relacionadas como, por ejemplo, el curado de materiales extruidos en el entorno de aguas profundas y la formación de estructuras necesarias fuera de un recipiente.
- 10 Específicamente, en ciertas realizaciones, el aparato puede usar menos de 20 mW de potencia eléctrica (continua), preferiblemente menos de 10 mW (eléctrica, continua) e incluso más preferiblemente menos de 5 mW (eléctrica, continua). Como se usa en la presente memoria, potencia continua se refiere a la energía consumida durante todos los períodos de un ciclo completo dividida por la duración de ese ciclo completo. Estas técnicas son solo ejemplos, y no exhaustivas.
- 15 Con referencia a la FIG. 1, se muestra un aparato 100 a modo de ejemplo para evitar bioincrustaciones. En un ejemplo, el aparato incluye una carcasa 102, una ventana 104 transparente a los rayos UV, una cavidad 106 de dispositivo, uno o más diodos 108 emisores de luz (LED) UV, un dispositivo 110 óptico y un controlador 112. La carcasa 102 puede ser una carcasa cilíndrica que está abierta en un extremo. También se pueden usar otras formas y configuraciones. En general, la carcasa 102 puede construirse con materiales adecuados para resistir un entorno
- 20 submarino y las correspondientes fuerzas mecánicas a las que estará sometida. La carcasa 102 incluye la cavidad 106 de dispositivo configurada para alojar uno o más dispositivos 110 ópticos. La cavidad 106 puede llenarse opcionalmente con aire seco, nitrógeno sustancialmente puro, argón y/u otro gas inerte. La abertura en la carcasa 102 está equipada con una ventana 104 hermética que comprende uno o más materiales transparentes a los rayos UV. La carcasa 102 incluye una disposición interna de uno o más LED 108 UV configurados para proyectar luz sobre la
- 25 ventana 104. En un ejemplo, los LED 108 UV se caracterizan por longitudes de onda de emisión de entre 250 y 400 nm, preferiblemente alrededor de 275 nm. En ciertas realizaciones, los LED 108 UV individuales pueden configurarse para emitir la misma o diferentes longitudes de onda en el mismo aparato. Los LED 108 UV están acoplados operativamente a una fuente de alimentación (no se muestra en la FIG. 1) y al controlador 112. La fuente de alimentación puede ser una fuente interna (p. ej., una batería) o una fuente externa (p. ej., a través de un conector
- 30 hermético en la carcasa 102). También se pueden usar técnicas de carga inductiva (p. ej., inalámbrica) para cargar la batería interna.

La carcasa 102 encierra además uno o más dispositivos 110 ópticos y equipos según sea necesario para su aplicación como, por ejemplo, una cámara, un sensor óptico, una lámpara o simplemente solo los LED 108 UV. La disposición espacial de los LED 108 UV puede usarse para controlar la distribución de intensidad UV en la superficie orientada

35 hacia el agua de la ventana. La distribución de intensidad puede estar diseñada dependiendo del uso previsto. Por ejemplo, la distribución de intensidad UV es uniforme a lo largo de la ventana en algunas realizaciones, mientras que, en otras realizaciones, la intensidad UV es más alta en el centro de la ventana, mientras que, en incluso otras realizaciones, la intensidad UV es más alta alrededor del anillo de la ventana.

Los LED 108 UV están configurados para irradiar la ventana 104 transparente a los UV desde el interior de la carcasa

40 102. Es decir, los LED 108 UV están orientados en la misma dirección general que el dispositivo 110 óptico (p. ej., ambos están dirigidos hacia un objeto). Además, a diferencia de los aparatos de la técnica anterior que proyectan luz UV desde el exterior de carcasas asociadas a través del agua con atenuación de la luz UV, las configuraciones internas de LED UV de la presente invención ofrecen muchas ventajas como, por ejemplo, una reducción en el consumo de energía porque la luz UV no viaja a través del agua. Los LED UV internos no requieren estructuras externas para

45 soportar una fuente de luz, que puede sobresalir de la superficie exterior de la carcasa y, por lo tanto, aumentar la resistencia en un aparato submarino. Además, la ventana 104 puede estar alineada con la superficie de la carcasa 102 y los LED 108 UV pueden instalarse dentro de la misma cavidad 106 de dispositivo hermética que protege los dispositivos 110 ópticos (p. ej., cámaras y otros componentes dentro del aparato), reduciendo así la complejidad.

Con referencia a la FIG. 2, con referencia adicional a la FIG. 1, se muestra un gráfico 200 de ciclo de trabajo de lámpara a modo de ejemplo. El gráfico 200 incluye un eje 202 de potencia de lámpara, un eje 204 de tiempo y una

50 función 206 de potencia de lámpara. Los LED 108 UV son accionados por el controlador 112 que está configurado para aplicar una secuencia de potencia temporizada a los LED 108 UV. La secuencia temporizada puede ser una función 206 de potencia de lámpara que incluye varios períodos de potencia y duración variables, es decir, un ciclo completo. En ciertas realizaciones, la secuencia es un período de potencia 206a relativamente más alta seguido de

55 un período de potencia 206b relativamente más baja, como se representa esquemáticamente en la FIG. 2. La duración del período de potencia más alta (p. ej., período de trabajo, destello) puede estar en un intervalo de 0,01 segundos a 1.000 segundos. Como ejemplo, y no como limitación, la potencia aplicada durante el período de trabajo puede estar entre 0,01x y 10,0x de la salida continua nominal máxima de los LED 108 UV, y la duración del período de potencia más baja ("período de reposo") puede variar de 1 segundo a 100.000 segundos. El perfil de ciclo, o la secuencia de

60 períodos, puede adaptarse a entornos específicos de bioincrustación marina. En un ejemplo, la potencia aplicada durante el ciclo de reposo está entre 0,001x y 1,0x de la salida continua nominal máxima del LED. Los LED UV disponibles comercialmente (p. ej., LED Klaran de Crystal-IS) pueden clasificarse a una potencia máxima de

aproximadamente 4 W (eléctrica, continua). En un ejemplo, el controlador 112 puede configurarse para proveer una función de potencia a cada uno de los LED 108 UV individualmente, como un grupo, o combinaciones en los mismos. El controlador 112 puede configurarse para suministrar diferentes funciones de potencia de lámpara a diferentes LED 108 UV o diferentes grupos de LED 108 UV.

- 5 Se sabe que algunos efectos de la interacción de la luz UV con el agua son biocidas (p. ej., formación de ozono y peróxido de hidrógeno). Los LED 108 UV generan una alta intensidad de energía de luz UV en la superficie de la ventana 104 en contacto con el agua de mar, produciendo así una alta concentración de agentes químicos biocidas en y cerca de la superficie de la ventana.

- 10 En una realización, la ventana 104 transparente a los rayos UV puede estar compuesta de materiales de ventana especiales, que trabajan junto con la luz UV para disminuir la dosificación de rayos UV requerida para la reducción o eliminación de bioincrustaciones. Tales realizaciones hacen uso de ventanas que son sustancialmente ópticamente transparentes pero que tienen superficies externas que están modificadas para contener átomos o compuestos de metales como, por ejemplo, plata, cobre, estaño y/o plomo. Los LED 108 UV activan efectos biocidas en estos metales, que no lixivian al agua circundante. Por lo tanto, no hay daños ambientales y no hay deterioro del efecto con el tiempo.
- 15 En otras realizaciones, la superficie orientada hacia el agua de la ventana puede modificarse mecánicamente para proveer propiedades antibioincrustación adicionales como, por ejemplo, grabarse con un micropatrón de una periodicidad de 500 a 10.000 nm.

- 20 El controlador 112 puede incluir uno o más procesadores y dispositivos de memoria asociados configurados para proveer una señal de tensión a los LED 108 UV. Por ejemplo, el controlador 112 puede incluir una unidad de microcontrol (MCU, por sus siglas en inglés) como un Attiny-85 de Microchip y componentes electrónicos adecuados para controlar diferentes patrones temporales y configuraciones de potencia UV para establecer múltiples modos de irradiación para uno o más LED 108 UV. Modos a modo de ejemplo incluyen irradiación UV continua y pulsada. En ambos modos de este tipo, se puede seleccionar la potencia UV. Por ejemplo, los valores de intensidad y duración de destello pueden determinarse basándose en el entorno marino. De manera similar, se pueden determinar los valores
- 25 de intensidad y duración de reposo. Los valores de intensidad y duración pueden variar ciclo a ciclo y no necesitan ser constantes (es decir, pueden usarse perfiles de señal sinusoidales, en diente de sierra u otros perfiles de señal para los períodos de destello y reposo). Esto permite el ajuste de resultados antibioincrustaciones mejorados y economía energética. Por ejemplo, la irradiación pulsada con pulsos de intensidad muy alta durante períodos cortos para usar la potencia eléctrica más baja posible o como un caso especial donde la potencia de trabajo y la potencia de reposo son iguales (p. ej., irradiación continua a niveles de intensidad que evitan la bioincrustación pero aún minimizan la potencia eléctrica que se consume). El controlador 112 puede ser interno a la carcasa o externo y estar acoplado a los LED 108 UV a través de un acoplador impermeable (no se muestra en la FIG. 1).
- 30

- 35 El controlador 112 puede configurarse para proveer control tanto para la potencia como para la temporización de todos los LED 108 UV individual o colectivamente. El aparato puede comprender varios LED 108 UV de diferentes longitudes de onda. El controlador 112 puede configurarse para proveer a cada LED 108 UV individual su propia señal de control individual para habilitar un patrón de luz temporal.

- 40 En un ejemplo, los materiales usados para fabricar la carcasa 102 pueden ser eléctricamente conductores, en cuyo caso la carcasa 102 puede usarse como un electrodo para los LED 108 UV. Materiales a modo de ejemplo para la carcasa 102 incluyen, pero no se limitan a, acero inoxidable, cobre, PVC tratado con biocidas, ABS y PE, cerámicas como, por ejemplo, SiN, Al₂O₃, BN, porcelana, vidrio y fibra de vidrio. Estos materiales pueden tratarse para minimizar la bioincrustación como, por ejemplo, mediante recubrimiento o integración de materiales antibioincrustación. Por ejemplo, una carcasa de acero inoxidable puede estar revestida de cobre. Los materiales poliméricos pueden infundirse con nanopartículas que se sabe que evitan la bioincrustación. También se pueden usar otras técnicas antiincrustantes en la superficie exterior de la carcasa 102.

- 45 Con referencia a la FIG. 3, se muestran gráficos de transmitancia de ventanas transparentes a UV a modo de ejemplo. La ventana 104 transparente a UV puede construirse a partir de materiales como, por ejemplo, zafiro, carburo de silicio (SiC), diamante, sulfuro de zinc (ZnS), seleniuro de zinc (ZnSe), fluoruro de bario (BaF₂), dióxido de aluminio (Al₂O₃), cuarzo (SiO₂), fluoruro de magnesio (MgF₂) y otros materiales transparentes a UV. En un ejemplo, la ventana 104 transparente a los rayos UV puede ser un compuesto de diferentes materiales como, por ejemplo, el resultado del proceso de deposición química o de vapor de plasma. Las propiedades de transmisión de algunos de estos materiales se ilustran gráficamente en la FIG. 3. Un primer gráfico 302 ilustra la transmitancia frente a la longitud de onda para el fluoruro de bario. Un segundo gráfico 304 ilustra la transmitancia frente a la longitud de onda para el dióxido de silicio. Un tercer gráfico 306 ilustra la transmitancia frente a la longitud de onda para el fluoruro de magnesio. Un cuarto gráfico 308 ilustra la transmitancia frente a la longitud de onda para el zafiro. Puede requerirse una combinación de
- 50 estos materiales y/o múltiples ventanas para la resistencia mecánica requerida para aplicaciones en mar profundo. Generalmente, las realizaciones de la ventana 104 transparente a los rayos UV se caracterizan por resistencias mecánicas adecuadas para presiones de agua de 0 a 100 MPa (columna de agua de 0 - 10.000 m). Las ventanas gruesas de material soluble en agua como MgF₂ con alta transparencia a los rayos UV y resistencia mecánica adecuada pueden combinarse con una ventana protectora fina de zafiro o cuarzo. En un ejemplo, se puede aplicar un recubrimiento hidrófobo (p. ej., Al₂O₃) al exterior de la ventana 104 transparente a los rayos UV para ayudar a reducir las bioincrustaciones. En un ejemplo, el recubrimiento exterior sobre la ventana 104 transparente a los rayos UV puede
- 60

ser el resultado de un proceso de deposición de capa atómica para producir una superficie atómicamente lisa en un esfuerzo por reducir la bioincrustación sobre la superficie exterior.

Con referencia a la FIG. 4A, con referencia adicional a las FIGS. 1 y 2, se muestran resultados a modo de ejemplo de acumulación y prevención de clorofila. Un primer gráfico 400 de resultados de prueba incluye un eje 402 de fluorescencia, un eje 404 de longitud de onda de luz, una primera curva 406 de control y una curva 408 de resultados. El eje 402 de fluorescencia se expresa en unidades arbitrarias para mostrar la intensidad de emisión de fluorescencia de la acumulación de clorofila en una ventana de control en un entorno marino submarino. En un ejemplo, el aparato 100 puede usarse como un fluorómetro resistente a la incrustación. Es decir, el sensor 110 óptico puede configurarse para medir la fluorescencia del agua de mar y la curva 406 de control y la curva 408 de resultados representan la medida de la fluorescencia a las longitudes de onda indicadas. La curva 406 de control muestra los resultados de una ventana colocada en un entorno marino que no fue irradiada por una fuente UV. La curva 406 de control indica la formación de clorofila (p. ej., la aparición de la emisión de clorofila) en el material de la ventana de control. La formación de clorofila es un indicador temprano del inicio de la bioincrustación, porque las comunidades de bioincrustación incluyen algas y cianobacterias que producen clorofila. En comparación, la curva 408 de resultados ilustra los resultados de iluminar una ventana idéntica en el mismo entorno marino que la ventana de control con los LED 108 UV. La curva 408 de resultados indica la ausencia de formación de clorofila en la ventana que se irradió con 40 mW (285UV) (400 mA) durante 0,1 segundos - la intensidad y duración del destello 206a - seguido de oscuridad (o 10e-12 mW para el ciclo de baja intensidad) durante 19,9 segundos - la intensidad y duración de reposo 206b. La suma de las energías utilizadas durante los períodos y la división por la suma de las duraciones de los períodos provee el equivalente de 200 microvatios - de 285 UV continuo o - considerando una eficiencia de conversión eléctrica a UV del 1 % de los LED UV del estado de la técnica - 20 mW eléctricos continuos.

Con referencia a la FIG. 4B, con referencia adicional a las FIGS. 1 y 2, se muestran resultados a modo de ejemplo de acumulación y prevención de clorofila. Un segundo gráfico 420 de resultados de prueba incluye el eje 402 de fluorescencia, el eje 404 de longitud de onda de luz, una segunda curva 422 de control, una curva 424 de resultados de 5 microvatios y una curva 426 de resultados de 12,5 microvatios. La curva 422 de control muestra los resultados de una ventana colocada en un entorno marino que no fue irradiada por una fuente de UV. La curva 422 de control indica la formación de clorofila en el material de la ventana de control (por la aparición del espectro de emisión de clorofila). La curva 424 de resultados de 5 microvatios y la curva 426 de resultados de 12,5 microvatios ilustran los resultados de iluminar una ventana idéntica en el mismo entorno marino que la ventana de control con los LED 108 UV. La curva 424 de resultados continuos (promediados) de 5 microvatios indica una cantidad relativamente menor de formación de clorofila en una ventana que se irradió con 1 mW (285UV) (corriente de 10 mA) durante 0,1 segundos (p. ej., la intensidad y duración 206a de destello), seguido de oscuridad (o 10e-12 mW para el ciclo de baja intensidad) durante 19,9 segundos (p. ej., la intensidad y duración 206b de reposo). La curva 426 de resultados continuos de 12,5 microvatios (promediados) indica que no hay cantidad de formación de clorofila en una ventana que se irradió con aproximadamente 2,5 mW (285UV) (corriente de 25 mA) durante 0,1 segundos seguido de oscuridad de 19,9 segundos o UVC integrado de 12,5 μ W. La curva 426 de resultados de 12,5 microvatios ilustra que puede lograrse una eliminación virtual de bioincrustación con mucha menos potencia que la requerida por otras disoluciones de bioincrustación basadas en luz y según lo esperado por las personas con experiencia en la técnica. Los valores de intensidad y duración de destello y reposo son ejemplos solo ya que se pueden usar otros valores en base al entorno marino y la aplicación operativa del aparato 100.

Con referencia a la FIG. 5, con referencia adicional a las FIGS. 1-4B, un método 500 para determinar un ciclo de trabajo de lámpara incluye la etapa mostrada. El método 500 es, sin embargo, un ejemplo solamente y no limitativo. El método 500 puede alterarse, p. ej., teniendo etapas añadidas, eliminadas, reordenadas, combinadas, llevadas a cabo simultáneamente y/o teniendo etapas individuales divididas en múltiples etapas. Por ejemplo, las etapas 508 y 510 para determinar los valores de intensidad y duración de destello y reposo pueden combinarse en una sola etapa. Son posibles incluso otras alteraciones del método 500 como se muestra y describe.

En la etapa 502, el método incluye disponer un dispositivo óptico en un entorno marino, de manera que el dispositivo óptico se dirija a un objeto en el entorno marino. El dispositivo 110 óptico puede estar ubicado dentro de la cavidad 106 de dispositivo en la carcasa 102 y detrás de la ventana 104 transparente a los rayos UV. En un ejemplo, el dispositivo 110 óptico puede ser capaz de moverse dentro de la cavidad 106, por lo cual el dispositivo 110 óptico puede dirigirse a lo largo de un eje diferente del de la carcasa 102. La carcasa 102 puede incluir múltiples ventanas 108 transparentes a UV en diferentes orientaciones (p. ej., en diferentes planos) y el dispositivo 110 óptico puede configurarse para alinearse con cada una de las diferentes orientaciones para obtener una imagen a través de las ventanas. El objeto en el entorno marino puede ser un patrón de prueba visual, código de respuesta rápida, código de barras u otro objeto con dimensiones o características visuales conocidas. En un ejemplo, el objeto puede ser un reflector o una fuente de luz constante. En algunas instalaciones, el objeto puede ser parte del entorno como, por ejemplo, una formación de coral, o un objeto artificial como, por ejemplo, una cadena de anclaje o cable. En general, el objeto se usa como referencia para comparar la calidad de imagen durante un período.

En la etapa 504, el método incluye obtener una imagen del objeto con el dispositivo óptico. El dispositivo 110 óptico puede ser una cámara u otro sensor configurado para obtener y almacenar una representación electrónica del objeto. La representación del objeto puede almacenarse en una memoria dentro del dispositivo 110 óptico, el controlador 112 u otro dispositivo dentro o externo al alojamiento 102. En un ejemplo, la imagen puede persistir en formatos de archivo

computarizados como, por ejemplo, formatos sin procesar (p. ej., formato de archivo de imagen de cámara (CIFF, por sus siglas en inglés), negativo digital (DNG, por sus siglas en inglés), etc.), formatos de trama (p. ej., grupo conjunto de expertos en fotografía (JPEG, por sus siglas en inglés), formato de archivo de imagen etiquetado (TIFF, por sus siglas en inglés), formato de intercambio de gráficos (GIF, por sus siglas en inglés), mapa de bits (BMP, por sus siglas en inglés), gráficos de red portátiles (PNG, por sus siglas en inglés), etc.), formatos estéreo (p. ej., gráficos de red portátiles (PNS), objetos de imágenes múltiples (MPO, por sus siglas en inglés), etc.) u otros formatos electrónicos que sean adecuados para su uso en algoritmos de calidad de imagen objetiva.

En la etapa 506, el método incluye determinar una calidad de la imagen. El controlador 112, u otro sistema informático, puede configurarse para ejecutar uno o más métodos objetivo para determinar una calidad de la imagen obtenida en la etapa 504. Por ejemplo, se pueden usar métodos de referencia completa y referencia reducida en base a una imagen previamente obtenida o almacenada del objeto. También se pueden usar métodos sin referencia para determinar la calidad de la imagen sin referencia a una imagen anterior. La calidad de la imagen puede basarse en un valor de nitidez asociado a límites de contraste en una imagen. Un ejemplo de medidas de calidad de nitidez de imagen incluye detección de probabilidad acumulativa (CPBD, por sus siglas en inglés) y borrosidad apenas perceptible (JNB, por sus siglas en inglés). La medida de calidad de imagen puede basarse en una medida de borrosidad de imagen en el dominio de frecuencia. Se pueden usar otros algoritmos de calidad de imagen de objetivo para determinar una calidad de la imagen del objeto. La calidad de la imagen puede compararse con un valor umbral determinado previamente para determinar si la calidad de la imagen es o no aceptable operativamente. Es decir, una imagen de baja calidad puede ser una indicación de un aumento potencial en la bioincrustación en la superficie exterior de la ventana 104 transparente a UV. La calidad de imagen puede usarse para modificar la señal de control provista a los LED 108 UV.

En la etapa 508, el método incluye determinar un valor de intensidad de destello y una duración de destello en base a la calidad de la imagen. El controlador 112, u otro sistema informático, puede configurarse para modificar la señal de potencia provista a los LED 108 UV. En un ejemplo, una tabla de consulta u otra estructura de datos puede incluir una o más tablas para correlacionar uno o más valores de calidad de imagen con valores de intensidad y duración de destello (p. ej., el período de potencia 206a relativamente más alta). Por ejemplo, en respuesta a una imagen de baja calidad obtenida en la etapa 504, el controlador 112 puede aumentar el valor de intensidad del destello (p. ej., proveer un destello de alta potencia), aumentar la duración del destello (p. ej., un tiempo activo más largo), o una combinación de ambos. En un ejemplo, el valor de intensidad de destello puede estar entre 10 mW y 100 mW, y la duración de destello puede estar entre 0,01 segundos y 1000 segundos.

En la etapa 510, el método incluye determinar un valor de intensidad de reposo y una duración de reposo basándose en la calidad de la imagen. El controlador 112, u otro sistema informático, puede configurarse para modificar la señal de potencia provista a los LED 108 UV. En un ejemplo, una tabla de consulta u otra estructura de datos puede incluir una o más tablas para correlacionar uno o más valores de calidad de imagen con valores de intensidad y duración de reposo (p. ej., el período de potencia 206b relativamente más baja). Por ejemplo, en respuesta a una imagen de baja calidad obtenida en la etapa 504, el controlador 112 puede aumentar el valor de intensidad de la potencia de reposo (p. ej., proveer una intensidad de lámpara de reposo inferior), disminuir la duración del período de reposo (p. ej., aumentar la velocidad de destellos), o una combinación de ambos. En un ejemplo, se puede usar una tabla de consulta u otra función para determinar una combinación de intensidad de destello, duración de destello, intensidad de reposo y duración de reposo (p. ej., la función 206 de potencia de lámpara) en base a la calidad de imagen. La función 206 de potencia de la lámpara no necesita limitarse a señales de impulso (p. ej., destellos) ya que pueden usarse otros perfiles de potencia (p. ej., funciones escalonadas, dientes de sierra, pulsos rápidos, etc.). La función 206 de potencia de lámpara puede basarse en más de un cálculo de calidad de imagen. Por ejemplo, se pueden usar múltiples cálculos de calidad de imagen para determinar una tasa de degradación de la calidad de imagen, y la función 206 de potencia de lámpara puede basarse en la tasa de degradación de la calidad de imagen. El objetivo de cambiar la función 206 de potencia de la lámpara, incluidos los períodos de destello y reposo, es retardar la velocidad de bioincrustación y/o posiblemente reducir la cantidad de bioincrustación acumulada.

En la etapa 512, el método incluye activar al menos una fuente de luz ultravioleta durante múltiples ciclos en base al valor de intensidad de destello, la duración de destello, el valor de intensidad de reposo y la duración de reposo, en donde la fuente de luz ultravioleta se dispone próxima al dispositivo óptico y se dirige a la ventana. El controlador 112 está configurado para proveer una o más funciones 206 de potencia de lámpara a uno o más de los LED 108 UV dispuestos dentro de la cavidad 106. Los LED 108 UV se dirigen hacia la ventana 104 transparente a los UV y, por lo tanto, en la dirección del objeto. La proximidad de los LED 108 UV al dispositivo 110 óptico y la ventana 104 transparente a los rayos UV permite una reducción de la potencia de la lámpara para lograr una reducción de la bioincrustación en comparación con las lámparas montadas externamente porque la energía UV emitida no es absorbida por el agua de mar intermedia. El número de ciclos puede basarse en un período de resultados esperados. Por ejemplo, los LED 108 UV pueden activarse en base al valor de intensidad de destello determinado, la duración de destello, el valor de intensidad de reposo y la duración de reposo durante un período de minutos, horas, días, semanas. Después de múltiples ciclos, el método incluye obtener otra imagen en la etapa 504 e iterar a través del método 500 de nuevo. En un ejemplo, el dispositivo 110 óptico puede configurarse para entrar en un modo oscuro (p. ej., no activo) o un modo de obturador hacia abajo (p. ej., cerrando la trayectoria óptica) cuando se activan los LED 108 UV.

En un ejemplo, el aparato 100 puede incluirse en una red que incluye múltiples aparatos similares. La red puede incluir

dispositivos ópticos en un área operativa relativamente pequeña (p. ej., puerto, plataforma petrolífera marina) o una red más grande (p. ej., región oceánica). Cada uno de los aparatos 100 puede configurarse para enviar y recibir funciones 206 de potencia de lámpara a uno o más servidores de red/dispositivos de almacenamiento de datos. En un ejemplo, el controlador 112 puede incluir un módulo de comunicación configurado para enviar y recibir paquetes de comunicación cableada o inalámbrica (p. ej., Ethernet, WiFi, BLUETOOTH, tecnologías de comunicación de campo cercano, comunicación de infrarrojos, UV y luz visible, etc.). En tal entorno en red, las funciones 206 de potencia de lámpara pueden ser de fuente masiva de tal manera que las funciones 206 de potencia de lámpara particularmente eficaces determinadas en un aparato pueden almacenarse en uno o más servidores en red y luego propagarse a otros dispositivos en la red. Una función 206 de potencia de lámpara efectiva puede evaluarse en base a una calidad de imagen constante o que disminuye lentamente. La eficacia de una función 206 de potencia de lámpara particular puede evaluarse basándose en la ubicación geográfica del aparato de notificación (es decir, algunas funciones de potencia de lámpara pueden ser más eficaces en ciertas áreas). El diseño del aparato 100 permite la transferencia de funciones de lámpara de potencia a lo largo de una red de sistema similar porque el LED 108 UV está ubicado dentro de la cavidad 106 para cada aparato 100 en la red. Es decir, el presente diseño reduce la posibilidad de efectos no lineales causados por el agua de mar localizada entre una ventana y la fuente UV como puede ocurrir en la técnica anterior.

Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance y espíritu de la descripción y las reivindicaciones anexas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software y los ordenadores, las funciones descritas anteriormente pueden implementarse utilizando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado, o una combinación de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones también pueden estar ubicadas físicamente en diversas posiciones, incluso estar distribuidas de manera que porciones de las funciones se implementan en diferentes ubicaciones físicas.

Asimismo, como se usa en la presente memoria, "o" como se usa en una lista de elementos precedidos por "al menos uno de" o precedidos por "uno o más de" indica una lista disyuntiva de manera que, por ejemplo, una lista de "al menos uno de A, B o C", o una lista de "uno o más de A, B o C", o "A, B o C, o una combinación de los mismos" significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C), o combinaciones con más de una característica (p. ej., AA, AAB, ABBC, etc.).

Como se usa en la presente memoria, a menos que se indique lo contrario, una afirmación de que una función u operación está "basada en" un elemento o condición significa que la función u operación está basada en el elemento o condición indicado y puede estar basada en uno o más elementos y/o condiciones además del elemento o condición indicado.

Además, una indicación de que se envía o transmite información, o una declaración de envío o transmisión de información, "a" una entidad no requiere la finalización de la comunicación. Tales indicaciones o declaraciones incluyen situaciones donde la información se transmite desde una entidad emisora pero no alcanza un receptor deseado de la información. El destinatario previsto, incluso si no recibe realmente la información, todavía puede denominarse entidad receptora, p. ej., un entorno de ejecución de recepción. Además, no se requiere que una entidad que está configurada para enviar o transmitir información "a" un destinatario previsto esté configurada para completar la entrega de la información al destinatario previsto. Por ejemplo, la entidad puede proveer la información, con una indicación del destinatario previsto, a otra entidad que es capaz de reenviar la información junto con una indicación del destinatario previsto.

Se pueden realizar variaciones sustanciales según los requisitos específicos. Por ejemplo, también se puede usar hardware personalizado, y/o elementos particulares se pueden implementar en hardware, software (incluido software portátil como, por ejemplo, applets, etc.), o ambos. Además, se puede emplear la conexión a otros dispositivos informáticos como, por ejemplo, dispositivos de entrada/salida de red.

Los términos "medio legible por máquina" y "medio legible por ordenador", como se usan en la presente memoria, se refieren a cualquier medio que participe en la provisión de datos que hacen que una máquina funcione de una manera específica. Mediante el uso de un sistema informático, diversos medios legibles por ordenador pueden estar implicados en la provisión de instrucciones/código al(a los) procesador(es) para su ejecución y/o pueden usarse para almacenar y/o transportar tales instrucciones/código (p. ej., como señales). En muchas implementaciones, un medio legible por ordenador es un medio de almacenamiento físico y/o tangible. Dicho medio puede adoptar muchas formas, incluidos, pero sin limitación, medios permanentes y medios no permanentes. Los medios permanentes incluyen, por ejemplo, discos ópticos y/o magnéticos. Los medios no permanentes incluyen, sin limitación, memoria dinámica.

Las formas comunes de medios legibles por ordenador físicos y/o tangibles incluyen, por ejemplo, un disquete, un disco flexible, disco duro, cinta magnética o cualquier otro medio magnético, CD-ROM, cualquier otro medio óptico, cualquier otro medio físico con patrones de orificios, una RAM, una PROM, EPROM, una FLASH-EPROM, cualquier otro chip o cartucho de memoria, una onda portadora como se describe a continuación en la presente memoria, o cualquier otro medio desde el cual un ordenador pueda leer instrucciones y/o un código.

Diversas formas de medios legibles por ordenador pueden estar implicadas en el transporte de una o más secuencias de una o más instrucciones a uno o más procesadores para su ejecución. Simplemente a modo de ejemplo, las instrucciones pueden ser llevadas inicialmente en un disco magnético y/o disco óptico de un ordenador remoto. Un ordenador remoto puede cargar las instrucciones en su memoria dinámica y enviar las instrucciones como señales a

través de un medio de transmisión para ser recibidas y/o ejecutadas por un sistema informático. El aparato 100 puede estar acoplado operativamente a uno o más procesadores a través de conexiones cableadas y/o inalámbricas.

Los métodos, sistemas y dispositivos descritos anteriormente son ejemplos. Diversas configuraciones pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes según sea apropiado. Por ejemplo, en configuraciones alternativas, los métodos pueden llevarse a cabo en un orden diferente del descrito, y pueden añadirse, omitirse o combinarse diversas etapas. Asimismo, las características descritas con respecto a ciertas configuraciones pueden combinarse en diversas otras configuraciones. Diferentes aspectos y elementos de las configuraciones pueden combinarse de manera similar. Asimismo, la tecnología evoluciona y, por lo tanto, muchos de los elementos son ejemplos y no limitan el alcance de la descripción o las reivindicaciones.

Asimismo, las configuraciones pueden describirse como un proceso que se representa como un diagrama de flujo o diagrama de bloques. Aunque cada una puede describir las operaciones como un proceso secuencial, algunas operaciones pueden llevarse a cabo en paralelo o simultáneamente. Además, el orden de las operaciones puede reorganizarse. Un proceso puede tener etapas o funciones adicionales no incluidas en la figura. Además, los ejemplos de los métodos pueden implementarse mediante hardware, software, firmware, middleware, microcódigo, lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementan en software, firmware, middleware o microcódigo, el código de programa o los segmentos de código para llevar a cabo las tareas pueden almacenarse en un medio legible por ordenador no transitorio como, por ejemplo, un medio de almacenamiento. Los procesadores pueden llevar a cabo una o más de las tareas descritas.

Los componentes, funcionales o de otro modo, que se muestran en las figuras y/o descritos en la presente memoria como conectados, acoplados (p. ej., acoplados comunicativamente) o que se comunican entre sí están acoplados operativamente. Es decir, pueden estar conectados directa o indirectamente, de manera cableada y/o inalámbrica, para permitir la transmisión de señales entre ellos.

"Alrededor de" y/o "aproximadamente" como se usan en la presente memoria cuando se refieren a un valor medible como, por ejemplo, una cantidad, una duración temporal, y similares, abarcan variaciones de $\pm 20\%$ o $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, o $\pm 0,1\%$ del valor especificado, según sea apropiado en el contexto de los sistemas, dispositivos, circuitos, métodos, y otras implementaciones descritas en la presente memoria. "Sustancialmente", como se usa en la presente memoria cuando se refiere a un valor medible como, por ejemplo, una cantidad, una duración temporal, un atributo físico (como, por ejemplo, frecuencia) y similares, también abarca variaciones de $\pm 20\%$ o $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ o $\pm 0,1\%$ del valor especificado, según sea apropiado en el contexto de los sistemas, dispositivos, circuitos, métodos y otras implementaciones descritas en la presente memoria.

Una afirmación de que un valor supera (o es mayor que o superior a) un primer valor umbral es equivalente a una afirmación de que el valor cumple o supera un segundo valor umbral que es ligeramente mayor que el primer valor umbral, p. ej., siendo el segundo valor umbral un valor más alto que el primer valor umbral en la resolución de un sistema informático. Una afirmación de que un valor es menor que (o está dentro o por debajo de) un primer valor umbral es equivalente a una afirmación de que el valor es menor que o igual a un segundo valor umbral que es ligeramente menor que el primer valor umbral, p. ej., siendo el segundo valor umbral un valor menor que el primer valor umbral en la resolución de un sistema informático.

Además, se puede describir más de una invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir la bioincrustación en un entorno marino, que comprende:
disponer un dispositivo (110) óptico en el entorno marino, en donde el dispositivo óptico está dirigido a un objeto en el entorno marino;
5 obtener una imagen del objeto con el dispositivo óptico;
determinar una calidad de la imagen;
caracterizado por que el procedimiento comprende además:
determinar un valor de potencia alta y una duración de potencia alta a partir de la calidad de la imagen;
determinar un valor de potencia baja y una duración de potencia baja en función de la calidad de la imagen; y
10 activar al menos una fuente (108) de luz ultravioleta durante múltiples ciclos en base al valor de alta potencia, la duración de alta potencia, el valor de baja potencia y la duración de baja potencia, en donde la al menos una fuente de luz ultravioleta está dispuesta próxima al dispositivo óptico y dirigida al objeto.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la al menos una fuente (108) de luz ultravioleta está caracterizada por una longitud de onda de emisión de entre 250 nanómetros y 400 nanómetros.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en donde la duración de alta potencia está entre 0,01 segundos y 1000 segundos.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el valor de alta potencia está entre 1 milivatio y 100 milivatios.
5. El método de la reivindicación 1, en donde el valor de baja potencia es menor que 1 milivatio.
6. El método de la reivindicación 1, en donde la duración de baja potencia está entre 1 segundo y 100.000 segundos.
7. El método de la reivindicación 1, en donde el valor de alta potencia es de 12,5 milivatios, la duración de alta potencia es de 0,1 segundos, el valor de baja potencia es menor que 0,001 milivatios y la duración de baja potencia es de 19,9 segundos.
- 20 8. El método de la reivindicación 1, en donde la determinación de la calidad de la imagen se basa en un valor de nitidez asociado a un límite de contraste en la imagen.
9. El método de la reivindicación 1, que comprende además proveer el valor de alta potencia, la duración de alta potencia, el valor de baja potencia y la duración de baja potencia a un servidor.
- 25 10. El método de la reivindicación 1, que comprende además recibir de un servidor el valor de alta potencia, la duración de alta potencia, el valor de baja potencia y la duración de baja potencia.
11. Un aparato (100) adecuado para reducir la bioincrustación en un entorno marino, que comprende:
30 una carcasa (102) que incluye una cavidad (106) y una ventana (104) transparente a los rayos ultravioleta dispuesta sobre la cavidad;
un dispositivo (110) óptico dispuesto en la cavidad y dirigido hacia la ventana transparente a los rayos ultravioleta;
uno o más diodos (108) emisores de luz ultravioleta dispuestos en la cavidad y dirigidos hacia la ventana transparente a los rayos ultravioleta; y
caracterizado por que:
35 un controlador (112) está acoplado operativamente al uno o más diodos emisores de luz ultravioleta y configurado para proveer al menos una función de potencia de lámpara al uno o más diodos emisores de luz ultravioleta, obtener una imagen de un objeto en el entorno marino, determinar una calidad de la imagen y activar al menos un diodo emisor de luz ultravioleta durante múltiples ciclos basándose en un valor de potencia alta, una duración de potencia alta, un valor de potencia baja y una duración de potencia baja.
- 40 12. El aparato (100) de la reivindicación 11, en donde la ventana (104) transparente a los rayos ultravioleta está construida, al menos en parte, con al menos un material seleccionado de un grupo que consiste en zafiro, carburo de silicio, diamante, sulfuro de zinc, seleniuro de zinc, fluoruro de bario, dióxido de aluminio, cuarzo y fluoruro de magnesio.
13. El aparato (100) de la reivindicación 11, en donde al menos uno del uno o más diodos (108) emisores de luz ultravioleta está caracterizado por longitudes de onda de emisión de entre 250 nanómetros y 400 nanómetros, la duración de potencia alta está comprendida entre 0,01 segundos y 1000 segundos, y el valor de la potencia alta está
45

comprendido entre 1 milivatio y 100 milivatios.

14. El aparato (100) de la reivindicación 11, en donde el controlador (112) incluye al menos una estructura de datos configurada para almacenar al menos una función de potencia de lámpara, y está configurado para recibir la al menos una función de potencia de lámpara de un servidor remoto.

- 5 15. El aparato (100) de la reivindicación 11, en donde el valor de alta potencia es de 12,5 milivatios, la duración de alta potencia es de 0,1 segundos, el valor de baja potencia es menor que 0,001 milivatios y la duración de baja potencia es de 19,9 segundos. 8902

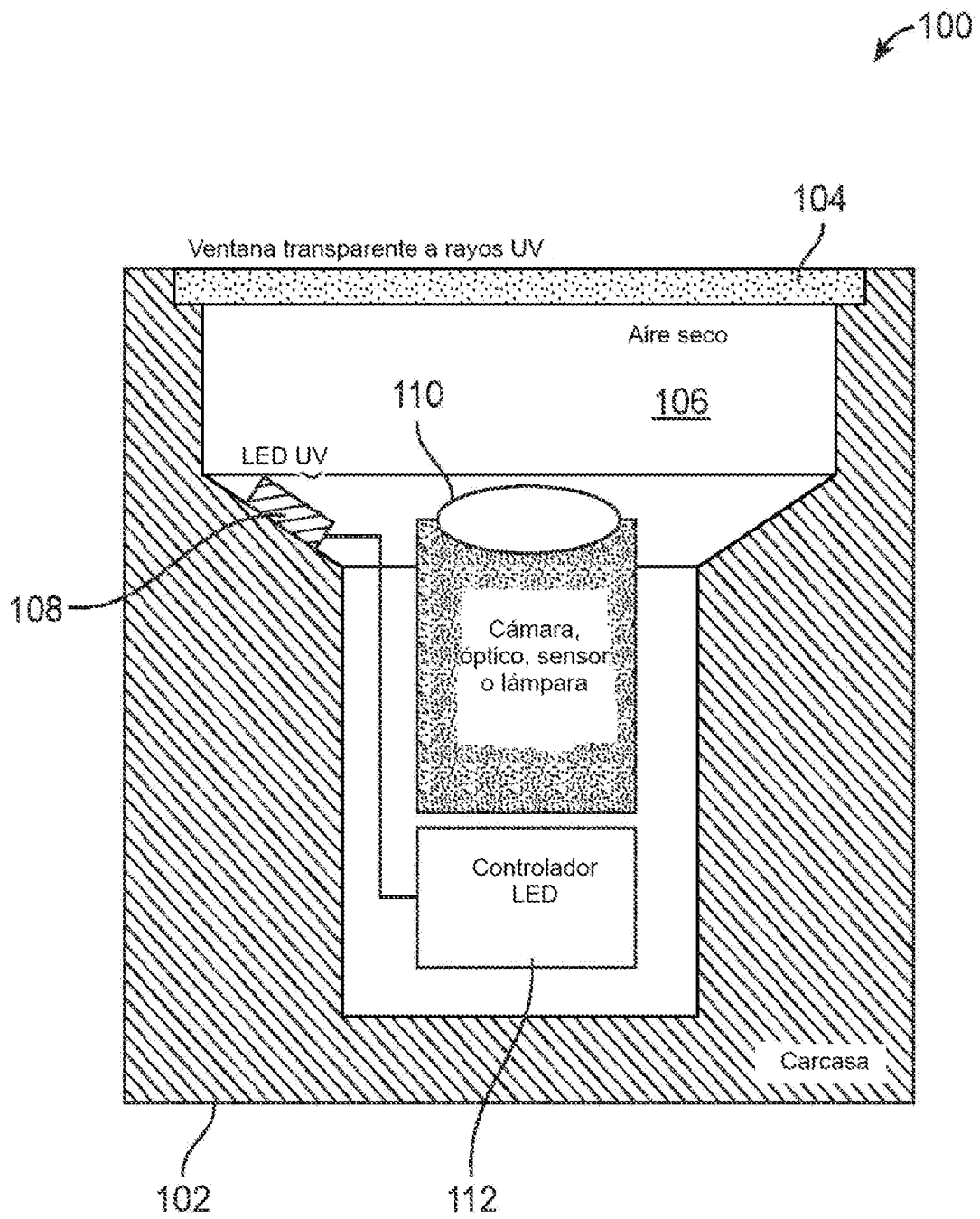


FIG. 1

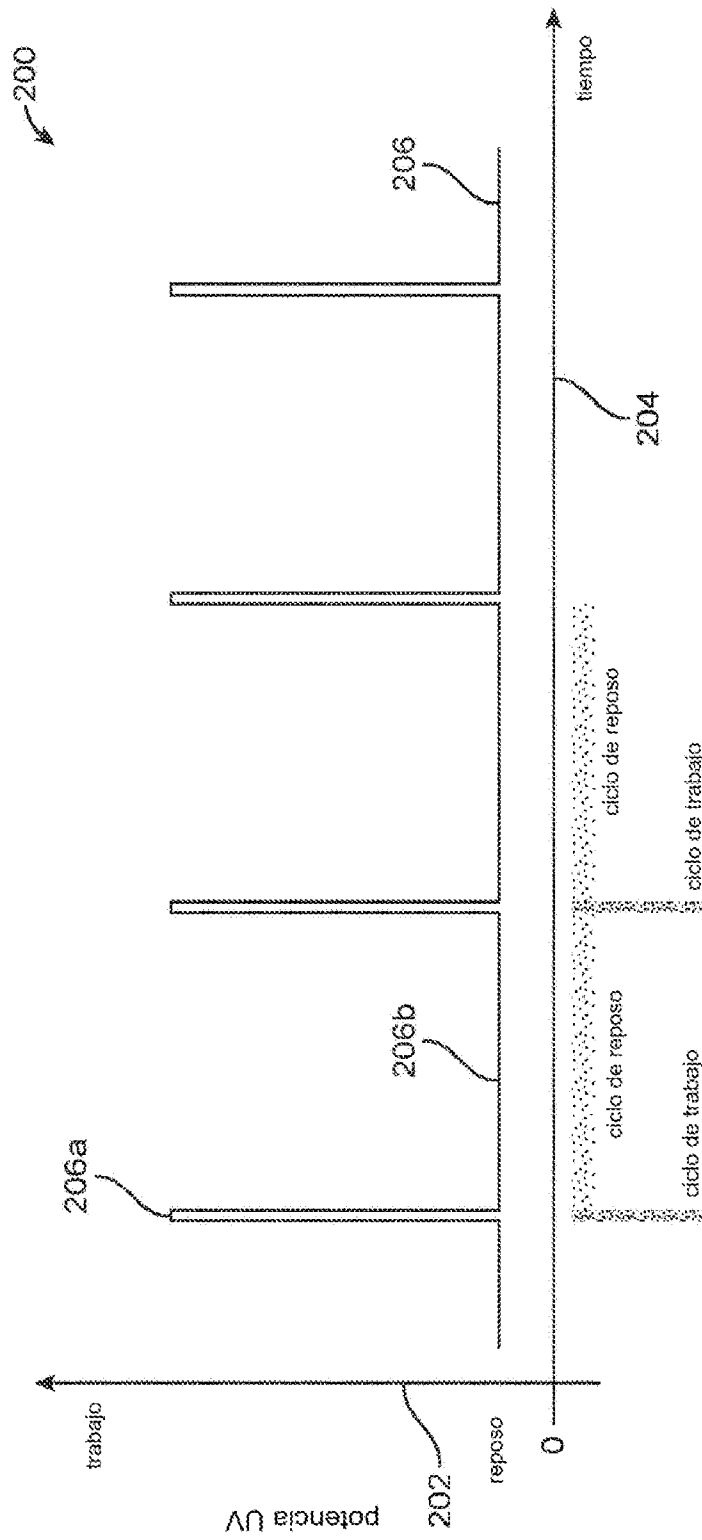


FIG. 2

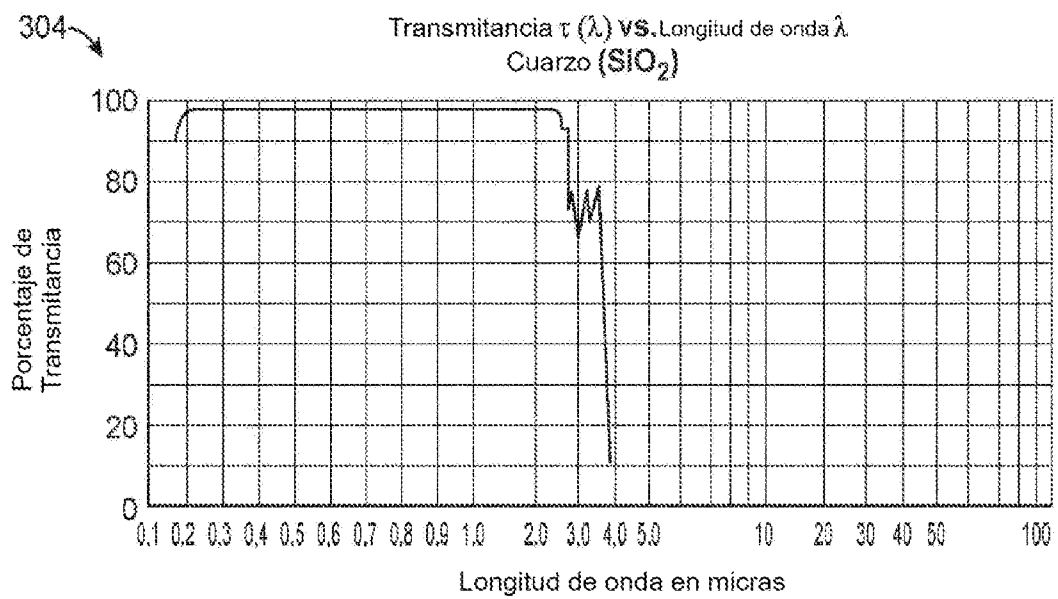
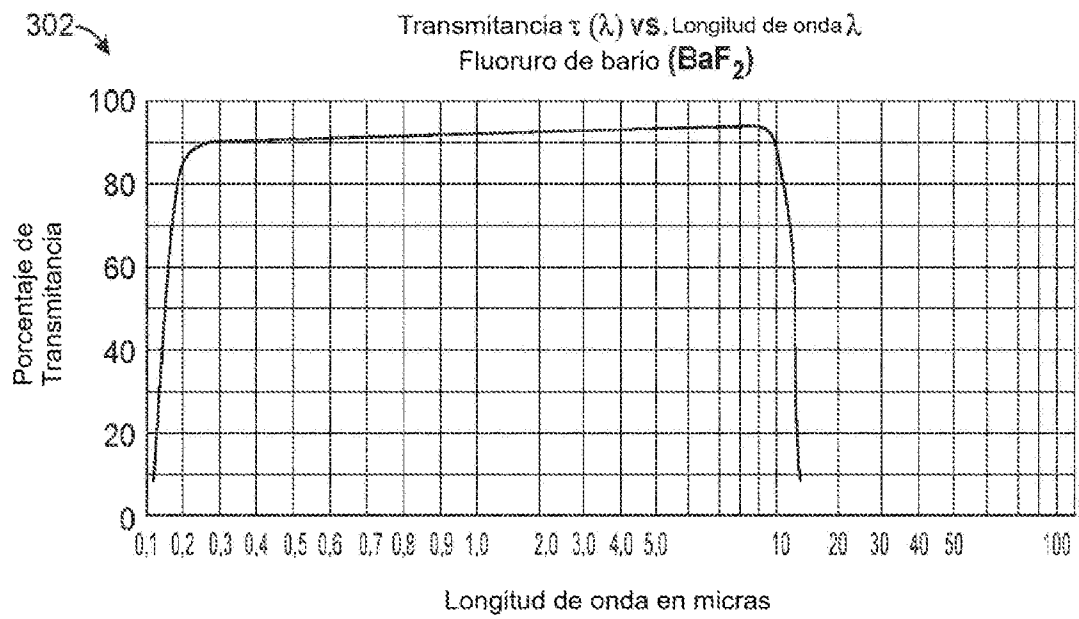


FIG. 3

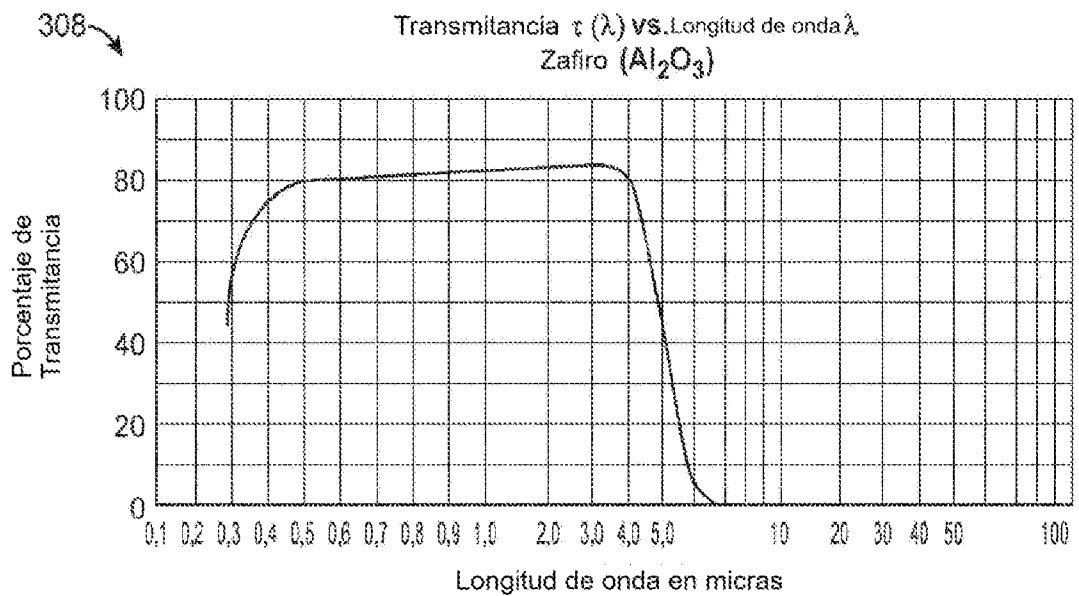
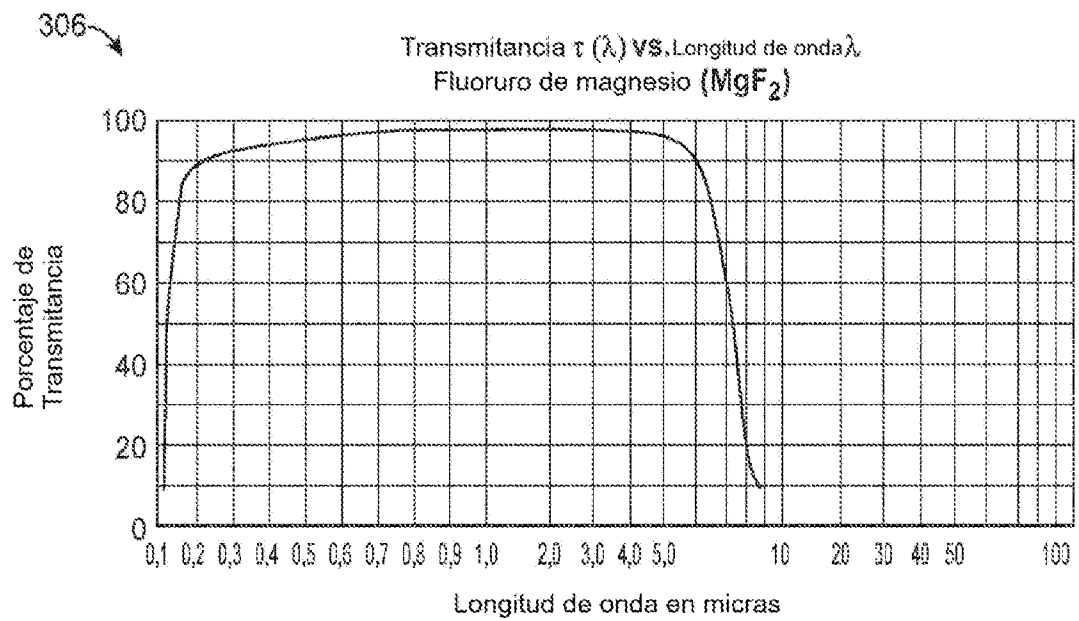


FIG. 3 (Cont.)

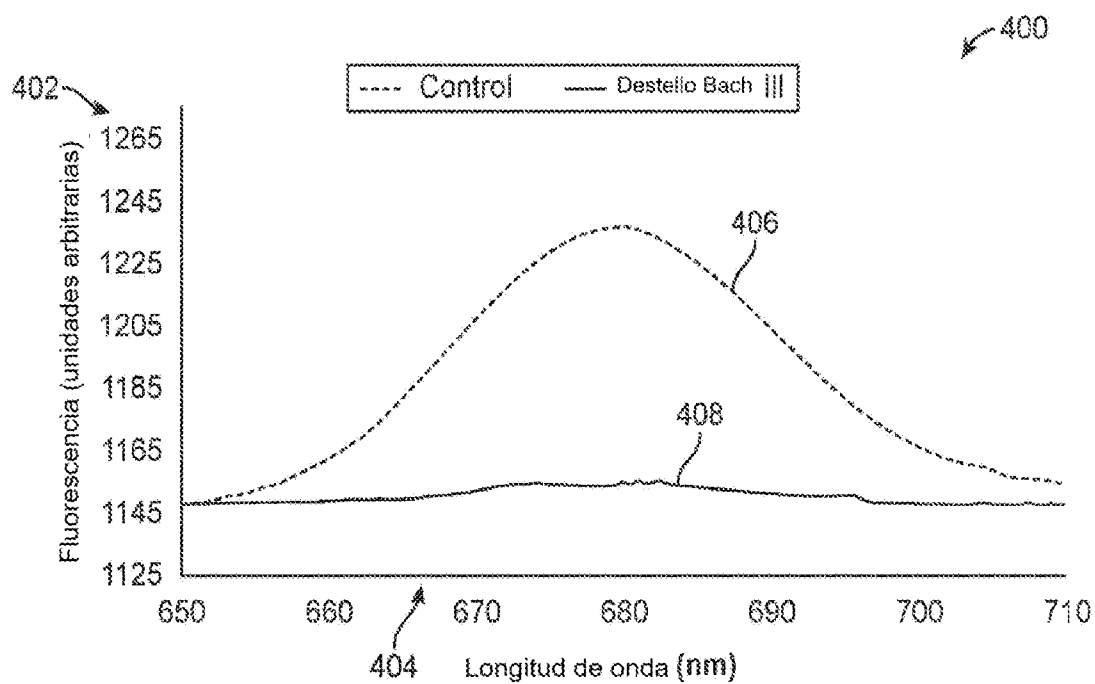


FIG. 4A

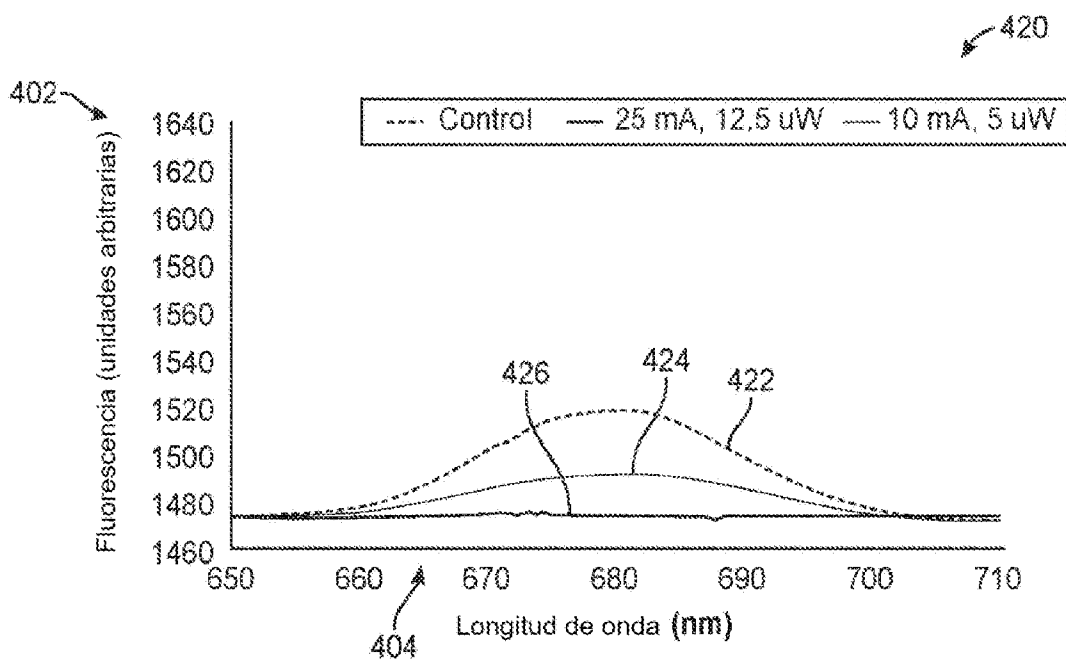


FIG. 4B

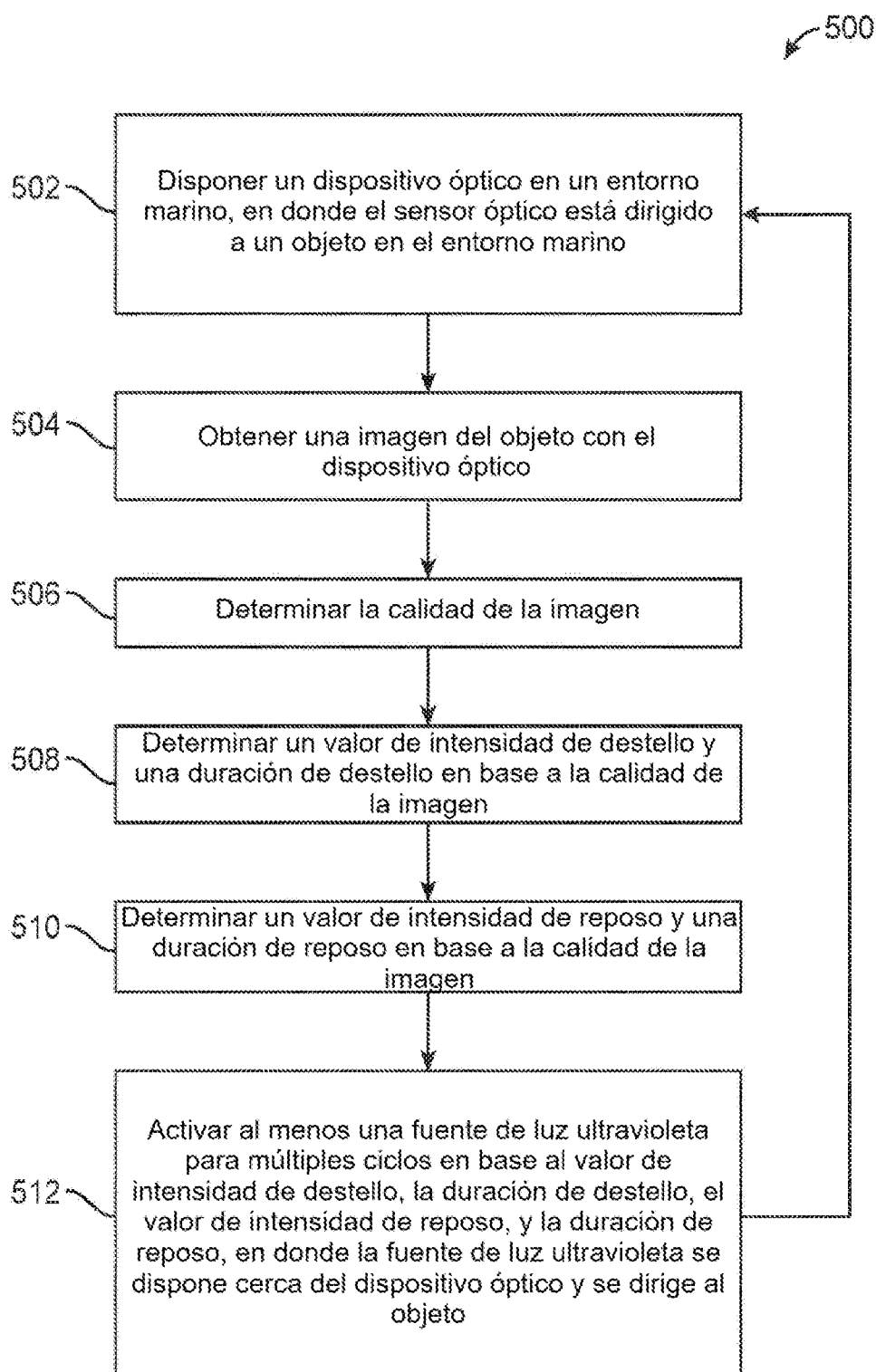


FIG. 5