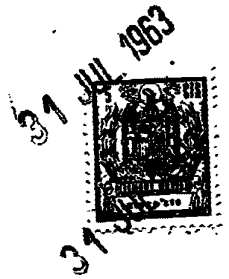
P.- 24.527

Nº 61.474
U.S. Serial Nº 188.363
Case 8683 -F



287138

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 17 de Abril de 1963, con el número 287.138

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de THE DOW CHEMICAL COMPANY, entidad norteamericana, establecida en Midland, Michigan, Estados Unidos de América, por:

"METODO PARA PREPARAR UNA PELICULA RESINOSA DELGADA TERMOPLASTICA ORIENTADA"

El presente invento se refiere a un método y un aparato para la producción de tubos de pared delgada o películas a partir de material resinoso termoplástico que puede orientarse después de extrusión, enfriamiento y recalentamiento. El invento se refiere más particularmente a un método y aparato mejorados que permiten producir película resinosa termoplástica uniformemente orientada dotada de propiedades físicas mejoradas y de espesor de pared extraordinariamente uniforme.

Antes de ahora, la fabricación de película termo-

plástica uniformemente orientada era difícil, no pudiendo conseguirse con facilidad espesor de pared muy uniforme junto con propiedades físicas óptimas al utilizar las técnicas de extrusión y orientación conocidas en esta especialidad. Para muchas aplicaciones, es muy conveniente utilizar una película que tenga propiedades máximas de resistencia, espesor, uniformidad y no direccionales, con el fin de alcanzar la máxima eficacia en la utilización del material polímero.

En general, ha sido extraordinariamente difícil obtener una uniformidad de espesor de pared en materiales termoplásticos extruídos en los que la desviación máxima con respecto al espesor promedio de pared haya sido menor de ± 10 % aproximadamente. Tales variaciones son, en general, inherentes al procedimiento, debido a desviaciones y variaciones secundarias en los componentes mecánicos del sistema tal como la matriz, la velocidad de extrusión, y fluctuaciones mecánicas y térmicas secundarias en el material que se está orientando.

Los defectos e inconvenientes de las técnicas que hasta ahora se venían utilizando se eliminan por medio del presente invento, que es un método para preparar una película resinosa termoplástica delgada orientada, caracterizado porque (1) se proporciona un tubo de un material resinoso termoplástico orientable a una temperatura sustancialmente por debajo de aquella a la que dicho material se estirará y orientará, (2) el tubo se precalienta luego en una primera zona de calentamiento hasta una temperatura por debajo de aquella a la cual se orientará, (3) el tubo se frena mecánicamente respecto a movimientos

transversos, (4) se hace pasar el tubo a través de una segunda zona de calentamiento donde se calienta el tubo a una temperatura que es por lo menos igual a aquella en que se orienta por aplicación de presión flúida interna, mientras se está frenando mecánicamente respecto a movimiento transverso, siendo suficiente dicha presión para orientar circunferencialmente dicho tubo hasta un grado deseado, (5) se retira dicho tubo de la segunda zona de calentamiento a una velocidad suficiente para producir orientación longitudinal en el interior del tubo, (6) se mantiene en el interior de dicho tubo, durante la orientación, una uniformidad de temperatura suficiente para lograr un espesor de pared sustancialmente uniforme, y (7) se aplasta el tubo hasta convertirlo en una lámina plana.

Se incluye también dentro del alcance del invento un aparato para el estiramiento biaxial de tubo resinoso termoplástico orientable, caracterizado porque dicho aparato comprende: (1) medios para suministrar un tubo resinoso termoplástico, (2) una estufa de caldeo adaptada para recibir dicho tubo resinoso termoplástico en forma sustancialmente cilíndrica, estando provista la estufa de un primer extremo adyacente a dichos medios de suministro de tubo y un segundo extremo, adaptándose dicho segundo extremo de manera que ajuste con dicho tubo en forma de ajuste sustancialmente de cierre, (3) medios de caldeo dispuestos en el interior de dicha estufa de caldeo adaptados para calentar dicho tubo resinoso termoplástico, estando dispuestos dichos medios de ajuste de película en dicho segundo extremo de dicha estufa inmediatamente adyacentes a una segunda estufa de caldeo, (4) teniendo dicha

segunda estufa de caldeo un primer extremo y un segundo extremo, estando dicho primer extremo generalmente adyacente a dicha primera estufa, estando provisto dicho segundo extremo de dicha segunda estufa con medios para adaptar dicha película tubular resinosa termoplástica en ajuste de cierre con los mismos y sobresaliendo dichos medios de ajuste de tubo uniformemente, hacia fuera, sobre su lado apartado de la segunda estufa, (5) estando provistos dichos medios de ajuste de tubo adyacentes a los extremos primero y segundo de dicha segunda estufa de medios para controlar su temperatura, (6) medios de aplastamiento del tubo dispuestos generalmente adyacentes, y generalmente dispuestos axialmente, con respecto al segundo extremo de dicha segunda estufa y mirando hacia el segundo extremo de dicha segunda estufa y (7) rodillos de estirado adyacentes a dichos medios de aplastamiento de tubo alejados de dicha segunda estufa, estando generalmente dichos rodillos centrados respecto al eje común de la primera y segunda estufa y teniendo una garra descansando sobre dicho eje común, estando adaptados dichos rodillos de garra para estirar y hacer avanzar dicho tubo aplastado y dichos medios a una velocidad que oriente dicho tubo al grado deseado, y medios para mantener las superficies internas del tubo aplastado en contacto de cierre.

Otras características y ventajas del invento se apreciarán mejor considerándolas en unión con la Memoria descriptiva y el dibujo que siguen donde:

La Figura I representa una vista en sección esquemática de un aparato de acuerdo con el invento, y

la Figura 2 representa una vista en sección del

237138

aparato de la Figura 1 a lo largo de la línea 2-2, y

la Figura 3 es una vista en sección esquemática de una realización alternativa de un aparato de orientación de acuerdo con el invento.

La Figura 1 es una representación seccional esquemática de un aparato designado de modo general por el número de referencia 10 de acuerdo con el invento. El aparato 10 comprenda en combinación cooperativa, medios 12 para el suministro de un tubo resinoso termoplástico no orientado 14. Los medios 12 comprenden una cabeza de matriz anular 15 que tiene en su interior un orificio de extrusión anular 17 en comunicación con una fuente de material polímero fundido 18. La matriz 15 tiene una cara de matriz 20 en la que hay fijada una camisa de refrigeración 22 y un mandril interno 24. El mandril interno 24 está provisto de un pasaje 26 colocado generalmente en posición central. El mandril 24 define una cámara anular interna 28 que está en comunicación operativa con pasajes de fluído de intercambio térmico 30 y 31, para trasladar un flúído de intercambio térmico hacia una fuente y desde dicha fuente (no representada). Se obliga a pasar un material polímero resinoso termoplástico extruíble 33 dentro de la cabeza de matriz angular 15 y sale de la cabeza de extrusión 12 en forma de un tubo hueco enfriado 14. Se disponen medios de caldeo o estufa 35, generalmente adyacente a dichos medios de suministro de película y generalmente de modo coaxial con los mismos. Los medios de caldeo de la estufa 35 comprenden un alojamiento 37 que tiene un primer extremo 38 adyacente a los medios de suministro de tubo 12 y un segundo extremo 39. En el interior

del alojamiento 37 hay dispuesta una pluralidad de elementos de caldeo 40. Generalmente alejado de dichos medios se suministro de tubo 12 y adyacente a dicho primer extremo 38, hay dispuesto un guía-tubos 42. El guía-tubos 42 define una cavidad interna 43 para la circulación de flúido de cambio térmico y está en comunicación operativa con los medios de suministro de flúido de intercambio térmico 44 y la salida de flúido de intercambio térmico 45. Dispuesto adyacente al segundo extremo 39 de la estufa 35, hay un guía-tubos 47 que define una cavidad interna 48, que está en comunicación operativa con medios de suministro de flúido de cambio térmico 49 y medios de salida de flúido 50. Se proporciona una segunda estufa 52 inmediatamente adyacente al guía-tubos 47. En el interior de la estufa 52 hay dispuesto un elemento de caldeo 54, generalmente de forma anular, y que suele estar colocado coaxialmente con relación al tubo 14. Un tercer guía-tubos 57 está colocado inmediatamente adyacente a la segunda estufa 52 y está dispuesto alejado del guía-tubos 47. El guía-tubos 57 está provisto de una cavidad interna 59 que está en comunicación operativa con una entrada de flúido de cambio térmico 61 y una salida de intercambio térmico 62. La guía 57, alejada de la estufa de caldeo 52, está provista de una cara 64 que sobresale ligeramente hacia fuera y adaptada para soportar y hacer contacto con el tubo 14 cuando se expande y orienta para convertirse en el tubo dilatado o tubo 14a. Se disponen medios de aplastado de tubo, designado generalmente por el número de referencia 69, a lo largo del eje común de la primera y la segunda estufa y mirando generalmente al anillo-guía 57. Los

287138

medios de aplastamiento de tubo 69 comprenden una pluralidad de rodillos 71 que convergen lejos de las estufas 37 y 52. Un par de rodillos de garra 73 y 74 están colocados adyacentes a los medios de aplastamiento de tubo 69, lejos de la estufa 52. Estos rodillos 73 y 74 sirven para cerrar las superficies internas del tubo aplastado 14 b e impiden la pérdida del flúido de hinchamiento dispuesto en su interior. El tubo aplastado 14b se enrolla sobre el rodillo de recogida 75. El conjunto de tubo dilatado y caldeo se colocan convenientemente en el interior de una envoltura 76 con el fin de reducir al mínimo las perturbaciones de la temperatura por corrientes de aire indeseadas.

En la Figura 2 se representa una vista seccional de la estufa 37 tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1 donde se explica la posición de los elementos de caldeo 40 y de los medios de soporte 40a.

Al poner en práctica la realización de acuerdo con la Figura 1, se extruye material resinoso termoplástico del conjunto de extrusión o medios de suministro de tubo 12, se enfría después por el mandril de enfriamiento 24 y la camisa 22, por debajo de la temperatura a que puede orientarse. Convenientemente, el tubo 14 pasa al interior del guía-tubos 42 a través de la estufa de caldeo 37 donde su temperatura sube hasta una temperatura justamente por debajo de aquella a que puede orientarse. El tubo 14 pasa a través del guía-tubos 47 que, por medio de fluido de cambio térmico suministrado a través de la entrada 49 y expulsado a través de la salida 50, mantiene la guía a una temperatura aproximadamente igual a la temperatura

del tubo calentado. Preferiblemente, la guía 47 se mantiene a una temperatura sustancialmente idéntica a la del tubo calentado. El tubo 14 y la guía 47 están en ajuste estrecho para prevenir cualquier paso importante de aire desde la estufa 52 hasta la estufa 37. Al salir de la guía 47, el tubo 14 pasa a la estufa 52 donde se calienta rápidamente por medio del calor procedente del elemento 54 hasta una temperatura a la que se deforma por la presión flúida interna suministrada por el pasaje 30 de los medios de suministro de tubo 12. Generalmente, conviene, en la práctica del invento, construir el aparato de orientación de tal manera que sea posible el movimiento relativo entre los rodillos de garra y el guía-tubos que sobresale hacia fuera, con el fin de procurar medios para obtener el control preciso de la presión interna en el interior del tubo dilatado, particularmente en aquellos casos en que se emplea una cantidad determinada de gas en la operación de burbuja atrapada. El tubo que se está estirando u orientando, es decir, la parte de la sección de transición entre el tubo 14 y el tubo dilatado 14a, está en contacto con la superficie que sobresale hacia fuera 64 del guía-tubos 57, que se mantiene a una temperatura lo más próxima posible a la del tubo en expansión por medio de flúido de intercambio térmico que circula dentro del guía-tubos. El tubo dilatado 14a, después de haberse formado por medio de la presión flúida en el interior del tubo, pasa al interior de la sección de aplastamiento 69 que sirve para transformar la porción cilíndrica de tubo 14a en la porción aplastada 14b. Los rodillos de garra del fondo 73 y 74 son accionados a una velocidad suficiente

287153

para mantener el grado deseado de orientación longitudinal que, generalmente, es igual aproximadamente al grado de la orientación comunicada por el estiramiento circunferencial. Convenientemente, la totalidad de la porción de tubo dilatado está encerrada dentro de una envoltura según se representa en la Figura 1 y se designa por el número de referencia 76, que contribuye a evitar un enfriamiento desigual del tubo y la subsiguiente falta de uniformidad en la orientación y en el espesor de pared.

En la Figura 3 se ilustra una realización alternativa del invento, designada de una manera general por el número de referencia 90. El aparato 90 comprende medios de suministro de tubo 92 que consisten en un aparato de extrusión de tubo 94 que tiene una matriz generalmente anular 96. La matriz 96 está provista de un mandril de enfriamiento interno 97 que está en comunicación con un flúido de intercambio térmico refrigerado por medio de la entrada de flúido 98 y la salida de flúido 99. Un tubo 101 de material resinoso termoplástico se extruye del orificio anular (no representado) de la matriz 96, alrededor del mandril enfriado 97. El tubo se apaga rápidamente por medio del líquido 103 contenido en el baño 104. El tubo 101 pasa a través de los rodillos estiradores 106 y 107 llevándose hacia arriba por encima de la superficie del líquido 103 y sobre la superficie del rodillo 108. El tubo 101 se lleva después a un segundo par de rodillos estiradores 110 y 111. Adyacente a los rodillos estiradores 110 y 111, hay dispuesto un conjunto de caldeo de tubo designado de modo general por el número de referencia 112. El conjunto de caldeo 112 comprende un guía tubos

114 adyacente a los rodillos 110 y 111. Adyacente al guía -tubos 114 y los rodillos 110, hay dispuesta una estufa de caldeo 116. La estufa 116 contiene en su interior una pluralidad de caloríferos 118 dispuestos generalmente alrededor del tubo 101a que pasa a través de la estufa. Adyacente a la estufa 116, hay una estufa 120, y la estufa 120 que está alineada en general en forma coaxial con la estufa 116. En el interior de la estufa 120 hay dispuesto un serpentín de calentamiento helicoidal 122 que es generalmente coaxial con el tubo 101a. Adyacente a la estufa 120 y dispuesto lejos de la estufa 116, hay un guía-tubos 125. El guía-tubos 125 está adaptado para mantener íntimo contacto con el tubo 101a y evitar el paso libre de gases a su través. Adyacente al guía-tubos 125, hay una estufa de caldeo 127 que tiene dispuesto en su interior un elemento de calefacción helicoidal 129. El elemento 129 está dispuesto en general en forma coaxial con el tubo 101a. Adyacente a la estufa 127 y dispuesta lejos de la guía 125, está la guía 131. La guía 131 define una cavidad interna 133 adaptada para recibir el flúido de cambio térmico desde los medios de suministro de cambio térmico 134 y expulsar el flúido a través del pasaje de descarga 135. El anillo guía 131 está adaptado para impedir sustancialmente el paso de gas entre el anillo guía y el tubo 101a. Dispuesta inmediatamente adyacente a la guía 131, hay una estufa 138. La estufa 138 dispone en su interior de un elemento de caldeo de forma generalmente angular 140 que está dispuesto en forma sustancialmente coaxial con relación al tubo 101a. Inmediatamente adyacente a la estufa de caldeo 138 hay un guía-tubos 142. El guía-tubos 142 de

fine una cavidad interna 144. La cavidad 144 está en comunicación con medios de suministro de cambio térmico, no representados, por medio de la entrada de flúido 146 y la salida de flúido 147. La guía 142 define una cara de contacto de tubo 149, que sobresale uniformemente hacia fuera alejándose de la estufa 138 y adaptada para ajustar con el tubo 101a cuando se expande. El tubo 101a se expande en forma de un tubo dilatado 101b sustancialmente como en la realización de la Figura 1, y se aplasta por el conjunto de aplastamiento de tubo 152. El tubo aplastado 101c se mantiene en ajuste de cierre mediante rodillos 154 y 155. El tubo aplastado 101c se enrolla sobre el rodillo de molino 157.

El funcionamiento de la realización representada en la Figura 3 es sustancialmente análogo al de la Figura 1 con la excepción de que se suministra un tubo aplastado al aparato de recalentamiento y orientación. La sección de caldeo comprende una pluralidad de estufas en vez de una sola, lo cual permite mayor flexibilidad de control cuando se utilizan materiales resinosos termoplásticos orientables diferentes. La velocidad de caldeo se controla también así más fácilmente, ya que las tres primeras estufas 116, 120 y 127 tienen un control de temperatura individual y los elementos de calefacción de cada una pueden desplazarse para compensar las faltas de uniformidad en el espesor de pared que se produzcan en el tubo 101a. Lo mismo que en la realización de la Figura 1, las guías 131 y 142 se mantienen a temperaturas que aproximan la temperatura del tubo a dicho punto. Como el hinchamiento del tubo dilatado se realiza usualmente por inyección de

287138

gas en una simple adición, se provee lo necesario para mover los rodillos de estirado y/o aplastamiento con respecto al anillo-guía terminal, con el fin de mantener un control riguroso de la presión interna.

En las ilustraciones precedentes, se han omitido los medios de suministro de calor, conexiones flúidas y eléctricas, para mayor claridad así como también los medios de accionamiento para los rodillos. Estos son bien conocidos para los expertos en esta técnica.

El aparato de acuerdo con el invento se construye fácilmente con diversos materiales con los que suelen fabricarse corrientemente tales utensilios. De modo típico, los rodillos de estirado tales como 73, 74, 110, 111, 154 y 155 se construyen de un material blando elástico, tal como caucho, que permite que el tubo pase entre los mismos y que la superficie interior del tubo se mantenga en ajuste de cierre sin deformación excesiva de las porciones de borde del tubo liso como ocurriría si se emplease un par de rodillos duros no elásticos. Convenientemente, los anillos-guía se fabrican de un metal y van recubiertos sobre la superficie interna con un material de baja fricción, por ejemplo politetrafluoroetileno, o bien se preparan a partir de un material térmicamente no conductor y después se recubren en su superficie con politetrafluoroetileno o material análogo. En algunos casos, convienen los metales para los guía-tubo, incluyéndose materiales tales como acero, latón y análogos, sin revestimientos. Los guía-tubo tales como 47, 57, 131 y 142 que son adyacentes a las cámaras de caldeo de mayor temperatura tal como las cámaras 52 y 138, se construyen ventajosamen

te de metal y se proveen con un pasaje interno para un flúi do de intercambio térmico, con el fin de mantener la temperatura lo más próxima posible a la temperatura del tubo, y de que no salga ni entre calor en el tubo en ninguna cantidad importante por la superficie guía. Estas guías-metálicas son también convenientes en los casos en que el tubo puede romperse o enredarse inadvertidamente al empezar la operación.

Ventajosamente, la cámara de caldeo utiliza una pluralidad de elementos de caldeo ajustables individual o separadamente, con el fin de que pueda compensarse cualquier irregularidad que se produzca en el interior del tubo, mediante caldeo diferencial del material polímero. Así, pues, para obtener un tubo orientado altamente uniforme, es esencial para la práctica del invento que el tubo se caliente de tal manera que se obtenga un producto uniforme. Esto se hace procurando una sección de caldeo seccional, tal como estufas 37 y 116, en las que cualquier variación en el espesor de pared del tubo se compensa proporcionando una cantidad mayor o menor de calor a las porciones seleccionadas del tubo no estirado, con el fin de que el estiramiento y la orientación tengan lugar hasta dar un espesor uniforme cuando el tubo se calienta finalmente hasta su temperatura de orientación. El caldeo inicial del tubo en el caso de un tubo completamente daría como resultado una temperatura uniforme. Sin embargo, en la práctica no se obtiene en general tal tubo uniforme y se compensa en las secciones de caldeo inicial tal como en la estufa 37 de la Figura 1 o en las estufas 116, 120 y 127 de la Figura 3. Un tubo que tenga un espesor de pa-

287138

red no uniforme se calentará de una manera no uniforme hasta que el tubo alcance una temperatura justamente por debajo de aquella a que puede ser estirado por la presión interna. La estufa final o terminal, por ejemplo la estufa 52 de la Figura 1, sirve para aumentar la temperatura del tubo hasta la temperatura de estiramiento y en ese momento comienza a expandirse. El tubo en expansión se ajusta luego mediante el anillo-guía que sobresale de modo uniforme hacia fuera, que evita todo movimiento mecánico o variación del tubo y es también un componente crítico en la obtención de un tubo con un espesor de pared extraordinariamente uniforme. Ventajosamente, en la realización de la Figura 3, el caldeo se realiza fácilmente empleando un arrollamiento espiral de alambre de resistencia cuyo gasto de energía eléctrica puede controlarse fácilmente, con lo cual se consigue un control riguroso de la cantidad de calor añadida al tubo mientras atraviesa las cámaras.

En la práctica del invento, es esencial mantener el tubo rígidamente mediante los guías-tubo adyacentes a la sección de caldeo final. Debe procurarse un cierre positivo de aire adyacente a la zona de caldeo final para rebajar al mínimo la posibilidad de que las corrientes de aire o de gas aleatorias pasen por la superficie del tubo. Tales corrientes aleatorias dan lugar a variaciones y desviaciones incontroladas en el espesor de película. Ventajosamente, el guía-tubos proporciona a la vez un soporte y el cierre gaseoso para el tubo justamente antes de la zona final de caldeo y, más particularmente, el último guía-tubos, con anterioridad a su expansión para dar un

tubo dilatado, no debe introducir ninguna falta de uniformidad de temperatura o deformación mecánica. Ventajosamente, la totalidad de la operación de recalentamiento del tubo y su expansión hasta formar un tubo dilatado y el subsiguiente aplastamiento hasta dar un tubo aplastado se realiza en una envoltura que impide que corrientes de aire aleatorias golpeén el tubo dilatado. La orientación del tubo se varía fácilmente modificando la temperatura del anillo-guía final.

Es particularmente ventajoso suministrar al aparato de orientación tal como 10, un tubo extruído que sea de espesor de pared relativamente uniforme y se haya preparado por extrusión del tubo desde un orificio anular y estirándole alrededor de un mandril de formación que se mantiene a una temperatura suficiente para enfriar el tubo con mucha rapidez.

En la práctica, esto se realiza ventajosamente extruyendo un tubo resinoso termoplástico alrededor de un mandril de formación que sirve para enfriar la superficie interna del tubo y, ventajosamente, la superficie externa del tubo extruyendo dentro de una camisa externa, tal como 22 de la Figura 1, o en el líquido a una temperatura adecuada, tal como el líquido 103 de la Figura 3.Ventajosamente, en la extrusión de un tubo de esta clase, por ejemplo, un tubo de polipropileno, el mandril interno se mantiene a una temperatura de -20 a 50º C., preferiblemente entre -10º C., aproximadamente y 15º C., aproximadamente. Análogamente, cuando el tubo extruído se está apagando mediante un baño externo, hay que mantener el baño aproximadamente a la misma temperatura que el mandril interno.

El enfriamiento rápido del tubo fundido desde ambos lados reduce al mínimo cualquier esfuerzo de enfriamiento y formación que se originan usualmente cuando se enfría un tubo o una lámina desde un lado únicamente. Ventajosamente, el enfriamiento rápido del tubo fundido y el soporte proporcionado por el mandril interno permite calibrarle con relativa exactitud sin distorsión indebida que frecuentemente se ocasiona por factores de enfriamiento aleatorios o un aparato de retirada mecánica usualmente asociado con una operación de extrusión de tubo.

Los siguientes ejemplos ilustran el presente invento.

Ejemplo 1

Se extruye polipropileno fundido que tiene un índice de fusión de 1,5, aproximadamente, a una temperatura comprendida entre 210 y 240º C, a través de una matriz anular de 5,1 cm. de diámetro y que tiene un orificio anular de 0,11 cm. de ancho. El mandril de enfriamiento tiene un diámetro superior de 4,6 cm. y una longitud de 7,6 cm., aproximadamente. El mandril se introdujo en un baño que tenía una temperatura de unos 10º C. a una velocidad de extrusión de unos 11 kg. por hora, dando como resultado un tubo extruído no orientado que tenía un diámetro de 4,8 cm. y un espesor de pared de 0,10 cm., aproximadamente.

El tubo de película de polipropileno no orientado aplastado teniendo un diámetro exterior de 4,75 cm. aproximadamente cuando es de forma circular y un espesor de pared de 0,10 cm., aproximadamente, se hizo pasar a través

227123

de un par de rodillos de estirado de caucho accionados, de 7,6 cm. aproximadamente de diámetro, a una velocidad de unos 0,88 metros por minuto. El tubo se ensanchó por presión de aire interna hasta una sección transversal circular a medida que pasaba a través de un anillo-guía colocado como el anillo guía 114 de la Figura 3. El anillo-guia no se calentó ni se enfrió y tenía un diámetro interno de 4,85 cm., aproximadamente. Inmediatamente adyacente al anillo-guía había una primera cámara de caldeo comprendiendo un alojamiento de unos 33 cm. de largo que contenía 4 caloríferos de cinta eléctricos radiantes de 20,4 cm. cada uno de longitud y alineados en general de modo paralelo al eje del tubo. Los cuatro caloríferos de cinta estaban dispuestos axialmente separados alrededor de la línea central del tubo sobre un círculo que tenía un diámetro de 17,8 cm. aproximadamente. Después de iniciada la operación, los caloríferos se ajustaron individualmente para compensar la no uniformidad secundaria de la pared de tubo. Este ajuste se hizo variando la aportación de energía a los caloríferos individuales. Se proporcionó un segundo alojamiento de caldeo correspondiente a la cámara de caldeo 120 de la Figura 3. Este alojamiento tenía una longitud de 58 cm. y contenía un alambre de resistencia enrollado helicoidalmente sobre un diámetro de unos 23 cm., siendo la longitud de la hélice unos 46 cm. En esta sección se aplicaron unos 930 vatios. El tubo se hizo pasar luego a través de una guía correspondiente a la guía 47 de la Figura 1 que tenía un diámetro interno de 4,85 cm. y proporcionaba un cierre de aire entre la cámara equivalente a la cámara 120 y la cámara equivalente a

la cámara 127 de la Figura 3. Este anillo funcionaba a una temperatura de flúido de intercambio de 108 ª C., aproximadamente. La cámara equivalente a la cámara 120 era de unos 23 cm. y contenía un arrollamiento helicoidal de alambre de resistencia. El arrollamiento helicoidal era de unos 15 cm. de longitud y 9,5 cm. de diámetro. Esta sección trabajó con una aportación de unos 270 vatios. Esta estufa estaba provista de medios para ajustar la posición de la hélice con respecto al eje del tubo, con el fin de que la potencia térmica no uniforme procedente de los caloríferos anteriores y el espesor de pared de tubo no uniforme recibieran compensación adicional. El ajuste se hizo de tal manera que el eje del tubo y el eje de la hélice permanecieran paralelos. Se proporcionó un guía-tubos de líquido controlado a temperatura 108ª C. equivalente al guía tubos 131 que tenía también un diámetro interno de 4,85 cm. adyacente a la cámara de temperatura controlada equivalente a la cámara 127. Inmediatamente adyacenta y opuesto al guía-tubos enfriado, había un alojamiento de caldeo de aproximadamente 5,1 cm. de longitud y conteniendo un elemento de caldeo hecho de alambre de resistencia enrollado hasta un diámetro de 1,25 cm. aproximadamente y doblado en una configuración generalmente toroidal con un diámetro interno de 8,9 cm. aproximadamente. Esta sección trabaja con una aportación de unos 700 vatios. Un guía-tubos final se colocó, adyacente al alojamiento de caldeo final equivalente al guía-tubos 142 de la Figura 3. La guía tenía un diámetro interno mínimo de unos 7,6 cm. y sobresalía moderadamente hacia fuera lejos de la zona de caldeo adyacente para adaptarse a la forma del tu

287138

bo en expansión. La guía estaba provista con un líquido de cambio térmico a una temperatura de unos 108º C. Luego se hizo pasar el tubo a una serie de rodillos convergentes o de aplastamiento y después a un par de rodillos de estirado de 15,2 cm. de diámetro que trabajaban a una velocidad de 6,7 metros por minuto. Esto representa una relación de estiramiento de 7,6 a 1, aproximadamente. Se inyectó suficiente aire en el tubo dilatado para proporcionar un diámetro de tubo dilatado de 33,5 cm. que era aproximadamente 7 veces el diámetro del tubo no orientado. La película de polipropileno tenía las siguientes propiedades físicas.

287138

T A B L A I

Propiedades físicas de la película de polipropileno

Espesor, (cm.)	+-2% 0,00127	+-2% 0,00190	+-2% 0,00025
Reventado (Mullen), Kg./cm^2.	2,5	3,5	4,2
Impacto (caída de dardo), kgm. temp. ambiente.	0,152	0,207	0,167
Resistencia a la tracción (plano inclinado), kg./cm^2, dirección de la máquina	1870	1730	1620
dirección trasversal	2260	2300	2150
Elongación última, %			
Dirección de la máquina	65	70	80
Dirección trasversal	50	50	60
Transmisión gaseosa c.c./645 cm^2./24 h./atm. a 24 º C.			
Aire	90	65	50
Oxígeno	260	190	140
Dióxido de carbono	760	620	460
Transmisión de vapor de agua. gr./645 cm^2./24 h.	0,680	0,475	0,375

Contracción (en glicerina durante 1 min.), %	50ºC	75ºC.	100ºC.	140ºC.
Dirección de la máquina	0	4	7	27
Dirección trasversal	0	4	11	41

120
282.386

Se encontró que la película de polipropileno colada corriente se hace frágil en un ensayo de impacto de caída a 0º C. aproximadamente. La película de polipropileno orientada preparada en el Ejemplo anterior no acusó fragilidad a una temperatura de -30º C.

La variación máxima de la película de polipropileno preparada de acuerdo con el invento fue ± 2 %, lo cual está en neto contraste con las técnicas de extrusión corrientes en las que las desviaciones de ±10 % se consideran aceptables y frecuentemente se emplean normas de producción de ± 15 %.

Ejemplo 2

De una manera análoga a la del Ejemplo anterior, se extruyó película de polietileno para dar un producto que tenía una resistencia al reventado (Mullen) de 0,5 kg./cm^2. empleando una película de 0,0005 cm. de espesor. La resistencia a la tracción en la dirección de la máquina fue 965 kg./cm^2. y en la dirección trasversal, 1.400 kg./cm^2. La elongación en la dirección de la máquina con anterioridad a la rotura fue 36 % y, en la dirección trasversal, 30 %. La película acusó una resistencia de impacto de caída a 25º C. de 3,55 kilogramos por cada 0,00254 cm.

De una manera análoga, se orientan otros materiales resinosos termoplásticos orientables distintos de las poliolefinas, tal como polietileno, polipropileno, y sus copolímeros resinosos, para dar películas uniforme de alta resistencia de acuerdo con el invento. Son típicos de estos materiales resinosos orientables que se orientan por recalentamiento, los polímeros y copolímeros de cloru

287138

ro de vinilideno, los polímeros de estireno tales como poliestireno y copolímeros de estireno y acrilonitrilo. Entre los copoliméros de estireno y acrilonitrilo particularmente ventajosos están los que contienen 70 % de estireno y 30 % de acrilonitrilo, los copolímeros de cloruro de polivinilo y cloruro de vinilo tales como los copolímeros que comprenden 85 % de cloruro de vinilo y 15 % de acetato de vinilo. También se adaptan ventajosamente para la práctica del presente invento las resinas de poliésteres lineales extruibles.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 18 de Abril de 1962, bajo el número 188.363, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Método para preparar una película resinosa delgada termoplástica orientada, caracterizado por el hecho de que: (1) se habilita un tubo de un material resinoso termoplástico orientable, a una temperatura sensiblemente menor que aquella a la que dicho material se estirará y se orientará; (2) el tubo se precalienta en una pri-

mera zona de caldeo, a una temperatura inferior a la de orientación; (3) se frena mecánicamente el tubo respecto a movimientos transversos; (4) se hace pasar el tubo por una segunda zona de caldeo, en la cual dicho tubo es calentado a una temperatura al menos igual a la de orientación, mediante aplicación de presión de flúido por el interior mientras se halla mecánicamente frenado respecto a movimientos transversos, siendo dicha presión suficiente para orientar dicho tubo en sentido circunferencial hasta un grado conveniente; (5) se retira dicho tubo de la segunda zona de caldeo a velocidad suficiente para producir orientación longitudinal en el tubo; y (6) durante la orientación se mantiene en dicho tubo una uniformidad de temperatura suficiente para lograr un espesor de pared sensiblemente uniforme; y (7) se aplasta el tubo hasta convertirlo en una lámina plana.

2.- El método del punto 1, en el cual dicho tubo es dilatado por medio de presión interna de gas.

3.- El método de los puntos 1 ó 2, en el cual dicho tubo es dilatado por medio de un volumen de gas encerrado en el interior de dicho tubo.

4.- El método de los puntos 1, 2 ó 3, en el cual dicho tubo se sube a una temperatura de unos 2º a 20ºC por bajo de la temperatura a la cual se estirará y orientará.

5.- El método de los puntos 1 a 4, en el cual dicho material resinoso termoplástico orientable es una poliolefina.

6.- El método del punto 5, en el cual dicho material resinoso termoplástico es el polipropileno.

237138

287138

7.- El método del punto 5, en el cual dicho material resinoso termoplástico es el polietileno.

8.- El método de los puntos 1 a 7, en el cual dicho tubo resinoso termoplástico es orientado en sentido circunferencial a un grado aproximadamente igual al de orientación longitudinal.

9.- El método del punto 1, en el cual el tubo de material resinoso termoplástico orientable tiene un espesor de pared desigual, y dicho precalentamiento se efectúa caldeando diferentemente diversas porciones longitudinales de dicha pared del tubo, de manera tal que se obtiene un tubo resinoso termoplástico orientado de un espesor de pared uniforme.

10.- Método para preparar una película resinosa delgada termoplástica orientada.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dos dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 31 JUL 1953

G.D.S.

287138

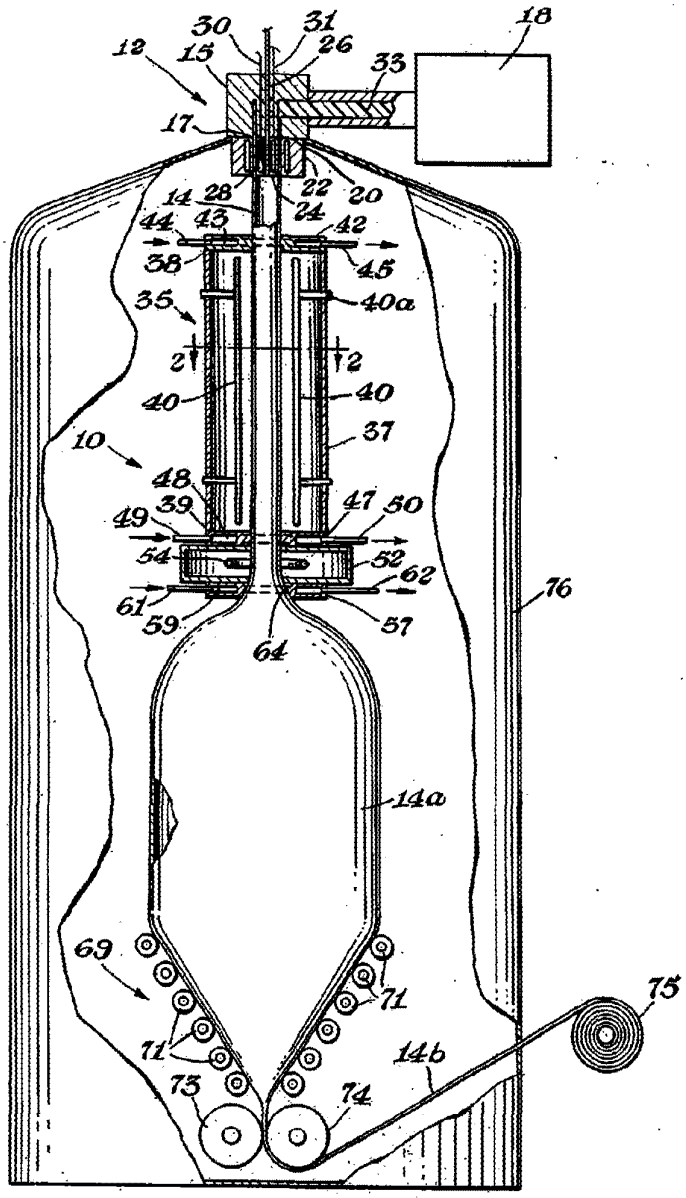

30
31
26
33
18
12
15
17
14
28
22
20
24
44
43
42
38
45
35
40a
21
2
40
40
37
10
48
39
47
50
49
54
52
62
61
59
57
64
76
14a
69
71
75
11
14b
73
74

Fig. 1

287138

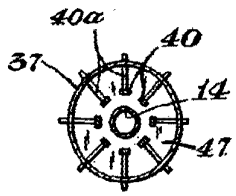


Fig. 2

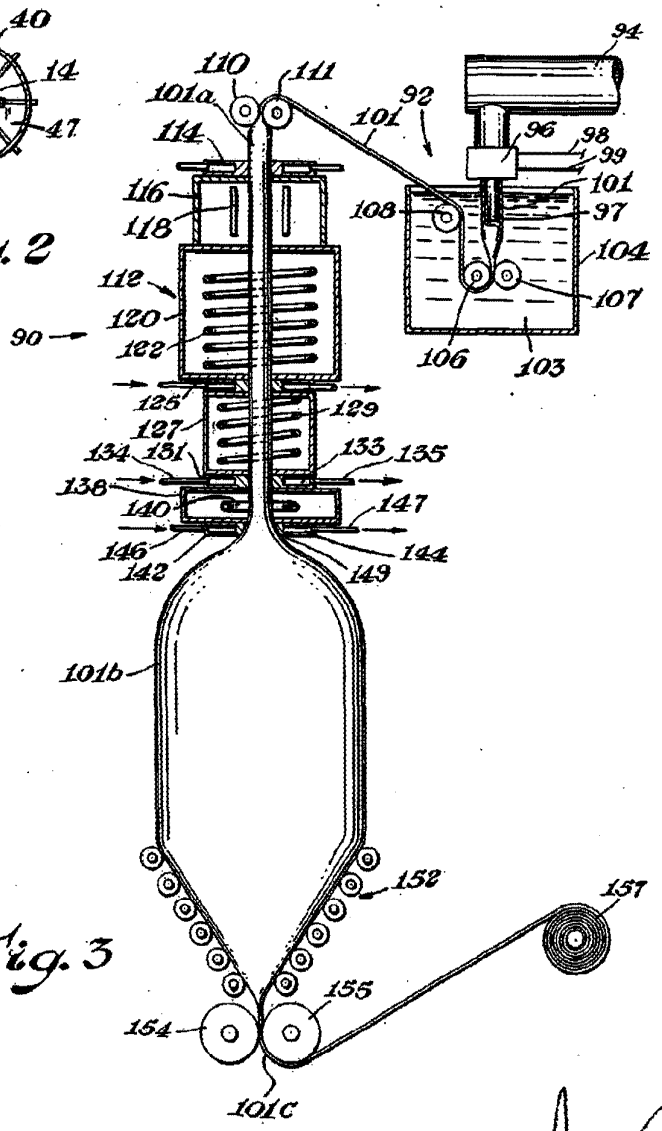


Fig. 3