



13

328,929

MEMORI DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 9 de julio de 1.956 con el núm. 328.929

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ROBERT PYZEL, de nacionalidad norteamericana, residente en 85 East End Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"APARATO PARA LLEVAR A CABO REACCIONES EN UNA MASA DE PARTICULAS EN ESTADO FLUIDIFICADO"

Este invento se refiere a un aparato destinado a llevar a cabo reacciones en una masa de partículas fluidificadas. Más en particular, el invento se refiere a un nuevo reactor que es adecuado para reacciones, tales como las que requieren una gran generación de calor dentro de la masa fluidificada, reacciones en las que las sustancias que toman parte presentan una pegajosidad temporal que provoca la aglomeración de las partículas y reacciones que requieren temperaturas tan elevadas como para evitar el uso de partes metálicas en contacto con la masa flui-



dificada. Aunque no queda limitado de este modo en cuanto a utilidad, el nuevo reactor está especialmente adaptado para su uso en grandes diámetros para llevar a cabo reacciones en una masa fluidificada de tal profundidad en relación con el diámetro del reactor que se necesita una gran velocidad de aireación y no puede confiarse en una turbulencia horizontal en la masa para efectuar la mezcla necesaria de combustible y aire dentro de la masa. Las nuevas características del reactor hacen posible que, consuma la cantidad estequiométrica de combustible basada en la proporción del oxígeno de aireación dentro de la masa y sin combustión sustancial de combustible por encima de la masa. Como resultado, se obtiene la máxima liberación de calor dentro de la masa, junto con un gran rendimiento del reactor y un gran rendimiento en combustible.

El nuevo reactor puede emplearse en la realización de reacciones de diversas clases, de las que son típicas la fabricación de clínker de las materias primas del cemento Portland y la desfluoración de minerales de fosfato. Como todas las ventajas del invento se logran en una forma del reactor para producir clínker de cemento, tal reactor será ilustrado y descrito para fines de explicación.

En los dibujos que se acompañan:

La fig. 1 es una vista en sección vertical de un reactor construido de conformidad con el invento.

La fig. 2 es una vista en sección tomada por la línea 2-2 de la figura 1; y

La fig. 3 es una vista fragmentaria en sección vertical de la rejilla.



El nuevo reactor mostrado en los dibujos comprende un depósito 10 que tiene una envolvente metálica 11 con un forro refractario 12. La parte principal 13 del depósito es preferiblemente cilíndrica y está dispuesta con su eje vertical, y tiene una sección superior cónica 14 que conduce a una salida superior 15 para los gases de evacuación. En su extremo inferior, la envolvente tiene una pestaña interna 16 que descansa sobre una pluralidad de vigas 17 que soportan el reactor a la altura deseada. El depósito está provisto de una o más salidas 18 de descarga del producto en forma de tubos montados en aberturas de la envolvente y en pasos a través del forro que conducen hacia el interior desde las aberturas. Cuando el depósito tiene más de una de tales salidas, se sitúan las salidas a niveles diferentes y pueden desplazarse angularmente en torno al eje del depósito. Las salidas están provistas de válvulas de charuela 19 de manera que la descarga del producto puede ser continua o intermitente. Si fuera necesario, las salidas podrían estar refrigeradas por agua para protegerlas contra el calor excesivo.

El extremo inferior del depósito está cerrado por una rejilla 20 que soporta el lecho 21 del material fluidificado y está hecha de un material cerámico del tipo conocido como moldeable a alta temperatura. La rejilla tiene forma de arco en sección transversal con una pestaña periférica hacia abajo 22 y está formada con una multiplicidad de pasos de aire 23 muy próximos que disminuyen en diámetro hacia arriba y tienen preferentemente un estrechamiento de 21 a 42 mm. por metro de longitud con



una abertura superior de 9,5 a 19 mm. de diámetro. Un anillo metálico 24 rodea apretadamente la rejilla para reforzarla.

5 Por debajo de la rejilla está montada una cámara de aire 25 que comprende una envolvente metálica 26 con un forro aislante 27. La cámara es de forma de cono invertido y tiene una entrada 28 en su extremo inferior con un agujero de vista 28a y una prolongación lateral 29 que tiene una brida extrema 30, por la que la prolongación puede ser conectada a un tubo de suministro de aire 10 31 que tiene una brida correspondiente 32. La cámara de aire está provista de una pluralidad de ménsulas 33 que descansan sobre ménsulas similares 34 fijadas a las columnas 17, y soportan la cámara. La envolvente 26 de la 15 cámara de aire se extiende por debajo de la brida 22 de la rejilla de manera que la rejilla está soportada por las columnas.

La materia prima se introduce en el lecho de encima de la rejilla a través de una pluralidad de tubos de 20 alimentación 35 que se extienden a través de la envolvente de la cámara de aire y a través de la cámara dentro de aberturas que atraviesan la rejilla. El número de tubos de alimentación empleados depende del diámetro del reactor y, con un reactor de diámetro pequeño, puede utilizarse un solo tubo de alimentación dispuesto en el cen- 25 tro de la rejilla. El reactor mostrado está provisto de cuatro tubos de alimentación que es un número adecuado para un reactor de diámetro medio, tal como 5,4 m. a 6 m., y los tubos están espaciados equiangularmente con uno 30 en cada cuadrante de la superficie de la rejilla. En todos



los casos, los tubos de alimentación están dispuestos en la superficie central de la rejilla y se encuentran a una distancia sustancial de al menos 1,2 m. de la pared del reactor. La masa fluidificada se establece sobre la
5 rejilla al comienzo del funcionamiento del reactor cargan- do las partículas de masa fluidificada a través del tubo de entrada 36 que se extiende a través de la pared de la sección cónica 14 del reactor y está provisto de una válvula de control 37.

10 El combustible se introduce en el lecho a través de una pluralidad de tubos 38 que se extienden a través de la envolvente de la cámara de aire y a través de la cámara dentro de aberturas que atraviesan la rejilla. Pa-
15 ra que todas las partes del lecho puedan ser apropiada- mente alimentadas con combustible, está previsto un nú- mero relativamente grande tubos de combustible, depen- diendo el número del diámetro del reactor, de la profun- didad del lecho fluidificado y de la clase de combusti-
20 ble utilizado. Así, un reactor que queme gas como com- bustible debe tener un tubo de combustible por cada 0,7 a 0,9 metros cuadrados de superficie en sección transver- sal del reactor, cuando el lecho tiene una profundidad de 1,8 m., mientras que un reactor que tiene un lecho de la
25 misma profundidad y que queme petróleo requiere un núme- ro menor de tubos de combustible, y un tubo por cada 1,4 a 2,8 metros cuadrados de sección transversal del reactor es ordinariamente adecuado. Cuando se utilizan combus-
30 tibles sólidos pulverizados, tales como carbón o coque, puede reducirse además el número de puntos de inyección de combustible, probablemente porque las partículas del



combustible sólido llegan a formar parte de la masa fluidificada y se agitan alrededor de ella mientras tiene lugar la combustión. Cuando los materiales de alimentación y el combustible son ambos sólidos finamente divididos
5 puede ser conveniente combinar el combustible y los materiales de alimentación e inyectar la mezcla por una pluralidad de puntos, tal como 8 puntos en un reactor de 6 m. de diámetro. Tal disposición requiere más puntos de inyección para la mezcla que los que serían precisos para
10 una inyección de la alimentación sola, pero elimina todos o casi todos los tubos de combustible separados y el equipo para inyectar la alimentación puede servir para inyectar el combustible pulverizado.

El reactor ilustrado está provisto de doce tubos
15 de combustible 38 y los tubos están dispuestos en tres grupos concéntricos, con los miembros del grupo interior conectados por un colector circular 39 alimentado a través de un tubo 40 provisto de una válvula de control 41. Los tubos del grupo central están conectados por un colector
20 42 alimentado a través de un tubo 43 provisto de una válvula de control 44 y los del grupo exterior están conectados por un colector 45 alimentado por un tubo 46 con una válvula de control 47.

En el funcionamiento del reactor, el aire precalentado es suministrado a la cámara de aire 25 a través
25 del tubo 31 y las partículas que van a formar la masa fluidificada, se cargan a través del tubo 36. El aire, que puede finalmente ser precalentado por el calor derivado por cambio de calor de los gases de evacuación que salen del
30 reactor, fluidifica el lecho formado sobre la rejilla y



cuando la masa alcanza la temperatura de inflamación del combustible, el combustible se carga dentro de la masa a través de los tubos de combustible 38 y el suministro de combustible se aumenta gradualmente a medida que la masa que se pone incandescente. Cuando ha sido alcanzada la temperatura deseada de la reacción, el material de alimentación se carga dentro de la masa a través de los tubos de alimentación 35. La profundidad del lecho depende de la cantidad de material originalmente cargado, de la velocidad de alimentación y de la altura por encima de la rejilla de las salidas de descarga del producto que están abiertas.

En los reactores de diámetro medio y grande, por ejemplo 4,5 a 15 m., la profundidad de la masa fluidificada puede no ser superior a 1,2-3 m. y cuando en las reacciones que se están llevando a cabo interviene una distribución del tamaño de partículas gruesas, tal como en la fabricación de clinker de las materias primas del cemento Portland, la desfluoración de fosfatos, etc., la operación requiere una gran velocidad de aireación para mantener la apropiada fluidez de la masa de partículas. En tales circunstancias, el gas de aireación, que ordinariamente es aire o aire enriquecido con oxígeno y entra en la masa por la parte baja a través de la rejilla, sube a través de la masa en menos de dos o tres segundos y con frecuencia en solamente una fracción de segundo. Cuando el combustible es inyectado en tal masa fluidificada a través de la pared del reactor, tal como ha sido la práctica común hasta ahora, no es posible que el combustible y el aire se combien en la parte central de la masa. Si el



combustible es suministrado a la velocidad estequiométrica, se produce una combustión con insuficiente aire en la sección periférica de la masa y el combustible parcialmente quemado se combina por encima de la masa con el aire que sale del centro de la masa, de manera que se producen llamas y temperaturas excesivas por encima de la masa y se reduce la generación de calor dentro de la masa. Para evitar las condiciones descritas, es necesario reducir la velocidad de suministro de combustible y esto da por resultado una operación con exceso de aire originando un rendimiento menor de combustible y una capacidad reducida del reactor. Las mismas condiciones indeseables se desarrollan cuando el combustible es inyectado en la masa fluidificada en puntos demasiado distanciad

5
10
15
20

dos, de manera que grandes secciones de la masa quedan sin suministro de combustible. Las condiciones mencionadas se producen siempre en reactores grandes, en los que el combustible se inyecta en la masa a través de las paredes del reactor y pueden producirse con otras disposiciones de inyección de combustible no diseñadas especialmente para satisfacer los requisitos indicados.

En el reactor del invento el combustible se inyecta en la masa fluidificada por la parte baja y por puntos relativamente muy próximos de manera que el combustible y el aire son obligados por la turbulencia horizontal dentro de la masa a entremezclarse por toda la masa. Como resultado, se produce una combustión sustancialmente completa dentro de la masa, incluso cuando la proporción del combustible es próxima a la proporción estequiométrica basada en el contenido de oxígeno del aire

25
30

13 SEP 1952

suministrado a la masa, y, como consecuencia, no se produce la combustión por encima de la masa.

5 En el funcionamiento de reactores de lecho de fluido, se ha hallado que el material del lecho próximo a y en contacto con la pared del reactor se fluidifica difícilmente; en lugar de ello, es un material suelto que desciende gradualmente a lo largo de la pared, hasta que alcanza la base de la pared, después de lo cual el material se mueve hacia adentro sobre la rejilla y se agita dentro de la masa fluidificada. Cuando la reacción es una en la que incluso un ligero grado de pegajosidad se desarrolla en el material de alimentación entre el instante de su introducción y la formación del producto final, el material suelto que desciende a lo largo de la pared de los reactores construídos hasta ahora, es una fuente de dificultades de funcionamiento. Tal pegajosidad, que se desarrolla durante el curso de la reacción, pero que no está presente en el material de alimentación ni en el producto final, es una característica típica de un número de reacciones, tales como la conversión de materias primas de cemento en clinker, la desfluoración de mineral de fosfato mientras se conserva la máxima solubilidad en el agua de los fosfatos, etc. Cuando un estado pegajoso intermedio se produce en el material suelto a lo largo de las paredes del reactor, el material puede llegar a aglomerarse y a pegarse a la pared del reactor con el resultado de que el material queda inmovilizado. La parte fluidificada del lecho puede entonces retirarse gradualmente hacia el centro hasta que no se pueda mantener por más tiempo en un funcionamiento satisfactorio.



El problema presentado por el desarrollo de pegajosidad en la masa fluidificada se supera en el reactor del invento cargando los materiales de alimentación a través de la rejilla en uno o en varios puntos dispuestos en la superficie central de la rejilla y a una distancia sustancial de al menos 1,2 m. de la pared del reactor. Cuando el material es introducido así, se lleva enseguida a la vez hacia arriba en la corriente general central ascendente de partículas desde la rejilla a través de la masa y entonces, en la parte superior de la masa, las partículas de alimentación se mueven hacia fuera en dirección a la pared y luego hasta la rejilla, donde se produce un flujo hacia el interior en dirección al centro de la rejilla. Aunque el material próximo a la pared queda parcial o totalmente desfluidificado, como resultado de la tendencia del gas de aireación a caminar hacia el eje del lecho y del efecto de inmovilización de la propia pared, en el reactor del invento, los materiales reaccionantes introducidos a través de una superficie central de la rejilla y a una distancia sustancial de la pared, tienen que recorrer la máxima distancia hacia arriba a través del lecho y hacia fuera hasta la pared antes de pasar a formar parte del material suelto que se mueve por la pared. Durante tal movimiento de los materiales hacia arriba y hacia fuera, éstos pasan por y más allá del estado pegajoso y así son reducidas o eliminadas la aglomeración de material suelto y la adherencia a la pared.

En el funcionamiento de un reactor de lecho de fluido, es importante que los gases de aireación pasen uniformemente a través de la rejilla y este resultado se



consigue en el reactor del invento construyendo la rejilla de manera que se requiere para forzar los gases a través de la rejilla una caída de presión del orden del 25% o más de la carga de presión estática de la masa fluidificada. Con tal caída de presión, se reduce al mínimo el efecto de las variaciones momentáneas en la presión estática sobre cualquier sección de la rejilla, que resultan de la violenta característica de turbulencia de las reacciones de sólidos fluidificados, particularmente las que implican grandes caudales de aireación y una distribución del tamaño de partículas relativamente gruesas.

La previsión en el nuevo reactor de pasos de aire que disminuyen en diámetro hacia arriba satisface una pluralidad de fines útiles. En el curso de la reacción, han de formarse probablemente aglomeraciones de partículas e inicialmente las partículas están unidas flojamente en tales aglomeraciones aumentando la fuerza de la unión con el tiempo. Las aglomeraciones tienden a circular por la masa cerca de la rejilla y la acción de chorros de gran velocidad de las corrientes de aire que entran en la masa a través de los pasos estrechados de la rejilla descomponen las aglomeraciones y las obliga también a alejarse de la rejilla y las introduce en la corriente ascendente a través de la masa de manera que los trozos aglomerados puedan alcanzar la salida de descarga del producto.

El estrechamiento de los agujeros de aireación a través de la rejilla evita la obstrucción de los agujeros, tal como ocurre con agujeros convencionales de diámetro uniforme, durante una reducción temporal en o



un fallo total del flujo de fluido de aireación como resultado de un fallo mecánico u otro contrat tiempo. Además con agujeros que aumentan en diámetro hacia abajo, la masa fluidificada sobre la rejilla puede descargarse a través de la rejilla cuando el reactor ha de pararse, y descargarse desde la cámara de aire 25 a través del agujero de vista 28a.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 15 de julio de 1965, bajo el N.º. 472.082, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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 siguientes:

1.- Aparato para llevar a cabo reacciones en una masa de partículas en estado fluidificado que comprende un depósito que tiene una salida de gas en la parte superior y un recubrimiento refractario interior, una cámara de aire debajo del depósito, una parrilla de material refractario para soportar una masa de partículas sólidas y separar el depósito de la cámara, teniendo la parrilla una pluralidad de pasos a su través que conectan la cámara y



el depósito, teniendo los pasos un estrechamiento en diámetro hacia arriba, una pluralidad de salidas de descarga de producto a través de la pared lateral del depósito medios para suministrar aire a presión a la cámara para salir al depósito a través de los pasos de la parrilla, medios para introducir combustible en el depósito a través de la parrilla en una pluralidad de puntos distribuidos en toda la zona de la parrilla, y medios para introducir material en bruto en el depósito a través de una parte central de la parrilla espaciada en una distancia sustancial de la pared lateral del depósito.

2.- El aparato de la reivindicación 1, en el cual el estrechamiento del diámetro del conducto de aire está dentro de la gama de 2 mm. a 4,2 mm. por dm. de longitud y la abertura superior de los pasos tiene un diámetro dentro del margen de 9,5 hasta 19 mm.

3.- El aparato de la reivindicación 1, en el cual el aire es suministrado a tal presión y la parrilla está construída de tal modo que hay una caída de presión a través de la parrilla dentro de la gama de 0,035 hasta 0,175 kg. por cm² de superficie de parrilla.

4.- El aparato de la reivindicación 3, en el cual la caída de presión está dentro de la gama de 0,53 hasta 0,105 kg. por cm² de superficie de parrilla.

5.- El aparato de la reivindicación 1, en el cual los medios para introducir combustible en el depósito introducen combustible gaseoso en puntos distanciados, uno dentro de cada 0,744 hasta 1,86 m² de superficie de sección transversal del reactor.

6.- El aparato de la reivindicación 1, en el



cual los medios para introducir combustible introducen combustible líquido en puntos espaciados uno dentro de cada 1,395 hasta 2,79 m² de superficie de sección transversal del reactor.

5 7.- El aparato de la reivindicación 1, en el cual las salidas de descarga de producto se encuentran a diferentes alturas por encima de la parrilla.

8.- Aparato para producir reacciones en una masa de partículas en estado fluidificado que comprende un
10 depósito que tiene una salida de gas en la parte superior y un recubrimiento refractario, una cámara de aire debajo de dicho depósito, una parrilla de material refractario para soportar una masa de partículas sólidas y separar el depósito de la cámara, teniendo la parrilla una pluralidad de pasos a su través que conectan la cámara y el
15 depósito, una pluralidad de salidas de descarga de producto a través de la pared lateral del depósito, medios para suministrar aire a presión a la cámara para salir al depósito a través de los pasos de la parrilla, medios
20 para introducir combustible en el depósito a través de la parrilla en una pluralidad de puntos distribuidos a través de la superficie de la parrilla, y medios para introducir material en bruto en el depósito a través de una parte central de la parrilla espaciada al menos 122
25 cm. desde la pared lateral del depósito.

9.- El aparato de la reivindicación 8, en el cual los pasos a través de la parrilla se reducen en diámetro hacia arriba.

10.- El aparato de la reivindicación 9, en el
30 cual la abertura superior de los pasos tiene un diámetro



dentro de la masa de 9,5 hasta 19 mm.

II.- Aparato para llevar a cabo reacciones en una masa de partículas en estado fluidificado.

5 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 quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P. A.

13 SEP. 1960

Alberto de Elizaburu
For. P. A.

BPD/.

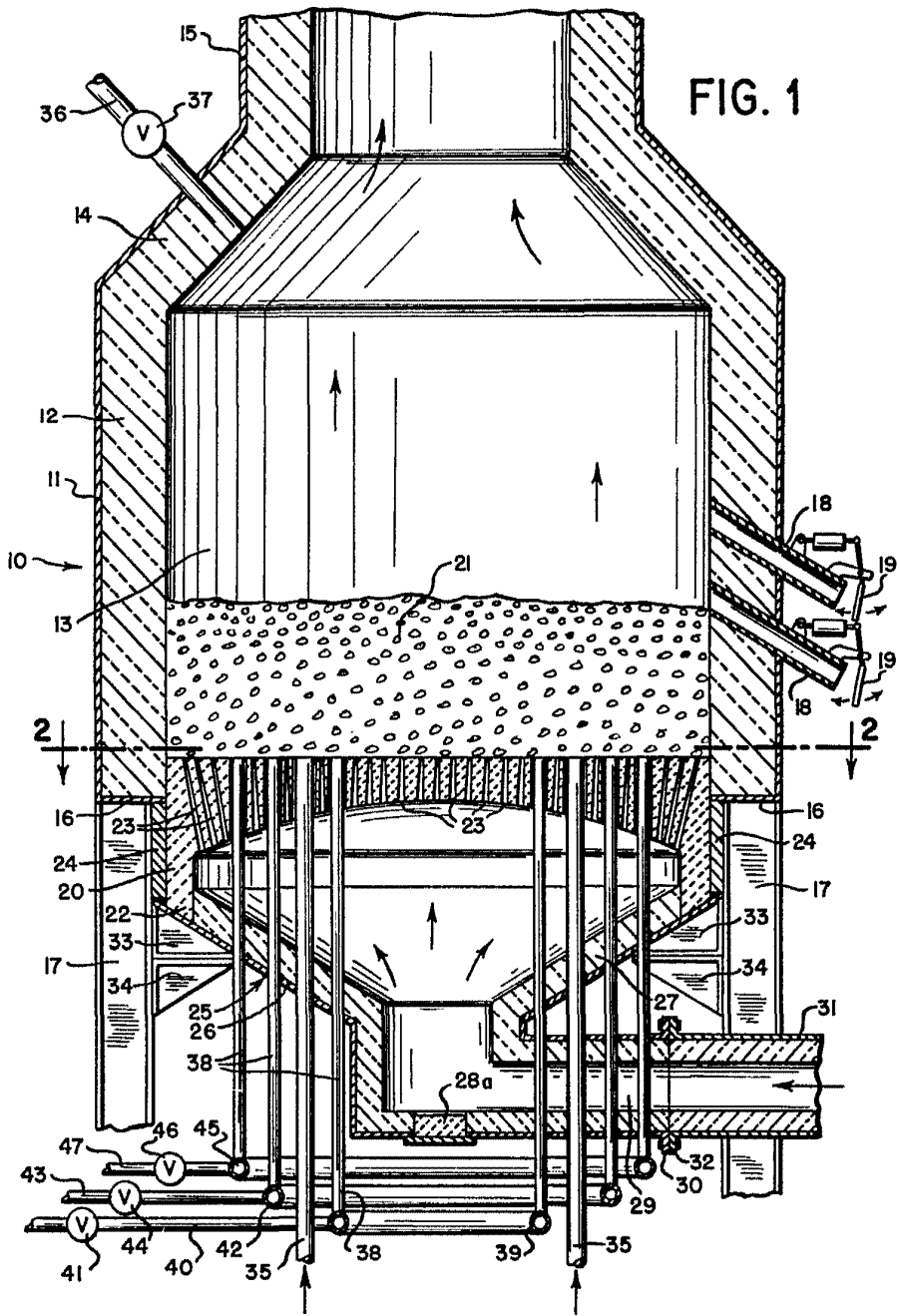


FIG. 1

Wm. H. Estlin
Pat. Rep.

Handwritten signature

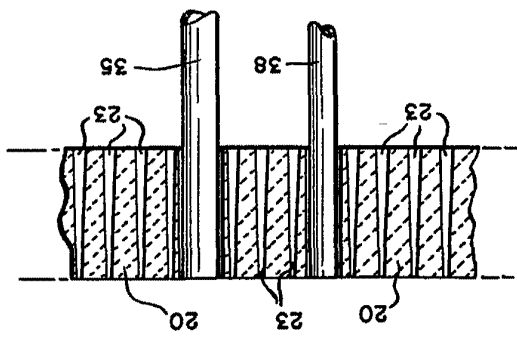


FIG. 3

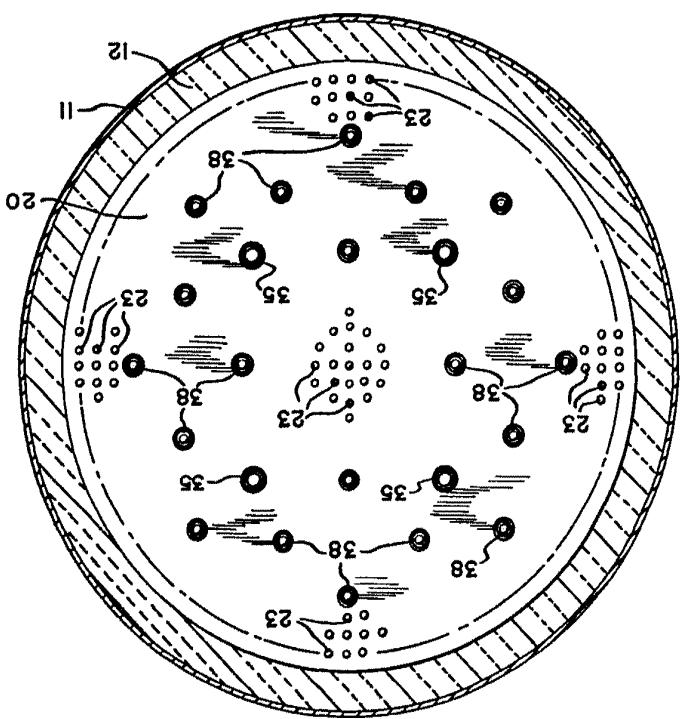


FIG. 2



II/II

398994

SPAN

ROBERT PYRELL