

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 022 206**

51 Int. Cl.:

B29C 44/58	(2006.01)
B29C 44/44	(2006.01)
B29C 35/08	(2006.01)
B29C 33/38	(2006.01)
B29C 31/00	(2006.01)
B29C 33/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2017 PCT/EP2017/081183**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2018 WO18100154**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2017 E 17822163 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025 EP 3548246**

54 Título: **Dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas**

30 Prioridad:

01.12.2016 DE 102016123214

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2025

73 Titular/es:

**KURTZ GMBH & CO. KG (100.00%)
Frankenstraße 2
97892 Kreuzwertheim, DE**

72 Inventor/es:

**REUBER, NORBERT;
KEMMER, CONSTANTIN y
ROMANOV, VICTOR**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 022 206 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

Dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas

La presente invención se refiere a un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas.

5 De la publicación WO 2013/05081 A1, que divulga un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1, se deduce un procedimiento para fabricar piezas de espuma de partículas, en el que se calienta una mezcla de partículas de espuma y líquido dieléctrico de transferencia mediante ondas electromagnéticas para fundir las partículas de espuma y formar 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).

10 De la publicación US 3,060,513 se deduce un procedimiento para sinterizar partículas de espuma termoplástica húmeda. Las partículas se calientan dieléctricamente y se comprimen simultáneamente en el molde. Se aplican ondas electromagnéticas a una frecuencia de entre 2 y 1000 MHz.

En la publicación US 3,242,238 se describe un procedimiento similar, en el que las partículas de espuma se humedecen con una solución acuosa y se someten a un campo electromagnético con una frecuencia de entre 5 y 100 MHz aproximadamente.

15 En la publicación 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.

20 De la publicación WO 01/64414 A1 se deduce otro procedimiento en el que partículas de polímero de poliolefinas humedecidas con un medio líquido se calientan con ondas electromagnéticas, en particular microondas. En este caso, la temperatura en el molde se regula controlando la presión que hay en su interior.

En los procedimientos descritos anteriormente, las partículas de espuma húmedas se calientan con ondas electromagnéticas, en cuyo caso el líquido absorbe la energía electromagnética y esta se transfiere a las partículas.

25 De la publicación US 5,128,073 se deducen partículas termoplásticas recubiertas con un material que absorbe energía de alta frecuencia. Estas partículas pueden calentarse con ondas electromagnéticas, de modo que el revestimiento libera la energía electromagnética y la transmite a las partículas de espuma. Para soldar las partículas de espuma se utilizan ondas electromagnéticas en un rango de 40 MHz a 2450 MHz.

30 Estos procedimientos se conocen desde hace décadas. Sin embargo, no han logrado imponerse en la práctica. Hay varias razones para ello. Estos procedimientos funcionan muy bien en muestras de laboratorio. Sin embargo, hasta ahora no se ha logrado el paso a la producción industrial. Una razón fundamental para ello es que el calor no puede introducirse de manera uniforme en las partículas de espuma. Esto impide obtener una soldadura uniforme en la pieza de espuma de partículas.

35 Por lo tanto, en la práctica, las partículas de espuma se sueldan casi exclusivamente con vapor seco saturado, como se conoce, por ejemplo, por la publicación WO 2014/128214 A1. En comparación con la soldadura con vapor, la soldadura mediante ondas electromagnéticas nunca se ha impuesto en la práctica, aunque, en principio, la soldadura con ondas electromagnéticas tendría ventajas considerables. Con las ondas electromagnéticas, la energía podría transmitirse de forma mucho más precisa, lo que haría innecesario calentar cuerpos auxiliares. Cuando se utiliza vapor, este debe generarse primero en un generador de vapor. A continuación, el vapor debe conducirse a la herramienta a través de conductos. Todas estas piezas deben calentarse a una temperatura suficientemente alta para que el vapor no se condense en ellas. Esto provoca una pérdida de calor considerable. Además, los aparatos para la generación y conducción del vapor ocupan la mayor parte del espacio de construcción del dispositivo para la fabricación de la pieza de espuma de partículas. Si no se necesitara vapor para soldar las partículas de espuma, todo el dispositivo podría diseñarse de forma mucho más compacta.

45 El objetivo fundamental de la invención tiene por objeto crear un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas con el que se puedan soldar de forma eficiente y fiable partículas de espuma termoplástica expandible.

El objetivo se logra mediante el objeto de la reivindicación independiente. Las configuraciones ventajosas se indican en las respectivas reivindicaciones subordinadas.

50 Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según un primer aspecto de la presente invención comprende

- una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde, en la que, adyacentes a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, y la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y

- la herramienta de moldeo está formada por al menos dos mitades de moldeo, y al menos una de las dos mitades de moldeo esté fabricada de un material eléctricamente conductor y forma una de las placas del condensador.

5 Dado que una de las mitades de la herramienta de moldeo está fabricada con un material eléctricamente conductor y forma una de las placas del condensador, esta placa del condensador se encuentra en las inmediaciones de la cámara del molde. De este modo se minimizan las pérdidas y se limita la potencia eléctrica necesaria para soldar las partículas de espuma.

10 El material eléctricamente conductor es preferiblemente un metal, en particular aluminio, cobre o una aleación correspondiente. La mitad del molde tiene el contorno correspondiente a la cámara del molde. Una mitad del molde eléctricamente conductora de este tipo puede diferenciarse de las placas de condensador convencionales por su contorno. Las placas de condensador convencionales tienen una superficie plana.

También se pueden fabricar ambas mitades del molde con un material eléctricamente conductor y formar cada una de ellas una de las placas del condensador, y al menos en la zona en la que se tocan ambas mitades del molde está dispuesta una capa aislante para aislar eléctricamente ambas mitades del molde.

15 Preferiblemente, la al menos una mitad del molde eléctricamente conductora está provista de una capa de plástico en su lado que delimita el espacio del molde. Preferiblemente, la capa de plástico tiene un espesor máximo de 1 cm.

20 La capa de plástico está fabricada preferiblemente con un material no transparente a la radiación electromagnética. El material se selecciona preferiblemente de modo que presente un factor de pérdida eléctrica similar al de las partículas de espuma que se van a soldar con la herramienta de moldeo. De este modo se consigue un calentamiento uniforme en toda la cámara del molde, ya que las partículas de espuma y la capa de plástico que las delimita se calientan uniformemente debido a la radiación electromagnética.

25 Se puede acoplar un inyector de llenado a la al menos una mitad del molde eléctricamente conductora. Dicho inyector de llenado suele estar fabricado con un metal eléctricamente conductor. La mitad del molde eléctricamente conductora conectada al inyector de llenado se conecta entonces preferiblemente con masa junto con el inyector de llenado.

Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

30 - una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, en cuyo caso la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y

35 - la herramienta de moldeo está formada por al menos dos mitades de molde, una de las mitades de molde presenta una abertura de paso para introducir partículas de espuma y/o una abertura de paso para el escape de aire, y la abertura de paso está cubierta por la otra mitad de molde cuando la herramienta de moldeo está cerrada.

40 Al cubrir la abertura de paso mediante la otra mitad del molde, no es necesario prever un mecanismo de cierre en la abertura de paso, ya que esta abertura de paso queda cubierta y, por lo tanto, cerrada por la otra mitad del molde cuando la herramienta de moldeo está cerrada. A este paso se puede conectar un inyector de llenado, que se diferencia de los inyectores de llenado convencionales en que no presenta ningún mecanismo de cierre para cerrar la abertura que desemboca en la cámara del molde. De este modo, el inyector de llenado puede diseñarse de forma mucho más sencilla que en los dispositivos convencionales para fabricar piezas de espuma de partículas.

45 La abertura de paso o las aberturas de paso están dispuestas preferiblemente en la mitad del molde, en una sección que, cuando la herramienta de moldeo está cerrado, queda cubierta por la otra mitad del molde y queda al descubierto cuando la herramienta de moldeo está parcialmente abierta, de modo que las dos mitades del molde de la herramientas de moldeo, en este estado parcialmente abierto, siguen encajadas entre sí y forman una cámara del molde ampliada sin aberturas hacia el exterior, con excepción del paso o de los pasos. En este estado parcialmente abierto de la herramienta de moldeo, la cámara del molde puede llenarse con partículas de espuma que no pueden escapar debido a la geometría cerrada de la cámara del molde. Este estado

50 parcialmente abierto de la herramienta de moldeo forma una llamada ranura de fisura, por lo que este estado también puede denominarse posición de ranura de fisura de la herramienta de moldeo.

El dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

- una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde, en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas condensadoras conectadas a una fuente de radiación electromagnética, estando la fuente de radiación electromagnética diseñada para emitir radiación electromagnética, y

- la herramienta de moldeo está formada por al menos dos mitades de molde, en cuyo caso

5 - al menos una de las mitades del molde está fabricada con un material eléctricamente no conductor y presenta una abertura de desgasificación para el escape del aire, la abertura de desgasificación está cerrada a ras con la cámara del molde mediante un inserto de desgasificación, el inserto de desgasificación está fabricado con un material eléctricamente no conductor o dispuesto en paralelo a las placas del condensador.

10 El inserto de desgasificación puede ser un elemento en forma de placa con pequeños orificios que son permeables al aire, pero no a las partículas de espuma. Las partículas de espuma suelen tener un diámetro de entre 3 y 5 mm cuando se introducen en la herramienta de moldeo. Por lo tanto, los orificios del inserto de desgasificación tienen un diámetro no superior a 2 mm y, preferiblemente, no superior a 1 mm. El inserto de desgasificación puede estar fabricado en plástico. Estos insertos de desgasificación pueden colocarse en cualquier punto de la herramienta de moldeo o de la mitad del molde. Sin embargo, el inserto de desgasificación
15 también puede estar fabricado en metal. En el caso de los insertos de desgasificación metálicos, es conveniente colocarlos en lugares en los que estén dispuestos aproximadamente en paralelo a las placas del condensador. Un inserto de desgasificación en forma de placa de este tipo, dispuesto aproximadamente en paralelo a las placas del condensador, tiene poca o ninguna influencia en el campo eléctrico generado por las placas del condensador, ya que el inserto de desgasificación se extiende aproximadamente transversalmente a las líneas
20 del campo.

El inserto de desgasificación también puede estar fabricado en material sinterizado poroso. Puede ser un cuerpo sinterizado de plástico, cerámica o metal. Un cuerpo metálico sinterizado solo se puede utilizar de forma limitada debido a su influencia en las líneas del campo eléctrico.

La mitad del molde puede tener varias aberturas de desgasificación de este tipo.

25 Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

- una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde, en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, estando la fuente de radiación electromagnética diseñada para emitir radiación electromagnética, y

30 - al menos una de las mitades del molde está fijada a una de las placas del condensador y esta placa del condensador está fijada a una carcasa mediante varios cuerpos aislantes resistentes a la presión, estando al menos uno de los cuerpos aislantes dispuesto en una cara posterior y otro cuerpo aislante en una cara anterior de la placa del condensador, de tal manera que, tanto al abrir como al cerrar la herramienta de moldeo, los cuerpos aislantes solo se someten a presión y no a tracción.

35 Por lo general, estos cuerpos aislantes pueden soportar una presión elevada. Sin embargo, son muy sensibles a la tracción y pueden romperse con facilidad. Especialmente en herramientas de moldeo de gran volumen se producen altas fuerzas de presión al cerrar y al generar la pieza de espuma de partículas, en cuyo caso las dos mitades del molde se presionan entre sí con una alta presión, así como fuerzas de tracción considerables al abrir la herramienta de moldeo. Esta disposición de los cuerpos aislantes garantiza que no se sometan a cargas
40 incorrectas y que mantengan la placa del condensador de forma fiable a largo plazo.

Es preferible disponer varios cuerpos aislantes entre la placa del condensador y la carcasa para absorber las fuerzas de presión que se producen al cerrar y durante el funcionamiento.

45 Preferiblemente se prevé al menos otro cuerpo aislante para sujetar una placa del condensador, en cuyo caso este otro cuerpo aislante se extiende en una dirección transversal a la dirección de apertura o cierre de la herramienta de moldeo. Con este cuerpo aislante se desvían hacia la carcasa las fuerzas que actúan lateralmente sobre la placa del condensador.

La al menos una placa del condensador está conectada eléctricamente a la fuente de radiación y la fuente de radiación está diseñada de tal manera que a la placa del condensador se aplican ondas electromagnéticas con una amplitud de al menos 1 kV. A la placa del condensador pueden aplicarse ondas electromagnéticas con una
50 amplitud de al menos 5 kV, al menos 10 kV o al menos 20 kV.

Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

- una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde, en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador que forman un condensador de herramienta y están conectadas a

una fuente de radiación electromagnética, y la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, en cuyo caso

5 - se ha previsto un dispositivo de medición de tensión para medir la tensión eléctrica aplicada al condensador de la herramienta, y el dispositivo de medición de tensión está conectado a un dispositivo de control para regular la potencia eléctrica en función de la tensión medida.

10 La tensión eléctrica que cae realmente en el condensador permite estimar con gran precisión la potencia térmica introducida en el plástico, ya que la energía eléctrica y, con esta la potencia eléctrica son proporcionales al cuadrado de la tensión. De este modo, la potencia suministrada a la espuma de partículas puede regularse de forma sencilla y muy precisa. Preferiblemente, se prevé un divisor de tensión compuesto por un condensador de separación y un condensador de medición, que forman una conexión en serie, y la conexión en serie está conectada en paralelo al condensador de la herramienta. El dispositivo de medición de tensión detecta la tensión aplicada al condensador de medición. La capacidad del condensador de separación es preferiblemente menor que la capacidad del condensador de medición. En particular, la capacidad del condensador de separación no es mayor que 1/100, preferiblemente no mayor que 1/1.000 y, en particular, no mayor que 1/10.000 de la capacidad del condensador de medición. De este modo, en el condensador de medición hay una tensión que es una fracción predeterminada de la tensión aplicada al condensador de la herramienta. Esta fracción viene determinada por la relación entre las capacidades del condensador de separación y del condensador de medición.

20 Paralelamente al condensador de medición se conecta preferiblemente un diodo que rectifica la señal de tensión en el condensador de medición.

El condensador de separación tiene preferiblemente una alta resistencia a la tensión y una baja capacidad eléctrica. El condensador de separación puede estar formado en cuerpos aislantes para fijar una de las placas del condensador a una carcasa del dispositivo, y el cuerpo aislante está dispuesto entre dos placas del condensador de separación.

25 Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

- una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y

30 - la fuente de radiación electromagnética forma un circuito oscilante generador y conductos para conducir las ondas electromagnéticas junto con el condensador que rodea la cámara del molde forma un circuito oscilante de la herramienta, en cuyo caso al menos uno de los dos circuitos oscilantes puede ajustarse modificando una inductancia o una capacidad, y está previsto un dispositivo de control que está diseñado de tal manera que la alimentación de potencia desde el circuito oscilante generador al circuito oscilante de la herramienta se controla mediante el ajuste del circuito oscilante ajustable.

40 Si los dos circuitos oscilantes tienen la misma frecuencia de resonancia, la potencia máxima se transmite del circuito oscilante del generador al circuito oscilante de la herramienta. Cuanto mayor sea la diferencia entre las frecuencias de resonancia, menor será la transmisión de potencia. De este modo, modificando la frecuencia de resonancia de uno de los circuitos oscilantes, se puede modificar la transmisión de potencia de manera correspondiente.

45 Las inductancias de los dos circuitos oscilantes se ven influidas principalmente por la longitud de los cables para la transmisión de las ondas electromagnéticas. Estos cables son normalmente cables coaxiales o conductores huecos. Mediante la conexión de secciones de cable de diferente longitud se puede modificar la inductancia y, con ello, la frecuencia de resonancia de un circuito oscilante. En el circuito oscilante del generador también se puede prever un condensador en el que se puede variar la distancia entre las placas del condensador para modificar la capacidad del circuito oscilante del generador. Es preferible disponer de un motor para ajustar la distancia entre las placas del condensador.

50 La potencia máxima transmisible está comprendida entre 25 kW y 60 kW. Esto depende del dimensionamiento del generador y de los cables con los que el circuito oscilante del generador está conectado al circuito oscilante de la herramienta.

Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención presenta una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde, en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, estando la fuente de radiación electromagnética diseñada para emitir radiación electromagnética, y

55 la herramienta de moldeo presenta al menos dos mitades de molde, estando al menos una de las dos mitades de molde de la herramienta de moldeo fabricada, al menos en parte, con un material composite que presenta

un material matricial fabricado con plástico y cuerpos incrustados en el material matricial, estando los cuerpos incrustados fabricados con un material que conduce el calor mejor que el material matricial de plástico.

5 Los cuerpos incrustados son preferiblemente partículas o fibras que están completamente incrustadas en el material matricial. Las partículas tienen preferiblemente un tamaño máximo de 3 mm, en particular un tamaño máximo de 2 mm o preferiblemente un tamaño máximo de 1 mm. Las fibras tienen preferiblemente una longitud máxima de 20 mm, en particular una longitud máxima de 10 mm y preferiblemente una longitud máxima de 5 mm.

10 El material matricial está formado preferiblemente por un plástico no conductor de la electricidad como, por ejemplo, una resina epoxi, en el que los cuerpos incrustados están completamente envueltos. Si los cuerpos incrustados y el material matricial están separados entre sí, los cuerpos incrustados pueden estar formados por un material conductor de la electricidad. Si los cuerpos incrustados están hechos de un material eléctricamente conductor, es conveniente que los cuerpos incrustados sean fibras y que estén dispuestos en paralelo a la placa del condensador adyacente. Por el contrario, si los cuerpos incrustados son eléctricamente no conductores, su disposición en el material matricial puede elegirse libremente.

15 Los cuerpos incrustados están hechos especialmente de materiales minerales como, por ejemplo, arena de cuarzo, un material cerámico, óxido de aluminio, nitruro de aluminio, granulado de vidrio, fritas, carburo de silicio y/u óxido de magnesio. Los cuerpos incrustados también pueden ser fibras de vidrio o fibras de carbono. Las fibras de carbono son normalmente conductoras de la electricidad, por lo que es preferible colocarlas en el material matricial en paralelo a la placa del condensador adyacente.

20 El óxido de magnesio tiene una alta capacidad térmica, lo que permite que la herramienta de moldeo absorba rápidamente el calor introducido en la pieza de espuma de partículas durante la soldadura y la enfríe rápidamente.

25 El material composite formado por el material matricial y los cuerpos incrustados en él está fabricado preferiblemente con materiales que no absorben o apenas absorben la radiación RF. Por lo tanto, este material composite no influye o solo influye mínimamente en la radiación RF. Sin embargo, gracias a los cuerpos incrustados, que son buenos conductores del calor, el material composite puede disipar rápidamente el calor presente en la cámara del molde.

30 Una mitad del molde que presenta un material composite de este tipo está provista preferiblemente en su lado que delimita la cámara del molde de una capa que absorbe la radiación de RF en mayor medida que el material composite. De este modo, al aplicar radiación electromagnética, la mitad del molde se calienta en la zona adyacente a la cámara del molde, lo que permite calentar uniformemente las partículas de espuma que se encuentran en la cámara del molde. En particular, esta capa tiene un factor de pérdida eléctrica similar al de las partículas de espuma que se van a soldar con la herramienta de moldeo.

35 La capa dispuesta en el lado de la herramienta de moldeo que delimita la cámara del molde es preferiblemente una capa de plástico. La capa de plástico puede estar formada, por ejemplo, por PET (politereftalato de etileno), PEEK (polietercetona), POM (polioximetileno), poliimida y PMMA (polimetacrilato de metilo).

El dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

40 una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y

45 la herramienta de moldeo está formada por al menos dos mitades de molde, y al menos una de las mitades de la herramienta de moldeo, en su lado que delimita la cámara del molde, está provista de zonas que absorben la radiación electromagnética en diferentes grados de modo que, al aplicar radiación electromagnética, la zona que absorbe más radiación electromagnética se calienta de tal manera que, en esta zona, una superficie de una pieza de espuma de partículas que se va a fabricar se funde más que en el resto de la zona. Estas zonas que absorben más radiación electromagnética pueden tener la forma de un determinado símbolo, logotipo o similar, de modo que esta forma quede impresa en la pieza de espuma de partículas terminada al fundirse la superficie de la misma. De este modo, se puede proporcionar una marca en la pieza de espuma de partículas sin necesidad de un paso adicional en el proceso.

50 La zona de la herramienta de moldeo que absorbe más radiación electromagnética puede estar formada, por ejemplo, por un material con una densidad mayor que la del resto de la zona. Esta zona también puede estar formada, de forma alternativa o combinada, por un material con un mayor grosor o por otro material que absorba fundamentalmente mejor la radiación electromagnética.

55 El dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende

una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas condensadoras conectadas a una fuente de radiación electromagnética, en cuyo caso la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y la herramienta de moldeo está provista de aletas de refrigeración.

- 5 La provisión de las aletas de refrigeración permite enfriar más rápidamente dicha herramienta de moldeo, en particular cuando se dirige un flujo de aire de refrigeración hacia la herramienta de moldeo mediante un ventilador.

- 10 Una herramienta de moldeo de este tipo presenta preferiblemente dos mitades de molde que pueden comprimirse mediante una prensa para formar la cámara del molde, cada mitad de molde presenta una superficie de presión en la que puede actuar la prensa. Las aletas de refrigeración están formadas en zonas fuera de la superficie de presión respectiva en las mitades de molde.

Los aspectos descritos anteriormente pueden realizarse individualmente o en cualquier combinación.

Para todos los aspectos descritos anteriormente, la radiación electromagnética puede ser radiación RF.

- 15 Además, en principio, en todas las realizaciones una de las dos placas del condensador puede estar conectada eléctricamente a masa. La otra placa del condensador está conectada directamente a la fuente de radiación, de modo que la radiación se transmite en forma de ondas electromagnéticas a la masa de esta placa del condensador.

- 20 Preferiblemente, la medición de tensión descrita anteriormente se utiliza en combinación con el control de la transmisión de potencia mediante el ajuste del circuito oscilante del generador y del circuito oscilante de la herramienta, ya que la tensión es proporcional a la adaptación de los dos circuitos oscilantes, es decir, cuando la frecuencia de resonancia de los dos circuitos oscilantes coincide, la tensión es máxima y disminuye cuanto más difieren las frecuencias de resonancia de los dos circuitos oscilantes.

Un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la invención comprende

- 25 - una herramienta de moldeo que delimita una cámara del molde en la que, adyacente a la cámara del molde, hay al menos dos placas de condensador conectadas a una fuente de radiación electromagnética, en cuyo caso la fuente de radiación electromagnética está diseñada para emitir radiación electromagnética, y

- el dispositivo comprende varias estaciones de trabajo entre las que se transportan varias herramientas de moldeo en un circuito, estando previstas al menos las siguientes estaciones de trabajo:

- 30 - una estación de llenado en la que se llena la herramienta de moldeo con partículas de espuma,
 - una estación de soldadura en la que se sueldan las partículas de espuma que se encuentran en la herramienta de moldeo mediante radiación electromagnética,
 - al menos una o varias estaciones de enfriamiento o estabilización para enfriar la pieza de espuma de partículas soldada, y
 - una estación de desmoldeo.

- 35 Preferiblemente, el dispositivo de transporte está diseñado de tal manera que se transportan varias herramientas de moldeo en un circuito.

El dispositivo puede tener una zona de enfriamiento a lo largo del dispositivo de transporte, estando la zona de enfriamiento diseñada para alojar simultáneamente varias herramientas de moldeo.

- 40 Dado que la herramienta de moldeo suele estar fabricada en plástico, que es un mal conductor del calor, es conveniente dejar enfriar la pieza de espuma de partículas durante un tiempo prolongado después de soldarla, antes de poder desmoldarla. Con un dispositivo de este tipo, que transporta la herramienta de moldeo en un circuito, se puede aprovechar de forma óptima la capacidad de las distintas estaciones de trabajo, en particular la estación de soldadura. Un proceso de soldadura dura entre 30 segundos y 2 minutos. La duración del proceso de soldadura depende del tamaño de la pieza de espuma de partículas que se va a fabricar, del material de la
 45 pieza de espuma de partículas y de la potencia aplicada. En comparación con los dispositivos convencionales para la fabricación de una pieza de espuma de partículas, en los que las partículas de espuma se sueldan exclusivamente con vapor, el proceso de soldadura es muy breve. Por lo tanto, una máquina de este tipo puede funcionar a una velocidad de ciclo mucho mayor que los dispositivos convencionales. Solo el procedimiento de enfriamiento suele durar más que en las herramientas de moldeo convencionales, que están fabricadas
 50 exclusivamente con metal buen conductor del calor. Si se utilizan varias herramientas de moldeo al mismo tiempo, estas pueden enfriarse simultáneamente en las estaciones de estabilización. El enfriamiento puede realizarse únicamente con el aire ambiente disponible o de forma activa mediante la alimentación de un

refrigerante gaseoso o líquido. En las distintas estaciones estabilizadoras se puede prever un dispositivo de enfriamiento diferente.

5 Con los dispositivos descritos anteriormente se puede fabricar una pieza de espuma de partículas, llenando la cámara del molde con partículas de espuma y soldando las partículas de espuma que se encuentran en ella mediante la aplicación de radiación electromagnética. A continuación, se desmolda la pieza de espuma de partículas resultante.

Las partículas de espuma utilizadas en este procedimiento están compuestas preferentemente por un plástico termoplástico expandible.

10 Un procedimiento para fabricar una pieza de espuma de partículas según otro aspecto de la presente invención comprende los pasos de

- llenar una cámara del molde con partículas de espuma,
- soldar las partículas de espuma, en particular mediante la aplicación de radiación electromagnética,
- desmoldar,

15 en cuyo caso la herramienta de moldeo presenta dos mitades de moldeo y estas se disponen para llenar la herramienta de moldeo en una posición de ranura de fisura, en la que las mitades de moldeo están ligeramente separadas entre sí con respecto a una posición cerrada, y se comprimen antes de la soldadura con las partículas de espuma que se encuentran en su interior. Este procedimiento se caracteriza porque, al llenar la herramienta de moldeo, las mitades del molde están separadas entre sí en diferentes distancias en diferentes zonas en comparación con la posición cerrada de modo que, al comprimirse, las mitades del molde se acercan
20 entre sí en diferentes zonas.

De este modo, las partículas de espuma que se encuentran en la cámara del molde se comprimen con diferente intensidad en las distintas zonas de la herramienta de moldeo. Esto permite obtener diferentes densidades cuando la herramienta de moldeo está cerrada o compensar las diferencias de densidad causadas por los diferentes grosores de la cámara del molde. Si, por ejemplo, se fabrican cuerpos de partículas de espuma en
25 forma de cuña con la herramienta de moldeo, la pieza de espuma de partículas resultante suele ser considerablemente más delgada en una zona delantera que en una zona trasera. Si una mitad del molde se gira alrededor de un eje de giro dispuesto transversalmente a la extensión longitudinal de la herramienta de moldeo en el extremo más delgado de la misma para formar la posición de la ranura de fisura, al volver a girar a la posición cerrada de la herramienta de moldeo se puede conseguir una densidad aproximadamente
30 constante de las partículas de espuma contenidas en ella. Esto se aplica a todos los productos con una sección transversal aproximadamente en forma de cuña.

Sin embargo, también hay otros productos cuyo grosor varía de otra manera. En este caso, es conveniente prever al menos una mitad del molde compuesta por dos o más piezas separadas que puedan moverse
35 independientemente entre sí para formar una posición de ranura de fisura. De este modo, las distintas zonas de las diferentes partes de la mitad del molde pueden separarse en diferentes grados al comprimirse, con lo que las partículas de espuma que se encuentran en su interior se comprimen en diferentes grados.

Esta forma de realización también puede utilizarse para comprimir de la manera más uniforme posible las zonas de diferente grosor de la cámara del molde, con el fin de obtener un calentamiento y una calidad de soldadura lo más uniformes posible en toda la pieza de espuma de partículas. Sin embargo, también puede ser
40 conveniente que, si se desea calentar más determinadas zonas, se produzca una compresión mayor en estas zonas, de modo que las partículas de espuma que se encuentran en ellas absorban más radiación electromagnética debido a su mayor densidad. De este modo, durante la producción de las piezas de espuma, se puede ajustar un perfil de temperatura predeterminado y no constante.

45 A continuación, la invención se explica con más detalle a modo de ejemplo mediante el dibujo. El dibujo muestra esquemáticamente en:

Figura 1 un ejemplo de realización de un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas,

Figura 2a, 2b una herramienta de moldeo en una posición parcialmente abierta (figura 2a) y una posición cerrada (figura 2b) en una vista en sección,

50 Figura 3 una herramienta de moldeo adecuada para la fabricación de piezas de espuma de partículas de gran volumen como, por ejemplo, paneles aislantes, en una vista en sección,

Figura 4 un generador de radiación electromagnética que forma un circuito oscilante ajustable y la herramienta de moldeo en un esquema eléctrico,

Figura 5 un dispositivo de regulación para regular la alimentación de potencia en un esquema eléctrico, y

ES 3 022 206 T3

Figura 6 un ejemplo de realización de un dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas en una vista en perspectiva.

La estructura básica de un dispositivo 1 para fabricar una pieza de espuma de partículas se muestra en la figura 1. Este dispositivo 1 comprende un depósito de material 2, una herramienta de moldeo 3 y un conducto 4 que va desde el depósito de material 2 hasta la herramienta de moldeo 3.

El depósito de material 2 sirve para recoger partículas sueltas de espuma. El depósito de material 2 tiene un fondo 5 y está conectado en la zona del fondo a una fuente de aire comprimido 7 a través de un conducto de aire comprimido 6. El conducto de aire comprimido 6 está conectado a varias boquillas (no representadas) dispuestas en el fondo 5, de modo que en el depósito de material 2 se pueden introducir varias corrientes de aire (= aire fluidizante) que agitan las partículas de espuma que se encuentran en su interior y, de este modo, las separan.

En la zona del fondo 5 del depósito de material 2 hay una abertura a la que está conectado el conducto de transporte 4. La abertura se puede cerrar mediante una válvula de corredera (no representada).

Adyacente al depósito de material hay una boquilla de propulsión 8 en el conducto de transporte 4. La boquilla de propulsión 8 está conectada a otro conducto de aire comprimido 9 con la fuente de aire comprimido 7. El aire comprimido suministrado a esta boquilla de propulsión 8 sirve como aire de propulsión, ya que entra en el conducto de transporte 4 a través de la boquilla de propulsión 8 y fluye en dirección de la herramienta de moldeo 3. De este modo se genera una presión negativa en la boquilla de propulsión 8, en el lado orientado hacia el depósito de material 2, presión que succiona partículas de espuma del depósito de material.

El conducto de transporte 4 desemboca en un inyector de llenado 10 que está acoplado a la herramienta de moldeo 3. El inyector de llenado 10 está conectado a la fuente de aire comprimido 7 mediante otro conducto de aire comprimido 11. El aire comprimido suministrado al inyector de llenado 10 se utiliza, por un lado, para llenar la herramienta de moldeo 3 aplicando el flujo de partículas de espuma hacia la herramienta de moldeo 3 mediante el aire comprimido. Por otro lado, el aire comprimido suministrado al inyector de llenado 10 también puede utilizarse para soplar hacia atrás las partículas de espuma del conducto de transporte 4 al depósito de material 2 cuando se ha completado el procedimiento de llenado en la herramienta de moldeo 3.

La herramienta de moldeo 3 está formada por dos mitades de molde 12, 13. Entre las dos mitades de molde hay al menos una cámara del molde 14 en la que desemboca el inyector de llenado 10 para introducir las partículas de espuma. El volumen de la cámara del molde 14 puede reducirse juntando las dos mitades del molde 12, 13. Cuando las mitades del molde 12, 13 están separadas, se forma una ranura entre ellas, denominada ranura de fisura. Por este motivo, este tipo de herramienta de moldeo 3 también se denomina herramienta de moldeo de ranura de fisura.

El dispositivo 1 no puede tener un generador de vapor ni una alimentación de vapor a la cámara del molde 14, como es habitual en los dispositivos convencionales para la fabricación de piezas de espuma de partículas. En la cámara del molde 14 puede entrar humedad a través de la humedad residual contenida en el material de las partículas de espuma y a través de la humedad contenida en el aire comprimido. Sin embargo, el dispositivo 1 también puede estar equipado con un generador de vapor y un conducto de alimentación de vapor a la cámara del molde 14 y/o al conducto de transporte 4, para suministrar vapor seco saturado a la cámara del molde 14 con el fin de calentar las partículas de espuma y/o para humedecer las partículas de espuma durante su transporte desde el depósito de material 2 a la cámara del molde 14. Las partículas de espuma que se encuentran en el depósito de material 2 también pueden humedecerse con agua en forma líquida, para lo cual se disponen en el depósito de material 2 las boquillas correspondientes que pulverizan el agua.

En las mitades de molde 12, 13 hay dispuesta una placa condensadora 15, 16. Estas placas condensadoras están fabricadas con un material buen conductor de la electricidad, como cobre o aluminio. El inyector de llenado 10 está dispuesto en la mitad del molde 13. El inyector de llenado 10 se extiende a través de un hueco en la placa condensadora 16, que está montada en la mitad del molde 13.

Las placas del condensador 15, 16 están conectadas a un generador 18 a través de cables eléctricos 17 para la transmisión de tensiones de alta frecuencia.

Las mitades del molde 12, 13 presentan cada una un cuerpo base que puede estar fabricado con un material eléctricamente no conductor y, en particular, esencialmente transparente a la radiación electromagnética de RF, como por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno, en particular UHMWPE, polietercetona (PEEK). Solo las placas del condensador 15, 16 son conductoras de la electricidad. El "material esencialmente transparente" es un material que puede ser atravesado por la radiación electromagnética, en particular la radiación RF. Sin embargo, este material puede estar diseñado específicamente con una cierta propiedad de absorción de la radiación electromagnética de RF para convertir parte de la radiación eléctrica de RF en calor y calentar las mitades del molde 12, 13. Esto se explica con más detalle a continuación.

La herramienta de moldeo puede conectarse opcionalmente a una bomba de vacío 19, de modo que se pueda aplicar una presión negativa o vacío a la cámara del molde 14. Esta presión negativa hace que se extraiga la humedad contenida en la cámara del molde 14.

5 Las placas del condensador 15, 16 están provistas preferiblemente de un dispositivo de refrigeración. En el presente ejemplo de realización, el dispositivo de refrigeración está formado por ventiladores 20 que dirigen el aire de refrigeración hacia el lado de las placas condensadoras 15, 16 no enfrentado a la cámara del molde 14. Para aumentar el efecto de refrigeración, se pueden prever aletas de refrigeración 21 en las placas condensadoras 15, 16.

10 De forma alternativa o adicional, también se pueden disponer conductos de refrigeración en las placas del condensador 15, 16, a través de los cuales se hace circular un medio refrigerante. Como medio refrigerante se utiliza preferiblemente un líquido como, por ejemplo, agua o aceite.

A continuación, se explica un procedimiento para fabricar piezas de espuma de partículas con el dispositivo descrito anteriormente:

El procedimiento comprende los siguientes pasos básicos:

- 15 - Llenado de la cámara del molde 14
- Soldadura de las partículas de espuma
- Estabilización (opcional)
- Desmoldeo
- Limpieza de la herramienta (opcional)

20 Para llenar la cámara del molde 14, se insufla aire a través del conducto de aire comprimido 6 en la zona del fondo 5 del depósito de material, con el fin de agitar y separar las partículas de espuma que se encuentran en su interior. Al mismo tiempo se suministra aire de propulsión a la boquilla de propulsión, de modo que las partículas de espuma se succionan del depósito de material 2 hacia el conducto de transporte 4 y se transportan con el aire de propulsión hacia la herramienta de moldeo 3. La cámara del molde 14 está cerrada, pudiendo
25 las mitades del molde 12, 13 estar completamente unidas o separadas entre sí por una ranura de fisura.

La válvula de corredera del depósito de material 2 puede abrirse y cerrarse sucesivamente. Los tiempos de apertura y cierre suelen estar comprendidos entre 500 ms y 1 s. Mediante esta apertura y cierre cíclicos de la válvula de corredera, las partículas de espuma se suministran de forma intermitente desde el depósito de material 2 al conducto de transporte 4. De este modo se evita la formación de puentes entre las partículas de
30 espuma en el depósito de material 2 y estas se separan. Esto resulta especialmente útil en el caso de partículas de espuma con una superficie adhesiva como, por ejemplo, las partículas de espuma eTPU.

La succión intermitente también puede realizarse alternativamente mediante el suministro intermitente de aire de propulsión desde el conducto de aire comprimido 9 a la boquilla de propulsión 8 dispuesta inmediatamente adyacente al depósito de material 2.

35 La herramienta de moldeo 12, 13 está provista de al menos una válvula (no representada) que se abre durante la alimentación de partículas de espuma para que pueda escapar el aire comprimido que entra en la cámara del molde 14. Esta válvula puede ajustarse durante el llenado de la cámara del molde 14 de tal manera que se forme una contrapresión en la cámara del molde 14. De este modo, se puede mantener alta la presión en el conducto de transporte y en la cámara del molde 14, lo que mantiene las partículas de espuma en un volumen
40 reducido. Esto permite suministrar a la cámara del molde 14 más partículas de espuma de las que sería posible sin aplicar la contrapresión. Tras retirar la contrapresión, las partículas de espuma se expanden en la cámara del molde 14.

Otro parámetro para ajustar la cantidad de llenado es la ranura de fisura, es decir, la ranura con la que las dos mitades del molde 12, 13 se disponen entre sí durante el llenado. El uso de una ranura de fisura durante el
45 llenado aumenta sobre todo la densidad en una zona delgada de la pieza de espuma de partículas que se va a fabricar.

Tan pronto como se comprueba que la cámara del molde 14 está llena de partículas de espuma, se cierra el inyector de llenado 10. Las partículas de espuma que se encuentran en el conducto se soplan de vuelta al depósito de material 2 con el aire comprimido suministrado al inyector de llenado 10.

50 El llenado de la cámara del molde 14 con partículas de espuma se describe detalladamente en la solicitud de patente alemana DE 10 2014 117 332, por lo que se hace referencia a dicha solicitud de patente.

Tras llenar la cámara del molde 14 con partículas de espuma, estas se calientan mediante la aplicación de radiación electromagnética de radiofrecuencia. Esta radiación de radiofrecuencia se genera aplicando a las placas del condensador 15, 16 una tensión de alta frecuencia de aproximadamente 10^4 V con una frecuencia de 27,12 MHz.

5 Las partículas de espuma pueden estar fabricadas a base de poliuretano (eTPU). El poliuretano tiene un factor de pérdida dieléctrica D de 0,2 con una radiación electromagnética con una frecuencia de 1 MHz. Por el contrario, el factor de pérdida dieléctrica del polipropileno (PP) con una radiación electromagnética con una frecuencia de 1 MHz es de solo 0,00035. Por lo tanto, la capacidad de absorción del poliuretano es considerablemente mayor que la del polipropileno. Esto permite introducir en la cámara del molde 14 el calor necesario para soldar las partículas de espuma sin necesidad de añadir sustancias transmisoras de calor, en particular sin soluciones acuosas, ya que las propias partículas de espuma absorben las ondas electromagnéticas.

10 En lugar de partículas de espuma a base de poliuretano, también se pueden utilizar partículas de espuma de termoplásticos expandibles a base de poliéter-bloque-amida (ePEBA), a base de polilactato (PLA), a base de poliamida (ePA), a base de poli tereftalato de butileno (ePBT), a base de elastómero de poliéster-éter (eTPEE) o a base de politereftalato de etileno (ePET).

15 Estos materiales presentan grupos funcionales (grupo amida, grupo uretano o grupo éster) que provocan un momento dipolar. Estos grupos funcionales son los responsables de que las moléculas absorban la radiación RF. Por lo tanto, otros plásticos termoplásticos que presentan grupos funcionales que provocan un momento dipolar también son adecuados para ser soldados con radiación RF.

20 También se pueden soldar partículas de espuma a base de ePP (polipropileno expandible) o ePS (poliestireno expandible) para formar piezas de espuma de partículas. Dado que estos materiales solo absorben la radiación electromagnética en muy pequeña medida, es necesario añadir un medio dieléctrico de transferencia de calor como, por ejemplo, agua. Las partículas de espuma pueden humedecerse con el medio de transferencia de calor en el depósito de material 2 o durante su transporte desde el depósito de material 2 hasta la herramienta de moldeo 3. La humectación en el conducto 4 tiene la ventaja de que las partículas de espuma se humedecen de manera muy uniforme y el medio de transferencia de calor se distribuye uniformemente en la cámara del molde 14. Esto da lugar a un calentamiento uniforme de las partículas de espuma en la cámara del molde 14.

25 La herramienta de moldeo 3 también puede estar conectada a una fuente de vapor (no representada), con la que se puede suministrar vapor seco saturado a la cámara del molde 14. Esto es conveniente cuando se sueldan materiales en los que el factor de pérdida dieléctrica depende de la temperatura. Tales materiales son, por ejemplo, ePES (polietersulfona expandible) o poliamida expandible. A bajas temperaturas, la propiedad de absorción de las ondas electromagnéticas es baja. Por lo tanto, estas partículas de espuma se calientan primero con el vapor y, a partir de una temperatura determinada, se calientan a temperaturas aún más altas, ya sea por sí solas o adicionalmente mediante radiación electromagnética. Alternativamente, las partículas de espuma pueden humedecerse con un medio dieléctrico de transferencia de calor, de modo que el medio eléctrico de transferencia de calor se calienta mediante radiación electromagnética para calentar las partículas de espuma a una temperatura predeterminada. A continuación, se pueden calentar directamente las partículas de espuma mediante la radiación electromagnética, ya que las propiedades de absorción de la radiación electromagnética aumentan con la temperatura.

30 La duración de aplicación de radiación electromagnética de RF depende del volumen de la cámara del molde 14, de la densidad de las partículas de espuma y de la potencia eléctrica aplicada o de la tensión eléctrica aplicada. Los ensayos han demostrado que, en función del volumen y del material con el que están fabricadas las partículas de espuma, se necesitan entre 30 segundos y 2 minutos para soldar las partículas de espuma de forma fiable y completa. Para ello se aplicó una tensión eléctrica de entre 5 kV y 20 kV.

35 Preferiblemente, durante la soldadura se mide la temperatura de las partículas de espuma y se regula la potencia eléctrica de modo correspondiente. La potencia eléctrica se regula preferiblemente de manera que las partículas de espuma mantengan una temperatura ligeramente superior a su temperatura de reblandecimiento. En lugar de la temperatura de las partículas de espuma, también se puede medir otra magnitud física relacionada con la potencia eléctrica introducida en la cámara del molde. Esta puede ser, por ejemplo, la tensión eléctrica aplicada a las placas del condensador 15, 16.

40 La superficie que delimita la cámara del molde 14 puede climatizarse adicionalmente. Para ello pueden disponerse en la herramienta de moldeo alambres calefactores 34 adyacentes a la superficie que delimita la cámara del molde 14. Los alambres calefactores 34 están conectados a una fuente de corriente 35, con la que se puede alimentar una corriente calefactora a los alambres calefactores.

45 En lugar de alambres calefactores, también se pueden prever canales de fluido en las mitades del molde 12, 13, a través de los cuales fluye un fluido climatizado correspondiente. Preferiblemente, el fluido es agua o vapor.

- 5 Tras aplicar la radiación electromagnética de RF, la cámara del molde 14 se mantiene cerrada durante un tiempo predeterminado, con lo que el calor introducido se distribuye uniformemente en la pieza de espuma de partículas y se forma una soldadura muy uniforme entre todas las partículas de espuma. Este paso del procedimiento se denomina estabilización. Durante la estabilización, también se produce un ligero enfriamiento de la pieza de espuma de partículas. Dado que las mitades del molde 12, 13 están fabricadas con un material esencialmente transparente a la radiación electromagnética de radiofrecuencia, que suele ser un material plástico con mala conductividad térmica, en principio se emite poco calor al exterior cuando la cámara del molde 14 está cerrada.
- 10 Las mitades del molde 12, 13 fabricadas en plástico tienen la ventaja, frente a las mitades del molde fabricadas en metal, de que, por un lado, aíslan térmicamente mucho mejor y, por otro, tienen una menor capacidad térmica. De este modo, los ciclos de temperatura deseados pueden realizarse mucho más rápido y con menos energía, y el calor suministrado se transmite casi por completo a las partículas de espuma.
- 15 Durante el tiempo de estabilización o parte del mismo, las placas del condensador 15, 16 pueden enfriarse activamente mediante el dispositivo de refrigeración 32, 33, con lo que se extrae calor de los cuerpos básicos de las mitades del molde 12, 13 y, por lo tanto, también de la pieza de espuma de partículas.
- Tras la estabilización, la pieza de espuma de partículas se desmolda separando las dos mitades del molde 12, 13. En la herramienta de moldeo, para desmoldar, pueden estar previstos punzones de desmoldeo con los que se expulsa la pieza de espuma de partículas de una de las dos mitades del molde 12, 13.
- 20 La estabilización es un paso opcional del procedimiento. En determinados materiales y formas, también se puede omitir. Cuanto mayor sea el volumen de la pieza de espuma de partículas que se va a fabricar, más conveniente es estabilizar la pieza de espuma de partículas en la herramienta de moldeo después de la soldadura.
- Para aumentar el rendimiento, se puede aplicar la radiación electromagnética de RF ya durante el llenado y/o durante el cierre de una ranura de fisura.
- 25 La radiación electromagnética, en particular la radiación RF, puede aplicarse inicialmente con baja potencia eléctrica o bajo voltaje eléctrico durante el llenado o incluso después del llenado de la cámara del molde 14 con partículas de espuma, con el fin de precalentar el material a una temperatura determinada y, a continuación, aumentar la potencia eléctrica o el voltaje eléctrico de forma gradual o repentina.
- 30 También puede ser conveniente aumentar gradualmente la potencia o la tensión de la radiación electromagnética de RF, de modo que se ejecute una rampa durante un periodo de tiempo de, por ejemplo, 30 segundos a 3 minutos mediante el aumento gradual de la potencia eléctrica o la tensión de la radiación electromagnética de RF. De este modo se consigue un calentamiento muy uniforme de las partículas de espuma.
- 35 Opcionalmente, también se puede aplicar una presión negativa y/o vacío a la cámara del molde 14. Esto es conveniente cuando las partículas de espuma y/o el aire comprimido suministrado tienen cierta humedad.
- 40 El procedimiento descrito anteriormente es un procedimiento seco en comparación con la soldadura con vapor sola. De este modo, las piezas de espuma de partículas fabricadas están secas o más secas después del procedimiento de producción y pueden someterse más rápidamente a otros pasos de procesamiento. También puede ser conveniente desmoldar las piezas de espuma de partículas calientes y someterlas inmediatamente a un procesamiento posterior. De este modo, se puede lograr un aumento significativo de la eficiencia en la producción, ya que, por un lado, se pueden acortar las pausas entre los pasos individuales del procedimiento y, por otro, el calor aplicado para soldar las partículas de espuma se puede utilizar, al menos en parte, para los pasos siguientes del procedimiento.
- 45 A continuación, se describe una herramienta de moldeo 3 (figura 2a, figura 2b) que tiene una primera mitad de molde 12 y una segunda mitad de molde 13 y que puede utilizarse en el dispositivo 1 descrito anteriormente. Los dispositivos de movimiento, los elementos de sujeción, los termómetros para medir la temperatura en la cámara del molde y otras piezas mecánicas para abrir y cerrar la herramienta se han omitido en las figuras 2a y 2b para facilitar la representación gráfica.
- 50 La herramienta de moldeo 3 está formada por dos mitades de molde 12, 13, cada una de las cuales presenta un cuerpo base 24, 25 de un material eléctricamente conductor. Estos cuerpos base están hechos, por ejemplo, de aluminio, cobre o una aleación con buena conductividad eléctrica.
- Las dos mitades de molde 12, 13 delimitan una cámara del molde 14 mediante una superficie de delimitación interior 26, 27. Las superficies de delimitación interiores 26, 27 de las dos mitades de molde 12, 13 están provistas de un revestimiento eléctricamente aislante 28, 29.

Los revestimientos aislantes eléctricos pueden estar formados por un material esencialmente transparente a la radiación electromagnética, en particular a la radiación de RF, como por ejemplo PTFE, PE, PEEK. Sin embargo, también pueden estar hechos de un material plástico que, cuando se aplica la radiación electromagnética, tiene un factor de pérdida dieléctrica similar al del material plástico que se va a procesar en la cámara del molde 14, con el fin de lograr un calentamiento uniforme en toda la cámara del molde 14 y en el borde de la misma cuando se aplica la radiación electromagnética. Para ello, el revestimiento 28, 29 está fabricado preferiblemente con un material con un factor de pérdida moderado, como por ejemplo PET (politereftalato de etileno), PEEK (polietercetona), POM (polioximetileno), poliimida y PMMA (polimetacrilato de metilo). Estos revestimientos 28, 29 son, por lo tanto, esencialmente transparentes a la radiación RF, ya que solo absorben una pequeña proporción de la radiación electromagnética y, debido a su factor de pérdida relativamente bajo, pueden tener un cierto grosor de, por ejemplo, al menos 2 mm, en particular al menos 2,5 mm o al menos 5 mm. El revestimiento no debe tener preferiblemente un grosor superior a 20 mm, en particular no superior a 15 mm y preferiblemente no superior a 10 mm, para que la proporción de energía de las ondas electromagnéticas absorbida por el revestimiento sea pequeña.

Los cuerpos base eléctricamente conductores 24, 25 forman las placas del condensador de la herramienta de moldeo 3. Por lo tanto, tienen una conexión eléctrica para poder conectarse al generador 18 o a la masa 30. El generador 18 es una fuente de radiación para generar radiación electromagnética. Preferiblemente, el generador está diseñado para generar radiación de RF. El generador también puede estar diseñado para generar radiación de microondas, aunque en espacios de moldeo 14 más grandes se consigue un calentamiento mucho más uniforme con radiación de RF que con radiación de microondas. Además, la mayoría de los materiales plásticos absorben mucho mejor la radiación de RF que la radiación de microondas. Por lo tanto, es preferible el uso de radiación de RF.

Dado que las mitades del molde 12, 13 delimitan la cámara del molde 14 y forman al mismo tiempo las placas del condensador, la distancia entre las "placas del condensador" y la cámara del molde 14 es muy pequeña y viene determinada únicamente por los revestimientos eléctricamente aislantes 28, 29. De este modo, las pérdidas de radiación electromagnética son muy reducidas, por lo que la proporción de potencia que se introduce en forma de calor en las partículas de espuma que se van a soldar es muy elevada. Una herramienta de este tipo permite soldar de forma muy eficiente las partículas de espuma para formar una pieza de espuma de partículas.

En el presente ejemplo de realización de la herramienta de moldeo 3, la primera mitad del molde 12 presenta una pared de fondo 31 y una pared lateral circundante 32. En el presente ejemplo de realización, tanto la pared de fondo 31 como la pared lateral 32 están formadas por el cuerpo base 24 eléctricamente conductor y el revestimiento 28 dispuesto en el interior. También es posible que la pared lateral 32 esté formada únicamente por un material no eléctricamente conductor, en particular material plástico, o que solo esté formada parcialmente por el cuerpo base eléctricamente conductor 24. La segunda mitad del molde 13 forma un punzón que puede introducirse en el hueco formado por la primera mitad del molde 12, cerrando así herméticamente la cámara del molde 14. El cierre hermético entre las dos mitades del molde 12, 13 es al menos tan hermético que las partículas de espuma que se encuentran en su interior no pueden escapar. La cámara del molde 14 no está necesariamente cerrada de forma hermética al gas.

Las dos mitades del molde 12, 13 pueden moverse entre sí mediante una prensa (no representada) y se les puede aplicar una fuerza predeterminada.

En la primera mitad del molde 12 hay una abertura de paso para introducir partículas de espuma, que en lo sucesivo se denominará abertura de llenado 33. El inyector de llenado 10 está conectado a la abertura de llenado 33. Este inyector de llenado 10 se diferencia de los inyectores de llenado convencionales en que no tiene ningún mecanismo de cierre para cerrar la abertura de llenado 33, como se explica con más detalle a continuación.

La primera mitad del molde 12 tiene una o varias aberturas de paso para el escape del aire, que en lo sucesivo se denominarán aberturas de ventilación 34.

La abertura de llenado 33 y las aberturas de ventilación 34 están dispuestas en una sección o zona, en particular en una zona del borde, de la primera mitad del molde 12, que queda oculta o cubierta por la segunda mitad del molde 13 cuando la herramienta de moldeo 3 está cerrada (figura 2b). De este modo, la abertura de llenado 33 y la abertura de ventilación 34 se cierran automáticamente al cerrar la herramienta de moldeo 3 mediante la introducción de la segunda herramienta de moldeo 13 en la cavidad formada por la primera herramienta de moldeo 12. De este modo no es necesario que el inyector de llenado 10 disponga de un mecanismo de cierre con el que se cierra la abertura de llenado 33.

Esta sección o zona es la zona de la primera mitad del molde 12 que no está cubierta por la segunda mitad del molde 13, es decir, la zona alrededor de la cual se abren las mitades del molde al separarse en la posición de ranura de fisura.

Preferiblemente, la primera mitad del molde 12 está conectada a la masa 30. El inyector de llenado 10 está acoplado al cuerpo base 24 eléctricamente conductor de la primera mitad del molde 12, de modo que el inyector de llenado 10 también está conectado eléctricamente a la masa 30. El generador 18 genera ondas electromagnéticas o una tensión eléctrica alterna con respecto a la masa 30, que se encuentra en el cuerpo base 25 de la segunda mitad del molde 13. De este modo se forma un campo electromagnético alterno, en particular radiación de RF, en la cámara del molde 14.

En una forma de diseño de este tipo de la herramienta de moldeo 3, es importante que los cuerpos base 24, 25 eléctricamente conductores de las dos mitades del molde 12, 13 estén aislados eléctricamente entre sí. En el presente ejemplo de realización, esto se consigue mediante los revestimientos 28, 29.

La superficie de delimitación interior 26, 27 de una de las dos mitades del molde 12, 13 tiene un contorno perfilado. En el sentido de la presente invención, "perfilado" significa cualquier forma que se desvíe de una superficie de delimitación plana. En el presente ejemplo de realización, la superficie de delimitación interior 27 de la segunda mitad del molde 13 tiene un contorno perfilado. La superficie de delimitación interior 26 de la primera mitad del molde 12 no está contorneada en la zona de la pared de fondo 31.

Una herramienta de moldeo 3 de este tipo se diferencia además de las herramientas de moldeo conocidas para soldar partículas de espuma mediante ondas electromagnéticas en que la segunda herramienta de moldeo 13 tiene forma de punzón y se encuentra, con su cuerpo base eléctrico 25, al menos parcialmente dentro del espacio hueco delimitado por la primera mitad del molde 12, de modo que el cuerpo base 25 eléctricamente conductor, que actúa como placa condensadora, se encuentra muy cerca de la cámara del molde 14 o de las partículas de espuma que se van a soldar.

En la figura 3 se representa esquemáticamente otra forma de realización de la herramienta de moldeo 3. Esta herramienta de moldeo 3 presenta dos placas de condensador 15, 16 esencialmente planas. A cada una de las placas de condensador 15, 16 está fijada una de las mitades del molde 12, 13. Las mitades del molde están formadas, al igual que en la forma de realización mostrada en la figura 1, de un material no conductor de la electricidad. Para evitar repeticiones, en lo que respecta a la configuración de las mitades del molde 12, 13 y a los materiales con los que están fabricadas, se remite a las explicaciones sobre las mitades del molde mostradas en la figura 1.

Esta herramienta de moldeo 3 tiene una carcasa 35 fabricada con un material conductor de la electricidad. La carcasa es preferiblemente una carcasa metálica.

En la carcasa están dispuestas de forma fija la primera placa de condensador 15 y la primera mitad del molde 12. La segunda placa de condensador 16 y la segunda mitad del molde 13 están acopladas a un dispositivo de movimiento que, en el presente ejemplo de realización, es una unidad hidráulica de pistón/cilindro 36. El dispositivo de movimiento también puede ser una unidad neumática de pistón/cilindro u otro actuador que pueda aplicar la fuerza necesaria para mantener unidas las dos mitades del molde 12, 13. La primera mitad del molde 12 tiene esencialmente forma de placa y la segunda mitad del molde 13 presenta una pared de fondo 37 y una pared lateral circundante 38, de modo que delimita una cámara hueca del molde abierta por un lado. La segunda mitad del molde 13 está provista de punzones 39 que pueden introducirse en ella para desmoldar la cámara hueca del molde. El desmoldeo se lleva a cabo cuando, al retraerse la segunda mitad del molde 13 mediante la unidad de pistón/cilindro 36, los punzones 39 chocan con las placas de tope 40 y penetran así en la cámara hueca del molde delimitada por la segunda mitad del molde 13. La carcasa 35 presenta en la parte inferior una abertura 41a que puede cerrarse con una puerta 41b desplazable horizontalmente. Al retirar la segunda mitad del molde 13, se abre la puerta 41b, de modo que la pieza de espuma de partículas desmoldeada cae a través de la abertura abierta 41a desde la herramienta de moldeo 3 y puede ser transportada mediante medios de transporte adecuados (no representados).

La segunda placa de condensador móvil 16 está conectada eléctricamente a la masa 30 a través del dispositivo de movimiento y de la carcasa 35.

La primera placa de condensador 15 está conectada eléctricamente al generador 18 mediante un conductor de onda o coaxial adecuado.

La primera placa del condensador 15 está unida de forma fija a una pared trasera de la carcasa 35 mediante varias uniones mecánicas. Cada conexión mecánica presenta un cuerpo aislante 42. Las conexiones mecánicas o los cuerpos aislantes 42 se extienden aproximadamente en paralelo a la dirección de movimiento de la segunda mitad del molde 13. En el presente ejemplo de realización, el cuerpo aislante está fabricado en cerámica. Sin embargo, también se pueden utilizar otros materiales con buenas propiedades aislantes eléctricas, como por ejemplo el vidrio, como material para los cuerpos aislantes. Los cuerpos aislantes 42 pueden soportar cargas de presión. Sin embargo, son sensibles a las fuerzas laterales y a las cargas de tracción. En la parte posterior de la primera placa del condensador 16, que es la parte no enfrentada a la mitad del molde 12, hay una pluralidad de uniones mecánicas, cada una con uno de los cuerpos aislantes 42, entre la placa del condensador 15 y la pared posterior de la carcasa 35. Estas uniones mecánicas están dispuestas

preferiblemente en una rejilla regular, de modo que pueden absorber una gran fuerza de presión distribuida entre las distintas uniones mecánicas o entre los cuerpos aislantes 42 individuales, y transmitirla a la carcasa 35.

5 Además, en la parte delantera de la placa del condensador 15, es decir, en el lado en el que se encuentra la mitad del molde 12, hay algunas uniones mecánicas con otros cuerpos aislantes 43 dispuestos en la zona del borde. Los cuerpos aislantes 43 tienen la misma configuración que los cuerpos aislantes 42. Estas conexiones mecánicas se extienden entre la zona del borde de la placa del condensador 15 y los soportes 44 que sobresalen hacia el interior de las paredes de la carcasa 35, de modo que estas conexiones mecánicas o
10 cuerpos aislantes 43 también se extienden aproximadamente en paralelo a la dirección de movimiento de la segunda mitad del molde 13. De este modo, las fuerzas que actúan sobre la primera mitad del molde 12 o sobre la primera placa del condensador 15 al abrir la herramienta de moldeo pueden transmitirse a la carcasa 35.

15 Además, se pueden prever uniones mecánicas adicionales, que están dispuestas transversalmente a la dirección de movimiento de la segunda mitad del molde 13 o de la segunda placa del condensador 16, que a su vez presentan cuerpos aislantes 45, para poder transmitir a la carcasa 35 las fuerzas que actúan durante el mantenimiento o el montaje sobre la primera placa del condensador 15 y que no están alineadas paralelamente a la dirección de movimiento de la segunda placa del condensador 16 o la segunda mitad del molde 13.

20 Dado que todas las conexiones mecánicas entre la primera placa del condensador 15 y la carcasa 35 presentan un cuerpo aislante 42, 43, 45, la primera placa del condensador 15 está completamente aislada eléctricamente de la carcasa 35. Los cuerpos aislantes 42, 43, 45 tienen preferiblemente una longitud de al menos 5 cm, en particular de al menos 8 cm y, de manera especialmente preferida, de al menos 10 cm, de modo que se establece una distancia correspondientemente grande entre la carcasa 35 y la primera placa del condensador 15 para evitar descargas eléctricas entre la placa del condensador 15 y la carcasa 35.

25 En una placa de condensador dispuesta de este modo se pueden aplicar tensiones eléctricas de 1 kV hasta varios kV o hasta 10 kV o varias 10 kV. Una herramienta de moldeo 3 diseñada de este tipo es adecuada para transmitir a las partículas de espuma situadas en la cámara del molde una potencia en el rango de 10 kW a 60 kW. De este modo, se pueden fabricar de forma fiable piezas de espuma de partículas de gran volumen con tiempos de ciclo muy cortos, de 30 segundos a 2 minutos.

30 La figura 4 muestra esquemáticamente en un esquema eléctrico el generador 18, el condensador de la herramienta formado por las placas del condensador 15, 16, que encierra las mitades del molde 12, 13, y un conducto (conductor de onda hueco o cable coaxial) 46 adecuado para transmitir las ondas electromagnéticas, con el que las ondas electromagnéticas se transmiten desde el generador 18 al condensador de la herramienta 15, 16. Preferiblemente, el conductor de onda hueco que forma el conductor 46 está diseñado como una línea aérea coaxial con un tubo interior eléctricamente conductor y un tubo exterior eléctricamente conductor. La
35 línea aérea coaxial está dimensionada de tal manera que se pueden transmitir de forma fiable señales de alta tensión. La impedancia de onda característica está ajustada preferiblemente a unos 50 Ω.

40 En este conducto 46 se han representado simbólicamente una inductancia 47 en el lado del generador y una inductancia 48 en el lado de la herramienta. Estas inductancias son provocadas por el propio conducto, determinando la longitud de los respectivos tramos del conducto el valor de la inductancia correspondiente. Un condensador 49 del lado de la herramienta está conectado en paralelo al condensador 15, 16 de la herramienta. Este condensador 49 representa la capacidad eléctrica entre la placa del condensador 15 y la carcasa 35 de la herramienta de moldeo 3. El condensador de la herramienta 15, 16, el condensador 49 y la inductancia del lado de la herramienta 48 forman un circuito oscilante de la herramienta 50.

45 Un condensador del lado del generador 51 está conectado en serie con el generador 18 y la inductancia del lado del generador. El condensador del lado del generador 51 y la inductancia del lado del generador 47 forman un circuito oscilante del generador 52. Al menos el condensador del lado del generador 51 o la inductancia del lado del generador 47 están diseñados de forma variable, por ejemplo, proporcionando un condensador con placas de condensador de distancia variable o secciones de conducto de diferente longitud. También es posible que tanto el condensador 51 del lado del generador como la inductancia 47 del lado del generador sean
50 variables. El condensador 51 del lado del generador puede estar provisto de un servomotor que, al accionarse, modifica la distancia entre las dos placas del condensador, por ejemplo, moviendo en línea recta una de las dos placas del condensador, de modo que ambas placas del condensador permanezcan siempre paralelas entre sí, o girando una de las dos placas del condensador.

55 Modificando la capacidad del condensador 51 o la inductancia 47, se puede modificar o ajustar la frecuencia de resonancia del circuito oscilante del generador 52. Si las frecuencias de resonancia del circuito oscilante del generador y del circuito oscilante de la herramienta coinciden, la potencia eléctrica máxima se transmite desde el generador 18 al circuito oscilante de la herramienta 50 y, por lo tanto, al condensador de la herramienta 15, 16. Modificando la frecuencia de resonancia del circuito oscilante del generador 52, se puede controlar de forma específica la transmisión de la potencia eléctrica, en cuyo caso cuanto mayor sea la diferencia entre las

frecuencias de resonancia de los dos circuitos oscilantes 50, 52, tanto menor es la potencia transmitida. De este modo, el ajuste del circuito oscilante del generador 52 se puede utilizar específicamente para ajustar la potencia eléctrica introducida en la cámara del molde 14.

5 En el presente ejemplo de realización se modifica la frecuencia de resonancia del circuito oscilante del generador 52. De la misma manera es posible modificar la frecuencia de resonancia del circuito oscilante de la herramienta 50. Esto tiene el mismo efecto en lo que respecta a la transmisión de la potencia eléctrica. Sin embargo, es más difícil prever un condensador variable o una inductancia variable en el lado de la herramienta que en el lado del generador.

10 La figura 5 muestra un dispositivo para regular la potencia eléctrica suministrada al condensador de la herramienta 15, 16 en un diagrama de circuito esquemático simplificado. El generador 18 está conectado al condensador de la herramienta 15, 16. En paralelo al condensador de la herramienta 15, 16 hay conectado un condensador de medición 53, cuya capacidad eléctrica es una fracción de la capacidad eléctrica del condensador de la herramienta 15, 16. El condensador de medición 53 está conectado a un dispositivo de medición de tensión (voltímetro) 55 a través de un cable coaxial 54. Preferiblemente, hay un diodo 56 conectado en paralelo al condensador de medición 53. El cable coaxial 54 está conectado en serie con una inductancia 58, que sirve para filtrar señales de alta frecuencia.

20 La unidad de medición formada por el condensador de medición 53 y el diodo 56 está separada del condensador de la herramienta 15, 16 mediante un condensador de separación 59. El condensador de separación tiene una alta resistencia a la tensión. La capacidad del condensador de separación 59 es menor que la capacidad del condensador de medición 53. De este modo, la tensión que cae en el condensador de separación es mayor que en el condensador de medición 53. La relación entre la capacidad del condensador de separación 59 y la capacidad del condensador de medición 53 es preferiblemente de 1: 100, 1:1.000 o 1:10.000. De este modo, la tensión aplicada al condensador de la herramienta 15, 16 se reduce en la unidad de medición 53, 56 de tal manera que se encuentra dentro de un rango de medición del dispositivo de medición de tensión 55 y puede ser detectada de forma fiable por este.

30 En este circuito se produce una caída de tensión en el condensador de medición 53 que corresponde a la tensión aplicada al condensador de la herramienta 15, 16 y que se reduce en función de la relación entre la capacidad del condensador de medición 53 y la capacidad del condensador de separación 59. Proporcionando el diodo 56, solo se producen las mitades de oscilaciones de una polaridad determinada. De este modo, el diodo 56 rectifica la tensión que se produce en el condensador de medición 53. Esta tensión de medición se mide con el dispositivo de medición de tensión 55 y se convierte en una señal de medición. La señal de medición se transmite a un dispositivo de control 57, que controla automáticamente el generador 18 para que suministre una potencia eléctrica predeterminada con el fin de generar una tensión determinada en el condensador de la herramienta o una tensión de medición determinada en el condensador de medición, que es una fracción de la tensión en el condensador de la herramienta.

40 A continuación, con ayuda de la figura 6, se explica una forma de realización de un dispositivo para la fabricación de piezas de espuma de partículas. Este dispositivo 1 presenta varias estaciones de trabajo separadas entre sí espacialmente, que están conectadas entre sí mediante un dispositivo de transporte 60. Con el dispositivo de transporte 60 se pueden mover varias herramientas de moldeo que delimitan respectivamente una cámara del molde entre las distintas estaciones de trabajo.

45 El dispositivo de transporte 60 presenta un tramo de transporte superior 61 y un tramo de transporte inferior 62, en los que se transportan las herramientas de moldeo 3 en diferentes direcciones. Las dos vías de transporte 61, 62 están dispuestas en paralelo entre sí y en los extremos de las dos vías de transporte 61, 62 hay un dispositivo de elevación 63, 64 con el que las herramientas de moldeo pueden desplazarse entre los planos de transporte hacia abajo (dispositivo de elevación 63) o hacia arriba (dispositivo de elevación 64). Las dos vías de transporte 61, 62 cuentan con dos cintas transportadoras estrechas dispuestas en paralelo entre sí, sobre las que se pueden colocar las herramientas de moldeo 3.

50 En la vía de transporte superior 61 están dispuestas, en la dirección de transporte 65, una estación de desmoldeo 66, una estación de inserción 67, una estación de llenado 68 y una estación de soldadura 69. La estación de soldadura comprende una prensa con una placa inferior fija a la altura de la vía de transporte superior 61 y una placa superior móvil. Entre las dos placas (no representadas) se puede colocar una herramienta de moldeo 3 y comprimirse mediante una prensa que acciona las dos placas. Las dos placas están fabricadas con un material eléctricamente conductor. La placa inferior fija está conectada a masa. La placa superior móvil está conectada a un generador de RF 18. De este modo, las dos placas forman las placas de condensador 15, 16 descritas anteriormente, que alojan entre sí la herramienta de moldeo 3.

55 En el tramo de transporte inferior 62 hay una sección de refrigeración 70 en la que se pueden enfriar las herramientas de moldeo calentadas en la estación de soldadura 69 y las piezas de espuma de partículas que se encuentran en ellas. La sección de refrigeración 70 puede refrigerar las herramientas de moldeo 3 únicamente con aire ambiente, puede estar provista de un ventilador para suministrar a las herramientas de

moldeo 3 una corriente de aire refrigerante y/o puede comprender una cámara fría que se refrigera por debajo de la temperatura ambiente mediante un medio refrigerante refrigerado para acelerar la transferencia de calor desde la herramienta de moldeo 3. La sección de refrigeración 70 puede alojar varias herramientas de moldeo 3 al mismo tiempo, ya que la refrigeración o estabilización de la pieza de espuma que se encuentra en la herramienta de moldeo es el paso de trabajo más largo.

En el tramo de transporte inferior 62 hay un sistema de almacenamiento de herramientas de moldeo 71, que está acoplado a un almacén automático para almacenar varias herramientas de moldeo, de modo que se pueden acoplar y desacoplar automáticamente diferentes herramientas de moldeo en el dispositivo de transporte 60.

La fabricación de una pieza de espuma de partículas finaliza en la estación de desmoldeo 66, en la que se abre la herramienta de moldeo, compuesta por dos mitades, y se extrae y se descarga la pieza de espuma de partículas fabricada en su interior.

Las herramientas de moldeo 3 cuentan con un mecanismo de cierre 72 con el que las dos mitades de la herramienta de moldeo respectiva se cierran firmemente entre sí cuando se transportan a lo largo del dispositivo de transporte 60. Este mecanismo de cierre 72 se abre automáticamente en la estación de desmoldeo 66 para desmoldar las piezas de espuma de partículas y, a continuación, las dos mitades del molde se vuelven a ensamblar y se unen entre sí mediante el mecanismo de cierre 72. El mecanismo de cierre une las dos mitades del molde con tanta firmeza que no se separan durante el transporte. El mecanismo de cierre puede presentar un juego, de modo que las dos mitades del molde puedan separarse ligeramente durante el llenado para formar una ranura de fisura. El mecanismo de cierre no tiene por qué servir para absorber la presión que se genera en la cámara del molde durante la soldadura. Esta presión se descarga a través de la prensa en la estación de soldadura 69.

La ventaja de este dispositivo es que con una sola estación de soldadura se puede alcanzar un rendimiento muy alto, ya que la soldadura de una pieza de espuma de partículas no suele durar más de 30 segundos a 2 minutos. El paso de trabajo más largo es la estabilización o el enfriamiento de la herramienta de moldeo y de la pieza de espuma de partículas que se encuentra en él. Dado que la sección de enfriamiento puede alojar varias herramientas de moldeo al mismo tiempo, es posible estabilizar o enfriar varias herramientas de moldeo simultáneamente. De este modo, no se detiene el tratamiento de las herramientas de moldeo en la estación de soldadura 69.

Otra ventaja de este dispositivo es que se pueden procesar simultáneamente diferentes herramientas, en particular con diferentes cámaras de moldeo. Preferiblemente, cada herramienta de moldeo está provista de un dispositivo de identificación legible por máquina. Dicho dispositivo de identificación puede ser, por ejemplo, un código de barras o un chip RFID. Uno o varios lectores correspondientes para leer el dispositivo de identificación están dispuestos en el dispositivo a lo largo del dispositivo de transporte 60, de modo que un dispositivo de control (no representado) sabe qué herramienta se encuentra en qué estación de trabajo. De este modo, las herramientas individuales pueden tratarse de forma individual. En particular, pueden ser sometidas a ondas electromagnéticas de diferente tensión y/o duración en la estación de soldadura. También se puede controlar individualmente el tiempo de permanencia en la sección de enfriamiento y el efecto de enfriamiento con un enfriamiento activo, por ejemplo, mediante un ventilador.

En comparación con un dispositivo convencional para la fabricación de piezas de espuma de partículas, en el que las partículas de espuma se sueldan únicamente con vapor caliente, el presente dispositivo es mucho más compacto y flexible, ya que puede tratar varias herramientas de moldeo diferentes al mismo tiempo. Además, la energía se puede introducir de forma mucho más eficiente mediante la radiación electromagnética en la cámara del molde.

También puede ser conveniente prever en la estación de soldadura un conducto de alimentación de agua o vapor con la que se suministre agua y/o vapor a la herramienta de moldeo. Esto resulta especialmente ventajoso cuando se deben soldar partículas de espuma que presentan un factor de pérdida dieléctrica bajo a bajas temperaturas o, en general, solo un factor de pérdida dieléctrica reducido. En tal caso se suministra una pequeña cantidad de agua o vapor. La radiación electromagnética calienta el agua hasta convertirla en vapor o calienta aún más el vapor. De este modo, las partículas de espuma se calientan a una temperatura más alta, en la que el factor de pérdida dieléctrica es mayor, lo que hace que incluso la radiación electromagnética se absorba y se caliente aún más. Se ha demostrado que unos pocos 100 g de agua son suficientes para una cámara del molde con un volumen de 50 litros. Si el material de las partículas de espuma es, por ejemplo, EPS (poliestireno expandible), bastan 300 g o menos de agua para calentar y soldar las partículas de espuma en una cámara del molde con un volumen de 50 litros. En una soldadura convencional, en la que las partículas de espuma se calientan únicamente con vapor caliente, se necesitan cantidades de vapor de varios kilos de agua para una cámara del molde con un volumen de 50 litros.

Por lo tanto, si se van a soldar partículas de espuma que absorben solo una pequeña cantidad de radiación electromagnética, basta con añadir una sola vez 300 g de agua para una cámara del molde con un volumen

de 50 litros. En el caso de muchos materiales que absorben solo una pequeña cantidad de radiación electromagnética, pueden ser suficientes incluso cantidades menores de agua. En cámaras del molde con otros volúmenes, la cantidad máxima necesaria de agua puede adaptarse al volumen en la misma proporción.

5 Si el agua se calienta mediante radiación electromagnética en la cámara del molde, es conveniente utilizar una herramienta de moldeo que disponga de un sensor de presión con el que se pueda medir la presión existente en la cámara del molde. Esta presión es proporcional a la temperatura. A continuación, la irradiación de la radiación electromagnética se regula preferiblemente en función del valor de presión medido, es decir, se ajusta preferiblemente a un valor de presión determinado.

10 En este dispositivo con el dispositivo de transporte 60, los diferentes aspectos de la invención explicados anteriormente y, en particular, las diferentes herramientas de moldeo pueden utilizarse individualmente o en combinación.

Lista de signos de referencia

- 1 Dispositivo
- 2 Depósito de material
- 15 3 Herramienta de moldeo
- 4 Conducto
- 5 Base
- 6 Conducto de aire comprimido
- 7 Fuente de aire comprimido
- 20 8 Boquilla de propulsión
- 9 Conducto de aire comprimido
- 1 Inyector de llenado
- 1 Conducto de aire comprimido
- 1 Mitad del molde
- 25 1 Mitad del molde
- 1 Cámara del molde
- 15 Placa condensadora
- 16 Placa condensadora
- 17 Cable eléctrico
- 30 18 Fuente de tensión alterna
- 19 Bomba de vacío
- 20 Ventilador
- 21 Aleta de refrigeración
- 22 Alambre calefactor
- 35 23 Fuente de corriente
- 24 Cuerpo base
- 25 Cuerpo base
- 26 Superficie delimitadora interior
- 27 Superficie delimitadora interior
- 40 28 Revestimiento

	29	Revestimiento
	30	Masa
	31	Pared de fondo
	32	Pared lateral
5	33	Orificio de llenado
	34	Orificio de ventilación
	35	Carcasa
	36	Unidad de pistón/cilindro
	37	Pared de fondo
10	38	Pared lateral
	39	Punzón
	40	Placa de tope
	41a	Abertura
	41b	Puerta
15	42	Cuerpo aislante
	43	Cuerpo aislante
	44	Soporte
	45	Cuerpo aislante
	46	Cable
20	47	Inductancia del lado del generador
	48	Inductancia del lado de la herramienta
	49	Condensador del lado de la herramienta
	50	Circuito oscilante de la herramienta
	51	Condensador del lado del generador
25	52	Circuito oscilante del generador
	53	Condensador de medición
	54	Cable coaxial
	55	Voltímetro
	56	Diodo
30	57	Dispositivo de control
	58	Inductancia
	59	Condensador de separación
	60	Dispositivo de transporte
	61	Vía de transporte superior
35	62	Vía de transporte inferior
	63	Dispositivo de elevación
	64	Dispositivo de elevación

ES 3 022 206 T3

	65	Dirección de transporte
	66	Estación de desmoldeo
	67	Estación de inserción
	68	Estación de llenado
5	69	Estación de soldadura
	70	Sección de refrigeración
	71	Sistema de almacenamiento de herramientas de moldeo
	72	Mecanismo de cierre

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas, que comprende
una herramienta de moldeo (3) que delimita una cámara del molde (14), en la que, adyacente a la cámara del
molde (14), hay al menos dos placas condensadoras que están conectadas a una fuente de radiación (18) para
5 radiación electromagnética, estando la fuente de radiación (18) para radiación electromagnética diseñada para
emitir radiación electromagnética, y
- la herramienta de moldeo (3) está formada por al menos dos mitades de molde (12, 13), en cuyo caso las dos
mitades de molde (12, 13) delimitan la cámara del molde (14) mediante una superficie de delimitación interior
(26, 27) cada una, y al menos una de las dos mitades de molde está fabricada con un material eléctricamente
10 conductor y forma una de las placas del condensador, caracterizado porque
- la superficie de delimitación interior (26, 27) de la mitad del molde formada por material eléctricamente
conductor está contorneada y la cámara del molde presenta zonas de diferente grosor.
2. Dispositivo según la reivindicación 1,
caracterizado porque
- 15 ambas mitades del molde (12, 13) están formadas de un material eléctricamente conductor y forman cada una
de ellas una de las placas del condensador, estando dispuesta, al menos en la zona en la que ambas mitades
del molde se encuentran en contacto, una capa aislante (28, 29) para aislar eléctricamente ambas mitades del
molde (12, 13).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2,
20 caracterizado
- porque al menos una de las mitades del molde (12, 13) conductora de electricidad está provista de una capa
de plástico (28, 29) en su lado que delimita la cámara del molde.
4. Dispositivo según la reivindicación 3,
caracterizado
- 25 porque la capa de plástico tiene un grosor máximo de 1 cm.
5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4,
caracterizado
- porque la capa de plástico está formada de un material no transparente a la radiación electromagnética.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5,
30 caracterizado
- porque a la al menos una mitad de molde eléctricamente conductora está acoplado un inyector de llenado (10),
estando la mitad de molde (12, 13) eléctricamente conductora y el inyector de llenado (10) conectados
eléctricamente a masa.
7. Dispositivo para la fabricación de una pieza de espuma de partículas según una de las reivindicaciones 1 a
35 6, caracterizado
- porque una de las mitades del molde (12, 13) presenta una abertura de paso para la alimentación de partículas
de espuma y/o una abertura de paso para el escape de aire, estando la abertura de paso cubierta por la otra
mitad del molde cuando la herramienta de moldeo está cerrada.
8. Dispositivo según la reivindicación 7,
40 caracterizado
- porque en la abertura de paso para la alimentación de partículas de espuma no está previsto ningún mecanismo
de cierre adicional para cerrar la abertura de paso y que esta puede cerrarse únicamente mediante la otra mitad
del molde.
9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,

en el que están dispuestas al menos dos placas de condensador (15, 16) que forman un condensador de herramienta, caracterizado

5 porque se ha previsto un dispositivo de medición de tensión (55) para medir la tensión eléctrica aplicada al condensador de herramienta (15, 16), y el dispositivo de medición de tensión (55) está conectado a un dispositivo de control (57) para regular la potencia eléctrica en función de la tensión medida.

10. Dispositivo según la reivindicación 9,
caracterizado

10 porque se forma un divisor de tensión a partir de un condensador de separación (59) y un condensador de medición (53), que forman una conexión en serie y la conexión en serie está conectada en paralelo al condensador de la herramienta, en cuyo caso el dispositivo de medición de tensión (55) detecta la tensión aplicada al condensador de medición, y un diodo (56) está conectado preferentemente en paralelo al condensador de medición (53).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10,
caracterizado

15 porque la fuente de radiación electromagnética forma un circuito oscilante generador y los conductos para conducir las ondas electromagnéticas forman, junto con el condensador que rodea la cámara del molde, un circuito oscilante de la herramienta, en cuyo caso al menos uno de los dos circuitos oscilantes puede ajustarse modificando una inductancia o una capacidad, se provee un dispositivo de control que está diseñado de tal
20 manera que la alimentación de potencia desde el circuito oscilante generador al circuito oscilante de la herramienta se controla ajustando el circuito oscilante ajustable.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11,
caracterizado

porque la radiación electromagnética es radiación RF y/o porque una de las dos placas del condensador está conectada eléctricamente a masa.

25 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado

porque la herramienta de moldeo está provista de aletas de refrigeración.

14. Dispositivo para fabricar una pieza de espuma de partículas según una de las reivindicaciones 1 a 13,
caracterizado

30 porque el dispositivo comprende varias estaciones de trabajo, entre las cuales se transportan varias herramientas de moldeo en circuito mediante un dispositivo de transporte, en cuyo caso se prevén al menos las siguientes estaciones de trabajo:

- una estación de llenado, en la que se llena la herramienta de moldeo con partículas de espuma,
- una estación de soldadura, en la que se sueldan las partículas de espuma que se encuentran en la herramienta de moldeo mediante radiación electromagnética,

35 - al menos una o varias estaciones de enfriamiento para enfriar la pieza de espuma de partículas soldada, y
- una estación de desmoldeo.

15. Dispositivo según la reivindicación 14,
caracterizado

40 porque el dispositivo de transporte es un dispositivo de transporte que transporta los moldes en un circuito, y/o porque se ha previsto una zona de enfriamiento a lo largo del dispositivo de transporte, y la zona de enfriamiento puede alojar simultáneamente varias herramientas de moldeo.

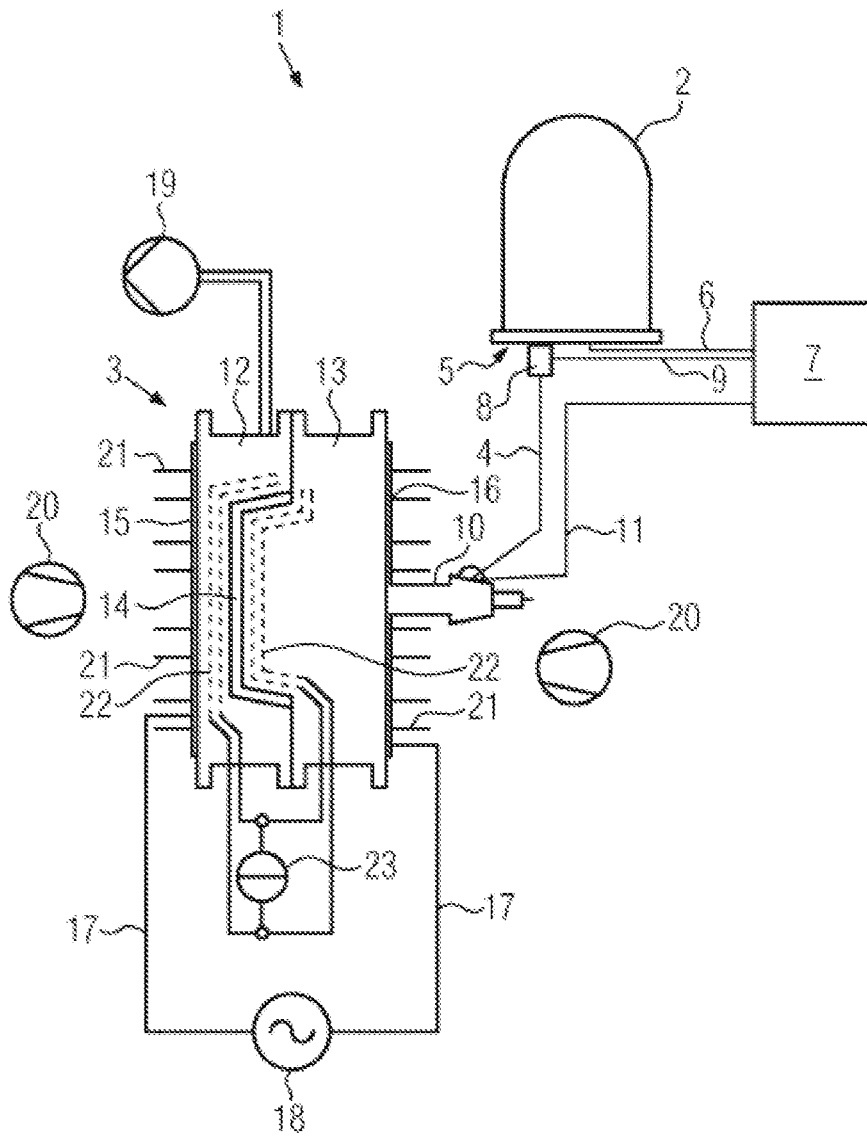


FIG. 1

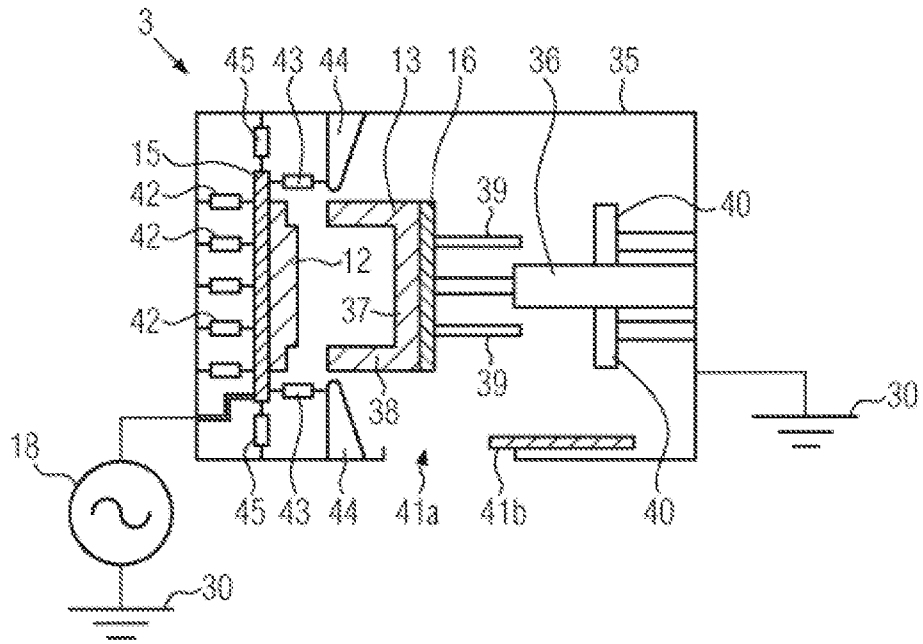


FIG. 3

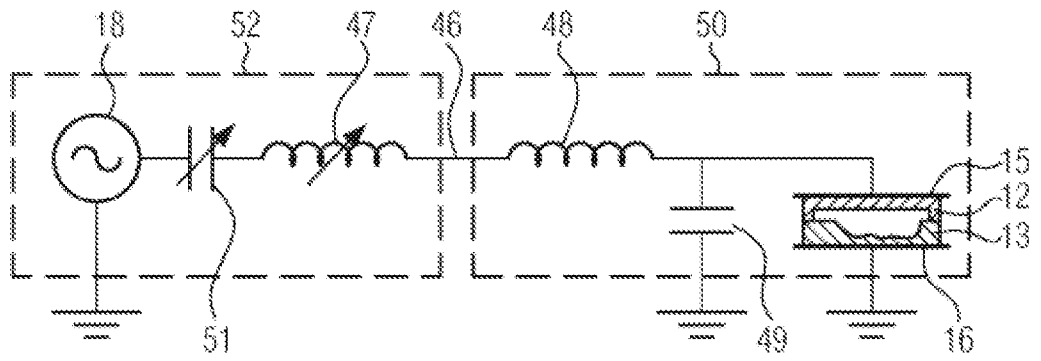


FIG. 4

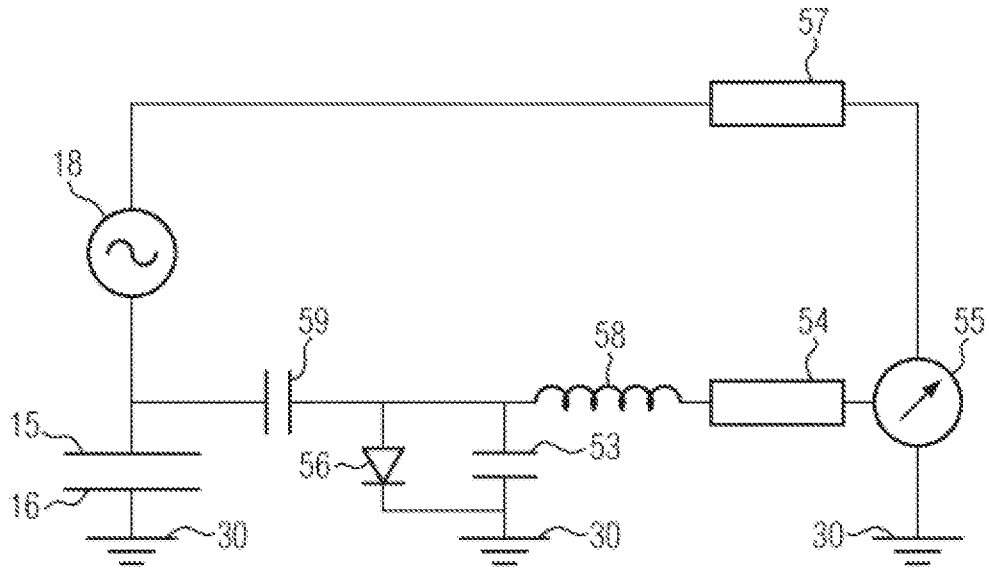


FIG. 5

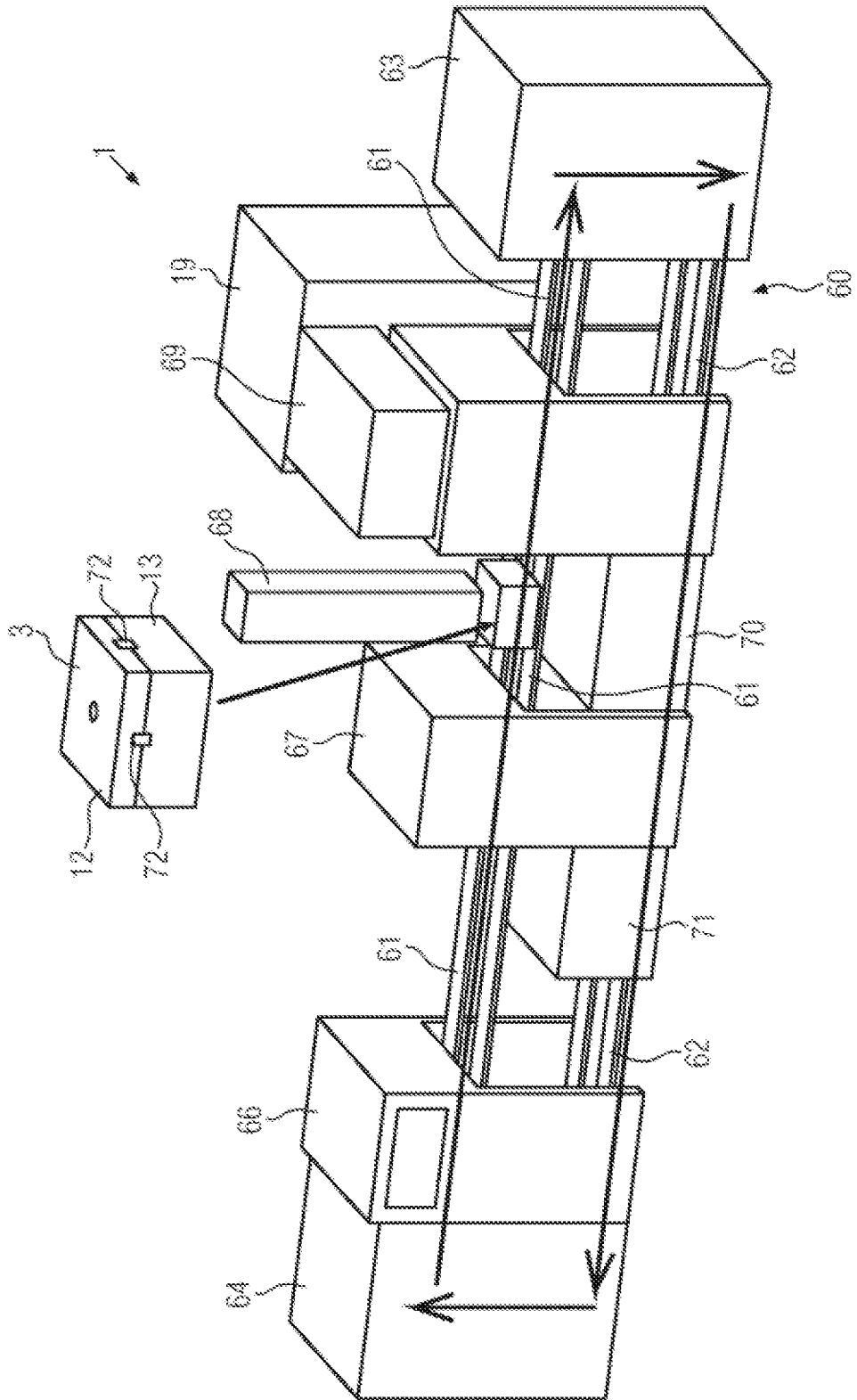


FIG. 6