

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 991**

51 Int. Cl.:

B29C 33/06 (2006.01)

B29C 35/08 (2006.01)

B29C 44/44 (2006.01)

B29C 67/20 (2006.01)

C08J 9/232 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2020 PCT/EP2020/077858**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2021 WO21073924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2020 E 20786292 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023 EP 4045255**

54 Título: **Herramienta, sistema de herramienta y procedimiento para producir piezas de espuma de partículas**

30 Prioridad:

15.10.2019 DE 102019127680

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

19.02.2024

73 Titular/es:

**KURTZ GMBH & CO. KG (100.0%)
Frankenstraße 2
97892 Kreuzwertheim, DE**

72 Inventor/es:

ROMANOV, VICTOR

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 958 991 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

Herramienta, sistema de herramienta y procedimiento para producir piezas de espuma de partículas

La presente invención se refiere a una herramienta, un sistema de herramientas y un procedimiento para producir piezas de espuma de partículas.

5 La herramienta y el sistema de herramientas para la fabricación de piezas de espuma de partículas están destinados a la fabricación de piezas de espuma de partículas mediante ondas electromagnéticas, soldándose partículas de espuma a una pieza de espuma de partículas mediante ondas electromagnéticas. La energía necesaria para la soldadura se aplica a las partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas.

10 Desde hace mucho tiempo, se intenta soldar partículas de espuma en piezas de espuma de partículas mediante ondas electromagnéticas. Por ejemplo, los procedimientos correspondientes se pueden encontrar en los documentos US 3.079.723, US 3.242.238 y GB 1.403.326.

En el documento 3.079.723, se describe un proceso para sinterizar partículas de espuma termoplástica húmeda. Las partículas se calientan dieléctricamente y al mismo tiempo se comprimen en el molde. Se aplican ondas electromagnéticas con una frecuencia de aproximadamente 2 a 1000 MHz.

15 Un procedimiento similar se desprende del documento US 3.242.238 en el que las partículas de espuma se humedecen con una solución acuosa y se exponen a un campo electromagnético con una frecuencia de aproximadamente 5 a 100 MHz.

20 En el documento GB 1.403.326, se describe un procedimiento para soldar partículas de espuma de poliestireno expandible, en el que las partículas se humedecen con una solución acuosa y se exponen a un campo electromagnético de 5 a 2000 MHz.

En las últimas décadas, se han realizado esfuerzos considerables para soldar partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas. Existen procedimientos correspondientes en los documentos WO 01/064414 A1 y WO 2013/050581 A1 descrito.

25 Del documento WO 01/064414 A1, se desprende un procedimiento en el que partículas poliméricas de poliolefinas humedecidas con un medio líquido se calientan con ondas electromagnéticas, en particular microondas. La temperatura en el molde de formación se regula controlando la presión dentro del mismo.

30 En el documento WO 2013/050181 A1, se describe un procedimiento para producir piezas de espuma de partículas, en el que se calienta una mezcla de partículas de espuma y líquido de transferencia dieléctrica usando ondas electromagnéticas para fusionar las partículas de espuma en una pieza de espuma de partículas. Como ondas electromagnéticas, se utilizan ondas de radio o microondas. El material de las partículas de espuma es polipropileno (PP). Aquí, así como en los documentos DE 10 2016 123 214 A1 y DE 10 2017 128 895 A1, las mitades del molde están diseñadas como cuerpos macizos.

35 A pesar de estos considerables y prolongados esfuerzos, no existe en el mercado ninguna máquina que pueda soldar partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas. Comercialmente solo se utilizan máquinas que sueldan las partículas de espuma mediante vapor.

No existen máquinas producidas en serie para soldar partículas de espuma, aunque las ventajas asociadas se conocen desde hace mucho tiempo. Estos son sobre todo

- un aporte energético más eficiente,

- después de soldar, las piezas de espuma de partículas están secas y pueden procesarse inmediatamente.

40 - el calentamiento se realiza desde dentro hacia fuera, de modo que el interior de las partículas de espuma se puede soldar mucho mejor y

- no se necesitan dispositivos para generar vapor, que son mucho más complejos que un generador de ondas electromagnéticas.

45 El solicitante de la presente solicitud de patente ha desarrollado aún más los dispositivos para soldar partículas de espuma usando ondas electromagnéticas y los procedimientos correspondientes de tal manera que son capaces de producir mayores cantidades de partículas de espuma usando prototipos casi en serie soldando las partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas. Estos dispositivos y procedimientos se basan en la tecnología descrita en los documentos WO 2017/127310 A1, WO 2017/127312 A1 y WO 2018/100173 A2, a la que en su contenido divulgativo se hace referencia también en su totalidad en relación con la invención que se describe a continuación, y en particular en lo que respecta a los dispositivos y procedimientos así como a los materiales, de manera complementaria pero no exclusiva.

50

5 Esto permitió lograr una soldadura uniforme en piezas de espuma de partículas con diferentes formas. Cuanto más compleja sea la forma de la pieza de espuma de partículas, más difícil será soldar las partículas de espuma de manera uniforme. Se sabe desde hace décadas que este tipo de partículas de espuma se pueden colocar en un vaso de plástico con un poco de agua en un horno microondas doméstico convencional y conseguir una soldadura buena y uniforme. Sin embargo, si las piezas de espuma de partículas que se van a producir tienen una forma más grande o más compleja o están fuertemente contorneadas o tienen un espesor irregular (medido en una dirección perpendicular a las placas del condensador, es decir, en la dirección de propagación del campo electromagnético), entonces es difícil lograr una distribución uniforme del campo electromagnético en todos los puntos. Los problemas tienen las más distintas causas. Por un lado, debido a su principio, las ondas electromagnéticas no tienen la misma densidad de energía en todas partes. Cuanto más corta es la longitud de onda, mayores son las fluctuaciones locales. Por otro lado, las ondas electromagnéticas están influenciadas por el material de la herramienta que delimita la cavidad del molde. Hay diferentes efectos aquí. Por un lado, parte de la energía de las ondas electromagnéticas puede ser absorbida por el material del molde. Por otro lado, este material actúa como un dieléctrico que se polariza de tal forma que crea un campo electromagnético opuesto a las ondas electromagnéticas. Esto cambia la densidad de energía de las ondas electromagnéticas y puede concentrarse localmente en la cavidad del molde. Los inventores de la presente invención tuvieron esto en cuenta por primera vez al desarrollar la presente invención.

Además, el material del que están formadas las partículas de espuma también puede influir en el campo electromagnético, de modo que la misma herramienta funciona en forma diferente al utilizar distintos materiales.

20 Por lo tanto, en el caso de espumas RF de geometrías complejas, es deseable que el campo eléctrico sea lo más constante o uniforme posible en todas las áreas de la pieza moldeada. Existen procedimientos para lograr esto, por ejemplo, deformando electrodos y variando el espesor de las paredes de la herramienta. Pero esto implica el uso de programas de simulación muy complejos. La dificultad radica en el hecho de que la permisividad relativa del material de la herramienta y de la espuma de partículas difiere mucho, por ejemplo, en un factor de 2 a 5.

25 Otro problema es que es prácticamente imposible optimizar posteriormente las herramientas para espumas RF si, por ejemplo, se desea reforzar el campo eléctrico en algunas zonas.

Dado que el calentamiento con un campo de RF va desde el interior hacia el exterior, la soldadura de las capas exteriores de partículas empeora que en el núcleo y la superficie puede permanecer rugosa. Para mejorar esto, en la herramienta se han previsto previamente canales de calefacción y refrigeración.

30 Por motivos de ingeniería de procesos, puede tener sentido añadir las partículas de espuma a la cavidad del molde con agua como medio de transferencia de calor. Durante la soldadura, el agua puede ser expulsada de la cavidad del molde. Esto puede cambiar la permisividad relativa promedio en la cavidad del molde y, por lo tanto, también la intensidad del campo eléctrico local. Controlar tal proceso es difícil.

35 En un dispositivo para producir piezas de espuma de partículas, se desea producir diferentes piezas de espuma de partículas. Para ello hay que sustituir las herramientas correspondientes que definen una cavidad del molde en la que se forman las piezas de espuma de partículas. Esto ya es bien conocido por los dispositivos convencionales para la fabricación de piezas de espuma de partículas, que sueldan las partículas de espuma con vapor de agua. Sin embargo, los inventores de la presente invención han reconocido que, a diferencia de cuando se sueldan partículas de espuma usando vapor, cuando se suelda usando ondas electromagnéticas, la función de una herramienta depende de la forma, que viene dictada por la forma de la pieza de espuma de partículas que se va a producir. Esta es también una de las razones principales por las que, a pesar de los esfuerzos de prueba y desarrollo más intensos en décadas, nunca ha sido posible desarrollar dispositivos para soldar piezas de espuma de partículas, especialmente aquellas con una forma o espesor irregular o con contornos fuertes, utilizando ondas electromagnéticas que son adecuadas para la producción en serie.

45 Por lo tanto, la invención se basa en la tarea de crear una herramienta para la producción de piezas de espuma de partículas, así como un sistema de herramientas correspondiente, con el que se puedan soldar partículas de espuma en forma fiable y de alta calidad mediante ondas electromagnéticas.

Una tarea de la presente invención es, en particular, proporcionar una herramienta, un sistema de herramientas y un procedimiento que evite o al menos mejore las desventajas y problemas mencionados con anterioridad.

Otra tarea de la presente invención es crear una posibilidad para la optimización posterior de dicha herramienta.

50 Otra tarea de la presente invención es mejorar una herramienta, un sistema de herramientas y un procedimiento con respecto a una calidad uniforme de la soldadura en la sección transversal de la pieza de espuma de partículas.

55 Otra tarea de la presente invención es crear la posibilidad de compensar un cambio en la permisividad relativa en la cavidad del molde durante el proceso de formación de espuma y/o influir en el campo electromagnético que prevalece en la cavidad del molde, en particular con respecto a la intensidad del campo eléctrica, durante el proceso de formación de espuma.

Una o varias de las tareas mencionadas se resuelven mediante los objetos de las reivindicaciones de patente independientes. En las respectivas reivindicaciones subordinadas, se indican perfeccionamientos ventajosos.

5 La herramienta según la invención para la fabricación de piezas de espuma de partículas mediante soldadura de partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas comprende dos mitades de molde, que delimitan una cavidad de molde. Al menos una de las dos mitades del molde está hecha de un material transparente a las ondas electromagnéticas y tiene una pared límite que delimita la cavidad del molde y uno o más soportes, que sirven para soportar la pared límite en una placa de condensador en el lado opuesto de la cavidad del molde y una o más cavidades forman la mitad del molde.

10 Al formar las cavidades en el lado de la pared límite opuesto a la cavidad del molde, se pueden producir mitades de molde de cualquier forma con un mínimo de material. Por lo tanto, la influencia del campo electromagnético en la cavidad del molde puede estar limitada por el material de la mitad del molde. Sorprendentemente, las simulaciones y pruebas han demostrado que los soportes provocan pocas o ninguna discontinuidad o falta de homogeneidad en la intensidad del campo en la cavidad del molde. Más bien, la intensidad del campo se promedia entre las áreas correspondientes a los soportes y las áreas correspondientes a las cavidades, y este promedio o uniformidad continúa dentro de la cavidad del molde. En otras palabras, se produce un promedio de las permisividades del material de las mitades del molde y del aire contenido en las cavidades, que es sorprendentemente homogéneo, incluso si el material de la mitad del molde no está distribuido de modo homogéneo en las cavidades del mismo. Por lo tanto, las mitades del molde están diseñadas preferiblemente de modo que presenten una permisividad media que corresponde aproximadamente a la permisividad de las partículas de espuma por soldar. Esto da como resultado un campo eléctrico muy homogéneo, incluso si la cavidad del molde tiene contornos complejos.

20 Por lo tanto, es fácil crear mitades de molde con propiedades dieléctricas similares a las del objeto que se va a fabricar. En particular, las propiedades dieléctricas de la mitad del molde se pueden adaptar de manera sorprendentemente sencilla a las de la pieza de espuma de partículas. Si las propiedades dieléctricas de la mitad del molde corresponden aproximadamente a las de la pieza de espuma de partículas, esto también tiene la ventaja de que el campo electromagnético es aproximadamente homogéneo en toda la zona entre las placas del condensador, independientemente de la forma de la mitad del molde o de la pieza de espuma de partículas.

25 La placa del condensador puede estar soportada directa o indirectamente (es decir, con una capa intermedia) por los soportes. Los soportes pueden realizarse mediante paredes laterales y/o tabiques. El muro delimitador y los soportes pueden estar configurados de una sola pieza, en particular en forma monolítica. En algunos moldes, una placa de condensador ya forma un límite de la cavidad del molde. Naturalmente también es posible que cada una de las dos mitades del molde esté hecha de un material transparente a las ondas electromagnéticas y que presente la pared límite y el o los soportes.

30 Preferiblemente, la pared límite de al menos una mitad del molde está diseñada con un espesor sustancialmente constante.

35 Los soportes de al menos una mitad del molde discurren preferiblemente paralelos a una dirección de prensado con la que se comprimen las mitades del molde durante el funcionamiento con una prensa.

Las mitades del molde pueden tener conexiones para un medio de control de temperatura que puede fluir a través de una o más cavidades.

40 Al menos una de las dos mitades del molde puede estar diseñada para recortar la mitad del molde por medio de uno o más soportes y/o una o más cavidades para influir en un campo electromagnético en la cavidad del molde. Esto hace posible recortar o ajustar una herramienta de este tipo posteriormente, es decir, después de su fabricación. Esto permite ajustar la herramienta individualmente. De este modo, por un lado, la herramienta se puede adaptar al campo eléctrico generado por un dispositivo para la fabricación de piezas de espuma de partículas. Por otro lado, la distribución del campo eléctrico dentro de la cavidad del molde se puede ajustar individualmente, es decir, en determinadas zonas el campo eléctrico aumenta en comparación con otras zonas si se inserta un cuerpo de recorte en la cavidad de la mitad del molde adyacente a estas zonas. Esto permite adaptar el campo eléctrico de la herramienta a la geometría de la cavidad del molde.

45 Además, el campo eléctrico se puede adaptar al material del que están formadas las partículas de espuma que se van a soldar para formar una pieza de espuma de partículas. Los diferentes materiales a partir de los cuales se forman las partículas de espuma tienen diferentes efectos sobre un campo eléctrico aplicado. Como resultado, la herramienta puede funcionar muy bien en un entorno determinado con un primer material, pero no con un segundo material. Intercambiando o cambiando la disposición de los cuerpos de recorte en la herramienta, se puede adaptar esta al segundo material.

En resumen, se puede afirmar que el campo eléctrico presente en la cavidad del molde es influido por

55 - el dispositivo que genera el campo electromagnético, como el generador de señal y las placas del condensador en un campo de RF,

- la forma y el material de las mitades del molde, así como por
- el material por soldar.

5 Aunque en principio es posible simular el campo eléctrico en la cavidad de un molde, si la herramienta se utiliza en otro dispositivo para producir una pieza de espuma de partículas o se debe soldar otro material, entonces la simulación puede que ya no sea adecuada. La herramienta según la invención se puede recortar o ajustar posteriormente y, por lo tanto, también se puede adaptar más tarde a circunstancias correspondientemente modificadas (por ejemplo, otro dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas u otro material por soldar).

10 Para el recorte, es posible, por ejemplo, introducir un material dieléctrico en la mitad del molde. Este material dieléctrico se polariza cuando se aplica un campo eléctrico, de modo que en el material dieléctrico se genera un campo eléctrico que contrarresta el campo eléctrico. Esto concentra y aumenta el campo eléctrico en el área de la cavidad del molde, aumentando así el efecto de soldadura para soldar partículas de espuma en una pieza de espuma de partículas.

15 Preferiblemente, al menos una mitad del molde presenta al menos una abertura que desemboca en la cavidad, de modo que se pueda insertar un cuerpo de recorte en la cavidad. Naturalmente, la pared que delimita la cavidad del molde está realizada sin abertura. La abertura puede mirar preferiblemente hacia el lado opuesto a la cavidad del molde, pero también puede mirar preferiblemente hacia el costado.

La o al menos una de las diversas cavidades puede presentar un elemento de conformación o de retención para posicionar y/o fijar un cuerpo de recorte en la cavidad.

20 Alternativa o adicionalmente, la mitad del molde puede presentar al menos una conexión para un fluido de recorte, que está conectada a al menos una de la una o más cavidades. De este modo, se puede conducir un fluido de recorte a través de al menos una cavidad o hacia dentro o fuera de la cavidad. Preferiblemente, las cavidades están unidas entre sí en forma comunicante entre sí, de modo que las cavidades pueden ser alimentadas entre sí a través de una o varias conexiones, en particular dos, para el fluido de recorte. Por otro lado, al menos volúmenes parciales de varias cavidades se pueden separar entre sí en forma estanca a los fluidos, de modo que las cavidades o los volúmenes parciales de las mismas se pueden cargar individualmente con fluido de recorte. Un volumen parcial puede estar delimitado, por ejemplo, por una tapa dispuesta en la cavidad. La tapa se puede montar de manera que se pueda ajustar en altura dentro de la cavidad y se pueda pretensar en una dirección y/o ajustar en altura.

25 Además, puede estar prevista al menos una conexión para aire comprimido y/o vacío, que está conectada con al menos una de una o varias cavidades. Esto significa que se puede actuar sobre la al menos una cavidad con aire comprimido o vacío, por ejemplo, para expulsar el fluido de recorte de la al menos una cavidad o para aspirarlo al interior de la al menos una cavidad. Preferiblemente, la al menos una conexión para aire comprimido y/o vacío está dispuesta a un nivel más alto que la al menos una conexión para un fluido de recorte, de modo que el fluido de recorte puede acumularse en la zona inferior de las cavidades y el aire comprimido o la conexión de vacío permanece libre. Preferiblemente, las cavidades están conectadas mediante aberturas de conexión en los soportes, con las aberturas de conexión o un grupo de aberturas de conexión alineadas con al menos una de las conexiones para medio de control de temperatura, fluido de recorte, aire comprimido o vacío. La(s) conexión(es) para el medio de atemperación, el fluido de recorte, el aire comprimido o el vacío pueden estar formadas en una pared lateral que cierra lateralmente la mitad del molde y actúan como soporte. Las aberturas de conexión pueden estar formadas por nervios que discurren entre las paredes laterales y actúan como soporte.

30 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de herramientas para producir piezas de espuma de partículas, que comprende una herramienta explicada con anterioridad y al menos un cuerpo de recorte diseñado para introducirse en la o al menos una de las cavidades, y/o un dispositivo de suministro de fluido de recorte que se utiliza para suministrar al menos una mitad del molde está formado con un fluido de recorte.

35 El cuerpo de recorte está fabricado preferiblemente de un material con una permisividad relativa (ϵ_r) de al menos 2. Cuanto mayor sea la permisividad relativa del material del cuerpo de recorte, más fuerte será su efecto como cuerpo de recorte. Por lo tanto, también pueden ser útiles materiales con una permisividad relativa de al menos 3 o al menos 4. Cuanto menor sea la permisividad relativa del material del cuerpo de recorte, más precisa y finamente se podrán ajustar los campos eléctricos en la cavidad del molde. Por lo tanto, también pueden resultar útiles materiales con una permisividad pequeña, por ejemplo, de menos de 2.

40 El cuerpo de recorte puede estar configurado como cuerpo enchufable, que puede fijarse en la mitad del molde, por ejemplo, mediante un elemento de bloqueo o mediante un ajuste por fricción. Por lo tanto, el cuerpo de recorte se puede sustituir fácilmente en la mitad del molde, de modo que la mitad del molde se puede adaptar a diferentes condiciones de producción.

45 El cuerpo de recorte puede diseñarse de modo que llene solo una parte de las cavidades. En particular, el cuerpo de recorte está dispuesto en la respectiva cavidad de tal manera que se encuentra preferiblemente alejado de la cavidad del molde. Como resultado, la cavidad adyacente a la cavidad del molde todavía está libre y puede usarse para pasar a través de ella un medio de control de temperatura.

El cuerpo de recorte puede estar fabricado a partir de un cuerpo macizo. En particular, el cuerpo de recorte puede estar fabricado a partir de un cuerpo de plástico. Sin embargo, el cuerpo de recorte también se puede fabricar vertiendo una o varias de las cavidades con un material endurecedor.

5 El sistema de herramientas también puede presentar varios cuerpos de recorte que sean de diferentes tamaños y/o estén hechos de diferentes materiales y tengan diferente permisividad relativa.

10 El sistema de herramientas también puede presentar una placa de conexión, que debe estar dispuesta entre una placa de condensador y una mitad de molde de la herramienta o en un lado de una placa de condensador alejado de una mitad de molde de la herramienta, y las conexiones de medios y/o canales de medios y/o aberturas de medios para suministrar y/o descargar medios a las cavidades de la mitad del molde desde o hacia el exterior. La placa de conexión puede presentar piezas de tubo que, cuando la placa de conexión está montada según lo previsto, sobresalen en las cavidades de la mitad del molde. A través de la placa de conexión se pueden introducir medios, en particular fluido de recorte, en las cavidades. Dependiendo del diseño, los medios se pueden introducir juntos en todas las cavidades o individualmente en cavidades individuales o en grupos.

15 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se prevé un procedimiento para producir una o más piezas de espuma de partículas soldando partículas de espuma usando ondas electromagnéticas, en el que una herramienta con mitades de molde que forman una cavidad de molde está dispuesta entre dos placas de condensador, la cavidad de molde se llena con partículas de espuma, se cierra la herramienta mediante la aproximación de las dos mitades del molde y se expone la herramienta con las partículas de espuma en la cavidad del molde a ondas electromagnéticas, en particular radioeléctricas o microondas, introducidas a través de las placas del condensador, en donde las partículas de espuma se calientan debido a las ondas electromagnéticas y se fusionan o cuecen al menos parcialmente, en donde el procedimiento se lleva a cabo usando la herramienta o el sistema de herramientas descrito con anterioridad.

20 En la o al menos una de las cavidades pueden estar dispuestos uno o varios cuerpos de recorte o un fluido de recorte para influir en un campo electromagnético en la cavidad del molde.

25 También puede estar previsto que, dependiendo de la calidad de la soldadura de las partículas de espuma, se modifique la disposición de uno o varios cuerpos de recorte o del fluido de recorte en la herramienta para ajustar la influencia del campo electromagnético en la cavidad del molde.

30 Además, puede estar previsto que, durante el proceso de formación de espuma, se modifique la disposición de uno o varios cuerpos de recorte o del fluido de recorte en la herramienta para influir dinámicamente en un campo electromagnético en la cavidad del molde. Esto permite reaccionar en particular a la permisividad cambiante del cuerpo moldeado durante el proceso de espumación.

35 Por ejemplo, si se determina que una pieza de espuma de partículas solo está soldada en forma incompleta en un área determinada, entonces se puede usar un cuerpo de recorte adyacente a esta área, aumentando así el campo eléctrico en la cavidad del molde en la que se produce esta área. Si, por el contrario, la pieza de espuma de partículas se ha fundido demasiado en un lugar, entonces se pueden utilizar cuerpos de recorte en la mitad del molde de la pared de revestimiento en las otras zonas que no son adyacentes a este punto y se puede reducir la potencia de calentamiento total ya sea aplicando solo el campo eléctrico durante un período de tiempo más corto y/o reduciendo la intensidad del campo eléctrico (o el voltaje eléctrico en el caso de un campo de RF aplicado usando placas de condensador).

40 Junto con el ajuste de la potencia eléctrica total o la producción de calor, este procedimiento se puede utilizar para corregir tanto áreas con calentamiento excesivo como áreas con calentamiento insuficiente.

Al recortar, los cuerpos de recorte también se pueden mecanizar para cambiar su forma y adaptar el campo eléctrico.

45 En principio, también es posible generar campos adaptados localmente mediante placas de condensadores divididas, cuya altura se puede ajustar en cada una de sus piezas. La presente invención permite realizar un ajuste local del campo electromagnético en una cavidad de molde de una herramienta para producir una pieza de espuma de partículas, incluso para placas de condensador planas, lo que es considerablemente más fácil de fabricar y manipular.

50 En resumen, en la herramienta descrita con anterioridad, la mitad de la herramienta de conformación está diseñada de modo que la permisividad relativa resultante de la herramienta se corresponde bien con la permisividad relativa de la espuma de partículas. Esto se consigue porque la mitad de la herramienta presenta superficies o volúmenes libres (una o varias cavidades) más allá de la pared límite y soportes como paredes o almas, eventualmente también nervaduras, postes, panales, laberintos en zigzag, etc. La relación entre un volumen de material de soporte y aire determina la permisividad relativa deseada y puede ser, por ejemplo, de al menos 0,05 o 0,1 y/o hasta 0,3 o 0,5 o 0,7 o 0,9. Si se desea reforzar localmente el campo electromagnético para optimizar posteriormente la herramienta, se pueden insertar cuerpos de fresado en las cavidades. Si los soportes están diseñados como laberinto, se pueden utilizar sin mayor esfuerzo como canal de refrigeración o calefacción. Esto también hace posible el control de temperatura Vario con aire o CO₂ u otro medio de control de temperatura. La herramienta según la invención permite el diseño sin simulación y las reglas de diseño se definen fácilmente.

La invención se explica con más detalle tomando como ejemplo los dibujos. Los dibujos muestran en:

- Figura 1 una realización de una herramienta con dos mitades de molde en una vista en sección en una posición cerrada,
- 5 Figura 2A una vista superior de la mitad superior del molde de la Fig. 1 cortada a lo largo de un plano indicado por una línea II-II en la Fig. 1;
- Figuras 2B - 2E una vista según la Figura 2A de modificaciones de una mitad de molde;
- Figura 3 un ejemplo de realización de un sistema de herramientas con la herramienta de la Figura 1 y cuerpos de recorte;
- 10 Figuras 4A y 4B variantes de diseño de una mitad de molde con cuerpos de recorte en una vista ampliada del detalle IV en la Figura 3;
- Figura 5 otra realización de un sistema de herramientas con la herramienta de la Figura 1 y otros cuerpos de recorte;
- Figura 6 otro ejemplo de realización de una herramienta con dos mitades de molde en vista según la Figura 1;
- 15 Figura 7 un ejemplo de realización de un dispositivo para la producción de cuerpos de espuma en forma de partículas con una herramienta o un sistema de herramientas según una de las ilustraciones anteriores en una vista lateral esquemática;
- Figura 8 una imagen sustitutiva de una herramienta con dos mitades de molde, que sirvió de base para simulaciones comparativas para determinar el recorrido de campo de la herramienta;
- Figura 9 un ejemplo de realización de una herramienta con dos mitades de molde, que sirvió de base para una simulación para determinar un perfil de intensidad de campo en la herramienta;
- 20 Figura 10 una curva de intensidad de campo en una simulación con la herramienta de la Figura 8 sin cuerpo de recorte;
- Figura 11 una curva de intensidad de campo en una simulación con la herramienta según la Figura 12 con cuerpos de corte;
- 25 Figura 12 otro ejemplo de realización de una herramienta con dos mitades de molde en una vista en sección en posición cerrada;
- Figura 13 una mitad de molde de una herramienta según otro ejemplo de realización de la invención;
- Figura 14 una mitad de molde de una herramienta según otro ejemplo de realización más de la invención;
- Figura 15 una placa de conexión para usar en una herramienta según otro ejemplo de realización más de la invención;
- 30 Figura 16 una mitad de molde de una herramienta según otro ejemplo de realización más de la invención;
- Figura 17 una mitad de molde de una herramienta según otro ejemplo de realización más de la invención;
- Figura 18A una mitad de molde de una herramienta con un cuerpo de recorte según otro ejemplo de realización más de la invención en sección transversal;
- Figura 18B la mitad del molde con cuerpo de recorte de la Fig. 18A en vista en planta;
- 35 Figura 18C la mitad del molde con el cuerpo de recorte de la Figura 18A en una variante de realización.

Un primer ejemplo de realización de una herramienta 1 según la invención para la fabricación de una pieza de espuma de partículas presenta dos mitades 2, 3 de molde (Figura 1). Una primera mitad 2 del molde (inferior en la Figura) está formada a partir de una pared 7 inferior y una pared 8 lateral circunferencial. En el exterior de la pared 7 inferior, está dispuesta una primera placa 4 de condensador. La otra mitad 3 de molde, concretamente una segunda mitad de molde (superior en la Figura), está formada con una pared 10 delimitadora y una pared 11 lateral circunferencial y como una especie de sello, que se puede introducir con poco juego en la zona delimitada por la pared 8 lateral circunferencial, de modo que una cavidad 13 de molde está delimitada entre las dos mitades 2, 3 de molde, en donde la pared 11 lateral de la segunda mitad 3 de molde apunta en dirección opuesta a la cavidad 13 de molde. Por lo tanto, la segunda mitad 3 del molde se denomina mitad 3 del molde de estampación y la primera mitad 2 del molde, como mitad 2 del molde de matriz. En el mismo lado que la pared 11 lateral, sobresalen varios nervios 12 de la pared 10 delimitadora. Los nervios 12 están unidos a la pared 11 lateral y terminan en un nivel sobre el que descansa una segunda placa 5 de condensador. Por lo tanto, los nervios 12 y la pared 11 lateral de la mitad 3 del molde de estampación son soportes en el sentido de la invención, que sirven para soportar la pared 10 delimitadora en la segunda placa 5 de condensador.

La segunda placa 5 de condensador presenta una conexión 6 de guía de ondas para conectar una guía de ondas. Las paredes 11 laterales y los nervios 12 de la mitad 3 del molde de estampación forman entre sí y con la pared 10 delimitadora cavidades 15, cada una de las cuales presenta una abertura 14 en la parte superior. Por lo tanto, se puede ver que las cavidades 15 apuntan en dirección opuesta a la cavidad 13 del molde. La segunda placa 5 de condensador está conectada o puede conectarse a un vástago de pistón de una prensa para mover la mitad 3 del molde de estampación con respecto a la mitad 2 del molde de matriz y en particular para insertar la mitad 3 del molde de estampación en la mitad 2 del molde de matriz (dirección de una flecha enmarcada en la Fig. 1).

Una abertura 9 de llenado para alimentar partículas de espuma dentro de la cavidad 13 del molde está formada en la pared 8 lateral de la mitad 2 del molde de matriz (Fig. 1). Además, en la pared 8 lateral puede estar prevista una abertura de ventilación (no representada), por la que puede escapar el aire cuando se llena la cavidad 13 del molde.

La herramienta 1 está prevista para producir piezas de espuma de partículas soldando partículas de espuma introducidas en la cavidad 13 del molde por medio de ondas electromagnéticas. Para ello, la primera placa 4 de condensador se puede conectar a tierra o masa y la segunda placa 5 de condensador se puede conectar a través de la conexión 6 de guía de ondas con un generador de ondas. Cuando se conecta un generador de ondas tal como un generador de RF o microondas, se genera un campo electromagnético de alta frecuencia en la cavidad 13 del molde. La energía del campo electromagnético funde las partículas de espuma y las suelda.

La intensidad del campo electromagnético que predomina en la cavidad 13 del molde depende de las propiedades de las sustancias presentes entre las placas 4, 5 del condensador, en particular de su permisividad relativa ϵ_r . La permisividad relativa ϵ_r se define como la relación entre la permisividad de un material o medio y la permisividad del vacío, la constante de campo eléctrico ϵ_0 . La permisividad relativa ϵ_r depende del material y puede entenderse como una medida de los efectos debilitantes del campo de una polarización dieléctrica del material. Cuanto mayor sea la permisividad relativa ϵ_r de un material, mayor será el debilitamiento del campo.

Para el aire, por ejemplo, la permisividad relativa ϵ_r está cerca de la constante de campo eléctrico ϵ_0 , exactamente en $\epsilon_r = 1,00059$. Otro ejemplo es la permisividad relativa.

- para teflón en $\epsilon_r = 2$

- para parafina a $\epsilon_r = 2,2$

- para madera seca a $\epsilon_r = 2...3,5$

- para PE y PET a $\epsilon_r = 3,5$

- para PEEK en $\epsilon_r = 4$

- para ABS a $\epsilon_r = 4,3$

- para porcelana en $\epsilon_r = 2...6$

- para vidrio en $\epsilon_r = 6...8$

- para pentóxido de tantalio en $\epsilon_r = 27$

- para titanato de bario con $\epsilon_r = 15.000$ (según Helmut Benkert, Einführung in die Technische Keramik, http://www.keramverband.de/keramik/pdf/02/sem02_03.pdf)

(cada uno aproximadamente, a 18 °C y 50 Hz, según <https://de.wikipedia.org/wiki/Permittivität>, a menos que se indique lo contrario). Los ejemplos anteriores solo pretenden ser una descripción general y no limitan de ninguna manera la posible selección de materiales para los elementos mencionados en esta solicitud, tales como las mitades 2, 3 de molde o los cuerpos 30, 50 de recorte descritos más adelante.

Las mitades 2, 3 de molde son transparentes (es decir, fundamentalmente permeables) a las ondas electromagnéticas, en particular a aquellas con una longitud de onda igual a la de las ondas generadas por el generador de ondas. Es decir, al menos la pared 7 inferior de la mitad 2 del molde de matriz y la pared 10 delimitadora de la mitad 3 del molde de estampación están hechas de un dieléctrico que presenta, por ejemplo, plástico, madera, cerámica, vidrio o similares. Las partículas de espuma introducidas en la cavidad 13 del molde también presentan propiedades dieléctricas. No solo en el caso de una geometría irregular de la cavidad 13 del molde, sino también en el caso de materiales localmente diferentes de las partículas de espuma, así como influencias de las propias mitades 2, 3 del molde, pueden prevalecer localmente diferentes intensidades de campo del campo electromagnético en la cavidad 13 del molde o en la pieza de espuma de partículas que se va a formar y/o la energía del campo electromagnético es absorbida localmente en diversos grados por las partículas de espuma en la cavidad 13 de molde. Tales intensidades de campo y/o grados de absorción irregulares pueden ser deseables, por ejemplo, porque la capacidad de fusión de diferentes materiales de espuma puede ser diferente, pero también pueden ser indeseables. Esto puede conducir a un calentamiento insuficiente o excesivo y con ello a resultados indeseables de fusión de las partículas de espuma. Para solucionar este problema están previstas las cavidades 15 de la mitad 3 del molde de estampación, que reducen

considerablemente la masa del material en la mitad 3 del molde de estampación. Esto conduce, a su vez, a una reducción ventajosa de la influencia sobre la intensidad del campo electromagnético en la cavidad 13 del molde, lo que mejora considerablemente la flexibilidad en el uso y en la conformación de la cavidad 13 del molde, así como de la mitad 3 del molde de estampación. Esta y otras ventajas ya han sido descritas al inicio de esta solicitud, por lo que solo se hará referencia aquí.

Además, las cavidades 15 se pueden utilizar para recortar la mitad 3 del molde de estampación con el fin de influir en el campo electromagnético en la cavidad 13 del molde. Mediante un recorte adecuado, se puede influir en el campo electromagnético en la cavidad 13 del molde, de modo que prevalezca una distribución uniforme o deseable de la intensidad del campo en la cavidad 13 del molde. Por ejemplo, puede ser deseable tener intensidades de campo localmente diferentes para materiales de partículas localmente distintos con diferentes permisividades relativas, para espesores de material localmente diferentes y densidades de material localmente diferentes. Por ejemplo, se ha demostrado que, en lugares con un espesor de material bajo (es decir, una altura baja de la cavidad 13 del molde), se producen densidades de material más altas debido al cierre de la herramienta. Dado que las partículas de espuma compactadas absorben más fuertemente la energía del campo electromagnético aplicado, estas zonas pueden experimentar un calentamiento más intenso que las zonas vecinas. Por lo tanto, se puede observar que, en los puntos de mayor compresión, las partículas de espuma se funden demasiado o incluso se queman o carbonizan y/o la soldadura de las partículas de espuma en los puntos vecinos no es suficiente. Por lo tanto, puede ser deseable que la intensidad del campo en los puntos de mayor densidad de las partículas de espuma sea menor que en los puntos vecinos. Lo mismo se aplica a mezclas de materiales con secciones de partículas de espuma más absorbentes y secciones de partículas de espuma menos absorbentes. También puede suceder que la herramienta 1 y la selección de la espuma se hayan coordinado previamente mediante modelos o pruebas, pero más adelante en la producción en serie se produzcan desviaciones en el comportamiento de fusión, por ejemplo, debido al uso de una receta modificada o incluso simplemente a un lote diferente de partículas de espuma. En todos estos casos, puede ser deseable influir en el campo electromagnético en la cavidad 13 del molde.

Para ello, por ejemplo, a través de las aberturas 14, se pueden insertar cuerpos 30 de recorte en las cavidades 15 (Figura 3). Los cuerpos 30 de recorte están hechos de un material dieléctrico. Debido a las propiedades polarizantes de un dieléctrico, el campo electromagnético alterno se debilita por el dieléctrico que se encuentra en el camino de las líneas de campo. Sin embargo, en áreas en el camino de las mismas líneas de campo que el dieléctrico mantiene libres, el campo no se debilita ni siquiera se fortalece. Por lo tanto, se puede influir de diferentes maneras en el campo eléctrico cortando cuerpos 30 de diferentes tamaños, formas y permisividades.

Para fijar la posición de los cuerpos 30 de recorte en las cavidades 15, las paredes 3 laterales y los nervios 12 de la mitad 3 del molde de estampación pueden presentar resaltes 41 en la zona de las aberturas 14 y los cuerpos 30 de recorte pueden presentar coronas 42 o características de forma similar en la parte superior que, al insertar los cuerpos 30 de recorte, se apoyan en los resaltes 41 (Fig. 4A). Alternativamente, las paredes 3 laterales y los nervios 12 de la mitad 3 del molde de estampación pueden presentar elementos 43 de bloqueo en la zona de las aberturas 14 o en todas partes o en otras zonas y los cuerpos 30 de recorte pueden presentar en el lateral características de forma correspondientes, que se bloquean en los elementos 43 de bloqueo cuando se insertan los cuerpos 30 de recorte (Fig. 4B). Alternativamente, los cuerpos 30 de recorte pueden diseñarse de modo que se mantengan en las cavidades 15 mediante simple fricción.

En lugar de cuerpos 30 de recorte preformados como cuerpos enchufables como se describió con anterioridad, también se pueden formar cuerpos 50 de recorte introduciendo un material dieléctrico conformable en las cavidades 15 (Fig. 5). En este caso, los cuerpos 50 de recorte se pueden fijar de forma especialmente sencilla en el lado interior de la pared 10 delimitadora. El material dieléctrico de los cuerpos 50 de recorte puede endurecerse después de la introducción o puede ser muy tenaz y preferiblemente adherente al material de la segunda mitad 3 del molde.

Los cuerpos 30, 50 de recorte están hechos preferiblemente de un material con una permisividad relativa (ϵ_r) de al menos 2. Cuanto mayor sea la permisividad relativa ϵ_r del material de los cuerpos 30, 50 de recorte, más fuerte será su efecto sobre el recorte de la mitad 3 del molde para influir en un campo electromagnético en la cavidad 13 del molde. Por lo tanto, también pueden ser útiles materiales con una permisividad relativa ϵ_r de al menos 3 o al menos 4. Cuanto menor sea la permisividad relativa ϵ_r del material del cuerpo de recorte, más precisa y finamente se podrán ajustar los campos eléctricos en la cavidad del molde. Por lo tanto, también pueden ser útiles materiales con una permisividad relativa pequeña ϵ_r , por ejemplo, menor que 2.

Naturalmente, según las necesidades, es posible que no todas las cavidades 15 estén llenas con un cuerpo 30, 50 de recorte. Además es concebible que la segunda mitad 3 del molde se prepare con cuerpos 30, 50 de recorte primarios en función de pruebas preliminares o simulaciones y, posteriormente, se recorte finamente con cuerpos 30, 50 de recorte secundarios basándose en circunstancias reales, posiblemente cambiantes, en la producción en serie, que se reflejan en la formación de espuma. Los cuerpos de recorte primarios pueden diseñarse como cuerpos 50 de recorte fabricados de una masa moldeable (Fig. 5), mientras que los cuerpos de recorte secundarios están diseñados como cuerpos 30 de recorte de geometría fija (Fig. 3), o viceversa, o uno de ambos. También es concebible que un cuerpo 30 de recorte primario de geometría fija presente una cavidad adicional en la que se pueda introducir un cuerpo 30, 50 de recorte secundario de geometría fija o de masa conformable.

En los ejemplos de realización descritos y mostrados, las cavidades 15 están llenas solo parcialmente con un cuerpo 30, 50 de recorte. Esto hace posible que el espacio restante se utilice para controlar la temperatura con un medio de control de temperatura. En otro ejemplo de realización, la pared 11 lateral de la mitad 3 del molde de estampación puede presentar una abertura 61 de entrada de fluido y una abertura 62 de salida de fluido y los nervios 12 pueden presentar aberturas 63 de flujo de fluido (Fig. 6). Se prevé una conexión 64 de flujo de fluido en la abertura 61 de entrada de fluido y está conectada a una fuente 67 de fluido a través de una válvula 66. En la abertura 62 de salida de fluido, está prevista una conexión de retorno de fluido 65 que, dependiendo del fluido utilizado y dependiendo de la gestión del proceso, conduce al exterior, al medio ambiente o, en caso necesario, a través de un dispositivo de procesamiento, de vuelta a la fuente 67 de fluido. De este modo, se puede hacer pasar un fluido de control de temperatura a través de las cavidades 15 de la mitad 3 del molde de estampación, por ejemplo, para precalentar la herramienta 1, para enfriar la cavidad 13 del molde o un cuerpo de partículas de espuma ubicado en la misma, o en general para lograr un control de temperatura deseado.

Las aberturas 63 de flujo de fluido pueden estar dispuestas, dependiendo del tipo y disposición de los cuerpos 30, 50 de recorte utilizados (véanse las Fig. 3, 5), en la zona superior de las cavidades 15 o en la zona inferior de las cavidades 15, de modo que los cuerpos 30, 50 de recorte no impidan el flujo a través del líquido de regulación de temperatura. Si las aberturas 63 de flujo de fluido están dispuestas tanto en la región superior como en la región inferior de las cavidades 15, como en el ejemplo de realización mostrado, se pueden usar alternativamente diferentes tipos de cuerpos 30, 50 de recorte. Las aberturas 61, 62 de entrada y salida de fluido se encuentran preferiblemente al nivel de las aberturas 63 de flujo de fluido o, si las aberturas 63 de flujo de fluido están dispuestas tanto en la región superior como en la región inferior de las cavidades 15, a una altura que se encuentra entre las alturas de las aberturas 63 de flujo de fluido. Si un cuerpo 30 de recorte de geometría fija es tan grande que sobresale en la zona de las aberturas 63 de flujo de fluido, en dicho cuerpo 30 de recorte se pueden proporcionar orificios transversales a la altura de las aberturas 63 de flujo de fluido. Si fuera posible llenar un cuerpo 50 de recorte hecho de una masa moldeable en las cavidades más allá de la altura de las aberturas 63 de flujo de fluido, puede ser ventajoso si las aberturas 61, 62 de entrada y salida de fluido y las aberturas 63 de flujo de fluido están conectadas por tubos o similares. Incluso si las aberturas 61, 62 de entrada y salida de fluido están dispuestas en lados opuestos de la mitad 3 del molde de estampación en la realización ilustrada, también pueden disponerse en el mismo lado o en lados adyacentes dependiendo del flujo de fluido dentro de la mitad 3 del molde de estampación. Para evitar que el fluido de control de temperatura escape de la abertura 14 de las cavidades 15, se puede prever un sello en la superficie de contacto de la segunda placa 5 del condensador, en donde el sello se puede diseñar como un sello de borde en el lado de la segunda mitad 3 del molde o como sellado superficial en el lado de la segunda placa 5 de condensador. Si es necesario, el emparejamiento de materiales entre la segunda mitad 3 del molde y la segunda placa 5 del condensador también puede tener un efecto de sellado suficiente durante el funcionamiento (es decir, bajo presión).

Preferiblemente, las mitades 2, 3 de molde están fabricadas cada una de ellas a partir de una única pieza moldeada. Alternativamente, la pared 8 lateral de la primera mitad 2 del molde se puede unir a la pared 7 inferior. Como alternativa adicional, se puede omitir la pared 7 inferior de la primera mitad 2 del molde si se garantiza un sellado adecuado entre la pared 8 lateral y la primera placa 4 del condensador durante el funcionamiento (es decir, bajo presión). Esto se puede lograr mediante un sello proporcionado especialmente o mediante el emparejamiento de materiales entre la primera mitad 2 del molde y la primera placa 4 del condensador.

De acuerdo con el ejemplo de realización descrito con anterioridad, las placas 4, 5 de condensador no forman parte de la herramienta 1. En una variante de realización, una o ambas placas 4, 5 de condensador pueden formar parte de la herramienta 1. Por ejemplo, la pared 7 inferior de la mitad 2 del molde de matriz puede presentar la primera placa 4 de condensador o la primera placa 4 de capacitor puede formar la pared 7 inferior de la mitad 2 de molde de matriz. Por ejemplo, la primera placa 4 de condensador puede estar unida a la pared 8 lateral de la mitad 2 del molde de matriz (por ejemplo, atornillada, pegada, fundida, etc.) o integrada en la pared 7 inferior de la mitad 2 del molde de matriz (por ejemplo, fundida, insertada en un bolsillo, etc.).

Incluso si en los ejemplos de realización mostrados las aberturas 14 que desembocan en las cavidades 15 están previstas en el borde superior de la mitad 3 del molde de estampación, la invención no se limita a esto. Más bien, en variantes de realización, las aberturas 14 también pueden estar previstas en una pared 11 lateral de la mitad 3 del molde de estampación, mientras que la parte superior de la mitad 3 del molde de estampación está configurada en forma cerrada. Para poder llegar desde un lado a zonas de la mitad 3 del molde de estampación más hacia el interior, también pueden estar previstas aberturas 14 en los nervios 12. En una variante de realización de este tipo, la segunda placa 5 de condensador puede estar unida a la mitad 3 del molde de estampación o formar parte de ella. Por ejemplo, la segunda placa 5 de condensador se puede unir a la pared 11 lateral de la mitad 3 del molde de estampación (por ejemplo, atornillada, pegada, fundida, etc.) o integrada en una pared de cubierta (si está presente) de la mitad 3 del molde de estampación (por ejemplo, fundida, insertada en un bolsillo, etc.).

En otras variantes de realización, también es concebible que las paredes 8, 11 laterales de las mitades 2, 3 de molde estén fabricadas de un material eléctricamente conductor y que estén unidas en forma conductora con las placas 4, 5 de condensador o estén configuradas de una sola pieza. Si las paredes 8, 11 laterales de ambas mitades 2, 3 de molde están configuradas eléctricamente conductoras, al menos en las zonas en las que se tocan están recubiertas con una capa eléctricamente aislante, en particular una capa de plástico. En una variante de realización de este tipo, la pared 8 lateral circumferencial preferiblemente no es conductora de electricidad, por ejemplo, de plástico, de modo

que entre las placas del condensador en la zona del borde no quedan espacios muy pequeños que conducirían a campos eléctricos localmente muy intensos.

5 Cabe señalar que la representación de la geometría de las mitades 2, 3 del molde, la cavidad 13 del molde y las cavidades 15 es puramente ejemplar y depende completamente del tipo y la forma del cuerpo de partículas de espuma que se va a producir. Si la cavidad 13 del molde y, por lo tanto, la mitad 3 del molde de estampación es, por ejemplo, rectangular en una vista en planta, las cavidades 15 también pueden ser rectangulares o cuadradas y estar dispuestas a modo de una matriz de, por ejemplo, dos filas de cuatro cavidades 15 cada una (Fig. 2A). Dependiendo de las necesidades, las cavidades 15 pueden ser más o menos densas y las cavidades 15 también pueden presentar diferentes formas y tamaños de sección transversal. Por ejemplo, la sección transversal de las cavidades también puede ser hexagonal (Figura 2B) o circular (Figura 2C o Figura 2D más densamente empaquetada) o también puede presentar una forma diferente. Si la cavidad 13 del molde y, por lo tanto, la mitad 3 del molde de estampación es, por ejemplo, en vista en planta circular u ovalada, las cavidades 15 pueden estar dispuestas, por ejemplo, como un trozo de tarta (Figura 2E), o como un segmento de anillo rodeando una cavidad circular 15 (Fig. 2F). Las formas de la sección transversal de la mitad 3 del molde mostradas en las Figuras son enteramente ejemplares. La mitad 3 del molde se puede fabricar de una sola pieza con las cavidades 15 y en una sola operación, por ejemplo, mediante un proceso de fundición. Alternativamente, las cavidades 15 también se pueden incorporar posteriormente en la mitad 3 del molde, por ejemplo, mediante perforación a partir de un bloque completo. Además, también es posible formar las mitades 2, 3 de molde mediante un proceso de fabricación aditiva como, por ejemplo, impresión tridimensional, con lo que también se pueden realizar formas complejas de forma muy variable y sin o con un mínimo de procesamiento posterior.

Incluso si en los ejemplos de realización mostrados las cavidades 15 están previstas en la mitad 3 del molde de estampación, la mitad 2 del molde de matriz (primera mitad del molde) también puede estar diseñada con cavidades de manera correspondiente, además o como alternativa a la mitad 3 del molde de estampación.

Además, en algunos ejemplos de realización mostrados, la placa 5 del condensador superior está provista de un borde circunferencial que rodea la pared 11 lateral de la mitad 3 del molde de estampación. Este nervio de borde puede servir para centrar y estabilizar la pared 11 lateral, pero es completamente opcional y también puede prescindirse.

Aunque las paredes 8, 11 laterales se describen en cada caso como una única pared lateral circunferencial, también se pueden denominar paredes laterales las secciones individuales de las paredes 8, 11 laterales que se unen entre sí en dirección circunferencial.

30 La herramienta 1 puede estar diseñada como herramienta para abrir huecos y como tal puede usarse en funcionamiento básicamente en tres posiciones diferentes, una posición abierta (no mostrada), en la que las dos mitades 2, 3 del molde están completamente separadas entre sí, de modo que un molde producido con la herramienta de moldeo puede retirarse del molde una pieza de espuma de partículas, una posición intermedia (no mostrada) en la que la mitad 3 del molde de estampación se inserta tan profundamente en la mitad 2 del molde de matriz que la cavidad 13 del molde está cerrada, pero la cavidad 13 del molde aún no se reduce a su volumen final en la posición cerrada (Fig. 1, 3, 5, 6).

40 En la posición intermedia, la abertura 9 de llenado y cualquier abertura de ventilación no están cubiertas por la mitad 3 del molde de estampación, de modo que estas aberturas pasantes comunican con la cavidad 13 del molde y se pueden llenar partículas de espuma y se puede eliminar el aire. En la posición intermedia, la cavidad 13 del molde está llena de partículas de espuma. A continuación, se presiona la mitad 3 del molde de estampación un poco más dentro de la mitad 2 del molde de matriz, con lo que se comprimen las partículas de espuma que se encuentran allí.

45 La herramienta 1 se puede utilizar en un dispositivo 70 para producir piezas de espuma de partículas (Fig. 7). Un dispositivo de este tipo presenta un recipiente 71 de almacenamiento que está conectado con la herramienta 1 a través de la manguera 72 de llenado. La herramienta 1 está dispuesta en una prensa 73, que tiene una mesa 74 de prensa, un ariete 75 de prensa, una unidad 76 de cilindro-pistón para mover el ariete 75 de prensa y un bastidor 77 estable sobre el que se fijan la unidad 76 de cilindro-pistón y la mesa 74 de prensa. El ariete 75 de prensa está formado por una placa metálica eléctricamente conductora. Como se muestra en la Figura 1, en la que la segunda placa 5 de molde presenta una conexión 6 de guía de ondas, el ariete de prensa 75 está conectado a través de una línea 78 de ondas, por ejemplo, en forma de un cable coaxial, con un generador 79 de ondas. La mesa 74 de prensa presenta un tablero de metal conductor de electricidad, que está conectado a tierra a través de una placa de base conductora de electricidad.

El uso de la herramienta 1 para producir una pieza de espuma de partículas en el dispositivo 70 se explica a continuación.

55 La herramienta 1 se encuentra inicialmente en una posición intermedia. Aquí, la mitad 3 del molde de estampación se inserta tan profundamente en la mitad 2 del molde de matriz que la cavidad 13 del molde está esencialmente cerrada. En esta posición intermedia, la herramienta 1 se inserta en la prensa 73. La manguera 72 de llenado está conectada con la abertura 9 de llenado de la herramienta 1.

- Las partículas de espuma se alimentan a la cavidad 13 del molde desde el recipiente 71 de almacenamiento. Si la cavidad 13 del molde está completamente llena con partículas de espuma, entonces se acciona la unidad 76 de cilindro-pistón para presionar las dos placas 13, 16 de sujeción y, con ello, las dos mitades 2, 3 del molde entre sí. De este modo, se lleva la herramienta 1 a la posición cerrada. Como resultado, las partículas de espuma situadas en la cavidad 13 del molde se comprimen.
- 5 Cuando las dos mitades 2, 3 de molde se comprimen entre sí, la abertura 9 de llenado de la mitad de molde de matriz 2 queda cubierta por la mitad 3 del molde de estampación y así se cierra. A continuación se puede retirar la manguera 72 de llenado de la herramienta 1. A continuación, se puede insertar un tapón en la abertura 9 de llenado, que tiene una constante dieléctrica similar a la de la pared 8 lateral.
- 10 Cuando la herramienta 1 se comprime o se cierra, el generador 79 de ondas genera una señal electromagnética de alta frecuencia (RF o señal de microondas), que se aplica a través de la guía 78 de ondas y el ariete 75 de prensa a la placa 5 de condensador superior de la mitad 3 del molde de estampación. La guía 78 de ondas puede ser hueca y puede tener un núcleo. La placa 4 del condensador inferior de la mitad 2 del molde de matriz está conectada a tierra a través de la mesa 74 de prensa. Las placas 4, 5 de condensador están aisladas eléctricamente entre sí mediante
- 15 los cuerpos base eléctricamente no conductores de las mitades 2, 3 de molde, de modo que forman un condensador de placas que rodea la cavidad 13 de molde. El campo electromagnético generado de esta manera calienta las partículas de espuma y las suelta para formar una pieza de espuma de partículas.
- La prensa 73 se puede abrir para poder retirar la herramienta 1. Si la herramienta presenta dispositivos de bloqueo, se puede quitar cuando está cerrada. A continuación se puede enfriar con un dispositivo de refrigeración adecuado como, por ejemplo, un ventilador. Mientras se enfría la herramienta 1, en la que ya está formada una pieza de espuma de partículas, se puede insertar otra herramienta 1 en la prensa 73.
- 20 Si la pieza de espuma de partículas está suficientemente enfriada, si es necesario se aflojan las dos mitades 2, 3 del molde, se levanta la mitad 3 del molde de estampación y, en consecuencia, la pieza de espuma de partículas se puede retirar del molde.
- 25 Las placas 4, 5 de condensador son parte del dispositivo 70 en este ejemplo de realización y pueden usarse para una variedad de herramientas 1. Sirven también en particular como placas de presión en el dispositivo 70. En este caso, también es irrelevante si la herramienta 1 se inserta entre las placas 4, 5 de condensador en la orientación mostrada en la Figura 1, etc., desde arriba y desde abajo, o viceversa.
- La herramienta según la invención se puede modificar de muchas maneras. En una herramienta 1 según otro ejemplo de realización, ambas mitades 2, 3 del molde están diseñadas con cavidades 15 para recortar las respectivas mitades del molde con el fin de influir en un campo electromagnético dentro de la cavidad 13 del molde (Figura 12). En este ejemplo de realización, la primera mitad 2 de molde está construida básicamente de manera análoga a la segunda mitad 3 de molde, de modo que los nervios 12 y la pared 8 lateral de la primera mitad 2 de molde forman soportes para la primera placa 4 de condensador.
- 30 En este ejemplo de realización, los nervios 12 no están formados en una sola pieza con las mitades 2, 3 de molde como en los ejemplos de realización anteriores, sino que se insertan como componentes independientes en ranuras correspondientes en el lado de las paredes 10 delimitadoras alejado de la cavidad 13 del molde. En caso necesario, en las superficies interiores de las paredes 8, 11 laterales de las mitades 2, 3 de molde, también pueden estar previstas ranuras correspondientes que se extienden verticalmente para dar soporte a los nervios 12. De manera alternativa o
- 35 adicional, los nervios 12 también se pueden pegar, soldar o sujetar entre las paredes 8, 11 laterales.
- La invención tampoco se limita al proceso de craqueo y división. En la herramienta 1 de este ejemplo de realización, las mitades 2, 3 de molde no están configuradas como punzones y matrices, sino que se apoyan entre sí en sus extremos con sus paredes 8, 11 laterales. Para ello, las paredes 8, 11 laterales tienen escalones 120 correspondientes para sellar la cavidad 13 del molde a medida que aumenta la presión del proceso. Además, la herramienta 1 de este
- 40 ejemplo de realización presenta una abertura 121 de llenado, que permanece libre cuando la herramienta 1 está cerrada y a la que se puede conectar un inyector 122 de llenado, con el que se introducen las partículas de espuma en la cavidad 13 del molde.
- Aparte de las modificaciones anteriores, lo dicho con anterioridad se aplica mutatis mutandis a todos los demás ejemplos de realización y a sus variantes y modificaciones, en la medida en que sea fundamentalmente aplicable. Las
- 45 modificaciones anteriores no solo son en su totalidad, sino también individualmente, modificaciones de cualquier otro ejemplo de realización y sus variantes, así como modificaciones de otras variantes de realización independientes, en la medida en que sean fundamentalmente aplicables.
- Los inventores de la presente solicitud han realizado simulaciones del efecto de la presente invención. En primer lugar, se consideró un modelo simplificado utilizando una imagen sustituta (Fig. 8). Las placas 4, 5 de condensador están
- 50 conectadas a una fuente 80 de tensión, que corresponde a un estado de polarización del generador 79 de ondas. Por consiguiente, las placas 4, 5 de condensador se cargan en direcciones opuestas. Entre las placas 4, 5 de condensador, se encuentran varias zonas 81, 82, 83, cada una con diferentes propiedades dieléctricas, posiblemente también distribuidas localmente. Para la simulación, se necesitan al menos tres áreas, de las cuales una primera área 81

corresponde a la cavidad 13 del molde, una segunda área 82 corresponde a la pared 10 delimitadora y una tercera área 83 corresponde a una cavidad 15 de la herramienta 1. De acuerdo con esta especificación, se forma un campo electromagnético \underline{E} entre las placas 4, 5 del condensador, cuya fuerza depende de las respectivas permisividades de las áreas 81, 82, 83. Con este modelo, se pueden determinar las curvas de intensidad del campo electromagnético \underline{E} entre las placas 4, 5 del condensador. En caso necesario o para aproximar aún más formas específicas de la herramienta 1 o de un sistema de herramientas con cuerpos de recorte, se pueden definir áreas adicionales.

Por ejemplo, un modelo prevé, en sección, dos paredes 8 laterales de la primera mitad 2 del molde que se extienden entre las placas 4, 5 del condensador (Fig. 9). Una pared inferior (ref. 7 en la Fig. 1, 3, 5, 6) no está prevista en este modelo. En este modelo, las placas 4, 5 de condensador sobresalen lateralmente más allá de la pared 8 lateral de la primera mitad 2 del molde. La primera placa 4 de condensador está conectada a tierra, la segunda placa 5 de condensador está conectada a un generador 79 de ondas. Una pared 10 delimitadora de la segunda mitad 3 del molde se extiende entre las paredes 8 laterales en una línea recta oblicua. Desde la pared 10 delimitadora, las paredes 11 laterales y los nervios 12 (es decir, los soportes 11, 12 en el sentido de la invención) conducen a la segunda placa 5 de condensador para dejar cavidades 15 entre ellas (en promedio seis cavidades 15, sin limitar la generalidad). Entre la primera placa 4 de condensador, las paredes 8 laterales de la primera mitad 2 del molde y la pared 10 delimitadora que, en este modelo, tiene forma de cuña, se define una cavidad 13 de molde. Las paredes 8, 11 laterales, la pared 10 delimitadora y los nervios 12 presentan aproximadamente el mismo espesor, una permisividad relativa de aproximadamente $\epsilon_r = 3,2$ y se apoyan entre sí formando un ángulo. La cavidad 13 del molde y las cavidades 15 están inicialmente vacías (es decir, llenas de aire, $\epsilon_r = 1$).

Este modelo fue sometido a una simulación de la distribución de la intensidad del campo (Fig. 10). Se creó un campo electromagnético \underline{E} utilizando el generador 79 de ondas entre las placas del condensador 5, 6, lo que produce una intensidad de campo de $|\underline{E}| = 1,5 \text{ E5 V/m}$ sin interferencias. En la Figura, las isolíneas se dibujan en incrementos de aproximadamente $0,25 \text{ E5 V/m}$. No hace falta decir que las transiciones en la intensidad del campo no son graduales, sino más bien fluidas. Resulta que la intensidad de campo dentro de la pared 10 delimitadora cae a aproximadamente $0,75 \text{ E5 V/m}$, produciéndose la intensidad de campo más baja en las partes de la pared 10 delimitadora que delimitan las cavidades 15, mientras que la intensidad de campo en partes de la pared 10 delimitadora cae a aproximadamente $0,75 \text{ E5 V/m}$. La pared 10, que limita con los soportes 11, 12, es ligeramente más alta. Dentro de los soportes 11, 12 así como en la pared 8 lateral de la primera mitad 2 del molde, aparte de los lugares donde lindan con la pared 10 delimitadora, el debilitamiento del campo es insignificante. Dentro del espacio del molde 13, se produce un aumento localmente estrecho de la intensidad del campo en los puntos opuestos a los soportes 11, 12, así como en el fondo de las cavidades 15. Sin embargo, este efecto es extremadamente pequeño. Esto se debe al hecho de que el debilitamiento del campo dentro de los soportes 11, 12 es, como se indicó con anterioridad, insignificante.

Al principio sorprende la desaparición práctica del debilitamiento del campo en los soportes 11, 12, ya que, en un primer momento, se esperaría un debilitamiento del campo del orden de magnitud de la pared 10 delimitadora debido a las propiedades dieléctricas. Un debilitamiento de este tipo del campo en los soportes 11, 12 conduciría también a una falta de homogeneidad significativa del campo en la cavidad 13 del molde en comparación con los soportes 11, 12 y sería difícil de manejar. Sin embargo, los inventores de la presente solicitud han determinado mediante consideraciones teóricas, simulaciones y experimentos que tal efecto no existe, lo que hace practicable la implementación de la invención. Una explicación teórica de este comportamiento resulta posible si la disposición entre las placas 4, 5 de condensador se divide en elementos estrechos en la dirección transversal y los elementos se consideran primero individualmente y después se superponen. Si un elemento de este tipo contiene un soporte 11, 12 de un dieléctrico, en realidad se produciría allí un debilitamiento del campo. Sin embargo, esto se superpone y anula mediante una amplificación de campo que se produce en la zona del borde de un elemento adyacente (es decir, que sobresale lateralmente más allá del elemento adyacente).

Basándose en el mismo modelo, se llevó a cabo una simulación adicional en la que las cavidades 15 se llenaron completamente con un dieléctrico con una permisividad relativa de aproximadamente $\epsilon_r = 3,2$ y la cavidad del molde se llenó completamente con un dieléctrico con una permisividad relativa de aproximadamente $\epsilon_r = 1,3$ (Fig. 11). En este caso, se produce un claro debilitamiento del campo en toda la zona de la segunda mitad 3 del molde (más precisamente, en la zona superior izquierda, hay una atenuación menor, de aproximadamente 1 a $1,25 \text{ E5 V/m}$ y en la zona derecha, menos alta, la mayor atenuación a aproximadamente $0,75 \text{ E5 V/m}$) y una clara amplificación del campo en toda el área de la cavidad 13 del molde (más precisamente, en la zona izquierda, menos alta, la mayor amplificación a superior a $2,5 \text{ E5 V/m}$ y en la zona superior derecha una ganancia inferior de aproximadamente $1,75$ a 2 E5 V/m).

Anteriormente se mostró que, en una herramienta para producir piezas de espuma de partículas soldando partículas de espuma por medio de ondas electromagnéticas, una estructura de una mitad de molde hecha de un material dieléctrico con una pared 10 delimitadora con respecto a la cavidad 13 de molde y soportes 11, 12, que presentan cavidades 15 en la cavidad del molde que están alejadas de la cavidad del molde en el lado de la forma, hacen posible producir un campo electromagnético con buena homogeneidad en la cavidad 13 del molde. Mediante la introducción opcional, dirigida y selectiva de cuerpos 30, 50 de recorte en las cavidades 15, se puede recortar la mitad del molde y, por lo tanto, la herramienta, de modo que se puede influir específicamente en un campo electromagnético en la cavidad 13 del molde.

Otro perfeccionamiento de la invención prevé, como otro ejemplo de realización, que el recorte de la mitad del molde pueda modificarse durante un proceso de espumado. El proceso de espumado abarca un período desde la introducción de las partículas de espuma hasta la retirada del cuerpo de partículas de espuma. Por supuesto, esto no excluye que el recorte pueda cambiarse antes y/o después del proceso de espumado. Para ello, se utiliza un cuerpo de recorte en forma de líquido, y este fluido se suministra a la cavidad o cavidades a través de conductos de fluido de recorte y/o se retira de la cavidad o cavidades. La mitad del molde y/o la correspondiente placa de condensador están diseñadas de tal manera que esto también puede ocurrir durante un proceso de espumado, es decir, en particular cuando la herramienta está montada entre las placas de condensador y/o cuando la cavidad del molde está cerrada. Alternativa o adicionalmente, el suministro/descarga del fluido de recorte también puede realizarse a través de una unidad de suministro de fluido de recorte dispuesta entre la mitad del molde y la placa del condensador. Por ejemplo, como fluido de recorte, se puede utilizar agua, un aceite o un líquido viscoso (por ejemplo, gel). Como fluido de recorte, se selecciona preferiblemente un fluido con una permisividad relativa baja. En este ejemplo de realización, es posible compensar un cambio en la permisividad relativa, que es causado por el escape de agua (vapor) de la cavidad del molde 10 durante el proceso de formación de espuma, introduciendo o eliminando específicamente el fluido de recorte en las cavidades 15.

En un ejemplo de realización, se prevén orificios 130 en las paredes 11 laterales y los nervios 12, que comunican con las cavidades 15 en la segunda mitad 3 del molde (Fig. 13). En la variante mostrada, las perforaciones 130 están formados cada uno de ellos desde un lado a través de una pared 11 lateral de manera continua a lo largo de toda la longitud o anchura de la mitad 3 del molde a través de todos los nervios 12 que se encuentran en línea hasta la última cavidad 15 que se encuentra en la línea y cada uno forma al menos una abertura 131 en una pared 11 lateral. Una conexión 132 de suministro de fluido de recorte con una válvula está unida a una de las aberturas 131 y está conectado a un depósito 134 de fluido de recorte a través de una bomba 133 de alimentación. Una conexión 135 de descarga de fluido de recorte con una válvula está unida a otra de las aberturas 131 y está conectada al depósito 133 de fluido de recorte a través de una bomba 136 de vaciado de fluido de recorte. En otra de las aberturas 131, está fijada una conexión 137 de suministro de aire con una válvula y, en una última de las aberturas 131, está fijada una conexión 138 de ventilación con una válvula. La conexión 137 de suministro de aire y la conexión de ventilación pueden estar equipadas cada una con una barrera de fluido. La conexión 137 de suministro de aire se puede conectar a un tanque de aire comprimido o una bomba de aire de suministro, y la conexión 138 de ventilación se puede conectar a un tanque de vacío o una bomba de vacío.

Para llenar las cavidades 15 con el fluido de recorte, se abren la conexión 132 de suministro de fluido de recorte y la conexión 138 de ventilación y se pone en funcionamiento la bomba 133 de alimentación para suministrar fluido de recorte desde el depósito 134 de fluido de recorte a las cavidades 15. Por medio de la conexión de comunicación a través de las perforaciones 130, se llega a todas las cavidades 15. El exceso de aire puede escapar a través de la conexión 138 de ventilación. Cuando las cavidades 15 se llenan con una cantidad predeterminada de fluido de recorte, la conexión 132 de suministro de fluido de recorte y la conexión 138 de ventilación se cierran y la bomba 133 de alimentación se apaga. La cantidad de fluido de recorte se puede configurar con antelación. Alcanzar la cantidad predeterminada se puede determinar, por ejemplo, midiendo el flujo en la bomba 133 de alimentación o diseñándola como una bomba dosificadora. Alternativamente, se puede detectar el llenado completo de las cavidades 15 activando una barrera de fluido de la conexión 138 de ventilación.

Para vaciar las cavidades 15, se abren la conexión 135 de descarga de fluido de recorte y la conexión 137 de suministro de aire y se pone en funcionamiento la bomba 136 de vaciado de fluido de recorte para retirar el fluido de recorte de la mitad 3 del molde y suministrarlo al depósito 134 de fluido de recorte de nuevo. De este modo, también se puede hacer circular el fluido de recorte. A través de la conexión de comunicación a través de las perforaciones 130, se llega a todas las cavidades 15. Las cavidades 15 se pueden mantener sin presión a través de la conexión 137 de suministro de aire o se puede favorecer la extracción del fluido de recorte mediante aire comprimido. Cuando se vacían las cavidades 15, la conexión 135 de descarga del fluido de recorte y la conexión 137 de suministro de aire se cierran y la bomba 136 de drenaje del fluido de recorte se apaga.

La conexión 132 de suministro de fluido de recorte y/o la conexión 135 de descarga de fluido de recorte pueden diseñarse opcionalmente sin válvula, si la bomba 133, 136 respectiva presenta dispositivos de bloqueo correspondientes. Opcionalmente, las bombas 133, 136 pueden integrarse o unirse a las respectivas conexiones 132, 135 de fluido de recorte, o las válvulas de las conexiones 132, 135 de fluido de recorte pueden integrarse o unirse a las respectivas bombas 133, 136.

En la variante de realización mostrada, las perforaciones 130 terminan en la última cavidad 15 que se encuentra en la línea de perforación. Alternativamente, las perforaciones 130 también pueden pasar más allá de la última cavidad 15 a través de la pared 11 lateral adyacente a esta. Esto aumenta las posibilidades de conexión y, por lo tanto, permite la adaptación a las condiciones del sistema. Las aberturas no necesarias en las paredes 11 laterales se pueden cerrar con tapones ciegos.

En una variante de realización, las perforaciones 130 se pueden formar en un primer nivel con respecto a una altura de la mitad 3 del molde y se pueden formar perforaciones adicionales (no mostradas explícitamente) en un segundo nivel más alto, en donde las conexiones 132, 135 de fluido de recorte en las aberturas 131 están conectadas en el

primer nivel y la conexión 137 de suministro de aire y la conexión 138 de ventilación están conectadas en el segundo nivel. A continuación, se cierran las aberturas innecesarias en las paredes 11 laterales mediante tapones ciegos.

5 En lugar de perforaciones, cuando se forma la mitad 3 del molde usando un proceso de fabricación aditiva, también se pueden reemplazar pasajes en las paredes 11 laterales y los nervios 12. También se pueden crear conexiones adicionales en los nervios 12 sin necesidad de taladrar desde el exterior. También se puede evitar la formación de aberturas innecesarias en las paredes 11 laterales.

10 En otro ejemplo de realización, las respectivas tapas 140 están dispuestas en las cavidades 15 de la mitad 3 superior del molde, que dividen la respectiva cavidad en un espacio 142 de recorte debajo de la tapa 140 y un espacio 141 de presión encima de la tapa 140 (Fig. 14). Las tapas 140 son empujadas hacia arriba mediante respectivos resortes 148 de compresión dispuestos en el espacio 142 de recorte. Las líneas 143 de fluido de recorte se proyectan dentro del espacio 142 de recorte de cada cavidad 15 a través de respectivos orificios en las tapas 140 y en la placa 5 del condensador adyacente a la mitad 3 superior del molde. Las líneas 143 de fluido de recorte convergen fuera de la herramienta y están conectadas con una válvula 144 de fluido de recorte, que aquí está configurada como válvula de control direccional. En una primera posición de conmutación, el fluido de recorte se puede alimentar desde un depósito 15 134 de fluido de recorte a la línea 143 de fluido de recorte a través de la válvula 144 de fluido de recorte a través de una bomba 133 de alimentación de fluido de recorte. En una segunda posición de conmutación, la línea 143 de fluido de recorte está conectada a una línea de retorno al depósito 134 de fluido de recorte. En una tercera posición de conmutación (posición neutra) se bloquean todas las conexiones de la válvula 144 de fluido de recorte. Las líneas 20 145 de aire comprimido se proyectan a través de otros orificios en la placa 5 del condensador hacia la cámara 141 de presión de cada cavidad 15. Los conductos 145 de aire comprimido confluyen fuera de la herramienta y están conectados con una válvula 146 de aire comprimido que, en este caso, está configurada como válvula reguladora direccional. En una primera posición de conmutación (posición neutra), el conducto 145 de aire comprimido está conectado a la atmósfera. En una segunda posición de conmutación, el conducto 145 de aire comprimido está conectado con un depósito 147 de aire comprimido.

25 Para llenar las cavidades 15 con el fluido de recorte, la válvula 144 de fluido de recorte se conmuta desde la posición neutra a la primera posición de conmutación, estando conectada la válvula 146 de aire comprimido a la atmósfera en la primera posición de conmutación, y la bomba 133 de alimentación se pone en operación para suministrar fluido de recorte desde el depósito 134 de fluido de recorte a través de las líneas 143 de fluido de recorte a los espacios de ajuste en las cavidades 15. Debido a la conexión individual a través de las líneas 143 de fluido de recorte a la bomba 30 133 de alimentación de fluido de recorte, todas las cavidades 15 se llenan simultánea y rápidamente con fluido de recorte. El exceso de aire puede escapar a través de la válvula 146 de aire comprimido cuando las tapas 140 se empujan hacia arriba en las cavidades 15. Cuando las cavidades 15 se llenan con una cantidad predeterminada de fluido de recorte, la válvula 144 de fluido de recorte se cambia a la posición neutra, bloqueando así un flujo de fluido de recorte y la bomba 133 de alimentación se apaga. Mediante la acción del resorte 148 de compresión, que empuja las tapas 140 hacia arriba, se puede igualar la cantidad de fluido de recorte entre las cavidades 15 individuales. Alcanzar la cantidad predeterminada se puede determinar, por ejemplo, midiendo el flujo en la bomba 133 de 35 alimentación o diseñándola como una bomba dosificadora.

40 Para vaciar las cavidades 15, se conmuta la válvula 144 de fluido de recorte a la segunda posición de conmutación y la válvula de aire comprimido a la segunda posición de conmutación para presurizar las cámaras 141 de presión de las cavidades 15 con aire comprimido. El aire comprimido en las cámaras 141 de presión presiona las tapas 140 hacia abajo, por lo que el fluido de recorte ubicado en las cámaras 142 de recorte se presiona hacia las líneas 143 de fluido de recorte y sale de la mitad 3 del molde y se devuelve al depósito 134 de fluido de recorte. De este modo, también se puede hacer circular el fluido de recorte. Mediante la conexión individual a través de los conductos 145 de aire comprimido con el depósito 147 de aire comprimido se vacían todas las cavidades 15 al mismo tiempo y rápidamente. 45 Cuando se completa este proceso, la válvula 144 de fluido de recorte se cambia a la posición neutra y la válvula de aire 146 vuelve a recibir atmósfera.

50 En una modificación (no mostrada), las líneas 143 de fluido de recorte pueden conectarse individualmente a las respectivas válvulas de fluido de recorte para cada cavidad 15. Las válvulas de fluido de recorte pueden unirse a la placa 5 del condensador o alojarse o combinarse en una unidad de control separada. Las válvulas de fluido de recorte pueden construirse como la válvula 144 de fluido de recorte y pueden conectarse a las otras vías a través de una línea de alimentación de fluido de recorte común a la bomba 133 de alimentación de fluido de recorte o mediante una línea de retorno de fluido de recorte común al depósito 134 de fluido de recorte.

55 En una modificación adicional (no mostrada en detalle), los conductos 145 de aire comprimido se pueden conectar individualmente a respectivas válvulas de aire comprimido para cada cavidad 15. Las válvulas de aire comprimido pueden estar unidas a la placa 5 del condensador o alojadas o combinadas en una unidad de control separada. Las válvulas de aire comprimido pueden construirse como la válvula 146 de aire comprimido y pueden conectarse a las otras vías a través de un colector de aire comprimido común con el depósito 147 de aire comprimido o, si es necesario a través de una línea de ventilación común, a la atmósfera.

60 En una modificación adicional (no mostrada en detalle), secciones de las líneas 143 de fluido de recorte y/o los conductos 145 de aire comprimido se pueden unir por separado a un interior y/o un exterior de la placa 5 de

condensador. Los orificios en la placa 5 de condensador pueden estar provistos, por ejemplo, de roscas, de modo que una parte interior de las líneas 143 de fluido de recorte y/o los conductos 145 de aire comprimido se pueden atornillar al interior de la placa 5 de condensador y una parte exterior de las líneas 143 de fluido de recorte y/o los conductos 145 de aire comprimido se pueden atornillar al exterior de la placa 5 de condensador. Por ejemplo, una porción interior de las líneas 143 de fluido de recorte puede ser un trozo de tubo con un extremo roscado. Además, una parte interior de las líneas 143 de fluido de recorte puede tener diferentes longitudes dependiendo de la profundidad de la cavidad 15 por suministrar.

En un perfeccionamiento de la última modificación mencionada se puede prever una placa de conexión (no representada en detalle), que lleva secciones de las líneas 143 de fluido de recorte y/o los conductos 145 de aire comprimido que apuntan hacia las cavidades 15. Los tramos de las líneas 143 de fluido de recorte pueden estar configurados, por ejemplo, como trozos de tubo, que se pueden unir fijamente con la placa de conexión o fijarse a ella, por ejemplo, atornillando, tapando y/o pegando en las perforaciones correspondientes. Los tramos de los conductos 145 de aire comprimido pueden estar configurados y fijados del mismo modo o pueden ser simplemente aberturas de perforaciones correspondientes, ya que los conductos 145 de aire comprimido no tienen que penetrar en las cavidades 15. Los orificios de la placa 5 del condensador se pueden alinear con las perforaciones de la placa intermedia, de modo que las secciones de las líneas 143 de fluido de recorte y/o los conductos 145 de aire comprimido, que están fijados a la placa de conexión, se pueden enchufar desde el exterior a través de las perforaciones de la placa 5 del condensador, de modo que se proporcione una alineación fiable de la placa de conexión y la placa del condensador. Las partes externas de las líneas 143 de fluido de recorte y los conductos 145 de aire comprimido se unirán luego al exterior de la placa de conexión. La placa de conexión puede estar fabricada, por ejemplo, de metal o plástico. La placa de conexión se puede fabricar de modo convencional previendo una placa y piezas de tubo, si es necesario un mecanizado y montaje adecuados. Alternativamente, la placa de conexión, incluyendo cualquier sección de tubería de las líneas 143, 145, puede formarse en una sola pieza usando un proceso de fabricación aditiva.

En una variante, la placa de conexión puede estar dispuesta/puede disponerse entre la mitad 3 del molde y la placa 5 del condensador. También en este caso, las perforaciones en la placa 5 del condensador se pueden alinear con las perforaciones en la placa intermedia, pero entonces las partes externas de las líneas 143 de fluido de recorte y los conductos 145 de aire comprimido deben unirse al exterior de la placa 5 del condensador. Además, en esta variante, se pueden disponer trozos cortos de tubo como tramos de los conductos 145 de aire comprimido en el lado exterior de la placa de conexión y se pueden enchufar en las perforaciones correspondientes de la placa del condensador, de modo que se pueda conseguir una alineación fiable de la placa de conexión y, en este caso, también está asegurada la placa del condensador. Si la placa de conexión en esta variante es de metal, puede actuar como parte funcional de la placa 5 de condensador con respecto a la generación del campo electromagnético. Si la placa de conexión en esta variante es de plástico, esto puede contribuir al efecto dieléctrico de la mitad 3 del molde.

En una modificación adicional, se puede prever una placa 150 de conexión (Fig. 15), que recibe o presenta secciones de las líneas 143 de fluido de recorte y los conductos 145 de aire comprimido, apuntando las secciones de las líneas 143, 145 hacia la mitad de la abertura del molde en la superficie de la placa 150 de conexión y las secciones abiertas orientadas hacia afuera de las líneas 143, 145 en un borde lateral o varios bordes laterales de la placa 150 de conexión. Allí también se puede disponer una unidad de conmutación con válvulas. Específicamente, la placa 150 de conexión puede tener la forma de un cuboide con una superficie 151 interior, una superficie 152 exterior opuesta a esta, una primera superficie 153 lateral, que conecta la superficie 151 interior y la superficie 152 exterior, una segunda superficie 154 lateral, que está junto a la primera superficie 153 lateral, y otras superficies laterales, cada una de las cuales está opuesta a la primera superficie 153 lateral y a la segunda superficie 154 lateral. La superficie 151 interior presenta un primer grupo 155 de perforaciones, cada uno de los cuales lleva una sección 156 de tubería, y un segundo grupo 157 de perforaciones. La primera superficie 153 lateral lleva un grupo 158 de terceras perforaciones en un plano cercano a la superficie 152 exterior, cada uno de los cuales se encuentra con una fila del primer grupo 155 de perforaciones. La segunda superficie 154 lateral lleva un grupo 159 de cuartas perforaciones en un plano cercano a la superficie 151 interior, cada uno de los cuales se encuentra con una fila del segundo grupo 157 de perforaciones. El primer grupo 155 de perforaciones está dispuesto diagonalmente desplazado del segundo grupo de perforaciones y el tercer grupo 158 de perforaciones está desplazado en altura del cuarto grupo 159 de perforaciones, de modo que las perforaciones 155 del primer grupo solo se comunican con perforaciones 158 del tercer grupo, y viceversa, y las perforaciones 157 del segundo grupo solo se comunican con las perforaciones 159 del cuarto grupo, y viceversa. Así, las perforaciones 155 del primer grupo con secciones 156 de tubería y las perforaciones 158 del tercer grupo forman cada una secciones de la línea 143 de fluido de recorte y las perforaciones 157 del segundo grupo y las perforaciones 159 del cuarto grupo forman cada una secciones del conducto 145 de aire comprimido (ver Fig. 14), y la línea 143 de fluido de recorte no se superpone con el conducto 145 de aire comprimido.

Las aberturas de las perforaciones 158, 159 pueden estar unidas entre sí mediante respectivos tramos de conducto o unidades de conexión. Todas las perforaciones 155, 157, 158, 159 están configuradas preferiblemente como agujeros ciegos. Si están diseñados como orificios pasantes, uno de los lados debe cerrarse con tapones ciegos.

Aunque no se muestra con más detalle, las perforaciones 158 del tercer grupo se pueden conectar entre sí a través de un primer orificio colector en la segunda superficie 154 lateral o la superficie lateral opuesta a esta, y las perforaciones 159 del cuarto grupo se pueden conectar a entre sí a través de un segundo orificio colector en la primera superficie 153 lateral o el lado opuesto a estas superficies laterales se pueden conectar entre sí. Luego, las

perforaciones 158, 159 de los grupos tercero y cuarto se pueden cerrar mediante tapones ciegos, y todo lo que queda es conectar el primer orificio colector a la válvula 144 de fluido de recorte y el segundo orificio colector a la válvula 146 de aire comprimido.

5 Naturalmente, la disposición específica de las perforaciones 155, 157, 158, 159 en la Figura 15 debe entenderse exclusivamente a modo de ejemplo. En particular, las perforaciones 158, 159 de los grupos tercero y cuarto también pueden formarse en una sola superficie 153 o 154 lateral, en este caso, incluso en un solo plano, sin que haya ningún solapamiento entre la línea 143 de fluido de recorte y el conducto 145 de aire comprimido. Sin embargo, la disposición mostrada en la Figura 15 tiene la ventaja de que los medios fluido de recorte y el aire comprimido están separados entre sí desde el punto de vista de la tecnología de conexión.

10 Además, las explicaciones relativas a la placa de conexión descrita con anterioridad en términos de disposición, material y proceso de fabricación se pueden transferir igualmente a la placa 150 de conexión descrita en la presente.

15 En otra variante, también se puede prever una placa 160 de cubierta, que está dispuesta entre la mitad 3 del molde y la placa 5 del condensador y que presenta varios salientes que penetran en las cavidades 15 y limitan su volumen (Figura 16). De manera análoga a la disposición mostrada en la Fig. 13, se pueden prever una o más perforaciones 130 en la mitad superior 3 del molde, que forma una abertura de conexión para recortar el fluido en al menos una pared 11 lateral y corta a través de al menos uno de los nervios 12 para comunicarse fluidamente con varias cavidades 15 de la mitad 3 del molde a las que se conectan. La disposición de las perforaciones es básicamente arbitraria, siempre que se pueda suministrar y extraer fluido de recorte o pasar a través de todas las cavidades. Los salientes 161 están dimensionados preferiblemente de manera que los volúmenes que quedan en las cavidades 15 tengan sustancialmente la misma altura, pero esto también es opcional y se puede ajustar para satisfacer los requisitos. En variantes, los salientes 161 pueden ser elementos intercambiables de diferentes alturas acoplables a la placa de cubierta. Las perforaciones 130 están diseñadas de tal manera que se encuentran en el área de los volúmenes que dejan los salientes 161 y, además, de manera que todos los volúmenes que quedan en las cavidades 15 se pueden llenar con fluido de recorte y vaciar nuevamente lo más completamente posible. Por ejemplo, en la Figura 16, una 20 abertura formada en la parte superior a través del orificio 130 en la pared lateral derecha 11 puede servir como conexión de suministro para el fluido de recorte y una abertura formada en la parte inferior a través del orificio 130 en la pared lateral izquierda 11 puede servir como conexión de extracción para el fluido de recorte, de modo que se puede utilizar la gravedad tanto al introducir como al retirar el fluido de recorte. La placa 160 de cubierta puede fabricarse en principio mediante un proceso de fundición, mediante embutición profunda de una placa, mediante fresado y/o 25 taladrado a partir del sólido o mediante un proceso aditivo. En la fabricación aditiva (impresión 3D), no es necesario taladrar, pero con la estructura aditiva de la placa de cubierta 160, se pueden formar todas las conexiones y aberturas de conexión de una sola vez.

30 En una modificación adicional, se pueden prever cubiertas 170, cada una de las cuales está dispuesta para ser móvil verticalmente en una de las cavidades 15 y son ajustables en altura individualmente mediante un émbolo 171 y un accionamiento 172 de elevación unido a la placa 5 superior del condensador (Fig. 17). Los émbolos 171 están montados en perforaciones 173 en la placa superior del condensador. Los émbolos 171 pueden estar configurados como varilla roscada, que se enrosca con rosca interior en perforaciones 173 y pueden girarse a través de una ranura de accionamiento (no representada) mediante el accionamiento 172 de elevación, que está configurado como accionamiento giratorio, de modo que girando las perforaciones 173 (roscadas) se puede efectuar un ajuste de altura. 40 Otros dispositivos de ajuste de altura son bien conocidos en la técnica y pueden usarse alternativamente dependiendo de los requisitos. Como en la Figura 17, se prevé al menos una perforación 130 para suministrar fluido de recorte a las cavidades 15; las explicaciones anteriores se aplican a este respecto. Ajustando la altura, las tapas pueden limitar individualmente el volumen de las cavidades 15 (Fig. 16). Esto significa que la permisividad relativa de la mitad del molde no solo se puede ajustar localmente, sino que también se puede cambiar durante el proceso de formación de espuma. Además, el fluido de recorte también se puede expulsar a través del orificio 130 cerrando las tapas. 45

También se entiende que todo lo que se describió con anterioridad para la mitad 3 superior del molde se puede aplicar de manera análoga y análoga a la mitad 2 inferior del molde.

50 De acuerdo con otro ejemplo de realización, una de las mitades 2, 3 de molde también puede presentar una abertura lateral o varias aberturas 14 laterales, en las que se puede introducir y extraer lateralmente un cuerpo 30 moldeado (Figura 18A, dirección de movimiento 180). El cuerpo 30 moldeado puede tener forma de peine con una base 181 y varios dientes cuboides 182 (Fig. 18B). Alternativamente, también se pueden utilizar varios cuerpos 30 individuales con forma de cubo que, en caso necesario, se pueden mover de manera controlada individualmente dentro y fuera de las cavidades 15. Un sistema de herramientas con tales mitades 2, 3 de molde y cuerpos 30 moldeados es especialmente adecuado, pero no exclusivamente, para producir paneles de partículas de espuma con ayuda de ondas 55 electromagnéticas. En un desarrollo adicional, se pueden prever varios cuerpos 30 moldeados en forma de placas de la misma forma que se describió con anterioridad, pero de menor altura, que llenan juntos las cavidades 15 y se pueden mover dentro y fuera de las cavidades 15 en un manera controlada individualmente (Fig. 18C).

60 Las bombas 133, 136, las conexiones 132, 135, 137, 138, las válvulas 144, 146, los depósitos 134, 147, las líneas 143, 145 y otras tuberías pueden ser parte de un dispositivo de suministro de fluido de recorte individualmente y en cualquier disposición y/o subcombinación. Un controlador para controlar todos los procesos de proceso descritos,

incluido el control de motores, bombas, válvulas y la provisión de sensores adecuados para proporcionar datos de proceso y estado para el controlador según sea necesario, es evidente y no requiere explicación adicional.

La invención se ha descrito completamente con anterioridad utilizando ejemplos de realización.

5 Sin embargo, la invención se define únicamente por las reivindicaciones independientes adjuntas y se desarrolla adicionalmente por las reivindicaciones dependientes.

Lista de signos de referencia

1	herramienta	79	generador de ondas
2	primera mitad (inferior) del molde (mitad del molde de matriz)	80 81-83	Fuente de voltaje áreas
3	segunda mitad (superior) del molde (mitad del molde de estampación)	130 131	perforación apertura
4	primera placa del condensador (placa del condensador inferior)	132	conexión de suministro de fluido de recorte (válvula)
5	segunda placa del condensador (placa del condensador superior)	133 134	bomba de alimentación de fluido de recorte depósito de fluido de recorte
6	conexión de guía de ondas	135	conexión de descarga de fluido de recorte (válvula)
7	pared inferior		
8	pared lateral	136	bomba de drenaje de fluido de recorte
9	abertura de llenado	137	conexión de aire de suministro (válvula)
10	pared delimitadora	138	conexión de ventilación (válvula)
11	pared lateral (soporte)	140	tapa
12	nervio (soporte)	141	espacio de presión
13	cavidad de molde	142	espacio de recorte
14	abertura	143	línea de fluido de recorte
15	cavidad	144	válvula de fluido de recorte
30	cuerpo de recorte	145	conducto de aire comprimido
41	saliente	146	válvula de aire comprimido
42	corona	147	depósito de aire comprimido
43	encastre	148	resorte de compresión
50	cuerpo de recorte	150	placa de conexión
61	abertura de entrada de fluido	151	superficie interior (a la herramienta)
62	abertura de drenaje de fluido	152	superficie exterior (a la placa del condensador)
63	abertura de flujo de fluido	153, 154	superficies laterales
64	conexión de flujo de fluido	155	perforación (primer grupo)
65	conexión de retorno de fluido	156	tramo de tubería
66	válvula	157	perforación (segundo grupo)
67	fuelle de fluido	158	perforación (tercer grupo)
70	dispositivo	159	perforación (cuarto grupo)
71	depósito de almacenamiento	160	placa de cubierta
72	manguera de llenado	161	saliente
73	prensa	170	tapa
74	mesa de prensa	171	émbolo
75	sello de prensa	172	accionamiento de elevación
76	unidad de cilindro-pistón	173	perforación
77	bastidor		
78	guía de ondas		

La lista anterior es una parte integral de la descripción.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta (1) para producir piezas de espuma de partículas mediante soldadura de partículas de espuma a través de ondas electromagnéticas, que comprende dos mitades (2, 3) de molde que delimitan una cavidad (13) de molde, en donde al menos una, preferiblemente cada una de las dos mitades (2, 3) de molde están formadas por un material transparente a las ondas electromagnéticas y presenta una pared (10) delimitadora que define la cavidad (13) del molde y uno o más soportes (11, 12) que sirven para apoyar la pared (10) delimitadora contra una placa (4, 5) de condensador en el lado opuesto a la cavidad (13) del molde y forman una o más cavidades (15).
- 5
2. Herramienta (1) de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizada porque
- 10 la pared (10) delimitadora está diseñada con un espesor sustancialmente constante.
3. Herramienta (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,
caracterizada porque
- los soportes (11, 12) discurren aproximadamente paralelos a una dirección de prensado, en la que las mitades (2, 3) del molde se comprimen entre sí durante el funcionamiento con una prensa (73).
- 15
4. Herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada porque
- presenta conexiones (64, 65) para un medio de control de temperatura que puede fluir a través de una o más cavidades (15).
5. Herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
20 caracterizada porque
- al menos una de las dos mitades (2, 3) del molde está diseñada para recortar la mitad (2, 3) del molde por medio del uno o más de los soportes (11, 12) y/o de la una o más cavidades (15) para influir sobre el campo electromagnético en la cavidad (13) del molde.
6. Herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
25 caracterizada porque
- la o al menos una de la pluralidad de cavidades (15) presenta una abertura (14), que preferiblemente mira hacia el lado alejado de la cavidad (13) del molde, y a través de la cual se puede insertar un cuerpo (30, 50) de recorte en la cavidad (15), en donde
- la o al menos una de la pluralidad de cavidades (15) presenta preferiblemente un elemento (41, 43) de conformación o bloqueo para posicionar y/o fijar un cuerpo (30, 50) de recorte en la cavidad (15).
- 30
7. Herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada porque
- la al menos una mitad (2, 3) del molde presenta al menos una conexión (132, 135) para un fluido de recorte particularmente líquido o aceitoso o viscoso, que está conectada con al menos una de las una o más cavidades (15), en donde preferiblemente varias cavidades (15) están conectadas entre sí de manera que se comunican entre sí o al menos volúmenes parciales de varias cavidades (15) están separados entre sí de manera estanca a los fluidos, en donde preferiblemente la al menos una mitad (2, 3) del molde presenta al menos una conexión para aire comprimido y/o vacío, que está conectada a al menos una de las una o más cavidades (15), en donde preferiblemente la al menos una conexión para aire comprimido y/o vacío está dispuesta a un nivel más alto que la al menos una conexión (132, 135) para un fluido de recorte.
- 35
- 40
8. Herramienta (1) de acuerdo con la reivindicación 4 o 7,
caracterizada porque
- las cavidades (15) están conectadas mediante aberturas (63) de conexión en los soportes (11, 12), en donde las aberturas (63) de conexión o un grupo de aberturas (63) de conexión están preferiblemente alineadas con al menos una de las conexiones (64, 65, 132, 135) formadas en una pared (11) lateral para el medio de control de temperatura, fluido de recorte, aire comprimido o vacío.
- 45

9. Sistema de herramientas para producir piezas de espuma de partículas, caracterizado porque
- 5 el sistema de herramientas comprende una herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 y al menos un cuerpo (30, 50) de recorte, que está diseñado para su inserción en la o al menos una de las cavidades (15), y/o presenta un dispositivo de suministro de fluido de recorte, que está diseñado para suministrar a al menos una mitad (2, 3) del molde un fluido de recorte,
- en donde el cuerpo (30, 50) de recorte está hecho preferiblemente de un material con una permisividad relativa (ϵ_r) de al menos 2.
10. Sistema de herramientas de acuerdo con la reivindicación 9,
- 10 caracterizado porque
- el cuerpo (30, 50) de recorte está hecho de un cuerpo macizo, en particular como un cuerpo enchufable para su inserción en la o al menos una de las cavidades (15), o se produce vertiendo en una o más de las cavidades (15) un material endurecedor,
- 15 en donde el cuerpo (30, 50) de recorte presenta preferiblemente un elemento (42) conformado o un elemento de bloqueo para posicionamiento y/o fijación en la o al menos una de las cavidades (15) o se puede fijar en la o al menos una de las cavidades (15) mediante una conexión por fricción.
11. Sistema de herramientas de acuerdo con la reivindicación 9 o 10,
- caracterizado porque
- 20 el cuerpo (30, 50) de recorte está diseñado de manera que solo llena un área parcial de la o de una de las cavidades (15), en donde
- el área parcial es preferiblemente un área parcial dispuesta lejos de la cavidad (13) del molde.
12. Sistema de herramientas de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11,
- caracterizado porque
- 25 comprende varios cuerpos (30, 50) de recorte de diferentes tamaños y/o fabricados de diferentes materiales, que presentan una permisividad relativa (ϵ_r) diferente.
13. Sistema de herramientas de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12,
- caracterizado porque
- 30 presenta una placa de conexión que se ha de situar entre una placa (4, 5) de condensador y una mitad (2, 3) de molde de la herramienta (1) o en un lado de una placa (4, 5) de condensador alejada de una mitad (2, 3) de molde de la herramienta (1) y presenta las conexiones de medios y/o canales de medios y/o aberturas de medios para suministrar y/o descargar medios a las cavidades (15) de la mitad (2, 3) del molde desde o hacia el exterior, en donde la placa de conexión presenta preferiblemente piezas (143, 145) de tubería que sobresalen dentro de las cavidades (15) de la mitad (2, 3) del molde cuando la placa de conexión se instala según lo previsto.
- 35 14. Procedimiento para producir una o más piezas de espuma de partículas mediante soldadura de partículas de espuma usando ondas electromagnéticas, en donde una herramienta (1) con mitades (2, 3) de molde que forman una cavidad (13) de molde está dispuesta entre dos placas (4, 5) de condensador, la cavidad (13) del molde se llena con partículas de espuma, la herramienta (1) se cierra acercando las dos mitades (2, 3) del molde y la herramienta (1) con las partículas de espuma en la cavidad (13) del molde se expone a ondas electromagnéticas, en particular radioeléctricas o microondas, introducidas a través de las placas (4, 5) de condensador, en donde las partículas de
- 40 espuma se calientan mediante las ondas electromagnéticas y se fusionan o apelmazan al menos parcialmente, en donde el procedimiento se lleva a cabo con ayuda de una herramienta (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 o un sistema de herramientas de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13.
15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14,
- caracterizado porque
- 45 uno o más cuerpos (30, 50) de recorte o un fluido de recorte están dispuestos en la o al menos una de las cavidades (15) para influir en un campo electromagnético en la cavidad (13) del molde, en donde la disposición de uno o más cuerpos (30, 50) de recorte o un fluido de recorte en la herramienta (1) se cambia preferiblemente dependiendo de la calidad de la soldadura de las partículas de espuma para ajustar la influencia del campo electromagnético en la cavidad (13) del molde, y/o la disposición de uno o más cuerpos (30, 50) de recorte o un fluido de recorte en la herramienta (1)

se cambia durante un proceso de espumado para influir dinámicamente en un campo electromagnético en la cavidad (13) del molde.

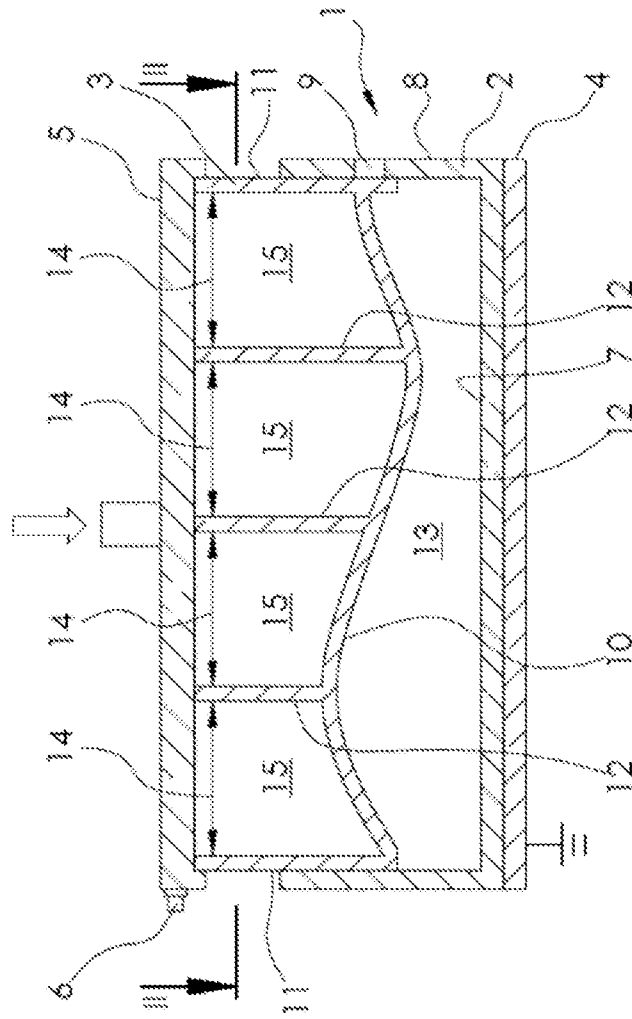


Fig. 1

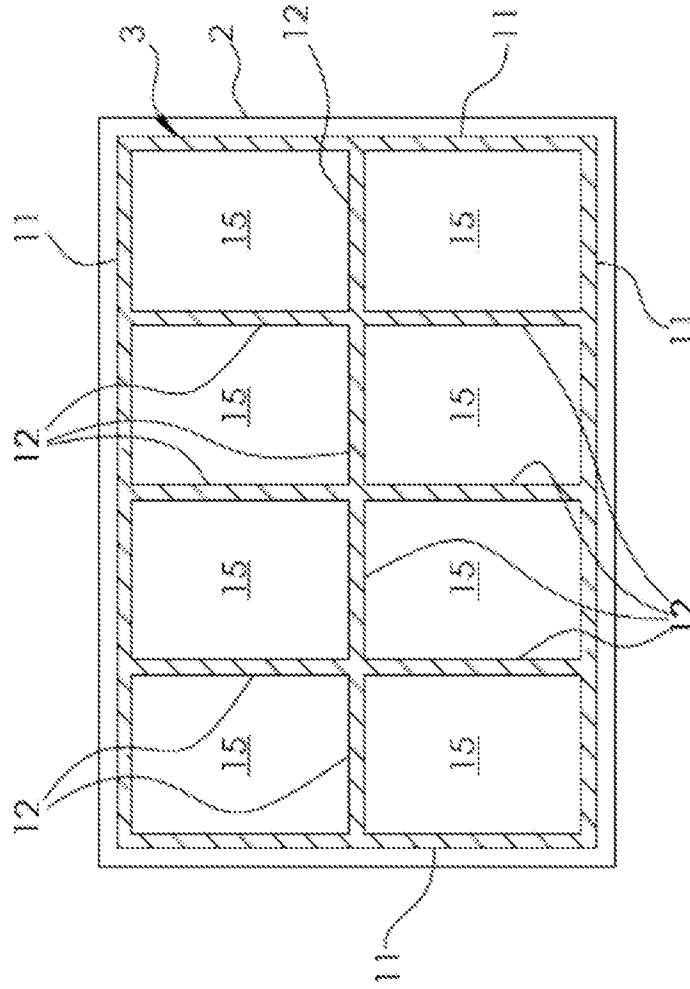


Fig. 2A

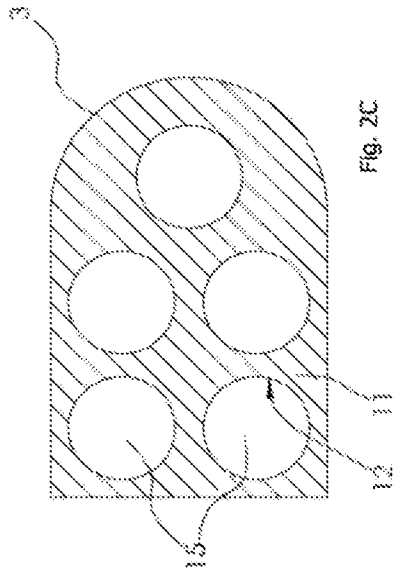


Fig. 2C

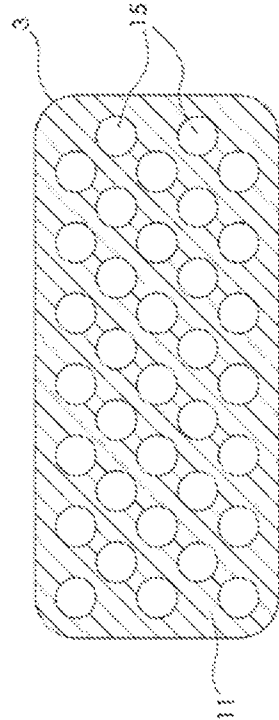


Fig. 2B

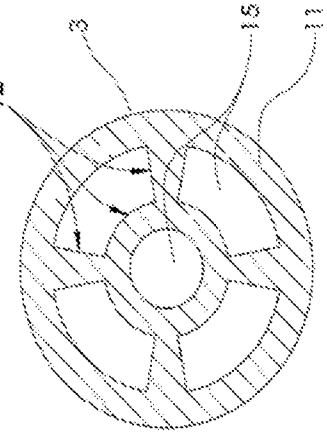


Fig. 2E

Fig. 2D

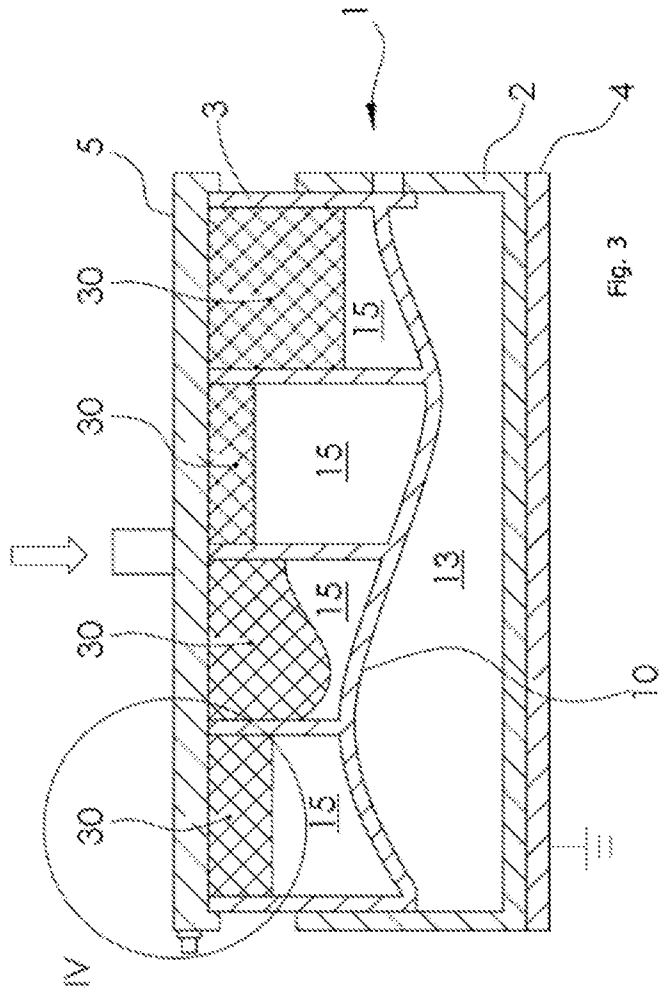


Fig. 3

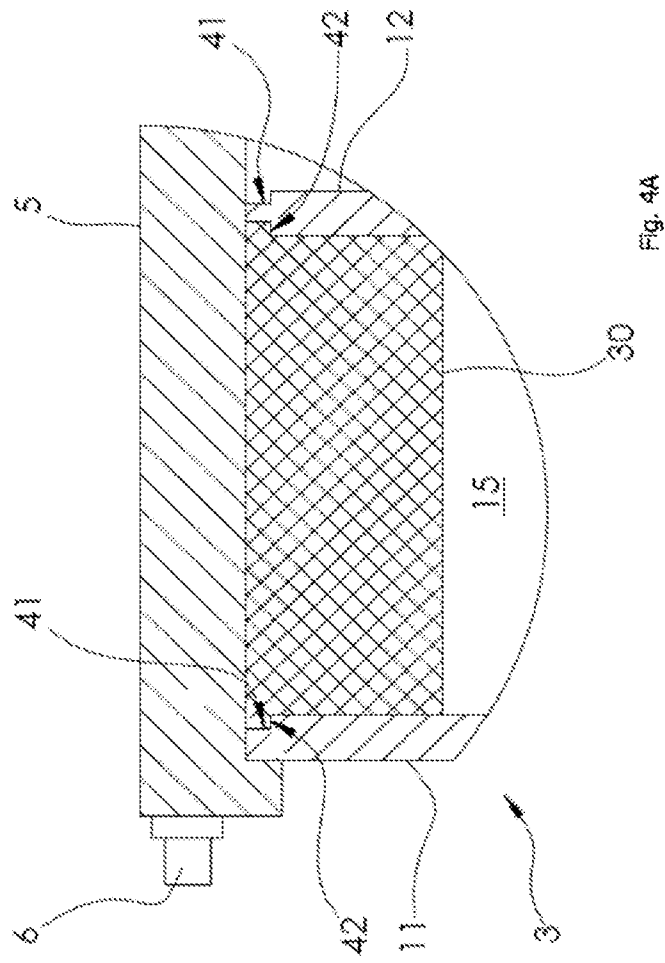


Fig. 4A

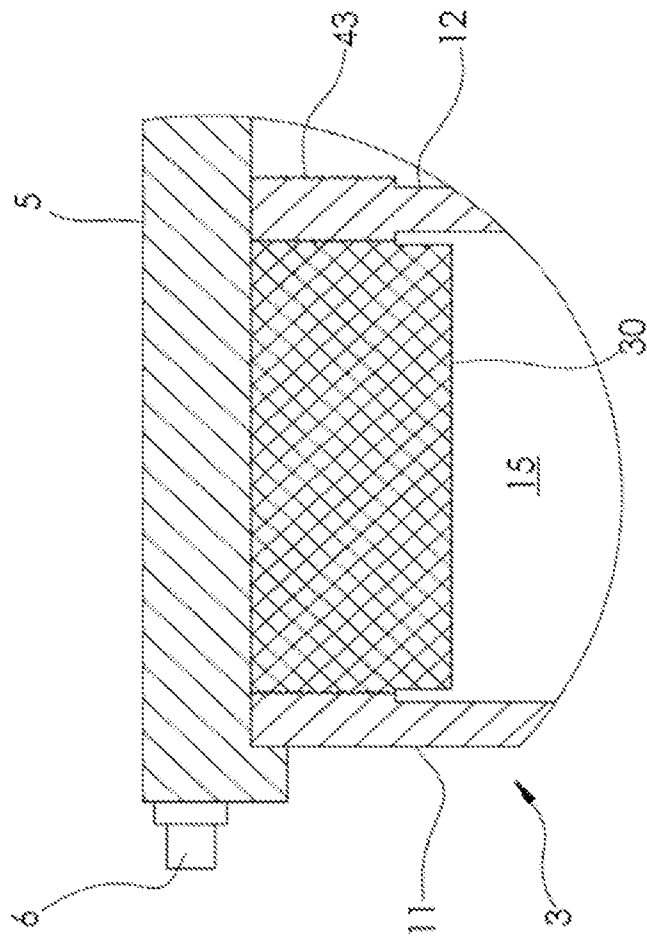


Fig. 4B

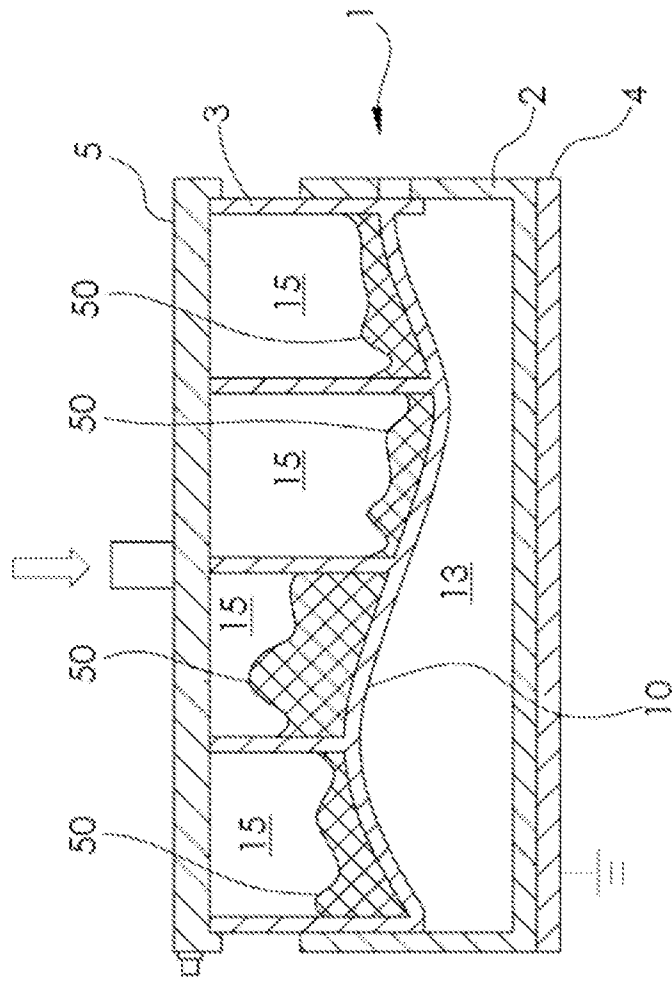


Fig. 5

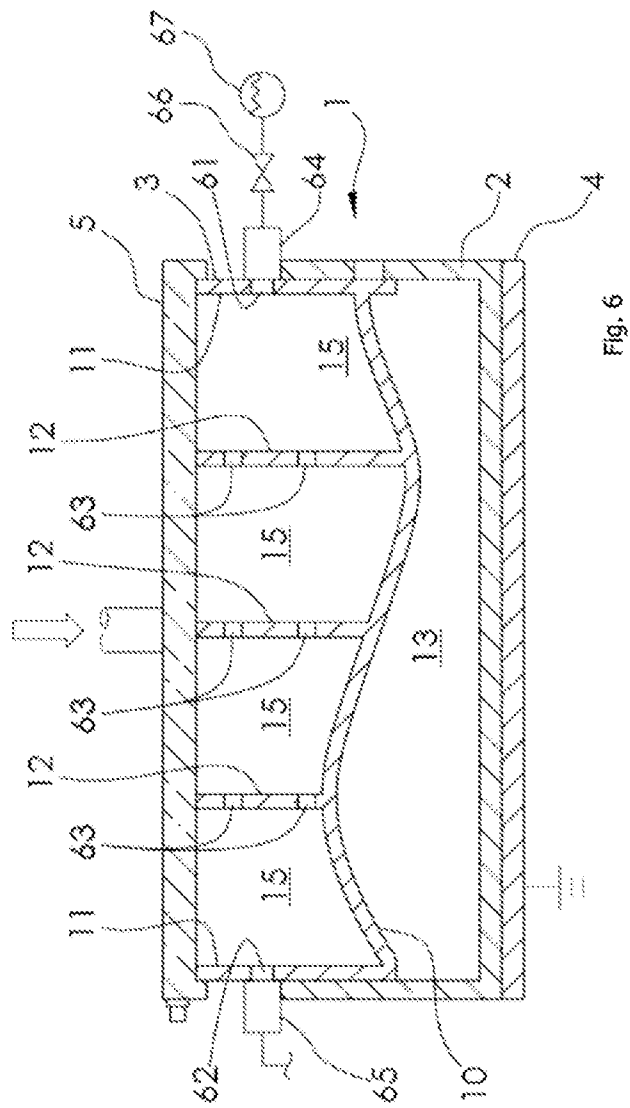


Fig. 6

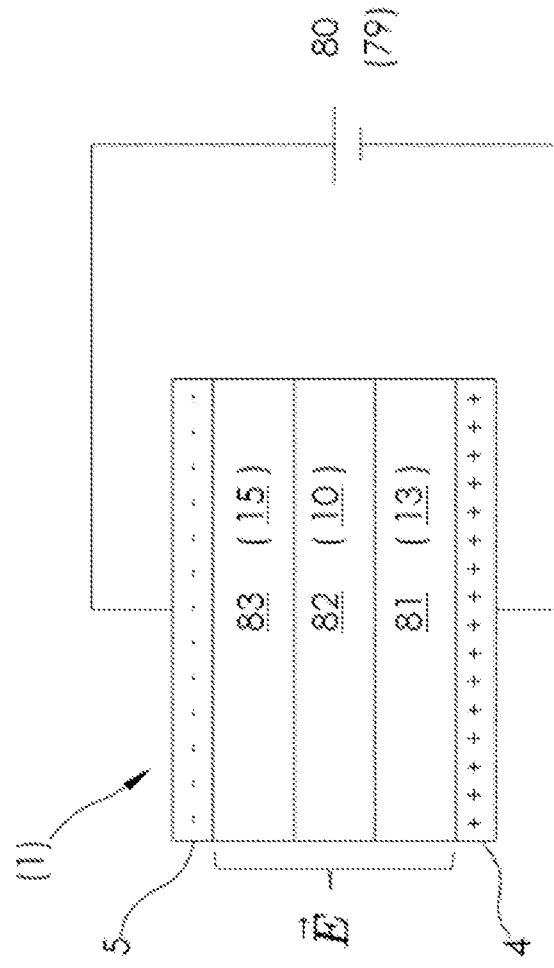


Fig. 8

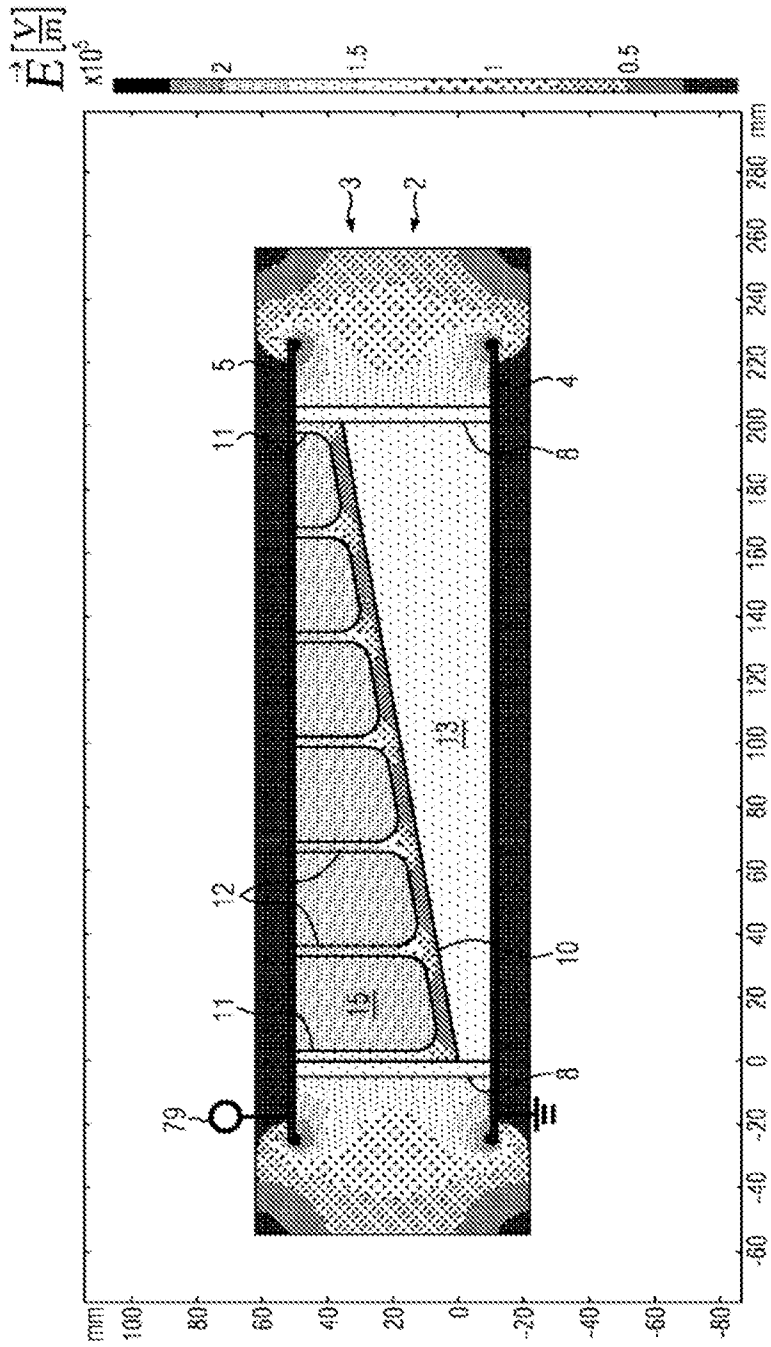


Fig. 10

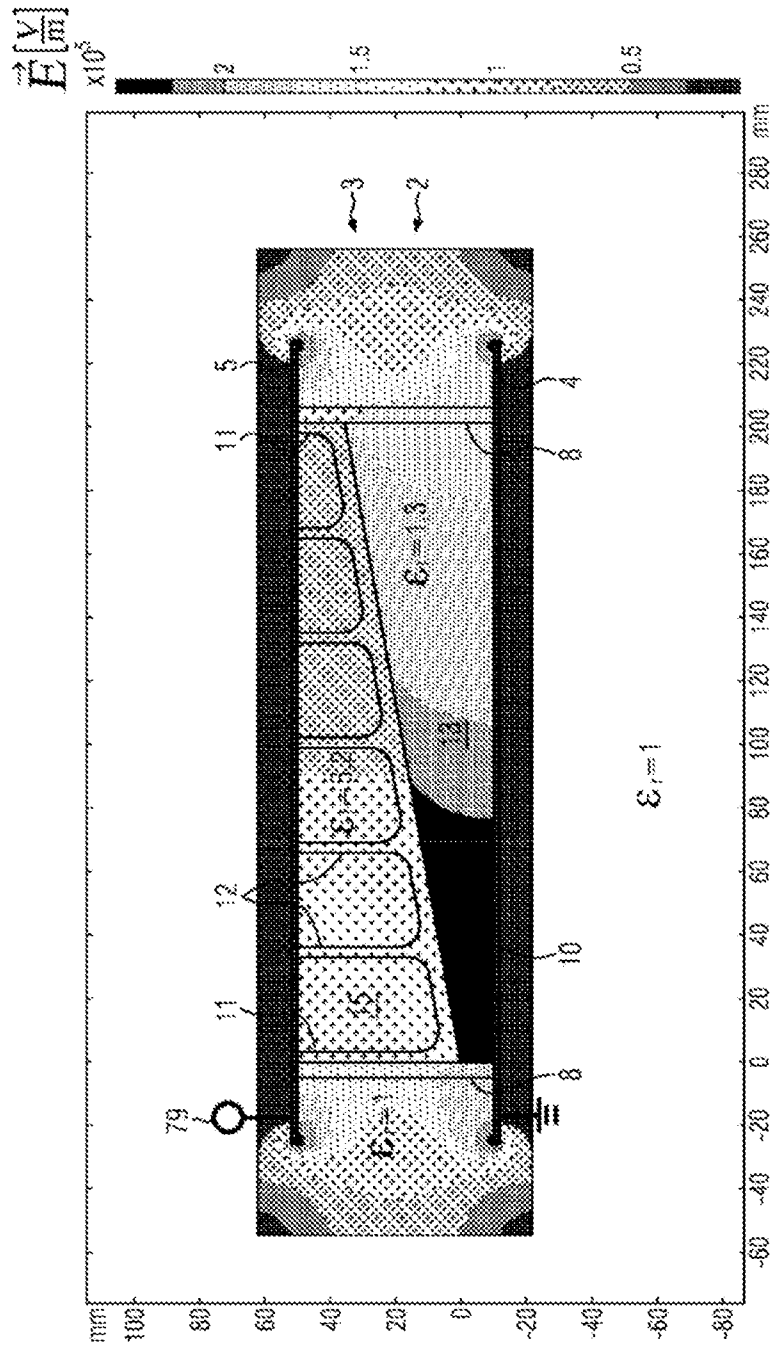


Fig. 11

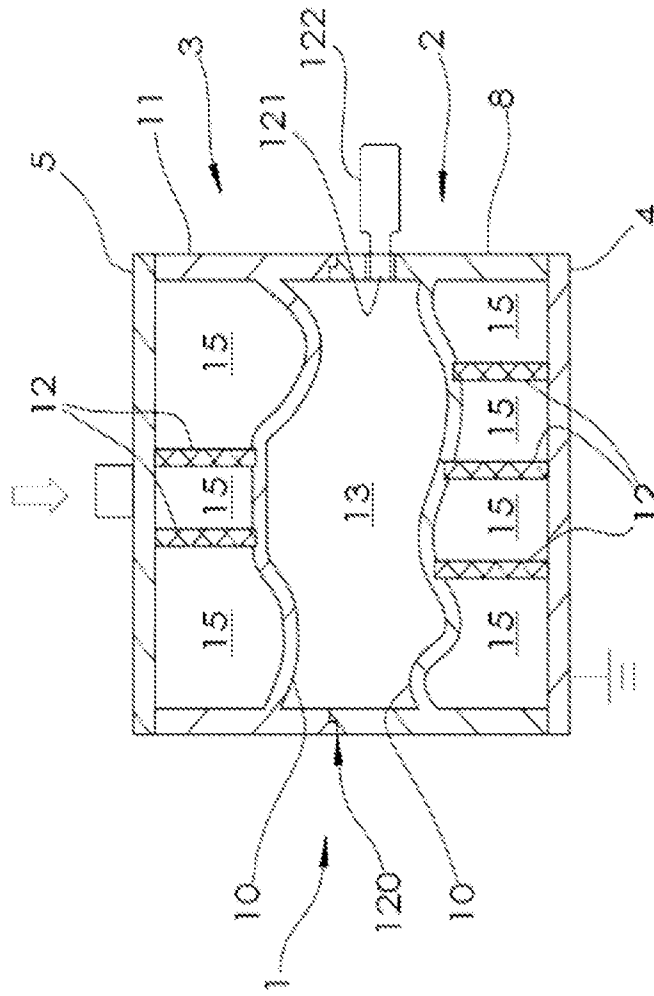


Fig. 12

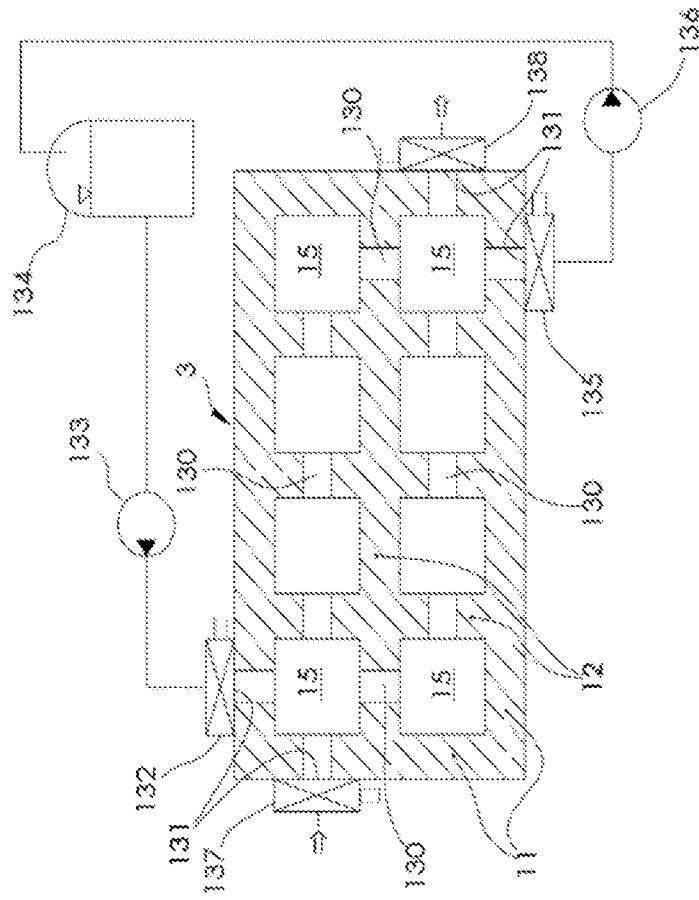


Fig. 13

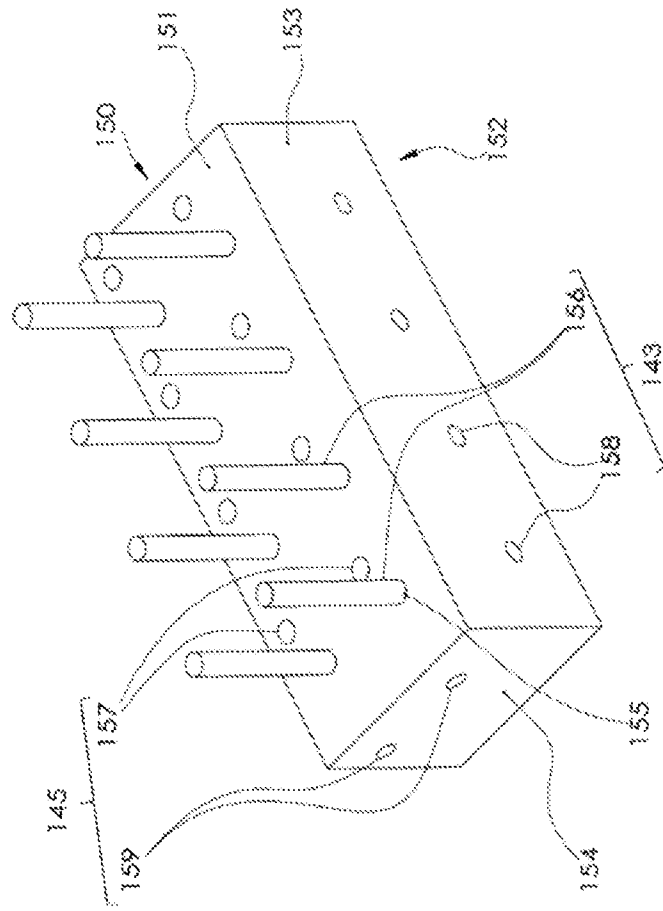


Fig. 15

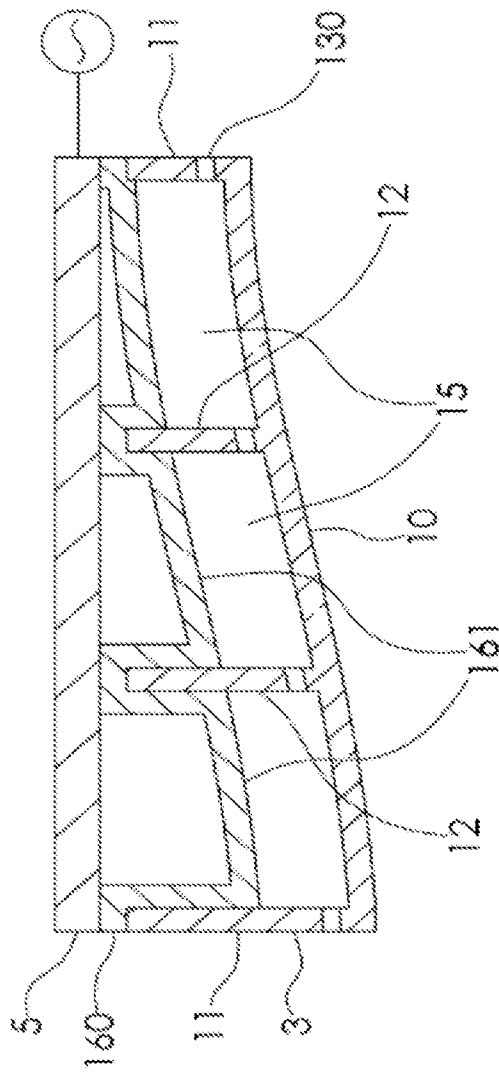


Fig. 16

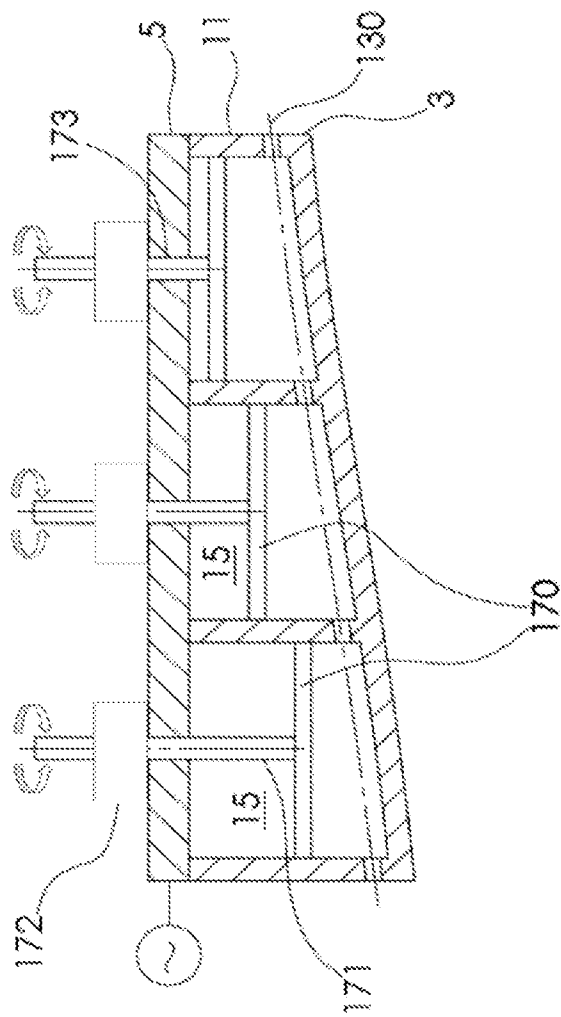


Fig. 17

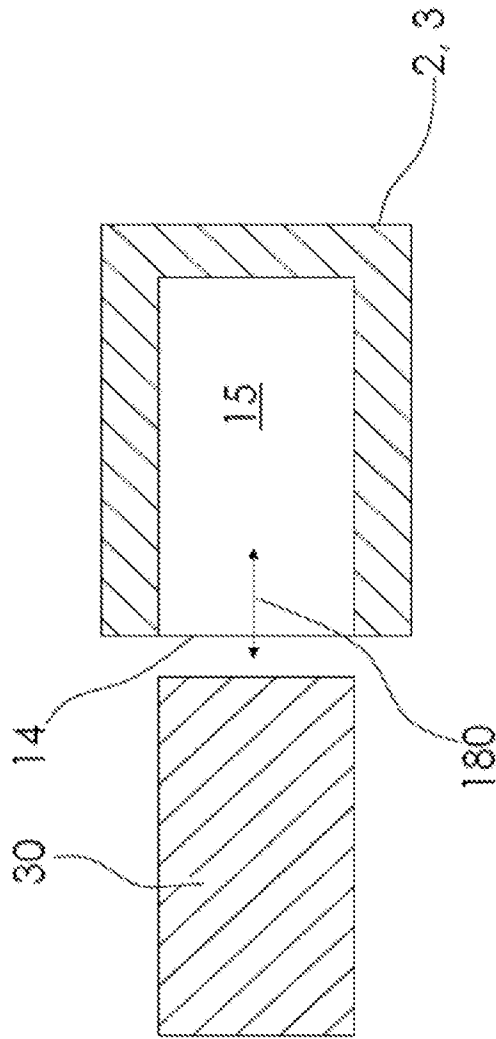


Fig. 18A

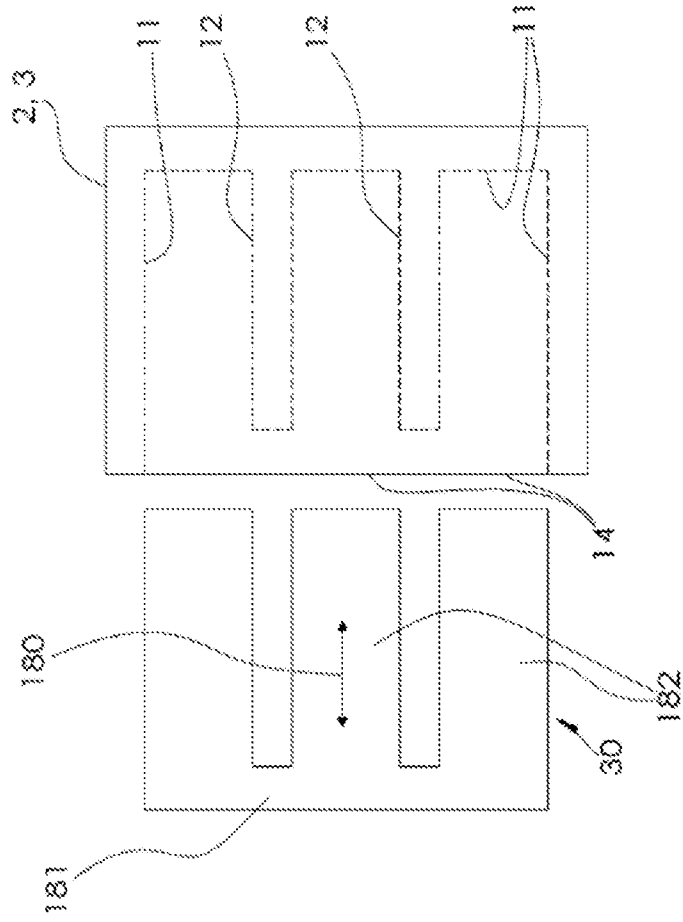


Fig. 18B

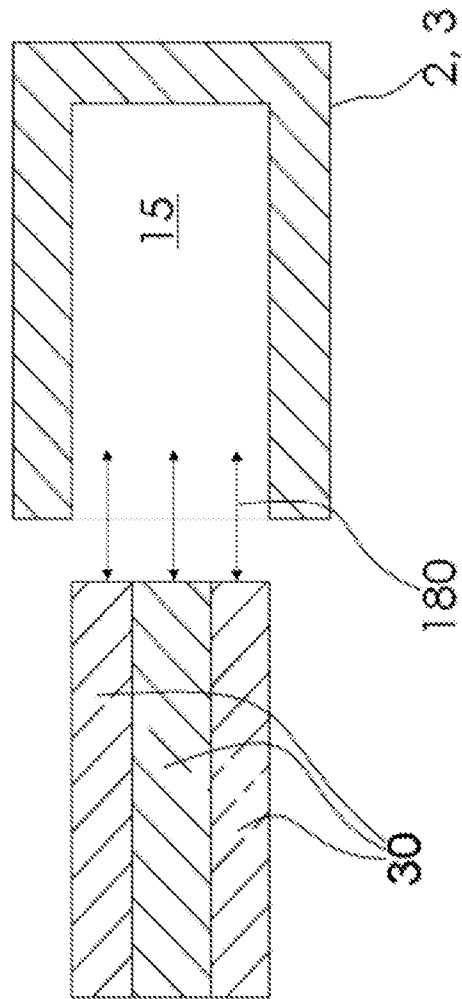


Fig. 18C