

19 ES 21 22	11 NUMERO 289.205	10 Y
	FECHA DE PRESENTACION 26-6-84	



ESPAÑA

MODELO DE UTILIDAD

16 ABO 1984

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 507.919 586.712	32 FECHA 27-6-83 6-3-84	33 PAIS US US
--	-------------------------------	---------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	81 CLASIFICACION INTERNACIONAL H05B 6/00, 6/06
------------------------	---

54 TITULO DE LA INVENCIÓN

"UN DISPOSITIVO CALENTADOR AUTORREGULABLE"

71 SOLICITANTE (S)

METCAL, INC.

(US 507.919 US 586.712)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

3704 Haven Court, Menlo Park, California 94025, EE.UU.

72 INVENTOR (ES)

PAUL F. BUSCH

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

(MOD.- 8.676)

ANTECEDENTES DEL INVENTO

El presente invento se refiere a calentadores eléctricos de autorregulación y a métodos para usar los mismos, y más en particular a un pequeño calentador eléctrico de autorregulación ferromagnético, que puede ser dispuesto temporalmente alrededor de una parte que haya de ser calentada o soldada. El calentador puede ser integrado como una parte permanente de la estructura, o bien puede ser retirado para subsiguientes usos repetidos después de completada cada aplicación de calentamiento.

En la Patente para los EE.UU. nº 4.256.945 de Carter y Krumme, se describe un calentador eléctrico de autorregulación que tiene una estructura estratificada; uno de cuyos estratos es de una alta permeabilidad magnética y de una alta resistencia eléctrica y otro de cuyos estratos es no magnético y tiene una baja resistencia eléctrica (tal como de cobre), en contacto eléctrico, y por lo tanto, en contacto térmico, con el primer estrato. Esta estructura está destinada a ser conectada a través de una fuente de alimentación de corriente alterna de intensidad constante, de tal modo que las capas estén en un sentido en paralelo a través de la fuente.

Debido al efecto pelicular, la corriente queda confinada inicialmente en la capa de alta permeabilidad magnética y alta resistencia eléctrica, de modo que $P=KR_1I^2$, donde P es la potencia, K es I^2 , la cual es una constante, y R es la resistencia eléctrica efectiva del material permeable para altas concentraciones de corriente. La disipación de potencia calienta la capa hasta que la temperatura de ésta se aproxima a la temperatura de

MOD-8676

Curie. La permeabilidad del estrato disminuye hacia el nivel de la segunda capa, la de cobre por ejemplo, a aproximadamente su temperatura de Curie. La corriente no está ya confinada en el primer estrato de alta resistividad por las propiedades magnéticas del primer estrato, y se extiende dentro de la capa de cobre; la resistencia eléctrica a la corriente disminuye considerablemente, se reduce grandemente la potencia consumida $P=KR_2$, siendo $R_2 \ll R_1$, y se reduce el efecto de calentamiento a un nivel tal que mantiene al dispositivo a la temperatura de Curie o próxima a ésta. El dispositivo se autorregula por tanto térmicamente en un estrecho margen de temperaturas alrededor de la temperatura de Curie.

La fuente de alimentación de corriente empleada en la patente antes citada es, típicamente, una fuente de alta frecuencia, por ejemplo de 8 a 20 MHz, para asegurar que la corriente queda confinada en la capa magnética delgada de alta resistividad hasta que se alcanza la temperatura de Curie del material magnético. Concretamente, se consigue la máxima regulación cuando el grosor de la capa magnética es del orden de la profundidad de una película superficial a la frecuencia de funcionamiento. En estas circunstancias, el cambio máximo de resistencia efectiva de la estructura se consigue a la temperatura de Curie o aproximadamente a esta temperatura. Este hecho puede demostrarse con referencia a la ecuación que da la profundidad de la película superficial en una estructura magnética monolítica, es decir, no estratificada: Profundidad de Película Superficial = $5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}}$ cm, donde ρ es la resistividad del material en ohmios-cm, μ es

30 A.G.

MOD-8676

la permeabilidad magnética relativa y f es la frecuencia de la corriente. El campo va disminuyendo según la función e^{-x} , donde x es el cociente de grosor/profundidad de película superficial. En consecuencia, en una estructura monolítica se obtiene mediante el cálculo que el 63,2% de la corriente queda confinada en la profundidad de una película superficial en el material de alto valor de M . En la región de la temperatura de Curie, donde $M = 1$, la corriente se extiende en una región en que Profundidad de Película Superficial = $5030 \sqrt{\frac{l}{M f}}$ cm. Si el valor de M era originalmente igual a 200 (siendo corriente un valor entre 200-1000), la profundidad de la película superficial en la región que está a la temperatura de Curie aumenta en proporción a la raíz cuadrada de 200; es decir, que la profundidad de la película superficial en la estructura monolítica es ahora 14,14 veces mayor que para un valor de $M = 200$.

El mismo tipo de razonamiento concerniente al efecto pelicular puede aplicarse a la estructura estratificada de dos capas en la patente antes citada. Por debajo de la temperatura de Curie, la mayor parte de la corriente circula en la capa magnética cuando el grosor de esta capa es nominalmente igual a la profundidad de una película superficial. En la región de la temperatura de Curie, la mayor parte de la corriente circula entonces en el cobre y la resistencia disminuye espectacularmente. Si el grosor de este material de alto valor de M fuese mayor que dos veces la profundidad de la película superficial, el cambio en tanto por ciento de la corriente que circula en el cobre de alta conductividad sería menor y el cam-

A.G.

P-

MOD. 8676

bio de resistividad no sería tan espectacular. Análogamente, si el grosor del material de alto valor de μ fuese considerablemente menor que la profundidad de una película superficial, el tanto por ciento de corriente que circulara se en el material de alta resistividad, a una temperatura menor que la temperatura de Curie sería menor, de modo que el cambio de resistencia a la temperatura de Curie tampoco sería tan espectacular. Se prefiere la región en que el grosor del material de alto valor de μ es de 1,0 a ~~cu~~ más 1,8 veces la profundidad de una película superficial.

La obtención de una relación exacta para el caso de dos capas es bastante complicada. Las fórmulas matemáticas básicas para la impedancia superficial a partir de las cuales se pueden obtener las expresiones para la relación de la máxima resistencia, $R_{\text{máx.}}$, por debajo de la temperatura de Curie, a la resistencia mínima, $R_{\text{mín.}}$, por encima de la temperatura de Curie, se dan en la Sección 5.19, páginas 298-303 de la referencia de normalización "Fields and Waves in Communications Electronics" ("Campos y Ondas en Electrónica de Comunicaciones"), tercera edición, de S.Ramo, J.R.Winnery y T. VanDuzer, editada por John Wiley and Sons, Nueva York, (EE.UU) 1965. Aunque la teoría descrita en la referencia que se acaba de citar es precisa solamente para el caso de capas planas, sigue siendo suficientemente precisa para todas las aplicaciones prácticas en las cuales la profundidad de la película superficial sea sustancialmente menor que el radio de curvatura.

En tales dispositivos pueden surgir dificultades cuando se alcanza la temperatura de Curie, de-

30

A.G.

11036

MOD-8676

bido a la extensión de la corriente y/o del flujo magnético a las regiones adyacentes exteriores al dispositivo, en particular si el dispositivo está situado próximo a componentes eléctricos sensibles.

5

En la solicitud pendiente de tramitación de Carter y Krumme, Número de Serie 243.777, presentada con fecha 16 de Marzo de 1.981, una solicitud "continuación en parte" de la solicitud de la cual procede la patente antes citada, se ha descrito un mecanismo para impedir que el campo de alta frecuencia generado en el dispositivo calentado irradie a las regiones adyacentes del dispositivo. Este efecto se consigue asegurando que el cobre u otro material de alta conductividad es lo suficientemente grueso de varias veces la profundidad de la película superficial a la frecuencia de la fuente, como para impedir tal radiación y actividad de campo eléctrico. Esta característica es importante en muchas aplicaciones del dispositivo, tal como en un soldador donde los campos electromagnéticos pueden inducir corrientes relativamente grandes en componentes de circuitos sensibles, las cuales pueden destruir tales componentes.

10

15

20

25

30

Como se ha indicado en lo que antecede, el campo magnético en una sola capa simple, es decir, en una estructura monolítica, disminuye según la función e^{-x} , de modo que para una profundidad igual a la de tres películas superficiales, el campo es del 4,9% del máximo, para una profundidad igual a la de cinco películas superficiales es del 0,67%, y para una profundidad igual a la de diez películas superficiales el campo es el 0,005% del máximo. Para algunos usos, los grosores iguales a la profundidad

A.G.

11036

P-
MOB-8676

de tres películas superficiales son satisfactorios, aunque se prefieren de al menos cinco películas superficiales en la mayoría de los casos, y pueden ser necesarios diez o más con algunos dispositivos muy sensibles, en las proximidades de grandes corrientes de calentamiento.

Los dispositivos de la patente y de la solicitud antes citada son operantes para los fines previstos cuando se conectan a un suministro adecuado, pero un inconveniente es el coste del suministro de energía eléctrica de alta frecuencia. Cuando solamente se puede permitir que irradie del dispositivo un campo muy bajo, se mantiene la frecuencia de la fuente de preferencia bastante alta, por ejemplo, en la región de los megahertzios, para poder emplear cobre u otro material no magnético que tenga un grosor razonable.

De acuerdo con el invento de la solicitud de patente nº 526.075 de la misma solicitante, titulado "Un elemento para un dispositivo calentador autorregulable", presentada con fecha 29 de septiembre de 1.983, se puede emplear una fuente de corriente constante de frecuencia relativamente baja, como resultado de la fabricación de la capa de baja resistividad, normalmente no magnética, de un material de alta permeabilidad de elevada temperatura de Curie. Así, el dispositivo comprende una primera capa de alta permeabilidad y de alta resistividad adyacente al camino de retorno de la corriente, y una segunda capa de alta permeabilidad, de preferencia de baja resistividad, alejada del camino de retorno; la segunda capa tiene una temperatura de Curie más alta que la de la primera capa mencionada.

A.G.

Tal como aquí se usa, la denominación "alta permeabilidad magnética" se refiere a materiales que tengan permeabilidades mayores que las de los materiales paramagnéticos, es decir, materiales ferromagnéticos, aunque para la mayoría de las aplicaciones se prefieren permeabilidades de 100 o más.

La teoría del funcionamiento en que se basa el invento de la solicitud antes citada presentada con fecha 29 de septiembre de 1.983, es que usando un material de alta permeabilidad, de elevada temperatura de Curie, como capa de baja resistividad, la profundidad de la película superficial de la corriente en esta segunda capa es tal que confina la corriente en una capa bastante delgada e incluso a frecuencias bajas, aislando con ello esencialmente las superficies exteriores eléctrica y magnéticamente, pero no térmicamente, con una capa de baja resistividad de un grosor manejable. La segunda capa está preferiblemente formada de un material de baja resistividad, pero esto no es esencial.

En un ejemplo de un dispositivo en el que se emplean dos láminas de alta μ , se utiliza una capa de Aleación 42 que tiene una resistividad de aproximadamente 70-80 microhmios-cm, una permeabilidad de aproximadamente 200, y una temperatura de Curie de aproximadamente 300° centígrados. Una segunda capa está formada de acero al carbono que tiene una resistividad de aproximadamente 10 microhmios-cm, una permeabilidad de 1.000, y una temperatura de Curie de aproximadamente 760° centígrados. Las profundidades de la película superficial, usando un suministro de 60 Hz, son de 2,54 mm para la Aleación 42, y de

0,635 mm para acero al carbono. En un ejemplo de un calentador práctico de 60 Hz basado en lo que antecede, se puede emplear un calentador coaxial consistente en un conductor de cobre tubular o cilíndrico de 6,35 mm de diámetro (el conductor de "retorno"), una capa delgada (quizás de 0,051 mm de grosor) de aislamiento, seguida por la aleación magnética sensible a la temperatura que tiene una permeabilidad de 400 y un grosor de 2,54 mm y, finalmente, una camisa exterior de acero con una permeabilidad de 1000 y un grosor de 2,54 mm. El diámetro total del calentador sería de 16,51 mm. Si se usa el calentador en una situación en que sean necesarios 16,7 vatios por metro de longitud de calentador, por ejemplo, para la protección de un líquido contra congelación, siendo la longitud total del calentador de 300 metros, la resistencia del calentador será de 1,96 ohmios. La corriente será de 50 amperios, y el voltaje en el extremo del generador será de 140 voltios a temperaturas algo inferiores a la temperatura de Curie de la aleación magnética sensible a la temperatura en el interior de la tubería exterior. Si hubiera cambios sustanciales en la resistencia eléctrica, debidos a variaciones de la carga térmica, el voltaje requerido deberá variar a fin de mantener constante la corriente. Tal suministro proporciona corriente a costes considerablemente inferiores al de un suministro de corriente constante a una frecuencia de 8 a 20 MHz.

Las relaciones de regulación de potencia (AR) en tal dispositivo; 2:1 a 4:1, no son tan altas como con el dispositivo de la patente con una diferencia de resistividad de aproximadamente 10:1, pero se puede reducir la diferencia de AR usando para ello materiales de resis-

MOD. 8676

tividades más altas y más bajas para los materiales de baja temperatura de Curie y de alta temperatura de Curie, respectivamente. Además, se puede emplear un material de una alta μ , de una resistividad relativamente baja, tal como hierro o acero de bajo contenido de carbono, para aumentar todavía más la relación de regulación de potencia.

De acuerdo con el invento de la solicitud de patente nº 527.652 de la misma solicitante presentada con fecha 30 de Noviembre de 1.983, se consiguen relaciones de potencia de autorregulación de 6:1 a 7:1 al tiempo que se conserva la capacidad de utilizar suministros de baja frecuencia, sin producir niveles inadmisibles de radiación de campo.

Los objetos del invento se consiguen proporcionando una región de alta conductividad en la cara de contacto entre los dos miembros que tienen alta permeabilidad, tal como se describe en la solicitud de la misma solicitante, nº 526.075, presentada con fecha 29 de Septiembre de 1.983.

El material en la región de la superficie de contacto puede ser cobre, por ejemplo, o bien otro material muy conductor. El material puede aparecer como una capa separada, como un emparedado de material magnético, no magnético y magnético, o bien puede estar pegado a las capas ferromagnéticas de alta y/o baja temperatura de Curie en la cara de contacto, para proporcionar una región de superficie de contacto de baja resistividad.

Son grosores típicos de la construcción de emparedado para 1 KHz los de 0,762 mm para ambos materiales ferromagnéticos, los de baja y los de alta temperatura de

30
A.G.

11036

MOD-8676

Curie, respectivamente, y de 0,254 mm para la capa de cobre.

En funcionamiento, al aproximarse la temperatura en la primera capa a la de Curie y disminuir rápidamente su permeabilidad, la corriente se extiende dentro de la capa de cobre y en la segunda capa magnética. La resistencia total de la estructura, debido a la presencia del cobre, disminuye espectacularmente proporcionando una alta relación de autorregulación. Además, la mayor parte de la corriente queda confinada en la capa de cobre y solamente un pequeño tanto por ciento penetra en la segunda capa magnética. En consecuencia, el grueso de esta última capa solamente tiene que ser de 3 a 5 veces el de la película superficial, para conseguir un blindaje virtualmente completo del dispositivo. Por consiguiente, se logra el objetivo de una relación de potencia de autorregulación grande en un dispositivo relativamente pequeño, usando una fuente de baja frecuencia. Se entiende por fuente de baja frecuencia la que tenga una frecuencia en el margen de 50 Hz a 10.000 Hz, aunque es totalmente adecuada una secuencia de 50 a 8.000 Hz.

Con relaciones de autorregulación de 6:1 y 7:1, las variaciones del calentamiento por debajo y por encima de la temperatura de Curie son bastante grandes, de modo que el aparato puede responder rápidamente a las variaciones de la carga térmica y mantener así una regulación de temperatura precisa en un dispositivo pequeño, que funciona a baja frecuencia.

En todos los casos anteriores, las estructuras del calentador de autorregulación son rígidas y o

30

A.G.

11036

bien constituyen la totalidad o parte del dispositivo que ha de ser calentado, es decir, de la pieza de trabajo, y se convierten necesariamente en una parte de la estructura final. La rigidez de los dispositivos anteriores y el hecho de que los dispositivos han de formar necesariamente parte de la pieza de trabajo, impide su uso en ciertas áreas especializadas.

BREVE DESCRIPCION DEL PRESENTE INVENTO. . . .

De acuerdo con el presente invento, se describe un calentador de autorregulación y métodos para utilizar el mismo, empleando las técnicas de calentamiento de cualquiera de las solicitudes citadas o de las patentes citadas, cuyo calentador es flexible y no ha de convertirse necesariamente en parte de la estructura acabada.

Más concretamente, hay numerosos casos en los cuales se desea emplear un calentador de autorregulación flexible que pueda a la vez calentar sin sobrecalentamiento y sujetar apretadamente la pieza de trabajo. Un ejemplo clásico de tal uso se encuentra en la técnica de los cables blindados para comunicaciones. En muchas aplicaciones de tales cables, es necesario soldar un hilo de tierra al blindaje trenzado del cable. Aproximadamente un 15% de los cables resultan dañados durante el procedimiento, debido a sobrecalentamiento del aislamiento entre el blindaje trenzado y el conductor o conductores interiores. En tal situación se emplea un calentador de acuerdo con el presente invento, para sujetar con una banda el hilo de tierra y soldarlo al blindaje y calentar entonces la soldadura y el blindaje hasta una temperatura específica, bien regulada, por encima del punto de fusión de la soldadura empleada y por debajo de la temperatura de fusión o de destrucción del

5

10

15

20

25

30

A.G.

11036

aislamiento. En esta situación, la banda del calentador sujeta rígidamente a la soldadura, al blindaje y a la banda juntos durante toda la operación, impidiendo que se produzca una unión de soldadura fría y asegurando que no se sobrecalienta el aislamiento del cable.

Otros casos en los que el valor de un calentador flexible susceptible de ser unido supera todo lo que puede preverse, es en los de fusión de plásticos. Otras situaciones en las que la sujeción y el calentamiento controlado son importantes y/o útiles, son las de unión entre sí de trenzados de cable, en que los cables son unidos, calentando por puntos, tal como los acoplamientos de fijación de fontanería y similares; y en las de descongelación de tuberías congeladas, en donde se sujeta la banda alrededor de la tubería, se calienta y luego se quita.

El calentador del presente invento contempla, en una de las realizaciones preferidas, una banda flexible, la cual comprende una pluralidad de capas flexibles delgadas que tienen, en el siguiente orden, una capa exterior de aislamiento, una primera capa de cobre, una segunda capa de aislamiento, una capa de material ferromagnético, y una segunda capa de cobre en contacto con la capa ferromagnética. La capa de cobre primeramente mencionada se une a la otra capa de cobre por un extremo de la banda, y las capas de cobre están destinadas, en el otro extremo de la banda, a ser conectadas a una fuente de corriente alterna de intensidad constante, adecuada.

El extremo de la banda alejada de la conexión de la fuente está provisto de un miembro de cierre el cual, en una forma, puede ser una bola de plástico apri-

sionada en una capucha estrechada, de modo que el otro extremo de la banda pueda ser introducido fácilmente pero no pueda ser retirado fácilmente. Así, la estructura puede ser sujeta con banda alrededor de cualquier miembro que haya de ser calentado.

Se puede unir una capa de soldadura o de otro de tales materiales a la capa interior de cobre de la banda, o bien se puede prever en la capa interior de cobre de la banda, o bien se puede prever como una cinta separada y envolverse alrededor de la pieza de trabajo. En cualquier caso, la cinta de soldadura o la banda con soldadura integral se coloca en una posición apropiada alrededor de la pieza de trabajo y se aplica la banda sobre ella, con la segunda capa de cobre adyacente a la banda.

También se puede emplear una versión inductiva del calentador de banda. En tal realización, se cubre la superficie exterior de un estratificado de alta μ con una capa de aislamiento. El estratificado está provisto de un enganche modificado para proporcionar una espira cortocircuitada, y puede también tener su superficie interior cubierta con soldadura.

Se puede prever una herramienta que permita que una banda conductora flexible sea llevada apretadamente alrededor de la banda de calentador. Se aplica a la banda conductora una corriente constante de frecuencia relativamente alta, y se inducen en el material de alta μ grandes corrientes. Al aproximarse a la temperatura de Curie, la μ del material ferromagnético se aproxima a uno, y las corrientes en la banda calentadora migran al interior de la banda calentadora, reduciendo la resistencia de

MOD-8676

la banda. Es de hacer notar que si la capa de material de aislamiento es bastante delgada, se consigue un acoplamiento virtualmente unitario entre las dos bandas, y la corriente en la banda calentadora permanece virtualmente constante con las variaciones de μ de la banda calentadora ferromagnética. Si la capa de aislamiento es relativamente gruesa, no se consigue el acoplamiento unitario y al disminuir el valor de μ , la corriente inducida no permanece constante sino que disminuirá algo, aumentando la relación de autorregulación.

Cualquiera de los dispositivos descritos en lo que antecede puede adoptar dos formas. En una forma, se considera el calentador como un elemento desechable y, después de su uso, se deja simplemente en su posición. En esta realización, la superficie exterior de la segunda capa de cobre tiene una capa de soldadura formada sobre la misma de modo que la banda queda soldada al producto final. En otra realización del invento, la superficie interior del cobre está cubierta con una capa muy delgada de plástico de alta temperatura de modo que no establece contacto con la soldadura y puede ser retirada fácilmente.

En uno u otro de los casos anteriores, las bandas funcionan del mismo modo durante el procedimiento real de soldadura. Con referencia de nuevo al ejemplo del cable trenzado, se introduce una banda o hilo de tierra entre cordones adyacentes de trenzado y se aplica una hoja delgada de soldadura bajo la trenza en el punto de introducción. Se aplica entonces la banda y se tensa con una herramienta PanduitTM, por ejemplo. Se aplica corriente a la banda y, al fundirse la soldadura, se puede apre-

A.G.

11036

P-

MOD-8676

tar más la banda, si es deseable, con la herramienta de Panduit, para asegurar que la trenza, la banda de tierra y la soldadura quedan todas sujetas rígidamente durante la fase de acoplamiento de la operación. Después de enfriar, se puede dejar la banda en posición o se puede quitar, dependiendo del tipo de banda empleado.

Independientemente de la forma de la banda empleada, puede modificarse una herramienta Panduit, fabricada por la Panduit Corporation de Finley Park, Illinois (EE.UU.) (véanse las patentes para los EE.UU. RE. 26492; 3.254.680 y 3.661.187) mediante el uso de un aislamiento en posiciones apropiadas para asegurar que se aplica la corriente en las posiciones apropiadas de la banda. Así, al aplicarse la herramienta a la banda y hacerse funcionar para tensar la banda, la misma hace que los electrodos se apliquen a la banda en posiciones apropiadas para aplicar corriente a la misma como y cuando se desee.

La ventaja del sistema descrito en lo que antecede es que, independientemente de los cambios en dimensiones de la pieza de trabajo durante el ciclo de calentamiento, debidos a fusión de la soldadura, desplazamiento de los miembros, etc., la banda puede ser mantenida tensa, impidiendo el movimiento de los miembros que en otro caso podría dar por resultado una unión de soldadura fría o la ausencia total de unión real. Además, y de gran importancia, está el hecho de que la banda es un calentador de autorregulación de modo que no se originan daños en el aislamiento del cable.

Tiene todavía otra ventaja el dispositivo, que se refiere a la adaptación de impedancias entre la

30

A.G.

11036

fuerza de energía eléctrica y la banda. En los dispositivos anteriores, la longitud del circuito de carga era bastante corta, 25 ó 50 mm como máximo. En el presente dispositivo, el circuito es relativamente bastante largo, por lo menos de 75 mm. o más, de modo que incluso aunque se experimente una gran caída de resistencia en la región de la temperatura de Curie, se mantiene una impedancia razonable. Como ejemplo, si se ha de unir una banda de tierra a un cable de 25,4 mm, la longitud total del calentador en el circuito en una realización es de $2 \pi D$, y en la realización en la que se utilizan tiras o ramas paralelas conectadas por los extremos es igual al diámetro del miembro que ha de ser calentado multiplicado por el número de ramas paralelas y multiplicado por π o bien: $X \pi D$, donde X es el número de tiras o ramas paralelas. Un acoplamiento de tubería y calentador combinados, de acuerdo con los dispositivos de la técnica anterior, tendría una longitud de quizás 50 mm, es decir, la longitud axial del acoplamiento. Así, en el dispositivo del presente invento, el valor de la resistencia experimenta un considerable cambio con respecto a los dispositivos anteriores, pero no cae tan bajo como los "valores bajos", y por consiguiente la adaptación de impedancias no es un problema grave.

La banda calentadora del presente invento tiene una función adicional, por cuanto si se permite que la misma se convierta en parte de la estructura final, aumenta considerablemente la resistencia mecánica de tal estructura. Por ejemplo, si se unen dos cables extremo con extremo y se solapan los blindajes, la banda mantiene una fuerza considerable dirigida hacia dentro sobre las áreas

DD-8676

solapadas del trenzado y refuerza la estructura. Análogamente, si se une trenza a la envuelta exterior de un conector, la banda mantiene una considerable fuerza dirigida hacia dentro sobre la trenza, para sujetarla al conector; tal fuerza es independiente de la resistencia mecánica de la conexión de soldadura.

La banda no se emplea necesariamente sólo con la soldadura; el uso con la soldadura es un ejemplo familiar de un campo de aplicación. Se puede emplear la banda para calentar adhesivos, mastiques, fundentes, plásticos y otros materiales reblandecibles o endurecibles por calor, para unir, conformar, formar, etc.

El método contemplado en el invento es el que consiste en unir una pieza de trabajo que ha de ser calentada o bien unir juntas piezas de trabajo que han de ser calentadas simultáneamente, mediante una banda que constituye un calentador de autorregulación, activar el calentador y mantener en la banda una tensión aproximadamente constante durante el calentamiento, y, si se desea, durante el subsiguiente procedimiento de enfriamiento.

DESCRIPCION DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Otra realización del presente invento contempla una estructura para aumentar la flexibilidad de la banda, aumentando simultáneamente su resistencia eléctrica mínima, de modo que se simplifique la adaptación de impedancias de la fuente de alimentación de corriente con el calentador y se confine además el calor a una región especificada: la región de la pieza de trabajo que está en contacto con el calentador.

Con referencia inicialmente a la flexibili

30

A.G

11036

dad, la banda definida por un núcleo de cobre central rodeado por aislamiento y luego, en sucesión, material de alto valor de μ , y luego cobre, es algo rígida. Se ha comprobado que si se confina el material de alto valor de μ a una tira plana dispuesta frente a solamente una superficie del conductor central (retorno de corriente) y se provee a la superficie del conductor de cobre exterior dispuesto en el lado opuesto del conductor central con respecto al del material de alto valor de μ , de una pluralidad de ranuras estrechamente espaciadas perpendiculares a la longitud de la banda, se aumenta grandemente la flexibilidad de la banda.

Además, las ranuras confinan la corriente a un área menor (en al menos un 50%) que en el calentador no ranurado, y por consiguiente aumentan la resistencia de la cinta para proporcionar una mayor facilidad de adaptación de la fuente de alimentación de corriente constante a la banda. Además, confinando la corriente a solamente esa región del conductor exterior que se ha puesto en contacto con el material de alto valor de μ , se confina a esa región la generación de calor.

También se puede variar la forma de calentador de acuerdo con las varias solicitudes y patentes anteriores.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Los anteriores y todavía otros objetos, características y ventajas del presente invento se pondrán de manifiesto al considerar la siguiente descripción detallada de ejemplos específicos del mismo, especialmente cuando se consideran juntamente con los dibujos que se

acompañan, en los que:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de la realización preferida de una banda calentadora del presente invento.

5 La Fig. 2 es una vista en corte de la banda de la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista esquemática de la banda de la Fig. 1 y de un mecanismo de enganche adecuado para uso con la misma.

10 La Fig. 4 ilustra otro ejemplo del enganche utilizable con la banda calentadora del invento.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático, tanto eléctrico como mecánico, de una banda calentadora inductiva.

15 La Fig. 6 es una vista en corte transversal, de detalle, de un segmento de la banda de la fig. 5.

Con referencia ahora concretamente a los dibujos que se acompañan, se ha ilustrado en ellos, a escala muy ampliada, una forma preferida de banda calentadora 10 del presente invento.

20 Con referencia concretamente a las Figs. 1 y 2, un conductor 136 de retorno de corriente está rodeado por una capa de aislamiento 138. Un material 140 de alto valor de mu está dispuesto a lo largo de solamente la superficie inferior, como se ve en las figuras, de la capa aislante 138. La estructura está rodeada por una capa de cobre 142 que forma la capa exterior del dispositivo.

25 La capa de cobre 142 o la capa de otro material muy conductor o moderadamente conductor está ranurada como se ha indicado por el número de referencia 144. Las

30

A.G.

11036

P-
MOD-8676

ranuras 144, dependiendo de la impedancia de la fuente y de la flexibilidad deseada, pueden extenderse solamente a través de la parte superior de la banda o bien a través de la parte superior y bajando por los lados de la banda, habiéndose ilustrado esta última condición en las Figs. 1 y 2.

5

Las ranuras 144 limitan el flujo de corriente a las regiones no ranuradas, que en la realización ilustrada son las regiones 146 y 148 que están adyacentes solamente a la capa 140 de alto valor de μ . La limitación de la corriente a la capa de cobre delgada 146-148 aumenta materialmente la resistencia eléctrica del dispositivo en su conjunto, haciendo que sea mucho más sencilla la adaptación de impedancia de la fuente de corriente al calentador. Por otra parte, la flexibilidad comunicada al calentador por las ranuras 144, hace materialmente más fácil la envoltura de la banda alrededor de una pieza de trabajo y el tirar de la misma llevándola apretadamente alrededor de todas las regiones de esta, y la adaptación a contornos irregulares con mayor facilidad que con las bandas no ranuradas que son más rígidas.

10

15

20

La capa 140 de alto valor de μ puede ser una capa individualizada, como se ha ilustrado, o bien puede estar estratificada a una base de cobre o a una base de otro material.

25

Una interesante característica de este diseño es que la corriente queda confinada por las ranuras 144 a las regiones 146 y 148 de la capa conductora exterior. Como consecuencia, se genera calor solamente en esa región que incluye en particular el material 140 de alto

30

MOD-8676

valor de μ . Así, se genera el calor inmediatamente junto a la pieza de trabajo; el generador de calor, el material de alto valor de μ , queda separado de la pieza de trabajo solamente por una delgada capa de material conductor, de cobre, de acero inoxidable, etc., dependiendo de las características eléctricas y físicas deseadas del calentador.

Se hace así que el calentador sea muy flexible, muy eficaz y de más fácil adaptación al suministro de energía eléctrica, en particular a frecuencias de funcionamiento de 8-20 MHz, que las otras formas del dispositivo, debido a la alta resistencia eléctrica de las bandas de las Figs. 1 y 2.

La frecuencia del suministro aquí ilustrado no queda limitada a una gama específica de frecuencias. El funcionamiento por encima de la gama de 1.000 a 5.000 Hz aumenta muy poco las actuaciones, a menos que se empleen frecuencias lo suficientemente altas como para aumentar considerablemente la resistencia eléctrica de la primera capa.

La denominación "corriente constante" tal como aquí se emplea, no significa una corriente que no puede aumentar, sino que significa una corriente que obedezca a la siguiente fórmula:

$$\frac{\Delta I}{I} < - \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R}$$

Concretamente, con objeto de autorregular, la energía eléctrica entregada a la carga cuando la temperatura del calentador es superior a la de Curie, debe ser

P-
MOD-8676

menor que la energía eléctrica comunicada a la carga a una temperatura inferior a la de Curie. Si se mantiene la corriente invariable, se consigue entonces la mejor relación de autorregulación sin llegar a controlar la alimentación de energía eléctrica para reducir la corriente. Sin embargo, en tanto se reduzca la corriente lo suficiente como para reducir el calentamiento, se consigue la autorregulación. Por tanto, cuando no se precisan grandes relaciones de autorregulación, se pueden suavizar las limitaciones en cuanto al grado de control de la corriente, reduciéndose el coste de la alimentación de energía eléctrica.

5

10

La anterior ecuación se deduce analizando la ecuación:

15

$P = (I + \Delta I)^2 (R + \Delta R)$, donde P es la potencia; diferenciando P con respecto a R

$$\frac{dP}{dR} = I^2 + 2RI \left(\frac{dI}{dR} \right)$$

y para satisfacer los requisitos para la autorregulación,

20

debe ser $\frac{dP}{dR} < 0$., Por consiguiente $I^2 + 2RI \left(\frac{dI}{dR} \right) < 0$, lo que se reduce a la anterior ecuación.

25

Como se ha indicado anteriormente, se puede aplicar el aislamiento a la superficie interior (a la superficie de la banda que hace contacto con la pieza de trabajo) para evitar la adherencia de la banda a la soldadura. También se puede conseguir tal efecto empleando un conductor exterior al cual no se adhiera fácilmente la soldadura; tal como de aluminio, de titanio o similar. Los aisladores anteriormente mencionados pueden ser de cualquier material relativamente flexible, resistente al calor,

30

orgánico o inorgánico, que además no sea mojado por la soldadura. Los materiales específicos se determinan por el calor que se vaya a encontrar y por el tipo de soldadura empleado. Los ejemplos de metales dados en lo que antecede son para soldaduras de estaño-plomo. También se pueden emplear el aluminio y el titanio con soldadura fuerte y con otras soldaduras para altas temperaturas.

Con referencia ahora concretamente a la Fig. 3 de los dibujos que se acompañan, la banda 10 está provista de un dispositivo de bloqueo 12. El dispositivo 12 está sujeto adyacente a un extremo de la banda y comprende un alojamiento 14 estrechado y una bola 16.

En funcionamiento, se introduce el extremo 18 de la banda alejado del dispositivo 12 a través del dispositivo 12, bajo la bola 16. Al moverse la banda de izquierda a derecha, en la Fig. 3, se mueve la bola 16 hacia la derecha y permite el libre paso de la banda. No obstante, al intentarse el movimiento de la banda 10 de derecha a izquierda, se mueve la bola 16 de derecha a izquierda y es empujada hacia abajo y aprieta a la banda entre la bola y la pared inferior del dispositivo 12. La acción de acuñamiento impide que prosiga el movimiento de la banda hacia la izquierda.

La bola 16 está hecha de un material no conductor, a fin de evitar un cortocircuito a través de la banda en su extremo de entrada. Si la bola 16 fuese de metal, produciría un cortocircuito en el dispositivo 12, de modo que no sería suministrada corriente a la parte de calentamiento de la banda 10.

Hay varias características del dispositivo

P-

MOD-8676

que son de resaltar. Físicamente, la banda no tiene dimensiones precisas; es decir, se puede vender la banda al público en trozos enrollados de gran longitud, de 15 metros, de 30 metros, etc. El usuario compra un cierto número de enganches y una herramienta para aplicación del enganche, de modo que a medida que se va usando cada trozo o longitud y se corta, se puede unir un enganche para el siguiente trozo o longitud. El enganche puede suministrarse con una zona de dientes individuales para perforar la banda y poner en cortocircuito las capas de cobre entre sí. Se pueden emplear otros medios para poner en cortocircuito las capas, tales como pinzas, grapas, etc.

Es también importante que la banda esté diseñada correctamente para conseguir un acoplamiento eficaz de la fuente de energía eléctrica a la banda. Entre la banda y la fuente de energía eléctrica se precisa usualmente una circuitería apropiada de adaptación de impedancias; el diseño preciso de esta circuitería depende de las dimensiones de la sección transversal de la banda, de la longitud de la banda, de la frecuencia y de la resistividad y permeabilidad de los materiales magnéticos empleados, así como de la resistividad de los materiales no magnéticos.

Otra característica del invento es que la banda de la Fig 1 es también reutilizable. Se puede desprender la banda de la pieza de trabajo mientras la soldadura está todavía caliente. La anterior solución es posible en particular cuando la soldadura penetra en la pieza de trabajo, como ocurre con los trenzados, dado que la retirada de la banda no afecta a la soldadura que ha pene-

30

A.G.

11036

trado. Esto mismo es cierto cuando se emplea la banda para fundir materiales tales como cintas de plástico o soldables por calor, usadas en reparación de cables, y similares.

5 Otra característica importante de la banda es inherente a su diseño básico. Se puede aplicar la banda desde el lado de un cable, tubería o similar; no tiene que ser la misma hecha deslizar sobre el extremo del cable o tubería antes de poder unirlos.

10 La estructura que se acaba de indicar exige una conexión directa del calentador de la banda a través de la fuente de alimentación de corriente. Con referencia concretamente a las Figs. 5 y 6, se ha ilustrado en ellas una versión del calentador 108 de banda inductivo de acuerdo con un ejemplo de realización del presente invento. El calentador comprende una banda 110 de material de un valor de μ relativamente alto cubierta sobre su superficie exterior por una capa delgada 112 de aislamiento. Un enganche 114 es como se ha ilustrado y descrito con respecto a la Fig. 3, excepto en que la bola 123 del enganche es conductora, para proporcionar una espira cortocircuitada para permitir que se establezcan corrientes en circulación. Si se desea, se puede extender una capa 116 de soldadura sobre toda la superficie interior de la capa 110 entre los extremos del enganche 114.

25 La banda está fijada como se ha descrito anteriormente alrededor de un cable o similar y se calienta luego mediante una banda flexible discontinua 118 de material conductor, conectada por medio de bornas 120 y 122 a una fuente 124 de corriente alterna constante, de frecuen-

30

A.G.

11036

cia apropiada. Las bornas 120 y 122 van en los extremos de un par de alicates o mordazas.

En uso, se rodea el cable con el calentador de banda 108, con la soldadura en contacto, por ejemplo, con la trenza de un cable. Se aplica la banda alrededor de la mordaza 108, se cierran las mordazas hasta que la banda 118 queda fijada alrededor de la banda 108, y entonces se aplica corriente. La banda 108 se calienta por inducción hasta su temperatura de Curie, en cuyo momento se disminuye el valor de μ del material de la capa 110 y se extiende la corriente al interior de la capa, dando por resultado una resistencia disminuida. Los parámetros tales como la intensidad de corriente, el área, la resistencia, etc., se eligen de tal modo que por encima de la temperatura de Curie el calor disipado en la atmósfera circundante reduzca la temperatura de la banda por debajo de la temperatura de Curie y tenga lugar autorregulación.

Las bandas descritas son notablemente delgadas y, por ejemplo, una banda empleada para soldar el trenzado de una tubería de cobre de 38,1 mm al de una tubería de cobre de 50,8 mm, tiene aproximadamente 0,457 mm de grosor y aproximadamente 4,572 mm de anchura. El cobre y/o la aleación, o los materiales seleccionados, tienen la suficiente resistencia mecánica para permitir la eficaz sujeción de la estructura con la banda. Tal banda, hecha funcionar a 250 vatios, soldaba un acoplamiento de cobre sobre una tubería de cobre de 38,1 mm en un minuto. Al elevar la energía a 500 vatios, el tiempo disminuyó a 20 segundos. Se hizo notar que aproximadamente a 300 vatios, los tiempos disminuían considerablemente, convirtiéndose la carga en un disipador

P-
P-
MOD-8676
de calor corto en vez de en un disipador de calor infinito a aproximadamente ese nivel de la energía en la estructura definida en lo que antecede.

5 Es evidente que el presente invento proporciona un dispositivo combinado único de calentador y fijación con banda para realizar muchas funciones que exigen que la pieza de trabajo sea sujeta apretadamente y calentada hasta una temperatura precisa. El dispositivo se puede usar para la conexión de trenzados que se solapan o de trenzados que solapan a conectadores, pero no hay diferencia real alguna en la operación si los miembros que se solapan son tubos de plástico que hayan de ser unidos, tuberías de cobre y/o racores que hayan de ser unidos, la soldadura de una banda de tierra a un cable, el calentamiento de un pegamento, un mastique o un adhesivo o fundente o similar. La banda puede quedar formando parte de la estructura final o puede ser retirada. Si se incorpora en la estructura final, se convierte en un miembro de refuerzo y aumenta la resistencia mecánica del producto completado.

10
15
20 También se puede emplear la banda como un calentador. Debido a la capacidad de entrada de lado, puede aplicarse sobre una sección congelada de una tubería o puede conformarse como una hélice alrededor de una tubería para calentar el contenido de la tubería para cualquiera de una diversidad de usos, tal como para descongelar, para favorecer una reacción química, y similares.

25
30 La estructura de enganche puede adoptar muchas formas, aunque las de la Fig. 3 se recomiendan en particular por sí mismas para instalaciones permanentes, dado que son notablemente pequeñas, de 6,35 mm de anchura,

Pf

MOD-8676

9,525 mm de longitud y aproximadamente 6,35 mm de altura.

Una vez conocida la anterior descripción, resultarán evidentes para los expertos en la técnica otras muchas características modificaciones y perfeccionamientos. Tales otras modificaciones, características y perfeccionamientos se han de considerar, por consiguiente, parte de este invento, cuyo alcance debe considerarse determinado por las reivindicaciones que siguen.

i

5

10

15

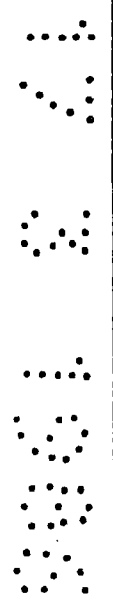
20

25

30

A.G.

11036



REIVINDICACIONES

5 Los puntos que como característica de novedad se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Modelo de Utilidad en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un dispositivo calentador autorregulable que comprende: una banda calentadora de autorregulación flexible, relativamente plana y alargada, que tiene al menos un primer miembro alargado, delgado, de material ferromagnético; medios para sujetar dicha banda calentadora rodeando una pieza de trabajo que haya de ser calentada; y medios para desarrollar una corriente alterna en dicha banda, suficiente para hacer que su temperatura se aproxime a la temperatura de Curie de dicho material ferromagnético.

20 2ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª, en el que dicha banda comprende además: una pluralidad de miembros alargados paralelos conectados eléctricamente extremo con extremo para aumentar la longitud eléctrica de los mismos a través de la cual se aplica la corriente.

25 3ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, en el que dicho miembro alargado tiene un recubrimiento delgado sobre una de sus superficies planas alargadas de un material conductor.

30 4ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 3ª, en el que dicho recubrimiento delgado tiene una pluralidad de ranuras alargadas, en general paralelas, cada una de las cuales se extiende transversal a la dimen-

ión alargada de dicha banda y ordenadas a lo largo de al
 menos una de sus superficies.

5 5ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª, en el que dichos medios para desarrollar una corriente alterna comprenden: medios para conectar una corriente alterna de intensidad constante a través de los extremos eléctricos opuestos de dicha banda.

10 6ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª o la reivindicación 5ª, en el que dichos medios de sujeción comprenden un mecanismo de enganche que permite que dicha banda sea estirada apretadamente alrededor de una pieza de trabajo que ha de ser calentada y sujetar dicha banda en la condición de apretada.

15 7ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 6ª, que comprende además medios para apretar dicha banda durante el calentamiento para mantener la tensión en dicha banda durante el calentamiento de la pieza de trabajo.

20 8ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 7ª, en el que dichos medios para apretar comprenden dichos medios para aplicar corriente a dicha banda.

25 9ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 7ª, en el que dichos medios para apretar comprenden: medios para agarrar un extremo de dicha banda que se extiende hacia fuera del segmento de dicha banda dispuesto alrededor de una pieza de trabajo y comunicar movimiento relativo de dicho extremo de dicha banda con relación a dicho segmento; y dichos medios de agarre tienen otros medios para aplicar corriente a dicha banda.

30 10ª.- Un dispositivo calentador según la

MCD-8676

reivindicación 8ª, en el que una superficie plana alargada de dicha banda tiene un recubrimiento para proteger físicamente dicha banda de la abrasión.

5 11ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª, en el que dicho miembro alargado tiene un recubrimiento delgado, sobre una de sus superficies planas alargadas, de un material que tiene al menos una resistencia eléctrica más baja que la de dicho material.... ferromagnético primeramente mencionado.

10

12ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª o la reivindicación 11ª, en el que dichos medios para desarrollar una corriente incluyen medios para inducir dicha corriente en dicha banda.

15

13ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 4ª, que comprende además: una capa de soldadura formada en una superficie de dicho recubrimiento delgado, destinada a hacer contacto con dicha pieza de trabajo.

20

14ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 11ª, que comprende además: una capa de soldadura formada en una superficie de dicho recubrimiento delgado, destinada a hacer contacto con dicha pieza de trabajo.

25

15ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 6ª, que comprende además medios para apretar inicialmente dicha banda alrededor de una pieza de trabajo y permitir el posterior apriete de dicha banda durante el calentamiento.

30

16ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 15ª, en el que dichos medios para apretar

A.G.

11036

MOR-8676

la banda incluyen medios para generar corriente eléctrica en dicha banda.

5 17ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª, en el que dicho miembro alargado tiene un recubrimiento sobre una de sus superficies planas alargadas de un material que no se adhiere a la soldadura.

10 18ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 17ª, en el que dicho recubrimiento es conductor.

10 19ª.- Un dispositivo calentador según la reivindicación 1ª, que comprende además medios para mantener dicha banda en posición apretada alrededor de la pieza de trabajo durante el calentamiento.

15 20ª.- "UN DISPOSITIVO CALENTADOR AUTORREGULABLE".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

17 MAR. 1936

Alberto de Zubizarra
Por Poder,

25

30
A.G.

11036

METCAL I/II
ESCALA VARIABLE

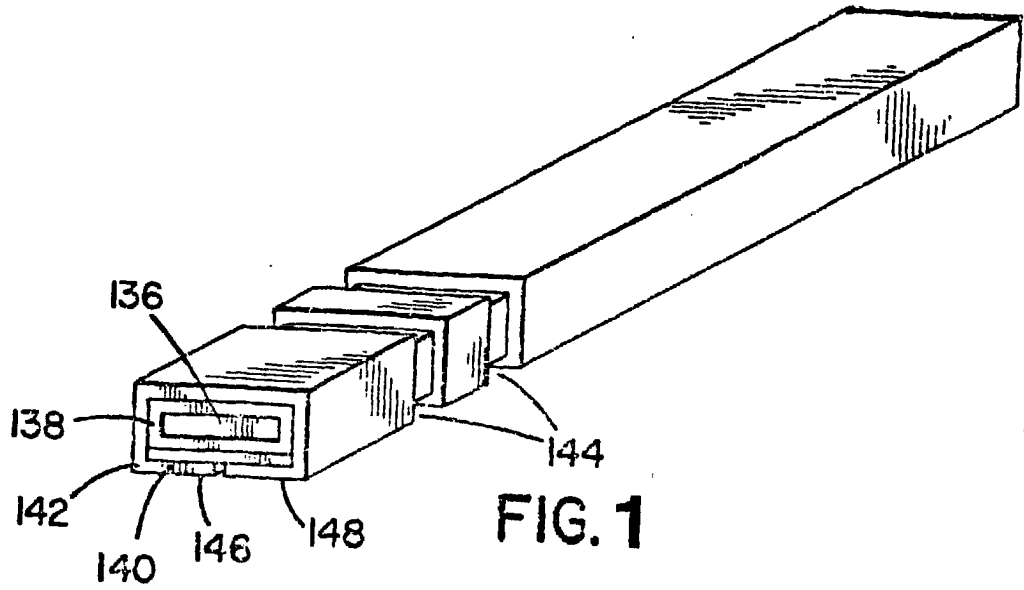


FIG. 1

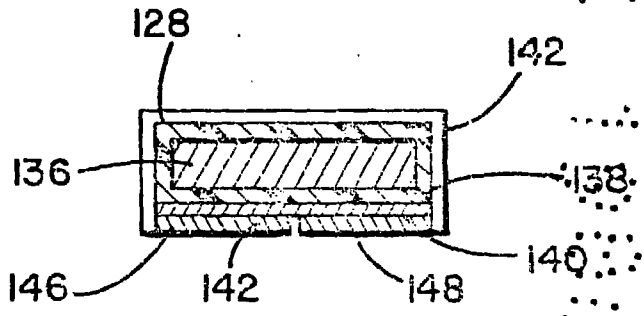


FIG. 2

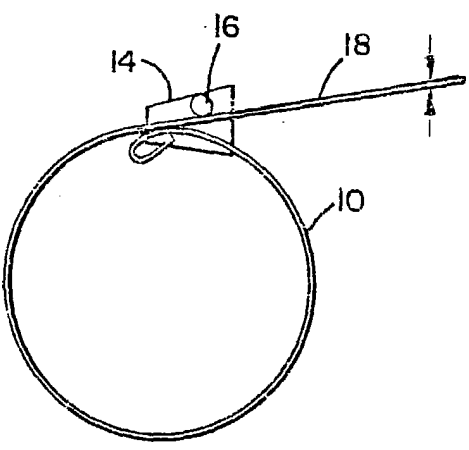


FIG. 3

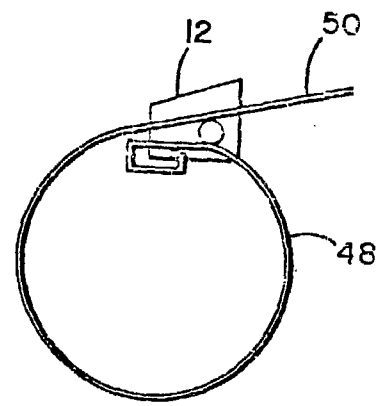


FIG. 4

Alberto de Alabara
Por Poder
Alberto de Alabara