



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 330**

51 Int. Cl.:  
**B21C 47/04** (2006.01)  
**B21C 47/18** (2006.01)  
**B21C 47/26** (2006.01)  
**B21B 1/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04745203 .2**  
86 Fecha de presentación : **08.07.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1648630**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **26.04.2006**

54 Título: **Proceso y sistema termoelectromecánico para el enrollado y desenrollado de un fleje laminado en línea en caliente procedente de una colada en continuo de plancha delgada.**

30 Prioridad: **28.07.2003 IT MI03A1546**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2007**

73 Titular/es: **Giovanni Arvedi**  
**Via Mercatello, 26**  
**I-26100 Cremona, IT**

72 Inventor/es: **Arvedi, Giovanni**

74 Agente: **Aragonés Forner, Rafael Ángel**

ES 2 278 330 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

Proceso y sistema termoelectromecánico para el enrollado y desenrollado de un fleje laminado en línea en caliente procedente de una colada en continuo de plancha delgada.

La presente invención se refiere a un proceso y a un sistema asociado formado por un doble dispositivo electromecánico superpuesto, calentado mediante quemadores de gas y adaptado para enrollar y desenrollar a una velocidad controlada flejes preconformados de acero alimentados desde un aparato de colada de desbaste colado delgado con laminado en caliente en línea ("laminado en colada") capaz de conectar, de un modo controlado dicha etapa con la siguiente de laminado final, estando separado de la misma por diferentes velocidades de trabajo.

Un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1 y un proceso según el preámbulo de la reivindicación 6 se conoce, por ejemplo, a partir del documento "ISP-THIN SLAB CHALLENGE TO NUCOR", Steel Times, Fuel & Metallurgical Journals Ltd. London, GB, Vol. 221, n° 10, 1 de octubre 1993, páginas 416, 418-419.

Es conocido en las plantas de fabricación de productos de aceros planos, utilizar aparatos para el enrollado temporal de los productos antes de pasar al tren de laminado en caliente de acabado a fin de separar la porción de baja velocidad conectada con la colada continua del tren de laminado de acabado que funciona por el contrario con alta velocidad, de manera que se formen bobinas utilizables como stock de almacén. Un aparato típico es la denominada "caja de arrollamiento" ("coil box") desarrollada por Selco y utilizada tanto en las plantas convencionales como en los denominados minilaminadores que utilizan la tecnología del desbaste delgado.

Este sistema está formado sustancialmente por una serie de cilindros de entrada para doblar y provocar que el producto plano se enrolle, así como por cilindros accionados adecuados para impartir al producto la rotación requerida para la formación de la bobina, que tiene lugar libremente sin ningún mandril central y sin ninguna envoltura de protección. El aparato utilizado presenta sin embargo algunos inconvenientes, el primero de los cuales es la imposibilidad de enrollar desbastes delgados o flejes preconformados que tengan un espesor menor de 15 mm, consistiendo el peligro en el colapso de la bobina sobre ella misma lo cual impediría el subsiguiente desenrollado de la propia bobina. Además la ausencia de una envoltura exterior acarrea problemas de pérdida de temperatura debida a la irradiación y de temperatura no homogénea, que dificultaría la obtención de productos de buena calidad tanto desde el punto de vista de geometría como de sus propiedades mecánicas.

Es cierto que la patente US 4.703.640 trata de resolver estos problemas proporcionando un empotramiento y la posibilidad de utilizar un mandril convencional, mientras que DE 4013582 proporciona una posible solución con dos enrolladores, cada uno de los cuales empotrado en su propia envoltura y superpuestos mutuamente, pero ambas soluciones presentan inconvenientes técnicos. Inconvenientes que se deben a la presencia de cabezas y colas inevitablemente más frías que la parte central del fleje; esto acarrea problemas en el subsiguiente proceso de laminado especial-

mente en el caso de espesores delgados y ultradelgados, ocasionando especialmente:

- la imposibilidad de comprobar la temperatura del fleje preconformado ya que el equipo no tiene sistemas de calentamiento, y en consecuencia la imposibilidad de producir flejes con tolerancias limitadas o características particulares tales como aceros termomecánicos de fase doble o del tipo HSLA (acero hipoaleado de gran resistencia);
- la falta de control de la velocidad de enrollado/desenrollado del fleje preconformado, y por consiguiente la imposibilidad de producir flejes delgados y ultradelgados con tolerancias estrictas debido a los esfuerzos de estiramiento ocasionados por un desenrollado no controlado;
- problemas de los denominados "rechazos" de las cajas de laminado para aceptar un material que presenta en la zona de cabeza, en una longitud de unos pocos centímetros, diferencias de temperatura de algunas decenas de grados;
- fuera de tolerancia en la primera y en la última longitud del fleje (decenas de metros), especialmente en la fabricación de flejes delgados y ultradelgados;
- posicionamiento incorrecto o "fuera de tabla" de la cabeza con una consiguiente deformación de los primeros metros de fleje, con los consiguientes problemas de estabilidad y enrollado del fleje;
- incorrecto posicionamiento o "fuera de tabla" de la cola con los consiguientes daños en el fleje y en los cilindros de laminado.

El documento WO 96/32509 proporciona dos dispositivos de enrollado y desenrollado de fleje de acero superpuestos que tienen calentadores por inducción sólo en las guías de salida del fleje hacia el exterior, configuradas como carrileras, sin ninguna posibilidad de optimizar y hacer que sea uniforme la temperatura a lo largo de todo el fleje.

Aún haciendo referencia a las patentes anteriormente mencionadas, se puede destacar que para evitar cualquier enfriamiento de la cola del fleje, ésta última debe enrollarse internamente, pero esto supone importantes dificultades a la hora de retirar la misma, y como alternativa el dispositivo debería tener una abertura ancha, condición que causaría considerables pérdidas de temperatura; por estos motivos dichos aparatos no tienen aplicaciones prácticas.

Partiendo de los problemas descritos y de los inconvenientes del tipo citado, la presente invención pretende mejorar un dispositivo para enrollar/desenrollar un fleje preconformado que sale de un sistema de colada en línea y laminado, asegurando a la vez que dicho producto tenga un alto grado de uniformidad del calor y un control electrónico de la velocidad de enrollado/desenrollado, considerada como esencial para obtener un producto final con tolerancias geométricas estrictas y características mecánicas uniformes.

Este objetivo se consigue, según la invención me-

dante un sistema electromecánico que tiene las características indicadas en la reivindicación 1, y un proceso según la reivindicación 6.

Otros objetivos, ventajas y características del sistema según la presente invención, así como el proceso relevante se pondrán de manifiesto claramente a partir de la siguiente descripción de una forma de realización preferida de la misma haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 ilustra una vista en sección de dicha forma de realización en la que los dos dispositivos que forman el sistema de la invención están superpuestos uno encima del otro;

La figura 2 ilustra una vista esquemática en sección transversal del mandril central de cada dispositivo individual de enrollado/desenrollado del sistema;

y  
Las figuras 3 y 4 ilustran respectivamente una vista frontal y una vista en sección a lo largo de la línea IV-IV del mismo de una forma de realización preferida para unir mediante encaje el cuerpo central del mandril con los segmentos laterales.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 1, se ilustra la configuración según la invención en la que según los dos dispositivos de enrollado/desenrollado superpuestos A del fleje preconformado a pueden girar alternativamente alrededor de su propio eje horizontal en el sentido horario y antihorario con un ángulo comprendido entre 40 y 120°, con el fin de asegurar continuidad entre la etapa de colada en línea y laminado en caliente y la etapa del laminado caliente final. Cada uno de los dos dispositivos A viene encabezado separadamente por quemadores 4 de gas natural adecuados y se hace funcionar independientemente por medio de un software especial capaz de controlar tanto la velocidad de enrollado/desenrollado como la temperatura de calentamiento. Además, para asegurar una rápida inserción a los sistemas de descascarillado y subsiguientemente al tren de laminado de acabado dispuesto “aguas abajo”, se permite intencionadamente que la cola c del fleje preconformado salga de la envoltura de protección una longitud comprendida entre 0 y 800 mm y, antes del laminado final, se calienta mediante dichos quemadores 4 (apagados durante la etapa de enrollado) requeridos para asegurar la uniformidad térmica con el fleje preconformado restante siendo enrollado y calentado dentro del dispositivo A.

Debe destacarse que el dispositivo de enrollado/desenrollado A puede incluir preferentemente equipos subsidiarios para ayudar a la entrada o a la salida del fleje preconformado en las aberturas de la envoltura exterior.

Para este fin, como solución preferida pero no limitante, se podría adoptar el tipo anterior dado a conocer en la patente IT 1245612 (DE-C-4013582) en el que los flejes son dirigidos hacia adentro y hacia fuera por un par de cilindros 2 colocados en la entrada de los dispositivos A y soportados durante la etapa de enrollado por una placa 3 que está situada dentro de la envoltura de protección para ayudar a la inserción de los mismos en un mandril de enrollado 6.

Para este fin, como solución preferida, cada dispositivo de enrollado A comprende dentro de una envoltura aislada A' un mandril fijo no expandible 6, en cuya estructura hay una ranura 5 para la inserción de la cabeza b del fleje preconformado así como los segundos quemadores 7 para homogeneizar la temperatura del fleje a tanto en la etapa de enrollado como en la

del desenrollado. La combustión de los quemadores 7 se controla mediante un software específico según un algoritmo que controla la relación estequiométrica relevante desequilibrada intencionadamente con un exceso de gas (combustión de reducción) a fin de ayudar a la formación de un óxido fácilmente retirable mediante los dispositivos de descascarillado dispuestos “aguas abajo” antes del laminado final. El software de control de los quemadores 7 está provisto también de un algoritmo capaz de aumentar o disminuir el caudal de los quemadores para obtener una temperatura estable entre el extremo delantero y el extremo trasero del fleje tanto durante la etapa de enrollado como en la etapa del desenrollado, o en función del tipo de acero del fleje preconformado y de las propiedades que deba tener el producto acabado.

La envoltura A' tiene una abertura definida por el par de cilindros 2 que en la etapa de enrollado está orientada en el sentido de “aguas arriba” con respecto a la dirección de laminación para recibir el fleje preconformado a que se ha de enrollar (fig. 1 - dispositivo inferior), mientras que en la etapa de desenrollado se orienta “aguas abajo” cuando el fleje preconformado se desenrolla para ser dirigido hacia el laminado final (fig. 1 - dispositivo superior). Esta operación se hace posible porque la totalidad del dispositivo A puede girar sobre sí mismo un ángulo comprendido entre 40 y 120° alrededor de su propio eje, de modo que permita el correcto alineamiento de la apertura definida por los cilindros 2 con las porciones “aguas arriba”, y “aguas abajo” respectivamente para el dispositivo inferior y el dispositivo superior de la línea en que está insertado.

Medios de control adecuados provocan la rotación de un elemento curvador o línea de pasada 1 hasta que se oriente hacia la abertura de los cilindros 2, de modo que se guíe el fleje preconformado hacia el dispositivo A (el inferior de la fig. 1), y una vez alimentado hacia delante por los cilindros 2, entrar y enganchar en la ranura 5 del mandril 6, que girando en el sentido horario tal como se representa por la flecha, causa su enrollado sobre sí mismo.

En la abertura entre los cilindros 2, en el estado de desenrollado (dispositivo superior), después de que los quemadores 4 han calentado el extremo de cola c del fleje, el elemento curvador se orienta hacia arriba para soportar dicha cola y ayudar al encaje de la misma en los dispositivos “aguas abajo”, y por tanto hacia el laminado final. Obviamente, el elemento curvador o el elemento que ayuda al enrollado 1 así como el elemento que ayuda al desenrollado 1' del fleje preconformado puede construirse de cualquier otro modo equivalente y que sea adecuado para la finalidad pretendida.

Con vistas a evitar dificultades indeseadas entre las etapas de enrollado y desenrollado en los dispositivos superior e inferior, un algoritmo especial del software de control de los dispositivos A acelera la etapa de enrollado del fleje preconformado cuando éste es cortado por las cizallas (no representadas) situadas en el extremo del sistema de colada en línea y laminado en caliente (laminado de la colada) de modo que se cree el espacio requerido para asegurar el correcto posicionamiento del elemento auxiliar 1.

El software de control comprende también un algoritmo que permite desacelerar la etapa de enrollado cuando ésta llega al final y la distancia respecto al siguiente fleje es suficiente para asegurar el enrollado

del mismo, mejorando así el caldeo de la cola c que quedará fuera del dispositivo A y cilindros 2.

Una forma de realización preferida del mandril 6 que se ha de utilizar para el dispositivo A se representa con mayor detalle en las figs. 2-4. Haciendo referencia a la fig. 2, se ve el eje central hueco 6.1 del mandril dentro de un cuerpo central 6.2; en los laterales del mismo están provistos dos segmentos de acero 6.3, que se han aligerado de peso adecuadamente como el propio cuerpo central 6.2. El eje 6.1 se refrigera con agua que circula por el orificio del eje 6.4 y tiene en su parte exterior una capa aislante 6.5, la cual limitando el paso del calor entre el eje y el cuerpo central 6.2 minimiza la refrigeración de la primera longitud b del fleje de enrollado que corresponde a la cola de desenrollado para el laminado subsiguiente, así como de la parte interior del dispositivo A.

Dicha forma de realización preferida permite que

el cuerpo central 6.2 esté unido sólidamente con los segmentos laterales 6.3 por medio de mordazas de forma 6.6, 6.6' que encajan con los espaciadores 6.7 insertados para permitir el ensamblaje sin la ayuda de tirantes como los que se requieren en las formas de realización convencionales. Estos últimos serían muy poco fiables debido a los inevitables fallos que se producen como consecuencia de estrés con altas temperaturas de trabajo y la sustitución de los mismos implican cada vez un período de parada de dos o tres días.

La forma de realización particular representada en las figuras 3 y 4 no sólo tiene la finalidad de aumentar la fiabilidad del mandril y su fácil factibilidad, sino también de ser capaz de mantener el tensado antagonista entre dicho dispositivo y los dispositivos que hay "aguas abajo", es decir entre el descascarillador y el tren de laminado de acabado.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Sistema termo-electromecánico que comprende dos dispositivos de enrollado (A) superpuestos uno encima del otro, cada uno de ellos con su respectiva envoltura resistente al fuego (A') con quemadores internos (7) de gas natural, capaces de enrollar, en un correspondiente mandril central (6) por medio de pares de cilindros de entrada y de salida (2), un fleje preconformado (a) con un espesor comprendido entre 30 y 8 mm para un laminador de desbaste que está conectado directamente con un tren de colada para desbaste delgado, y subsiguientemente girar sobre sí mismo y desenrollar dicho fleje preconformado para permitir la entrada al siguiente descascarillador y tren de laminado de acabado, **caracterizado** porque

- dichos dispositivos de enrollado (A) están provistos de quemadores de gas natural (4),
- dichos quemadores interiores (7) son capaces de optimizar la temperatura del fleje preconformado (a) para la entrada en el tren de laminado acabado, mediante un adecuado software de control también provisto de un algoritmo capaz de cambiar el caudal de los quemadores para conseguir automáticamente una temperatura estable y uniforme entre los extremos delantero y trasero del fleje tanto cuando se enrolla como cuando se desenrolla en función del tipo del fleje preconformado (a) y de las características que se pretenden obtener en el producto acabado;
- dichos quemadores exteriores (4) son capaces de homogeneizar a través de un software de control especial la temperatura del fleje preconformado (a) en toda la longitud del mismo desde el núcleo enrollado hasta la parte de cola terminal (c), que permanece fuera, asegurándose la completa uniformidad de las características mecánicas y geométricas del producto, que responden a los cambios de temperatura;
- se proporcionan medios actuadores para la rotación del mandril (6) de los dispositivos de enrollados superior e inferior (A) estando controlados tanto durante el enrollado como durante el desenrollado mediante algoritmos especiales del software de control para acelerar o desacelerar el enrollado de un fleje preconformado;
- se proporcionan los medios de control para controlar la velocidad de dicho fleje preconformado (a) tanto durante el enrollado como el desenrollado, consistentes en un software de proceso especial con el fin de evitar estiramientos o compresiones de fleje preconformado, que pudieran perjudicar la calidad geométrica del producto final; y
- se proporcionan medios para la operación de la parada del mandril (6) dejando dicho extremo de cola (c) del fleje preconformado, durante el enrollado, en el exterior de dichos dispositivos de enrollado (A) y di-

chos pares de cilindros (2) para una longitud comprendida entre 0 y 800 mm, haciendo así más fácil, durante un desenrollado consecutivo, su entrada hacia el descascarillado y el laminado de acabado siguiente hasta el tren de laminado de acabado.

2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque "aguas abajo" de la etapa de colada en línea y laminado en caliente, una cizalla corta el fleje preconformado y porque un primero de los algoritmos del software de control de los dispositivos (A) es capaz de acelerar el enrollado del mismo de tal modo que se crea el espacio requerido para asegurar el correcto posicionamiento de un dispositivo auxiliar (1) para recibir en el dispositivo de enrollado (A) el fleje siguiente.

3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un segundo algoritmo del software de control adecuado para permitir la desaceleración de la etapa de enrollado, inmediatamente antes de que se complete, cuando la distancia respecto al fleje siguiente es suficiente para asegurar su enrollado, ayudando así al calentamiento de la parte terminal (C) que queda fuera del dispositivo de enrollado (A) y de los cilindros (2).

4. Un sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho mandril (6) en el que se enrolla el fleje preconformado (a) comprende un tambor formado por un cuerpo central (6.2) con un eje central (6.1) y unos segmentos laterales (6.3) que se mantienen ensamblados mediante componentes que se encajan entre sí (6.6, 6.7, 6.6', 6.7') sin la ayuda de tornillos.

5. Un sistema según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dicho mandril (6) está aislado térmicamente del eje central (6.1) en el que está montado, siendo este último hueco con un orificio axial (6.4) para el agua de refrigeración, evitando así que la cabeza y la cola saliente del fleje conformado que entra (b) sufran una refrigeración tal que se ponga en riesgo su capacidad de ser laminados.

6. Proceso para el tratamiento termomecánico de un fleje preconformado (a) con un espesor comprendido entre 30 y 8 mm de un laminador de desbaste conectado directamente a una línea de colada para desbastes delgados, comprendiendo el enrollado en uno o dos dispositivos de enrollado superpuestos entre sí, la subsiguiente rotación de dicho dispositivo de enrollado y el subsiguiente desenrollado del mismo para permitir su avance hasta una etapa de laminado de acabado, proporcionando el calentamiento (7), del fleje preconformado (a) quemando gas natural durante las etapas de enrollado y desenrollado dentro de los dispositivos de enrollado (A), **caracterizado** porque además comprende:

- un calentamiento adicional (4) del fleje preconformado, quemando gas natural fuera de dichos dispositivos de enrollado (A), estando dicho calentamiento interior y exterior (7;4) controlado por un software especial;
- el control, a través de algoritmos especiales del software de proceso, de la etapa de enrollado para su respectiva aceleración o desaceleración; y

- el control, mediante un software de proceso especial de la velocidad del fleje preconformado (a) durante las etapas de enrollado y de desenrollado.

7. Proceso según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la combustión para el caldeo del fleje pre-

conformado dentro del dispositivo de enrollado tiene lugar con un exceso de gas con respecto a la relación estequiométrica a fin de ayudar, en un ambiente de reducción, a la formación de un óxido superficial que pueda retirarse fácilmente como cascarilla en una subsiguiente capa de descascarillado.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

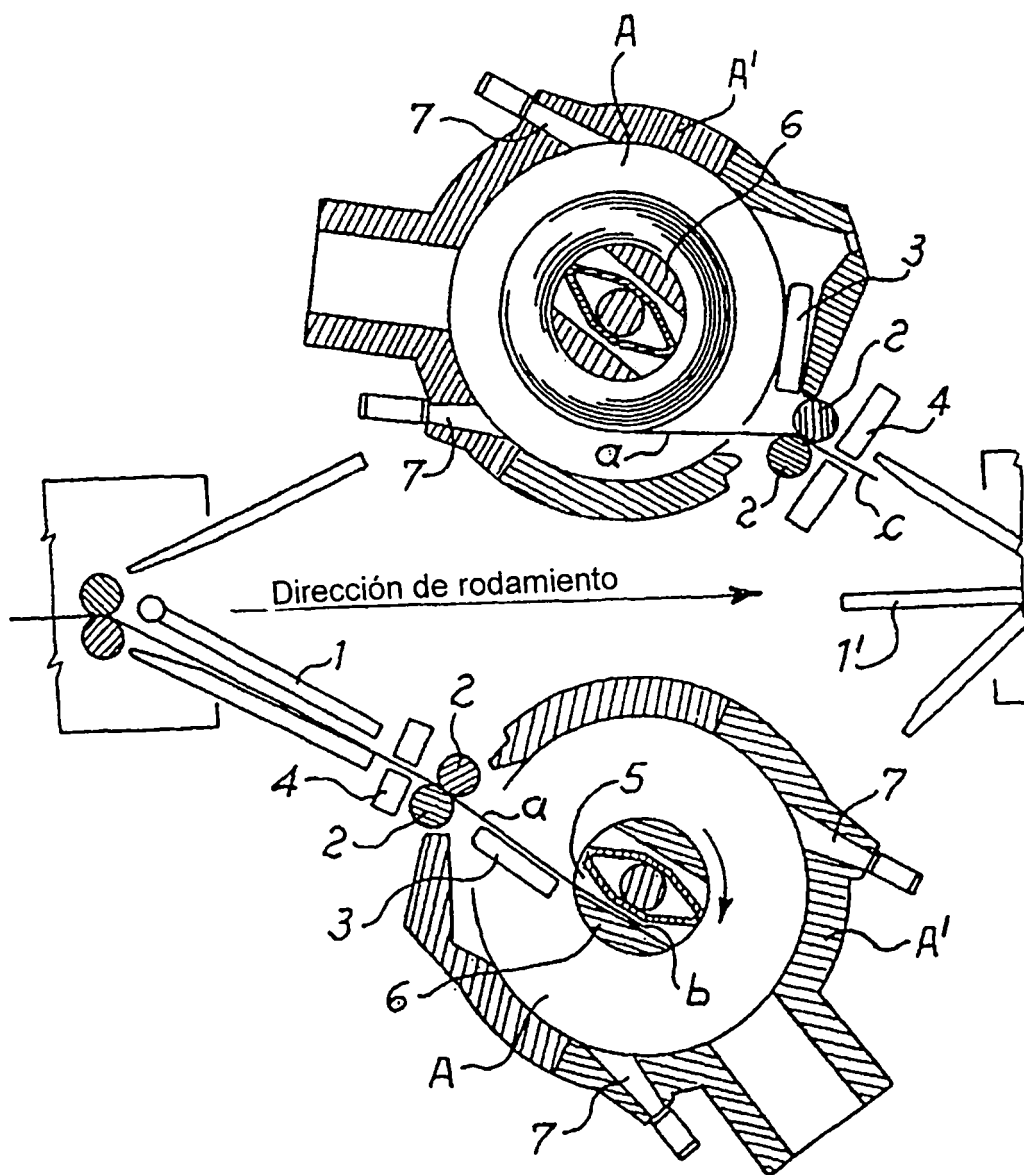


Fig. 2

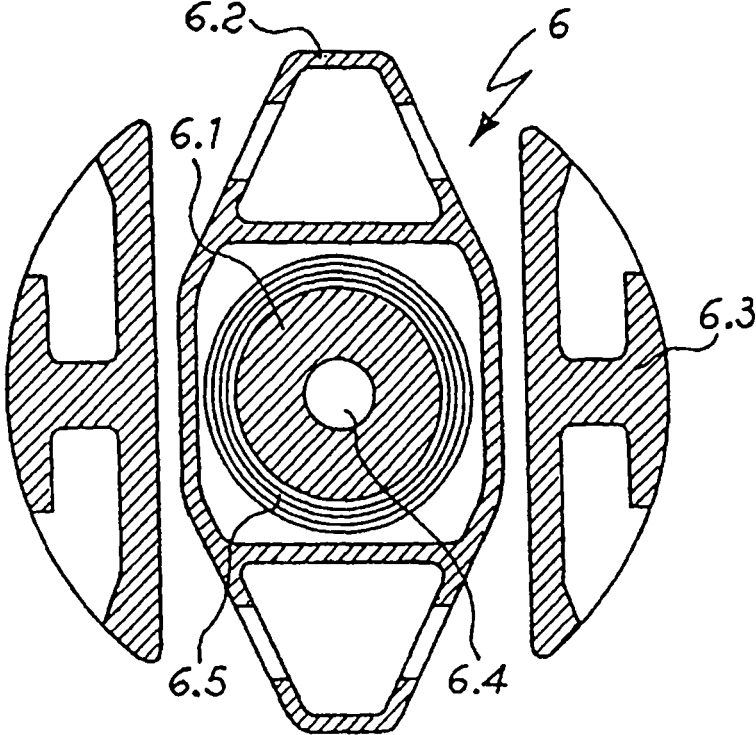


Fig. 3

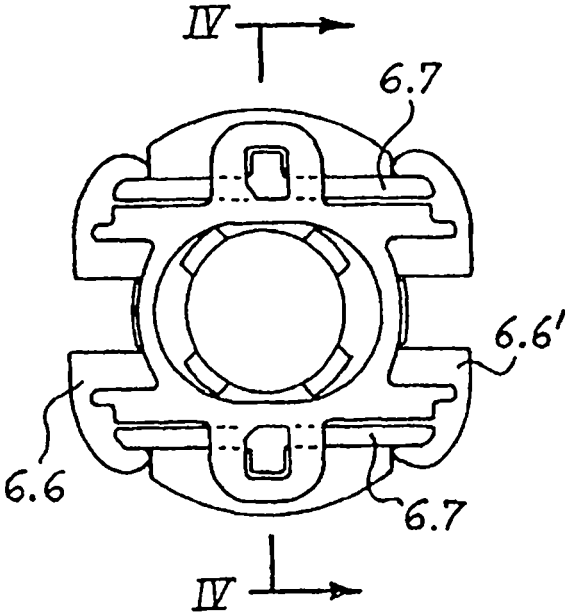


Fig. 4

