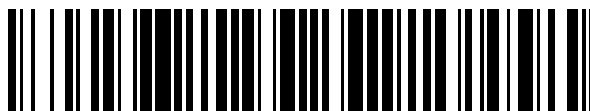


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 308**

51 Int. Cl.:

B29C 33/02 (2006.01)

B29C 33/40 (2006.01)

B29C 70/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2007 E 07866214 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **16.09.2009 EP 2099596**

54 Título: **Útil de moldeo para la configuración original o reconfiguración de componentes de materiales que pueden ser influenciados térmicamente**

30 Prioridad:

07.12.2006 DE 102006058198

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

30.01.2013

73 Titular/es:

**FIBRETEMP GMBH & CO. KG (100.0%)
Am Lesumdeich 2
28719 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**FUNKE, HERBERT;
BRANDES, JENS y
MEYER, JAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 394 308 T3

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

DESCRIPCIÓN

Útil de moldeo para la configuración original o reconfiguración de componentes de materiales que pueden ser influenciados térmicamente

5 La invención se refiere a un útil de moldeo para la configuración original o reconfiguración de componentes de materiales que pueden ser influenciados térmicamente de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Los plásticos reforzados con fibras alcanzan cada vez más importancia en muchos campos de la técnica de vehículos. Ejemplos típicos de construcciones de plástico reforzadas con fibras largas son piezas suplementarias en automóviles (por ejemplo, aletas), elementos de la carrocería de superficie grande en ferrocarriles y en vehículos industriales, cascos de barcos desde canoa pequeña hasta yate grande, así como rotores de ruedas de centrales eólicas. En la aeronáutica y en deporte de carreras (por ejemplo, en la Fórmula 1), las estructuras están constituidas, en virtud de sus excelentes propiedades específicas de peso entretanto en una gran parte de plásticos reforzados con fibras largas. Una ventaja muy esencial de los plásticos reforzados con fibras es, además de sus buenas propiedades mecánicas con relación al peso, la libertad de configuración casi ilimitada así como la posibilidad de poder fabricar componentes de tamaño casi discrecional también en números de piezas pequeños a medianos con costes de inversión comparativamente reducidos.

15 Por lo tanto, se emplean plásticos reforzados con fibras desde hace mucho tiempo con preferencia en series pequeñas a mediadas así como en la construcción de prototipos. Especialmente los componentes de plástico compuestos de fibras reforzados con fibras largas, que se fabrican con preferencia con materiales duroplásticos, requieren en virtud de los tiempos de endurecimiento del plástico, tiempos de residencia largos en el molde, lo que tiene como consecuencia tiempos largos del ciclo y limita en gran medida la idoneidad de series grandes de tales componentes.

20 Para elevar la rentabilidad, se calientan los moldes correspondientes, que están constituidos precisamente en los componentes grandes la mayoría de las veces igualmente de plástico reforzado con fibras. Una conducción selectiva de la temperatura en la fabricación de los componentes apoya, a través de la reducción de la viscosidad de la resina, la impregnación de las fibras y acelera especialmente el endurecimiento de los materiales duroplásticos en una medida considerable. Además, a través de la conducción de la temperatura se incrementa el grado de reticulación de los duroplásticos, de manera que para componentes de alta calidad es imprescindible una llamada atemperación. Esta atemperación está incluso prescrita de acuerdo con el sistema de plástico utilizado para componentes, que se emplea en la aeronáutica.

25 El calentamiento de los moldes para la fabricación de piezas de trabajo es habitual en la fabricación de herramientas y tiene lugar, en el caso de los moldes metálicos, en general, como calentamiento líquido o calentamiento por resistente eléctrica. En ambos casos, la alta conductividad térmica del molde de metal garantiza una distribución homogénea uniforme de la temperatura del útil de moldeo.

30 Sin embargo, los moldes metálicos son muy caros. Para componentes muy grandes son antieconómicos los moldes metálicos, especialmente cuanto estos componentes se fabrican sólo en números pequeños de piezas. Por lo tanto, los componentes compuestos de fibras correspondientes se fabrican con frecuencia, como se ha indicado anteriormente, en moldes de plástico, que son mucho más económicos que los moldes metálicos y garantizan todavía un número suficiente de desmoldeos. En los moldes de plásticos son habituales al menos 100 desmoldeos por molde, con una estructura de molde correspondiente se pueden alcanzar más de 1000 desmoldeos. En cambio, los moldes metálicos posibilitan una múltiple de desmoldeos sin repaso del molde, pero requieren un gasto de inversión correspondientemente más elevado.

35 Es problemático el calentamiento de moldes de plástico correspondientes, puesto que el plástico presenta una conductividad térmica esencialmente más reducida que los metales y, además, especialmente en el caso de una distribución irregular del calor del molde, es muy propenso a retracción. Esto es problemático para componentes con altos requerimientos de exactitud planteados a la idoneidad del molde y a la estabilidad dimensional. Por este motivo, los moldes de plásticos, que han sido calentados con agua, no se han implantado en una aplicación amplia. En general, las empresas que procesan plásticos, que fabrican componentes correspondientes, requieren una sala de atemperación separada. Después de la fabricación se llevan los moldes con los componentes a la sala de atemperación para el endurecimiento y la atemperación.

40 Se conoce especialmente en moldes metálicos que los moldes se pueden calentar por medio de líquidos. En este caso, los moldes están equipados con un sistema de canales de líquido configurado de manera diferente, a través del cual se transportan líquidos atemperados de manera correspondiente. El sistema de canales calienta el molde en este caso a una cierta distancia de la superficie que debe calentarse propiamente. No obstante, esto no es problemático en los materiales de los moldes con buena conductividad térmica. En el caso de materiales de los moldes con conductividad térmica reducida, como por ejemplo en moldes de plástico, la conductividad térmica

reducida conduce a una distribución inhomogénea de la temperatura. Por lo tanto, los moldes de plástico a calentar se proveen de manera correspondiente con sustancias de relleno conductoras de calor, como por ejemplo aluminio en polvo, para mejorar la conductividad térmica.

5 No obstante, son problemáticas la estabilidad dimensional relativamente mala, la retracción de los moldes, una distribución inhomogénea de la temperatura y el gasto de fabricación relativamente alta en el caso de los moldes de plástico calentados con líquido. En virtud de las masas altas de tales moldes, en cada proceso de calentamiento es necesario un gasto de energía relativamente alto.

10 Una alternativa representa el calentamiento con resistencia eléctrica. En este caso, en los moldes metálicos se emplean cartuchos calefactores. Debido a la alta conductividad térmica del material metálico del molde se alcanza, en general, una distribución suficientemente homogénea de la temperatura.

15 En el caso de los moldes de plástico, en virtud de la conductividad térmica relativamente mala, es ventajoso un calentamiento que actúa en la superficie, cerca de la superficie a calentar. Ésta se puede realizar a través de tejidos calefactores correspondientes, que se pueden incrustar cerca de la superficie del molde en el plástico. Los tejidos calefactores especialmente desarrollados para esta finalidad están constituidos, en parte, de alambres de resistencia o también de material de fibra conductor, como por ejemplo fibras de carbono. Los alambres de resistencia actúan en este caso como elementos de resistencia óhmica. En realidad, este tipo de calentamiento es un calentamiento de acción lineal, en el que a lo largo de cada alambre de resistencia individual o cada fibra de resistencia genera un calor de calentamiento y se deriva a la masa circundante del molde. No obstante, con una distribución muy fina y densa de los alambres de resistencia o bien de las fibras de resistencia, este calentamiento actúa, considerado
20 microscópicamente, cerca de la superficie.

25 En estas calefacciones de resistencia, los elementos calefactores que actúan como alambres o fibras son incrustados por capas aislantes eléctricamente. Estas capas aislantes eléctricamente pueden estar constituidas, por ejemplo en los moldes de GFK, de resina epóxido y de fibras de vidrio, que disponen, de manera conocida, de un aislamiento eléctrico muy bueno, pero también de una conductividad térmica relativamente mala. Las capas aislantes tienen en este caso, en general, una porción de la sección transversal y una porción de masas esencialmente mayor en la estructura del molde que los alambres calefactores o las fibras calefactoras. Esto conduce, por una parte, a una elevación de la temperatura en la capa límite entre el alambre calefactor o bien la fibra calefactora así como conduce a tensiones propias, en virtud de las diferentes propiedades mecánicas y térmicas de los alambres calefactores o bien de las fibras calefactoras. Ello implica especialmente también un peligro de retracción de los moldes.
30

35 Como ya se ha mencionado anteriormente, como fibras conductoras de electricidad se pueden emplear también fibras de carbono (llamadas fibras C o fibras de carbono). Las fibras de carbono tienen, en comparación con la mayoría de los metales, una conductividad eléctrica reducida en la dirección de las fibras y disponen, en comparación con los plásticos, de una buena conductividad térmica en la dirección de las fibras. Por lo tanto, son especialmente adecuadas como fibras de resistencia óhmica. Otra particularidad es el coeficiente de dilatación térmica reducido de las fibras de carbono, que se indica según el tipo de fibras con los valores de aproximadamente $\alpha_{\text{therm}} = -0,1 \cdot 10^{-6} / \text{K}$. Los laminados de fibras de carbono (llamados CFK, los laminados de fibras de carbono son estructuras de capas de fibras de carbono, que se incrustan en una matriz, que está constituida con frecuencia de plástico) se pueden constituir, por lo tanto, con una alineación correspondiente de las fibras, de tal manera que no se puede medir prácticamente una dilatación térmica de los laminados en amplias zonas de temperatura.
40

45 Los componentes de plástico o moldes de plástico calentados con fibras de carbono se constituyen hasta ahora de tal manera que se incrustan o bien fibras individuales, cintas de fibras o tejido o un velo fino de fibras de carbono con fibras cortas en moldes de plástico entre otras capas aislantes de electricidad. Estos componentes o moldes tienen en común una separación clara de la función entre las fibras que sirven como calefacción por resistencia y otras capas de laminado, que forman esencialmente la estructura de soporte del molde y, además, en general, asumen también el aislamiento eléctrico de las fibras de carbono conductoras de corriente.

50 Se conoce a partir del documento DE 10 2004 042 422 A1 un útil de moldeo calentable, en el que con fibras de carbono, incrustadas en una matriz de plástico, se utiliza un elemento calefactor de resistencia eléctrica, en el que, sin embargo, en virtud de la disposición de los elementos calefactores de resistencia relativamente alejada de la superficie del componente a fabricar así como en virtud de los espesores de las capas compuestas de fibras del útil de moldeo, se necesitan altas prestaciones de calentamiento, para atemperar suficientemente el componente. En virtud del circuito en serie de los elementos individuales de fibras de carbono, tampoco se garantiza la seguridad funcional eléctrica en virtud de posibles cortocircuitos y, por lo tanto, también del fallo puntual de la calefacción.

55 La estructura de la capa calefactora se realiza hasta ahora en el caso de fibras individuales o cintas de fibras, en general, de tal forma que se depositan fibras individuales o varias fibras paralelas o cintas de fibras como madejas sobre la superficie a calentar. Las madejas individuales se conectan entonces en serie, siendo conectadas en cada caso dos madejas adyacentes para formar. En total, 4 madejas en serie. Un dimensionado correspondiente y una

interconexión correspondiente se describen, por ejemplo, por la Firma R&G Flüssigkunststoffe de Waldenbuch en el folleto "Heizsystem für Kunstharzformen". La publicación de la Firma muestra con la ayuda de un ejemplo cómo se conectan en serie en total 6 madejas, cada una de las cuales está constituida por 4 fibras de plástico colocadas adyacentes.

5 En este modo de proceder aparecen inconvenientes esenciales especialmente cuando se conectan madejas en serie, puesto que entre dos madejas de fibras que se encuentran se producen diferencias mayores de potencial. Esto conduce siempre de nuevo a cortocircuitos en el molde, que pueden ser provocados por filamentos de carbono individuales de madejas de fibras que se encuentran. Este problema se plantea especialmente en el caso de una
10 disposición en forma de meandro de los elementos calefactores. Esto se puede evitar, en efecto, a través de una distancia de seguridad suficientemente grande entre madejas de fibras de carbono que se encuentran. Pero en este caso aparecen al mismo tiempo "zonas no calentadas" más amplias, lo que tiene como consecuencia de nuevo una distribución inhomogénea de la temperatura.

Otro inconveniente reside en las diferentes propiedades mecánicas y térmicas de las otras capas de laminado, que forman el aislamiento eléctrico de la capa calefactora y, además, forman esencialmente la estructura de soporte del
15 molde. Éstas están constituidas de plástico reforzado con fibras de vidrio (GFK). En virtud de la dilatación térmica diferente de GFK y CFK (plástico reforzado con fibras de carbono), en el caso de las diferencias de temperaturas correspondientes, se producen tensiones térmicas y retracciones considerables. Éstas solamente se pueden dominar, en general, a través de espesores grandes de la pared de la estructura del molde, pero no se pueden evitar totalmente. La realización de moldes de plástico en este caso en el tipo de construcción sándwich es un principio
20 igualmente conocido, con el que se puede reducir, en efecto, la retracción, pero no se puede evitar totalmente en las condiciones previas mencionadas anteriormente.

Se conocen a partir de los documentos FR 2 691 400 A1 y EP 0 218 038 A1 unos útiles de moldeo, en los que disposiciones de fibras de carbono formadas de forma unidireccional están introducidas como elementos calefactores cerca de la superficie en una matriz de plástico y sirven para el calentamiento de piezas de trabajo a
25 fabricar. El documento EP0218038 A1 publica un útil de moldeo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es evitar los problemas descritos en el calentamiento de útiles de moldeo y procurar con una estructura adecuada de las capas del útil de moldeo que el calentamiento de útiles de moldeo se pueda realizar de una manera segura y con eficiencia energética.

30 La solución del cometido de acuerdo con la invención resulta a partir de los rasgos característicos de la reivindicación 1 en combinación con las características del preámbulo. Otras configuraciones ventajosas de la invención se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes.

La invención se refiere a un útil de moldeo para la configuración original y para la reconfiguración de componentes de materiales que pueden ser influenciados térmicamente, con preferencia de plásticos y en particular de materiales compuestos de fibras, en el que el útil de moldeo presenta una estructura compuesta de fibra y un elemento calefactor de resistencia eléctrica, en el que en la estructura compuesta de fibras del útil de moldeo se insertan cerca
35 de la superficie de configuración del útil de moldeo unas fibras de carbono o filamentos de carbono en una matriz de plástico. Un útil de moldeo del tipo indicado al principio ha sido desarrollado adicionalmente porque las fibras de carbono o filamentos de carbono en la matriz de plástico cerca de la superficie de configuración determinan esencialmente las propiedades mecánicas, especialmente la resistencia, la rigidez y/o la dilatación térmica del útil de moldeo y el elemento calefactor de resistencia eléctrica está conectado de tal forma que al menos secciones individuales del elemento calefactor de resistencia eléctrica forman entre sí un circuito eléctrico paralelo. Una particularidad de la invención reside en la integración de la capa calefactora y de la estructura de la superficie del molde. A este respecto es esencial que la capa de fibras de carbono se utilice al mismo tiempo como elemento calefactor de resistencia y forme el componente esencial de la sección transversal de la superficie del molde. A este
40 respecto, la porción del espesor de la pared de las capas de fibras de carbono en comparación con otras capas no es decisiva, sino el hecho de que las capas de fibras de carbono dominan las propiedades mecánicas, en particular la resistencia, la rigidez y también la dilatación térmica de la estructura de capas de la estructura compuesta de fibras. Con la ayuda de la invención se puede reducir claramente la masa de útiles de moldeo correspondientes, lo que reduce claramente la capacidad térmica de los útiles de moldeo en general y, por lo tanto, el empleo de energía durante el calentamiento del útil de moldeo. En virtud de la estructura de acuerdo con la invención y de una selección adecuada del material se puede evitar en gran medida una retracción térmica de los útiles de moldeo en un intervalo amplio de temperaturas. Con la invención se ha encontrado una solución económica para poder calentar útiles de moldeo de un tamaño casi discrecional de una manera homogénea y con un gasto de energía comparativamente reducido. El punto esencial de la invención es la integración de la capa calefactora y de la capa
45 de cubierta de soporte, en la que la conductividad eléctrica de las fibras de carbono se utiliza para aprovechar la capa de cubierta de soporte del molde directamente como calefacción de resistencia. En oposición a los ensayos realizados hasta ahora, que utilizan la conductividad eléctrica de las fibras de carbono como calefacción de resistencia, la conexión eléctrica de los moldes se realiza en forma de un circuito en paralelo, de tal manera que se excluyen cortocircuitos como en la conexión en serie habitual en virtud de las diferencias de potencial de secciones
50

de calefacción opuestas. De esta manera, se puede prescindir también en gran medida de otras capas aislantes, con la excepción de la capa de cubierta del molde. A través del circuito en paralelo del elemento calefactor de resistencia eléctrica se reduce en gran medida la resistencia del electro calefactor de resistencia eléctrica y, por lo tanto, es posible el calentamiento del útil de moldeo ya con tensiones reducidas a aplicar.

5 Mientras que en las capas calefactoras basadas en fibras de carbono como hasta ahora se han empleado con preferencia tejidos de fibras de carbono unidireccionales o telas no tejidas de fibras de carbono, aquí se emplean con preferencia tejidos de fibras de carbono bidireccionales. También es concebible el empleo de tejidos o telas no tejidas multiaxiales. En el presente caso, las fibras de carbono que se extienden en la dirección transversal proporcionan una compensación del potencial en dirección ortogonal con respecto al flujo de la corriente de la capa calefactora. De esta manera, se pueden puentear también defectos o interrupciones en fibras individuales de carbono. En este caso, las fibras de carbono contactadas eléctricamente de forma directa se extienden con preferencia paralelas en la dirección longitudinal del útil de moldeo y las fibras de carbono adicionales, que se extienden transversales o inclinadas con relación a ellas, asumen indirectamente al mismo tiempo una función conductora a través del contacto de las capas y de esta manera pueden realizar, por una parte, una compensación del potencial eléctrico transversalmente a la dirección del flujo principal de la corriente y, por otra parte, pueden posibilitar una estructura laminar multiaxial, con preferencia casi isotropa, que permite, en el caso de utilización de fibras de carbono, la formación de capas de cubierta con dilatación térmica reducida.

La disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica, está configurada, parcial o totalmente, como unidades en forma de telas no tejidas, tejidos, velos. En este caso, se pueden formar secciones individuales de la superficie del lado del componente del útil de moldeo totalmente o también por secciones con tales unidades, que se conectan entre sí entonces, en general, de nuevo en forma de un circuito paralelo. A este respecto es ventajoso que además de la adaptación de la forma y la configuración de tales unidades en la topografía respectiva del componente se consigue un calentamiento en gran medida superficial del componente, que solamente se puede conseguir de una manera muy costosa en un elemento calefactor de resistencia conectado en serie, que se extiende normalmente en forma de meandro.

A este respecto es especialmente ventajoso que las fibras de carbono o los filamentos de carbono estén insertados en la matriz de plástico directamente adyacentes a la superficie del lado del componente del útil de moldeo. El calentamiento integrado de esta manera del útil de moldeo genera una potencia calefactora directamente en la superficie del molde del lado del componente. El calentamiento actúa en este caso con una superficie grande directamente allí donde se necesita el calor. Esto acorta las vías de flujo de calor, reduce las temperaturas excesivas en el entorno inmediato de las fibras de carbono y conduce a una aplicación economizador de energía de la energía calefactora eléctrica.

En otra configuración es concebible que la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica o las unidades formadas a partir de ellos estén configuradas esencialmente de forma casi isotropa. De esta manera, se puede conseguir que tanto con respecto a los valores de resistencia mecánica como también con respecto a la acción térmica de las fibras de carbono o los filamentos de carbono o las unidades formadas a partir de ellos presenten en todas las zonas del útil de moldeo relaciones iguales y, por lo tanto, se consigue una atemperación uniforme del componente sobre todas las zonas del componente a fabricar.

Otra forma de realización está configurada de tal manera que o bien se aplican parcialmente capas de fibras de carbono o también se reduce el número y/o el espesor de las capas de fibras de carbono. A este respecto, la característica esencial es que en virtud del comportamiento óhmico del molde, se modifica parcialmente la potencia calefactora de la superficie. De esta manera, se pueden compensar también diferentes potencias calefactoras superficiales, que resultan forzosamente, por ejemplo, en el caso de secciones transversales no rectangulares del molde. De esta manera, en el caso de un molde de forma trapezoidal alargado con terminación en punta clara, todo el espesor de las capas de fibras de carbono se incrementa continuamente hacia el extremo terminado en punta, cuando debe conseguirse una potencia calefactora constante en la superficie.

De la misma manera es concebible que entre unidades individuales de la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica, estén configuradas zonas no conductoras de electricidad. Tales zonas no conductoras de electricidad pueden servir para la configuración selectiva de la temperatura en el componente, puesto que en tales zonas no conductoras no tiene lugar tampoco ninguna atemperación activa del componente y se esta manera se pueden conseguir de una forma selectiva gradientes de temperatura dentro del componente durante su endurecimiento. A este respecto, es concebible que las zonas no conductoras de electricidad estén insertadas dentro de un plano o verticalmente entre planos colocados superpuestos, para separar unos de los otros los elementos calefactores de resistencia que están colocados directamente adyacentes o superpuestos.

Con respecto al comportamiento mecánico del útil de moldeo, es especialmente importante que la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono o de unidades formadas a partir de ellos, que forma el elemento

calefactor de resistencia eléctrica, presente una alta rigidez en la matriz de plástico. De esta manera, puesto que al mismo tiempo las otras capas se pueden realizar menos rígidas, la rigidez total del útil de moldeo se determina de una manera muy predominante por las capas de fibras de carbono. Además, de esta manera se pueden evitar tensiones térmicas entre diferentes materiales en capas diseñadas aproximadamente de la misma rigidez del útil de moldeo y, por lo tanto, se puede reducir en una medida decisiva la retracción del útil de moldeo durante el calentamiento, con lo que se puede elevar claramente la estabilidad dimensionar del componente a fabricar.

Con respecto a las tensiones y deformaciones que aparecen durante la temperación del útil de moldeo, es importante que la dilatación térmica de la capa de fibras de carbono de filamentos de carbono o de unidades que resultan de ellos, que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica, en la matriz de plástico sea muy reducida. De esta manera también en el caso de modificaciones mayores de la temperatura del útil de moldeo solamente se produce una modificación reducida de la forma o del componente a fabricar, con lo que se simplifica y se mejora la fabricación. Además, se pueden reducir los tiempos del ciclo en el caso de utilización del útil de moldeo a través de refrigeración activa, que se puede conseguir de una manera sencilla, de tal forma que en la estructura del útil de moldeo en el tipo de construcción de sándwich, el núcleo del sándwich está atravesado con canales, a través de los cuales se conducen aire de refrigeración u otros medios de refrigeración gaseosos o líquidos. A este respecto, es posible adicionalmente conducir medios correspondientes para la compensación de los gradientes de temperatura durante la fase de calentamiento en el circuito cerrado a través del molde. De manera sencilla se puede formar un molde correspondiente apto para drenaje, por ejemplo, con material de núcleo ranurados.

Se puede conseguir otra mejora de la rentabilidad del empleo de útiles de moldeo configurados de acuerdo con la invención, puesto que el gasto de energía para el calentamiento del útil de moldeo es de la misma manera sólo reducido en virtud de los espesores sólo reducidos de las capas del material de la capa que contiene el elemento de resistencia calefactora. La atemperación y refrigeración de la masa del útil de moldeo se puede realizar de una manera esencialmente más rápida y con menos empleo de energía en virtud de los espesores reducidos de la capa, de manera que se pueden reducir los tiempos del ciclo para la fabricación de componentes correspondientes.

Además, es ventajoso que la resistencia eléctrica de las fibras de carbono o de los filamentos de carbono o de las unidades que resultan de ellos, que están conectados en paralelo entre sí, es, en general, muy reducida a través del circuito en paralelo. De esta manera, se puede conseguir que ya tensiones reducidas, en particular tensiones de bajo voltaje se puedan utilizar para el calentamiento en el elemento calefactor de resistencia eléctrica y de esta manera se garantiza también la seguridad funcional eléctrica así como se reduce al mínimo el empleo de energía.

Con respecto a la configuración de la superficie del componente a fabricar es ventajoso que la superficie del lado del componente del útil de moldeo esté formada por una capa de cubierta del molde, que cubre en el lado del componente, con preferencia con capa fina, la capa que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica. Una capa fina de cubierta del molde de este tipo proporciona superficies lisas del componente y evita daños de la capa que contiene las fibras de carbono. A través de espesores de capa correspondientemente finos así como buenas propiedades de conducción de calor de esta capa de cubierta del molde se evitan con seguridad problemas en otro caso posibles de la conducción de la temperatura entre la capa con el elemento calefactor de resistencia y el componente.

Con respecto a la estabilidad mecánica del útil de moldeo es ventajoso que sobre el lado alejado del componente de la capa que presenta el elemento calefactor de resistencia eléctrica esté aplicada una capa de refuerzo. Una capa de refuerzo de este tipo, que puede estar configurada, por ejemplo, en forma de una capa de estructura ligera estable, tal como de una estructura de sándwich, proporciona una fijación mecánica adicional en la formación del útil de moldeo, sin que se eleve el peso del útil de moldeo por encima de las medidas. A este respecto, en el caso de una estructura de sándwich se puede fabricar con preferencia al mismo tiempo una de las dos capas de cubierta, que son necesarias para la formación de una estructura de sándwich. Por ejemplo, también es concebible que la capa de refuerzo esté configurada aislante de electricidad.

Con respecto a la estructura de las capas del útil de moldeo, puede ser ventajoso que capas intermedias adicionales estén dispuestas entre la capa compuesta de fibras que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica, la capa de cubierta del molde y/o la capa de refuerzo, que están configuradas, por ejemplo, aislantes de electricidad o presentan una función adhesiva para las capas adyacentes de la estructura compuesta de fibras. Tales capas intermedias, que se pueden formar a partir de un tejido de fibras de vidrio con preferencia fino en la estructura compuesta de fibras, optimizan las propiedades de toda la estructura de capas.

Además, es concebible que como otra capa de cubierta del molde, dispuesta sobre el lado alejado del componente de la capa de refuerzo, se pueda prever una capa con fibras de carbono, que están insertadas en la matriz de plástico. De esta manera se previene adicionalmente una retracción de las capas del útil de moldeo durante la atemperación, puesto que esta otra capa de cubierta del molde puede estar constituida mecánicamente como la capa compuesta de fibras, que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica y de esta manera, por ejemplo, una capa de refuerzo dispuesta en medio está rodeada por los dos lados por capas equivalentes mecánicamente. A este respecto, es concebible que las fibras de carbono de la capa de cubierta del molde alejada

del componente estén aisladas eléctricamente con respecto a las fibras de carbono de la capa compuesta de fibras dirigida hacia el componente y que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica.

5 Con respecto a las propiedades mecánicas y eléctricas uniformes de la capa compuesta de fibras que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica, es importante que la alineación de las fibras de carbono o de los filamentos de carbono o de las unidades de fibras de carbono o de filamentos de carbono esté desplazada y/o girada con respecto a otras fibras de carbono o filamentos de carbono o las unidades de la misma capa compuesta de fibras. De esta manera, se podrían alinear las fibras o unidades de tal manera que las cargas mecánicas y también la generación de temperatura tienen lugar de una manera en gran medida uniforme dentro de la capa compuesta de fibras, que contiene el elemento de resistencia eléctrica y, por lo tanto, se transmiten de una manera correspondiente uniforme también sobre el componente.

Además, es ventajoso que la capa de cubierta del molde y las capas intermedias presentan solamente rigideces reducidas e influyan solamente en una medida insignificante sobre las propiedades mecánicas de toda la estructura compuesta de fibras. De esta manera, o se producen tensiones esenciales en la atemperación del útil de moldeo entre las capas individuales, de manera que se reducen al mínimo las retracciones del útil de moldeo.

15 Con respecto al contacto eléctrico del elemento calefactor de resistencia eléctrica, es ventajoso que la disposición, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica, de fibras de carbono o filamentos de carbono o las unidades que resultan de ellos sean contactados eléctricamente en el lado extremo de las fibras o de las unidades y que estén conectados entre sí como circuito paralelo. A través del contacto exterior se puede conseguir una buena accesibilidad del elemento de resistencia eléctrica y los trabajos de conexión para el circuito paralelo se pueden realizar fácilmente.

20 Con respecto a la atemperación del componente, se ha comprobado que es especialmente ventajoso sobre todo para el gasto de energía necesario, que durante el calentamiento del útil de moldeo para la configuración de un componente, el útil de moldeo sea envuelto con efecto de aislamiento térmico, al menos por secciones. A través de la envoltura de aislamiento térmico, se puede mantener el calor generado especialmente bien dentro del útil de moldeo y, de acuerdo con la presencia de material de aislamiento, el tipo y el espesor del material de aislamiento así como el emplazamiento del material de aislamiento, se puede utilizar el material de aislamiento para el control local de la temperatura durante el calentamiento del componente dentro del útil de moldeo. Así, por ejemplo, es concebible aislar el útil de moldeo sólo localmente y, por lo tanto, generar temperaturas localmente elevadas, que influyen en el endurecimiento del componente de manera diferente que en zonas más o menos aisladas. Esto permite una influencia adicional del proceso de fabricación del componente dentro del útil de moldeo.

25 Es especialmente ventajoso que los materiales del útil de moldeo sean diseñados para tales temperaturas que las capas que forman el útil de moldeo de la estructura compuesta de fibras soportan sin problemas una temperatura durante la fabricación del componente de hasta 300°C, con preferencia hasta 140°C, sin menoscabo de sus propiedades de resistencia. En otra configuración, con relación a la estabilidad de la temperatura es concebible también que se utilicen materiales de matriz cerámica para la formación de la estructura compuesta de fibras o de partes de ella.

30 Además, es concebible que los elementos calefactores eléctricos estén segmentados en la dirección del flujo de la corriente y segmentos individuales se puedan puentear total o parcialmente a través de componentes electrónicos adicionales, para influir en el flujo de la corriente y en la potencia calefactora en el segmento correspondiente. De esta manera se puede introducir allí energía térmica de una manera totalmente selectiva en los componentes a mecanizar, en los que se necesita la energía térmica, en cambio en otras zonas no se genera ninguna energía térmica o una energía térmica reducida en los elementos calefactores eléctricos. A este respecto puede ser ventajoso que los elementos calefactores eléctricos estén segmentados en la dirección del flujo de la corriente y los segmentos individuales forman un circuito en serie. De esta manera, se puede conseguir especialmente que los elementos calefactores eléctricos segmentados, en virtud del circuito en serie, se puedan accionar, también en el caso de dimensiones grandes del útil de moldeo, en general, con tensión pequeña y de esta manera se puede conseguir, tanto con respecto a la técnica eléctrica como también a la técnica de seguridad, un calentamiento eléctrico del útil de moldeo.

35 Además, es concebible que capas individuales conductoras de la corriente y colocadas superpuestas de los elementos calefactores eléctricos estén aisladas unas de las otras a través de capas aislantes finas, de tal manera que se puede conseguir una división en segmentos individuales a través de apilamiento de elementos calefactores de capa fina en técnica de capas múltiples. Aquí se consigue una introducción de energía térmica diferentes, que se puede alcanzar con la configuración segmentada de los elementos calefactores a través de un apilamiento de elementos calefactores, dispuesto esencialmente perpendicular a la superficie del útil de moldeo, que están apilados superpuestos, separados eléctricamente unos de los otros en cada caso por medio de capas aislantes finas.

55 En otra configuración, a través de elementos calefactores eléctricos adicionales finos e introducidos de forma delimitada localmente, se puede modificar localmente el flujo de la corriente en el útil de moldeo de tal manera que

es posible una modificación parcial de la potencia calefactora de la superficie dentro de la superficie del útil de moldeo. Por medio de todas las medidas indicadas anteriormente se puede procurar que se consiga una modificación localmente efectiva de la introducción de energía eléctrica en la superficie del útil de moldeo, que es ventajosa, por ejemplo, para la configuración original o la reconfiguración del componente en este lugar local.

- 5 El dibujo muestra una forma de realización especialmente preferida del útil de moldeo de acuerdo con la invención según la reivindicación 1. En este caso:

La figura 1 muestra la estructura de un útil de moldeo que se puede calentar fácilmente de acuerdo con la invención en forma de un rectángulo, mostrado en el ejemplo de una sección transversal representada de forma fragmentaria,

- 10 la figura 2 muestra la corriente, la potencia calefactora y la potencia calefactora superficial del útil de moldeo a la tensión calefactora predeterminada del útil de moldeo de acuerdo con la figura 1,

la figura 3 muestra curvas de la temperatura durante el calentamiento del útil de moldeo según la figura 1 con diferentes aislamientos con una potencia calefactora superficial de 200 W/m^2 .

Como ejemplo se indica en la figura 1 la estructura de un útil de moldeo que se puede calentar fácilmente en forma de un rectángulo, en el que el útil de moldeo se puede fabricar con la siguiente estructura de capas:

- 15 1ª capa: capa de cubierta del molde (espesor de capa $s_1 = 0,4 \text{ mm}$).
 2ª capa: tejido de fibras de vidrio 105 g/m^2 (espesor de capa $s_2 = 0,1 \text{ mm}$).
 3ª capa: tejido biaxial de fibras de carbono 193 g/m^2 (espesor de capa $s_3 = 0,27 \text{ mm}$), orientación de las fibras $0^\circ/90^\circ$.
 4ª capa: tejido biaxial de fibras de carbono 193 g/m^2 (espesor de capa $s_4 = 0,27 \text{ mm}$), orientación de las fibras $\pm 45^\circ$.
 5ª capa: tejido de fibras de vidrio 105 g/m^2 (espesor de capa $s_5 \approx 0,1 \text{ mm}$).
 20 6ª capa: núcleo de panal de abejas de poliamida ECA 3.2-48 (espesor de capa $s_6 \approx 12,7 \text{ mm}$).
 7ª capa: tejido de fibras de carbono 193 g/m^2 (espesor de capa $s_7 = 0,27 \text{ mm}$), orientación de las fibras $\pm 45^\circ$.
 8ª capa: tejido de fibras de carbono 193 g/m^2 (espesor de capa $s_8 = 0,27 \text{ mm}$), orientación de las fibras $0^\circ/90^\circ$.

Se entiende por sí mismo que la estructura de capas indicada solamente muestra un ejemplo de muchas estructuras de capas concebibles y se puede modificar de muchas maneras en el marco de la invención.

- 25 Si se considera toda la sección transversal del útil de moldeo mostrada en la figura 1 como estructura de sándwich, entonces las capas 1 a 5 forman la primera capa de cubierta de sándwich. La 6ª capa es el núcleo de sándwich y las capas 7 y 8 forman la capa de cubierta de sándwich.

Las capas reforzadas con tejido han sido impregnadas con una resina laminada endurecida en frío, que presenta después de la atemperación correspondiente una estabilidad de forma al calor de hasta 140°C .

- 30 La capa de cubierta del molde del espesor de capa s_1 está constituida, por ejemplo, de una resina de capa de cubierta del molde convencional con una estabilidad de forma al calor de 140°C . En comparación con las capas reforzadas con fibras, esta capa es relativamente gruesa. En virtud de la rigidez reducida frente a las capas del tejido de fibras de carbono, solamente influye en una medida no esencial, sin embargo, sobre las propiedades mecánicas de toda la estructura del molde. La capa de cubierta del molde se puede pulir y, en virtud de la superficie libre de
 35 poros, garantiza un número alto de desmoldeos con un desgaste reducido del molde.

- La capa de tejido de fibras de vidrio de los espesores de capa s_2 y s_5 puede ser necesaria por razones técnicas de fabricación y debe asegurar una buena adherencia entre la capa de cubierta del molde s_1 y las capas del tejido de fibras de carbono s_3 y s_4 . También estas capas disponen de una rigidez reducida frente a las capas siguientes del
 40 tejido de fibras de carbono y solamente influyen en una medida insignificante sobre las propiedades mecánicas de toda la estructura del útil de moldeo.

Las capas del tejido de fibras de carbono s_3 y s_4 forman tanto la capa calefactora de resistencia eléctrica como también el componente estructural esencial de la primera capa de cubierta de sándwich. En virtud de su alta rigidez en comparación con las otras capas, determinan en gran medida las propiedades mecánicas y la dilatación térmica de la primera capa de cubierta de sándwich.

- 45 La capa de tejido de fibras vidrio s_5 puede ser necesaria como s_2 por razones técnicas de fabricación y garantiza una buena adherencia entre las capas del tejido de fibras de carbono y el núcleo de sándwich s_6 .

Las capas del tejido de fibras de carbono s_7 y s_8 forman como estructura laminada casi isotropa la segunda capa de

cubierta de sándwich.

Puesto que la dilatación térmica de ambas capas de cubierta de sándwich se determina esencialmente por las fibras de carbono, su dilatación térmica y, por lo tanto, la retracción térmica posible a diferentes temperaturas es muy reducida.

5 En la estructura descrita del útil de moldeo hay que tener en cuenta esencialmente las siguientes consideraciones y propiedades:

- 10 - Componente esencial del molde es una capa de tejido de fibras de carbono en una matriz de plástico, que tanto asume la función de soporte de la estructura trasera del molde como también sirve directamente como capa calefactora en forma de una calefacción de resistencia eléctrica a través de la alimentación de corriente de las fibras de carbono. El tejido de fibras de carbono en la matriz de plástico debería estar constituido en este caso, a ser posible, casi isotrópico. A través de integración de la calefacción del útil de moldeo y de la estructura trasera de soporte del útil de moldeo se puede reducir claramente el gasto de material para el útil de moldeo. Al mismo tiempo se reduce la cantidad de calor necesaria para el calentamiento del útil de moldeo. Además, se pueden evitar de esta manera tensiones térmicas entre diferentes materiales.
- 15 - El tejido de fibras de carbono lo más homogéneo en la matriz de plástico forma una sección de calefacción individual, que se conecta con preferencia en paralelo en la dirección longitudinal del útil de moldeo. De esta manera, el elemento calefactor está constituido de una capa de laminado fino. La sección transversal corresponde en un circuito en la dirección longitudinal del molde aproximadamente al producto de la anchura "B" del útil de moldeo y el espesor "s" del tejido de fibras de carbono. La longitud "L" del elemento calefactor corresponde en el presente caso aproximadamente a la longitud total del útil de moldeo.
- 20 - Una capa de cubierta del útil de moldeo rica en resina, que garantiza una superficie libre de poros del útil de moldeo y buena acción de separación durante la fabricación del componente, será necesaria en este caso, entre otras cosas. Esta capa de cubierta del útil de moldeo, si es necesaria, debería ser lo más fina posible y solamente debería influir en una medida no esencial sobre las propiedades mecánicas y térmicas de la capa del tejido de fibras de carbono en la matriz de plástico.
- 25 - La capa caliente del tejido de fibras de carbono en la matriz de plástico forma, dado el caso en combinación con la capa de cubierta del útil de moldeo mencionada anteriormente, la superficie propiamente dicha del útil de moldeo, que es, en general, de pared fina y, por lo tanto, relativamente rígida a flexión. Para el refuerzo se puede formar el útil de moldeo en el tipo de estructura de sándwich. El material del núcleo de la capa de refuerzo puede ser en este caso aislante de electricidad, cuando debe impedirse un flujo de corriente hacia la segunda capa de cubierta. Si el flujo de corriente hacia la segunda capa de cubierta fuera deseable, se puede utilizar también un material de núcleo conductor de electricidad de la capa de refuerzo.
- 30 - La segunda capa de cubierta del útil de moldeo está constituida con preferencia de la misma manera de un tejido de fibras de carbono casi isotrópico en una matriz de plástico. De esta manera se determina la dilatación térmica del útil de moldeo esencialmente de dos laminados de cubierta casi isotrópicos. Puesto que estas estructuras de laminados presentan de manera conocida en una gama amplia de temperatura solamente dilataciones térmicas muy reducidas, tanto la dilatación térmica como también la retracción térmica del útil de moldeo son muy reducidas, a pesar de las diferentes temperaturas en las capas de cubierta. Cuando ambas capas de cubierta presentan solamente dilataciones térmicas reducidas, también la deformación por flexión del útil de moldeo a través de las influencias de la temperatura es muy reducida. Las deformaciones de flexión reducidas condicionadas por la temperatura se pueden reducir adicionalmente a través de la elevación del espesor del núcleo sin incremento considerable del peso del útil de moldeo.
- 35 - Otras capas se pueden intercalar en lugar discrecional, cuando, por ejemplo, se desea un aislamiento eléctrico de capas individuales o por razones técnicas de procesamiento puede parecer conveniente una adherencia suficiente de capas individuales entre sí. En este caso, hay que procurar que las capas adicionales sean realizadas de tal forma que no influyan o solamente en una medida reducida sobre las propiedades mecánicas y en particular sobre la dilatación térmica de la capa calefactora. A este respecto, sería especialmente concebible el empleo de núcleos de panal de abejas de aluminio o de núcleos de panal de abejas de fibras de carbono.
- 40
- 45
- 50

Con respecto al diseño de la potencia calefactora del útil de moldeo según la figura 1, es importante lo siguiente:

55 El presente útil de moldeo calefactable está configurado, a modo de ejemplo, de forma rectangular con una longitud caliente $L = 1.370$ mm y una anchura de $B = 557$ mm. Solamente la capa s_3 ha sido contactada eléctricamente de forma directa en el presente caso. A tal fin, se han aplastado en cada caso 4 hilos de urdimbre de fibras de carbono en un casquillo de extremo de hilos y se han estañado con una cinta de masa incrustada. Estos hilos de urdimbre se

5 extienden en la dirección longitudinal del útil de moldeo y de esta manera forman un circuito paralelo de los hilos individuales de la resistencia. Los hilos de trama que se extienden transversalmente a ellos de esta capa de tejido igualmente de fibras de carbono no son conductores de corriente, en principio, en esta disposición, pero pueden servir para la compensación del potencial, por ejemplo, en el caso de que se dañasen los hilos de urdimbre individuales.

Para la resistencia eléctrica de la capa s_3 se aplica, por lo tanto, en el presente caso lo siguiente.

$$R_3 = \frac{R_{spec. \text{ Hilos}} \cdot L}{n}$$

10 en la que:

R_3 : es la resistencia eléctrica de la 3ª capa

$R_{spec. \text{ Hilos}}$: es la resistencia específica del hilo de urdimbre individual

L: es la longitud de la zona caliente

n: es el número de los hilos de urdimbre conectados en paralelo

15 Los ensayos han mostrado que otras fibras de carbono, que se aplican directamente sobre la capa de fibras contactada eléctricamente, poseen casi la misma conductividad que la capa contactada directamente. En el caso de fibras que se extienden inclinadas, hay que tener en cuenta el número de fibras modificado de forma correspondiente por la anchura así como la longitud que resulta de ello. En el presente caso, la 4ª capa tendida diagonalmente tiene, en general, la misma conductividad que la 3ª capa de tejido.

20 En virtud de las resistencias de contacto adicionales se mide en el útil de moldeo un valor insignificamente más elevado que el que resulta a través del cálculo teórico. La resistencia medida era aquí aproximadamente 12 % mayor que el valor calculado anteriormente.

25 La figura 2 representa la corriente, la potencia calefactora y la potencia calefactora superficial del útil de moldeo, como resultan con una tensión calefactora predeterminada. Puesto que la resistencia óhmica de la calefacción del útil de moldeo en el intervalo de temperatura hasta 100°C sólo se modifica en una medida no esencial, la corriente se incrementa linealmente con la tensión de calefacción, mientras que la potencia calefactora se incrementa con el cuadrado de la tensión.

Además, a este respecto es esencial que la resistencia óhmica en la estructura correspondiente sea reducida, de manera que incluso útiles de moldeo calientes mayores se pueden calentar con poca tensión.

30 En diferentes estructuras de ensayo se ha podido mostrar que la resistencia óhmica calculada teóricamente para diferentes estructuras de la capa calefactora coincide bien con los valores medidos.

La temperatura, que se alcanza durante el calentamiento correspondiente del útil de moldeo en la superficie del molde, depende esencialmente de los siguientes parámetros:

- Potencia calefactora superficial en W/M²
- Temperatura del medio ambiente
- Flujo de calor en el útil de moldeo
- Medios adyacentes al útil de moldeo, que influyen en la transmisión de calor al medio ambiente.

A este respecto, se ha mostrado claramente que la temperatura alcanzable se determina mucho menos por la potencia calefactora superficial que por el aislamiento.

40 Se ha comprobado que es especialmente ventajoso para el funcionamiento del útil de moldeo que se realice un aislamiento térmico del útil de moldeo.

45 En la placa calefactora sencilla descrita anteriormente debería alcanzarse a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) una temperatura de la superficie de 82°C. La figura 3 muestra las curvas de la temperatura de la placa calefactora con diferentes aislamientos con una potencia calefactora superficial de 200 W/m². Se representa la diferencia de temperatura con respecto a la temperatura ambiental.

En la figura 3 se muestra muy claramente la influencia del aislamiento. Mientras que sin un aislamiento solamente se ha medido una elevación de la temperatura de 12,9 K en la superficie del útil de moldeo, con la misma potencia calefactora superficial con un velo doble colocado encima se ha medido una elevación de la temperatura de 33,6 K. Con una capa de aislamiento adicional colocada sobre la superficie, la elevación de la temperatura con la misma potencia calefactora superficial era 57,3 K.

5 Esta elevación de la temperatura es todavía más llamativa cuando el útil de moldeo ha sido totalmente aislado. En otro ensayo, la potencia calefactora se dividió por dos sobre 100 W/m^2 y el útil caliente se aisló sobre el lado inferior y sobre el lado superior con una placa de aislamiento de 40 mm. En este caso, se midieron en la superficie del útil de moldeo temperaturas que estaban 70 K por encima de la temperatura ambiente.

10 Estas mediciones muestran que a través de un aislamiento sencillo se puede reducir considerablemente la necesidad de potencia calefactora. Las tasas de calentamiento estaban en todos los casos claramente por encima de las tasas de calentamiento necesarias, que no deberían exceder en componentes de resinas epóxido reforzadas con fibras, entre otros, 10 K/hora.

15 Estas investigaciones muestran que debería prestarse una atención especial al aislamiento. En particular, parece que es posible poder ejercer una influencia, con una potencia calefactora predeterminada, sobre la curva de la temperatura a través de la adición u omisión de material aislante, eventualmente también de forma parcial. Esto debería tener interés, por ejemplo, en el caso de geometrías complicadas del útil de moldeo, en las que, dado el caso, sólo se puede realizar con dificultad un calentamiento constante de la superficie sobre toda la geometría del útil de moldeo.

20 Con respecto a las posibilidades de aplicación del útil de moldeo de acuerdo con la invención se puede decir lo siguiente:

25 Las posibilidades de aplicación de los útiles de moldeo de plástico calefactables descritos anteriormente residen con preferencia en zonas en las que se fabrican componentes de cáscaras de superficie grande con geometría sencilla en números de piezas pequeños a medios y deben calentarse durante o después de la configuración en el útil de moldeo. Los útiles de moldeo pueden garantizar en este caso con los sistemas de plástico de fibras investigados hasta ahora temperaturas de hasta aproximadamente 100°C . La resistencia a la temperatura está limitada en este caso por los sistemas de resina sintética utilizados. Con otros sistemas de resina resistentes a la temperatura son posibles resistencias térmicas del útil de moldeo claramente por encima de 200°C , sin que deban realizarse modificaciones considerables en el proceso durante la fabricación de los útiles de moldeo. Pero con materiales cerámicos de la matriz se pueden formar y calentar de una manera similar, dado el caso, también útiles de moldeo con resistencia térmica del útil de moldeo esencialmente más elevada.

35 Los componentes potenciales, que se pueden fabricar en útiles de moldeo correspondientes de una manera más económica que hasta ahora, son especialmente componentes compuestos de fibras de superficies grandes, como elementos de alas de sustentación, elementos de fuselaje o elementos de estabilización en la construcción de aviones, paneles para diferentes sistemas de transporte o la técnica de la medicina, cascos de buques o aletas de centrales eólicas. Pero, en principio, también se pueden fabricar componentes de plástico sin refuerzo de fibras en útiles de moldeo de plástico calefactables correspondientes.

40 Así, por ejemplo, útiles de moldeo de embutición profunda grandes pueden estar constituidos igualmente de la manera descrita, como por ejemplo útiles de moldeo de sinterización por rotación.

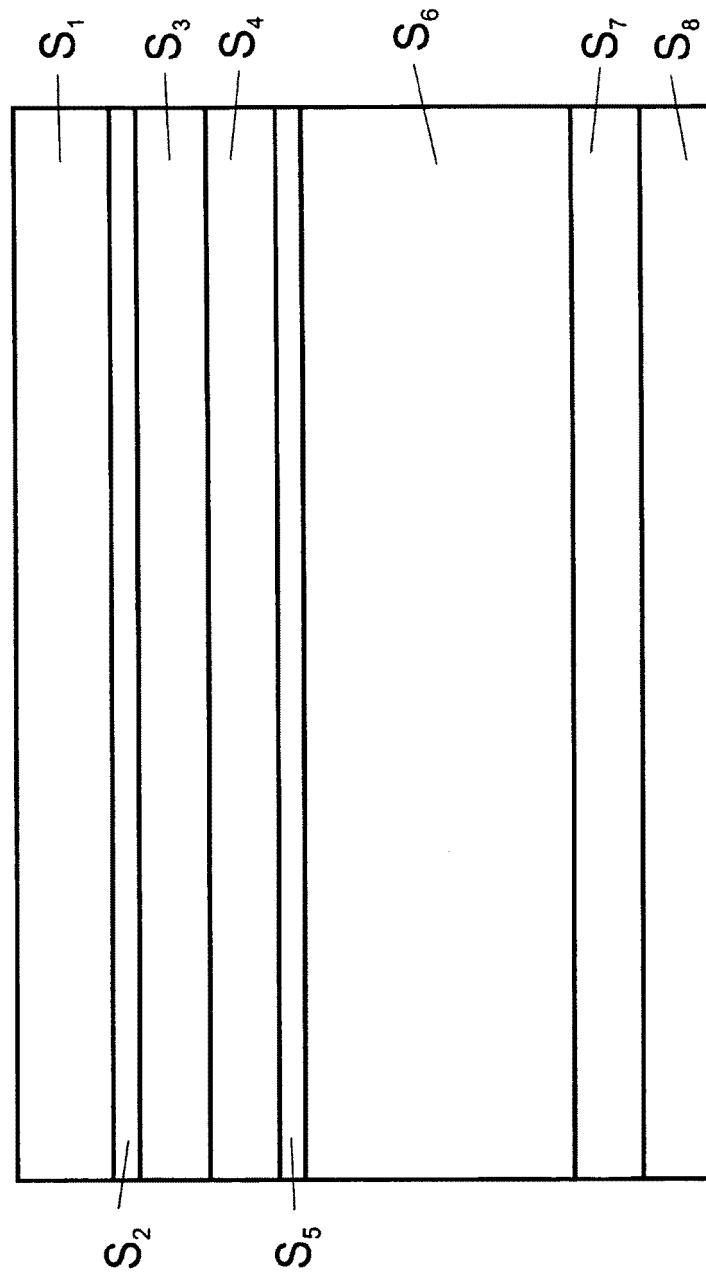
REIVINDICACIONES

- 5 1.- Útil de moldeo para la configuración original o reconfiguración de componentes de materiales que pueden ser influenciados térmicamente, con preferencia de plásticos y especialmente de materiales compuestos de fibras, en el que el útil de moldeo presenta una estructura compuesta de fibras y un elemento calefactor de resistencia eléctrica, en el que en la estructura compuesta de fibras del útil de moldeo cerca de la superficie de conformación del útil de moldeo están insertadas fibras de plástico o filamentos de carbono en una matriz de plástico, en el que las fibras de plástico o los filamentos de plástico en la matriz de plástico cerca de la superficie de conformación determinan esencialmente las propiedades mecánicas, especialmente la resistencia, la rigidez y/o la dilatación térmica, del útil de moldeo, caracterizado porque el elemento de resistencia eléctrica se conecta de tal manera que al menos secciones individuales del elemento calefactor de resistencia eléctrica forman entre sí un circuito paralelo eléctrico, en el que la disposición que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica está configurado en forma de tejidos biaxiales o multiaxiales o telas no tejidas de fibras de carbono o de filamentos de carbono y la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica, está configurada, parcial o totalmente, como unidades en forma de telas no tejidas, tejidos, velos, en el que las unidades en el extremo de las fibras o de las unidades están conectadas eléctricamente y están conectadas entre sí como circuito paralelo.
- 10 2.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las fibras de carbono o los filamentos de carbono están insertados en la matriz de plástico directamente adyacentes a la superficie del lado del componente del útil de moldeo.
- 20 3.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forman el elemento calefactor de resistencia eléctrica, o las unidades formadas a partir de ellos están configuradas de forma casi isotrópica.
- 25 4.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque entre unidades individuales de la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forma el elemento calefactor de resistencia eléctrica, están configuradas zonas no conductoras de electricidad.
- 5.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque las zonas no conductoras de electricidad están insertadas dentro de un plano o perpendicularmente entre planos colocados superpuestos.
- 30 6.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forman el elemento calefactor de resistencia eléctrica, o las unidades formadas a partir de ellos en la matriz de plástico determina esencialmente las propiedades mecánicas y la dilatación térmica de toda la estructura compuesta de fibras.
- 35 7.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la disposición de fibras de carbono o de filamentos de carbono, que forman el elemento calefactor de resistencia eléctrica, o las unidades formadas a partir de ellos en la matriz de plástico genera la potencia calefactora cedida directamente en la superficie del componente a formar.
- 8.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie del lado del componente del útil de moldeo está formada por una capa de cubierta del molde, que cubre la capa que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica en el lado del componente, con preferencia con una capa fina.
- 40 9.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque sobre el lado alejado del componente de la capa que presenta el elemento calefactor de resistencia eléctrica está aplicada una capa de refuerzo con preferencia aislante de electricidad.
- 10.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque la capa de refuerzo presenta una estructura en forma de una capa de estructura ligera estable o de una estructura sándwich.
- 45 11.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque capas intermedias adicionales, con preferencia aislantes de electricidad, están dispuestas entre la capa compuesta de fibras que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica, la capa de cubierta del molde y/o la capa de refuerzo.
- 12.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque como capa intermedia adicional está dispuesta una capa de un tejido de fibras de vidrio con preferencia fino en la estructura compuesta de fibras.
- 50 13.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como otra capa de cubierta del molde, dispuesta en el lado alejado del componente de la capa de refuerzo, se puede prever una capa con fibras de carbono, que están insertadas en una matriz de plástico.
- 14.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque las fibras de carbono de la capa de cubierta del moldeo alejada del componente están aisladas eléctricamente de las fibras de carbono de la capa

compuesta de fibras alejada del componente y que contiene el elemento calefactor de resistencia eléctrica.

- 5 15.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la alineación de las fibras de carbono o de los filamentos de carbono o de las unidades de fibras de carbono o de filamentos de carbono está desplazada y/o girada con respecto a otras fibras de carbono o filamentos de carbono o con respecto a las unidades de la misma capa compuesta de fibras.
- 16.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los elementos calefactores eléctricos están segmentados en la dirección del flujo de la corriente y segmentos individuales pueden ser puenteados, total o parcialmente, por componentes electrónicos adicionales para ejercer una influencia sobre el flujo de la corriente y sobre la potencia calefactora en el segmento correspondiente.
- 10 17.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los elementos calefactores eléctricos están segmentados en la dirección del flujo de la corriente y los segmentos individuales de un elemento calefactor forman un circuito en serie.
- 15 18.- Útil de moldeo de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque los elementos calefactores eléctricos segmentados pueden ser impulsados a través del circuito en serie también en el caso de dimensiones grandes del útil de moldeo, en general, con tensión pequeña.
- 20 19.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque capas individuales conductoras de corriente y colocadas superpuestas de los elementos calefactores eléctricos están aisladas entre sí en la dirección del espesor por capas aislantes finas de tal manera que se puede conseguir una división de segmentos individuales a través de apilamiento de elementos calefactores de capa fina en la técnica de capas múltiples.
- 25 20.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque a través de elementos calefactores eléctricos finos adicionales e introducidos localmente en una medida limitada se puede variar localmente el flujo de corriente en el útil de moldeo, de tal manera que es posible una modificación parcial de la potencia calefactora de la superficie dentro de la superficie del útil de moldeo.
- 21.- Útil de moldeo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el útil de moldeo está atravesado con canales, a través de los cuales se conducen aire de refrigeración u otros medios de refrigeración gaseosos o líquidos.

Fig. 1



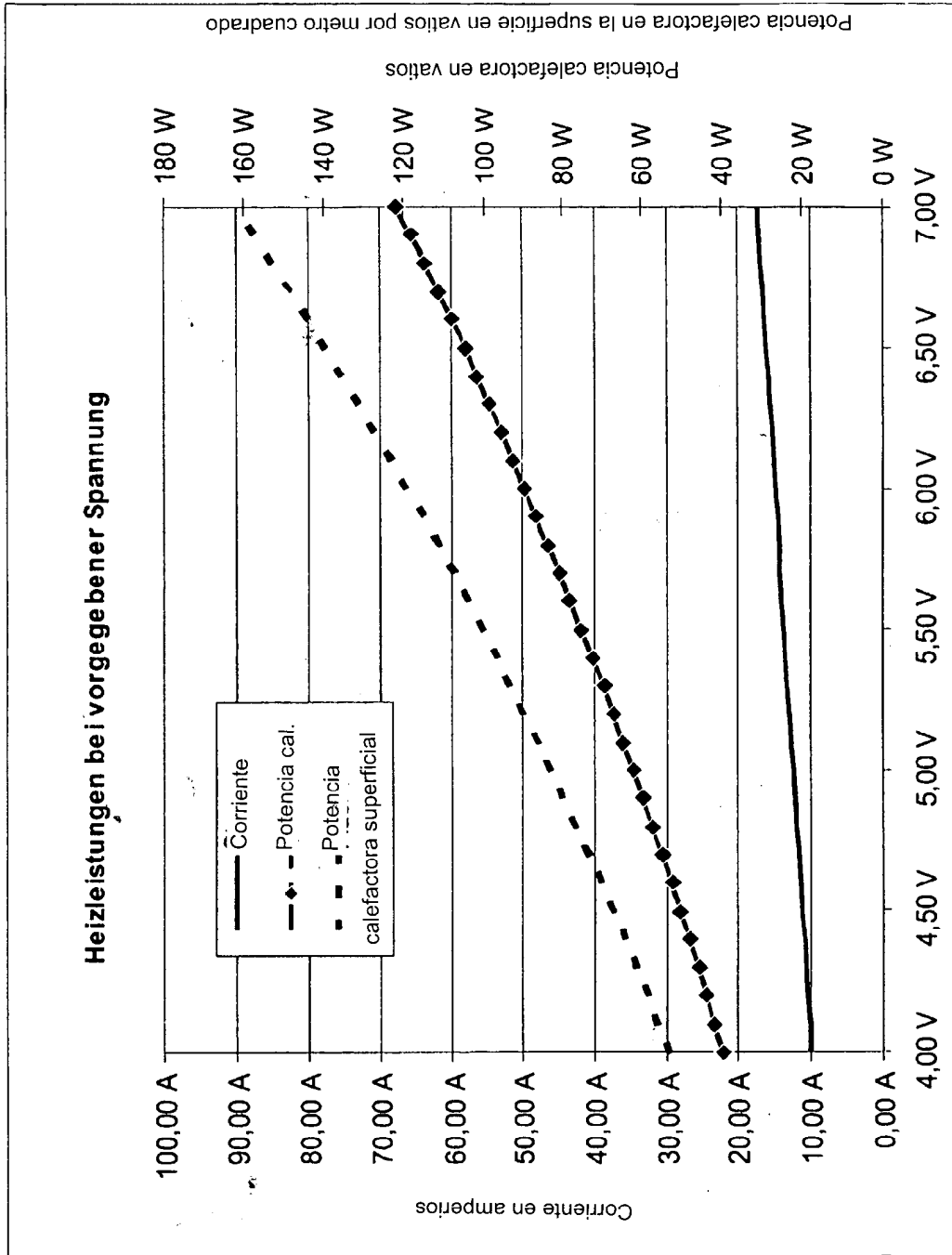


Fig. 2

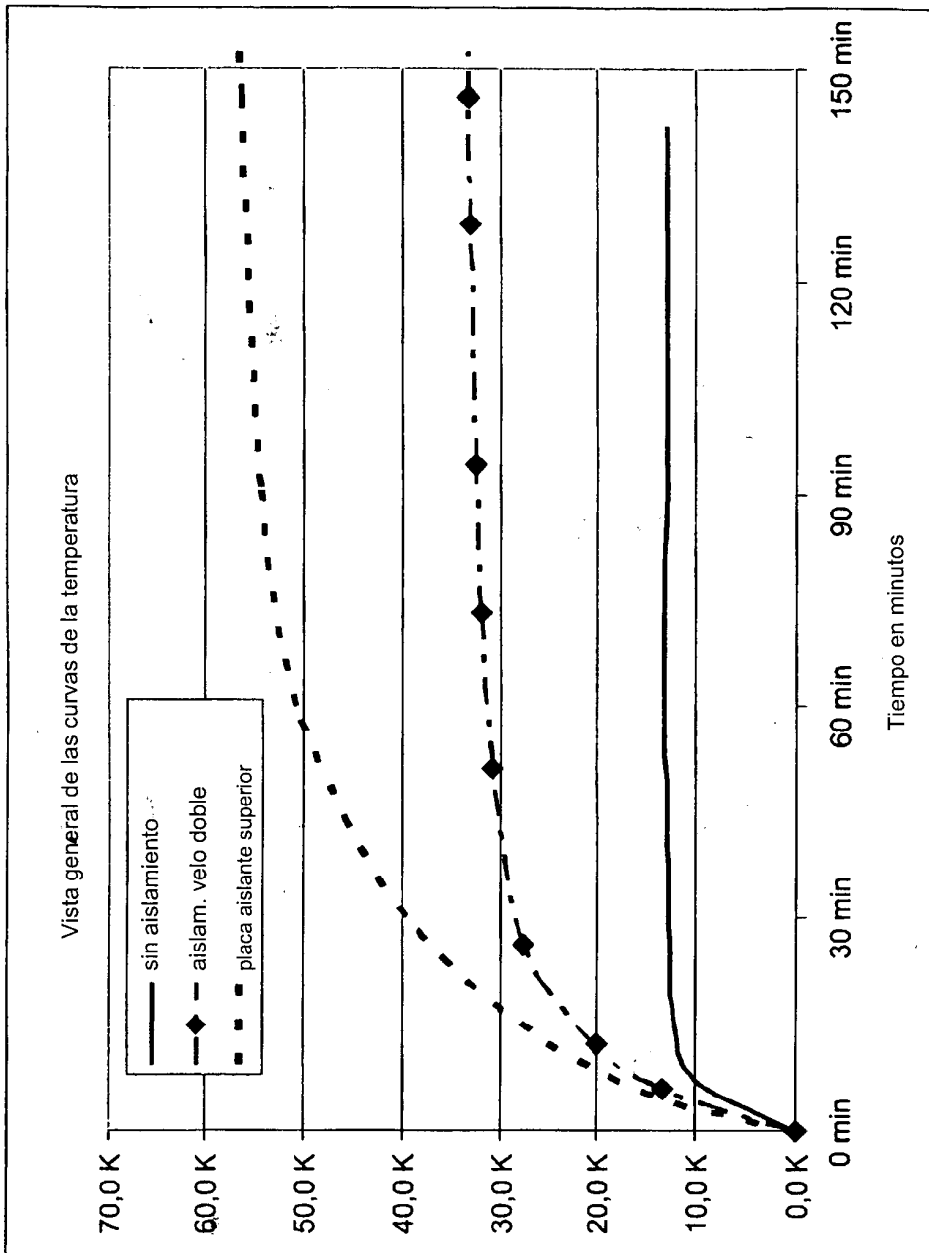


Fig. 3