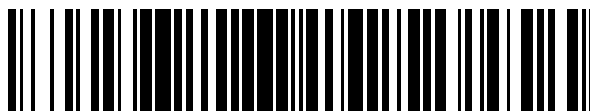


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 154**

51 Int. Cl.:  
**G09B 1/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04250668 .3**  
96 Fecha de presentación: **09.02.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1473686**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2004**

54 Título: **SUSTRATOS MAGNÉTICAMENTE INTERACTIVOS.**

30 Prioridad:  
**01.05.2003 US 428057**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.03.2012**

73 Titular/es:  
**Devrian Innovations, LLC**  
**76 Stirling Road**  
**Warren NJ 07059, US**

72 Inventor/es:  
**Burrows, Roger I**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 377 154 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

Sustratos magnéticamente interactivos

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, al campo del magnetismo y, más particularmente, a hojas impresas o imprimibles que incorporan áreas de material imantado o imantable, que interactúan con una pieza de juguete, imantada o imantable, separable. En particular, la presente invención se refiere a un sustrato interactivo para un libro que tiene áreas imantadas o imantables impresas en el mismo.

### Antecedentes de la invención

10 Se sabe de forma general que el material que tiene propiedades magnéticas puede incorporarse en diversas aplicaciones. Por ejemplo, los fabricantes han incorporado material magnético en dispositivos educativos, instructivos e interactivos para niños. Los imanes y dispositivos que tienen propiedades magnéticas tienen un atractivo especial para los niños, debido a las propiedades invisibles del magnetismo. Hay numerosos tipos de juguetes, juegos, aparatos y pantallas interactivas en las que un material que tiene propiedades magnéticas se usa ventajosamente para estimular a los niños a aprender y practicar habilidades básicas, tales como lectura y  
15 aritmética.

Un procedimiento para incorporar las propiedades invisibles del magnetismo en un producto implica añadir un material ferromagnético, tal como partículas de hierro, en pinturas o revestimientos convencionales. Las partículas de hierro se combinan o mezclan en la pintura para formar la pintura magnética. La pintura magnética se aplica después convencionalmente a la superficie de un sustrato, tal como una pared, tablero, madera, papel de roca,  
20 contrachapado, y similares, para crear señales y otros tipos de manifestaciones que tienen una superficie atrayente de imán. Después de que la pintura magnética se seca, el sustrato se corta entonces en formas abstractas y tamaños usando una herramienta convencional.

Una de las desventajas del uso de la pintura magnética descrita anteriormente es la incapacidad de crear imágenes y dibujos detallados con la pintura. Es decir, la pintura magnética generalmente no está adaptada para pintarla en localizaciones específicas o para formar dibujos muy meticulosos o complejos. No obstante, la pintura magnética está diseñada para ser aplicada en grandes áreas, simplemente para crear una superficie metálica o magnética. Adicionalmente, la superficie magnética que se crea generalmente está imantada por toda la superficie, en lugar de imantada en localizaciones específicas. Como resultado, muchas pantallas educativas e instructivas usadas por los niños que usan pintura magnética están limitadas a dibujos y aplicaciones muy básicas.

30 La Patente de Estados Unidos N° 4.702.700 (Taylor) propone un libro con hojas de material magnético embebidas dentro de las páginas, que atraen piezas magnéticas separables colocadas sobre la superficie de la página. Aunque las hojas no cubren toda el área de la página, son relativamente grandes y no tienen forma de imágenes o dibujos. Las hojas magnéticas de Taylor también son suficientemente gruesas, de manera que producirán un abombamiento significativo en las páginas. El abombamiento es poco atractivo estéticamente, y estropea el efecto invisible del magnetismo, haciendo obvio que hay un artificio escondido dentro de las páginas. Se cree que el peso de las hojas magnéticas usadas por Taylor también sería una restricción del número y tamaño de hojas que podría incluirse de forma práctica en un libro.

40 La Patente de Estados Unidos N° 5.949.050 (Fosbenner y col.) propone tarjetas magnéticas que contienen, intercaladas en su interior, una hoja conformada de material magnético que produce una imagen atrayendo partículas magnéticas en una celda de formación de imágenes líquida. Las dos hojas conformadas de material magnético se introducen en los rebajes conformados correspondientes en una hoja de relleno en las tarjetas. Fosbenner sugiere que podría usarse "una tinta magnética o imantable" en lugar de las hojas magnéticas, aunque proporciona poca o ninguna divulgación de cómo formular o aplicar dicha tinta magnética. Debido al uso de las hojas de relleno, las tarjetas de Fosbenner son gruesas. Las hojas de relleno también se suman al peso. La estructura de Fosbenner no sería adecuada para su uso como las páginas de un libro o como un póster de pared o similares.

50 Se sabe, en general, que los diseños e imágenes gráficas detalladas pueden conseguirse mediante el uso de diversos procedimientos o técnicas de impresión convencionales. Las técnicas de impresión convencionales tales como serigrafía, litografía, huecograbado, flexografía y similares se usan para producir diseños e imágenes muy meticulosos sobre un sustrato. Sin embargo, la mayor parte de las pinturas metálicas o magnéticas no se puede usar con las técnicas de impresión anteriores. Como resultado, la mayor parte de los sustratos interactivos, particularmente aquellos usados para productos educativos o instructivos comercializados para niños, carecen de cualquier tipo de diseños e imágenes gráficas detalladas que tengan propiedades magnéticas.

### Sumario de la invención

55 Por consiguiente, se desea proporcionar una hoja imprimible, u otro sustrato, y un procedimiento de fabricación de dicho sustrato, que tenga dibujos e imágenes gráficas detalladas que incorporen las propiedades invisibles del magnetismo. Se desea proporcionar también un sustrato magnéticamente interactivo para libros y otros productos

educativos o instructivos comercializados para niños, que usan dibujos e imágenes gráficas detalladas, que tengan propiedades magnéticas. Se desea también proporcionar áreas imantadas o imantables conformadas que no sean fácilmente evidentes para el usuario ordinario del libro u otro sustrato y, en particular, que no tenga un peso y volumen sustancialmente mayor que las hojas ordinarias del material del sustrato. Se desea proporcionar sustratos imantables que no requieran una estructura gruesa con piezas magnéticas gruesas y pesadas y protectores o rellenos, conformados para adaptarse a las formas magnéticas, para compensar el espesor de la capa de material magnético.

En un aspecto de la invención, un sustrato comprende una hoja impresa o imprimible que incorpora al menos un área de material imantado o imantable, que puede interactuar con una pieza de juguete, imantada o imantable, separable. El sustrato tiene un área imantable aplicada en el mismo usando una tinta imantable. La tinta imantable aplicada a al menos un área seleccionada del sustrato es al menos de 40  $\mu\text{m}$  de espesor. Cuando se aplica, la tinta queda ligeramente por encima de la superficie del sustrato. Una vez que la tinta se ha secado lo suficiente, se aplica presión para comprimir la tinta y/o hacer penetrar la tinta en el sustrato, formando un conjunto que es sustancialmente plano. La planicidad perfecta ni es necesaria ni puede conseguirse en la mayoría de los casos. Sin embargo, es deseable que la capa de tinta no sea perceptible para el usuario. En particular, es deseable que los bordes del área de tinta imantable estén suficientemente enrasados para que no haya un escalón perceptible para el usuario.

La pieza de juguete separable incluye cualquier artículo, dispositivo, objeto, aparato, producto, componente o artículo de fabricación que esté adaptado para interactuar con las áreas imantables del sustrato magnéticamente interactivo. Las piezas de juguete separables son, preferentemente por sí mismos, sustratos con áreas imantables. Las áreas imantables pueden ser áreas de tinta imantable aplicadas de acuerdo con la presente invención.

La tinta imantable incluye partículas imantables tales como hierro, aleaciones de hierro u otro material que tenga fuertes propiedades ferromagnéticas. Un material especialmente preferido es ferrita de hierro, es decir, hierro elemental ferromagnético sustancialmente libre de óxidos de hierro no ferromagnéticos. Las partículas imantables deberían estar dimensionadas y conformadas para ser compatibles con el tipo de tinta y/o el procedimiento de impresión particular seleccionado finalmente. Por consiguiente, el tamaño y forma de las partículas imantables puede seleccionarse para que sea compatible con un tipo particular de tinta, la viscosidad de la tinta y el tipo de procedimiento de impresión u otros medios usados para aplicar la tinta al sustrato. Como un ejemplo de este tipo de selección, si se preselecciona serigrafía, las partículas ferromagnéticas pueden elegirse con la condición de que sean suficientemente pequeñas para pasar a través de los orificios de la malla serigráfica durante la impresión.

Las partículas imantables en el intervalo de aproximadamente 60  $\mu\text{m}$ , o menores, han resultado útiles en serigrafía. Por comparación, las partículas imantables en el intervalo de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ , o menores, han sido útiles en impresión por transferencia. El tamaño máximo de las partículas imantables puede depender del espesor de la capa de tinta. Como se indica a continuación, son posibles tamaños de partícula aun menores con algunos materiales.

La tinta magnética preferentemente comprende, cuando está seca, al menos un 90 % de ferrita y, en una realización práctica, del 75 % al 93 % de ferrita. Cuando la tinta debe estar permanentemente imantada, los materiales preferidos son ferritas compuestas tales como  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , y  $\text{NdFeB}$ . Cuando la tinta no debe estar permanentemente imantada, se prefiere el hierro imantable, preferentemente en forma de ferrita de hierro. Las ferritas compuestas soportan campos magnéticos más intensos pero son más caras. Por lo tanto, se prefiere, para muchos fines prácticos, usar junto con un compuesto imantado permanentemente una capa de ferrita y una capa de ferrita de hierro imantable, pero no imantada permanentemente, que esté imantada temporalmente por el campo de la capa de ferrita compuesta cuando se ponen juntas. Una calidad preferida de  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ , disponible en el mercado, tiene un tamaño de partícula no menor de  $2 \mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$ .

La tinta imantable puede comprender partículas ferromagnéticas en una matriz de plástico. Las partículas magnéticas están preferentemente encapsuladas en una matriz de PVC laminado líquido, o de copolímero de estireno-butadieno (SBC) de bajo peso molecular. Puede añadirse un disolvente, tal como queroseno o alcoholes minerales, para hacer al SBC suficientemente fluido para la impresión.

En un aspecto adicional de la invención, un dispositivo magnéticamente interactivo comprende un primer y segundo sustratos, una capa de tinta imantable aplicada a al menos un área seleccionada del primer sustrato, tal como para formar un sustrato magnéticamente interactivo de acuerdo con la invención, y otra capa imantable aplicada a al menos un área seleccionada del segundo sustrato, y la capa de tinta imantable está imantada generalmente de forma perpendicular respecto a la capa en ringleras de polaridad alterna, con un espaciado de polo en el intervalo de 0,5 mm a 5 mm, con lo que un primer y segundo sustratos pueden interactuar por interacción magnética de la capa de tinta magnética y la otra capa magnética.

Pueden proporcionarse una o más piezas de juguete separables que tienen material magnético para interactuar por atracción magnética con el área o áreas imantables de una superficie de juego formada por el sustrato. Las piezas de juguete pueden imprimirse con tinta imantable de acuerdo con la invención. Cada pieza de juguete constituye entonces un sustrato con una capa imantable de acuerdo con la invención. Si las piezas de juguete no

5 están impresas con tinta imantable, pueden revestirse entonces con un material imantable de alguna otra forma, por ejemplo una suspensión de polvo magnético en caucho o plástico. Esto es apropiado, en particular, si toda la superficie de la pieza de juguete tiene que cubrirse con material magnético, de manera que no se requiere un control extra de las áreas a las que se aplica la tinta mediante un procedimiento de impresión. Si se usa una capa de material magnético en una forma distinta de tinta, es aun preferentemente una capa fina con una concentración muy alta de material magnético.

Como alternativa, la capa de tinta magnética de acuerdo con la invención puede aplicarse a las piezas de juguete, y alguna otra forma de capa magnética puede aplicarse a la página u otra hoja a la que las piezas de juguete se van a fijar.

10 El sustrato puede ser de papel, cartón o plástico o cualquier otro material adecuado, aunque es preferentemente papel pesado o cartón fino. Las formulaciones con SBC como una matriz pueden imprimirse sobre papel más fino, una lámina de película de plástico del tipo usado para impresión de láminas, tejidos e incluso materiales cerámicos y plásticos duros.

15 La técnica de impresión incluye tanto impresión sin contacto como técnicas de impresión por contacto. La impresión sin contacto incluye técnicas tales como serigrafía, que usa una malla serigráfica que tiene una imagen particular. La malla serigráfica incluye una pluralidad de agujeros u orificios a través de los cuales se fuerza o estruja la tinta a su través a presión, y se deposita sobre el sustrato. La claridad y tipo de detalles que pueden formarse sobre el sustrato dependerá del tipo de malla serigráfica usada (tal como tejido, nylon o metal), el tamaño de los orificios y la tensión del tamiz. Otra forma de impresión sin contacto es pulverización, en la que la tinta se fuerza a presión a través de un orificio para formar una imagen sobre el sustrato. La impresión por contacto incluye técnicas tales como impresión por transferencia, litografía, flexografía, huecograbado, estampación, impresión por impronta y similares, en las que la tinta se aplica a una placa, un tambor rotatorio o cilindro u otra superficie para transferir una imagen sobre el sustrato.

25 La serigrafía y la litografía por transferencia son técnicas preferidas actualmente, aunque se contempla que la presente invención puede usarse con cualquier forma de procedimiento de impresión que sea capaz de aplicar una capa adecuada de material imantable sobre un sustrato. Se contempla también que puede usarse un procedimiento de transferencia. En dicho procedimiento, la tinta imantable se imprimiría sobre un medio resistente, y después se transferiría del medio resistente al sustrato poniéndolo en contacto y aplicando presión.

30 En una realización preferida, el sustrato interactivo está en forma de un libro. Las páginas del libro forman superficies de juego con áreas imantables. La pieza de juguete separable está conformada y dimensionada para corresponder al área imantable. El área imantable puede estar imantada permanentemente para tener una dirección de polarización predeterminada. La pieza de juguete separable puede estar imantada también, y las polarizaciones relativas del área imantable y la pieza de juguete pueden ser opuestas entre sí, de manera que la pieza de juguete pueda situarse sobre el sustrato solo de una manera.

35 De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un medio para imprimir tintas de Fe imantables en un primer sustrato y un medio para magnetizar permanentemente las tintas de Fe imantables impresas sobre el primer sustrato. También es posible proporcionar medios para magnetizar un segundo sustrato imantable, de manera que el primer y segundo sustratos soporten el peso del otro. El segundo sustrato imantable puede estar imantado permanentemente o puede estar imantado temporalmente por la acción del campo magnético del primer sustrato imantable. También es posible proporcionar medios para magnetizar permanentemente el primer o segundo sustrato imantable, o ambos, o codificar o dirigir el otro, o estimular la interacción magnética.

### **Breve descripción de los dibujos**

Con el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos formas que son actualmente preferidas; entendiéndose sin embargo que la presente invención no está limitada a las disposiciones e instrumentaciones precisas mostradas.

45 La Figura 1 es una vista oblicua de un libro que incorpora como páginas una realización preferida de áreas imantables impresas sobre un sustrato.

La Figura 2 es una sección fragmentada a través de parte de un sustrato que constituye una página del libro visto en la Figura 1, inmediatamente después de la aplicación de la tinta imantable al sustrato.

La Figura 3 es una vista similar a la Figura 2 después de la impresión del sustrato.

50 La Figura 4 es una vista similar a la Figura 3 de una forma alternativa del sustrato.

La Figura 5 ilustra una pluralidad de piezas de juguete separables adaptadas para ser atraídas magnéticamente a las áreas imantables en el sustrato mostrado en la Figura 1.

La Figura 6 es una vista en perspectiva delantera de una de las piezas de juguete mostradas en la Figura 5.

La Figura 7 es una vista trasera de la pieza de juguete mostrada en la Figura 6.

La Figura 8 ilustra las piezas de juguete mostradas en la Figura 5 aplicadas al sustrato mostrado en la Figura 1.

La Figura 9 es una vista en planta esquemática de una forma de dispositivo para magnetizar permanentemente una capa de tinta imantable aplicada al sustrato de la presente invención.

La Figura 10 es una sección a lo largo de la línea 10-10 en la Figura 9.

5 La Figura 11 es un diagrama del campo magnético permanente inducido en una capa de tinta imantable por el dispositivo de las Figuras 9 y 10.

La Figura 12 es un diagrama similar a la Figura 11, que muestra la interacción entre el campo magnético permanente y una capa de tinta imantable que no está imantada permanentemente.

10 Las Figuras 13 y 14 son diagramas similares a la Figura 11, que muestran el campo magnético en realizaciones alternativas del sustrato.

La Figura 15 es una vista en planta esquemática de una forma alternativa del dispositivo de imantación.

La Figura 16 es una sección transversal de la línea 16-16 en la Figura 15.

La Figura 17 es una vista en planta esquemática de una forma adicional de un dispositivo de imantación.

La Figura 18 es un diagrama de otra forma adicional más del dispositivo de imantación.

15 La Figura 19 es una sección a través de un dibujo de imantación formado por un dispositivo similar al mostrado en la Figura 18, y de un vehículo diseñado para cooperar con el dibujo de imantación.

La Figura 20 es una vista de una forma adicional del dispositivo de imantación.

La Figura 21 es una vista de un sustrato imantado por un dispositivo similar al mostrado en la Figura 20, en cooperación con un dispositivo electromagnético para generación de un campo magnético.

20 La Figura 22 es una sección fragmentada a través de parte de una forma adicional del sustrato de acuerdo con la invención.

La Figura 23 es una sección fragmentada a través de parte de una forma adicional del sustrato de acuerdo con la invención.

### **Descripción detallada de la invención**

25 Con a los dibujos, cuando números similares indican elementos similares, se muestran diversas realizaciones de un sustrato magnéticamente interactivo como se contempla por la presente invención. Haciendo referencia inicialmente a la Figura 1, una primera forma del sustrato está en forma de una hoja o una capa de material de soporte indicada generalmente por la referencia numérica 10. El sustrato 10 puede estar fabricado a partir de papel o sustancias similares a papel, incluyendo cartón o similares. Se ha descubierto que se pueden usar el papel supersatinado de 30 180 g/m<sup>2</sup> con trasera revestida con cartón gris, cartulina de 230 o 250 gsm para imprimir en un lado (C1S), de aproximadamente de 320 μm de espesor, y hojas de PVC de durómetro 80 o menor. El sustrato 10 es de un material que, bajo una presión suficiente, se comprimirá con poca o ninguna elasticidad. Puede usarse un compresor hidráulico. Se ha descubierto que la mayoría de calidades de cartón ordinario, o papel muy grueso, son satisfactorias. Pueden usarse múltiples sustratos con la presente invención, en cualquier forma. El sustrato 10 puede 35 usarse como parte de un póster, un calendario, una tarjeta de regalo o como papel pintado para pared, envase, cajas de regalos, muestrarios, señalización o similares, como unos pocos ejemplos. En la realización preferida mostrada en la Figura 1, múltiples sustratos 10 están unidos juntos a lo largo de un borde común para formar un volumen para un libro 11.

40 El sustrato 10 incluye una superficie 12 de una primera imagen, o imagen delantera, una segunda superficie (no mostrada) y un borde circunferencial 13. Se aplica al menos una porción o área 14 imantable a la primera superficie 12 del sustrato 10. Sin embargo, en la realización mostrada en la Figura 1, se aplica una pluralidad de áreas o porciones 14 imantables. Las áreas 14 imantables incluyen imágenes gráficas y dibujos detallados que tienen límites o bordes 16 bien definidos, tales como la carretera 18, la casa 20, y las letras "H" "O" "U" "S" y "E" 22 representadas en la Figura 1.

45 Las áreas 14 imantables pueden aplicarse en cualquier punto en el sustrato 10 que se desee. Las áreas 14 imantables pueden aplicarse a la primera superficie 12 como se muestra en la Figura 1, o tanto a la primera superficie 12 como a la segunda superficie. Como alternativa, como se describe a continuación con referencia a la Figura 4, el sustrato 10 puede ser un laminado de dos espesores de cartón, y las áreas imantables pueden aplicarse al lado contrario de un espesor de cartón y revestirse sobre el lado contrario del otro espesor de cartón. Como se 50 ilustra en la Figura 1, las áreas 14 imantables pueden estar situadas hacia el interior del borde 13 del sustrato 10 o puede permitirse que se "corran" sobre los bordes como en caso de la carretera 18. Aunque las áreas 14 imantables

se muestran en la Figura 1 solo en un lado de una hoja del libro 11, pueden aplicarse a uno o ambos lados de todas y cada una de las hojas.

Las áreas 14 imantables están fabricadas de una tinta imantable, cuya formulación y aplicación se analizará a continuación. La tinta imantable incluye partículas imantables tales como ferrita, hierro, aleaciones de hierro u otro material que tenga propiedades ferromagnéticas intensas. Como se explicará a continuación, la tinta imantable contiene, preferentemente, una alta proporción de hierro imantable en forma de hierro o de un material ferromagnético compuesto más sofisticado. Se prefieren las ferritas compuestas tales como  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  y  $\text{NdFeB}$ , en las que la capa de tinta imantable debe estar imantada permanentemente. Cuando la capa de tinta imantable no está imantada permanentemente, sino que responde a una capa casi imantada, se ha descubierto que el hierro en forma de ferrita tiene propiedades magnéticas suficientemente intensas, y está disponible de forma más económica a granel. Por lo tanto, su uso es preferido.

Después de que las áreas 14 imantables se impriman sobre el sustrato 10, preferentemente se sobreimprimen, laminan o revisten de otra manera. La sobreimpresión puede usarse ventajosamente para disimular o distinguir visualmente la presencia de las áreas 14 imantables impresas sobre el sustrato. Por ejemplo, las áreas 14 imantables pueden sobreimprimirse con un revestimiento blanco de tinta opaca, u otro material, para ocultar visualmente su presencia sobre el sustrato 10. Este revestimiento puede consistir en más de una capa de tinta. Posteriormente, el sustrato 10 que tiene el material de revestimiento blanco puede estar sobreimpreso con otras imágenes gráficas y dibujos pictóricos 15, tal como una escena impresa a todo color, o caracteres, usando un procedimiento de cuatro colores u otras técnicas.

Especialmente si el cartón 10 no es blanco, el revestimiento blanco puede eliminarse o reemplazarse por un revestimiento que sea similar al color del cartón.

Como alternativa, toda la cara del cartón 10 puede estar revestida con un revestimiento blanco, o de otro color, para proporcionar un fondo uniforme para la impresión visible. Los revestimientos adecuados incluyen tablero adhesivo, tablero reciclado CCNB de 250 gsm, tablero C1S de 230 gsm, papel de 128 gsm y láminas de plástico estampadas, incluyendo láminas estampadas holográficamente. Los revestimientos que no son auto-adhesivos, tales como papel, pueden pegarse con pegamento sobre la tinta imantable. Una forma adecuada de tablero adhesivo es Laminator 3046A, suministrado por National Starch and Chemical (GC) Ltd., que es un adhesivo de polímero seco, soluble en agua, no inflamable y tablero.

Volviendo a la Figura 1, las áreas 14 imantables están sobreimpresas con indicios gráficos 15. Puede usarse cualquier tipo de indicios gráficos 15 siempre y cuando esté dentro del alcance de la presente invención. Los indicios gráficos 15 pueden incluir cualquier tipo de ilustración, dibujo pictórico, textura, colores, texto y similares. En la realización preferida, los indicios gráficos 15 permitirán distinguir visualmente la presencia de las áreas 14 imantables. Los indicios gráficos 15 pueden ocultar completamente las áreas 14 imantables, o pueden mostrar el contorno de las áreas imantables mientras que ocultan su naturaleza magnética, o pueden estar relacionadas temáticamente con las áreas 14 imantables respectivas sobre las que están aplicados, sin mostrar su contorno exacto.

Por ejemplo, puede imprimirse tinta gris sobre la carretera 18 mostrada en el sustrato 10, para mostrar la línea de la carretera, mientras se oculta la presencia del material imantable 14. La casa 20 puede estar sobreimpresa con indicios gráficos 15 para ocultar el área imantable 14 de la casa sobre el sustrato 10, mientras que marca u oculta la presencia del área imantable. El área alrededor del árbol 16 podría estar sobreimpresa con imágenes 15 de árboles que complementan, aunque ninguno de los cuales coincide realmente con, el árbol magnético 16. En aras de la claridad, en la Figura 1 solo se muestran unos pocos indicios gráficos 15.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2, una capa de tinta magnética 14 se aplica a un sustrato 10 por cualquier medio oportuno, por ejemplo, mediante un procedimiento de impresión por transferencia o serigráfico convencional, que sea adecuado para la tinta particular. Para aplicar una cantidad suficiente de material magnético por área unitaria para la mayoría de los fines descritos a continuación, la capa de tinta es comparativamente gruesa. Como se muestra en la Figura 2, la capa de tinta es de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de espesor, y el sustrato de cartón 10 es de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  de espesor. Esto da como resultado una proyección de la tinta 14 por encima de la superficie del cartón 10, que sería perceptible por el lector, sería estéticamente desagradable, sería vulnerable a daños y obstaculizaría los procedimientos de impresión posteriores.

Por supuesto, hay por tanto fines para los que una capa de tinta más fina de 200  $\mu\text{m}$  es suficiente. Un espesor de 80 a 100  $\mu\text{m}$  normalmente es el mínimo para proporcionar una cantidad suficiente de material imantable y, de esta manera, una potencia de campo magnético suficiente como para soportar el peso de una pieza de juguete. Cuando se pretende que un campo magnético sea detectado por un detector, en lugar de soportar una carga, pueden usarse campos menores y capas de tinta proporcionalmente más finas. Dichos campos magnéticos pueden codificarse mediante la potencia, dirección y/o dibujo del campo magnético formado por las mismas técnicas que las descritas a continuación.

Una vez que la tinta se ha secado, por lo tanto, el sustrato con la tinta imantable sobre sí se somete a presión. Se ha

descubierto experimentalmente que poner el sustrato 10 en una prensa de lecho plano y reducir el espacio entre las placas 17 y 19 de la prensa a una distancia aproximadamente igual al espesor del cartón 10 es satisfactorio. Hacer pasar el sustrato 10 a través de un par de rodillos de presión a un espaciado similar también sería satisfactorio. La presión hace penetrar la tinta 14 en el sustrato 10, como se muestra en la Figura 3. La tinta 14 debe ser suficientemente fuerte para no hacerse pedazos a presión, y suficientemente consistente para no gotear o comprimirse de forma elástica en una extensión apreciable. Los ejemplos de tintas adecuadas se describirán a continuación. Sin embargo, se cree que un amplio intervalo de tintas de impresión basadas en plástico cargadas con partículas magnéticas serían satisfactorias. El sustrato debe ser suficientemente blando para comprimirse de forma no elástica en una extensión sustancial. Se ha descubierto que la mayoría de calidades de cartón usadas habitualmente en la industria de la impresión son satisfactorias. Debe evitarse la compresión elástica de cualquiera del sustrato o la tinta porque la elasticidad reduciría la penetración final.

El cartón o papel tiene que ser aproximadamente 2 veces y media tan grueso como la capa de tinta imantable para permitir una compresión suficiente para que la tinta 14 quede sustancialmente enrasada con la superficie 12 del sustrato 10. Se cree que un sustrato de PVC relativamente blando necesitaría ser al menos dos veces tan grueso como la capa de tinta imantable. En esta realización, se usa preferentemente un cartón de aproximadamente 0,5 mm de espesor. Se prefiere un cartón más grueso, preferentemente dos veces más grueso, si la tinta 14 imantable se tiene que aplicar a ambos lados. Puede que el espesor extra no sea necesario si las áreas 14 de tinta imantable en las dos superficies 12 y 13 no solapan. Normalmente se prefiere un material opaco para el sustrato 10, de manera que la tinta imantable no pueda verse ni siquiera desde la parte trasera del sustrato.

Como se muestra en la Figura 3, no es necesario que la capa 14 de tinta esté perfectamente enrasada con la superficie del sustrato 10. Una ligera protuberancia es aceptable. Sin embargo, la protuberancia debería ser suficientemente pequeña para que no sea perceptible para el lector, y no obstaculice la sobreimpresión posterior del sustrato 10, por ensuciamiento de los aplicadores de tinta usados o por creación de un área sombreada bajo el borde de la capa 14 de tinta, que la tinta de sobreimpresión no alcanza.

Si se ha aplicado la tinta 14 imantable a la segunda superficie del sustrato 10, el acabado adicional puede ser innecesario. Preferentemente, sin embargo, especialmente si la tinta 14 imantable se ha aplicado a la primera superficie del sustrato 10, una capa de tinta opaca 24 u otro revestimiento uniforme se aplica a la superficie 12 del sustrato 10. Este revestimiento 24 sirve tanto para ocultar el color y la textura de la tinta 14 imantable como para suavizar los bordes visibles ligeramente, y proporcionará una capa de base uniforme para los procedimientos de impresión posteriores. La impresión visible 15 puede aplicarse después sobre la capa de base 24.

Haciendo referencia ahora a la Figura 4, en una realización alternativa, el sustrato 10 consiste en dos capas de cartón 26 y 28. Las capas de cartón 26 y 28 pueden ser cada una de 500  $\mu\text{m}$  de espesor, y la capa de tinta 14 imantable puede ser de 200  $\mu\text{m}$  de espesor. La tinta 14 imantable se imprime sobre el lado inverso de una capa de cartón 26, sustancialmente como se describe con referencia a la Figura 2. Las dos capas de cartón 26, 28 se laminan entonces juntas aplicando una capa de adhesivo 30 al lado contrario de la segunda capa de cartón 28, y presionando las caras contrarias de las dos capas juntas. Pueden usarse muchos tipos de adhesivos usados convencionalmente para fabricar cartón laminado, incluyendo pegamentos basados en vinilo y procedimientos de presión usados convencionalmente para fabricar un cartón laminado. El espesor de la capa de tinta 14 imantable se consigue por compresión de las capas de cartón 26, 28. La presencia de tinta 14 imantable se pone de manifiesto si acaso, solo por una elevación apenas perceptible de la primera y segunda superficies del sustrato 10.

La realización mostrada en la Figura 4 tiene la ventaja de que las superficies visibles del sustrato 10 son planas, o lo son prácticamente, y tienen un color y textura uniformes, haciendo que la impresión posterior sea más fácil y la capa de base 24 sea innecesaria. Sin embargo, esta realización tiene la desventaja de un procedimiento más complicado para producir el sustrato laminado y la propiedad (que es una desventaja en muchas circunstancias) de que la capa de tinta 14 imantable está a 400  $\mu\text{m}$  por debajo de la superficie lo que, como se analiza más adelante, dará como resultado fuerzas magnéticas más débiles, o requerirá más material imantable.

Como una realización alternativa, para proteger los indicios gráficos 15, una hoja transparente o clara de material (no mostrada) puede laminarse a la superficie externa del sustrato 10. Como alternativa, una capa de material podría laminarse a la otra superficie del sustrato 10, sobre la capa de tinta 14 imantable, y sobre o en lugar de la capa de base 24. La superficie expuesta del material de laminación podría imprimirse entonces con los indicios gráficos 15.

Una vez que las áreas 14 imantables se impriman sobre el sustrato 10, las partículas imantables pueden imantarse permanentemente. Las áreas imantables pueden imantarse usando técnicas tales como el paso de una corriente eléctrica a través de un cable o bobina cerca del material imantable, de manera que el campo magnético que surge alrededor de una corriente que fluye choca sobre, y magnetiza, el campo magnético. El procedimiento de imantación se analizará con más detalle a continuación.

Toda la hoja de sustrato puede exponerse a un campo magnético que magnetiza todas las áreas 14 imantables. Como alternativa, cada una de las áreas 14 imantables, o una parte de las mismas, puede imantarse por separado o "por puntos", usando procedimientos tales como bobinas eléctricas mediante las cuales se hace pasar una corriente eléctrica sobre, o se pone en contacto con, áreas específicas de las áreas 14 imantables para inducir la imantación.

Por supuesto, pueden usarse también otras técnicas o medios con los que inducir la imantación, incluyendo un imán permanente intenso. Puesto que las áreas 14 imantables están en forma de dibujos e imágenes gráficas detalladas, cualquier porción de las áreas 14 imantables puede estar imantada.

5 Por tanto, puede usarse imantación por puntos para controlar la orientación de dominio de un área 14 imantada particular. Por ejemplo, puntos discretos de la carretera 18 o la casa 20 pueden estar permanentemente imantados, mientras que el árbol 16 puede dejarse sin magnetizar. Además, cada una de las áreas 14 imantables puede estar imantada para orientar el dominio o la dirección de polarización en la misma o en una dirección diferente. Durante el uso, la orientación del dominio puede ser en cualquier dirección a lo largo de 360°. La ventaja de usar diseños e imágenes gráficas detalladas es que todas, o partes discretas del área imantable 14, pueden estar  
10 permanentemente imantadas en cualquier dirección. Esta característica es importante, particularmente cuando el sustrato 10 se usa en el contexto de dispositivos instructivos o educativos, o libros, como se explica más adelante.

Volviendo ahora a las Figuras 5 a 7, se muestra una pluralidad de artículos interactivos separables, o piezas de juguete 34. La pieza de juguete 34 separable incluye cualquier artículo, dispositivo, objeto, aparato, producto, componente o artículo de fabricación que esté adaptado para interactuar con las áreas 14 imantables como se describe en el presente documento. Las piezas de juguete 34 separables son, preferentemente por sí mismas, sustratos 10 con áreas imantables 44. Las áreas imantables 44 pueden ser áreas de tinta imantable aplicadas de acuerdo con la presente invención. Como alternativa, las áreas imantables 44 en las piezas de juguete 34 pueden formarse por cualquier otra técnica. Si las piezas de juguete 34 son sustratos que tienen áreas de tinta imantable aplicadas de acuerdo con la presente invención, entonces la superficie de juego del sustrato 10 puede tener áreas imantables formadas por alguna otra técnica.  
15  
20

Las piezas de juguete 34 separables pueden usarse en el contexto de un libro, como se prefiere actualmente, o pueden usarse como parte de cualquier actividad relacionada con la educación o el entretenimiento. Preferentemente, las piezas de juguete 34 separables corresponderán a, y están adaptadas para interactuar con, las áreas 14 imantables aplicadas a la superficie de juego del sustrato 10, como se muestra en la Figura 1. Las piezas de juguete 34 separables mostradas en la Figura 5 incluyen una casa, un pájaro, un árbol y las letras "H", "O", "U", "S" y "E". Pueden usarse también otros artículos.  
25

Haciendo referencia ahora a las Figuras 6 y 7, se muestra un ejemplo de una de las piezas de juguete 34 separables. La pieza de juguete separable 34 (que es una descripción de una casa) incluye un sustrato o miembro de soporte 36, una superficie delantera 38, una superficie trasera 40 y un borde circunferencial 42. Preferentemente, el sustrato 36 es una capa de material tal como papel o plástico, cortada en forma de una casa. La casa está dimensionada y conformada para corresponder directamente a la forma de la casa 20 formada por el área imantable 14, que aparece sobre el sustrato 10. Por consiguiente, la pieza de juguete 34 separable puede estar situada sobre el área 14 imantada de la casa 20 mostrada en la Figura 1.  
30

La superficie delantera 38 puede incluir indicios gráficos 46, como se muestra en la Figura 6. Los indicios gráficos 46 pueden estar relacionados temáticamente con el libro, las áreas 14 imantables impresas sobre el sustrato 10, o pueden ser cualquier tipo de ilustración, color o dibujo pictórico, o incluso texto. Para mejorar el aspecto de la pieza de juguete 34 separable mostrada en la Figura 4, los indicios gráficos 46 incluyen ventanas, una puerta y un arbusto. Por lo tanto, los indicios gráficos 46 contribuyen a las características interactivas de la pieza de juguete 34 separable. Por supuesto, los indicios gráficos 46 pueden eliminarse o reemplazarse por otros artículos visualizables o tratamientos de la superficie.  
35  
40

El material magnético 44 se aplica a la superficie trasera 40 de la pieza de juguete 34 separable. El fin del material magnético 44 es proporcionar una sustancia que interactúe con las áreas 14 imantables impresas sobre el sustrato 10 por atracción magnética. De esta manera, el material magnético 44 permite que cada una de las piezas 34 separables se coloque sobre, o se fije a, las áreas 14 imantables del sustrato 10. Si una de las capas magnéticas 14 y 44 está imantada, entonces la pieza de juguete 34 típicamente puede fijarse en cualquier punto de la superficie de juego que sea un área magnética 14. Si tanto el material magnético 44 en la pieza de juguete 34 separable como las áreas 14 imantables en el sustrato 10 están permanentemente imantadas, entonces su interacción puede influir en la colocación de la pieza de juguete 34.  
45

El material magnético 44 puede estar en forma de material magnético flexible, o incluso un imán rígido. En la realización preferida, el material magnético 44 es la tinta magnética usada para fabricar las áreas 14 imantables que aparecen sobre el sustrato 10. El material magnético 44 puede aplicarse para que cubra toda la superficie, como se muestra en la Figura 6, o solo una porción de la misma, como se muestra en la Figura 7. Si se usa la tinta magnética, la pieza de juguete 34 puede estar imantada permanentemente usando bobinas electrónicas, u otros dispositivos, como ya se ha descrito. Si las áreas 14 imantables están imantadas, entonces las piezas de juguete 34 separables pueden fabricarse con un material no imantado, y viceversa. Sin embargo, normalmente será necesario que al menos una de las áreas 14 imantables y 44 esté imantada permanentemente. Si tanto el área imantable 14 como el área imantable 44 están imantadas permanentemente, entonces pueden producirse interacciones especiales seleccionando la dirección de imantación, como se analizará con más detalle a continuación.  
50  
55

Como se ve mejor en la Figura 8, las piezas de juguete 34 separables pueden estar situadas sobre el sustrato 10



sobre las áreas 14 imantables correspondientes. Por consiguiente, por ejemplo los niños pueden aprender a deletrear la palabra "casa" ("house" en inglés) colocando las letras "H" "O" "U" "S" y "E" en la zona apropiada sobre el sustrato 10. Los niños pueden aprender también la localización de una casa o dónde está localizado un árbol respecto a una carretera. La atracción magnética entre las áreas 14 imantables y las piezas de juguete 34 separables asegurará que la pieza de juguete 34 separable no se caiga una vez que se coloque sobre el área imantable 14 correspondiente.

Si solo una de las áreas 14 imantables y 40 está imantada, la potencia de fijación de las piezas de juguete 34 al sustrato 10 dependerá de la localización de las piezas de juguete y, específicamente, del área de solapamiento de las áreas 14 imantables y 40. En particular, las letras "H" "O" "U" "S" y "E" estarán fuertemente fijadas únicamente si están colocadas y alineadas correctamente, porque la forma de esas piezas significa que el área de solapamiento disminuirá rápidamente si hay un error de colocación, por pequeño que sea.

Con las piezas de juguete 34 y las áreas 14 imantables de una forma más compacta, la atracción magnética será menos sensible a la alineación exacta. De esta manera, si solo una de las áreas 14 imantables y 44 está imantada, la casa 34 se podría colocar sobre el área de casa 20 en cualquier orientación y/o sustancialmente descentrada. Por lo tanto, puede preferirse imantar ambas áreas 14 imantables y 44 para la casa, y polarizar las imantaciones de manera que la casa, al menos, esté restringida a su orientación, como se analizará más adelante.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 9 y 10, un procedimiento de imantación permanente de la capa 14 imantable o 44 comprende colocar un conductor eléctrico 50 en forma de zigzag sobre la capa imantable, de manera que esta última quede cruzada por una pluralidad de cables 52 rectos, separados uniformemente. Se provoca que una corriente fluya por el conductor 50, y fluye en direcciones opuestas en cables 52 alternos, como se muestra por los signos + y - 54 en la Figura 10. Esta corriente produce alrededor de cada cable 52 un campo magnético en circulación, representado por las flechas 56 en las Figuras 9 y 10, que induce una imantación correspondiente en la capa 14 imantable, 44. Lo más significativo para la presente invención es que las áreas entre los cables 52 están imantadas generalmente de forma perpendicular respecto a la superficie de la capa 14, 44, presentando polos norte y sur alternos al exterior, como se muestra mediante las letras N y S y las direcciones de las flechas 58 en la Figura 10. Esto produce una capa magnética 14, 44 con ríngleras alternas, separadas uniformemente, de polos norte y sur. Como se muestra en la Figura 11, esto da como resultado un campo magnético 60 por encima de la superficie de la capa magnética 14, 44, que se arquea de cada ríngler de polo norte a la ríngler de polo sur adyacente a la misma.

Puede ponerse una placa u horquilla 53, de hierro magnéticamente blando, en el lado del sustrato 10, 36 opuesto al conductor 50. Como se sabe bien en otros contextos, dicha horquilla provocará que las líneas del campo magnético de los cables 52 se extiendan de forma casi recta desde el plano de los cables hasta la horquilla. Esto provocará una imantación casi vertical del material de la capa magnética 14, 44, cuyo fin se explicará a continuación con referencia a la Figura 14.

Cuando el conductor de imantación 50 está activado, la capa 14 imantable se imanta inmediatamente. El campo magnético de la capa 14 imantada interacciona con el campo del conductor de imantación 50, de manera que el sustrato 10 es atraído hacia el dispositivo de imantación. Sin embargo, se ha descubierto en la práctica que el sustrato 10 puede estar fijado de forma un tanto no uniforme, de manera que se forman bolsas de aire entre la capa 14 imantable y el dispositivo de imantación. Esto da como resultado que la fuerza del campo magnético en la capa imantable y, en consecuencia, el magnetismo inducido, sean ligeramente no uniformes. Se ha descubierto que si se hace pasar un segundo pulso de corriente a través del conductor 50 inmediatamente después de la corriente de imantación inicial, el sustrato 10 se atrae al dispositivo de imantación más fuertemente, y de una forma más uniforme, debido a la imantación inducida por el primer pulso de corriente, y se obtiene como resultado una imantación más uniforme de la capa 14.

En una realización, la bobina era de 360 mm x 210 mm, y estaba activada con un pulso de 4 kJ de aproximadamente 10 ms de duración, desde un condensador de 3200  $\mu$ F cargado a 1000 voltios, lo que implica un pico de corriente del orden de 1 kA. El generador usado tenía una salida de corriente continua de 10 amperios a 1700 voltios, lo que permitía que el condensador se cargara y descargara varias veces por segundo.

La tinta puede ser imantada mientras aún esté húmeda o solo parcialmente secada. Esto tendería a provocar que las partículas imantables se concentraran en la superficie la capa de tinta más cerca del dispositivo de imantación. La capa resultante más fina pero más densa de partículas imantables podría ser ventajosa para algunos fines. Si la tinta magnética se imanta desde la superficie impresa, sería necesario que el dispositivo de imantación tuviera una superficie o revestimiento de un material al que la tinta magnética no se adhiriera. Como alternativa, sin embargo, la tinta magnética puede ser imantada mediante un dispositivo de imantación en el lado inferior del sustrato 10.

Haciendo referencia ahora a la Figura 12, si un sustrato 38 con una capa 44 imantada se coloca adyacente a un sustrato 10 con una capa 14 imantable, no imantada, el campo magnético desde la capa 44 induce magnetismo en la capa 14, y las capas imantadas se atraen, produciendo una fuerza que mantiene juntos a los dos sustratos. La potencia de la fuerza magnética está determinada por la potencia del campo de la capa 44 imantada, cuando pasa a través de la capa 14 no imantada. Es el componente de la fuerza perpendicular a los dos sustratos 10 y 36 y, por lo tanto, el componente del campo perpendicular a los dos sustratos, el que es eficaz para mantener juntos a los dos

sustratos.

En la Figura 12, las dos capas 14 y 44 imantables se muestran sobre las superficies enfrentadas de sus sustratos respectivos, y son casi inmediatamente adyacentes. Como se muestra en la Figura 13, si una de las capas imantables está embebida en un sustrato laminado 10, como se muestra en la Figura 4, la separación entre las dos capas imantables es mayor. El campo magnético 60 desde la capa 44 imantada permanentemente debe extenderse entonces adicionalmente desde esa capa, para tener un componente intenso perpendicular a los sustratos 10 y 36 cuando pasa a través de otra capa 14 imantable. Como se muestra en la Figura 13, esto puede conseguirse aumentando el espaciado del polo. El espaciado del polo es el espaciado entre dos polos norte adyacentes o dos polos sur adyacentes, que es igual a dos veces el espaciado entre los cables 52 sucesivos del dispositivo de imantación mostrado en las Figuras 9 y 10.

El espaciado de polos óptimo varía de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 5 mm, dependiendo fundamentalmente de la separación entre las dos capas 14 y 44 imantables cuando el sustrato y la pieza de juguete 34 están fijados entre sí. Separaciones mayores tienden a requerir que ambas capas 14 y 44 imantables estén imantadas permanentemente. Por ejemplo, con una capa 14 imantable que tiene un espesor de 200  $\mu\text{m}$ , y está revestida con una capa de tinta de 100  $\mu\text{m}$ , y una capa 44 imantable que tiene un espesor de 300  $\mu\text{m}$ , y está revestida por una capa de papel de 200  $\mu\text{m}$ , los centros de las dos capas imantables están separados por 550  $\mu\text{m}$ . Con esta separación, la fuerza de atracción óptima se consigue si ambas capas 14 y 44 imantables están imantadas permanentemente con un espaciado de polo de aproximadamente 3 mm.

Como se muestra en la Figura 14, la altura del campo magnético puede aumentarse también usando un dispositivo de imantación con una horquilla 53 de material ferromagnético, magnéticamente blando, tal como una placa de hierro, en el lado del sustrato opuesto al conductor 50. La horquilla provoca que las líneas del campo magnético pasen de una forma más recta a través de la tinta imantable. Esto provoca una imantación que es casi más perpendicular al plano general del sustrato, y un campo magnético que surge más por encima de la superficie de lo que se obtendría de otra manera con el mismo espaciado de polo.

Con el dibujo de imantación uniforme mostrado en las Figuras 9 a 14, un sustrato no imantado será atraído hacia el sustrato imantado siempre y cuando sus capas 14, 44 imantables solapen. Dos sustratos imantados idénticamente con este dibujo de imantación se atraerán si sus ringleras de imantación son paralelas. Después pueden desplazarse hacia los lados, hasta la mitad del espaciado de polo, de manera que los polos norte de uno se alinean con los polos sur del otro. Si sus ringleras de imantación son perpendiculares, no se atraerán fuertemente entre sí, porque las áreas de atracción y repulsión se cancelarán sustancialmente. Si sus ringleras de imantación son oblicuas, no se atraerán fuertemente entre sí, a menos que puedan retorcerse hasta la orientación paralela. Cuando se aplica a la casa 20, 34 mostrada en las Figuras 1 y 5 a 8, esto permitirá que la casa 34 se fije de forma segura al sustrato 10 si es la manera correcta, o exactamente boca abajo, pero no si es oblicua o lateral.

Cuando este dibujo de imantación se aplica a los sustratos 10 unidos en un libro 11, como se muestra en la Figura 1, o se colocan de otra manera cara a cara, se prefiere imantar cualquier área 14 imantada, orientada directamente hacia las páginas 10 enfrentadas, con las ringleras de imantación perpendiculares. Esto minimiza la tendencia de las páginas 10 a pegarse unas a otras y hace al libro 11 mucho más fácil de abrir.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 15 y 16, puede usarse el mismo principio para producir las imantaciones no uniformes. En la Figura 15 el conductor 50 está formado en una serie de bucles 60 circulares y concéntricos, separados uniformemente, con la corriente circulando en direcciones opuestas y en bucles adyacentes, como se muestra por las puntas de flecha 62 en la Figura 15 y los signos + y - 64 en la Figura 16. Esto formará un dibujo de imantación con ringleras circulares concéntricas de polos norte y sur, como se muestra por la dirección de las flechas 66 y las letras S y N en la Figura 16.

Las conexiones radiales 64 entre bucles adyacentes 68 y la conexión 70 que devuelve la corriente del bucle más interno al suministro 72, pueden volver a ajustarse axialmente lejos de la cara del dispositivo de imantación que está aplicada al sustrato 10 o 36. Esto sirve para minimizar la distorsión del dibujo de imantación provocada por la corriente en esas conexiones.

Si ambas capas 14 y 44 imantables están imantadas con este dibujo por toda su área, con ringleras de polos de la misma polaridad al mismo radio, no se adherirán fácilmente entre sí. Si están imantadas con ringleras de polos de polaridad opuesta al mismo radio, se adherirán fuertemente, con la condición de que estén situadas con los dibujos de imantación concéntricos, en gran medida independientes de la orientación de los dos sustratos.

Haciendo referencia ahora a la Figura 17, una disposición de conductor similar a la de la Figura 9, pero con los cables 52 separados no uniformemente, puede usarse para inducir un dibujo de código de imantación distintivo en la capa 14 imantable. Un dibujo de código puede producirse también disponiendo los cables 52 de manera que las direcciones de la corriente no se alternen. Entonces habría poca o ninguna imantación de la capa 14 imantable en la ringlera entre los dos cables adyacentes, con la misma dirección de corriente. Puede producirse un dibujo de corriente no alterna conectando los cables 52 que no son adyacentes, o conectando los extremos opuestos de dos cables 52 con un cable suficientemente lejos de la capa 14 imantable, para no provocar imantación.

Haciendo referencia ahora a la Figura 18, un dispositivo de imantación con dos bucles paralelos 74, 76 que llevan corriente en direcciones opuestas creará una trayectoria que tiene una ringlera de imantación, de una primera polaridad, entre los bucles 74, 76 y dos ringleras, de una segunda polaridad opuesta, a cualquier lado de la primera ringlera. Las ringleras de imantación pueden crearse imantando una tira de material imantable, de forma correspondiente, aplicado previamente al sustrato, tal como la carretera 18 de la Figura 1, o pueden formarse dentro de un área 14 imantable más grande. Un dispositivo móvil que tiene un imán con un polo de la segunda polaridad seguirá entonces de forma natural la trayectoria, siendo atraído a la ringlera central y repelido por las ringleras externas. En la Figura 14 de nuestra Patente de Estados Unidos N° 6.217.405 se muestra un vehículo adecuado. Como se muestra en la Figura 18, la forma de los bucles 74, 76 puede ser compleja. Laminando más de dos bucles paralelos 74, 76 puede crearse una estructura con más de dos ringleras de imantación.

Haciendo referencia ahora la Figura 19, un dispositivo de imantación con al menos tres cables paralelos, con direcciones de corriente alternas, correspondiente a los cables 60 en la Figura 15, o los cables 74, 76 en la Figura 18, puede formar, sobre un sustrato imantable 14, una trayectoria 80 que tenga cuatro ringleras de polaridad norte sur alternas. Puede preferirse usar cinco cables para formar cuatro ringleras, porque las ringleras fuera de los cables más externos pueden estar bastante difusas. Como se muestra en la Figura 19, un vehículo 82 con un par de ruedas 84, se adherirá a la trayectoria si las bandas de rodadura están formadas de material imantado, con el dibujo de imantación correcto.

Como se muestra en la Figura 19, cada rueda es ligeramente más estrecha que la mitad de un espaciado de polo de la trayectoria 80, y las líneas centrales de las ruedas están separadas por un espaciado de polo. Las bandas de rodadura de las ruedas 84 consisten en tubos cilíndricos de material imantable 86, imantado en la dirección axial, de manera que los polos del campo magnético forman cada línea de la rueda con las ringleras de magnetismo en la trayectoria 80. Como se muestra en la Figura 19, para un vehículo de cuatro ruedas (o más) las ruedas en el mismo lado están preferentemente alineadas directamente unas delante de otras, e imantadas con la misma polaridad. Otras formas de elementos de soporte, tales como las orugas de un tanque, pueden sustituir a las ruedas 84. Las orugas, si están diseñadas adecuadamente, pueden mejorar la adhesión del vehículo a la trayectoria 80, aunque pueden aumentar la complejidad y, de esta manera, el peso y el coste de los órganos de rodadura. Un vehículo de oruga puede ser también menos fácil de conducir que un vehículo de ruedas.

Los vehículos de ruedas que funcionan eléctricamente, radiocontrolados y pequeños, de aproximadamente 30 mm x 60 mm, y que pesan aproximadamente 19 gramos, están disponibles en el mercado. Una marca disponible en el mercado es "MicroSizers", suministrada por Hobbico, Inc. Estos vehículos están suministrados convenientemente con los neumáticos separados de las ruedas, de manera que sustituir los neumáticos magnéticos no requiere una alteración del propio vehículo. Una rueda 84 imantada individual, que pesa 16 gramos, puede soportar su propio peso cuando está fijada a una trayectoria 80 formada de acuerdo con la invención sobre un sustrato vertical. Por lo tanto, se cree que está dentro de las capacidades del experto en la materia equipar dicho vehículo con cuatro ruedas 84, y reducir el peso global suficientemente, de manera que la atracción magnética a un carril 80 pueda soportar todo el peso del vehículo. Puede ahorrarse peso adicional omitiendo las baterías y el suministro de energía a través de una captación de las trazas de tinta eléctricamente conductora, si el efecto visual de las trazas de tinta (que tendrán que estar sobre la superficie) es aceptable. La captación puede ser entre las ruedas o fuera del carril 80.

Una posible construcción para las ruedas 84 es una rueda de plástico ABS, de 20 mm de diámetro, con radios de espesor mínimo, para soportar la llanta de la rueda. En la llanta de la rueda podría haber una capa de sustrato fino, por ejemplo papel de 180 gsm, con una tinta imantable de 0,5 o 04 mm de espesor. Se induce un campo magnético en ringleras que se extienden en una dirección circunferencial, de manera que, en el punto de contacto de la rueda con el carril de las ringleras de imantación, están alineadas paralelas al eje del vehículo. La anchura del neumático de la rueda 84 sería la mitad del espaciado de polo, o un múltiplo de la mitad del espaciado de polo. De esta manera, la anchura de la rueda 84 podría ser de 2 mm o 6 mm, a un espaciado de polo de 4 mm.

Podría ahorrarse peso también omitiendo cualquier forma de dirección asistida, y modificando las ruedas dirigibles para que sigan la trayectoria magnética 80 de forma pasiva. Se ha confirmado experimentalmente que un vehículo no eléctrico que se desliza por un sustrato vertical 10 bajo una fuerza de gravedad permanecerá fijado al carril magnético 80 y seguirá el carril. Los puntos de bifurcación en el carril 80 pueden estar formados por secciones cortas usando electroimanes en lugar de imantación permanente.

Como se muestra en la Figura 18, en lugar de que el vehículo sea auto-propulsado, puede tener un elemento magnético situado para interactuar con un motor 87 de atracción-repulsión embebido en el sustrato 10, justo fuera de la trayectoria del vehículo. El motor 87 de atracción-repulsión consiste en una serie de cables paralelos que llevan una corriente que fluye en sentidos opuestos por cables alternativos. De la misma manera que el dispositivo de imantación mostrado en la Figura 9, la corriente en los cables 88 generará un campo magnético alterno. Un polo de un imán conductor 90 en el vehículo 82, si se coloca en el campo, será repelido por un polo del campo y atraído por un polo adyacente. Invirtiendo la corriente de los cables 88 o la polaridad del imán llevado por el vehículo con una temporización adecuada, la fuerza de repulsión y atracción puede impulsar el vehículo continuamente en una dirección. Los motores 87 deberían estar situados suficientemente lejos del carril 80 de manea que sus campos no obstruyan u oculten la imantación del carril.

Para accionar el vehículo a través de los puntos de bifurcación, se prefiere proporcionar imanes 90 conductores en ambos lados del vehículo. Como alternativa, el vehículo puede estar provisto de imanes 90 conductores en ambos extremos de un lado, si es suficientemente largo, de manera que el imán 90 conductor delantero dejará el punto de bifurcación antes de que el imán 90 conductor trasero entre en el punto de bifurcación.

5 Un detector en el vehículo puede detectar señales codificadas, generadas directamente o inducidas en la capa 14 imantable del sustrato 10 por un dispositivo tal como el mostrado en la Figura 17, y el vehículo puede estar dispuesto para responder de cualquier manera deseada a dichas señales codificadas. Puesto que las señales serán invisibles para un niño humano que juega con el vehículo 90, las sorprendentes respuestas pueden ser atractivas.

10 Haciendo referencia ahora a la Figura 20, una forma adicional de dispositivo de imantación tiene el conductor 50 formado en una o más bobinas 90, colocadas con un extremo en contacto con, o cerca del sustrato 10. Cada bobina 90 producirá un intenso campo magnético de una polaridad dentro del mismo, y un campo magnético más difuso, de polaridad opuesta, fuera del mismo. Dos o más bobinas adyacentes, polarizadas en la misma dirección, producirán una fila de polos intensos de una polaridad, alternando con polos débiles de la polaridad opuesta. El espaciado de polo será igual al espaciado entre las bobinas. En aras de la simplicidad, en la Figura 20 solo se muestra una única fila de bobinas 90, pero se entenderá inmediatamente cómo puede producirse, empleando una matriz bidimensional de bobinas 90, un sustrato 10 con una capa 14 imantada, que tiene una serie de polos. Como se muestra en la  
15 Figura 20, puede producirse un dibujo de imantación más complejo activando solo algunas bobinas en una fila de bobinas, o invirtiendo la polaridad de algunas de las bobinas.

20 Haciendo referencia ahora a la Figura 21, una plataforma 91 que consiste en un sustrato 10 con una capa 14 imantada, que tiene una matriz de polos 92 formada de acuerdo con la Figura 20, puede elevarse por levitación colocándola sobre una serie de bobinas 94 activadas con un dibujo correspondiente, y polaridades opuestas a los polos 92. Las bobinas pueden tener un diámetro de 2 o 3 mm. Las bobinas 94 pueden estar ocultas bajo una superficie de base 96 no magnética, por ejemplo de plástico.

25 Si el espaciado de los polos 92 y las bobinas 94 es exactamente idéntico, la plataforma 91 puede tender a derivar hacia los lados la mitad del espaciado de polo, a una posición donde sería atraída hacia las bobinas 94, y ya no levitaría más. Esto puede contrarrestarse detectando la posición de la plataforma flotante 91 y activando selectivamente las bobinas 94 con una polaridad que es opuesta al polo 92, solapando cada bobina activada. Los polos 92 y 94 pueden estar situados también en una matriz menos uniforme, de manera que la plataforma flotante 91 se mueva hacia los lados y no todos los polos se muevan del área de influencia de una bobina 94 a la de la  
30 siguiente bobina 94 simultáneamente.

Para detectar las posiciones de los polos magnéticos 92 en la plataforma flotante 91, un detector 98 está dispuesto inmediatamente por encima de cada bobina 94. Los detectores 98 pueden ser detectores de campo magnético semiconductores convencionales. A intervalos frecuentes, la potencia de las bobinas 94 está interrumpida, permitiendo que los detectores 98 midan el campo de los polos 92 en solitario. Se calcula entonces la dirección  
35 correcta de la polarización para cada bobina 94, y las bobinas se vuelven a activar antes de que la plataforma 91 tenga tiempo de caer sobre la superficie de base 96.

Haciendo referencia ahora a la Figura 22, en una forma adicional del sustrato imantable de la invención, una capa de tinta 14 imantable se aplica a un lado de un sustrato 10, que puede ser de papel o plástico, como se ha analizado anteriormente. La tinta 14 imantable está revestida con un acabado decorativo 24, que puede ser de tinta opaca,  
40 laminar, o cualquier otro material adecuado. El lado opuesto del sustrato 10 está revestido con una capa de adhesivo 110, preferentemente un auto-adhesivo convencional o adhesivo sensible a presión, revestido de una capa 112 desprendible protectora. La capa de tinta 14 imantable está imantada permanentemente como se ha analizado anteriormente. El sustrato imantado puede cortarse con troquel a cualquier tamaño y forma convenientes, ya sea funcional o decorativo. El sustrato imantado puede tratarse entonces como una etiqueta auto-adhesiva ordinaria,  
45 excepto que aplicará un área de magnetismo a cualquier superficie a la que esté fijado.

Un objeto con dicha etiqueta aplicada podría fijarse a casi cualquier superficie de hierro o acero, con la condición de que el objeto sea suficientemente ligero para quedar retenido por la fuerza magnética. Si dichas etiquetas se aplican a dos superficies diferentes, entonces las cosas normalmente no magnéticas pueden fijarse a una superficie que normalmente no es magnética, así como a superficies imantables. Si se aplican etiquetas imantables a más  
50 superficies, entonces en muchos casos, solo sería necesario imantar permanentemente una de las etiquetas. En ese caso, sería necesario aplicar una etiqueta permanentemente imantada a al menos una de las dos superficies que se van a fijar juntas.

Los ejemplos de usos para las etiquetas auto-adhesivas imantables incluyen fijar: una taza a una mesa o al casco de fibra de vidrio de un barco; un transpondedor para peaje de autovía a un parabrisas; artilugios a una pared; etiquetas  
55 a un punto de presentación de venta o a una camiseta; piezas de juguete a un tablero de juego o a la parte trasera del asiento de un coche; piezas de plástico y etiquetas imantadas a juguetes de plástico; piezas de juguete o etiquetas a un recipiente de comida rápida para llevar; artilugios o documentación al interior de plástico de un coche, una etiqueta imantable a una botella, etc.

Por supuesto, en muchos casos, la tinta podría imprimirse directamente sobre una o ambas superficies y después imantarse, lo que obviaría la necesidad de una etiqueta auto-adhesiva imantada separada. Sin embargo, la etiqueta auto-adhesiva imantada podría hacer magnética a cualquier superficie, con una pegatina de buen aspecto que es fina, de peso ligero, magnética y barata. De alguna manera las Unidades de Base Magnix y las pegatinas Magnix actúan como una clase de Velcro con dos partes.

Como se ha explicado anteriormente, en muchas realizaciones de la presente invención, la tinta imantable debe estar imantada permanentemente en un dibujo predeterminado. Haciendo referencia a la Figura 23, en dicho caso, la tinta 14 imantable puede aplicarse al sustrato 10 en un dibujo correspondiente. Por ejemplo, si la tinta 14 tiene que imantarse en ringleras rectas, como se muestra en las Figuras 9 y 10, la tinta puede aplicarse en tiras correspondientes a las ringleras de imantación. Esto puede dar como resultado una ondulación perceptible de la superficie. Por lo tanto, se prefiere imprimir tiras de tinta 114 convencional, del espesor correspondiente para llenar los espacios entre las tiras de tinta magnética, produciendo una superficie global sustancialmente uniforme.

La necesidad de dos impresiones enrasadas aumentará el coste del procedimiento de impresión, pero en muchos casos esto puede estar compensado reemplazando una parte significativa de la tinta imantable con una tinta convencional más barata. Las tiras de tinta 114 de compensación pueden omitirse, especialmente, si la capa de tinta imantable es muy fina, por ejemplo cuando, como se muestra en la Figura 17, el dibujo de imantación transporta datos en lugar de proporcionar soporte mecánico. En esta técnica, por supuesto, es necesario que la bobina de imantación esté enrasada con las tiras de tinta imantable. Esto puede conseguirse por técnicas de enrasado convencionales usadas para procedimientos de impresión de múltiples pasadas.

Una tinta adecuada para la presente invención contendría una alta proporción de hierro, típicamente en forma de ferrita de hierro o de un compuesto de ferrita, tal como  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  o  $\text{NdFeB}$ . La tinta debería encapsular las partículas de hierro de manera que no se oxiden, debería unirse bien al sustrato tanto cuando está húmedo como seco y, cuando está seco, debería mantener una flexibilidad comparable a la del sustrato. La tinta no debería tener un olor intenso. La tinta debería ser segura y fácil de manipular durante la fabricación, y debería ser segura para los niños y satisfacer todas las normas de seguridad nacionales e internacionales pertinentes para productos relacionados con niños.

La tinta magnética, generalmente, incluye un vehículo de base no acuosa, tal como un medio formulado típicamente para el procedimiento de impresión mediante el cual se va a aplicar. Los medios pueden estar coloreados y tener diversas propiedades de material, viscosidades y otras características reológicas. La tinta puede tener una consistencia o viscosidad que varía de la de las molas templadas a la de la pasta densa. La viscosidad de la tinta dependerá del tipo de procedimiento de impresión usado. Por consiguiente, el tipo de tinta que puede elegirse para formular la tinta magnética analizada en el presente documento dependerá, en parte, del procedimiento de impresión particular o los medios usados para aplicar la tinta a un sustrato.

Las suspensiones de partículas de hierro funcionarán en muchas resinas y resinas de vinilo. Sin embargo, la matriz que se prefiere actualmente para imprimir sobre papel o cartón es un copolímero de estireno-butadieno (SBC) de bajo punto de fusión. Se ha descubierto que el SBC de bajo punto de fusión da los mejores resultados, con una cantidad mínima de residuos resultante del SBC sin disolver, que podría producir un enmarañado entre un tamiz de seda y el sustrato que se está imprimiendo, u otros efectos indeseables. El PVC laminado líquido también se considera adecuado para impresión por transferencia.

El SBC se suspende preferentemente en queroseno o alcoholes minerales para formar un medio en el que las partículas de hierro se suspenden después. El queroseno o los alcoholes minerales no tienen un olor intenso, y se evaporarán completamente. La proporción de queroseno o alcoholes minerales, por tanto, puede ajustarse dentro de tolerancias amplias para adaptarse a los requisitos mecánicos del procedimiento de impresión particular. El queroseno o los alcoholes minerales pueden recuperarse también del aire usado para secar la tinta, y volver a usarlos. Esto reduce tanto el impacto medioambiental del procedimiento como el coste. El medio líquido puede contener hasta un 40 % o 45 % del SBC. Una alta proporción de resina en el medio líquido es importante porque hace más fácil conseguir una encapsulación apropiada y enlazar juntas las partículas de ferrita en la matriz, dando una tinta duradera y flexible. Por otro lado, una mayor proporción de disolvente da como resultado una tinta menos viscosa, que puede ser más fácil de imprimir, especialmente con procedimientos tales como serigrafía, donde la tinta debe fluir a través de una malla. Debido a que todos los materiales de ferrita son considerablemente más densos que los materiales de la matriz y los disolventes usados, tienden a sedimentar. Por lo tanto, se prefiere homogeneizar la mezcla agitándola con una mezcladora mecánica 15 minutos antes de la impresión.

Pueden usarse partículas de ferrita de 30  $\mu\text{m}$  o menores, tanto para impresión litográfica como serigráfica. Se prefieren las partículas más pequeñas, especialmente para impresión serigráfica, porque pasan a través del tamiz más fácilmente. Esto reduce la viscosidad eficaz de la tinta y, de esta manera, permite que se use menos disolvente. La reducción en la cantidad de disolvente reduce el tiempo de secado, el coste de la tinta y el coste de extracción y recuperación de los vapores de disolvente. El uso de partículas más pequeñas aumenta también la cantidad de ferrita que puede incluirse en la tinta. Hacer vibrar la tinta mientras aún está húmeda después de la impresión puede ayudar también a empaquetar las partículas magnéticas más fuertemente y, de esta manera, a aumentar el contenido de ferrita para un espesor dado de tinta. Las partículas más pequeñas producen también una superficie

5 más suave, especialmente sobre capas finas de tinta. Las partículas más finas son también más fáciles de suspender en barnices, que se prefieren como medio para impresión por puntos. Los barnices adecuados incluyen Matt Lacquer G 95/50, suministrado por Terra Lacke y Brilliant Dexprom E/GV 2621 suministrado por Valspar. Sin embargo, las partículas más finas tienden a ser significativamente más caras y, por lo tanto, se prefiere usar partículas no tan finas como lo que sería necesario para una aplicación específica.

La maquinaria de impresión debería limpiarse minuciosamente después del uso, tanto para evitar la contaminación de una impresión posterior como para evitar el daño innecesario a la maquinaria por los efectos abrasivos del polvo de ferrita.

10 Cuando se usa hierro, las partículas de hierro están preferentemente en forma de un polvo de ferrita "de doble lavado" o "purificado dos veces" disponible en el mercado. El polvo de ferrita que solo se ha "purificado una vez" es adecuado para al menos algunas realizaciones de la invención, pero no óptimo. La doble purificación deja el polvo ferrita sustancialmente libre de óxidos de hierro, oxígeno que, por lo demás, podría oxidar el hierro después de la purificación, e impurezas incluyendo impurezas basadas en silicio, que diluirían el contenido de hierro de la capa de tinta final. Para evitar la oxidación del polvo de ferrita antes de que alcance las impresoras, se prefiere transportar y almacenar el polvo en una bolsa de plástico, que se cierra y pone en una segunda bolsa de plástico también cerrada. Esta se pone después en una bolsa tejida, también cerrada, que se pone en un cubo con una tapa hermética al aire. Cada bolsa contiene preferentemente no más ferrita de la que sería necesaria para un solo lote de tinta y, por facilidad de manipulación, no más de 25 kg.

20 Para formar la tinta magnética, las partículas imantables se añaden a la tinta preseleccionada. Las partículas imantables pueden añadirse usando mezcla, combinación o cualquier otro medio para dispersar las partículas imantables dentro de la tinta. Se recomienda que esto se haga en una atmósfera controlada, para evitar la contaminación u oxidación innecesaria del hierro.

25 Cuando se usan las nuevas tintas de acuerdo con la presente invención, y no se requiere comprimir la capa de tinta en el sustrato, es posible una gama mucho más amplia de sustratos. Por ejemplo, las tintas basadas en SBC pueden imprimirse sobre tejidos, láminas de plástico de la clase usada para impresión de láminas en cubiertas de libros y cajas, o papel fino. Se han conseguido resultados satisfactorios con papel tan ligero como 125 gsm. También se cree posible imprimir dichas tintas sobre sustratos duros, tales como cerámicos, madera, fibra de vidrio, aluminio, vidrio y plásticos moldeados. El lector experto entenderá cómo los diversos aspectos y ventajas de la invención analizada en el presente documento pueden adaptarse a estos diferentes medios, y especialmente a sustratos que tienen la flexibilidad del papel fino o de la tela, o que no son planos.

Los siguientes ejemplos de tintas imantables para las áreas 14 imantables ilustran la invención.

#### EJEMPLO I

35 Se suspendieron partículas de Fe, de doble lavado, con un tamaño de partícula en el intervalo de 20  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , en una mezcla de copolímero de estireno-butadieno de bajo peso molecular y queroseno, en las siguientes proporciones en peso. El copolímero de estireno-butadieno era una calidad con un punto de fusión bajo de K-Resin®, suministrado por Chevron-Philips Chemical Company LP.

Polvo de Fe:	85 %
SBC:	6,75 %
Queroseno:	8,25 %.

40 La tinta se aplicó por serigrafía a un cartón de impresora convencional y se dejó que se secase de forma natural. La tinta seca consistía en un 92,6 % de Fe y un 7,4 % de copolímero de estireno-butadieno en una capa de 100  $\mu\text{m}$  de espesor. Las partículas de Fe se encapsularon satisfactoriamente, y la tinta seca era suficientemente flexible para soportar la compresión en el cartón y un desgaste y desgarramiento normal a medida que se lee el libro.

#### EJEMPLO II

Se suspendieron partículas de Fe, de doble lavado, con un tamaño de partícula en el intervalo de 20  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , en una mezcla de PVC de bajo peso molecular y alcoholes minerales, en las siguientes proporciones en peso:

Polvo de Fe:	85 %
PVC:	6 %
Alcoholes minerales:	9 %.

45 La tinta se aplicó por litografía de transferencia en una prensa de alimentación de hojas como un laminado impreso por puntos a un cartón de impresora convencional, y se dejó que se secase de forma natural. El tiempo de secado fue bastante largo, lo que impidió el uso de una prensa de alimentación continua. La tinta seca consistía en un 93,4

% de Fe y un 6,6 % de PVC en una capa de 80  $\mu\text{m}$  de espesor. Las partículas de Fe se encapsularon satisfactoriamente, y la tinta seca era suficientemente flexible para soportar la compresión en un cartón y el desgaste y desgarró normal a medida que se lee el libro.

EJEMPLO III

- 5 Se suspendió polvo de  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ , con un tamaño de partícula nominal de 2  $\mu\text{m}$ , en una mezcla de copolímero de estireno-butadieno de bajo peso molecular y queroseno, en las siguientes proporciones en peso.

Polvo de $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ :	58 %
SBC:	8 %
Alcoholes minerales:	34 %.

- 10 La tinta se aplicó por litografía de transferencia en una prensa de alimentación de hojas a un cartón de SIC de 230 gsm, y se dejó que se secase de forma natural. La tinta seca consistía en un 88 % de  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  y un 12 % de SBC, en una capa de 200  $\mu\text{m}$  de espesor. Las partículas de  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  se encapsularon satisfactoriamente y la tinta seca era suficientemente flexible para soportar la compresión en el cartón y el desgaste y desgarró normal.

EJEMPLO IV

Se formuló una tinta similar a la del Ejemplo III, en las siguientes proporciones en peso.

Polvo de $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ :	79 %
SBC:	7 %
Alcoholes minerales:	14 %.

- 15 La tinta seca consistía en un 92 % de  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  y un 8 % de SBC. Se descubrió que la ferrita se encapsulaba satisfactoriamente en la matriz de SBC. El sustrato podía doblarse a un ángulo de aproximadamente  $90^\circ\text{C}$  sin que la tinta seca se rompiera, y la tinta seca no se fragmentaba.

- 20 Con la tinta formulada análogamente a los Ejemplos I y II pero con un 90 % de contenido de Fe después del secado, era posible soportar cargas útiles con una capa de tinta tan fina como 40  $\mu\text{m}$ . El procedimiento de laminado por puntos, hasta ahora, ha sido usado únicamente de forma satisfactoria para capas de hasta 80  $\mu\text{m}$  de espesor. Un espesor mayor de la tinta puede acumularse por pasadas repetidas por la prensa.

- 25 Una capa de tinta no imantada, de 100 a 200  $\mu\text{m}$  de espesor, con su superficie superior a 100  $\mu\text{m}$  por debajo de la superficie impresa del sustrato, que interacciona con una pieza de juguete 34 con un área imantable 44, que es de 400 a 500  $\mu\text{m}$  de espesor, y que está imantada permanentemente de acuerdo con la Figura 11, con un espaciado de polo de 3 mm, puede soportar una carga de 0,3 a 0,5  $\text{g}/\text{cm}^2$  contra la gravedad, con el sustrato vertical o boca abajo. La potencia de campo máxima es de 586 gauss, 200  $\mu\text{m}$  por encima de la superficie de la capa imantada. La capa de tinta imantable de 400  $\mu\text{m}$  de espesor en la propia pieza de juguete pesa solo 0,08  $\text{g}/\text{m}^2$ . Si ambas capas imantables están imantadas permanentemente, la potencia de campo y, de esta manera, la capacidad de llevar carga aumenta aproximadamente un 50 %, dando una potencia de campo máxima de aproximadamente 879 gauss.

- 30 Con ambas áreas imantada y no imantada de 200  $\mu\text{m}$  de espesor, y un espaciado de polo de 2 mm, la potencia de campo máxima (aproximadamente 200 gauss) se alcanza con una separación de 100  $\mu\text{m}$  entre las capas imantables. La carga que puede soportarse es de aproximadamente 0,18  $\text{g}/\text{cm}^2$  (1,8  $\text{kg}/\text{m}^2$ ). La propia capa de tinta soportada pesa 0,04  $\text{g}/\text{cm}^2$ .

- 35 Con la capa imantada de 100  $\mu\text{m}$  de espesor y la capa no imantada de 200  $\mu\text{m}$  de espesor, y un espaciado de polo de 1,2 mm, la potencia de campo máxima (aproximadamente 170 gauss) se alcanza con una separación de 50  $\mu\text{m}$  entre las capas imantables. La carga que puede soportarse es de aproximadamente 0,12  $\text{g}/\text{cm}^2$  (1,2  $\text{kg}/\text{m}^2$ ). La propia capa de tinta de 100  $\mu\text{m}$  de espesor pesa 0,02  $\text{g}/\text{cm}^2$ .

- 40 Con la capa imantada de 50  $\mu\text{m}$  de espesor y la capa no imantada de 200  $\mu\text{m}$  de espesor, y un espaciado de polo de 0,8 mm, la potencia de campo máxima (aproximadamente 120 gauss) se alcanza con una separación de 25  $\mu\text{m}$  entre las capas imantables. La carga que puede soportarse es de aproximadamente 0,8  $\text{g}/\text{cm}^2$  (1,2  $\text{kg}/\text{m}^2$ ). La propia capa de tinta de 50  $\mu\text{m}$  de espesor pesa 0,01  $\text{g}/\text{cm}^2$ . Con ambas capas imantadas permanentemente, el pico de potencia de campo será de aproximadamente 180 gauss, y el peso máximo soportado será de aproximadamente 0,12  $\text{g}/\text{cm}^2$ .

- 45 Las siguientes potencias de campo magnético se midieron para muestras de material de acuerdo con el Ejemplo I, imantado por un dispositivo como se muestra en la Figura 9, usando un generador capacitivo como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 20. El espesor y el espacio de polo de cada muestra se muestran en la

Tabla 1.

TABLA 1

Muestra	Espaciado de polo	Espesor de la capa de Fe imantada	Espesor de otra capa de Fe	Espacio entre las capas de Fe	Carga soportada
1	3 mm	500 μm	200 μm	300 μm	0,4 g/cm <sup>2</sup>
2	1,8 mm	500 μm	200 μm	300 μm	0,3 g/cm <sup>2</sup>
3	5 mm	1 mm	200 μm	400 μm	0,7 g/cm <sup>2</sup>
4	2 mm	1 mm	200 μm	400 μm	0,9 g/cm <sup>2</sup>

5 Para cada muestra, la Tabla 2 da la potencia en gauss del componente de campo magnético perpendicular a la superficie del sustrato a dos alturas por encima de la superficie de la capa de Fe imantada en el centro de cada fila de polos adyacentes.

TABLA 2

Muestra	Altura (mm)	Polaridad							
		N	S	N	S	N	S	N	S
1	300	+458	-76	+455	-68	+470	-68	+455	-70
	0	+570	-197	+585	-209	+586	-195	+570	-190
2	300	+408	-26	+410	-22	+400	-16	+292	-18
	0	+542	-157	+538	-157	+538	-154	+542	-142
3	400	+603	-230	+611	-235	+621	-228	+515	-288
	0	+704	-336	+719	-320	+720	-288	+696	-318
4	400	+490	-161	+501	-141	+482	-130	+500	-300
	0	+634	-304	+632	-308	+647	-268	+642	-300

10 Como una realización alternativa, la presente invención es suficientemente versátil, de manera que las áreas imantables pueden aplicarse o imprimirse o sobre el sustrato 10 en forma de segmentos o puntos legibles, para producir un código o una señal analógica.

La presente invención puede realizarse en otras formas específicas, sin alejarse del espíritu o de los atributos básicos de la misma y, por consiguiente, debería hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas, en lugar de a la memoria descriptiva anterior, como indicativa del alcance de la invención.

15 Por ejemplo, los sustratos 10 se han desvelado con una capa 14 imantable sobre una superficie, o intercalados en el medio, interaccionando con las piezas de juguete 34 imantables separadas en un lado 12 del sustrato. Un sustrato con la capa imantable intercalada en el medio puede interaccionar con las piezas de juguete 34 imantables en cualquiera o ambos lados del sustrato. Un sustrato suficientemente grueso puede tener capas imantables 14 aplicadas a ambas superficies 12. Las capas 14 pueden ser de diferentes formas y/o pueden tener diferentes patrones de imantación aplicados a las mismas.

20 Con la condición de que el sustrato 10 sea suficientemente grueso, el uso de un lado 12 del sustrato no se verá indebidamente afectado por el campo magnético de la capa imantable en el otro lado del sustrato. Esto es particularmente apropiado en el caso de un libro 11, en el que es habitual que los dos lados de una hoja tengan un contenido diferente.

25 En una realización alternativa, se contempla que las áreas 14 imantables pueden aplicarse a la primera superficie 12 de la estructura 10, en forma de trazas eléctricas como parte de un circuito eléctrico usado para soportar dispositivos interactivos, tales como diodos emisores de luz, altavoces, luces u otras manifestaciones de tipo audio y visual. Se contempla también que las trazas eléctricas puedan estar situadas sobre la primera superficie 12 para incluir dos o más puntos de contacto, separados por una corta distancia unos de otros. Un circuito eléctrico puede estar cerrado por el calor o la humedad de un dedo, o por una de las piezas de juguete que enlazan los puntos de contacto.

30 Cuando los puntos de contacto se enlazan y el circuito se cierra, la energía fluirá a través del circuito, de manera que el dispositivo interactivo se activa.



5 Se han descrito diversos medios para formar y controlar los campos magnéticos producidos por las capas 14 imantables. Se han descrito diversos dibujos e interacciones de las capas imantadas. Se entenderá que estas pueden combinarse de numerosas maneras. Los factores clave a la hora de crear una interacción magnética entre una pieza de juguete permanentemente imantada y una superficie de juego permanentemente imantada actualmente se cree que son: la posición de los polos magnéticos; la separación de los polos magnéticos; la dirección de cualquiera de los polos dispuestos; el dibujo de polos norte y sur; la potencia de los campos inducidos; cualquier variación en la potencia de los polos de diferentes polaridades; y la altura de los campos por encima de la superficie imantada. Cualquier combinación de estos factores puede producir una interacción específica. Por ejemplo, colocar los dibujos de campos lineales a ángulos rectos entre sí producirá una fuerza de atracción muy débil. Colocar las polaridades de manera que un número suficiente de polos norte sean opuestos a polos norte y polos sur sean opuestos a polos sur producirá una fuerza de repulsión; y colocar predominantemente polos norte opuestos a polos sur producirá una fuerza de atracción, incluso sin cambiar ninguno de los otros factores.

10 Aunque la capa de tinta magnética 14 se ha descrito como aplicada en forma de una suspensión de partículas de ferrita en un medio, las partículas y el medio podrían aplicarse por separado. Por ejemplo, una capa de pegamento o barniz puede aplicarse al sustrato 10, una capa de partículas de ferrita puede aplicarse al pegamento o barniz mientras aún está húmedo, y un revestimiento adicional de pegamento o barniz puede aplicarse entonces para encapsular y asegurar las partículas de ferrita. El barniz puede ser, por ejemplo, un barniz curable por UV, permitiendo que el operario asegure un tiempo abierto suficientemente largo sin un tiempo de secado suficiente correspondiente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de fabricación de un sustrato magnéticamente interactivo, que comprende una hoja impresa o imprimible, que incorpora al menos un área de material imantado o imantable, que puede interactuar con una pieza de juguete imantada o imantable y separable, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
  - 5        proporcionar un sustrato compresible;
    - aplicar una tinta imantable a al menos un área seleccionada de una superficie del sustrato; y
    - aplicar presión a dicha tinta imantable y, de esta manera, hacerla penetrar en dicha superficie de dicho sustrato, estando el procedimiento **caracterizado porque**
    - la tinta imantable aplicada al menos a un área seleccionada del sustrato tiene al menos 40 µm de espesor.
- 10      2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de aplicar presión comprende comprimir el sustrato con la tinta imantable aplicada al mismo, a un espesor no sustancialmente mayor que el espesor del sustrato antes de la aplicación de la tinta.
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de aplicar presión comprende comprimir el sustrato con la tinta imantable aplicada al mismo, de manera que el cambio de espesor en los bordes de la tinta
  - 15      imantable se haga sustancialmente imperceptible para un usuario final ordinario.
4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de aplicar presión comprende comprimir el sustrato en una prensa de lecho plano.
5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la etapa de aplicar una capa opaca sobre la tinta imantable.
- 20      6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende aplicar dicha capa de tinta opaca sobre toda el área de dicha superficie del sustrato.
7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha capa de tinta opaca es de un color similar a dicha superficie de dicho sustrato.
8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la etapa de aplicar una
  - 25      impresión visible a dicha superficie de dicho sustrato.
9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende adicionalmente la etapa de aplicar una tinta sobreimpresa, o revestimiento, a dicho sustrato, y en el que dicha impresión visible se aplica sobre dicha tinta sobreimpresa, o revestimiento.
10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente aplicar una segunda capa
  - 30      de sustrato sobre dicha superficie de dicho sustrato sobre dicha tinta imantable, y en el que dicha etapa de aplicar presión comprende aplicar presión a dicho sustrato y dicha segunda capa de sustrato, con dicha tinta imantable entre ellos.
11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la etapa de aplicar presión comprende
  - 35      comprimir el sustrato y la segunda capa de sustrato con la tinta imantable entre ellos a un espesor no sustancialmente mayor que la suma de los espesores iniciales de dicho sustrato y dicha segunda capa de sustrato.
12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente la etapa de aplicar
  - adhesivo a dicha segunda capa de sustrato y que comprende aplicar la superficie de dicha segunda capa de sustrato con dicho pegamento a la superficie de dicho sustrato con dicha tinta imantable, y aplicar dicha presión antes de que dicho adhesivo haya fraguado.
- 40      13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente la etapa de aplicar una impresión visible a una superficie expuesta de al menos uno de dicho sustrato y dicha segunda capa de sustrato.
14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la etapa de conferir una imantación permanente a al menos parte de al menos una de dicha área de tinta imantable.
15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende conferir dicha imantación permanente
  - 45      sometiendo dicha tinta imantable al campo magnético de una corriente eléctrica.
16. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende provocar que dicha corriente eléctrica fluya en conductores paralelos.
17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que se provoca que dicha corriente fluya en direcciones opuestas en conductores alternos.
- 50      18. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dichos conductores paralelos comprenden

varios conductores rectos.

19. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dichos conductores paralelos y rectos están espaciados uniformemente.
- 5 20. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, en el que los conductores están separados por una distancia de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm.
21. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dichos conductores paralelos forman una trayectoria sustancialmente cerrada.
22. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende provocar que dicha corriente fluya en al menos una bobina, con su eje perpendicular a dicha superficie de dicho sustrato.
- 10 23. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende conferir dicha imantación permanente antes de que dicha tinta se seque, aplicando un campo magnético suficientemente intenso para provocar el desplazamiento de las partículas de material imantable dentro de dicha capa de tinta.
24. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha tinta comprende partículas ferromagnéticas en una matriz de plástico.
- 15 25. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dicha tinta, cuando está húmeda, comprende un disolvente.
26. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 25, en el que dicho disolvente se selecciona entre el grupo que consiste en queroseno y alcoholes minerales.
- 20 27. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dicha matriz de plástico se selecciona entre el grupo que consiste en copolímeros de estireno-butadieno y PVC laminado líquido.
28. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dichas partículas ferromagnéticas consisten básicamente en un material seleccionado entre el grupo que consiste en polvo de hierro,  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  y  $\text{NdFeB}$ .
- 25 29. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 28, en el que dicha tinta, cuando está seca, comprende al menos un 80 % en peso de hierro.
30. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 29, en el que dicha tinta, cuando está seca, comprende al menos aproximadamente un 90 % en peso de hierro.
31. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho sustrato se selecciona entre el grupo que consiste en papel supersatinado, cartón y policloruro de vinilo.
- 30 32. Un sustrato magnéticamente interactivo, que comprende una hoja impresa o imprimible, que incorpora al menos un área de material imantado o imantable, que puede interactuar con una pieza de juguete imantada o imantable separable, que comprende:
- 35 un sustrato compresible; y  
una tinta imantable aplicada a al menos un área seleccionada de una superficie de dicho sustrato que ha penetrado en dicha superficie de dicho sustrato, **caracterizado porque** la tinta imantable aplicada a al menos un área seleccionada del sustrato tiene al menos 40  $\mu\text{m}$  de espesor.
33. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, en el que dicha tinta imantable ha penetrado sustancialmente a ras con dicha superficie de dicho sustrato.
- 40 34. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 33, que comprende adicionalmente una capa de tinta opaca sobre la tinta imantable.
35. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 34, que comprende dicha capa de tinta opaca sobre toda el área de dicha superficie del sustrato.
36. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 34, en el que dicha capa de tinta opaca es de un color similar a dicha superficie de dicho sustrato.
- 45 37. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, que comprende adicionalmente una impresión visible sobre dicho sustrato sobre dicha tinta imantable.
38. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 35, que comprende adicionalmente una tinta sobreimpresa, o revestimiento, sobre dicha tinta imantable, y en el que dicha impresión visible está sobre dicha tinta sobreimpresa, o revestimiento.

39. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, que comprende adicionalmente una segunda capa de sustrato sobre dicha superficie de dicho sustrato y sobre dicha tinta imantable, y en el que dicha tinta imantable ha penetrado tanto en dicho sustrato como en dicha segunda capa de sustrato.
- 5 40. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende adicionalmente adhesivo entre dicha segunda capa de sustrato y la superficie de dicho sustrato con dicha tinta imantable.
41. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende adicionalmente una impresión visible sobre una superficie expuesta de al menos uno de dicho sustrato y dicha segunda capa de sustrato.
42. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, en el que al menos parte de al menos una de dicha área de tinta imantable está permanentemente imantada.
- 10 43. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 42, que comprende ringleras paralelas de imantación permanente con componentes opuestos de polaridad perpendicular a la superficie del sustrato.
44. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 43, en el que dichas ringleras son rectas.
45. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 44, en el que dichas ringleras rectas, paralelas, están espaciadas uniformemente.
- 15 46. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 43, que comprende dichas ringleras paralelas que forman una trayectoria sustancialmente cerrada.
47. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 42, que comprende al menos un área con un componente de polaridad perpendicular a la superficie del sustrato de un sentido, rodeado por una región con un componente de polaridad perpendicular a la superficie del sustrato del sentido opuesto.
- 20 48. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 42, en el que el material imantable está concentrado en un lado del espesor de la capa de tinta imantable.
49. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, en el que dicha tinta imantable comprende partículas ferromagnéticas en una matriz de plástico.
- 25 50. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 49, en el que dicha matriz de plástico se selecciona entre el grupo que consiste en copolímeros de estireno-butadieno y PVC laminado líquido.
51. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 49, en el que dichas partículas ferromagnéticas consisten básicamente en un material seleccionado entre el grupo que consiste en polvo de hierro,  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  y  $\text{NdFeB}$ .
- 30 52. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 51, en el que dicha tinta imantable comprende al menos aproximadamente un 90 % en peso de hierro.
53. Un sustrato de acuerdo con la reivindicación 32, en el que dicho sustrato se selecciona entre el grupo que consiste en papel supersatinado, cartón y policloruro de vinilo.
54. Un dispositivo magnéticamente interactivo que comprende:
- 35 un primer y un segundo sustratos;  
una capa de tinta imantable aplicada a al menos un área seleccionada de dicho primer sustrato para formar un sustrato magnéticamente interactivo, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32 a 53; y  
una capa imantable aplicada a al menos un área seleccionada de dicho segundo sustrato;  
en el que dicha capa de tinta imantable está imantada generalmente de forma perpendicular a dicha capa de tinta imantable, en ringleras de polaridad alterna, con un espaciado de polo en el intervalo de 0,5 mm a 5 mm;
- 40 con lo que dicho primer y segundo sustratos pueden interactuar por interacción magnética de dicha capa de tinta magnética y dicha capa magnética.

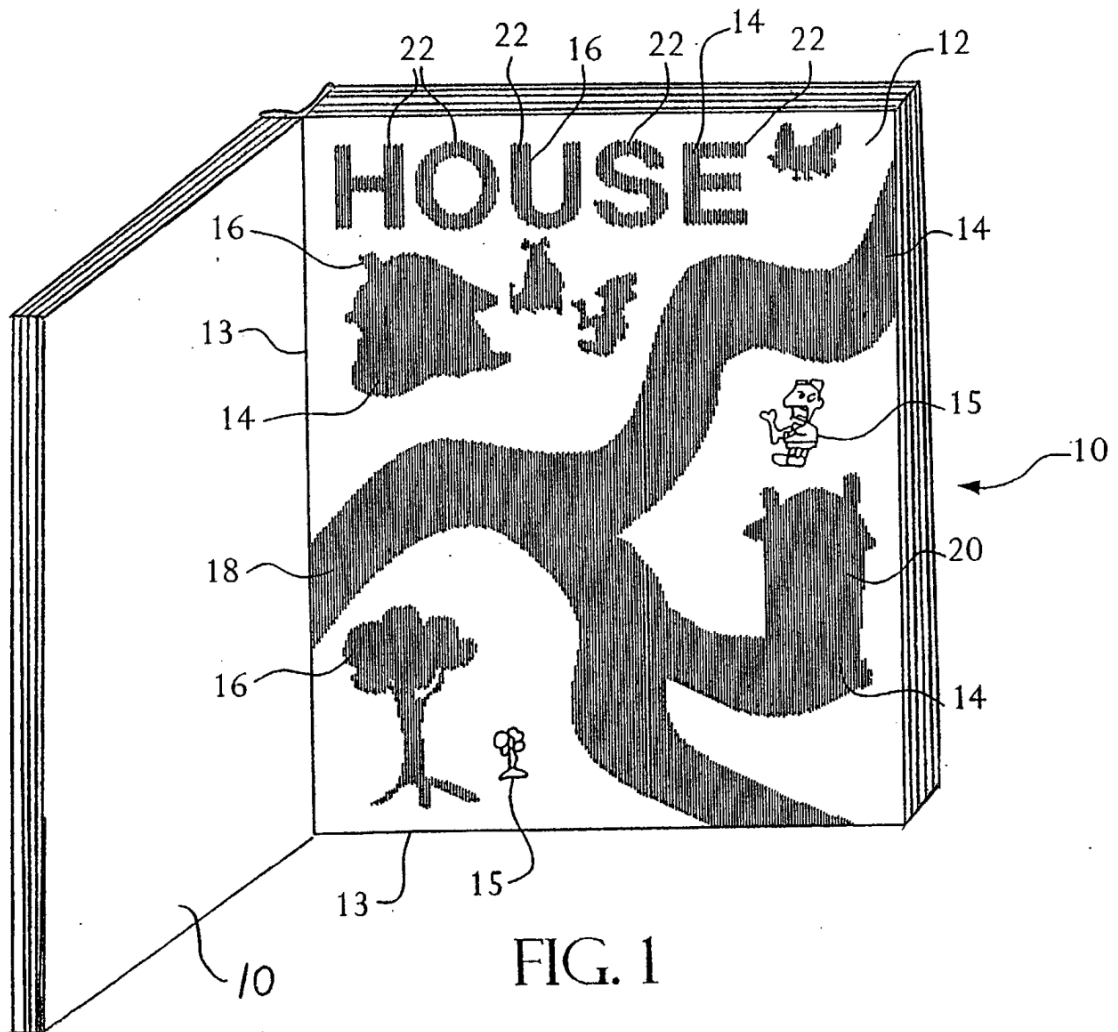
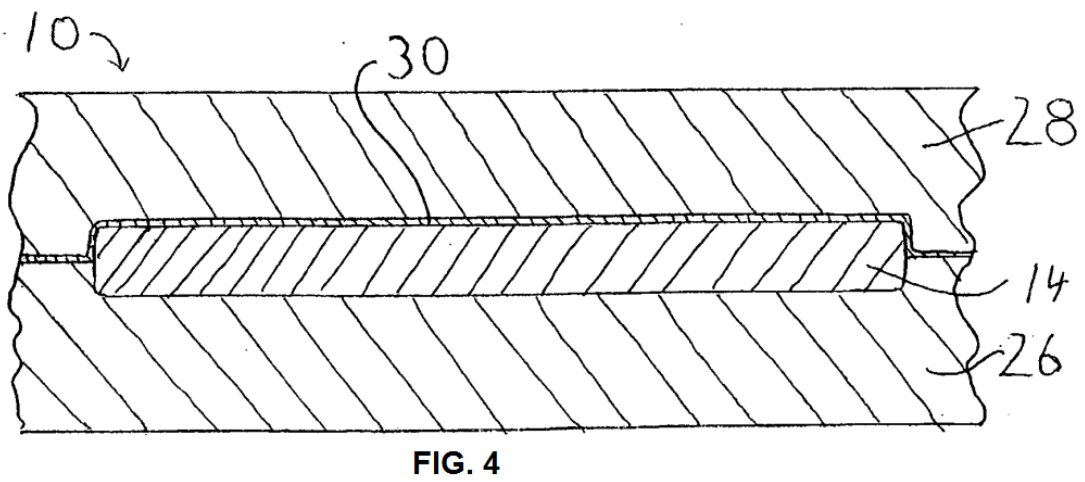
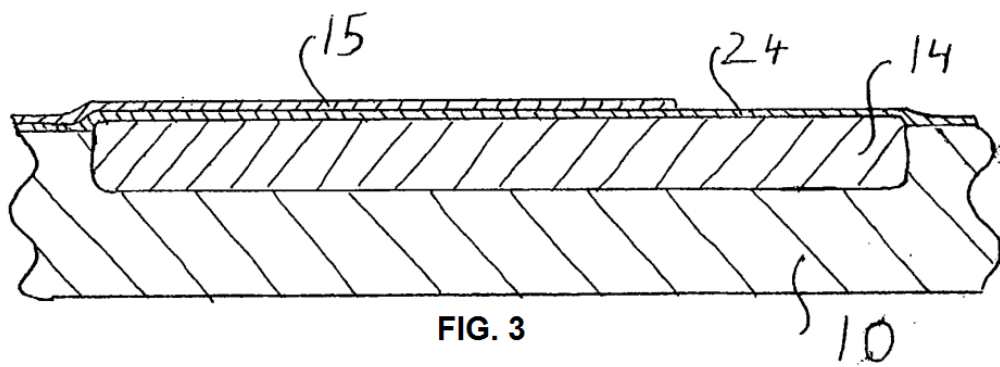
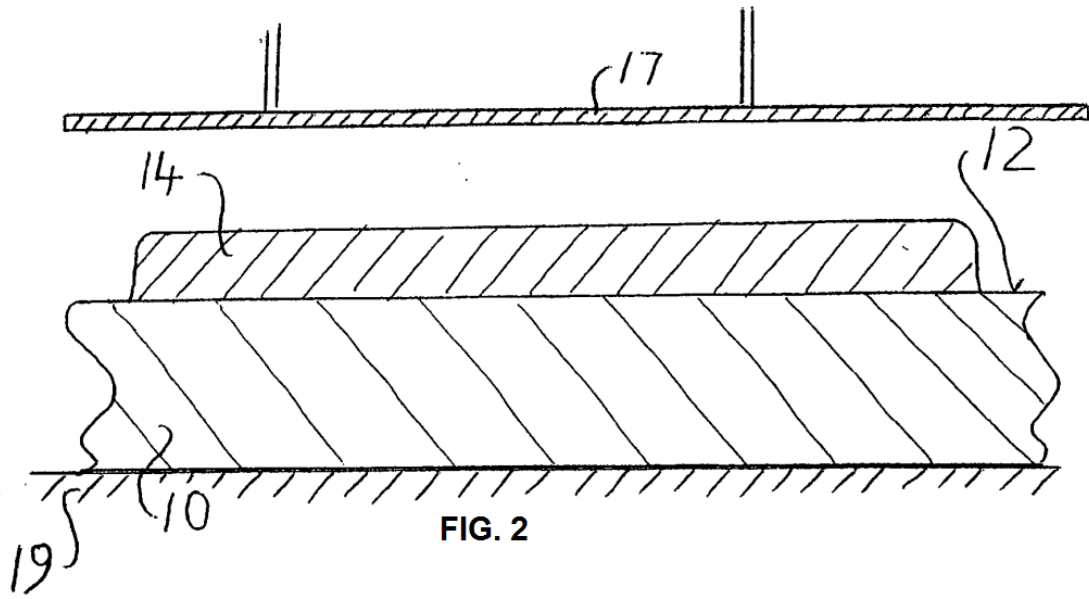


FIG. 1



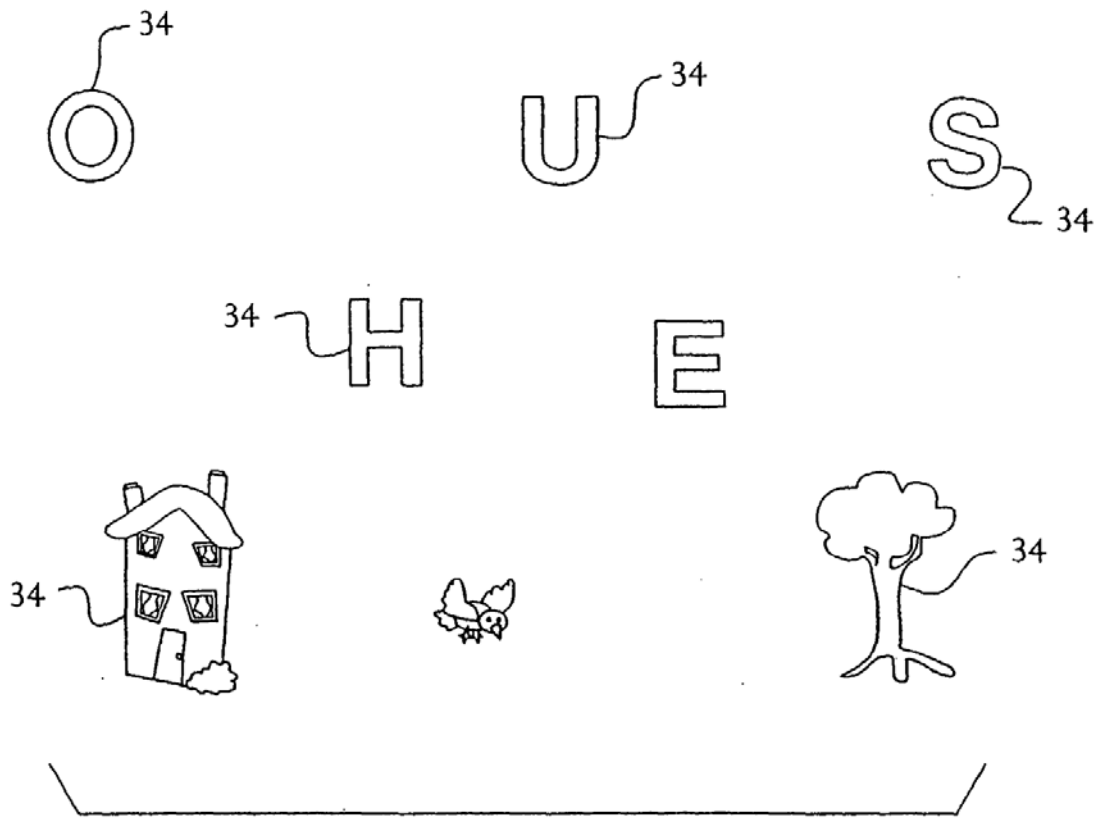
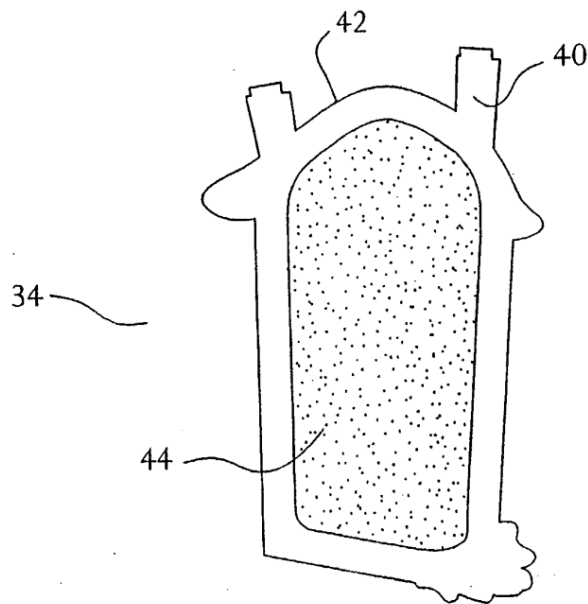
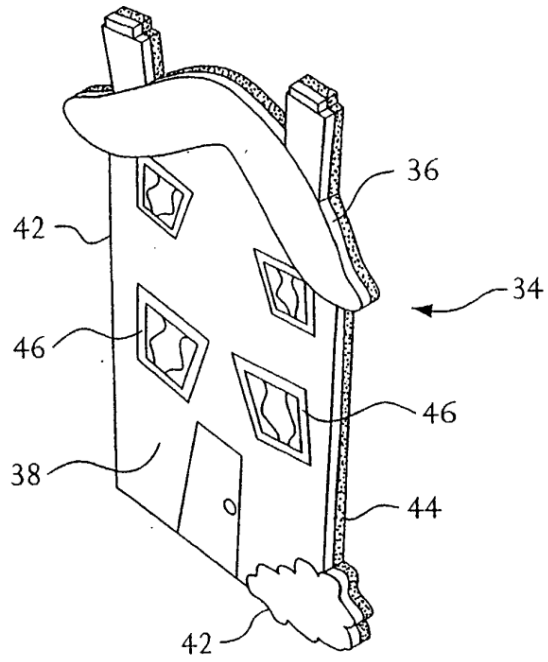


FIG. 5





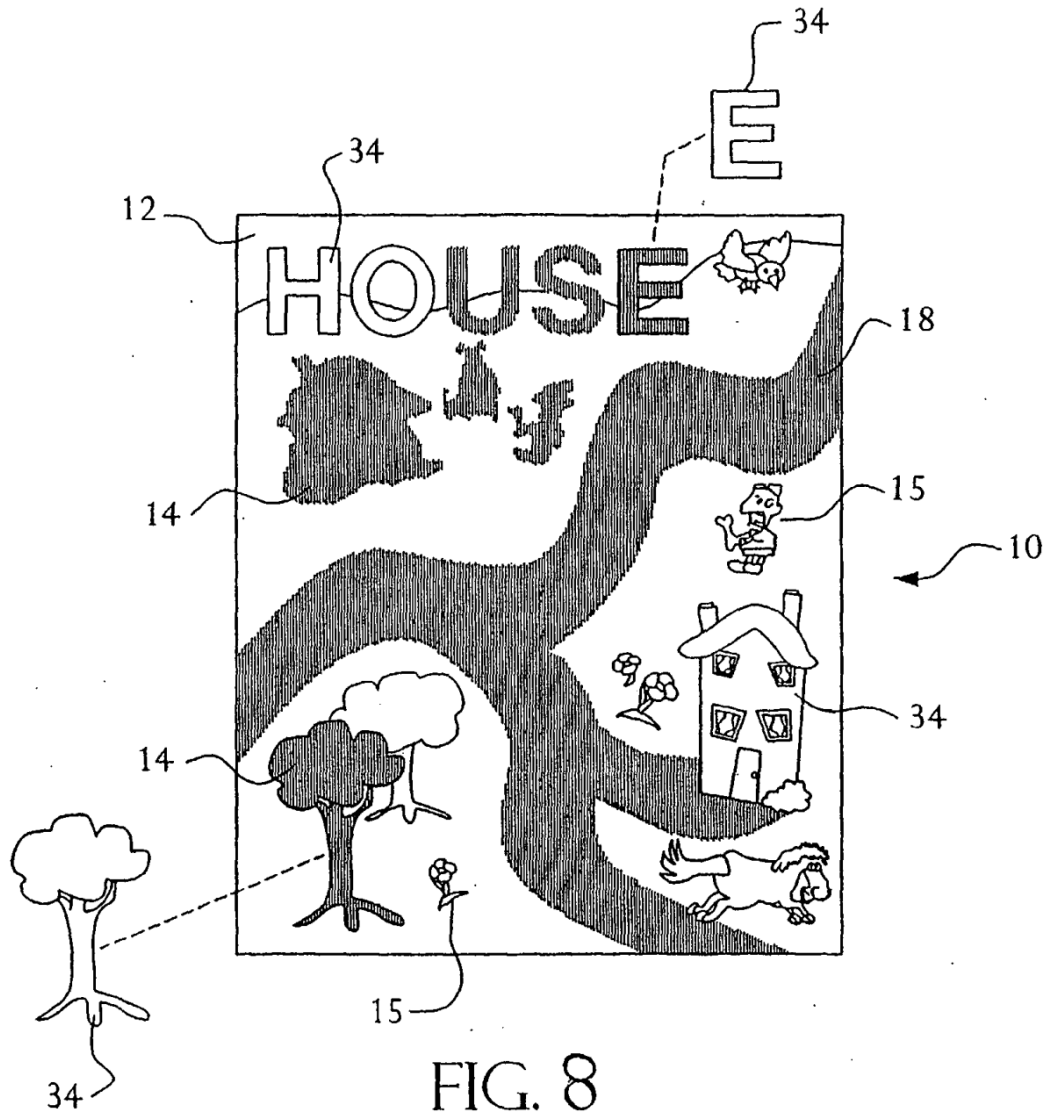


FIG. 8

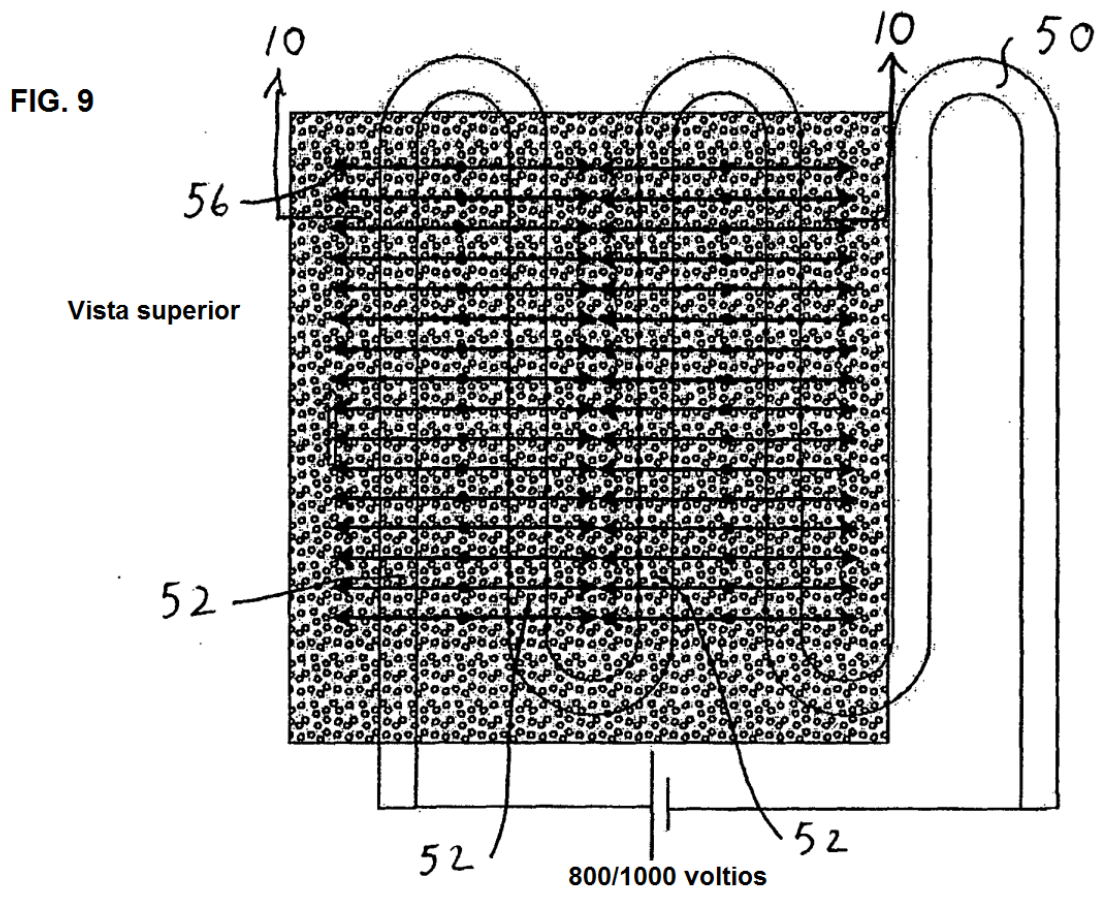
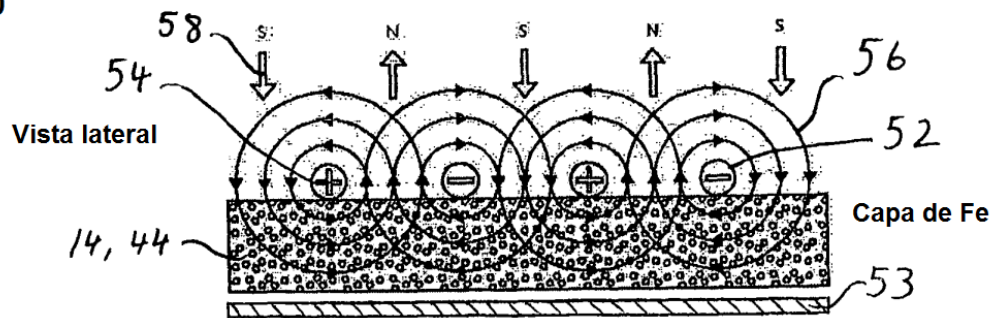


FIG. 10



Vista lateral después de inducir el campo permanente

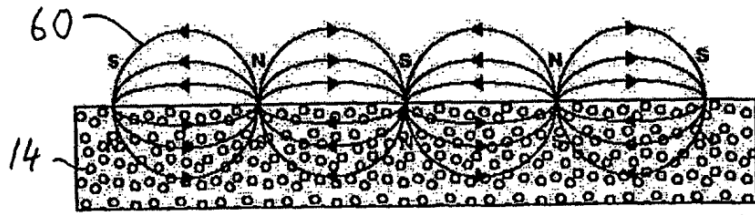
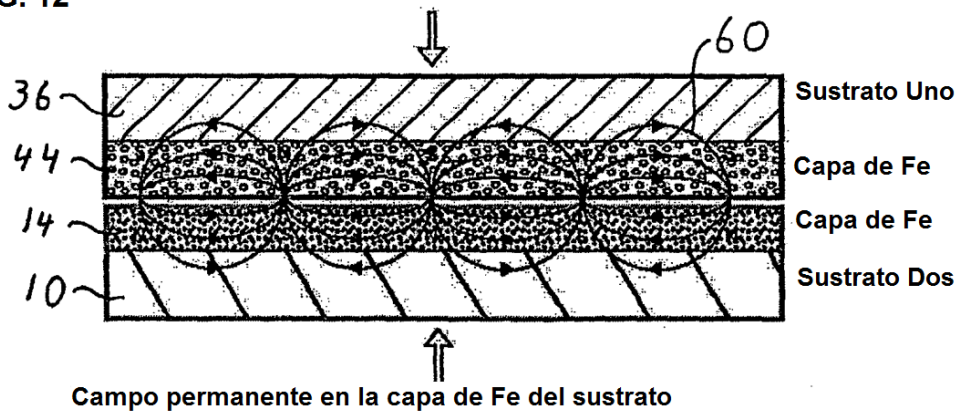


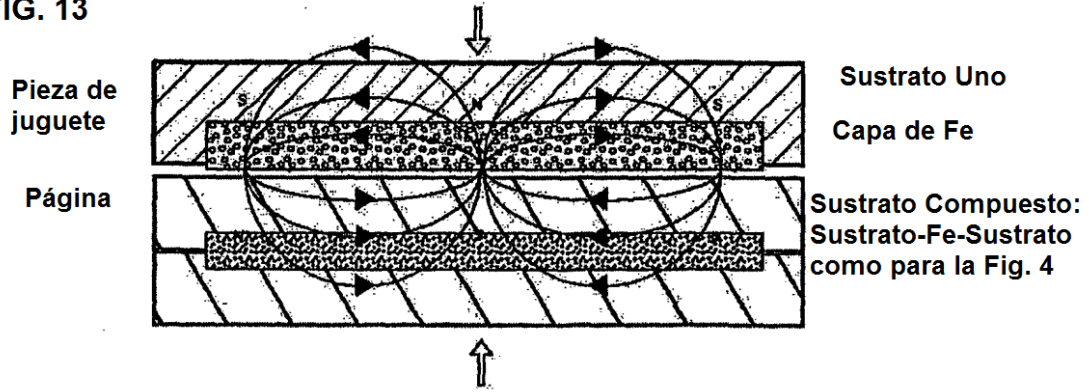
FIG. 11

FIG. 12



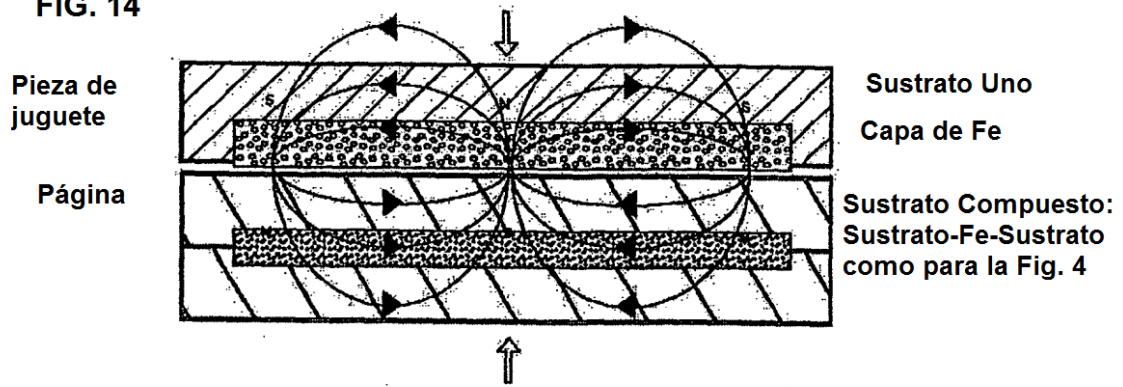
Campo inducido sin placa

FIG. 13



Campo inducido con placa

FIG. 14



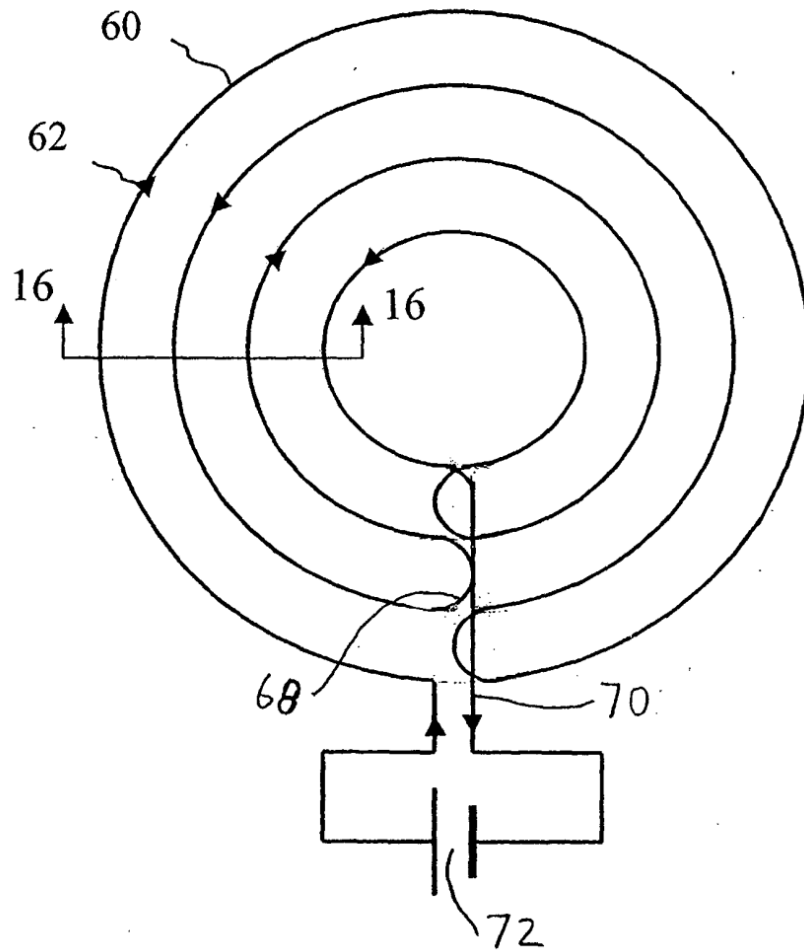


Fig. 15

FIG. 16

XX  
Vista en  
Sección  
Transversal

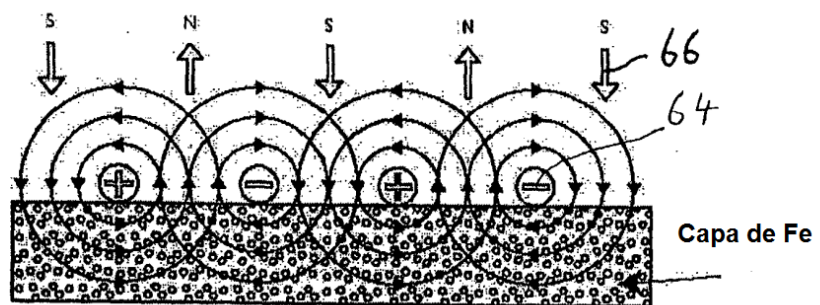


Fig. 17: muestra de bobina para código simple

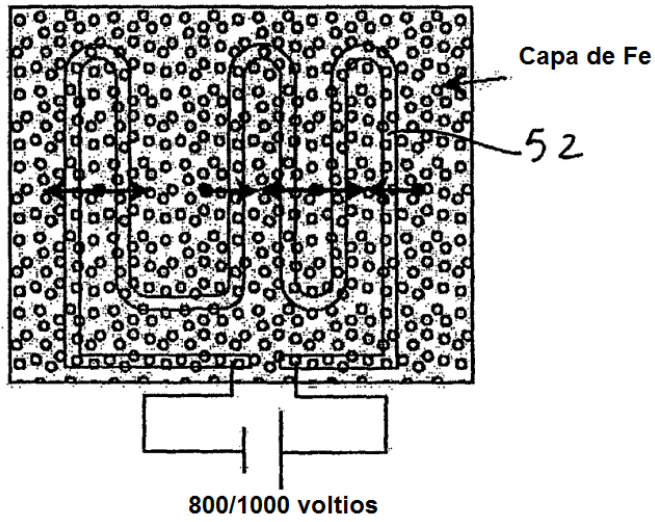


Fig. 18: configuración de bobina simple para dirigir un vehículo

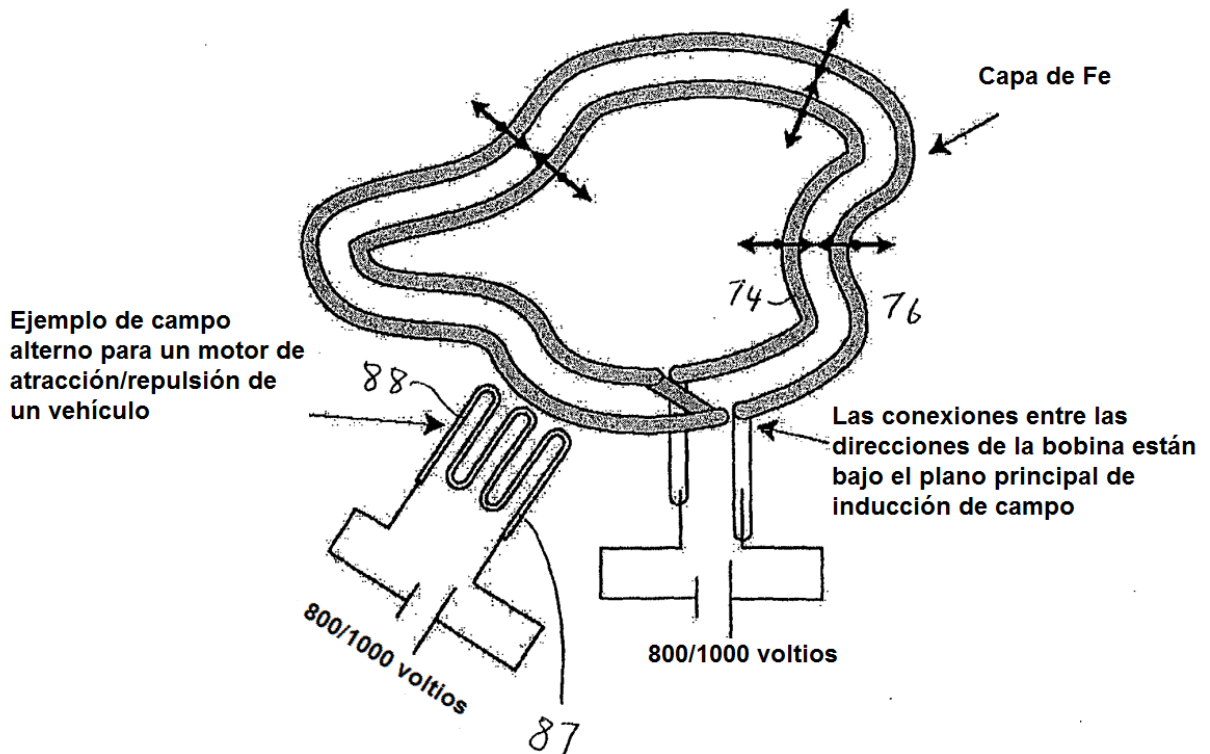
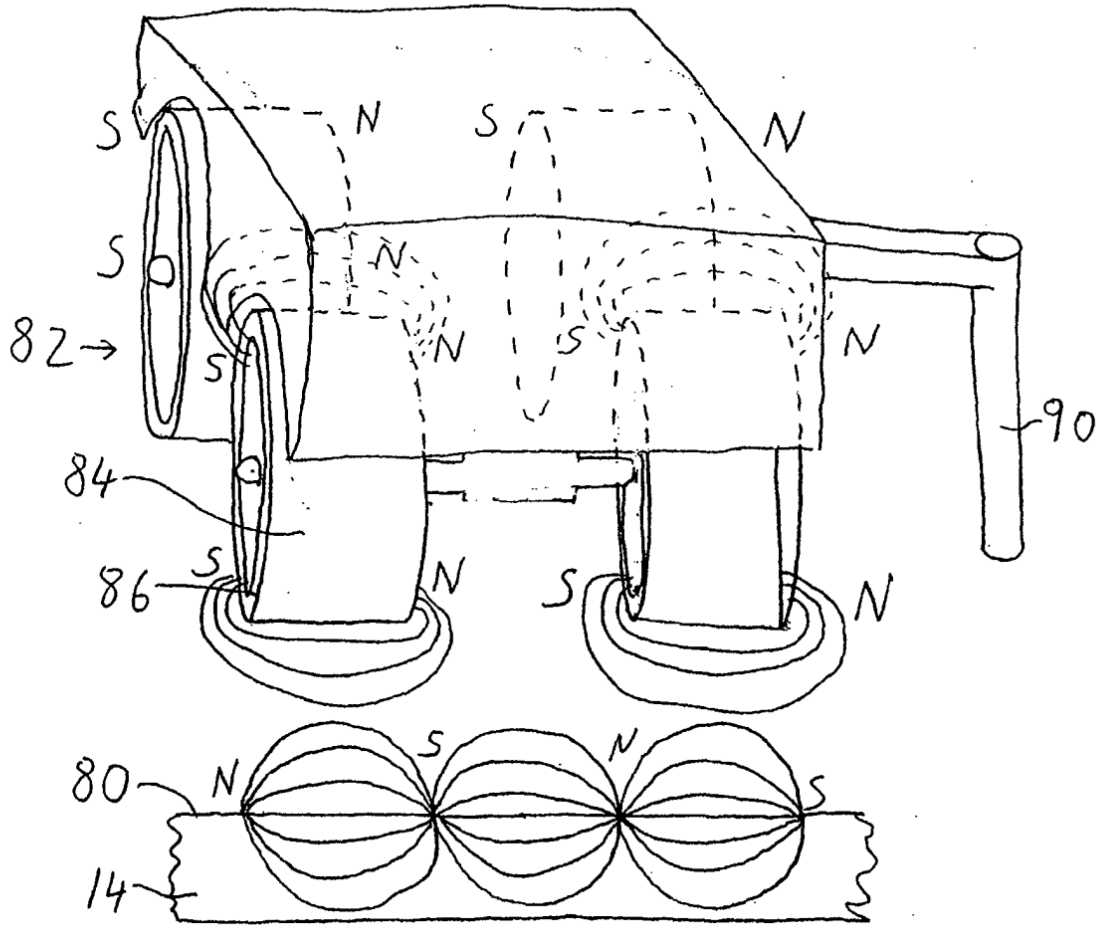


FIG. 19



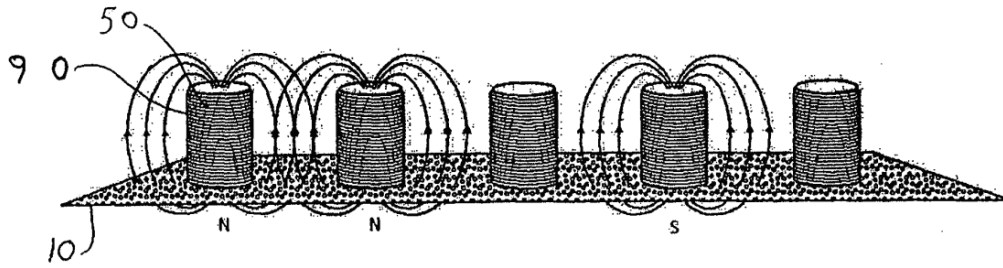


FIG. 20

Plataforma flotante  
sobre una superficie con base de plástico con semi-  
conductor subyacente - disposición de bobina

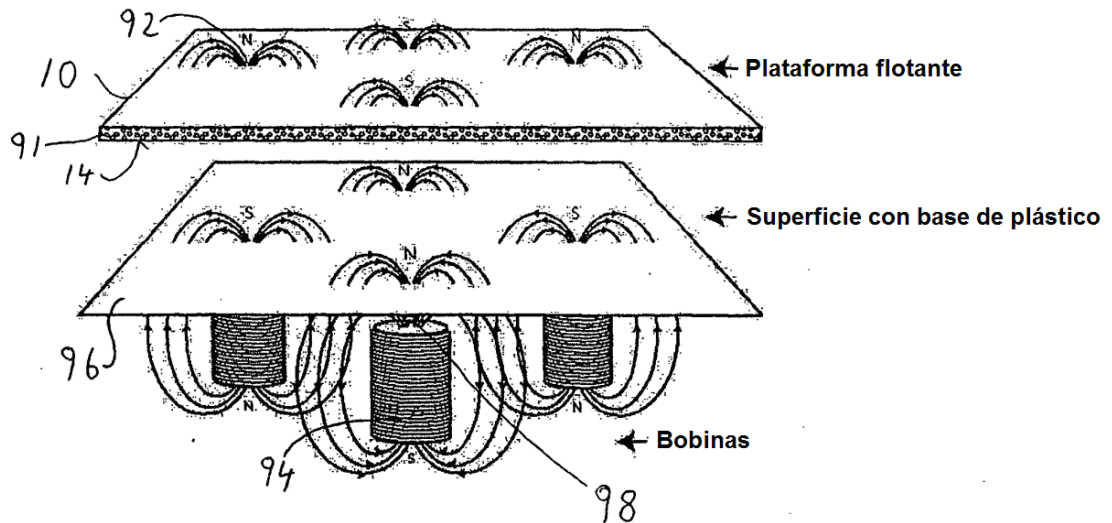


FIG. 21



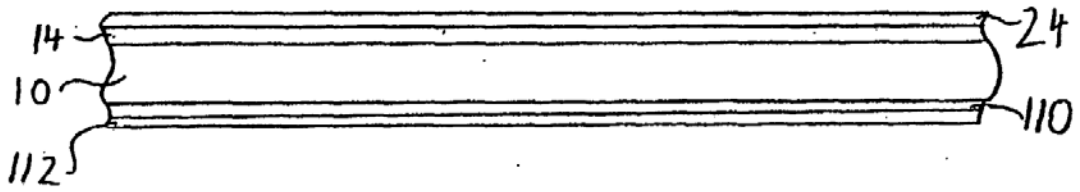


FIG. 22



FIG. 23