

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 778**

51 Int. Cl.:

B63B 59/04 (2006.01)
B08B 9/02 (2006.01)
B08B 9/08 (2006.01)
F16L 58/00 (2006.01)
B08B 17/00 (2006.01)
B08B 9/027 (2006.01)
B08B 17/02 (2006.01)
C02F 1/48 (2006.01)
E02B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2012 PCT/SG2012/000302**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14035332**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2012 E 12883798 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.11.2021 EP 2890606**

54 Título: **Sistema y método para prevenir la adhesión de organismos en agua a un sustrato en contacto con agua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2022

73 Titular/es:
**SEMBCORP MARINE REPAIRS & UPGRADES
PTE. LTD. (100.0%)
80 Tuas South Boulevard
Singapore 637051, SG**

72 Inventor/es:
CHEW, HWEE HONG

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 901 778 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para prevenir la adhesión de organismos en agua a un sustrato en contacto con agua

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general al campo de la prevención de que los organismos en el agua se adhieran a un sustrato expuesto al agua y, más particularmente, al sistema y método para prevenir la adhesión de organismos a un sustrato, tales como cascos de barcos, embarcaciones marinas, tuberías, en contacto con el agua mediante el uso de corrientes de avalancha inducidas por ondas electromagnéticas que tienen una frecuencia que varía con el tiempo.

Antecedentes de la invención

10 La bioincrustación o incrustación biológica es el asentamiento, la unión y el crecimiento indeseables de microorganismos, plantas, algas y/o animales en superficies marinas sumergidas. La bioincrustación de las superficies marinas sumergidas por organismos marinos es un problema bien conocido. Si no se controla la acumulación de crecimiento marino en los barcos, puede reducir drásticamente la velocidad del barco, aumentar el consumo de combustible y obstruir el enfriamiento del agua de mar o cualquier línea de entrada y descarga de agua de mar. Además de las aplicaciones para barcos, el control de la bioincrustación también es necesario para los sistemas de enfriamiento de agua de mar, tal como la toma de agua de enfriamiento de agua de mar de las centrales eléctricas y los sistemas de enfriamiento del condensador.

15 Además del accesorio de bioincrustación, en muchas instalaciones de plantas industriales, es necesario evitar la intrusión de organismos marinos en el sistema de enfriamiento de agua de mar. Por ejemplo, la intrusión masiva de camarones en el sistema de enfriamiento de la planta de energía puede posiblemente obstruir las rejillas de los filtros o las compuertas y causar el cierre de la planta.

20 Se han desarrollado varios métodos para abordar el problema anterior, con el fin de eliminar la acumulación o prevenir la acumulación de organismos marinos. Uno de estos métodos es el uso de productos químicos tóxicos, pinturas e ionización de metales para controlar la bioincrustación, que sin embargo son dañinos para el medio ambiente. Otro método son los métodos eléctricos que se utilizan para controlar o prevenir la adhesión de organismos. Por ejemplo, los métodos eléctricos pueden conocerse a partir de los documentos de Patente WO 2004/071863, US 6,209,472, y JP 2004183018.

25 El documento de Patente WO 2004/071863 describe un sistema anti incrustante y de eliminación de organismos acuáticos, que incluye uno o más ánodos y cátodos instalados en una parte de una estructura marina, y al menos un generador de impulsos conectado eléctricamente al ánodo y al cátodo. El efecto de la bioincrustación se deriva del campo eléctrico alto o bajo generado entre el ánodo y el cátodo, y depende de los iones que transportan la corriente que fluye a través del agua a través de los dos electrodos. El sistema de esta solicitud de patente tiene el inconveniente significativo de que el efecto de bioincrustación no puede realizarse fuera del espacio entre el ánodo y el cátodo.

30 En el documento de Patente WO 2004/071863A, el generador de impulsos produce una corriente de pulsos de DC que se descarga desde el ánodo sumergido en el agua al cátodo sumergido a través del electrolito, tal como el agua de mar. Como tal, se generará cloro gaseoso o hipoclorito en el agua en o cerca de la superficie de los electrodos y, de hecho, la destrucción del bio-organismo contribuirá principalmente a la cloración nociva para el medio ambiente producida por la corriente de onda de pulsos de DC en lugar de ser contribuida por completo por la onda de pulsos de efecto impactante o mortal.

35 El documento de Patente JP 2004183018 se refiere a un dispositivo antiincrustante que realiza un efecto antiincrustante electroquímico mediante el uso de una corriente de control entre un sustrato electroconductor y una constante de contraelectrodo. Es esencialmente un sistema de corriente impresa con DC para cambiar la superficie de la estructura al potencial de electrolito con el fin de controlar el crecimiento o la unión de organismos, y el ánodo y los cátodos se alternan periódicamente. Similar al documento de Patente WO 2004/071863, cuando se aplica corriente con DC en el agua, se generará cloro gaseoso o hipoclorito y se convertirá en un proceso de desinfección química nocivo para el medio ambiente. Cabe señalar que otros productos químicos o recubrimientos están implicados en esta solicitud de patente.

40 El documento de Patente US 6,209,472 describe un sistema para inhibir el crecimiento de organismos marinos en la superficie bajo el agua, que comprende un generador de corriente eléctrica que hace que una corriente eléctrica fluya cerca de la superficie bajo el agua, una fuente de energía, tal como una batería, que proporciona energía eléctrica al generador de corriente eléctrica, en el que el flujo de corriente pasa desde la superficie bajo el agua a través del agua que rodea la superficie o en contacto con la superficie, y un punto de potencial de tierra. De nuevo, este sistema utiliza un generador de pulso de DC para producir cloro o hipoclorito para controlar el crecimiento del organismo.

45 El documento de Patente US2005/069011A1 describe circuitos impulsores de avalancha controlados y aparatos para láseres de gas, que típicamente suministran pulsos ionizantes cortos, rápidos y de alto voltaje en combinación con un campo eléctrico cuya magnitud es demasiado baja para sostener una descarga luminosa normal. Normalmente, la

impedancia del plasma coincide con la red de formación de pulsos. Pueden generarse pulsos de pre-ionización. Los circuitos permiten láseres estables de muy alta potencia.

5 El documento de Patente WO94/07790A1 describe un aparato para prevenir la acumulación de contaminantes en las líneas de suministro de cerveza que incluye una bobina soportada en un formador localizado coaxialmente alrededor de la línea de cerveza. Un generador de señales se conecta a la bobina para aplicar una señal de frecuencia variable a la bobina para evitar el crecimiento de bacterias en el interior de la línea.

10 El documento de Patente GB2447028A describe un método para inhibir la corrosión en al menos una región requerida de una estructura metálica alargada, que comprende aplicar una señal electromagnética de alta frecuencia a la estructura de tal manera que se establezca una onda estacionaria de voltaje en la estructura con un potencial de inhibición de la corrosión en la (s) región (es) requerida (s) de la estructura. El método se aplica de manera ventajosa a un tubo ascendente de pozo de petróleo, para inhibir la corrosión de la superficie externa del mismo en las proximidades de una zona de producción de petróleo.

15 Los métodos y sistemas anti incrustantes anteriores utilizan o corriente continua (DC), u onda pulsada de DC o un componente de DC. Cuando la corriente continua pulsada (DC) o continua (DC) se descarga de los electrodos en el electrolito (por ejemplo, agua de mar), se generarán sustancias activas tales como cloro gaseoso, iones hidroxilo, hipoclorito u otros subproductos de desinfección. De hecho, la generación de todas estas sustancias no difiere de los métodos basados en productos químicos, tales como la electro-cloración, que son perjudiciales para el medio ambiente. Según las regulaciones de la International Marine Organization (IMO), la generación de dichas sustancias se considera indeseable y el agua tratada con estos métodos y sistemas debe pasar por procedimientos de evaluación adicionales, incluyendo la evaluación del impacto ambiental para garantizar que el impacto negativo se mantenga en el mínimo.

20 Otra desventaja de los métodos y sistemas anteriores es que se basan en conceptos de electrólisis de DC convencionales para seguir la Ley de Ohm, que no se aplica a los circuitos de AC. Es decir, la corriente eléctrica que fluye a través del bucle del circuito, incluyendo la ruta de la corriente en el agua, es siempre constante y se determina mediante la resistencia total del circuito. Si la resistencia del circuito es constante, el flujo de corriente se mantendrá constante a menos que se cambie el voltaje de conducción. Según la Ley de Ohm, el flujo de corriente en el electrolito, tal como el agua, se caracteriza porque "la corriente toma la resistencia más baja y el camino más corto" y muestra un patrón de distribución de potencial de fuente y sumidero de corriente. No hay flujos de electrones dentro del agua y toda la corriente que fluye en el agua es a través de la conducción de iones. Cuando el flujo de corriente sigue el flujo de corriente convencional, hay muchos puntos ciegos o zonas en el electrolito, donde la corriente óhmica o iónica convencional no puede llegar. Por lo general, estos puntos ciegos son áreas localizadas fuera del campo de potencial de sumidero a fuente.

25 El documento de Patente US-A1-2006/180463 describe un sistema y un método que usa energía de AC según una parte de las reivindicaciones 1 y 9, respectivamente.

35 La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de una disposición antiincrustante basada en el componente de DC convencional. Como se muestra, un ánodo 1 y un cátodo 2 se sumergen en el agua en una relación espaciada, y el positivo y negativo de una fuente de pulsos de DC o DC 3 se acopla eléctricamente al ánodo 1 y al cátodo 2, respectivamente, para crear un campo eléctrico 4 entre el ánodo 1 y el cátodo 2. Una corriente DC o de pulsos de DC fluye en el campo eléctrico 4 entre el ánodo 1 y el cátodo 2. En la Figura 1 está claro que la corriente DC o de pulsos de DC convencional es incapaz de alcanzar las áreas 51, 52, 53 y 54 que están lejos del campo eléctrico entre el ánodo y el cátodo. Si existen tales áreas ciegas, las bacterias y microorganismos sobrevivirían y crecerían bien en estas áreas ciegas y el control de bioincrustaciones será menos efectivo.

40 Siempre ha sido un gran desafío desarrollar tecnologías alternativas para los métodos y sistemas antiincrustantes actuales, con el fin de evitar el incrustamiento en los sustratos sumergidos, tales como los cascos de los barcos, o los sustratos en contacto con el agua, tales como las estructuras de las plataformas, los sistemas de agua que enfrían el agua del mar, boyas. Con este fin, existe la necesidad de un dispositivo y un método para prevenir la adhesión de organismos en el agua al contacto de la aleta del sustrato con el agua, que sea constructivamente muy simple, relativamente económico y más ambientalmente sano sin lixiviación de toxinas, independientemente de si el sustrato es estacionario o se está moviendo, sin embargo, permita un control eficiente o evite la adhesión de organismos no deseados.

Compendio de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 9.

Otras realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

55 La presente invención ha sido desarrollada para satisfacer las necesidades señaladas anteriormente y, por lo tanto, tiene como objetivo principal la provisión de un sistema para la prevención de la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua que sea ambientalmente sano y no filtre toxinas en el agua.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema para la prevención de la adhesión de organismos en agua a un sustrato en contacto con el agua que es significativamente más económico y conveniente de utilizar.

5 Otro objetivo más de la invención es proporcionar un sistema para la prevención de la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua que permite un control eficaz o la prevención de la adhesión de organismos no deseados.

Estos y otros objetivos y ventajas de la invención se satisfacen proporcionando un sistema según la reivindicación 1 para la prevención de la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua, en el que el sustrato y el agua que fluye alrededor del sustrato forman juntos una región tratada, que comprende:

10 un generador para producir una onda electromagnética de AC que tiene una frecuencia que varía con el tiempo en el intervalo de 100 Hz a 1 MHz, teniendo dicho generador al menos dos terminales de salida, uno de los cuales en conexión eléctrica con un primer sitio de excitación de la región tratada;

un supresor de corriente de avalancha con su terminal en conexión eléctrica con la otra de las salidas del generador y con su otro terminal conectado con un segundo sitio de excitación de la región tratada; y

15 una fuente de energía eléctrica de AC conectada al generador para aplicar un voltaje seleccionado al generador, en el que el voltaje se aplica de manera que el generador se activa para producir la onda electromagnética de frecuencia de AC que varía con el tiempo capaz de inducir una corriente de avalancha en el agua y/o en una superficie del sustrato para impactar o matar a los organismos.

20 Según la invención, el sustrato puede estar hecho de un material eléctricamente conductor o de un material eléctricamente no conductor. Para el sustrato eléctricamente no conductor, se pueden proporcionar uno o más elementos metálicos en el respectivo sitio de excitación para conectarse eléctricamente con el generador o el supresor, si este sitio de excitación está colocado sobre el sustrato no conductor. Alternativamente, un emisor de ondas electromagnéticas puede tener el mismo propósito que el elemento metálico.

25 Las posiciones de los sitios de excitación primero y segundo pueden variar según las necesidades y requisitos reales. Los dos sitios de excitación pueden disponerse en una misma superficie del sustrato en una relación espaciada o en dos superficies diferentes del sustrato. Es posible que uno de los sitios de excitación primero y segundo se coloque sobre una superficie del sustrato y el otro se coloque en el agua.

Preferiblemente, se puede proporcionar un emisor en uno o en cada uno de los sitios de excitación primero y segundo, y los sitios de excitación primero y segundo se conectan eléctricamente con el generador y el supresor a través de los emisores.

30 En el caso del sustrato de un material eléctricamente no conductor, la región tratada está preferiblemente encerrada total o parcialmente, con el fin de mejorar la densidad del flujo de la corriente de la onda de avalancha.

35 Según la invención, la frecuencia de la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo está entre aproximadamente 100 Hz y aproximadamente 1 MHz, preferiblemente entre aproximadamente 100 Hz y aproximadamente 200 KHz. La onda electromagnética tiene preferiblemente una frecuencia de barrido entre aproximadamente 1 Hz y aproximadamente 1 KHz.

40 El supresor de corriente de avalancha se proporciona para suprimir o controlar el aumento exponencial de la corriente de avalancha. El supresor puede seleccionarse del grupo que consiste en circuitos RLC digitales o analógicos, circuitos de inductancia, circuitos de condensadores, circuitos LC, circuitos RL y diseños de circuitos RC para adaptarse a diferentes requisitos de carga para diferentes aplicaciones. Un ejemplo del supresor es un circuito RLC en serie que contiene una resistencia (R), un inductor (L) y un condensador (C), la característica del circuito RLC en serie es que la magnitud de la corriente es una función de la frecuencia y la corriente alcanza el valor máximo a la frecuencia de resonancia, logrando así el efecto de limitar la cantidad de corriente en la región tratada definida por el sustrato y el agua que fluye alrededor del sustrato.

45 El voltaje para activar la producción de la corriente de avalancha puede ser muy pequeño. En una realización de la invención, la fuente de energía eléctrica suministra al generador de ondas electromagnéticas un voltaje de pico a pico entre aproximadamente 24 V y 200 V como voltaje de activación.

Otro aspecto de la invención es proporcionar un método según la reivindicación 9 para la prevención de la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua, en el que el sustrato y el agua que fluye alrededor del sustrato forman juntos una región tratada, que comprende:

50 proporcionar un generador para producir una onda electromagnética de AC que tiene una frecuencia que varía con el tiempo en el intervalo de 100 Hz a 1 MHz, sometiendo la región tratada a la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo generada, en el que se aplica un voltaje de AC seleccionado al generador de manera que el generador se activa para producir la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo capaz de inducir una corriente de avalancha en el agua y/o en una superficie del sustrato para impactar o matar a los organismos, y

suprimir la corriente de avalancha a través de la región tratada.

A diferencia de los sistemas convencionales basados en componentes de DC para prevenir la adhesión de organismos efectivos en áreas restringidas del agua, la esencia de la invención es utilizar la corriente de avalancha, un pulso de corriente autosostenido que aumenta bruscamente, producido por la onda electromagnética que varía con el tiempo en la superficie del sustrato o en el agua. La corriente de avalancha no depende de los iones para transportar la corriente dentro del agua, sino que es el resultado combinado del bombardeo de electrones y partículas cargadas que tienen lugar en el agua. Se encuentra que los receptores en las membranas celulares de los organismos son térmicamente o fisiológicamente adversos a la avalancha de electrones y átomos salidos en el sustrato, evitando así la unión de microorganismos, algas, biopelículas y otras especies sobre la superficie del sustrato. Así, la anti-incrustación de organismos se consigue sin causar ningún daño a las condiciones ecológicas del medio ambiente.

El sistema convencional basado en componentes de DC se caracteriza por la disposición del ánodo y cátodo en conexión con los terminales positivo y negativo de la fuente de energía. Por el contrario, no existe una disposición de los electrodos en la presente invención y la onda electromagnética generada es una onda de AC pura, y la salida del generador de ondas electromagnéticas se puede conectar directamente a la misma pieza de metal sin causar el problema de cortocircuito.

Para tener una mejor comprensión de la invención se hace referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y realizaciones de la misma junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática de una disposición ejemplar conocida en la técnica anterior.

La Figura 2 es una vista esquemática de un sistema para prevenir la adhesión de organismos marinos a un sustrato en contacto con agua de mar, que está construido según una primera realización de la invención.

La Figura 3 es una vista esquemática de un sistema para prevenir la adhesión de organismos marinos a un sustrato en contacto con agua de mar, que está construido según una segunda realización de la invención.

La Figura 4 es una vista esquemática de un sistema para prevenir la adhesión de organismos marinos a un sustrato en contacto con agua de mar, que está construido según una tercera realización de la invención.

La Figura 5 es una vista esquemática de un sistema para prevenir la adhesión de organismos marinos a un sustrato en contacto con agua de mar, que está construido según una cuarta realización de la invención.

La Figura 6 es una vista esquemática de un sistema para prevenir la adhesión de organismos marinos a un sustrato en contacto con agua de mar, que está construido según una quinta realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Si bien esta invención se ilustra y describe en realizaciones preferidas, el sistema para prevenir la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua puede producirse en muchas configuraciones, tamaños, formas y materiales diferentes, según lo delimitado por las reivindicaciones adjuntas.

Convencionalmente, se cree que una corriente de avalancha solo tiene lugar en el vacío o en la descarga de plasma gaseoso a partir de la cual se crean más fácilmente pares de agujeros de electrones, y que la corriente de avalancha no se producirá en el agua o en una superficie del metal. La invención se basa en el hallazgo de que la corriente de avalancha se puede crear en el agua, así como en el metal excitando el agua o el metal utilizando la onda electromagnética de baja frecuencia de pulsos que varía con el tiempo. Con la producción de la corriente de avalancha en el agua, los electrones y las partículas cargadas se bombardean en forma de "avalancha" sin seguir la distribución de potencial y la característica de flujo de corriente de "fuente y sumidero convencional". El comportamiento de los electrones y las partículas cargadas es similar al bombardeo de electrones en un tubo fluorescente. Por tanto, para controlar y limitar la corriente de avalancha a través del agua y el sustrato, es necesario incorporar a la invención un supresor de corriente de avalancha.

Debido al bombardeo aleatorio de los electrones y las partículas cargadas, la corriente de avalancha alcanzará los finos espacios y esquinas dentro de la masa de agua o la superficie del sustrato. Dado que la corriente de avalancha viaja dentro de toda la masa de agua, mataría o impactaría a los organismos de manera eficaz en el agua, incluyendo que llegaría a todos los puntos ciegos y áreas en el agua no accesibles por los sistemas convencionales basados en componentes de DC.

Cuando la corriente de avalancha tiene lugar en la superficie de la invención, la superficie llega a estar "excitada" o "caliente" e impide la unión o adhesión de los organismos. El efecto de la corriente de avalancha se puede ver tanto en la superficie del sustrato como en el agua de toda la región tratada, con el resultado de que el medioambiente es hostil a los organismos en cada parte del sustrato en contacto con el agua. No se introducen productos químicos ni sustancias activas en el agua.

También se encuentra que la corriente de avalancha rebotaría hacia y desde dentro de la cámara eléctricamente no conductora que está completamente cerrada (tal como un tanque de plástico) o parcialmente cerrada (tal como una tubería no metálica con extremos abiertos). Como resultado, el voltaje y la frecuencia de onda medidos se amplificarán con un comportamiento similar al del magnetrón que genera ondas electromagnéticas de alta frecuencia en un horno de microondas. La amplificación en frecuencia y voltaje es beneficiosa para matar o controlar el crecimiento de organismos en el agua.

La característica distintiva de la invención es que la corriente de avalancha es inducida en el agua y en la superficie del sustrato por las ondas electromagnéticas alternas pulsantes de baja frecuencia que varían con el tiempo. Las ondas de frecuencia que varían con el tiempo no contienen ningún componente de corriente continua, de modo que no tiene lugar ningún efecto indeseable de onda de pulsos de DC o de electrólisis de DC, incluyendo la generación de cloro o la producción de sustancia activa. De hecho, la onda de pulsos de DC o la electrólisis de DC tienen otra desventaja de la formación de incrustaciones químicas duras y biopelículas en la superficie del cátodo para disminuir el área de la superficie del cátodo activa y aumentar la resistencia a la difusión del oxígeno, lo que tiene muchos efectos negativos sobre la bioincrustación y el control de organismos. En la invención, la formación de incrustaciones y biopelículas no ocurriría ya que se usa la onda electromagnética de pulsos de baja frecuencia que varía con el tiempo, y también se ha encontrado que el contenido de oxígeno residual total (TRO) y también la formación de subproductos de desinfección (DBP) en el agua después del tratamiento por la invención no muestra ningún incremento y no tiene ningún impacto perjudicial para el medio ambiente. Esto permite eliminar la necesidad de recibir la evaluación de la sustancia activa en la aprobación de tipo de la IMO.

En aras de la claridad y la conveniencia, los "organismos marinos" en el agua de mar se toman en la presente memoria como un ejemplo de organismos que se adhieren a un sustrato en contacto con el agua de mar. Se apreciará que sean aplicables los organismos en cualquier otro electrolito.

Con referencia ahora a los dibujos, la Figura 2 proporciona un sistema 100 construido de acuerdo con una primera realización de la presente invención. En esta realización, el sistema 100 comprende una unidad de suministro de energía 110, un generador 120 para producir ondas electromagnéticas que tienen una frecuencia que varía con el tiempo, un supresor de corriente de avalancha 130, una tubería de metal 140 tal como una tubería de acero en la que fluye el agua de mar. La tubería 140, el agua de mar que fluye en la tubería y el agua que fluye hacia el exterior, pero alrededor de la tubería constituyen una región tratada que está sometida al tratamiento de un campo electromagnético que tiene una frecuencia variable con el tiempo.

La unidad de suministro de energía 110 está conectada eléctricamente al generador 120. El suministro de energía de AC se utiliza en la unidad de suministro de energía 110. La unidad de suministro de energía 110 suministra un voltaje de AC para activar la producción de la corriente de avalancha en el agua y/o en una superficie de la tubería 140 para el propósito antiincrustante. La unidad de suministro de energía 110 suministra preferiblemente al generador 120 un voltaje pico a pico entre aproximadamente 24 V y aproximadamente 200 V, dependiendo de las aplicaciones reales. El voltaje de activación puede ser muy pequeño. Para las estructuras de acero sumergidas en agua de mar, se necesita un voltaje mínimo de pico a pico de aproximadamente 24 V para activar la generación de corriente de avalancha. Se entenderá que cuanto mayor sea el voltaje de activación, más fuerte será la fuerza electromagnética emitida por el generador para activar la corriente de avalancha.

El generador 120 puede ser de cualquier tipo de medio conocido en la técnica que sea capaz de generar la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo. Por ejemplo, el generador puede ser una placa de circuito, una tarjeta de consola o una antena de núcleo de ferrita con una bobina enrollada alrededor de la antena. El generador 120 tiene dos terminales de salida 122, 124 y el terminal 124 está en conexión eléctrica con el supresor de corriente de avalancha 130.

Para el control de diferentes organismos en el agua, se requiere un amplio intervalo de frecuencia ya que diferentes tipos de organismos responden a diferentes intervalos de frecuencia y potencias de corriente. Preferiblemente, la frecuencia que varía con el tiempo de la onda electromagnética usada en la invención está en el intervalo de 100 Hz a 1 MHz, preferiblemente en el intervalo de 100 Hz a 200 kHz, con la frecuencia de barrido entre aproximadamente 1 Hz y 1 kHz. La forma de onda de la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo puede ser cuadrada, triangular, sinusoidal u otras formas.

El supresor de corriente de avalancha 130 se proporciona para suprimir el aumento exponencial de la corriente de avalancha. Un primer terminal del supresor 130 está en conexión eléctrica con el terminal de salida 124 del generador, y un segundo terminal del supresor 130 está en conexión con la tubería 140. El supresor 130 en la invención es como un balastro eléctrico usado en un tubo fluorescente para limitar la corriente a través del tubo donde los electrones viajan en el vacío de un extremo al otro para crear el efecto de avalancha que se muestra por un aumento exponencial de la corriente en el tubo. El supresor 130 puede ser un circuito RLC digital o analógico, un circuito L, un circuito C, un circuito LC, un circuito RL o un circuito RC para adaptarse a los diferentes requisitos de carga para diferentes aplicaciones. En esta realización, el supresor es un circuito RLC en serie cuya característica es que la magnitud de la corriente es función de la frecuencia y la corriente alcanza el valor máximo en la frecuencia de resonancia, logrando así el efecto de limitar la cantidad de corriente en la región tratada.

Como se muestra en la Figura 2, el segundo terminal del supresor 130 y el terminal de salida 122 del generador 120 están conectados con un primer sitio de excitación 160 y un segundo sitio de excitación 150 en relación espaciada en la misma superficie de pared de la tubería 140, respectivamente, sin causar el problema de cortocircuito. Cuando se aplica el voltaje de activación al generador, se genera la onda electromagnética de baja frecuencia de pulsos que varía con el tiempo y viaja sobre la superficie de la pared de la tubería 140 y también en el agua para inducir la corriente de avalancha. Se cree que se está produciendo un fenómeno de descarga de plasma no gaseoso en la sustancia metálica y en el agua y el efecto de avalancha se refleja en el aumento de la corriente de las ondas. Por lo tanto, se requiere que el supresor de corriente de avalancha 130 estabilice y limite la corriente.

Después de que se induce la corriente de avalancha, los electrones y las partículas cargadas en la tubería y en el agua son bombardeados en forma de avalancha para que la corriente se propague en todas las direcciones en la región tratada (véase Fig. 2). La onda electromagnética puede viajar sobre la superficie de la tubería de metal mediante el efecto piel debido a la alta frecuencia, lo que facilitaría el efecto de avalancha. Cuando la onda electromagnética viaja sobre la superficie, esta superficie se convierte en una "placa caliente" para los organismos que elegirían permanecer en el agua en lugar de adherirse a la superficie. Como consecuencia, toda la tubería 140 está totalmente sometida al tratamiento de la corriente de avalancha y se evita eficazmente la adhesión de los organismos marinos a la tubería. Esto es diferente a los sistemas basados en componentes de DC donde la corriente fluye solo entre el ánodo y el cátodo y no fluye corriente fuera del espacio del electrolito entre el ánodo y el cátodo.

Para excitar la corriente de avalancha, los terminales de salida del generador se pueden conectar a la tubería o al agua de varias formas. Las Figs. 3 y 4 muestran la segunda y tercera variantes ejemplares de la disposición de la Figura 2.

En la Figura 3, el primer sitio de excitación 160 y el segundo sitio de excitación 150 están colocados en las dos superficies opuestas. En esta realización, los dos terminales de salida 124, 122 del generador 120 están conectados al primer y segundo sitios de excitación 160, 150 a través de un emisor de ondas electromagnéticas 170 recibido en un orificio pasante que se extiende a través de la pared de la tubería en el primer o segundo sitio de excitación. El emisor 170 permite fortalecer la propagación de la onda electromagnética a lo largo de la superficie de la tubería y en el agua. Cuando la corriente de avalancha se emite desde los pares de emisores 170, se producirá un efecto de avalancha más fuerte y el voltaje del agua a la tubería aumentará en unos pocos voltios. Para guiar la corriente de avalancha, se puede llenar un material 172 que aísla eléctricamente entre el emisor 170 y el orificio. El material aislante 172 permite que la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo y la corriente de avalancha se propaguen desde el emisor hacia y a lo largo de la superficie metálica mediante el efecto piel.

En la Figura 4, el terminal de salida 122 del generador 120 se conecta al agua a través de un emisor de ondas electromagnéticas 170. Como se muestra, el emisor 170 está colocado en el agua dentro de la tubería 140. Esta disposición también puede producir el mismo efecto de avalancha como se muestra en las Figuras 1 y 2.

Con referencia ahora a la Figura 5, se ilustra un sistema 200 construido de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. En esta realización, el sustrato a tratar es una carcasa de hidrociclón 241 hecha de un material metálico. Similar a la primera realización discutida anteriormente, el sistema 200 comprende una unidad de suministro de energía 210, un generador 220 para producir ondas electromagnéticas que tienen una frecuencia que varía con el tiempo, un supresor de corriente de avalancha 230 y un hidrociclón 240 que contiene agua de mar. La carcasa del hidrociclón 241 y el agua de mar constituyen una región tratada que está sometida al tratamiento de un campo electromagnético que tiene una frecuencia que varía con el tiempo.

La descripción de la unidad de suministro de energía 210, el generador 220 y el supresor 230 pueden referenciarse a las unidades correspondientes discutidas anteriormente en las primeras realizaciones y se omitirá aquí. Como se muestra, los dos terminales de salida del generador 220 están conectados a la carcasa 241 en la parte superior e inferior de la misma para inducir la corriente de avalancha que fluye en el agua y a lo largo de la superficie de la carcasa 241. La corriente de avalancha evita eficazmente la adhesión de los organismos marinos en el agua contenida en el hidrociclón en la carcasa 241.

La Figura 6 muestra otro sistema 300 construido de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. En esta realización, el sistema 300 comprende una unidad de suministro de energía 310, un generador 320 para producir ondas electromagnéticas que tienen una frecuencia que varía con el tiempo, un supresor de corriente de avalancha 330, una tubería no metálica 340 tal como una tubería de plástico. La disposición en esta realización es sustancialmente la misma que la mostrada en la primera realización discutida anteriormente, pero difiere de la primera realización en que la tubería está hecha de un material no metálico que no es eléctricamente conductor y que se proporciona un filtro de metal 380 a través de la sección transversal de la tubería. Para excitar el tubo de plástico 340, los terminales de salida del generador 320 pueden conectarse al filtro metálico 380 como se muestra en la Figura 6. Pueden usarse múltiples filtros metálicos para mejorar la eficiencia.

Estaría dentro de la capacidad del experto en la técnica que los emisores electromagnéticos en lugar de los filtros metálicos puedan colocarse en la tubería de plástico 340 para inducir la corriente de avalancha en la superficie de la tubería y en el agua.

5 En esta realización, la corriente de avalancha viajaría en el agua ya que la tubería de plástico 340 no proporciona una vía conductora a lo largo del cual fluye la corriente. Con el fin de producir un efecto impactante o letal significativo sobre los organismos, es ventajoso encerrar toda la estructura total o parcialmente para reducir el volumen de agua hasta cierto punto. En la estructura cerrada, la corriente de avalancha rebotaría hacia y desde, de modo que la corriente se mejora. Todos los organismos en la estructura cerrada están sometidos al tratamiento de la corriente de avalancha y se evita que se adhieran a la superficie de la tubería de plástico.

10 Como puede verse, la invención trata los sustratos eléctricamente conductores y no conductores de dos formas diferentes. En el caso de un sustrato conductor, la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo viajaría tanto en el agua como a lo largo de la vía conductora proporcionada por el sustrato conductor. La corriente de avalancha inducida es lo suficientemente fuerte como para impactar y matar cualquier organismo vivo en el agua además en vista del efecto de la piel. Dependiendo del grosor del sustrato y del intervalo de frecuencia, los emisores pueden estar provistos o no, y los sitios de excitación pueden variar.

15 En el caso de un sustrato no conductor, la onda electromagnética de frecuencia que varía con el tiempo viajaría en el agua solo si no hay una vía conductora disponible. Si los sitios de excitación se colocan en mar abierto, que es infinito, la densidad del flujo de la corriente de la onda de avalancha probablemente sea débil para controlar eficazmente la adhesión de organismos cuando está lejos de los sitios de excitación. En esta circunstancia, es preferible encerrar el sustrato no conductor total o parcialmente.

20 En el caso de un sustrato conductor bien recubierto con una línea de caucho, por ejemplo, este sustrato se tratará como un sustrato no conductor. En el caso de un sustrato conductor recubierto con un revestimiento poroso no conductor, este sustrato se tratará mediante los métodos para sustratos conductores y no conductores en combinación.

25 Por tanto, la invención proporciona un sistema y un método para prevenir la adhesión de organismos sobre un sustrato en contacto con el agua que es muy simple, relativamente económico y más ecológico medioambientalmente sin lixiviación de toxinas, y que proporciona un resultado antiincrustante eficaz. En esta invención, se espera que el efecto de la corriente de avalancha se propague para cubrir la masa total de agua y la superficie del sustrato.

Si bien la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones específicas, los expertos en la técnica deben entender que se pueden realizar varios cambios en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, el alcance de la invención está delimitado por las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para prevenir la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua, en el que el sistema (100) se configura para acoplarse eléctricamente al sustrato, que junto con el agua que fluye alrededor del sustrato, forman una región tratada, comprendiendo el sistema (100):
- 5 un generador (120) configurado para generar una onda electromagnética de AC que tiene una frecuencia que varía con el tiempo en el intervalo de 100 Hz a 1 MHz;
- un supresor de corriente de avalancha (130); y
- una fuente de suministro de energía de AC conectada al generador (120),
- 10 en el que la fuente de suministro de energía de AC se configura para activar el generador (120) para producir la onda electromagnética de frecuencia de AC que varía con el tiempo capaz de inducir una corriente de avalancha
- (i) en el agua, o
- (ii) sobre una superficie del sustrato, o
- (iii) en el agua y en la superficie del sustrato para impactar o matar los organismos,
- en donde
- 15 dicho generador (120) tiene al menos dos terminales de salida (122, 124), uno de los cuales está adaptado para estar en conexión eléctrica con un primer sitio de excitación (160) de la región tratada, y
- dicho supresor de corriente de avalancha (130) tiene un terminal en conexión eléctrica con el otro de los terminales de salida del generador (120) y otro terminal adaptado para conectarse con un segundo sitio de excitación (150) de la región tratada.
- 20 2. El sistema (100) como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el generador (120) o el supresor (130) está adaptado para conectarse eléctricamente con uno o más elementos metálicos proporcionados en el sitio de excitación respectivo colocado en el sustrato que está hecho de un material eléctricamente no conductor.
3. El sistema (100) como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en el que uno de los sitios de excitación primero y segundo (160, 150) está colocado sobre una superficie del sustrato, y el otro está colocado en el agua.
- 25 4. El sistema (100) como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada uno del generador (120) y del supresor (130) está adaptado para conectarse eléctricamente con un emisor (170) proporcionado en
- (i) el primer sitio de excitación (160), o
- (ii) el segundo sitio de excitación (150), o
- 30 (iii) cada uno de los sitios de excitación primero y segundo (160, 150).
5. El sistema (100) como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que se proporciona un material eléctricamente aislante para rodear el primer y segundo sitio de excitación (160, 150).
6. El sistema (100) como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el generador (120) o el supresor (130) está adaptado para conectarse eléctricamente con un emisor (170) provisto en
- 35 (i) el primer sitio de excitación (160), o
- (ii) el segundo sitio de excitación (150), o
- (iii) cada uno de los sitios de excitación primero y segundo (160, 150) colocados sobre el sustrato que está hecho de un material eléctricamente no conductor.
- 40 7. El sistema (100) como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la frecuencia de la onda electromagnética está entre 100 Hz y 200 KHz.
8. El sistema (100) como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el supresor (130) se selecciona del grupo que consiste en un circuito RLC, un circuito de inductancia, un circuito de condensador, un circuito LC, un circuito RL y un circuito RC.

9. Un método para prevenir la adhesión de organismos en el agua a un sustrato en contacto con el agua, en el que el sustrato y el agua que fluye alrededor del sustrato forman juntos una región tratada, que comprende las etapas de:
- 5 proporcionar un generador (120) para producir una onda electromagnética de AC que tiene una frecuencia que varía con el tiempo en el intervalo de 100 Hz a 1 MHz;
- proporcionar un supresor de corriente de avalancha (130);
- proporcionar una fuente de energía eléctrica de AC conectada al generador (120);
- aplicar un voltaje seleccionado al generador activando así el generador (120) para producir la onda electromagnética de frecuencia de AC que varía con el tiempo capaz de inducir una corriente de avalancha
- 10 (i) en el agua, o
- (ii) sobre una superficie del sustrato, o
- (iii) en el agua y en la superficie del sustrato
- impactar o matar a los organismos;
- someter la región tratada a la onda electromagnética de frecuencia de AC que varía con el tiempo generada; y
- 15 suprimir la corriente de avalancha a través de la región tratada,
- en donde
- dicho generador (120) tiene al menos dos terminales de salida (122, 124), uno de los cuales está en conexión eléctrica con un primer sitio de excitación (160) de la región tratada, y dicho supresor de corriente de avalancha (130) tiene un terminal en conexión eléctrica con el otro de los terminales de salida del generador (120) y otro terminal conectado con un segundo sitio de excitación (150) de la región tratada.
- 20
10. El método como se reivindica en la reivindicación 9, en el que el sustrato está hecho de un material eléctricamente conductor.
- 11 El método como se reivindica en la reivindicación 9, en el que el sustrato está hecho de un material eléctricamente no conductor y la región tratada está encerrada total o parcialmente.
- 25 12. El método como se reivindica en la reivindicación 11, en el que el sustrato comprende un elemento metálico formado como un filtro o una malla de pantalla a través de una sección transversal del sustrato.
13. El método como se reivindica en la reivindicación 9, en el que la frecuencia de la onda electromagnética está entre 100 Hz y 200 KHz.
- 30 14. El método como se reivindica en la reivindicación 9, en el que la onda electromagnética tiene una frecuencia de barrido entre 1 Hz y 1 KHz.
15. El método como se reivindica en la reivindicación 9, en el que el supresor (130) se selecciona del grupo que consiste en un circuito RLC, un circuito de inductancia, un circuito de condensador, un circuito LC, un circuito RL y un circuito RC.

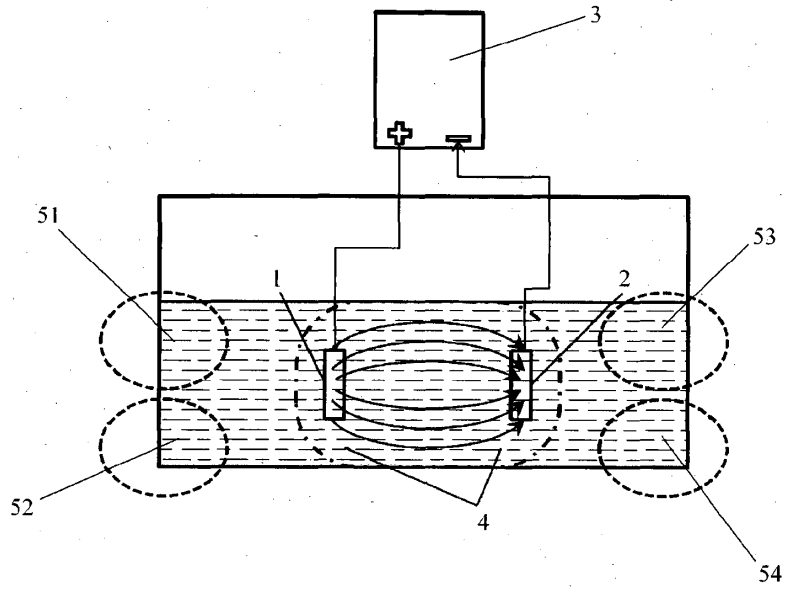


Fig. 1

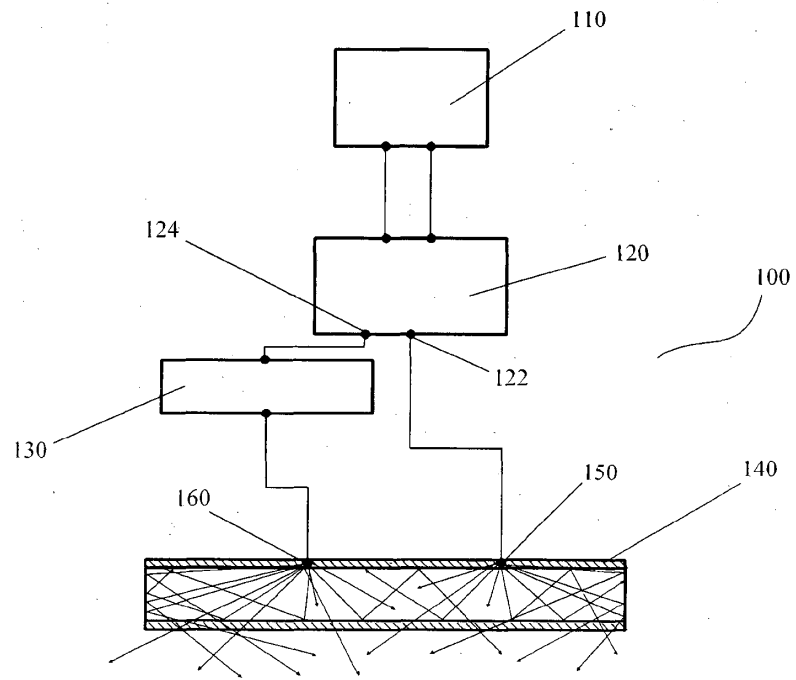


Fig. 2

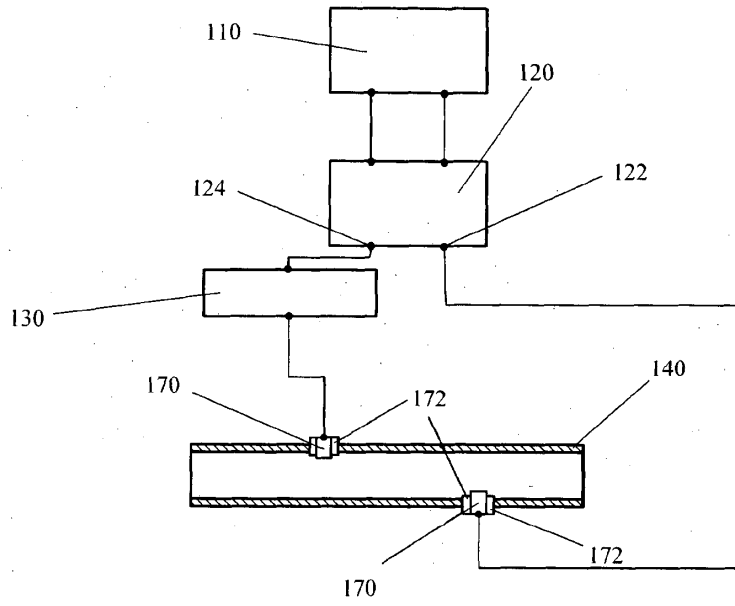


Fig. 3

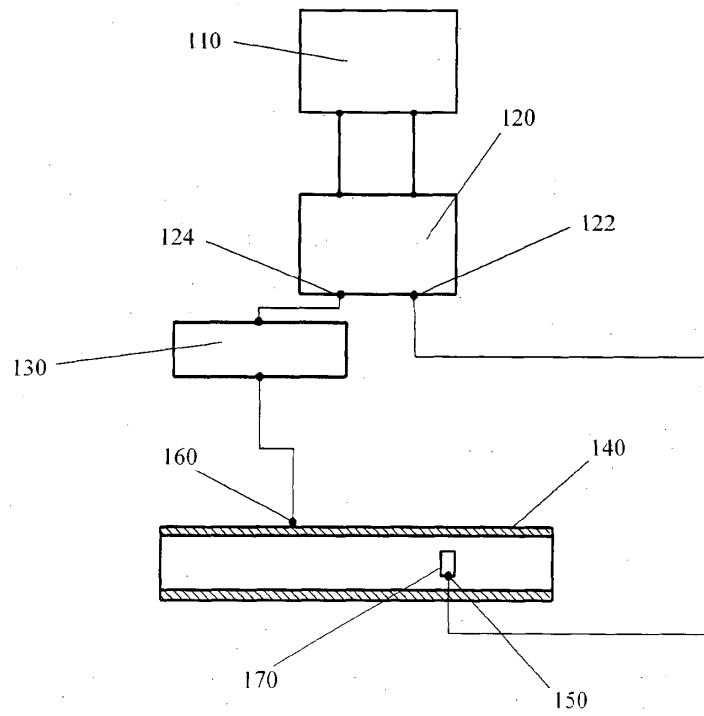


Fig. 4

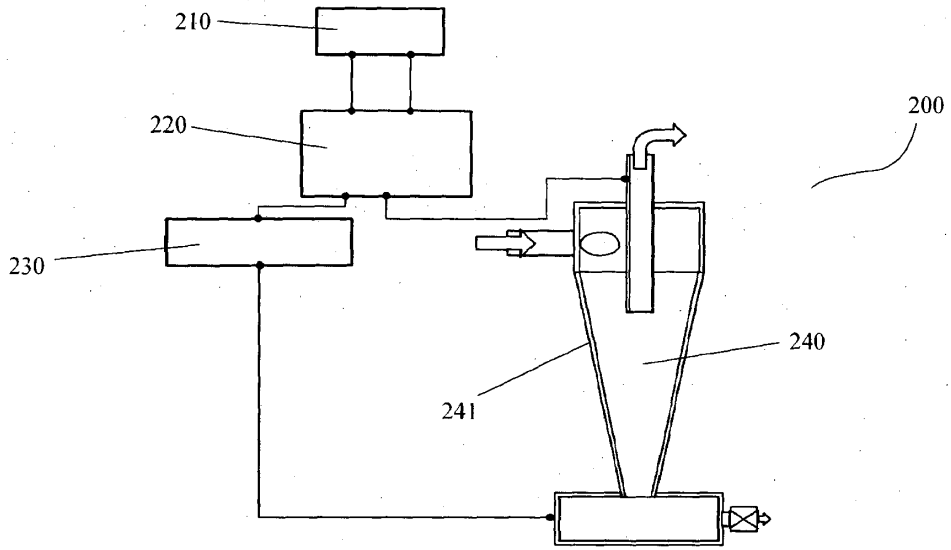


Fig. 5

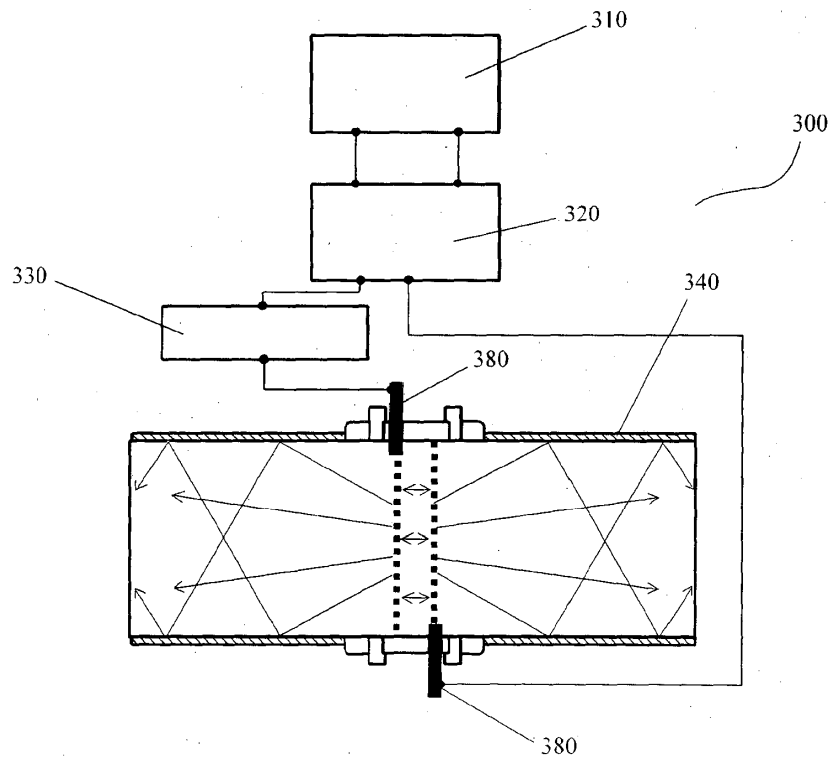


Fig. 6