

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	用於具軟性參考層之磁電阻式裝置的讀取方法
	英 文	READ METHODS FOR MAGNETO-RESISTIVE DEVICE HAVING SOFT REFERENCE LAYER
二、發明人	姓 名	(1)隆格T. 崔恩 Lung T. Tran (2)曼尼希·夏瑪 Manish Sharma
	國 籍	(1)美國 USA (2)印度 India
三、申請人	住、居所	(1)美國加州薩拉托葛·森林坡巷 5085 號 5085 Woodbrae Court, Saratoga, CA 95070, USA (2)美國加州太陽谷·洛克桑雅特路160號公寓16 160 Locksunart Wy, Apt 16, Sunnyvale, CA 94087, USA
	姓 名 (名稱)	美商·惠普公司 HEWLETT-PACKARD COMPANY
三、申請人	國 籍	美 國 USA
	住、居所 (事務所)	美國加州帕羅亞托·哈諾維街3000號 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304, USA
三、申請人	代 表 人 姓 名	安 O. 巴斯金 Ann O. Baskins

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☒ 有 ☐ 無主張優先權
2001,09,25 09/963,851

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明（1）

發明背景

本發明關於一磁電阻裝置。本發明亦關於資料儲存。

磁性隨機存取記憶體(“MRAM”)是一種被考慮用於短期和長期資料儲存的非依電性記憶體。MRAM具有較於諸
5 如DRAM、SRAM及快閃記憶體之短期記憶體低之功率消耗量。MRAM具有較低於諸如DRAM、SRAM、及快閃記憶體等之短期記憶體的能源損益。MRAM實施讀、寫之操作遠快於(大小差了幾個等級)諸如硬碟之傳統長期儲存裝置。另外，MRAM裝置較硬碟更密集小巧且耗用較少功
10 率。MRAM亦被考慮用於嵌入式應用，諸如超快處理器及網路電器。

一個典型的MRAM裝置包含一組陣列記憶體晶胞陣列、沿記憶體晶胞之列延伸的字組線及沿記憶體晶胞之行延伸的位元線。每個記憶體晶胞位於一條字組線及一條位
15 元線的交叉點處。

記憶體晶胞可置於諸如自旋依賴穿隧(SDT)接面之隧道磁電阻(TMR)裝置之上。一典型SDT接面包括一固定層、一感測層、以及一夾於固定層和感測層之間的絕緣隧道障壁。固定層具有一磁化定向，其是固定的且當一合意
20 範圍內之施加磁場存在時不會旋轉。感測層具有一可被定向於兩種方向之磁化強度：與固定層磁化強度同向、或者與固定層磁化強度對向。若固定層和感測層之磁化強度同向時，SDT接面之定向係所謂”平行”。若固定層和感測層之磁化強度對向時，SDT接面之定向係所謂”反平行”。這

五、發明說明（2）

兩種穩定定向，平行與反平行，可對應到邏輯值'0'和'1'。

固定層之磁化定向可藉由一下面的反強磁性(AF)固定層來固定。此AF固定層提供一個維持固定層磁化強度於一方向的大的交換場。在AF層下通常為第一和第二種子層。

- 5 第一種子層允許第二種子層被植入一個(111)晶體結構定向。第二種子層建立一個用於AF固定層之(111)晶體結構定向。

發明概要

- 10 依據本發明之記憶體裝置包括具有不同矯頑磁性之第一和第二強磁層，以及一介於第一和第二強磁層間之間隔層。每個強磁層具有可只向各不同方向之磁化向量。

關於本發明之其他層面與優點，將於伴隨與伴隨附圖閱讀藉舉例方式闡明本發明之原理之詳細描述時逐一瞭然。

15 圖式之簡要說明

第1圖係繪示一依據本發明之磁性記憶體裝置。

第2圖係繪示用於第1圖中磁性記憶體裝置的資料和參考層之磁滯迴路。

- 20 第3圖繪示在第1圖所示磁性記憶體裝置上實施讀取操作之第一種方法。

第4a和4b圖繪示對應第一種方法之裝置磁化定向。

第5圖繪示在第1圖所示磁性記憶體裝置上實施讀取操作之第二種方法。

第6a至6e及第7a至7e圖更進一步繪示第二種方法。

五、發明說明（3）

第8圖繪示實施第二種方法之電路。

第9a和9b圖為第8圖中所示電路之時序圖。

第10圖繪示一種依據本發明之MRAM裝置。

第11圖繪示另一種依據本發明之MRAM裝置。

5 第12圖繪示在讀取期間的另一種MRAM裝置。

第13a、13b以及第14至17圖繪示依據本發明之MRAM裝置的不同金屬導體。

第18a和18b圖繪示一依據本發明之磁性記憶體裝置之合成強磁參考層。

10 第19圖繪示一合成強磁參考層之個別強磁層的磁滯迴路。

第20圖繪示合成強磁參考層之磁滯迴路。

發明之詳細描述

參照第1圖，一磁性記憶體裝置10包括一具有資料層12之磁性隧道接面11、一參考層14、以及一介於資料層12與參考層14間之絕緣隧道障壁層16。資料層12具有一可被定向於兩種方向之磁化向量(由向量M1所表示)，典型上沿著資料層12之簡便軸(EA1)。參考層14具有一可被定向於兩種方向之磁化向量(由向量M2所表示)，典型上沿著其簡便軸(EA2)。簡便軸(EA1、EA2)示如沿著x軸之方向。

若資料層12和參考層14之磁化向量(M1和M2)指向同方向，磁性隧道接面11之定向係所謂”平行”。若資料層12和參考層14之磁化向量(M1和M2)指向反方向，磁性隧道接面11之定向係所謂”反平行”。”平行”與”反平行”這兩種穩

五、發明說明（4）

定定向可對應至邏輯值'0'和'1'。

絕緣隧道障壁16允許量子力學穿隧作用在資料層12和參考層14間發生。此種穿隧現象係電子旋轉依附，使得磁性隧道接面11之電阻為資料層12和參考層14之磁化向量
5 (M1和M2)之相對定向的函式。譬如，若磁性隧道接面11之磁化定向為平行時，磁性隧道接面11之電阻為第一個值(R)，且若磁性隧道接面11之磁化定向為反平行時為第一個值($R + \Delta R$)。絕緣隧道障壁16可由氧化鋁(Al_2O_3)、二氧化矽(SiO_2)、氧化鉭(Ta_2O_5)、氮化矽(SiN_4)、氮化鋁(AlN_x)、
10 或氧化鎂(MgO)所組成。其他電介質和某些半導體材料可被用於絕緣隧道障壁層16。絕緣隧道障壁層16之厚度範圍可從約0.5奈米至約3奈米。

資料層12之矯頑磁性(H_{c1})遠高於參考層14之矯頑磁性(H_{c2})(見第2圖，其顯示分別用於資料層12與參考層14之磁滯迴路L1和L2。)。資料層12之矯頑磁性(H_{c1})可大於參
15 考層14之矯頑磁性(H_{c2})至少二至五倍。譬如資料層12之矯頑磁性(H_{c1})約可為25Oe，而參考層14之矯頑磁性(H_{c2})約可為5Oe。較佳地使參考層14之矯頑磁性(H_{c2})盡可能的低(譬如使參考層14之厚度盡可能的薄)。因此，參考層14被視為
20 較資料層12為"軟"，由於其磁化向量(M2)之翻轉容易得多。

12和14這兩層之矯頑磁性可因使用不同形狀、幾何、厚度等等而不同。電壓強磁層材料包括鎳鐵(鎳鐵)、鎳鐵鈷(鎳鐵鈷)、鈷鐵(鈷鐵)、其他鎳鐵與鈷之軟磁性合成金屬、攪雜非結晶強磁性合成金屬、以及透磁合金。譬如，

五、發明說明 (5)

資料層 12 可由諸如鎳鐵鈷或鈷鐵之材料製造，而參考層 14 可由如鎳鐵之材料製造。

沿 x 軸延伸之第一導體 18 與資料層 12 接觸。沿 y 軸延伸之第二導體 20 與參考層 14 接觸。第一導體 18 與第二導體 20 呈正交。第二導體 20 之上為亦沿 y 軸延伸之第三導體 22。一分開第二導體 20 和第三導體 22 之電絕緣體層 24 (譬如一層電介質材料)。導體層 18、20、及 22 由諸如鋁、鈷、金、或銀之電導性材料製造。

資料可藉提供寫入電流至第一導體層 18 與第二導體層 20 而被寫至磁性隧道接面 11。供至第一導體 18 之電流產生第一導體 18 之周圍磁場，而供至第二導體 20 之電流產生第二導體 20 之周圍磁場。當兩磁場結合時達到資料層 12 之矯頑磁性 (H_{C1}) 且因而導致資料層 12 之磁化向量 ($M1$) 設置到所欲定向 (其方向將視供至第一導體 18 和第二導體 20 之電流方向而定)。磁化向量會被設置為對應於邏輯 "1" 或對應於邏輯 "0" 之定向。由於參考層 14 之矯頑磁性 (H_{C2}) 小於資料層 12 之矯頑磁性，結合磁場產導致參考層 14 之磁化向量 ($M2$) 假設其定向如同資料層 12 之磁化向量 ($M1$)。

在寫入電流自導體 18 和 20 移除後，資料層 12 之磁化向量 ($M1$) 保持其定向。參考層 14 之磁化向量 ($M2$) 可或不可保持其定向。若參考層 14 為 "超軟"，當寫入電流自第一及第二導體 18 及 20 移除時，將失去其磁化定向。

第三導體層 22 可用於幫助寫入操作。藉由在寫入操作期間提供電流至第三導體 22，結果第三導體 22 之周圍磁場與

五、發明說明（6）

其他兩磁場結合，以助資料層12之磁化向量(M1)設置到所欲的定向。

第3圖繪示讀取磁性記憶體裝置10之第一種方法。一電流供至第三導體22，且結果磁場產生參考層14之磁化向量(M2)以假定一明確之定向(方塊圖110)。結果磁場不影響資料層12之磁化向量(M1)。由於參考層14之矯頑磁性(H_{C2})低，第三導體電流之磁性可能為低。

當電流供至第三導體22，一施加電壓跨接磁性隧道接面11(方塊圖110)。第一和第二導體18和20可被用以施加跨越磁性隧道接面11之電壓。此電壓產生一流過磁性隧道接面11之感測電流。

磁性隧道接面11之電阻藉由感測流過磁性隧道接面11之電流來測量(方塊圖112)。被感測到的電流與磁性隧道接面11之電阻成反比。因此 $I_s = V/R$ 或 $I_s = V/(R + \Delta R)$ ，其中V為施加電壓、 I_s 為感測電流、R為裝置10之標稱電阻、及 ΔR 為從平行磁化定向到反平行磁化定向產生之電阻改變量。

現在參照第4a和4b圖，考慮一具有標稱電阻(R)1M歐姆之磁性隧道接面11及一30%之隧道磁電阻式。一讀取電流(I_r)流進第三導體22。讀取電流(I_r)產生指向左側之參考層14之磁化向量(M2)。若測量電阻 $R=1M$ 歐姆，資料層12儲存一第一邏輯值(第4a圖)。若測量電阻 $R=1.3M$ 歐姆，資料層儲存一第二邏輯值(第4b圖)。因此藉由設定參考層14之磁化向量至一已知定向並測驗裝置10之電阻值(R或 $R + \Delta R$)，判定存在磁性記憶體裝置10之邏輯值。

五、發明說明（7）

第5圖繪示一讀取磁性記憶體裝置10的第二種方法。一個雙極脈波施於第三導體22(方塊圖210)，且視察接面電阻之轉變(212)。轉變之方向(即，從高至低，或從低至高)指示資料層12之磁化定向，因此邏輯值被存於磁性記憶體裝置10。

第6a至6b圖更進一步繪示關於儲存邏輯'0'之資料層12。一雙極脈波250施於第三導體22(第6a圖)。雙極脈衝具有一正極性252(對應邏輯'0')跟隨與一負極性254(對應邏輯'1')。正極性252指向與資料層12同向之參考層14之磁化向量(第6b圖)，其中裝置10之磁化定向係平行且其電阻為 R_p 。於是負極性254定向參考層14之磁化向量於相反方向(第6c圖)，其中裝置10之磁化定向係反平行且其電阻為 $R + \Delta R$ 或 R_{ap} 。因此裝置10由低至高轉變之電阻(第6d圖)。低至高之轉變指示邏輯'0'存於記憶體裝置10。此對應感測電流(I_s)如第6e圖所示。

第7a至7e圖繪示關於儲存邏輯'1'之資料層12的第二種方法。相同雙極脈波250施於第三導體22(第7a圖)。磁性記憶體裝置由反平行磁化定向(第7b圖)轉變至平行磁化定向(第7c圖)，其中磁性記憶裝置10之電阻由高轉變為低(第7d圖)。因此高至低之轉變指示邏輯'1'儲存在磁性記憶體裝置10。對應感測電流(I_s)如第7e所示。

雙極讀取操作係關於其本身。因此，這種動態方式對於跨越不同裝置之變化反應遲鈍。

雙極脈波不限於單一一個正極接著單一一個負極，也

五、發明說明（8）

不限於一個對應邏輯'0'之正極和一個對應邏輯'1'之負極。譬如，一正極可以只是簡單地對應邏輯'1'，一雙極脈波可以一負極開始然後變化至正極，等等。

第8圖顯示一個用於偵測電阻變化之簡單感測放大器
5 310。流經磁性隧道接面11之感測電流(I_s)施於一感測放大器312。感測放大器的第一和第二輸出提供一正比於感測電流強度之電壓(V_{SENSE})。第一輸出施於一比較器316之第一輸入(IN+)。感測放大器312之第二施於一延遲幾奈秒之延遲元件314。延遲元件314之輸出施於比較器316之第二輸入
10 (IN-)。比較器316比較位於第一比較器輸入(IN+)之感測電壓(V_{SENSE})與位於第二比較器輸入(IN-)之延遲感測電壓。比較器316之輸出(VOUT)指示儲存在磁性記憶體裝置10內的邏輯狀態。

第9a和9b圖係第8圖電路之時序圖。第9a圖對應於第6a
15 至6e圖，第9b圖對應至第7a至7e圖。

磁性記憶體裝置10具有一較傳統SDT接面簡單之結構。由於不需要種子層與AF固定層，磁性記憶體裝置10較SDT接面易於製造。設置簡易軸之資料層軔化仍可實行，但其在較低溫之下進行且較不嚴苛。另外，儲存程序之複雜度顯著地降低。另一優點係資料層12位於金屬導體之頂部，使得一資料層更一致，也因此導致更佳磁性響應和製造(就晶圓上之較大一致性而論)。
20

現在參考第10圖，其繪示一包括磁性隧道接面11之陣列12的MRAM裝置410。磁性隧道接面11排置成列與行，其

五、發明說明（9）

中列沿x方向延伸而行沿y方向延伸。只顯示一相對較小的磁性隧道接面11以簡化MRAM裝置410之圖示。實際上，可以使用任何大小之陣列。

作為字組線18之線跡沿一陣列平面之一面的x方向延伸。字組線18與磁性隧道接面11之資料層12相連接。作為位元線20之線跡沿一陣列平面之反面的y方向延伸。位元線20與磁性隧道接面11之參考層14相連接。陣列12每列可有一字組線18及每行一字元線20。每個磁性記憶體隧道接面11位於字組線18和位元線20之交叉點。

MRAM裝置410亦包括第一和第二列解碼器414a和414b、第一和第二行解碼器416a和416b、以及一讀/寫電路418。讀/寫電路418包括一感測放大器420、接地連接端422、列電流源424、電壓源426、以及行電流源428。

在選定磁性隧道接面11之寫操作期間，第一列解碼器414a連接選定字組線18之一終端至列電流源424，第二列解碼器414b連接選定字組線18之相對另一終端至地端，第一行解碼器416a連接選定位元線20之一終端至地端，第二行解碼器416b連接選定位元線20之相對另一終端至行電流源428。因此，寫入電流流經選定字組線18和位元線20。寫入電流產生使磁性隧道接面11轉換之磁場。行解碼器416a和416b亦可使寫入電流流經越過選定磁性隧道接面11之讀取線22。第三寫入電流產生促進轉換磁性隧道接面11之額外磁場。

在選定磁性隧道接面11之讀操作期間，第一解碼器

五、發明說明（10）

414a連接列電壓源426至選定字組線18，且第一行解碼器416a連接一選定位元線20至感測放大器420之虛地端輸入。因此，一感測電流流經選定磁性隧道接面11至感測放大器420之輸入。在這期間，第一和第二行解碼器416a和5 416b產生一穩定讀取電流或一雙極電流脈波以流經越過磁性隧道接面11之讀取線22。若一穩定讀取電流施於選定讀取線22，選定磁性隧道接面11之電阻狀態被感測放大器420所感測。若雙極脈波施於選定讀取線22，接面電阻之轉變被感測放大器所檢查(用以檢查接面電阻之轉變的感測放
10 大器420可具有與第8圖所示感測放大器312相同之結構)。

磁性隧道接面11與許多平行路徑連接在一起。一交叉點所看到的電阻等於交叉點上之磁性隧道接面11的電阻與在其他列與行之磁性隧道接面11的電阻並聯。因此磁性隧道接面11之陣列12可被視為一交叉點電阻器網路。

15 因為磁性隧道接面11連接如交叉點電阻器網路，寄生或潛洩路徑電流可干涉選定磁性隧道接面11之讀取操作。諸如二極體或電晶體之限制裝置可連接至磁性隧道接面11。這些限制裝置可限制潛洩電流。

另外，寄生電流可藉使用一種揭露於第6,259,644號美國專利”等電位”方法來解決。若配置以使用此等電位方法，讀/寫電路418可提供與選定位元線20相同之電位予未選定位元線20，或其可提供與未選定字組線18相同之電位予選定位元線20。

因為讀取線22與位元線20電氣式絕緣，他們不增加磁

五、發明說明（11）

性隧道接面11之電阻式交叉耦合。因此，一等電位不施於讀取線22。

第10圖顯示一具有三種不同型式線跡之MRAM裝置410，包括：字組線18、位元線20、以及讀取線22。然而本發明並不限於此。譬如，一依據本發明之MRAM裝置可只具有兩種不同型線跡：字組線18和位元線20。

參考第11圖，其繪示一包括字組線18和位元線20、但不包括讀取線22之MRAM裝置510。磁性隧道接面11位於字組線18和位元線20之交叉點。

另外再參考第12圖，其繪示一只使用字組線18和位元線20之讀取操作。第一列解碼器514a連接電壓源526至選定字組線18，且第一行解碼器516a連接選定位元線20之一終端至感測放大器520之虛接地輸入。因此，一感測電流(I_S)流經選定磁性隧道接面11至感測放大器520。第二行解碼器516b連接行電流電源528至選定位元線20之其他終端。因此，一讀取電流(I_R)流經選定位元線20至感測放大器520。讀取電流(I_R)設定參考層之磁化向量。感測放大器520感測感測電流加讀取電流之總和(I_S+I_R)。因為已知讀取電流(I_R)之強度，感測電流(I_S)、以及由此磁性隧道接面11之電阻和邏輯狀態可被判知。

迄今磁性隧道接面11已描述包括單獨之參考層14，每個參考層14具有與其對應資料層12和隧道障壁16相同之幾何形狀。然而本發明並不限於具有相同幾何形狀之資料層12和隧道障壁16的參考層。

五、發明說明（12）

反而，參考層可具有與字組線18和位元線20相同之幾何形狀。這類參考層被稱為“參考線”。

現在參考第13a圖，其顯示一被多磁性隧道接面611共用之參考線610。層設在參考線610之上的係位元線20和讀取線22。參考線610延伸與位元線20和讀取線22同方向。因此每行之磁性隧道接面611包括一個自之資料層12、一個自隧道障壁16、以及共用參考線610。

本發明並不限於參考線610層設在第13a圖所示位元線20之下。反而參考線610可被層設在位元線20之上(見第13b圖)；或者參考線610可被層設在讀取線22之上或下(且會延伸與讀取線22同方向)，或者參考線610可被層設在字組線18之上或下(且會延伸與字組線18同方向)。若參考線610層設在位元線20之上則因而不與隧道障壁16接觸，除此之外一圖案層14形成於隧道障壁16與位元線20間，如第13b圖所示。

本發明不限於參考線層設與字組線18、位元線20、或讀取線22。參考線可以如第14至17圖所示與字組線、位元線、及/或讀取線結合。參考線可藉在任何其他線上包覆層參考線強磁材料而與任何其他線結合。參考線與其他線結合之一優勢在於可免除多餘相互連接之層級。另外一關於包覆層之優勢在於其可減少能量消耗，因為包覆層允許讀及寫電流強度減小。

第14圖顯示一包覆層以強磁材料(例如：鎳鐵)之位元線20。包覆層712形成一個軟性或超軟性參考線710。位元

五、發明說明（13）

線20位於讀取線22和絕緣隧道障壁16之間。一電介質層(未示出)可將讀取線22與參考線710分開。

5 強磁性包覆層712可完全地圍住位元線20以關閉通量路徑。因此位於隧道障壁16和位元線20間之部分包覆層712可較薄。

在寫入操作期間，對位元線20施以一寫入電流而結果磁場使得參考線710達飽和。參考線710之較薄部分將電場指向資料層12。

10 在讀取操作期間，讀取電流流經讀取線22以設定參考線710之磁化定向，同時感測電流和寄生電流流經字組線和位元線。當感測電流和寄生電流在讀取操作期間流過字組線產生之磁場存在時，強磁性包覆層712不應達飽和。只要其不達飽和，任何感測電流和寄生電流產生之磁場將不會干擾資料層12。

15 第15圖顯示一包覆層以強磁材料(例如：鎳鐵)之讀取線22。此包覆層形成一個軟性或超軟性參考線810。讀取線22位於字組線20和絕緣隧道障壁16之間。強磁性包覆層812可完全地圍住讀取線22以關閉通量路徑(如第16圖所示)，或部分圍繞讀取線22(未示出)。如此之讀取線22未包覆層20之部分直接與隧道障壁16接觸，剩餘的部分包覆層以強磁材料。

強磁性包覆層812在讀取磁場存在時不應呈飽和(即，當讀取電流施於讀取線22產生之磁場，且其係用以定向參考線810之磁化向量)。只要包覆層812徹底涵蓋讀取磁場，

五、發明說明（14）

讀取磁場將不會超出可能干擾資料層125之包覆層812之範圍外。

與第14圖比較，字組線20離資料層12更遠，其減少字組線20在寫入操作期間所施加之電場強度。為了補償減少之磁場，寫入電流在寫入操作期間亦供予包覆層讀取線810。讀取線22在寫入操作期間提供之磁場促進轉換。

第16圖顯示一包括強磁性材料之參考線912，其覆於位元線20和讀取線22之上。參考線912包括三個部分：較低部份912a、較高部份912b、以及一頂蓋部份912c。較低部份912a藉一電介質與其他兩部分912b和912c分離。

參考線912之較低部份912a包括讀取線22。包覆層覆蓋讀取線22之底和邊。讀取線22之上表面並無覆以強磁性包覆層，但覆以電介質914。

參考線912之較高部份912b包括位元線22。包覆層覆蓋位元線20之頂和邊。位元線20之底面並無覆以包覆層，但覆以電介質914。位元線20和讀取線22亦由電介質914分離。

讀取線22由一較大橫截面提供而非位元線20以補償製造相容性。在製造時，參考線912b之較高部份應該集中於較低部份912a之上。然而實際上會發生排列不當。即使排列不當發生，較高部分仍會位於較低部分912a之上，如此不致於在位元線20和讀取線22間發生短路。

頂蓋部份912c從較高部份912b向外延展並越過較低部份912a之邊牆。頂蓋部分912c亦覆蓋電介質914。頂蓋部份912c封住較低部份912a和較高部份912b間之磁通路徑。一

五、發明說明（15）

介於頂蓋部份912c和較低部份912a之邊牆間的間隙可由電介質914填補。此間隙防止介於位元線20和讀取線22間之短路。位元線20製造的磁場延伸跨越此間隙進入頂蓋部分912c。

- 5 一複數絕緣隧道障壁16形成在參考線912之較高部份之上，且對應資料層12形成在絕緣隧道障壁16。字組線18形成在資料層12之上。

關於較低部份912a之包覆層厚度係較誇張的描述。較低、較高、及頂蓋部份912a、912b、912c之包覆層厚度可約為1nm至50nm(5nm係一般值)。一讀取磁場只由不會使參考線912之較高部分912b飽和之讀取線22所製造。一寫入磁場只由會使參考線912之較低部分912a飽和之位元線20所製造。

介於位元線20和讀取線22之電氣絕緣(例如，電介質914)允許施加個別電流至位元線20和讀取線22。個別電流輪流在讀寫操作期間提供獨立場控制。藉由調整施於位元線20和讀取線22之電流，兩結果磁場可被調整至只定向較低部份912a之磁化向量、或只定向較高部份912b之磁化向量、或定向參考線912之較低部份912a和較高部份912b之磁化向量。

第17圖顯示一參考線912'，其中較低部份912a'之邊牆向上延伸位於電介層914'之上。在頂蓋部份912c'之邊和較低部份912a'之邊牆間有一空氣間隙或絕緣體。

本發明不限於覆蓋字組線。字組線和位元線可移位，

五、發明說明（16）

而位元線亦可覆蓋強磁材料。

參考層和線組不限於強磁材料。譬如，一參考線可由合成強磁(SF)來實現，亦可以習知反強磁。參考第18a圖和第18b圖，SF參考層1010可包括由金屬空間層1016隔離之
5 第一和第二強磁層1012和1014。強磁層1012和1014可由諸如鈷鐵、鎳鐵、或鈷所組成，而空間層1016可由諸如鈦、銻、Rh、或銅等電導的、磁性非導體材料所組成。介於兩強磁層1012和1014間有一強大的中間層交換耦合作用。耦合之強度及其指向(其是正或負)係空間厚度/材料及強磁
10 層材料和厚度之函式。耦合為負，譬如兩強磁層1012和1014之磁化向量為反平行。

位元之大小、個別FM層之形狀和厚度決定個別FM層之矯頑磁性，即，磁滯迴路的x軸組成。第19圖顯示其中一個磁滯迴路。FM層的總體積及層體材料之單位磁化向量
15 (每單位體積之磁力矩)決定層體之總磁化向量或力矩，即，磁滯迴路的y軸組成。

兩FM層1012和1014之矯頑磁性可有些許不同(例如， 10 ± 5 Oe， 50 ± 10 Oe)。SF參考層1010之矯頑磁性較FM層1012和1014之矯頑磁性為低。由於兩FM層1012和1014之磁
20 化向量指向相對方向，它們的力矩會互相抵消，即， $M_{SF} = M_1 - M_2$ ，其中 M_1 係第一強磁層1012之磁力矩， M_2 第二強磁層1014之磁力矩，而 M_{SF} 係SF參考層1010之合力矩。第20圖顯示磁滯迴路之結果。

空間層1016之厚度可介於約0.2nm至2nm之間。例如，

五、發明說明（17）

每個強磁層 1012 和 1014 可具有約 10 至 100 Oe 之矯頑磁性及相似之磁滯迴路。譬如若第一層 1012 之厚度係 3 奈米而第二層 1014 之厚度為 4 奈米，最後的平衡將使得磁滯迴路等效於 1nm 之厚度。結果矯頑磁性可藉變化第一層 1012 和第二層 5 1014 之比率而被控制至小於 10 Oe。此較低矯頑磁性使得 SF 參考層 1010 之磁化向量在第 18a 和 18b 圖所示定向間易於被切換。

介於兩層 1012 和 1014 之磁化向量間之交換耦合非常強。因此，需要一非常強的磁場（例如，4000 Oe）以退耦強 10 磁層 1012 和 1014 之磁化向量。

範示 SF 參考層 1010 如下：

	例 1	例 2	例 3	厚度 (nm)
層體 1012	鈷鐵	鎳鐵	鈷	3
空間體 1016	釘	釘	釘	0.75
層體 1014	鈷鐵	鎳鐵	鈷	4

SF 參考層不限於剛才所述之三層結構。SF 參考層可包括超過三層。譬如，SF 參考層可包括以下五層參考層：FM1/釘 1/FM2/釘 2/FM3，全部具有不同之厚度。

15 SF 參考層可被覆蓋。包覆層可減少雜散場及讀/寫電流之需求（藉集中讀寫操作期間產生之磁場）。

即使本發明之敘述有關於 TMR 裝置，但並不限於此。本發明可施用於其他型式之具有相似操作特性的磁電阻裝置。譬如本發明可施用於巨型磁電阻 (GMR) 裝置。除了資 20 料層和參考層由一導電非磁性金屬層隔開而非一絕緣障壁之外，一 GMR 裝置具有與 TMR 裝置相同之結構。範例的空

五、發明說明（18）

間層金屬包括金、銀、及銅。資料層和參考層磁化向量之相對定向影響GMN裝置之同平面電阻。

本發明不限於GMR和TMR裝置。譬如，本發明可施用於頂和底旋轉閥。

- 5 即使描述及繪示許多本發明之精確具體例，本發明不限於前所描述與繪示之精確形式或零件排列。除此，本發明依據隨後之申請專利範圍來解釋。

元件標號對照表

10……磁性記憶體裝置	310……簡單感測放大器
11……磁性隧道接面	312……感測放大器
12……資料層	314……延遲元件
14……參考層	316……比較器
16……絕緣隧道障壁層	410……MRAM裝置
18……第一導體	414a……列解碼器
20……第二導體	414b……行解碼器
22……第三導體	416a……行解碼器
24……電絕緣體層	416b……列解碼器
110……方塊圖	418……讀/寫電路
112……方塊圖	420……感測放大器
210……方塊圖	422……接地連接端
212……方塊圖	424……列電流源
250……雙極脈波	426……電壓源
252……正極性	428……行電流源
254……負極性	510……MRAM裝置

五、發明說明（19）

514a……第一列解碼器	812……包覆層
514b……第二列解碼器	912a……較低部份
516a……第一行解碼器	912a'……較低部份
516b……第二行解碼器	912b……較高部份
518……讀/寫電路	912b'……較高部份
520……感測放大器	912c……頂蓋部份
522……接地端	912c'……頂蓋部份
526……電壓源	914……電介質
528……行電流電源	1010……SF參考層
610……參考線	1012……第一強磁層
710……參考線	1014……第二強磁層
712……包覆層	1016……金屬空間層
810……參考線	

四、中文發明摘要（發明之名稱：用於具軟性參考層之磁電阻式裝置的讀取方法）

一磁電阻式裝置(10)包括具有不同矯頑磁性之資料和參考層(12和14)，每層具有可指向兩方向其中一方向之磁化狀態。記憶體裝置(10)可藉暫時性地設定參考層之磁化狀態於已知定向(110、210)，且判斷裝置(112、212)之電阻狀態而被讀取。

英文發明摘要（發明之名稱：Read Methods for Magneto-resistive Device Having Soft Reference Layer）

A magneto-resistive device (10) includes data and reference layers(12 and 14)having different coercivities. Each layer has a magnetization that can be oriented in either of two direction. The memory device (10) may be read by temporarily setting the magnetization of the reference layer to a known orientation(110,210),and determining a resistance state of the device(112,212).

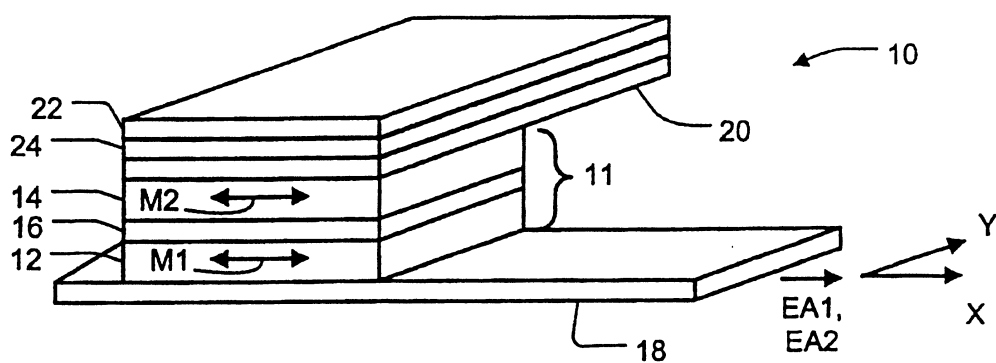
六、申請專利範圍

1. 一種對包括一資料層和一參考層之磁電阻式裝置實施讀取操作的方法，該方法包含：
暫時性地設定該參考層之磁化狀態於一已知定向(110，210)；及
5 判斷該裝置(112，212)之電阻狀態。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該電阻狀態係藉由施加一電壓跨越該裝置(110)並感測流經該裝置(112)之電流來判斷。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該電阻狀態係藉由
10 施加一雙極脈波至該裝置(210)以及感測該裝置電阻(212)之轉變來判斷。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該雙極脈波導致一感測電流流經該裝置；且其中該轉變係藉由下列方式感測：
15 轉換該感測電流成一電壓信號(312)；
延遲該電壓信號(314)；及
比較未延遲電壓信號與該延遲電壓信號(316)，比較結果即指出該裝置電阻係從高狀態變至低狀態、或從低狀態變至高狀態。
- 20 5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該參考層之磁化定向係藉由暴露該參考層於一外側磁場而暫時性地設定。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該裝置之電阻係藉施加一電壓跨越該裝置(526)藉以使一參考電流流經該裝置來判斷；且亦供應一電流至該裝置(528)，電阻狀態

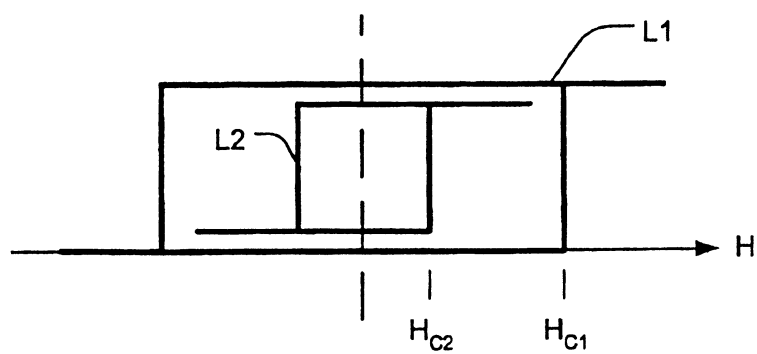
六、申請專利範圍

由流經該裝置之電流總和來判斷。

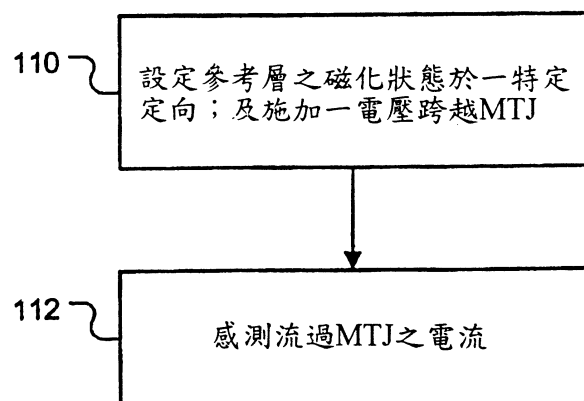
第 1 圖



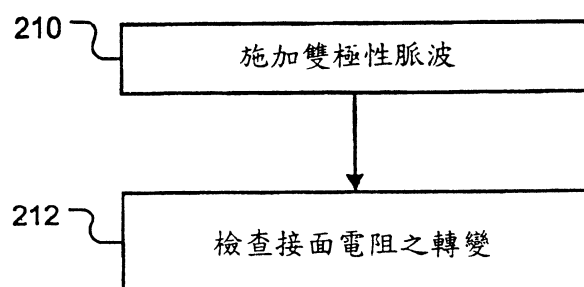
第 2 圖



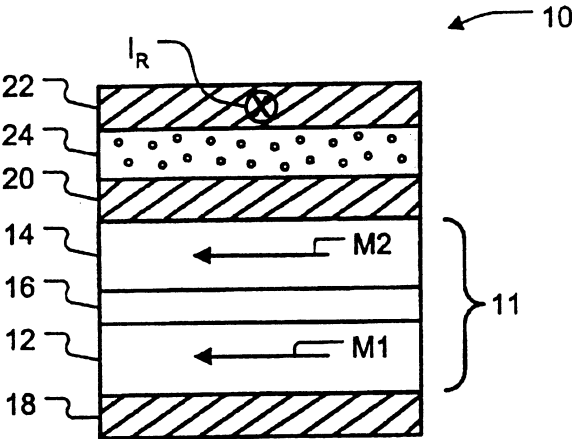
第 3 圖



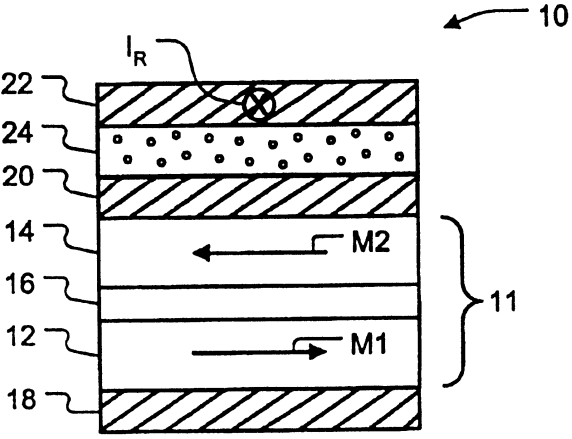
第 5 圖



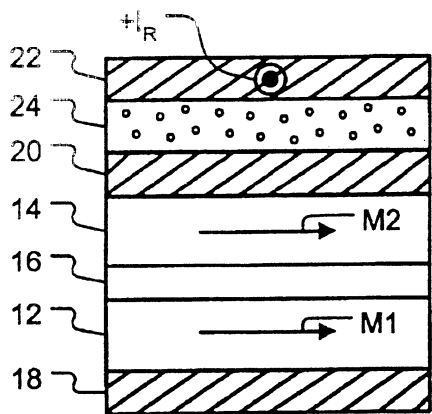
第 4a 圖



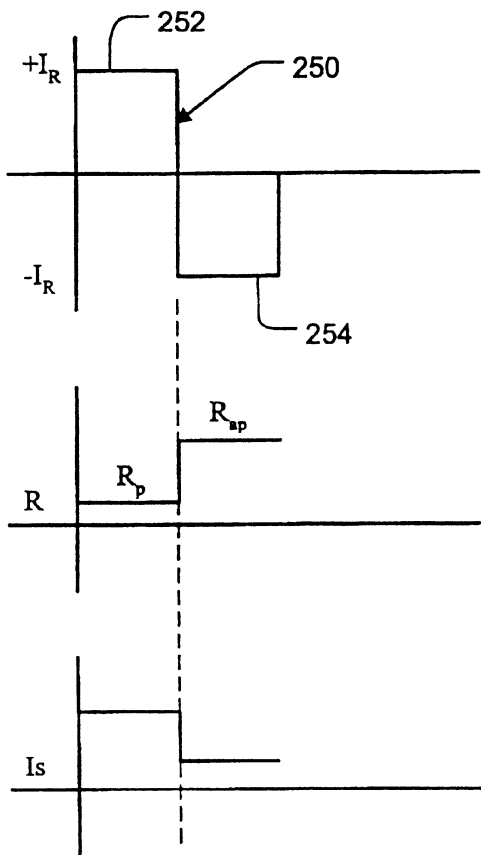
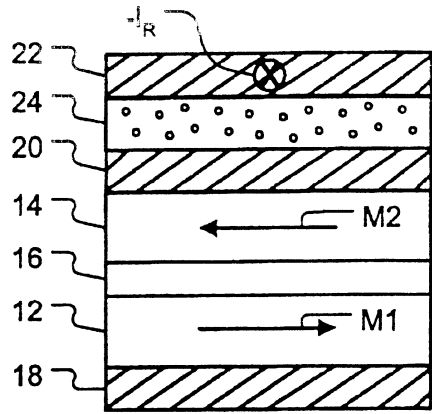
第 4b 圖



第 6b 圖



第 6c 圖

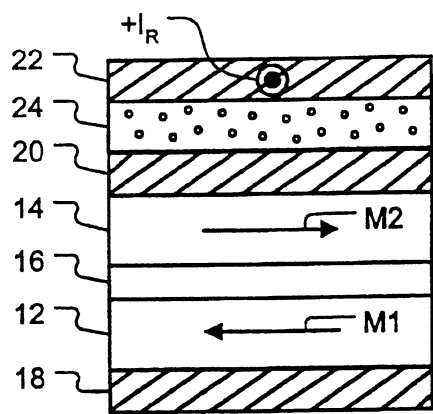


第 6a 圖

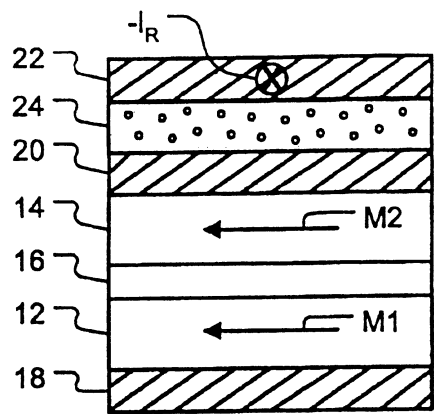
第 6d 圖

第 6e 圖

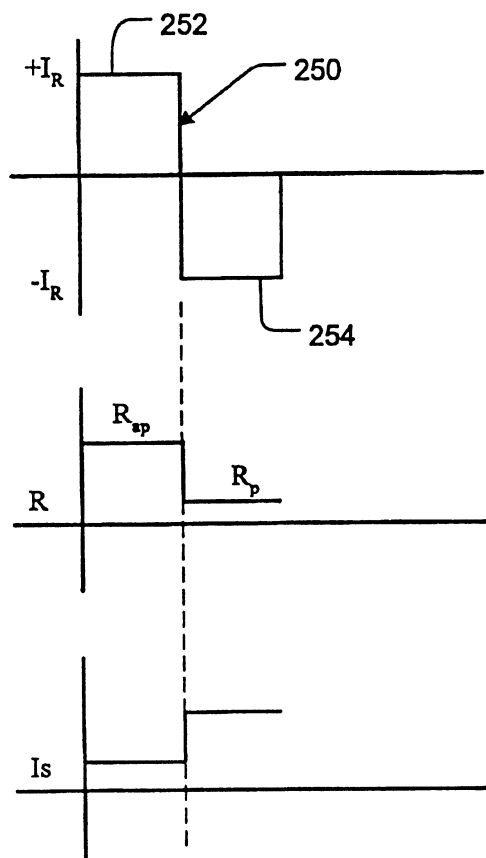
第 7b 圖



第 7c 圖



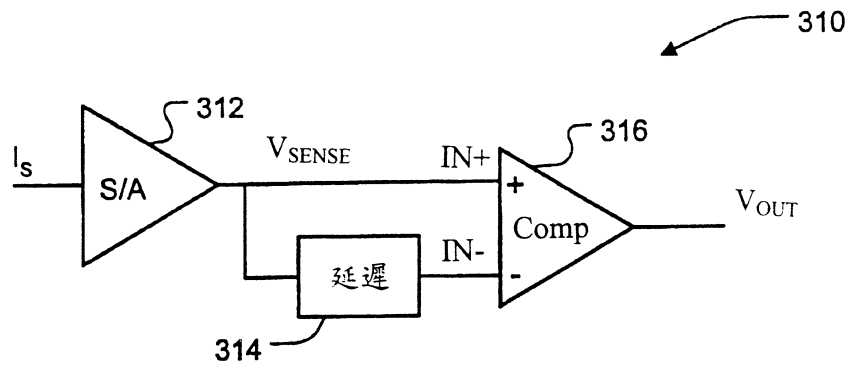
第 7a 圖



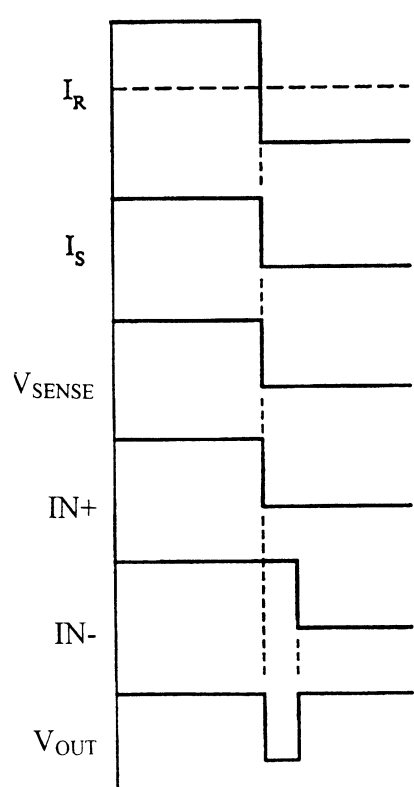
第 7d 圖

第 7e 圖

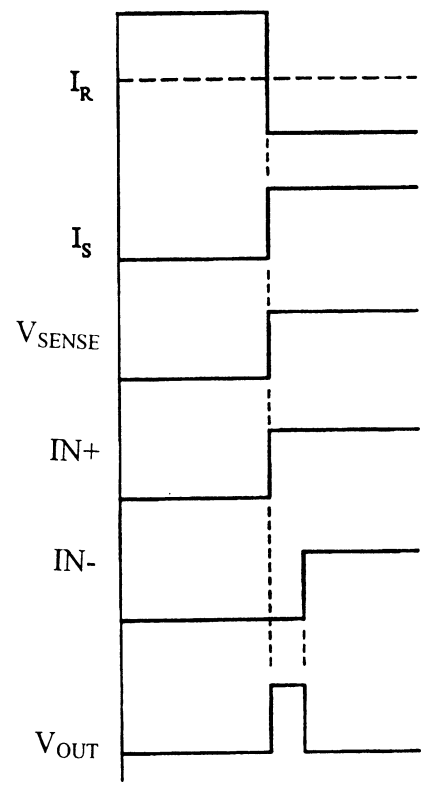
第 8 圖



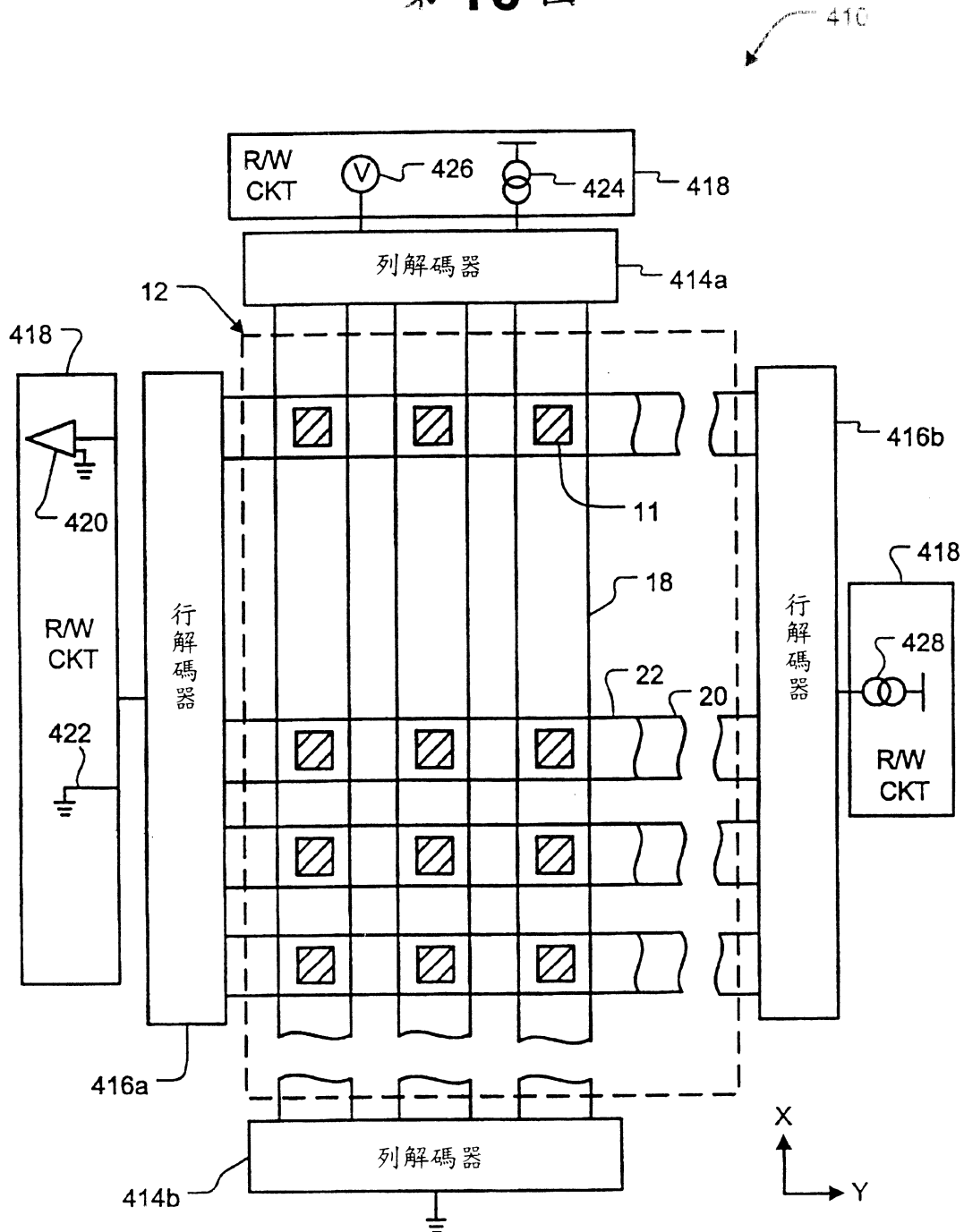
第 9a 圖



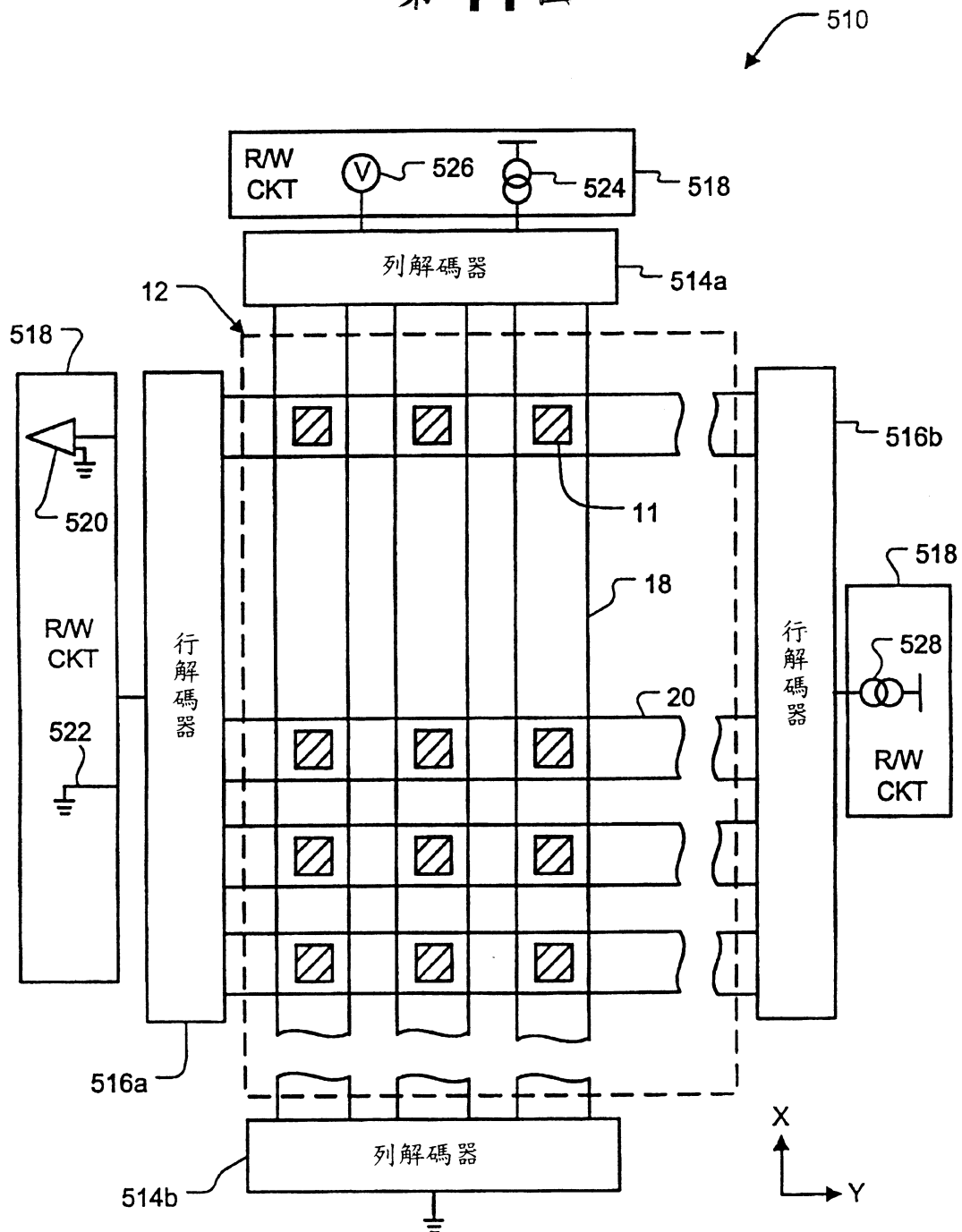
第 9b 圖



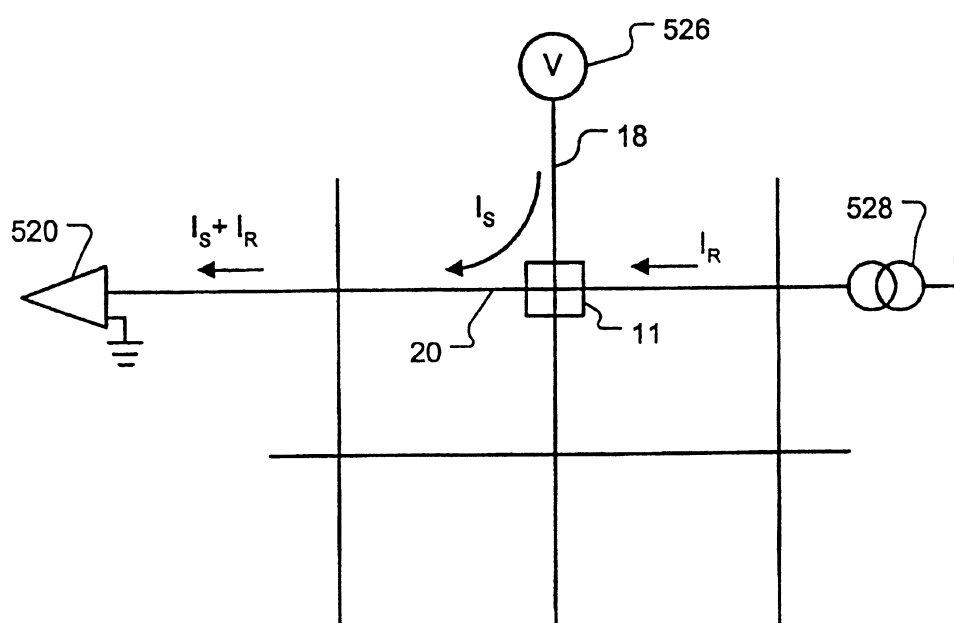
第 10 圖



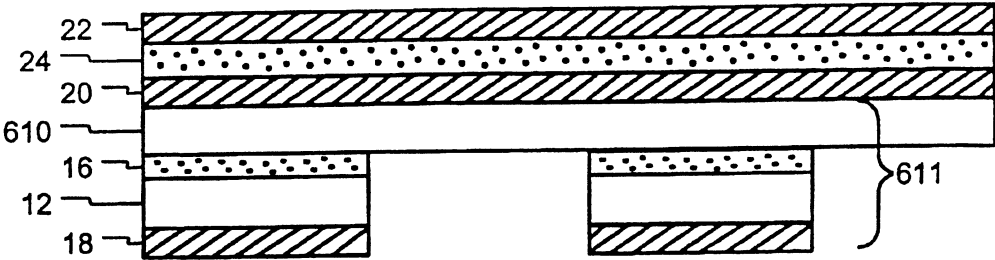
第 11 圖



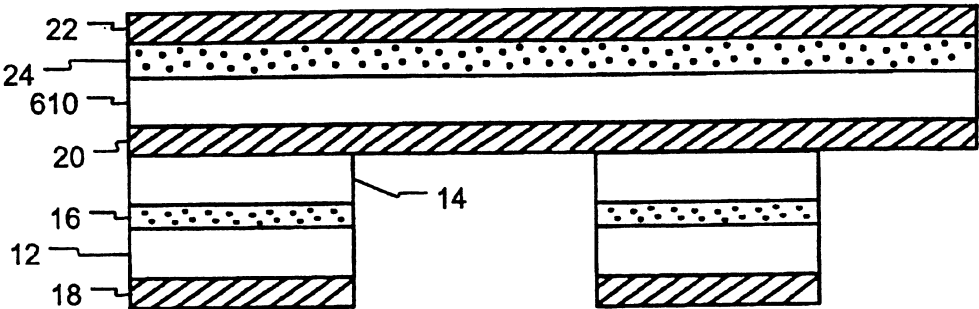
第 12 圖



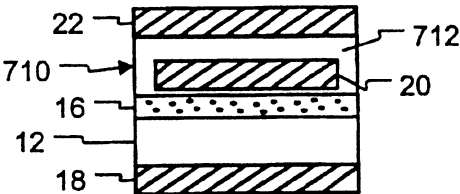
第13a圖



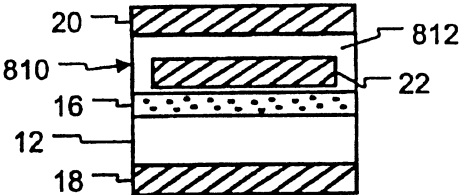
第13b圖



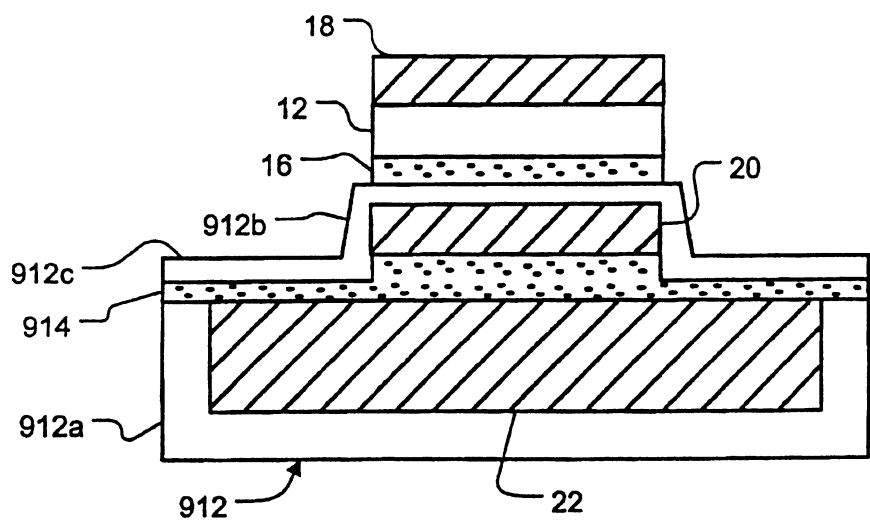
第 14 圖



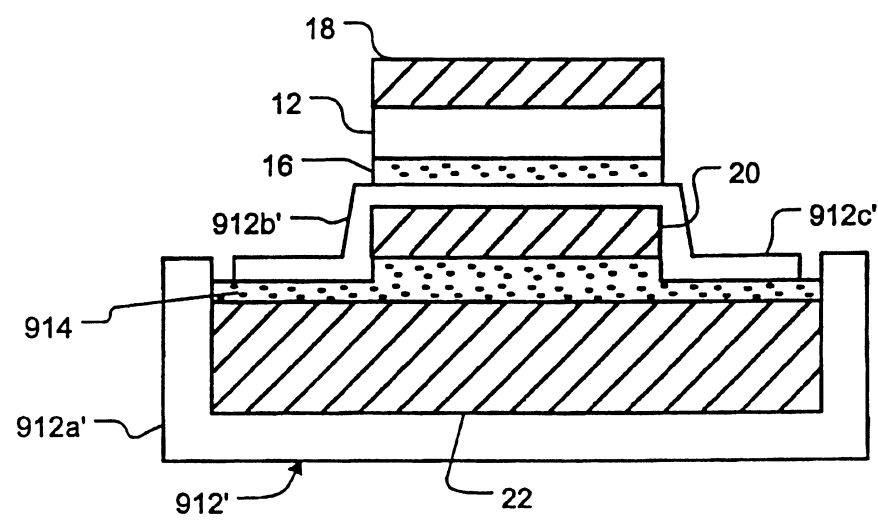
第 15 圖



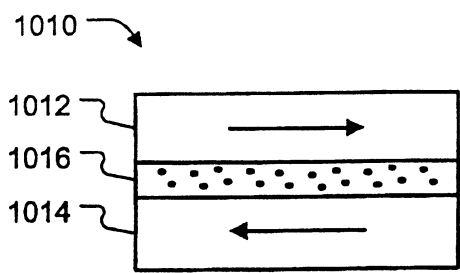
第 16 圖



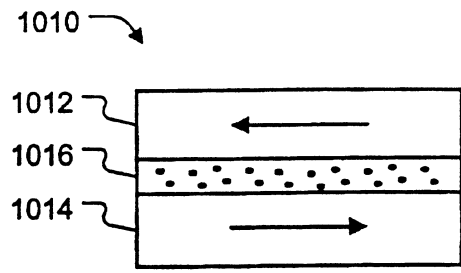
第 17 圖



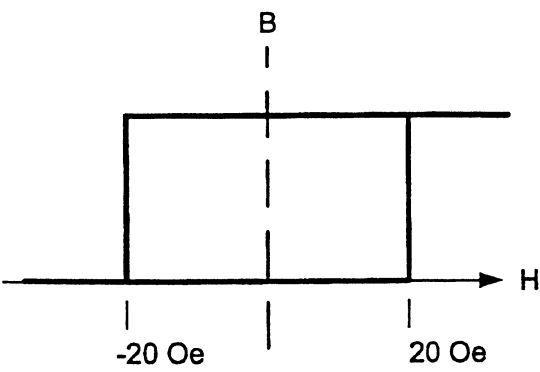
第18a圖



第18b圖



第 19 圖



第 20 圖

