



417824

P. 55.062.-  
Docket  
No. YO 9-72-077

MEMORIA DESCRIPTIVA

F.c. 4-7-75

Int. Cl. <sup>2</sup> 606K

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Armonk, N.Y. 10504, Estados Unidos de América

por: "UNA DISPOSICION DE ARCHIVO DE ACCESO POR HAZ DE ENERGIA"  
(Clase Internacional G06k)

417824



ANTECEDENTES DEL INVENTO

Campo del invento

5 Este invento se refiere a archivos de acceso por haz y, más particularmente, a un archivo de acceso por haz en el que se emplea como medio de almacenamiento una composición magnética amorfa que tiene anisotropía uniaxial.

10

Descripción de la técnica anterior

Se conocen en la técnica archivos de acceso por haz que utilizan delgadas películas magnéticas de materiales aisladores. Por ejemplo, se han usado materiales tales como guarniciones de gadolinio-hierro. Asimismo, se han empleado materiales tales como el MnBi como medio de almacenamiento en archivos de acceso por haz. Descripciones generales de estos sistemas de archivo pueden encontrarse en las siguientes referencias.

20

1. A.H. Eschenfelder, J. APPL. PHYS.,  
41, 1372 (1970)
2. J.A. Rajchman, J. A.PPL. PHYS.,  
41, 1376 (1970)
3. R.E. McDonald y colaboradores, J. APPL. PHYS.,  
40, 1429 (1969)
4. D. Chen y colaboradores, J. APPL. PHYS.,  
39, 3916 (1968)

25

417824



Además de estos materiales, se ha sugerido el  $MnAlGe$  en cantidades estequiométricas como material adecuado en un ambiente opto-magnético. Este adopta la forma de una película policristalina, como lo son en general las películas magnéticas usadas para aplicaciones de archivos de acceso por haz.

Se han empleado algunos materiales amorfos, no magnéticos, en ambientes de archivo de acceso por haz, como puede verse por referencia a la patente norteamericana nº 3.530.441. Estos materiales amorfos son materiales de "tipo ovónico" que no presentan propiedades magnéticas. Sufren variaciones estructurales cuando se cambian en el ambiente de acceso por haz en contraste con el cambio que ocurre en una película magnética. Como las variaciones estructurales (transiciones entre un estado amorfo y un estado cristalino) son mucho más destructivos sobre la propia película, las películas magnéticas pueden cambiarse muchas más veces que las películas amorfas, no magnéticas, utilizadas actualmente en este tipo de ambiente.

Las películas amorfas tienen una ventaja, porque pueden situarse sobre cualquier tipo de sustratos y pueden ajustarse para proporcionar amplios márgenes de composición. Adicionalmente, los requisitos relativos al tamaño de los granos policristalinos que están presentes con los materiales de almacenamiento cristalino de acceso por haz, no existen en este caso.

Es deseable proporcionar un material amorfo que sea adecuado en un ambiente de archivo de acceso por haz, pero que no

417824



almacene información por cambios estructurales en las propiedades físicas del material. Además, es deseable proporcionar un medio de almacenamiento magnético en el que pueda regularse el tamaño del dominio y en el que pueda conseguirse de manera reversible el  
5 cambio entre varios estados de magnetización durante un gran número de ciclos.

En consecuencia, un objeto principal de este invento es proporcionar un archivo de acceso por haz que tenga una película magnética amorfa como medio de almacenamiento.

10 Otro objeto de este invento es proporcionar un archivo de acceso por haz que tenga, como medio de almacenamiento, un material cuyas propiedades magnéticas puedan cambiarse fácilmente en amplios márgenes.

Todavía otro objeto de este invento es proporcionar un  
15 archivo de acceso por haz, mejorado, que haga uso de un medio de almacenamiento magnético cuya composición pueda variarse fácilmente.

Otro objeto de este invento es proporcionar un archivo de acceso por haz que haga uso de un medio de almacenamiento magnético que pueda situarse sobre cualquier tipo de sustrato, incluyendo  
20 do los sustratos aislantes y los sustratos conductores.

#### BREVE RESUMEN DEL INVENTO

25 Se proporciona un sistema de archivo de acceso por haz



417824

que tiene un medio de almacenamiento constituido por una película amorfa magnética que presenta anisotropía uniaxial, no magneto-cristalina. Esta anisotropía puede estar en el plano de la película magnética o puede ser perpendicular a la película magnética. Para uso en archivos de acceso por haz, se desea una anisotropía uniaxial perpendicular.

El medio de almacenamiento está constituido por un único elemento o es un sistema de componentes múltiples en el que por lo menos uno de los componentes tenga un spin magnético no apareado. Así, las composiciones tienen un momento magnético neto y son materiales magnéticamente ordenados en una amplia gama.

Estas composiciones amorfas existen en una región microcristalina en la que la ordenación atómica, si existe, está presente en la gama de 25-100 Å. Además, existen materiales del presente invento sustancialmente amorfos, que tienen una estructura en que cualquier orden atómico que esté presente, lo está en distancias menores que 25 Å.

Las composiciones binarias y ternarias son particularmente adecuadas para la práctica de este invento. Estas incluyen compuestos y aleaciones, siendo un ejemplo adecuado una composición de tierra rara-metal de transición. Por ejemplo, son muy adecuadas las aleaciones Tb-Co y de Gd-Co. Además, son adecuadas las aleaciones de tierra rara impurificadacobalto y tierra rara-hierro (los impurificadores son O, N o C). Adicionalmente, el HoFe<sub>3</sub> es muy adecuado debido a su baja temperatura de compensación. Otro material

417824



adecuado está constituido por las aleaciones de Dy-Co, ya que éstas tienen un  $4\pi M_s$  bajo a temperatura ambiente. Las propiedades magnéticas de estas composiciones sustancialmente amorfas pueden cambiarse durante la fabricación alterando el proceso de fabricación o el margen de composición de los constituyentes. Además, pueden variarse las propiedades magnéticas de estas composiciones después de la fabricación y las películas pueden impurificarse fácilmente sin afectar adversamente a las propiedades magnéticas.

Asociados con el medio de almacenamiento existen unos medios inscriptores que comprenden, en general, una fuente luminosa, un polarizador y medios desviadores de la luz para hacer incidir el haz de luz sobre cualquier lugar del medio de almacenamiento. Si se desea, puede proporcionarse un único haz de luz o una agrupación de haces de luz utilizando una pluralidad de fuentes luminosas. En particular, los laser proporcionan haces luminosos adecuados de pequeño diámetro para gran resolución. Son especialmente adecuados los laser de GaAs formados individualmente o en una agrupación.

Los medios de inscripción comprenden, además, medios para obtener un campo magnético que acopla el medio de almacenamiento en lugares deseados del medio de almacenamiento o en todo él. Los medios para producir este campo magnético pueden ser una pluralidad de pequeñas bobinas portadoras de corriente o una gran bobina portadora de corriente que produzca un campo magnético en todo el medio de almacenamiento. Además, pueden emplearse pequeñas

417824



agujas de un material de imán permanente, junto al medio de almacenamiento. Estos medios son bien conocidos en la técnica.

Asociados también con el medio de almacenamiento hay una serie de medios de lectura que comprenden, en general, un analizador y un detector que responde a la intensidad de la luz después de su paso a través del medio de almacenamiento y del analizador, Puede hacerse uso del efecto de Kerr o del efecto de Farady para leer información en lugares deseados del medio de almacenamiento. Es decir, un haz de luz que tenga una cierta polarización será afectada su polarización dependiendo de la magnetización del medio de almacenamiento en el punto en que el haz de luz incide sobre el medio de almacenamiento. Dependiendo de la rotación de la polarización del haz de luz por el medio de almacenamiento, será bloqueado o será dejado pasar a través del analizador, dependiendo del estado de información del medio de almacenamiento. La intensidad de la luz recibida en el detector será una indicación directa de ese estado de información.

Las composiciones amorfas del presente invento son particularmente adecuadas para archivos de acceso por haz, ya que presentan estabilidad a temperatura ambiente y son estables en amplios márgenes de temperatura. Además, estas películas tienen un punto de Curie relativamente bajo, que es controlable a voluntad. Son particularmente fáciles de fabricar sobre cualquier sustrato y tienen fuerzas coercitivas (coercitividad) que pueden ajustarse adecuadamente.

Los que anteceden y otros objetos, características y

11-9-73

417824



ventajas del invento, resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones preferidas del invento, como se ilustran en los dibujos adjuntos.

5

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 representa un sistema de archivo de acceso por haz que emplea una película magnética amorfa como medio de almacenamiento.

10

La fig. 2 representa un sistema de archivo de acceso por haz en el que el material magnético amorfo está situado sobre un disco movable.

15

La fig. 3 muestra un aparato para la lectura de la información almacenada en la película magnética amorfa haciendo uso del efecto de Kerr.

DESCRIPCION DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

20

La fig. 1 muestra un sistema de archivo de acceso por haz en el que una película 10 de material magnético amorfo está situada sobre un sustrato adecuado 12. El sustrato 12 puede ser un material aislador o un material conductor y puede ser transparente o reflectante a la energía electromagnética incidente. Ejem-

25

417824



plos de sustratos adecuados incluyen el vidrio, la espinela, el cuarzo, el zafiro, el  $Al_2O_3$  y metales tales como el aluminio, el cobre, etc. Está prevista una fuente de energía 14, que, usualmente, es una fuente luminosa. De preferencia, la fuente 14 es un laser o una agrupación de varios laser que produce unos medios de salida 16 monocromáticos. Este invento puede utilizar cualquier fuente de energía electromagnética o de otro tipo, que pueda proporcionar energía de intensidad suficiente para calentar la película magnética amorfa a una temperatura que sea aproximadamente su temperatura de compensación o su punto de Curie  $T_c$ . Así, puede usarse un haz de electrones para calentar localmente partes de la película 10 durante las operaciones de inscripción y de borrado.

Asociados con la fuente electromagnética 14 hay un polarizador 18 y una lente de enfoque 20. El polarizador 18 es de tipo bien conocido en la técnica para proporcionar un haz polarizado plano.

Está previsto un modulador de luz 22 para variar la intensidad del haz luminoso 16. Esta característica se utiliza para leer información desde partes seleccionadas de la película 10, como resultará más evidente en lo que sigue. Un desviador 24 de luz desvía el haz de luz 16 de modo que incida sobre partes independientes seleccionadas de la película 10. El desviador de luz 24 puede ser de un tipo conocido, por ejemplo, un desviador electro-óptico que desvíe el haz 16 hacia partes seleccionadas de la película 10 en respuesta a la aplicación de un campo eléctrico al desviador 24.

417824



También es adecuado un desviador acústico. Naturalmente, en el caso de una entrada de haz de electrones, se usan elementos magnéticos o elementos de desviación electrostáticos para desviar el haz de electrones hacia partes seleccionadas de la película 10.

5 Asociada con la película 10 hay una bobina 26 portadora de corriente que se utiliza para proporcionar un campo magnético en la película 10. Este campo magnético se emplea para inscribir información en la película 10 y se explicará más completamente durante la descripción de las operaciones de inscripción, lectura y borrado.

10 Se utiliza una lente 28 para enfocar ligeramente el haz 16 que ha pasado a través de la película 10 y el sustrato transparente 12. Un analizador 30 deja pasar de manera selectiva el haz de luz 16, dependiendo del grado de rotación de su vector de polarización. El detector 32 responde a la intensidad del haz de luz incidente sobre él y proporciona una señal eléctrica en una forma bien conocida en la técnica.

15 Por ejemplo, el detector 32 puede ser una fotocélula, un fotodiodo o cualquier otro elemento sensible a la luz que produzca una salida eléctrica. En general, el detector 32 es un fotodetector que responde a la alta frecuencia.

20 La salida eléctrica del detector 32 se amplifica mediante un amplificador 34 y es aplicada a unos medios de utilización 36, que pueden ser cualquier otro circuito o aparato que responda al estado de información del sistema de archivo de acceso por haz.

25

417824



Composiciones magnéticas amorfas

Se han producido composiciones magnéticas sustancialmente amorfas que presentan una anisotropía uniaxial, que son útiles en muchas aplicaciones magnéticas. Estas composiciones pueden producirse en forma de masa o de película delgada, o pueden estar presentes como partículas magnéticas en un aglutinante de soporte. Como son materiales amorfos, no hay diferencia en la elección del sustrato y pueden ignorarse factores tales como la coincidencia de la reticulación. Esto da lugar a una facilidad de deposición sobre sustratos de cualquier tipo e incrementa grandemente los rendimientos de fabricación que pueden obtenerse cuando se utilizan materiales del presente tipo.

Estas composiciones magnéticas pueden estar constituidas por un único elemento o por una combinación de elementos presente en un sistema de componentes múltiples. Al menos uno de los componentes debe tener un spin electrónico no apareado de modo que la composición tenga un momento magnético neto. Es decir, estos son materiales magnéticamente ordenados (en un amplio margen).

Estos materiales magnéticos amorfos presentan una anisotropía uniaxial que puede ser perpendicular o paralela al plano de una película constituida por estas composiciones magnéticas amorfas. La anisotropía se origina a partir de combinaciones de las siguientes causas o debido a cualquiera de ellas:

A. Ordenación por pares.

417824



B. Anisotropía de forma.

C. Anisotropía inducida por esfuerzos.

5 En el presente invento, no es importante que la anisotropía uniaxial sea proporcionada de cualquier forma particular.

Esos tres mecanismos para la producción de anisotropía uniaxial en las películas sustancialmente amorfas del presente invento son conocidos en general en la técnica y no se describirán con mayor detalle en esta memoria. Solamente es suficiente observar que la ordenación por pares supone la combinación de dos átomos, cuya magnetización esté apareada para formar un dipolo magnético neto. Los pares magnéticos se alinean en ciertas direcciones que dan lugar a la anisotropía uniaxial requerida para uso en dispositivos magnéticos.

15 La anisotropía de forma se origina debido a la geometría de las regiones magnéticas. Por ejemplo, una agrupación ordenada de átomos en una región de un material sustancialmente desordenado tendrá una magnetización dirigida según el eje geométrico largo de la agrupación de átomos, ya que este eje geométrico será el preferido para la alineación de momentos magnéticos. Según el eje geométrico corto de la región definida por la agrupación de átomos, existen fuertes campos de desmagnetización.

20 Además, las variaciones de composición en el material amorfo producirán separaciones de fase que darán lugar a este tipo de anisotropía. La separación de fase incluye la situación de re-

417824



giones de composición diferentes dispuestas una junto a otra y la situación de regiones adyacentes de la misma composición con distintas fases estructurales (es decir, una región es amorfa mientras la otra es más cristalina). Como ejemplo de la separación de fase, una aleación magnética amorfa de Gd-Co puede estar constituida por regiones localizadas que son ricas en Co y otras regiones localizadas que son ricas en Gd. Si estas dos regiones son adyacentes, esta separación de fase producirá anisotropía uniaxial.

La anisotropía inducida por esfuerzos se produce por las diferencias de los parámetros de reticulación del sustrato y de regiones localizadas en la película amorfa, o se debe a diferencias de los coeficientes térmicos de la película amorfa y su sustrato. Este tipo de esfuerzos puede ser también un factor contribuyente a la unisotropía uniaxial en películas sustancialmente amorfas, de acuerdo con el presente invento.

Las composiciones magnéticas amorfas del presente invento presentan microcristalinidad y/o una estructura sustancialmente amorfa. Ambas estructuras se diferencian de las estructuras policristalinas únicas conocidas en la técnica anterior para composiciones magnéticas. Por ejemplo, los materiales amorfos del presente invento pueden presentar una ordenación atómica localizada. Sin embargo, si está presente esta ordenación atómica, existirá en distancias de entre 25 y 100 Å si el material es micro-cristalino, o en distancias menores que en 25 Å si el material es sustancialmente amorfo. Naturalmente, ha de entenderse que, esencialmente, pue-

417824



de no estar presente ordenación atómica, en cuyo caso se dispondrá de un material amorfo sustancialmente puro.

5 Los materiales amorfos del presente invento pueden estar constituidos por elementos magnéticos únicos o por sistemas de componentes múltiples. Ejemplos de éstos últimos son las aleaciones y compuestos binarios y ternarios.

10 Materiales particularmente adecuados son las composiciones constituidas por elementos de tierras raras y elementos de metales de transición. Los ejemplos incluyen Gd-Ca, Gd-Fe, Y-Co y La-Co, etc. Estas composiciones pueden ajustarse en una amplia gama sin las restricciones impuestas por la estequiometría del compuesto debida a los diagramas de fase de los constituyentes. Por tanto, pueden diseñarse las propiedades magnéticas de los materiales para cualquier aplicación requerida. Por ejemplo, pueden seleccionarse los márgenes de composición de tal modo que los momentos atómicos del elemento de tierra rara y el elemento de metal de transición casi se anulen, obteniendo por tanto un material con magnetización de baja saturación, que sería de valor particular como material de dominio de burbuja.

20 Estas composiciones magnéticas amorfas presentan una ordenación magnética de gama larga y tienen anisotropía uniaxial. En su forma más simple, están constituidas por elementos que en forma elemental presentan un momento magnético. Ejemplos de ellos son la serie 4f (elementos de tierras raras), serie 5f (los elementos actínidos). También se incluyen los metales de transición del gru-

25

417824



po del hierro (serie 3d). Además se incluyen elementos que tienen un momento magnético cuando se encuentran en un estado particular, representados a modo de ejemplo por elementos tales como Mn, Cr, V y Pd.

5                    Para cualquier composición amorfa constituida por un único elemento, puede añadirse cualquier elemento magnético a la composición en cantidades relativamente pequeñas, sin interferir con las propiedades magnéticas. Es decir, puede realizarse la disolución con elementos no magnéticos (tales como O, C, P y N) sin  
10                    afectar adversamente las propiedades magnéticas. Por tanto, puede ser ventajoso añadir pequeñas cantidades (en general aproximadamente un 2% atómico) de estos elementos no magnéticos con el fin de  
15                    realizar más fácilmente la película amorfa. Naturalmente, si se añaden cantidades grandes resultan afectadas las propiedades magnéticas. Por ejemplo, cantidades mayores de aproximadamente un  
20                    50% atómico destruirán el orden magnético de gama larga.

                    También pueden emplearse para los materiales magnéticos amorfos del presente invento composiciones binarias que incluyan al menos uno de los elementos previamente enumerados. Las  
20                    composiciones binarias son en general más fáciles de trabajar ya que retendrán su estructura amorfa en márgenes de temperatura más amplios que los materiales magnéticos amorfos de un único elemento. Como en el caso del material amorfo de elemento único, pueden añadirse a la composición pequeñas cantidades de elementos no magnéticos.  
25

417824



Otro cambio que puede hacerse para las composiciones amorfas binarias es añadir una concentración principal (2-50% atómico) de elementos no magnéticos para cambiar propiedades magnéticas. Por ejemplo, puede añadirse cobre para diluir el momento magnético.

También puede hacerse que las composiciones ternarias de los elementos 3d, 4f y 5f antes mencionados proporcionen composiciones amorfas con anisotropía magnética uniaxial. Como en el caso de los elementos binarios, pueden añadirse concentraciones importantes de elementos no magnéticos para cambiar las propiedades magnéticas de estas composiciones térmicas. Asimismo, pueden añadirse pequeñas cantidades de materiales no magnéticos para formar más fácilmente películas amorfas, sin afectar adversamente a las propiedades magnéticas. Debe entenderse que la cantidad de materiales no magnéticos añadida no es suficiente para perder el orden magnético de gama larga en la película amorfa.

Los materiales magnéticos amorfos del presente invento tienen una ordenación magnética de gama larga y son ferromagnéticos, ferrimagnéticos o antiferromagnéticos. Naturalmente, es esta ordenación magnética de gama larga la que permite que esté presente una anisotropía uniaxial en estos materiales que, a su vez, les hace muy útiles para aplicaciones en los dispositivos.

Las propiedades magnéticas de estas composiciones pueden variarse durante la fabricación o después de la fabricación para adecuarlas a aplicaciones particulares.

417824



Se ha determinado que las propiedades magnéticas dependen en gran medida del margen de composición de los constituyentes y también de las condiciones de deposición utilizadas para proporcionar la composición. Sin embargo, la dependencia de propiedades magnéticas de los parámetros de deposición es menor que la dependencia sobre los márgenes de composición de los constituyentes. Pueden utilizarse procedimientos tales como el recocido y la implantación iónica después de la fabricación de estas composiciones amorfas para modificar sus propiedades magnéticas. Adicionalmente, estos materiales pueden impurificarse con impurezas si las propiedades magnéticas estructurales de las películas no resultan afectadas adversamente. Por tanto, no será afectado el movimiento del dominio magnético en las películas como ocurre con las películas magnéticas cristalinas usuales. Ejemplos de composiciones magnéticas amorfas adecuadas específicas para una variedad de aplicaciones se presentarán en la memoria y en las tablas de materiales y se presentarán sus propiedades al final de la memoria.

Dependiendo de las interacciones de intercambio presentes en estos materiales, puede ser posible proporcionar aisladores, conductores y semiconductores que sean sustancialmente amorfos. En metales y semiconductores, la interacción de intercambio puede ser o bien directa, debido al solapamiento de las órbitas atómicas, o indirecta debido a los electrones de conducción. Estos mecanismos de intercambio no son muy sensibles al orden atómico de gama larga del sistema y son mecanismos que proporcionan materiales amorfos adecuados para aplicaciones magnéticas. Sin embargo, el

417824



5 mecanismo de intercambio en los aisladores es, en general, un super-intercambio, que depende críticamente del ángulo de unión y de la distancia. Como el orden atómico de gama larga está ausente en los materiales amorfos, estas necesidades de super-intercambio no pueden ser satisfechas y no se observa orden magnético de gama larga.

#### Ajuste de las propiedades magnéticas

10                   Dependiendo de la aplicación particular en que han de utilizarse estas composiciones magnéticas amorfas, sus propiedades magnéticas son ajustables para un comportamiento óptimo. El ajuste de las propiedades magnéticas en estos materiales amorfos se proporciona fácilmente por técnicas de la fabricación de los mate-  
15                   riales amorfos y por procedimientos utilizados después de preparar las composiciones amorfas. En contraste con los materiales magnéticos cristalinos de la técnica anterior, las propiedades magnéticas de las películas amorfas son en general más fáciles de controlar que las propiedades correspondientes de los materiales crista-  
20                   linos. Una razón para ésto es que las variaciones de composición que se permiten en el material amorfo son bastante más extensas que las variaciones permitidas en un material cristalino, ya que las composiciones amorfas se gobiernan por metastabilidad, en vez de por equilibrio termodinámico. A continuación se describirán  
25                   individualmente diversas propiedades magnéticas para ilustrar la

417824



flexibilidad ofrecida por los materiales amorfos.

Magnetización de saturación  $M_S$

5

La magnetización  $M_S$  resulta fácilmente alterada en un material magnético amorfo por la adición de un átomo magnético que se acople con un átomo normalmente magnético del material amorfo, o un átomo en el material amorfo que sea magnético en algún estado (por ejemplo, Mn, Cr, ... etc.) Para disminuir la magnetización  $M_S$ , el material añadido a la composición amorfa se acopla antiferromagnéticamente con el átomo magnético del material amorfo. Por ejemplo, para reducir la magnetización de la aleación amorfa Gd-Co, la proporción Gd/Co se ajusta de modo que sus momentos magnéticos estén casi anulados.

15

Para incrementar la magnetización del material amorfo, se añaden átomos magnéticos a la composición, que se acoplan ferromagnéticamente con el átomo magnético de la composición amorfa. Por ejemplo, la adición de Nd a una composición amorfa de Gd-Co, incrementará la magnetización de la composición. Como otro ejemplo, la adición de Co a una composición amorfa de Y-Co incrementará la magnetización.

20

Estas adiciones se realizan durante el procedimiento de fabricación y se hacen en la siguiente forma: una mezcla de los elementos constituyentes se funde y se cuela en un lingote con for

25

417824



ma de disco que se utiliza como blanco para la deposición electrónica. La composición puede ajustarse durante la fabricación del blanco o la composición de la película puede variar durante el proceso de deposición electrónica ajustando la tensión de polarización en el sustrato con el fin de depositar electrónicamente de nuevo de preferencia una fracción de uno o más de los constituyentes. Alternativamente, puede proporcionarse un segundo blanco del elemento aditivo en el sistema de deposición electrónica de modo que uno de los elementos aditivos se introduzca en la película depositada.

10

Cuando se fabrican películas delgadas por evaporación en vacío, la concentración del aditivo puede variarse en la fuente de evaporación o puede proporcionarse una fuente suplementaria del elemento aditivo.

15

La región de la composición próxima al mínimo de magnetización es particularmente adecuada para materiales de bajo momento magnético con elevados puntos de Curie. Como la baja magnetización de composiciones próximas al 79% atómico de cobalto es el resultado de una cancelación de los momentos de Gd-y Co en vez de ser un resultado de efectos de dilución, el punto de Curie, que viene determinado principalmente por interacciones Co-Co, no resulta afectado. En consecuencia, puede cambiarse la magnetización del material a temperatura ambiente manteniendo sin embargo  $T_c$  dentro de márgenes especificados.

20

25

Otra forma de cambiar la magnetización de una aleación

417824



amorfa es añadiendo pequeñas cantidades de  $N_2$  cuando se está depositando electrónicamente la aleación amorfa. Por ejemplo, cuando se está depositando electrónicamente  $Gd Co_5$  en argón, la adición de pequeñas cantidades de  $N_2$  (aproximadamente un volumen por ciento de  $N_2$  en el gas argón) hace que los dominios en forma de franja en el material disminuyan marcadamente de tamaño. Esto, a su vez, indica un incremento de  $4\pi M_S$ . Es decir, el acoplamiento antiferromagnético del Gd y Co es afectado de tal modo que la magnetización resulta incrementada sin destruir la anisotropía uniaxial del material amorfo. Los enlaces de nitrógeno con el Gd debilitan por tanto el acoplamiento antiferromagnético entre el Gd y Co. El momento de la reticulación secundaria de Co, es anulado de manera menos eficaz por el de la reticulación secundaria de Gd, de manera que se incrementa la magnetización.

15

#### Coercitividad $H_c$

La fuerza coercitiva en un material magnético es un factor principal para determinar la facilidad con que los dominios magnéticos se mueven en el material. Los ajustes de las fuerzas coercitivas suponen usualmente ajustes del tamaño de grano del material magnético, ya que la fuerza coercitiva depende del tamaño del grano. En general, la fuerza coercitiva es máxima para un valor del tamaño del grano y disminuye para tamaños de grano menores

25

417824



y mayores que ese valor que proporciona la coercitividad más alta. Por ejemplo, la fuerza coercitiva es elevada en materiales magnéticos en los que el tamaño de grano se aproxima a la anchura de la pared del dominio.

5 El tamaño del grano puede ser influenciado por impurificantes añadidos tales como el  $N_2$  y el  $O_2$ . Estos aditivos modifican la ordenación de la película amorfa de modo que sea diferente que la de la anchura ( $\Delta$ ) de la pared del dominio (o igual que ella). Si  $\Delta$  es mayor que la ordenación,  $H_c$  es baja mientras que si,  $\Delta$  es  
10 igual a la ordenación aproximadamente,  $H_c$  es máxima.

La implantación iónica hasta una profundidad seleccionada es en general adecuada, ya que no son deseables materiales amorfos indebidamente calientes. El calentamiento más allá de ciertas temperaturas hace que los materiales amorfos cambien a un estado  
15 cristalino, que puede ser un estado no reversible. El recocido para cristalizar la película amorfa con el fin de proporcionar granos del tamaño deseado puede emplearse también.

Otros métodos para influir sobre la fuerza coercitiva suponen el tratamiento superficial, tal como el ataque químico por  
20 deposición electrónica y el ataque químico iónico para hacer rugosa la estructura de la superficie. Esto, a su vez, tendrá influencia sobre el movimiento de los dominios del material magnético amorfo.

25

417824



Temperatura de Curie  $T_c$

Estos materiales magnéticos amorfos se alean fácilmente para cambiar la temperatura de Curie sin influencia adversa sobre la estructura de los materiales. Además, no existe limitación  
5 impuesta por un diagrama de fase como ocurriría en el caso de un material cristalino. Los márgenes de aleación en grandes cantidades (aproximadamente un 50% atómico) pueden utilizarse en tanto no resulte afectada la anisotropía uniaxial del material. En general,  
10 la temperatura de Curie se incrementará en proporción lineal con la magnitud de átomos magnéticos presentes. La temperatura de Curie en estos materiales amorfos es más fácil de controlar que en materiales magnéticos cristalinos.

Las condiciones de aleación se emplean para variar la  
15 temperatura de Curie del material magnético amorfo. Por ejemplo, para una aleación amorfa de Gd-Co, la adición de átomos magnéticos de momento inferior, tales como átomos de Ni, Cr, Mn o átomos no magnéticos tales como Cu, Al, Ag, Pd, Ga, In, etc., disminuirá la temperatura de Curie, mientras que la adición de un elemento tal  
20 como el Fe incrementará la temperatura de Curie. La intensidad de la interacción magnética (acoplamiento) en el material es variada por los elementos añadidos.

25

417824



Rotación de Faraday  $\Phi_F$

La rotación de Faraday o la rotación de Kerr, incrementada, de un haz de luz que incide sobre el material magnético se consigue proporcionando un material amorfo que tenga un elevado momento magnético. Impurificantes de tierras raras, tales como Tb, Dy, Ho pueden añadirse al material amorfo, o pueden añadirse al material adiciones de aleación. Por ejemplo, en el caso de la aleación amorfa Gd-Co, incrementando la cantidad de Co se incrementará la rotación de Faraday. Asimismo, las adiciones de CFe al material incrementarán también la rotación de Faraday. Para una gran rotación de Faraday, es deseable que la magnetización  $4\pi M_s$  tenga un valor tan alto como sea posible (por ejemplo, 8000-10000 gauss).

15

Energía de la pared del dominio  $\sigma_w$

La energía de la pared de dominio  $\sigma_w$  está relacionada con el parámetro  $l$  del material amorfo. La energía de la pared del dominio es también directamente proporcional a  $\sqrt{AK_u}$ , donde A es la constante de intercambio del material y  $K_u$  es la constante de anisotropía perpendicular uniaxial del material.

20

La energía de la pared del dominio puede variarse también cambiando la constante de intercambio A o la anisotropía  $K_u$ . La constante de intercambio A representa la intensidad del acopla-

25

417824



miento magnético del material y es proporcional a la temperatura de Curie  $T_c$ . En consecuencia, la constante A cambiará de uno a otro material. Los cambios en la anisotropía se describen en una sección final de esta memoria.

5

#### Anisotropía $K_u$

La anisotropía del material puede variarse cambiando el procedimiento utilizado para fabricar la composición amorfa. Por ejemplo, la velocidad de deposición es un factor determinante, como lo es el espesor de la película depositada. En general,  $K_u$  es función de la composición del material y de las condiciones de crecimiento. Estos factores se describirán más completamente en la sección relacionada con las técnicas de fabricación.

15

#### Tamaño del dominio y anchura de la pared del dominio

La anchura de la pared del dominio es igual a  $\sqrt{A/K_u}$ , donde A es la constante de intercambio del material y  $K_u$  es su anisotropía. Como se mencionó previamente, la anisotropía  $K_u$  depende del espesor de la película amorfa y de la velocidad de deposición. Por tanto, la anchura  $\delta$  de la pared del dominio puede variarse cambiando la anisotropía  $K_u$ . Esto, a su vez, es función de la com

25

417824



posición de la película amorfa, de su margen de constituyentes y del proceso de deposición utilizado para fabricar el material amorfo.

El tamaño del dominio es función de la longitud característica  $l$  y del espesor de la película. En general, el tamaño del dominio se elige de modo que sea óptimo el comportamiento del dispositivo. Para sistemas de dominio de burbuja magnética, la longitud característica  $l$  viene dada por la siguiente relación:

$$l = \sigma_w / 4\pi M_s^2 = \frac{VA K_u}{4\pi M_s^2}$$

En consecuencia, la longitud característica y, por tanto, el tamaño del dominio, pueden variarse cambiando la magnetización  $M_s$ , la anisotropía  $K_u$  y la constante de intercambio  $A$ .

La constante de intercambio es una cantidad que representa la intensidad del acoplamiento magnético dentro de un material dado. Es proporcional a la temperatura de Curie y será mayor para materiales que tengan temperaturas de Curie,  $T_c$ , más elevadas. Como se explicó previamente, la anisotropía  $K_u$  es función de la composición del material y de las condiciones de crecimiento utilizadas para obtenerlo. La magnetización  $M_s$  es el resultado de los spins magnéticos y de su alineación (tanto paralela como antiparalela). Esta cantidad depende de la temperatura y puede variar

417824



se cambiando la composición de la película amorfa y los parámetros de crecimiento utilizados para proporcionarla. Por tanto, el tamaño del dominio puede variarse fácilmente en amplios márgenes.

5

#### Funcionamiento del sistema de la fig. 1

Se inscribe la información en la película de memoria  
10 utilizando bien inscripción del punto de Curie o bien inscripción del punto de compensación. La lectura se consigue utilizando bien el efecto de Kerr o bien el efecto de Faraday. El borrado en lugares separados o el borrado en bloque de toda la lámina  
10 se obtiene fácilmente.

15

#### Operación de inscripción

Las operaciones requeridas para producir información en regiones seleccionadas de la lámina magnética amorfa 10 son las mismas tanto si se emplea la inscripción de punto de Curie como la inscripción de punto de compensación. Para la inscripción de punto de compensación a temperatura ambiente, es deseable que la temperatura de compensación se encuentre dentro de 60-100° C de la temperatura ambiente. Esto asegura que la energía del laser se  
20 mantendrá baja. Materiales que tienen buenos valores de  $4\pi M_s$   
25

417824



a temperatura ambiente incluyen las aleaciones amorfas de Gd-Co, Tb-Co, y Dy-Co. La concentración de los componentes en cada una de las retículas secundarias magnéticas de estas aleaciones puede ajustarse de modo que sus magnetizaciones sean aproximadamente iguales a la temperatura ambiente. Es decir, las concentraciones relativas de Gd y Co en una aleación de estos materiales pueden ajustarse de modo que la magnetización asociada con la retícula secundaria de Co sea de magnitud aproximadamente igual a la asociada con la retícula secundaria de Gd. La fuerza coercitiva  $H_c$  es proporcional a  $2K_u/M_s$ . Como  $M_s$  tiende a cero a la temperatura de compensación y  $K_u$  es fija, la fuerza coercitiva  $H_c$  se incrementa rápidamente a la temperatura de compensación. Con el fin de asegurar que queda alguna fuerza coercitiva a la temperatura de funcionamiento (preferiblemente a la temperatura ambiente), la temperatura operativa debe ser francamente próxima a la del punto de compensación. La fuerza coercitiva es importante en archivos de acceso por haz ya que los datos inscritos permanecerán en almacenamiento incluso en presencia de campos magnéticos ambientes si la fuerza coercitiva del medio es suficiente, como es bien sabido en la técnica.

La operación de inscripción es como sigue, tanto mediante inscripción de punto de Curie como mediante inscripción de punto de compensación:

1. La película de almacenamiento está inicialmente en un estado desmagnetizado con números aproximadamente iguales de dominios magnéticos, con la magnetización dirigida en oposición y

417824



perpendicular al plano de la película. La película de almacenamiento 10 es sometida entonces a un campo de polarización magnético de saturación perpendicular al plano de la película, con el fin de proporcionar la magnetización de todos los dominios en una dirección. Esto se consigue fácilmente haciendo pasar una corriente por la bobina 26.

2. Después de esto, se aplica a toda la película un pequeño campo de polarización magnético, perpendicular al plano de la película 10, pero dirigido en oposición respecto al campo magnético de saturación. De nuevo, este campo magnético pequeño se aplica convenientemente haciendo pasar una corriente por la bobina 26. Si se desea, la película puede explorarse mediante un imán permanente para proporcionar un gran campo de polarización de saturación.

3. El haz 16 de laser es dirigido entonces a un lugar seleccionado de la película 10, donde provoca un calentamiento localizado de la película hasta una temperatura superior de la de compensación (inscripción del punto de compensación) o a una temperatura aproximadamente igual a la temperatura de Curie  $T_c$  (inscripción del punto de Curie). El pequeño campo magnético está todavía presente en la película magnética 10. Cuando cesa el impulso del laser, la parte de película 10 sobre la que incidió el haz de laser se enfría en presencia del pequeño campo magnético y ve cambiada su magnetización a esa dirección.

En algunos casos, el pequeño campo magnético no tiene por qué estar presente mientras se está enfriando la región local-



417824

zada de la película si existen suficientes líneas de cierre magnético en la película 10 a fin de conseguir la magnetización inversa.

5 Tanto la inscripción del punto de Curie como la inscripción del punto de compensación se emplean para poner regiones localizadas de la película 10 en un estado de magnetización inverso. La ventaja de la inscripción del punto de compensación es que la fuerza coercitiva de la película es, automáticamente, de un valor correcto próximo al punto de compensación, de modo que la película  
10 no tiene por qué estar diseñada inicialmente con respecto a este parámetro. Ambos tipos de inscripción citados son bien conocidos en la técnica.

#### Operación de lectura

15 La información contenida en puntos registrados (tales como 38) de la película 10 se lee convenientemente haciendo uso del efecto magneto-óptico de Kerr o del efecto de Faraday. Para este fin, puede utilizarse el mismo haz de luz 16 que se utilizó  
20 para la inscripción. Sin embargo, se reduce la intensidad del haz luminoso hasta aproximadamente 1/10 de su intensidad cuando se usa para inscripción de modo que no ocurra aumento de temperatura apreciable cuando el medio de almacenamiento 10 es expuesto al haz incidente.

25 Durante la operación de inscripción, el modulador 22

417824



ha dejado pasar al haz 16 sin impedimento alguno para llegar hasta el punto 38 de la película. Esto, a su vez, proporciona un rápido calentamiento de la película hasta una temperatura próxima a la del punto de Curie o a la del punto de compensación. Sin embargo, durante la operación de lectura el modulador 22 disminuye la intensidad del haz 16 que lee el punto 38, de modo que su intensidad sea aproximadamente 1/10 de la intensidad del mismo cuando se utiliza para inscripción.

Cuando el haz de lectura 16 incide sobre un punto registrado 38, el plano de polarización del haz de luz transmitido es hecho girar en función de la orientación del vector magnético del punto registrado. Para los fines de esta memoria, se supone que el analizador 30 dejará pasar el haz de luz cuando la dirección de polarización sea hecha girar en un sentido que corresponda a una alineación del vector magnético anti-paralelo y bloqueará el paso del haz de luz cuando su polarización sea hecha girar en un sentido correspondiente a una alineación del vector magnético paralelo. Así, la magnitud de la señal generada por el detector 32 es indicativa de la dirección de magnetización del punto registrado 38 que se está leyendo.

#### Borrado

El borrado puede realizarse tanto localmente como sobre todo el medio de almacenamiento 10. El borrado local resulta

417824



cuando partes independientes 38 de la película 10 tiene nueva información inscrita en ellas. Además, se consigue un borrado localizado cuando el haz de laser 16 incide sobre un punto localizado que, entonces, se enfría en presencia de un pequeño campo magnético en la dirección del campo magnético de saturación aplicado inicialmente. Por tanto, la operación es similar a una operación de inscripción excepto porque el pequeño campo magnético asegura que el punto localizado vuelve a (o permanece en) su dirección inicial de magnetización.

Se consigue el borrado en bloque proporcionando un campo de polarización magnético en la dirección de saturación original. El haz de laser 16 no se requiere para el borrado en bloque.

Fig. 2

La fig. 2 ilustra una realización de un archivo de acceso por haz en el que la película de almacenamiento 10 está situada sobre un sustrato 12 en forma de disco. Para facilidad de explicación, se utilizarán siempre que sea posible los mismos números de referencia. Una disposición 14 de laser o un laser individual se emplea para proporcionar un haz de luz 16 para inscribir y leer información en partes seleccionadas 38 de la película magnética amorfa 10. Como se mostró en la fig. 1, un polarizador 18 produce un haz de luz polarizado plano mientras que un analizador 30 se uti-

417824



liza durante la operación de lectura para dejar pasar o para bloquear luz de polarizaciones seleccionadas. El detector 32 responde a la luz que incide sobre él y se emplea para proporcionar una señal eléctrica del estado de información de la parte 38 seleccionada.

Asociado con la disposición de laser 14 hay un circuito 40 de control de la intensidad, que se emplea para modular la intensidad del haz de laser 16 o que se utiliza en la operación de inscripción y de lectura. El control de intensidad 40 puede ser, por ejemplo, un circuito que reduzca la corriente de polarización a los laser de inyección de la disposición, o un modulador que esté situado dentro de la propia cavidad del laser. Se utilizan medios de accionamiento discoidales 42 para hacer girar el disco que comprende la película 10 y el sustrato 12 en la dirección de la flecha 44. Así, se tiene acceso a partes seleccionadas de la película 10 haciendo uso de un laser estacionario o de una disposición de laser para proporcionar un haz de entrada 16. Como ocurría en el caso anterior, la fuente 14 puede ser otra fuente de energía electromagnética, tal como un haz de electrones. Independientemente de la fuente de inscripción, se utilizaría, en general, una fuente luminosa para fines de lectura.

El funcionamiento de la realización de la fig. 2 es idéntico al de la fig. 1, y no se describirá con más detalle.

417824



Fig. 3

La fig.3 muestra una realización para inscribir información en una película 10 de almacenamiento y para leer información de partes seleccionadas de esta película haciendo uso del efecto Kerr, en lugar del efecto Faraday, que se ha ilustrado con respecto a las realizaciones de las figs. 1 y 2. Esta realización, una fuente 14 de energía electromagnética, en general una disposición de laser, proporciona un haz 16 que atraviesa un elemento 18 polarizante plano antes de incidir sobre el medio de almacenamiento 10. El sustrato 12 es reflectante al haz 16 y el haz será reflejado desde el sustrato 12, a través de un analizador 30, antes de incidir sobre el detector 32. Como ocurría en el caso de la fig. 2, está previsto un circuito 40 de control de la intensidad para variar la amplitud del haz 16.

El funcionamiento del aparato de la fig. 3 es el mismo que el de las figs. 1 y 2. La única diferencia es que el haz 16 se refleja desde el sustrato 12 después de atravesar la película 10, en lugar de ser transmitido por el sustrato 12 antes de incidir sobre el detector 32. Este tipo de lectura hace uso del efecto Kerr y proporciona información en una forma totalmente análoga a aquélla en que el haz de luz 16 atraviesa el sustrato 12.

25

417824



Fabricación de materiales magnéticos amorfos

Estos materiales pueden fabricarse en forma de masa,  
o como películas delgadas. En general, puede utilizarse cualquier  
5 técnica de deposición de película que incluya la deposición elec-  
trónica y la evaporación.

Para formar una película en bruto de material magnéti-  
co amorfo el enfriamiento por salpicadura puede proporcionar una  
técnica útil. En este método, un líquido caliente de los consti-  
10 tuyentes de película es hecho incidir sobre una superficie fría en  
que los constituyentes se solidifican para formar una película amor-  
fa en bruto. Esto proporciona un rápido enfriamiento brusco de la  
fase líquida.

Puede comunicarse una anisotropía uniaxial en pelícu-  
15 las en bruto sometiénolas a un bombardeo con partículas atómicas  
energéticas en un campo magnético aplicado o por recocido de las  
mismas en un campo magnético a una temperatura inferior a su tem-  
peratura de cristalización. Otro método para proporcionar una pe-  
lícula en bruto es evaporarla continuamente, haciendo uso de las  
20 técnicas descritas más adelante.

La fabricación de una película amorfa delgada de acuer-  
do con el presente invento puede hacer uso de deposición a partir  
de un vapor, enfriamiento brusco rápido desde una fase líquida, o  
implantación iónica para ajuste de la anisotropía. En general,  
25 estas películas amorfas dependen de la velocidad de deposición de

417824



los átomos sobre el sustrato, de la temperatura del sustrato y del ángulo de incidencia de los átomos que se depositan sobre el sustrato. Si los átomos que llegan no son capaces de entrar en algún lugar en equilibrio, resultará incrementada la tendencia a  
5 formar películas amorfas. En este contexto, se hace referencia a S. Mader, "El uso de películas delgadas en investigaciones físicas", editado por J.C. Anderson (Académico, Nueva York, 1966) pág. 433. Asimismo, se hace referencia a la patente norteamericana n° 3.427.154 que describe la fabricación de películas delgadas  
10 amorfas.

Con el fin de favorecer la ordenación por pares como medio de obtener la anisotropía uniaxial en estas películas, parece ser importante que los átomos en deposición incidan sobre el sustrato con un ángulo de incidencia distinto de  $90^\circ$ . Es decir,  
15 los átomos que llegan deben tener cierta componente de velocidad paralela a la superficie del sustrato con el fin de conseguir una anisotropía uniaxial en la película. Este "ángulo de incidencia" da al átomo una movilidad paralela al sustrato que, a su vez, favorece la ordenación por pares, ya que los átomos que llegan pueden moverse buscando y seleccionando un lugar atómico que disminuya  
20 la energía del sistema a través de los campos de desmagnetización del material. Resulta favorecida la separación de fase, lo que dará lugar a una formación de anisotropía debido a que los grupos de átomos similares se reunirán en un lugar en que la energía  
25 del sistema sea reducida. Esto, a su vez, conduce a agrupamientos

417824



de composición lo que, como se ha explicado previamente, dará lugar a la anisotropía de la película.

Otro factor para la consecución de la anisotropía uniaxial es la velocidad de deposición de los átomos que llegan. Si la velocidad de deposición es demasiado elevada, los átomos que llegan no pueden moverse mucho sobre la superficie del sustrato, limitando por tanto su movilidad en dirección paralela al sustrato.

Cuando la polarización del sustrato utilizada en el sistema de deposición electrónica aumenta, aumenta en general la anisotropía. Esto se debe a que la polarización hace que los átomos que llegan se pierdan desde la superficie de la película en deposición por nueva deposición electrónica. En consecuencia, los átomos tienen más movilidad en dirección paralela a la superficie del sustrato, lo que les permite conseguir lugares preferidos que conduzcan al agrupamiento de composición o a la ordenación por pares.

Para la deposición de materiales magnéticos amorfos, la temperatura del sustrato se mantiene relativamente baja. Estas películas pueden depositarse a temperatura ambiente o inferior y, en general, se depositan a una temperatura inferior a la que provocaría la cristalización de los materiales. Por ejemplo, para materiales amorfos de Gd-Co, un límite superior para la temperatura del sustrato es de aproximadamente 300° C, es decir, la temperatura de cristalización.

Las películas magnéticas amorfas pueden producirse en una amplia gama de temperaturas de sustrato dependiendo de la velo-



417824

5      ciedad de deposición . En general, independientemente de la velocidad de deposición utilizada, la temperatura del sustrato debe ser menor que aquélla a la que ocurra la cristalización, con el fin de proporcionar materiales magnéticos amorfos de acuerdo con el presente invento.

10                      La anisotropía inducida por esfuerzos puede emplearse también para proporcionar los materiales magnéticos amorfos en cuestión. Este tipo de anisotropía puede utilizarse junto con los otros métodos (ordenación por pares, etc.) para obtener la anisotropía, o puede utilizarse por sí mismo. Para la anisotropía inducida por esfuerzos, se elige el sustrato para acoplarse con la magnetostricción de la película depositada de tal manera que se proporcione una anisotropía en la película amorfa. Con más detalle, si la película se deposita a una temperatura distinta de la  
15      temperatura ambiente, y si la película y el sustrato tienen distintos coeficientes de dilatación térmica, la película experimentará un esfuerzo neto a la temperatura ambiente.

20                      Como se ha mencionado previamente, pueden utilizarse muchos sustratos. Como las restricciones de la coincidencia cristalográfica no existen para la producción de las películas amorfas, la selección de sustratos es ilimitada. Los sustratos pueden ser cualesquiera materiales conocidos que incluyan metales y aisladores, así como semiconductores. También pueden emplearse sustratos no rígidos, tales como de material plástico. En las Tablas que siguen, se mencionarán numerosos sustratos.  
25

417824



Las películas que tienen anisotropía en el plano pueden cambiarse para obtener películas que tengan una anisotropía perpendicular por recocido de las mismas. Por ejemplo, recociendo películas de Gd-Co a aproximadamente 300-400° C, se cambiará la anisotropía en el plano a una anisotropía perpendicular. Naturalmente, a medida que aumenta el espesor de la película, aumenta también la probabilidad de una anisotropía perpendicular. Por ejemplo, las películas de Gd-Co con un espesor de al menos 2000 Å presentan en general una anisotropía perpendicular.

10

#### Ejemplos

Se han preparado composiciones magnéticas amorfas con anisotropía uniaxial utilizando deposición electrónica (corriente continua y RF) y evaporación por haz de electrones. En general, se han producido películas que tienen características amorfas determinadas por las técnicas de difracción del haz de electrones, entre otras cosas. Se han producido anisotropías magnéticas que eran paralelas al plano de la película y perpendiculares al plano de la película.

20

#### I. Películas evaporadas por haz de electrones

25

En este método de preparación de la película, se prepara primero un blanco policristalino utilizando técnicas conven-

417824



5 cionales. Por ejemplo, se funden pequeñas piezas de los constituyentes a utilizar en el blanco en una atmósfera de gas inerte, utilizando por ejemplo argón. La fusión ocurre en una solera de cobre refrigerada con agua en un horno de arco comercial, normalizado. La temperatura se eleva hasta la temperatura de fusión de los constituyentes para formar un lingote fundido por arco. En general, éste es un blanco policristalino. En el laboratorio, se han preparado muestras a partir de blancos de Gd-Co<sub>5</sub> fundido por arco.

10 Después de esto, se coloca el blanco en un evaporador de vacío ultra-alto con una presión base de aproximadamente  $10^{-9}$  torr. El lingote se coloca en una solera de cobre refrigerada por agua y se calienta mediante un haz de electrones proporcionado a partir de un cañón electrónico en el evaporador. Se utilizan tensiones de aceleración de aproximadamente de 10 KW junto con corrientes de haz de aproximadamente 100 mili amperios.

15 Los sustratos utilizados para depositar las películas se eligen arbitrariamente, y se han utilizado con éxito sustratos tales como vidrio cuarzo fundido pulido, sal de roca, y zafiro. Los sustratos se refrigeran con nitrógeno líquido y tienen una temperatura de aproximadamente  $100^{\circ}$  K durante la evaporación. La velocidad de deposición era, en general, de unos 30 Å por segundo.

20 En un ejemplo, se produjeron películas con espesores de 400 Å y 4000 Å. Estas películas eran aleaciones de Gd-Co que eran amorfas, por difracción de un haz de electrones. Los átomos de los materiales en deposición incidían sobre el sustrato con un

417824



ángulo de incidencia agudo (cualquier ángulo, con respecto al plano del sustrato, que no fuera de  $90^\circ$ ) con el fin de proporcionar la anisotropía uniaxial previamente descrita. En esta película se aprecian dominios perpendiculares.

5                    En otra deposición de película, la temperatura del sustrato era de  $273^\circ$  K. Se utilizaron los mismos sustratos y, adicionalmente, se utilizaron sustratos de  $\text{BaTiO}_3$  y sustratos de mica agrietada. La composición del blanco ( $\text{Gd-Co}_5$ ) era la misma que se empleó para las películas de  $400 \text{ \AA}$  y  $4000 \text{ \AA}$  del párrafo anterior.

10                   Solamente se cambió en esta deposición la temperatura del sustrato. En este caso, la película tenía cristalitas dispuestos en una matriz en general amorfa, lo que indica que la temperatura del sustrato es crítica en el proceso de fabricación por deposición con haz de electrones. Para proporcionar películas sustancialmente amorfas, la temperatura del sustrato se hizo descender a menos de

15                    $200^\circ$  K.

                    En otra deposición por haz de electrones, el blanco era  $\text{Gd-Co}_2$  y el sustrato era nitrógeno líquido refrigerado. La película producida era amorfa con una magnetización uniaxial en el plano de la película. Parece ser que la magnetización  $M_s$  de esta composición era demasiado alta, de modo que la proporción  $H_A/4\pi M_s$  no era precisamente correcta para soportar dominios con magnetización perpendicular.

20

25

417824



## II. Películas formadas por deposición electrónica

Se han producido muchas películas amorfas por deposición electrónica a partir de corriente continua y RF, con diversos valores para los parámetros de deposición electrónica. Estas películas exhibían una anisotropía magnética perpendicular y la anisotropía magnética paralela era uniaxial. Se obtuvieron muchos valores de magnetización y otros parámetros magnéticos, de acuerdo con los principios previamente descritos en la memoria.

Las siguientes Tablas describirán las condiciones de deposición electrónica y los datos de película para diversas muestras de películas magnéticas amorfas de acuerdo con el presente invento. Para las películas producidas a partir de un blanco de Gd-Co<sub>5</sub>, se presentarán tablas adicionales que describen el proceso de deposición electrónica real con más detalle, para ilustrar más completamente cómo formar estas películas amorfas. Como, en general, se emplean operaciones de deposición electrónica previa y operaciones de limpieza por deposición electrónica antes de la deposición real por deposición electrónica, los detalles referentes al proceso de deposición electrónica para el blanco de Gd-Co<sub>5</sub> ilustrarán suficientemente los principios implicados para la deposición electrónica de películas desde otras composiciones de blanco.

En estas Tablas, se utilizó deposición electrónica por corriente continua y la "tensión ánodo-cátodo" era un número distinto de cero. Si esta cantidad es cero, se emplea deposición electró

417824



5 nica por RF. Para la deposición electrónica por RF, se indica la potencia en vatios y la densidad de potencia en vatios/cm<sup>2</sup>, mientras que para la deposición electrónica con corriente continua se indica la corriente en miliamperios y la densidad de corriente en miliamperios/cm<sup>2</sup>.

10 Además, las muestras depositadas electrónicamente con corriente continua habían sido recubiertas de metal en el reverso del sustrato para conseguir un contacto eléctrico durante la deposición electrónica. Además, todos los sustratos estaban soportados con galio sobre un bloque metálico enfriado con N<sub>2</sub> frío o líquido. La intercara de galio líquido entre el sustrato y el bloque de metal proporcionó una distribución calorífica uniforme.

15 En estos procesos de deposición electrónica, la separación ánodo-cátodo varió usualmente entre aproximadamente 2,5 cm y 3,17 cm, pero puede variarse respecto a esta dimensión, como será apreciado por un experto en la técnica. La cantidad "proporción atómica Co/Gd" se determinó mediante cualquiera de los métodos siguientes: dispersión de partículas alfa por la parte posterior, análisis de microsonda con haz electrónico, y análisis fluorescente con rayos X.

20 En las Tablas, para los detalles de la deposición del proceso de deposición electrónica perteneciente a películas producidas a partir de un blanco de Gd-Co<sub>5</sub>, se utilizaron operaciones de deposición electrónica previa y de limpieza por deposición electrónica antes de la deposición electrónica real. La operación de

417824



deposición electrónica previa es una limpieza con un getter del sistema, en la que se limpia el blanco. La deposición electrónica ocurre desde el blanco y los átomos del blanco se depositan a través del aparato de deposición electrónico. Sin embargo los  
5 sustratos estaban cubiertos por un obturador durante esta limpieza y los átomos del blanco no se depositaron sobre el sustrato.

Durante la operación de limpieza por deposición electrónica, la superficie del sustrato se limpió mediante deposición electrónica entre un obturador y el sustrato, estando el sustrato  
10 situado frente al blanco y bloqueándolo. El obturador tiene un potencial de tierra mientras que en el sustrato se conectaron aproximadamente 120 voltios negativos, Esto limpia la superficie superior del sustrato para una deposición subsiguiente. Durante la deposición electrónica real, se eliminaron los obturadores y la de  
15 posición electrónica ocurrió entre el blanco y el sustrato.

Durante el proceso de deposición electrónica, se ensayó el efecto de los campos magnéticos con componentes perpendiculares a los planos del sustrato y el blanco. Se encontró que el campo magnético cambiaba la velocidad de deposición en parte haciendo el plasma más denso, pero no tenía un efecto sustancial sobre las propiedades magnéticas de las películas depositadas.  
20

Estas películas depositadas electrónicamente pueden ajustarse para proporcionar buenas películas para aplicaciones de archivo de acceso por haz. Por ejemplo, películas de Gd-Co con un  
25 78% atómico de Co tenían un bucle B-H cuadrado,  $H_c = 170$  Oe (medido a temperatura ambiente) y una buena rotación de Faraday.



2A

41782A

DATOS DE DEPOSICION ELECTRONICA

	POTENCIAL RF (VATIOS) C CORRIENTE CONTINUA (mA)	TENSION ANODO- -CATODO	TENSION POLARI- ZACION	PRESION DE INICIAL $\times 10^{-8}$ (Torr)	PRESION DE FUNCIONAMIENTO ( $\mu$ )	DIAMETRO DEL CATODO (cm)	TIEMPO DE DEPOSITO (min.)	TEMP. SUB. ( $^{\circ}$ )	DENSIDAD DE POTENCIA (w/cm) O DENSIDAD DE CORRIEN- TE CONTINUA (mA/cm)
2 BLANCO									
3 GdCo <sub>5</sub>	200	0	0	7,8	25	7,5	25	20	4,3
4	200	0	0	6,0	21	7,5	24	20	4,3
5	200	0	35	9,0	22	7,5	30	20	4,3
6	200	0	100	14	24	7,5	45	20	4,3
7	45	2000	50	10	81	7,5	25	20	0,95
8	110	2000	50	3,6	68	10	35	20	1,4
9	69	2000	50	11	67	10	37	20	0,77
10	60	2000	50	5,6	72	10	170	20	0,77
11	42	2000	25	14	66	10	30	20	0,46
12	65	2000	75	30	54	10	20	20	0,77
13	90	2000	100	11	64	10	20	20	1,08
14	115	2000	150	8,7	71	10	15	20	1,4
15	350	0	0	6,8	25	10	25	20	4,3
16 GdCo <sub>2</sub>	200	0	100	13	22	10	30	20	2,48
17	200	0	100	5,6	20	10	60	20	2,48
18	200	0	85	3,2	19	10	140	20	2,48
19 GdFe <sub>4</sub>	200	0	0	7,1	19	10	30	20	2,48
20	200	0	0	6,6	17	10	30	20	2,48
21	45	2000	50	6,3	79	10	42	20	0,62

417824

DATOS DE DEPOSICION ELECTRONICA

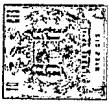
2	BLANCO	PELICULA	POTENCIAL RF (VATIOS) O CORRIENTE CONTINUA (mA)	TENSION ANODO- -CATODO	TENSION POLARI- ZACION	P I x
3	GdCo <sub>5</sub>	Gd-Co 47	200	0	0	
4		Gd-Co 52	200	0	0	
5		Gd-Co 54	200	0	35	
6		Gd-Co 56	200	0	100	
7		Gd-Co 62	45	2000	50	
8		Gd-Co 63	110	2000	50	
9		Gd-Co 67	69	2000	50	
10		Gd-Co 69	60	2000	50	
11		Gd-Co 70	42	2000	25	
12		Gd-Co 71	65	2000	75	
13		Gd-Co 73	90	2000	100	
14		Gd-Co 74	115	2000	150	
15		Gd-Co 76	350	0	0	
16	GdCo <sub>2</sub>	Gd-Co 91	200	0	100	
17		Gd-Co 95	200	0	100	
18		Gd-Co 96	200	0	85	
19	GdFe <sub>4</sub>	Gd-Fe 1	200	0	0	
20		Gd-Fe 2	200	0	0	
21		Gd-Fe 4	45	2000	50	



24

IONICA

ANSION VARI- ACION	PRESION INICIAL $\times 10^{-8}$ (Torr)	PRESION DE FUNCIONAMIENTO ( $\mu$ )	DIAMETRO DEL CATODO (cm)	TIEMPO DE DEPOSITO (min.)	TEMP. SUB. (C°)	DENSIDAD DE POTENCIA (w/cm ) 0 DENSIDAD DE CORRIEN- TE CONTINUA (mA/cm )
0	7,8	25	7,5	25	20	4,3
0	8,0	21	7,5	24	20	4,3
35	9,0	22	7,5	30	20	4,3
100	14	24	7,5	45	20	4,3
50	10	81	7,5	25	20	0,93
50	5,6	68	10	35	20	1,4
50	11	67	10	37	20	0,77
50	5,6	72	10	170	20	0,77
25	14	66	10	30	20	0,46
75	30	54	10	20	20	0,77
100	11	64	10	20	20	1,08
150	8,7	71	10	15	20	1,4
0	6,8	25	10	25	20	4,3
100	13	22	10	30	20	2,48
100	5,6	20	10	60	20	2,48
85	3,2	19	10	140	20	2,48
0	7,1	19	10	30	20	2,48
0	6,6	17	10	30	20	2,48
50	6,3	79	10	42	20	0,62



417824

DATOS DE LA PELICULA

2 PELICULA	PROPORCION ATOMICA Co/Gd	$4\pi M_s$ (Oe)	ESPESOR( $\bar{r}$ )	RESISTENCIA Ohmios/cuadro	ANCHURA DE BANDA CAMPO NULO ( $\mu$ )	T	DEPOSICION VELOCIDAD ( $\bar{r}/seg$ )	ANISOTROPIA
3 Gd-Co 47	6,53	4900	5263				3,51	perpendicular al plano pequeño, paralela al plano
4								en el plano
4 Gd-Co 52	5,52		8471				5,88	
5 Gd-Co 54	5,94		9000				5,00	
6 Gd-Co 56	10,04	8000	3500				1,30	en el plano
7 Gd-Co 62	4,54		7964		0,75		5,31	perpendicular al plano $4\pi M_s$
8 Gd-Co 63	3,68	3500	16580		4		7,90	perpendicular al plano
9 Gd-Co 67	4,17		15530		2,5		7,00	" " "
10 Gd-Co 69		426	70000		5		6,90	" " "
11 Gd-Co 70	4,74		8195	6,9300	0,80		4,55	" " "
12 Gd-Co 71	4,96		7853	1,5500			6,54	en el plano
13 Gd-Co 73	5,67		12000	1,2000	1,8		10,00	perpendicular al plano
14 Gd-Co 74	6,53	4800	8400	1,6000	1,6		9,33	" " "
15								
16 Gd-Co 76	5,18	3800	12380	0,9760			8,25	en el plano
17								en el plano
18 Gd-Co 91	3,34		5546		1,0		3,08	
19 Gd-Co 92	1,78		6110		10,0		1,70	
20 Gd-Co 96	3,0		28400		2,2		3,38	
Gd-Fe 1			10860				6,03	
Gd-Fe 2			5140		1,0		2,86	
Gd-Fe 3			12058		0,83		4,78	
					1,7			

24

DATOS DE LA PELICULA

<u>2</u>	<u>PELICULA</u>	<u>PROPORCION ATOMICA Co/Gd</u>	<u><math>4\pi M_s</math> (Oe)</u>	<u>ESPESOR(<math>\hat{R}</math>)</u>	<u>RESISTENCIA Ohmios/cuadro</u>	<u>A C.</u>
3	Gd-Co 47	6,53	4900	5263		
4						
4	Gd-Co 52	5,52		8471		
5	Gd-Co 54	5,94		9000		
6	Gd-Co 56	10,04	8000	3500		
7	Gd-Co 62	4,54		7964		
8						
8	Gd-Co 63	3,68	3500	16580		
9						
9	Gd-Co 67	4,17		15530		
10						
10	Gd-Co 69		426	70000		
11						
11	Gd-Co 70	4,74		8195	6,9300	
12						
12	Gd-Co 71	4,96		7853	1,5500	
13						
13	Gd-Co 73	5,67		12000	1,2000	
14						
14	Gd-Co 74	6,53	4800	8400	1,6000	
15						
16	Gd-Co 76	5,18	3800	12380	0,9760	
17						
18	Gd-Co 91	3,34		5546		
19						
19	Gd-Co 92	1,78		6110		
20						
20	Gd-Co 96	3,0		28400		
	Gd-Fe 1			10860		
	Gd-Fe 2			5140		
	Gd-Fe 3			12058		



417824

PELICULA

<u>EXISTENCIA</u> <u>nos/cuadro</u>	<u>ANCHURA DE BANDA</u> <u>CAMPO NULO</u> <u>(<math>\mu</math>)</u>	<u>T</u>	<u>DEPOSICION</u> <u>VELOCIDAD (<math>\text{\AA}/\text{seg}</math>)</u>	<u>ANISOTROPIA</u>
			3,51	perpendicular al plano pequeño, paralela al plano
			5,88	en el plano
			5,00	
			1,30	en el plano
	0,75		5,31	perpendicular al plano 1% N <sub>2</sub>
	4		7,90	perpendicular al plano
	2,5		7,00	" " "
	5		6,90	" " "
9300	0,80		4,55	" " "
5500			6,54	en el plano
2000	1,8		10,00	perpendicular al plano
6000	1,6		9,33	" " "
9760			8,25	en el plano en el plano
			3,08	
	1,0		1,70	
	10,0		3,38	
	2,2			
			6,03	
	1,0		2,86	
	0,83		4,78	
	1,7			



417824

CONDICIONES DETALLADAS DE DEPOSICION ELECTRONICA (BLANCO Gd-Co<sub>5</sub>)

		DEPOSICION ELECTRONICA PREVIA	LIMPIEZA FOR DEPOSICION ELECTRONICA	DEPOSICION ELECTRONICA
3	Gd-Co 47	100	350	200
4	Vatios incidentes (RF)	2	2	2
5	Los (substra- tos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	---	---	---
6	Vatios reflejados	0	120	75
7	Tensión de polarización	7,8	---	7,8
8	Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	5	---	---
9	Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	25	22	25
10	presión en cámara (μ) Argón	7,62	7,62	7,62
11	Diámetro del cátodo (cm)	30	10	25
12	Tiempo (min)	20	20	20
	Temperatura (°C)			

11-9-73

CONDICIONES DETALLADAS DE

DEPOSICION  
ELECTRONICA  
PREVIA

3	Gd-Co 47	Vatios incidentes (RF)	100
4	Los (substra- tos fueron	Vatios reflejados	2
5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Tensión de cátodo	—
6		Tensión de polarización	0
7		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	7,8
8		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	5
9		presión en cámara (μ) Argón	25
10		Diámetro del cátodo (cm)	7,62
11		Tiempo (min)	30
12		Temperatura (°C)	20

417824



LADAS DE      DEPOSICION ELECTRONICA (BLANCO Gd-Co<sub>5</sub>)

<u>DEPOSICION ELECTRONICA VIA</u>	<u>LIMPIEZA POR DEPOSICION ELECTRONICA</u>	<u>DEPOSICION ELECTRONICA</u>
100	350	200
2	2	2
--	--	--
0	120	75
7,8	--	7,8
5	--	--
25	22	25
7,62	7,62	7,62
30	10	25
20	20	20



447824

447824

2	Gd-Co 52	Vatios incidentes (RF)	100	350	200
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	2	2	2
4		Tensión de cátodo	--	--	--
5		Tensión de polarización	0	120	0
6		Presión inicial de cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	8	--	8
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	5	--	--
8		Presión de cámara (μ) Argón	23	21	21
9		Diámetro del cátodo (cm)	7,62	7,62	7,62
10		Tiempo (min)	60	10	24
11		Temperatura (°C)	20	20	20
12	Gd-Co 54	Vatios incidentes (RF)	100	350	200
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	2	2	0
14		Tensión de cátodo	--	--	--
15		Tensión de polarización	0	120	35
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	--	--	--
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	--	--	--
18		Presión de cámara (μ) Argón	23	22	22
19		Diámetro del cátodo (cm)	7,62	7,62	7,62
20		Tiempo (min)	60	4	30
21		Temperatura (°C)	20	20	20

417824

2	Gd-Co 52	Vatios incidentes (RF)
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4		Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial de cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
8		Presión de cámara (μ) Argón
9		Diámetro del cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12	Gd-Co 54	Vatios incidentes (RF)
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
14		Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
18		Presión de cámara (μ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)

417824



RF)	100	350	200
	2	2	2
	—	—	—
ción	0	120	0
cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	8	—	8
columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	5	—	—
3) Argón	23	21	21
(cm)	7,62	7,62	7,62
	60	10	24
	20	20	20
RF)	100	350	200
	2	2	0
	—	—	—
ción	0	120	35
cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	—	—	—
columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	—	—	—
4) Argón	23	22	22
(cm)	7,62	7,62	7,62
	60	4	30
	20	20	20



A17824

A17024

2	Gd-Co 56	Vatios incidentes (RF)	100	350	200
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	2	2	2
4		Tensión de cátodo	—	—	—
5		Tensión de polarización	0	120	100
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	14	—	—
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	—	—	—
8		Presión en cámara (μ) Argón	25	24	24
9		Diámetro del cátodo (cm)	7,62	7,62	7,62
10		Tiempo (min)	60	10	45
11		Temperatura (°C)	20	20	20
12	Gd-Co 62	Intensidad corriente continua (mA)	30	—	45
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	—	—	—
14	1% N <sub>2</sub> añadido	Tensión de cátodo	2000	—	2000
15		Tensión de polarización	0	—	50
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	10	—	10
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	—	—	—
18		Presión en cámara (μ) Argón	81	—	81
19		Diámetro del cátodo (cm)	7,62	—	7,62
20		Tiempo (min)	5	—	25
21		Temperatura (°C)	20	—	20

417824

2	Gd-Co 56	Vatios incidentes (RF)
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4		Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
8		Presión en cámara (μ) Argón
9		Diámetro del cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12	Gd-Co 62	Intensidad corriente continua (mA)
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
14	1% N <sub>2</sub> añadido	Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
18		Presión en cámara (μ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)

417824



	100	350	200
	2	2	2
	—	—	—
ión	0	120	100
ímaras ( $\times 10^{-8}$ Torr)	14	—	—
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	—	—	—
Argón	25	24	24
(cm)	7,62	7,62	7,62
	60	10	45
	20	20	20
continua (mA)	30	—	45
	—	—	—
	2000	—	2000
ión	0	—	50
ímaras ( $\times 10^{-8}$ Torr)	10	—	10
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	—	—	—
Argón	81	—	81
(cm)	7,62	—	7,62
	5	—	25
	20	—	20



417824

417824

2	Gá-Co 63	Intensidad corriente continua (mA)	50	---	110 en cátodo 108 en ánodo
3	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	---	---	---
4		Tensión de cátodo	2000	---	2000
5		Tensión de polarización	0	---	50
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	5,6	---	5,6
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	---	---	---
8		Presión en cámara (μ Argón)	70	---	68
9		Diámetro del cátodo (cm)	10,16	---	10,16
10		Tiempo (min)	35	---	35
11		Temperatura (°C)	20	---	20
12	Gá-Co 67	Intensidad de corriente continua (mA)	55	---	69 en cátodo 73 en ánodo
13	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	---	---	---
14		Tensión de cátodo	2000	---	2000
15		Tensión de polarización	0	---	50
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	11	---	11
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	---	---	---
18		Presión en cámara (μ Argón)	91	---	67
19		Diámetro del cátodo (cm)	10,16	---	10,16
20		Tiempo (min)	60	---	37
21		Temperatura (°C)	20	---	20

417824

2	Gd-Co 63	Intensidad corriente continua (mA)
3	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4		Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
8		Presión en cámara (μ) Argón
9		Diámetro del cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12	Gd-Co 67	Intensidad de corriente continua (mA)
13	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
14		Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
18		Presión en cámara (μ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)

417824



Corriente continua (mA)	50	--	110 en cátodo 108 en ánodo
	--	--	--
	2000	--	2000
Presión	0	--	50
Presión cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	5,6	--	5,6
Presión columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
( $\mu$ ) Argón	70	--	68
Distancia (cm)	10,16	--	10,16
	35	--	35
	20	--	20
Corriente continua (mA)	55	--	69 en cátodo 73 en ánodo
	--	--	--
	2000	--	2000
Presión	0	--	50
Presión cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	11	--	11
Presión columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
( $\mu$ ) Argón	91	--	67
Distancia (cm)	10,16	--	10,16
	60	--	37
	20	--	20



44792A

44792A

2	Gd-Co 69	Intensidad de corriente continua (mA)	60	60 en cátodo
3	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	---	57 en ánodo
4		Tensión de cátodo	2000	2000 puesto a tierra primero
5		Tensión de polarización	0	50
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	9,3 y	5,6
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	---	---
8		Presión en cámara (μ) Argón	110	72
9		Diámetro del cátodo (cm)	10, 16	10, 16
10		Tiempo (min)	60	170
11		Temperatura (°C)	20	20
12	Gd-Co 70	Intensidad de corriente continua (mA)	60	42 en cátodo
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Vatios reflejados	---	35 en ánodo
14		Tensión de cátodo	2000	2000
15		Tensión de polarización	0	25
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)	14	14
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)	---	---
18		Presión en cámara (μ) Argón	110	66
19		Diámetro del cátodo (cm)	10, 16	10, 16
20		Tiempo (min)	30	30
21		Temperatura (°C)	20	20

W 17824

2	Gd-Co 69	Intensidad de corriente continua (mA)
3	(Los substratos fueron Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4		Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
8		Presión en cámara (μ) Argón
9		Diámetro del cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12	Gd-Co 70	Intensidad de corriente continua (mA)
13	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Vatios reflejados
14		Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
18		Presión en cámara (μ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)



11024

ente continua (mA)	60	--	60 en cátodo 67 en ánodo
	--	--	--
	2000	--	2000 puesto a tierra primero 20seg.
ión	0	--	50
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	9,3 y 5,6	--	5,6
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
) Argón	110	--	72
(cm)	10, 16	--	10, 16
	60	--	170
	20	--	20
nte continua (mA)	60	--	42 en cátodo 35 en ánodo
	--	--	--
	2000	--	2000
ión	0	--	25
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	14	--	14
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
) Argón	110	--	66
(cm)	10, 16	--	10, 16
	30	--	30
	20	--	20

441824

417024



2	Gd-Co 71	Intensidad de corriente continua (mA)	60	---	65
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	---	---	---
4	zafiro	Tensión de cátodo	2000	---	2000
5		Tensión de polarización	0	---	75
6		Presión inicial de cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	30	---	---
7		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	20	---	---
8		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón	120	---	54
9		Diámetro del cátodo (cm)	10,16	---	10,16
10		Tiempo (min)	30	---	20
11		Temperatura (°C)	20	---	20
12	Gd-Co 73	Intensidad de corriente continua (mA)	80	---	90 en cátodo 106 en ánodo
13	(Los substratos fueron cuarzo, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Vatios reflejados	---	---	---
14		Tensión de cátodo	2000	---	2000
15		Tensión de polarización	0	---	100
16		Presión inicial en cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	11	---	11
17		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	---	---	---
18		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón	110	---	64
19		Diámetro del cátodo (cm)	10,16	---	10,16
20		Tiempo (min)	70	---	20
21		Temperatura (°C)	20	---	20

411824

2	Gd-Co 71	Intensidad de corriente continua (mA)
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4	zafiro	Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial de cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
7		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
8		Presión en cámara (μ) Argón
9		Diámetro del cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12	Gd-Co 73	Intensidad de corriente continua (mA)
13	(Los substratos fueron cuarzo, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Vatios reflejados
14		Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara (x10 <sup>-8</sup> Torr)
17		Presión inicial en columna (x10 <sup>-8</sup> Torr)
18		Presión en cámara (μ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)

417824



ente continua (mA)	60	--	65
	--	--	--
	2000	--	2000
ión	0	--	75
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	30	--	--
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	20	--	--
) Argón	120	--	54
(cm)	10,16	--	10,16
	30	--	20
	20	--	20
ente continua (mA)	80	--	90 en cátodo 106 en ánodo
	--	--	--
	2000	--	2000
ión	0	--	100
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	11	--	11
	--	--	--
olumna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	110	--	64
) Argón	10,16	--	10,16
(cm)	70	--	20
	20	--	20



417024

41324

2	Gd-Co 74	Intensidad de corriente continua (mA)	80	115 en cátodo 155 en ánodo
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados	--	--
4		Tensión de cátodo	2000	2000
5		Tensión de polarización	0	150
6		Presión inicial en cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	8,7	8,7
7		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--
8		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón	110	71
9		Diámetro de cátodo (cm)	10,16	10,16
10		Tiempo (min)	60	15
11		Temperatura (°C)	20	20
12		Vatios incidentes (RF)	100	350
13		Vatios reflejados	2	2
14		Tensión de cátodo	--	--
15		Tensión de polarización	0	0
16		Presión inicial en cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	6,8	6,8
17		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--
18		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón	24	25
19		Diámetro del cátodo (cm)	10,16	10,16
20		Tiempo (min)	30	25
21		Temperatura (°C)	20	20

417324

2	Gd-Co 74	Intensidad de corriente continua (mA)
3	(Los substratos fueron SiO <sub>2</sub> )	Vatios reflejados
4		Tensión de cátodo
5		Tensión de polarización
6		Presión inicial en cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)
7		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)
8		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón
9		Diámetro de cátodo (cm)
10		Tiempo (min)
11		Temperatura (°C)
12		Vatios incidentes (RF)
13		Vatios reflejados
14		Tensión de cátodo
15		Tensión de polarización
16		Presión inicial en cámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)
17		Presión inicial en columna ( $\times 10^{-8}$ Torr)
18		Presión en cámara ( $\mu$ ) Argón
19		Diámetro del cátodo (cm)
20		Tiempo (min)
21		Temperatura (°C)

417624



ente continua (mA)	80	--	115 en cátodo
	--	--	155 en ánodo
	2000	--	2000
ión	0	--	150
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	8,7	--	8,7
olumnna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
) Argón	110	--	71
(cm)	10,16	--	10,16
	60	--	15
	20	--	20
F)	100	350	350
	2	2	2
	--	--	--
ión	0	120	0
ámara ( $\times 10^{-8}$ Torr)	6,8	--	6,8
olumnna ( $\times 10^{-8}$ Torr)	--	--	--
) Argón	24	24	25
(cm)	10,16	10,16	10,16
	30	10	25
	20	20	20

417824



RESUMEN

5 Se ha descrito un nuevo sistema de almacenamiento de acceso por haz con ventajas significativas. Se utiliza una película magnética amorfa con una anisotropía uniaxial que no se había descubierto hasta el presente. Esta película tiene aplicaciones en cualquier ambiente de acceso por haz y sus propiedades pueden diseñarse en amplios márgenes para proporcionar el valor de compor-  
tamiento deseado.

10 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 29 de agosto de 1972, bajo el Nº 284.512, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15 REIVINDICACIONES

20 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindi-  
caciones siguientes:

25 1ª.- Una disposición de archivo de acceso por haz de energía, que comprende: un medio de almacenamiento situado sobre un sustrato, siendo dicho medio de almacenamiento un material magnético, que presenta una estructura amorfa y que tiene una ani-

417824



sotropía no-magneto-cristalina uniaxial, medios de inscripción para cambiar el estado magnético de partes seleccionadas del medio de almacenamiento citado, incluyendo dichos medios de inscripción, medios productores de un haz de energía electromagnética para calentar localmente áreas seleccionadas de dicho medio de almacenamiento, medios productores de campo magnético para proporcionar un campo magnético en dichas áreas seleccionadas con el fin de alterar el estado magnético de dicho medio de almacenamiento en dichas áreas seleccionadas, medios de lectura para detectar el estado magnético de dichas áreas seleccionadas de dicho medio de almacenamiento, incluyendo dichos medios de lectura: medios luminosos para dirigir un haz de luz polarizada sobre dichas áreas seleccionadas de dicho medio de almacenamiento para provocar la rotación de polarización de dicho haz de luz de acuerdo con el estado magnético de dicho medio de almacenamiento en dichas áreas seleccionadas, y medios de detección que responden al grado de rotación de dicha polarización del haz de luz.

2<sup>a</sup>.- La disposición de la reivindicación 1<sup>a</sup>, en la que dicho medio magnético está constituido por un sistema de múltiples componentes en el que al menos uno de dichos componentes presenta un spin electrónico no apareado, teniendo el medio magnético un momento magnético neto, en que dicho sistema de componentes múltiples es una aleación binaria que está constituida por una aleación de elemento de tierras raras-elemento de metal de transición.

3<sup>a</sup>.- La disposición de la reivindicación 2<sup>a</sup>, en la que

417824



dicha aleación binaria contiene un elemento aditivo que se acopla antiferromagnéticamente con el átomo magnético de dicho átomo.

4ª.- La disposición de la reivindicación 2ª, en la que dicha aleación binaria contiene un elemento aditivo que se acopla ferromagnéticamente con el átomo magnético en dicha aleación.

5ª.- La disposición de la reivindicación 2ª, en la que dicha aleación binaria incluye al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste esencialmente en O, N, C y P.

6ª.- La disposición de la reivindicación 2ª, en la que dicha aleación binaria está constituida por Gd-Co.

7ª.- La disposición de la reivindicación 2ª, en la que dicha aleación binaria está constituida por Gd-Fe.

8ª.- La disposición de la reivindicación 2ª, en la que dicha aleación binaria está seleccionada del grupo que consiste esencialmente en Gd-Co, Tb-Co, Ho-Fe, y Dy-Co.

9ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dicho haz es un haz de luz.

10ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dicho haz es un haz de electrones.

11ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dicho haz tiene energía suficiente para calentar dicho medio magnético hasta una temperatura sustancialmente próxima a su punto de compensación magnética.

12ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dicho haz tiene energía suficiente para calentar dicho medio

417824



magnético hasta una temperatura sustancialmente próxima a su punto de Curie.

5 13ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dichos medios generadores de haz incluyen una fuente luminosa para proporcionar un haz de luz polarizada y dichos medios de lectura incluyen un analizador ajustado para dejar pasar dicha luz de acuerdo con la polarización de dicho haz según viene determinado por dicho medio magnético amorfo, y un detector que responde a la intensidad de la luz que lo alcanza después de pasar a través de dicho analizador.

10

14ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dicha anisotropía es en dirección sustancialmente perpendicular al plano de dicho medio magnético amorfo.

15 15ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dichos medios de lectura están constituidos por un analizador para el paso selectivo de dicho haz utilizado para la lectura de acuerdo con su estado de polarización, y un detector para proporcionar una señal de acuerdo con la intensidad de dichos medios de lectura que inciden sobre dicho detector después de atravesar dicho analizador.

20

16ª.- La disposición de la reivindicación 1ª, en la que dichos medios de calentamiento están constituidos por una fuente luminosa para dirigir un haz de luz sobre dicho medio de almacenamiento.

25 17ª.- La disposición de la reivindicación 16ª, en la

A-

417824



que dicha fuente luminosa proporciona también dichos haces de luz polarizada utilizados para la lectura.

18ª.- Una disposición de archivo de acceso por haz de energía.

5

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de 58 hojas escritas a máquina por una sólo cara.

10

Madrid,

P. A.

1973  
*Arca*

*△*

417824



FIG. 1

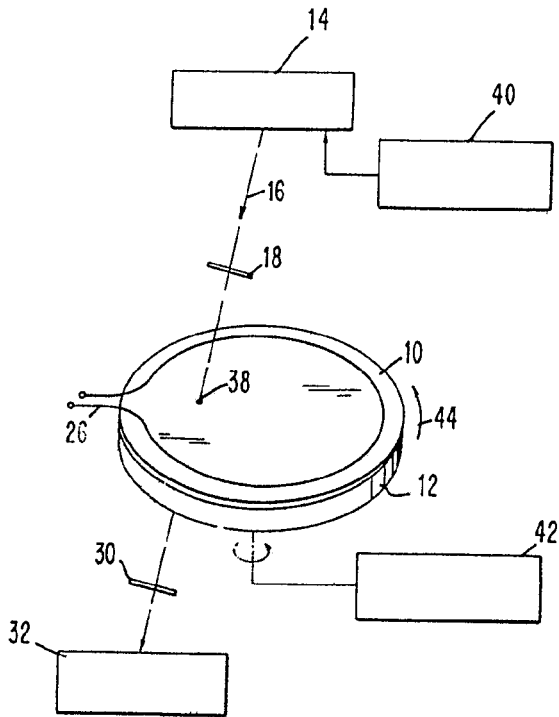
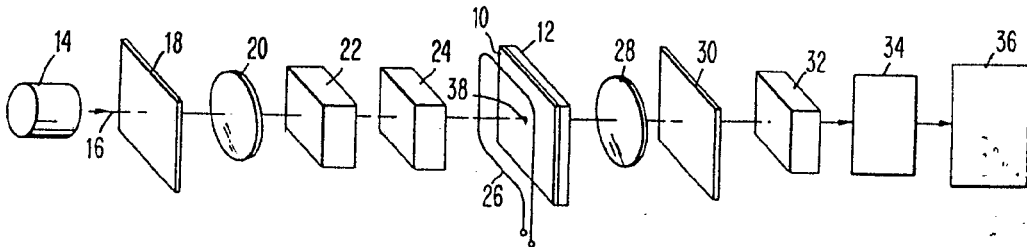


FIG. 2

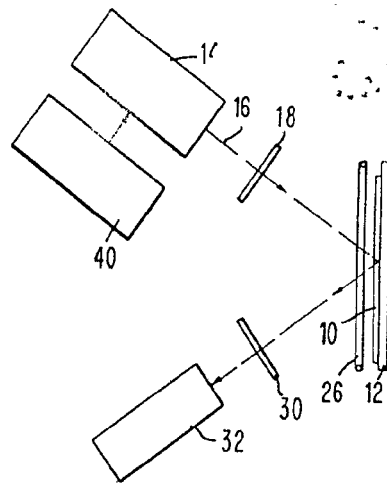


FIG. 3

*Auth*