

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 164**

51 Int. Cl.:

B29B 17/00 (2006.01) *G01N 21/84* (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
G01N 21/31 (2006.01)
G01N 21/51 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)
G01N 21/65 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)
G01N 33/44 (2006.01)
G01N 21/359 (2014.01)
G01N 21/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2019** **E 22192112 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 4119320**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos**

30 Prioridad:

29.08.2018 AT 507382018

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2025

73 Titular/es:

**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.
(100.00%)
Freindorf Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden, AT**

72 Inventor/es:

**HAIDER, STEPHANIE;
AIGNER, MICHAEL y
FEICHTINGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL CASTILLA, Héctor

ES 3 010 164 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

Procedimiento y dispositivo para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos

5 La invención se refiere a un procedimiento para reacondicionar, procesar o reciclar materiales, concretamente material plástico, de acuerdo con la reivindicación 1. La invención se refiere, además, a un dispositivo para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 7 de la patente.

10 El documento EP 1 264 170 A2 divulga un sistema de sonda multicabezal para el análisis espectroscópico de un material fluido en movimiento y proporciona un sistema de análisis espectral que comprende una sonda que puede introducirse en una corriente de movimiento rápido o que puede analizar a través de una ventana una corriente de material en movimiento en un recipiente mediante la irradiación con luz ultravioleta, visible o infrarroja. Este sistema puede utilizarse en principio en cualquier sólido granular, cualquier líquido o cualquier gas que se mueva a través o a lo largo de un canal cerrado o abierto, tales como, por ejemplo, estiércol, tierra, lodo, materiales de minería, productos químicos, productos farmacéuticos, alimentos, materiales de desecho, residuos peligrosos, petróleo crudo y productos derivados del petróleo, gases industriales, gases de escape, etc.

15 El documento EP 3 128 303 A2 divulga la supervisión de procesos de fabricación de productos farmacéuticos, alimentos, destilados y otros compuestos químicos mediante un espectrómetro.

20 En el reciclaje de plásticos en particular, una de las principales tareas es reacondicionar plásticos que provienen de diferentes fuentes con composiciones posiblemente diferentes, que también pueden ser desconocidas. El sector del reciclaje de plásticos abarca a este respecto, por ejemplo, tanto el sector de los residuos de producción interna como el sector de los productos de plástico usados, tales como envases, carcasas de ordenador o piezas que provienen del sector del automóvil, etc., de modo que los materiales de partida tienen, por ejemplo, contenidos en cargas y polímeros muy variados.

25 La finalidad del reacondicionamiento es conseguir unas características de calidad definidas, tales como, por ejemplo, propiedades mecánicas, ópticas y/o de otro tipo, para la reutilización del material. Para conseguir estas características de calidad es necesario un análisis de los materiales entrantes, pero también de los procesados, además de los requisitos de ingeniería mecánica necesarios.

30 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un dispositivo para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales, como los termoplásticos, con los que se pueda proporcionar un reacondicionamiento de materiales de una manera sencilla y eficaz con la posibilidad simultánea de supervisar y controlar el proceso de reacondicionamiento con el fin de lograr las características de calidad deseadas en el producto final del proceso.

35 La presente invención consigue este objetivo mediante un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1. De acuerdo con la invención está previsto, a este respecto,

- 40
- que el material se mueva y se mezcle en un recipiente de alojamiento, concretamente en un compactador de corte, y también se caliente, se triture y/o se ablande, permaneciendo el material en el recipiente de alojamiento en todo momento en forma gruesa o particulada y sin fundir, y
 - 45 - que el material grueso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento se analice o mida en línea espectroscópica y/o espectrométricamente, utilizándose los valores de medición determinados de esta manera para obtener información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material.

50 Mediante esta configuración de un procedimiento de acuerdo con la invención es posible examinar el material que se mueve en el recipiente de alojamiento en línea espectroscópica y/o espectrométricamente y de esta manera obtener información acerca del material, tal como, por ejemplo, el contenido en aditivos o cargas y la composición polimérica, de modo que el proceso de procesamiento pueda ser controlado conforme a la información, por ejemplo, mediante la adición de cargas o polímeros. De este modo, se pueden ajustar con precisión las características de calidad o las propiedades deseadas del producto final del proceso. En este contexto, "en línea" significa que el análisis o la medición del material en el recipiente de alojamiento está integrado en la línea de proceso de reacondicionamiento o procesamiento y que tiene lugar directamente en la línea durante el reacondicionamiento y el procesamiento del material.

55 La invención se refiere a un material plástico que se mueve y se mezcla en un compactador de corte.

60 La dirección de movimiento no es significativa a este respecto. Por ejemplo, las partículas en el recipiente de alojamiento pueden moverse en la dirección de flujo a través del recipiente de alojamiento y en la dirección radial de las herramientas de mezcla y/o trituración rotatorias.

65 Se puede lograr un examen especialmente preciso del material que se encuentra en el recipiente de alojamiento si al menos partes del material grueso o particulado que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento y que

gira en el mismo es excitado por un efecto físico, en particular por radiación electromagnética, y las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular los espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo, se detectan de manera preferente espectrométricamente.

5 Para poder utilizar una variedad de procesos físicos diferentes para la identificación de sustancias químicas al medir o analizar el material que se encuentra en el recipiente de alojamiento, puede estar previsto que la medición espectroscópica y/o espectrométrica se realice mediante espectroscopía atómica o espectroscopía molecular. Puede tratarse a este respecto, por ejemplo, de espectroscopía Raman, espectroscopía NIR, espectroscopía UV/VIS, 10 espectroscopía de fluorescencia y/o espectroscopía de absorción.

Para garantizar un uso especialmente específico de, por ejemplo, el efecto RAMAN, en el que se transfiere energía de la luz a la materia y viceversa, puede estar previsto que para la excitación se utilice luz en la gama de la luz infrarroja, visible y/o UV. A este respecto puede utilizarse, en particular, luz con una longitud de onda en el intervalo 15 de 100 a 1400 nm, preferentemente de 500 a 1000 nm. Adicional o alternativamente, la excitación es posible por medio de un láser, en particular con un intervalo de longitud de onda de 100 nm a 1400 nm y/o con una potencia en el intervalo de 15 mW a 5 W, preferentemente de 100 a 500 mW.

De acuerdo con la invención se puede lograr un control especialmente sencillo y específico de las propiedades físicas o de las características de calidad del producto final del proceso, porque la luz detectada se analiza para registrar en 20 línea parámetros cuantitativos y/o cualitativos específicos del material plástico o variaciones de estos parámetros durante el proceso. Esta información o estos parámetros pueden utilizarse ventajosamente para supervisar y/o controlar el proceso y/o para controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento. Esto significa que es posible una reacción inmediata ante variaciones de los parámetros durante el reacondicionamiento del material, 25 por ejemplo, mediante la adición de cargas, de modo que las propiedades del producto final del proceso puedan controlarse de forma específica.

Para poder medir las señales de medición detectadas con una calidad especialmente buena, es decir, con un bajo ruido de fondo, y para poder mantener la fuente de excitación que emite la radiación electromagnética excitante lo 30 más pequeña posible, puede estar previsto que la radiación electromagnética que excita el material se enfoque en un punto focal que está situado dentro del recipiente de alojamiento en la pared del recipiente o directamente detrás de ella, preferentemente a una distancia máxima de 10 cm detrás de la pared del recipiente.

Para garantizar con especial fiabilidad durante la detección de las señales de medición que estas no se vean afectadas por la contaminación superficial o el recubrimiento de las partículas del material que se van a medir, puede estar 35 previsto que un intervalo volumétrico definido por un área de sección transversal del punto de medición de 0,1 mm a 5 mm, en particular de 1 mm a 3 mm, y una profundidad de penetración en el material de 0,3 μm a 30 μm , en particular de 8 μm a 15 μm , sea excitado por el efecto físico, en particular la radiación electromagnética.

De este modo, se pueden examinar partículas individuales, llegando la excitación a zonas profundas de la respectiva 40 partícula que no estén recubiertas, por ejemplo, de pintura, de modo que se pueda obtener un valor de medición representativo de la partícula.

Para garantizar de forma especialmente fiable que el efecto físico excite una cantidad suficiente de material que se va a medir y que la medición no se vea afectada por luz extraña, puede estar previsto que el efecto físico que excita el 45 material, en particular la radiación electromagnética, se introduzca en el interior del recipiente de alojamiento o en el material en una o varias de las siguientes posiciones:

- 50 - por debajo del nivel de llenado del material o de las partículas de material en el recipiente de alojamiento durante el funcionamiento,
- a una altura y/o a una distancia del fondo o de la herramienta de mezclado y/o de trituración a la que el efecto físico, en particular la radiación electromagnética, se sitúa constantemente por debajo del nivel de llenado – especificado conforme al procedimiento– de las partículas de material que se encuentran o giran en el recipiente de alojamiento y/o por debajo del nivel del vórtice de mezclado formado durante un movimiento y/o una rotación 55 de las partículas de material,
- a la altura del tercio medio del nivel de llenado –especificado conforme al procedimiento– del material en el recipiente de alojamiento y/o en el vórtice de mezclado,
- en la zona del recipiente de alojamiento en la que la densidad de las partículas de material en movimiento y/o en rotación es mayor, y/o
- 60 - en la zona del recipiente de alojamiento en la que las partículas de material en movimiento y/o en rotación ejercen la mayor presión sobre la pared lateral del recipiente de alojamiento.

Puede conseguirse un intercambio particularmente frecuente y regular del material en la posición de medición o en el punto focal si el material grumoso o particulado en la zona exterior del recipiente de alojamiento, en particular en la 65 pared lateral del mismo, presenta una dirección de movimiento en la dirección circunferencial y/o una dirección de movimiento predominantemente ascendente.

5 Puede garantizarse una mejora adicional del intercambio de material en la posición de medición o en el punto focal si el material grumoso o particulado circula radialmente a una velocidad de 0,3 m/s a 45 m/s y/o en dirección vertical a una velocidad de 0,1 m/s a 60 m/s. De este modo se consigue que el material grumoso o particulado en la zona exterior del recipiente de alojamiento, en particular en la pared lateral del mismo, sea sustituido con frecuencia y regularidad.

10 Una posibilidad especialmente precisa de derivar información acerca del material que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento puede proporcionarse si el material grumoso o particulado que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento y que gira en el mismo, en particular las partículas individuales del material, es excitado por un efecto físico, en particular radiación electromagnética, en una pluralidad de instantes predeterminados y se determina y se mantiene disponible el valor medio de la información acerca del material en cada caso medido, en particular acerca de las partículas individuales. A este respecto, preferentemente puede tratarse del valor medio de los parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material o de las partículas respectivas, que se determinaron sobre la base de valores de medición seleccionados, preferentemente todos, determinados en estos instantes. De este modo se obtiene un valor medio a partir de los valores de medición de las partículas individuales que se están midiendo.

20 Otra posibilidad especialmente precisa de obtener información acerca del material que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento, en la que también es suficiente con un efecto físico emitido por una fuente de excitación con una potencia especialmente baja, puede proporcionarse si el material grumoso o particulado que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento y que gira en el mismo es excitado continuamente por un efecto físico, en particular radiación electromagnética, durante un período de tiempo predeterminado, en particular varios segundos. Para el respectivo período de tiempo, se calcula y se mantiene disponible una información común acerca del material en cada caso medido, en particular un parámetro cuantitativo y/o cualitativo, sobre la base de los valores de medición determinados continuamente dentro de este período de tiempo. El resultado es un valor de medición acumulado para todas las partículas que han pasado por la posición de medición o el punto focal durante el período de medición.

30 Para poder corregir los efectos causados por cambios de temperatura, que podrían falsear las señales de medición procedentes del material que se va a medir o la información asociada acerca del material, de forma especialmente eficaz, puede estar previsto que se mida la temperatura en el interior del recipiente de alojamiento y/o la temperatura del material y se incluya la información sobre la temperatura en la evaluación. La información sobre la temperatura medida puede servir como indicación para la corrección de la información acerca del material en cada caso medido, en particular los parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material. Además, o como alternativa, se puede registrar la temperatura del material y utilizarla por defecto para la corrección de los espectros.

35 Se puede garantizar una evaluación especialmente precisa de la información determinada para el material si hay almacenada información de referencia, en particular características cuantitativas y/o cualitativas de referencia, preferentemente espectros de referencia, y se compara la información determinada para el material en cada caso medido, en particular las características, preferentemente los espectros, con la información de referencia, en particular las características de referencia, preferentemente los espectros de referencia. La desviación con respecto a la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, puede así determinarse con especial facilidad y, en particular, visualizarse y/o utilizarse para supervisar y/o controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento y/o la cadena de procesos posterior.

45 Es además un objetivo de la invención proporcionar un dispositivo para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos. La invención consigue este objetivo con un dispositivo con las características de acuerdo con la reivindicación 7 de la patente.

50 De acuerdo con la invención está previsto, a este respecto, que el dispositivo comprenda al menos un recipiente de alojamiento, concretamente un compactador de corte, con un equipo de mezcla y/o trituración para el material, así como con un dispositivo de medición espectroscópico y/o espectrométrico para analizar el material grumoso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento o para obtener información acerca del material plástico en cada caso medido, en particular de parámetros cuantitativos y/o cualitativos del material respectivo.

55 Esta configuración de un dispositivo de acuerdo con la invención permite efectuar en línea una medición o un análisis espectroscópico y/o espectrométrico del material plástico que se mueve en el recipiente de alojamiento. De este modo, la información acerca del material, tal como, por ejemplo, el contenido de aditivos o cargas y la composición polimérica, puede determinarse en línea, de modo que el proceso de procesamiento pueda controlarse conforme a la información con el fin de ajustar con precisión las características o propiedades de calidad deseadas en el producto final del proceso, por ejemplo, mediante la adición de cargas o polímeros.

60 Una forma de realización especialmente compacta de un dispositivo de acuerdo con la invención, que permite la medición y el análisis en línea del material que se va a procesar, se proporciona por que comprende al menos un recipiente de alojamiento, concretamente un compactador de corte, con un equipo de mezcla y/o trituración para el material, al menos un dispositivo de medición espectroscópico y/o espectrométrico para la medición en línea de partes del material grumoso o particulado que se mueve dentro del recipiente de alojamiento, y una unidad de procesamiento

y control en comunicación de datos con el dispositivo de medición.

5 De acuerdo con la invención, el dispositivo de medición está configurado para emitir un efecto físico, en particular radiación electromagnética, para excitar el material grumoso o particulado en rotación y para detectar, de manera preferente espectrométricamente, las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo.

10 De acuerdo con la invención, la unidad de procesamiento y control está configurada para controlar el dispositivo de medición, para emitir el efecto físico, en particular radiación electromagnética, y para detectar las señales de medición que se producen y mantener disponibles los valores de medición determinados de esta manera y, dado el caso, derivar y mantener disponible, sobre la base de los valores de medición determinados, información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material.

15 De acuerdo con la invención, se proporciona un recipiente de alojamiento especialmente adecuado para el reacondicionamiento, el procesamiento o el reciclaje de materiales, ya que el recipiente de alojamiento tiene una pared lateral y es sustancialmente cónico o cilíndrico o presenta una sección de pared cónica o cilíndrica, y dado el caso también una superficie de fondo.

20 De acuerdo con la invención, se garantiza un reacondicionamiento particularmente eficiente de una amplia variedad de materiales por que al menos una herramienta de mezcla y/o trituración rotatoria, en particular giratoria en torno a un eje de rotación vertical, está dispuesta en el recipiente de alojamiento como equipo de mezcla y/o trituración para mover y mezclar, y dado el caso también para calentar, triturar y/o ablandar, el material grumoso o particulado que se va a tratar, pudiendo formarse un remolino y/o un vórtice de mezclado en el recipiente de alojamiento durante el funcionamiento.

25 En aplicaciones que no son de acuerdo con la invención, en las que no es deseable un mezclado excesivo de las partículas se puede conseguir ventajosamente que el material forme un remolino y circule en gran medida solo en un plano, mientras que a lo largo del eje longitudinal del recipiente de alojamiento el material pasa a una velocidad de, por ejemplo, 2 m/h con una velocidad periférica de, por ejemplo, aproximadamente 0,3 m/s. En las aplicaciones en las que se desea un mezclado especialmente bueno, se puede formar un vórtice de mezclado.

30 Puede conseguirse un reacondicionamiento especialmente eficaz de los materiales que se encuentran en el recipiente de alojamiento si se selecciona la velocidad periférica de la herramienta de mezcla y/o trituración de tal manera que el material grumoso o particulado circule radialmente a una velocidad de 0,3 a 45 m/s y/o en dirección vertical a una velocidad de 0,1 a 60 m/s. Esto también asegura ventajosamente que el material en la posición de medición o punto focal se reemplace constantemente.

40 De acuerdo con la invención, se garantiza una descarga especialmente sencilla de los materiales reacondicionados desde el recipiente de alojamiento formando una abertura en el recipiente de alojamiento, en particular en una pared lateral del recipiente de alojamiento, a través de la cual puede descargarse el material de plástico pretratado desde el interior del recipiente de alojamiento, y disponiendo al menos un transportador, en particular una extrusora, con al menos un tornillo sin fin que gira en una carcasa, en particular de plastificación o aglomeración, para recibir el material pretratado que sale de la abertura.

45 Para simplificar aún más la descarga, la abertura en el recipiente de alojamiento puede estar situada en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración o de la más baja, la más cercana al fondo, y la carcasa puede presentar en su cara frontal o en su pared envolvente una abertura de admisión para el material que va a ser capturado por el tornillo sin fin, la cual se encuentra en comunicación con la abertura.

50 Una forma de realización particularmente compacta del dispositivo de medición de un dispositivo de acuerdo con la invención se proporciona por que el dispositivo de medición comprende al menos una fuente de excitación que actúa o se dirige al interior del recipiente de alojamiento para emitir un efecto físico, en particular radiación electromagnética, en al menos partes del material grumoso o particulado que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento y que gira en el mismo durante el funcionamiento, así como al menos un detector, en particular un espectroscopio, para registrar las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo.

60 A este respecto, la fuente de excitación puede, por ejemplo, actuar desde la dirección de la pared del recipiente de alojamiento o desde la herramienta de mezcla y/o trituración o desde la base del recipiente de alojamiento hacia el interior del recipiente de alojamiento.

65 De acuerdo con la invención, una caracterización especialmente fiable de las partículas de material que se encuentran en el recipiente de alojamiento se consigue por que la unidad de procesamiento y control está configurada para el análisis espectrométrico y/o espectroscópico de las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular de espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo.

Una posibilidad particularmente sencilla de evitar influencias perturbadoras procedentes del recipiente de alojamiento sobre la fuente de excitación y/o el detector del dispositivo de medición de un dispositivo de acuerdo con la invención puede proporcionarse si la fuente de excitación y/o el detector y/o la unidad de procesamiento y control están físicamente distanciados del recipiente de alojamiento o están acoplados al recipiente de alojamiento sin vibraciones, en particular mediante sistemas de fibra óptica y/o conductores ópticos.

Para poder aprovechar una amplia variedad de procesos físicos para la excitación y el análisis químico del material que se encuentra en el recipiente de alojamiento, puede estar previsto que el dispositivo de medición comprenda un dispositivo, en particular un detector, para la espectroscopía atómica o la espectroscopía molecular, en particular para la espectroscopía Raman, la espectroscopía NIR, la espectroscopía UV/VIS, la espectroscopía de fluorescencia y/o la espectroscopía de absorción.

Para poder analizar o caracterizar el material en el interior del recipiente de alojamiento en función de su reacción a la luz en diferentes intervalos de longitudes de onda, puede estar previsto que la fuente de excitación esté configurada para emitir luz en la gama de la luz infrarroja, visible y/o UV, en particular en el intervalo de 100 a 1400 nm, preferentemente de 500 a 1050 nm.

Puede proporcionarse una fuente de excitación particularmente versátil si la fuente de excitación es un láser, en particular con un intervalo de longitudes de onda de 100 nm a 1400 nm y/o una potencia en el intervalo de 15 mW a 5 W, preferentemente de 100 mW a 500 mW.

Una medición particularmente fiable de los materiales en el interior del recipiente de alojamiento con la separación física simultánea del recipiente de alojamiento con respecto al dispositivo de medición, de modo que el dispositivo de medición no se vea muy afectado por las influencias perturbadoras procedentes del recipiente de alojamiento, puede proporcionarse por que al menos una abertura de medición está prevista en el recipiente de alojamiento, en particular en la pared lateral del recipiente de alojamiento. A este respecto, la abertura de medición está configurada de tal manera que el efecto físico emitido por la fuente de excitación, en particular la radiación electromagnética emitida, actúa sobre el material en el recipiente de alojamiento y la luz dispersa que proviene del recipiente de alojamiento puede detectarse fuera del recipiente de alojamiento.

Puede proporcionarse una abertura de medición que requiera cambios constructivos particularmente pequeños en el recipiente de alojamiento que pudieran causar un debilitamiento estático del mismo, si la abertura de medición tiene un diámetro de 0,5 a 100 mm.

Para poder captar las señales de medición que provienen del material en el interior del recipiente de alojamiento, en la medida de lo posible sin falseamiento, puede estar previsto que la abertura de medición esté cerrada por una ventana de un material transparente en particular a la radiación electromagnética, por ejemplo cristal de zafiro.

Para garantizar el menor falseamiento posible de las señales de medición que provienen del material en el interior del recipiente de alojamiento, también puede estar previsto que la ventana tenga un grosor de 1 a 100 mm.

Para influir lo menos posible en la estabilidad del recipiente de alojamiento por la disposición de una ventana o de una abertura de medición cerrada por una ventana, puede estar previsto que las superficies de la ventana sean planas y estén alineadas paralelamente entre sí. Alternativamente, este efecto puede lograrse si la superficie interior de la ventana orientada hacia el recipiente de alojamiento está adaptada de manera cóncava al radio del recipiente de alojamiento y la superficie exterior de la ventana orientada en sentido opuesto al recipiente de alojamiento es cóncava en paralelo a la superficie interior.

Para conseguir de forma especialmente fiable que se transporte suficiente material pasando por la abertura de medición, puede estar previsto que la al menos una abertura de medición, en particular en la pared lateral del recipiente de alojamiento, esté dispuesta en una o varias de las siguientes posiciones:

- en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración más baja, la más cercana al fondo, en particular ligeramente por encima o por debajo de la misma, preferentemente a la distancia más estrecha entre el punto más externo de la herramienta de mezcla y/o trituración y la pared lateral, y/o
- en la zona del tercio inferior de la altura del recipiente de alojamiento.

Un posicionamiento especialmente ventajoso de la abertura de medición, que garantiza un análisis o una medición especialmente precisos del material en el interior del recipiente de alojamiento, puede lograrse si la al menos una abertura de medición, en particular en la pared lateral del recipiente de alojamiento, está dispuesta en una o varias de las siguientes posiciones:

- por debajo del nivel de llenado del material o de las partículas de material en el recipiente de alojamiento durante el funcionamiento,
- a una altura y/o a una distancia del fondo o de la herramienta de mezclado y/o de trituración a la que el efecto

físico, en particular la radiación electromagnética, se sitúa constantemente por debajo del nivel de llenado – especificado conforme al procedimiento– de las partículas de material que se encuentran o giran en el recipiente de alojamiento y/o del nivel del vórtice de mezclado formado durante un movimiento y/o una rotación de las partículas de material,

- 5 - a la altura del tercio medio del nivel de llenado –especificado conforme al procedimiento– del material en el recipiente de alojamiento y/o en el vórtice de mezclado,
- en la zona del recipiente de alojamiento en la que la densidad de las partículas de material en movimiento y/o en rotación es mayor, y/o
- 10 - en la zona del recipiente de alojamiento en la que las partículas de material en movimiento y/o en rotación ejercen la mayor presión sobre la pared lateral del recipiente de alojamiento.

En todas estas posiciones se asegura que el material, que cambia con suficiente frecuencia, pase por la abertura de medición y no se produzcan influencias en la medición por parte de luz extraña.

- 15 Puede conseguirse una influencia especialmente baja sobre las señales de medición que provienen del material que se está midiendo debido a, por ejemplo, recubrimientos o suciedad en la superficie de las partículas de material, por que el intervalo volumétrico que puede ser excitado por el efecto físico, en particular la radiación electromagnética, está definido por un área de sección transversal del punto de medición de 0,1 mm a 5 mm, en particular de 1 mm a 3 mm, y una profundidad de penetración en el material de 0,3 μm a 30 μm , en particular de 8 μm a 15 μm .

- 20 Puede conseguirse una relación señal a ruido especialmente favorable de las señales de medición si está prevista una lente o un sistema de lentes para enfocar la radiación electromagnética de la fuente de excitación en un punto focal, en donde el punto focal se forma en particular en la ventana o directamente detrás de ella, preferentemente a una distancia de como máximo 10 cm detrás de la ventana.

- 25 De acuerdo con la invención, un control particularmente específico del proceso de reacondicionamiento o reciclaje de los materiales plásticos se logra por que la unidad de procesamiento y control coopera y se encuentra en comunicación de datos con una unidad de control de procesos. Dicha unidad de control de procesos está configurada ventajosamente para utilizar los datos transmitidos por la unidad de procesamiento y control, en particular información acerca del material en cada caso medido, preferentemente parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material, para supervisar y/o controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento y/o la cadena de procesos posterior.

- 35 Se puede garantizar un control especialmente eficaz de las características de calidad o de las propiedades deseadas, por ejemplo, ópticas o físicas, del producto final del proceso si la unidad de control de procesos está configurada, sobre la base de los datos transmitidos por la unidad de procesamiento y control, para

- efectuar una dosificación de cargas al recipiente de alojamiento y/o
- 40 - efectuar un suministro de materiales, en particular de polímeros, al recipiente de alojamiento y/o a un dispositivo de descarga conectado al recipiente de alojamiento y/o
- descargar por esclusa materiales procesados, en particular granulado, del recipiente de alojamiento mediante el dispositivo de descarga conectado al recipiente de alojamiento.

- 45 Una consideración especialmente sencilla de las influencias de la temperatura, que pueden afectar a las señales de medición emitidas por el material que se va a medir, puede proporcionarse si está previsto al menos un equipo de medición de la temperatura aguas arriba de la unidad de procesamiento y control. Este equipo de medición de la temperatura está configurado para medir la temperatura en el interior del recipiente de alojamiento y/o la temperatura del material y transmitirla a la unidad de procesamiento y control. En este caso, la unidad de procesamiento y control está ventajosamente configurada para utilizar los valores de medición determinados por el al menos un equipo de medición de la temperatura para una corrección de la influencia de la temperatura en la información determinada para el material en cada caso medido, en particular los espectros característicos –dependientes de la temperatura– de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo, y para mantener disponible la información, en particular los espectros, corregidos de esta manera.

- 55 Se puede conseguir una corrección especialmente precisa de las influencias de la temperatura si el equipo de medición de la temperatura en el recipiente de alojamiento está dispuesto a la misma altura, en particular en la misma posición, que la al menos una abertura de medición.

- 60 Una posibilidad para obtener información especialmente fiable acerca del material que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento puede proporcionarse si la unidad de procesamiento y control está configurada para

- controlar el dispositivo de medición, en particular la fuente de excitación, en una pluralidad de instantes predeterminados, para emitir repetidamente un efecto físico, en particular radiación electromagnética, y
- 65 - calcular y mantener disponible el valor medio de la información acerca del material en cada caso medido, en particular acerca de las partículas individuales medidas, preferentemente de los parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material, que se determinaron sobre la base de valores de medición seleccionados,

preferentemente todos, determinados en estos instantes por el dispositivo de medición, en particular el detector.

Una posibilidad adicional para derivar información especialmente fiable acerca del material en el interior del recipiente de alojamiento, en la que ventajosamente basta con una fuente de excitación con una potencia particularmente baja, puede proporcionarse si la unidad de procesamiento y control está configurada para

- controlar el dispositivo de medición, en particular la fuente de excitación, para emitir un efecto físico, en particular radiación electromagnética, de forma continua durante un período de tiempo predeterminado, en particular varios segundos, y
- calcular y mantener disponible para el respectivo período de tiempo una información común acerca del material en cada caso medido, en particular un parámetro cuantitativo y/o cualitativo, sobre la base de los valores de medición determinados continuamente por el dispositivo de medición, en particular el detector, dentro de este período de tiempo.

Puede proporcionarse una evaluación o un análisis particularmente sencillos de la información determinada por la unidad de procesamiento y control, tal como los espectros, si la unidad de procesamiento y control comprende una memoria, almacenándose en la memoria información de referencia, en particular parámetros de referencia cuantitativos y/o cualitativos, preferentemente espectros de referencia, y si la unidad de procesamiento y control está configurada para comparar la información determinada para el material termoplástico en cada caso medido, en particular los parámetros, preferentemente los espectros, con la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, y determinar la desviación con respecto a la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, y en particular retransmitirla a la unidad de control de procesos y/o a una unidad de visualización.

En el presente caso se entiende que un dispositivo de medición es un dispositivo de captura o representación y de análisis cuantitativo y/o cualitativo de un espectro, que comprende una fuente de excitación y un detector. A este respecto, la fuente de excitación y el detector están adaptados entre sí. Un dispositivo de medición de este tipo puede ser un espectrómetro.

En el presente caso se entiende que un detector es un dispositivo para la detección y descomposición de la radiación u otros valores de medición físicos en un espectro, que puede estar integrado en un dispositivo de medición. Un detector de este tipo puede ser un espectroscopio.

Ventajas y configuraciones adicionales de la invención se desprenden de la descripción y de los dibujos adjuntos.

La invención está representada esquemáticamente a continuación en los dibujos por medio de ejemplos de realización particularmente ventajosos, aunque no han de entenderse de manera limitativa, y se describe a modo de ejemplo con referencia a los dibujos.

A continuación muestran esquemáticamente:

- la Fig. 1 un ejemplo de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos con un espectrómetro RAMAN conectado a un recipiente de alojamiento,
- la Fig. 2 muestra un ejemplo de realización del dispositivo de la figura 1 con un equipo de medición de la temperatura,
- las Fig. 3a, Fig. 3b y Fig. 4 muestran otras representaciones del acoplamiento de un dispositivo de medición a un recipiente de alojamiento,
- las Fig. 5 y Fig. 6 muestran ejemplos de líneas Stokes y anti-Stokes a diferentes longitudes de onda,
- la Fig. 7 muestra los espectros captados del material LPDE con diferentes contenidos de CaCO₃ como carga,
- la Fig. 8 muestra la fluctuación del contenido en CaCO₃ a lo largo de la duración del proceso derivada a partir de los espectros de la figura 7,
- la Fig. 9 muestra los espectros captados para mezclas de materiales de PP y PE con diferentes composiciones,
- la Fig. 10 muestra el contenido en PP y PE determinado a partir de los espectros de la figura 9 para diferentes instantes de medición,
- la Fig. 11 muestra el contenido en PA y PE determinado a partir de los espectros para diferentes instantes de medición.

General

Una parte importante del reacondicionamiento de los materiales termoplásticos o parcialmente termoplásticos la lleva a cabo el compactador de corte durante el funcionamiento de una combinación de compactador de corte-extrusora, es decir, un conjunto de un compactador de corte, una denominada "unidad de preacondicionamiento" PCU, con una extrusora. Un compresor de corte de este tipo o una unidad de preacondicionamiento PCU de este tipo se denominan a continuación recipiente de alojamiento 1.

Un recipiente de alojamiento 1 es, a este respecto, un recipiente sustancialmente cilíndrico que puede contener un equipo de mezcla y/o trituración, es decir, por ejemplo, herramientas de agitación-corte-circulación, que se superponen principalmente desde abajo o desde el punto más cercano a un transportador, por ejemplo, una extrusora 5, hacia arriba. Las herramientas pueden ser de corte, agitación, mezcla o combinaciones de las mismas. Dispositivos de este tipo se conocen, por ejemplo, por los documentos EP 2 689 908 B1 o EP 2 525 953 B1 o EP 0 123 771 A1.

El material que se va a procesar se comporta esencialmente como un fluido. O bien es ya grumoso o bien las herramientas le dan esa forma grumosa. El corte, la agitación y/o la mezcla introducen energía en el material y lo calientan de manera uniforme, con el objetivo de lograr una penetración completa del calor independientemente del grosor de las partículas del material. Debido al ablandamiento, puede aumentar la densidad aparente por el retroceso del estiramiento. Además, el calentamiento crea el requisito de que las sustancias volátiles ligeras puedan escapar más fácilmente, algunas de las cuales son indeseables. Además, dependiendo del tipo de polímero termoplástico, pueden producirse cambios estructurales, por ejemplo, un cambio en la cristalización.

A continuación, el material reacondicionado acabado puede descargarse del recipiente de alojamiento 1 de forma continua o también por lotes. Son dispositivos de descarga o transportadores adecuados las compuertas, los transportadores de tornillo sin fin o los tornillos sin fin de extrusión, que están montados de tal manera que el material se descarga al menos por mera fuerza centrífuga. Sin embargo, también es posible la descarga forzada por volteo o volcadura. Además, también se puede introducir una herramienta transportadora en el recipiente de alojamiento 1 para descargar el material pretratado. Para el funcionamiento continuo, la variante preferida es la descarga continua del material.

Los métodos físicos basados en la interacción entre un efecto físico como la radiación electromagnética y la materia y el examen de, por ejemplo, el espectro de energía de una muestra por medio de la radiación o las ondas, como, por ejemplo, los procedimientos de análisis del espectro de frecuencias como NIR, RAMAN, MIR, etc., se han discutido durante mucho tiempo en el reciclaje de plásticos. En el contexto de la invención, se entiende que tales procedimientos físicos son procedimientos para identificar sustancias químicas mediante excitación física, como por ejemplo mediante un láser. Esta excitación estimula procesos como el cambio de orientación de la rotación, de la oscilación, de los fonones o del espín y estos conducen a una variación de la densidad de portadores de carga, lo que puede utilizarse para identificar sustancias químicas.

En parte, estos métodos físicos se utilizan en los procesos de clasificación en el reciclaje de plásticos. Por ejemplo, se utiliza FT-NIR en los sistemas de clasificación ópticos para separar diferentes tipos de plásticos. Esencialmente, en este caso está presente un producto aislado que se clasifica según el principio de bueno/malo. Sistemas similares se utilizan en el laboratorio o para la identificación de materiales como equipos portátiles.

En la tecnología de extrusión, tales procedimientos solo se han utilizado hasta ahora para la caracterización de la masa fundida y de las propiedades de los ingredientes de forma experimental, ya que los requisitos estadísticos, es decir, un intervalo de medición pequeño, tiempos de medición largos, baja homogeneización en las mezclas de polímeros, baja profundidad de penetración en la masa fundida y la adhesión a la pared que se produce con muchos polímeros, es decir, el material no se intercambia, solo permiten hacer afirmaciones razonables para un solo polímero en particular.

A diferencia de la utilización de sistemas de medición espectroscópicos en la clasificación de copos crudos o en las masas fundidas de polímeros en una extrusora, tales mediciones espectroscópicas para la supervisión de procesos en línea y, dado el caso, el control de procesos, no se han utilizado todavía, debido a las limitaciones mencionadas, en sistemas de compactadores de corte, es decir, en el caso de partículas de material calientes y reblandecidas, pero siempre grumosas, no fundidas y que además se arremolinan rápidamente en el recipiente, a temperaturas inevitablemente cambiantes.

Los sistemas de medición de los métodos físicos, que se basan en la interacción entre un efecto físico como la radiación electromagnética y la materia, y que, por ejemplo, examinan el espectro de energía de una muestra por medio de la radiación o las ondas, son esencialmente sistemas de medición volumétricos que registran los espectros reflejados por el material por la excitación, por ejemplo, por luz láser o infrarroja, y los evalúan directamente o los comparan frente a bibliotecas. Por esta razón, la frecuencia de las mediciones y el "intervalo volumétrico" registrado influyen en la representatividad del resultado de medición obtenido.

Un ejemplo de un procedimiento físico de este tipo es la espectroscopía Raman. A continuación se explican brevemente algunos principios básicos de la misma:

Para aplicar la espectroscopía Raman a las moléculas, la polarizabilidad debe cambiar cuando la molécula gira o vibra. En la espectroscopía Raman, la materia que se examina se irradia con luz monocromática, normalmente procedente de un láser. En el espectro de la luz dispersada por la muestra se observan otras frecuencias además de la frecuencia irradiada (dispersión de Rayleigh). Las diferencias de frecuencia respecto a la luz irradiada corresponden a las energías de los procesos de cambio de orientación de la rotación, la oscilación, los fonones o el espín, característicos del material. A partir del espectro obtenido se pueden extraer conclusiones acerca de la sustancia examinada, de

forma similar a los espectros de la espectroscopía de infrarrojos. Las líneas que aparecen en un espectro Raman también se denominan líneas Stokes o líneas anti-Stokes.

5 La razón radica en una interacción de la luz con la materia, el denominado efecto RAMAN, en el que se transfiere energía de la luz a la materia (el "lado Stokes" del espectro), o energía de la materia a la luz (el "lado anti-Stokes" del espectro). Dado que la longitud de onda de la luz, es decir, su color, depende de la energía de la luz, esta transferencia de energía provoca un desplazamiento de la longitud de onda de la luz dispersada en comparación con la luz irradiada, el denominado desplazamiento de Raman. A partir del espectro, es decir, de la frecuencia y la intensidad correspondiente, y de la polarización de la luz dispersada, se pueden deducir, entre otras cosas, las siguientes propiedades del material: cristalinidad, orientación de los cristales, composición, tensión, temperatura, impurezas y relajación.

15 La dispersión RAMAN de las moléculas tiene normalmente una sección transversal de dispersión muy pequeña de, por ejemplo, unos 10^{-30} cm². La sección transversal de dispersión es una medida de la probabilidad de que la molécula que se va a medir interactúe con la radiación o partícula incidente. Por lo tanto, con secciones transversales de dispersión pequeñas, es necesaria una concentración relativamente alta de moléculas o una intensidad de láser elevada, es decir, un gran número de partículas, para obtener una señal detectable. Por lo tanto, no es posible obtener espectros RAMAN para algunas moléculas.

20 Para poder reacondicionar materiales como los plásticos de diferentes fuentes y/o con diferentes composiciones, de forma que se consigan características de calidad definidas como, por ejemplo, propiedades mecánicas y/u ópticas para su reutilización, es necesario un análisis de los materiales entrantes, pero también de los procesados, además de los requisitos necesarios de la ingeniería mecánica.

25 Para este análisis, se utilizan preferentemente dispositivos de medición que, en particular

- puedan emitir valores absolutos,
- sean fáciles de calibrar, mantener y manejar,
- puedan integrarse en línea en la máquina,
- 30 - sean de diseño robusto y funcionen 365 días / 24 h,
- deban integrarse en el sistema de control de la máquina,
- sean capaces de detectar de forma flexible diferentes componentes materiales desconocidos.

35 Además, debe ser posible cubrir varios puntos de medición en la instalación con un solo sistema y también son importantes los aspectos económicos, como los costes de un dispositivo de medición.

40 El análisis con espectroscopía RAMAN ofrece aquí como ventajas adicionales la posibilidad de realizar mediciones absolutas y exámenes de componentes orgánicos e inorgánicos, así como un proceso de calibración sencillo. Además, la espectroscopía Raman permite trabajar con poco conocimiento previo de la composición del material que se va a procesar. Esto es especialmente importante en el sector del posconsumo, donde es difícilmente concebible representar en los modelos todas las combinaciones de materiales que pueden darse en el funcionamiento real, algo que, sin embargo, otros conceptos de medición requieren como base necesaria.

45 Otra posibilidad es el uso de la espectroscopía del infrarrojo cercano (NIR) como método físico para examinar, por ejemplo, el espectro de energía de una muestra por medio de radiación u ondas: Las crecientes exigencias de calidad de los productos de plástico, así como la necesidad de reducir los costes de fabricación y reacondicionamiento, requieren el uso de métodos de control rápidos y fiables que registren lo antes posible los parámetros de calidad relevantes para el proceso. Un método que puede hacerlo es la espectroscopía rápida del infrarrojo cercano (NIR).

50 La configuración de la medición para una espectroscopía NIR también puede implementarse en un entorno industrial con poco esfuerzo. No es necesaria ninguna preparación especial de la muestra y la medición en sí no es destructiva. Las mediciones pueden realizarse en granulado, polvo o incluso en piezas acabadas.

55 Además, con este método, el contenido polimérico puede someterse ya a un control de calidad en la unidad de preacondicionamiento PCU o en el compactador de corte. Este control proporciona información acerca de la composición de las mezclas de polímeros o el contenido de humedad del plástico, por ejemplo. Esto ayuda a evitar lotes defectuosos y a documentar continuamente las características de calidad.

60 Actualmente, la tecnología NIR solo se utiliza de forma limitada en la industria del plástico, por ejemplo, en los procesos de clasificación. En la actualidad, las empresas realizan habitualmente controles de entrada y salida. Este enfoque conlleva altos costes y requiere mucho tiempo. Además de estas pruebas, a menudo es necesario producir y preparar muestras. Cuando se utiliza la tecnología RAMAN o NIR, se prescinde ventajosamente de la preparación de la muestra. Además, un modelo quimiométrico creado con la ayuda de la espectroscopía NIR puede ser utilizado para sacar conclusiones acerca del producto que se está sometiendo a prueba fácilmente y en cuestión de segundos.

65

Ejemplos de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención

El objetivo de la invención es crear un control de procesos en línea en una planta de producción o una supervisión continua de los procesos en instalaciones de extrusión. Se determinarán aquellas propiedades de los materiales que pueden medirse de forma reproducible con suficiente precisión para el usuario.

5 Características deseadas son, por ejemplo, las siguientes:

- humedad
- contenido en aditivos/cargas
- 10 - contenido de color cualitativo y cuantitativo
- composición polimérica, contenido en comonomeros
- detección de la reticulación, o del grado de reticulación (gelificación)

15 Estos parámetros serán medidos y analizados. A continuación, se describen ejemplos de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales, en particular materiales termoplásticos, en los que puede obtenerse información en línea acerca de estos parámetros mediante un procedimiento físico como la espectroscopía RAMAN o la espectroscopía NIR.

20 En las figuras 1 y 2, así como en las figuras 3a, 3b y 4, se muestran con más detalle dos ejemplos de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención. Como puede verse en las Fig. 1 a 4, el dispositivo comprende un recipiente de alojamiento 1 ya descrito anteriormente, es decir, un compactador de corte o una combinación de compactador de corte/extrusora. En el ejemplo de realización mostrado, el recipiente de alojamiento 1 tiene una pared lateral 2, es cilíndrico y presenta una superficie de fondo 3. Alternativamente, el recipiente de alojamiento 1 también puede tener una forma sustancialmente cónica, o presentar una sección de pared cónica o cilíndrica.

25 El recipiente de alojamiento 1 comprende además un equipo de mezcla y/o trituración dispuesto en las proximidades del fondo 3. En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, el recipiente de alojamiento 1 presenta, como equipo de mezcla y/o trituración, una herramienta de mezcla y/o trituración 4 rotatoria, que puede girar alrededor de un eje de rotación vertical 9. La herramienta de mezcla y/o trituración 4 sirve para mover y mezclar, y dado el caso también para calentar, triturar y/o ablandar, el material grueso o particulado que se va a tratar, formándose durante el funcionamiento un vórtice de mezclado en el recipiente de alojamiento 1.

30 En un recipiente de alojamiento 1 de acuerdo con la invención, el material suele estar presente de forma grumosa o particulada, por ejemplo, como material molido o virutas de lámina. A este respecto, estas virutas de lámina tienen un espesor de, por ejemplo, aproximadamente 10 μm , pudiendo estar presentes ya aquí capas individuales de polímero en la estructura de la lámina, de hasta varios mm. Las virutas de lámina pueden concebirse a este respecto como estructuras que suelen ser más bien planas. Las otras dos dimensiones pueden ir desde unos pocos mm hasta aproximadamente de 30 mm a 500 mm. Sin embargo, también pueden ser de solo unos pocos mm. El tamaño viene determinado esencialmente por el procesamiento previo.

40 Los productos molidos pueden tener dimensiones desde mm hasta aproximadamente de 30 mm a 50 mm. A menudo se forman cubos o estructuras esféricas o a modo de bolas. Sin embargo, también pueden utilizarse polvos o estructuras más pequeñas, como microgránulos o gránulos.

45 Es esencial que los materiales se comporten de forma similar a un fluido y se mantengan en circulación en forma de vórtice mediante la herramienta de mezcla y/o trituración 4, que tiene una velocidad periférica de aproximadamente 1 m/s a 100 m/s. La velocidad periférica de la herramienta de mezcla y/o trituración 4 se selecciona preferentemente de tal modo que el material grueso o particulado circule radialmente a una velocidad de 0,3 a 45 m/s y/o en dirección vertical a una velocidad de 0,1 a 60 m/s.

50 A este respecto, el material se encuentra esencialmente en el intervalo del 0-80 % de la altura del recipiente de alojamiento 1. El material que, a este respecto, se encuentra en el exterior del recipiente 1, es decir, por ejemplo, en la pared lateral 2, tiene tanto una dirección de movimiento dirigida en la dirección circunferencial como una dirección de movimiento dirigida principalmente también hacia arriba. Es esencial que el material en la pared lateral 2, o en una posición de medición ubicada en ella, se sustituya con frecuencia y regularidad.

55 Por ejemplo, en el caso del procesamiento de láminas o fibras, el material en el recipiente de alojamiento 1 tiene un tiempo medio de permanencia de aproximadamente 10 a 15 minutos. El material circula radialmente a unos 15 m/s. Por consiguiente, un determinado segmento volumétrico pasará entre 40 y 200 veces por una posición de medición en la pared lateral 2. Por ello, son posibles tanto mediciones de larga duración, es decir, integradas durante la propia medición, como un gran número de mediciones de muy corta duración, es decir, se pueden utilizar métodos estadísticos en la evaluación para aumentar el valor informativo de la medición, lo que se comentará con más detalle a continuación.

65 En la figura 1 se puede ver en detalle que en una pared lateral 2 del recipiente de alojamiento 1 está formada una abertura 8 para la descarga, por ejemplo en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración 4. El

material de plástico pretratado es descargado desde el interior del recipiente de alojamiento 1 a través de esta abertura 8. Si en el recipiente de alojamiento 1 están dispuestas varias herramientas de mezcla y/o trituración 4, la abertura 8 puede estar dispuesta en la zona de la herramienta de mezcla y/o trituración 4 más baja, la más cercana al fondo.

5 En el ejemplo de realización, un transportador, por ejemplo una extrusora 5, con un tornillo sin fin 6 que gira en una carcasa 16, por ejemplo de plastificación o aglomeración, recibe el material pretratado que sale de la abertura 8. A este respecto, la carcasa 16 del transportador puede, como en las figuras 1 y 2, presentar una abertura de admisión 80 situada en su cara frontal o en su pared envolvente, para el material que va a ser capturado por el tornillo sin fin 6. Esta abertura de admisión 80 se comunica con la abertura 8 a través de la cual el material sale del interior del recipiente de alojamiento 1.

15 Un dispositivo de acuerdo con la invención comprende además un dispositivo de medición 10 espectroscópico y/o espectrométrico para analizar el material grueso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento 1 o para obtener información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material. Se trata, a este respecto, de un dispositivo de medición 10 basado en un procedimiento físico anteriormente descrito para examinar, por ejemplo, el espectro de energía de una muestra mediante radiación u ondas.

20 En las figuras 1 a 4 se muestra un ejemplo de realización de un dispositivo de medición 10 espectroscópico y/o espectrométrico de este tipo combinado con un recipiente de alojamiento 1. El dispositivo de medición 10 mide en línea, es decir, durante la operación de procesamiento en curso, al menos partes del material grueso o particulado que se mueve dentro del recipiente de alojamiento 1.

25 El dispositivo de medición 10 de un dispositivo de acuerdo con la invención emite un efecto físico, como, por ejemplo, radiación electromagnética, sonido, tensiones eléctricas o campos magnéticos, para excitar al menos una parte del material grueso o particulado en rotación. En el ejemplo de realización mostrado, esto se consigue mediante una fuente de excitación 11 que actúa o se dirige al interior del recipiente de alojamiento 1. Opcionalmente, también pueden estar previstas varias de estas fuentes de excitación 11.

30 En el ejemplo de realización mostrado, una fuente de excitación 11 emite radiación electromagnética para excitar el material. Las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, como por ejemplo espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo, son detectadas por el dispositivo de medición 10. Para ello, el dispositivo de medición 10 comprende al menos un detector 12 para registrar las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular los espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo. En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, el detector 12 es un espectroscopio.

40 Las figuras 1 y 2 muestran la conexión estructural de un espectrómetro RAMAN como dispositivo de medición 10 a un recipiente de alojamiento 1 y a una unidad de precondicionamiento PCU, respectivamente. A este respecto, una sonda RAMAN en forma de cabezal de medición 24 con un sistema de lentes 22 está conectado lateralmente al recipiente de alojamiento 1, a una altura por debajo del nivel del material o el nivel de llenado habitual de las partículas que se mueven en el recipiente de alojamiento 1. Como puede verse en las figuras 1 y 2, tanto la salida de luz para la luz emitida por la fuente de excitación 11 como la entrada de detección del detector 12 para la luz dispersada procedente del recipiente de alojamiento 1 se combinan en el cabezal de medición 24.

45 Sin embargo, la trayectoria del haz de la luz emitida por la fuente de excitación 11 en dirección al interior del recipiente de alojamiento 1 y la trayectoria del haz de la luz dispersada procedente del recipiente de alojamiento 1 en dirección al detector 12 también pueden implementarse por separado. También es posible que el detector 12 esté integrado en el cabezal de medición 24. En este caso, puede llevarse a cabo un enfriamiento del cabezal de medición 24.

50 Alternativamente, para el análisis espectroscópico y/o espectrométrico del material en el recipiente de alojamiento 1, el dispositivo de medición 10 puede comprender también un detector 12 para espectroscopía atómica o espectroscopía molecular, en particular un dispositivo para espectroscopía Raman, espectroscopía NIR, espectroscopía UV/VIS, espectroscopía de fluorescencia y/o espectroscopía de absorción.

55 En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, el dispositivo de medición 10 comprende además una unidad de procesamiento y control 40 en comunicación de datos con el dispositivo de medición 10, específicamente con la fuente de excitación 11 y el detector 12. Por un lado, la unidad de procesamiento y control 40 controla el dispositivo de medición 10 para que emita el efecto físico, en particular para que emita radiación electromagnética. Por otro lado, la unidad de procesamiento y control 40 controla el dispositivo de medición 10 para que detecte las señales de medición que se producen, en particular los espectros característicos de la radiación electromagnética dispersa, y para mantener disponibles los valores de medición determinados de esta manera.

65 Como se muestra esquemáticamente en detalle en la figura 1 y la en la figura 2, la fuente de excitación 11, el detector 12 y la unidad de procesamiento y control 40 están acoplados al recipiente de alojamiento 1 sin vibraciones a través de sistemas de fibra óptica y/o conductores de luz 14. Alternativamente, la fuente de excitación 11, el detector 12 y la

unidad de procesamiento y control 40 pueden estar físicamente distanciados del recipiente de alojamiento 1 o dispuestos, por ejemplo, mediante dispositivos de sujeción en el recipiente de alojamiento 1.

5 Si, por ejemplo, se utiliza un láser como fuente de excitación 11, es ventajoso, como en el ejemplo de realización de las figuras 1 y 2, desacoplar el detector 12 del recipiente de alojamiento 1 mediante fibra óptica. Si no se va a utilizar fibra óptica para el láser o la fuente de excitación 11 y el detector 12 (sistema de haz libre), deberá lograrse un acoplamiento sin vibraciones del sistema de sensores mediante distanciamiento.

10 Si se utiliza fibra óptica, resulta más fácil el desacoplamiento de la unidad de procesamiento y control 40 y del sistema de sensores o detector 12 del recipiente de alojamiento 1, que está sujeto a fluctuaciones de temperatura, vibraciones, etc. En el ejemplo de realización, la fibra óptica se selecciona a este respecto de tal modo que tenga una longitud inferior a 100 m, por ejemplo entre 30 m y 50 m, preferentemente de menos de 15 m, con el fin de minimizar la correspondiente atenuación de las señales y, por lo tanto, ventajosamente también conduce a un ahorro de costes, ya que se requieren menores potencias de láser y se mejora la relación señal a ruido.

15 Los elementos ópticos y los sistemas de formación de imagen se protegen preferentemente de las influencias ambientales, como el polvo, la humedad, la temperatura, los sublimados, etc., mediante medidas adecuadas como, por ejemplo, barrido con aire, aire seco, barrido con N₂, etc.

20 En el recipiente de alojamiento 1 hay dispuesta al menos una abertura de medición 20, a través de la cual es posible realizar una medición de los materiales dentro del recipiente de alojamiento 1. Como se puede ver en detalle en las figuras 1 y 2, en el ejemplo de realización esta se encuentra en la pared lateral 2 del recipiente de alojamiento 1. A través de la abertura de medición 20, el efecto físico emitido por la fuente de excitación 11, que en el ejemplo de realización es la radiación electromagnética emitida, actúa sobre el material en el interior del recipiente de alojamiento 1.

25 La abertura de medición 20 puede tener un diámetro de 0,5 a 100 mm y estar cerrada por una ventana 21 de un material transparente al efecto físico, como por ejemplo la radiación electromagnética, por ejemplo, cristal de zafiro. Dicha ventana 21 provoca una separación efectiva entre el sistema de sensores, es decir, el dispositivo de medición 10 y el material que se va a medir.

30 En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4, la abertura de medición 20 está dispuesta en la pared lateral 2 del recipiente de alojamiento 1 en la zona del tercio inferior de la altura del recipiente de alojamiento 1. Alternativamente, la abertura de medición 20 también puede estar dispuesta en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración 4 más baja, la más cercana al fondo, en particular ligeramente por encima o por debajo de la misma, preferentemente por fuera de la distancia más estrecha entre el punto más exterior de la herramienta de mezcla y/o trituración 4 y la pared lateral 2.

35 Una posición de instalación preferida del dispositivo de medición 10 es lateralmente al recipiente de alojamiento 1, ya que en esta posición se pueden lograr las distancias más cortas respecto al material que se va a medir. La distancia entre el sistema de excitación, es decir, la fuente de excitación 11, tal como, por ejemplo, un láser o una fuente NIR, y el sistema de medición, es decir, el detector 12 y el material que se va a medir, debe ser preferentemente lo más pequeña posible. De esta manera, por un lado, la fuente de excitación 11, es decir, las fuentes de luz, pueden mantenerse ventajosamente pequeñas, al tiempo que se garantiza una buena señal de medición, ya que la intensidad de la luz disminuye con $1/r^2$, en donde r indica la distancia entre el detector 12 y el material que se va a medir.

40 Cuando se instala lateralmente al recipiente 1, la posición preferida es aquella en la que la densidad del material y la presión sobre la pared lateral son mayores.

45 50 A continuación se describe un ejemplo de realización preferido de un procedimiento de acuerdo con la invención para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos, con un dispositivo de medición 10, por ejemplo un espectrómetro RAMAN, dispuesto en el recipiente de alojamiento 1, es decir, el compactador de corte o la combinación de compactador de corte/extrusora:

55 El material que se va a medir debe pasar por el sistema de sensores del dispositivo de medición 10 con una frecuencia suficiente, debiendo pasar el material por el punto focal 23 de la fuente de excitación 11. Para enfocar la radiación electromagnética de la fuente de excitación 11 en un punto focal 23 está prevista una lente o sistema de lentes 22 en el ejemplo de realización, véanse los detalles en las figuras 1 y 2. El punto focal 23 está situado, a este respecto, en la ventana 21 o directamente detrás de ella, preferentemente a una distancia máxima de 10 cm detrás de la ventana 21. A este respecto, cuanto mayor sea la presión de contacto que el material en rotación ejerce sobre el recipiente de alojamiento 1 o una pared lateral 2 del recipiente de alojamiento 1 —especialmente en el caso de materiales con una baja densidad aparente— en este punto focal 23, mayor será la intensidad de la señal de medición, ya que el material se sitúa en el punto focal 23.

60 Si el punto focal 23 estuviera situado más atrás, es decir, más en el interior del recipiente de alojamiento 1 o en el material, los efectos de dispersión y la reducción de la intensidad influirían negativamente en la señal y la relación señal a ruido disminuiría en consecuencia. Por esta razón, es ventajosa la instalación lateral en el recipiente de

alojamiento 1, y preferentemente, como se ha descrito anteriormente, en la zona inferior del recipiente de alojamiento 1.

5 Resulta ventajoso que el procedimiento en el recipiente de alojamiento 1 se desarrolle de tal manera que el nivel de las partículas de material o del vórtice de mezclado formado por el movimiento en el recipiente de alojamiento 1 se mantenga de tal manera que se sitúe constantemente por encima de la fuente de excitación 11 o de la fuente de luz.

10 En un dispositivo de acuerdo con la invención, el material cubre así permanentemente la ventana 21 en las condiciones de funcionamiento. Esta cobertura también sirve para apantallar luz extraña en el intervalo de frecuencias de 570 nm a 1008 nm, en particular de 785 \pm 215 nm, al que se sitúan las frecuencias de medición. Se trata a este respecto de 785 + 215 nm para el intervalo Stokes y 785 - 215 nm para el intervalo anti-Stokes, véase la figura 5. En el caso del efecto Raman, la energía se transfiere del fotón (dispersión Stokes) a la molécula o de la molécula al fotón (dispersión anti-Stokes). Ambas transiciones pueden evaluarse individualmente y/o en relación entre sí. Además, en el caso de un cabezal de medición 24/ventana 21 cubierto en gran medida constantemente, resulta ventajoso lograr una buena estabilidad de la señal de medición durante el tiempo de medición. Opcionalmente, también es posible un intervalo de +/- 245 nm, véase la figura 6.

20 Como se ha mencionado anteriormente, la ventana en el ejemplo de realización de las figuras 1 a 4 está hecha ventajosamente de vidrio de zafiro para permitir el paso de los espectros de frecuencia relevantes en el intervalo de 570 nm a 1008 nm, en particular de 785 \pm 215 nm. Para cubrir las aplicaciones en el intervalo de longitudes de onda de 785 nm, se debe dejar pasar al menos el intervalo entre 931 nm (Stokes) y 678 nm (anti-Stokes).

25 En el ejemplo de realización, las superficies de la ventana 21 son planas y están alineadas en paralelo entre sí. Opcionalmente, la superficie interior de la ventana 21 orientada hacia el recipiente de alojamiento 1 puede estar también adaptada de manera cóncava al radio del recipiente de alojamiento 1 y la superficie exterior de la ventana 21 orientada en sentido opuesto al recipiente de alojamiento 1 puede ser cóncava en paralelo a la superficie interior.

30 Como se mencionó anteriormente, como en el ejemplo de realización mostrado, la fuente de excitación 11 puede ser un láser con un intervalo de longitudes de onda de 100 a 1400 nm, en la gama de luz infrarroja, visible y/o UV, por ejemplo, un intervalo de longitudes de onda de 780 \pm 250 nm. Otros posibles láseres que pueden utilizarse pueden abarcar un intervalo de longitudes de onda de 532 \pm 215 nm, 638 \pm 215 nm, 820 \pm 215 nm y/o 1064 \pm 215 nm.

35 La potencia del láser se sitúa, por ejemplo, en el intervalo de 15 mW a 5 W, siendo preferible de 100 mW a 500 mW. El uso de láseres con alta densidad de energía es posible de forma ventajosa, porque el material se intercambia constantemente y, por lo tanto, no hay cambios en el material que se va a medir. Puede haber una necesidad particular de altas densidades de energía, por ejemplo, para polímeros de color muy oscuro.

40 Además, debe asegurarse una relación entre la potencia del láser y el tiempo de integración. Preferentemente, esta se sitúa en el intervalo de 5 mW/s a 5000 mW/s, en particular en el intervalo de 15 mW/s a 1000 mW/s.

45 Es aconsejable enfriar el cabezal de medición 24 del dispositivo de medición 10 dispuesto en la abertura de medición 20 o en la ventana 21 con el sistema de lentes 22 para que permanezca permanentemente por debajo de 90 °C, preferentemente por debajo de 60 °C. Se pueden utilizar, a este respecto, gases o líquidos como medios de refrigeración, pero también se puede utilizar un elemento Peltier.

50 Cuando se utiliza el infrarrojo cercano, también se aplican preferentemente las condiciones descritas anteriormente. En este caso, sin embargo, la ventana también puede ser de cristal de cuarzo para dejar pasar los espectros de frecuencia relevantes en el intervalo de 760 nm a 2500 nm para NIR.

55 Cuando se instalan simultáneamente dispositivos de medición 10 basados en la espectroscopía Raman o en la espectroscopía del infrarrojo cercano, se prefieren los sistemas de fibra óptica para mantener la instalación sencilla. El sistema de fibra óptica es el que menos espacio necesita inmediatamente delante de la ventana 21. A este respecto, es posible acoplar ambos dispositivos de medición 10 a través de una ventana 21, pero también a través de ventanas 21 diferentes. A este respecto, ha demostrado ser útil que las ventanas 21 se encuentren en gran medida a la misma altura en la dirección circunferencial. La proximidad local es deseable pero no necesaria.

60 El intervalo volumétrico del material que puede examinarse se define por un área de sección transversal del punto de medición en el intervalo de 0,1 mm a 5 mm, en particular de 1 mm a 3 mm, y una profundidad de penetración en el material de 0,3 μ m a 30 μ m. La profundidad de penetración que da lugar a buenos valores de medición en la práctica se sitúa en el intervalo de 8 μ m a 15 μ m. En el ejemplo de realización, el área de sección transversal del punto de medición es de aproximadamente 1 mm a 3 mm, de modo que se puede examinar un volumen de aproximadamente 0,00015 mm³. Por esta razón, la frecuencia de la medición o el paso frecuente del material que se va a medir por la ventana 21 es importante para conseguir resultados de medición representativos.

65 Debido al hecho de que el material delante de la ventana 21 o en el punto focal 23 se reemplaza con frecuencia y regularidad durante el funcionamiento y debido a una frecuencia adaptada de las mediciones o debido la duración de

medición apropiada, se puede conseguir una precisión extremadamente alta.

La unidad de procesamiento y control 40 deriva información acerca del material en cada caso medido, en particular características cuantitativas y/o cualitativas del respectivo material, sobre la base de los valores de medición
5 determinados, y la mantiene disponible. Por ejemplo, la unidad de procesamiento y control 40 puede analizar espectrométrica y/o espectroscópicamente las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular de espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo.

10 Desarrollo del procedimiento y evaluación

Como se ha descrito anteriormente, el material grueso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento 1 es analizado o medido en línea espectroscópica y/o espectrométricamente y los valores de medición así
15 determinados se utilizan para obtener información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material. En el ejemplo de realización, se detectan, de manera preferente espectrométricamente, las señales de medición que se producen en respuesta a la radiación electromagnética, en forma de espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material medido, y se evalúan.

La evaluación de los resultados de medición o de los espectros así obtenidos se lleva a cabo por la unidad de procesamiento y control 40 y se realiza ventajosamente como sigue:

Debido al frecuente flujo de partículas de material en estado entre sólido y parcialmente reblandecido pasando por la posición de medición o punto focal 23, es posible utilizar largos tiempos de medición que permiten el uso de, por ejemplo, láseres de baja potencia de aproximadamente 20 - 200 mW, mientras que el valor informativo de los resultados de medición sigue siendo suficientemente preciso.

En este caso, la unidad de procesamiento y control 40 controla el dispositivo de medición 10, o la fuente de excitación 11, de tal manera que emite continuamente el efecto físico, por ejemplo la radiación electromagnética emitida por el láser, durante un período de tiempo predeterminado, por ejemplo desde menos de un segundo hasta varios segundos o un minuto o más. A continuación, la unidad de procesamiento y control 40 calcula una única información común para
25 el respectivo período de tiempo acerca del material en cada caso medido, es decir, todas las partículas de material que han pasado por la abertura de medición 20 o la ventana 21 y han sido registradas por el detector 12 durante este período de tiempo. Por ejemplo, se puede crear un único espectro total para todas estas partículas de material.

Alternativamente, la unidad de procesamiento y control 40 puede controlar el dispositivo de medición 10, o la fuente de excitación 11, de manera que emita repetidamente el efecto físico, por ejemplo la radiación electromagnética emitida por el láser, en una pluralidad de instantes predeterminados. Así, con cada emisión, en cada caso una partícula del material que gira en el recipiente de alojamiento 1 se excita y devuelve radiación, que es detectada por el detector 12. A continuación, la unidad de procesamiento y control 40 puede calcular y mantener disponible un valor medio de la información acerca del material en cada caso medido, basándose en valores de medición seleccionados, o en todos, determinados en estos instantes por el dispositivo de medición 10, en particular el detector 12, para partículas individuales. Esto significa que se calcula un valor medio a partir de un gran número de espectros de partículas individuales.

Si son necesarias potencias de láser altas/más elevadas debido a los materiales que se van a medir, el flujo de material evita que el material que se va a medir se vea afectado por la alta densidad de energía del láser en el punto focal 23. Se excita metódicamente un material desconocido con una elevada densidad de energía y la unidad de procesamiento y control 40 regula opcionalmente la potencia del láser hacia abajo hasta que el detector 12 se encuentre en su intervalo lineal. En un proceso de medición estático, este proceso de medición automatizado no podría utilizarse porque la muestra o el material se quemaría o fundiría.

Dado que la variación de temperatura del material que se va a procesar suele tener lugar en el recipiente de alojamiento 1, es decir, en el compactador de corte o en la combinación de compactador de corte/extrusora, un dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender opcionalmente también un equipo de medición de la temperatura 30 aguas arriba de la unidad de procesamiento y control 40.

En un modo de funcionamiento habitual del recipiente de alojamiento 1, se produce en cualquier caso una variación de la temperatura del material: el material se introduce a temperatura ambiente o se introduce por la parte superior del recipiente de alojamiento 1 y, a continuación, se calienta, por ejemplo, por el movimiento de las herramientas de mezcla y/o trituración 4 o por fricción. El material se calienta, se ablanda, pero siempre permanece en forma particulada o gruesa y no se funde. Sin embargo, esta variación de la temperatura conduce a una variación de los espectros captados por el dispositivo de medición 10 o el detector 12 debido al cambio estructural de los polímeros en esta etapa del proceso. Por lo tanto, es ventajoso que se efectúe la corrección correspondiente durante la evaluación, especialmente si el espectro registrado en cada caso se va a comparar con bases de datos de espectros existentes.

Este equipo de medición de la temperatura 30 opcional mide la temperatura dentro del recipiente de alojamiento 1 y/o la temperatura del material y la transmite a la unidad de procesamiento y control 40. A este respecto, la temperatura

del material se registra, por ejemplo, con un sensor de temperatura que se adentra en la capa marginal del material, y se utiliza por defecto para la corrección de los espectros. Alternativamente, también se puede utilizar como valor la temperatura del recipiente de alojamiento 1. Otro aparato de medición térmica, por ejemplo, de naturaleza óptica, también puede fijarse correspondientemente al recipiente de alojamiento 1 para registrar la temperatura. En este contexto, es especialmente ventajoso instalar el equipo de medición de la temperatura 30 muy cerca de la ventana 21 que cubre la abertura de medición 20 o del cabezal de medición 24 del dispositivo de medición. El equipo de medición de la temperatura 30 puede estar dispuesto en el recipiente de alojamiento 1, por ejemplo, a la misma altura, en particular en la misma posición, que la al menos una abertura de medición 20.

La unidad de procesamiento y control 40 utiliza los valores de medición determinados por el equipo de medición de la temperatura 30 para una corrección de la influencia de la temperatura en la información determinada para el material en cada caso medido, en particular los espectros característicos –dependientes de la temperatura– de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo, y mantiene disponible la información, en particular los espectros, corregidos de esta manera.

Así, la información sobre la temperatura obtenida de este modo se incluye en la evaluación y sirve como indicación para una corrección de la temperatura de los espectros. Así, por ejemplo, la temperatura del material en el recipiente de alojamiento 1 se mide y se envía a la unidad de procesamiento y control 40. Allí, la temperatura real medida se utiliza para corregir los espectros, por ejemplo, a una temperatura de referencia, para permitir una comparación sencilla con los espectros de referencia almacenados.

Por ejemplo, se corrige un desfase, es decir, un desplazamiento de los espectros inducido por la temperatura hacia intensidades más altas.

Para una evaluación particularmente sencilla de la información obtenida para el material medido, como los espectros, la unidad de procesamiento y control 40 puede comprender una memoria en la que se almacena información de referencia, por ejemplo, características cuantitativas y/o cualitativas de referencia o espectros de referencia. La unidad de procesamiento y control 40 puede entonces comparar la información determinada para el material en cada caso medido, como los espectros, con la información de referencia, por ejemplo los espectros de referencia, y determinar la desviación con respecto a la información de referencia o los espectros de referencia. Esta desviación determinada puede a continuación retransmitirse, por ejemplo, a una unidad de control de procesos y/o a una unidad de visualización.

De acuerdo con la invención, la unidad de procesamiento y control 40 coopera con una unidad de control de procesos 50 y se encuentra en comunicación de datos con ella. Dicha unidad de control de procesos está configurada de acuerdo con la invención para utilizar los datos transmitidos por la unidad de procesamiento y control 40, es decir, la información acerca del material plástico en cada caso medido, como los parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material, para supervisar y/o controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento 1 y/o la cadena de procesos posterior.

Dicha unidad de control de procesos 50 puede, por ejemplo, sobre la base de los datos transmitidos por la unidad de procesamiento y control 40,

- efectuar una dosificación de cargas al recipiente de alojamiento 1 y/o
- efectuar un suministro de materiales, como polímeros, cargas, etc., al recipiente de alojamiento 1 y/o un dispositivo de descarga conectado al recipiente de alojamiento 1 y/o
- descargar por esclusa materiales procesados, en particular granulados, del recipiente de alojamiento 1 mediante un dispositivo de descarga, tal como el transportador, conectado al recipiente de alojamiento 1. Esto se comentará con más detalle a continuación.

Ejemplos de aplicación

Ejemplo 1:

A continuación, se describe un primer ejemplo de aplicación de un procedimiento de acuerdo con la invención y de un dispositivo de acuerdo con la invención, respectivamente, para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos:

En la producción de artículos de higiene, tales como pañales, compresas, etc., se utilizan diferentes polímeros con distintas viscosidades y grados de relleno con cargas como, por ejemplo, CaCO_3 . A este respecto, la parte de material no tejido de los artículos de higiene suele estar hecha de PP sin relleno y la lámina de LD-PE relleno con CaCO_3 . Por lo tanto, los restos de troquelado y los restos de lámina que surgen durante la producción tienen una proporción de polímeros y un grado de relleno diferentes.

Para crear un material de calidad homogénea a partir de estos materiales de partida, es esencial conocer el nivel de cargas y/o polímero de los diferentes componentes. En una etapa de composición, el producto final puede ajustarse ahora a una mezcla definida mediante la adición de polímero, aditivos y cargas, siempre que los componentes

entrantes sean absolutamente conocidos. Esto aumenta correspondientemente la flexibilidad. La medición antes y el control después de la etapa de composición controla las proporciones de los componentes añadidos y garantiza así determinadas propiedades y minimiza los costes de producción.

5 Configuración del ensayo

10 En este ensayo, un INTAREMA® 1180TVEplus compuesto por un dispositivo de medición 10 con un detector 12 para espectroscopía RAMAN y un recipiente de alojamiento 1, es decir, un compactador de corte o una unidad de preacondicionamiento, se cargó con residuos de producción procedentes de la fabricación de láminas higiénicas. Este material se presenta en forma de secciones de lámina gruesas. La tabla 1 resume los datos del ensayo.

El término "INTAREMA" utilizado en la siguiente Tabla 1 se refiere a "INTAREMA®".

Tabla 1: Datos del ensayo del primer ejemplo de aplicación

| Material | Máquina | Temperatura de la PCU [°C] | Potencia de la PCU [kW] | Número de revoluciones de la herramienta [rpm] | Intensidad del láser [mW] | Tiempo de integración [s] | Número de mediciones | Tiempo de medición por espectro [s] |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|------------------------------|----------------------|--|
| LDPE+ CaCO ₃ | INTAREMA 1108 TVEplus | 102 | 36 - 38 | 750 | 200 | 3 | 10 | 30 |

Evaluación

5 Sorprendentemente, el detector 12 o el espectroscopio pudieron registrar espectros claros a pesar de las mencionadas altas velocidades de circulación de las partículas en el recipiente de alojamiento 1. Los espectros registrados por el detector 12 se muestran en la figura 7. Los espectros muestran mezclas de PE y porcentajes variables de CaCO₃ (1 %, 2 %, 5 %, 10 %, 15 %, 17,5 %, 20 % de CaCO₃).

10 Los espectros registrados son evaluados por la unidad de procesamiento y control 40 con respecto a la proporción de CaCO₃ y la proporción de CaCO₃ se pone a disposición en % del material total por la unidad de procesamiento y control 40.

Interpretación

15 En los resultados de medición se puede observar la fluctuación del contenido en CaCO₃ en el material de entrada durante la duración del proceso de aproximadamente 4 h, véase la figura 8. Así, se puede derivar una señal de control a una unidad de control de procesos 50 conectada a la unidad de procesamiento y control 40, tal como, por ejemplo, una unidad de dosificación, en función de la cual se adapta en consecuencia el suministro de CaCO₃ en polvo o como lote maestro. Si la proporción en el material de entrada es mayor, la cantidad de dosificación puede reducirse en consecuencia y aumentarse si la proporción en el material de entrada es menor. El producto final producido tiene entonces ventajosamente una proporción homogénea de CaCO₃. Por lo general, en los productos de moldeo por inyección se prevé una proporción de CaCO₃ de aprox. un 15 % - 25 %, dependiendo de la aplicación, en donde la desviación solo debe ascender a +/- 1 % en cada caso.

Ejemplo 2:

25 A continuación, se describe un segundo ejemplo de aplicación de un procedimiento de acuerdo con la invención y un dispositivo de acuerdo con la invención, respectivamente:

30 Al reutilizar los materiales de envasado usados del sector alimentario/no alimentario, los diferentes flujos de polímeros se separan y se limpian lo mejor posible mediante procesos de clasificación y lavado. En el proceso de conformación térmica posterior (extrusión), se lleva a cabo tanto una homogeneización como una filtración de la masa fundida. Los regenerados producidos a partir de esto deben corresponder a una determinada calidad, en función de la aplicación: Por ejemplo, para la producción de lámina soplada a partir de LDPE, la proporción de PP no debería superar un determinado porcentaje, ya que entonces no se podrían alcanzar las propiedades mecánicas deseadas o ya no se podría obtener soldabilidad. Dado que nunca es posible alcanzar una pureza de clasificación del 100 % en el proceso de clasificación previo, tiene sentido descargar por esclusa gránulos con una proporción de PP superior desde una extrusora 5 conectada al recipiente de alojamiento 1. La medición de RAMAN en línea facilita la determinación del contenido en PP en el recipiente de alojamiento 1 y el control de las descargas de granulados acabados si la proporción de PP es demasiado alta.

40

Configuración del ensayo

45 En el ensayo se usó un INTAREMA® 80TVEplus compuesto por un dispositivo de medición 10 con un detector 12 para espectroscopía RAMAN y un recipiente de alojamiento 1, es decir, un compactador de corte o una unidad de preacondicionamiento. En este ensayo se demostró la idoneidad de un dispositivo de medición basado en espectroscopía RAMAN, que realiza repetidamente mediciones a intervalos de tiempo especificados, añadiendo lámina de PE a una lámina de PP puro en el recipiente de alojamiento 1. Para ello, dos rollos de lámina, uno de PP y otro de LDPE, cada uno con una anchura de lámina y un grosor de lámina conocidos, se introdujeron en el recipiente de alojamiento 1 en cada caso en un valor de entrada independiente. La distribución porcentual se determinó matemáticamente a partir del peso por unidad de superficie y se corroboró mediante pruebas de muestras aleatorias en el granulado producido. La tabla 2 resume los datos del ensayo.

50

Tabla 2: Datos de ensayo del segundo ejemplo de aplicación (el término "INTAREMA" utilizado en la tabla se refiere a "INTAREMA®")

| Material | Máquina | Temperatura de la PCU [°C] | Potencia de la PCU [kW] | Número de revoluciones de la herramienta [rpm] | Intensidad del láser [mW] | Tiempo de integración [s] | Número de mediciones | Tiempo de medición por espectro [s] |
|----------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|--|---------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| PE/PP | INTAREMA 1106 TVEplus | 100 | 40-41 | 750 | 150 | 4 | 10 | 40 |

Evaluación

Los espectros registrados por el detector 12 se muestran en la figura 9. Los espectros muestran mezclas de PP y PE con porcentajes variables en cada caso (100 %, 90 %, 70 %, 50 %, 25 %, 10 % 0 % de PP).

5 Los espectros registrados son evaluados por la unidad de procesamiento y control 40 y la proporción del PP se pone a disposición en % del material total por la unidad de procesamiento y control 40, véase la figura 10.

Interpretación

10 Mediante este proceso de medición, es posible medir la proporción de PP con una precisión inferior al 1 % en el flujo de material. De este modo, es fácil controlar la proporción de PP en el producto final del proceso mediante adición de material de PE. Esto es especialmente ventajoso, ya que en la práctica se sabe que incluso una proporción de aproximadamente el 5 % de PP en el flujo de LD reduce la soldabilidad hasta tal punto que la producción de bolsas ya no es posible.

Ejemplo 3:

20 A continuación, se describe un tercer ejemplo de aplicación de un procedimiento de acuerdo con la invención y un dispositivo de acuerdo con la invención, respectivamente:
Los compuestos de PE/PA se utilizan como lámina de envasado para alimentos. Se trata a este respecto de una estructura multicapa, en cuyo centro se encuentra la lámina de PA, que se utiliza, por ejemplo, como protección para el aroma. El PE (polietileno) y la PA (poliamida) son polímeros que no se mezclan bien. Sin embargo, es posible obtener un material muy bueno para la producción de láminas o el moldeo por inyección añadiendo compatibilizadores.

25 Como los compatibilizadores son muy caros y las proporciones de PA y PE varían, se pueden ahorrar costes durante el reacondicionamiento y optimizar el producto final del proceso si se puede determinar con precisión la proporción de polímero y controlar la adición del compatibilizador en consecuencia. Los materiales residuales suelen tener una proporción de aproximadamente un 40 % de PA y un 60 % de PE y están presentes en estructuras planas, tiras de borde y rollos de lámina.

Configuración del ensayo

30 En el ensayo se usó un INTAREMA® 1108 TE compuesto por un dispositivo de medición 10 con un detector 12 para espectroscopía RAMAN y un recipiente de alojamiento 1, es decir, un compactador de corte o una unidad de
35 preacondicionamiento. En este ensayo se demostró la idoneidad de un dispositivo de medición 10 que realiza una medición continua basado en espectroscopía RAMAN mediante la adición de las tiras de borde de PE/PA y los trozos de lámina al recipiente de alojamiento 1. En el granulado producido, se midieron las proporciones de polímero correspondientes con instrumentos de medición de laboratorio para comprobar las proporciones determinadas previamente en línea. La tabla 3 resume los datos del ensayo.

Tabla 3: Datos de ensayo del tercer ejemplo de aplicación (el término "INTAREMA" utilizado en la tabla se refiere a "INTAREMA®")

| Material | Máquina | Temperatura de la PCU | Potencia de la PCU | Número de revoluciones de la herramienta | Intensidad del láser | Tiempo de integración | Número de mediciones | Tiempo de medición por espectro |
|----------|------------------|-----------------------|--------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| PE/PA | INTAREMA 1108 TE | [°C] 107 | [kW] 48-54 | [rpm] 750 | [mW] 350 | [s] 3 | | [s] 30 |

Evaluación

Los espectros registrados por el detector 12 son evaluados por la unidad de procesamiento y control 40 y la proporción de PA a PE es representada por la unidad de procesamiento y control 40, véase la figura 11.

5

Interpretación

Debido a las diferentes variantes de las láminas procesadas, existen correspondientes desplazamientos. Por ejemplo, a alrededor de las 9:55 la proporción de PE aumenta. Sin embargo, esto no es deseable para conseguir la calidad final deseada del producto procesado, ya que una proporción demasiado pequeña de PA tiene un efecto negativo en las propiedades del producto final y, además, se añade demasiado compatibilizador. Por esta razón, en respuesta a la información obtenida acerca del material medido, se puede conectar un desviador al final de la planta de procesamiento y el granulado producido puede ser descargado por esclusa en el intervalo de la 9:55 a las 10:08.

10

15

Mediante el dispositivo de acuerdo con la invención anteriormente descrito y el procedimiento de acuerdo con la invención anteriormente descrito, respectivamente es posible, por lo tanto, un análisis, una supervisión y, dado el caso, un control eficaces del proceso en línea en sistemas para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales plásticos, con un recipiente de alojamiento 1, es decir, un compactador de corte o una combinación de compactador de corte/extrusora, utilizando dispositivos de medición 10 espectroscópicos y/o espectrométricos.

20

Además, la información/datos transmitidos por la unidad de evaluación también pueden utilizarse en la cadena de procesos posterior, por ejemplo, en la adición de cargas, en la descarga por esclusa del granulado acabado, pero también en el suministro de otros polímeros, por ejemplo, al recipiente de alojamiento 1, es decir, al compactador de corte o la combinación de compactador de corte/extrusora.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reacondicionar, procesar y/o reciclar materiales, concretamente materiales plásticos,

- 5 - en donde el material se mueve y se mezcla en un recipiente de alojamiento (1), concretamente en un compactador de corte, y también se calienta, se tritura y/o se ablanda, permaneciendo el material en el recipiente de alojamiento (1) en todo momento en forma grumosa o particulada y sin fundir,
- 10 - en donde, en el recipiente de alojamiento (1), en particular en una pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), en particular en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración (4), o de la más baja, la más próxima al fondo, está formada una abertura (8) a través de la cual se descarga el material plástico pretratado desde el interior del recipiente de alojamiento (1), y en donde está dispuesto al menos un transportador, en particular una extrusora (5), con al menos un tornillo sin fin (6) que gira en una carcasa (16), en particular de plastificación o aglomeración, para recibir el material pretratado que sale de la abertura (8),
- 15 - en donde el material grumoso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento (1) se analiza o mide en línea espectroscópica y/o espectrométricamente, utilizándose los valores de medición determinados de esta manera para obtener información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material,
- 20 - en donde al menos partes del material grumoso o particulado que se encuentra en el interior del recipiente de alojamiento (1) y que gira en el mismo son excitadas por un efecto físico, en particular por radiación electromagnética, y las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular los espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo, se detectan de manera preferente espectrométricamente,
- 25 - en donde la luz se detecta y analiza para registrar parámetros cuantitativos y/o cualitativos específicos del material plástico o variaciones en estos parámetros durante el proceso en línea y utilizarlos para supervisar y/o controlar el proceso y/o utilizar estos parámetros para controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento (1) y/o la cadena de procesos posterior.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la radiación electromagnética que excita el material se enfoca en un punto focal (23) que está situado dentro del recipiente de alojamiento (1) en la pared del recipiente o inmediatamente detrás de ella, preferentemente a una distancia de 10 cm como máximo detrás de la pared del recipiente.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el efecto físico que excita el material, en particular la radiación electromagnética, se introduce en el interior del recipiente de alojamiento (1) o en el material en una o más de las siguientes posiciones:

- 40 - por debajo del nivel de llenado del material o de las partículas de material en el recipiente de alojamiento (1) durante el funcionamiento,
- a una altura y/o a una distancia del fondo (3) o de la herramienta de mezclado y/o de trituración (4) a la que el efecto físico, concretamente la radiación electromagnética, se sitúa en particular por debajo del nivel de llenado – especificado conforme al procedimiento– de las partículas de material que se encuentran o giran en el recipiente de alojamiento (1) y/o por debajo del nivel del vórtice de mezclado formado durante un movimiento y/o una rotación de las partículas de material,
- 45 - a la altura del tercio medio del nivel de llenado –especificado conforme al procedimiento– del material en el recipiente de alojamiento (1) y/o en el vórtice de mezclado,
- en la zona del recipiente de alojamiento (1) en la que la densidad de las partículas de material en movimiento y/o en rotación es mayor, y/o
- 50 - en la zona del recipiente de alojamiento (1) en la que las partículas de material en movimiento y/o en rotación ejercen la mayor presión sobre la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el material grumoso o particulado en la zona exterior del recipiente de alojamiento (1), en particular en la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), presenta una dirección de movimiento en la dirección circunferencial y una dirección de movimiento predominantemente ascendente.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el material grumoso o particulado circula radialmente a una velocidad de 0,3 m/s a 45 m/s y en dirección vertical a una velocidad de 0,1 m/s a 60 m/s, de modo que el material grumoso o particulado en la zona exterior del recipiente de alojamiento (1), en particular en la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), se intercambia frecuente y regularmente.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**

- 65 - se almacena información de referencia, en particular parámetros de referencia cuantitativos y/o cualitativos, preferentemente espectros de referencia, y
- **por que** la información determinada para el material en cada caso medido, en particular los parámetros, preferentemente los espectros, se comparan con la información de referencia, en particular los parámetros de

referencia, preferentemente los espectros de referencia, y se determina la desviación con respecto a la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, y en particular se visualiza y/o se utiliza para supervisar y/o controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento (1) y/o la cadena de procesos posterior.

- 5
7. Dispositivo para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,
- con al menos un recipiente de alojamiento (1), concretamente un compactador de corte,
 - con un equipo de mezcla y/o trituración para el material, concretamente materiales plásticos,
- 10
- en donde, en el recipiente de alojamiento (1), en particular en una pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), en particular en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración (4) más baja, la más próxima al fondo, está formada una abertura (8) a través de la cual puede descargarse el material plástico pretratado desde el interior del recipiente de alojamiento (1), y por que está dispuesto al menos un transportador, en particular una extrusora (5), con al menos un tornillo sin fin (6) que gira en una carcasa (16), en particular de plastificación o aglomeración, para recibir el material pretratado que sale de la abertura (8), así como
- 15
- con un dispositivo de medición (10) espectroscópico y/o espectrométrico para analizar el material grumoso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento (1) o para obtener información acerca del material en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material, en donde el dispositivo de medición (10) espectroscópico y/o espectrométrico para la medición en línea de las partes del material grumoso o particulado que se mueve en el interior del recipiente de alojamiento (1) está configurado para
- 20
- emitir un efecto físico, en particular radiación electromagnética, para excitar el material grumoso o particulado en rotación y
 - detectar, de manera preferente espectrométricamente, las señales de medición que se producen en respuesta al efecto, en particular espectros característicos de la radiación electromagnética dispersada por el material que se está midiendo
- 25
- y
- una unidad de procesamiento y control (40) en comunicación de datos con el dispositivo de medición (10), la cual está configurada para
- 30
- controlar el dispositivo de medición (10), emitir el efecto físico, en particular radiación electromagnética, y detectar las señales de medición que se producen y mantener disponibles los valores de medición así determinados, y
 - derivar y mantener disponible información acerca del material plástico en cada caso medido, en particular parámetros cuantitativos y/o cualitativos del respectivo material, sobre la base de los valores de medición determinados,
- 35
- en donde la unidad de procesamiento y control (40) coopera y se encuentra en comunicación de datos con una unidad de control de procesos (50), estando la unidad de control de procesos (50) configurada para utilizar la información transmitida por la unidad de procesamiento y control (40) acerca del material plástico en cada caso medido, preferentemente parámetros cuantitativos y/o cualitativos del material respectivo, para supervisar y/o controlar el proceso que se desarrolla en el recipiente de alojamiento (1) y/o la cadena de procesos posterior.
- 40
- 45

50 8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** al menos una herramienta de mezcla y/o trituración (4) rotatoria, en particular giratoria en torno a un eje de rotación vertical (9), está dispuesta en el recipiente de alojamiento (1) como equipo de mezcla y/o trituración para mover y mezclar, y, dado el caso, también para calentar, triturar y/o ablandar, el material grumoso o particulado que se va a tratar, pudiendo formarse un remolino y/o un vórtice de mezclado en el recipiente de alojamiento (1) durante el funcionamiento.

55 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** la velocidad periférica de la herramienta de mezcla y/o trituración (4) se selecciona de tal manera que el material grumoso o particulado circule radialmente a una velocidad de 0,3 a 45 m/s y/o en dirección vertical a una velocidad de 0,1 a 60 m/s.

60 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que**, en el recipiente de alojamiento (1), la carcasa (16) presenta una abertura de alimentación (80), situada en su parte frontal o en su pared envolvente, para el material que se ha de agarrar por el tornillo sin fin (6), y la abertura de alimentación (80) está en comunicación con la abertura (8).

65 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por que** en el recipiente de alojamiento (1), en particular en la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), está prevista

al menos una abertura de medición (20), estando la abertura de medición (20) configurada de tal manera que el efecto físico emitido por la fuente de excitación (11), en particular la radiación electromagnética emitida, actúe sobre el material en el recipiente de alojamiento (1) y pueda detectarse la luz dispersada desde el recipiente de alojamiento (1), estando previsto en particular que la abertura de medición (20) tenga un diámetro de 0,5 a 100 mm.

5 12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la al menos una abertura de medición (20), en particular en la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1), está dispuesta en una o varias de las siguientes posiciones:

- 10 - en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o trituración (4) más baja, la más cercana al fondo, en particular ligeramente por encima o por debajo de la misma, preferentemente a la distancia más estrecha entre el punto más externo de la herramienta de mezcla y/o trituración (4) y la pared lateral (2), y/o
- 15 - en la zona del tercio inferior de la altura del recipiente de alojamiento (1),
- por debajo del nivel de llenado del material o de las partículas de material en el recipiente de alojamiento (1) durante el funcionamiento,
- 20 - a una altura y/o a una distancia del fondo (3) o de la herramienta de mezclado y/o de trituración (4) a la que el efecto físico, concretamente la radiación electromagnética, se sitúa constantemente por debajo del nivel de llenado –especificado conforme al procedimiento– de las partículas de material que se encuentran o giran en el recipiente de alojamiento (1) y/o del nivel del vórtice de mezclado formado durante un movimiento y/o una rotación de las partículas de material,
- a la altura del tercio medio del nivel de llenado –especificado conforme al procedimiento– del material en el recipiente de alojamiento (1) y/o en el vórtice de mezclado,
- 25 - en la zona del recipiente de alojamiento (1) en la que la densidad de las partículas de material en movimiento y/o en rotación es mayor, y/o
- en la zona del recipiente de alojamiento (1) en la que las partículas de material en movimiento y/o en rotación ejercen la mayor presión sobre la pared lateral (2) del recipiente de alojamiento (1).

30 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado por que** está prevista una lente o un sistema de lentes (22) para enfocar la radiación electromagnética de la fuente de excitación (11) en un punto focal (23), en donde el punto focal (23) se forma en particular en la ventana (21) o directamente detrás de ella, preferentemente a una distancia de como máximo 10 cm detrás de la ventana (21).

35 14. Dispositivo según la reivindicación 7 a 13, **caracterizado por que** la unidad de control de procesos (50) está configurada, sobre la base de los datos transmitidos por la unidad de procesamiento y control (40), para

- efectuar una dosificación de cargas al recipiente de alojamiento (1) y/o
- efectuar un suministro de materiales, en particular de polímeros, al recipiente de alojamiento (1) y/o a un dispositivo de descarga conectado al recipiente de alojamiento (1) y/o
- 40 - descargar por esclusa materiales procesados, en particular granulado, del recipiente de alojamiento (1) mediante el dispositivo de descarga conectado al recipiente de alojamiento (1).

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 14, **caracterizado por que**

45 la unidad de procesamiento y control (40) comprende una memoria, almacenándose en la memoria información de referencia, en particular parámetros de referencia cuantitativos y/o cualitativos, preferentemente espectros de referencia, y

50 **por que** la unidad de procesamiento y control (40) está configurada para comparar la información determinada para el material en cada caso medido, en particular los parámetros, preferentemente los espectros, con la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, y determinar la desviación con respecto a la información de referencia, en particular los parámetros de referencia, preferentemente los espectros de referencia, y en particular retransmitirla a la unidad de control de procesos y/o a una unidad de visualización.

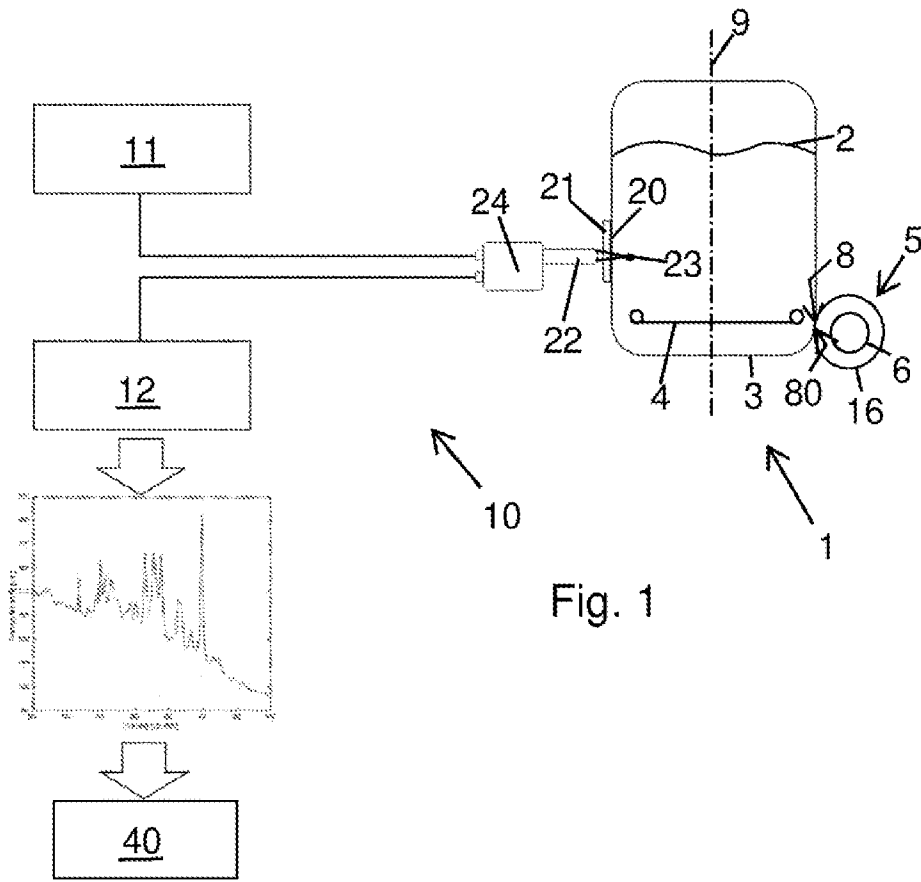


Fig. 1

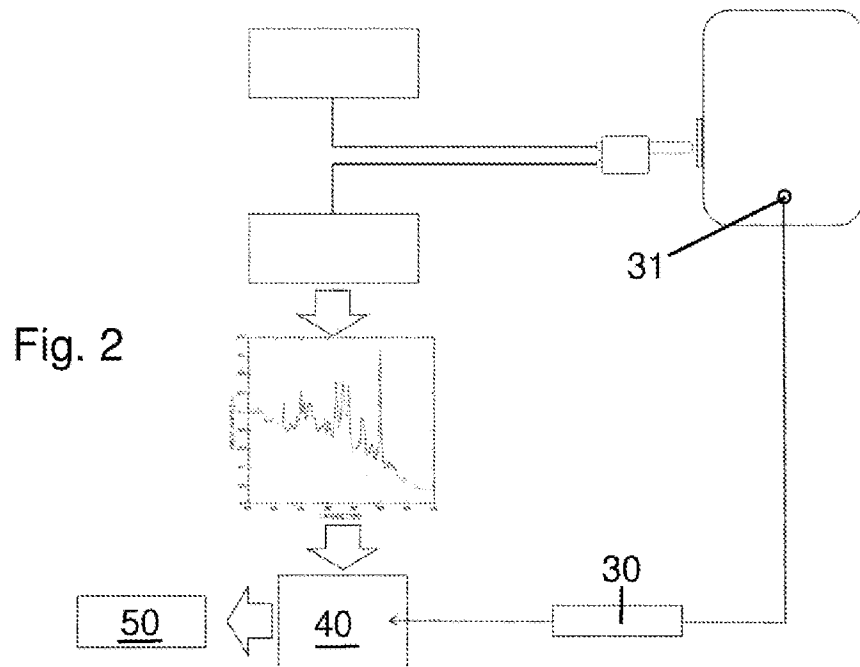
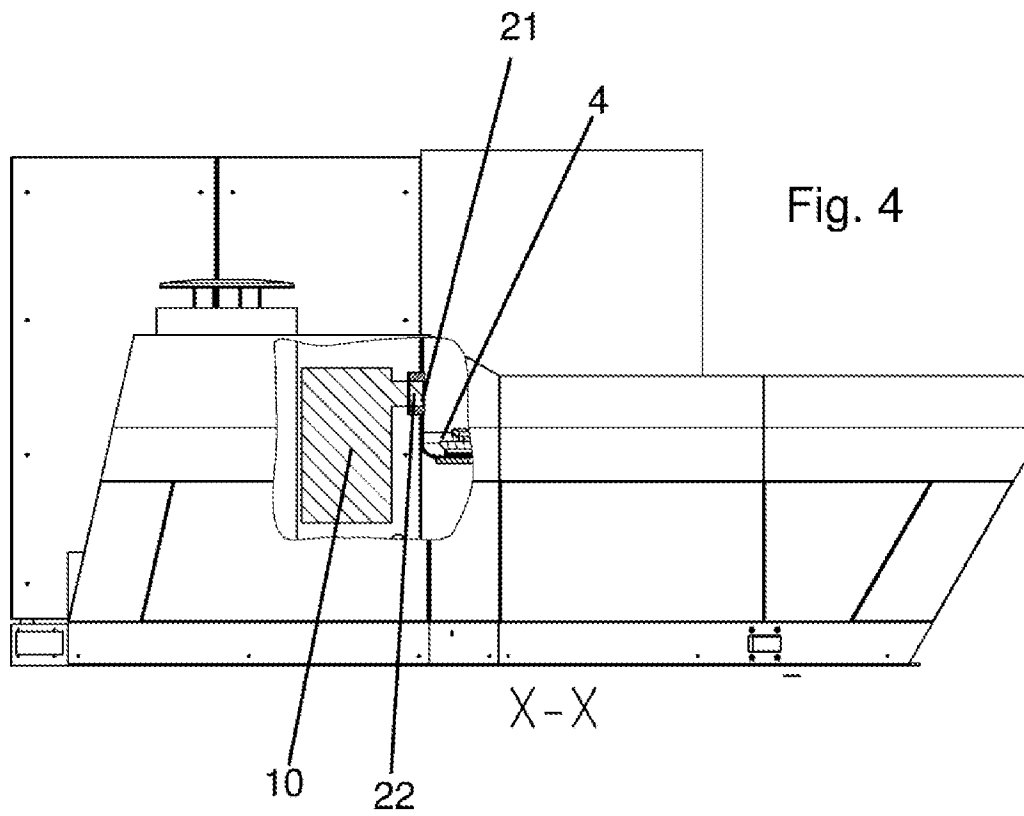
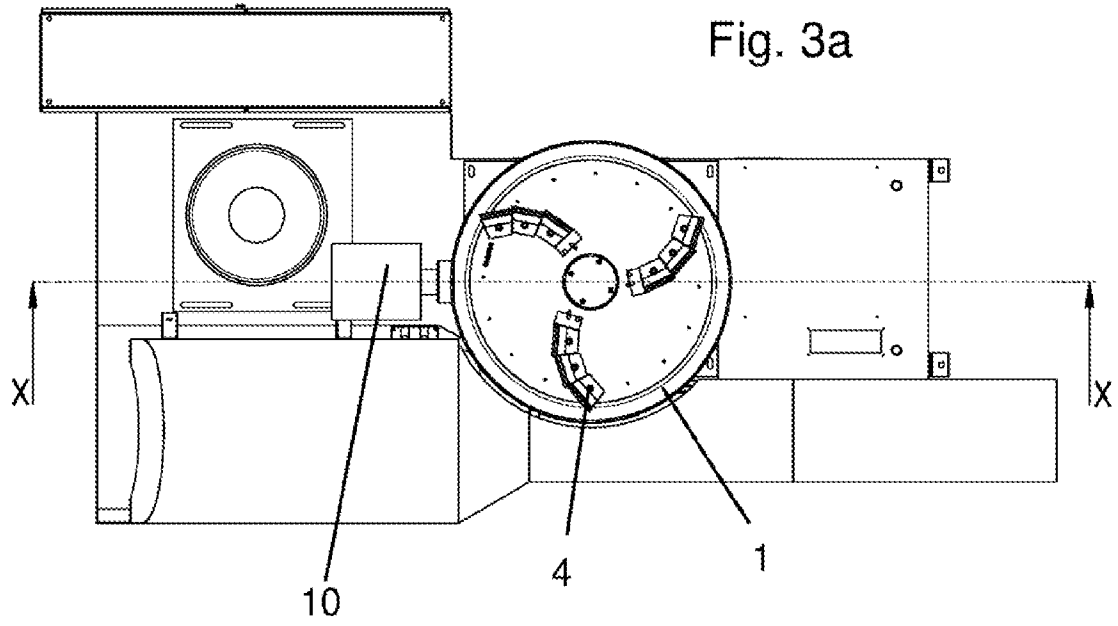
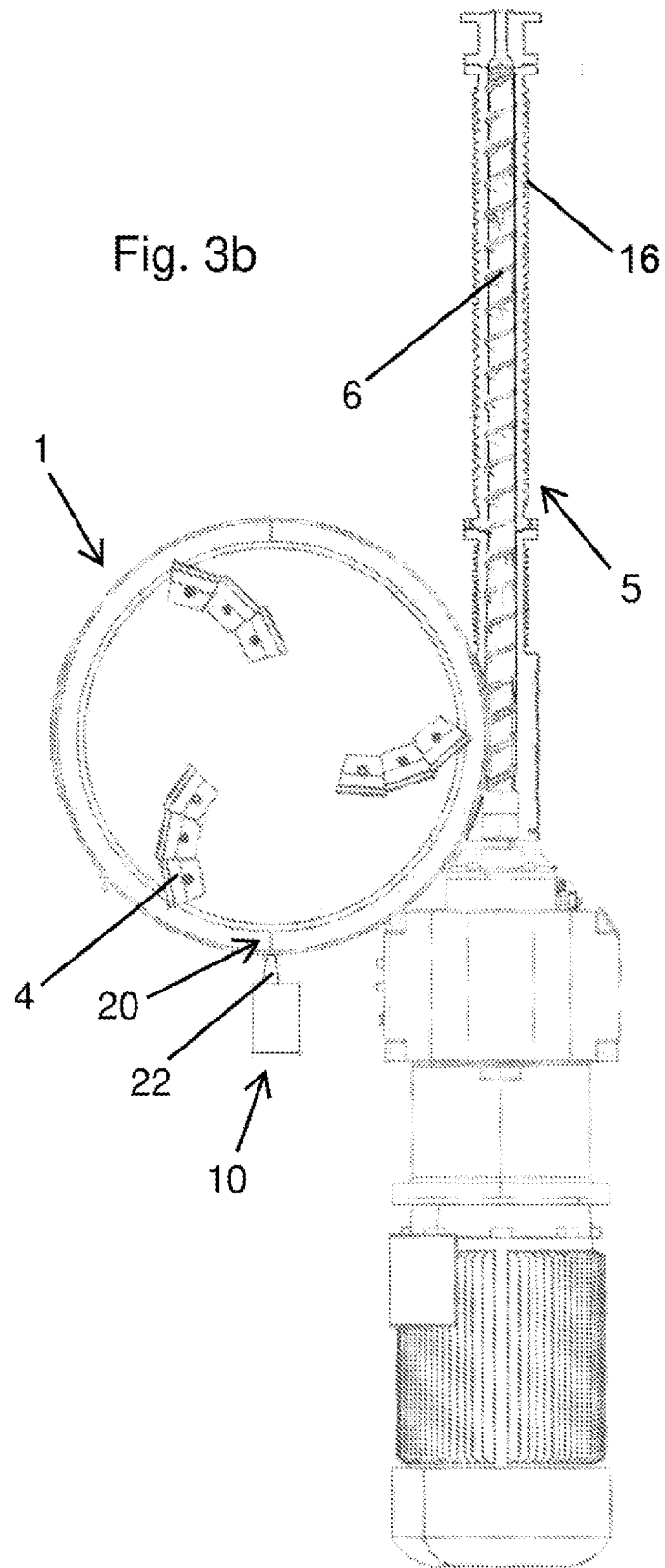
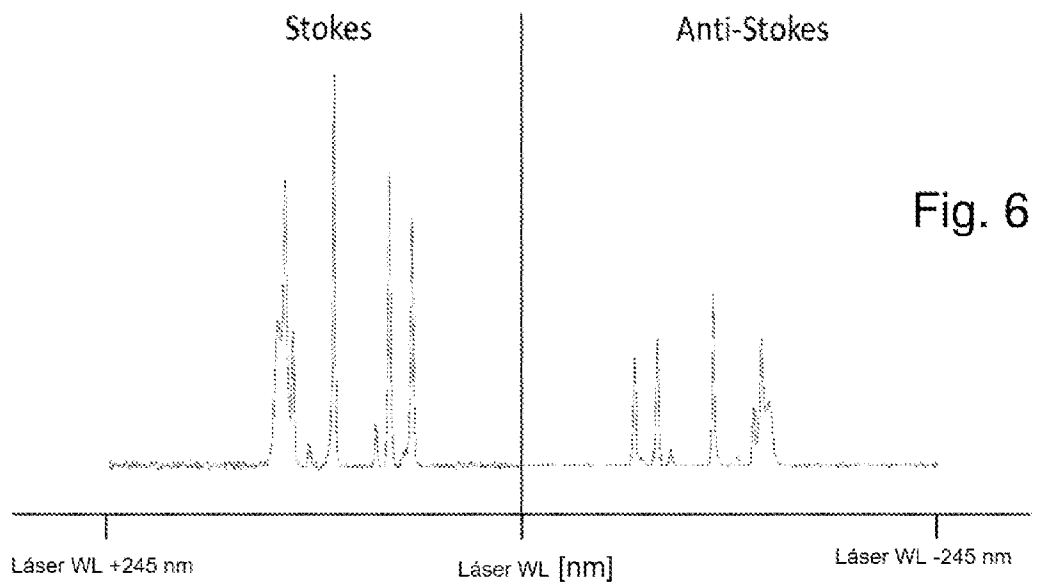
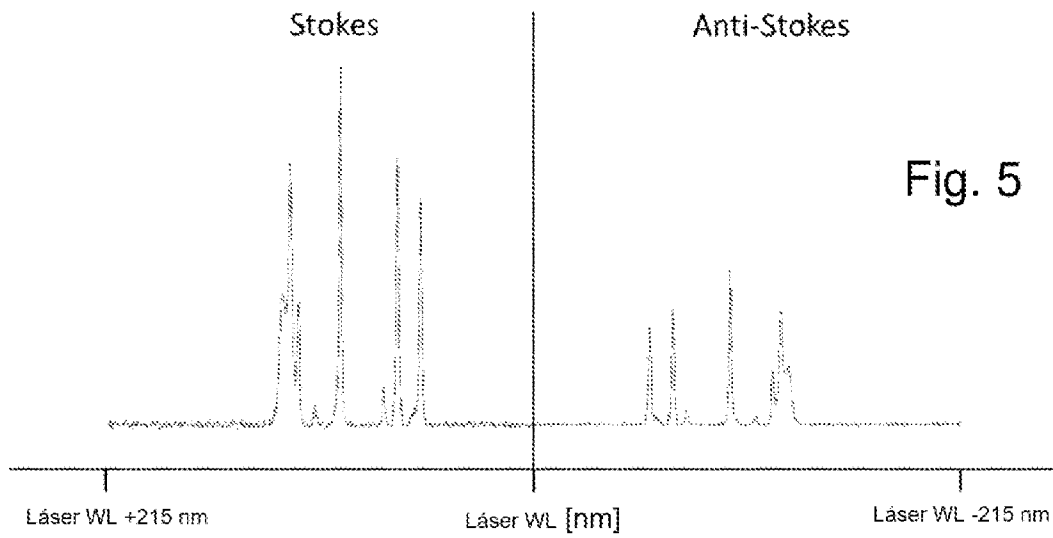


Fig. 2







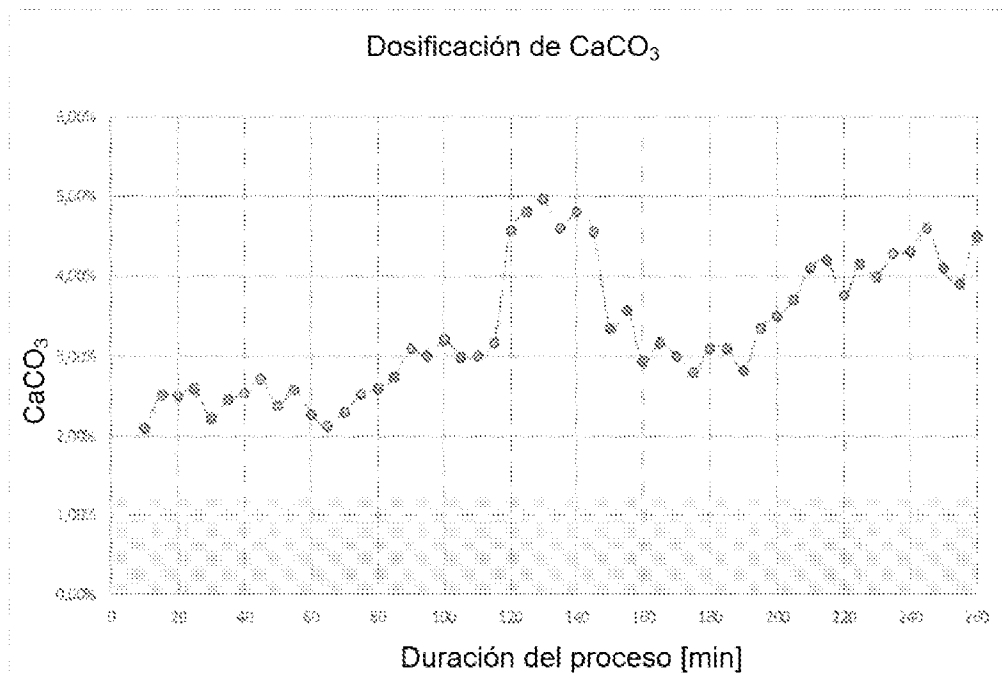
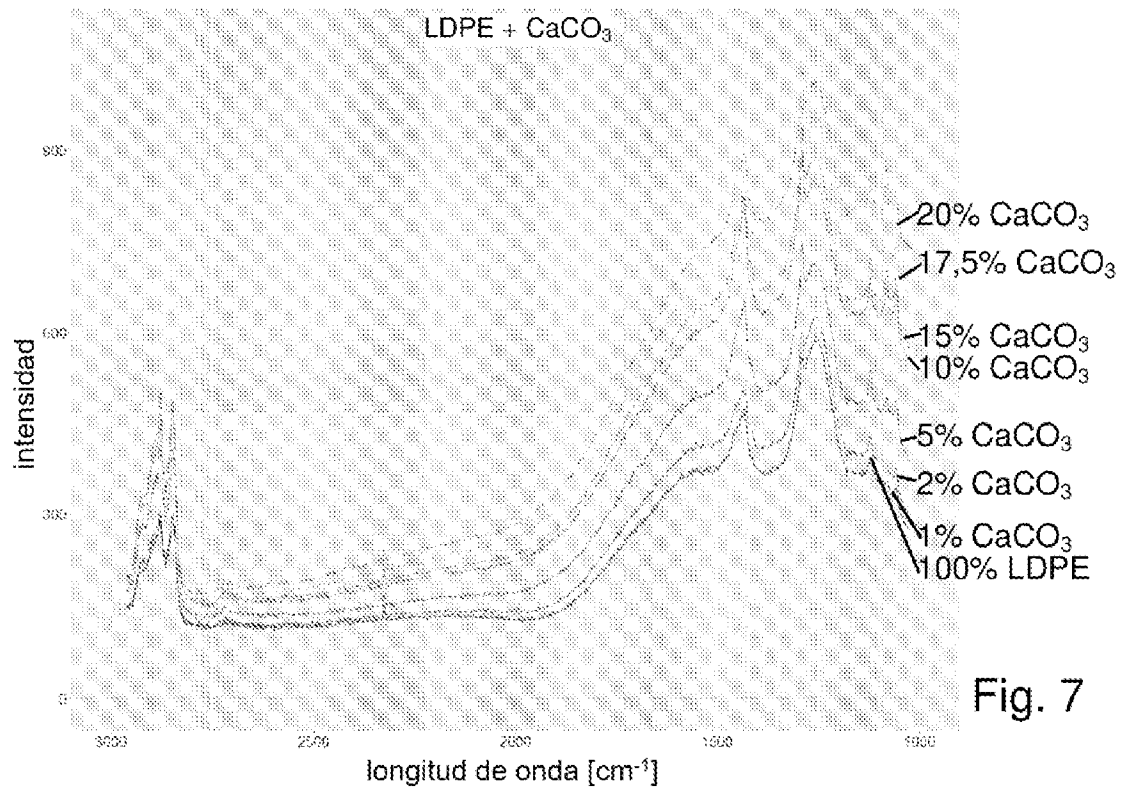


Fig. 8

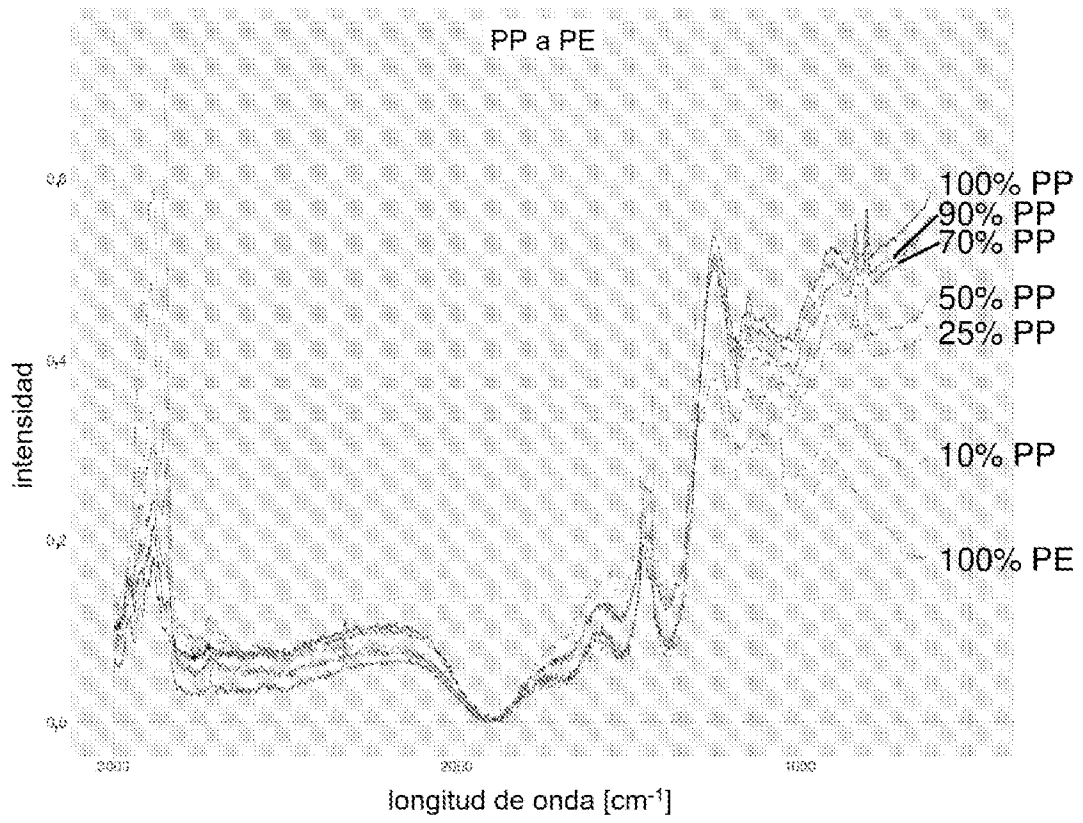


Fig. 9

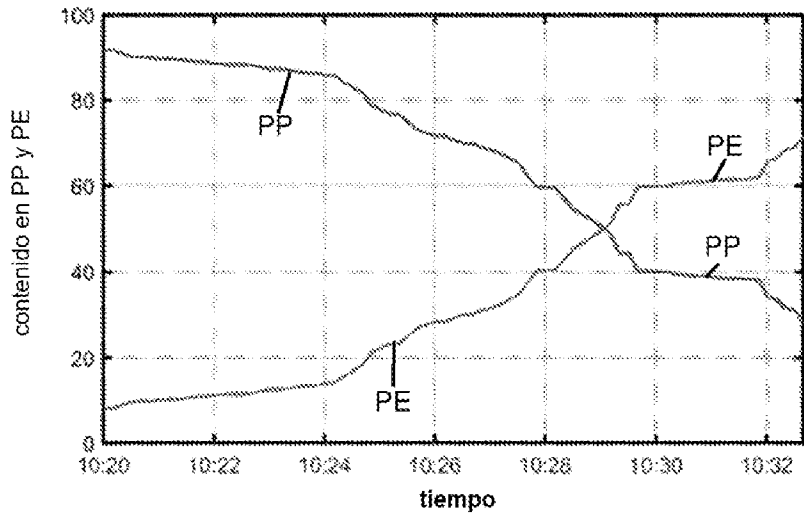


Fig. 10

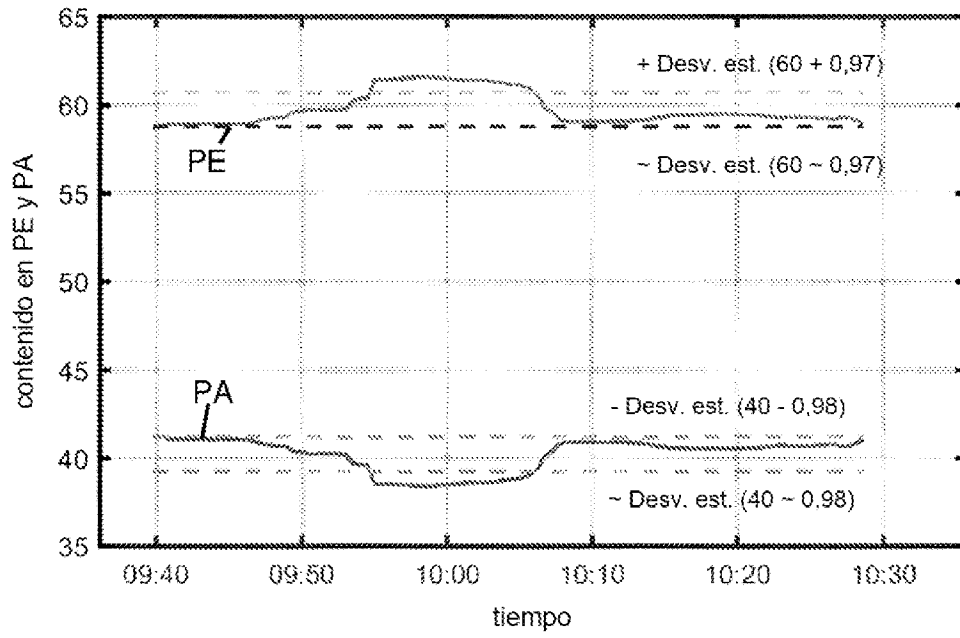


Fig. 11