

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 085**

51 Int. Cl.:

B01D 29/11 (2006.01)

B01D 39/12 (2006.01)

B01D 46/24 (2006.01)

B21D 31/04 (2006.01)

B60R 21/26 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2010 E 15184931 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 2985065**

54 Título: **Montaje para un inflador de airbag**

30 Prioridad:

19.03.2009 US 407204

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

31.05.2019

73 Titular/es:

**ACS INDUSTRIES, INC. (100.0%)
One New England Way
Lincoln, RI 02865, US**

72 Inventor/es:

**GREENWOOD, GEORGE;
MCCARTHY, MICHAEL;
MACKENZIE, SCOTT J. y
PFEFFERLE, RICHARD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 715 085 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

Montaje para un inflador de airbag

Campo

La presente invención se refiere a un montaje que comprende un filtro tubular que comprende metal expandido.

5 **Antecedentes****A. Láminas de metal expandido**

10 Las láminas de metal expandido han encontrado una variedad de usos, desde esteras utilizadas para la lucha contra incendios hasta los filtros para los infladores de airbags de automóviles. Se pueden hacer en una variedad de maneras. Por ejemplo, una lámina de metal expandido se puede hacer al tomar una lámina de metal, punzonar la lámina para producir una multiplicidad de rendijas, y tirar de la lámina perpendicular a la dirección de la rendija para alargar la rendija y proporcionar una abertura en la lámina. Otro procedimiento común para la fabricación de una lámina de metal expandido es por medio de la perforación y la formación en frío de aberturas, que a menudo son llamadas "diamantes" debido a su forma final. La longitud final de la lámina, con los agujeros que la acompañan, es más larga que el original y por lo tanto se expande, así como también las aberturas formadas se expanden.

15 Por lo tanto, si bien los detalles variarán dependiendo del proceso específico, las láminas de metal expandido de manera típica se fabrican por el uso de una hilera de dientes o trozos en un punzón para producir perforaciones en la lámina. El lado de la lámina que se enfrenta al punzón tendrá una muesca alrededor de la perforación, y el reverso de la lámina tendrá una porción elevada correspondiente, una rebaba, alrededor de la perforación. La regularidad de las perforaciones permite la anidación de las perforaciones cuando la lámina está apilada, curvada, enrollada o colocada de otra manera en relación de superposición, y la presencia de rebabas puede bloquear la estructura en una configuración anidada. La rebaba que acompaña a cada perforación también crea un área de incremento de la fricción de forma que la lámina de metal expandido no se puede deslizar con facilidad, y en especial no cuando está en contacto con sí misma cuando está curvada o envuelta alrededor de una lámina similar.

B. Filtros para infladores de airbags para automóviles

25 Los filtros para infladores de airbags para automóviles deben satisfacer una serie de criterios exigentes. Los filtros de este tipo sirven para capturar los amplios residuos que se generan cuando se enciende la carga explosiva de un airbag. Estos residuos pueden dañar el airbag y si se liberan del airbag pueden lesionar a los ocupantes del vehículo en el que el airbag se desplegó. Además, los restos a menudo son químicamente perjudiciales para los seres humanos.

30 Para controlar estos residuos, los filtros para infladores de airbags para automóviles tienen que ser altamente eficaces en su función de filtrado. Sin embargo, también deben permitir que el gas generado por la carga explosiva llegue rápidamente e infle el airbag. Es decir, los filtros no pueden generar niveles excesivos de contrapresión. Por otra parte, los filtros necesitan satisfacer estos criterios en conflicto, es decir, un filtrado eficaz con baja contrapresión, en medio de una explosión fuerte. Además de estos criterios, el filtro también sirve como un difusor para lograr un flujo más uniforme de los gases en expansión que entran en el airbag y actúan como un disipador de calor para ayudar a reducir la temperatura de los gases para que no se dañe el airbag o la persona protegida por el airbag. Un ejemplo de un inflador de airbag que tiene un filtro de permeabilidad variable se describe en la Patente EP 0 694 447.

40 Además de estas consideraciones, el costo es siempre un problema para un artículo producido en masa, en especial uno utilizado en el campo de la automoción. En consecuencia, ha habido esfuerzos continuados y extensos para producir filtros de bajo costo y sin embargo altamente eficaces para infladores de airbags.

Sumario

45 La invención proporciona un montaje que comprende una carcasa para un inflador de airbag, dicha carcasa tiene una cámara para la recepción de un filtro tubular y un anillo circunferencial de aperturas para permitir que el gas salga de la cámara; y un filtro tubular dentro de la cámara, que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica, en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas y la superficie exterior sustancialmente cilíndrica comprende una ranura circunferencial alineada con el anillo circunferencial de aperturas de la carcasa.

50 La multiplicidad de aberturas en la lámina de metal expandido del filtro tubular puede ser una multiplicidad de filas de aberturas dispuestas para reducir la anidación cuando la lámina se enrolla sobre sí misma, la lámina se enrolla en un tubo, y se suelda para fijar la orientación tubular, en la que:

- (a) la lámina de metal expandido se forma a partir de una lámina de metal más grande que tiene una anchura y un eje;

(b) la lámina de metal expandido tiene bordes largos formados por la lámina de metal más grande y bordes cortos en los que se ha cortado como una porción de la lámina más grande;

(c) las aberturas se forman por medio de la formación de rendijas en la lámina de metal más grande y el estiramiento de las rendijas en la dirección del eje; y

5 (d) el gradiente entre las filas de aberturas, los tamaños de las aberturas, o tanto el gradiente entre las filas de aberturas como los tamaños de las aberturas varían para reducir anidación cuando la lámina de metal expandido se enrolla sobre sí misma (por ej., el gradiente entre las filas de aberturas varía en función de la circunferencia definida por una porción dada de la lámina de metal expandido en el filtro enrollado de forma que las aberturas radialmente adyacentes no se aniden).

10 El filtro se puede fabricar por medio de un procedimiento que incluye:

(a) la provisión de una lámina de metal que tiene una anchura y un eje;

(b) la formación de rendijas en la dirección del eje de la lámina para formar una multiplicidad de filas de aberturas;

(c) el corte de una lámina más pequeña de la lámina producida en el paso (b);

15 (d) el enrollado de la lámina más pequeña del paso (c) sobre sí misma para formar un tubo; y

(e) el aseguramiento del tubo del paso (d) con una soldadura;

20 en el que en el paso (b), la multiplicidad de filas de aberturas está dispuesta para reducir la anidación cuando la lámina más pequeña se enrolla sobre sí misma para formar el tubo (por ej., el gradiente entre las filas de aberturas, los tamaños de las aberturas, o tanto el gradiente entre las filas de aberturas como los tamaños de las aberturas varían para reducir la anidación cuando la lámina más pequeña se enrolla sobre sí misma para formar el tubo).

Las características y las ventajas adicionales de la invención se exponen en la descripción detallada que sigue, y en parte serán evidentes con facilidad para aquéllos con experiencia en la técnica a partir de esa descripción o reconocidas por la práctica de la invención como se describe en la presente memoria.

25 Se ha de entender que la descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son meramente representativas de la invención y están destinadas a proporcionar una visión general o marco para la comprensión de la naturaleza y carácter de la invención como se reivindica.

30 Las figuras adjuntas se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, y se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva. Se ha de entender que los diversos aspectos y características de la invención descrita en la memoria descriptiva y en las figuras se pueden utilizar en cualquiera y todas las combinaciones. Por ejemplo, los filtros pueden emplear láminas de metal expandido que no tienen un gradiente y/o un tamaño de abertura que varía dentro de una sola lámina, por ej., los filtros se pueden construir por medio de la soldadura de láminas de metal expandido individuales entre sí, donde por lo menos algunas de las láminas individuales difieren una de la otra en el gradiente y/o el tamaño de la abertura.

Breve descripción de los dibujos

35 La FIG. 1 es una representación esquemática de la fabricación de una lámina de metal expandido y un filtro de la lámina.

La FIG. 2 es una vista de extremo de un filtro de acuerdo con la divulgación.

La FIG. 3A es una lámina que tiene aberturas en una porción y que carece de aberturas en otra, y las FIGS. 3B y 3C son tubos formados por medio del enrollado de la lámina en la FIG. 3A.

40 La FIG. 4A es una lámina de metal expandido enrollado que tiene dos bandas de perforaciones, y la FIG. 4B es el artículo en la FIG. 4A con el alambre enrollado.

La FIG. 5 es una fotografía de un filtro de metal expandido construido de acuerdo con ciertos aspectos de la divulgación.

45 La FIG. 6 es una fotografía de una carcasa del inflador de airbag con el que se pueden utilizar los filtros de metal expandido desvelados en la presente memoria.

La FIG. 7 es una fotografía que muestra la cámara interna de la carcasa de la FIG. 6 después del despliegue del explosivo del inflador.

La FIG. 8 es una fotografía que muestra la cámara interna de la carcasa de la FIG. 6 y la superficie del filtro después del despliegue de explosivo del inflador.

ES 2 715 085 T3

La FIG. 9 es una figura esquemática que ilustra las características representativas de una tira de metal expandido que tiene aberturas cuyo paso y/o tamaños varían a lo largo de la longitud de la tira. Esta figura no está a escala y el número de secciones realmente utilizadas puede ser mayor o menor que el que se muestra en la figura.

5 La FIG. 10A es una figura esquemática que ilustra las características representativas de una tira de metal expandido que tiene aberturas cuyo gradiente y/o tamaños varían a lo largo de la longitud de la tira. La FIG. 10A no está a escala y no muestra todas las secciones mostradas en las FIGS. 10B y 10D.

La FIG. 10B es una vista esquemática, en sección transversal de un filtro diseñado para producir una trayectoria tortuosa para los gases.

10 La FIG. 10C es una vista en sección transversal ampliada de la porción del filtro de la FIG. 10B dentro del círculo C.

La FIG. 10D es una vista en sección transversal del filtro de la FIG. 10B en un plano ortogonal al plano de la FIG. 10B.

La FIG. 11A es una vista esquemática en sección transversal de un equipo adecuado para la producción de un par de ranuras en una tira de metal.

15 La FIG. 11B es una vista en sección transversal ampliada de la porción del equipo de la FIG. 11A dentro del círculo B.

La FIG. 12A es una vista esquemática en sección transversal de un filtro y una porción de una carcasa para el filtro en la que el filtro tiene esquinas achaflanadas.

20 La FIG. 12B es una vista en sección transversal ampliada de la porción del filtro y la carcasa de la FIG. 12A dentro del círculo B.

La FIG. 13A es una vista esquemática en sección transversal de un filtro y una parte de una carcasa para el filtro, donde el filtro tiene las esquinas redondeadas.

La FIG. 13B es una vista en sección transversal ampliada de la porción del filtro y la carcasa de la FIG. 13A dentro del círculo B.

25 Las FIGS. 14A y 14B son vistas esquemáticas superiores y laterales, respectivamente, que ilustran la formación de esquinas redondeadas en un filtro por el uso de un proceso de carga de punto.

La FIG. 15 es una fotografía de la superficie de un rodillo para su uso en la formación de una tira de metal que tiene una superficie texturizada.

Los números de referencia utilizados en las figuras corresponden a lo siguiente:

30 3 ranura

5 lámina de metal expandido

7 sección variable de la lámina de metal expandido

9 sección no perforada de la lámina de metal expandido

13 filtro tubular

35 15 carcasa del inflador de airbag

17 apertura de la carcasa del inflador de airbag

19 esquina redondeada de la carcasa del inflador de airbag

21 desecho capturado por el filtro

23 puerto de encendido de la carcasa del inflador de airbag

40 25 superficie exterior sustancialmente cilíndrica del filtro

27 esquina redondeada del filtro

29 esquina achaflanada del filtro

31 sección de extremo sustancialmente plana del filtro

- 33 rodillo de carga de punto
- 35 ranura del rodillo de carga de punto
- 37 patrón de texturización
- 39 rodillo macho
- 5 41 rodillo hembra
- 43 guía
- 45 protuberancia
- 47 rebaje
- 101 rollo de tira o lámina de metal
- 10 103 prensa
- 105 punzón
- 107 dientes o trozos
- 109 ensanchador
- 111 cámara
- 15 113 controlador de ordenador
- 115 monitor
- 121 rodillos
- 123 cortador
- 125 lámina de metal expandido
- 20 127 lámina de metal expandido
- 129 soldador
- 131 cilindro
- 133 soldador
- 135 cilindro de malla soldada
- 25 137 molde hembra
- 139 mandril
- 201 lámina de metal expandido
- 203 lámina de metal expandido
- 205 soldadura
- 30 207 tela
- 209 pantalla de metal
- 211 soldadura
- 301 lámina de metal expandido
- 303 porción perforada de la lámina de metal expandido
- 35 305 área no perforada de la lámina de metal expandido
- 307 área en la que se enrolla el alambre
- 309 enrollado de alambre

Descripción detallada de la forma de realización preferente

A. Filtros de metal expandido y procedimientos de fabricación de tales filtros

La siguiente discusión es principalmente en términos de filtros para infladores de airbags de automóviles (vehículos) (también conocidos como "infladores de airbag pirotécnicos," "filtros de desecho", o "refrigerantes"), se entiende que los procedimientos y aparatos desvelados en la presente memoria también son aplicables a otros tipos de filtros, tales como filtros para aceite, aire y otros líquidos y gases, que incluyen filtros limpiables para estas aplicaciones. Dado que los infladores de airbags para automóviles son conocidos en la técnica, los detalles se omiten para no oscurecer la descripción de las formas de realización de ejemplo.

Como se discutió con anterioridad, en ciertos aspectos, esta divulgación es para (i) filtros fabricados de láminas de metal expandido de gradiente variable y/o de abertura variable y (ii) procedimientos para la fabricación de tales filtros. Las láminas pueden tener diferentes separaciones entre filas adyacentes de aberturas y se pueden fabricar, por ejemplo, por medio de la variación de la tasa a la que se alimenta la lámina a través de los equipos de fabricación, la tasa de punzonado, y/o la cantidad de estiramiento. En particular, la divulgación proporciona una lámina de metal expandido que tiene una multiplicidad de filas de aberturas en la que la separación entre filas adyacentes no es constante.

La divulgación proporciona una lámina de metal expandido donde una fila de perforaciones está indexada de manera perpendicular con respecto a la longitud de la lámina y con respecto a por lo menos otra fila de perforaciones. En otro aspecto, se proporciona una lámina de metal expandido que se ha aplanado para eliminar protuberancias (y depresiones) provocadas por el proceso de perforación y para producir una lámina que tiene lados más suaves. Para muchas aplicaciones, no se requiere tal aplanamiento pero puede ser útil en conexión con, por ejemplo, la calibración de los tamaños de abertura.

En términos de los procedimientos de producción, la divulgación proporciona un procedimiento para la fabricación de una lámina que tiene perforaciones espaciadas de forma variable por medio de la indexación de la herramienta de punzonado de manera perpendicular a la dirección (longitudinal) de desplazamiento de la lámina. Esta indexación es, por supuesto, además de la indexación convencional utilizada en la fabricación de productos de metal expandido en la que las perforaciones en una fila dada se encuentran en los puntos medios de las perforaciones de la fila precedente. Además, la divulgación proporciona un procedimiento para la fabricación de una lámina de metal expandido por medio de (a) la alimentación de una longitud de lámina de metal por medio de pasos discretos a lo largo de la longitud de la lámina, (b) la perforación para formar una fila de perforaciones para producir una lámina perforada, y (c) el estiramiento de la lámina perforada de manera longitudinal para provocar que las perforaciones se alarguen en las aberturas y produzcan una lámina de metal expandido, en la que la alimentación da como resultado un espaciado variable entre las filas de perforaciones.

La divulgación también proporciona un filtro de inflador de airbag de automóviles que comprende una lámina de metal expandido que tiene una multiplicidad de filas de aberturas, la lámina enrollada en un cilindro, y asegurada con una soldadura, la separación entre las filas adyacentes de aberturas varían entre diferentes filas adyacentes.

La anidación en un filtro de metal se reduce por el uso de una lámina de metal expandido de gradiente variable que tiene diferentes separaciones entre hileras adyacentes de aberturas. Un filtro de este tipo se hace por medio de la variación de la velocidad a la que se alimenta la lámina a través del equipo, la tasa de punzonado, la cantidad de estiramiento y/o la cantidad en que la lámina está aplanada de manera opcional. La anidación también se puede reducir por medio de la indexación transversal del punzón, por el uso de diferentes tamaños de punzón en múltiples punzonados, o combinaciones de estas técnicas. El filtro puede ser alambre envuelto para mejorar su fuerza.

Con referencia a la FIG. 1, la fabricación de una lámina de metal expandido de acuerdo con ciertos aspectos de esta divulgación comienza con un rollo de tira de metal o lámina 101 (por ejemplo, aproximadamente nueve pulgadas de ancho, que se puede reducir a seis pulgadas para la fabricación de filtros para airbags de pasajeros y a aproximadamente 1,5 pulgadas para airbags de conductor, a pesar de que cualquier anchura se puede utilizar dependiendo del equipo). Para los filtros para los infladores de airbags, se pueden utilizar acero inoxidable, tales como SS304, 309, 310, 409, 410, o 430. El acero al carbono de C1006 a C1008 a menudo se prefiere para diversas aplicaciones. También, como se discute a continuación, el acero al carbono revestido con un segundo metal que tiene una conductividad superior, por ej., estaño, puede ser ventajoso para algunas aplicaciones. Dependiendo del entorno en el que se utiliza el metal expandido, se pueden utilizar otras composiciones metálicas disponibles en una forma de lámina.

La lámina se alimenta primero a una prensa 103 en la que un punzón 105 que tiene un número de dientes o trozos 107 se mueve en la lámina de forma que los dientes perforen la lámina y luego se retira el punzón, al igual que en una operación de estampado. La geometría de los trozos, que preferentemente son idénticos entre sí, preferentemente es de forma que una rendija se forme en la lámina. Dependiendo de la geometría del trozo, la profundidad de penetración del trozo determinará la longitud de la rendija formada; cuanto más profunda sea la penetración, más larga será la rendija, y por lo tanto más abierta puede ser la estructura final después del estiramiento. Para los filtros de inflador de airbag, la abertura se hace a un tamaño con base en las especificaciones

del fabricante de airbag para el área abierta de la lámina, la porosidad de la lámina, u otros parámetros requeridos para el filtro.

5 La lámina se hace avanzar preferentemente por medio de un motor servo (no se muestra) u otro mecanismo por el que el avance longitudinal de la lámina se puede controlar con precisión. El avance de la lámina preferentemente es en pasos discretos de forma que la lámina esté estacionaria cuando se punzona. Si bien no se prefiere, un rodillo con dientes se puede utilizar en una lámina movida de manera continua.

10 La lámina perforada producida en la prensa se alimenta entonces a un ensanchador 109 en el que los rodillos diferenciales estiran la lámina perforada en la dirección axial (es decir, a lo largo de la dirección de desplazamiento) de forma que las rendijas se abran en agujeros en forma de diamante. (Por supuesto, se puede utilizar un trozo hexagonal para fabricar aberturas hexagonales, o se pueden utilizar otras geometrías de trozos, pero las rendijas en forma de diamantes es la forma más común).

15 Si bien el rajado y el estiramiento se pueden llevar a cabo como operaciones independientes, cuando los patrones finos se han de formar, a menudo es preferible producir las láminas de metal expandido por medio de la realización de rajado y estiramiento con los mismos dientes en el mismo movimiento. Durante esta operación, el material se cuelga sobre una cuchilla inferior aplanada y dientes superiores en ángulo o **trozos** rajan la lámina y luego continúan en la lámina. La lámina se dobla hacia abajo y el ángulo formado por esta flexión, dado que se relaciona con los dientes, provoca un movimiento de estiramiento de la tira. En consecuencia, la tira se estira más o menos por la profundidad de las penetraciones de los dientes. La cantidad de estiramiento alcanzado de esta manera de manera típica está en el intervalo de 20 a 25% y puede ser tanto como 37%. En comparación con el enfoque de rajado y estiramiento, el enfoque de un paso produce perforaciones (aberturas) que tienen una forma más parecida a la de un triángulo que un diamante. Al igual que con el enfoque de rajado y estiramiento separado, el enfoque de paso forma aberturas por medio de (i) la formación de rendijas en una lámina de metal y (ii) el estiramiento de las rendijas en la dirección del eje longitudinal del metal, pero lo hace en un paso, en vez de dos.

25 Un sistema de control de vídeo que incluye una cámara 111, que está conectada con un controlador de ordenador 113 que ejecuta un software, y un monitor opcional 115, examina los agujeros o el área abierta, y puede aprender (después de que los parámetros se introducen en el controlador) si las perforaciones están dentro de las especificaciones. Si bien no se muestra, la cámara preferentemente se monta de manera móvil sobre una pista y se hace para atravesar la lámina a medida que la lámina se hace avanzar. La cámara preferentemente captura una fila entera (de manera transversal a la dirección de la marcha) y con mayor preferencia un par de filas adyacentes dentro de su campo de visión. El software comprueba los tamaños y/o las formas (geometría) de la abertura para determinar si las aberturas individuales, o un área abierta (real o estimada o calculada), están dentro de las especificaciones. Una segunda cámara se puede colocar entre el punzón y el ensanchador con hardware y software similares para determinar si la perforación inicial está dentro de las especificaciones. El cálculo para la determinación de si el producto está dentro de las especificaciones de manera típica se basa en la luz transmitida a través de las aberturas hechas por el punzón. (El software adecuado está disponible comercialmente de Media Cybernetics, Inc., Silver Spring, MD, bajo la marca IMAGEN PRO.)

40 Si bien se muestra con un solo punzón, se pueden utilizar múltiples punzones para proporcionar diferentes separaciones, geometrías y/o profundidades de perforación. Dos punzones, por ejemplo, se pueden ciclar en cualquier orden deseado y cualquier número de golpes o ciclos (tal como el primer punzón alternado con el segundo, o la perforación dos veces más a menudo, o a la mitad de frecuencia, o alternada de dos en dos, y así sucesivamente). Preferentemente, por lo menos una prensa está indexada de manera transversal hacia atrás y adelante de forma que las filas adyacentes fabricadas por esa prensa se compensen entre sí. (Como se utiliza aquí, una "fila" de perforaciones preferentemente es transversal a la longitud de la lámina, a pesar de que es posible tener la prensa en ángulo con respecto a la dirección longitudinal de la lámina.)

45 El sistema de control de vídeo lleva a cabo una inspección óptica del producto de lámina de metal expandido y determina si el producto está dentro de las especificaciones. Para alterar el proceso para alcanzar, volver a, o cambiar las especificaciones, el avance de la lámina se altera por medio del ajuste del motor servo (a través del controlador de ordenador) para cambiar la separación longitudinal de las perforaciones. De manera alternativa, el ensanchador se ajusta para incrementar o disminuir la cantidad que se estira la lámina perforada. Ambos se pueden ajustar para evitar de manera adicional la anidación de capas y/o la alineación de las aberturas radialmente adyacentes cuando la lámina está curvada.

55 Un procedimiento para la provisión de un gradiente variable es cambiar el avance de la lámina de manera gradual. Por ejemplo, el espaciado entre filas se puede incrementar de manera gradual y luego regresar al valor original (por ej., con una separación inicial de 500 milésimas de pulgada, que se incrementa en 1 milésima de pulgada hasta 15 milésimas de pulgada y luego de vuelta a la separación inicial, como una forma de onda de diente de sierra; o el cambio puede ser sinusoidal o como una forma de onda triangular; o irregular). Al tener un gradiente variable, la posibilidad de anidación se puede disminuir en gran medida. Otro procedimiento para el suministro de un gradiente variable es hacer que el gradiente varíe como una función de la circunferencia definida por una porción dada de la lámina en el filtro enrollado, de forma que las aberturas radialmente adyacentes no se aniden. Este enfoque se puede combinar con el enfoque de gradiente variable por medio del cambio gradual en el gradiente entre las áreas

en la lámina expandida que corresponden a dos capas circunferenciales radialmente adyacentes, por ej., el cambio se puede llevar a cabo más de de dos a cinco ciclos de prensa. De esta manera, se puede evitar el estiramiento excesivo del área de transición entre los dos gradientes. Para la mayoría de las transiciones, el estiramiento excesivo no es un problema y por lo tanto no se requiere una variación gradual en el gradiente.

- 5 La lámina de metal expandido puede ser aplanada por uno o un par de rodillos 121. La lámina no necesita ser comprimida en un grado significativo, y preferentemente no se comprime en la medida en que el aplanamiento luego tiende a cerrar las aberturas. La cámara del sistema de control de vídeo (o una segunda o tercera cámara) puede estar situada después del paso de aplanamiento, en cuyo caso se debe apreciar que el ajuste del grado de aplanamiento, y el cierre resultante de las aberturas, es un parámetro adicional que se puede ajustar para alcanzar el área abierta deseada. El aplanamiento de las rebabas logra dos objetivos. Las rebabas presentan áreas de alto contacto de fricción; la lámina de metal expandido aplanado se puede deslizar con mayor facilidad contra sí misma si está enrollada o curvada. El área de superficie incrementada resultante del aplanamiento permite el incremento de corrientes de soldadura y una resistencia de la soldadura mayor debido a la mayor superficie de contacto. Además de estos beneficios, como se señaló con anterioridad, el aplanamiento dimensiona las aberturas. El aplanamiento de por sí no contribuye sustancialmente a la antianidación y por lo tanto, para la mayoría de aplicaciones, para evitar costos innecesarios, no se utilizará esta paso de procesamiento adicional.

- En la fabricación de un filtro para los infladores de airbags para automóviles, una geometría de filtro es un cilindro que tiene paredes porosas. Para hacer un dispositivo de este tipo, y continuando con la FIG. 1, la lámina de metal expandido aplanado se corta 123 en piezas individuales 125 que se pueden colocar superpuestas a otra lámina de metal expandido (aplanado) 127, posiblemente con un área abierta diferente, y unirse entre sí a través de un soldador 129 (preferentemente por soldadura eléctrica). La lámina de material compuesto unido se enrolla a continuación en un cilindro 131 y el borde de la malla se asegura al cilindro por medio de un soldador 133. Para producir el ID y OD (diámetros interiores y exteriores) adecuados, el cilindro de malla soldada 135 se coloca en una molde hembra 137 que de manera opcional tiene una pared interior móvil, y un mandril 139 que de manera opcional es expansible se inserta en el orificio central del cilindro. El ID y OD deseados del filtro final se logran por medio de la combinación del mandril, de manera opcional en expansión, y el molde, que de manera opcional se contrae, para formar en frío el cilindro en la geometría y las dimensiones radiales deseadas. Debido a que este enfoque implica una cantidad sustancial de la soldadura de piezas individuales, el aplanamiento puede ser beneficioso, ya que, como se discutió con anterioridad, se pueden lograr soldaduras fuertes cuando se sueldan entre sí dos piezas aplanadas de metal expandido en contraposición a dos piezas no aplanadas. Otra opción para el enfoque de soldadura de piezas es el uso de un gradiente constante y simplemente rotar las piezas seleccionadas (por ej., cualquier otra pieza, cada dos piezas, etc.) en 90° antes de que las piezas se suelden entre sí. Una vez más, ya que este enfoque implica una soldadura sustancial, el aplanamiento puede ser de beneficio.

- En la fabricación de estos filtros, formados a partir de múltiples envolturas de la lámina de metal expandido aplanada, no se observó anidación de las perforaciones. La anidación reducida y la eliminación de las rebabas permiten más capas de filtro en una distancia radial dada. De acuerdo con ello, si el diseño requiere un OD especificado, se puede proporcionar un ID más grande; y del mismo modo un ID especificado dará lugar a un OD más pequeño y por lo tanto un dispositivo más pequeño en total. La anidación también es perjudicial debido a que el cambio en la alineación de la lámina debido a la anidación de aberturas radialmente adyacentes no puede hacer que el extremo del filtro (la parte superior y/o inferior del cilindro) tenga dimensiones fuera de las especificaciones, mientras que al mismo tiempo, sin embargo, proporcione un canal abierto entre las capas de filtro adyacentes. Incluso si las aberturas en las capas adyacentes están casi alineadas, la ausencia de rebabas elimina la tendencia a que las aberturas se alineen (la rebaba de una abertura que se asienta en la abertura adyacente) y, por lo tanto, disminuye la capacidad de filtrado.

- La resistencia de la soldadura de la lámina aplanada es el doble que logra cuando la lámina no fue aplanada. La soldadura por puntos de manera típica es automatizada a través de una máquina en la que la corriente de soldadura es ajustada por el operador. El establecimiento de una corriente fija da como resultado soldaduras inconsistentes cuando se suelda una lámina de metal expandido no aplanada porque las áreas de las rebabas no son uniformes y el área de superficie de contacto a través de la cual fluye la corriente de soldadura varía para cada soldadura. Cuando se aplanan la lámina de metal expandido, hay un área de superficie más grande, y de este modo se puede utilizar una corriente de soldadura más grande. Se encontró que la duplicación de la corriente de soldadura para la soldadura de una lámina de metal expandido aplanado dio como resultado una resistencia de la soldadura más del doble de la resistencia de la soldadura de una lámina con rebabas, así como también una resistencia de la soldadura más consistente.

- El filtro descrito con anterioridad está hecho de dos láminas de metal expandido enrolladas en un cilindro. Durante la laminación, se pueden añadir una o más capas intermedias de forma que el filtro tenga múltiples capas de repetición, o diferentes capas intermedias cada una a una distancia radial diferente. Por ejemplo, la FIG. 2 representa el extremo (o sección transversal) de un filtro cilíndrico laminado en el que una primera lámina de metal expandido aplanada 201 se une a una segunda lámina de metal expandido aplanada 203 por medio de una soldadura 205 y el laminado se inicia desde la primera lámina. En una posición predeterminada o una cantidad de laminación, una tela 207 se inserta entre las capas, y en una posición radialmente hacia fuera desde la posición predeterminada se inserta una pantalla de metal 209 entre las capas de lámina de metal. La capa más externa de la

lámina de metal está unida a sí misma por una soldadura 211. El filtro formado de este modo tiene múltiples capas filtrantes de diferentes materiales.

La FIG. 3A representa una lámina de metal expandido 301 que tiene una porción 303 que se ha perforado y ampliado, y está dispuesta entre las áreas 305 que no se han perforado. Cuando la perforación se reanuda después de un área sólida (no perforada) preferentemente comienza de manera gradual, los primeros punzones preferentemente no perforan la lámina para evitar la tendencia del punzón para cortar la lámina en dos cuando un área sólida está presente corriente abajo del área a ser perforada. La lámina tiene bordes largos L formados por la lámina original y bordes cortos S donde se ha cortado como una porción de una lámina más grande (como se muestra en la FIG. 1). Algunos diseños de airbags requieren que el flujo del gas expandido (ya sea por explosión o un gas comprimido, o combinación de los mismos) sea dirigido en una dirección particular. Por ejemplo, un airbag de tipo cortina puede requerir gas que se dirige a lo largo de una extensión lineal. De manera alternativa, el área en la que está instalado el montaje de airbag puede tener sólo una porción disponible para la comunicación de fluido con el airbag. La lámina en la FIG. 3A se puede enrollar, por el uso como su eje de una línea que conecta los lados cortos. En este caso, los lados largos se solapan y se sueldan para crear un filtro que tiene la geometría mostrada en la FIG. 3B, donde los extremos del filtro son no perforados y sólo se perfora la sección central. De manera alternativa, la lámina se puede enrollar por el uso como eje de una línea que conecta los lados largos, lo que da como resultado la geometría mostrada en la FIG. 3C. Si bien la lámina 301 se muestra como que tiene una sola sección perforada, múltiples secciones perforadas, separadas por secciones sin perforación, se pueden hacer (por medio del no punzonado sobre esas áreas) para crear un filtro como se muestra en la FIG. 3B pero que tiene dos bandas perforadas separadas por un área no perforada, como se muestra en la FIG. 4A, en oposición a la banda que se muestra perforada una vez. Es evidente, a la vista de los ejemplos anteriores, que varias porciones se pueden perforar o dejarse sin perforar, y la lámina se puede cortar y enrollar para proporcionar un filtro tubular que tiene perforaciones solo en áreas predeterminadas para dirigir el flujo de gas como se desee.

El patrón de aberturas está determinado por la disposición de los trozos en el punzón y la tasa de punzonado como una función del recorrido lineal de la lámina. La prevención de la anidación se puede lograr por medio de varias modificaciones de este diseño básico. Como se señaló con anterioridad, se pueden utilizar múltiples punzones con diferentes disposiciones de los trozos (por ejemplo, desplazados lateralmente de los otros punzones)). La tasa de punzonado se puede alterar para proporcionar una distancia creciente entre las aberturas adyacentes (el gradiente), y luego ciclarse de nuevo, como se señaló con anterioridad. Por ejemplo, el desplazamiento de la lámina se puede ajustar de forma que el gradiente se incremente desde la fila previamente rechazada por una milésima de pulgada hasta que la separación sea de 15 milésimas de pulgada, y luego se invierte el proceso (disminuyendo cada por uno milésimas de pulgada) o se inicia desde el principio de nuevo. Dadas las especificaciones para un filtro en particular, el paso se puede variar en función de la circunferencia definida por una porción dada de la lámina en el filtro enrollado, de forma que las aberturas radialmente adyacentes no se aniden. Sin embargo, otro procedimiento para la prevención de la anidación es por medio de la indexación de uno o más punzones de manera transversal de forma que cada fila esté desplazada lateralmente desde la fila anterior. Al igual que con los otros procedimientos, el punzón puede ser indexado hacia atrás y hacia adelante en una cantidad fija, o por una cantidad predeterminada de una manera hasta que se consiga un desplazamiento deseado, y luego de vuelta. Por ejemplo, por el uso de la distancia de centro a centro (para las aberturas) en una fila dada, la siguiente fila se puede indexar de manera transversal 30% en la siguiente punzón, un 30% adicional en el siguiente punzón, y así sucesivamente, durante un número de veces predeterminado, y después indexarse de nuevo a la posición original. Si se conoce la posición de cualquier porción de la lámina en el filtro, como está basada en las especificaciones del filtro, se permite un cálculo sencillo para determinar cómo se tienen que variar las aberturas para evitar la anidación de las aberturas radialmente adyacentes. Se puede utilizar cualquiera o una combinación de estas técnicas para reducir la posibilidad de anidación, incluidas las que se describen a continuación.

Todavía otro procedimiento para reducir la anidación es variar el tamaño de las aberturas. Preferentemente, el tamaño de las aberturas en cualquier fila se puede variar por medio de la alteración de la profundidad de perforación, tal como por medio de la variación de la posición de detención del punzón cada uno, dos, o un número deseado de punzones. Cuando se utilizan dos o más punzones, cada uno se puede establecer a una profundidad de perforación diferente, y/o tener trozos de un tamaño diferente que otro punzón, y/o tener trozos de una geometría diferente.

Los artículos de metal expandido se pueden combinar con enrollado de alambre. Por ejemplo, una lámina perforada como se desee se enrolla sobre un mandril de forma que los extremos se apoyen, a continuación, el alambre se enrolla alrededor de este sustrato perforado en un patrón deseado. El enrollado puede reforzar las áreas sólidas (sin perforaciones), proporcionar un extremo achaflanado, y/o cubrir parcialmente las perforaciones. La envoltura del cable evita la necesidad de soldar los bordes de la lámina. La FIG. 4B muestra el dispositivo de la FIG. 4A que tiene tres áreas separadas 307 en las que se enrolla el alambre. El cable incrementa la resistencia del dispositivo en la resistencia a la fuerza explosiva de la carga de gas. Se muestra un extremo en el que el enrollado 309 proporciona la geometría de un extremo achaflanado (o aproximación de un extremo achaflanado). La lámina perforada de alambre enrollado se puede sinterizar o soldar con soldadura para asegurar la envoltura de alambre. Cuando se enrolla sobre perforaciones existentes, el enrollado se puede utilizar para incrementar o adaptar aún más el espacio de abertura efectivo (es decir, la caída de presión resultante) en un grado deseado.

A pesar de que los aspectos anteriores se han descrito con referencia particular a filtros para montajes de airbag,

hay otros usos para un artículo tal, como un electrodo y para reemplazar el tejido holandés utilizado en los filtros de airbags tejidos. Dado que en el principio se utiliza una lámina más delgada, son posibles agujeros más pequeños, lo cual permite la producción de un metal "micro" expandido. Ciertos filtros de lámina de metal perforada de la técnica anterior emplean una capa intermedia de papel cerámico para un filtrado adicional. En lugar de ello, se puede utilizar la lámina de metal microexpandido (lo suficientemente delgada como para ser considerada un papel de aluminio, menor que 10 milésimas de pulgada de espesor) en lugar de papel cerámico. En la mayoría de los casos, los artículos producidos por la presente divulgación serán utilizados para el filtrado.

B. Aplicaciones

En una aplicación típica de la descripción anterior, la lámina de metal expandido se rueda sobre sí misma para producir una estructura que tiene múltiples capas, por ej., entre tres y veinte capas. La primera envoltura de 360 grados (primera capa) se puede asegurar con soldaduras por puntos con las capas restantes envueltas de manera continua alrededor de la otra para alcanzar el diámetro exterior deseado. La capa más externa se puede asegurar entonces con soldaduras por puntos. Para los propósitos de resistencia, las soldaduras por puntos se pueden añadir a una o más de las capas circunferenciales internas del filtro. Sin embargo, las soldaduras por puntos adicionales de este tipo, por lo general no son necesarias para alcanzar los niveles de fuerza necesarios para un filtro de airbag.

La FIG. 5 muestra un filtro de inflador de airbag 13 construido de esta manera. La FIG. 6 muestra un ejemplo de una carcasa del inflador 15 que tiene una cámara interna en la que se inserta el filtro 13. La carcasa que se muestra es para un airbag del volante y por lo tanto tiene una forma en general de "crepe" adecuado para el montaje en una columna de dirección. Las carcasas 20 para otros tipos de airbags, por ej., airbags de cortina, tienen configuraciones algo diferentes y por lo tanto la configuración del filtro 13 puede ser diferente para tales airbags. Si bien la configuración puede ser diferente, se utiliza la misma construcción básica sin anidación.

Como se muestra en la FIG. 6, la carcasa 15 incluye una pluralidad de aperturas 17 que permiten que los gases producidos por la carga explosiva del inflador salgan de la carcasa e inflen el airbag (no se muestra) que está fijado sobre la parte exterior de la carcasa. Una carga explosiva típica se basa en nitrato de amonio y produce cantidades sustanciales de residuo de partículas, conocidas en la técnica como "desecho". Las FIGS. 7 y 8 muestran el residuo de desecho 21 capturado en el diámetro interior del filtro 13 después de que se ha detonado una carga. El número de referencia 23 en esta figura muestra el puerto de encendido 35 de la carcasa que se utiliza en la detonación de la carga explosiva principal que se encuentra dentro del diámetro interior del filtro 13 antes de la detonación. Un examen de las FIGS. 7 y 8 da cierta sensación para las condiciones en las que el filtro debe operar 13. Por medio de la comparación de estas figuras con la FIG. 5, que muestra el filtro antes de la detonación, muestra las condiciones extremas de presión y calor a las que el filtro está expuesto durante el uso.

En la construcción del filtro 13, la abertura o el gradiente o ambos a lo largo de la longitud de la lámina de metal expandido normalmente se cambian en cada envoltura circunferencial y el patrón desarrollado muestra un incremento de la longitud de la sección a medida que el filtro se enrolla en que la circunferencia incrementa en cada capa adicional de metal expandido. La FIG. 9 ilustra de manera esquemática los tipos representativos de patrón 50 que se pueden utilizar a lo largo de la longitud de lámina de metal expandido 5, donde el número de referencia 7 representa una sección de la lámina de metal expandido que tiene un gradiente y/o un tamaño de abertura seleccionada para reducir la anidación, y el número de referencia 9 representa una sección no perforada (véase la discusión más adelante). Además de las consideraciones de anidación, los tamaños de agujero también se pueden seleccionar con base en el comportamiento de flujo de gas deseado. De este modo, se pueden utilizar aberturas más grandes para las capas más interiores del filtro, seguidas por aberturas más finas, pero no obstruidas, seguidas de nuevo por aberturas más grandes para conseguir un efecto de difusión en la superficie exterior del filtro. Por supuesto, se pueden utilizar otras combinaciones con base en las características específicas de la aplicación.

Las longitudes L1, L2, y L3 en la FIG. 9 (así como también las longitudes de las otras secciones que se muestran en esta figura y en la FIG. 10A) en general será diferente con el fin de tener en cuenta los incrementos de la longitud circunferencial asociados con el radio creciente. Se debe señalar que las longitudes de la en esta figura y en la FIG. 10A no están dibujadas a escala, si no que son meramente ilustrativas de los tipos de estructuras utilizados para reducir la anidación de las envolturas circunferenciales. También, el número de secciones utilizadas en un filtro real puede ser más o menos que el número mostrado en estas figuras.

Al utilizar el gradiente variable y/o los tamaños de abertura, se puede lograr una variedad de beneficios. Por ejemplo, por el uso de un gradiente fino y/o un tamaño de abertura fino, se pueden optimizar la retención de partículas y el rendimiento general. Más por lo general, por medio de la reducción/eliminación de anidación, la consistencia mejora en gran medida, que incluyen las reducciones sustanciales en la desviación estándar para el flujo a través del filtro, que es de primordial importancia para los fabricantes de sistemas de airbag.

C. Trayectorias tortuosas

La FIG. 10 ilustra el uso de secciones no perforadas 9 para producir una trayectoria tortuosa para el flujo de gas a través del filtro. Estas secciones no perforadas o tiras en el patrón de perforaciones dan como resultado una trayectoria de gas en zigzag en el filtro montado. una trayectoria de este tipo es deseable para atrapar partículas

generadas por la carga explosiva de un airbag. En particular, cada vez que el gas es forzado a cambiar de dirección, cambia su perfil de velocidad y esto provoca que las partículas arrastradas en la corriente de gas se chapeen y queden atrapadas en el filtro. Uno de los propósitos principales de filtros de inflador de airbag es capturar partículas producidas por la carga explosiva y de ese modo las mejoras en la capacidad de captura de partículas de los filtros es de importancia para los fabricantes de sistemas de airbag.

Las secciones no perforadas 9 producen tales cambios de dirección dado que el gas no puede pasar a través de estas secciones, sino que deben viajar a lo largo de la sección hasta que alcancen el borde de la sección en la que debe girar de nuevo para encontrar una trayectoria de salida del filtro. De este modo, las secciones no perforadas actúan como barreras para el flujo radial simple de los gases a través del filtro.

Este movimiento zigzagueante se ilustra en la FIG. 10, donde la FIG. 10C es una vista ampliada de la porción del filtro 13 dentro del círculo C de la FIG. 10B. Las flechas en la FIG. 10C representan el flujo de gas a través del filtro. Como es evidente, la trayectoria de flujo de gas es altamente compleja con numerosos cambios de dirección que ayudan en la eliminación de partículas de la corriente de gas.

En la FIG. 10, las secciones no perforadas 9 se extienden por toda la anchura de la lámina de metal expandido 5. Si se desea, las secciones no perforadas se pueden extender sólo parcialmente a través del ancho de la lámina, por ej., no puede haber una región perforada en un borde, en ambos bordes, en uno o más lugares entre los bordes, o combinaciones de los mismos. Para algunas aplicaciones, tales patrones más complejos pueden ser útiles para equilibrar la necesidad de retención de partículas con la necesidad de una baja contrapresión.

Sin importar el despliegue, el uso de secciones no perforadas provoca que el flujo de gas incluya por lo menos algo de flujo circunferencial dentro del cuerpo del filtro. El flujo circunferencial producido por las secciones no perforadas es sobre distancias mayores que la separación promedio entre las perforaciones, por ej., más de 5 veces mayor. Por ejemplo, como se ilustra en las FIGS. 10B y 10D, sustancialmente todas las posibles trayectorias de flujo desde el diámetro interior del filtro a su diámetro exterior incluyen tanto el flujo radial y por lo menos algo de flujo circunferencial en una distancia mayor que la distancia promedio entre perforaciones.

Se debe señalar que no todas las capas del filtro tienen por qué tener secciones no perforadas. Más bien, algunas capas pueden exhibir flujo principalmente radial, por ej., las primeras y las últimas capas, y otras pueden ser una combinación de flujo radial y sustancial circunferencial, por ej., las capas medias.

D. Ranuras circunferenciales

Como se ilustra en la FIG. 6, la carcasa 15 incluye una pluralidad de aperturas 17 a través de las cuales los gases generados por la salida carga explosiva del airbag de la carcasa. De manera típica, estas aperturas están en un solo plano transversal, si bien en algunos casos se utilizan dos filas de aperturas en dos planos transversales. Como se ilustra en las FIGS. 6 a 8, las aperturas, ya sea en uno o más de un plano transversal, de manera típica no están situadas simétricamente con respecto a la cámara interna de la carcasa que recibe el filtro 13.

Debido a que son la única salida para los gases producidos por la carga explosiva del airbag, es importante que las aperturas 17 permanezcan abiertas durante todo el despliegue del airbag. En la práctica, los filtros 13 y, en particular, las envolturas exteriores del filtro, se pueden expandir como resultado de la explosión que tiene lugar dentro diámetro interior del filtro. Tal expansión puede reducir y/o cerrar el espacio radial del colector anular entre el filtro y la carcasa, que incluyen el espacio en las proximidades de las aperturas 17, lo que provoca un incremento de la presión de combustión.

A través de una serie de experimentos, se encontró que una ranura formada en la superficie exterior del filtro retendrá sustancialmente su forma durante la explosión, no obstante, el hecho de que el resto del filtro crece en tamaño. Estos experimentos incluyeron experimentos en condiciones extremas, es decir, experimentos que emplean una carga explosiva máxima y una temperatura de filtro de 250 °F. Se seleccionó la temperatura de 250 °F, ya que representa la temperatura máxima que es probable que ocurra si un coche se deja en el sol durante un período de tiempo sustancial. Las pruebas bajo condiciones de temperatura elevada se llevaron a cabo ya que las propiedades físicas de los metales, tales como los utilizados para formar el filtro 13, se degradan con el incremento de la temperatura.

Con base en estos experimentos, se concluyó que el problema de la reducción del acceso a las aperturas 17 como resultado de la deformación del filtro por las presiones generadas durante la detonación se podría superar por medio de (i) la inclusión de una ranura circunferencial 3 en la superficie cilíndrica sustancialmente exterior del filtro y (ii) el aseguramiento de que, en la carcasa montada, la ranura esté alineada con el anillo circunferencial de aperturas 17.

Como se señaló con anterioridad, las aperturas 17 de manera típica están desplazadas del plano medio de la cámara en la que se recibe el filtro. En consecuencia, si el filtro fuera a tener sólo una ranura y si el filtro se insertara en la cavidad en la orientación incorrecta, el acceso a las aperturas 17 podría llegar a verse comprometido. Para hacer frente a esta posibilidad, dos ranuras 3 están formadas en la superficie exterior del filtro 13 de forma que una de las ranuras esté alineada con las aperturas de la carcasa con independencia de la orientación del filtro cuando se inserta en la carcasa. Como se ha indicado también con anterioridad, algunas cajas poseen más de una fila de

5 aperturas. En tal caso, múltiples pares de ranuras 3 se forman en la superficie exterior del filtro 13, con una ranura que se alinea con cada fila de aperturas de manera independiente de la orientación del filtro cuando se inserta en la carcasa. Por ejemplo, si la carcasa tiene dos filas de aperturas muy próximas entre sí, el filtro tendrá cuatro ranuras organizadas en dos grupos, la separación entre las ranuras de cada grupo es más pequeña que la separación entre los grupos.

10 La ranura 3 puede tener diversas configuraciones y se puede producir de varias maneras. En términos generales, la ranura debe ser lo suficientemente amplia como para que esté sobre las aperturas incluso si todas las tolerancias, es decir, las tolerancias acumuladas o apiladas, resultan ser en una dirección. En la práctica, se han encontrado ranuras que tienen secciones transversales en forma de arco para resistir presiones más altas que las que tienen secciones transversales en forma de V. Además, se ha encontrado que la formación de ranuras en la lámina de metal expandido antes de la laminación de la lámina sobre sí misma para formar el filtro produce una ranura que es más capaz de soportar las presiones de detonación que las ranuras formadas en la superficie exterior del filtro después de que la laminación se ha completado.

15 Además de utilizar ranuras, la expansión de filtro también se puede reducir por medio del incremento de la tensión de rotura del metal utilizado para formar el filtro. El incremento de la tensión de rotura incrementa la resistencia tangencial del filtro, lo que de este modo reduce al mínimo el crecimiento de las envolturas exteriores del filtro.

20 La FIG. 11 muestra un equipo que se puede utilizar para formar ranuras 3 en una lámina de metal expandido a medida que se enrolla en un filtro. Como se muestra en la misma, un primer rodillo 41 incluye rebajes 47 y un segundo rodillo 39 incluye protuberancias 45. La lámina de metal expandido se pasa entre los rodillos con guías 43 que sirven para frenar la lámina del movimiento lateral. Las guías 43 también mantienen la alineación entre los rodillos, por ej., se puede permitir que el rodillo 39 flote en una dirección transversal con guías 43 que se utilizan para interceptar el rodillo y alinearlo con el rodillo 41. De manera alternativa, un rodillo de presión única con la configuración de ranura se puede forzar de forma neumática, hidráulica, o con un motor servo sobre la superficie del filtro a medida que se enrolla para de esta manera forzar la forma de la ranura en el filtro. Como una alternativa adicional, después de que el filtro se ha enrollado y soldado por completo, un rodillo de ranura contorneada se puede forzar sobre la cara sustancialmente cilíndrica del filtro, ya que se hace girar para formar la ranura. Sin embargo, se ha encontrado que este último enfoque produce ranuras que son menos capaces de resistir las fuerzas asociadas con la detonación de los enfoques en los que se forman las ranuras en la lámina de metal expandido a medida que se enrolla.

30 E. Esquinas redondeadas

35 También se ha determinado en forma experimental que la aplicación de un radio a las esquinas del filtro produce un sellado del filtro sustancialmente mejor en la carcasa del inflador que cualquiera de una esquina aguda o una esquina achaflanada, donde un mejor sellado significa uno que reduce la longitud máxima de la llama liberada de la carcasa cuando una carga del inflador se enciende dentro del orificio central del filtro. Como se conoce en la técnica, tal longitud de la llama se puede determinar por el uso de la fotografía de alta velocidad de una carcasa de airbag durante la detonación.

40 Como se ilustra en las FIGS. 6, 12, y 13, las carcasas del inflador de manera típica tienen esquinas redondeadas (véase el número de referencia 19 en estas figuras). La FIG. 12 muestra el acoplamiento de un filtro 13 que tiene una esquina achaflanada 29 con la esquina redondeada 19, mientras que la FIG. 13 muestra el acoplamiento de un filtro que tiene una esquina redondeada 27. Antes de que se llevaran a cabo los experimentos, se esperaba que la esquina achaflanada tuviera un mejor rendimiento que la esquina redondeada porque se esperaba que los contactos puntuales asociados con una esquina achaflanada produjeran la deformación de la esquina por la carga de punto y por lo tanto un sello personalizado entre el filtro y la pared de la carcasa como el filtro se forzó en la pared mientras la carcasa se montaba y luego por medio de la presión generada por la carga explosiva.

45 Sin embargo, en la práctica se encontró que la esquina redondeada fue sustancialmente mejor que la esquina achaflanada. Por lo tanto, el cambio de la esquina achaflanada de la FIG. 12 a la esquina redondeada de la FIG. 13 produjo una reducción de más del 25% en la longitud máxima de la llama liberada de la carcasa cuando una carga del inflador se encendió dentro del orificio central del filtro. La esquina achaflanada era mejor que una esquina cuadrada, pero no tan buena como la esquina redondeada. En comparación con una esquina cuadrada, la esquina redondeada produjo una reducción en la longitud máxima de la llama liberada de la carcasa sustancialmente mayor que 25%, por ej., una reducción mayor que 50%. La esquina redondeada también fue mejor que las dos esquinas achaflanadas y cuadradas en la retención de partículas.

55 En términos generales, el radio medio de la esquina del filtro debe estar dentro de $\pm 10\%$, preferentemente, dentro de $\pm 5\%$ del radio interior medio de la carcasa. Además, el redondeo de la esquina se necesita llevar a cabo por el uso de un proceso de carga de punto. En particular, la mecanización del radio no es adecuada debido a la baja resistencia estructural de las capas de filtro individuales. La molienda tampoco es viable porque se depositarán residuos de molienda, tanto metálicos como orgánicos, en la estructura de filtro y será difícil, si no imposible, eliminarlos. Tales residuos de molienda serán liberados cuando la carga explosiva de un airbag se detona y por lo tanto representarán desechos no capturados por el filtro. La formación del radio de un solo golpe en una guía de

acuñado o formación no es práctica debido a que la resistencia de columna del filtro no es adecuada para soportar las fuerzas sustanciales asociadas con tales operaciones.

5 Un proceso de carga de punto supera los problemas con estos otros enfoques. Un proceso de este tipo densifica la esquina sin eliminación de metal, lo cual de este modo evita el problema de los residuos asociados con la molienda. En cualquier momento dado, el proceso sólo aplica fuerzas elevadas a un área pequeña de la circunferencia del borde del filtro, lo cual de este modo evita los problemas asociados con las características de resistencia del filtro.

10 La carga de punto se puede llevar a cabo en una variedad de maneras. Por ejemplo, como en una máquina de remachado orbital, uno o más vástagos que giran con el radio apropiado en su superficie de trabajo se pueden aplicar a puntos en la esquina del filtro y moverse a lo largo de la circunferencia de la esquina para generar la esquina redondeada. De manera alternativa, se puede utilizar un dispositivo del tipo mostrado en la FIG. 14.

15 En este sistema, rotan tanto el rodillo 33 como el filtro 13, como se indica por las flechas curvadas en la FIG. 14B. En particular, el filtro 13 se acciona a una velocidad relativamente alta y el rodillo 33 se pone en contacto con el filtro y gira en la dirección opuesta del filtro como resultado de la aplicación de fricción con el filtro. El filtro 13 encaja dentro de la apertura 35 del rodillo 33 y, como se muestra más claramente en la FIG. 14B, la apertura y el filtro sólo hacen contacto a lo largo de la única línea donde se encuentran. De acuerdo con ello, la fuerza aplicada entre el filtro y el rodillo 33 para llevarlos hacia el acoplamiento solamente se aplica a las dos esquinas del filtro en los extremos opuestos de esta línea de contacto, es decir, las esquinas del filtro se deforman por medio de carga de punto. Los radios de las esquinas de la apertura 35 coinciden con los de la carcasa dentro de $\pm 10\%$ (preferentemente, $\pm 5\%$) y por lo tanto, como se ilustra en la FIG. 13B, el resultado de la carga de punto es la producción de una esquina de filtro 27 entre la superficie exterior sustancialmente cilíndrica del filtro 25 y su sección de extremo sustancialmente plana 31 que coincide de manera estrecha el radio interior de la esquina de la carcasa 19.

F. Texturización

25 Como se discutió con anterioridad, uno de los efectos de los filtros de inflador de airbag es la captura de residuos (partículas) generados por la detonación de la carga explosiva del inflador. Como también se ha discutido con anterioridad, las partículas tienden a ser capturadas por el filtro cuando los gases fluyen a través del filtro están experimentando un cambio de dirección. El flujo laminar es la antítesis de un flujo en el que los gases cambiar de dirección. Para minimizar la ocurrencia de tal flujo, se puede texturizar la superficie del metal expandido que compone el filtro. Tal texturización se puede llevar a cabo en la lámina de metal antes de que se perfore (expanda) o después, pero la texturización previa es el enfoque más típico.

30 Por medio de la texturización de la superficie metálica, una superficie de cepillo relativamente plano se transforma en una serie de miles de colinas y valles, lo cual de este modo incrementa el área de superficie de la lámina por arriba de 20%. Al tener esta área de superficie adicional en el límite sobre el cual los gases calientes pasan, se incrementa la eficiencia de filtración del filtro de forma dramática. Además de mejorar el filtrado, una superficie texturizada incrementa la transferencia de calor térmico al filtro. Como se discutió con anterioridad, el enfriamiento de los gases producidos por la carga explosiva de un airbag antes de que alcancen el airbag es una de las funciones de los filtros de airbags.

35 Si bien no se desea estar ligado por ninguna teoría de operación particular, se cree que tanto el incremento de la eficiencia de filtrado como el incremento del enfriamiento de los gases explosivos es debido a la generación de flujo turbulento con altos números de Reynolds en la superficie texturizada. Dicho flujo turbulento está dominado por las fuerzas internas que tienden a producir remolinos de manera aleatoria, vórtices, y otras fluctuaciones de flujo. Estos remolinos, vórtices, y fluctuaciones de flujo aleatorias mantienen los gases en contacto con las superficies del filtro más largas, para depositar de este modo más partículas sobre el filtro, e intercambiar más energía de calor con el filtro.

40 Con respecto a las partículas de captura, también se cree que los picos y valles de una superficie texturizada que son perpendiculares a la dirección de flujo de gas contribuyen a la eliminación de partículas adicional y, en particular, a la eliminación de partículas finas. Estos picos y valles proporcionan un mecanismo para la detención y la eliminación tenaz de partículas de la corriente de gas.

45 Debido a que los gases entran en contacto con ambos lados de la tira de metal o las tiras que forman el filtro, la texturización preferentemente es en ambos lados de las tiras, si bien se puede utilizar la texturización de un lado si se desea. La texturización se puede llevar a cabo de varias maneras conocidas en la técnica. Una de las formas más eficientes es pasar las tiras a través de rodillos estampados que tiene un patrón grabado en su superficie. El patrón en los rodillos puede estar formado en un número de maneras conocidas en la técnica, que incluyen a mano, grabado por láser, EDM, fresado, o combinaciones de los mismos. Como alternativas a la utilización de rodillos estampados, se pueden utilizar láser, grabado con ácido, moleteado, chorro de arena (por ej., con un dispositivo de chorro de centrífuga), o combinaciones de los mismos para texturizar directamente las superficies de la banda. Sin importar la forma, la densidad de la característica lineal D de la superficie texturizada puede estar en el intervalo de 15 a 500 características por pulgada, y la amplitud de la característica no es mayor que $0,5/D$.

55 La FIG. 15 es una fotografía de la superficie de un rodillo de estampado que tiene un patrón de texturización 37

formado en el mismo que se puede utilizar para texturizar tiras de metal utilizadas para producir filtros de airbags. El centavo de los Estados Unidos en esta figura muestra la escala de los tipos de patrones que se pueden utilizar. Como se muestra en esta figura, el patrón general es un tablero de ajedrez con las ranuras en cada bloque en ángulo recto con las de los bloques adyacentes. Cuando se transfiere a una tira de metal, un patrón de este tipo

5 reducirá de manera significativa la capacidad de un gas para exhibir un flujo laminar a medida que pasa sobre la superficie de la tira. El patrón también es capaz de agarrar las partículas de la corriente de gas incluso con la fluctuación de trayectorias de flujo.

G. Metales revestidos (por ej., metales chapados)

Como se discutió con anterioridad, en los sistemas de inflador de airbag, además de capturar partículas, los filtros también se utilizan para enfriar los gases calientes en expansión desde el despliegue pirotécnico. La capacidad de refrigeración del filtro tiene una enorme influencia en el rendimiento del inflador.

Por medio de la formación del filtro de una o más tiras de metal expandidas que comprenden un primer metal que tiene por lo menos una superficie revestida con un segundo metal cuya conductividad es mayor que el primer metal, por ej., por lo menos 25% mayor, la transferencia de calor adicional de los gases en expansión en el filtro se puede

15 lograr más allá de la proporcionada por el primer metal solo. Como se usa en la presente memoria, la palabra "metal" incluye metales puros y aleaciones metálicas.

Durante el despliegue, la energía térmica de calor se transfiere al filtro por medio de convección. Debido a que todo el despliegue del explosivo del inflador tarda sólo unos 20 milisegundos, el tiempo disponible para la transferencia convectiva es corto. Por consiguiente, existe una tremenda ventaja en tener una capa exterior de alta conductividad

20 térmica en el límite entre el filtro y los gases calientes. Debido a su conductividad térmica más alta, incluso una fina capa del segundo metal tal como la producida por medio de chapado mejorará tanto la transferencia local de calor al filtro como la distribución del calor en todo el cuerpo del filtro.

Se puede utilizar una variedad de metales para el primer y el segundo metal. Por ejemplo, el primer metal puede ser un acero al carbono y el segundo metal puede ser estaño o una aleación de estaño. El acero dulce tiene una

25 conductividad térmica en el intervalo de ~26 W/mK a ~38 W/mK, mientras que la conductividad térmica del estaño puro es ~64 W/mK. Como se señaló con anterioridad, una consideración primordial en la fabricación de artículos producidos en masa para la industria del automóvil es el costo. Debido a su uso en la industria conservera, la lámina de acero al carbono estañada está disponible con facilidad. Si bien es algo más costosa que los materiales no chapados, las eficiencias térmicas acumuladas por el uso de metal expandido estañado permiten que la masa global

30 del filtro se reduzca, lo que puede compensar más el ligero incremento en el costo del acero al carbono estañado.

Además de las consideraciones anteriores, algunas veces hay una necesidad de proteger el filtro de la corrosión antes de la vez que se utiliza, que puede ser muchos años después de que se instala. Hay dos lugares de filtros

35 utilizados en los infladores pirotécnicos. En el primero, el filtro está dentro de una cámara sellada de manera hermética con el propelente. En el segundo, el filtro está fuera de la cámara sellada de manera hermética y por lo tanto está expuesto a la atmósfera en el que se puede oxidar o corroer. En el pasado, el problema de la corrosión se ha tratado por el uso de acero inoxidable para construir el filtro o por medio de la realización de una operación de azulado térmico sobre el filtro acabado similar a la del azulado en armas de fuego. Tal azulado forma un óxido sobre la superficie de metal del filtro que retarda la oxidación.

Una ventaja del acero al carbono estañado, dado que se relaciona con filtros fabricados de láminas de metal expandido es la resistencia a la corrosión natural del material. Si bien en la mayoría de los casos la lámina de acero

40 se chapará antes de que se lleve a cabo la operación de expansión, de ese modo deja los agujeros perforados y expandidos sin algún tipo de protección, la mayor parte de la lámina todavía está cubierta con el estañado. Además, los estudios experimentales han demostrado que las herramientas de perforación arrastran algo del estañado en las aberturas durante la operación de expansión y si bien las aberturas no muestran la misma resistencia a la corrosión

45 como las superficies de la lámina, todavía hay un incremento de la protección en las aberturas.

H. Revestimientos catalíticos

Los artículos descritos en la presente memoria se pueden revestir con una composición de catalizador, y por lo tanto sirven como un soporte (sustrato) para un catalizador. Cuando se utiliza como un soporte de catalizador, la lámina

50 está hecha preferentemente de 309 o 310 de acero inoxidable o de una aleación resistente a la corrosión tal como una que incluye cromo y de manera opcional también aluminio. Por ejemplo, en una configuración análoga a un filtro de flujo radial, un sustrato revestido que podría actuar como un convertidor catalítico para un dispositivo de mano o pequeño, tal como una cortadora de césped, soplador de láminas, o una sierra de cadena. De manera alternativa, una lámina se puede plegar a modo de acordeón (es decir, plisada y doblad) donde los pliegues adyacentes tienen

55 diferentes patrones de aberturas, lo cual fuerza a que el gas fluya de manera tortuosa y entre en contacto con gran parte de la superficie de un dispositivo revestido de este tipo. Un catalizador convencional SCR es una composición de titanio-vanadio que está revestida por medio de lavado sobre un sustrato para su uso en plantas de energía de carbón, o un catalizador de óxido de cerio utilizado en la oxidación parcial de combustible y otras operaciones de reformado (US 7.271.127). De manera alternativa, el artículo puede tener un revestimiento por medio de lavado que

incrementa la superficie antes de la aplicación de una composición de catalizador, tal como revestimientos de sílice y/o alúmina utilizados para convertidores catalíticos, que son posteriormente revestidos con una composición catalítica que de manera típica tiene platino, paladio, y/o rodio. La misma tortuosidad que se puede lograr por el uso de aberturas desplazadas para las láminas de metal expandido que hace que los artículos sean útiles para filtros de airbag también hace artículos similares útiles para cualquier aplicación de filtro y catalizador donde se desea una trayectoria de flujo extendida en un área pequeña. Dichos dispositivos también se pueden utilizar como filtros de escape, además de los convertidores catalíticos de escape, donde el filtro se puede regenerar por medio de calentamiento (como un filtro de partículas diesel).

Si bien los filtros que comprenden por lo menos una tira de metal expandido que tiene un patrón de perforación variable a lo largo de su longitud (es decir, las variaciones en el gradiente y/o el tamaño de aberturas) son los preferidos (por ej., debido a su consistencia más alta en llenado del airbag y niveles más bajos de fuera de redondez como formado), diversos aspectos de la divulgación se pueden practicar en conexión con filtros producidos por medio de la soldadura de piezas de metal expandido que tienen diferentes patrones de perforación que son uniformes en toda la longitud de cada pieza. En particular y sin limitación, los aspectos de la trayectoria tortuosa, la ranura circunferencial, las esquinas redondeadas, la texturización, y el metal revestido de la divulgación se pueden utilizar en relación con este último enfoque para hacer filtros de metal expandido y las reivindicaciones expuestas a continuación, dirigidas a estos aspectos de la divulgación, pretenden cubrir ambos enfoques para hacer filtros de metal expandido, así como otros enfoques ahora conocidos o desarrollados posteriormente.

La divulgación también incluye lo siguiente:

[1]. Un filtro tubular que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas e incluye por lo menos una sección que está libre de aberturas, dicha sección produce un flujo circunferencial de gas dentro del filtro.

[2]. El filtro tubular del punto [1] anterior, en el que el filtro tiene un diámetro interior y un diámetro exterior y sustancialmente todas las posibles trayectorias de flujo desde el diámetro interior al diámetro exterior incluyen un flujo tanto radial como por lo menos algo de flujo circunferencial en una distancia mayor que la distancia promedio entre las aberturas.

[3]. Un filtro tubular que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas que tiene un orificio central, una superficie exterior sustancialmente cilíndrica, y secciones de extremo sustancialmente planas que se extienden entre el orificio central y la superficie exterior sustancialmente cilíndrica, en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas y las esquinas formadas por las intersecciones entre la superficie exterior sustancialmente cilíndrica y las secciones de extremo sustancialmente planas se han redondeado por un proceso de carga de punto.

[4]. Un montaje que comprende:

(a) una carcasa para un inflador de airbag, dicha carcasa comprende una cámara que tiene una pared interior que comprende una sección de pared lateral sustancialmente cilíndrica y secciones de pared de extremo, en el que las esquinas formadas por las intersecciones entre la sección de pared lateral sustancialmente cilíndrica y las secciones de pared de extremo son redondeadas; y

(b) un filtro tubular de acuerdo con el punto [3] con anterioridad dentro de la cámara;

en el que las esquinas redondeadas del filtro tubular se acoplan con las esquinas redondeadas de la cámara de forma que la longitud máxima de la llama liberada de la carcasa cuando una carga del inflador se enciende dentro del orificio central del filtro se reduce en por lo menos 25 por ciento en comparación con un filtro cuyas esquinas no se han redondeado.

[5]. El montaje del punto [4] anterior, en el que la longitud máxima de la llama liberada de la carcasa cuando una carga del inflador se enciende dentro del orificio central del filtro se reduce en por lo menos 50 por ciento en comparación con un filtro cuyas esquinas no se han redondeado.

[6]. El montaje del punto [4] anterior, en el que el radio medio de las esquinas redondeadas del filtro se encuentra dentro de ± 10 por ciento del radio medio de las esquinas redondeadas de la cámara de la carcasa.

[7]. Un filtro tubular que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas y la superficie del metal expandido entre por lo menos algunas de las aberturas está texturizado con el fin de reducir el flujo laminar de gas sobre la superficie.

[8]. El filtro tubular del punto [7] anterior, en el que la texturización tiene una densidad de la característica lineal 0 en el intervalo de 15 características por pulgada a 500 características por pulgada.

[9]. El filtro tubular del punto [8] anterior, en el que la amplitud de la característica es menor que o igual a 0,5/0.

- [10]. Un filtro tubular que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas y el metal expandido comprende un primer metal, en el que por lo menos una superficie del mismo está revestida con un segundo metal cuya conductividad térmica es de por lo menos 25% mayor que la del primer metal.
- 5 [11]. El filtro tubular del punto [10] anterior, en el que el primer metal es acero al carbono y el segundo metal es estaño.
- [12]. El filtro tubular del punto [11] en el que el estaño está chapado en placas sobre el acero al carbono.
- [13]. Una lámina de metal expandido que comprende una multiplicidad de filas de aberturas en la que la separación entre filas adyacentes no es constante y en la que el metal es resistente a la corrosión.
- 10 [14]. La lámina de metal del punto [13] anterior, en la que el metal se forma en una geometría deseada y luego se reviste por medio de lavado.
- [15]. La lámina de metal del punto [14] anterior, en la que el revestimiento por medio de lavado es catalítico.
- [16]. Una lámina de metal expandido que comprende una multiplicidad de filas de aberturas en la que la separación entre filas adyacentes no es constante y en la que a) la lámina está chapado con otro metal antes de la expansión y b) el chapado es catalítico.
- 15 [17]. La lámina del punto [16] anterior, en la que el chapado da conductividad térmica mejorada sobre el metal base.
- [18]. La lámina del punto [16] anterior, en la que el chapado da resistencia a la corrosión adicional sobre el metal base.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un montaje que comprende:
 - (a) una carcasa para un inflador de airbag, teniendo dicha carcasa una cámara para la recepción de un filtro tubular y un anillo circunferencial de aperturas para permitir que el gas salga de la cámara; y
 - 5 (b) un filtro tubular dentro de la cámara, que comprende metal expandido que se ha enrollado sobre sí mismo para formar un tubo de múltiples capas que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica, en el que el metal expandido comprende una multiplicidad de aberturas y la superficie exterior sustancialmente cilíndrica comprende una ranura circunferencial alineada con el anillo circunferencial de aperturas de la carcasa.
- 10 2. El montaje de acuerdo con la Reivindicación 1, en el que la ranura circunferencial del filtro tubular tiene una sección transversal arqueada.
3. El montaje de acuerdo con la Reivindicación 1, en el que la superficie exterior del filtro tubular comprende dos ranuras circunferenciales.
- 15 4. El montaje de acuerdo con la Reivindicación 3, en el que dicho anillo circunferencial de aperturas está desplazado del plano medio de la cámara, y en el que sólo una de las ranuras circunferenciales del filtro tubular está alineada con el anillo circunferencial de aperturas de la carcasa.

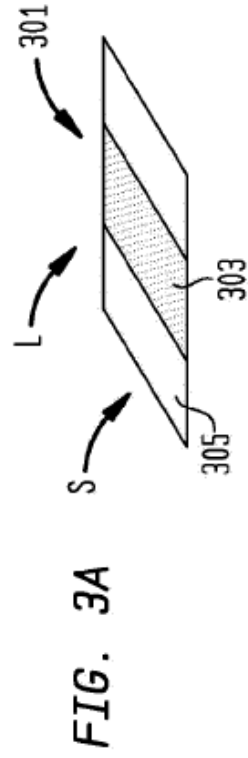
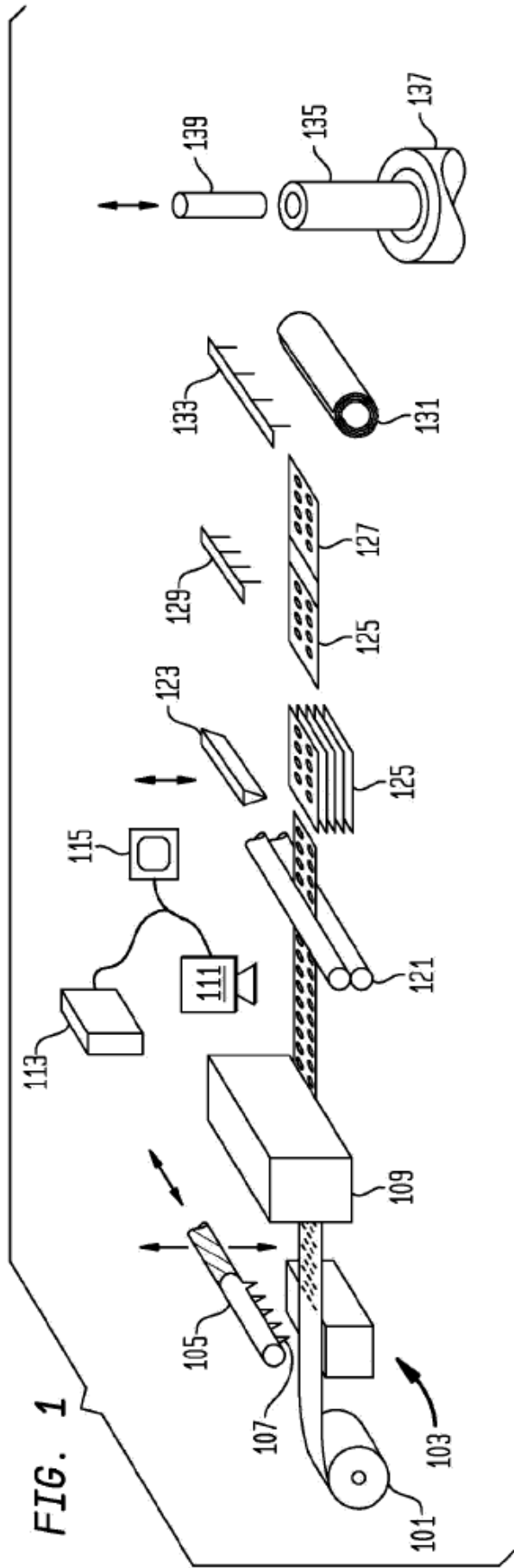
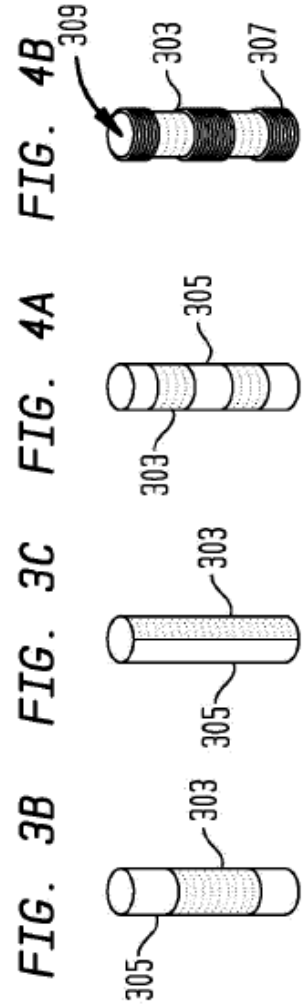
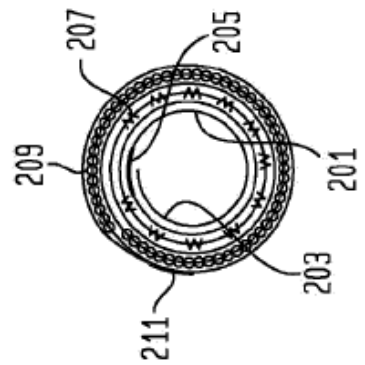


FIG. 2



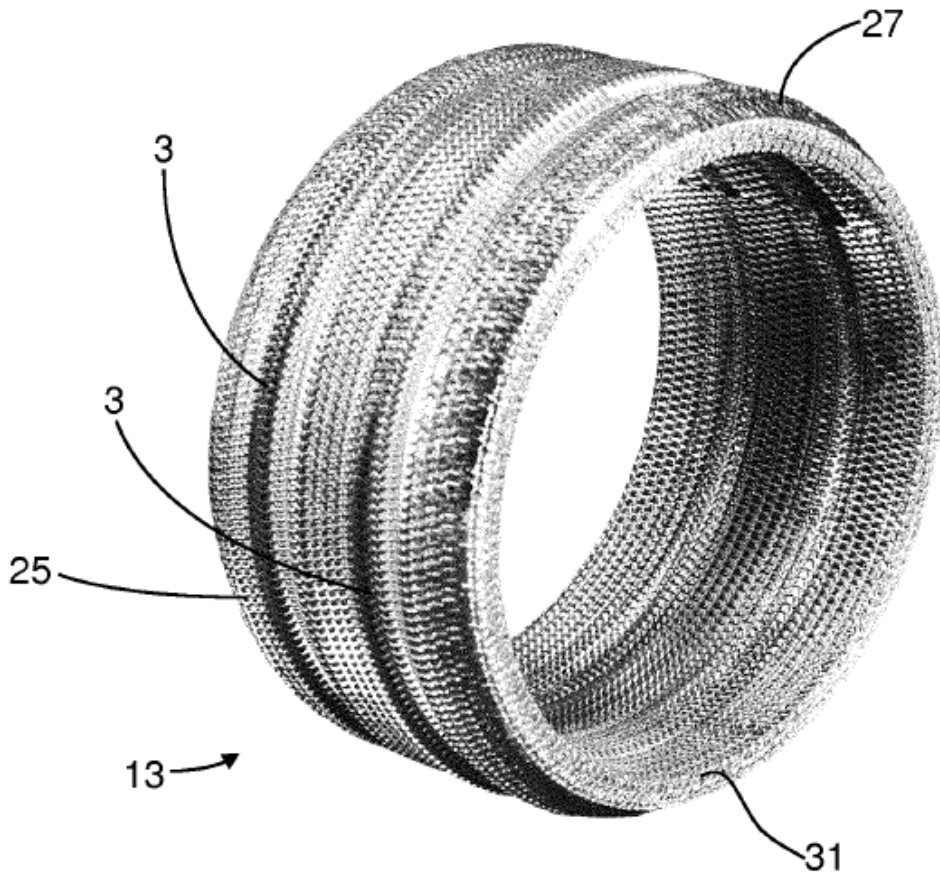


FIG. 5

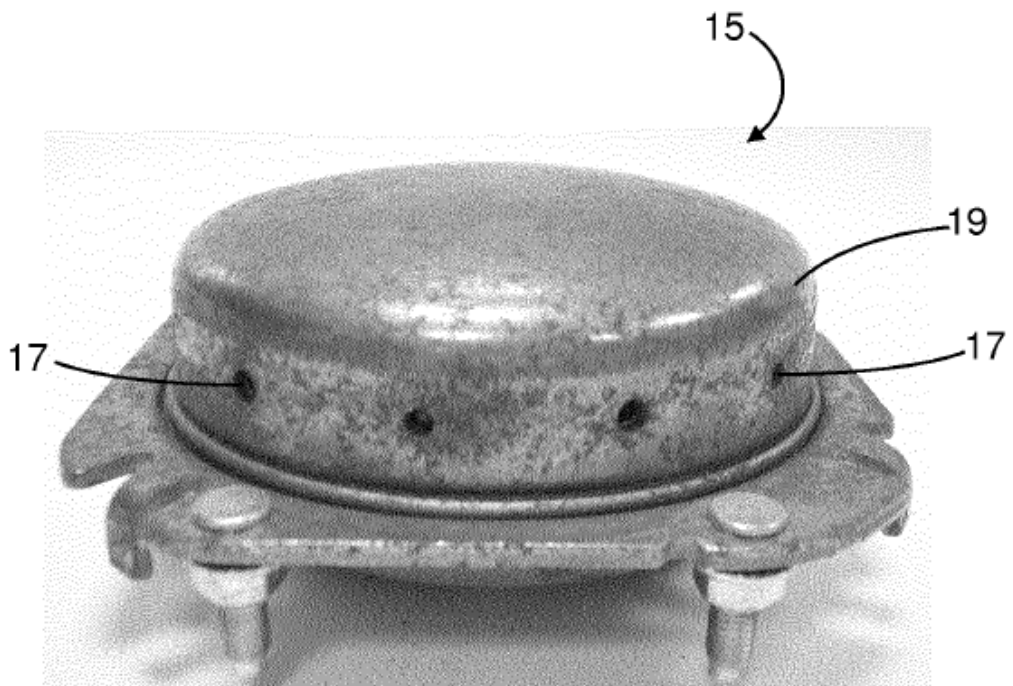


FIG. 6

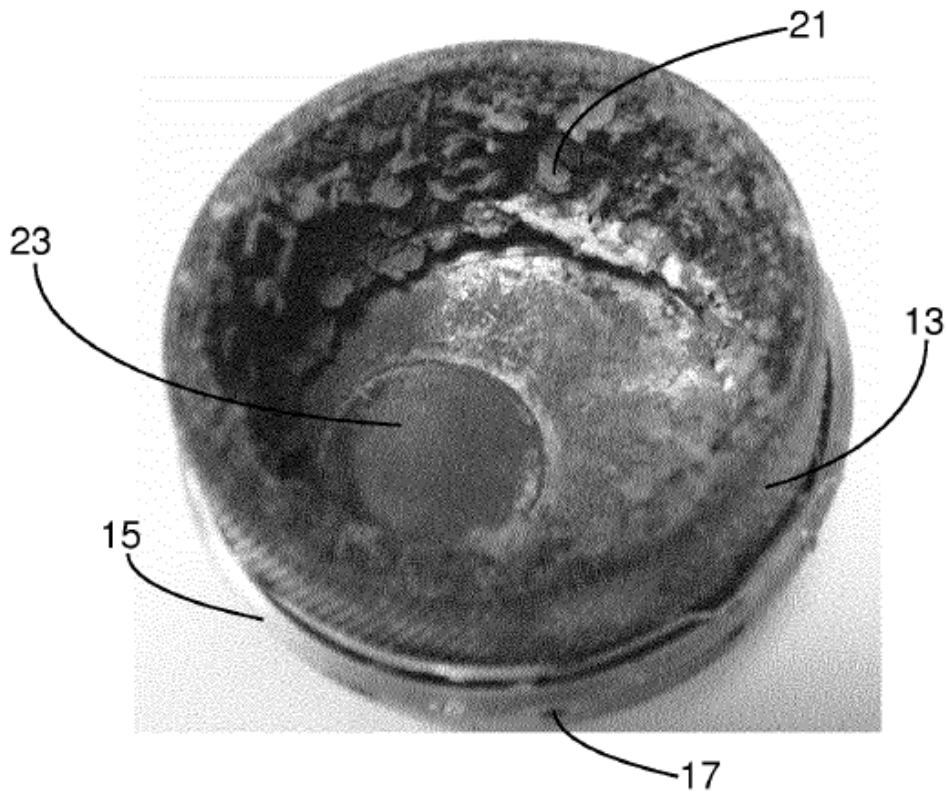


FIG. 7

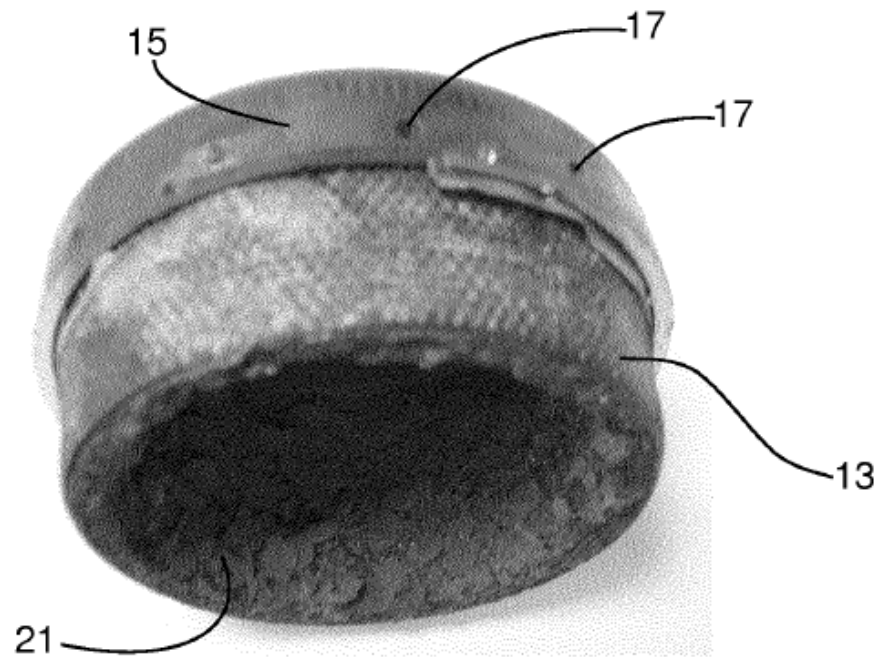


FIG. 8

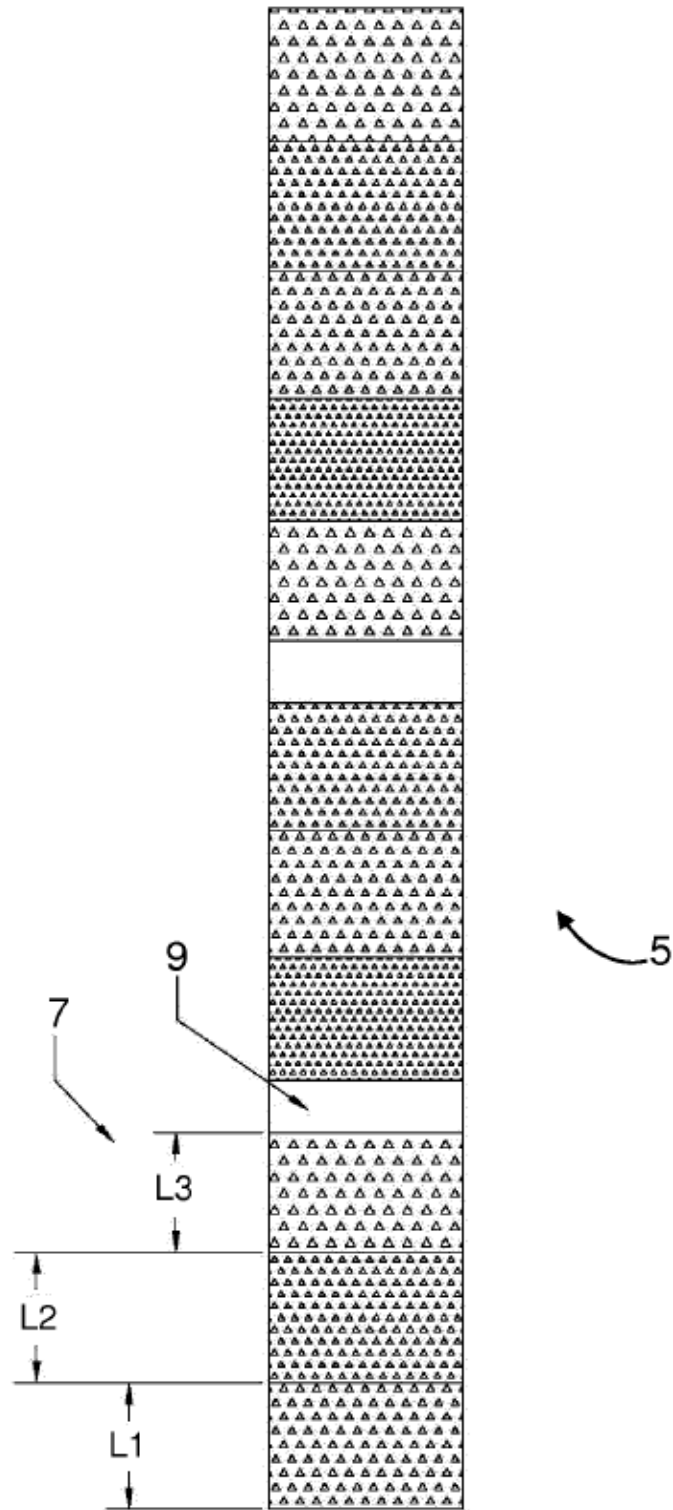


FIG. 9

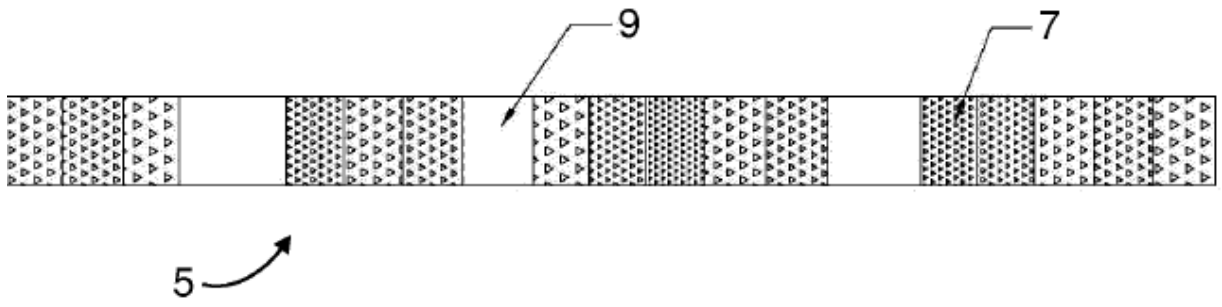


FIG. 10A

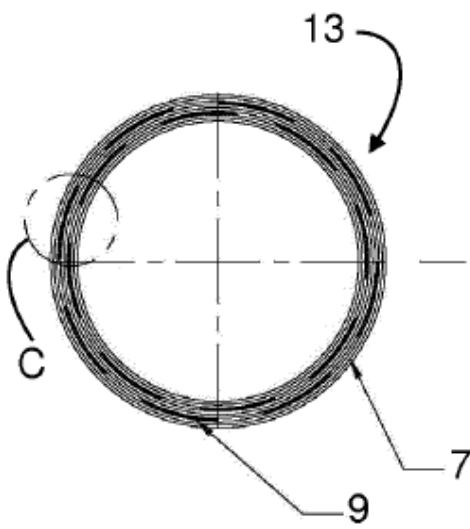


FIG. 10B

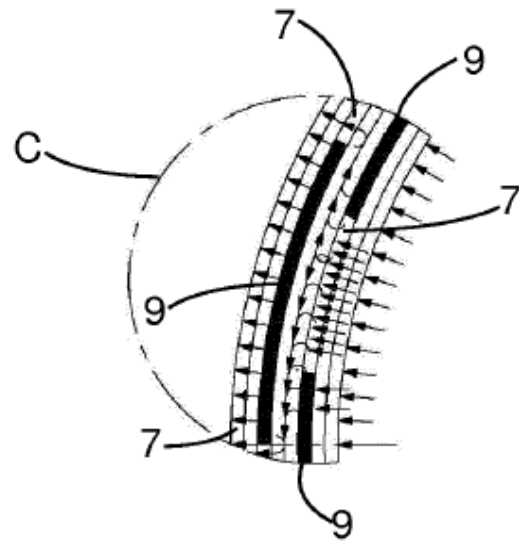


FIG. 10C

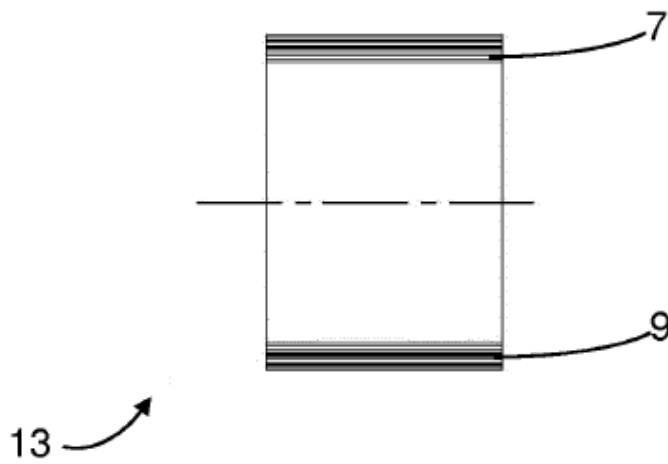


FIG. 10D

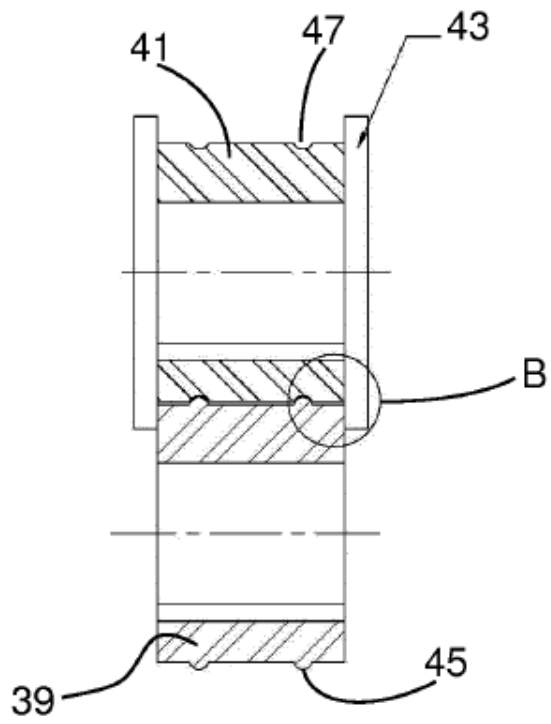


FIG. 11A

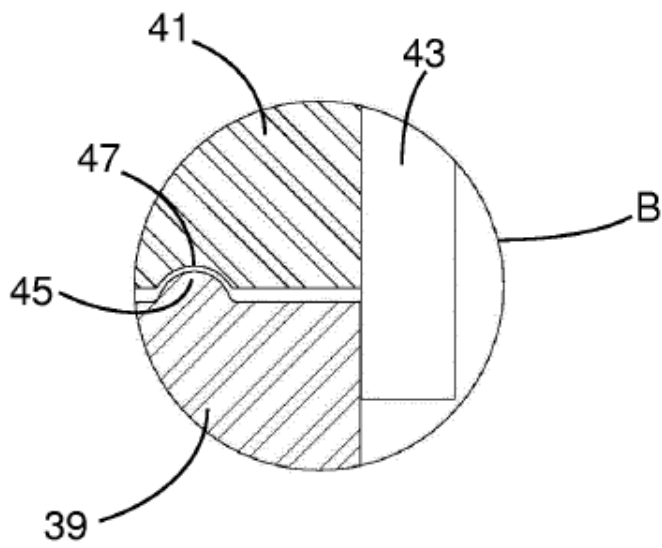


FIG. 11B

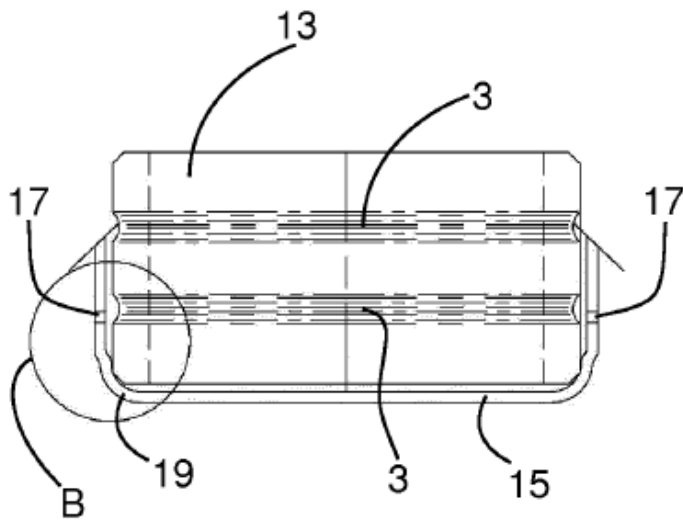


FIG. 12A

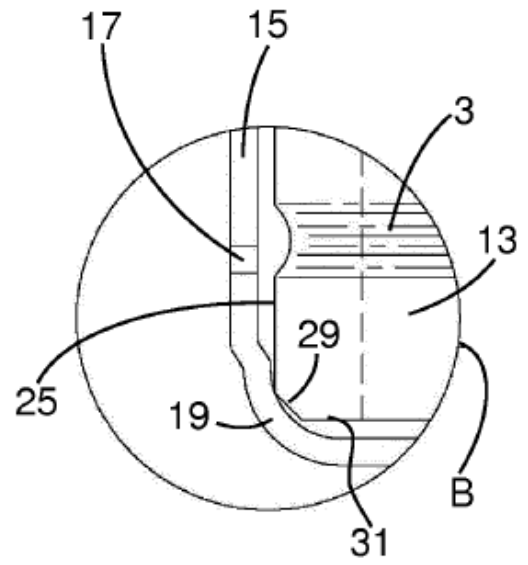


FIG. 12B

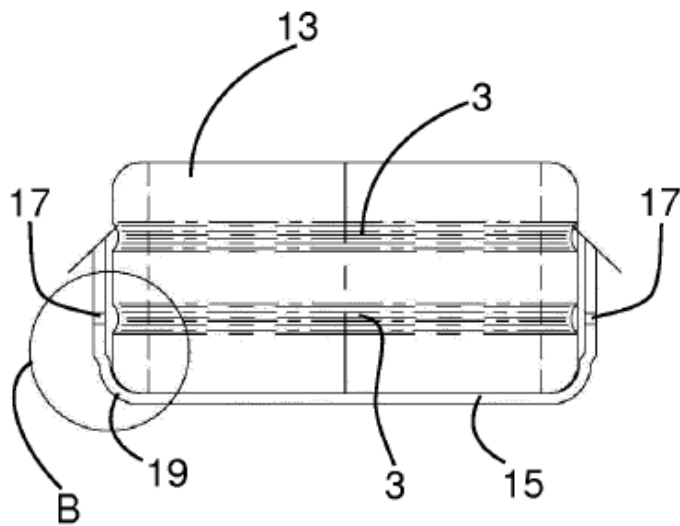


FIG. 13A

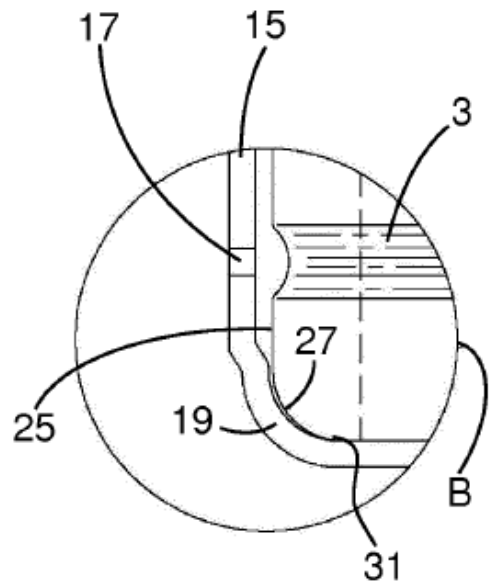


FIG. 13B

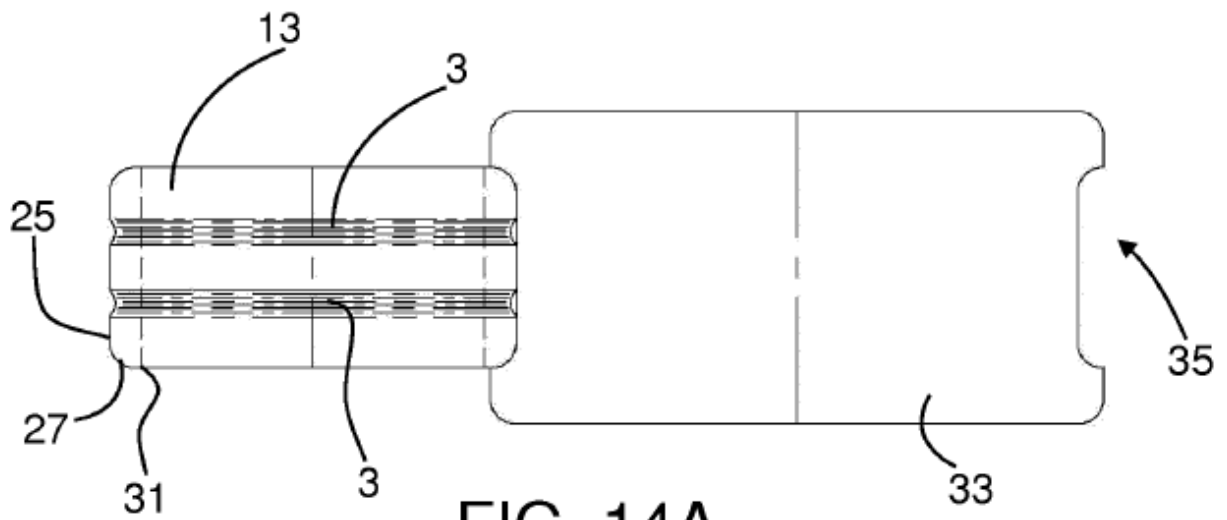


FIG. 14A

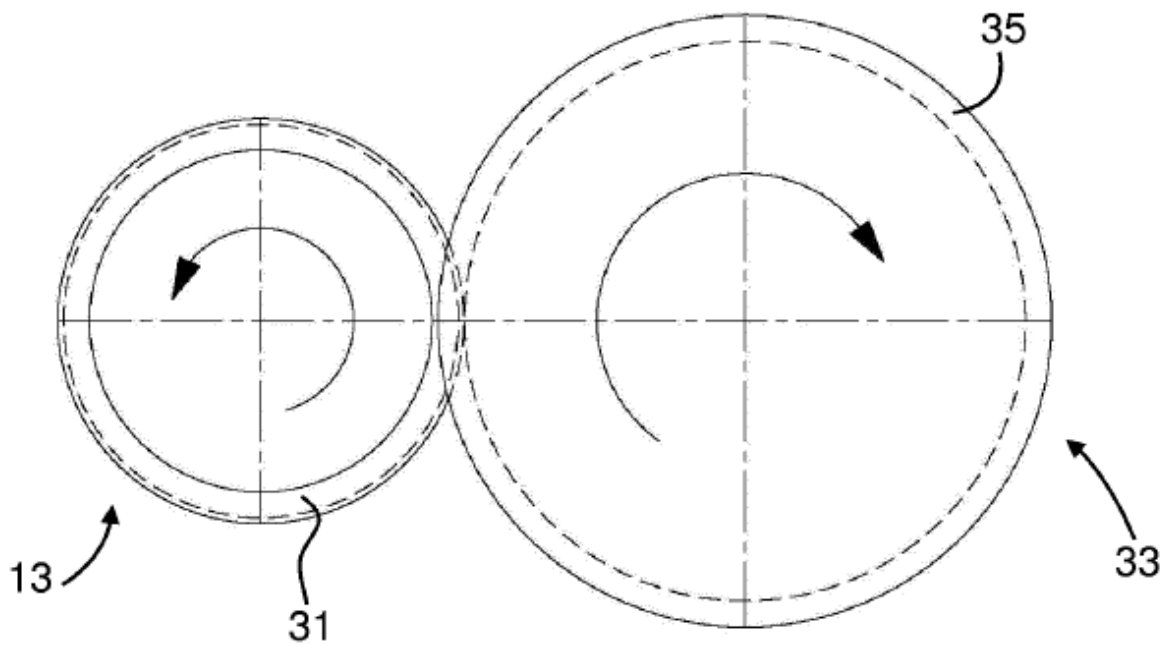


FIG. 14B



37 ↗

FIG. 15