

P.- 59.595

File: F 8238

434152

5 MAR. 1975

Int. Cl.: B 29D

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de MOBIL OIL CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 150 East 42nd Street, Nueva York,  
Nueva York 10017, Estados Unidos de América

por: "UN APARATO PARA FORMAR PELICULA DE RESINA TERMOPLAS  
TICA TUBULAR EXTRUIDA"

(Clase International B29F)

Esta invención se refiere a la producción de tubería continua de película de termoplástico soplada, sin costura, y más particularmente a la producción de película de pared delgada a velocidades más altas con una uniformidad mejorada del grosor de pared.

La película termoplástica tubular soplada puede producirse extruyendo continuamente resina termoplástica a través de una matriz anular, aplicando presión interna de fluido al tubo extruido y expandiendo con ello el tubo a fin de reducir su grosor de pared al valor apropiado al tiempo que se enfría y solidifica la resina. Se aplana luego la tubería entre rodillos de pinza. La película aplanada de grosor doble puede enrollarse en forma de un rollo cilíndrico para almacenamiento y subsiguiente uso como tubo o la tubería puede hendirse para formar una lámina de grosor único de doble anchura o dos láminas de grosor único.

En ciertas circunstancias la tubería así producida carece de una buena uniformidad de calibre (grosor), es decir, el grosor de la película no es uniforme. Si esta película no uniforme es enrollada sobre un rodillo, se obtiene un rollo desigual con protuberancias. La tensión de enrollamiento estira la película sobre las protuberancias y así, si la resina tiene flujo en frío, la película no queda tendida de plano cuando se desenrolla y tiene ri-

zos u ondas que necesitan precauciones especiales en su impresión, conversión y otros usos. Convencionalmente, ta les problemas se mitigan haciendo girar la matriz o cualquier anillo de enfriamiento que se utilice o ambos.

5                    Estas variaciones de calibre tienden también a utilizar un mayor peso de resina por área unidad de pelí- cula debido a que tiene que mantenerse un grosor medio ma- yor a fin de mantener un grosor mínimo dado. Por consi- guiente, es deseable reducir la variación del calibre.

10                    Uno de los problemas principales es enfriar la burbuja extruída de material termoplástico. La velocidad de producción para cualquier tamaño dado de tubo (burbuja) está limitada por el carácter de la burbuja que se está ex truyendo. Así, bajo un grupo dado de condiciones de traba-  
15                    jo, un aumento de la salida del extrusor hará que el termo- plástico sea transformado en el tubo a una velocidad más alta, pero como las características de pérdida de calor del sistema no habrán cambiado, producirá también una elevación en la altura de la línea de helada (es decir, la línea en  
20                    que la resina extruída fundida se hace sólida). Esto, a su vez, produce un aumento en la inestabilidad de la burbu- ja extruída, debido a que su longitud fundida no soportada se hace demasiado larga.

25                    Se ha ideado ahora un modo de mejorar la uni- formidad en el grosor de pared de películas tubulares ex-

truidas. La película extruída se hace pasar a través de un dispositivo que impone una configuración elegida sobre la burbuja, pero que está también diseñado para impedir que la resina fundida entre en contacto con el dispositivo.

De acuerdo con la presente invención, el aparato para formar la película tubular de resina termoplástica comprende:

1. Una matriz de extrusión anular,
2. Un par de rodillos de pinza aguas abajo de la matriz destinados a aplanar el tubo extruído por la matriz,
3. Medios para introducir un fluido a presión en el tubo para expandirlo y reducir así su grosor de pared,
4. Un alojamiento coaxial con la matriz y aguas abajo de la matriz y que diverge en el sentido de aguas abajo.

El alojamiento tiene filas de canales para fluido de enfriamiento, terminando cada canal en una abertura en la superficie interna del alojamiento. Los canales están dispuestos en pares de filas, apuntando los canales de una fila de cada par hacia fuera de los canales de la otra fila del par. Esto proporciona un flujo de fluido de enfriamiento (normalmente aire) que diverge desde cada par

de filas de aberturas.

Entre cada par de filas hay un paso a través del cual puede escapar el fluido de enfriamiento. Así, se establece una circulación de fluido de enfriamiento desde los canales, a través de las aberturas, sobre la película extruída y hacia fuera a través de los pasos de escape.

El efecto de soplar aire u otro fluido de enfriamiento a través de las aberturas en el extremo de los canales es originar un vacío parcial que aspira la burbuja extruída hacia fuera en dirección a las paredes del alojamiento y adapta así la configuración de la burbuja a la del alojamiento. Se ha encontrado que el alojamiento deberá tener un ángulo máximo de divergencia de  $48^\circ$  para obtener los mejores resultados.

Por consiguiente, el método de acuerdo con la presente invención comprende extruir en estado fundido un tubo de resina termoplástica, mantener presión dentro del tubo durante la extrusión expandiendo con ello dicho tubo por la aplicación de la presión; enfriar dicha tubería extruída para solidificar la resina y aplanar el tubo expandido enfriado a fin de aprisionar fluido en el tubo que se está expandiendo, y tirar de la tubería extruída expandida hacia fuera y adaptar la tubería extruída a una forma divergente que tiene un ángulo máximo de divergencia de menos de  $48^\circ$ .

En una realización preferida, el alojamiento toma la forma de una serie de anillos a lo largo del eje central de la burbuja y estos anillos están espaciados entre sí a fin de proporcionar el paso para el escape del gas de enfriamiento.

Con el fin de que pueda entenderse de forma más completa la invención, se describirán ahora a título de ejemplo solamente, realizaciones preferidas del aparato de extrusión y el método con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un alzado en sección de un aparato de extrusión tubular,

La figura 2 es una vista en sección tomada por la línea 2-2 de la figura 1,

La figura 3 es una vista en sección a mayor escala de la porción de anillo de enfriamiento del aparato de la figura 1.

Haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, una resina termoplástica 10 es alimentada a un extrusor 12 en el que es fundida y luego extruída a través de una matriz de extrusión anular 14 para formar un tubo 16 de resina termoplástica fundida. Un conducto 18, en la isleta 20 de la matriz anular 22, está previsto para alimentar un fluido, normalmente aire, al tubo de resina termoplástica 16. A medida que el tubo prosigue aguas abaj

jo se enfría hasta que, en la línea de helada 24, se solidifica en forma de una estructura tubular dimensionalmente estable 16. Este tubo sólido 26 es aplastado por una guía 28 y luego pasa a través de la distancia de agarre de un par de rodillos 30.

Alrededor del eje de la burbuja están dispuestos múltiples colectores anulares de enfriamiento 32a, 32b, 32c, 32d, 32e, 32f y 32g que son entidades separadas en un alojamiento 34 como se muestra o pueden ser una estructura monolítica única equivalente. Una bomba 36 alimenta un fluido, adecuadamente aire, a través de un colector 38 al interior 40 de los colectores anulares 32. Este fluido choca sobre la tubería extruída a través de los canales divergentes 42a y 42b y las aberturas 43. El flujo del fluido desde las toberas divergentes origina una presión disminuída entre las toberas (en el área designada por 44) y obliga también al fluido a pasar fuera del sistema a través de pasos 46 entre anillos adyacentes. El fluido a alta velocidad que abandona la proximidad del tubo extruído produce también un ligero descenso de la presión (en el área designada por 48). Estas caídas de presión arrastran al tubo extruído todavía fundido 16 hacia los anillos 32, pero el fluido forma un cojín entre los anillos y la tubería a fin de impedir que la tubería entre en contacto con los anillos y se pegue a ellos mientras está todavía fundida.

Una de las características importantes del apa  
rato es el uso del alojamiento divergente para imponer una  
configuración particular sobre el tubo extruido desde el  
momento en que sale de la matriz de extrusión hasta el mo  
5 mento en que está más en un estado sustancialmente sólido.  
Este alojamiento es de configuración generalmente divergen  
te, por ejemplo, cónica, paraboloides u otra similar. Esta  
caracterización del alojamiento de imposición de configura  
ción no lo limita a una reproducción geométrica exacta  
10 de estas funciones matemáticas. Por el contrario, éstas  
se dan como ilustrativas del tipo general de configuración  
que puede utilizarse. Todo lo que se requiere es que este  
alojamiento diverja desde una posición inicial aguas arriba  
próxima a la matriz de extrusión anular y coaxial alrededor  
15 de la misma hasta posiciones progresivamente más aguas aba  
jo menos próximas a la matriz de extrusión anular pero to  
davía coaxiales con ella.

Se ha visto que la configuración impuesta du  
rante la expansión y el enfriamiento de la burbuja deberá  
20 tener un ángulo máximo de divergencia de menos de  $48^\circ$ , con  
preferencia de menos de  $38^\circ$ . Además, para cualquier dis  
tancia dada desde la línea de helada hasta la matriz de ex  
trusión, se prefiere operar con una configuración y tamaño  
de burbuja impuestos tales que el cuello de la burbuja (es  
25 decir, la parte de la burbuja desde la matriz hasta el pun

to en que empieza a diverger) sea tan largo como en las burbujas convencionales (es decir, burbujas cuya configuración no está controlada) hasta tal extremo que el punto divergente se encuentre más alto en la magnitud del 5 al 15% de la distancia total de la matriz a la línea de helada. Esta variación de calibre en la película así formada se reduce significativamente en comparación con la variación de calibre observada bajo condiciones de tratamiento por lo demás sustancialmente idénticas sin imponer tal configuración específica antes de solidificar la película extruída.

En la forma preferida de alojamiento, cada fila de aberturas se encuentra a lo largo de un plano generalmente normal al eje de la matriz de extrusión. Los canales individuales 42 y sus aberturas 43 en cada par de filas están orientados formando un ángulo, de preferencia el máximo ángulo posible, en dirección al eje del aparato, es decir, en la dirección de movimiento de la película. Así, los ejes de las aberturas están situados bajo un pequeño ángulo agudo con respecto a la superficie del tubo termoplástico. Aunque ésta es probablemente la configuración más eficaz, los canales mencionados no necesitan ser cilíndricos, sino que pueden ser una tobera convergente o de otra configuración. Sólo es importante que estos canales hagan que el fluido que fluye a su través diverja al

salir de cada par cooperante de aberturas.

Entre los pares de filas de aberturas están también previstos pasos para que escape el aire u otro fluido. Así, se proporciona un sistema de circulación que impulsa el fluido desde el exterior hacia el tubo extruído, pasando el fluido a lo largo del tubo extruído y pasando luego el fluido de nuevo al exterior. Si se utiliza un fluido diferente del aire, puede preverse un depósito adecuado y un sistema cerrado o el paso hacia el exterior puede poner simplemente en comunicación el fluido con la atmósfera.

Este fluido enfría la tubería extruída y la solidifica en una medida suficiente para hacerla no pegajosa y dimensionalmente estable. Si ésta fuera la única función realizada por el fluido de enfriamiento, el tubo se expandiría de acuerdo con la presión aplicada por el fluido interno y en función de la velocidad de enfriamiento aplicada y de la resistencia inherente del líquido de la resina termoplástica en uso. El aparato hace más que esto. La configuración particular de los canales y sus aberturas hace que el fluido que sale de ellos actúe como un eductor y forma así un vacío parcial en el espacio entre las aberturas. Esto aspira la tubería extruída hacia el alojamiento de imposición de configuración y hace que la tubería extruída se adapte exactamente a la forma del

alojamiento. Si se ajustan la temperatura y el caudal del fluido con respecto a la resina termoplástica particular que se está extruyendo y con respecto a las dimensiones del tubo extruido, así como de la matriz de extrusión, la línea de helada de la tubería extruída puede usualmente situarse dentro del alojamiento de imposición de configuración, generalmente hacia su extremo de aguas abajo.

Deberá resultar evidente que muchas de las variables de tratamiento son interdependientes y no son independientemente variables. Lo principal del proceso es imponer una velocidad particular de expansión y una forma particular sobre el tubo extruido de material termoplástico mientras se le enfría hasta una condición dimensionalmente estable y no pegajosa.

El termoplástico se extruye usualmente a través de una matriz anular que tiene un diámetro de aproximadamente 10 a 40 mm y un intervalo de matriz de aproximadamente 0,25 a 2,5 mm. Las velocidades de extrusión dependen, naturalmente, del extrusor utilizado. Son adecuadas relaciones de soplado, es decir, la relación del diámetro final de la película al diámetro de la matriz, de aproximadamente 1,5 a 5, y lo mismo ocurre con grosores finales de la película de 0,01 a 0,25 mm. El fluido preferido de presurización interna y los fluidos de enfriamiento, externo son aire; sin embargo, pueden utilizarse gases. El fluido

interno deberá mantenerse alrededor de o ligeramente por encima de la presión atmosférica. El fluido de enfriamiento externo se mantiene adecuadamente a una temperatura de aproximadamente 20 a 100°C y se alimenta adecuadamente a un caudal de aproximadamente 20 a 150 m<sup>3</sup> (0<sup>2</sup>, 760 mm de Hg) por metro cuadrado de área superficial de la tubería fundida que se esté enfriando.

Se ha visto que la utilización de ciertas condiciones convencionales directamente en el presente proceso de forma impuesta puede dar por resultado inoperabilidad. Se ha encontrado que cuando se utilizan ciertas condiciones convencionales, el producto extruido fundido tendrá poca consistencia cuando abandona la matriz, permitiéndole esto plegarse sobre sí mismo o fluir hacia fuera entre los elementos anulares de enfriamiento verticalmente espaciados, de modo que se pega o de alguna manera queda cogido en las superficies de los elementos anulares de enfriamiento inmediatamente adyacentes a la matriz. La posibilidad de que esto ocurra puede reducirse sustancialmente o eliminarse aumentando el intervalo de orificio de la matriz para formar un intervalo que sea más ancho que el que se emplearía normalmente en operaciones de extrusión tubular convencionales. En un proceso de enfriamiento convencional, el intervalo usual puede estar en el margen de 0,06 a 0,1 mm, por ejemplo, mientras que los intervalos de

orificio para el presente proceso de la presente invención son de preferencia de 1 a 1,25 mm. Por ejemplo, una película tubular de 66 cm de anchura tendida de plano (132 cm de circunferencia), de 0,07 mm de grosor, se hace normalmente con un intervalo de 1 mm en un proceso convencional, pero requiere un intervalo de 1,25 mm con el presente proceso. Utilizando un intervalo de orificio de matriz mayor, la película fundida es más gruesa cuando abandona la matriz, y tiene que ser arrastrada hacia abajo con mayor fuerza para conseguir el grosor final deseado de la película en la línea de helada. Esta mayor fuerza vence la tendencia de la burbuja fundida a plegarse sobre sí misma o a fluir hacia fuera entre los elementos anulares de enfriamiento. Aunque no se comprende el mecanismo exacto, se tiene la teoría de que el agrandamiento del intervalo de orificio y el incremento proporcional en la fuerza de arrastre hacia abajo eliminan el problema de las partes colgantes de tubo, ya que como resultado de aumentar la fuerza de arrastre hacia abajo se vence una resistencia hacia abajo ejercida por los elementos anulares de enfriamiento sobre el tubo fundido. Para los fines de la presente invención se ha visto que una relación del intervalo de orificio de matriz al grosor de película final deberá estar por encima de 10:1 y de preferencia por encima de 15:1.

Los conductos de flujo de fluido pueden dispo

nerse dentro de la porción de isleta de la matriz de extrusión para extraer algo o todo el aire inyectado en el tubo extruído a fin de formar un sistema de circulación.

El alojamiento de imposición de configuración puede estar compuesto de una estructura monolítica única de una altura tal que se extienda desde el plano de la matriz de extrusión hasta un punto aguas abajo de la línea de helada, o puede estar compuesto por una serie de anillos apilados de altura acumulativa similar. En cualquier caso, las aberturas deberán espaciarse en aproximadamente 1 a 20 mm, con las dos filas de cada par espaciadas en aproximadamente 10 a 100 mm. Las propias aberturas y sus correspondientes canales deberán estar de preferencia en planos radiales y deberán estar espaciados en aproximadamente 2 a 6 diámetros de abertura en cada fila y los pares de canales deberán diverger en aproximadamente un ángulo incluido de 50° a 160°, con preferencia de 100° a 150°. Los pasos de retorno de aire entre los pares de filas de aberturas deberán tener una anchura de aproximadamente 3 a 15 mm a fin de permitir un flujo fácil del aire de vuelta desde la tubería extruída. Deberá apreciarse que la velocidad y/o la temperatura del aire de enfriamiento externo pueden ser sustancialmente constantes en todas las posiciones de las aberturas o pueden variarse, por ejemplo, en un gradiente ascendente o descendente, según lo dicten las condi

ciones de tratamiento.

La resina termoplástica puede ser por ejemplo una poliolefina tal como polietileno, polipropileno, poli  
buteno-1, copolímeros de dos o más de éstos con o sin otras  
5 olefinas, cloruro de polivinilo o de vinilideno, copolíme  
ros de cloruro de vinilo o de vinilideno con acrilatos,  
acrilonitrilo u olefinas, homo y/o copolímeros acrílicos,  
homo y/o copolímeros de estireno, y en general aquellos  
otros materiales polímeros que puedan extruirse en estado  
10 fundido en forma de películas tubulares.

15 REIVINDICACIONES

20 Los puntos de invención propia y nueva que se  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-  
te de Invención en España, por VEINTE años, son los que  
se recogen en las reivindicaciones siguientes:

25 1ª.- Un aparato para formar película de resi-  
na termoplástica tubular extruída, que comprende: 1) una

matriz de extrusión anular, 2) un par de rodillos de pinza aguas abajo de la matriz, destinados a aplanar el tubo extruído por la matriz, 3) medios para introducir un fluído a presión en el tubo extruído con el fin de expandirlo y de reducir así su grosor de pared, y 4) un alojamiento coaxial con la matriz y aguas abajo de la matriz y que diverge en un sentido de aguas abajo, teniendo el alojamiento filas de canales de fluido de enfriamiento dispuestas en pares, terminando cada canal en una abertura en la superficie interna del alojamiento, apuntando los canales de una fila de cada par hacia fuera de los canales de la otra fila del par para proporcionar un flujo de fluido de enfriamiento que diverge hacia fuera de cada par de filas, estando previsto un paso de salida de fluido entre los pares de filas.

2ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, en el que los canales de una fila de cada par divergen respecto de los canales de la otra fila del par bajo un ángulo incluido de 50° a 160°.

3ª.- Aparato según la reivindicación 2ª, en el que los canales de una fila de cada par divergen respecto de los canales de la otra fila del par bajo un ángulo incluido de 100° a 150°.

4ª.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el que cada par de filas de canales

está dispuesto a lo largo de la periferia interna de un colector anular, definiendo una pluralidad de los colectores anulares el alojamiento con espacios entre los colectores anulares para proporcionar pasos de salida de fluido.

5

5<sup>a</sup>.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup>, en el que las aberturas de una fila están espaciadas en una distancia de 2 a 6 diámetros de abertura.

10

6<sup>a</sup>.- Un aparato para formar película de resina termoplástica tubular extruída.

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

15

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

Madrid,

-8 JUL. 1975

P.A.

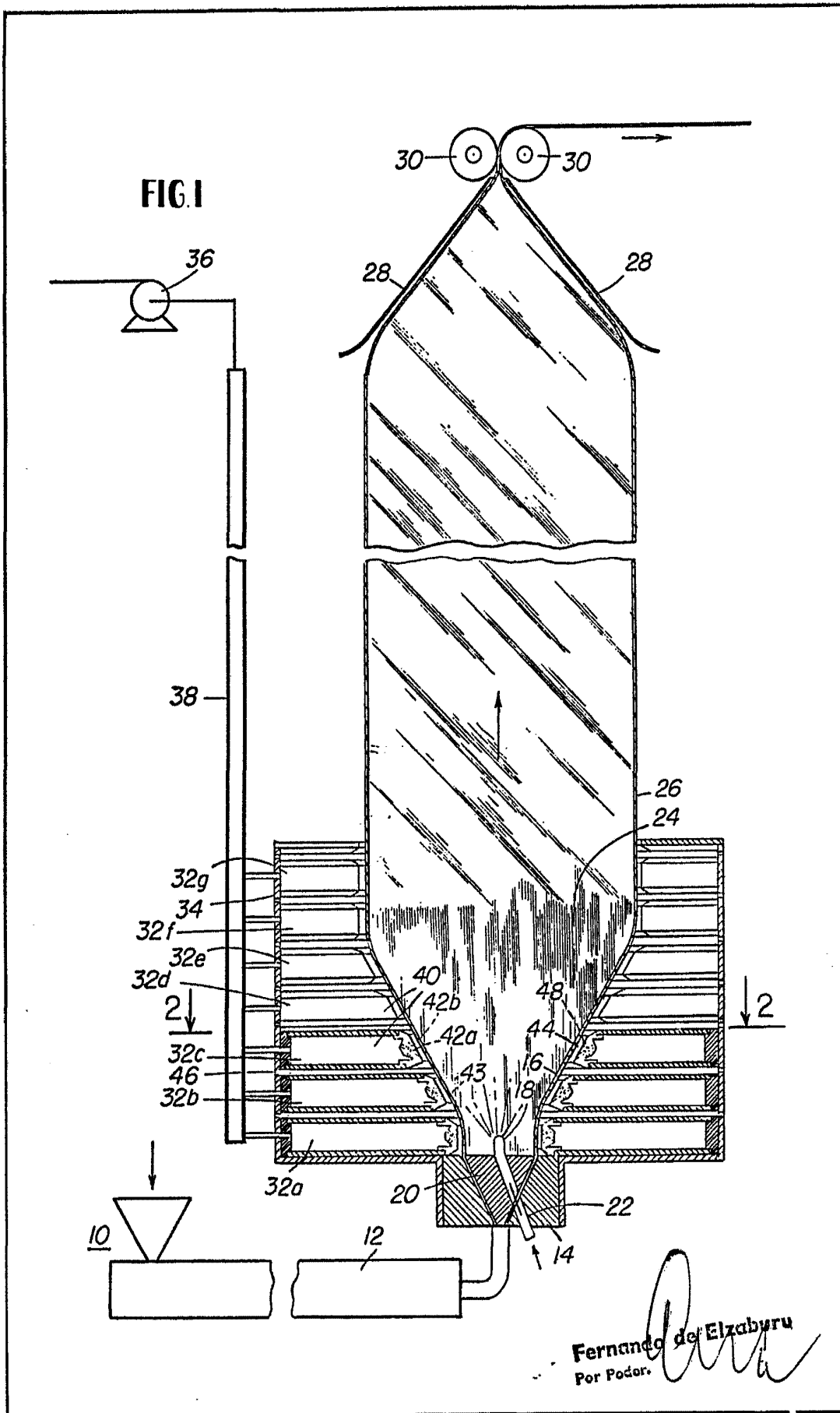
Fernando de Elizaburu  
Por Poder.

28-6-75

- 17 -

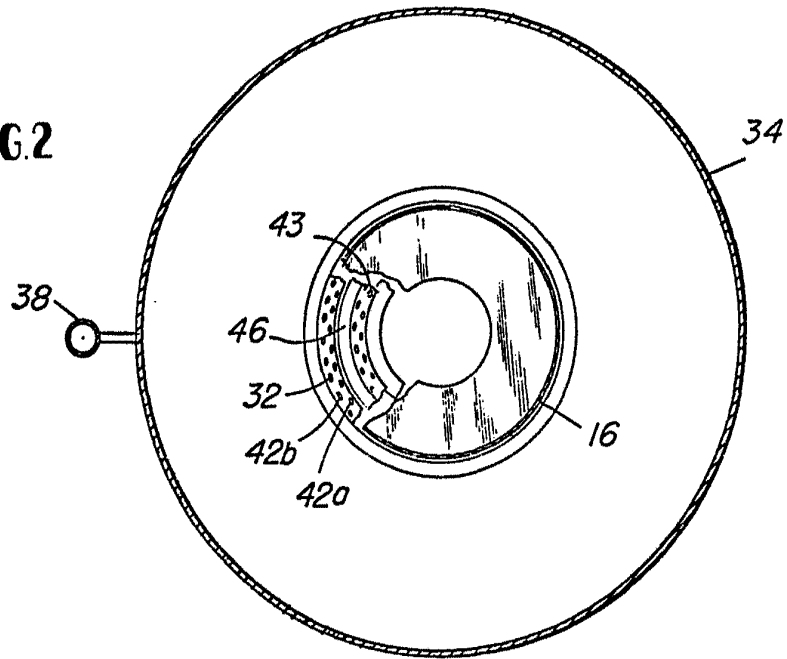
lfgv

*fraser*

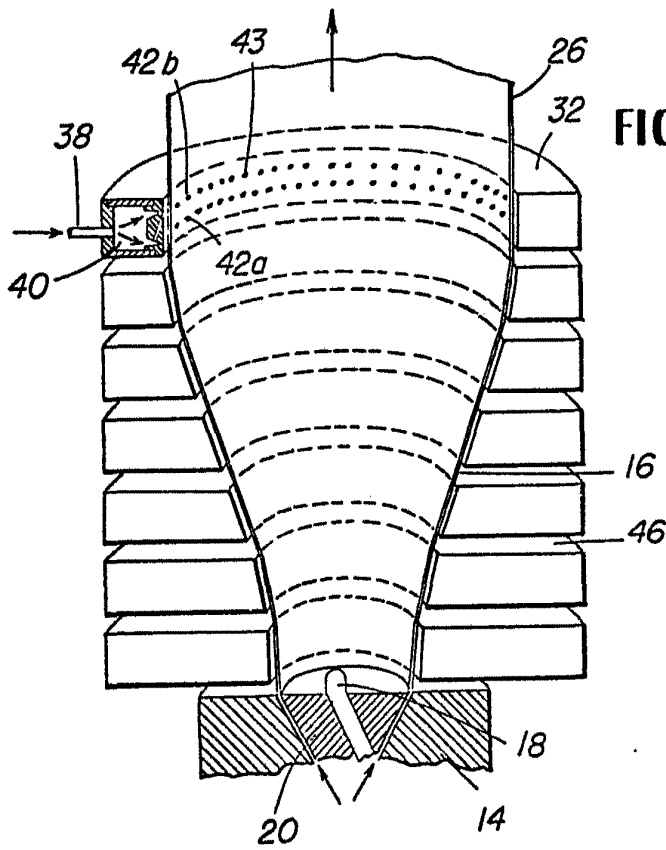


*Fraser*

**FIG. 2**



**FIG. 3**



Fernando de Elizabern  
Por Poder