

Señores

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 03-010433- -00006-0000

Fecha: 2009-06-18 13:49:35 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 45

REFERENCIA

EXPEDIENTE: 03 010433

TRÁMITE: 002

EVENTO: 001

ACTUACIÓN: 430

La suscrita en calidad de apoderada del Instituto de capacitación e investigación del plástico y del caucho - ICIPC -, dentro del expediente de la referencia, por medio del presente escrito me permito dar contestación en documento adjunto al requerimiento notificado por fijación en lista el 19 de marzo de 2009.

De la División, atentamente,

Sara Pérez González
SARA PEREZ GONZALEZ

C.C. No. 42.204.830

T. P. No. 36.608 C.S.J.

Adjunto lo enunciado en cuarenta y cinco (45) folios.

C-8591

Medellín, 16 de junio de 2009

Doctora

Doris Elena Polo Córdoba

Jefe de División de Nuevas Creaciones (E)

Superintendencia de Industria y Comercio

Bogotá

Asunto: Respuesta a requerimientos del 19 de marzo de 2009 a la solicitud de patente, expediente
Nro. 03 10433

Respetada doctora Polo:

A continuación se explican las modificaciones introducidas a la solicitud, como respuesta a las observaciones contenidas en el concepto técnico No. 0671 del examinador técnico cód.: 202009

Cambios al estado del arte:

Para ilustrar mejor la invención, se introdujeron mejoras en el capítulo sobre el estado del arte para explicar más detalladamente en qué consiste el problema que la invención resuelve. Se incluyeron además comentarios a dos de las patentes citadas por el examinador, el documento D1 (US 3,570,302) y el D2 (US 4,933,887), ya que son ejemplos de realizaciones en las cuales se pueden observar algunos de los inconvenientes que se resuelven con la actual invención y que ayudan a facilitar el análisis de novedad de la misma.

Sobre la descripción:

Para dar respuesta a la objeción sobre el texto en la página 10, folio 62 fue necesario unificar, en todo el documento, la manera como se hace referencia a los distintos sensores y así evitar confusiones como las que observa el examinador. Siempre que se menciona un sensor, se indica ahora, su tipo y el número correspondiente a las figuras en donde aparece. Ejemplo: Sensor 5 de presión, sensor 7 de temperatura, etc.

Se cambió en la pág. 17, folio 69 la expresión “instantes de tiempo” por simplemente “instantes”. Se revisó todo el texto y se corrigió también la segunda aparición de este error en la misma página.

La observación del examinador sobre la falta de claridad y divulgación completa, que dificulta o impide la comprensión y ejecución de la invención, por ser una observación de carácter general a todo el texto de la descripción, fue atendida enriqueciéndolo con más explicaciones sobre todos los elementos expuestos, unificando los términos específicos que se utilizan en la descripción, aumento de referencias numéricas en las figuras donde aparecen, eliminación de errores etc., teniendo muy presente que lo contempla el artículo 30 de la Decisión 386, en cuanto a la inclusión de nuevo material.

Es así como se introdujeron nuevos párrafos al comienzo de la descripción para justificar y explicar los elementos inventivos de la solicitud. Estos elementos son los que permiten realizar una medición de la evolución de la temperatura en diferentes puntos fijos, igualmente espaciados entre sí, en una región en donde el flujo de calor debe ser unidimensional y que además minimizan el efecto de la presencia de los sensores de temperatura en la lectura de dicha evolución. La observación del examinador sobre la primera reivindicación, hace referencia a la dirección de este flujo de calor, que muestra que la explicación sobre estas características de la invención es insuficiente.

También se unificaron las expresiones para referirse a la cámara y a la cavidad. Para esta última, elemento de gran importancia en la invención, se unificó la expresión *paredes mayores de la cavidad* para referirse a las dos caras o superficies mayores y a través de la cual fluye el calor mayoritariamente. Para identificar esta dirección se utilizó un sistema de coordenadas rectangulares XYZ que se añadió a las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Se unificó la expresión *Bordes longitudinales* para las dos caras laterales paralelas a la dirección del flujo de material y que están aisladas con *barras prismáticas poliméricas*, y las dos caras restantes que quedan perpendiculares al flujo del material durante el llenado de la cavidad con la expresión *caras transversales*.

También se reemplazaron términos ambiguos referidos a propiedades del material de los tubos guía (*resistencia mecánica y térmica suficientes*) por valores de deformación permisible, expresada como un valor máximo de deflexión en la punta (0.5%) bajo condiciones de operación, que es esencial para la invención.

Se aclaró tanto en la descripción y en la reivindicación 12 que los sensores de temperatura son preferiblemente termoelementos y se indicó su diámetro máximo preferible (0,25mm), para evitar dificultades en la reproducción de la invención.

Sobre las Reivindicaciones:

La expresión *flujo de calor unidimensional* se cambió por *flujo unidimensional de calor*. Se corrigió pues, la posición del adjetivo *unidimensional*. Este adjetivo es importante y no se elimina en el texto. Aunque el examinador expresa que el calor fluye en todas las direcciones, esto no se puede tomar literalmente,

pues depende del sistema de coordenadas. Estrictamente el calor sólo fluye en una sola dirección: la dirección del gradiente de temperatura. Como este gradiente es un campo vectorial, su dirección local puede presentar diferentes componentes espaciales, según el sistema de coordenadas que se escoja. Por ejemplo al flujo radial en un cilindro se le considera unidimensional en un sistema de coordenadas cilíndrico, pero en un sistema de coordenadas cartesiano dicho flujo es bidimensional. En el caso de la invención solicitada, este flujo de calor no debe tener componentes en ninguna de las dos direcciones perpendiculares al flujo mayoritario; por eso se le denomina flujo unidimensional, en un sistema cartesiano. La presencia de los ejes XYZ en las figuras y su mención en la descripción, son cambios introducidos en el texto para dar tratamiento a esta objeción del examinador.

Para atender la solicitud del examinador de presentar también un nuevo capítulo reivindicatorio que cumpla con los requisitos de definición, claridad, concisión y sustento por la descripción del Art. 30 de la Decisión 486, se procedió a redactar de nuevo este capítulo, teniendo en cuenta que no se introdujeran elementos reivindicatorios nuevos no descritos o no representados en el texto objetado y en la solicitud original, aunque fuera de forma incompleta o confusa. Los cambios en el capítulo descriptivo necesariamente obligan a cambios en el capítulo reivindicatorio y viceversa, lo mismo para el resumen, pero en ningún momento introducen nuevos elementos en el sentido del mencionado artículo de la Decisión 486. También se introdujeron en las reivindicaciones los números entre paréntesis correspondientes a los elementos reivindicados tal como aparecen en las correspondientes figuras, y otros que se describen a continuación.

La redacción de la reivindicación 1 se mejoró para atender la petición del examinador. Se explicó en la descripción cuándo la celda puede tener más de una cavidad, que es cuando el número de sensores de temperatura no permitiría cumplir las condiciones de construcción de la Celda de medición por limitaciones espaciales en una sola cavidad. Además, teniendo en cuenta que la reivindicación 1 dice que la Celda es semejante a un molde de inyección, para evitar una eventual objeción a la novedad de la Celda, sobre la cual aún no se ha pronunciado definitivamente el examinador, se resalta su diferencia innovadora antecediendo la expresión *pero a diferencia de un molde de inyección tradicional* a las características inventivas que se reivindican en ella. Esta semejanza es también la característica que permite el uso de la celda en un ambiente industrial, tal como se explica en la descripción.

La actual reivindicación 2, que no aparece en el documento original, se incluyó tanto en la respuesta anterior a la primera requisición, como en esta, pues sólo se mencionaba el espesor de la cavidad, y no se explicaba las razones de las proporciones de la misma y que juegan un papel importante para la obtención de un flujo unidimensional de calor en la zona de medición. La zona de medición, que sólo aparecía como "zona media" en la reivindicación 9 del documento original, también se explicó en el capítulo descriptivo e incluyó su delimitación en la reivindicación 13 del texto que se elaboró para esta segunda respuesta. Las reivindicaciones 8, 10, 11, 13 del documento inicial, que hacen referencia a la Unidad removible de sensores se integraron en la nueva redacción, ya que como reivindicaciones

dependientes no agregaban información adicional a la que ya queda incluida en la nueva cláusula independiente, como lo son las características de ser removible, reutilizable y reparable.

Las características de las reivindicaciones 2 a 6, 9, 11 y 13 a 20 se explicaron y justificaron detalladamente en la descripción. Además se mejoró la redacción de las reivindicaciones dependientes que aparecían todas como dependientes de la reivindicación 1. Como se tienen varios elementos diferenciados sobre los cuales se reivindican características específicas, existen dependencias entre reivindicaciones dependientes. Es así por ejemplo que la reivindicación 4 depende de la 2, la 5 de la 2 y 4, etc. Esto se tuvo en cuenta en la nueva redacción.

Para evitar el uso de términos imprecisos como *puede*, tal como lo objeta el examinador, se utilizaron los términos *es* o *está*, según el caso. Además se eliminaron denominaciones ambiguas como *alto*, *bajo*, *pequeño* etc. que aunque no han sido objetadas por ahora, adolecen del mismo defecto que menciona el examinador. Por esta razón se introdujeron rangos aclaratorios para la conductividad térmica de componentes aislantes o conductoras de calor reivindicadas, valores concretos de deformación mecánica en sensores, soportes y donde fuera necesario.

Para mejorar aún más la claridad se eliminaron expresiones imprecisas, que aunque no han sido objetadas, dificultan la comprensión del texto, por ejemplo las que se refieren a la Celda de medición en su función dentro de la invención. Su función es la obtención de la *evolución de temperatura* (expresión unificada en el nuevo texto) en el interior de la cavidad, que ocupa el *material bajo estudio* (expresión ahora unificada en todo el texto), en una región en donde el flujo de calor debe ser unidimensional y en posiciones que deben permanecer estables durante la medición y sin afectar significativamente las lecturas de los sensores de temperatura. La obtención del valor de la difusividad térmica a partir de dicha evolución en el interior del *espécimen* (también unificado en todo el texto) debido a un *cambio brusco* (nueva expresión para definir mejor un *cambio rápido*) de temperatura en la *interfaz cavidad – material a estudiar* (nueva expresión para describir unívocamente esta región) corresponde al método descrito en las reivindicaciones 19 y 20.

Las reivindicaciones 11 a 18 que se refieren a la Unidad removible de sensores, se redactaron nuevamente y ahora cada una se refiere sólo a una sola característica no tratada en otras reivindicaciones.

El cambio en el título se hace de acuerdo a lo estipulado en el Art. 30 de la Decisión 486. El título inicial había sido objetado porque no se identificaba si la expresión *...que pueden incluir cambios de fase*, se refería al proceso de transferencia de calor por conducción, o a los rápidos cambios de temperatura. El examinador sugirió usar el singular. Aunque inicialmente se aceptó la sugerencia en la primera respuesta, se conserva el plural en esta nueva respuesta, ya que un cambio de fase puede ocurrir durante el enfriamiento y otro durante el calentamiento. Estos cambios difieren por su rango de temperatura de aparición y en su naturaleza (fusión, solidificación o eventual cristalización), sobre todo

si los cambios de temperatura en el proceso de medición son rápidos. La mención, en el título, al proceso de conducción no es necesaria. Al eliminarla se suprime la confusión de número y además resulta un título más corto y fácil de interpretar en cuanto al tema de la invención y sus características. El detalle sobre el *proceso de conducción* se usa y explica en la descripción.

Se corrigió la denominación "*grados centígrados*" que hace alusión erróneamente a la magnitud de un arco de círculo medido en grados, y se unificó la expresión "*perforación cilíndrica*" en todo el documento.

Se reemplazó la expresión "*tres puntos espaciados igualmente entre sí*" por "*tres puntos igualmente espaciados entre sí*".

Se eliminaron las ambigüedades en las reivindicaciones 19 y 20 de Método y Producto cuando se habla del espécimen. Como son dos mediciones, una durante un enfriamiento y la otra durante un calentamiento se decidió denominarlas como *Primera medición* y *Segunda medición* respectivamente. Se introdujo el término "*cambio brusco*" al hablar de los cambios rápidos de temperatura, pues aclara adicionalmente lo mencionado en el capítulo del estado del arte sobre el calificativo "*rápido*" y describe muy bien lo que realmente le sucede al material durante cualquiera de las mediciones. Se incluyen letras para designar los pasos en ambas Reivindicación de Método, adoptando así la sugerencia del examinador. Se evitó hacer alusión, como producto, al espécimen requerido para la Segunda medición ya que no se había sido incluido como tal en las reivindicaciones. Se optó mejor por describir las características del espécimen que resulta durante la Primera medición para no incluir una reivindicación nueva independiente de Producto, pues violaría lo dispuesto en el Art. 30 de la Declaración 486.

Cambios en las Figuras:

Los siguientes cambios se introdujeron para dar respuesta a la observación general de falta de claridad en el documento.

Se añadieron en las figuras 1 a 7 los ejes coordenados XYZ, tal como se justificó atrás. Se conservó la inclusión de la placa aislante 9 en la Fig. 1, que no aparecía en el dibujo de la solicitud original, pero si se menciona en el texto. Se añadieron los números 29, 30 y 31 para identificar las partes del cuerpo moldeado. Se añadieron corchetes para los conjuntos de placas 1 y 2 para aclarar que no se trata de una pieza sino de un ensamblaje. En todas las figuras se añadieron los números de detalle de los componentes que se describen en el texto para facilitar su localización. Anteriormente cada número aparecía prácticamente una sola vez en todas las figuras. Así no fue necesario mencionar en el texto la figura en donde se encontraba. Se verificó en el texto que todos los elementos numerados fueran citados al menos una vez y se corrigió si no era así. En la Fig. 4 se corrigió la numeración del elemento 35 (tubo cónico) que erróneamente se había indicado como 17 (tubo cilíndrico).

Se eliminaron textos en español en las figuras 8 y 9 y se reemplazaron por letras, así: *Temperatura* se cambió por la letra griega θ tal como se utiliza en la descripción y ecuaciones. *Tiempo* por t y *presión* por p .

En la figura 1 se enriqueció la numeración, se eliminaron números no citados en el texto original (12,13), se reusaron en otros elementos no numerados y agregaron los necesarios (18, 35, 19, 20) para mejorar la descripción. En la Fig. 2 se hizo lo mismo y se diferenciaron mejor los elementos 20 y 21 (bloque y cavidad respectivamente) que en la Fig.1 esto no era claro si el elemento 21 era el bloque metálico o la cavidad. Se indicó con el número 12 la perforación en la que se alojan los sensores 7 de temperatura, que no se describía pero si se ilustraba en la Fig. 2 del documento original, y que realmente era necesario hacerlo para la garantizar la reproducción de la invención. Este elemento se incluyó debidamente en la reivindicación 6. Se agregaron los sensores 7 de temperatura en las Fig. 4, 5 y 6 en las que se habían omitido en la versión original del documento del petitorio.

El ejemplo numérico, basado en los datos de la tabla 1, se detalló aún más procurando que el uso de los datos numéricos correspondiera, paso a paso, a las ecuaciones en las que se basa el método, las cuales se agregaron desde la respuesta a la primera requisición para mejorar la claridad de la descripción. Por ejemplo se expresó con palabras el significado de la ecuación 6 y su implicación en el cálculo. Dicha ecuación expresa la difusividad térmica como el cociente entre la velocidad de enfriamiento (o calentamiento) y el Laplaciano de la temperatura (o variación espacial del gradiente de temperatura). En esta revisión se detectó que en la tabla faltaba el valor de la presión para 11,6s que es de 18,0 MPa. Así se explica la cifra que aparece en el texto para el valor medio de presión (18,23 MPa) en el intervalo analizado. También se encontró que el valor de la difusividad, calculada a partir de los valores de la tabla era 0,1577 mm²/s y no 0,11 mm²/s, como aparecía en el texto objetado.

Análisis de documentos aportados por el examinador, que podrían afectar la novedad

Los documentos más cercanos al estado de la técnica motivo de la invención, mencionados por el examinador no afectan la novedad. En el cuadro siguiente se presentan en forma breve los aspectos que la diferencian de los documentos D1 (US 3,570,302) y D2 (US 4,933,887) citados por el examinador. La patente del documento D4 (US 5,224,775) corresponde a un calorímetro diferencial de barrido modulado que se aplica para la determinación de temperaturas de transición, calores de cristalización y fusión, y en particular la capacidad calorífica. No mide la difusividad térmica y la medición de temperatura no se hace directamente sobre el espécimen, sino sobre el recipiente (cápsula diminuta) que lo contiene y establece la diferencia de temperatura con una cápsula similar pero vacía. De allí se desprende el nombre de esta técnica (diferencial) y no se encontraron elementos que afecten la novedad de esta solicitud.

El documento D3 (US 5,224,775) describe un método para medir la evolución de la temperatura local (superficial) de un espécimen dentro de un horno, que puede ser fabricado de diferentes formas (4 en el

documento) con calentamiento, básicamente por convección, que se aplica para el estudio del envejecimiento de componentes electrónicos. La temperatura y alguna otra propiedad (por ejemplo una característica de la operación del componente electrónico bajo estudio) se miden simultáneamente y en el mismo punto y se determina la variación de esta propiedad con la temperatura y a lo largo del tiempo (horas y días). El problema que se pretende solucionar y su solución no se relacionan con la presente invención. Se supone que todo el espécimen está a la misma temperatura en el momento de medir la propiedad deseada. Los cambios de temperatura cíclicos, pueden ir desde 20°C/min a cambios sobre periodos de horas y días. La medición de temperatura se realiza sobre la superficie del espécimen por un sensor de contacto y en otro lugar en el interior del horno. No se encontraron elementos que afecten la novedad de la presente invención.

En particular se incluyeron en el capítulo descriptivo las características de los documentos D1 y D2 por ser estos dos documentos los más cercanos al asunto de la presente invención y porque describen métodos y dispositivos para medir la difusividad además de otras propiedades térmicas. Allí se pueden apreciar problemas o desventajas que la presente invención describe y para los que reclama soluciones novedosas y de carácter inventivo. En el cuadro comparativo a continuación se resumen las principales características de la presente invención que ilustran que dichos documentos no afectan su novedad.

Solicitud	D1 US 3,570,302	D2 US 4,933,887
No hay restricción en espesor del espécimen ni en su volumen, pero su similitud a un molde de inyección impone un límite máximo práctico. Las dimensiones críticas de la realización son del orden de micras.	SI Sólo para espesores delgados (0,003" a 0,080")	SI Restringido a cuerpos sólidos, estacionarios y de gran volumen (zonas esféricas del orden de metros). Su realización impone un límite mínimo práctico. Las dimensiones críticas de la realización son del orden de centímetros.
Medición de cambios rápidos de temperatura en amplios rangos.	SI Cambios no superiores a 20°C a temperaturas bajas y moderadas	NO Lentos. La medición se extiende hasta un máximo de 10 horas de calentamiento.

96

7

Alta resolución por lo pequeño de los sensores y alta precisión en el posicionamiento de los mismos	NO No hay mediciones en el interior del espécimen	NO El gran tamaño no exige soluciones de precisión ni alta resolución.
Posición conocida y estable de los sensores de temperatura en el interior del espécimen incluso durante cambios de fase. El espécimen está confinado en una Celda de medición que por su similitud a un molde de inyección garantiza una restricción a la dilatación o contracción del espécimen durante la medición.	NO Se presenta dilatación libre del espécimen, que se desprecia en el análisis y explica el bajo rango en los cambios de temperatura. No se aplica para materiales que fundan durante la medición. Usa un único sensor de temperatura soldado ultrasónicamente a una de las caras del espécimen que requiere ser recubierta previamente con oro.	NO El espécimen debe ser sólido y así permanece durante la medición. Se perfora para insertar los sensores de temperatura (termoelementos, sin especificaciones de montaje o forma) montados en un dispositivo en forma de barra cilíndrica, y miden la temperatura en la interfaz de este dispositivo y el espécimen. Aunque explica que deben ser tres o más sensores, reivindica que su número es par (simetría). El contacto entre espécimen y los termoelementos se supone íntimo, pero la realización del dispositivo no explica cómo se garantiza, máxime si la perforación es en una roca. Los sensores quedan a diferentes distancias radiales de la fuente puntual de calor. Se disponen en parejas simétricamente con respecto a la fuente de calor. No se dan condiciones adicionales para dichas posiciones fuera de estar sobre una línea que pasa por la fuente de calor. Hay dilatación libre del

		espécimen y del dispositivo que porta los sensores. Su efecto en la medición no se discute o considera.
Medición en enfriamiento y en calentamiento, ambos bruscos.	SI	NO La fuente usada sólo puede calentar y usa un flujo constante de calor. Para el enfriamiento simplemente se interrumpe el flujo de calor y por lo tanto es lento y no controlado.
No requiere medir el flujo de calor	No requiere medir el flujo de calor	SI Se reivindica un flujo constante de calor desde la fuente.
Posibilidad de medir la difusividad en un amplio rango de temperatura en una sola medición	NO limitada a cambios de 20°C	SI aparentemente, aunque no se especifica o reivindica
Capacidad para medir una difusividad térmica que varíe considerablemente en el cuerpo y durante la medición	NO Se supone constante y que el cuerpo es homogéneo. Como el espécimen es delgado estas suposiciones son válidas.	NO supone una propagación esférica del disturbio térmico, que no se puede garantizar si el material no es homogéneo, y el tamaño del espécimen hace aún más difícil el cumplimiento de esta suposición.
Condiciones de medición equivalentes al entorno industrial de "procesamiento" de materiales poliméricos	No aplicable para presiones altas, y solo para rangos de "operación" de los elementos bajo ensayo.	Mediciones in Situ (rocas y suelos) a presión atmosférica.
Cálculo de la difusividad térmica variable en función de la temperatura y para diferentes	A partir de una sola lectura de evolución de temperatura usando un modelo analítico	Mediante una expresión de diferencias finitas de la ecuación de Fourier en coordenadas

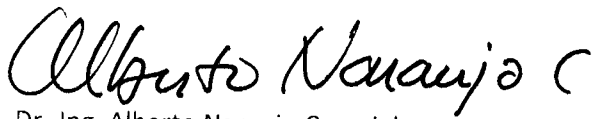
posiciones en el espesor del espécimen que están sometidas a diferentes velocidades de variación de temperatura. Basado en una expresión de diferencias finitas de la ecuación de Fourier en coordenadas cartesianas, que sólo requiere conocer la evolución de la temperatura en tres puntos igualmente espaciados en la dirección del flujo de calor.	que supone constante la difusividad térmica	esféricas, basada en el conocimiento de la evolución de la temperatura en tres o más puntos. No reivindica que dichos puntos tienen que estar igualmente espaciados en la dirección (radial) del flujo de calor. Sólo que deben estar sobre una línea pasando por la fuente. La difusividad obtenida es un solo valor promedio para toda la zona de medición. No contempla posibles variaciones de ella, ni espacialmente ni con la temperatura.
La unidad removible de sensores de temperatura no hace contacto con el extremo sensible de cada sensor y este extremo está suficientemente alejado de los soportes y tubos guía para no afectar su lectura. NO requiere temperatura de referencia en el dispositivo.		El dispositivo portador de los sensores de temperatura siempre está en contacto con los sensores en el punto de medición. Sobre su material sólo se indica que es un pobre conductor del calor. No aclara la diferencia permisible con la conductividad del espécimen para no afectar apreciablemente las lecturas de temperatura. El método requiere medir la temperatura inicial en los diferentes sensores y restarla a las lecturas durante el procedimiento. Requiere medir una temperatura de referencia en el dispositivo que no debe variar durante la medición, en un punto lo

99

12

		suficientemente alejado de la fuente de calor, para que no sea afectado por ella.
--	--	---

Atentamente,



Dr.-Ing. Alberto Naranjo Carvajal

Director General - ICIPC

RESUMEN

La presente invención es relativa a una Celda de medición para la determinación de la evolución de temperatura en el interior de un espécimen fabricado de un material bajo estudio al cual se le desea determinar la difusividad térmica mientras se le somete a un cambio rápido de temperatura entre una temperatura inicial y otra final mediante un choque térmico generado en el interior de la Celda de medición y durante el cual puede ocurrir un cambio de fase en el material bajo estudio, mientras se le somete a condiciones similares a las encontradas en la práctica industrial gracias a que la mencionada Celda se asemeja y opera en forma similar a un molde de inyección, pero que además permite el registro de la evolución de la temperatura en el interior del cuerpo moldeado con el material bajo estudio en al menos tres puntos (tripleta) igualmente espaciados sobre una región donde el calor fluye unidimensionalmente.

El invento incluye también un Método para obtener la difusividad térmica de un material partiendo de la evolución de temperatura en el interior del espécimen fabricado en dicho material, registrada en mínimo tres puntos (tripleta) igualmente espaciados en el interior del cuerpo y en la dirección en la que fluye el calor, según dos procesos de medición denominados: Primera medición y Segunda medición, en donde la Primera medición se realiza bajo enfriamiento del material bajo estudio y la Segunda medición, que se realiza bajo calentamiento.

DESCRIPCIÓN

TITULO DE LA PATENTE

Método y Celda de medición para la determinación de la difusividad térmica de materiales sometidos a rápidos cambios de temperatura que pueden incluir cambios de fase.

CAMPO DE LA INVENCION:

El objetivo general de la presente invención es proporcionar una Celda de medición y un método que permita la determinación de la difusividad térmica de un material expuesto a rápidos cambios de temperatura por enfriamiento o calentamiento, por ejemplo los generados por choque térmico, que pueden producir cambios de fase en el material bajo estudio, y así obviar los inconvenientes y limitaciones de los métodos y dispositivos conocidos para determinar esta propiedad cuando el material queda expuesto a las condiciones propias de los procesos industriales de transformación de dicho material en productos, como por ejemplo durante la inyección de termoplásticos.

ESTADO DEL ARTE

Como es ampliamente conocido en los medios científicos y técnicos, la difusividad térmica de materiales como los polímeros termoplásticos muestra una marcada dependencia de la temperatura, así como de la velocidad con la que esta temperatura varía durante procesos de enfriamiento o calentamiento propios de los procesos industriales de transformación de estos materiales en productos. Los valores de esta propiedad son imprescindibles, por ejemplo, para el cálculo o simulación de los procesos de transformación de materiales termoplásticos con miras a su optimización. En el caso del moldeo por inyección, este valor es de especial importancia para la predicción confiable del tiempo de enfriamiento, de las deformaciones y contracciones del producto y en general para la optimización del molde y del mismo proceso de inyección.

La difusividad térmica sólo tiene significado en procesos no estacionarios de flujo de calor. Para medirla confiablemente es necesario pues, someter al espécimen a

un régimen de transferencia de calor de este tipo, como por ejemplo generando un disturbio térmico en él. Actualmente son conocidos numerosos métodos experimentales para tal fin, que utilizan diferentes formas de generar un disturbio en la temperatura del cuerpo, así como de detectarlo. La generación del disturbio puede hacerse en forma de pulso en donde el cambio de temperatura es rápido y rápidamente regresa a su valor inicial, o en forma de una función de escalón o "step" en donde súbitamente se cambia la temperatura (choque térmico) desde un valor inicial a otro final el cual se mantiene constante y a lo largo del tiempo, o donde el cambio de temperatura sigue una función determinada a lo largo del tiempo, por ejemplo, una función lineal, exponencial ó incluso sinusoidal. Estos disturbios pueden generarse ya sea en un punto, en una zonal lineal o en una superficie del cuerpo bajo estudio. Este disturbio se propaga hacia otra región del cuerpo, en donde se registra la evolución de la temperatura a lo largo del tiempo, mediante el empleo de sensores que hagan contacto con el espécimen o no.

Los métodos conocidos corresponden pues a combinaciones posibles de la forma de generar el disturbio, el tipo de disturbio a lo largo del tiempo, la forma del sitio o región en donde se genera el disturbio de temperatura y si el sensor hace contacto o no con el espécimen para detectar la evolución de la temperatura en una zona alejada a la del disturbio en el cuerpo o espécimen bajo estudio. Ninguno de ellos sin embargo reproduce aceptablemente las condiciones presentes en los procesos industriales, caracterizados por rápidos cambios de temperatura, incluso bajo altas presiones, especialmente durante el enfriamiento, en donde pueden presentarse velocidades del orden de decenas de grados centígrados por segundo. Los rangos de variación de temperatura obtenibles en equipos de laboratorio para la medición de propiedades térmicas son por lo general del orden de decenas de grados centígrados por minuto.

La mayoría de estos métodos sirven para hallar la difusividad térmica, partiendo de la base ^{de} que esta propiedad no varía sustancialmente durante la medición, o que es constante a lo largo del recorrido de la onda de temperatura que se genera durante la medición. Esto permite modelar matemáticamente el proceso utilizando soluciones analíticas de la Ec. 1 que describe el proceso de transferencia de calor en conducción, conocida como la ecuación de Fourier, en donde θ es la temperatura, t el tiempo, ρ la densidad, c_p el calor específico a presión constante y λ la conductividad térmica del material:

$$(\rho \cdot c_p) \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \nabla (\lambda \nabla \vartheta) \quad \text{Ec. 1}$$

Para el caso de flujo unidimensional de calor dicha ecuación se simplifica así:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \alpha \cdot \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho \cdot c_p} \cdot \frac{\partial \lambda}{\partial x} \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \quad \text{Ec. 2}$$

En donde α es la difusividad térmica, que de acuerdo a la definición de Lord Kelvin, es igual a:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad \text{Ec. 3}$$

Si la conductividad térmica λ , cambia poco localmente durante el proceso, la Ec. 2 se simplifica así:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \alpha \cdot \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} \quad \text{Ec. 4}$$

Como se puede observar, la difusividad térmica depende de tres propiedades térmicas (λ ; ρ , c_p), que en muchos materiales son apreciablemente dependientes de la temperatura, de la velocidad de su cambio e incluso de la presión. Para el caso de materiales poliméricos y en particular en materiales semicristalinos, la fusión no ocurre a la misma temperatura que la cristalización, especialmente si los cambios de temperatura son rápidos, o si ocurren o no bajo presión. Para estos materiales pues, es importante poder medir la difusividad térmica tanto en enfriamiento como en calentamiento, pues la difusividad no será la misma para ambos casos.

Considerar la difusividad térmica como una constante en la solución de la Ec. 2, sólo es aceptable si, para el material bajo estudio, dichas propiedades no varían apreciablemente bajo las condiciones de la medición. Esto limita la magnitud del cambio de temperatura del ensayo cuando el material que se estudia muestra una marcada dependencia de dichas condiciones, como es el caso de los polímeros. En estos casos, si se desea conocer el valor de la difusividad térmica en un determinado rango de temperatura, el método a utilizar debe realizarse produciendo disturbios muy pequeños de temperatura, que en algunos casos es de solo unas décimas de grado centígrado, y repetir el ensayo a diferentes temperaturas hasta cubrir el rango de temperatura deseado. Estos métodos

requieren el uso de sensores de temperatura muy sensibles, o el empleo de otra forma de determinar la variación de la temperatura en la zona de propagación del disturbio, por ejemplo determinando la variación de las propiedades ópticas del material haciendo uso de luz polarizada, o cambios de densidad del aire en la zona de observación, etc. Otros métodos por el contrario emplean cambios grandes de temperatura que son por lo general lentos, en los cuales la respuesta de los sensores a las variaciones de temperatura no necesita ser muy rápida, o puede ser corregida, tal como se indica por ejemplo en la patente US5,713,665, y en las solicitudes de patente DE19943076A1 y EP1199557A1. Estas mediciones sin embargo no son representativas de lo que sucede en el material durante procesos de transferencia de calor bajo condiciones de alta velocidad de cambio de la temperatura.

El otro camino, muy difundido en la literatura científica, es la determinación de la difusividad térmica a partir de Ec. 3, que implica medir la conductividad térmica λ , la densidad ρ , y el calor específico a presión constante c_p del material por algún método adecuado para cada una de estas propiedades. Este método posee sin embargo un enorme inconveniente si se desea determinar la difusividad térmica para una determinada condición de proceso (presión, velocidad de cambio de temperatura). La conductividad térmica λ se mide, por definición, bajo condiciones estacionarias de flujo de calor, y no arrojan información válida sobre esta propiedad para procesos no estacionarios. La densidad ρ , aunque es posible medirla en procesos no estacionarios bajo diferentes condiciones de presión y temperatura, los métodos actuales sólo permiten velocidades máximas de variación de temperatura del orden de 30°C/min a 40°C/min. Los calorímetros para la determinación del calor específico c_p sólo logran velocidades de variación de temperatura cercana a 40°C /min en el mejor de los casos y a presiones muy bajas comparadas con las de los procesos industriales.

Independiente del método utilizado, siempre es necesario obtener valores de temperatura en el cuerpo, ya sea directa o indirectamente. Las medidas indirectas de temperatura miden alguna propiedad o fenómeno que pueda ser correlacionada confiablemente con la temperatura del cuerpo, como por ejemplo la birrefringencia óptica de materiales transparentes, cambios en la densidad del cuerpo o del aire que lo rodea, radiación emitida, etc. Estos métodos tienen la ventaja de poder detectar el cambio de la propiedad sin influenciar apreciablemente la temperatura del cuerpo en observación. Ellos funcionan bien

para medir gradientes de temperatura en la superficie de cuerpos, pero no pueden detectar confiablemente gradientes de temperatura en su interior, y mucho menos si estos gradientes varían rápidamente durante la medición, o tienen restricciones de resolución espacial, como el caso de los termómetros infrarrojos. Las mediciones directas implican la presencia de sensores, como termoelementos, termistores, termómetros de resistencia etc. que están en íntimo contacto con el material, pero que de alguna manera distorsionan la temperatura a medir. Tienen la ventaja sin embargo de poder ser utilizados tanto en la superficie del cuerpo como en su interior. El error en la determinación de la temperatura, que acompaña irremediablemente el empleo de estos sensores, puede ser cuantificado y sus lecturas e inercia térmica compensadas, de tal manera que sus lecturas sean muy confiables. Esto pertenece al estado de la técnica, como aparece en la solicitud de patente DE 199 34 489 A1, la patente US 3,691,405 y la patente US 5,833,365. Los cambios de fase del material durante la medición arrojan dificultades experimentales que no han sido resueltas satisfactoriamente. En el caso de polímeros semicristalinos, la formación de estructuras cristalinas durante un proceso de enfriamiento desde el estado fundido, depende enormemente de las condiciones de enfriamiento. En calentamiento no coinciden los rangos de temperatura de fusión con los de cristalización, y las diferencias aumentan al aumentar la velocidad de cambio de la temperatura. Otras dificultades residen en la dilatación o contracción del material durante el proceso de medición, que dificulta garantizar la posición exacta del punto de medición durante el procedimiento, u obliga, como ya se ha mencionado, a realizar la medición bajo cambios pequeños o lentos en la temperatura. Otro gran inconveniente es la variación de las propiedades del material bajo estudio a medida que varía la temperatura del material en los puntos bajo observación. Esto se obvia considerando que el cuerpo es homogéneo en su estructura y que sus propiedades térmicas no varían a lo largo del recorrido del disturbio de temperatura en el que se basa la medición. Para que esto no sea una fuente apreciable de error, es necesario utilizar especímenes de dimensiones pequeñas, en particular en su espesor. En el caso de los polímeros, es ampliamente conocido que la orientación molecular influye en las propiedades físicas y térmicas, y que estas orientaciones aparecen inevitablemente en la mayoría de los procesos típicos de transformación de polímeros, especialmente de termoplásticos. Esto por ejemplo no se puede lograr con los dispositivos explicados en las patentes US

US

3,570,302, y US 4,933,887. En la primera de éstas, el cambio de temperatura está restringido a un diferencial cercano a los 25°C y en el cual se supone que la difusividad térmica permanece constante, lo que permite emplear una solución analítica de la Ec. 4 que describe el proceso de calentamiento o de enfriamiento unidimensional de un cuerpo. Se supone además que el material no se dilata apreciablemente durante la medición, y que la temperatura de la cara expuesta al líquido alcanza instantáneamente el valor del mismo y se mantiene en dicho valor a lo largo del tiempo. El sistema no funcionaría para un material que alcance durante la medición su temperatura de fusión, ya que el material se desprendería de su sujeción. Esto es válido para la gran mayoría de métodos y dispositivos en donde el espécimen debe ser un material sólido y debe mantener este estado durante la medición. En la patente US 4,933,887 el espécimen utilizado tiene que ser sólido y de gran tamaño. En esta patente, el disturbio de temperatura, generado desde una fuente interna asumida como puntual, se propaga en forma esférica dentro del espécimen necesariamente sólido (roca In Situ), que se supone homogéneo en toda la zona de propagación del disturbio. La evolución de temperatura es obtenida por un número múltiple de sensores dispuestos axialmente pero a diferentes distancias radiales de la fuente puntual. Según las reivindicaciones el método requiere conocer el flujo constante de calor que se aporta al espécimen desde su centro durante toda la medición, lo que no es posible si se opera en enfriamiento libre después de calentar, tal como lo describe el documento. El valor obtenido para la difusividad es un promedio para todo el volumen del espécimen y el rango de temperatura usado durante la medición.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para una mejor comprensión de las características constructivas de la Celda de medición así como del método descritos en esta invención, se enuncian a continuación las condiciones que deben ser satisfechas para obtener mediciones confiables de temperatura que conduzcan a valores válidos de difusividad térmica para un material bajo estudio sometido a condiciones reales de procesamiento industrial. Dichas condiciones son:

- El flujo de calor en la zona de medición de la celda debe corresponder con las características del flujo de calor que describe el modelo matemático utilizado en el método.
- Los sensores de temperatura y presión utilizados para registrar la evolución de estas dos variables durante la medición no deben afectar la evolución de la temperatura de las zonas que sensan.
- La inercia térmica de los sensores de temperatura utilizados debe permitir una respuesta al menos igual de rápida que las variaciones de temperatura que sufre el material durante la medición, en la zona que se desea sensar.
- La posición de los sensores de temperatura dentro del material no debe variar durante la medición.
- La temperatura de la interfaz “cavidad – material a estudiar” debe registrarse fielmente, ya que representa la condición de frontera que gobierna el proceso de enfriamiento o calentamiento en la medición.
- La temperatura de la interfaz “cavidad – material a estudiar” debe ser la misma en las dos superficies a través de las cuales se realiza el intercambio unidimensional de calor durante la medición.
- La distribución inicial de la temperatura en el material a estudiar debe registrarse fielmente, ya que representa la condición inicial del proceso de enfriamiento o calentamiento en el método utilizado.

Para apoyar suficientemente la descripción de la mejor forma de realizar la invención y algunas de sus variantes posibles se tienen las siguientes figuras:

La Fig. 1 muestra esquemáticamente los componentes fundamentales de la Celda de medición, y la Unidad removible de sensores de temperatura de la que se muestran dos de las varias variantes posibles, la **11** y la **15**.

La Fig. 2 muestra un corte esquemático de la Celda de medición con las partes del cuerpo **1** ensambladas y las del cuerpo **2** desensambladas.

La Fig. 3 muestra esquemáticamente la Unidad removible de sensores de temperatura, en su variante **15**, integrada al cuerpo o pieza moldeada durante una medición en enfriamiento compuesta por el espécimen **30** propiamente dicho con los sensores de temperatura **19** embebidos en él y el cuerpo **31**. Para facilidad de comprensión se ha dibujado el espécimen **30** como un cuerpo transparente.

La Fig. 4 muestra la variante **11** de la Unidad removible de sensores de temperatura con un detalle de los tubos guía **17** para los sensores **19** de

temperatura, junto con sus soportes removibles **16** para sostener dichos tubos en las posiciones requeridas.

La Fig. 5 muestra un detalle de un corte longitudinal de los tubos guía cónicos **35** para los sensores **19** de temperatura y sus soportes integrados **32** al bloque portador **18** para sostener los sensores de temperatura **19** en las posiciones deseadas para la variante **15**.

La Fig. 6 muestra un detalle de un corte longitudinal de los tubos guía **17** para los sensores **19** de temperatura, en una tercera variante, con soportes ajustables **51** por medio de tapones roscados **50** para sostener los tubos guía **17** y por lo tanto los sensores de temperatura **19**, en las posiciones deseadas.

La Fig. 7 muestra un corte transversal de la cavidad plana rectangular **21** a la altura de los extremos de los sensores **19** de temperatura que muestra su distribución igualmente espaciada sobre una de las mitades del espesor de dicha cavidad y entre los mismos sensores.

La Fig. 8 muestra un ejemplo de curvas de evolución de temperatura obtenidas en una medición bajo enfriamiento, o Primera medición, con una Celda de medición y una unidad removible de sensores de temperatura según esta invención dotada de 6 sensores que entregan 6 curvas **80** de temperatura del material bajo estudio durante la medición. La curva **82** de temperatura ϑ en grados centígrados corresponde a la evolución de la temperatura de la pared de la cavidad **21** captada con uno de los sensores **7** de temperatura y la curva **81** de presión p en la cavidad **21** expresada en MPa y captada por el sensor **5** de presión. El eje de las abscisas corresponde al tiempo t expresado en segundos y el de las ordenadas a la temperatura ϑ en grados centígrados.

La Fig. 9 muestra un ejemplo de la curva de difusividad térmica expresada en mm^2/s para un material termoplástico semicristalino bajo estudio, un polietileno de alta densidad, obtenida con el método y la Celda descritos en esta invención. El eje de las ordenadas es el de la difusividad térmica del material bajo estudio, expresada en mm^2/s y el de las abscisas el de la temperatura ϑ en grados centígrados. La curva mostrada se obtiene de una de las cuatro tripletas que se pueden definir de las 6 curvas de temperatura en la Fig. 8, según el método de la presente invención.

Se han indicado ejes cartesianos XYZ en las figuras pertinentes para identificar adecuadamente las orientaciones espaciales de diferentes componentes de la

Celda de medición así como las direcciones del flujo de calor en ella. La dirección X denota la dirección transversal vertical, Y indica la dirección transversal horizontal y la Z la dirección longitudinal de la Celda de medición en esta invención. En la descripción, cuando se habla de dirección respecto a un eje no se considera si es o no la dirección positiva del mismo.

Descripción de la mejor forma de realización de la Celda de medición

La Celda de medición comprende dos cuerpos simétricos **1** y **2** que incluyen a su vez las placas aislantes **9** y las placas metálicas **24** y **25** que sujetan entre sí sendos bloques metálicos internos removibles **20** con una conductividad térmica ~~de~~ al menos 100 veces mayor que la del material bajo estudio, por ejemplo alguna de las varias aleaciones de Aluminio con conductividades térmicas del orden de 200 W/m.K lo que permite estudiar materiales con conductividades inferiores a 2 W/m.K como es el caso de la mayoría de los polímeros termoplásticos. Estos bloques de metal altamente conductor conforman las caras o superficies mayores paralelas de la cavidad **21**, denominadas también en esta invención como paredes de la cavidad **21**, y orientadas en la dirección X. La cavidad **21** se llena en la dirección Z con el material a estudiar desde la cámara **22**, la cual a su vez recibe el material a través de la entrada **3** desde una unidad de inyección externa, como por ejemplo una máquina de inyección convencional. La entrada **3** de material puede tener lugar en la dirección Z si ella se ubica en la superficie de contacto de los cuerpos **1** y **2**, cuando dicha celda está cerrada, como es usual encontrarla en algunos moldes de inyección. La cámara de alimentación **22** posee una forma aproximadamente triangular con el fin de obtener un frente de flujo plano en el material que llena la cavidad **21**, cuando fluye a través de la cara transversal **33** paralela al plano XY. La cavidad **21** da forma al espécimen **30** y la cámara de alimentación **22** a la parte **31** del cuerpo o pieza moldeada. El espesor o altura de la cámara de alimentación **22** es de al menos 2,5 veces el de la cavidad **21**, para garantizar que la solidificación del material que ocupa dicha cámara ocurre siempre después de la solidificación del material en la cavidad **21**. Dicho espesor mayor, junto con la forma aproximadamente triangular de la cámara de alimentación **22** disminuye la caída de presión en dicha cámara y propicia una distribución uniforme de presión en la dirección Y sobre la cara transversal **33** requerida para la formación de un frente de flujo plano y paralelo al plano XY

durante el llenado de la cavidad **21**. Esta condición de frente de flujo plano es necesaria para garantizar que todos los sensores de temperatura **19** que registran la evolución de la temperatura del material bajo estudio, son tocados al mismo tiempo por el frente de flujo de la masa fundida del material, garantizando así que todas las señales que ellos generan comienzan en el mismo instante.

Para que el flujo de calor en la zona de medición sea lo más cercano posible a un flujo unidimensional en la dirección del espesor o altura de la cavidad, o sea la dirección transversal vertical o dirección X, la longitud o dimensión en la dirección Z y el ancho o dimensión en la dirección Y de las dos paredes de la cavidad **21**, son al menos 15 veces el espesor o altura de dicha cavidad. Con esta condición el flujo de calor en la cavidad **21** en la dirección transversal horizontal o dirección Y a través de los bordes longitudinales **29** y el flujo en la dirección longitudinal o dirección Z a través de las caras transversales **33** y **34**, son pequeños comparados con el flujo principal de calor en la dirección X. El flujo de calor a través de los bordes longitudinales **29** se disminuye adicionalmente porque en ellos están instaladas sendas barras prismáticas **14** removibles de material aislante, por ejemplo politetrafluoretileno (PTFE), que no funde a las temperaturas de trabajo de la Celda de medición y posee una conductividad térmica baja comparada con la de los metales y del mismo orden de magnitud que la de la mayoría de polímeros. La componente de flujo de calor en la dirección Z hacia la cara transversal **34** es también reducido porque se utiliza un material para la fabricación del bloque portador **18**, con una conductividad térmica también baja, como por ejemplo una resina epóxica preferiblemente con carga mineral, por ejemplo sílice, que presenta una conductividad térmica no superior a $0,5 \text{ W/m.K}$ y que es mecánicamente resistente a las presiones de trabajo de la Celda de medición, que son las típicas del proceso de inyección de termoplásticos. La presencia del material a estudiar en la cámara de alimentación **22**, prácticamente a la misma temperatura del material en la cavidad **21**, constituye una barrera natural al flujo longitudinal de calor a través de la cara transversal **33** en la dirección Z. Bajo este conjunto de condiciones el flujo de calor en la zona de medición de temperaturas se considera que solo fluye en la dirección principal X, o sea perpendicular a las paredes de la cavidad **21**, como lo exige el modelo matemático utilizado para hallar la difusividad térmica según la Ec. 6.

En la perforación **27** se encuentra instalado un sensor **6** de presión, preferiblemente piezoeléctrico, para monitorear la presión en el material durante la inyección. En la perforación **13** se encuentra instalado un sensor **5** de presión preferiblemente también piezoeléctrico, para registrar la presión en la zona de medición de temperatura. Este último sensor de presión tiene un diámetro no mayor a 2,5mm y no altera apreciablemente las características de conducción de calor en el bloque metálico interno removible **20** en donde está instalado. Los bloques metálicos internos removibles **20** están aislados de las placas metálicas **24** y **25** que los sujetan, por un espacio **23** de aire, de al menos 1 mm de espesor, alrededor de las superficies verticales de los bloques internos **20**, que reduce el intercambio de calor entre ellos en las direcciones Y y Z, y se logra así un flujo unidimensional en los bloques metálicos **20**. Cada uno de los dos bloques internos metálicos removibles **20** posee dos grupos de perforaciones **26** y **28** dispuestos en dos niveles, siendo el grupo **26** el más cercano a la pared de la cavidad **21** y el grupo **28** el más alejado. Cada uno de los dos bloques internos metálicos removibles **20** tiene instalado en la superficie de la respectiva pared de la cavidad **21** un sensor **7** de temperatura parcialmente embebido, de tal forma que parte de la superficie cilíndrica del sensor queda expuesta hacia la cavidad **21** en un arco menor que 180 grados, sin tener el peligro de salirse de su alojamiento, como puede observarse en el detalle de la Fig. 6. Esto se logra porque la posición del eje de la perforación **12** que aloja al sensor **7** de temperatura está a una distancia de la superficie, menor que su radio. El extremo del sensor **7** está expuesto hacia la cavidad **21** en una longitud de al menos 40 veces el diámetro del sensor, por lo que la punta sensible del sensor de temperatura está suficientemente alejada de los bordes longitudinales **29** de la cavidad **21**, como para que su lectura no se vea alterada por ellos. Estos sensores **7** de temperatura, instalados como se ha explicado, miden confiablemente la temperatura de la interfaz "cavidad-material bajo estudio", que constituye la condición de frontera que gobierna el enfriamiento o calentamiento del espécimen **30** durante la medición. A la altura de los centros de perforaciones de cada grupo **26** se encuentra una perforación **38** en la posición media de dicho grupo, en donde queda instalado otro sensor **8** de temperatura para efectos de control de la temperatura del medio atemperador que circula por dichas perforaciones, llamadas también canales de atemperamiento. El grupo de perforaciones **28** sirve para alojar sendos cartuchos cilíndricos de calentamiento convencionales, no

representados en las figuras correspondientes, preferiblemente con una densidad alta de potencia de al menos 36 W/cm^2 que elevan la temperatura de los bloques internos **20** cuando la celda de medición se utiliza para calentar el material que ocupe la cavidad **21**, y en especial cuando dicha temperatura está por encima de la temperatura de ebullición del líquido atemperante que circula por el grupo de perforaciones **26**.

Para efectos de mayor claridad, en la Fig. 1 no están representados tornillos y elementos de unión convencionales que mantienen unidas las placas **9**, **24**, **25** y los bloques internos **20** que conforman sendos cuerpos simétricos **1** y **2**. Estos bloques internos **20** son removibles e intercambiables para facilitar la construcción y reparación de la Celda de medición, y también por ejemplo, para que la cavidad **21** formada entre ellos pueda lograrse con diferentes alturas y así posibilitar el estudio de la difusividad térmica en especímenes con distintos espesores, o para utilizar diferentes materiales para la fabricación de los bloques **20** por ejemplo con el fin de estudiar el efecto que tiene el material de la cavidad sobre las condiciones de enfriamiento del material bajo estudio. Durante la operación de la Celda de medición ambos cuerpos simétricos **1** y **2** se mantienen unidos por algún dispositivo como una prensa o por la unidad de cierre de una máquina de tecnología actual o convencional, que es capaz de mantener cerrada herméticamente la Celda cuando se inyecte a presión en su interior el material fundido que se desea analizar. Los elementos de guía para alinear ambos cuerpos durante el cierre y demás detalles constructivos se han omitido en las figuras ya que son elementos convencionales conocidos por un experto en el tema de moldes de inyección.

La Celda de medición posee dos placas **9** de material aislante como el utilizado normalmente en la tecnología de inyección de plásticos, pero con un espesor mínimo de 20mm, para minimizar aceptablemente la transferencia de calor hacia la prensa o dispositivo que sostiene y cierra la Celda de medición durante su operación. Las perforaciones de los grupos **26** están conectadas con tubos convencionales (no representados en la figura) que pasan sin hacer contacto por los agujeros **4** de las placas metálicas **24**, a un sistema (no representado en las figuras) que mantiene en circulación un líquido atemperador convencional, como por ejemplo agua o aceite, a la temperatura deseada para la temperatura de la pared de la cavidad **21**. El sistema de circulación mantiene la temperatura del fluido con una variación inferior a $\pm 0,5^\circ\text{C}$ mientras la cavidad **21** está vacía.

El sensor **5** de presión está instalado en la perforación **13** en el bloque metálico interno **20** que se encuentra instalado en el cuerpo **1**. El extremo activo de este sensor queda a ras de la superficie o pared de la cavidad **21** y está situado en la región central de dicha superficie, lo que la presión que mide, es la correspondiente a la región donde se realizan las mediciones de temperatura por los sensores **19**. El diámetro de este sensor **5** de presión es de máximo 2,5 mm de diámetro, lo que evita disturbios en el patrón de flujo de calor dentro del bloque metálico interno **20** que lo contiene. El segundo sensor **6** de presión está instalado también en el cuerpo **1** en la perforación **27** de la placa metálica **24**, en la parte central de la superficie aproximadamente triangular de la cámara de alimentación **22** y a ras de la misma, y registra la presión del material bajo estudio que se inyecta a la celda a través de la entrada **3** hacia la cavidad **21**. Los sensores **5** y **6** de presión y los sensores **7** y **8** de temperatura, están conectados a un equipo de adquisición de datos convencional, provisto de una tarjeta para conversión analógica/digital preferiblemente de al menos 16 bits de resolución. Con las señales de estos sensores se vigilan las condiciones de medición y su estabilidad en el tiempo. En el interior de la Celda de medición, en el espacio **10**, se instala en forma fácilmente removible, un dispositivo llamado Unidad removible de sensores de temperatura, cerrando así el extremo de la cavidad **21** opuesto al extremo por donde se llena desde la cámara de alimentación **22**. En la Fig. 1 se aprecia dicha Unidad removible de sensores de temperatura en dos de sus variantes: la **11** (ver también corte longitudinal en la Fig. 4) y la **15**. Esta última aparece también en la Fig. 3 y su corte longitudinal en la Fig. 5. Esta unidad está formada por un bloque portador **18**, fabricado preferiblemente, como ya se mencionó, con una resina epóxica, preferiblemente con carga mineral, por ejemplo sílice, que posee una conductividad térmica baja, no mayor a 0,5 W/m.K, similar o inferior a la del material bajo estudio, pero suficientemente resistente para soportar sin daños, presiones que pueden superar 200 MPa, como es posible encontrar en la inyección de materiales termoplásticos. Dicho bloque portador en la variante **15**, posee cuerpos de soportes **32** en forma de extensiones prismáticas fabricados con el mismo material del bloque portador, que mantienen en posiciones preestablecidas los tubos guía **17**, a través de los cuales se deslizan, suavemente y sin holgura los sensores **19** de temperatura para su instalación y/o remoción. Estos sensores de temperatura poseen un diámetro suficientemente pequeño, preferiblemente no superior a 0,25mm, para no afectar apreciablemente la

temperatura de la zona que se desea medir. Además este pequeño diámetro no afecta negativamente la velocidad de respuesta de dichos sensores, que es otra de las condiciones mencionadas para la realización de esta invención. Con un diámetro de 0,25mm cada sensor **19** de temperatura posee la suficiente rigidez mecánica para soportar la presión, sin daños y sin un desplazamiento en su extremo libre superior al 0.5% de su posición relativa a la pared más cercana de la cavidad **21**, cuando ésta se llena con el material bajo estudio. Los tubos guía **17** que contienen los sensores **19** de temperatura poseen un diámetro exterior no superior a 2,5 veces el diámetro de dichos sensores de temperatura y sobresalen del bloque portador **18** al menos 40 veces el diámetro de estos sensores. Cada uno de dichos extremos está sostenido por un soporte removible y aislante **16** en la variante **11**, o por un cuerpo de soporte **32** de la variante **15**, integrado al bloque portador **18**, o también por ejemplo por un cilindro ajustable **51** con ayuda de la la sección roscada **50** en los bloques internos metálicos removibles **20**, en otra de las variantes posibles. Estos tubos guía **17** están contruidos en un material suficientemente rígido y resistente a la temperatura, como por ejemplo el acero inoxidable, o también un material compuesto con matriz epóxica y fibras de carbono. Durante el llenado de la cavidad **21**, incluso con un material bajo estudio con alta viscosidad de fundido, como es el caso de muchos termoplásticos, el extremo libre de cada uno de estos tubos guía **17** mantiene su posición y la del sensor **19** de temperatura que aloja. Dicha posición estable de los sensores **19** de temperatura es crítica. Como se puede concluir de la Ec. 6, el error en dicha posición tiene un efecto del orden de la potencia de dos en la determinación de la difusividad térmica, por afectar directamente el valor Δx^2 . La diferencia Δx entre las distancias de los sensores **19** de temperatura a las dos superficies mayores o paredes de la cavidad **21**, es igual para todos ellos. Esta condición es indispensable para que la solución numérica de la Ec. 4 sea válida. Los soportes de los tubos guía **17**, en cualquiera de sus variantes posibles, quedan inmovilizados en forma segura al cerrarse herméticamente la Celda debido a que la altura de cada uno de ellos es superior a la altura o espesor de la cavidad sin exceder 1%. Esto somete a un esfuerzo de compresión a dichos soportes mientras la Celda está cerrada y que no alcanza el límite permisible del material utilizado bajo dicha deformación del 1%. Dicho material puede ser por ejemplo la misma resina epóxica con carga mineral mencionada para la fabricación del bloque portador **18**. Los soportes **16**, **32** ó **51** de los tubos guía **17** están

instalados a una distancia de los extremos libres de dichos tubos guía preferiblemente no inferior a 10 veces el diámetro de los sensores **19** de temperatura, por lo que el proceso de enfriamiento o calentamiento en la zona de medición de temperatura en el espécimen **30** no se afecta significativamente. Independientemente de las variantes utilizadas para el posicionamiento de los sensores **19** de temperatura, éstos siempre quedan uniformemente distribuidos entre sí, tanto en la dirección Y como en la dirección X. Los sensores **19** de temperatura están distribuidos regularmente en la dirección X pero sólo sobre medio espesor del espécimen **30**, ya que debido a la simetría de las condiciones térmicas en la cavidad **21**, el calor fluye desde el centro del espécimen hacia cada una de las dos paredes de la cavidad **21**. Uno de estos sensores **19** está colocado preferiblemente en la posición central del espesor del espécimen **30**. Los sensores **19** de temperatura sobresalen de los tubos guía **17** preferiblemente 10 veces el diámetro de dichos sensores, por lo que la presencia de dichos tubos no afecta de una manera significativa la velocidad de respuesta de los sensores **19**. Si sobresalen más, se empieza a perder seguridad sobre la posición del extremo del sensor de temperatura. Los soportes de los tubos guía **17**, poseen un espesor no superior a 1,5 mm para no afectar significativamente las condiciones de temperatura del material en la zona de medición y una longitud no inferior al espesor del espécimen **30** ni superior a 6mm. Los sensores de temperatura **19** que quedan más cercanos a los bloques prismáticos aislantes **14**, están alejados de dicha pared mínimo 4 veces el espesor del espécimen **30**. Así la lectura de dichos sensores no se afecta por eventuales flujos de calor en direcciones diferentes a la dirección del eje X que pueden existir en la cercanía de dichos bordes. La Unidad removible de sensores de temperatura se instala en espacio **10** de tal forma que los sensores **19** de temperatura sobresalen hacia la cavidad **21** desde su cara transversal **34** en dirección paralela al eje Z, que es la dirección del flujo del material bajo estudio cuando se llena dicha cavidad. Esto tiene dos ventajas importantes sobre la fidelidad de la medición de temperatura: Primero permite que durante el llenado de la cavidad **21** la masa de material fundido que fluye, eleve la temperatura de los sensores **19** de temperatura y sus soportes **16**, **32 ó 51** en su recorrido hacia el final de la cavidad **21**, en donde queda confinada, lejos de la zona de medición, sin afectarla, ya que durante este proceso la masa pierde calor bajando su temperatura. Mientras más cercanos estén los extremos libres de los sensores **19** de temperatura a la entrada de la cavidad **21**, más

favorable será este efecto. Segundo, con esta disposición los sensores **19** de temperatura y los tubos guía **17** quedan en planos YZ paralelos a los planos isotérmicos que se establecen en la cavidad debido al flujo unidimensional de calor en ~~dirección~~ la dirección X, lo que no propicia flujos de calor en direcciones diferentes. Los sensores **19** de temperatura y los tubos guía **17** están separados entre sí en la dirección Y al menos 1,5 veces el espesor del espécimen **30**, así cada sensor **19** de temperatura no afecta la lectura de los sensores de temperatura vecinos. Esto permite la instalación de varios sensores **19** de temperatura a incrementos en la dirección X, más pequeños que el diámetro de los tubos guía **17**.

La variación del espesor del espécimen **30**, dado por la altura de la cavidad **21**, puede lograrse por otros métodos diferentes al intercambio de los bloques **20** por otros de diferente altura, como podría ser por ejemplo, el empleo de placas o suplementos en ellos o cualquier otro sistema equivalente.

También es posible realizar una celda de medición con más de una cavidad, construidas bajo los principios expuestos, si se desea por ejemplo aumentar el número de sensores de temperatura **19**, sin violar las restricciones que se han indicado para la separación entre sí de dichos sensores en la dirección transversal de la cavidad (dirección Y) y su distancia a los bordes longitudinales **29** de la misma. Los sensores de temperatura para la realización de esta Celda de medición pueden ser termoelementos convencionales.

El método para obtener la difusividad térmica de un material, como por ejemplo un polímero termoplástico, haciendo uso de la Celda de medición descrita, se puede realizar bajo dos modalidades diferentes: bajo enfriamiento o bajo calentamiento del material bajo estudio. Bajo la modalidad de enfriamiento la medición se denomina en esta invención, Primera medición. Bajo calentamiento, Segunda medición.

La Primera medición se realiza según la siguiente secuencia: Se instala la Celda de medición, con su entrada **3** acoplada de modo hermético a un dispositivo apto para inyectar el material bajo estudio en estado fundido, preferiblemente una máquina inyectora de tecnología actual o convencional. Mediante un sistema convencional de atemperamiento de moldes de inyección se hace circular un medio atemperante a temperatura controlada, por ejemplo agua o aceite, a través de los grupos **26** de perforaciones de los bloques metálicos internos **20**, para llevar

las paredes de la cavidad **21** a la temperatura deseada, (observada con ayuda de los sensores de temperatura **7**) que debe ser al menos inferior en 10°C a la temperatura de ablandamiento del material bajo estudio, pero preferiblemente igual a la temperatura ambiente o inferior. Una vez la Celda de medición alcanza el equilibrio térmico, evidenciado por cesar la variación de la temperatura de las paredes de la cavidad **21**, se inserta la unidad removible de sensores de temperatura en el espacio **10** de uno de los cuerpos simétricos **1** o **2**; se cierra herméticamente la Celda de medición haciendo uso del dispositivo de inyección mencionado y se activa la grabación de señales para iniciar la inyección del material a analizar. Esta inyección se realiza con el material a analizar, fundido a la temperatura y presión deseadas para la medición. La adquisición de señales se mantiene hasta que la temperatura media del material en la cavidad **21** alcanza el valor deseado para finalizar la medición, por ejemplo 5°C por encima del valor ajustado para las paredes de la cavidad **21**. Para esta Primera medición, la única condición que debe cumplir la temperatura inicial del material, es que éste se encuentre fundido a ella y permita su inyección. Para la temperatura final, que esta sea suficientemente baja, preferiblemente al menos 5°C por encima de la temperatura de las paredes de la cavidad, pero nunca igual o superior a la temperatura de ablandamiento del material bajo estudio. Esto último es importante para extraer el cuerpo o pieza moldeada por la cavidad **21** y la cámara **22**.

Una vez terminada la adquisición de datos descrita, se procede a abrir la Celda de medición haciendo uso de la citada unidad de inyección y a extraer la Unidad removible de sensores de temperatura, integrada al espécimen **30**.

Para la Segunda medición se lleva la Celda de medición a la temperatura deseada, ya sea con ayuda del mismo sistema convencional de atemperamiento usado para la Primera medición o con ayuda de cartuchos eléctricos convencionales de alta densidad de potencia, preferiblemente 36 W/cm² o superior (no representados en las figuras), instalados en los grupos de perforaciones **28**, si por ejemplo, la temperatura deseada es igual o superior a la de ebullición del líquido atemperante utilizado. Una vez alcanzado el estado estacionario de la Celda de medición, detectado con ayuda de los sensores **7** y **8** de temperatura, se activa la grabación de señales; se introduce rápidamente la Unidad removible de sensores de temperatura integrada al espécimen **30** que tiene embebidos los sensores **19** y se cierra herméticamente la Celda de medición. La toma de datos

continúa hasta que el material alcanza una temperatura media cercana a la de las paredes de la cavidad **21**, por ejemplo 5°C por debajo de ella. Una vez terminada la medición se enfría la Celda para poder extraer la Unidad removible de sensores de temperatura como se explicó para la Primera medición.

La Unidad removible de sensores de temperatura, se extrae del espécimen **30** para poder utilizarla de nuevo en otra Primera medición. Para ello se calienta dicho espécimen por cualquier medio, a la temperatura de ablandamiento del material a analizar, y se hala cuidadosamente la Unidad removible de sensores de temperatura en la dirección axial de los sensores **19** de temperatura.

Una vez obtenidas las lecturas que describen la evolución de temperatura en el interior de la pieza durante cualquiera de las mediciones Primera o Segunda, se procede a obtener la difusividad térmica del material bajo estudio, a partir de mínimo tres valores de temperatura (tripleta), según la Ec. 6. Esta ecuación se obtiene discretizando, con base en diferencias finitas, la Ec. 5 obtenida a su vez de la Ec. 4,

$$\alpha = \frac{(\partial g / \partial t)}{(\partial^2 g / \partial x^2)} \quad \text{Ec. 5}$$

En esta ecuación se observa que la difusividad térmica queda expresada como el cociente entre la velocidad de enfriamiento en un punto del cuerpo, dividida por el Laplaciano de la temperatura o variación del gradiente local de la temperatura en el mismo punto, en un instante dado. Ambas magnitudes se obtienen fácilmente, como se explica a continuación, de la medición de la evolución de la temperatura en el interior del cuerpo.

La forma discretizada de la Ec. 5 que se utiliza en el método de la presente invención es la siguiente:

$$\alpha(X_i, g_{i,j}, g'_{i,j}, p) = \frac{(g_{i,j+1} - g_{i,j}) / \Delta t}{(g_{i+1,j} + g_{i-1,j} - 2g_{i,j}) / \Delta x^2} \quad \text{Ec. 6}$$

En donde:

α = difusividad térmica del material bajo estudio en mm²/s

i = subíndice que indica la posición del sensor central de una tripleta de temperaturas

- j = subíndice que expresa el intervalo del tiempo de observación
- Δx = separación entre sensores de temperatura de la triplete y medida en la dirección del flujo de calor, expresada en mm
- Δt = diferencia de tiempo entre dos instantes de observación consecutivos, expresado en s
- $g'_{i,j}$ = velocidad de cambio de temperatura en la posición i , para el instante de observación dado por j , expresada en °C/s
- $g_{i,j}$ = temperatura para la posición central X_i de una triplete en el instante de observación dado por j , expresada en °C
- $g_{i,j+1}$ = temperatura central de una triplete (posición X_i) en el instante de observación dado por $j+1$, expresada en °C
- $g_{i+1,j}$ = temperatura para la posición X_{i+1} más alejada de la pared de la cavidad en una triplete y en el instante de observación dado por j , expresada en °C
- $g_{i-1,j}$ = temperatura para la posición X_{i-1} , más cercana a la pared de la cavidad en una triplete y en el instante de observación dado por j , expresada en °C
- p = Presión en la cavidad en la zona de medición de temperatura, expresada en MPa

En dicha Ec. 6 se ha indicado que la difusividad térmica α depende de la temperatura g , de la velocidad de cambio de ésta g' y de la presión p reinante en el punto de observación de posición X_i .

EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL DISPOSITIVO Y DEL MÉTODO DESCRITOS

A continuación se explica un ejemplo de la aplicación del dispositivo de esta invención para obtener las lecturas de temperatura necesarias para poder calcular la difusividad térmica de un material de acuerdo con la Ec. 6 y de acuerdo al método de la Primera medición:

Se ha tomado como material un Polietileno de alta densidad para alimentar una máquina inyectora convencional en la cual se ha instalado la Celda de medición que describe esta invención, que posee en su interior una cavidad que da forma a un espécimen 30 de 60 mm x 60 mm y de 4 mm de espesor. El material se funde en la unidad correspondiente de la máquina inyectora y lo mantiene a 230°C. La

Celda de medición se lleva a una temperatura estable de 40°C, con ayuda de un sistema convencional de atemperamiento con recirculación de agua. Una vez verificados estos dos valores de temperatura, se introduce la Unidad removible de sensores de temperatura según la variante 15, con 6 sensores de temperatura espaciados 6 mm entre sí. El sensor más cercano a la pared de la cavidad está a una distancia nominal de 0,50 mm y el más alejado está en el centro de la altura de la cavidad o sea a 2,00 mm de distancia a ambas paredes de la cavidad. Para los sensores intermedios el incremento nominal de las distancias de cada sensor a una de las paredes de la cavidad es constante e igual a 0,30 mm. Las posiciones nominales para la medición de la evolución de temperatura son pues: $X_1=0,5\text{mm}$, $X_2=0,8\text{mm}$, $X_3=1,1\text{mm}$, $X_4=1,4\text{mm}$, $X_5=1,7\text{mm}$ y $X_6=2\text{mm}$. Se inicia la toma de señales y se inyecta el material a una presión cercana a los 20 MPa la cual se mantiene a ese nivel. La medición continua hasta que la temperatura media del material alcanza 45°C. Todas las señales de temperatura y presión se almacenan cada 0,2 s y se convierten a valores digitales con una resolución de 0,06°C en un sistema de adquisición de datos ajustado a las especificaciones dadas en la presente invención. Los valores de temperatura obtenidos se corrigen utilizando los valores de calibración obtenidos para cada sensor 19 de temperatura como es de conocimiento para un experto en medición de temperatura.

En la Fig. 8, aparecen 6 curvas 80 que representan los resultados de medición de la evolución de la temperatura interna del espécimen obtenido, para 6 diferentes posiciones de nominales de medición. La curva de temperatura 82 es la de la pared de la cavidad 21 durante el proceso y la 81 es la correspondiente a la variación de presión registrada por el sensor 5 de presión durante la medición.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA DIFUSIVIDAD TÉRMICA

La Tabla 1 muestra la estructura requerida en los datos para poder ser analizados según la Ec. 6. En ella, cada fila de datos contiene, en su orden, el tiempo transcurrido desde el comienzo del proceso de enfriamiento, expresado en segundos, las temperaturas de la tripleta en grados centígrados para ese instante y la presión reinante en la cavidad en la zona de medición de temperatura expresada en MPa y para el mismo instante.

Tabla 1

Tiempo [s]	...	Temperatura [°C] en X ₂	Temperatura [°C] en X ₃	Temperatura [°C] en X ₄	...	Presión en la cavidad [MPa]
.....						
11,40	..	150,28	159,52	165,25	..	18,46
11,60	..		158,29		..	18,0
.....						

La rapidez media de cambio de temperatura para la posición central de la tripleta, es: $-6.15^{\circ}\text{C/s} = (158,29^{\circ}\text{C} - 159,52^{\circ}\text{C}) / (11,6\text{s} - 11,4\text{s})$. El Laplaciano de la temperatura para esa misma posición y en ese mismo intervalo de tiempo es: $(150,28^{\circ}\text{C} + 165,25^{\circ}\text{C} - 2 \cdot 159,52^{\circ}\text{C}) / (0,3\text{mm})^2 = -39^{\circ}\text{C/mm}^2$. El valor de la difusividad térmica, para la temperatura media en el punto central X₃ de la tripleta $158,91^{\circ}\text{C} = (159,52^{\circ}\text{C} + 158,29^{\circ}\text{C}) / 2$ (registrada entre 11,4 y 11,6 segundos de enfriamiento y a una presión media de 18,23 MPa es pues $0,1577 \text{ mm}^2/\text{s}$. Esto se repite para todos los renglones del archivo de datos. Para la presentación final de la curva de difusividad térmica, los valores obtenidos se aproximan de acuerdo a las técnicas numéricas usuales, a una línea suave con el menor error cuadrático. Las seis curvas de temperatura obtenidas durante la medición del ejemplo permiten formar 4 tripletas (1-2-3, 2-3-4, 3-4-5, 4-5-6) de temperaturas adyacentes para obtener 4 curvas diferentes de la difusividad térmica para las condiciones reinantes en cada uno de los cuatro sensores en las posiciones centrales de las tripletas correspondientes. La Fig. 9 muestra la curva para difusividad térmica obtenida de la tercera tripleta de datos de la Fig. 8 con el sensor central a X₄=1,4mm de la pared más cercana, es decir de la tripleta 3-4-5.

El método descrito para obtener la difusividad térmica no se limita a materiales termoplásticos. Sólo es necesario disponer de la evolución de la temperatura del cuerpo fabricado en el material que se desea medir, expresada por medio de mínimo una tripleta de temperaturas para puntos igualmente espaciados en la dirección del flujo unidimensional no estacionario de calor.

REIVINDICACIONES

1. Una Celda de medición para la determinación de la evolución de temperatura en al menos tres puntos en el interior de un espécimen fabricado de un material bajo estudio al cual se le desea determinar la difusividad térmica entre una temperatura inicial y otra final cuando dicho espécimen es sometido a un choque térmico en el interior de la Celda de medición durante el cual puede ocurrir un cambio de fase en el material bajo estudio, y en donde el flujo de calor en la zona de medición de temperatura en el espécimen ocurre en una sola dirección, donde dicha Celda se asemeja a un molde de inyección caracterizada porque comprende como mínimo una cavidad (21), alimentada lateralmente desde una cámara de alimentación (22) que se llena bajo presión con el material bajo estudio, en donde dicha cavidad está formada entre dos bloques metálicos internos removibles (20), cuya temperatura es controlada y mantenida a un valor diferente en al menos 5°C de la temperatura final mediante la circulación de un fluido atemperante a través de sendos grupos perforaciones paralelas pasantes (26) en dichos bloques metálicos internos removibles (20) con ayuda de cartuchos eléctricos de calentamiento instalados en otros sendos grupos de perforaciones paralelas (28) en los mismos bloques metálicos internos removibles (20), pero a diferencia de un molde de inyección tradicional, dichos bloques metálicos internos removibles están aislados térmicamente por medio de espacios de aire, de las placas metálicas (24 y 25) que los sujetan entre sí; dos barras prismáticas removibles de material aislante (14) instaladas en los bordes longitudinales (29) de la cavidad (21), un sensor de presión (5) instalado en uno de los bloques metálicos internos removibles (20) sobre la cara que conforma una de las dos paredes de la cavidad (21) y en la zona de medición de la evolución de temperatura en cavidad (21), dos sensores de temperatura (7) colocados simétricamente en las dos paredes de la cavidad (21) y otros dos sensores de temperatura (8) colocados a la altura de los centros de los grupos de perforaciones (26) de los canales de circulación del líquido atemperante de los dos bloques metálicos internos removibles (19), una Unidad removible de sensores de temperatura (11, 15) para registrar la evolución de la temperatura en el interior del espécimen (30) donde ocurre el flujo unidimensional de calor, dotada de un bloque portador (18) que cierra el extremo de la cavidad (21), opuesto al extremo que la



comunica con la cámara de alimentación (22), en donde el bloque portador (18) sostiene un grupo de tres o más tubos guía (17) que sobresalen de él dirigidos hacia la zona de medición de la evolución de temperatura en el espécimen (30), igualmente espaciados entre sí y a distancias regularmente crecientes respecto a cualquiera de las dos paredes de la cavidad (21), en donde la parte sobresaliente de los mencionados tubos está sostenida por soportes (16, 32, 51); sensores de temperatura (19) instalados en el interior de los tubos guía (17) con su extremo sensible sobresaliendo de los extremos soportados de dichos tubos hasta la zona de medición donde ocurre el flujo unidimensional de calor en el espécimen (30), en donde todos los sensores de presión y temperatura mencionados están conectados a un sistema convencional de adquisición de datos que almacena las señales generadas por dichos sensores durante la operación de la Celda de medición.

2. La Celda de medición según la reivindicación 1 caracterizada por poseer una cavidad (21) plana rectangular cuyas paredes tienen una longitud y un ancho como mínimo 15 veces el espesor de la citada cavidad.
3. La Celda de medición según la reivindicación 1 caracterizada por poseer una cámara (22) con forma aproximadamente triangular con espesor o altura superior a 2,5 veces el espesor de la cavidad (21) de la reivindicación 2, en donde la citada cámara alimenta lateralmente a dicha cavidad por una de sus caras transversales.
4. La cavidad (21) según la reivindicación 2, caracterizada por estar formada entre dos bloques internos removibles e intercambiables (20) fabricados en un material metálico cuya conductividad térmica es al menos 100 veces mayor que la del material a estudiar.
5. La cavidad (21) según las reivindicaciones 2 y 4 caracterizada porque en sus dos bordes longitudinales están instaladas dos barras prismáticas removibles (14) de material aislante fabricadas con material que no funde a la temperatura máxima deseada para la medición y con una conductividad térmica del mismo orden de magnitud que la del material bajo estudio.
6. Los bloques internos removibles e intercambiables (20) según la reivindicación 4 caracterizados porque cada uno posee una perforación cilíndrica (12) sobre la cara que conforma la respectiva pared de la cavidad (21) de la reivindicación 2, y perpendicular a los bordes longitudinales de la citada cara, en donde el eje de cada perforación (12) está a una distancia de dicha cara, menor que su

radio, con una longitud mínima de 40 veces su diámetro, y de diámetro igual al de los sensores de temperatura **(7)** que se instalan en dicha cara según la reivindicación 1, de tal forma que dicha perforación cilíndrica **(12)** quede abierta hacia la cavidad **(21)** de la reivindicación 2 en un arco menor que 180 grados.

7. Los bloques internos removibles e intercambiables **(20)** según las reivindicaciones 4 y 6 caracterizados por estar dotados de perforaciones pasantes paralelas a las caras rectangulares que conforman las mencionadas paredes de la cavidad de la reivindicación 2, dispuestas en dos niveles, en donde el grupo de perforaciones **(26)** situado en el nivel más cercano a dichas caras rectangulares permite la circulación de un fluido atemperante convencional. ✕
8. Los bloques internos removibles e intercambiables según las reivindicaciones 4, 6 y 7 caracterizados por estar dotados de perforaciones pasantes paralelas a las caras rectangulares que conforman las mencionadas paredes de la cavidad **(21)** de la reivindicación 2, dispuestas en dos niveles, en donde el grupo de perforaciones **(28)** situado en el nivel más alejado de dichas caras rectangulares permite alojar cartuchos convencionales de calentamiento eléctricos de una densidad de potencia preferiblemente 36 W/cm^2 o superior. ✕
9. Los bloques internos removibles e intercambiables **(20)** según las reivindicaciones 4, 6, 7 y 8 caracterizados por estar aislados térmicamente por un espacio de aire, de mínimo 1mm de espesor, entre sus paredes verticales y las de las placas metálicas **(24 y 25)** que los sujetan en la Celda de medición según la reivindicación 1. ✕
10. Los bloques internos removibles e intercambiables **(20)** según las reivindicaciones 4, 6, 7, 8 y 9 caracterizados porque uno de ellos posee un sensor **(5)** de presión de un diámetro no superior a 2,5 mm instalado en la zona central de la cara que conforma la respectiva pared de la cavidad **(21)** de la reivindicación 2. ✕
11. Una Celda de medición según la reivindicación 1 caracterizada por poseer una Unidad removible de sensores de temperatura **(11, 15)** que mantiene en forma precisa y segura al menos tres sensores **(19)** de temperatura, cilíndricos que sobresalen paralelamente sobre las paredes de la cavidad **(21)** de la reivindicación 2 y están dirigidos hacia la cámara de alimentación **(22)** de la reivindicación 3.

12. La Unidad removible de sensores de temperatura **(11, 15)** según la reivindicación 11 caracterizada porque los sensores de temperatura **(19)** que sostiene son preferiblemente termoelementos cilíndricos convencionales de no más de 0,25 mm de diámetro. ✕
13. La Unidad removible de sensores de temperatura **(11, 15)** según las reivindicaciones 11 y 12 caracterizada porque mantiene posicionados los sensores de temperatura **(19)** en posición estable con una precisión superior al 0,5% y paralela a las paredes de la cavidad **(21)** de la reivindicación 2 uniformemente distribuidos sobre una de las mitades del espesor de la citada cavidad, en la dirección transversal vertical, y también entre sí en la dirección transversal horizontal de la misma, pero alejados de las barras prismáticas removibles **(14)** de material aislante según la reivindicación 5, no menos de 4 veces el espesor de dicha cavidad. ✕
14. La Unidad removible de sensores de temperatura **(11, 15)** según las reivindicaciones 11, 13 y 12 caracterizada porque posee tubos guía **(17)** con un diámetro interior suficiente para el desplazamiento axial suave pero sin holgura de dichos sensores de temperatura **(19)** durante su instalación o eventual recambio y con un diámetro exterior no superior a 2,5 veces el diámetro de dichos sensores de temperatura. ✕
15. La Unidad removible de sensores de temperatura **(11, 15)** según las reivindicaciones 11, 13, 12 y 15 caracterizada porque sus sensores de temperatura **(19)** sobresalen de los citados tubos guía **(17, 35)** preferiblemente 10 veces el diámetro de los mencionados sensores. ✕
16. La Unidad removible de sensores de temperatura según las reivindicaciones 11, 13, 12, 15 y 15 caracterizada porque posee un bloque portador **(14)** para la fijación de los citados tubos guía **(17, 35)**, fabricado con un material no metálico aislante de calor, con una conductividad térmica igual o inferior a la del material bajo estudio, con suficiente resistencia mecánica para soportar sin daños presiones de al menos de 200 MPa. ✕
17. La Unidad removible de sensores de temperatura **(15)** según las reivindicaciones 11, 13, 12, 15, 15 y 16 caracterizada porque sus tubos guía **(17, 35)** están sostenidos por soportes integrados **(32)** al bloque portador **(18)** de la reivindicación 16 cuya altura es superior a la altura de la cavidad **(21)** de la reivindicación 2 sin excederla en un 1%, con un espesor no superior a 1,5 mm y que dejan sobresalir los citados tubos guía **(17, 35)** del citado bloque ✕

portador (18), una longitud al menos 40 veces el diámetro de los sensores (19).de temperatura

18. La Unidad removible de sensores de temperatura (11) según las reivindicaciones 11, 13, 12, 15, 15 y 16 caracterizada porque sus tubos guía (17, 35) están sostenidos por soportes removibles (16), e independientes del bloque portador (14) de la reivindicación 16, cuyo espesor no es superior a 1,5mm, su altura es superior a la altura de la cavidad (21) de la reivindicación 2 sin excederla en un 1% e instalados a una distancia del extremo de cada uno de los citados tubos guía (17, 35) preferiblemente de 10 veces el diámetro de los citados sensores de temperatura (19).

19. Un Método para obtener la difusividad térmica de un material a partir de un mínimo de tres señales (tripleta) obtenidas utilizando algún dispositivo de medición como por ejemplo una Celda de medición como la de la reivindicación 1 que describen la evolución de la temperatura a lo largo del tiempo en tres puntos de un cuerpo fabricado con el citado material bajo estudio, sometido a una presión igual a la deseada, sometido a un rápido enfriamiento entre una temperatura inicial y otra final, como el obtenido por un choque térmico, en donde dichos 3 puntos están igualmente espaciados en la dirección del flujo de calor que se genera durante el citado proceso de enfriamiento, según el siguiente método denominado Primera medición y caracterizado por los siguientes pasos:

- a) Llevar el material que se desea estudiar a una temperatura superior a su temperatura de fusión lo suficientemente alta, llamada temperatura inicial, para que el mencionado material pueda fluir hacia el interior del dispositivo mencionado.
- b) Estabilizar la temperatura interior del dispositivo de medición mediante el empleo de un sistema con temperatura regulada, a un valor que permita que el material bajo estudio sufra un enfriamiento brusco por debajo de su temperatura de solidificación al entrar en el dispositivo de medición.
- c) Iniciar la toma de señales de temperatura y presión reinantes en el dispositivo y en los puntos deseados para registrar la evolución de la temperatura usando un sistema de adquisición de datos conectado a los sensores de dicho dispositivo de medición, que permita el

2

almacenamiento de estas señales de temperatura y presión para su posterior análisis.

- d) Introducir en el mencionado dispositivo el material cuya difusividad térmica se desea medir, a la mencionada temperatura inicial y manteniendo una presión constante en el material fundido igual a la deseada para la medición.
 - e) Finalizar la toma de señales de temperatura y presión, cuando la temperatura media del material haya llegado a la temperatura final de la medición.
 - f) Extraer la pieza formada en el interior del citado dispositivo con el material inyectado, conteniendo los sensores de temperatura embebidos en ella.
 - g) Calcular a partir de los datos obtenidos durante el proceso, tanto la velocidad de enfriamiento en la posición central de cada tripleta, como la variación local del gradiente de temperatura para esa misma posición en diferentes instantes de la medición.
 - h) Calcular la difusividad térmica del material bajo estudio para cada valor deseado de temperatura que esté entre la temperatura inicial y final de la medición, dividiendo la velocidad de enfriamiento calculada para el sensor central de cada tripleta, por el correspondiente valor de la variación local del gradiente de temperatura en dicha posición, para el instante en que reine la temperatura promedio deseada en la mencionada posición del sensor central de cada tripleta.
20. El Método para obtener la difusividad térmica de un material a partir de un mínimo de tres señales (tripleta) obtenidas utilizando algún dispositivo de medición como por ejemplo una Celda de medición como la de la reivindicación 1 que describen la evolución de la temperatura a lo largo del tiempo en tres puntos de un cuerpo fabricado con el citado material bajo estudio sometido a un rápido calentamiento entre una temperatura inicial y otra final, como el obtenido por un choque térmico, en donde dichos 3 puntos están igualmente espaciados en la dirección del flujo de calor que se genera durante el citado proceso de calentamiento, según el siguiente método denominado Segunda medición, que está caracterizado por los siguientes pasos:
- i) Estabilizar la temperatura del dispositivo de medición al menos 5°C por encima de la temperatura final deseada para el proceso de

calentamiento, mediante el empleo de un sistema con temperatura regulada.

- j) Iniciar la toma de señales de temperatura y presión reinantes en el dispositivo usando un sistema de adquisición de datos que permita el almacenamiento de las señales de temperatura y presión generadas durante el proceso de calentamiento que se genera a partir del siguiente paso.
- k) Instalar rápidamente en el mencionado dispositivo, un espécimen de prueba fabricado con el material que se desea estudiar, que posee en su interior al menos tres sensores de temperatura igualmente espaciados en la dirección de flujo de calor que se generará durante la medición, una vez éste haya alcanzado su equilibrio térmico a la temperatura inicial por ejemplo la temperatura ambiente.
- l) Cerrar herméticamente el citado dispositivo de medición.
- m) Finalizar la toma de señales de temperatura y presión cuando la temperatura media del mencionado espécimen haya alcanzado la temperatura final.
- n) Calcular a partir de los datos de temperatura registrados, tanto la velocidad de calentamiento en la posición central de cada tripleta de sensores, como la variación local del gradiente de temperatura para esa misma posición en diferentes instantes de la medición.
- o) Calcular la difusividad térmica del material bajo estudio para cada valor deseado de temperatura que esté entre la temperatura inicial y final de la medición, dividiendo la velocidad de calentamiento calculada para el sensor central de cada tripleta, por el correspondiente valor de la variación local del gradiente de temperatura en dicha posición, para el instante en que reine la temperatura promedio deseada en la mencionada posición del sensor central de cada tripleta.

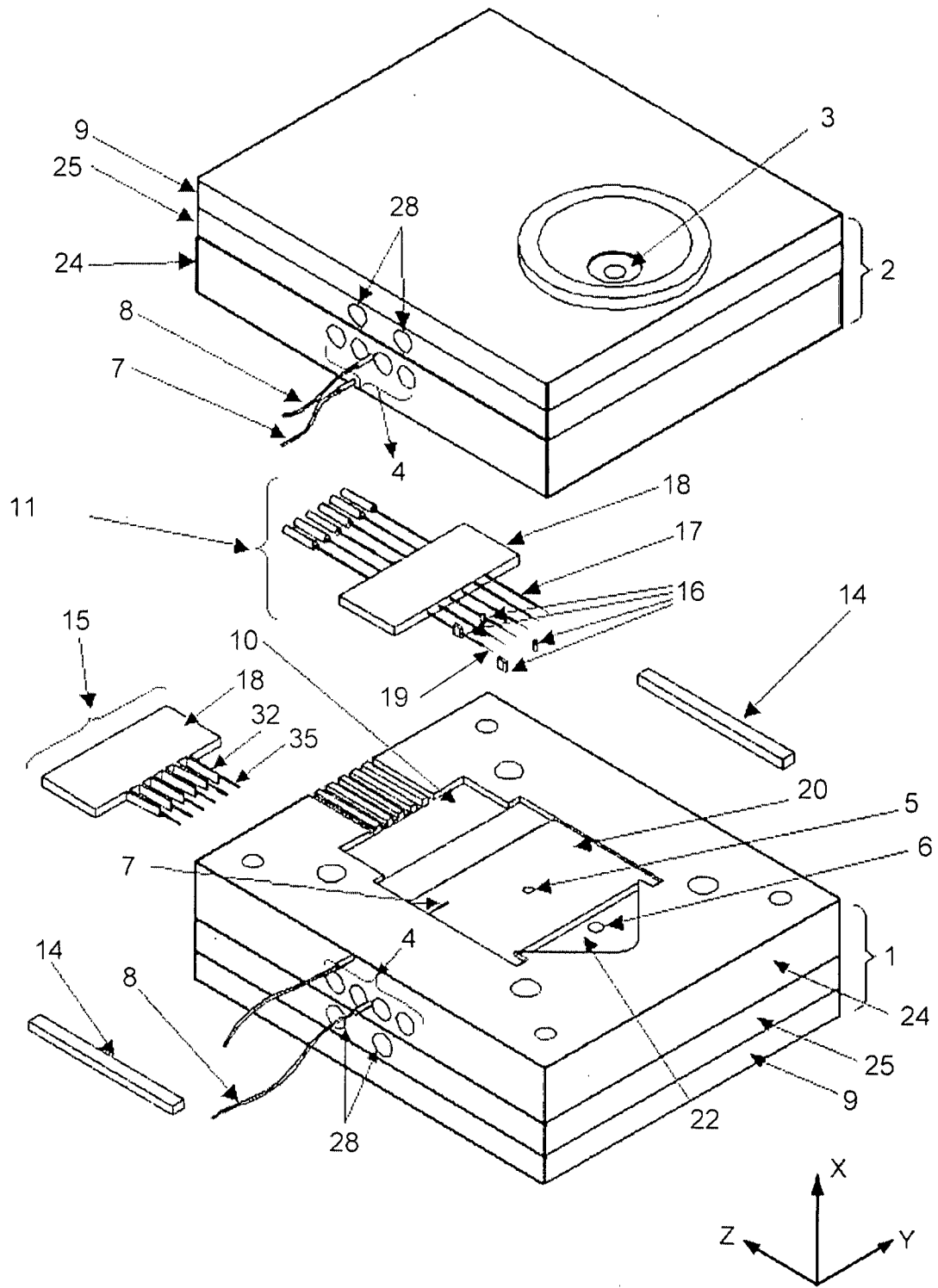


Fig. 1

130

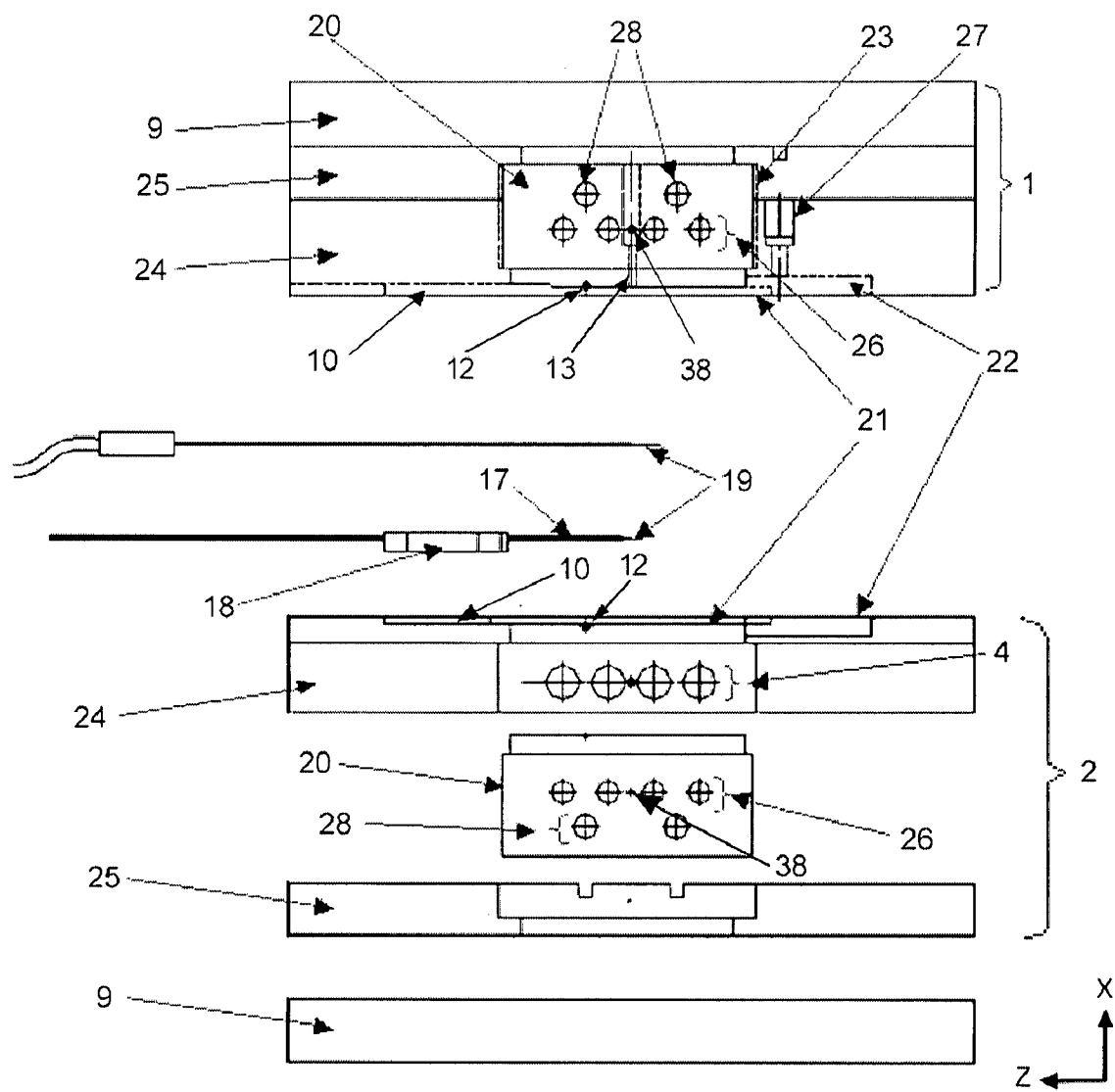


Fig. 2

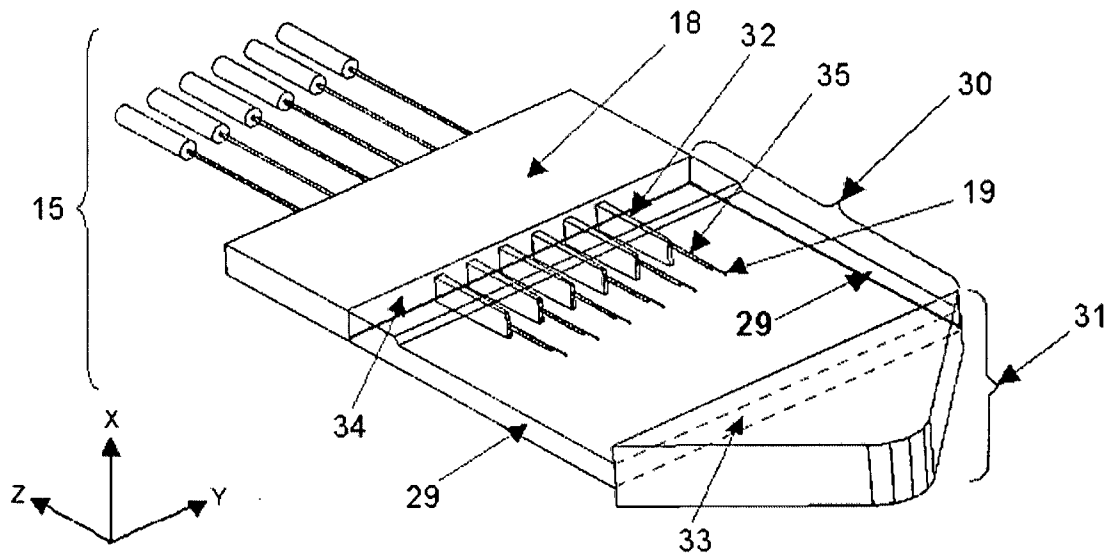


Fig. 3

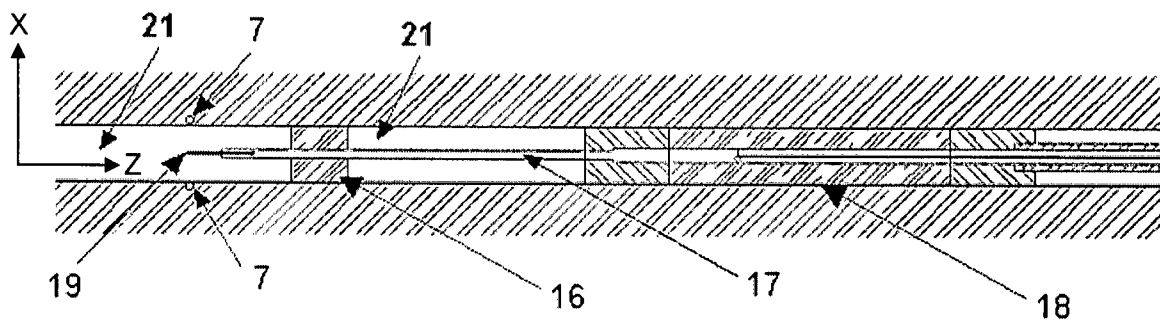


Fig. 4

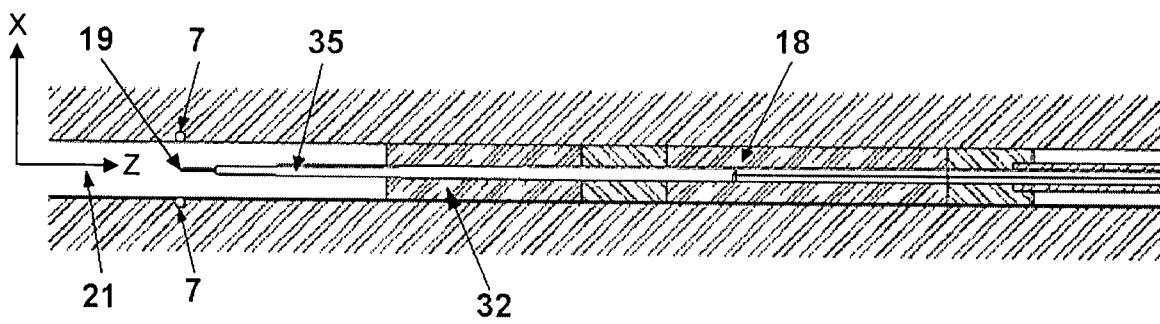


Fig. 5

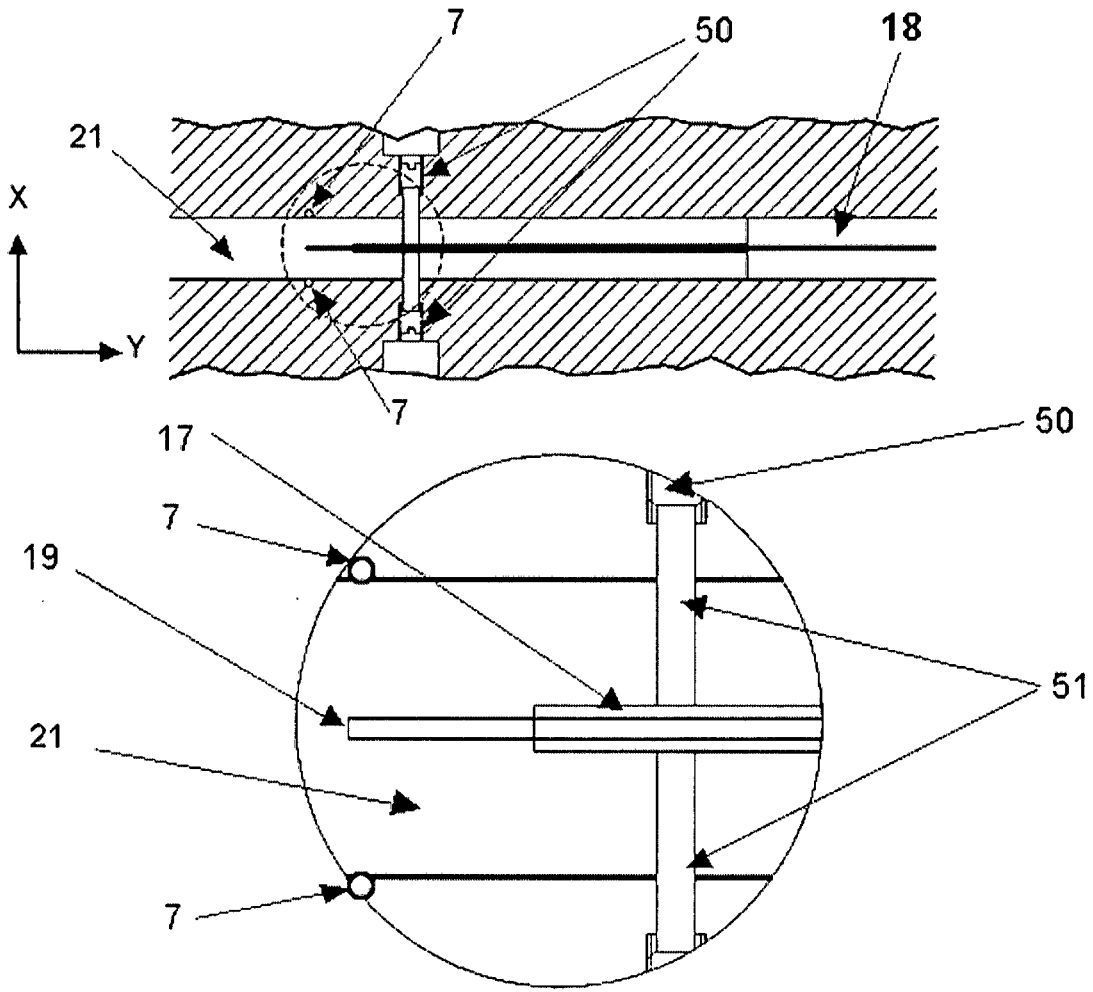


Fig. 6

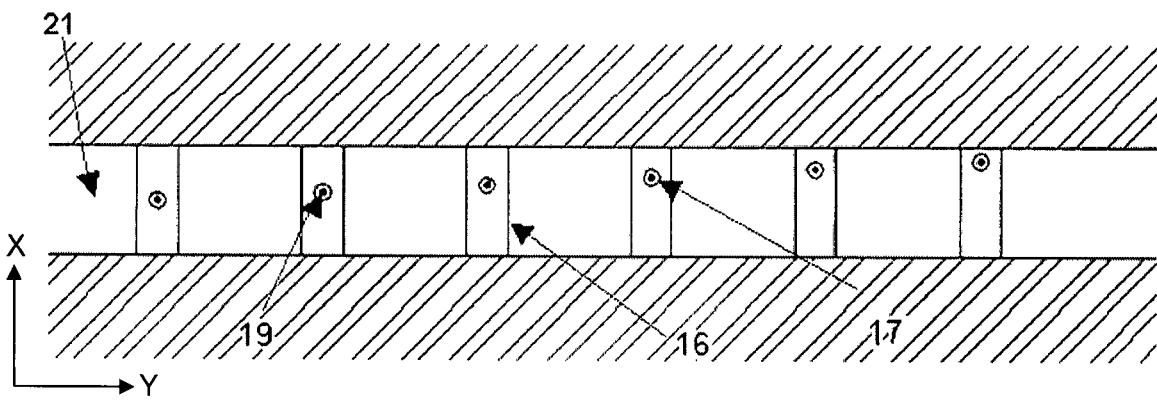


Fig. 7

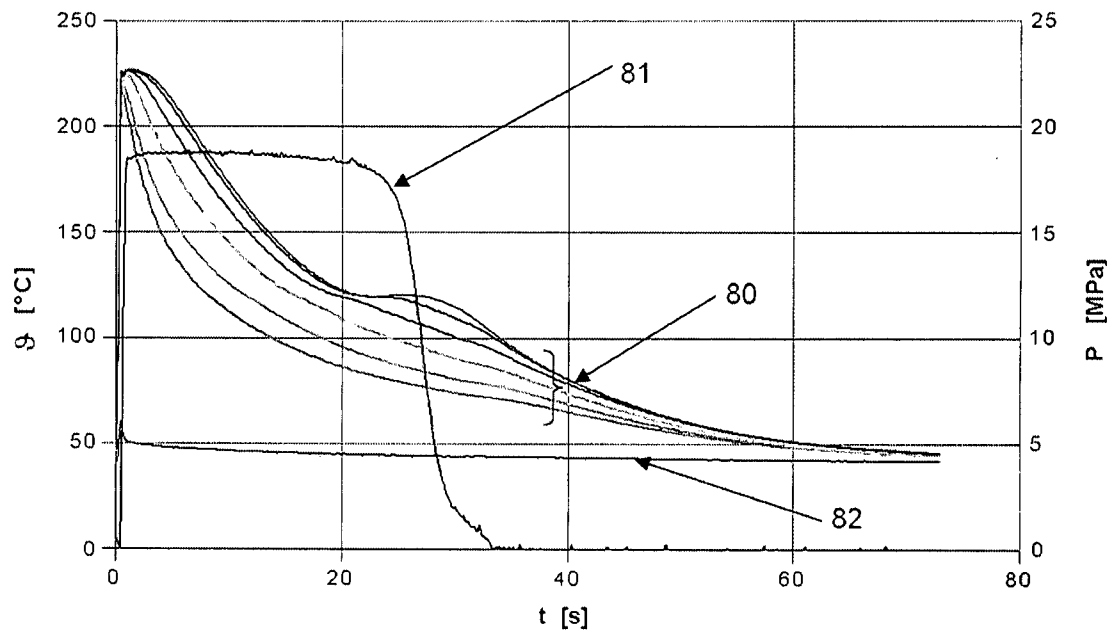


Fig. 8

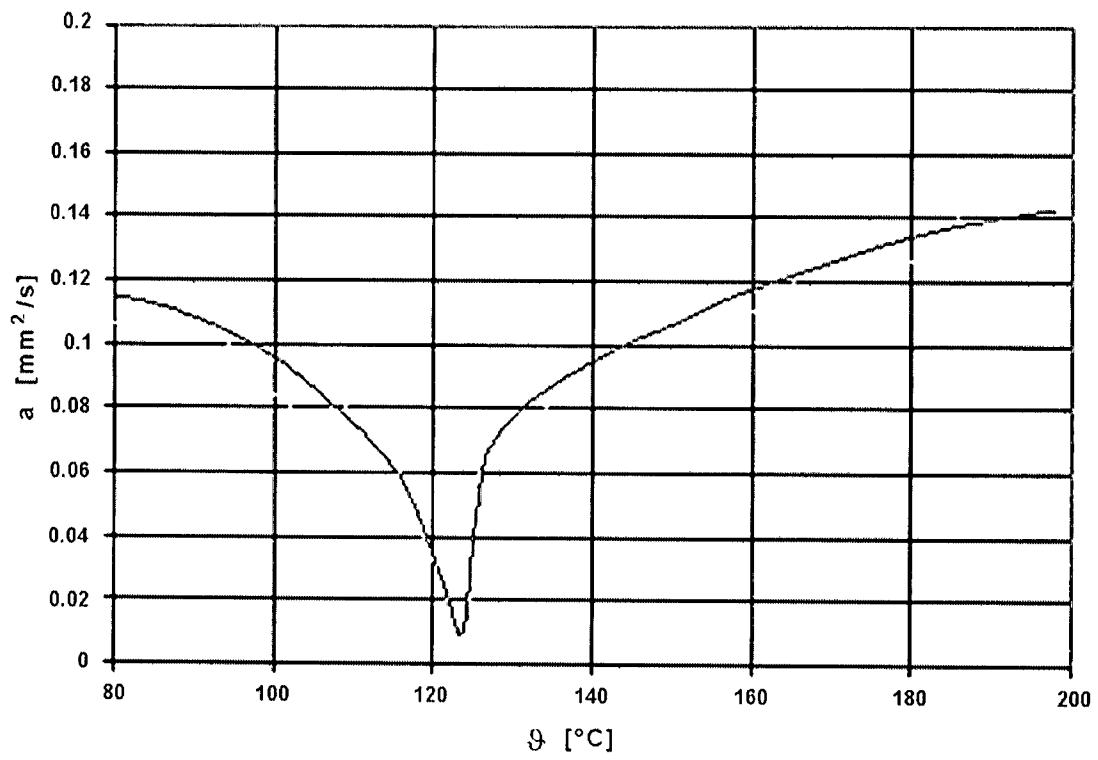


Fig. 9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISI3N DE NUEVAS CREACIONES

Radicaci3n n.º 03 – 10 433
Clasificaci3n Internacional (IPC): G01N 25/18
Concepto T3cnico n.º 2486

Patente de Invenci3n	☒	Patente de Modelo de Utilidad	☐
Vía Nacional	☐		
Vía PCT (fase nacional)	☐	Cap. I	☐
		Cap. II	☐
Nºmero de la Solicitud Internacional			
Fecha de Presentaci3n Internacional			

Como resultado del examen definitivo, realizado con fundamento en el art3culo 48 de la Decisi3n 486 de la Comisi3n de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

<u>Descripci3n:</u>	Folios 3 a 12 como se radic3 inicialmente Folios 53 a 70 modificaci3n Folios 101 a 121 nueva modificaci3n.
<u>Reivindicaciones:</u>	Folios 12 a 15 como se radic3 inicialmente Folios 71 a 78 modificaci3n. Folios 122 a 128 nueva modificaci3n.
<u>Dibujos:</u>	Folios 79 a 82 modificaci3n. Folios 129 a 133 nueva modificaci3n.
<u>Respuestas del solicitante:</u>	Folio 52 y 88 a 99.

2. Objeto de la invenci3n

- T3tulo de la solicitud: *M3todo y celda de medici3n para la determinaci3n de la difusividad t3rmica de materiales sometidos a r3pidos cambios de temperatura, que pueden incluir cambio de fase*, folio 101.
- El objeto de la presente solicitud de patente de invenci3n consiste en suministrar una celda y un m3todo para determinar confiablemente la difusividad t3rmica de materiales sometidos a r3pidos cambios de temperatura, incluyendo el caso cuando hay cambios de fase, bajo condiciones similares a las que se encuentran en procesos industriales.
- El problema planteado en esta solicitud es satisfacer la necesidad de obtener valores de la difusividad t3rmica que se ajusten a los reales cuando el material

bajo estudio sufre bruscos cambios de temperatura, y eventualmente de fase, tal como sucede en los procesos industriales.

- Para solucionar este problema técnico la solicitud en estudio proporciona una celda que está dotada de una unidad removible con sensores de temperatura de alta sensibilidad que permite acceder a una posición interna del material fundido o en proceso de fusión. Los datos producidos son alimentados periódicamente a una unidad central de proceso en donde se realizan los registros y los cálculos pertinentes.

- Clasificación Internacional de Patentes (IPC): G01N 25/18

3. De la solicitud de Patente

Descripción (artículo 28 D. 486)

- El capítulo descriptivo, en general, cumple con los requisitos de claridad y divulgación en la descripción. En otras palabras, en la descripción no aparecen incoherencias ni ambigüedades y es inteligible.
- La descripción sí cumple con los requisitos de claridad y comprensión de acuerdo al art. 28 de la Decisión 486.

Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

- Con el fin de aclarar el capítulo reivindicatorio, puesto que la intención del solicitante, expresada en la respuesta, folios 91 a 93, es tener tres reivindicaciones independientes: una de producto [la celda] y dos de método [para la primera medición y para la segunda medición], se hicieron las siguientes correcciones de oficio:

En la reivindicación 4, folio 123, se sustituye la expresión *La cavidad según la reivindicación 2, caracterizada por estar formada...* por la expresión *La celda de medición según la reivindicación 2, caracterizada porque la cavidad está formada...* También se hace una sustitución análoga en la reivindicación 5, folio 123.

En la reivindicación 6, folio 123, se sustituye la expresión *Los bloques internos removibles e intercambiables según la reivindicación 4, caracterizados porque cada uno posee...* por la expresión *La celda de medición según la reivindicación 4, en la cual cada uno de los bloques internos removibles e intercambiables posee...* Una sustitución en el mismo sentido se realiza en las reivindicaciones 7 a 10, folio 124.

En la reivindicación 12, folio 125, se sustituye la expresión *La unidad removible de sensores de temperatura según la reivindicación 11, caracterizada porque los sensores de temperatura que sostiene son...* por la expresión *La celda de medición según la reivindicación 11, en la cual los sensores de temperatura que sostiene son...* Se realiza, también, una corrección en el mismo sentido en las reivindicaciones 13 a 18.

Todas estas sustituciones cumplen los siguientes propósitos: le dan mayor claridad al capítulo reivindicatorio; favorecen la concisión; y, evitan que se objete la unidad de concepto inventivo, porque se conserva explícito el concepto inventivo integrador, esto es, *la celda*.

- Las reivindicaciones -con estas correcciones de oficio- sí cumplen con los requisitos de claridad, concisión y sustento por la descripción de acuerdo al art. 30 de la Decisión 486.

4. Unidad de invención (artículo 25 D 486)

- Lo reclamado en el capítulo reivindicatorio sí cumple con el requisito de unidad de invención porque tienen como factor común la celda de medición.

5. Determinación del Estado de la Técnica

- La fecha que se ha tenido en cuenta para determinar el Estado de la Técnica es la

Fecha de presentación de la solicitud nacional 2003-02-10

- Se realizó la búsqueda en el estado de la técnica de documentos relacionados con la solicitud teniendo en cuenta la fecha indicada; y durante la búsqueda de anterioridades se encontraron los siguientes documentos, que forman parte del estado de la técnica más cercano al objeto de la solicitud:

n.º	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	Patente US 3 570 302, cuyo inventor es Harold A. Sauer, quien le cedió sus derechos a la Bell Telephone Laboratories, Inc.	«Method of measuring thermal diffusivity»(Un método para medir la difusividad térmica)	1971-03-16
D2	Patente US 4 933 887, cuyos inventores son György Dankó e Itsván Czifka, quienes le cedieron sus derechos a la Budapesti Muszaki Egyetem	«Process and apparatus for the determination of thermo-physical properties»(Un procedimiento y un aparato para determinar propiedades termofísicas)	1990-06-12
D3	Patente US 5 224 775, cuyos inventores son Michael Rading, Brian K Hahn y Benjamin S. Crowe, quienes le cedieron sus derechos a la TA Instruments, Inc.	«Method and apparatus for modulated differential analysis»(Un método y un aparato para el análisis diferencial modulado)	1993-07-06
D4	Patente US 5 833 365, cuyos inventores son Lambert Stals, Luc de Schepper, Jean Roggen y Ward de Ceuninck, quienes les cedieron sus derechos al Interuniversitair Micro-electronika Centrum vzw y al Limburgs Universitair Centrum	«Method for local temperature sensing for use in performing high resolution in-situ parameter measurements»(Un método para detectar la temperatura local para emplearse en las medidas in-situ de parámetros de alta resolución)	1998-11-10

En los folios 36 a 51 se anexó la copia de las páginas pertinentes de estos documentos.

Los documentos citados arriba no afectan negativamente la novedad ni el nivel inventivo del objeto de la solicitud, porque no divulgan unas enseñanzas como las expuestas en la solicitud en estudio. Además, no se pudo establecer una combinación de características técnicas, derivada de estos documentos, junto con los conocimientos normales de una persona normalmente versada en la técnica, que fuera evidente u obvia, similar a la combinación de características reclamadas en el capítulo reivindicatorio de esta solicitud. Dentro de estos documentos tampoco se encontraron sugerencias o alguna motivación en el sentido de desarrollar una solución como la expuesta y reclamada por el solicitante. Para llegar a esta determinación se tuvieron en cuenta, además de los razonamientos anteriores, las argumentaciones que incluye el solicitante en las páginas 6 a 11 [folios 94 a 98] de su respuesta, relativas a los documentos D1 a D4 mencionados arriba.

6. Análisis de la respuesta del solicitante

Si bien el solicitante realizó una profunda reestructuración de su solicitud, en la cual se subsanaron los defectos anunciados en los Conceptos Técnicos n.º3094 y n.º 0671, folios 30 a 51 y 83 a 87, respectivamente; en las modificaciones presentadas se encontraron algunos defectos formales, principalmente en el capítulo reivindicatorio, que fueron corregidos de oficio, como se anunció explícitamente arriba, en su oportunidad. Además, se deja constancia de que para un mayor entendimiento del objeto de la solicitud, se incorpora el contenido técnico de la respuesta más reciente del solicitante, específicamente, lo que figura bajo el apartado *Sobre las reivindicaciones* de las páginas 2 a 5, folios 90 a 93, como justificación de las correcciones de oficio ya mencionadas.

7. Análisis de patentabilidad (artículo 14 D486)

Las reivindicaciones sobre las cuales se realiza el análisis son las reivindicaciones 1 a 18, folios 122 a 126, relativas a una celda de medición para la determinación de la difusividad térmica de materiales sometidos a rápidos cambios de temperatura, durante los cuales pueden ocurrir cambios de fase y que es semejante a una celda de inyección; que comprende un cuerpo dotado de una cavidad, unos bloques metálicos removibles aislados por medio de aire, dos barras removibles, una unidad removible de sensores de temperatura, unos sensores adicionales de presión y temperatura y un sistema de almacenamiento de datos; y, las reivindicaciones 19 y 20, folios 126 a 128, relacionadas con unos métodos (de primera y segunda medición, respectivamente) para determinar dicha difusividad empleando una celda [como la reclamada en las reivindicaciones 1 a 18], donde el método comprende, principalmente, estabilizar la temperatura de la celda, introducir la muestra, tomar la temperatura y la presión a ciertos intervalos, sacar la muestra, calcular la variación de los valores de gradientes de temperatura, y calcular la difusividad.

Novedad (artículos 16 y 81 D486)

- De acuerdo con el numeral 5, arriba, no se encontró dentro del estado de la técnica ningún documento que evidenciara la existencia previa de la invención.
- Lo reclamado en las reivindicaciones 1 a 20 es novedoso de acuerdo a lo estipulado en el art. 16 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

Nivel inventivo (artículo 18 D486)

- No se encontró dentro del estado de la técnica, tal como lo estipula el numeral 5, arriba, documento alguno que afecte el nivel inventivo.
- Lo reclamado en las reivindicaciones 1 a 20 tiene nivel inventivo de acuerdo a lo estipulado en el art. 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, porque el problema técnico planteado en esta solicitud no se había resuelto previamente de la misma manera o de una forma similar. Tampoco se encontró una combinación de las enseñanzas de diferentes fuentes que condujeran hacia el objeto de la solicitud de una manera obvia para una persona del nivel medio en la técnica. Por estas razones se considera que las características reivindicadas no son evidentes para una persona medianamente versada en la materia. En todo caso, las diferencias señaladas arriba, en el apartado de la novedad, no habían sido

sugeridas por el estado de la técnica ni se encontró ninguna motivación específica dentro de los documentos que señalase hacia ellas.

Aplicación industrial (artículo 18 D 486)

- La invención sí tiene Aplicación Industrial porque se puede fabricar en cantidades industriales y porque puede ser empleada en la industria de los polímeros y los plásticos en general.

8. Conclusión:

En consecuencia y por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda **Conceder** el privilegio de patente de invención para lo reclamado en las reivindicaciones 1 a 20 (folios 122 a 128).

Bogotá, D.C., 24 de julio de 2009

CONCEPTO TÉCNICO n.º 2486	EXAMINADOR TÉCNICO Código No. 202009
---------------------------	---