

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 278 154**

21 Número de solicitud: 202130622

51 Int. Cl.:

E02B 3/04 (2006.01)

C25D 9/04 (2006.01)

A01K 61/70 (2007.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

26.03.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.09.2021

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE
ALICANTE (100.0%)**

**CARRETERA DE SAN VICENTE DEL RASPEIG
S/N**

03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES

72 Inventor/es:

CLIMENT LLORCA, Miguel Ángel;

RAMOS ESPLÁ, Alfonso Ángel;

MONTIEL LEGUEY, Vicente;

GARCÉS TERRADILLOS, Pedro;

CARMONA RODRÍGUEZ, Alejandro y

ANTÓN GIL, Carlos

54 Título: **SISTEMA PARA LA FORMACIÓN DE ARRECIFES MARINOS ARTIFICIALES Y
ESTRUCTURAS SUBMARINAS CON RECUBRIMIENTO CALCÁREO INDUCIDO POR
ELECTRÓLISIS**

ES 1 278 154 U

DESCRIPCIÓN

SISTEMA PARA LA FORMACIÓN DE ARRECIFES MARINOS ARTIFICIALES Y ESTRUCTURAS SUBMARINAS CON RECUBRIMIENTO CALCÁREO INDUCIDO POR ELECTRÓLISIS

5

Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis.

10 **Campo de la invención**

La presente invención pertenece a los campos de la biología marina y de la mitigación de impactos y explotación sostenible de las zonas costeras y franja marítima cercana a la costa. En el campo de la biología marina se hace referencia al ámbito de la restauración de ecosistemas marinos, por ejemplo, mediante la construcción de
15 arrecifes artificiales, así como a la mitigación de impactos tales como los derivados de los desechos de las jaulas de engorde en las explotaciones industriales de acuicultura. En el campo de la explotación sostenible de la franja marítima se hace referencia a la construcción de estructuras como bio-filtros de materia orgánica y para actividades de submarinismo recreativo.

20

Estado de la técnica

Existen dispositivos o sistemas similares, o que guardan cierta relación con el descrito en la presente invención, que reflejan el estado de la técnica en lo que se refiere a las aplicaciones mencionadas en el apartado anterior. A continuación, se indica la
25 referencia a varios de ellos.

En lo referente a elementos apilables o susceptibles de formar arrecifes artificiales (fabricados sin utilización de electrólisis):

El documento EP0134855A1 hace referencia al uso de bloques de hormigón de geometría determinada, curva y plana, y con posibilidad de unión entre ellos. Dichos
30 bloques suelen contener armaduras de acero. Su finalidad es la de crear superficies sobre las que puedan adherirse y desarrollarse organismos marinos. Uno de sus problemas es el elevado pH de la disolución existente en la red de poros del hormigón, debido a su elevada concentración de álcalis e ion hidróxido. Para contrarrestar dicha elevada alcalinidad se incorpora al hormigón sulfato de hierro. Estos bloques de elevado

peso, que se fabrican en tierra, deben depositarse en el fondo marino, hecho que hace que su transporte, fondeo y colocación sean mucho más complicados y de mayor coste que los correspondientes a la presente invención. Los tiempos de colonización de las superficies de hormigón son mucho más elevados que los de la presente invención, por
5 no estar cubiertos de películas calcáreas, similares a las excretadas por los corales.

La patente US20030138296A1 tiene como base la utilización de elementos modulares de hormigón con humo de sílice y barras de fibra de vidrio de refuerzo, cuyo principal objetivo es la estabilidad de la estructura fondeada, frente a corrientes y mareas, anteponiendo dicha propiedad al coste de fabricación y ubicación y a la interacción de
10 la estructura con el medio y con los organismos marinos. Las principales desventajas de este tipo de estructuras frente a la presente invención estriban en el hecho de no poderse fabricar in situ y además aportar un peso mucho mayor, por lo que su transporte y manipulación se hacen más complejos.

Los documentos US5588538 y US6042300 tratan de aliviar el impacto medioambiental que suponen los desechos de neumáticos usados, reutilizándolos para formar estructuras geométricas con ayuda de esqueletos fabricados con diversos materiales. Estas estructuras, depositadas en el fondo marino, pueden formar arrecifes artificiales. Por supuesto, representa una forma de reutilización de desechos de la industria automotriz, sin embargo, son elementos no naturales en el entorno marino. La
20 naturaleza físico-química de las superficies de estas estructuras no se puede considerar como la más idónea para la fijación y crecimiento de los organismos marinos.

También es posible encontrar en la bibliografía publicaciones que refieren la utilización de diversos materiales plásticos, tales como el cloruro de polivinilo (PVC), para la fabricación de arrecifes artificiales, sin embargo, el PVC no representa una superficie
25 adecuada para la fijación de los organismos marinos, ya que sus características físico-químicas son muy diferentes a las que presentan las rocas naturales o las capas carbonatadas excretadas por los corales; además, la degradación de dichos elementos supone una contaminación paulatina del medio marino por microplásticos.

Sobre los sistemas que persiguen la formación de depósitos calcáreos por electrólisis:
30 El documento ES2729315T3 hace referencia a un método para fijar, sobre elementos metálicos, un depósito calcáreo que haga las veces de base para la generación de arrecifes marinos. Sin embargo, la descripción no cubre la posibilidad de formar elementos apilables en forma de cilindros de malla, más ligeros y efectivos para la

fijación de bio-filtradores, que permitan la composición de estructuras mayores, minimizando, entre otros factores, costes en transporte de grandes estructuras y permitiendo mayor interacción de las especies marinas por los huecos de paso de la luz de malla.

- 5 El documento US5543034 emplea el método de la electrólisis para la formación de sustancias calcáreas sobre una estructura para la creación de arrecifes artificiales en disoluciones salinas o en agua de mar, utilizando corriente continua, pulsada o intermitente. No considera la geometría de los ánodos ni su relación con el depósito formado. En dicha patente, los electrodos se sitúan cercanos al cátodo o en una posición superior al mismo, sin rodearlo. Sí que analiza la importancia de mantener el ánodo cerca, pero advierte de los problemas de acidificación del medio por la formación de ácido clorhídrico en las inmediaciones del ánodo. La patente no profundiza, en ningún caso, en el material que compone el ánodo, por lo que no tiene en consideración la posibilidad de evitar o minimizar el efecto de la acidificación utilizando ánodos de hierro.
- 10
- 15 Por el mismo hecho expuesto, el documento tampoco considera el beneficio de emplear este tipo de ánodos cuyos productos de corrosión favorecen al fitoplancton (Geider & La Roche, 1994) siendo, por tanto, un elemento no nocivo, además de un valor añadido al fin último del presente modelo.

- El documento US4623433 hace referencia a la formación de depósitos sobre una base o esqueleto metálico, con la forma que se desee, que actúa como cátodo, y un ánodo de metal, o de aleación metálica, más electronegativo que el metal usado para el cátodo. En este caso, se conectan ambos electrodos en un medio marino y es necesario que la relación de superficie ánodo/cátodo se encuentre entre 1/30 y 2/1. El documento sugiere el uso de ánodos de aluminio, zinc o magnesio y como cátodo un elemento ferroso.
- 20
- 25 Dicha patente no emplea corriente externa en la electrólisis del agua de mar como método acelerador del procedimiento, lo que impide poder controlar, o regular, la intensidad de corriente o voltaje aplicados. No emplear fuentes de corriente para controlar el proceso electrolítico impide el uso de un mismo material para ánodo y cátodo, por este motivo no ofrece la opción de utilizar hierro como ánodo, debido a que el sistema de recubrimiento se basa en el concepto de ánodo de sacrificio. La patente referida emplea el hierro únicamente como cátodo. Por otro lado, el material de los ánodos empleados no constituye un valor añadido al proceso, pudiendo llegar, en algunos casos, a generar sustancias nocivas para el medio (liberación de iones de metales pesados).
- 30

Por los motivos anteriormente expuestos, derivados de la problemática que, en general, afecta al caso que nos ocupa, existe pues la necesidad de proporcionar un sistema que permita la formación de arrecifes marinos solucionando los problemas antes indicados y respetando el medio, tanto el hábitat de las especies como las especies mismas, para lo cual dicho sistema debe ser lo más inocuo posible y no alterar el ecosistema que se pretende restaurar.

Descripción

Los inventores han desarrollado un elemento ligero, denominado Elemento Unitario Modular (EUM), basado en un sustrato metálico, recubierto de una capa de material pétreo calcáreo o calco-magnesiano similar al excretado por los corales. El recubrimiento se obtiene por un proceso de electrólisis, para el que es necesario construir una célula electrolítica básica que denominaremos Unidad Electrolítica (UE).

Mediante la agrupación de varios EUM con la forma y tamaño adecuados se puede construir, de forma modular, cualquier estructura más compleja que sea necesaria para aplicaciones tales como sistemas de biofiltros (restauración de ecosistemas marinos), arrecifes artificiales, estructuras para el submarinismo recreativo, etc. Los EUM pueden ser agrupados mediante ensamblaje, soldadura, fijación con elementos de unión o apilamiento, para la obtención de la estructura final, que puede tener cualquier forma geométrica y dimensiones, y que denominaremos Estructura Recifal (ER).

El recubrimiento calcáreo, o calco-magnesiano, se lleva a cabo por electrólisis en agua de mar o medio salino, tanto en piscinas como en grandes volúmenes de agua con movimiento y agitación continuos del líquido (mar abierto, puertos, salinas, etcétera).

Las principales ventajas de la presente invención con respecto a otros sistemas existentes con finalidades similares son las siguientes:

- a) Los EUM se caracterizan por su bajo peso, ya que están fabricados con mallazo metálico sobre el que se realiza la electrólisis.
- b) Los EUM pueden adoptar cualquier forma geométrica que permita posteriormente la construcción de estructuras submarinas más complejas.
- c) Los EUM pueden fabricarse in situ en el lugar de su ubicación definitiva, o bien pueden ser fabricados en ambientes más controlados, tales como piscinas, zonas portuarias, salinas o recintos industriales. Esto último facilita un control más exhaustivo de su proceso de fabricación. Una vez prefabricados los EUM,

éstos pueden transportarse fácilmente debido a su peso reducido, y proceder al montaje in situ de la estructura definitiva por ensamblaje, soldadura, fijación con elementos de unión o apilamiento de los elementos modulares necesarios.

- 5 d) Las particularidades del proceso de electrólisis diseñado permiten evitar, o al menos reducir, ciertos posibles impactos que se producen con otros sistemas y, al mismo tiempo, generar especies químicas que se consideran beneficiosas para los organismos vivos del medio marino. La utilización de ánodos de acero al carbono o hierro evita la generación de cloro gas en la zona de fabricación, así como reduce parcialmente la acidificación del medio líquido en las
- 10 inmediaciones de la zona de electrólisis. Estas dos circunstancias contribuyen a la minimización de riesgos en el proceso de fabricación. Los productos de la reacción electroquímica anódica, que son iones hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}), han sido reconocidos como especies que favorecen el desarrollo del fitoplancton (Geider & La Roche, 1994). Esta última ventaja es particularmente relevante para los
- 15 casos en que el proceso de fabricación sea in situ en el propio medio marino.
- e) En el proceso de electrólisis, trabajan con elementos con una gran luz de malla que permiten mantener una mayor homogeneidad de las líneas de corriente, favoreciendo el crecimiento homogéneo del recubrimiento calco-magnesiano. De esta forma, obtienen una doble utilidad de emplear el mismo elemento ferroso
- 20 en ambos electrodos, lo que permite la oxidación del ánodo liberando iones positivos (cationes) del hierro y formando productos de corrosión de dicho elemento químico. Se ha comprobado que los cationes hierro favorecen al fitoplancton (Geider & La Roche, 1994), siendo, por tanto, un elemento no nocivo, además de un valor añadido al fin último de la presente invención.

25

La presente invención soluciona los problemas descritos en el estado de la técnica ya que proporciona un sistema conformado a partir de elementos modulares obtenidos con un reducido peso de la estructura, facilidad de transporte y colocación, o fondeo, y una interacción favorable con el medio marino al facilitar la adhesión de especies a la

30 estructura, y el libre acceso y circulación de animales acuáticos a través de la misma, generando espacios que permiten la protección y el desarrollo de numerosas especies vivas.

Así pues, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a una UE como un sistema que comprende al menos dos electrodos, donde uno es un cátodo metálico, que

35 una vez finalizada la electrólisis constituirá el EUM, y un ánodo o varios ánodos de

hierro, donde los electrodos están en disposición concéntrica o paralela, y con una separación entre ellos fija y equidistante, sin que se produzca contacto en ningún momento entre ellos, donde pueden emplearse elementos separadores de material no conductor que permitan estas restricciones en caso de que la UE no sea totalmente rígida por sí misma.

En una realización preferente, la separación entre electrodos es de mínimo 1 cm, siempre que se garantice el flujo iónico entre electrodos.

En una realización preferente, la separación entre electrodos es de mínimo 5 cm.

El EUM es un elemento metálico, que puede adoptar cualquier forma geométrica, sobre el que se obtiene un recubrimiento duro de una capa de carbonato cálcico e hidróxido magnésico, de superficie irregular y naturaleza porosa, que favorece la adhesión de organismos del bentos marino sésil (principalmente suspensívoros) que actúan como biofiltros.

En una realización preferente, el sustrato preferente para la fabricación del EUM es una malla electrosoldada de barras de pequeño diámetro y con una luz de malla del orden de 10 a 15 cm. Dicha malla electrosoldada es conformada para la obtención de cualquier geometría, forma y dimensiones que puedan ser las más adecuadas para la aplicación final.

En una realización preferente, el sustrato preferente para la fabricación del EUM es de acero al carbono.

En una realización preferente, el sustrato para el EUM está constituido por cualquier otro elemento o estructura metálica básica, tales como barras metálicas (o agrupaciones de barras soldadas o atornilladas), láminas o planchas metálicas, estructuras tipo viga, etc.

Mediante la agrupación de varios EUM con la forma y tamaño adecuados se puede construir, de forma modular, cualquier estructura más compleja que sea necesaria para aplicaciones tales como sistemas de biofiltros (restauración de ecosistemas marinos), arrecifes artificiales, estructuras para el submarinismo recreativo, etc.

Se suelda cableado eléctrico independiente para el o los ánodos y para el cátodo, a fin de poder establecer un flujo de corriente eléctrica continua entre los elementos cuando éstos se encuentran sumergidos en un medio conductor.

El suministro de corriente continua a la UE puede ser por transformación de la red

convencional, por paneles fotovoltaicos directamente o mediante el uso de acumuladores de energía eléctrica o baterías.

La UE se dispone sumergida en el mar, o en un medio salino, y se conecta a la corriente.

La electrólisis se lleva a cabo a densidades de corriente bajas, es decir, por debajo de los 2 mA/cm². La intensidad aplicada se determina teniendo en cuenta el área superficial del cátodo (EUM).

El espesor de la capa de depósito del material calcáreo o calco-magnesiano tiene una relación lineal con el tiempo de aplicación de la corriente.

El tiempo de formación del depósito calcáreo o calco-magnesiano es variable, según las necesidades de uso posteriores del EUM, con un mínimo de unos 30 días en adelante.

Durante el tiempo de electrólisis, el o los ánodos se disuelven parcialmente en forma de cationes hierro que sirven de alimento al fitoplancton y forman productos de corrosión de dicho elemento químico, siendo dichas especies inocuas para el medio marino.

Concluida la formación del depósito calcáreo o calco-magnesiano, la UE se extrae del medio salino, se retira el cableado, el o los ánodos y los elementos separadores, obteniendo el EUM recubierto y listo para su utilización, bien de forma individual, bien en combinación o agrupación de otros EUM, dando lugar a la ER.

Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un conjunto de figuras que, con carácter ilustrativo y no limitativo, representan el proceso de fabricación de un EUM de forma cilíndrica:

Figura 1.- UE en la que constan los elementos de la invención formados por los ánodos interno y externo, el cátodo (EUM sin depósito calcáreo) y los elementos no conductores que mantienen las estructuras concéntricas. Vistas en perspectiva y en planta. UE de tres electrodos: Ánodo externo 1, ánodo interno 3, EUM 2 sin depósito y elementos separadores 4.

30

Figura 2.- Conexiones eléctricas de los elementos de la UE de tres electrodos: ánodo externo 1 y ánodo interno 3 al polo positivo de la fuente de alimentación 8 a través de

los cables conductores 5 y 7, y cátodo o EUM 2 sin depósito al polo negativo de la fuente de alimentación 8 a través del cableado eléctrico 6.

Figura 3.- UE de tres electrodos sumergido en agua de mar o salina, durante el proceso de recubrimiento calcáreo o calco-magnesiano.

Figura 4.- UE de tres electrodos con el EUM recubierto con un depósito calcáreo o calco-magnesiano. Aparecen los elementos de la invención formados por los ánodos externo 1 e interno 3, el EUM 2 recubierto y los elementos separadores 4 no conductores que mantienen las estructuras concéntricas. Vistas en perspectiva y en planta.

Figura 5.- EUM 2, cubierto por el depósito calcáreo o calco-magnesiano, desprovisto de los ánodos externo e interno y de los elementos no conductores.

Figura 6.- Recreación de una agrupación de seis EUM 2 de forma cilíndrica, en su disposición final como ER. Después de ser recubiertas las superficies de la ER por organismos del bentos marino sésil la estructura podría ser utilizada como sistema de biofiltración.

Figura 7.- Ejemplos de ER con distintas geometrías.

Descripción detallada de la invención

En la presente sección, y a la vista de las figuras mostradas anteriormente, se describe la realización preferente de la invención para el caso de un EUM de forma cilíndrica fabricado a partir de mallazo de acero al carbono. Se describe con detalle el caso de utilización de dos ánodos, uno de diámetro mayor que el EUM 2 que sería el ánodo externo 1, y otro de diámetro menor que el EUM 2 que sería el ánodo interno 3. No obstante, cabe destacar que es posible la fabricación de este tipo de EUM utilizando únicamente un solo ánodo, en cuyo caso no se utiliza el ánodo interno 3.

Para la fabricación de la UE los electrodos, fabricados a partir de mallazos de acero con luz de malla de 15 cm y diámetro de barra de 0.5 cm, son moldeados en forma de cilindros de 60 cm (ánodo de diámetro mayor), 50 cm (EUM 2) y 40 cm de diámetro (ánodo de diámetro menor), respectivamente, con una altura de 105 cm, en los tres casos. Los tres electrodos se disponen de forma concéntrica, siendo el primer ánodo el

cilindro más pequeño (40 cm de diámetro), concéntrico a éste el cátodo (50 cm de diámetro) y el más externo, un segundo ánodo (60 cm de diámetro). La separación mínima entre electrodos es de 1 cm, concretamente es de 5 cm.

5 Fabricados los tres elementos cilíndricos que conforman la UE, como elementos separadores 4 se utilizan cruces de tubería de PVC para hacer más rígida la estructura e impedir que, por la acción de corrientes marinas o golpes fortuitos, puedan llegar a tocarse entre sí los tres cilindros (Figura 1).

10 Se sueldan cables de corriente, blindados y aislados, a cada uno de los cilindros (Figura 2). Los ánodos externos 1 e interno 3 se conectan al polo positivo de la fuente de alimentación mediante cableado eléctrico 5 y 7 y el cátodo o EUM 2 sin recubrimiento se conecta al polo negativo de la fuente de alimentación mediante cableado eléctrico 6.

Se sumerge la UE, en agua de mar o en un medio líquido salino (Figura 3).

15 Se establece una densidad de corriente de trabajo por debajo de 1 mA/cm^2 en el EUM. La intensidad fijada en la fuente de alimentación se calcula en base a dicha densidad de corriente que circula por el EUM, teniendo en cuenta el área superficial de éste, calculada en base al diámetro nominal de las barras y alambres que lo conforman.

20 Se fija el tiempo de recubrimiento en dos meses, siendo la velocidad de depósito constante. El espesor del recubrimiento a obtener se sitúa en aproximadamente 3 mm. La composición del recubrimiento obtenido tiene una proporción de calcita:aragonito de 1:1 lo que mejora las propiedades del depósito y su dureza. Además, no suele contener hidróxido de magnesio.

Concluido el tiempo establecido para la formación del depósito se extrae la UE con el EUM 2 recubierto, sobre el que puede observarse el depósito calcáreo (Figura 4).

25 Se retiran los ánodos 1 y 3 y los cruces de tubería de PVC, quedando sólo el EUM 2 recubierto.

La ER definitiva (Figura 6) se monta in situ por ensamblaje o unión de los EUM requeridos.

Ejemplo 1

30 Se ha realizado una experiencia de estudio en la fijación de macro-biofouling sésil (bio-filtradores) en el Puerto de Alicante, sobre mallas carbonatadas tratadas por electrólisis y mallas metálicas no tratadas (control), con tres réplicas. Las conclusiones obtenidas

en los tres primeros meses de fondeo (octubre-enero) han sido:

1. Se han encontrado un total de 37 taxones diferentes, apareciendo un 94.6% (35 taxones) en los sustratos con carbonato, y sólo un 40.5% (15 taxones) en los controles, destacando Bryozoa con 11 especies.
- 5 2. Todas las especies, a excepción de *Conopeum seurati* y *Bugulina fulva*, han aparecido en el sustrato carbonatado; y 22 especies sólo han aparecido en éste.
3. El sustrato carbonatado ha presentado una mayor biodiversidad y un estadio sucesional más desarrollado (índices de Shannon y equitatividad de Pielou superiores).
4. Se han encontrado mayores abundancias en el sustrato carbonatado, pero no se han
10 observado diferencias significativas para la cobertura.
5. Las esponjas y ascidias, y la mayoría de los bivalvos (todos organismos filtradores), solamente han aparecido en el sustrato carbonatado, lo que supone un material adecuado para construir biofiltros.
6. Estos primeros resultados conducen a evaluar positivamente las estructuras
15 electrolíticas carbonatadas, ya que pueden ser sustratos con un gran potencial como material para la construcción de arrecifes artificiales. Han presentado una mayor diversidad y reclutamiento de especies comparado con el hierro no tratado.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis que comprende al menos dos electrodos, donde uno es un cátodo metálico, que una vez finalizada la electrólisis constituye el elemento unitario modular (EUM), y otro, al menos, un ánodo de hierro, donde los electrodos están en disposición concéntrica o paralela, y con una separación entre ellos fija y equidistante, sin que se produzca contacto en ningún momento entre ellos.
2. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde comprende elementos separadores de material no conductor colocados entre los electrodos para evitar el contacto.
3. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde la separación entre electrodos es de mínimo 1 cm, siempre que se garantice el flujo iónico entre electrodos.
4. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 3 donde la separación entre electrodos es de mínimo 5 cm.
5. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde el sustrato preferente para la fabricación del EUM es una malla electrosoldada de barras de pequeño diámetro y con una luz de malla del orden de 10 a 15 cm, donde dicha malla electrosoldada es conformada para la obtención de cualquier geometría, forma y dimensiones.
6. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde el sustrato preferente para la fabricación del EUM es de acero al carbono.
7. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde el sustrato para el EUM comprende elementos metálicos básicos, preferentemente barras metálicas, agrupaciones de barras soldadas o atornilladas, láminas o planchas metálicas o estructuras tipo viga.

8. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 1 donde comprende cableado eléctrico soldado independiente para el o los ánodos y para el cátodo, así como una fuente de alimentación, a fin de poder establecer un flujo de corriente eléctrica continua entre los elementos cuando éstos se encuentran sumergidos en un medio conductor.
9. Sistema para la formación de arrecifes marinos artificiales y estructuras submarinas con recubrimiento calcáreo inducido por electrólisis según la reivindicación 8 donde la densidad de corriente tiene valores por debajo de los 2 mA/cm² durante como mínimo 30 días.

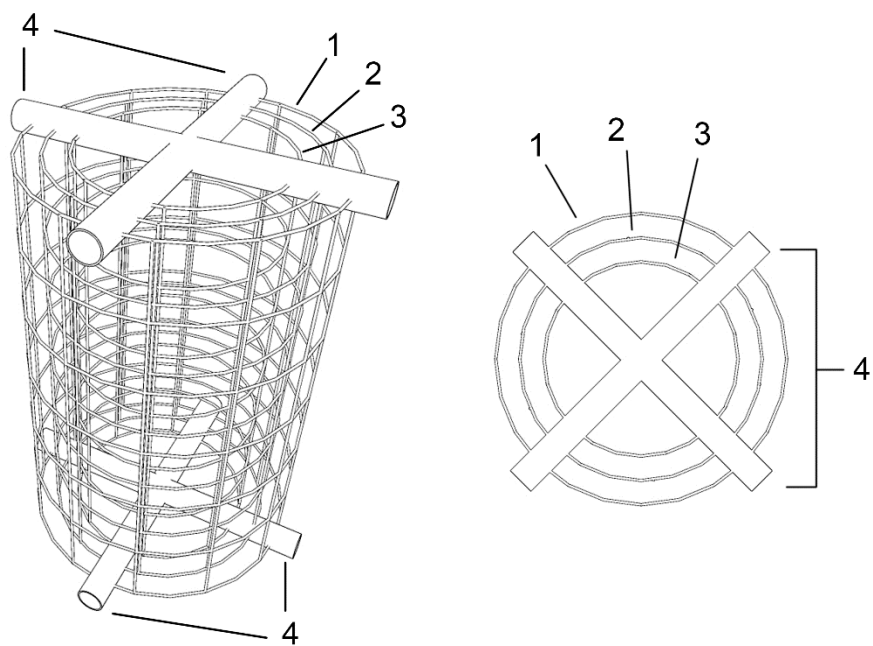


FIG. 1

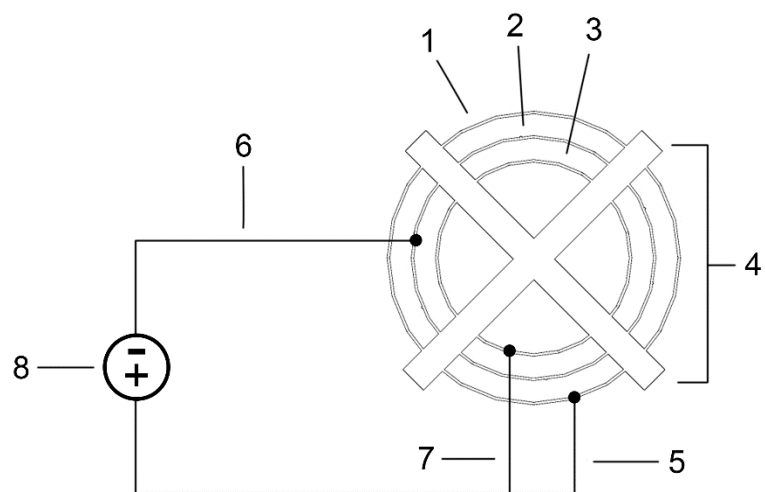


FIG. 2

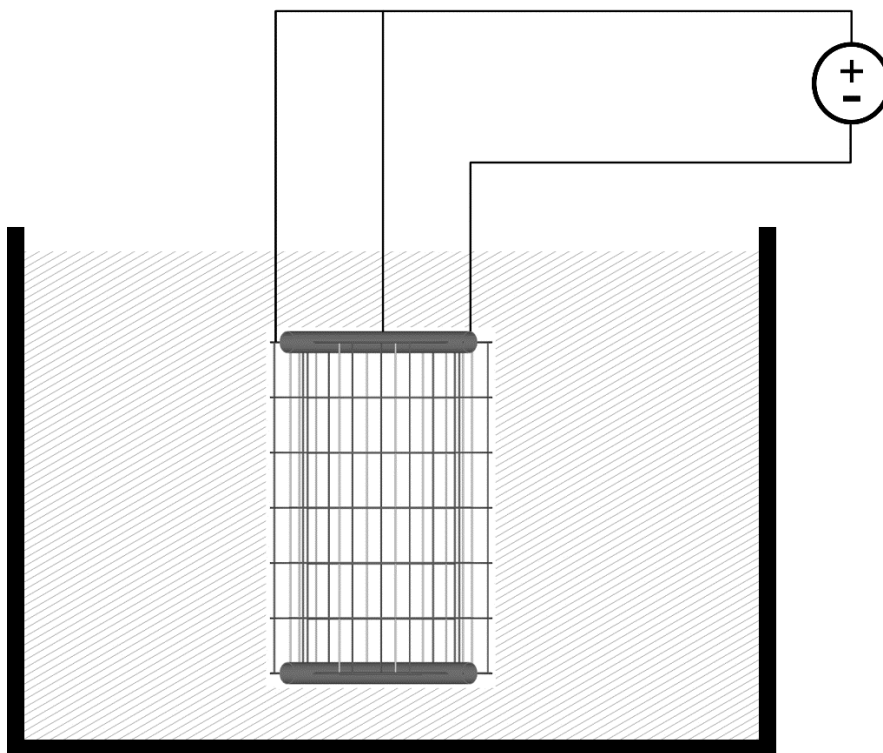


FIG. 3

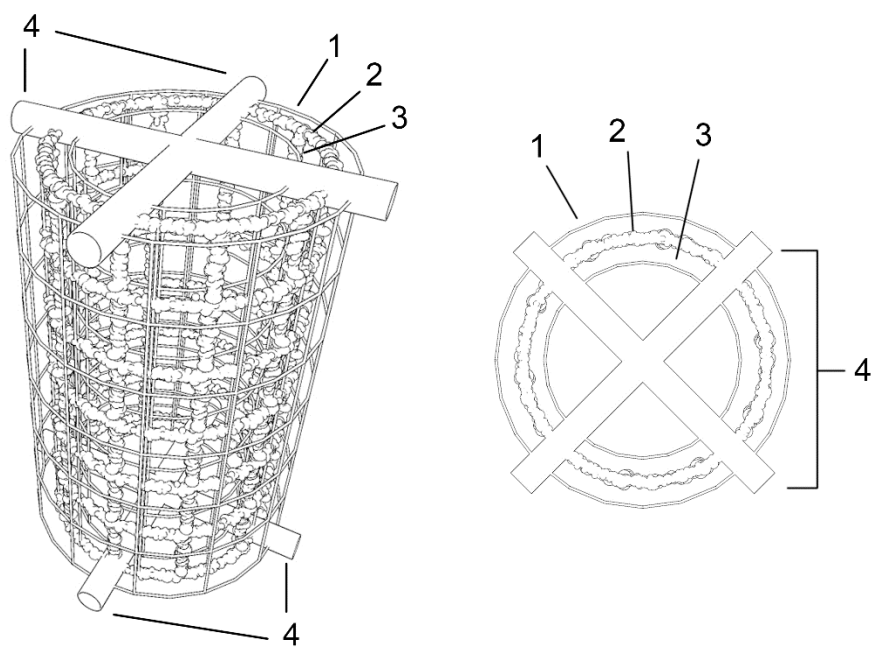


FIG. 4

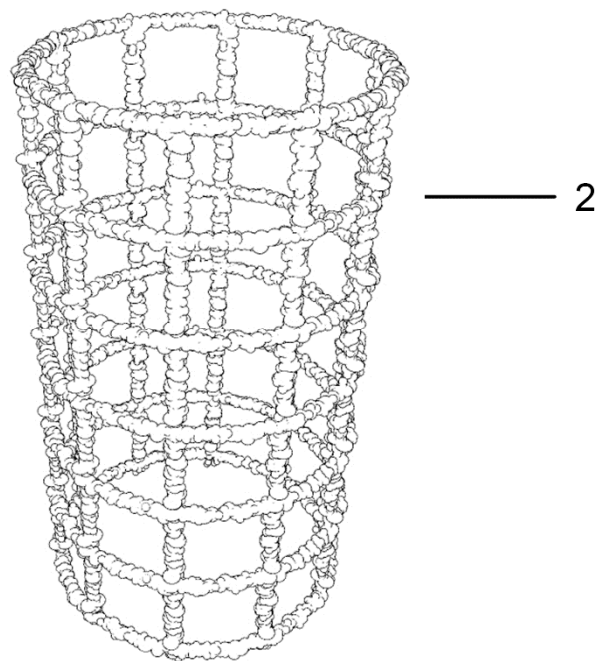


FIG. 5

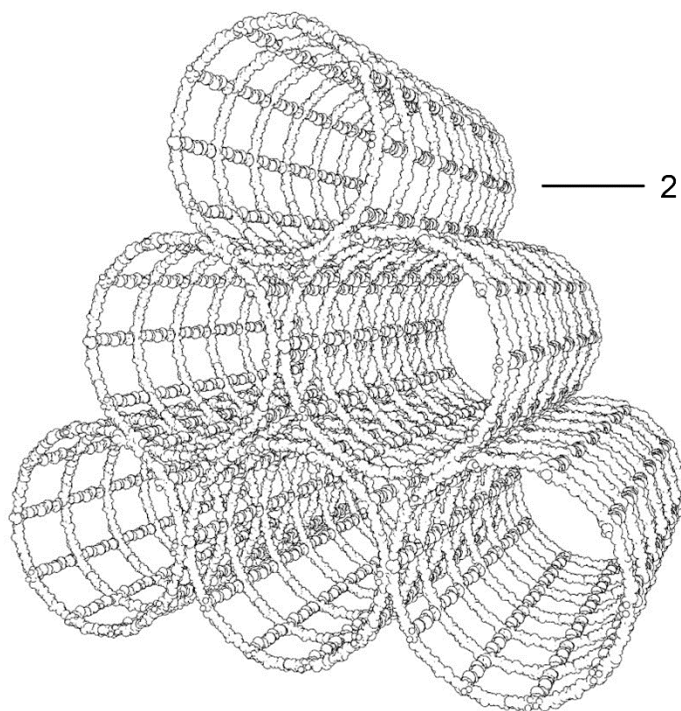


FIG. 6

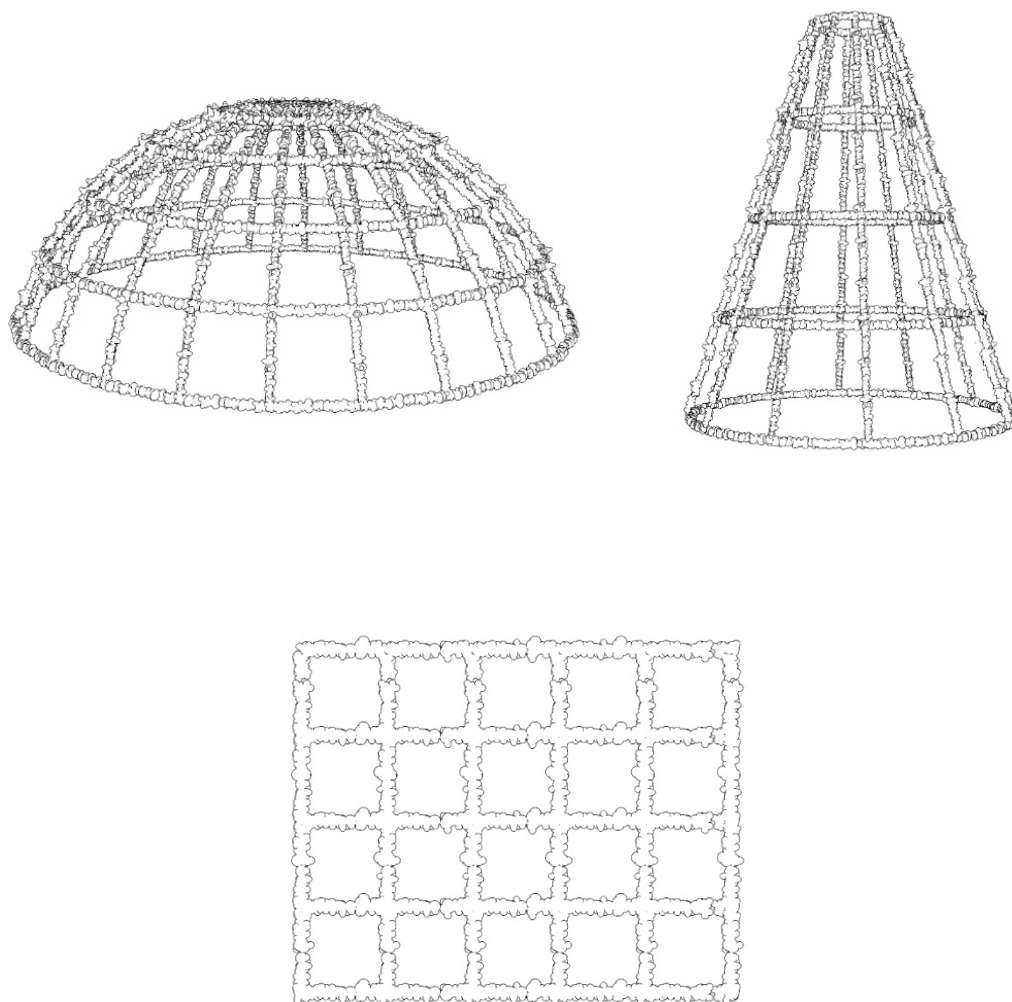


FIG. 7