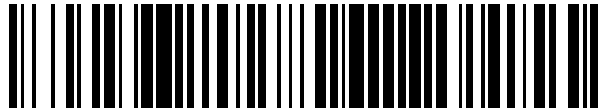


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 477**

51 Int. Cl.:

**B29C 45/56** (2006.01)

**B29C 45/76** (2006.01)

**G01F 1/66** (2006.01)

**G01N 29/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2011 PCT/EP2011/002786**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11154123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2011 E 11733565 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2576179**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la monitorización y optimización de procesos de moldeo por inyección**

30 Prioridad:  
**07.06.2010 DE 202010007655 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.05.2017**

73 Titular/es:  
**SEUTHE, ULRICH (100.0%)  
Karl-Siepmann-Strasse 51  
58300 Wetter, DE**

72 Inventor/es:  
**SEUTHE, ULRICH**

74 Agente/Representante:  
**FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga**

ES 2 611 477 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 la monitorización y optimización de procesos de moldeo por inyección

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la monitorización y optimización de procesos de moldeo por inyección basándose en un análisis del espectro de vibraciones que se produce antes, durante y/o después del moldeo por inyección de una pieza constructiva.

10

**Antecedentes de la invención**

Durante el moldeo por inyección se presionan materiales líquidos en moldes especiales, se enfrían tras la operación de llenado y a continuación se extraen.

15

A este respecto, toda la operación está marcada por diferentes estados de presión, temperatura, fricciones, estados de agregado y similares asociados al respectivo material de moldeo por inyección, al molde así como al método de moldeo por inyección.

20

Por regla general, el material de moldeo por inyección tiene que calentarse y después presionarse a alta presión, por ejemplo de hasta 100 bar, en moldes más o menos complejos, circulando el material líquido a través de canales de diferentes volúmenes, se enfría en las paredes o se adhiere a las mismas, se acumula en lugares estrechos y experimenta de manera forzada variaciones de dirección.

25

Al final de la operación de llenado original se llena, mediante una denominada inyección posterior, el volumen que se contrae durante el enfriamiento del material de relleno con material adicional, para garantizar un llenado completo del molde.

30

La herramienta de conformación tiene que absorber las fuerzas correspondientes, proporcionar la correcta disipación de calor y expulsar de nuevo el material de moldeo por inyección al final.

Elementos de instalación adicionales preparan el material de moldeo por inyección desde el punto de vista térmico y de la técnica de prensado para el moldeo por inyección.

35

Debido a diferentes variaciones de proceso pueden producirse defectos o fallos durante la producción de la pieza de moldeo por inyección. Por ejemplo, es posible que

- el molde no se llene completamente,

40

- se rompa un elemento sobresaliente del molde,

- diferentes velocidades de enfriamiento conduzcan a tensiones en la pieza de moldeo por inyección,

45

- interrupciones en el circuito de enfriamiento distorsionen el perfil de temperatura durante el enfriamiento,

- la pieza de moldeo por inyección se dañe por mecanismos expulsores defectuosos,

- la provisión de material o el tratamiento sea defectuoso,

50

- la temperatura y con ello la viscosidad difieran y conduzcan a diversos defectos de llenado y de enfriamiento,

- un comportamiento explosivo a presión conduzca a errores de llenado y quemaduras.

55

Los defectos mencionados anteriormente y defectos adicionales sólo pueden identificarse difícilmente. Así, debido a una pieza de moldeo por inyección defectuosa, tiene que determinarse el motivo del defecto mediante consideraciones técnicas y pruebas. Con frecuencia, las piezas de moldeo por inyección defectuosas tampoco pueden reconocerse sin más como tales, de modo que pueden producirse grandes cantidades de rechazos antes de que se reconozca el defecto y a continuación pueda optimizarse el proceso mediante variaciones de parámetros de manera experimental.

60

Además, las herramientas de moldeo por inyección pueden alcanzar un valor de varios cientos de miles de euros. La monitorización de su función correcta así como el inicio a su debido tiempo de trabajos de mantenimiento son por consiguiente de gran interés económico.

65

Por el documento WO2010/051954 se conoce un procedimiento de base acústica para la comprobación de piezas constructivas. Sin embargo, el campo de aplicación está limitado a piezas constructivas sólidas y su mecanizado

mediante mecanizado con arranque de virutas, conformación, etc.

5 El documento WO 03/036289 A2 describe un procedimiento y un dispositivo para examinar el espacio interno de una pieza de trabajo para detectar cuerpos extraños presentes, en el se genera una corriente de gas en el espacio interno de la pieza de trabajo, que se detecta mediante el ruido generado por la corriente de gas, se deduce un valor de medición a partir del ruido y se compara el valor de medición deducido a partir del ruido con un valor teórico.

10 Por el documento DE 10 2008 047 002 A1 se conoce medir el sonido durante el procesamiento de materiales de trabajo poliméricos y evaluar la medición de sonido.

10 Por el documento DE 10 2006 033 421 B3 se conocen un sensor para su uso en una máquina procesadora de plástico así como un procedimiento para el funcionamiento de un sensor de este tipo, estando dispuesto el sensor en el lado de accionamiento de la máquina.

15 El documento US 2004/139810 A1 se refiere a un dispositivo de monitorización para una máquina de moldeo por inyección, en el que valores característicos individuales, como por ejemplo la presión de inyección, la velocidad de inyección, la temperatura, etc. se registran de manera discreta durante el funcionamiento y se representan gráficamente a través del número de ciclos.

20 Lo mismo es aplicable para el documento JP 2002/273773 A, en el que se registran igualmente parámetros de proceso, como por ejemplo presión, velocidad de avance, etc. y se representan gráficamente.

25 El documento WO 2005/111598 A1 se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la evaluación de una categoría de calidad de un objeto que debe comprobarse tras su producción por medio de una señal de comprobación.

30 Por el documento WO 2010/135719 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para la clasificación de procesos generadores de sonido, realizándose para la determinación de la propiedad de rotación de una rueda ferroviaria ("¿la rueda es redonda o tiene excentricidad?") un análisis espectral individual.

30 El documento WO 2010/094809 A1 se refiere a la observación acústica de fluidos y cuerpos sólidos en tubos, por ejemplo el reconocimiento y la medición acústicos de arena y cuerpos sólidos en corrientes de aceite/gas/agua.

35 El documento EP 2 317 308 A2 se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para examinar una pieza constructiva para determinar daños tras la producción de la pieza constructiva, pero no la monitorización y/u optimización de un proceso de moldeo por inyección.

40 Finalmente, el documento EP 0 737 560 A1 se refiere a una representación estadística de datos de proceso, buscándose significaciones, que describan el proceso monitorizado.

### Sumario de la invención

45 Partiendo de esto, la invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento y un dispositivo para la monitorización y optimización de procesos de moldeo por inyección, con los que se posibilite una monitorización y/o evaluación precisas de un proceso de moldeo por inyección.

Este objetivo se alcanza de manera correspondiente a las características de la reivindicación 1 ó 9.

50 Por consiguiente se conectan o acoplan directa o indirectamente sensores de ruido estructural con el molde de moldeo por inyección o con el aparato de llenado y se miden las vibraciones generadas por la operación de moldeo por inyección en el molde o el aparato así como las generadas por el movimiento de la herramienta durante el cierre, la apertura y la expulsión.

55 Estas vibraciones, en particular en el intervalo de frecuencias hasta 200 kHz, permiten sacar conclusiones sobre el proceso que se desarrolla en ese momento y sus singularidades.

60 Se depositan modelos de referencia con respecto a la herramienta, el material y propiedades de proceso adicionales basándose en una medición de proceso completa, para servir como comparación para futuros desarrollos de proceso. Cada desviación de señal puede asociarse desde el punto de vista tecnológico a una variación del proceso y utilizarse para la monitorización o regulación del proceso.

Las influencias por particularidades o variaciones de las herramientas o de los elementos de máquina o el control y los medios de funcionamiento implicados se plasman en el patrón de vibración del sonido estructural.

65 Las vibraciones en el cuerpo sólido, en particular en la herramienta (por ejemplo molde de moldeo por inyección) se miden mediante sensores de ruido estructural en las superficies de la herramienta o en la herramienta. Dado el caso

puede estar previsto un sensor adicional, para monitorizar directamente, por ejemplo, un dispositivo de suministro de material, como por ejemplo una unidad de inyección, un tornillo sin fin o una extrusora. También puede estar previsto un sensor independiente en un dispositivo de enfriamiento para el molde. Los sensores en las respectivas superficies externas son económicos y pueden reequiparse de manera sencilla en dispositivos existentes tales como moldes de moldeo por inyección. Allí pueden atornillarse, pegarse, prensarse, etc. Si un sensor se dispone en una superficie interna, es decir en una superficie dirigida hacia el espacio hueco, puede registrar mejor las vibraciones. Así se suprime el amortiguamiento por el material del molde. Esto puede hacer que se perciban las vibraciones, que no pueden medirse en el caso de una disposición del sensor en una superficie externa del molde. La relación señal-ruido puede aumentar un orden de magnitud. Un sensor, que está dispuesto en la superficie interna del molde, puede influir en la corriente del material en el molde así como en otras propiedades, como por ejemplo el comportamiento de enfriamiento. Para minimizar estas influencias, un sensor para la superficie interna del molde puede insertarse completamente o al menos parcialmente en la superficie interna. Para ello, puede estar prevista una entalladura, como por ejemplo una perforación para el sensor. El sensor puede terminar a ras con la superficie interna o estar cubierto por una capa de material de obturación o de sujeción que debe usarse convenientemente por sí, como por ejemplo resina. Una incrustación de este tipo del sensor también puede tener lugar en el lado externo del molde, debiendo preverse entonces una entalladura que se extiende desde fuera al interior del molde, en la que puede insertarse el sensor. Cuando más profunda sea la entalladura, más próximo puede llevarse el sensor a las operaciones de circulación y/o de enfriamiento, etc. en el interior del molde.

También pueden usarse sensores ya previstos en o dentro de moldes para la comprobación de la presión o similares, que comprenden un elemento piezoeléctrico, para registrar el espectro de vibraciones.

Las vibraciones se exploran a alta frecuencia y se digitalizan, y entonces se representan en el intervalo de frecuencias y se analizan.

La representación de frecuencia tiene lugar basándose en muchas transformaciones de frecuencia de corta duración sucesivas, que representan la evolución temporal de las respuestas en frecuencia e intensidades de las vibraciones. Con ello se hace posible identificar diferentes fuentes de sonido debido a su respuesta en frecuencia, su posición temporal y su dinámica especial.

Los valores de exploración con frecuencia transformada se proyectan con este fin en un perfil de altura, que está delimitado por las coordenadas de tiempo, frecuencia e intensidad de sonido.

Por lo demás, el estado de las herramientas puede determinarse debido a sus emisiones sonoras tanto en el estado operativo como mediante estados de movimiento y de presión realizados especialmente con fines de prueba.

Tanto el desgaste como los daños se plasman en parte en ruidos de trabajo modificados, que pueden dar información sobre si la herramienta tiene que someterse a mantenimiento o todavía puede pasar por una cantidad de ciclos de trabajo.

Con este fin, la herramienta (por ejemplo molde de moldeo por inyección) se equipa o bien de manera permanente o bien solo temporalmente con fines de prueba con sensores de ruido estructural.

En el estado nuevo o bueno se registra un modelo de referencia de los ruidos de movimiento y de proceso de la herramienta. Todas las mediciones siguientes se comparan con este modelo de referencia y se lleva a cabo una cuantificación del grado de desgaste debido a las emisiones de sonido estructural que difieren.

En este caso es importante conseguir una resolución suficiente del desarrollo de trabajo dinámico en el tiempo, la frecuencia y la intensidad de las señales de sonido estructural, para permitir una asociación del desarrollo de movimiento a elementos de herramienta individuales.

La detección según la invención del espectro de vibraciones en diferentes momentos y preferiblemente de manera continua o cuasi continua con una tasa de muestras conveniente permite una evaluación de datos multidimensional, que es la base para una evaluación precisa de una pieza constructiva, de una pieza de trabajo, de una herramienta y/o de un mecanizado.

La evaluación de datos multidimensional puede ilustrarse para una forma de realización preferida con tres dimensiones a modo de ejemplo mediante un paisaje, que puede extenderse entonces en el espacio delimitado por ejemplo por un eje de frecuencia, uno de tiempo y uno de amplitud. El paisaje presenta visualmente las emisiones sonoras en una evolución temporal y presenta a este respecto rasgos característicos, que forman en cada caso casi una huella digital. Estos rasgos característicos pueden establecerse con métodos adecuados. Igualmente pueden establecerse desviaciones de estos rasgos característicos. También pueden establecerse rasgos característicos en los datos multidimensionales para determinados defectos o tipos de defectos. En global, basándose en los datos multidimensionales, que en la forma de realización preferida forman un paisaje en el espacio de frecuencia-tiempo-amplitud, puede establecerse en tiempo real con una alta fiabilidad la calidad de un proceso de moldeo por inyección en particular todavía durante el moldeo por inyección. También puede establecerse e identificarse el grado de

desgaste de la herramienta o un defecto de herramienta, como por ejemplo una rotura, mediante los rasgos característicos correspondientes. Finalmente, puede establecerse la desviación de los rasgos característicos esperados y la coincidencia con rasgos defectuosos puede diagnosticar un determinado defecto o tipo de defecto.

5 Preferiblemente, la evaluación se realiza de manera automatizada basándose en un reconocimiento de patrones. Para el reconocimiento de patrones multi y en particular tridimensional pueden usarse algoritmos adecuados, que pueden implementarse por ordenador de manera rápida y fiable y con parámetros de reconocimiento ajustables y que acceden a datos de espectro de vibraciones almacenados o procesan los datos de espectro de vibraciones en tiempo real.

10 Una base de datos de patrones con patrones adecuados para una determinada aplicación está prevista convenientemente. Los patrones pueden almacenarse a este respecto en forma de secciones de paisajes de patrón, dado el caso con intervalos de tolerancia, y/o estar definidos mediante funciones.

15 Para una valoración automatizada está previsto preferiblemente formar una curva envolvente del espectro de vibraciones detectado o de fragmentos del mismo y comparar con una curva envolvente comparativa. La curva envolvente se forma a este respecto por ejemplo a través de una función de alisado, a partir de la promediación de puntos de datos adyacentes en el espacio o usando procedimientos convenientes para alisar datos multidimensionales. Puede recurrirse a la desviación entre la curva envolvente y la curva envolvente comparativa como medida para una evaluación de una pieza constructiva, una pieza de trabajo, una herramienta y/o un proceso, por ejemplo de la calidad de un proceso de moldeo por inyección. Además, el uso de una curva envolvente permite identificar de manera automatizada fragmentos de proceso, como por ejemplo una entrada en pérdida, defectos de expulsión, oscilaciones de presión o similares. Además, el reconocimiento de patrones se simplifica mediante el uso de una curva envolvente y se mejora la tasa de reconocimiento.

25 El espectro de vibraciones para monitorizar procesos de circulación, en particular durante el moldeo por inyección, se detecta y se evalúa preferiblemente hasta 200 kHz y/o en banda ancha.

30 El espectro de vibraciones detectado se somete preferiblemente a un análisis de frecuencia-tiempo. Mediante el análisis de frecuencia-tiempo pueden, por un lado a través del eje de tiempo, asociarse las vibraciones registradas a la evolución del proceso y por otro lado separarse las vibraciones interesantes de las vibraciones no interesantes, como por ejemplo vibraciones de la máquina y vibraciones parásitas, que ocupan otros intervalos de frecuencias. La evaluación puede concentrarse por tanto en el intervalo característico para la respectiva aplicación.

35 El espectro de vibraciones se detecta preferiblemente con una resolución de frecuencia, que corresponde a los procesos condicionados por la circulación y/o térmicos y dado el caso a factores adicionales dependientes de la aplicación. Se ha mostrado que frecuencias de hasta 200 kHz, parcialmente de hasta 100 kHz, son completamente suficientes para ello. Convenientemente, en el intervalo de frecuencias inferior hay un límite, que puede detectar corrientes laminares del material. La frecuencia necesaria para ello depende entre otros de las propiedades de material, la presión de inyección y la conformación del cuerpo hueco por el que va a circularse.

40 El espectro de vibraciones puede detectarse con las coordenadas de frecuencia  $f$ , tiempo  $t$  y amplitud  $A$ . Esta detección es adecuada para un análisis numérico en el ordenador, pudiendo ser las coordenadas también funciones  $a(f)$ ,  $b(t)$  y/o  $c(A)$  de la frecuencia  $f$ , del tiempo  $t$  o de la amplitud  $A$ , o  $a(f, t, A)$ ,  $b(f, t, A)$  y/o  $c(f, t, A)$ , de modo que se almacena una matriz tridimensional en una dependencia funcional dada con respecto a  $f, t, A$ , por ejemplo  $(lf, mt, nA^x)$ , siendo  $l, m, n, x$  cualquier número. Para su ilustración y/o análisis manual, el espectro de vibraciones puede representarse gráficamente con las tres coordenadas. En este sentido, puede seleccionarse una representación tridimensional, en la que la frecuencia y el tiempo delimitan un plano y mediante la amplitud (o una función de la misma) se define un perfil en altura. Una representación gráfica de este tipo facilita el reconocimiento de las vibraciones relevantes para la valoración, por ejemplo estas pueden asociarse al desarrollo de mecanizado mediante la separación en el eje de tiempo y están separadas de vibraciones parásitas y similares en el eje de frecuencia.

45 Para el registro de las vibraciones se usa preferiblemente un sensor acústico, en particular un sensor acústico piezoeléctrico. Los sensores acústicos de este tipo pueden procesar las altas frecuencias necesarias según la invención, presentan un ancho de banda de frecuencia grande, pueden producirse de manera económica y no requieren mantenimiento.

50 El sensor, en particular el sensor acústico, que puede estar dispuesto en la herramienta (molde) o una pieza constructiva acoplada por vibración con la herramienta, se calibra tras su montaje y preferiblemente también periódicamente después o antes de cada uso. De ese modo se garantiza una precisión alta invariable de la medición. Una calibración es en particular especialmente conveniente cuando el sensor se coloca en una nueva herramienta o, para su mantenimiento, tiene que soltarse y colocarse de nuevo, dado que mediante la colocación puede establecerse otro comportamiento de acoplamiento. Para la calibración, según la invención, el sensor acústico se solicita con un determinado impulso eléctrico, para emitir una señal acústica. A continuación se detecta el eco de la señal acústica y se compara con un eco teórico. De este modo puede determinarse la calidad del acoplamiento del sensor acústico a la pieza de trabajo o herramienta o pieza constructiva, y tenerse en cuenta

durante la medición.

La evaluación tiene lugar preferiblemente en tiempo real. De este modo se elimina la necesidad de almacenar datos. Un almacenamiento de los datos puede ser conveniente en el caso de piezas constructivas relevantes para la seguridad para comprobar la ausencia de defectos, o para comprobar un defecto. Los datos pueden almacenarse completamente durante todo el proceso de mecanizado o toda la duración de la monitorización de una pieza de trabajo o pieza constructiva o solo por fragmentos en intervalos de tiempo, en los que se han reconocido rasgos interesantes.

5  
10 Un aspecto adicional de la invención se refiere a la transformación del espectro de vibraciones, o de un intervalo de frecuencias interesante del mismo, en el espectro acústico audible por medio de una función o representación adecuada, por ejemplo lineal. Esto posibilita una observación o valoración acústica por una persona. Convenientemente, la observación acústica se realiza de manera complementaria a la evaluación multidimensional, aunque también puede sustituirla.

15 En una forma de realización especialmente conveniente se reconocen patrones típicos para daños en el espectro de vibraciones. En este caso puede obtenerse, entre otros, una simplificación de la evaluación, que se limita a un reconocimiento de defectos.

20 La invención también posibilita reconocer fisuras por tensión provocadas por oscilaciones de temperatura o en general daños por acción externa.

25 La invención crea con ello procedimientos y dispositivos, que posibilitan una monitorización automatizada, una garantía de calidad y una optimización de procesos de circulación en general y de procesos de moldeo por inyección en particular.

A partir de las reivindicaciones así como de la siguiente descripción, haciendo referencia a la figura adjunta, se obtienen características y configuraciones adicionales de la invención.

30 **Descripción de las formas de realización**

La invención se describirá a continuación en primer lugar con el ejemplo de realización de un proceso de moldeo por inyección.

35 El dispositivo 1 representado en la figura para la monitorización de un proceso de moldeo por inyección comprende un sensor 2 para detectar vibraciones, que a modo de ejemplo está dispuesto en una herramienta 3, en la que se inyecta plástico 4 para configurar una pieza 5 de trabajo con alta presión. El sensor 2 está conectado con una unidad 6 de evaluación, por ejemplo un ordenador. El material, en este caso plástico 4, se suministra desde un dispositivo 7 de suministro de material, que puede ser un depósito, una extrusora, un tornillo sin fin, etc.

40 El sensor 2 es preferiblemente un sensor de sonido estructural, por ejemplo un sensor piezoeléctrico, y puede preferiblemente no sólo registrar señales de sonido estructural, sino también emitirlos. La emisión de señales de sonido estructural es conveniente en particular para la comprobación activa de procesos de circulación "silenciosos", dado que con ello pueden generarse excitaciones de vibración. Pueden usarse igualmente otros tipos de sensores, siempre que puedan detectar vibraciones en el intervalo de frecuencias interesante, por ejemplo sensores de movimiento.

45 El sensor 2 está acoplado como se representa a modo de ejemplo o bien a la herramienta 3 o bien a una pieza acoplada por vibración con la misma, de tal manera que puede detectar vibraciones como consecuencia del proceso de circulación y/o reacciones térmicas. En el caso más sencillo, el sensor está fijado mediante tornillos. También puede estar dispuesto en el interior en el molde 3 o insertarse desde fuera o dentro en una entalladura correspondiente. También puede usarse un sensor, que en realidad sirve para otros fines, como por ejemplo la medición de presión.

50 Durante la operación de mecanizado se producen vibraciones, que se registran por el sensor 2. Para ello, el sensor 2 está configurado de tal manera que puede detectar frecuencias entre un valor límite inferior y un valor límite superior. De manera ideal, el valor límite inferior es 0 y el valor límite superior es 200 kHz, de modo que puede registrarse todo el espectro interesante. En la práctica es conveniente un valor límite superior de al menos 50 kHz, preferiblemente al menos 100 kHz. En la práctica, las frecuencias por debajo de 10 kHz o 50 kHz preferiblemente se atenúan o interrumpen durante las pruebas del desgaste de herramienta, dado que no contienen información útil, de modo que es conveniente un valor límite inferior correspondiente. Sin embargo, en el caso de procesos de circulación y en particular procesos de moldeo por inyección es conveniente un valor de límite inferior claramente menor, como por ejemplo 50 Hz o 100 Hz, dado que también en este intervalo de frecuencias menor se producen vibraciones características útiles, posiblemente mediante corrientes laminares. Por tanto se prefiere un intervalo de frecuencias de banda muy ancha entre prácticamente 0 Hz y por ejemplo 200 kHz, dado que en el intervalo de frecuencias tanto menor como superior se producen vibraciones características.

Las vibraciones detectadas por el sensor 2 se evalúan de manera multidimensional. Para ello, el espectro de vibraciones detectado puede almacenarse de manera intermedia en la unidad 6 de evaluación, que es preferiblemente un ordenador con una interfaz correspondiente y medios de almacenamiento adecuados.

5 En la unidad 6 de evaluación puede tener lugar un análisis de frecuencia-tiempo de tal manera que el espectro de vibraciones todavía se represente gráficamente durante la detección o después y/o se analice de manera numérica.

10 Una representación puede tener lugar de manera tridimensional con las coordenadas de tiempo, frecuencia y amplitud (o amplitud o intensidad máxima o similares) o ilustrarse de manera bidimensional, haciendo visible líneas de altura la amplitud.

15 Pueden reconocerse patrones, que son característicos del respectivo proceso de moldeo por inyección. Los patrones de este tipo se producen también para defectos. Como consecuencia, mediante el reconocimiento de patrones pueden reconocerse etapas de proceso, evaluarse determinando por ejemplo una medida para la desviación de un patrón, y también reconocerse e identificarse defectos, de cualquier modo reconocerse desviaciones con respecto al comportamiento normal todavía durante la inyección y después durante el enfriamiento, endurecimiento y extracción del molde.

20 En o dentro del dispositivo 7 de suministro de material y/o en un dispositivo de enfriamiento dado el caso presente para el molde 3 puede estar previsto igualmente un sensor, para monitorizar el suministro de material o el dispositivo de enfriamiento y por ejemplo poder establecer una avería. Si un dispositivo de enfriamiento de este tipo comprende canales en la herramienta 3, en uno de estos canales o adyacente al mismo o de manera que desemboca en el mismo, puede disponerse el sensor 2, que entonces puede monitorizar tanto el enfriamiento como el proceso de moldeo por inyección, o puede disponerse un sensor adicional.

25

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la monitorización y/u optimización de procesos de moldeo por inyección, detectándose y evaluándose las vibraciones que se producen como consecuencia de una corriente de un material, que se inyecta en un molde, caracterizado porque se detecta de manera (cuasi) continua un espectro de vibraciones y se somete a una evaluación multidimensional que comprende un análisis de frecuencia-tiempo y un reconocimiento de patrones.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las vibraciones se detectan antes, durante y/o después de la inyección de material en un molde.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que se usa un sensor de vibración en una superficie externa del molde, en una superficie interna del molde y/o uno insertado al menos parcialmente en el molde.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, en el que se detecta el sonido estructural en el molde con una frecuencia de hasta 200 kHz.
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que se usan un sensor acústico adicional en un dispositivo de suministro de material y/o un sensor acústico adicional en un dispositivo de enfriamiento para el molde, para registrar al menos un espectro de vibraciones adicional y monitorizar y/u optimizar el suministro de material o el enfriamiento.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que en el molde y/o durante la inyección del material se generan estados de movimiento y/o de presión previstos con fines de prueba.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se usa un sensor (2) acústico con un elemento piezoeléctrico para registrar el espectro de vibraciones.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la evaluación tiene lugar esencialmente en tiempo real.
- 35 9. Dispositivo (1) para la monitorización y/u optimización de procesos de moldeo por inyección, caracterizado porque el dispositivo puede acoplarse con un sensor (2) para detectar un espectro de vibraciones, que se produce durante una operación de circulación durante la inyección de un material en un molde, y presenta una unidad (6) de evaluación para la evaluación multidimensional del espectro de vibraciones detectado de manera (casi) continua por medio de análisis de frecuencia-tiempo y reconocimiento de patrones.
- 40 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque el sensor (2) está colocado en un molde, en el que puede inyectarse material a presión y/o temperatura elevada.
- 45 11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por un sensor acústico adicional en un dispositivo de suministro de material, como por ejemplo un tornillo sin fin o una extrusora y/o por un sensor acústico adicional en un dispositivo de enfriamiento para el molde, para registrar al menos un espectro de vibraciones adicional y monitorizar y/u optimizar el suministro de material o el enfriamiento.
- 50 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque el sensor (2) está dispuesto en una superficie interna del molde.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el molde presenta elementos de enfriamiento, en los que está dispuestos un sensor (2) adicional.
- 55 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el sensor o los sensores pueden detectar sonido estructural, que se genera mediante la corriente laminar del material circulante.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el sensor o los sensores pueden detectar sonido estructural con una frecuencia de hasta 200 kHz.



