

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96128409

※ 申請日期： 96.8.2

※IPC 分類： G11C 11/15 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

磁性隨機存取記憶體以及操作方法 / MAGNETIC
RANDOM ACCESS MEMORY AND OPERATION
METHOD

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院 / INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH
INSTITUTE

代表人：(中文/英文) 林信義 / LIN, HSIN-I

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 / NO. 195, SECTION 4, CHUNG HSING
ROAD, CHUTUNG, HSINCHU, TAIWAN, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / TW

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 洪建中 / HUNG, CHIEN-CHUNG

2. 高明哲 / KAO, MING-JER

3. 王丁勇 / WANG, DING-YEONG

4. 李元仁 / LEE, YUAN-JEN

國 籍：(中文/英文) 1-4. 中華民國 / TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種記憶體，特別係有關於一種磁性隨機存取記憶體 (Magnetic Random Access Memory, MRAM)。

【先前技術】

磁性隨機存取記憶體具有非揮發性、高密度、高讀寫速度、抗輻射線等等優點。寫入資料時，一般所使用的方法為兩條電流線 (Write Bit Line 及 Write Word Line) 感應磁場所交集選擇到的細胞元，藉由改變記憶層磁性材料之磁化方向，來更改磁性胞之磁電阻值。而在讀取記憶資料時，感應放大器提供電流至選擇到的磁性記憶細胞元，並讀取磁性胞之電阻值，以判定記憶資料之數位值。

此磁性記憶細胞元，為多層磁性金屬材料的堆疊結構：其結構是由軟鐵磁材料 (Soft Magnetic Layer) 層、穿隧能障層 (Tunnel Barrier layer)、硬鐵磁材料 (Hard Magnetic Layer) 層與非磁性導電層 (Nonmagnetic conductor) 所堆疊組成。藉由穿隧能障層之兩側的鐵磁材料的磁化方向平行或反平行，以決定記憶”1”或”0”的狀態。

圖 1 繪示一磁性記憶胞的基本結構。參閱圖 1，要存取寫入一磁性記憶胞，也是需要交叉且通入適當電流的電流線 100、102，其依照操作的方式，又例如稱為位元線與字元線。當二導線通入電流後會產生二個方向的磁場，以

得到所要的磁場大小與方向，以施加在磁性記憶胞 104 上。磁性記憶胞 104 是疊層結構，包括一磁性固定層 (magnetic pinned layer) 在一預定方向具有固定的磁化向量 (magnetization)，或是總磁距 (total magnetic moment)。利用磁性自由層與磁性固定層彼此間磁化向量的角度差異，產生不同的磁電阻大小，來讀取資料。又，如果要寫入資料，也可以施加一寫入磁場，決定磁性自由層在無磁場下的磁化向量方向。藉由輸出電極 106、108，可以讀出此記憶胞所存的資料。關於磁性記憶體的操作細節，是一般熟此技藝者可以了解，不繼續描述。

圖 2 繪示磁性記憶體的記憶機制。於圖 2，磁性固定層 104a 有固定的磁距方向 107。磁性自由層 104c，位於磁性固定層 104a 上方，其中間由一穿隧能障層 104b 所隔離。磁性自由層 104c 有一磁距方向 108a 或是 108b。由於磁距方向 107 與磁距方向 108a 平行，其產生的磁阻例如代表“0”的資料，反之磁距方向 107 與磁距方向 108b 反平行，其產生的磁阻例如代表“1”的資料。

上述圖 2 的磁性自由層 104c 是單層結構，在操作上容易產生資料錯誤。美國專利第 6,545,906 號文件提出為了降低鄰近細胞元在寫入資料時的干擾情形，其自由層以鐵磁/非磁性金屬/鐵磁三層結構取代單層鐵磁材料。自由層是人造反鐵磁性 (Synthetic Anti-Ferromagnet) 的結構，上下二個鐵磁層各有一磁化向量。為了降低鄰近細胞元在寫入資料時的干擾情形，上下兩層的鐵磁層以反平行

排列，形成封閉的磁力線。另外配合栓扣操作模式，並把寫入位元線及寫入字元線和自由層的磁性易軸夾 45 度，提供的電流以一定的順序寫入，此方法可以有效的解決干擾的問題。

然而業者仍積極研發磁性記憶體的設計，也期望同時達到縮小元件尺寸，也提升元件積集度。

【發明內容】

本發明提供一種磁性隨機存取記憶體，能維持快速存取操作的同時，也可以縮小元件尺寸，提升元件積集度。

本發明提供一種磁性隨機存取記憶體的操作法，可以有效存取提出的磁性隨機存取記憶體。

本發明提出一種磁性隨機存取記憶體，包括至少一條第一方向寫入電流線以及多條第二方向寫入電流線，其實質上與第一方向寫入電流線垂直交叉，形成有多個交叉區域。多個磁性記憶胞，分別位於該些交叉區域，依照時序接收一感應磁場。相鄰每至少二個磁性記憶胞是串聯或並聯連接，以構成至少一記憶單元。每一個磁性記憶胞的一自由層的一易軸與一固定層的一磁化向量實質上垂直，且易軸與第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角。一讀取位元線電路連接到記憶單元的一第一端點。一讀取字元線電路連接到記憶單元的一第二端點。

本發明提出一種磁性隨機存取記憶體的操作方法，用以操作前述的磁性隨機存取記憶體，包括施加一第一電流給第一方向電流線，產生一第一階段的感應磁場。接著，

再施加一第二電流給第二方向電流線，產生一第二階段的該感應磁場。讀取記憶單元的一總磁電阻，以決定記憶單元所記憶的一資料。

本發明也提出一種磁性隨機存取記憶體電路，包括多條第一方向寫入電流線；多條第二方向寫入電流線，實質上與這些第一方向寫入電流線垂直交叉，形成有多個交叉區域。多個磁性記憶胞分別位於所述交叉區域，其中每一個磁性記憶胞的自由層的易軸與其固定層的磁化向量實質上垂直，且易軸與第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角。其中屬於相同的第一方向寫入電流線所驅動的相鄰每至少二個該些磁性記憶胞為一記憶單元構成多條記憶行 (column)。另外此電路還包括多個第一開關；多個感應放大器，分別藉由第一開關連接到記憶行的記憶單元；以及多個第二開關，分別連接記憶單元到一地電位。

本發明使用擾動型磁性記憶胞，以串聯或是並聯方式連接以達到縮小記憶胞元件尺寸，也可以提昇元件積集度。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

為了能更有效率提升操作速度，發明人已提出另一種擾動型 (Wiggle Cell) 記憶元件結構。圖 3 繪示依據本發明實施例，所採用磁性記憶胞結構示意圖。參閱圖 3，磁性記憶胞結構 190，僅繪示部分基礎結構，其中，一磁性

固定疊層 210，包括一下固定層 192，有一磁化向量 208。另外一上固定層 196，有一磁化向量 206。在下固定層 192 與上固定層 196 之間有一磁性耦合間隔層 194 所隔離。下固定層 192 與上固定層 196 的磁化向量 208、206 有足夠強的磁性耦合強度，因此磁化向量的方向不會被外部磁場所改變。又，一磁性自由疊層 216 位於磁性固定疊層 210 的上方，藉由穿隧能障層 198 隔離。磁性自由疊層 216 包括磁性的一下自由層 200 與磁性的一上自由層 204。下自由層 200 與上自由層 204 分別有磁化向量 212 與磁化向量 214，且以磁性耦合間隔層 202 隔離。此磁化向量 212 與磁化向量 214 互為反平行，但是垂直於磁性固定疊層 210 的磁化向量 206、208。這裡磁化向量 212 與 214 的方向，在一般狀態且無外部磁場下是與磁性材料的一易軸(easy axis)方向一致。換句話說，在無外部磁場的自然狀態下，磁性固定疊層 210 的磁化方向，與磁性自由疊層 216 的磁化方向是垂直的。因此，磁化向量 212 與磁化向量 206 的磁電阻值實質上是處於中間態，即是藉於平行態與反平行態的磁電阻值之間，可做為一個參考磁電阻值狀態。

磁性自由疊層 216 的讀取操作，例如是取決於磁化向量 212 的方向是朝左邊或是朝右邊。在讀取資料時施加適當的輔助磁場，例如將磁性自由疊層 216 的磁化向量 212 水平旋轉 90 度。以上視圖示來看(未顯示)，例如以反時針方向旋轉 90 度，則磁化向量 212 會與磁化向量 206 平行。但是，如果磁化向量 212 原先是朝右方向，於反時針方向

旋轉 90 度後，會與磁化向量 206 反平行。因此，就可以判定磁性自由疊層 216 所存的資料。又，由於在自然狀態下，磁性固定疊層 210 的磁化方向與磁性自由疊層 216 的磁化方向是垂直的，因此任何其他未施加磁場的記憶胞是處於中間態，都可以被選取作為參考之用。圖 4 顯示利用此種讀取方法的電路架構，採取鄰近對角線記憶對互為參考的讀取方式，達成記憶體快速讀取，以及訊號穩定的目的。

圖 4 繪示前案採用的一般擾動型磁性存取記憶體的電路示意圖。如圖 4 所示。磁性記憶體電路例如包括多個前述的磁性記憶胞結構 310~316，以構成含有多個記憶列與多個記憶行的二維陣列。以磁性記憶胞結構 310 為例，例如雙箭頭 310a 是代表自由層的磁化向量的二個可能方向，而單箭頭 310b 是代表固定層的磁化向量的方向。在自然狀態下，自由層的磁化向量的方向與固定層的磁化向量的方向實質上是垂直的。又、多條位元電流線 BL_i 、 BL_j 分別對應多條記憶行配置。多條字元電流線 WWL_i 、 WWL_j 分別對應多條記憶列配置。多條讀取電路線(又或稱為感應線 sense line)318，可以分別讀取每一該些記憶胞結構的一磁電阻值。一驅動電路單元，其例如包括位元線驅動單元 302 與字元線驅動單元 304，控制位元與字元電流線、這些位元/字元電流線與這些讀取電路線，以對所選取的該記憶胞結構施加存取所需要的多個操作磁場，且讀取一磁電阻值。

由於一般的磁性記憶體，採取 1T1MTJ 的記憶架構，

也就是一記憶胞有一開關電晶體的架構，其元件的尺寸大致上為 $30 F^2 \sim 40 F^2$ 。雖然對於取代 eSRAM (Embedded SRAM) 的產品較為容易，但若欲取代現有半導體記憶體中廣為系統端應用的 eDRAM (Embedded DRAM)，其仍舊具有難度。

至少根據這樣的動機，本發明提出以多顆並聯或串聯之擾動型磁性記憶胞，與電晶體相接的電路架構，能夠大幅提高磁性記憶體之集積密度，藉此降低記憶體的生產成本，加速現有半導體記憶體在系統應用之取代時程。

所謂的多顆並聯或串聯之擾動型磁性記憶胞，例如以二個記憶胞並聯的電路而言，圖 5 繪示前案採用的並聯的電路與記憶機制示意圖。參閱圖 5，對於一條讀取位元線 (BL) 上的相鄰二記憶胞 350、352，具有不同大小的磁性電阻 R1 與 R2，其另一端共同連接到一開關電晶體 354。電晶體 354 的閘極例如受字元線的控制導通或關閉。導通時，可以連接到地電壓，構成迴路，以讀取磁性電阻 R1 與 R2 的總電阻。由於記憶胞的自由層與固定層的組態有平行態與反平行態，分別產生 R_{1max} ， R_{1min} ， R_{2max} ， R_{2min} 。因此例如構成 11，10，01，00 的四個二位元資料。當然並聯的電路也會有四個可區分的磁電阻態。如此的電路可以減少電晶體的製作，並等效地縮小位元尺寸。本發明一實施例之多顆並聯或串聯之擾動型磁性記憶胞，採用如圖 3 之擾動型記憶胞，採用大小相同的磁性電阻 R1 與 R2 (即 350 與 352 採用相同元件)，亦有縮小位元尺寸的功效。

圖 6 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體單元的電路示意圖。參閱圖 6，磁性記憶胞是採用例如圖 3 的擾動式記憶胞，因此如前述，雙箭頭的方向代表自由層的易軸方向，也就是自由鐵磁層的二磁化向量在自然狀態下的方向，其實質上垂直於固定層的磁化向量。為配合拴扣的操作模式，自由層的易軸方向實質上與寫入字元線 WWL0 或是寫入位元線(WBL)有 45 度夾角。圖 6 的電路是由多個記憶胞 400 並聯連接構成一記憶單元。於此，寫入字元線與寫入位元線是二個延伸方向且垂直的電流線，其不必侷限於“字元”與“位元”的描述名詞。當依操作時序導入電流給電流線時會產生磁場。記憶胞 400 位於二電流線的交叉區域，經感受到磁場方向時，其自由層的二磁化向量會對應旋轉，如此可以改變記憶的資料。

於此實施例，對於讀取的電路而言，例如記憶胞的一電極層藉由開關電晶體 402 連接到一地電壓。開關電晶體 402 的閘極例如藉由讀取字元線輸入控制信號使導通或關閉。另外，記憶胞的另一電極層例如分別藉由讀取位元線共同連接到另一開關電晶體 404。開關電晶體 404 導通時，記憶胞 400 會與感應放大器(SA)406 連接，以感應出並聯的總磁性電阻。由於，每個記憶胞 400 由其特定的二個狀態磁性電阻 R_{max} ， R_{min} ，因此記憶多位元的資料，但是共用一個記憶單元僅使用一個電晶體 404 連接到感應放大器 406，以及一個電晶體 402 連接到地電壓。

基於並聯電路的變化，圖 7 繪示依據本發明另一實施

例，磁性隨機存取記憶體單元的電路示意圖。參閱圖 7，記憶胞 400 也可以先藉由一內部的導線共同連接後，再藉由一讀取位元線例如 RBL0 連接到感應放大器 406。也就是說，讀取位元線與讀取字元線的電路可以依實際設計變化，以達到並聯的電路即可。

圖 8 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體單元的串聯電路示意圖。參閱圖 8，前述的圖 6-7 是並聯的電路，然而也可以改變成串聯的連接，而記憶的多位元資料也是根據記憶單元的總磁電阻來判斷。例如多個記憶胞 400 串聯連接。如此，開關電晶體 402 連接到末端的一個記憶胞 400。開關電晶體 404 例如藉由讀取位元電路連接到另一末端的一個記憶胞 400。如此，多個記憶胞 400 以串聯方式構成一記憶單元。

進一步設計，多個記憶單元可以組成記憶胞陣列達到磁性隨機存取記憶體。圖 9 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體的陣列示意圖。參閱圖 9，例如取如圖 6 的記憶單元且以二個記憶胞為一單元的實施例為例，圖中僅繪出一部分的陣列，其依所要的記憶容量而定。

磁性隨機存取記憶體電路，包括多條第一方向寫入電流線 WWL0、WWL1... 以及多條第二方向寫入電流線 WBL0、WBL1、WBL2、WBL3...，其實質上與這些第一方向寫入電流線 WWL0、WWL1... 垂直交叉，形成有多個交叉區域。多個磁性記憶胞分別位於所述交叉區域。每一個磁性記憶胞的自由層的易軸與其固定層的磁化向量實質

上垂直，且易軸與第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角。屬於相同的第一方向寫入電流線 WWL0、WWL1 所驅動的相鄰每至少二個該些磁性記憶胞為一記憶單元構成多條記憶行(column)。此電路還包括多個第一開關 404 以及多個感應放大器 406，分別藉由第一開關 404 連接到記憶行的記憶單元。另外多個第二開關 402，分別連接記憶單元到一地電位。

例如藉由寫入字元線 WWL0 與寫入位元線 WBL1 可以分別選取操作記憶胞 408。讀取的電路依照記憶行的數量也連接相同數量的感應放大器(SA0、SA1 ...) 406 以及開關電晶體(SW0、SW1 ...) 404。圖 9 僅是以圖 6 的結構為基礎所構成的陣列。然而，其他的方式例如以圖 7 的並聯電路或是圖 8 的串聯電路也可以構成陣列，形成大容量記憶體。

以下描述以拴扣模式為基礎的操作波形。依照圖 9 的架構，例如寫入字元線 WWL0、WWL1...是在水平的 X 軸方向，且例如位於記憶胞上方，用以產生正 Y 軸方向的磁場 H_W 。寫入位元線 WBL0、WBL1...是在垂直的 Y 軸方向，且例如位於記憶胞下方，用以產生正 X 軸方向的磁場 H_B 。圖 10 繪示本發明一實施例所採用的讀取操作機制示意圖。參閱圖 10，下面的磁場波形 410 是以圖 9 的架構為例做描述。記憶胞的自由層的二磁化向量以雙箭頭表示，而固定層的磁化向量以單箭頭表示。在 t_0 的時間點，記憶胞是在自然狀態，沒有 H_W 與 H_B 磁場，其自由層的二磁化向

量與固定層的磁化向量實質上垂直。

若要讀取記憶胞的資料，需要將自由層的二磁化向量旋轉 90 度，以讀取和固定層的磁化向量夾角組態產生的電阻，以決定是反平行態 416 或是平行態 414。依照拴扣模式的動作，例如先啟動 H_W 磁場旋轉 45 度，接著啟動 H_B 磁場再旋轉 45 度，分二階段達到約 90 度旋轉。在 t_1 的時間點 412，由於自由層的磁化向量被旋轉 90 度，因此與固定層的磁化向量是平行態或是反平行態，其代表不同的記憶值。對於記憶單元的每個記憶胞在此 t_1 時間點上，皆處在平行態或是反平行態。於是藉由控制開關電晶體以及連接的讀取字元線和讀取位元線，來讀取總磁電阻值。總磁電阻值與參考值比較後可以得知多位元記憶的資料。

於讀取後，自由層被旋轉的磁化向量需要回到原狀態，因此先停止 H_B 磁場，再停止 H_W 磁場。

如果寫入資料到記憶胞，其寫入操作方式與讀取操作方式不同。圖 11 繪示依據本發明一實施例，寫入操作流程示意圖。圖 12 繪示依據本發明一實施例，要改變記憶胞所記憶的資料的操作波形 418 示意圖。圖 13 繪示依據本發明一實施例，不要改變記憶胞所記憶的資料的操作波形 420 示意圖。圖 12 與圖 13 的前階段相同，但是後階段不同。參閱圖 11 所示。在步驟 S100，決定要寫入 a 到記憶單元的其一記憶胞。於步驟 S110，依照如圖 12 或圖 13 的時間點 t_0 與 t_1 、進行讀取的前段操作，在時間點 t_1 讀出目前所儲存的資料為 b ，其中 S100 與 S110 可同時進行或顛

倒。於是，要決定是否 $a=b$ 。如果 $a=b$ ，則以讀的波形結束，即是波形 420，其磁化向量沒有被反轉，與讀的操作相同。反之，如果 $a \neq b$ ，則以波形 418 結束，其磁化向量被反轉。波形 418 於時間點 t_1 後，先停止磁場 H_W 後才停止磁場 H_B 。也就是說繼續將自由層的磁化向量旋轉 90 度，達到反轉結果，其記憶的資料因此被改變。

上述的操作波形是基本的波形。如果需要也可以預先施加負磁場以確保操作的準確度。另外，也可以採用傳統式加磁場偏壓(bias field)以降低寫入電流的設計。更，上述的波形是將自由層的磁化向量順時針方向旋轉。如果要將磁化向量反時針方向旋轉，可以藉由改變施加電流的方向以負方向的磁場($-H_W$ ， $-H_B$)的第三象限進行操作，其機制仍相同。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 繪示一磁性記憶胞的基本結構。

圖 2 繪示磁性記憶體的記憶機制。

圖 3 繪示依據本發明一實施例，所採用磁性記憶胞結構示意圖。

圖 4 繪示前案採用的一般擾動型磁性存取記憶體的電路示意圖。

圖 5 繪示前案採用的並聯的電路與記憶機制示意圖。

圖 6 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體單元的並聯電路示意圖。

圖 7 繪示依據本發明另一實施例，磁性隨機存取記憶體單元的並聯電路示意圖。

圖 8 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體單元的串聯電路示意圖。

圖 9 繪示依據本發明一實施例，磁性隨機存取記憶體的陣列示意圖。

圖 10 繪示本發明一實施例所採用的讀取操作機制示意圖。

圖 11 繪示依據本發明一實施例，寫入操作流程示意圖。

圖 12 繪示依據本發明一實施例，要改變記憶胞所記憶的資料的操作波形 418 示意圖。

圖 13 繪示依據本發明一實施例，不要改變記憶胞所記憶的資料的操作波形 420 示意圖。

【主要元件符號說明】

100、102：電流線

104：磁性記憶胞

104a：磁性固定層

104b：穿隧能障層

104c：磁性自由層

107、108a、108b：磁距方向

- 106、108：電極
- 190：磁性記憶胞結構
- 192：下固定層
- 194：磁性耦合間隔層
- 196：上固定層
- 198：穿隧能障層
- 200：下自由層
- 202：磁性耦合間隔層
- 204：上自由層
- 206：磁化向量
- 208：磁化向量
- 210：磁性固定疊層
- 212、214：磁化向量
- 216：磁性自由疊層
- 302：驅動單元
- 304：驅動單元
- 306：多工器
- 310~316：記憶胞
- 318：讀取電路線
- 350、352：記憶胞
- 354：開關電晶體
- 400：記憶胞
- 402：開關電晶體
- 404：開關電晶體

406 : 感應放大器

408 : 記憶胞

410 : 磁場波形

412 : 時間點

414 : 平行態

416 : 反平行態

418 : 磁場波形

420 : 磁場波形

S100~S110 : 步驟

五、中文發明摘要：

一種磁性隨機存取記憶體，以拴扣模式操作，包括至少一條第一方向寫入電流線以及多條第二方向寫入電流線，其實質上與第一方向寫入電流線垂直交叉，形成有多個交叉區域。多個磁性記憶胞，分別位於該些交叉區域，依照時序接收一感應磁場。相鄰每至少二個磁性記憶胞是串聯或並聯連接，以構成至少一記憶單元。每一個磁性記憶胞的一自由層的一易軸與一固定層的一磁化向量實質上垂直，且易軸與第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角。一讀取位元線電路連接到記憶單元的一第一端點。一讀取字元線電路連接到記憶單元的一第二端點。

六、英文發明摘要：

A magnetic random access memory, operated under toggle mode, includes at least a first-direction write current line and multiple second-direction write current line, intersecting with the first-direction write current line in substantial perpendicular and forming several intersecting regions. Multiple magnetic memory cells are respectively located at the intersecting regions for receiving an induced magnetic field in a time sequence. Every at least two adjacent memory cells are in parallel or series connection, to form at least one memory unit. An easy axis of a free layer of each magnetic memory cell is substantially perpendicular

to a magnetization of a pinned layer. The easy axis and the first-direction write current line form an including angle of about 45° . A read bit-line circuit connects to a first terminal of the memory unit. A read word-line circuit connects to a second terminal of the memory unit.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(6)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400：記憶胞

402：開關電晶體

404：開關電晶體

406：感應放大器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

十、申請專利範圍：

1.一種磁性隨機存取記憶體，包括：

至少一條第一方向寫入電流線；

多條第二方向寫入電流線，實質上與該第一方向寫入電流線垂直交叉，形成有多個交叉區域；

多個磁性記憶胞，分別位於該些交叉區域，依照時序接收一感應磁場，其中相鄰每至少二個該磁性記憶胞是串聯或並聯連接，以構成至少一記憶單元，其中每一該些磁性記憶胞的一自由層的一易軸與一固定層的一磁化向量實質上垂直，且該易軸與該第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角；

一讀取位元線電路，連接到該記憶單元的一第一端點；
以及

一讀取字元線電路，連接到該記憶單元的一第二端點。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該讀取位元線電路更包括一開關，與該第一端點連接，以將該記憶單元總和的一磁性電阻輸出。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該讀取字元線電路更包括一開關，與該第二端點連接到一地電壓。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該第一端點藉由該讀取位元線電路耦接到外部的一感應放大器，該第二端點藉由該讀取字元

線電路耦接到一地電壓。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的每一個該些記憶胞各有一平行態磁性電阻與一反平行態磁性電阻，構成多位元的該記憶單元。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該些記憶胞是並聯，且該讀取位元線電路有多條讀取位元線，分別連接於該些記憶胞的一電極層與該第一端點之間。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該些記憶胞是並聯，且有對應的一條讀取位元線以及一共用連線，其中該共用連線用以共同連接該些記憶胞的多個電極層，該讀取位元線連接於該共用連線與該第一端點之間。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該些記憶胞是串聯。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中每一條該寫入字元線有一列的該些記憶胞，每相鄰二個該些記憶胞構成該記憶單元，藉由二個開關以連接一第電壓與一感應放大器。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中每一該磁性記憶胞的該自由層是一人造反鐵磁結構，包括：

一第一鐵磁層，有一第一自由磁化向量；

一第二鐵磁層，有一第二自由磁化向量，與該第一自

由磁化向量以反平行耦合；以及

一耦合層，在該第一鐵磁層與該第二鐵磁層之間。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該些磁性記憶胞的該第一自由磁化向量與第二自由磁化向量，依照操作的一旋轉方向，當旋轉約 90 度後，與該固定層的該磁化向量產生反平行的一最小磁電阻或是平行的一最大磁電阻，藉以記憶一位元的資料。

12. 一種磁性隨機存取記憶體的操作方法，用以操作申請專利範圍第 1 項所述之磁性隨機存取記憶體，包括：

施加一第一電流給該第一方向電流線，產生一第一階段的該感應磁場；

再施加一第二電流給該第二方向電流線，產生一第二階段的該感應磁場；以及

讀取該記憶單元的一總磁電阻，以決定該記憶單元所記憶的一資料。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之磁性隨機存取記憶體的操作方法，更包括：

如果不改變該記憶單元所記憶的該資料，則依時序進行：

停止施加該第二電流給該第二方向電流線；以及

停止施加該第一電流給該第一方向電流線。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之磁性隨機存取記憶體的操作方法，更包括：

如果要改變該記憶單元所記憶的資料，則決定要改變

資料的該記憶胞與不改變資料的該記憶胞；

對於不改變資料的該記憶胞，於讀取該記憶單元的該總磁電阻後，依時序進行：

停止施加該第二電流給該第二方向電流線；以及

停止施加該第一電流給該第一方向電流線；以及

對於要改變資料的該記憶胞，於讀取該記憶單元的該總磁電阻後，依時序進行：

停止施加該第一電流給該第一方向電流線；以及

停止施加該第二電流給該第二方向電流線。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述之磁性隨機存取記憶體的操作方法，其中施加該第一電流給該第一方向電流線是產生在正 Y 軸方向的磁場，施加該第二電流給該第二方向電流線是產生在正 X 軸方向的磁場。

16. 一種磁性隨機存取記憶體電路，包括：

多條第一方向寫入電流線；

多條第二方向寫入電流線，實質上與該些第一方向寫入電流線垂直交叉，形成有多個交叉區域；

多個磁性記憶胞，分別位於該些交叉區域，其中每一該些磁性記憶胞的一自由層的一易軸與一固定層的一磁化向量實質上垂直，且該易軸與該第一方向寫入電流線有約 45 度的一夾角，其中屬於相同的該第一方向寫入電流線所驅動的相鄰每至少二個該些磁性記憶胞為一記憶單元構成多條記憶行(column)；

多個第一開關；

多個感應放大器，分別藉由該些第一開關連接到該些記憶行的該些記憶單元；以及

多個第二開關，分別連接該些記憶單元到一地電位。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該些記憶胞是並聯連接於對應的該第一開關與該地電位之間。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之磁性隨機存取記憶體，其中該記憶單元的該些記憶胞是串聯連接到對應的該第一開關與該地電位之間。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之磁性隨機存取記憶體電路，其中每一該些感應放大器感應所選擇到的該記憶單元的總磁性電阻，以決定該記憶單元所記憶的資料。

20. 如申請專利範圍第 16 項所述之磁性隨機存取記憶體電路，其中藉由該第一方向寫入電流線與該第二方向寫入電流線提供給被選擇的記憶胞，以轉動在該自由層中約反平行的一對磁化向量的方向。

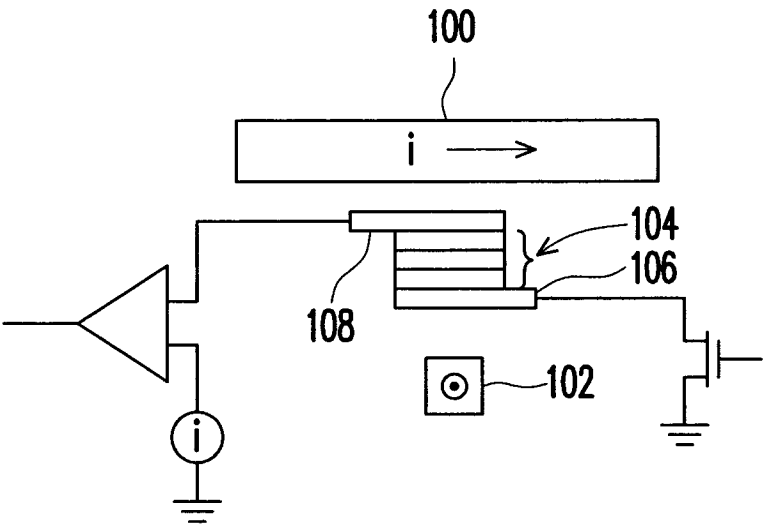


圖 1

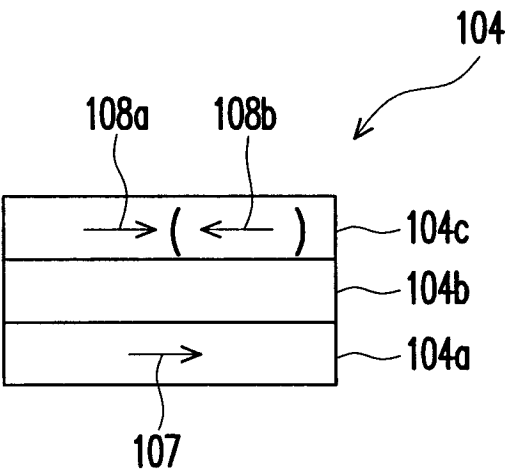


圖 2

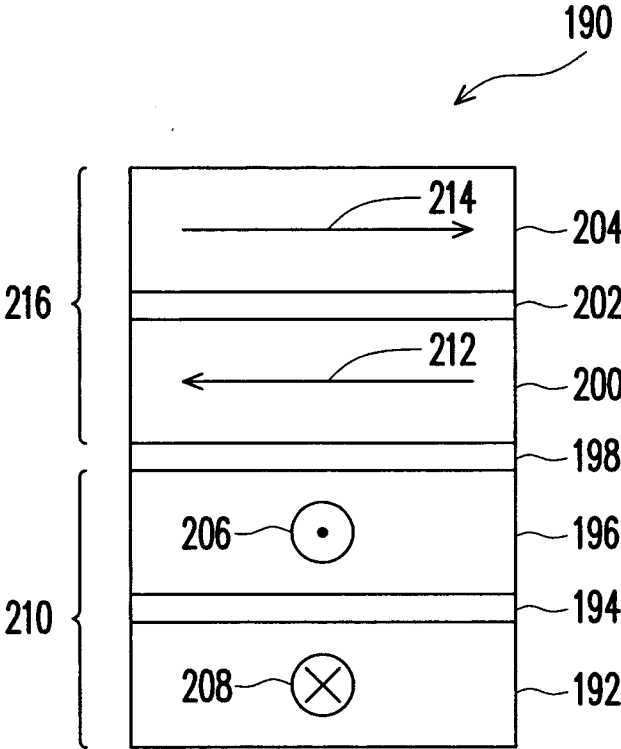


圖 3

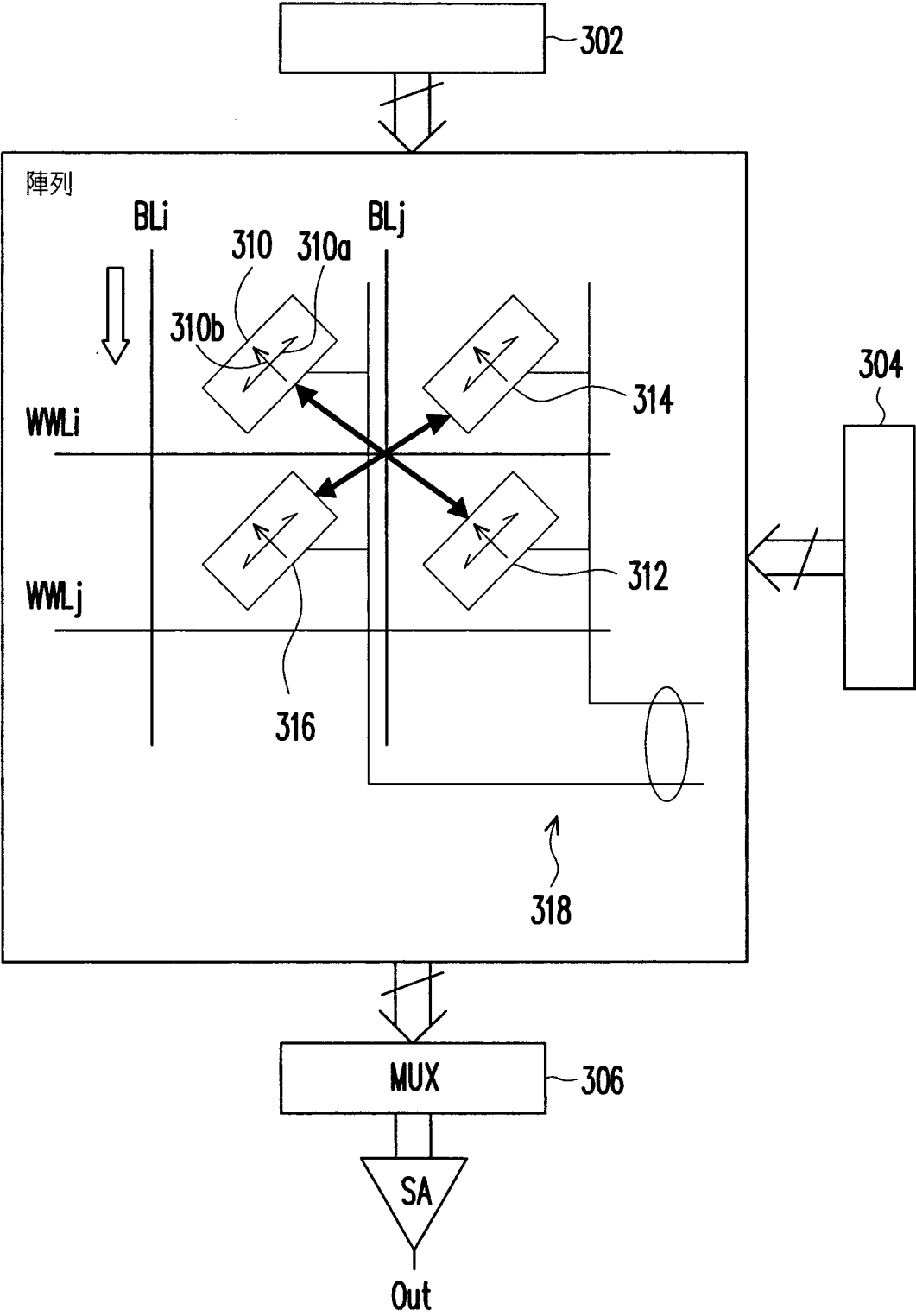


圖 4

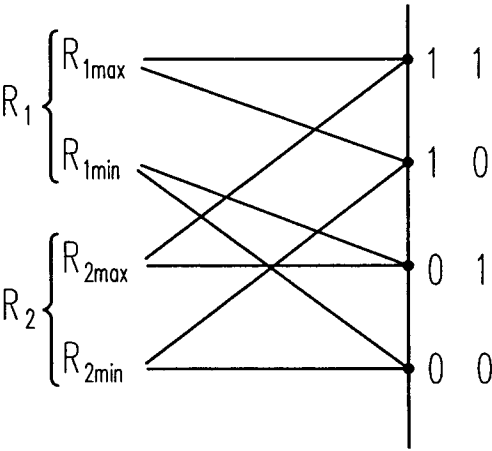
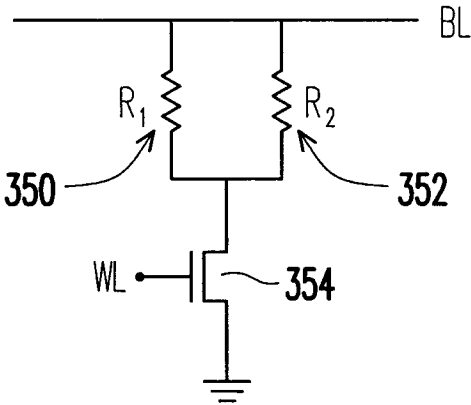


圖 5

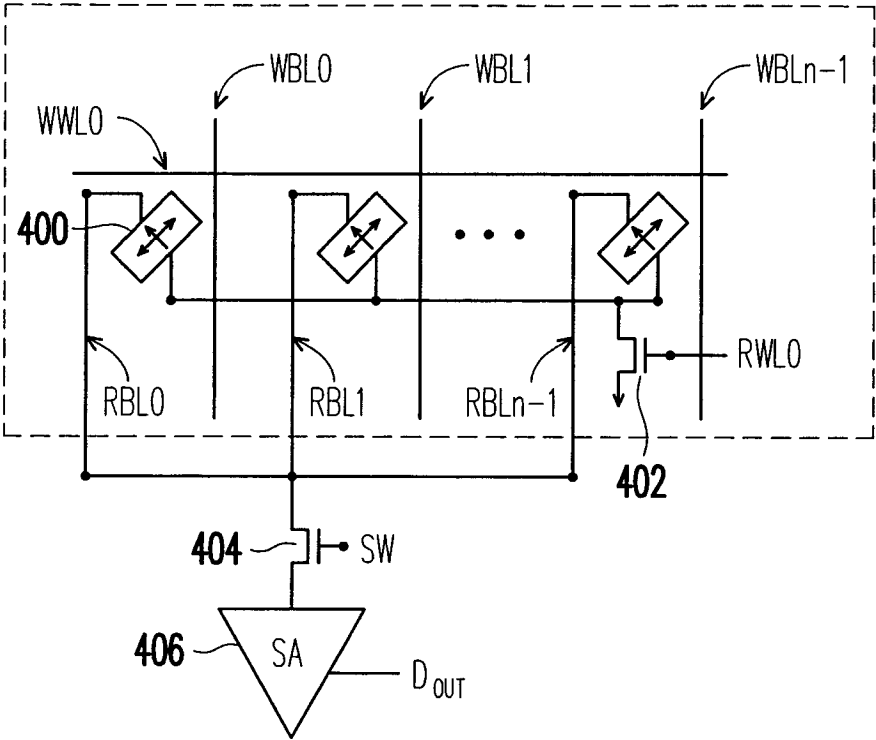


圖 6

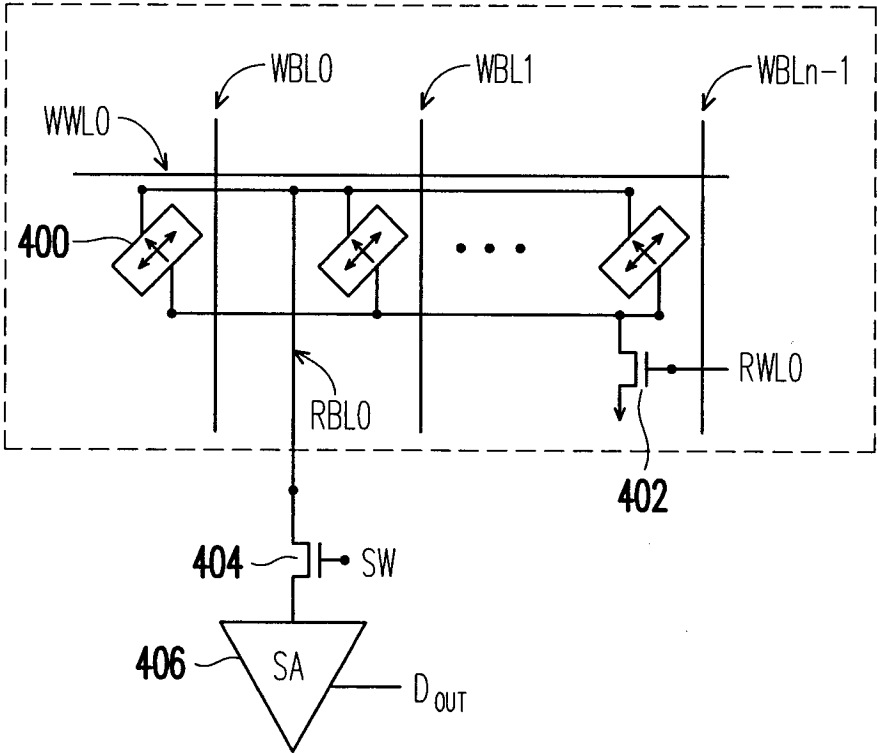


圖 7

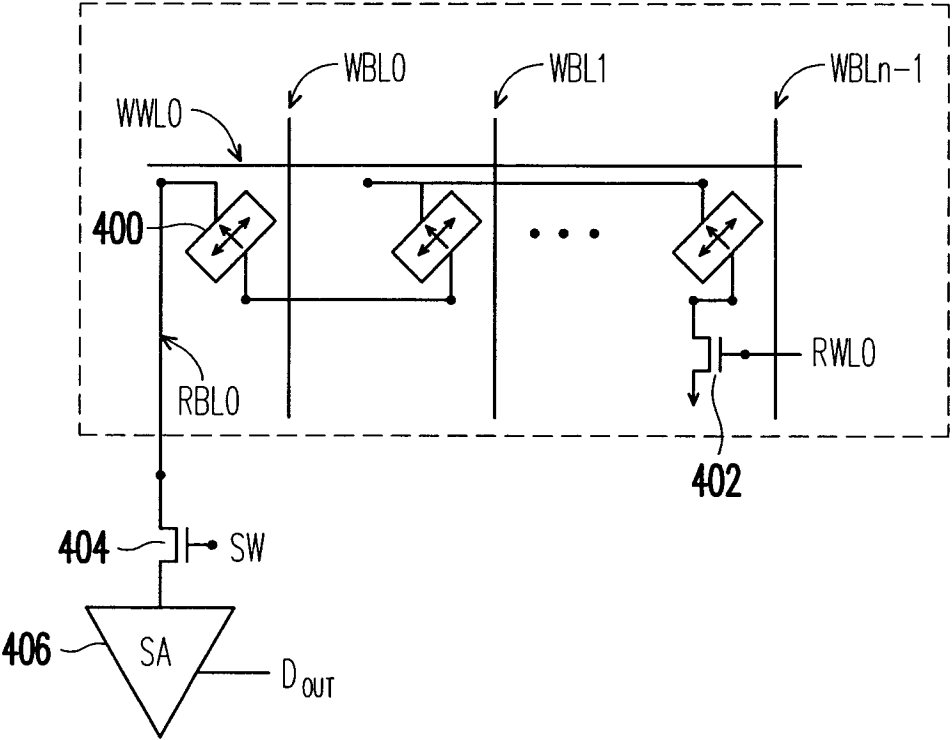


圖 8

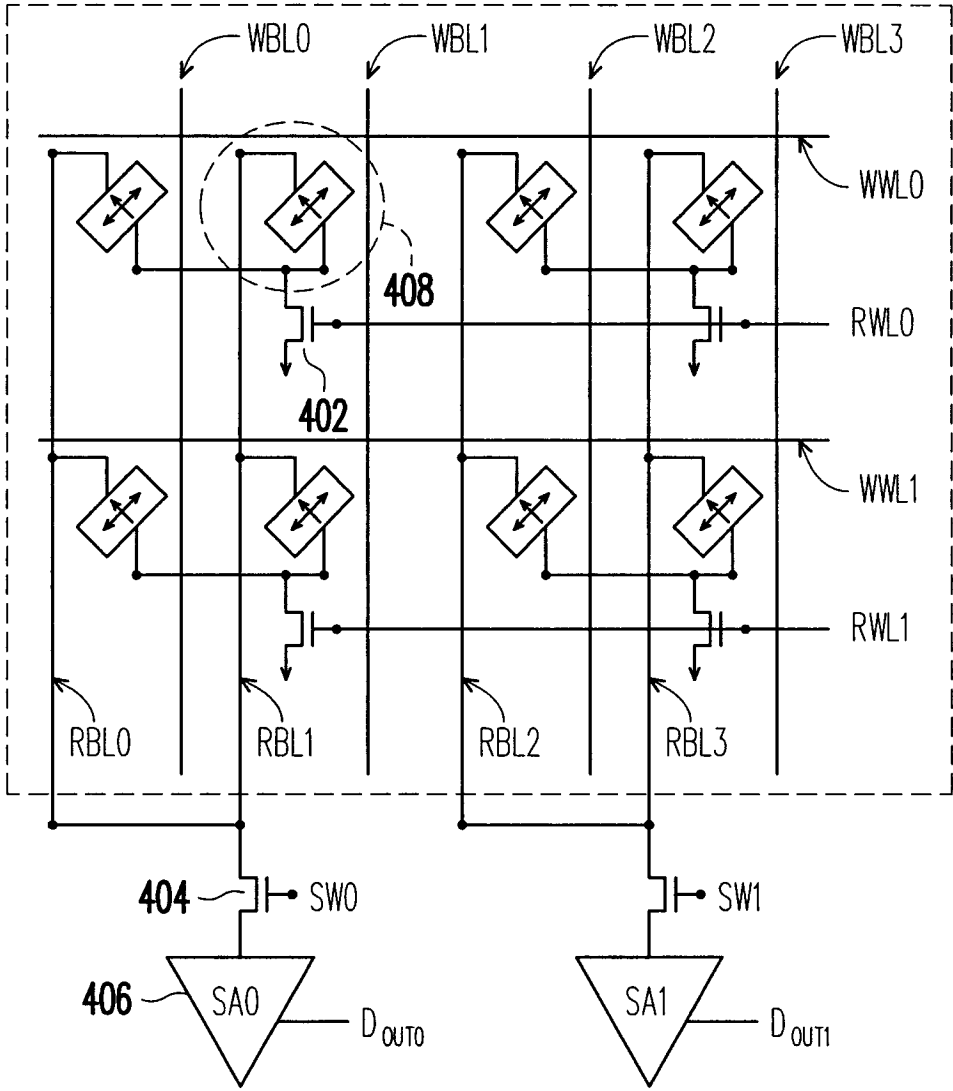


圖 9

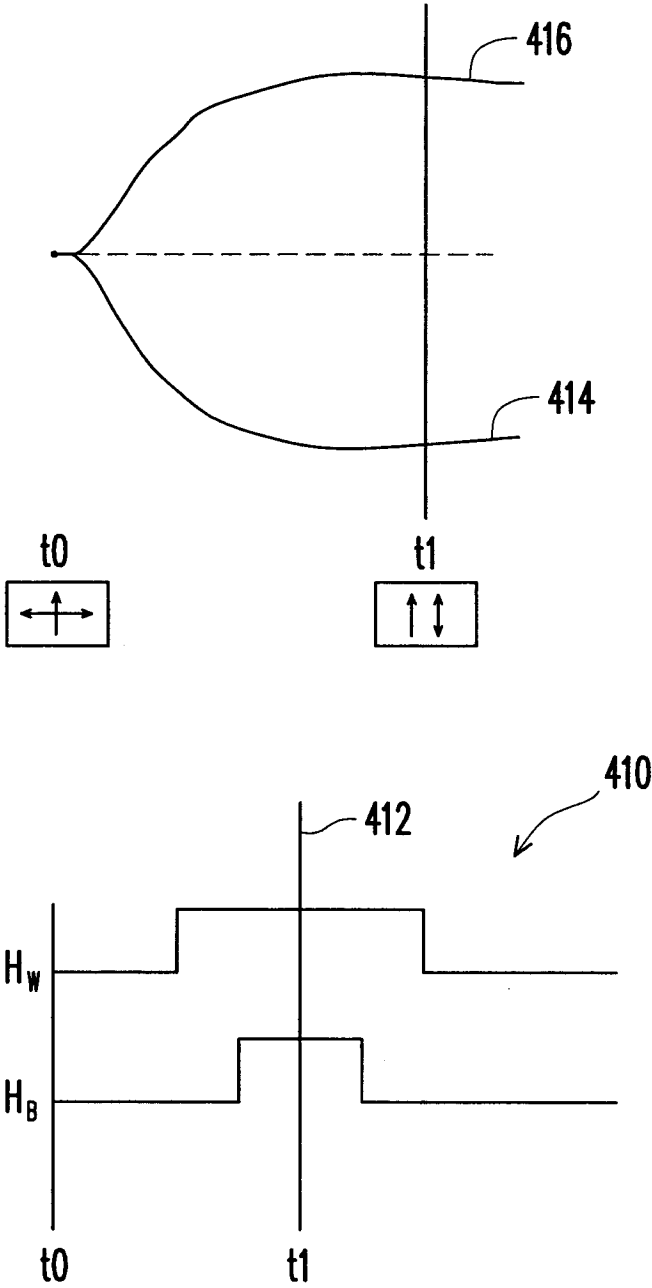


圖 10

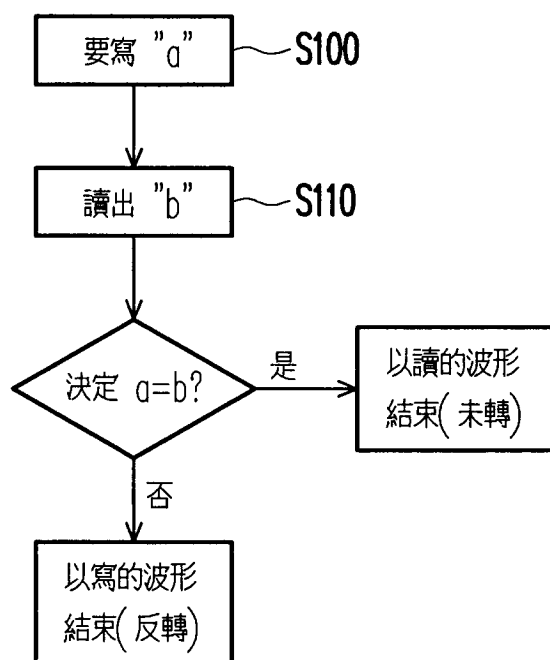


圖 11

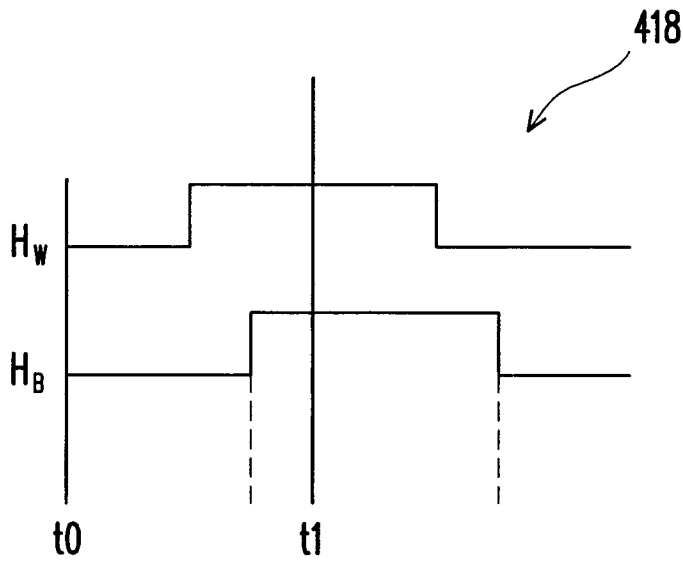


圖 12

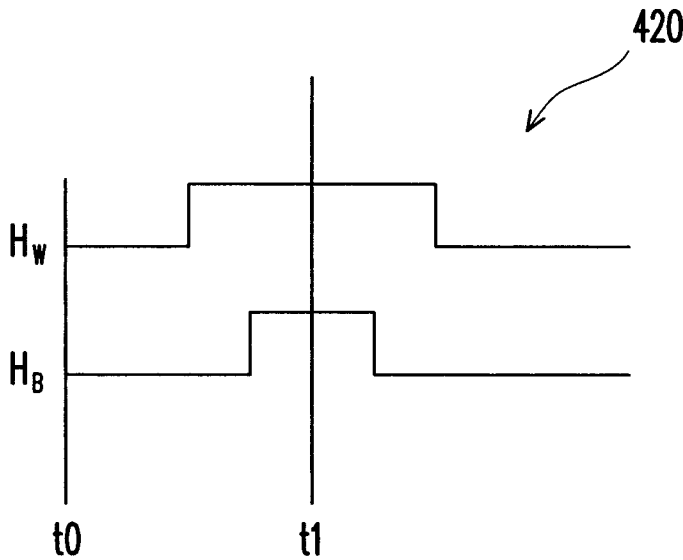


圖 13

to a magnetization of a pinned layer. The easy axis and the first-direction write current line form an including angle of about 45° . A read bit-line circuit connects to a first terminal of the memory unit. A read word-line circuit connects to a second terminal of the memory unit.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(6)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400：記憶胞

402：開關電晶體

404：開關電晶體

406：感應放大器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無