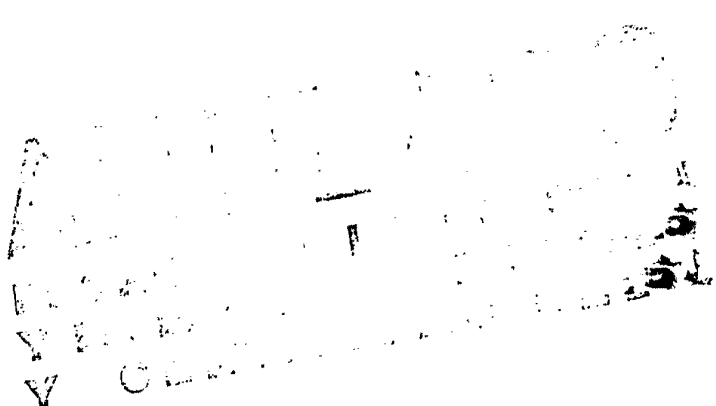


31159



MEMORIA DESCRIPTIVA

còrrespondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INTRODUCCION

Solicitante: MOTOROLA, INC.

Domicilio: O'Hare Plaza, 5725 East River Road,  
CHICAGO, Illinois, ESTADOS UNIDOS.

Enunciado: METODO DE FABRICACION DE UNA PLURALIDAD  
DE DADOS A PARTIR DE UN DISCO SEMICONDUCTOR.

---



El invento se refiere a un método de fabricación de un elemento rectificador del tipo de unión difusa con una construcción y una configuración que mejoran las características de tensión disruptiva del elemento.

5           Existe la necesidad de un componente de pequeñas dimensiones, de peso reducido y de alta resistencia capaz de asegurar la función de rectificación de tensiones elevadas en equipos electrónicos. La estructura fabricada de acuerdo con el invento satisface esta necesidad. Unos ejemplos de equipos para aplicaciones especiales en los cuales  
10           dichos componentes son útiles, son los transmisores militares compactos, los receptores de televisión portátiles, las unidades de lámparas relámpago y los contadores de centelleo. Un elemento de alta tensión de este tipo puede utilizarse en  
15           cualquier equipo en el cual se necesita rectificar tensiones alternas de más de 1.000 voltios, tales como equipos de radar, equipos de rayos X y precipitadores de polen y polvo por electricidad estática.

          Con el objeto de facilitar las resistencias disruptivas a tensiones elevadas para un componente del tipo descrito más arriba de acuerdo con el invento, era generalmente necesario utilizar en el componente un cierto número de "dados" semiconductores conectados en serie, ya que el valor de la tensión disruptiva inversa del voltaje elevado del componente es la suma de los valores de las tensiones disruptivas  
25           de cada uno de los "dados". La utilización de "dados" múltiples aumenta los costes, complica los procesos de ensamblado y dificulta la eliminación del calor de los conjuntos de "dados". Igualmente, la utilización de "dados" múltiples hace  
30           que se genere una cantidad de calor mucho más importante en



el envase debido a que el calor generado es directamente proporcional al número de "dados" utilizados. Por tanto, es conveniente obtener el valor de tensión de disrupción necesario con un número más reducido de "dados" en serie o con un solo "dato".

Un objeto del invento consiste en proporcionar un método para fabricar "dados" semiconductores dotados de características de alta tensión disruptiva.

El invento proporciona un método de fabricación de una pluralidad de "dados" partiendo de un disco semiconductor, teniendo cada uno de dichos "dados" una unión rectificadora en él, y estando adaptado para su ensamblaje en un rectificador, incluyendo dicho método las fases que consisten en situar un revestimiento metálico en cada una de las dos caras opuestas de un disco semiconductor, aplicar una composición de enmascaramiento en el revestimiento metálico de una cara del disco, delineando dicha composición la configuración del borde externo de cada uno de los "dados" de la pluralidad de "dados" para definirlo, aplicar un revestimiento de cera resistente a los ácidos y montar un elemento de prehensión con superficie plana en el revestimiento metálico de la otra cara del disco, sumergir dicho elemento de prehensión y dicho disco en conjunto en una solución de grabado y grabar dicho revestimiento metálico y el disco en dicha cara de acuerdo con el contorno que corresponde a la configuración de la composición de enmascaramiento situada en dicha cara y biselar por ataque químico cada "dato" definido en el disco en la superficie grabada de cada uno de los "dados" de acuerdo con una configuración en la cual el ángulo de la mayor inclinación de cada "dato" está situada en la unión



5 rectificadora, estando dicha unión más próxima a dicha otra cara que a dicha primera cara del disco y con una inclinación inferior a un ángulo de  $50^{\circ}$ , y cortar por ataque químico completamente dicho disco en coincidencia con dicha zona grabada para obtener la pluralidad de "dados" de acuerdo con la configuración de la composición de enmascaramiento, y separar dicho "dado" cortado por ataque químico del elemento de prehensión para el ensamblado ulterior de cada "dado" en un rectificador.

10 Haciendo referencia a los dibujos:

La figura 1 es una vista muy ampliada de la superficie periférica de un elemento de "dado" semiconductor, fabricado de acuerdo con el invento, que representa el ángulo fuertemente agudo entre el plano de la unión rectificadora representada por la línea de puntos y trazos y un plano tangente a la superficie del dado en la unión;

15 La figura 2 es un gráfico de la tensión disruptiva en función de la resistividad del material semiconductor en los dados cuya superficie es casi perpendicular a la unión, en comparación con los dados ilustrados en la figura 1, en los cuales el ángulo entre la superficie del dado y la unión rectificadora es fuertemente agudo;

20 La figura 3 es una vista ampliada de un elemento de dado semiconductor que representa cada región de conductividad diferente y que indica la unión rectificadora en el dado y los revestimientos electrodepositados en las caras superior e inferior del dado;

25 La figura 4 representa un disco semiconductor provisto de una máscara montado en su posición en una paleta, dispuesto para la operación de ataque químico que permite ob-

30



tener los dados del tipo representado en las figuras 1 y 3;

La figura 5 en una vista en sección de la figura 4 que representa claramente las zonas enmascaradas y las partes del disco que se eliminan durante la operación de ataque químico;

5

La figura 6 es un diagrama de circulación de proceso que representa las fases del tratamiento que están directamente asociadas con la formación del dado; y

La figura 7 es una vista en sección de un rectificador de alta tensión del tipo de semiconductor que representa el emplazamiento del elemento de dado semiconductor en el envase del rectificador.

10

Un dado rectificador semiconductor fabricado de acuerdo con el invento tiene una forma de tipo de tronco de cono cuya superficie periférica presenta una inclinación variable. Una característica importante de esta forma es que en el punto donde está descubierta la unión rectificadora en la superficie periférica, existe un ángulo agudo entre el plano de la unión y la superficie periférica. Se ha comprobado que un elemento rectificador dotado de esta forma presenta una característica de tensión de disrupción inversa mucho más elevada que la de un elemento en el cual la unión es más o menos perpendicular a la superficie periférica del dado.

15

20

La forma de la superficie del dado se obtiene durante la fase de ataque químico del disco para dividirlo en un cierto número de dados controlando el proceso de ataque químico de modo que se obtenga una superficie periférica biselada en el dado. Más precisamente, el lado del disco que está más próximo a la unión rectificadora se cubre con cera

25

30



u otro material adecuado resistente al ataque químico que recubre completamente esta superficie e impide que sea atacada por el agente de ataque químico. El lado del disco que está más alejado de la unión rectificadora se provee de una máscara que tiene una configuración tal que el material de la misma cubra solamente aquellas porciones del disco que constituirán el dado después del ataque químico, dejando descubiertas las regiones entre las zonas de los dados que han de ser atacadas.

El disco resultante provisto de su máscara se sumerge en una solución de ataque químico durante un tiempo suficiente para que la solución realice un ataque que atraviesa completamente el disco en las regiones expuestas, dividiendo así el disco en dados. El significado principal de este método es que debido a que la acción de ataque químico empieza en el lado del disco alejado de la unión y progresa completamente a través del disco a partir de este lado, las superficies periféricas del dado presentan una forma que se inclina cada vez más conforme el proceso de ataque químico va progresando. De este modo, la inclinación es más importante en el lado del dado más próximo a la unión y esto hace que la unión presente características de alta tensión disruptiva favorables.

La figura 1 es una vista muy ampliada de la superficie periférica de un dado rectificador fabricado de acuerdo con el invento, y esta vista muestra claramente el ángulo fuertemente agudo 5 entre el plano de la unión difusa rectificadora 2 y un plano 3 tangente a la superficie periférica del dado en el punto 4 donde la unión difusa está descubierta. Preferentemente, este ángulo es inferior a  $50^{\circ}$  y se han



obtenido resultados satisfactorios con un ángulo superficial 5 incluido entre  $25^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  aproximadamente.

5 La figura 2 es un gráfico que indica claramente las ventajas de la configuración del dado con ángulo superficial fuertemente agudo que se representa en la figura 1 respecto a los dados en los cuales la unión corta la superficie del dado casi en ángulo recto. En esta figura, la tensión de disrupción que se obtiene típicamente está representada en ordenada, y la resistividad del material de silicio está representada en abscisa. La distribución de las tensiones disruptivas inversas que corresponden a la configuración de ángulo superficial muy agudo se indica por medio de la línea 8 en la figura 2 y debe ser comparada con la distribución de las tensiones disruptivas obtenidas con la configuración de ángulo superficial casi perpendicular que se representa por la línea 9. Las varias resistividades representadas en abscisa representan resistividades típicas que podrían ser utilizadas para realizar una variedad de dispositivos rectificadores. En la figura 2, puede verse que con las resistividades más bajas, la relación entre las tensiones disruptivas con ángulo superficial fuertemente agudo y las tensiones disruptivas con ángulo superficial casi perpendicular es notablemente inferior a 2/1, mientras que en las regiones de alta resistividad del orden de 20 óhmio-cm, y más, la relación entre las tensiones disruptivas con ángulo superficial fuertemente agudo y las tensiones disruptivas con ángulo superficial casi perpendicular es igual o superior a 2/1. La resistividad usual utilizada para fabricar dispositivos rectificadores de silicio de alta tensión es del orden de 60 óhmio-cm y más. Por tanto, la mejora de la

10

15

20

25

30

10 OCT.



5 tensión disruptiva facilitada por la configuración de ángulo superficial fuertemente agudo respecto a la configuración de ángulo superficial casi perpendicular es mucho más ventajosa en los dispositivos rectificadores para tensiones elevadas. Para facilitar el entendimiento del invento se da a continuación una explicación teórica de esta mejora.

10 Cuando se aplica una polarización inversa a un dado 1, según se representa en la figura 1, se establece en cada lado de la unión 2 del tipo PN, una región agotada de carga espacial. Una característica inherente de las uniones tipo PN consiste en que toda la tensión inversa está distribuida sobre una distancia relativamente pequeña en cada lado de la unión. La distribución de tensión coincide con la región en la cual la tensión está distribuida. El hecho de  
15 que toda la tensión inversa aparece a través de una distancia relativamente corta significa que un campo electrostático muy fuerte existe sobre esta distancia. Unos experimentos han demostrado que la tensión disruptiva de las uniones dotadas de configuraciones del tipo descrito aquí se debe en  
20 grán parte a efectos superficiales. Ya que la unión difusa está descubierta alrededor de toda la periferia del dado, esta región descubierta afecta la tensión disruptiva de manera crítica. Cuando el plano de la superficie en la unión corta el plano de la misma con ángulos casi perpendiculares,  
25 el campo existente en la superficie a cada lado de la unión es muy elevado ya que su emplazamiento y su gradiente están determinados por la región de carga espacial. En los dados que presentan la configuración indicada en las figuras 1 y 3, la zona de la región agotada que aparece en la superficie  
30 del dado en cada lado de la unión se alarga. El grado de



alargamiento es directamente proporcional a la inversa del seno trigonométrico del ángulo 5 en la figura 1. Este efecto de ensanchamiento produce un ensanchamiento proporcional del campo electrostático en la superficie. Este reduce el gradiente de tensión existente en la superficie cerca del punto 4 de la figura 1. A su vez, éste aumenta la tensión inversa que puede ser aplicada antes de que se produzca la disrupción en la unión.

La figura 3 representa una vista ampliada de un elemento de dado semiconductor completo, adecuado para ser utilizado en un rectificador de alta tensión. La porción central del dado está representada abierta en esta vista debido a la dificultad de dibujar a escala una vista ampliada de este tipo. El material básico 15 del elemento de dado semiconductor es en este caso silicio. Las caras principales superior e inferior del dado están provistas de capas de níquel internas electrodepositadas 11 y 12 y unas capas externas electrodepositadas de oro 10 y 13. El material dorado se suelda fácilmente y el material níquelado proporciona una adherencia satisfactoria del revestimiento electrodepositado sobre el silicio. La región 15 está constituida por el material de silicio básico tipo N. La unión difusa está situada en 2. Existe una región difusa de tipo P<sup>+</sup> en 14 y una región difusa del tipo N<sup>+</sup> en 16, y ambas regiones están formadas por método de difusión que no forman parte del invento. La región P<sup>+</sup> puede formarse por difusión de un material de impureza aceptora tal como el boro en el material original tipo N, y la región N<sup>+</sup> puede formarse por difusión de un material de impureza donadora tal como el fósforo en el material original tipo N. La región 16 pre-



5 presenta una conductividad eléctrica superior a la de la región 15 de tipo N y por tanto se identifica por N4. El dado presenta típicamente un espesor de 0,203 - 0,304 mm (8 - 12 milésimas de pulgada) y tiene un diámetro del orden de 1,77 á 3,17 mm (70 a 125 milésimas de pulgada).

10 La figura 6 es un diagrama de circulación de proceso que presenta las fases importantes del método de formación del dado representado en las figuras 1 y 3. Este método se describirá ahora de manera más detallada. Un disco de silicio 20 provisto de caras doradas 10 y 13 (figura 4) se sujeta en una máscara metálica provista de una configuración  
15 continua de agujeros en un lado, siendo el diámetro de estos agujeros aproximadamente de 0,25 mm (100 milésimas de pulgada). Después de sujetar adecuadamente el disco en la máscara, se pulveriza una cera resistente al ácido a través de  
20 los agujeros formados en la máscara dando lugar a la impresión de círculos de cera 19 sobre una cara del disco. Es muy importante que los círculos de cera aparezcan en la cara del disco lo más lejos posible de la unión 2 de tipo PN, ya que se desea realizar el ataque químico a partir de este  
25 lado. Este método permite obtener el ángulo superficial fuertemente agudo en la región de unión difusa, tal y como se ha indicado más arriba. Una paleta de vidrio 17 que se representa en la figura 4 se sitúa en una placa caliente y se funde en la superficie de la paleta una cantidad suplementaria de cera 18. Cuando esta cera 18 ha fundido completamente formando un charco, se sitúa el disco 20 sobre la  
30 cera fundida, estando el lado de la unión orientado hacia la paleta. A continuación, se retira de la placa caliente la paleta de vidrio 17 con el disco 20 dispuesto en ésta, y



se deja que la cera se solidifique. Esto sujeta el disco en la paleta 17.

5 A continuación la paleta 17 con el disco 20 montado en ella se sumerge en una solución de ataque químico a base de agua regia que elimina el depósito de oro sobre la cara descubierta del disco. Se enjuagan en agua extremadamente pura la paleta y el disco, y a continuación se sumerge el conjunto en una solución de ácido fluorhídrico-nítrico-acético, que realiza un corte a través del material de silicio. 10 En la figura 5, se representa con la referencia 30 una región típica cortada por ataque químico. El ataque químico continúa hasta que el depósito de oro 13 sea visible en la cara inferior del disco. A continuación se enjuaga el conjunto en agua extremadamente pura y se sumerge de nuevo en 15 agua regia para eliminar el depósito de oro 13 de la cara inferior. Se enjuaga nuevamente el conjunto en agua extremadamente pura y finalmente se ataca químicamente con una solución de ácido fluorhídrico-nítrico. Después de un nuevo enjuague en agua extremadamente pura, se enjuaga finalmente 20 el conjunto en un baño de solvente agitado por ultrasonido. Esto produce la separación de los dados del conjunto. A continuación se secan y se almacenan los dados.

La figura 5 representa muy claramente, por medio de una vista en sección, las regiones 30 en las cuales los 25 varios baños de ácido actúan para cortar la capa superior del depósito de oro, el silicio, e igualmente la capa inferior de depósito de oro. El estado de las unidades de dados que se representa en la figura 5 corresponde al estado que existe después del ataque químico final con agua regia y antes 30 de la fase de enjuague con solvente. Ya que el ataque químico



progres a través del disco a partir del lado opuesto a la unión rectificadora, el ataque químico da lugar a dados provistos de una superficie inclinada como se representa en las figuras 1 y 3, y en los cuales el ángulo superficial en la unión es fuertemente agudo.

5 La figura 7 es una vista en sección de un rectificador de alta tensión completo, que representa el dado 1 situado en su posición usual de montaje en el radiador térmico 26. Este conjunto de rectificador se representa a título de ejemplo de uno de los numerosos conjuntos adecuados para el dado del invento. El dado 1 ha sido soldado en su posición sobre el radiador térmico por medio de la capa de soldadura 28, y la cara superior del dado ha sido sujeta al terminal 29 doblado en forma de S, por medio de la capa de soldadura 24. El terminal 29 doblado en forma de S se extiende a través del tubo 21 y está soldado en él. El tubo 21 forma parte integrante del soporte 23 y está mantenido en su sitio por la región de vidrio 22. El terminal eléctrico 27 está soldado al radiador térmico 26 y asegura el contacto eléctrico con un lado del dado 1 a través del radiador térmico y de la capa de soldadura 28.

15 La configuración particular de dado rectificador descrita más arriba da lugar a características de elevada tensión inversa de disrupción según se demuestra en el gráfico de la figura 2. La importancia de la fuerza electrostática reducida en la superficie del dado en la región de la unión ha sido exagerada. Cuando el ángulo de intersección entre el plano de la unión y un plano tangente a la superficie periférica del dado en la unión es muy agudo, la capa agotada que se produce durante el funcionamiento

25

30



eléctrico del dado como rectificador se extiende sobre una mayor superficie respecto a la que presenta cuando la unión es sustancialmente perpendicular a la superficie. Esto reduce el gradiente de tensión a lo largo de la superficie y ya que el campo superficial eficaz disminuye de este modo, existe una menor tendencia a que se produzca una disrupción en la unión en razón de los efectos perjudiciales del campo superficial en la unión. Por consiguiente, es posible aplicar al dado tensiones inversas más elevadas sin producir una descarga disruptiva en la unión.

La habilidad de utilizar un solo dado en un rectificador de alta tensión presenta mucha importancia porque la cantidad de calor generada en el envase del rectificador es inferior con un solo dado respecto a la cantidad de calor producida en un envase que contiene varios dados. Igualmente, el calor se transfiere fácilmente desde un dado único a un radiador térmico. Cuando se necesita más de un dado, puede utilizarse un número de dados más reducido para una aplicación dada, reduciendo así el efecto perjudicial de las caídas de tensión exageradas que pueden producirse a través de dados múltiples inmediatamente después de la aplicación de una tensión inversa. Igualmente, es posible reducir los costes de materiales y de ensamblado y la operación de ensamblado se ve simplificada. Los dados producidos por otros métodos no permiten obtener un ángulo tan favorable de intersección de la superficie del dado, con el plano de la unión y por tanto presenta inherentemente una tensión disruptiva más baja. Ya que las características de tensión disruptiva de un dado son afectadas fuertemente por las condiciones superficiales en la unión, el gradiente de ten-



si3n en la superficie del dado cerca de la uni3n constituye un factor predominante en el fen3meno de la descarga disruptiva. Por tanto, las ventajas del m3todo de ataque qu3mico seg3n el invento son evidentes.

5 En resumen la Patente de Introducci3n que se solicita deber3 recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

10 1.- M3todo de fabricaci3n de una pluralidad de dados a partir de un disco semiconductor, incluyendo cada dado una uni3n rectificadora y estando adaptado para su montaje en un rectificador, incluyendo dicho m3todo las fases que consisten en formar un revestimiento met3lico en cada una de las dos caras opuestas de un disco semiconductor, aplicar una composici3n de enmascaramiento en el revestimiento met3lico de una cara del disco, delineando dicha composici3n la configuraci3n del borde externo de cada uno de los 15 dados de la pluralidad de dados para definir cada uno de ellos, aplicar un revestimiento de cera resistente a los 3cidos en el revestimiento met3lico de la otra cara del disco y montar en esta cara un elemento de prehensi3n con superficie plana, sumergir dicho elemento de prehensi3n y dicho disco en conjunto en una soluci3n de ataque qu3mico, y atacar qu3micamente dicho revestimiento met3lico y el disco en dicha cara de acuerdo con el contorno que corresponde a 20 la configuraci3n de la composici3n de enmascaramiento en dicha cara y biselar por ataque qu3mico cada dado definido en el disco en la superficie atacada qu3micamente de cada dado de acuerdo con una configuraci3n en la cual el 3ngulo de mayor inclinaci3n de dicho disco est3 situado en la uni3n 25 rectificadora, estando dicha uni3n m3s pr3xima a dicha otra 30



5 cara que a dicha primera cara del disco y estando inclinada con un ángulo inferior a  $50^{\circ}$ , y cortar por ataque químico completamente dicho disco para obtener la pluralidad de dados de acuerdo con dicha configuración de la composición de enmascaramiento, y separar dichos dados cortados por ataque químico del elemento de prehensión para el montaje ulterior de cada dado en un rectificador.

10 2. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Introducción que se solicita:  
METODO DE FABRICACION DE UNA PLURALIDAD DE DADOS A PARTIR DE UN DISCO SEMICONDUCTOR.

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 18 Octubre 1.974  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.

20

25

30

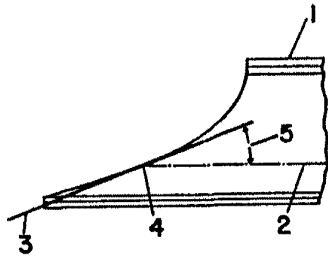


Fig. 1

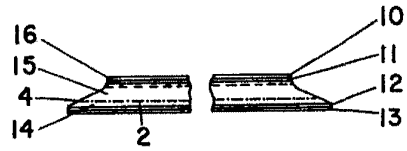


Fig. 3

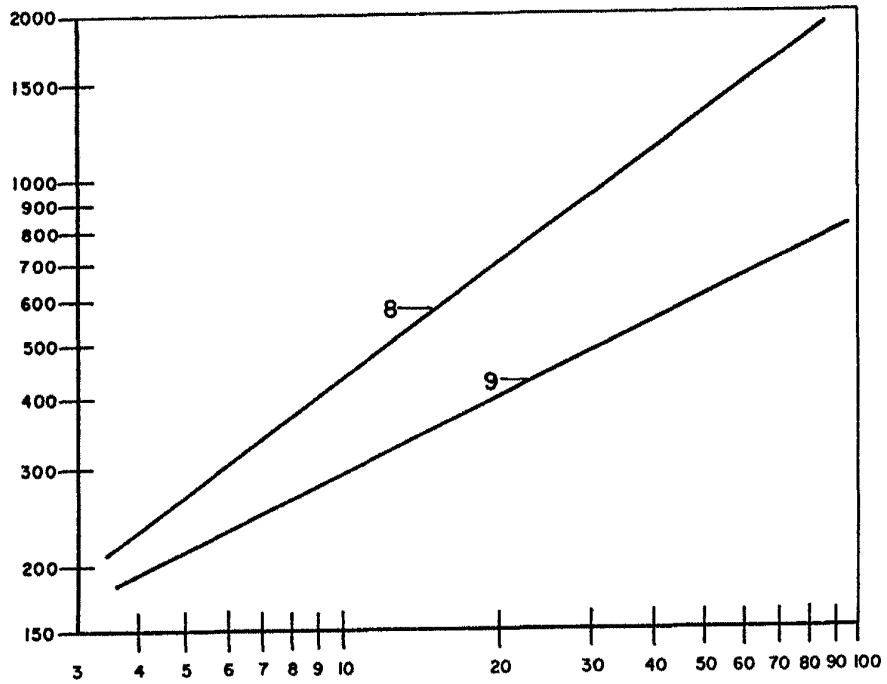


Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 18 Octubre 1974  
BERNARDO UNGRIA  
p.p.

18 OCT 1974  
COLUMBIA ESTABLISHED 1848

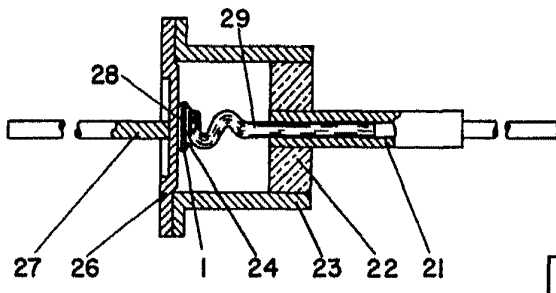


Fig. 7

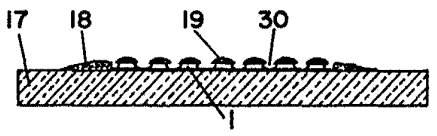


Fig. 5

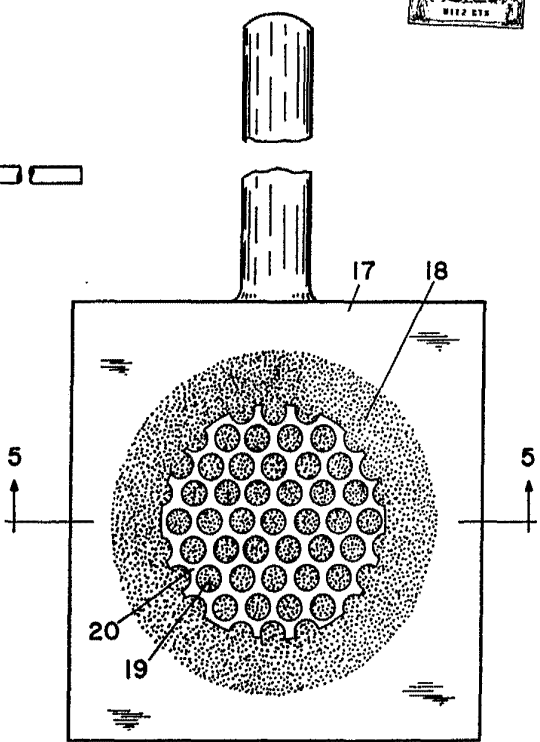


Fig. 4

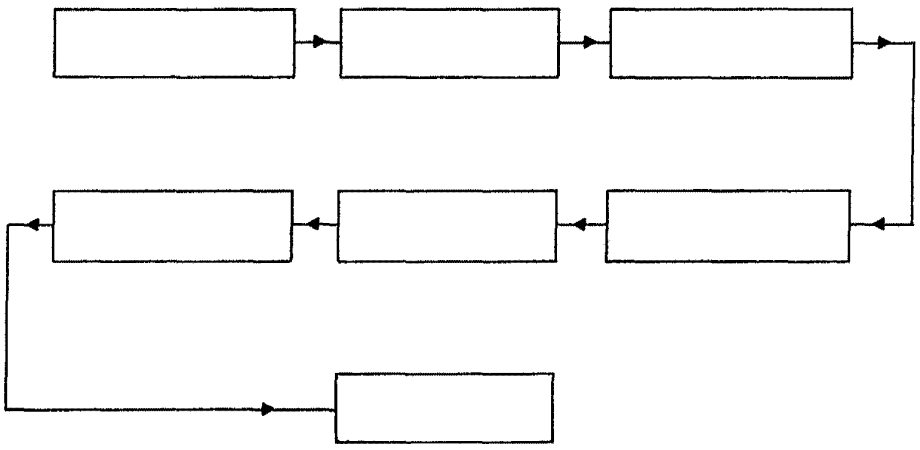


Fig. 6

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 18 Octubre 1974  
BERNARDO UNGRIA  
p.p.