



323400
P. - 31.218
Docket 9213

323400

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION,
entidad norteamericana, establecida en Armonk, N.Y., Esta-
dos Unidos de América.

por:

" UN DISPOSITIVO DE CELULA DE PELICULA MAGNETICA
DELGADA CON UNA CAPA MAGNETICA ANISOTROPICA,
PARA ALMACENAMIENTO TEMPORAL O PERMANENTE DE
INFORMACION EN SISTEMAS ELECTRONICOS DE TRA-
TAMIENTO DE DATOS "

El invento se refiere a una célula de película magnética delgada con propiedades magnéticas anisotrópicas para almacenamiento temporal o permanente de información en sistemas electrónicos de tratamiento de datos; se refiere además a métodos para producir tales células, y a una disposición en la cual se usan éstas para almacenar datos permanentes.

Las células de película magnética delgada para almacenamiento de información binaria están ya siendo usadas en dispositivos de almacenamiento de sistemas de tratamiento

323400

22 FEB



de datos. Las películas anisotrópicas usadas tienen un eje preferido de magnetización, el llamado eje natural o fácil, de manera que resultan dos posiciones estables de la magnetización que son adecuadas para almacenar los valores binarios "1" y "0". La información almacenada puede ser leída aplicando campos magnéticos que originan una rotación o conmutación de la magnetización de la película. Cuando se aplican campos magnéticos en la dirección ortogonal al eje preferido, es decir en la llamada dirección dura, se produce una conmutación rotacional coherente extremadamente rápida (del orden de nanosegundos) mientras que los campos aplicados paralelamente al eje preferido originan una conmutación de pared apreciablemente más lenta (del orden de microsegundos), y son por tanto inadecuados para uso en almacenamientos que operen a velocidades extremadamente elevadas. La información almacenada es normalmente destruida por la operación de lectura.

También se desarrollaron células y modos de funcionamiento que permiten una lectura no destructiva de la información almacenada. Los elementos conocidos tienen dos películas dispuestas una encima de otra o una junto a la otra, cuyos ejes naturales son paralelos; los dos estados caracterizados por la posición antiparalela de las magnetizaciones de la película se usan para almacenamiento de información. La magnetización de una película, llamada en lo que sigue película de conmutación, es conmutada a la dirección dura por un impulso de palabra alimentado a una línea de palabra que discurre paralela al eje natural de las películas. La conmutación origina un impulso de salida en una línea de percepción que discurre ortogonalmente a la

323400

22 FEB 1954



línea de palabra. La segunda película, la "más dura" magné-
ticamente, a la que llamaremos película de almacenamiento,
puede ser conmutada sólo aplicando campos que son más in-
tensos o de mayor duración, y sólo es ligeramente desviada
5 con respecto al eje natural por un impulso de palabra. Las
dos películas están dispuestas de tal manera que una vez
que se ha desvanecido el impulso de palabra, la magnetiza-
ción de la película de conmutación es conmutada de nuevo a
la dirección antiparalela a la magnetización de la pelícu-
10 la de almacenamiento debido al acoplamiento de campo de dis-
persión. Esta orientación de las magnetizaciones correspon-
de al valor binario que había sido almacenado antes de la
operación de lectura; la operación es por tanto no destruc-
tiva. El acoplamiento magnético de dos películas, el cual
15 tiende a alinear las magnetizaciones de las películas en
direcciones antiparalelas, se llama acoplamiento negativo.
Las células de doble película con acoplamiento negativo
tienen el inconveniente de que las operaciones de escritura,
en las cuales las magnetizaciones de las dos películas pue-
20 den tener que ser conmutadas y alineadas en direcciones an-
tiparalelas, requieren o bien sucesiones de impulsos de es-
critura relativamente complicados con circuitos complejos y
largos tiempos de escritura, o bien una construcción comple-
ja de la propia célula de memoria (estando dispuesta una lí-
25 nea entre las dos películas). El intenso acoplamiento de
campo de dispersión origina automáticamente la alineación
antiparalela de las magnetizaciones; pero puesto que esa o-
rientación se consigue por conmutación de pared, la conmuta-
ción lleva demasiado tiempo para los dispositivos de almace-
30 namiento de gran velocidad. Por otra parte, de usarse células

323400

22



de doble película con acoplamiento negativo, la señal de sentido es disminuída por cuanto, cuando se aplica el campo de palabra, la magnetización de la película de almacenamiento es también ligeramente desviada con respecto a la dirección natural, de tal manera que se induce una tensión en la línea de sentido, dispuesta paralela a la dirección dura, cuya polaridad es opuesta a la de la tensión generada por la conmutación de la película de conmutación.

Son conocidas disposiciones para almacenamientos sólo de lectura en las cuales imanes asociados con las células individuales de película magnética delgada determinan las direcciones preferidas, paralelas a una de las dos direcciones naturales, que corresponden a los valores binarios a ser almacenados y a las cuales vuelve la magnetización después de la rotación originada por un campo de palabra; queda así garantizada la lectura no destructiva. Estas disposiciones tienen el inconveniente de que los campos que especifican la información almacenada no pueden ser invertidos electrónicamente, lo cual sería deseable para inscribir nueva información,

También son conocidas las células de películas magnética delgada con dos películas de diferente coercividad dispuestas una sobre otra y separadas por una capa metálica no magnética, en las cuales el acoplamiento magnético tiende a alinear las magnetizaciones de las películas en direcciones paralelas; tal acoplamiento se describe como positivo. La razón del acoplamiento positivo logrado en esta disposición no está del todo explicada; se supone que es originada, ya sea por difusión de pequeñas partículas de material magnético en la capa de metal no magnético, o ya por

323400



los electrones de esta capa.

El objeto del invento es proporcionar una cé
lula de película magnética delgada con acoplamiento positi
vo entre dos películas o entre zonas diferentes de una so-
5 la película, cuya estructura y producción son considerable-
mente simplificadas, siendo estas células baratas y garan-
tizando ciclos de funcionamiento breves cuando se usan en
almacenamientos sólo de leer (ROS) con operaciones de lec-
tura no destructiva (NDRO). Además, cuando se usan las cé
10 lulas en almacenamientos, sólo de leer permiten cambios rá
pidos de los valores almacenados con ayuda de simples cir-
cuitos electrónicos.

Para lograr este objeto, la célula de pelícu-
la magnética delgada del invento está provista de una capa
15 magnética anisotrópica que consiste en zonas de diferentes
propiedades magnéticas; está caracterizada por el hecho de
que las zonas difieren en la intensidad de campo magnético
requerido para hacer rotar su magnetización hacia la direc-
ción dura, y por que existe acoplamiento magnético entre
20 las diferentes zonas que tienden a alinear las magnetiza-
ciones en direcciones paralelas.

En lo que sigue se describirán otras caracte-
rísticas y ventajas, varias realizaciones y una aplicación,
con ayuda de los dibujos.

25 Los dibujos ilustran:

La Fig. 1, una representación esquemática de
una célula de película magnética delgada de una sola capa,
usual:

a) juntamente con medios de entrada y de sa-
lida.

30 b) la curva crítica de tal célula

323400

22 FEB 1957



La Fig. 2, la estructura y el comportamiento de una película que consiste en zonas de idénticas dimensiones:

- a) una sección a través de una de tales películas
- b) el comportamiento de los vectores de campo de magnetización y de acoplamiento
- c) un diagrama que ilustra el flujo existente en las zonas

La Fig. 3, diagramas de los componentes de magnetización M_X en la dirección natural en función de los componentes del campo magnético H_X que actúan en la dirección del eje natural, para:

- a) una sola película usual
- b) una película de zonas múltiples en que $H_{B_X} < H_C$
- c) una película de zonas múltiples con $H_{B_X} > H_C$

La Fig. 4, la estructura y el comportamiento de una película consistente en zonas de diferentes espesores:

- a) una sección a través de una de tales películas
- b) el comportamiento de los vectores de campo de magnetización y de acoplamiento
- c) un diagrama que ilustra el flujo magnético existente en las zonas.

La Fig. 5, las curvas críticas de las zonas de almacenamiento y conmutación de una película de zonas múlti-

323400

2 FEB



ples (zonas de idénticas dimensiones)

La Fig. 6, las curvas críticas de las zonas de conmutación y almacenamiento de una película de zonas múltiples (zonas de diferentes dimensiones)

5 La Fig. 7, una realización de una célula de película magnética delgada de acuerdo con el invento.

La Fig. 8, una representación esquemática del diseño y modo de funcionamiento de un ROS de acuerdo con el invento:

- 10 a) el diseño del ROS
b) el comportamiento, en una operación de lectura, de los vectores de campo y magnetización y las señales de sentido resultante para un "0" almacenado y un "1" almacenado.

15 Las Figs. 9, 10, 11, realizaciones de célula de película magnética delgada de acuerdo con el invento.

La Fig. 1 ilustra el comportamiento de conmutación de células de películas magnética delgada de una sola capa usuales en una memoria de película delgada operada según el modo llamado ortogonal de excitación de campo.

20 La Fig. la muestra una célula 10 de película magnética delgada cuyo eje natural o fácil R_L es paralelo a la dirección x determinada por los medios de entrada y de salida. Como es sabido, según el modo de campo ortogonal la magnetización de la película es hecha rotar durante la lectura y la inscripción al menos aproximadamente a la dirección del eje duro R_H mediante un campo de palabra H_Y que actúa en la dirección Y , el cual es generado por un impulso alimentado a la línea 12 de palabra por el excitador 11 de palabra, y cuya amplitud es mayor que la intensidad H_K del campo de saturación.

25
30

323400

22 FEB 1962



ración (véase la Fig. 1b); la película es pues saturada magnéticamente en esa dirección. La tensión inducida durante la lectura en la línea 13 de percepción y pasada al amplificador 14 de percepción es proporcional al cambio en la componente de magnetización en la dirección x , es decir dM_x/dt , y su polaridad es característica para la información almacenada en la célula. En la inscripción, un campo adicional de bitios aplicado ortogonalmente al campo de palabra, es decir en la dirección x , y generado por un impulso alimentado a una línea 16 de bitios por el excitador 15 de bitios determina por su polaridad, el valor binario ("0" ó "1") a ser inscrito. Los ejes de las líneas de palabra, de bitios y de percepción, designadas usualmente como líneas de tira, definen un sistema ortogonal de coordenadas cuya dirección x discurre idealmente paralela al eje natural R_L de la anisotropía magnética de la película.

La Fig. 1b representa la llamada curva crítica 17, una asteroide, la cual, como es sabido, define el comportamiento de conmutación magnética de una estructura de un sólo dominio. En los procedimientos de conmutación rotacional a ser considerados, puede suponerse el comportamiento como un sólo dominio para las películas magnéticas usadas; la asteroide es pues también de aplicación a esas películas de conmutación. El eje x de la asteroide corresponde al eje natural R_L de la película; el eje duro R_H es ortogonal a R_L .

Normalmente, los estados estables caracterizados por la alineación de la magnetización en una de las dos direcciones del eje natural, se usan para almacenamiento de información. Ello se ha ilustrado en la Figura 1b mediante

323400

225



las dos flechas 18 y 19 designadas "0" y "1". La conmutación rotacional de la magnetización puede provocarse mediante campos magnéticos mayores que los valores definidos por la asteroide. Por ejemplo, un campo aplicado en la dirección dura debe superar al valor H_K para hacer posible tal conmutación; se precisa una componente adicional del campo en la dirección del eje natural para originar una conmutación inequívoca a una de las posiciones estables deseadas. Estas componentes de campo pueden generarse de diferentes maneras, por ejemplo mediante un impulso de bitios, alimentado a la línea 16 de bitios, o bien, como se describirá con mayor detalle, mediante el acoplamiento magnético entre diferentes películas o zonas de una célula de película magnética delgada.

En lo que sigue se darán algunas explicaciones básicas, ilustradas por las Figs. 2 a 6, las cuales son necesarias para la comprensión del acoplamiento magnético que determina el funcionamiento de la célula de película magnética delgada del invento.

La Fig. 2a muestra la sección transversal parcial de una película 20 consistente en material magnetizable; puede consistir, por ejemplo, en 80% de Ni y 20% de Fe, y su espesor puede ser del orden de 500 \AA . Supongamos que es una película anisotrópica. La sección a través de la película es paralela al eje natural. Supongamos además que la película consiste en varias zonas 23 y 24 de forma de tira dispuestas paralelas al eje duro y que difieren en sus valores H_K , teniendo las zonas "duras" 23 un H_K mayor y las zonas "suaves" 24 un H_K inferior.

La Fig. 2b muestra la vista en planta de parte

323400

22 FEB



de esa película. Las condiciones en los bordes de esa película no se considerarán con detalle, ya que ello no es necesario para comprender el modo de funcionamiento. Cuando no actúa ningún campo externo sobre la película, las magnetizaciones de las zonas duras (M_h) y suaves (M_1) están en la posición representada en la sección A de la película, es decir paralelas a la dirección natural + x. Suponiendo que para todas las zonas las dimensiones geométricas, anchura y espesor, son idénticas, y que las densidades de flujo B son iguales, se tiene entonces, que puesto que $M_h = M_1$, la componente M_x del flujo magnético es también igual ($\Delta M_x = 0$); ello se ha ilustrado en la sección A de la Fig. 2c.

Las secciones B de las Figs. 2b y 2c muestran las condiciones que existen cuando se aplica un campo externo H_y en la dirección dura, donde H_y es mayor que el valor H_K de las zonas suaves (H_{K1}) pero apreciablemente menor que el de las zonas duras (H_{Kh}). La influencia sobre la magnetización de las zonas duras se desprecia aquí. El vector de magnetización M_1 rota a la posición designada M'_1 , formando un ángulo φ con la dirección natural. La componente M_{1y} paralela al eje duro no contribuya al acoplamiento magnético de las zonas; simplemente influye en las condiciones en los bordes de la película dispuestos paralelos al eje natural y, por consiguiente, no se considerará aquí. La componente M_{1x} en la dirección natural es menor, en el factor $\cos \varphi$ ($M_{1x} = M_1 \cdot \cos \varphi$), que M_{hx} ($=M_h$); las diferencias de flujo designadas en la sección B de la Fig. 2c por ΔM_x , y acentuadas por los símbolos "+" y "-" dan así por resultado los límites de zona. Las líneas de campo magnético resultantes de + a - pasan parcialmente a través del aire



contiguo a la película y a través de la placa de masa (no representada), y parcialmente a través de la propia película. Los campos de acoplamiento así producidos en la película, que afectan a la dirección de la magnetización, se han representado en la Fig. 2b por $+ H_B$ (en las zonas suaves y $- H_B$ (en las zonas duras).

Las secciones C de las Figs 2b y 2c muestran de nuevo las condiciones existentes cuando se aplica un campo externo H_y ; en contraste con la hipótesis hecha para las secciones B, de que la magnetización M_h permanece sin afectar por el campo H_y , aquí se toma en consideración la desviación de M_h . Se supone que las zonas duras muestran el mismo comportamiento de conmutación, es decir una conmutación rotacional coherente cuando $H_y > H_{K_h}$, que las zonas suaves. La desviación de la magnetización M_h por un ángulo Ψ originada por el campo H_y dá por resultado una disminución de la componente x desde M_h hasta $M_{h_x} = M_h \cdot \cos \Psi$. ΔM_x , y en consecuencia disminuye por tanto la intensidad H_B del campo.

Las secciones D de las Figs. 2b y 2c muestran las magnetizaciones y los campos cuando las magnetizaciones M_h y M_l están en posiciones antiparalelas en ausencia de un campo externo. Este estado es inestable cuando los campos de acoplamiento $+ H_{B_x}$ exceden de la coercividad H_C de las zonas suaves; ello se ha ilustrado en la Fig. 3.

Las curvas que representan las componentes de magnetización M_x en función de la intensidad de campo H_x , que se obtienen cuando se aplican campos externos en la dirección del eje natural, se han representado para diferentes películas en las Figs. 3a a 3c.



La Fig. 3a muestra la curva 30 para una película homogénea usual: Las intersecciones con el eje de H_X son simétricas con respecto al eje de M_X . Esto significa que la intensidad de campo H_X requerida para conmutar la magnetización de tal película, es aproximadamente igual a la coercividad H_C del material de la película, tanto en la conmutación desde el estado "1" al estado "0" como en la conmutación desde "0" a "1".

La Fig. 3b muestra la curva 31 correspondiente a $M_X = f(H_X)$ para las zonas suaves de la película de la Fig. 2a. Aquí, los campos aplicados deben elegirse de tal manera que no tenga lugar conmutación en las zonas duras. La magnetización M_h de las zonas duras está alineada en la dirección $+x$. Debido al efecto del campo de acoplamiento H_{B_X} , la curva es asimétrica con respecto al eje M_X ; resulta una dirección preferida para la magnetización M_1 ; la intensidad de campo H_X requerida para conmutar desde "1" a "0" es $H_X = H_C + H_{B_X}$, es decir mayor de la requerida para conmutar desde "0" a "1", la cual es $H_X = H_C - H_{B_X}$. Puesto que $H_C > H_{B_X}$, las dos posiciones "1" y "0" son estables.

La Fig. 3c muestra también la curva 32 para $M_X = f(H_X)$ para las zonas suaves de la película de la Fig. 2a. En contraposición con el caso ilustrado en la Fig. 3b, se supone aquí que $H_C < H_{B_X}$, de tal manera que la posición designada por ("0") se convierte en inestable.

Las Figs. 4a a 4c, al igual que las Figs. 2a a 2c, muestran la estructura de una película 40 con zonas de valores H_K diferentes, así como los vectores de las magnetizaciones y los campos. En la estructura aquí representada, sin embargo, las zonas duras están compuestas de una

323400



22 FEB 1964

tira 43 de película 40 con una segunda película 42 colocada encima, y son por tanto más gruesas que las zonas suaves 44.

Como muestran las secciones A de las Figs. 4b y 4c, se producen diferencias de flujo magnético en los límites de zona incluso aunque no haya aplicado campo externo H_y ; ello dá por resultado intensidades H_{B_0} de campo de acoplamiento, a las cuales se sumen los campos H_B cuando se aplica un campo H_y , como se ha ilustrado en las secciones B. Existen condiciones similares cuando los flujos magnéticos de las zonas duras y suaves son diferentes. Si las anchuras de las zonas duras y suaves son diferentes, y los espesores iguales, H_{B_0} se convierten entonces en cero; pero los valores de las intensidades de campo de acoplamiento $+ H_B$ y $- H_B$ serán diferentes.

La Fig. 5 representa las curvas críticas correspondientes a la película de la Fig. 2a para las zonas suaves (curva 50), llamadas de aquí en adelante zonas de conmutación, y para las zonas duras (curva 51), llamadas zonas de almacenamiento. Como se ha descrito, debido a los campos de acoplamiento hay una dirección preferida para la magnetización M_1 de las zonas de conmutación, es decir paralela a la magnetización M_h de las zonas de almacenamiento. Los dos estados estables " M_h y M_1 en la dirección $+x$ " y " M_h y M_1 en la dirección $-x$ " pueden por consiguiente usarse para almacenar información binaria, como se ha indicado en la figura por "1" y "0". Supongamos que los vectores de magnetización están primeramente en la posición designada como "1". Cuando se aplica un campo del orden $H_{K_h} > H_y > H_{K_1}$, en que H_{K_h} y H_{K_1} son los valores H_K de las zonas de almacenamiento y

323400

22 FEB



de conmutación respectivamente, las magnetizaciones M_1 se-
rán hechas rotar al menos aproximadamente a la dirección du-
ra el ángulo φ , mientras que las magnetizaciones M_h son
desviadas solamente en el pequeño ángulo ψ . Se supone aquí
5 que el material permite la conmutación rotacional coheren-
te de las zonas de almacenamiento. En otro caso, a menos
que los campos aplicados originen conmutación de pared, el
efecto sobre la magnetización de las zonas de almacenamien-
to será despreciable. Debido al acoplamiento magnético, los
10 campos de acoplamiento $+H_B$ ó $-H_B$ actúan sumándose al campo
 H_y ; los campos resultantes que afectan a la magnetización se
han designado por H_h y H_1 . Las direcciones resultantes de
las magnetizaciones M'_h y M'_1 se obtienen de la manera co-
nocida, trazando las tangentes desde los extremos de los vec-
15 tores de campo H_h y H_1 a la esteroide correspondiente (curva
51 ó 50). Si no estuviese presente el campo de acoplamiento
 $+H_B$ que actúa en la dirección $+x$, las magnetizaciones M_1
de las zonas de conmutación serían rotadas por completo a la
dirección dura ($+y$); después que el campo H_y se hubiese
20 desvanecido, no habría por tanto campo que originase que las
magnetizaciones M_1 de todos los dominios de las zonas de con-
mutación volviesen a la dirección $+x$ o bien a la dirección
 $-x$, y se produciría desdoblamiento. En la película represen-
tada en la Fig. 2a, sin embargo, las magnetizaciones M_1 vuel-
25 ven a su posición original, puesto que no habían sido del to-
do hechas rotar a la dirección dura y por tanto vuelven de
nuevo a la dirección natural "más próxima"; y puesto que es-
tán influenciadas por los campos de acoplamiento $+H_B$, los
cuales se convierten en cero sólo después del retorno por com-
30 pleto de las magnetizaciones a la dirección natural, M_h vuel-

323400

22 FEB



ve también a la dirección natural.

El análisis hecho muestra que la intensidad H_B del campo de acoplamiento presente de acuerdo con el valor binario almacenado, garantiza la lectura no destructiva de la información almacenada, ya que se hace volver la magnetización de la célula de película hasta su posición original después de cada operación de lectura.

La Fig. 6 representa las curvas críticas correspondientes a la estructura de la Fig. 4a para las zonas suaves de conmutación (curva 60) y para las zonas duras de almacenamiento (curva 61). La figura ilustra el efecto de los campos de acoplamiento H_{B_0} ilustrados en la Fig. 4.

La Fig. 7 representa una realización de la célula de película magnética delgada del invento. Una capa 70 de Ni-Fe (80% de Ni, 20% de Fe) está depositada sobre una placa de masa pulimentada consistente en material no magnetizable; el espesor de la película es del orden de 500 \AA , y la coercividad H_C del material de la película del orden de 3,5 oerstedios. Tiras de una película de cobalto y níquel (60% de Co, 40 de Ni) evaporada directamente sobre la película de Ni-Fe a través de una rejilla, están designadas por 72; la coercividad de esa película es considerablemente mayor que la de la película de Ni-Fe, por ejemplo, $H_C = 13$ oerstedios. Los valores H_K de las dos películas están aproximadamente en la misma relación que la de los valores H_C ; es decir, el valor H_K de la película de Co-Ni es considerablemente mayor que el de la película de Ni-Fe. Las dimensiones de la película de Co-Ni son: espesor 500 \AA ; anchura de tira y distancia entre tiras, ambas del orden de 500 micras . Puesto que ambas películas, la de Ni-Fe y la de Co-Ni,



son muy delgadas y están en contacto directo entre sí, hay entre ellas un intenso acoplamiento de intercambio que impide la rotación independiente de la magnetización en solo una de las películas; como resultado, las zonas 73 de la película 70 de Ni-Fe debajo de las tiras de Co-Ni se convierten también en magnéticamente duras, es decir, aumentan los valores eficaces H_K y H_C . La película 70, por tanto, consiste en zonas 74 de valores H_C y H_K relativamente bajos, y en zonas 73 de valores H_C y H_K relativamente altos, las cuales pueden pues usarse como zonas de conmutación y zonas de almacenamiento respectivamente.

Cuando se aplica un campo H_X en la dirección del eje natural, donde el valor máximo de H_X es mayor que el de H_C de las zonas de conmutación y menor que el de las zonas de almacenamiento, resulta una curva $M_X = f(H_X)$ correspondiente a la de la Fig. 3b. La dirección de la intensidad H_{B_X} del campo que determina la dirección preferida depende de la orientación de la magnetización en las zonas de almacenamiento, la cual no es conmutada por el campo aplicado. La intensidad H_{B_X} del campo, medida para la célula de película magnética delgada descrita, es de 1,5 oerstedios. Es fácil demostrar que lo que está implicado es acoplamiento positivo, es decir que la magnetización de las zonas de conmutación tiende a alinearse en una dirección paralela a la de las zonas de almacenamiento. Ello se ha ilustrado en la Fig. 7 mediante las flechas 75 y 76 que representan las magnetizaciones en las zonas.

Cuando se aplica un campo H_y en la dirección dura, cuyos valores están comprendidos entre los valores H_K de las zonas de almacenamiento y de conmutación, la magneti



zación de las zonas de conmutación será hecha rotar aproximadamente a la dirección dura, mientras que la de las zonas de almacenamiento será solo ligeramente desviada. La célula de película magnética delgada representada en la Fig. 7, se comporta básicamente del mismo modo que la ilustrada en las Figs. 2 y 4.

Obsérvese que cuando se usa la célula de película magnética delgada descrita en un almacenamiento del modo de excitación ortogonal, son esenciales valores diferentes H_K de las zonas 73 y 74 para la formación requerida de zonas de almacenamiento y conmutación, mientras que, si bien es ventajoso, no es esencial que los valores H_C sean diferentes.

Las Figs. 8a y 8b ilustran una realización de un ROS que emplea la célula de película magnética delgada del invento.

Durante el funcionamiento de un ROS, solamente tienen lugar operaciones de lectura y no de escritura. Al principio, sin embargo, es necesario que la magnetización de las células de almacenamiento esté alineada de acuerdo con los valores binarios a ser almacenados y posteriormente leídos. Esa operación de inscribir puede lograrse electrónicamente aplicando campos suficientemente intensos ($H_y > H_{K_h}$); los circuitos requeridos no se han representado.

La Fig. 8a ilustra esquemáticamente la disposición del almacenamiento. La matriz de almacenamiento 80 consiste en células 81 de película magnética delgada con las propiedades de las célula del invento, dispuestas en filas y columnas. Como se ha indicado, hay dispuestas líneas 82 de palabra, paralelas a la dirección natural, y líneas 83 de percepción, ortogonales a ellas, encima de las células

323400

22 FEB



de almacenamiento, La disposición ortogonal de las líneas de palabra y de percepción disminuye el acoplamiento inductivo entre esas líneas, y por tanto las señales de ruido, al mínimo. El almacenamiento está organizado por palabras; es
5 decir, en cada operación de lectura son leídas simultáneamente una serie de células de almacenamiento que contienen la información binaria que constituye una palabra. Como se describió para la Fig. 5, ello exige, para cada célula, un campo en la dirección dura de aproximadamente el valor H_{K_1} ;
10 ese campo es generado por impulsos alimentados a líneas 82 de palabra por excitadores 84 de palabra, siendo seleccionado un excitador de palabra de acuerdo con la dirección de la palabra a ser leída. Por ejemplo, si el excitador 84-2 de palabra alimenta un impulso a la línea 82-2 de palabra, las
15 magnetizaciones M_1 en las zonas de conmutación de las células de almacenamiento asociadas con esa línea de palabra son hechas rotar aproximadamente a la dirección dura. El cambio de componente de magnetización dispuesta en la dirección natural (dirección x) que tiene lugar en cada cédula asociada
20 con la palabra a ser leída, induce un impulso en las líneas 83 de percepción dispuestas encima de esas células; ese impulso es amplificado por amplificadores 85 de percepción asociados con cada línea de percepción. En una operación de
25 lectura, cada amplificador de percepción recibe pues un impulso o una sucesión de impulsos cuya polaridad es característica para el valor binario ("1" ó "0") de la correspondiente posición de bitios de la palabra leída.

La Fig. 8b muestra los campos magnéticos que actúan sobre las zonas de conmutación durante una operación de
30 lectura, así como las rotaciones resultantes de los vectores

323400

22F



de magnetización de las zonas de almacenamiento (M_h) y de conmutación (M_l). Esta figura está basada en la hipótesis de que un "0" binario almacenado está caracterizado por la alineación de las magnetizaciones M_h y M_l en la dirección $-x$; y por que el "1" binario corresponde a su alineación en la dirección $+x$. Los campos de acoplamiento que influyen en la magnetización de las zonas de conmutación en las direcciones $-x$ y $+x$ están designados por $H_{B_{"0"}}$ y $H_{B_{"1"}}$ respectivamente, y el campo de palabra generado por el impulso de palabra por H_y . H_l es el campo eficaz resultante para las zonas de conmutación de la película. La curva 86 representa el impulso de palabra alimentado a una de las líneas 82 de palabra, en función del tiempo. Las curvas 87 y 88 representan la tensión inducida en las líneas de percepción 83 para un "0" y un "1" almacenados en la célula de almacenamiento asociada. Esa tensión es llevada a un circuito discriminador (no representado) para determinar el valor binario leído.

El ROS descrito puede ser expandido o modificado en un almacenamiento semipermanente - es decir, un almacenamiento con operaciones de lectura de gran velocidad y cuya información almacenada puede ser cambiada por operaciones de escritura relativamente lentas- disponiendo para ello circuitos de inscripción permanentes, lo que permite conmutar las zonas de almacenamiento de las células de película magnética delgada; puesto que la conmutación de inscripción no es preciso que sea de gran velocidad, los circuitos de conmutación necesarios son baratos, incluso aunque no puedan ser utilizadas las líneas usadas para la operación de lectura.

Para usar la célula de película magnética delgada descrita en un almacenamiento con lectura no destructi-



va (NDRO), en el cual las operaciones de inscripción deben ser asimismo ejecutadas muy rápidamente, es necesario disminuir los valores H_K y H_C de las zonas de almacenamiento de las células de película delgada. Puesto que debe mantenerse una cierta relación entre los valores H_K y H_C de las zonas de conmutación y almacenamiento, se hacen necesarios valores muy bajos H_K y H_C para las zonas de conmutación (por ejemplo, $H_K = 0,5$ oerstedios; $H_C = 0,2$ oerstedios). Se conocen sin embargo métodos para la obtención de tales valores.

Las Figs. 9, 10 y 11 ilustran descripciones de otras varias realizaciones de células de película magnética delgada que tienen las propiedades del invento.

En la realización representada en la Fig. 9, una película 90 de Ni-Fe de 400 \AA de espesor es depositada sobre una placa de tierra 91 pulimentada. La coercividad del material de la película es de 3,0 oerstedios. Películas de SiO de 50 x 50 micras de dimensiones, depositadas a través de una rejilla, se han designado por 95; esos cuadrados están dispuestos en filas y columnas sobre la película 90, a una distancia de 50 micras uno de otro. La película 92 consiste en Co-Ni y tiene una coercividad de 13 oerstedios; tiene un espesor del orden de 400 \AA . En las zonas (93 con contacto directo entre las películas de Ni-Fe y de Co-Ni, los valores H_K y H_C aumentan debido al efecto de la película magnéticamente dura de Co-Ni; la película de SiO sirve para el desacoplamiento magnético de las películas, y las zonas 94 de la película de Ni-Fe cubierta por la película de SiO, no son prácticamente afectadas por la película dura 92.

En esta realización, la película 90 al igual

323400

22F



que la película 70 en la célula de película delgada ilustrada en la Fig. 7, tiene zonas con valores H_C y H_K diferentes; las zonas 93 pueden servir como zonas de almacenamiento y las zonas 94 como zonas de conmutación. Nuevamente hay acoplamiento positivo entre las zonas; la intensidad H_{B_X} de campo fué medida como de 2,5 oerstedios.

En la realización representada en la Fig. 10, capas delgadas 102 de plata de forma de tira del orden de 200 Å de espesor, son depositadas por evaporación sobre una placa de masa 101 pulimentada, a través de una rejilla. Una película de Ni-Fe de un espesor del orden de 500 Å, con una coercividad de 1,5 oerstedios, está designada por 100. En las zonas 103 la película de Ni-Fe y la placa de masa están separadas por la capa de plata, que es tan delgada que no forma una capa continua sino que consiste en una serie de "islas" microscópicamente pequeñas. La película de Ni-Fe es pues prácticamente depositada como vapor sobre una superficie hecha áspera mediante la plata y, puesto que el espesor de la película de Ni-Fe, también delgada, es aproximadamente constante, tanto la superficie de contacto como la superficie superior de la película de Ni-Fe son desiguales en las zonas 103. Los campos dispersos que resultan originan un aumento del valor H_C de la película. Se midió un valor H_C de 55 oerstedios. La plata sirve aquí sólo para dar aspereza a la superficie; ello puede asimismo efectuarse de otras maneras, por ejemplo por ataque químico o mecánicamente. Debido a ser mayor el valor H_C , las direcciones de la magnetización molecular se separan más de la dirección susceptible de ser medida de la magnetización total de la película, la cual permanece inalterable; ello

323400

22F



entraña un aumento en la intensidad de campo requerida para hacer rotar la magnetización completa a la dirección dura. Macroscópicamente, tal película corresponde a una película de un valor H_K elevado. En las zonas 10⁴ la película de Ni-Fe está en contacto directo con la superficie pulimentada de la placa de masa 101; aquí las propiedades magnéticas de la película permanecen inalterables.

En esta realización, la película 100, al igual que la película 70 de la célula de película delgada ilustrada en la Fig. 7, tiene también zonas de diferentes propiedades magnéticas; las zonas 10³ pueden servir como zonas de almacenamiento y las zonas 10⁴ como zonas de conmutación. Hay acoplamiento positivo entre esas zonas; la intensidad de campo fué medida como de 1,25 oerstedios.

En la realización representada en la Fig. 11, una película continua de Ni-Fe, de un espesor del orden de 500 Å, es depositada sobre una placa de masa 111 pulimentada. Las capas de cobre de forma de tiras delgadas, depositadas por evaporación sobre la película 110 a través de una rejilla, están designadas por 112. Un aumento de la temperatura despues de depositadas las capas origina la difusión del cobre en la película de Ni-Fe, lo que dá por resultado un aumento local del valor H_C en las zonas 113 y, por tanto, también un aumento de la intensidad de campo requerida para hacer rotar la magnetización a la dirección dura. Las zonas no afectadas de la película de Ni-Fe se han designado por 114.

En esta realización, la película 110, al igual que la película 70 de la célula de película delgada ilustrada en la Fig. 7, tiene zonas de propiedades magnéticas



diferentes; las zonas 113 pueden servir como zonas de almacenamiento y las zonas 114 como zonas de conmutación. Hay también acoplamiento positivo entre esas zonas.

Se ha descrito el invento en cuanto a realizaciones preferidas. Obsérvese que las estructuras, dimensiones y materiales seleccionados representan simplemente ejemplos. Pueden producirse células de película delgada que tengan otros valores, por ejemplo de la intensidad de campo de acoplamiento, que sean apropiadas para una aplicación dada, cambiando dimensiones (espesor, anchura y longitud de la película, y colocación de las películas depositadas a través de una rejilla), y mediante la elección de los valores H_C y H_K de las películas usadas. En la producción de las células de película delgada, por ejemplo, pueden usarse los procedimientos descritos en las referencias que se dan a continuación, para disminuir los valores H_C y H_K :

Disminución de H_C

Nature 194 (1.962) Pág.1035,

IBM Research RZ 154 (1964)

Disminución de H_K

Proc. Intermag. Conf. 1964, Capítulo 9.3

Por otra parte, en las realizaciones ilustradas en las Figs. 10 y 11, los materiales mencionados, por ejemplo la plata que sirve para dar aspereza a la placa de masa y el cobre usado para difusión, pueden ser sustituidos por otros materiales, por ejemplo la plata por aluminio y el cobre por oro. Además, las películas descritas como consistentes en 80% de Ni y 20% de Fe, en 60% de Co y 40% de Ni, pueden ser de diferente composición. Se eligió un almacenamiento sólo de leer como una realización en la cual pueden usarse ventajosamente las células de película magnética del-

323400

22



gada del invento; sin embargo, pueden idearse otras disposi-
ciones de almacenamiento, tales como almacenamientos con ope-
raciones de leer y escribir de gran velocidad, con células
de acuerdo con el invento que únicamente tienen valores di-
ferentes a los correspondientes de los ejemplos descritos.

Esta solicitud, que corresponde a la presen-
tada en Suiza, el 23 de Febrero de 1965, bajo el nº 2473/65,
se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Esta-
tuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención
en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un dispositivo de célula de película mag-
nética delgada con una capa magnética anisotrópica para alma-
cenamiento temporal o permanente de información en sistemas
electrónicos de tratamiento de datos, que consiste en zonas
de propiedades magnéticas diferentes, caracterizado por el
hecho de que las zonas difieren en la intensidad de campo
magnético requerida para hacer rotar su magnetización hacia
la dirección dura, y por que existe acoplamiento magnético
entre las diferentes zonas, el cual tiende a alinear las mag-
netizaciones en direcciones paralelas.

323400

22 FEB



2.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que se deposita una capa magnética sobre un portador de un material no magnetizable.

5 3.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las zonas que requieren la mayor intensidad de campo para hacer rotar su magnetización, están dispuestas en tiras paralelas a la dirección dura de
10 la película.

4.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que sobre zonas limitadas de la primera capa hay depositada una segunda capa consistente en
15 material magnetizable cuyo valor H_K es mayor que el de la primera capa, de manera que se aumenta la intensidad de campo requerida para hacer rotar la magnetización de las zonas por debajo de la segunda capa.

5.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que sobre zonas limitadas de la primera capa hay depositada una segunda capa consistente en
20 material no magnetizable, y por que sobre el área total definida por la primera capa hay depositada una tercera capa consistente en material magnetizable, de tal manera que las capas primera y tercera están separadas entre sí en las zonas limitadas por la segunda capa y están en contacto directo en las zonas restantes, de manera que se aumenta la intensidad de campo requerida para hacer rotar las magnetizaciones de las zonas de la primera capa que están en contacto
25
30

323400

22



directo con la tercera capa.

5 6.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que la superficie del portador sobre la cual es depositada la capa magnética se hace áspera en áreas limitadas, ya sea depositando una delgada capa de material no magnetizable, o ya adoptando medidas que originan cambios localizados en la estructura de la superficie del portador, de tal modo que se aumenta la intensidad de campo requerida para hacer rotar la magnetización de las zonas de la capa magnética que quedan por encima del área que se ha hecho áspera.

15 7.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que sobre áreas limitadas de la primera capa se deposita una segunda capa consistente en material no magnetizable la cual está difundida al menos parcialmente en la primera capa que hay dispuesta debajo de ella, de tal manera que se aumenta la intensidad de campo requerida para hacer rotar la magnetización de las zonas que hay dispuestas por debajo de la segunda capa.

20 8.- Un dispositivo de célula de película magnética delgada con una capa magnética anisotrópica, para almacenamiento temporal o permanente de información en

323400

22 FEB



sistemas electrónicos de tratamiento de datos.

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.

5 Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas por una sola de sus caras.

22 FEB. 1966

Madrid,

P. A.

Alberto de Elzaburu
Por Orden,

323400

22



FIG. 1a

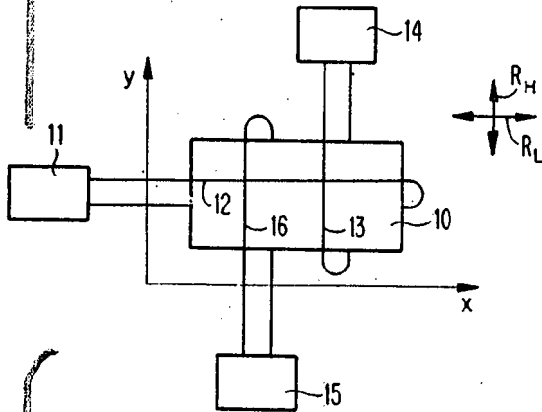


FIG. 1b

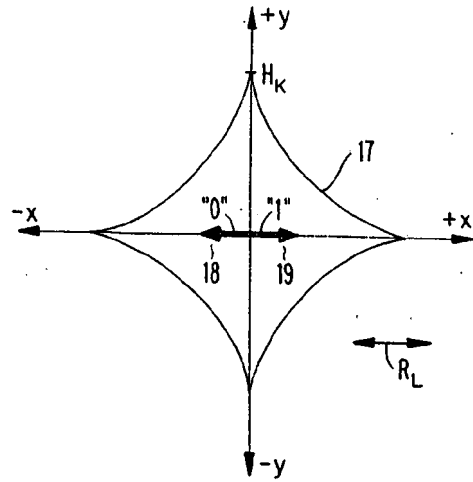


FIG. 3a

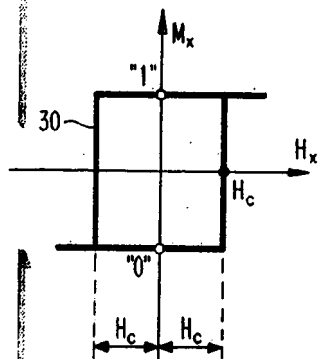


FIG. 3b

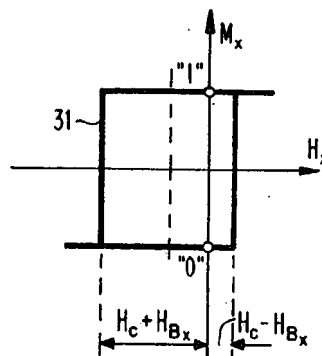
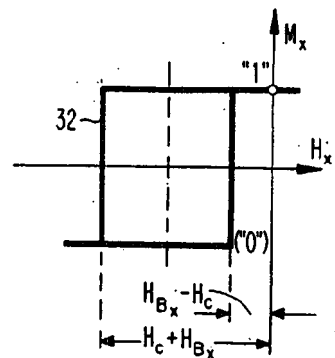


FIG. 3c



Curran

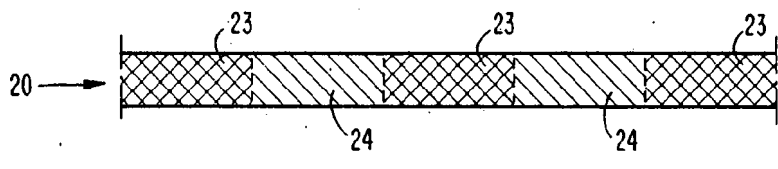
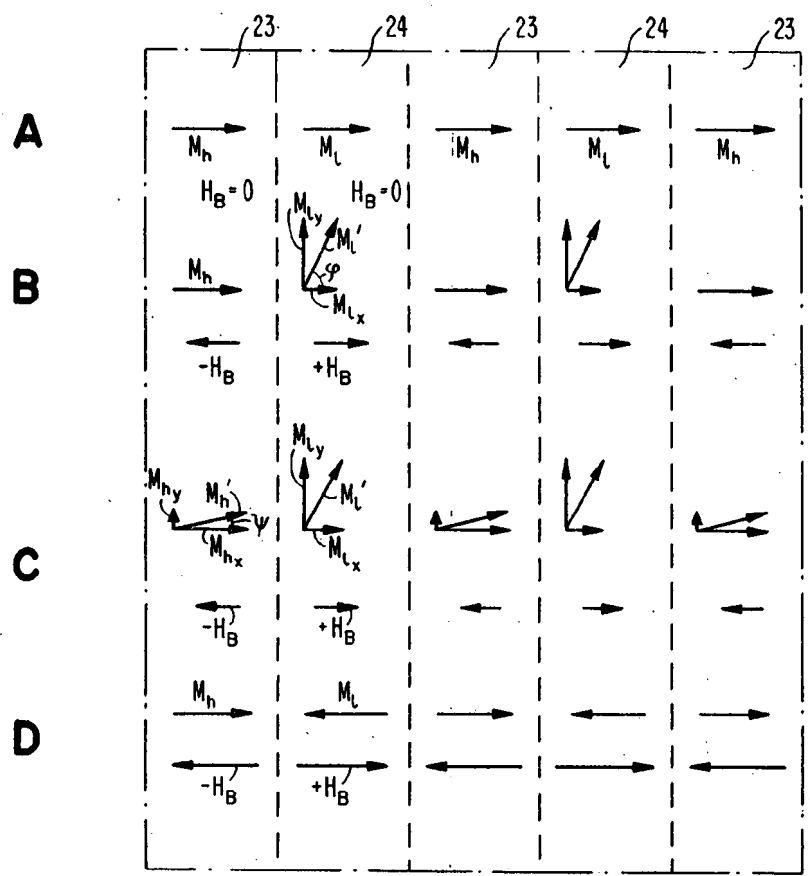


FIG. 2a



323400



FIG. 2b

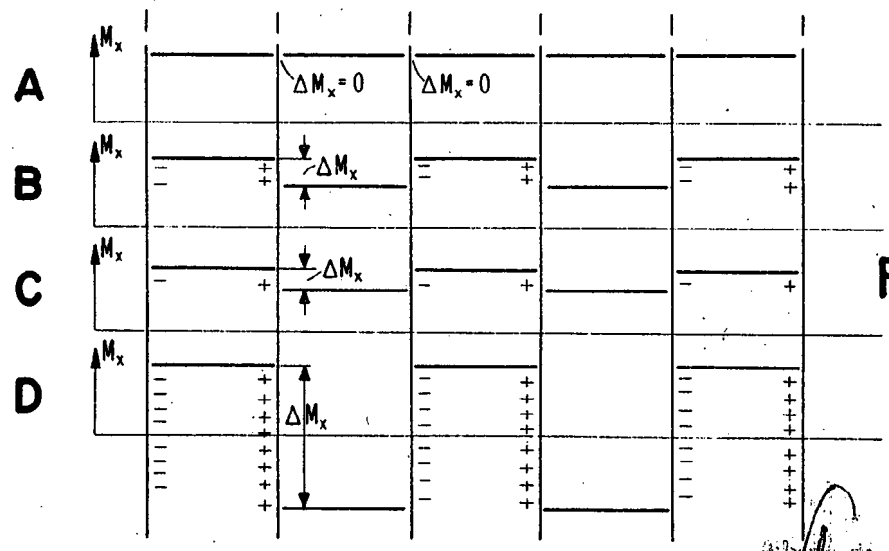


FIG. 2c

Handwritten signature or initials.



323400

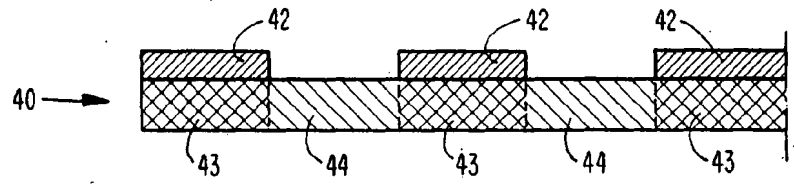


FIG. 4a

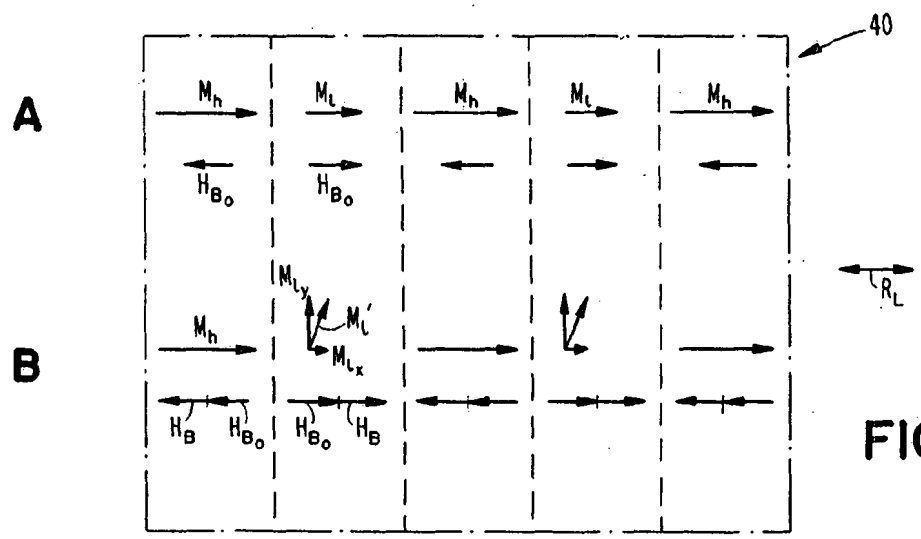


FIG. 4b

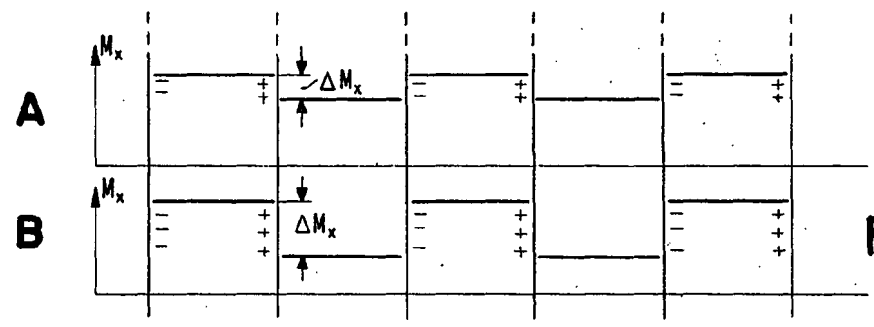


FIG. 4c

Handwritten signature or initials.



323400

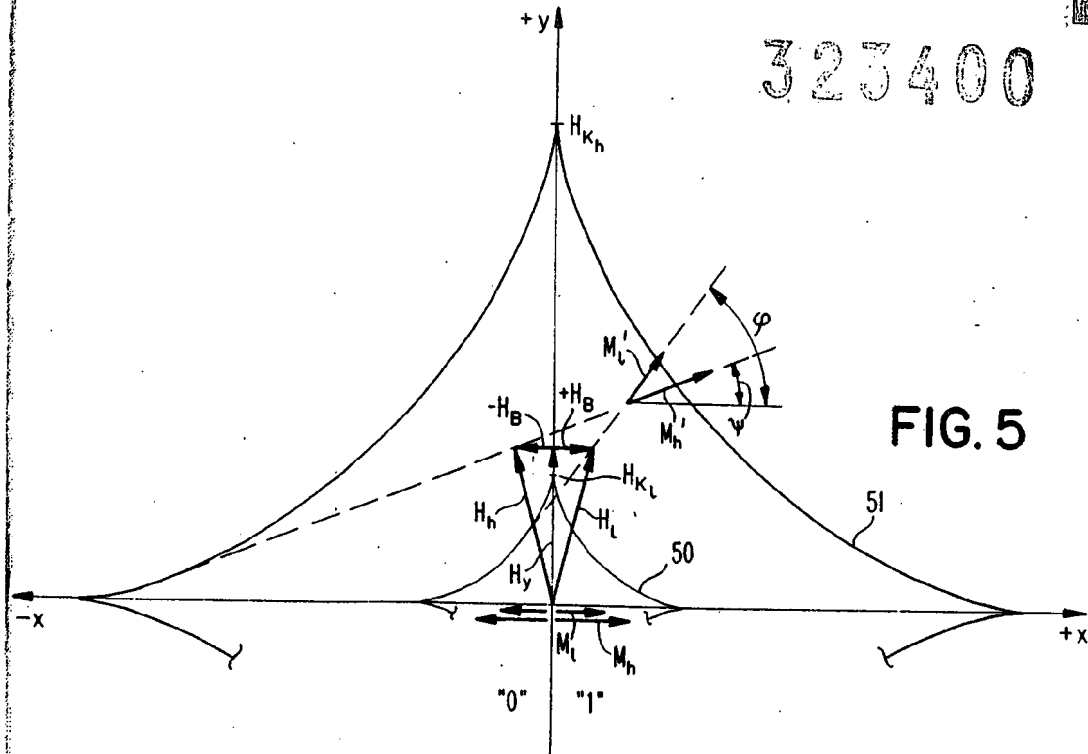


FIG. 5

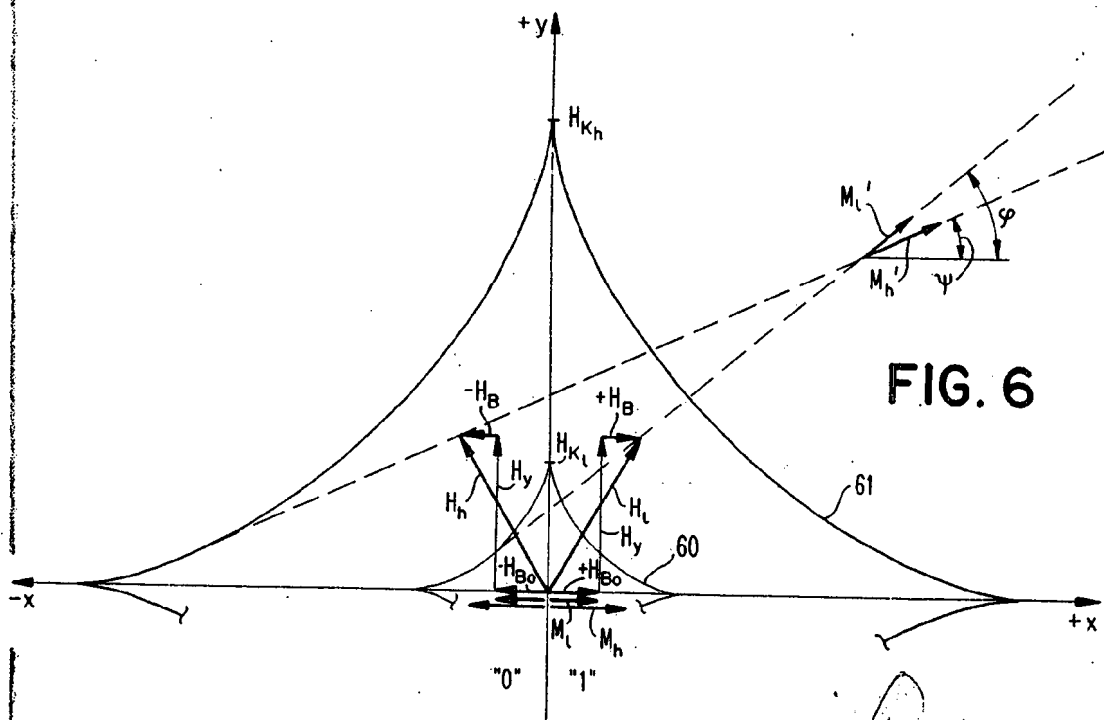


FIG. 6

Handwritten signature or initials.



323400

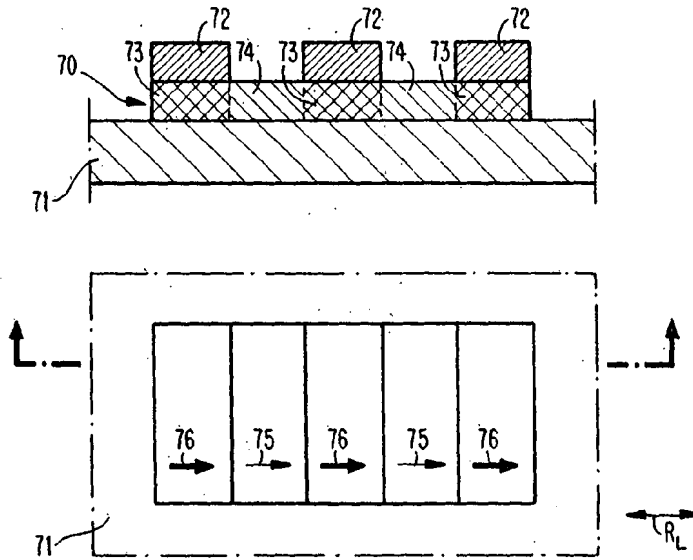


FIG. 7

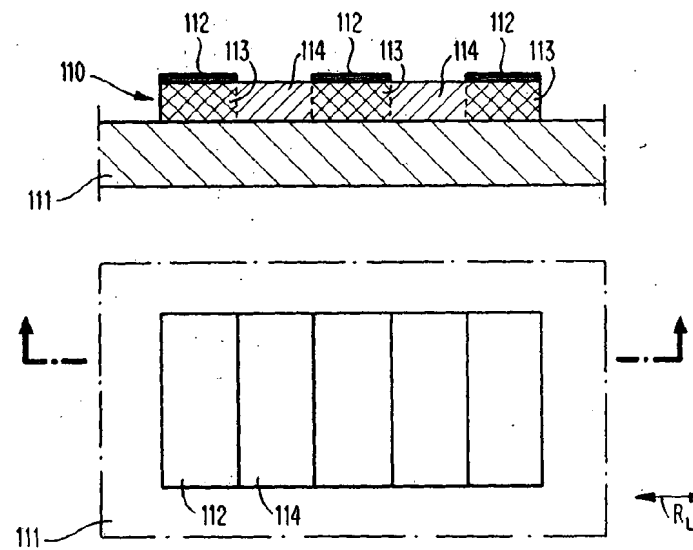


FIG. 11

Handwritten signature or initials.

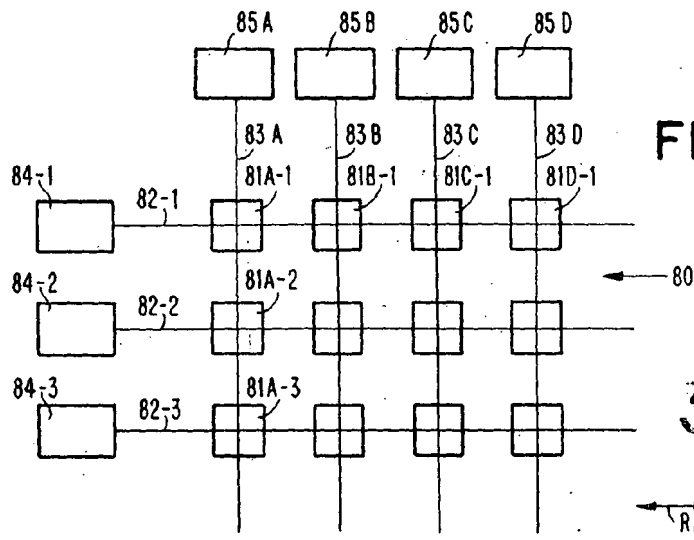


FIG. 8a

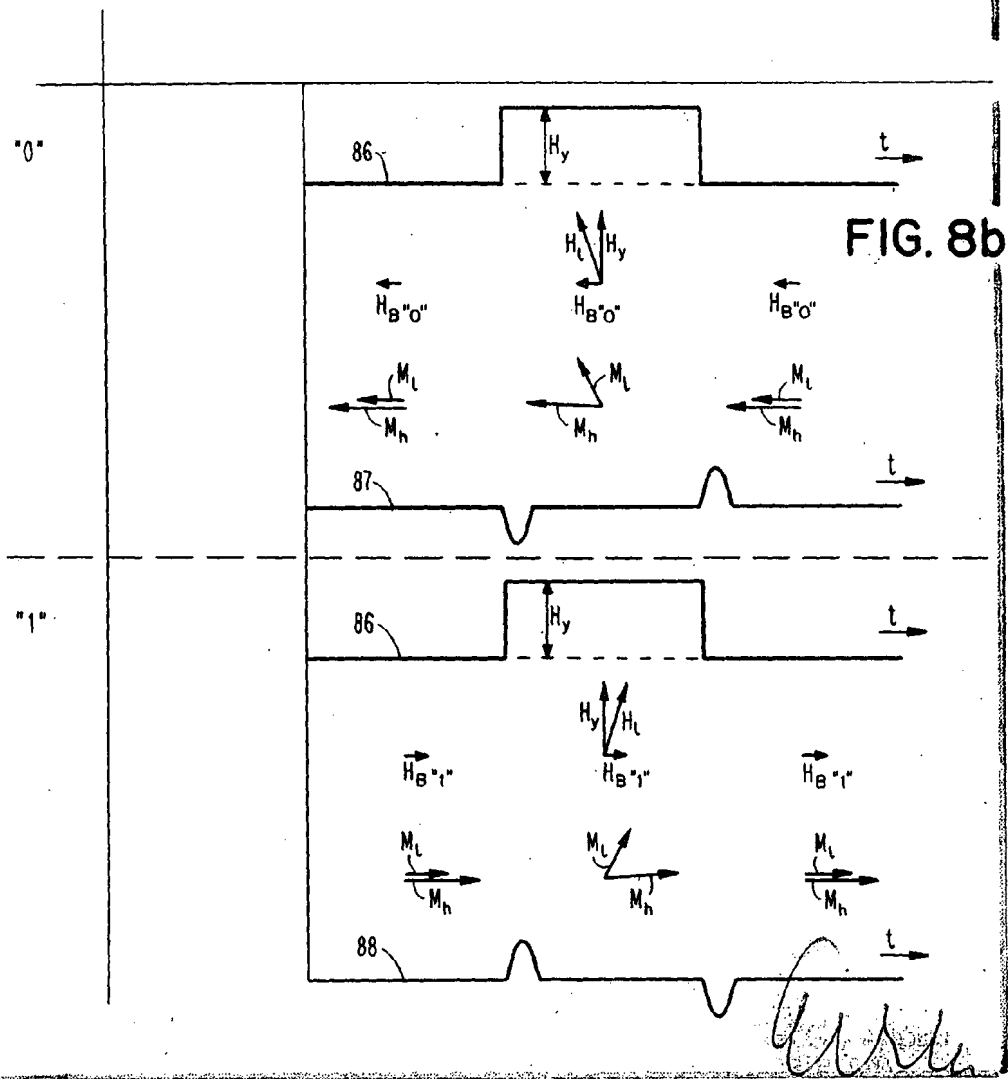


FIG. 8b

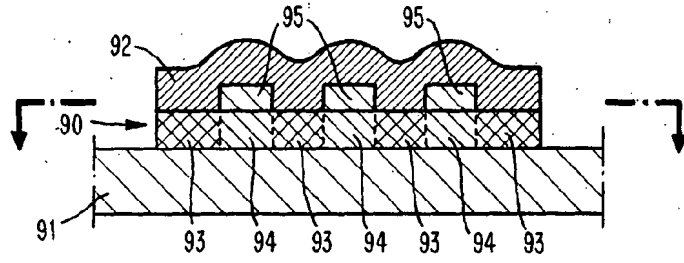
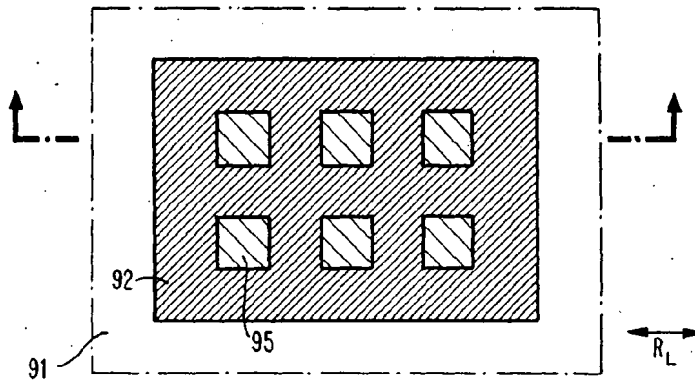


FIG. 9



323400

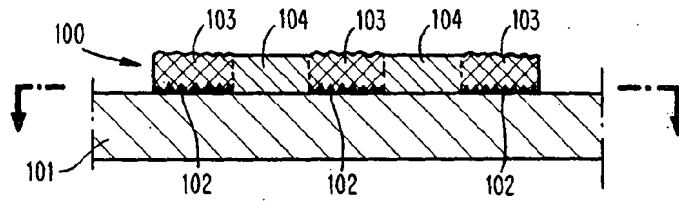
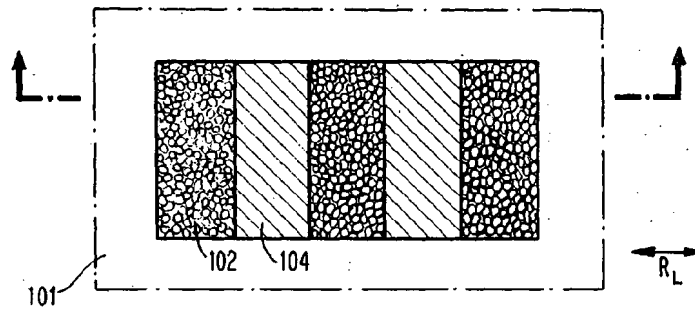


FIG. 10



Alfredo de E...
R. P. ...