

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 987 393**

(51) Int. Cl.:

<b>B32B 5/22</b>	(2006.01)	<b>B32B 7/02</b>	(2009.01)
<b>B32B 5/26</b>	(2006.01)	<b>B32B 15/04</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/02</b>	(2006.01)	<b>B32B 38/16</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/14</b>	(2006.01)	<b>B32B 1/00</b>	(2014.01)
<b>B32B 15/18</b>	(2006.01)	<b>B32B 37/10</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/20</b>	(2006.01)	<b>B32B 38/00</b>	(2006.01)
<b>B32B 3/28</b>	(2006.01)		
<b>B32B 3/30</b>	(2006.01)		
<b>B32B 5/02</b>	(2006.01)		
<b>B32B 7/00</b>	(2009.01)		

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2014 PCT/US2014/017829**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130889**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014 E 14708760 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 2958746**

(54) Título: **Escudo térmico ligero**

(30) Prioridad:

**22.02.2013 US 201361767854 P**  
**15.03.2013 US 201361792346 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.11.2024**

(73) Titular/es:

**LYDALL PERFORMANCE MATERIALS (US), INC.**  
(100.0%)  
**216 Wohlsen Way**  
**Lancaster, PA 17603, US**

(72) Inventor/es:

**LEHR, BRIAN, C.;**  
**BARRALL, JEFFERY, L. y**  
**FORRY, JOHN, S.**

(74) Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 987 393 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

Escudo térmico ligero

Campo técnico

Esta solicitud se refiere en general a escudos térmicos para uso en aplicaciones de alta temperatura y, en algunas realizaciones, a escudos térmicos livianos en vehículos para proteger componentes sensibles a la temperatura de fuentes cercanas de calor radiante.

Antecedentes

Los protectores térmicos en aplicaciones vehiculares se utilizan para proteger paquetes electrónicos, sensores, cableado y otros sistemas sensibles al calor de los componentes calientes del vehículo que funcionan a altas temperaturas e irradian cantidades sustanciales de calor. Una lista no limitativa de dichos componentes incluye el turbocompresor, el colector de escape, la tubería de escape, el convertidor catalítico y similares. Los componentes calientes a menudo pueden funcionar a temperaturas superiores a 600 °C, e incluso pueden alcanzar 800 °C en ciertas ubicaciones, y generalmente se ubican en el compartimiento del motor donde la ventilación es limitada o debajo del vehículo donde los sistemas sensibles al calor no se pueden reubicar más lejos de la fuente de calor.

Un escudo térmico convencional para tales aplicaciones está formado por dos láminas metálicas relativamente gruesas, o capas de chapa metálica, que se han prensado o estampado en una forma tridimensional deseada y se han acoplado entre sí alrededor de sus bordes periféricos para formar un cuerpo de carcasa hueco sustancialmente rígido. La forma del cuerpo de carcasa puede contornearse para ajustarse dentro del espacio limitado y a menudo estrecho que está disponible dentro del vehículo entre el componente caliente y el dispositivo o sensor protegido. Además, las dos láminas metálicas que forman el cuerpo de carcasa están generalmente separadas por una fina capa central de un tejido aislante flexible que sirve para evitar que las superficies interiores de las capas de chapa metálica entren en contacto o se froten entre sí. La superficie exterior de la capa de chapa metálica más cercana a la fuente de calor a menudo está configurada para reflejar el calor irradiado lejos del escudo térmico, mientras que la capa central de tejido aislante bloquea el camino de conducción de calor entre las dos capas de chapa metálica. El escudo térmico también incluye generalmente disposiciones de sujeción, como orificios para pernos o clips, para montar el escudo térmico en el bastidor o la estructura de un vehículo.

Además de proporcionar una barrera térmica para proteger los sistemas y dispositivos sensibles al calor ubicados cerca de los componentes calientes, los escudos térmicos para vehículos también están diseñados para soportar altos niveles de vibración. Dichos niveles de vibración pueden ser generados por las diversas fuentes de vibración producidas dentro de un vehículo, incluyendo el motor de combustión interna, la transmisión, los compresores, las bombas, los ventiladores de refrigeración, las correas y poleas giratorias que alimentan los diversos sistemas auxiliares del vehículo, así como cualquier vibración vehicular inducida por la carretera transmitida a través de los neumáticos y la suspensión. Para evitar fallas estructurales debido a la fatiga de alto ciclo, las láminas metálicas o capas de chapa metálica a menudo se diseñan con paredes robustas y relativamente gruesas y estructuras de refuerzo o relieves que reducen la respuesta natural del escudo térmico a la vibración. Desafortunadamente, esto también aumenta el peso del dispositivo, incluso cuando las capas metálicas están fabricadas con aleación de aluminio. Cuando se suman, el peso combinado de todos los componentes de los escudos térmicos generalmente puede resultar en una penalidad de peso significativa para el vehículo.

Por consiguiente, existe una necesidad de escudos o protectores térmicos para vehículos que puedan proporcionar una protección térmica adecuada para sistemas sensibles al calor manteniendo al mismo tiempo su integridad estructural y que además pesen menos que los escudos térmicos existentes. La presente invención se dirige a un escudo térmico ligero de este tipo.

El documento US5590524 describe un escudo térmico para inhibir la transferencia de calor entre componentes de un vehículo. En un ejemplo, el escudo térmico comprende una capa de revestimiento exterior de acero laminado en frío, una capa de aislamiento central de papel de fibra cerámica y una capa de revestimiento interior formada de acero laminado en frío.

Resumen

Brevemente descrita, la invención se refiere a un escudo térmico como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

La invención se comprenderá mejor tras la revisión de la descripción detallada que se expone a continuación tomada en conjunto con las figuras de los dibujos adjuntos, que se describen brevemente a continuación.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva superior de un ejemplo de escudo térmico como el que se encuentra actualmente en la técnica anterior.

La figura 2 es una vista en perspectiva superior de un escudo térmico liviano, de acuerdo con una realización representativa de la presente divulgación.

5 La figura 3 es una vista en perspectiva superior de una pantalla de soporte para formar un escudo térmico de un solo lado, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 4 es una vista en perspectiva superior de un par de pantallas de soporte acopladas para formar un escudo térmico de doble lado, de acuerdo con otra realización representativa.

10 La figura 5 es una vista en perspectiva de un molde y su superficie de moldeo perforada y conformada, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 6 es un diagrama de flujo que representa un método para fabricar un escudo térmico liviano, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un escudo térmico de un solo lado terminado, de acuerdo con otra realización representativa.

15 La figura 8 es una vista esquemática en sección transversal del blindaje térmico de un solo lado completado de la figura 7, visto desde la línea de sección A-A.

La figura 9 es una vista en perspectiva de un escudo térmico de doble cara completado, de acuerdo con otra realización representativa.

20 La figura 10 es una vista esquemática en sección transversal del escudo térmico de doble cara completado de la figura 9, tal como se observa desde la línea de sección B-B.

La figura 11 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico liviano, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 12 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico liviano, de acuerdo con otra realización representativa.

25 La figura 13 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico liviano, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 14 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa de la presente divulgación.

30 La figura 15 es una vista en perspectiva parcialmente ensamblada de otra realización del escudo térmico ligero de la figura 14.

La figura 16 es una vista en perspectiva de la superficie de una de las capas de soporte del escudo térmico ligero de la figura 14.

La figura 17 es una vista esquemática en despiece de un dispositivo para montar el escudo térmico ligero de la figura 14 en un vehículo.

35 La figura 18 es una vista esquemática ensamblada de un dispositivo de la figura 17 para montar el escudo térmico ligero en un vehículo.

La figura 19 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa de la presente divulgación.

40 La figura 20 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 21 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa.

Las figuras 22A-22F son vistas esquemáticas en sección transversal de un método para fabricar el escudo térmico ligero de la figura 20.

45 Las figuras 23A y 23B son vistas esquemáticas en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa.

La figura 24 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa.

50 La figura 25 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa.

Las realizaciones mostradas en las figuras 2-19, 23A, 23B, 24 y 25 no están comprendidas en el texto de las reivindicaciones concedidas, pero se consideran útiles para comprender la invención. Los expertos en la materia apreciarán y comprenderán que, de acuerdo con la práctica habitual, varias características de los dibujos que se analizan a continuación no están necesariamente dibujadas a escala, y que las dimensiones de varias características y elementos de los dibujos pueden ampliarse o reducirse para ilustrar con mayor claridad las realizaciones de la presente invención descrita en el presente documento.

#### Descripción detallada

Haciendo referencia ahora con más detalle a los dibujos de las figuras, en las que las partes similares se identifican con números de referencia similares en las distintas vistas, la figura 1 ilustra un escudo térmico de ejemplo 10 para vehículos como los que se pueden encontrar típicamente en la técnica anterior. El escudo térmico convencional 10 está formado por dos láminas metálicas 12, o capas de lámina metálica, que se han perforado o estampado en una forma tridimensional deseada que se ajusta dentro del espacio a menudo limitado que está disponible dentro del vehículo para separar el componente de alta temperatura del vehículo

y el dispositivo o sensor protegido y sensible al calor. Una o ambas láminas metálicas 12 a menudo están provistas de una superficie exterior reflectante 14 que está configurada para desviar el calor irradiado lejos del escudo térmico, mientras que una lámina fina de tela aislante (no mostrada) está intercalada entre las láminas 12 para evitar que las superficies interiores de las cucharas bivalva entren en contacto entre sí, y bloquee así el camino de conducción de calor a través del cuerpo del escudo térmico 10.

Las láminas metálicas estampadas 12 del protector térmico 10 ilustrado en la figura 1 también incluyen varias superficies curvas y características estampadas 16 que permiten que el protector térmico 10 se posicione y oriente en el espacio deseado. Las características estampadas 16 también pueden proporcionar soporte y rigidez adicionales para controlar la respuesta del protector térmico a la vibración externa. Como se puede ver, el protector térmico 10 también incluye orificios para pernos 18 formados a través de las láminas metálicas 12 y la tela aislante flexible para montar el protector en el marco o estructura del vehículo. Aunque son eficaces para controlar el calor y resistir la vibración, los protectores térmicos del tipo mostrado en la figura 1 son relativamente masivos y pesados porque cada protector comprende dos láminas metálicas gruesas colocadas una al lado de la otra, lo que da como resultado una penalidad de peso significativa para el vehículo cuando se combinan los pesos de todos los componentes de los protectores térmicos.

En la figura 2 se ilustra un escudo térmico ligero 100 de acuerdo con una realización representativa de la presente divulgación. El escudo térmico 100 incluye una pantalla de soporte 110 hecha de un material de malla que se ha dimensionado y formado en la forma tridimensional deseada para el escudo térmico terminado. En un aspecto, la forma de la pantalla de soporte 110 puede coincidir estrechamente con la forma del escudo térmico metálico convencional que el escudo térmico ligero 100 está destinado a reemplazar. La pantalla de soporte puede incluir además características superficiales similares 116 y orificios para pernos 118 que permiten que el escudo térmico 100 se posicione y oriente en el mismo espacio deseado dentro del vehículo, y que también pueden proporcionar soporte y rigidez para controlar la respuesta del escudo térmico a la vibración externa. En otros aspectos, sin embargo, la forma de la pantalla de soporte y el escudo térmico completo pueden comprender una estructura completamente nueva que aprovecha las muchas características beneficiosas proporcionadas por el escudo térmico ligero de la presente divulgación.

El escudo térmico 100 también incluye una capa de aislamiento 130 que se puede adherir a una superficie interna o primera de la pantalla de soporte 110, y que se puede adaptar sustancialmente a la forma de la pantalla de soporte 110. La capa de aislamiento 130 puede comprender un material de aislamiento 132 que se infunde en el material de malla de la pantalla de soporte 110 cuando está húmedo para llenar los huecos entre los filamentos del material de malla, y luego se seca para formar la capa de aislamiento sustancialmente rígida 130. En un aspecto, el material de aislamiento 132 puede extenderse completamente a través del material de malla de la pantalla de soporte 110 y parcialmente más allá de la superficie externa o segunda de la pantalla de soporte, de modo que la pantalla de soporte 110 esté sustancialmente rodeada y encerrada por la capa de aislamiento 130. En otras palabras, la pantalla de soporte 110 puede estar rodeada y encerrada por una porción mayoritaria de la capa de aislamiento 130 en la superficie interior o primera, y por una porción minoritaria de la capa de aislamiento en la superficie exterior o segunda.

Durante la fabricación del escudo térmico 100, el material aislante 132 puede aplicarse como una suspensión húmeda a la superficie interna o primera de la pantalla de soporte 110, y luego moldearse, desaguararse y secarse para formar la capa aislante rígida y sólida 130 que puede adaptarse sustancialmente a la forma de la pantalla de soporte 110 a medida que se adhiere o se infunde en la pantalla de soporte. En un aspecto, el material aislante seco puede formarse sobre la pantalla de soporte 110 con un espesor sustancialmente constante. Además, y a diferencia del material de tela aislante delgado y flexible que se encuentra generalmente en los escudos térmicos de la técnica anterior que simplemente sirven como relleno aislante, la capa seca 130 de material aislante 132 puede proporcionar una parte sustancial de la rigidez y la estructura del escudo térmico general 100.

De acuerdo con otra realización representativa, la figura 3 es una vista superior en perspectiva de una pantalla de soporte 210 para un escudo térmico ligero de un solo lado antes de la adición de la capa de aislamiento. La pantalla de soporte 210 puede comprender una lámina generalmente plana de material de malla 212 que se ha formado en una forma tridimensional con características curvas 216 que se extienden fuera del plano hasta el plano inicial de la lámina. La pantalla de soporte 210 puede incluir además bordes o paredes laterales 217 que también se extienden fuera del plano para formar un escudo térmico que tiene un lado cóncavo y un lado convexo. Tanto las características curvas 210 como las paredes laterales 217 pueden proporcionar rigidez para el escudo térmico. Se debe apreciar que el material de aislamiento que se seca para formar la capa de aislamiento se puede aplicar tanto al lado convexo como al lado cóncavo de la pantalla de soporte 210.

La pantalla de soporte 210 puede estar hecha de un material de malla 212 que sea lo suficientemente maleable para ser formado, prensado o moldeado en una forma impresa, mientras que también incluye suficiente firmeza y rigidez para mantener sustancialmente esa forma hasta que se presione o se trabaje en una forma diversa. Además, el material de malla 212 puede doblarse elásticamente después de ser formado en la forma impresa en el sentido de que permanece lo suficientemente dócil y flexible para soportar, sin sufrir daños, una flexión sustancial fuera del plano en respuesta a una fuerza o vibración aplicada, y luego volver naturalmente a la

5 forma impresa cuando se suelta y se le permite relajarse de nuevo a un estado independiente. Sin embargo, aunque el material de malla 212 puede doblarse elásticamente en una dirección fuera del plano (es decir, sustancialmente perpendicular al plano local de la capa de material), el material de malla 212 también puede ser resistente o sustancialmente resistente al estiramiento o compresión elástica dentro del plano de la pantalla de soporte 210.

10 En un aspecto, el material de malla 212 puede ser una malla metálica, como una malla hecha de alambre de acero inoxidable. En otros aspectos, el material de malla 212 puede ser un material no metálico, como un material compuesto de fibra de vidrio o fibra reforzada con polímero, un material termoplástico o termoendurecible sustancialmente homogéneo y similares, y que inicialmente se moldea mientras se calienta y luego se enfriá para formar una malla de polímero rígida.

15 La figura 4 es una vista en perspectiva superior de un par de pantallas de soporte acopladas 310, 340 para un blindaje térmico de doble cara, de acuerdo con otra realización representativa. Como se muestra, una primera pantalla de soporte 310 está formada a partir de un material de malla que tiene una superficie superior o interior 314 para entrar en contacto con la capa de aislamiento, y una segunda pantalla de soporte 340 formada a partir del mismo o de un material de malla diferente 342 que tiene una superficie inferior o interior 344 que también entra en contacto con la capa de aislamiento, formando así un volumen cerrado 318 que está configurado para recibir el material de aislamiento húmedo durante los procesos de fabricación.

20 La figura 5 es una vista en perspectiva de un molde 420 que tiene una superficie de moldeo 440 perforada y conformada, de acuerdo con otra realización representativa de la presente divulgación. El molde 420 puede estar hecho de un bloque de metal 422, tal como aluminio, que tiene una superficie superior 424 que se mecaniza fácilmente para formar una cavidad superior 426 con paredes perimetrales 428 y la superficie de moldeo 440 en la parte inferior. La superficie de moldeo 440 puede incluir una superficie inferior 444, características de superficie curva 446, bordes o paredes laterales 447 y postes 448 para formar orificios que son complementarios con las características estructurales formadas en la pantalla de soporte descrita anteriormente (figura 3). El molde 420 está configurado para su fijación dentro de un recinto sellable, que puede ser una cubierta sellable (no mostrada) que se ajusta alrededor de las paredes laterales externas 422 del molde 420 para sellar contra la superficie superior de una placa base 430.

25 En un aspecto, el bloque de metal 422 puede incluir además una pluralidad de orificios de perforación 442 perforados a través de la superficie de moldeo 440 desde la cavidad superior 426 hasta una superficie inferior. Los orificios de perforación 442 pueden estar espaciados de manera uniforme a lo largo de la superficie inferior 444, de la superficie curva 446 y de las paredes laterales 447 de la superficie de moldeo 440. En un aspecto, la superficie inferior también puede mecanizarse para formar una cavidad inferior (no mostrada) que reduce la longitud de los orificios de perforación 442 a través del bloque de metal 422. Además, la parte inferior del molde 420 o la placa base de soporte 430 pueden adaptarse para acoplarse a una fuente de vacío, de modo que el vacío pueda aplicarse o extraerse desde debajo del molde 420 y a través de los orificios de perforación 442 en la superficie de moldeo 440. La fuente de vacío puede ser una bomba de vacío o un dispositivo similar que se coloca en comunicación fluida con los orificios de perforación 442 que se extienden a través de la superficie de moldeo 440.

30 La figura 6 es un diagrama de flujo que representa un método 400 para fabricar un escudo térmico ligero, de acuerdo con otra realización representativa. El método 400 incluye la obtención 402 de un molde que tiene una superficie de moldeo conformada y perforada dentro de un recinto sellable, y que está adaptado para extraer un vacío desde debajo de la superficie de moldeo. El molde es al menos funcionalmente similar al molde 420 descrito anteriormente en referencia a la figura 5, aunque debe apreciarse que el tamaño, la forma y las características de la superficie de moldeo 440 que se muestran en la misma son meramente ilustrativas de una realización representativa de la superficie de moldeo 440, y que tanto el molde como la superficie de moldeo pueden formarse con una amplia variedad de tamaños, formas y características de la superficie para fabricar escudos térmicos en una variedad correspondientemente amplia de tamaños y formas tridimensionales.

35 El método 400 también incluye la obtención 404 de una pantalla de soporte configurada para permitir el paso de humedad a través de esta. De manera similar a la pantalla de soporte mostrada en la figura 3, la pantalla de soporte tiene una superficie superior o primera, una superficie inferior o segunda, un perímetro y una forma que se ajusta sustancialmente a la forma de la superficie de moldeo. Más específicamente, la forma de la superficie inferior o segunda puede ser la imagen inversa o especular de la forma de la superficie de moldeo de modo que la pantalla de soporte preformada se ajusta sustancialmente a la forma de la superficie de moldeo cuando se coloca dentro del molde. En algunos aspectos, la pantalla de soporte puede comprender un par de pantallas de soporte acopladas, similares a las mostradas en la figura 4, para formar un escudo térmico de doble cara.

40 El método 400 incluye además la instalación 406 de la pantalla de soporte en el molde con la superficie inferior o segunda apoyada sobre la superficie de moldeo, y la aplicación 408 de una suspensión de material aislante húmedo sobre la superficie superior o primera de la pantalla de soporte en el molde. El material aislante húmedo

puede comprender una variedad de mezclas que se convierten en capas aislantes sustancialmente rígidas y de baja densidad después de la deshidratación, la consolidación y el secado.

En un aspecto, el material de aislamiento húmedo puede ser una pulpa o una suspensión a base de fibra, como las que se utilizan para fabricar paneles resistentes al calor y a las llamas. Por ejemplo, el material de aislamiento puede incluir uno o más de los siguientes tipos de fibras: fibra cerámica, fibra cerámica biosoluble, lana mineral, lana mineral biosoluble, lana de roca, fibra de vidrio o fibra de vidrio de alta temperatura. Las fibras se pueden utilizar individualmente o en combinación y en una cantidad que va del 1 % al 90 % en peso de la mezcla de aislamiento.

En otro aspecto, el material de aislamiento también puede incluir uno o más aglutinantes, tales como sílice coloidal o silicato de sodio, que pueden usarse individualmente o en combinación y en una cantidad que varía entre el 1% y el 50% en peso de la mezcla de aislamiento.

En otro aspecto, el material de aislamiento también puede incluir uno o más rellenos, tales como arcilla bentonita, vermiculita o Sepiogel-F™, que pueden usarse individualmente o en combinación y en una cantidad que varía entre el 1% y el 70% en peso de la mezcla de aislamiento.

En otro aspecto, el material de aislamiento también puede incluir uno o más coagulantes, tales como Nalco 7607™, Kymene 736™, Alum™, Polymin PR 971 L™ o Perform PC1279 F™, que pueden usarse individualmente o en combinación y en una cantidad que varía entre el 1% y el 30% en peso de la mezcla de aislamiento.

En otro aspecto, el material de aislamiento también puede incluir uno o más agentes de retención, tales como Nalkat 7530™, Nalkat 625™ o PC8179™, que pueden usarse individualmente o en combinación y en una cantidad que varía entre el 1% y el 50% en peso de la mezcla de aislamiento.

En una realización representativa, el material de aislamiento fibroso húmedo puede comprender una mezcla de fibras cerámicas, arcilla, rellenos inertes y componentes aglutinantes orgánicos y/o inorgánicos, similares a las mezclas utilizadas para fabricar lámina ondulado 1401.

En otra realización representativa, la mezcla de aislamiento fibroso puede comprender una formulación de lana de roca/lana mineral que incluye aproximadamente 47.4 % de peso seco de lana mineral Fibrox 300™, 31.6 % de peso seco de lana de roca Lapinus RS-475™, 9.6 % de peso seco de arcilla bentonita Towerbond™, 9.6 % de peso seco de sílice coloidal Ludox™, 1.6 % de peso seco de Nalco 7607™ y 0.03 % de peso seco de coadyuvante de retención aniónico Nalkat 625™.

En otra realización representativa más, la mezcla de aislamiento fibroso puede comprender una formulación de fibra de vidrio de alta temperatura que incluye aproximadamente 78.9 % de peso seco de fibra de vidrio Belcotex 225 SC 6 550, 9.6 % de peso seco de arcilla bentonita Towerbond™, 9.6 % de peso seco de sílice coloidal Ludox™, 1.6 % de peso seco de Nalco 7607™, 0.2 % de peso seco de auxiliar de retención catiónico PC 8179™ y 0.05 % de peso seco de auxiliar de retención iónica Nalkat 625™.

En realizaciones en las que la pantalla de soporte comprende un par de pantallas de soporte acopladas, el material de aislamiento húmedo se puede inyectar en la cavidad entre las pantallas de soporte que se han acoplado previamente entre sí. En otro aspecto, la segunda pantalla de soporte se puede colocar en la capa de material de aislamiento húmedo después de que el material de aislamiento húmedo se haya distribuido uniformemente sobre la primera pantalla de soporte, y luego las dos pantallas de soporte se pueden acoplar entre sí alrededor de sus bordes perimetrales después de que el material de aislamiento se haya deshidratado, consolidado y secado.

El método 400 también incluye sellar 410 el recinto sellable y extraer 412 un vacío desde debajo de la superficie de moldeo para extraer la humedad del material de aislamiento húmedo y formar una capa de material de aislamiento que se adhiere a la primera superficie de la pantalla de soporte y/o se infunde dentro de los huecos e intersticios de la pantalla de soporte. Con referencia nuevamente al molde 420 ilustrado en la figura 5, el recinto sellable puede sellarse alrededor de la superficie superior 424 y la cavidad superior 426 del molde 420, y puede ser sustancialmente hermético de modo que se pueda extraer un fuerte vacío que evacúe y reduzca continuamente el volumen de aire dentro del recinto sellable. Como alternativa, el recinto sellable puede no ser completamente hermético de modo que solo se extraiga un vacío moderado que aún permita una cantidad mínima de fuga de aire hacia el recinto sellado, como alrededor de la junta donde la cubierta del recinto entra en contacto con la superficie superior de la placa base.

Independientemente de la configuración del recinto sellable, el vacío generado puede ser suficiente para extraer o retirar la humedad del material de aislamiento húmedo mientras que las fibras u otros materiales sólidos quedan atrapados en la parte superior y/o dentro de los intersticios de las pantallas de soporte, dependiendo de la finura del material de la malla. Por ejemplo, las fibras u otros materiales sólidos pueden formar una capa de aislamiento sobre una pantalla de soporte de tejido fino, o pueden extenderse dentro de los intersticios de

un material de malla de tejido grueso para adherir o unir mecánicamente la capa de aislamiento a la pantalla de soporte.

En un aspecto, la capa de aislamiento deshidratada y consolidada puede tener un espesor sustancialmente constante que puede variar de aproximadamente 1/8 de pulgada a aproximadamente 1/2 pulgada. Sin estar limitado a ningún mecanismo en particular, se contempla que la capa de aislamiento deshidratada puede tener un espesor sustancialmente constante porque el vacío se aspira inicialmente a través de la rejilla de orificios de perforación en la superficie de moldeo, y luego se distribuye aún más por los huecos entre la malla de alambre de la pantalla de soporte. Esto puede atraer el material de aislamiento hacia cada parte de la pantalla de soporte, incluidas las paredes laterales inclinadas o verticales, con una succión sustancialmente uniforme.

Además, la capa de fibras deshidratadas y consolidadas u otros materiales sólidos también puede ser algo porosa para permitir que el vacío continúe atrayendo material de aislamiento adicional sobre las fibras u otros materiales sólidos que ya se han aspirado contra la pantalla de soporte.

En otro aspecto de la presente divulgación, en el que la superficie superior o primera de la pantalla de soporte forma una cavidad cóncava orientada hacia arriba con las paredes laterales de la pantalla de soporte, la cantidad de material de aislamiento húmedo aplicado a la pantalla de soporte en el molde puede ser suficiente para llenar sustancialmente el volumen delimitado por la superficie superior o primera y las paredes laterales, de modo que una superficie expuesta de la capa de aislamiento esté sustancialmente nivelada y el espesor de la capa de aislamiento varíe de acuerdo con las características de la superficie curva formadas en la pantalla de soporte.

En otro aspecto más, la humedad en el material de aislamiento húmedo se puede retirar o eliminar utilizando métodos y equipos distintos del proceso de moldeo al vacío analizado anteriormente, como por ejemplo haciendo girar el material de aislamiento húmedo y la pantalla de soporte juntos dentro de una centrífuga, comprimiendo el material de aislamiento húmedo y la pantalla de soporte juntos en una prensa, y similares.

En otro aspecto adicional de la presente divulgación, la pantalla de soporte moldeada puede estar provista de suficiente firmeza y rigidez para que no requiera el soporte de una superficie de moldeo subyacente para mantener su forma durante el proceso de deshidratación por vacío. En cambio, la pantalla de soporte moldeada puede colocarse sobre un marco no conforme (no mostrado) dentro del molde que funciona para reforzar o soportar la pantalla de soporte moldeada sobre la fuente de vacío. El marco no conforme puede soportar la pantalla de soporte moldeada alrededor del perímetro de la pantalla de soporte y/o en una o más ubicaciones debajo del cuerpo de la pantalla de soporte. Además, el marco no conforme puede estar configurado para sellar alrededor del borde perimetral de la pantalla de soporte de modo que el vacío se canalice para extraer la humedad desde la parte central de la pantalla de soporte.

El método 400 incluye además retirar 414 la pantalla de soporte y la capa adherida de material aislante juntas del molde.

Además de los pasos anteriores, el método para fabricar un escudo térmico ligero puede incluir además el secado de la capa de material aislante, lo que también puede completar la unión entre la capa de material aislante y la pantalla de soporte. En un aspecto, el paso de secado se puede realizar mientras la pantalla de soporte y la capa de material aislante todavía están montadas dentro del molde. En otro aspecto, el paso de secado se puede realizar en un horno separado después de que la pantalla de soporte y la capa adherida de material aislante se hayan retirado del molde. A través del proceso de secado, la capa de material aislante puede convertirse en un elemento estructural rígido pero de baja densidad que, junto con la pantalla de soporte adherida a un lado de la capa aislante, se convierte en un escudo térmico que pesa sustancialmente menos que los escudos térmicos metálicos convencionales existentes, y que también puede proporcionar una protección térmica adecuada para sistemas sensibles al calor mientras mantiene su integridad estructural.

La figura 7 es una vista en perspectiva superior de un escudo térmico de un solo lado 200 terminado que tiene una capa de aislamiento 230 adherida a la primera superficie o superficie superior 214 de la pantalla de soporte 210 de la figura 3. La figura 8 es una vista esquemática en sección transversal del escudo térmico de un solo lado terminado de la figura 7, visto desde la línea de sección A-A. Como se puede ver en los dos dibujos, la capa de aislamiento 230 puede tener un espesor sustancialmente constante que se ajusta a la forma tridimensional de la pantalla de soporte subyacente 210, incluidas las características de superficie curva 236 que se superponen a las características curvas fuera del plano 216 (figura 3) de la pantalla de soporte 210, así como las paredes laterales 237 que se superponen a los bordes o paredes laterales 217.

La figura 9 es una vista en perspectiva desde arriba de un escudo térmico de doble cara 300 terminado que tiene una capa de aislamiento 330 adherida simultáneamente tanto a la primera superficie o superficie superior 314 de la primera pantalla de soporte 210 como a la superficie inferior o superficie interior 344 de la segunda pantalla de soporte 340 ilustrada en la figura 4. La figura 10 es una vista esquemática en sección transversal del escudo térmico de doble cara terminado de la figura 9 visto desde la línea de sección B-B. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "de doble cara" se refiere a las pantallas de soporte 310, 340 que están ubicadas próximas a ambos lados de la capa de aislamiento 330, y con el material de aislamiento

adherido o infundido en las superficies interiores de ambas pantallas. Se contempla que proporcionar pantallas de soporte 310, 340 en ambos lados de la capa de aislamiento 330 puede dar como resultado que el escudo térmico 300 tenga una mayor resistencia y una mayor resistencia a largo plazo al entorno de alta vibración del vehículo.

- 5 Como también se puede ver en las figuras 9 y 0, la capa de aislamiento 330 puede adaptarse sustancialmente a las formas tridimensionales de ambas pantallas de soporte 310, 340. Esto puede incluir tanto las características curvas que están dispuestas en capas entre las características curvas fuera del plano 447 de la  
10 segunda pantalla de soporte 340 y la primera pantalla de soporte 310, como también las paredes laterales 337 que están dispuestas en capas entre los bordes o paredes laterales 347, 317 de la segunda pantalla de soporte 340 y la primera pantalla de soporte 310, respectivamente.

Durante la fabricación del escudo térmico de doble cara 300, el material de aislamiento húmedo puede inyectarse en la cavidad 318 entre la primera pantalla de soporte 310 y la segunda pantalla de soporte 340. En un aspecto, el material de aislamiento puede inyectarse con suficiente presión para llenar la cavidad 318 por completo y presionar hacia arriba contra la segunda pantalla de soporte 340, de modo que las fibras y otros sólidos queden atrapados contra las superficies internas 314, 344 de ambas pantallas de soporte 310, 340, respectivamente, y antes de realizar el vacío para eliminar la humedad del material de aislamiento.  
15

La Figura 11 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización del escudo térmico liviano 500, en la que la superficie expuesta 534 de la capa de aislamiento 530 está cubierta con una capa no estructural 540, tal como una lámina metálica reflectante 542. La lámina metálica reflectante 542 se puede agregar después de que la pantalla de soporte 510 y la capa adherida de material de aislamiento 530 se hayan retirado juntas del molde de fabricación, y en un aspecto se puede unir a la superficie expuesta 534 de la capa de aislamiento 530 con un adhesivo.  
20

En la configuración ilustrada, la pantalla de soporte 510 que está adherida a un lado de la capa de aislamiento 530 puede proporcionar al escudo térmico 500 una integridad estructural suficiente y una resistencia a largo plazo al entorno de alta vibración del vehículo, mientras que la lámina reflectante 542 puede proporcionar la desviación del calor radiante lejos del escudo térmico 500 y la capa de aislamiento 530 puede bloquear la trayectoria de conducción de calor a través del cuerpo del escudo térmico 500. En una realización alternativa (no mostrada), la capa de lámina reflectante se puede aplicar a la segunda superficie o superficie exterior 515 de la pantalla de soporte 510 de modo que el lado del escudo térmico 500 que tiene la pantalla de soporte 510 puede ser el lado que se coloca más cerca del componente caliente en el vehículo.  
25

La Figura 12 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización del escudo térmico ligero 600 en la que la superficie expuesta 634 de la capa de aislamiento 630 está cubierta con una capa personalizable 640, tal como un escudo de soporte prefabricado 642 hecho de un material termoplástico o termoendurecible ligero. El escudo de soporte prefabricado 642 se puede añadir después de que la pantalla de soporte 610 y la capa adherida de material de aislamiento 630 se hayan retirado juntas del molde de fabricación, y en un aspecto se puede unir a la superficie expuesta 634 de la capa de aislamiento 630 con un adhesivo. En otro aspecto, el escudo de soporte prefabricado 642 se puede acoplar a la pantalla de soporte 610 alrededor del perímetro del escudo térmico 600 con un adhesivo o sujetadores mecánicos. El escudo de soporte prefabricado 640 se puede agregar para proporcionar soporte adicional, en forma de rigidez y amortiguación, a la pantalla de soporte 610 que está adherida al lado opuesto de la capa de aislamiento 630. En un aspecto, el escudo de soporte prefabricado 640 puede ser sustancialmente rígido.  
35

En otra realización alternativa más (tampoco mostrada), se puede aplicar una capa de lámina metálica reflectante a la segunda superficie o superficie exterior 615 de la pantalla de soporte 610 de modo que el lado del escudo térmico 600 que tiene la pantalla de soporte 610 puede ser el lado más cercano al componente caliente en el vehículo, y el lado del escudo térmico 600 que tiene la capa personalizable 640, tal como el escudo de soporte prefabricado 642, puede ubicarse más lejos del componente caliente y en el otro lado de la barrera térmica proporcionada por la capa de lámina reflectante de material aislante 630.  
40

Con referencia a las figuras 11 y 12, se contempla que también se pueden añadir capas personalizables adicionales de varios tipos a la cara expuesta de la capa de aislamiento después de que la pantalla de soporte y la capa adherida de material de aislamiento se hayan retirado juntas del molde de fabricación. En este caso, la pantalla de soporte y la capa adherida de material de aislamiento pueden convertirse en el componente principal de un sistema de aislamiento modular para vehículos que permite añadir una capa personalizable adicional a la superficie expuesta de la capa de aislamiento o a la segunda superficie o superficie exterior de la pantalla de soporte, según las especificaciones del cliente. La capa personalizable se puede añadir para proporcionar protección térmica adicional, soporte estructural complementario, o ambos, etc.  
50

La figura 13 es una vista esquemática en sección transversal de un escudo térmico ligero 700 de acuerdo con otra realización representativa, en la que la mitad inferior 702 del escudo térmico 700 que tiene una primera pantalla de soporte 710 y una primera capa de aislamiento 730 se ha formado por separado de la mitad superior 704 que tiene una segunda pantalla de soporte 740 y una segunda capa de aislamiento 750. Las capas de

aislamiento 730, 750 se han formado dentro de un molde para llenar los volúmenes delimitados por las superficies planas y las paredes laterales de las pantallas de soporte, de modo que las superficies expuestas 734, 754 de las capas de aislamiento 730, 750 están sustancialmente niveladas y el espesor de las capas de aislamiento varía de acuerdo con las características de superficie curva formadas en sus respectivas pantallas de soporte 710, 740.

Además, el espesor central de cada una de las capas de aislamiento 730, 750 puede ser generalmente mayor que el de aquellas realizaciones de escudo térmico que tienen capas de aislamiento con un espesor constante. Por ejemplo, el espesor central de cada una de las capas de aislamiento 730, 750 puede variar de aproximadamente 1/2 pulgada a aproximadamente 2 pulgadas o más, lo que da como resultado un escudo térmico liviano que tiene un espesor total que varía de aproximadamente 1 pulgada a aproximadamente 4 pulgadas o más. Dichos espesores y su capacidad de aislamiento resultante generalmente no son posibles para escudos térmicos convencionales que utilizan las láminas metálicas o capas de chapa metálica más tradicionales, ya que el escudo térmico se vuelve demasiado pesado y engoroso para el uso práctico. En consecuencia, el escudo térmico liviano de la presente divulgación puede proporcionar un aumento significativo en la capacidad de aislamiento que no está disponible en la técnica anterior.

Después de la fabricación de las mitades separadas, las superficies expuestas 734, 754 de las capas de aislamiento 730, 750 pueden entonces alinearse y las dos mitades 702, 704 acoplarse entre sí a lo largo de sus bridas perimetrales 713, 743 para formar el escudo térmico completo 700. Las dos mitades 702, 704 pueden acoplarse entre sí utilizando un sistema o dispositivo de acoplamiento convencional 770, como remaches, pernos, clips o adhesivo. En la realización ilustrada, además, se puede colocar una capa adicional de material aislante 760 entre las dos mitades 702, 704 antes del ensamblaje final del escudo térmico 700. En un aspecto, la capa adicional de material aislante 760 puede ser una lámina de material aislante de muy baja densidad que puede funcionar para aumentar aún más el rendimiento aislante general del escudo térmico 700 en comparación con las capas de aislamiento basadas en fibra 730, 750 solas.

La figura 14 ilustra otra realización del protector térmico liviano 800 que incluye un cuerpo protector 810 formado a partir de una primera capa de soporte 820 y una segunda capa de soporte 830 que juntas rodean una cavidad interior hueca 840. En esta configuración de doble cara, la cavidad 840 está llena con una capa de aislamiento 850 que es más flexible y maleable que el material de aislamiento sustancialmente rígido descrito anteriormente, de modo que puede doblarse junto con el cuerpo de protector 810 mientras mantiene una barrera térmica sustancialmente constante entre la superficie interior 824 de la primera capa de soporte 820 y la superficie interior 834 de la segunda capa de soporte 830.

Tanto la primera capa de soporte 820 como la segunda capa de soporte 830 también pueden estar hechas de una lámina plana de un material moldeable pero flexible de forma elástica que se ha prensado en una primera forma tridimensional que incluye varias características curvas 827, 837 que se extienden fuera del plano hasta el plano inicial de la lámina. En un aspecto, el material que forma la primera y la segunda capa de soporte 820, 830 puede ser un material de malla de alambre de acero inoxidable 814. Los alambres individuales del material de malla 814 pueden trabajarse en frío o doblarse permanentemente en una prensa para asumir la forma deseada de las características de superficie fuera del plano 827, 837. Durante el doblado y la flexión posteriores, los alambres individuales pueden continuar deformándose elásticamente alrededor de sus nuevos contornos para adaptarse elásticamente a una parte de un doblado y una flexión aplicados. Sin limitarse a ninguna teoría en particular, también se cree que la pluralidad de alambres entrelazados también puede moverse y deslizarse entre sí, de modo que las posiciones relativas y el espaciado entre los alambres también pueden cambiar para adaptarse elásticamente a una parte de la flexión y el doblado aplicados. En consecuencia, la estructura del material 81 que forma las capas de soporte primera y segunda 820, 830 puede sufrir una flexión y deflexión sustanciales sin doblarse permanentemente fuera de la forma deseada.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la primera capa de soporte 820 y la segunda capa de soporte 830 también pueden formarse a partir de diferentes materiales y métodos de fabricación, como por ejemplo a partir de un polímero de alta temperatura, un material termoplástico o termoendurecible que se puede moldear mediante moldeo por inyección. Estos y otros materiales y métodos de fabricación de la primera capa de soporte 820 y la segunda capa de soporte 830 también son posibles y se consideran que están dentro del alcance de la presente divulgación.

Las dos capas de soporte 820, 830 pueden acoplarse entre sí a lo largo de sus respectivas porciones perimetrales utilizando un sistema o dispositivo de acoplamiento convencional, como remaches, pernos, clips o adhesivos. Además, la primera capa de soporte 820 y la segunda capa de soporte 830 pueden acoplarse entre sí con un espaciado 844 entre la primera superficie interior 824 y la segunda superficie interior 834 que puede ser sustancialmente constante, al menos en la porción central de las superficies interiores entre las paredes laterales 827, 837.

En un aspecto, el material de aislamiento flexible y maleable 850 puede comprender un material de relleno de fibra aislante, como un relleno de fibra de vidrio flexible de alta temperatura o un relleno de fibra a base de cerámica 852. El material de relleno de fibra 852 se puede distribuir uniformemente por toda la cavidad 840

dentro del cuerpo de protección 830 y comprimirse al menos parcialmente de modo que el material de relleno de fibra 852 forme una capa de aislamiento 850 flexible y conforme que rellene sustancialmente y se ajuste a la forma de la cavidad 840, incluso cuando la cavidad 840 se puede deformar a medida que el escudo térmico 800 se tuerce y se dobla en respuesta a una fuerza o vibración aplicada.

- 5 La combinación de las capas de soporte flexibles y elásticas 820, 830 que forman el cuerpo de protección 810 y la capa de aislamiento conformable o flexible 850 proporciona una protección térmica 800 que es ligera y capaz de proporcionar una protección térmica adecuada para los sistemas sensibles al calor que está configurada para proteger. Además, también se ha descubierto que la combinación es más resistente a los altos niveles de vibración que se pueden encontrar en la aplicación de protección térmica vehicular. Se cree
- 10 que las capas de soporte flexibles y elásticas 820, 830 pueden moverse más fácilmente de acuerdo con, en lugar de resistir, el movimiento de la estructura de soporte a la que está unido la protección térmica, mientras que la capa de aislamiento conformable o flexible 850 puede proporcionar a la protección térmica 800 un grado sustancial de amortiguación de vibraciones. En consecuencia, la probabilidad de fallo estructural debido a fatiga de alto ciclo se reduce en gran medida, y la protección térmica puede mantener su integridad estructural durante
- 15 períodos de tiempo prolongados.

La Figura 15 ilustra otro aspecto del escudo térmico en el que se puede proporcionar una capa o barrera reflectante 870 entre las superficies interiores de las capas de soporte y el material de relleno de fibra 852 que forma la capa de aislamiento 850. La barrera reflectante 870 puede funcionar para desviar el calor radiante lejos del escudo térmico mientras que el material de aislamiento 852 puede bloquear el camino de conducción de calor a través del cuerpo 810 del escudo térmico. En un aspecto, la barrera reflectante 870 puede comprender una lámina metálica 872, como una lámina de aluminio. Además, se ha descubierto que arrugar la lámina metálica 872 para crear numerosas curvas y zonas de arrugamiento 874 puede permitir que la barrera reflectante 870 se doble y se tuerza junto con el cuerpo del escudo sin sufrir daños.

De manera similar a la barrera reflectante analizada anteriormente, en otro aspecto del escudo térmico ligero ilustrado en la figura 16, las superficies exteriores de una o ambas capas de soporte flexibles elásticamente pueden recubrirse con un revestimiento altamente reflectante o de baja emisividad 880 que puede proporcionar la desviación del calor radiante lejos del escudo térmico mientras que el material de aislamiento 852 puede bloquear la trayectoria de conducción de calor a través del cuerpo 810 del escudo térmico. Por ejemplo, el revestimiento de baja emisividad 880 puede comprender una pintura de barrera radiante de alta temperatura y baja emisividad, como una de las diversas pinturas de barrera radiante LO/M IT™ proporcionadas por SOLEC-So-lar Energy Company. Además, también se ha descubierto que el revestimiento de baja emisividad 880 también puede proporcionar protección contra la oxidación para el material de malla moldeable pero flexible elásticamente 814 que forma la capa de soporte 820.

En las figuras 17-18 se muestra una realización de una configuración de montaje 890 para fijar el protector térmico ligero 800 al bastidor o soporte 50 del vehículo. La configuración de montaje 890 puede incluir un casquillo 892 que tiene una porción cilíndrica interior 893 insertada a través de un orificio en la capa de soporte 820 y una porción de arandela 894 que se apoya contra la superficie exterior de la capa de soporte. La configuración de montaje 890 también puede incluir una arandela exterior separada 896 que se coloca alrededor de un orificio en la capa de soporte opuesta 830, y un perno de fijación 898 que tiene un extremo roscado 899 que se conecta con un orificio roscado 52 en el soporte 50.

Antes de montar el protector térmico 800 en el soporte 50 (figura 17), las superficies interiores de las capas de soporte 820, 830 pueden separarse ligeramente mediante el material aislante flexible 852 que forma la capa aislante 850, para formar un primer espacio 834A. Sin embargo, durante la instalación, el perno 898 puede presionar hacia abajo la arandela exterior 896, que a su vez fuerza la capa de soporte 820 hacia adentro en dirección a la capa de soporte 830, comprimiendo el material aislante 852 y cerrando la distancia entre las capas de soporte 820, 830 hasta formar un segundo espacio 834B. El espacio 834B puede quedar fijo cuando la superficie inferior de la arandela 896 entra en contacto con el borde de la porción de cilindro interior 893 del buje 892, mientras que la porción de arandela 894 del buje 892 se apoya contra la cara del soporte 50. Un mayor ajuste del perno asegurará mejor el protector térmico 800 al soporte 50 del vehículo, pero sin una mayor compresión de la capa de aislamiento 850 del protector térmico.

De este modo, la configuración de montaje 890 puede proporcionar una fijación segura del protector térmico liviano 800 al marco o soporte 50 del vehículo y al mismo tiempo permitir que el protector térmico 800 se flexione elásticamente en respuesta a los altos niveles de vibración que se pueden encontrar en la aplicación del protector térmico vehicular.

55 La figura 19 es una ilustración esquemática en sección transversal de otra realización del escudo térmico liviano 900 que tiene una construcción en capas o tipo sándwich, y en la que la capa central 930 comprende un material de aislamiento 932 como se describió en general anteriormente en referencia a las figuras 2 a 13, incluidas las diversas formulaciones del material de aislamiento fibroso seco de baja densidad particularmente descrito anteriormente en referencia a la figura 6.

Sin embargo, en estas realizaciones, las pantallas de soporte de malla en las superficies exterior y/o interior de la capa central se pueden reemplazar con una capa de cubierta exterior 920 y una capa de cubierta interior 940 hechas de un material sólido, y que se han unido entre sí en sus bordes perimetrales 926, 946 para formar un cuerpo de cubierta dura 910 que rodea y encierra una cavidad o volumen interior 912 que se puede llenar con

5 la capa de aislamiento sustancialmente rígida y de baja densidad 930. En un aspecto, la capa de cubierta exterior 920 y la capa de cubierta interior 940 se pueden hacer de un material metálico 922, 942, y en una realización preferida pueden comprender una lámina muy delgada pero dura de acero aluminizado. En otros aspectos, una o ambas capas de cubierta exterior o interior se pueden hacer de un material termoplástico o termoendurecible sólido que también es ligero y duro.

10 Las capas de la carcasa exterior 920 e interior 940 pueden formar una barrera que es impermeable a los líquidos y evita que los fluidos vehiculares entren en contacto con el material de aislamiento del núcleo 932. Las capas de la carcasa hechas de acero aluminizado también pueden proporcionar una barrera reflectante que refleja gran parte del calor del componente caliente del motor lejos del escudo térmico 900, mientras que las capas de la carcasa no metálicas pueden estar cubiertas con una lámina metálica reflectante que 15 proporciona una protección similar. Sin embargo, a diferencia del calor de la técnica anterior discutido en general anteriormente con referencia a la figura 1, la capa de la carcasa exterior 920 y la capa de la carcasa interior 940 están formadas con un espesor insuficiente para proporcionar, por sí mismas, al escudo térmico 900 la forma y la rigidez necesarias que le permiten mantener su integridad estructural en el duro entorno vehicular. En cambio, la capa central 930 de material de aislamiento seco 932 se puede formar con un espesor 20 y una forma que sean suficientes para proporcionar una parte sustancial, y en algunos aspectos una parte principal o mayoritaria, de la forma y la rigidez del escudo térmico general 900. En otras palabras, el escudo térmico liviano 900 que es a la vez fuerte y duradero se puede formar reduciendo sustancialmente el espesor (y el peso) de las capas de cubierta metálica interna y externa mientras se modifica la composición y se aumenta sustancialmente el espesor de la capa central liviana 930 para proporcionar a la estructura la forma y la rigidez 25 necesarias.

Adicionalmente, además de proporcionar al escudo térmico 900 su forma estructural y rigidez junto con sus capacidades de aislamiento térmico, la capa central 930 también puede incluir propiedades de amortiguación sustanciales que se pueden adaptar para controlar la respuesta natural del escudo térmico a las altas vibraciones generadas por el vehículo. Por ejemplo, se pueden utilizar diferentes técnicas, como crear huecos 30 en partes predeterminadas en la capa central 930, o dar forma o comprimir localmente diferentes partes del material de aislamiento consolidado 932 aún húmedo después de formar la capa de aislamiento, pero antes del secado, para alterar la rigidez local y las características de amortiguación de la capa central 930 y afectar la respuesta vibratoria general del escudo térmico 900.

35 Se debe tener en cuenta que la ilustración esquemática de la figura 19 no está necesariamente dibujada a escala, y que el espesor de la capa central 930 en relación con las capas de la carcasa 920, 940 puede ser mayor que las proporciones ilustradas en el dibujo. Por ejemplo, en una realización preferida, cada una de las capas de la carcasa exterior 920 e interior 940 puede estar formada a partir de acero aluminizado sólido con un espesor de aproximadamente 0.012 pulgadas, mientras que el espesor de la capa central 930 puede ser de aproximadamente 0.25 pulgadas. En otras palabras, la capa central 930 puede ser generalmente 40 aproximadamente veinte veces más gruesa que las capas de cubierta 920, 940, y puede comprender hasta aproximadamente el 91% del espesor del blindaje térmico 900. En este aspecto, las capas de cubierta exterior 920 e interior 940 pueden ser sólo ligeramente más rígidas que una lámina metálica fina que tiene un espesor de aproximadamente 0.007 pulgadas, y por lo tanto pueden contribuir sólo en una porción menor a la forma general y la rigidez estructural del blindaje térmico terminado. No obstante, debido a que el material de aislamiento seco 932 que forma la capa central 930 puede permanecer susceptible a daños por impacto local 45 y rotura, las capas de cubierta sólidas 920, 940 pueden proporcionar, además de las otras características descritas anteriormente, una protección valiosa contra el contacto y los impactos de objetos externos que ayuda a preservar la integridad estructural de la capa central 930.

50 Se cree que proporcionar al escudo térmico 900 una capa central relativamente gruesa 930 en comparación con las capas de la carcasa exterior 920, 940 no tiene precedentes en la industria. Esto se debe a que hasta ahora no se ha apreciado que una capa central 930 de material de aislamiento seco 932, que generalmente puede ser frágil y susceptible a daños por impacto, agrietamiento y degradación en el entorno vehicular de alta vibración, podría adaptarse a aplicaciones de escudo térmico de una manera que permitiría que la capa central de aislamiento proporcione y mantenga una parte mayoritaria de la integridad estructural del escudo térmico 900. Por ejemplo, en una realización, el espesor de la capa central se puede aumentar a aproximadamente 55 0.75 pulgadas, en cuyo caso las capas de carcasa sólida 920, 940 comprenderían solo aproximadamente el 3% del espesor del escudo térmico, y la capa central 930 proporcionaría el 97% restante. Por lo tanto, "aumentar el espesor de la capa central de baja densidad 930 generalmente puede aumentar tanto la resistencia estructural como las capacidades de protección térmica del blindaje térmico 930 con solo un aumento menor en el peso.

60 En otra realización, el espesor de la capa central se puede reducir a aproximadamente 0.125 pulgadas, en cuyo caso las capas de cubierta sólida 920, 940 comprenderían hasta aproximadamente el 16 % y la capa central

930 comprendería aproximadamente el 84 % del espesor del escudo térmico. Las dimensiones de la realización más delgada pueden ser más cercanas a las del escudo térmico de la técnica anterior que está configurado para reemplazar, aunque sustancialmente más ligero, y por lo tanto puede ser una mejor opción en situaciones donde el espacio para el escudo térmico es limitado o fijo.

- 5 En consecuencia, en diversas realizaciones ejemplares, el espesor combinado de las capas de cubierta dura puede oscilar entre aproximadamente el 16 % y aproximadamente el 3 % del espesor total del blindaje térmico, mientras que el espesor correspondiente de la capa de aislamiento central puede oscilar entre aproximadamente el 84 % y aproximadamente el 97 % del espesor total del blindaje térmico. Además, todavía son posibles otras proporciones de espesor y pueden considerarse dentro del alcance de la presente divulgación.

Como se ilustra en la figura 20, la capa central 930 del escudo térmico 902 está formada a partir de dos o más capas distintas de materiales de aislamiento secos que tienen diferentes propiedades y/o costos. Por ejemplo, si se determina que la capa de la carcasa interior 940 se colocará adyacente al motor caliente o al componente de escape, se puede formar una capa más interna 934 del aislamiento central 930 con fibras de sílice que tienen una clasificación de temperatura mayor y capacidad para soportar las temperaturas más altas sin degradarse con el tiempo, pero cuyas fibras de sílice también tienden a ser más caras. Luego se puede aplicar una capa más externa 936 que utiliza fibras de fibra de vidrio menos costosas sobre la capa interna 934 para completar el espesor total de la capa de aislamiento central 930 que proporciona la resistencia estructural y las características de aislamiento deseadas. De esta manera, se puede construir un escudo térmico 902 que continúa incluyendo cada una de las características y atributos físicos necesarios con materiales menos costosos, reduciendo así el costo total del escudo térmico 902.

En otra realización del escudo térmico 904 que se muestra en la figura 21, la capa central 930 del escudo térmico 902 puede estar formada con huecos o espacios 980 en el material de aislamiento seco 934, 936. Estos espacios 980 pueden utilizarse para controlar o ajustar las características vibratorias del escudo térmico 904, o para eliminar el material de aislamiento seco 934, 936 de las partes del escudo térmico 904 que pueden ser susceptibles a altos niveles de vibración. Por ejemplo, incluso con una capa central ligera 930 que tenga propiedades de amortiguación mejoradas, se puede esperar que los escudos térmicos de la presente divulgación sigan exhibiendo frecuencias naturales que tengan varios modos de vibración. Cuando uno o más de esos modos vibratorios dan como resultado una respuesta vibratoria amplificada en una ubicación particular a lo largo del escudo térmico, el aumento del movimiento o la flexión en esa ubicación puede dar como resultado la degradación del material de aislamiento, reduciendo así la vida útil del escudo térmico. Para evitar la posibilidad de un desgaste o daño prematuro, el material de aislamiento 934, 936 puede retirarse en esa ubicación y reemplazarse con un inserto térmico 982 instalado por separado que es menos probable que experimente daños por el movimiento amplificado. En un aspecto, el inserto térmico puede ser un cuerpo arrugado de lámina metálica 984, como una lámina de aluminio, que puede adaptarse al movimiento o flexión aumentados del escudo térmico 904 sin degradarse mientras mantiene sustancialmente la barrera térmica proporcionada por el resto de la capa central 930. La práctica de usar huecos 980 llenos con insertos térmicos livianos 982 o lámina metálica 984 de una manera que no comprometa la integridad estructural de la capa de aislamiento central 930 también se puede utilizar para reducir aún más el peso del escudo térmico liviano 904.

40 Un método para fabricar el protector térmico ligero se ilustra en las figuras 22A-22F. Como se muestra en la figura 22A, el método puede utilizar generalmente un molde 950 que tiene una placa de molde contorneada 952 con una superficie de molde superior 954. La placa de molde 952 puede incluir además una pluralidad de aberturas o perforaciones 955 que permiten el paso de aire y líquidos a través de la placa de molde 952. El molde 950 también puede incluir paredes laterales 956 que rodean la placa de molde 952 para definir la cavidad 958 que contiene la suspensión de aislamiento húmeda durante el proceso de fabricación, y para definir los bordes exteriores de la capa de aislamiento deshidratada y consolidada. En un aspecto, el molde puede incluir además una capa o pantalla de malla fina 960 que está fijada a la superficie de modo superior 954 y que sirve para distribuir mejor la succión o el vacío que se está extrayendo de una fuente de vacío 970 ubicada debajo o detrás de la placa de molde 952. Además, la malla fina de la pantalla 960 puede definir huecos entre los elementos de la pantalla que son demasiado pequeños para permitir el paso del material fibroso en la mezcla de aislamiento, y de ese modo evitar que el material fibroso obstruya las perforaciones 955 en la placa de molde 952. El molde 950 también puede incluir una cubierta (no mostrada) que puede cubrir y sellar la parte superior de la cavidad de molde 958 de modo que la presión de aire dentro de la cavidad de molde se pueda reducir a una presión negativa para retirar la humedad de la suspensión de aislamiento húmeda.

55 En un aspecto, la pantalla 960 puede tener una forma que coincide con los contornos de la placa de molde 952, como se muestra en la figura 22A. Alternativamente, la pantalla 960 puede tener una forma que forme una superficie contorneada mientras que la placa de molde 952 es sustancialmente genérica o recta y con elementos estructurales que ayudan a sostener la pantalla en varias ubicaciones. Si la pantalla 960 está formada con suficiente resistencia para sostener la suspensión de aislamiento húmeda por sí sola durante el proceso de fabricación, como con escudos térmicos más pequeños con áreas de superficie reducidas, un experto en la materia puede entender que la placa de molde fija o rígida 952 puede ser opcional y no necesita estar incluida en el molde 950.

Para producir el escudo térmico ligero de doble capa de la figura 20, por ejemplo, se puede introducir una primera mezcla de lechada en la cavidad del molde 958 y luego tirarla contra la pantalla 960 mediante el vacío 972, como se ilustra en la figura 22B, hasta que forme una capa uniformemente distribuida de material de aislamiento deshidratado y consolidado 933 que tenga un espesor sustancialmente constante a lo largo del área de superficie contorneada de la pantalla 960. Despues de que se haya formado la primera capa de material de aislamiento deshidratado 933, se puede introducir la segunda mezcla de lechada en la cavidad del molde 958 y luego tirarla contra la superficie superior de la primera capa 933 mediante el vacío 972, como se ilustra en la figura 22C, hasta que forme la segunda capa de material de aislamiento deshidratado y consolidado 935 que también tenga un espesor sustancialmente constante a lo largo de la superficie superior contorneada de la primera capa 933. Debido a que la primera mezcla de lechada permanece sustancialmente porosa en su estado húmedo, deshidratado y consolidado, El vacío 972 puede continuar extrayendo los fluidos de la segunda mezcla de lodo a través de la primera capa 933 hasta que también se deshidrate y se consolide en la forma de la segunda capa de aislamiento 935. Esta operación de succión también puede servir para entremezclar y unir mecánicamente las capas de aislamiento primera y segunda en su límite de unión.

Como se ilustra en la figura 22D, despues de que se completa la acumulación de la capa de aislamiento central 930 en el molde 950, la capa de la cubierta exterior 920 se puede colocar alrededor de la cavidad del molde 958 y la fuente de vacío se puede invertir en una fuente de presión positiva 974, con el aire presurizado resultante 976 empujando o soplando a través de la placa del molde 952 y la pantalla 960 para expulsar la capa de aislamiento central deshidratada y consolidada 931 hacia la capa de la cubierta exterior 920. Por lo tanto, puede que no sea necesario retirar manualmente la capa de aislamiento central acumulada 930 del molde, de modo que el riesgo de dañar la frágil capa de aislamiento central 931 en su estado húmedo y consolidado se puede minimizar sustancialmente.

En general, la capa de aislamiento central 931 todavía está húmeda cuando se expulsa hacia la capa de la carcasa exterior 920 y, por lo tanto, puede adaptarse perfectamente a cualquier discontinuidad, irregularidad o cambio de forma en la superficie interior de la capa de la carcasa exterior 920. Esto puede permitir que se establezca un ajuste mecánico ajustado entre la capa de aislamiento central 930 y la capa de la carcasa exterior 920 tras el secado. Por lo tanto, en algunos aspectos, el uso de adhesivos o aglutinantes para fijar la capa de aislamiento central 930 a la capa de la carcasa exterior 920 puede no ser necesario, mientras que en otras realizaciones se pueden utilizar adhesivos o aglutinantes para fijar aún más la capa de aislamiento central 930 a la capa de la carcasa exterior 920 durante el proceso de secado.

Además, también debe apreciarse que las figuras 22A-22D son simplemente ilustraciones esquemáticas de una configuración de molde representativa 950 que podría usarse en una variedad de procesos de fabricación. Por ejemplo, en un aspecto, el molde 950 puede ser un dispositivo fijo en el que se introduce una cantidad predeterminada de lechada de aislamiento en la cavidad del molde 958 y se distribuye uniformemente por toda la superficie de la pantalla 960 mediante el vacío 972. En otro aspecto, sin embargo, el molde 950 puede ser un dispositivo portátil acoplado al extremo de un tubo de vacío, y que luego se sumerge en un recipiente de lechada de aislamiento con un vacío activo y durante un período de tiempo predeterminado para permitir que se acumule una capa de material de aislamiento del espesor deseado en la pantalla 960. También se debe apreciar que la pantalla 960 y/o la placa de molde perforada 952 se pueden formar en una variedad de formas y con una amplia variedad de contornos, incluyendo ranuras y depresiones que dan como resultado nervaduras, proyecciones y otras características de superficie que pueden extenderse desde la superficie interior de la capa de aislamiento central 930. Por lo tanto, mientras que la parte posterior de las capas de aislamiento acumuladas 933, 935 pueden tener un espesor sustancialmente constante medido desde la superficie nominal de la pantalla 960 o la superficie superior 954 de la placa de molde 952, la primera capa de aislamiento puede ser localmente más gruesa o más delgada en ciertas porciones, dependiendo de los contornos locales de la pantalla 960 o la placa de molde 952.

Además, también se pueden incluir características superficiales adicionales similares a los postes 448 que se proyectan hacia afuera desde la superficie de moldeo 440 del molde 420 (figura 5) con la placa de molde 952 y/o la pantalla 960 para bloquear la deposición de los materiales de aislamiento 933, 935 en ubicaciones predeterminadas, con el fin de formar aberturas para pernos, huecos 940 (figura 21) u otros espacios intencionales en la capa de aislamiento central 930.

Continuando con la referencia a la figura 22E, la capa de aislamiento central húmeda, deshidratada y consolidada se puede secar entonces dentro de la capa de la cubierta exterior 920 para formar la capa de aislamiento central completa 930 que comprende dos o más capas de material de aislamiento seco 934, 936. Como se indicó anteriormente, durante el proceso de secado, la capa de aislamiento central 930 puede desarrollar una unión firme con la capa de la cubierta exterior 920 de modo que la capa de la cubierta exterior protectora 920 permanezca firmemente unida a la capa de aislamiento estructural 930 durante toda la vida útil del escudo térmico ligero. Aunque la capa de aislamiento central consolidada 931 generalmente se puede secar con calor dentro de un horno a temperaturas superiores a 100 °C o 200 °C, en un aspecto, la(s) capa(s) de material de aislamiento se pueden dejar secar al aire durante un período de tiempo más largo a temperatura ambiente.

Una vez que se ha formado la capa de aislamiento central seca 930, la capa de cubierta interior 940 se puede instalar sobre la superficie expuesta de la capa de aislamiento interior 934, uniéndose la capa de cubierta exterior 920 y una capa de cubierta interior 940 entre sí en sus bordes perimetrales 926, 946 para formar un cuerpo de cubierta dura 910 que rodea y encierra el volumen interior 912, como se muestra en la figura 22F.

- 5 También se muestra en el dibujo, en un aspecto, una longitud adicional del borde perimetral 926 de la capa de cubierta exterior 920 se puede doblar o engarzar sobre el borde perimetral 946 de la capa de cubierta interior 940 para completar la formación del cuerpo de cubierta dura 910. Sin embargo, se debe apreciar que también se contemplan otras técnicas y métodos para unir las dos capas de cubierta exterior 920, 940, tales como soldadura por puntos, soldadura láser, adhesivos, sujetadores y similares, y se considera que caen dentro del
- 10 alcance de la presente divulgación.

En las figuras 23A y 23B se ilustra otra realización más del escudo térmico 1000 que tiene una capa de aislamiento central 1030 que comprende dos o más capas de material de aislamiento seco 1034, 1036, y que está rodeada por una capa de cubierta exterior sólida 1020. La capa de cubierta exterior 1020 puede formar una barrera que es impermeable a los líquidos y que protege la capa de aislamiento central 1030 de daños por impacto con objetos externos. Como se describió anteriormente, la capa de aislamiento central 1030 puede ser sustancialmente más gruesa que la capa de cubierta exterior sólida 1020, y puede proporcionar una porción mayoritaria de la rigidez y la estructura del escudo térmico general 1000. En la realización de las figuras 23A y 23B, sin embargo, el escudo térmico 1000 puede no incluir una capa de cubierta interior, y en su lugar la superficie interior 1032 de la capa de aislamiento central 1030 puede permanecer expuesta para el contacto directo con un motor caliente o un componente de escape, tal como el tubo de escape caliente 090 ilustrado en la figura 23B.

Como se muestra en las figuras 23A-23B, el escudo térmico 1000 puede comprender además dos mitades que tienen una forma de cuchara bivalva, como una primera o mitad superior 1012 que tiene la capa de aislamiento central 1030 instalada dentro de la primera capa de la carcasa exterior 1020, y una segunda o mitad inferior 1014 que tiene la capa de aislamiento central 1030 instalada dentro de una segunda capa de la carcasa exterior 1040. La primera mitad 1012 y la segunda mitad 1014 se pueden colocar juntas alrededor del componente de escape o motor caliente 1090 de modo que la superficie interior 1032 de la capa de aislamiento central 1030 entre en contacto con la superficie exterior 1092 del objeto caliente 090. Los extremos perimetrales 026, 1046 de las capas de la carcasa exterior se pueden acoplar entonces entre sí, como se ha descrito anteriormente, para completar la formación del cuerpo de carcasa dura 1010 e instalar el escudo térmico 1000 alrededor del objeto caliente 1090.

El material de aislamiento seco en la superficie interior 1032 de la capa de aislamiento central 1030 puede estar configurado generalmente para soportar el contacto directo con el objeto caliente 1090 sin degradación ni formación de polvo causada por el movimiento relativo entre la superficie exterior 092 del objeto caliente 1090 y la superficie interior 032 de la capa de aislamiento central 1030. No obstante, puede ser deseable reducir la cantidad de contacto por roce entre las dos superficies sin tomar las medidas de añadir una capa de cubierta interior para cubrir la superficie interior 1032 de la capa de aislamiento central 1030. Por lo tanto, en un aspecto del escudo térmico 1002 mostrado en la figura 24, se puede instalar un revestimiento de malla 1050 sobre la superficie interior expuesta 1032 de la capa de aislamiento central 1030. El revestimiento de malla 1050 puede comprender además una tela no tejida, de refuerzo o resistente a la abrasión hecha de fibras de alta temperatura, tales como fibras cerámicas, fibra de vidrio de alta temperatura y similares.

Y en otro aspecto más del escudo térmico 1004 mostrado en la figura 25, se puede instalar una pluralidad de separadores resistentes al calor 1060 dentro de las capas de aislamiento del núcleo 1030 para mantener un espacio de aire entre la superficie exterior 1092 del objeto caliente 1090 y la superficie interior 1032 de la capa de aislamiento central 1030. Los separadores térmicos 1060 pueden comprender además un material cerámico o de vidrio o similar de alta temperatura que resista la conducción de calor desde el componente caliente hacia la capa de aislamiento central 1030.

La invención se ha descrito en términos de realizaciones y metodologías preferidas que los inventores consideran que representan el mejor modo de llevar a cabo la invención. Los expertos en la materia podrían realizar una amplia variedad de adiciones, supresiones y modificaciones a las realizaciones ilustradas dentro del alcance de la invención, que está limitado únicamente por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un escudo térmico (900) para inhibir una transferencia de calor entre componentes de un vehículo, comprendiendo el escudo térmico (900):

5 una capa de cubierta exterior (920) formada a partir de un primer material sólido que es impermeable a los líquidos y tiene una superficie exterior, una superficie interior, un espesor entre la superficie interior y la superficie exterior, y al menos una porción curva que se extiende fuera del plano para formar una forma en tres dimensiones;

10 una capa de aislamiento central (930) acoplada a la superficie interior y que se adapta a la forma de la capa de cubierta exterior (920), estando formada la capa de aislamiento central (930) a partir de al menos una capa (934, 936) de material de aislamiento fibroso seco que tiene un espesor mayor que aproximadamente diez veces el espesor de la capa de cubierta exterior (920); y

una capa de cubierta interior (940) formada a partir de un segundo material sólido e impermeable,

15 en el que la capa de cubierta interior (940) está acoplada al perímetro de la capa de cubierta exterior (920) para cubrir una superficie opuesta de la capa de aislamiento central (930),

siendo el escudo térmico (900) caracterizado porque

la capa de aislamiento central (930) comprende una primera capa consolidada (934) de material de aislamiento fibroso seco y una segunda capa consolidada (936) de material de aislamiento fibroso seco que es diferente 20 de la primera capa consolidada (934).

2. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que el primer material sólido e impermeable y/o el segundo material sólido e impermeable comprende acero aluminizado.

3. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que la capa de cubierta exterior (920) tiene un espesor de entre 0.254 milímetros (0.010 pulgadas) y 0.457 milímetros (0.018 pulgadas).

25 4. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que el material de aislamiento fibroso seco comprende además un material de pulpa seca.

5. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que el material de aislamiento fibroso seco comprende además fibras cerámicas, arcilla, rellenos inertes y al menos un aglutinante orgánico.

30 6. Escudo térmico (900) según la reivindicación 1, en el que la primera capa consolidada (934) de material aislante fibroso seco comprende fibras de sílice y la segunda capa consolidada (936) de material aislante fibroso seco comprende fibras de fibra de vidrio.

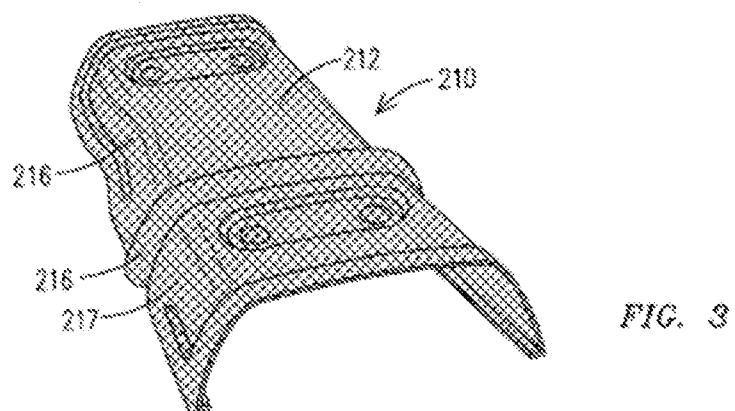
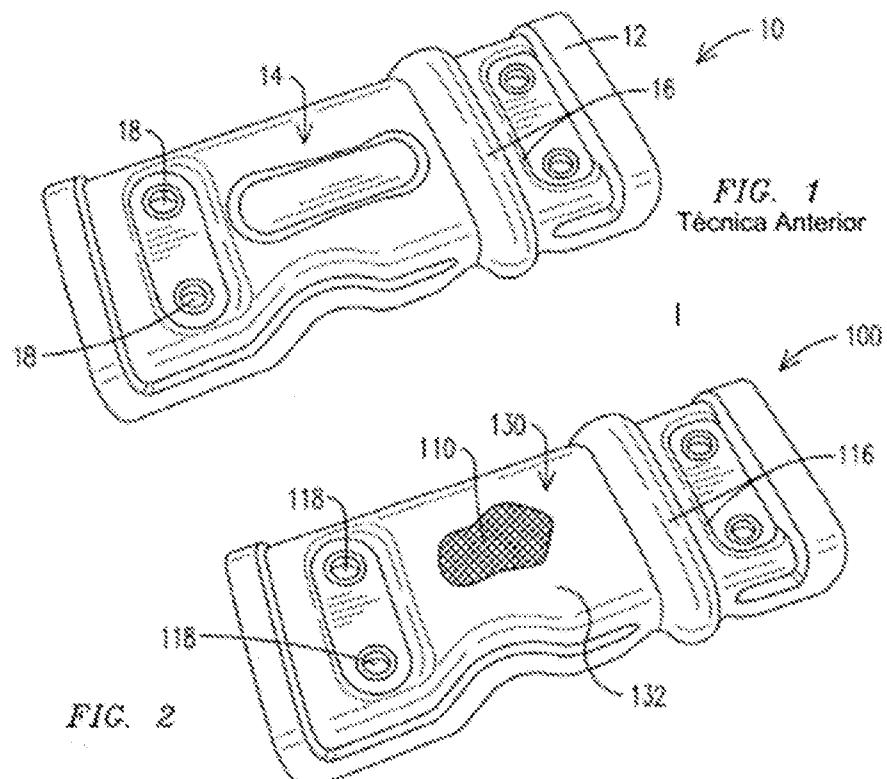
7. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, que comprende además un espacio (980) en la capa de aislamiento central entre la capa de cubierta exterior y la capa de cubierta interior.

35 8. El escudo térmico (900) de la reivindicación 7, en el que el espacio (980) está lleno con un inserto térmico (982).

9. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que la capa de aislamiento central (930) está unida a la capa de cubierta exterior (920) con un adhesivo.

40 10. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que el espesor de la capa de aislamiento central es aproximadamente veinte veces más grueso que cada una de las capas de la cubierta exterior (920) y la capa de la cubierta interior (940).

11. El escudo térmico (900) de la reivindicación 1, en el que el espesor combinado de la capa de cubierta exterior (920) y la capa de cubierta interior (940) varía entre el 3% y el 16% del espesor total del escudo térmico (900).



ES 2 987 393 T3

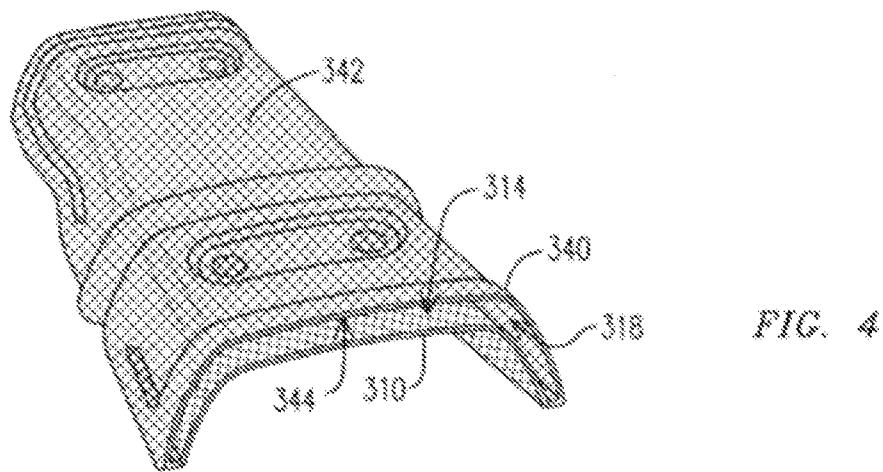


FIG. 4

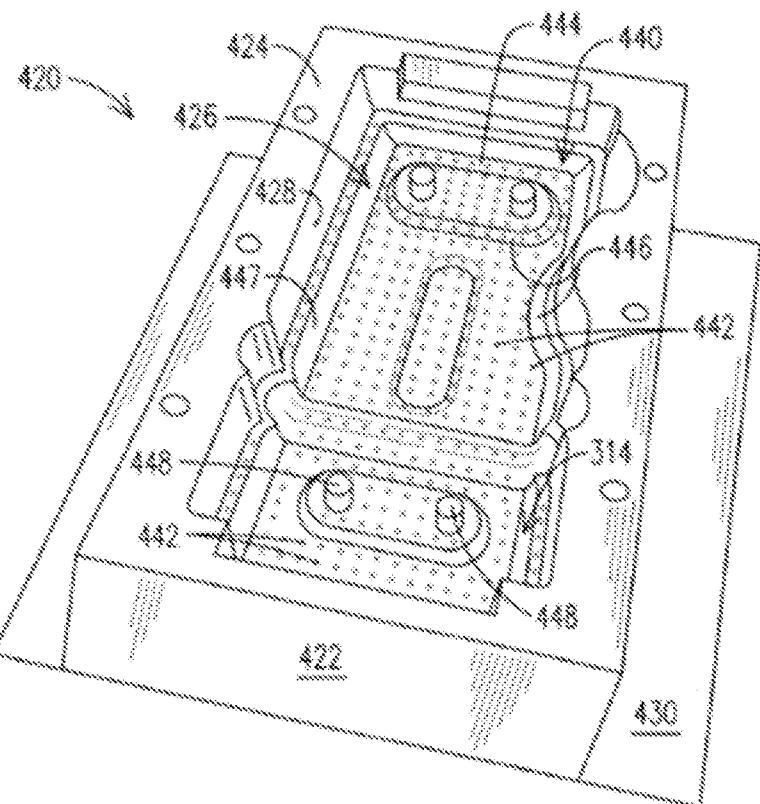


FIG. 6

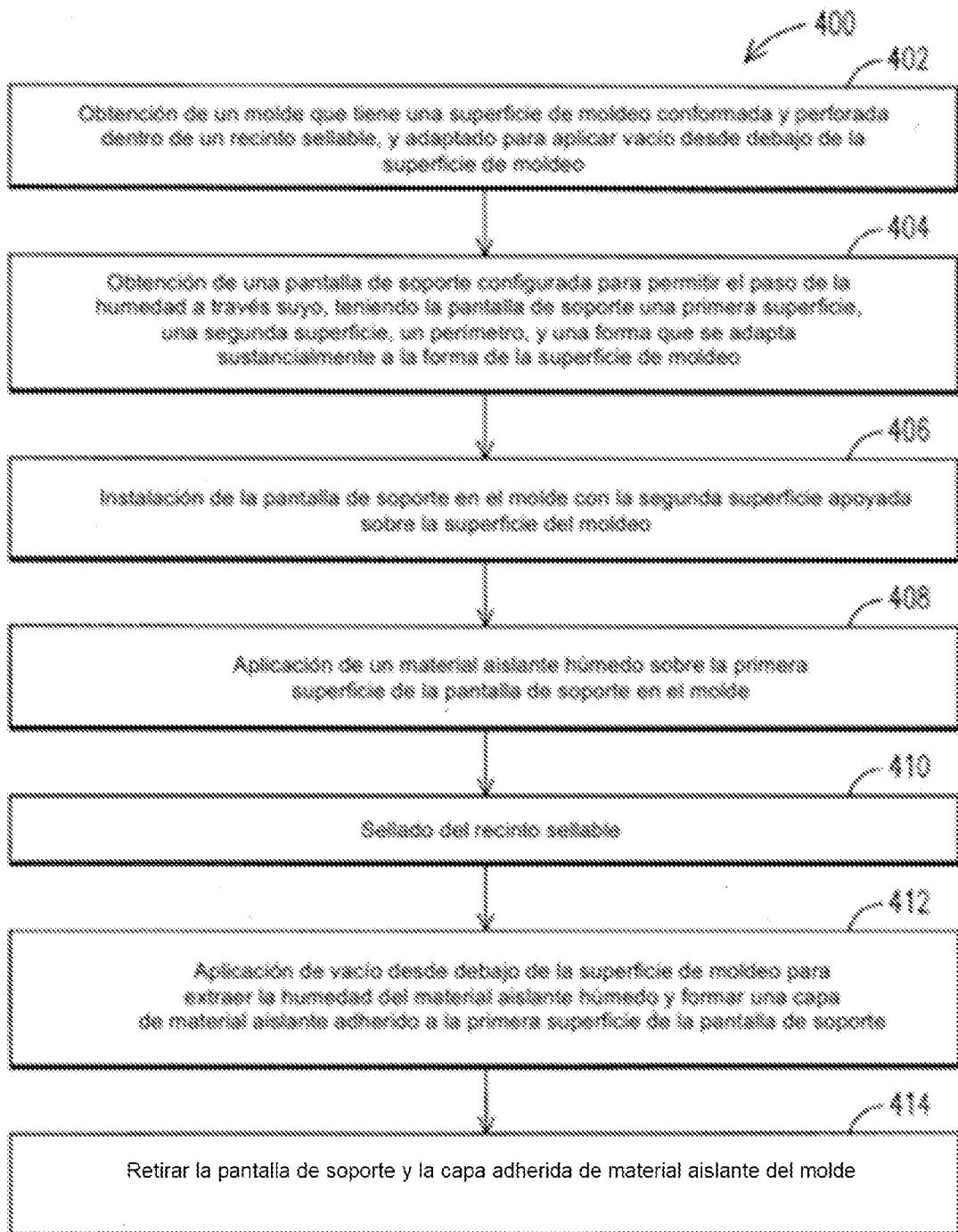


FIG. 6

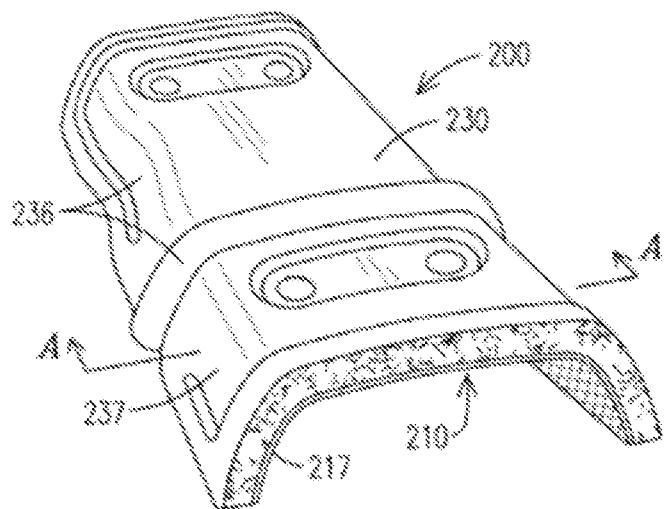


FIG. 7

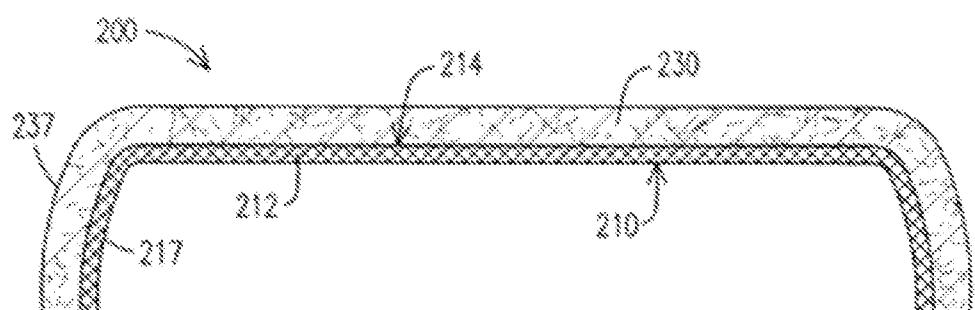


FIG. 8

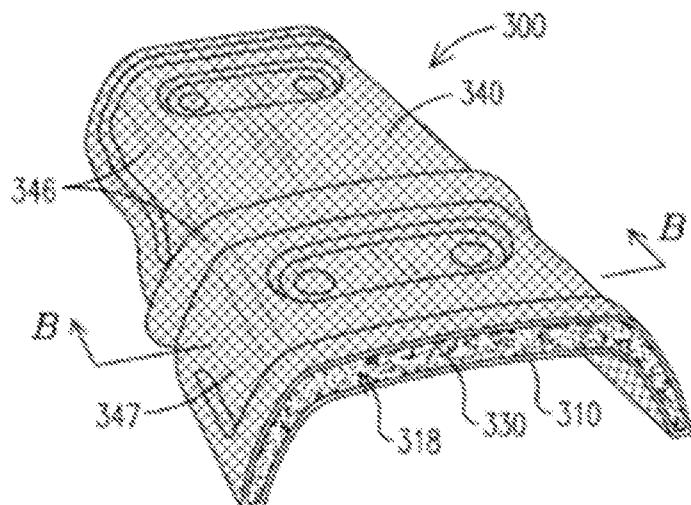


FIG. 9

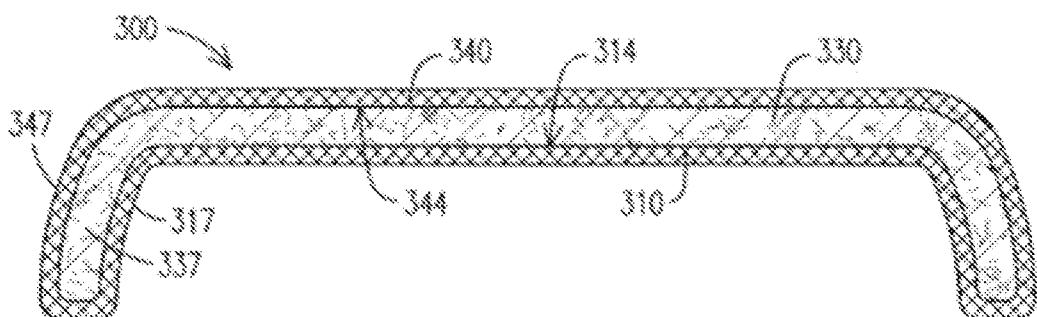


FIG. 10

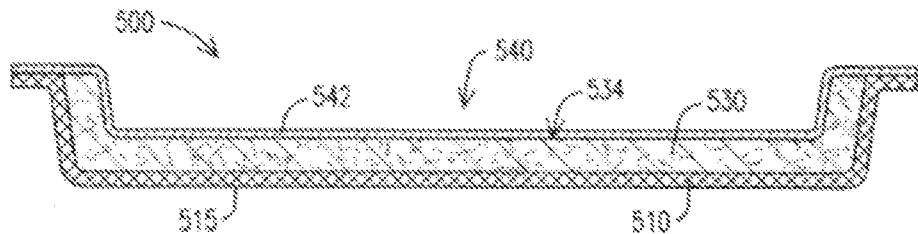


FIG. 11

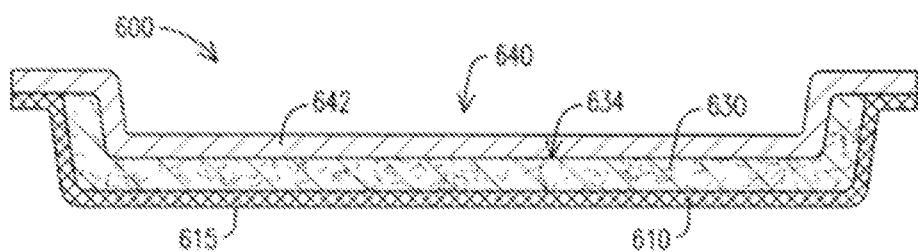


FIG. 12

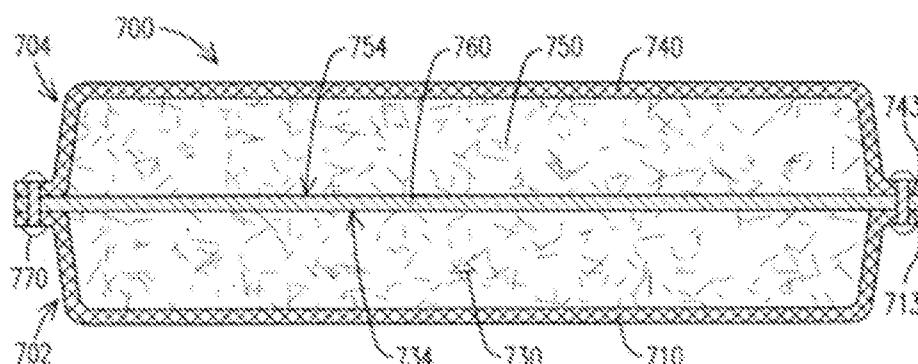


FIG. 13

ES 2 987 393 T3

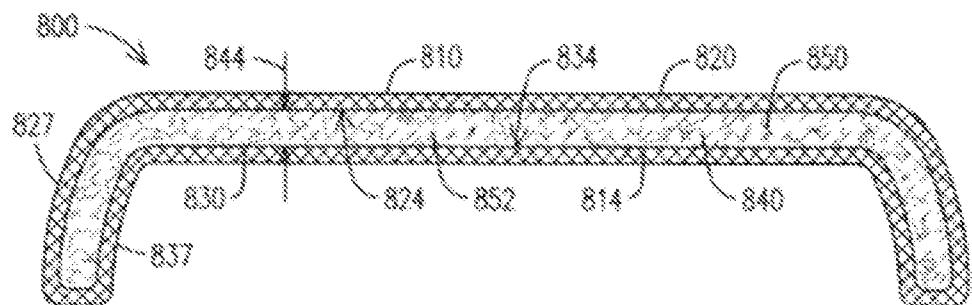


FIG. 14

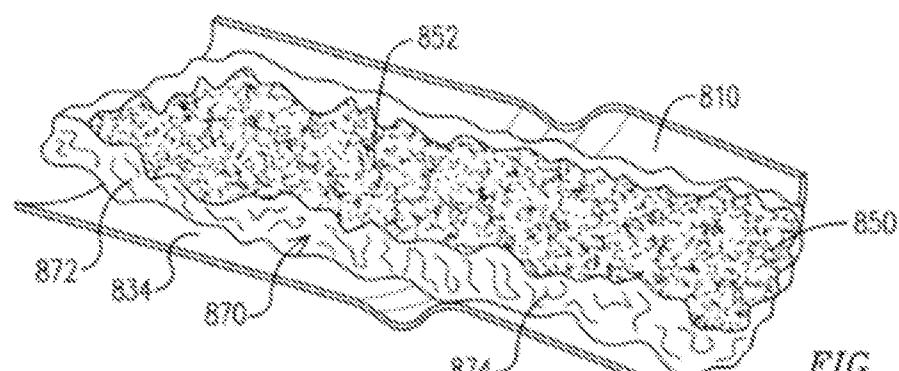


FIG. 15

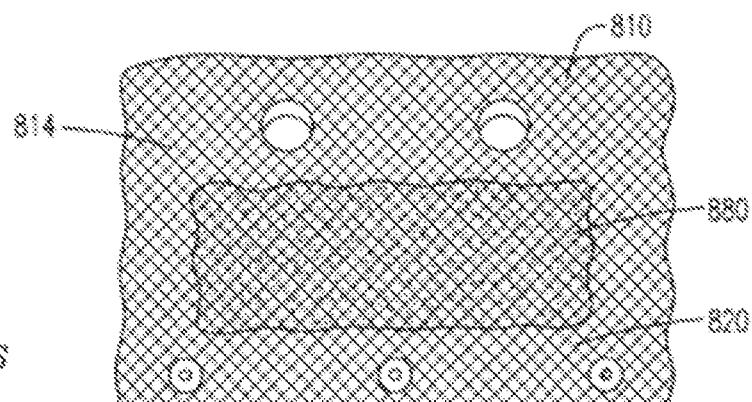
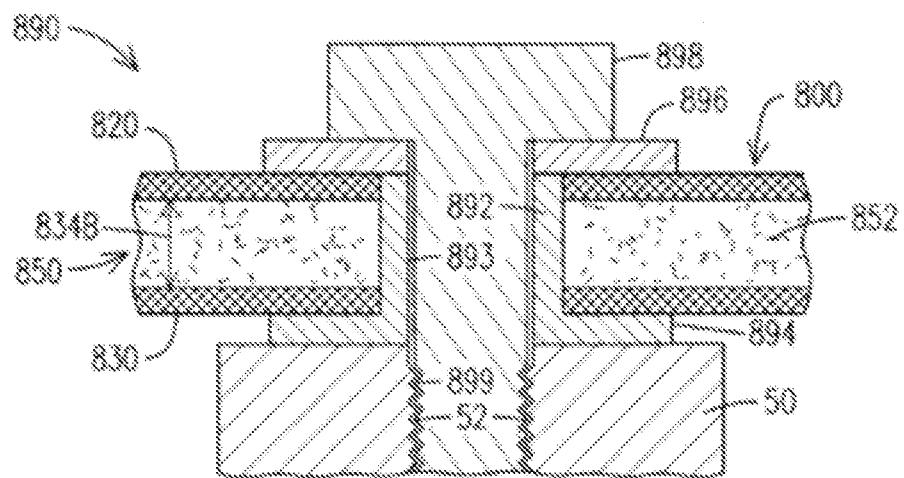
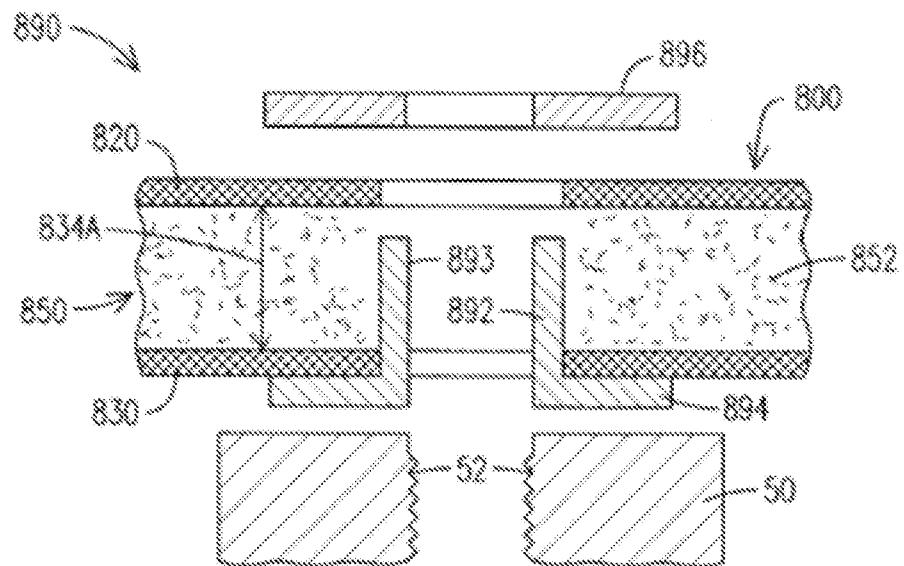
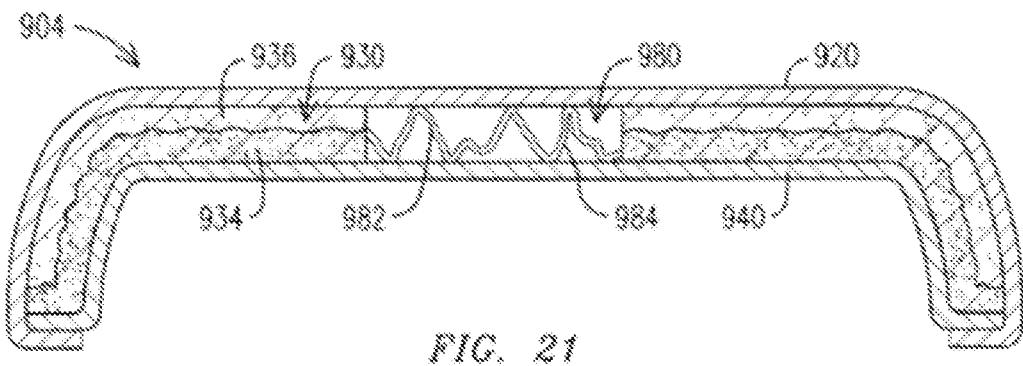
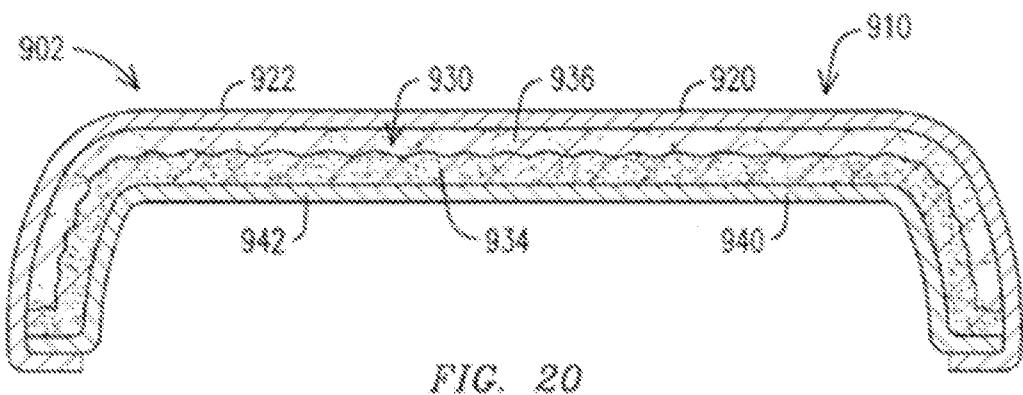
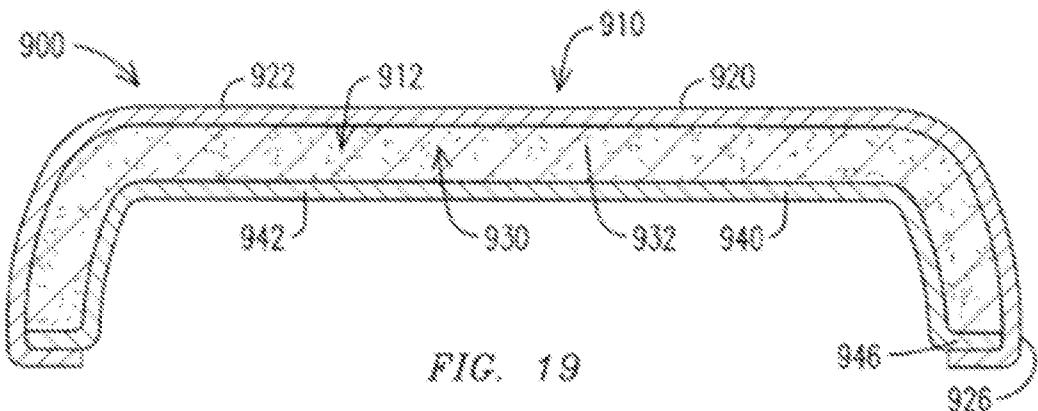


FIG. 16





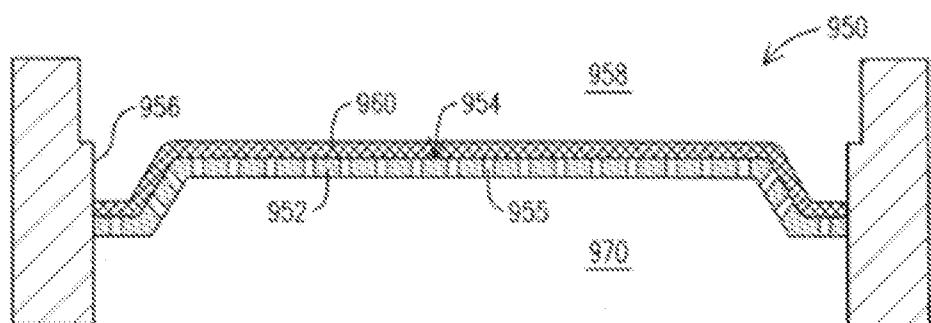


FIG. 22A

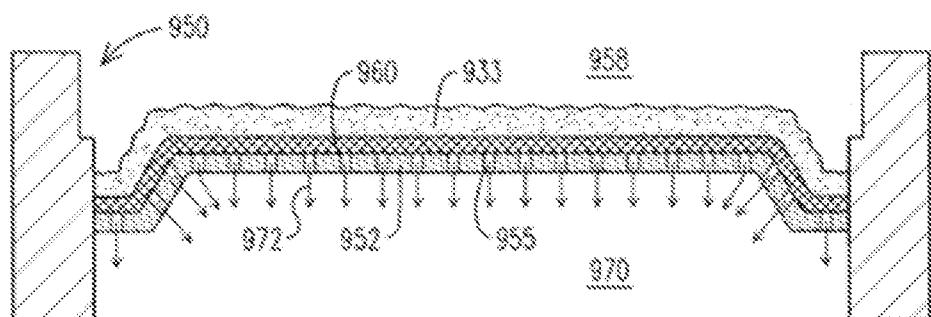


FIG. 22B

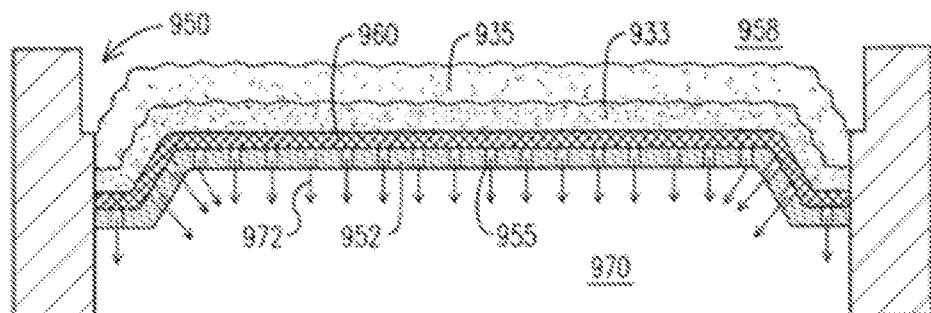


FIG. 22C

ES 2 987 393 T3

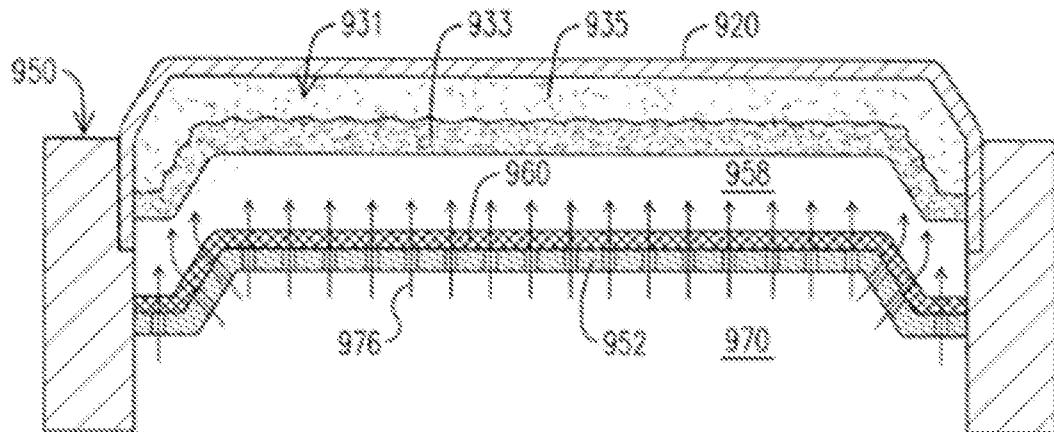


FIG. 22D

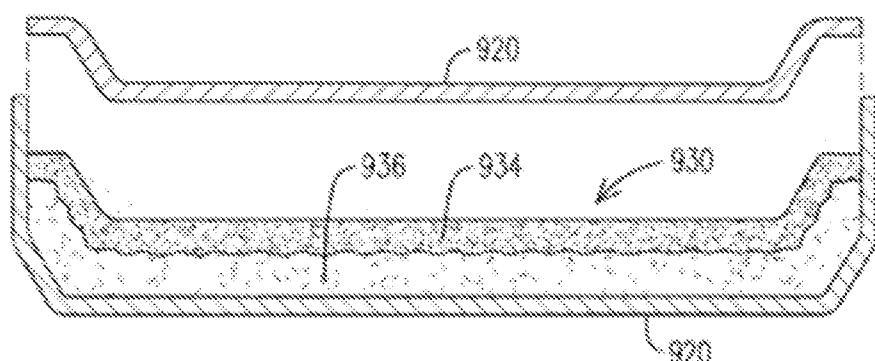


FIG. 22E

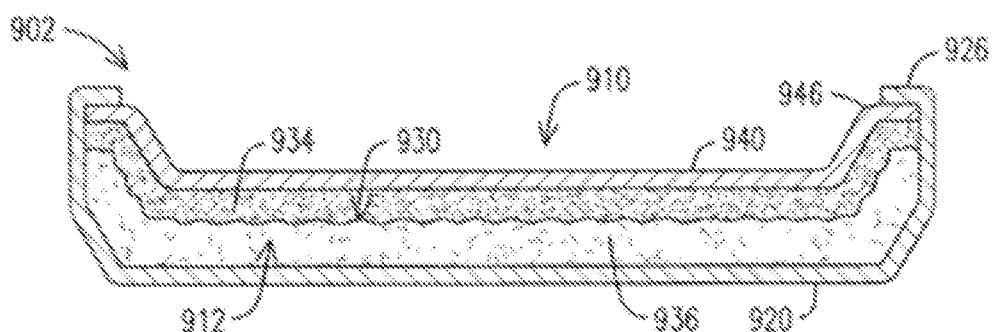


FIG. 22F

ES 2 987 393 T3

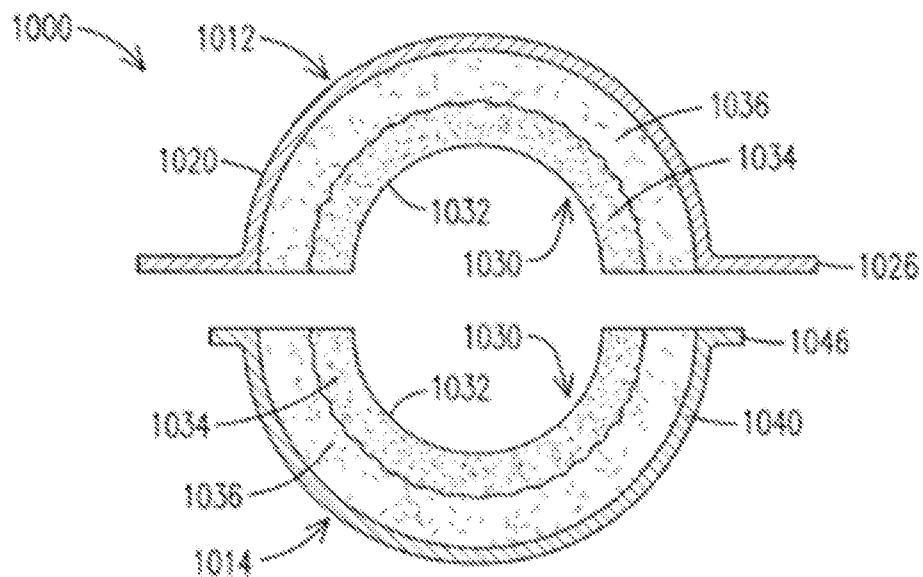


FIG. 23A

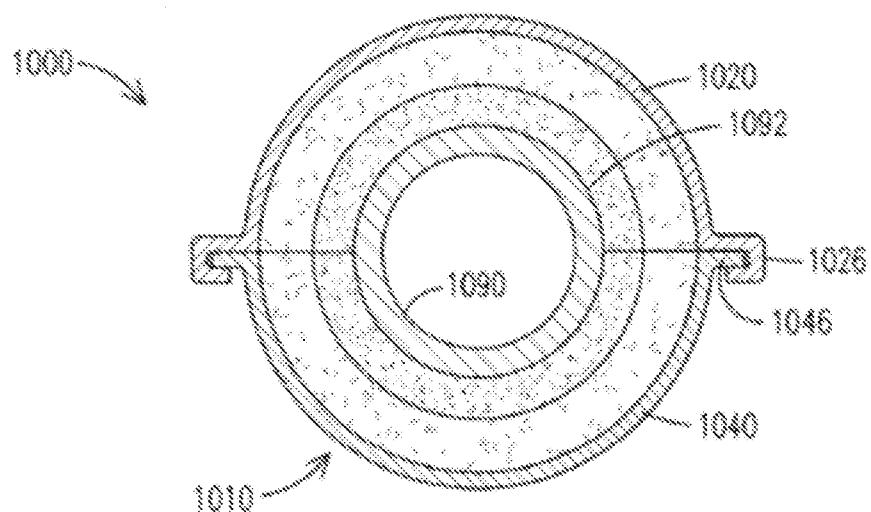


FIG. 23B

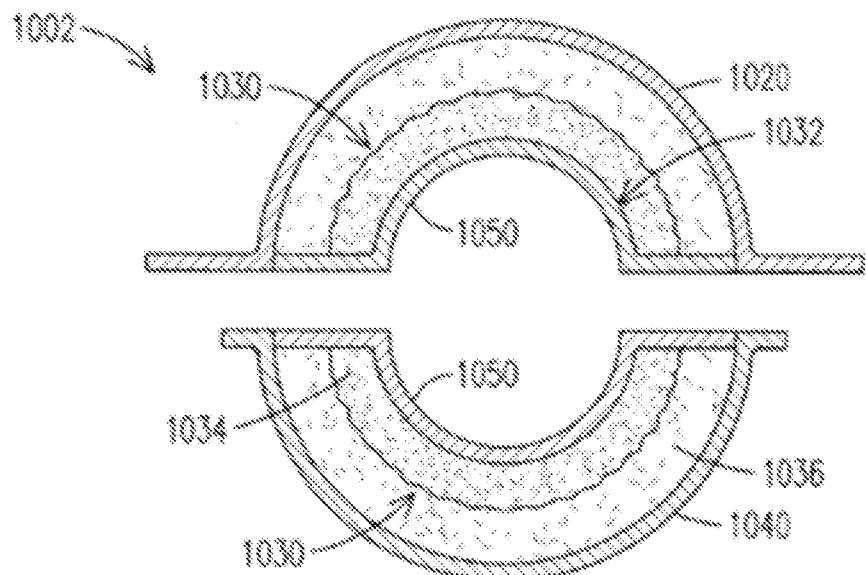


FIG. 24

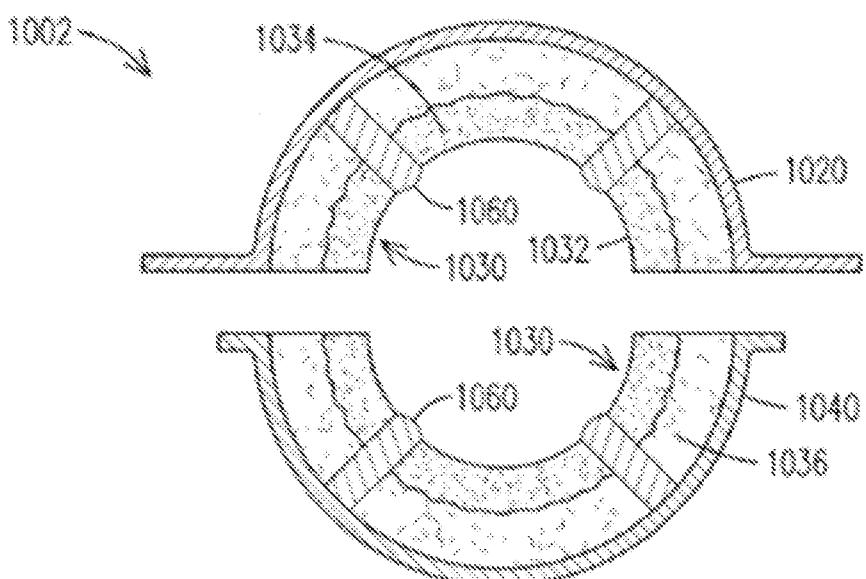


FIG. 25