

cp.

BOBECK, A.H. 92-1-2



409259

Int. Cl.²: H 01 F

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de:

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, de nacionalidad norteamericana, con domicilio en 195, Broadway, NEW YORK, N.Y. (EE.UU.).

por:

"Dispositivo magnético para la propagación de dominios".

====:oOo:====

M e m o r i a d e s c r i p t i v a .

La presente invención se refiere a un dispositivo magnético que comprende una capa de material en la que se pueden mover dominios de capa de transición única, y una disposición de elementos de grano fino para definir en la



capa una via de varias etapas, que comprenden una etapa de detección, para mover los dominios a lo largo de la misma en respuesta a un campo magnético que se reorienta en el plano de la capa.

5 En la técnica anterior, el movimiento de los dominios de capa de transición única en una capa de material magnético a lo largo de canales definidos por una disposición de elementos magnéticamente blandos acoplados a la capa se describe en la patente estadounidense nº 3.534.437
10 de A.H. Bobeck expedida con fecha 13 de Octubre de 1.970. En dichos dispositivos, el movimiento de los dominios en respuesta a un campo magnético uniforme que se reorienta, típicamente por rotación, en el plano de la capa, ha sido denominado un modo de funcionamiento de "acceso de campo".

15 En la patente estadounidense nº 3.609.720 de W. Strauss expedida con fecha 28 de Septiembre de 1.971 se describe un detector de magnetorresistencia para los dominios magnéticos. Este detector es compatible con el precitado campo giratorio y en realidad puede emplear un elemento
20 que define el canal como el elemento de magnetorresistencia del detector. Pero, en la práctica, un elemento de magnetorresistencia se hace más delgado que los elementos que definen el canal con el fin de reducir la corriente aplicada al elemento de magnetorresistencia y los efectos perturbadores de los campos y los polos generados por ello. Los
25 espesores óptimos para los elementos de magnetorresistencia son de alrededor de 300 unidades Angstrom. Por el contrario, los elementos de propagación son, de preferencia, considerablemente más gruesos, por ejemplo, de 3000 unidades

409259 - 3 -



Angstrom. Por supuesto, sería una considerable ventaja del procedimiento formar un elemento detector de magnetorresistencia y los elementos que definen el canal del mismo espesor y en un proceso fotorresistente único.

5 Por otra parte, no se conoce ciertamente la forma del elemento de magnetorresistencia que permitiría el empleo de dicho proceso. Es evidente que los cambios en la sección transversal del elemento consiguen poco en el modo de la señal de salida mejorada y los cambios de forma ponen en peligro los márgenes de la propagación. Un elemento detector de magnetorresistencia comprende típicamente una capa de permaleación de un espesor de 300 unidades Angstrom. Este material se caracteriza por presentar un coeficiente de magnetorresistencia de un 3% y una resistencia laminar de 10
10 ohmios por cuadrado. Un "cuadrado" de una capa de permaleación de un espesor de 300 unidades Angstrom da idealmente una señal de salida de 300 microvoltios por miliamperio. Aparece la migración iónica para limitar la densidad de corriente permisible en cualesquiera de dichos elementos de magnetorresistencia. En consecuencia, aparece como un límite superior a la densidad de corriente en dicho elemento. Sin embargo, el nivel de la señal de salida provisto por un detector de magnetorresistencia aumenta proporcionalmente con el incremento de la densidad de corriente. Si el nivel de señal absoluto se considera como el criterio detector único más importante, un incremento de la sección transversal del elemento es acompañado de un incremento de corriente con el fin de evitar la disminución de la densidad de la corriente detectora y de este modo reducir el nivel de la
15
20
25

409259

- 4 -

24 NOV. 1972



señal. Entonces, el problema está en obtener una señal de salida incrementada por una densidad de corriente especificada.

El problema mencionado queda resuelto de acuerdo con la presente invención que para ello comprende consecutivas etapas anteriores a y que incluyen dicha etapa de detección que comprenden números consecutivamente crecientes de elementos para extender los dominios movidos hasta la etapa de detección .

10 Un incremento en la longitud del elemento de magnetorresistencia de, por ejemplo, un factor de tres desde aproximadamente el tamaño de un dominio de 6 micras a tres veces ese tamaño proporciona una señal de salida incrementada desde 100 hasta aproximadamente 300 microvoltios por
15 miliamperio. Además la realización en la que la señal de salida es independiente del espesor de la permaleación sugiere que el elemento de magnetorresistencia (por ejemplo, un elemento alargado) puede ser incorporado en la disposición de propagación de la permaleación y formado con la
20 misma en un procedimiento único fotorresistente. Pero la disposición de propagación no debe ser afectada desfavorablemente por la inclusión del elemento de magnetorresistencia.

En los dibujos:

25 La figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de dominio de capa de transición única de acceso de campo de grano fino, de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 2 y 3 son representaciones esquemáti-

409259

- 5 -



cas de porciones del dispositivo de la figura 1.

En la figura 1, las siglas significan:

FIE	Fuente de impulsos de entrada
FCP	Fuente del campo de polarización.
5 FCPL	" " " en el plano.
CU	Circuito de utilización.
CC	" " control.

Los dispositivos de dominio de capa de transición
única de elementos que definen el canal para el acceso de
10 campo han sido descritos como de grano fino y que permiten
el desplazamiento de los dominios lateralmente de canal a
canal. La disposición formada por los elementos es la de
un cheurron con elementos lateralmente desplazados entre
sí una distancia de aproximadamente el diámetro de un do-
15 minio en la capa adyacente.

Este tipo de disposición tiene la ventaja de que
son propagados los dominios de diferente geometría a lo
largo del canal simultáneamente en respuesta al campo en
el plano y es particularmente compatible con los elementos
20 de magnetorresistencia alargados.

Se ha descubierto que el número de elementos la-
teralmente desplazados en las etapas consecutivas de un
canal definido por dicha disposición de grano fino puede
ser incrementado sucesivamente desde un número mínimo en
25 una etapa de entrada hasta un número máximo en una etapa
de detección y luego puede ser disminuido sucesivamente
hasta el número mínimo en, por ejemplo, una memoria de ac-
ceso de campo de recirculación que da lugar a un crecimen-
to correspondiente y a una subsiguiente disminución de ta-



maño de la dimensión lateral de un dominio a medida que el mismo es movido, sobrepasando la etapa de detección. Si los elementos de la etapa de detección son unidos por un elemento magnéticamente blando común que tiene un espesor igual al de los elementos que definen el canal y una anchura para saturarse magnéticamente cuando son alineados con el campo en el plano, el elemento común define un detector de magnetorresistencia alargado que puede ser formado con los elementos restantes en un proceso fotorresistente único.

La figura 1 ilustra un dispositivo de dominio de capa de transición única -10- que comprende un detector de magnetorresistencia de acuerdo con la presente invención. El dispositivo comprende una capa -11- de material en el que pueden ser movidos los dominios de capa de transición única. En la práctica, los dominios en la capa -11- son mantenidos con un diámetro nominal por un campo de polarización de una polaridad para contraer los dominios suministrados por una fuente del campo de polarización representada por el bloque -13- de la figura 1.

El movimiento de los dominios en la capa -11- es provocado por una disposición ordenada de elementos -15- magnéticamente blandos, periódica debida a disposiciones de polos magnéticos generadas en los elementos en respuesta a un campo magnético que se reorienta en el plano de la capa -11-. Los elementos representados en la figura 1 tiene forma de V. y se hallan muy poco separados lateralmente entre sí, formando una disposición ordenada de cheurrones para cada secuencia de etapas. La disposición ordeanada de



1972

cheurrones se repite de izquierda a derecha como se ve en la figura, estando presente un mayor número de elementos en etapas consecutivas desde una etapa de entrada en -16- hasta una etapa de salida o detección en -17-. El número de elementos en las etapas consecutivas a la derecha de la etapa de salida -17- disminuye en forma similar.

Las palabras "muy poco separados" cuando caracterizan la distancia existente entre los elementos adyacentes en una etapa de un dispositivo de acceso de campo del tipo ilustrado en la figura 1, indican que los elementos se hallan separados de manera que los polos generados sobre más de un elemento atraen un dominio al mismo tiempo. Típicamente, dicha separación es aproximadamente igual al diámetro de un dominio, Las disposiciones de este tipo definen canales de propagación de dominio en los que se pueden mover las dominios de diferentes longitudes sin que sea necesario un cambio en el campo de polarización. La propagación de los dominios en los canales es en respuesta a un campo que gira en sentido horario en el plano, suministrado por una fuente representada por el bloque -18- de la figura 1.

El número creciente de elementos desplazados lateralmente en etapas consecutivas de la figura 1 es activo en presencia de un campo de polarización y un campo en el plano especificados para incrementar la dimensión vertical de un dominio que se mueve de etapa a etapa como se ve en la figura 1. Por ejemplo, un dominio de seis micras introducido en la entrada -16- aumenta hasta aproximadamente doscientas cuarenta micras, incrementando para ello el nú-



mero de elementos desde tres en la entrada -16- hasta cuarenta en la etapa de salida -17-.

En la etapa -17- de las figuras 1 y 2 se representa con 20 un elemento de magnetorresistencia ilustrativo. Se puede apreciar que el elemento se extiende verticalmente a través de los ápices o vértices de todos los elementos -21- de la etapa. El espesor del elemento de magnetorresistencia es igual al de un elemento -21- y, en consecuencia es producido por el mismo proceso fotorresistente que forma aquellos elementos. Además, de acuerdo con la presente invención, el elemento -20- tiene una anchura ilustrativamente igual a la de un elemento -21-. La anchura del elemento -20- se elige de tal modo que el elemento satura magnéticamente cuando el campo en el plano se alinea con el mismo. Esto asegura que los polos magnéticos necesarios en los ápices de los elementos durante una parte del ciclo de propagación estarán realmente presentes. No sucedería así si el elemento -20- fuera relativamente ancho (por ejemplo, cinco veces la anchura del elemento de cheurrón).

El elemento -20- está conectado ilustrativamente entre un circuito de utilización representado por el bloque -22- de la figura 1 y tierra. Cuando la disposición de los elementos que definen el canal tiene la forma de anillo cerrado a lo largo de la línea de trazos -40- de la figura 1, es conveniente que sea provista una vía de corriente de retorno para el elemento -20- a lo largo de una vía -23- en la figura 1. En realidad, cada etapa de la parte de retorno de una vía en anillo cerrado corres-

409259 - 9 -

24 NOV. 1977



pondiente a la línea -40- comprendería dos o tres elementos en forma de V. La vía de retorno puede ser definida por un conductor eléctrico -23- (como se indica en la figura 1) o, más convenientemente, por la permaleación magnéticamente
5 blanda (como se ilustra en la figura 3) durante el proceso fotorresistente, lo cual produce los elementos -15-, -20- y -21- de las figuras 1 y 2. La figura 3 muestra la geometría para tal forma de horquilla de dicho elemento de magnetorresistencia de permaleación -30- el cual conecta las
10 disposiciones ordenadas de cheurrones -32- y -33- de dos etapas de un canal en formas de "espina de pescado".

Si para la detección se emplea una vía conductora de permaleación, la organización de la vía de retorno a través de la parte simétrica de la disposición ordeanada de
15 cheurrones de la etapa adyacente a la -17- tiene un ventajoso efecto conforme con la propagación del dominio normal por una disposición de elementos de grano fino. Concretamente, al elemento -20- se le aplican impulsos periódicamente (una vez en cada ciclo de propagación para interrogar
20 o seleccionar la señal de salida) bajo el control del circuito de control -35- de la figura 1 por mediación de conductores conectados a las tierras -36- y -37- de la figura 3. La corriente así generada en el anillo definido por la vía en forma de horquilla genera un campo (interrogación)
25 para extender un dominio rodeado por la horquilla y esto mejora la detección, facilitando el alargamiento del dominio. El empleo de un campo de interrogación a base de impulsos no perjudicará a la propagación normal.

Si la vía de retorno para el elemento común -20-



es también de permaleación, la misma está dispuesta a través de la porción simétrica de una etapa con menos elementos de propagación, típicamente la décima parte del número existente en la etapa por el elemento -20-. Este dispositivo es para evitar la combinación de señales procedentes de dos etapas.

En ausencia de una vía en anillo cerrado, son provistos dominios selectivamente en -16- de acuerdo con la patente estadounidense nº 3.611.331 de P.I. Bonyhard, expedida con fecha 5 de Noviembre de 1.971, en respuesta a un impulso de entrada provisto por una fuente representada en la figura 1 por un bloque -42-.

Las fuentes -13-, -18- y -42- y el circuito -22- están conectados al circuito de control -35- para la sincronización y activación. Las varias fuentes y circuitos pueden ser cualquier elemento capaz de funcionar de acuerdo con la presente invención.

Un elemento de magnetorresistencia alargado de acuerdo con la presente invención es evidentemente compatible con la forma del elemento para el funcionamiento normal de un dispositivo para la propagación de dominios de capa de transición única de grano fino. A continuación, el ejemplo siguiente mostrará las ventajas relativas a una señal de salida mejorada obtenida como consecuencia de dicho dispositivo. Supóngase una densidad de corriente permisible de 10^6 amps/cm². La señal detectora máxima viene dada por

$$(1) \quad V_{\text{señal}} = i\rho \cdot \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} \right) l.$$

409259

- 11 -

24



donde

i = densidad de corriente permisible.

ρ = resistividad de la permaleación.

$\Delta \rho$ = cambio de la resistividad debido a la magne
torresistencia.

5

y l = longitud del detector (activo).

empleando los parámetros para la permaleación,

$V_{\text{señal}} = 0,06$ milivoltios/micra. l (micras). Los resul-

10

tados experimentales demuestran que la señal debida a un do-
minio es de un quinto a un séptimo del voltaje producido por
el campo en el plano. En consecuencia, la expresión final
resulta

(3) $V_{\text{señal}} \approx 0,01$ milivoltios/micra. l (micras).

15

En otras palabras, para producir una señal de un milivol-
tio, el detector tiene una longitud de cien micras. En una
disposición de permaleación que tiene un espesor de 0,3 mi-
cras y un período de etapa a etapa de veinte micras para
mover los dominios que tienen diámetros nominales de aproxi-

20

madamente seis micras, los elementos adyacentes en una eta-
pa están en centros de aproximadamente seis micras y tienen
una anchura de dos micras. Una zona ordenada de cuarenta e-
lementos en la etapa detectora proporciona una señal de sa-
lida de 1,0 milivoltios para un dominio de seis micras mo-

25

vido, por ejemplo, en una película crecida epitaxialmente
de un espesor de 6 micras, de granate de $Y\text{GdLaY}_b$. Al detec-
tor se le seleccionan impulsos de referencia de 6,5 milim-
perios de 2 microsegundos de duración. El campo en el pla-
no es de 20 oersteds. En dichos dispositivos se ha llevado
a cabo la operación de propagación en más de cien kilohertz

24 NOV. 1954



Se emplea un campo de polarización típicamente de 80 oerstedes.

5 Como comparación, un detector de magnetorresistencia que tiene una forma correspondiente a los dominios de seis micras produce señales de 60 microvoltios en un medio ambiente análogo.

10 Cuanto ha sido descrito se considera tan sólo ilustrativo de los principios de la presente invención. Por tanto, los entendidos en la materia pueden idear varias modificaciones de acuerdo con dichos principios dentro del espíritu y marco de la invención. Por ejemplo, el elemento de magnetorresistencia no ha de corresponder necesariamente en los ápices de la disposición de propagación. La posición del elemento depende de la orientación designada del campo en el plano cuando se produce una señal de salida (por ejemplo, cuando es aplicado un impulso de interrogación). En el dispositivo ilustrativo, la señal de salida se produce cuando el campo en el plano es dirigido hacia arriba como se indica con la flecha H en la figura 1. a la vez que un dominio se mueve hacia los ápices de la disposición ordenada de cheurrones. Si interesa una señal de salida a la vez que el campo en el plano es dirigido hacia la derecha como se ve en la figura 1, el elemento de magnetorresistencia correspondería a los bordes de la derecha de los elementos del cheurrón más bien que en la posición indicada en la figura 1. Además, la intersección de un elemento común (magnetorresistencia) y cada elemento de cheurrón en una etapa de salida es ventajosamente cuadrada para hacer máxima la señal de salida conforme con la tecni-

ca conocida.

24 NOV



N O T A

Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

5 1.- Dispositivo magnético para la propagación de dominios que comprende una capa de material (11; Fig. 1) en la que se pueden mover dominios de capa de transición única; y una disposición de elementos de grano fino (15; Fig. 1) para definir en la capa una vía de etapas múltiples, 10 que comprende una etapa de detección (17; Fig. 1), para mover los dominios a lo largo de la misma en respuesta a un campo magnético (H; Fig. 1) que se reorienta en el plano de la capa, caracterizado porque las etapas consecutivas anteriores a y que incluyen dicha etapa de detección (17; 15 Fig. 1) comprenden números consecutivamente crecientes de elementos para extender los dominios movidos a la etapa de detección.

20 2.- Dispositivo magnético, según la reivindicación 1, caracterizado porque las etapas consecutivas siguientes a dicha etapa de detección (17, Fig. 1) comprenden números consecutivamente decrecientes de elementos (15, Fig. 1) para reducir el tamaño de los dominios movidos desde la etapa de detección.

25 3.- Dispositivo magnético, según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la etapa de detección (17, Fig. 1) comprende elementos iguales magnéticamente blandos (15, Fig. 1; 21, Fig. 2; 33, Fig. 3)



desplazados lateralmente entre sí y que tienen una primera anchura y espesor; y un elemento magnéticamente blando común (20, Figs. 1 y 2; 30, Fig. 3), que tienen dichas primera anchura y espesor y que conectan dichos elementos.

5 4.- Dispositivo magnético, según la reivindicación 3, caracterizado porque el elemento magnéticamente blando común (20, Figs. 1 y 2; 30, Fig. 3) tiene una zona de sección transversal para saturar magnéticamente cuando el campo en el plano (H, Fig. 1) está alineado con él.

10 5.- Dispositivo magnético, según cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado porque los elementos magnéticamente blandos (15, Fig. 1; 21, Fig. 2; 33, Figura 3) en la etapa de detección (17, Fig. 1) comprenden elementos en forma de V que tienen ápices y porque el elemento común (20, Figs. 1 y 2); 30, Fig. 3) conecta los ápices de dichos elementos.

15 6.- Dispositivo magnético, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a,5, caracterizado porque cuando la disposición de elementos (15, Fig. 1) comprende una vía en anillo cerrado (40, Fig. 1), una segunda etapa, además de dicha etapa de detección (17, Fig. 1), comprende también elementos magnéticamente blandos iguales (15, Fig. 1; 32; Fig. 3) que tienen una primera anchura y espesor y un segundo elemento común (23, Fig. 1) conectado eléctricamente al
25 elemento común de la etapa de detección.

7.- Dispositivo magnético, según la reivindicación 6, caracterizado porque los elementos magnéticamente blandos de la segunda etapa comprenden elementos en forma de V que tienen ápices y el segundo elemento común (23, Fig.

Re

409259

24 NOV. 1972



- 15 -

1) está organizado para intersectar los ápices de dichos elementos.

8.- Dispositivo magnético, según la reivindicación 7, caracterizado porque el segundo elemento común (23, Fig. 1) comprende un material conductor eléctrico, y porque la segunda etapa comprende la etapa siguiente adyacente a dicha etapa de detección.

9.- Dispositivo magnético, según la reivindicación 7, caracterizado porque el segundo elemento común (parte de 30, Fig. 3) comprende un material magnéticamente blando, y porque la segunda etapa comprende relativamente unos pocos de dichos elementos en forma de V magnéticamente blandos (32, Fig. 3) en comparación con dichos elementos de la etapa de detección.

10.- Dispositivo magnético, según cualquiera de las reivindicaciones 4 y 6, caracterizado porque comprende, además, un circuito (22, Fig. 1) para aplicar una corriente en el elemento común de la etapa de detección (20, 23, Fig. 1; 20, Fig. 2; 30, Fig. 3) a la vez cuando el campo en el plano está alineado con el mismo.

11.- Dispositivo magnético para la propagación de dominios.

Esta memoria consta de quince hojas, escritas por una sólo cara.

BARCELONA, 24 NOV. 1972

P.A.

pey

409259

WESTERN ELECTRIC CO., INC.

409259

HOJA UNICA

BOBEC, A. N. 981.2



FIG. 1

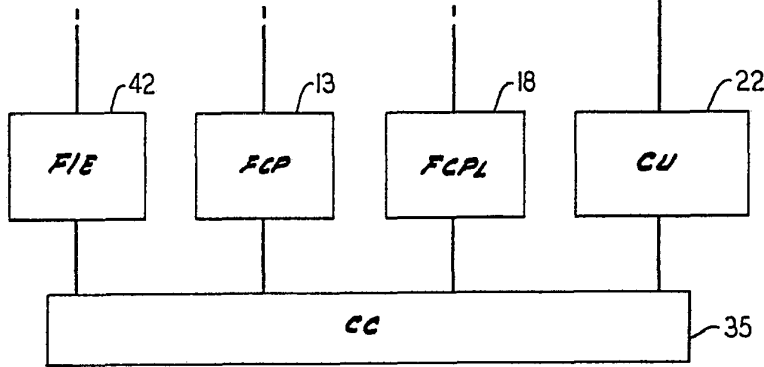
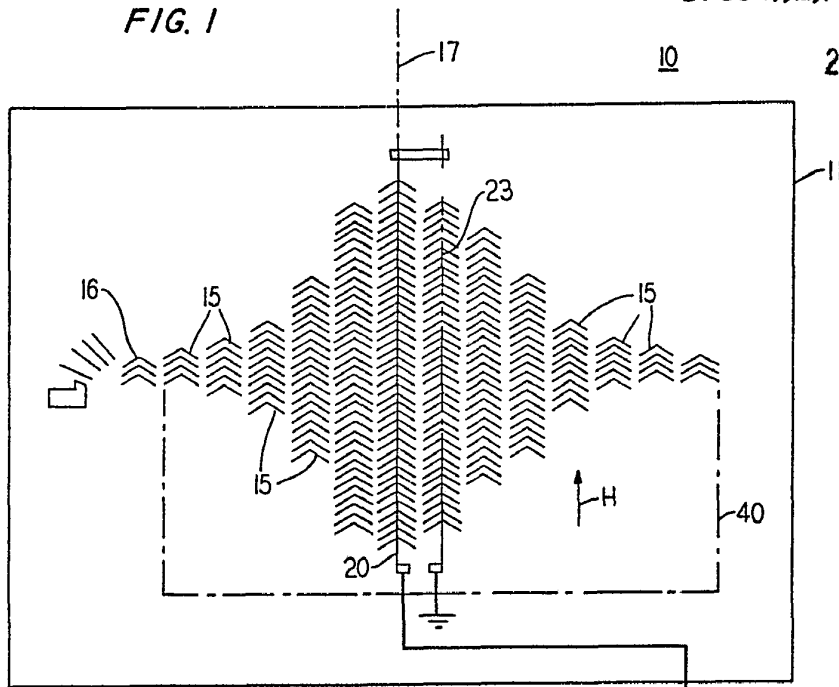


FIG. 2

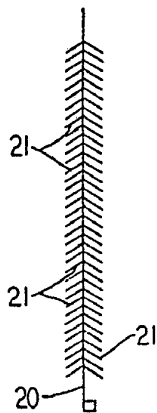
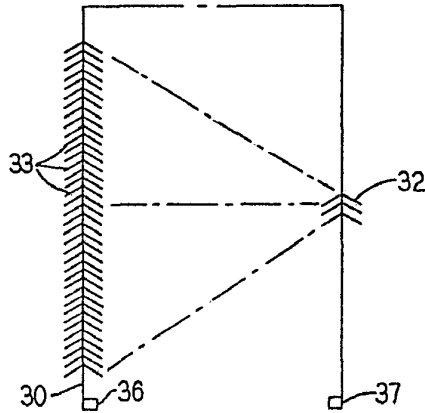


FIG. 3



FOR AUTHORIZATION

[Handwritten signature]