

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 893 601**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/00** (2006.01)

**F21V 8/00** (2006.01)

**G02B 27/00** (2006.01)

**G02B 6/10** (2006.01)

**B63B 59/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2017 PCT/EP2017/082949**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018 WO18109142**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2017 E 17821869 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 3555679**

54 Título: **Sistema de guía de ondas LED UV con dispersión para antiincrustación**

30 Prioridad:

**16.12.2016 EP 16204760**

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

**09.02.2022**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)**

**High Tech Campus 52**

**5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**PAULUSSEN, ELVIRA, JOHANNA, MARIA;**

**SALTERS, BART, ANDRE y**

**CORNELISSEN, HUGO, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 893 601 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de guía de ondas LED UV con dispersión para antiincrustación

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere a un sistema antibioincrustante que comprende una guía de ondas y una fuente de luz. La invención también se refiere a una combinación de un objeto y tal sistema antibioincrustante.

## 10 Antecedentes de la invención

Los sistemas para antibioincrustación son conocidos en la técnica. El documento WO2014/188347, por ejemplo, describe un método de antiincrustante de una superficie protegida, mientras que la superficie protegida está al menos parcialmente sumergida en un ambiente líquido, en particular un ambiente acuoso o aceitoso, el método comprende proporcionar una luz antiincrustante; proporcionar un medio óptico muy próximo a la superficie protegida, teniendo el medio óptico una superficie de emisión sustancialmente plana; distribuir al menos parte de la luz antiincrustante a través del medio óptico en una dirección sustancialmente paralela a la superficie protegida; y emitir la luz antiincrustante desde la superficie de emisión del medio óptico en una dirección alejada de la superficie protegida.

El documento WO2015/000756 describe un miembro de guía de luz que comprende un material portador sólido, un transmisor de luz, y partículas de dispersión de nitruro de boro dispersas en dicho material portador. El miembro de guía de luz se emplea en una disposición emisora de luz que comprende un elemento de emisión de luz de estado sólido dispuesto para emitir luz en el miembro de guía de luz a través de una superficie de entrada de luz. La luz puede guiarse dentro del miembro de guía de luz para desacoplarse a través de al menos parte de una superficie de salida de luz. La disposición emisora de luz proporciona un dispositivo de iluminación simple y eficiente para la desinfección UV de agua y otros fluidos.

## 30 Resumen de la invención

La bioincrustación o incrustación biológica (en la presente memoria también indicada como "incrustación" o "bioincrustación") es la acumulación de microorganismos, plantas, algas y/o animales en las superficies. La variedad entre los organismos bioincrustantes es muy diversa y se extiende mucho más allá de la unión de percebes y algas marinas. De acuerdo con algunas estimaciones, más de 1700 especies que comprenden más de 4000 organismos son responsables de la bioincrustación. La bioincrustación se divide en microincrustación, que incluye la formación de biopelículas y la adhesión bacteriana, y la macroincrustación, que es la unión de organismos más grandes. Debido a la química y la biología distintas que determinan qué evita que los organismos se asienten, estos organismos también se clasifican como tipos de incrustaciones duras o blandas. Los organismos incrustantes calcáreos (duros) incluyen percebes, briozoos incrustantes, moluscos, poliquetos y otros gusanos tubulares y mejillones cebra. Ejemplos de organismos incrustantes no calcáreos (blandos) son algas marinas, hidroides, algas y biopelículas "limo". Juntos, estos organismos forman una comunidad incrustante.

En varias circunstancias, la bioincrustación crea problemas sustanciales. La maquinaria deja de funcionar, las entradas de agua se obstruyen y los cascos de los barcos sufren de una mayor resistencia. Por tanto, el tema de la antiincrustación, es decir, el proceso de eliminación o prevención de la formación de incrustaciones, es bien conocido. En los procesos industriales, los biodispersantes se pueden utilizar para controlar la bioincrustación. En ambientes menos controlados, los organismos son eliminados o repelidos con recubrimientos que utilizan biocidas, tratamientos térmicos o pulsos de energía. Las estrategias mecánicas no tóxicas que evitan que los organismos se adhieran incluyen la elección de un material o recubrimiento con una superficie resbaladiza, o la creación de topologías de superficie a nanoescala similares a la piel de tiburones y delfines que solo ofrecen puntos de anclaje deficientes. La bioincrustación en el casco de los barcos provoca un aumento severo de la resistencia y, por lo tanto, un mayor consumo de combustible. Se estima que un aumento de hasta un 40% en el consumo de combustible se puede atribuir a la bioincrustación. Dado que los grandes petroleros o los barcos de transporte de contenedores pueden consumir hasta 200,000 € al día en combustible, es posible obtener ahorros sustanciales con un método eficaz de antibioincrustación.

Sorprendentemente, parece que se puede utilizar eficazmente la radiación UV para prevenir sustancialmente la bioincrustación en superficies que están en contacto con agua de mar o agua en lagos, ríos, canales, etc.

A continuación, se presenta un enfoque con base en métodos ópticos, en particular utilizando luz o radiación ultravioleta (UV). Parece que la mayoría de los microorganismos mueren, quedan inactivos o no pueden reproducirse con suficiente luz UV. Este efecto se rige principalmente por la dosis total de luz UV. Una dosis típica para matar el 90% de un determinado microorganismo es de 10 mWh/m<sup>2</sup> (especialmente aplicado de forma permanente).

65

Parece que las guías de ondas de la técnica anterior son menos eficaces en la prevención o reducción de la bioincrustación de lo deseado. Por tanto, es un aspecto de la invención proporcionar una guía de ondas alternativa, específicamente un sistema que comprende dicha guía de ondas, que preferiblemente además evita al menos parcialmente uno o más de los inconvenientes descritos anteriormente.

5 Parece (sorprendentemente) que si se usa silicona clara (transparente) como medio para transportar la radiación UV a la superficie de salida, la eficiencia para reducir o prevenir la bioincrustación es menor de lo deseable. Por tanto, aunque parece deseable una guía de ondas o un medio óptico muy transparente, esto parece menos útil en la práctica. Sorprendentemente, parece que se puede aumentar la eficacia cuando se introducen partículas en la guía de ondas, aunque también parece que este efecto se obtiene especialmente con un rango limitado de tamaños de partículas y un rango limitado de concentraciones de partículas.

10 Por lo tanto, la invención proporciona un sistema antibioincrustante (en este documento también indicado como "sistema" o "sistema antibioincrustante") que comprende una fuente de luz configurada para proporcionar radiación UV y el elemento de guía de ondas que se define en este documento, en donde la fuente de luz y el elemento de guía de ondas está adaptado para la propagación de al menos parte de la radiación UV a través del material transmisor de radiación y la subsiguiente emanación de al menos una de la primera cara y la segunda cara.

20 Un sistema de este tipo se puede utilizar para prevenir o reducir la bioincrustación. La radiación que emana de una (o ambas) de las caras se puede utilizar para eliminar la bioincrustación o inhibir la bioincrustación (crecimiento). La radiación per se puede usarse, por ejemplo, proporcionando dicha radiación antiincrustante a una superficie para limpiarla de o protegerla de la bioincrustación. Sin embargo, también la primera cara y/o la segunda cara pueden usarse como una superficie externa de un objeto, proporcionando así al objeto una superficie alternativa que puede ser menos propensa a la bioincrustación. Nótese que la radiación puede escapar de una o más caras, también de más caras que las caras primera y segunda indicadas en este documento, dependiendo de la forma de la guía de ondas. La cara, o parte de la cara, a través de la cual la radiación UV puede escapar de la guía de ondas (para proporcionar la radiación antiincrustante) también se indica en este documento como "cara de salida de radiación UV".

30 Por lo tanto, en otro aspecto más, la invención también proporciona una combinación de un objeto que comprende una superficie de objeto y el sistema antibioincrustante como se define en este documento, de acuerdo con la reivindicación 12.

35 La guía de ondas comprende un primer lado y un segundo lado y tiene forma de placa. Como la guía de ondas tiene forma de placa, se define que la guía de ondas tiene una primera cara y una segunda cara. La primera cara y la segunda cara pueden definir el grosor o la altura de la guía de ondas. El elemento de guía de ondas puede tener un grosor ( $h_1$ ) definido por la distancia entre la primera cara y la segunda cara seleccionada en el rango de 0.1 a 500 mm, tal como 0.5-500 mm, como 1-200 mm, tal como 2-100 mm, como 2-20 mm.

40 Como se indicó anteriormente, la guía de ondas comprende material transmisor de radiación configurado entre la primera cara y la segunda cara. De hecho, el material transmisor de radiación puede proporcionar la primera cara y la segunda cara, como por ejemplo, una losa de silicona o una losa de otro material transmisor de radiación. Por lo tanto, por ejemplo, una placa de material transmisor de radiación puede definir la primera cara y la segunda cara, como caras dispuestas en oposición.

45 El material transmisor de radiación es esencialmente impermeable al agua, especialmente en el sentido de que la migración de agua de una cara a otra cara es esencialmente cero, tal como a presión atmosférica y a temperatura ambiente inferior a  $0.01 \text{ mg/día/m}^2$ , tal como como incluso menos de  $1 \text{ µg/día/m}^2$ , como especialmente igual o menor que  $0.1 \text{ µg/día/m}^2$  de la guía de ondas. Por tanto, el material y el grosor pueden elegirse de modo que esencialmente no pueda penetrar agua a través de la guía de ondas.

50 Por el contrario, la luz puede transmitirse a través del material, ya que la guía de ondas puede funcionar como una ventana. Por tanto, el elemento de guía de ondas comprende material transmisor de radiación. La guía de ondas es especialmente transmisora de radiación UV. Por lo tanto, básicamente, cuando se proporciona radiación UV en una de las caras del elemento, parte de la radiación UV se transmitirá a través de la guía de ondas, opcionalmente después de una dispersión (múltiple), y escapará de la guía de ondas (por ejemplo, en la otra cara). Por lo tanto, la guía de ondas comprende especialmente un material transmisor de radiación, tal como vidrio, cuarzo, sílice (fundida), silicona, fluoropolímero, etc., especialmente el material transmisor de radiación comprende uno o más de una silicona y un fluoropolímero, especialmente el material transmisor de radiación comprende una silicona, por ejemplo, LUMISIL®, especialmente LUMISIL® 400, de Wacker o materiales similares. Por tanto, el elemento de guía de ondas comprende material transmisor de radiación, es decir, un material transmisor de radiación UV.

65 La guía de ondas no es necesariamente transmisora para todas las longitudes de onda y tampoco es necesariamente transmisora por completo para toda la radiación. Por tanto, la guía de ondas es transmisora de al menos parte de la radiación UV. Especialmente, la guía de ondas está adaptada para transmitir al menos el 25%, tal como al menos el 50%, tal como al menos el 75%, como al menos el 90% de la radiación antiincrustante. En otras

palabras, la fuente de luz está configurada con relación a la guía de ondas, la fuente de luz está integrada en la guía de ondas (de tal manera) y la guía de ondas se elige de manera que al menos el 25% del número total de fotones de la radiación proporcionada a la guía de ondas también se escapa de la guía de ondas. La transmisión o permeabilidad a la radiación se puede determinar proporcionando radiación en una longitud de onda específica con una primera intensidad al material y relacionando la intensidad de la radiación en esa longitud de onda medida después de la transmisión a través del material, con la primera intensidad de la radiación proporcionada en esa longitud de onda específica al material (véase también E-208 y E-406 del CRC Handbook of Chemistry and Physics, 69a edición, 1088-1989).

En realizaciones específicas, un material puede considerarse transmisor cuando la transmisión de la radiación en una longitud de onda o en un rango de longitud de onda, especialmente en una longitud de onda o en un rango de longitud de onda de radiación generada por una fuente de radiación, a través de una capa de material de 1mm de grosor, especialmente incluso a través de una capa de material de 5 mm de grosor, bajo irradiación perpendicular con dicha radiación es al menos aproximadamente 50%, tal como al menos aproximadamente 75%, tal como incluso al menos aproximadamente 80%.

Además, el material transmisor de radiación es un material de matriz para una fase de otra composición que el material transmisor de radiación, en donde la fase está disponible en la matriz como regiones. Aquí, la expresión "fase" se usa, como también se usa de manera similar en contexto como una fase de agua en aceite. Por lo tanto, se proporciona una especie de fase en fase, en la que la primera fase se refiere al otro material y la última fase al material de la matriz, tal como la silicona, etc.

La composición de la materia en las regiones puede ser especialmente diferente del material de la matriz circundante. Las regiones pueden comprender cavidades llenas de gas, cavidades llenas de líquido o consistir esencialmente en material sólido. Las regiones son regiones relativamente pequeñas y también pueden indicarse como partículas. Aunque las regiones pueden tener una forma irregular, una relación de aspecto más grande (de una dimensión más grande a una más pequeña) será en (número) promedio menor que 10 y/o una relación de aspecto más pequeña en (número) promedio será mayor que 0.1. La expresión dimensión puede referirse a longitud, ancho, alto y diámetro. En caso de que la región sea perfectamente esférica, la relación de aspecto es uno como la dimensión más pequeña y más grande o tanto el diámetro (ya que de hecho no hay una dimensión más pequeña o más grande, sino solo un diámetro). En general, se puede considerar que las partículas son (esencialmente) partículas esféricas. Las regiones (o partículas) tienen radios de partículas medios ( $r_1$ ) seleccionados del rango de 350-1200 nm. Por tanto, la expresión "radio" se refiere esencialmente al radio esférico equivalente (similar a la definición del diámetro esférico equivalente (o ESD)). El radio esférico equivalente de un objeto de forma irregular es el radio de una esfera de volumen equivalente. Se puede encontrar un equilibrio entre transmisión y desacoplamiento de luz. Además, con la invención descrita en este documento, la radiación acoplada en una de las caras, o en ambas, puede ser más intensa y distribuirse de la manera más eficaz, permitiendo así un número menor de fuentes de luz, que ahorran energía y (otros) recursos.

La fracción de volumen de las regiones se selecciona del rango de 0.01-0.2% en volumen.

En este documento, las expresiones "promedio" y "medio" pueden referirse especialmente al promedio numérico y valores medios con base en el número de elementos (tal como aquí las regiones).

En las realizaciones, una o más regiones constan de al menos 80% en volumen de un gas, o incluso esencialmente 100% en volumen. Por lo tanto, un pequeño vacío puede llenarse con gas, especialmente llenado por completo con el gas, que de ese modo proporciona una especie de partícula de gas. En realizaciones específicas, una pluralidad de regiones, tal como al menos el 50% de todas las regiones consiste en al menos el 80% en volumen de un gas, especialmente el 100% en volumen, o incluso esencialmente el 100% de todas las regiones. Cuando menos del 100% en volumen del gas está comprendido en un pequeño vacío, el resto puede ser, por ejemplo, un líquido tal como el agua. El gas puede ser aire, gas nitrógeno o dióxido de carbono, etc. La expresión "gas" también puede referirse a una mezcla de gases, tal como aire, etc. Los vacíos de gas pueden introducirse durante la producción de la guía de ondas, tal como durante la producción de silicona u otro polímero.

En otras realizaciones más, una o más regiones constan de al menos 80% en volumen de un líquido, tal como agua, o incluso esencialmente 100% en volumen. En realizaciones específicas, una pluralidad de regiones, tal como al menos el 50% de todas las regiones consiste en al menos el 80% en volumen de líquido, incluso más especialmente el 100% en volumen tal como agua, o incluso esencialmente el 100% de todas las regiones. Cuando menos del 100% en volumen del líquido está comprendido en un pequeño vacío, el resto puede ser, por ejemplo, gas, tal como aire. La expresión "líquido" también puede referirse a una mezcla de líquidos, tal como agua y etanol, etc. Las partículas líquidas pueden introducirse durante la producción de la guía de ondas, tal como durante la producción de silicona u otro polímero.

En realizaciones adicionales, la una o más regiones comprenden partículas sólidas. Especialmente, las partículas sólidas comprenden material reflectante de la radiación, tal como especialmente material reflectante para la radiación UV. En realizaciones específicas, la una o más regiones comprenden partículas sólidas seleccionadas del

grupo que consiste en dióxido de silicio, óxido de aluminio, dióxido de titanio, nitruro de boro, óxido de magnesio, sulfato de bario, carbonato de calcio, dióxido de circonio y óxido de zinc. En realizaciones específicas, una pluralidad de regiones, tal como al menos el 50% de todas las regiones comprende tales partículas, o incluso esencialmente el 100% de todas las regiones. Las regiones pueden estar completamente llenas con el material sólido, o también pueden comprender uno o más de un líquido y un gas. Especialmente, las regiones están completamente llenas de material sólido. En otras palabras, las partículas definen las regiones. La expresión "partículas sólidas" puede referirse a partículas que constan todas del mismo material, o a partículas que constan de diferentes materiales. Además, las partículas también pueden comprender mezclas de dos o más de los materiales anteriores. Por tanto, en las formas de realización, las regiones son partículas sólidas.

Debido a la presencia de la otra fase, tal como la otra fase que comprende otro material, la radiación UV que se propaga a través del material transmisor de radiación se dispersa, lo que conduce a una mejor distribución y/o desacoplamiento. Sin embargo, como se indicó anteriormente, el número y la dimensión de las regiones se eligen de manera que se pueda encontrar un compromiso entre un desacoplamiento eficiente y una buena distribución sobre una o ambas superficies.

Especialmente, las regiones tienen un índice de refracción diferente (o índices de refracción cuando se aplican diferentes materiales para la fase) que el material de matriz. Esto puede mejorar la dispersión. Por lo tanto, en realizaciones específicas el material transmisor de radiación y la fase tienen (en promedio) una diferencia absoluta de índices de refracción mayor que cero, especialmente seleccionados del rango de 0.04-0.8, como seleccionados del rango de 0.06-0.7.

Opcionalmente, en (otras) realizaciones, el material transmisor de radiación y la fase pueden ser esencialmente el mismo material pero tener diferentes estructuras (como diferentes cristalinidades, o cristalina y amorfas, etc.).

Además, parece que se pueden obtener buenos resultados cuando el elemento de guía de ondas tiene un trayecto libre media de Henyey Greenstein seleccionada del rango de 0.2 a 30 mm, especialmente de 0.2 a 15 mm, tal como de 0.5 a 12 mm, y tiene un factor de anisotropía de Henyey Greenstein seleccionado del rango de 0.8-0.95. Entre otros, se hace referencia a L.G. Henyey, J.L. Greenstein, Diffuse radiation in the galaxy, Astrophysical Journal 93: 70-83, 1941.

Como se indicó anteriormente, la invención proporciona un sistema antibioincrustante que comprende una fuente de luz configurada para proporcionar radiación UV y el elemento de guía de ondas como se define en este documento, en donde la fuente de luz y el elemento de guía de ondas están adaptados para la propagación de al menos parte de la radiación UV a través del material transmisor de radiación y posterior emanación de al menos una de la primera cara y una segunda cara. La combinación de elemento de guía de ondas y fuente de luz configurada para proporcionar radiación UV también puede indicarse como "elemento emisor de UV". En lugar de la expresión "emanación subsiguiente" también se utiliza la expresión emisión (subsiguiente) o escape, ya que la radiación escapa del elemento.

En ejemplos que no forman parte de la invención, la fuente de luz está configurada externamente al elemento de guía de ondas. En realizaciones de la invención, la fuente de luz está configurada al menos parcialmente dentro del elemento de guía de ondas. En los primeros ejemplos, una superficie emisora de luz, tal como una matriz de LED, es externa al elemento de guía de ondas, mientras que en las últimas realizaciones, especialmente la superficie emisora de luz (tal como una matriz de LED) está configurada dentro del elemento de guía de ondas. Por tanto, en tales realizaciones, la superficie emisora de luz puede estar en contacto físico con el material transmisor de radiación. La fuente de luz está integrada al menos parcialmente en el elemento de guía de ondas, o incluso puede estar totalmente integrada en el elemento de guía de ondas.

Especialmente, la fuente de luz tiene un eje óptico (O) (es decir, un haz de luz generado por la fuente de luz tiene tal eje óptico), en donde la fuente de luz está configurada con el eje óptico (O) perpendicular a uno o más de la primera cara y la segunda cara. Esto puede proporcionar el punto más grande en una de las superficies que reciben la luz de la fuente de luz y, por lo tanto, puede reducir potencialmente la bioincrustación o prevenir la bioincrustación. En las formas de realización el punto puede ser esencialmente redondo. En otras realizaciones más, la fuente de luz está configurada con el eje óptico (O) paralelo a una o más de la primera cara y la segunda cara. Esto puede llevar a un punto que se desvíe de circular. Este punto también se indica en este documento como "diámetro limpio", aunque el punto no es de manera necesaria perfectamente circular.

En realizaciones específicas, la fuente de luz está configurada para proporcionar radiación UVC. En otras realizaciones más, se proporciona una combinación de uno o más de UVA, UVB y UVC. A continuación se describen algunas realizaciones específicas adicionales.

En otras realizaciones, el sistema antibioincrustante comprende una pluralidad de fuentes de luz, en donde cada fuente de luz tiene una superficie emisora de luz, y en donde las fuentes de luz tienen distancias (d1) más cortas entre superficies emisoras de luz vecinas seleccionadas del rango de 0.5-100, tal como 1-100 mm, como 1-50 mm,

tal como 5-50 mm, como 5-25 mm. Con la dispersión elegida específicamente, la distancia entre las fuentes de luz puede ser relativamente grande.

5 Cuando se aplica una pluralidad de fuentes de luz, tales fuentes de luz pueden configurarse especialmente en una rejilla, con fuentes de luz interconectadas (véase también más abajo), especialmente configuradas mutuamente en paralelo. En realizaciones específicas, todas una o más fuentes de luz están configuradas con los ejes ópticos esencialmente perpendiculares a una o ambas caras. En otras realizaciones más, todas una o más fuentes de luz son fuentes configuradas con los ejes ópticos esencialmente paralelos a una o ambas caras. En otras realizaciones más, puede haber dos o más subconjuntos de fuentes de luz, con cada (una o más) fuentes de luz dentro del subconjunto con los ejes ópticos alineados en paralelo, pero con los ejes ópticos de las fuentes de luz de diferentes subconjuntos configurados no paralelos (incluido antiparalelo). Por ejemplo, se puede configurar una pluralidad de fuentes de luz con el eje óptico esencialmente paralelo a una o ambas caras y se puede configurar una pluralidad de fuentes de luz con el eje óptico esencialmente perpendicular a una o ambas caras. Por ejemplo, tales fuentes de luz pueden configurarse en matrices 2D con diferentes fuentes de luz configuradas alternativamente.

15 Como también se indicó anteriormente, la invención proporciona además una combinación de un objeto que comprende una superficie de objeto y el sistema antibioincrustante como se define en este documento, en donde al menos una de la primera cara y la segunda cara de dicho sistema antibioincrustante es configurada como al menos parte de dicha superficie de objeto, y en donde el sistema antibioincrustante está configurado para proporcionar radiación UV que emana de dicha al menos una de la primera cara y una segunda cara.

20 Como se indicó anteriormente, en un aspecto adicional, la invención proporciona una combinación tal que durante el uso puede sumergirse al menos parcialmente en agua, comprendiendo la combinación el sistema antibioincrustante como se define en este documento, en donde el sistema antibioincrustante está configurado para irradiar con radiación UV durante una etapa de irradiación uno o más de (i) una parte de una superficie de dicho objeto y (ii) agua adyacente a dicha parte de dicha superficie. Como se indicó anteriormente, el objeto puede seleccionarse especialmente del grupo que consiste en una embarcación y un objeto de infraestructura, etc. Por lo tanto, en las realizaciones, el objeto se selecciona del grupo que consiste en un objeto marino inmóvil, un objeto marino móvil, como un objeto marino (motorizado), tal como una embarcación (motorizada), un elemento de infraestructura y un molino de viento.

25 En este documento, la expresión "objeto que durante el uso está al menos parcialmente sumergido en agua" se refiere especialmente a objetos tales como embarcaciones y objetos de infraestructura que tienen aplicaciones acuáticas. Por lo tanto, durante el uso, dicho objeto estará en general en contacto con el agua, como una embarcación en el mar, un lago, un canal, un río u otra vía fluvial, etc. La expresión "embarcación" puede referirse, por ejemplo, a, por ejemplo, un bote o un barco, etc., tal como un velero, un petrolero, un barco de crucero, un yate, un ferri, un submarino, etc. La expresión "objeto de infraestructura" puede referirse especialmente a aplicaciones acuáticas que están en general dispuestas sustancialmente estacionarias, tales como una presa, una esclusa, un pontón, una plataforma petrolífera, etc. La expresión "objeto de infraestructura" también puede referirse a tuberías (por ejemplo, bombear agua del océano a, por ejemplo, una planta de potencia) y otras partes de plantas de potencia (hidroeléctricas), tales como sistemas de refrigeración, turbinas, etc. La expresión "superficie" se refiere especialmente a la superficie que puede estar en contacto físico con el agua. En el caso de las tuberías, esto puede aplicarse a una o más de la superficie interna de la tubería y la superficie externa de la tubería. Por tanto, en lugar de la expresión "superficie" también se puede aplicar la expresión "superficie de incrustación". Además, en tales realizaciones, la expresión "línea de flotación" también puede referirse a, por ejemplo, nivel de llenado. Especialmente, el objeto es un objeto configurado para aplicaciones marinas, es decir, aplicación en o cerca de un mar o un océano. Dichos objetos están durante su uso al menos temporalmente, o sustancialmente siempre, al menos parcialmente en contacto con el agua. El objeto puede estar al menos parcialmente debajo del agua (línea) durante su uso, o puede estar sustancialmente todo su tiempo debajo del agua (línea), tal como para aplicaciones submarinas. La invención puede, por ejemplo, ser aplicada para antiincrustantes marinas, manteniendo limpias las superficies mojadas, para aplicaciones en alta mar, para aplicaciones (sub) marinas, para plataformas de perforación, etc.

30 Debido a este contacto con el agua, puede producirse bioincrustación, con las desventajas indicadas anteriormente. La bioincrustación se producirá en la superficie de dicho objeto. La superficie de un (elemento del) objeto a proteger puede comprender acero, pero opcionalmente también puede comprender otro material, tal como por ejemplo, seleccionados del grupo que consiste en madera, poliéster, material compuesto, aluminio, caucho, Hiparon, PVC, fibra de vidrio, etc. Por lo tanto, en lugar de un casco de acero, el casco también puede ser un casco de PVC o un casco de poliéster, etc. En lugar de acero, también se puede usar otro material de hierro, tal como (otras) aleaciones de hierro.

35 En este documento, la expresión "incrustación" o "bioincrustación" o "incrustación biológica" se utilizan indistintamente. Arriba, se proporcionan algunos ejemplos de incrustaciones. La bioincrustación puede ocurrir en cualquier superficie del agua o cerca del agua y estar temporalmente expuesta al agua (u otro líquido acuoso conductor de electricidad). En una superficie de este tipo, la bioincrustación puede ocurrir cuando el elemento está dentro o cerca del agua, tal como (justo) por encima de la línea de flotación (como por ejemplo, debido a

salpicaduras de agua, tal como por ejemplo debido a una ola de proa). Entre los trópicos, la bioincrustación puede ocurrir en cuestión de horas. Incluso a temperaturas moderadas, las primeras (etapas) de incrustación se producirán en cuestión de horas; como primer nivel (molecular) de azúcares y bacterias.

- 5 El sistema antibioincrustante comprende al menos un elemento emisor de UV. Además, el sistema antibioincrustante puede comprender un sistema de control (véase también más abajo), un suministro de energía eléctrica, etc.

La expresión "sistema antibioincrustante" también puede referirse a una pluralidad de tales sistemas, opcionalmente acoplados funcionalmente entre sí, tal como por ejemplo, controlado a través de un único sistema de control. Además, el sistema antibioincrustante puede comprender una pluralidad de tales elementos emisores de UV. En este documento, la expresión "elemento emisor de UV" puede (por tanto) referirse a una pluralidad de elementos emisores de UV. Por ejemplo, en una realización, una pluralidad de elementos emisores de UV pueden estar asociados con una superficie del objeto, tal como un casco, o pueden estar comprendidos por dicha superficie (véase también más adelante), mientras que por ejemplo, se puede configurar un sistema de control en algún lugar dentro del objeto, tal como en una sala de control o en la cabina de mando de una embarcación.

La superficie o área en la que se puede generar la incrustación también se indica en este documento como superficie de incrustación. Puede, por ejemplo, ser el casco de un barco y/o una superficie de emisión de un medio óptico (véase también más abajo). Para ello, el elemento emisor de UV proporciona radiación UV (luz antiincrustante) que se aplica para evitar la formación de bioincrustaciones y/o eliminar las bioincrustaciones. Esta radiación UV (luz antiincrustante) comprende especialmente al menos radiación UV (también indicada como "luz UV"). Por tanto, el elemento emisor de UV está especialmente configurado para proporcionar radiación UV. Para ello, el elemento emisor de UV comprende una fuente de luz. La expresión "fuente de luz" también puede referirse a una pluralidad de fuentes de luz, tales como 2-20 fuentes de luz LED (de estado sólido), aunque también se pueden aplicar muchas más fuentes de luz. Por tanto, la expresión LED también puede referirse a una pluralidad de LED. Especialmente, el elemento emisor de UV puede comprender una pluralidad de fuentes de luz. Por tanto, como se indicó anteriormente, el elemento emisor de UV comprende una o más fuentes de luz de estado (estado sólido). Los LED pueden ser (OLED o) LED de estado sólido (o una combinación de estos LED). Especialmente, la fuente de luz comprende LED de estado sólido. Por tanto, especialmente, la fuente de luz comprende un LED UV configurado para proporcionar una o más de luz UV-A y UVC (véase también a continuación). El UV-A se puede usar para dañar las paredes celulares, mientras que el UVC se puede usar para dañar el ADN. Por tanto, la fuente de luz está especialmente configurada para proporcionar la radiación UV. En este documento, la expresión "fuente de luz" se refiere especialmente a una fuente de luz de estado sólido. Las fuentes de luz también pueden incluir láseres de estado sólido.

Especialmente, la fuente de luz o las fuentes de luz son LED. Por tanto, en las realizaciones, el sistema antibioincrustante comprende una pluralidad de fuentes de luz, en donde las fuentes de luz comprenden LED. Alternativa o adicionalmente, las fuentes de luz comprenden láseres de estado sólido.

La ultravioleta (UV) es esa parte de la luz electromagnética limitada por el extremo inferior de la longitud de onda del espectro visible y la banda de radiación de rayos X. El rango espectral de la luz UV es, por definición, entre aproximadamente 100 y 400 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) y es invisible para los ojos humanos. Utilizando la clasificación CIE, el espectro UV se subdivide en tres bandas: UVA (onda larga) de 315 a 400 nm; UVB (onda media) de 280 a 315 nm; y UVC (onda corta) de 100 a 280 nm. En realidad, muchos fotobiólogos suelen hablar de los efectos en la piel que resultan de la exposición a los rayos UV como el efecto ponderado de las longitudes de onda por encima y por debajo de 320 nm, por lo que ofrecen una definición alternativa.

La luz en la banda UVC de onda corta proporciona un fuerte efecto germicida. Además, esta forma de luz también puede causar eritema (enrojecimiento de la piel) y conjuntivitis (inflamación de las membranas mucosas del ojo). Debido a esto, cuando se utilizan lámparas de luz UV germicidas, es importante diseñar sistemas para excluir las fugas de UVC y así evitar estos efectos. En el caso de fuentes de luz sumergidas, la absorción de luz UV por el agua puede ser lo suficientemente fuerte como para que las fugas de UVC no sean un problema para los humanos por encima de la superficie del líquido. Por tanto, en una realización, la radiación UV (luz antiincrustante) comprende luz UVC. En otra realización más, la radiación UV comprende radiación seleccionada de un rango de longitud de onda de 100-300 nm, especialmente 200-300 nm, tal como 230-300 nm. Por tanto, la radiación UV puede seleccionarse especialmente de UVC y otra radiación UV hasta una longitud de onda de aproximadamente 300 nm. Se obtienen buenos resultados con longitudes de onda dentro del rango de 100-300 nm, tal como 200-300 nm. Especialmente, las fuentes de luz pueden ser fuentes de luz que tengan una longitud de onda máxima seleccionada en el rango de 255-290 nm, tal como 260-280 nm.

Como se indicó anteriormente, el elemento emisor de UV puede estar configurado para irradiar con dicha radiación UV (durante una etapa de irradiación) una o más de (i) dicha parte de dicha superficie y (ii) agua adyacente a dicha parte de dicha superficie. La expresión "parte" se refiere a parte de la superficie de un objeto, tal como por ejemplo, un casco o una esclusa (puerta). Sin embargo, la expresión "parte" también puede referirse sustancialmente a toda la superficie, tal como la superficie del casco o esclusa. Especialmente, la superficie puede comprender una pluralidad de partes, que pueden irradiarse con la luz UV de una o más fuentes de luz, o que pueden irradiarse con

la radiación UV de uno o más elementos emisores de rayos UV. Cada elemento emisor de UV puede irradiar una o más partes. Además, puede haber opcionalmente partes que reciban radiación UV de dos o más elementos emisores de UV.

5 En general, se puede hacer una distinción entre dos realizaciones principales. Una de las realizaciones incluye la parte de la superficie que se irradia con la radiación UV con agua (o aire cuando está por encima de la línea de flotación), tal como agua de mar, entre la fuente de luz y el elemento emisor de UV, al menos durante la etapa de irradiación. En tal realización, la parte está compuesta especialmente por la superficie "original" del objeto. Sin embargo, en otra realización más, la superficie "original" puede extenderse con un módulo, especialmente un  
10 módulo relativamente plano, que está unido a la superficie "original" del objeto (tal como el casco de una embarcación), por lo que el módulo en sí mismo, forma la superficie. Por ejemplo, tal módulo puede estar asociado con el casco de una embarcación, por lo que el módulo forma (al menos parte de) la superficie. En ambas realizaciones, el elemento emisor de UV comprende especialmente una superficie de salida radiante (véase también más adelante). Sin embargo, especialmente en la última realización en donde el elemento emisor de UV puede  
15 proporcionar parte de dicha superficie, dicha cara de salida de radiación puede proporcionar la parte (ya que la primera parte y la cara de salida de radiación pueden coincidir esencialmente; especialmente puede ser la misma superficie).

Por tanto, en una realización, el elemento emisor de UV está unido a dicha superficie. En otra realización específica más, la cara de salida de radiación del sistema antiincrustante está configurada como parte de dicha superficie. Por tanto, en algunas de las realizaciones, el objeto puede comprender una embarcación que comprende un casco, y el elemento emisor de UV está unido a dicho casco. La expresión "cara de salida de radiación" también puede referirse a una pluralidad de caras de salida de radiación (véase también más adelante).

25 En ambas realizaciones generales, el elemento emisor de UV está configurado para irradiar con dicha radiación UV (durante una etapa de irradiación) agua adyacente a dicha parte de dicha superficie. En las realizaciones en donde el propio módulo forma de hecho la superficie, el elemento emisor de UV está configurado al menos para irradiar con dicha radiación UV (durante una etapa de irradiación) dicha parte de dicha superficie, ya que de hecho es parte de dicha superficie, y opcionalmente también agua adyacente a dicha parte de dicha superficie. De este modo, se  
30 puede prevenir y/o reducir la bioincrustación.

En una realización, una cantidad significativa de una superficie protegida debe mantenerse limpia de la incrustación, preferiblemente toda la superficie protegida, por ejemplo, el casco de un barco, puede estar cubierto con una capa que emita luz germicida ("luz antiincrustante"), en particular luz UV.

35 En otra realización más, la radiación UV (luz antiincrustante) puede proporcionarse a la superficie a proteger mediante una guía de ondas, tal como una fibra.

Por tanto, en una realización, el sistema de iluminación antiincrustante puede comprender un medio óptico, en donde el medio óptico comprende una guía de ondas, tal como una fibra óptica, configurada para proporcionar dicha radiación UV (luz antiincrustante) a la superficie de la incrustación. La superficie de por ejemplo, la guía de ondas de la que escapa la radiación UV (luz antiincrustante) también se indica en este documento como superficie de emisión. En general, esta parte de la guía de ondas puede estar sumergida al menos temporalmente. Debido a la radiación UV (luz antiincrustante) que se escapa de la superficie de emisión, un elemento del objeto que está durante el uso al  
45 menos temporalmente expuesto al líquido (tal como el agua de mar), puede irradiarse y, por lo tanto, ser antiincrustante. Sin embargo, la superficie de emisión per se también puede ser antiincrustante. Este efecto se usa en algunas de las realizaciones del elemento emisor de UV que comprende un medio óptico que se describe a continuación.

50 Las realizaciones con medios ópticos también se describen en el documento WO2014188347. Las realizaciones del documento WO2014188347 se pueden combinar con la unidad de control y/o el conmutador de agua, y otras realizaciones, descritas en este documento.

Como se indicó anteriormente, el elemento emisor de UV puede comprender especialmente una cara de salida de radiación UV. Por tanto, en una realización específica, el elemento emisor de UV comprende una cara de salida de radiación UV, estando especialmente configurado el elemento emisor de UV para proporcionar dicha radiación UV corriente abajo de dicha cara de salida de radiación UV de dicho elemento emisor de UV. La cara de salida de la radiación UV puede ser la superficie de una guía de ondas. Por tanto, la radiación UV puede acoplarse en el elemento emisor de UV a la guía de ondas y escapar del elemento a través de una (parte de) la cara de la guía de  
60 ondas. Como también se indicó anteriormente, en las realizaciones, la cara de salida de radiación puede configurarse opcionalmente como parte de la superficie del objeto.

Especialmente, la fuente de luz (de estado sólido) es al menos controlable entre un primer nivel de radiación UV y un segundo nivel de radiación UV, en donde el primer nivel de radiación UV es mayor que el segundo nivel de radiación UV (y en donde el segundo nivel de radiación UV es menor que el primer nivel de radiación o incluso puede ser cero). Por tanto, en una forma de realización, la fuente de luz puede apagarse y encenderse (durante una etapa de  
65

radiación). Además, opcionalmente también se puede controlar la intensidad de la radiación UV entre estas dos etapas, tal como un control de la intensidad de la radiación UV gradual o continuo. Por tanto, la fuente de luz es especialmente controlable (y por tanto su intensidad de radiación UV lo es).

5 Como se indicó anteriormente, el objeto o el sistema antibioincrustante puede comprender una pluralidad de caras de salida de radiación. En realizaciones, esto puede referirse a una pluralidad de sistemas antibioincrustante. Sin embargo, de forma alternativa o adicional, en las realizaciones esto puede referirse a un sistema antibioincrustante que comprende una pluralidad de elementos emisores de radiación UV. Por tanto, un sistema antibioincrustante de este tipo puede incluir especialmente una pluralidad de fuentes de luz para proporcionar radiación UV. Sin embargo,  
10 de forma alternativa o adicional, en las realizaciones esto puede (también) referirse a un elemento emisor de UV que comprende una pluralidad de fuentes de luz configuradas para proporcionar la radiación UV. Nótese que un elemento emisor de UV con una única cara de salida de radiación UV puede incluir (todavía) una pluralidad de fuentes de luz.

15 Especialmente cuando el elemento emisor de UV comprende una pluralidad de fuentes de luz y una pluralidad de caras de salida de radiación UV, especialmente con cada una de dichas superficies direccionadas por una o más fuentes de luz, y/o cuando el sistema de bioincrustación comprende una pluralidad de elementos emisores de UV, mediante un control de las fuentes de luz es posible direccionar diferentes partes de la superficie de forma independiente. Por lo tanto, al disponer las diferentes caras de salida de radiación UV a diferentes alturas del objeto (con la altura especialmente definida durante el uso del objeto), es posible irradiar sustancialmente con radiación UV solo aquellas partes para las cuales una o más de las partes y la cara de salida de la radiación UV están por debajo del agua (línea).

20 Por tanto, en una realización específica, el sistema antibioincrustante comprende una pluralidad de fuentes de luz, una pluralidad de caras de salida de radiación y una pluralidad de dichas partes, en donde la pluralidad de fuentes de luz está configurada para proporcionar dicha radiación UV a través de dicha una pluralidad de caras de salida de radiación a dicha pluralidad de partes, y en donde dicha pluralidad de partes está configurada a diferentes alturas del objeto. Especialmente, el sistema de control puede configurarse para controlar las fuentes de luz (de estado sólido) individualmente en función de dicha información de entrada. Por ejemplo, en una realización específica, el sistema de control puede configurarse para controlar las fuentes de luz individualmente en función de las posiciones de las partes de la superficie con respecto al agua (es decir, la línea de flotación).

25 El sistema antibioincrustante está especialmente configurado para proporcionar radiación UV a la parte del objeto o al agua adyacente a esta parte. Esto implica especialmente que durante una etapa de irradiación se aplica la radiación UV. Por tanto, opcionalmente también puede haber periodos en donde no se aplique radiación UV en absoluto. Esto puede (por lo tanto) deberse no solo a, por ejemplo, un sistema de control que conmuta uno o más de los elementos emisores de UV, sino puede, por ejemplo, también deberse a ajustes predefinidos tal como el día y la noche o la temperatura del agua, etc. Por ejemplo, en una realización, la radiación UV se aplica de forma pulsada.

40 Por lo tanto, en una realización o aspecto específico, el sistema antibioincrustante está configurado para prevenir o reducir la bioincrustación en una superficie de incrustaciones de un objeto que durante el uso está al menos temporalmente expuesto al agua, proporcionando una luz antiincrustante (es decir, radiación UV) a dicha superficie de incrustación o al agua adyacente a la misma. Especialmente, el sistema antibioincrustante puede configurarse para proporcionar dicha luz antiincrustante a través de un medio óptico a dicha superficie incrustante, en donde el elemento emisor de UV comprende además (ii) dicho medio óptico configurado para recibir al menos parte de la radiación UV (luz antiincrustante), comprendiendo el medio óptico una superficie de emisión configurada para proporcionar al menos parte de dicha radiación UV (luz antiincrustante). Además, especialmente el medio óptico comprende una o más de una guía de ondas y una fibra óptica, y en donde la radiación UV (luz antiincrustante) comprende especialmente una o más de luz UVB y UVC. Estas guías de ondas y medios ópticos no se describen en este documento con más detalle.

45 El medio óptico también puede proporcionarse como una lámina (de silicona) para aplicar a la superficie protegida, comprendiendo la lámina al menos una fuente de luz para generar luz antiincrustante y un medio óptico en forma de lámina para distribuir la radiación UV a través de la lámina. En las realizaciones, la lámina tiene un grosor del orden de magnitud de un par de milímetros a unos pocos centímetros, tal como 0.1-5 cm, como 0.2-2 cm. En realizaciones, la lámina no está sustancialmente limitada en ninguna dirección perpendicular a la dirección del grosor para proporcionar una lámina sustancialmente grande que tiene tamaños del orden de magnitud de decenas o cientos de metros cuadrados. La lámina puede tener un tamaño sustancialmente limitado en dos direcciones ortogonales perpendiculares a la dirección del grosor de la lámina, para proporcionar una baldosa antiincrustante; en otra  
60 realización, la lámina tiene un tamaño sustancialmente limitado en sólo una dirección perpendicular a una dirección de grosor de la lámina, para proporcionar una tira alargada de lámina antiincrustante. Por tanto, el medio óptico, e incluso también el elemento emisor de UV, se puede proporcionar como baldosa o tira. La baldosa o tira puede comprender una lámina (de silicona). Las baldosas o tiras son realizaciones de vigas o placas (véase también arriba).

65

En una realización, el elemento emisor de UV comprende una rejilla bidimensional de fuentes de luz para generar radiación UV y el medio óptico está dispuesto para distribuir al menos parte de la radiación UV de la rejilla bidimensional de fuentes de luz a través del medio óptico de manera que para proporcionar una distribución bidimensional de la radiación UV que sale de la superficie emisora de luz del módulo de luz. La rejilla bidimensional de fuentes de luz puede disponerse en una estructura de malla de alambre, una estructura compacta, una estructura de filas/columnas o cualquier otra estructura regular o irregular adecuada. La distancia física entre las fuentes de luz vecinas en la rejilla puede fijarse a través de la rejilla o puede variar, por ejemplo, en función de la potencia de salida de luz requerida para proporcionar el efecto antiincrustante o en función de la ubicación del elemento emisor de UV en la superficie protegida (por ejemplo, ubicación en el casco de un barco). Las ventajas de proporcionar una rejilla bidimensional de fuentes de luz incluyen que la radiación UV puede generarse cerca de las áreas a proteger con iluminación de radiación UV, y que reduce las pérdidas en el medio óptico o guía de luz y que está aumentando la homogeneidad de la distribución de la luz. Preferiblemente, la radiación UV se distribuye generalmente de manera esencialmente homogénea a través de la superficie de emisión; esto reduce o incluso previene las áreas poco iluminadas, donde de otra manera se pueden producir incrustaciones, mientras que al mismo tiempo reduce o previene el desperdicio de energía por sobreiluminación de otras áreas con más luz de la necesaria para antiincrustaciones. En una realización, la rejilla está comprendida en el medio óptico. En otra realización más, la rejilla puede estar compuesta por una lámina (de silicona).

Además, en una realización, el medio óptico puede disponerse próximo a la superficie protegida (incluido opcionalmente adherido a) y acoplarse para recibir la luz ultravioleta, en donde el medio óptico tiene una dirección de grosor perpendicular a la superficie protegida, en donde dos direcciones del medio óptico ortogonales a la dirección del grosor son paralelas a la superficie protegida, en donde el medio óptico está configurado para proporcionar un trayecto de propagación de la luz ultravioleta de manera que la luz ultravioleta viaja dentro del medio óptico en al menos una de las dos direcciones ortogonales, ortogonales a la dirección del grosor, y de tal manera que, en puntos a lo largo de una superficie del medio óptico, porciones respectivas de la luz ultravioleta escapan del medio óptico.

La invención también proporciona un método para proporcionar un sistema antibioincrustante, como se define en este documento, a un objeto, que durante el uso está al menos temporalmente expuesto al agua, comprendiendo el método proporcionar, tal como integrarlo en el objeto y/o unir a la superficie de un objeto, el sistema antibioincrustante al objeto con el sistema antibioincrustante configurado para proporcionar dicha radiación UV a una o más de una parte de una superficie de un objeto del objeto y agua adyacente a dicha parte.

Las expresiones "corriente arriba" y "corriente abajo" se refieren a una disposición de ítems o características relativas a la propagación de la luz desde un medio generador de luz (en este caso especialmente la fuente de luz), en donde en relación con una primera posición dentro de un haz de luz de los medios de generación de luz, una segunda posición en el haz de luz más cercana a los medios de generación de luz es "corriente arriba", y una tercera posición dentro del haz de luz más alejada de los medios de generación de luz es "corriente abajo".

En una realización específica, la fuente de luz comprende una fuente de luz de estado sólido (tal como un LED o un diodo láser). La expresión "fuente de luz" también puede referirse a una pluralidad de fuentes de luz, tales como 2-200 fuentes de luz LED (de estado sólido). Por tanto, la expresión LED también puede referirse a una pluralidad de LED. Además, la expresión "fuente de luz" también puede referirse en las realizaciones a una fuente de luz denominada chips a bordo (COB). La expresión "COB" se refiere especialmente a chips LED en forma de chip semiconductor que no está encapsulado ni conectado, sino directamente montado sobre un sustrato, tal como una PCB. Por tanto, puede configurarse una pluralidad de fuentes de luz semiconductoras sobre el mismo sustrato. En las formas de realización, un COB es un chip de múltiples LED configurado en conjunto como un único módulo de iluminación.

El elemento o sistema puede incluir (más) ópticas como reflectores, filtros ópticos, fuentes de luz adicionales, etc. Por ejemplo, se pueden usar uno o más reflectores para redirigir la radiación hacia la guía de ondas que escapa de caras que no son configuradas como cara de escape de luz o cara de salida de luz. En este documento, especialmente la primera cara se usa, por ejemplo, como cara de salida de luz (única).

Breve descripción de los dibujos

Se describirán ahora realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los que:

Las figuras 1a-1f representan esquemáticamente algunos aspectos de la invención;

La figura 2a representa esquemáticamente la iluminación directa sin dispersión (izquierda) y la iluminación lateral sin dispersión (derecha) (véase también la figura 2c);

La figura 2b muestra que para un grosor de silicona pequeño (alrededor de 4 mm), el diámetro antiincrustante está entre 15 y 20 mm (umbral  $10^{-8}$  W/mm<sup>2</sup>), ya sea para configuraciones de iluminación directa o lateral;

5 La figura 2c representa esquemáticamente la iluminación directa con dispersión (izquierda) y la iluminación lateral con dispersión (derecha);

10 La figura 2d muestra el diámetro limpio de los sistemas de iluminación directa y lateral frente al grosor de la guía de luz. Se realizan simulaciones para diferentes trayectos libres de medios de dispersión (mfp: 3 y 30 mm). Factor de anisotropía  $g = 0.85$ ;

15 La figura 2e muestra el diámetro limpio simulado de los sistemas de iluminación directa y lateral frente a mfp para un grosor de guía de luz de 7 y 5 mm para el sistema de iluminación directa y lateral, respectivamente. Las simulaciones ahora se realizan con el modelo de Henyey-Greenstein con un factor de anisotropía  $g = 0.85$ . Se puede encontrar un parámetro óptimo de mfp. Se tiene en cuenta que el parámetro mfp es inversamente proporcional a la concentración de partículas de dispersión. Dos simulaciones por sistema muestran que el diámetro limpio disminuye para un factor  $g$  de 0.991 (dispersión directa intensa);

20 La figura 2f muestra el diámetro limpio de un sistema de iluminación lateral de 3 mm de grosor y mfp = 3 mm frente al factor  $g$ . Las simulaciones se realizan para dos transmisiones diferentes (85% y 68.5% por cm);

25 La figura 2g muestra el área limpia simulada en un sistema de iluminación lateral donde se varía el radio y la concentración de las partículas. Para cada radio de partícula dado, se puede encontrar una concentración óptima. La simulación se realiza con el modelo de dispersión de Mie. En este ejemplo, la partícula se compone de aire y el medio es silicona. Se han obtenido curvas similares utilizando como partículas agua y nitrato de boro; el umbral es de  $10^{-8}$  W/mm<sup>2</sup> y el grosor de la guía de luz es de 8 mm; la transmisión interna fue de aproximadamente 68%/cm; y

Las figuras 3a-3b representan esquemáticamente algunos resultados de simulación.

30 Los dibujos esquemáticos no están necesariamente a escala.

Descripción detallada de las realizaciones

35 La figura 1a representa esquemáticamente una realización de un elemento 1000 de guía de ondas que comprende una primera cara 1001 y una segunda cara 1002 con material 1005 transmisor de radiación configurado entre la primera cara 1001 y la segunda cara 1002. Como se indicó anteriormente, el material 1005 transmisor de radiación es transmisor de radiación UV. El material 1005 transmisor de radiación es un material de matriz para una fase 1010 de otra composición que el material 1005 transmisor de radiación, en donde la fase 1010 está disponible en la matriz como regiones 1110 con las regiones 1110 que tienen radios  $r_1$  de partículas media seleccionados del rango de 50 - 1500 nm. El diámetro de las partículas se indica con  $2 \cdot r_1$ . El material transmisor puede tener una concentración de región promedio seleccionada del rango de  $1 \cdot 10^4$  -  $1.5 \cdot 10^8$ /mm<sup>3</sup> del material 1005 transmisor de radiación. La referencia h1 indica la altura o el grosor del elemento 1000 de guía de ondas. A veces, el elemento de guía de ondas está en este documento también indicado como losa, y la altura se indica como altura de losa.

45 La figura 1b representa esquemáticamente una realización de un sistema 200 antibioincrustante que comprende una fuente 10 de luz, tal como una fuente de luz de estado sólido, configurada para proporcionar radiación 11 UV y el elemento 1000 de guía de ondas como se define en este documento. La fuente 10 de luz y el elemento 1000 de guía de ondas están adaptados para la propagación de al menos parte de la radiación 11 UV a través del material 1005 transmisor de radiación y la posterior emanación de al menos una de la primera cara 1001 y una segunda cara 1002. A modo de ejemplo, uno o más espejos 1031 pueden configurarse para reflejar la radiación que escapa de la guía de ondas de vuelta a la guía de ondas, especialmente cuando dicha radiación escapa de partes donde no es deseable que la radiación escape. Puede usarse un filtro óptico semitransparente entre la fuente 10 de luz y la guía de ondas. Con tal configuración, puede ser posible que la radiación escape de la guía 1000 de ondas esencialmente solo desde una o más caras deseadas, en este documento la primera superficie 1001.

55 La radiación que escapa de la guía de ondas se indica como radiación 201 del dispositivo. Esta radiación del dispositivo también puede indicarse como radiación antiincrustante o radiación antibioincrustante o radiación del sistema. La radiación 201 del dispositivo comprende al menos parte de la radiación UV, aunque debido a la dispersión y cierta absorción dentro de la guía 1000 de ondas, la distribución espectral puede ser (ligeramente) diferente de la radiación que escapa directamente de la fuente 10 de luz. La cara de la fuente de luz de la que escapa la radiación (UV) se indica con la superficie 12 emisora de luz.

65 Además, a modo de ejemplo, se representan esquemáticamente diferentes configuraciones de la fuente de luz. En un ejemplo que no forma parte de la invención, la fuente 10 de luz puede configurarse externamente a la guía 1000 de ondas. Sin embargo, de acuerdo con la invención, la fuente de luz está al menos parcialmente integrada en la guía de ondas, como se muestra en el medio, y la fuente 10 de luz puede integrarse esencialmente por completo en la guía 1000 de ondas como se muestra a la izquierda de la figura 1b. Además, el eje óptico de la fuente 10 de luz

5 puede configurarse perpendicular a la superficie de escape de luz y/o la superficie de entrada de luz o paralelo a la superficie de escape de luz y/o superficie de entrada de luz. En este documento, en realizaciones tales como las representadas esquemáticamente en la figura 1b (y 1c), la primera superficie 1001 es una superficie de escape de luz o una superficie antibioincrustante y la segunda superficie 1002 puede configurarse como superficie de entrada de luz (figura 1b, fuente 10 de luz derecha). La referencia O indica el eje óptico de las fuentes 10 de luz. Como se indicó anteriormente, la guía de ondas es transmisora de al menos parte de la radiación UV. Dependiendo de la configuración de las fuentes 10 de luz, esto puede imponer condiciones sobre el material de la guía de ondas y la concentración de la región y el tamaño de partícula de la región. Por lo tanto, al menos parte de la radiación 11 UV se transmite a través del material 1005 transmisor de radiación y emana de la primera cara 1001 (u opcionalmente de la segunda cara 1002).

15 La figura 1c representa esquemáticamente una realización de una combinación de un objeto 2000 que comprende una superficie 2110 del objeto y el sistema 200 antibioincrustante como se describe en este documento. Al menos una de la primera cara 1001 y la segunda cara 1002 de dicho sistema 200 antibioincrustante está configurada como al menos parte de dicha superficie 2110 del objeto, y en donde, en un primer estado, el sistema 200 antibioincrustante está configurado para proporcionar radiación 11 UV que emana de dicha al menos una de la primera cara 1001 y una segunda cara 1002. Aquí, de nuevo, la primera superficie 1001 se elige como superficie de escape de radiación de la guía 1000 de ondas.

20 Se tiene en cuenta que también pueden ser posibles configuraciones alternativas. Por ejemplo, el sistema antibioincrustante también puede configurarse con la guía 1000 de ondas a cierta distancia de la superficie 2110 del objeto, irradiando la superficie 2110 del objeto con radiación antiincrustante (mostrada para el sistema 200 antibioincrustante inferior en la figura 1c).

25 La figura 1d representa esquemáticamente realizaciones de objetos 2000 que durante el uso pueden sumergirse al menos parcialmente en agua 2, ver la línea 13 de flotación, aunque la invención no se limita a tales realizaciones. El objeto 2000, tal como una embarcación o una esclusa, véase también a continuación, comprende además un sistema 200 antibioincrustante que comprende un elemento emisor de UV, aquí la guía 1000 de ondas, especialmente para la aplicación de radiación 11 UV a una parte de una superficie 2110 (externa) del objeto 2000, tal como un casco o una parte o un casco. Con referencia a la figura 1c, se muestran dos realizaciones en donde el sistema 200 antibioincrustante, más especialmente la guía 1000 de ondas, puede ser parte de una superficie exterior y, por lo tanto, forma parte de la superficie exterior (figura 1c opción superior) o en donde el sistema 200 antibioincrustante, más especialmente la guía 1000 de ondas, está configurada para irradiar la superficie exterior y no necesariamente forma parte de una superficie exterior, tal como el casco de un barco. Por ejemplo, el objeto 30 2000 se selecciona del grupo que consta de una embarcación 2015 y un objeto de infraestructura. La expresión "embarcación", indicada con la referencia 2015, puede, por ejemplo, referirse a, por ejemplo, un bote o un barco (ref. 2000a en la figura 1d), etc., tal como un velero, un petrolero, un crucero, un yate, un ferri, un submarino (ref. 2000d en la figura 1d), etc., como se indica esquemáticamente en la figura 1d. La expresión "objeto de infraestructura" puede referirse especialmente a aplicaciones acuáticas que en general están dispuestas sustancialmente estacionarias, tal como una presa/esclusa (referencias 2000e/2000f en la figura 1d), un pontón (ref. 2000c en la figura 1d), una plataforma petrolífera (ref. 2000b en la figura 1d), etc.

35 La figura 1e representa esquemáticamente una realización en donde una embarcación 2015, como realización del objeto 2000, comprende una pluralidad de sistemas 200 antibioincrustantes y/o uno o más de dichos sistemas 200 antibioincrustantes que comprenden una pluralidad de guías 1000 de ondas. Dependiendo de la altura del sistema 200 antibioincrustante específico de este tipo y/o de la altura de las guías 1000 de ondas, tal como por ejemplo en relación con un agua (línea), los sistemas 200 antibioincrustantes respectivos pueden activarse. La figura 1e representa esquemáticamente un sistema 300 de control, configurado para controlar los sistemas antibioincrustantes. Sin embargo, la aplicación de un sistema de control no se limita a la realización representada esquemáticamente de la figura 1e. La expresión "controlar" se refiere especialmente a determinar el comportamiento o supervisar el funcionamiento de la fuente de luz, especialmente así una o más de la intensidad y la distribución espectral, especialmente al menos la intensidad.

45 La figura 1 muestra una realización de malla de alambre donde las fuentes 10 de luz, tales como los LED UV, están dispuestos en una rejilla y conectados en una serie de conexiones paralelas. Los LED se pueden montar en los nodos mediante soldadura, encolado o cualquier otra técnica de conexión eléctrica conocida para conectar los LED a las mallas de alambre. Se pueden colocar uno o más LED en cada nodo. Se puede implementar conducción DC o AC. Si se usa AC, entonces se pueden usar un par de LED en configuración antiparalela. El experto en la materia sabe que en cada nodo se pueden utilizar más de un par de LED en configuración antiparalela. El tamaño real de la rejilla de malla de alambre y la distancia entre los LED UV en la rejilla se pueden ajustar estirando la estructura de la armónica. La rejilla de malla de alambre se puede integrar en un medio óptico (tal como la guía de ondas descrita en este documento). Los ejes ópticos de las fuentes de luz pueden estar todos dirigidos en la misma dirección, pero uno o más ejes ópticos también pueden configurarse ortogonales a uno o más de otros ejes ópticos; también pueden ser posibles otras configuraciones.

Los sistemas antiincrustantes pueden equiparse con LED UV integrados en guías de luz de silicón. La función de la guía de luz es transportar la radiación UV más allá de la fuente de LED hacia la superficie de salida de la guía de luz, coincidiendo con la superficie de incrustación. El área por LED UV que se mantiene limpia de incrustación depende, entre otras cosas, de la orientación del LED UV dentro de la guía de luz: luz directa, eje óptico del LED UV perpendicular a la superficie de salida, o luz lateral, eje óptico paralelo a la superficie de salida.

Parece que el "área limpia" es simétrica para el sistema de iluminación directa y asimétrica para el sistema de iluminación lateral. La expresión 'diámetro limpio' es otra expresión para 'área limpia' y es para el sistema de iluminación lateral medido en la dirección del eje z del LED. Debido a que el diámetro limpio (en este documento también indicado como área limpia, ya que el área no es necesariamente perfectamente circular) medido en la dirección del eje z del eje óptico del LED es ligeramente más pequeño que en la dirección perpendicular, se especifica el primero (caso menos óptimo).

Además, parece que el diámetro limpio depende de la cantidad de dispersión. Si la cantidad de dispersión es demasiado baja, la mayor parte de la radiación (corriente abajo) que contribuye efectivamente a la gran área limpia será mínima. Si la cantidad de dispersión es demasiado grande, la mayor parte de la radiación sale de la guía de luz cercana al LED y el diámetro limpio también será pequeño. Los parámetros de dispersión óptimos para el mayor diámetro limpio posible se definen en este documento.

Si se usa silicón clara (transparente) como medio para transportar la radiación UV a la superficie de salida, la absorción domina la distancia de desplazamiento. Esto significa que la silicón absorbe la mayor parte de la radiación UV antes de que alcance una superficie (de salida) de la guía de luz.

Si el medio de silicón contiene los parámetros de dispersión adecuados, el diámetro limpio en la superficie de salida aumenta por la radiación UV desacoplada (redirigida) gradual (así, aumenta la irradiancia local en un diámetro mayor).

La figura 2a muestra una construcción de silicón con iluminación directa (imagen de la izquierda) frente a una iluminación lateral (imagen de la derecha), esencialmente sin la introducción deliberada de elementos de dispersión. El diámetro limpio o área limpia, indicada con D, está limitada por el guiado de luz y la absorción de la silicón. Los rayos en ángulos mayores que el ángulo crítico se reflejan internamente en su totalidad y pueden no apartarse en absoluto de la guía de luz. El diámetro limpio en la superficie de salida (asumiendo un umbral de  $10^{-8}$  W/mm<sup>2</sup>) depende del grosor de la losa y se muestra en la figura 2a para los sistemas de iluminación directa y lateral. Debido a que se espera que el sistema de iluminación directa requiera un medio de silicón más grueso que el sistema de iluminación lateral para lograr suficiente área antiincrustante, las simulaciones para el sistema de iluminación directa se realizan para un grosor de losa mayor (h1) 4-10 mm que para el sistema de iluminación lateral (véase figura 2a, derecha).

La figura 2b muestra los sistemas de iluminación directa (DL) y lateral (SL) con dispersión. Las partículas de dispersión adicionales dentro de la silicón permiten que la radiación alcance la superficie de salida de la guía de luz antes de ser absorbida por la silicón. Además, los rayos redirigidos evitan que los rayos se reflejen internamente en la superficie de salida. Por lo tanto, los niveles de irradiancia aumentarán en la superficie de salida de la guía de luz y el diámetro limpio será mucho mayor que sin dispersión (compare el diámetro limpio D en la superficie de salida de la figura 2a con 2c (umbral en simulación  $10^{-8}$  W/mm<sup>2</sup>). Aquí es suficiente describir la dispersión por una función de dispersión HG con un solo mfp y g. En la figura 2b, se supone una transmisión (interna) del 68.5% para un grosor de material de 10 mm. El diámetro antiincrustante es entre 15 y 20 mm (umbral  $10^{-8}$  W/mm<sup>2</sup>), ya sea para una configuración de iluminación directa o lateral, en donde, con fines de referencia, se evaluó la silicón sin partículas.

Con referencia a la figura 2c, cuando se usa una pluralidad de fuentes 10 de luz, los ejes ópticos O pueden configurarse todos en paralelo, pero también pueden ser posibles otras opciones. En la realización de la izquierda, si se usa una pluralidad de fuentes de luz, en general todas las fuentes 10 de luz pueden configurarse de manera similar, con el eje óptico O perpendicular a una cara. En la realización de la derecha, todas las fuentes 10 de luz pueden configurarse de manera similar, tal como con el eje óptico dirigido hacia la izquierda, pero opcionalmente una o más también pueden dirigirse hacia la derecha (es decir, configuradas en antiparalelo). Además, se puede usar una combinación de fuentes 10 de luz configuradas de manera diferente, tal como una pluralidad con un subconjunto configurado con ejes ópticos perpendiculares a una de las caras y un subconjunto con ejes ópticos configurados esencialmente ortogonales a los ejes ópticos de las fuentes de luz del otro subconjunto.

La figura 2d muestra que para un trayecto libre medio de 3 mm, el diámetro limpio aumenta a  $> 45$  mm tanto para el sistema de iluminación directa como lateral con un grosor de guía de luz de silicón de 4 mm (compárese con la figura 2b). En la figura 2d, se supone una transmisión interna del 68.5%. Las líneas discontinuas se refieren nuevamente a sistemas de iluminación lateral (SL); las líneas continuas se refieren a sistemas de iluminación directa (DL). En la simulación, se ha seleccionado mfp=3 (dos curvas superiores) y mfp=30 (dos curvas inferiores). Usando el modelo de dispersión de volumen de Henyey-Greenstein en las simulaciones, tanto el mfp como el factor g se pueden optimizar para lograr el mayor diámetro limpio posible para un cierto grosor de losa. En la figura 2e el diámetro limpio frente al trayecto libre medio (mm) para grosores de losa (h1) de 7 y 5 mm, respectivamente, con

sistemas de iluminación lateral (líneas discontinuas) y sistemas de iluminación directa (línea continua). La figura 2e muestra que el óptimo se puede encontrar entre 2-10 mm (mfp). El factor g es 0.85 y para un factor g mayor, el diámetro limpio disminuye (dos curvas inferiores). La figura 2f muestra que el factor g óptimo se puede encontrar entre 0.85 y 0.95. La figura 2f muestra un sistema de iluminación lateral (SL) con una altura de losa h1 de 3 mm y un trayecto libre medio mfp = 3 mm. La transmisión de silicón se seleccionó para que fuera 85%/1 cm para la curva superior y 68.5%/1 cm para la curva inferior. La figura 2g muestra el área limpia frente a la densidad de partículas (concentración en partículas/mm<sup>3</sup>) de H<sub>2</sub>O en silicón.

Las aplicaciones de la invención pueden incluir, entre otras, antiincrustantes marinos, mantener limpias las superficies mojadas, plataformas de perforación en alta mar, (sub) marinas.

Por tanto, en realizaciones, la invención proporciona un sistema antiincrustante que comprende un sistema LED con radiación UV integrado en un medio de guía de luz de dispersión para lograr una acción antiincrustante, con propiedades de dispersión. Especialmente, de ese modo se logra que los parámetros de dispersión del medio de dispersión se optimicen para lograr un área antiincrustante más grande en la superficie de salida de la guía de luz. La invención proporciona además un sistema antiincrustante de este tipo donde el medio de dispersión es silicón o fluoropolímero. Además, la invención proporciona un sistema antiincrustante de este tipo, donde las partículas de dispersión son del tipo nitruro de boro (BN) o sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>) con tamaño de partícula y concentración elegidos para obtener los parámetros de dispersión del medio.

La figura 3a muestra la concentración óptima (MIE) frente al radio de partículas, con en el eje x (escala logarítmica) el radio en nm y en el eje y (escala logarítmica) la concentración de partículas en partículas por mm<sup>3</sup>. La curva A se refiere a las regiones de agua en la silicón, la curva B se refiere a las regiones de aire en la silicón y la curva C se refiere a las partículas BN (regiones) en la silicón. Las curvas A + 10%A y la curva C-10%C definen rangos que pueden ser especialmente adecuados. Además, cada curva +/-10% puede definir rangos para los materiales específicos que pueden ser especialmente adecuados, respectivamente. Indicaciones como +/-10%A e indicaciones similares pueden referirse a valores de y que pueden ser un 10% mayores o menores.

La figura 3b representa esquemáticamente la fracción de volumen (VF) frente al tamaño de partícula (en nm), con el eje x con un radio que varía de 0 a 1200 nm y con datos entre 100 a 1000 nm. Se utilizaron los mismos materiales que en la figura 3a, y las mismas indicaciones A-C se indican en la figura 3b. Parece que los tamaños (medios) de partículas por debajo de 600 nm, tal como por debajo de 400 nm, son de interés específico, ya que se necesitan relativamente pocas partículas para lograr un resultado óptimo.

La expresión "sustancialmente" en este documento, tal como en "sustancialmente toda la luz" o en "sustancialmente consiste", será entendido por el experto en la técnica. La expresión "sustancialmente" también puede incluir realizaciones con "completamente", "completamente", "todo", etc. Por tanto, en las realizaciones el adjetivo sustancialmente también puede eliminarse. Cuando sea aplicable, la expresión "sustancialmente" también puede referirse al 90% o más, tal como el 95% o más, especialmente el 99% o más, incluso más especialmente el 99.5% o más, incluido el 100%. La expresión "comprende" incluye también realizaciones en donde la expresión "comprende" significa "consiste en". La expresión "y/o" se refiere especialmente a uno o más de los ítems mencionados antes y después de "y/o". Por ejemplo, una expresión "ítem 1 y/o ítem 2" y expresiones similares pueden referirse a uno o más del ítem 1 y del ítem 2. La expresión "que comprende" puede referirse en una realización a "que consiste en" pero en otra realización también puede referirse a "que contiene al menos las especies definidas y opcionalmente una o más de otras especies".

Además, las expresiones primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones se utilizan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que las expresiones así usadas son intercambiables en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en este documento pueden operar en otras secuencias que las descritas o ilustradas en este documento.

Los dispositivos en el presente documento se describen, entre otros, durante la operación. Como resultará evidente para el experto en la técnica, la invención no se limita a métodos de operación o dispositivos en operación.

Debe observarse que las realizaciones antes mencionadas ilustran más que limitan la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no se interpretará como una limitación de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o pasos distintos a los indicados en una reivindicación. A menos que el contexto requiera claramente lo contrario, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, las expresiones "comprende", "que comprende" y similares deben interpretarse en un sentido inclusivo en oposición a un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en el sentido de "incluir, pero no limitarse a". El artículo "un" o "uno, una" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. El mero hecho de que se mencionen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse ventajosamente.

Los diversos aspectos discutidos en esta patente se pueden combinar para proporcionar ventajas adicionales. Además, el experto en la técnica comprenderá que se pueden combinar realizaciones y que también se pueden combinar más de dos realizaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200) antibioincrustante que comprende una fuente (10) de luz configurada para proporcionar radiación (11) UV y un elemento (1000) de guía de ondas, en donde el elemento (1000) de guía de ondas comprende material (1005) transmisor de radiación, en donde el elemento (1000) de guía de ondas comprende una primera cara (1001) y una segunda cara (1002) con el material (1005) transmisor de radiación configurado entre la primera cara (1001) y la segunda cara (1002), en donde el material (1005) transmisor de radiación es transmisor para la radiación UV, en donde el material (1005) transmisor de radiación es un material de matriz para una fase (1010) de otra composición que el material (1005) transmisor de radiación, en donde la fase (1010) está disponible en la matriz como regiones (1110), en donde el elemento (1000) de guía de ondas tiene una forma de placa, en donde la fuente (10) de luz está al menos parcialmente integrada en el elemento (1000) de guía de ondas, y en donde la fuente (10) de luz y el elemento (1000) de guía de ondas son adaptados para la propagación de al menos parte de la radiación (11) UV a través del material (1005) transmisor de radiación y la posterior emanación de al menos una de la primera cara (1001) y la segunda cara (1002), caracterizado porque las regiones (1110) tienen radios medios de partícula seleccionados del rango de 350-1200 nm y una fracción de volumen seleccionada del rango de 0.01-0.2 vol. %.
2. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material (1005) transmisor de radiación comprende uno o más de una silicona y un fluoropolímero.
3. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una o más de dichas regiones (1110) consta de al menos 80% en vol. % de un gas.
4. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una o más de dichas regiones (1110) consisten en al menos 80% en volumen. % de agua.
5. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una o más de dichas regiones (1110) consisten en partículas sólidas seleccionadas del grupo que consiste en dióxido de silicio, óxido de aluminio, dióxido de titanio, nitruro de boro, óxido de magnesio, sulfato de bario, carbonato de calcio, dióxido de circonio y óxido de zinc.
6. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material (1005) transmisor de radiación y la fase (1010) tienen una diferencia absoluta de índices de refracción seleccionados en el rango de 0.04-0.8, en donde el elemento (1000) de guía de ondas tiene un grosor (h1) definido por la distancia entre la primera cara (1001) y la segunda cara (1002) seleccionada del rango de 0.5-200 mm, y en donde el material (1005) transmisor de radiación comprende una silicona.
7. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en donde la fuente (10) de luz tiene un eje óptico (O), en donde la fuente (10) de luz está configurada con el eje óptico (O) perpendicular a una o más de la primera cara (1001) y la segunda cara (1002).
8. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en donde la fuente (10) de luz tiene un eje óptico (O), en donde la fuente (10) de luz está configurada con el eje óptico (O) paralelo a una o más de la primera cara (1001) y la segunda cara (1002).
9. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-8, en donde la fuente (10) de luz está configurada para proporcionar radiación UVC.
10. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-9, que comprende una pluralidad de fuentes (10) de luz, en donde cada fuente (10) de luz tiene una superficie (12) emisora de luz, y en donde las fuentes (10) de luz tienen distancias (d1) más cortas entre las superficies (12) emisoras de luz vecinas seleccionadas del rango de 1-50 mm
11. El sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la radiación (11) UV en el elemento (1000) de guía de ondas tiene un trayecto libre medio seleccionado en el rango de 2-10 mm.
12. Una combinación de (i) un objeto (2000) que comprende una superficie (2110) de objeto y (ii) el sistema (200) antibioincrustante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 anteriores, en donde al menos una de la primera cara (1001) y la segunda cara (1002) de dicho sistema (200) antibioincrustante está configurada como al menos parte de dicha superficie (2110) de objeto, y en donde el sistema (200) antibioincrustante está configurado para proporcionar la radiación (11) UV que emana de dicha al menos una de la primera cara (1001) y la segunda cara (1002).

13. La combinación de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el objeto (1000) se selecciona del grupo que consiste en un objeto marino inmóvil, un objeto marino móvil, un elemento de infraestructura y un molino de viento.

5 14. Un método para proporcionar un sistema (200) antibioincrustante como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 a un objeto (2000), que durante el uso está al menos temporalmente expuesto al agua, el método comprende proporcionar el sistema (200) antibioincrustante al objeto (2000) con el sistema (200) antibioincrustante configurado para proporcionar dicha radiación (11) UV a una o más de una parte (2111) de la superficie (2110) de un objeto del objeto (2000) y el agua adyacente a dicha parte (2111).

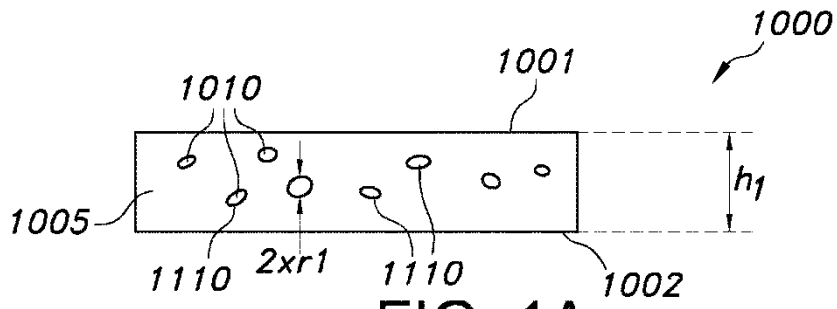


FIG. 1A

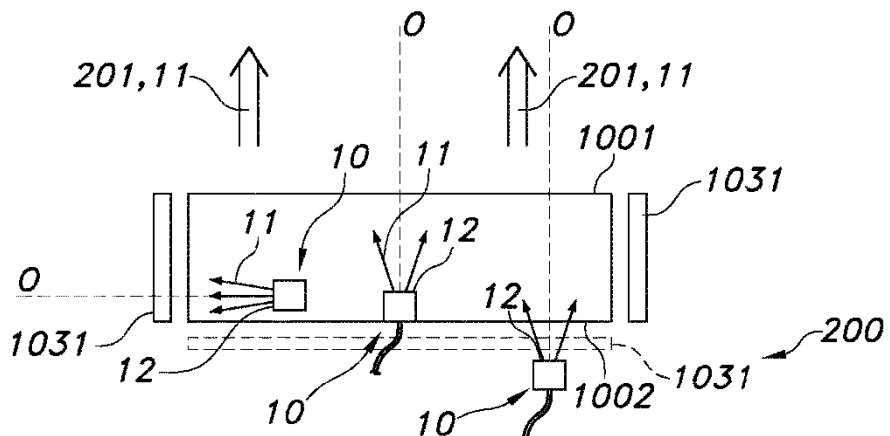


FIG. 1B

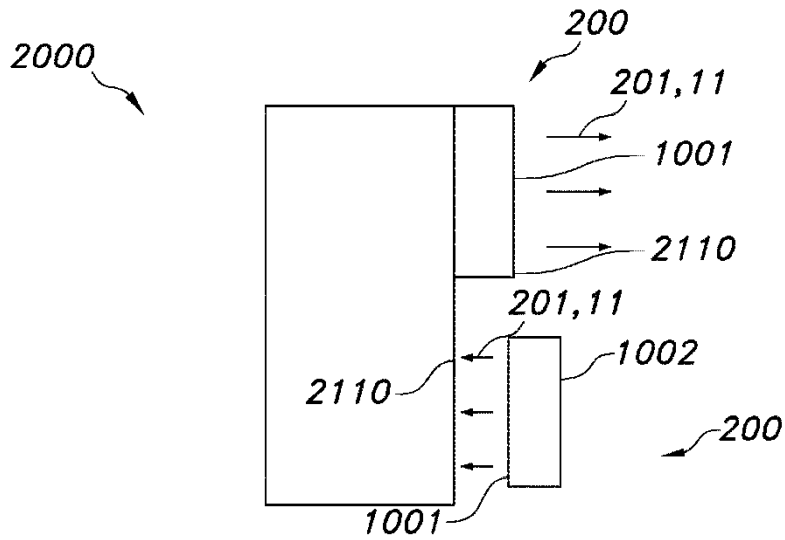


FIG. 1C

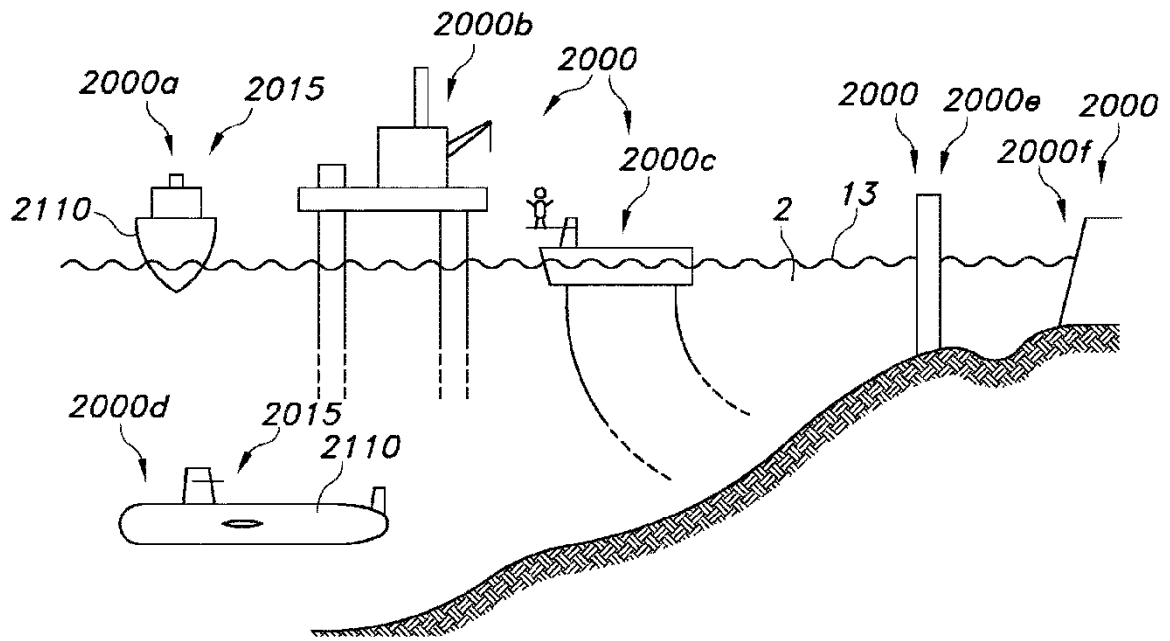


FIG. 1D

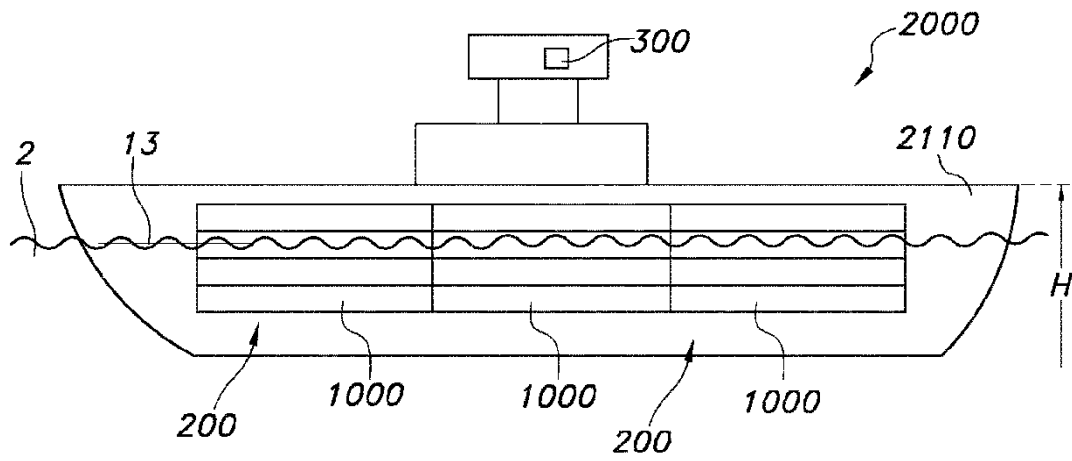


FIG. 1E

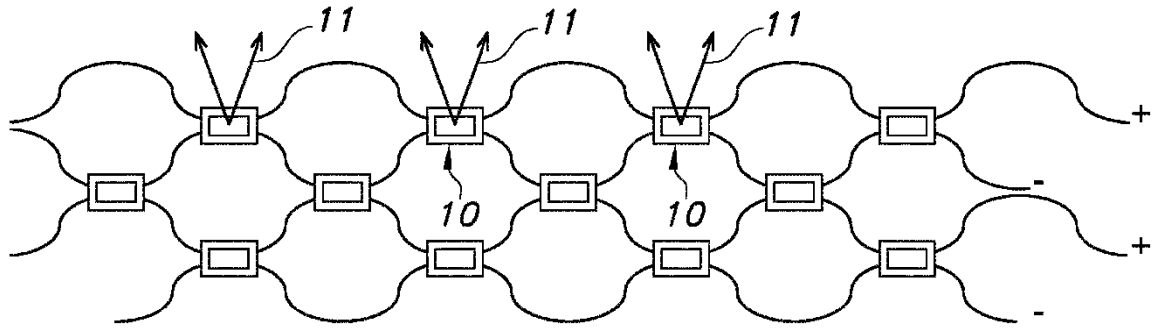


FIG. 1F

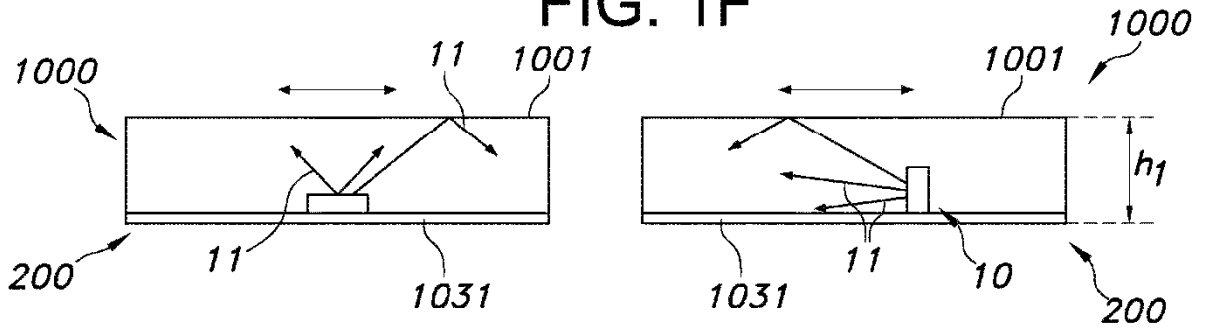


FIG. 2A

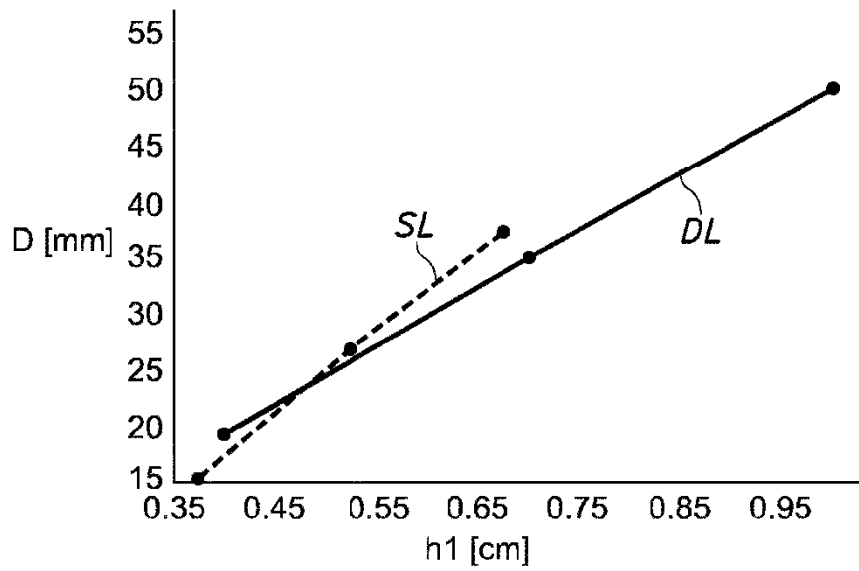


FIG. 2B

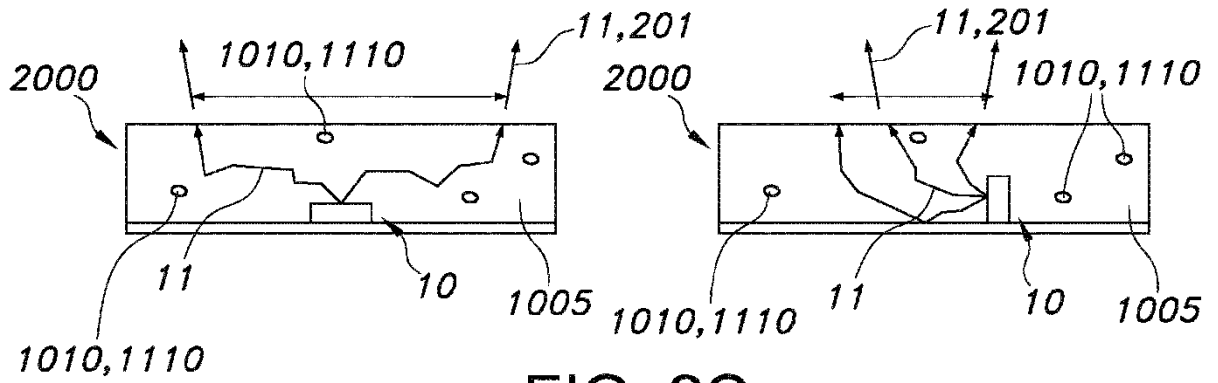


FIG. 2C

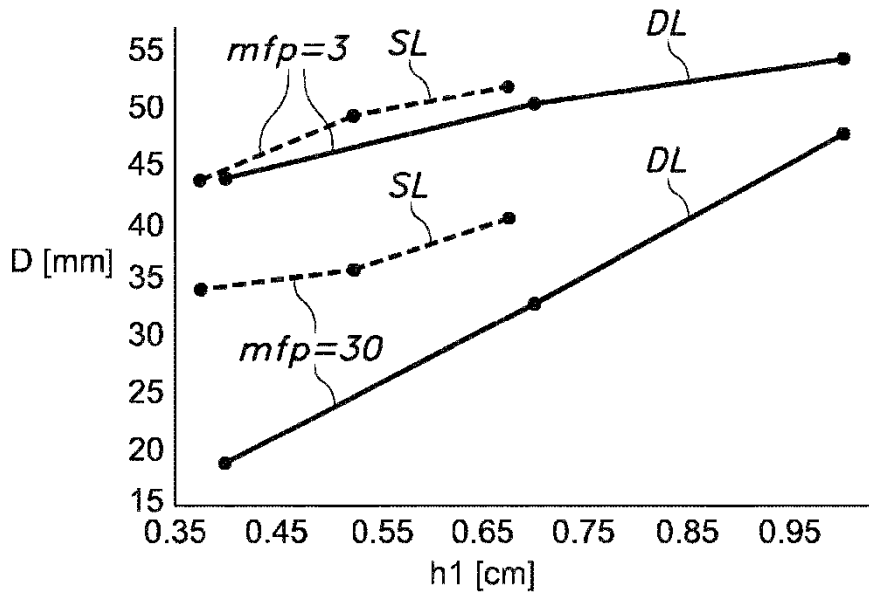


FIG. 2D

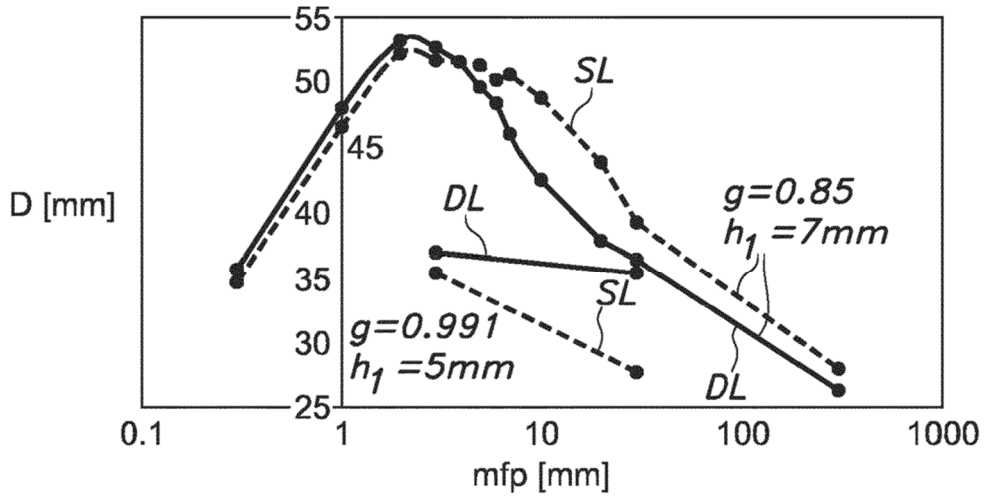


FIG. 2E

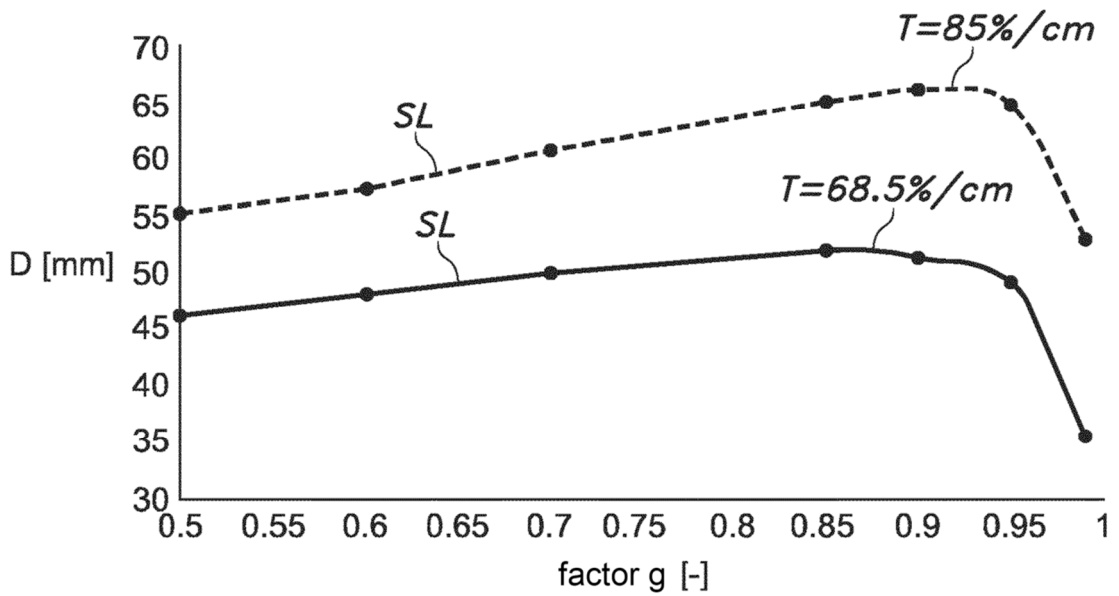


FIG. 2F

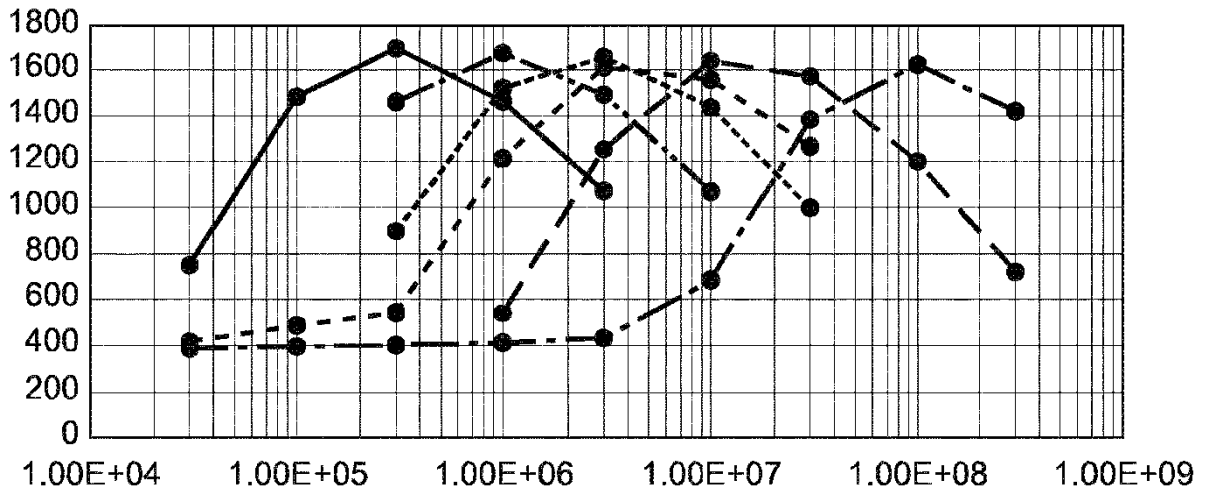


FIG. 2G

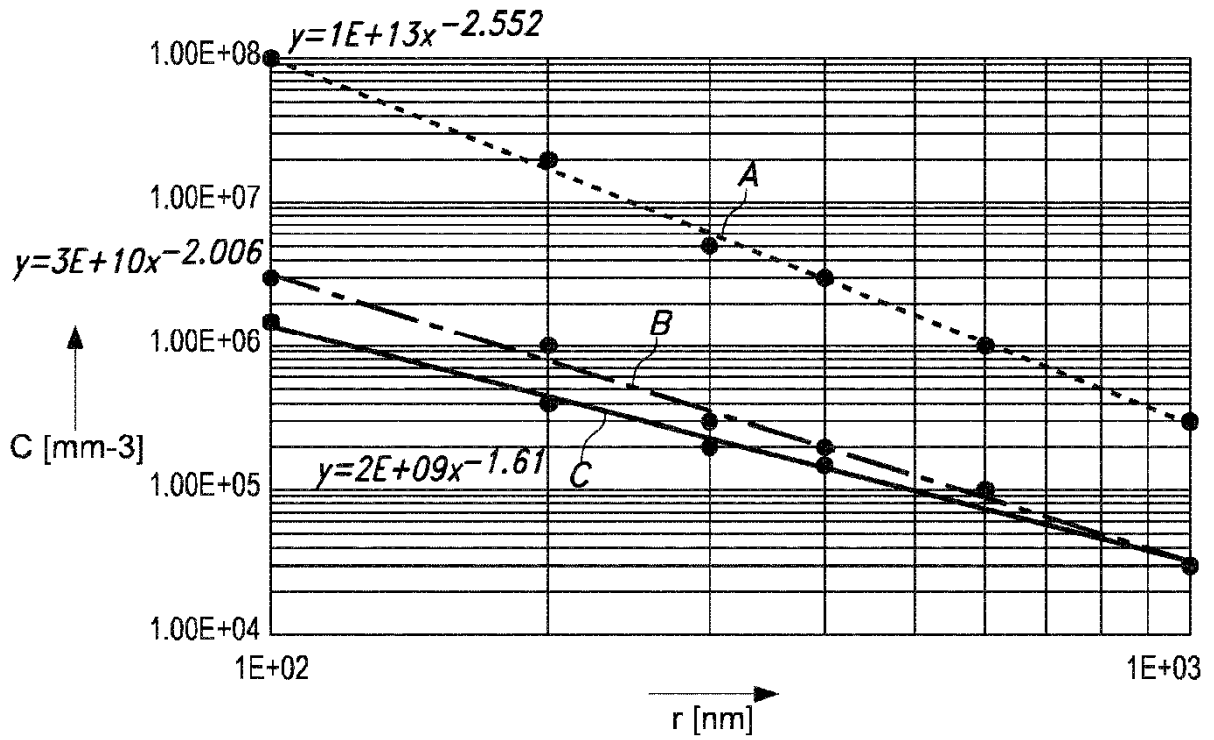


FIG. 3A

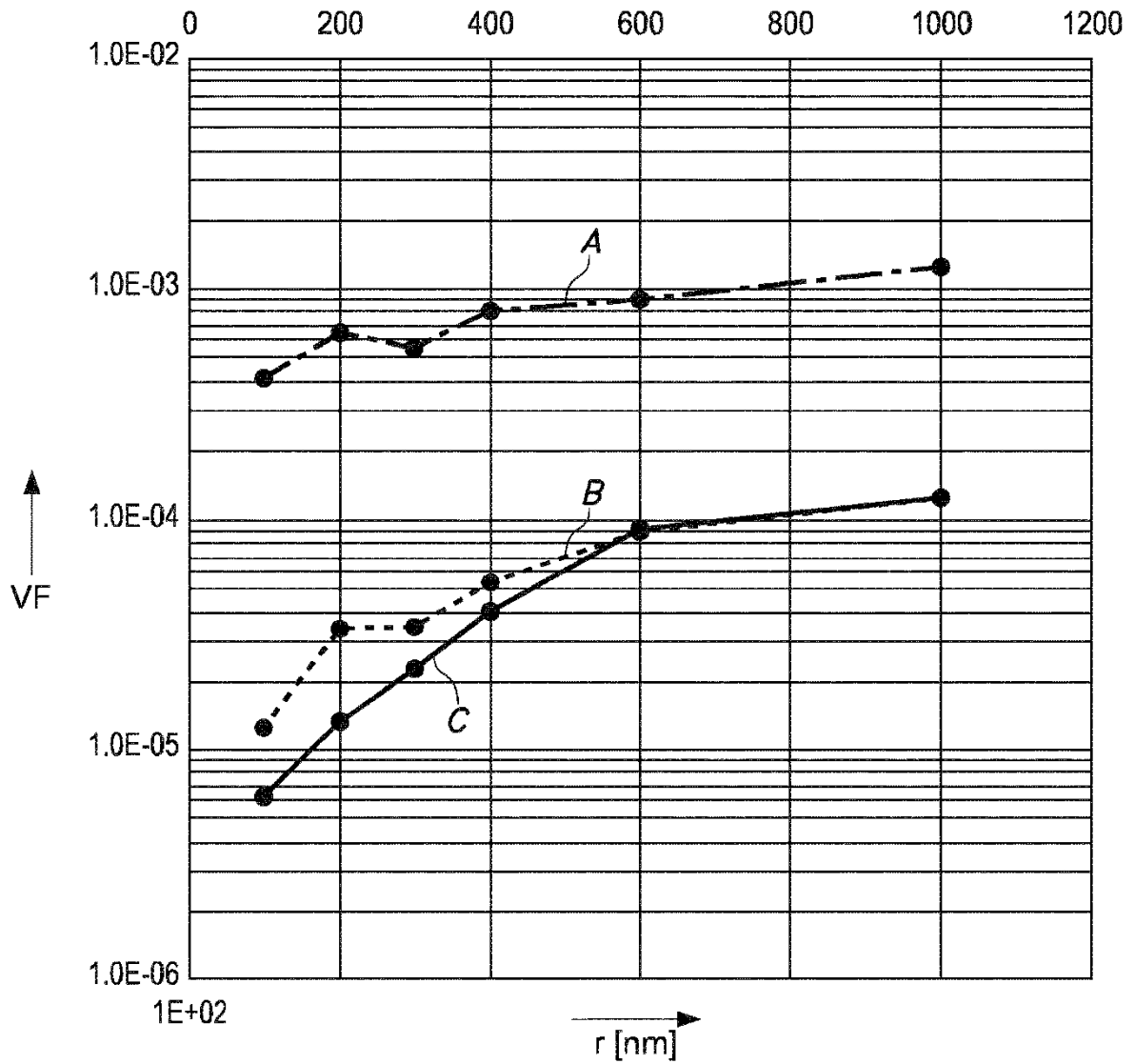


FIG. 3B