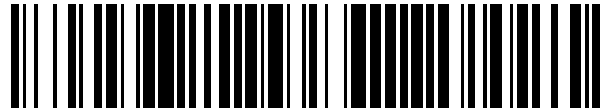


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 697**

51 Int. Cl.:

H01L 43/08 (2006.01)

H01L 43/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2009 E 09700850 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012 EP 2240969**

54 Título: **Celda de memoria y procedimiento de formación de una unión de túnel magnético (MTJ) de una celda de memoria**

30 Prioridad:

08.01.2008 US 970557

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.02.2013

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
ATTN: INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**GU, SHIQUN;
KANG, SEUNG, H. y
NORWAK, MATTHEW, M.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 395 697 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Celda de memoria y procedimiento de formación de una unión de túnel magnético (MTJ) de una celda de memoria

Campo de la divulgación

5 La presente divulgación versa en general acerca de una celda de memoria y, más específicamente, acerca de una pila de unión de túnel magnético de una celda de memoria.

Antecedentes

10 La memoria de acceso aleatorio (RAM) es un componente omnipresente de las arquitecturas digitales modernas. La RAM puede consistir en dispositivos dedicados o puede estar integrada o incorporada dentro de dispositivos que usan la RAM, como microprocesadores, microcontroladores, circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), dispositivos de integración de sistema en un chip (SoC) y otros dispositivos similares, como será apreciado por los expertos en la técnica. La RAM puede ser volátil o no volátil. La RAM volátil pierde su información almacenada cada vez que se quita la alimentación eléctrica. La RAM no volátil puede mantener su contenido de memoria aunque se quite la alimentación eléctrica de la memoria.

15 A diferencia de las tecnologías de RAM convencional que almacenan los datos como cargas eléctricas o flujos de corriente, la memoria magnetorresistiva de acceso aleatorio (MRAM) usa elementos magnéticos integrados con un semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS). En general, los atributos de la tecnología de MRAM incluyen la no volatilidad y una tolerancia ilimitada de lectura y escritura. La MRAM proporciona el potencial de una memoria de estado sólido de alta velocidad, baja tensión operativa y alta densidad. Las aplicaciones de la MRAM pueden incluir celdas de memoria para la automoción, la telefonía móvil, tarjetas inteligentes, aplicaciones militares protegidas contra las radiaciones, el almacenamiento en bases de datos, dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID) y elementos de MRAM en una matriz de puertas programables in situ (FPGA). Estas aplicaciones potenciales de MRAM pueden incluir aplicaciones de memoria tanto dedicadas como embebidas. En general, la arquitectura de bits se basa en un transistor activo de tamaño mínimo que sirve como dispositivo de aislamiento en conjunción con un elemento o pila de unión de túnel magnético (MTJ) para definir el bit de la MRAM.

25 Tal como se ha expuesto en lo que antecede, la MRAM tiene varias características deseables que la hacen candidata para una memoria universal, como alta velocidad, densidad elevada (es decir, tamaño pequeño de la celda de bit), bajo consumo de energía y ninguna degradación con el tiempo. Sin embargo, la MRAM tiene problemas de escalabilidad. Específicamente, a medida que las celdas de bits se hacen menores, los campos magnéticos usados para conmutar el estado de la memoria aumentan. En consecuencia, la densidad de la corriente y el consumo de energía aumentan para proporcionar los mayores campos magnéticos, limitando así la escalabilidad de la MRAM.

35 La tecnología de escritura por transferencia de torsión de espín (STT) es una tecnología en la que pueden escribirse datos alineando la dirección del espín de los electrones que flotan en un elemento de magnetorresistencia de efecto túnel (TMR). En general, la escritura de datos se lleva a cabo usando una corriente polarizada en espín con los electrones que tienen la misma dirección de espín. La RAM de transferencia de torsión de espín generalmente tiene la ventaja de requerir menor potencia y puede proporcionar mejor escalabilidad que la MRAM convencional. A diferencia de la MRAM convencional, la memoria magnetorresistiva de transferencia de torsión de espín de acceso aleatorio (STT-MRAM) usa electrones que se polarizan en su espín a medida que los electrones pasan a través de una película delgada (filtro de espín). La STT-MRAM también es denominada RAM de transferencia de torsión de espín (STT-RAM), RAM de conmutación de la magnetización por transferencia de torsión de espín (Spin-RAM) y transferencia del momento del espín (SMT-RAM).

45 Con referencia a la Fig. 1, se ilustra un diagrama de una celda 101 de STT-MRAM. La celda 101 de STT-MRAM incluye, por ejemplo, una MTJ 105, un transistor 110, una línea 120 de bits, una línea 130 de palabras, una línea fuente 140, un amplificador 150 de sentido, circuitería 160 de lectura/escritura y la referencia 170 de la línea de bits. Los expertos en la técnica apreciarán que la operación y la construcción de la celda 101 de memoria son conocidas en la técnica. Se proporcionan detalles adicionales, por ejemplo, en M. Hosomi, et al., A Novel Nonvolatile Memory with Spin Transfer Torque Magnetoresistive Magnetization Switching: Spin-RAM, proceedings of IEDM conference (2005), que se incorpora al presente documento por referencia en su totalidad.

50 Las Figuras 2A, 2B y 2C son ilustraciones en corte transversal de la celda STT MRAM convencional. El procedimiento de formación de una celda STT MRAM tiene varias deficiencias. Inicialmente, se necesitan tres máscaras adicionales para formar el patrón del electrodo inferior, las uniones de túnel y el electrodo superior. Además, resulta difícil controlar los topes de ataque químico en el electrodo inferior de la celda STT MRAM convencional. El electrodo inferior, generalmente delgado, contribuye así a la resistencia de la línea y puede limitar el flujo de corriente a través de la celda. Dado que la MTJ 130 está compuesta de múltiples capas de películas muy delgadas (del orden de 50-100 nm), resulta difícil lograr un procedimiento eficiente de ataque químico. Así, resulta necesario terminar el ataque químico en una superficie de contacto exacta. En consecuencia, en un procedimiento

convencional, se requieren instrumentos litográficos de alta resolución para formar patrones hasta por debajo de 100 nm en películas metálicas delgadas sumamente reflectantes.

Además, después de la creación de patrones con las películas para formar la MTJ (que, en el ejemplo, tiene un área superficial de aproximadamente 50×100 nm), generalmente hay una adhesión deficiente entre las celdas de la MRAM y ciertos materiales de pasivación. Por ejemplo, tras la formación del patrón de la MTJ, es necesario depositar otro aislante encima y pasivar la capa aislante. Si no se trata debidamente la superficie, se hace difícil controlar la superficie de contacto entre la MTJ y el electrodo; así se causa una adhesión deficiente entre las capas de la película metálica delgada de la MTJ y el dieléctrico (aislante). Así, la superficie de contacto es un punto débil, ya que la capa de pasivación se pierde en el tratamiento posterior. Además, con las tecnologías litográficas convencionales, diferentes películas requieren decapados químicos y patrones diferentes. Por ejemplo, puede haber un conjunto de condiciones de decapado químico y formación de patrones para eliminar una capa, mientras que es preciso usar un decapado químico y un tratamiento completamente diferentes para eliminar una capa diferente de la MTJ que haya de formarse como parte de la celda de memoria.

Puede encontrarse un ejemplo en la solicitud de patente US 2003/0107057.

15 **Resumen**

Las realizaciones ejemplares de la invención se dirigen a una celda de memoria y un procedimiento para formar una unión de túnel magnético de una celda de memoria.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos son presentados para contribuir a la descripción de realizaciones de la invención y son proporcionados exclusivamente para la ilustración de las realizaciones y no para la limitación de la misma.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de una celda convencional de memoria magnetorresistiva de transferencia de torsión de espín de acceso aleatorio (STT-MRAM).

Las Figuras 2A, 2B y 2C son ilustraciones en corte transversal de una celda STT MRAM convencional.

La Fig. 3A ilustra una vista en corte transversal de una unión de túnel magnético (MTJ) y elementos de una celda de bit.

La Fig. 3B ilustra una vista más detallada de la MTJ acoplada con la conexión metálica.

La Fig. 4 ilustra un esquema de una celda de bit que muestra la relación con los elementos de la Fig. 3A.

La Fig. 5 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada parcialmente.

La Fig. 6 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada parcialmente.

30 La Fig. 7 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada parcialmente.

La Fig. 8 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada parcialmente.

La Fig. 9 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada parcialmente.

La Fig. 10 ilustra una vista en corte transversal de una celda de memoria fabricada.

La Fig. 11 ilustra una vista en corte transversal de otra realización de una celda de memoria.

35 **Descripción detallada**

En la siguiente descripción y en los dibujos relacionados, dirigidos a realizaciones específicas de la invención, se dan a conocer aspectos ejemplares de la invención. Pueden idearse realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de la invención. Además, los elementos bien conocidos de la invención no serán descritos con detalle o serán omitidos para no complicar los detalles relevantes de la invención.

40 La palabra "ejemplar" es usada en el presente documento con el significado de "servir de ejemplo, caso o ilustración". No debe interpretarse necesariamente que ninguna realización descrita en el presente documento como "ejemplar" se prefiera o sea ventajosa con respecto a otras realizaciones. De forma similar, la expresión "realizaciones de la invención" no requiere que todas las realizaciones de la invención incluyan la característica, la ventaja o el modo de operación presentados.

45 La terminología usada en el presente documento tiene el fin únicamente de describir realizaciones particulares y no se pretende que sea limitante de las realizaciones de la invención. Tal como se usan en el presente documento, se pretende que las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a no ser que el

contexto indique claramente otra cosa. Se entenderá, además, que las expresiones “comprende”, “que comprende”, “incluye” y/o “que incluye”, cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de los enteros, las características, las etapas, las operaciones, los elementos y/o los componentes especificados, pero no excluyen la presencia o la adición de uno o más enteros, características, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

En general, las realizaciones ejemplares están dirigidas a una arquitectura de celda de memoria y un procedimiento de formación de la porción de unión de túnel magnético (MTJ) de una celda de memoria magnetorresistiva de acceso aleatorio (MRAM) para reducir el costo total de fabricación y mejorar la fiabilidad del dispositivo. A diferencia de las celdas convencionales MRAM de transferencia de torsión de espín (STT), solo es preciso usar una fotomáscara o, alternativamente, dos en vez de las tres máscaras necesarias en el procedimiento convencional. En un ejemplo, se depositan las capas de la MTJ en un canal que está formado por ataque químico en una capa de óxido para formar una unión vertical de la MTJ en contacto directo con la conexión metálica de la celda o dispositivo. A diferencia del uso de controles litográficos, que requieren suma precisión en dos dimensiones, una de las dimensiones de las capas que forman la MTJ puede ser controlada por la profundidad del ataque químico para crear el canal para depositar las capas de la MTJ. Además, las dimensiones (por ejemplo, las dimensiones críticas de la celda) de las capas que forman la MTJ pueden ser controladas por el peso de las capas de metal depositadas para formar la MTJ. En consecuencia, tal como se verá con detalle adicional en lo que sigue, puede utilizarse un procedimiento de ataque químico para formar una cavidad o un canal, y las características físicas de deposición en la formación de las capas de la MTJ pueden ser utilizadas para acoplar la MTJ con la conexión metálica.

Ahora se describen, con referencia a las Figuras 3-11, la celda ejemplar de memoria y el procedimiento de formación de la celda de memoria inclusiva de la MTJ. Se describen procesos ejemplares en el procedimiento básico de formación de la MTJ con fines de claridad y de comprensión.

Con referencia a la Fig. 3A, se muestra una vista en corte transversal de una celda 300 de memoria. La celda 300 de memoria incluye un sustrato 301 formado en un primer plano y una conexión metálica 320 (por ejemplo, de cobre, tungsteno, etc.) que se extiende en un segundo plano. El segundo plano es sustancialmente perpendicular al primer plano. La celda 300 de memoria incluye, además, una unión 365 de túnel magnético (MTJ) que tiene una primera capa acoplada a la conexión metálica 320 de tal modo que la primera capa de la MTJ 365 esté orientada a lo largo del segundo plano. Tal como se apreciará por la conexión ilustrada, la corriente que fluye a través de la MTJ 365 pasa a través de la superficie de contacto indicada por 380. Los detalles relativos a la MTJ 365 se expondrán adicionalmente en relación con la Fig. 3B.

Con referencia a la Fig. 3B, se presenta una ilustración más detallada de la disposición vertical de la MTJ 365. La MTJ 365 incluye una pluralidad de capas, tales como una capa 362 fijada o inmovilizada, una capa barrera túnel 363 y una capa libre 364. Estas capas pueden formarse a partir de películas o por otros procedimientos, tal como se expondrá con mayor detalle en lo que sigue. Además, se apreciará que cada una de estas capas puede contener una o más capas de materiales para lograr la funcionalidad de la capa, tal como se ha expuesto en lo que antecede. Por ejemplo, pueden usarse una o más capas de material para formar la capa fijada 362; sin embargo, en el presente documento, por conveniencia, puede hacerse referencia a la combinación como una única capa funcional.

Según puede verse en la disposición detallada de la Fig. 3B, cada una de las capas funcionales (362-364) de la MTJ está orientada a lo largo de una pared lateral del conector 320 en un plano vertical (en relación con el sustrato). Aunque las capas (362-364) de la MTJ 365 también se extienden se extienden horizontales, el flujo de corriente a través de la MTJ 365 es sustancialmente entre el electrodo 375 y el conector 320, tal como queda resaltado por la trayectoria 380 de corriente. El grosor adicional de las porciones horizontales de las capas 362-364, en particular de la capa barrera túnel 363, contribuye a dirigir el flujo de corriente a través de la superficie de contacto vertical, tal como queda resaltado por la trayectoria 380 de corriente. Además, la porción inclinada 347 de las capas 362-364 de la MTJ también mantiene el grosor incrementado de capa, lo que inhibe fugas a través de estas porciones y concentra el flujo de corriente a través de 380. Se apreciará que el perfil inclinado contribuye a establecer el grosor incrementado de capa en la porción inclinada 347 de las capas.

Con referencia de nuevo a la Fig. 3A, la MTJ 365 se acopla con la línea de bits (no mostrada) por medio del conductor 370 y el electrodo 375. La conexión metálica 320 y el conductor 325 acoplan la MTJ 365 con el transistor 305. El transistor 305 está acoplado con una conexión 308 de la línea de palabras y una conexión de la línea fuente mediante los conductores 310 y 315. En la Fig. 4 se ilustra la configuración de la celda 300 de memoria con relación a un diagrama esquemático.

La Fig. 4 ilustra un diagrama esquemático de la celda 300 de memoria y la relación con los elementos representados en relación con las Figuras 3A y 3B. Para facilitar la comprensión de esta relación, se han mantenido los números de referencia para los elementos semejantes. Debería hacerse notar que, para facilitar la ilustración, en el diagrama esquemático no se mantiene la orientación física de varios de los elementos, por ejemplo la MTJ 365, el transistor 305, etc. La línea de bits está acoplada con la MTJ 365 por medio de los elementos 370 y 375. La MTJ 365 está acoplada al transistor 305 de la línea de acceso/palabras por medio de los elementos 320 y 325. La línea de palabras está acoplada con el transistor 305 por medio del elemento 308 y la línea fuente está acoplada con el

transistor 305 por medio de los elementos 315 y 310. Los aspectos funcionales restantes de la matriz de memoria (por ejemplo, el amplificador de sentido, etc.) no están detallados, pero se ilustran, por ejemplo, en la Fig. 1 y son conocidos en la técnica.

5 Se describirá ahora, con referencia a las Figuras 5-11, un procedimiento ejemplar de fabricación de una unión 365 de túnel magnético (MTJ) en una celda 300 de memoria según realizaciones de la invención. En las Figuras 5-11 se han mantenido los números de referencia para los elementos relacionados. Asimismo, para evitar la redundancia, no se expondrán todos elementos en la descripción de cada figura.

10 Tal como se ilustra en la Fig. 5, una realización de la invención puede incluir dos celdas de memoria que tengan una conexión 310 de línea fuente compartida. Los elementos adicionales de la segundo celda, tales como la conexión 309 de la línea de palabras, los elementos conductores 326 y 321 sirven propósitos similares y, en consecuencia, no serán expuestos con detalle. Tal como se ha expuesto en lo que antecede, puede formarse el sustrato 301 en un primer plano y puede formarse una conexión metálica 320 para que se extienda en un segundo plano que es sustancialmente perpendicular (por ejemplo, vertical) con respecto al primer plano. La conexión metálica 320 se envuelve en una capa 350 no conductora (por ejemplo, una capa de óxido). La conexión metálica 320 y otros
15 elementos conductores pueden ser fabricados de un material metálico adecuado que tenga buenas propiedades conductoras eléctricas, tal como cobre, tungsteno, aluminio y similares, tal como se conoce en la técnica.

20 Con referencia a las Figuras 6 y 7, una vez que se ha proporcionado la estructura parcial 300 de la celda, puede formarse un canal 340 mediante ataque químico en la capa 350 de óxido para dejar al descubierto al menos una primera porción de la conexión metálica 320, estando orientada la primera porción de la conexión metálica 320 a lo largo del segundo plano.

25 Tal como se ilustra en la Fig. 6, puede proporcionarse una capa fotoendurecible 330, dotada de un patrón de aberturas 331, en una superficie superior de las celdas. Las aberturas 331 pueden estar situadas de tal modo que se superpongan a una porción 332 de la conexión metálica 320 para garantizar que la primera porción de la conexión metálica 320 quede al descubierto. Entonces puede usarse un decapante químico para formar un canal o cavidad 340 mediante ataque químico en porciones de la capa 350 de óxido dejadas al descubierto por el patrón de aberturas 331, tal como se muestra en la Fig. 7. Durante la primera etapa de ataque químico, el patrón y/o la porción de la conexión metálica 320 dejada al descubierto pueden ser controlados de varias maneras. Por ejemplo, pueden controlarse variables del procedimiento como el tiempo que se aplica el compuesto de ataque químico y/o la química del decapante. Además, pueden usarse diferentes patrones para formar el canal 340 mediante ataque químico en la
30 porción de la capa 350 de óxido que envuelve la conexión metálica 320.

35 Con referencia de nuevo a las Figuras 6 y 7, la capa 350 de óxido puede ser objeto de ataque químico hasta una profundidad deseada para dejar al descubierto al menos una primera porción 322 de la conexión metálica 320 que está orientada a lo largo del segundo plano. Además, el canal o cavidad 340 puede formarse de tal modo que una cara del canal 340 esté inclinada, como resulta evidente por la porción 345. Esta porción inclinada 345 de la capa 350 de óxido, o "perfil inclinado", puede controlarse, tal como se conoce en la técnica, en función de una cualquiera o más de las variables del proceso de ataque químico. En otras realizaciones, los parámetros pueden ser manipulados para lograr una conexión metálica 320 más delgada en comparación con las cavidades formadas 340, o un patrón en el que la conexión metálica 320 sea más gruesa o más ancha en comparación con el canal formado 340 en el que han de ser depositadas las capas de la MTJ. Además, la porción inclinada 345 facilita el
40 mantenimiento de capas más gruesas en la porción inclinada 345 de la MTJ en contraposición con la porción vertical 322, como se ha expuesto en lo que antecede en relación con la Fig. 3B.

45 A continuación, tal como se muestra en la Fig. 8, puede depositarse capas 360 de película delgada (por ejemplo, 362-364) de la MTJ 365 en el canal 340, de modo que una porción de la primera capa (por ejemplo, la 362) de la MTJ 365 esté orientada a lo largo del segundo plano y de tal modo que la primera capa de la MTJ 365 esté acoplada con la primera porción 322 de la conexión metálica 320. Las capas 360 de película delgada que han de formar la MTJ 365 pueden ser depositadas encima de las celdas y dentro del canal 340. Estas capas 360 de película delgada pueden ser implementadas como películas ferromagnéticas delgadas incluyendo, por ejemplo, una capa fijada 362 (por ejemplo, Ta/PtMn/CoFe/Ru/CoFeB), una capa barrera túnel 363 (por ejemplo, AlOx o MgO) y una capa libre 364 (por ejemplo, CoFeB/Ta). Una o más capas de la MTJ 365 pueden ser más delgadas a lo largo de la primera porción
50 de la conexión metálica 320 (es decir, la pared lateral 322 al descubierto de la conexión metálica 320) que a lo largo de las porciones del canal 340 que son paralelas al sustrato 301 o inclinadas con respecto al sustrato 301. Tras la deposición de cada una de las capas 360 de película delgada que han de formar la MTJ 365, puede formarse una capa metálica 375 sobre las capas 360 de película delgada.

55 Con referencia a la Fig. 9, las capas sobrantes 360 de película delgada de la MTJ 365 y la capa metálica 375 pueden ser eliminadas mediante técnicas de pulido, tales como pulido químico-mecánico (CMP), decapado (por ejemplo, decapado por plasma) u otras técnicas conocidas. Tal como se muestra en la Fig. 9, las capas 360 de película delgada y la capa metálica 375 se pulen o se decapan para que se correspondan sustancialmente con la superficie superior de la conexión metálica 320. La superficie superior de la conexión metálica 320 puede ser paralela al plano del sustrato 301. Eliminando las capas 360 de película delgada y la capa metálica 375 que se

superponen a la superficie superior, las capas restantes forman la MTJ 365 y el electrodo 375 y rellenan el canal 340.

Con referencia a la Fig. 10, puede formarse una conexión 370 de la línea de bits mediante un elemento conductor (por ejemplo, un agujero de interconexión) en el electrodo 375 para acoplar eléctricamente el electrodo 375 y, por ende, la MTJ 365 a la línea de bits (no mostrada). El elemento conductor 370 puede estar embebido en una capa no conductora, que también puede estar superpuesta encima del conductor eléctrico 320.

Ahora se describirá, con referencia a la Fig. 11, una disposición ejemplar de uniones de túnel magnético (MTJ) en una matriz de memoria según otra realización de la invención. tal como se muestra en la Fig. 11, puede formarse un par de celdas 300 y 400 de bit como imágenes especulares mutuas. Por ejemplo, pueden formarse canales por ataque químico en la capa de óxido para dejar al descubierto porciones adyacentes primeras de cada una de la pluralidad de conexiones metálicas que están en el segundo plano. Las capas de la MTJ pueden depositarse en los canales formados en el área entre pares adyacente de conexiones metálicas. Se apreciará que el procedimiento de formación de las celdas 300 y 400 según la Fig. 11 es similar a los procedimientos ilustrados en las Figuras 5-10 y, por lo tanto, no se proporciona una explicación detallada en el presente documento. Además, se apreciará que el procedimiento para las celdas duales de bit puede ser aplicado a celdas individuales de bit, tal como se ilustra en la Fig. 3A, o puede ser aplicado a más de dos celdas de bit a la vez. En consecuencia, las realizaciones de la invención no están limitadas a los ejemplos ilustrados proporcionados en el presente documento.

Las dimensiones totales (por ejemplo, la anchura y/o la longitud) de la zona de unión de la MTJ 365 pueden ajustarse dependiendo de la aplicación deseada de la celda 300 de memoria. En otras palabras, puede formarse el patrón deseado dependiendo de los detalles de la celda 300 de memoria particular. En cualquier caso, las dimensiones de la MTJ 365 y, por ende, de la celda 300 de memoria, pueden estar en función de la profundidad del canal 340 que se forma por ataque químico en la capa 350 de óxido de la celda 300 de memoria para formar la MTJ 365, así como el grosor de las capas 360 de película delgada que han de aplicarse en la formación de la MTJ 365 durante el procedimiento de deposición descrito en lo que antecede.

Tal como se ha expuesto más arriba, debido en parte a la naturaleza de deposición física de este procedimiento, el grosor de la barrera túnel de la MTJ 365 puede tener delgadez máxima cerca de la primera porción 322 al descubierto de la conexión metálica 320 (tal como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 7) y ser más gruesa en otras partes del canal 340. En consecuencia, la corriente túnel puede pasar fundamentalmente entre la conexión metálica 320 (tal como cobre o tungsteno) y el electrodo 375 a través de la porción vertical 322 adyacente de la MTJ 365.

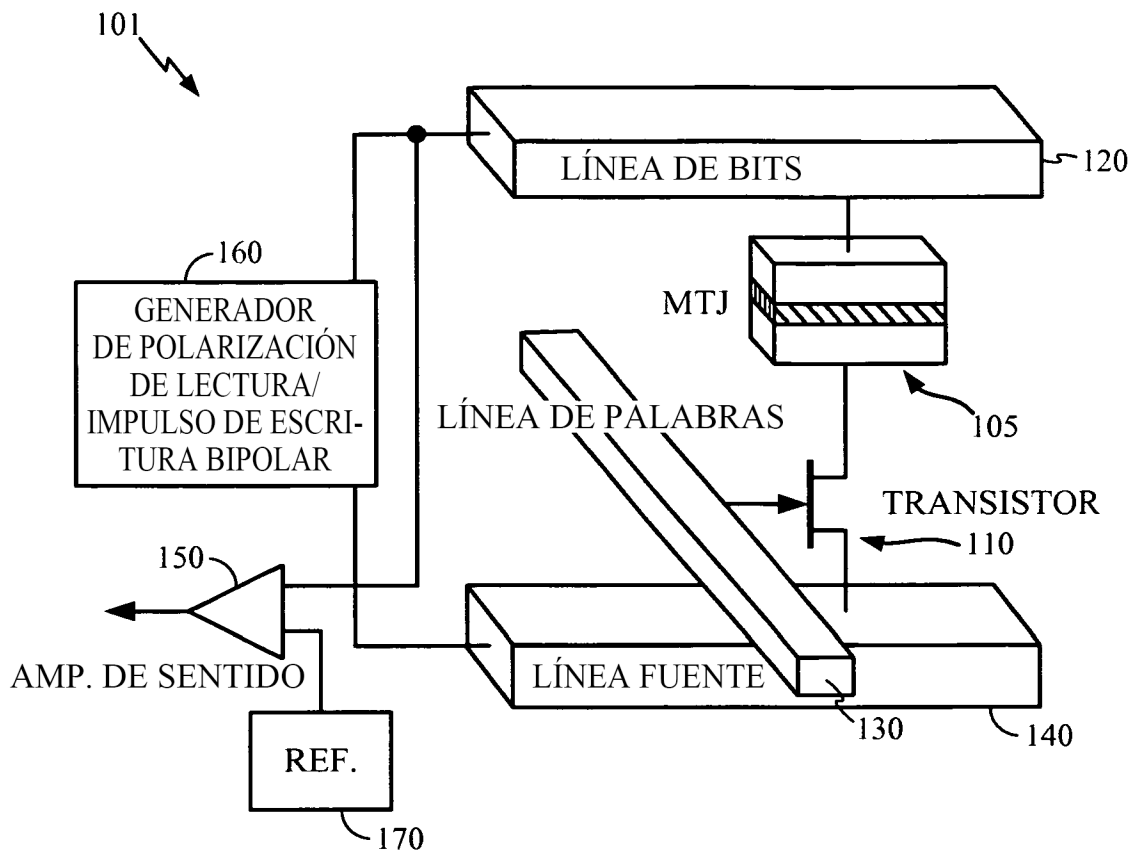
En consecuencia, y a diferencia de las técnicas convencionales de procesamiento, pueden usarse una o más fotomáscaras para formar la arquitectura de la celda 300 de STT MRAM, tal como se muestra de forma ejemplar en las Figuras 3-10. En los ejemplos previos, se usa un primer procedimiento de ataque químico para formar el canal o cavidad 340 y luego, después de que se depositan las capas 360 de película delgada de la MTJ 365 y la capa metálica 375, se lleva a cabo un segundo procedimiento de ataque químico o, alternativamente, una etapa de pulido para formar la MTJ 365 y el electrodo 375. Además, la MTJ 365 se forma en una orientación vertical (es decir, orientada en un segundo plano que es perpendicular al sustrato) y su tamaño puede ser controlado por las dimensiones de los agujeros de la fotomáscara, la profundidad del decapado del canal 340 y/o el peso de las capas 360 de película delgada, no por el uso de más controles litográficos o de tolerancia más estrecha. Los procedimientos de fabricación usados en el presente documento pueden ser compatibles con un procedimiento de damasquinado (simple o doble) para reducir los costos de fabricación. La orientación vertical puede proporcionar una conducción eléctrica mejorada entre la línea 140 de bits (según se muestra en la Fig. 1) y las celdas 300 de la STT MRAM y puede proporcionar una adhesión mejorada o mejor entre la MTJ 365 y la conexión metálica 320, proporcionando un contacto de metal con metal en vez de un contacto de aislamiento a metal, como en la estructura convencional de la celda de STT MRAM.

Aunque la divulgación anterior muestra realizaciones ilustrativas de la invención, debería hacerse notar que en el presente documento podrían realizarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de las realizaciones de la invención según se define por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, no es preciso que las funciones, las etapas y/o las acciones de los procedimientos según las realizaciones de la invención descritas en el presente documento sean llevadas a cabo en ningún orden particular. Además, aunque los elementos de la invención pueden ser descritos o reivindicados en singular, se contempla el plural, a no ser que se afirme explícitamente una limitación al singular.

REIVINDICACIONES

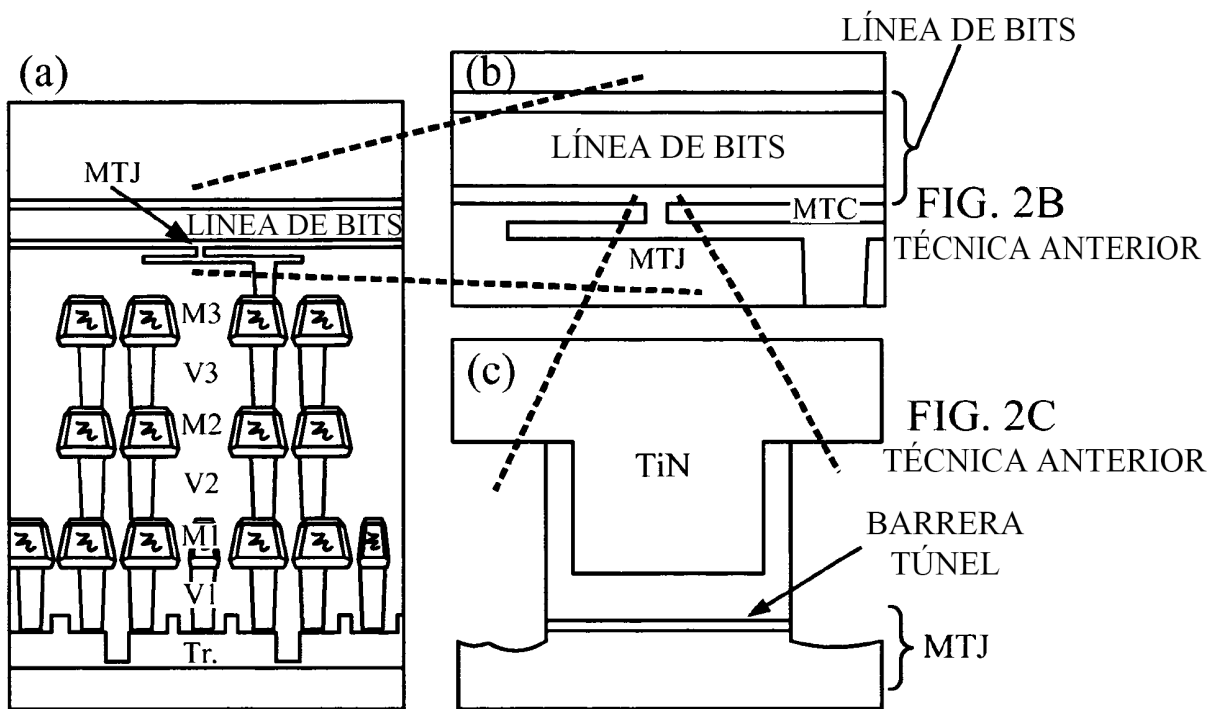
1. Una memoria que comprende:
 - un sustrato (301) en un primer plano;
 - una primera conexión metálica (320) que se extiende en un segundo plano, siendo el segundo plano sustancialmente perpendicular al primer plano;
 - una primera unión (365) de túnel magnético MTJ que tiene una primera capa (362), una segunda capa (363) y una tercera capa (364), estando acoplada la primera capa (362) con la primera conexión metálica (320) de tal modo que la primera capa (362) de la MTJ (365) esté orientada a lo largo del segundo plano, estando también orientadas las capas segunda (363) y tercera (364) a lo largo del segundo plano; y **caracterizada por**
 - un primer agujero metalizado (370, 375) de interconexión que se extiende en el segundo plano desplazado con respecto a la primera conexión metálica (320) y acoplado con la tercera capa (364) de la primera MTJ (365) y configurado para dirigir el flujo de corriente en una dirección orientada a lo largo del primer plano, entre la primera conexión (320) y el agujero (370, 375) de interconexión a través de las capas primera (362), segunda (363) y tercera (364) de la primera MTJ (365).
2. La memora de la reivindicación 1 en la que se forma un transistor (305) en el sustrato.
3. La memora de la reivindicación 2 en la que la primera conexión metálica está acoplada con el transistor.
4. La memora de la reivindicación 3 que, además, comprende:
 - una conexión (310) de línea fuente y una conexión (309) de línea de palabras, estando acoplada cada una con el transistor.
5. La memora de la reivindicación 4 en la que el primera agujero metalizado (370, 375) de interconexión incluye una conexión de línea de bits.
6. La memora de la reivindicación 1 en la que la primera capa (362) es una capa fijada, la segunda capa (363) es una capa barrera túnel y la tercera capa (364) es una capa libre.
7. La memora de la reivindicación 6 que, además, comprende:
 - un canal (340) formado en un aislante, estando formadas en el canal las capas fijadas, de barrera túnel y libre de la MTJ,
 - en la que el canal tiene una porción de fondo paralela al primer plano y una porción inclinada con una pendiente con respecto al segundo plano, y
 - en la que al menos la capa barrera túnel es más gruesa en la porción de fondo y la porción inclinada que una porción orientada a lo largo del segundo plano,
8. La memora de la reivindicación 1 que, además, comprende:
 - una segunda conexión metálica que se extiende en el segundo plano; y
 - una segunda unión de túnel magnético (MTJ) que tiene una primera capa acoplada con la segunda conexión metálica, de modo que la primera capa de la segunda MTJ esté orientada a lo largo del segundo plano.
9. La memora de la reivindicación 8 en la que se comparte una línea fuente para cada par de las MTJ.
10. La memora de la reivindicación 9 que, además, comprende:
 - una primera línea de palabras para la primera MTJ; y
 - una segunda línea de palabras para la segunda MTJ.
11. La memora de la reivindicación 10 en la que la primera línea de palabras está situada entre la primera conexión metálica y una conexión de línea fuente y en la que la segunda línea de palabras está situada entre la segunda conexión metálica y la conexión de línea fuente.
12. La memora de la reivindicación 8 en la que la primera MTJ está situada en una primera cara de la primera conexión metálica y en la que la segunda MTJ está situada en una cara de la segunda conexión metálica adyacente a la primera cara de la primera conexión metálica.
13. Un procedimiento de formación de una unión de túnel magnético (MTJ) en una celda de memoria, comprendiendo el procedimiento:
 - proporcionar un sustrato (301) en un primer plano;

- 5 formar una primera conexión metálica (320) que se extiende en un segundo plano, siendo el segundo plano sustancialmente perpendicular al primer plano;
formar mediante ataque químico un canal (340) en una capa de óxido para dejar al descubierto al menos una primera porción de la conexión metálica, estando orientada la primera porción de la conexión metálica a lo largo del segundo plano; y
depositar una pluralidad de capas (360) de la MTJ en el canal de modo que la pluralidad de capas de la MTJ esté orientada a lo largo del segundo plano y de modo que una primera capa de la MTJ esté acoplada con la primera porción de la conexión metálica.
- 10 **14.** El procedimiento de la reivindicación 13 en el que el canal incluye al menos una primera superficie que está orientada a lo largo del segundo plano y una segunda superficie que tiene una inclinación (345) con respecto al segundo plano, y
en el que se deposita la primera capa de la MTJ sobre la primera superficie y la segunda superficie del canal.
- 15 **15.** El procedimiento de la reivindicación 14 en el que el canal incluye una tercera superficie que está orientada paralela al primer plano, y
en el que se deposita la primera capa de la MTJ sobre la tercera superficie del canal.
- 16.** El procedimiento de la reivindicación 15 en el que una capa barrera túnel (363) de la MTJ es más delgada sobre la primera superficie que sobre las superficies segunda o tercera.
- 17.** El procedimiento de la reivindicación 13 que, además, comprende:
llenar al menos el canal con una capa metálica; y
20 en el que la capa metálica está acoplada con una segunda capa de la MTJ.
- 18.** El procedimiento de la reivindicación 17 que, además, comprende:
formar una conexión (370) de línea de bits en la capa metálica, en el que la conexión de línea de bits acopla la capa metálica con una línea de bits.
- 19.** El procedimiento de la reivindicación 17 que, además, comprende:
25 eliminar porciones de la capa metálica y la pluralidad de capas de la MTJ que están fuera del canal.
- 20.** El procedimiento de la reivindicación 19 en el que la eliminación incluye:
atacar químicamente la capa metálica y la pluralidad de capas de la MTJ hasta la altura de la conexión metálica; o
30 pulir la capa metálica y la pluralidad de capas de la MTJ hasta la altura de la conexión metálica.



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 2A

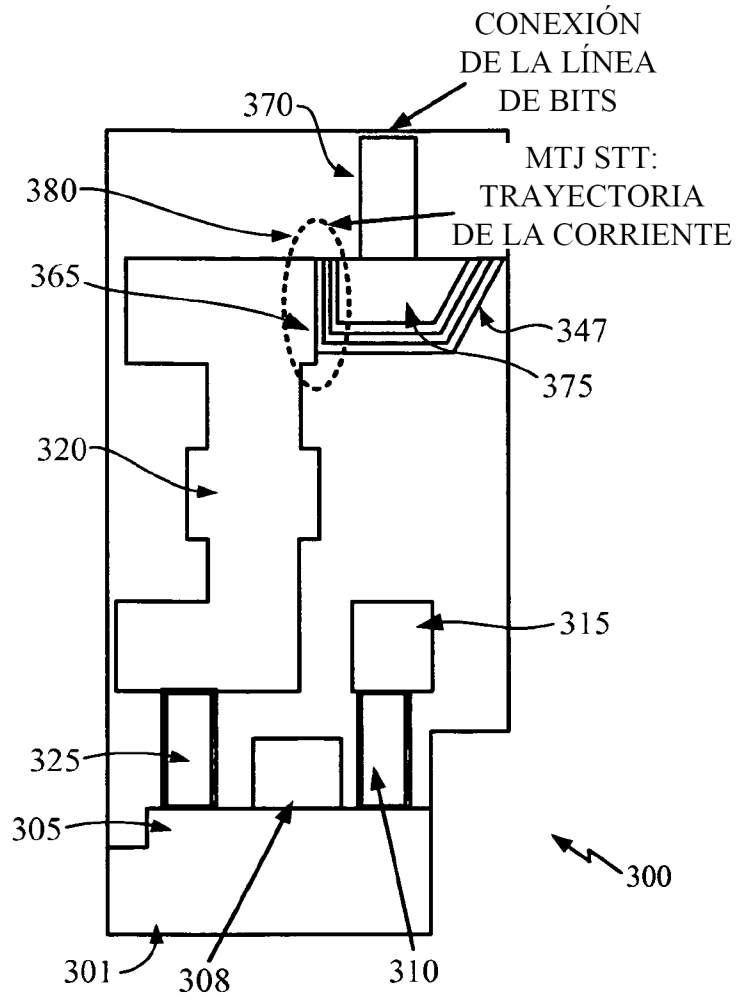


FIG. 3A

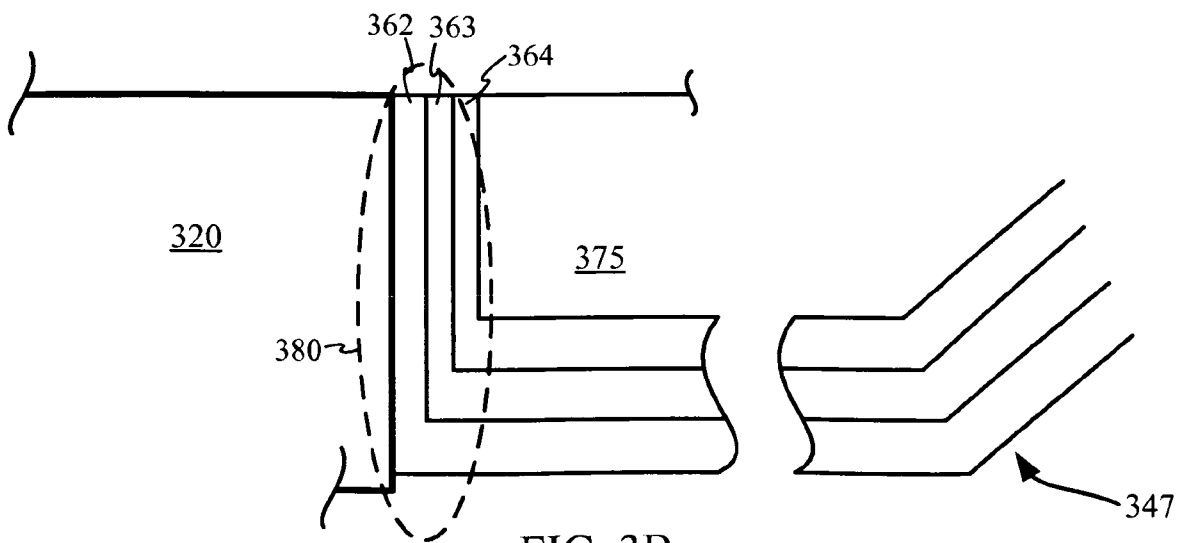


FIG. 3B

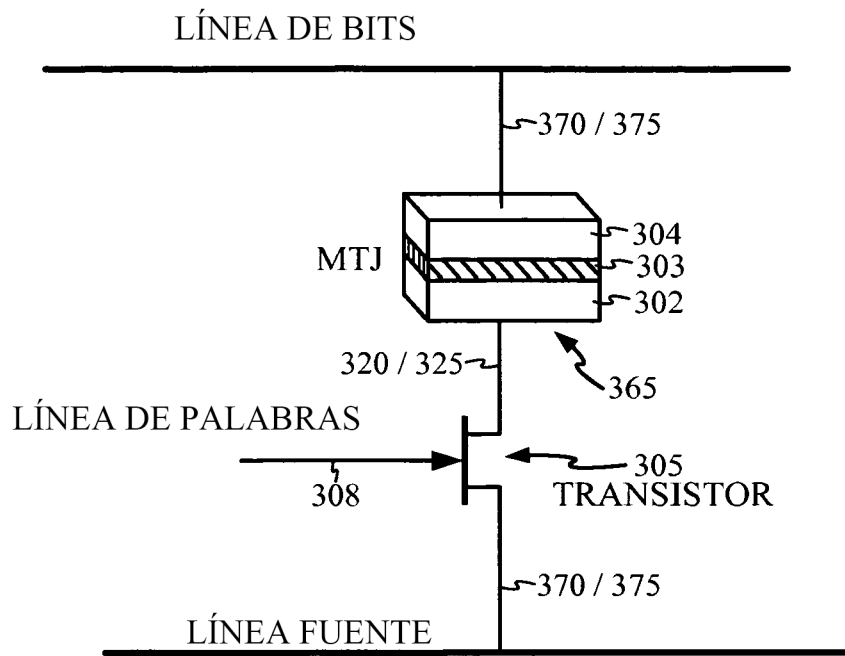


FIG. 4

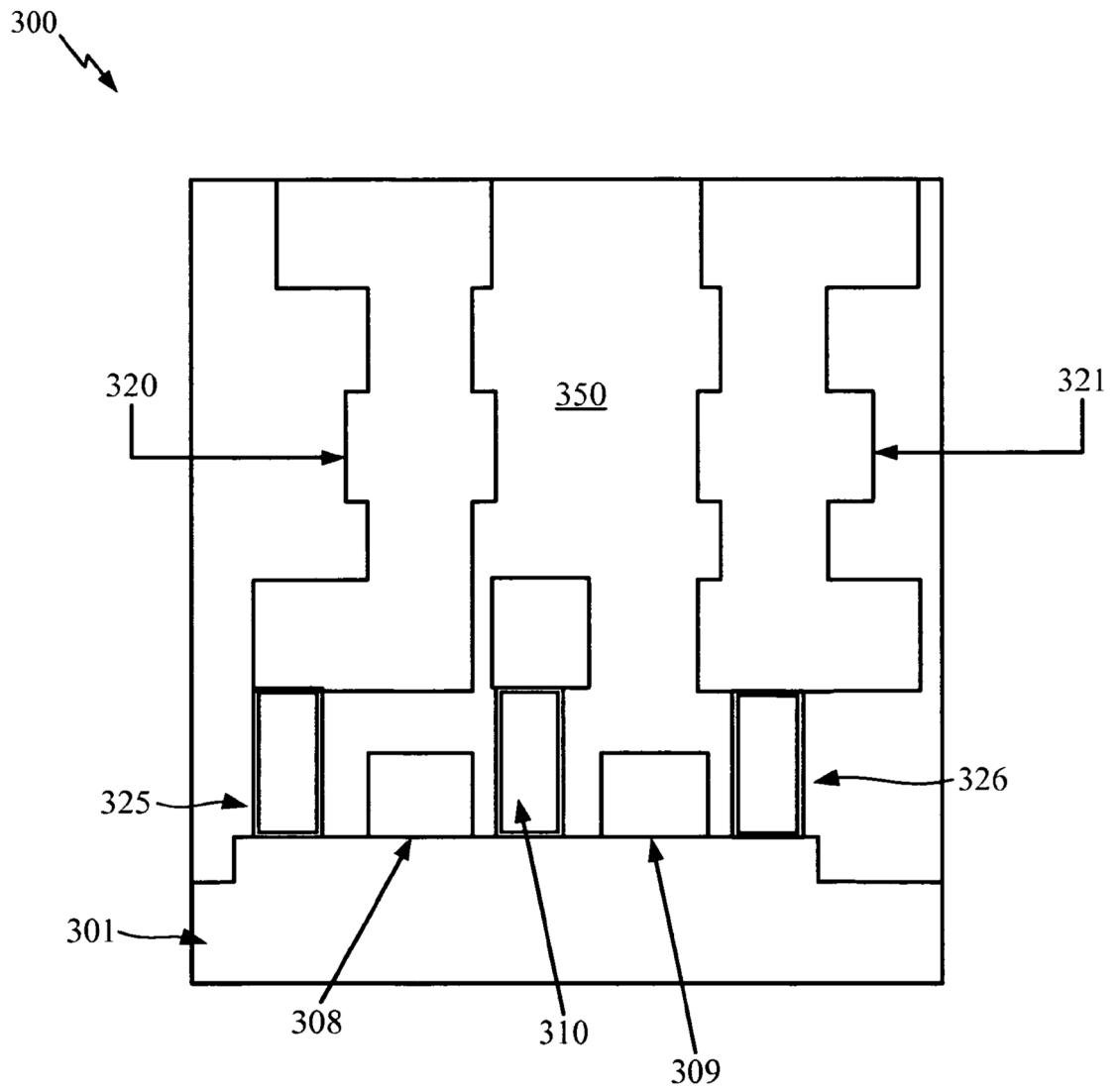


FIG. 5

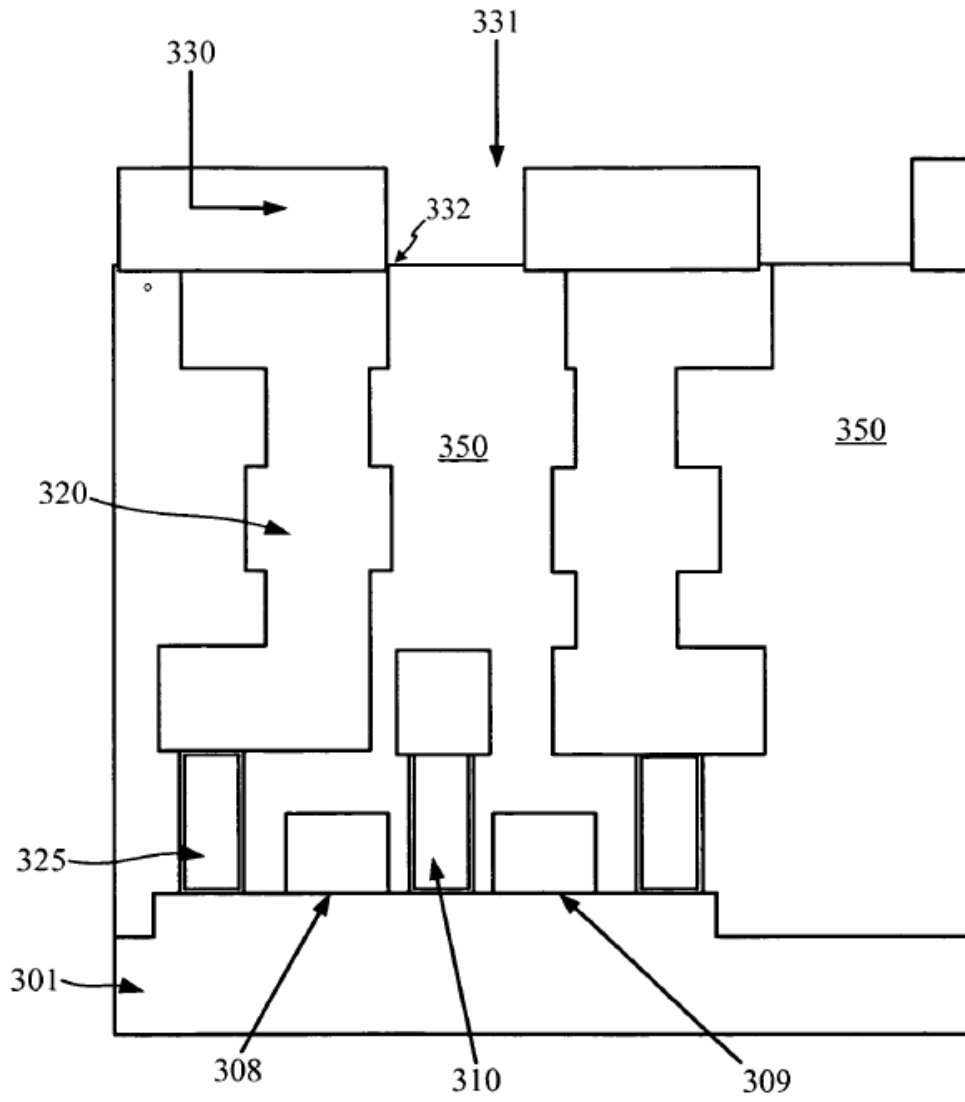


FIG. 6

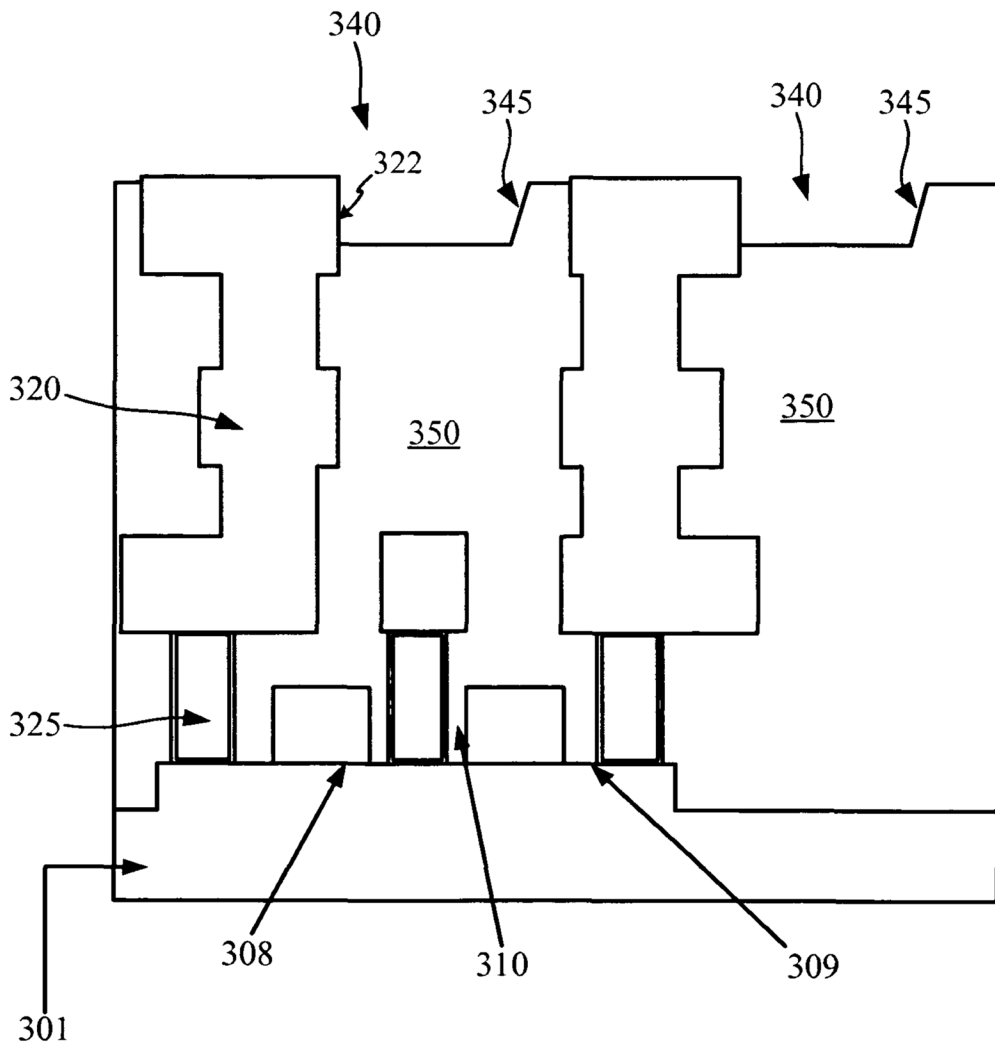


FIG. 7

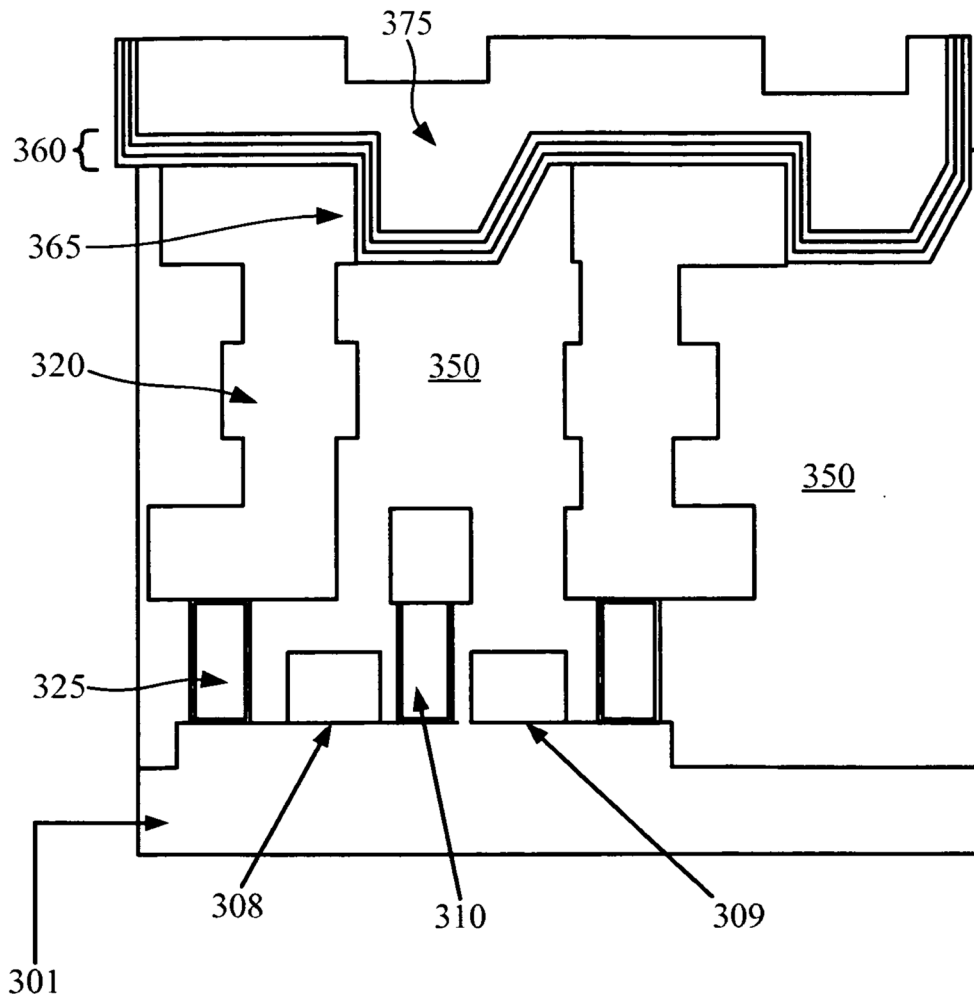


FIG. 8

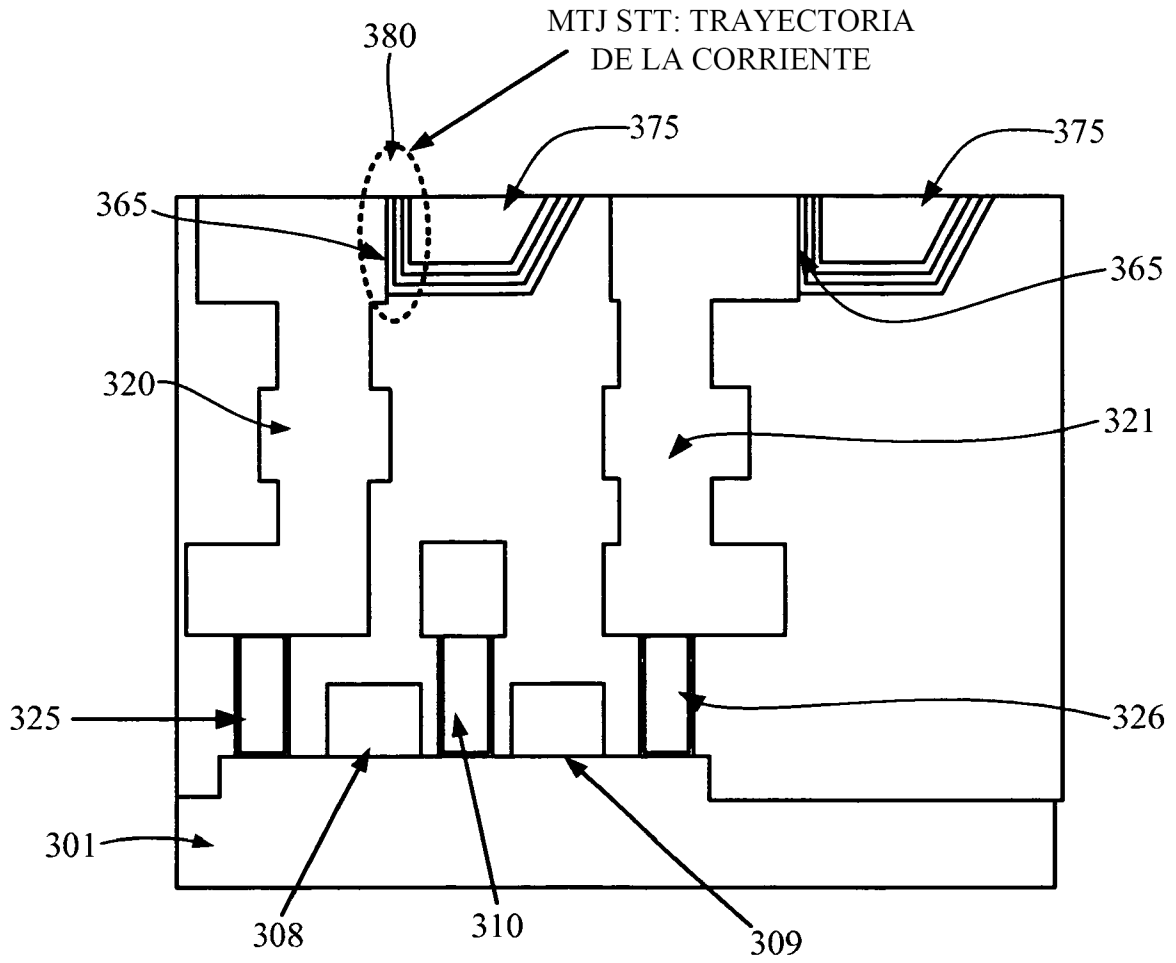


FIG. 9

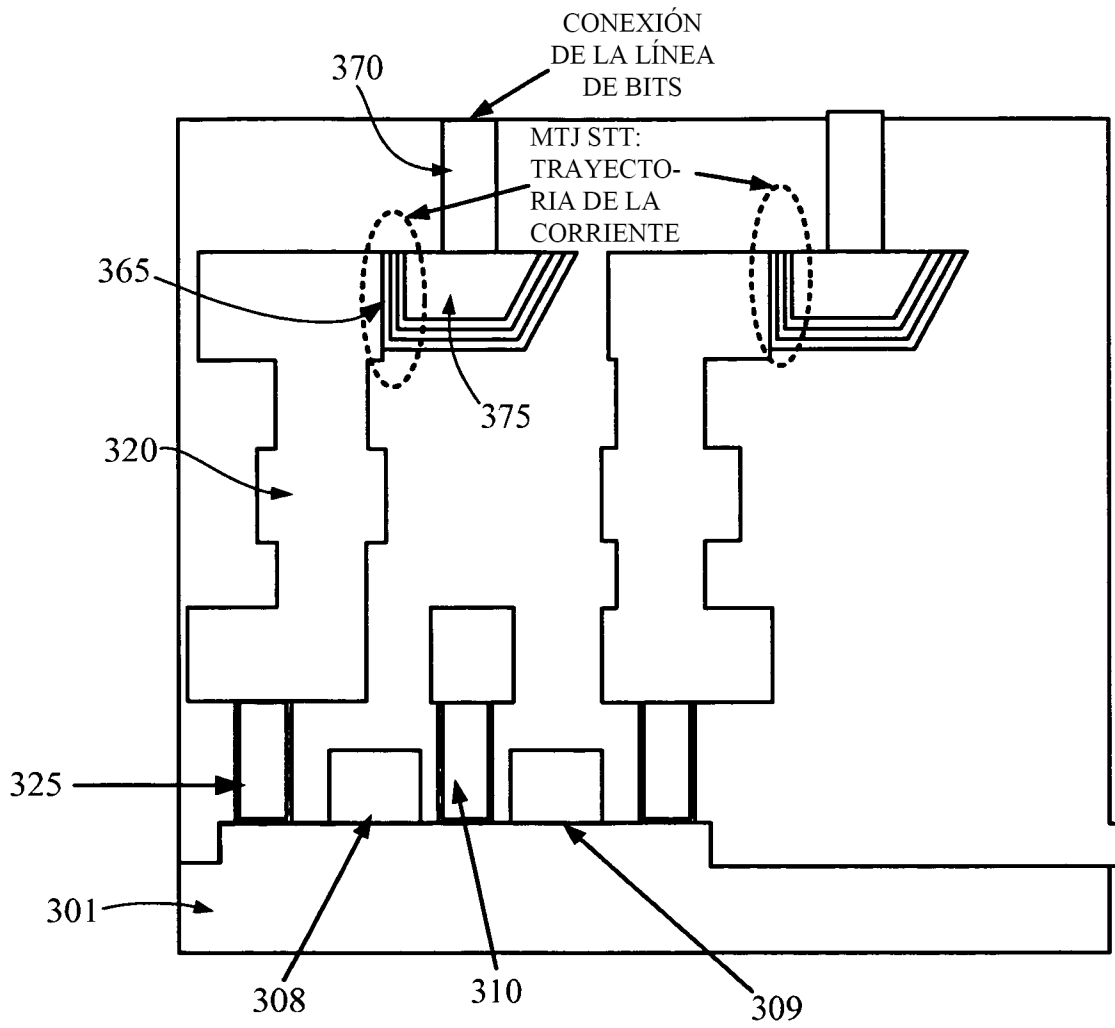


FIG. 10

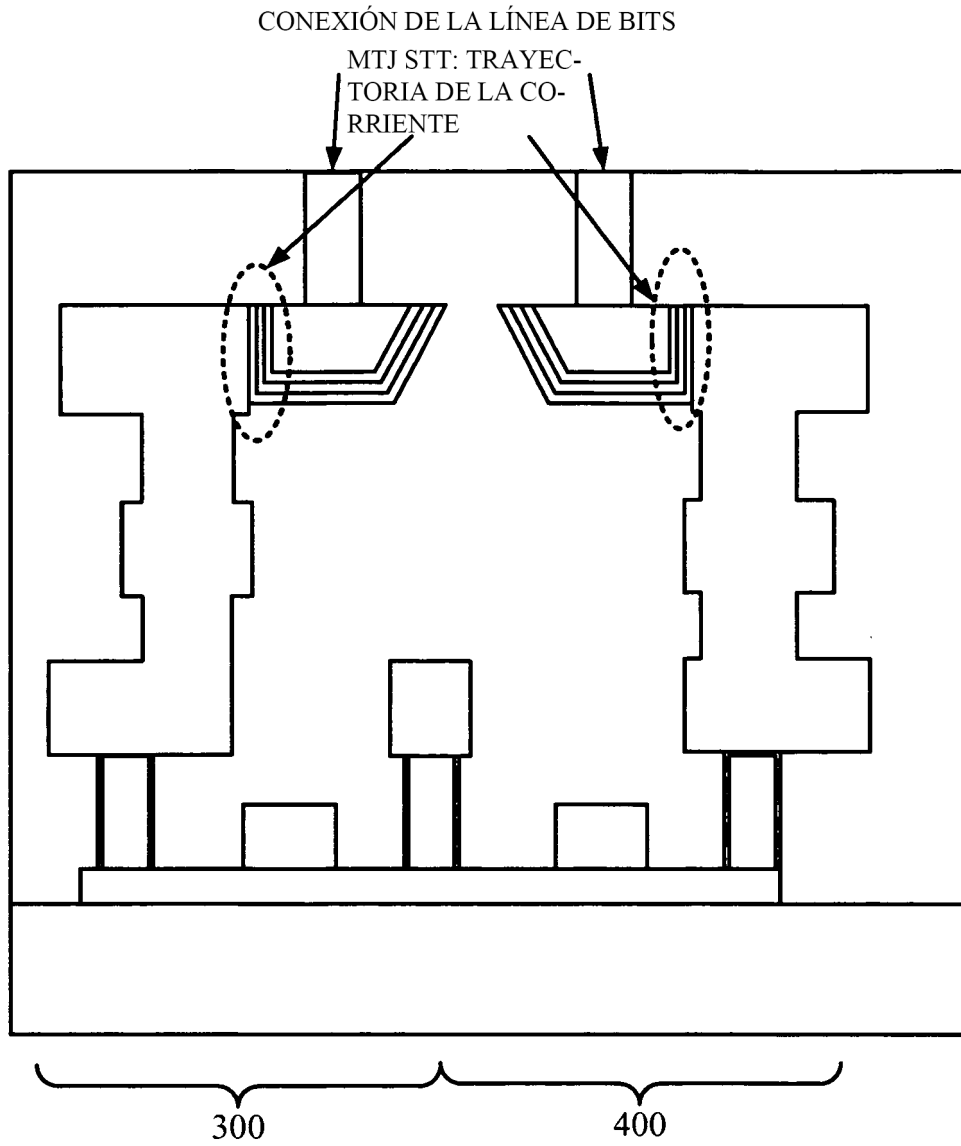


FIG. 11