



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 321 076**

(51) Int. Cl.:

F16G 3/10 (2006.01)

B29C 65/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02799653 .7**

(96) Fecha de presentación : **27.09.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1440251**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.2004**

(54) Título: **Método de formar una correa continua para un dispositivo separador del tipo de correa.**

(30) Prioridad: **27.09.2001 US 325426 P**

(73) Titular/es: **Separation Technologies L.L.C.
P.O. Box 585
Needham, Massachusetts 02494, US**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.06.2009

(72) Inventor/es: **Whitlock, David, R. y
Sert, Bulent**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.06.2009

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 321 076 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

Método de formar una correa continua para un dispositivo separador del tipo de correa.

5 Antecedentes

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a una correa móvil que puede ser usada en un aparato de separación de correa para separar una mezcla de partículas basándose en la carga de las partículas, y más concretamente en una correa y un método mejorados de construcción de correas.

2. Examen de la técnica relacionada

Los sistemas de separadores de correa son usados para separar los constituyentes de mezclas de partículas basándose en la carga de los diferentes constituyentes mediante el contacto de superficies (es decir, el efecto triboeléctrico). La Figura 1 muestra un sistema 10 de separador de correas como se describe en las Patentes de EE.UU. Núms. 4.839.032 y 4.874.507. Una realización del sistema 10 de separador de correa incluye los electrodos 12 y 14/16 espaciados paralelos dispuestos en una dirección longitudinal para definir una línea central longitudinal 18, y una correa 20 que se desplaza en la dirección longitudinal entre los electrodos espaciados, paralelamente a la línea central longitudinal. La correa 20 forma un bucle continuo que es accionado por un par de rodillos extremos 22, 24. Una mezcla de partículas está cargada sobre la correa 20 en un área 26 de alimentación entre los electrodos 14 y 16. La correa 20 incluye segmentos 28 y 30 de correa que se desplazan a contra corriente moviéndose en direcciones opuestas para transportar los constituyentes de la mezcla de partículas a lo largo de los electrodos 12 y 14/16.

Como es la única parte que se mueve, la correa 20 es un componente crítico del BSS. La correa 20 se mueve a alta velocidad, por ejemplo, a alrededor de 40 millas por hora, en un medio extraordinariamente abrasivo. Los dos segmentos 28, 30 de correa se mueven en direcciones opuestas, paralelas a la línea central 18, y por tanto si estas entran en contacto, la velocidad relativa es de alrededor de 80 millas por hora. Las correas de la técnica relacionada fueron previamente tejidas de materiales monofilamento resistentes a la abrasión. Estas correas eran muy caras y duraban alrededor de 5 horas. El modo de romperse era típicamente en tiras desgastadas longitudinales debido al arrugamiento longitudinal que originaban orificios longitudinales en la correa de modo que caían separadas y se enganchaban sobre la misma. Los filamentos también se desgastaban donde se cruzaban y se flexionaban en su movimiento a través del separador. El Solicitante ha intentado mejorar esas correas con diferentes materiales y diferentes dibujos del tejido en un intento de obtener un material tejido con una vida más larga. Estos intentos no fueron satisfactorios.

Las correas que fueron usadas ordinariamente en los BSS 10 se fabricaban de materiales extruidos que tenían mayor resistencia al desgaste que las correas tejidas y podían durar del orden de alrededor de 20 horas. La extrusión de tales correas se describe en la Patente de EE.UU. Nº 5.819.946, poseída en común, titulada "Construcción de Correas del Sistema de Separación".

Haciendo referencia a la Figura 2, en ella se ilustra el dibujo esquemático de una sección de una correa 40 tal como se usa actualmente en el BSS de la Figura 1. El control de la geometría de la correa es conveniente, pero es difícil de lograr con correas extruidas.

Un ejemplo de la correa usada en el BSS puede comprender una estructura compuesta de filamentos 42 en la dirección de máquina, es decir, de filamentos que están dispuestos a lo largo de la longitud horizontal de la correa en una dirección de movimiento de la correa (indicada por la flecha 41), y filamentos 46 en la dirección transversal, que son sustancialmente perpendiculares a los filamentos de la dirección de máquina, como se ilustra en la Figura 2. Los filamentos 46 de la dirección transversal son portadores de la carga, es decir, una mezcla de constituyentes, y simultáneamente resisten la flexión del paso sobre los rodillos extremos (22, 24) a un régimen (véase la Figura 1) de aproximadamente 6 rodillos por segundo.

El procedimiento de extrusión mediante el cual se fabrican actualmente las correas para los BSS exige necesariamente un compromiso de un cierto número de factores que incluyen la elección del polímero usado, la elección de aditivos, el equipo de extrusión, las temperaturas usadas para el procedimiento de extrusión y el régimen de extrusión. Según un ejemplo, el funcionamiento del procedimiento de extrusión para la fabricación actual de correas extruidas es como sigue. Una mezcla adecuada de un polímero de base y aditivos (preferiblemente premezclados juntos) es alimentada dentro de una máquina de extrusión, en la que la acción mecánica de unos tornillos calienta el material a una temperatura en la que es plástico, y la máquina de extrusión mueve el plástico hacia abajo en un barril y dentro de un dado. El dado tiene una sección transversal circular, y tiene un cierto número de ranuras paralelas a un eje que corresponde a los filamentos 42 en la dirección de máquina continuos. Cada filamento 46 en la dirección transversal se produce moviendo una parte interior del dado sobre una ranura circunferencial que se llena con el material que se vacía y forma así el filamento 46 en la dirección transversal. El control de la geometría de la correa se efectúa principalmente ajustando el régimen de extrusión instantánea durante la formación de cada filamento 46 de dirección transversal individual. El material que termina en el filamento de dirección transversal no está disponible para el filamento de dirección de máquina y viceversa. Puede ser difícil por lo tanto, evitar cambios en la sección transversal del filamento de dirección de máquina al mismo tiempo que cambia el régimen de extrusión para ajustar la geometría transversal del

ES 2 321 076 T3

filamento. Una vez que la banda de los filamentos de dirección de máquina y los filamentos de dirección transversal ha sido formada como una sección circular, se enfriá, por ejemplo, por medio de la inmersión en un baño de agua y se corta y aplana para formar una banda plana.

- 5 La resistencia a la fatiga es un aspecto importante de la correa que se va a usar en un BSS. Para una buena resistencia a la fatiga, deben evitarse las concentraciones de esfuerzos en los cambios en la sección transversal de los filamentos. El mantenimiento de la uniformidad de la sección transversal es difícil no obstante, y por tanto la vida útil a la fatiga de las correas extruidas es a menudo problemática.
- 10 Las correas transportadoras son ampliamente usadas para el transporte de materiales, y las correas de transporte convencionales están bien desarrolladas. Usualmente las correas transportadoras se construyen de un material elastómero con cuerdas de refuerzo de tela. Una práctica usual es la utilización de correas macizas sin perforaciones. Tales correas no son adecuadas para la presente aplicación debido a la necesidad de que el material atraviese la correa en el BSS.
- 15 El control de la geometría de la correa es también importante como se describe en la Patente de EE.UU. Nº 5.904.253. Haciendo referencia a la Figura 3, que es una porción ampliada del BSS de la Figura 1, las direcciones de los segmentos 28, 30 de correa que se desplazan en sentidos contrarios se muestran mediante las flechas 34 y 36, respectivamente. Como se ilustra en la Figura 3 un ejemplo de una geometría deseada de la correa 40, es el de un 20 ángulo agudo 44 sobre el borde delantero 43 (véase la Figura 2) de los filamentos 46 de la dirección transversal.

En la práctica actual de la extrusión, la geometría del borde delantero se controla ajustando la composición del polímero, los aditivos usados, y las condiciones de extrusión. El cambio de estos parámetros tiene también efectos sobre las otras propiedades de la correa y sobre el comportamiento en el BSS. En adición, en un procedimiento de extrusión, los polímeros que pueden ser usados para fabricar tales correas son limitados. Hay un cierto número de polímeros que no pueden ser extruidos y por tanto no son opciones para la fabricación por extrusión. En adición, se necesitan grandes cantidades de aditivos de extrusión para conseguir las propiedades de la correa deseadas por medio de un procedimiento de extrusión. No obstante, la presencia de muchos aditivos complica el procedimiento de extrusión y puede presentar problemas de compatibilidad, especialmente para aplicaciones de grado alimentario.

25 Muchos de los aditivos necesarios para el control de la dimensión actúan también como plastificantes e incrementan el régimen de termofluencia y disminuyen la resistencia al desgaste de la correa. A menudo el cambio de una propiedad en un sentido tendrá un efecto adverso en otras propiedades.

30

El documento de EE.UU. 1 931 322 describe correas empalmadas y métodos para empalmar las mismas. En los 35 métodos del documento de EE.UU. 1 931 322, los extremos de la correa se preparan para el empalme al ahumarlos o biselarlos, y las caras biseladas se disponen luego en una relación de cara a cara, con una capa intermedia de composición de caucho no vulcanizado, y se vulcanizan juntas.

Por tanto, los métodos de fabricación conocidos de las correas para los BSS están sometidos a las limitaciones del 40 procedimiento de extrusión, las cuales limitan los materiales que pueden ser usados para la construcción de la correa, y comprometen la geometría que puede ser obtenida. Las correas actuales no tienen la larga vida útil que se desea, buena resistencia a la fatiga, y la facilidad de fabricación que se desea.

Sumario de la invención

45 La invención se define por el método de la reivindicación 1 y por la reivindicación 24 del producto.

Breve descripción de los dibujos

50 Las características precedentes y otras, objetivos y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción con referencia a las Figuras que se acompañan en las cuales los números de referencia similares indican elementos similares a través de las diferentes figuras. Las figuras, se proporcionan solamente con propósitos ilustrativos y no están destinadas a definir los límites de la invención,

55 la Figura 1 es un diagrama de un ejemplo de un sistema de separador de correa (BSS);

la Figura 2 es un diagrama ampliado de una porción de una correa extruida usada en un BSS;

60 la Figura 3 es una vista ampliada de una porción de un BSS que incluye dos electrodos y segmentos de correa;

la Figura 4 es un diagrama de una porción de dos secciones de correa que han de ser unidas entre sí según una realización de la invención;

65 la Figura 5 es una vista lateral de las dos secciones de correa que han de ser unidas entre sí, según una realización de la invención;

la Figura 6 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para fabricar una correa según la invención;

ES 2 321 076 T3

la Figura 7 es una vista desde un extremo de las dos secciones de la correa que han de unirse entre sí, según la invención; y

la Figura 8 es una vista en planta de una porción de una correa según la invención.

5

Descripción detallada

Ciertos materiales, tales como los materiales termoplásticos que contienen productos de polimerización de al menos un monómero olefínico, termoplásticos y elastómeros termoplásticos son materiales que tienen propiedades adecuadas para las correas BSS. Un ejemplo de un material termoplástico potencialmente útil es el nailon, otro el polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE). El UHMWPE es un ejemplo de un material excelente que tiene propiedades que le hacen ideal para las correas BSS. Es extremadamente resistente a la abrasión, por ejemplo, de un orden de magnitud más resistente que los siguientes mejores materiales en un servicio similar, tiene un bajo coeficiente de rozamiento, no es tóxico, es un excelente dieléctrico, y es fácilmente obtenible. Desafortunadamente, no puede ser extruido y por tanto las correas no pueden ser fabricadas usando las técnicas de extrusión conocidas.

El UHMWPE se funde a 138°C. El punto de fusión se determina ópticamente cuando el material blanco opaco se hace completamente transparente. La viscosidad del UHMWPE fundido es tan alta que no fluye cuando está fundido, y los artículos retienen su forma incluso cuando están completamente fundidos. La viscosidad extrema del UHMWPE cuando está fundido origina un retardo considerable en la formación de los dominios cristalinos durante el enfriamiento del UHMWPE fundido, y por tanto la cristalización del UHMWPE no es instantánea. Como todos los materiales polímeros, el UHMWPE tiene un alto coeficiente de dilatación térmica. También se expande considerablemente al fundirse. Esta expansión y la contracción durante y después del ciclo térmico presentan dificultades substanciales en el tratamiento térmico del UHMWPE. Los materiales de moldeo convencionales de construcción, tales como los metales, tienen una dilatación térmica muy inferior a la del UHMWPE. Consecuentemente, la contracción durante el enfriamiento del UHMWPE crea tensiones térmicas significativas entre los materiales de moldeo, secciones de UHMWPE a diferentes temperaturas, e incluso entre secciones de UHMWPE con diferentes grados de cristalización. El grado de cristalización es un factor en la determinación de la densidad y por consiguiente el volumen de cualquier porción particular de una parte de UHMWPE.

30

Según un ejemplo de un método de fabricación de artículos de UHMWPE, el UHMWPE se sintetiza como un polvo. El polvo puede ser moldeado por compresión, a elevada temperatura y presión, en forma de gruesos tochos que pueden ser divididos, mientras está caliente, en hojas del espesor deseado. El UHMWPE se moldea en forma de gruesos tochos porque los gradientes en la temperatura, cristalización, densidad y por consiguiente el volumen específico son pequeños, con relación al tamaño del tocho, lo que conduce a pequeñas tensiones térmicas. En un tocho grueso, la relación de la tensión sobre la superficie moldeada a la tensión de contracción de la masa de material es relativamente baja. En contraste, las secciones finas tienen una relación más alta y son más propensas a agrietarse o a deformarse asimétricamente, originando tensiones incorporadas.

40 Según un ejemplo, las correas BSS son finas, por ejemplo, del orden de 0,3 cm y son de alrededor de 1,1 m de anchura. Una longitud de material usada para configurar una correa de BSS puede ser de aproximadamente 18 m. Las hojas de UHMWPE son comercialmente disponibles en tamaños de hoja de 1,2 m por 2,4 m o de 1,2 m por 3 m. Por tanto, la correa de BSS puede formarse uniendo juntas varias de tales hojas, como se examina más adelante con más detalle. Alternativamente, una correa de BSS puede estar compuesta de una hoja única de UHMWPE, cuyos extremos 45 pueden ser unidos juntos para formar una correa continua. En otro ejemplo todavía, varias hojas estrechas pueden ser unidas juntas a lo largo de una longitud de las hojas para formar una hoja de material compuesto ancha, cuyos extremos pueden entonces ser unidos juntos para formar una correa continua.

50 La soldadura, o unión, entre sí de piezas de UHMWPE no se practica de modo significativo en la técnica relacionada, en gran parte debido a la dificultad de tratar con las deformaciones térmicas que resultan. Por tanto aunque el UHMWPE se usa extensamente para la protección por abrasión de superficies de acero, se usa en forma de hojas individuales que se unen mecánicamente a la superficie de acero protegida. Cuando se usa el equipo de tipo de soldadura por calor convencional para intentar la soldadura de UHMWPE usando técnicas que son adecuadas para otros polímeros, los resultados no son satisfactorios. La zona de soldadura se hace líquida, lo que indica haciéndose transparente, y dos piezas líquidas se adhieren si se comprimen juntas. No obstante, cuando el artículo se enfria la zona afectada por el calor se contrae sustancialmente lo cual origina una deformación sustancial de la hoja. La deformación aumenta a medida que el artículo continúa la cristalización, y a menudo las hojas se agrietarán al enfriarse. Por ejemplo, el material calentado acomoda las deformaciones térmicas deformándose plásticamente mientras está caliente. Luego, a medida que el material se enfria se contrae, llega a ser demasiado rígido para deformarse plásticamente y 60 en consecuencia se deforma o rompe. Las hojas pueden verse planas inmediatamente después de ser retiradas de un dispositivo de unión y enfriadas a la temperatura de la habitación, solamente para alabearse un día después a causa de la continuada cristalización y contracción.

La rigidez de UHMWPE es también una función sensible del grado de cristalización. El material menos cristalizado es más blando y tiene un módulo inferior. No obstante, al ser accionada la correa para un BSS, el material es flexionado muchas veces por segundo. Esta flexión tiene una tendencia a originar que el material de la correa cristalice mejor, con el resultado de más cambios de rigidez y dimensionales.

ES 2 321 076 T3

Las correas para un BSS se mueven a alta velocidad, por ejemplo, del orden de 20 metros por segundo, a través de una separación estrecha. A esta velocidad, la correa se puede destruir rápidamente si se engancha sobre algo o golpea una pieza de material. La deformación de la correa que origina su desvío del plano de los electrodos es inaceptable porque la correa empuja entonces contra el electrodo y el otro segmento de correa que atraviesa los electrodos del BSS, lo cual incrementa la carga y también puede conducir a que la correa se “enganche” sobre sí misma o en las aberturas en el electrodo donde la alimentación se introduce. El “enganche” de la correa puede originar un fallo catastrófico de la correa. La correa puede también ser completamente dividida longitudinalmente en dos piezas independientes. Cuando los dos segmentos remanentes de la correa continúan funcionando en el BSS, se crea una situación indeseable porque hay una región estacionaria tranquila entre las dos piezas que se mueven en la que el material conductor puede desarrollarse y originar el cortocircuito de los electrodos de alta tensión.

Para evitar que la correa se enganche sobre las aberturas, el alabeo de la correa debe ser mantenido menor que un medio de la anchura de la separación 31 (véase la Figura 3) entre los electrodos 12, 16. Se puede pensar que aplicando tensión a la correa se enderezará cualquier deformación. No obstante, virtualmente cualquier material se deformará si se aplica suficiente tensión. Todos los materiales tienen una cierta relación de Poisson que requiere que cuando un material se estira en una dirección se contraiga en todas las direcciones transversales. Por ejemplo, un material de correa delgado no puede soportar esta carga de compresión a través de su anchura y por tanto se abomba, originando arrugas longitudinales. Un modo de fallo que ha sido observado en ciertas correas tejidas es el arrugamiento longitudinal que conduce a que las partes de la correa que sobresalen se desgasten. El desgaste de las secciones deformadas de la correa no es aceptable en la mayoría de las aplicaciones de los BSS.

En teoría, el calentamiento y el enfriamiento de la totalidad de las secciones de correa en un momento podrían hacer posible la soldadura de las secciones de correa. En la práctica, no obstante, incluso esa solución es problemática. Lo que origina el alabeo son los gradientes de expansión térmica que conducen a deformaciones térmicas diferenciales las cuales conducen a tensiones diferenciales en el material. La dilatación térmica del material se debe a la vez al cambio de temperatura y el cambio de fase. El cambio de fase no es completamente uniforme e isotrópico. Por tanto una temperatura uniforme aplicada a las secciones de la correa completa no producirá necesariamente iguales expansiones y contracciones del material. Por encima del punto de fusión el material es viscoelástico, por lo que las tensiones dependen del régimen de deformación. En adición, el calentamiento y enfriamiento de las secciones de correa completas en un momento requerirán un molde muy grande y puesto que la correa es convenientemente muy fina, la correa deberá probablemente romperse al ser enfriada en contacto con un molde de metal rígido.

La distorsión que se produce cuando se sueldan dos hojas de material entre sí es consecuencia de la deformación irreversible que se produce durante el ciclo de calentamiento y enfriamiento. El UHMWPE debe ser calentado bien por encima del punto de fusión para conseguir suficiente movilidad para que las moléculas de la superficie se difundan interiormente y formen un enlace fuerte tras el enfriamiento. El UHMWPE se expande durante el calentamiento, siendo el cambio de volumen total del orden del 10%, y el límite elástico del material caliente es mucho más bajo que el del material no calentado. El material frío cerca de la zona afectada por el calor limita la deformación del material caliente. A medida que el material caliente se enfriá, se contrae, y cuando se enfriá más y es más rígido la tensión elástica aumenta y es capaz de ejercer tensión suficiente sobre el material no calentado para originar la desviación o deformación. Haciendo la zona soldada más fina se ocasiona que la tensión acumulada en el material calentado durante el enfriamiento exceda la resistencia del material enfriado y su fallo por rotura. Haciendo la soldadura muy fina se reduce también la resistencia de la soldadura.

La deformación o deformación de la correa hecha de UHMWPE está determinada por la contracción de la zona afectada por el calor y el abombamiento del material que la rodea. El valor de cualquier deformación depende de la tensión total, que depende de la longitud total de la soldadura. Por ejemplo, en una correa de 1 m de ancho, una deformación del 10% (resultante de un cambio del 10% en volumen como se ha expuesto anteriormente) origina más de 5,1 cm de deformación en el material frío y menos de 5,1 cm de deformación en el material caliente. Hay alguna deformación del material caliente pero incluso un cambio de longitud del 2,5% (2,5 cm en 100 cm) origina una deformación sustancial. La deformación hacia fuera del plano de la correa puede ser un parámetro crítico para las correas BSS, y depende de la longitud de onda de la distorsión. Si la distorsión se considera como una onda sinusoidal única, la deformación del plano total hacia fuera puede ser calculada aproximadamente mediante:

$$d^2 = \left(\frac{\lambda}{4} * 1,025\right)^2 - \left(\frac{\lambda}{4}\right)^2 \quad (1)$$

donde d = deformación y λ = longitud de onda.

Por tanto si la longitud de onda de la onda sinusoidal es de 2 m (el doble de la longitud de 1 m soldada) la ecuación 1 produce una deformación total de 11,4 cm. Esta es demasiado grande para poder ser acomodada en la mayoría de los sistemas, puesto que si, para evitar el enganche de la correa en las aberturas como se ha expuesto anteriormente, la distorsión de una correa debe ser mantenida en menos de la mitad de la anchura de la separación entre los electrodos, una deformación de 11,4 cm significa que la anchura de la separación entre los electrodos debería ser de 22,8 cm. Esta es una separación demasiado grande de los electrodos para el funcionamiento eficaz del BSS. En contraste, si se considera la misma deformación porcentual con una longitud de onda de 5,1 cm de distorsión, la deformación, d , del plano hacia fuera, dada por la ecuación 1 es ahora de 0,3 centímetros. Esta cantidad es menor que la separación usual

ES 2 321 076 T3

entre los electrodos del BSS. En la práctica parte de esta deformación es absorbida plástica y elásticamente de modo que la deformación real puede ser mucho menor, de 0,3 centímetros.

Como se ha mencionado anteriormente, la longitud de onda de la deformación determina la magnitud de la salida del plano sobresaliente de la correa/hoja. La parte de la hoja que experimenta la deformación térmica compresora se alabea porque la carga de compresión es mayor que la carga crítica que puede ser resistida sin alabeo. La carga crítica que produce el alabeo es menor con la deformación de la longitud de onda más larga y aumenta rápidamente a medida que la longitud de onda disminuye. Esta carga crítica puede ser calculada usando la fórmula de la columna de Euler:

$$P_{cr} = \pi^2 * E * \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

donde E es el módulo del material, A es el momento de inercia de la columna y L es la longitud de la soldadura.

Las tensiones se acumulan entre las zonas afectadas por el calor y las no afectadas de las secciones soldadas de la correa compuesta de UHMWPE, y originan la deformación. La longitud de onda de la deformación de alabeo puede ser controlada estableciendo condiciones límite para la tensión y la deformación de cero en los extremos de la soldadura creando bordes libres. Las soldaduras cortas tienen una carga crítica más alta para el alabeo y con esta carga más alta se acomoda más de la deformación térmica por medio de la deformación que no es de pandeo. Si las soldaduras se hacen cortas todo el alabeo se acomodará dentro de las soldaduras, y la longitud de onda será entonces todo lo más el doble de la longitud de la soldadura (un medio de una onda sinusoidal). Por tanto, haciendo las soldaduras cortas (del orden de 2,5 cm) la parte de fuera del componente plano de cualquier alabeo será menor.

Por lo tanto, un aspecto de un método de soldadura de hojas de la invención es proporcionar aberturas, por ejemplo, cortes en las secciones de, por ejemplo, UHMWPE, para ser soldadas de modo que la longitud de soldadura sea relativamente corta, y de modo que la zona afectada por el calor esté dentro el área esté limitada por las aberturas. Esto permite que las deformaciones térmicas sean absorbidas elásticamente por el material afectado y no afectado por el calor. Por ejemplo, las hojas que han sido unidas por el procedimiento de esta invención pueden ser de 3 m de longitud. La zona afectada por el calor es del orden de 3 cm de ancha, o aproximadamente un 1% de la longitud de la hoja. La soldadura de las hojas de UHMWPE bajo estas condiciones produce orificios en la correa, no obstante en la mayoría de los BSS es área abierta y las aberturas adicionales alrededor de una junta no son perjudiciales. Cualquier alabeo en las hojas soldadas resultantes es muy pequeño y no sobresale más allá del plano de la correa. Se debe tener en cuenta que hojas pequeñas individuales pueden ser por tanto unidas para formar hojas compuestas, y una hoja única o una hoja compuesta pueden ser unidas a la misma para formar un bucle sin fin.

Haciendo referencia a la Figura 4, en ella se ilustra una porción de un ejemplo de los bordes de una hoja preparados para la soldadura según la presente invención. Se ha de tener en cuenta que la unión puede ser efectuada mediante la soldadura térmica, y también mediante otros métodos de soldadura plástica conocidos por los expertos en técnicas tales como: infrasónica, dieléctrica, infrarroja. Como se ha expuesto anteriormente, las aberturas 50 están formadas en cada una de unas primeras secciones (u hojas) 52 y una segunda sección (u hoja) 54 de UHMWPE que han de ser unidas para formar una correa. Se ha de entender que las secciones 52 y 54 de UHMWPE pueden ser hojas diferentes que hayan de ser unidas juntas, o pueden ser bordes de una misma hoja que hayan de ser unidos para la formación de la unión. Las aberturas 50 en el material en la unión sirven dos propósitos. En primer lugar, se proporciona espacio en el que el material es eliminado por los cortes para acomodar la libre expansión del UHMWPE al expandirse durante el calentamiento. En segundo lugar, las secciones 56 de unión adyacentes (lengüetas de material) están desacopladas entre sí de modo que la deformación térmica en una sección que se produce durante el enfriamiento y la contracción no ayudan a una sección adyacente, y por tanto se acumulan a lo largo de una larga longitud de la junta. Acomodando la expansión en el calentamiento y permitiendo la contracción en el enfriamiento se impide que las tensiones térmicas se acumulen a través de la anchura de la correa y originen el alabeo de la correa durante el procedimiento de soldadura.

Las líneas 58 y 60 demarcán la extensión de la zona afectada por el calor durante un procedimiento de unión. Puede verse que las aberturas 50 se extienden más allá de la zona afectada por el calor de modo que la zona afectada por el calor está dentro del área limitada por las aberturas. Esto permite que las deformaciones térmicas sean consideradas elásticamente en el material afectado por el calor y no afectadas por el calor como se ha expuesto anteriormente. En el ejemplo ilustrado, las aberturas tienen superficies redondeadas. Es conveniente impedir la concentración de tensiones en la base de la abertura, y por tanto puede ser conveniente usar un cortador redondeado para configurar la abertura, no obstante, también pueden ser usadas otras aberturas configuradas. Según un ejemplo, la anchura de la correa puede ser aproximadamente de 1 m, y las lengüetas de material 56 que configuran el material de la soldadura son aproximadamente de 2,5 cm de anchura. La anchura de las aberturas 50 no es crítica, mientras el material de las lengüetas 56 adyacentes no se expanda a través de la abertura 50 durante el procedimiento de soldadura y trastorne la condición de límite de borde exento de tensiones y deformaciones.

La fragmentación de la soldadura en un cierto número de segmentos de soldadura más cortos con espacios abiertos (es decir, las aberturas 50) entre ellos, como se ilustra, tiene también la ventaja de que los espacios abiertos actúan como terminadores de la rotura. Las roturas se propagan fácilmente a través de un material sólido porque la tensión se concentra en el extremo de la fractura. Una abertura suficientemente grande para que la tensión de la fractura pueda ser distribuida elásticamente alrededor de la abertura es una fractura eficaz.

ES 2 321 076 T3

Un parámetro crítico de las correas BSS puede ser su uniformidad de espesor y la carencia de protuberancias de superficie que puedan engancharse en las aberturas en los electrodos o en la sección de confrontación pues la correa es transversa con el BSS. Como se ha examinado anteriormente, haciendo la junta entre las hojas a base de una multiplicidad de cortas soldaduras destinadas se resuelve el problema de los alabeos, pero el procedimiento de unión

- 5 tampoco debe generar protuberancias. Una soldadura a tope, por ejemplo, una soldadura de superficies planas, no tiene resistencia suficiente para resistir cargas de tensión normales en una BSS que funciona y hay una discontinuidad en la rigidez del material a través de ese tipo de junta. Durante el pasaje sobre los múltiples rodillos del separador (a un régimen de aproximadamente 6 por segundo), la junta es sometida a múltiples ciclos de doblado positivo y negativo. Este doblado hacia atrás y hacia delante cíclico origina el fallo de la junta en una soldadura a tope. En contraste, una
10 junta hecha simplemente solapando material puede originar un grosor excesivo de la junta y la correa. Reduciendo a la fuerza el espesor mediante el confinamiento de la soldadura entre platos de prensa se puede ocasionar que el material en exceso sea extruido fuera. El UHMWPE no se deforma plásticamente en estos casos, por el contrario el material se rompe. Teniendo las grietas proporcionadas por las concentraciones de tensiones el potencial para propagarse dentro
15 del material en masa. Discontinuidades en la historia de la temperatura pueden originar también discontinuidades en el grado de cristalización y por tanto discontinuidades en el módulo de material. Tales discontinuidades en el módulo pueden conducir también a la concentración de tensiones y la fractura.

Consecuentemente, para evitar los problemas descritos anteriormente, puede ser usada una preparación de la junta de soldadura que presente conicidad en las secciones que se han de unir según una realización de la invención. La
20 Figura 5 ilustra una sección transversal de una soldadura según una realización de la invención. Como se muestra en la Figura 5, cada una de las lengüetas de material 56 (véase la Figura 4) es aguzada con un ángulo 70. En una realización, los ángulos sustancialmente conjugados pueden ser formados sobre cada una de las dos hojas (o bordes) a ser unidos, de modo que cuando las hojas se colocan juntas con un ligero solape, los bordes rebajados sustancialmente casan
25 encajando juntos como se muestra. La conicidad de la unión es de particular importancia. Esta conicidad permite que cualquier discontinuidad en los módulos que se produzca en el material soldado se extienda fuera sobre un espacio más largo y así reduzca cualquier tendencia a la concentración de tensiones.

Un gran porcentaje del área abierta es conveniente en una correa BSS, y una correa "fuerte" es también conveniente. Por tanto, existe una necesidad de optimizar una transacción entre estas dos características. La resistencia de la junta soldada depende de la sección transversal de esa junta. La resistencia del material afectado por el calor en la soldadura es inferior que la del material en masa. No obstante, mucho del material en masa es eliminado para proporcionar el área abierta que es necesaria para el funcionamiento de BSS correcto. La soldadura por lo tanto, necesita solamente ser tan fuerte como el material debilitado del resto de la correa. Esto se puede lograr usando una mayor sección transversal para las soldaduras que para el resto de la correa. El incremento del área de la soldadura permite que la junta desarrolle la resistencia completa del material incluso aunque la propia soldadura tenga menos resistencia. Usando una junta cónica, tal como la ilustrada en la Figura 5, se reduce también la discontinuidad en las propiedades del material que pueden conducir a la concentración de tensiones y el fallo eventual.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 5, la soldadura puede ser producida mecanizando los dos extremos 52, 54 que han de unirse formando ángulos agudos que casan, como se ha expuesto anteriormente. En un ejemplo, el ángulo puede ser menor que aproximadamente 30 grados. Cuando menor sea el ángulo mayor es la sección transversal de la soldadura. La carga tensora sobre la correa es transferida por esfuerzo cortante a través de esta soldadura. En un ejemplo, se ha usado un ángulo (70) de 15 grados y ha trabajado bien. Este ángulo aumenta la sección transversal del área unida para la transferencia de la carga tensora mediante una fuerza cortante de alrededor de 4 veces la sección
45 transversal del material sin mecanizar. En otro ejemplo, se puede usar un margen de 10 a 45 grados. Si el ángulo es demasiado grande hay un solape limitado, y la exactitud requerida para la preparación del borde puede llegar a ser excesiva. De modo similar, cuando el ángulo llega a ser demasiado pequeño, la sección llega ser muy delgada y la anchura de la soldadura puede llegar a ser excesiva.

50 La resistencia de la junta excede la del material en bruto incluso si la resistencia de la soldadura es 1/3 de la del material de base. No obstante, la junta representa una porción debilitada de la correa y necesita cuidados para evitar que el fallo se inicie en un punto y propague por medio de la fatiga a otras regiones. Esto se consigue garantizando que los segmentos abiertos están suficientemente abiertos para que el material en exceso pueda libremente expandirse durante el procedimiento de soldadura y garantizando que no hay defectos de superficie en el material afectado por el calor tales como grietas de superficie que puedan iniciar grietas de fatiga que se propaguen. Si cualquiera de tales grietas se forma durante el procedimiento de soldadura, es conveniente mecanizar de nuevo el material agrietado antes de usar la correa.

Haciendo referencia a la Figura 6, en ella se ilustra un diagrama de flujo de una realización de un método para fabricar una correa, según aspectos de la invención. Como se ha expuesto anteriormente, en una primera operación 200, una o más hojas de material termoplástico pueden ser proporcionadas para que sean unidas juntas. En un ejemplo, dos o más hojas pueden ser unidas para proporcionar una hoja compuesta mayor, que puede ser últimamente configurada como una correa continua. Bordes opuestos de una hoja única o de una hoja compuesta pueden ser unidos para formar una correa continua. El método siguiente se aplica a la unión de hojas separadas o de bordes opuestos de una misma hoja.
65

En una operación siguiente 202, los bordes que se han de unir se hacen cónicos, y se forman (operación 204) las aberturas 50 (véase la Figura 4), como se ha expuesto anteriormente. La soldadura de los bordes puede ser iniciada

para que sea producida, en las operaciones 206 y 208), orientando los dos extremos de las hojas 52, 54 en una máquina de soldar que comprima los extremos mecanizados de las hojas juntas con las placas planas 76, 78 de modo que se solapen, como se muestra en la Figura 5. El espacio entre las placas puede ser controlado mediante la introducción de elementos espaciadores 72, 74, en la operación 210. Cuando se usan placas suficientemente rígidas, los espaciadores

5 pueden ser dispuestos en los extremos, como se muestra. Si se usan placas menos rígidas, los espaciadores pueden ser insertados a lo largo de un interior, por ejemplo, en el espacio abierto proporcionado por las aberturas 50 entre las lengüetas de material 56 (véase la Figura 4). La posición de estos espaciadores se ilustra en la Figura 7 que muestra una vista de extremo de las hojas 52, 54 entre las placas 76, 78. Los elementos espaciadores 72, 74 pueden tener un espesor que es sustancialmente igual a un espesor de la correa, y son de un material que no se ablanda a las
10 temperaturas usadas.

Las placas 76, 78 están entonces cerradas, como se indica en la operación 212, y se aplica presión a las placas, y es transferida a través de las placas a las hojas 52, 54. En la operación siguiente 214 las placas son calentadas ya sea eléctricamente o más convenientemente con un fluido caliente que circule. La presión es mantenida sobre la soldadura durante el ciclo de calentamiento y enfriamiento. En un ejemplo, la temperatura es incrementada a aproximadamente 202°C y es mantenida durante alrededor de 30 minutos. El calentamiento es detenido entonces, y el fluido de refrigeración se hace circular para enfriar la soldadura aproximadamente a la temperatura ambiente. La soldadura es refrigerada de modo que no se deforma al ser desmontada de la máquina de soldar. La correa deberá ser mantenida en una configuración plana razonablemente durante algún tiempo después de hecha la soldadura mientras UHMWPE continúa para cristalizar. La temperatura de transición a vidrio para el polietileno es de 153 K. Por encima de esa temperatura el continuará para cristalizar durante algún tiempo.

Como se ha examinado anteriormente, en una realización, el plástico es llevado a la temperatura de soldadura por contacto directo con placas calentadas. Se conocen métodos alternativos de calentamiento, tales como el calentamiento por radiación ultrasónica o infrarroja. Métodos alternativos pueden ser usados siempre que la temperatura del material durante la soldadura sea controlada y que se aplique presión para garantizar que el espesor de la junta es sustancialmente igual al del material padre.

El uso de una soldadura cónica permite también que la soldadura sea sometida a una presión significativa durante el procedimiento de soldadura. Algunas veces, las dos piezas de la soldadura no se alinean exactamente y hay un ligero montaje 81 de "interferencia" como se muestra en la Figura 5. Durante el procedimiento de soldadura el material es mantenido entre dos placas 76, 78 calientes. Las placas proporcionan una superficie de referencia y determinan el espesor de la soldadura. Proporcionando un solape garantizan que hay suficiente material en la soldadura y que algún material puede circular a los espacios abiertos proporcionados. El grado de solape puede ser cuantificado comparando el espesor de la junta antes de la soldadura (dimensión 80) con el del material padre (dimensión 82). La suma de la dimensión del material padre (82) y el solape (81) iguala la del espesor antes de la soldadura (80). El grado fraccionario de solape es (80-82)/82. Para expresar el grado, fraccionario de solape como un porcentaje, el valor fraccionario es multiplicado por 100. En un ejemplo, el solape es aproximadamente del 10%. En otro ejemplo, fue usado un solape del 60% y ha funcionado bien, pero otros valores pueden ser usados asimismo. El solape sirve también para reducir el grado de exactitud requerido en el mecanizado de las superficies conjugadas. Puede ser particularmente importante que las superficies fundidas sean comprimidas juntas durante el procedimiento de soldadura. Si en el procedimiento de mecanizado, hay una inexactitud en las superficies tales como que ellas no están en contacto, aquellas superficies no formarán una soldadura satisfactoria. Proporcionando solape, una placa plana fija única y una placa plana móvil única pueden ser usadas para comprimir las superficies juntas.

45 Se ha de tener en cuenta que el ciclo de calentamiento y enfriamiento es importante, tanto por las temperaturas que alcanza como por el tiempo que está a las diferentes temperaturas. Se ha hallado también que los efectos de borde son importantes en la transferencia de calor hacia y desde la correa durante el procedimiento de soldadura. Estos efectos de borde pueden ser superados usando un material que se sacrifica en el borde de la correa, el cual puede ser más adelante cortado y desecharlo, para mover el efecto de borde desde el borde de la correa dentro de un miembro deseable. Convenientemente, este miembro puede ser también un espaciador que controle la separación de las placas comparándolo con el espesor deseado de la correa.

Un modo de fallo potencial es el descortezamiento de la soldadura. La correa está sometida a un desgaste significativo sobre una superficie en la que contacta los electrodos a decenas de metros por segundo. El descortezamiento desgastará la pieza expuesta y algunas veces el enganche con la pieza que sobresale sobre un puerto de alimentación puede conducir al fallo catastrófico de la correa. La incidencia de ese modo de fallo puede ser reducida escogiendo la orientación del solape de la soldadura de modo que la porción cónica delgada de la soldadura esté en el borde trasero de la correa. Con esta orientación no hay tendencia a que el borde se desprenda y a causa de un fallo de la soldadura inicie y propague el defecto a través de la junta. La orientación de los bordes de la soldadura se ve en la Figura 5 con relación a los bordes delanteros de las piezas transversales 46. La correa puede ser instalada en la máquina con la superficie 88 enfrentada a un electrodo y la superficie 90 enfrentada a otra sección de la correa. La dirección de desplazamiento de la correa con respecto a los electrodos estacionarios sería entonces la que se muestra con la flecha 92.

65 La producción de una correa de esta manera a partir de hojas mecanizadas de UHMWPE permite que los perfiles examinados en la Patente de EE.UU. N° 5.904.253 sean utilizados. Un ejemplo de un método conveniente consiste en usar una herramienta de máquina multiaxial. Con este dispositivo, se carga una hoja sobre una mesa y una cabeza

ES 2 321 076 T3

cortadora se mueve a través de la hoja y cada abertura en la correa puede ser cortada individualmente. La elección correcta de la herramienta de corte permite que los orificios tengan el borde delantero deseado y las características de borde trasero deseadas. Se ha de tener en cuenta que la geometría de borde delantero deseada puede ser obtenida a través de medios de conformación tales como moldeo, punzonado, mecanizado, corte de chorro de agua, corte láserico, 5 y similares.

Haciendo referencia a la Figura 6, en una operación 216 de esta realización de método de fabricación de la correa, la longitud total de las secciones unidas puede ser evaluada para determinar si es suficientemente larga para formar una correa completa para la aplicación deseada. Si no lo es, pueden ser soldadas hojas adicionales repitiendo las 10 operaciones 208 a 214 como se indica mediante la operación 218, para formar una hoja compuesta de una longitud deseada. Los bordes opuestos de la hoja compuesta pueden entonces ser unidos juntos para formar una correa continua, como se indica en las operaciones 220 a 224.

El método de fabricación descrito en esta memoria puede ser también utilizado para producir correas para otras 15 aplicaciones. En otras muchas aplicaciones, los orificios en la correa pueden ser indeseables. Como se describe anteriormente, según una realización, el material en la soldadura puede ser eliminado para dividir la soldadura en secciones cortas independientes. Una vez hecho esto y efectuada la soldadura, los orificios pueden ser llenados con material para proporcionar una correa exenta de orificios. Esto puede ser conveniente, sin embargo, para permitir la distribución de tensiones alrededor de las soldaduras y para que las soldaduras permanezcan estructuralmente independientes. Un 20 modo de hacerlo consiste en llenar los orificios con un material de módulo elástico bajo, tal como una delgada película de polietileno o espuma. La espuma se deforma fácilmente y acomodará las deformaciones térmicas sustanciales generadas durante la soldadura.

Con la posibilidad de soldar hojas de UHMWPE formando correas sin fin, puede lograrse la flexibilidad en la 25 geometría de la correa. Las hojas pueden ser mantenidas sobre una mesa y los orificios pueden ser mecanizados en la hoja. Hay completa flexibilidad en la selección de la geometría de las fibras de la dirección transversal y las fibras de la dirección de máquina. Las fibras de la dirección de máquina pueden ser diseñadas para que tengan larga vida a la fatiga y las fibras de la dirección transversal pueden tener excelente geometría de separación. El método de fabricación y los materiales descritos en los mismos pueden ser usados por tanto para conseguir correas de vida más larga que permitan 30 un mejor control de la geometría. La producción de correas BSS de esta manera permite también la incorporación de características adicionales.

Se ha de tener en cuenta que la correa BSS se usa en un medio difícil. Las cenizas volantes son abrasivas y a menudo son portadoras de materiales vagabundos. Piedras, barras de soldar, pernos, guantes, fragmentos refractarios, 35 y todo tipo de material de desecho han sido hallados en las cenizas volantes, y numerosos fallos de las correas han sido consecuencia de estos materiales vagabundos. Si el objeto extraño es mayor que la separación entre los electrodos, el objeto no entrará en la máquina pero permanecerá colgado en un punto de alimentación hasta que caiga al suelo o la correa sea destruida. En una realización de una correa de la invención pueden ser proporcionados elementos transversales, fuertes, periódicos en la correa. Una ilustración de una porción de una correa que muestra tales elementos 40 vagabundos 100, 101, 102, 103 se muestra en la Figura 8. La correa puede engancharse en uno de estos elementos resistentes y ser detenida de modo que la máquina ha de ser abierta y limpiada del material vagabundo. Según un ejemplo, los elementos robustos pueden ser proporcionados al omitir periódicamente mecanizar los orificios 106 en la correa. A menudo es útil tener este segmento 100 de resistencia incrementada como parte de la red. Puede verse que la correa se desgarra en la dirección longitudinal hasta que el desgarre alcanza una soldadura en la que el desgarre 45 termina. Las correas pueden sobrevivir varios de tales eventos que tienen lugar en diferentes lugares sobre la correa en tanto que con las correas anteriores, un único evento producía un desgarre a lo largo de toda la longitud de la correa y la destrozaba. Se ha de tener en cuenta que estas regiones no perforadas pueden estar agrupadas longitudinalmente, por ejemplo a lo largo del borde 104. Alternativamente, puede ser proporcionado un miembro resistente 101 como una sección no perforada a través de una anchura de la correa, o diagonalmente (por ejemplo, la región 102), o pueden 50 estar dispuestas (por ejemplo, regiones 103) aleatoriamente, o dispuestas de un modelo regular.

Habiendo descrito así varias realizaciones ilustrativas y aspectos de las mismas, diversas modificaciones y alteraciones pueden ser evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, el método de soldadura de la hoja aquí descrito puede ser usado para soldar materiales distintos al UHMWPE, tales como nailon de polietileno de alta densidad, poliéster, y esa hoja termoplástica incluye tanto hojas perforadas como no perforadas de cualquier material termoplástico. Tales modificaciones y alteraciones están destinadas a ser incluidas en esta descripción, cuyo propósito es ilustrativo y no está destinada a ser limitativa. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para unir entre sí un primer borde de una primera porción de hoja (52) y un segundo borde de una segunda porción de hoja (54), comprendiendo el método:

5 configurar una conicidad hacia el primer borde de la primera porción de hoja y una conicidad hacia el segundo borde de la segunda porción de la hoja;

10 configurar una primera pluralidad de aberturas (50) en la primera porción de hoja, extendiéndose las aberturas transversalmente desde el primer borde dentro de la primera porción de hoja;

15 configurar una segunda pluralidad de aberturas (50) en la segunda porción de hoja, para que sea unida a la primera porción de hoja, extendiéndose transversalmente las aberturas desde el segundo borde dentro de la segunda porción de hoja;

20 colocar juntos los bordes primero y segundo de las porciones primera y segunda de hoja, de modo que las porciones primera y segunda de hoja incluyan porciones (58, 60) que se solapen; y

25 unir las porciones primera y segunda de hoja juntas;

en donde el método se **caracteriza** porque las aberturas (50) se extienden más allá de las porciones que se solapan y porque las primera y segunda porciones de hoja se fabrican de termoplásticos.

25 2. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de unir incluye una acción de soldar las porciones primera y segunda de hoja termoplástica juntas.

30 3. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de configurar conicidades incluye configurar ángulos agudos (70) que sustancialmente casan sobre el primer borde y el segundo borde.

35 4. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de unir comprende:

calentar bajo presión al menos las porciones que se solapan de las primera y segunda porciones de hoja termoplástica hasta por encima de la temperatura de fusión de las primera y segunda porciones de hoja termoplástica de modo que las porciones que se solapan de las primera y segunda porciones de la hoja termoplástica se unen entre sí; y

35 enfriar al menos las porciones que se solapan de las primera y segunda porciones de hoja termoplástica.

40 5. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de unir incluye:

comprimir los bordes primero y segundo juntos;

calentar los bordes primero y segundo por encima de una temperatura de fusión de las hojas termoplásticas;

45 mantener contacto entre los bordes primero y segundo durante un periodo predeterminado de tiempo; y

refrigerar los bordes primero y segundo, de modo que se unan entre sí.

50 6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, en el que las aberturas se extienden más allá de la zona afectada por el calor.

7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, en el que la acción de calentar incluye calentar por contacto directo con placas y/o la acción de refrigerar incluye refrigerar por contacto directo con placas enfriadas.

55 8. Un método según la reivindicación 5, en el que la acción de comprimir los bordes primero y segundo juntos comprende comprimir los bordes primero y segundo juntos con un par de placas.

9. Un método según la reivindicación 8, en el que una anchura de cada placa del par de placas es aproximadamente de 3,8 cm.

60 10. Un método según la reivindicación 1, que comprende además perforar las porciones primera y segunda de hoja termoplástica.

65 11. Un método según la reivindicación 10, en el que la acción de perforar las porciones primera y segunda de hoja termoplástica incluye perforar las porciones primera y segunda de hoja termoplástica de modo que un área abierta de la hoja perforada excede el 50% de un área total de la hoja perforada.

ES 2 321 076 T3

12. Un método según la reivindicación 10, en el que la acción de perforar las porciones primera y segunda de hoja termoplástica incluyen configurar perforaciones para producir un borde delantero de la hoja termoplástica con un ángulo agudo (70).
- 5 13. Un método según la reivindicación 12, en el que el ángulo agudo (70) es menor que aproximadamente 60 grados.
- 10 14. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de colocar juntas las porciones primera y segunda de hoja termoplástica incluyen colocar juntas las porciones primera y segunda de hoja termoplástica de modo que las porciones que se solapan tienen un espesor (80) que es aproximadamente un 10% mayor que un espesor (82) de la primera porción de hoja termoplástica.
- 15 15. Un método según la reivindicación 1, en el que las acciones de formar aberturas incluyen:
- a) configurar las aberturas de modo que un espaciamiento entre las aberturas es aproximadamente de 2,5 cm; o
- b) configurar aberturas que tengan una anchura mayor que aproximadamente 0,3 cm; o
- c) configurar aberturas que tengan una longitud de aproximadamente 5,1 cm.
- 20 16. Un método según la reivindicación 1, en el que la hoja termoplástica comprende, o es de, nailon.
- 25 17. Un método según la reivindicación 1, en el que la primera porción de hoja termoplástica y la segunda porción de hoja termoplástica forman parte de la misma hoja termoplástica.
- 26 18. Un método según la reivindicación 1, en el que la primera porción de hoja termoplástica y la segunda porción de hoja termoplástica forman parte de hojas termoplásticas separadas.
- 30 19. Un método según la reivindicación 1, en el que la acción de unir las porciones primera y segunda de hoja termoplástica entre sí incluye unir entre sí un primer borde y un segundo borde de una misma hoja termoplástica, para proporcionar una correa continua.
- 35 20. Un método según la reivindicación 1, que comprende además la unión de las porciones primera y segunda de hoja termoplástica con al menos una hoja termoplástica adicional para formar una hoja compuesta.
21. Un método según la reivindicación 20, que comprende además unir juntos los bordes opuestos de la hoja compuesta, para formar una correa continua.
- 40 22. Un método según la reivindicación 1, en el que la hoja termoplástica contiene un producto de polimerización de al menos un monómero olefínico.
23. Un método según la reivindicación 1, en el que la hoja termoplástica comprende, o es de, polietileno de peso molecular ultra-alto.
- 45 24. Una correa que comprende una unión formada usando un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23.
25. Una correa según la reivindicación 24, en la que la correa está destinada a ser usada en un sistema de separador de correa.
- 50 26. Una correa según las reivindicaciones 24 ó 25, en la que el termoplástico es polietileno de peso molecular ultra-alto.
27. Una correa según la reivindicación 25, en la que la correa es de un orden de 0,3 cm de espesor.
- 55 28. Una correa según una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 27, en la que las porciones que se solapan tienen un espesor que es aproximadamente un 10% mayor que un espesor de la primera porción de hoja termoplástica.
29. Una correa según una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 28, que comprende además un miembro resistente.
- 60 30. Una correa según la reivindicación 29, en la que el miembro resistente:
- a) incluye una sección no perforada de hoja termoplástica situada cerca de los bordes primero y segundo; o
- b) comprende una sección no perforada de correa dispuesta a lo largo de un borde longitudinal de la correa.

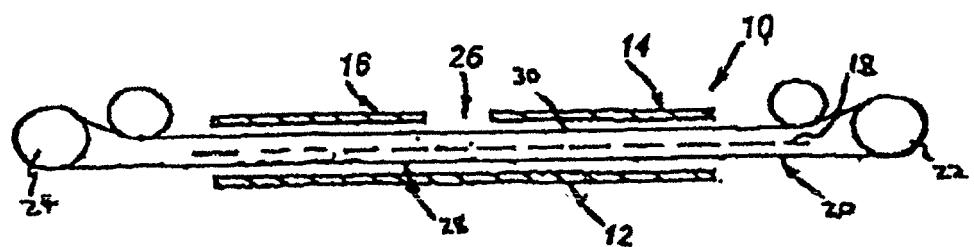


Fig. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

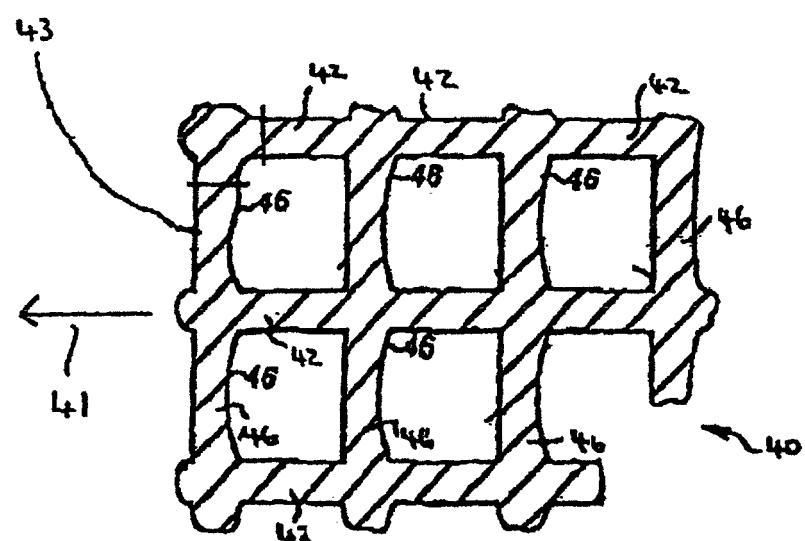


Fig. 2

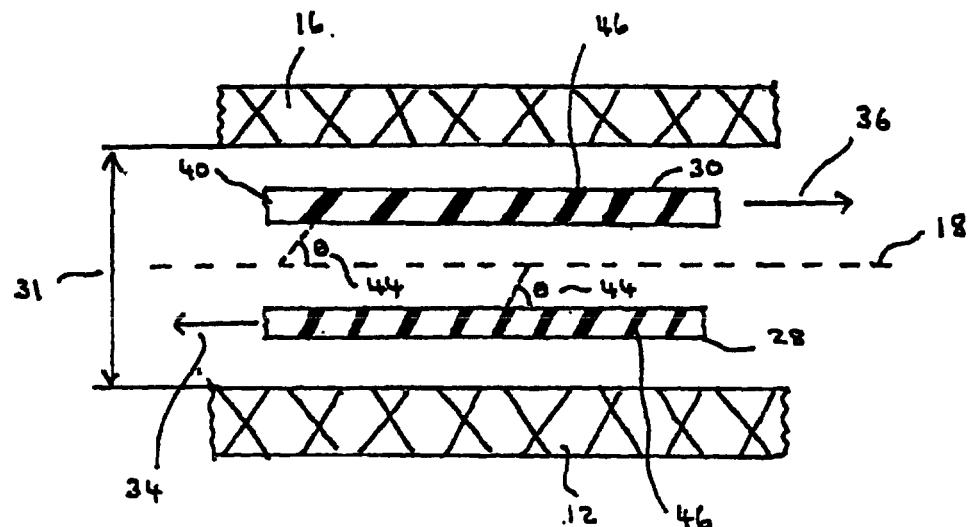


FIG. 3

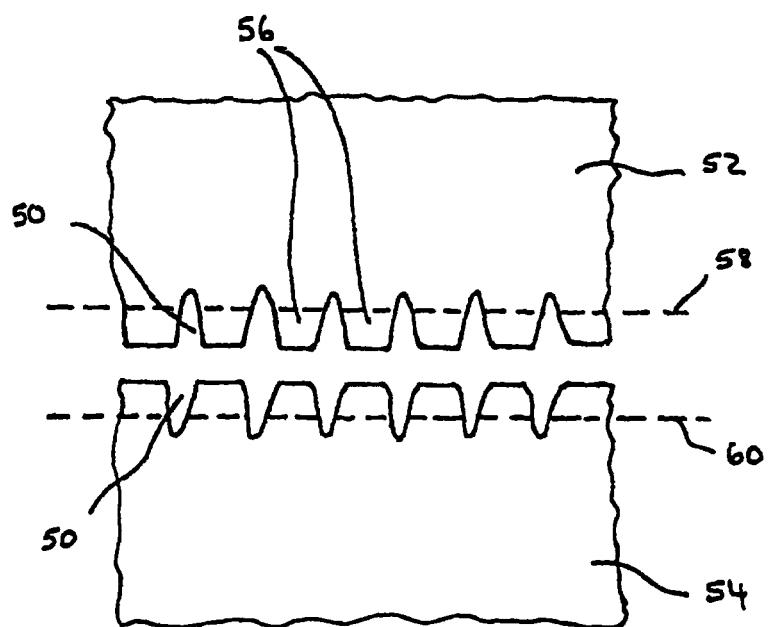


FIG. 4

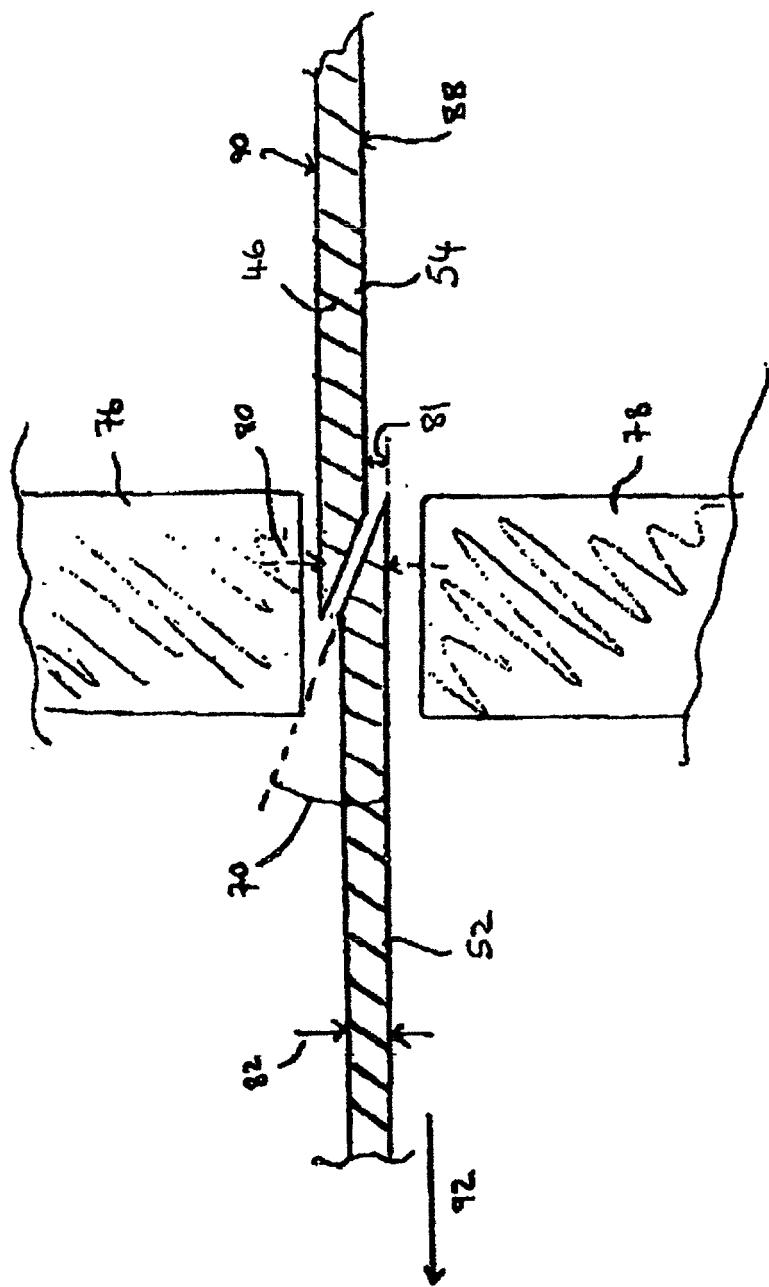


FIGURA 5

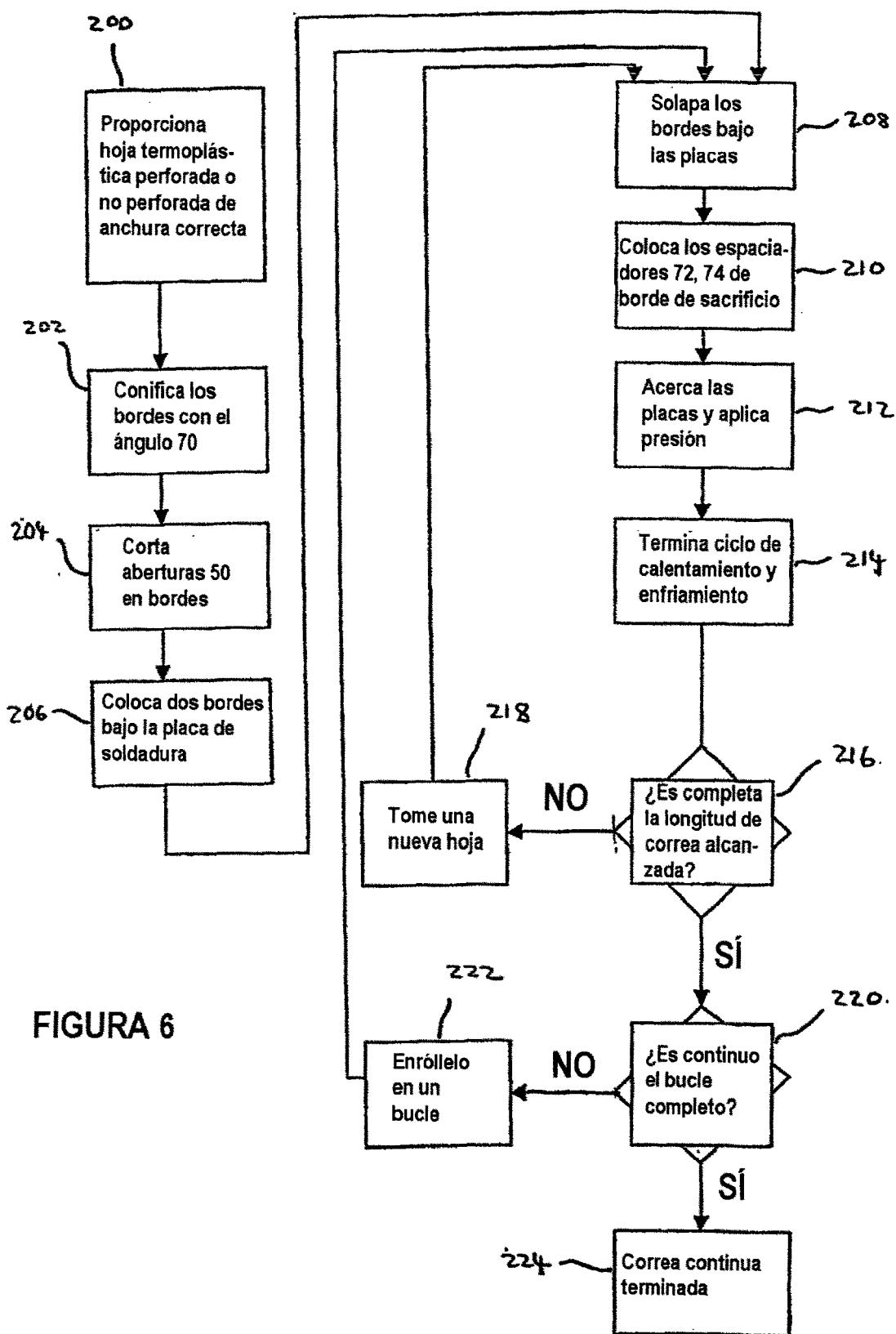


FIGURA 6

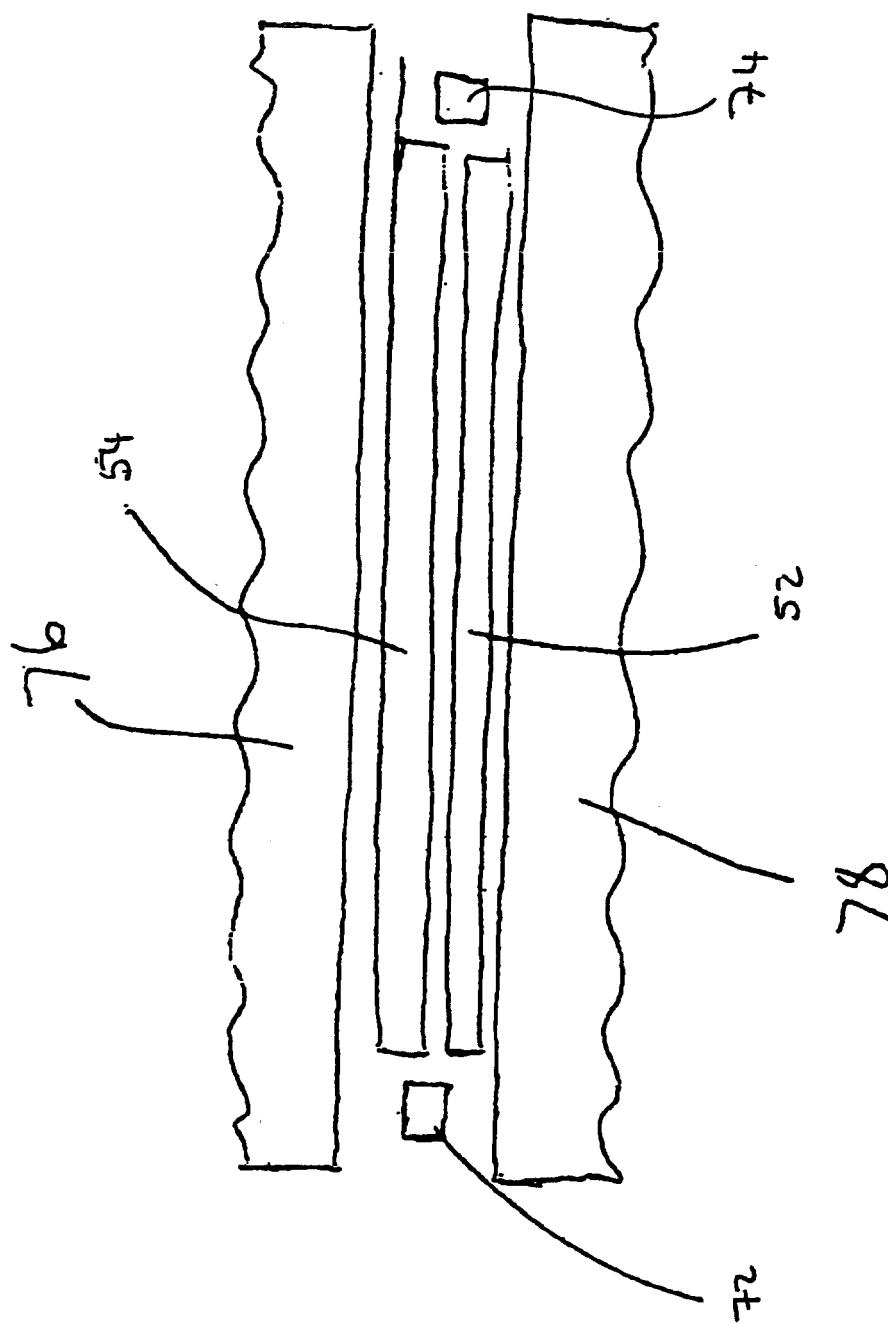


FIG. 7

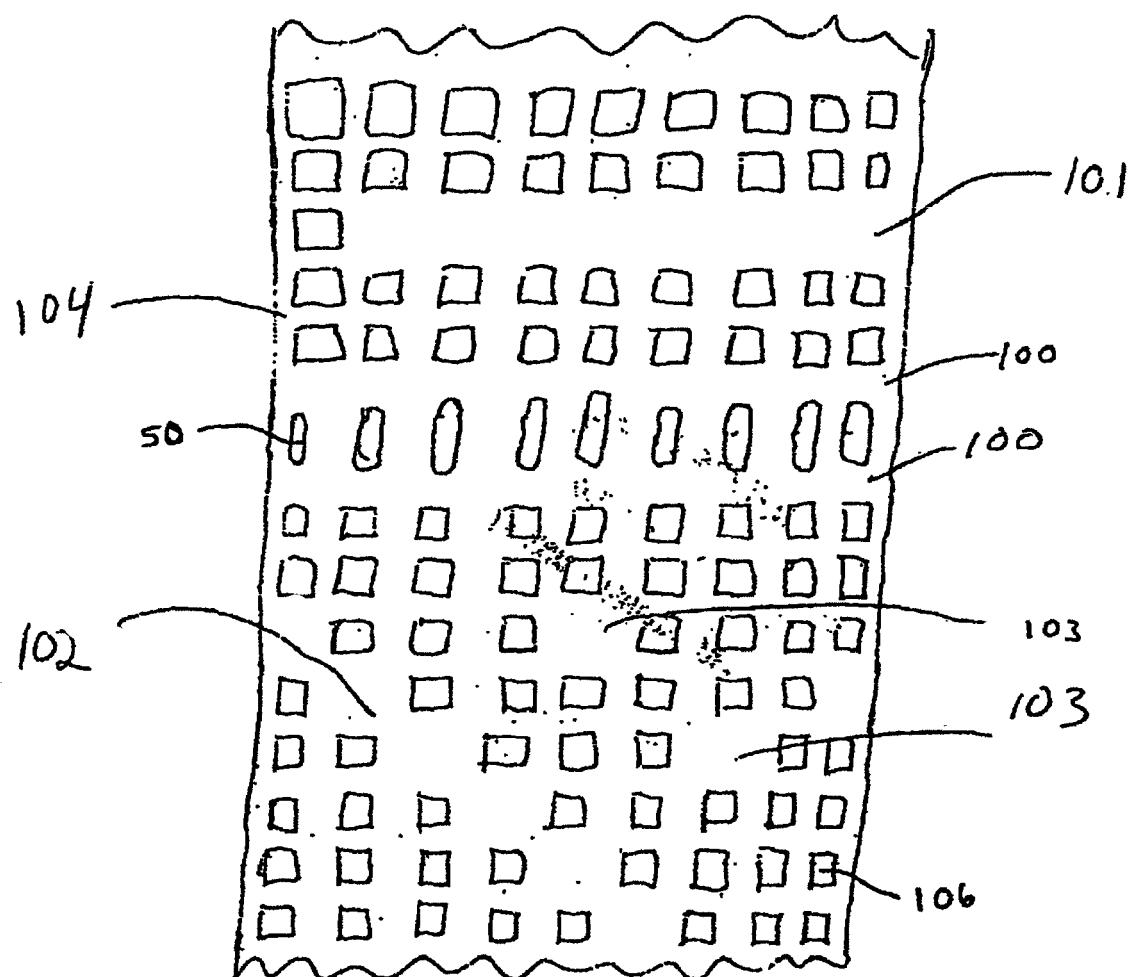


FIGURA 8