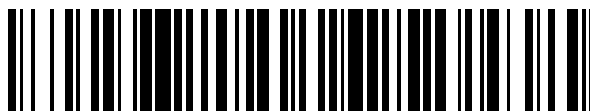


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 324**

51 Int. Cl.:

B01D 21/01 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)
E04H 4/16 (2006.01)
C02F 1/36 (2006.01)
C02F 1/56 (2006.01)
C02F 103/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2009 PCT/US2009/036809**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.07.2010 WO10074770**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2009 E 09835402 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 2367609**

54 Título: **Procedimiento de filtración eficiente de agua en un depósito para usos recreativos y ornamentales, en el que se realiza la filtración sobre un pequeño volumen de agua y no sobre la totalidad del agua del depósito**

30 Prioridad:

24.12.2008 CL 2008003900

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

14.03.2018

73 Titular/es:

**Crystal Lagoons (Curaçao) B.V. (100.0%)
 Kaya W.F.G. (Jombi)
 Mensing 14 CW**

72 Inventor/es:

FISCHMANN TORRES, FERNANDO, BENJAMIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 659 324 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

Procedimiento de filtración eficiente de agua en un depósito para usos recreativos y ornamentales, en el que se realiza la filtración sobre un pequeño volumen de agua y no sobre la totalidad del agua del depósito.

Campo de la invención

- 5 La presente invención describe un procedimiento de filtración para agua en depósitos grandes, tales como fuentes públicas, estanques reflectantes, piscinas y lagos, con bajos costes de inversión y funcionamiento.

Antecedentes

- 10 Cuando se pone en agua en depósitos recreativos u ornamentales, el agua se enturbia frecuentemente a pesar de la buena calidad y los bajos niveles de sólidos suspendidos en la fuente de agua. El medioambiente añade polvo, tierra, materia orgánica, etc. al depósito. Sin embargo, la fuente principal de partículas suspendidas que causan la turbiedad del agua es frecuentemente el inevitable crecimiento de microorganismos, especialmente microalgas que están ampliamente difundidas en la naturaleza y que encuentran condiciones de vida adecuadas en estos medios acuáticos.

- 15 Las algas son un grupo variado de plantas que se encuentran en una amplia gama de habitats ambientales. Son plantas fotosintéticas que contienen clorofila y que tienen estructuras reproductivas muy simples, y sus tejidos no se diferencian en raíces, tallos u hojas reales. El tamaño individual medio de un alga unicelular microscópica es de aproximadamente 1 μm . Las algas se encuentran en todo el mundo y pueden causar problemas en depósitos.

- 20 El exterminio de las algas es un problema largamente sentido. Las algas son organismos vegetales unicelulares que se reproducen bajo la luz del sol. Están presentes en vegetación, aire, tierra y agua. Sus esporas microscópicas se insertan continuamente en depósitos y otras masas de agua por la acción del viento, la arena, las tormentas, la lluvia, etc. Crecen rápidamente en agua estancada cuando se exponen a la luz solar y a temperaturas superiores a 4°C. Pueden generar barro y/u olores. Pueden interferir en la filtración adecuada y aumentan considerablemente la demanda de cloro en piscinas públicas. La presencia de fosfatos y nitritos en agua promueve su crecimiento.

- 25 Las algas planctónicas son plantas microscópicas unicelulares que flotan libremente en el agua. Cuando estas plantas son extremadamente abundantes o "florecen", hacen que el agua de los depósitos se vuelva verde. Menos frecuentemente, pueden hacer que el agua adopte otros colores, incluyendo amarillo, gris, marrón o rojo.

Sumario

- 30 Según un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para filtrar agua en depósitos. El procedimiento de filtración se realiza sobre un pequeño volumen de agua y no sobre un depósito completo del agua. El procedimiento incluye emitir ondas ultrasónicas en el depósito, añadir un agente floculante al agua, cubrir el fondo del depósito con un dispositivo succionador que succione un flujo de agua con partículas floculadas para producir un efluente del dispositivo succionador, descargar el efluente del dispositivo succionador en una tubería colectora de efluente, filtrar el flujo de efluente del dispositivo succionador procedente de dicha tubería colectora de efluente para producir un flujo filtrado, y devolver el flujo filtrado al depósito.

- 35 Deben entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente se dan a modo de ejemplo y como explicación y no están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la invención reivindicada.

Breve descripción de las figuras

- 40 Las figuras de los dibujos siguientes, que forman parte de esta solicitud, son ilustrativas de realizaciones, sistemas y métodos descritos más abajo y no pretenden limitar el alcance de la invención en modo alguno, cuyo alcance deberá basarse en las reivindicaciones anexas a esta memoria.

La figura 1 muestra una vista desde arriba de un depósito en el que se aplicó el procedimiento de la presente invención.

La figura 2 muestra una vista desde arriba de un depósito con un sistema de filtración adicional.

- 45 La figura 3 muestra el fondo de un depósito en el que se observan flóculos dispersos debido al efecto sinérgico de la aplicación de ultrasonidos y floculantes.

La figura 4 muestra una vista superior y esquemática del dispositivo succionador.

La figura 5 muestra una vista inferior y esquemática de unos medios de succión con el dispositivo succionador.

La figura 6 muestra una vista frontal del dispositivo succionador.

La figura 7 muestra una vista inferior del dispositivo succionador.

La figura 8 muestra una vista frontal de un corte longitudinal del dispositivo succionador.

La figura 9 muestra una vista lateral en corte transversal del dispositivo succionador.

5 La figura 10 muestra una vista superior de un detalle del dispositivo succionador.

La figura 11 muestra una vista superior de un detalle adicional del dispositivo succionador.

Descripción de la invención

10 La presente invención describe un procedimiento de filtración eficiente y económico para agua de depósitos, tales como fuentes públicas, estanques reflectantes, piscinas públicas y lagos artificiales. Los sólidos suspendidos en el agua se precipitan por medio de la acción sinérgica de agentes floculantes y ondas ultrasónicas, y se recogen después sobre el fondo por succión con un dispositivo succionador. La salida de dicho dispositivo succionador es luego filtrada y devuelta al depósito, eliminando la turbiedad de toda el agua del depósito y filtrando solamente un flujo muy pequeño, que corresponde a la salida del dispositivo succionador, en comparación con los flujos que se requieren en sistemas de filtración tradicionales que filtran toda el agua del depósito. Además, se describe un
15 dispositivo succionador necesario para realizar el procedimiento de la presente invención.

Como se ha hecho notar anteriormente, el agua puesta en depósitos puede volverse turbia debido a una serie de factores. Con el fin de eliminar sólidos suspendidos tales como algas, polvo, materia orgánica, etc. de depósitos se emplean usualmente sistemas de filtración. La filtración es una técnica consistente en hacer pasar una mezcla de
20 sólidos y fluidos, gases o líquidos, a través de un medio poroso o filtrante que puede ser parte de un dispositivo llamado filtro, en donde se retira la mayoría de los componentes sólidos de la mezcla.

Los usos de los procesos de filtración son diversos y se encuentran en muchas áreas de la actividad humana, la vida doméstica y la industria, en donde los procesos industriales que requieren técnicas de ingeniería química son particularmente importantes.

25 La filtración se ha desarrollado junto con la evolución humana, recibiendo más atención teórica desde el siglo XX. La clasificación de los procesos y equipos de filtración es diversa y en general las categorías de clasificación no son mutuamente exclusivas una de otra.

La variedad de dispositivos de filtración y filtros es tan amplia como los tipos de materiales porosos disponibles para su uso como medio filtrante y las condiciones particulares en cada aplicación: desde sencillos dispositivos, tales como filtros de café domésticos o embudos de filtración para separación en laboratorio, hasta enormes sistemas
30 complejos que están altamente automatizados, tales como los utilizados en la industria petroquímica y en la refinación para la recuperación de catalizadores de alto valor, o en los sistemas de tratamiento de agua potable para suministro urbano.

La filtración es una operación mecánica o física utilizada para la separación de sólidos en fluidos (tales como líquidos o gases), en la que se inserta un medio filtrante y el fluido puede fluir a través del medio filtrante, pero los
35 sólidos (o al menos una parte de ellos) quedan retenidos. Usualmente, la separación se considera incompleta y depende del tamaño de poros y el espesor del medio, así como de la mecánica que tiene lugar durante la filtración. En general, en un proceso de filtración el medio filtrante tiene varias capas, pero están implicados también otros mecanismos tales como intercepción directa, difusión y acción centrífuga, en los que las partículas no son capaces de seguir los tortuosos canales del medio filtrante a través del cual pasan las tuberías de flujo, y dichas partículas
40 quedan retenidas en las fibras del medio filtrante.

Existen dos técnicas de filtración principales:

- La filtración frontal, que es la más conocida, deja que el fluido pase perpendicularmente a través de la superficie del medio filtrante. Esta técnica se utiliza, por ejemplo, en filtros de café domésticos. Se retienen partículas en el filtro; esta técnica está limitada por la acumulación de partículas en la superficie del medio filtrante, que finalmente se obstruye;

45

- La filtración tangencial, por otra parte, deja pasar el fluido tangencialmente a través de la superficie del medio filtrante. Es la propia presión del fluido la que le permite cruzar el filtro. En este caso, las partículas quedan en el flujo tangencial y la obstrucción del filtro es más lenta. Sin embargo, esta técnica se utiliza solamente para partículas muy pequeñas, desde un nanómetro (nm) a un micrómetro (μm).

50 Además los tipos de filtración pueden clasificarse según el tamaño de poros del medio filtrante:

- filtración de clarificación: cuando el diámetro de poros es de 10 a 450 μm ;
- filtración de esterilización: cuando el diámetro de poros es de más de 0,22 μm ;
- microfiltración: cuando el diámetro de poros es de 10 nm a 10 μm ;
- ultrafiltración: cuando el diámetro de poros es de 1 a 10 nm;
- 5 - osmosis inversa: cuando el diámetro de poros es de 0,1 a 1 nm.

La eficiencia de la filtración depende de un conjunto de variables, tales como presión, medio filtrante, viscosidad, temperatura, tamaño de partículas y concentración.

- 10 En general, si el aumento de presión conduce a un aumento significativo en el caudal o la tasa de filtración, esto es signo de formación de una torta granulada. Sin embargo, para tortas gruesas o muy finas un aumento de la presión de bombeo no conduce a un significativo aumento del flujo de filtrado. En otros casos, la torta se caracteriza por una presión crítica por encima de la cual incluso se disminuye la tasa de filtración. En la práctica, se prefiere operar a una tasa constante, comenzando a baja presión, aunque, debido al difundido uso de sistemas de bombeo centrífugos, las condiciones regulares son una presión y un flujo variables.

- 15 La teoría señala que, además de considerar las características del medio filtrante, el flujo medio es inversamente proporcional a la cantidad de torta y directamente proporcional al cuadrado del área a filtrar. Como resultado de estas dos variables, para la misma cantidad de fluido a filtrar se observará que su flujo es inversamente proporcional al espesor al cuadrado de la torta al final del proceso. Esta observación entraña que se consigue teóricamente una productividad máxima con las tortas de espesor muy fino, cuya resistencia excede de la resistencia del medio filtrante. Sin embargo, otros factores, tales como el tiempo para regenerar la torta, su dificultad de descarga y el
- 20 coste de una superficie de filtrado más ancha, explican que en la práctica se prefiere trabajar en condiciones de tortas más gruesas.

El caudal de filtrado, en cualquier momento, es inversamente proporcional a la viscosidad de filtrado.

A medida que se aumenta la temperatura de filtrado, se disminuye su viscosidad y, por tanto, se incrementa el caudal de filtrado.

- 25 El efecto del tamaño de partículas sobre la resistencia de la torta y la película es notable. Incluso pequeñas modificaciones del intercambio de partículas afectan al coeficiente en la ecuación para resistencia de la torta y cambios mayores afectan a la compresibilidad.

Por las razones mencionadas anteriormente, la filtración no es un proceso simple, especialmente cuando se filtran grandes flujos.

- 30 En depósitos ornamentales y recreativos, tales como piscinas y fuentes públicas, se utilizan sistemas de diatomáceas, de cartucho y de arena, siendo los últimos los sistemas más comunes.

- Los filtros de arena son los elementos que más se utilizan en el filtrado de agua con cargas baja o media de contaminantes, requiriendo una retirada de partículas de hasta 20 μm de tamaño. Las partículas suspendidas que son transportadas por el agua quedan retenidas cuando pasan sobre un lecho filtrante de arena. Una vez que se
- 35 carga el filtro con impurezas, alcanzando una pérdida de carga predeterminada, se puede regenerar el filtro por lavado enérgico aguas arriba.

La calidad de la filtración depende de diversos parámetros, entre otros el tamaño del filtro, la altura del lecho filtrante, las características y la granulometría de la masa filtrante, la tasa de filtración, etc.

- 40 Estos filtros pueden fabricarse con resinas de poliéster y fibra de vidrio como materiales que son adecuados para la filtración de agua de río y de mar debido a su completa resistencia a la corrosión. También pueden fabricarse con acero inoxidable y acero al carbono para realizaciones en las que se requiera una mejor resistencia a la presión.

El uso de sistemas de filtración en depósitos ornamentales y recreativos, tales como estanques reflectantes y piscinas, está ampliamente difundido en todo el mundo, pero, cuando se aumenta el tamaño de estos depósitos, surgen dos problemas que limitan su escala.

- 45 La primera limitación es la de altos costes de inversión y funcionamiento. De hecho, en el mundo hay muy pocos depósitos recreativos con agua filtrada de más de 2.500 m^3 (el volumen de una piscina olímpica) y los más próximos a estos volúmenes tienen altos costes de funcionamiento.

- Por ejemplo, si se trata de una piscina en un condominio residencial con un volumen de 9.000 m^3 , se requiere entonces una tasa de filtración de 416 l/s para satisfacer las recomendaciones de regulación sanitaria para la
- 50 filtración en piscinas públicas. Estos volúmenes de funcionamiento son inmanejables para este tipo de proyecto de edificación debido a la inversión inicial, el área ocupada por los sistemas de filtración, la complejidad y, especialmente, los costes de funcionamiento.

Sin embargo, existe un segundo problema que complica la filtración en grandes masas de agua y que está relacionado con la dificultad de filtrar homogéneamente todo el volumen de agua. En una piscina ordinaria o en una fuente pública son suficientes un punto de succión y un punto de descarga para conseguir una filtración relativamente homogénea de toda el agua. A medida que la masa de agua aumenta de volumen, la influencia del punto de succión se limita al área circundante y no tiene efecto alguno sobre el volumen completo. Esto implica que tiene que planearse una compleja y costosa red de tuberías con un número grande de puntos de succión y de descarga. Este tipo de sistema tiene altas pérdidas de presión y genera también cortocircuitos en el flujo del filtrado, es decir que la misma agua se filtra varias veces, disminuyendo la eficiencia del sistema.

Por las razones mencionadas anteriormente, no es económicamente viable y resulta muy ineficiente el mantener grandes masas de agua con sistema de filtración y, por tanto, no existen grandes depósitos filtrados para uso ornamental o recreativo en el mundo.

En el estado de la técnica, existe un registro de patente chileno número CL 43.534 que está orientado a la obtención de grandes masas de agua para uso recreativo y que describe un procedimiento para obtener (es decir, instalar y mantener) grandes volúmenes o masas de agua para fines recreativos, tales como lagos y piscinas, con una excelente coloración, una alta transparencia y una limpieza similares a las de piscinas o mares tropicales con bajo coste, especialmente para masas de agua superiores a 15.000 m³. La presente invención define características estructurales, tales como desespumadores para la eliminación de aceite, sistemas colectores de agua, detalles de edificación, tipos y colores de revestimientos, sistemas de circulación e inyección de aditivos, requisitos de suministro de agua, medición del pH, adición de sales, uso de algicidas y floculantes, tasas de cambio de agua nueva, aditivos y procesos de oxidación, y un vehículo succionador accionado por una lancha.

En la patente CL 43.534 se utiliza un sistema abierto para recirculación de agua; por tanto, no se considera ningún modo de recuperación de agua ni se utiliza ningún tipo de filtración. Ni se resuelve el problema de la biopelícula que se forma sobre las paredes y el fondo del depósito, la cual se elimina manualmente en masas pequeñas, pero lo cual es imposible de hacer en depósitos más grandes.

El objetivo de la presente invención es diferente del de la patente CL 43.534 y, por el contrario, en la presente solicitud de patente se define un sistema de filtración de bajo coste que permite la recuperación de agua sin filtrar toda el agua del depósito, tal como ocurre con los costosos sistemas de filtración de agua en depósitos conocidos hasta la fecha, ni descartar el agua del sistema de succión, tal como ocurre en la patente anteriormente mencionada, lo que implica mayores usos de agua y finalmente la descarga de agua con sedimentos en flujos naturales.

En la patente CL 43.534 se descarta el agua y ésta no comprende un sistema de filtración; por tanto, la eficiencia del sistema de succión y, evidentemente, la propia filtración no son críticas. Sin embargo, la succión del fondo de depósitos más grandes de una manera eficiente utilizando bajos flujos de agua (un punto crítico cuando tiene que filtrarse el flujo de salida) es un asunto complejo debido a que el succionador tiene que pasar a alta velocidad a fin de cubrir las grandes superficies y, por tanto, se levanta una nube de sedimentos que hace que se enturbie el agua y disminuya la eficiencia del sistema. A la vez, existen limitaciones económicas y regulatorias en la utilización de grandes cantidades de floculantes debido a los costes, dados los grandes volúmenes de agua implicados y las restricciones sanitarias. Por otra parte, las características de este sedimento no son adecuadas para una filtración eficiente.

La publicación de la solicitud de patente alemana DE 3844374 A1 revela un método para tratar agua de depósitos grandes aplicando ondas ultrasónicas al agua con una floculación y filtración subsiguientes.

Se ha encontrado una solución al problema de una filtración de agua económica para depósitos más grandes, sin la necesidad de filtrar todo el volumen de agua, tal como ocurre en los sistemas actuales, con el desarrollo y la verificación del uso conjunto de agentes floculantes y ultrasonidos, lo que genera flóculos dispersos en el fondo del depósito, separados uno de otro y fácilmente succionables por un dispositivo succionador especialmente diseñado, que puede cubrir grandes superficies en un breve tiempo, y luego filtrados con alta eficiencia, debido a la calidad de filtrado, con un dispositivo sencillo, tal como un filtro de arena u otro filtro pequeño y económico disponible en el mercado, utilizando una pequeña concentración de floculantes.

La aplicación de ultrasonidos en depósitos más grandes permite una succión muy efectiva y fácil con el dispositivo succionador, no solo debido a la formación de flóculos grandes y dispersos con una fácil succión y filtrado, sino que también permite la aplicación de ultrasonidos que permiten controlar el crecimiento de la biopelícula en depósitos y eliminar el medioambiente en el que las algas se pegan a las paredes y al fondo de los depósitos. La biopelícula está constituida por capas de bacterias formadas sobre superficies hospedantes, creando puntos de adherencia para las algas que son difíciles de desalojar de las superficies del depósito. Para estos casos, las ondas ultrasónicas impiden la formación de la capa de base de la biopelícula para evitar que la mayoría de las bacterias planctónicas flotantes se conviertan en bacterias sésiles con una capacidad fuertemente adhesiva para crecer sobre una superficie. La capa de base de la biopelícula comienza a formarse tan pronto como 20 minutos a 3 horas después de limpiar una superficie sumergida en una alberca.

5 Con la aplicación de ondas ultrasónicas en el proceso de floculación, el procedimiento de la presente invención retira de hecho células de algas, partículas, polvo y turbiedad en general del agua, mejorando significativamente la eficiencia de floculación debido al efecto de los ultrasonidos en la coagulación de floculantes. Para conseguir en general una retirada del 90% de algas, partículas, polvo y turbiedad, la sonicación reduce la cantidad de floculantes en dos tercios. El procedimiento de la presente invención tiene, con respecto al modo anterior de filtrar agua de depósitos, la gran ventaja de unos costes de inversión y funcionamiento muy bajos y una alta eficiencia de filtración de agua.

10 En realidad, comparado con sistemas tradicionales de filtración de depósitos, se obtienen excelentes resultados en el nivel de claridad del agua con costes de inversión y funcionamiento mucho más bajos, ya que se utiliza un sistema sinérgico entre la floculación de partículas suspendidas y la sonicación que es fácilmente succionado por el dispositivo succionador debido a la formación de flóculos de tamaño grande que se fusionan individualmente y son fáciles de succionar sin la presencia de biopelículas y debido también a una filtración eficiente resultante de la calidad del sedimento por un pequeño filtro económico estándar que está fácilmente disponible en el mercado. Esto se consigue utilizando niveles muy bajos de floculantes. Por último, el filtrado de solamente un pequeño porcentaje del volumen de agua total correspondiente al flujo de salida del dispositivo succionador consigue un resultado que es igual o mejor que el obtenido con sistemas tradicionales que filtran la masa entera de agua.

15 La presente invención proporciona una filtración eficiente y económica de agua de un depósito, en el que se realiza la filtración sobre un pequeño volumen de agua y no sobre todo el volumen del agua del depósito, comprendiendo el procedimiento:

- 20 a. emitir ondas ultrasónicas en el depósito, en el que los emisores de ondas ultrasónicas están situados por debajo de la superficie del agua, y así toda el agua del depósito recibe las ondas ultrasónicas emitidas, y en el que las ondas ultrasónicas son emitidas con una frecuencia de 20 a 100 kHz y una potencia en un intervalo de 10 a 45 W;
- b. añadir un agente floculante al agua para flocular los sólidos suspendidos en el agua;
- 25 c. succionar un flujo de agua del fondo del depósito que contiene sólidos floculados con un dispositivo succionador para proporcionar un flujo de efluente de dicho dispositivo seccionador;
- d. descargar el flujo de efluente del dispositivo succionador en una tubería colectora de efluente;
- e. filtrar el flujo de efluente del dispositivo succionador procedente de la tubería colectora de efluente para producir un flujo filtrado; y
- f. devolver el flujo filtrado al depósito.

30 Preferiblemente, en el paso a) del procedimiento de la presente invención se emiten las ondas ultrasónicas durante un periodo de tiempo de 12 a 24 horas y más preferiblemente de 20 a 24 horas.

35 Las ondas ultrasónicas pueden ser emitidas por dispositivos emisores. Estos dispositivos emiten ondas ultrasónicas en forma radial dentro de un rango de 180° y con una distancia de 150 metros de radio; por tanto, los dispositivos emisores de ondas ultrasónicas están situados por debajo de la superficie del agua y espaciados en la medida de un radio dentro de un intervalo de 100 a 150 m, y así toda el agua del depósito recibe las ondas ultrasónicas emitidas.

Usualmente, se disponen emisores de ondas ultrasónicas en los bordes del depósito; sin embargo, en caso de un depósito con un diámetro superior a 300 metros se puede formar una isla central u otra plataforma central que permita disponer dispositivos emisores en el centro del depósito, situados de modo que toda la superficie sea sometida a ondas ultrasónicas de acuerdo con el rango de cobertura del dispositivo emisor utilizado.

40 El propósito del paso a) del procedimiento de la presente invención es:

- disminuir la cantidad de microalgas, que es el componente principal de sólidos suspendidos en agua, haciendo que el proceso sea más fácil y aumentando la eficiencia de la filtración subsiguiente con un método ecológico a un bajo coste que disminuye la aplicación de productos químicos y mantiene el propósito final del bajo coste de funcionamiento;
- 45 - eliminar la formación de la biopelícula que se forma usualmente sobre las paredes y el fondo del depósito y que es una fuente de crecimiento de algas, lo cual hace que el uso del dispositivo succionador resulte más eficiente y disminuye la limpieza manual de las paredes, generando un efecto sinérgico;
- disminuir la cantidad de floculante y facilitar en general una coagulación de algas y partículas para su retirada desde el fondo con el dispositivo succionador;
- 50 - hacer que la succión con el dispositivo succionador sea más fácil debido al efecto sinérgico entre ondas ultrasónicas y floculantes, puesto que esto permite obtener flóculos más grandes con una fácil succión sin generar

una nube de partículas suspendidas formadas cuando el dispositivo succionador cubre el fondo del depósito;

- facilitar la filtración con el uso de simples filtros de arena sin floculación adicional; y
- eliminar la turbiedad del agua del depósito junto con el floculante.

5 Preferiblemente, en el paso b) del procedimiento de la presente invención el agente floculante es un polímero iónico. Más preferiblemente, dicho polímero iónico es un polielectrolito catiónico biodegradable

Preferiblemente, en el paso b) del procedimiento de la presente invención, se añade un agente floculante al agua del depósito en una concentración de 0,005 a 2 ppm al menos una vez cada 6 días, preferiblemente en una concentración de 0,01 a 0,5 ppm al menos una vez cada 4 días; más preferiblemente en una concentración de 0,0125 a 0,04 ppm cada 24 horas.

10 Preferiblemente, en el paso c) del procedimiento de la presente invención, el flujo de agua con partículas floculadas está en un intervalo de 1 a 30 L/s. Más preferiblemente, el flujo de agua con partículas floculadas está en un intervalo de 10 a 20 L/s.

15 Por otra parte, en el paso c) de la presente invención, cuando el fondo del depósito está cubierto con el dispositivo succionador, éste puede ser movido por diferentes medios de tracción, tal como una lancha en la superficie; un carro locomotor sobre carriles del fondo del depósito; un robot motorizado, automatizado y dotado de control remoto; o un sistema de cables y poleas.

20 En el paso e) los flujos de agua son variables dependiendo del tamaño del dispositivo succionador, lo que a su vez está relacionado con el volumen del depósito. Preferiblemente, en el paso e) del procedimiento de la presente invención el flujo de efluente del dispositivo succionador es filtrado dentro de un intervalo de 1 a 30 L/s, más preferiblemente dentro de un intervalo de 10 a 20 L/s.

25 El flujo de efluente del dispositivo succionador es bombeado por una bomba móvil conectada al dispositivo succionador con una manguera succionadora flexible situada a lo largo del borde de la superficie del agua del depósito sobre una plataforma móvil o fija o sobre una lancha. El efluente del dispositivo succionador se descarga en una tubería colectora de efluente; desde dicha tubería colectora de efluente se bombea agua hacia el filtro utilizando una bomba centrífuga para su filtrado, con un flujo preferiblemente de 1 a 30 L/s, más preferiblemente con un flujo de 10 a 20 L/s; y a una presión de 100 a 300 kPa (1 a 3 bares). Dicho filtro puede ser un filtro de arena, un filtro de diatomeas o un filtro de cartucho según el flujo de efluente succionado por el dispositivo succionador.

30 En el paso f) se devuelve el agua filtrada al depósito utilizando una bomba de recirculación situada en el borde del depósito y conectada con una manguera o un tubo a una tubería de suministro; utilizando inyectores se devuelve el agua filtrada al depósito desde dicha tubería de suministro para acabar el ciclo de recirculación y de esta manera conservar el agua dentro del sistema.

35 Es importante tener presente que el objetivo del dispositivo succionador es limpiar el fondo del depósito en el procedimiento de la presente invención, tal como ocurre con los dispositivos succionadores en piscinas tradicionales, pero también junto con el floculante y la emisión ultrasónica se sustituye totalmente el sistema de filtración tradicional de las piscinas públicas. En otras palabras, el dispositivo succionador no solo elimina el material situado naturalmente en el fondo (hojas, ramas, tierra, etc.), sino también todas las partículas suspendidas, y en el caso de piscinas públicas éstas se eliminan por filtración de toda el agua cuatro veces al día. En el caso de la presente invención las partículas suspendidas se convierten en flóculos por medio de los ultrasonidos y el floculante (partículas más grandes fáciles para succión) y éstos son succionados por el dispositivo succionador y luego
40 filtradas, disminuyendo los costes de eliminación en dos órdenes de magnitud. Esto quiere decir que, en lugar de filtrar toda el agua con los sistemas tradicionales, se filtra solamente el flujo de efluente procedente del dispositivo succionador.

45 Opcionalmente, el filtrado de la presente invención puede incorporar el agua de surcos o salidas de desechos de la superficie (desespumadores) con el fin de eliminar específicamente una capa superficial de agua del depósito que puede comprender aceites y partículas flotantes. El flujo evacuado utilizando los desespumadores puede ser incorporado en la tubería colectora de efluente con el fin de filtrarlo como en el paso e) de la presente invención, ya que los desespumadores solamente eliminan una capa de agua superficial con un flujo muy bajo, tal como de 1 a 5 L/s. Esto no afecta al rendimiento de los filtros económicos disponibles en el mercado que se utilizan en el procedimiento de la presente invención. Es importante señalar que en algunos sistemas de filtración tradicionales el agua se incorpora en el filtro desde los desespumadores, pero en este caso esto corresponde a flujos más grandes que están destinados no solamente a eliminar la capa superficial, sino también a filtrar toda el agua. En el procedimiento de la presente patente es cuestión de filtrar solamente la capa superficial de modo que se filtren flujos
50 en dos órdenes de magnitud más bajos.

En la presente invención es necesario un dispositivo succionador capaz de cubrir grandes superficies debajo del

agua del depósito, tal como los capaces de cubrir 1 hectárea (ha) en 3 horas, es decir, capaz de avanzar con una velocidad de 0,93 m/s; no se encontró dicho dispositivo succionador en el mercado y, por tanto, se diseñó especialmente un dispositivo succionador para realizar el paso c) del procedimiento de la presente invención; dicho dispositivo cubre al menos una superficie 100 veces mayor que el fondo del depósito en el mismo periodo de tiempo, mejor que cualquier otro dispositivo existente.

Según se ve en las figuras 4 a 11, el dispositivo succionador utilizado en el paso c) del procedimiento de la presente invención comprende esencialmente un bastidor estructural (10); unos medios de acoplamiento (20) al sistema de bomba; unos medios de rodadura (30) con eje geométrico horizontal para desplazamientos sobre el fondo del depósito; unos medios de deslizamiento rotativo (40) con eje geométrico vertical para desplazamiento rodeando las paredes del depósito; unos medios de succión (50) que comprenden una pluralidad de tuberías de succión que succionan un flujo de agua con partículas floculadas desde el fondo del depósito hacia los medios de acoplamiento (20); unos medios de limpieza (60) que comprenden una línea de cepillos; unos medios de pivotamiento (70) entre los medios de rodadura (30) y un bastidor estructural (10) para adaptar el dispositivo succionador a las prominencias del fondo del depósito; el bastidor estructural (10) comprende unos medios de afianzamiento pivotable (80) para fijarlo a unos medios de tracción, tal como un carro submarino robotizado dotado de control remoto; y unos medios de sujeción (90) entre los medios de succión (50), los medios de limpieza (60) y el bastidor estructural (10).

Según se ve en la figura 5, los medios de rodadura (30) comprenden unos ejes horizontales (31) de acero inoxidable, en los que están situados unos rodillos protectores (32) de poliuretano semirrígido, y unas ruedas de soporte (33) hechas de plástico autolubricado, tal como polietileno de alta densidad, para soportar y desplazar el bastidor estructural (10). Además, dichos medios de rodadura (30) comprenden unos ejes secundarios (34) hechos de acero inoxidable en cojinetes (35) de resina epoxi situados en los lados de los medios de succión (50) y los medios de limpieza (60); en dichos ejes secundarios (34) están situadas unas ruedas secundarias (36) hechas de plástico autolubricado, tal como polietileno de alta densidad, para soportar y desplazar los medios de succión (50) y los medios de limpieza (60). Además, los medios de deslizamiento rotativo (40) comprenden ejes verticales y ruedas protectoras laterales hechas de plástico autolubricado, tal como polietileno de alta densidad.

Según se ve en la figura 6, los medios de acoplamiento (20) comprenden una boquilla (21) para una manguera flexible conectada al sistema de bomba, unos conectores (22) de PVC y unos tubos corrugados flexibles (23) que están conectados a los medios de succión y que permiten la distribución de la fuerza de succión proveniente del sistema de bomba.

Según se ve en la figura 7, los medios de succión (50) comprenden un canal de succión plegado (51) hecho de acero inoxidable que se conecta con entradas de succión (52) hechas de tubos de acero inoxidable, soldados bajo argón con un cordón de soldadura continuo a dicho canal de succión (51); y unos conectores (53) de PVC y unos tubos corrugados flexibles (54) conectados a los medios de acoplamiento (20).

Según se ve en la figura 8, los medios de pivotamiento (70) conectan el bastidor estructural (10), los medios de rodadura (30) y los medios de succión (50) alrededor de los ejes horizontales (31). Además, cabe señalar que unos medios pivotables de afianzamiento (80) conectan los medios de tracción (no mostrados en esta figura) con el bastidor estructural (10).

En la figura 9 se destaca que los medios de sujeción (90) comprenden cordones, por ejemplo cordones de plástico, que cuelgan de los medios de succión (50) y los medios de limpieza (60) en el bastidor estructural (10) a no más de 2 cm del fondo del depósito.

Según se ve en la figura 10, el bastidor estructural (10) está compuesto de arcos entrelazados (11) para definir un espacio interior que contiene los medios de succión (50) y los medios de limpieza (60) colgados por los medios de sujeción (90). Los arcos entrelazados (11) del bastidor estructural (10) están inmovilizados por medio de pernos de plástico. En los extremos inferiores de dichos arcos entrelazados están inmovilizados los medios de pivotamiento (70) que pivotan alrededor de los ejes horizontales (31). Entre cada rueda de soporte (33), los rodillos protectores (32) y las ruedas secundarias (36), así como entre los medios de pivotamiento (70) y los medios de sujeción pivotable (80), están previstas unas arandelas de polietileno de alta densidad (no mostradas en las figuras).

La figura 11 muestra la distribución de las entradas de succión (52) en los medios de succión (50) y los medios de limpieza (60) como una línea de cepillos central.

Ejemplo de aplicación

Para realizar el procedimiento de la presente invención, que permite una filtración eficiente de agua en depósitos tales como fuentes públicas, estanques reflectantes, piscinas y lagos con bajos costes de inversión y funcionamiento, se ejecutan los pasos siguientes:

Se construyó un depósito A, semejante a un lago artificial, situado en la costa central de Chile con un área de aproximadamente 6.000 m² y un volumen de 90.000 m³, según se muestra en la figura 1. En la figura 1 se presenta

una vista desde arriba del depósito A con la estructura necesaria para realizar el procedimiento de la presente invención. En la figura 2 se muestra una vista desde arriba del mismo depósito con la estructura necesaria para realizar un filtrado tradicional, en el que se filtra toda el agua del depósito. La diferencia de estructura para la filtración tradicional y la filtración según el procedimiento de la presente invención puede verse en las figuras 1 y 2; la estructura de la figura 1 es más sencilla y más económica que la estructura de la figura 2. En particular, la figura 2 muestra las instalaciones necesarias para la filtración tradicional, en la que puede verse la gran necesidad de tubos para los bordes del depósito como área de filtrado para el funcionamiento de todos los filtros necesarios. Puede verse toda la infraestructura necesaria para la filtración tradicional, la cual genera costes de funcionamiento e infraestructura muy altos; por otro lado, la figura 1 muestra la sencillez de la estructura necesaria para un procedimiento de filtración de agua según la presente invención y, por tanto, la economización en costes de funcionamiento e infraestructura.

El procedimiento de la presente invención se realizó con los pasos siguientes:

En el paso a) se emitieron ondas ultrasónicas con un equipo (8) de emisión de ondas ultrasónicas, llamados seguidamente sonicador, marca LG Sonics modelo XL con doble frecuencia en 20 y 100 kHz y 45 W de potencia, fabricado por LG SOUND, Gerrit van der Veenstraat 752321 CD, Leiden, Holanda; con este dispositivo se impidió la formación de biopelículas y se redujo la aplicación de polímero floculante en un 75%. Dichos sonicadores 8 se colocan a una profundidad de 10 a 30 cm por debajo de la superficie del agua utilizando flotadores y se localizan en el borde del depósito, como se muestra en la figura 1.

Según se muestra en la figura 3, se coagularon las partículas suspendidas en una forma rectangular como flocúlos de un tamaño grande que se dispersaron debido al efecto sinérgico entre la emisión de ondas ultrasónicas y la aplicación de floculante, lo que permite una succión más fácil y una filtración eficiente del flujo de efluente procedente del dispositivo succionador.

En el paso b) se añadió un polímero catiónico, Crystal Clear™, que es un polielectrolito catiónico biodegradable fabricado por AP Aquarium Products, USA, en concentraciones de 0,08 ppm cada 24 horas.

En el paso c) se cubrió el fondo del depósito con un dispositivo succionador mostrado en las figuras 4 a 6, que captura partículas floculadas succionando un flujo de 15 L/s de agua con dichas partículas floculadas durante 2 horas cada 2 días. Según se muestra en la figura 1, el efluente del dispositivo succionador (2c) es succionado por una bomba móvil (2e), con una potencia de 6,98 kW (9,5 hp) y conectada al dispositivo succionador por una manguera (2d) de plástico flexible de 10,16 cm (4 pulgadas) de diámetro y 150 m de longitud, hacia un tubo colector de efluente (4) que se descarga en varias cámaras de efluente concretas (2a), todas ellas conectadas por el tubo colector de efluente (4). Dicho dispositivo succionador cubría el fondo del depósito, sumergido en el agua del depósito y cubriendo una hectárea en 3 horas a una velocidad de 0,93 m/s. Dicha velocidad es muy superior a la de cualquier equipo similar disponible en el mercado. Este dispositivo especialmente diseñado cubre al menos 100 veces más que la superficie del fondo del depósito, en el mismo periodo de tiempo, que cualquier otro dispositivo disponible en el mercado.

En el paso e) se filtró el efluente procedente del dispositivo succionador, bombeándolo con una bomba centrífuga VOGT® modelo Serie N 628 de 5,52 kW (7,5 hp) con la fuerza y el flujo de 15 L/s, conectada a una canaleta de 10,16 cm (4 pulgadas) de diámetro interior, desde una o más cámara de efluente concretas. Se utilizó un filtro de arena Aguasin® modelo QMA-210-E; se cargó éste con gravilla de soporte C-5 y dos capas filtrantes, una de CARENIT C-8 y la otra de CARENIT AN. En el paso e) del procedimiento de la presente invención se filtró todo el efluente por medio del dispositivo succionador en una hora y media y, por tanto, se filtraron 15 L/s durante 1,5 horas/día.

En el paso f) se devolvió el agua filtrada al depósito utilizando tres bombas de recirculación, cada una con una fuerza de 1,84 kW (2,5 hp) y un flujo de 5 L/s, obteniéndose así un flujo de recirculación de 15 L/s en total.

No se formaron biopelículas y, por tanto, no fue necesaria la limpieza manual de las paredes y el dispositivo succionador; se eliminó la turbiedad total del agua y se eliminaron totalmente las impurezas precipitadas en el polímero de una manera fácil y eficiente, dejando el fondo completamente limpio. El dispositivo, que succionó un flujo de 15 L/s del fondo del depósito, dejó la superficie del fondo del depósito libre de partículas, flocúlos y una capa de residuos, como una limpieza fina, diferente de un simple dragado. Se aplicó el dispositivo succionador al fondo del lago durante 2 horas cada 2 días a fin de succionar el flujo con partículas floculadas en el fondo del depósito, manteniendo el agua completamente cristalina, satisfaciendo y superando los estándares de claridad en agua recreativa en contacto directo y la regulación de piscinas del país de la realización de la aplicación, es decir, Regulaciones NCh 1333, NCh 209 y NCh 409.

Tabla 1. Tabla comparativa de agua tratada con el procedimiento de la presente invención en comparación con la Regulación para agua recreativa en contacto directo NCh 1333*

Parámetros	Valor Medido Piscina	NCh 1333
pH	7,8	6,5 a 8,3 excepto si las condiciones del agua muestran valores diferente, pero nunca inferiores a 5,0 o superiores a 9,0
Temperatura, °C, máximo	17,7	30
Claridad, mínimo*	35 metros	Visualización de discos de Secchi a 1,20 m de profundidad
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausente	Ausente
Aceites y grasas flotantes, mg/l, máximo*	<5	5
Aceites y grasas emulsificados, mg/l, máximo*	<5	10
Color, escala de unidades Pc-Co, máximo*	10	100
	Ausente	Falta de colores artificiales
Turbiedad, unidades de sílice, máximo*	0,55	50
Coliforme fecal/100 ml, máximo*	---	1000
Sustancias que producen problemas de olor o sabor	Ausente	Ausente

* Se utilizaron las regulaciones oficiales chilenas (Chile es el país de la realización de aplicación) Regulación NCh 1333

Tabla 2. Tabla comparativa de agua tratada con el procedimiento de la presente invención en comparación con la Regulación para piscinas NCh 209*

Parámetros	Valor Medido Piscina	NCh 209
pH	7,8	7,2 – 8,2
Cloro libre residual (ppm)	0,5	0,5 – 1,5
Cobre (algicida) (mg/L)	0,38	Máximo 1,5
Bromo (desinfectante) (mg/L)	---	1 – 3
Espumas, grasas y partículas suspendidas	Ausente	Ausente
Bacterias anaerobias (colonias/mL)	Ausente	≤200
Coliformes fecales	Ausente	Ausente
Coliformes totales (colonias/100 mL)	Ausente	≤20
Algas, larvas u otro organismo vivo	Ausente	Ausente
Visibilidad de un Disco Negro de 15 cm	35 m	1,4 m

5 * Se utilizaron las regulaciones oficiales chilenas (Chile es el país del ejemplo de aplicación) Regulación NCh 209

La filtración de grandes volúmenes de agua es técnicamente compleja y con altos costes y, por tanto, constituye una barrera para el escalado ascendente de masas de agua cristalina.

10 El dispositivo succionador elimina sólidos suspendidos floculados con el agente floculante y la sonicación de una manera eficiente y económica, disminuyendo los flujos hacia el filtro en casi 100 veces, disminuyendo la inversión en filtros, tubos y costes de energía durante el funcionamiento, en comparación con los sistemas tradicionales de filtración de depósitos. Éstos permiten reducir el uso de desinfectantes, floculantes, algicidas y la eliminación de biopelículas, eliminando la limpieza manual de las paredes del depósito y haciendo que el funcionamiento del dispositivo succionador sea más eficiente.

Además del alto coste, los sistemas de filtración tradicionales no limpian el fondo del depósito.

15 La tecnología descrita en esta memoria, que consigue notablemente una reducción de costes de inversión y funcionamiento, plantea la posibilidad de eliminar una de las barreras principales para la construcción de depósitos de agua cristalina más grandes para usos recreativos y ornamentales.

20 Las principales ventajas del procedimiento implementado son los significativos ahorros en energía y productos químicos en consonancia con la protección del medio ambiente y la ventaja de costes de inversión y mantenimiento que se muestran en la tabla comparativa siguiente:

Tabla 3. Tabla comparativa de costes aproximados entre un sistema de filtración tradicional* y el dispositivo succionador

ES 2 659 324 T3

	Especificaciones	Volumen circulado por bombas	Costes de instalación	Costes de funcionamiento, mensualmente
Filtro tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • 20 bombas centrífugas VOGT® modelo Serie N 628, funcionado con un flujo de 15 l/s, con motor de 5,595 kW (7,5 hp); • 20 filtros de arena AGUASIN modelo QMA-210; • 129.600 kg de arena (Carenit C2, C3, C4, C5, C8 y AN); • 20 baterías de válvulas de 250 mm; • Fuerza laboral de la instalación: • Almacén de 1.000 m² con bases especiales para soportar un peso total de 300 t, con la vibración de los filtros en funcionamiento; • 1.998 m de tubería para conducción de agua; • Energía total usada en un mes, 24horas*30días*20*5,595kW/hora) (80.568 kW/hora); • Operadores; y • Mantenimiento 	300 L/s	US\$ 362.180 ⁺	US\$ 16.075
Procedimiento de la invención	<ul style="list-style-type: none"> • Lancha planeadora a vela • Bomba de succión con motor de 9,5 hp • 3 sonicadores, modelo LGSONIC XL • Dispositivo succionador • Bomba succionadora 7,5 hp • 449 m de tubería para conducción de agua • 3 bombas de recirculación de 1,84 kW (2,5 hp) • Mangueras, accesorios • Combustible • Floculante • Operador • Mantenimiento 	15 L/s	US\$ 18.200	US\$ 910

* Se considera T=4 (tasa mínima para filtración de piscinas) Regulación NCh 209

⁺ No se considera el coste del terreno para el almacén de 1.000 m²

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la filtración de agua en depósitos, en el que se realiza la filtración sobre un pequeño volumen de agua y no sobre todo el volumen de agua del depósito, comprendiendo el procedimiento:
 - a. emitir ondas ultrasónicas en el depósito, en el que se colocan unos emisores de ondas ultrasónicas por debajo de la superficie del agua, y así toda el agua del depósito recibe las ondas ultrasónicas emitidas, y en el que se emiten las ondas ultrasónicas con una frecuencia de 20 a 100 kHz y una potencia en un intervalo de 10 a 45 W;
 - b. añadir un agente floculante al agua para flocular sólidos suspendidos en el agua;
 - c. succionar un flujo de agua del fondo del depósito conteniendo sólidos floculados con un dispositivo succionador para proporcionar un flujo de efluente del dispositivo succionador;
 - d. descargar el flujo de efluente del dispositivo succionador en una tubería colectora de efluente;
 - e. filtrar el flujo de efluente del dispositivo succionador procedente de dicha tubería colectora de efluente para producir un flujo filtrado; y
 - f. devolver el flujo filtrado al depósito.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se emiten las ondas ultrasónicas durante un periodo de tiempo de 12 a 24 horas.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que se emiten las ondas ultrasónicas durante un periodo de tiempo de 20 a 24 horas.
4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se añade el agente floculante al depósito del agua en una concentración de 0,005 a 2 ppm al menos una vez cada 6 días.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que se añade el agente floculante al depósito del agua en una concentración de 0,01 a 0,5 ppm al menos una vez cada 4 días.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que se añade el agente floculante al depósito del agua en una concentración de 0,0125 a 0,04 ppm cada 24 horas.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que en los pasos c), d), e) y f) el flujo está en un intervalo de 1 a 30 L/s.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que en los pasos c), d), e) y f) el flujo está en un intervalo de 10 a 20 L/s.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se puede mover el dispositivo succionador utilizando una lancha en la superficie del agua del depósito.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se puede mover el dispositivo succionador utilizando un carro locomotor sobre carriles tendidos en el fondo del depósito.
11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se puede mover el dispositivo succionador por medio de un robot motorizado automatizado o dotado de control remoto.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se puede mover el dispositivo succionador utilizando un sistema de cables y poleas.
13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se realiza el filtrado por medio de un filtro de arena, un filtro de diatomeas o un filtro de cartucho.

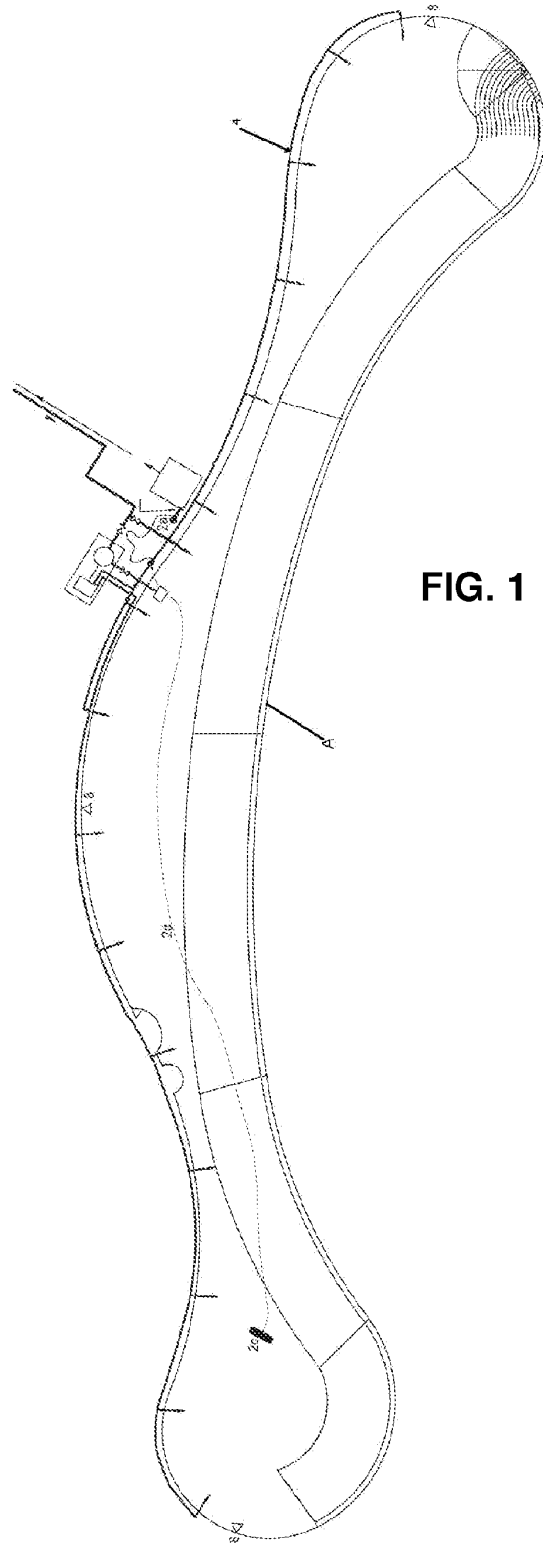


FIG. 1

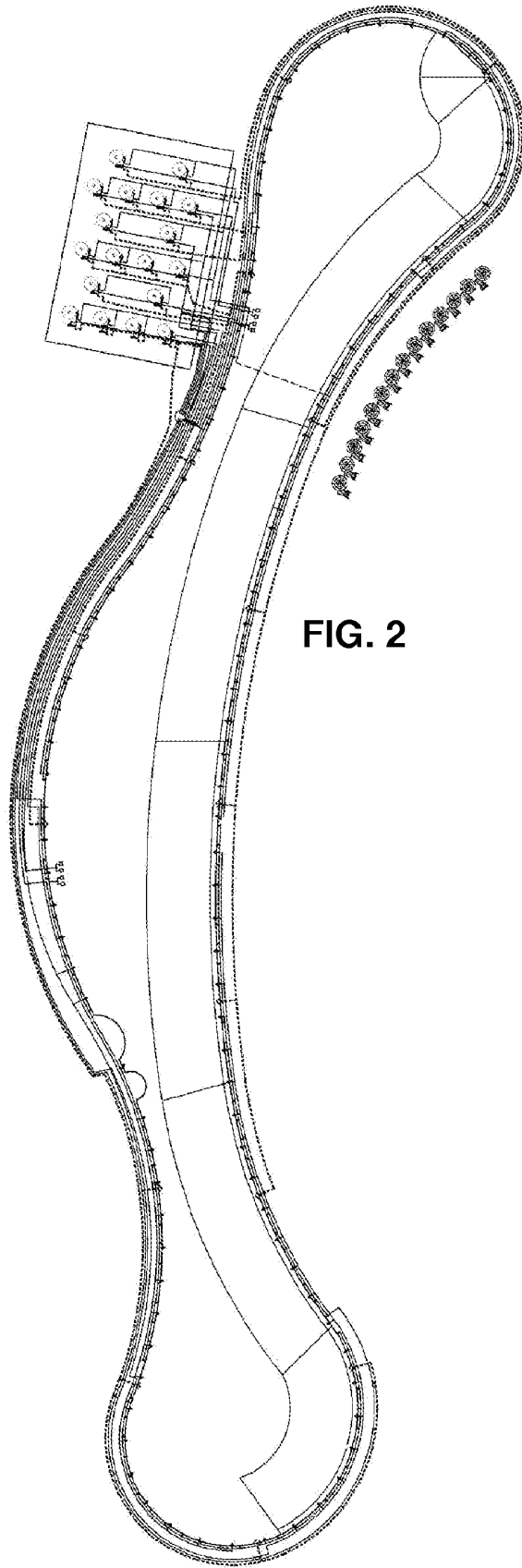


FIG. 2

FIG. 3

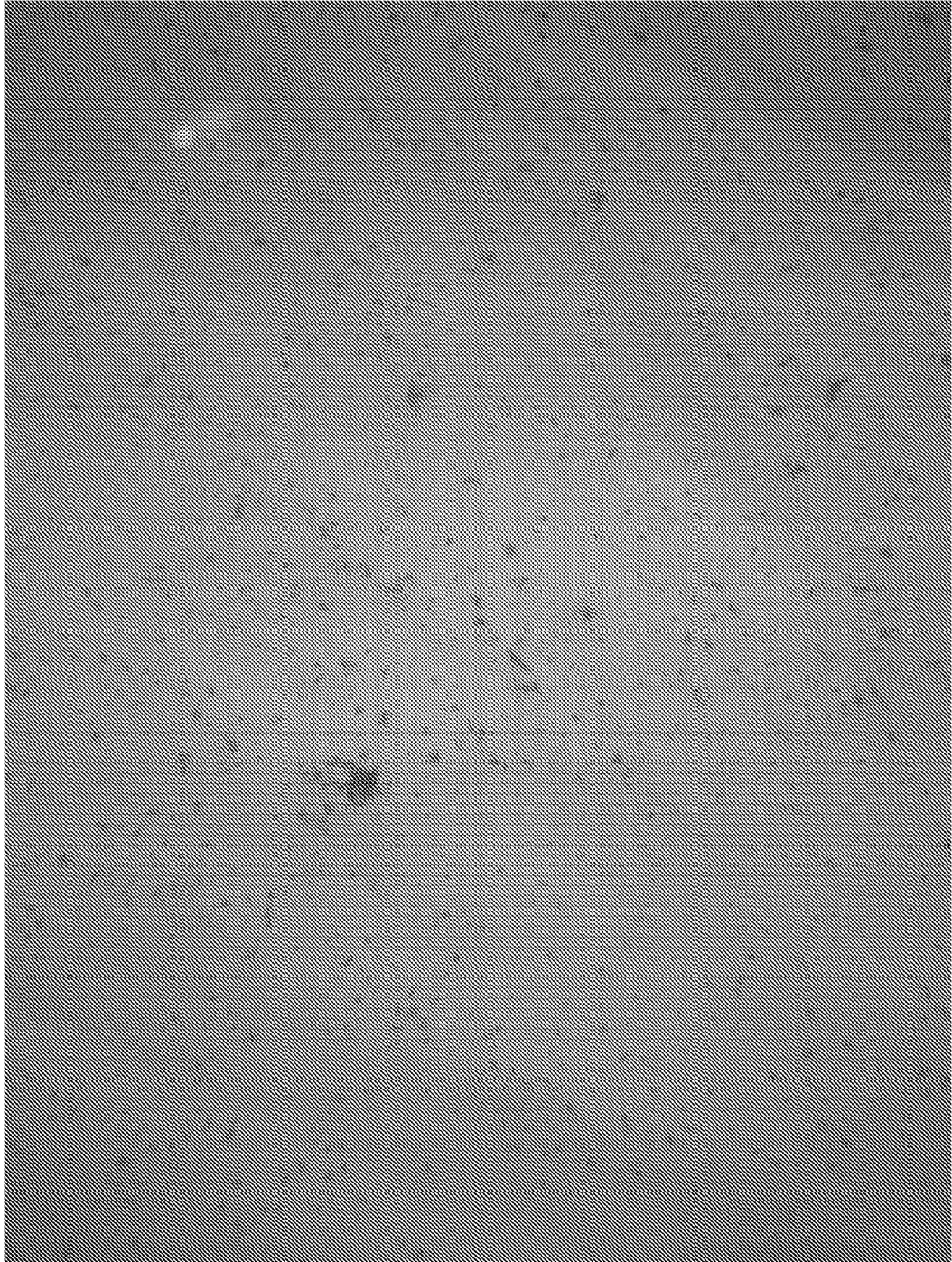


FIG. 4

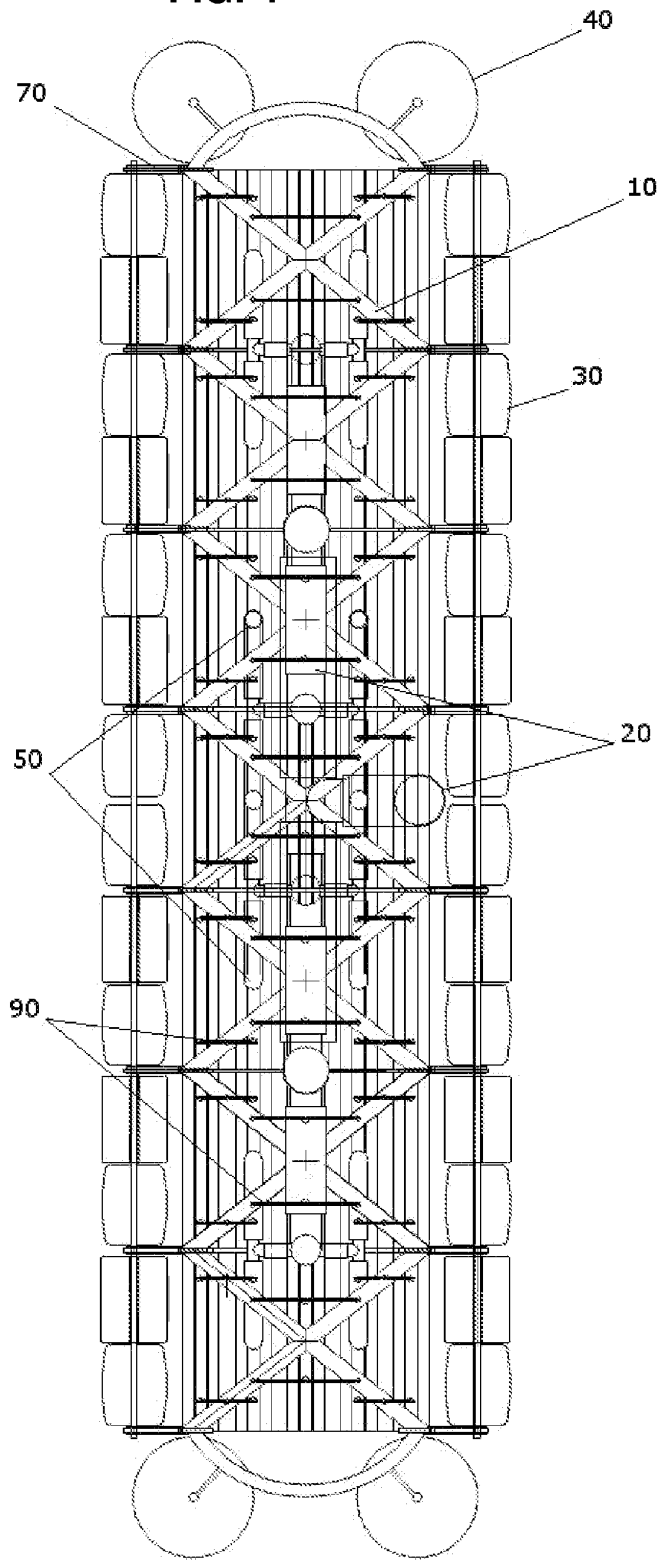


FIG. 5

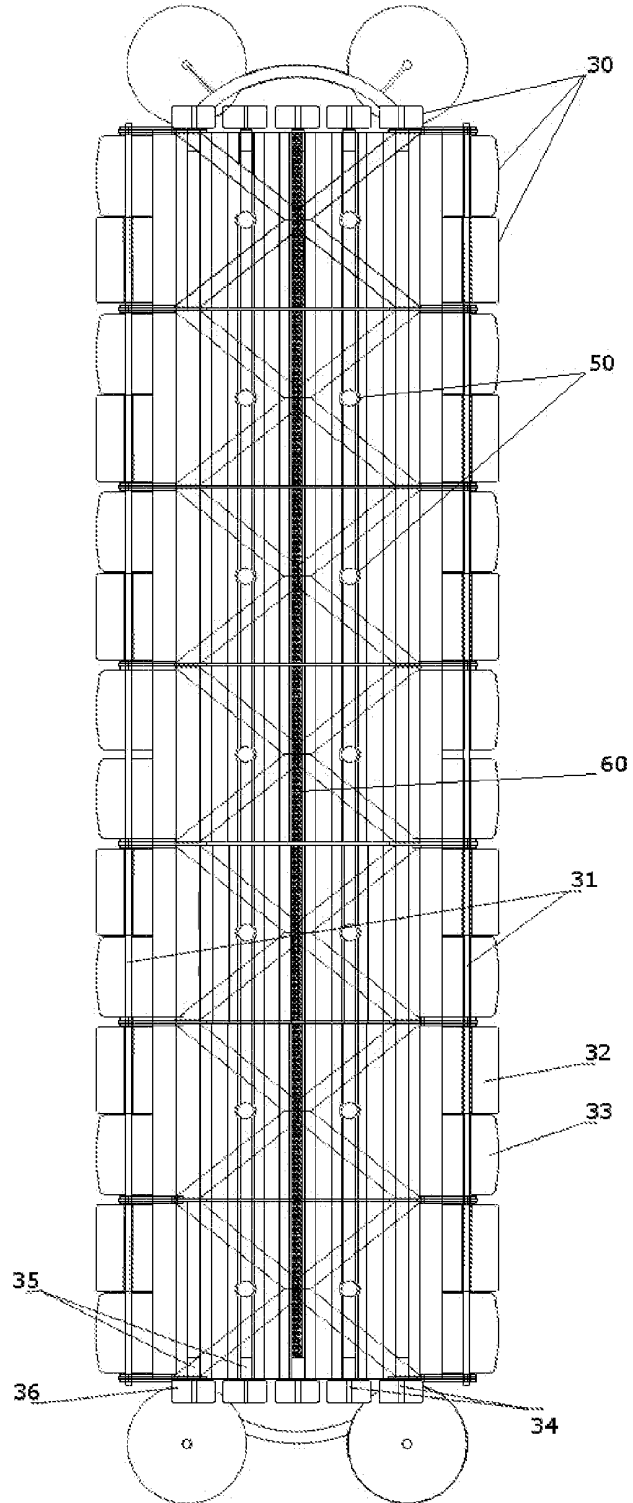


FIG. 6

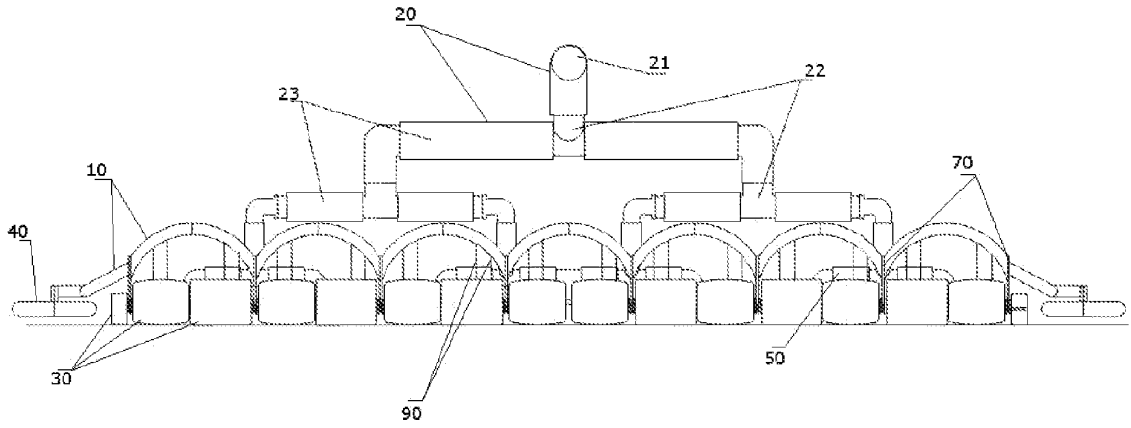


FIG. 7

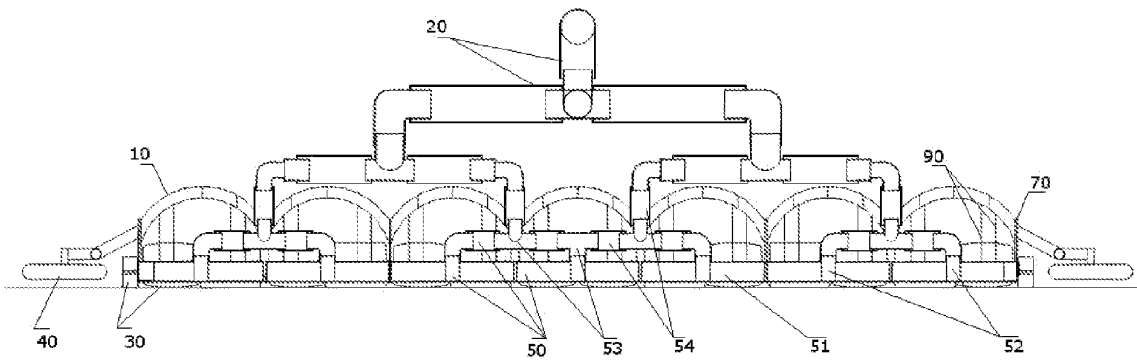


FIG. 8

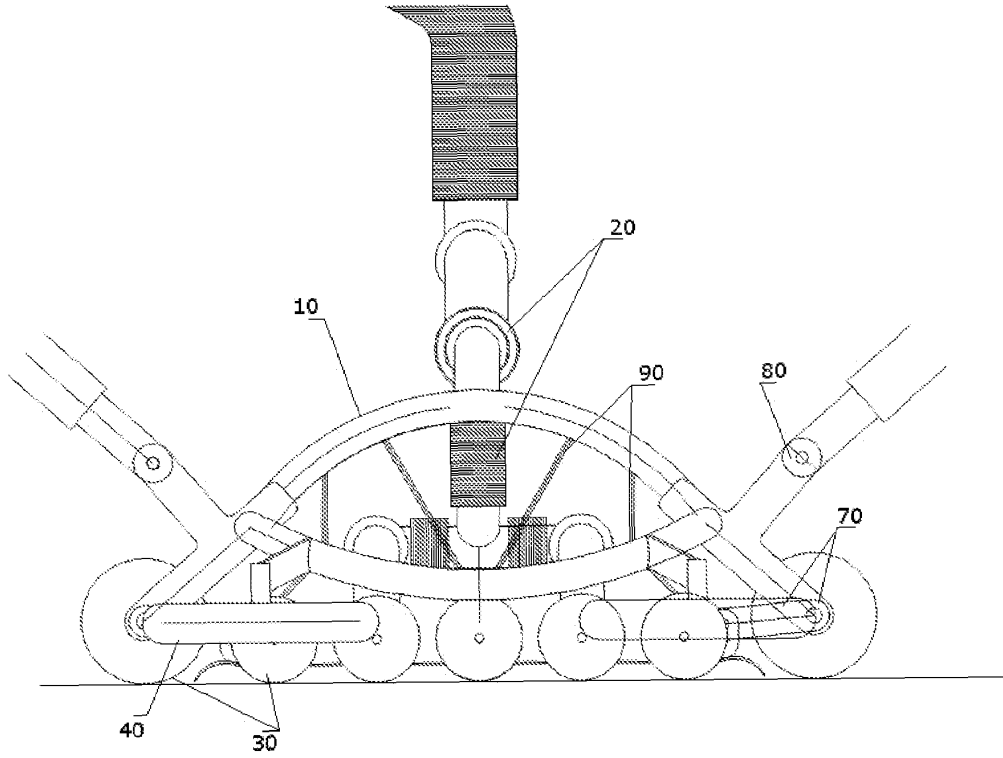


FIG. 9

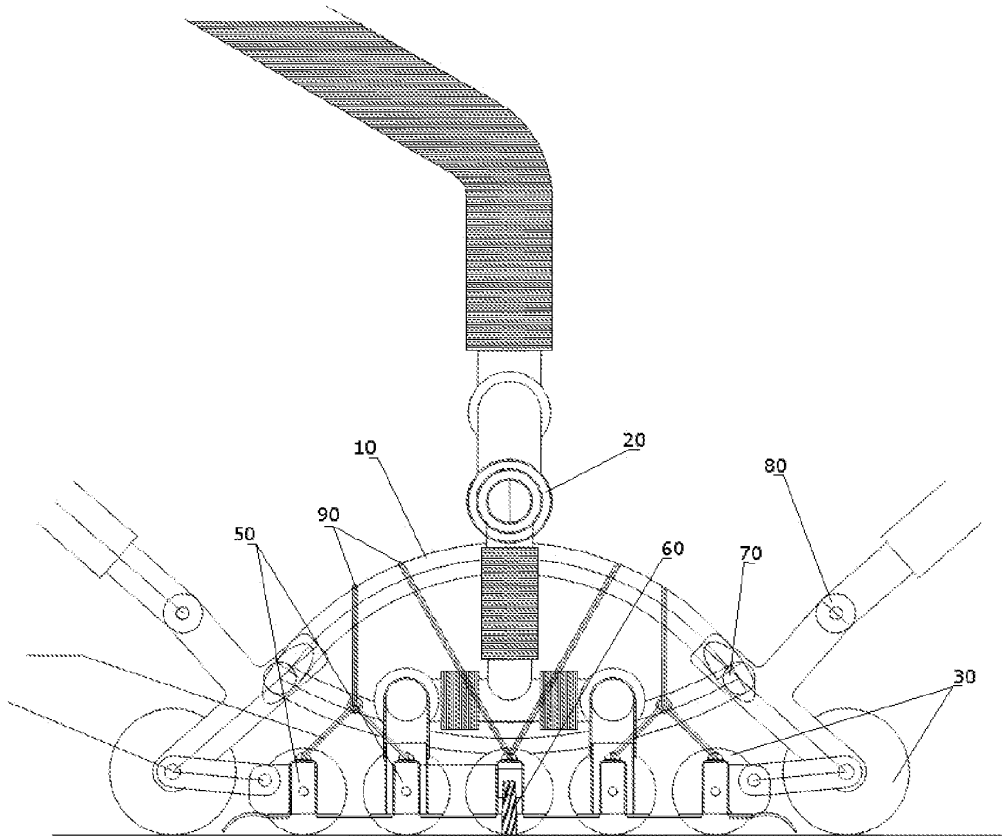


FIG. 10

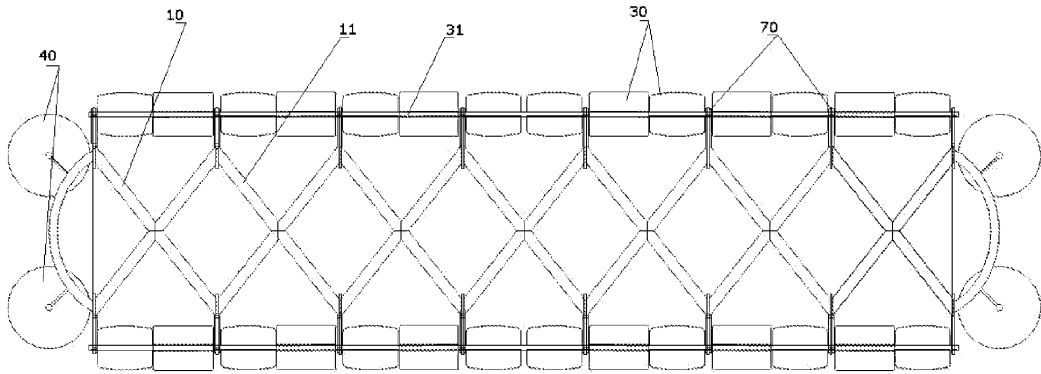


FIG. 11

