



1967

336650

PATENTE DE INTRODUCCIÓN

por 10 años

por "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PELÍCULAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO", a favor de PLÁSTICOS CELULÓSICOS, S.A., de nacionalidad española, domiciliada en BARCELONA, Murcia, 35.

=====

MEMORIA DESCRIPTIVA

En algunos procedimientos convencionales, se ha dado a conocer la fabricación de películas de poliestireno expandido con la técnica de extrusión-soplado, procedimiento en el cual el material de partida es el poliestireno expansible.

5. Se designa aquí bajo el nombre de técnica de extrusión-soplado un procedimiento de producción de películas tubulares, según el cual un material plástico es extrusionado a través de una hilera o tobera agujereada por un orificio anular, y el tubo de paredes delgadas que resulta de ello es hinchado a continuación desde el interior con ayuda de un tubo de soplado dispuesto en el orificio de la hilera. Como resultado de este soplado, el diámetro del tubo aumenta y el espesor de la pared del tubo disminuye. Mientras que se insufla aire, el tubo extrusionado puede ser al mismo tiempo estirado en una dirección
10. longitudinal. Para ello, la película tubular finalmente conseguida se hace pasar entre dos rodillos de descarga, a una velo-



ENE 1967

- 2 - 336650

5. ciudad superior a la velocidad lineal a la cual sale el tubo de paredes delgadas con respecto a la hilera de la máquina de extrusión. Según la naturaleza del material a extrusionar y también según la velocidad de producción de la película que se desee, la película tubular está sometida o no a un enfriamiento forzado exterior. El tubo aplanado que sale de los rodillos de descarga puede ser cortado a conveniencia para que las hojas resultantes tengan las dimensiones deseadas.

10. El poliestireno expansible es un poliestireno que contiene un agente de expansión, tal como un gas o un líquido volátil, por ejemplo un hidrocarburo alifático o hidrocarburo halogenado volátil y que cuando se le calienta se transforma en poliestireno expandido o dotado de celdas de aire por evaporación del agente de expansión. El poliestireno expansible

15. puede prepararse principalmente tratando partículas de poliestireno con un hidrocarburo alifático volátil en un recipiente cerrado a presión. También se puede realizar la mezcla con el agente de expansión incluso durante la polimerización del monómero, por ejemplo, polimerizando una mezcla que contenga es-

20. tireno monómero y un agente de expansión, por una técnica de polimerización en suspensión. Según otro método, el poliestireno es mezclado con un hidrocarburo alifático o hidrocarburo halogenado volátil en una máquina de extrusión, a una temperatura por lo menos de 160° centígrados. El extrusionado es

25. enfriado a continuación a una temperatura inferior a 50° centígrados, casi inmediatamente después de la salida de la hilera, a fin de impedir la expansión del producto.

30. Cuando un poliestireno expansible del tipo dicho es transformado en poliestireno expandido por extrusión, el producto celular que resulta contiene alveolos que poseen unas dimensiones no uniformes y relativamente importantes, es decir,



1967.

- 3 -

336650

- superiores a un milímetro. En consecuencia, el poliestireno expansible no es directamente utilizable como material de partida en el procedimiento de extrusión-soplado. Por razón de las características desfavorables de grosor y distribución de
5. los alveolos, las películas de pared delgada obtenidas por extrusión-soplado son frágiles y poco flexibles. Las películas obtenidas por extrusión-soplado y que tienen un espesor de pared mayor, tal como de 5 a 10 milímetros, tienen otras propiedades desfavorables, tales como características poco
10. adecuadas de resistencia a la tracción y la flexión, permeabilidad al agua y una gran conductividad calorífica.

- Se ha propuesto ya hacer la mezcla del poliestireno expansible antes o durante la transformación en poliestireno expandido, con uno o más agentes de formación de burbujas o
15. con un sistema de formación de las mismas, de modo que se consiga un producto celular que tenga alveolos muy pequeños y de dimensiones uniformes. Un sistema de formación del tipo dicho consiste en una combinación de un conjunto que libera anhídrido carbónico, tal como el bicarbonato sódico y un ácido orgánico,
20. tal como el ácido cítrico.

- Según el procedimiento conocido anteriormente dicho, se consigue una película de poliestireno expansionado por medio de una operación de extrusión-soplado, en la cual el material de partida es poliestireno expansible. En la prensa de
25. extrusión, este material es mezclado de un modo homogéneo con un sistema de formación de burbujas, que consiste en un compuesto de formación de las mismas que libera anhídrido carbónico y un ácido, preferentemente un ácido orgánico. Sin embargo, este procedimiento presenta el inconveniente de que la pe-
30. lícula expansionada se produce de hecho por medio de dos operaciones distintas, es decir, primero, produciendo poliestire-



ENE. 1967

- 4 -

336650

no expansible, y segundo, la transformación de éste en el proceso de extrusión-soplado.

- La presente invención proporciona un procedimiento de fabricación de películas de poliestireno expandido según
5. el cual el poliestireno y un sistema de formación de burbujas se introducen en una prensa de extrusión, cuya parte cilindro-tornillo impulsor se compone de una zona de plastificación o de fusión y de una zona de mezclado, y según la cual, sucesivamente en la prensa de extrusión, la masa es conducida a tra-
  10. vés de la zona de plastificación o de fusión, mientras que el poliestireno es plastificado o fundido y que la presión de la masa aumenta; introduciéndose un hidrocarburo alifático volátil o un hidrocarburo halogenado volátil al principio de la sección de mezcla; mezclándose en la masa obtenida de este mo-
  15. do enérgicamente, mientras se conduce a través de la zona de mezcla, después de lo cual la mezcla homogénea se hace pasar por un orificio anular a través de la hilera, con expansión del poliestireno, y el poliestireno expandido que sale de la hilera es soplado a partir del interior para formar una pelí-
  20. cula tubular.

- Como que en este procedimiento se utiliza el poliestireno como material de partida en lugar del poliestireno expandible, aquél se llama procedimiento en un solo tiempo para la producción de películas de poliestireno expandido. Es evi-
25. dente que, con respecto al procedimiento de dos tiempos utilizado anteriormente, la invención proporciona un procedimiento considerablemente más simple.

- En la industria de los materiales plásticos se emplean prensas de extrusión para la producción de objetos alar-
30. gados que tienen una sección constante, tales como tubos o perfiles, haciendo pasar un material termoplástico en estado



1967.

- 5 - 336650

- fundido o plástificado a través de una hilera. Generalmente, una prensa de extrusión comporta un cuerpo cilíndrico en el cual se hace girar un tornillo sinfin con ayuda de un mecanismo impulsor. En el interior del cuerpo cilíndrico el material termoplástico queda plastificado o fundido, mientras que,
5. como resultado del giro del tornillo, la masa se hace avanzar continuamente en la dirección de la hilera. El tornillo de la prensa extrusionadora puede tener diversas formas y, por ejemplo, con un paso de tornillo constante, el diámetro del eje
10. del tornillo puede aumentar progresiva o bruscamente en la dirección de la extrusión, en cuyo caso el paso anular de salida se hace más pequeño, de forma correspondiente. Durante el giro, un tornillo del tipo dicho puede ejercer una presión creciente sobre una masa fundida plastificada, de un modo ho-
15. mógeno. Una zona de la prensa de extrusión en la cual, cuando el paso del tornillo es constante, el paso anular de salida tiene dimensiones que disminuyen como consecuencia de un aumento de diámetro del eje del tornillo, se llama zona de compresión. Como se comprende, una prensa de extrusión puede
20. comprender una zona en la cual el diámetro del tornillo y el paso del tornillo son ambos constantes. Una zona de tal tipo se llama habitualmente zona de galgado o medida. Según la relación entre el paso anular de salida de la zona de medida o galgado y el de una zona siguiente, la última porción de la
25. zona de galgado puede provocar un aumento de presión.

La longitud de una prensa de extrusión se expresa habitualmente con respecto al diámetro interior del cuerpo cilíndrico de la misma. Así, se habla de una prensa extrusionadora de 20 L/D cuando la relación entre la longitud de la

30. prensa extrusionadora (calculada desde la tolva hasta el principio de la hilera) y el diámetro interior del cuerpo es de 20.



1967

- 6 -

336650

- Durante la extrusión, se forman fuerzas de torsión intensas en el eje del tornillo de la prensa extrusionadora. Dichas fuerzas pueden ser muy intensas cuando se utiliza una prensa que tenga una relación L/D, por ejemplo, de 40 ó 50. Para re-
5. mediar los inconvenientes de esas fuerzas de torsión extremadamente intensas, deben tomarse medidas especiales a menudo muy costosas, en dichas prensas de extrusión. En consecuencia, la relación L/D de las prensas extrusionadoras disponibles en el comercio se limita a 35.
10. Para la mezcla del agente de expansión volátil inyectado en la prensa de extrusión en el procedimiento de la Patente, se pueden utilizar medios conocidos, por ejemplo, la masa puede ser conducida a través de una zona de medida que comporta un paso de salida de tipo anular estrecho. Este paso
15. da origen a una acción de mezcla como consecuencia del hecho de que la salida de la masa está sometida a fuertes esfuerzos de cizallamiento que están dirigidos transversalmente con relación al eje longitudinal de la prensa de extrusión. Dichos esfuerzos de cizallamiento están producidos principalmente por
20. la resistencia de la pared interior del cuerpo cilíndrico de la prensa de extrusión y de la pared del tornillo. Sin embargo, cuando la sección de mezcla que se define aquí como la zona o sección comprendida entre el punto de inyección del agente de expansión volátil y la entrada de la hilera se compone exclu-
25. sivamente de una zona de galgado, la mezcla no es generalmente homogeneizada de un modo suficientemente intenso, mientras que, en razón de la pequeña superficie de salida anular necesaria, la capacidad de producción de dicha zona de medida es bastante débil. Se puede conseguir una homogeneización mucho más inten-
30. sa de la mezcla, sometiendo a varias acciones a la masa durante su avance a través por lo menos de una parte de la zona de



1967

- 7 -

336650

- mezcla por medio de fuerzas que sucesivamente son mayores y menores. La alternancia de las fuerzas tangenciales mayores y menores se hace, por ejemplo, haciendo pasar la masa a través de cierto número de elementos de mezcla que presenten ranuras, quedando separados dichos elementos de mezcla unos de otros, por cortas zonas estrechas de salida anular y dividiendo estos elementos la corriente anular de la masa en cierto número de corrientes separadas. Como consecuencia de la rotación del tornillo de la prensa de extrusión, con los elementos
5. de mezcla, la masa, cuando pasa en corrientes separadas en las ranuras de los elementos de mezcla, resulta sometida a fuerzas tangenciales considerables, y cuando pasa a través de las zonas de salida anular queda sometida a fuerzas tangenciales de menor importancia.
10. Cuando el procedimiento de la invención se pone en práctica en una prensa de extrusión de la cual solamente una parte de la zona de mezcla está dotada de elementos de mezcla, que someten a la masa de un modo repetido durante su avance a fuerzas tangenciales mayores y menores, la parte restante
15. o las partes restantes de la zona de mezcla pueden componerse de una zona de medida, cuyo paso de salida anular es aproximadamente el mismo que el paso de salida de los elementos de mezcla, pudiendo ser asimismo mayor o menor. Igualmente, la parte o las partes restantes de la zona de mezcla pueden com-
20. prender una o varias zonas de compresión.
25. De este modo, en el interior de la prensa de extrusión que se utiliza en el procedimiento de la invención, la zona de mezcla puede comportar en principio una o varias zonas, que pueden tener como efecto el aumento de presión de
30. la masa que avanza en la dirección de la hilera, como por ejemplo, una sección de compresión o una sección de medida,



- cuyo paso de salida anular es mayor que el de los elementos de mezcla que siguen a esta zona de medida. No obstante, es difícil producir de un modo continuo una película de poliestireno expandido que tenga una calidad de esponjosidad constante, con ayuda de estos últimos tipos de prensas de extrusión; la cantidad del agente de expansión volátil en la mezcla que debe salir por el orificio de la hilera tiene tendencia a variar con el tiempo. En consecuencia, la densidad, el tamaño de los alveolos y la distribución de dichos tamaños
5. durante los períodos de producción bastante largos, sólo pueden mantenerse constantes de maneras muy difíciles.
- 10.

- Según un modo de realización preferente del procedimiento de la invención, la presión de la masa, mientras ésta se hace avanzar a través de la zona de mezcla, se reduce
15. o se mantiene en un valor constante. Es necesario, evidentemente, que la presión de la masa, mientras esta última se hace avanzar a través de la zona de plastificación o de fusión, se haga aumentar, de modo que al fin de esta última zona alcance por lo menos un valor igual al de la presión de la masa
20. en la entrada de la hilera. Este modo de realización preferente no se limita a los procedimientos en los cuales la presión de la masa, mientras avanza según toda la longitud de la zona de mezcla, resulta reducida o permanece constante. Se puede hacer avanzar la masa a través de una parte de la zona de mezcla en condiciones tales que la presión de la masa disminuye,
25. mientras que a continuación la presión de la masa que se hace avanzar a través de la otra zona o de las otras zonas de la región de mezcla sea constante y, por ejemplo, la presión de la masa durante su avance a través de las partes siguientes
30. de la sección de mezcla puede ser reducida y mantenida constante, respectivamente, o viceversa.



1967

- 9 -

336650

- No obstante, la particularidad esencial de este procedimiento preferente de la invención es que la presión de la masa, durante su avance sobre toda la longitud o sobre las partes de la zona de mezcla, no aumenta. Por consiguiente,
5. te, una condición esencial a cumplir por la prensa de extrusión utilizada en este procedimiento es que la zona de mezcla no contenga ninguna sección de compresión u otra sección que pueda tener por efecto el aumento de la presión. Gracias al procedimiento de la invención es posible producir una película
10. la de poliestireno expandido durante largos períodos de producción, quedando constante la calidad de esponjosidad del poliestireno durante los períodos dichos.

- Otra ventaja del procedimiento de la invención y en particular del modo de puesta en marcha preferente de este
15. procedimiento es que la operación de extrusión-soplado en un tiempo único puede ser realizada con éxito utilizando una prensa de extrusión que tenga relación L/D inferior a 35.

- Se puede conseguir una homogeneización muy intensa de la mezcla en el procedimiento de la invención, sometiendo
20. la masa de modo repetido durante su avance sobre toda o casi toda la longitud de la zona de mezcla a fuerzas tangenciales que sucesivamente aumentan y disminuyen.

- La invención debe realizarse en un aparato para la producción de películas de poliestireno expandido, que comprende una prensa extrusionadora dotada de una hilera apropiada para el soplado de la película, componiéndose la zona cilíndrica/tornillo de la prensa de extrusión, de una zona de plastificación o de fusión y de una zona de mezcla quedando
25. situados uno o varios orificios de alimentación para la inyección del agente de expansión volátil al principio de la
30. zona de mezcla y quedando dotado el tornillo de la prensa de



1967  
5. extrusión en la sección de mezcla sobre toda o casi toda la longitud de esta sección, de elementos de mezcla que consisten en collares de ranuras que tienen un diámetro exterior ligeramente menor que el diámetro interior del cuerpo de la prensa de extrusión y que están separadas una de otra por cortas zonas estrechas de salida anular. Dichos collares presentan preferentemente ranuras helicoidales que tienen un ángulo de hélice por lo menos de 60°.

10. Para su mejor comprensión, se adjunta a título de ejemplo, un dibujo explicativo de la presente Patente.

La figura 1 es una vista esquemática en sección axial de la parte del cuerpo cilindro-tornillo de una prensa extrusionadora de acuerdo con la Patente.

15. La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal del elemento de mezcla según la Patente.

20. El poliestireno y los materiales que sirven de sistema de formación de burbujas, se introducen en la prensa de extrusión por la tolva -1-, si se desea pueden utilizarse tolvas separadas para el poliestireno y para los materiales dichos. En la zona -2- de plastificación o de fusión el poliestireno es plastificado o fundido y la presión de la masa aumenta. El tornillo en esta zona puede tener diversas formas, en la prensa de extrusión representada, el espacio de salida -4- de la zona de plastificación o de fusión se divide en una zona de transporte -5-, una zona de compresión -6- y una zona de medida o galgado -7-, cuyas longitudes pueden variar. Al final de la zona de medición se puede encontrar otra corta sección que sirve de resistencia a la salida (lo que se llama un "blister") designado con el numeral -3-, cuyo paso de salida anular es bastante más pequeño que el de la zona de galgado que precede y bastante más pequeño también que el del ini-

25.

30.



ENE 1967

- 11 -

336650

cio de la zona de mezcla siguiente.

Después de esta zona -3- la masa plastificada o fundida se encuentra bajo una presión más baja que anteriormente y en consecuencia es posible impedir que el agente de expansión volátil inyectado en el inicio de la zona de mezcla puede pasar a contracorriente al orificio de alimentación -1-.

Después de la zona de plastificación o de fusión, la masa discurre (pasando por el blister -3- si existe) hacia la zona de mezcla -8-. La inyección del agente de expansión volátil, puede efectuarse por uno o varios orificios de alimentación -9-. Cuando se utilizan varios orificios de alimentación al principio de la zona de mezcla, éstos pueden quedar preferentemente dispuestos de modo simétrico alrededor de la circunferencia del cuerpo cilíndrico. Además, es posible utilizar varios orificios de alimentación situados en diversos puntos en la dirección longitudinal de la sección de mezcla. Esto conduce a un aumento progresivo en cada punto de inyección de la proporción del agente de expansión de la masa que discurre en la dirección de la hilera. El inicio de la zona de mezcla queda entonces evidentemente situado en el primer punto de inyección. La inyección del agente de expansión puede efectuarse axialmente, radialmente o tangencialmente.

En el procedimiento de la invención el tornillo que gira en la zona de mezcla puede quedar realizado de diversas formas. Es posible por ejemplo, utilizar un tornillo de diámetro constante y de paso constante lo que tiene por efecto que la zona de mezcla consista enteramente o parcialmente en una zona de medición que tiene el paso de salida anular estrecho, siempre que esta zona de medición no pueda tener efecto de aumento de la presión de la masa que avanza a través de la zona de mezcla.



1967

Para que se pueda conseguir una mezcla bien homogeneizada, el tornillo giratorio está preferentemente dotado de cierto número de elementos de mezcla -10- separados unos de otros por zonas de salida anular -11- las cuales tienen preferentemente un paso de salida anular relativamente pequeño y una longitud relativamente reducida. En consecuencia, según el procedimiento de la invención la masa que se encuentra en la zona de mezcla puede pasar a continuación a través de una zona de medida y de una zona dotada de elementos de mezcla del tipo descrito, siempre que el paso de salida anular en la zona de medida sea aproximadamente el mismo, o mayor que el paso de salida de los elementos de mezcla.

En el aparato de la invención, los elementos de mezcla son utilizados sobre toda o casi toda la longitud de la zona de mezcla. Estos elementos de mezcla comprenden zonas de ranuras que tienen un diámetro exterior ligeramente menor que el diámetro interior del cuerpo de la prensa de extrusión y que presentan preferentemente un cierto número de ranuras helicoidales con un ángulo de hélice por lo menos de 60°. La dirección de rotación de las ranuras helicoidales es preferentemente la misma que la dirección de rotación del tornillo en la zona de plastificación. Las ranuras pueden tener diversos perfiles, mostrando la figura -2- un modo de realización apropiado (corte según A-A').

La masa que sale de la zona de mezcla pasa a continuación a través de una hilera -12- agujereada por un orificio anular. Saliendo de la hilera, la masa se dilata inmediatamente con formación de una esponja que tiene alveolos pequeños, muy regulares y de estructura cerrada. Con ayuda de un tubo soplado -13-, que se dispone en el orificio de cada hilera, la esponja resultante es transformada por soplado en una película



la tubular -14-.

- El procedimiento de la invención puede realizarse muy bien en prensas de extrusión que tengan una longitud de 20 a 35 D, particularmente en una prensa de extrusión que
5. tiene una longitud de cerca de 30 D. La relación entre la longitud de la zona de mezcla y la zona de plastificación o de fusión puede variar. Preferentemente, se utilizan prensas que tienen una zona de mezcla de una longitud por lo menos de 7 D y de 15 D como máximo. Además la longitud de cada uno de
  10. los elementos de mezcla de la zona de mezcla así como la longitud de las zonas de salida anular que separan estos elementos de mezcla pueden tener diversos valores. Por ejemplo son utilizables elementos de mezcla que tengan una longitud de 0,1 a 0,8 D y particularmente con longitudes de 0,2 D. Los ele-
  15. mentos de mezcla están separados por zonas de salida anular que tienen una longitud de 0,05 a 0,3 D, siendo preferente una longitud de 0,1 D. Igualmente la zona de mezcla se puede dividir en una zona de mezcla primaria y una zona de mezcla secundaria. La zona de mezcla primaria contiene entonces cor-
  20. tos elementos de mezcla que tienen la longitud mencionada anteriormente, mientras que la zona de mezcla secundaria presenta elementos de mezcla más largos, por ejemplo con longitudes de 1 a 1,5 D. No obstante, se utilizan preferentemente cortos elementos de mezcla en toda o casi toda la longitud de la
  25. zona de mezcla. El orificio de alimentación o el primer orificio de alimentación, para la inyección del agente de expansión volátil desemboca preferentemente entre la primera y la segunda zona de ranura.

- El procedimiento de la invención descrito anteriormente
30. mente no queda limitado a la utilización de la prensa de extrusión cuya sección de mezcla no contenga ninguna parte que



1967

- 14 -

336650

- pueda aumentar la presión de la masa que discurre en la dirección de la hilera. Una variante apropiada de las zonas de mezcla descritas anteriormente, pero de hecho menos preferente puede componerse de una zona de medición o de transporte que
5. tiene una gran profundidad de canal, una zona de compresión tal como se ha definido más arriba, una zona de mezcla que tiene una pequeña profundidad de canal (correspondiente con un paso de salida anular estrecho) y una última zona que está dotada de elementos de mezcla. Se puede también utilizar una
  10. zona de mezcla cuya última parte esté dotada de elementos de mezcla y cuya primera parte consiste en una zona de compresión en la cual el diámetro del tornillo sólo aumenta muy lentamente al discurrir hacia la hilera.

- Otra variante es una zona de mezcla cuya primera
15. parte consiste en una zona de mezcla propiamente dicha y cuya segunda parte está dotada de elementos de mezcla, siendo el paso de salida anular de esta zona más pequeño que el de la última zona. En lugar de zonas de medida, pueden también utilizarse zonas en las cuales el filete del tornillo queda su-
  20. primido. Además es posible también utilizar zonas de mezcla en las cuales solamente la primera parte está dotada de elementos de mezcla, mientras que la otra parte puede estar compuesta de una o varias secciones de medición o de compresión.

- En las prensas de extrusión que comprenden zonas
25. de mezcla comportando partes que pueden tener por ejemplo el aumento de presión de la masa, la zona de plastificación ó de fusión puede ser del tipo antedicho.

- El cuerpo cilíndrico de la prensa de extrusión está dotado de medios (no representados en el dibujo) que permiten
30. a la masa que se encuentra en el interior del cuerpo ser calentada o enfriada. En la zona de plastificación o de fusión,



1967

- 15 - 350650

la temperatura de la masa es elevada por conducción o frotamiento de modo que la temperatura en la última zona de esta parte dicha esté comprendida en general entre 150° y 300° centígrados y preferentemente entre 200° y 250° centígrados.

5. En la primera zona igualmente de la parte de mezcla, la temperatura de la masa puede mantenerse muy bien entre 150° y 300° centígrados. En esta parte, pueden utilizarse temperaturas comprendidas entre 190° y 240° centígrados. En la parte restante de la zona de mezcla, la temperatura de la
10. masa durante su paso hacia la hilera puede ser disminuída enfriando la masa de un modo más intenso de forma que la temperatura de la mezcla que sale de la hilera esté comprendida habitualmente entre 100° y 160° centígrados. Los límites preferentes para esta última temperatura son de 130° a 145° cen-
15. tigrados.

- Como material de partida en el procedimiento de acuerdo con la invención se puede utilizar poliestireno (precalentado o no) bajo una forma deseada de cualquier tipo, por ejemplo bajo forma de polvo, de gránulos, de granos, de perlas
20. o de pastillas. El poliestireno es generalmente conseguido por uno de los métodos de polimerización conocidos, por ejemplo la polimerización en masa o la polimerización en emulsión o en suspensión. El poliestireno que tiene una alta resistencia al choque puede también utilizarse. Se llama poliestireno
25. de alta resistencia al choque al que contiene una cierta cantidad de polímeros o copolímeros de caucho, tal como el polímero butadieno-estireno, pudiéndose preparar principalmente mezclando el polímero de caucho con el poliestireno o por interpolimerización de una solución del polímero de caucho con
30. un monómero de estireno. Además el componente de caucho puede ser reticulado durante o después de preparación de este po-



liestireno de alta resistencia al choque. El poliestireno de partida puede contener también un agente de expansión volátil en pequeñas cantidades insuficiente para dar un producto expansionado de la débil masa específica que se desea cuando

5. éste material de partida sólo es transformado en un producto expansionado por calentamiento a una temperatura que provoca la vaporización del agente de expansión volátil. Estos materiales pueden ser principalmente perlas o granos de poliestireno expansible que después de envejecimiento bajo presión
10. atmosférica durante el transporte o almacenamiento, han perdido la mayor parte de su contenido en agente de expansión volátil.

Algunos ejemplos de hidrocarburos halogenados que pueden utilizarse como agentes de expansión volátil en el pro-

15. cedimiento de acuerdo con la invención son: los clorometanos, por ejemplo tetradorometano, los clorofluorometanos, etanos, propanos o butanos, por ejemplo el clorotrifluorometano o el triclorotrifluoroetano, el monocloroheptafluorociclobutano, etc., preferentemente, sin embargo se utilizan hidrocarburos
20. alifáticos que tienen un punto de ebullición comprendido entre 10 y 100 grados centígrados o sus mezclas, particularmente el pentano, generalmente el hidrocarburo o hidrocarburo halogenado volátil se utiliza a razón de 2 a 10 por 100 y preferentemente en un 5 ó 6 por 100 del peso de poliestireno.

25. Los ejemplos de sistemas de formación de burbujas utilizables, comprenden principalmente una combinación de una sustancia que libera anhídrido carbónico, por ejemplo el carbonato sódico o bicarbonato potásico con un ácido orgánico tal como el ácido malónico, ácido cítrico, ácido ftálico o ácido
30. fumárico, así como compuestos que liberen nitrógeno como la nitrodicarbonamida, el diazoisobutironitrilo, el m, m' -dimetil-N, N' -dinitrosoterftalamida y el difenil-sulfon,- 3, 3'-



ENE. 1967

- 17 -

336650

disulfo hidrafida, en combinación con ciertos compuestos finamente divididos de metales que pertenecen al segundo, tercero o cuarto grupo de la tabla periódica de elementos, particularmente de óxidos de estos metales, tales como  $Al_2O_3$ ,  $ZnO$ ,  $MgO$ ,  
5.  $CaO$ ,  $TiO_2$ , o  $SiO_2$ .

El sistema de formación de burbujas se utiliza generalmente en proporciones totales de 0,2 a 2 por ciento en peso, con relación al poliestireno. Puede muy bien utilizarse, por ejemplo 0,5% en peso de bicarbonato sódico, con 0,4% en peso  
10. de ácido cítrico ó 0,4% en peso de difenil - sulfón - 3,3' - disulfo hidracida, con 0,3% en peso de óxido cálcico.

Conforme al procedimiento de la invención pueden producirse películas de poliestireno expandido que tienen un espesor de 0,2 a 10 milímetros, con un peso específico de 50 a  
15. 500 gramos por litro y unas dimensiones de alveolos de 0,1 a 0,5 milímetros, teniendo los alveolos dimensiones iguales o sensiblemente iguales entre sí.

Las películas conseguidas de un espesor que no exceda un milímetro son muy flexibles, poco frágiles y poseen  
20. buenas propiedades para recibir escritura, y en consecuencia se les puede utilizar como sucedáneos del papel. Para esta finalidad es ventajoso que las resistencias en estado húmedo y en seco de éstas películas sean iguales entre sí. Además, películas que tienen un espesor de 1 a 4 ó 5 milímetros pueden  
25. ser moldeadas formando artículos de formas determinadas como tazones, platos o bandejas, por ejemplo por formación en vacío. Las películas que tienen un espesor de 2 a 10 milímetros pueden ser utilizadas como materiales de aislamiento al sonido o térmico.

30. Los siguientes ejemplos no limitativos muestran la realización de la invención.



ENE. 1967

Ejemplo 1, se utiliza una prensa de extrusión que tiene un diámetro de tornillo de  $D = x 60$  milímetros y una longitud de  $20 D$ . La zona de plastificación/fusión es del tipo representado en el dibujo y comporta una sección de transporte -5-, una sección de compresión -6-, una sección de medida -7- y un "blister" -3-. La longitud total de la zona de plastificación-fusión es de  $9 D$  y la longitud del blister es de  $1 D$ . La relación de compresión (es decir la relación de la profundidad del hueco del tornillo en la zona de transporte y en la zona de medición) es de  $3:1$ .

La sección de mezclas de esta prensa de extrusión, discurriendo en la dirección de la hilera, comprende una zona de transporte, una zona de compresión, una zona de medición y una zona que está dotada de elementos de mezcla, de modo que los elementos de mezcla están presentes solamente en la última parte de esta sección de mezcla. La longitud de estas zonas es de  $3D, 1D, 3D$  y  $4D$ , respectivamente, siendo la relación de compresión de la parte de tornillo de la sección de mezcla de  $3:1$ . La prensa de extrusión está dotada de una hilera -12- dotada de un orificio anular de una profundidad de  $1$  milímetro y un diámetro máximo de  $50$  milímetros.

En la experiencia se utiliza como material de partida un poliestireno conseguido por polimerización en suspensión. Se introducen en la prensa de extrusión, por la tolva, gránulos de este poliestireno al mismo tiempo que  $0,5\%$  en peso de bicarbonato sódico y  $0,4\%$  en peso de ácido cítrico. En este ejemplo, la temperatura de la masa en la sección de plastificación-fusión y en la primera parte de la zona de mezcla, es de  $220$  grados centígrados y de  $200$  grados centígrados respectivamente. Se hace pasar entonces pentano en la prensa de extrusión al principio de la zona de mezcla a razón de  $5$  a  $6\%$



ENE. 1967

- 19 -

336050

en peso del poliestireno, después de lo cual la masa es homogenizada y se la hace discurrir en la dirección de la hilera. Durante este avance la masa es enfriada progresivamente y a la salida de la hilera la temperatura de la masa está comprendida entre 120 y 140 grados centígrados.

El extrusionado se dilata formando una esponja de poliestireno inmediatamente después de su salida por el orificio anular de la hilera. Este poliestireno expandido es soplado a continuación para formar una película tubular. De este modo se obtiene una película de poliestireno expandido que tiene un peso específico de 80 gramos litro, un tamaño de celdas de 0,1 a 0,3 milímetros un espesor de 0,6 milímetros y una resistencia a la tracción de 60 kilos por centímetro cuadrado. No obstante estos valores preferentes del peso específico, del tamaño de las celdas y la repartición de los tamaños de las celdas no puede mantenerse más que de un modo difícil durante grandes períodos de producción.

Ejemplo 2. Se repite la experiencia del ejemplo -1- pero en este caso se utiliza como carga para la prensa de extrusión, partículas de poliestireno, al mismo tiempo que 0,4% en peso de difenilsulfona-3,3'-disulfhidracida y 0,3% en peso de óxido cálcico finamente dividido.

Se consigue una película de poliestireno expandido por un peso específico de 100 gramos litro, un tamaño de alveolos de 0,2 a 0,5 milímetros, un espesor de 0,5 milímetros y una resistencia a la tracción de 40 kilos centímetro cuadrado. En esta experiencia igualmente, estos valores difícilmente pueden ser mantenidos durante largos períodos de producción.

Ejemplo 3, este ejemplo así como los siguientes muestran el efecto favorable de la utilización de prensas de extrusión que tienen zonas de mezcla que no contienen partes que



puedan dar lugar a un aumento de presión por lo cual los resultados favorables al modo de realización preferente del procedimiento de la invención en el cual la presión de la masa mientras es transportada a través de la zona de mezcla, disminuye o queda constante.

Se utiliza una prensa de extrusión tal como la representada en el dibujo, teniendo el diámetro de tornillo de  $D = 60$  milímetros y una longitud de  $32D$ , siendo las longitudes de la zona de transporte -5-, de la zona de compresión -6-, de la zona de medida -7-, del blister -3- y de la zona de mezcla -8-, de  $15D$ ,  $1D$ ,  $5D$ ,  $1D$  y  $10D$ , respectivamente. La relación de compresión (es decir la relación de profundidad del alojamiento del tornillo en la zona de transporte y la zona de mezcla, es de 3:1. Toda la longitud de la zona de mezcla está dotada de elementos de mezcla -10- que están separados por cortas zonas de salida anular -11-. La hilera -12- de la prensa de extrusión está taladrada por un orificio anular que tiene una profundidad de  $0,75$  milímetros y un diámetro máximo de  $100$  milímetros, el número de revoluciones por minuto de la prensa de extrusión es de  $35$ .

El material de partida utilizado es un poliestireno en gránulos que mezclado con  $0,5\%$  en peso de bicarbonato sódico y  $0,4\%$  en peso de ácido cítrico, se introduce en la prensa de extrusión, por la tolva -1-. En el punto de entrada la temperatura es de  $20^{\circ}$  centígrados aproximadamente y al final de la zona de plastificación-fusión, es de  $220^{\circ}$  centígrados. Después del paso del blister -3- se inyecta pentano en la masa por el canal de alimentación -9- en cuyo punto la temperatura de la masa es de  $200^{\circ}$  centígrados. Mientras que la masa pasa a través de la zona de mezcla -8-, su temperatura baja progresivamente hasta una temperatura de salida de la hilera



de 140º centígrados aproximadamente.

- En este ejemplo, la presión de la masa en la zona de mezcla se mide en tres puntos distintos; en el punto a al inicio de la zona de mezcla es decir en el punto de inyección del pentano que se encuentra a una distancia de 10 D del extremo de la zona de mezcla, en el punto b que se encuentra a una distancia de 5D del extremo de la zona de mezcla y en el punto c que se encuentra en el extremo de la zona de mezcla. Durante la experiencia las presiones en los puntos a, b y c son de 220, 150 y 80 atmósferas, respectivamente.

- La masa que sale por el orificio de la hilera se dilata inmediatamente formando una esponja de poliestireno, que a continuación es inyectada mediante aire formando una película, inyectándose dicho aire por la canalización -13-.
15. La relación de soplado es en este caso de 4 y la relación de estirado es de 2. La película de poliestireno expandido conseguida de este modo, a razón de 20 kilos por hora, tiene un espesor de 0,5 milímetros, un peso específico de 120 gramos litro y un tamaño de alveolos muy regular de 0,1 a 0,2 milímetros.
20. La calidad de la película conseguida es constante y después de un período de marcha de 10 horas no se observa cambio en la calidad de la esponja.

- Ejemplo 4. En esta experiencia igualmente se utiliza una prensa de extrusión de 32 L/D que tiene un diámetro de D = 60 milímetros, pero la longitud de la zona de mezcla es en este caso de 15D. La longitud completa de esta zona de mezcla está dotada de elementos de mezcla -10- que están separados por cortos pasos de salida anular -11-. La zona de plasticación-fusión, tiene una longitud de 17 D y se divide en una zona de transporte y de compresión de 9,5 D, una zona de medición de 6, 5 D y un blister de 1D, siendo la relación de



compresión de 3:1.

- La presión de la masa en la zona de mezcla se mide en 4 puntos distintos: en el punto d, que es el de inyección del pentano se encuentra a una distancia de 15D del extremo
5. de la zona de mezcla y en los puntos e, f, y g que se encuentran a distancia de 10D, 5D y OD del extremo de la sección de mezcla respectivamente. En esta experiencia la cantidad de pentano inyectada es de 5,5% en peso, la temperatura del extrusionado a la salida de la hilera es de 137 grados centígrados,
10. las presiones en los puntos d, e, f y g son de 230, 180, 95 y 55 atmósferas respectivamente y las otras condiciones son las mismas que las del ejemplo 3.

- La película de poliestireno expandido producida a razón de 20 kilos por hora tiene cualidades de esponjosidad
15. uniformes, es decir que la calidad de la película producida durante un período de funcionamiento de 10 horas permanece constante durante este período. El peso específico de la película conseguida es de 120 gramos litro, el espesor de 0,5 milímetros y la dimensión de los alveolos, muy uniforme, es
20. de 0,2 milímetros.

- Ejemplo 5. En la última parte de la zona de mezcla de la prensa de extrusión descrita en el ejemplo 4, el tornillo dotado de elementos de mezcla es reemplazado por un tornillo que tiene una profundidad de alojamiento y un paso cons-
25. tante y de este modo en esta prensa de extrusión la última parte de la zona de mezcla es una sección de medición. La longitud de esta última parte es de 5 D, y el paso de salida de la zona de medición es aproximadamente el mismo que el de la parte restante de la zona de mezcla.

30. En la experiencia de ensayo utilizando esta prensa de extrusión, las condiciones son idénticas a las del ejemplo



ENE. 1967

- 23 -

336650

- 4 siendo en este caso la temperatura del extrusionado a la salida de la hilera, de 142° centígrados, mientras que las presiones medidas en los puntos d, e, f y g son de 175, 130, 70 y 65 atmósferas respectivamente, indicando los puntos f y g
5. el principio y el final de la zona de medición.

- En esta experiencia tampoco se encuentran dificultades para mantener la calidad de esponjosidad de la película producida en un periodo continuo de 12 horas. Con una producción de 25 kilos por hora se obtiene una película que tiene
10. un peso específico de 110 gramos litro, un espesor de 0,5 milímetros y una dimensión de alveolos muy regular de 0,25 milímetros.

- Ejemplo 6. Se empieza otra vez como en el ejemplo 5, utilizándose en este caso una prensa de extrusión en la cual
15. la sucesión de las partes de la zona de mezcla es inversa con relación al caso de la prensa del ejemplo 5. De este modo, durante su progresión a través de la zona de mezcla la masa pasa sucesivamente a través de una zona de medición de longitud de 5D y de una zona de longitud 10D dotada de elementos
20. de mezcla, siendo la longitud total de la zona de mezcla de 15D. El paso de salida anular de la zona de medición es aproximadamente el mismo que el de la zona siguiente.

- Por consiguiente los puntos d y e indican en esta prensa de extrusión el principio y el final de la zona de medición. Los otros detalles de construcción de la prensa de extrusión son iguales a los que se han descrito en el ejemplo 4. Esto ocurre asimismo para las otras condiciones salvo en lo que concierne a la temperatura de la masa en el punto de inyección del pentano, que es ahora de 220 grados centígrados,
25. siendo asimismo la temperatura de la masa a la salida de la hilera de 145° centígrados y las presiones en los puntos d, e,
- 30.



1967

- 24 -

336650

f y g, de 200, 200, 100 y 35 atmósferas respectivamente.

En este ensayo que se hace durante 10 horas la calidad de esponjosidad de la película de poliestireno expandido no cambia. La velocidad de producción de 25 kilos por hora, 5. el espesor, el peso específico y las dimensiones uniformes de los alveolos de la película son de 0,5 milímetros, 120 gramos-litro y 0,3 milímetros, respectivamente.

Ejemplo 7. Se utiliza la prensa de extrusión del ejemplo 3, cuya hilera tiene un orificio anular de 1 milímetro y un diámetro máximo de 100 milímetros. El número de revoluciones es de 40 por minuto, la temperatura y la presión de la masa en el punto g son de 210 grados centígrados y 500 atmósferas y el pentano es inyectado a razón de 6% en peso. Además la relación de soplado de la película de poliestireno expandido es de 5 y la relación de estirado es de 3 siendo las demás condiciones idénticas a las de la experiencia del ejemplo 3. 10. 15.

La película conseguida a una velocidad de producción de 25 kilos por hora tiene un espesor de 0,8 milímetros, 20. un peso específico de 105 gramos-litro y unas dimensiones de alveolos muy regulares de 0,1 a 0,2 milímetros. La calidad de la película conseguida es constante durante un período de ensayo de 10 horas.

Todo cuanto no afecte, altere, cambie o modifique la esencia del procedimiento descrito, será variable a los efectos de la actual Patente. 25.

#### N O T A.

Se reivindica como objeto de esta Patente de introducción:

30. 1.- Procedimiento para la fabricación de películas de poliestireno expandido, caracterizado porque el poliesti-



1967

336650

- 25 -

reno y un sistema de formación de burbujas se introducen en una prensa de extrusión cuya parte cilindro-tornillo se compone de una zona de plastificación o de fusión de una zona de mezcla y sucesivamente, en esta prensa de extrusión la masa

5. se hace avanzar a través de la zona de plastificación o de fusión, mientras que el poliestireno es plastificado o fundido y la presión de la masa aumenta; se inyecta un hidrocarburo alifático volátil o un hidrocarburo halogenado volátil al principio de la zona de mezcla; la masa conseguida de este modo es homogeneizada de un modo intenso mientras que avanza a través de la zona de mezcla, después de lo cual la mezcla homogénea pasa por un orificio anular a través de la hilera con expansión del poliestireno y el poliestireno expandido sale de la hilera y es soplado en su interior para formar una película tubular.
- 10.
- 15.

- 2.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de la masa mientras esta última avanza a través de la zona de plastificación o de fusión, aumenta de modo que la presión al fin de la zona de plastificación o de fusión alcanza un valor por lo menos igual al de la presión de la masa a la entrada de la hilera y la presión de la masa, mientras que esta última avanza a través de la zona de mezcla, se reduce o se mantiene en un valor constante.
- 20.

25. 3.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la masa es homogeneizada de un modo intenso en la zona de mezcla al estar sometida de un modo repetido a una sucesión de fuerzas tangenciales considerables y de fuerzas tangenciales de menor valor, extendiéndose dicha acción a toda o casi toda la longitud de la zona de mezcla.
- 30.

4.- El propio procedimiento, según la reivindicación



ENE. 1957

- 1, caracterizado porque la masa en la zona de mezcla es homogeneizada de un modo intenso por paso sobre un cierto número de elementos de mezcla dotados de ranuras separadas unas de otras por cortas zonas estrechas de salida anular que dividen
5. la corriente anular de la masa en cierto número de corrientes separadas, quedando sometida la masa cuando ha pasado en corrientes separadas por las ranuras de los elementos de mezcla y por las zonas de salida anulares, a fuerzas tangenciales de valores mayores y menores sucesivamente.
10. 5.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de formación de burbujas utiliza un ácido orgánico en combinación con una sustancia que libera anhídrido carbónico, preferentemente ácido cítrico, en combinación con bicarbonato sódico.
15. 6.- El propio procedimiento, según la reivindicación 5, caracterizado porque el sistema de formación de burbujas utilizado es un compuesto que libera nitrógeno en combinación con un óxido finamente dividido de un metal del segundo, tercero o cuarto grupos de la tabla periódica de elementos, utilizándose preferentemente como óxido metálico óxido cálcico y
20. estando el sistema de formación de burbujas en una proporción total de 0,2 a 2 por 100 en peso con relación al poliestireno.
25. 7.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque en el principio de la zona de mezcla se inyecta un hidrocarburo alifático con un punto de ebullición comprendido entre 10 y 100 grados centígrados, preferentemente pentano.
30. 8.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque el hidrocarburo o hidrocarburo halogenado se utiliza a razón de 2 a 10 por 100 en peso del poliestireno.



1967

- 27 -

330650

- 9.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la masa en la zona de plastificación-fusión se calienta a una temperatura de 150 a 300 grados centígrados.
5. 10.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la masa en extrusión en la zona de mezclado se mantiene a una temperatura de 150 a 300 grados centígrados.
10. 11.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la masa en la primera parte de la zona de mezcla se mantiene a una temperatura de 190 a 200 grados centígrados y en la parte final de la zona de mezcla la temperatura de la masa disminuye por enfriamiento encontrándose a una temperatura de 100 a 160 grados centígrados a la salida de la hilera.
15. 12.- El propio procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado por la utilización de una prensa de extrusión dotada de una hilera provista de medios para el soplado de la película, estando compuesta la parte cilindro-tornillo de la prensa de extrusión por una zona de plastificación o de fusión y por una zona de mezcla; uno o varios orificios de alimentación para la inyección de un agente de expansión volátil quedan situados en el inicio de la zona de mezcla y el tornillo de la prensa está dotado, en la zona de mezcla en toda o casi toda su longitud, de elementos de mezcla que consisten en coronas ranuradas con un diámetro exterior ligeramente más pequeño que el diámetro interior del cuerpo cilíndrico de la prensa y separadas unas de otras por cortas zonas estrechas de salida anular.
20. 25. 30. 13.- El propio procedimiento, según la reivindicación 12, caracterizado porque las coronas presentan ranuras



1967

- 28 -

350350

helicoidales con un ángulo de hélice de al menos 60°.

14.- El propio procedimiento, según la reivindicación 12, caracterizado porque los elementos de mezcla en la zona de mezcla tienen una longitud de 0,1 a 0,8 D y están separados unos de otros por zonas de salida anular que tienen una longitud de 0,05 a 0,3 D.

15.- El propio procedimiento, según la reivindicación 12, caracterizado porque la parte cilindro-tornillo de la prensa de extrusión tiene una longitud de 20 a 35 D y la zona de mezcla una longitud de 7 a 15 D.

Sean cuales fueren las circunstancias que concurren en la esencialidad de la Patente de introducción, definida en las anteriores reivindicaciones, cuyo objeto es:

16.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PELÍCULAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO".

Consta la presente memoria de veintiocho hojas foliadas, mecanografiadas por una sola cara y de los dibujos adjuntos.

Barcelona, 25 ENE. 1967

20.

P.A. de PLÁSTICOS CELULÓSICOS, S.A.,

330050

330050

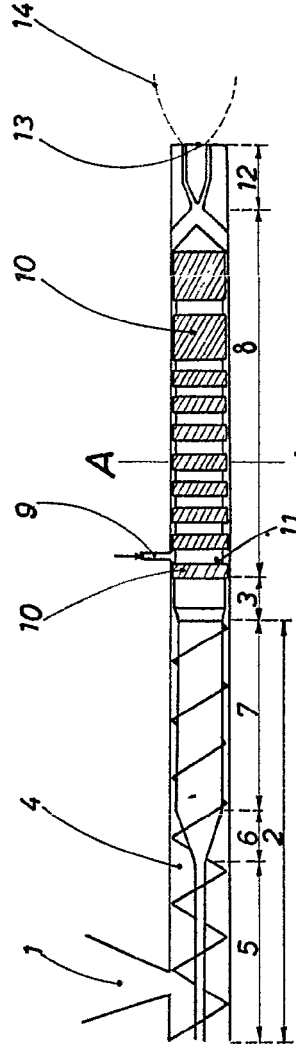


FIG. 1

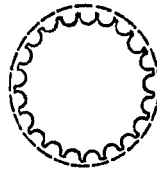


FIG. 2

BARCELONA, 25/ENE 1957  
 P. A.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. A.', written over the typed name.

223050

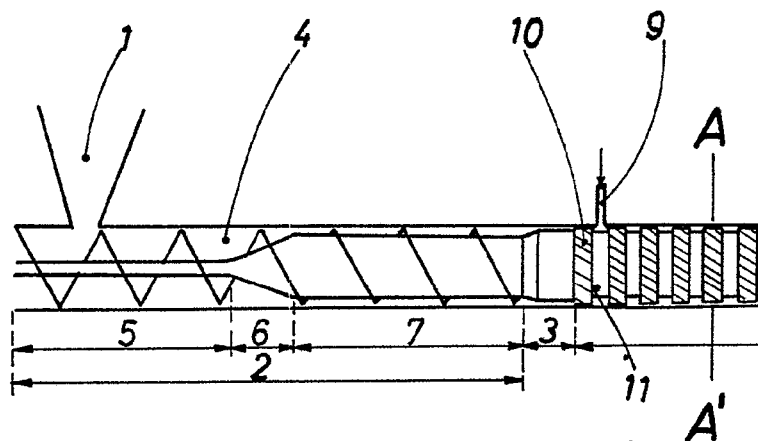


FIG. 1

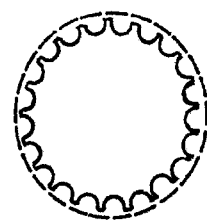
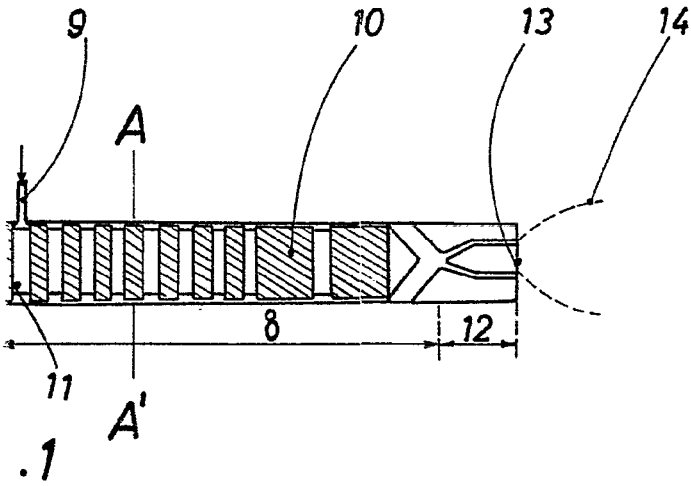


FIG. 2

333650



2

BARCELONA, 25 ENE 1967  
P. A.