

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 853 025**

51 Int. Cl.:

<b>F16F 7/12</b>	(2006.01)	<b>B32B 7/14</b>	(2006.01)
<b>A42B 3/12</b>	(2006.01)	<b>B32B 25/04</b>	(2006.01)
<b>A42B 3/14</b>	(2006.01)	<b>B32B 25/08</b>	(2006.01)
<b>A43B 7/34</b>	(2006.01)	<b>B32B 27/08</b>	(2006.01)
<b>A43B 13/18</b>	(2006.01)	<b>B32B 27/28</b>	(2006.01)
<b>A43B 13/20</b>	(2006.01)	<b>B32B 27/30</b>	(2006.01)
<b>F16F 1/373</b>	(2006.01)	<b>B65D 81/05</b>	(2006.01)
<b>B32B 3/26</b>	(2006.01)		
<b>B65D 81/03</b>	(2006.01)		
<b>E04F 15/18</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2016 PCT/US2016/045049**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2017 WO17023870**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2016 E 16833692 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020 EP 3311042**

54 Título: **Celdas vacías con superficies curvadas hacia fuera**

30 Prioridad:

**31.07.2015 US 201562199810 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.09.2021**

73 Titular/es:

**SKYDEX TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)  
12508 E. Briarwood Avenue, Suite 1-f  
Centennial, CO 80112, US**

72 Inventor/es:

**DAHL, JEROD;  
FOLEY, PETER y  
MANNEY, THOMAS CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 853 025 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

Celdas vacías con superficies curvadas hacia fuera

### 5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos en trámite N.º de serie 62/199.810, titulada "**VOID CELLS WITH OUTWARD FACING CURVATURE**", presentada el 31 de julio de 2015, todo lo cual se incorpora específicamente como referencia para todo lo que divulga y enseña.

### 10 Campo técnico

Esta invención se refiere en general a sistemas de acolchado y métodos de fabricación de los mismos.

### 15 Antecedentes

Los sistemas de acolchado se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, incluida la comodidad y la protección contra impactos del cuerpo humano. Un sistema de acolchado se coloca adyacente a una porción del cuerpo y proporciona una barrera entre el cuerpo y uno o más objetos que de otro modo chocarían con el cuerpo. Por ejemplo, un colchón de resortes con bolsillos contiene una matriz de resortes metálicos acoplados de forma cerrada que acolchan el cuerpo del bastidor de la cama. De manera similar, el calzado, las sillas, los guantes, las rodilleras, los cascos, etc. pueden incluir cada uno un sistema de acolchado que proporcione una barrera entre una porción del cuerpo y uno o más objetos.

25 Se utilizan diversas estructuras para los sistemas de acolchado. Por ejemplo, una matriz de cámaras de aire y/o agua de celda cerrada y de acoplamiento cerrado a menudo constituye colchones de aire y agua. Una matriz de resortes acoplados de forma cerrada a menudo constituye un colchón convencional. Otros ejemplos incluyen espuma de celda abierta o cerrada y estructuras de panal elastoméricas.

30 Para sistemas de acolchado que utilizan una matriz de celdas o resortes cerrados o abiertos, las celdas o los resortes se acoplan directamente entre sí o se utilizan una o más capas de unificación para acoplar cada una de las celdas o resortes juntos en sus extremidades. El acoplamiento directo de las celdas o resortes juntos o el acoplamiento indirecto de las extremidades de las celdas o resortes juntos es eficaz para unir el sistema de acolchado.

35 El documento US 6.029.962A divulga un componente de absorción de choque que tiene un par de superficies con una pluralidad de muescas que se extienden hacia dentro en las superficies superior e inferior. Al menos algunas de las muescas son hemisféricas.

### 40 Sumario

Las implementaciones descritas y reivindicadas en el presente documento incluyen una estructura de acolchado de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para fabricar un sistema de acolchado celular de acuerdo con la reivindicación 8, que permite la máxima comodidad a través del ciclo de compresión y choque. Específicamente, una estructura de acolchado comprende celdas vacías mutadas formadas en una matriz, que forman parte de múltiples superficies curvadas hacia fuera de diferentes mediciones de radio. La rigidez en las celdas vacías se puede manipular variando los radios. Las superficies curvadas hacia fuera evitan el pandeo y proporcionan soporte para alto impacto al absorber energía.

50 También se describen y mencionan otras implementaciones en el presente documento.

### Breves descripciones de los dibujos

55 La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 2A ilustra una vista superior de una porción de base de ejemplo de una celda vacía en una matriz del sistema de acolchado celular de ejemplo.

La FIG. 2B ilustra una vista superior de una porción de base de ejemplo de una celda vacía en una matriz del sistema de acolchado celular de ejemplo.

60 La FIG. 3 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1.

La FIG. 4 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 5 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 4.

65 La FIG. 6 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 7 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 6.

La FIG. 8 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 9 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 8.

5 La FIG. 10 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 11 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 10.

La FIG. 12 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 13 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 12.

10 La FIG. 14 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 12.

La FIG. 15 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 16 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 15.

La FIG. 17 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 15.

15 La FIG. 18 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular en un estado descargado.

La FIG. 19 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 18.

La FIG. 20 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 18.

20 La FIG. 21 muestra un gráfico de desplazamiento de fuerza de celdas vacías en matrices de los sistemas de acolchado descritos.

La FIG. 22 muestra una tabla de fuerza de carga basada en el 10 %, 25 %, 50 % y 75 % de compresión para las celdas vacías en matrices de los sistemas de acolchado descritos.

La FIG. 23 ilustra operaciones de ejemplo de fabricación de un sistema de acolchado celular de ejemplo.

## 25 **Descripciones detalladas**

La tecnología divulgada incluye una estructura de acolchado, que permite la máxima comodidad a través del ciclo de compresión y choque. Específicamente, una estructura de acolchado comprende celdas vacías mutadas formadas en una matriz o una hoja, que forman parte de múltiples superficies curvadas hacia fuera, con diferentes mediciones de radio. El módulo elástico o la rigidez en las celdas vacías se puede manipular variando el número, las profundidades y las ubicaciones (por ejemplo, altura vertical) de los radios en las celdas vacías. Las superficies curvadas hacia fuera dominan el diseño global de la celda vacía y evitan el pandeo y proporcionan soporte para alto impacto al absorber energía. Las celdas vacías en la tecnología divulgada pueden soportar múltiples compresiones sin una degradación significativa.

30 Las celdas vacías sin superficies curvadas hacia fuera pueden experimentar pandeo y pérdida de soporte en celdas vacías durante el impacto. Las celdas vacías sin superficies curvadas hacia fuera pueden desplazarse demasiado rápido y no absorber tanta energía. Por lo tanto, es beneficioso tener una configuración que no resista concentraciones de tensión dentro del propio material (por ejemplo, pliegues que pueden crear una grieta con el tiempo o crear una disminución significativa en el rendimiento de deflexión de la fuerza con el tiempo).

La tecnología divulgada se puede utilizar en una variedad de aplicaciones de acolchado de distribución de presión, protección contra impactos y comodidad, incluso, pero no limitado a: calzado, colchones, acolchado de muebles, acolchado corporal y embalaje. En una implementación, las celdas vacías que comprenden múltiples superficies curvadas hacia fuera pueden soportar calzado capaz de soportar tres veces el peso corporal de un usuario durante su uso.

50 La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 100 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 100 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 102 la o celda vacía 104) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías. Las matrices pueden ser planas o curvadas.

Para los propósitos de esta divulgación, las matrices en los sistemas de acolchado celular 100 de ejemplo que incluyen dos matrices se describen como una primera matriz (por ejemplo, primera matriz 106) y una segunda matriz (por ejemplo, segunda matriz 108). Sin embargo, en otra implementación, la primera matriz y la segunda matriz podrían denominarse matrices del lado derecho y del lado izquierdo, matrices superior e inferior, u otras características con nombre dependiendo de la terminología o configuraciones deseadas. En implementaciones con más de una matriz en el sistema de acolchado celular 100, las celdas vacías 104 en cada matriz pueden tener geometrías iguales o diferentes que otra matriz. Adicionalmente, las celdas vacías 104 dentro de una única matriz pueden tener geometrías iguales o diferentes entre sí.

65 En la FIG. 1, la primera matriz 106 y la segunda matriz 108 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 104), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficies curvadas hacia fuera 110), cada superficie curvada hacia fuera en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 120) de cada celda vacía 104) en la primera matriz 106 y la segunda matriz 108 en el sistema de acolchado celular 100. Las superficies curvadas hacia fuera están ubicadas en las paredes laterales de las celdas vacías y son curvaturas que miran naturalmente en

dirección opuesta al interior de la celda vacía. Las superficies curvadas hacia fuera constituyen una porción sustancial del área de la superficie exterior global de la celda vacía 104, definida como mayor o igual al 20 % del área de la superficie exterior global de la celda vacía 104.

- 5 Cada celda vacía 104 también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 126), donde una superficie curvada hacia dentro constituye una esquina redondeada de la celda vacía 100. En la FIG. 1, las superficies curvadas hacia dentro están ubicadas en las esquinas de las celdas vacías y son curvaturas que miran hacia dentro hacia el interior de las celdas vacías.
- 10 En implementaciones de la tecnología divulgada, las superficies curvadas hacia fuera y las superficies curvadas hacia dentro se pueden configurar en una pared lateral de una celda vacía o en una esquina de una celda vacía. En algunas implementaciones, puede haber dos, tres o más superficies curvadas (o intercambiamente referidas en el presente documento como curvaturas) en cada celda vacía. En algunas implementaciones, puede haber más de una curvatura en una pared lateral de una celda vacía. Por ejemplo, puede haber una ola de curvaturas en las paredes laterales (por ejemplo, aproximadamente 12 oscilaciones produciendo una celda muy rígida). En otras implementaciones, puede que no haya curvaturas en una o más paredes laterales.

- 20 En algunas implementaciones, una forma cúbica de una porción de base (por ejemplo, porción de base 130) de una celda vacía puede adoptar la pendiente de su forma cúbica de una celda vacía adyacente o contigua (por ejemplo, celda vacía 104). La porción de base 130 se puede definir como una porción de la celda vacía adyacente a una porción de pico (porción de pico 132), que forma al menos una porción medial de una celda vacía. La porción de pico 132 puede definirse como una porción de la celda vacía adyacente a una porción de base 130, que incluye una superficie de pico (por ejemplo, superficie del pico 112) que puede unirse a una superficie de pico de una celda vacía opuesta en otra matriz (no mostrada) de la celda vacía (por ejemplo, celda vacía 104). La porción de pico 132 puede redondearse o segmentarse significativamente como resultado de un radio mayor o de una profundidad más profunda de cada superficie curvada hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 110), o por el número de superficies curvadas hacia fuera presentes en cada celda vacía. Un radio mayor de las superficies curvadas hacia fuera puede ser aproximadamente el 50 % de la longitud de la celda vacía o menos. En un ejemplo, el radio mayor de las superficies curvadas hacia fuera puede ser de aproximadamente 20 mm. En otro ejemplo, un radio mayor puede ser la mitad de la longitud de la celda vacía 104 menos 1 mm. (Los radios y las profundidades de las superficies curvadas hacia fuera se describen en detalle en la FIG. 2).

- 35 En algunas implementaciones, la porción de base 130 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro y una porción de pico 112 que incluye tanto las superficies curvadas hacia fuera 110 como las superficies curvadas hacia dentro 126 (ver, por ejemplo, las FIGS. 15 y 18). En otras implementaciones, la porción de pico de una celda vacía 104 puede ser menos redondeada o segmentada como resultado de un radio más pequeño o de una profundidad menor de cada superficie curvada hacia fuera, o por el número de superficies curvadas hacia fuera presentes en cada celda vacía 104 (ver, por ejemplo, la porción de pico menos redondeada y segmentada de las celdas vacías 104 con el radio más pequeño de superficie curvada hacia fuera y un número menor de superficies curvadas hacia fuera en las FIGS. 4, 8 y 9). Un radio más pequeño puede ser de aproximadamente de 1 mm. Las secciones transversales de la superficie curvada hacia fuera en las paredes de una celda vacía 104 pueden variar desde una mínima muesca, como mínimo requerido para romper la línea que va desde la tangente desde una esquina de la celda vacía 104 hasta la siguiente esquina de la celda vacía 104, tan grande como una elipse, que se extiende hacia la celda vacía 104 por la mitad de su ancho. De manera similar, la abertura o la parte superior (por ejemplo, la abertura 114) de la celda vacía 104 puede variar en forma como resultado de un radio más pequeño o de una profundidad menor de cada superficie curvada hacia fuera, o por el número de superficies curvadas hacia fuera presentes en cada celda vacía 104. La abertura o parte superior de la celda vacía 104 puede estar abierta a la atmósfera.

- 50 En otras implementaciones, las superficies curvadas hacia fuera se pueden moldear solo en la porción de pico, solo en la porción de base, o tanto en la porción de pico como en la porción de base. La rigidez se puede variar dependiendo del moldeado de estos diferentes patrones.

- 55 El sistema de acolchado celular 100 se puede fabricar usando una variedad de procesos de fabricación (por ejemplo, moldeo por soplado, termoconformado, extrusión, moldeo por inyección, laminado, etc.). Por ejemplo, en una implementación, el sistema de acolchado celular 100 puede fabricarse mediante una única hoja de matriz o alimentado por rollo. En una implementación, el sistema 100 se fabrica formando dos matrices separadas, una primera matriz 106 y una segunda matriz 108. A continuación, se laminan las dos matrices, pegadas, o unidas de otro modo en las superficies de pico de la porción de pico de las celdas vacías en la primera matriz 106 y la segunda matriz 108. Por ejemplo, las superficies de pico de las porciones de pico de las celdas vacías (por ejemplo, superficie de pico 112 de la celda vacía 104) de la primera matriz 106 están unidas a las superficies de pico (por ejemplo, superficie de pico de la celda vacía 102 (no mostrada)) de las porciones de pico de las celdas vacías 104 de la segunda matriz 108.

- 65 Las celdas vacías 104 son cámaras huecas que resisten la deflexión debida a las fuerzas de compresión, similar a los resortes de compresión. Al menos el material, espesor de pared, tamaño y forma de cada una de las celdas

vacías 104 definen la fuerza resistiva que puede aplicar cada una de las celdas vacías. Los materiales usados para las celdas vacías 104 son generalmente deformables elásticamente bajo las condiciones de carga esperadas y soportarán numerosas deformaciones sin fracturarse o sufrir otra rotura que perjudique la función del sistema de acolchado celular 100. Los materiales de ejemplo incluyen uretano termoplástico, elastómeros termoplásticos, copolímeros estirénicos, caucho, acetato de etilo, Dow Pellethane®, Lubrizol Estane®, Dupont™ Hytrel®, ATOFINA Pebax® y polímeros Krayton. Adicionalmente, el espesor de la pared puede oscilar de 5 mm a 160 mm. Aún más, el tamaño de cada una de las celdas vacías puede oscilar de 5 mm a 70 mm de lado en una implementación cúbica. Más aún, las celdas vacías pueden ser cúbicas, piramidales, hemisféricas, o cualquier otra forma capaz de tener un volumen interior hueco. Otras formas pueden tener dimensiones similares a las de la implementación cúbica antes mencionada. Aún más, las celdas vacías pueden estar espaciadas a una variedad de distancias entre sí. Un ejemplo de intervalo de espaciado es de 2,5 mm a 150 mm.

En una implementación, las celdas vacías 104 tienen una forma de base cuadrada o rectangular, con volumen trapezoidal y parte superior redondeada. Esa geometría de la celda vacía 104 puede proporcionar un perfil de compresión suave del sistema 100 y un agrupamiento mínimo de las celdas vacías individuales 104. El agrupamiento ocurre particularmente sobre las esquinas y paredes laterales verticales de las celdas vacías donde el material patea de tal manera que crea múltiples pliegues de material que pueden causar puntos de presión y una sensación menos uniforme en el sistema de acolchado celular global.

El material, espesor de pared, el tamaño de celda y/o el espaciado de celda de las celdas vacías 104 dentro del sistema de acolchado celular 100 se puede optimizar para minimizar la generación de ruido mecánico por compresión (por ejemplo, pandeo de las paredes laterales) de las celdas vacías. Por ejemplo, las propiedades de las celdas vacías 104 pueden optimizarse para proporcionar una relación suave entre el desplazamiento y la fuerza aplicada. Adicionalmente, un revestimiento lubricante ligera (por ejemplo, polvo o aceite de talco) se pueden usar sobre el exterior de las celdas vacías 104 para reducir o eliminar el ruido generado por las celdas vacías que se ponen en contacto y se mueven entre sí. La reducción o eliminación del ruido mecánico puede hacer que el uso del sistema de acolchado celular 100 sea más placentero para el usuario.

Cada celda vacía 104 puede estar rodeada por celdas vacías vecinas dentro de una matriz. Por ejemplo, la celda vacía 102 está rodeada por tres celdas vacías vecinas 116 dentro de la primera matriz 106. En el sistema de acolchado celular 100, hay tres celdas vacías vecinas para cada celda vacía de esquina, cinco celdas vacías vecinas para cada celda de borde y ocho celdas vacías vecinas para la celda vacía central. Otras implementaciones pueden tener más o menos celdas vacías vecinas para cada celda vacía.

Adicionalmente, en implementaciones donde una matriz tiene una matriz opuesta, cada celda vacía puede tener una celda vacía opuesta correspondiente dentro de la matriz opuesta. Por ejemplo, la celda vacía 102 en la primera matriz 106 se opone a la celda vacía 104 en la segunda matriz 108. Otras implementaciones no incluyen celdas vacías opuestas para algunas o todas las celdas vacías.

Las celdas vacías vecinas y las celdas vacías opuestas se denominan colectivamente en el presente documento como celdas vacías adyacentes. En diversas implementaciones, una o más de las celdas vacías vecinas, las celdas vacías opuestas y las celdas vacías vecinas opuestas no se comprimen sustancialmente dentro de un intervalo de compresión independiente de una celda vacía individual.

En una implementación, las celdas vacías se llenan de aire ambiente. En otra implementación, las celdas vacías se llenan con una espuma o un fluido que no sea aire. La espuma o ciertos fluidos pueden usarse para aislar el cuerpo de un usuario, facilitar la transferencia de calor desde el cuerpo del usuario hacia/desde el sistema de acolchado celular 100, y/o afectar la resistencia a la deflexión del sistema de acolchado celular 100. En un entorno de vacío o casi vacío (por ejemplo, espacio externo), las cámaras huecas pueden estar vacías.

Adicionalmente, las celdas vacías pueden tener una o más aberturas u orificios (no mostrados) a través de los cuales el aire u otro fluido puede pasar libremente cuando las celdas vacías se comprimen y descomprimen. Al no depender de la presión del aire para la resistencia a la deflexión, las celdas vacías pueden lograr una fuerza de resistencia relativamente constante a la deformación. Aún más, las celdas vacías pueden estar abiertas entre sí (es decir, conectado de forma fluida) a través de pasos (no mostrados) a través de la matriz. Los orificios y/o pasos también se pueden usar para hacer circular fluido con fines de calentamiento o enfriamiento. Por ejemplo, los orificios y/o pasos pueden definir una ruta a través del sistema de acolchado celular 100 en el que un fluido de calentamiento o enfriamiento ingresa al sistema de acolchado celular 100, sigue una ruta a través del sistema de acolchado celular 100 y sale del sistema de acolchado celular 100. Los orificios y/o pasos también pueden controlar la velocidad a la que puede entrar el aire, moverse dentro y/o salir del sistema de acolchado celular 100. Por ejemplo, para cargas pesadas que se aplican rápidamente, los orificios y/o pasos pueden restringir la rapidez con que el aire puede salir o moverse dentro del sistema de acolchado celular 100, proporcionando así un acolchado adicional al usuario.

Los orificios se pueden colocar en superficies de acoplamiento de celdas vacías opuestas en el sistema de acolchado celular 100 para facilitar la limpieza. Más específicamente, el agua y/o el aire podrían pasar a través de

los orificios de las celdas vacías opuestas para eliminar los contaminantes. En una implementación donde cada una de las celdas vacías está conectada a través de pasos, se podría introducir agua y/o aire en un extremo del sistema de acolchado celular 100 y lavar lateralmente a través del sistema de acolchado celular 100 hasta el extremo opuesto para eliminar los contaminantes. Adicionalmente, el sistema de acolchado celular 100 podría tratarse con una sustancia antimicrobiana o el propio material del sistema de acolchado celular 100 podría ser antimicrobiano.

La FIG. 2A ilustra una vista superior de una porción de base de ejemplo de una celda vacía 200 en una matriz del sistema de acolchado celular de ejemplo. La porción de base de la celda vacía 200 tiene forma de cubo con cuatro paredes laterales 220. Cada una de las cuatro paredes laterales 220 tiene una superficie curvada hacia fuera (superficie curvada hacia fuera 210) y dos superficies curvadas hacia dentro (superficies curvadas hacia dentro 226). Las superficies curvadas 210 hacia fuera tienen curvaturas que miran en dirección opuesta al interior de la celda vacía 200. Las superficies curvadas hacia dentro 226 tienen curvaturas que miran hacia al interior de la celda vacía 200.

Se puede proyectar un círculo 222 desde cada superficie curvada hacia fuera 210, cada superficie curvada hacia fuera 210 tiene un radio 228 característico y una profundidad 224 característica. El radio y la profundidad de cada superficie curvada hacia fuera pueden variar del radio y la profundidad característicos (por ejemplo, variar un 20 % o menos, o menos que la mitad de la longitud y la mitad del ancho del contorno global rectangular). El tamaño de los radios y las profundidades de la superficie curvada hacia fuera pueden variar en diferentes implementaciones y en la misma celda vacía. Por ejemplo, Las FIGS. 3, 5 y 7 muestran tres celdas vacías con la misma geometría excepto por el radio que mira hacia fuera de diferente magnitud. Cada celda vacía tiene el mismo número de radios hacia fuera por lado. Variando la magnitud de los radios en cada celda vacía, las estructuras se desvían de manera muy diferente, como se muestra en las FIGS. 21 y 22 en las Configuraciones A, D y C, respectivamente.

El módulo elástico o la rigidez en las celdas vacías se puede manipular variando el número, las profundidades y las ubicaciones (por ejemplo, altura vertical) de los radios en las celdas vacías. Las superficies curvadas hacia fuera evitan el pandeo y proporcionan soporte para alto impacto al absorber energía.

La FIG. 2B ilustra una vista superior de una porción de base de ejemplo de la celda vacía 200 en una matriz del sistema de acolchado celular de ejemplo. La celda vacía 200 tiene forma de cubo con cuatro paredes laterales 220 (como se muestra con un contorno global rectangular 204 de la porción de base de la celda vacía). Cada una de las cuatro paredes laterales 220 tiene una superficie curvada hacia fuera (superficie curvada hacia fuera 210) y dos superficies curvadas hacia dentro (superficies curvadas hacia dentro 226). Las superficies curvadas 210 hacia fuera tienen curvaturas que miran en dirección opuesta al interior de la celda vacía 200. Las superficies curvadas hacia dentro 226 tienen curvaturas que miran hacia al interior de la celda vacía 200.

Las superficies 210 curvadas hacia fuera dominan el diseño global de la celda vacía 200. Específicamente, las superficies curvadas hacia fuera 210 constituyen una porción sustancial del área de la superficie exterior global de cada celda vacía 200. Específicamente, las superficies curvadas hacia fuera 210 superan sustancialmente una porción del perímetro global 202 (definido como más del 25 % del perímetro global 202 y representado en una línea en negrita) de la celda vacía 200. La longitud del perímetro 202 supera sustancialmente la longitud del contorno global 204 de una porción de base (no mostrada) de cada celda vacía moldeada. Las superficies curvadas hacia dentro 226 rebajan sustancialmente una porción del perímetro global (definida como menos del 25 % del perímetro global 202 y representada en una línea discontinua) de la celda vacía 200.

La FIG. 3 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 300 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 302) dispuesta en una primera matriz 306 y una segunda matriz 308 (no mostrada). La FIG. 3 muestra que la primera matriz 306 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 302), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 310) en cada pared lateral 320 de cada celda vacía en la primera matriz 306 en el sistema de acolchado celular 300.

La FIG. 4 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 400 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 400 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 402 la o celda vacía 404) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

La primera matriz 406 y la segunda matriz 408 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 404), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 410) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 420) de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 404) en la primera matriz 406 y la segunda matriz 408 en el sistema de acolchado celular 400. Cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 404) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficie curvada hacia dentro 426), ubicada sobre las esquinas de cada celda vacía.

La FIG. 5 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 4. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 500 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 502) dispuesta en una primera

matriz 506 y una segunda matriz 508 (no mostrada). La FIG. 5 muestra que la primera matriz 506 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 502), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 510) en cada pared lateral 520 de cada celda vacía en la primera matriz 506 en el sistema de acolchado celular 500.

5 La FIG. 6 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 600 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 600 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 602 la o celda vacía 604) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

10 La primera matriz 606 y la segunda matriz 608 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 604), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 610) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 620) de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 604) en la primera matriz 606 y la segunda matriz 608 en el sistema de acolchado celular 600. Cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 604) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 626), donde dos superficies curvadas hacia dentro son cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 620) de cada celda vacía.

20 La FIG. 7 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 6. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 700 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 702) dispuesta en una primera matriz 706 y una segunda matriz 708 (no mostrada). La FIG. 7 muestra que la primera matriz 706 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 702), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 710) en cada pared lateral 720 de cada celda vacía en la primera matriz 706 en el sistema de acolchado celular 700.

25 La FIG. 8 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 800 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 800 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 802 la o celda vacía 804) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

30 La primera matriz 806 y la segunda matriz 808 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 804), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, superficie curvada hacia fuera 810) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 820) de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 804) en la primera matriz 806 y la segunda matriz 808 en el sistema de acolchado celular 800. Cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 804) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficie curvada hacia dentro 826), donde dos superficies curvadas hacia dentro son cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 820) de cada celda vacía.

40 La FIG. 9 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 8. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 900 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 902) dispuesta en una primera matriz 906 y una segunda matriz 908 (no mostrada). La FIG. 9 muestra que la primera matriz 906 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 902), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 910) en cada pared lateral 920 de cada celda vacía en la primera matriz 906 en el sistema de acolchado celular 900.

45 La FIG. 10 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 1000 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 1000 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 1002 la o celda vacía 1004) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

50 La primera matriz 1006 y la segunda matriz 1008 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1004), que comprenden dos superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1010) en dos paredes laterales opuestas (por ejemplo, pared lateral 1020) de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1004) en la primera matriz 1006 y la segunda matriz 1008 en el sistema de acolchado celular 1000. Cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1004) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, curvatura 1026), donde las dos superficies curvadas hacia dentro están sobre dos de cada pared lateral opuesta (por ejemplo, pared lateral 1020) de cada celda vacía.

55 La FIG. 11 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 10. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 1100 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1102) dispuesta en una primera matriz 1106 y una segunda matriz 1108 (no mostrada). La FIG. 11 muestra que la primera matriz 1106 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1102), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1110) en cada pared lateral 1120 de cada celda vacía en la primera matriz 1106 en el sistema de acolchado celular 1100.

60 La FIG. 12 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 1200 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 1200 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 1202 la o celda vacía 1204) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

5 La primera matriz 1206 y la segunda matriz 1208 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1204), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1210) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1220) de una porción de pico 1232 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1204) en la primera matriz 1206 y la segunda matriz 1208 en el sistema de acolchado celular 1200. Las paredes laterales 1220 en las porciones de pico 1232 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1204) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1226). Una porción de base 1230 de cada celda vacía 1204 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1226.

10 La FIG. 13 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1. El sistema de acolchado celular 1300 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1302 o celda vacía 1304) dispuesta en una primera matriz 1306 y una segunda matriz 1308.

15 La primera matriz 1306 y la segunda matriz 1308 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1304), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1310) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1320) de una porción de pico 1332 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1304) en la primera matriz 1306 y la segunda matriz 1308 en el sistema de acolchado celular 1300. Las paredes laterales 1320 en las porciones de pico 1332 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1304) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1326). Una porción de base 1330 de cada celda vacía 1304 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1326.

20 La FIG. 14 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 12. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 1400 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1402) dispuesta en una primera matriz 1406 y una segunda matriz (no mostrada). La FIG. 14 muestra que la primera matriz 1406 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1402), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1410) en cada pared lateral 1420 de cada celda vacía en la primera matriz 1406 en el sistema de acolchado celular 1400.

30 La FIG. 15 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 1500 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 1500 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 1502 la o celda vacía 1504) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías.

35 En la FIG. 15, la primera matriz 1506 y la segunda matriz 1508 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1504), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1510) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1520) de una porción de pico 1532 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1504) en la primera matriz 1506 y la segunda matriz 1508 en el sistema de acolchado celular 1500. Las paredes laterales 1520 en las porciones de pico 1532 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1504) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1526). Una porción de base 1530 de cada celda vacía 1504 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1526.

45 La FIG. 16 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1. El sistema de acolchado celular 1600 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1602 o celda vacía 1604) dispuesta en una primera matriz 1606 y una segunda matriz 1608.

50 La primera matriz 1606 y la segunda matriz 1608 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1604), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1610) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1620) de una porción de pico 1632 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1604) en la primera matriz 1606 y la segunda matriz 1608 en el sistema de acolchado celular 1600. Las paredes laterales 1620 en las porciones de pico 1632 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1604) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1626). Una porción de base 1630 de cada celda vacía 1604 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1626.

55 La FIG. 17 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 15. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 1700 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1702) dispuesta en una primera matriz 1706 y una segunda matriz (no mostrada). La FIG. 17 muestra que la primera matriz 1706 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1702), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1710) en cada pared lateral 1720 de cada celda vacía en la primera matriz 1706 en el sistema de acolchado celular 1700.

60 La FIG. 18 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de acolchado celular 1800 en un estado descargado. El sistema de acolchado celular 1800 incluye celdas vacías (por ejemplo, la celda vacía 1802 la o celda vacía 1804) dispuestas en dos matrices. En otras implementaciones, puede haber una o más de dos matrices de celdas vacías. Las matrices pueden ser planas o curvadas.

65 La primera matriz 1806 y la segunda matriz 1808 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1804), que

comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1810) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1820) de una porción de pico 1832 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1804) en la primera matriz 1806 y la segunda matriz 1808 en el sistema de acolchado celular 1800. Las paredes laterales 1820 en las porciones de pico 1832 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1804) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1826). Una porción de base 1830 de cada celda vacía 1804 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1826.

Una matriz puede incluir nervaduras importantes (por ejemplo, nervadura 1830) que separan las celdas vacías (por ejemplo, celdas vacías 1804 y 1816). Las nervaduras 1830 pueden ubicarse en la primera matriz 1806 y/o la segunda matriz 1808, y ubicarse en una variedad de configuraciones entre las celdas vacías. Por ejemplo, las nervaduras 1830, 1930 y 2030 de las FIGS. 18-20 están ubicadas solo entre las celdas vacías exteriores en la primera matriz 1806 y la segunda matriz 1808. En otra implementación las nervaduras 1830 pueden estar ubicadas entre todas las celdas vacías o solo entre ciertas celdas vacías seleccionadas, tal como entre las celdas vacías en las esquinas de una matriz. El número de celdas vacías y el número de nervaduras pueden variar dependiendo de la implementación. El posicionamiento de las nervaduras en relación con las celdas vacías puede variar. En algunas implementaciones, las nervaduras pueden ser una estructura delgada unida a un pequeño punto de contacto en las celdas vacías, o las nervaduras pueden ser una estructura más ancha que está unida a un punto de contacto más grande en las celdas vacías. Las nervaduras se pueden ubicar en la porción superior o inferior de las celdas vacías. Las nervaduras pueden ubicarse cerca del extremo de las celdas vacías, por ejemplo, cerca del exterior de la matriz, o cerca del interior de las celdas vacías. O, en otra implementación, las nervaduras pueden ubicarse cerca del centro de las celdas vacías.

Las nervaduras proporcionan una función de rigidez a la matriz durante la compresión. El material, espesor de pared, el tamaño de celda y/o el espaciado de celda de las celdas dentro del sistema de acolchado celular 1800 se puede optimizar para minimizar la generación de ruido mecánico por compresión (por ejemplo, pandeo de las paredes laterales) de las celdas vacías. Por ejemplo, las propiedades de las celdas pueden optimizarse para proporcionar una relación suave entre el desplazamiento y la fuerza aplicada. Adicionalmente, un revestimiento lubricante ligera (por ejemplo, polvo o aceite de talco) se pueden usar sobre el exterior de las celdas vacías para reducir o eliminar el ruido generado por las celdas vacías que se ponen en contacto y se mueven entre sí. La reducción o eliminación del ruido mecánico puede hacer que el uso del sistema de acolchado celular 1800 sea más placentero para el usuario.

La FIG. 19 ilustra una vista alzada del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1. El sistema de acolchado celular 1900 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1902 o celda vacía 1904) dispuesta en una primera matriz 1906 y una segunda matriz 1908.

La primera matriz 1906 y la segunda matriz 1908 tienen celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1904), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1910) en cada pared lateral (por ejemplo, pared lateral 1920) de una porción de pico 1932 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1904) en la primera matriz 1906 y la segunda matriz 1908 en el sistema de acolchado celular 1900. Las paredes laterales 1920 en las porciones de pico 1932 de cada celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1904) también comprende cuatro superficies curvadas hacia dentro (por ejemplo, superficies curvadas hacia dentro 1926). Una porción de base 1930 de cada celda vacía 1904 incluye solo las superficies curvadas hacia dentro 1926.

La primera matriz 1906 y la segunda matriz 1908 incluyen nervaduras significativas (por ejemplo, nervadura 1930) que separan las celdas vacías y proporcionan rigidez a las matrices durante la compresión. Las nervaduras 1930 pueden ubicarse en la primera matriz 1906 y/o la segunda matriz 1908, y ubicarse en una variedad de configuraciones entre las celdas vacías. Por ejemplo, las nervaduras 1830, 1930 y 2030 de las FIGS. 18-20 están ubicadas solo entre las celdas vacías exteriores en la primera matriz 1906 y la segunda matriz 1908. En otra implementación las nervaduras 1930 pueden estar ubicadas entre todas las celdas vacías o solo entre ciertas celdas vacías seleccionadas, tal como entre las celdas vacías en las esquinas de una matriz. El número de celdas vacías y el número de nervaduras pueden variar dependiendo de la implementación. El posicionamiento de las nervaduras en relación con las celdas vacías puede variar. En algunas implementaciones, las nervaduras pueden ser una estructura delgada unida a un pequeño punto de contacto en las celdas vacías, o las nervaduras pueden ser una estructura más ancha que está unida a un punto de contacto más grande en las celdas vacías. Las nervaduras se pueden ubicar en la porción superior o inferior de las celdas vacías. Las nervaduras pueden ubicarse cerca del extremo de las celdas vacías, por ejemplo, cerca del exterior de la matriz, o cerca del interior de las celdas vacías. O, en otra implementación, las nervaduras pueden ubicarse cerca del centro de las celdas vacías.

Diferentes números y patrones de superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 1910) se pueden moldear en las celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 1904) en una matriz. En algunas implementaciones, una forma cúbica de una celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1902) puede adoptar la pendiente de su forma cúbica de una celda vacía adyacente o contigua (por ejemplo, celda vacía 1904). En el sistema de acolchado celular 1900, la porción de pico (por ejemplo, porción de pico 1912) de la celda vacía (por ejemplo, celda vacía 1904) se puede redondear o segmentar significativamente como resultado de un radio mayor o de una profundidad más profunda de cada curvatura (por ejemplo, curvatura 1910), o por el número de curvaturas presentes en cada celda vacía. Un radio

mayor puede ser de aproximadamente 20 mm. En otro ejemplo, un radio mayor puede ser la mitad de la longitud de la celda vacía menos 1 mm. (Los radios y las profundidades de las curvaturas se describen en detalle en la FIG. 2).

En otras implementaciones, la porción de pico de una celda vacía puede ser menos redondeada o segmentada como resultado de un radio más pequeño o de una profundidad menor de cada curvatura, o por el número de curvaturas presentes en cada celda vacía (ver, por ejemplo, la porción de pico menos redondeada y segmentada de las celdas vacías con el radio de curvaturas más pequeño y el número de curvaturas más pequeño en las FIGS. 4, 8 y 9). Un radio más pequeño puede ser de aproximadamente 1 mm. En la FIG. 19, las porciones de pico tienen forma de cúpula y, en un estado cargado, las porciones de pico se comprimen.

La FIG. 20 ilustra una vista superior del ejemplo de sistema de acolchado celular de la FIG. 1. Como se muestra, el sistema de acolchado celular 2000 incluye celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 2002) dispuesta en una primera matriz 2006 y una segunda matriz 2008 (no mostrada). La primera matriz de 2006 tiene celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 2002), que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 2010) ubicada en cada pared lateral 2020 de cada celda vacía en la primera matriz 2006 en el sistema de acolchado celular 2000.

La primera matriz 2006 y la segunda matriz 2008 incluyen nervaduras significativas (por ejemplo, nervadura 2030) que separan las celdas vacías y proporcionan rigidez a las matrices durante la compresión. Las nervaduras 2030 pueden ubicarse en la primera matriz 2006 y/o la segunda matriz 2008, y ubicarse en una variedad de configuraciones entre las celdas vacías. Por ejemplo, las nervaduras 1830, 1930 y 2030 de las FIGS. 18-20 están ubicadas solo entre las celdas vacías exteriores en la primera matriz 2006 y la segunda matriz 2008. En otra implementación las nervaduras 2030 pueden estar ubicadas entre todas las celdas vacías o solo entre ciertas celdas vacías seleccionadas, tal como entre las celdas vacías en las esquinas de una matriz. El número de celdas vacías y el número de nervaduras pueden variar dependiendo de la implementación. El posicionamiento de las nervaduras en relación con las celdas vacías puede variar. En algunas implementaciones, las nervaduras pueden ser una estructura delgada unida a un pequeño punto de contacto en las celdas vacías, o las nervaduras pueden ser una estructura más ancha que está unida a un punto de contacto más grande en las celdas vacías. Las nervaduras se pueden ubicar en la porción superior o inferior de las celdas vacías. Las nervaduras pueden ubicarse cerca del extremo de las celdas vacías, por ejemplo, cerca del exterior de la matriz, o cerca del interior de las celdas vacías. O, en otra implementación, las nervaduras pueden ubicarse cerca del centro de las celdas vacías.

Diferentes números y patrones de superficies curvadas hacia fuera (por ejemplo, curvatura 2010) se pueden moldear en las celdas vacías (por ejemplo, celda vacía 2002) en una matriz. En algunas implementaciones, una forma cúbica de una celda vacía (por ejemplo, celda vacía 2002) puede adoptar la pendiente de su forma cúbica de una celda vacía adyacente o contigua (no mostrado). En el sistema de acolchado celular 2000, la porción de pico (por ejemplo, porción de pico 2012) de la celda vacía (por ejemplo, celda vacía 2002) se puede redondear o segmentar significativamente como resultado de un radio mayor o de una profundidad más profunda de cada curvatura (por ejemplo, curvatura 2010), o por el número de curvaturas presentes en cada celda vacía. Un radio mayor puede ser de aproximadamente 20 mm. En otro ejemplo, un radio mayor puede ser la mitad de la longitud de la celda vacía menos 1 mm. (Los radios y las profundidades de las curvaturas se describen en detalle en la FIG. 2).

En otras implementaciones, la porción de pico de una celda vacía puede ser menos redondeada o segmentada como resultado de un radio más pequeño o de una profundidad menor de cada curvatura, o por el número de curvaturas presentes en cada celda vacía (ver, por ejemplo, la porción de pico menos redondeada y segmentada de las celdas vacías con el radio de curvaturas más pequeño y el número de curvaturas más pequeño en las FIGS. 4, 8 y 9). Un radio más pequeño puede ser de aproximadamente 1 mm. En la FIG. 20, las porciones de pico tienen forma de cúpula y, en un estado cargado, las porciones de pico se comprimen.

La FIG. 21 muestra un gráfico 2100 de desplazamiento de fuerza de celdas vacías en una matriz del sistema de acolchado descrito. Las líneas del gráfico muestran curvas de fuerza de desplazamiento basadas en Desplazamiento (mm) x Carga (N). La línea "Twin Squares" se correlaciona con una matriz de celdas vacías sin superficies curvadas hacia fuera. Las líneas A-G se correlacionan con las celdas vacías en las matrices de la siguiente manera:

- Línea A se correlaciona con las FIGS. 1 y 3
- Línea B se correlaciona con las FIGS. 4 y 5
- Línea C se correlaciona con las FIGS. 6 y 7
- Línea D se correlaciona con las FIGS. 8 y 9
- Línea E se correlaciona con las FIGS. 10 y 11
- Línea F se correlaciona con las FIGS. 12, 13 y 14
- Línea G se correlaciona con las FIGS. 15, 16 y 17

Como se muestra en el gráfico, se necesita una cantidad diferente de fuerza para obtener la misma cantidad de desplazamiento dependiendo de las presencias y configuración de las superficies curvadas hacia fuera en los lados de las celdas vacías. Por ejemplo, las líneas B y D, que ambas representan configuraciones que comprenden cuatro superficies curvadas hacia fuera en los lados de cada celda vacía, casi se trazan entre sí en el desplazamiento de

fuerza, y luego divergen entre 11 y 12 mm de desplazamiento. A medida que los radios se introducen en las celdas vacías, las divisiones son visibles en el gráfico de dos líneas, que eran casi iguales. La línea C muestra una configuración con una fácil compresión, luego muestra un módulo elástico más alto a medida que aumenta el desplazamiento. La línea B tiene la misma pendiente que la línea C, pero progresa para mostrar el módulo de elasticidad más alto de las celdas vacías de la configuración representada. En comparación con eso, la línea G tiene una compresión relativamente uniforme (similar a la espuma) y luego se rigidiza. La formación de los radios en las curvaturas de la celda vacía da como resultado una reducción del 40 % del impacto y la compresión.

La FIG. 22 muestra una tabla 2200 de fuerza de carga basada en el 10 %, 25 %, 50 % y 75 % de compresión para las celdas vacías en matrices de los sistemas de acolchado descritos. Los datos de configuración "TS" (cuadrados vecinos) se correlacionan con una matriz de celdas vacías sin superficies curvadas hacia fuera. Las configuraciones A-G se correlacionan con las celdas vacías en las matrices de la siguiente manera:

- Configuración A se correlaciona con las FIGS. 1 y 3
- Configuración B se correlaciona con las FIGS. 4 y 5
- Configuración C se correlaciona con las FIGS. 6 y 7
- Configuración D se correlaciona con las FIGS. 8 y 9
- Configuración E se correlaciona con las FIGS. 10 y 11
- Configuración F se correlaciona con las FIGS. 12, 13 y 14
- Configuración G se correlaciona con las FIGS. 15, 16 y 17

Los datos de la tabla 2200 muestran que un aumento en la fuerza de carga (N) da como resultado mayores mediciones de compresión. Por ejemplo, una fuerza de carga de 1214 N para la Configuración G, da como resultado una compresión del 75 %, mientras que una fuerza de carga de solo 376 N da como resultado solo un 10 % de compresión para la Configuración G.

La configuración de la matriz con solo dos superficies curvadas hacia fuera en cada celda vacía (Configuración E) requiere una fuerza de carga menor N (ver fuerza de carga de 1168 N para una compresión del 75 %) en comparación con configuraciones con cuatro superficies curvadas hacia fuera en cada celda vacía (Configuraciones A-D y F-G), que requieren fuerzas de carga de 1214 N y superiores para una compresión del 75 %. La configuración de la matriz sin superficies curvadas hacia fuera en cada celda vacía (Configuración TS) requiere una fuerza de carga aún menor N de 855 N para una compresión del 75 % en comparación con la configuración con dos superficies curvadas hacia fuera en cada celda vacía (Configuración E).

Las fotografías de las celdas vacías medidas y representadas en el gráfico mostrado en la FIG. 21 y la tabla de la FIG. 22 se adjuntan en un Apéndice. El Apéndice incluye fotografías para las Configuraciones TS y A-G (descritas en las FIGS. 21 y 22) al 10 % de compresión, 25 % de compresión, 50 % de compresión, 75 % de compresión, una vista lateral descargada, una vista lateral y una vista superior.

La FIG. 23 ilustra las operaciones de ejemplo 2300 para fabricar un sistema de acolchado celular. El sistema de acolchado celular se puede moldear o, en otras implementaciones, fabricarse utilizando una variedad de procesos de fabricación (por ejemplo, moldeo por soplado, termoconformado, extrusión, moldeo por inyección, laminado, etc.). El sistema de acolchado puede comprender una o más matrices de celdas vacías. Las matrices pueden ser planas (llanas) o curvadas (no llanas).

Una primera operación de moldeo 2302 moldea una primera matriz de celdas vacías. Las celdas vacías en la primera matriz incluyen tanto superficies curvadas hacia fuera como superficies curvadas hacia dentro. Cada curvatura de las superficies curvadas hacia fuera se puede configurar en una pared lateral de una celda vacía. Cada curvatura de las superficies curvadas hacia dentro se puede configurar en una esquina de una celda vacía. Sin embargo, en otras implementaciones, las superficies curvadas hacia fuera se pueden configurar en una esquina de una celda vacía y las superficies curvadas hacia dentro pueden configurarse en una pared lateral de una celda vacía. Se contemplan otras configuraciones. Las superficies curvadas hacia fuera constituyen una porción sustancial del área de la superficie exterior global de cada celda vacía.

Una segunda operación de moldeo 2304 moldea una segunda matriz de celdas vacías. Las celdas vacías en la primera matriz incluyen tanto superficies curvadas hacia fuera como superficies curvadas hacia dentro. Cada curvatura de las superficies curvadas hacia fuera se puede configurar en una pared lateral de una celda vacía. Cada curvatura de las superficies curvadas hacia dentro se puede configurar en una esquina de una celda vacía. Las superficies curvadas hacia fuera constituyen una porción sustancial del área de la superficie exterior global de cada celda vacía.

Las celdas vacías son cámaras huecas que resisten la deflexión debida a las fuerzas de compresión, similar a los resortes de compresión. Al menos el material, espesor de pared, tamaño y forma de cada una de las celdas vacías definen la fuerza resistiva que puede aplicar cada una de las celdas vacías. Los materiales usados para las celdas vacías son generalmente deformables elásticamente bajo las condiciones de carga esperadas y soportarán numerosas deformaciones sin fracturarse o sufrir otra rotura que perjudique la función del sistema de acolchado

- celular. Los materiales de ejemplo incluyen uretano termoplástico, elastómeros termoplásticos, copolímeros estirénicos, caucho, acetato de etilo, Dow Pellethane®, Lubrizol Estane®, Dupont™ Hytrel®, ATOFINA Pebax® y polímeros Krayton. Adicionalmente, el espesor de la pared puede oscilar de 5 mm a 80 mm. Aún más, el tamaño de cada una de las celdas vacías puede oscilar de 5 mm a 70 mm de lado en una implementación cúbica. Más aún, las
- 5 celdas vacías pueden ser cúbicas, piramidales, hemisféricas, o cualquier otra forma con una curvatura que mira al exterior capaz de tener un volumen interior hueco. Otras formas pueden tener dimensiones similares a las de la implementación cúbica antes mencionada. Aún más, las celdas vacías pueden estar espaciadas a una variedad de distancias entre sí. Un ejemplo de intervalo de espaciado es de 2,5 mm a 150 mm.
- 10 En una implementación, la porción de base de las celdas vacías puede ser cuadrada o rectangular, con volumen trapezoidal y parte superior redondeada. Esa geometría de la celda vacía puede proporcionar un perfil de compresión suave del sistema y un agrupamiento mínimo de las celdas vacías individuales. El agrupamiento ocurre particularmente sobre las esquinas y paredes laterales verticales de las celdas vacías donde el material padea de
- 15 uniforme en el sistema de acolchado celular.
- Una operación de unión 2306 une la primera matriz de celdas vacías y la segunda matriz de celdas vacías juntas. La primera matriz de celdas vacías y la segunda matriz de celdas vacías se pueden laminar, pegadas, o unidas de otro modo en las superficies de pico de la porción de pico de las celdas vacías en la primera matriz y la segunda matriz.
- 20 Debido a las configuraciones variables con un número diferente de celdas vacías en las dos matrices, la unión de las celdas vacías entre sí puede ocurrir en diferentes puntos de contacto en cada celda vacía.
- La memoria descriptiva anterior, los ejemplos y los datos proporcionan una descripción completa de la estructura y el uso de realizaciones de ejemplo de la invención. Dado que muchas realizaciones de la invención se pueden realizar sin apartarse del alcance de la invención, la invención reside en las reivindicaciones adjuntas a continuación, la
- 25 invención reside en las reivindicaciones adjuntas a continuación. Asimismo, las características estructurales de las diferentes realizaciones se pueden combinar en otras realizaciones más sin apartarse de las reivindicaciones citadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una estructura de acolchado (100) que comprende:

5 una primera matriz (106) de celdas vacías (102, 104, 200);  
 una segunda matriz (108) de celdas vacías, donde las superficies de pico de las porciones de pico de las celdas  
 vacías en la segunda matriz (108) de celdas vacías están unidas a las superficies de pico de las porciones de  
 pico de las celdas vacías en la primera matriz (106);  
 10 **caracterizada por que** las celdas vacías tienen forma de cubo e incluyen cuatro paredes laterales que tienen  
 una porción de base que forma un contorno global rectangular (204); donde cada pared lateral incluye al menos  
 una superficie curvada hacia fuera (110, 210) y al menos dos superficies curvadas hacia dentro (126, 226), o dos  
 paredes laterales opuestas incluyen cada una al menos una superficie curvada hacia fuera (1010) y al menos  
 dos superficies curvadas hacia dentro (1026);  
 15 teniendo las superficies curvadas hacia fuera (110, 210, 1010) curvaturas cóncavas que miran hacia fuera del  
 interior de la celda vacía (100, 200, 1000), y teniendo las superficies curvadas hacia dentro (126, 226, 1026)  
 curvaturas cóncavas que miran hacia el interior de la celda vacía (100, 200, 1000);  
 y donde las superficies curvadas hacia fuera (110, 210, 1010) constituyen al menos el 20 % del área de la  
 superficie exterior global de cada celda vacía.

20 2. La estructura de acolchado (100) de la reivindicación 1, donde la longitud de un perímetro global (202) en la  
 porción de base de cada una de las celdas vacías (200) excede sustancialmente la longitud del contorno global  
 rectangular (204).

25 3. La estructura de acolchado (100) de cualquier reivindicación anterior, donde un perímetro global (202) en la  
 porción de base de cada una de las celdas vacías (200) rebaja sustancialmente el contorno global rectangular (204).

4. La estructura de acolchado (100) de cualquier reivindicación anterior, donde cada celda vacía está abierta a la  
 atmósfera.

30 5. La estructura de acolchado (100) de cualquier reivindicación anterior, donde cada celda vacía incluye:

la porción de base que incluye solo las superficies curvadas hacia dentro (126, 226); y  
 una porción de pico que incluye tanto las superficies curvadas hacia fuera (110, 210) como las superficies  
 curvadas hacia dentro (126, 226).

35 6. La estructura de acolchado (100) de cualquier reivindicación anterior, donde cada celda vacía incluye una porción  
 de pico en forma de cúpula.

40 7. La estructura de acolchado (100) de cualquier reivindicación anterior, donde los radios de las superficies curvadas  
 hacia fuera (110, 210) son menores que la mitad de la longitud y la mitad del ancho del contorno global rectangular  
 de la porción de base.

8. Un método de fabricación de un sistema de acolchado celular (2300) que comprende:

45 moldear una primera matriz de celdas vacías (2302), **caracterizada por que** las celdas vacías de la primera  
 matriz tienen forma de cubo e incluyen cuatro paredes laterales que tienen una porción de base que forma un  
 contorno global rectangular;  
 moldear una segunda matriz de celdas vacías (2304), donde las celdas vacías de la segunda matriz tienen forma  
 de cubo e incluyen cuatro paredes laterales que tienen una porción de base que forma un contorno global  
 50 rectangular;  
 donde cada pared lateral de las celdas vacías de la primera matriz y cada pared lateral de las celdas vacías de la  
 segunda matriz incluye al menos una superficie curvada hacia fuera y al menos dos superficies curvadas hacia  
 dentro, o dos paredes laterales opuestas que incluyen cada una al menos una superficie curvada hacia fuera  
 (1010) y al menos dos superficies curvadas hacia dentro (1026);  
 55 y donde las superficies curvadas hacia fuera de las celdas vacías de la primera matriz y las celdas vacías de la  
 segunda matriz constituyen al menos el 20 % del área de la superficie exterior global de cada celda vacía;  
 teniendo las superficies curvadas hacia fuera (110, 210, 1010) curvaturas cóncavas que miran hacia fuera del  
 interior de la celda vacía (100, 200, 1000), y teniendo las superficies curvadas hacia dentro (126, 226, 1026)  
 curvaturas cóncavas que miran hacia el interior de la celda vacía (100, 200, 1000); y  
 60 uniendo superficies de pico de porciones de pico de celdas vacías en la primera matriz de celdas vacías a  
 superficies de pico de porciones de pico de celdas vacías en la segunda matriz de celdas vacías (2306).

9. El método de la reivindicación 8, donde la longitud de un perímetro global (202) en la porción de base de cada una  
 de las celdas vacías (200) excede sustancialmente la longitud del contorno global rectangular (204).

65

10. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, donde un perímetro global (202) en la porción de base de cada una de las celdas vacías (200) rebaja sustancialmente el contorno rectangular (204).

5 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, donde cada celda vacía moldeada está abierta a la atmósfera.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-11, donde cada celda vacía moldeada incluye:

10 la porción de base que incluye solo las superficies curvadas hacia dentro; y  
una porción de pico que incluye tanto las superficies curvadas hacia fuera como las superficies curvadas hacia dentro.

15 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-12, donde cada porción de pico de una celda vacía incluye una porción de pico en forma de cúpula.

100

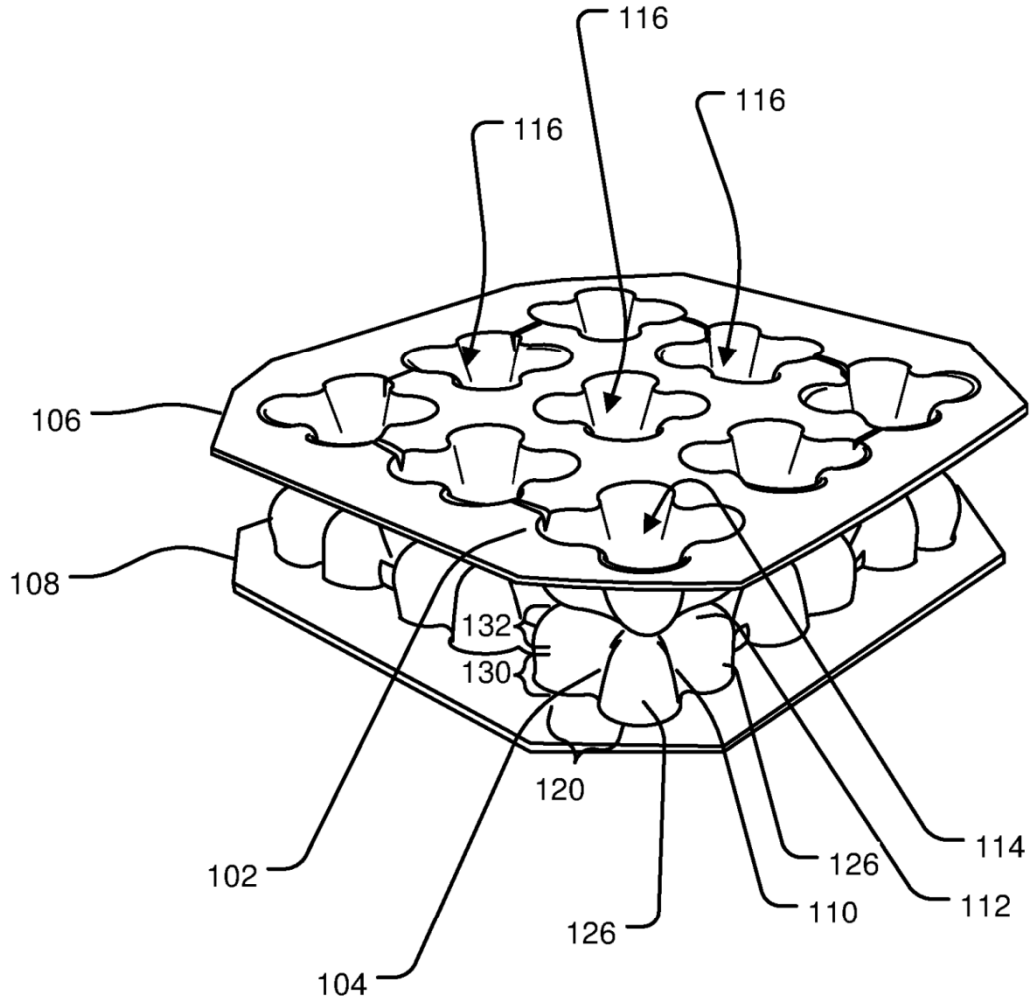


FIG. 1

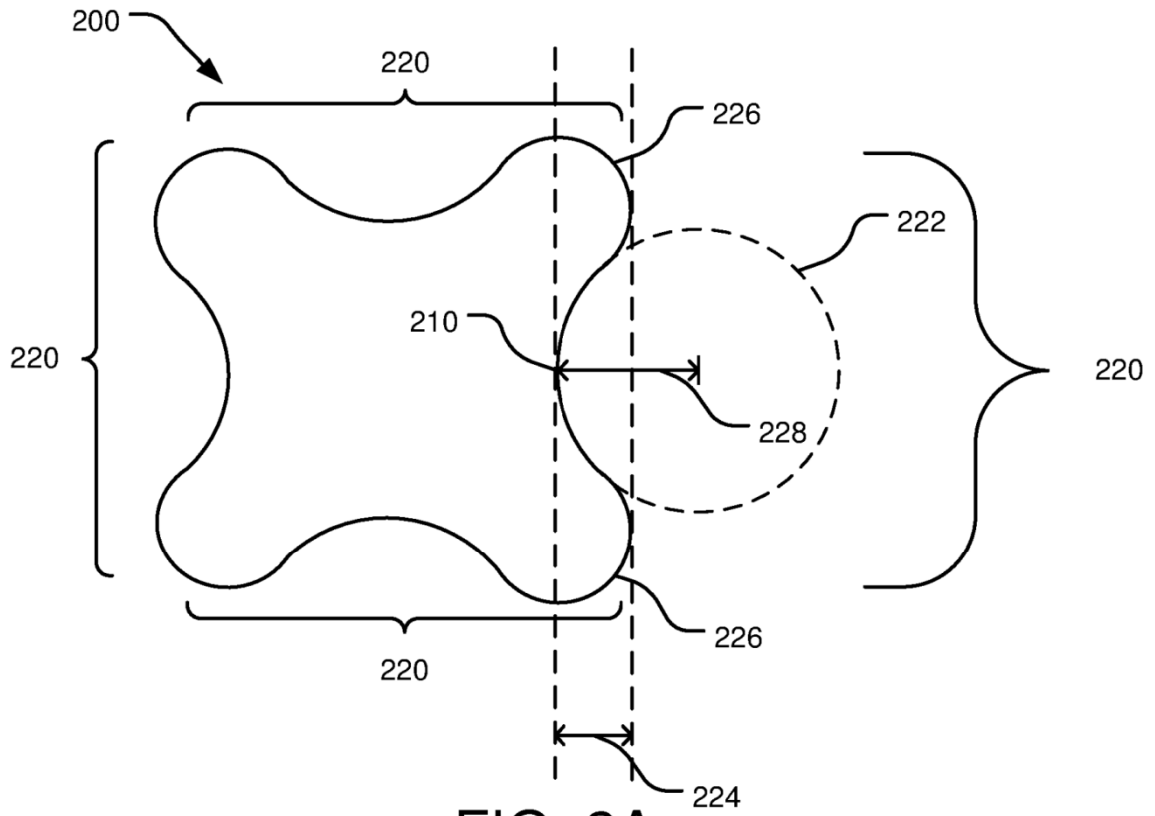


FIG. 2A

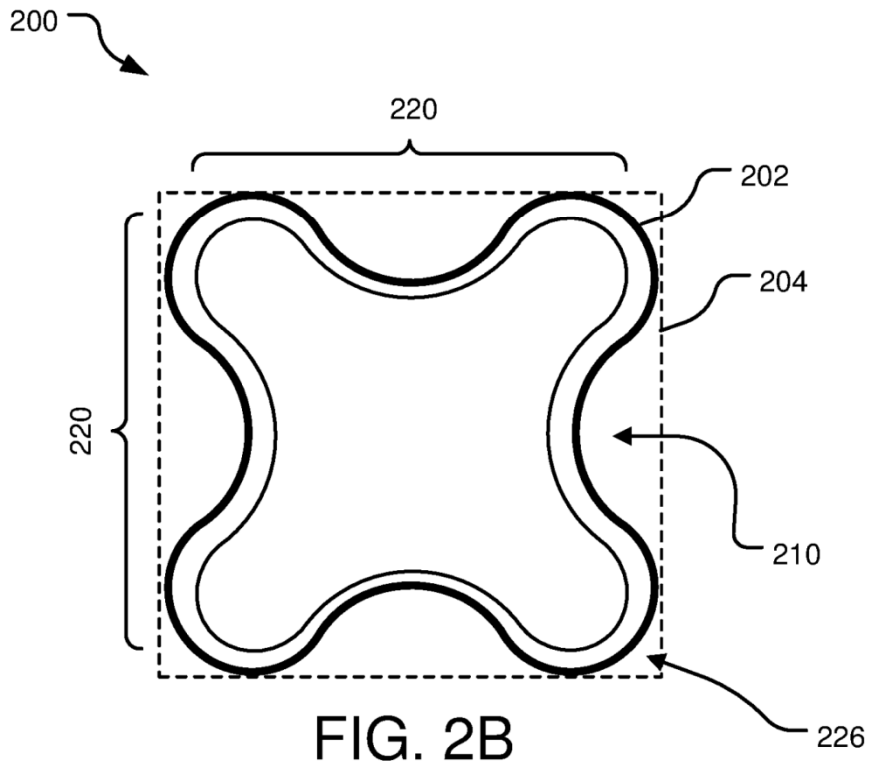


FIG. 2B

300

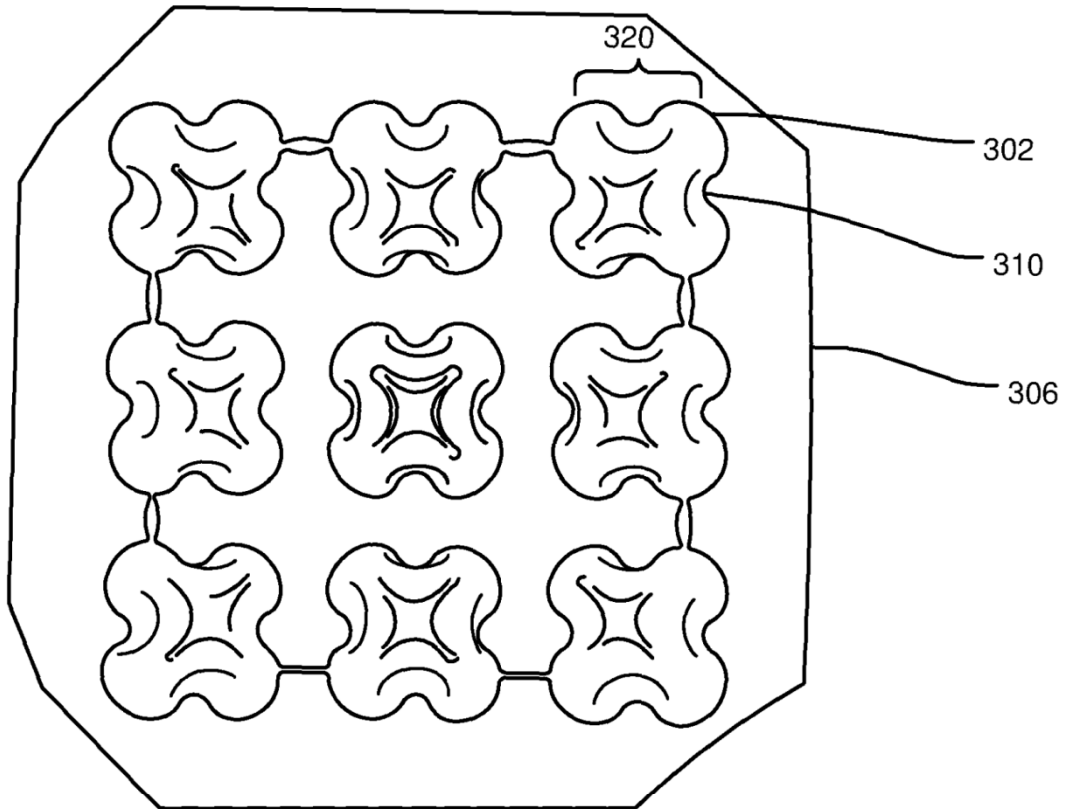


FIG. 3

400

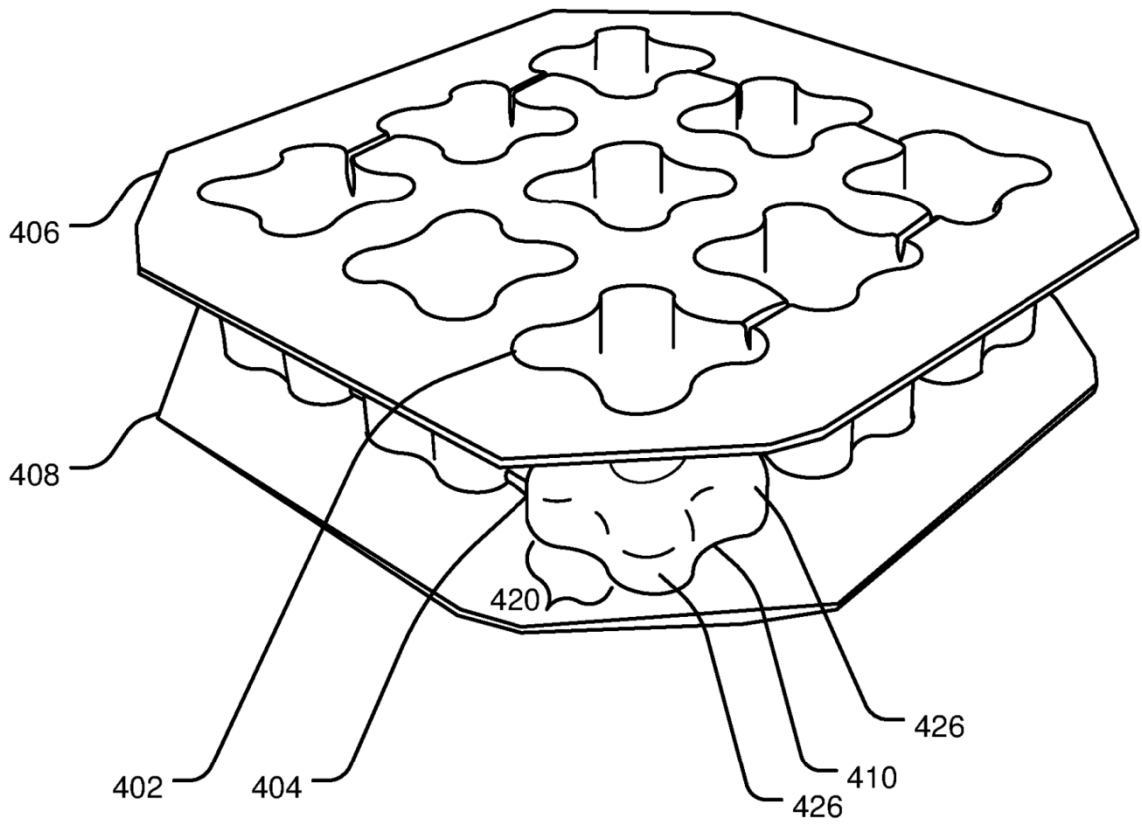


FIG. 4

500

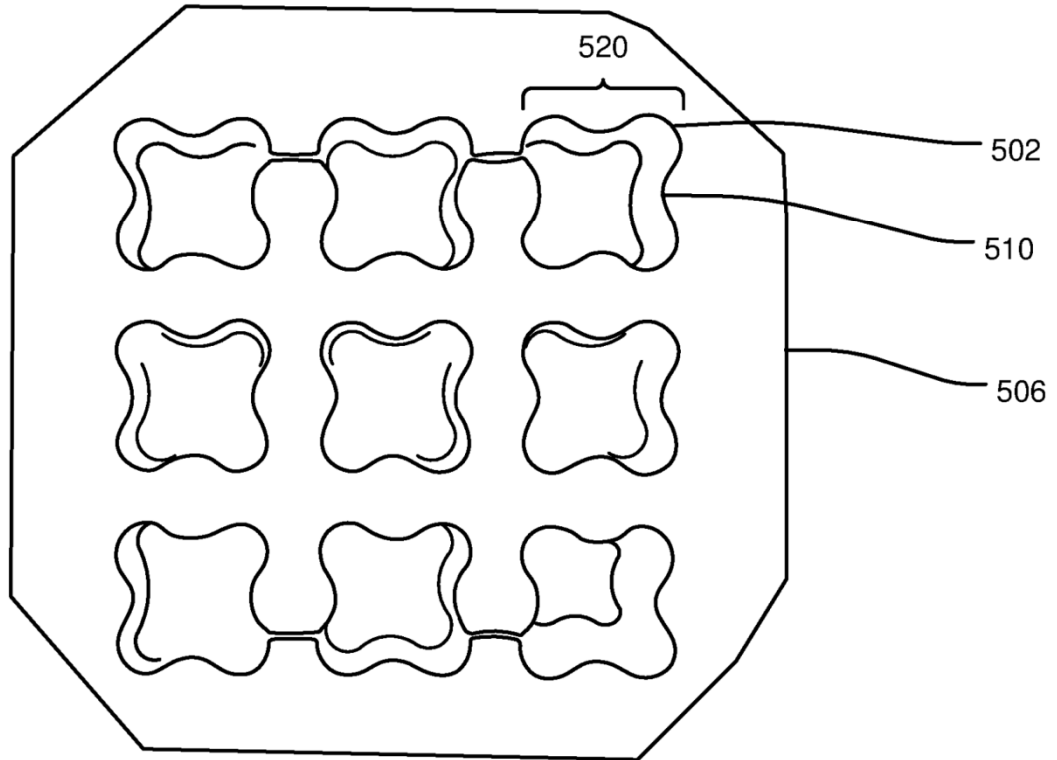


FIG. 5

600

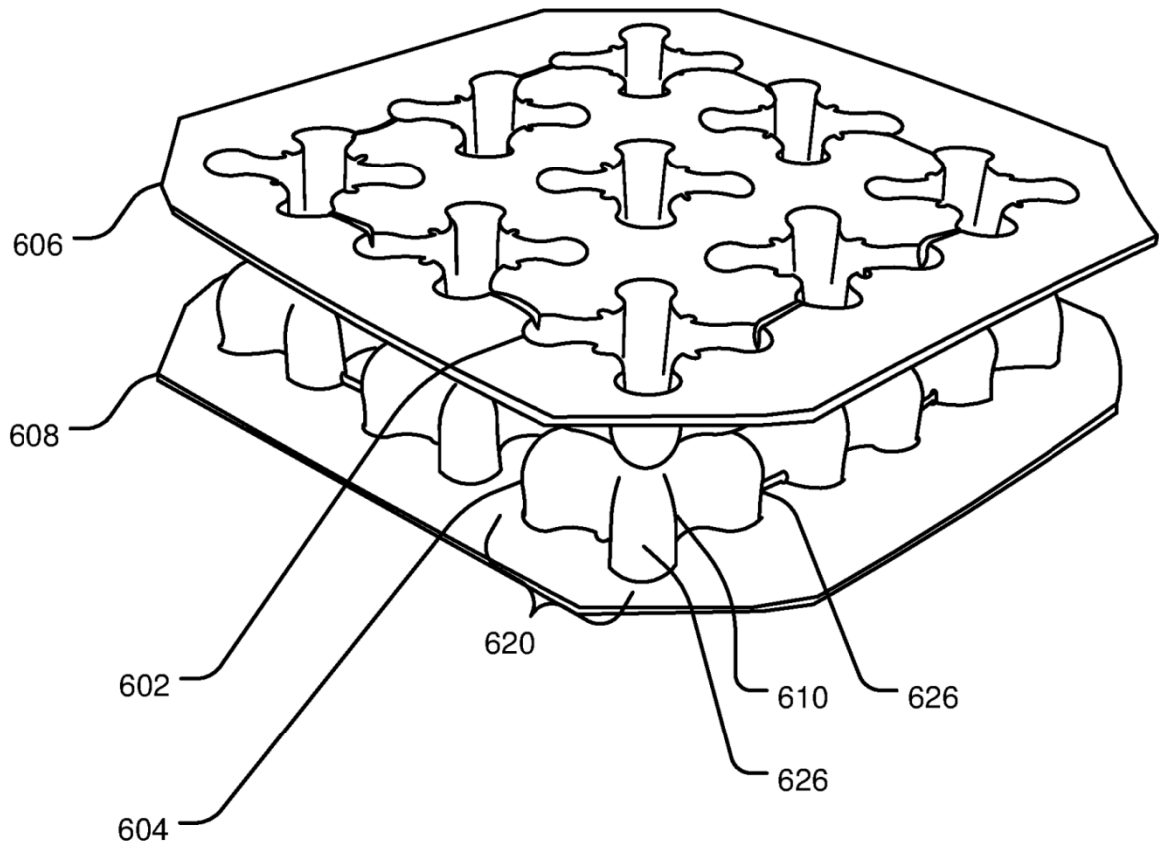


FIG. 6

700

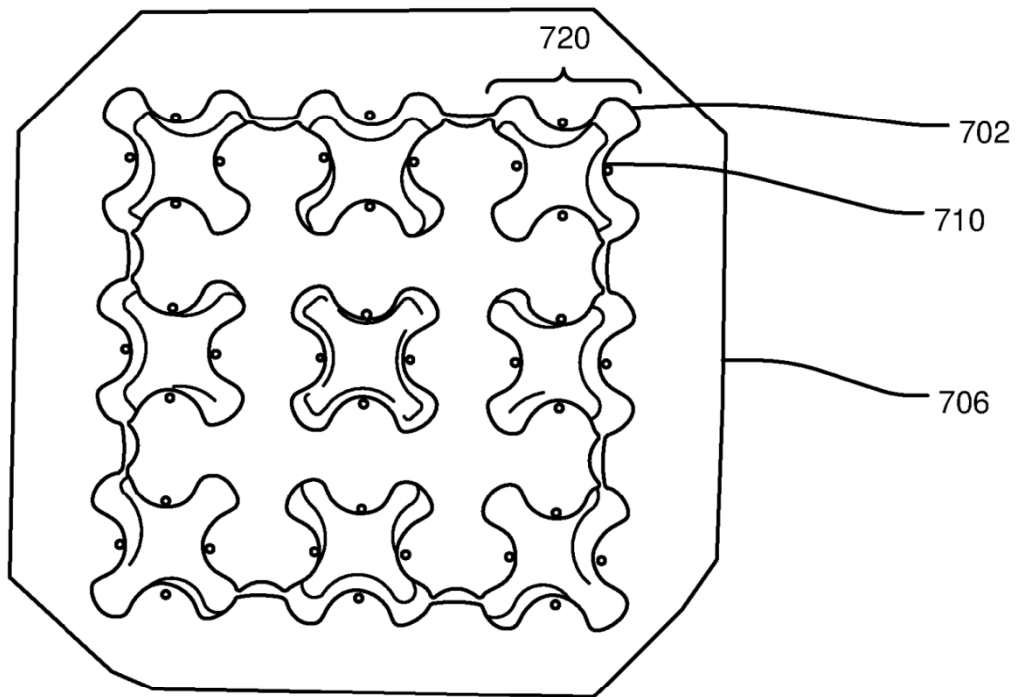


FIG. 7

800

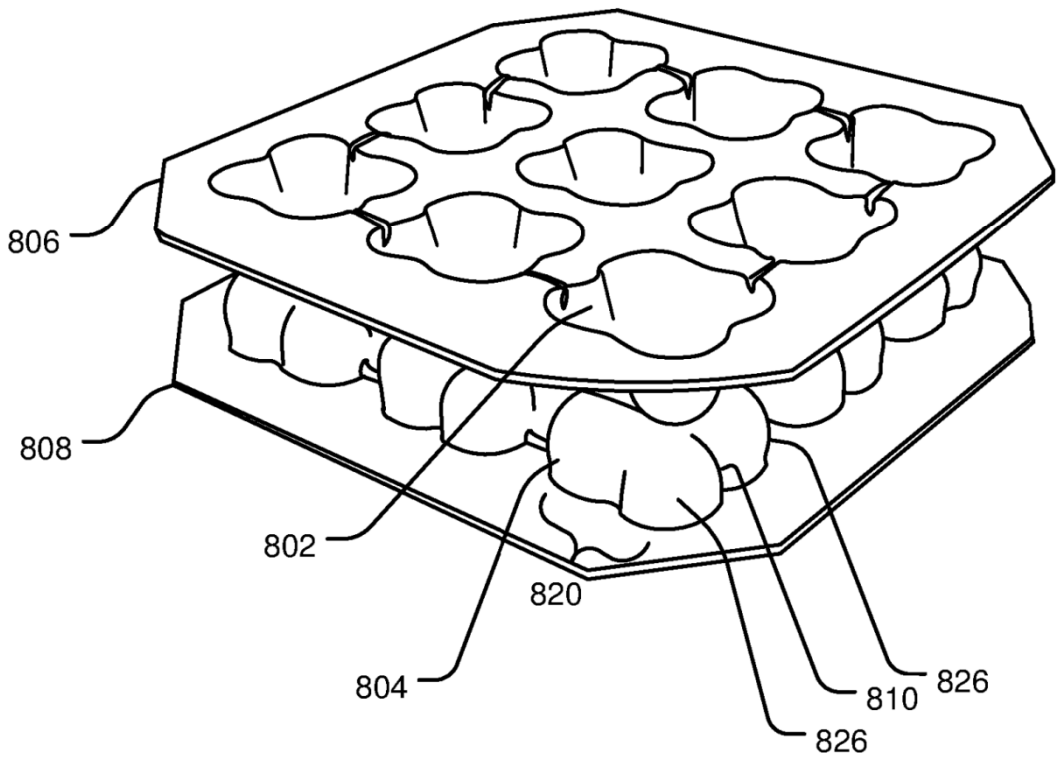


FIG. 8

900

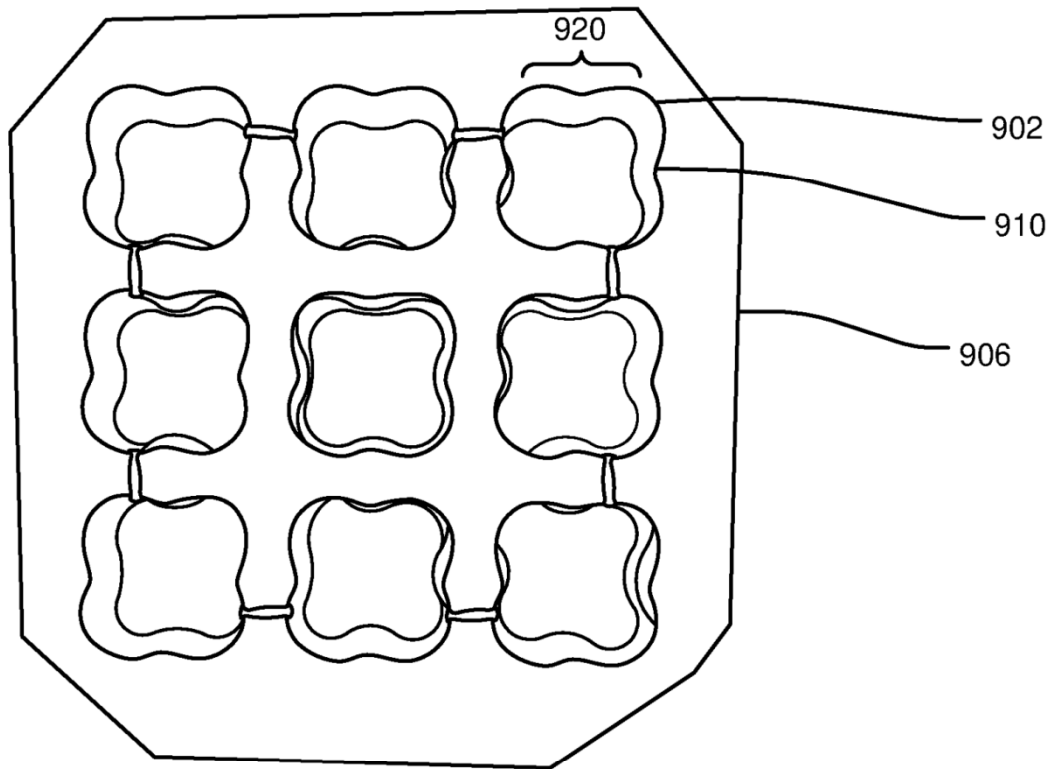


FIG. 9

1000

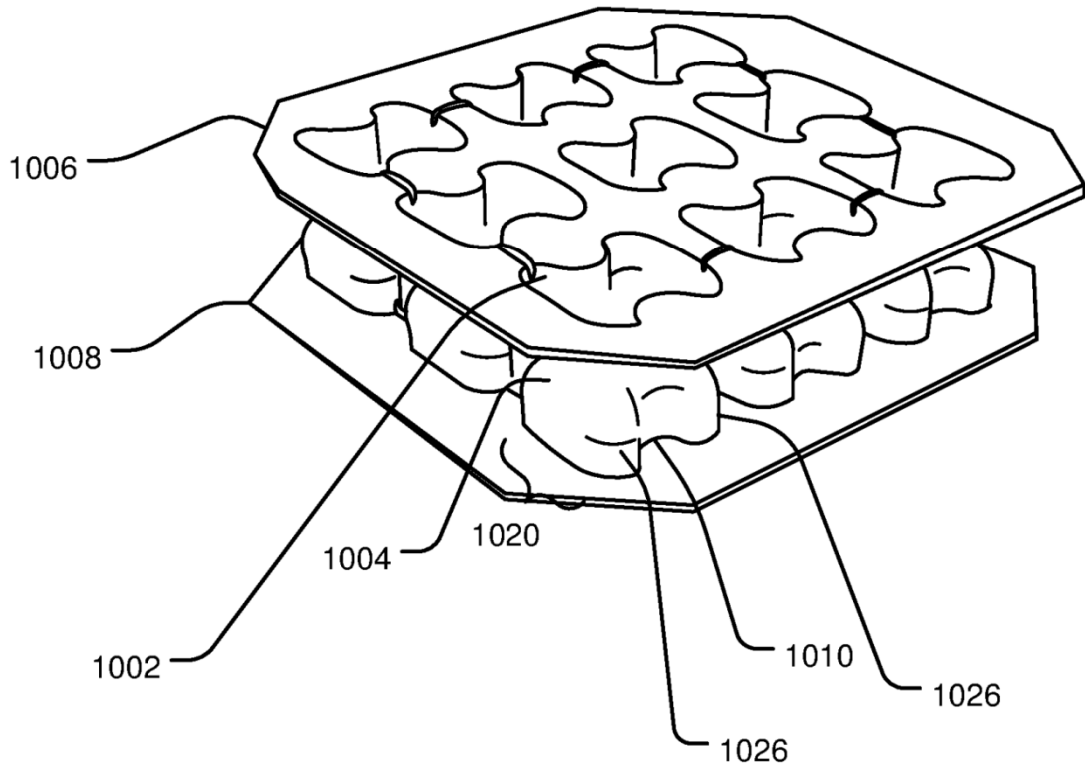


FIG. 10

1100

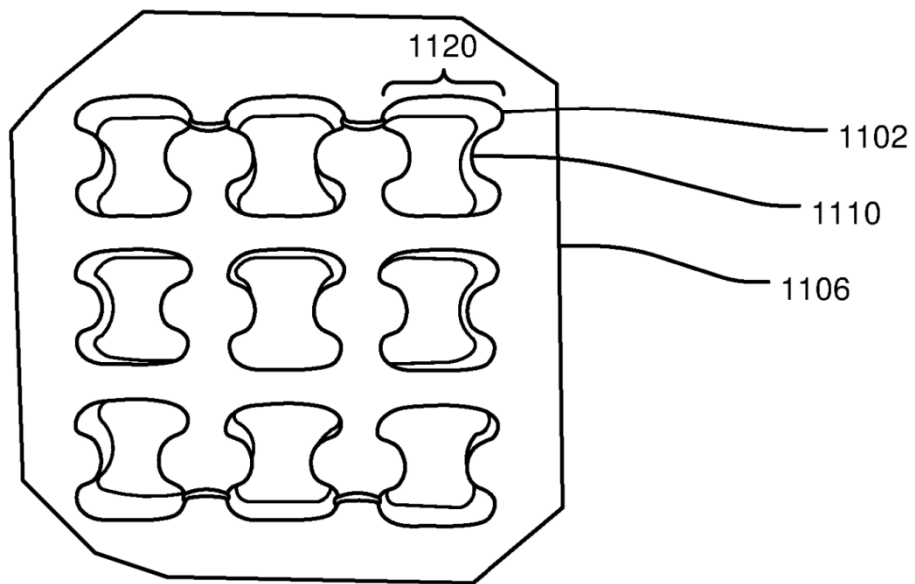


FIG. 11

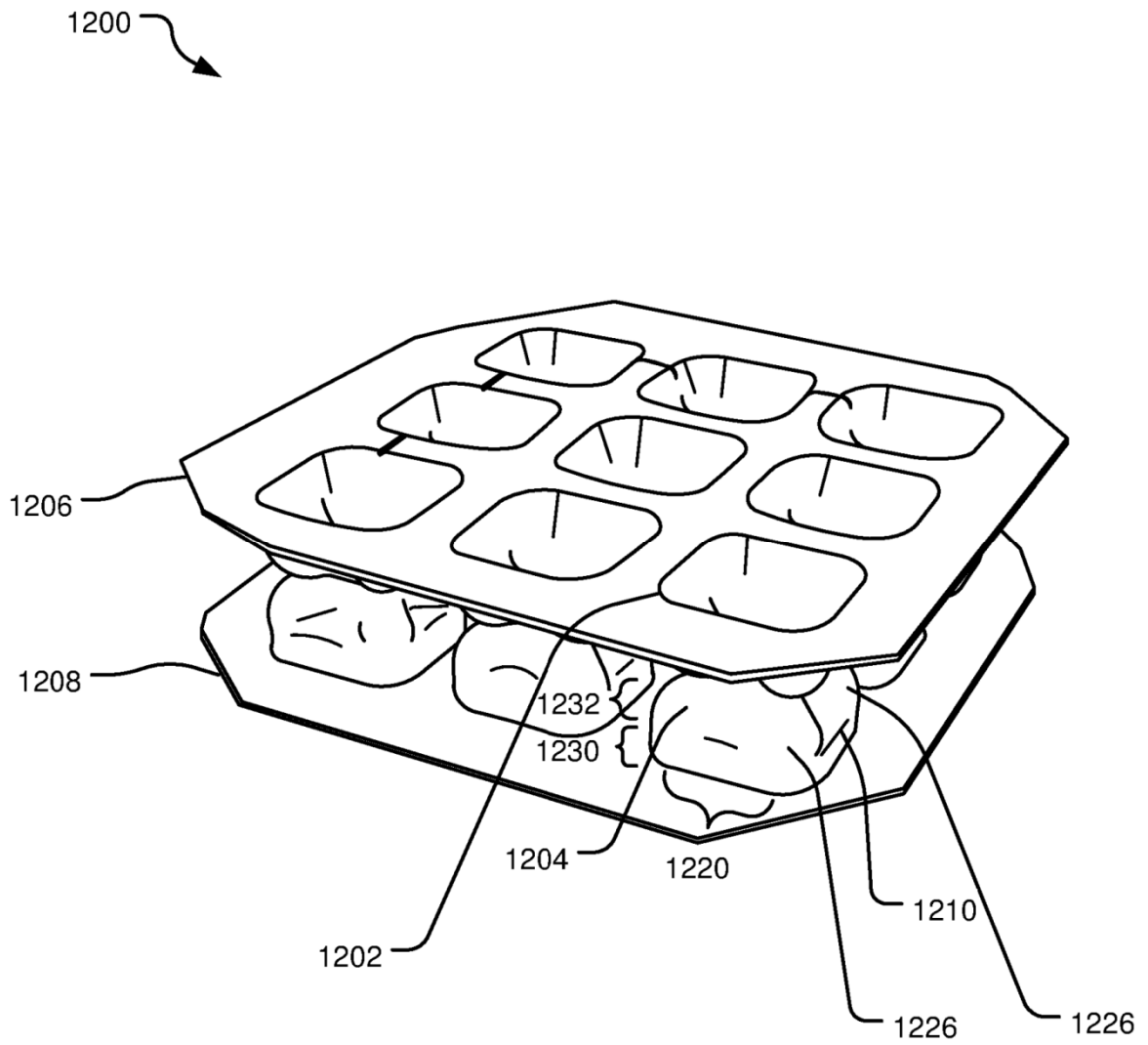


FIG. 12

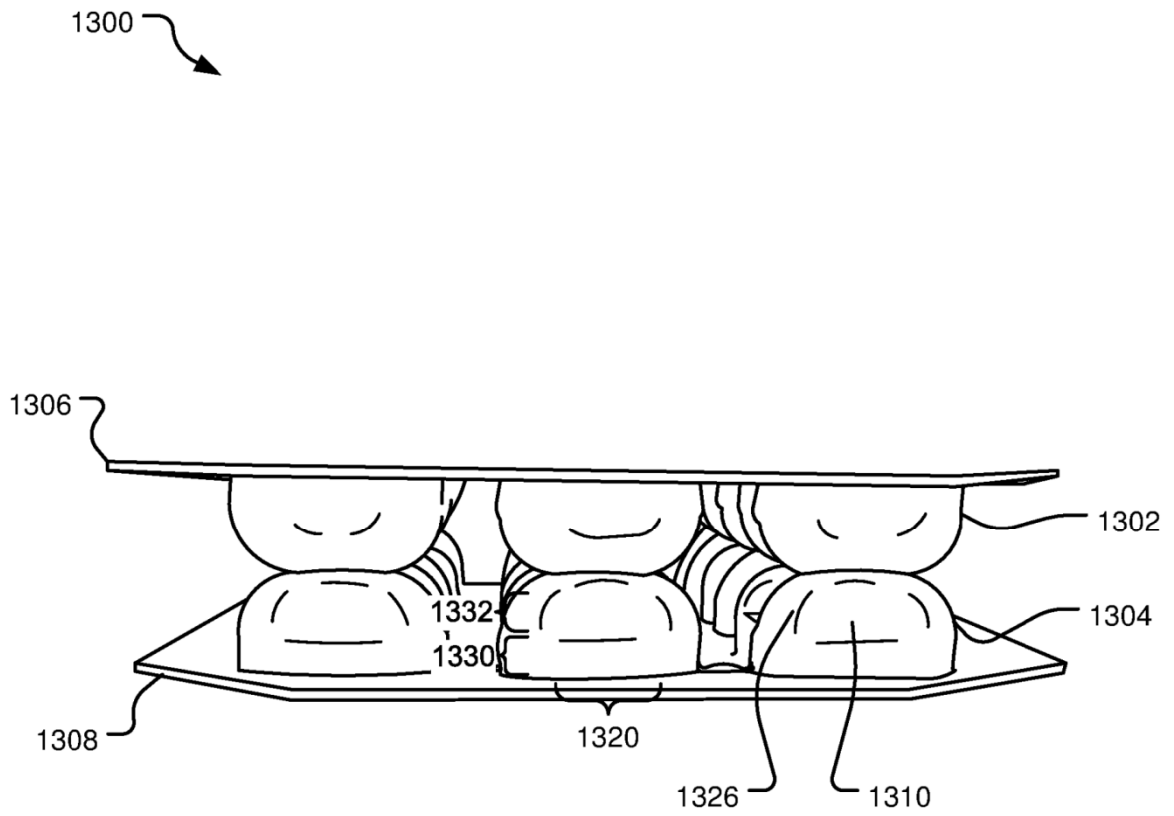


FIG. 13

1400

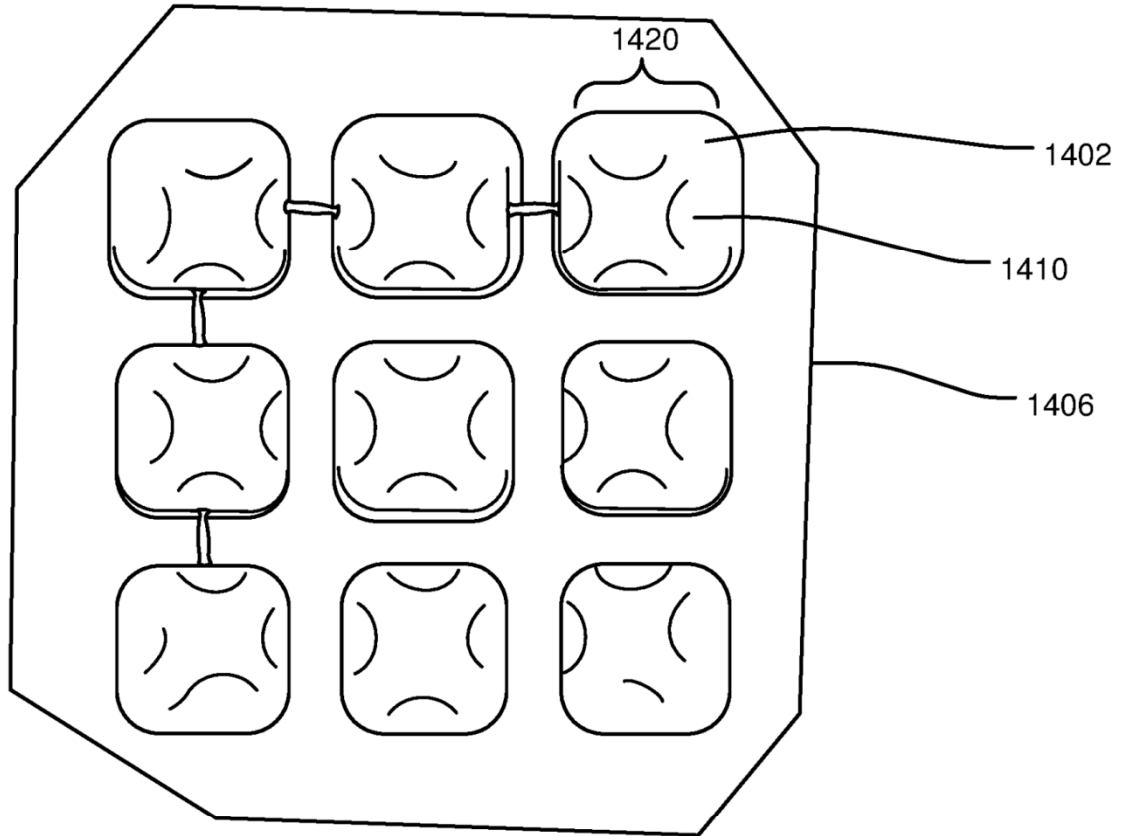


FIG. 14

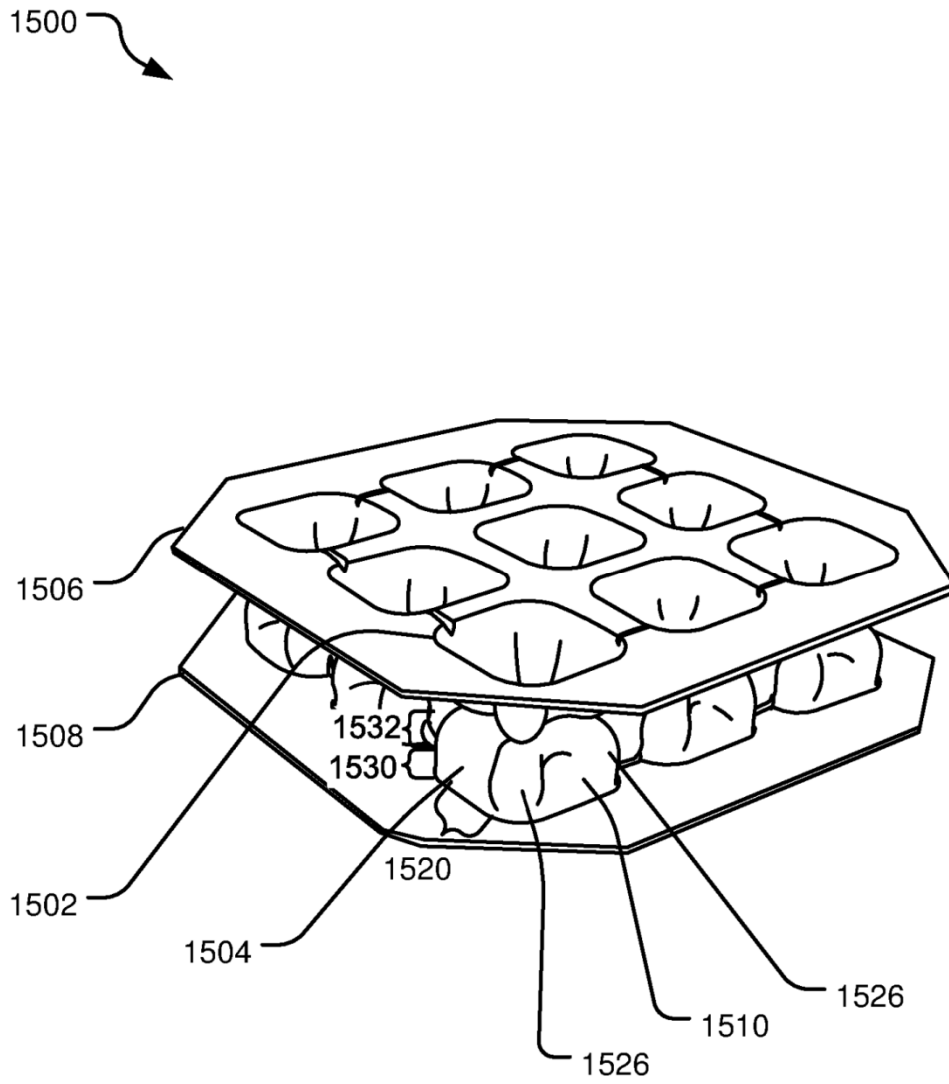


FIG. 15

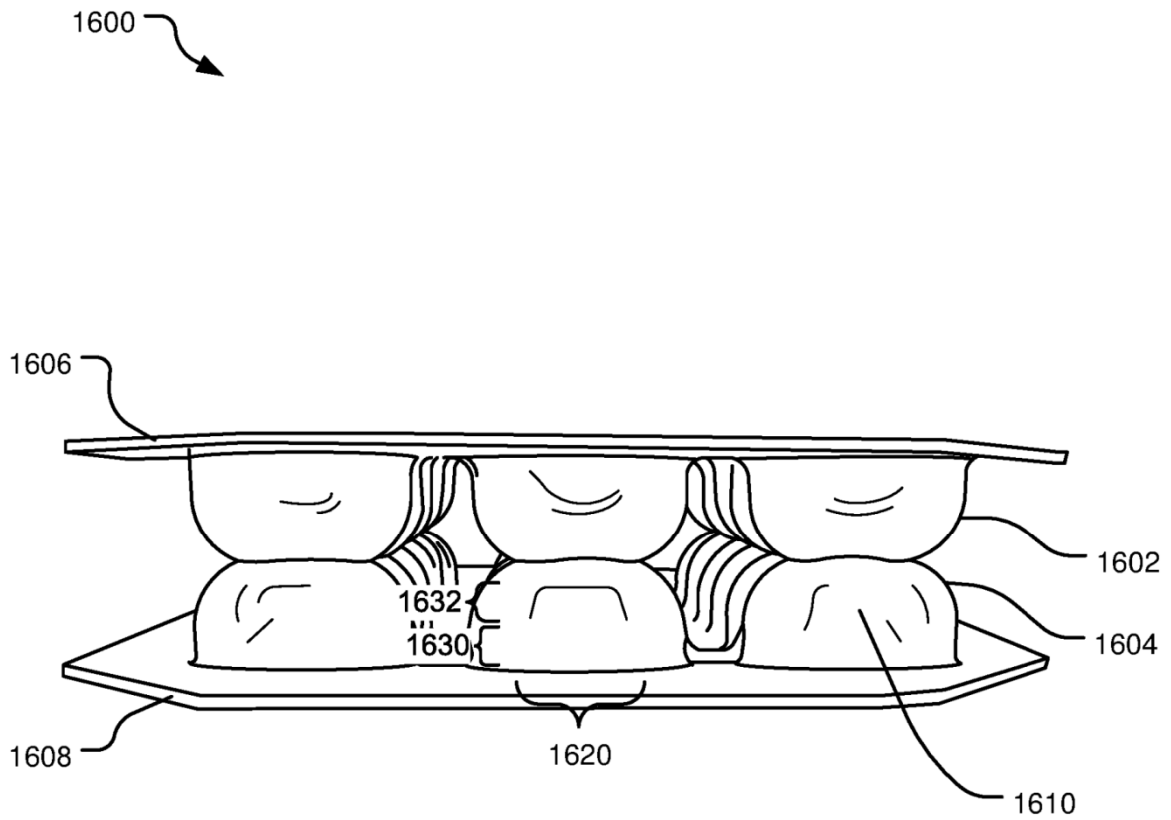


FIG. 16

1700

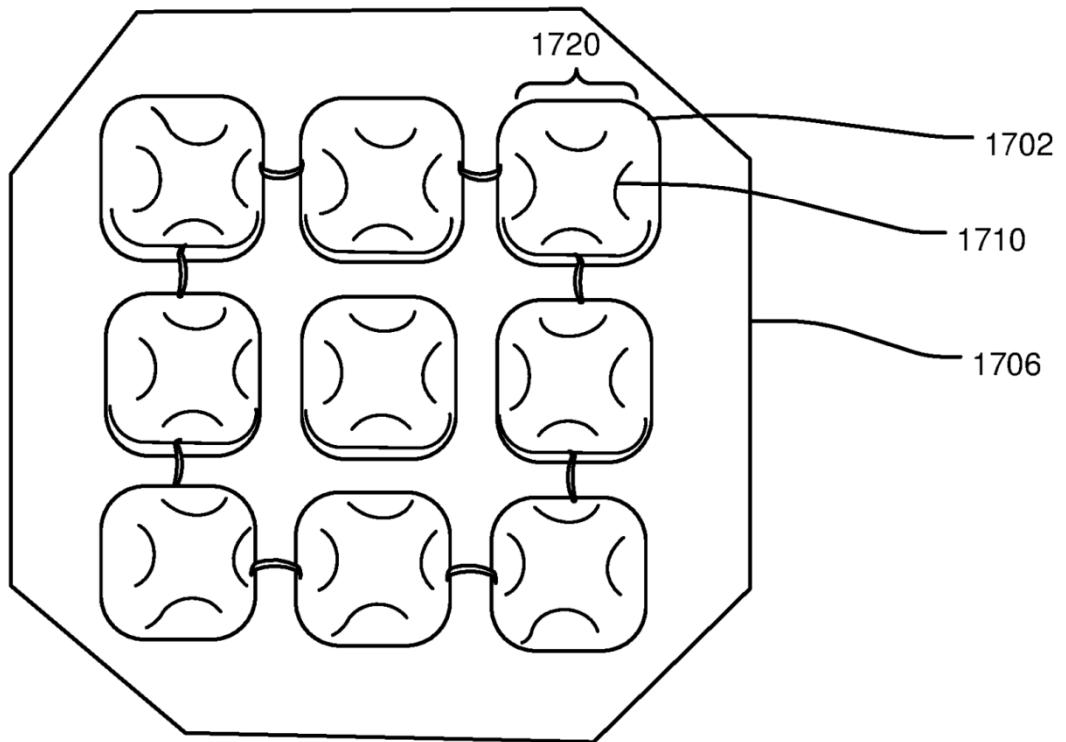


FIG. 17

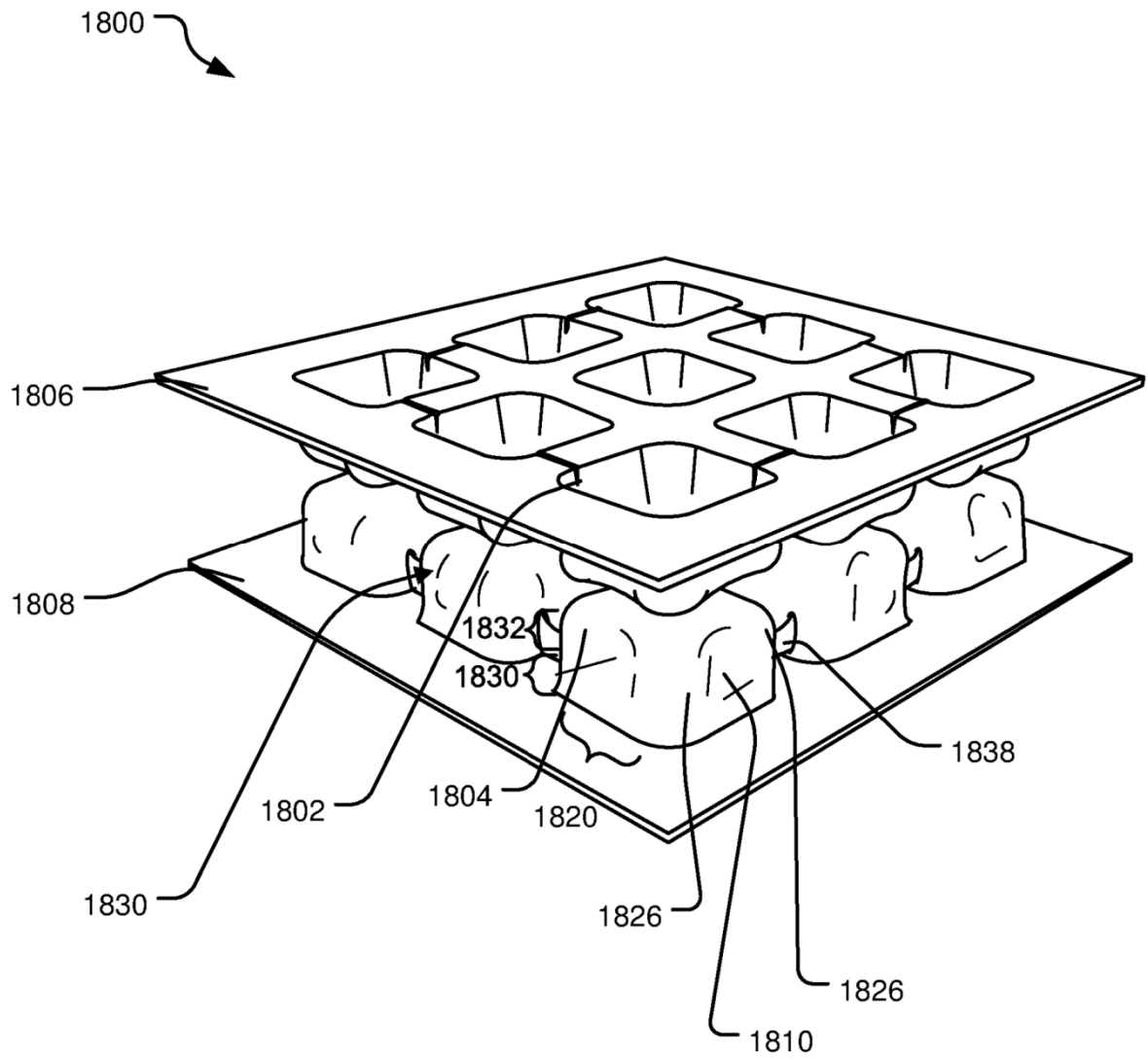


FIG. 18

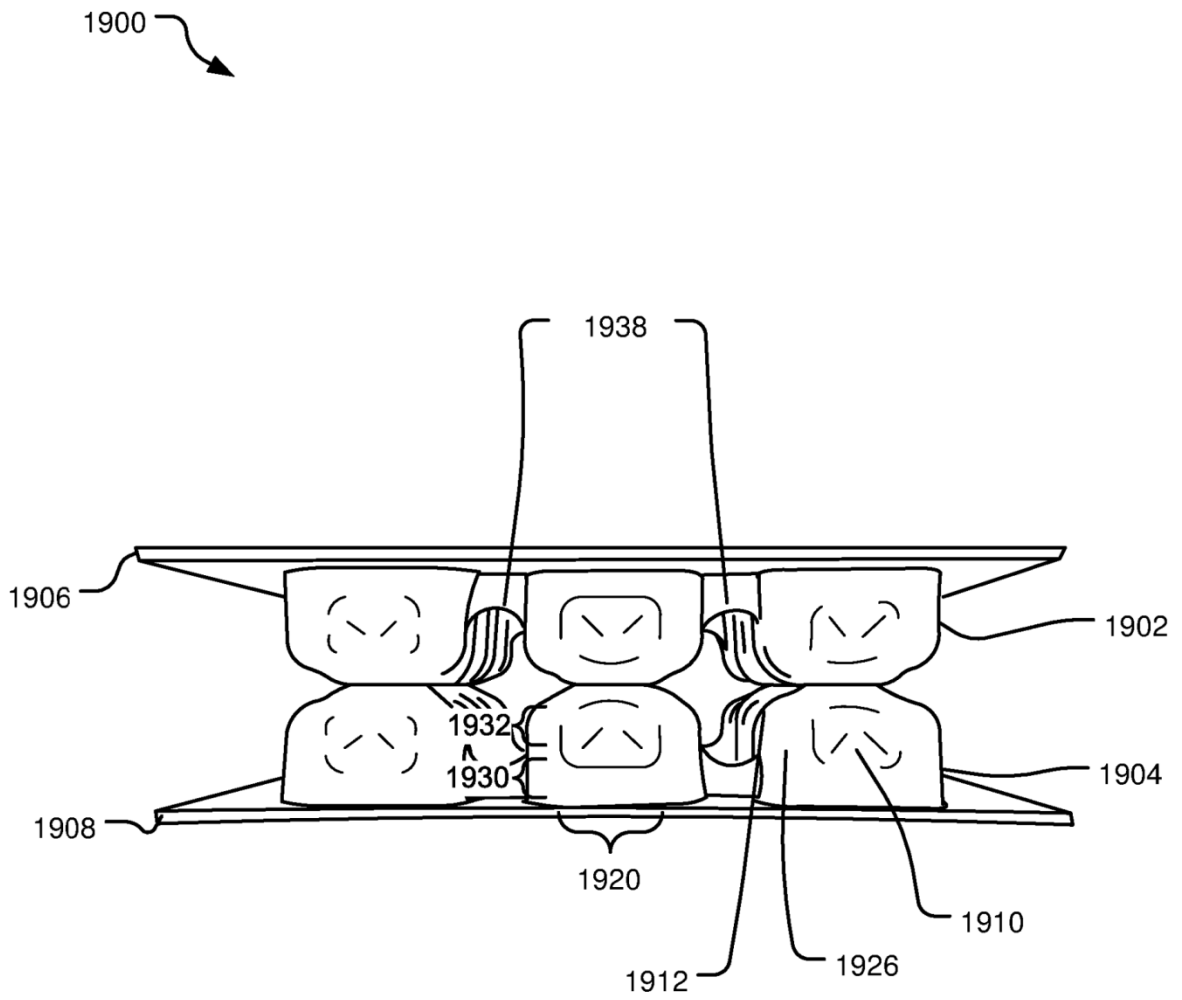


FIG. 19

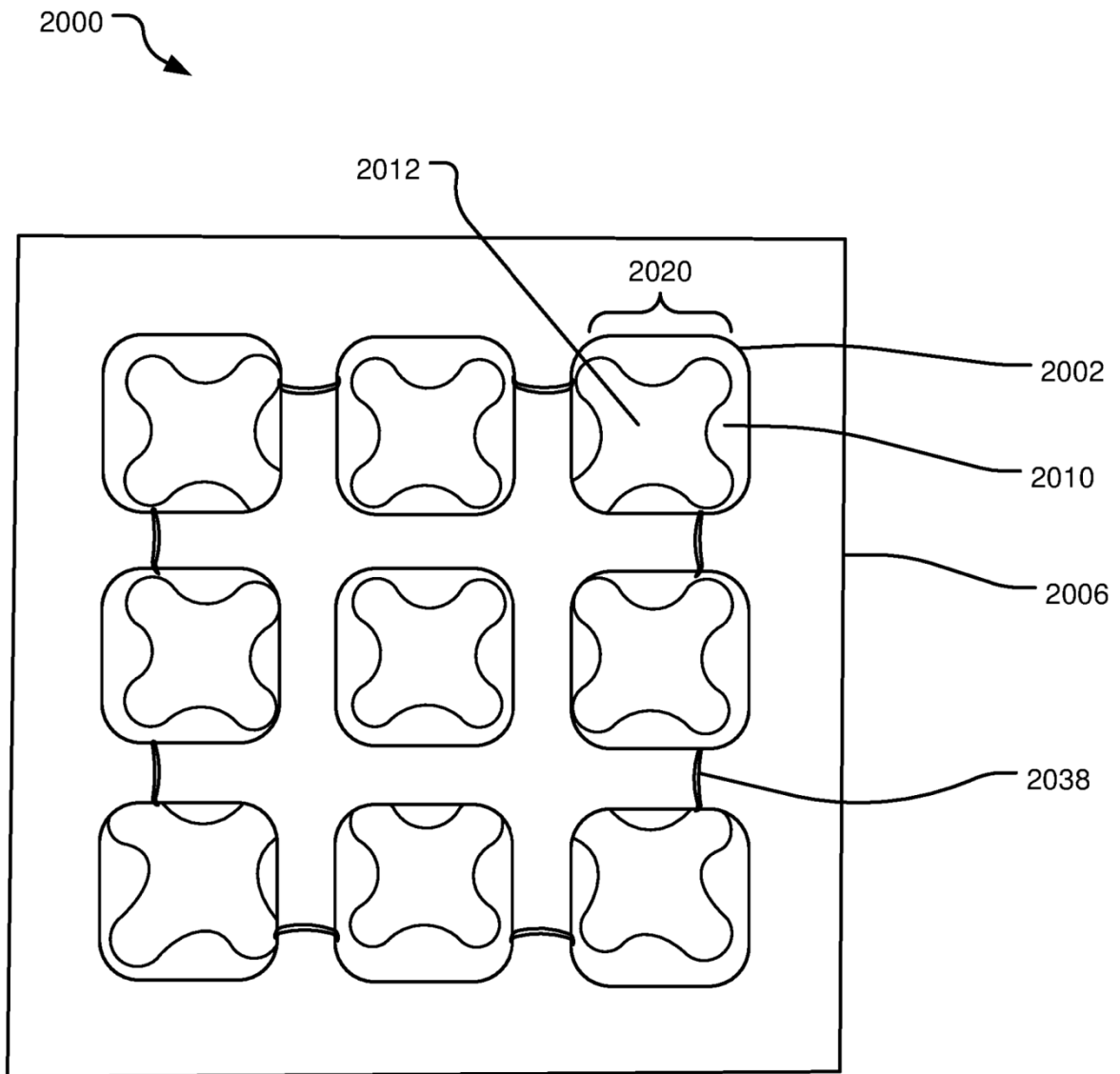


FIG. 20

2100 ↘

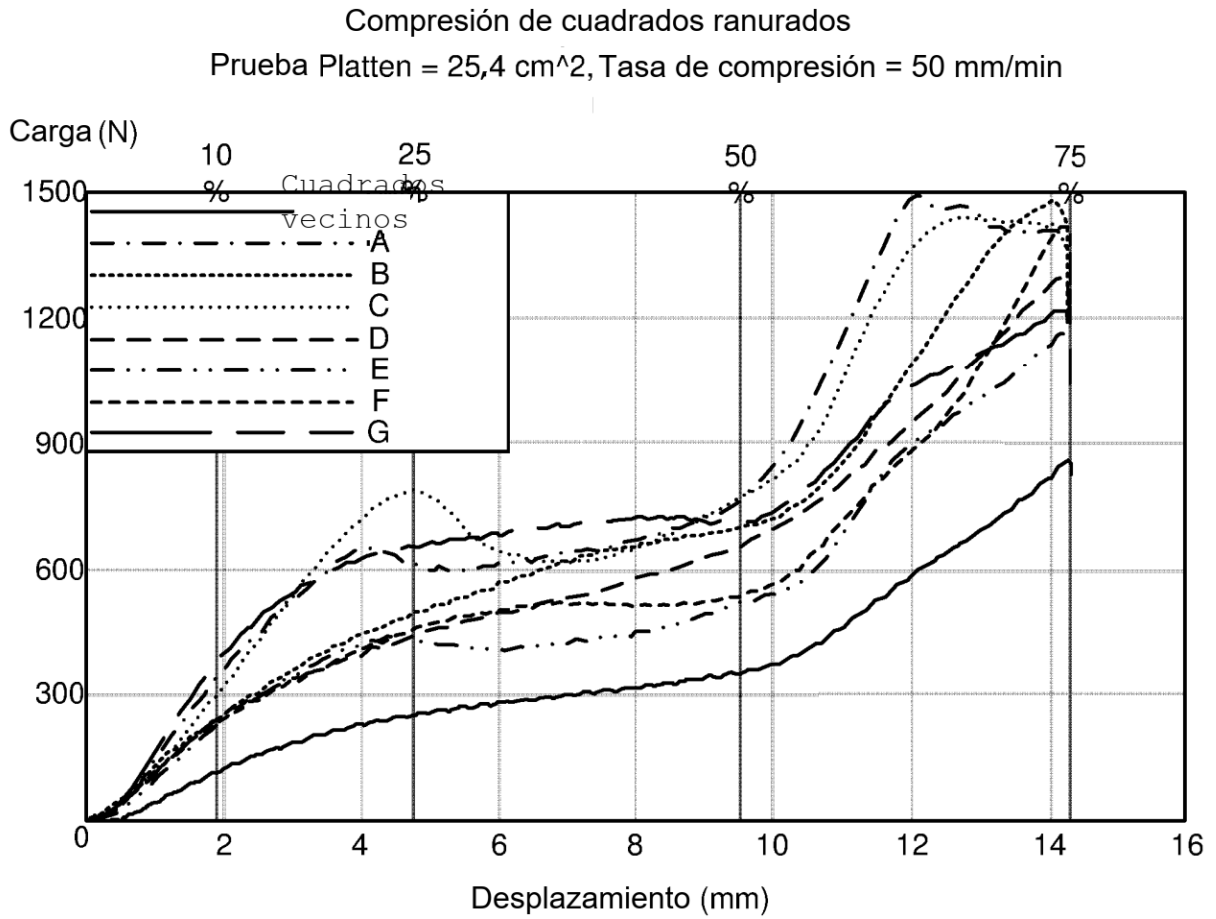



FIG. 21

2200 

Configuración	Fuerza de carga (N)			
	10% Compresión	25% Compresión	50% Compresión	75% Compresión
TS	117	252	350	855
A (Figs. 1, 3)	340	613	765	1410
B (Figs. 4, 5)	243	492	697	1445
C (Figs. 6, 7)	297	786	769	1419
D (Figs. 8, 9)	237	444	653	1292
E (Figs. 10, 11)	229	432	518	1168
F (Figs. 12, 13, 14)	232	457	535	1417
G (Figs. 15, 16, 17)	376	654	709	1214

FIG. 22

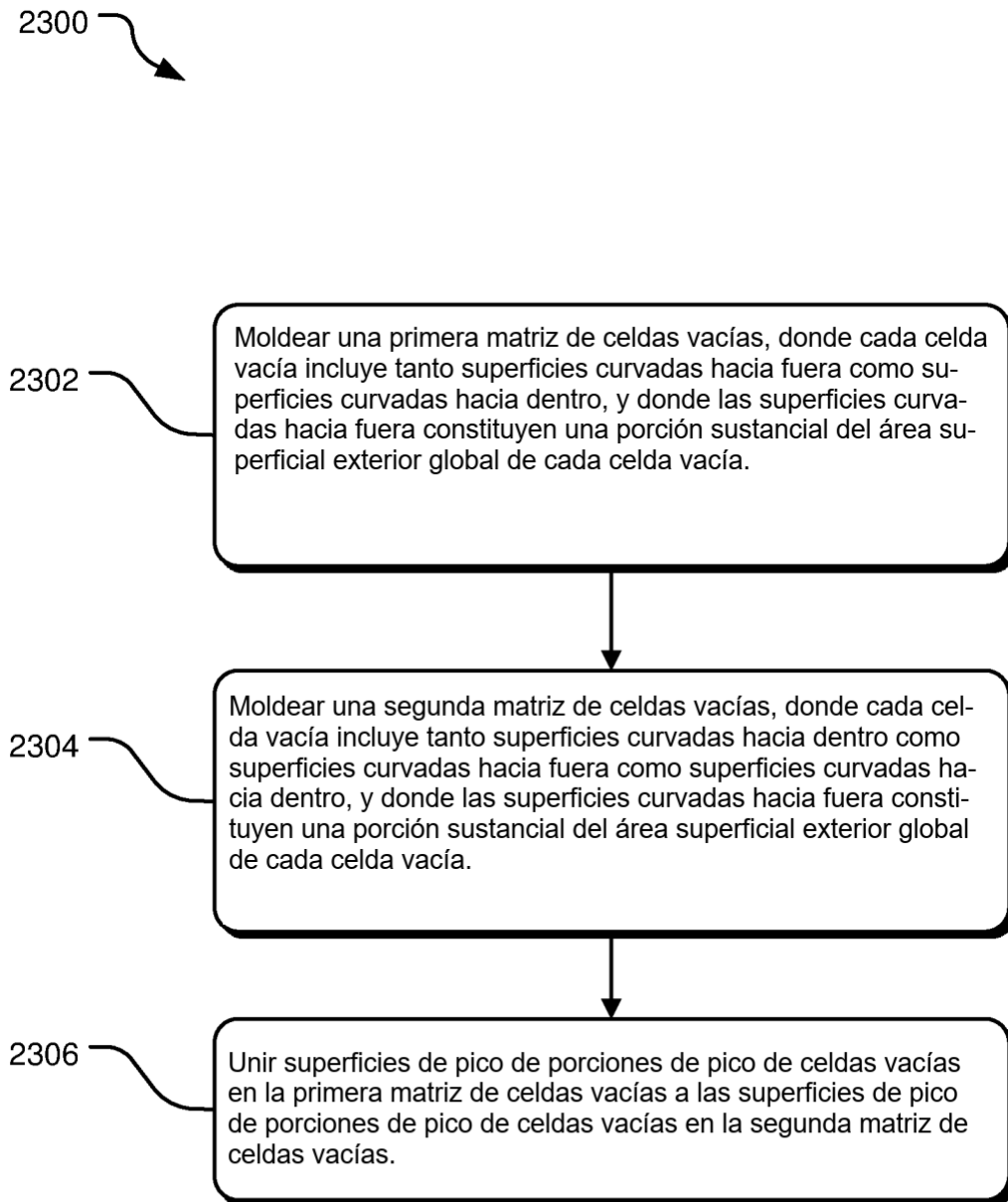


FIG. 23