



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 284 179**

(51) Int. Cl.:

G01R 21/08 (2006.01)

G01R 11/06 (2006.01)

H01F 3/14 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **97400720 .5**

(86) Fecha de presentación : **28.03.1997**

(87) Número de publicación de la solicitud: **0803732**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.1997**

(54) Título: **Núcleo laminado en forma de 8 para contador de electricidad.**

(30) Prioridad: **25.04.1996 US 637399**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

(73) Titular/es: **Itron, Inc.**
2111 N. Molter Road
Liberty Lake, Washington 99019, US

(72) Inventor/es: **Goodwin, Wendell R.;**
Makinson, David N. y
Timko, Richard

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Núcleo laminado en forma de 8 para contador de electricidad.

Esta invención se refiere, en general, a contadores para medir el consumo de energía eléctrica y, más específicamente, para núcleos ferromagnéticos utilizados en tales contadores para convertir corriente eléctrica en un flujo magnético proporcional para detección y medición con un sensor de efecto Hall.

Los contadores para medir consumo de energía eléctrica han sido desde hace mucho tiempo componentes integrales de redes de distribución eléctrica. Habitualmente, tales contadores se acoplan en el circuito eléctrico en el punto en el que la potencia eléctrica entra en una vivienda o comercio con el fin de medir y representar la energía total, habitualmente en kilovatios hora, consumida por el usuario.

Aunque los contadores de electricidad varían en una medida considerable en diseño y funcionamiento, cada uno debe cumplir el requerimiento de medir la corriente eléctrica que entra en una vivienda o comercio. Un método de medición de corriente ha consistido en proporcionar un núcleo ferromagnético toroidal con un intersticio formado en un lugar circunferencial seleccionado sobre el núcleo. El conductor o conductores de servicio eléctrico están localizados para pasar a través del centro del núcleo. A medida que la corriente fluye a través de los conductores, se genera un campo magnético correspondiente proporcional a la magnitud de la corriente alrededor de los conductores. Este campo, a su vez, induce un flujo magnético dentro del núcleo magnético y a través del intersticio formado en el núcleo. Un sensor de efecto Hall está localizado dentro del intersticio y produce una tensión Hall medible que es proporcional a la densidad del flujo magnético dentro del intersticio y a la corriente de polarización suministrada al sensor. Si se hace que la corriente de polarización sea proporcional a la tensión de la línea instantánea, la salida Hall es una medida de potencia.

Aunque los núcleos toroidales de intersticio del tipo que se acaba de describir son funcionales, sin embargo plantean ciertos problemas inherentes e inconvenientes. Por ejemplo, tales núcleos tienden a saturarse magnéticamente a niveles de flujo relativamente bajos debido, en parte, a una densidad de flujo distribuida de una manera no uniforme en el núcleo, que conduce a zonas de saturación local. Cuando se produce saturación, la densidad del flujo magnético dentro del intersticio no es ya proporcional a la corriente que fluye en el conductor de alimentación y se degrada la exactitud del contador. Como resultado, deben utilizarse núcleos mayores y más voluminosos, lo que no es deseable por un número de razones.

Han sido desarrollados núcleos ferromagnéticos de medición de tres patas llamados "en forma de 8". Un núcleo de este tipo se ilustra en la patente U. S. Número 4.742.296 a nombre de Petr. y col. Los núcleos en forma de 8 se forman de material ferromagnético y se configuran aproximadamente en forma del número 8 con tres patas, dos patas extremas y una pata central. Se forma un intersticio de aire en la pata central. Estos núcleos se pueden concebir como dos núcleos toroidales unidos a lo largo de una pata común y que comparten un intersticio común en esa pata. Un sensor de efecto Hall está localizado en el intersticio para medir una densidad del flujo magnético

allí. Un conductor de alimentación eléctrica que lleva la corriente a medir es conducido en primer lugar a través de uno de los orificios del núcleo y luego de retorno a través del otro orificio. A medida que fluye la corriente eléctrica a través del conductor, se establece un flujo magnético dirigido a contra corriente en los lóbulos del núcleo. El flujo desde cada lóbulo se combina con el flujo desde el otro lóbulo en la tapa central común del núcleo y el flujo combinado atraviesa el intersticio formado en la pata común. El sensor de efecto Hall mide entonces el flujo magnético en el intersticio como una indicación de la corriente que fluye en el conductor de alimentación.

Los núcleos para contadores en forma de 8 tienen la ventaja de que alojan un flujo magnético total mayor antes de la saturación. Por lo tanto, la configuración del núcleo mostrada en Petr. y col., tiene un alcance dinámico inherentemente mayor que los núcleos toroidales sencillos de tamaño similar. A pesar de todo, se ha mostrado que los núcleos en forma de 8 de la técnica anterior incorporan sus propios inconvenientes que pueden limitar su alcance dinámico y, por lo tanto, su exactitud. Por ejemplo, la configuración de esquina generalmente angular o cuadrada de los núcleos de la técnica anterior, tales como los que se muestran en Petr. y col. pueden conducir a saturación magnética prematura. Esto es debido a que la densidad del flujo magnético tiende a incrementarse en las esquinas angulares y en las vueltas del núcleo. Por lo tanto, estas regiones alcanzan sus puntos de saturación más pronto que otras secciones del núcleo causando la saturación de todo el núcleo, aunque el flujo magnético medio está por debajo del punto de saturación natural del material ferromagnético.

Otra fuente de saturación prematura en los núcleos en forma de 8 de la técnica anterior son las corrientes parásitas magnéticas que son generadas dentro del núcleo por el flujo magnético. Estas corrientes parásitas pequeñas circulan dentro del material del núcleo en una dirección transversal a la dirección del flujo primario. El resultado es similar a turbulencia en un flujo de fluido y tiene el efecto de reducir el umbral de saturación del núcleo. Por lo tanto, el alcance dinámico del núcleo del contador se reduce por la generación de estas corrientes parásitas magnéticas.

Otro problema con los núcleos de la técnica anterior ha resultado del hecho de que sus patas centrales tienen habitualmente las mismas o similares dimensiones que el resto del cuerpo del núcleo. Además, las caras del intersticio formado en la tapa, en la que está localizado el sensor de efecto Hall, han sido planas y de arista viva. El resultado combinado es un pliegue múltiple. En primer lugar, puesto que la pata central debe alojar generalmente dos veces el flujo magnético que el resto del cuerpo del núcleo, puede estar sometida evidentemente a saturación magnética más pronto con el cuerpo. De nuevo, la saturación en cualquier lugar significa saturación de todo el núcleo y la degradación de las mediciones resultantes. Tal vez más crítico es el hecho de que la densidad del flujo magnético a través del intersticio en los núcleos de la técnica anterior no es uniforme. Esta no uniformidad resulta a partir de los efectos de margen en el perímetro del intersticio, donde las líneas de flujo magnético se abomban hacia fuera desde el intersticio. Además, un fenómeno conocido como desviación puede degradar todavía más también la uniformidad de la densidad del flujo en el intersticio. La desviación se refiere

a la situación en la que las líneas de flujo magnético emanan desde los bordes periféricos de las caras del intersticio y entran de nuevo en el material en otro lugar, tal como más arriba por la pata central. Cada uno de estos fenómenos puede reducir la integridad del flujo magnético dentro del intersticio y puede reducir en una medida correspondiente la exactitud de las mediciones realizadas con el núcleo.

El documento EP 459 570 A1 describe una inductancia o dispositivo transformador, particularmente para un dispositivo de alimentación de corriente de modo de conmutación. El dispositivo no está implicado en proporcionar un núcleo ferromagnético para contadores de energía eléctrica. Como se describe en el documento EP 459 570 A1, un anillo doble puede tener una ranura de aire en una pata extrema o en ambas patas extremas para proporcionar una carrera de conductividad similar como un anillo individual con una ranura de aire similar a un escalón.

El documento EP 012 629 A1 describe un reactor eléctrico, que está provisto con capacidad para inhibir la fuga de ruido desarrollado en un puente reversible de onda completa de tres fases controlado por tiristor en el momento de la conmutación. Los flujos magnéticos de los varios reactores eléctricos descritos en esta referencia hacen uso de un elemento de derivación a través de varios intersticios para formar una trayectoria de derivación magnética alrededor de dicho intersticio. No obstante, no se da ninguna indicación para optimizar un núcleo de contador de energía con las deficiencias mencionadas anteriormente.

Por lo tanto, existe una necesidad continua de un núcleo mejorado en forma de 8 para un contador de electricidad que aborda y resuelve los problemas e inconvenientes de la técnica anterior para dar como resultado un contador con un alcance dinámico más elevado y que incrementa la exactitud de la actuación. Un núcleo de este tipo debería configurarse para asegurar una densidad de flujo más uniforme dentro del material ferromagnético del núcleo con el fin de evitar zonas de saturación local. Además, la pata central, que lleva el intersticio, debería configurarse para alojar un flujo magnético más elevado con el fin de adaptar el punto de saturación de la pata con el resto del núcleo. Las caras del intersticio deberían configurarse para reducir los efectos de margen y desviación a un mínimo y para asegurar que el flujo magnético en la región en la que está situado el sensor de efecto Hall sea lo más uniforme posible. Es la provisión de un núcleo de contador de electricidad la que cumple estos objetivos a los que se refiere principalmente la presente invención.

Un objeto de esta invención es proporcionar un núcleo ferromagnético para contadores de energía eléctrica que tiene un punto de saturación magnética alto y, por lo tanto, un alcance dinámico útil más amplio que los núcleos de la técnica anterior.

Otro objeto de la invención es proporcionar un núcleo ferromagnético para contadores de energía eléctrica, en el que se reducen los efectos de margen y de desviación para proporcionar un flujo más uniforme dentro del intersticio.

Otro objeto de la invención es proporcionar un núcleo ferromagnético para contadores de energía eléctrica, en los que se reducen las corrientes parásitas magnéticas dentro del material del núcleo.

Otro objeto adicional de la invención es proporcionar una configuración de un núcleo de contador

de electricidad, en la que se puede medir más exactamente el uso de corriente en una red de potencia bifásica.

Todavía otro objeto de la invención es proporcionar un núcleo ferromagnético mejorado para contadores de energía eléctrica que es económico de producir, pero que muestra una actuación mejorada sobre las configuraciones de núcleo de la técnica anterior.

Descrito brevemente, la presente invención comprende un núcleo ferromagnético en forma de 8 para contadores de electricidad, que tiene un núcleo formado con una pareja de orificios espaciados a través del cual se pueden conectar en bucle conductores de electricidad. Los orificios del núcleo tienen un perfil curvado o suave en lugar de intersecciones angulares para evitar o reducir saturación localizada común en núcleos de la técnica anterior. Una pata central del núcleo se define entre los dos orificios y se forma un intersticio en la pata central. En uso, un efecto Hall u otro sensor de flujo magnético está localizado en el intersticio para detectar y medir el flujo magnético en el intersticio durante el funcionamiento del núcleo.

El cuerpo del núcleo tiene una construcción laminada, en la que una pluralidad de placas ferromagnéticas tienen una configuración en forma de 8 del núcleo están apiladas juntas en relación yuxtapuesta relativamente entre sí. Se ha encontrado que esta configuración incrementa substancialmente la reluctancia magnética general del núcleo en la dirección transversal con respecto a su reluctancia en el plano del núcleo. El resultado es una reducción significativa en las corrientes parásitas magnéticas dentro del material del núcleo y un incremento correspondiente en la uniformidad del flujo, el alcance dinámico y la exactitud. Las placas del núcleo laminado son retenidas juntas por un sistema de lengüetas de interbloqueo para evitar uniones de soldadura o remaches que pueden proporcionar una trayectoria transversal para flujo magnético y hacen fracasar la finalidad de la estructura laminada.

La pata central del núcleo está configurada para tener dos veces la anchura que el espesor del núcleo y para tener aproximadamente dos veces el área de la sección transversal que las otras patas del núcleo. De esta manera, la pata central, que debe alojar el flujo magnético combinado desde ambos lados del núcleo, no se satura magnéticamente antes que otras porciones del núcleo y, por lo tanto, no limita el alcance dinámico del núcleo. Además, el sensor de efecto Hall se puede colocar en la porción central del intersticio espaciado desde cada lado. De esta manera, el sensor está sometido a un flujo magnético que es más uniforme y está menos afectado por el margen y otros efectos que pueden ocurrir en los extremos del intersticio. Esto da como resultado una detección y medición más exactas del flujo.

Los bordes periféricos de cada cara del intersticio están formados con una configuración biselada o redondeada. Se ha encontrado que esto reduce los efectos de margen y de desviación magnéticos en los extremos del intersticio y, por lo tanto, incrementa la uniformidad y consistencia del flujo magnético dentro del intersticio. Por lo tanto, a su vez, se incrementa la fiabilidad del contador.

Otra característica nueva de la invención es la configuración de los bucles conductores de suministro de servicio que se extienden a través de los orificios del núcleo. Para redes de energía bifásicas en los Esta-

dos Unidos, el conductor para un lado del suministro está formado con una curva en forma de U que está conectada en bucle a través de un orificio y luego es conducida de retorno a través del otro en una primera dirección. El conductor para el otro lado del suministro se forma con una curva similar en forma de U y se conecta en bucle a través de los orificios del núcleo en la dirección opuesta. Además, los dos bucles están colocados de tal forma que sus patas respectivas definen una configuración superpuesta relativamente entre sí dentro del núcleo. Es decir, que en un orificio del núcleo, uno de los conductores está colocado debajo del otro, mientras que en el otro orificio, el otro conductor está colocado debajo del primero. Se ha encontrado que esta configuración produce una densidad más uniforme del flujo magnético dentro del núcleo que es proporcional a la suma de la corriente eléctrica que fluye a través de cada conductor de alimentación. De nuevo, el resultado general es una mejora del alcance dinámico y de la fiabilidad del núcleo.

Por lo tanto, se ve que se proporciona ahora un núcleo ferromagnético mejorado para contador de electricidad que aborda de una manera satisfactoria los problemas de la técnica. El núcleo tiene un alcance dinámico más amplio debido a que se reduce en una medida significativa la saturación magnética local por la configuración del núcleo. Además, la estructura laminada del núcleo reduce las corrientes parásitas y, por lo tanto, incrementa la eficiencia del núcleo. El intersticio en la pata central del núcleo está dimensionado para alojar un sensor de efecto Hall en una región de flujo más uniforme y tiene bordes de las caras del intersticio contorneados para reducir el margen y la desviación que puede reducir la eficiencia del núcleo. La configuración superpuesta de los bucles del conductor de alimentación del núcleo mejora la uniformidad de la densidad de flujo dentro del núcleo contribuyendo de esta manera al incremento del alcance dinámico y de la eficiencia del núcleo.

Estos y otros objetos, características y ventajas serán más evidentes después de la revisión de la descripción detallada mostrada a continuación cuando se toma en combinación con los dibujos que se acompañan, que se describen brevemente a continuación.

La figura 1 es una vista en alzado frontal de un núcleo común para contador de electricidad de la técnica anterior, que ilustra algunos de sus inconvenientes.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una configuración de núcleo ferromagnético que incorpora principios de la presente invención en una forma preferida.

La figura 2a es una ilustración esquemática de una red de distribución de potencia bifásica.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una de las caras del intersticio que muestra su configuración de borde única.

La figura 4 es una vista en alzado frontal de la posición de intersticio del núcleo del solicitante que ilustra una colocación preferida de un sensor de efecto Hall dentro del intersticio.

La figura 5 es una vista despiezada ordenada del código del solicitante que ilustra su construcción laminada.

La figura 6 es una vista en sección de una sección de las laminaciones del núcleo del solicitante que ilustra un método de interbloqueo de las laminaciones del núcleo juntas para evitar trayectorias de flujo transversal dentro del núcleo.

La figura 7 es una vista en planta superior de una de las caras del intersticio que ilustra cómo se forman las laminaciones para definir los bordes biselados de la cara del intersticio.

La figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra el conductor en forma de U aplanado de la invención.

Con referencia ahora con más detalle a los dibujos, en los que los mismos números se refieren a las mismas partes a través de las diversas vistas, la figura 1 ilustra en vista en alzado frontal un núcleo común en forma de 8 para contadores de electricidad de la técnica anterior. Un núcleo de este tipo se ilustra y describe en la patente de los Estados Unidos U. S. N° 4.742.296 a nombre de Petr. y col. En general, el núcleo 11 está fabricado de un material ferromagnético y tiene una primera pata 12, una segunda pata 13 y una tercera pata 14. Las patas 12, 13 y 14 están unidas por las patas 16 y 17 para formar la configuración completa cuadrada en forma de 8. Comúnmente, el núcleo 11 es estampado o formado de otra manera a partir de una sola pieza de material ferromagnético.

El núcleo 11 define un primer orificio 18 generalmente rectangular entre las patas 12 y 13 y un segundo orificio 19 generalmente rectangular entre las patas 13 y 14. Los orificios 18 y 19 alojan un conductor o conductores eléctricos 21 que se forman típicamente en la forma de una "U" y se conectan en bucle a través de uno de los orificios en el núcleo y de retorno a través del otro orificio. El conductor 21 lleva la corriente eléctrica que debe medirse. En la figura 1, se indica la dirección del flujo de la corriente como se deduce de la página en el lado derecho de la figura y dentro de la página en el lado izquierdo de la figura 1. Esta configuración general de un núcleo de contador de electricidad de la técnica anterior se ilustra ampliamente en la figura 1 de la patente de los Estados Unidos N° 4.742.296 a nombre de Petr. y col. La pata central 13 del núcleo 11 está cortada en su centro para definir un intersticio de aire 22. Un sensor de flujo magnético 23 de efecto Hall está localizado dentro del intersticio de aire para detectar y medir el flujo magnético dentro del intersticio.

En uso, una corriente positiva que fluye a través del conductor 21 genera un primer flujo magnético indicado por la flecha 24 dentro del lóbulo derecho del núcleo y un segundo flujo magnético indicado por la flecha 26 en el lóbulo izquierdo del núcleo. Los flujos magnéticos 24 y 26 atraviesan sus lóbulos respectivos del núcleo en las direcciones indicadas por las flechas de acuerdo con la regla derecha. En la pata central 13 del núcleo 11, los flujos 24 y 26 se combinan para formar un flujo magnético compuesto que atraviesa la pata central. Este flujo magnético compuesto debe atravesar también el intersticio 22 formado en la pata central como se indica por las líneas de fuerza dentro y alrededor del intersticio. Puesto que el flujo magnético dentro del núcleo es proporcional a la corriente eléctrica dentro del conductor 21, el sensor de efecto Hall 23 mide efectivamente la corriente dentro del conductor midiendo la densidad del flujo dentro del intersticio 22.

Como se ha descrito anteriormente en la sección de antecedentes, la configuración del núcleo para contador de electricidad de la técnica anterior de la figura 1 muestra un número de inconvenientes inherentes. Por ejemplo, se pueden formar regiones de alta densidad de flujo magnético dentro del material del núcleo en las esquinas discontinuas cuadradas del nú-

cleo. Además, pueden resultar regiones de saturación local si la densidad del flujo del núcleo no se distribuye de una manera uniforme dentro del material ferromagnético del núcleo. Como resultado, el núcleo, como un todo, puede mostrar efectos de saturación en una fracción de la densidad del flujo prevista debido a estas regiones locales de saturación.

Otro problema con los núcleos de la técnica anterior, tal como se muestra en la figura 1, se refiere a la configuración del intersticio 22 en tales núcleos. Tradicionalmente, la pata central de los núcleos de la técnica anterior ha tenido las mismas o similares dimensiones que las dos patas exteriores. Esto puede significar que la pata central se satura prematuramente, debido a que debe conducir el flujo magnético desde ambos lóbulos del núcleo. Por lo tanto, la densidad del flujo en una pata central de este tipo es mayor que la densidad de flujo media en porciones restantes del núcleo. Como resultado, se puede producir saturación local, que provoca saturación del núcleo en conjunto.

Además, las caras del intersticio en la pata central de núcleos de la técnica anterior han sido tradicionalmente rectangulares con aristas vivas discontinuas. Una configuración de este tipo de la cara del intersticio pueda dar como resultado una marginación del flujo magnético alrededor de la periferia del intersticio, como e indica en 27 en la figura. Esto da como resultado una densidad de flujo no uniforme a través del intersticio, que puede afectar a la exactitud del sensor de efecto Hall 23. Además, las esquinas angulares de las caras del intersticio tienden a provocar que parte del flujo magnético eluda totalmente el intersticio. Este efecto de desviación, indicado en 28 en la figura 1, puede ocurrir cuando parte del flujo magnético emana desde las esquinas de las caras polares, como se muestra. De nuevo tal desviación afecta a la uniformidad de la densidad del flujo magnético dentro del intersticio y, a su vez, puede afectar a la exactitud del contador en su conjunto.

De acuerdo con ello, se puede ver que los núcleos de contadores de electricidad del tipo mostrado en la figura 1 pueden tener inconvenientes significativos.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una disposición de núcleo ferromagnético mejorado para contadores de electricidad que incorpora principios de la presente invención en una forma preferida. La disposición de la figura 2 incluye la colocación y orientación de los conductores que transportan corriente, y tal emplazamiento y orientación forma taimen una parte de la presente invención.

El aparato de la figura 2 comprende un núcleo ferromagnético 31 que está formado generalmente en la forma de un número 8 que tiene un lóbulo derecho y un lóbulo izquierdo que definen orificios derecho e izquierdo, respectivamente. El núcleo 31 está formado con preferencia de un material ferromagnético de alta permeabilidad magnética, para proporcionar una resistencia baja al flujo magnético que atraviesa el material del núcleo. Un ejemplo de materiales ferromagnéticos con alta permeabilidad son las diversas aleaciones de NiFe con más del 50% de Ni. Otros materiales adecuados se pueden utilizar también y tales materiales son conocidos por los técnicos en la materia. Estos materiales muestran altas permeabilidades magnéticas y, por lo tanto, baja reluctancia al flujo magnético.

El núcleo 31 está formado con una pata derecha 32, una pata izquierda 33 y una pata central 34. La

pata central 34 está cortada para definir un intersticio de aire dentro del cual se puede colocar un sensor de la densidad del flujo magnético 36 de efecto Hall. Como se ilustra en las figuras 2 y 4, el área de la sección transversal de la pata central 34 del núcleo 31 es aproximadamente el doble que el área de la sección transversal de las otras dos patas del núcleo. Esta configuración tiene al menos dos consecuencias ventajosas. En primer lugar, la pata central, debido a su área de la sección transversal mayor, es capaz de alojar una densidad de flujo magnético mayor antes de la saturación. Por lo tanto, el flujo magnético combinado o compuesto desde cada lóbulo que debe atravesar la pata central puede ser alojado sin saturación local. Además, el área de la sección transversal mayor de la pata central permite al sensor de efecto Hall 36 ser localizado en una posición espaciada desde los lados del intersticio. De esta manera, el sensor de efecto Hall puede ser colocado fuera de cualquier margen o desviación del flujo magnético que se puede producir en la periferia del intersticio, de manera que el sensor está sometido a una densidad más uniforme y homogénea del flujo magnético para incrementar la fiabilidad de la medición.

La forma general del núcleo 31 en la presente invención está redondeada o suavizada para evitar aristas vivas o esquinas discontinuas. En la forma de realización ilustrada, ambos contornos interiores y exteriores del núcleo están redondeados. No obstante, es posible que solamente los contornos interiores sean redondeados o arqueados de forma, mientras que el perfil exterior del núcleo es rectangular. Los contornos interiores curvados y su relación espacial con respecto a los conductores conectados en bucle a través de los orificios proporcionan una ventaja substancial asegurando una densidad de flujo más uniforme dentro del material del núcleo. En la forma de realización preferida, los orificios en los lóbulos izquierdo y derecho del núcleo, respectivamente, son con preferencia circulares u ovalados para evitar esquinas interiores discontinuas y las patas 32, 33 y 34 son también redondeadas y desprovistas de esquinas discontinuas. Esta configuración ayuda a reducir la saturación local que se produce en esquinas discontinuas en las configuraciones de la técnica anterior.

Con preferencia, el núcleo 31 está fabricado a partir de una pluralidad de placas apiladas 37, 37 configuradas en forma de 8 que están dispuestas en relación yuxtapuesta entre sí y retenidas apretadas juntas para formar el núcleo completo. Como se describe más completamente a continuación, las placas 37, 37 están unidad juntas con un sistema de lengüetas de interbloqueo, en lugar de soldaduras láser tradicionales o remaches para evitar la creación de una trayectoria magnética que se extiende transversalmente a través del núcleo.

La configuración de placas apiladas del núcleo 31 proporciona ventajas distintivas en la reducción de las corrientes parásitas magnéticas dentro del núcleo que pueden reducir la eficiencia del núcleo. Esto es debido a que la permeabilidad magnética en el plano de cada placa es significativamente mayor que la permeabilidad magnética en la dirección transversal del núcleo desde una placa hasta la placa adyacente. Esto resulta de un fenómeno molecular de la superficie, en el que la discontinuidad molecular entre las superficies de placas adyacentes crea una reluctancia magnética alta a través de la discontinuidad. De acuerdo con ello, se

inhiben las corrientes parásitas, que circulan en una dirección transversal con relación al núcleo, al mismo tiempo que no se restringe el flujo magnético en el plano del núcleo. El resultado es una reducción de las corrientes parásitas y, por lo tanto, una permeabilidad magnética general más elevada, que incrementa el punto de saturación del núcleo y ayuda a asegurar un flujo más homogéneo dentro del núcleo.

La configuración de la figura 2 está destinada para utilización en la medición de la energía eléctrica en redes de distribución de energía bifásicas. Un sistema de distribución de este tipo se ilustra de forma esquemática en la figura 2A. En tal sistema, las corrientes i_1 e i_2 pueden ser y habitualmente son diferentes en función de la distribución de las cargas R_L . En tal sistema, es deseable medir la suma de i_1 e i_2 con el fin de determinar el uso total de la energía por un cliente de servicio. La configuración de la figura 2 consigue este objetivo.

El conductor 38, que conduce la corriente i_1 , está configurado para conectar a través del orificio izquierdo del núcleo 31 y luego de retorno a través del orificio derecho del núcleo. De una manera similar, el conductor 39 pasa en la dirección opuesta a través del orificio izquierdo del núcleo y luego de retorno a través del orificio derecho del núcleo. De esta manera, las corrientes i_1 e i_2 atraviesan cada orificio del núcleo en la misma dirección para producir un flujo magnético dentro del núcleo que es proporcional a la suma de las corrientes i_1 e i_2 . Además, se ve en la figura 2 que los conductores 38 y 39 atraviesan el núcleo 31 en una relación superpuesta relativamente entre sí. Es decir, que en el orificio formado en el lóbulo derecho del núcleo 31, el conductor 38 está colocado por encima del conductor 39. A la inversa, en el orificio formado en el lóbulo izquierdo del núcleo, el conductor 39 solapa al conductor 38. Se ha encontrado que esta configuración produce un flujo magnético dentro del núcleo, que es más homogéneo y menos dependiente de la posición o emplazamiento de los conductores dentro de sus orificios respectivos.

La figura 3 ilustra una configuración preferida de una de las caras del intersticio del núcleo 31 mostrado en la figura 2. Como se ha descrito anteriormente, el núcleo es fabricado a partir de una pluralidad de placas ferromagnéticas que forman una configuración laminada del núcleo, como se muestra en la figura 3. La cara del intersticio 41 propiamente dicha se muestra en la figura 3 de una longitud aproximadamente doble que su anchura para proporcionar un área de la sección transversal aproximadamente doble de las otras dos caras del núcleo. Además, los bordes periféricos 42 y 43 opuestos de la cara del intersticio 41 no son de arista viva y discontinua como es común en la técnica anterior, sino que están más bien biselados o redondeados para proporcionar un borde más continuo que discontinuo. Se ha encontrado que esto reduce en una medida significativa los efectos de margen en la periferia del intersticio y que reduce en una medida significativa el fenómeno de desviación, en el que el flujo magnético escapa totalmente desde el intersticio.

La figura 4 ilustra un emplazamiento preferido del sensor de efecto Hall 36 dentro del intersticio de la pata central 34 del núcleo 31. En la figura 4, se muestran los bordes biselados o redondeados 42 y 43 de las caras del intersticio 41. Las líneas de la fuerza magnética 44 se muestran de forma esquemática en la figura

4 para ilustrar el margen y la desviación reducidos en la periferia del intersticio como resultado de la configuración de las caras del intersticio. Debido al área de la sección transversal incrementada de las caras del intersticio 41, como se incorpora en la longitud incrementada del intersticio en la forma de realización preferida, el sensor de efecto Hall 36 se puede localizar en el interior de los bordes del intersticio. Esto permite localizar el sensor de efecto Hall en una región del intersticio en la que la densidad del flujo magnético es más uniforme, homogénea y menos susceptible de variaciones, como resultado del margen y de la desviación. El resultado general es un incremento de la fiabilidad de la medición. Los conductores 46 se muestran acoplados al sensor de efecto Hall 36 para proporcionar el sensor con la corriente de polarización requerida. Los conductores 47 están previstos para conducir la tensión Hall que resulta a partir del flujo magnético 44 hasta un circuito electrónico, tal como se muestra en Petr. y col. Para convertir la tensión Hall en una señal indicativa de la densidad del flujo dentro del intersticio y, por lo tanto, del uso de la energía eléctrica.

Las figuras 5 a 7 ilustran un método preferido de unión de las placas ferromagnéticas individuales del núcleo 31 juntas para formar el núcleo completo. En la unión de las placas, es imperativo evitar la creación de una trayectoria para el flujo magnético en una dirección transversal al plano del núcleo. Para crear tal trayectoria, debería permitirse que se desarrollasen corrientes parásitas a lo largo de la trayectoria y podrían hacer fracasar la verdadera finalidad del núcleo laminado. Por lo tanto, se excluyen la soldadura láser y otros tipos de soldadura, así como los bulones y remaches como un medio para unir las placas individuales 37 juntas.

En la figura 5, se muestran tres placas 37 en perspectiva despiezada. Será evidente que un núcleo acabado puede comprender una pluralidad de placas. No obstante, se muestran tres placas en la figura 5 para claridad de la explicación. Todas las placas 37 están configuradas en la forma general del núcleo acabado, incluyendo los bordes biselados 42 y 43 de las caras del intersticio. Cada una de las placas 37 está provista sobre un lado con una serie de lengüetas 48. Como se ilustra en la figura 6, las lengüetas 48 se pueden formar con una configuración ligera de gancho. Una serie de recesos 49 de recepción de las lengüetas se forman sobre los lados opuestos de las placas 37 y están colocados para alineación con las lengüetas 48 sobre una placa adyacente. Los recesos de recepción de las lengüetas 49 tienen una forma complementaria de la de las lengüetas 48 y están colocados para recibir las lengüetas en relación de interbloqueo cuando se colocan juntas y se presionan las dos placas.

Con esta configuración, las placas 37 del núcleo se pueden colocar juntas en relación yuxtapuesta y se pueden pasar de tal forma que las lengüetas 48 son recibidas e interbloqueadas dentro de los recesos 49 de recepción de las lengüetas. De esta manera, la discontinuidad de la superficie se mantiene entre cada placa a través de toda su extensión, mientras que al mismo tiempo se retienen las placas con seguridad y apretadas juntas por las lengüetas de interbloqueo 48 y los recesos 49 de recepción de las lengüetas. Las discontinuidades múltiples de la superficie que resultan en la dirección transversal del núcleo 31 reducen en una medida significativa las corrientes parásitas magnéti-

cas en el núcleo y, por lo tanto, incrementan el alcance dinámico del núcleo y la eficiencia.

La figura 7 es una vista en planta superior de una de las caras del intersticio 41. En esta vista, la longitud incrementada de la cara del intersticio se muestra claramente como también los bordes biselados o redondeados de las caras del intersticio 42 y 43. La estructura laminada del núcleo se ilustra también claramente en la figura 7.

La figura 8 ilustra todavía otra forma de realización de la presente invención, en la que la porción acodada 61 del conductor 62 en forma de U está aplanada para permitir que el conductor sea insertado con facilidad entre las placas polares 63 del núcleo 64 durante el proceso de construcción. El aplanamiento de la porción acodada en una sección plana 66 en forma de botón permite una construcción fácil y un núcleo con un intersticio estrecho que el diámetro del conductor utilizado en el contador. El proceso de aplanamiento propiamente dicho se puede realizar por una variedad de medios, pero se crea con preferencia por una prensa hidráulica que aplanar el conducto a medida que se configura en su forma en U.

La invención ha sido descrita aquí en términos de formas de realización preferidas. Se comprenderá por los técnicos en la materia que se pueden realizar bien una pluralidad de cambios y mejoras en las formas

de realización ilustradas, todos dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, las lengüetas de interbloqueo 48 y los recesos 49 que reciben a las lengüetas mostrados en la figura 6 podrían sustituirse claramente por cualquier número de sistemas de interbloqueo de las placas del núcleo juntas sin interrumpir la continuidad de la superficie en la dirección transversal del núcleo. Por lo tanto, cualquier medio para interbloquear las placas juntas de esta manera es contemplado por la presente invención. Además, la invención ha sido ilustrada en términos de medición de la energía eléctrica bifásica que es común dentro de los Estados Unidos. En otros países, tales como en Europa, es común la energía eléctrica monofásica. Evidentemente, la presente invención es igualmente aplicable a tales sistemas monofásicos y en tales casos, se puede conducir un conductor individual a través de los orificios del núcleo en lugar de los dos conductores mostrados en la figura 2 de la misma. Por último, se comprenderá que los principios descritos aquí e ilustrados en los dibujos que se acompañan podrían incorporarse en estructuras físicas de configuraciones y embalajes variables. Éstas y otras adiciones, supresiones y modificaciones podrían realizarse en las formas de realización preferidas ilustradas aquí sin apartarse del alcance de la invención, como se indica en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un núcleo de contador de electricidad (31) que comprende un cuerpo de material ferromagnético configurado en la forma de un 8 y que tiene un primer lóbulo que define un primer orificio y un segundo lóbulo que define un segundo orificio espaciado desde dicho primer orificio, estando separado dicho primer orificio desde dicho segundo orificio por una pata central (34) de dicho núcleo (31), estando cortada dicha pata central (34) para definir un intersticio de aire entre dichas primera y segunda caras del intersticio (41) de dicha pata central (34) para alojar n sensor de flujo magnético (36) en dicho intersticio, dichos primero y segundo lóbulos definen primera y segunda patas (32, 33) en extremos opuestos de dicho núcleo (31) con dichas primera y segunda patas (32, 33) que tienen áreas de la sección transversal, **caracterizado** porque dicho primer lóbulo define dicho primer orificio como un orificio arqueado, dicho segundo lóbulo define dicho segundo orificio como un orificio arqueado y dicha pata central (34) tienen un área de la sección transversal mayor que las áreas de la sección transversal de dichas primera y segunda patas (32, 33).

2. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el área de la sección transversal de dicha pata central (34) es aproximadamente el doble que el área de la sección transversal de dichas primera y segunda patas (32, 33).

3. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada una de dichas caras de intersticio (41) es substancialmente rectangular con una anchura que corresponde al espesor de dicho núcleo (31) y una longitud mayor que el espesor de dicho núcleo (31).

4. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la longitud de cada una de dichas caras de intersticio (41) es aproximadamente el doble que el espesor de dicho núcleo (31).

5. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada una de dichas caras de intersticio (41) tiene un borde periférico (42, 43), al menos una porción del cual está perfilado para reducir el margen y la desviación magnética.

6. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichos bordes periféricos (42, 43) de dichas caras de intersticio (41) están biselados.

7. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichos bordes periféricos (42, 43) de dichas caras de intersticio (41) están redondeados.

8. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicho cuerpo de núcleo está formado a partir de una pluralidad de placas ferromagnéticas (37) apiladas dispuestas en una relación yuxtapuesta para definir una estructura laminada de dicho núcleo (31).

9. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo

do con la reivindicación 8, **caracterizado** porque comprende medios (48, 49) para interbloquear dichas placas ferromagnéticas (37) juntas, preservando la discontinuidad de la superficie entre las sucesivas de dichas placas (37).

10. Un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque dichos medios (48, 49) para interbloquear dichas placas ferromagnéticas comprenden una serie de lengüetas (48) y recesos (49) de recepción de las lengüetas formados en dichas placas (37), estando configurados dichos recesos (49) de recepción de las lengüetas de cada placa (37) y colocados para alineación e interbloqueo con dichas pestañas (48) sobre una placa adyacente (37) para interbloquear dichas placas (37) juntas formando dicho núcleo laminado (31).

11. Una disposición para un contador de electricidad que incluye un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho cuerpo del núcleo tiene lados opuestos y comprende, además, un primer conductor (38) que tiene una curva en forma de U formada allí, teniendo dicha curva en forma de U de dicho primer conductor (38) primera y segunda patas y una porción acodada y estando colocado con su primera pata de manera que se extiende a través de uno de dichos orificios en dicho cuerpo y extendiéndose su segunda pata a través del otro orificio en dicho cuerpo, estando localizada la porción acodada de dicha curva en forma de U de dicho primer conductor (38) en un lado de dicho cuerpo del núcleo, y un segundo conductor (39) que tiene una curva en forma de U formada allí, teniendo dicha curva en forma de U de dicho segundo conductor (39) primera y segunda patas y una porción acodada y estando colocado con su primera pata de manera que se extiende a través de uno de dichos orificios en dicho cuerpo y extendiéndose su segunda pata a través del otro orificio en dicho cuerpo, estando localizada la porción arqueada de dicha curva en forma de U de dicho segundo conductor (39) en el lado opuesto de dicho cuerpo del núcleo, de manera que la corriente que fluye en direcciones opuestas en dichos primero y segundo conductor (38, 39) pasa a través de cada uno de dichos orificios en la misma dirección para inducir un flujo magnético (44) en dicho núcleo que es proporcional a la suma de las corrientes en dichos conductores (38, 39).

12. Una disposición para un contador de electricidad que incluye un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque la pata de uno de dichos conductores (38) pasa sobre la pata del otro conductor (39) en uno de dichos orificios y la pata del otro conductor (39) pasa sobre la pata del primer conductor (38) hasta el otro de dichos orificios para inducir un flujo magnético más homogéneo en dicho núcleo (31).

13. Una disposición para un contador de electricidad que incluye un núcleo de contador de electricidad de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, **caracterizada** porque una porción de dicho conductor (62) está aplanada para inserción a través de dicho intersticio de aire durante la construcción de dicho núcleo de contador de electricidad (64).

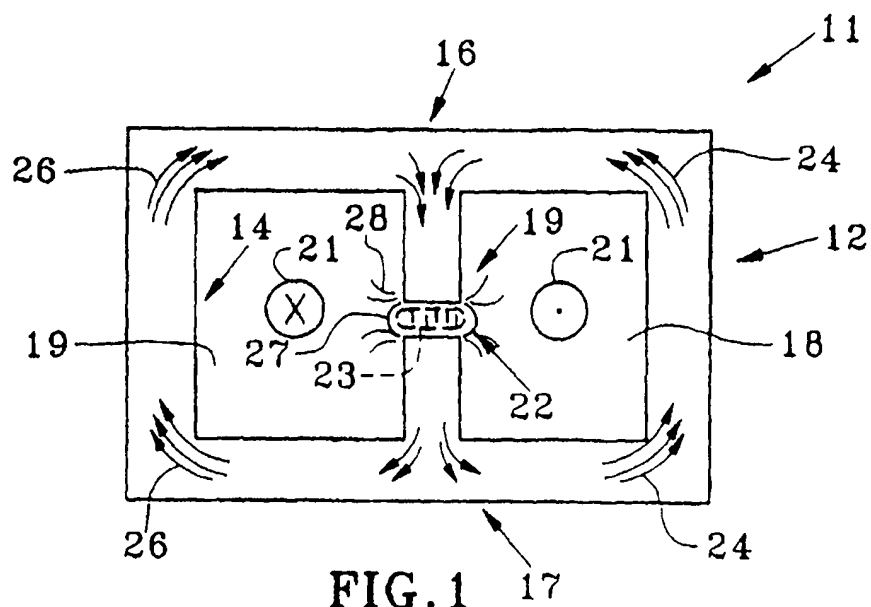


FIG. 1 17

TÉCNICA ANTERIOR

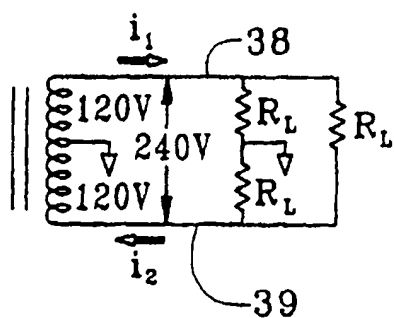


FIG. 2a

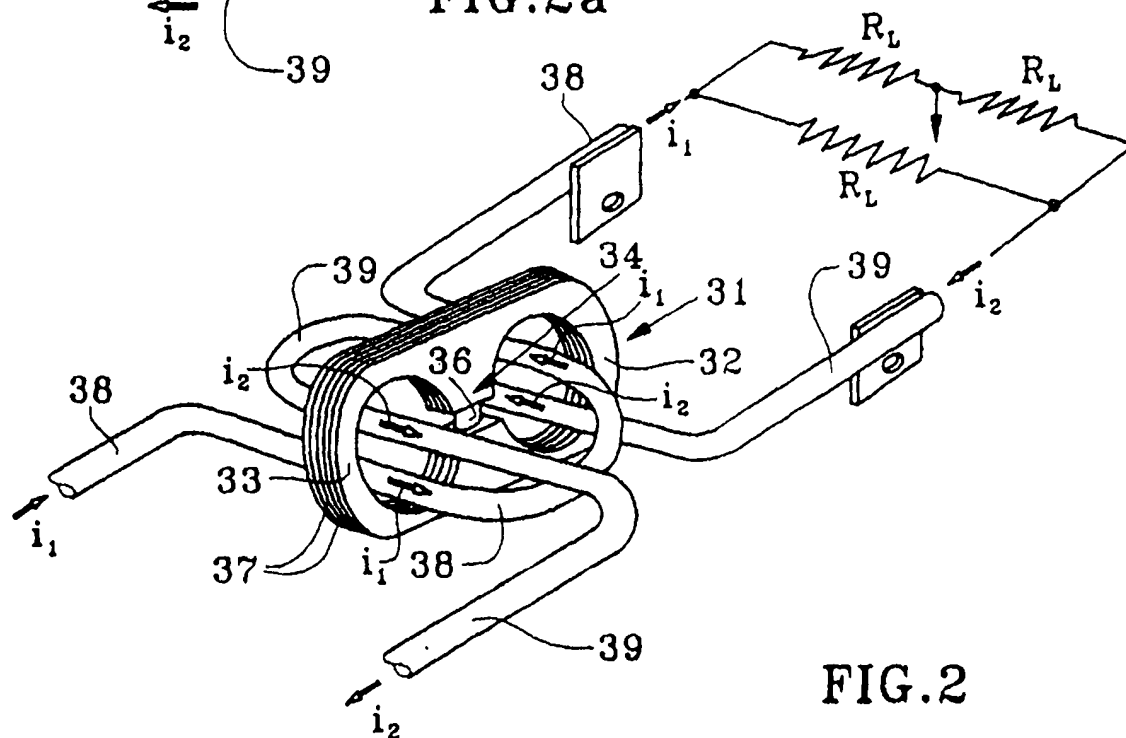


FIG.2

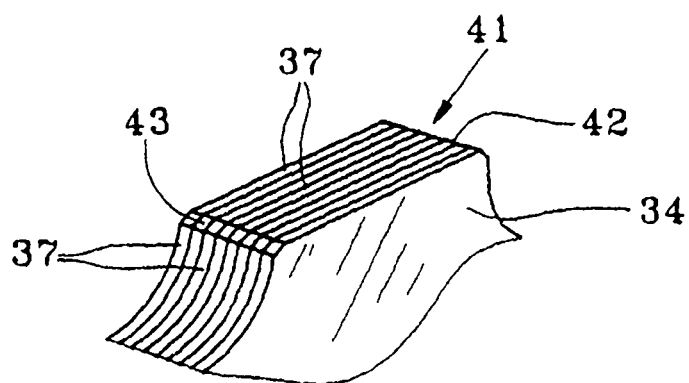


FIG. 3

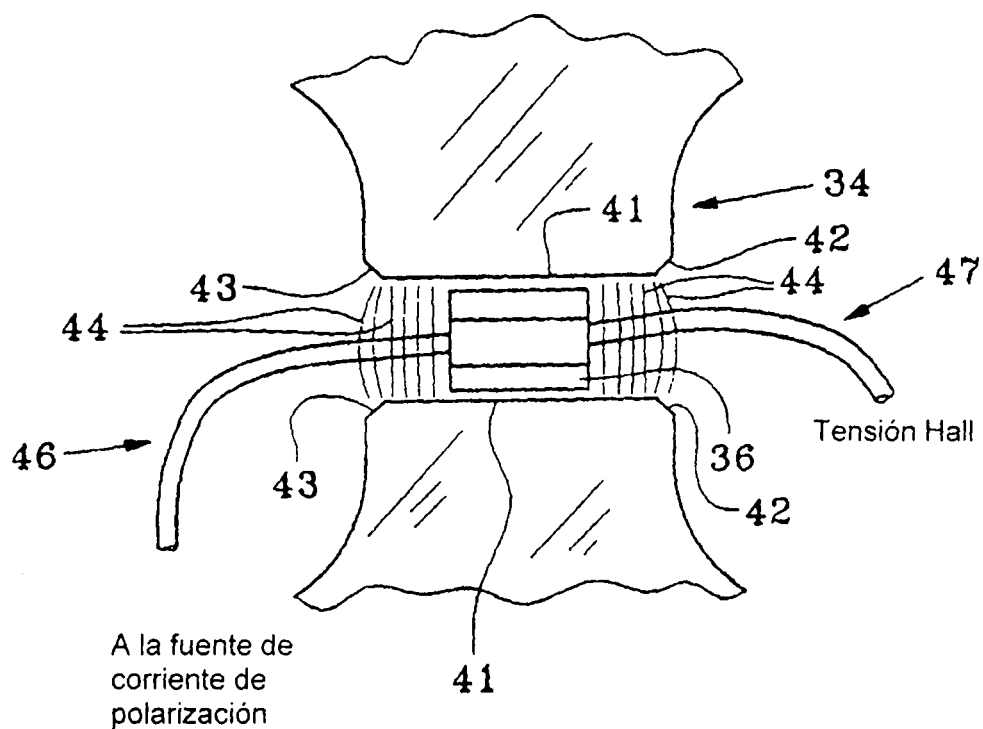


FIG. 4

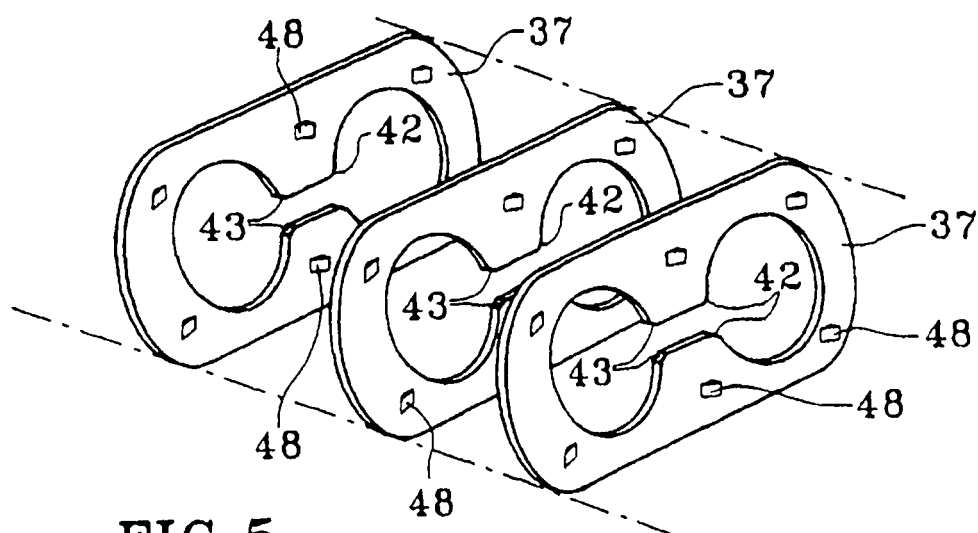


FIG. 5

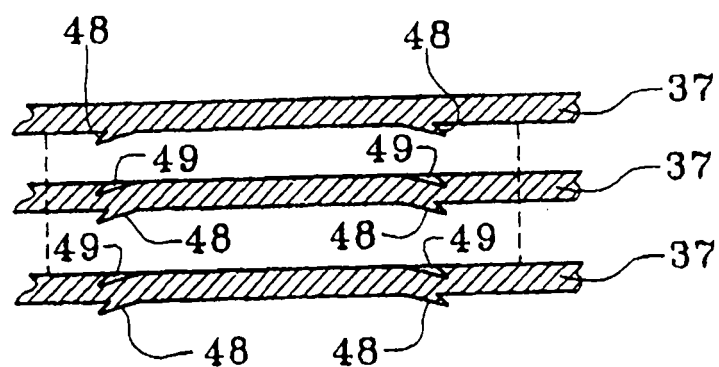


FIG. 6

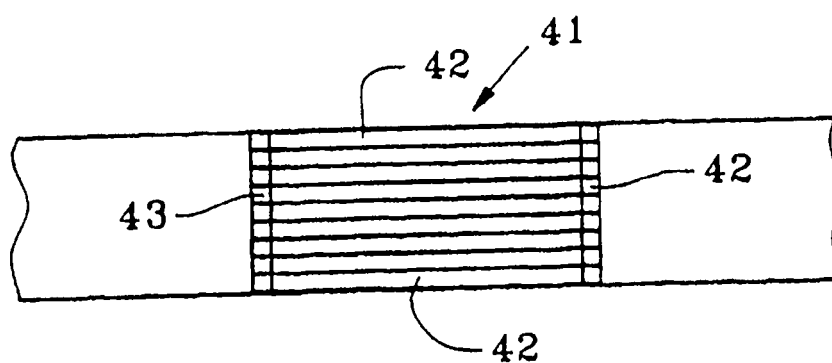


FIG. 7

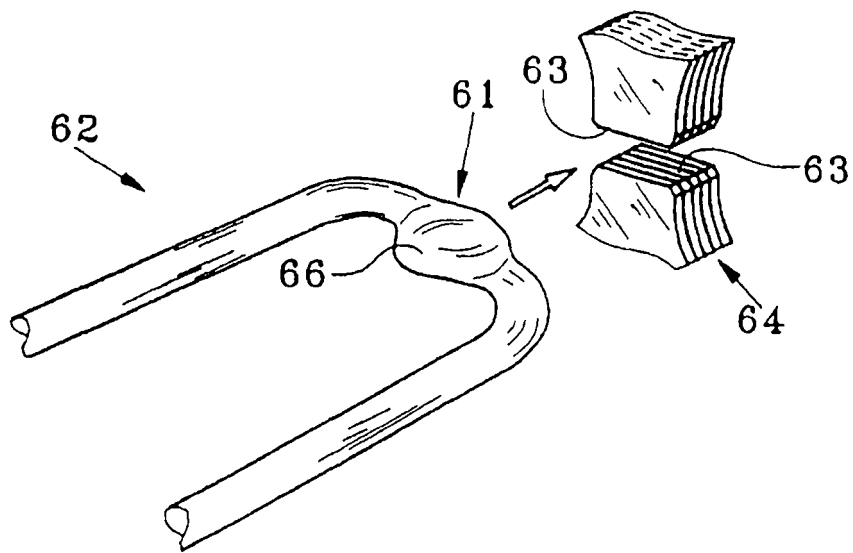


FIG. 8