



PATENTE DE INVENCION

Ref: Dossier 410/64.

303729

Memoria Descriptiva

sobre:

"Convertidor de energía termoeléctrica".

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, Rue de la Fédération, PARIS (Seine),
Francia.

La conversión de la energía de fisión nuclear en electricidad, se realiza, entre otros medios, por diodos de plasma, llamados también convertidores termoiónicos o termoelectrónicos. Estos dispositivos son bien conocidos. Comprenden un electrodo caliente emi-

5.

303729 SEP 1964



- sor de electrones, separado de un electrodo frío, que los recoge, por un intervalo vacío de aire y generalmente lleno de un vapor de cesio que asegura la neutralización de la carga de espacio. La tensión de salida de cada diodo es como máximo del orden de 1 voltio, con lo cual, en la práctica, impone el poner en serie numerosos elementos, para obtener una tensión de salida global de un empleo cómodo. En el caso particular del reactor nuclear, se agrupan varios diodos en una barra.
- 5.
- 10.

- En la fig. 1 del dibujo adjunto, se representa una disposición de esta naturaleza en corte axial que contiene un convertidor de energía termoeléctrico de un tipo conocido, y en la que pueden verse elementos constitutivos por barras combustibles nucleares 1,2,3; cada una de las cuales puede contener una funda 4 y estar sostenida por un asiento conductor 5 que se acopla eléctricamente a un cilindro 6 que constituye el ánodo colector de los electrones emitidos por el elemento anterior.
- 15.
- 20.

- El calor que aparece en el ánodo, se elimina por medio de un fluido de refrigeración que circula en un espacio 7 comprendido entre los ánodos 6 y un revestimiento exterior 8 provisto de un orificio de entrada 9 y de un orificio de salida 10 que permiten intercalar este espacio en el circuito de bombas adecuadas para la naturaleza del fluido. Este fluido se elige en función de la temperatura del ánodo; para las aplicaciones nucleares está ventajosamente constituido por un metal fundido tal como litio, sodio, potasio o mezclas de
- 25.
- 30.



303729

metales fundidos.

5. El espacio 11 entre cada ánodo y la barra combustible nuclear, con funda o no, está ocupado por un vapor de cesio a una presión comprendida entre 10^{-3} y 5 torrs aproximadamente.

10. Este vapor lo suministra una masa 12 de cesio alojada en un depósito 13 situado al exterior del revestimiento 8 y que comunica con el espacio 11 por un tubo 14 que puede estar constituido por una u otra de dos conexiones eléctricas 15 y 16 que conducen al exterior del revestimiento 8 la corriente eléctrica producida por las diodos 1 a 3. Estos pasos están convenientemente aislados del revestimiento, por ejemplo por una junta de cerámica 17.

15. Orificios 18 abiertos en los asientos 5 aseguran una comunicación entre los espacios 11 de las diodo 1 a 3, y la continuidad de la atmósfera que ocupa estos espacios.

20. El recinto único 11a así formado, por el conjunto de los recintos 11 está limitado exteriormente por los ánodos 6 y por anillos aislantes 19 que unen entre sí estos ánodos, de modo estanco.

La misión de estos anillos 19, es doble:

25. -aseguran una continuidad mecánica entre los ánodos sucesivos, haciendo estanco el recinto único 11a, y

-aislan cada ánodo de los ánodos adyacentes de tal modo que la corriente producida por el elemento 2, por ejemplo, no se cierre de nuevo en corto circuito siguiendo la trayectoria representada por la flecha 21.

30. Estos anillos aislantes 19, utilizados de modo



303728

típico en el dispositivo conocido que se representa en la fig. 1, y a mayor escala en la fig. 2, y descritos a continuación, están necesariamente constituidos por una cerámica refractaria tal como la alúmina, la "torina", etc. y sus conexiones con los ánodos se realizan por medio de soldaduras metal-cerámicas de acuerdo con una técnica conocida, o por engaste.

5.

Esta estructura presenta ciertos inconvenientes y, especialmente, los siguientes:

10.

1 - A la temperatura de empleo (de 500 a 1.000°C) la soldadura se corroe por los vapores de cesio y la misma cerámica puede experimentar una degradación debida a la acción combinada de la irradiación nuclear y del vapor alcalino presente en el recinto;

15.

2 - Por otra parte, la barra de reactor nuclear constituida por un tubo anódico compuesto de una serie de ánodos y de una serie de anillos aislantes, es frágil y necesita precauciones especiales de manipulación, a causa de la naturaleza del combustible contenido en este tubo anódico.

20.

Este invento se propone evitar estos inconvenientes. Tiene por objeto un convertidor de energía, termoelectrónico, del tipo general conocido antes indicado, y comprende especialmente elementos cada uno de los cuales contiene una serie de barras combustibles nucleares alojadas en un tubo anódico coaxil formado de ánodos cilíndricos metálicos, unidos entre sí de modo estanco, por anillos de conexión; este convertidor es notable porque los anillos citados, en lugar de estar constituidos, como en la técnica conocida, por cerámica, son metálicos.

25.

30.



303729

- El aislamiento eléctrico necesario entre los ánodos es débil, dado que la diferencia de potencial entre ánodos sucesivos es como máximo del orden de 1 voltio; así pues, circulará en el anillo metálico propuesto, una corriente eléctrica según la flecha 21, correspondiente a una diferencia débil de potencial, o sea, una corriente débil que se podrá convertir en despreciable ante la corriente total producida por el convertidor, disponiendo cada uno de estos anillos de tal modo que presente, en el sentido axial, una resistencia eléctrica apropiada.
- 5.
10. De acuerdo con otra característica de este invento cada uno de estos anillos metálicos, tiene una zona anular de espesor suficientemente reducido para proporcionar a este anillo, en el sentido axial, es una resistencia eléctrica de un valor tal que limite a un valor aceptable, la corriente de cortocircuito que circula según la flecha 21.
- 15.
- Se dispone entonces, de una barra de reactor completamente metálica, con todas las ventajas correspondientes: solidez, estabilidad, resistencia a la corrosión, estanqueidad, facilidad de conservación, etc.
- 20.
- Otras características y ventajas aparecerán en la descripción.
- En el dibujo adjunto en el que las figs. 1 y 2 representan el tipo conocido de convertidor termoelectrónico cuya estructura se esquematiza en lo anterior,
- 25.
- la fig. 3 es una vista análoga a la fig. 2 y representa en corte axial una barra y una parte del tubo anódico, perfeccionado de acuerdo con este invento;
- la fig. 4 es una vista en corte axial, análoga a
- 30.
- la fig. 1, y representa una parte del aparato termoelec-



1964

30372

trónico, perfeccionado de acuerdo con este invento.

las figs. 5 a 7 representan en corte axial, a mayor escala que la fig 1, parte de tubos anódicos perfeccionados de acuerdo con variantes de este invento.

5. De acuerdo con el ejemplo de construcción representado en las figs. 3 y 4, la barra de reactor nuclear comprende tres diodos 31 a 33 montados electricamente en serie en un ánodo 34 común a las tres diodos. Las barras elementales de las diodos pueden tener, por ejemplo, un diámetro de 2 cm. y una longitud de 15 cm, correspondientes por tanto a una superficie exterior de 94 cm²; para una densidad de emisión de 16A/cm².; la corriente total producida por diodo es de aproximadamente 1.500 A; con una tensión entre diodos de 0,5 V, se obtiene pues una potencia del orden de 750 W disponible en un circuito exterior.

10. El ánodo 34 está constituido por un cilindro formado, en sus extremos, coaxial a las barras elementales; la distancia radial entre ánodo y barras es muy reducida; del orden de 200 micrones por ejemplo; esta distancia se ha aumentado considerablemente en el dibujo para la claridad de este.

15. Este ánodo puede estar constituido por completo por un mismo metal, especialmente niobio, de 3 mm de espesor y lleva, en sus partes situadas frente a los intervalos entre barras elementales, partes adelgazadas 34a llamadas a continuación "surcos" de 0,13 mm de espesor, por ejemplo, que unen las partes 34a de espesor normal que rodean la mayor parte de la superficie cilíndrica de las barras respectivas. Los extremos de estas partes adel



303729

5. gazadas 34a, se prolongan frente a zonas de extremo de las barras, como se representa especialmente en la fig. 3, para asegurar a estas partes una temperatura mas elevada que la de las demás partes mas gruesas 34b del tubo anódico.
10. El el Ejemplo siguiente, la resistencia calculada para este surco, teniendo en cuenta una elevación relativa de temperatura de 300°, es de 3,3 miliohmios, lo cual deriva en cortocircuito alrededor de 1/10 de la corriente total.
15. Se dispone así un ánodo tubular completamente metálico y continuo, constituido por un mismo metal y sin soldadura, lo cual proporciona una gran seguridad de funcionamiento.
20. Las tres diodos sucesivas descritas, forman una barra de 55 cm de longitud cuya potencia eléctrica específica es de 2 kW. El acoplamiento de estas barras en un reactor, es una operación clásica no comprendida en el cuadro de este invento.
25. Para reducir el valor de la corriente que recorre los shunts eléctricos constituidos por las partes adelgazadas, pueden utilizarse, para la constucción del ánodo, otros determinados metales dotados de una buena resistencia eléctrica y de buenas propiedades nucleares, tales como molibdeno, níquel, platino, rodio, rutenio, wolframio, titanio, circonio, nionio, vanario, etc. y sus aleaciones de algunos de sus componentes. De este modo puede obtenerse una resistividad eléctrica del orden de 500 microohmios/cm/cm² a 100° K que permite utilizar
30. un tubo anódico que, en sus partes adelgazadas, tenga un



303729

espesor de 1 mm. Es posible reducir correlativamente la longitud de estas partes adelgazadas malas conductoras.

5. Es también posible constituir las partes gruesas y las partes adelgazadas, de dos metales distintos; el tubo en este caso no es homogéneo pero por estar constituido exclusivamente por partes metálicas, su solidez metálicas sigue siendo muy superior a la de las barras constituidas por cilindros metálicos separadas por dos aislantes de cerámica. En efecto las uniones de las piezas metálicas entre si, se llevan a cabo por medio de soldaduras por bombardeo electrónico, completamente satisfactorias desde el punto de vista de la estanqueidad y de la rigidez mecánica.
- 10.

15. Pueden también prepararse las partes malas conductoras 34a del tubo 34 por un tratamiento metalúrgico local en el tubo trabajado, por nitruración o carburación por ejemplo,

20. De acuerdo con una variante de este invento, representada en la fig. 5, pueden prepararse los bordes de cada surco con una aleación fusible a 1300°K aproximadamente, a base, por ejemplo, de oro o de níquel. Esta aleación se dispone en forma de anillo 51 que rodea el surco 34a. Dicho surco, se envuelve inmediatamente por un manguito cerámico 52 que no tiene mas objeto que el definir una cámara 53 que favorece la fusión eventual y la disposición de los anillos 51. En efecto, si por cualquier razón uno de los diodos de la barra de la fig. 3 se transforma en defectuoso (rotura del combustible, polución prematura, etc.) y cesa de producir la corriente nominal para la que está previsto, la tensión de salida del conjun-
- 25.
- 30.



303729

- to de las barras en serie eléctrica, entre las que constituyen el reactor, se trasladan a los bordes del surco relativo a la diodo en cuestión. De ello resulta un calentamiento anormal del mencionado surco que da lugar
5. a la fusión del depósito fusible 51, que al depositarse en el surco lo coloca en cortacircuito, estableciendo así una derivación de baja impedancia que permite que la corriente eléctrica rodee la diodo defectuosa. De este modo se consigue un autoprotección de la barra convertidora.
- 10.

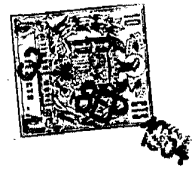
- Este depósito fusible puede disponerse en forma de un cordón anular 61 (fig. 6) susceptible de colocarse, según los casos, en el interior o, como se representa, al exterior de la diodo; este cordón, con preferencia, se dispone cerca de un rebajo anular 62 que, naturalmente, llenará por capilaridad, en caso de fusión: este dispositivo puede funcionar incluso en condiciones de "falta de peso". El borde exterior 63 de dicho rebajo está constituido por un metal buen conductor y aislado
15. del fusible 61 que, durante su fusión, establece el contacto eléctrico entre dicho borde y el tubo 34b.
- 20.

Este invento no se limita a las formas de construcción ni a los valores que se han mencionado anteriormente que solo se han elegido a título de ejemplos.

25.

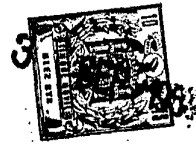
NOTA

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle,
30. en cuanto no alteren su principio fundamental. También



303729

- se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia con fecha 3 de septiembre de 1963, nº 946.397; acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "CONVERTIDOR DE ENERGIA TERMOELECTRICA"; caracterizándose por lo siguiente:
5. 1a.- "Convertidor de energía termoeléctrica", del tipo que comprende barras elementales combustibles nucleares, montadas en un ánodo cilíndrico común y conectadas individualmente a éste, siendo este ánodo coaxial a la barra compuesta así constituida; el espacio entre
 15. la barra compuesta y el ánodo citada, está ocupado por un plasma de cesio gaseoso u otro gas fácilmente ionizable; que el ánodo citado comprende, frente a cada una de dichas barras elementales, o por lo menos frente a la zona media de cada una de ellas, en ánodo cilíndrico elemental; estos ánodos elementales están unidos por anillos
 20. de conexión que, en el sentido axial, ofrecen una resistencia lineal superior a la de dichos ánodos elementales; dicho convertidor se CARACTERIZA por que el ánodo mencionado es metálico y los anillos de conexión están constituidos en porciones anulares del ánodo indicado o mediante
 25. anillos metálicos convenientemente adelgazados, de tal modo que presenten, en el sentido axial, una resistencia lineal superior a la de las demás partes del ánodo, y limiten así a un valor aceptable, la corriente de cortocircuito.
 - 30.



303729

5. 2ª.- Convertidor según reivindicación 1, caracterizado porque dicho ánodo es de uno de los metales siguientes: molibdeno, níquel, platino, rodio, rutenio, wolframio, titanio, circonio, vanadio, niobio o una de sus aleaciones o compuestos.
10. 3ª.- Convertidor, según reivindicación 1, caracterizado porque dicho ánodo es de un metal que presenta una buena resistencia eléctrica y buenas propiedades nucleares.
- 4ª.- Convertidor, según reivindicación 1, caracterizado porque los anillos de conexión mencionados, son de un metal distinto al de los ánodos elementales.
15. 5ª.- Convertidor, según reivindicación 4, caracterizado porque dichos anillos están constituidos por el metal del ánodo que se haya sometido a un tratamiento metalúrgico o químico localizado, modificador de su resistividad eléctrica.
20. 6ª.- Convertidor, según reivindicación 1, caracterizado porque cada uno de los anillos de conexión está rodeado de anillos de un metal fusible a una temperatura determinada, apreciablemente superior a la del funcionamiento normal, destinado a distribuirse sobre la superficie cilíndrica de dicho anillo de conexión, en el caso de que la temperatura de éste se eleva exageradamente.
25. 7ª.- Convertidor, según reivindicación 6, caracterizado porque los anillos fusibles se colocan entre el anillo de conexión por una parte, y por otra un anillo aislante que limita alrededor de estos anillos, una cámara anular destinada a recoger el metal fundido.
30. 8ª.- Convertidor, según reivindicación 6, caracterizado

303729³



terizado porque el depósito fusible tiene forma de cordón anular único, dispuesto en un rebajo anular que rodea el anillo de conexión y se llena por capilaridad cuando el cordón entra en fusión.

- 5. 9ª.-"Convertidor de energía termoeléctrica" tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 12 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10.

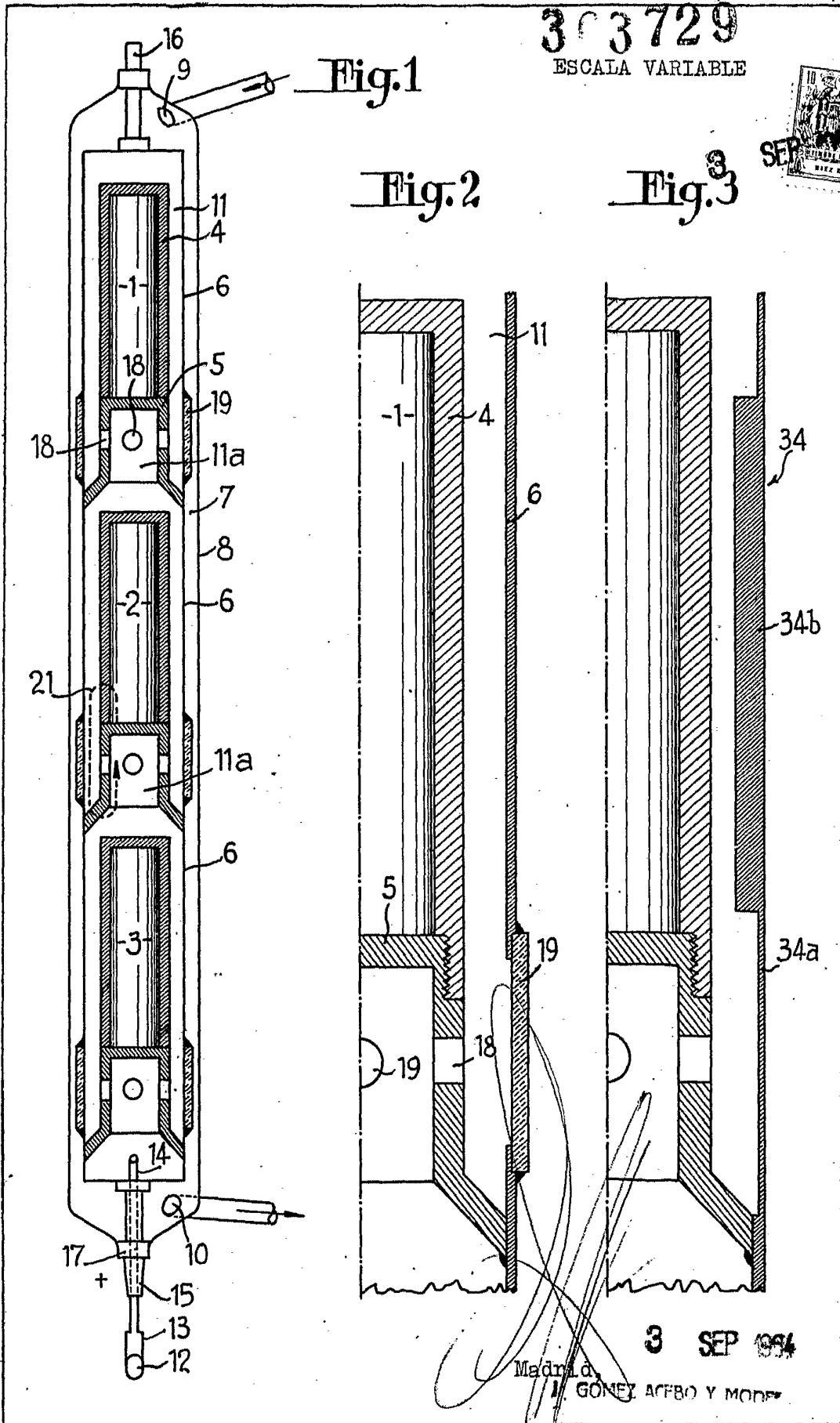
Madrid

3 SEP 1964

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY

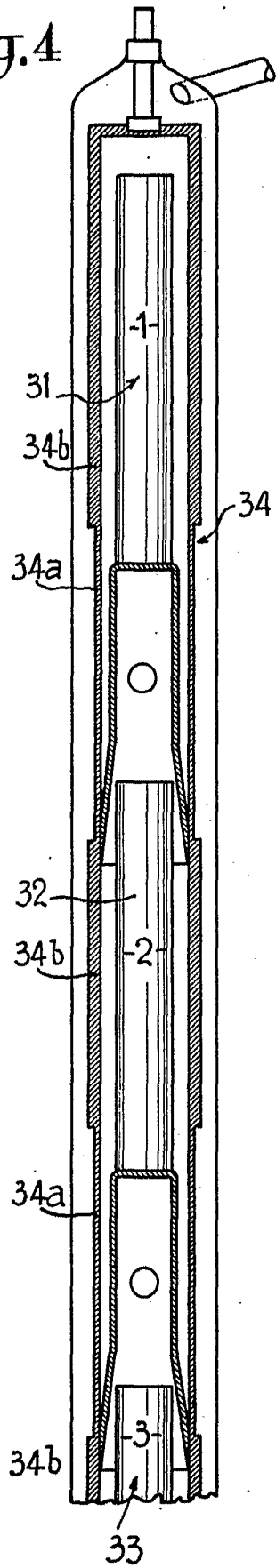
303729
ESCALA VARIABLE



3 SEP 1954

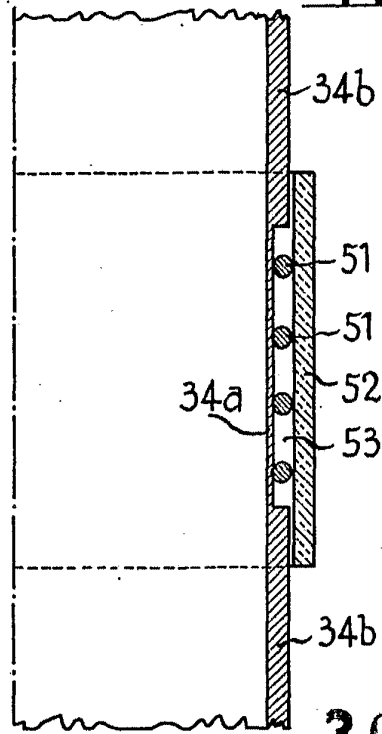
Madrid, d. GOMEX ACCBO Y MOD

Fig.4



ESCALA VARIABLE

Fig.5



303729

Fig.6

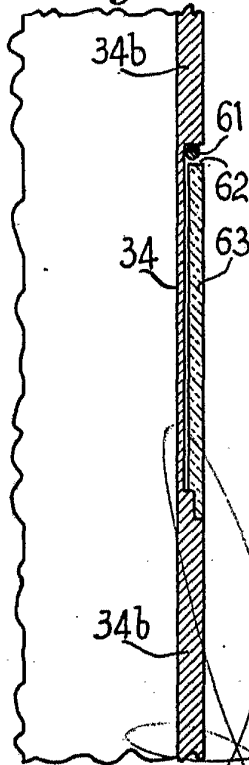
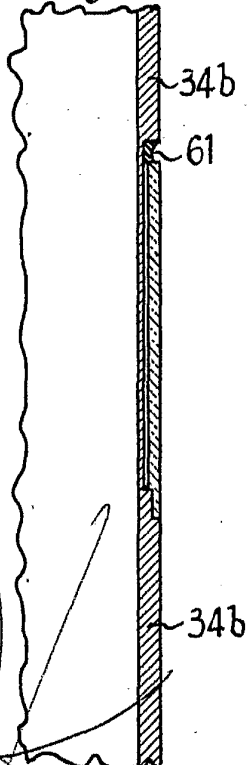


Fig.7



Madrid SEP 1964
J. GOMEZ ACIBO Y MODEY