

申請日期： 93.1.-2	IPC分類
申請案號： 93100049	G11C16/06

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 200426843

一、 發明名稱	中 文	磁性隨機存取記憶體之鐵磁共振轉換
	英 文	FERROMAGNETIC RESONANCE SWITCHING FOR MAGNETIC RANDOM ACCESS MEMORY
二、 發明人 (共2人)	姓 名 (中文)	1. 夫拉迪密爾 尼基汀 2. 撒法斯 基德
	姓 名 (英文)	1. NIKITIN, VLADIMIR 2. GIDER, SAVAS
	國 籍 (中英文)	1. 美國 US 2. 美國 US
	住居所 (中 文)	1. 美國加州95008坎貝爾市席拉曲路1589號 2. 美國加州95120聖荷西市波茲伍德圓環836號
	住居所 (英 文)	1. 1589 Silacci Drive, Campbell, CA 95008 USA 2. 836 Portswood Circle, San Jose, CA 95120 USA
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 國際商業機器股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
	國 籍 (中英文)	1. 美國 US
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 美國紐約州10504亞芒克市新奧爾察德路 (本地地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. New Orchard Road, Armonk, NY 10504, USA
	代表人 (中文)	1. 傑羅 羅森梭
	代表人 (英文)	1. Gerald Rosenthal



一、本案已向

國家(地區)申請專利	申請日期	案號	主張專利法第二十四條第一項優先權
美國 US	2003/01/02	10/335, 671	有

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。

五、發明說明 (1)

一、【發明所屬之技術領域】

本發明係關於磁性隨機存取記憶體，更具體來說，係關於有效率的選擇與切換磁性隨機存取記憶體陣列中的磁性元件。

二、【先前技術】

現今電腦記憶體的特性需求為高速、低耗能、非揮發、高資料密度、以及低成本。動態隨機存取記憶體(DRAM)晶胞為高速且低耗能，但需要每秒大量更新(refresh)儲存的資料，並且需要複雜的結構而導致相當上較為昂貴。快閃型態的電子抹除式唯讀記憶體(EEPROM)晶胞為非揮發、低感測功率、以及簡單的裝置結構，但是其寫入耗時為微秒以及抹除耗時為毫秒導致在各種應用上速度太慢，尤其是在電腦記憶體方面。傳統的半導體記憶體晶胞，例如 DRAM、ROM、以及 EEPROM 的晶胞都是以平面型態的電流(即「水平的」)，因此整體所佔的表面積為主要記憶體晶胞面積再加上電氣接觸區域的面積，而沒有辦法達到理論上的最小晶胞面積。

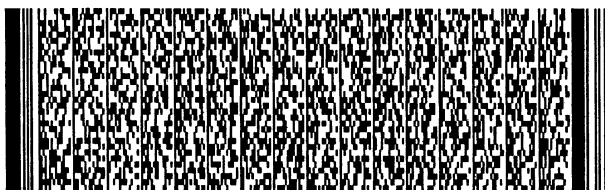
磁性隨機存取記憶體(MRAM)克服了上述裝置的各種限制，是有希望符合上述所有目標的電腦記憶體。磁性隨機存取記憶體(MRAM)的優點可以參照 IEEE 奈米科技會刊，第 1 冊第 1 號，2002 年 3 月，B.N. Engel 等人所著之「磁阻隧道記憶體理論與技術」。磁性隨機存取記憶體主要是由



五、發明說明 (2)

導電的位元線及字元線所組成的網格。位元線之間彼此互相平行，並且與字元線互相垂直，而字元線之間也彼此互相平行。磁阻晶胞係位於每一個位元線與字元線的交點，且電氣連接一特定的字元線與一特定的位元線。藉由施加一電壓於跨越磁阻晶胞的特定字元線與特定位元線之間，則此磁阻晶胞的磁阻（及記憶體狀態）可以被決定。雖然各種的磁阻晶胞有可能用於MRAM陣列上，例如電流垂直平面型巨磁阻（Current Perpendicular to Plane Giant Magnetoresistance Element, CPP GMR），但大多數的發展都將重點放在隧道閥（Tunnel Valve），也稱做磁隧道接合（magnetic tunnel junction, MTJ）晶胞。這是因為其具有高阻抗變化（ $\delta R/R$ ）的潛力。因此，雖然本文參照MTJ晶胞來描述MRAM技術，但應可被理解的是，這些相同的技術與需求也同樣地適用於應用其它種類磁阻晶胞的MRAM陣列。

MTJ晶胞基本上包含第一與第二鐵磁層，其間以一薄絕緣層所分隔，此絕緣層稱之為隧道阻障層（tunnel barrier layer）。鐵磁層其中之一係被磁化固定於一個預定的方向上，且另外一個則可依一磁場影響而自由的轉動。藉由磁自由層與磁固定層之間的相對磁化排列，則可以控制隧道阻障層的量子力學隧道的開啟或關閉。若自由層的磁化排列與固定層同向（parallel），則電子係容易穿過隧道阻障層；若自由層的磁化排列與固定層反向（anti-



五、發明說明 (3)

parallel)，則電子係不容易通過。此外，MTJ被設計為其磁自由層會具有磁異向性 (magnetic anisotropy)，這使得自由層的磁化在這兩種狀況下為最穩定 (即與固定層同向或反向)。如此一來，一旦將MTJ晶胞係處於一特定的磁場狀態時，在沒有受到另一個磁場的影響之前，其會傾向於維持在原本的磁場狀態，也就提供了非揮發性 (non-volatility)。MTJ晶胞的切換基本上係使用一電流通過字元線及位元線來完成。

只要字元線及位元線所提供的磁場夠高，在作用中的位元及字元線交點上晶胞的自由層就會產生磁化翻轉 (magnetization reversal)。Stoner-Wohlfarth同調旋轉模型 (coherent rotation model) 可以相當精確的描述 MRAM晶胞中的典型自由層切換行為。依照此模型，若磁場的難軸 (hard axis) 與易軸 (easy axis) 方向位於所謂的星形曲線 (astroid curve) 外時，如圖 4A 所示，則切換的動作會發生。操作電流的選擇則是需在選定的字元線或位元線上產生一磁場使其晶胞符合切換的條件，但不影響沿字元線或位元線上的其它晶胞 (即未選定位元之磁場必需位於星形曲線之內)。然而，在陣列中的晶胞並不會具有相同的磁性質，像是位元大小、形狀、寬高比 (aspect ratio)、以及結晶異向性都會影響到切換磁場的分佈。這導致了位元選擇性上的問題，也就是在相同的寫入電流下，有些選擇的位元會切換而有些不會。簡單的解決方式

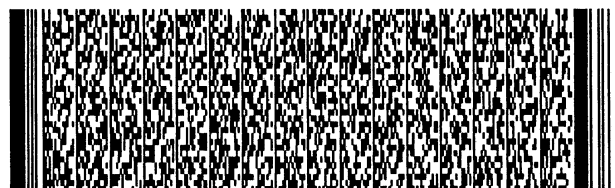


五、發明說明 (4)

是將寫入電流增強來使這些不易切換的位元進行切換，然而過強的電流會使得未選定的位元產生切換。這個現象可以見圖 4B，內部與外部星形線（各別為 $A_{\min}$ 與 $A_{\max}$ ）為 MRAM 陣列中自由層切換分佈的極端。若操作點 O 選擇在 $A_{\max}$ 之內，則只有在星形線 A 內的晶胞會被切換，而在星形線 A 以外的其它晶胞則無法被處理。若要處理這些晶胞，則操作點則必需被移到 $A_{\max}$ 外的操作點 P。但在這樣的狀況下，沿著選定的字元線與位元線上分佈在 $A_{\min}$ 的所有晶胞則會無意間被切換。

另外一個影響位元選擇性的因素則是這鄰近晶胞所產生的磁場。這些磁場會改變給定操作點下切換選定位元所需的磁場，或是無意間導致未選定位元被切換。位元選擇性的問題係已廣泛的受到重視，並且有數種解決的方式被提出。例如 D.W. Abraham 等人於美國專利號 6,385,082 所揭示的熱促進式寫入、Shaoping Le 等人於美國專利號 6,424,561 所揭示的位移位元電流之利用、以及 L.T. Tran 於美國專利號 6,163,477 所揭示的磁場偏壓之利用。然而，這些解決的方法基本上會影響 MRAM 的其它方面，例如能源消耗與磁錄密度 (areal density)。

MRAM 所遭遇到的另一個問題為位元的磁穩定性。當位元的尺寸越來越小，就會接近超磁極限 (superparamagnetic limit)。為了增加穩定度，一種解



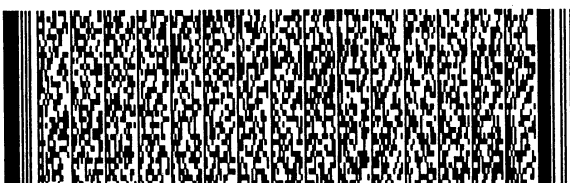
五、發明說明 (5)

決的方法是增加位元的磁異向性，但這也需要更高的磁場來切換位元，也因此需要更多的能源消耗。

三、【發明內容】

本發明允許在使用最小功率下選擇與切換磁性隨機存取記憶體中之一特定磁阻晶胞，且也允許不影響鄰近晶胞的情況下選擇以切換磁性隨機存取記憶體中之一特定磁阻晶胞。本發明係利用晶胞的鐵磁共振頻率。藉由應用一直流電流至連接於晶胞的其中之一導線，晶胞的共振頻率會產生位移。接著應用一交流訊號至連接於此特定晶胞的另一導線。此交流訊號基本上以與選定晶胞的位移共振頻率相同的頻率被產生，並會造成一相同頻率的磁場。此磁場使自由層被磁化 (magnetization) 為以位移共振頻率進行振盪 (oscillate)，這使得最小能量即可進行切換。

本發明相較於習知技藝，至少在幾個方面上提供明顯的優勢。首先，依照本發明的一方面，一選定的磁阻晶胞可利用最小的輸入能量而由一個切換至另一個磁／阻狀態。參照習知技藝中所述，磁性隨機存取記憶體陣列包括由一組平行的字元線與一組平行的位元線所組成之網格 (grid)，且字元線與位元線之間基本上為互相垂直。每一特定的字元線及一特定的位元線之間由一個磁阻晶胞所所連接。晶胞的磁性狀態可藉由與晶胞相關的字元線及位元線中的電流來控制。電流會產生磁場，使得自由層的磁矩



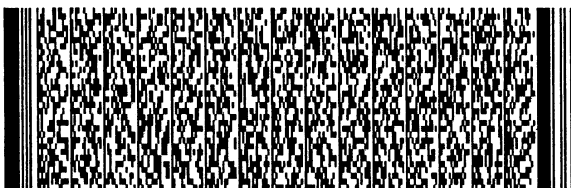
五、發明說明 (6)

(magnetic moment)由一方向旋轉至另一方向。以鐵磁共振頻率施加一交流電流至一字元線，相較於施加相同振幅的直流電流時，會使得字元線上晶胞被磁化一個較大的角度。此外，藉由施加一直流電流至一位元線，會使得位元線上所有的晶胞的鐵磁共振頻率產生位移，因此使得在與字元線之交點上的晶胞具有較大的選擇性。

其次，依照本發明的另一方面，特定晶胞的共振頻率可被位移，因此，藉由施加上述位移頻率的交流訊號，選定的晶胞在共振頻率上振盪而導致大的磁化旋轉，而其它共振頻率沒有位移的鄰近晶胞會以較小的振幅進行振盪。選定晶胞的共振頻率位移可藉由在一位元線上產生一具有直流偏壓的電流來達成。舉例來說，一預定的直流電流可以被施加至位元線。這會沿著自由層的易軸(easy-axis)產生一磁場，這會位移沿著位元線的晶胞的共振頻率，其係大約由下面公式所描述：

$$f = \frac{\gamma}{2\pi} \sqrt{4\pi M (H_{\text{Keff}} \pm H_{\text{ext}})}$$

其中 γ 為迴轉磁常數 (gyromagnetic constant)、 M 為自由層的飽和磁化 (saturation magnetization)、 H_{Keff} 是自由層的有效異向性 (effective anisotropy)，其包括結晶異向性 (crystalline anisotropy) 與形狀異向性 (shape anisotropy) 兩者、以及 H_{ext} 為來自位元線的外部磁場 (external field)。上述的方程式假設磁化強度與外部磁



五、發明說明 (7)

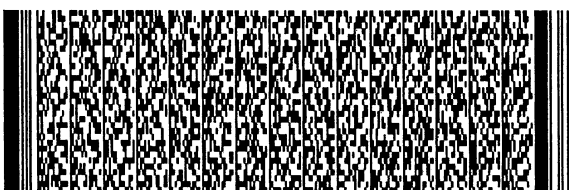
場皆位於自由層的平面且沿著易軸。外部磁場可以與磁化方向同向 (parallel) 或反向 (antiparallel)。

具有與選定晶胞的位移共振頻率實質上相同頻率的交流電流可被施加至與此晶胞相關的字元線，而產生一相同頻率的磁場。應可瞭解的是即使字元線上所有的晶胞會暴露在振盪磁場中，以及位元線上所有的晶胞會受到一個固定的磁場 H_{ext} ，在此字元線及位元線交點的晶胞顯然會具有最大的磁化旋轉，因為其為唯一受到共振所驅動的晶胞。

為了更進一步地瞭解本發明的本質與優點，須參照下面的詳細說明以及圖示，其中相同的標號係指相同的元件。

四、【實施方式】

圖 1 描述了依照本發明具體實施例的一個示範的磁性隨機存取記憶體 (MRAM) 陣列 100。由電氣導線 104、106 構成一矩形網格，其交點上具有複數個磁隧道接合 (magnetic tunnel junction, MTJ) 晶胞 102。這些電氣導線包含做為平行字元線 104 的一組導線 (配置於一水平面)，以及另一組平行的位元線 106 (基本上係與字元線垂直且位於另一水平面)，因此若由上方觀之，字元線 104 及位元線 106 形成網格且就像是具有交點。雖然這裏只圖示了兩個字元線 104 與兩個位元線 106，熟此技藝者當知這些

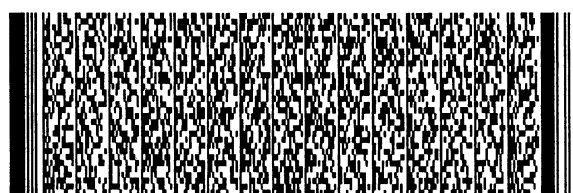
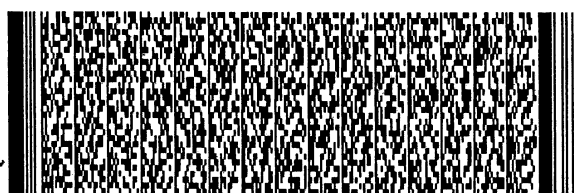


五、發明說明 (8)

導線的數量基本上為更大的規模。MTJ晶胞 102係形成於字元線 104與位元線 106的每個交點，且垂直連接字元線與位元線。MTJ晶胞 102可以在兩個可能的阻抗值之間切換，藉此定義二元記憶體狀態。在此陣列的偵測或讀取操作時，其係跨越晶胞 102施加一電壓於對應 MTJ晶胞 102的字元線 104與位元線 106之間，且阻抗值(即記憶體狀態)便可被確定。

垂直通過晶胞 102的電流使得記憶體晶胞所佔據的表面積非常小。雖然沒有圖示於圖 2當中，此陣列可以形成於一基材上(例如矽)，且此基材也可具有其它的電路。另外，通常有一絕緣材料(也未圖示)用於在交點區域以外的區域隔離字元線 104與位元線 106。

參照圖 2，依照本發明具體實施例的一 MTJ晶胞 102包括一自由層 108。此自由層 108的磁矩係以箭號 117所標示。MTJ晶胞 102亦包括一磁性固定的(magnetically pinned)鐵磁層 116。較佳地，此固定層包括反向(antiparallel, AP)耦合的第一與第二鐵磁層 118、120，其以一反向耦合層(AP coupling layer)122所隔離。此第一與第二鐵磁固定層 118、120在此後分別被稱為 AP1與 AP2。AP1層 118與 AP2層 120之磁化方向係固定於圖示為箭號 123與 125的軸，且與自由層 108的易軸平行。AP2層 120之磁化方向係藉由與形成於鄰接此固定層 116之反鐵磁

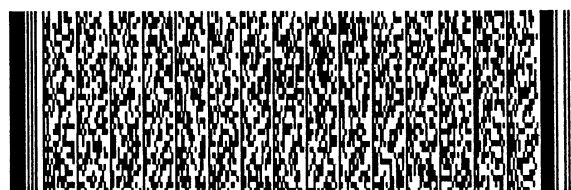


五、發明說明 (9)

(AFM)材料層的交換耦合 (exchange coupling)而被強力地固定，並且此反向耦合使得 AP1被強力地固定於 AP2的相反方向。數種反鐵磁材料係適合被使用，例如錳化鐵、錳化鎳，且 AFM層 124較佳之材料係使用錳化鉑，其係具有需要的抗腐蝕、居里溫度、及交換耦合特性的組合。雖然本實施例中所述具有一 AP耦合固定層，熟此技藝者當知同樣的可使用一個簡單的單一固定層。

字元線 104由 MTJ晶胞 102上方經過，與自由層 108鄰接且電形接觸，且與自由層之易軸於相同的方向。位元線 106由 MTJ晶胞 102下方經過，與 AFM層鄰接且電形接觸，且其運作方向係垂直於字元線的方向，以及自由層 108之磁化易軸，以及固定層 116的固定磁矩。一薄的絕緣隧道阻障層 (tunnel barrier layer)126將自由層 108與固定層 116隔離。隧道阻障層 126係由絕緣材料所組成，例如礬土 (Al_2O_3)

當第二鐵磁自由層 108和 AP1 118的磁矩排列在同一個方向時，此時經過這些層的電子自旋於同一個方向，因此允許電子基於已知的隧道閥效應 (tunnel valve effect)而通過隧道阻障層 126。當自由層 108的磁矩和 AP1 118排列方向相反時，此時每一層的電子傾向於相反方向的自旋，這使得他們無法容易的通過隧道層 126。換句話說，當自由層和 AP1 118的磁矩在同一個方向時，隧道阻障層



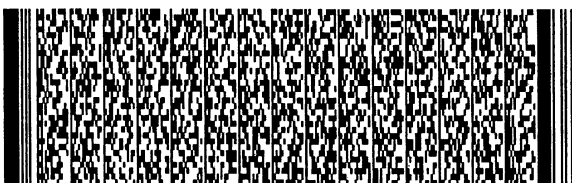
五、發明說明 (10)

126扮演導體的功能，而當磁矩的方向相反時，隧道阻障層 126則扮演絕緣體的功能。藉由跨越隧道接合晶胞 102施加一電壓於對應的字元線 104與位元線 106之間，其阻抗則可以被決定，藉此便可以讀取隧道接合晶胞 102的記憶體狀態。

參照圖 3，其為代表 MRAM陣列 100的電路圖。一直流電源 128施加一直流電流至一特定的字元線 106(b)。圖示為可變電阻的 MIJ晶胞 102、103則具有與他們的自由層 108 (圖 3)相關之固有的 (inherent)磁性共振頻率。自由層 108係為 MTJ感測器之材料和幾何的功能。應該瞭解的是，若使用另一種的磁阻感測器，例如電流垂直平面型巨磁阻 (CPPGMR)，這仍然會成立。由於 MTJ感測器實質上具有相同的形狀以及材料組成，所以他們也會有大致上相同的固有共振頻率。直流電源 128所產生的直流電流會引起一個磁場，其會使所有與特定字元線 106(a)相關的 MTJ晶胞的磁性頻率都產生位移，並依照下面函數所示：

$$f_{FMR} = \frac{\gamma}{2\pi} \sqrt{4\pi M (H_{Keff} \pm H_{ext})}$$

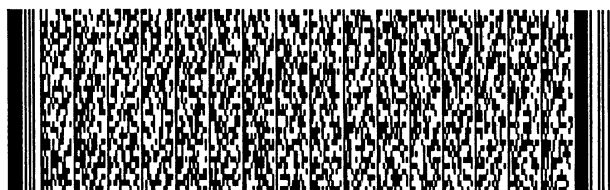
參照代表 MRAM陣列 100電路圖的圖 3，其中之晶胞係依照習知之讀取方式。而晶胞的寫入方式雖與習知相似，但將原本施加直流電流至字元線及位元線的方式，改變為施加一直流電流至位元線以及以自由層的鐵磁共振頻率施加一交流電流至字元線。參照圖 5，自由層的磁性旋轉在鐵



五、發明說明 (11)

磁共振的頻率上會達到最大值。這樣所產生的旋轉會比使用相同振幅的直流電流所能產生的可能值還大，因此所需的能量也就較少。此外，習知技術的方式施加直流電流至位元線，會使得沿著位元線的所有晶胞的共振頻率都由他們的零場頻率 (zero field frequency) 位移。若位元線的極性是使其產生的磁場方向與自由層的磁化方向相反，則共振頻率會由零場頻率向下位移，如圖 6 所示。理論上來說，在相同場的影響之下，頻率向下的位移可較向上的位移來得多。參照圖 7，若字元線的頻率是依照位移共振頻率，則在與位元線交點上所選擇的晶胞會在位移共振頻率上共振，而導致很大的磁化旋轉。同時，由於在字元線上的其它晶胞係受到離共振 (off-resonance) 所驅動，所以他們會以小得多的振幅進行共振。使用直流位元線電流與交流字元線電流的組合可以比習知技術提供更大的選擇性。圖 8 詳細描述沿著自由層的磁化元件上的示範性位元線與字元線的時間圖。第一，直流電流被施加至位元線，接著在相較於位元線電流開始時間後經過一小段延遲，以位移共振頻率將交流電流施加至字元線。在每一個接續的期間，磁化難軸上的振幅會漸漸增加，直到自由層上由位元場所產生的力矩 (torque) 將磁化易軸切換到與位元場相同的方向。

在依照本發明的另一具體實施例中，在位元線 106 的電流可以被產生在一起始方向上，使得此電流所引起的磁

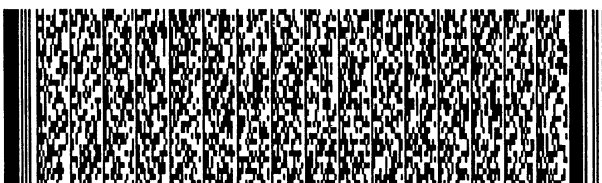


五、發明說明 (12)

場方向會和自由層的起始磁化方向相同。接著交流電流以晶胞 103 的共振頻率被施加至字元線 104，因此位元線 106 上的電流會被切換至相反的流相，而這使得自由層的磁化翻轉 (flip)。此實施例可以較佳的切換時間，因為晶胞 103 的記憶體狀態可以被精確的控制有位元線 106 的電流切換時間。不過，此時間上的改善也可能會導致速度的降低。

前述實施例具有另一個改進的部份，即其具有一個正回饋電路 (positive feedback circuit)，以將交流電源校準 (tune) 至位移共振頻率。這項改進可以校正在晶胞和晶胞之間，由於每個晶胞的有效異向性 (effective anisotropy) 的偏差所導致的小量共振頻率偏差。最初，選擇的晶胞係以接近位移共振頻率的頻率來驅動，而自由層振盪的振幅藉由量測晶胞的磁阻來同時偵測。此振幅訊號則被加回至電流中，即提供了一個正回饋與增益，導致振盪維持在共振曲線之尖峰 (peak)。這種回饋電路被稱之為電感電容 (LC) 或石英結晶振盪器 (quartz crystal oscillators)。

在此必需了解的是，本文所述係做為本發明之最佳具體實施例，而並非用於限制本發明。雖然本發明以較佳具體實施例來做特定的表示與描述，熟此技藝仍應知，本發明技術仍可有許多之修改與變化而不背離本發明之精神與



五、發明說明 (13)

範圍。例如，雖然本發明在本文中以具有簡單、單一層自由層的 MTJ 晶胞做為一範例，但本發明亦可使用一 MRAM 陣列，其具有反向耦合的自由層或簡單的單一層固定層之 MTJ 晶胞。再者，本發明亦可使用一反向耦合自由層，如相同受讓人之美國專利申請案 10/263,495 之中所述。此外，MRAM 陣列亦可使用巨磁阻 (GMR) 晶胞，或其他 MTJ 晶胞之外的一些其他可能的磁阻晶胞。因此，本文揭露之實施例應被視為僅用以描述本發明，本發明之範圍應只受後述之申請專利範圍所限。



圖式簡單說明

五、【圖式簡單說明】

圖 1 為依照本發明具體實施例之部份磁性隨機存取記憶體陣列的透視圖（非依正確比例）；

圖 2 為圖 1 中所示圓圈 2 區域的放大圖，但非依正確比例；

圖 3 為依照本發明具體實施例之磁性隨機存取記憶體陣列的電路圖；

圖 4A 為單一區域元素之理想 Stoner-Wohlfarth 星形線圖；

圖 4B 為一組星形線圖，顯示磁性隨機存取記憶體陣列中的切換場分佈以及可能的操作點；

圖 5 為一典型的鐵磁共振反應；

圖 6 為一磁場中的零場反應及位移反應；

圖 7 為字元件和位元線，包括交點的選擇晶胞，的晶胞磁性狀態示意圖；以及

圖 8 為字元與位元電流以及選擇晶胞之磁性反應的時間圖。

圖示元件符號說明

100 磁性隨機存取記憶體陣列

102 磁隧道接合晶胞

106 位元線

116 鐵磁層

118 第一鐵磁層

122 反向耦合層

124 反鐵磁材料層

104 字元線

108 自由層

117 磁矩

120 第二鐵磁層

123、125 磁化方向

126 隧道阻障層



圖式簡單說明

128 直 流 電 源

130 交 流 電 源

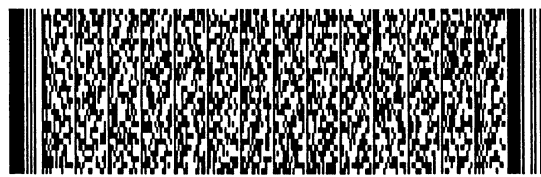


四、中文發明摘要 (發明名稱：磁性隨機存取記憶體之鐵磁共振轉換)

在磁性隨機存取記憶體位元晶胞進行寫入操作，且具有較佳的切換選擇性及較低的寫入電流需求的新方法係被揭露，且其完成係利用字元寫入電流在自由層鐵磁共振頻率附近的之振盪頻率，再加上位元線中電流產生之磁場所導致的頻率位移。操作則是依傳統磁性隨機存取記憶體般實作，該記憶體具有由字元線與位元線網格交點所形成的複數個磁阻晶胞，其中在網格中的個別晶胞可以被選擇，且由字元線與位元線中電流所產生的磁場將其磁場狀態切換至另一磁場狀態。

五、英文發明摘要 (發明名稱：FERROMAGNETIC RESONANCE SWITCHING FOR MAGNETIC RANDOM ACCESS MEMORY)

A new method of performing the write operation on the MRAM bit cell with improved switching selectivity and lower write current requirements is achieved utilizing oscillating word write currents at frequency near the ferromagnetic resonance frequency of the free layer, combined with the shift in said frequency due to the magnetic field produced by the current in the bit



四、中文發明摘要 (發明名稱：磁性隨機存取記憶體之鐵磁共振轉換)

五、英文發明摘要 (發明名稱：FERROMAGNETIC RESONANCE SWITCHING FOR MAGNETIC RANDOM ACCESS MEMORY)

line. Operation is implemented in a conventional magnetic random access memory having a plurality of magnetoresistive cells formed by an intersection of a grid of word and bit lines, wherein an individual cell within the grid can be selected and switched from one magnetic state to another by the magnetic fields produced by the currents in the word and bit lines.



六、申請專利範圍

1. 一種磁性隨機存取記憶體裝置，包含：

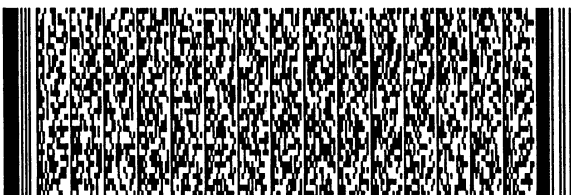
- 一磁阻晶胞，具有一第一共振頻率；
- 一第一電氣線，電氣連接至該磁阻晶胞；
- 一第二電氣線，電氣連接至該磁阻晶胞；
- 一第一電源，耦合至該第一電氣線，經由該第一電氣線提供一電流以使得該磁阻晶胞之共振頻率位移至一第二共振頻率；以及
- 一交流電源，耦合至該第二電氣線，該交流電源產生一電流，該電流具有一頻率，該頻率實質上相當於該位移的共振頻率。

2. 如申請專利範圍第1項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該第一電源係為一具有直流偏壓 (DC bias) 的電壓來源。

3. 如申請專利範圍第1項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該第一電源係為一具有直流偏壓的電流來源。

4. 如申請專利範圍第1項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該磁阻晶胞係為一磁隧道接合晶胞 (magnetic tunnel junction cell)。

5. 如申請專利範圍第1項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該磁阻晶胞係為一巨磁阻晶胞 (giant



六、申請專利範圍

magnetoresistive cell)。

6. 如申請專利範圍第1項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該第一電源於一第一方向施加一直流電流，並將該施加之電流切換至一第二方向。

7. 一種磁性隨機存取記憶體裝置，包含：

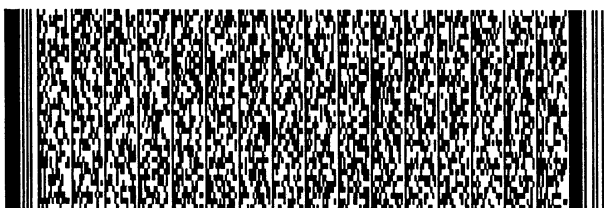
一磁阻晶胞，具有一第一共振頻率；

一手段，用於將該第一共振頻率位移至一第二共振頻率；以及

一手段，用於供給一交變磁場(alternating magnetic field)鄰近該磁阻元件，該交變磁場具有一頻率，該頻率實質上相當於該第二共振頻率。

8. 如申請專利範圍第7項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，更包含一電氣線位於鄰近該磁阻晶胞，且其中位移該磁阻晶胞之該共振頻率之該手段係為一直流電源耦合至該電氣線，以產生一電流。

9. 如申請專利範圍第7項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，更包含一電氣線及一第二電氣線，該第一電氣線位於鄰近該磁阻晶胞，且該第二電氣線位於鄰近該磁阻晶胞並實質地垂直於該第一電氣線，其中位移該磁阻晶胞之該共振頻率之該手段係為一第一電源耦合至該第一電氣線，且



六、申請專利範圍

其中產生該交變磁場之該手段係為一交流電源耦合至該第二電氣線。

10. 如申請專利範圍第7項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該磁阻晶胞係為一磁隧道接合晶胞。

11. 如申請專利範圍第7項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該磁阻晶胞係為一巨磁阻晶胞。

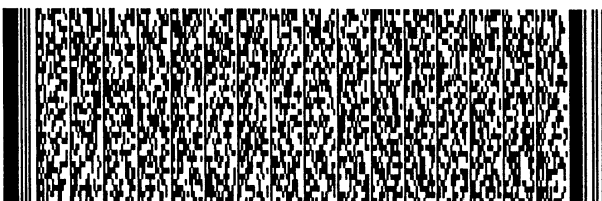
12. 如申請專利範圍第9項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該第一電源係為一具有直流偏壓的電流來源。

13. 如申請專利範圍第9項所述之磁性隨機存取記憶體裝置，其中該第一電源係為一具有直流偏壓的電壓來源。

14. 一種用於切換一磁性隨機存取記憶體之一記憶狀態的方法，該磁性隨機存取記憶體具有複數個第一與第二電氣導線藉由一磁阻晶胞互相耦合，該磁阻晶胞具有一第一磁共振頻率，該方法包含下列步驟：

在該第一電氣導線產生一電流，該電流產生一磁場以將該磁阻晶胞之該磁共振頻率位移至一第二共振頻率；以及

在該第二電氣導線產生一交流電流 (alternating current)，該交流電流具有一頻率實質上相當於該第二共



六、申請專利範圍
振 頻 率 。

15. 如申請專利範圍第14項所述之方法，更包含沿該第一電氣導線之一第一方向施加該電流，並將該電流之該方向切換至一第二方向。

16. 如申請專利範圍第14項所述之方法，其中產生在該第一電氣導線之該電流具有一直流電元件 (DC component)

17. 如申請專利範圍第14項所述之方法，其中該磁阻晶胞具有一磁自由層，該磁自由層具有一淨磁矩 (net magnetic moment)，且其中產生於該第一電氣導線之該電流具有一直流組成 (DC component)，該直流組成產生一磁場於一方向，該方向相反於該自由層之該磁矩方向。



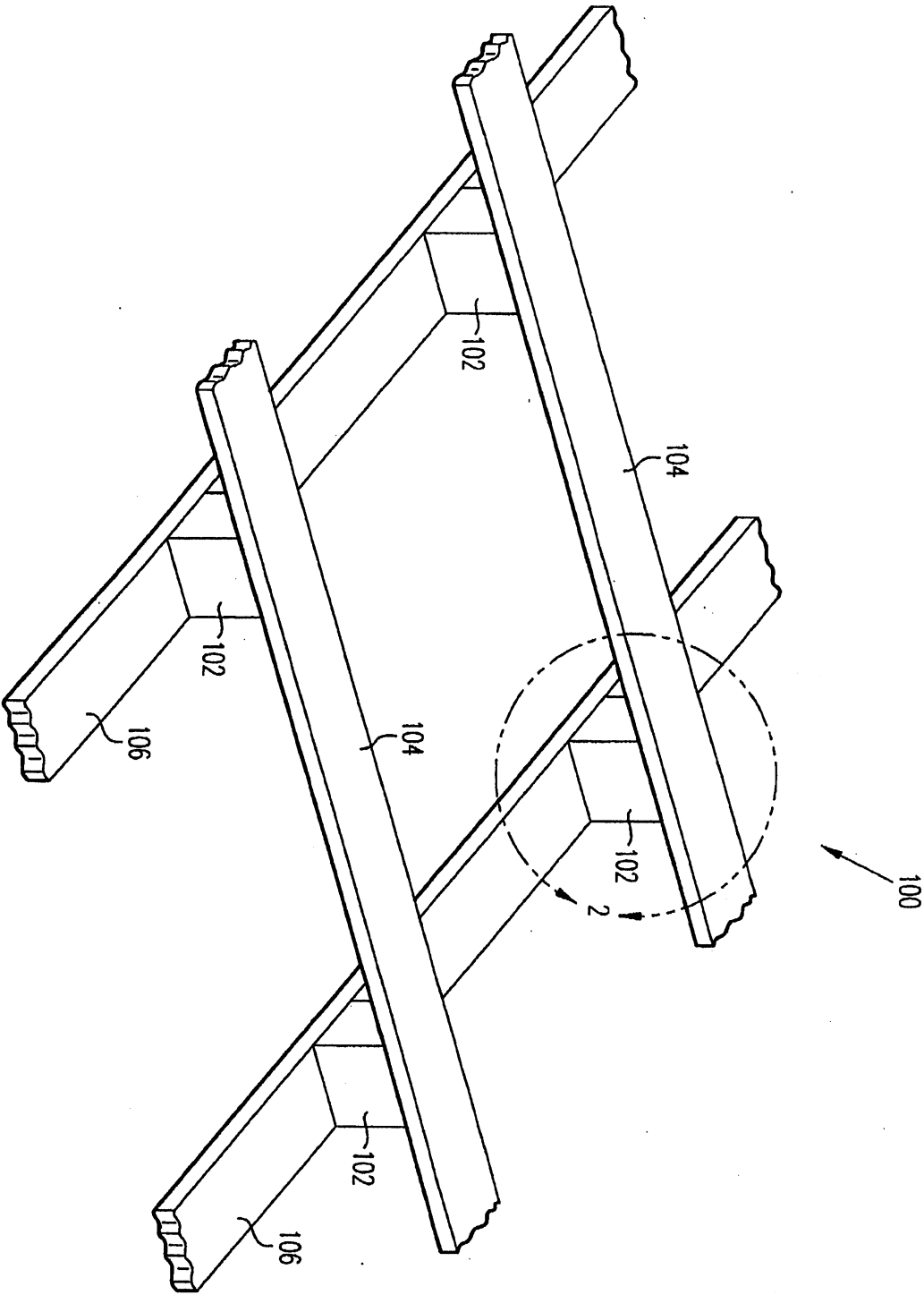


圖 1

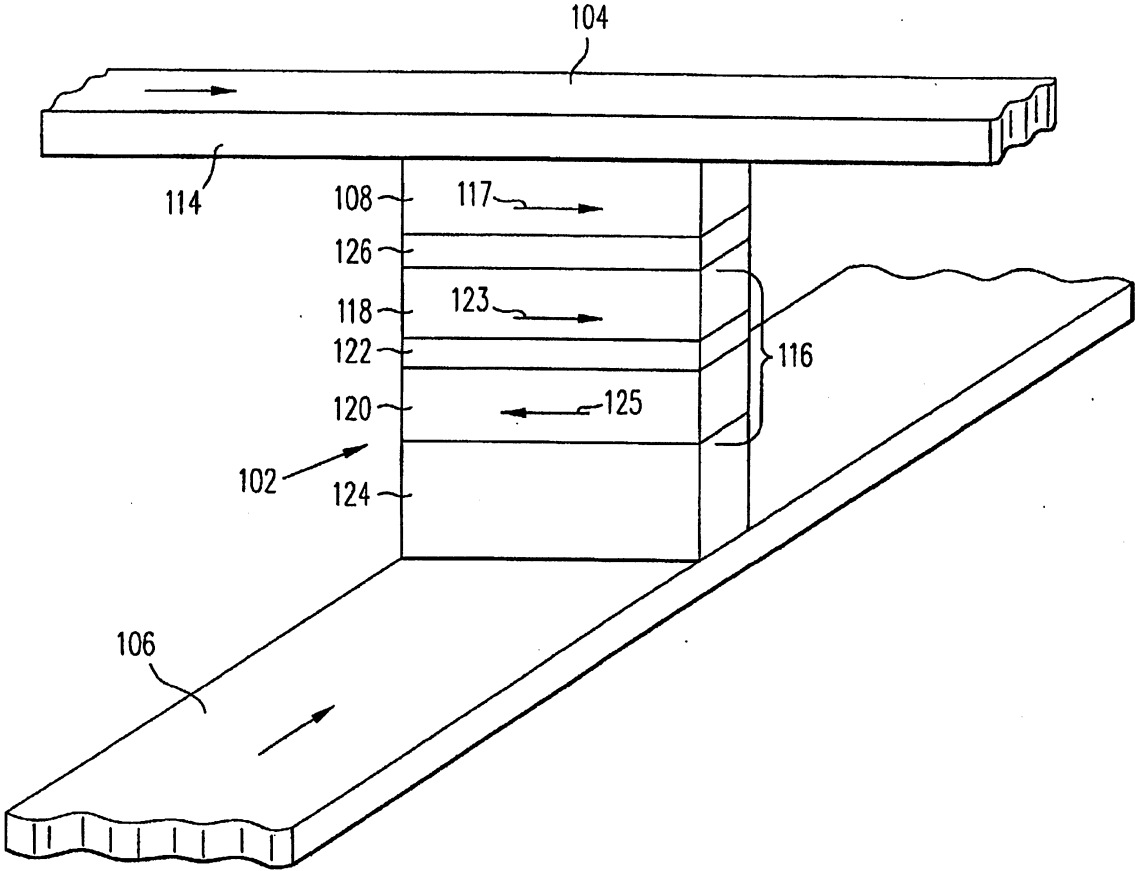


圖 2

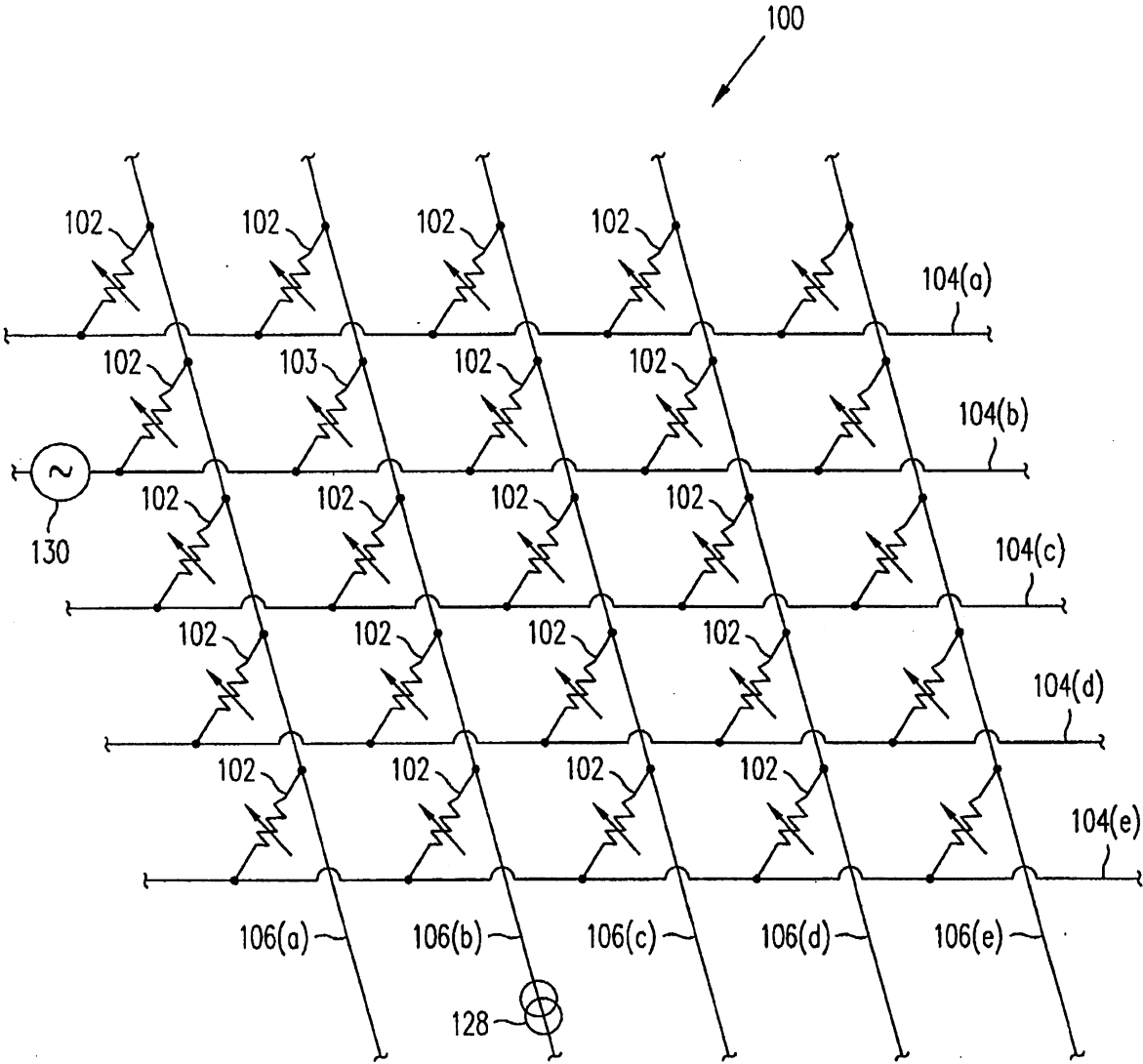


圖 3

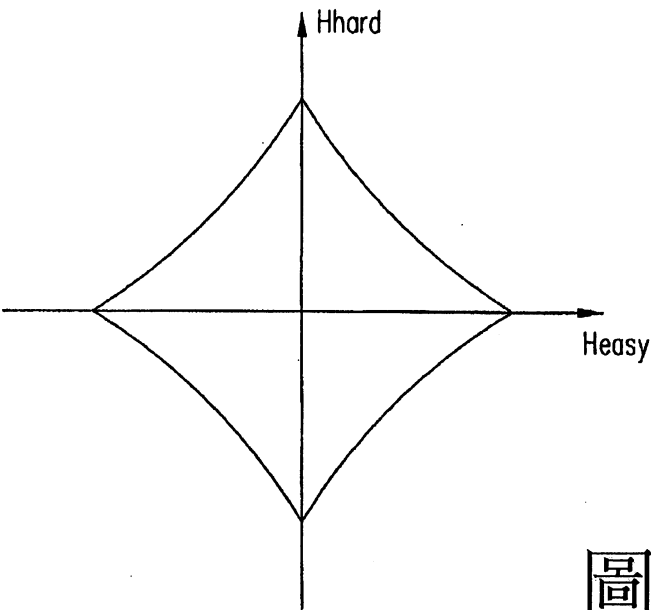


圖 4A

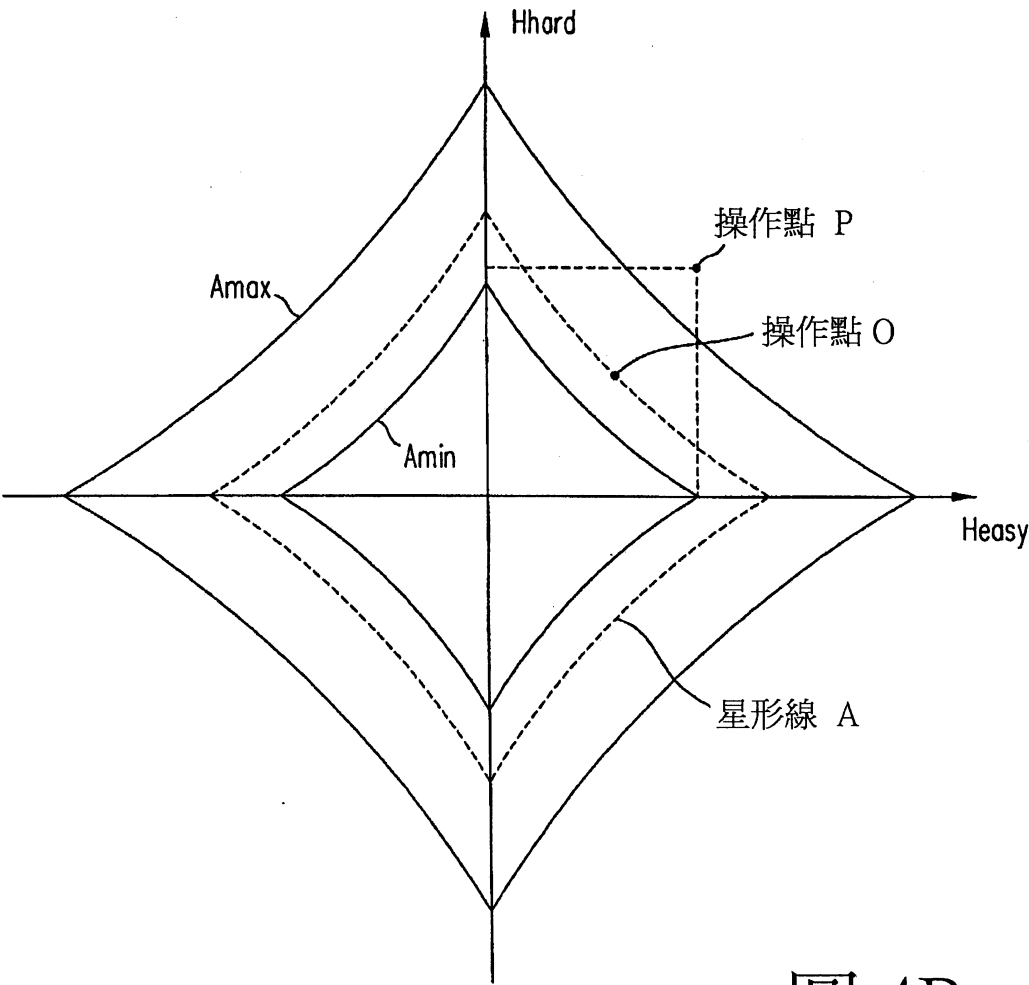


圖 4B

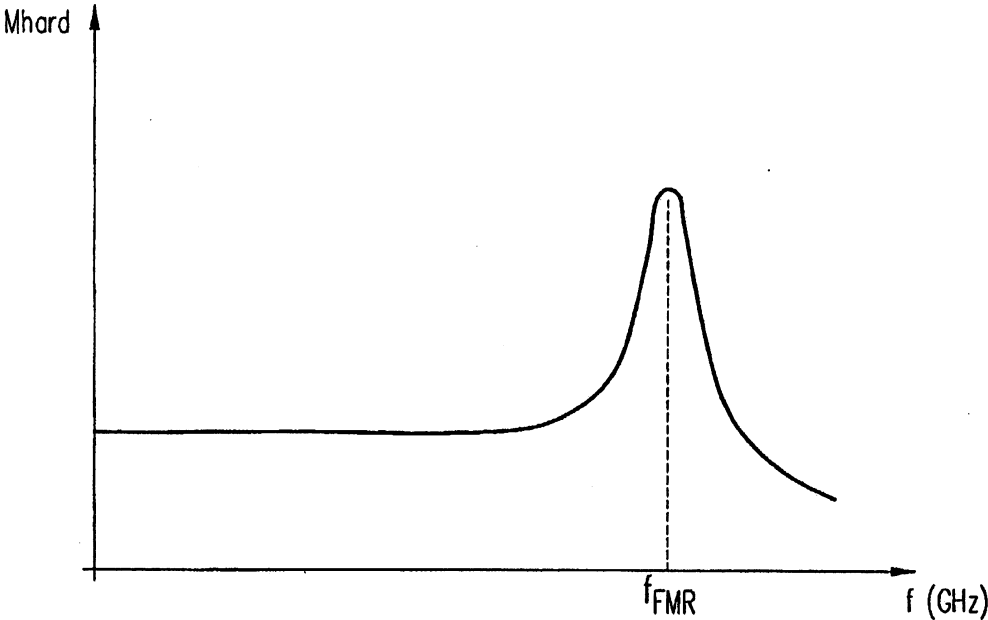


圖 5

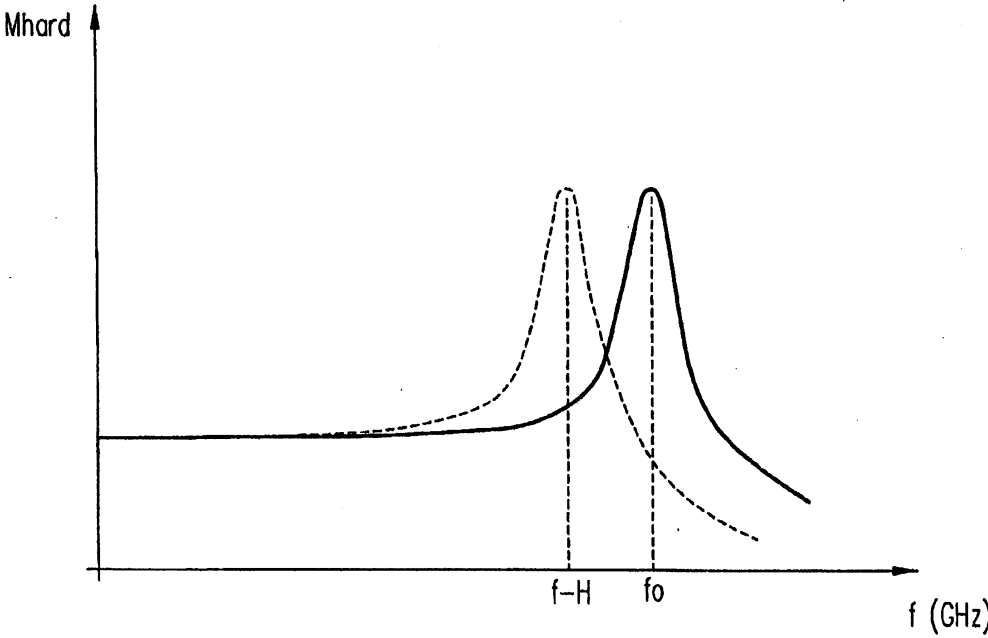


圖 6

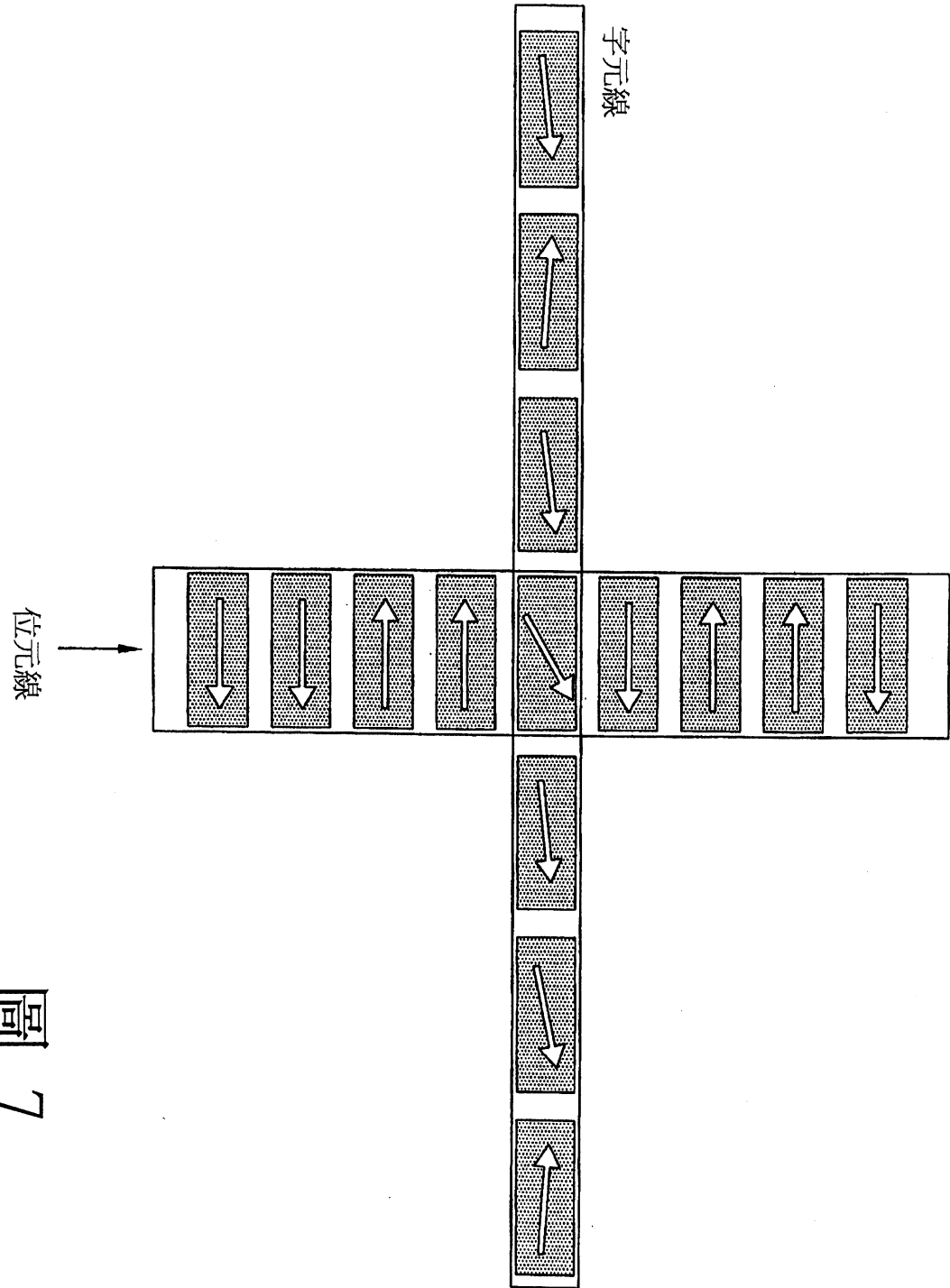


圖 7

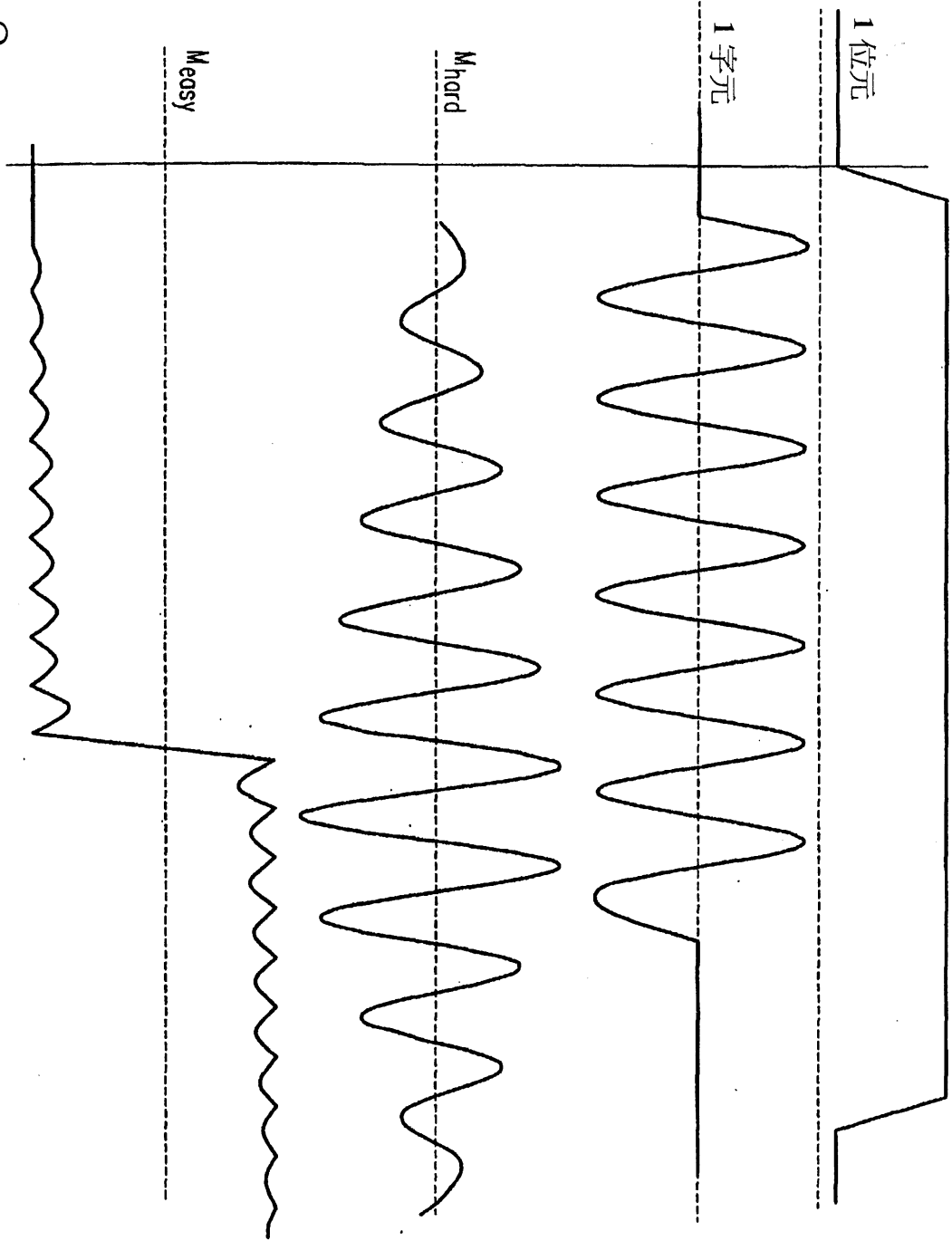


圖 8

六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：圖 1

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

100	磁性隨機存取記憶體陣列	102	磁隧道接合晶胞
104	字元線	106	位元線

