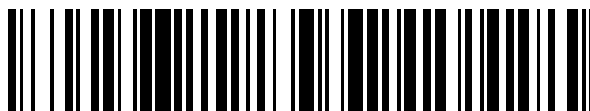


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 973**

51 Int. Cl.:

C08J 3/20 (2006.01)
C08J 5/18 (2006.01)
B01F 15/04 (2006.01)
B29B 7/88 (2006.01)
B01F 13/10 (2006.01)
B01F 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2012** **PCT/EP2012/003767**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013** **WO13037468**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2012** **E 12762532 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019** **EP 2756029**

54 Título: **Lámina polimérica coloreada, procedimiento y dispositivo para la fabricación de la lámina**

30 Prioridad:

15.09.2011 DE 102011113543

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2020

73 Titular/es:

KLÖCKNER PENTAPLAST GMBH (100.0%)
Industriestr. 3-5
56412 Heiligenroth, DE

72 Inventor/es:

KOHLERT, CHRISTIAN;
SCHMIDT, BERND;
SCHNABEL, ANDREAS;
MICHELS, FRANK;
RAZIGRAEV, ALEXANDER;
CHISTYAKOVA, TAMARA y
SCHAAF, MARCO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 761 973 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

Lámina polimérica coloreada, procedimiento y dispositivo para la fabricación de la lámina

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una lámina tal como se define en las reivindicaciones 1 a 3.

- 5 Además, la invención se refiere a un dispositivo, tal como se define en las reivindicaciones 4 a 12, para el procedimiento, así como a una lámina fabricada según el procedimiento, tal como se define en las reivindicaciones 13 a 14.

Son conocidos procedimientos para la fabricación de cuerpos moldeados coloreados.

- 10 La publicación US 5,723,517 A divulga un sistema para la fabricación de masas moldeadas poliméricas coloreadas, el cual comprende un equipo de gelificación con un sistema de suministro para el material polimérico y un dispositivo de dosificación para colorantes, un sensor de color y un controlador electrónico. Por medio del sensor de control se mide el color de la masa de moldeo expelida por el equipo de gelificación y se transfiere al controlador electrónico en calidad de señal. El controlador electrónico comprende un algoritmo para regular el dispositivo dosificador o bien la cantidad de colorante introducida al equipo de gelificación por unidad de tiempo. Los experimentos descritos en la
15 publicación US 5,723,517 A fueron realizados con un extrusor de doble husillo con un diámetro de tornillo de 28 mm, en cuyo caso en el sistema se observó un tiempo de retraso o de reacción de 40 s. El concepto de tiempo de retraso o de reacción designa el tiempo que transcurre entre una perturbación de tipo impulso y su corrección por parte del sistema; entre especialistas con frecuencia también se denomina respuesta de impulso. En el presente caso, la respuesta de impulso corresponde al lapso de tiempo entre un suministro elevado brevemente de un colorante y el
20 reinicio automático del color de la masa de moldeo extrudida a un valor de referencia predefinido. La publicación US 5,723,517 A no contiene una indicación sobre el caudal del extrusor, es decir sobre la cantidad de polímero introducida en el extrusor de doble husillo por unidad de tiempo. Por lo tanto, no es posible determinar la cantidad introducida de polímero durante la respuesta de impulso de 40 s. El diámetro de tornillo de solamente 28 mm indica que el extrusor de doble husillo usado en la publicación US 5,723,517 A es un extrusor de laboratorio con un caudal bajo de algunos
25 kilogramos hasta 20 kg por minuto. Por consiguiente, la cantidad introducida de polímero durante la respuesta de impulso es de menos de 20 kg.

- La publicación EP 0 191 338 A2 se refiere a un extrusor y a un procedimiento de extrusión en el cual se regulan dispositivos dosificadores para concentrados de colorantes y aditivos con ayuda de la señal de un espectrómetro
30 dispuesto en el extremo de salida del extrusor para controlar la adición a una tolva alimentada con polímero y compensar las desviaciones de la intensidad de color de un material extrudido de un patrón predeterminado.

La publicación US 6,130,752 A divulga un sistema de supervisión y de control de color en línea y un procedimiento en el cual se suministra un colorante en una proporción determinada de cantidad para conferir un color predeterminado a producto tal como, por ejemplo, fibras plásticas. El color del producto es registrado y tratado para generar una señal de control para ajustar la cantidad de colorante suministrado.

- 35 La publicación JP 54 023 662 A describe un procedimiento de extrusión de material fundido para la fabricación de una lámina plástica con densidad de color homogéneo en el cual se mide la densidad de color del material fundido extrudido y se controla el número de giros del tornillo de extrusión de manera correspondiente a la señal de medición.

- La publicación US 2003/230654 A1 se refiere a un procedimiento para la fabricación de materiales plásticos como, por ejemplo, madera plástica en el cual los plásticos reciclables se clasifican en al menos dos categorías, se trituran y se
40 mezclan con concentrados colorantes para obtener un material plástico con un color predefinido.

La publicación DE 33 03 766 A1 divulga un procedimiento y un circuito para dosificar varios componentes durante la extrusión de polímeros, en cuyo caso en un dispositivo dosificador multicomponente se registra continuamente un componente principal y se calculan las partes en cantidad de otros componentes dependiendo del componente principal y se suministran con ayuda de equipos transportadores.

- 45 La publicación US 5,756,020 A se refiere a un procedimiento para la fabricación de objetos de polímero termoplástico extrudidos en solución, en cuyo caso cada colorante se encuentra contenido en un concentrado colorante separado y cada concentrado colorante se suministra a extrusor mediante un equipo transportador gravimétrico separado y se mezcla fundido con el polímero termoplástico.

- 50 La publicación US 2009/0225341 A1 divulga una tarjeta de prueba para la corrección de tonalidades con una gran cantidad de superficies rectangulares que corresponden cada una de ellas a una tonalidad, en cuyo caso las superficies se encuentran dispuestas, unas con respecto a otras, de manera que las superficies de diferentes colores con un valor de tonalidad se encuentren adyacentes en una dirección que corre a lo largo de un borde breve de las superficies.

En la fabricación industrial de cuerpos moldeados de plástico se aspira a una alta productividad o a un alto caudal. A manera de ejemplo, en la fabricación de láminas plásticas de policloruro de vinilo (PVC), politereftalato de etileno (PET) o poliolefinas tales como polipropileno (PP) habitualmente se logra un caudal de producción, o bien una velocidad de lámina, de 60 a 200 m/min o bien de 1,0 a 3,4 m/s, en cuyo caso el caudal másico según el grosor de la película fabricada es de 100 a 4000 kg/h o de 1,7 a 67 kg/s. A velocidades de producción de este tipo se requiere un control y regulación de color con una respuesta de impulso tan breve como sea posible. Además, debe tomarse en cuenta que en la fabricación industrial durante una campaña de producción frecuentemente varía la composición del material polimérico base. De esta manera, al material de base frecuentemente se agrega material reciclado, por ejemplo, en forma de rebabas que se producen continuamente durante la producción de láminas. Dependiendo de la cantidad, la distribución y el color del material reciclado, la composición y el color del material de base pueden variar de manera considerable. Con los sistemas conocidos para control y regulación de color no es posible en cada caso cumplir los requisitos de calidad cada vez más acentuados para los cuerpos moldeados de plástico y, principalmente para láminas plásticas.

De manera correspondiente con esto, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento para la fabricación de láminas poliméricas con control de color.

Este objetivo se logra mediante un procedimiento que comprende las etapas de:

- (a) plastificar un material polimérico y mezclar con uno o varios colorantes en una masa de moldeo por medio de un equipo de gelificación equipado con un equipo dosificador para colorantes;
- (b) almacenar de modo intermedio opcionalmente la masa de moldeo obtenida en la etapa (a);
- (c) alimentar a un dispositivo de moldeo con la masa de moldeo; y
- (d) generar la lámina;

en cuyo caso, en la etapa (d) en la lámina se miden otros parámetros de color por medio de otro colorímetro y se transmiten en forma de señal al controlador electrónico; la proporción en cantidad entre el colorante y el material polimérico se regula automáticamente por medio de un colorímetro y un controlador electrónico y la etapa (a) se miden los parámetros de color en la masa de moldeo que se encuentra en el equipo de gelificación y se transmiten en forma de señal al controlador electrónico.

Otros desarrollos ventajosos del procedimiento según la invención se caracterizan porque:

- el material polimérico suministrado al equipo de gelificación contiene material reciclado; y/o
- se mide la cantidad del material polimérico suministrado al equipo de gelificación por unidad de tiempo y se transmite en calidad de señal al controlador electrónico;

Además, la presente invención tiene el objetivo de desarrollar un dispositivo para la generación de masas moldeadas poliméricas y cuerpos moldeados con baja variación de color.

Este objetivo se logra gracias a un dispositivo que comprende un equipo de gelificación equipado con un equipo dosificador para uno o varios colorantes para plastificar y mezclar un material polimérico con colorante y obtener una masa de moldeo, un primer colorímetro, un controlador electrónico asociado con el equipo dosificador y el primer colorímetro para la regulación automática de la proporción en cantidad entre colorante y el material polimérico y un equipo de moldeo para generar una lámina, en cuyo caso el primer colorímetro está configurado para detectar radiación electromagnética emitida por la masa de moldeo contenida en el equipo de gelificación, principalmente luz visible con longitudes de onda en el intervalo de 380 a 780 nm y el dispositivo comprende un segundo colorímetro asociado con el controlador electrónico que está configurado para detectar radiación electromagnética emitida por la lámina.

Otros desarrollos ventajosos del dispositivo según la invención se caracterizan porque:

- el primer colorímetro se acopla con el espacio interno del equipo de gelificación por medio de un conductor de luz, principalmente por medio de una fibra de vidrio;
- el dispositivo comprende un sistema de suministro unido con el controlador electrónico para alimentar el equipo de gelificación con material polimérico, en cuyo caso el controlador electrónico y el punto de suministro se configuran para regular la cantidad del material polimérico suministrado al equipo de gelificación por unidad de tiempo;
- el dispositivo comprende un sistema de suministro unido con el controlador electrónico para alimentar el equipo de gelificación con material polimérico, en cuyo caso el sistema de suministro está configurado para medir la cantidad del material polimérico suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación y para transmitir como señal al controlador electrónico;

- el primero y el segundo colorímetro independientemente entre sí comprenden uno o varios filtros pasabandas que absorben ópticamente o elementos de difracción con dispersión por longitudes de onda, tales como rejillas o prismas, así como uno o varios sensores opto-electrónicos, tales como sensores CCD (por Charge Coupled Device o dispositivo de carga acoplada) o CMOS (por Complementary Metal-Oxide-Semiconductor o semiconductor complementario de óxido metálico); y
- el dispositivo comprende uno o varios sensores de temperatura unidos con el controlador electrónico, tal como una cámara de infrarrojo para medir la temperatura de la masa de moldeo y/o de la lámina.

La presente invención tiene, además, el objetivo de proporcionar una lámina coloreada con baja oscilación en el color. Este objetivo se logra gracias a una lámina de un material polimérico y colorantes con una anchura de 0,1 a 6 m, una longitud de 100 a 10000 m, valores locales de color $E_k = (L_k^*, a_k^*, b_k^*)$ y un parámetro de color medio $E_M = (L_M^*, a_M^*, b_M^*)$, donde

$$L_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_k^* \quad ;$$

$$a_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N a_k^* \quad ;$$

$$b_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N b_k^* \quad ;$$

- 15 N es número natural de 5 a 100 y las variaciones ΔE_k de los parámetros de color locales E_k del parámetro de color medio E_M son inferiores a 1,0, con

$$\Delta E_k = \sqrt{(L_k^* - L_M^*)^2 + (a_k^* - a_M^*)^2 + (b_k^* - b_M^*)^2}$$

y los parámetros de color E_k se miden en dirección longitudinal de la lámina en una distancia de $s \pm 0,05.s$ con s de 1 a 100 m.

- 20 Otro desarrollo ventajoso de la lámina según la invención se caracteriza porque las variaciones ΔE_k de los valores locales de color E_k del parámetro de color medio E_M es inferior a 0,8, de preferencia inferior 0,6 y principalmente inferior a 0,4.

La invención se explica más detalladamente a continuación por medio de figuras. Estas muestran:

Fig. 1 un dispositivo para la fabricación de láminas poliméricas coloreadas;

- 25 Fig. 2 un concepto de control para el dispositivo; y

Fig. 3 una regulación para el parámetro de color de la lámina polimérica.

- La Fig. 1 muestra un dispositivo 1 con un equipo de gelificación 2, un sistema de suministro 5 para alimentar el equipo de gelificación 2 con un material polimérico 10, un equipo dosificador 6 para uno o varios colorantes y un colorímetro 7. Por medio del equipo de gelificación 2 se clasifica el material polimérico 10 y se mezcla con uno o varios colorantes suministrados por medio del equipo dosificador 6 para dar lugar a una masa de moldeo 11. El material polimérico 10 comprende un material de base y, dado el caso, un material reciclado. El material de base que se presenta preferiblemente en forma de un granulado comprende un homo- o copolímero como, por ejemplo, policloruro de vinilo, una poliolefina, un polyester, polietileno, polipropileno, poliamidas, poliestireno, politereftalato de etileno, acetato de celulosa, polimetacrilato de metilo o polilactida. Además del polímero, el material de base puede contener aditivos tales como fibras de origen natural y/o sintético, plastificantes y estabilizantes. Lo mismo es válido para la composición del material reciclado. De preferencia, la composición del material reciclado corresponde esencialmente a la composición del material de base. Además, el material reciclado puede contener uno o varios colorantes.

- El equipo de gelificación 2 se configura preferentemente como extrusor-co-amasador, extrusor de rodillo planetario p como extrusor de husillo sencillo o doble. Una salida del componente 2 está configurada como una boquilla sencilla con sección de corte transversal circular o poligonal, en forma de boquilla de hilar para filamentos o como boquilla de ranura ancha para láminas. En una forma de realización conveniente del dispositivo 1 según la invención, la salida del equipo de gelificación 2 del dispositivo según la invención 1 está configurada como una boquilla circular y está

equipada con un desmenuzador que separa la masa de moldeo 11 extrudida en forma de cordón en tramos cilíndricos 11'.

En otro desarrollo conveniente del dispositivo según la invención 1, el sistema de suministro 5 comprende un tanque de almacenamiento para alojar el material polimérico 10, así como un equipo transportador como, por ejemplo, un tornillo transportador por medio del cual puede variar la cantidad suministrada de material polimérico 10 al equipo de gelificación 2, por unidad de tiempo, en lo sucesivo también denominado caudal. El equipo transportador del sistema de suministro 5 comprende un motor eléctrico regulable que puede unirse con un controlador electrónico. Por medio del controlador electrónico puede regularse el motor del transportador y la cantidad del material 10 suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación 2, es decir el caudal, puede adaptarse de manera automática y continua a la producción.

En otro desarrollo ventajoso del dispositivo según la invención 1, el sistema de suministro 5 está equipado con un equipo de medición para el registro continuo del caudal de material polimérico 10. El equipo de medición está configurado, por ejemplo, como una balanza electrónica o como un emisor-receptor de microondas con un sistema electrónico integrado de evaluación y es capaz de unirse con el controlador electrónico de modo que una señal proporcional al caudal sea capaz de transferirse al controlador electrónico. Este perfeccionamiento del dispositivo según la invención permite calcular de antemano las cantidades de colorantes que se agregan al material polimérico plastificado 10 por medio del equipo dosificador 6 por unidad de tiempo y adaptarlas al caudal, o bien al caudal máximo, del material polimérico 10 en el equipo de gelificación 2. En este caso se toma en cuenta el tiempo de transferencia del material polimérico 10 dentro del equipo de gelificación 2, es decir el tiempo que se requiere para transportar el material polimérico 10 desde el sistema de suministro 5 hasta el o los puntos de carga del equipo dosificador 6 para los colorantes. Tal como se explica más adelante, el o los puntos de carga del equipo dosificador 6 para los colorantes se encuentra(n) dispuestos entre el sitio de carga 5 y una salida del equipo de gelificación 2.

El equipo dosificador 6 comprende n tanques de almacenamiento con $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ o 8 para colorantes pulverulentos o líquidos. Los tanques de almacenamiento con los colorantes se unen con el espacio interno del equipo de gelificación 2 mediante conductos separados que desembocan opcionalmente en un tubo colector. Cada uno de los tanques de almacenamiento o cada uno de los conductos separados está equipado con un equipo transportador, tal como una bomba o un tornillo. El equipo transportador está configurado para transportar el colorante a una presión de 1 bar hasta algunos cientos de bares en el equipo de gelificación 2, en cuyo caso la presión generada por el equipo transportador es más alta que la presión creada al plastificar el material polimérico 10 en el equipo de gelificación 2. Cada uno de los equipos transportadores para colorante comprende un motor eléctrico regulable que es capaz de unirse con el controlador electrónico de modo que la cantidad suministrada de cada uno de los colorantes al equipo de gelificación por unidad de tiempo es regulable por separado por medio del controlador electrónico. De preferencia se emplean colorantes líquidos que se inyectan al equipo de gelificación 2 por medio de una bomba accionada eléctricamente y una lanceta equipada con una boquilla. Los sistemas de suministro y las lancetas para los colorantes se encuentran dispuestos, en relación a una distancia D entre el punto en el cual el sitio de alimentación 5 para material polimérico 10 desemboca en el equipo de gelificación 2 y la salida del equipo de gelificación 2 en dirección del transporte o longitudinal del equipo de gelificación 2, en una distancia de $D/3$ a $2 \cdot D/3$ de la desembocadura del sistema de suministro 5.

El colorímetro 7 o el punto de medición del colorímetro se encuentra dispuesto en dirección de transporte o longitudinal del equipo de gelificación 2 entre el equipo transportador 6 y la salida del equipo de gelificación 2. De preferencia se usan varios colorímetros 7 para medir el parámetro de color de la masa de moldeo 11 en diversas posiciones dentro del equipo de gelificación 2 y para calcular un parámetro de color promedio a partir de mediciones individuales.

El colorímetro 7 comprende una óptica de formación de imagen, uno o varios sensores optoelectrónicos y, opcionalmente elementos de difracción de dispersión por longitudes de onda o filtros de color. La óptica de formación de imagen está configurada preferentemente como conductor de luz de vidrio o como óptica de fibra de vidrio. El sitio de entrada de la óptica de formación de imagen está dispuesto en el equipo de gelificación 2 de manera que una parte de la radiación electromagnética emitida por la masa de moldeo 11, principalmente luz visible con longitudes de onda en el intervalo de 380 a 780 nm se acopla al conductor de luz o a las fibras de vidrio y se refleja directamente o por medio de elementos opcionales de difracción o filtros de color en uno o varios sensores optoelectrónicos. Además, se proporciona una fuente de luz para iluminar la masa de moldeo 11 contenida en el equipo de gelificación 2. Si la fuente de luz que es, por ejemplo, una lámpara de halógeno o un LED (Light Emitting Diode), está integrada en el colorímetro 7, la luz emitida por la fuente de luz se acopla al conductor de luz por medio de un divisor de haz para iluminar la masa de moldeo 11. Una parte de la luz emitida o reflejada por la masa de moldeo 11 se refleja en el sensor opto-electrónico por medio del conductor de luz, el divisor de haz y los elementos opcionales de difracción o filtros de color. En una forma alternativa de realización de la invención, se usa un conductor de luz separado o una ventana en la pared del equipo de gelificación 2 para iluminar la masa de moldeo 11 con la luz de la fuente de luz.

El colorímetro 7 puede configurarse como espectrómetro y comprender varios, principalmente tres, filtros de color, una rejilla de reflexión o de transmisión o un prisma en calidad de elementos de difracción dispersivo por longitudes de onda. En el caso de la realización como espectrómetro, como sensores electroópticos se usan preferentemente fotodiodos o un sensor lineal CCD o CMOS de una línea con, por ejemplo, $8k = 8192$ píxeles para detectar la

distribución de intensidad espectral de la luz emitida por la masa de moldeo 11 y transmitida a través de los filtros de color, o bien de fragmentada por la rejilla de difracción según su longitud de onda.

Además, el colorímetro 7 puede configurarse como cámara de color y comprender un sensor CCD o CMOS con filtros de color, principalmente con filtros Bayer, Sony RGBE, Super-CCD EXR, RGBW, CYGM o CMYW. En otra forma de realización, el colorímetro 7 está configurado como cámara de color con tres sensores CCD o CMOS y un prisma que disocia la imagen en componentes rojo, verde y azul.

De preferencia, la superficie medida y reflejada por medio del colorímetro 7, o bien la sección transversal del rayo correspondiente a esta de la luz reflejada o dispersada por la masa de moldeo 11 y detectada por el colorímetro 7 tiene una magnitud de 0,2 mm² a 20 cm². El colorímetro 7 o la óptica de reflexión del colorímetro 7 se dispone en el equipo de gelificación 2 de manera que se detecte exclusivamente la luz reflejada o dispersada por la masa de moldeo 11 y ninguna luz de componentes mecánicos periódicamente giratorios, como los tornillos de extrusores, dientes de amasadoras o palas de amasadoras. En una forma alternativa de realización de la invención, la señal de salida del colorímetro 7 se filtra electrónicamente o digitalmente, o bien de manera técnica mediante un software para eliminar las señales periódicas de perturbación de componentes mecánicos.

En una forma ventajosa de realización del dispositivo 1, el equipo de gelificación 2 está equipado con uno o varios sensores de temperatura, principalmente con termoelementos que se encuentran dispuestos y configurados en el lado interno del equipo de gelificación 2 cerca de la posición de medición del colorímetro 7, para determinar la temperatura de la masa de moldeo 11. En otra forma de realización del dispositivo según la invención 1 se encuentra configurado un sensor de temperatura en forma de una cámara de infrarrojo separada o integrada al colorímetro 7, en cuyo caso una parte de la radiación infrarroja emitida por la masa de moldeo 11 se refleja sobre un sensor electroóptico o piroeléctrico de la cámara de infrarrojo por medio de un conductor de luz hecho de vidrio. El sensor de temperatura es capaz de unirse con el controlador electrónico de modo que una señal proporcional a la temperatura de la masa de moldeo 11 es capaz de transmitir se al controlador electrónico. La temperatura de la masa de moldeo 11, o bien la señal transmitida al controlador electrónico por el sensor de temperatura, puede usarse para la calibración del parámetro de color de la masa de moldeo 11, medido con el colorímetro 7.

Tal como se ha explicado anteriormente, el equipo de gelificación 2 con el sistema de suministro 5, el equipo dosificador 6, el colorímetro 7 y el controlador electrónico forman los componentes del dispositivo 1 que son esenciales para la invención. En otros desarrollos convenientes de la invención, el dispositivo 1 comprende además un equipo de moldeo para generar una lámina. En la figura 1 se representa, a manera de ejemplo, un equipo de calandrado cuatro para láminas 12 en calidad de equipo de moldeo. El equipo de calandrado 4 comprende un banco de cilindros de calandrado con k rodillos de calandrado, donde k = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 o 12, uno o varios rodillos de extracción y, opcionalmente, un marco de tramo transversal no representado en la figura 1, la cual se encuentra dispuesta en dirección de la máquina, es decir en dirección del movimiento de la masa de moldeo 11', o bien de la lámina 12, después del banco de cilindros de calandrado.

La masa de moldeo 11' extrudida por el equipo de gelificación 2 es conducida por medio de un equipo transportador tres a primer rodillo de calandrado, o bien a un primer intersticio de rodillos entre un primer y un segundo rodillo de calandrado. El primero y el segundo, así como opcionalmente otro rodillo de calandrado son calentados a determinada temperatura, en cuyo caso la temperatura del primer rodillo se regula a un valor en el intervalo de 160 a 210 °C. De manera correspondiente con esto, se clasifica la masa de moldeo 11' que se encuentra antes del primer intersticio de rodillo. Por unidad de tiempo se extrae una parte de la masa de moldeo 11' a través del primer intersticio de rodillo y se conduce por el segundo rodillo de calandrado hacia el segundo intersticio de rodillo entre el primero y el tercero rodillos de calandrado.

Después de que la masa de moldeo 11' o la lámina 12 haya pasado el resquicio de rodillo del último par de rodillo de calandrado, es conducida por los rodillos de extracción, así como opcionalmente a través del marco de tramo transversal opcional. Por medio de los rodillos de extracción y del marco de tramo transversal opcional, la lámina 12 puede estirarse en dirección de la máquina, o bien perpendicularmente a la dirección de la máquina, es decir en dirección transversal.

En una forma ventajosa de realización del dispositivo según la invención 1 se prevé un detector de nivel de llenado 9 para medir la cantidad de la masa de moldeo 11' que se encuentra antes del primer resquicio de rodillo. De preferencia, el principio de medición del detector de nivel de llenado 9 se basa en la medición de tiempo de duración sin contacto por medio de ultrasonido, radar o luz láser, en cuyo caso se aplica radiación respectiva a la masa de moldeo 11' que se encuentra antes del primer resquicio de rodillo y se detecta la reacción reflejada por la masa de moldeo 11'. En la medición de tiempo de duración por medio de luz láser o radar, principalmente por medio de microondas con una frecuencia en el intervalo de 6 a 25 GHz, se emplea el procedimiento de onda continua de frecuencia modulada (FMCW) o el procedimiento por pulsos.

El detector de nivel de llenado 9 es capaz de unirse con el controlador electrónico de modo que puede transmitirse una señal que es proporcional a la cantidad de la masa de moldeo 11' que se encuentra antes del primer resquicio de rodillo y puede usarse para la regulación automática de la cantidad de material polimérico 10 suministrada por unidad de tiempo al equipo de gelificación 2 por medio del sistema de suministro 5.

El dispositivo 1 según la invención comprende de preferencia otro colorímetro 8 que se configura y se encuentra dispuesto en posición adecuada para medir un parámetro de color de la lámina 12 generada por medio del dispositivo 1 y transmitir al controlador electrónico. El colorímetro 8 puede estar configurado de igual manera que el colorímetro 7. Igualmente, el principio de medición y la configuración de los colorímetros 7 y 8 pueden diferenciarse entre sí. Para el colorímetro 8 principalmente no se requiere un conductor de luz o una fibra de vidrio para dirigir la luz emitida por la lámina 12 al sensor electroóptico. Más bien, el colorímetro 8 pueden estar equipado con un objetivo de cámara habitual y estar dispuesto en línea de visión hacia la lámina 12. Además, se prevé una fuente de luz para iluminar la lámina 12 de una manera definida y reproducible. La fuente de luz que es, por ejemplo, una lámpara de halógeno o un LED (Light Emitting Diode) puede integrarse en el colorímetro 8 o formarse por separado de este. De preferencia, el área y el corte transversal del rayo correspondiente a esta, reflejada y medida por medio del colorímetro 8, de la luz detectada por el colorímetro 8 tiene una magnitud de 0,2 mm² a 60 cm².

En una forma conveniente de realización del dispositivo según la invención 1 se prevé un sensor adicional de temperatura, principalmente una cámara de infrarrojo, para determinar la temperatura de la lámina 12 en la posición de medición del colorímetro 8. El sensor de temperatura es capaz de unirse con el controlador electrónico de modo que una señal proporcional a la temperatura de la lámina 12 es capaz de transmitirse al controlador electrónico y puede usarse para la calibración del parámetro de color medido por el colorímetro 8.

Además, en el contexto de la invención se prevé que un motor del equipo de gelificación 2 sea capaz de unirse con el controlador electrónico y el número de revoluciones del equipo de gelificación 2 pueda regularse y/o registrarse por medio del controlador electrónico y pueda usarse en el programa de control en calidad de parámetro.

La figura 2 muestra de manera gráfica el concepto de control de la invención, según el cual el equipo de gelificación y el equipo de moldeo comprenden diversos accionadores, equipos de medición y sensores que se conectan a controlador central, manejado con software, o bien a un controlador electrónico. Las señales de salida de los equipos de medición y sensores se transmiten al controlador electrónico. Las señales de salida son digitalizadas por el controlador electrónico o por las interfaces allí contenidas y son tratadas en el programa de control como parámetros variables.

La figura 3 muestra la regulación automática del parámetro de color E1 de la masa de moldeo 11 por medio de un diagrama de bloques. Tal como se ha explicado anteriormente, el equipo de gelificación 2 con el sistema de suministro 5, el equipo dosificador 6, el colorímetro 7-controlador electrónico distinguido en la figura 3 con el número de referencia 14 forman los componentes del dispositivo 1 que son esenciales para la invención. El controlador electrónico 14 comprende o pone en práctica un primer circuito de regulación 15 y, dado el caso, un segundo circuito de regulación 17. El controlador electrónico 14 se forma de preferencia como controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC) o en forma de ordenador con el sistema operativo Windows de Microsoft o Linux y comprende interfaces electrónicas para conectar accionadores y sensores como electromotores, colorímetros y termoelementos. Además de un microprocesador, el controlador electrónico 14 comprende memoria principal, principalmente DRAM o Flash-EEPROM para alojar un programa de control que se almacena en un medio de almacenamiento de memoria local o externo, principalmente en un disco duro y se carga en la memoria principal al conectar o instalar el controlador electrónico 14 y se mantiene allí opcionalmente de manera permanente.

De manera conveniente, el controlador electrónico 14 se une con una red, principalmente con una Local Area Network (LAN) de modo que los datos y programas puedan transmitirse desde ordenadores y hacia ordenadores en la red. De manera preferente se emplea una red a base del protocolo de Ethernet, o bien TCP/IP.

En una primera forma de realización de la invención, indicada en la figura 3 por medio del rectángulo 20 de líneas punteadas, el sistema de suministro 5, el equipo dosificador 6 y el colorímetro 7 se unen con el controlador electrónico 14.

En otro desarrollo de la invención, se prevé, además, un sensor de temperatura no mostrado en la figura 3, el cual está configurado para determinar la temperatura de la masa de moldeo 11 en o cerca de la posición de medición para el parámetro de color E1 y el cual está unido con el controlador electrónico 14. La señal transmitida desde el sensor de temperatura al controlador electrónico 14 sirve para la calibración del parámetro de color E1 medido con el colorímetro 7.

El programa de control del controlador electrónico 14 comprende una secuencia de comandos que, dependiendo de la potencia de cálculo y la frecuencia de pulso del microprocesador del controlador electrónico 14 se realiza de unos miles a unos millones de veces por segundo. La secuencia de comandos comprende comandos de algoritmos para consultar señales de sensor y para calcular y emitir señales de control para los accionadores. El programa de control realizado por el microprocesador del controlador electrónico 14 pone en práctica un primer circuito de regulación 15 para el parámetro de color E1 de la masa de moldeo 11. Tal como se ha explicado previamente, se prevé un filtro electrónico de los parámetros de color medidos por medio del colorímetro 7 para eliminar señales no deseadas de componentes mecánicos giratorios del equipo de gelificación 2. Por consiguiente, el programa de control del controlador electrónico 14 comprende una rutina opcional con tiempo de ciclo variable, capaz de ajustarse principalmente en función del número de revoluciones del equipo de gelificación 2 para filtrar los parámetros de color del colorímetro 7.

En una forma ventajosa de realización de la invención se prevé una base de datos 16 que se integre al controlador electrónico 14 o se conecte a este punto la base de datos 16 sirve para registrar y proporcionar datos de proceso durante largos lapsos de tiempo y forma un componente esencial para una regulación con base en conocimiento del parámetro de color E1. Los datos de proceso almacenados en la base de datos 16 pueden usarse principalmente para el cálculo anticipado de las cantidades de colorantes que deben agregarse por unidad de tiempo por medio del equipo dosificador 6 con base en el caudal del material polimérico 10. En el contexto de la invención se prevé el uso de diferentes algoritmos de regulación, entre otros, a base de lógica difusa o redes neuronales. Los datos de proceso almacenados en la base de datos 16 se usan para la creación de algoritmos de regulación de este tipo y/o para la regulación de proceso en sí.

Tal como se muestra en la figura 3, para el primer circuito de regulación 15 se define previamente un valor de referencia F1' para el parámetro de color E1 de la masa de moldeo 11. Debido a las variaciones casuales o a las modificaciones causadas por el procedimiento en la composición y/o la cantidad del material polimérico 10 suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación 2, el parámetro de color E1, medido con el colorímetro 7, puede desviarse del valor de referencia E1'. Si la diferencia $\Delta E1 = E1 - E1'$ entre el parámetro de color E1 real y el valor de referencia F1' se encuentra por debajo o por encima de un valor de umbral predefinido, negativo o positivo, a partir de la diferencia $\Delta E1$ se calculan valores de salida o señales de control según el algoritmo del circuito de regulación 15 y se transmiten a los accionadores correspondientes. Principalmente se transmiten al equipo dosificador 6 valores de salida o señales de control de equipos transportadores como bombas o tornillos transportadores para los diferentes colorantes, mantenidos en recipientes separados. El valor de referencia E1' se registra antes del inicio de una carga de producción en el controlador electrónico 14 y habitualmente se mantiene constante hasta terminar la carga de producción. En una forma alternativa de realización de la invención, el valor de referencia E1' varían el transcurso de una carga de producción. El valor de referencia E1' puede ingresarse por medio de un teclado, un aparato lector de código de barras o similares o puede registrarse por parte de una fuente de datos, tal como una base de datos 16.

En otro desarrollo ventajoso de la invención, en adición al primer colorímetro 7, para la medición del parámetro de color E2 de la lámina 12 se conecta un segundo colorímetro 8 al controlador electrónico 14. La lámina 12 se ilumina por medio de una fuente de luz, por ejemplo, una lámpara de halógeno o un LED (Light Emitting Diode) que se integra en el colorímetro 8 o se forma por separado de este. En este otro desarrollo de la invención, el controlador electrónico 14 comprende, además del primer circuito de regulación 15, un segundo circuito de regulación 17 el cual, a partir de una diferencia $\Delta E2 = E2 - E2'$ entre el parámetro de color E2 medido por medio del segundo colorímetro 8 y un valor de referencia predefinido E2' se calcula un valor de referencia E1 según un algoritmo de regulación y se transmite al primer circuito de regulación 15. El valor de referencia E1' determinado por el segundo circuito de regulación 17 puede variar en el transcurso de una carga de producción.

El uso de un segundo colorímetro 8 es particularmente ventajoso si el parámetro de color E2 de la lámina 12 se desvía notablemente del parámetro de color E1 de la masa de moldeo 11. Variaciones notables entre E1 y E2 pueden presentarse, entre otros, en el caso de acabado de la lámina por medio de calandrado. En el calandrado la masa de moldeo 11 u 11' se somete a una temperatura en el intervalo de 160 a 210 °C y a una alta presión mecánica, por lo cual disminuye, entre otros, el grado de polimerización (DP) de la masa de moldeo 11'. Además, la masa de moldeo 11 y la lámina 12 pueden presentar diferentes propiedades ópticas como, por ejemplo, diferente reflexión óptica de la superficie y, dado el caso, diferente dispersión en volumen debido a las variaciones de densidad.

Mediante el empleo de dos circuitos de regulación 15 y 17 cada uno con uno o varios colorímetros 7 y 8, la invención pone a disposición un procedimiento y un dispositivo para la corrección rápida del parámetro de color E2 relevante.

En una forma conveniente de realización de la invención se prevé otra base de datos 18 que se integra al controlador electrónico 14 o se conecta con este. La base de datos 18 sirve para registro y puesta a disposición de datos de proceso para el segundo circuito de regulación 17 y forma un componente esencial para un cálculo del valor de referencia E1' con base en conocimiento. Principalmente, los datos de proceso almacenados en la base de datos 18 se usan para la creación de un cálculo a base de lógica difusa del valor de referencia E1'. En el contexto de la invención se prevé el uso de diferentes algoritmos de cálculo para el valor de referencia E1', entre otros, a base de lógica difusa o redes neuronales.

Para el segundo circuito de regulación 17 se define previamente un valor de referencia E2' para el parámetro de color E2 de la lámina 12. El valor de referencia E2' se registra antes del inicio de una carga de producción en el controlador electrónico 14 y se mantiene constante hasta acabar la carga de producción. El valor de referencia E2' se ingresa por medio de un teclado, un aparato lector de código de barras o similares o se registra por una fuente de datos tal como la base de datos 18.

En otro desarrollo de la invención, se prevé, además, un sensor de temperatura no mostrado en la figura 3, el cual se configura para determinar la temperatura de la lámina 12 en o cerca de la posición de medición para el parámetro de color E2 y el cual está unido con el controlador electrónico 14. La señal transmitida desde el sensor de temperatura al controlador electrónico 14 sirve para la calibración del parámetro de color E2 medido con el colorímetro 8.

Los parámetros de color $E_k = (L^*_k, a^*_k, b^*_k)$ de una lámina fabricada según el procedimiento de la invención se determinan con un colorímetro, el cual está configurado como espectrómetro o como cámara de color tal como se ha

explicado previamente en conexión con los colorímetros 7 y 8. De preferencia, los parámetros de color E_k se miden en la misma posición de lámina en dirección transversal, es decir perpendicularmente a la dirección de máquina, o bien perpendicularmente al eje longitudinal de la banda de la lámina.

- 5 En este caso, las variaciones de los parámetros de color medidos se reducen debido a la falta de homogeneidad de la lámina en dirección transversal, la cual es causada opcionalmente por el estiramiento transversal, principalmente por el efecto denominado como "bow" en los círculos especializados. En dirección de la máquina se miden los parámetros de color E_k de manera equidistante en una distancia s constante de aproximadamente 1 m a 100 m uno de otro, en cuyo caso la distancia entre dos posiciones adyacentes de medición puede desviarse en $\pm 5 \%$, es decir en un total de $\pm 0,05 \cdot s$ de la distancia s predeterminada para la medición.
- 10 De preferencia, los parámetros de color E_1 , E_2 y E_k se determinan según la norma DIN ISO 6174:2007-10 (D). Si los colorímetros 7 y 8 usados, así como el colorímetro empleado para la medición de color de una lámina generada según la invención como, por ejemplo, una cámara de color RGB, no miden en el espacio cromático $L^*a^*b^*$, los parámetros de color obtenidos son recalculados según la norma DIN ISO 6174:2007-10 (D) a los correspondientes valores $L^*a^*b^*$. En este caso, la transformación del espacio cromático RGB al espacio cromático $L^*a^*b^*$ se efectúa preferiblemente por
- 15 medio de coordenadas cromáticas XYZ.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una lámina (12), que comprende las etapas de

(a) plastificar un material polimérico (10) y mezclar con uno o varios colorantes para dar lugar a una masa de moldeo (11, 11') por medio de un equipo de gelificación (2) equipado con un equipo dosificador (6) para colorantes;

5 (b) opcionalmente almacenar de manera intermedia la masa de moldeo (11') obtenida en la etapa (a);

(c) alimentar a un equipo de moldeo (4) con la masa de moldeo (11'); y

(d) generar la lámina (12);

10 donde la proporción en cantidad entre el colorante y el material polimérico (10) se regula automáticamente por medio de un colorímetro (7) y un controlador electrónico (14); en la etapa (a) se miden los parámetros de color de la masa de moldeo (11) que se encuentra en el equipo de gelificación (2) y se transmiten en forma de señal al controlador electrónico (14); **caracterizado porque** en la etapa (d) se miden otros parámetros de color en la lámina (12) por medio de otro colorímetro (8) y se transmiten en forma de señal al controlador electrónico (14).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material polimérico (10) suministrado al equipo de gelificación (2) contiene material reciclado.

15 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** se mide la cantidad del material polimérico (10) suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación (2) y se transmite en forma de señal al controlador electrónico (14).

20 4. Dispositivo (1) que comprende un equipo de gelificación (2) equipado con un equipo dosificador (6) para uno o varios colorantes para plastificar y mezclar un material polimérico (10) con colorante y dar lugar a una masa de moldeo (11, 11'), un primer colorímetro (7) y un controlador electrónico (14) unidos al equipo dosificador (6) y al primer colorímetro (7) para la regulación automática de la proporción en cantidad entre el colorante y el material polimérico (10), y un equipo de moldeo (4) para generar una lámina (12), donde el primer colorímetro (7) está configurado para detectar la radiación electromagnética emitida por la masa de moldeo (11) contenida en el equipo de gelificación (2) **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende un segundo colorímetro (8) unido al controlador electrónico (14) y **que está configurado para detectar radiación electromagnética emitida por la lámina (12).**

5 5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el primer colorímetro (7) está acoplado al espacio interno del equipo de gelificación (2) por medio de un conductor de luz.

6. Dispositivo (1) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el primer colorímetro (7) está acoplado al espacio interior del equipo de gelificación (2) por medio de una fibra de vidrio.

30 7. Dispositivo (1) según una o varias de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende un sistema de suministro (5) unido al controlador electrónico (14) para alimentar el equipo de gelificación (2) con material polimérico (10), donde el controlador electrónico (14) y el sistema de suministro (5) están configurados para regular la cantidad del material polimérico (10) suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación (2).

35 8. Dispositivo (1) según una o varias de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende un sistema de suministro (5) unido al controlador electrónico (14) para alimentar el equipo de gelificación (2) con material polimérico (10), donde el sistema de suministro (5) está configurado para medir la cantidad del material polimérico (10) suministrado por unidad de tiempo al equipo de gelificación (2) y transmitirlo en forma de señal al controlador electrónico (14).

40 9. Dispositivo (1) según una o varias de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** el primer y el segundo colorímetro (7, 8) comprenden, independientemente uno de otro, uno o varios filtros pasobanda que absorben ópticamente o elementos de reflexión dispersivos por longitudes de onda.

10. Dispositivo (1) según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el primer y el segundo colorímetro (7, 8) comprenden, independientemente uno de otro, rejillas, prismas o uno o varios sensores optoelectrónicos.

45 11. Dispositivo (1) según una o varias de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende uno o varios sensores de temperatura unidos al controlador electrónico (14) para medir la temperatura de la masa de moldeo (11) y/o de la lámina (12).

12. Dispositivo (1) según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende una o varias cámaras de infrarrojo unidas al controlador electrónico (14).

50 13. Lámina (12), fabricadas según un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3 a partir de un material polimérico (10) y colorantes, con una anchura de 0,1 a 6 m, una longitud de 100 a 10000 m, valores locales de color $E_k = (L^*_k, a^*_k, b^*_k)$ y un parámetro de color medio $E_M = (L^*_M, a^*_M, b^*_M)$, donde

$$L_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_k^* \quad ;$$

$$a_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N a_k^* \quad ;$$

$$b_M^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N b_k^* \quad ;$$

N es un número natural de 5 a 100,

5 **caracterizada porque**

las variaciones ΔE_k de los valores locales de color E_k del parámetro de color medio E_M son inferiores a 1,0, con

$$\Delta E_k = \sqrt{(L_k^* - L_M^*)^2 + (a_k^* - a_M^*)^2 + (b_k^* - b_M^*)^2}$$

y los parámetros de color E_k se miden en dirección longitudinal de la lámina en una distancia de $s \pm 0,05 \cdot s$ con s de 1 a 100 m.

- 10 14. Lámina (12) según la reivindicación 13, **caracterizada porque** las desviaciones ΔE_k de los valores locales de color E_k del valor medio de color E_M son inferiores a 0,8, principalmente inferiores a 0,6, de preferencia inferiores a 0,4, preferiblemente inferiores a 0,3, de modo especialmente preferido inferiores a 0,2 y de modo particularmente preferido inferiores a 0,1.

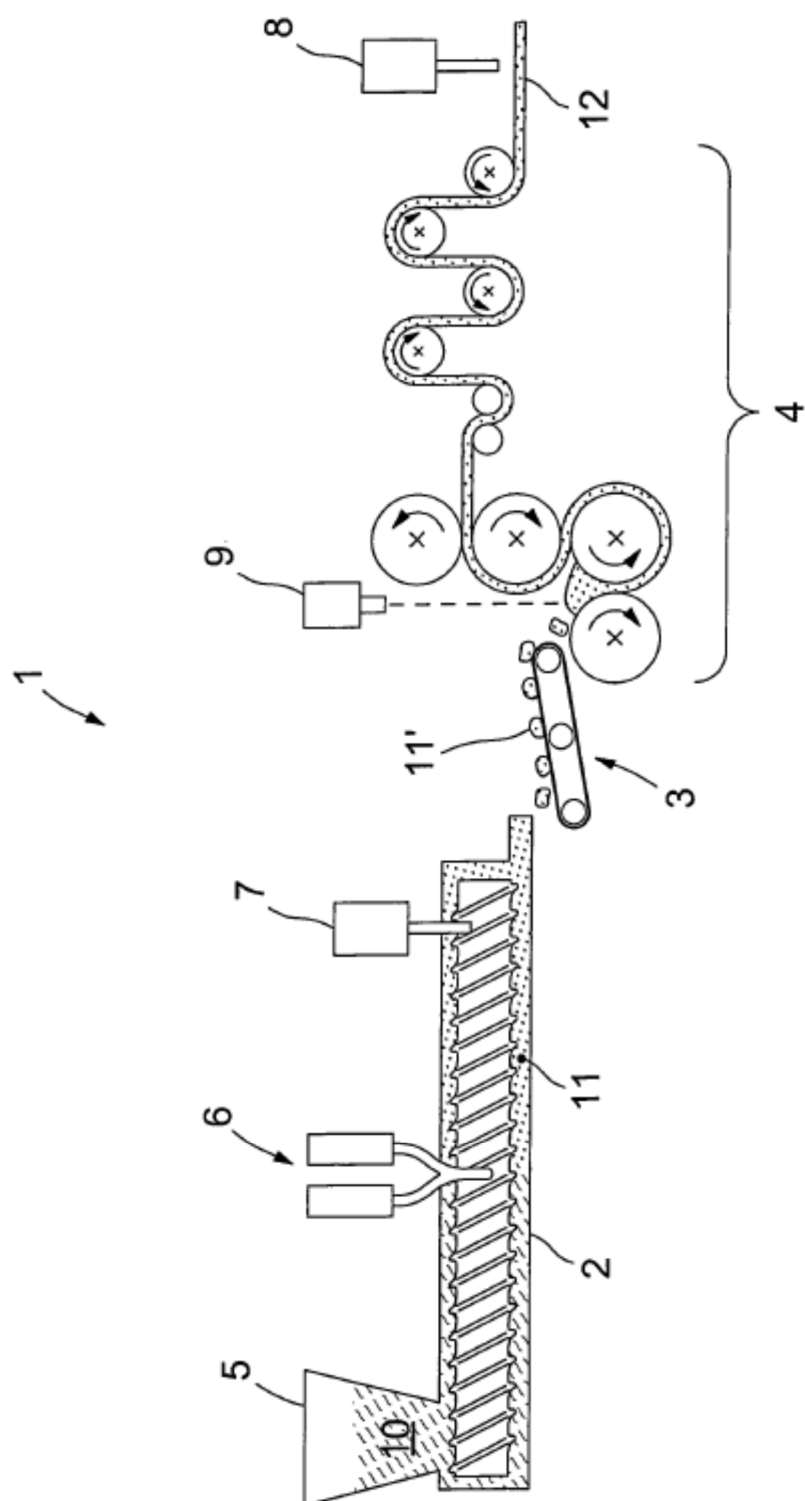


Fig. 1

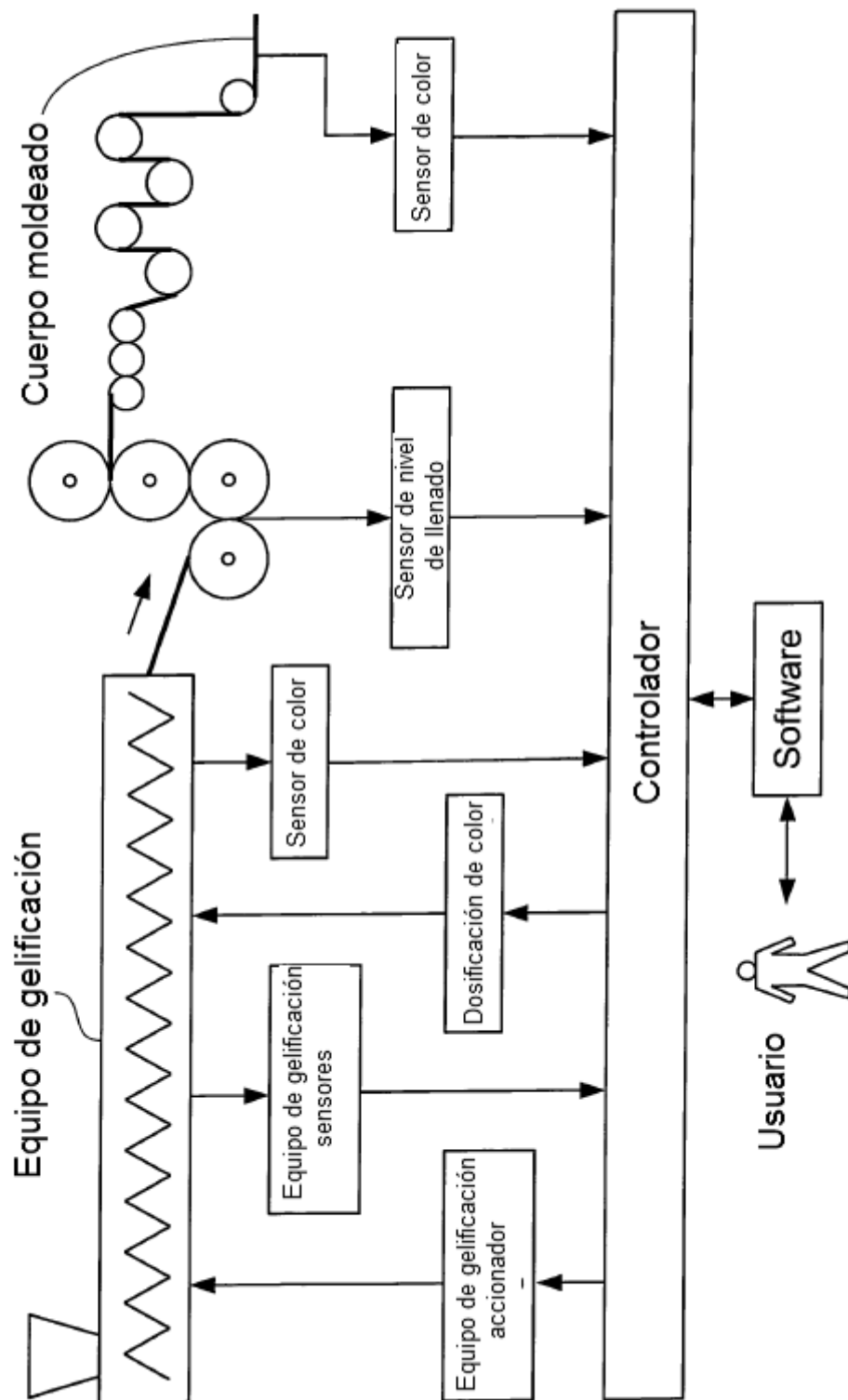


Fig. 2

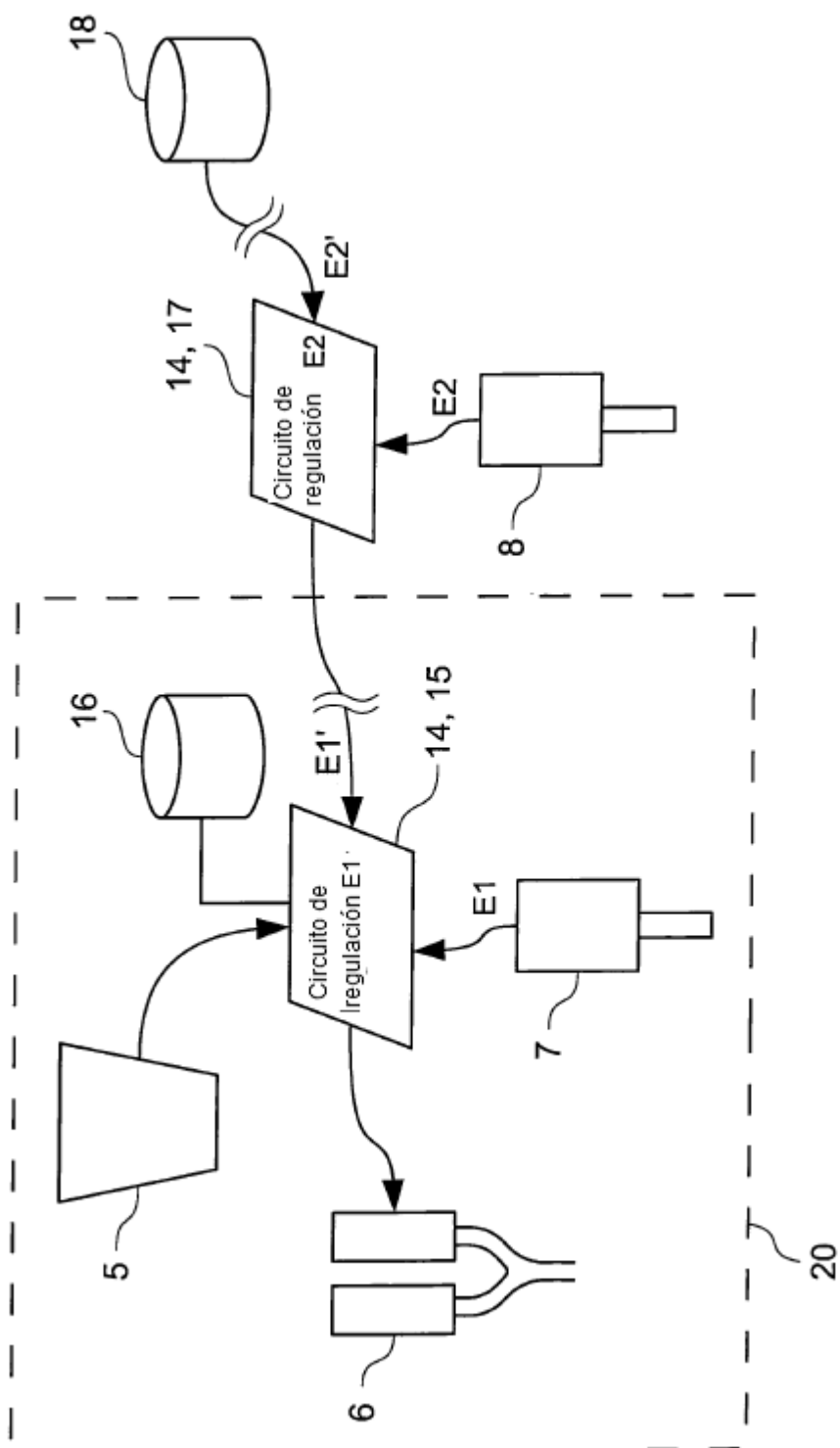


Fig. 3