

439587

5 SET. 1975

P.- 60.774

Docket:
SA 9-74-020

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl. ² _____
HOLF

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y. 10504, Estados Unidos de América.

por: "UN APARATO PARA LA GENERACION CONTROLADA DE DOMINIOS
MAGNETICOS DE BURBUJA CODIFICADOS".

28.8.75

- 1 -

La presente invención se refiere en general a dispositivos de almacenamiento de información y, más en particular, a dispositivos de dominios magnéticos en película delgada.

5 Un dominio magnético de burbuja o de pared simple para la presente invención se define como un dominio magnético delimitado por una pared de dominio que se cierra sobre sí misma en el plano de un medio magnético acogedor u "hospedante", y tiene una geometría independiente de los límites o linderos de una lámina del medio en el plano en el que se mueve. El término dominio de burbuja incluye los dominios circulares de forma de pared, los dominios circulares alargados o de franja y los dominios de segmento. en los que una porción del lindero del dominio se completa por medio de una discontinuidad magnética, tal como un límite o lindero de la lámina. Como un dominio de burbuja viene auto-
10 definido en un plano de movimiento, queda libre para moverse en dos dimensiones y en ese plano, tal como ahora es bien sabido. El movimiento de los dominios se ejecuta normalmente mediante generación de un gradiente de campo localizado dentro del medio magnético acogedor, en el sentido deseado.
15
20
25

Los materiales ya conocidos en la técnica del ramo para soportar dominios de burbuja son los granates y ortoferritas de tierras raras. Estos materiales

5 tionen unas direcciones de magnetización preferidas, sensi-
blemente normales al plano de la lámina. Un dominio de bur-
buja, en un material de este tipo, se magnetiza en un de-
terminado sentido a lo largo de su eje, en tanto que el res-
to de la lámina se magnetiza en el sentido opuesto, apare-
ciendo el dominio como un dipolo orientado normal al pla-
no de la lámina. Como portadores de dominios de burbuja
pueden usarse otros materiales magnéticos, con tal que el
material magnético sea anisotrópico con el eje "fácil" de
10 magnetización normal al plano de la lámina.

Una formación o disposición regular con-
finada, tal como la formación en retícula de elementos de
dominio de burbuja, puede obtenerse confinando una plura-
lidad de dominios de burbuja mientras se habilitan unos
15 medios de acceso para meter y sacar dominios de burbuja en
y de la formación confinada. Los dominios de burbuja alma-
cenan de por sí la información de datos necesaria. Como
cada dominio de burbuja de por sí almacena los datos reque-
ridos, los dominios de burbuja pueden colocarse muy juntos
20 y confinados. Las fuerzas de interacción entre dominios es-
tabilizan la posición de éstos dentro de la formación de
retícula. La formación reticular es, por lo tanto, un dis-
positivo eficaz de almacenamiento de información.

En la mayoría de los sistemas de almace-
25 namiento de información de la técnica ya conocida en los

que se usan dominios magnéticos de pared simple, los bitios de datos venían representados en general por la presencia y ausencia de dominios de burbuja. Este método se usó al principio en el desarrollo de los sistemas de dominios magnéticos, puesto que la nucleación o la acción de dividir o no, a voluntad, los dominios de burbuja era quizá el método más fácil de adaptar la tecnología a un uso práctico.

Se descubrieron luego distintas propiedades de los dominios, útiles para el almacenamiento de la información y la recuperación o extracción de la misma; por ejemplo, el uso de dominios de distintos tamaños aparentes para representar distintos estados de la información. Otra propiedad de los dominios de burbuja que resulta útil para el almacenamiento de información es el de que la magnetización en la pared del dominio puede tener distintos sentidos de rotación o quiralidad. Los distintos sentidos de la rotación de la magnetización de pared del dominio pueden usarse como representación binaria de datos. En una comunicación de George Henry publicada en el IBM Technical Disclosure Bulletin (Boletín técnico de comunicaciones de la IBM), vol. 13, nº. 10, pág. 3021, marzo de 1971, se describe la adaptación de la quiralidad al aparato de dominios de burbuja.

En el trabajo que se estaba realizando acerca de los dominios magnéticos de burbuja se descubrió

que los dominios magnéticos tienen otras propiedades de de-
semejanza que sirven para distinguirlos unos de otros. Se
descubrió que los dominios son capaces de tener distinto
número de líneas verticales de Bloch, que pueden considerarse
5 "grosso modo" como una línea vertical de torsión en la
magnetización de la pared. Estas líneas de Bloch separan dos
áreas dentro de la magnetización de la pared del dominio. Se
halló además que estos distintos dominios tienen diferentes
sentidos de movimiento en un campo magnético de gradiente apli-
10 cado.

A partir del descubrimiento de las líneas
de Bloch, se han analizado en muchas publicaciones las pro-
piedades de las mismas, incluso en un artículo de A. P.
Malozemoff publicado en Applied Physics Letters 21, pág.
15 149 (1972), donde se demostró que si hay bastantes líneas
verticales de Bloch dentro de la pared del dominio, el domi-
nio se aplastará entonces a un mayor campo de polarización
que si tiene un número menor de líneas verticales de Bloch.
Además, el diámetro y la movilidad pueden ser diferentes,
20 según el número de líneas verticales de Bloch.

Se reconoció, pues, la importante propie-
dad de los diferentes ángulos de deflexión de los dominios
de burbuja en un campo magnético de gradiente, con arreglo a
la topología o el estado de pared del dominio. Se describió
25 el ángulo de deflexión en función del número de rotaciones

de la magnetización de la pared en torno a una periferia de la pared del dominio, y se usó dicho ángulo para representar datos en un dispositivo de almacenamiento o memoria de información. Ahora bien, la generación de los dominios de burbuja era esencialmente casual, por el hecho de generarse una multitud de dominios sin tener en cuenta sus propiedades. Estos dominios se detectaban o percibían en primer lugar con arreglo a su ángulo de deflexión, y luego se almacenaban en un acumulador o depósito de bitios de datos con arreglo al ángulo de deflexión detectado. Se activaba luego un depósito de bitios particular con el fin de liberar un dominio conforme al estado de datos requerido para su almacenamiento en el sistema de almacenaje de la información. Sólo se sabía, en ese momento, la característica de deflexión de propagación de los distintos dominios. Un determinado dominio, al propagarse en un gradiente de campo común, podría desviarse con distinto ángulo que otro dominio. Ahora bien, no se conocía la generación controlada de dominios poseedores de estados de pared seleccionados.

Por todo ello, es objeto de la presente invención realizar una disposición de dominios magnéticos dotada de generación controlada de estados de pared de los dominios de burbuja.

Otro objeto de esta invención reside en un método para la generación controlada de dominios de bur-

buja codificados por estados de pared.

Otro objeto de esta invención reside en un método y aparato para cambiar o conmutar de manera predecible el estado de pared de un dominio de burbuja desde un estado desconocido a un estado conocido.

Otro objeto más reside en un dispositivo de almacenamiento de información, que hace uso de dos estados de la pared de dominio magnético de burbuja para el almacenamiento de datos binarios.

El empleo de una segunda capa magnética en un medio de burbuja, y su efecto sobre la eliminación aparente de los dominios de burbuja "duros" se describen en un artículo titulado "El efecto de una segunda capa magnética en las burbujas duras", de A. Rosencwaig, aparecido en la revista Bell System Technical Journal, vol. 51, págs. 1440-4, de julio-agosto de 1972. El objeto de este artículo era el de eliminar el problema surgido a causa de que no todos los dominios de burbuja se propagaban de manera ordenada. La capa segunda o de cobertura sin campo unipolar en el plano, conforme a este artículo, reducía a una pareja el número de líneas de Bloch. Esto, a consecuencia de los experimentos que han conducido a la presente invención, ha resultado ser inexacto.

Por lo tanto, otro objeto del presente invento reside en un método y aparato para generar de ma-

nera controlable unos dominios de burbuja de dos estados de pared conocidos, en un medio de burbuja que tiene una segunda capa magnética.

5 Estos y otros objetos de la presente invención se irán desprendiendo, para las personas versadas en la materia, de la descripción que sigue.

10 El aparato conforme a la presente invención, para la generación controlada de dominios de burbuja de dos estados prefijados en un medio de burbujas que soporta dominios de burbuja comprende una capa de cobertura que tiene un intercambio de magnetización en un plano, acoplado al medio de burbujas, con unos medios de nucleación establecidos en la capa plana o de cobertura. Sin un campo magnético uniforme en un plano en la capa de cobertura, los dominios de burbuja nucleados no poseen líneas de Bloch en su pared de dominio. Con un campo magnético unipolar en un plano, en la capa de cobertura, los dominios de burbuja nucleados tienen una pareja de líneas de Bloch.

15 El método de generar de manera controlable unos dominios de burbuja que tengan dos estados prefijados comprende el recurso de acoplar en intercambio una capa magnética contenida en un plano a un medio que soporte el dominio de burbuja. A la capa contenida en un plano se aplica o no un campo unipolar en el plano. La aplicación o no aplicación del campo en el plano

mientras se produce la nucleación de un dominio de burbuja determina el estado del dominio de burbuja nucleado.

Un aparato para la conmutación controlada de dominios de burbuja haciéndolos pasar desde un estado desconocido a un estado conocido en un medio de burbujas que soporta dominios de burbuja comprende una capa de cobertura que tiene, acoplada por intercambio al medio de burbujas, una magnetización en un plano, en unión de unos medios para someter los dominios de burbuja a un movimiento de pared que active la interacción de la magnetización de la pared con la de la capa de cobertura. La aplicación del movimiento de pared a los dominios de burbuja sin que haya en la capa de cobertura un campo magnético uniforme contenido en un plano, da por resultado que los dominios de burbuja no tengan líneas de Bloch en su dominio de pared (esto es, un estado $S = 1$), sea cual fuere el estado de los dominios de burbuja antes del movimiento aplicado. Si a la capa de cobertura se le aplica un campo magnético unipolar contenido en un plano, los dominios de burbuja que tienen un estado desconocido se convertirán todos en dominios de burbuja dotados de una pareja de líneas de Bloch (esto es, de un estado $S = 0$), al ser sometidos al movimiento de pared.

El método para formar una serie de dominios de burbuja que representen datos, mediante la con-

mutación controlable de un dominio de burbuja, haciéndolo pasar de un estado desconocido de pared a un estado de pared conocido, comprende la acción de acoplar por intercambio una capa magnética de cobertura, dotada de magnetización en un plano, a un área de un medio que soporte los dominios de burbuja. Los dominios de burbuja se introducen entonces en el medio de burbujas por debajo del área de la capa de cobertura. Los dominios de burbuja introducidos se someten luego a un movimiento de pared, de velocidad suficiente para producir un cambio en la estructura de líneas de Bloch de la pared de los dominios de burbuja. Al área de cobertura se le aplica un campo contenido en el plano, si en los dominios de burbuja se requiere una pareja de líneas de Bloch, o sea un estado igual a cero; o no se le aplica el campo magnético contenido en un plano si lo que se requiere es un dominio de burbuja que no tenga líneas de Bloch, o sea un estado igual a uno.

Un dispositivo de almacenamiento o memoria de datos de información, conforme a la presente invención, comprende unos medios de inscribir para obtener dominios de uno de entre dos estados de pared conocidos, que incluyen medios de conmutación o de generación controlados. Se incluyen también medios para introducir los dominios de burbuja, generados de manera controlable, metiéndolos en una parte o sección de formación de retícula o confinada

del medio de burbujas. Asimismo se incluyen medios para recuperar los dominios de burbuja almacenados, tomándolos de la formación de retícula, para su introducción en unos medios detectores o de lectura. Los medios de leer detectan el estado de pared de los dominios de burbuja recuperados o extraídos y transmiten a unos medios de utilización los datos almacenados en los dominios de burbuja. Unos medios de control de propagación controlan el movimiento de los dominios de burbuja desde los medios de inscribir hasta los medios de introducir, para su introducción en la formación de retícula, y desde los medios de recuperación o extracción hasta los medios de leer. Unos medios de campo de polarización proporcionan un campo magnético normal al medio de burbujas, para tener un campo magnético de polarización adecuado en distintas regiones del medio de burbujas, si así conviene, con el fin de estabilizar los dominios de burbuja en el medio de burbujas. Se prevén unos medios de control para regular las operaciones sincronas de los medios de inscribir, los medios de leer, los medios de campo de polarización y los medios de control de propagación. Los medios de conmutación o generación controlada de los medios de inscribir comprenden una capa magnética de cobertura establecida en el medio de burbujas, en el área en que se vayan a generar las burbujas de manera controlable. Unos medios de nucleación originan dominios de burbuja debajo de la capa de cobertura. Se prevén unos medios para generar de manera controlable

un campo magnético en un plano, con arreglo a los datos binarios que se quieran introducir en la disposición o formación de retícula para su almacenamiento.

5 La generación controlada de dominios magnéticos que tengan un estado de pared conocido, en los medios de inscribir, puede comprender unos medios de conmutación controlada que incluyen una capa magnética de cobertura establecida en el medio de burbujas, en el área para la introducción en la formación de retícula. Se incluyen medios para generar
10 dominios de burbuja en el medio de burbujas, debajo de la capa de cobertura. Además, se prevén medios para generar de manera controlable un campo magnético en un plano, mientras se proporciona un movimiento de pared a los dominios de burbuja con arreglo a la información binaria de datos que se quiera almacenar por medio de los dominios de burbuja en la formación
15 de retícula.

Otros rasgos característicos y una descripción más concreta y específica de una forma ilustrada de realización del invento es la que se presenta a continuación con
20 referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 ilustra una memoria de información, que lleva incorporada la generación controlada de unos dominios de burbuja que tienen uno de entre dos estados de pared, y su introducción en una formación de retícula de entrada lateral;
25

- las figuras 2 y 3 ilustran dos formas de realización del aparato para generar, de manera controlable, dominios de burbuja de un estado de pared conocido;

5 - la figura 4 es una vista en sección recta del medio de burbujas, la capa de cobertura y el generador de campo en el plano, tomada por las líneas 4-4 de las figs. 2 y 3;

10 - las figuras 5A y 5B ilustran los dos estados de pared producidos de manera controlable, conforme a la presente invención;

- la figura 6 es un organigrama de las etapas o pasos para generar dominios de burbuja que tengan dos estados de pared;

15 - la figura 7 ilustra el campo magnético radialmente orientado, producido por un dominio de burbuja con una capa de cobertura magnética;

- la figura 8 es una vista lateral de la pared de dominio de burbuja de la fig. 7, desenvuelta o desarrollada en el sentido de las flechas 8-8;

20 - la figura 9 es una vista superior de un dominio de burbuja en un medio de burbujas, con un campo unidireccional aplicado en el plano a la capa de cobertura;

25 - la figura 10 es una vista en sección recta de un dominio de burbuja de la fig. 9, tomada la vista por las líneas 10-10;

- la figura 11 ilustra una forma de realización para la conmutación controlada de dominios de burbuja, desde un estado desconocido a un estado igual a uno;

5 - la figura 12 ilustra un aparato para la conmutación controlada de dominios de burbuja desde un estado desconocido a un estado igual a cero;

- la figura 13 ilustra una memoria de almacenamiento de información, que tiene una introducción transversal de dominios de burbuja de estados controlados; y

10 - la figura 14 es un organigrama de los pasos o etapas de conmutación de los estados de pared de los dominios de burbuja.

Una memoria de almacenamiento de información que lleva incorporado el presente invento se caracteriza por
15 la formación y el almacenaje de dominios de burbujas en los cuales la existencia o la inexistencia de líneas de Bloch en la pared del dominio de burbuja determina la representación binaria de datos de cada dominio de burbuja. La aptitud del dominio de burbuja para representar uno de dos estados binarios en su interior permite reducir o apretar los dominios de burbuja en una área confinada para el almacenaje, al propio
20 tiempo que se conserva la aptitud de éstos para representar datos binarios. La interacción entre dominios de burbuja proporciona una disposición o formación regular de retícula, cuando
25 se coloca una pluralidad de dominios de burbuja en un agru-

pamiento confinado. En las figs. 1 y 13 se representan dos dispositivos o memorias de almacenamiento de información, que hacen uso de distintas formas de disposición de retícula conforme al presente invento.

5 En la fig. 1 se ilustra una memoria de almacenamiento de información que incluye un elemento L de formación de retícula para mover unos elementos interactivos D de dominio de burbuja metiéndolos desde unos medios de inscribir 10 en la formación de retícula L y sacándolos desde la formación de retícula L hasta unos medios de leer 12. Hay unos medios de entrada 14 y unos medios de salida 16 que utilizan unos patrones o diseños de conductores de propagación P1 ... P12 para propagar los dominios de burbuja D metiéndolos y sacándolos en y de la formación reticular L a lo largo de una pluralidad de trayectos o caminos de propagación 18. Los conductores de propagación están controlados por unos medios reguladores o de control 19 de la propagación.

15 Los dominios de burbuja D se mueven desde los medios de inscribir 10 usando una estructura de propagación 20 que, con propósitos ilustrativos, se representan en forma de perfiles o barras en T y en I. En esta región, los dominios de burbuja están aislados, aplicándose un campo de polarización HZ por parte de unos medios de campo de polarización 21. La propagación usando la estructura de barras o perfiles en 25 T y en I es ya bien conocida en la técnica del ramo, y en es-

ta área se dispondrá el campo magnético usual giratorio en un plano. Los trayectos de propagación 18 que van desde los medios de inscribir 10 hasta la formación de retícula L y desde la formación de retícula hasta los medios de leer 12 se representan en la figura de distintas longitudes aparentes. Es obvio que las longitudes deben ser iguales sí, para mantener la integridad de cada columna de dominios de burbuja al ser éstos transportados desde los medios de inscribir 10, a lo largo de los medios de entrada en abanico 14, a través de la formación de retícula L y por los medios de salida 16 hasta los medios de leer 12. Los trayectos se han representado de distinta longitud para facilitar el dibujo, y no debe interpretarse por eso que los dominios de burbuja de la misma columna vayan a alcanzar los diferentes elementos en instantes de tiempo distintos.

Se representan cinco trayectos de propagación 18 dirigidos a los medios de entrada 14 de la formación de retícula L desde los medios de inscribir 10. Dentro de los medios de inscribir 10 se indica un solo aparato para generar, de manera controlable, dominios de burbuja de uno u otro de dos estados de ajuste, siendo evidente que cada fila de dominios de burbuja y, por lo tanto, cada trayecto de propagación tiene sus propios medios de generación controlados. El estado del dominio de burbuja viene controlado por la estructura magnética de una capa de cobertura del medio que soporta

los dominios de burbuja D situados dentro de los medios de inscribir. En la fig. 1 no se representan el área cubierta por la capa de cobertura dentro de los medios de inscribir 10, ni el propio medio de burbujas, para mayor facilidad de presentación de la figura. Los medios de inscribir de la fig. 5 1 se representan con mayor detalle en la fig. 2.

Con referencia en especial a la fig. 2, y en relación con la figura 1, los medios de inscribir 10 comprenden una capa plana de cobertura 22 que cubre el medio 24 de burbujas en el área de los medios de inscribir. Un generador 26 de corriente de campo en un plano genera en un conductor 28, con respecto al potencial de masa, una corriente 12 para producir un campo unipolar en un plano, en la capa de cobertura 22. Un generador 30 de corriente de impulso, de los 15 medios de inscribir, genera una corriente 11 llevándola a unos medios de nucleación representados como un conductor en forma de bucle 32. La posición relativa del medio de burbujas 24, la capa de cobertura 22, el conductor de bucle 32 y el conductor 28 de generación de campo en un plano, se representa en la fig. 4. Como se apreciará de manera evidente, en 20 tre el conductor de bucle 32 y el conductor 28 de generación de campo en un plano es necesario interponer unos medios aislantes, para separar las corrientes eléctricas independientes que se aplican a cada uno. La capa de cobertura 22 puede ser 25 de un material magnético cualquiera que tenga un eje "fácil"

de magnetización en un plano, susceptible de ser acoplado por intercambio al medio 24 de burbujas. Como ejemplos de materia
les utilizables para la capa de cobertura 22 pueden citarse
una capa implantada por iones, una película de granate magnético o una capa delgada de ferroníquel.

Con el fin de conservar el estado de pared de los dominios de burbuja, hay que reducir al mínimo la barrera de energía entre la región implantada, de debajo de la capa de cobertura plana, y la región no implantada de las áreas de almacenaje y propagación. Esto puede lograrse creando una
región de transición en la que se gradúe sin brusquedades la dosificación o la energía de los iones.

En el funcionamiento de los medios de inscribir, el generador 30 de corriente de impulso se activa de tal modo que el conductor de bucle 32 engendra un campo magnético inverso repentino, formando un dominio de burbuja D de manera ya conocida en la técnica del ramo. Sin la aplicación de la corriente I2 al conductor 28 de campo en un plano, en el área de nucleación se produce una magnetización radialmente orientada y, como se explicará más adelante en relación con la fig. 7, el dominio de burbuja obtenido por nucleación no tendrá líneas de Bloch y, por tanto, tendrá un estado igual a uno (fig. 5A). Ahora bien, si el generador 26 de corriente en un plano está activado durante el tiempo en que se activa el generador 30 de corriente de impulso, el campo en un plano, engendrado por

el conductor 28 en un plano, produce un campo magnético unipolar en la capa de cobertura 22. Esto se ilustra en la fig. 9, y se describirá con mayor detalle más adelante, al hablar de esta figura. La nucleación de un dominio de burbuja en presencia de la capa de cobertura magnetizada de manera unipolar en un plano produce un dominio magnético de burbuja que posee una pareja de líneas de Bloch: esto es, un dominio de burbuja que tiene el estado $S = 0$ (fig 5B). Así, mediante la activación o la no activación del generador 26 de corriente de campo en un plano, es posible producir dominios de burbuja que poseen dos estados diferentes, representativos de datos binarios, para su almacenaje en la formación de retícula L de la fig. 1.

Con referencia ahora a la fig. 1, unos dominios D de burbuja que llegan a la posición polar extrema derecha de unos perfiles de T anteriores a los medios de entrada 14 están separados por una distancia de cuatro diámetros, o sea de $4d$. Estos dominios de burbuja quedan entonces dispuestos para ser reunidos o juntados gradualmente, con el fin de obtener acceso a la formación de retícula L. Cada uno de los medios de nucleación controlados, de los medios de inscribir 10, genera simultáneamente una columna de dominios de burbuja D para su transmisión simultánea a la formación de retícula L. La estructura para colocar los dominios de burbuja en la formación de retícula es, convenientemente, una plurali-

dad de conductores de propagación P1 ... P6. El conductor P6
puede formar parte también del confinamiento de la formación
de retícula L, y parte de los medios de entrada 14 para mo-
ver los dominios de burbuja metiéndolos en la formación de
5 retícula.

Se prevén unos trayectos de propagación 18
para controlar el movimiento de los dominios de burbuja D
desde los medios de inscribir 10 hasta la formación de retí-
cula L, y desde la formación de retícula hasta los medios de
10 leer 12. Los trayectos 18 de propagación pueden estar conve-
nientemente proporcionados por unas ranuras practicadas en el
medio 24 de burbujas que soporta los dominios de burbuja,

Se usan unos medios de confinamiento para
mantener la forma de la disposición o formación de retícula
15 L, y también para disponer unas fuerzas de barrera a lo largo
de las porciones de entrada y salida en abanico. Por convenien-
cia, los medios de confinamiento pueden venir proporcionados
por unos conductores 34 portadores de corriente en los senti-
dos indicados por las flechas sobre los conductores de confina-
20 miento 34, con el fin de producir un campo magnético que se
oponga a todo movimiento de los dominios de burbuja tendente
a permitirles escapar de la formación de retícula.

La propagación de los dominios de burbuja
hasta la formación o disposición de retícula se produce me-
25 diante el recurso de proporcionar unos impulsos de corriente

secuenciales en los conductores P1 ... P6. El movimiento de los dominios de burbuja por la acción de unos conductores de propagación secuencialmente pulsantes es ya conocido en la técnica del ramo, por lo que no necesita aquí ser explicado con mayor detalle. Los trayectos de propagación 18 dan la seguridad de que los dominios de burbuja permanecerán en el trayecto apropiado a medida que se vayan acercando a la formación de retícula, en lugar de separarse para equilibrar las crecientes fuerzas interactivas a medida que se mueven hacia la formación de retícula. El campo magnético de confinamiento proporcionado por la corriente que circula en los conductores de confinamiento 34 es capaz también de mantener las posiciones relativas de los dominios de burbuja, sin necesidad de los trayectos de propagación 18. En este caso, las corrientes presentes en los conductores P1 ... P6 impiden que los dominios de burbuja se aparten de la formación de retícula; y, acopladas a las fuerzas proporcionadas por las corrientes presentes en los conductores de confinamiento 34, moverán los dominios llevándolos desde unas posiciones de aislamiento, en las que tienen una separación de $4d$, a unas posiciones interactivas que tienen una separación de $2d$ dentro de la formación de retícula L.

La eliminación o extracción de los dominios de burbuja de la formación de retícula se realiza de manera enteramente semejante a la operación de entrada. Los medios

de salida 16 están en una disposición geométrica de salida en abanico, y los conductores de propagación utilizados para llevar los dominios de burbuja D desde la formación de retícula a unas posiciones en las que queden aislados, están designados con P7 ... P12. Al llegar los dominios de burbuja a la posición polar izquierda de los perfiles o barras en T, a la salida de los medios de salida 16, quedan aquellos separados por una distancia de aproximadamente $4d$ y pueden luego propagarse hacia la derecha, en el sentido de las flechas, usando la estructura de propagación 20 aquí representada como compuesta de elementos de perfil en T y en I. La estructura de propagación 20 mueve los dominios de burbuja llevándolos a los medios de leer 12, para la detección de los datos binarios almacenados en la pared de cada dominio de burbuja. Los datos binarios así percibidos o detectados pueden luego transmitirse a unos medios de utilización 36, para su uso en éstos.

Como es bien sabido en la técnica del ramo, los dominios de burbuja que tienen diferentes estados de pared se desvían con distinto ángulo en un campo de propagación. Por lo tanto, los medios de leer 12 pueden comprender una pluralidad de canales deflectores 38, uno por cada fila de dominios de burbuja que contenga la formación reticular. En los medios de leer de la fig. 1 se representa sólo un canal deflector 38, resultando evidente que cada fila tiene unos medios detectores para los dominios de burbuja de esa fila.

Todavía con referencia a la fig. 1, los medios de leer para cada fila incluyen dos conductores de propagación P13 y P14 y unos elementos de propagación 20, de perfil de T y de I. A la entrada de los medios de leer, los elementos de propagación 20 en forma de perfiles de T y de I, en unión del canal de propagación 18, controlan el trayecto de todos los dominios de burbuja. Al llegar al conductor de propagación P13, los dominios de burbuja dejan de estar bajo el control del canal de propagación 18, y son transportados, en el sentido que va hacia la derecha de la figura, únicamente por los conductores de propagación P13 y P14. Las burbujas que tengan una pareja de líneas de Bloch (un estado $S=0$) tendrán sólo un sentido de propagación horizontal y se transmiten a los elementos de propagación 40, de perfiles en T y en I, que hay al extremo de la flecha horizontal. Los dominios de burbuja que no tengan líneas de Bloch se desviarán, formando cierto ángulo y yendo a otro grupo de elementos de propagación 42, de perfiles en T y en I. Al extremo de los grupos de propagación 40 y 42, de perfiles en T y en I, hay unos elementos detectores 44 y 46, respectivamente. Los elementos detectores 44 y 46 pueden comprender el conocido elemento magnetorresistivo comúnmente usado para detectar la presencia de un dominio de burbuja. Así, en los medios de leer 12 es posible detectar uno y otro estados de burbuja, pudiendo transmitirse los datos a los medios de utilización 36 según necesi-

dades.

El control de las secuencias de funcionamiento para los medios de inscribir 10, los trayectos de propagación 18, de perfiles en T y en I, y su campo giratorio asociado, los medios 19 de control de propagación y los medios de leer 12, está a cargo de unos medios de control 48. Los medios de control 48 gobiernan el funcionamiento, formando el dominio de burbuja con arreglo a los datos requeridos, propagando los dominios de burbuja hasta y desde la formación de retícula L, y detectando y utilizando los datos procedentes de los dominios de burbuja cuando se requiere su recuperación o extracción. Los diversos medios y circuitos descritos en la fig. 1 pueden ser cualesquiera de tales elementos, capaces de funcionar con arreglo a la presente invención.

Con referencia a la fig. 3, se ilustra en ella una segunda forma de realización de los medios de inscribir 10 de la fig. 1. El material necesario para la generación controlada de estados de burbuja es, aquí también, el medio 24 de burbujas que tiene la capa superficial 22 de cobertura adecuadamente tratada, tal como una capa implantada por iones, una delgada película de granate o una película de ferroníquel. Los medios de inscribir 10 de la fig. 3 comprenden un conductor de nucleación 50 formado encima de la capa de cobertura 22. El conductor de nucleación 50 contiene una ranura 52 de confinamiento para la concentración de la corriente eléc-

trica procedente de un generador 54 de corriente de impulso. Encima del conductor de nucleación 50, y aislado de éste, va colocado un conductor 56 de campo en un plano, controlado por un generador 58 de corriente en un plano, para generar un
5 campo unipolar en un plano en la capa de cobertura 22.

El funcionamiento de los medios de inscribir de la fig. 3 está en que los medios de control 48 (fig. 1) activan el generador 54 de corriente de impulso, dando lugar a la nucleación de un dominio D de burbuja en el área de la ranura de confinamiento 52. Si se requiere la generación
10 de un dominio de burbuja que no tenga líneas de Bloch (fig. 5A), el generador 58 de corriente de campo en un plano no es activado por los medios de control 48. El generador 54 de corriente de impulso engendra un impulso de corriente de nucleación, sin el campo unipolar en un plano, y se generará
15 entonces un dominio de burbuja desprovisto de líneas de Bloch. Este dominio de burbuja podría representar, por ejemplo, el estado binario de uno. Se usan unos medios de propagación (no representados) para propagar el dominio de burbuja nucleado,
20 procedente de los medios de inscribir 10, metiéndolo en la formación reticular L de la fig. 1, por ejemplo, para su almacenaje en ésta.

Si se requiere un dominio de burbuja de un estado binario igual a cero, es posible obtener por nucleación,
25 en los medios de inscribir, un dominio de burbuja que tenga una

pareja de líneas de Bloch, esto es, un estado igual a cero (fig. 5B). En este caso, el generador 58 de corriente de campo en un plano es activado por los medios de control, dando un campo magnético unidireccional uniforme en un plano, en la capa de cobertura 22. Los medios de nucleación, el generador 54 de corriente de impulso y el conductor de nucleación 50, se activan entonces en presencia de este campo en un plano y, como se ha explicado anteriormente, será nucleado un dominio de burbuja dotado de una pareja de líneas de Bloch (fig. 5B). El dominio de burbuja será nucleado de nuevo en el área de la ranura de confinamiento, y puede luego propagarse y salir de los medios de inscribir para su almacenamiento.

Las figs. 5A y 5B ilustran los estados de los dominios de burbuja producidos con arreglo a la presente invención. La fig. 5A representa dos dominios D de burbuja magnetizados, normales al plano de la figura y dotados de una pared de Bloch 60. Se representan dos dominios de burbuja de estado $S = 1$, sin líneas de Bloch. Los dominios de burbuja pueden tener uno u otro de los sentidos de rotación de la magnetización de pared, sin dejar por eso de retener el mismo estado. Uno y otro de estos dominios se producen por los medios de inscribir 10 de las figuras 2 y 3 sin activación de los medios generadores de campo unipolar en un plano.

El dominio D de burbuja de la fig. 5B tiene

una pareja de líneas de Bloch 62 en su dominio de pared 64. La pareja de líneas de Bloch efectúa una torsión dentro de la pared, alineándose con la dirección del campo unipolar en el plano, en la capa de cobertura. Los medios de inscribir
5 10 de las figs. 2 y 3 producen dominios de burbuja de un estado $S = 0$, según lo representado en la fig. 5B, cuando se activa el campo unipolar en un plano.

Los pasos o etapas de método que se requieren para generar de manera controlable una serie de dominios
10 de burbuja poseedores de dos estados de pared diferentes para los medios de inscribir 10, por ejemplo, de la memoria de almacenamiento de información ilustrada en la fig. 1, están indicados en la fig. 6. Con referencia a la fig. 6, el primer paso consiste en acoplar por intercambio una capa mag-
15 nética contenida en un plano a un medio que soporte dominios de burbuja. Como antes se ha dicho, la capa plana podría ser una capa implantada por iones, una película plana de granate magnético o una delgada capa de ferroníquel. El paso siguiente
20 es el de determinar el estado de pared de dominio requerido. Si se requiere un estado de pared S igual a cero, el paso sucesivo que se realiza es el de hacer unipolar la capa magnética plana, por cualquiera de los medios conocidos de
25 que se disponga. Tras la unipolarización de la capa plana, o directamente si lo que se requiere es el estado de dominio S igual a uno, el siguiente paso es el de originar o crear

por nucleación un dominio de burbuja. La etapa de nucleación proporciona un movimiento de pared suficiente para determinar el estado de pared del dominio, en unión de la magnetización unipolar o la no magnetización de la capa plana, como antes se ha estudiado. El dominio obtenido por nucleación se propaga para su utilización, y el organigrama efectúa un retorno para determinar el estado de burbuja del siguiente dominio de burbuja, si lo hay, o bien pone término al proceso.

10 En las figs. 7 ... 10 se ilustra y describe una explicación, tal como del mejor modo se entiende, de lo que sucede en los dominios de burbuja, en el medio de soporte de burbujas y en la capa de cobertura puesta al medio de burbujas, hasta llegar a la generación controlada de los estados de pared conocidos. Las líneas de Bloch suben y bajan en la pared del dominio de burbuja cuando el movimiento de la pared alcanza una determinada velocidad crítica, tal como la conseguida durante la nucleación de un dominio de burbuja. A esa velocidad crítica, es posible nuclear o aniquilar las parejas de líneas de Bloch, según la estructura magnética de las capas limítrofes del medio de burbuja. En medios que no tengan ningún tratamiento especial, esto es, que no tengan capa de cobertura en un plano, la nucleación y la destrucción o el aniquilamiento de líneas de Bloch en las capas limítrofes es un proceso aleatorio, y no es posible con-

15

20

25

trolar fácilmente el número de parejas de líneas de Bloch contenidas en el dominio de burbuja. En un medio de burbujas que tenga una capa de superficie magnética en un plano (la capa de cobertura), tal como una capa implantada por
5 iones, una película magnética plana de granate o una delgada capa de ferroníquel, la situación se hace diferente. La magnetización en un plano de la capa superficial de cobertura, acoplada por una fuerza de intercambio al dominio de burbuja magnética que aparece en el medio de burbujas bajo
10 la capa de cobertura, está ilustrada gráficamente en la fig. 7.

Con referencia a la fig. 7, se representa en ella el dominio de burbuja D, dotado de una pared de Bloch 66 y existente en un medio 68 de burbujas, cubierto por una
15 capa de cobertura 70. El campo magnético de la capa de cobertura 70 se convierte en un campo radialmente orientado, con la existencia del dominio de burbuja D. El dominio de burbuja, en ausencia de un campo exteriormente aplicado en un plano, no posee líneas de Bloch y, por tanto, tiene o representa un estado $S = 1$. La fig. 8 representa una vista del
20 dominio de burbuja, con la pared 66 cortada y extendida lateralmente a partir de las flechas 8 de la fig. 7. Los dominios de burbuja, debajo de la capa de cobertura 70, producen un patrón o diseño de magnetización radialmente orientado sin fuerza alguna al exterior: esto es, el campo HX en
25

un plano es igual a cero.

En toda estructura magnética que tenga una magnetización normal a su superficie con torsiones de Bloch, tal como un dominio de burbujas en un medio de burbujas, que
5 contenga líneas de Bloch en su pared, hay en la superficie un punto que tiene la magnetización de sentido opuesto al de las torsiones. Con una capa de cobertura, este punto, denominado punto de Bloch, no puede existir en la superficie de la capa de cobertura sino, más bien, existe entre la capa de
10 cobertura y la estructura normal magnetizada: el medio de burbujas. El punto de Bloch es empujado y separado o expulsado de la superficie por el espesor de la capa de cobertura. La magnetización de la capa de cobertura está orientada radialmente. El punto de Bloch está fijado o "clavado"
15 en la superficie del medio de burbuja y, por lo tanto, estabilizado. Para desalojarlo de la superficie se requiere una fuerza bastante grande. Con la capa de cobertura, el punto de Bloch es menos estable, porque le falta esa fijación en superficie. Todo movimiento de pared que exceda de una velocidad crítica hará que el punto de Bloch pierda torsión, haciendo así desaparecer todas las líneas de Bloch contenidas
20 en la pared del dominio.

La aplicación exterior de un campo magnético unipolar en un plano al medio de burbujas que tiene
25 un dominio de burbuja D en el área de la capa de cobertura

70, como se ilustra en las figs. 9 y 10 , es capaz de saturar la capa superficial de cobertura 70 y alinear unidireccionalmente la magnetización de superficie en la capa de cobertura. Con la aplicación de la fuerza magnética en un plano, que alinea unidireccionalmente el sentido magnético de la capa de cobertura 70, aplicando una fuerza suficiente para producir en el dominio de burbuja un movimiento que exceda de una determinada velocidad crítica se hará que la pared 72 del dominio de burbuja produzca una interacción con la capa de cobertura 70 y se formará una pareja de líneas de Bloch en la pared del dominio (figura 5B). Una vez fijada en un dominio de burbuja la pareja de líneas de Bloch, la desaparición del campo magnético unipolar en un plano, exteriormente aplicado, no alterará la estructura de pared del dominio con tal que el movimiento de la velocidad de la pared del dominio se mantenga por debajo del umbral crítico.

Con la aplicación del campo magnético unipolar en un plano, la capa de cobertura 70 se magnetiza en un sentido determinado. Mediante el acoplamiento de intercambio, la estructura estable de la pared de un dominio de burbuja en este ambiente está con una pareja de líneas de Bloch. Un movimiento de pared que exceda de una determinada velocidad crítica facilita la formación de una pareja de torsiones, al mover la magnetización de la pared interactuando con la capa de cobertura. Las líneas de Bloch se for

marán en la dirección del campo unipolar en un plano (véase la fig. 5B). En el artículo antes citado, sobre "El efecto de una segunda capa magnética en las burbujas duras", se da una descripción del efecto de la capa de cobertura unipolarizada en un plano para con la estructura de pared del dominio de burbuja que está debajo de la capa de cobertura, tal como se entiende del mejor modo. En esencia, la estructura de la capa de cobertura magnética en un plano acoplada por intercambio con el medio de burbujas es capaz de controlar el tipo de los dominios de burbuja que existen bajo la capa de cobertura. El control se hace por interacción de la pared del dominio de burbuja con la capa de cobertura. Es condición necesaria que la pared del dominio de burbuja se mueva o propague a una velocidad superior a una determinada velocidad crítica.

Como ejemplo de un aparato adecuado para generar dominios de burbuja de manera controlable, comprende aquél un medio de burbujas, de un granate magnético de magnetización normal y de la siguiente composición nominal: $Y_{2,35}Eu_{0,65}Ga_{1,2}F_{3,8}O_{12}$, que tiene un espesor de 4 micras para un diámetro de burbuja de 5 micras. El medio de burbujas está formado en un substrato de granate no magnético, con una composición de $Gd_3Ga_5O_{12}$. La capa de cobertura en un plano puede ser una capa implantada por iones, de 0,1 micra de espesor. Para la nucleación o formación de burbu-

5 jas, podría usarse un conductor de oro, aplicándosele un impulso de corriente de 300 miliamperios, durante 50 ... 100 nanosegundos, para originar los dominios de burbuja. El campo aplicado en un plano, para producir la magnetización unipolar, puede estar comprendido entre 80 y 100 oersteds.

Es también posible, en el uso de la presente invención, producir una conmutación controlada de los dominios de burbuja, haciéndolos pasar desde un estado desconocido hasta uno, conocido, de dos estados. En el estado desconocido, los dominios de burbuja pueden tener cualquier número de líneas de Bloch, o no tener líneas de Bloch, y los dominios de burbuja resultantes serán de un estado conocido. Las figs. 11 y 12 ilustran el aparato para la conmutación controlada de dominios de burbuja desde un estado desconocido a uno, conocido, de dos estados. La fig. 10 ilustra la conmutación controlada para obtener dominios de burbuja que no tengan líneas de Bloch, esto es, de estado $S = 1$. La fig. 12 ilustra la aplicación de un campo unipolar en un plano para obtener dominios de burbuja que tengan una pareja de líneas de Bloch; es decir, de estado $S=0$. Más adelante se estudiará una memoria de almacenamiento de información en la que se hace uso de la conmutación controlada como medios de inscribir, y que se ilustra en la fig. 13.

25 Con referencia a la fig. 11, hay unos medios inductores de velocidad, representados en forma de con-

ductor en bucle 74, formados en la superficie de una capa de cobertura 76. La capa de cobertura 76 está, aquí también, formada en la superficie de un medio magnético 78 que soporta los dominios de burbuja. El sentido de propagación de los dominios de burbuja es el sentido de la flecha 80 que hay en el plano de la figura.

Los dominios de burbuja de estado desconocido, indicados por los círculos que contienen un signo de interrogación, se propagan bajo la capa de cobertura dentro de un canal de propagación 82, por la acción de unos medios de propagación cualesquiera adecuados, tales como unos conductores de propagación (no representados). Al situarse cada dominio de burbuja debajo de la capa de cobertura 76, se activa un generador de corriente 84 que, de ese modo, somete el dominio de burbuja contenido dentro del bucle del conductor 74 a un movimiento de pared, en virtud del gradiente de campo generado por el conductor de bucle 74. Como antes se ha dicho, la acción de someter un dominio de burbuja a una velocidad superior a un valor de umbral crítico en el área de una capa de cobertura elimina o hace desaparecer de la pared del dominio todas las líneas de Bloch. Esto es también suponiendo que en la capa de cobertura no hay presente ningún campo unipolar en un plano, tal como el representado en la fig. 12. La componente de velocidad inducida fuerza la torsión de un dominio, dentro de la pared, obligando

lo a volver al estado estable con la capa de cobertura 76, que es el de una burbuja sin líneas de Bloch. Así, cada dominio de burbuja sometido a este movimiento de pared pierde toda línea de Bloch que antes contuviera en su pared y, por lo tanto, pasa controlablemente conmutado a un estado conocido $S = 1$.

Para conmutar de modo controlable un dominio de burbuja de estado desconocido, pasándolo a un estado en el que tenga una pareja de líneas de Bloch (esto es, un estado $S = 0$), los dominios de burbuja de estado desconocido se someten a un movimiento de pared en un campo magnético unipolar en un plano, como se indica en la fig. 12. En la fig. 12, los dominios de burbuja de estado desconocido se propagan también en el sentido de la flecha 80, en el canal 82 de propagación, entrando en el área de debajo de la capa de cobertura 76. Por encima del conductor de bucle 74 hay formado un conductor 86 de campo en un plano, que de ese modo forma parte de los medios de conmutación, en unión de los medios generadores de velocidad constituidos por el conductor de bucle 74. Como en la fig. 11, el conductor de bucle 74 está formado encima de la capa de cobertura 76 que, a su vez, cubre una porción del medio 78 de burbujas en el área de conmutación controlada. El conductor 86 de campo en un plano está formado encima del conductor de bucle 74, y aislado de éste.

El conductor 86 de campo en un plano puede activarse adecuadamente, para la generación del campo magnético unipolar en un plano en la capa de cobertura 76, por medio de un impulso de corriente procedente de un generador 88 de corriente
5 de campo en un plano.

En funcionamiento, los dominios de burbuja que tienen un estado desconocido, representado por medio de círculos con el signo de interrogación, se generan y propagan adecuadamente hasta meterlos en el área de conmutación controlada. Los dominios de burbuja contenidos en el área de
10 conmutación se someten a un movimiento de pared por efecto de la generación de la corriente IS por parte del generador de corriente 84. Este movimiento de pared tiene lugar dentro de los dominios de burbuja contenidos en el área de conmutación, en el gradiente de campo unipolar en un plano producido por el conductor 86 de campo en un plano y por la corriente IF. Como antes se ha descrito, la acción de producir un movimiento de pared en el dominio de burbuja dentro del
15 campo unipolar en un plano, da origen a un dominio de burbuja que tiene una pareja de líneas de Bloch, esto es, un estado $S = 0$. La conmutación controlada conforme al presente invento es producida por el movimiento de pared inducido por el conductor de bucle 74 y la corriente IS engendrada por el generador 84 de corriente de impulso. El campo unipolar en
20 un plano de la capa de cobertura 76 fomenta la conmutación
25

controlada favoreciendo la formación de líneas de Bloch dentro de la pared del dominio y favoreciendo la formación de una pareja de torsiones y, por tanto, la pareja de líneas de Bloch.

5 El uso de dos formas de ejecución para llegar a la generación de dominios de burbuja que tengan dos estados como se indica en las figuras 11 y 12 no es necesario. Las formas de ejecución se representaron por separado para mayor facilidad del estudio. Es evidente que la forma
10 preferida es la ilustrada en la fig. 12. El generador 88 de corriente de campo en un plano puede controlarse adecuadamente para producir o no, según deseos, un campo unipolar en un plano en la capa de cobertura 76, con el fin de generar dominios de burbuja que tengan respectivamente un estado
15 igual a cero o a uno.

La componente de movimiento de pared generada por separado en las figs. 11 y 12 puede venir también suministrada por el conductor de generación de campo en un plano. La producción de una propagación de dominios de burbuja por medio de conductores es ya bien conocida. El conductor de generación de campo en un plano suele ser un conductor más ancho, pero ambos producen los mismos efectos, un gradiente de campo que tiene tanto una componente vertical como una componente horizontal. La componente de velocidad de los dominios de burbuja, resultante de un conduc-
20
25

tor que se encuentra en un medio de burbujas, se estudia en un artículo de N. F. Borelli y col. titulado "Movilidad de burbujas magnéticas en un sistema", publicado en AIP Conference Proceedings, núm. 10, parte 1, 1972, págs. 398 ...

5 402. Así, los medios generadores de campo unipolar en un plano y los medios generadores de velocidad o movimiento de pared pueden venir proporcionados por el conductor 85 de campo en un plano, de la fig. 12.

La fig. 13 representa un esquema detallado de una formación o disposición regular de retícula de acceso por columnas, de dominios de burbuja, que constituya una realización física de los medios de inscribir con arreglo a la presente invención. Con la formación reticular de acceso por columnas es posible usar cualesquiera de los medios de inscribir anteriormente estudiados, siendo la realización preferida la combinación de unos medios de nucleación controlados, el conductor de nucleación de una u otra de las figs. 2 o 3 sin los medios generadores de campo en un plano, y los medios de conmutación controlados de la fig. 12. Los medios de nucleación dan origen, por nucleación, a dominios de burbuja que tienen el estado $S = 1$. Los medios de conmutación pueden entonces activarse o no, para conmutar sólo los dominios de burbuja que vayan a almacenar o guardar un estado binario opuesto.

25 Entrando en más detalles, la formación re-

5 ticular L de dominios D de burbuja magnética de la fig. 13
está confinada dentro de los medios de confinamiento 100.
Los medios de confinamiento 100 constituyen una barrera pa-
ra impedir que se escapen los dominios D de burbujas. y sir-
ve para mantener estos dominios dentro de una área confina-
da. Como se apreciará de modo evidente, los medios de confi-
namiento 100 se usan también en torno a unos medios de leer
y de inscribir y a las columnas de entrada y de salida que
se extienden transversalmente a la formación reticular L.
10 A continuación se dará, a los fines de puesta en práctica
de la presente invención, una descripción generalizada
y no limitativa de la memoria de almacenamiento de informa-
ción de la fig. 13.

15 La formación reticular L puede tener ini-
cialmente una pluralidad de dominios de burbuja D y el área
de memoria de compensación 128L y la 128R respectivamente si-
tuadas en el extremo izquierdo y el derecho de la formación
de retícula. Las áreas de memoria de compensación 128L y
128R comprenden unos dominios de forma de franja o estría
20 S, en unión de medios 132L y 132R para la generación y la
aniquilación de los dominios de franja. Por ejemplo, los
medios 132L incluyen unos conductores 134A y 134B que van
respectivamente conectados a unas fuentes 136A y 136B de
corriente de compensación. En el extremo derecho de la for-
25 mación reticular L, los medios 132R incluyen unos conducto-

res 138A y 138B, respectivamente conectados a unas fuentes 140A y 140B de corriente de compensación.

El funcionamiento de los medios de generación y de aniquilación 132L y 132R se explicará con mayor
5 detalle más adelante. En este momento, baste decir que estas estructuras se usan para generar y destruir o aniquilar dominios de franja o estría contenidos en las zonas de compensación 128L y 128R. Esta generación y destrucción de los dominios de franja se usa para trasladar la formación
10 de retícula L a la derecha o a la izquierda, mientras se adoptan medidas para mantener la integridad de la formación reticular. La formación de retícula L debe contener en todo momento un complemento o dotación completa de dominios de franja S y dominios de burbuja D, para prevenir toda pérdida o colocación errónea de la información de datos transportada por los dominios de burbuja D.
15

Una fuente de campo de polarización 126 produce un campo magnético HZ de polarización sensiblemente normal al plano de la formación reticular L. La fuente 126 puede ser cualquiera de cierto número de fuentes ya conocidas,
20 entre las que se incluyen los imanes permanentes, las capas magnéticas acopladas por intercambio al medio magnético en el que existen dominios de burbuja, y los conductores portadores de corriente. Por ejemplo, es conveniente tener dentro
25 de la formación reticular L un valor de campo de polari-

zación distinto del que hay fuera de la formación de retícula, en los medios de inscribir 150. Hay métodos, para hacer esto, ya conocidos dentro de la técnica del ramo.

En la fig. 13 hay dos puestos o estaciones de inscribir, indicados por los medios de inscribir 150A y 150B, dispuestos en la parte alta de la formación reticular L. En el borde inferior de la formación de retícula L se prevén dos puestos o estaciones de leer. En general, los puestos de inscribir se usan para producir dominios de burbuja que, a su vez, se utilizan para empujar los dominios de burbuja y expulsarlos fuera de la formación de retícula, metiéndolos en los puestos de leer asociados, dentro de una parte o sección de acceso de columna. En la forma de realización de la fig. 13 se prevén dos secciones de acceso de columna y, por lo tanto, de la formación reticular pueden salir empujadas dos columnas de dominios D de burbuja y metidas en los puestos de leer asociados, para la detección de la información transportada por los dominios de burbuja. Es de notar que, en la formación de retícula L de la fig. 13, el sentido de traslación generalizado de los dominios de burbuja dentro de la formación de retícula que incluye los dominios S de franja y los dominios D de burbuja es el de izquierda a derecha o el de derecha a izquierda, en tanto que la retirada de una columna de dominios de burbuja o su extracción de la formación de

retícula se hace en sentido esencialmente transversal a este horizontal de derecha-izquierda.

Los medios de inscribir 150B, por ejemplo, comprenden una capa de cobertura 151B formada encima del medio de burbujas en el área del puesto de inscribir. Hay un conductor de nucleación 154B conectado a un generador 156B de corriente de impulso, para la nucleación de dominios de burbuja. Se representan asimismo unos medios de conmutación 157B excitados por unos medios 158B generadores de velocidad y unos medios 159B generadores de campo en un plano. Los medios de conmutación 157B comprenden unos medios de generación de movimiento de pared y unos medios de generar el campo en un plano. Los medios generadores de movimiento de pared pueden comprender el conductor de bucle 74 y el generador de corriente 84 de la fig. 12; y el conductor de corriente 86 y el generador 88 de corriente de campo en un plano pueden proporcionar el campo unipolar en un plano que se requiere.

En funcionamiento, el generador 156B de corriente de impulso, bajo el gobierno de los medios de control 195, engendra una corriente para su transmisión por el conductor de nucleación 154B siempre que se requiera un dominio de burbuja. Como antes se ha estudiado, con la capa de cobertura 151B y sin campo unipolar en un plano, ninguno de los dominios de burbuja nucleados tendrá líneas de Bloch

(estado $S = 1$). Estos dominios de burbuja podrían representar un estado binario de "cero". Todos los dominios de burbuja se hacen pasar luego por los medios de conmutación 157B, donde si se somete a un dominio de burbuja a la acción
5 de un movimiento de pared producido por el conductor de bucle 74 y el generador de corriente 84, por ejemplo, este dominio de burbuja cambiará o se conmutará al estado $S = 0$. Así, todos los dominios de burbuja generados pueden representar el estado de "0" binario, y luego es posible conmutar
10 o cambiar ciertos dominios de burbuja seleccionados, haciéndolos pasar a representar un "1" binario.

Cada puesto de inscribir consta de los medios de inscribir 150A y 150B y de unos medios empujadores 152A y 152B, para empujar los dominios en serie trasladándolos a una bomba de dominios de burbuja. En la fig. 13 se pre-
15 vén dos bombas para mover los dominios de burbuja en las dos columnas, hasta expulsarlos de la formación de retícula L. Las bombas comprenden unos conductores 142L y 142R portadores de corriente, respectivamente conectados a unas
20 fuentes de corriente de bomba 148L y 148R.

En esencia, las corrientes presentes en un par de conductores de bomba 142L y 142R producen la expansión de dominios de burbuja entre los conductores. Esta expansión hace que se muevan otros dominios de burbuja, con
25 el resultado neto de producirse la propagación de dominios de

burbuja en la columna definida por los conductores de bomba. Los medios de inscribir proporcionan un dominio de burbuja codificado para almacenaje de información mientras los empujadores 152A y 152B empujan los dominios de burbuja en serie metiéndolos en la columna definida por los medios de
5 bomba de propagación asociados.

Los medios detectores o de lectura constante, en general, de un extractor 166A de dominios de burbuja en serie, un empujador 168A de dominios de burbuja en serie y unos medios detectores de dominios de burbuja. El
10 extractor 166A comprende unos conductores 172L y 172R conectados a la fuente de corriente 174A de extractor y activados por ésta. El empujador en serie 168A incluye unos conductores 176L y 176R conectados a una fuente de corriente
15 178A de empujador. El extractor en serie 166A mueve los dominios de burbuja en serie, de uno en uno, sacándolos de la columna de la bomba de burbujas magnéticas asociada. El empujador en serie 168A se usa para empujar los dominios de burbuja, de uno en uno, en dirección al confinamiento 180A de forma de Y. El empujador 168A se usa también para crear
20 un campo magnético de gradiente en la región de forma de Y definida por los límites o linderos de los medios de confinamiento 100. Esto, a su vez, se usa para desviar o producir la deflexión de los dominios de burbuja con arreglo a
25 su estructura de magnetización de pared. Como se ha expli-

cado anteriormente, los dominios de burbuja pueden detectarse en busca de su contenido de información, con arreglo a la deflexión de los mismos en un campo de propagación.

Los medios detectores se ilustran como com
5 prendiendo un conductor conectado a un elemento detector 184A, que por conveniencia puede ser un elemento magnetorresistivo de tipo ya conocido en la técnica del ramo. Una fuente de corriente 185A de detector produce una corriente eléctrica que recorre un elemento detector 184A. Como se ilustra
10 en la fig. 13, junto al detector 184A hay un dominio de burbuja alargado 186, en posición para ser detectado.

Junto a la rama izquierda del canal de propagación de forma de Y hay un bucle de conductor 188A, en tanto que junto a la parte derecha del canal de propagación
15 de forma de Y hay un bucle de conductor 190A. El bucle de conductor 188A está conectado a una fuente de corriente 192A, en tanto que el bucle de conductor 190A va conectado a una fuente de corriente 194A. Los bucles de conductor 188A y
20 de burbuja en las porciones respectivas del canal de propagación de forma de Y. Esto es, la corriente de bucle 190A expandirá el dominio 186 dando una señal máxima para ser detectada por el detector 184A. Más tarde puede usarse al mismo bucle de conductor para anular o aniquilar el dominio de
25 burbuja 186.

Unos medios de control 195 sincronizan el funcionamiento de los diversos elementos componentes usados en la memoria de almacenamiento de información de la fig. 2. El mando o control 195 proporciona impulsos de activación de entrada a las fuentes de corriente 144 de bomba, a las 5 fuentes de corriente 156, 178 de empujador, a las fuentes de corriente 174 de extractor, a las fuentes de corriente 136 y 140 de compensación, a las fuentes de corriente 185 de detector, a la fuente 126 de campo de polarización, a los 10 medios de inscribir 150 y a las fuentes de corriente 192 y 194.

El número de dominios de franja S necesarios en las zonas de memoria de compensación del canal de formación reticular depende del tamaño de la formación de 15 retícula, y del número de dispositivos de acceso o selección de columna. Esto es, debe haber un número suficiente de dominios de franja para poder mover todos los dominios de burbuja portadores de información dentro de la formación de retícula hasta llevarlos a un dispositivo de columna pa- 20 ra acceso. Los dominios de franja tienen aproximadamente la misma anchura y separación que los dominios de burbuja dentro de la formación de retícula. Por lo tanto, es posible calcular fácilmente cuántos dominios de franja se necesitan para una retícula de un tamaño dado y de un área da- 25 da, con una cantidad dada de dispositivos de acceso de co-

lumna de entrada y salida. El principio fundamental es que las zonas de compensación han de tener un número de dominios de franja suficiente para asegurar que todos los dominios de burbuja podrán ser trasladados a una columna para acceso desde la formación de retícula. Durante esta operación de traslado, el número total de dominios de franja S en ambas zonas de compensación permanece constante.

Los pasos o etapas de método necesarios para conmutar de manera controlable una serie de dominios de burbuja del modo ilustrado en la fig. 12 se representan en forma de organigrama en la fig. 14. Con referencia a la fig. 14, el primer paso consiste en acoplar por intercambio una capa magnética plana a un medio que soporte dominios de burbuja. El paso siguiente es introducir un dominio de burbuja. El dominio de burbuja introducido puede tener cualquier estado de pared. El paso siguiente es determinar el estado final de pared requerido. Si se quiere un estado de pared S igual a cero, el paso siguiente a emprender es el de unipolarizar la capa magnética plana por cualquiera de los medios ya conocidos de que se disponga. Tras la unipolarización de la capa plana, o directamente si se requiere un estado igual a uno en el dominio, el paso siguiente consiste en dar al dominio de burbuja un movimiento de pared suficiente para producir la inestabilidad de la magnetización de pared. El dominio de burbuja resultante tendrá un estado de pared de 1 o de 0, según el camino que se tome. El dominio de bur-

propio medio de burbuja, la capa plana de cobertura, el conductor de nucleación y el campo unipolar en un plano, según lo indicado en el ejemplo para generar de manera controlable un dominio de burbuja. El campo unipolar en un plano debe ser superior a un determinado campo en un plano, que es posible determinar experimentalmente. El campo crítico en un plano, según se ha visto, está comprendido entre 40 y 50 oersteds. El conductor de campo en un plano, para esta intensidad de campo, produce también una componente causante de velocidad (gradiente de campo de polarización) para el movimiento de la pared. Todo campo unipolar en un plano, en la capa de cobertura, que exceda de este valor en el material del ejemplo dado, proporcionará un aparato para conmutar dominios de burbuja de manera controlable, pasándolos de un estado desconocido a un estado conocido.

Los principios de la invención se han aclarado, pues, en las formas de realización ilustradas. Lo que se ha descrito es un método perfeccionado para generar de manera controlable dominios de burbuja que tengan uno de dos estados distintos, para uso en una formación de redícula. Como resultará inmediatamente obvio para toda persona versada en la materia, pueden usarse en la práctica de esta invención muchas variantes de estructura, disposiciones, proporciones, elementos, materiales y componentes.

Por ejemplo, los medios de nucleación descritos en las formas de realización del presente invento, tales como las de las figs. 2 y 3, pueden ser una fuente de cualquier tipo para iniciar dominios de burbuja: por ejemplo, un haz de laser. Además, el campo magnético unipolar en un plano puede ser también de cualquier tipo, incluido el de un imán permanente, siendo la intención del presente invento la de habilitar algunos medios susceptibles de conmutación para activar o no el campo magnético unipolar en un plano, en la capa de cobertura. Lo mismo sucede con los medios de conmutación controlados de las figs. 11 y 12. Asimismo ha de resultar evidente que existen muchos tipos de medios generadores de velocidad que podrían sustituir al conductor de bucle de estas figuras, siendo lo único necesario que la magnetización de la pared de dominio se ponga en un estado inestable, sea para retirar o eliminar todas las líneas de Bloch de la pared del dominio, sea para introducir de manera controlable una pareja de líneas de Bloch dentro de la pared del dominio, en combinación con la capa de cobertura. Por lo tanto, en las reivindicaciones que siguen se tiene la intención de cubrir y abarcar todas estas variantes, dentro solamente de los límites del ámbito y el verdadero espíritu de la invención.

25

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 29 de Julio 1974, bajo el Nº 492.565 se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10

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 reivindicaciones siguientes:

15

1ª.- Un aparato para la generación controlada de dominios magnéticos de burbuja codificados que tienen uno de dos estados de pared conocidos en un medio de soporte de dominios de burbuja, aparato que comprende: una capa magnética plana acoplada por intercambio a la magnetización normal orientada del medio de burbujas; unos medios para formar por nucleación dominios de burbuja en el medio de burbujas, debajo de dicha capa; unos medios para generar

20

25

en dicha capa un campo magnético unipolar en un plano; y unos medios para activar dichos medios generadores del campo en un plano, o no activarlos, mientras se activan los citados medios de nucleación, con arreglo a uno de dos estados de pared requeridos del dominio de burbuja resultante.

2ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el que dicha capa magnética plana es una capa implantada por iones formada en el medio de burbujas y que tiene una magnetización en un plano.

3ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios de activación incluyen: unos primeros medios para activar dichos medios de nucleación en el sentido de generar un dominio de burbuja que tenga un primer estado; y unos segundos medios para activar los citados medios de nucleación y dichos medios generadores de campo en un plano, en el sentido de generar un dominio de burbuja que tenga un segundo estado.

4ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios de activar incluyen: unos primeros medios para activar dichos medios de nucleación en el sentido de generar un dominio de burbuja que no tenga líneas de Bloch en su pared de dominio; y unos segundos medios para activar los citados medios de nucleación y dichos medios generadores de campo en un plano, en el sentido de ge

nerar un dominio de burbuja que tenga una pareja de líneas de Bloch en su pared de dominio.

5a.- El aparato de la reivindicación 1a, en el que hay unos medios de conmutación formados en dicha capa, y además se prevén medios para propagar los citados dominios de burbuja desde dichos medios de nucleación hasta dichos medios de conmutación; incluyendo dichos medios de conmutación unos medios para generar en dicha capa un campo magnético unipolar en un plano, y unos medios para generar una componente productora de velocidad en el sentido de proporcionar en el dominio de burbuja un movimiento de pared suficiente para producir una inestabilidad de orientación magnética en la pared del dominio; y unos medios para activar los citados medios de conmutación, en el sentido de conmutar el estado de pared de un dominio de burbuja situado en los medios de conmutación, y hacerlo pasar desde uno (primero) de dos estados de pared conocidos a un segundo estado de pared, de los dos conocidos.

6a.- El aparato de la reivindicación 5a, en el que dichos medios de nucleación generan un dominio de burbuja que no tiene líneas de Bloch en su pared de dominio; y dichos medios de conmutación, al ser activados, conmutan un dominio de burbuja situado en los citados medios de conmutación, haciéndolo pasar de ser un dominio de burbuja que no tiene líneas de Bloch en su pared de dominio

a ser un dominio de burbuja que tiene una pareja de líneas de Bloch en su pared de dominio.

7ª.- Un aparato para la generación controlada de dominios magnéticos de burbuja codificados.

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 cincuenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid, -5 SET. 1975

P.A.

Fernando de Eizsburu
Por Poder

15

20

25

28.8.75

EAS.-

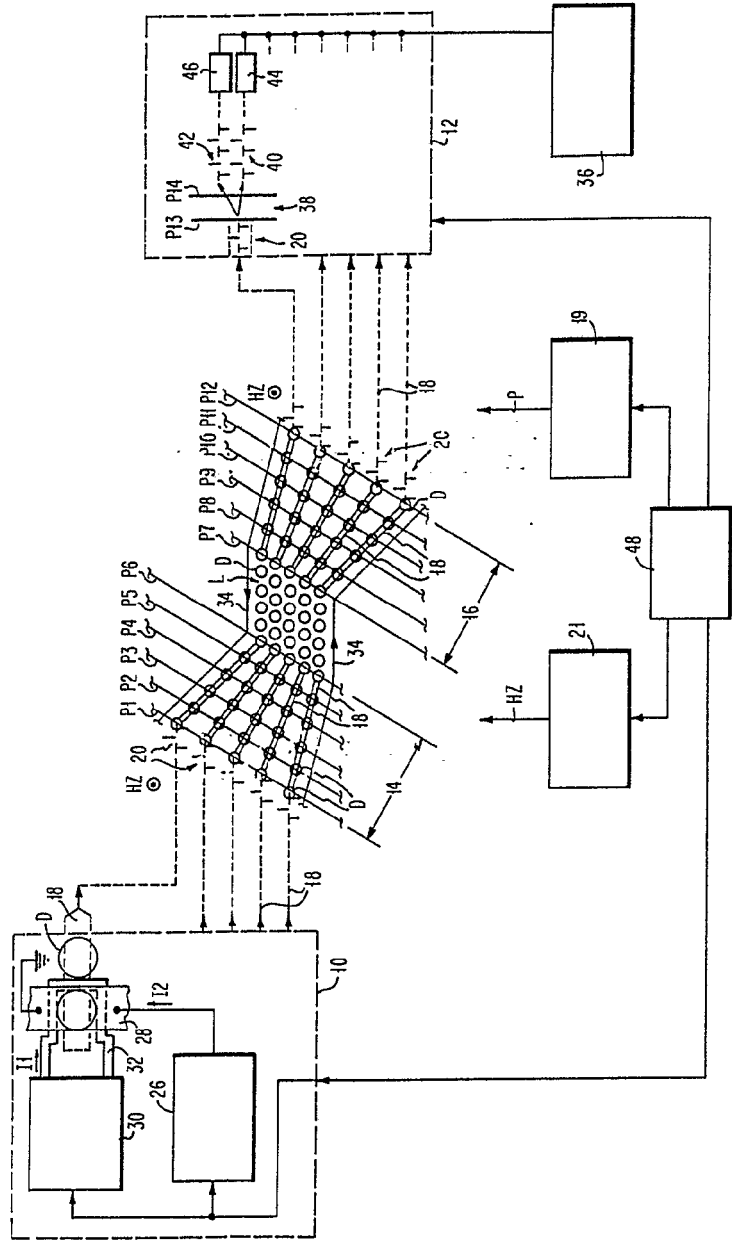


FIG.1

Forneydo de Eisenburg
Por Fedec. *[Signature]*

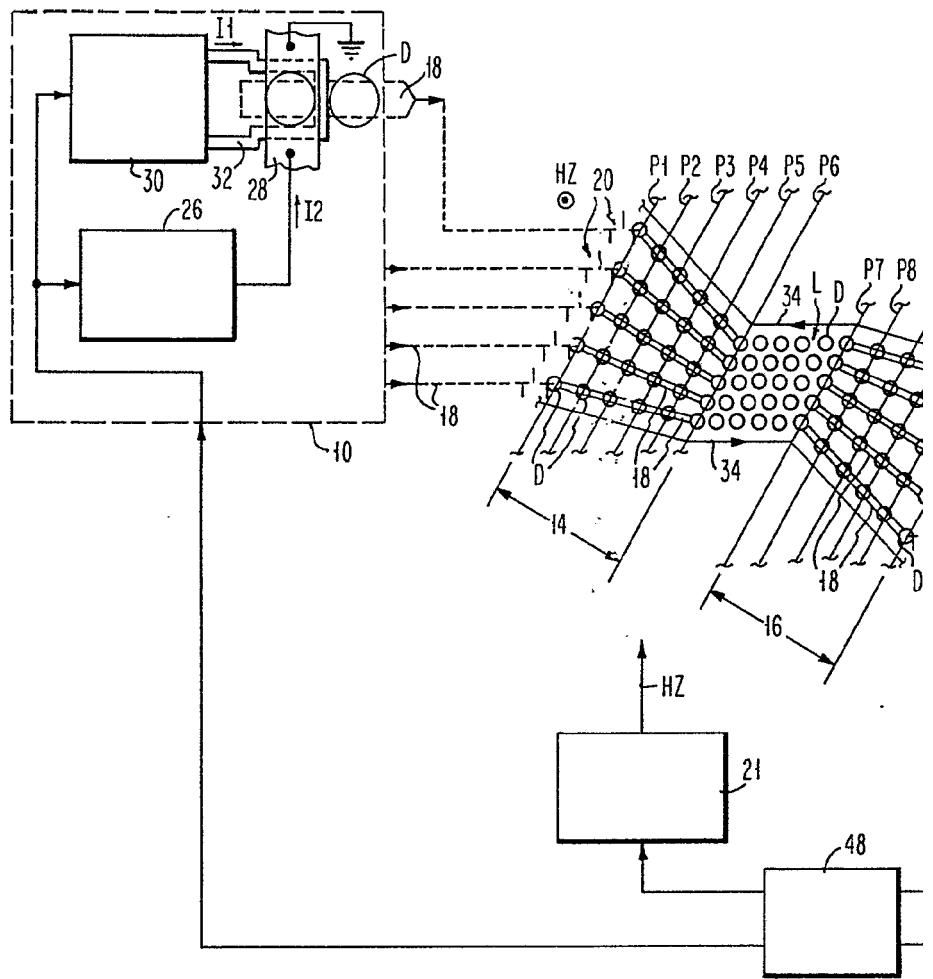


FIG. 1

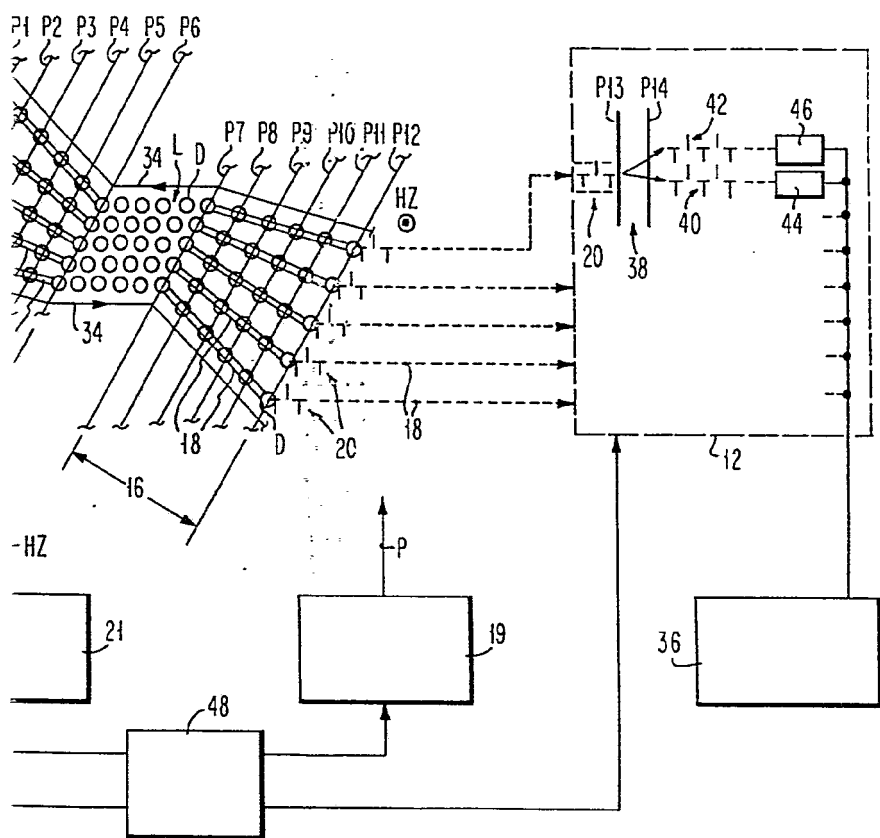


FIG. 1

Fernando de Elizaburo
Por Poder. *[Signature]*

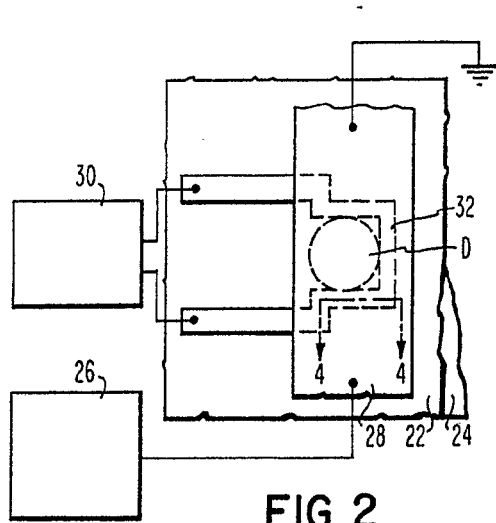


FIG. 2

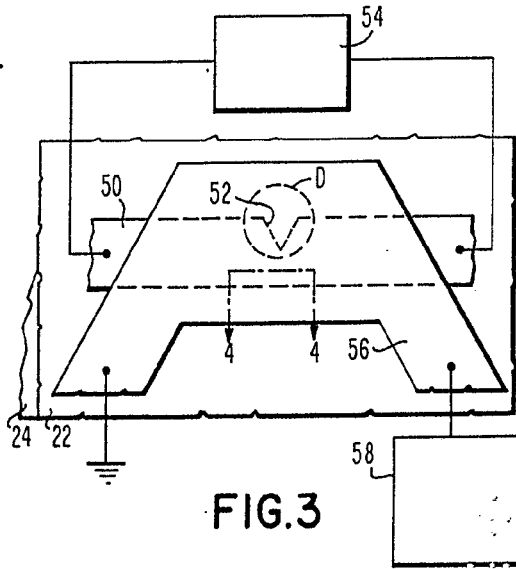


FIG. 3

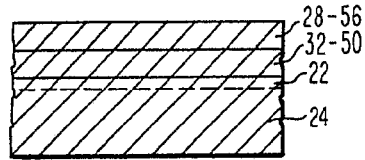


FIG. 4

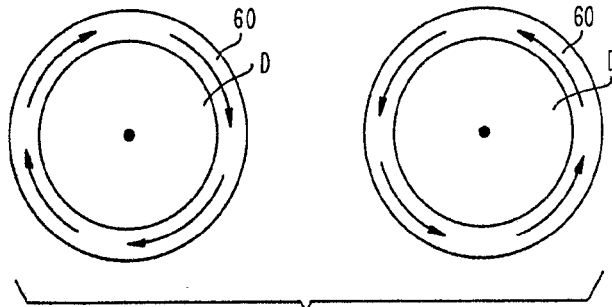


FIG. 5A

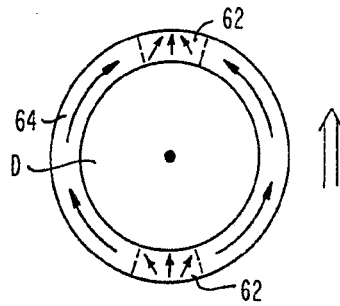


FIG. 5B

Fernando de Elizaburu
Per Poder.

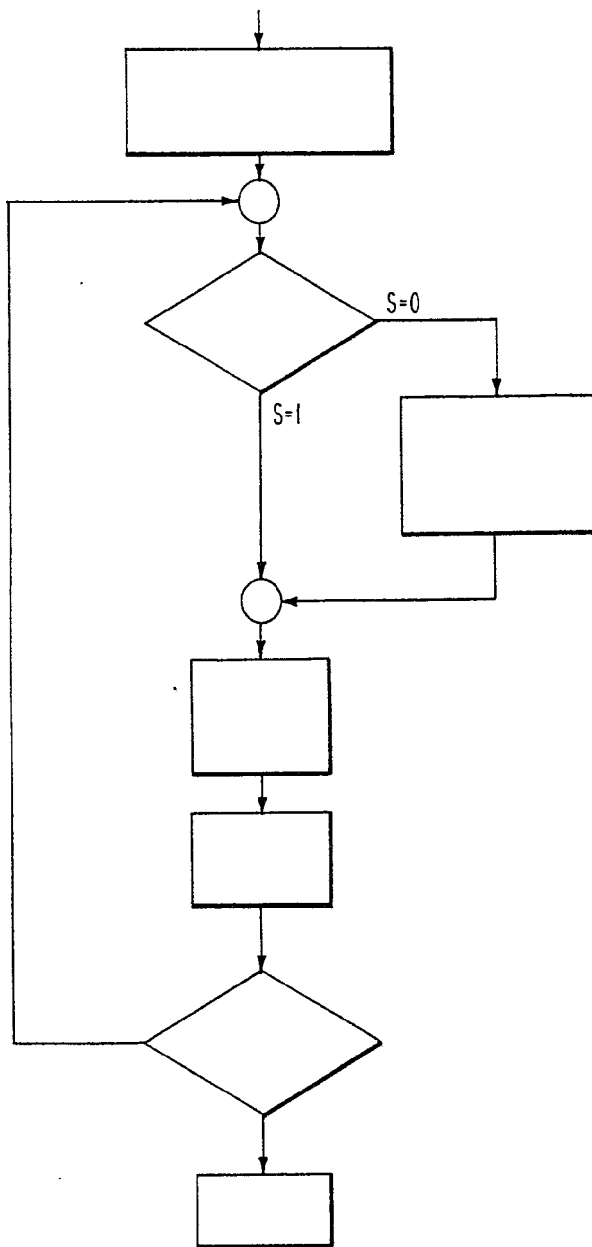


FIG. 6

Fernando de Eizaburu
- Por Poder.

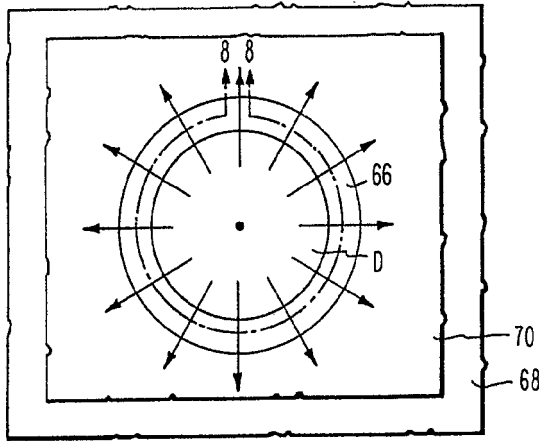


FIG. 7

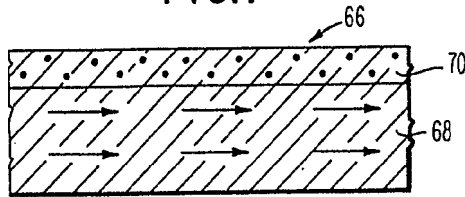


FIG. 8

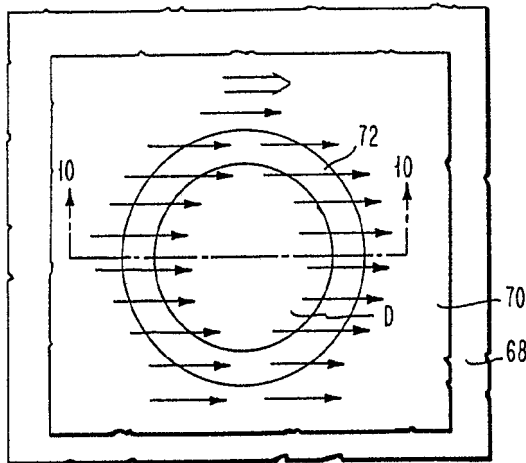


FIG. 9

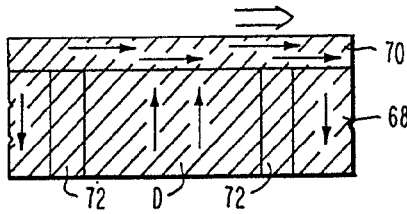


FIG. 10

Fernando de Elizaburu
Por Poder
[Signature]

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

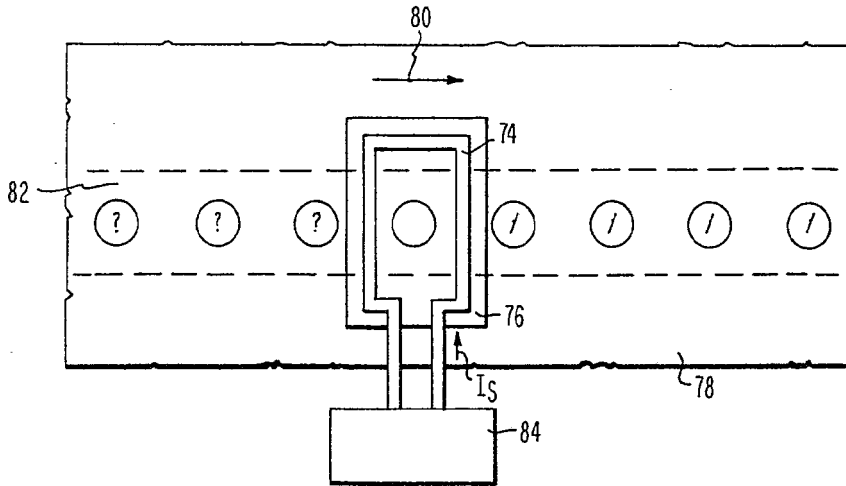


FIG. 11

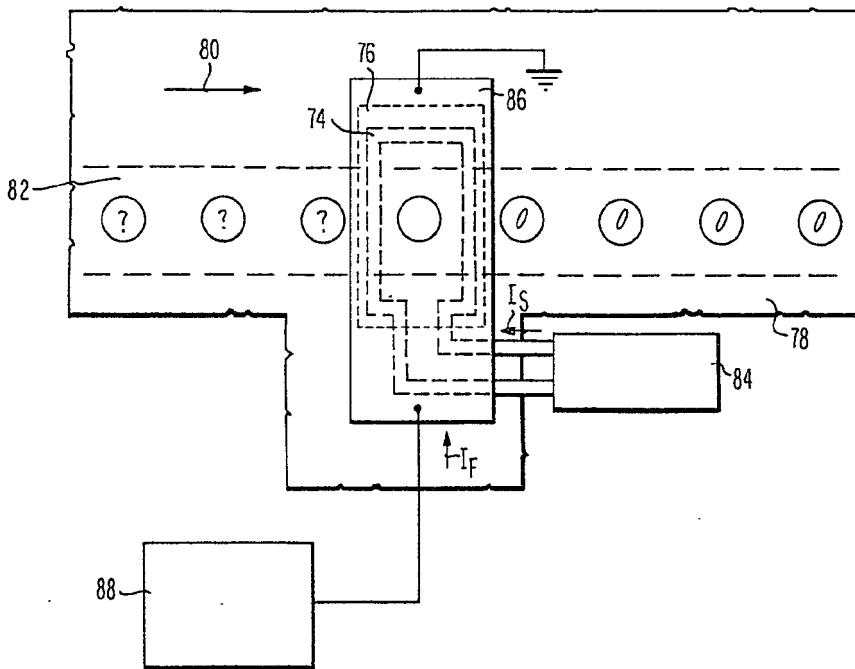


FIG. 12

Fernando de Elizaburu
Por Poder

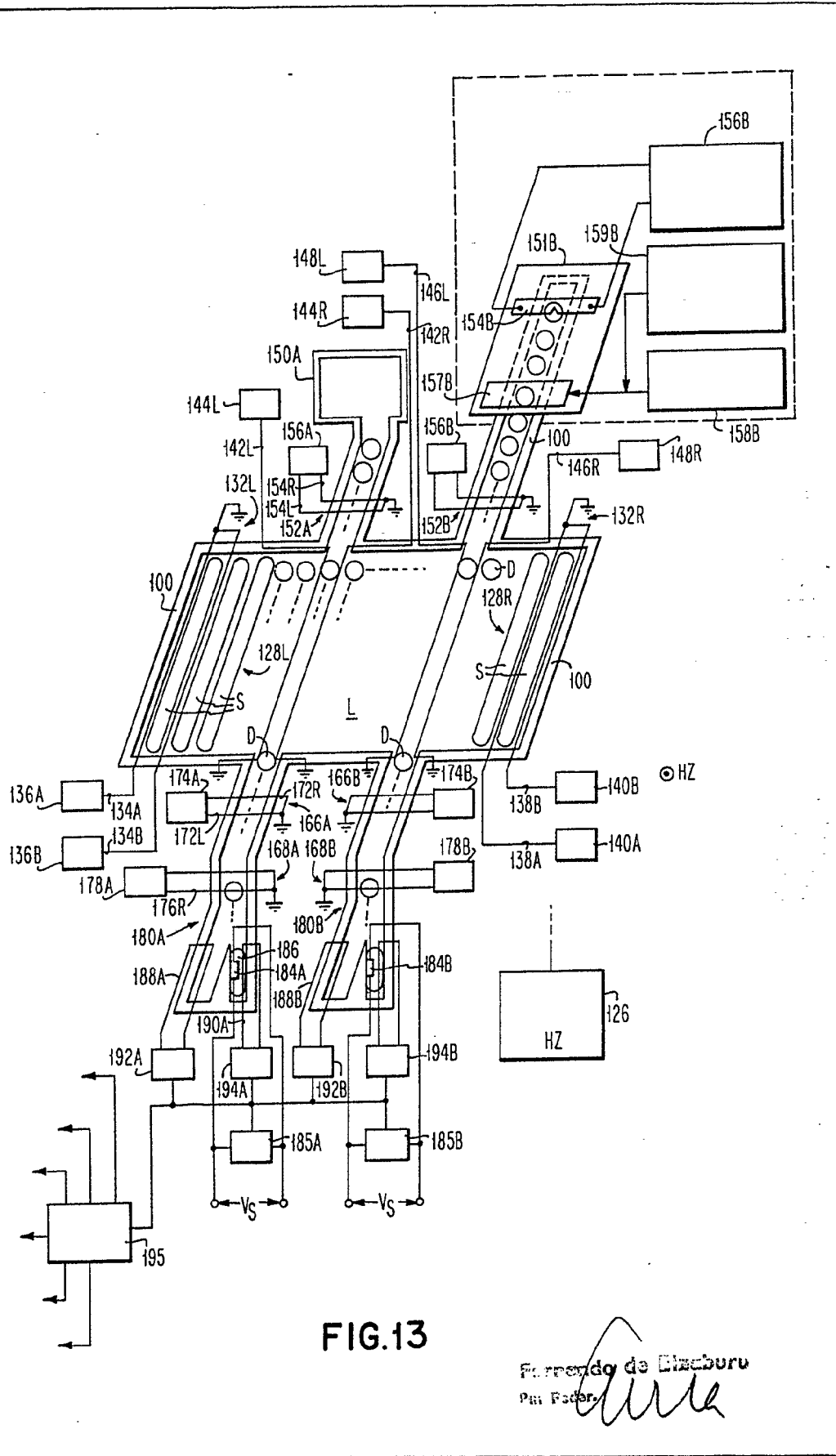
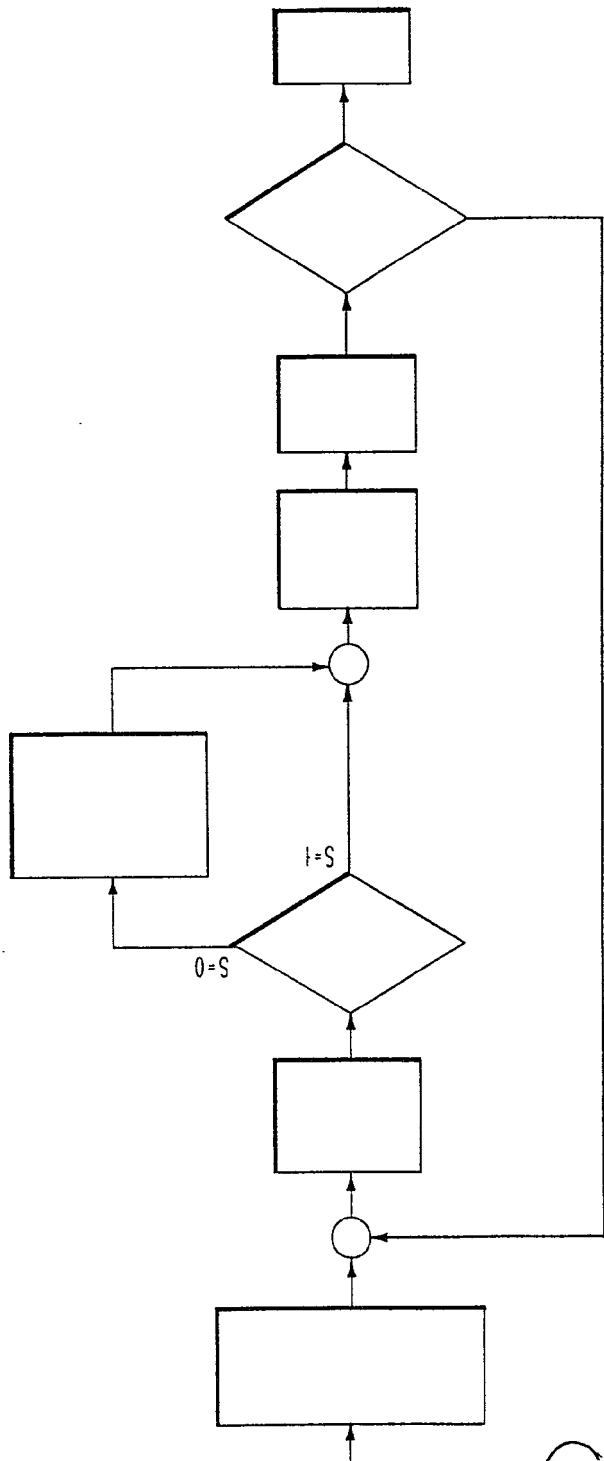


FIG.13

Fernando de Eizaburu
Pmi Feder.

FIG. 14



Fernando de Elcheburu
Por Poder. *[Signature]*