(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 960 603**

(51) Int. CI.:

B29C 65/06 (2006.01)
F16F 1/02 (2006.01)
F16F 3/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2019 E 19169521 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2023 EP 3725500**

(54) Título: **Paquete de resortes para un dispositivo de soldadura por vibración y el respectivo dispositivo de soldadura por vibración**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2024

(73) Titular/es:

BRANSON ULTRASCHALL NIEDERLASSUNG DER EMERSON TECHNOLOGIES GMBH & CO. OHG (100.0%)
Waldstrasse 53-55
63128 Dietzenbach, DE

(72) Inventor/es:

MOTOVSKY, MICHAL;
LOTZ, WILFRIED y
KRECKEL, WOLFGANG

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Paquete de resortes para un dispositivo de soldadura por vibración y el respectivo dispositivo de soldadura por vibración

1. Campo de la Invención

La presente invención se relaciona con un paquete de resortes para un dispositivo de soldadura por vibración, un dispositivo de soldadura por vibración que comprende el paquete de resortes, un método de fabricación para el paquete de resortes así como un método de reequipamiento para dotar un dispositivo de soldadura por vibración con un paquete de resortes.

2. Antecedentes de la Invención

El uso de paquetes de resortes en dispositivos de soldadura por vibración es generalmente bien conocido. Por ejemplo, el documento de patente internacional WO 2009/068293 A1 dirigido a un dispositivo de corte por vibración y a un procedimiento para el corte por vibración, describe un dispositivo que comprende dos cabezales de vibración, cada uno de los cuales comprende dos paquetes de resortes dispuestos paralelos entre sí.

El documento de patente europea EP 1 834 754 A2 describe otro dispositivo de soldadura por vibración así como un respectivo cabezal vibratorio. En este caso, se utilizan resortes de disco para formar un paquete de resortes.

Otra máquina de soldadura por vibración y un método para operar una máquina de soldadura por vibración se describen en el documento de patente internacional WO 2013/135893 A1. En este dispositivo se utilizan dos paquetes de resortes dispuestos en fila.

Finalmente, el documento de patente europea EP 0 497 322 A1 describe una disposición de resortes de lámina para el cabezal vibratorio de un dispositivo de soldadura por vibración. La disposición de resortes de lámina se compone de resortes de lámina individuales que están acoplados entre sí.

Cada paquete de resortes de los dispositivos de soldadura por vibración descritos anteriormente se compone, a excepción del dispositivo según el documento de patente europea EP 1 834 754 A2, de una primera y una segunda barras longitudinales y una pluralidad de resortes de lámina que se extienden entre ellas. Cada resorte de lámina comprende, adyacente a la primera y a la segunda barras longitudinales, una primera porción definida por un radio único. En otras palabras, el espacio vacío entre dos resortes de lámina adyacentes se forma adyacente a la primera y a la segunda barras longitudinales correspondiendo a un medio círculo o semicírculo. Los extremos de uno de estos semicírculos están conectados, cada uno, con los extremos opuestos del semicírculo dispuesto en sentido opuesto mediante una línea recta, de modo que el espacio vacío tiene, en una vista lateral del paquete de resortes, una forma oblonga o la forma de un agujero oblongo.

Un resorte vibratorio de una máquina de soldar plástico por fricción y vibración se describe en el documento de patente china CN 203210686 U. El resorte vibratorio se caracteriza por comprender un cuerpo hecho de acero aleado, en donde la parte media del cuerpo está provista de orificios pasantes alargados uniformemente distribuidos. Dos extremos de cada orificio pasante alargado son extremos de orificio en forma de arco, la parte media de cada orificio pasante alargado es un abdomen medio expandido y la parte superior del cuerpo está provista de un orificio roscado para conexión al marco. El orificio roscado de conexión está conectado con un marco. La parte inferior del cuerpo está provista de un orificio de conexión a la placa de fricción. El orificio de conexión a la placa de fricción y una placa de fricción están fijados entre sí y las partes superior e inferior del cuerpo están provistas de orificios de localización. Se utiliza acero de aleación de alta resistencia para fabricar el cuerpo del resorte vibratorio, el cuerpo es rectangular, así, el resorte vibratorio es antifatiga y puede soportar una gran fuerza de tracción durante la vibración a alta velocidad, y bajo la condición de calentamiento por fricción, el resorte vibratorio puede mantener un rendimiento constante. La parte media del cuerpo está provista de los orificios pasantes alargados uniformemente distribuidos, los orificios pasantes se alternan a derecha e izquierda y generan vibración elástica de moldeo bajo una fuerza de tracción grande, así, la placa de fricción es accionada para generar fricción por vibración sobre la superficie de la pieza de trabajo de plástico para realizar el objetivo de la soldadura de plástico.

Un objeto de la presente invención es optimizar el diseño de los resortes de lámina, y así del paquete de resortes, con respecto a la distribución de esfuerzos o de carga, así como también a la vista de los costes de fabricación en comparación con los diseños de la técnica anterior, mientras que, al mismo tiempo, mantener la calidad y características proporcionadas por los paquetes de resortes según la técnica anterior.

3. Compendio de la Invención

El objeto anterior se resuelve mediante un paquete de resortes para un dispositivo de soldadura por vibración según la reivindicación independiente 1, un dispositivo de soldadura por vibración que comprende el paquete de resortes según la reivindicación independiente 11, un método de fabricación para el paquete de resortes según la reivindicación independiente 12, así como un procedimiento de reequipamiento para proporcionar un dispositivo de soldadura por vibración con un paquete de resortes según la reivindicación independiente 13. Otras realizaciones y desarrollos preferidos resultan de la siguiente descripción, de los dibujos así como de las reivindicaciones adjuntas.

Un paquete de resortes según la invención para un dispositivo de soldadura por vibración comprende una primera barra longitudinal para una conexión fija a un marco del dispositivo de soldadura por vibración, siendo una segunda barra longitudinal paralela a la primera barra longitudinal y movible con respecto a la primera barra longitudinal, así como para una conexión a una herramienta, en donde un primer eje del paquete de resortes se extiende a medio camino entre y paralelo a los ejes longitudinales de las barras longitudinales primera y segunda, una pluralidad de resortes de lámina, cada uno de los cuales está conectado con un primer extremo a la primera barra longitudinal y con una segundo extremo a la segunda barra longitudinal, en donde un segundo eje del paquete de resortes se extiende perpendicular al primer eje así como, en un estado inactivo del paquete de resortes, paralelo a la pluralidad de resortes de lámina de manera que se extiende una línea central del resorte, en el estado inactivo del paquete de resortes, paralela al segundo eje en el medio del resorte de lámina, y cada uno de la pluralidad de resortes de lámina comprende, adyacente a la primera y/o a la segunda barras longitudinales, una primera porción que consiste en al menos un radio de modo que la primera porción está formada cóncava con respecto a la línea central del resorte, en donde la primera porción hace una transición continua a una segunda porción, que está formada convexa con respecto a la línea central del resorte, y la segunda porción hace una transición continua a una porción central dispuesta adyacente al primer eje de manera que un espesor del respectivo resorte de lámina es el más bajo en la porción central, especialmente en el primer eje.

Para una mejor comprensión el paquete de resortes según la invención se explicará a partir de un ejemplo de realización. Además, se utiliza un sistema de coordenadas cartesianas de mano derecha de manera que la relación de los miembros del paquete de resortes esté claramente definida. A este respecto, se prefiere, en particular, que los miembros del paquete de resortes, es decir, la primera y la segunda barras longitudinales, así como la pluralidad de resortes de lámina, estén formados en una sola pieza.

En el ejemplo, la primera y la segunda barras longitudinales están definidas cada una por un paralelepípedo, preferiblemente paralelepípedos idénticos. Una esquina de uno de los paralelepípedos se puede usar, por ejemplo, como base para el sistema de coordenadas cartesianas de mano derecha del paquete de resortes. Debido a la forma de paralelepípedo, las barras longitudinales primera y segunda tienen, cada una de ellas, una cara base definida por un rectángulo, en donde el lado longitudinal define un primer eje o eje longitudinal, correspondiente al eje x del sistema de coordenadas cartesianas, y el lado más corto define un segundo eje, correspondiente al eje y del sistema de coordenadas cartesianas. En este sentido se considera como cara base una de las caras que presenta mayor área superficial. Por consiguiente, el tercer eje del paralelepípedo, es decir, el eje z del sistema de coordenadas cartesianas, define la altura. La altura de la primera barra es, preferiblemente, igual a la altura de la segunda barra.

Adicionalmente, la primera y la segunda barras están dispuestas con una de sus caras base opuestas entre sí a una distancia deseada o técnicamente predeterminada. En esta disposición, primeros planos imaginarios de la primera y segunda barras longitudinales definidos por las respectivas caras base, es decir, el primer y el segundo ejes del respectivo paralelepípedo o los ejes x e y del sistema de coordenadas cartesianas, son paralelos entre sí. Por consiguiente, el primer eje del paquete de resortes se extiende paralelo al eje longitudinal o primer eje de la primera y la segunda barras longitudinales y, por tanto, paralelo al eje x del sistema de coordenadas cartesianas. El segundo eje del paquete de resortes se extiende paralelo al eje z del sistema de coordenadas cartesianas. Así, el segundo eje del paquete de resortes se extiende perpendicular al primer eje.

Además, el primer eje forma parte del primer plano imaginario que se extiende a medio camino entre la primera y la segunda barras longitudinales, es decir, a medio camino según el eje z del sistema de coordenadas cartesianas. Como se explicará más adelante, este primer eje forma, así, en un estado inactivo del paquete de resortes, un primer eje de simetría para el paquete de resortes completo.

Entre las barras primera y segunda así dispuestas, está dispuesta la pluralidad de resortes de lámina. En consecuencia, el primer extremo de cada resorte de lámina está conectado a la primera barra y el segundo extremo está conectado a la segunda barra. Así, el segundo eje no sólo se extiende perpendicular al primer eje sino también, en un estado inactivo del paquete de resortes, paralelo a la pluralidad de resortes de lámina.

Además, y en un estado inactivo del paquete de resortes, la línea central de cada resorte de lámina se extiende paralelo al segundo eje del paquete de resortes en el centro del resorte de lámina y, así, en una dirección que es rectangular con respecto a los primeros planos imaginarios, es decir, paralela al eje z del sistema de coordenadas cartesianas. En este estado, la línea central de cada resorte de lámina forma también un eje de simetría para el respectivo resorte de lámina. En aras de la exhaustividad, en caso de que el segundo eje del paquete de resortes esté construido en el medio de las barras longitudinales primera y segunda, es decir, a medio camino según el eje x del sistema de coordenadas cartesianas, aquél proporciona un eje de simetría adicional para el paquete de resortes.

Una extensión de cada resorte de lámina paralela al eje y del sistema de coordenadas cartesianas es, preferiblemente, igual a la extensión de las barras longitudinales primera y la segunda en la dirección y. Con respecto a la extensión del resorte de lámina en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas, que también se puede denotar como dirección del espesor del resorte de lámina, aquella varía a lo largo del recorrido del resorte de lámina en la dirección z, como se explicará en lo que sigue.

Básicamente, se puede considerar que la forma de cada resorte de lámina consiste en una doble forma de T, en donde la barra transversal de la T sirve para conectar con la respectiva barra longitudinal y ambas formas de T se apoyan entre sí en el primer eje del paquete de resortes, es decir, a medio camino entre las barras longitudinales. En consecuencia, cada uno de la pluralidad de resortes de lámina comprende, adyacente a la primera y/o a la segunda barras longitudinales, la primera porción y, en la región del primer eje del paquete de resortes, la porción central. Las porciones primera y central están conectadas entre sí por medio de la segunda porción.

La primera porción consiste en al menos un radio de modo que la primera porción se forma cóncava con respecto a la línea central del resorte. En consecuencia, el espesor del resorte de lámina, es decir, la extensión en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas, disminuye cuando se sigue la línea central desde una de las barras longitudinales en la dirección del primer eje del paquete de resortes.

En la región de la porción central, el espesor del resorte de lámina es el más bajo. Esto es contrario a las disposiciones discutidas anteriormente según la técnica anterior en donde el espesor de los resortes de lámina no cambia, excepto en la primera porción.

Debido a la definición de que el espesor es el más bajo en la porción central, la segunda porción que conecta la primera porción y la porción central debe tener una forma que se estrecha con respecto a la línea central del resorte de lámina. En consecuencia, la primera porción hace una transición continua a la segunda porción que, a su vez, hace una transición continua a la porción central dispuesta adyacente al primer eje del paquete de resortes. A este respecto, y según la invención, la segunda porción no tiene la forma de una línea recta inclinada con respecto a la línea central sino que, por el contrario, tiene forma convexa. Así, y en comparación con una línea recta, la reducción del espesor a lo largo de la línea central desde la barra respectiva hacia la porción central se reduce, al menos en una región de la segunda porción adyacente a la primera porción.

Con respecto a la conexión de todas las porciones previas entre sí así como a las respectivas barras longitudinales primera y segunda , la conexión debe satisfacer, en general, las ecuaciones (1) y (2) en el punto de conexión (x_C, y_C):

$$f'(x_c) = g'(x_c) \qquad (1)$$

$$f(x_c) = g(x_c) \qquad (2)$$

Esto significa que la derivación de la curva y el valor de la función deben ser los mismos en el punto de conexión. Esto debe cumplirse entre todas las porciones utilizadas, es decir, entre la porción central y la segunda porción convexa, así como entre la segunda porción convexa y la primera porción.

Cuando se define la conexión de las porciones por puntos aislados e interpolación lineal, sólo es posible definir la derivación por diferencias. En general basándose en la siguiente ecuación (3):

$$f'(x_i) \approx \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{x_{i+1} - x_i} \qquad (3)$$

con:

f'(xi): derivación en el punto x_i
i: número de serie del punto.

Una primera ventaja de este diseño específico, especialmente de los resortes de lámina, es que debido a la forma convexa de la segunda porción, la carga experimentada durante el uso del paquete de resortes por el respectivo resorte de lámina se puede reducir significativamente. Específicamente, la carga se distribuye de forma más uniforme dentro del resorte de lámina. Así, y considerando la misma aplicación, la carga total experimentada por el paquete de resortes según la invención se reduce en comparación con el paquete de resortes de la técnica anterior. Con ello se aumenta aún más la vida útil del paquete de resortes.

Debido a esto, existe la posibilidad de reducir el número de resortes de lámina utilizados en el paquete de resortes en comparación con el paquete de resortes de la técnica anterior mientras que al mismo tiempo se mantiene la distribución de esfuerzos o de carga global dentro del intervalo de la distribución de carga del paquete de resortes de la técnica anterior. Por consiguiente, y debido a la reducción de resortes de lámina, los costos de fabricación del paquete de resortes según la invención se reducen manteniendo, aún, la calidad y características proporcionadas por los paquetes de resortes de la técnica anterior.

En una realización preferida del paquete de resortes según la invención, la segunda porción tiene la forma de una curva natural, especialmente, una parábola, una función exponencial, una curva de Fibonacci, una hipérbola o

similares. Se encontró que la forma de tales curvaturas naturales conduce a una distribución de esfuerzos o de carga específicamente homogénea dentro del resorte de lámina y, así, del paquete de resortes.

En otra realización preferida del paquete de resortes, el resorte de lámina dispuesto en el extremo de la primera y de la segunda barras longitudinales presenta una primera porción que, con respecto a la línea central del resorte, es más corta en un lado exterior del paquete de resortes en comparación con un lado interior del paquete de resortes. Los paquetes de resortes de la técnica anterior consisten en una pluralidad de resortes de lámina idénticos. En consecuencia, y considerando el punto en donde la primera porción hace una transición tangencial a la barra longitudinal respectiva, las extensiones de la primera porción desde la línea central en la dirección x creciente y decreciente del sistema de coordenadas cartesianas son las mismas. En otras palabras, en la línea central está dispuesto el punto medio de la línea recta definida por los dos puntos en los cuales la primera porción hace una transición tangencial a la barra longitudinal respectiva. Ahora, y respecto a la realización preferida, el punto medio está desplazado de la línea central. Esto se consigue acortando el lado que mira hacia fuera de la primera porción del resorte de lámina dispuesto en el extremo del paquete de resortes. Mediante este acortamiento se puede reducir la distribución de esfuerzos o la de carga, especialmente dentro del último y, preferiblemente, el penúltimo resorte de lámina en comparación con un resorte de lámina situado en el extremo del paquete de resortes y que tiene una primera porción no acortada.

Según otra realización preferida del paquete de resortes, la porción central comprende una tercera porción que consiste en al menos un radio de modo que la tercera porción está formada cóncava con respecto a la línea central del resorte. Adicionalmente, se prefiere que la porción central comprenda entre la tercera porción y la segunda porción adyacente una cuarta porción que esté formada de manera que se estrecha linealmente con respecto a la línea central del resorte. Cada una de las porciones hace una transición continua, es decir, sin escalones, y especialmente de manera tangencial a la porción adyacente, como ya se discutió anteriormente. Debido a la forma cóncava de la porción central, en el primer eje del paquete de resortes no está presente ningún ángulo agudo sino una curva redondeada. Esta disposición mejora aún más la distribución de esfuerzos dentro del resorte de lámina y garantiza que el espesor no caiga por debajo de un mínimo requerido que debilitaría la disposición.

También se prefiere que la primera porción comprenda al menos dos radios diferentes y el radio más pequeño de los al menos dos radios diferentes esté presente adyacente a la primera y/o la segunda barras longitudinales y el radio mayor de los al menos dos radios diferentes esté presente adyacente a la segunda porción. En particular, se prefiere que la primera porción tenga un radio variable. Respecto al término radio variable y su definición, se hace especial referencia a la publicación de J.T.P. Castro y otros: "Una nota sobre la optimización de la forma de la muesca para minimizar la concentración de esfuerzo", en Theoretical and Applied Fracture Mechanics 84, 2016, p. 72-85, Elsevier Ltd. En él se hace referencia a la receta gráfica de Grodzinski para los filetes de paletilla propuesta en 1941 y que también se muestra en la figura 2 de esta publicación.

Volviendo a la realización preferida del paquete de resortes, la primera sección hace en un extremo una transición continua, especialmente tangencial, a la barra respectiva y, en el otro extremo, continua, especialmente tangencial, a la segunda porción. El uso de al menos dos radios diferentes para la primera porción mejora aún más la distribución de esfuerzos o carga dentro del resorte de lámina en comparación con los resortes de lámina utilizados en los paquetes de resortes de la técnica anterior.

Según otra realización preferida del paquete de resortes, dos resortes de lámina adyacentes están conectados entre sí en la primera y en la segunda barras longitudinales de modo que el lado de la primera porción del primer resorte de lámina que mira hacia el segundo resorte de lámina adyacente hace una transición directa y continua al lado de la primera porción del segundo resorte de lámina adyacente que mira al primer resorte de lámina. Así, y como ya se explicó con respecto a la realización que tiene la porción central con la tercera porción cóncava, la primera porción de un resorte de lámina hace una transición directa y continua a la primera porción del resorte adyacente. Esta disposición proporciona un paquete de resortes específicamente compacto.

Según una realización alternativa preferida, dos resortes de lámina adyacentes están separados en la primera y/o en la segunda barras longitudinales, así como en los lados de la respectiva primera porción que miran uno al otro, mediante una porción lineal que se extiende paralela al primer eje. Esta disposición es particularmente útil en caso de una extensión deseada en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas discutida anteriormente de modo que, aunque el número de resortes puede reducirse en comparación con un paquete de resortes de la técnica anterior, la longitud total, es decir, la extensión en la dirección x, permanece inalterada. Procediendo de esta manera, el paquete de resortes según esta realización preferida puede reemplazar un paquete de resortes de la técnica anterior en un dispositivo de soldadura por vibración sin ninguna adaptación adicional.

Un dispositivo de soldadura por vibración según la invención comprende al menos un paquete de resortes según la invención. Usando el paquete de resortes según la invención en un dispositivo de soldadura por vibración, las ventajas mencionadas anteriormente para el paquete de resortes según la invención se pueden realizar con el dispositivo de soldadura por vibración. Así, y para evitar repeticiones, se remite a las explicaciones anteriores.

Un método de fabricación según la invención para un paquete de resortes según la invención comprende los pasos de proporcionar un bloque de material, procesar el bloque de material, especialmente mediante fresado, para crear la primera y la segunda barras longitudinales así como la pluralidad de resortes de lámina, en donde cada uno de la pluralidad de resortes de lámina comprende, adyacente a la primera y/o a la segunda barras longitudinales, una primera porción que consiste en al menos un radio de modo que la primera porción se forme cóncava con respecto a la línea central del resorte, en donde la primera porción hace una transición continua a la segunda porción que está formada convexa con respecto a la línea central del resorte y la segunda porción hace una transición continua a la porción central dispuesta adyacente al primer eje de modo que el espesor del resorte de lámina respectivo sea el más bajo en la porción central, especialmente en el primer eje. En consecuencia, el paquete de resortes según la invención se puede fabricar mediante el método de fabricación según la invención. Por consiguiente, se remite a la discusión anterior sobre el paquete de resortes según la invención en cuanto a las ventajas y efectos técnicos.

Un método de reequipamiento según la invención para proporcionar un dispositivo de soldadura por vibración con al menos un paquete de resortes según la invención comprende los pasos: proporcionar al menos un paquete de resortes según la invención, desmontar el al menos un paquete de resortes que está presente en el dispositivo de soldadura por vibración y montar el al menos un paquete de resortes según la invención en el dispositivo de soldadura por vibración. Así, mediante este método de reequipamiento, se puede equipar de manera efectiva un dispositivo de soldadura por vibración que ya esté presente, por ejemplo en la sede del cliente, con el paquete de resortes según la invención, de modo que también se puedan realizar las ventajas y efectos técnicos mencionados anteriormente mediante tal dispositivo de soldadura por vibración después del reequipamiento.

4. Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue, la presente invención se describirá en detalle basándose en los dibujos. En los dibujos, los mismos signos de referencia designan los mismos elementos y/o componentes. Muestran:

La figura 1 es una realización de un paquete de resortes que se utilizó como punto de partida en un estado inactivo,
la figura 2 ilustra la realización según la figura 1 en un estado activo,
la figura 3 ilustra una primera realización de un paquete de resortes según la invención,
la figura 4 muestra un resorte de lámina para explicar el cálculo matemático de la mejora,
la figura 5 es la mitad superior del resorte de lámina de la figura 4,
la figura 6 muestra la curva de la segunda porción para explicar el cálculo matemático de la mejora,
la figura 7 es una realización del paquete de resortes que indica el acortamiento de la primera porción del resorte de lámina en el extremo del paquete de resortes,
la figura 8 es otra realización del paquete de resortes que indica el acortamiento de la primera porción del resorte de lámina en el extremo del paquete de resortes,
la figura 9 ilustra una realización del paquete de resortes que tiene dos radios en la primera porción,
la figura 10 es una vista a escala ampliada de una porción de otra realización de un paquete de resortes según la presente invención,
la figura 11 ilustra el radio variable para construir una primera porción de un resorte de lámina,
la figura 12 muestra una vista a escala ampliada de la primera porción y la segunda porción de un resorte de lámina basado en la realización de la figura 10,
la figura 13 ilustra la distribución de esfuerzos en el paquete de resortes según la figura 1,
la figura 14 muestra la distribución de esfuerzos en una realización del paquete de resortes que realiza al menos algunas de las mejoras de la presente invención,
la figura 15 es una comparación de la realización del paquete de resortes según la figura 1 con dos realizaciones del paquete de resortes según la invención,
la figura 16 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método de fabricación según la invención para un paquete de resortes y
la figura 17 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método de reequipamiento según la invención para proveer a un dispositivo de soldadura por vibración de un paquete de resortes.

5. Descripción detallada de realizaciones preferidas

En lo que sigue, y para aumentar la comprensión de la presente invención, se discute con referencia a las figuras 1 y 2 un paquete de resortes 1 que sirvió como punto de partida interno para la mejora.

Cuando se discuten los paquetes de resortes, se utiliza como referencia un sistema de coordenadas cartesianas de mano derecha para que la relación de los miembros de los paquetes de resortes quede claramente definida. Además, y como puede verse basándose en las figuras, los paquetes de resortes están formados en una pieza, es decir, los miembros no son liberables y están dispuestos unos en otros.

Ahora, haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el paquete de resortes 1 consiste en una primera 10 y una segunda 20 barras longitudinales. La primera barra longitudinal 10 sirve para una conexión fija a un marco de un dispositivo de soldadura por vibración mientras que la segunda barra longitudinal 20 sirve para una conexión a una herramienta para soldadura por vibración. Así, la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales son movibles una con respecto a la

otra. Además, y como se explicará más adelante, la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales están dispuestas paralelas entre sí.

Cada una de la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales está definida por un paralelepípedo, siendo los paralelepípedos idénticos. En el ejemplo mostrado, la esquina inferior izquierda de la segunda barra 20 se utiliza como base para el sistema de coordenadas cartesianas de mano derecha del paquete de resortes 1. Así, y con respecto a la figura 1, el eje x se extiende a lo largo del borde inferior de la segunda barra longitudinal 20, el eje y es perpendicular al plano definido por la hoja y el eje z se extiende en la dirección de la primera barra longitudinal 10.

Debido a la forma de paralelepípedo, la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales tienen, cada una de ellas, una cara base definida por un rectángulo, en donde el lado longitudinal define un primer eje o eje longitudinal, correspondiente al eje x del sistema de coordenadas cartesianas, y el lado más corto define un segundo eje, correspondiente al eje y del sistema de coordenadas cartesianas. En este sentido, se considera como cara base una de las caras que presenta mayor área superficial. Por consiguiente, el tercer eje del paralelepípedo, es decir, el eje z del sistema de coordenadas cartesianas, define la altura. La altura de la primera barra 10 es igual a la altura de la segunda barra 20.

Adicionalmente, la primera 10 y la segunda 20 barras están dispuestas con una de sus caras base opuestas entre sí a una distancia deseada o técnicamente predeterminada. En esta disposición, primeros planos imaginarios de la primera 10 y segunda 20 barras longitudinales definidos por las respectivas caras base, es decir, definidos por el eje x y el eje y del sistema de coordenadas cartesianas, son paralelos entre sí. Por consiguiente, un primer eje 3 del paquete de resortes 1 se extiende paralelo al eje x del sistema de coordenadas cartesianas. El segundo eje 5 del paquete de resortes 1 se extiende paralelo al eje z del sistema de coordenadas cartesianas. Así, el segundo eje 5 del paquete de resortes 1 se extiende perpendicular al primer eje 3.

Además, el primer eje 3 es parte del primer plano imaginario que se extiende a medio camino entre la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales. Como se explicará más adelante, este primer eje 3 forma, así, en un estado inactivo del paquete de resortes 1 como se muestra en la figura 1, un primer eje de simetría para el paquete de resortes 1 completo.

Entre la primera 10 y la segunda 20 barras así dispuestas, está dispuesta una pluralidad de resortes de lámina 30. Para mejorar la comprensión, las líneas de puntos en la figura 1 sirven para indicar el límite imaginario entre la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales y la pluralidad de resortes de lámina 30. El primer extremo de cada resorte de lámina 30 está conectado a la primera barra 10 y el segundo extremo está conectado a la segunda barra 20. Así, el segundo eje 5 no sólo se extiende perpendicular al primer eje 3 sino también, en un estado inactivo del paquete de resortes 1, paralelo a la pluralidad de resortes de lámina 30.

Además, y en un estado inactivo del paquete de resortes 1, una línea central 32 de cada resorte de lámina 30 se extiende paralela al segundo eje 5 del paquete de resortes 1 en el punto medio del resorte de lámina 30. En consecuencia, la línea central 32 se extiende en una dirección que es rectangular con respecto a los primeros planos imaginarios, es decir, se extiende paralela al eje z del sistema de coordenadas cartesianas. La línea central 32 de cada resorte de lámina 30 forma un eje de simetría para el respectivo resorte de lámina 30. En aras de la exhaustividad, en caso de que el segundo eje 5 del paquete de resortes 1 esté construido en el medio de las barras 10, 20, como se muestra en la figura 1, aquél proporciona un eje de simetría adicional para el paquete de resortes 1 en su estado inactivo.

Una extensión de cada resorte de lámina 30 paralela al eje y del sistema de coordenadas cartesianas es, preferiblemente, igual a la extensión de la primera 10 y de la segunda 20 barras longitudinales en la dirección y. Con respecto a la extensión del resorte de lámina 30 en la primera 10 o la segunda 20 barra longitudinal en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas, la primera porción 34 termina en los puntos en donde la primera porción 34 hace una transición continua tangencial a la primera 10 o segunda 20 barra longitudinal. En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, dos resortes de lámina 30 adyacentes están conectadas entre sí en la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales de modo que el lado de la primera porción 34 del primer resorte de lámina 30 que mira hacia el segundo resorte de lámina adyacente 30 hace una transición directa al lado de la primera porción 34 del segundo resorte de lámina adyacente 30 que mira hacia el primer resorte de lámina 30. Por lo tanto, la primera porción 34 de un resorte de lámina 30 hace una transición directa y continua a la primera porción 34 del resorte adyacente 30. Esta disposición proporciona un paquete de resortes específicamente compacto.

Además, con respecto a la extensión en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas, que también se puede denotar como dirección del espesor del resorte de lámina 30, esta extensión varía a lo largo del recorrido del resorte de lámina 30 en la dirección z, como se explicará en lo que sigue.

La forma de cada resorte de lámina 30 se puede considerar, básicamente, como que consiste en una doble forma de T, en donde la barra o línea transversal de la T sirve para conectar con la respectiva barra longitudinal 10, 20. Como consecuencia, conectar los puntos más bajos o más altos de cada uno de los espacios vacíos formados entre los

resortes de láminas 30 se puede usar para determinar dónde termina la barra longitudinal 10, 20 y comienza la primera porción 34.

Además, ambas formas de T se apoyan entre sí en el primer eje 3 del paquete de resortes 1, es decir, en a medio camino entre las barras longitudinales 10, 20. La ubicación de apoyo imaginaria resultante corresponde a un plano imaginario que comprende el primer eje 3 de la paquete de resortes 1, en donde el plano imaginario es perpendicular al segundo eje 5 del paquete de resortes 1. En consecuencia, cada una de la pluralidad de resortes de lámina 30 comprende, adyacente a la primera 10 y/o a la segunda 20 barras longitudinales, la primera porción 34 y, en la región del primer eje 3 del paquete de resortes 1, la porción central 44. La primera porción 34 y la porción central 44 están conectadas entre sí por medio de una segunda porción 42.

La primera porción 34 consiste en exactamente un radio 36 de modo que la primera porción 34 está formada cóncava con respecto a la línea central del resorte 32. Como puede verse, la primera porción 34 hace una transición continua tangencial a la barra longitudinal 10, 20 respectiva. En consecuencia, el espesor del resorte de lámina 30, es decir, la extensión en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas, disminuye cuando se sigue la línea central 32 desde una de las barras 10, 20 en la dirección del primer eje 3 del paquete de resortes 1 En la región de la porción central 44, el espesor del resorte de lámina 30 es el más bajo.

Debido a la definición de que el espesor es el más bajo en la porción central 44, la segunda porción 42 que conecta la primera porción 34 y la porción central 44 debe tener una forma que se estrecha con respecto a la línea central 32 del resorte de lámina 30. En el ejemplo mostrado en las figuras 1 y 2, la segunda porción 42 está formada por una línea recta de modo que la primera porción 34 hace una transición continua tangencial a la segunda porción 42 que a su vez hace una transición continua tangencial a la porción central 44. La porción central 44 comprende, a este respecto, adyacente al primer eje 3, una forma cóncava que se debe a una tercera porción 46 que comprende un radio 48 y que es parte de la porción central 44. Además, y en un estado inactivo del paquete de resortes 1, el primer eje 3 y el segundo eje 5 pueden usarse como ejes de simetría, como se muestra en la figura 1.

Con respecto a la conexión de todas las porciones previas 34, 42 y 44 entre sí así como a las respectivas barras longitudinales primera 10 y segunda 20, la conexión debe satisfacer en general las ecuaciones (1) y (2) en el punto de conexión (x_C, y_C) como ya se explicó:

$$f'(x_c) = g'(x_c) \qquad (1)$$

$$f(x_c) = g(x_c) \qquad (2)$$

Esto significa que la derivación de la curva y el valor de la función deben ser los mismos en el punto de conexión. En consecuencia, las porciones 34, 42 y 44 hacen una transición continua tangencial unas con otras, así como también a la primera 10 y a la segunda 20 barras longitudinales. Esta condición se cumple en todos los paquetes de resortes discutidos.

Además, cuando se define la conexión de las porciones 34, 42 y 44 mediante puntos aislados e interpolación lineal, sólo es posible definir la derivación por diferencias. En general basándose en la siguiente ecuación (3):

$$f'(x_i) \approx \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{x_{i+1} - x_i} \qquad (3)$$

con:

f'(xi): derivación en el punto x_i
i: número de serie del punto.

Haciendo ahora referencia a la figura 3, se discute una primera realización de un paquete de resortes 100 según la invención. El paquete de resortes 100 corresponde al ejemplo de paquete de resortes 1 descrito anteriormente, con dos excepciones.

En primer lugar, la segunda porción 142 no tiene la forma de una línea recta que está inclinada con respecto a la línea central 132 sino que, por el contrario, está configurada de forma convexa. Así, y en comparación con la línea recta, la reducción de espesor a lo largo de la línea central 132 desde la barra respectiva 110, 120 hacia la porción central 144 se reduce, al menos en una región de la segunda porción 142 adyacente a la primera porción 134.

Una ventaja de este diseño específico, especialmente de los resortes de lámina 130, es que debido a la forma convexa de la segunda porción 142, la carga experimentada durante el uso del paquete de resortes 100 por el respectivo resorte de lámina 130 se puede reducir significativamente. Especialmente, la carga se distribuye más uniformemente dentro del resorte de lámina 130. Así, y considerando la misma aplicación, la carga total experimentada por el paquete

de resortes según la invención se reduce en comparación con el paquete de resortes 1 de la técnica anterior. Con ello, la vida útil del el paquete de resorte 100 se incrementa aún más.

Como resultado adicional, existe la posibilidad de reducir el número de resortes de lámina 130 utilizados en el paquete de resortes 100 en comparación con el paquete de resortes 1 de la técnica anterior mientras que al mismo tiempo se mantiene la distribución de esfuerzos o de carga global dentro del intervalo de la distribución de carga del paquete de resortes 1 de la técnica anterior. Por consiguiente, y debido a la reducción de resortes de lámina 130, los costos de fabricación del paquete de resortes 100 se reducen manteniendo, aún, la calidad y las características proporcionadas por los paquetes de resortes 1 de la técnica anterior.

Como resultado adicional, y especialmente en caso de que el paquete de resortes 100 deba reemplazar un paquete de resortes 1 que tiene una extensión específica a lo largo del eje x del sistema de coordenadas cartesianas, dos resortes de láminas adyacentes 130 pueden separarse en la primera 110 y la segunda 120 barras longitudinales así como en los lados de la primera porción 134 respectiva que miran uno al otro por una porción lineal 112, 122 que se extiende paralela al primer eje 103. En la realización mostrada en la figura 3, tal porción lineal sólo está indicada para la primera barra longitudinal 110 aunque también está presente en la segunda barra longitudinal 120. Esta disposición es particularmente útil en caso de una extensión deseada en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas discutida anteriormente de modo que, aunque el número de resortes 130 pueda reducirse en comparación con un paquete de resortes 1 anterior, la longitud total, es decir, la extensión en la dirección x, permanece inalterada. Procediendo de esta manera, el paquete de resortes 100 según esta realización preferida puede reemplazar también un paquete de resortes de la técnica anterior en un dispositivo de soldadura por vibración sin ninguna adaptación adicional.

Sin embargo, y en una realización alternativa, dos resortes de lámina adyacentes pueden conectarse entre sí en la primera 110 y en la segunda 120 barras longitudinales de modo que el lado de la primera porción 134 del primer resorte de lámina 130 que mira al segundo resorte de lámina 130 adyacente hace una transición directa hacia el lado de la primera porción 134 del segundo resorte de lámina adyacente 130 que mira hacia el primer resorte de lámina 130.

Ahora, partiendo del paquete de resortes 1 según las figuras 1 y 2, se discute la aproximación matemática para lograr la primera mejora en el diseño del paquete de resortes 100, es decir, la segunda porción convexa 142. A este respecto, nos remitimos en primer lugar a las figuras 4 y 5.

La figura 4 muestra una sección del paquete de resortes 1 según la figura 1 con un resorte de lámina 30. Con respecto a la construcción mejorada, especialmente de la segunda porción 42 de cada resorte de lámina 30, en primer lugar sólo se considera el momento de flexión del paquete de resortes 1. Debido a esto, un cálculo de la forma de la segunda porción 42 del resorte de lámina 30 puede basarse en la descripción matemática de la viga de esfuerzo o carga constante. En el presente ejemplo, se utiliza un modelo simplificado de un resorte de lámina 30 simplificando el paquete de resorte 1 entero.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo principal es definir la forma de un resorte de lámina 30. En consecuencia, se usa la siguiente ecuación (4):

$$F = \frac{F_{spr}}{n_{leaf}} \qquad (4)$$

con:

F: fuerza sobre un resorte de lámina 30
F_{spr}: fuerza sobre el paquete de resortes 1 entero
n_{leaf}: número de resortes de lámina 30.

Para describir matemáticamente un resorte de lámina 30, es necesario considerar el impacto de los otros resortes de lámina 30, porque el primer y el segundo extremos del resorte de lámina 30 no tienen una deformación angular. Debido a esto, se debe definir el momento flector en el extremo del modelo simplificado del resorte de lámina 30. Esto se puede hacer basándose en la siguiente ecuación (5):

$$M_{bend} = F\frac{l_{leaf}}{2} \qquad (5)$$

con:

M_{bend}: momento flector en el extremo de un resorte de lámina 30
F: fuerza sobre un resorte de lámina 30
l_{leaf}: longitud del resorte de lámina a lo largo del eje z del sistema de coordenadas cartesianas.

La longitud del resorte de lámina 30 corresponde a la distancia entre la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales. En otras palabras, los dos puntos de la primera porción 34 en donde la primera porción 34 está dispuesta tangencialmente a la respectiva barra longitudinal 10, 20 están conectados por una primera línea recta imaginaria. En las figuras, la línea recta imaginaria respectiva está indicada mediante una línea de puntos. Las respectivas primeras líneas rectas imaginarias en la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales se muestran en las figuras 1, 4 y 5 y están conectadas entre sí por una segunda línea recta (no mostrada) a lo largo del eje z del sistema de coordenadas cartesianas, especialmente a lo largo de la línea central 32. La longitud de esta segunda línea recta o la línea central 32 como se ilustra, respectivamente, se considera como longitud del resorte de lámina 30.

Además, y con referencia a la ecuación (5) anterior, el momento de flexión en el punto medio del resorte de lámina 30, es decir, en el primer eje 3 del paquete de resortes 1, es cero. Debido a esto, es posible simplificar todo el cálculo en un cálculo de viga.

Considerando ahora la simplificación previa, una viga de espesor constante, correspondiente a la profundidad del resorte de lámina 30 a lo largo del eje y del sistema de coordenadas cartesianas, y de altura variable, correspondiente al espesor del resorte de lámina 30 a lo largo del eje x del sistema de coordenadas cartesianas, se puede utilizar para describir matemáticamente el problema. Así, el resultado de la siguiente ecuación (6) define el recorrido de la segunda porción 142 del resorte de lámina 130 como se usa en la figura 3.

$$h_z = \sqrt{\frac{6Fz}{b\sigma}} \qquad (6)$$

con:

h_z: altura de la viga, correspondiente al espesor de la del resorte de lámina 30, es decir, extensión a lo largo del eje x del sistema de coordenadas cartesianas del paquete de resortes 100, dependiente de la variable z,
F: fuerza sobre un resorte de lámina 130,
z: longitud de la mitad del resorte de lámina 130, es decir, altura a lo largo del eje z del sistema de coordenadas cartesianas del paquete de resortes 100 que comienza o termina en el primer eje 103 del paquete de resortes 100 como se indica en la figura 5,
b: anchura del resorte de lámina 130, es decir, extensión del resorte de lámina 130 a lo largo del eje y del sistema de coordenadas cartesianas,
σ: esfuerzo o carga deseada.

Usar modelo matemático según el ejemplo anterior da como resultado que la segunda porción 142 se forme convexa usando una porción de una curva parabólica, como se indica en la figura 6. Sin embargo, la segunda porción 142 puede tener generalmente la forma de una curva natural en otros alternativas, especialmente de una función exponencial, una curva de Fibonacci, una hipérbola o similares. Se descubrió que la forma de tales curvas naturales conduce a una distribución de esfuerzos o de carga específicamente homogénea dentro del resorte de lámina 130 y, por tanto, en el paquete de resortes 100.

Adicionalmente, y con referencia a la figura 6, sólo se puede utilizar una porción de la curva parabólica para evitar una reducción del espesor del resorte de lámina 130 en la porción central 144 por debajo de un mínimo requerido. Para calcular el espesor mínimo requerido, se tiene que considerar el esfuerzo cortante de la fuerza sobre el resorte de lámina 130. El esfuerzo cortante se define según la siguiente ecuación (7):

$$\tau = \frac{3F}{2A} \qquad (7)$$

con:

τ: esfuerzo cortante
F: fuerza sobre un resorte de lámina
A: Área de resorte de lámina.

Según la hipótesis de von Mises, el esfuerzo cortante también debe cumplir la siguiente ecuación (8):

$$\tau \leq \frac{\sigma}{\sqrt{3}} \qquad (8)$$

con:

τ: esfuerzo cortante
σ: esfuerzo o carga deseada.

A partir de la ecuación anterior (8) es posible definir el espesor mínimo del resorte de lámina 130, es decir, el espesor en la dirección del primer eje 103 del paquete de resortes 100. Debido a la verificación de este modelo de cálculo en un análisis FEM, se prefiere calcular el espesor mínimo con un factor de seguridad porque al comienzo de la viga calculada, es decir, en el punto medio del resorte de lámina 130, el impacto de la superposición de esfuerzo cortante y de tracción es más observable que en las otras posiciones.

Basándose en las explicaciones anteriores, la altura inicial, es decir, el espesor inicial de un resorte de lámina 130, se puede calcular basándose en la siguiente ecuación (9):

$$h_{init} = \frac{3\sqrt{3}F}{2b\sigma} \qquad (9)$$

con:

h_{init}: altura inicial de la mitad del resorte de lámina 130, es decir, la longitud de la mitad del resorte de lámina 130 desde el primer eje 103 del paquete de resortes 100 hasta la primera 110 o la segunda 120 barra longitudinal a lo largo del eje z del sistema de coordenadas cartesianas,
F: fuerza sobre un resorte de lámina 130,
b: anchura del resorte de lámina 130, es decir, extensión del resorte de lámina 130 a lo largo del eje y del sistema de coordenadas cartesianas,
σ: esfuerzo o carga deseada.

El espesor mínimo está presente en la porción central 144 en y/o adyacente al primer eje 103 del paquete de resortes 100. A este respecto, la porción central 144 comprende en y/o directamente adyacente al primer eje 103 una tercera porción 146 formada por un radio 148. Debido a esto, la tercera porción 146 se forma cóncava con respecto a la línea central del resorte 132. Además, y adyacente a la tercera porción 146, está presente una cuarta porción 150, que consiste en una línea recta. Esta cuarta porción sirve para conectar la tercera porción 146 y la segunda porción 142. En consecuencia, y como se puede ver en la figura 6, la cuarta porción 150 está formada de una manera que se estrecha linealmente con respecto a la línea central del resorte 132. Cada una de las porciones hace una transición continua, es decir, sin escalones, a las porciones adyacentes, como se explicó anteriormente con referencia a las ecuaciones (1) a (3).

Debido a la forma cóncava de la porción central 144, no está presente ningún ángulo agudo en el primer eje 103 del paquete de resortes 100 sino una curva redondeada. Esta disposición mejora aún más la distribución de esfuerzos dentro del resorte de lámina 130 y garantiza que el espesor no caiga por debajo de un mínimo requerido que debilitaría la disposición.

La mejora adicional o segunda está relacionada con el resorte de lámina dispuesto en el extremo de la primera 110 y la segunda 120 barras longitudinales y se explicará con referencia específica a las figuras 7 y 8. Esta mejora se realiza debido al hecho de que el último resorte de lámina 130 de la pluralidad de resortes de lámina 130 comprende una primera porción que, con respecto a la línea central del resorte 132, es más corta en un lado exterior del paquete de resortes 100 en comparación con un lado interior del paquete de resortes 100.

Los paquetes de resortes de la técnica anterior consisten en una pluralidad de resortes de lámina 30 idénticos, como se analizó anteriormente. En consecuencia, y considerando el punto en donde la primera porción 34 hace una transición tangencial a la respectiva barra longitudinal 10, 20, la extensión de la primera porción 34 en la dirección x del sistema de coordenadas cartesianas desde la línea central 32 es la misma. En otras palabras, el punto medio de la línea definida por los dos puntos en donde la primera porción 34 hace una transición tangencial a la respectiva barra longitudinal 10, 20 está dispuesto en la línea central 32.

Ahora, y con respecto a la realización mostrada en las figuras 3, 7 y 8, este punto medio está desplazado de la línea central 132. Esto se realiza acortando el lado que mira hacia afuera de la primera porción 134 del resorte de lámina 130 dispuesto en el extremo del paquete de resortes 100. Acortando este lado de la primera porción 134, la distribución de esfuerzos o de carga especialmente del último y, preferiblemente, del penúltimo resorte de lámina 130, se puede reducir en comparación con un resorte de lámina 30 que tiene una primera parte no acortada 34.

Este desplazamiento se puede describir matemáticamente de la siguiente manera. Existe una experiencia con el diseño de los resortes 30, que se utilizó como punto de partida, de que los resortes de láminas 30 en el extremo del paquete de resortes 1 son los sometidos a más esfuerzo que los resortes de láminas 30 restantes. Por lo tanto, una interacción de fuerza entre el resorte de lámina 30 y la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales tiene que ser descrita. Para ello, en primer lugar debe identificarse el tipo de esfuerzo en cada uno de los resortes de lámina 30.

A este respecto, también hay un momento de flexión de cada uno de los resortes de lámina 30 que actúa sobre la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales. La suma de los respectivos momentos de flexión de cada uno de los resortes de lámina 30 da como resultado un momento de flexión total que actúa sobre la primera 10 y la segunda 20 barras longitudinales. Este momento flector resultante quiere inclinar la primera 10 y la segunda 20 barras

longitudinales. Además, el momento flector sumado actúa sobre cada uno de los resortes de lámina 30 por medio de una fuerza de tracción y compresión.

A este respecto, y cuando se mueve la segunda barra longitudinal 20 hacia la derecha, es decir, en la dirección x creciente del sistema de coordenadas cartesianas, el resorte de lámina 30 en el lado exterior izquierdo del paquete de resortes 1 está más traccionado que otros resortes de lámina 30 y el resorte de lámina 30 en el lado exterior derecho está más comprimido que otros resortes de lámina 30. En otras palabras, la parte traccionada del resorte de lámina 30 en el lado exterior izquierdo tiene el mayor esfuerzo de tracción que los resortes de lámina 30 restantes y el resorte de lámina 30 en el lado exterior derecho tiene el mayor esfuerzo de compresión.

Según la descripción anterior de la distribución de esfuerzos entre los resortes de lámina 30, vale la pena aligerar los resortes de lámina 30 marginales, es decir, los resortes de lámina 30 al final del paquete de resortes 1. Esto se hace acortando la primera porción 134 del resorte de lámina 130 en el extremo así como la primera 110 y la segunda 120 barras longitudinales del paquete de resortes 100, que se indica mediante el signo de referencia 114 en la figura 7. Debido a esto, el momento de flexión de la primera 110 y de la segunda 120 barras longitudinales no se transfiere tanto a las resortes de lámina marginales 130, es decir, a las resortes de lámina 130 al final del paquete de resortes 100. En consecuencia, el esfuerzo sobre los resortes de lámina 130 marginales se reduce mientras que aumenta para los resortes de lámina 130 en el medio del paquete de resortes 100. Por consiguiente, la distribución de esfuerzos es mejor sobre el paquete de resortes 100 completo.

Haciendo ahora referencia a la figura 9, se describe otra realización de un paquete de resortes 200. Esta realización corresponde principalmente a la realización previa del paquete de resortes 100. Como mejora adicional, la primera porción 234 consiste en dos radios diferentes, es decir, un primer radio 236 más pequeño y un segundo radio 238 más grande. El primer radio 236 más pequeño está presente adyacente a la primera 210 y/o a la segunda barras longitudinales y el segundo radio más grande 238 está presente adyacente a la segunda porción 242. El uso de dos radios diferentes en este orden mejora aún más la distribución de esfuerzos dentro de los resortes de lámina 230 del paquete de resortes 200.

La figura 10 muestra una sección de otra realización de un paquete de resortes 300 de la presente invención. Este paquete de resortes 300 corresponde principalmente a los paquetes de resortes 100 y 200 discutidos anteriormente. Como mejora adicional, la primera porción tiene un radio variable 340. Con respecto al término radio variable y su definición, se hace referencia especialmente a la publicación de J.T.P. Castro y otros: "Una nota sobre la optimización de la forma de la muesca para minimizar la concentración de esfuerzo", en Theoretical and Applied Fracture Mechanics 84, 2016, p. 72-85, Elsevier Ltd. En él se hace referencia a la receta gráfica de Grodzinski para los filetes de paletilla propuesta en 1941 la cual también se muestra en la presente figura 11.

Para calcular la primera porción que tiene el radio variable 340, se usó una interpolación de la curva de radio variable en los puntos de líneas de sección. Una definición de esta curva no se calcula directamente con el radio inicial o final, de modo que es necesaria una verificación adicional del radio para alcanzar un radio tecnológicamente realizable. El radio respectivo para la verificación se establece según la definición de un círculo por tres puntos, que se muestra en la siguiente ecuación (10).

$$r = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} = \sqrt{\frac{B^2 + C^2 - 4AD}{4A^2}} \qquad (9)$$

con:

$$A = x_1(y_2 - y_3) - y_1(x_2 - x_3) + x_2y_3 - x_3y_2$$

$$B = (x_1^2 + y_1^2)(y_3 - y_2) + (x_2^2 + y_2^2)(y_1 - y_3) + (x_3^2 + y_3^2)(y_2 - y_1)$$

$$C = (x_1^2 + y_1^2)(x_2 - x_3) + (x_2^2 + y_2^2)(x_3 - x_1) + (x_3^2 + y_3^2)(x_1 - x_2)$$

$$D = (x_1^2 + y_1^2)(x_3y_2 - x_2y_3) + (x_2^2 + y_2^2)(x_1y_3 - x_3y_1) + (x_3^2 + y_3^2)(x_2y_1 - x_1y_2)$$

Si el radio mínimo calculado no es inferior al radio mínimo tecnológicamente realizable, se prefiere verificar cada curva de radio variable creada. Como alternativa adicional y respecto a radios mayores, éstos se pueden determinar basándose en análisis FEM. A este respecto, la figura 12 muestra la combinación de la segunda porción convexa 342 y la primera porción que tiene el radio variable 340.

Haciendo ahora referencia a las figuras 13 y 14, se muestra una comparación de la distribución de esfuerzos dentro del paquete de resortes 1 usado como punto de partida y una realización del paquete de resortes 300 según la

invención. Como puede verse fácilmente, el esfuerzo sobre el resorte de lámina 330 marginal se reduce claramente en comparación con el resorte de lámina 30 marginal del paquete de resortes 100.

En la figura 15 se muestra una comparación general adicional de los paquetes de resortes. En ella, en la parte superior se muestra el paquete de resortes 1 que se utilizó como punto de partida. Los otros dos paquetes de resortes 400 y 500 dispuestos debajo corresponden al paquete de resortes 300 discutido anteriormente y sólo se diferencian en el número de resortes de lámina utilizados. A este respecto, el paquete de resortes 1 comprende 14 resortes de lámina 30, el paquete de resortes 400 comprende doce resortes de lámina y el paquete de resortes 500 comprende once resortes de lámina.

Para aclarar aún más las mejoras realizadas por la presente invención, las diferentes realizaciones mostradas en la figura 15 se comparan basándose en los valores calculados para el uso del paquete de resortes en un dispositivo de soldadura por vibración. Como referencia, el esfuerzo experimentado por el paquete de resortes 1 que tiene 14 resortes de lámina 30 según diferentes simulaciones se define con el valor sin unidad de 100.

En comparación, un paquete de resortes según la invención que tenga también 14 resortes de lámina experimentará un esfuerzo que tiene un valor sin unidad de aproximadamente 94,6, según la simulación. Al reducir ahora el número de resortes de lámina a 13 resortes de lámina, el esfuerzo experimentado por el paquete de resortes según la invención tiene, según la simulación, un valor sin unidad de aproximadamente 96,6. Así, el esfuerzo experimentado por un paquete de resortes según la invención que tiene 13 resortes de lámina está muy por debajo del esfuerzo experimentado por el paquete de resortes 1 que tiene 14 resortes de lámina. Por consiguiente, se puede reducir aún más el número de resortes de lámina.

A este fin, se simuló un paquete de resortes 400 según la invención con doce resortes de lámina. Como resultado, el esfuerzo experimentado por este paquete de resortes 400 que tiene doce resortes de lámina tenía un valor sin unidad de aproximadamente entre 96,9 y 99,1, dependiendo del tipo de simulación.

Dado que ambos valores estaban aún por debajo del valor sin unidad de 100 para el paquete de resortes 1 con 14 resortes de lámina, se simuló un paquete de resortes 500 según la invención con once resortes de lámina. El esfuerzo experimentado por este paquete de resortes 500 con once resortes de lámina tenía un valor sin unidad de aproximadamente entre 98,9 y 101,8, dependiendo del tipo de simulación.

Finalmente se simuló un paquete de resortes según la invención compuesto por sólo diez resortes de lámina. Esto conduce a un esfuerzo que tiene un valor sin unidad de 101,1. Por tanto, el esfuerzo experimentado por este paquete de resortes sería demasiado alta de manera que el uso del paquete de resortes según la invención 500; 400 que comprende once o doce resortes de lámina, respectivamente, se prefiere cuando se reemplaza un paquete de resortes 1 anterior con 14 resortes de lámina.

Una realización de un dispositivo de soldadura por vibración según la invención (no mostrado) comprende al menos un paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500. Utilizando el paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 en un dispositivo de soldadura por vibración, las ventajas mencionadas anteriormente para el paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 se pueden realizar con el dispositivo de soldadura por vibración. Así, y para evitar repeticiones, se remite a las explicaciones anteriores.

Una realización de un método de fabricación según la invención para un paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 se describe con referencia a la figura 16. En un primer paso A, se proporciona un bloque de material. En el paso subsiguiente B se procesa el bloque de material, especialmente mediante fresado. Esto se hace para crear la primera 110; 210; 310 y la segunda 120 barras longitudinales así como la pluralidad de resortes de lámina 130; 230; 330, en donde cada uno de la pluralidad de resortes de lámina 130; 230; 330 comprende, adyacente a la primera 110; 210; 310 y/o a la segunda 120 barras longitudinales, una primera porción 134; 234; 334 que consiste en al menos un radio 136; 236, 238; 340 de modo que la primera porción 134; 234; 334 está formada cóncava con respecto a la línea central del resorte 132; 232; 332. La primera porción 134; 234; 334 hace una transición continua a la segunda porción 142; 242; 342 que está formada convexa con respecto a la línea central del resorte 132; 232; 332 y la segunda porción 142; 242; 342 hace una transición continua a la porción central 144; 244; 344 dispuesta adyacente al primer eje 103; 203; 303 de modo que un espesor del respectivo resorte de lámina 130; 230; 330 es el más bajo en la porción central 144; 244; 344, especialmente en el primer eje 103; 203; 303. En consecuencia, el paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 se pueden fabricar mediante el proceso de fabricación según la invención. Por consiguiente, se hace referencia a la discusión anterior para el paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 en cuanto a ventajas y efectos técnicos.

Finalmente, y con respecto a la figura 17, se ilustra una realización de un método de reequipamiento según la invención para proporcionar un dispositivo de soldadura por vibración con al menos un paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500. En él, al menos un paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 se proporciona en un primer paso I. El desmontaje del al menos un paquete de resortes que está presente en el dispositivo de soldadura por vibración se realiza en el paso II. Finalmente, y en el paso III, el al menos un paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 se monta en el dispositivo de soldadura por vibración. Así,

mediante este método de reequipamiento, un dispositivo de soldadura por vibración que ya esté presente, por ejemplo en la sede del cliente, puede equiparse efectivamente con el paquete de resortes según la invención 100; 200; 300; 400; 500 de manera que también se pueden realizar las ventajas y efectos técnicos mencionados anteriormente mediante este dispositivo de soldadura por vibración.

6. Lista de signos de referencia

1	paquete de resortes
3	primer eje
5	segundo eje
10	primera barra longitudinal
20	segunda barra longitudinal
30	resorte de lámina
32	línea central
34	primera porción
36	primer radio
42	segunda porción
44	porción central
46	tercera porción
48	radio de la tercera porción 46
100	paquete de resortes
103	primer eje
105	segundo eje
110	primera barra longitudinal
112	porción lineal
114	porción a acortar/cortar
120	segunda barra longitudinal
130	resorte de lámina
132	línea central
134	primera porción
136	primer radio de la primera porción 134
142	segunda porción
144	porción central
146	tercera porción
148	radio de la tercera porción 146
150	cuarta porción
200	paquete de resortes
203	primer eje
210	primera barra longitudinal
230	resorte de lámina
232	línea central
234	primera porción
236	primer radio de la primera porción 234
238	segundo radio de la primera porción 234
242	segunda porción
244	porción central
246	tercera porción
248	radio de la tercera porción 246
250	cuarta porción
300	paquete de resortes
310	primera barra longitudinal
312	parte lineal
340	radio variable de la primera porción
342	segunda porción
346	tercera porción
350	cuarta porción
400	paquete de resortes
500	paquete de resortes

REIVINDICACIONES

1. Un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) para un dispositivo de soldadura por vibración, que comprende:

a. una primera barra longitudinal (110; 210; 310) para una conexión fija a un marco del dispositivo de soldadura por vibración,
b. una segunda barra longitudinal (120) que es paralela y movible con respecto a la primera barra longitudinal (110; 210; 310), así como para una conexión a una herramienta, en donde un primer eje (103; 203) del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) se extiende a medio camino entre y paralelo a los ejes longitudinales de la primera (110; 210; 310) y de la segunda (120) barras longitudinales,
c. una pluralidad de resortes de lámina (130; 230) cada uno de los cuales está conectado con un primer extremo a la primera barra longitudinal (110; 210; 310) y con un segundo extremo a la segunda barra longitudinal (120), en donde un segundo eje (105) del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) se extiende perpendicular al primer eje (103; 203) así como, en un estado inactivo del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500), paralelo a la pluralidad de resortes de lámina (130; 230) de modo que una línea central del resorte (132) se extiende, en el estado inactivo del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500), paralela al segundo eje (105) en el punto medio del resorte de lámina (130; 230), y
d. cada uno de la pluralidad de resortes de lámina (130; 230) comprende, adyacente a la primera (110; 210; 310) y/o a la segunda (120) barras longitudinales, una primera porción (134; 234) que consiste en al menos un radio (136; 236, 238; 340) de modo que la primera porción (134; 234) se forme cóncava con respecto a la línea central del resorte (132), en donde
e. la primera porción (134; 234) hace una transición continua a una segunda porción (142; 242; 342), y la segunda porción (142; 242; 342) hace una transición continua a una porción central (144; 244) dispuesta adyacente al primer eje (103; 203) de modo que el espesor del respectivo resorte de lámina (130; 230) sea el más bajo en la porción central (144; 244), especialmente en el primer eje (103; 203), **caracterizado por que**
f. la segunda porción (142; 242; 342) está formada convexa con respecto a la línea central del resorte (132).

2. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según la reivindicación 1, en donde la segunda porción (142; 242; 342) tiene la forma de una curva natural, especialmente una parábola, una función exponencial, una curva de Fibonacci, una hipérbola o similares.

3. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el resorte de lámina (130) dispuesto en el extremo de la primera (110; 210; 310) y de la segunda (120) barras longitudinales comprende una primera porción (134; 234) que, con respecto a la línea central del resorte (132), es más corta en un lado exterior del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) en comparación con un lado interior del paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500).

4. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la porción central (144; 244) comprende una tercera porción (146; 246; 346) que consta de al menos un radio (148).) de modo que la tercera porción (146; 246; 346) se forme cóncava con respecto a la línea central del resorte (132).

5. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según la reivindicación 4, en donde la porción central (144; 244) comprende, entre la tercera porción (146; 246; 346) y la segunda porción adyacente (142; 242; 342), una cuarta porción (150; 250; 350) que está formada de manera que se estrecha linealmente con respecto a la línea central del resorte (132).

6. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera porción (234) comprende al menos dos radios diferentes (236, 238; 340) y el radio más pequeño (236) de los al menos dos radios diferentes (236, 238) está presente adyacente a la primera (210; 310) y/o a la segunda barras longitudinales y el radio mayor (238) de los al menos dos radios diferentes (236, 238; 340) está presente adyacente a la segunda porción (242; 342).

7. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera porción tiene un radio variable (340).

8. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde dos resortes de lámina adyacentes (130; 230) están conectados entre sí en la primera (110; 210; 310) y en la segunda (120) barras longitudinales de modo que el lado de la primera porción (134; 234) del primer resorte de lámina (130; 230) que mira al segundo resorte de lámina (130; 230) adyacente hace una transición directa y continua hacia el lado de la primera porción (134; 234) del segundo resorte de lámina (130; 230) adyacente que mira al primer resorte de lámina (130; 230).

9. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 7 precedentes, en donde dos resortes de lámina adyacentes (130; 230) están separados en la primera (110; 210; 310) y/o en la segunda (120) barras longitudinales, así como en los lados de la primera porción respectiva (134; 234) que miran una a otra por una porción lineal (112) que se extiende paralela al primer eje (103; 203).

10. El paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera (110; 210; 310) y la segunda (120) barras longitudinales así como la pluralidad de resortes de lámina (130); 230) están formados en una pieza.

11. Un dispositivo de soldadura por vibración que comprende al menos un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 10 precedentes.

12. Un método de fabricación para un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende los pasos de:

a. proporcionar un bloque de material,
b. procesar el bloque de material, especialmente mediante fresado, para crear la primera (110; 210; 310) y la segunda (120) barras longitudinales, así como la pluralidad de resortes de lámina (130; 230), en donde cada uno de la pluralidad de los resortes de lámina (130) comprende, adyacente a la primera (110; 210; 310) y/o a la segunda (120) barras longitudinales, una primera porción (134; 234) que consiste en al menos un radio (236, 238; 340) de modo que la primera porción (134; 234) está formada cóncava con respecto a la línea central del resorte (132), en donde la primera porción (134; 234) hace una transición continua a la segunda porción (142; 242) que está formada convexa con respecto a la línea central del resorte (132) y la segunda porción (142; 242) hace una transición continua a la porción central (144; 244), dispuesta adyacente al primer eje (103; 203), de modo que el espesor del respectivo resorte de lámina (130; 230) es el más bajo en la porción central (144; 244), especialmente en el primer eje (103; 203).

13. Un método de reequipamiento para dotar un dispositivo de soldadura por vibración de al menos un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende los pasos:

a. proporcionar al menos un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 10,
b. desmontar el al menos un paquete de resortes presente en el dispositivo de soldadura por vibración y
c. montar el al menos un paquete de resortes (100; 200; 300; 400; 500) según una de las reivindicaciones 1 a 10 en el dispositivo de soldadura por vibración.

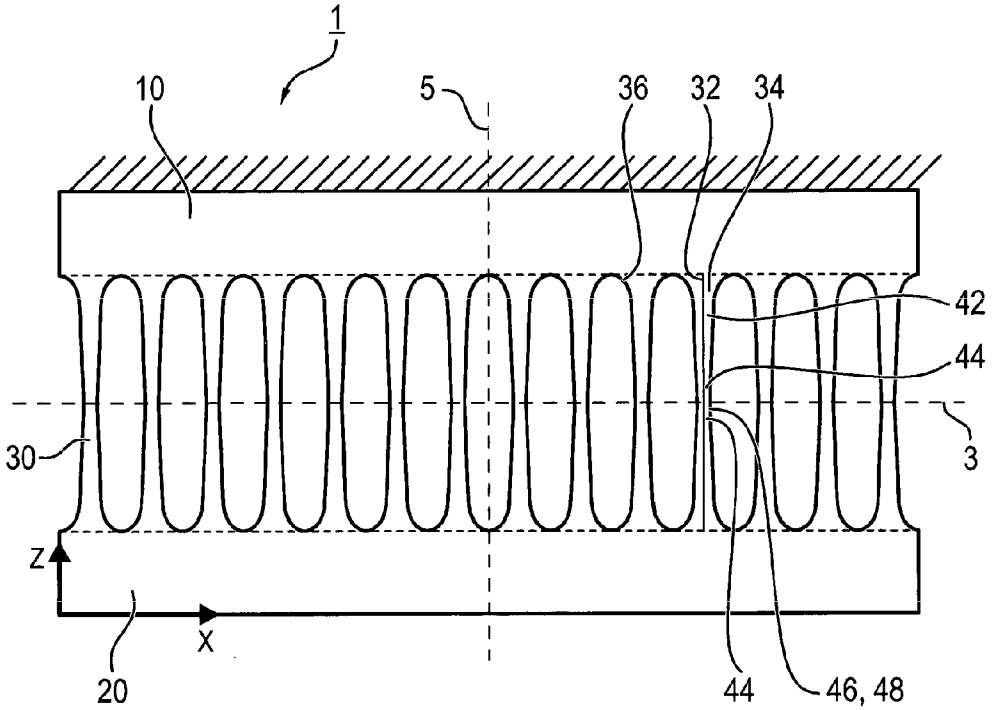

FIG. 1

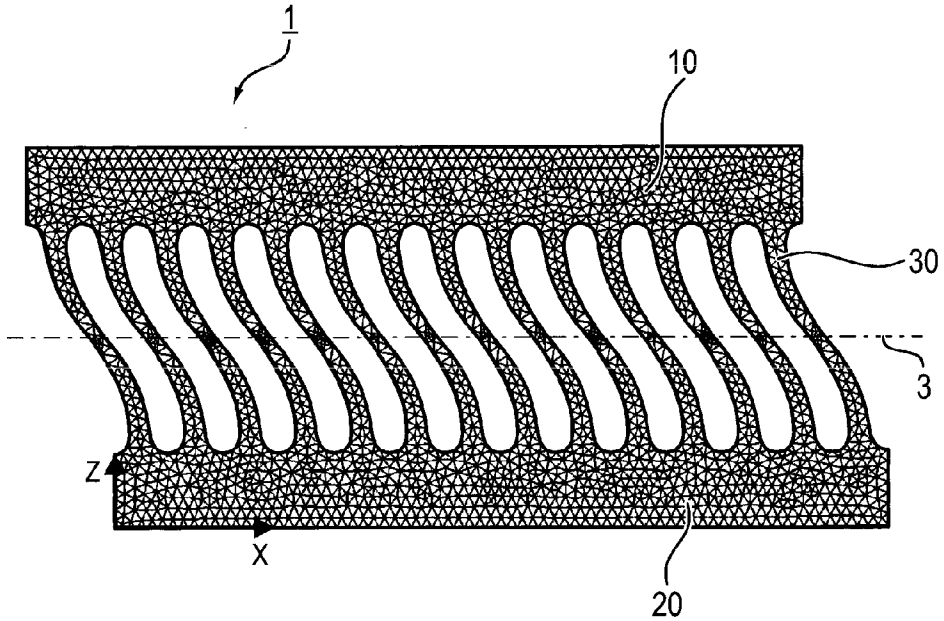

FIG. 2

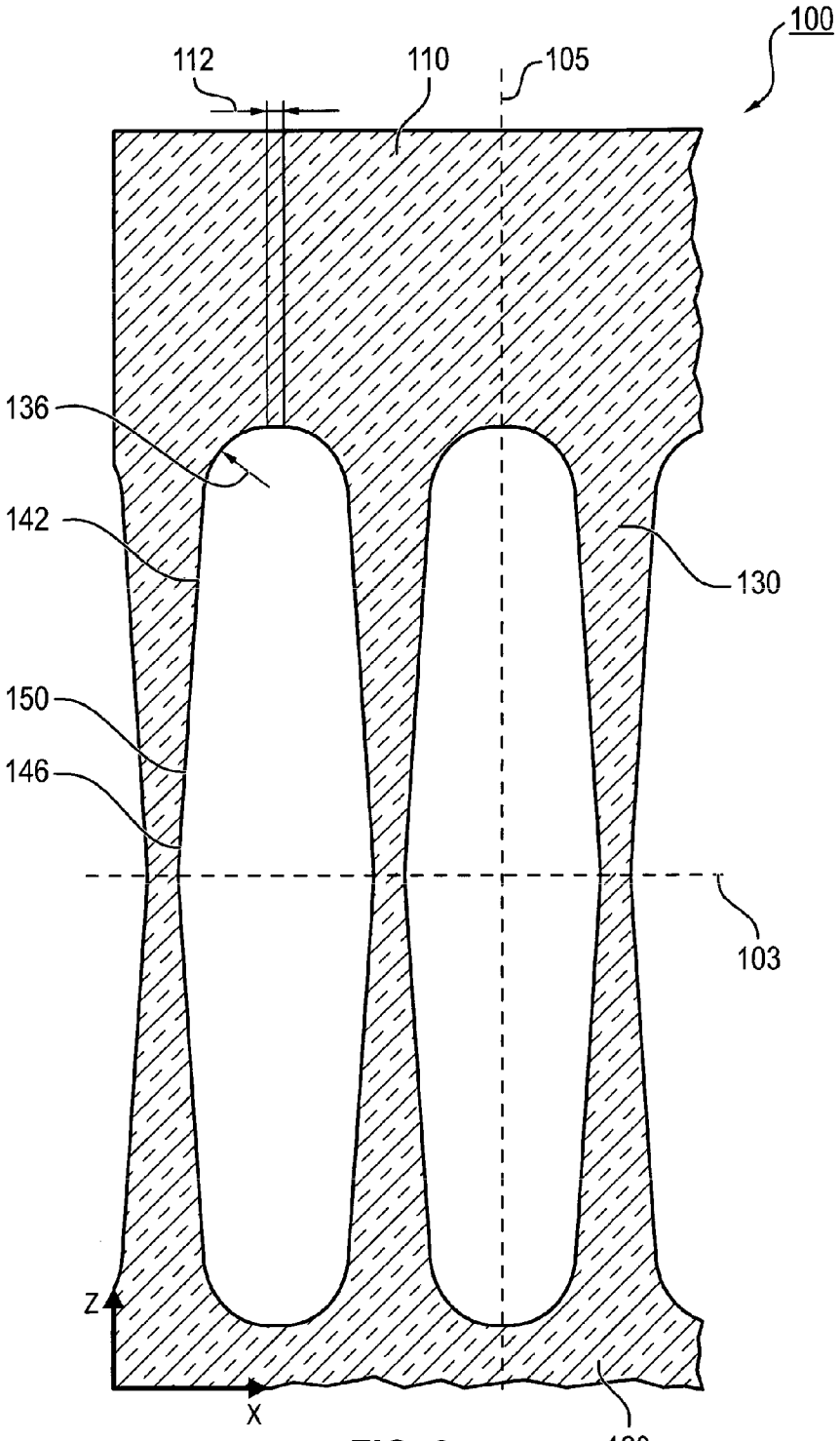

FIG. 3

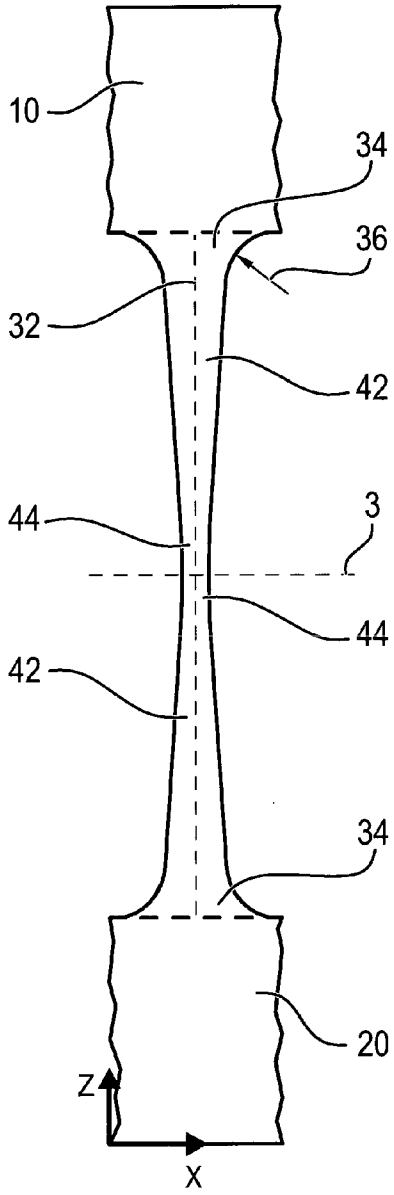

FIG. 4

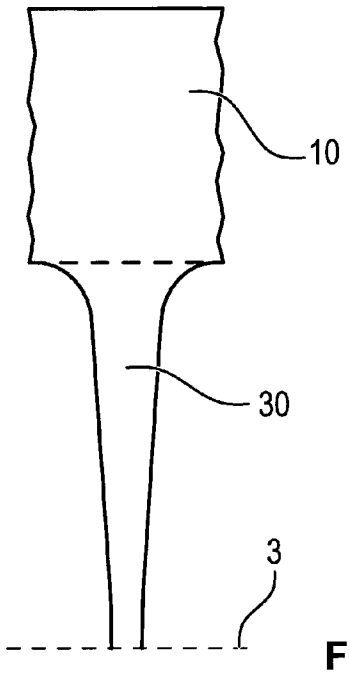

FIG. 5

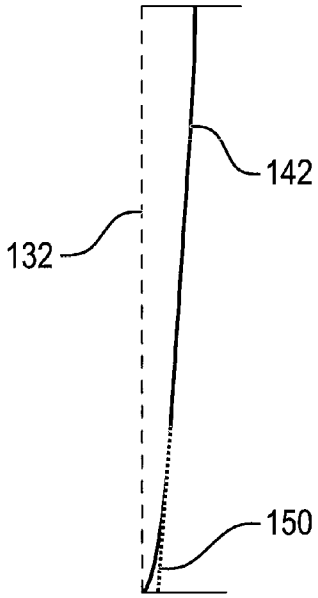

FIG. 6

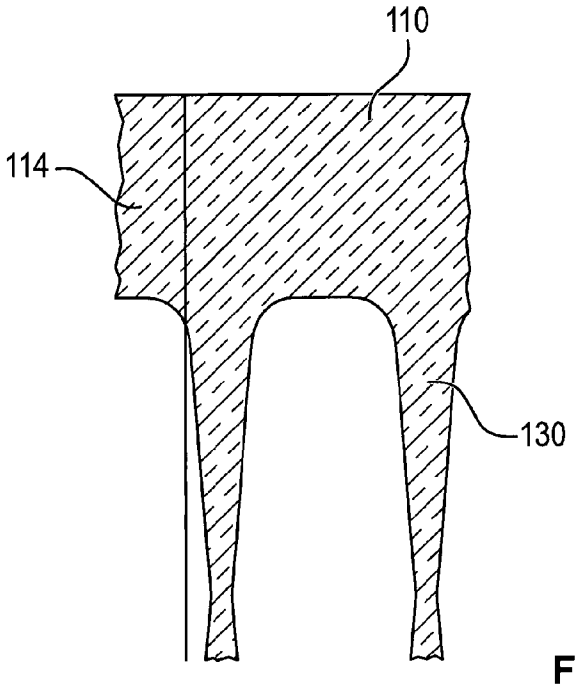

FIG. 7

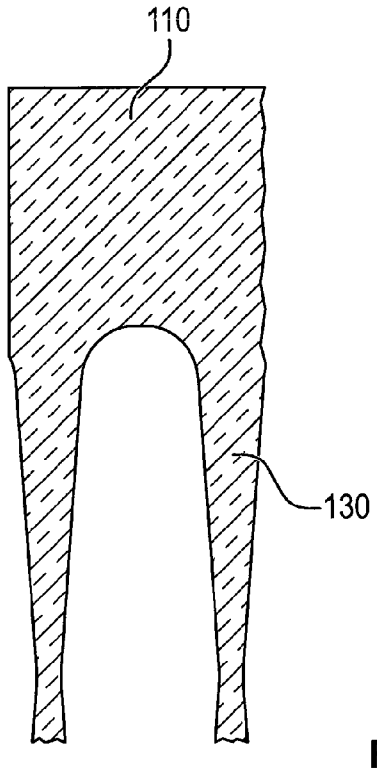

FIG. 8

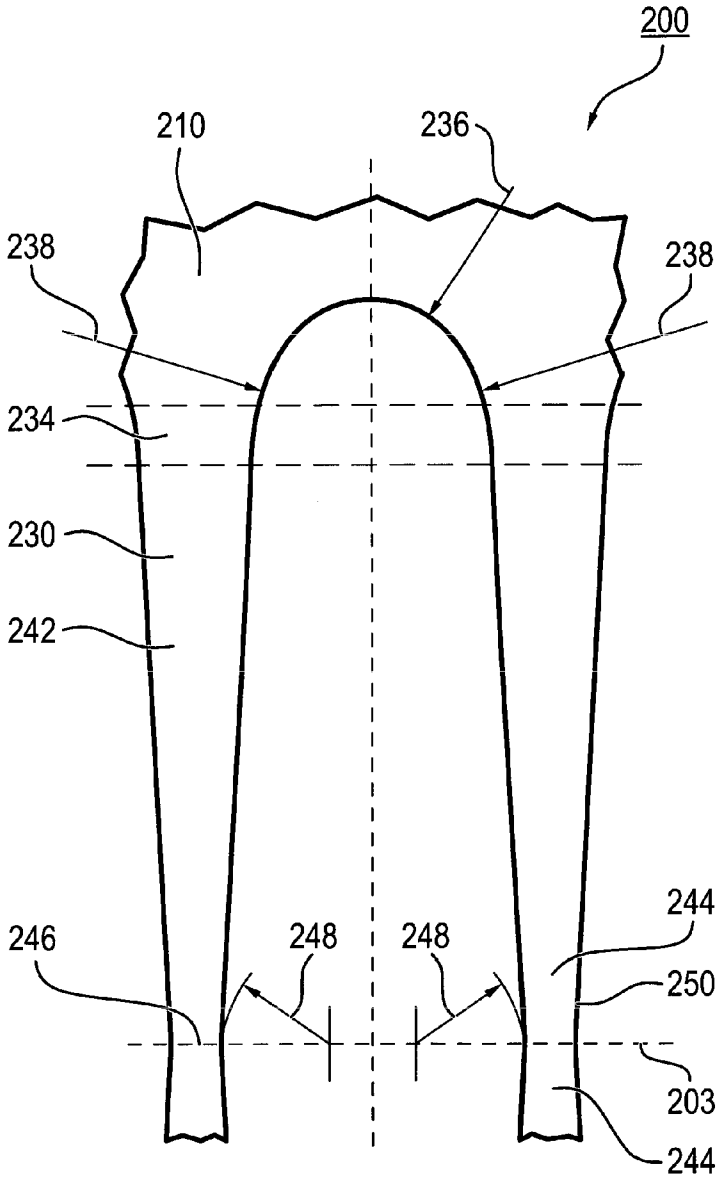

FIG. 9

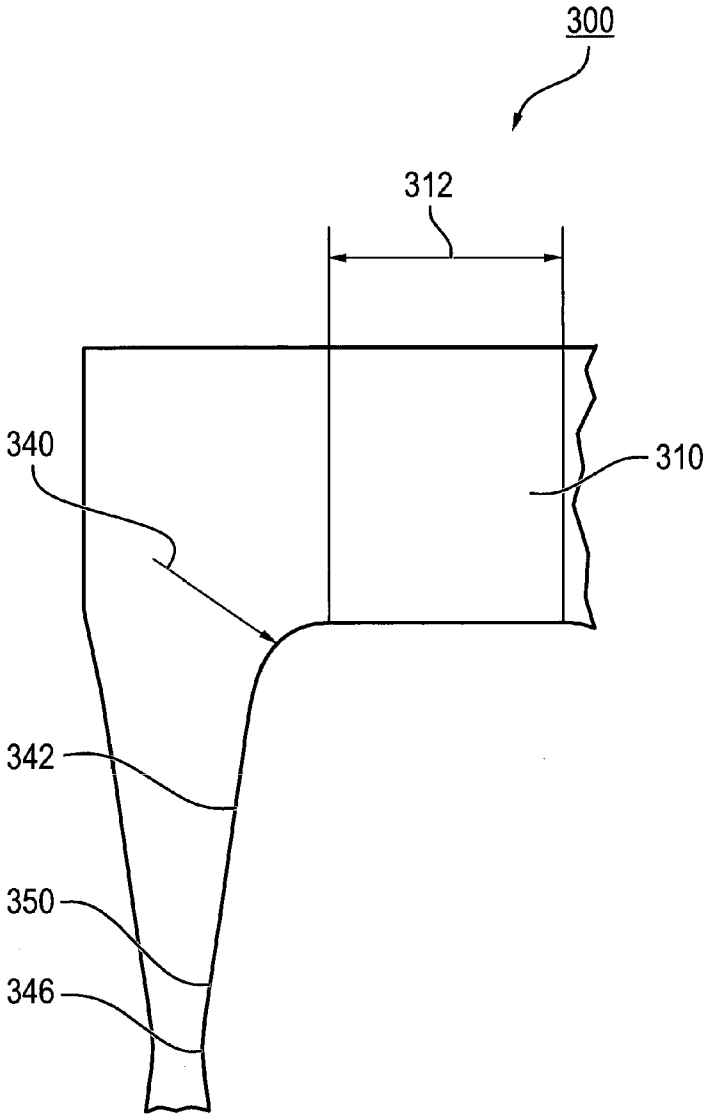

FIG. 10

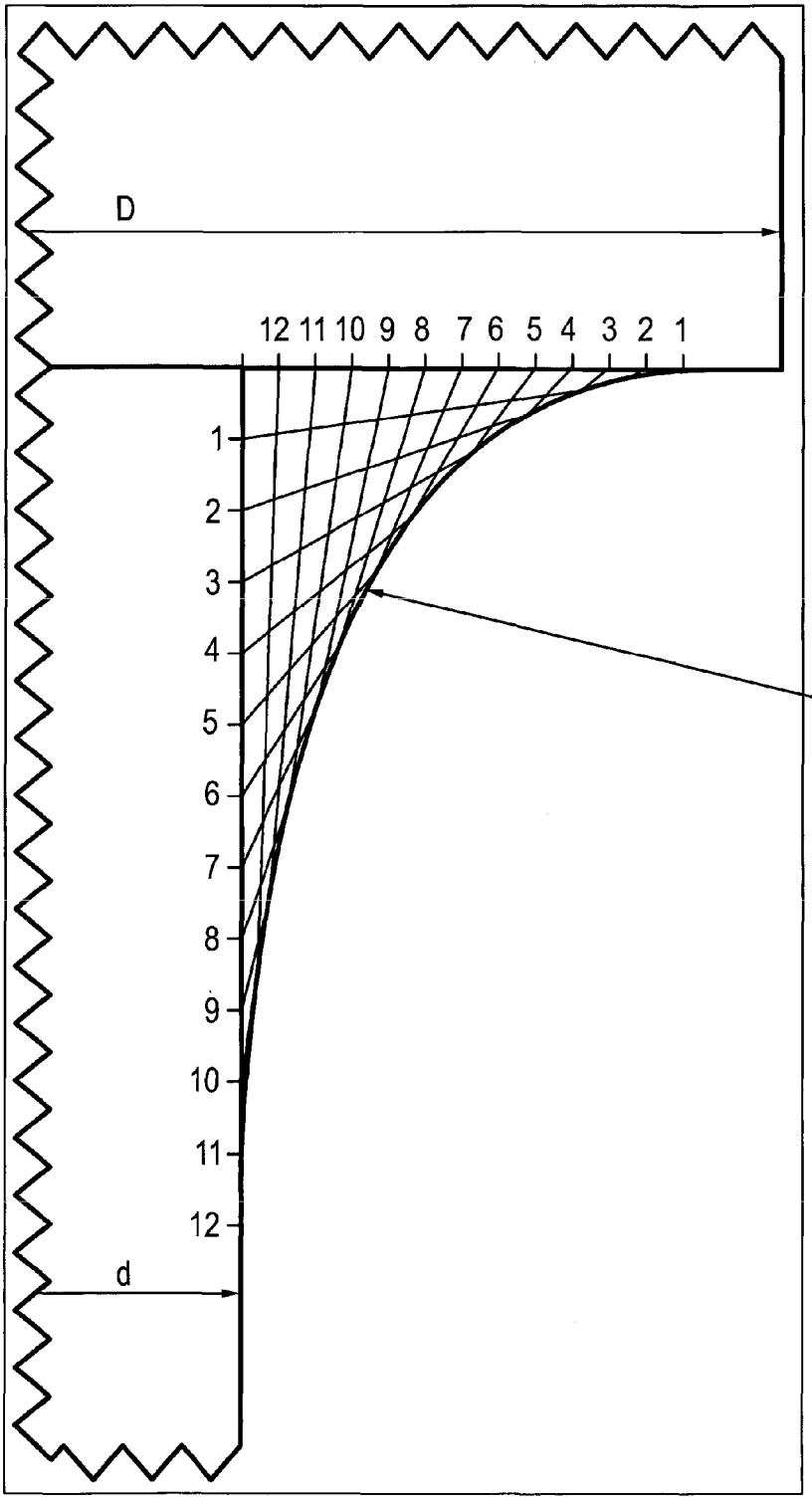

FIG. 11

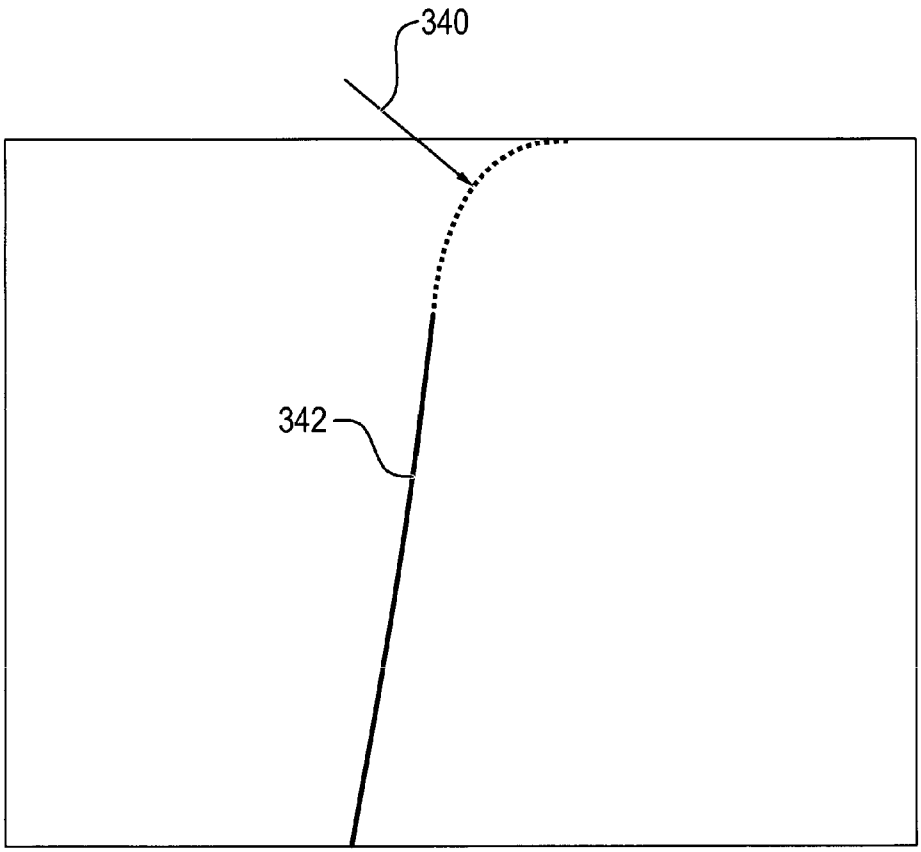

FIG. 12

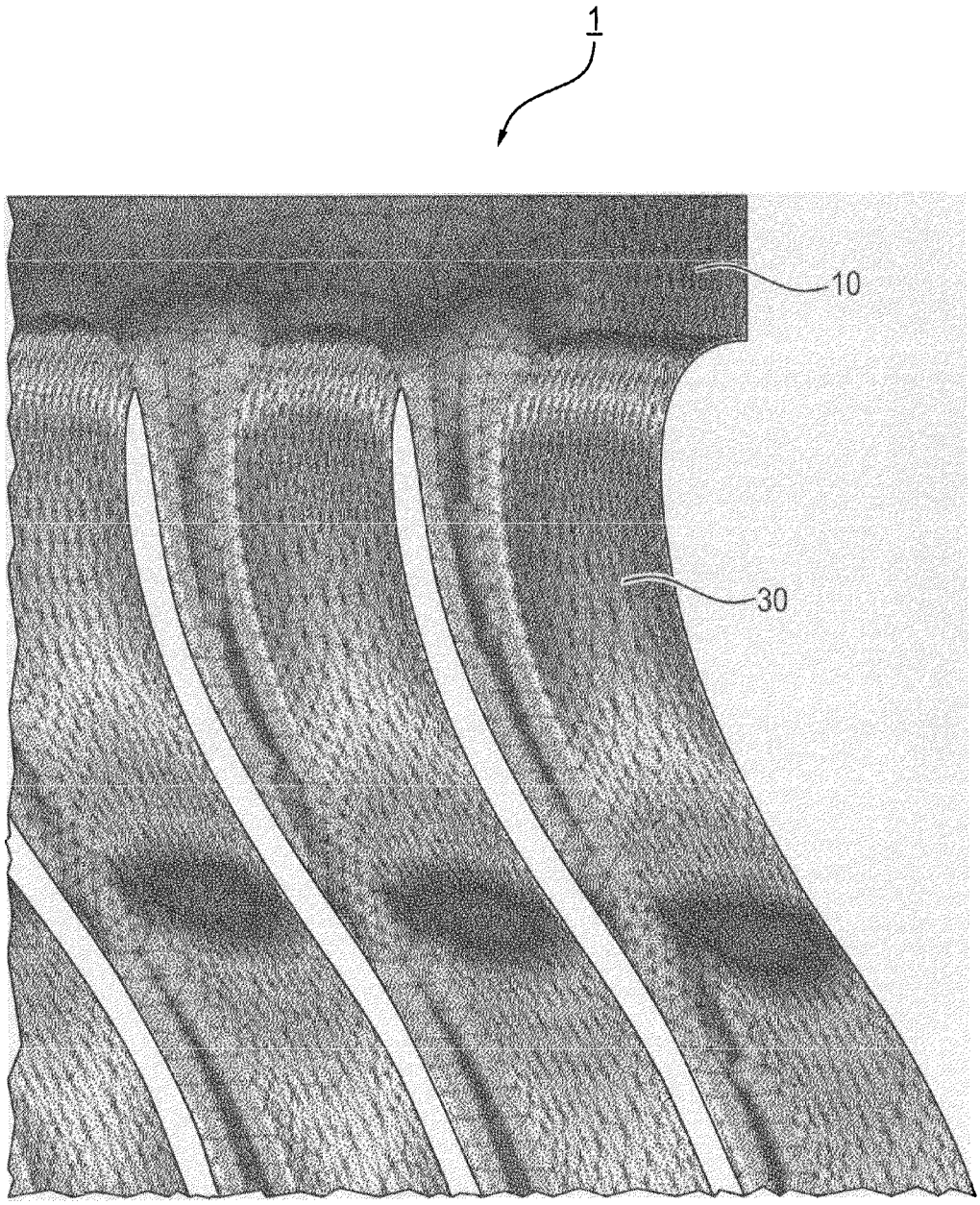

FIG. 13

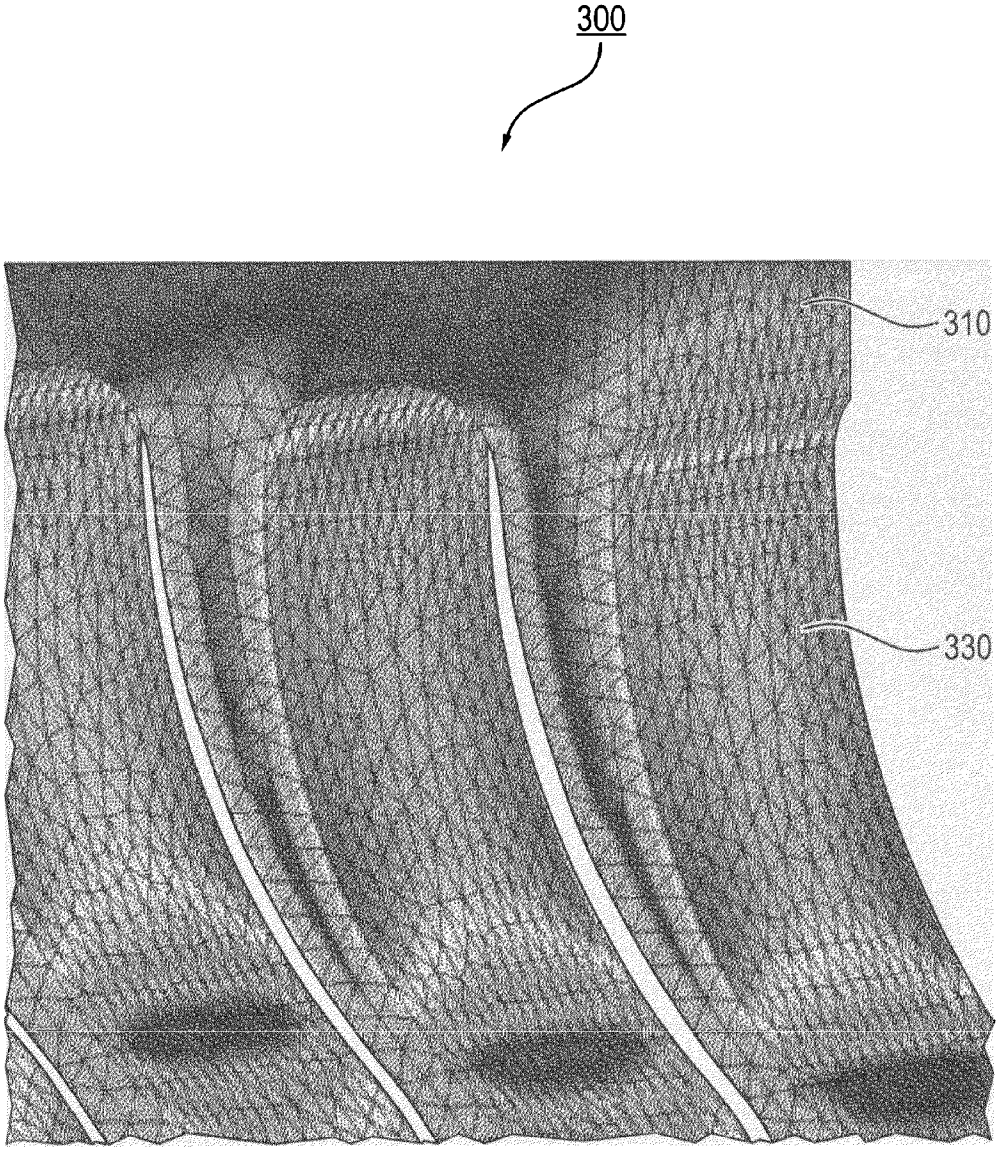

FIG. 14

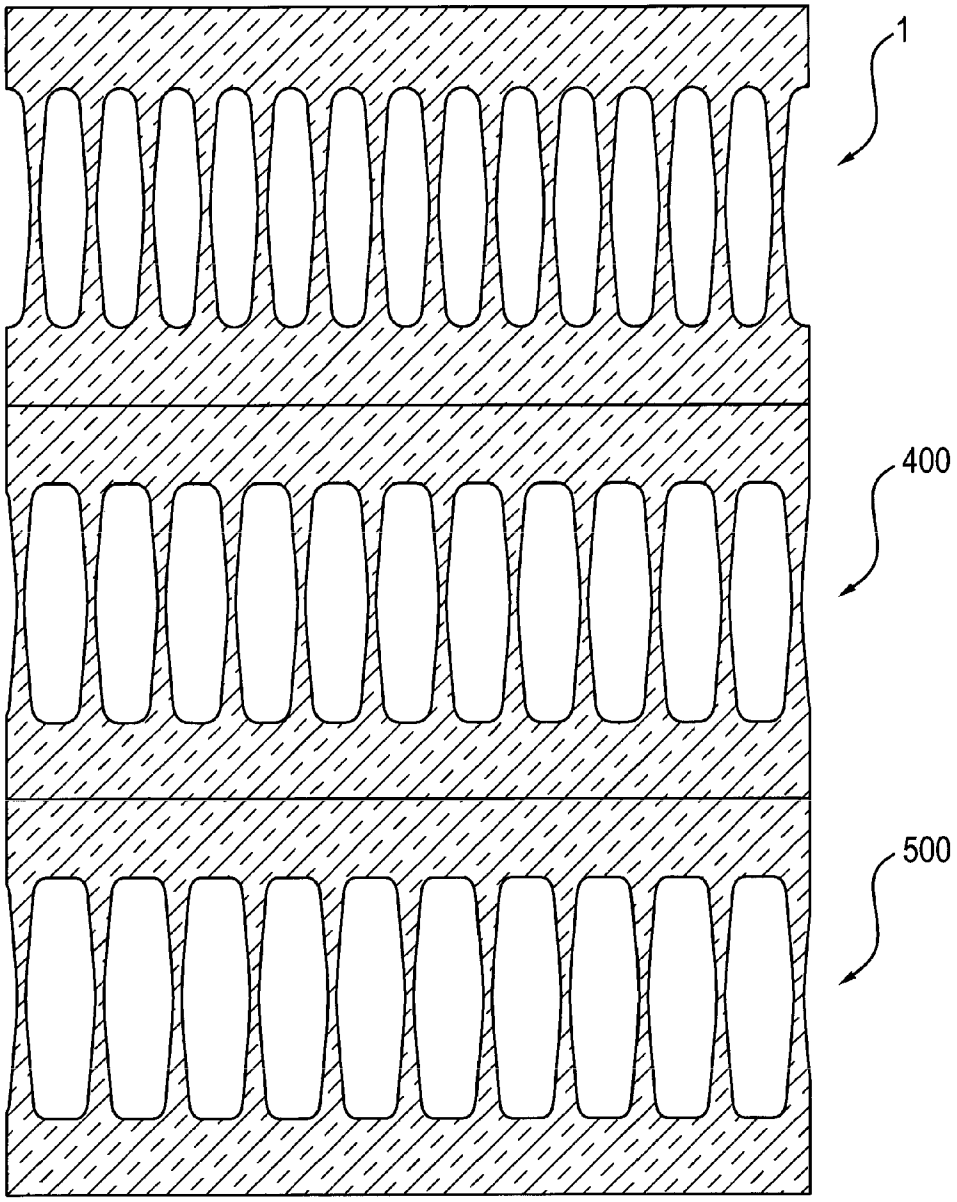

FIG. 15

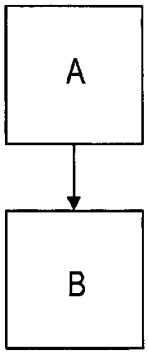

FIG. 16

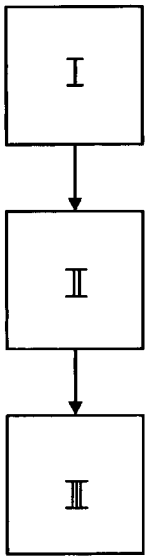

FIG. 17