



(10) ES	(11) NUMERO 445.921	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 10-3-76	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO Ser. No. 557.728	(32) FECHA 12 de Marzo de 1.975	(33) PAIS Estados Unidos de A.
--	------------------------------------	-----------------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B29F	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(64) TITULO DE LA INVENCION  
PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA EXTRUSION DE MATERIALES TERMOPLASTICOS.

**CONCEDIDA**

(71) SOLICITANTE (S)  
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED. 26 ENE. 1977.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE  
195 Broadway, New York, N.Y. 10007, Estados Unidos de América.

(72) INVENTOR (ES)  
TIMOTHY STEPHEN DOYGHERTY.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE  
GOMEZ-ACEBO.

La presente invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para la extrusión de materiales termoplásticos.

En el arte de la extrusión y, en particular, en la extrusión de materiales termoplásticos para conductores aislantes para sistemas de comunicaciones, existe la necesidad de mayores velocidades de las cadenas de producción que exigen por lo tanto, una mayor capacidad de producción de las extruidoras. Los regímenes de producción de las extruidoras están limitados en cierto modo por el régimen máximo al que se puede realizar la extrusión para poder obtener un extruido uniforme en el final del molde.

El material termoplástico comienza a fundirse a lo largo de la zona interfacial con la superficie interior del cilindro de la extruidora. Una vez que ha comenzado la fusión, se observan tres regiones distintas en una sección transversal de un canal formado por una aleta helicoidal del husillo de una extruidora. Estas regiones son:

- (1) El plástico sin fundir ó lecho sólido;
- (2) una delgada capa de fundido entre el lecho sólido y el cilindro;
- (3) un depósito de fundido donde se acumula material fundido.

El término "lecho sólido" se refiere al material de plástico antes de transformarse en un material fundido sensiblemente menos viscoso. El lecho sólido permanece en general intacto hasta un punto dentro de la sección de compresión del husillo en el que se rompe. Cuanto más tarde se descomponga el lecho sólido dentro de la sección de compresión, tanto más convenientes será el diseño del husillo. Como ciertas partes del lecho sólido se descomponen de la masa inicial, dichas partes fluyen hacia la salida del husillo y continúan fundiéndose. En

tonces, a medida que avanza la aleta helicoidal del husillo de la extruidora, la aleta arrastra el fundido y forma un depósito de fundido en el lado de salida de cada sección de un canal formado por las espiras de la aleta.

5           En algún lugar de la sección de compresión, el lecho sólido se descompone en grandes partes. El lugar que ocupan y el tamaño de dichas partes están en función al diseño del husillo y condiciones de funcionamiento. Según se calienta el lecho sólido, el plástico se transforma en un fundido muy viscoso rodeado por un fundido menos viscoso. El fundido más viscoso puede aguan  
10           tar la mezcla y transformación en una forma menos viscosa, con lo que perjudica la homogeneidad y exposición térmica de la mezcla.

          Se han conseguido una mejor mezcla y mejor distribución  
15           de temperatura empleando extruidoras con mayores relaciones de longitud del cilindro al diámetro. La evolución de diseños para husillos de extruidoras se expone en la Patente Estados Unidos nº 3.762.693. Los términos tales como "mezcla", "dispersión" y "diámetros de aletas" son términos bien conocidos en esta rama  
20           de la industria y se definen, por ejemplo en las Patentes Estados Unidos nº 3.530.534 y 3.762.693.

          Los husillos con diseño de anillo ranurados con espigas que penetran en el canal en una sección de dosificación para  
25           hacer que el hecho sólido previamente roto se descomponga aún más y por lo tanto aumenten la fusión por calor de conducción se ejemplifican en la Patente Estados Unidos nº 3.486.193. Este diseño se caracteriza por tener una aleta partida que permite  
30           montar las espigas continuamente alrededor de la sección del diámetro de la raíz del husillo en el interior de la sección de dosificación. Esto produce "espacios muertos" indeseables que

tienden a producir un estancamiento del material termoplástico.

5 En la Patente Estados Unidos nº 3.487.503, se dispone una pluralidad de espigas en la dirección transversal ó longitudinal del canal en cualquier región, como puede ser la sección de dosificación ó la sección de compresión, donde se recibe el material en estado fundido ó plástico, para conseguir una mezcla eficaz del material termoplástico dentro de la extruidora, dando por resultado una mayor uniformidad en el extruido. Aunque algunas de las espigas en cualquier espira de la aleta del husillo quedan en un plano que pueden ser perpendicular al eje geométrico del husillo, otras de las espigas en dicha espira de la aleta quedan fuera de dicho plano. Las espigas organizadas de esta manera han demostrado introducir restricciones excesivas al flujo con lo que precisan de aumentos en la velocidad de rotación del husillo de la extruidora y calor de esfuerzo cortante que son críticos para controlar la temperatura y, por lo tanto, la dilatación del agente formador de alveolos en el plástico.

15 Se ha conseguido un extruido de aislamiento sólido uniforme empleando una organización de espigas como se describe en la Patente Estados Unidos nº 3.762.693, mencionada anteriormente según la cual la sección dosificadora del husillo está provista de por lo menos un grupo de espigas, quedando todas las espigas de cualquier grupo en un plano perpendicular al eje de rotación del husillo. Estas espigas facilitan la descomposición adicional del lecho sólido que alcanza la sección dosificadora para proporcionar pequeñas partes con una mayor área superficial con el fin de aumentar el efecto del calor conductivo sobre el material de plástico.

25 A pesar de que los dispositivos anteriores, y en particular el último, han demostrado ser idóneos para trabajar los mate

30

5 riales termoplásticos normales y conseguir un extruido uniforme  
en el extremo del troquel, surgen problemas cuando se extruye ais-  
lamiento celular. En este caso, al contrario que el aislamiento  
sólido normal, es conveniente que la historia térmica, y no sim-  
plemente las temperaturas de partes correspondientes de secciones  
sucesivas del extruido, se controlen para conseguir uniformidad  
de dilatación. Esto reduce al mínimo las fluctuaciones en la ca-  
pacitancia coaxial del conductor aislado que en adelante se deno-  
minará como "capacitancia" y el diámetro sobre el dieléctrico -  
10 (denominado en adelante como "DOD").

Los husillos de extruidoras normales producen una frag-  
mentación indeseablemente prematura así como intermitente en lu-  
gar de una fragmentación continua del lecho sólido del material  
termoplástico.

15 Esto supone un problema para los materiales termoplásti-  
cos que llevan introducidos un agente formador de células en el  
plástico. El agente formador de células ó alveolos en el lecho  
sólido fragmentado no queda expuesto a una temperatura tan ele-  
vada durante un periodo de tiempo tan largo como el agente for-  
mador de células en el fundido entre trozos consecutivos de le-  
cho sólido. Un historial de bajas temperaturas del agente forma-  
dor de células en el lecho sólido dará una dilatación de porcen-  
taje reducido. Las variaciones en el porcentaje de dilatación --  
20 causan variaciones indeseablemente en la capacitancia y el DOD.

25 Dicho aparato puede comprender una carcasa provista de  
un ánima cilíndrica longitudinal en su interior, estando consti-  
tuido el canal por un adaptador del husillo de extrusión en el  
interior del ánima y con el hilo de rosca alcanzado prácticamen-  
te desde un extremo hasta el otro del mismo, comprendiendo el hu-  
sillo una sección de recepción y una sección de descarga para -  
30

el material de plástico y, sucesivamente desde la sección de recepción hasta la sección de descarga, una sección de alimentación, la citada sección de compresión y una sección dosificadora.

5

Dicho husillo puede comprender una sección de desahogo de la compresión entre la sección de compresión y la sección dosificadora.

El aparato puede comprender otra pluralidad de medios sometadores situados en dicha sección dosificadora.

10

Los medios ó cada pluralidad de medios sometadores pueden comprender una pluralidad de espigas colocadas alrededor de la circunferencia del husillo y que quedan prácticamente en su plano respectivo. Las espigas pueden dirigirse radialmente perpendicularmente a dicho eje de revolución.

15

La altura de cada una de dichas espigas puede ser ligeramente menor ó igual que la del hilo de rosca.

20

Según otro aspecto del invento un husillo que se utiliza en un aparato para hacer avanzar y trabajar material de plástico, comprende un núcleo con un hilo de rosca saliendo del mismo hasta una superficie de revolución concéntrica con un eje de revolución del núcleo generándose el hilo de rosca alrededor de dicho eje de revolución, teniendo una sección de dicho núcleo un diámetro en aumento para comprimir el material, y por lo menos una pluralidad de medios situados en la sección que tienen dicho diámetro en aumento y se extiende desde el núcleo para someter el material a una pluralidad de fuerzas, teniendo todos los medios sometadores en un paso de dicho hilo de rosca al menos una parte que queda en un plano que es perpendicular al eje de revolución de dicho núcleo, intersectándose el hilo de rosca con dicho plano y no quedando interrumpido en la intersección con dicho plano. Dicha pluralidad de medios sometadores pueden

30

comprender una pluralidad de espigas que salen del núcleo hacia la superficie de revolución.

La altura de cada una de dichas espigas pueda ser ligeramente menor ó igual que la del hilo de rosca.

5                   Según otro aspecto del invento, se proporciona un método para hacer avanzar y trabajar material de plástico, y se caracteriza porque un canal que tiene una base y paredes laterales, cuyas paredes están constituidas por un hilo de rosca de husillo  
10                   generado alrededor de un eje de revolución, gira alrededor de dicho eje de revolución, el material se comprime en una sección de dicho canal que tiene un área de sección transversal en reducción, y el material se somete a una pluralidad de fuerzas --  
15                   ejercidas al menos por una pluralidad de medios sometadores situados en la sección de dicho canal que tiene dicha área de sección transversal en reducción, teniendo todos los medios sometadores en un paso de dicho hilo de rosca por lo menos una parte que queda en un plano que es perpendicular al eje de revolución  
20                   intersectándose el hilo de rosca con dicho plano y no quedando interrumpido en la intersección con dicho plano, por lo que la rotación de canal alrededor de dicho eje de revolución hace que el material avance a través del canal a lo largo de un trayecto predeterminado.

El invento se describe a continuación tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

25                   La figura 1, es una vista en alzado, parcialmente en sección, de un husillo de extruidora de diseño con desahogo de compresión que incorpora el invento.

30                   La figura 2 es una vista detallada, fragmentada, a mayor escala, de una parte del husillo de extruidora de la figura 1, e ilustra un grupo de espigas unidas a un núcleo del husillo en

una sección de compresión del mismo.

5 La figura 3 es una vista en sección a mayor escala del husillo de extruidora y el cilindro correspondiente de la figura 1, tomada a lo largo de las líneas 3-3, e ilustra una pluralidad de espigas dirigidas radialmente hacia fuera desde un eje geométrico longitudinal del husillo y que quedan prácticamente en un plano perpendicular al eje, no experimentando interrupción la aleta del husillo en la sección del husillo que contiene las espigas.

10 Las figuras 4 y 5 son vistas en alzado a mayor escala, en las proximidades de la sección de compresión, y que representan una secuencia de interrupción de lo que se conoce como lecho sólido.

15 La figura 6, ilustra una vista en planta del canal helicoidal del husillo de la extruidora desenrollado del mismo y representa áreas de materiales fundido y sólido.

La figura 7, ilustra el canal desenrollado de la figura 6, con los componentes productores de fuerzas superpuestas y demostrando el efecto de estos componentes; y

20 La figura 8 representan modalidades de otras variantes de componentes productores de fuerzas.

25 Refiriéndonos ahora a la figura 1, se ilustra un aparato extruidor 20, que comprende una tolva 21 en la que se alimenta por lo menos un material termoplástico en forma de módulos con un agente químico productor de células ó alveolos en dispersión en el mismo. La tolva 21 se comunica con un cilindro de extrusión 22. Los materiales termoplásticos avanzan desde una boca de admisión ó extremo deceptor 23 del cilindro 22 hasta una boca de descarga ó extremo de salida 24 del mismo, donde se da al extruido la forma de la cubierta de un cable sobre el ánima

30

del mismo (no ilustrado) que avanza continuamente a través de un cabezal extruidor (no ilustrado) adyacente al extremo de descarga.

5 Según resultará evidente por la figura 1, el cilindro de extrusión comprende un barril ó caja 26 que tiene una superficie interna de revolución en forma de ánima cilíndrica 27 de diámetro uniforme que lo atraviesa y que une el extremo de entrada 23 con el extremo de salida ó descarga 24. El cilindro de extrusión 22 comprende también una brida 28 en su extremo de -  
10 descarga 24 la cual facilita la unión de adaptadores, troqueles y otro equipo auxiliar (ninguno de los cuales se ilustra pero que son bien conocidos en esta rama de la industria).

Para hacer avanzar el material termoplástico desde la tolva 21 hasta el extremo de descarga 24 de la extruidora 20,  
15 un husillo de extruidora 31 se coloca concéntricamente dentro del ánima 27. El husillo de extruidora 31 comprende un núcleo 32 que tiene su extremo de entrada 33 adyacente a la tolva 21 y su extremo de salida 34 adyacente al extremo de descarga 24.

El husillo de extruidora 31 es de un diseño con desahogo de la compresión. Comenzando en su extremo de entrada 33, el  
20 husillo de la extruidora 31 comprende, sucesivamente, una primera sección de diámetro de raíz constante 36 del núcleo 32, denominada sección de alimentación (véase la figura 1), una sección de diámetro de raíz uniformemente en aumento 37, denominada  
25 sección de compresión, una sección de diámetro de raíz en reducción uniforme 38, denominada sección de desahogo de la compresión, y una sección de raíz de diámetro uniforme 39 denominada comúnmente como sección dosificadora.

El husillo de extrusión 31 se fabrica con un hilo de -  
30 rosca ó aleta 41, formada helicoidalmente alrededor del núcleo

32 y dirigida longitudinalmente a lo largo del mismo. La aleta 41 se forma para que proporcione un canal 42 formado por el diámetro de raíz de núcleo 32 y encarado a las paredes laterales 43-43 de la aleta. El diámetro exterior y pasos de la aleta 41 son en general idénticos y constantes a lo largo del husillo de la extruidora 31 desde un punto situado inmediatamente más allá del extremo de entrada 33 del husillo hasta su extremo de descarga 34. No obstante, si se desea, el paso de la aleta 41 puede reducirse ligeramente desde la parte del husillo adyacente al extremo receptor 23 del ánima 27 de su extremo de descarga 24. La cara delantera de la aleta 41 es virtualmente perpendicular a la superficie de diámetro de raíz del núcleo 32 para ejercer una acción de descarga mejorada.

El canal 42 formado entre las paredes opuestas de la aleta 41 y la superficie del núcleo 32 tiene una forma generalmente rectangular. Es evidente que el área del canal 42 sea constante desde el extremo receptor 33 hasta el principio de la sección de compresión 37. Entonces el área del canal 42 se reduce hasta la sección de desahogo de la compresión 38, donde el área aumenta en una corta distancia, v.g., normalmente media espira y después permanece constante en toda la sección dosificadora 39. No obstante, no es necesaria una sección de desahogo de la compresión.

Se sabe que se necesitan extruidoras de gran potencia para aislamiento sólido, No obstante, para aislamiento de espuma ó celular se reduce la necesidad de potencia. Si se emplea la misma extruidora para aislamiento celular, el material de plástico se mueve más lentamente a través de la extruidora y es mayor el tiempo para el calentamiento por conducción que por esfuerzo cortante. El barril ó cilindro de la extruidora 22 tien-

da a mover el lecho sólido en la dirección descendente del canal (véase la figura 4). El husillo 31, que está conificado, opone una resistencia a esta acción. Al principio de la sección de compresión 37, el lecho sólido está sustentado por el fondo del canal 42. Se observa que el material de plástico se funde en una proporción más elevada que la proporción con la que se reduce el área del canal en la sección de compresión 37, mientras que en condiciones ideales, las proporciones debieran ser virtualmente iguales.

Esto produce inesperadamente un depósito de fundido que se acumula bajo el lecho sólido adyacente al extremo de salida de la sección de compresión 37 (figura 4) junto al núcleo 32 y socava el lecho sólido. Una parte del lecho sólido se descompone y tiene a agarrotarse junto al extremo poco pronunciado de la sección de compresión 37 (figura 5) acumulándose fundido entre el lecho sólido y la parte descompuesta. Cuando se extruye aislamiento celular supone un inconveniente la ruptura prematura e intermitente del lecho sólido (figuras 5 y 6). Si se demora la ruptura adicional a la sección dosificadora 39, el agente formador de células ó alveolos en secciones del material a través del canal y que comprende grandes fragmentos, no experimentará el mismo perfil de temperatura en su avance a lo largo del canal 42 que el agente formador de células en las secciones que no comprenden fragmentos grandes. Esto da lugar a una gran amplitud de variación en la capacitancia y el DOD.

Es conveniente controlar la ruptura ó descomposición del lecho sólido para que fragmente continuamente las partes sin fundir de las secciones sucesivas del material termoplástico en un lugar predeterminado. Entonces, en cualquier punto a lo largo del canal, partes correspondientes de secciones sucesi

vas del material termoplástico que avanza por el mismo se encuentran a la misma temperatura. La temperatura a lo largo del canal varía induciendo en cada parte de cada sección sucesiva un perfil de tiempo-temperatura, a lo que comúnmente se conoce como historial térmico. Como es lógico, se comprenderá que la temperatura de ciertas partes dentro de la sección transversal del canal pueden variar también.

Entonces, aunque el agente formador de células ó alveolos en cada sección ó rdaja del material termoplástico a través del canal 42 pueda estar expuesto a un historial térmico variable a causa de la distribución de fragmentos del lecho sólido en el mismo (figura 7), el historial térmico del agente formador de células ó alveolos en partes correspondientes de secciones sucesivas de fundido en el extremo de salida no varía. Como es lógico, la temperatura del fundido en el extremo de salida es virtualmente constante. Esto da por resultado un conducto aislado celular (no ilustrado) con un porcentaje de dilatación generalmente constante.

Para extruir aislamiento celular, la conificación de la sección de compresión 37 ha de corresponder convenientemente con la proporción de fusión, utilizando una sección de alimentación y de compresión 37 más corta.

El acortamiento general de las secciones de alimentación y compresión 36 y 37, respectivamente, controla con eficacia la ubicación de la descomposición del lecho sólido para que se encuentre convenientemente en las proximidades del extremo de salida de la sección de compresión. El husillo de la extruidora 31 se pueda modificar además para controlar la forma en que se descompone el lecho sólido, v.g., el tamaño y la forma de las partes descompuestas. De este modo se asegura un historial tér-

mico virtualmente uniforme de las secciones sucesivas del extruido en el extremo de salida de la extruidora 20.

5 Se ha averiguado que los componentes productores de fuerzas situados convenientemente en el lugar controlado de la descomposición del lecho sólido hacen que la descomposición se produzca en partes relativamente pequeñas si se compara con las partes mayores que se conseguían en el pasado. Una descomposición en pequeñas grumos mejora la conducción térmica de la fusión debido a la mayor área superficial expuesta al fundido y reduce convenientemente la amplitud de variación en capacitancia y/o DOD.

10 Los componentes productores de fuerzas pueden considerarse similares a los descritos en la Patente Estados Unidos nº 3.762.693. No obstante, los componentes se encuentran situados en el punto en el que se controla la aparición de la descomposición del lecho sólido.

15 La ubicación de la descomposición del lecho sólido se puede determinar por lo que se conoce como experimentos de enfriamiento como se describe en "Extrusión Plástica - Parte I" de R.C. Donovan y D.I. Marshall y "Extrusión Plástica - Parte II" de E. S. Decker, T.S. Dougherty y C. B. Heard, publicadas en las páginas 74-85 de la edición de Julio-Octubre de 1,971 de la publicación The Western Electric Engineer. Se introduce un colorante en el material termoplástico y se hace funcionar la extruidora. Después de conseguirse un estado estable, se detiene la operación y se enfría y el material termoplástico procedente del canal 42 se extrae como una lámina continua y se corta transversalmente en rodajas. El punto a lo largo del canal en el cual la rodaja de sección transversal cambia de color de un modo virtualmente completo al del colorante es esencialmente

20

25

30

al punto de descomposición del lecho sólido.

5 Para tener la seguridad de que secciones sucesivas del extruido hayan experimentado virtualmente el mismo historial térmico, al menos la sección de compresión 37 del husillo de la extruidora 31 ha de estar provisto de medios 46 para someter a los materiales a una pluralidad de fuerzas, (véase la figura 2). Los componentes productores de fuerzas se unen preferiblemente al husillo 31 aproximadamente de una a cuatro espiras por delante del extremo de salida de la sección de compresión 37.

10 Según se verá mejor en la figura 2, los medios 46 comprenden una pluralidad de componentes productores de fuerzas - 47-47 en forma de espigas que se montan individualmente en taladros 48-48 formados en el núcleo 32 del husillo de la extruidora 31 al menos a lo largo de la sección de compresión del husillo. Los taladros 48-48 se forman de modo que sus centros quedan --  
15 prácticamente en un plano que es perpendicular al eje longitudinal de rotación del núcleo 32. Además, los taladros 48-48 se forman en el núcleo 32 de modo que, cuando las espigas 47-47 se montan en los taladros correspondientes, las espigas quedan dirigidas radialmente hacia fuera a partir del eje longitudinal  
20 del núcleo 32.

Se observará que la disposición de las espigas 47-47, difiere de algunas disposiciones conocidas en el sentido de que todas las espigas 47-47 de cualquier espira de la aleta 41 tiene por lo menos la misma parte de sus ejes ó de las propias espigas en el llamado plano de las espigas que es perpendicular al eje de rotación del husillo.

25 La disposición estructural de las espigas 47-47 con respecto a la aleta 41 se establece para reducir al mínimo los "espacios muertos" que parece que tiene lugar en los diseños llama-  
30

mados de anillos ranurados. Para conseguirlo, la aleta 41 del husillo de extruidora 31 no está interrumpido al menos en aquella parte del husillo donde están situadas las espigas 47-47. Las paredes 43-43 de la aleta 41 del husillo 31 están formadas por superficies que se intersectan con el plano que contienen las espigas 47-47, de forma que la superficie son continuas a través del plano.

Como variante, se pueden disponer espigas 49-49 en una fila transversal al canal, según se describe en la Patente Estados Unidos nº 3.487.503 (véase también la figura 8). No obstante, esto reduce inconvenientemente y de un modo sensible el área del canal. En el diseño de preferencia, en cualquier punto, el canal se reduce solamente por la anchura de una espiga, y por lo tanto, mantiene la caída de presión a un mínimo. Las espigas dispuestas transversales al canal producen una mayor caída de presión con lo que exigen una mayor velocidad del husillo. Una velocidad del husillo excesiva da lugar a un calor excesivo por esfuerzo cortante y aumenta las dificultades que suponen controlar la temperatura del fundido y, por lo tanto, el grado de dilatación del extruido.

Otra variante consiste en determinar el punto en que tiene lugar la zona interfacial entre el lecho sólido y el fundido por los experimentos de enfriamiento mencionados e instalar en ese punto una fila de espigas 51-51 (véase la figura 8). Esto exigiría muchas espiras del husillo 31 y un número bastante mayor de espigas 47-47.

El presente invento resuelve problemas en la extrusión de aislamiento celular, así como en la extrusión de materiales de aislamiento sólidos. La tecnología anterior en general no ha utilizado componentes productores de fuerza en la sección de --

compresión del husillo 31 porque la fusión del material de plástico tiene lugar en dicha zona.

No obstante, se ha averiguado que el empleo de las espigas 47-47 en la sección de compresión, suplementadas preferiblemente por las espigas 52-52 en la sección dosificadora, produce un extruido homogéneo, teniendo cada sección prácticamente el mismo historial térmico. Esto ocurre en particular con respecto a extruidoras de gran producción. En estos casos, debido al régimen de producción, puede ser que el empleo de espigas en la sección dosificadora solamente no proporcione descompesición en partes pequeñas con suficiente antelación para exponer la parte al calor conductivo con el fin de conseguir temperaturas uniformes del extruido en el troquel (no ilustrado).

El empleo de las espigas 47-47 en la sección de compresión 37 asegura una fragmentación a tiempo del lecho sólido y da tiempo amplio para la exposición al calor conductivo. De este modo se resuelve los problemas de contracción y la formación de burbujas indeseables en la extrusión de algunos materiales tales como polipropileno y polietileno de gran densidad.

Como es lógico, el número de espigas 47-47, su ubicación precisa, diámetro y separación puede variar de acuerdo con la aplicación particular a que se destine la extruidora 20, la temperatura del fundido, tipo de forma plástica extruída, tipo de materiales alimentados a la extruidora, diámetro del husillo 31 y otras variables. El número de grupos de pasadores depende del grado de capacidad de respuesta del calentamiento y la mezcla.

Los agujeros 48-48 se pueden taladrar a un diámetro que exija ajuste a presión ó ajuste forzado de las espigas 47-47. Las espigas 47-47 se pueden anclar directamente al núcleo 33 depositando, antes de su introducción, estaño soldadura en polvo y fundente en el taladro correspondiente 48 y prensando después

la espiga en el taladro y aplicando calor a la espiga y el área adyacente del núcleo hasta que ha tenido lugar el aglutinamiento, Las espigas 47-47, se mecanizan de ordinario a mayor tamaño con respecto a la longitud y las superficies extremas exteriores se rectifican, mecanizan ó serán otro tipo de acabado para que se conformen al contorno de la superficie de revolución barrida por la aleta 41. Como es lógico, las espigas 47-47, se pueden conectar al núcleo 32 de cualquier manera factible que no perturbe de otro modo el área en sección transversal del canal 42. Las espigas pueden ser cilíndricas, y preferiblemente tienen un diámetro de 4,76 milímetros con los centros de los taladros 48-48 separados un espacio de por lo menos 4,76 milímetros sobre un círculo circunferencial alrededor del núcleo 32. Las espigas 47-47 se extienden en el trayecto predeterminado de los materiales termoplásticos a lo largo del canal 42 con la altura de la aleta 41.

Todas las espigas 47-47 han de tener tan solo una parte de las mismas en el plano correspondiente. Las espigas 47-47 en lugar de quedar prácticamente en el plano con las espigas dirigidas radialmente hacia afuera, podrían proyectarse transversalmente fuera del plano donde intersecta la aleta 41. Las espigas 47-47 podrían estar incluidas en el plan ó pero no estar necesariamente dirigidas en sentido radial hacia afuera desde el eje de rotación del núcleo 32. Finalmente, los componentes productores de fuerza no han de tener necesariamente la forma de espigas sino que no podrían tener la forma de paletas, como suele ser común en las ruedas impulsoras ó ruedas de paletas.

Puede que sea también importante para el funcionamiento del aparato extruidor 20, para una aplicación particular, el

que la relación del área circunferencial del núcleo 32 del husillo 31 entre las espigas al área total de los extremos libres de las espigas 47-47 en cualquier plano sea específico. El husillo de extruidora 31 podría tener la espiga 47-47 organizada de forma que esta relación fuera del orden de 0 a 1.

5                   Se pueden emplear planos adicionales de espigas 47-47 en la sección dosificadora, estando situado el plano de entrada a media espira ó medio paso hacia la salida de la sección de desahogo de compresión 38 del husillo 31. Como variante, el plano de entrada de dichos planos se encuentra a 4,76 milímetros hacia la salida de la sección de desahogo de compresión. El extremo de salida de los planos se sitúa en el extremo de salida del husillo 31 con los otros dos planos separados uniformemente entre los otros dos planos.

10                   El material termoplástico, por ejemplo polietileno, cloruro de vinilo polimerizado ó material similar, en forma granular, en polvo ó en nódulos con materiales de relleno y/o pigmentos apropiados y un agente formador de células, por ejemplo azodicarbonamida, se introduce en la tolva 21 de la extruidora 20. El husillo de extrusión 31 hace avanzar el material termoplástico de izquierda a derecha, según se verá en la figura 1, a través del canal 42 entre las paredes de la aleta 41.

15                   En una disposición típica, el aparato de extrusión 20 comprende un husillo 31 que tiene un diámetro de barril ó cilindro de 63,5 milímetros y una longitud de 1,676 milímetros. La sección de alimentación 56 abarca 330 milímetros y tiene una profundidad de 9,52 milímetros. Las secciones de compresión y de desahogo de compresión 37 y 38, respectivamente, abarcan 381 milímetros y 50,8 milímetros, respectivamente, y tienen profundidades mínimas de 2,54 milímetros. Finalmente, la sección de dosi

20

25

30

ficación abarca 914 milímetros y tiene una profundidad uniforme de 3,68 milímetros.

La dirección general del material de fusión con relación al husillo 31 es en el sentido longitudinal del canal helicoidal 42. A título explicativo, el canal 42 puede considerarse con un eje helicoidal que se extiende longitudinal al canal en un punto medio entre espiras adyacentes de la aleta 41.

Además de este movimiento, el material fluye transversalmente y en una forma curvilínea alrededor del eje geométrico. - Cada elemento diminuto de material recorre un trayecto que es una hélice con vueltas centradas alrededor del eje que es también una hélice. Este movimiento se genera por contacto de fricción de la superficie interior del barril ó cilindro 27 con la superficie exterior del material de plástico. Debido a la transmisión de calor en la zona interfacial de la aleta del husillo 41 y la superficie de revolución resultante del calentamiento por fricción, ó mediante equipo de calentamiento ó enfriamiento existe normalmente un gradiente de temperatura que varía hacia afuera a partir del eje hasta la zona interfacial.

A medida, que el material termoplástico avanza en la sección de compresión 37, tiene lugar una compactación, ablandamiento, fusión y mezcla en la misma según se reduce la sección transversal del canal 42. El material en la sección de compresión 37 tiende a ser lanzado con un cambio de velocidad. Así mismo, y según se verá en la figura 7, las espigas 47-47 fragmentan continuamente el lecho sólido en pequeñas partes, al contrario que en la descomposición intermitente representada en la figura 6. Esto expone convenientemente al agente formador de células ó alveolos en partes correspondientes de secciones sucesivas del fundido a prácticamente el mismo perfil de temperatura a lo largo del canal y reduce al mínimo las fluctuaciones en capacitación

cia y DOD.

Según avanza el material a través del plano de las espigas 47-47 en la sección de compresión 37, las espigas penetran en el material en el canal 42 para interrumpir las corrientes normales en sección transversal del material y producen su descomposición.

Entonces, cuando el material penetra en la zona de desahogo de compresión 38, el material tiende a retroceder algo con un cambio consiguiente de velocidad. La sección dosificadora 39 actúa tendiendo a conseguir una mayor uniformidad en todo el material que avanza a través de la misma con respecto a la temperatura, composición y color.

Las espigas 52-52 que se pueden emplear en la sección y de dosificación 39 producen una mezcla del material de plástico y tienden a vencer la tendencia del fundido a emigrar hacia la entrada en dirección a la cara de empuje de la aleta 41. El fundido es empujado hacia las caras traseras de la aleta para mezclar el fundido con los sólidos y conseguir un extruido homogéneo. Empleando espigas 47-47 en la sección de compresión suplementadas por las espigas en la sección dosificadora, se obtiene un alto grado de uniformidad térmica del extruido.

Se observará que en el pasado, se ha conseguido uniformidad térmica en un grado aceptable principalmente por una reducción de la profundidad del canal 42 dentro de la sección dosificadora 39. Esto ha tenido desgraciadamente el efecto secundario de reducir la capacidad de descarga de la extruidora 20 y ha sido inadecuado para descomponer eficazmente el lecho sólido y promover uniformidad en el historial térmico de prácticamente todo lo extruido.

Se comprenderá que uno de los beneficios de este inven

to radica en que los husillos actualmente utilizados se pueden modificar respecto a los cambios de longitud relativa de la sección y para que comprendan las espigas 47-47. Esto permite poder continuar utilizando la inversión en equipo realizado y poder al mismo tiempo aumentar la eficacia del equipo actual para producir conductores y cubiertas de doble aislamiento.

Los ejemplos que siguen se refieren a la producción de conductor de doble aislamiento de calibre 22 con una corteza de 51 micras de polietileno de gran densidad sólido extruido sobre una pared de 203 micras de polietileno de gran densidad expandido en un 45% (variación permisible : DOD  $\pm$  25,4 micras, cap.  $\pm$  1,5 -- pf/ft.)

En el primer ejemplo, el husillo 31 comprende una sección de alimentación de 457 milímetros de longitud 36 con una profundidad de 10,79 milímetros una sección de compresión 37 de 609 milímetros de longitud con una profundidad en su extremo menos profundo de 2,79 milímetros y una sección dosificadora 39 de -- aproximadamente 584 milímetros a una profundidad de 2,79 milímetros. La dimensión de profundidad se refiere a la distancia desde la parte superior de la aleta 41 hasta el fondo del canal 42. La aplicación del aislamiento dilatado se realiza a una velocidad lineal de 915 metros por minuto 39 RPM, una presión de cabezal de 295 Kg/cm<sup>2</sup>, y temperaturas del cilindro del orden de -- 162,7°C. al principio de la sección de alimentación hasta 210°C. en el cabezal. La temperatura del fundido era de 222, 7°C. La -- variación en DOD demostró ser de  $\pm$  0,508 milímetros a partir de la nominal y la variación en capacitancia demostro ser de  $\pm$  1,5 pf/ft.

En el segundo ejemplo, el husillo 31 comprende una sección de alimentación de 330 milímetros de longitud con una pro-

fundidad de 9,52 milímetros, una sección de compresión 37 de 381 milímetros de longitud con una profundidad de 2,54 milímetros en el extremo poco profundo, una sección de desahogo 38 de 31,75 - milímetros de longitud y una sección dosificadora 39 de aproximadamente 914 milímetros de longitud con una profundidad de 3,68 milímetros. El aislamiento dilatante se aplicó a una velocidad lineal de 1,525 metros por minuto, a una velocidad del husillo de 56 RPM, una presión de cabezal de 400 Kg/cm<sup>2</sup> y temperaturas del cilindro del orden de 204°C. en el cabezal con una temperatura del fundido de 229°C. La variación en DOD era de  $\pm 5,08$  milímetros y en capacitancia  $\pm 1,5$  pf/uf a partir de los valores nominales.

Se observará que si el husillo 31 en el segundo ejemplo se modifica primero solamente con un anillo de las espigas 52-52 en la sección dosificadora 39 y sin espigas en la sección de compresión 37, no se observan cambios notables en las variaciones de DOD y de capacitancia sobre las registradas en el segundo ejemplo.

En otro ejemplo, el husillo 31 del segundo ejemplo se modificó para que comprendiera un anillo de las espigas 47-47, cada una de ellas con un diámetro de 4,76 milímetros sobre centros de 9,52 milímetros a aproximadamente 647 milímetros a partir del extremo de entrada de la sección de alimentación 36 y un anillo de las espigas 52-52 en la sección dosificadora 39 - aproximadamente a 787 milímetros del extremo de entrada de la sección de alimentación. Las espigas en la sección dosificadora 39 tienen también 4,76 milímetros de diámetro sobre centros de 9,52 milímetros medidos circunferencialmente a lo largo de la superficie del núcleo. La capa de aislamiento dilatante se aplicó a una velocidad lineal de 1.525 metros por minuto una veloci

dad del husillo de 59 RPM, una presión del cabezal de 404 kg/cm<sup>2</sup> y una temperatura constante del cilindro de 201°C. y una temperatura del fundido de 226 milímetros. Las variaciones en DOD y capacitancia demostraron ser sorprendentemente de tan solo  $\pm 5,08$  milímetros y 0,4 pf/ft, respectivamente, la altura de las espigas 47-47 es ligeramente menor que la distancia desde la superficie del núcleo en el fondo del canal 42 hasta la parte superior de la aleta 41.

El ejemplo siguiente se refiere a la producción de aluminio de calibre 20 aislado con una capa de 51 micras de polietileno sólido de gran densidad sobre una cubierta de 254 micras de polietileno de gran densidad con una expansión ó dilatación del 45%.

El husillo 31 comprendía una sección de alimentación de 622 milímetros con una profundidad de 10,16 milímetros, una sección de compresión de 600 milímetros y una profundidad de 2,54 milímetros en su extremo de salida, una sección de desahogo de compresión 38 de 44,45 milímetros y una sección de dosificación 39 con una longitud de 854 milímetros y una profundidad de 3,43 milímetros. Un anillo de 4,76 milímetros separado a 4,76 milímetros, se conectó al husillo 31 a una distancia de 1.067 milímetros a partir del principio de la sección alimentadora. El aislamiento expandible se aplicó a una velocidad lineal de 1.220 metros por minuto, una velocidad del husillo 31 RPM y temperaturas de cilindros del orden de 107°C en la sección de alimentación hasta 201°C. en el cabezal. Las variaciones en DOD y capacitancia demostraron ser de  $\pm 5,08$  milímetros y  $\pm 0,5$  pf/ft.

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 en cuanto no alteren su prin-

cipio fundamental.

REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento y aparato para la extrusión de mate-  
riales termoplásticos, según el cual un canal que tiene una ba-  
se y paredes laterales, cuyas paredes están constituidas por un  
hilo de rosca generado alrededor de un eje de revolución, se ha-  
ce girar alrededor del eje de revolución y el material se com-  
prime en una sección del canal que tiene un área de sección tran-  
versal en reducción, y el material se somete a una pluralidad  
10 de fuerzas ejercidas por lo menos por una pluralidad de disposi-  
tivos sometedores, teniendo todos los dispositivos sometedores  
en un paso del hilo de rosca al menos una parte en un plano que  
es perpendicular al eje de revolución, intersectándose el hilo  
de rosca con el plano por lo que la rotación del canal alrede-  
15 dor del eje de revolución hace que el material avance a través  
del canal a lo largo de un trayecto predeterminado procedimien-  
to caracterizado porque la pluralidad de dispositivos sometedo-  
res se sitúa en la sección del canal que tiene el área de sec-  
ción transversal en reducción.

20 2.- Aparato para la aplicación del procedimiento según  
la reivindicación 1, del tipo de aparato que comprende un canal  
que tiene una base y paredes laterales, cuyas paredes están --  
constituidas por un hilo de rosca de husillo generado alrededor  
de un eje de revolución, medios para hacer girar el canal alre-  
25 dor del eje de revolución, teniendo una sección del canal un  
área en sección transversal en reducción para comprimir el ma-  
terial, y por lo menos una pluralidad de dispositivos, para so-  
meter el material a una pluralidad de puertitas, teniendo todos -  
los dispositivos sometedores en un paso del hilo de rosca, por  
30 lo menos una parte en un plano que es perpendicular a dicho eje

de revolución, intersectándose al hilo de rosca con el plano, -  
siendo el aparato del tipo necesario para que, en la práctica,  
la rotación del canal alrededor del eje de revolución haga que  
el material avance a través del canal a lo largo de un trayecto  
5 predeterminado, caracterizado porque la pluralidad de dispositi-  
vos sometores se sitúa en la sección de compresión del canal.

3.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado -  
porque cada uno de los dispositivos sometores tiene un eje geomé-  
trico que intersecta el plano ó queda en el mismo.

10 4.- Aparato según las reivindicaciones 2 ó 3 caracteriza-  
do porque se constituye por una caja que tiene un ánima cilíndri-  
ca dirigida longitudinalmente en su interior, estando constitui-  
do el canal por un husillo de extrusión que se ajusta dentro del  
ánima y lleva el hilo de rosca que se extiende prácticamente des-  
de un extremo al otro del mismo, comprendiendo el husillo una -  
15 sección de recepción y una sección de descarga del material de  
plástico y, sucesivamente a partir de la sección de recepción  
hasta la sección de descarga, una sección de alimentación, la -  
citada sección de compresión y una sección dosificadora.

20 5.- Aparato según la reivindicación 4, caracterizado -  
porque el husillo presenta una sección de desahogo de la compre-  
sión entre la sección de compresión y la sección dosificadora.

25 6.- Aparato según las reivindicaciones 4 ó 5, caracteriz-  
ado porque se dispone una pluralidad adicional de dispositivos  
sometedores en la sección dosificadora.

30 7.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4  
ó 6, caracterizado porque cada dispositivo ó cada pluralidad de  
dispositivos sometedores presentan una pluralidad de espigas co-  
locadas alrededor de la circunferencia del husillo y que quedan  
prácticamente en su plano respectivo.

8.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado por que las espigas se extienden radialmente perpendiculares al eje de revolución.

5 9.- Aparato según las reivindicaciones 7 ó 8 caracterizado porque la altura de cada espiga es menor que la del hilo de rosca.

10.- Aparato según las reivindicaciones 7 ó 8, caracterizado porque la altura de cada una de dichas espigas es igual a la del hilo de rosca.

10 11.- Aparato según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuando el husillo comprende un núcleo que tiene un hilo de rosca que sale del mismo hacia afuera hasta una superficie de revolución concéntrica con un eje de revolución del núcleo generándose el hilo de rosca alrededor del eje de revolución, teniendo una sección del núcleo un diámetro en aumento para comprimir el material, y por lo menos una pluralidad de dispositivos que salen del núcleo para someter el material a una pluralidad de fuerzas, teniendo todos los dispositivos sometedores en un paso del hilo de rosca por lo menos una parte de los mismos en un plano que es perpendicular al eje de revolución del núcleo, intersectándose el hilo de rosca con el plano pero no quedando interrumpido en la intersección con el plano se sitúa una pluralidad de dispositivos sometedores en la sección que tiene el diámetro en reducción.

25 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque la pluralidad de dispositivos sometedores se forma por una pluralidad de espigas que salen del núcleo hacia la superficie de revolución.

30 13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque la altura de cada una de las espigas es igual a la altura

ra del hilo de rosca.

14.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque la altura de cada una de las espigas es ligeramente menor que la del hilo de rosca.

5

15.- Procedimiento y aparato para la extrusión de materiales termoplásticos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

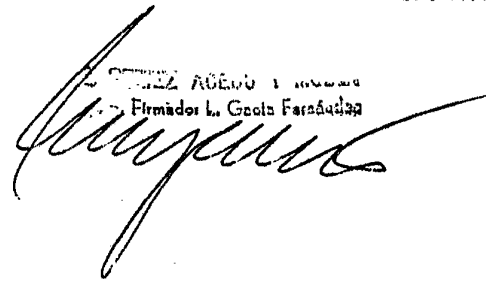
La presente Memoria, consta de 27 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

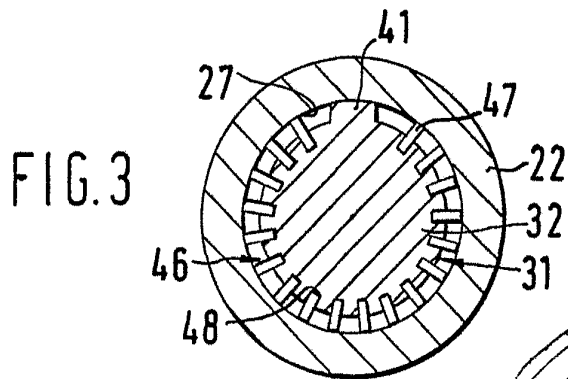
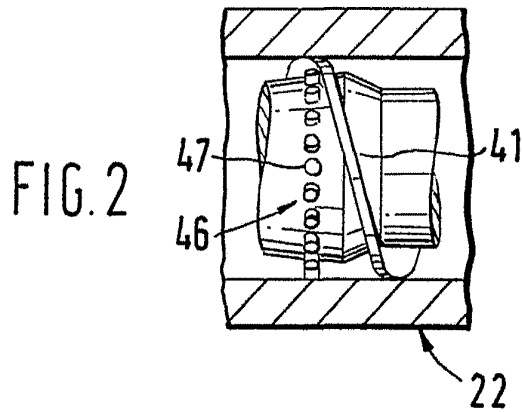
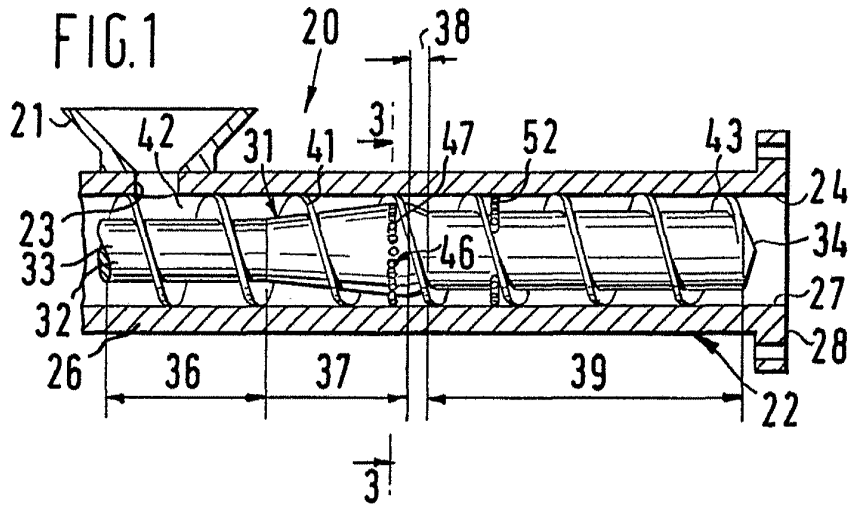
10

Madrid, 28 MAYO 1976

WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPOR.

OTROZ AGEND 1 1000000  
Firmado L. Golo Faradada





ESCALA  
VARIABLE

Madrid, 1927

Firmado en la Oficina Patente

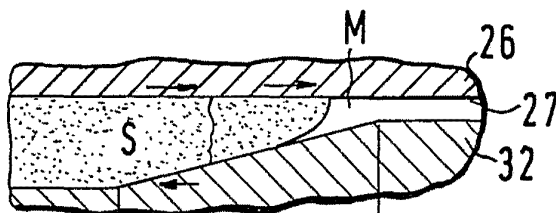


FIG. 4

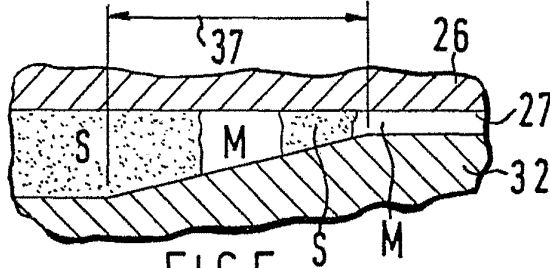


FIG. 5

ESCALA  
VARIABLE

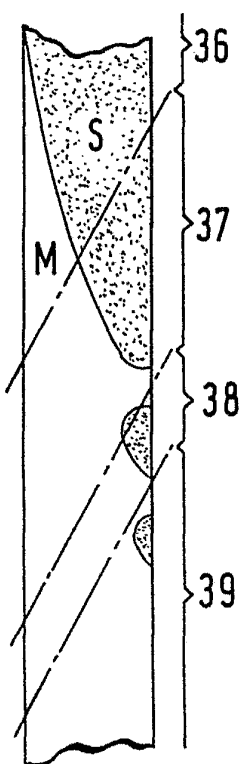


FIG. 6

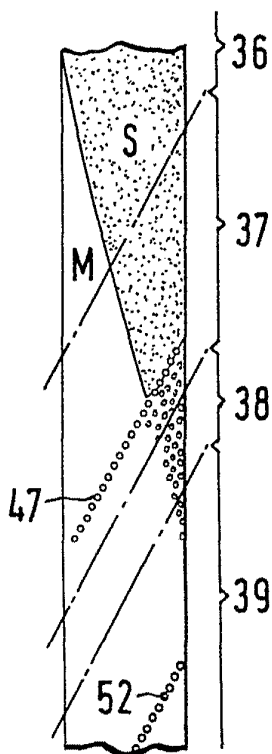


FIG. 7

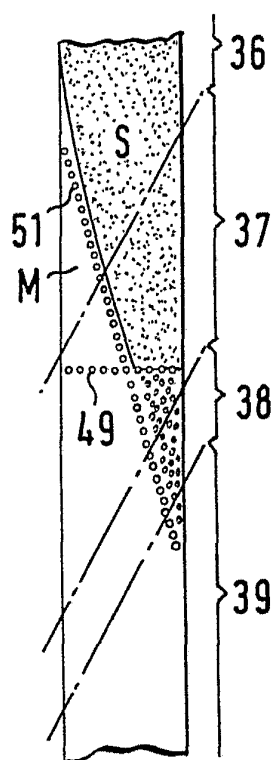


FIG. 8

25 MAYO 1976

Madrid

J. SANCHEZ ROEDAS

por el Firmado: L. Goeta Fernández