



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112018069693-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 23/03/2017

**(45) Data de Concessão:** 28/02/2023

**(54) Título:** SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO, OBJETO, E MÉTODO PARA FORNECER UM SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO

**(51) Int.Cl.:** G01N 21/33; G01N 21/49; G01N 21/53; G01N 21/55; G01N 21/64; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 31/03/2016 EP 16163248.4.

**(73) Titular(es):** KONINKLIJKE PHILIPS N.V..

**(72) Inventor(es):** ELVIRA JOHANNA MARIA PAULUSSEN; BART ANDRE SALTERS; HERMANUS JOHANNES BORG; ROELANT BOUDEWIJN HIETBRINK; EDUARD MATHEUS JOHANNES NIESSEN.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2017056899 de 23/03/2017

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/167629 de 05/10/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 26/09/2018

**(57) Resumo:** A presente invenção apresenta um sistema antibioincrustação (200) que compreende um elemento emissor de UV (210), sendo que o elemento emissor de UV (210) compreende uma janela de saída de radiação UV (230), sendo que o elemento emissor de UV (210) pelo menos parcialmente encerra uma fonte de luz (220) configurada para fornecer radiação UV (221), sendo que a janela de saída de radiação UV (230) é configurada para transmitir pelo menos parte da radiação UV (221) da fonte de luz (220), sendo que a janela de saída de radiação UV (230) compreende um lado de janela a montante (231) e um lado da janela a jusante (232), sendo que o elemento emissor de UV (210) também encerra pelo menos parcialmente um sensor óptico (310) configurado para detectar radiação (421) que emana do lado da janela a jusante (232) e configurado para fornecer um sinal de sensor óptico correspondente, sendo que o sistema antibioincrustação (200) é adicionalmente configurado para fornecer a dita radiação UV (221) em dependência do dito sinal de sensor óptico.

SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO, OBJETO, E MÉTODO PARA FORNECER UM SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção refere-se a um sistema antibioincrustação. A invenção também se refere a um objeto que, durante o uso, fica pelo menos parcialmente submerso em água, especialmente uma embarcação ou um objeto de infraestrutura, que inclui tal sistema antibioincrustação. Adicionalmente, a invenção se refere a um método para fornecer tal sistema antibioincrustação a um objeto, especialmente a uma embarcação ou a um objeto de infraestrutura.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Métodos antibioincrustação são conhecidos na técnica. O documento US2013/0048877, por exemplo, descreve um sistema para antibioincrustação de uma superfície protegida, que compreende uma fonte de luz ultravioleta para gerar luz ultravioleta, e um meio óptico disposto próximo à superfície protegida e acoplado para receber a luz ultravioleta, sendo que o meio óptico tem uma direção de espessura perpendicular à superfície protegida, sendo que duas direções ortogonais do meio óptico ortogonais à direção da espessura são paralelas à superfície protegida, sendo que o meio óptico é configurado para fornecer uma trajetória de propagação da luz ultravioleta de modo que a luz ultravioleta percorra o interior do meio óptico em ao menos uma das duas direções ortogonais em uma posição ortogonal à direção da espessura, e de modo que, em pontos ao longo de uma superfície do meio óptico, respectivas porções da luz ultravioleta escapem do meio óptico.

[003] A patente US2012/050520 descreve um aparelho e um método para impedir a bioincrustação de sistemas ópticos subaquáticos mediante o uso de luz ultravioleta gerada a partir do interior de um recipiente de pressão e através de uma janela óptica, sem remover os sistemas ópticos da água e sem liberação de produtos químicos na água.

[004] O documento WO2016/000980 descreve um sistema de iluminação anti-incrustação configurado para evitar ou para reduzir a bioincrustação em uma superfície suscetível à incrustação de um objeto que, durante o uso, fica ao menos temporariamente exposto a um líquido, mediante a aplicação de uma luz anti-incrustação à dita superfície suscetível à incrustação, sendo que o sistema de iluminação anti-incrustação compreende: um módulo de iluminação que compreende uma fonte de luz configurada para gerar uma luz anti-incrustação; e um sistema de energia configurado para coletar localmente energia e configurado para fornecer energia elétrica para o dito módulo de iluminação, sendo que o sistema de energia compreende (i) um eletrodo de sacrifício e (ii) um segundo eletrodo de sistema de energia, sendo que o sistema de energia é configurado para fornecer energia elétrica para o módulo de iluminação quando o eletrodo de sacrifício e o segundo eletrodo de sistema de energia estiverem em contato elétrico com o líquido.

[005] O documento WO2007/093374 A1 descreve um sistema de medição para determinar uma característica de um depósito que se acumula sobre a parte interna de uma parede da embarcação, que compreende: (a) pelo menos uma unidade emissora de luz que compreende uma primeira estrutura que é integrada na parede da embarcação e emite luz para dentro da

embarcação, de modo que a dita luz seja espalhada e/ou refletida pelo dito depósito, se houver depósito, e (b) uma unidade de detecção que compreende uma segunda estrutura que é integrada na parede da embarcação e que é projetada de um modo que pelo menos uma porção da luz espalhada e/ou refletida pelo depósito, se houver, possa passar do interior da embarcação em direção ao seu exterior, e um detector de luz disposto de modo que sua superfície sensível à luz fique voltada para a segunda estrutura.

[006] O documento WO2014/060562 A1 descreve métodos e sistemas para a realização de pesquisas submarinas, em particular, em instalações submarinas como oleodutos e gasodutos, risers de perfuração. cabeças de poços e assim por diante. Adicionalmente, este documento descreve uma imagem submarina aumentada de uma cena para uso em uma pesquisa submarina, com o uso de um sistema de imageamento submarino que compreende um módulo de iluminação, um módulo de processamento de imagem e um módulo de câmera, sendo que o módulo de luz compreende uma pluralidade de classes de luz, sendo que cada classe de luz tem uma ou mais fontes de luz. O documento descreve um imageamento sequencial para fornecer a imagem de saída aumentada.

[007] O documento US5308505 A descreve a prevenção de bioincrustação em superfícies submersas causada por organismos marinhos através da irradiação da água com luz ultravioleta e o ajuste da intensidade da luz ultravioleta de modo a eliminar larvas de cracas para evitar sua fixação na superfície submersa. A água é forçada através de uma câmara biocida que tem uma fonte de luz ultravioleta com intensidade

de ao menos 4.000  $\mu$  watts/cm<sup>2</sup> e a uma taxa que forneça um tempo de permanência de ao menos um minuto sobre a câmara biocida.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[008] A bioincrustação ou incrustação biológica (aqui indicada também como "incrustação" ou "bioincrustação") é o acúmulo de micro-organismos, plantas, algas e/ou animais sobre as superfícies. A variedade entre os organismos de bioincrustação é altamente diversa, e se estende muito além da fixação de cracas e algas marinhas. De acordo com algumas estimativas, mais de 1.700 espécies compreendendo mais de 4.000 organismos são responsáveis pela bioincrustação. A bioincrustação é dividida em microincrustação, que inclui formação de biofilme e adesão bacteriana, e macroincrustação, que é a fixação de organismos maiores. Devido à composição química e à biologia distintas que determinam o que evita que os organismos se estabeleçam, tais organismos também são classificados como tipos de incrustações duras ou macias. Os organismos de incrustação calcária (dura) incluem cracas, briozoários de incrustação, moluscos, poliquetas e outros vermes tubulares e mexilhões-zebra. Os exemplos de organismos de incrustação não calcária (macia) são alga marinha, hidroides, algas e "lodo" de biofilme. Juntos, tais organismos formam uma comunidade de incrustação.

[009] Em várias circunstâncias a bioincrustação cria problemas substanciais. A maquinaria para de funcionar, as entradas de água são obstruídas e os cascos dos navios sofrem de arraste aumentado. Por esse motivo, o tópico de uma anti-incrustação, isto é, o processo de remoção ou prevenção de que a incrustação se forme é bem conhecido. Em processos industriais, biodispersantes podem

ser usados para controlar a bioincrustação. Em ambientes menos controlados, os organismos são eliminados ou repelidos com revestimentos com o uso de biocidas, tratamentos térmicos ou pulsos de energia. Algumas estratégias mecânicas não tóxicas que impedem que os organismos se fixem incluem escolher um material ou um revestimento com uma superfície escorregadia ou a criação de topologias de superfície com nanoescamas, similares à da pele de tubarões e golfinhos, que oferecem apenas pontos de ancoragem insatisfatórios. A bioincrustação no casco de navios gera um aumento significativo no arraste e, portanto, maior consumo de combustível. Estima-se que um aumento de até 40% no consumo de combustível possa ser atribuído à bioincrustação. Como grandes petroleiros ou navios porta-contêineres podem consumir até € 200.000 por dia em combustível, economias substanciais são possíveis com um método eficaz de antibioincrustação.

[010] Surpreendentemente, parece que se pode usar eficazmente a radiação UV para impedir substancialmente a bioincrustação sobre superfícies que estão em contato com água do mar ou água de lagos, rios, canais etc. Na presente invenção, é apresentada uma abordagem com base em métodos ópticos, em particular, com o uso de luz ou radiação ultravioleta (UV). Aparentemente, a maior parte dos micro-organismos é eliminada, tornando-se inativa ou incapaz de reproduzir com uma quantidade suficiente de luz UV. Esse efeito é principalmente controlado pela dose total de luz UV. Uma dose típica para eliminar 90% de um determinado microorganismo é de 10 mW/h/m<sup>2</sup>.

[011] Os LEDs UV ou fontes de UV podem operar com eficiência limitada do plugue de parede e vida útil limitada. Isso pode limitar o uso de tais fontes de luz.

[012] Portanto, é um aspecto da invenção fornecer um sistema ou método alternativo para evitar ou reduzir a bioincrustação, que, de preferência, ainda torne ao menos parcialmente óbvia uma ou mais das desvantagens acima descritas. Para economizar energia e tempo de vida, parece desejável adaptar a quantidade de radiação UV ao grau de incrustação e/ou mesmo aos vários tipos de espécies de incrustação. Entre outros objetivos, é proposto, na presente invenção, monitorar a quantidade e/ou o tipo de incrustação e adaptar a potência de saída da fonte de UV para anti-incrustação em conformidade. Por exemplo, a detecção pode ser realizada com um sistema LED separado, ou uma porção da mesma saída de radiação da fonte que é usada para anti-incrustação. Em outra modalidade, a radiação emitida consiste em múltiplos comprimentos de onda para distinguir o tipo de incrustação e adaptar a potência de saída para anti-incrustação, dependendo do organismo específico. Em ainda uma outra modalidade, o sensor controla diretamente a potência de LED.

[013] Uma implementação específica reside em usar os LEDs usados para anti-incrustação como sensor.

[014] Entre outros, a invenção fornece soluções de integração do sistema de sensor de incrustação em uma camada de sistema anti-incrustação e uma nova metodologia para controlar o sistema anti-incrustação com a saída do sensor.

[015] Em um primeiro aspecto, a invenção fornece um sistema antibioincrustação ("sistema") que compreende um elemento emissor de radiação (com a radiação selecionada de

uma ou mais dentre UV, visível e IR), especialmente um elemento emissor de UV, sendo que o elemento emissor de radiação, especialmente o elemento emissor de UV, compreende uma janela de saída de radiação, especialmente a janela de saída de radiação UV ("janela de saída" ou "janela"), sendo que o elemento emissor de radiação, especialmente o elemento emissor de UV, pelo menos confina parcialmente uma fonte de luz configurada para fornecer radiação (selecionada de uma ou mais dentre UV, visível e IV), especialmente (pelo menos) radiação UV, sendo que a janela de saída de radiação, especialmente a janela de saída de radiação UV, é configurada para transmitir pelo menos parte da radiação, especialmente a radiação UV, da fonte de luz, sendo que a janela de saída de radiação, especialmente a janela de saída de radiação UV, compreende um lado de janela a montante e um lado de janela a jusante, sendo que o elemento emissor de radiação, especialmente o elemento emissor de UV, também confina pelo menos parcialmente um sensor óptico ("sensor") configurado para detectar radiação que emana a partir do lado de janela a jusante e configurado para fornecer um sinal de sensor óptico correspondente, sendo que especialmente o sistema antibioincrustação é configurado ainda para fornecer a dita radiação, especialmente a dita radiação UV, em dependência do dito sinal de sensor óptico, como adicionalmente definido nas reivindicações anexas. O elemento emissor de radiação pode, também, ser indicado como "elemento" ou como "módulo de iluminação". Um termo "elemento emissor de UV" se refere especificamente a um elemento emissor de radiação UV, isto é, um elemento configurado para fornecer radiação UV.



[016] Em ainda um outro aspecto, a invenção também fornece um objeto que, durante o uso, fica pelo menos parcialmente submerso em água, sendo que o objeto compreende o sistema antibioincrustação conforme aqui descrito, sendo que o elemento emissor de radiação, especialmente o elemento emissor de UV, é configurado para irradiar com radiação (selecionada de uma ou mais dentre UV, visível e IV), especialmente (pelo menos) radiação UV, durante um estágio de irradiação uma ou mais dentre (i) uma superfície externa do (uma parte de) dito objeto e (ii) água adjacente à dita parte da dita superfície externa. Em modalidades, o objeto pode ser selecionado do grupo que consiste em uma embarcação e um objeto infraestrutural. A invenção é ainda especialmente explicada com referência ao sistema antibioincrustação em combinação com o objeto.

[017] Com o presente sistema antibioincrustação, o consumo de energia pode ser reduzido, e a vida útil do sistema, especialmente da fonte (ou fontes) de luz, pode ser aprimorada. Com o presente sistema, também pode ser possível controlar a distribuição espectral da luz (UV) e/ou a intensidade da luz (UV) como função da espécie de incrustação a ser combatida (e/ou evitada) ou a ser detectada, especialmente ao menos para ser combatida (e/ou evitada). Dessa forma, a bioincrustação mais eficiente pode ser reduzida. Além disso, a presente invenção fornece, em modalidades, elementos emissores de UV que podem fornecer radiação UV em dependência da posição onde o elemento UV é fornecido, ou mesmo em dependência da bioincrustação local. Dessa maneira também, em uma forma mais eficiente, a

bioincrustação pode ser reduzida. Portanto, é fornecido um sistema antibioincrustação otimizado.

[018] Conforme indicado acima, o sistema antibioincrustação compreende um elemento emissor de UV. O termo "elemento emissor de UV" pode adicionalmente se referir a uma pluralidade de elementos emissores de UV. Portanto, o sistema pode incluir uma pluralidade de tais elementos. O sistema pode incluir uma fonte de energia elétrica, mas o sistema pode (durante o uso) também ser acoplado funcionalmente com uma fonte de energia elétrica. Em modalidades, cada elemento emissor de UV pode funcionalmente ser acoplado a uma fonte de energia. Isso permite uma energização descentralizada dos elementos emissores de UV. A fonte de energia é especialmente usada para alimentar a fonte (ou fontes) de luz.

[019] Na presente invenção, o elemento emissor de UV também pode ser indicado como "módulo de iluminação". O elemento emissor de UV pode ser um módulo tipo placa (aqui também indicado como "meio óptico"), com um ou mais elementos relevantes ao menos parcialmente, ou mesmo totalmente, embutidos no mesmo. Portanto, em modalidades, o elemento emissor de UV compreende material transmissor de luz (sólido), como silicone etc. Entretanto, o elemento UV pode também incluir um compartimento que confina ao menos parcialmente, ou mesmo totalmente, um ou mais elementos relevantes. O um ou mais elementos relevantes ao menos compreendem a fonte de luz, que é configurada para fornecer luz de fonte de luz, especialmente a radiação UV. O elemento emissor de UV pode ter uma janela de saída de radiação plana ou curva. O termo "elemento emissor de UV" indica que o

elemento é especialmente configurado para fornecer radiação UV durante o uso do elemento.

[020] O elemento emissor de UV compreende uma janela de saída de radiação UV. A janela de saída de radiação UV é configurada para transmitir ao menos parte da radiação UV da fonte de luz. Portanto, a janela de saída é transmissiva para radiação UV. Em geral, a janela também será transmissiva para luz visível. Conforme indicado acima, e conforme será adicionalmente explicado abaixo, em modalidades, o elemento pode ser uma placa transmissiva de radiação. Em tal caso, a janela pode ser uma face (ou plano) do elemento. Em ainda outra modalidade, o elemento compreende um compartimento, cujo compartimento compreende tal janela. Em tais modalidades, a janela de saída de radiação (também) compreende material transmissor de luz (sólido), como silicone etc. O termo "transmissivo de radiação" se refere à transmissão de radiação, especialmente por radiação UV e opcionalmente também por radiação visível.

[021] A janela de saída de radiação UV compreende um lado da janela a montante e um lado da janela a jusante. Os termos "a montante" e "a jusante" se referem a uma disposição de itens ou recursos relacionada à propagação da luz a partir de um meio de geração de luz (neste documento, especificamente a fonte de luz), sendo que em relação a uma primeira posição dentro de um feixe de luz a partir do meio de geração de luz, uma segunda posição no feixe de luz mais próxima ao meio de geração de luz está "a montante" e uma terceira posição dentro do feixe de luz mais distante do meio de geração de luz está "a jusante". Portanto, o lado da janela a montante ("lado a montante") é especialmente direcionado

para a interna do elemento e pode receber, diretamente, ou após reflexão interna, luz da fonte de luz. O lado da janela a jusante ("lado a jusante") pode especificamente ser direcionado para o exterior do elemento. Esse lado da janela pode, por exemplo (temporariamente) estar em contato com a água durante o uso do sistema. Deve-se notar que, em modalidades tipo placa do elemento, o lado da janela a montante e um lado da janela a jusante podem ser ambos os lados da (mesma) borda (ou plano). Em modalidades onde um compartimento é aplicado, a janela pode ter uma espessura não zero entre o lado da janela a montante e um lado da janela a jusante.

[022] O elemento inclui, também, um sensor óptico. O sensor fica pelo menos parcialmente confinado pelo elemento, mas pode, em modalidades, até mesmo ficar totalmente embutido no mesmo. Portanto, o sensor óptico é configurado, como a fonte de luz, no lado da janela a montante do elemento. O sensor óptico ("sensor") é configurado para detectar radiação que emana do lado da janela a jusante (para o elemento). Adicionalmente, o termo "sensor" pode também se referir a uma pluralidade de sensores, dos quais opcionalmente dois ou mais podem ser configurados para detectar diferentes propriedades.

[023] O sensor pode ser configurado para detectar radiação dentro do elemento, cuja radiação é proveniente da fonte de luz.

[024] Em modalidades, o sistema pode ser baseado no princípio da TIR (Reflexão Interna Total). A fonte de luz pode ser configurada para fornecer a radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) para a

janela de saída de radiação com base no princípio da reflexão interna total. Portanto, em modalidades, o sensor óptico é configurado para detectar radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) refletida pela dita janela de saída de radiação UV. Quando a bioincrustação está disponível na janela de saída de radiação, especialmente no lado da janela a jusante, mais radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) pode escapar do elemento. Portanto, menos radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) pode alcançar o sensor óptico. Quando menos radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) é recebida pelo sensor, o sistema pode - se possível - aumentar a intensidade para a bioincrustação com radiação UV. Portanto, ainda mais especificamente, o sistema antibioincrustação pode ser configurado para aumentar a intensidade da dita radiação UV quando o sensor óptico detectar uma redução na radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo). A radiação (UV) pode ser reduzida como resultado de "TIR frustrada" devido à bioincrustação (no lado a jusante da janela de saída de radiação). A bioincrustação extrai luz da janela de saída de luz. Portanto, em modalidades, a radiação (detectada) se origina da fonte de luz.

[025] Em modalidades, o sistema pode ser baseado na dispersão de superfície. A fonte de luz pode ser configurada para fornecer a radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) para a janela de saída de radiação diretamente, à medida que a radiação é fornecida dentro do ângulo crítico (isto é, em um ângulo com uma normal à janela de saída de radiação igual a ou menor,

especialmente menor, que o ângulo crítico). Nota-se que a reflexão interna total é um fenômeno que ocorre quando uma onda de propagação atinge um limite médio a um ângulo maior que um ângulo crítico em relação à normal à superfície. Portanto, em modalidades, a fonte de luz é configurada para fornecer ao menos parte da dita radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) dentro de um ângulo crítico de reflexão interna total com a dita janela de saída de radiação e o sensor óptico é configurado para detectar radiação UV espalhada (e/ou outro tipo de radiação espalhada; consultar abaixo) (espalhada por bioincrustação na dita janela de saída de radiação (UV)). Quando a bioincrustação está disponível na janela de saída de radiação, especialmente no lado da janela a jusante, mais radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) pode ser espalhada de volta para o elemento. Portanto, mais radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) pode alcançar o sensor óptico. Quando mais radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo) é recebida pelo sensor, o sistema pode - se possível - aumentar a intensidade para a bioincrustação com radiação UV. Portanto, ainda mais especificamente, o sistema antibioincrustação é configurado para aumentar a intensidade da dita radiação UV quando o sensor óptico detectar um aumento na radiação UV (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo). Portanto, em modalidades, a radiação (detectada) se origina da fonte de luz. A dispersão (como um ou mais dentre intensidade e distribuição espectral da radiação de espalhamento) pode ser característica para a espécie de bioincrustação. Algas

azuis, por exemplo, são azuis porque dispersam a luz azul (e absorvem outros comprimentos de onda).

[026] Alternativa ou adicionalmente, o sensor óptico pode ser configurado para detectar luminescência (algumas vezes também indicado como "fluorescência") de espécies adjacentes a ou fixadas à janela de saída de radiação, especialmente, o lado da janela a jusante. Essas espécies podem emitir radiação no visível ou infravermelho (IR) devido à irradiação com a radiação UV da fonte de luz. Essa luminescência pode entrar no elemento por meio da janela de saída de radiação e também emanar da face da janela a montante. Se o sensor for configurado para detectar luz no visível, então também a janela de saída de radiação é especialmente transmissiva para luz visível e/ou o sensor é configurado para detectar IR, então também a janela de saída de radiação é especialmente transmissiva para IR. Portanto, em modalidades, o sensor é adaptado para medir a emissão de fluorescência automática da bioincrustação. A luminescência pode ser característica para a espécie de bioincrustação. Em geral, "fluorescência" ou "emissão de fluorescência automática" é aqui indicada como luminescência. Quando mais luminescência é recebida pelo sensor, o sistema pode - se possível - aumentar a intensidade para a bioincrustação com radiação UV. Portanto, ainda mais especificamente, o sistema antibioincrustação é configurado para aumentar a intensidade da dita radiação UV quando o sensor óptico detecta um aumento na luminescência (e/ou outro tipo de radiação; consultar abaixo). Alternativa ou adicionalmente, um aumento ou diminuição na radiação UV pode (também) ser dependente de (uma alteração na) a distribuição espectral da luminescência.

[027] O elemento compreende ao menos uma fonte de luz para radiação UV. Essa radiação UV é usada para antibioincrustação. Portanto, a radiação UV é usada como radiação antibioincrustação. Essa radiação pode também ser a base para o sensor, uma vez que o sensor pode ser configurado para detectar uma ou mais dentre radiação UV refletida, radiação UV espalhada e luminescência (de espécies adjacentes a ou fixadas à janela de saída de radiação). Portanto, em modalidades quando se usa LEDs, o mesmo comprimento de onda de LED é usado para monitoramento e anti-incrustação. Portanto, a fonte do sistema de sensor pode, em modalidades, ser um LED UV que também é usado para antibioincrustação.

[028] Entretanto, alternativa ou adicionalmente, uma fonte de luz separada, aqui também indicada como segunda fonte de luz, configurada para gerar a segunda radiação de fonte de luz ("segunda radiação"), pode ser a base para o sensor. Em tais modalidades, o sensor pode ser configurado para detectar uma ou mais dentre a segunda radiação refletida, a segunda radiação espalhada e a luminescência (de espécies adjacentes a ou fixadas à janela de saída de radiação) devido à excitação com segunda radiação. Portanto, a fonte do sistema de sensor pode ser um LED UV (ou laser) não usado substancialmente para antibioincrustação. A fonte do sistema de sensor pode também ser um LED visível (ou laser). Alternativa ou adicionalmente, a fonte do sistema de sensor pode ser um LED infravermelho (ou laser). Portanto, nas modalidades acima, é chamada de radiação UV e/ou outro tipo de radiação.

[029] Na presente invenção, o termo "luz" na fonte de luz e termos similares podem, dessa forma, também



se referir à radiação UV e/ou radiação IV (e certamente luz visível). Isto ficará claro a partir do contexto.

[030] Conforme indicado acima, o sensor é configurado para fornecer um sinal de sensor óptico correspondente. Portanto, o sinal de sensor está especialmente relacionado à radiação que é detectada pelo sensor e para a qual o sensor é configurado. Por exemplo, um aumento na radiação (UV) refletida pode, por exemplo, se referir a um maior sinal de sensor. Também, por exemplo, um aumento na luz (UV) espalhada pode, por exemplo, se referir a um maior sinal de sensor. Entretanto, conforme indicado abaixo, o sinal de sensor pode também depender de uma (alteração na) distribuição espectral da luz detectada. Especificamente, o sistema antibioincrustação é adicionalmente configurado para fornecer a dita radiação UV (para antibioincrustação) em dependência do dito sinal de sensor óptico. Portanto, quando, com base no sinal de sensor, o sistema decide que há bioincrustação, ou a (quantidade de) bioincrustação está aumentando, a luz antibioincrustação pode ser fornecida e/ou aumentada (pelo sistema). Alternativa ou adicionalmente, a distribuição espectral da luz antibioincrustação pode ser alterada em dependência do sinal de sensor (consultar também abaixo).

[031] O laço de controle aqui descrito pode incluir um sistema de controle, que pode ser integrado no elemento ou que pode ser configurado externamente ao elemento. Na última modalidade, isso implica em uma comunicação com fio ou sem fio entre o elemento e o sistema de controle. Por conseguinte, especialmente o objeto, ou o sistema antibioincrustação, pode compreender adicionalmente um sistema

de controle. Portanto, o objeto compreende esse sistema de controle, o qual pode ser opcionalmente integrado ao sistema antibioincrustação ou a outra parte do objeto. Portanto, em modalidades, o sistema antibioincrustação pode compreender, ainda, um sistema de controle encerrado pelo elemento emissor de UV.

[032] Em uma modalidade, o sistema de controle compreende uma pluralidade de sistemas de controle. Por exemplo, a embarcação pode compreender um sistema de controle, como um sistema de controle mestre, sendo que cada sistema antibioincrustação compreende um sistema de controle escravo. Opcionalmente, o sistema de controle pode ser configurado externamente ao objeto, isto é, remoto em relação ao objeto. Em uma modalidade específica, um sistema de controle mestre, remoto em relação ao objeto, controla o sistema de controle escravo composto pelo objeto (como o sistema antibioincrustação). Portanto, por exemplo, o sistema de controle (mestre) pode estar distante; ou não na embarcação, mas em terra, como em uma sala de controle de uma empresa de transporte marítimo. Esse sistema de controle mestre pode ser configurado para controlar sistemas antibioincrustação de uma pluralidade de objetos.

[033] O laço de controle aqui descrito pode, alternativa ou adicionalmente, incluir também componentes eletrônicos (relativamente simples) (sem uma memória (temporária)). Por exemplo, o sistema pode incluir uma resistência sensível à radiação. Tal resistência sensível à radiação pode ser configurada em um circuito elétrico, incluindo a fonte de luz, de modo que o sistema antibioincrustação seja configurado para fornecer a dita

radiação UV em dependência do dito sinal de sensor óptico. Aqui, o sinal de sensor pode ser a resistência (alteração em) da resistência sensível à radiação. O sensor óptico pode ser sensível a uma ou mais dentre radiação UV, radiação visível e radiação IR. Tal sensibilidade pode referir-se a uma subfaixa de comprimentos de onda dentro de um (ou mais) desses, por exemplo, um sensor óptico substancialmente apenas sensível na faixa de comprimento de onda de 200 a 300 nm.

[034] Aqui abaixo, algumas modalidades adicionais são discutidas em mais detalhes.

[035] Conforme indicado acima, a radiação UV usada para anti-incrustação também pode ser usada para detectar a extensão da bioincrustação na janela de saída de radiação. Portanto, em modalidades, o sistema antibioincrustação é adicionalmente configurado para controlar a intensidade da dita radiação UV em dependência do dito sinal de sensor óptico.

[036] O sistema antibioincrustação pode controlar a radiação UV em dependência de uma ou mais dentre a intensidade da radiação detectada pelo sensor e a distribuição espectral da radiação detectada pelo sensor. Portanto, o sistema antibioincrustação também pode ser configurado para determinar o tipo de bioincrustação adjacente a ou sobre a janela de saída de radiação. Por exemplo, a distribuição espectral da luz refletida ou espalhada pode depender da espécie de bioincrustação. Alternativa ou adicionalmente, a distribuição espectral de uma luminescência (por exemplo, visível e/ou IR) pode ser indicativa da espécie de bioincrustação. Portanto, quando a fonte de luz também tem uma

distribuição espectral variável, isto pode ser usado para tratar espécies de bioincrustação específicas, já que espécies diferentes podem ter diferentes espectros de absorção (e, (portanto) diferentes posições espectrais onde a espécie pode ser vulnerável à radiação (UV)). Nota-se que o termo fonte de luz pode também se referir a uma pluralidade de fontes de luz (diferentes), que podem, dessa forma, fornecer duas ou mais diferentes distribuições espectrais, possibilitando assim a ajustabilidade (do comprimento de onda de radiação). Portanto, em modalidades, a fonte de luz tem uma distribuição espectral variável da radiação UV, e o sistema antibioincrustação é adicionalmente configurado para controlar a distribuição espectral da dita radiação UV em dependência do dito sinal de sensor óptico. Adicional (ou alternativamente), em modalidades, a fonte de luz tem uma potência variável.

[037] Conforme indicado acima, não apenas a radiação UV pode ser usada como base para o sensor, alternativa ou adicionalmente outro tipo de radiação pode ser aplicado. Essa radiação pode ser fornecida pela mesma fonte de luz que fornece a radiação UV ou por uma fonte de luz separada (segunda fonte de luz). Portanto, em modalidades, (i) a fonte de luz é configurada para fornecer radiação UV e um ou mais dentre radiação visível e infravermelha, e/ou (ii) o elemento emissor de UV compreende uma segunda fonte de luz configurada para gerar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha e em que o sensor óptico é configurado para detectar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha e fornecer o dito sinal de sensor correspondente. Especificamente, em modalidades, o sistema antibioincrustação é adicionalmente configurado para controlar um ou mais dentre

a distribuição espectral e a intensidade da dita radiação UV (e/ou uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha) em dependência de uma distribuição espectral da radiação recebida. Esse sensor pode medir a radiação IV e/ou visível espalhada e/ou refletida. Conforme indicado na presente invenção, pode haver um bloqueio (físico) entre o sensor e a fonte de luz, para evitar que o sensor receba luz de fonte de luz direta a partir dessa fonte de luz.

[038] Portanto, em modalidades, o sensor óptico é configurado para detectar a dita radiação UV. Alternativa ou adicionalmente, em modalidades, o sensor óptico é configurado para detectar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha.

[039] Especificamente, o sistema compreende uma pluralidade de fontes de luz UV. Ainda mais especificamente, essas podem ser essencialmente dispostas em um padrão regular. Da mesma forma, o sistema pode incluir uma pluralidade de sensores (que podem ser essencialmente dispostos em um padrão regular). Em geral, um elemento pode incluir mais fontes de luz que sensores, como uma pluralidade de fontes de luz, mas um único sensor, embora opcionalmente o elemento possa também incluir uma pluralidade de sensores. As distâncias entre as fontes de luz podem ser menores do que as distâncias entre os sensores.

[040] Especificamente, o sistema pode incluir uma pluralidade de subconjuntos, com cada subconjunto tendo uma pluralidade de fontes de luz e um ou mais sensores. Por conseguinte, em modalidades, o sistema antibioincrustação compreende uma pluralidade de fontes de luz, sendo que as fontes de luz vizinhas têm distâncias ( $d_1$ ) mútuas entre

fontes de luz selecionadas a partir da faixa de 0,5 a 200 mm, como 2 a 100 mm, sendo que o sistema antibioincrustação compreende adicionalmente uma pluralidade de sensores ópticos, em que os sensores ópticos vizinhos têm distâncias (d2) mútuas entre sensores ópticos selecionadas a partir da faixa de pelo menos 0,5 mm, como pelo menos 2 mm, como pelo menos 1 cm, como pelo menos 4 cm, como na faixa de 0,5 a 200 mm. Em modalidades específicas, o sistema antibioincrustação compreende uma pluralidade de subconjuntos de fontes de luz e sensores ópticos, sendo que cada subconjunto compreende uma ou mais fontes de luz e um ou mais sensores ópticos, sendo que cada subconjunto é configurado para fornecer a dita radiação UV das uma ou mais fontes de luz no subconjunto em dependência do sinal de sensor óptico do um ou mais sensores ópticos no subconjunto. Em ainda outras modalidades, o sistema de bioincrustação compreende uma pluralidade de LEDs, sendo que os LEDs são configurados para gerar a dita radiação UV, sendo que os LEDs compreendem matrizes de LED, e sendo que as matrizes de LED de LEDs vizinhos têm distâncias (d1) mútuas entre fontes de luz selecionadas a partir da faixa de 0,5 a 200 mm, sendo que o sistema antibioincrustação compreende adicionalmente uma pluralidade de sensores ópticos, sendo que os sensores ópticos vizinhos têm distâncias (d2) mútuas entre sensores ópticos selecionadas a partir da faixa de pelo menos 0,5 mm, como pelo menos 2 mm, pelo menos 1 cm, como pelo menos 4 cm, como na faixa de 0,5 a 200 mm, sendo que o sistema antibioincrustação compreende uma pluralidade de subconjuntos de fontes de luz e sensores ópticos, em que cada subconjunto compreende uma ou mais fontes de luz e um

ou mais sensores ópticos, em que cada subconjunto é configurado para fornecer a dita radiação UV da uma ou mais fontes de luz no subconjunto em dependência de sinal do sensor óptico do um ou mais sensores ópticos no subconjunto. Especificamente  $d_2 > d_1$ , como  $d_2/d_1 > 2$ .

[041] Conforme indicado acima, em um aspecto adicional, a invenção apresenta um objeto que, durante o uso, fica pelo menos parcialmente submerso em água, sendo que o objeto compreende o sistema antibioincrustação conforme aqui definido, sendo que o elemento emissor de UV é configurado para irradiar com radiação UV durante um estágio de irradiação um ou mais dentre (i) uma parte de uma superfície externa do dito objeto e (ii) água adjacente à dita parte da dita superfície externa. Conforme indicado acima, o objeto pode ser especialmente selecionado do grupo que consiste em uma embarcação e um objeto infraestrutural.

[042] No presente documento, a frase "objeto que, durante o uso, fica ao menos parcialmente submerso em água" se refere especialmente a objetos como embarcações e objetos de infraestrutura que têm aplicações aquáticas. Portanto, durante o uso, tal objeto ficará de modo geral em contato com a água, como uma embarcação no mar, em um lago, um canal, um rio ou outra via fluvial etc. O termo "embarcação" pode, por exemplo, se referir a, por exemplo, um barco ou um navio etc, como um barco a vela, um navio-tanque, um navio de cruzeiro, um iate, uma balsa, um submarino etc. O termo "objeto de infraestrutura" pode se referir especificamente a aplicações aquáticas que são, em geral, substancialmente estacionários, como uma barragem, uma eclusa, um pontão, uma plataforma de petróleo etc. O termo "objeto de infraestrutura"

pode também se referir a canos (para, por exemplo, bombear para cima água oceânica para, por exemplo, uma usina), e outras partes de usinas de energia (hidrelétrica), como sistemas de resfriamento, turbinas etc. O termo "superfície externa" se refere especificamente à superfície que pode estar em contato físico com a água. No caso de tubulações, isso pode se aplicar a uma ou mais dentre a superfície interna da tubulação e a superfície externa da tubulação. Portanto, em vez do termo "superfície externa", pode-se também aplicar o termo "superfície suscetível a incrustação". Adicionalmente, nessas modalidades o termo "linha d'água" pode também se referir, por exemplo, ao nível de preenchimento. Especificamente, o objeto é um objeto configurado para aplicações marinhas, isto é, aplicação em, ou próximo a, um mar ou um oceano. Esses objetos ficam, durante seu uso, ao menos temporariamente ou substancialmente sempre, ao menos parcialmente em contato com a água. O objeto pode estar ao menos parcialmente abaixo da (linha de) água durante o uso, ou pode estar substancialmente o tempo todo abaixo da (linha de) água, como para aplicações submarinas. A invenção pode, por exemplo, ser aplicada para anti-incrustação marinha, mantendo as superfícies molhadas limpas, para aplicações offshore, para aplicações (sub) marítimas, para plataformas de perfuração, etc.

[043] Devido a esse contato com a água, pode ocorrer bioincrustação, com as desvantagens acima indicadas. A bioincrustação ocorrerá na superfície de uma superfície externa ("superfície") desse tipo de objeto. A superfície de um (elemento do) objeto a ser protegido pode compreender aço, mas pode também, opcionalmente, compreender outro material,



como, por exemplo, selecionado do grupo que consiste em madeira, poliéster, compósito, alumínio, borracha, Hypalon, PVC, fibra de vidro etc. Por conseguinte, em vez de um casco de aço, o casco pode também ser um casco de PVC ou um casco de poliéster etc. Em vez de aço, também outro material de ferro, como ligas de ferro (ou outras), também pode ser usado.

[044] Na presente invenção, o termo "incrustação", "bioincrustação" ou "incrustação biológica" são usados de forma intercambiável. Acima são fornecidos alguns exemplos de incrustação. A bioincrustação pode ocorrer sobre qualquer superfície na água, ou próxima da água, e temporariamente exposta à água (ou a outro líquido aquoso eletricamente condutor). Sobre tal superfície, a bioincrustação pode ocorrer quando o elemento está dentro, ou próximo da água, como (logo) acima da linha d'água (como, por exemplo, devido a respingos d'água, por exemplo devido a uma onda de proa). Entre os trópicos, a bioincrustação pode ocorrer em poucas horas. Mesmo em temperaturas moderadas, os primeiros estágios de incrustação ocorrem dentro de algumas horas; como um primeiro nível (molecular) de açúcares e bactérias.

[045] O sistema antibioincrustação compreende ao menos um elemento emissor de UV. Adicionalmente, o sistema antibioincrustação pode compreender um sistema de controle (consultar também abaixo), um suprimento de energia elétrica etc.

[046] O termo "sistema antibioincrustação" pode também se referir a uma pluralidade desses sistemas, opcionalmente acoplados funcionalmente uns aos outros como, por exemplo, controlados através de um único sistema de

controle. Adicionalmente, o sistema antibioincrustação pode compreender uma pluralidade desses elementos emissores de UV. Na presente invenção, o termo "elemento emissor de UV" pode (assim) referir-se a uma pluralidade de elementos emissores de UV. Em uma modalidade, por exemplo, uma pluralidade de elementos emissores de UV pode estar associada a uma superfície externa do objeto, como um casco, ou pode ser composta por essa superfície (consultar também abaixo), enquanto, por exemplo, um sistema de controle pode ser configurado em algum lugar no interior do objeto, como em uma sala de controle ou casa do leme de uma embarcação.

[047] A superfície ou área na qual a incrustação pode ser gerada também é aqui indicada como a superfície suscetível a incrustação. Ela pode, por exemplo, ser o casco de um navio e/ou uma superfície de emissão de um meio óptico (vide abaixo também). Para esta finalidade, o elemento emissor de UV fornece radiação UV (luz anti-incrustação) que é aplicada para evitar a formação de bioincrustação e/ou para remover a bioincrustação. Essa radiação UV (luz anti-incrustação) especialmente ao menos compreende radiação UV (também indicada como "luz UV"). Portanto, o elemento emissor de UV é especialmente configurado para fornecer radiação UV. Para este efeito, o elemento emissor de UV compreende uma fonte de luz. O termo "fonte de luz" pode se referir também a uma pluralidade de fontes de luz, como de 2 a 20 fontes de luz de LED (de estado sólido), embora possam ser aplicadas muito mais fontes de luz. Consequentemente, o termo "LED" pode se referir também a uma pluralidade de LEDs. Especificamente, o elemento emissor de UV pode compreender uma pluralidade de

fontes de luz. Portanto, conforme indicado acima, o elemento emissor de UV compreende uma ou mais fontes de luz (de estado sólido). Os LEDs podem ser (OLEDs ou) LEDs de estado sólido (ou uma combinação desses LEDs). Especificamente, a fonte de luz compreende LEDs de estado sólido. Especificamente, a fonte de luz compreende um LED UV configurado para fornecer uma ou mais dentre luz UVA e UVC (consultar também abaixo). A luz UVA pode ser usada para prejudicar as paredes celulares, enquanto a luz UVC pode prejudicar o DNA. Portanto, a fonte de luz é especialmente configurada para fornecer a radiação UV. Na presente invenção, o termo "fonte de luz" refere-se especificamente a uma fonte de luz de estado sólido. A fonte (ou fontes) de luz pode também incluir (um) laser (lasers) de estado sólido.

[048] Especialmente, o sensor é acoplado por meio de radiação a uma fonte de luz (ou uma pluralidade de fontes de luz). O termo "acoplados por meio de radiação" significa, especificamente, que a fonte de luz e o sensor estão associados entre si, de modo que ao menos uma parte da radiação emitida pela fonte de luz seja recebida pelo sensor através de reflexão interna (na janela de saída de radiação). Alternativa ou adicionalmente, o termo "acoplados por meio de radiação" significa, especificamente, que a fonte de luz e o sensor estão associados entre si, de modo que ao menos uma parte da radiação emitida pela fonte de luz possa ser recebida pelo sensor através de dispersão (na janela de saída de radiação). Alternativa ou adicionalmente, o termo "acoplados por meio de radiação" significa, especificamente, que a fonte de luz e o sensor estão associados entre si, de

modo que ao menos parte da luminescência gerada por uma espécie de bioincrustação mediante radiação emitida pela fonte de luz possa ser recebida pelo sensor através de dispersão (através da janela de saída de radiação). Portanto, a invenção apresenta um sistema de sensor que compreende o sensor e uma fonte de luz, sendo que a fonte de luz pode, em modalidades, ser a fonte de luz usada para gerar radiação UV (e, opcionalmente, outro tipo ou radiação) e/ou cuja fonte de luz pode ser uma segunda fonte de luz (não especificamente dedicada para fornecer radiação antibioincrustação). Durante o uso, a intensidade da radiação da fonte de luz, que pode ser a base para o sensor, pode mudar com o tempo (por exemplo, diminuição do desempenho) e/ou com temperatura etc. Portanto, pode ser desejável corrigir esse efeito. Portanto, em modalidades, o sistema antibioincrustação inclui adicionalmente um elemento de controle configurado (i) para corrigir o sinal de sensor para uma dependência na intensidade de radiação da fonte de luz, como para uma dependência na intensidade de radiação UV de uma fonte de luz UV e/ou (ii) configurada para minimizar variações na intensidade de radiação das fontes de luz, como para minimizar variações na intensidade de radiação UV de uma fonte de luz UV. Por exemplo, quando a intensidade da radiação do usuário da fonte de luz para o sensor diminui com o tempo, um sistema de sensor pode corrigir isso. Na última variante, quando o sistema antibioincrustação detecta, por exemplo, uma diminuição na intensidade da fonte de luz, o sistema pode aumentar sua intensidade até um nível predeterminado. Tal controle pode ser especialmente usado quando a alteração de intensidade não é devido ao

envelhecimento, mas, por exemplo, devido a diferenças de temperatura. Em modalidades, a fonte de luz e o sensor não estão em uma linha de visão direta entre si. Portanto, em modalidades, a radiação da fonte de luz pode apenas chegar ao sensor após ao menos uma reflexão. Por exemplo, um bloqueio físico pode ser configurado entre a fonte de luz e o sensor, para evitar a luz direta da fonte de luz no sensor.

[049] Especificamente, a fonte de luz ou as fontes de luz é (são) LEDs. Portanto, em modalidades, o sistema antibioincrustação compreende uma pluralidade de fontes de luz, sendo que as fontes de luz compreendem LEDs. Alternativa ou adicionalmente, as fontes de luz compreendem lasers de estado sólido.

[050] Ultravioleta (UV) é a parte da luz eletromagnética delimitada pelo extremo inferior do comprimento de onda do espectro visível e pela banda de radiação de raios X. A faixa espectral de luz UV situa-se, por definição, entre cerca de 100 e 400 nm ( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ ) e é invisível ao olho humano. Com o uso da classificação CIE, o espectro UV é subdividido em três bandas: UVA (onda longa) de 315 a 400 nm; UVB (onda média) de 280 a 315 nm; e UVC (onda curta) de 100 a 280 nm. Na realidade, muitos fotobiologistas frequentemente falam de efeitos na pele resultantes da exposição à luz UV como o efeito ponderado do comprimento de onda acima e abaixo de 320 nm, oferecendo, assim, uma definição alternativa.

[051] Um forte efeito germicida é fornecido pela luz na banda de UVC de onda curta. Além disso, eritema (vermelhidão da pele) e conjuntivite (inflamação das membranas mucosas do olho) também podem ser causados por essa

forma de luz. Devido a isso, quando lâmpadas de luz UV germicida são usadas, é importante projetar sistemas para excluir vazamento de UVC e, portanto, evitar tais efeitos. No caso de fontes de luz imersas, a absorção de luz UV pela água pode ser suficientemente forte para que o vazamento de UVC não seja um problema para humanos acima da superfície líquida. Portanto, em uma modalidade, a radiação UV (luz anti-incrustação) compreende luz UVC. Em ainda outra modalidade, a radiação UV compreende radiação selecionada de uma faixa de comprimento de onda de 100 a 300 nm, especialmente de 200 a 300 nm, como de 230 a 300 nm. Portanto, a radiação UV pode ser especialmente selecionada dentre UVC e outra radiação UV até um comprimento de onda de cerca de 300 nm. Bons resultados são obtidos com comprimentos de onda na faixa de 100 a 300 nm, como de 200 a 300 nm.

[052] Conforme indicado acima, o elemento emissor de UV é configurado para irradiar com a dita radiação UV (durante um estágio de irradiação) uma ou mais dentre (i) a dita parte da dita superfície externa e (ii) a água em posição adjacente à dita parte da dita superfície externa. O termo "parte" refere-se a parte da superfície externa de um objeto como, por exemplo, um casco ou uma eclusa (porta). Entretanto, o termo "parte" pode também se referir a substancialmente a totalidade da superfície externa, como a superfície externa do casco ou da eclusa. Especificamente, a superfície externa pode compreender uma pluralidade de partes, que podem ser irradiadas com a luz UV de uma ou mais fontes de luz, ou que podem ser irradiadas com a radiação UV de um ou mais elementos emissores de UV. Cada elemento emissor de UV pode irradiar uma ou mais

partes. Adicionalmente, pode opcionalmente haver partes que recebam radiação UV de dois ou mais elementos emissores de UV.

[053] Em geral, pode-se distinguir entre duas modalidades principais. Uma das modalidades inclui a parte da superfície externa sendo irradiada com a radiação UV tendo, entre a fonte de luz e o elemento emissor de UV, água (ou ar, quando acima da linha d'água), como água do mar, ao menos durante o estágio de irradiação. Nesse tipo de modalidade, a parte é especialmente composta pela superfície externa "original" do objeto. Entretanto, em ainda outra modalidade, a superfície externa "original" pode ser estendida com um módulo, especialmente um módulo relativamente plano, que é fixado à superfície externa "original" do objeto (como o casco da embarcação), de modo que o próprio módulo forme de fato a superfície externa. Por exemplo, esse módulo pode estar associado ao casco da embarcação, de modo que o módulo forme a (ao menos parte da) superfície externa. Em ambas as modalidades, o elemento emissor de UV especialmente compreende uma superfície de saída de radiação (consultar também mais abaixo). Entretanto, especialmente na última modalidade na qual o elemento emissor de UV pode fornecer parte da dita superfície externa, essa janela de saída de radiação pode fornecer a parte (visto que a primeira parte e a janela de saída de radiação podem essencialmente coincidir; especialmente, podem ser a mesma superfície).

[054] Portanto, em uma modalidade, o elemento emissor de UV é fixado à dita superfície externa. Em ainda outra modalidade específica, a janela de saída de radiação do sistema antibioincrustação é configurada como parte da dita

superfície externa. Portanto, em algumas das modalidades, o objeto pode compreender uma embarcação que compreende um casco, e o elemento emissor de UV é fixado ao dito casco. O termo "janela de saída de radiação" pode também se referir a uma pluralidade de janelas de saída de radiação (consultar também abaixo).

[055] Em ambas as modalidades genéricas, o elemento emissor de UV é configurado para irradiar com a dita radiação UV (durante um estágio de irradiação) a água em posição adjacente à dita parte da dita superfície externa. Nas modalidades em que o próprio módulo forma de fato a superfície externa, o elemento emissor de UV é ao menos configurado para irradiar com a dita radiação UV (durante um estágio de irradiação) a dita parte da dita superfície externa, já que esta é de fato parte da dita superfície externa, e opcionalmente também a água em posição adjacente à dita parte da dita superfície externa. Desse modo, a bioincrustação pode ser evitada e/ou reduzida.

[056] Em uma modalidade, uma quantidade significativa de uma superfície protegida a ser mantida limpa de incrustações, de preferência toda a superfície protegida, por exemplo, o casco de um navio, pode ser coberta com uma camada que emite luz germicida ("luz anti-incrustação"), em particular luz UV.

[057] Em ainda outra modalidade, a radiação UV (luz anti-incrustação) pode ser fornecida à superfície a ser protegida através de um guia de onda, como uma fibra.

[058] Portanto, em uma modalidade o sistema de iluminação antibioincrustação pode compreender um meio óptico, sendo que o meio óptico compreende um guia de onda,



como uma fibra óptica, configurado para fornecer a dita radiação UV (luz anti-incrustação) à superfície de incrustação. A superfície do guia de onda, por exemplo, a partir da qual escapa a radiação UV (luz anti-incrustação) é aqui indicada também como superfície emissora. Em geral, essa parte da guia de onda pode ao menos temporariamente ser submersa. Devido ao fato de que a radiação UV (luz anti-incrustação) escapa da superfície de emissão, um elemento do objeto que durante o uso é, ao menos temporariamente, exposto ao líquido (como água do mar) pode ser irradiado e assim limpo de incrustações. Entretanto, a superfície de emissão em si pode também ser limpa de incrustações. Esse efeito é usado em algumas das modalidades do elemento emissor de UV, que compreende um meio óptico descrito abaixo.

[059] Modalidades com meios ópticos são descritas também no documento WO2014188347. As modalidades em WO2014188347 estão também aqui incorporadas a título de referência, já que são combináveis com a unidade de controle e/ou o interruptor de água, e com outras modalidades aqui descritas.

[060] Conforme indicado acima, o elemento emissor de UV pode especialmente compreender uma janela de saída de radiação UV. Portanto, em uma modalidade específica, o elemento emissor de UV compreende uma janela de saída de radiação UV, sendo que o elemento emissor de UV é especialmente configurado para fornecer a dita radiação UV a jusante da dita janela de saída de radiação UV do dito elemento emissor de UV. Essa janela de saída de radiação UV pode ser uma janela óptica através da qual a radiação escapa do elemento emissor de UV. Alternativa ou adicionalmente, a

janela de saída de radiação UV pode ser a superfície de um guia de onda. Portanto, a radiação UV pode ser acoplada ao elemento emissor de UV no guia de onda, e escapar do elemento através de uma (parte de uma) face do guia de onda. Conforme também indicado acima, nas modalidades, a janela de saída de radiação pode opcionalmente ser configurada como parte da superfície externa do objeto.

[061] Especificamente, a fonte de luz (de estado sólido) é ao menos controlável entre um primeiro nível de radiação UV e um segundo nível de radiação UV, sendo que o primeiro nível de radiação UV é maior que o segundo nível de radiação UV (e sendo que o segundo nível de radiação UV é menor que o primeiro nível de radiação, ou pode até mesmo ser zero). Portanto, em uma modalidade a fonte de luz pode ser desligada e pode ser ligada (durante um estágio de radiação). Além disso, opcionalmente também a intensidade da radiação UV pode ser controlada entre esses dois estágios, como um controle gradual ou contínuo de intensidade da radiação UV. Consequentemente, a fonte de luz é especialmente controlável (e, portanto, sua intensidade de radiação UV o é).

[062] Conforme indicado acima, o objeto ou o sistema antibioincrustação pode compreender uma pluralidade de janelas de saída de radiação. Em certas modalidades, isto pode referir-se a uma pluralidade de sistemas antibioincrustação. Alternativa ou adicionalmente, porém, em certas modalidades isto pode referir-se a um sistema antibioincrustação que compreende uma pluralidade de elementos emissores de radiação UV. Esse sistema antibioincrustação pode, assim, incluir especialmente uma pluralidade de fontes de luz para fornecer radiação UV.

Entretanto, alternativa ou adicionalmente, em modalidades, isso pode (também) referir-se a um elemento emissor de UV que compreende uma pluralidade de fontes de luz configuradas para fornecer a radiação UV. Deve-se observar que um elemento emissor de UV com uma única janela de saída de radiação UV pode (ainda) incluir uma pluralidade de fontes de luz.

[063] Especificamente quando o elemento emissor de UV compreende uma pluralidade de fontes de luz e uma pluralidade de janelas de saída de radiação UV, especialmente com cada uma dessas superfícies atendidas por uma ou mais fontes de luz, e/ou quando o sistema de bioincrustação compreende uma pluralidade de elementos emissores de UV, por meio de um controle das fontes de luz, é possível atender independentemente diferentes partes da superfície externa. Assim, ao se dispor as diferentes janelas de saída de radiação UV em diferentes alturas do objeto (com a altura especificamente definida durante o uso do objeto), é possível irradiar substancialmente apenas com radiação UV apenas as partes para as quais se aplica que uma ou mais da parte e da janela de saída de radiação UV estão abaixo da água (linha).

[064] Portanto, em uma modalidade específica, o sistema antibioincrustação compreende uma pluralidade de fontes de luz, uma pluralidade de janelas de saída de radiação e uma pluralidade das ditas partes, sendo que a pluralidade de fontes de luz está configurada para fornecer a dita radiação UV à dita pluralidade de partes por meio da dita pluralidade de janelas de saída de radiação, e sendo que a dita pluralidade de partes é configurada em diferentes alturas do objeto. Especificamente, o sistema de controle pode ser configurado para controlar individualmente as

fontes de luz (de estado sólido) como uma função das ditas informações de entrada. Por exemplo, em uma modalidade específica o sistema de controle pode ser configurado para controlar individualmente as fontes de luz como uma função das posições das partes da superfície externa em relação à água (isto é, à linha d'água).

[065] O sistema antibioincrustação é especialmente configurado para fornecer radiação UV a uma parte do objeto ou à água em posição adjacente a essa parte. Isso especificamente implica que, durante um estágio de irradiação, a radiação UV é aplicada. Portanto, também pode opcionalmente haver períodos nos quais não é aplicada qualquer radiação UV. Isto pode (portanto) não só se dever a, por exemplo, um sistema de controle que comuta um ou mais dentre os elementos emissores de UV, mas pode se dever também, por exemplo, a configurações predefinidas como dia e noite, ou temperatura da água etc. Por exemplo, em uma modalidade, a radiação UV é aplicada de modo pulsado.

[066] Portanto, em uma modalidade ou aspecto específico, o sistema antibioincrustação é configurado para prevenir ou reduzir a bioincrustação em uma superfície suscetível à incrustação de um objeto que, durante o uso, está pelo menos temporariamente exposto à água, mediante o fornecimento de luz anti-incrustação (isto é, radiação UV) à dita superfície suscetível à incrustação ou água adjacente à mesma. Especificamente, o sistema antibioincrustação pode ser configurado para fornecer a dita luz anti-incrustação através de um meio óptico à dita superfície de incrustação, sendo que o elemento emissor de UV compreende adicionalmente (ii) o dito meio óptico configurado para receber ao menos

parte da radiação UV (luz anti-incrustação), sendo que o meio óptico compreende uma superfície de emissão configurada para fornecer ao menos parte da dita radiação UV (luz anti-incrustação). Adicionalmente, especialmente o meio óptico compreende um ou mais dentre um guia de onda e uma fibra óptica, e sendo que a radiação UV (luz anti-incrustação) especialmente compreende uma ou mais dentre luz UVB e UVC. Esses guias de onda e meios ópticos não são discutidos com detalhes mais adiante no presente documento.

[067] O meio óptico pode também ser fornecido sob a forma de uma folha (de silicone) para aplicação à superfície protegida, sendo que a folha compreende ao menos uma fonte de luz para gerar luz anti-incrustação e um meio óptico semelhante a uma chapa para distribuir a luz anti-incrustação através da folha. Em algumas modalidades, a folha metálica tem uma espessura na ordem de magnitude de alguns milímetros a alguns centímetros, como de 0,1 a 5 cm, como de 0,2 a 2 cm. Em algumas modalidades, a folha metálica não é substancialmente limitada em nenhuma direção perpendicular à direção da espessura de modo que se possa fornecer uma folha metálica substancialmente grande com tamanhos na ordem de magnitude de dezenas ou centenas de metros quadrados. A folha metálica pode ser substancialmente limitada quanto ao tamanho em duas direções ortogonais perpendiculares à direção de espessura da folha metálica, de modo a fornecer um ladrilho anti-incrustação; em uma outra modalidade, a folha metálica é substancialmente limitada no tamanho em apenas uma direção perpendicular a uma direção da espessura da folha metálica, de modo a fornecer uma tira alongada de folha metálica anti-incrustação. Portanto, o meio óptico, e até mesmo o elemento

emissor de UV, pode ser fornecido como ladrilho ou como tira. O ladrilho ou tira pode compreender uma folha (de silicone).

[068] Em uma modalidade, o elemento emissor de UV compreende uma grade bidimensional de fontes de luz para gerar radiação UV, e o meio óptico está disposto de modo a distribuir ao menos parte da radiação UV a partir da grade bidimensional de fontes de luz através do meio óptico, de modo a fornecer uma distribuição bidimensional de radiação UV saindo da superfície de emissão de luz do módulo de luz. A grade bidimensional de fontes de luz pode estar disposta em uma estrutura do tipo tela de arame, uma estrutura de compacta, uma estrutura de fileiras/columnas ou qualquer outra estrutura regular ou irregular adequada. A distância física entre as fontes de luz vizinhas na grade pode ser fixa ao longo da grade ou pode variar, por exemplo, como uma função da potência de saída de luz necessária para fornecer o efeito de anti-incrustação ou como uma função da localização do elemento emissor de UV na superfície protegida (por exemplo, a localização no casco de um navio). As vantagens de se fornecer uma grade bidimensional de fontes de luz incluem o fato de que a radiação UV pode ser gerada próximo às áreas a serem protegidas com iluminação de radiação UV, pelo fato de que isto reduz as perdas no meio óptico ou no guia de luz, e que isto aumenta a homogeneidade da distribuição de luz. De preferência, a radiação UV é, em geral, distribuída de maneira homogênea pela superfície de emissão; isso reduz ou mesmo evita áreas pouco iluminadas, onde a incrustação pode, de outro modo, ocorrer ao mesmo tempo em que reduz ou evita o desperdício de energia pelo excesso de iluminação de outras áreas com mais luz do que o necessário para a anti-

incrustação. Em uma modalidade, a grade está compreendida no meio óptico. Em ainda outra modalidade, a grade pode ser compreendida por uma folha (de silicone).

[069] Adicionalmente, em uma modalidade o meio óptico pode estar disposto próximo (inclusive opcionalmente fixado) à superfície protegida e acoplado para receber a luz ultravioleta, sendo que o meio óptico tem uma direção de espessura perpendicular à superfície protegida, sendo que duas direções ortogonais do meio óptico ortogonal à direção de espessura são paralelas à superfície protegida, sendo que o meio óptico está configurado para fornecer uma trajetória de propagação da luz ultravioleta, de modo que a luz ultravioleta percorra o interior do meio óptico em ao menos uma das duas direções ortogonais, ortogonalmente à direção da espessura e de modo que, em pontos ao longo de uma superfície do meio óptico, as respectivas porções da luz ultravioleta escapem do meio óptico.

[070] Em um outro aspecto, a invenção fornece também um método de anti(bio)incrustação (uma parte de) uma superfície externa de um objeto que é, durante o uso, pelo menos temporariamente exposto à água, sendo que o método compreende: fornecer o sistema antibioincrustação, conforme aqui definido, para o objeto, gerar radiação UV (durante o uso do objeto), opcionalmente, como função de um ou mais dentre (i) um sinal de retroalimentação e (ii) um temporizador para variar (periodicamente) a intensidade da radiação UV (luz anti-incrustação) e fornecer a dita radiação UV (durante um estágio de irradiação) à (a parte de) superfície externa. Esse sinal de retroinformação pode ser fornecido pelo sensor.

[071] Em ainda um aspecto adicional, a invenção também fornece um método de fornecer um sistema antibioincrustação a um objeto, que durante o uso é pelo menos temporariamente exposto à água, sendo que o método que compreende o fornecimento, como integração no objeto e/ou fixação a uma superfície externa, o sistema antibioincrustação ao objeto, como uma embarcação, com o elemento emissor de UV configurado para fornecer a dita radiação UV a uma ou mais de uma parte de uma superfície externa do objeto e a água (sendo) adjacente à dita parte (durante o uso), conforme definido nas reivindicações anexas. Especificamente, o elemento emissor de UV é fixado à superfície externa, ou pode até mesmo ser configurado como uma (primeira) parte da superfície externa.

[072] Os termos "visível", "luz visível" ou "emissão visível" referem-se a luz que tem um comprimento de onda na faixa de cerca de 380 a 780 nm.

[073] Portanto, a invenção fornece, em modalidades, um sistema de sensor de bioincrustação para monitorar e controlar a bioincrustação sobre a superfície de um guia de luz transparente, onde o sistema de sensor é embutido no mesmo guia de luz que transporta a radiação para anti-incrustação. A fonte do sistema de sensor pode ser uma fonte de luz UV. A fonte do sistema de sensor pode ser um LED visível. A fonte do sistema de sensor pode compreender múltiplos LEDs (isto é, azul e verde). A fonte do sistema sensor pode ser um ou mais LED(s) infravermelhos. Adicionalmente, a fonte do sistema de sensor pode essencialmente fornecer múltiplos comprimentos de onda, sendo que o sensor é adaptado para medir os espectros de emissão



(especialmente fluorescência), reflexão e/ou espalhamento da bioincrustação.

[074] Em uma modalidade específica, o mesmo tipo de LED pode ser usado como sensor. Portanto, uma ou mais fontes de LED podem ser configuradas de tal modo que a anti-incrustação possa ser aplicada e que a radiação possa ser convertida em um sinal com o mesmo LED(s). Isso pode implicar que, durante certos períodos de tempo, os LEDs estão em um modo (por exemplo, emitindo), e durante outros períodos de tempo os LEDs estão no "modo de detecção". Portanto, a detecção e emissão pode alternar periodicamente com o tempo. Os LEDs funcionam em certos intervalos de tempo no modo de emissão de radiação e, em outros intervalos de tempo, no modo de detecção de radiação. A sensibilidade do comprimento de onda no modo de detecção pode se deslocar para comprimentos de onda ligeiramente maiores (10 a 30 nm), o que pode ajudar na detecção da fluorescência.

[075] Em modalidades adicionais, os níveis de incrustação em várias áreas da superfície anti-incrustação podem ser detectados e controlados separadamente.

[076] Em ainda outras modalidades, o monitoramento ocorre em tempo real e o sinal de incrustação do sensor é usado para controlar a radiação UV do sistema anti-incrustação.

[077] Portanto, a radiação antibioincrustação especialmente inclui radiação UV. A radiação usada para a detecção com o sensor (reflexão, dispersão, luminescência) pode ser uma ou mais dentre radiação UV, visível e IR, isto é, especificamente, substancialmente qualquer radiação entre cerca de 200 e 1.500 nm.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[078] As modalidades da invenção serão, agora, descritas apenas a título de exemplo com referência aos desenhos esquemáticos anexos, sendo que os símbolos de referência correspondentes indicam partes correspondentes, nos quais:

[079] as Figuras 1a a 1h representam esquematicamente alguns aspectos gerais;

[080] as Figuras 2a a 2d representam esquematicamente algumas modalidades e variantes;

[081] as Figuras 3a a 3b representam esquematicamente algumas modalidades e variantes adicionais; e

[082] as Figuras 4a a 4b representam esquematicamente algumas modalidades e variantes adicionais.

[083] Os desenhos não estão necessariamente em escala.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

[084] A Figura 1a mostra esquematicamente uma modalidade de um sistema antibioincrustação 200 que compreende um elemento emissor de UV 210. O elemento emissor de UV 210 compreende uma janela de saída de radiação UV 230. O elemento emissor de UV 210 encerra, ao menos parcialmente, uma fonte de luz 220 configurada para fornecer radiação UV 221. Aqui, a título de exemplo, três fontes de luz 220 são mostradas. Aqui, o elemento emissor de UV 210 é configurado como guia de ondas, com elementos embutidos no mesmo. Portanto, as fontes de luz 220 são embutidas no guia de onda. A janela de saída de radiação UV 230 é configurada para transmitir ao menos parte da radiação UV 221 da fonte de luz 220. A janela de saída de radiação UV 230 compreende um lado

da janela de saída a montante da janela lateral 231, aqui direcionado à fonte (ou fontes) de luz e um lado da janela a jusante 232. O elemento emissor de UV 210 também encerra, ao menos parcialmente, um sensor óptico 310 configurado para detectar a radiação 421 que emana do lado da janela a jusante 232. Aqui, o sensor 310 também é embutido no guia de ondas. O sensor 310 é configurado para fornecer um sinal de sensor óptico correspondente, que correspondente à radiação 421 que emana do lado a jusante. Adicionalmente, o sistema antibioincrustação 200 é adicionalmente configurado para fornecer a dita radiação UV 221 em dependência do dito sinal de sensor óptico. A radiação 421 pode incluir um ou mais dentre espalhamento da radiação de fonte de luz 221 (por bioincrustação no lado da janela a jusante 232), reflexão da radiação de fonte de luz 221 (no lado da janela a montante 231) e luminescência de bioincrustação (no lado da janela a jusante 232), indicada pelo número de referência 5.

[085] Aqui, nessa modalidade representada esquematicamente, o mesmo tipo de fonte de luz é usado para a radiação antibioincrustação 221 e para o laço de controle com o sensor 310; todavia, esse não é necessariamente o caso. O número de referência 305 se refere a componentes eletrônicos ou a um elemento de controle (consultar também abaixo) para controlar a radiação 221 das fontes de luz 220 como função do sensor óptico 310. Aqui, o controle pode se referir a um ou mais dentre controlar a intensidade e controlar a distribuição espectral. A combinação de sensor 310 e fonte de luz que gera radiação que é usada direta ou indiretamente, como por reflexão, dispersão, luminescência, também é indicada na presente invenção como um sistema de

sensor. A fonte de luz é também indicada na presente invenção como fonte do sistema de sensor.

[086] O termo "controle" se refere especificamente à determinação do comportamento ou supervisão da execução da fonte de luz, especialmente, dessa forma, um ou mais dentre a intensidade e a distribuição espectral, especialmente ao menos a intensidade.

[087] Nota-se que, na modalidade representada esquematicamente na Figura 1b, e também outras modalidades aqui descritas e/ou representadas na presente invenção, há um elemento emissor de radiação, especialmente aqui, o elemento emissor de UV 220, que encerra ao menos parcialmente, ou mesmo substancialmente totalmente, a fonte de luz e o sensor.

[088] As Figuras 1b a 1d representam esquematicamente modalidades de um objeto 10 que, durante o uso, fica ao menos parcialmente submerso em água 2, vide a linha d'água 13. O objeto 10, como uma embarcação ou uma eclusa, consultar também abaixo, compreende adicionalmente um sistema antibioincrustação 200 que compreende um elemento emissor de UV 210, especialmente para aplicação de radiação UV 221 a uma parte 111 de uma superfície externa 11 do objeto 10, como um casco ou parte de um casco. Aqui são mostradas duas modalidades, nas quais o sistema antibioincrustação 200 ou, mais especificamente, o elemento emissor de UV 210, faz parte de uma superfície externa, e forma assim, de fato, parte da superfície externa (Figura 1a), ou nas quais o elemento emissor de UV 210 é configurado para irradiar a superfície externa e não forma, necessariamente, parte de uma superfície externa, como um casco de um navio (Figura 1c). Por exemplo, o objeto 10 é

selecionado do grupo que consiste em uma embarcação 1 e um objeto de infraestrutura 15 (consultar também abaixo).

[089] O elemento emissor de UV 210 compreende uma ou mais fontes de luz 220 e pode ser, portanto, especificamente configurado para irradiar com a dita radiação UV 221 (durante um estágio de irradiação) uma ou mais dentre (i) a dita parte 111 da dita superfície externa 11 e (ii) a água adjacente à dita parte 111 da dita superfície externa 11. A variante anterior aplica-se especificamente à modalidade da Figura 1c, e a última modalidade aplica-se especificamente a ambas as modalidades das Figuras 1b a 1c. Deve-se observar, porém, que quando uma superfície externa do elemento emissor de UV 210 está configurada como superfície externa do objeto 10, obviamente a parte 111 é irradiada por si só com a radiação UV 221.

[090] Portanto, o elemento emissor de UV 210 compreende uma janela de saída de radiação UV 230, e o elemento emissor de UV 210 é configurado para fornecer a dita radiação UV 221 a jusante da dita janela de saída de radiação UV 230 do dito elemento emissor de UV 210.

[091] Especificamente, a fonte de luz 220 é ao menos controlável entre um primeiro nível de radiação UV e um segundo nível de radiação UV, sendo que o primeiro nível de radiação UV é maior que o segundo nível de radiação UV (e sendo que o segundo nível de radiação UV é menor que o primeiro nível de radiação (incluindo, por exemplo, zero)).

[092] Conforme indicado acima, o termo "embarcação", indicado pela referência 1, pode por exemplo referir-se a um barco ou navio (referência 10a na Figura 1d) etc., como um barco a vela, um navio-tanque, um navio de

cruzeiro, um iate, uma balsa, um submarino (referência 10d na Figura 1d) etc., conforme esquematicamente indicado na Figura 1d. O termo "objeto de infraestrutura", indicado pela referência 15, pode especificamente referir-se a aplicações aquáticas que são em geral dispostas de modo substancialmente estacionário, como uma represa/eclusa (referências 10e/10f na Figura 1d), um pontão (referência 10c na Figura 1d), uma plataforma de petróleo (referência 10b na Figura 1d) etc.

[093] A Figura 1e representa esquematicamente, com mais detalhes, uma modalidade do sistema antibioincrustação 200, aqui a título de exemplo incluindo um sistema de controle integrado 300 e um sensor integrado 310.

[094] A Figura 1f representa esquematicamente uma superfície externa 11 de um objeto 10, como uma parede de uma embarcação ou uma parede de um objeto de infraestrutura que tem, a título de exemplo, uma pluralidade de elementos emissores de UV 210 (aqui associados a um casco 21 de uma embarcação 1). Alternativa ou adicionalmente, pode ser aplicada uma pluralidade de sistemas antibioincrustação 200 funcionalmente acoplados ou de funcionamento independente.

[095] A Figura 1f também representa esquematicamente a modalidade na qual o sistema antibioincrustação 200 compreende uma pluralidade de elementos emissores de UV 210 (com uma pluralidade de fontes de luz), uma pluralidade de janelas de saída de radiação 230 e uma pluralidade das ditas partes 111, sendo que a pluralidade de fontes de luz 220 é configurada para fornecer a dita radiação UV 221 através da dita pluralidade de janelas de saída de radiação 23 à dita pluralidade de partes

111, e sendo que a dita pluralidade de partes 111 é configurada em diferentes alturas do objeto 10, e sendo que o sistema de controle 300 é configurado para controlar individualmente as fontes de luz 220, como uma função das ditas informações de entrada. Por exemplo, em uma modalidade, o sistema de controle 300 pode ser configurado para controlar individualmente as fontes de luz 220 como uma função das posições das partes 111 da superfície externa 11 em relação à água.

[096] A Figura 1g mostra esquematicamente uma modalidade em que uma embarcação 1, como a modalidade do objeto 10, compreende uma pluralidade de sistemas antibioincrustação 200 e/ou um ou mais desses sistemas antibioincrustação 200 compreendem uma pluralidade de elementos emissores de UV 210. Dependendo da altura do sistema específico antibioincrustação 200 e/ou da altura dos elementos emissores de UV 210, como em relação a uma (linha de) água, os respectivos elementos emissores de UV 210 podem ser ligados.

[097] A Figura 1h mostra uma modalidade de tela de arame em que as fontes de luz 210, como os LEDs UV, são dispostas em uma grade e conectadas em uma série de conexões paralelas. Os LEDs podem ser montados nos nós, seja por meio de soldagem, colagem ou qualquer outra técnica conhecida de conexão elétrica para conectar os LEDs às estruturas do tipo tela de arame. Um ou mais LEDs podem ser colocados em cada nó. Pode ser implementado acionamento por CC ou CA. Caso se use CA, então pode-se usar um par de LEDs em configuração antiparalela. O versado na técnica sabe que, em cada nó, mais de um par de LEDs na configuração antiparalela pode ser usado. O tamanho real da grade com

estrutura de tela de arame e a distância entre os LEDs de UV na grade podem ser ajustados esticando-se a estrutura de fole. A grade com estrutura em tela de arame pode ser incorporada a um meio óptico. Acima, são descritas aplicações de prevenção especialmente ativas, sendo que o sistema antibioincrustação 200 desliga, ou desliga elementos emissores de UV 210 específicos ou fontes de luz 220 específicas, dependendo do contato com a água, um sinal de um sensor etc. Entretanto, alternativa ou adicionalmente, também mensagens ou sinais de alerta podem ser usados para avisar um indivíduo de perigo.

[098] As Figuras 2a a 2b representam esquematicamente uma variante em que a reflexão interna total (TIR) e uma variante em que a dispersão são usadas como entrada para o sensor 310, respectivamente. A reflexão interna total pode diminuir com o aumento da bioincrustação 5. A dispersão pode aumentar com o aumento da bioincrustação. Aqui, a título de exemplo, a fonte de luz 220, que também é usada para a geração de radiação UV como luz antibioincrustação é aplicada (no sistema de sensor); entretanto, também uma fonte de luz alternativa pode ser aplicada (consultar também a Figura 2d). As Figuras 2a a 2b, a título de exemplo, também incluem um elemento de bloqueio ou bloqueio físico, indicado com referência 217 que é configurado para evitar que a radiação de fonte de luz, indicada com a referência 221, atinja diretamente o sensor 310. Adicionalmente, a Figura 2b representa esquematicamente uma normal à janela de saída de radiação 230. O ângulo crítico é indicado com  $\theta$ ; um eixo geométrico óptico da radiação de fonte de luz 221 tem um ângulo  $\theta_1$ , e está, dessa



forma, dentro do ângulo crítico. Na Figura 2a, esse ângulo pode (substancialmente) ser maior, uma vez que o uso é feito de TIR.

[0099] A Figura 2c mostra esquematicamente uma modalidade em que a luminescência de bioincrustação 5 é usada. Essa luminescência pode estar no visível e/ou no infravermelho. A excitação pode estar com a fonte de luz 220 ou uma fonte de luz alternativa (consultar também a Figura 2d).

[0100] Aqui, a título de exemplo, um compartimento com uma janela de saída de radiação 230 separada é esquematicamente mostrado, em vez de uma placa de guia de onda conforme usado em muitos dos outros desenhos esquemáticos. Portanto, o elemento emissor de UV pode ser um módulo tipo placa, com um ou mais elementos relevantes ao menos parcialmente, ou mesmo totalmente, embutidos no mesmo. Entretanto, o elemento UV pode também incluir um compartimento que confina ao menos parcialmente, ou mesmo totalmente, um ou mais elementos relevantes. O um ou mais elementos relevantes ao menos compreendem a fonte de luz, que é configurada para fornecer radiação de fonte de luz, especialmente a radiação UV.

[0101] A Figura 2d mostra esquematicamente uma modalidade em que o sistema 200 compreende uma segunda fonte de luz 280 configurada para gerar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha, aqui indicada como segunda luz de fonte de luz 281, e sendo que o sensor óptico 310 é configurado para detectar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha e fornecer o dito sinal de sensor correspondente. Aqui, a título de exemplo, duas segundas

fontes de luz 280 são aplicadas, por exemplo, para fornecer tipos diferentes de luz, como azul e verde, ou visível e IV etc. O sensor óptico 310 pode ser configurado para detectar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha e fornecer o dito sinal de sensor correspondente.

[0102] Nota-se que, adicionalmente, quando se deseja a radiação visível ou IV como entrada para o sistema sensor, pode-se também usar fontes de luz 220 que são configuradas para fornecer radiação UV 221 e uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha.

[0103] O sistema antibioincrustação 200 pode incluir, ainda, um elemento de controle 320 configurado para corrigir o sinal de sensor para uma dependência da intensidade de radiação UV da fonte de luz 220. O elemento de controle 320 pode também ser configurado para minimizar variações na intensidade de radiação UV da fonte de luz 220, conforme representado esquematicamente na Figura 3a. Em modalidades, o elemento de controle 320 pode ser compreendido pelo sistema de controle 300 (não mostrado neste desenho esquemático).

[0104] Com referência às Figuras 2a a 2d e 3a a 3b, e outras modalidades aqui descritas, mas não mostradas, a fonte de luz e o sensor são especialmente configurados no mesmo lado da janela de saída de radiação 230. Com referência às Figuras 2a a 2d e 3a a 3b, e outras modalidades aqui descritas, mas não mostradas, a fonte de luz e o sensor são especialmente configurados no mesmo lado do lado da janela a montante 231.

[0105] Nota-se, adicionalmente, que (dessa forma) tanto a fonte de luz como o sensor óptico podem ser embutidos

no elemento emissor de luz, ainda mais especialmente no guia de onda, como um guia de onda de silicone.

[0106] O guia de onda compreende especificamente um material transmissivo de radiação, como vidro, quartzo, sílica (fundida), silicone, fluoropolímero etc.

[0107] A Figura 4a representa esquematicamente uma modalidade do sistema antibioincrustação 200 compreendendo uma pluralidade de fontes de luz 220. Aqui, as fontes de luz 220 compreendem LEDs 225. Os LEDs compreendem matrizes de LED 226. As matrizes de LED 226 dos LEDs vizinhos 225 têm distâncias d1 mútuas entre fontes de luz, especialmente selecionadas a partir da faixa de 0,5 a 200 mm. Conforme mostrado, o sistema antibioincrustação 200 compreende adicionalmente uma pluralidade de sensores ópticos 310. Os sensores ópticos vizinhos têm distâncias d2 mútuas entre sensores ópticos, especialmente selecionadas a partir da faixa de ao menos 4 cm, como na faixa de 10 a 100 cm. Aqui, o sistema antibioincrustação 200 compreende uma pluralidade de subconjuntos 330 de fontes de luz 220 e sensores ópticos 310, sendo que cada subconjunto 330 compreende uma ou mais fontes de luz 220 e um ou mais sensores ópticos 310. Especificamente, cada subconjunto 330 é configurado para fornecer a dita radiação UV 221 da uma ou mais fontes de luz 220 no subconjunto 330 em dependência do sinal de sensor óptico do um ou mais sensores ópticos 310 no subconjunto 330. Um sistema de controle pode ser incluído em um ou mais elementos 210 ou pode, por exemplo, ser um sistema de controle central 300, esquematicamente indicado

com o quadrado tracejado. Nota-se que o sistema de controle 300 pode também ser remoto a partir dos elementos 210.

[0108] A Figura 4b representa esquematicamente uma modalidade em que uma fonte de luz 220, isto é, aqui, uma fonte de luz de estado sólido, é configurada como sensor. Com essa finalidade, componentes eletrônicos ou um elemento de controle 305 podem ser incluídos para ter a função de fonte de luz de estado sólido como o sensor 310. Opcionalmente, essa fonte de luz pode ser controlada pelos componentes eletrônicos ou elemento de controle 305 para alternar entre um estágio de detecção e um estágio de radiação.

[0109] Os componentes eletrônicos ou um elemento de controle 305 podem ser compreendidos por um sistema de controle 300 (não mostrado aqui).

[0110] O termo "substancialmente" usado na presente invenção, como em "substancialmente toda a luz" ou em "consiste substancialmente", será entendido pelo versado na técnica. O termo "substancialmente" pode incluir também modalidades com "totalmente", "completamente", "todo" etc. Por esse motivo, em algumas modalidades, o advérbio "substancialmente" pode também ser removido. Onde for aplicável, o termo "substancialmente" pode se referir também a 90% ou mais, como 95% ou mais, especialmente, 99% ou mais, até mesmo mais especialmente, 99,5% ou mais, inclusive 100%. O termo "que compreende" inclui, também, modalidades em que o termo "que compreende" significa "consiste em". O termo "e/ou" se refere especificamente a um ou mais dos itens mencionados antes e depois de "e/ou". Por exemplo, uma frase "item 1 e/ou item 2" e frases similares podem estar relacionadas a um ou mais dentre o item 1 e o item 2. O

termo "que compreende" pode, em uma modalidade, referir-se a "que consiste em", mas em uma outra modalidade pode se referir também a "que contém ao menos as espécies definidas e opcionalmente uma ou mais outras espécies".

[0111] Além disso, os termos "primeiro", "segundo", "terceiro" e similares, na descrição e nas reivindicações, são usados para distinguir elementos similares e não necessariamente para descrever uma ordem sequencial ou cronológica. Deve-se entender que os termos assim usados são intercambiáveis sob circunstâncias adequadas, e que as modalidades da invenção descritas neste documento podem ser praticadas em outras sequências, diferentes das descritas ou ilustradas neste documento.

[0112] Os dispositivos neste documento são, dentre outros, descritos durante a operação. Conforme ficará evidente para o versado na técnica, a invenção não se limita a métodos de operação ou dispositivos em operação.

[0113] Deve-se observar que as modalidades mencionadas acima ilustram a invenção ao invés de limitá-la, e que os versados na técnica serão capazes de projetar muitas modalidades alternativas, sem se afastarem do escopo das reivindicações anexas. Nas reivindicações, quaisquer sinais de referência colocados entre parênteses não devem ser interpretados como limitadores da reivindicação. O uso do verbo "compreender" e suas conjugações não excluem a presença de elementos ou etapas além dos mencionados em uma reivindicação. O artigo indefinido "um" ou "uma" que precede um elemento não exclui a presença de uma pluralidade desses elementos. A invenção pode ser implementada por meio de hardware que compreende vários elementos distintos, e por

meio de um computador programado adequadamente. Na reivindicação de dispositivo que enumera vários meios, vários desses meios podem ser incorporados por um único item de hardware. O simples fato de certas medidas serem mencionadas em reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indica que uma combinação dessas medidas não possa ser usada com vantagem.

[0114] A invenção se aplica, adicionalmente, a um dispositivo que compreende um ou mais dos recursos caracterizadores descritos na descrição e/ou mostrados nos desenhos anexos. A invenção refere-se adicionalmente a um método ou processo que compreende um ou mais dos recursos caracterizantes descritos na descrição e/ou mostrados nos desenhos anexos.

[0115] Os vários aspectos discutidos nesta patente podem ser combinados a fim de fornecer vantagens adicionais. Além disso, alguns dos recursos podem formar a base para um ou mais pedidos divisionais.

### REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO (200), caracterizado por compreender um elemento emissor de UV (210), sendo que o elemento emissor de UV (210) compreende uma janela de saída de radiação UV (230), sendo que o elemento emissor de UV (210) confina pelo menos parcialmente uma fonte de luz (220) configurada para fornecer radiação UV (221), sendo que a janela de saída de radiação UV (230) é configurada para transmitir pelo menos parte da radiação UV (221) da fonte de luz (220), sendo que a janela de saída de radiação UV (230) compreende um lado da janela a montante (231) e um lado da janela a jusante (232), sendo que o elemento emissor de UV (210) também confina pelo menos parcialmente um sensor óptico (310) configurado para detectar radiação (421) que emana do lado da janela a jusante (232) e proveniente da fonte de luz (220), e configurado para fornecer um sinal de sensor óptico correspondente, sendo que o sistema antibioincrustação (200) é adicionalmente configurado para fornecer a dita radiação UV (221) em dependência do dito sinal de sensor óptico.

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, sendo que o sistema antibioincrustação (200) é caracterizado por ser configurado para controlar a intensidade da dita radiação UV (221) em dependência do dito sinal de sensor óptico.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pela fonte de luz (220) ter uma distribuição espectral variável da radiação UV (221), e pelo sistema antibioincrustação (200) ser configurado para controlar a distribuição espectral da dita radiação UV (221) em dependência do dito sinal de sensor óptico.

4. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo sensor óptico (310) ser configurado para detectar a radiação UV (221) refletida pela dita janela de saída de radiação UV (230), e pelo sistema antibioincrustação (200) ser configurado para aumentar a intensidade da dita radiação UV (221) quando o sensor óptico (310) detecta uma redução na radiação UV (221).

5. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pela fonte de luz (220) ser configurada para fornecer ao menos parte da dita radiação UV (221) dentro de um ângulo crítico de reflexão interna total com a dita janela de saída de radiação (230), pelo sensor óptico (310) ser configurado para detectar a radiação UV (221) dispersa, e pelo sistema antibioincrustação (200) ser configurado para aumentar a intensidade da dita radiação UV (221) quando o sensor óptico (310) detecta um aumento na radiação UV (221).

6. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pela fonte de luz (220) ser configurada para fornecer radiação UV (221) e uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha.

7. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo sensor óptico (310) ser configurado para detectar a dita radiação UV (221).

8. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo sensor óptico (310) ser configurado para detectar uma ou mais dentre radiação visível e infravermelha (421).

9. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, sendo que o sistema antibioincrustação



(200) é caracterizado por ser adicionalmente configurado para controlar um ou mais dentre a distribuição espectral e a intensidade da dita radiação UV (221) em dependência de uma distribuição espectral da radiação recebida (421).

10. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por incluir adicionalmente um elemento de controle (320) configurado (i) para corrigir o sinal de sensor para uma dependência na intensidade de radiação UV da fonte de luz (220) e/ou (ii) configurado para minimizar variações na intensidade de radiação UV da fonte de luz (220).

11. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado por compreender adicionalmente um sistema de controle (300) confinado pelo elemento emissor de UV (210).

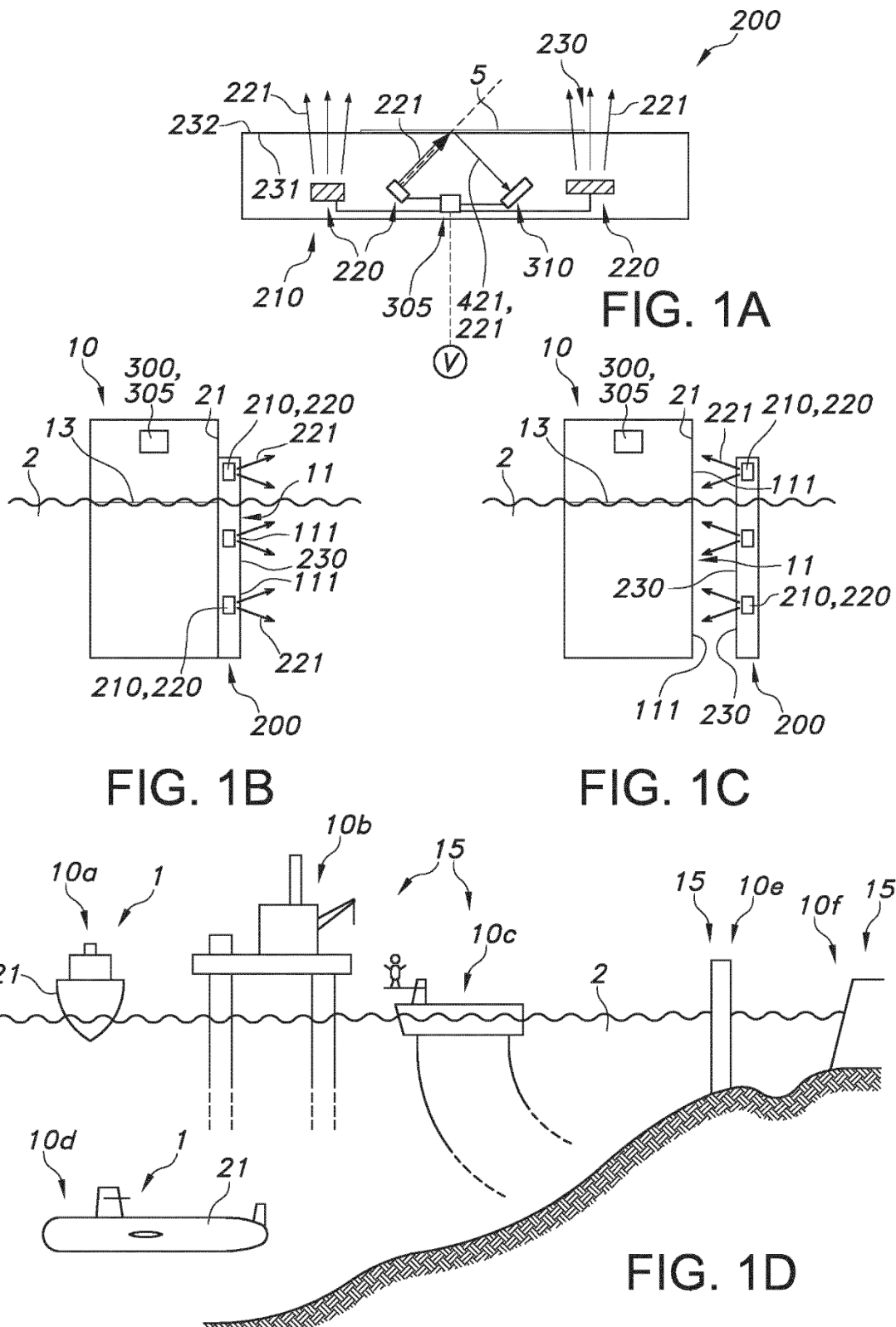
12. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado por compreender uma pluralidade de fontes de luz (220), sendo que as fontes de luz (220) compreendem LEDs (225).

13. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelos LEDs (225) serem configurados para gerar a dita radiação UV (221), sendo que os LEDs compreendem matrizes de LED (226), e sendo que as matrizes de LED (226) de LEDs de vizinhos (225) têm distâncias (d1) mútuas entre fontes de luz selecionadas a partir da faixa de 0,5 a 200 mm, sendo que o sistema antibioincrustação (200) compreende adicionalmente uma pluralidade de sensores ópticos (310), sendo que os sensores ópticos vizinhos têm distâncias (d2) mútuas entre sensores ópticos selecionadas a partir da faixa de pelo menos 4 cm, sendo que o sistema antibioincrustação (200) compreende uma

pluralidade de subconjuntos (330) de fontes de luz (220) e sensores ópticos (310), sendo que cada subconjunto (330) compreende uma ou mais fontes de luz (220) e um ou mais sensores ópticos (310), sendo que cada subconjunto (330) é configurado para fornecer a dita radiação UV (221) da uma ou mais fontes de luz (220) no subconjunto (330) em dependência de sinal do sensor óptico do um ou mais sensores ópticos (310) no subconjunto (330).

14. OBJETO (10), que durante o uso, fica pelo menos parcialmente submerso em água, sendo que o objeto (10) é caracterizado por compreender o sistema antibioincrustação (200) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, sendo que o elemento emissor de UV (210) é configurado para irradiar com radiação UV (221) durante um estágio de irradiação um ou mais de (a) uma parte (111) de uma superfície externa (11) do dito objeto (10) e (ii) água em posição adjacente à dita parte (111) da dita superfície externa (11), sendo que o objeto (10) é selecionado do grupo que consiste em uma embarcação (1) e um objeto de infraestrutura (15).

15. MÉTODO PARA FORNECER UM SISTEMA ANTIBIOINCRUSTAÇÃO (200), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, a um objeto (10) que, durante o uso, fica ao menos temporariamente exposto à água, sendo que o método é caracterizado por compreender fornecer o sistema antibioincrustação (200) ao objeto (10) com o elemento emissor de UV (200) configurado para fornecer a dita radiação UV (221) a um ou mais dentre uma parte (111) de uma superfície externa (11) do objeto (10) e a água em posição adjacente à dita parte (111).



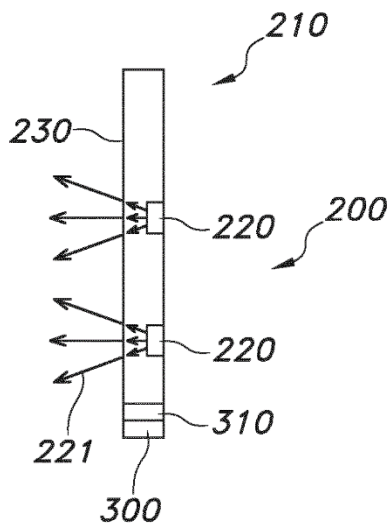


FIG. 1E

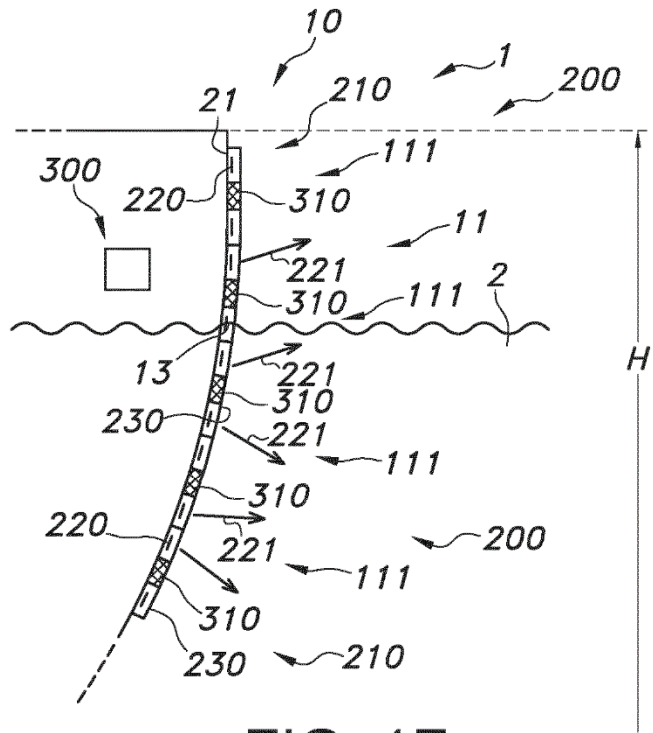


FIG. 1F

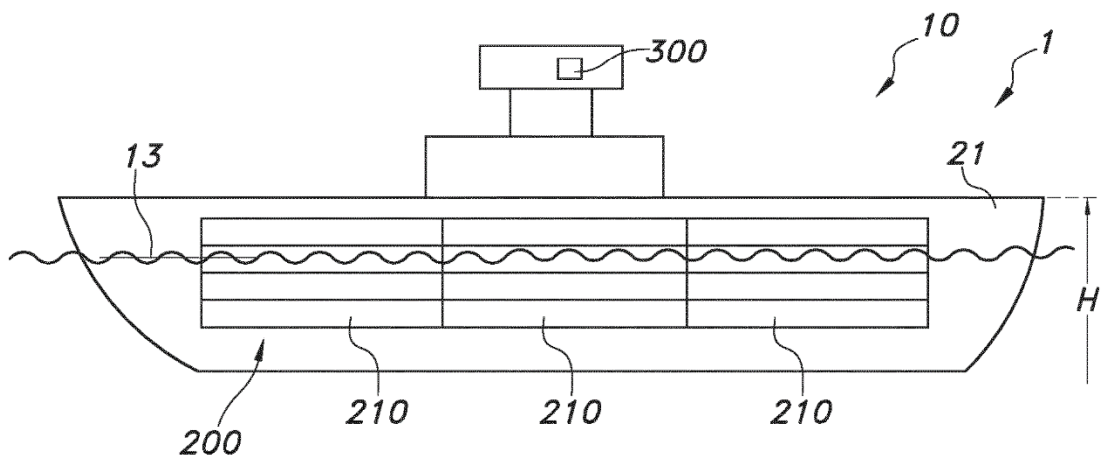


FIG. 1G

FIG. 2B

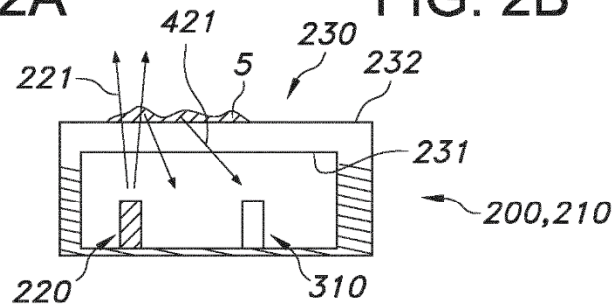
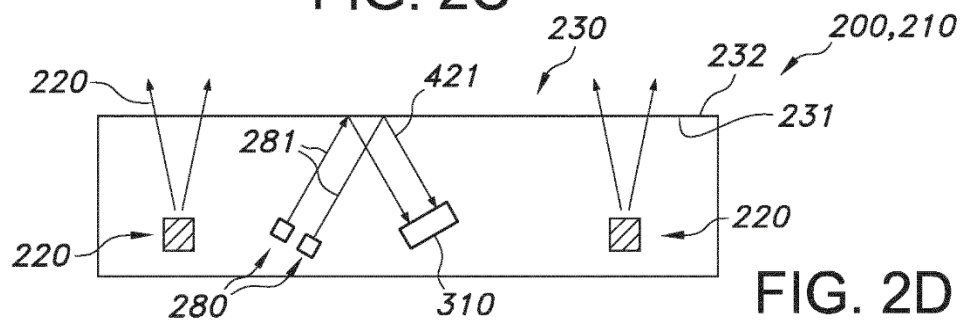


FIG. 2C



Petição 870180134728, de 26/09/2018, pág. 71/144

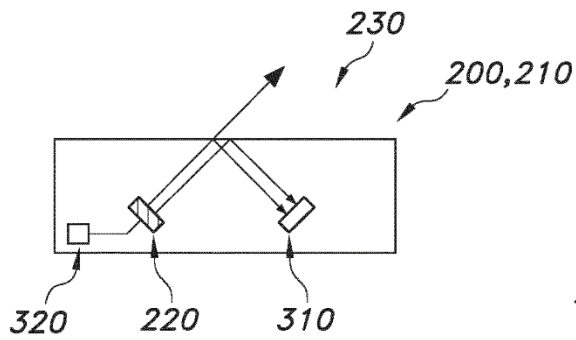


FIG. 3A

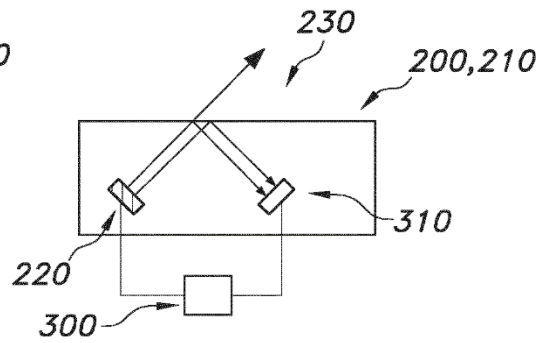


FIG. 3B

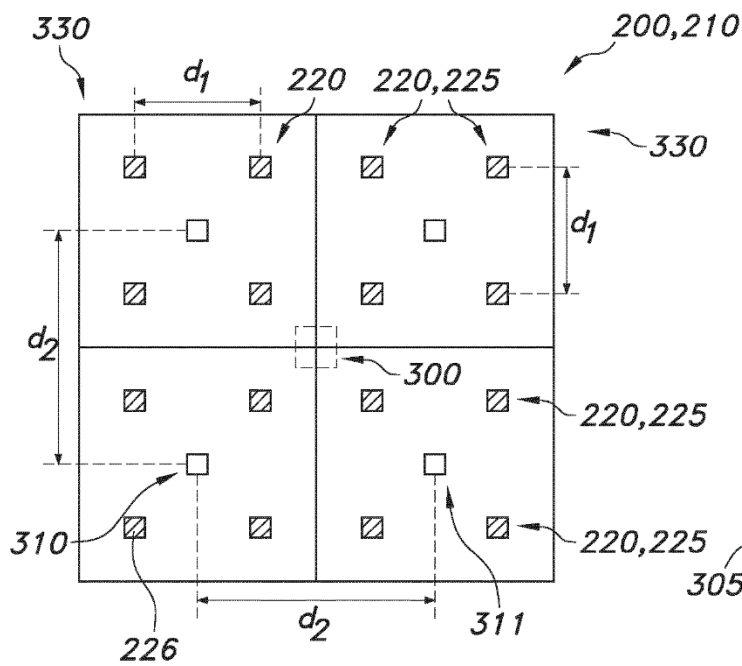


FIG. 4A

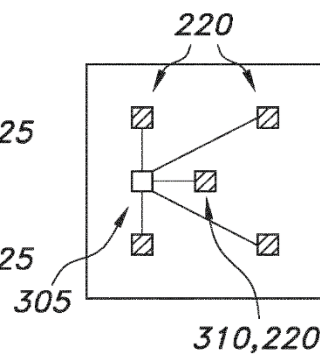


FIG. 4B