

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 379**

51 Int. Cl.:

G11C 13/00 (2006.01)

G11C 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2016** E 16157438 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018** EP 3131096

54 Título: **Aparato de memoria resistiva y procedimiento de lectura asociado**

30 Prioridad:

12.08.2015 US 201514824081

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

28.02.2019

73 Titular/es:

**WINBOND ELECTRONICS CORP. (100.0%)
No. 8 Keya 1st Rd., Daya District, Central Taiwan
Science Park,
Taichung City, Taiwan., TW**

72 Inventor/es:

**CHEN, FREDERICK;
LIN, MENG-HUNG y
WANG, PING-KUN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 702 379 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

Aparato de memoria resistiva y procedimiento de lectura asociado

Antecedentes

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de memoria y a un procedimiento de lectura asociado y, más concretamente, a un aparato de memoria resistiva y a un procedimiento de lectura asociado.

Descripción de la técnica relacionada

10 Una memoria no volátil es capaz de guardar datos almacenados después de que la energía eléctrica ha sido desconectada y, por tanto, es un dispositivo de memoria indispensable para que muchos productos electrónicos funcionen adecuadamente. Actualmente, una memoria de acceso aleatorio resistiva (RRAM) es un tipo de memoria no volátil que está siendo activamente desarrollada en la industria, la cual presenta las ventajas de ofrecer una tensión baja para una operación de escritura invirtiendo un corto periodo de tiempo para escribir y borrar, presentando un tiempo de memorización apropiado, llevando a cabo una operación de lectura no destructiva, que es capaz de una memoria de múltiples estados, que presenta una lectura sencilla y un área requerida pequeña. En consecuencia, la RRAM presenta un gran futuro potencial en aplicaciones para ordenadores personales y aparatos electrónicos.

15 En general, una célula de memoria resistiva puede modificar una anchura de una vía de filamento hasta un nivel y una polaridad de una tensión de impulso aplicada. Por tanto, una resistencia puede ser regulada como en un estado resistivo bajo (LRS) o un estado resistivo alto (HRS) de una manera reversible y no volátil, para representar los datos de almacenamiento con diferentes niveles lógicos. Por ejemplo, cuando los datos de la lógica 1 se escriben, un impulso de RESET puede ser aplicado para romper la vía de filamentos de manera que se forme el estado resistivo elevado. Cuando se escribe los datos de la lógica 0, un impulso de SET con una polaridad opuesta puede ser aplicado para reconstruir la vía de filamentos de manera que se forme el estado resistivo bajo. De esta manera, durante la lectura de los datos, los datos de la lógica 1 o de la lógica 0 pueden ser leídos de acuerdo con las corrientes de lectura generadas en diferentes estados resistivos.

20 Sin embargo, la resistencia del estado resistivo bajo generalmente tiende a incrementarse a una temperatura elevada, mientras que la resistencia del estado resistivo elevado generalmente tiende a reducirse a la temperatura elevada. Dicha situación en la que las resistencias varían con las temperaturas generalmente determina la dificultad de diferenciar del estado resistivo bajo del estado resistivo alto.

25 Algunas informaciones de antecedentes pueden encontrarse en las Solicitudes de Patente estadounidense US 2011/038216, US 2015/109856, US 2004/179414, US 2015/043266 y US 2013/227268.

Sumario

30 La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización preferentes. La invención proporciona un aparato de memoria resistiva y un procedimiento de lectura asociado, que puede ser utilizado para leer correctamente los datos almacenados de las células de memoria resistiva.

Con el fin de poner en práctica las características y ventajas de la invención de una manera más comprensible, a continuación se describen con detalle diversas formas de realización acompañadas con figuras.

Breve descripción de los dibujos

40 Los dibujos que se acompañan se incluyen para proporcionar una comprensión más acabada de la invención, y se incorporan en y constituyen parte de la presente memoria descriptiva. Los dibujos ilustran formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato de memoria resistiva de acuerdo con una forma de realización de la invención.

45 La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de lectura de un aparato de lectura resistiva de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de lectura del aparato de memoria resistiva de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

50

Descripción de formas de realización

Hablando en términos generales, una célula de memoria resistiva puede formar un estado resistivo alto para almacenar datos de, por ejemplo, la lógica 1 aplicando un impulso de restablecimiento y, formar un estado resistivo bajo para almacenar, por ejemplo, la lógica 0 aplicando un conjunto de impulsos con una polaridad opuesta al impulso de restablecimiento. Así, durante la operación de lectura de los datos, el estado resistivo puede distinguirse de acuerdo con las corrientes de lectura correspondientes a estados resistivos diferentes para leer correctamente los datos de la lógica 1 o de la lógica 0. Sin embargo, una resistencia de los dos estados resistivos bajos tiende a incrementarse a una temperatura elevada, y una resistencia del estado resistivo alto tiende a reducirse a una temperatura elevada. Dicha situación en la que las resistencias varían con las temperaturas generalmente provoca dificultades a la hora de diferenciar el estado resistivo bajo del estado resistivo alto.

A continuación, se describirá la implementación del aparato de memoria resistiva y del procedimiento de lectura suministrado por las formas de realización.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato de memoria resistiva de acuerdo con una forma de realización de la invención. Con referencia a la FIG. 1, un aparato 200 de memoria resistiva incluye una serie 210 de células de memoria resistiva, un dispositivo 220 termoelectrónico y una unidad 230 de control. La serie 210 de células de memoria resistiva incluye una pluralidad de células 212 de memoria resistiva. La serie 210 de células de memoria resistiva está acoplada a la unidad 230 de control por medio de una pluralidad de líneas de bit, BL, y una pluralidad de líneas de fuente, SL. Cada una de las células 212 de memoria resistiva puede incluir un dispositivo de conmutación, por ejemplo, un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido de metal (MOSFET) o un transistor de unión bipolar (BJT) y un elemento resistivo variable, y cada una de las células 212 de memoria resistiva puede proporcionar unos datos de almacenaje de un bit.

Durante la operación de lectura de los datos, la unidad 230 de control aplica una tensión de lectura, VR, a una de las células 212 de memoria resistiva, por ejemplo una célula 214 de memoria resistiva, para generar una primera corriente de lectura, IR1, a una primera temperatura. Durante la operación de la lectura de datos, la unidad 230 de control de nuevo aplica la tensión de lectura, VR a la célula 214 de memoria resistiva para generar una segunda corriente de lectura IR2, a una segunda temperatura. En otras palabras, durante la operación de lectura de los datos, la unidad 230 de control aplica los impulsos de la tensión de lectura, VR, a la célula 214 de memoria resistiva para obtener secuencialmente una primera resistencia de lectura y una segunda resistencia de lectura de la célula 214 de memoria resistiva a diferentes temperaturas.

En la presente forma de realización ejemplar de la unidad 230 de control, por ejemplo, las salidas de un impulso eléctrico, ST, al dispositivo 220 termoelectrónico para controlar el dispositivo 220 termoelectrónico para ajustar la temperatura de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con el impulso eléctrico ST. En la presente forma de realización ejemplar, el dispositivo 220 termoelectrónico es, por ejemplo, un dispositivo termoelectrónico Peltier o cualquier otro elemento similar, que no esté limitado en la invención.

La unidad 230 de control puede ser, por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU), un microprocesador, un procesador de la señal digital (DSP), un controlador programable, un dispositivo lógico programable (PLD), o cualquier otro dispositivo similar o una combinación de los dispositivos. La unidad 230 de control está acoplada a la serie 210 de células de memoria resistiva y al dispositivo 220 termoelectrónico.

A continuación se ofrecerá una forma de realización para describir etapas detalladas de un procedimiento de lectura de datos del aparato 200 de memoria resistiva.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de lectura del aparato de memoria resistiva de acuerdo con una forma de realización de la invención. Con referencia tanto a la FIG. 1 como a la FIG. 2, el procedimiento de lectura para los datos lógicos de la forma de realización actual está al menos adaptado para, por ejemplo, el aparato 200 de memoria resistiva representado en la FIG. 1. Cada etapa del procedimiento de lectura de la forma de realización de la invención se describirá con referencia a cada elemento del aparato 200 de memoria resistiva *infra*.

En la etapa S210, la unidad 230 de control aplica dos impulsos de lectura a la célula 214 de memoria resistiva para obtener secuencialmente la primera resistencia de lectura y la segunda resistencia de lectura de la célula 214 de memoria resistiva a diferentes temperaturas. En esta etapa, después de aplicar un primer impulso de lectura a la célula 214 de memoria resistiva, la unidad 230 de control determina simultáneamente la primera temperatura de la célula 214 de memoria resistiva. Por otra parte, la unidad 230 de control determina si es preciso elevar o rebajar la temperatura de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con un umbral de temperatura. A continuación, la unidad 230 de control aplica también un segundo impulso de lectura a la célula 214 de memoria resistiva para obtener una segunda resistencia de lectura resistiva a la segunda temperatura.

En la etapa S220, la unidad 230 de control determina un estado resistivo de la segunda resistencia de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias de lectura y los grados de las temperaturas correspondientes a las resistencias de lectura. Por ejemplo, en la presente forma de realización ejemplar, si la segunda resistencia de lectura es inferior a la primera resistencia de lectura (esto es, $R_2 < R_1$), la segunda temperatura es superior a la

primera temperatura (esto es, $T_2 > T_1$), la unidad 230 de control, por ejemplo, determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura en un primer estado resistivo, por ejemplo, un estado resistivo alto (HRS). Si la segunda resistencia de lectura es inferior a la primera resistencia de lectura (esto es, $R_2 < R_1$), y la segunda temperatura es inferior a la primera temperatura (esto es, $T_2 < T_1$), la unidad 230 de control, por ejemplo, determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como un segundo estado resistivo, por ejemplo, un estado resistivo bajo (LRS). Si la segunda resistencia de lectura es superior o igual a la primera resistencia de lectura (esto es, $R_2 \geq R_1$), y la segunda temperatura es superior a la primera temperatura (esto es, $T_2 > T_1$), la unidad 230 de control, por ejemplo, determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como segundo estado resistivo. Si la segunda resistencia de lectura es superior o igual a la primera resistencia de lectura (esto es, $R_2 \geq R_1$), y la segunda temperatura es inferior a la primera temperatura (esto es, $T_2 < T_1$), la unidad 230 de control, por ejemplo, determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como primer estado resistivo. Sin embargo, la invención no está limitada a ello.

En la etapa S230, la unidad 230 de control determina un nivel lógico de datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura, para leer los datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva. Por ejemplo, en una forma de realización, el primer estado resistivo de la segunda resistencia de lectura puede representar, por ejemplo, el almacenamiento de los datos de la lógica 1, y el segundo estado resistivo de la segunda resistencia de lectura puede representar, por ejemplo, el almacenamiento de los datos de la lógica 0. Al contrario, en otras formas de realización, el primer estado resistivo de la segunda resistencia de lectura puede también representar, por ejemplo, el almacenamiento de los datos de la lógica 0. En este ejemplo, el segundo estado resistivo de la segunda resistencia de lectura representa, por ejemplo, el almacenamiento de los datos de la lógica 1.

Así, mediante el procedimiento de lectura de la forma de realización de la invención, la unidad de control determina los estados resistivos de las resistencias de lectura de acuerdo con, por ejemplo, los valores de las resistencias de lectura y los grados de las temperaturas correspondientes a las resistencias de lectura, para leer correctamente los datos almacenados de las células de memoria resistiva.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento del aparato de memoria resistiva de acuerdo con otra forma de realización de la invención. Con referencia tanto a la FIG. 1 como a la FIG. 3 simultáneamente, el procedimiento de lectura para los datos lógicos de la presente forma de realización está al menos adaptado para, por ejemplo, el aparato 200 de memoria resistiva representado en la FIG. 1. Cada etapa del procedimiento de lectura de la forma de realización de la invención será descrita con referencia al elemento del aparato 200 de memoria resistiva *infra*.

En la etapa S310, la unidad 230 de control aplica el impulso de lectura de la tensión de lectura, VR, a la célula 214 de memoria resistiva para obtener secuencialmente la primera resistencia de lectura de la célula 214 de memoria resistiva a la primera temperatura, y determina la primera temperatura de la célula 214 de memoria resistiva. En la etapa S320, la unidad 230 de control determina si la primera temperatura es inferior al umbral de temperatura. En la presente forma de realización ejemplar, el umbral de temperatura es, por ejemplo, de 150° C o de 85° C, los cuales no están limitados en la invención. Si la primera temperatura es inferior al umbral de temperatura (esto es, $T_1 < T_m$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S330. En la etapa S330, la unidad 230 de control controla el dispositivo 220 termoeléctrico utilizando una señal eléctrica, ST, de manera que el dispositivo 220 termoeléctrico eleve la temperatura de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con la señal eléctrica, ST. Si la primera temperatura es superior o igual al umbral de temperatura (esto es, $T_1 \geq T_m$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S340. En la etapa S340, la unidad 230 de control controla el dispositivo 220 termoeléctrico utilizando la señal eléctrica ST, de manera que el dispositivo 220 termoeléctrico rebaje la temperatura de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con la señal eléctrica, ST.

Después de que la temperatura de la célula 214 de memoria resistiva ha bajado o ascendido, la unidad 230 de control lee los datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con la primera resistencia R1 de lectura y, a continuación, determina si los datos almacenados de lectura de la célula 214 de memoria resistiva cae dentro de un intervalo predeterminado, por ejemplo, un intervalo en que la unidad 230 de control difícilmente distingue el nivel lógico de acuerdo con los datos almacenados de lectura en la etapa S410. Si el nivel lógico de los datos de almacenamiento leídos de la célula 214 de memoria resistiva cae en un intervalo predeterminado, la unidad 230 de control lleva además a cabo la etapa S350. Por el contrario, si los datos de almacenamiento de lectura de la célula 214 de memoria resistiva no caen dentro de un intervalo predeterminado, la unidad 230 de control confirma los datos de almacenamiento de lectura y determina el nivel lógico de los datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con el estado resistivo de la primera resistencia R1 de lectura en la etapa S400.

En la etapa S350, la unidad 230 de control aplica el impulso de lectura de la tensión de lectura, VR, a la célula 214 de memoria resistiva para obtener la segunda resistencia de lectura de la célula 214 de memoria resistiva a la segunda temperatura, y determina la segunda temperatura de la célula 214 de memoria resistiva. A continuación, en la etapa S360, la unidad 230 de control determina si la segunda resistencia de lectura es inferior a la primera resistencia de lectura. A continuación, en la etapa S370, la unidad 230 de control determina además si la segunda temperatura es superior a la primera temperatura.

5 En las etapas S360 y S370, por medio de la determinación, si la segunda resistencia de lectura es inferior a la primera resistencia de lectura (esto es, $R2 < R1$), y la segunda temperatura es superior a la primera temperatura (esto es, $T2 > T1$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S380 y determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como primer estado resistivo, por ejemplo, el estado resistivo alto (HRS). Mediante la determinación, si la segunda resistencia de lectura es inferior a la primera resistencia de lectura (esto es, $R2 < R1$), la segunda temperatura es inferior a la primera temperatura (esto es, $T1 < T2$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S390 y determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como segundo estado resistivo por ejemplo, el estado resistivo bajo (LRS).

10 En las etapas S360 y S370, por medio de la determinación, si la segunda resistencia de lectura es superior o igual a la primera resistencia de lectura (esto es, $R2 \geq R1$), y la segunda temperatura es superior a la primera temperatura (esto es, $T2 > T1$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S390 y determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como segundo estado resistivo. Por medio de la determinación, si la segunda resistencia de lectura es superior o igual a la primera resistencia de lectura (esto es, $R2 \geq R1$), y la segunda temperatura es inferior a la primera temperatura (esto es, $T2 < T1$), la unidad 230 de control lleva a cabo la etapa S390 y determina el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura como primer estado resistivo.

15 En la etapa S300, la unidad 230 de control determina el nivel lógico de los datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva de acuerdo con el estado resistivo de la segunda resistencia de lectura para leer los datos almacenados de la célula 214 de memoria resistiva.

20 Así mismo, se puede obtener una enseñanza suficiente, sugerencia o ilustración de implementación para el procedimiento de lectura del aparato de memoria resistiva de la forma de realización de la invención a partir de las formas de realización ejemplares expuestas representadas en la FIG. 1 a la FIG. 2, y, de esta manera, las descripciones detalladas no se repetirán en lo sucesivo.

25 Resumiendo, en el aparato de memoria resistiva y en el procedimiento de lectura asociados proporcionados por las formas de realización de la invención, la unidad de control determina los estados resistivos de las resistencias de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias de lectura y con los grados de las temperaturas correspondientes a las resistencias de lectura, de tal manera que los datos almacenados de las células de memoria resistiva puedan ser correctamente leídos.

30

35

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento de lectura de un aparato (200) de memoria resistiva, que comprende:

5 aplicar un impulso de lectura (VR) dos veces a una célula (214) de memoria resistiva para obtener secuencialmente una primera resistencia (R1) de lectura y una segunda resistencia (R2) de lectura de la célula (214) de memoria resistiva a diferentes temperaturas (T1, T2);

determinar un estado (HRS, LRS) resistivo de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura; y

10 determinar un nivel lógico de datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva de acuerdo con el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura, **caracterizado porque:**

entre una etapa de obtención de la primera resistencia (R1) de lectura y una etapa de obtención de la segunda resistencia (R2) de lectura, obtener una primera temperatura (T1) correspondiente a la primera resistencia (R1) de lectura y ajustar la temperatura (T1) de la célula (214) de memoria resistiva para obtener una segunda temperatura (T2) correspondiente a la segunda resistencia (R2) de lectura, y

la etapa de ajustar la temperatura (T1) de la célula (214) de memoria resistiva comprende:

determinar si la primera temperatura (T1) es inferior a un umbral de temperatura (Tm);

si la primera temperatura (T1) es inferior al umbral de temperatura (Tm), elevar la temperatura de la célula (214) de memoria resistiva; y

20 si la primera temperatura (T1) es superior o igual al umbral de temperatura (Tm) bajar la temperatura de la célula (214) de memoria resistiva.

2.- El procedimiento de lectura del aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura comprende:

determinar si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura;

si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura, determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como uno de un primer estado resistivo (HRS) y un segundo estado resistivo (LRS); y

30 si la segunda resistencia (R2) de lectura es superior o igual a la primera resistencia (R1) de lectura, determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el otro del primer estado resistivo (HRS) y del segundo estado resistivo (LRS).

3.- El procedimiento de lectura del aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y de los grados de las temperaturas (T1, T2), correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura comprende además:

determinar si la segunda temperatura (T2) es mayor que la primera temperatura (T1);

40 si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura y la segunda temperatura (T2) es superior a la primera temperatura (T1), determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como primer estado resistivo (HRS); y

si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura, y la segunda temperatura (T2) es inferior a la primera temperatura (T1), determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el segundo estado resistivo (LRS).

4.- El procedimiento de lectura del aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y de los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura comprende además:

determinar si la segunda temperatura (T2) es mayor que la primera temperatura (T1);

si la segunda resistencia (R2) de lectura es superior o igual a la primera resistencia (R1) de lectura y la segunda temperatura (T2) es superior a la primera temperatura (T1), determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el segundo estado resistivo (LRS); y

5 si la segunda resistencia (R2) de lectura es superior o igual a la primera resistencia (R1) de lectura, y la segunda temperatura (T2) es inferior a la primera temperatura (T1), determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el primer estado resistivo (HRS).

5.- El procedimiento de lectura del aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

10 entre una etapa de obtención de la primera resistencia (R1) de lectura y una etapa de obtención de la segunda resistencia (R2) de lectura, leer los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva de acuerdo con la primera resistencia (R1) de lectura, y determinar si los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva caen dentro de un intervalo predeterminado en el que el nivel lógico de los datos almacenados de lectura es difícil de distinguir; y

15 si los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva caen en el intervalo predeterminado, llevar a cabo la etapa de determinar el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura.

6.- Un aparato (200) de memoria resistiva, que comprende:

20 una serie (210) de células de memoria resistiva, que comprende una pluralidad de células (212, 214) de memoria resistiva, un dispositivo (220) termoelectrico, acoplado a la serie (210) de células de memoria resistiva y configurado para ajustar una temperatura de las células (212, 214) de memoria resistiva de acuerdo con un impulso eléctrico (ST); y

25 una unidad (230) de control, acoplada al dispositivo (220) termoelectrico y a la serie (210) de células de memoria resistiva, aplicar el impulso de lectura (VR) dos veces a una de las células (212, 214) de memoria resistiva para obtener secuencialmente una primera resistencia (R1) de lectura y una segunda resistencia (R2) de lectura de la célula (214) de memoria resistiva a diferentes temperaturas (T1, T2), determinar un estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura, y determinar el nivel lógico de datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva de acuerdo con el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura,
caracterizado porque:

35 entre una operación de obtención de la primera resistencia (R1) de lectura y una operación de obtención de la segunda resistencia (R2) de lectura, la unidad (230) de control obtiene una primera temperatura (T1) correspondiente a la primera resistencia (R1) de lectura y emite el impulso eléctrico (ST) al dispositivo (220) termoelectrico para controlar el dispositivo (220) termoelectrico para ajustar la temperatura (T1) de la célula (214) de memoria resistiva, de manera que la unidad (230) de control obtiene una segunda temperatura (T2) correspondiente a la segunda resistencia (R2) de lectura, y

40 cuando la unidad (230) de control ajusta la temperatura (T1) de la célula (214) de memoria resistiva, la unidad (230) de control determina si la primera temperatura (T1) es inferior a un umbral de temperatura (Tm), la unidad (230) de control controla el dispositivo (220) termoelectrico para elevar la temperatura de la célula (214) de memoria resistiva si la primera temperatura (T1) es inferior al umbral de temperatura (Tm), y la unidad (230) de control controla el dispositivo (220) termoelectrico para bajar la temperatura de la célula (214) de memoria resistiva si la primera temperatura (T1) es superior o igual al umbral de temperatura (Tm).

7.- El aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cuando la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura, la unidad (230) de control determina si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura, la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como uno de un primer estado resistivo (HRS) y un segundo estado resistivo (LRS) si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura y la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el otro del primer estado resistivo (HRS) y el segundo estado resistivo (LRS) si la segunda resistencia (R2) de lectura es mayor o igual a la primera resistencia (R1) de lectura.

8.- El aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 7, en el que cuando la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los

- valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura, la unidad (230) de control determina además si la segunda temperatura (T2) es mayor que la primera temperatura (T1), la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el primer estado resistivo (HRS) si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura, y la segunda temperatura (T2) es superior a la primera temperatura (T1), y la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el segundo estado resistivo (LRS), si la segunda resistencia (R2) de lectura es inferior a la primera resistencia (R1) de lectura, y la segunda temperatura (T2) es inferior a la primera temperatura (T1).
- 5
- 9.- El aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 7, en el que cuando la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura, la unidad (230) de control determina además si la segunda temperatura (T2) es mayor que la primera temperatura (T1), la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el segundo estado resistivo (LRS) si la segunda resistencia (R2) de lectura es superior o igual a la primera resistencia (R1) de lectura y la segunda temperatura (T2) es mayor que la primera temperatura (T1) y la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura como el primer estado resistivo (HRS) si la segunda resistencia (R2) de lectura es superior o igual a la primera resistencia (R1) de lectura y la segunda temperatura (T2) es inferior a la primera temperatura (T1).
- 10
- 15
- 10.- El aparato (200) de memoria resistiva de acuerdo con la reivindicación 6, en el que entre una operación de obtención de la primera resistencia (R1) de lectura y una operación de obtención de la segunda resistencia (R2) de lectura, la unidad (230) de control lee los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva de acuerdo con la primera resistencia (R1) de lectura, la unidad (230) de control determina si los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva caen dentro de un intervalo predeterminado en el que el nivel lógico de los datos almacenados de lectura es difícil de distinguir y, si los datos almacenados de la célula (214) de memoria resistiva caen dentro del intervalo predeterminado, la unidad (230) de control determina el estado resistivo (HRS, LRS) de la segunda resistencia (R2) de lectura de acuerdo con los valores de las resistencias (R1, R2) de lectura y los grados de las temperaturas (T1, T2) correspondientes a las resistencias (R1, R2) de lectura.
- 20
- 25

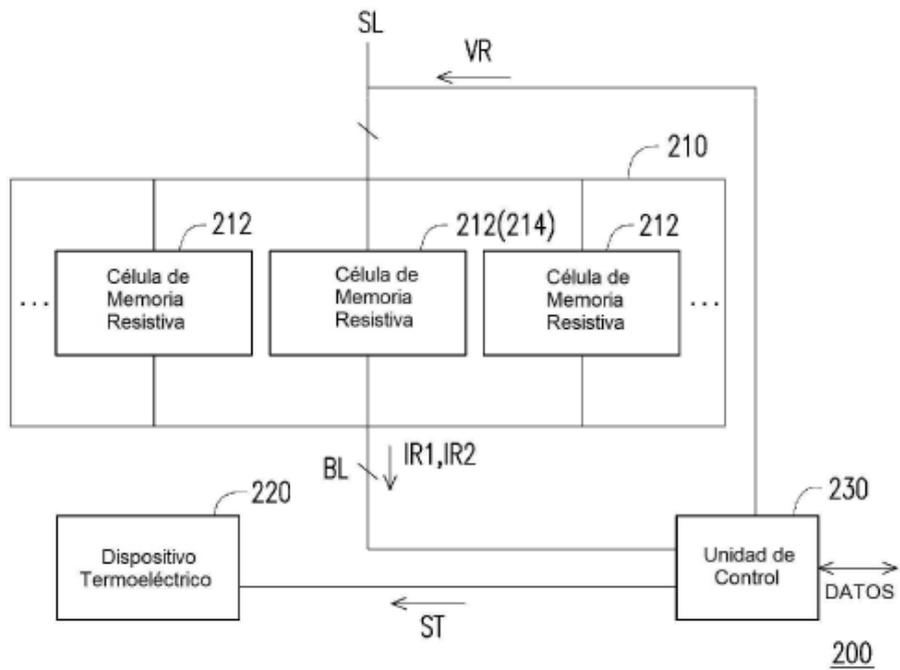


FIG. 1

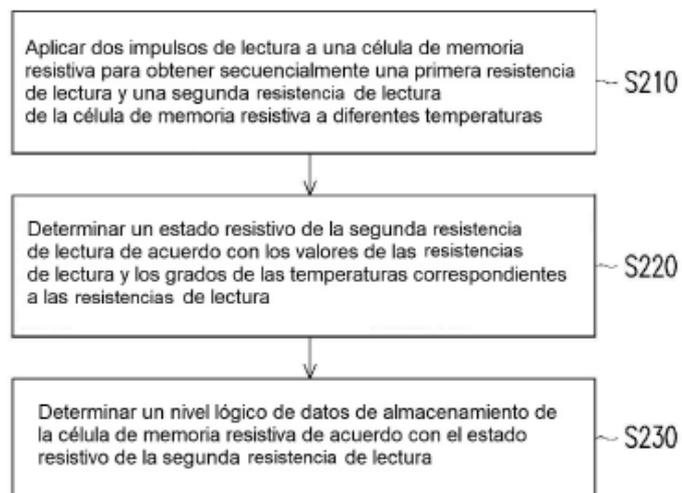


FIG. 2

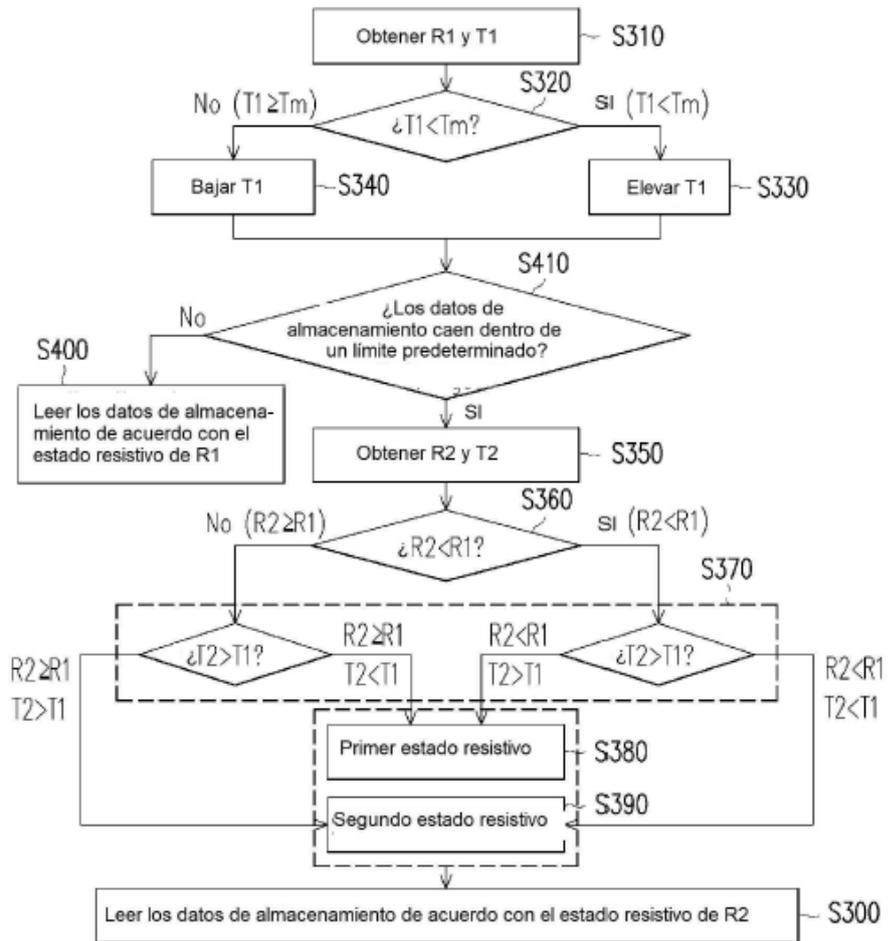


FIG. 3