

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 526**

51 Int. Cl.:

**B29C 33/04** (2006.01)

**B29C 59/04** (2006.01)

**B29C 43/46** (2006.01)

**B29C 43/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2013** **E 13004400 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** **EP 2845706**

54 Título: **Rodillo de procesamiento de plástico, dispositivo y método usando tal rodillo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2016**

73 Titular/es:

**RENOLIT SE (100.0%)  
Horchheimer Strasse 50  
67547 Worms, DE**

72 Inventor/es:

**GÉRARD, YANNICK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 592 526 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Rodillo de procesamiento de plástico, dispositivo y método usando tal rodillo

La invención se refiere a un rodillo de procesamiento de plástico, un dispositivo de procesamiento de películas de plástico y un método para producir películas de plástico estructuradas de doble cara.

5 Para procesar plástico fundido a fin de producir películas de plástico es conocido el recurso de utilizar al menos dos rodillos rotativos en los que se exprime el plástico fundido entre los dos rodillos. Las unidades típicas de calandrado o de extrusión-enfriamiento brusco comprenden frecuentemente más de dos rodillos, en donde al menos un rodillo metálico comprende un acabado superficial que ha de transferirse a la película de plástico, por ejemplo un acabado de alto brillo o una estructuración predefinida. Para compensar el curvado de los rodillos debido a la presión en una zona de contacto entre dichos rodillos, para mantener una presión uniforme en dicha zona de contacto y para obtener una superficie de contacto grande en dicha zona de contacto, es conocido el recurso de utilizar un contrarrodillo deformable hecho de o constituido por una capa de un material flexible adecuado, tal como caucho. Desventajosamente, el caucho, en comparación con el metal, tiene una menor capacidad y conductividad térmicas. Esto hace que el rodillo de caucho alcance una temperatura de servicio que es demasiado alta para producir una película de alta calidad y que tiene un efecto negativo sobre el gofrado. Por tanto, se ha propuesto disponer conductos en la capa de caucho por los que circule un fluido de acondicionamiento. Un rodillo de caucho con conductos de fluido puede seguirse utilizando solamente durante un periodo de tiempo muy restringido debido a que la conductividad térmica del caucho es demasiado baja para transmitir efectivamente calor a dicho fluido de acondicionamiento. Además, se ha propuesto disponer un manguito metálico alrededor de dicha capa de caucho para producir películas de superficie de alta calidad con doble cara que tengan superficies mates, de alto brillo o estructuradas.

En los documentos WO 2006/089883 A1 y WO 2006/089882 A1 se revelan dos rodillos del tipo antes mencionado que comprenden un cilindro rígido interior cubierto por una capa flexible aplicada al mismo. Dicha capa flexible comprende una pluralidad de conductos de fluido que están dispuestos sustancialmente paralelos al eje del rodillo y están conectados a conectores de fluido a fin de asegurar la entrada y la salida de fluido, en donde los conductos están formados por latiguillos o tubos incrustados en la capa flexible. Regulando la presión del fluido se puede expandir dicha capa flexible radialmente a fin de aprisionar un manguito metálico que está fijado sobre la capa flexible. La capa flexible puede consistir en varios aros anulares que están apilados uno sobre otro en la dirección del eje del rodillo. Para impedir que el patrón de conductos de fluido se "embuta" sobre el manguito, se propone una capa protectora entre la capa flexible y el manguito, lo cual afecta adicionalmente de manera negativa a la disipación de calor del manguito hacia dentro del fluido. La conexión de dichos conductos de fluido a un dispositivo de acondicionamiento hidrotérmico se materializa por medio de un agujero taladrado concéntrico en el cilindro rígido, el cual se conecta fluidicamente a los extremos axiales de los conductos de fluido.

Los rodillos según el estado de la técnica anteriormente mencionado tienen una baja conductividad térmica del forro flexible y también de la capa protectora, lo que hace que la temperatura de la superficie del manguito suba por encima de un nivel tolerable. Además, el patrón de los conductos de fluido presurizado se hace visible como una impresión sobre la película producida en forma de un rayado o rugosidad característicos. Debido a la alineación paralela de los conductos de fluido con el eje del rodillo, el fluido es expulsado del conducto de fluido relevante en la zona de contacto y ha de recircular de retorno en el conducto de fluido cuando el conducto de fluido relevante haya cesado de ser comprimido.

Basándose en el estado de la técnica anteriormente mencionado, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un rodillo de procesamiento de plástico que supere las desventajas descritas de rodillos conocidos del mismo tiempo y permita la producción de películas de plástico con un acabado superficial de calidad optimizada; además, un objetivo consiste en proporcionar rodillos que sean adecuados para uso continuo.

45 Este objeto de la invención se resuelve con un rodillo de procesamiento de plástico según la reivindicación 1 independiente.

Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de procesamiento de plástico para producir películas de mayor calidad en comparación con los dispositivos del estado de la técnica para procesar plástico y para permitir la producción de películas de plástico estructuradas de doble cara que se caracterizan por un efecto holográfico.

Este objeto de la invención se resuelve con un dispositivo de procesamiento de plástico según la reivindicación 15.

Finalmente, otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método para producir películas de plástico estructuradas de doble cara, en particular películas con efectos holográficos, con menos pasos de proceso y utilizando menos maquinaria de producción que en los métodos de producción conocidos.

55 Este objeto de la invención se resuelve con un método para producir películas de plástico estructuradas de doble

cara según la reivindicación 17.

Realizaciones preferidas de los aparatos y el método se exponen en las reivindicaciones subordinadas.

5 Un rodillo de procesamiento de plástico según una realización de la invención, en una primera realización, comprende un cilindro interior rígido cubierto al menos parcialmente por al menos un forro flexible. Dicho forro flexible comprende una pluralidad de conductos de fluido, en donde cada uno de los conductos está conectado a un conducto de flujo de entrada y a un conducto de flujo de salida. El forro flexible está confinado por un manguito metálico elástico que está diseñado para bloquearse por fricción mediante la presurización de los conductos de fluido. Dicho forro flexible está formado por una pluralidad de elementos longitudinales que están dispuestos paralelamente uno a otro, en donde cada uno de dichos elementos longitudinales aloja al menos uno de dichos conductos de fluido.

10 "Forro" significa en esta memoria una capa flexible que cubre el cilindro interior rígido y que está dispuesta sobre el cilindro interior rígido como un casquillo. "Elástico" significa que el manguito está diseñado para seguir a una deformación del forro flexible sin experimentar ninguna deformación plástica, ya que, en caso contrario, podrían hacerse visibles en la superficie del manguito grietas, desviaciones o defectos superficiales similares que afectarían directamente a la calidad de la película producida.

15 Los conductos de fluido están destinados a conectarse a un dispositivo de acondicionamiento de fluido que proporciona el fluido de acondicionamiento con una temperatura y presión especificada. Se consigue un "reajuste" del manguito después de la deformación por medio de su intensa tensión y los canales de fluido presurizado del rodillo. Para bloquear con fricción el manguito sobre el forro flexible, los conductos de fluido se presurizan con una presión predefinida, lo que hace que los conductos e indirectamente el forro flexible se expandan en sentido radial. Se puede mantener una posición angular de dicho manguito bajo la influencia de cargas típicas que se producen por el bloqueo por fricción durante la producción de películas de plástico. El bloqueo por fricción es bien conocido y se utiliza para la producción de películas empleando rodillos del mismo tipo del estado de la técnica. En contraste con dichos rodillos, el forro flexible del rodillo según una realización de la invención consta de una pluralidad de elementos longitudinales que comprenden los conductos de fluido directamente, sin necesidad de incrustar un tubo o similar. Ventajosamente, dichos conductos se extienden continuamente en dirección longitudinal, y así no están interrumpidos. Cada conducto está contenido en un solo elemento longitudinal, lo que hace más fácil que los conductos de fluido se mantengan a prueba de fugas.

20 Dado que dichos conductos de fluido están formados directamente en el material del forro flexible sin ningún latiguillo o tubo entre el material flexible y el fluido, se mejora significativamente la capacidad de transferencia de calor. Se reduce notablemente la resistencia térmica a lo largo de todo el trayecto térmico desde la superficie del manguito hasta el fluido.

25 El rodillo según una realización de la invención puede producirse de manera más barata que los rodillos conocidos evitando una incrustación intensa en mano de obra de los latiguillos o tubos de fluido individuales en la capa flexible. Los segmentos longitudinales pueden producirse de manera barata por medios de extrusión de caucho o cualquier otro material flexible adecuado. Todo el forro flexible consta de perfiles idénticos dispuestos en paralelo alrededor de la circunferencia. Así, el rodillo según la invención puede utilizarse en una planta de calandrado o de extrusión-enfriamiento brusco durante un largo tiempo sin sobrecalentarse. Se permite así la producción de películas de alta calidad en un sistema de producción en masa - por consiguiente, dicho dispositivo según una realización de la invención supera a rodillos conocidos que sólo son adecuados para la producción de películas a escala de laboratorio. Las propiedades mejoradas de refrigeración del rodillo según una realización de la invención permiten la producción de películas con superficie de alto brillo con doble cara, ya que la temperatura de la superficie de ambos rodillos puede mantenerse baja, especialmente cuando se procesa polipropileno (PP).

30 Ventajosamente, los dispositivos de procesamiento de plástico ya existentes, en particular las unidades de gofrado, pueden equiparse posteriormente con rodillos según una realización de la invención sustituyendo simplemente rodillos del estado de la técnica.

35 En otra realización del rodillo dicho forro flexible puede tener forma de tubo y en particular puede ser un anillo o un tubo de forma poligonal. La entidad de los elementos longitudinales puede disponerse en paralelo o adyacentes, alineados uno con otro, en donde los elementos longitudinales se extienden axialmente desde un primer extremo hasta un segundo extremo de dicho forro flexible o alternativamente están arrollados en espiral desde un primer extremo hasta un segundo extremo del forro flexible.

40 Enrollando los conductos de fluido en espiral alrededor del cilindro interior se puede evitar el problema que se plantea cuando se usa un rodillo con canales paralelos con miras a un vaciado completo de los conductos cuando están en contacto uno con otro. Ventajosamente, cuando se deforma el forro flexible que comprende los conductos de fluido en contacto lineal con el contrarrodillo correspondiente, cada conducto de fluido se deforma solamente en la porción de contacto y así solamente se vacía del fluido este volumen de cada conducto. En los rodillos del estado de la técnica se vacían completamente los conductos cuando tiene lugar un contacto, lo que conduce

desventajosamente a una refrigeración insuficiente del rodillo completo, ya que los conductos no pueden rellenarse con suficiente rapidez, especialmente a altas rotaciones.

5 Dado que la sección transversal de los conductos de fluido en un plano normal al eje del rodillo de conductos de fluido arrollados en espiral es mayor que en la disposición paralela de rodillos del estado de la técnica y la rigidez radial del rodillo oscila menos en dirección circunferencial, se tiene ventajosamente que el patrón de conductos de fluido característico que, por lo demás, se imprime la película durante la producción es menos visible.

En otra realización más cada uno de los elementos longitudinales puede exhibir una sección transversal de segmento de anillo o una sección transversal de segmento de anillo poligonal de forma trapezoidal.

10 Como se ha descrito anteriormente, la sección transversal de todo el forro flexible puede ser preferiblemente un círculo anular, pero también un círculo convergido por un polígono. Típicamente, se necesitan más de diez segmentos, preferiblemente un número mayor, para conseguir un forro flexible aceptablemente redondo.

Además, cada uno de los elementos longitudinales puede pegarse con adhesivo, preferiblemente encolarse, a sus elementos longitudinales vecinos en superficies de contacto laterales.

15 Para un uso continuo de dichos rodillos, se sugiere acoplar los perfiles en sus superficies de contacto laterales por medio de uniones adhesivas, mejorando así la estanqueidad al fluido de los conductos.

20 Además, dichos elementos longitudinales pueden estar constituidos al menos parcialmente por un material flexible conductor del calor, tal como un polímero conductor, en particular silicona conductora del calor. El material flexible conductor del calor puede comprender partículas metálicas, fibras metálicas o polvo metálico, en donde dicho metal puede seleccionarse preferiblemente del grupo que comprende cobre, plata, aluminio, níquel. Adicional o alternativamente, el material flexible conductor del calor puede comprender partículas cerámicas, fibras cerámicas o polvo cerámico, en donde el material cerámico es preferiblemente nitruro de boro. Además, es posible también que el material flexible comprenda partículas, fibras y/o polvo de carbono.

25 Los polímeros conductores del calor, especialmente siliconas conductoras del calor, que comprenden partículas, fibras y/o polvo consistentes en un material conductor del calor, están fácilmente disponibles y se utilizan en el blindaje electromagnético y en la gestión térmica de dispositivos electrónicos. Comparada con la conductividad térmica de aproximadamente 0,2 W/mk de la silicona estándar, la conductividad térmica de la silicona conductora del calor puede ser más de 10 veces mayor. Cambiando solamente el material se puede mejorar en un grado significativo la capacidad de disipación de calor del rodillo.

30 Según otra realización más, cada uno de los elementos longitudinales puede estar constituido por dos partes, especialmente dos mitades, en donde cada una de las dos partes puede comprender una superficie de contacto que se extiende axialmente. Las dos partes pueden fijarse una a otra a lo largo de las superficies de contacto relevantes, en donde el conducto de fluido puede estar formado por dos surcos situados en las respectivas superficies de contacto de las dos partes y que se complementan uno a otro. Ventajosamente, uno de los surcos puede tener un volumen mayor que el surco complementario y puede estar situado en una parte opuesta al cilindro interior rígido.  
35 Alternativa o adicionalmente, esta parte puede consistir en el material flexible descrito conductor del calor.

40 Una realización que comprende elementos axialmente partidos muestra la mayor parte del conducto de fluido en la mitad superior o "exterior" - con respecto al centro axial del rodillo - y ésta consiste en dicho material flexible conductor del calor, proporcionando así la mayor cuota de la transferencia de calor. La mitad inferior o "interior" puede hacerse así de otro material estándar bastante barato que no requiera particulares propiedades de conducción del calor. Con la combinación de dichos materiales diferentes se consigue que, a pesar de una transferencia de calor optimizada del manguito metálico al fluido, el cilindro interior rígido esté blindado térmicamente. En cualquier caso, es posible que las mitades exteriores de los elementos longitudinales consistan en dicho material flexible térmicamente conductor y que las mitades interiores consistan en una silicona estándar, mientras que los elementos longitudinales pueden producirse en un operación por medio de extrusión bimaternal.

45 Según otra realización más, puede estar dispuesta una capa intermedia entre el cilindro rígido y el forro flexible. Dicha capa intermedia puede estar hecha de un material que tenga un módulo elástico superior al modo elástico de un material del forro flexible, pero inferior al módulo elástico del material del cilindro rígido.

50 Si el cilindro interior rígido no incorpora medios de disipación de calor, es favorable que la capa intermedia tenga una baja conductividad térmica. Será favorable una alta conductividad térmica de la capa intermedia si el cilindro interior rígido comprende un sistema propio de disipación de calor, ya que se puede mejorar así la eficiencia térmica global del rodillo.

Además, el uso de la capa intermedia es ventajosa debido a que, dependiendo del material seleccionado para la capa intermedia, dicha capa intermedia podría ser más conveniente para combinar adhesivamente los segmentos longitudinales con la capa intermedia que para pegarla directamente al cilindro interior rígido. La unión del cilindro

interior rígido con la capa intermedia puede conseguirse utilizando cualquier técnica de unión adecuada, por ejemplo comprendiendo los pasos de: aplicar un imprimador al cilindro interior rígido, cubrir el cilindro interior rígido con el material de la capa intermedia, preferiblemente con caucho, y vulcanizar.

5 Además, cada uno de los elementos longitudinales puede comprender al menos un nervio longitudinal que mire hacia el cilindro interior rígido o la capa intermedia. En este caso, es útil que el cilindro interior rígido o la capa intermedia proporcione surcos correspondientes, estando diseñado cada uno de dichos surcos para recibir uno de dichos nervios.

10 Estos nervios permiten que los segmentos sean retenidos por elementos de unión por ajuste de forma, además del pegado con adhesivo, lo que mejora la determinación angular relativa de los segmentos y contrarresta el movimiento relativo de los segmentos bajo carga. En caso de que existan los surcos en la capa intermedia, es posible abaratar la producción del cilindro interior rígido, ya que es necesaria menos mecanización.

15 En otra realización más cada uno de los conductos de fluido puede tener una porción extrema de flujo de entrada y una porción extrema de flujo de salida, teniendo cada una de ellas una abertura que está conectada fluidicamente con un conducto. El conducto puede extenderse particularmente en sentido radial hacia un centro del rodillo y está conectado fluidicamente con un taladro previsto en el cilindro interior rígido, en donde el taladro está dispuesto ventajosamente en sentido radial en dicho cilindro interior rígido. Dicho taladro está conectado fluidicamente al conducto de flujo de entrada o al conducto de flujo de salida/porción extrema, en donde dicho conducto de flujo de entrada y/o dicho conducto de flujo de salida está/están formados por un agujero taladrado coaxial en el cilindro interior rígido.

20 En esta memoria, "porción extrema" deberá entenderse como una parte extrema del conducto que tiene una longitud predefinida. Dado que, en caso contrario, es necesario sellar el conducto en su mismo extremo, se prefiere que en una realización de la invención se proporcione una unión por el conducto y una conducción recibida por el mismo, y así, una vez que la unión conducción-conducto o la unión en T, respectivamente, está sellada dentro del rodillo, ésta se mantiene en su sitio y permanece estanca al fluido. Además, la conducción puede comprender (cuando el conducto está partido en mitades) un collarín o brida. La presión interna en el conducto puede entonces incluso mejorar el sellado.

25 Cada conducto puede comprender adicionalmente un sellado estanco a líquido en sus extremos, en donde el sellado estanco a líquido puede ser ventajosamente un tapón. El tapón puede ser recibido en su sitio dentro del extremo abierto de dicho conducto de fluido, y en particular puede ser pegado con adhesivo, ventajosamente encolado en dicho extremo abierto. En este sentido, "extremo" significa literalmente el extremo real del conducto. Por supuesto, es posible también utilizar otros medios de sellado que los descritos anteriormente, por ejemplo un anillo de sujeción que sea circunferencialmente extendido y apretado para recalcar los conductos.

30 El cilindro interior rígido puede comprender también un sistema de disipación de calor que comprenda preferiblemente al menos un canal de fluido, más preferiblemente una pluralidad de canales de fluido situados debajo de una superficie envolvente exterior de dicho cilindro interior rígido. Aún más preferiblemente, los canales de fluido pueden extenderse paralelamente al eje del rodillo.

35 El sistema adicional de disipación de calor incorporado en el cilindro interior rígido proporciona una disipación de calor incrementada en comparación con un dispositivo que tenga solamente conductos de fluido en el forro flexible. Cuando se utiliza un material flexible con alta conductividad térmica para las mitades interiores de los segmentos longitudinales, es posible transmitir una cuota significativa del calor del manguito al sistema de disipación de calor en el cilindro interior rígido, manteniendo así más baja la temperatura de la superficie del manguito y aumentando la eficiencia térmica. Además de los canales de fluido previstos por separado, el sistema de disipación de calor puede comprender un canal de fluido integrado con una sección transversal en aro anular. El sistema de disipación de calor del cilindro interior rígido puede conectarse al mismo sistema de fluido de acondicionamiento que los canales de fluido del forro flexible. El sistema de disipación de calor del cilindro interior rígido y los conductos de fluido del forro flexible están dispuestos en paralelo o hidráulicamente en serie. En el ajuste hidráulico con la disposición en paralelo se puede alimentar una cuota mayor del fluido de acondicionamiento a través de los conductos de fluido del forro flexible.

40 Además, la conductividad térmica de dicho material flexible conductor térmico puede oscilar de 1,4 W/mK a 10 W/mK, en cuyo caso es ventajosa una conductividad de 1,8 W/mK a 6 W/mK. Alternativa o adicionalmente, dicha parte del elemento longitudinal situada enfrente del cilindro interior rígido (la "capa externa" de los segmentos longitudinales) puede tener un espesor en el intervalo de 2 mm a 8 mm. Por ejemplo, puede ser adecuado un intervalo de 3 mm a 7 mm e incluso es aceptable un intervalo de 4 mm a 6 mm.

45 En comparación con polímeros estándar, tales como siliconas con una conductividad térmica de aproximadamente 0,3 W/mK, se puede incrementar la conductividad térmica en hasta 30 veces. La transferencia de calor del manguito metálico al fluido puede mejorarse disminuyendo el espesor de la parte exterior de los segmentos longitudinales, ya que el espesor es lineal para la transferencia de calor. Se ha visto que, utilizando silicona conductora térmica, un

espesor de la parte exterior puede ser tan pequeño como de 4 mm sin afectar a su resistencia mecánica. Por supuesto, los valores dados para la conductividad térmica y el espesor de la parte exterior son aplicables también a elementos longitudinales consistentes en una sola pieza, en donde la "parte exterior" puede reinterpretarse como la capa externa entre el conducto de fluido y la superficie exterior del elemento.

- 5 Además de esto, el manguito metálico puede tener un espesor en el intervalo de 0,1 mm a 1 mm, en cuyo caso es ventajoso un intervalo de 0,3 mm a 0,7 mm. Alternativa o adicionalmente, el manguito metálico puede tener un diámetro exterior de 200 mm a 650 mm, en donde son ventajosos 250 mm a 550 mm y son más ventajosos 300 mm a 450 mm.

- 10 Dicho manguito metálico puede consistir también en níquel o aleaciones basadas en níquel. El uso de níquel o aleaciones basadas en níquel para el manguito es particularmente ventajoso debido a que las aleaciones basadas en níquel se caracterizan por una alta deformación elástica y una alta resistencia a la corrosión y mantienen su resistencia incluso en aplicaciones a alta temperatura. Los manguitos hechos de los materiales antes mencionados se utilizan ya en otras aplicaciones de impresión y están disponibles como manguitos sin soldadura, por ejemplo manguitos producidos por electrodeposición. Las aleaciones de ese tipo están fácilmente disponibles y se pueden utilizar para diferentes aplicaciones. Es ventajoso un manguito de diámetro mayor, ya que puede conseguirse una mejor refrigeración debido a la velocidad angular disminuida del rodillo al mismo régimen de producción. Los conductos presurizados aplican presión sobre la superficie envolvente interior del manguito produciendo una carga de tracción en la dirección circunferencial del manguito, que aumenta también con un diámetro creciente del manguito. Por tanto, las propiedades mecánicas del material del manguito limitan el diámetro del manguito a una presión de trabajo dada.

Alternativa o adicionalmente, la superficie envolvente exterior del manguito metálico puede llevar un revestimiento antiadherente, ventajosamente con un revestimiento de carbono semejante a diamante, un revestimiento de diamante compuesto, un revestimiento que comprende níquel y/o politetrafluoretileno, un chapado de cromo o una combinación de los mismos.

- 25 Además, es posible que la superficie envolvente exterior del manguito metálico tenga al menos una porción que muestre una rugosidad superficial definida y/o una estructura superficial definida, en donde dicha porción ha sido rectificada, pulida y/o lapeada o tiene una superficie grabada con láser.

- 30 La rugosidad o estructuración superficial definida está diseñada para proporcionar un efecto superficial especial en la película producida. La rugosidad superficial puede reducirse e incluso se puede proporcionar una superficie pulida para obtener una superficie de película de alto brillo. Sin embargo, la superficie puede estar grabada, proporcionando así una superficie de película táctil. En un dispositivo de procesamiento equipado con un contrarrodillo que tiene también propiedades de superficie definidas, se pueden producir películas acabadas con superficie de doble cara de alta calidad.

- 35 En otra realización de la invención el cilindro interior rígido del rodillo puede comprender un cuerpo cilíndrico hueco y al menos un inserto macizo con una parte de alojamiento que está alojada de manera no rotativa en el cuerpo cilíndrico hueco y una porción de árbol que se extiende hacia fuera a lo largo del eje del rodillo, que tiene un diámetro más pequeño que el diámetro de la porción de alojamiento. El conducto de flujo de entrada y el conducto de flujo de salida pueden estar dispuestos en la porción de árbol. La porción de árbol puede comprender preferiblemente dichos taladros radiales que se extienden desde la superficie envolvente de la porción de árbol hasta el conducto de flujo de entrada y el conducto de flujo de salida, respectivamente.

El rodillo puede construirse con un peso bastante ligero cuando el cilindro interior rígido está hueco a lo largo de una parte de su longitud, siendo macizos solamente sus extremos.

- 45 Además, la porción de árbol puede comprender una pestaña axial situada en un plano abarcado por el extremo axial del cuerpo cilíndrico hueco. En particular, la pestaña axial puede fijarse al cuerpo cilíndrico hueco de manera hermética a fluido utilizando una cubierta anular que se atornilla preferiblemente a dicha pestaña y dicho cuerpo cilíndrico hueco. Debido a la colocación relativa de la pestaña y el extremo del cuerpo cilíndrico hueco se puede utilizar un diseño de cubierta relativamente sencillo, por ejemplo una cubierta plana.

- 50 El dispositivo de procesamiento de plástico según una realización de la invención comprende, en una primera realización, al menos un rodillo metálico rígido y al menos un rodillo deformable según se ha descrito anteriormente; teniendo una pluralidad de conductos de fluido que están fluidicamente conectados a una unidad de acondicionamiento hidrotérmico, en donde los rodillos están dispuestos en paralelo.

- 55 Los dispositivos de procesamiento de plástico del mismo tipo se conocen como dispositivos de calandrado. Los rodillos son presionados uno contra otro con una fuerza predefinida que hace que se deforme el rodillo deformable, dando así una zona de contacto bidimensional en lugar de una zona de contacto virtualmente lineal, cuando se utilizan dos rodillos rígidos. La fuerza aplicada sobre los rodillos en sentido normal al plano de contacto puede ser de 1 a 10 kN/m de anchura del rodillo. La longitud disponible para transferir ciertas propiedades de la superficie de los

rodillos a la película producida es así incrementada y da como resultado una impresión significativamente más estable. La deformación del rodillo deformable bajo la influencia de la fuerza de contacto descrita dará como resultado típicamente una zona de contacto de aproximadamente 10 a 30 mm de anchura.

5 Con dicho dispositivo de procesamiento de plástico propuesto por la invención es posible producir películas de plástico con un acabado de superficie de alta calidad en una operación de procesamiento, en donde tanto el rodillo metálico rígido como el rodillo deformable transfieren la estructura de su superficie al producto. Por ejemplo, las películas producidas pueden comprender una superficie de alto brillo, mate o estructurada, una superficie de una sola cara o de doble cara o una combinación de las mismas. Ventajosamente, la tasa de refrigeración del plástico fundido procesado puede incrementarse extremadamente utilizando el rodillo deformable según la invención, lo que hace posible producir películas de plástico transparentes como el cristal.

10 La unidad de acondicionamiento hidrotérmico está diseñada para bombear un fluido de acondicionamiento a través de los conductos de fluido del rodillo deformable, en donde son ajustables los parámetros de temperatura y presión. El fluido de acondicionamiento puede ser ventajosamente agua debido a su alta capacidad térmica, pero también puede ser cualquier otro líquido, tal como un aceite de transferencia de calor. El fluido de acondicionamiento puede contener agentes anticongelantes que a su vez pueden comprender inhibidores de corrosión para permitir temperaturas del flujo de entrada por debajo de 0°C, permitiendo así que la temperatura de la superficie del manguito se mantenga tan baja como 25°C o incluso inferior mientras dicho manguito está funcionando. Si han de producirse películas de PP, las propiedades mecánicas del producto se correlacionan directamente con la temperatura del manguito. Una temperatura más baja (lo que significa una tasa de refrigeración más alta) da como resultado una deformación por tracción más alta y ayuda a conseguir una estructura de grano fino. El uso del rodillo según una realización de la invención hace que sea más barata la producción de películas con diferentes estructuraciones de la superficie en el mismo dispositivo de procesamiento, ya que solamente tienen que comprarse y almacenarse un cierto número de manguitos diferentes y no los rodillos completos.

En otra realización el rodillo metálico rígido y el rodillo deformable pueden estar cinemáticamente acoplados.

25 Acoplado cinemáticamente los rodillos, es posible obtener una sincronización entre el gofrado de ambos lados de la película. Por tanto, se pueden obtener ciertos efectos interferométricos u holográficos en una sola operación de procesamiento. Para obtener dichos efectos, ambos rodillos, que están en contacto, deben tener el mismo diámetro y girar con la misma velocidad.

30 Utilizando un dispositivo de procesamiento de plástico según una realización de la invención, ya no es necesario producir dos películas, cada una con un patrón de gofrado individual, y después unir las en sincronismo. Se pueden producir ahora películas con efectos holográficos en una película de una sola capa. El dispositivo de procesamiento de plástico según la presente invención puede obtenerse fácilmente modificando un dispositivo de procesamiento existente mediante la mera incorporación posterior del acoplamiento cinemático entre los rodillos, el rodillo según una realización de la propia invención y la unidad de acondicionamiento hidrotérmico.

35 Finalmente, el método para producir películas de plástico estructuradas de doble cara según una realización de la invención se realiza utilizando un dispositivo de procesamiento de plástico según una realización de la invención, en donde el rodillo rígido y el rodillo deformable tienen estructuraciones de superficie correspondientes.

Dicho método comprende las operaciones siguientes:

- 40 a) disponer angularmente el manguito metálico según un parámetro predefinido que depende del acoplamiento cinemático real del rodillo rígido y el rodillo deformable,
- b) presurizar el fluido utilizando la unidad de acondicionamiento hidrotérmico hasta una presión predefinida,
- c) expandir radialmente los conductos de fluido y la capa flexible del rodillo bajo la influencia de la presión definida,
- d) bloquear así por fricción el manguito metálico sobre el forro flexible,
- e) habilitar y alimentar plástico al menos parcialmente fundido entre los rodillos,
- 45 f) exprimir el material plástico entre los dos rodillos e imprimir las estructuraciones de superficie predefinidas de los rodillos sobre ambas caras del material plástico,
- g) refrigerar el objeto obtenido por la operación f) y obtener la película de plástico estructurada de doble cara.

50 Por supuesto, es posible también producir películas de alto brillo de doble cara utilizando el método anterior cuando ambos rodillos tienen una superficie pulida. El efecto de bloqueo trabaja bien y en este caso las presiones típicas van de 1,5 a 10 bares. Bajo la influencia de dichas presiones, el manguito puede bloquearse efectivamente contra deslizamiento, permitiendo que se impriman patrones de gofrado en ambas caras de una película con una sincronización predefinida. La disposición angular en la operación a) puede efectuarse ventajosamente utilizando

dos dispositivos láser, uno asignado al rodillo flexible según la invención y otro asignado a su contrarrodillo. Tanto el manguito como el contrarrodillo tienen marcas que deberán alinearse en un ángulo predefinido, por ejemplo mirando cada una de ellas hacia arriba. En la fase de arranque del dispositivo de procesamiento de plástico se hacen girar lentamente el manguito y el contrarrodillo hasta que cada marca esté situada en el haz láser del dispositivo láser correspondiente.

Características preferidas, realizaciones y variaciones de realizaciones de la invención resultarán evidentes por la descripción detallada siguiente de las figuras adjuntas que muestran esquemáticamente ilustraciones de realizaciones preferidas. La descripción detallada no ha de considerarse como limitativa del alcance de la invención en modo alguno. Los objetos o las partes de objetos que son esencialmente iguales o similares pueden llevar asignados los mismos números de referencia. Las figuras muestran:

La figura 1, una vista parcial en perspectiva de un rodillo sin un manguito metálico,

La figura 2, una sección longitudinal de un extremo del rodillo,

La figura 3, una sección transversal del elemento longitudinal partido,

La figura 4, una sección transversal por el plano A-A según la figura 2,

La figura 5, una sección transversal por el plano B-B según la figura 2,

La figura 6, un sistema hidráulico de un dispositivo de procesamiento de plástico,

La figura 7, una vista parcial de dos rodillos de dicho dispositivo de procesamiento de plástico,

La figura 8, una vista ampliada de un detalle C según la figura 7 y

La figura 9, una sección longitudinal de un extremo de otra realización del rodillo.

La figura 1 muestra el rodillo 1 de procesamiento de plástico según una realización de la invención en una vista parcial en perspectiva, en donde en un intervalo angular falta el forro flexible 13 para permitir una visión de la capa intermedia 12. El rodillo 1 se muestra sin el manguito metálico y, por tanto, ha de ser cubierto por el manguito metálico que materializa propiedades de superficie bien definidas a fin de que sea utilizado en la producción de películas de plástico, por ejemplo en dispositivos de calandrado o de extrusión-enfriamiento brusco. El manguito tiene un diámetro interior ligeramente mayor que el diámetro exterior del forro flexible 13, de modo que dicho manguito puede instalarse fácilmente sobre el forro flexible 13. Para bloquear el manguito contra deslizamiento, se propone presurizar en cierto grado los conductos de fluido 13' incorporados en el forro flexible 13, provocando una expansión de los conductos de fluido 13' y una expansión radial del forro flexible 13, lo que da como resultado un bloqueo por fricción del manguito sobre el forro flexible 13.

El rodillo 1 comprende un cilindro interior rígido 11 que está cubierto por una capa intermedia 12 que está cubierta por un forro flexible 13. El forro flexible 13 comprende una pluralidad de conductos de fluido 13' dispuestos en paralelo formados directamente en el forro flexible; no se necesitan tubos o latiguillos. Esto reduce la resistencia térmica de la superficie envolvente a un fluido que circula a través de los conductos de fluido, ya que no hay superficies de contacto ni rugosidad superficial entre dicho fluido y el forro flexible. Los conductos de fluido pueden comprender una cierta rugosidad superficial en su superficie interna para mantener turbulento un flujo de fluido de acondicionamiento y mejorar un coeficiente de transferencia de calor. El forro flexible 13 que contiene los conductos de fluido 13' consta de una pluralidad de elementos longitudinales 130 dispuestos equiangularmente en sentido circunferencial alrededor del rodillo 1.

Los segmentos longitudinales 130 están partidos longitudinalmente y constan de una parte interior 131 y una parte exterior 132. En esta realización de la figura 1 el conducto de fluido está formado por dos surcos correspondientes 133, 134, uno en la parte interior 132 y otro en la parte exterior 131 de los segmentos longitudinales 130. El surco 133 en la parte interior 131 de los segmentos longitudinales 130 es más profundo, de modo que en la parte exterior 132 está localizada una cuota mayor de la sección transversal de dicho conducto de fluido 13'. La parte exterior 132 consiste en un material flexible conductor térmico, en donde se utiliza preferiblemente silicona con adición de metal y/o fibras, partículas y/o polvo cerámicos, lo que permite de una manera mucho más eficiente la transferencia de calor del manguito metálico al fluido de acondicionamiento que circula por los conductos de fluido. Simplemente aumentando la conductividad térmica del material del forro flexible 13 se puede incrementar la transferencia de calor hasta diez veces. Las dos partes 131, 132 de los segmentos longitudinales 130 están encoladas una contra otra en sus superficies de contacto a fin de mantener los conductos de fluido 13' a prueba de fugas. Además, los segmentos longitudinales 130 están encolados entre ellos a lo largo de sus superficies de contacto laterales, dando como resultado una estructura más rígida entre dichos conductos de fluido 13' y, por tanto, ayudando a mantener las paredes laterales de dichos conductos de fluido 13 a prueba de fugas. El fluido de acondicionamiento que circula por los conductos de fluido 13' puede ser cualquier líquido, pero se utiliza preferiblemente agua debido a su alta capacidad térmica. Cada conducto de fluido 13' tiene un extremo de flujo de entrada y un extremo de flujo de salida,

en donde dichos conductos de fluido 13' están conectados a una conducción radial 18 en los extremos de flujo de entrada y de flujo de salida, respectivamente. Las conducciones radiales están conectadas con los conductos de fluido 13' a una distancia definida de sus extremos finales, con lo que no circula fluido en los extremos finales. Para impedir el flujo del fluido de acondicionamiento entre puntos de conexión de las conducciones radiales y los extremos finales, los conductos de fluido 13' pueden estar cerrados de manera estanca a fluido con un tapón en sus extremos finales. En esta realización no se proporciona refrigeración en porciones/regiones marginales de cada extremo de dicho rodillo 1, ya que los conductos de fluido 13' no tienen acceso a estas porciones. En el procesamiento de plástico estas porciones marginales no tienen ninguna clase de contacto con la película producida. Las conducciones radiales 18 consisten aquí en latiguillos que se enchufan a través de taladros radiales del cilindro interior rígido 11, en donde estos latiguillos se conectan en un extremo longitudinal del rodillo 1 a un conducto de flujo de entrada y en el otro extremo del rodillo 1 a un conducto de flujo de salida, que está formado por un agujero de taladrado coaxial dentro del cilindro interior rígido 11. El cilindro rígido 11 según la realización ilustrada consta de múltiples partes estando conectado en cada extremo un cuerpo cilíndrico hueco 111 a un inserto macizo 112 unido de manera no rotativa con el cuerpo cilíndrico hueco 111. Esta construcción ayuda a mantener el rodillo 1 con un peso relativamente ligero, pero sigue asegurando una rigidez aceptable y, en particular, un módulo suficiente de resistencia contra curvado alrededor de un eje normal al eje del rodillo. El inserto macizo 112 tiene una sección de árbol 112' que se extiende hacia fuera y está diseñado para ser recibido/retenido por una montura, tal como cojinetes de rodillos. La sección de árbol 112' comprende el agujero taladrado coaxial para la conexión fluidica de los conductos de fluido 13', lo que permite que el dispositivo de acondicionamiento hidrotérmico se conecte al conducto de flujo de entrada y al conducto de flujo de salida en una posición remota y se mantenga el sellado como una operación relativamente simple.

En la figura 1 se muestran dos planos de sección A, B que se mencionan en relación con la figura 4 y la figura 5.

Con ayuda de la figura 2, que muestra una sección longitudinal de los rodillos 1, se pueden explicar con detalle las partes internas, especialmente los componentes del cilindro interior rígido 11. En esta figura se muestra solamente un extremo del rodillo 1, ya que ambos extremos del rodillo 1 tienen típicamente el mismo diseño. Como se ha descrito anteriormente, el cilindro interior rígido 11 está constituido por múltiples partes, en particular el cuerpo cilíndrico hueco 111 y el inserto macizo 112. El inserto macizo 112 tiene dos porciones, una porción de árbol 112' que se extiende hacia fuera y una porción de alojamiento 112" que está comprendida en el cuerpo cilíndrico hueco 111. La porción de alojamiento 112" se introduce en el cuerpo cilíndrico hueco 111 hasta que descansa sobre un hombro 114 del cuerpo cilíndrico hueco 111, indicando el posicionamiento relativo del inserto macizo 112. Para inhibir el movimiento relativo del cuerpo cilíndrico hueco 111 y el inserto macizo 112, este inserto macizo puede ajustarse a presión en el cuerpo cilíndrico hueco 111 o bloquearse utilizando unos medios de bloqueo por ajuste de forma, por ejemplo una estría involuta o al menos una chaveta de corredera. El movimiento relativo del inserto macizo 112 en una dirección que mira hacia fuera, es decir, en la dirección que apunta hacia fuera del hombro 114, es limitado por una costura de soldadura 115 o puede conseguirse alternativamente por medio de un surco y una grapa circular (no mostrado en la figura). El trayecto del fluido de acondicionamiento a través de los conductos de fluido 13' y hacia dentro del conducto de flujo de salida 16' se muestra como ejemplo con ayuda de una línea de corriente F de puntos que ilustra el flujo. El fluido circula en el conducto de fluido 13' desde el lado de la derecha hasta el lado de la izquierda de la imagen, como se muestra por flechas. En un extremo de flujo de salida del conducto de fluido 13' el conducto de fluido está conectado fluidicamente con una conducción radial 18 que se extiende hacia dentro y es guiada en un taladro radial 11' del cuerpo cilíndrico hueco 111, en donde la conducción radial 18 puede consistir en un latiguillo o un tubo. Después de salir de la conducción 18, el fluido de acondicionamiento circula adicionalmente hacia dentro a través de un taladro radial 11' del inserto macizo 112 que está conectado fluidicamente al conducto de flujo de salida 16'. El rodillo 1 puede ser simétrico a un plano normal al eje del rodillo, ya que, por decirlo así, la parte extrema mostrada del rodillo 1, que es de hecho el extremo de flujo de salida, puede formar también el extremo de flujo de entrada, teniendo entonces una dirección de corriente inversa del flujo. En otra realización que no se muestra en esta figura la conducción radial 18 puede extenderse también a través del taladro radial 11' del inserto macizo 112, minimizando así la caída de presión causada en caso contrario por vórtices producidos en la cavidad 116.

Ventajosamente, en la figura 2 el área que tiene que ser a prueba de fugas, en este caso especialmente la cavidad 116, está cubierta por una cubierta 15, en donde dicha área es un intersticio anular relativamente pequeño. Dicho intersticio anular puede sellarse fácilmente utilizando una empaquetadura plana 14 y dicha cubierta 15 de forma de anillo, que se atornilla al inserto macizo 112, así como al cuerpo cilíndrico hueco 111. Para comprimir homogéneamente la empaquetadura 14, una pluralidad de tornillos 15' está distribuida de forma equiangular alrededor de una circunferencia de la cubierta 15. Es posible conseguir un cierre absoluto estanco al agua de la cavidad 116, ya que la distancia a los tornillos 15' desde el punto de aplicación de la fuerza de presión resultante, que se aplica por el fluido a la cubierta 15, es relativamente corta.

La figura 3 muestra una sección transversal de un elemento longitudinal 130 que comprende dos partes, una parte interior 131 y una parte exterior 132. La parte 131 está situada cerca del cilindro interior rígido 11 del rodillo (véanse la figura 1 y la figura 2) y la parte 132 está situada lejos del cilindro interior rígido 11. La parte interior 132 comprende dos nervios 132' que se extienden a lo largo del eje longitudinal del elemento. Los nervios 132' están diseñados para

ser recibidos por surcos correspondientes de la capa intermedia del cilindro interior rígido 11 del rodillo 1 (véanse la figura 1 y la figura 2) y para conseguir un bloqueo por ajuste de forma en una posición angular. Cada uno de los elementos longitudinal 130 comprende dos conductos de fluido 13' dispuestos paralelamente al eje del elemento 130. Cada uno de los conductos de fluido 13' está formado por dos surcos correspondientes en las dos partes 132, 131. Las dos partes 132, 131 están encoladas una a otra a lo largo de su superficie de contacto para obtener conductos de fluido 13' estancos al fluido y a la presión. Las partes 131, 132 de los elementos longitudinales 130 pueden producirse de una manera barata utilizando la extrusión, en donde se pueden utilizar materiales diferentes para la parte interior 132 y la parte exterior 131. Las partes exteriores 131 pueden consistir preferiblemente en silicona conductora del calor que comprenda metal y/o fibras, partículas o polvo cerámicos, mientras que la parte interior 132 puede formarse de un material estándar o puede optimizarse con respecto a sus propiedades de encolado y/o fricción. Aunque no se muestra en la figura, es posible y ventajoso que el segmento longitudinal consista únicamente en una sola parte, ya que es mucho más fácil mantener los conductos de fluido 13' a prueba de fugas durante un largo periodo de tiempo si no tiene que realizarse una etapa de producción propensa a errores como la de encolado. Los costes adicionales causados por el hecho de que todo el perfil se haga de dicho material conductor térmico pueden compensarse por las economías derivadas de evitar la operación de encolado.

La figura 4 muestra la sección transversal del elemento longitudinal 130 según el plano de sección A-A mostrado en la figura 2, que está situado en una porción recta del conducto de fluido 13'. El elemento longitudinal 130 consiste en una sola pieza 135 que incorpora dos conductos de fluido paralelos. El nervio 132' está fijado centralmente a la estructura del cuerpo y se extiende en paralelo. Ventajosamente, este elemento longitudinal 130 es barato en su producción, ya que no requiere una operación de encolado y puede ser más fácil hacerlo a prueba de fugas. La sección transversal de la figura 5 se refiere al plano B-B mostrado en la figura 2 situado en una posición axial de la conducción 18. Los dos conductos de fluido paralelos 13' mostrados en la figura 4 están unidos formando un conducto de fluido grande 13'. El elemento longitudinal 130 tiene, además, una abertura 18' en su lado interior correspondiente respecto de su forma y dimensión a la conducción 18 que se introduce parcialmente en el elemento longitudinal 130. La conducción 18 puede encolarse dentro de la abertura o fijarse a ella de manera hermética al fluido utilizando cualquier otra técnica de unión adecuada.

La figura 6 ilustra un sistema/circuito hidráulico de una unidad de procesamiento de plástico y el rodillo 1 según una realización de la invención, que está en contacto con un contrarrodillo metálico 30. El rodillo 1, en particular los conductos de fluido incorporados en su forro flexible, está conectado hidráulicamente a un conector 81 de flujo de entrada y a un conector 82 de flujo de salida, en donde una bomba 40 hace que circule el fluido de acondicionamiento. Ambos rodillos 1, 30 son hechos girar por un motor, en cuyo caso un motor 60 hace que gire el rodillo deformable 1 y un motor 60' hace que gira el rodillo de acero. El sistema hidráulico comprende, además, varias válvulas 50 para adaptar las características del sistema proporcionadas por las caídas de presión en las tuberías, las estrangulaciones, el rodillo y la bomba, respectivamente. Además, un dispositivo 20 de acondicionamiento de temperatura está incorporado en el circuito hidráulico, mientras que la presión del sistema utilizada para bloquear el manguito es ajustada/controlada por la válvula de llenado 80. Se puede liberar la presión en el sistema hidráulico para retirar el manguito metálico utilizando la válvula de alivio de presión 90. Aguas abajo del conector de flujo de salida 82 está dispuesto un vaso de expansión 71 que compensa las fluctuaciones de temperatura y acepta volúmenes de fluido expulsados de los respectivos conductos de fluido mientras está en contacto lineal con el rodillo de acero. Para evitar que el sistema hidráulico resuene de manera incontrolable se ha dispuesto un restrictor de flujo 70 en el tubo de flujo de entrada al vaso de expansión 71.

Las vistas parciales de los dos rodillos 1, 30 en contacto uno con otro se muestran en la figura 7, mientras que la figura 8 muestra un detalle C de la figura 7. La fuerza de contacto entre los rodillos 1, 30 está referenciada por el símbolo de referencia Z. Bajo la influencia de la fuerza de contacto Z, el rodillo deformable 1 forma una zona aplanada 100 en la zona de contacto que tiene una altura típica de 10 a 30 mm para rodillos 1, 30 con diámetros exteriores de aproximadamente 350 mm y bajo exposición a fuerzas de contacto típicas de entre 1 y 10 kN por m de anchura del rodillo. A lo largo de la altura de la zona de contacto se transfieren las propiedades de la superficie de los rodillos 1, 30 a la película producida P, en donde las dimensiones de la zona aplanada 100 pueden variarse ajustando la presión en el sistema hidráulico.

La figura 9 muestra una sección longitudinal de otra realización del rodillo 1 que comprende un cilindro interior rígido 11 con un sistema propio 117 de disipación de calor que comprende una pluralidad de canales de fluido 117' dispuestos debajo de la superficie envolvente del cilindro interior rígido 11. Por tanto, se puede extraer calor del rodillo 1 tanto por los conductos de fluido F incorporados en el forro flexible 13 como por los canales de fluido 117' incorporados en el cilindro interior rígido 11. Los canales de fluido 117' pueden formarse directamente en el material del cilindro interior rígido 11 o comprender latiguillos o tubos que están incrustados en el mismo. La conexión del conducto 16' de flujo de entrada y/o de flujo de salida se realiza de manera similar a la conexión de los conductos de fluido F del forro flexible 13 por unas conducciones 117' que se extienden radialmente hacia dentro hasta el conducto 16' de flujo de entrada o de flujo de salida. La cuota del fluido de acondicionamiento que circula por el sistema 17 de disipación de calor del cilindro interior rígido 11 puede ajustarse por medio de una o múltiples estrangulaciones, preferiblemente estrangulaciones ajustables. Por ejemplo, del 70% al 80% del flujo total puede

circular por los conductos de fluido F del forro flexible 13.

**Lista de números de referencia**

	1	Rodillo de procesamiento de plástico
	11	Cilindro interior rígido
5	111	Cuerpo cilíndrico hueco del cilindro interior rígido
	112	Inserto macizo del cilindro interior rígido
	112'	Porción de árbol del inserto macizo
	112''	Porción de alojamiento del inserto macizo
	113	Pestaña de la porción de árbol del inserto macizo
10	114	Hombro del cuerpo cilíndrico hueco
	115	Costura de soldadura
	116	Cavidad
	117	Sistema de disipación de calor del cilindro interior rígido
	117'	Canal de fluido del sistema de disipación de calor
15	117''	Conducción radial del sistema de disipación de calor
	11'	Taladro radial del cilindro interior rígido
	12	Capa intermedia
	13	Forro flexible
	13'	Conducto de fluido
20	130	Elemento longitudinal del forro flexible
	131	Parte exterior del elemento longitudinal situada lejos del cilindro rígido
	132	Parte interior del elemento longitudinal
	132'	Nervio longitudinal de la parte interior del elemento longitudinal
	133	Surco de la parte exterior del elemento longitudinal
25	134	Surco de la parte interior del elemento longitudinal
	135	Pieza única de una realización del elemento longitudinal
	14	Empaquetadura de silicona de la cubierta
	15	Cubierta
	15'	Tornillo de la cubierta
30	16	Extremo de conexión de la sección de árbol del inserto macizo
	16'	Conducto de flujo de entrada o de flujo de salida
	17	Manguito metálico
	18	Conducción radial
	18'	Abertura del conducto de fluido
35	19	Tapón extremo de los conductos de fluido
	20	Dispositivo de acondicionamiento
	30	Contrarrodillo de acero
	40	Bomba de circulación
	60	Motor de accionamiento del rodillo deformable
40	60'	Motor de accionamiento del rodillo de acero
	70	Restrictor de flujo
	71	Vaso de expansión
	80	Válvula de llenado
	81	Conector de flujo de entrada
45	82	Conector de flujo de salida
	90	Válvula de liberación de presión
	100	Zona aplanada
	A	Plano de sección
	B	Plano de sección
50	F	Líneas de corriente
	P	Película de plástico producida
	Z	Fuerza de contacto

**REIVINDICACIONES**

1. Rodillo (1) de procesamiento de plástico que comprende
- 5 un cilindro interior rígido (11) cubierto al menos parcialmente por al menos un forro flexible (13), comprendiendo dicho forro flexible (13) una pluralidad de conductos de fluido (13'), estando cada uno de los conductos (13') conectado a un conducto de flujo de entrada (16') y a un conducto de flujo de salida (16'), en donde un manguito metálico elástico (17) confina dicho forro flexible (13) y está diseñado para bloquearse por fricción sobre el forro flexible (13) por medio de una presurización de los conductos de fluido (13'),
- caracterizado** por que
- 10 dicho forro flexible (13) está formado por una pluralidad de elementos longitudinales (130) que están dispuestos en paralelo uno a otro, en donde cada uno de dichos elementos longitudinal (130) aloja al menos uno de dichos conductos de fluido (13') y en donde los conductos de fluido (13') están formados directamente en el material del forro flexible (13).
2. Rodillo (1) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que los elementos longitudinales (130) están dispuestos en paralelo uno a otro y se extienden
- 15 - en línea recta desde un primer extremo hasta un segundo extremo de dicho forro flexible (13) o
- arrollados en espiral desde un primer extremo hasta un segundo extremo de dicho forro flexible (13).
3. Rodillo (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que cada uno de dichos elementos longitudinales (130) está pegado con adhesivo, preferiblemente encolado, a sus elementos longitudinales vecinos (130) en superficies de contacto laterales.
- 20 4. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que los elementos longitudinales (130) están constituidos al menos parcialmente por un material flexible conductor del calor, preferiblemente un polímero conductor del calor, más preferiblemente una silicona conductora del calor, comprendiendo en particular el material flexible conductor del calor al menos uno de:
- 25 - partículas metálicas, fibras metálicas, polvo metálico, seleccionándose el metal preferiblemente del grupo que comprende al menos uno de cobre, plata, aluminio, y/o
- partículas cerámicas, fibras cerámicas o polvo cerámico, siendo preferiblemente el material cerámico nitruro de boro, y/o
- partículas de carbono, fibras de carbono, polvo de carbono.
- 30 5. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que cada uno de dichos elementos longitudinales (130) comprende dos partes (131, 132), en particular dos mitades, cada una de las cuales comprende una superficie de contacto que se extiende axialmente y las dos partes (131, 132) están fijadas una a otra a lo largo de las superficies de contacto,
- y en donde cada uno de dichos conductos de fluido (13') está formado por dos o tres surcos (133, 134) situados en las respectivas superficies de contacto de las dos partes (131, 132) y complementándose uno a otro,
- 35 y en donde preferiblemente uno de dichos surcos (133) comprende un volumen mayor que el del surco complementario (134) y está situado en la parte (131) que está colocada enfrente del cilindro interior rígido (11), y/o en donde la parte (131) que está colocada enfrente del cilindro interior rígido (11) consiste en material flexible conductor del calor.
- 40 6. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por que entre el cilindro interior rígido (11) y el forro flexible (13) está dispuesta una capa intermedia (12) que está hecha de un material que tiene un módulo elástico mayor que el módulo elástico de un material de la capa flexible (13), pero menor que el módulo elástico del material del cilindro interior rígido (11).
7. Rodillo (1) según la reivindicación 6, **caracterizado** por que los elementos longitudinales (130) están encolados sobre la capa intermedia (12).
- 45 8. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por que cada uno de dichos elementos longitudinales (130) tiene al menos un nervio longitudinal (132') que mira hacia el cilindro interior rígido (11) o la capa intermedia (12), en donde el cilindro interior rígido (11) o la capa intermedia (12) proporcionan unos surcos correspondientes (121), estando diseñado cada uno de dichos surcos (121) para recibir uno de dichos nervios.

- 5 9. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por que dicho cilindro interior rígido (11) comprende un sistema (117) de disipación de calor que comprende preferiblemente al menos un canal de fluido (117'), preferiblemente una pluralidad de canales de fluido (117') que se extienden debajo de una superficie envolvente exterior de dicho cilindro interior rígido (11), extendiéndose muy preferiblemente en dirección paralela a dicho eje del rodillo.
10. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado** por que la conductividad térmica de dicho material flexible térmicamente conductor es de 1,4 W/mK a 10 W/mK, preferiblemente de 1,8 W/mK a 6 W/mK.
11. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** por que el manguito metálico (17)
- tiene un espesor que va de 0,1 mm a 1 mm, yendo preferiblemente de 0,3 mm a 0,7 mm, y/o
- 10 - tiene un diámetro exterior de 200 mm a 650 mm, preferiblemente de 250 mm a 550 mm, más preferiblemente de 300 mm a 450 mm,
- y/o consiste en níquel o aleaciones basadas en níquel
12. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** por que la superficie envolvente exterior del manguito metálico (17)
- 15 - tiene un revestimiento antiadherente, estando revestida preferiblemente con un revestimiento de carbono semejante a diamante, un revestimiento de diamante compuesto, un revestimiento que comprende níquel y/o politetrafluoretileno, un chapado de cromo o una combinación de los mismos, y/o
- tiene al menos una porción que muestra una rugosidad de superficie definida y/o una estructura de superficie definida, en donde dicha porción está rectificada, pulida y/o lapeada o tiene una superficie grabada con láser.
- 20 13. Rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** por que
- el cilindro interior rígido (11) comprende un cuerpo cilíndrico hueco (111) y al menos un inserto macizo (112) con una porción de alojamiento (112"), alojada de manera no rotativa en el cuerpo cilíndrico hueco (111), y una porción de árbol (112') que se extiende hacia fuera a lo largo del eje del rodillo y que tiene un diámetro más pequeño que el diámetro de la porción de alojamiento (112"),
- 25 - en donde el conducto de flujo de entrada (16') y el conducto de flujo de salida (16') están dispuestos en la porción de árbol (112'),
- y en donde la porción de árbol (112') comprende preferiblemente unos taladros radiales (11') que se extienden desde la superficie envolvente de la porción de árbol (112') hasta el conducto (16') de flujo de entrada o de flujo de salida.
- 30 14. Rodillo (1) según la reivindicación 13, **caracterizado** por que la porción de árbol (112') comprende una pestaña axial (113) situada en un plano abarcado por el extremo axial del cuerpo cilíndrico hueco (111), la cual se ha fijado al cuerpo cilíndrico hueco (111) de manera estanca al fluido utilizando una cubierta anular (15) que está preferiblemente atornillada a la brida (113) y al cuerpo cilíndrico hueco (111).
- 35 15. Dispositivo de procesamiento de plástico que comprende al menos un rodillo metálico rígido (30) y al menos un rodillo deformable con una pluralidad de conductos de fluido que están fluidicamente conectados a una unidad de acondicionamiento hidrotérmico (20), en donde los rodillos están dispuestos en paralelo, **caracterizado** por que el al menos un rodillo deformable es un rodillo (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 14.
16. Dispositivo de procesamiento de plástico según la reivindicación 15, **caracterizado** por que el rodillo metálico rígido (30) y el rodillo deformable (1) están cinemáticamente acoplados.
- 40 17. Método para producir películas de plástico estructuradas (P) de doble cara utilizando un dispositivo de procesamiento de plástico según la reivindicación 16, en el que el rodillo rígido y el rodillo deformable (1) tienen estructuraciones de superficie correspondientes, cuyo método comprende las operaciones de:
- a) disponer angularmente el manguito metálico (17) según un parámetro predefinido que depende del acoplamiento cinemático real del rodillo rígido (30) y el rodillo deformable (1),
- 45 b) presurizar el fluido utilizando la unidad de acondicionamiento hidrotérmico (20) hasta una presión predefinida,
- c) expandir radialmente los conductos de fluido (13') y la capa flexible (13) del rodillo (1) bajo la influencia de la presión predefinida,

- d) bloquear así por fricción el manguito metálico (17) sobre el forro flexible (13),
  - e) habilitar y alimentar plástico al menos parcialmente fundido entre los rodillos,
  - f) exprimir el material plástico entre los dos rodillos (1, 30) e imprimir la estructuración de superficie predefinida de los rodillos sobre ambas caras del material plástico,
- 5 g) refrigerar el objeto obtenido por la operación f) y obtener la película de plástico estructurada (P) de doble cara.

Fig. 1

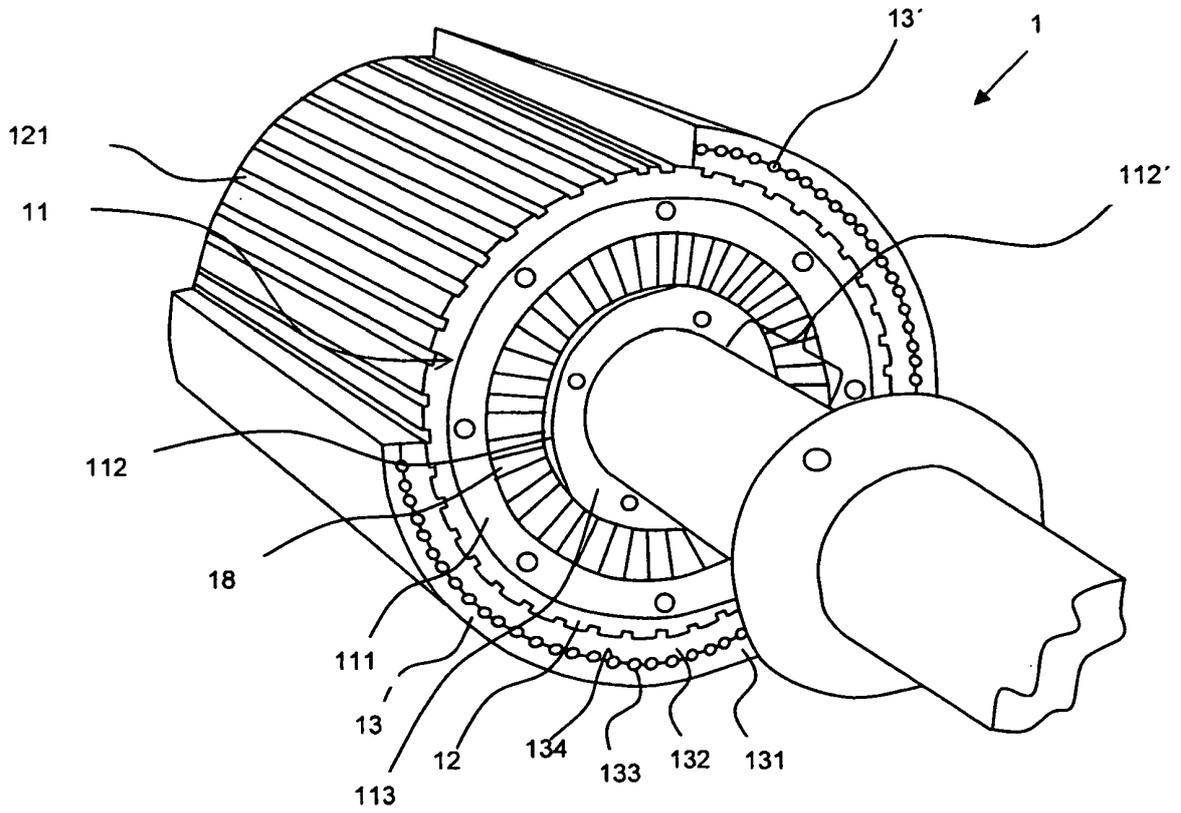


Fig. 2

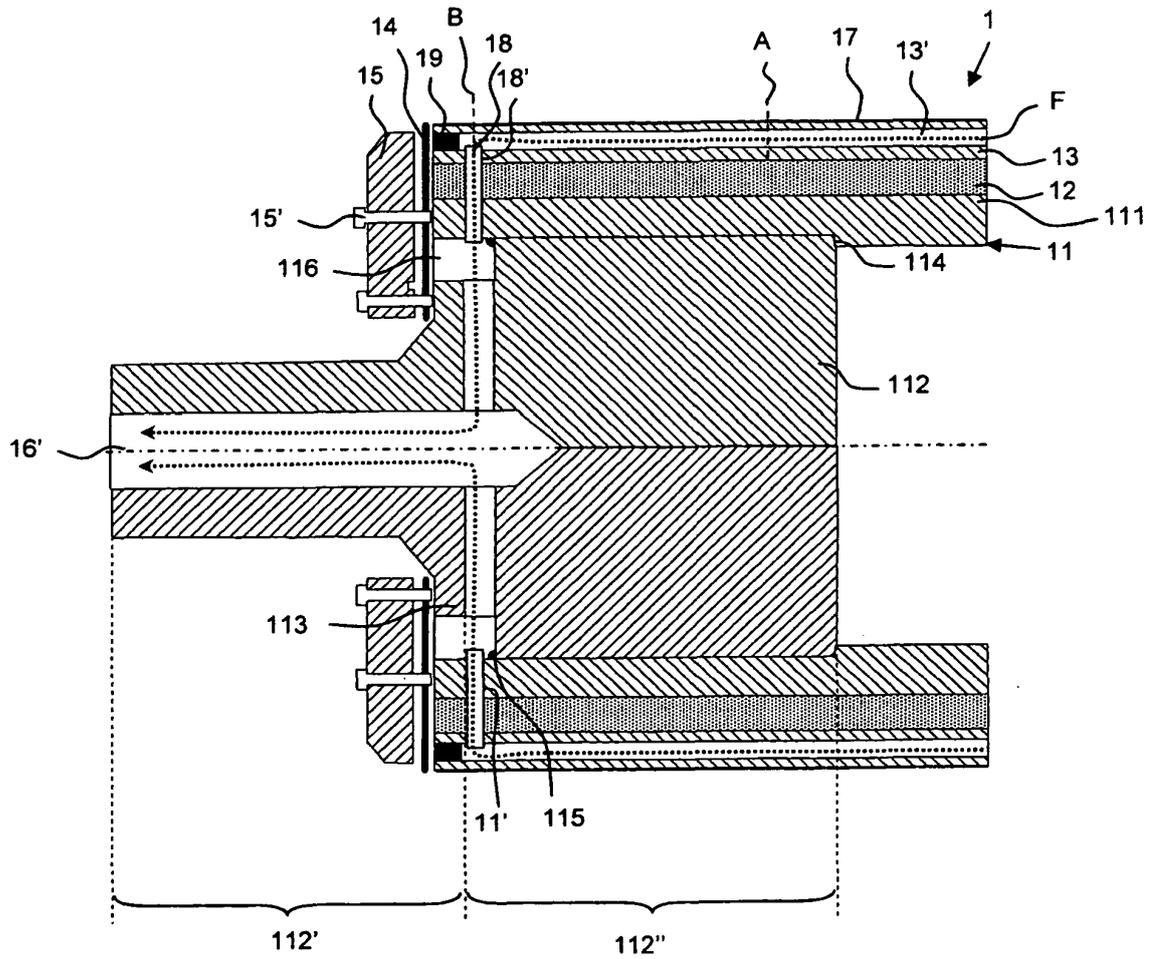


Fig. 3

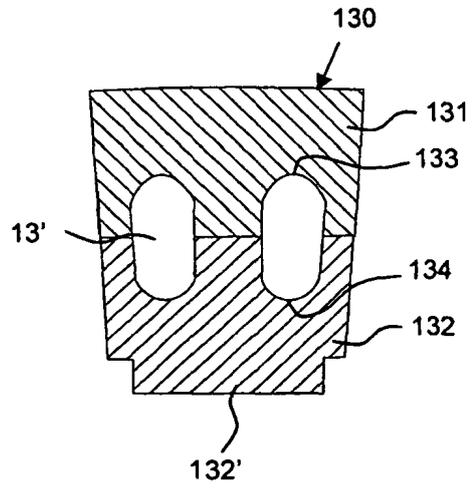


Fig. 4

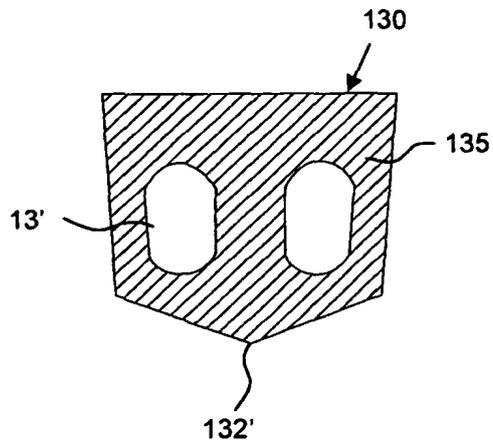


Fig. 5

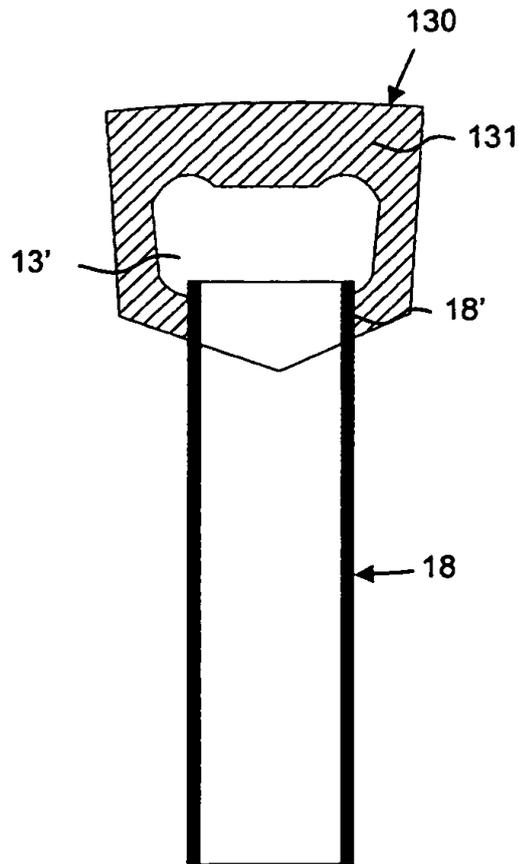


Fig. 6

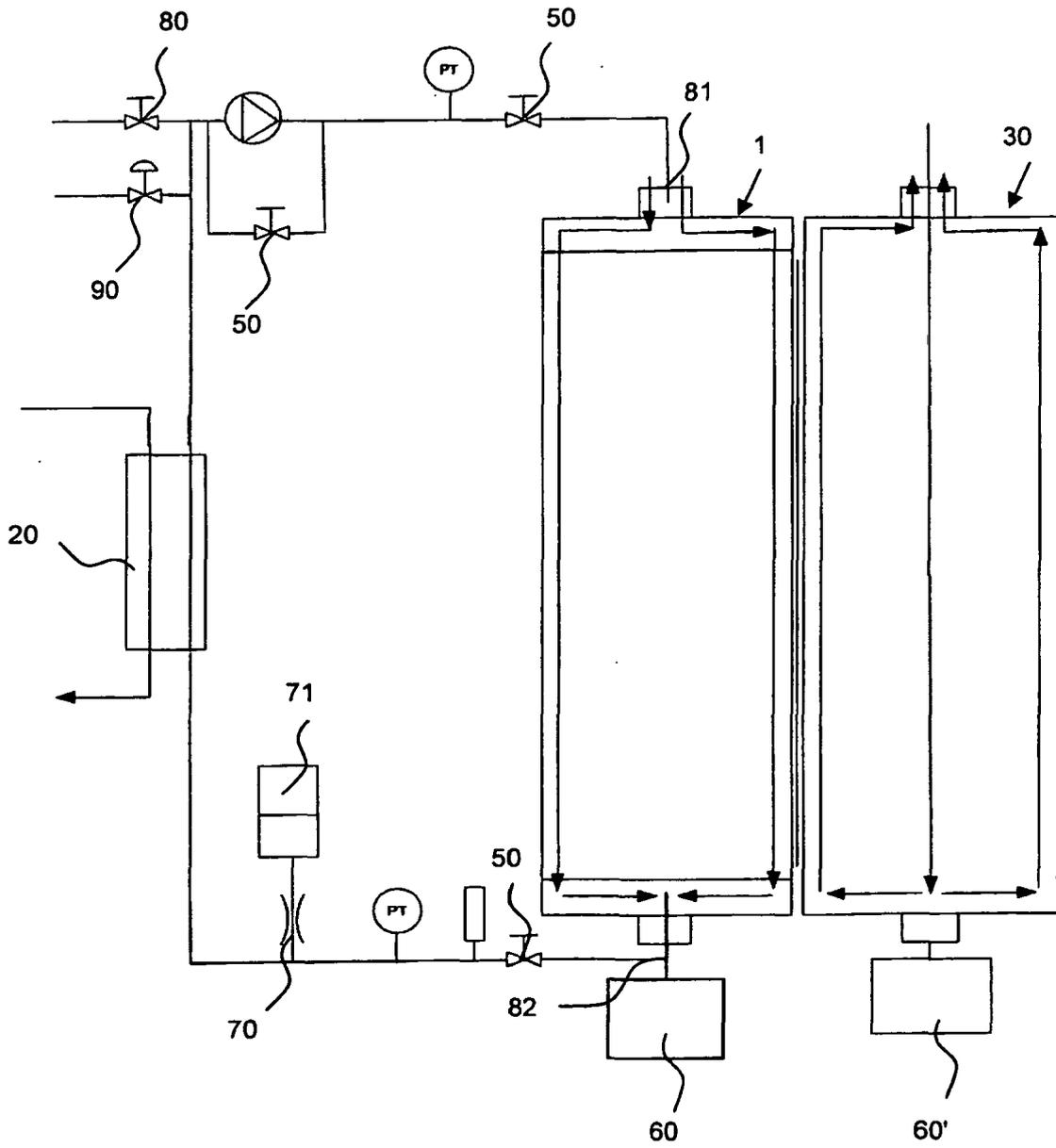


Fig. 7

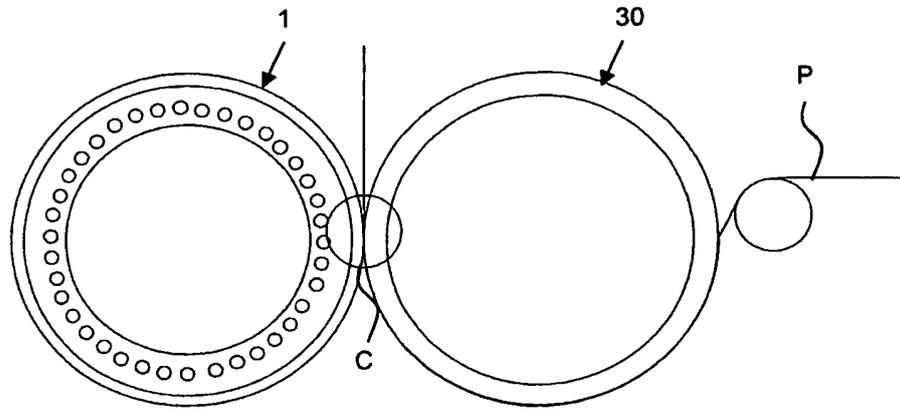


Fig. 8

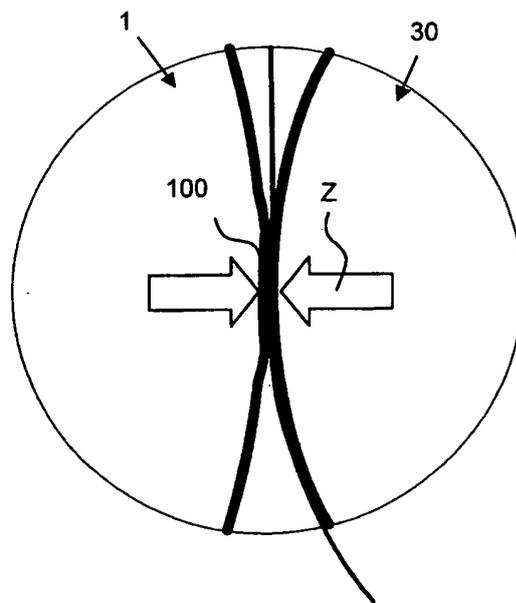


Fig. 9

