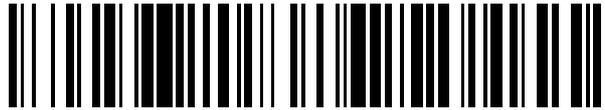


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 384**

51 Int. Cl.:

B60R 21/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2007 E 07842835 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2073999**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un filtro y filtro**

30 Prioridad:

21.09.2006 US 846381 P
14.10.2006 US 851719 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2016

73 Titular/es:

ACS INDUSTRIES, INC. (100.0%)
P.O. Box 500
Woonsocket, RI 02895, US

72 Inventor/es:

GREENWOOD, GEORGE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 566 384 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

Procedimiento de fabricación de un filtro y filtro

Antecedentes de la invención

5 La presente invención versa sobre un filtro fabricado a partir de una lámina metálica expandida que tiene un paso de abertura variable para que sea menos probable que las aberturas se alineen, y sobre procedimientos para fabricar tales filtros.

10 Las láminas metálicas expandidas han encontrado usos diversos, desde esterillas usadas en la lucha contra incendios a filtros para los infladores de airbags de automóviles. Una lámina metálica expandida puede ser fabricada tomando una lámina de metal, troquelando la lámina para producir múltiples hendiduras y traccionando la lámina de forma perpendicular a la dirección de la hendidura para alargar la hendidura y proporcionar una abertura en la lámina. Las láminas metálicas expandidas también pueden ser fabricadas soldando varillas adyacentes en puntos regulares y traccionando de forma perpendicular a las varillas. Otro procedimiento para fabricar una lámina metálica expandida es perforar y formar aberturas en frío (a menudo denominadas "diamantes" por su forma final; están separadas entre sí por "hebras"): se hace que una lámina metálica avance más allá de la cara de un troquel de fondo plano, desciende un troquel de corte dentado superior para formar toda una fila completa de hendiduras y simultáneamente forma en frío una fila completa de medios diamantes; el troquel superior asciende y es graduado medio diamante a la izquierda (o a la derecha); el troquel desciende entonces, hendiendo y formando en frío otra fila completa de medios diamantes, de modo que una fila entera de diamantes completos se completa en dos golpes. La longitud final de la lámina, con los agujeros que la acompañan, es mayor que la original y, por ello, está expandida, así como están expandidas las aberturas formadas.

15 Así, las láminas metálicas expandidas son fabricadas normalmente usando una fila de dientes o brocas en un troquel para producir perforaciones en la lámina. El lado de la lámina orientado hacia el troquel tendrá una indentación alrededor de la perforación, y el lado inverso de la lámina tendrá una correspondiente porción elevada, una protuberancia, alrededor de la perforación. La regularidad de las perforaciones permite el anidamiento de las perforaciones cuando la lámina se apila, se arrolla, se enrolla o se coloca de otro modo en una relación superpuesta, y la presencia de protuberancias puede inmovilizar la estructura en una configuración anidada. La protuberancia que acompaña a cada perforación también crea un área de mayor rozamiento para que la lámina metálica expandida no se deslice fácilmente, y especialmente cuando no esté en contacto consigo misma cuando esté arrollada o con una lámina similar.

Sumario de la invención

20 La invención versa sobre un procedimiento de fabricación de un filtro a partir de una lámina metálica expandida de paso de abertura variable según la reivindicación 1, y también sobre un filtro que comprende una lámina metálica expandida de paso de abertura variable según la reivindicación 10.

25 La lámina metálica expandida de paso de abertura variable tiene diferentes separaciones entre filas adyacentes de aberturas, y puede fabricarse variando la velocidad a la que avanza la lámina por el equipo, la tasa de troquelado, la cantidad de estiramiento y/o la cantidad en la que la lámina es aplanada opcionalmente. La lámina metálica expandida es útil en la fabricación de filtros para infladores de airbags de automóviles.

En un aspecto, la lámina metálica expandida tiene una fila de perforaciones indexada perpendicularmente con respecto a la longitud de la lámina y con respecto a al menos otra fila de perforaciones.

30 En otro aspecto, la lámina metálica expandida ha sido aplanada para eliminar salientes (y depresiones) causados por el procedimiento de perforación y producir una lámina que tenga lados más lisos.

En otra realización adicional, el procedimiento proporciona láminas que tienen perforaciones separadas de forma variable graduando la herramienta de troquelado perpendicularmente a la dirección (longitudinal) de recorrido de la lámina.

35 En una realización, la lámina metálica expandida tiene múltiples filas de aberturas en las que la separación entre filas adyacentes no es constante. La lámina está preferentemente aplanada.

40 La presente invención también proporciona un filtro de inflador de airbag de automóvil que comprende una lámina metálica expandida aplanada que tiene múltiples filas de aberturas, estando enrollada la lámina formando un cilindro, y estando sujeta con una soldadura, variando la separación entre filas adyacentes de aberturas entre diferentes filas adyacentes.

45 El anidamiento en un filtro metálico se reduce usando una lámina metálica expandida de paso de abertura variable que tiene separaciones diferentes entre filas adyacentes de aberturas. Se fabrica tal filtro variando la velocidad a la que la lámina avanza por el equipo, la tasa de troquelado, la cantidad de estiramiento y/o la cantidad en la que la lámina es aplanada opcionalmente. La lámina metálica expandida es útil en la fabricación de filtros para infladores

de airbags de automóviles. El anidamiento también puede reducirse graduando transversalmente el troquel, usando diferentes tamaños de troquel en troqueles múltiples o combinaciones de estas técnicas. El filtro puede estar envuelto en alambre para aumentar su resistencia.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Fig. 1 es una representación esquemática de una realización de la fabricación de una lámina metálica expandida y de un filtro a partir de la lámina.
- La Fig. 2 es una vista de frente de un filtro.
- La Fig. 3A es una lámina que tiene aberturas en una porción y que carece de abertura en otra, y las Figuras 3B y 3C son tubos formados enrollando la lámina de la Fig. 3A.
- 10 La Fig. 4A es una lámina metálica expandida enrollada que tiene dos bandas de perforaciones, y la Fig. 4B es el artículo de la Fig. 4A con alambre enrollado.

Descripción detallada de realizaciones específicas

15 Con referencia a la Fig. 1, la fabricación de una lámina metálica expandida usada en la presente invención comienza con un rollo de tira o lámina 101 de metal (normalmente de aproximadamente 23 cm de anchura para fabricar filtros de infladores de airbags, aunque puede usarse cualquier anchura, dependiendo del equipo). Para filtros para infladores de airbags, se prefiere el acero inoxidable, tal como SS304, 309 o 310. Dependiendo del entorno en el que se use el metal expandido, pueden usarse otras composiciones metálicas disponibles en forma de lámina.

20 En primer lugar se hace avanzar a la lámina hasta una prensa 103 en la que un troquel 105 que tiene varios dientes o brocas 107 es movido contra la lámina para que los dientes perforen la lámina, y luego se retira el troquel, igual que en una operación de estampación. Preferiblemente, la geometría de las brocas, que son preferentemente idénticas entre sí, es tal que se forme en la lámina una hendidura. Dependiendo de la geometría de la broca, la profundidad de penetración de la broca determinará la longitud de la hendidura formada; cuanto más profunda sea la penetración, mayor será la hendidura, y, así, más abierta puede ser la estructura final después del estiramiento.

25 Para filtros de infladores de airbags, la abertura se hace de un tamaño en función de las especificaciones para la zona abierta de la lámina del fabricante del airbag, de la porosidad de la lámina o de otro u otros parámetros requeridos para el filtro.

Preferentemente, un servomotor (no mostrado) u otro mecanismo hace que la lámina avance, por lo que el avance longitudinal de la lámina puede ser controlado con precisión. Preferentemente, el avance de la lámina se realiza en etapas individuales, de modo que la lámina esté estacionaria cuando se troquele. Aunque no se prefiera, puede usarse un rodillo con dientes en una lámina que sea movida de forma continua.

30

La lámina perforada producida en la prensa es suministrada entonces a un tensor **109** en el que rodillos diferenciales estiran la lámina perforada en la dirección axial (es decir, a lo largo de la dirección de desplazamiento) para que las hendiduras se abran forman agujeros en forma de diamante. (Por supuesto, pueden usarse una broca hexagonal para crear aberturas hexagonales, u otras geometrías de broca, pero las hendiduras formadas creando diamantes son la forma más común). Un sistema de control por vídeo, que incluye una cámara **111**, conectada con un controlador **113** de ordenador que ejecuta un soporte lógico, y un monitor opcional **115**, examina los agujeros o zona abierta y puede aprender (después de que se introduzcan parámetros en el controlador) si las perforaciones están dentro de la especificación. Aunque no se muestra, la cámara se monta de forma amovible, preferentemente, sobre un carril y se la hace atravesar la lámina según avanza la lámina. preferentemente, la cámara captura una fila completa (transversalmente a la dirección de recorrido) y, más preferentemente, algunas filas adyacentes dentro de su campo de visión. El soporte lógico comprueba los tamaños y/o las formas (la geometría) de las aberturas para determinar si las aberturas individuales, o la zona abierta (real o estimada o calculada) están dentro de la especificación. Entonces puede colocarse una segunda cámara entre el troquel y el sensor con soporte físico y soporte lógico similares para determinar si el troquelado inicial está dentro de la especificación. El cálculo para determinar si el producto está dentro de las especificaciones se basa normalmente en la luz transmitida a través de las aberturas practicadas por el troquel. (Hay comercialmente disponible un soporte lógico adecuado en Media Cybernetics, Inc., Silver Spring, Maryland, EE. UU., con la marca IMAGE PRO).

35

40

45

Aunque se muestra un único troquel, pueden usarse múltiples troqueles para proporcionar diferentes separaciones, geometrías y/o profundidades de las perforaciones. Por ejemplo, dos troqueles pueden iterar en cualquier orden deseado un número cualquiera de golpes o ciclos (tal como que el primer troquel alterne con el segundo, o que troquele con el doble de frecuencia, o la mitad de frecuencia, o alternando cada dos, etcétera). Preferentemente, al menos una prensa es graduada transversalmente en uno u otro sentido para que las filas adyacentes creadas por esa prensa estén desfasadas entre sí. (Según se usa en la presente memoria, una "fila" de perforaciones es preferentemente transversal a la longitud de la lámina, aunque es posible tener la prensa orientada con respecto a la dirección longitudinal de la lámina).

50

55

El sistema de control por vídeo realiza una inspección óptica del producto de lámina metálica expandida y determina si el producto está dentro de la especificación. Para alterar el proceso para seguir la especificación, volver a ella o cambiarla, el avance de la lámina es alterado regulando el servomotor (mediante el controlador de ordenador) para

cambiar la separación longitudinal de las perforaciones. Alternativamente, se regula el tensor para aumentar o disminuir la cantidad que se estira la lámina perforada. Ambos pueden ser regulados para evitar, además, el anidamiento de capas adyacentes y/o el alineamiento de aberturas radialmente adyacentes cuando la lámina es arrollada.

5 El procedimiento preferente de proporcionar un paso variable es cambiar gradualmente el avance de la lámina. Por ejemplo, la separación entre filas puede ser aumentada gradualmente y ser luego devuelta al valor original (por ejemplo, con una separación inicial de 12,7 mm, aumentando en 0,0254 mm hasta 0,381 mm y volviendo luego a la separación inicial, con una forma de onda de dientes de sierra; o el cambio puede ser sinusoidal o, como una forma de onda triangular; o irregular). Al tener un paso variable, puede disminuirse mucho la posibilidad de anidamiento.

10 La lámina metálica expandida puede ser aplanada por un rodillo o un par 121 de rodillos. No es preciso que la lámina sea comprimida en ningún grado significativo, y preferentemente no es comprimida, en la medida en que el aplanamiento tendería entonces a cerrar las aberturas. La cámara del sistema de control por vídeo (o una segunda o una tercera cámara) puede estar colocada después de la etapa de aplanamiento, en cuyo caso debería apreciarse que la regulación del grado de aplanamiento, y el cierre resultante de las aberturas, es un parámetro adicional que
15 puede ser ajustado para lograr la zona abierta deseada. El aplanamiento de las protuberancias cumple dos objetivos. Las protuberancias presentan zonas de contacto con alto rozamiento; la lámina metálica expandida aplanada puede deslizarse con más facilidad sobre sí misma si es enrollada o arrollada. La mayor área superficial resultante del aplanamiento permite mayores corrientes de soldadura y mayor resistencia de la soldadura debido a la mayor área de contacto.

20 En la fabricación de un filtro para infladores de airbags para vehículos de automoción, una geometría de filtro es un cilindro que tiene paredes porosas. Para fabricar tal dispositivo, y siguiendo con la Fig. 1, la lámina metálica expandida aplanada es cortada **123** en trozos individuales **125** que pueden ser colocados superpuestos a otra lámina metálica expandida (aplanada) **127**, que posiblemente tenga un área abierta diferente, y ser unidos entre sí por medio de una soldadora **129** (preferentemente mediante soldadura eléctrica). A continuación, la lámina
25 compuesta unida es enrollada formando un cilindro **131** y el borde de la malla fijado al cilindro por medio de una soldadora **133**. Para producir los debidos DI y DE (diámetros interior y exterior), se coloca el cilindro soldado **135** de malla en un molde hembra **137** que opcionalmente tiene una pared interior amovible, y se inserta un mandril **139** opcionalmente expandible en el hueco central del cilindro. El DI y el DE deseados del filtro final se logran por medio de la combinación del mandril, que se expande opcionalmente, y del molde, que se contrae opcionalmente, para
30 formar en fío el cilindro dándole la geometría y las dimensiones radiales deseadas.

En la fabricación de estos filtros, formados a partir de múltiples vueltas de la lámina metálica expandida aplanada, no se observó anidamiento alguno de las perforaciones. El menor anidamiento y la eliminación de protuberancias permite más capas de filtro en una distancia radial dada. En consecuencia, si el diseño requiere un DE especificado, puede proporcionarse un DI mayor; y, asimismo, un DI especificado dará como resultado un DE menor y, así,
35 un dispositivo menor en conjunto. El anidamiento también es perjudicial, porque el desfase en el alineamiento de la lámina debido al anidamiento de aberturas radialmente adyacentes puede no hacer que las dimensiones de los extremos del filtro (parte superior y/o inferior del cilindro) se salgan de la especificación, mientras que, no obstante, proporcionan un canal abierto entre capas de filtro adyacentes. Aunque las aberturas en canales adyacentes estén casi alineadas, la ausencia de protuberancias elimina la tendencia a que las aberturas se alineen (encajándose la protuberancia de una abertura en la abertura adyacente) y disminuir así la capacidad de filtrado.
40

La resistencia de la soldadura de la lámina aplanada es el doble de la lograda cuando la lámina no estaba aplanada. Normalmente, la soldadura por puntos se automatiza mediante una máquina en la que la corriente de soldadura es regulada por el operario. Establecer una corriente fija lleva a soldaduras incoherentes cuando se suelda una lámina metálica expandida no aplanada, porque las zonas con protuberancias no son uniformes y el área superficial de
45 contacto a través de la cual fluye la corriente de soldadura varía para cada soldadura. Cuando se aplanan la lámina metálica expandida, hay mayor área superficial y, por ello, puede usarse una mayor corriente de soldadura. Se halló que doblar la corriente de soldadura para soldar una lámina metálica expandida aplanada dio como resultado una resistencia de soldadura de más del doble de la resistencia de una lámina con protuberancia, así como una resistencia más coherente de la soldadura.

50 El filtro descrito en lo que antecede se fabrica a partir de dos láminas metálicas expandidas enrolladas formando un cilindro. Durante el enrollamiento, pueden añadirse una o más capas intermedias para que el filtro tenga múltiples capas repetidas, o diferentes capas intermedias, cada una a una distancia radial diferente. Por ejemplo, la Fig. 2 representa el extremo (o la sección transversal) de un filtro cilíndrico enrollado en el que una primera lámina metálica expandida aplanada **201** es unida a una segunda lámina metálica expandida aplanada **203** mediante una soldadura
55 **205** y se inicia el enrollamiento desde la primera lámina. En una posición o una cantidad predeterminadas de enrollamiento, se inserta un tejido **207** entre las capas, y en una posición radialmente hacia fuera desde la posición predeterminada, se inserta una pantalla metálica **209** entre las capas de la lámina metálica. La capa más externa de la lámina metálica es unida consigo misma por medio de una soldadura **211**. El filtro así formado tiene múltiples capas de diferentes materiales.

La Fig. 3A representa una lámina metálica expandida **301** que tiene una porción **303** que ha sido perforada y expandida, y dispuesta entre áreas **305** que no han sido perforadas. Cuando se reanuda el troquelado después de una zona maciza (no perforada), comienza preferentemente de forma gradual, no perforando la lámina los primeros troqueles, preferentemente, para evitar la tendencia del troquel a cortar la lámina en dos cuando hay presente una zona maciza corriente debajo de la zona que ha de perforarse. La lámina tiene bordes largos **L** formados por la lámina original, y bordes cortos **S** en los lugares en los que ha sido cortada como una porción de una lámina mayor (según se muestra en la Fig. 1). Algunos diseños de airbag requieren que el flujo del gas expandido (ya sea por explosión o un gas comprimido, o una combinación de los mismos) se dirija en una dirección particular. Por ejemplo, un airbag de tipo cortina puede requerir que se dirija un gas a lo largo de una extensión lineal. Alternativamente, la zona en la que se instala el conjunto de airbag puede tener solo una porción disponible para la comunicación de fluido con el airbag. La lámina de la Fig. 3A puede ser enrollada usando como eje una línea que conecte los lados cortos. En este caso, los lados largos se superpondrán y se soldarán para crear un filtro que tenga la geometría mostrada en la Fig. 3B, en la que los extremos del filtro no están perforados y solo la sección central está perforada. Alternativamente, la lámina puede ser enrollada usando como eje una línea que conecte los lados largos, lo que da como resultado la geometría mostrada en la Fig. 3C. Aunque se muestra que la lámina **301** tiene una sola sección perforada, pueden crearse múltiples secciones perforadas, separadas por secciones sin perforar (no troquelando esas áreas) para crear un filtro como el mostrado en la Fig. 3B, pero que tiene dos bandas perforadas separadas por un área no perforada, según se muestra en la Fig. 4A, en contraposición con la única banda perforada mostrada. En vista de los ejemplos precedentes, resulta evidente que diversas porciones pueden ser perforadas o dejadas sin perforar, y que la lámina puede ser cortada y enrollada para proporcionar un filtro tubular que tiene perforaciones solo en áreas predeterminadas para dirigir el flujo de gas como se desee.

El patrón de las aberturas es determinado por la disposición de las brocas en el troquel y la tasa de troquelado en función del recorrido lineal de la lámina. La evitación del anidamiento puede lograrse por medio de diversas modificaciones de este diseño básico. Según se ha hecho notar más arriba, con troqueles múltiples que tengan diferentes disposiciones de brocas (por ejemplo, desplazados lateralmente de otro troquel o de otros troqueles), puede alterarse la tasa de troquelado para proporcionar una distancia creciente entre las aberturas adyacentes (el paso), e iterarla luego a la inversa, según se ha hecho notar más arriba. Por ejemplo, el recorrido de la lámina puede regularse para que el paso aumente de la fila troquelada previamente en 0,254 mm hasta que la separación sea 0,381 mm, y luego el proceso se invierte (disminuyendo cada uno en 0,0254 mm) o se comienza de nuevo desde el principio. Dadas las especificaciones para un filtro particular, el paso puede variarse en función de la circunferencia definida por una porción dada de la lámina en el filtro enrollado, de modo que las aberturas adyacentes radialmente no se aniden. Otro procedimiento adicional para impedir el anidamiento es graduar uno o más troqueles transversalmente para que cada fila esté desplazada lateralmente de la fila anterior. Como con los otros procedimientos, el troquel puede ser graduado en uno u otro sentido en una cantidad fija, o una cantidad predeterminada en un sentido hasta que se logre un desplazamiento deseado, y luego a la inversa. Por ejemplo, usando la distancia entre centros (para las aberturas) en una fila dada, la siguiente fila puede ser graduada transversalmente un 30% en el siguiente troquelado, un 30% adicional en el troquelado siguiente, etcétera, un número predeterminado de veces, y luego graduada a la inversa hasta la posición original. Conocer la posición de cualquier porción de la lámina en el filtro, en función de la especificación del filtro, permite un cálculo sencillo para determinar cómo es preciso variar las aberturas para evitar el anidamiento de aberturas adyacentes radialmente. Puede usarse una cualquiera o una combinación de estas técnicas para reducir la posibilidad de anidamiento, incluyendo las descritas a continuación.

Otro procedimiento adicional para reducir el anidamiento es variar el tamaño de las aberturas. Preferentemente, el tamaño de las aberturas en cualquier fila puede variarse alterando la profundidad del troquelado, tal como variando la posición de tope del troquel cada uno, dos o el número deseado de troqueles. Cuando se usan dos o más troqueles, cada uno puede ser configurado a una profundidad de troquelado diferente, y/o tener brocas de tamaño diferente que otro troquel y/o tener brocas de geometría diferente.

Los artículos metálicos expandidos pueden ser combinados con un enrollamiento de alambre. Por ejemplo, una lámina perforada como se desee es enrollada en un mandril para que los extremos colinden, y luego se enrolla alambre alrededor de este sustrato perforado en un patrón deseado. El devanado puede reforzar las áreas macizas (no perforadas), proporcionar un extremo achaflanado y/o cubrir parcialmente las perforaciones. El enrollamiento del alambre evita la necesidad de soldar los bordes de la lámina. La Fig. 4B muestra que el dispositivo de la Fig. 4A tiene tres áreas separadas **307** sobre las que se enrolla alambre. El alambre aumenta la resistencia del dispositivo para resistir la fuerza explosiva de la carga de gas. Se muestra un extremo en el que el enrollamiento **309** proporciona la geometría de un extremo achaflanado (o una aproximación de un extremo achaflanado). La lámina perforada enrollada con alambre puede ser sinterizada o broncesoldada para fijar el enrollamiento de alambre. Cuando se enrolla sobre perforaciones existentes, el enrollamiento puede ser utilizado para aumentar adicionalmente o adaptar el espacio efectivo de abertura (es decir, la resultante caída de presión) hasta un grado deseado.

Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia particular a filtros para conjuntos de airbag, hay otros usos para tal artículo, tal como un electrodo y para sustituir el tejido tipo Dutch usado en filtros tejidos para airbag. Dado que se usa una lámina más delgada al principio, son posibles agujeros menores, lo que permite la producción

de un metal "microexpandido". Ciertos filtros de lámina metálica perforada de la técnica anterior empleaban una capa interlaminar de papel cerámico para un filtrado adicional. En su lugar, en vez del papel cerámico, puede usarse la lámina metálica microexpandida (lo bastante delgada como para ser considerada un papel metalizado, de menos de 0,254 mm de grosor). Los artículos producidos por esta invención son útiles para filtrar.

- 5 La anterior descripción está concebida para que sea ilustrativa y no limitante. Diversos cambios, modificaciones y adicionales pueden resultar evidentes para el experto tras un examen de esta memoria, y se pretende que los tales estén dentro del alcance de la invención, definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un filtro a partir de una lámina metálica expandida de paso de abertura variable que comprende: (a) alimentar un tramo de lámina metálica mediante etapas individuales a lo largo de la longitud de la lámina; (b) perforar para formar una fila de perforaciones transversal a la longitud de la lámina para producir una lámina perforada; (c) estirar longitudinalmente la lámina perforada haciendo que dichas perforaciones se alarguen creando aberturas y produzcan una lámina metálica expandida dotada de múltiples filas de aberturas, en el que no es constante la separación entre filas adyacentes de aberturas; y (d) crear un filtro a partir de la lámina metálica expandida enrollando la lámina metálica expandida formando un tubo y soldándola para fijar la orientación tubular o enrollando la lámina metálica expandida sobre un mandril para que los extremos colindan y enrollando alambre alrededor de la lámina metálica expandida.
2. El procedimiento de la reivindicación 1 que, además, comprende variar la velocidad de alimentación de la lámina, la velocidad de perforación y/o la cantidad de estiramiento para producir la lámina metálica expandida de paso de abertura variable.
3. El procedimiento de la reivindicación 2 que, además, comprende medir el área combinada de las aberturas a lo largo de un tramo predeterminado de la lámina metálica expandida y regular la velocidad de avance de la lámina para lograr un área combinada predeterminada.
4. El procedimiento de la reivindicación 2 en el que la velocidad de avance comienza con un valor predeterminado y aumenta gradualmente, y luego disminuye gradualmente, o viceversa.
5. El procedimiento de la reivindicación 2 en el que la velocidad de avance comienza con un valor predeterminado y aumenta o disminuye gradualmente y luego vuelve a comenzar desde el valor predeterminado.
6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que, además, comprende una etapa de aplanamiento de la lámina metálica expandida.
7. El procedimiento de la reivindicación 6 que, además, comprende medir el área combinada de las aberturas a lo largo de un tramo predeterminado de la lámina metálica expandida aplanada y regular la velocidad de avance de la lámina para lograr un área combinada predeterminada.
8. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la lámina metálica expandida de paso de abertura variable se enrolla para formar el filtro, de forma que las aberturas radialmente adyacentes no se aniden.
9. El procedimiento de la reivindicación 8 en el que el filtro es un filtro de airbag de automóvil.
10. Un filtro que comprende una lámina metálica expandida de paso de abertura variable que tiene múltiples filas de aberturas, en el que no es constante la separación entre filas adyacentes, en el que la lámina metálica expandida es (i) enrollada formando un tubo y soldada para fijar la orientación tubular o (ii) enrollada para que los extremos colinden y enrollar alambre alrededor de la lámina metálica expandida, obteniéndose el filtro mediante el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
11. El filtro de la reivindicación 10 que es un filtro de airbag de automóvil.
12. El filtro de la reivindicación 11 en el que la lámina metálica expandida de paso variable está aplanada.
13. El filtro de la reivindicación 12 en el que las aberturas radialmente adyacentes en la lámina metálica expandida enrollada de paso variable no se aniden.

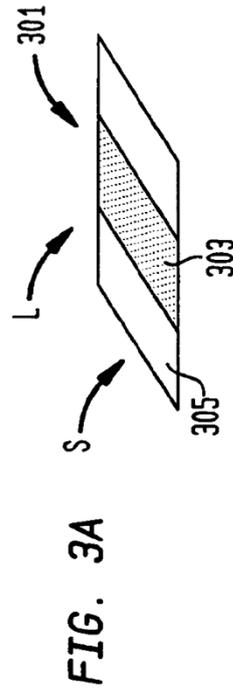
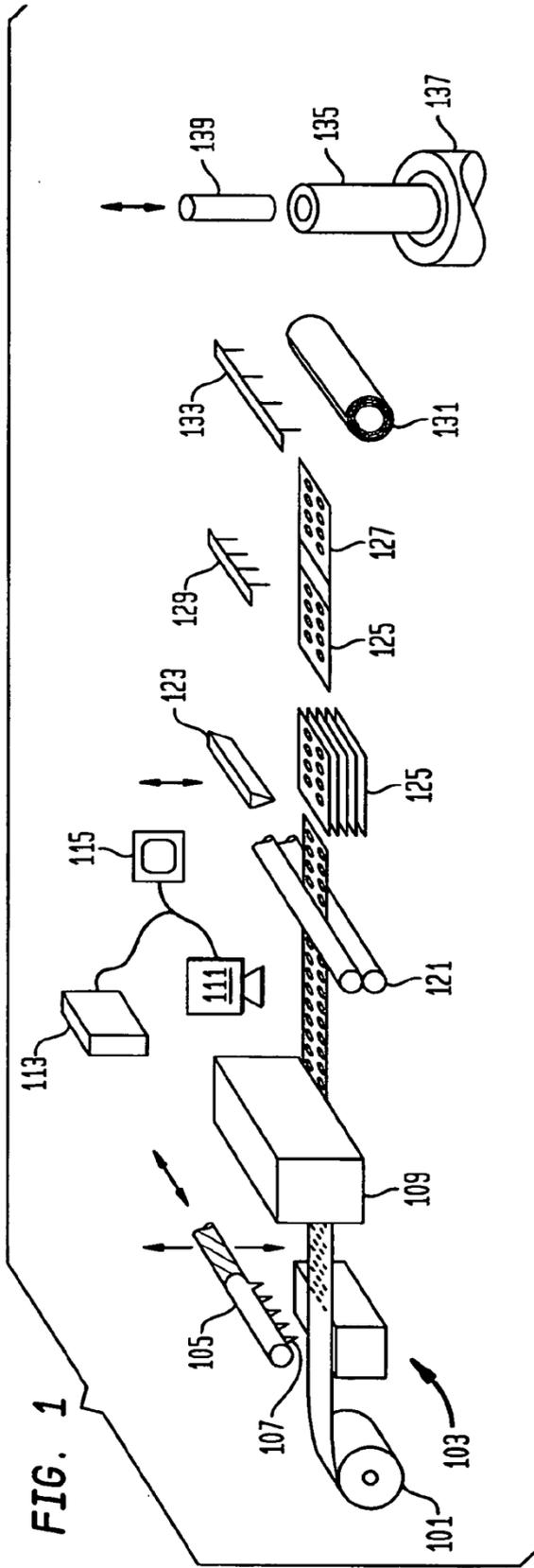


FIG. 2

