

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

6 NOV. 1978

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES

U

21

22

NUMERO

461.387

FECHA DE PRESENTACION

5-Agosto-1.977

A1

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:		
61 NUMERO 712.353	62 FECHA 6-8-76	63 PAIS EE. UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL E24J; C09K	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
64 TITULO DE LA INVENCION "UN METODO DE ALMACENAR ENERGIA Y RECUPERAR DICHA ENERGIA ALMACENADA EN FORMA DE CALOR"		
71 SOLICITANTE (S) NORMAN DONALD GREENE (U.S. Serial No. 712356)		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Box 148 Sun Valley Road, Del Mar, California 92014, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES) El solicitante		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.- 66.634)		

IAR.

UNE A. 4 MOD. 3106

UTILICISE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

BAD ORIGINAL

1 La presente invención concierne, en general, al
almacenamiento de energía y a la recuperación de la misma
en forma de calor, y está encaminada específicamente a mé-
5 todos y sistemas físico-químicos para el almacenamiento y
recuperación de calor.

Existe una necesidad de una mejora en el almace-
namiento de energía. La mayor parte de las formas de ener-
gía son fácilmente convertidas en calor y pueden ser alma-
cenadas mediante el calentamiento de un medio de almacena-
10 miento. El medio de almacenamiento puede ser una sustancia
inerte, tal como agua o piedras, en la cual se almacena el
calor por aumento de la temperatura de la sustancia y se -
recupera haciendo pasar un fluido de transferencia de ca-
lor relativamente más frío, por encima de la superficie --
15 del medio de almacenamiento. El almacenamiento de calor --
por aumento de la temperatura de un material químicamente
inerte, tiene la desventaja de exigir un aislamiento térmi
co para evitar la pérdida de calor y de requerir un gran -
volumen de sustancia para almacenar cantidades de calor --
20 utilizables.

El calor puede también ser almacenado mediante -
reacciones físicoquímicas reversibles. En uno de tales sis-
temas, se calienta un hidrato salino en un recipiente has-
ta por encima de su calor latente de fusión, hasta su esta-
25 do líquido, para almacenar el calor. El calor se recupera
desplazando un fluido de transferencia de calor relativa-
mente más frío, tal como aire o agua, alrededor del reci-
piente del hidrato salino, produciendo de este modo un pro-
ceso de cristalización exotérmica, mediante lo cual se en-
30 trega calor al fluido de transferencia de calor. Una difi-

1 -cultad de este sistema es que tiende a formarse una capa de
estratificación de la sal cristalizada, en la superficie -
de transferencia de calor, creándose de este modo una ba--
rrera que reduce la velocidad de transferencia de calor.

5 De acuerdo con la presente invención, se almace-
na energía por calentamiento de una sal hasta una tempera-
tura por encima de su calor latente de fusión, para conver-
tir la sal en un estado líquido; y se recupera calor des--
plazando un fluido de transferencia de calor, que es inmis-
10 cible con la sal y que tiene una densidad menor que la de
la sal, por encima de la superficie superior de la sal lí-
quida, a una velocidad tal que la capa superior de la sal
es emulsificada con el fluido de transferencia de calor pa-
ra cristalizar la sal de la capa superior y, de este modo,
15 entregar calor exotérmicamente desde la sal al fluido de -
transferencia de calor. La sal cristalizada desciende por
gravedad desde la superficie superior, manteniendo así la
superficie superior en un estado líquido.

20 La presente invención es totalmente eficaz, tan-
to con sales normales como con aquellas que tienen una fase
líquida sobreenfriada. El uso de sales de fase líquida so-
breenfriada permite almacenar calor a las temperaturas am-
bientes o del recinto, las cuales son más bajas que el ca-
lor latente de fusión de la sal.

25 Utilizando un fluido de transferencia de calor -
que sea inmisible con la sal y de una densidad menor que
la de la sal, se puede formar entre ambos una emulsión pa-
ra aumentar de este modo la superficie de transferencia de
calor; mientras que, al mismo tiempo, se define una demar-
30 cación suficiente entre el fluido de transferencia de calor

1 y la sal, para evitar un arrastre significativo de cristales de sal por el fluido de transferencia de calor fuera de la capa de emulsión. Se obtiene una mayor velocidad de transferencia de calor, debido a la mayor superficie de --
5 transferencia de calor entre la sal y el fluido de transferencia de calor que incide hasta su contacto directo mutuo en la emulsión.

10 El fluido de transferencia de calor es desplazado por la sal en una trayectoria tal que se cree entre -- ellos una velocidad de cizallamiento grande. Dos trayectorias preferidas son una trayectoria en torbellino y una -- trayectoria radial hacia fuera. Aunque el fluido de transferencia de calor es desplazado por la superficie superior de la sal, a una velocidad tal que la capa superior de la
15 sal líquida es emulsificada con el líquido de transferencia de calor para aumentar la superficie de transferencia de calor, esta velocidad no debe ser tan elevada que el -- fluido de transferencia de calor arrastre sal cristalizada fuera de la capa de emulsión. Si los cristales de sal resul
20 tan arrastrados de este modo, éstos pueden recubrir y obstruir cualesquiera medios, si los hay, que se utilicen para desplazar el fluido de transferencia de calor desde el recipiente que contiene la sal hasta un cambiador de calor.

25 En una realización, tanto el fluido de transferencia de calor como la sal, están contenidos en el mismo recipiente, y un agente refrigerante se desplaza a través de -- una tubería que está en contacto con el fluido de transferencia de calor, para eliminar calor desde el fluido de --
30 transferencia de calor, a través de la tubería hasta el -- agente refrigerante. Debido a que el fluido de transferencia de calor

1 -cia de calor está contenido en el recipiente, puede tole--
rarse una capa de emulsión mayor, ya que no existe el peli
gro de que los cristales de sal sean hechos circular fuera
del recipiente; y como resultado de ello, puede conseguir--
5 se una mayor superficie de transferencia de calor y una ma
yor velocidad de cristalización.

Las sales preferidas incluyen $Mg(NO_3)_2 \cdot H_2O$, ace--
tato sódico. H_2O , y tiosulfato sódico, todos los cuales --
tienen una fase sobreenfriada, y el $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Un --
10 fluido de transferencia de calor preferido es el aceite mi
neral.

La figura 1 es un dibujo esquemático de una rea--
lización preferida de un sistema de almacenamiento de ener--
gía y de recuperación de calor de acuerdo con la presente
15 invención.

La figura 2 es un dibujo esquemático de una se--
gunda realización preferida del sistema de la presente in--
vención.

La figura 3 es un dibujo esquemático que muestra
20 una porción de otra realización preferida del sistema de --
la presente invención.

La figura 4 es un dibujo esquemático de una por--
ción de aún otra realización preferida del sistema de la --
presente invención.

25 Con referencia a la figura 1, la sal 10 está al--
macenada en un recipiente cilíndrico 12. La sal se calien--
ta mediante la energía transferida a través de un serpen--
tín 14 de calentamiento, dentro del recipiente 12, y/o me--
diante la energía transferida a través de la pared 16 del
30 recipiente procedente de los tubos 18 de agua caliente mon

1 tados en la pared 16 externa del recipiente 12. Por consi-
guiente, la sal 10 se calienta hasta por encima de su ca-
lor latente de fusión hasta su estado líquido (fase). Los
5 tubos de agua caliente pueden ser reemplazados por tiras -
calefactoras conductoras, en un sistema en el que la tota-
lidad de la energía que ha de ser almacenada es de natura-
leza eléctrica. Alternativamente, cuando la totalidad de -
la energía es almacenada procedente de agua caliente, el -
serpentín 14 de calentamiento puede ser reemplazado por tu-
10 bos de agua caliente.

En la totalidad de las realizaciones descritas -
en esta memoria, la sal es, bien sea $Mg(NO_3)_2 \cdot H_2O$, acetato
sódico $\cdot H_2O$, tiosulfato sódico o $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ (conoci-
do comúnmente por el nombre comercial "Borax"). Todas es-
15 tas sales tienen una densidad mayor de 1. El fluido de - -
transferencia de calor utilizado en la totalidad de estas
realizaciones, es aceite mineral, el cual es inmisible --
con todas estas sales y tiene, también una densidad infe-
rior a 1. Otras combinaciones de sales y de fluidos de -
20 transferencia de calor que tienen la densidad y la rela- -
ción de inmiscibilidad requeridas, pueden utilizarse tam-
bién de acuerdo con la presente invención.

El aceite mineral 20 es hecho pasar rápidamente
por encima de la superficie superior 22 de la sal 10, en -
25 una trayectoria de torbellino.

A medida que el aceite mineral fluye de un lado
a otro de la superficie superior 22, se forma una capa de
emulsión 23. La sal de la capa de emulsión 23 cristaliza y
transfiere exotérmicamente al aceite mineral 20 la energía
30 que estaba almacenada en la sal 10 por calentamiento de la

1 sal 10 hasta por encima de su calor latente de fusión. La
sal que cristaliza desciende entonces por gravedad hasta -
el fondo del recipiente 12 para mantener la superficie su-
perior 22 de la sal 10 en un estado líquido.

5 Este método de desplazar rápidamente el fluido -
de transferencia de calor (aceite mineral 20) directamente
por la superficie superior de la sal 10, es también de im-
portancia cuando la sal es una que tiene una fase sobreen-
friada y que puede ser convertida desde su fase sobreen-
10 friada por agitación. La agitación producida por el rápido
desplazamiento del fluido de transferencia de calor hace -
que dicha sal cristalice desde su fase sobreenfriada, cuan-
do el simple enfriamiento de la sal 10 por contacto con un
fluido de transferencia de calor relativamente más frío no
15 sería suficiente por sí mismo para convertir la sal 10 des-
de su estado líquido sobreenfriado y sería necesaria la --
introducción de un agente de nucleación para llevar a efec-
to tal conversión. Sin embargo, la presente invención es -
no obstante susceptible de practicar, incluso con aquellas
20 sales que tienen un estado sobreenfriado para el que la --
agitación no lleva a efecto la conversión, por lo que para
la conversión es necesaria la introducción de un agente de
nucleación o de algún otro medio.

25 La parte superior del recipiente 12 tiene una en-
trada 24, a través de la cual el aceite mineral 20 es diri-
gido tangencialmente al interior del recipiente 12, de tal
modo que fluya en una trayectoria de torbellino libre. El
aceite mineral 20 es desplazado por encima de la superfi-
cie superior 22 de la sal 10, a una velocidad tal que la -
30 capa superior de la sal 10 es emulsificada con el aceite -

1 mineral 20 en una capa 23 para aumentar la superficie de -
transferencia de calor. La parte superior del recipiente -
12 incluye una salida 26 en su centro superior para ex- -
traer el aceite mineral 20. El aceite mineral 20 fluye más
5 rápidamente en el centro del torbellino y, de este modo, -
proporciona una mayor velocidad de transferencia de calor
en las proximidades de la salida 26. Asimismo, una intensa
fuerza centrífuga en la proximidad del centro del torbelli-
no, separa cualesquiera cristales de sal desde el aceite -
10 mineral 20 y evita que tales cristales de sal sean arras-
trados al interior de la salida 26 y, de este modo, evita
que la salida 26 y la tubería 28 que parte de ésta, resul-
ten recubiertas y obstruidas por cualesquiera de tales - -
cristales de sal.

15 El aceite mineral 20 calentado es transferido me-
diante la tubería 28 hasta un cambiador de calor 46. El --
cambiador de calor 46 incluye esencialmente un serpentín -
50 y un ventilador 48 para eliminar el calor desde el acei-
te mineral mediante el soplado de aire a través del serpen-
20 tín 50. Se dispone una bomba 30 en el sistema para bombear
el aceite mineral enfriado y devolverlo al recipiente 12.

Este método puede repetirse calentando de nuevo
la sal cristalizada hasta una temperatura por encima de su
calor latente de fusión.

25 Con referencia a la figura 2, la sal 32 está al-
macenada en un recipiente cilíndrico 34. Un serpentín 36 -
de calentamiento, en el interior del recipiente 34, y tu-
bos 38 de agua caliente montados en el exterior de la pa-
red 40 del recipiente, están dispuestos para el calenta- -
30 miento de la sal 32 y para almacenar energía en ella, como

1 se ha descrito en relación con la realización mostrada en la figura 1 expuesta en lo que antecede.

5 El aceite mineral 42 (que es el principal fluido de transferencia de calor) está almacenado dentro del recipiente 34, en el espacio situado por encima de la sal 32. Un agente refrigerante (el cual es de hecho un fluido de transferencia de calor secundario) se hace circular a través del aceite mineral 42, sin que haga contacto directo con éste, por medio de la tubería 44. El agente refrigerante calentado se hace pasar a través de la tubería 44 hasta un cambiador de calor 46, en el cual se elimina calor desde el agente refrigerante, soplando aire con un ventilador 48 a través de un serpentín 50. Se dispone una bomba 52 para hacer circular el agente refrigerante.

15 Con referencia todavía a la realización de la figura 2, está montada una hélice 54 en el centro superior del recipiente 34, para desplazar el aceite mineral 42 por encima de la superficie superior 56 de la sal 32, en una trayectoria radial hacia fuera. La trayectoria radial hacia fuera de la circulación del aceite mineral mantiene temperaturas elevadas en la pared 40 del recipiente 34 y, de este modo, evita que los cristales de sal se acumulen sobre la pared 40. Cualesquiera cristales de sal que tengan tendencia a formarse sobre la pared 40 o sobre la tubería 44, serán fundidos al calentarse. La hélice 54 es accionada por un motor 58.

25 El aceite mineral 42 se desplaza por encima de la superficie superior de la sal 32, para formar una emulsión con la sal en la capa 43. El aceite mineral 42 se calienta mediante la cristalización exotérmica de la sal 32,

30

1 y los cristales de sal así formados descienden por grave--
dad hasta el fondo del recipiente 34, para mantener la su-
perficie superior 56 en un estado líquido. Este método pue-
de repetirse calentando de nuevo la sal cristalizada hasta
5 por encima de su calor latente de fusión. La superficie de
transferencia de calor puede incrementarse, aumentando las
dimensiones de la capa de emulsión 43. Debido a que el --
aceite mineral 42 está contenido en el recipiente 34, pue-
de tolerarse una capa de emulsión mayor que en la realiza-
10 ción mostrada en la figura 1.

Utilizando el sistema de la figura 2, siendo la
sal el acetato sódico . H_2O , se ha observado un coeficien-
te de transferencia de calor de 23 kilocalorías/segundo/ -
15 $cm^2/^\circ C$ y una velocidad de cristalización de 80 cm/hora.

La presente invención puede ser puesta en prácti-
ca, también, mediante el desplazamiento lineal del fluido
de transferencia de calor por encima de la superficie supe-
rior de la sal en estado líquido, tal como con los siste--
mas mostrados parcialmente en las figuras 3 y 4.

20 En el sistema de la figura 3, el aceite mineral
60 es desplazado desde una entrada 62 sobre un lado del re-
cipiente 64, de un lado a otro de la superficie superior -
66 de una sal 68 líquida, hasta una salida 70 en el otro -
lado del recipiente 64. En otros aspectos, esta realiza- -
25 ción es la misma que se muestra en la figura 1. Se desea -
una velocidad de flujo lineal extremadamente alta, con el
fin de crear una emulsión en la capa superior 71 de la sal
68 con el aceite mineral 60, para aumentar la superficie -
de transferencia de calor. Asimismo, con una mayor veloci-
30 dad de flujo, los cristales de sal que se forman son de un

1 tamaño más pequeño, proporcionando de este modo un mayor -
desprendimiento de calor y evitando, también, una acumula-
ción de cristales de sal en la superficie superior 66.

5 En el sistema de la figura 4, el aceite mineral
72 es introducido dentro de células 74 de convección forma-
das en la porción superior del recipiente 76, creando de -
este modo un movimiento lineal a lo largo de la superficie
superior 78 de la sal 80, para formar una capa de emulsión
82. Un agente refrigerante que se hace circular a través -
10 de un cambiador de calor (no mostrado) se hace pasar a tra-
vés del aceite mineral 72, sin que haga contacto con éste,
mediante la tubería 84, como en la realización mostrada en
la figura 2. El calor fluye en corrientes de convección li-
bre, a través del aceite mineral 72, dentro del recipiente
15 76, y es conducido al agente refrigerante a través de la -
tubería 84.

El método de almacenar energía por calentamiento
de la sal y de recuperar la energía por cristalización exo-
térnica de la sal provocada por el desplazamiento del acei-
20 te mineral relativamente más frío por la sal, es el mismo
en las realizaciones de las figuras 3 y 4, que en las rea-
lizaciones de las figuras 1 y 2.

25

30

1

5

REIVINDICACIONES

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

20

25

1ª.- Un método de almacenar energía y recuperar dicha energía almacenada en forma de calor, caracterizado por las operaciones de a) habilitar un sistema de líquido que consiste esencialmente en una capa inferior de masa fundida de sal, una capa superior de líquido aditivo diferente de agua y que sea inmisible con la masa fundida de sal, y una emulsión de dicha masa fundida y dicho líquido aditivo entre dichas capas superior e inferior, b) efectuar una transferencia de calor latente desde la masa fundida al líquido aditivo dentro de la capa de emulsión, y transferir calor desde el líquido aditivo, c) mantener un movimiento de circulación activa de la emulsión para intensificar la transferencia de calor latente, y con lo cual da como resultado la formación de cristales de sal, y d) hacer que dichos cristales desciendan por gravedad en la masa fundida apartándose de la emulsión.

30

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el

29068

1 que dicha operación c) se lleva a cabo en condiciones de
flujo turbulento en la emulsión, pero que permiten dicho
descenso por gravedad de los cristales en la etapa d).

5 3ª.- Un método según la reivindicación 2ª, en el
que se dispone un agitador de modo que se proyecte dentro
del sistema, y que incluye la operación de hacer funcio-
nar el agitador a fin de efectuar la formación de la emul-
sión.

10 4ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha operación c) se lleva a cabo para formar medios
de vórtice en el líquido del sistema.

5ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha sal consiste en una sal hidratada.

15 6ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha operación a) incluye transferir calor a la sal
para formar la masa fundida.

7ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicho líquido aditivo consiste esencialmente en acei-
te.

20 8ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha sal se selecciona del grupo que incluye nitrato
de magnesio, acetato de sodio, tiosulfato de sodio y bora-
to de sodio.

25 9ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha transferencia de calor desde el líquido aditivo
se efectúa haciendo circular el líquido a través de un cam-
biador de calor alejado de la masa fundida.

30 10ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el
que dicha transferencia de calor desde el líquido aditivo
se efectúa haciendo circular un fluido de transferencia de

1 - calor en proximidad de transferencia de calor con el líquido aditivo, por encima de la capa de emulsión.

11ª.- Un método de almacenar energía y recuperar dicha energía almacenada en forma de calor.

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

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

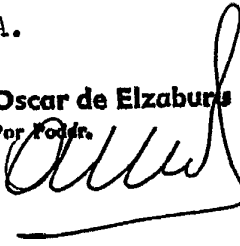
10

Madrid, 01.JUL.1978

P.A.

Oscar de Elzaburu
Por Poder.

15



20

25

30

29068
jga

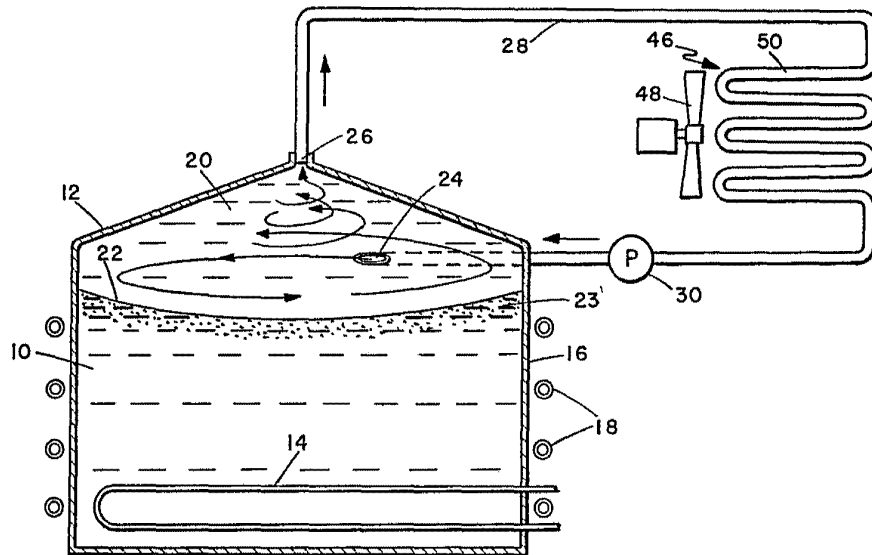


Fig. 1

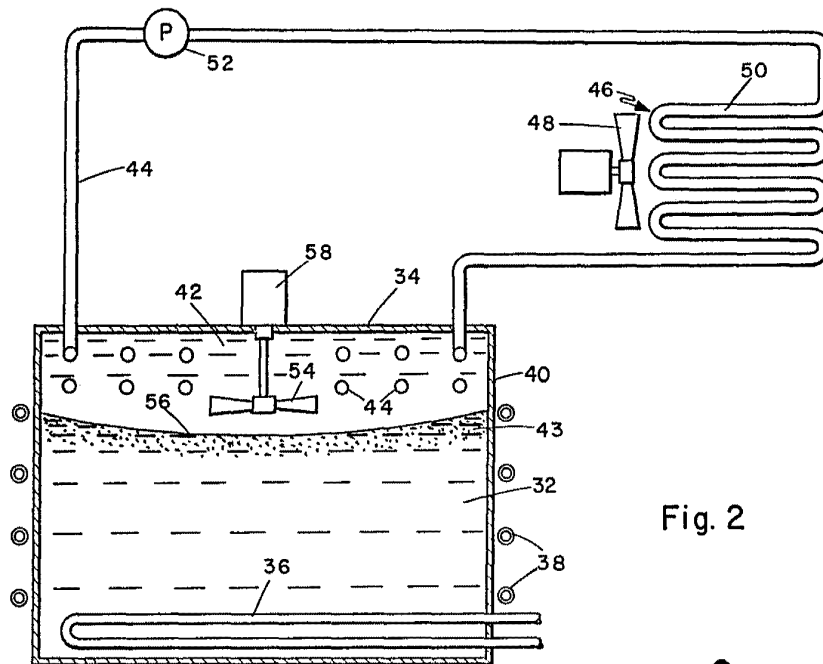


Fig. 2

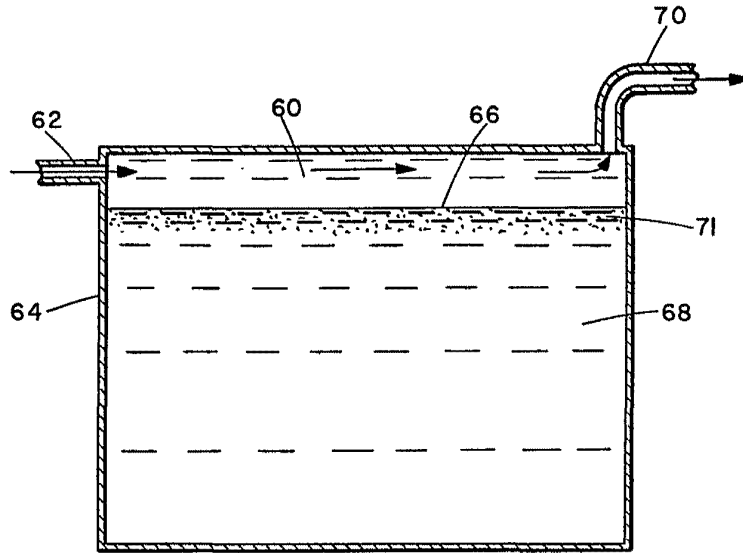


Fig. 3

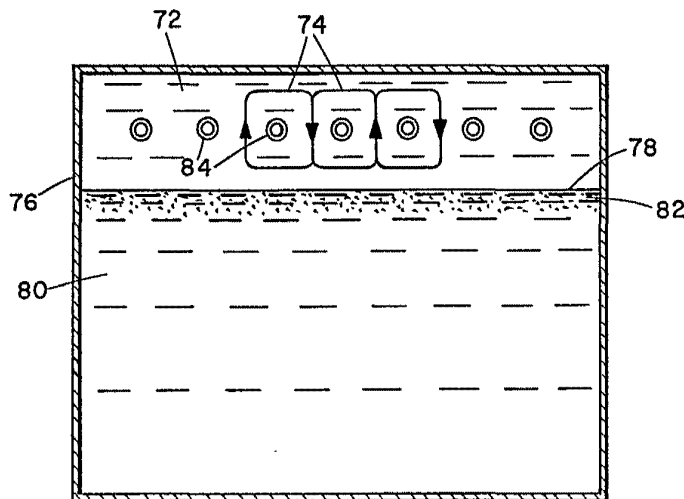


Fig. 4

Copyright © 1977
Pat. No. 4,088,888
Alm