

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 585**

51 Int. Cl.:

C21C 5/52 (2006.01)

F27B 3/10 (2006.01)

F27D 27/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2010 E 10751975 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2013 EP 2616560**

54 Título: **Aparato y método para agitación electromagnética en un horno de arco eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2014

73 Titular/es:

**ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**ERIKSSON, JAN- ERIK;
RAHMANI, MOHAMED ALI;
WIDLUND, OLA;
HJORTSTAM, OLOF;
BEL FDHILA, REBEI;
SANDER-TAVALLAEY, SHIVA;
SAND, ULF;
ZHANG, XIAOJING y
KROON, TORD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 449 585 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

Aparato y método para agitación electromagnética en un horno de arco eléctrico

CAMPO TÉCNICO DEL INVENTO

5 El presente invento se refiere en general a la agitación electromagnética de acero fundido en hornos de arco eléctrico de corriente alterna (CA) o de corriente continua (CC).

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA Y ANTECEDENTES DEL INVENTO

La agitación electromagnética (EMS) del acero fundido en hornos de arco eléctrico (EAF) es beneficiosa por varias razones, por ejemplo para mejorar la velocidad de fusión y reducir el tiempo del proceso, para mejorar la homogeneización de temperatura, reducir el consumo de energía, e impedir la formación de vórtices durante el vertido.

10 En instalaciones anteriores de EMS y de EAF de corriente alterna, la unidad de agitación está montada por debajo de la parte inferior en una posición central. En los EAF de corriente continua, la corriente de CC, es recogida en un gran electrodo que está integrado en el refractario inferior del horno. El electrodo está conectado al exterior a través de la parte inferior. El área del electrodo inferior es muy grande (Típicamente de 2x3 m). El documento RU2148291 describe tal unidad de agitación.

15 RESUMEN DEL INVENTO

Así, en instalaciones de EMS en EAF de CC, no es posible colocar la unidad de agitación en una posición central por debajo de la parte inferior del horno. Normalmente, no existen otras áreas que estén lo bastante cerca de la fusión y con un área suficientemente grande.

20 Además, las unidades de agitación de la técnica anterior para los EAF de CC y de CA parecen ser inflexibles y no proporcionan la agitación adecuada para todo tipo de aplicaciones.

Es un objeto del presente invento proporcionar un aparato y un método, respectivamente, para la agitación electromagnética del acero fundido en un horno de arco eléctrico, que aborda los problemas anteriores.

Es un objeto particular del invento proporcionar tal aparato y método, que proporcionan medios para el posicionamiento y uso del agitador flexible.

25 Es otro objeto del invento proporcionar tal aparato y método, mediante el cual la agitación puede ser controlada dinámicamente durante el ciclo del proceso del EAF.

Es aún otro objeto del invento proporcionar tal aparato y método, que sean simples, robustos, fiables, y de bajo coste.

Estos objetos son entre otros, de acuerdo con el presente invento, alcanzados por un aparato y un método para la agitación electromagnética según se ha reivindicado en las reivindicaciones de patente adjuntas, 1 y 12.

30 De acuerdo con un aspecto del invento se ha proporcionado un aparato para la agitación electromagnética del acero fundido en un horno de arco eléctrico que comprende dos unidades de agitación electromagnética, al menos una alimentación de corriente, y una unidad de control. Los dos agitadores están montados en una superficie inferior externa del horno de arco eléctrico en lados opuestos de una posición central de la superficie inferior, la alimentación de corriente está conectada operativamente a las dos unidades de agitación electromagnéticas, y la unidad de control está conectada operativamente a la alimentación de corriente para controlar el funcionamiento de las dos unidades de agitación electromagnética. Preferiblemente, el horno de arco eléctrico es un horno de arco eléctrico de CC que tiene un electrodo inferior de CC y las dos unidades de agitación electromagnética están montadas en lados opuestos del electrodo inferior de CC.

40 Además cada una de las dos unidades de agitación electromagnética tiene un núcleo con bobinas separadas enrolladas alrededor del núcleo. Cada uno de los núcleos puede estar provisto de una protección, por ejemplo, de aluminio u otro material no magnético, que cubre la superficie inferior y las superficies laterales del núcleo y colocado entre el núcleo y el arrollamiento. Tal protección reduce el campo electromagnético en la superficie inferior y la superficie laterales del agitador.

45 En otra realización del invento cada una de las dos unidades de agitación electromagnética tiene un núcleo con un arrollamiento del tipo de forma plana. Utilizando tal arrollamiento no es necesaria protección.

Aún en otra realización del invento los núcleos tienen una o varias curvas adaptadas a la forma de la superficie inferior externa del horno de arco eléctrico. Por ello, puede obtenerse una agitación apropiada a la vez que se minimiza la energía utilizada por esa razón. Además, pueden obtenerse fuerzas de agitación muy fuertes.

50 Aún en otra realización la unidad de control y una sola alimentación de corriente para las dos unidades de agitación electromagnéticas están configuradas para hacer funcionar las dos unidades de agitación electromagnética como una

5 sola unidad. Por lo anterior, el sistema de alimentación de corriente puede estar conectado operativamente a los dos agitadores de tal manera que los dos agitadores son hechos funcionar en paralelo en cualquiera dirección hacia delante o hacia atrás. Alternativamente, el sistema de una sola alimentación de corriente está conectado operativamente a los dos agitadores de tal manera que los dos agitadores son operados en direcciones opuestas entre sí proporcionando un flujo de acero fundido que circula a lo largo de las paredes del horno ya sea en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. Aún alternativamente, el sistema de una sola alimentación de corriente está configurado para operar las dos unidades de agitación electromagnética para obtener operaciones de agitación diferentes y/o patrones de agitación diferentes durante las diferentes fases del ciclo del proceso del EAF.

10 El presente invento también está dirigido hacia un horno de arco eléctrico, particularmente un horno de CC, que comprende al aparato para la agitación electromagnética como se ha descrito antes.

15 De acuerdo con otro aspecto del invento se ha proporcionado un método para la agitación electromagnética del acero fundido en un horno de arco eléctrico. De acuerdo con el método hay previstas dos unidades de agitación electromagnética montadas en una superficie inferior externa del horno de arco eléctrico en lados opuestos de una posición central de la superficie inferior. Al menos una alimentación de corriente está conectada a las dos unidades de agitación electromagnéticas. Finalmente, el funcionamiento de las dos unidades de agitación electromagnéticas es controlado por una unidad de control conectada operativamente a la alimentación de corriente.

20 Por medio del presente invento es habilitada una agitación electromagnética con una intensidad suficiente también para hornos de CC con grandes electrodos inferiores. El invento proporciona para una solución flexible con una gran variedad de características de funcionamiento posibles para diferentes aplicaciones. Mediante el invento se habilita la agitación electromagnética mientras se reduce el consumo de energía. Se pueden obtener fuerzas de agitación importantes y se puede controlar el patrón de agitación.

Otras características del invento, y ventajas del mismo, resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas del presente invento dadas a continuación y de las figuras adjuntas 1 a 4, que han sido dadas a modo de ilustración solamente, y así no son limitativas del presente invento.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las figs. 1a-b presentan vistas superior y en alzado lateral de un EAF, en las que un aparato para agitación electromagnética del acero fundido en el EAF de acuerdo con una realización del invento está indicado esquemáticamente.

30 Las figs. 2 a 4 presentan en vistas en perspectiva diferentes agitadores para utilizar en el aparato para agitación electromagnética indicado esquemáticamente en las figs. 1a-b.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

En las figs. 1a-b se ha ilustrado un horno de arco eléctrico (EAF) 10, en el que se ha puesto en práctica un aparato 11 para agitación electromagnética del acero fundido en el EAF 10 de acuerdo con una realización del invento. El EAF puede ser un EAF de CC como se ha ilustrado o un EAF de CA.

35 El aparato 11 para agitación electromagnética comprende dos unidades de agitación electromagnética 12, 13, un sistema de una sola alimentación de corriente 14 conectado operativamente a las dos unidades de agitación electromagnética 12, 13, y una unidad de control 15 conectada operativamente al sistema 14 de una sola alimentación de corriente para controlar la operación de las dos unidades de agitación electromagnéticas 12, 13. Las dos unidades de agitación electromagnéticas 12, 13 están montadas sobre una superficie inferior externa 10a del EAF en lados opuestos de una posición central 10b de la superficie inferior 10a. El EAF de CC tiene típicamente un electrodo inferior 10c de CC situado en la posición central 10b de la superficie inferior 10a y las dos unidades de agitación electromagnéticas están así montadas en lados opuestos del electrodo inferior 10c de CC.

45 Se apreciará que el EAF puede estar típicamente hecho de hierro y en tal caso el material en las áreas del EAF en las que se situarán las unidades de agitación electromagnética ha de ser cambiado a material no magnético tal como, por ejemplo, acero austenítico.

El sistema 14 de una sola alimentación de corriente puede intercambiarse por una pluralidad de alimentaciones de corriente, por ejemplo, una para cada unidad de agitación electromagnética.

50 La unidad de control 15 y el sistema 14 de una sola alimentación de corriente están configurados preferiblemente para hacer funcionar las dos unidades de agitación electromagnética 12, 13 como una sola unidad. Por ello, el sistema 14 de una sola alimentación de corriente puede ser conectado operativamente a los dos agitadores 12, 13 de tal manera que los dos agitadores son operados en paralelo tanto en la dirección hacia delante como hacia atrás o son operados en direcciones opuestas entre sí proporcionando un flujo de acero fundido que circula a lo largo de las paredes del horno tanto en el sentido de las agujas del reloj como en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Además, la unidad de control 15 y el sistema 14 de una sola alimentación de corriente pueden estar configurados para

hacer funcionar las dos unidades de agitación electromagnética 12, 13 para obtener diferentes operaciones de agitación y/o diferentes patrones de agitación durante las diferentes fases del ciclo de proceso del EAF.

5 En la fig. 2 se ha ilustrado una realización de una unidad de agitación electromagnética que puede ser utilizada en el aparato 11 para agitación electromagnética de las figs. 1a-b. La unidad de agitación electromagnética es un agitador trifásico y tiene un núcleo de hierro 21 con un arrollamiento 22 del tipo así llamado de forma plana. El arrollamiento 22 no está enrollado alrededor del núcleo sino enrollado a lo largo de tres lados del núcleo 21. Cada fase tiene dos arrollamientos o polos que están conectados de tal manera que la corriente eléctrica irá en direcciones opuestas en los dos arrollamientos. Sin embargo, este diseño de arrollamiento hace la unidad de agitación electromagnética mucho más amplia que la anchura del núcleo de hierro 21. Este diseño parece ser menos ventajoso para agitadores fuertes en el EAF de CC debido al espacio limitado disponible en los lados del electrodo inferior de CC.

10 En la fig. 3 se ha ilustrado una realización alternativa de una unidad de agitación electromagnética que puede ser utilizada en el aparato 11 para agitación electromagnética de las figs. 1a-b. La unidad de agitación electromagnética es un agitador trifásico y tiene un núcleo de hierro 31 con espiras separadas 32 enrolladas alrededor del núcleo. Cada fase tiene dos arrollamientos o polos que están conectados de tal manera que la corriente eléctrica irá en direcciones opuestas en los dos arrollamientos. Mediante este diseño la anchura de la unidad de agitación electromagnética será sólo ligeramente más grande que la anchura del núcleo de hierro 31 y su fabricación es simplificada. Un inconveniente potencial de este diseño es que el núcleo de hierro 31 tiene que ser más pesado, típicamente alrededor del doble de pesado que el núcleo de acero de la fig. 2, por ejemplo 40 toneladas en lugar de 20 toneladas. Además, este diseño necesita una entrada de corriente eléctrica mayor para una fuerza de agitación dada. Con este fin, la unidad de agitación electromagnética tiene también preferiblemente una protección 33 que cubre la superficie inferior 31a y las superficies laterales 31b, 31c del núcleo (es decir, todos los lados salvo el lado que mira al EAF) y está situado entre el núcleo 31 y las espiras 32. La protección puede estar hecha de aluminio u otro material adecuado tal como cobre y reduce el campo electromagnético en la superficie inferior 31a y en las superficies laterales 31b, 31c de la unidad de agitación electromagnética, haciendo así la unidad de agitación electromagnética más eficiente en energía. Además, puede reducirse el peso del núcleo de hierro 31.

15 En la fig. 4 se ha ilustrado aun una realización alternativa de una unidad de agitación electromagnética que puede ser utilizada en el aparato 11 para agitación electromagnética de las figs. 1a-b. La unidad de agitación electromagnética comprende un núcleo 41 y un arrollamiento 42 y puede estar basada en cualquiera de los tipos de las figs. 2 y 3. Sin embargo, el núcleo 41 tiene una o varias curvas 43 adaptadas a la forma de la superficie inferior externa 10a del EAF 10. Por ello, la unidad de agitación electromagnética puede estar situada más cerca del EAF 10 y puede proporcionar así fuerzas de agitación más fuertes y/o ser hecha más eficiente en energía. El diseño curvado es particularmente adecuado para el tipo de agitador magnético de la fig. 3.

20 Se apreciará que el presente invento también se refiere a los EAF tales como los EAF de CC y de CA que comprenden el aparato 11 para agitación electromagnética como se ha descrito antes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato (11) para la agitación electromagnética del acero fundido en un horno de arco eléctrico (10), que comprende:
- 5 - dos unidades de agitación electromagnética (12, 13) montadas sobre una superficie inferior externa (10a) de dicho horno de arco eléctrico en lados opuestos de una posición central (10b) de dicha superficie inferior; y
- al menos una alimentación de corriente (14) conectada operativamente a dichas dos unidades de agitación electromagnéticas; y
- 10 - una unidad de control (15) conectada operativamente a la alimentación de corriente para controlar la operación de las dos unidades de agitación electromagnética, en la que las dos unidades de agitación electromagnética tienen cada una un núcleo (31) con espiras separadas (32) enrolladas alrededor del núcleo, caracterizado por que
- las dos unidades de agitación electromagnética tienen cada una, una protección (33) que cubre la superficie inferior (31a) y las superficies laterales (31b, 31c) del núcleo y está situada entre el núcleo y el arrollamiento, cuya protección reduce el campo electromagnético sobre la superficie inferior (31a) y las superficies laterales (31b, 31c) del agitador.
- 15 2.- El aparato según la reivindicación 1, en el que una sola alimentación de corriente está conectada operativamente a dichas dos unidades de agitación electromagnética.
- 3.- El aparato según la reivindicación 1 ó 2 en el que el horno de arco eléctrico es un horno de arco eléctrico de CC que tiene un electrodo inferior de CC (10c) y las dos unidades de agitación electromagnética están montadas en lados opuestos del electrodo inferior de CC.
- 4.- El aparato según la reivindicación 1 en el que cada una de las protecciones está hecha de aluminio.
- 20 5.- El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que cada uno de los núcleos tiene una o varias curvas (43) adaptadas a la forma de la superficie inferior externa del horno de arco eléctrico.
- 6.- El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que la unidad de control y la alimentación de corriente están configuradas para hacer funcionar las dos unidades de agitación electromagnética como una sola unidad.
- 25 7.- El aparato según la reivindicación 6 en el que el sistema de una sola alimentación de corriente está conectado operativamente a los dos agitadores de tal manera que los dos agitadores son hechos funcionar en paralelo bien en dirección hacia delante o bien hacia atrás.
- 8.- El aparato según la reivindicación 6 en el que la alimentación de corriente está conectada operativamente a los dos agitadores de tal manera que los dos agitadores son hechos funcionar en direcciones opuestas entre sí proporcionando un flujo de acero fundido que circula a lo largo de las paredes del horno tanto en el sentido de las agujas del reloj como en el sentido contrario a las agujas del reloj.
- 30 9.- El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en el que la unidad de control y la alimentación de corriente están configuradas para hacer funcionar las dos unidades de agitación electromagnética para obtener diferentes operaciones de agitación y/o diferentes patrones de agitación durante diferentes fases del ciclo del proceso del EAF.
- 35 10.- Un horno de arco eléctrico (10) que comprende el aparato para agitación electromagnética de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 11.- El horno de arco eléctrico según la reivindicación 10 en el que el horno de arco eléctrico es un horno de arco eléctrico de CC.
- 12.- Un método para la agitación electromagnética de acero fundido en un horno de arco eléctrico (10), que comprende:
- 40 - proporcionar dos unidades de agitación electromagnética (12, 13) montadas sobre una superficie inferior externa (10a) de dicho horno de arco eléctrico en lados opuestos de una posición central (10b) de dicha superficie inferior, en la que las dos unidades de agitación electromagnética tienen cada una un núcleo (31) con espiras separadas (32) enrolladas alrededor del núcleo; y
- conectar al menos una alimentación de corriente (14) a dichas dos unidades de agitación electromagnética; y
- 45 - controlar el funcionamiento de las dos unidades de agitación electromagnética mediante una unidad de control (15) conectada operativamente a la alimentación de corriente, caracterizado por la operación de:
- proporcionar cada una de las dos unidades de agitación electromagnética con una protección (33) que cubre la superficie inferior (31a) y las superficies laterales (31b, 31c) del núcleo y situada entre el núcleo y el arrollamiento, cuya protección reduce el campo electromagnético sobre la superficie inferior (31a) y las superficies laterales (31b, 31c) del agitador.
- 50

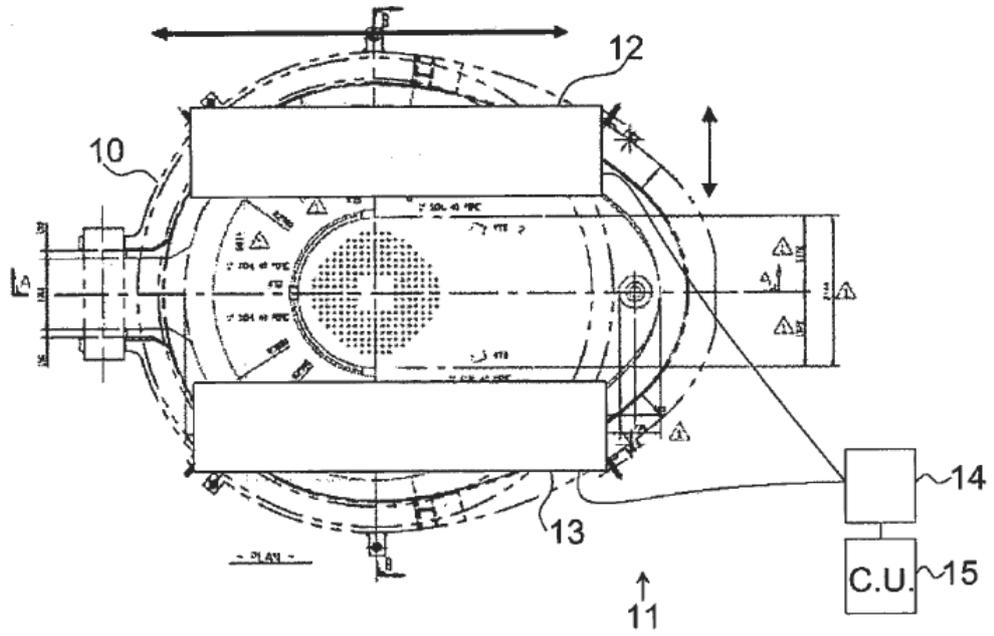


Fig. 1a

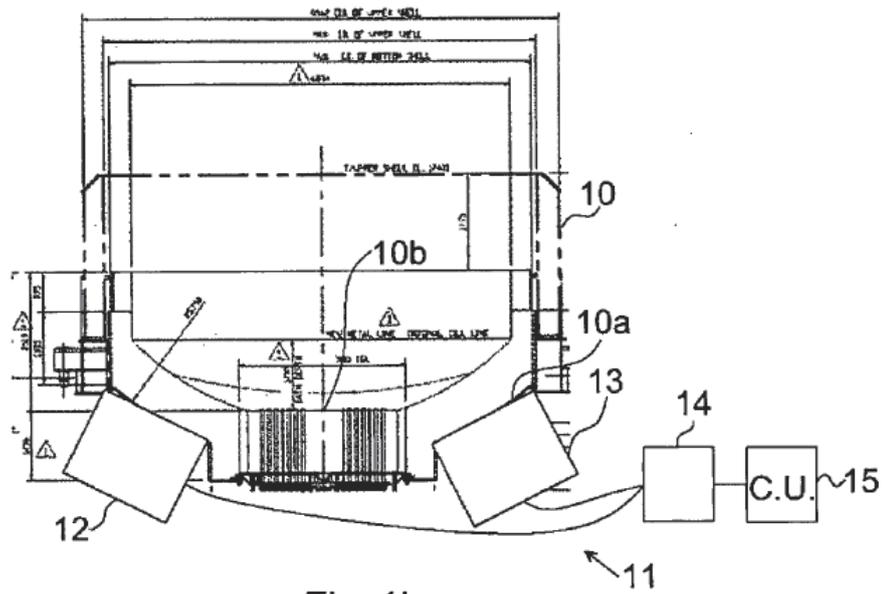
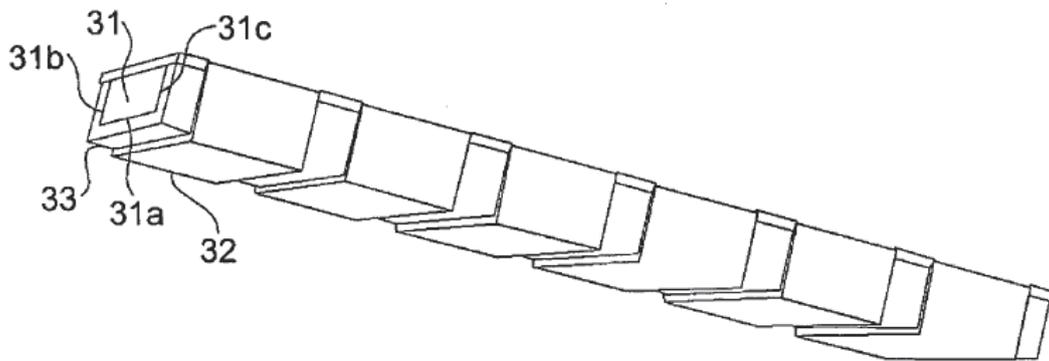
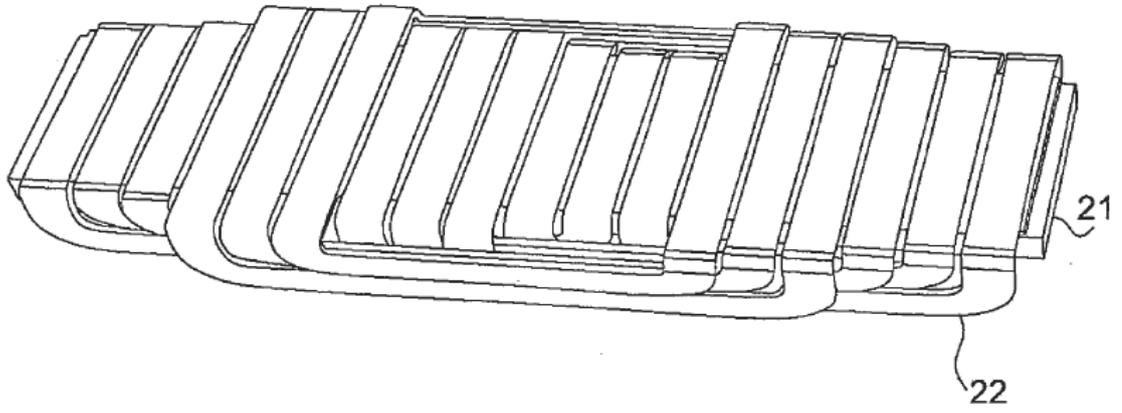


Fig. 1b



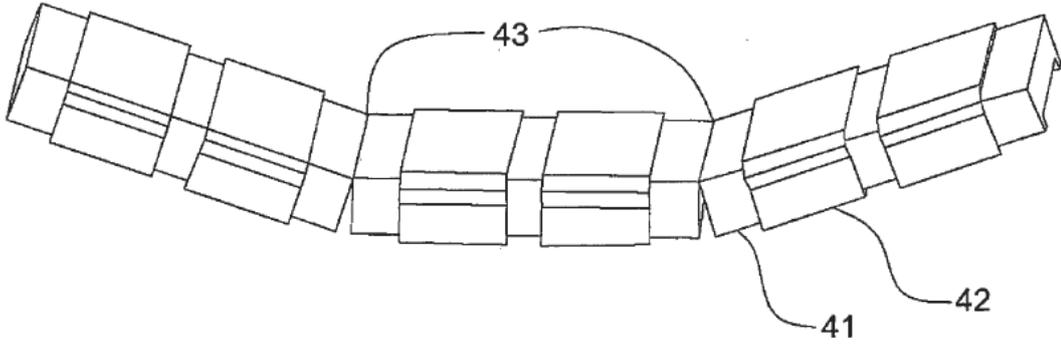


Fig. 4