



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 415**

51 Int. Cl.:
H01F 38/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07354051 .0**

96 Fecha de presentación : **03.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1933342**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Toroide y dispositivo de detección diferencial.**

30 Prioridad: **12.12.2006 FR 06 10827**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.11.2009

73 Titular/es: **Schneider Electric Industries S.A.S.**
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es: **Colin, Bruno;**
Buffat, Sébastien;
Mas, Patrick;
Chillet, Christian y
Kedous-Lebouc, Afef

74 Agente: **Polo Flores, Carlos**

ES 2 328 415 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Toroide y dispositivo de detección diferencial.

5 Ámbito técnico de la invención

La invención se refiere a la interrupción diferencial de aparatos eléctricos y, principalmente, a la fiabilidad del disparo con una fuerte corriente de excitación.

10 Más generalmente, la invención se refiere a un toroide utilizado para la detección de corrientes diferenciales y a la optimización de su geometría para disminuir la generación de una señal secundaria parásita.

La invención también se refiere a un dispositivo de detección diferencial y de protección inmunizado contra los disparos intempestivos.

15 Estado de la técnica

Para toda línea eléctrica, la suma vectorial de las corrientes de salida y de retorno debería ser nula; no obstante, ocurre que tienen lugar disfunciones, por ejemplo un fallo en la toma de tierra, y que subsiste una corriente diferencial residual entre los conductores de la línea. Con el fin de detectar tales corrientes, en ocasiones también denominadas homopolares o de fuga, es habitual recurrir al campo magnético coaxial concéntrico emitido por todo el conductor
20 atravesado por una corriente: la línea eléctrica que se debe verificar está rodeada por un anillo de permeabilidad magnética superior a la del aire que concentra el eventual campo magnético residual. Entonces, un bobinado denominado secundario alrededor del anillo será la fuente de una tensión eléctrica proporcional al campo magnético en el anillo, cuya señal permite determinar la intensidad primaria diferencial en los conductores de la línea.

Las propiedades magnéticas del anillo imponen materiales específicos, a menudo disponibles únicamente con grosores pequeños, que se superponen a continuación. Según una opción clásica, los anillos de detección se presentan de esta manera en forma de toroides 2, ilustrados en las figuras 1A y 1B, formados por una cinta 4 de material de
30 permeabilidad magnética elevada enrollada sobre sí misma. La cinta 4 es de sección claramente constante; su longitud permite la formación de un número de espiras o capas 6_i, que dependen de las capacidades deseadas del anillo, entre una extremidad 8 de la cinta que se convierte en una extremidad interna del toroide 2 y la otra.

Para formar un dispositivo de detección y de interrupción diferencial, el toroide 2 está dotado de un devanado secundario 10, cuyas espiras, de número variable, se extienden en el marco representado en la figura 1C en 360°. El toroide 2 se coloca alrededor de la línea que se debe verificar que, en el caso ilustrado, consiste en dos barras 12 de
35 cuerpo; se sobreentiende que este ejemplo es ilustrativo y que las dos barras 12 pueden principalmente ser sustituidas por el devanado primario de cuatro hilos de una alimentación trifásica con neutro como se describe en el documento FR2749987, o cualquier otro modo de realización.

En presencia de una diferencia de corriente entre los conductores 12 de la línea, se detecta una señal secundaria en el devanado 10 por los medios de tratamiento 14 que pueden dar una estimación de la señal secundaria o de la corriente primaria diferencial correspondiente. Si se alcanza un umbral, principalmente 30 mA en el caso de la corriente diferencial primaria, un relé de disparo 16 envía una señal a sistemas de corte asociados a los conductores
45 primarios 12, con el fin de desconectar la instalación en cuestión.

En teoría, cuando las barras 12 se centran en el toroide 2 y las atraviesan dos corrientes opuestas, sus campos magnéticos inducidos se anulan en el toroide 2 y no se detecta ninguna señal en el bobinado secundario 10; no obstante, en particular en presencia de una fuerte corriente primaria, puede ocurrir que a pesar de todo se genere una señal secundaria. Este tipo de señal secundaria parásita, correspondiente a una falsa corriente primaria diferen-
50 cial, puede estar causada principalmente por una disimetría magnética o geométrica del conjunto de detección 2, 10, 12.

Es importante que las falsas corrientes diferenciales detectadas no conlleven el disparo intempestivo de las instalaciones. Se han explorado diferentes vías para minimizar sus efectos, por ejemplo la asociación a un blindaje descrita en el documento FR2799840 o la yuxtaposición de toroides formados por materiales diferentes descrita en el docu-
55 mento FR2749987. Además de la ocupación de espacio de la primera solución y de la complejidad de la segunda, estas disposiciones no resuelven todos los casos y el problema del disparo intempestivo debido a las señales secundarias parásitas persiste.

60 Exposición de la invención

Entre otras ventajas, la invención pretende paliar los inconvenientes de los sistemas existentes y principalmente evitar una detección errónea de corrientes diferenciales que pueden provocar un disparo intempestivo de un aparato de corte. Para tal fin, la geometría del toroide de detección se optimiza de manera que el flujo magnético que atraviesa el toroide se homogenice y no genere señales secundarias parásitas.

En uno de sus aspectos, la invención se refiere a un toroide susceptible de utilizarse para la detección diferencial, en el que una de las partes de extremidad de la cinta que forma el toroide está dotada de medios que permiten al flujo magnético circular de forma más homogénea, repartiéndose por una longitud superior de espira.

5 El toroide comprende una cinta de material magnético de sección claramente constante y enrollada, ventajosamente de forma circular, para formar una sucesión de espiras, que están pegadas entre ellas por caras opuestas de la cinta. La cinta comprende dos extremidades de longitud predeterminada, ventajosamente correspondiente a una vuelta de toroide. Según la invención, una al menos de las partes de extremidad, correspondiente a y que prolonga la extremidad interna de la cinta en el toroide, está provista de medios que permiten homogeneizar el flujo magnético. La homogenei-
10 zación del flujo magnético se obtiene por medio de una modificación y, principalmente, de una disminución gradual, preferentemente un decrecimiento continuo, de la densidad aparente de material magnético en el volumen definido por la cinta a nivel de la parte de extremidad y la espira que es adyacente en presencia de los medios de homogeneización, con respecto al mismo valor sin dichos medios de homogeneización. En otras palabras, los medios de homogeneiza-
15 ción modifican la corriente magnética entre la parte de extremidad y la espira que es adyacente, de manera que este acoplamiento es creciente desde la extremidad.

En particular, la disminución de la densidad relativa, es decir, del acoplamiento magnético, puede obtenerse por un “aligeramiento” de la parte de extremidad, por una extracción o una reducción de material de la sección y/o de la superficie de la cinta, es decir, más generalmente, un elemento de aligeramiento. Los medios de homogeneización del flujo pueden por ejemplo consistir en un vaciado en la cinta en la parte de extremidad, como un agujero, que
20 puede principalmente ser triangular, de manera que la parte de extremidad contiene una cantidad decreciente de material magnético hacia la extremidad. El vaciado puede estar formado por una pluralidad de orificios, preferentemente transversales con respecto a la cinta y de longitud creciente hacia la extremidad de la cinta.

25 Según una alternativa, el elemento de aligeramiento puede estar realizado por un corte de la cinta a nivel de un borde de la parte de extremidad, o de sus bordes, formando de esta manera una punta hacia la extremidad en cuestión. También sería posible una disminución del grosor.

El decrecimiento del acoplamiento magnético puede estar realizado por un aumento del volumen en cuestión, pudiendo principalmente los medios de homogeneización tomar la forma de una cuña que se inserta entre la extremidad de la cinta y la espira adyacente. Preferentemente, la cuña se inserta en una distancia correspondiente a la parte de extremidad y su perfil se adapta para una progresión regular por la separación entre las espiras. También es factible
30 colocar varias cuñas de alturas diferentes a diferentes niveles entre la espira interna y la espira adyacente.

35 La invención se refiere además a un dispositivo de detección de corrientes diferenciales (reivindicación 9) comprendiendo un toroide tal y como se ha definido anteriormente, rodeado, preferentemente a lo largo de toda su circunferencia, de un bobinado secundario, y asociado a medios de tratamiento de la señal secundaria provista por dicho bobinado, señal representativa de una corriente primaria diferencial en el interior del toroide.

40 En otro aspecto, la invención se refiere a un aparato de corte diferencial de una línea de conductores primarios (reivindicación 11), preferentemente integrado. El aparato comprende un dispositivo de detección de corrientes diferenciales tal y como se ha definido más arriba, atravesando los conductores primarios asociados a un sistema de corte el toroide del dispositivo de detección, y un relé de disparo que dirige el sistema de corte en función de los datos provenientes de los medios de tratamiento del dispositivo de detección.

45 **Breve descripción de las figuras**

Otras ventajas y características surgirán más claramente de la descripción que viene a continuación de modos particulares de realización de la invención, dados a título ilustrativo y no limitativos, representados esquemáticamente
50 en las figuras anejas.

Las figuras 1A, 1B y 1C ya descritas, muestran un toroide de detección diferencial según el estado de la técnica y un aparato de corte.

55 La figura 2 ilustra un primer modo de realización de la invención.

Las figuras 3A y 3B muestran otro modo de realización de la invención.

Las figuras 4A y 4B representan una variante de realización de la figura 3.

60 **Descripción detallada de un modo de realización preferido**

Los inventores han encontrado que una de las causas de la generación intempestiva de señales secundarias estaba relacionada con la propia forma del toroide 2 de detección. De hecho, tal y como se ilustra en la figura 1B, el flujo magnético B proveniente del circuito primario 12 recorre el toroide 2 siguiendo las capas 6_i de cinta magnética; los
65 entrehierros muy finos que existen entre cada espira 6_i frenan el paso del flujo B de una capa de material a la otra. Cerca de la extremidad interna 8, el flujo B que circula en la primera capa 6₁ debe pasar a la segunda 6₂, creando un aumento local del flujo que no siempre puede ser absorbido por las siguientes capas 6_i y conlleva la saturación

ES 2 328 415 T3

rápida de la capa adyacente 6_2 . Esta saturación, no simétrica con respecto a los conductores 12, desequilibra el campo magnético B del toroide 2, conllevando la aparición de una señal secundaria en el bobinado 10.

En particular, para un toroide 2 comprendiendo un devanado circular de perímetro de 10 a 15 cm, por ejemplo de 13 cm, de una cinta 4 de aleación de Fe-Ni con grosor de 100 a 200 μm , por ejemplo 150 micrómetros, y de una altura de 8 a 12 mm, por ejemplo 10 mm, los medios de detección 14 pueden deducir, para una corriente primaria del orden de 400 A monofásica en los conductores 12, una corriente diferencial primaria del orden de 12-15 mA, es decir, el 50% del umbral de disparo clásico.

La invención se propone disminuir localmente la irregularidad de flujo causada por la extremidad de la cinta 8, gracias a la presencia de medios de homogeneización a nivel de la parte de extremidad 18 correspondiente de la cinta 4. Los medios de homogeneización son tales que la densidad de material magnético (que compone la cinta 4) presente en el volumen delimitado por la parte de extremidad 18 provista de dichos medios de homogeneización y la espira adyacente 6_2 (considerando para cada una las caras no pegadas de la cinta 4) con respecto al mismo volumen sin los medios de homogeneización disminuye de forma gradual hacia la extremidad 8. De esta forma, el acoplamiento magnético entre la parte de extremidad 18 y la espira 6_2 crece de manera gradual desde la extremidad 8 y su repartición es más homogénea.

Los medios de homogeneización pueden tomar diferentes formas, que pueden combinarse en el mismo toroide 2 y/o acumularse en una misma parte de extremidad 18; aunque los diferentes modos de realización se presentan en relación con la extremidad interna 8 del toroide 2 donde se concentra la mayoría de flujo magnético, los medios de homogeneización pueden estar relacionados con las dos extremidades de la cinta. Asimismo, los modos de realización preferidos están relacionados con la repartición del paso del flujo magnético de la primera a la segunda espira en toda la circunferencia interior del toroide 2; no obstante, también sería factible, principalmente según la longitud del bobinado secundario 10, disponer los medios de homogeneización solo en una parte de la circunferencia del toroide 2, por ejemplo en al menos 45° o 90° de arco, incluso una media vuelta, o, en ciertos casos, desarrollar los medios de homogeneización en más de una vuelta, por ejemplo dos espiras 6_1 , 6_2 de cinta 4. También hay que comprender que, aunque se ha representado circular, el devanado de la cinta 4 que forma el toroide 2 no está limitado a esta forma geométrica y las alternativas conocidas, como una forma oblonga o rectangular para los toroides de detección diferencial están comprendidas en este término.

Según un primer modo de realización, los medios de homogeneización aumentan el volumen entre la parte de extremidad 18 y la cinta 4 de la espira adyacente 6_2 por la separación de la parte de extremidad 18: véase la figura 2. El volumen delimitado por la cinta 4 de las dos espiras adyacentes 6_1 , 6_2 a nivel de la parte de extremidad 18 es entonces superior al volumen correspondiente sin la separación debido a los medios de homogeneización, para la misma cantidad de material magnético y la densidad de volumen relativa de material magnético disminuye.

En particular, si una cuña no magnética 20 se coloca a nivel de la extremidad 8 de la cinta 4, la primera espira 6_1 está separada de la espira 6_2 adyacente y sobre una cierta longitud de parte de extremidad 18, preferentemente igual a una vuelta; como la reluctancia entre la primera capa 6_1 y la segunda 6_2 depende de su separación (y por lo tanto aumenta), el flujo B que transita de la primera espira 6_1 a la segunda 6_2 se limita progresivamente. Por ejemplo, al contrario que la ilustración esquemática de la figura 2, la cuña 20 no magnética es de material plástico, con una altura del orden del grosor de la cinta 4 o de la mitad; principalmente, la cuña 20 tiene una altura del orden de 0,1 mm en la extremidad 8 de una cinta 4 de grosor de 100 a 200 μm para un diámetro de toroide 2 del orden de 4 cm, por ejemplo para un toroide 2 como el que se ha presentado anteriormente.

Con el fin de evitar cualquier fluctuación y controlar la separación entre las dos espiras 6_1 , 6_2 , puede ser preferible disponer varias cuñas 22, 24, 26 de altura decreciente a lo largo de la circunferencia, tal y como se ilustra en la figura 2. Ventajosamente no obstante, un control como este se realiza por medio de una cuña alargada 20' (correspondiente al conjunto de las superficies rayadas, incluidas las representadas por los signos de referencia 20, 22, 24, 26), de longitud por ejemplo igual a una vuelta de cinta 4 y con un gradiente regular de grosor, más fácil de fabricar y colocar, durante el devanado de la cinta 4 o por medio de la inserción entre las espiras 6_1 , 6_2 .

Según un segundo modo de realización de la invención, la solidarización entre espiras 6_1 del toroide 2 se conserva y la disminución de las faltas de homogeneidad de flujo se realiza por medio de una modificación local de la forma de la cinta 4, gracias a la presencia de un elemento de aligeramiento. Este modo de realización es ventajoso ya que puede colocarse hacia arriba: preferentemente, las acciones en la parte de extremidad 18 de la cinta 4 se efectúan antes de darle forma al toroide 2, estando plana la cinta 4 y teniendo las fases eventuales de recocido bajo campo magnético que dan a los materiales magnéticos sus propiedades. Una vez alterada la cinta 4 se enrolla de la forma habitual en forma de toroide 2.

Según una primera variante de este segundo modo de realización, no ilustrada, los medios de homogeneización se realizan por medio de un gradiente del grosor de la cinta 4 hacia la extremidad 8: la sección habitualmente uniforme de la cinta 4 se modifica en la parte de extremidad 18 por medio de corte o tensión mecánica. De esta manera, se obtiene un decrecimiento del grosor que permite una reducción de las disimetrías de campo por su repartición a lo largo de la parte de extremidad 18. En esta variante, la cantidad de material presente es inferior para la misma superficie de cinta y la densidad de volumen del material en el espacio delimitado por dos grosores de cinta 4 disminuye relativamente.

Para ciertos materiales magnéticos de grosor pequeño, esta variante puede resultar difícil de realizar y una segunda variante, eventualmente en combinación con la primera, preconiza efectuar el aligeramiento de material de la parte de extremidad 18 en el sentido de la anchura de la cinta 4 mejor que en el de su grosor, reduciendo progresivamente su anchura útil. Por ejemplo, tal y como se ilustra en las figuras 3A y 3B, la cinta 4 está biselada hacia la extremidad 8 para formar una punta 28 sensiblemente triangular: los medios de homogeneización 30 se identifican entonces por la parte “vacía” complementaria de la punta 28. La anchura de la cinta en la parte de extremidad 18 disminuye de esta manera progresivamente, lo que permite una transferencia progresiva del flujo magnético B de la primera espira 6₁ hacia la segunda 6₂; la saturación local de la segunda capa 6₂ se evita, limitando considerablemente las señales secundarias parásitas y, por lo tanto, las falsas corrientes diferenciales primarias. El fallo en la repartición del campo magnético B debido al paso de una espira 6₁ a la otra 6₂ se reparte de hecho por todo el toroide 2 y ya no se concentra en un único punto 8.

Es preferible que el elemento de aligeramiento esté relacionado con un solo lado de la cinta, tal y como se ilustra: para una cinta 4 estrecha y un toroide 2 de diámetro consecuente en el que se quiere formar una parte de extremidad 18 de longitud correspondiente a la primera espira 6₁, el biselado de un solo lado de la cinta 4 permite aumentar el ángulo de corte para más precisión y facilidad. No obstante, según los medios de extracción disponibles y el tamaño de la cinta 4, es posible cortar la parte de la extremidad en sus dos bordes, por ejemplo a través de la colocación de la extremidad 8 en el centro de la cinta 4; este modo de realización también puede preferirse en el caso de una fabricación directa de la cinta 4 con una extremidad 18 perfilada.

En ciertos casos y para ciertas dimensiones, la extremidad 28 perfilada de la cinta 4 puede retorcerse con el corte. Para fabricar el toroide 2, la parte retorcida puede recortarse o pegarse a la segunda capa 6₂.

Además, por ejemplo para favorecer el devanado de la cinta 4 y la fabricación del toroide, puede resultar deseable en una tercera variante proceder a extracciones de material en el interior de la cinta 4 en su anchura. En particular, tal y como se ilustra en la figura 4A, un vaciado 40, por ejemplo de forma triangular, puede crearse en la parte de extremidad 18: la banda de material 42 que queda en la punta del vaciado 40 a nivel de la extremidad 8 puede utilizarse para mantener la primera espira 6₁ mientras se da forma al toroide 2, por ejemplo enganchándola a un eje para enrollar la cinta 4.

La formación del orificio 40 en la parte de extremidad 18 hace una vez más aquí decrecer la cantidad de materia de la primera espira 6₁ con respecto a la espira adyacente 6₂ y el flujo magnético B se ve forzado a pasar progresivamente de la espira interna 6₁ hacia la segunda espira 6₂ a lo largo del vaciado 40.

Según una alternativa de esta variante, el vaciado 40 está formado por una pluralidad de orificios 44_i, por ejemplo transversales en la anchura, que se inscriben en ella: véase la figura 4B. Aunque la disminución de densidad relativa es aquí menos regular que en los otros modos de realización, esta opción puede resultar particularmente ventajosa en términos de fabricación, “perforando” por ejemplo la cinta 4 en la parte de extremidad 18.

El toroide 2 según la invención, es decir, provisto de uno cualquiera de los modos de realización o de una combinación de diferentes alternativas de realización de los medios de homogeneización 20, 30, 40 presentados, puede utilizarse en todo el sistema de detección diferencial 2, 10, 14 existente, en particular para un dispositivo de interrupción tal y como se ilustra en la figura 1C. La forma y la longitud de homogeneización del flujo pueden optimizarse en función del material magnético elegido, de la corriente nominal prevista y de la forma del toroide considerado.

Gracias a la presencia de los medios 20, 30, 40 según la invención, las falsas corrientes detectadas se han reducido considerablemente y esto sin incluso la utilización de blindaje. Esta ventaja es particularmente interesante en el caso de dispositivos de interrupción integrados, donde la ocupación de espacio es un criterio fundamental: gracias a la solución propuesta, es posible liberarse del blindaje utilizado habitualmente para disminuir las señales secundarias parásitas y, por lo tanto, ganar volumen.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para la conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tenido mucho cuidado a la hora de recopilar las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO renuncia toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citadas en la descripción

- FR2749987 [0006][0009]
- FR2799840 [0009]

REIVINDICACIONES

- 5 1. Toroide de detección (2) comprendiendo una cinta (4) de material magnético de sección claramente constante enrollado de forma que se forma una sucesión de espiras (6_i) pegadas, comprendiendo la cinta (4) dos partes de extremidad que se extienden en una longitud predeterminada a partir de cada extremidad (8) de la cinta (4), **caracterizado** porque al menos la parte de extremidad (18) interna en el toroide (2) está provista de medios de homogeneización (20, 30, 40) como el acoplamiento magnético entre dicha parte de extremidad (18) y la espira adyacente (6_2) se disminuye gradualmente hacia la extremidad (8) correspondiente de la cinta (4).
- 10 2. Toroide de detección según la reivindicación 1 en el que los medios de homogeneización comprenden un elemento de aligeramiento (30, 40) de la parte de extremidad (18), de manera que la cantidad de material magnético de cinta (4) varía en la longitud de la parte de extremidad (18).
- 15 3. Toroide de detección según la reivindicación 2 en el que el elemento de aligeramiento (30) está localizado a nivel de un borde al menos de la cinta (4), de manera que la parte de extremidad (18) tiene forma claramente triangular.
- 20 4. Toroide de detección según una de las reivindicaciones 2 ó 3 en el que un elemento de aligeramiento (40) está localizado en el interior de la parte de extremidad (18) de manera que la cinta (4) está calada en la parte de extremidad (18) por un vaciado.
5. Toroide de detección según la reivindicación 4 en el que el vaciado (40) está formado por una pluralidad de orificios transversales (44_i) de longitud decreciente desde la extremidad (8).
- 25 6. Toroide de detección según una de las reivindicaciones 1 a 5 en el que los medios de homogeneización comprenden una cuña no magnética (20) colocada entre la extremidad (8) de la cinta (4) y la espira adyacente (6_2), de manera que la parte de extremidad (18) se separa de dicha espira adyacente (6_2),
- 30 7. Toroide de detección según la reivindicación 6 en el que la cuña (20') se extiende con un grosor creciente por la longitud de la parte de extremidad (18).
8. Toroide de detección según una de las reivindicaciones 1 a 7 en el que la longitud de la parte de extremidad (18) es igual a la circunferencia del toroide (2) de manera que solo la primera espira (6_1) está provista de medios de homogeneización (20, 30, 40).
- 35 9. Dispositivo de detección de corrientes diferenciales comprendiendo un toroide de detección según una de las reivindicaciones 1 a 8, un bobinado secundario (10) alrededor de una parte al menos del toroide (2), medios de tratamiento (14) asociados al bobinado secundario (10) para tratar la señal provista por el bobinado secundario (10) y representativa de una corriente primaria diferencial.
- 40 10. Dispositivo de detección según la reivindicación 9 en el que el bobinado secundario (10) se extiende en la circunferencia del toroide (2).
- 45 11. Aparato de corte diferencial comprendiendo una línea de conductores primarios (12), un dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 9 ó 10 dispuesto alrededor de los conductores primarios (12), un relé de disparo (16) asociado a los medios de tratamiento (14) y que dirige un sistema de corte de los conductores primarios (12).

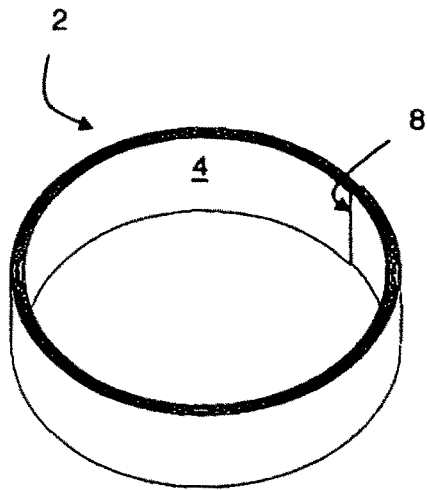


Fig.1A

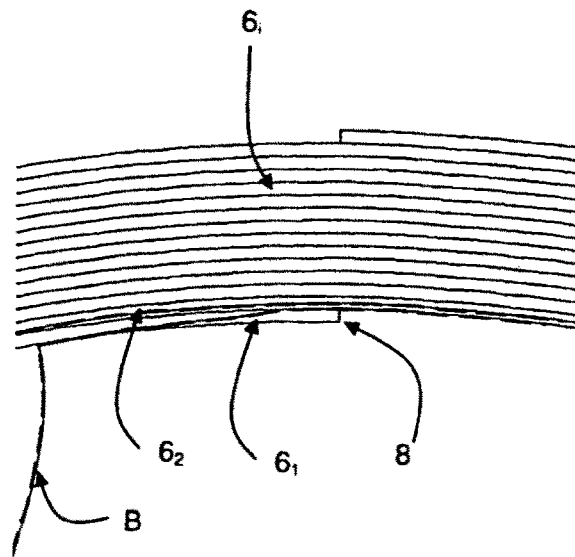


Fig.1B

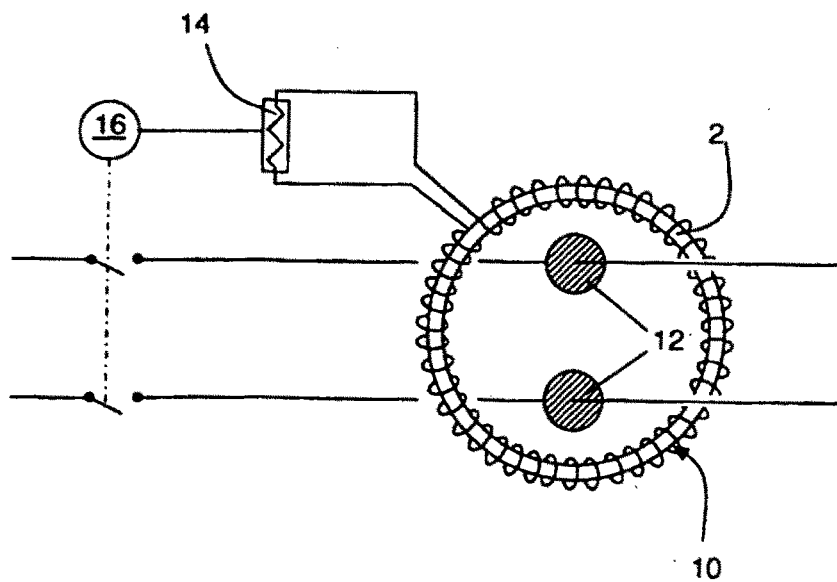


Fig.1C

Fig.2

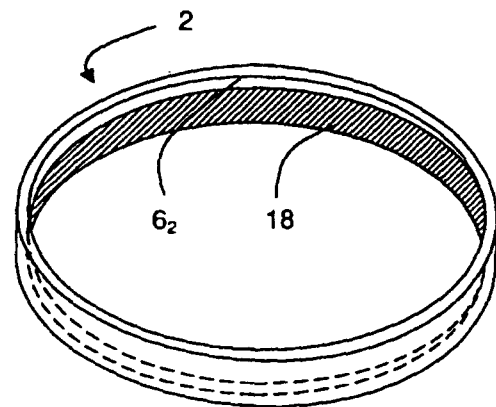
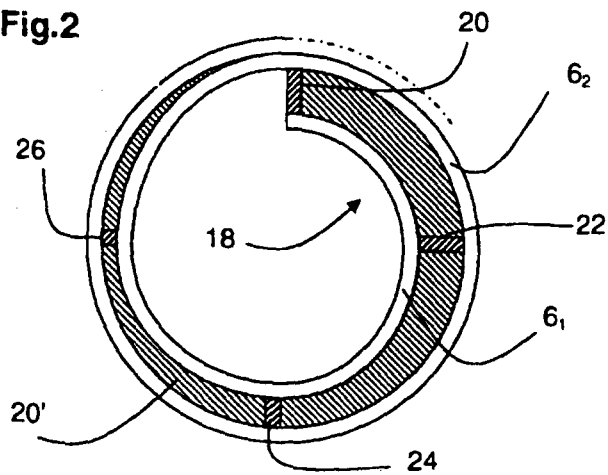


Fig.3B

Fig.3A

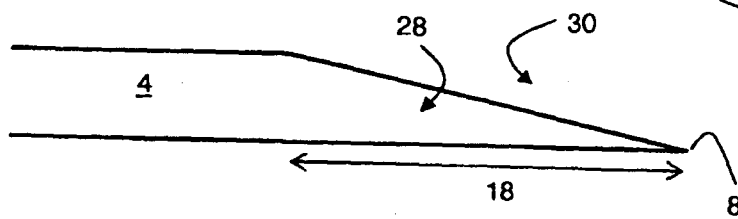


Fig.4A

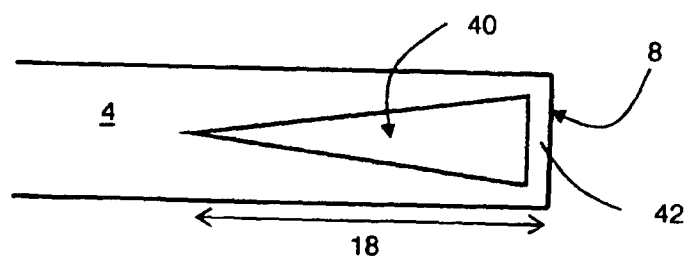


Fig.4B

