

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 989**

51 Int. Cl.:

C25B 1/04 (2011.01)
C25B 9/00 (2011.01)
C25B 11/03 (2011.01)
C25B 15/02 (2011.01)
C25B 15/08 (2006.01)
F02M 25/12 (2006.01)
C25B 9/17 (2011.01)
C25B 11/031 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2016** **PCT/CA2016/051512**
87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017** **WO17113009**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2016** **E 16880217 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3397795**

54 Título: **Celda electrolítica para motor de combustión interna**

30 Prioridad:

30.12.2015 US 201562272935 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2023

73 Titular/es:

INNOVATIVE HYDROGEN SOLUTIONS, INC.
(100.0%)
200 Industrial Parkway South
Aurora, Ontario L4G 3V6, CA

72 Inventor/es:

BOGERS, TIMOTHY D.;
LEAN, ARNE R. y
WILLIAMS, JOSEPH CHARLES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 954 989 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

Celda electrolítica para motor de combustión interna

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una celda electrolítica para producir gases para mejorar la combustión en un motor de combustión interna.

Antecedentes

Se sabe que la adición de hidrógeno y oxígeno a un motor de combustión interna mejora la combustión al reducir las emisiones nocivas y mejorar el kilometraje. Se sabe además que se pueden producir fácilmente gases de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis de agua en un electrolizador a bordo de un vehículo. En las siguientes patentes se enumeran diversos ejemplos relacionados con celdas electrolíticas: Patente de EE. UU. N° 6.311.648 (Larocque), Patente de EE. UU. N° 4.875.988 (Aragon), Patente de EE. UU. N° 41.966.086 (Scoville), Patente de EE. UU. N° 5.178.118 (Nakamats), Patente de EE. UU. N° 4.368.696 (Reinhardt), Patente de EE. UU. N° 5.711.865 (Caesar), Patente de EE. UU. N° 4.627.897 (Tetzlaff et al), Patente de EE. UU. N° 4.111.160 (Talenti), Patente de EE. UU. No. 6.257.175 (Mosher et al.), Patente de EE. UU. No. 3.915.834 (Wright et al.), Patente de EE. UU. N° 4.442.801 (Gynn et al.), Patente de EE. UU. N° 4.196.068 (Scoville), Patente de EE. UU. N° 6.804.949 (Andrews et al.), Patente de EE. UU. N° 6.857.397 (Zagaja et al.), Patente de EE. UU. N° 6.464.854 (Andrews et al.), patente canadiense 2.349.508 y la publicación de solicitud de patente estadounidense N° US2010/0147231 de Bogers et al.

En general, muchos usos de electrolizadores de la técnica anterior son demasiado complejos para fabricarlos a un coste razonable o plantean ciertos riesgos de seguridad debido al potencial de explosiones. Muchos son ineficientes y no suministran al motor los gases que mejoran la combustión producidos por el electrolizador de manera eficiente o fiable. Otro problema relacionado con las celdas electrolíticas conocidas para uso con motores de combustión interna está relacionado con la gestión de la temperatura en climas variables. En climas más fríos, se debe proporcionar calor al suministro de agua para evitar la congelación, mientras que en climas más cálidos el fluido electrolítico y la fuente de alimentación normalmente requieren enfriamiento para funcionar con una eficiencia óptima, sin embargo, las celdas electrolíticas conocidas no logran abordar adecuadamente la gestión de la temperatura en la celda.

La patente de EE. UU. N° 2010/0147231 A1 describe un sistema electrolizador que produce gas que mejora la combustión para la comunicación con la admisión de un motor de combustión interna.

La patente de EE. UU. N° 2015/0101926 A1 describe un aparato para producir un gas combustible para su utilización en mejorar o complementar un suministro de combustible de un motor de combustión interna que comprende una celda electrolítica que define una primera trayectoria de flujo de electrolito desde una cámara superior a una cámara inferior y una segunda trayectoria de flujo de gas de electrólisis desde la cámara inferior a una trampa de gas dispuesta en la cámara superior.

Compendio de la invención

Según un aspecto de la invención, se proporciona un sistema electrolítico para un motor de combustión interna como se especifica en la reivindicación 1.

El pasaje hueco se extiende a través de al menos una parte de dicho al menos un cátodo en el depósito de electrolito. Cada uno de los uno o más cátodos puede incluir un

Preferiblemente, el cátodo comprende una pluralidad de partes de tubo hueco que se extienden a través del depósito de electrolito independientemente una de otra, definiendo la pluralidad de partes de tubo hueco que definen conjuntamente dicho pasaje hueco en el mismo.

La parte de tubo hueco del cátodo se puede extenderse a través del depósito de electrolito para definir dicho pasaje hueco en el mismo y al menos una parte de placa unida a dicha al menos una parte de tubo hueco. La parte de placa comprende preferiblemente una lámina perforada.

La parte de tubo hueco del cátodo preferiblemente se extiende y/o se comunica a través de un límite del depósito de electrolito con la fuente de alimentación y se extiende alrededor de al menos una parte de un perímetro de dicha al menos una parte de placa dentro del depósito de electrolito.

La parte de placa de cada cátodo puede comprender un par de placas montadas paralelas y separadas entre sí en lados diametralmente opuestos de la parte de tubo hueco respectiva.

El sistema de la reivindicación 1 incluye además un dispositivo de enfriamiento soportado externamente respecto del depósito de electrolito, en donde el sistema de enfriamiento está dispuesto para hacer circular el fluido de intercambio de calor entre dicho pasaje hueco y el dispositivo de enfriamiento.

El dispositivo de enfriamiento puede comprender (i) un radiador que recibe el fluido de intercambio de calor a través del mismo y un ventilador de enfriamiento dispuesto para dirigir un flujo de aire a través del radiador, (ii) un dispositivo de refrigeración dispuesto para someterse a un ciclo de refrigeración para enfriar el fluido de intercambio de calor que circula a través del mismo, (iii) cualquier otro dispositivo adecuado para proporcionar enfriamiento similar, o (iv) cualquier combinación de los mismos.

También puede estar dispuesto un disipador de calor en la fuente de alimentación que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema refrigerante que circula a través del mismo.

Cuando un depósito de agua está conectado operativamente al depósito de electrolito para reponer fluido en el depósito de electrolito, preferiblemente un pasaje de intercambio de calor está en relación de intercambio de calor con el depósito de agua que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema refrigerante que circula a través del mismo.

La salida de gas puede comprender un tubo rígido que se extiende completamente entre un extremo de entrada en el depósito de electrolito y un extremo de salida en una entrada de aire de combustión del motor de combustión interna en el que el extremo de salida está a mayor elevación que el extremo de entrada. El tubo rígido puede comprender un tubo de acero inoxidable.

El sistema puede incluir además una cámara de expansión conectada en serie con la salida de gas próxima al extremo de salida del tubo rígido, de manera que esté dispuesta para reducir la presión y condensar el vapor de agua en el flujo de los gases combustibles antes de alcanzar la entrada del motor de combustión interna.

El dispositivo de enfriamiento puede comprender i) un radiador que recibe el fluido de intercambio de calor a través del mismo y un ventilador de enfriamiento dispuesto para dirigir un flujo de aire a través del radiador, o alternativamente, ii) un dispositivo de refrigeración dispuesto para someterse a un ciclo de refrigeración para enfriar el fluido de intercambio de calor que circula a través del mismo.

Preferiblemente, también se proporciona i) un disipador de calor en la fuente de alimentación que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema refrigerante que circula a través del mismo, y ii) un depósito de agua conectado operativamente al depósito de electrolito para reponer fluido en el depósito de electrolito y un pasaje de intercambio de calor en relación de intercambio de calor con el depósito de agua que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema refrigerante que circula a través del mismo.

El tubo rígido comprende preferiblemente un tubo de acero inoxidable con una pendiente ascendente continua desde el extremo de entrada hasta el extremo de salida del mismo.

A continuación se describirá una realización de la invención junto con los dibujos adjuntos, en los que:

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática del sistema electrolítico en combinación con un motor de combustión interna;

La Figura 2 es una representación esquemática de una trayectoria de fluido de un intercambiador de calor para gestionar la temperatura de diversos componentes del sistema electrolítico;

La Figura 3 es una vista esquemática en alzado lateral de una carcasa que soporta varios componentes del sistema electrolítico en su interior;

La Figura 4 es una vista esquemática en alzado desde un extremo de la carcasa que soporta en su interior los diversos componentes del sistema electrolítico;

La Figura 5 es una vista en perspectiva del exterior de la carcasa que soporta los diversos componentes del sistema electrolítico en su interior;

La Figura 6 es una vista en perspectiva despiezada de la celda electrolítica;

La Figura 7 es una vista en alzado lateral de la celda electrolítica;

La Figura 8 es una vista en planta superior de la celda electrolítica;

La Figura 9 es una vista en sección de la celda electrolítica;

La Figura 10 es una vista en perspectiva de una de las unidades de ánodo de la celda electrolítica;

Las Figuras 11, 12 y 13 son vistas en alzado lateral, en alzado desde el extremo y en planta superior, respectivamente, de la unidad de ánodo de la Figura 10;

La Figura 14 es una vista en perspectiva de una de las unidades de cátodo de la celda electrolítica; y

Las Figuras 15, 16 y 17 son vistas en alzado lateral, en planta superior y en alzado desde el extremo, respectivamente, de la unidad de cátodo de la Figura 14.

En los dibujos caracteres de referencia iguales indican partes correspondientes en las diferentes figuras.

Descripción detallada

5 Haciendo referencia a las figuras adjuntas, se ilustra un sistema electrolítico generalmente indicado con el número de referencia 10. El sistema 10 es adecuado para su utilización con un motor de combustión interna 12 del tipo comúnmente empleado, por ejemplo, en vehículos y embarcaciones. El motor 12 normalmente acciona un alternador 14 que genera electricidad para ser utilizada por el motor y para cargar una batería 16. El motor 12 incluye una entrada 18 para recibir aire de combustión y un suministro de combustible para suministrar el combustible que consumirá el motor durante el funcionamiento.

10 El sistema electrolítico 10 de la presente invención incluye un depósito de electrolito 20 que recibe un fluido electrolítico en su interior, por ejemplo agua con KOH en solución en una concentración de aproximadamente el 30% con respecto al agua. La fuente de alimentación 22 recibe energía eléctrica de la batería y/o del alternador del motor para aplicar un potencial eléctrico a los electrodos dentro del depósito de electrolito 20 para generar una corriente a través del fluido electrolítico en el depósito y producir una reacción electrolítica que produce gases de hidrógeno y oxígeno.

15 Una salida de gas 24 se comunica desde el depósito 20 con la entrada 18 del motor para dirigir los gases de hidrógeno y oxígeno producidos desde el depósito al motor. La salida de gas comprende un tubo rígido de acero inoxidable que está montado en un extremo de entrada para comunicarse a través de la pared superior del depósito 20 en una ubicación central lateral y longitudinal del mismo. El tubo rígido de acero inoxidable se extiende en una inclinación ascendente continua, por ejemplo una pendiente de 2° desde el extremo de entrada hasta un extremo de salida en proximidad a la entrada del motor. Puede estar dispuesto un acoplamiento elástico entre el extremo de entrada del tubo de salida de gas y el depósito 20 para minimizar la transferencia de vibración entre ellos.

20 Una cámara de expansión 26 está conectada en serie entre el extremo de salida del tubo de salida de gas y la entrada del motor en la que el área de flujo de la sección transversal de la salida de gas aumenta varias veces con respecto al tubo de acero inoxidable, de manera que la presión del flujo de gases de combustión desde el depósito al motor se reduce drásticamente en la cámara de expansión. La reducción de presión facilita que el vapor de agua contenido en el flujo de gas se condense y fluya de regreso al depósito 20 mediante la pendiente continua de la parte de tubo de acero inoxidable de la salida de gas. La cámara de expansión tiene la forma de un recipiente cilíndrico vertical en el que el tubo de acero inoxidable se comunica con la cámara de expansión centralmente en el extremo inferior de la misma para garantizar que el condensado se comuniquen con el tubo para ser dirigido de regreso al depósito de electrolito. Está dispuesta una salida de la cámara de expansión centralmente en el extremo superior de la misma para comunicar los gases desde la cámara a la entrada del motor. Puede estar dispuesto un acoplamiento elástico entre el extremo de salida del tubo de salida de gas y la cámara de expansión 26, o alternativamente entre la cámara de expansión 26 y la entrada del motor para minimizar la transferencia de vibración entre el motor y el tubo de salida de gas.

25 El sistema 10 incluye además un depósito de suministro de agua 28 lleno de agua para reponer el contenido de agua en el depósito de electrolito a medida que son producidos gases mediante electrólisis. Un tubo de llenado 30 se comunica entre el extremo inferior del depósito de suministro de agua 28 y la pared superior del depósito de electrolito con una válvula de llenado 32 conectada en serie con la misma. La válvula de llenado es una válvula operada por solenoide que se abre como respuesta a que un nivel medido en el depósito de electrolito se sitúa por debajo de un límite inferior prescrito. La válvula permanece abierta hasta que fluye suficiente fluido desde el suministro de agua al depósito de electrolito como para que el nivel suba hasta un límite superior prescrito, momento en el que la válvula se cierra hasta que el nivel vuelve a descender por debajo del límite inferior prescrito.

30 Está dispuesto un controlador 34 en forma de una placa de circuito impreso conectada a la válvula de llenado 32 y varios interruptores en comunicación con el depósito de electrolito. Los interruptores incluyen un interruptor de límite superior y un interruptor de límite inferior en forma de contactos eléctricos dentro del depósito de electrolito para determinar el nivel de fluido. Los interruptores también pueden incluir uno o más interruptores de seguridad para desactivar la fuente de alimentación en caso de que se detecte una condición insegura, tal como, por ejemplo, un nivel de fluido demasiado bajo o un exceso de temperatura o presión. El controlador también se puede utilizar para controlar la cantidad de corriente aplicada a los electrodos del depósito de electrolito según las demandas de combustible del motor, según lo monitorizado por diversos sensores o interruptores que monitorizan las características de rendimiento del motor.

El funcionamiento general del controlador es sustancialmente similar al funcionamiento descrito en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2010/0147231 de Bogers et al.

35 El sistema electrolítico 10 incluye además un dispositivo de enfriamiento 36 que forma parte de un sistema de enfriamiento que proporciona enfriamiento a uno o más componentes del sistema electrolítico. El sistema de enfriamiento hace circular un fluido de intercambio de calor entre el dispositivo de enfriamiento 36 y al menos un pasaje

de intercambio de calor que se extiende a través del depósito de electrolito, como se describe con más detalle más adelante.

El sistema en este caso también incluye un disipador de calor que rodea al menos parcialmente la fuente de alimentación 22. La fuente de alimentación sirve para regular el voltaje desde una fuente de 12 V en el motor del vehículo asociado a un nivel de aproximadamente 3 V aplicado a los electrodos del depósito de electrolito. El disipador de calor está suficientemente cerca de la fuente de alimentación para absorber el calor procedente de la transformación de voltaje y está provisto de un pasaje de intercambio de calor que se extiende a través del mismo y que recibe el fluido de intercambio de calor del sistema de enfriamiento que circula a través del mismo.

Los diversos componentes del sistema electrolítico 10 generalmente están soportados dentro de una carcasa común 38 en forma de una caja rectangular de acero inoxidable. La carcasa tiene en dirección longitudinal una altura y una longitud muy próximas entre sí, sin embargo en dirección lateral la carcasa es mucho más estrecha.

El depósito de electrolito recibido en la carcasa en este caso comprende i) una parte inferior 40 que tiene una pared inferior, dos paredes laterales y una pared de extremo que están formadas como un miembro unitario sin costuras de material plástico de peso molecular ultraalto con un extremo superior abierto, y ii) una parte de tapa 42 que abarca completamente el extremo superior abierto de la parte inferior 40. La parte de tapa 42 está dispuesta para sellarse al borde perimetral superior de la parte inferior utilizando una junta y una pluralidad de sujetadores para sujetar la parte de tapa y la parte inferior juntas alrededor de todo el perímetro de la costura entre ellas. El depósito de electrolito está dimensionado para ser alargado en la dirección longitudinal de la carcasa para abarcar sustancialmente toda la longitud de la carcasa en la proximidad del extremo inferior de la misma mientras que es más estrecho en la dirección lateral que la carcasa circundante, y de menor altura que la carcasa circundante.

El depósito de suministro de agua 28 comprende de manera similar una parte hueca que define la mayor parte del interior hueco del depósito con solo un lado abierto, y una parte de tapa 46 dispuesta para abarcar el lado abierto de la parte hueca utilizando una junta perimetral y un sujetador asegurado alrededor de todo el perímetro de la costura entre las dos partes. El depósito de agua es alargado de forma similar en la dirección longitudinal de la carcasa para abarcar la mayor parte de la longitud de la carcasa en la dirección longitudinal por encima del depósito de electrolito que tiene una altura que puede ser recibida entre el extremo superior del depósito de electrolito y el extremo superior de la carcasa. El depósito de agua es igualmente más estrecho en dirección lateral que la carcasa circundante.

Un tubo de llenado 48 del depósito de suministro de agua se comunica entre el extremo superior del depósito de suministro de agua y una ubicación externa de la carcasa con una tapa de llenado roscada asegurable al extremo exterior del tubo de llenado para abrir o cerrar selectivamente el tubo de llenado y permitir un operador vierta agua en el mismo según sea necesario para mantener un nivel adecuado dentro del depósito de agua cuando la tapa esté abierta.

La fuente de alimentación 22 y el disipador de calor que la acompaña normalmente están montados dentro del interior de la carcasa adyacente al depósito de agua hacia el extremo superior de la carcasa.

También está situado un depósito 50 para contener el exceso de fluido de intercambio de calor adyacente al depósito de agua hacia el extremo superior de la carcasa. Una bomba 52 del sistema de enfriamiento se comunica con el depósito 50 y sirve para hacer circular el fluido de intercambio de calor en un circuito generalmente cerrado a través del sistema electrolítico. El fluido de intercambio de calor está dispuesto para circular desde el pasaje de intercambio de calor en el disipador de calor en la fuente de alimentación 22, a un pasaje de intercambio de calor que se comunica a través del depósito de suministro de agua 28 en relación de intercambio de calor con el agua, al dispositivo de enfriamiento 36 al pasaje del intercambiador de calor que se comunica a través del depósito de electrolito, y finalmente de regreso al pasaje de intercambio de calor en el disipador de calor. En disposiciones alternativas, el fluido de intercambio de calor se puede hacer circular a través de uno o más componentes en paralelo entre sí en lugar de un circuito en serie con diferentes partes del circuito abiertas y cerradas selectivamente dependiendo de las ubicaciones deseadas donde se va a extraer el calor y las ubicaciones deseadas donde se debe proporcionar calor para mantener la eficiencia operativa óptima del sistema.

Volviendo ahora a la configuración de los electrodos en el depósito de electrolito, los electrodos incluyen un conjunto de cátodo que comprende tres unidades de cátodo 52 y un conjunto de ánodo que comprende tres unidades de ánodo 54.

Cada unidad de cátodo está compuesta por un tubo en forma de U que tiene una parte de base generalmente horizontal 56 soportada en el depósito muy cerca del extremo inferior del mismo para extenderse en la dirección longitudinal entre los extremos opuestos del depósito, y dos partes de pata verticales 58 que se extienden hacia arriba desde los extremos opuestos de la parte de base y comunicándose externamente respecto del depósito a través de la parte de tapa. Cada unidad de cátodo comprende además dos partes de placa generalmente rectangulares 60 constituidas por una lámina de material de malla metálica perforada. Las dos placas son paralelas y están separadas por el diámetro del miembro de tubo recibido entre ellas. Las dos patas y la parte de base del tubo se extienden a lo largo de los extremos y de la parte inferior, de manera que el tubo se extiende alrededor de tres lados del perímetro rectangular de cada lámina perforada. La parte de tubo y las partes de placa están todas formadas de acero inoxidable

unidas entre sí de manera conductora. Las tres unidades de cátodo están montadas en relación paralela una al lado de la otra dentro del depósito, de modo que cada unidad está separada de las unidades adyacentes por el diámetro del material del tubo aproximadamente. De esta manera, seis partes de placa 60 definen colectivamente el conjunto de cátodo con una separación uniforme entre las partes de placa en la dirección lateral.

- 5 La del medio de las tres unidades de cátodo está desplazada longitudinalmente de las otras dos unidades, de manera que las partes de pata de los tubos están más separadas entre sí que las partes de placa donde tiene lugar la mayor parte de la electrólisis.

- 10 El pasaje hueco de cada uno de los tres tubos de las tres unidades de cátodo define colectivamente el pasaje de intercambio de calor que se extiende a través del depósito de electrolito para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema refrigerante que circula a través del mismo durante el funcionamiento. Un colector de entrada y un colector de salida adecuados se comunican con las entradas de los tres tubos y con las salidas de los tres tubos en una ubicación externa al depósito de electrolito, respectivamente.

- 15 Cada una de las tres unidades de ánodo 54 comprende de manera similar dos partes de placa 62 de material laminar de malla perforada rectangular que están montadas paralelas y separadas entre sí aproximadamente el diámetro del tubo. Las partes de placa de las unidades de ánodo tienen un tamaño similar en altura y longitud en la dirección longitudinal con respecto a las partes de placa de las unidades de cátodo. Cada par de partes de placa 62 que forman una unidad de ánodo 54 están montadas juntas mediante dos postes rígidos 64 unidos al borde superior de las dos placas en posiciones separadas longitudinalmente a lo largo de las mismas hacia extremos opuestos de las placas en el extremo superior de las mismas. Los extremos inferiores de los postes están fijados para extenderse lateralmente entre las dos placas correspondientes, extendiéndose los postes hacia arriba desde ellas para comunicarse con el exterior del depósito a través de la parte de tapa. Los postes 64 pueden comprender una varilla conductora sólida o un tubo conductor hueco.

- 25 Las placas de las unidades de ánodo están suspendidas dentro del depósito de electrolito en configuración alterna con las placas de las unidades de cátodo, de manera que cada placa del conjunto de ánodo está equidistante entre dos placas del conjunto de cátodo y de manera similar cada placa del conjunto de cátodo está equidistante entre dos placas del conjunto del ánodo. Las placas de ánodo están dimensionadas y posicionadas de manera que no se comuniquen con ninguna parte de la unidad de cátodo, incluida la parte de tubo periférico de la misma. De manera similar, las placas de ánodo están situadas de manera que sus postes conductores 64 no entran en contacto directamente con las placas del conjunto de cátodo.

- 30 La del medio de las tres unidades de ánodo también está desplazada longitudinalmente desde las otras unidades de modo que los postes están más separados entre sí que las placas.

- 35 Están dispuestos separadores no conductores 66 para montar entre las partes de placa del ánodo y del cátodo para mantener una separación uniforme entre las mismas. En la realización ilustrada están dispuestos dos conjuntos de separadores en posiciones separadas longitudinalmente a lo largo de las placas. Cada conjunto de separadores 66 comprende una única lámina rectangular de material aislante plástico que tiene ranuras cortadas verticalmente para definir una pluralidad de dedos lateralmente separados y que se extienden verticalmente que se pueden insertar de manera deslizable hacia abajo sobre la parte superior de las partes de placa del ánodo y cátodo. En consecuencia, cada dedo tiene una dimensión lateral correspondiente a aproximadamente el radio del diámetro del tubo, menos el espesor de las partes de placa, para abarcar completamente el espacio correspondiente en la dirección lateral entre una placa de ánodo y una placa de cátodo adyacente correspondiente.

- 40 Los postes del conjunto de ánodo y las partes de pata de los tubos del conjunto de cátodo se extienden todos hacia arriba a través de respectivos orificios en la parte de tapa, proporcionándose un sellado adecuado en cada ubicación para evitar cualquier escape de gases o de fluido electrolítico a través de la tapa que no sea el escape de los gases producidos a través de la salida de gas o la introducción de agua desde el depósito de suministro de agua a través de la línea de llenado.

- 45 El sistema electrolítico generalmente funciona monitorizando el motor de combustión interna que lo acompaña, de modo que a medida que aumenta la demanda de combustible en el motor, la fuente de alimentación suministra más corriente a los electrodos del depósito de electrolito para producir más gases mediante electrólisis que a su vez son dirigidos a la admisión del motor.

- 50 En climas más cálidos, el fluido de intercambio de calor normalmente circula a través del disipador de calor de la fuente de alimentación para absorber calor de la misma y a través del pasaje de intercambio de calor a través de los tubos del conjunto de cátodo para absorber también calor del mismo para la posterior expulsión de calor en el dispositivo de enfriamiento 36. Opcionalmente, también se puede hacer circular fluido de intercambio de calor a través del depósito de suministro de agua para añadir o eliminar calor desde el depósito de suministro de agua, según se desee, para optimizar el rendimiento.

- 55 En funcionamiento en climas más fríos o estaciones más frías, el fluido de intercambio de calor normalmente se hace circular para absorber calor procedente del pasaje de intercambio de calor a través de los tubos del conjunto de cátodo y, opcionalmente, absorber calor del disipador de calor de la fuente de alimentación, mientras se expulsa el calor del

fluido de intercambio de calor en el depósito de suministro de agua para evitar la congelación del agua en el depósito de suministro. En el arranque inicial, se puede utilizar calor procedente del disipador de calor de la fuente de alimentación para calentar inicialmente el electrolito en el depósito de electrolito mediante circulación a través del pasaje de intercambio de calor en el conjunto de cátodo, nuevamente para un rendimiento óptimo.

- 5 En una realización, el dispositivo de enfriamiento 36 comprende un radiador que está montado en la pared de la carcasa para permitir que se produzca refrigeración por convección en el exterior de la carcasa haciendo circular el fluido de intercambio de calor a través del mismo.

- 10 En otra realización, el dispositivo de enfriamiento 36 comprende una unidad enfriadora que opera un ciclo de refrigeración haciendo circular un refrigerante a través de la misma en relación de intercambio de calor con el fluido de intercambio de calor del sistema de enfriamiento para proporcionar así enfriamiento al fluido de intercambio de calor. En cualquier caso, el dispositivo de enfriamiento se utiliza principalmente en condiciones de funcionamiento más cálidas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema electrolítico (10) para un motor de combustión interna (12) que comprende:
un depósito de electrolito (20) para recibir un fluido electrolítico en su interior;
una pluralidad de electrodos que incluyen al menos un ánodo y al menos un cátodo soportados en el depósito de electrolito (20) para comunicación con el fluido electrolítico en el mismo;
una fuente de alimentación (22) dispuesta para aplicar un potencial eléctrico entre dicho al menos un ánodo y dicho al menos un cátodo para generar una corriente a través del fluido electrolítico y producir una reacción electrolítica en el depósito de electrolito (20) que produce gases combustibles;
una salida de gas (24) dispuesta para dirigir un flujo de gases combustibles desde el depósito de electrolito (20) al motor de combustión interna (12);
un pasaje hueco dentro de al menos uno de los electrodos soportados en el depósito de electrolito, en el que el pasaje hueco no comunica con el fluido electrolítico en el depósito de electrolito (20);
un sistema de enfriamiento dispuesto para hacer circular un fluido de intercambio de calor a través del pasaje hueco en dicho al menos uno de los electrodos, de manera que esté dispuesto para intercambiar calor con dicho al menos uno de los electrodos; y
un dispositivo de enfriamiento (36) soportado externamente del depósito de electrolito (20),
en donde el sistema de enfriamiento está dispuesto para hacer circular el fluido de intercambio de calor entre dicho pasaje hueco y el dispositivo de enfriamiento (36).
2. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un disipador de calor en la fuente de alimentación (22) que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema de enfriamiento que circula a través de la misma.
3. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además un depósito de agua conectado operativamente al depósito de electrolito (20) para reponer fluido en el depósito de electrolito (20) y un conducto de intercambio de calor en relación de intercambio de calor con el depósito de agua que está dispuesto para recibir el fluido de intercambio de calor del sistema de enfriamiento que circula a través del mismo.
4. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el pasaje hueco se extiende a través de al menos una parte de dicho al menos un cátodo en el depósito de electrolito (20).
5. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en el que dicho al menos un cátodo incluye una parte de tubo hueco que se extiende a través del depósito de electrolito (20) que define dicho pasaje hueco en el mismo.
6. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 o 5, en el que dicho al menos un cátodo comprende una pluralidad de partes de tubo hueco que se extienden a través del depósito de electrolito (20) independientemente una de la otra, definiendo en conjunto la pluralidad de partes de tubo hueco dicho pasaje hueco en el mismo.
7. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 4, 5 o 6, en el que dicho al menos un cátodo comprende una parte de tubo hueco que se extiende a través del depósito de electrolito (20) para definir dicho pasaje hueco en el mismo y al menos una parte de placa (62) unida a dicha al menos una parte de tubo hueco.
8. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha al menos una parte de placa (62) comprende una lámina perforada.
9. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que la parte de tubo hueco de dicho al menos un cátodo se extiende a través de un límite del depósito de electrolito (20) hasta la fuente de alimentación (22) y se extiende alrededor de al menos una parte de un perímetro de dicha al menos una parte de placa (62) dentro del depósito de electrolito (20).
10. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que dicha al menos una parte de placa (62) de dicho al menos un cátodo comprende un par de placas montadas paralelas y separadas entre sí en lados diametralmente opuestos de la respectiva parte de tubo hueco (44).
11. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de enfriamiento (36) comprende un radiador que recibe el fluido de intercambio de calor a través del mismo y un ventilador de enfriamiento dispuesto para dirigir un flujo de aire a través del radiador.

12. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de enfriamiento (36) comprende un dispositivo de refrigeración dispuesto para experimentar un ciclo de refrigeración para enfriar el fluido de intercambio de calor que circula a través del mismo.
- 5 13. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la salida de gas (24) comprende un tubo rígido que se extiende completamente entre un extremo de entrada en el depósito de electrolito (20) y un extremo de salida en una entrada de aire de combustión (18) del motor de combustión interna (12) en don de el extremo de salida está a mayor elevación que el extremo de entrada.
- 10 14. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además una cámara de expansión (26) conectada en serie con la salida de gas (24) próxima al extremo de salida del tubo rígido, de manera que está dispuesta para reducir la presión y condensar el vapor de agua en el flujo de los gases combustibles antes de alcanzar la entrada (18) del motor de combustión interna (12).

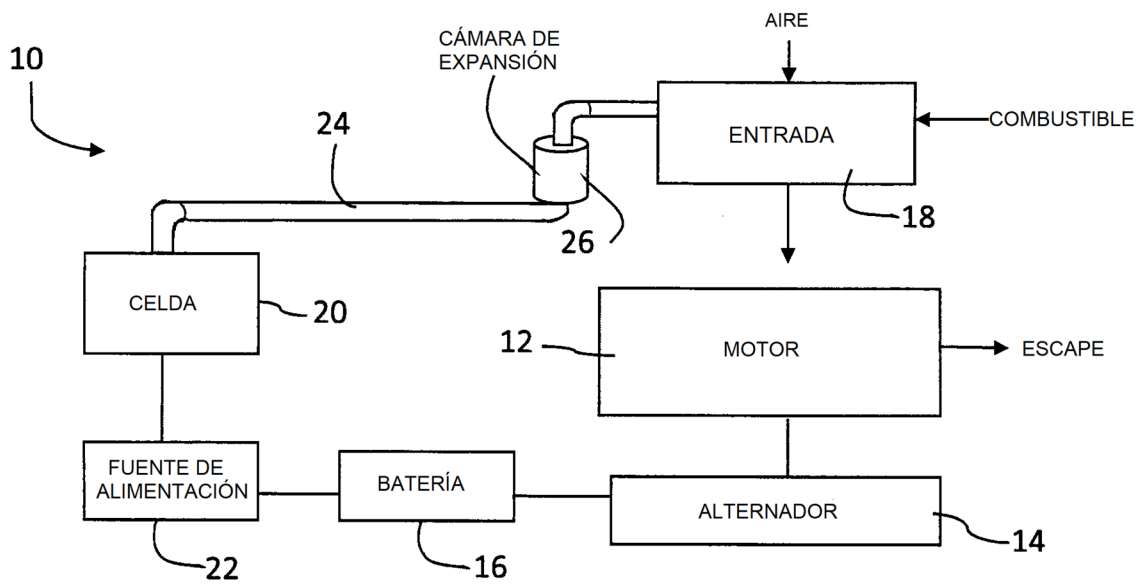


FIG. 1

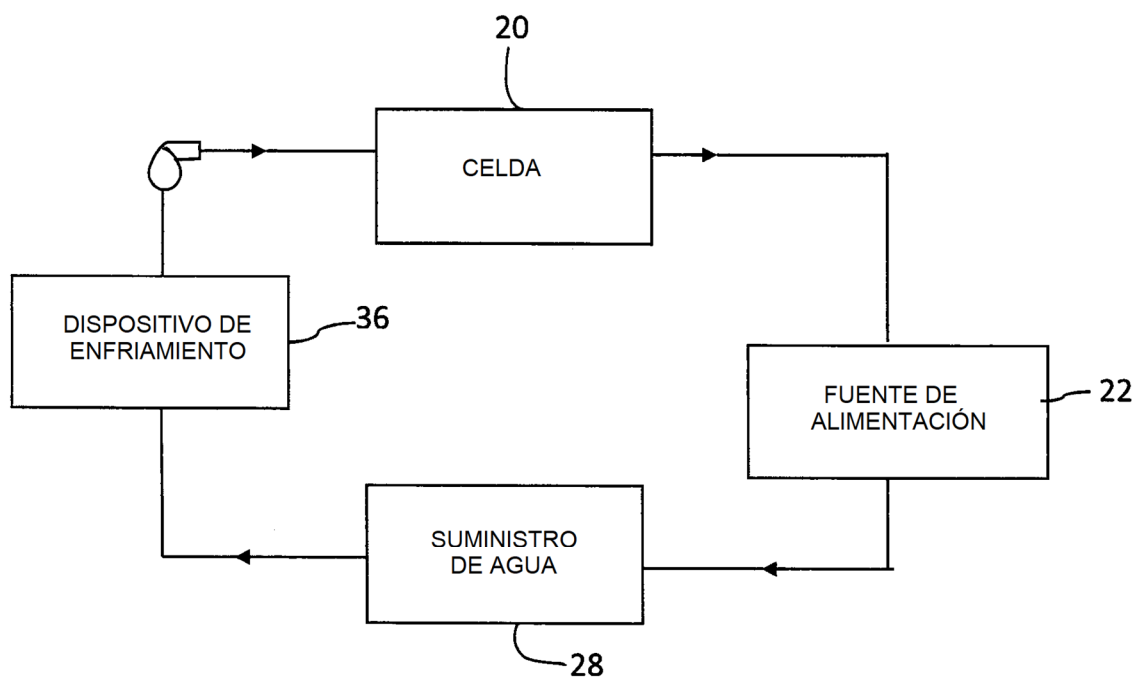


FIG. 2

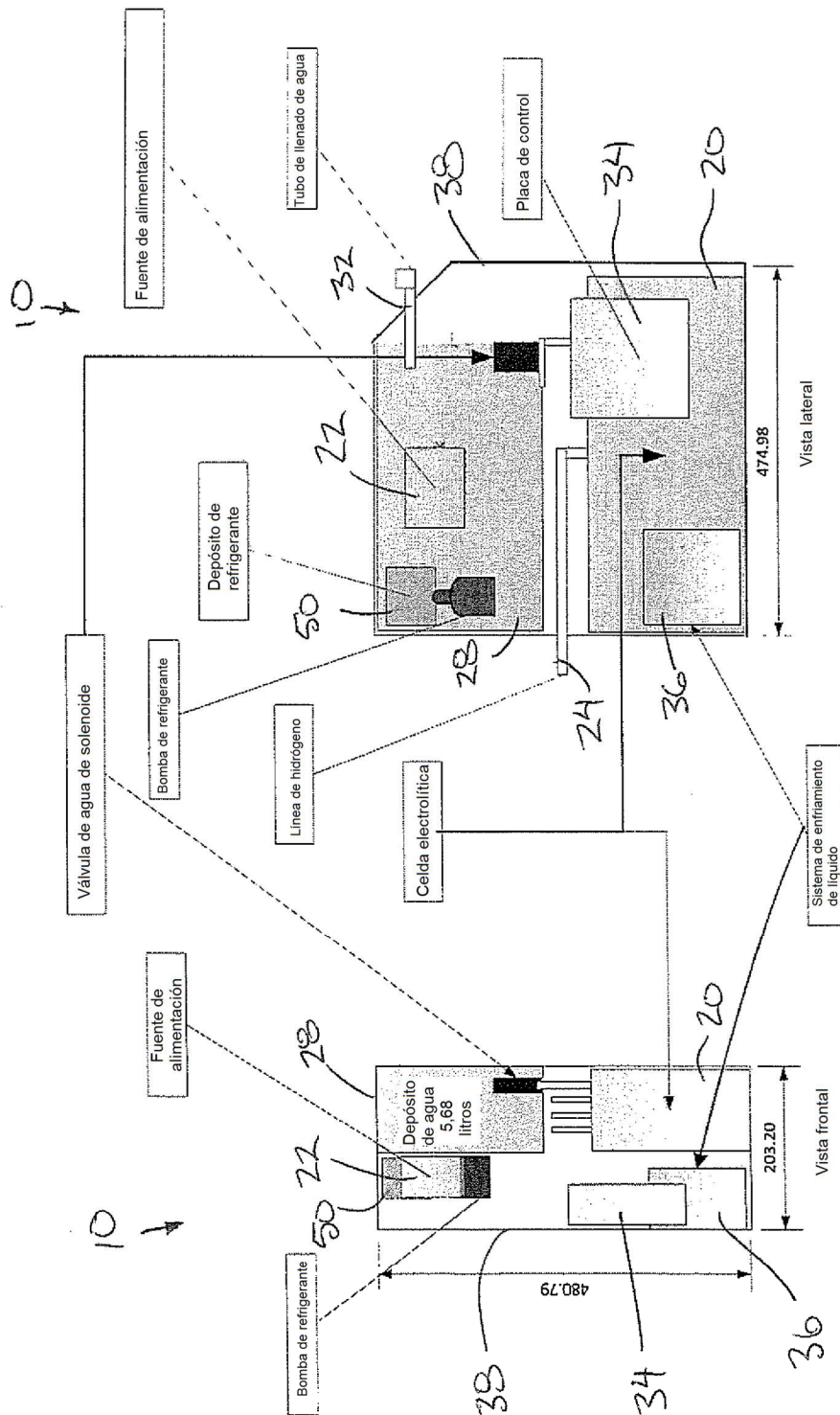


FIG.3

FIG.4

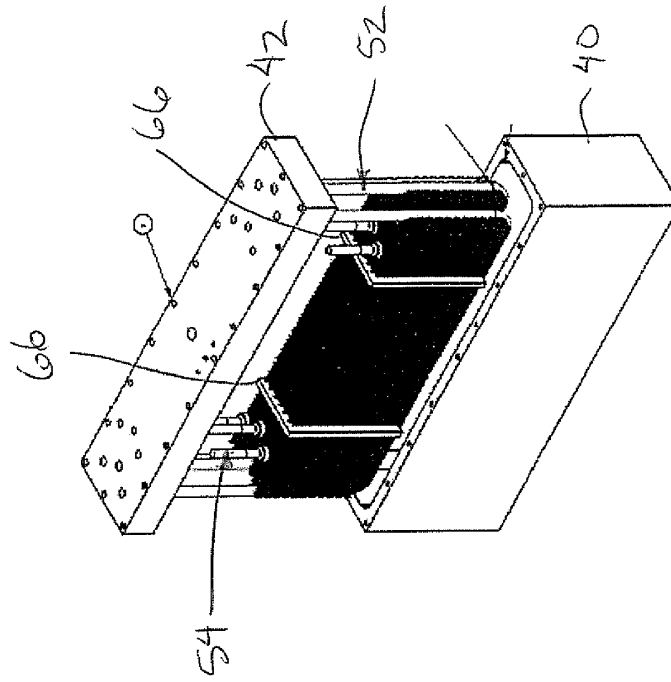


FIG. 6

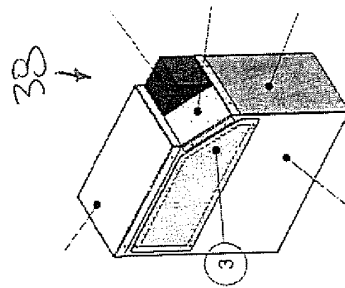


FIG. 5

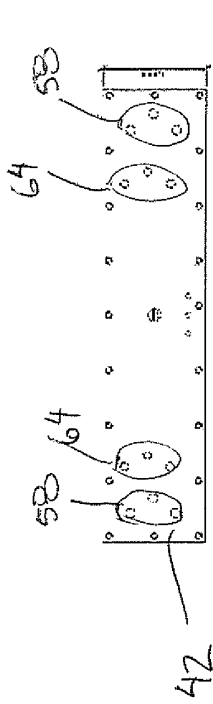


FIG. 8

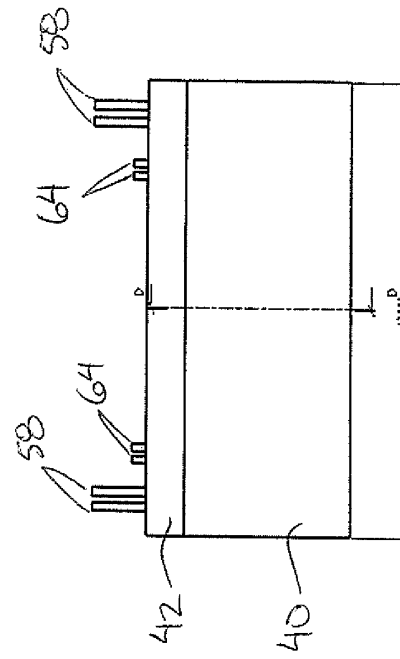


FIG. 7

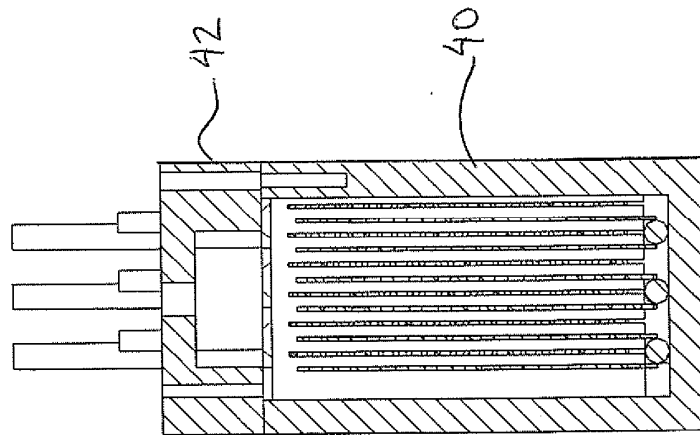
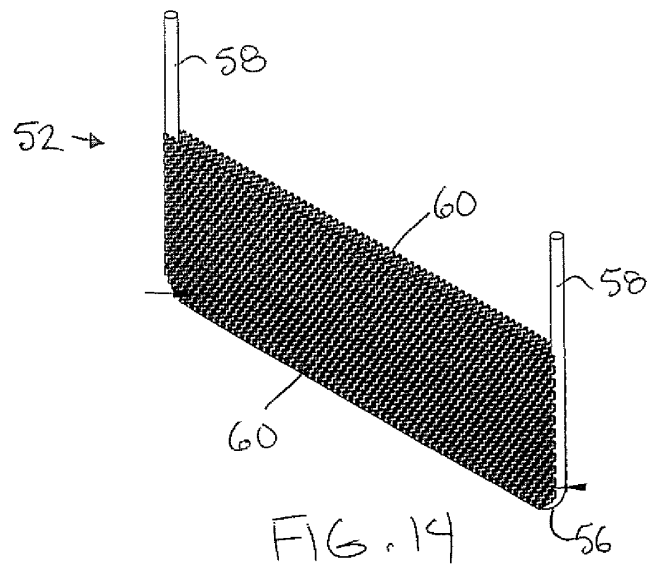
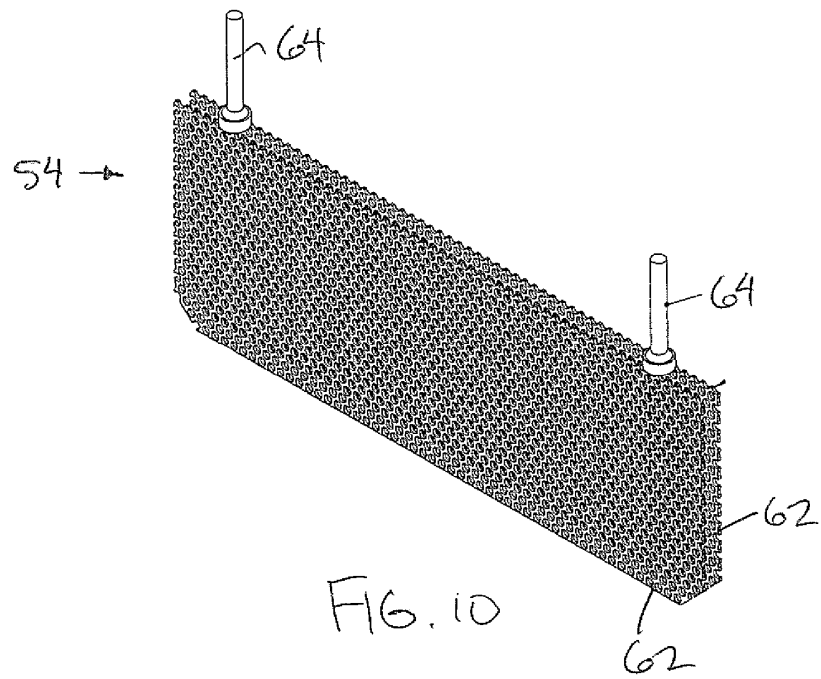


FIG. 9



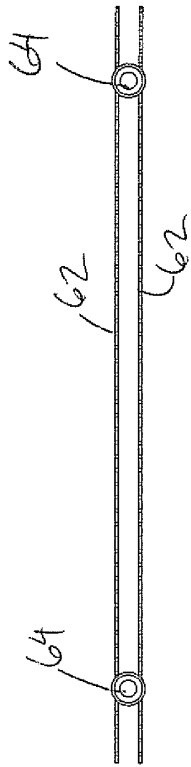


FIG. 13

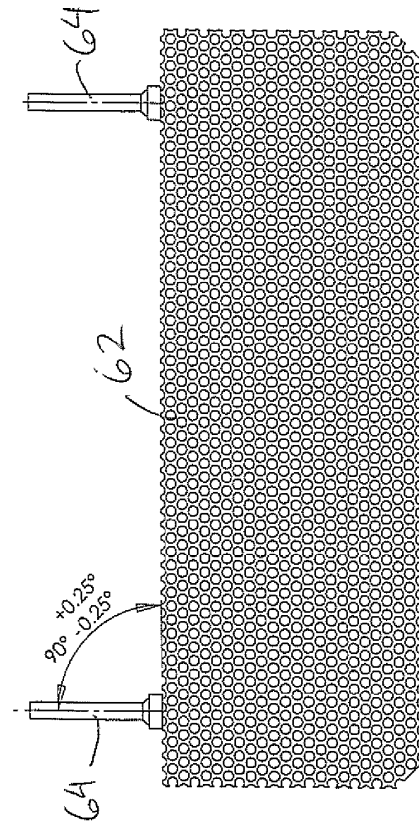


FIG. 11

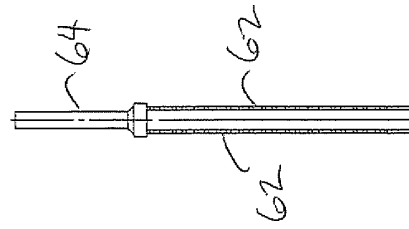


FIG. 12

