

(19) ES (11) (21) (22)	HUMERO 276944-	(10) Y
	FECHA DE PRESENTACION 29-7-1982	



ESPAÑA

MODELO DE UTILIDAD 16 JUN. 1984

(30) PRIORIDADES:		
(21) NUMERO	(32) FECHA	(23) PAIS
P 31 30 105.3	30-7-81	Rep.Fed.Alemana

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(53) CLASIFICACION INTERNACIONAL
	BOLJ 19/12 // AO: H 13/00

(54) TITULO DE LA INVENCION

"INSTALACION PARA LA REALIZACION DE PROCESOS FOTOQUIMICOS"

(71) SOLICITANTE IS.

JOSEF HUBERT SCHICK (Sch 51/28)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Haus Nr. 18, 5203 Much-Feld, Rep.Fed.Alemana

(72) INVENTOR (ES)

El mismo solicitante

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

D. OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.- 81.251)

La invención se refiere a una instalación para la realización de procesos fotoquímicos, en los que transcurren reacciones fotoquímicas en un líquido bajo la acción de gases y de luz. En especial, la invención se ocupa, sin embargo, de una instalación para el cultivo de algas. Aunque la invención se puede emplear en general en procesos fotoquímicos, para la simplificación de la descripción ésta se describe en lo que sigue con ayuda del ejemplo del cultivo de algas.

Las algas son organismos vivos primitivos que se reproducen o multiplican por simple división celular. Son vegetales. Por consiguiente, para su multiplicación necesitan únicamente una solución nutritiva, que contiene predominantemente compuestos inorgánicos, dióxido de carbono y luz. Como dióxido de carbono es suficiente la porción de dióxido de carbono del aire. A causa de estos moderados requisitos, las algas son excelentemente adecuadas para la generación de la llamada biomasa. En tal caso la solución nutritiva se puede ajustar de manera que la biomasa contenga predominantemente albúminas o proteínas, y por consiguiente se pueda administrar como pienso al ganado, o que contenga muchísimos compuestos de carbono, y entonces pueda ser fermentada para la obtención de alcohol.

Es conocido el cultivo de algas en pilotas abiertas. Esto se realiza predominantemente en los llamados países cálidos meridionales, en los que las algas están sometidas en un promedio anual y también en un promedio diario, a una intensa irradiación solar. Las pilotas se llenan con agua y una solución nutritiva. De tiempo en tiempo se aca-

de solución nutritiva de nueva aportación. Las piletas pueden ser recorridas adicionalmente por una corriente de agua. Las ventajas de tal cultivo de algas consisten en que requiere poco gasto de maquinaria y de personal. Sin embargo estas ventajas se obtienen a costa de grandes inconvenientes. Las piletas están abiertas. Por consiguiente, pueden penetrar en suspensión en el aire algas ajenas, de otro tipo, procedentes de corrientes de agua y regiones húmedas vecinas. Las piletas contienen entonces algas de diversos tipos, que requieren condiciones de crecimiento de diferentes tipos. Por consiguiente, ya no es posible ajustar estas condiciones, tales como por ejemplo la solución nutritiva, a un crecimiento óptimo. Otro inconveniente del cultivo en las piletas abiertas consiste en que éstas necesitan grandes superficies. Para que, incluso en el caso de un crecimiento ya intenso de las algas, la luz penetre suficientemente hasta llegar a las algas que nadan no directamente en la superficie, las piletas deben ser mantenidas aplanadas. Por consiguiente se necesitan grandes piletas. Esto aumenta de nuevo el peligro de que penetren algas de otros tipos y también suciedad.

La invención se basa en la misión de crear una instalación para el cultivo de algas, en que éstas puedan crecer en condiciones definidas. En especial debe ser posible emplear sólo un único tipo seleccionado de algas, que crezca de modo óptimo en condiciones determinadas específicas de tal tipo, pudiéndose mantener también entonces exactamente estas condiciones.

Según la invención, la solución para esta mi-

sión se obtiene con un sistema cerrado. Este sistema con-  
 tiene una cámara cerrada, consistente en un material trans-  
 parente, por ejemplo vidrio acrílico. Esta cámara está  
 subdividida por tabiques divisorios, de tal manera que  
 resultan numerosas celdas dispuestas unas tras de otras,  
 que forman un largo camino, por el que son conducidas las  
 algas a través de la cámara. Según la invención la cámara  
 se mantiene tan estrecha que la luz, diurna o artificial,  
 pueda penetrar en ella desde ambos lados. Por consiguien-  
 te, todas las algas, independientemente de su posición en  
 la cámara, pueden participar en las reacciones fotoquimi-  
 cas. La cámara, con una entrada y una salida, es conecta-  
 da a una corriente de agua cerrada consigo misma. A ésta  
 se le añade una solución nutritiva definida. Simultáneamen-  
 te se añade aire, como portador de dióxido de carbono. En  
 las reacciones fotoquímicas las algas generan oxígeno. Por  
 consiguiente, por medición del contenido de oxígeno se pue-  
 de medir el metabolismo y el crecimiento de las algas y de-  
 terminar la adición de solución nutritiva de nueva aporta-  
 ción. Asimismo se puede ajustar el valor del pH al valor  
 óptimo para el crecimiento de las algas.

La invención es caracterizada en las reivindi-  
 caciones.

Con el ejemplo de la forma de realización de  
 una instalación según la invención, mostrada esquemática-  
 mente en los dibujos, se explica ahora más detalladamente  
 la invención. En los dibujos:

la Figura 1 es una vista delantera esquemática  
 de una instalación según la invención,

la Figura 2 es una vista lateral, parcialmente  
 en sección, a través de una cámara de la instalación se-

5

10

15

20

25

30

gún la invención,

la Figura 3 es una vista delantera, a escala grandemente ampliada, de algunas celdas de la cámara según la invención, y

la Figura 4 es una representación girada en 90° respecto a la Figura 3, de los tabiques divisorios que forman las celdas, con los rebajos en los extremos superior e inferior.

La figura 1 muestra una cámara 12 con un fondo 14, un lado superior 16 y dos lados frontales 18 y 20. Como se deduce en particular de la sección mostrada en la figura 2, la cámara 12 consta en su zona inferior de un sector inferior 22, en forma de caja, y de un sector superior 24, en forma de caja, dispuesto sobre aquél. Entre éstos discurre una placa porosa 26. Esta consta de metal sinterizado o de material sintético. Una entrada 28 para el aire desemboca en el sector inferior 22 en forma de caja, y una entrada 30 para agua y/o solución nutritiva desemboca en el sector superior 24 en forma de caja. En el extremo superior de la cámara 12 está prevista una salida 32 común. Según la representación de la figura 1, ésta desemboca en un separador 34 de gas. Desde éste el gas sale hacia arriba en la dirección de la flecha dibujada, mientras que el agua circula hacia abajo y entra en la conducción de evacuación 36. Desde allí es conducida a la entrada de una cámara siguiente o es devuelta al circuito en la entrada 30 de la misma cámara. Acerca de ello se tratará de nuevo.

En su camino desde el separador 34 de gas a la conducción de evacuación 36, el agua circula a través

de una envoltura de refrigeración 33. Esta se encuentra conectada a un circuito de medio refrigerante mediante las bocas tubulares mostradas. La cámara 12 está subdividida en celdas 44 por tabiques divisorios individuales 40, que tienen rebajos 42 alternativamente en sus extremos inferiores y superiores. La figura 3 muestra cuatro de tales tabiques divisorios 40 con las celdas 44 formadas entre ellos. Para la simplificación de la representación los tabiques divisorios 40 están rotos en su centro.

La figura 3 muestra sólo sus extremos inferiores y superiores. La figura 3 muestra además el curso de la corriente a través de las celdas 44 contiguas. La circulación se realiza en una celda 44 hacia arriba. A través de un rebajo superior 42 pasa a la celda 44 vecina y discurre en ésta hacia abajo. Desde ésta sale por un rebajo inferior 42 a la celda 44 siguiente y en ésta discurre de nuevo hacia arriba. Estas direcciones de circulación están mostradas por las flechas. Las líneas en forma de arcos, dibujadas en los rebajos 42 significan que aquí se forman torbellinos. La representación en la figura 4 explica además que los rebajos 42 están dispuestos alternativamente en los extremos inferior y superior.

Todas las paredes de la cámara 12, inclusive los tabiques divisorios, consisten en un material transparente, tal como vidrio acrílico o por ejemplo Plexiglas (marca de producto registrada). La entrada 28 de la cámara está conectada a una bomba para aire. En caso de que la cámara trabaje en circuito cerrado, su entrada 30 está conectada a su propia conducción de evacuación 36.

En el caso de que varias cámaras, hasta aproximadamente

diez, estén conectadas sucesivamente unas tras de otras o en serie, la entrada 30 de una cámara está conectada a la conducción de evacuación 36 de la cámara en cada caso precedente. Al comienzo de un ciclo de trabajo se añade al agua una pequeña cantidad del tipo seleccionado de algas y de la solución nutritiva. El aire insuflado por la entrada 28 incide sobre la placa porosa 26 y sale de ésta en forma de burbujas muy finas.

Estas tienen un tamaño de preferentemente 1 a 5  $\mu$ . Al principio de un ciclo de trabajo estas burbujitas de aire ascienden uniformemente hacia arriba en todas las celdas 44. Sin embargo al cabo de un breve tiempo resulta el circuito cerrado indicado por las flechas en la figura 3. En una celda las burbujitas de aire borbotean hacia arriba, mientras que en la celda inmediatamente adyacente circular hacia abajo. En tal caso el empuje ascendente que es producido por las burbujas de aire que borbotean hacia arriba en una de cada dos celdas es suficiente para llevar el agua hacia arriba en estas celdas e impulsar la hacia abajo en las celdas en cada caso contiguas. Se forma un "ascensor" de aire.

La energía cinética aportada por la bomba de aire es suficiente para mantener en circulación el agua en la o las cámaras. No son necesarias bombas especiales para agua. Las algas y la solución nutritiva incorporadas en el agua atraviesan conjuntamente las celdas en la misma dirección. En su paso a través de las celdas 44, las algas se ponen en contacto con las finas burbujitas de aire. A causa de la fina subdivisión del aire en pequeñas burbujitas y debido a la gran superficie de las burbujitas

tas, resultan 50 m<sup>2</sup> de superficie de aire por cada m<sup>2</sup> de superficie de calda. Por consiguiente las algas se ponen en contacto con el dióxido de carbono en una gran superficie. Al mismo tiempo están expuestas a la luz desde todos los lados. a través de las paredes laterales de la cámara 12, situadas delante y detrás del plano del dibujo, la luz penetra también en los tabiques divisorios 40. Por consiguiente, las algas que se encuentran en las celdas 44 reciben luz desde todos los cuatro lados. Las celdas 44 tienen una dimensión interna de desde aproximadamente 8 hasta 40 mm, de preferencia de 40 mm. En el caso de condiciones óptimas alcanzables según la invención, las algas pueden duplicar su peso en alrededor de cuatro horas. En tal caso recorren, como lo muestran las figuras 1 y 3, un largo camino aproximadamente en forma de zig-zag, por el que la corriente de agua con las burbujitas de aire y la solución nutritiva se mueven a través de la cámara 12. En el separador 34 de gas tiene lugar una desgasificación. Por consiguiente, se asegura una superficie de contacto de una magnitud óptima entre las algas y el aire y una velocidad máxima de circulación. En el caso de que la temperatura de la corriente de agua, por causa de la acción de la luz, tratándose preferentemente de luz solar, subiera por encima de un valor óptimo para el crecimiento de las algas, se conecta el circuito de refrigerante con la envoltura de refrigeración 38 y se enfría la corriente de agua.

La aplicación de la invención es independiente del tipo de algas. Sin embargo, manifiestan un crecimiento especialmente bueno algas verdes, tales como *Chlorella fusca* y *Chlorella vulgaris*.

Como solución nutritiva, según la invención se han manifestado como especialmente ventajosas las composiciones siguientes:

5 a) 0,5 g de fosfato monoamónico  
0,5 g de urea o nitrato amónico, como fuente de nitrógeno  
0,18 g de  $\text{CaCl}_2$   
0,1 g de  $\text{KCl}$   
0,25 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
10 5 ml de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,1 N + Complexona III  
5 ml de solución de elementos traza  
agua hasta 1000 ml.

15 b) 1 g de fosfato monoamónico  
0,1 g de  $\text{KCl}$   
0,15 g de  $\text{CaCl}_2$   
0,25 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
5 ml de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,1 N + Complexona III

20 c) 1,2 g de urea o nitrato amónico  
0,1 g de  $\text{KCl}$   
0,15 g de  $\text{CaCl}_2$   
0,25 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
5 ml de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,1 N + Complexona III  
5 ml de solución de elementos traza

25 d) 7,8 g de urea  
2 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
3,9 g de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$   
10 ml de solución de elementos traza  
5 ml de complejo de Fe

30

En vez de los 7,8 g de urea se pueden emplear también 10 g de nitrato amónico,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

Como solución de elementos traza se ha manifestado ventajosa, según la invención, la composición siguiente:

Solución de elementos traza (por litro)

3,1 g de  $\text{H}_3\text{BO}_3$

1,69 g de  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

88 mg de  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

83 mg de KI

0,3 g de  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

0,125 g de  $\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Para el crecimiento óptimo, el valor del pH tiene que ser ajustado en un margen determinado. En este caso, según la invención, se recomienda llevar el valor del pH a un valor de 6 a 7, de preferencia 6,8, con ácido clorhídrico  $\text{HCl}$ .

Como se ha expuesto, al agua se le añade al comienzo de un curso de trabajo una pequeña cantidad del tipo seleccionado de algas y la solución nutritiva. Durante un curso de trabajo, cuya duración depende en particular del tipo y la intensidad de la irradiación con luz, la concentración de la solución nutritiva y el valor del pH se mantienen lo más constantes que sea posible, y para ello se añade de tiempo en tiempo solución nutritiva. En el caso de luz artificial, la irradiación con luz es constante. En el caso de la luz solar, depende del tiempo atmosférico, de la formación de nubes, etc. Se indicó que se puede poner en funcionamiento una sola cámara o también varias cámaras unas tras de otras, en serie en un circuito cerrado. En tal caso se pueden conectar una

tras otra diez o aún más cámaras. En el caso de funcionamiento de una sola cámara, el circuito se interrumpe tan pronto como las algas se han multiplicado por división hasta la masa deseada y se ha alcanzado la deseada concentración de algas.

5

Las algas son separadas por filtración y conducidas a un aprovechamiento. A continuación la instalación se pone de nuevo en funcionamiento. Por el contrario, en el caso de la conexión de varias cámaras unas tras de otras se puede trabajar continuamente. La solución nutritiva se agrega a la primera cámara y eventualmente también a las otras cámaras. De la última cámara sale el concentrado de algas y es conducido a su aprovechamiento. Se reponen las pérdidas de agua. Por conexión de varias cámaras unas tras de otras se puede lograr, por consiguiente, un curso continuo del procedimiento. Para una aplicación a gran escala técnica esto es de especial importancia.

0

15

Como se ha indicado, la circulación a través del sistema y el circuito cerrado son producidos sólo por el aire introducido. El aire, que sirve en primer término para la aportación de CO<sub>2</sub> a las algas, tiene normalmente un contenido de CO<sub>2</sub> de 0,03%. Por elevación del contenido de CO<sub>2</sub> a 0,3%, se puede aumentar el rendimiento de algas a un valor desde doble a cuádruple.

20

25

Como se ha indicado, las celdas 44 tienen preferentemente una dimensión interna de 40. mm. Una dimensión ventajosa para la anchura de una cámara 12 es de 1,20 m. La altura de una cámara 12 puede estar entre 1,60 y 6,00 m. La distancia entre la placa porosa 26 y

30

las aristas inferiores de los tabiques divisorios 40 - véase figura 2 --es preferentemente de 60 mm. La distancia entre las aristas superiores de los tabiques divisorios 40 y la arista superior del canal 32 es asimismo preferentemente de 60 mm.

La cantidad de aire insuflado por unidad de tiempo en cada cámara depende de muchos factores, entre otros del tamaño de la cámara. Como referencia se dirá que por cámara se insuflan 80 a 100 l/min.

La instalación según la invención se puede emplear también para la realización de procesos biológicos de fermentación. En especial es adecuada para la preparación de productos microbiológicos, tales como proteínas unicelulares. En el caso de estos procedimientos de preparación se trata de poner en contacto la solución nutritiva y el material de inoculación o un medio de cultivo, y de hacerlos reaccionar entre sí por un recorrido más extenso o durante un tiempo más prolongado, luego aportar oxígeno finamente subdividido a un lugar de este recorrido y evacuar el calor resultante en la fermentación. La instalación según la invención permite esta reunión y reacción de las sustancias citadas y la evacuación del calor exotérmico. Dependiendo del rendimiento deseado y del tiempo disponible, una cámara es cerrada consigo misma o varias cámaras son conectadas unas tras de otras. Con ello se puede emplear ventajosamente la instalación según la invención, en lugar del dispositivo descrito en la memoria de la patente española 474 112. No es necesario que las paredes y tabiques divisorios de las cámaras consistan en material transparente. Frente al dispositivo descrito en

la memoria de la patente española, la instalación según la invención se distingue por escasos costos de preparación.

5

10

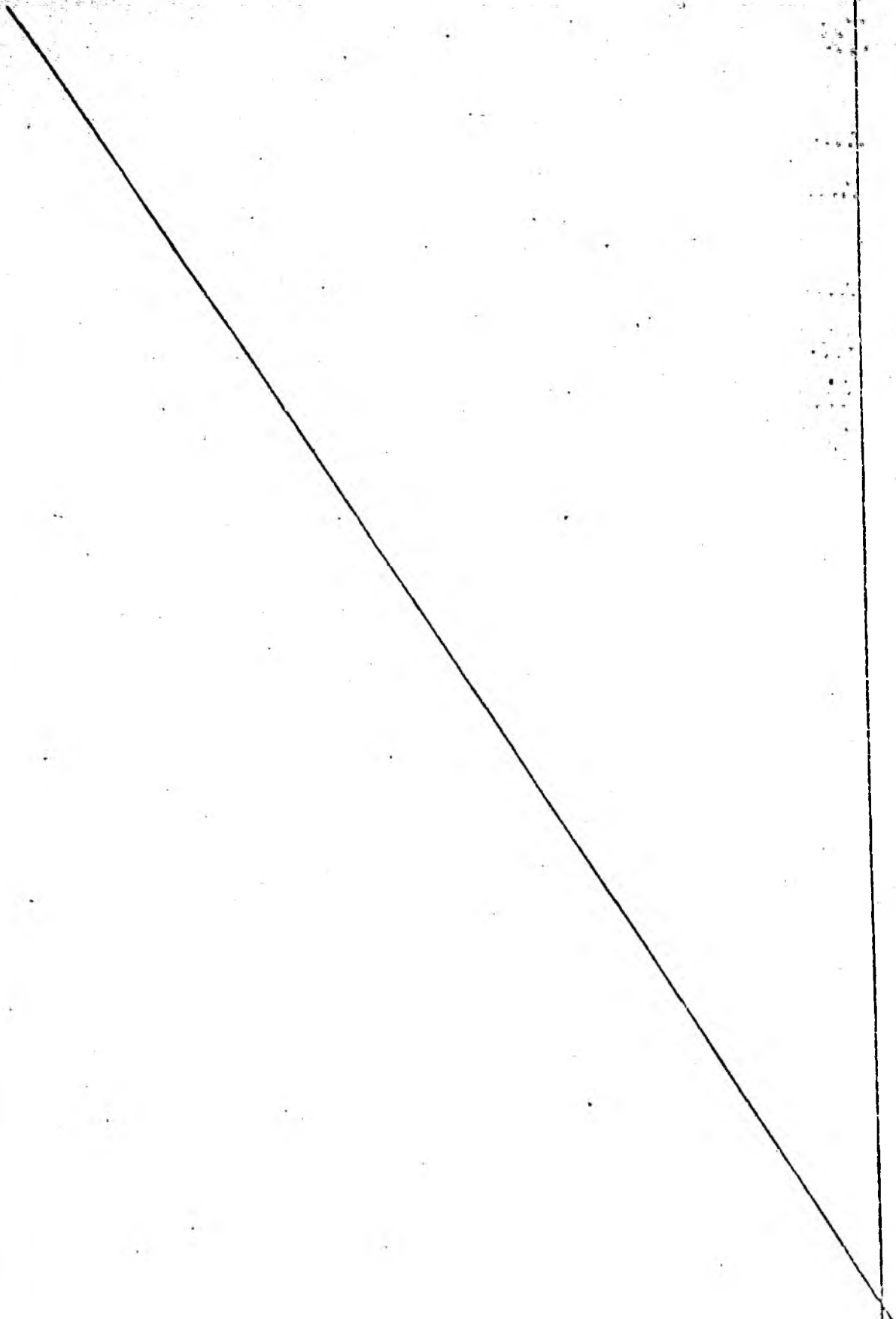
15

20

25

30

21.09.82



## REIVINDICACIONES

Los puntos que como característica de novedad se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Modelo de Utilidad en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1.<sup>a</sup>.-- Instalación para la realización de procesos fotoquímicos, cuyas reacciones fotoquímicas transcurren en un líquido bajo la acción de gases y de luz, con un recorrido cerrado consigo mismo, caracterizada porque tiene una cámara consistente en un material transparente a la luz, con sendas entradas para aire y agua en el extremo inferior y una salida en el extremo superior, la cámara está subdividida por tabiques divisorios en celdas que se suceden unas a otras y forman un recorrido largo, la entrada para aire está conectada a una bomba para aire y la entrada para agua está conectada a la salida de la misma cámara o de una cámara precedente en un circuito.

2.<sup>a</sup>.-- Instalación según la reivindicación 1.<sup>a</sup>, caracterizada porque sobre el fondo de la cámara está dispuesta una placa porosa, la entrada para aire desemboca en la cámara por debajo de la placa y la entrada para agua desemboca en la cámara por encima de la placa, y en la cámara, entre sus paredes laterales, desde un lugar situado un poco por encima de la placa hasta poco antes del lado superior de la cámara, están dispuestos unos tabiques divisorios consistentes en un material transparente a la luz, que la subdividen en celdas indi-

viduales que discurren verticalmente.

3<sup>a</sup>.- Instalación según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>, caracterizada porque los tabiques divisorios tienen rebajos alternativamente en sus extremos inferiores y superiores, a través de las que están comunicadas entre sí las celdas individuales.

4<sup>a</sup>.- Instalación según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup>, caracterizada porque las paredes laterales y los tabiques divisorios están reunidos para formar una unidad, y esta se encuentra cerrada en sus extremos inferior y superior.

5<sup>a</sup>.- Instalación según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup>, caracterizada porque en la salida está dispuesto un separador de gas, cuya salida para gas desemboca en la atmósfera y cuya salida para agua es devuelta a la misma cámara o a la cámara inmediatamente siguiente.

6<sup>a</sup>.- "INSTALACION PARA LA REALIZACION DE PROCESOS FOTOQUIMICOS".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

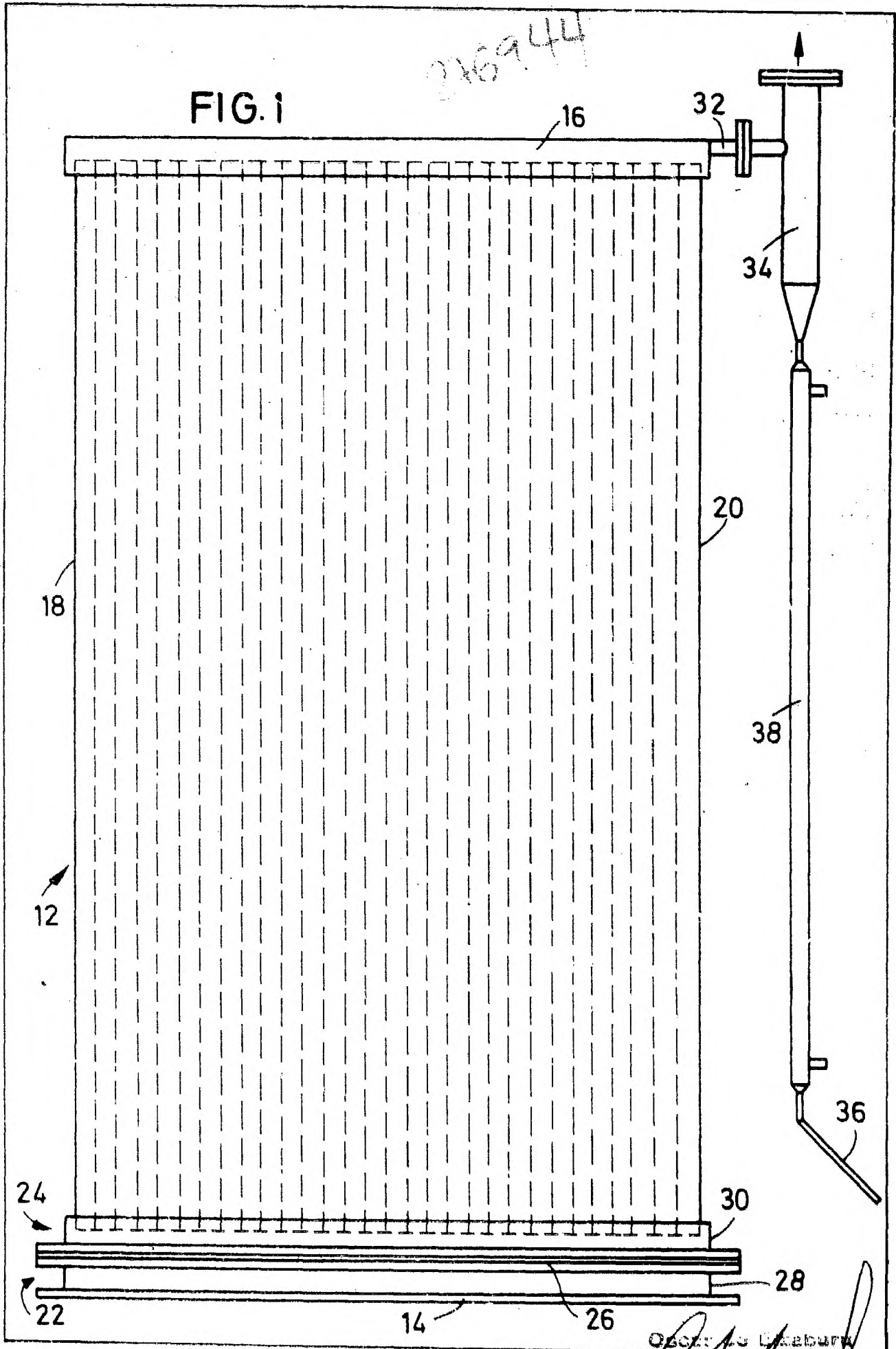
Gerardo de Harburu  
Ingeniero

1950

ESCALA VARIABLE

216944

FIG. 1



OSCAR LO BARBURY  
FOR DESIGN

ESCALA VARIABLE

FIG. 2

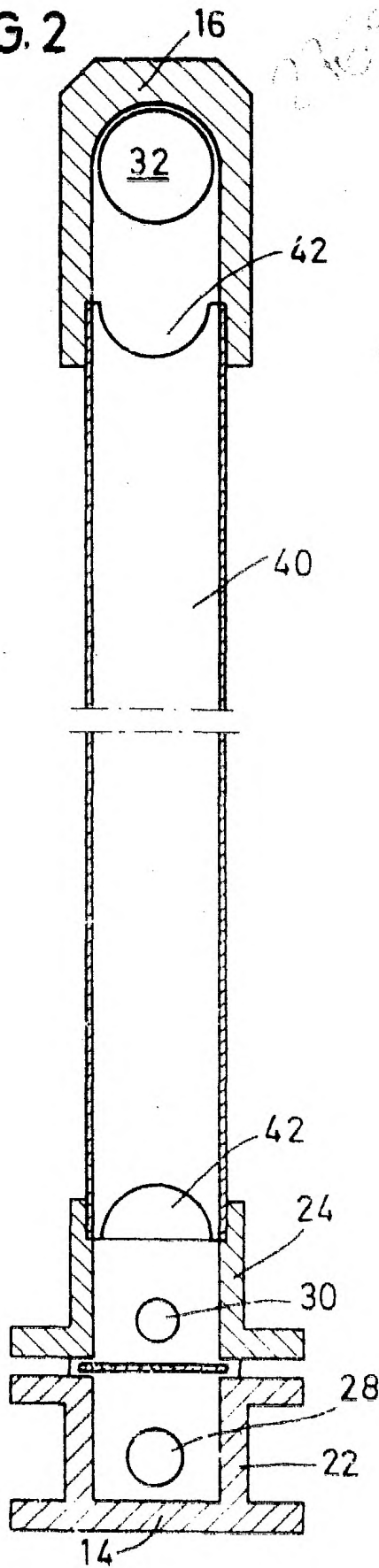
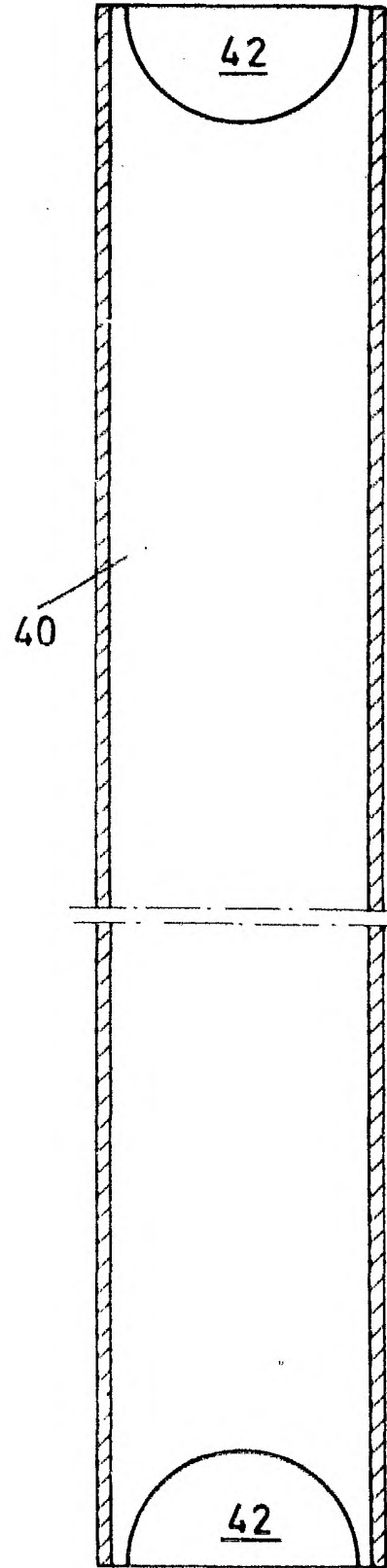


FIG. 4

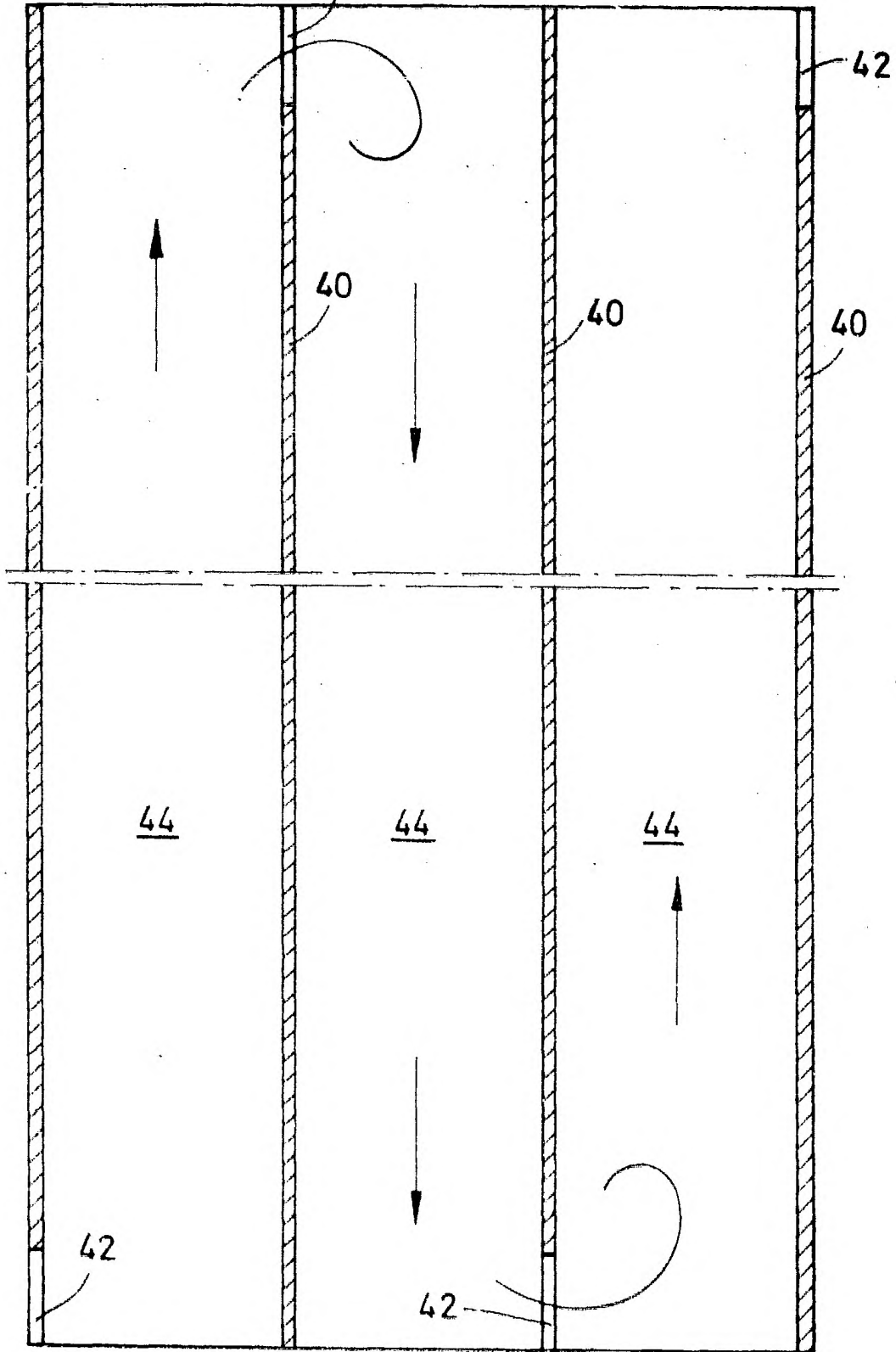


*Handwritten signature*

ESCALA VARIABLE

226944

FIG. 3



*[Handwritten signature]*