

發明專利說明書 200405333

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92105948 ※IPC分類：G11C11/00

※申請日期：92-3-18

壹、發明名稱

(中文) 多位元磁性記憶體裝置

(英文) MULTI-BIT MAGNETIC MEMORY DEVICE

貳、發明人(共3人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 瑪尼希·夏瑪

(英文) Manish Sharma

住居所地址：(中文) 美國加州山景市北惠士曼路 100 號公寓 2821

(英文) 100 North Whisman Road, Apt. 2821, Mountain View, CA 94043, USA

國籍：(中文) 印度 (英文) India

參、申請人(共1人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 美商·惠普研發公司

(英文) HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P.

住居所或營業所地址：(中文) 美國德州休士頓市 S.H. 249 20555 號

(英文) 20555 S.H. 249, HOUSTON, TEXAS 77070, USA

國籍：(中文) 美國 (英文) USA

代表人：(中文) 蓋伊 J. 凱利

(英文) GUY J. KELLEY

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

發明人 2

姓名：(中文) 湯瑪斯 C. 安東尼

(英文) Thimas C. Anthony

住居所地址：(中文) 美國加俄太陽谷皮門多街 1161 號

(英文) 1161 Pimento Avenue, Sunnyvale, CA 94087, USA

國籍：(中文) 美 國

(英文) USA

發明人 3

姓名：(中文) 隆格 T. 特拉恩

(英文) Lung T. Tran

住居所地址：(中文) 美國加州薩拉托葛·森林坡巷 5085 號

(英文) 5085 Woodbrae Ct., Saratoga, CA 95070, USA

國籍：(中文) 美 國

(英文) USA

捌、聲明事項

☐ 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，其日期為：_____

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☒ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. 美 國； 2002, 09, 03； 10/235,011
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明大致是有關於一種資料儲存裝置，特別是一種
5 在每記憶體晶胞具有多位元之磁性記憶體裝置。

【先前技術】

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
10 和長期資料儲存的非依電性記憶體。MRAM具有較於諸如
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，
15 MRAM裝置較硬碟更密集小巧且耗用較少功率。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元線
20 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

玖、發明說明

壁。固定層具有一磁化定向，其是固定的且當一合意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。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。

【發明內容】

15 發明概要

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

20 例方式闡明本發明之原理之詳細描述時逐一瞭然。

圖式簡單說明

第 1 圖繪示依據本發明之第一實施例的磁性記憶體裝置。

玖、發明說明

第 1a 及 1b 圖繪示該磁性記憶體裝置的不同磁化定向。

。

第 2 圖繪示該磁性記憶體裝置之資料層及參考層的磁滯迴路。

5 第 3 圖繪示在該磁性記憶體裝置上的寫入操作。

第 4a 至 4f 圖繪示依據本發明之一實施例在該磁性記憶體裝置上的讀取操作。

第 5 圖繪示依據本發明之一實施例的 MRAM 裝置。

第 6a、6b、及 6c 圖繪示依據本發明之一實施例讀取
10 一 MRAM 裝置的方法。

第 7 圖繪示一種製作 MRAM 裝置的範例方法。

第 8 至 11 圖繪示依據本發明之第一實施例之一包覆導體層，其顯示在不同製造階段之包覆導體。

第 12 圖繪示依據本發明之第二實施例之一包覆導體。

15 【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

參閱第 1 圖，其繪示一個包括第一及第二磁性隧道接面 10 及 20 的磁性記憶體裝置。磁性隧道接面 10 包括第一資料層 12、一參考層 14 之上部份 14a、以及介於前述兩層之間的第一絕緣隧道障壁層 16。第一資料層 12 係由強
20 磁性材料製造且具有可定向於兩種方向任一向的磁化向量(由向量 M1 表示)，典型上沿著其簡易(一方向示以實線，另一方向示以虛線)。參考層 14 之上部份 14a 亦以強磁性材料製成且具有可定向於兩種方向的一磁化向量(由向量 M3

玖、發明說明

所表示)，典型上沿著其簡易軸。第一資料層 12 和參考層 14 之上部份 14a 之簡易軸在相同方向上延伸。

若第一資料層 12 和參考層 14 之上部份 14a 的磁化向量(M1 和 M3)指向同方向，第一磁性隧道接面 10 之定向係所謂”平行”(見第 1a 圖)。若第一資料層 12 和參考層 14 之上部份 14a 的磁化向量(M1 和 M3)指向反方向，磁性隧道接面 10 之定向係所謂”反平行”(見第 1b 圖)。”平行”與”反平行”這兩種穩定定向可對應至邏輯值’0’和’1’。

第一絕緣隧道障壁 16 允許量子力學穿隧作用在第一資料層 12 和參考層 14 之上部份 14a 間發生。此種穿隧現象係電子旋轉依附，使得第一磁性隧道接面 10 之電阻為第一資料層 12 和參考層 14 之上部份 14a 之磁化向量(M1 和 M3)之相對定向的函式。譬如，若磁性隧道接面 10 之磁化定向為平行時，第一磁性隧道接面 10 之電阻為第一個值(R)，且若磁性隧道接面 10 之磁化定向為反平行時係為第二個值($R_1 + \alpha R$)。第一絕緣隧道障壁 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)、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第一絕緣隧道障壁層 16。絕緣隧道障壁 16 的厚度範圍可從 0.5 奈米到 3 奈米。

考慮一個具有 1M 歐姆之形式電阻的第一磁性隧道接面 10、以及一個 30%的穿隧磁電阻。若第一資料層磁化向量(M1)指向左，而上部份磁化向量(M3)指向右(如第 1b 圖所示)，磁性隧道接面 10 之磁化定向將為反平行，而磁性

玖、發明說明

隧道接面 10 之電阻將為 $R_1 + ? R_1$ 、或者 1.3M 歐姆。若資料層磁化向量(M1)及參考層磁化向量(M3)都指向右(如第 1 圖所示)，磁性隧道接面 10 之磁化定向將為平行，而磁性隧道接面 10 之電阻將為 $R_1 = 1.0M$ 歐姆。

- 5 第二磁性隧道接面 20 包括一第二資料層 22、一參考層 14 之低部份 14b、以及介於該第二資料層 22 和該低部份 14b 之一層第二絕緣隧道障壁 24。第二隧道接面 20 可具有與第一磁性隧道接面 10 相同的結構，若其相同，第二資料層 22 以強磁性材料製成且具有可定向於兩種方向的一
- 10 磁化向量(以向量 M2 表示)，典型上沿著其簡易軸(一方向示以實線，另一方向示以虛線)。參考層 14 之低部份 14b 亦以強磁性材料製成且具有可定向於兩種方向的一磁化向量(相同地由向量 M3 所表示)，典型上沿著其簡易軸。第二絕緣隧道障壁 24 允許量子力學穿隧作用在第二資料層 22
- 15 和參考層 14 間發生。第二磁性隧道接面 20 之電阻為第二資料層 22 和參考層 14 低部份之磁化向量(M2 和 M3)之相對定向的函式。

- 一第一電導體 30 與第一資料層 12 相接，而一第二電導體 32 與第二資料層相接。參考層 14 包括一第三導體 34
- 20 。導體 30、32、及 34 可由諸如銅或鋁等材料製造。第一及第二導體 30 及 32 延伸於同向。第三導體 34 約與第一和第二導體 30 和 34 呈正交。

 參考層 14 更在第三導體上包括一強磁包覆層 34。參考層 14 之上部份 14a 包括介於第三導體 34 和第一絕緣隧

玖、發明說明

道障壁 16 之間的包覆層 36 之部份。參考層之下部份 14b 包括介於第三導體 34 和第二絕緣隧道障壁 24 之間的包覆層 36 之部份。關於圖式中第三導體 34 之包覆層厚度係誇大的，包覆層厚度可約為 1 nm 至 50 nm (一般為 4nm)。供
 5 應電流到第三導體 34 造成在第三導體 34 之週圍產生磁場。若電流流進第三導體 34，該磁場使參考層磁化向量(M3)指向以第三導體 34 為中心的順時針方向(如第 1 圖所示)。若電流以反方向流，磁場令參考層磁化向量(M3)指向以第三導體 34 為中心的逆時針方向。磁化向量在上部份 14a 指
 10 向一方向而在下部份 14b 指向該方向之反方向。包覆層 36 提供一個傳導路徑與磁場。

現另參考第 2 圖，其顯示第一及第二資料層 12 和 22 之磁滯迴路 L1 和 L2。第 2 圖顯示參考層 14 之上部份 14a 及下部份 14b 之磁滯迴路 L3。第一和第二參考層 12 和 22
 15 具有相同的矯頑磁性，即 $H_{C1}=H_{C2}$ 。資料層 12 和 22 之矯頑磁性(H_{C1}, H_{C2})遠高於參考層 14a 和 14b 之矯頑磁性(H_{C3})。資料層之矯頑磁性可大於參考層之矯頑磁性至少二至五倍。譬如第一資料層之矯頑磁性(H_{C1}, H_{C2})約可為 25Oe，而參考層各部份 14a 和 14b 之矯頑磁性(H_{C3})約可為 5Oe。因
 20 此，參考層 14a 和 14b 被視為較資料層 12 和 22 為”軟”，由於其磁化向量(M3)之翻轉容易得多。較佳地使參考層各部份 14a 和 14b 之矯頑磁性(H_{C3})盡可能的低。

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(NiFe)、鎳鐵鈷(NiFeCo)、鈷鐵

玖、發明說明

(CoFe)、其他 NiFe 與 Co 之磁性柔軟性合成金屬、摻雜非結晶強磁性合成金屬、以及透磁合金。譬如，資料層 12 及 22 可由諸如 NiFeCo 或 CoFe 之材料製造，而包覆層 36 可由如 NiFe 之材料製造。

- 5 磁性隧道接面 10 及 20 可具有相同的電阻，但它們並不限於此。磁性隧道接面 10 及 20 之電阻可針對絕緣隧道障壁 16 及 24 由不同厚度及/或材料所製造。其後將敘述具有不同電阻之磁性隧道接面。

- 磁性隧道接面 10 及 20 可操作為兩個獨立的位元。在
10 雙位元組態中，記憶體裝置 8 具有四種可能的邏輯值：“00”、“01”、“10”、“11”。另一種可選擇的，磁性隧道接面可操作為相對位元。在相對位元組態中，記憶體裝置 8 具有兩種可能的邏輯值：“0”和“1”(若第一磁性隧道接面 10 儲存邏輯“0”，第二磁性隧道接面 20 儲存“1”；若第一磁性
15 性隧道接面 10 儲存邏輯“1”，第二磁性隧道接面 20 儲存“0”)。雙位元組態提供較相對位元組態為高的儲存密度。然而，相對位元組態提供一種自我參考讀取操作，其以較佳共通模式雜訊排除、以及較佳信號對雜訊比而較快速地執行。

- 20 現在參考第 3 圖，寫入操作可藉提供第一、第二、及第三寫入電流(I_{w1} , I_{w2} , I_{w3})至第一、第二、及第三導體層 30、32、及 34 來執行。第一、第二、及第三寫入電流(I_{w1} , I_{w2} , I_{w3})分別產生圍繞第一、第二、及第三導體層 30、32、及 34 四周的第一、第二、及第三磁場(H_1 , H_2 , H_3)。第一和

玖、發明說明

第三磁場(H_1+H_3)相加時超過第一資料層 12 的矯頑磁性(H_{C1})，導致第一資料層 12 之磁化向量被設為吾人所欲定向。第一資料層磁化向量($M1$)之定向決定存在第一隧道接
10 內的邏輯值。第二和第三磁場(H_2+H_3)相加時超過第二
5 資料層 22 的矯頑磁性(H_{C2})，導致第二資料層 22 之磁化向量被設為吾人所欲定向。第二資料層磁化向量($M2$)之定向決定存在第一隧道接 20 內的邏輯值。

第一資料層磁化向量($M1$)之定向可與第二資料層磁化向量($M2$)之定向無關。因此可施以與第二及第三寫入電流
10 相加(I_{w2} , I_{w3})無關的第一第三寫入電流相加(I_{w1} , I_{w3})。

相對位元組態之寫入操作亦藉由供應第一、第二、及第三寫入電流(I_{w1} 、 I_{w2} 、 I_{w3})至第一、第二、及第三導體
30、32、34 來執行。第一和地二資料層 12 和 22 之磁化向量($M1$ 和 $M2$)被設為指向同向(左或右)。讀取操作期間，
15 參考層 14 之上部份 14a 中的磁化向量永遠指向與參考層之下部份 14b 中的磁化向量相反。因此，第二磁性隧道接面 20 儲存有存在第一隧道接面 10 中之邏輯值的補值。

針對兩種組構，第一和第二磁性隧道接面 10 和 20 可連續被寫入。譬如第一或第二寫入電流(I_{w1} , 或 I_{w3})被供至
20 第一或第二導體 30 或 32，而第三寫入電流(I_{w3})以些許延遲(如，20 ns)供至第三導體 34。因此，艱難軸首先利用其產生之較高力矩於沿著簡易軸(簡易軸與艱難軸以標為 EA 和 HA 之箭號表式)排列之磁化向量($M1$ 及 $M2$)上。

若三種寫入電流大小相等，第一和第二導體 30 和 32

玖、發明說明

之周圍磁場對資料層 12 和 22 之影響會大於第三導體 34 之周圍磁場(由於部份磁場飽和強磁包覆 36)。第三寫入電流(I_{w3})之大小可大於第一和第二寫入電流(I_{w1} , I_{w2})，以補償強磁包覆層 36 之飽和作用，並產生在磁化向量上一較高的力矩。

。磁場使參考層 14 上部份 14a 之磁化向量指向與參考層 14 下部份 14b 之磁化向量相反的方向。由於參考層 14 之矯頑磁性(H_{C3})低，讀取電流之強度可較低。因此所產生之磁場不影響資料層 12 和 22 的磁化向量。

現在參考第 4a 圖。雙位元組態之讀取操作可藉先讀取一個磁性隧道接面 10(或 20)接著再讀取另一個 20(或 10)來執行。為讀取第一磁性隧道接面 10，一電壓(V)施於介於第一導體 30 一端點與第三導體 34 上一節點之間。因此，一感測電流(I_{S10})流過第一磁性隧道接面 10。同時地，一讀取電流(I_R)被供至第三導體 34。讀取電流(I_R)設定參考層 14 之磁化向量($M3$)。感測加讀取電流($I_{S10} + I_R$)流進節點(N)。由於讀取電流(I_R)之大小已知，感測電流(I_{S10})、以及因而第一磁性隧道接面 10 之電阻和邏輯狀態可判斷出。感測電流(I_{S10})與第一磁性隧道接面 10 之電阻成反比。因此 $I_{S10} = V/R1$ 、或者 $I_{S10} = V/(R1 + R1)$ 。第二磁性隧道接面 20 可以一種相似的方式來判斷，如第 4b 圖中所繪(其中 I_{S20} 表示流過第二磁性隧道接面 20 之感測電流)。

磁性隧道接面 10 和 20 兩者在雙位原組態均可同時被讀取。第 4c 圖顯示一種同時讀取兩隧道接面 10 和 20 的方

玖、發明說明

式。第一導體 30 連接至第一感測放大器 410 之輸入，而第二導體 32 連接道第二導體放大器 420 的第一輸入。當偏壓使得感測電流(I_{S10} 和 I_{S20})流過第一和第二磁性隧接面 10 和 20。第一感測放大器 410 感測在其自身第二輸入處的電流 (I_{S10})，並產生一個與得感測電流(I_{S10})呈比例的輸出電壓。第一感測放大器輸出電壓指示第一磁性隧道接面 10 的電阻狀態。第二感測放大器 410 感測在其自身第二輸入處的電流(I_{S20})，並產生一個與得感測電流(I_{S20})呈比例的輸出電壓。第二感測放大器輸出電壓指示第二磁性隧道接面 20 的電阻狀態。

第 4d 圖顯示另一種同時讀取磁性隧道接面 10 和 20 之方法。第一磁性隧道接面 10 具有兩種電阻狀態($R1$, $R1+?$ $R1$)，而第二磁性隧道接面 20 具有兩種電阻狀態($R2$, $R2+?$ $R2$)。讀取操作期間，施加一第一電位(V)至第一和第二導體 30 和 32，而第三導體 34 維持在一比第一電壓低的第二電位。所以，第一感測電流(I_{S10})流過第一磁性隧道接面 10 而進入一節點(N)，第二感測電流(I_{S20})流過第二磁性隧道接面 10 進入一節點(N)。測量流過節點 N 之電流總和($I_{S10}+I_{S20}+I_R$)可推得裝置 8 之電阻狀態。推得之電阻狀態可為 $R1+R2$ 、 $R1+R2+?R1$ 、 $R1+R2+?R2$ 、或 $R1+R2+?R1+?R2$ 。只要四種電阻狀態係可偵測為不一樣，即可讀取四種不同邏輯位準。

現在參考第 4e 和 4f 圖，相對位元組態之讀取操作可藉由施加一讀取電流(I_R)至第三導體 34、同時施一電壓(V)

玖、發明說明

穿過磁性隧道接面 10 和 20 兩者、同時感測流過磁性隧道接面 10 和 20 兩者之電流($I_{S10}+I_{S20}$)、並比較被感測電流($I_{S10}+I_{S20}$)來實施。讀取電路(I_R)產生一個圍繞第三導體 34 之磁場(H_3)、以及使參考層磁化向量(M_3)定為已知定向。

5 如第 4e 圖所示，第一磁性隧道接面 10 之磁化定向係反平行，而第二磁性隧道接面之磁化定向係平行。因此，第一磁性隧道接面 10 之電阻大於第二磁性隧道接面之電阻，而第一磁性隧道接面 10 之感測電流(I_{S10})大於第二磁性隧道接面之感測電流(I_{S20})。感測電流(I_{S10} 和 I_{S20})之比較結果指示裝置 8 儲存邏輯”1”。

如第 4f 圖所示，第一磁性隧道接面 10 之磁化定向係平行，而第二磁性隧道接面之磁化定向係反平行。因此，第一磁性隧道接面 10 之電阻小於第二磁性隧道接面之電阻，而第一磁性隧道接面 10 之感測電流(I_{S10})小於第二磁性
15 隧道接面之感測電流(I_{S20})。感測電流(I_{S10} 和 I_{S20})之比較結果指示裝置 8 儲存邏輯”0”。

參照第 5 圖，其繪示一 MRAM 裝置 110。其繪示一個 MRAM 裝置 110。此 MRAM 裝置 110 包括一個記憶體晶胞 114 之陣列 112。各記憶體晶胞 114 包括串聯的第一及第二
20 磁性隧道接面 10 和 12。記憶體晶胞 114 以行與列排置，其中列沿 x 方向而行沿 y 方向延伸。惟僅一些相對數之記憶體晶胞 114 被繪示，以簡化 MRAM 裝置 110 之圖式。現實中陣列可使用任意尺寸。

玖、發明說明

字組線 116 沿 x 方向延伸。各字組線 116 包括一包覆有強磁材料 36 之第三導體。各字組線 116 連接一行第一絕緣隧道障壁 16(第一磁性隧道接面的)與一行第二絕緣隧道障壁 24(第二磁性隧道接面的)。第一及第二位元線 118 及 120 沿 y 方向延伸。各第一位元線 118 與第一資料層(第一磁性隧道接面 10 的)之一行接觸。各第一磁性隧道接面 10 位在一條字組線 116 和一條第一位元線 118 之交叉點。各第二位元線 120 與第二資料層(第二磁性隧道接面 20 的)之一行接觸。各第二磁電阻式裝置位在一條字組線 116 和一條第二位元線 120 的交叉點上。

MRAM 裝置 110 更包括第一及第二列解碼器 122a 和 122b、第一和第二行解碼器 124a 和 124b、及一個讀取/寫入電路 126。解碼器 122a、122b、124a、124b 於讀取/寫入操作期間選擇字組線及位元線 116、118、及 120。一選定第一磁性隧道接面 10 位於一選定字組線 116 和一選定第一位元線 118 之交點。一選定第二磁性隧道接面 20 位於一選定字組線 116 和一選定第二位元線 120 之交點。

讀取/寫入電路 126 包括用來供應寫入電流以在寫入操作期間選取字組和位元線 116、118、120 之電流源 128。讀取/寫入電路 126 包括一感測放大器 130、地接 132、以及一個用來在讀取操作期間施加電壓之電壓源 134。

讀取/寫入電路 126 可被組配以執行雙位元或相對位元操作。在相對位元組態之寫入操作期間，讀取/寫入電路 126 將邏輯值寫入選定記憶體晶胞 114 之磁性隧道接面 10

玖、發明說明

或 20 其中之一，而將該邏輯值之補數寫入磁性隧道接面 10 或 20 之前未被寫入的那一個。在雙位元組態之寫入操作期間，讀取/寫入電路 126 分別將邏輯值寫入選定記憶體晶胞 114 之第一及第二磁性隧道接面 10 和 20。

5 現在參考第 6a 圖，其繪示雙位元組態和相對位元組態兩者之讀取操作。一字組線 116 藉由連接一電流源 128 與地接 132 而被選定。第一和第二位元線 118 和 120 藉由連接其自身與第一和第二感測放大器 410 及 420 之第一輸入而被選定。一陣列電壓(V_a)被施於第一及第二感測放大器
10 410 和 420 之第二輸入，使得一電壓(V_a')出現在第二輸入處。此約等於陣列電壓(V_a)之電壓(V_a')令感測電流(I_{S10} 和 I_{S20})流動。第一感測電流(I_{S10})自第一放大器 410 經過第一磁性隧道接面 10 流到地接 132，第二感測電流(I_{S20})自第二放大器 420 經過第二磁性隧道接面 20 流到地接 132。各感
15 測放大器 410 和 420 產生一輸出電壓，其與在其自身第一輸入之感測電流成比例。

另一可選擇地，選定第一及第二位元線 116 和 118 可被複合為單一感測放大器。該單一感測放大器可達到兩分別之讀取。

20 針對一雙位元組態，可使用一第一比較器來比較第一感測放大器 410 之輸出和一參考電壓。若第一感測放大器 410 之輸出大於參考電壓，可推衍出一第一邏輯值，若第一感測放大器 410 之輸出小於參考電壓，可推衍出一第二邏輯值。第二磁性隧道接面 20 之邏輯值可以相同方式判斷

玖、發明說明

出。

針對一相對位元組態，感測放大器 410 和 420 之輸出可由一比較器來做比較。比較器之輸入指示第一磁性隧道接面 10 之電阻狀態是否大於第二磁性隧道接面 20 之電阻狀態。若第一感測放大器 410 之輸出大於第二感測放大器 420 之輸出，可推衍出一第一邏輯值。若第一感測放大器 410 之輸出小於第二感測放大器 420 之輸出，可推衍出一第二邏輯值。除了比較器和第一放大器 410 及第二放大器 420 之外，亦可利用一差動放大器。

10 陣列 112 中之第一和第二磁性隧道接面 10 和 20 透過許多平行路徑耦接在一起。在一個交叉點所見電阻等於和在其它行與列之磁性隧道接面 10 和 20 平行的磁性隧道接面之電阻平行之交叉點的磁性隧道接面。因此各磁性隧道接面 10 之陣列 112 可被視為一種交叉點電阻器網路。

15 由於磁性隧道接面 10 和 20 被連接成一交叉點電阻器網路，寄生或僭越路徑電流會干擾在選定磁性隧道接面 10 和 20 上的讀取操作。阻性裝置諸如二極體或電晶體等可被連接到磁性隧道接面 10 和 20。這些阻性裝置會阻止寄生電流。

20 另一種可選擇之方式，寄生電流可利用第 6259644 號美國專利之一種”等電位”的方式來處理。揭露於第 6259644 號美國專利之該等電位方法涉及施加一電壓於一選定線路，並提供相等電壓於未選定位元線和未選定字組線之子集。寄生電流被分流而使得不干擾讀取操作。

玖、發明說明

依本發明之一實施例，以下陣列可被施用一種等電位方式。選定字組線 116 設為陣列電壓(V_a)，選定位元線 118 和 120 連接至地端 132，藉此感測電流(I_{S10} ， I_{S20})流過第一和第二磁性隧道接面 10 和 20。陣列電壓亦施於所有未選定字組線和位元線 116、118、和 120。因此寄生電流不干擾感測電流。

另一等電位方法實施例顯示於第 6b 圖。在此實施例中，陣列 112 之各記憶體晶胞 114 具有四種電阻狀態(R_1+R_2 、 $R_1+R_2+?R_1$ 、 $R_1+R_2+?R_2$ 、 $R_1+R_2+?R_1+?R_2$)。一陣列電壓 (V_a)被施於感測放大器 610 之一第一輸入，而選定字組線 10 連接到感測放大器 610 之一第二輸入。感測放大器 610 之第二輸入耦接電壓(V_a')至選定字組線 116，其中 $V_a'=V_a$ 。選定位元線 118 和 120 連接到地端 132。感測電流(I_{S10} ， I_{S20})流經第一及第二磁性隧道接面 10 及 20。感測放大器 15 610 藉由產生與字組線 116 上總電流($I_{S10}+I_{S20}$)成比例之輸出電壓來判斷選定記憶體晶胞 114 之電阻狀態。

欲最減小寄生電流，施一電壓 $V1$ 於所有上位未選定位元線 118、且施一電壓 $V2$ 於所有低位未選定位元線 120。所有未選定字組線 116 允許浮動。寄生電流(I_{P10} 和 I_{P20}) 20 流過電壓 $V1$ 和 $V2$ 所施以之磁電阻式裝置 10 和 20。電壓 $V1$ 和 $V2$ 可被設為陣列電壓 V_a ，由此 $V1=V2=V_a$ 。

第 6c 圖顯示另一種實施例，其中陣列 112 之各記憶體晶胞 114 具有四種可偵測為不同的電阻狀態。感測放大器 130 之第一和第二輸入分別連接到地端(GND)和一個選定字

玖、發明說明

組線 116。陣列電壓(V_a)施於選定位元線 118 和 120。施一電壓 $V1$ 於所有上位未選定位元線 118、且施一電壓 $V2$ 於所有低位未選定位元線 120。 $V1 = V2 = GND$ 。在另一可選擇之方式， $V1 = ?$ 且 $V2 = - ?$ ，其中 $?$ 僅係為大於地端 (GND) 極小(例如，十分之一)毫伏。因此， $GND < ? < V_a$ 。
5 藉此方法偏壓陣列 112 之較高和較低部份，寄生電流 (I_{P10} 和 I_{P20}) 不致干擾感測電流 (I_{S10} 和 I_{S20})。

第 7 圖繪示一形成 MRAM 裝置 110 之範例方法。電路包括列解碼器 122a 和 122b，行解碼器包括 124a 和 124b，
10 且讀取/寫入電路 126 形成於一個基體內(方塊 210)。第一位元線 118 之行積設在基體上(方塊 212)。第一位元線 118 之間的空間以介電質填充。

磁性材料之第一堆疊被積設(方塊 214)。堆疊包括在第一位元線 118 上的強磁性材料、以及在強磁性材料上之絕緣隧道障壁材料。第一堆疊被圖案化於位元內(方塊 216)，
15 且位元線之間的空間以介電質填充。

字組線 116 形成於圖案化第一堆疊上(方塊 218)，且字組線 116 之間的空間以介電材料填充。基體內亦形成有電路之相聯(如，通孔)。字組線 116 之製造將在之後做更詳
20 盡的說明。

磁性材料之第二堆疊被積設(方塊 220)。堆疊包括在第一字組線 116 上的強磁性材料、以及在強磁性材料上之絕緣隧道障壁材料。第二堆疊被圖案化於位元內(方塊 222)，
且位元線之間的空間以介電質填充。

玖、發明說明

第二位元線 120 形成於圖案化第二堆疊上(方塊 224)，且第二位元線 120 之間的空間以介電材料填充。基體內亦形成有電路之相聯(如，通孔)。

現在參照第 8 至 11 圖，其中繪示一種用來製造一字組線 116 之銅製程。一溝槽 310 蝕刻在形成於第一堆疊上之介電層內(第 8 圖)。一層薄強磁材料 36 以等方性製程積設，使得溝槽 310 之側面與溝槽 310 底部幾乎一樣薄(第 9 圖)。強磁性材料滲透程度足以作為一磁核心，且其截面連續得沒有斷層或空缺。溝槽 310 於是藉由電鍍或其他適合之方式以銅 34 充填。該結構係平面化的。平面結構示於第 10 圖。一層強磁性材料 36 積設在平面結構上(第 11 圖)。磁屬性可藉使該層體厚度與覆於溝槽側邊和底部之強磁材料厚度不同，而處理為所欲的。

雖然所繪示之字組線 116 係完全包覆的(即覆於頂部、底部、和側邊)，然其不限於此。字組線另可為部份包覆的。

現在參考第 12 圖，其顯示一個部份包覆字組線 216 之範例。惟頂部和底部包覆作為資料層。

雖然本發明已結合許多磁性隧道接面來敘述，但並不受限於此。本發明可以利用其他種類具有相似操作特徵之磁電阻式裝置。GMR 裝置具有和 TMR 裝置相同的基本結構，除了資料和參考層被一具導性而無磁性之金屬層隔開而非一絕緣隧道障壁之外。間隔層之範例包括金、銀、和銅。資料和參考層磁化向量之相對定向影響 GMR 裝置之

玖、發明說明

場內電阻。

本發明不限於 GMR 和 TMR 裝置。譬如本發明可利用其他型式裝置包括上旋和底旋閥。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示依據本發明之第一實施例的磁性記憶體裝置。

第 1a 及 1b 圖繪示該磁性記憶體裝置的不同磁化定向。

第 2 圖繪示該磁性記憶體裝置之資料層及參考層的磁滯迴路。

第 3 圖繪示在該磁性記憶體裝置上的寫入操作。

第 4a 至 4f 圖繪示依據本發明之一實施例在該磁性記憶體裝置上的讀取操作。

第 5 圖繪示依據本發明之一實施例的 MRAM 裝置。

第 6a、6b、及 6c 圖繪示依據本發明之一實施例讀取一 MRAM 裝置的方法。

第 7 圖繪示一種製作 MRAM 裝置的範例方法。

第 8 至 11 圖繪示依據本發明之第一實施例之一包覆導體層，其顯示在不同製造階段之包覆導體。

第 12 圖繪示依據本發明之第二實施例之一包覆導體。

玖、發明說明

【圖式之主要元件代表符號表】

8·····磁性記憶體裝置	118·····位元線
10·····第一磁性隧道介面	120·····位元線
12·····資料層	122a·····列解碼器
14·····參考層	122b·····列解碼器
14a·····參考層上部份	124a·····行解碼器
14b·····參考層下部份	124b·····行解碼器
16·····絕緣隧道障壁層	126·····讀取/寫入電路
20·····第二磁性隧道介面	128·····電流源
22·····資料層	130·····感測放大器
24·····參考層	132·····地接
30·····導體	134·····電壓源
32·····導體	210~224·····步驟
34·····導體	310·····溝槽
36·····包覆層	410·····第一感測放大器
110·····MRAM 裝置	420·····第二感測放大器
112·····陣列	610·····輸入
114·····記憶體晶胞	
116·····字組線	

肆、中文發明摘要

一種記憶體晶胞具有包覆以強磁性材料之導體、在包覆導體層相對兩側的第一和第二間隔層、在第一間隔層上的第一資料層、以及在第二間隔層上的第二資料層。

伍、英文發明摘要

A memory cell includes a conductor clad with ferromagnetic material; first and second spacer layers on opposite sides of the clad conductor; a first data layer on the first spacer layer; and a second data layer on the second spacer layer.

拾、申請專利範圍

1. 一種記憶體晶胞，其包含：

一條包覆以強磁性材料的導體；

於該包覆導體相對兩側之第一、及第二間隔層；

於該第一間隔層上之一第一資料層；以及

5 於該第二間隔層之一第二資料層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該導體係完全地被包覆。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該導體惟其頂面和底面被包覆。

10 4. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該包覆導體係呈軟磁性。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該等第一及第二資料層之矯頑磁性實質高於該包覆導體之矯頑磁性。

15 6. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該等第一及第二資料層係以與該導體上之包覆層不同的強磁性材料所製造。

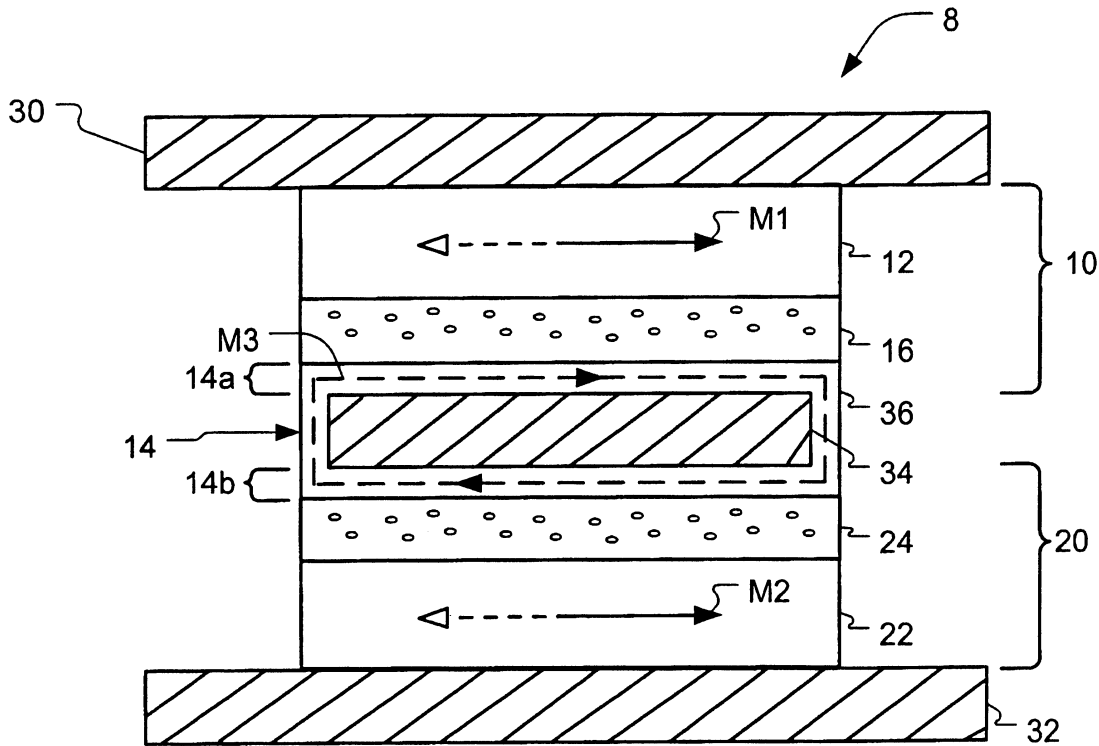
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之記憶體晶胞，其中該等間隔層係絕緣隧道障壁，藉此該等第一資料層和第一間隔層以及該包覆導體形成一第一磁性隧道接面，又藉此該等第二資料層和第二間隔層以及該包覆導體形成一第二磁性隧道接面。

20 8. 如申請專利範圍第 7 項所述之記憶體晶胞，該記憶體晶胞具有至少四種可被偵測為不同的邏輯狀態。

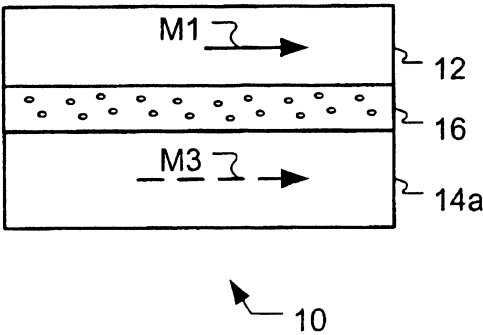
拾、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之記憶體晶胞，其更包含在該第一資料層上之一第一導體、以及在該第二資料層上之一第二導體，該包覆導體與該等第一和第二導體呈正交。
- 5 10. 一種於記憶體晶胞上執行讀取操作的方法，該記憶體晶胞係如申請專利範圍第 7 項所述者，該方法包含供應一讀取電流至該包覆導體之步驟、以及令第一和第二電流流過該等第一及第二磁性隧道接面之步驟。

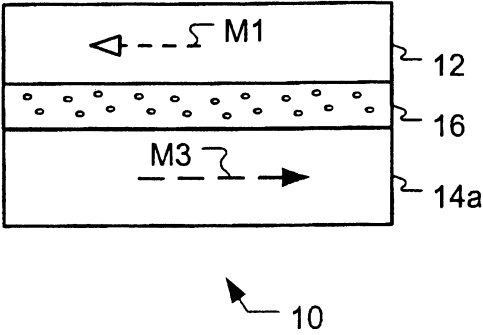
第 1 圖



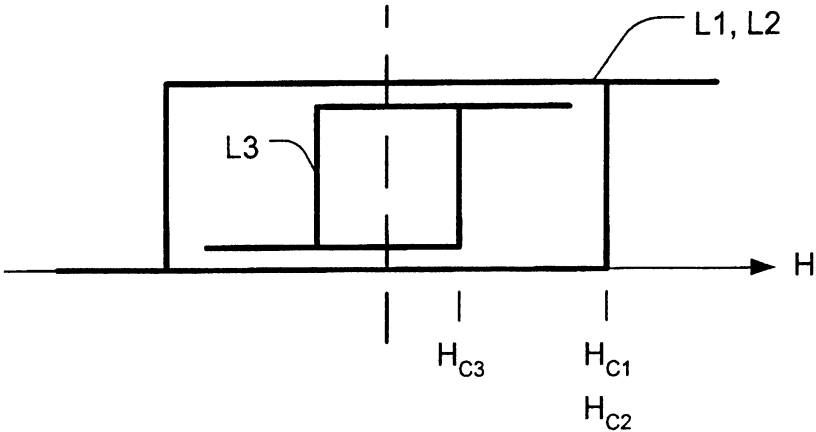
第1a圖



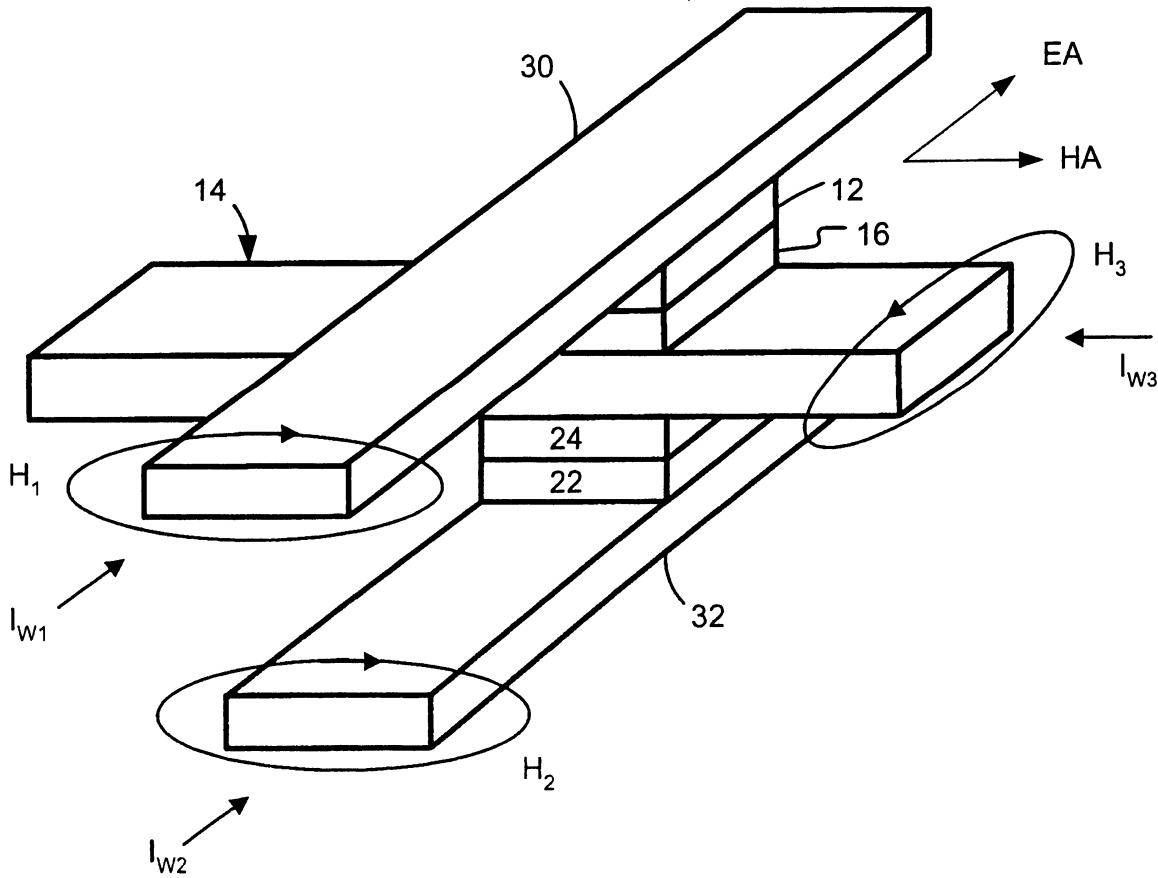
第1b圖



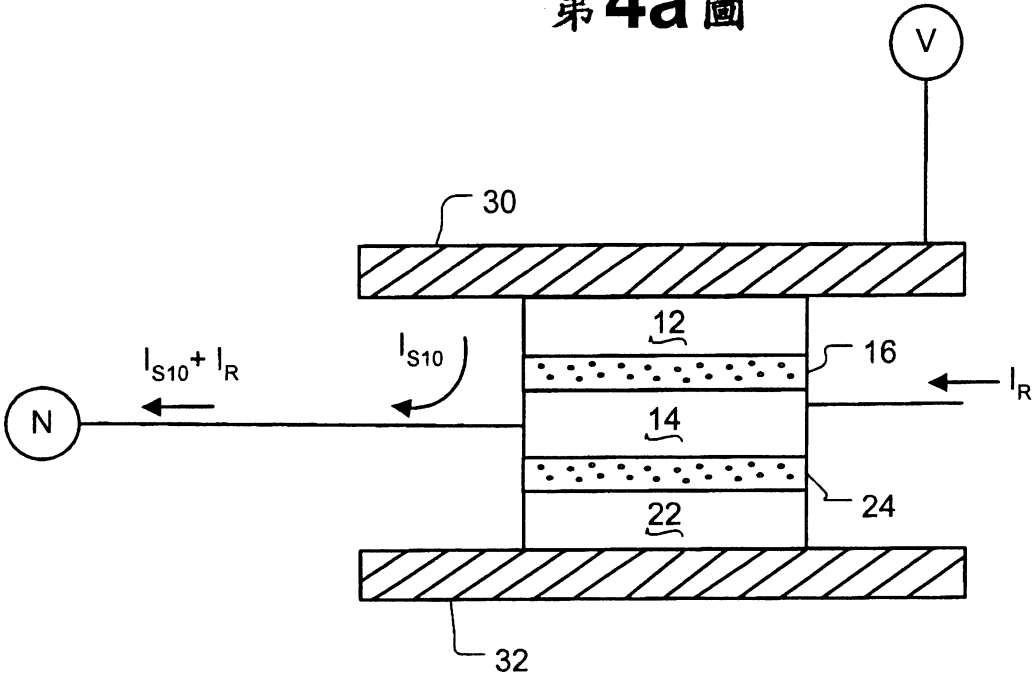
第 2 圖



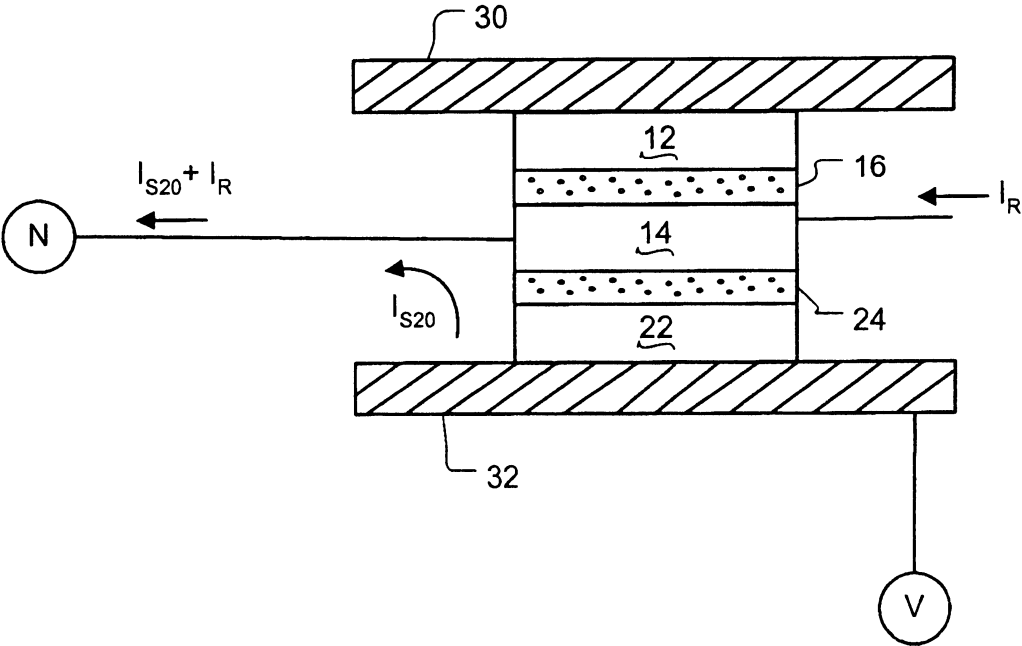
第 3 圖



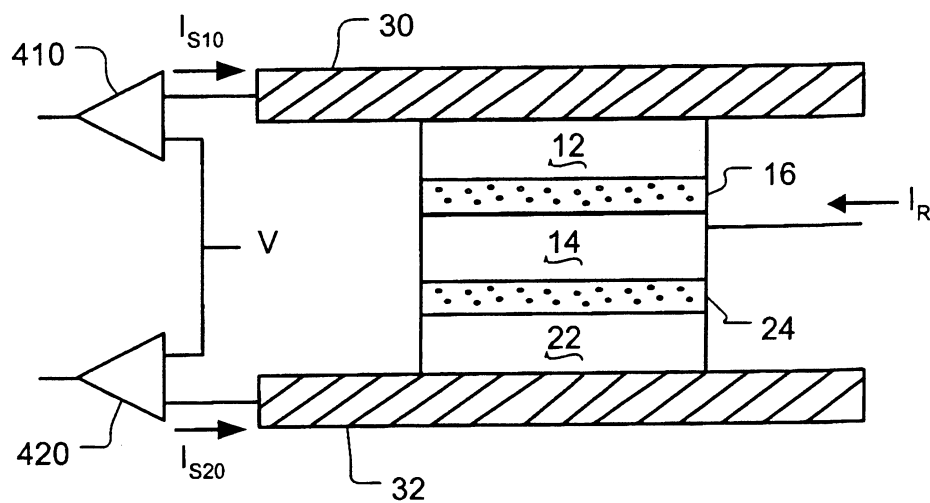
第4a圖



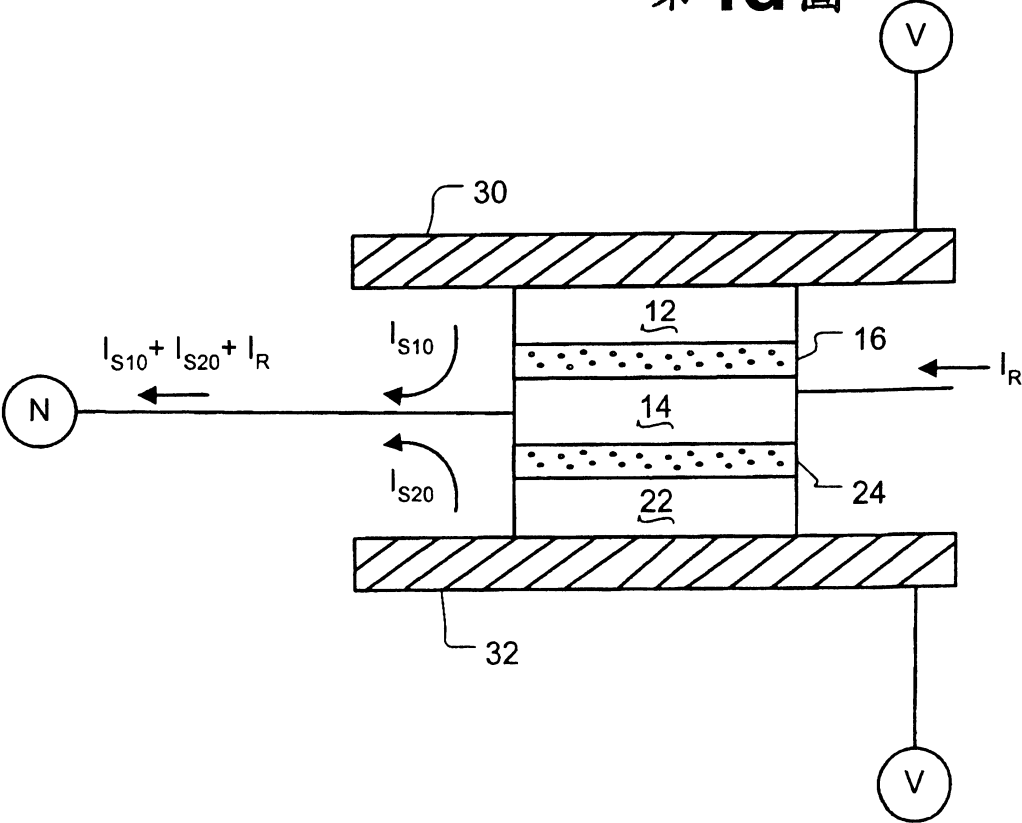
第4b圖



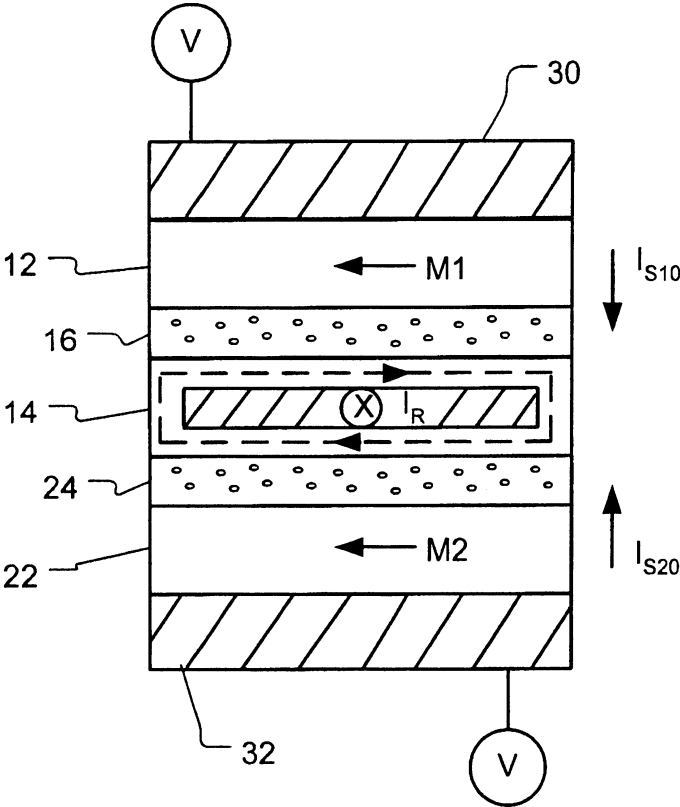
第4c圖



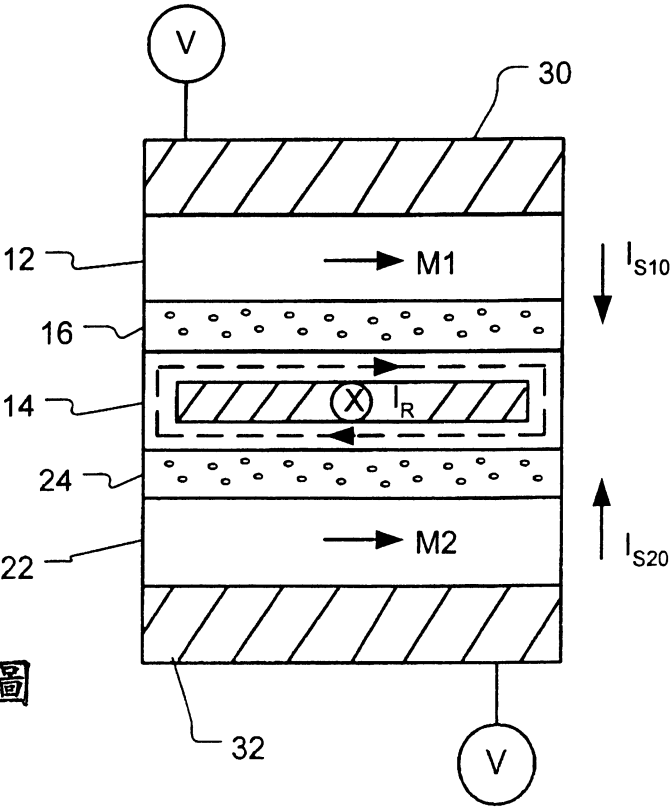
第4d圖



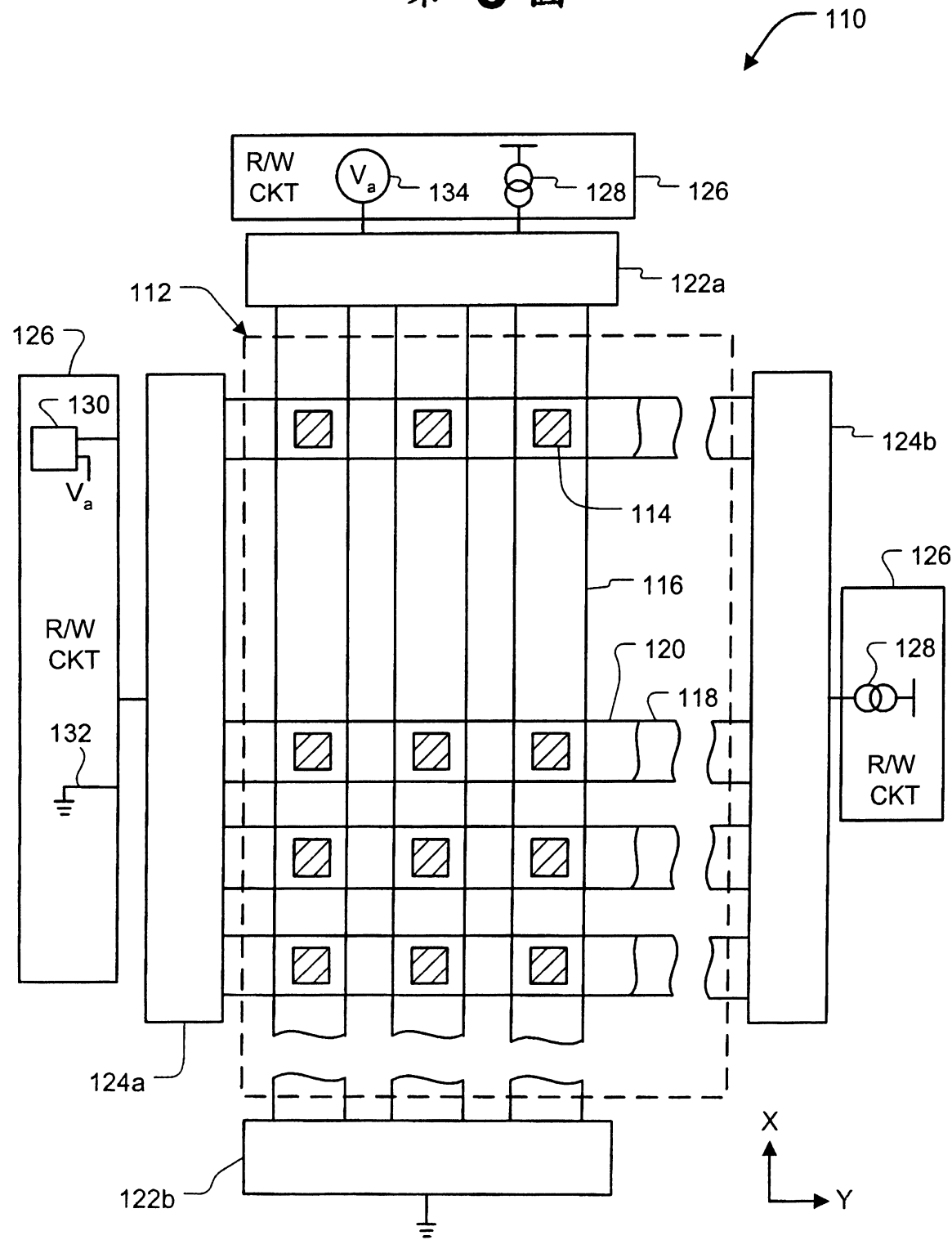
第4e圖



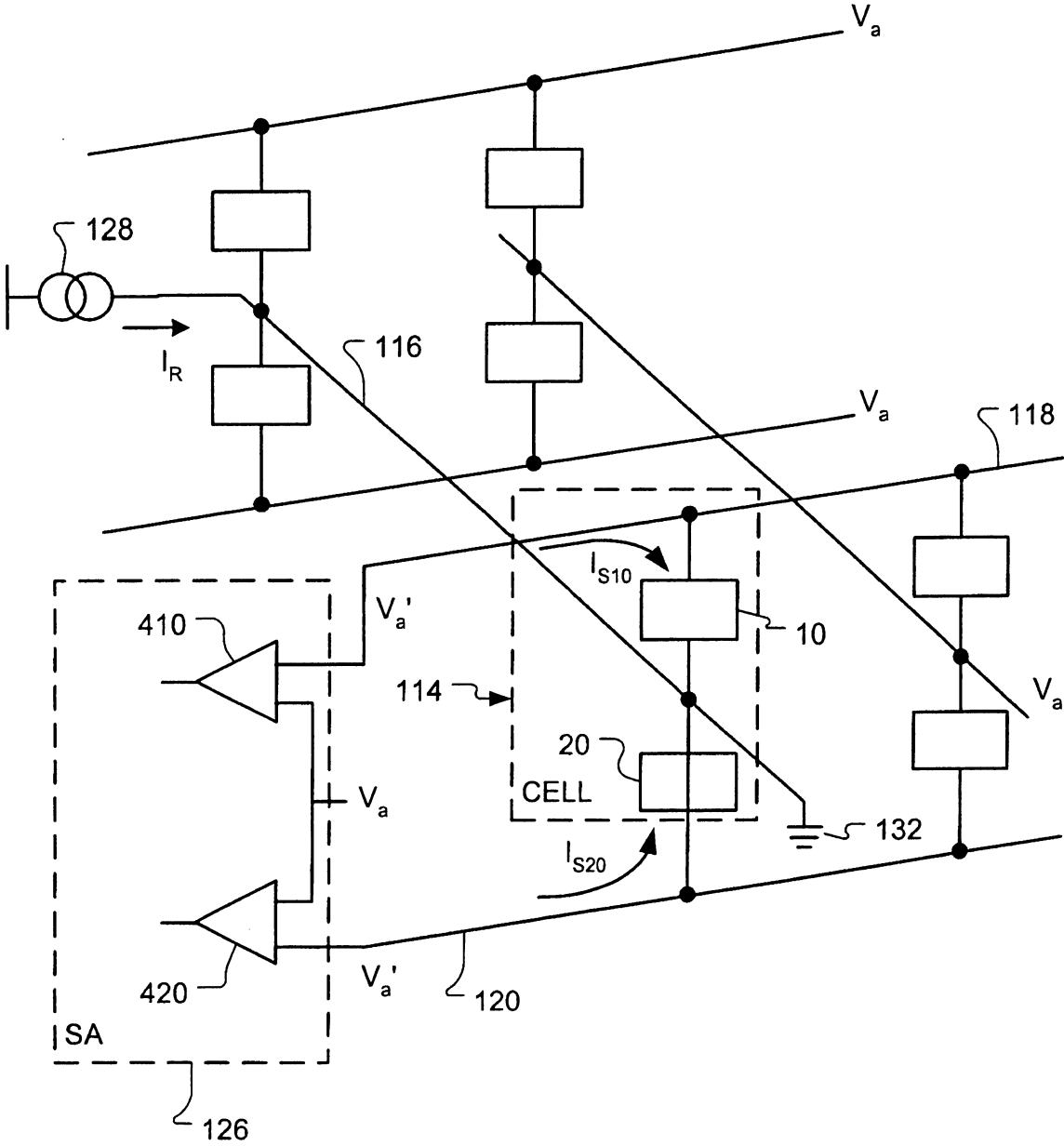
第4f圖



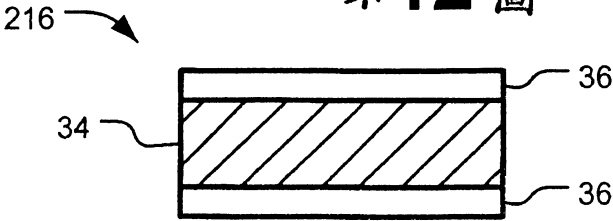
第 5 圖



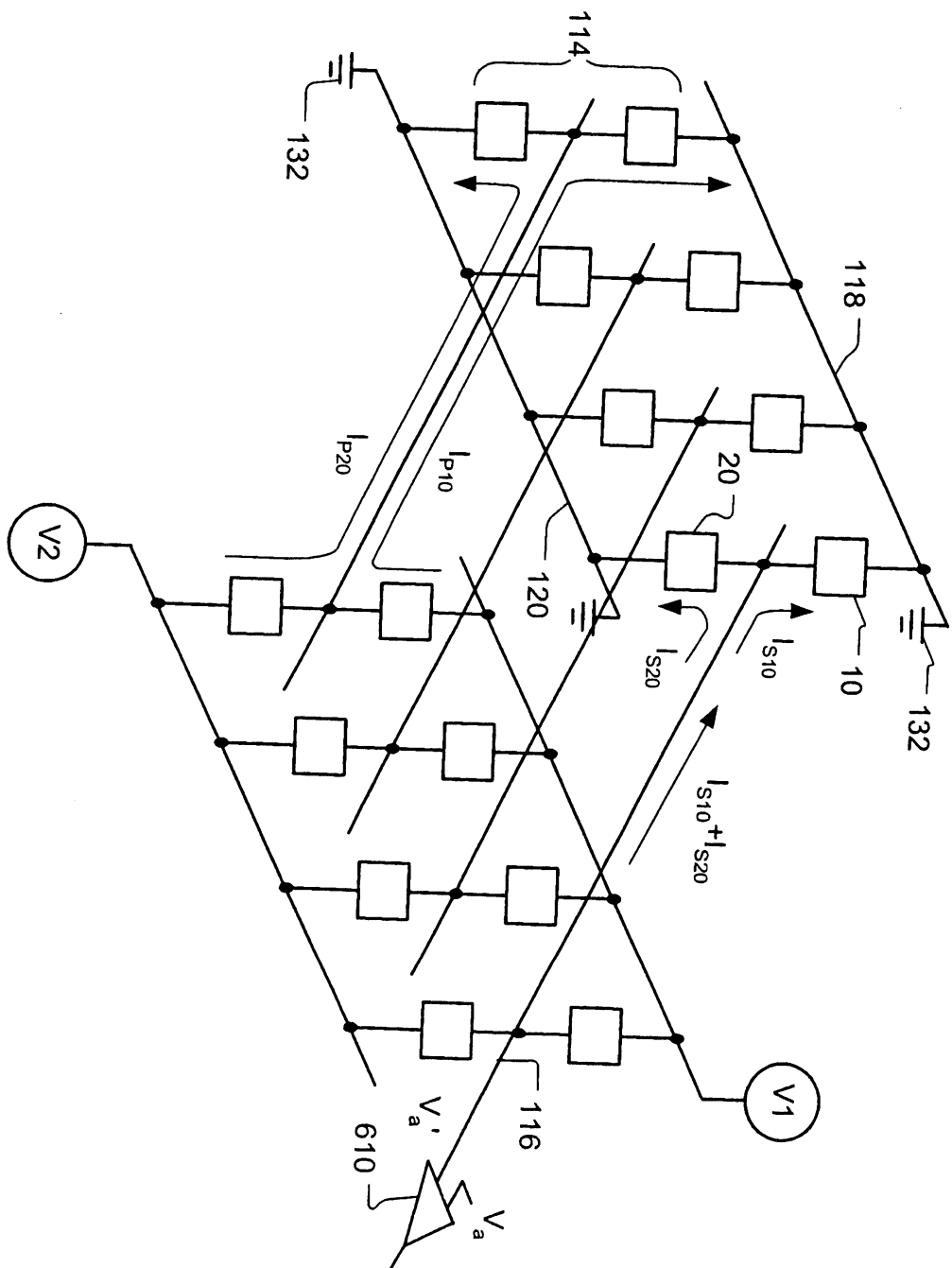
第6a圖



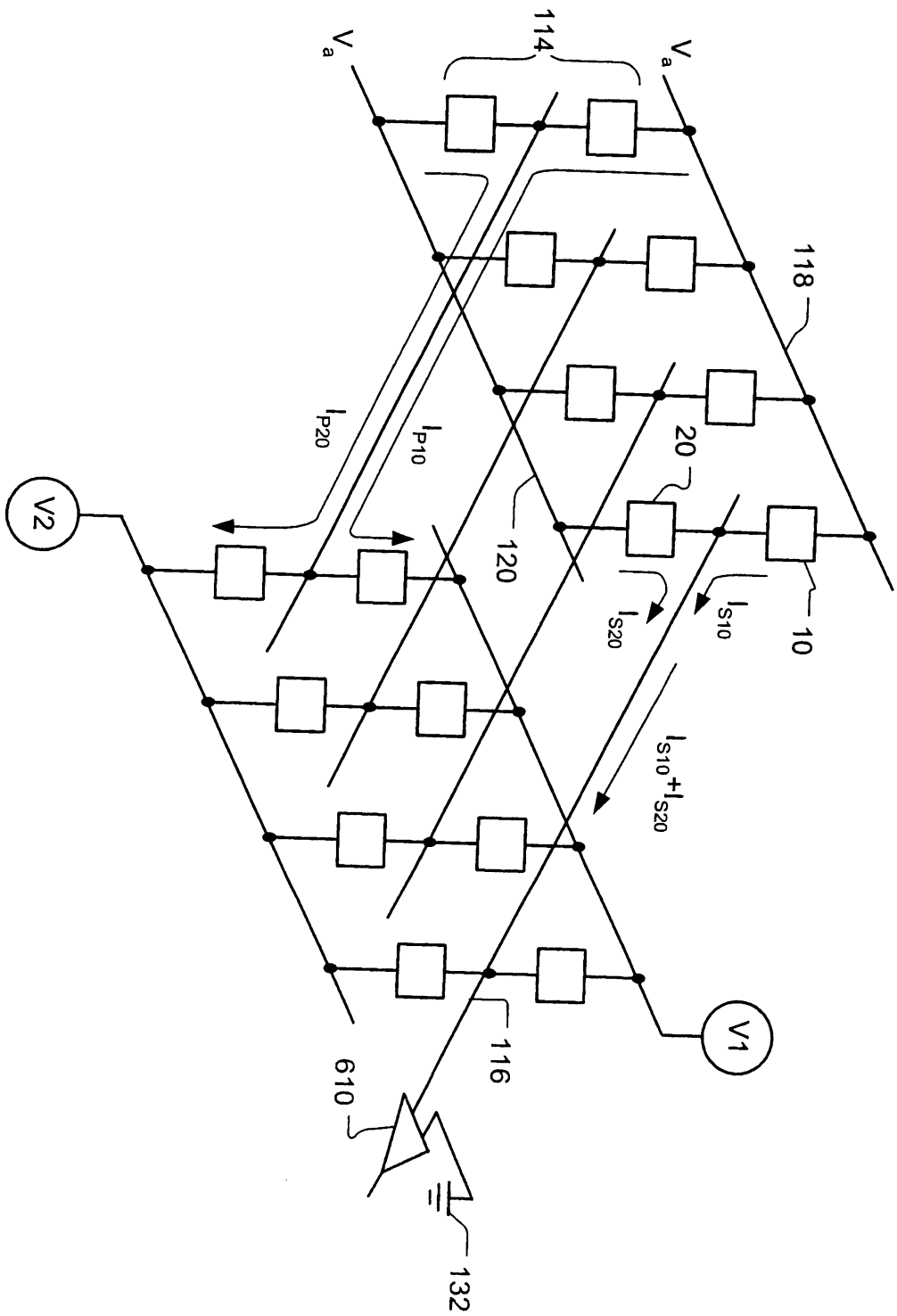
第12圖



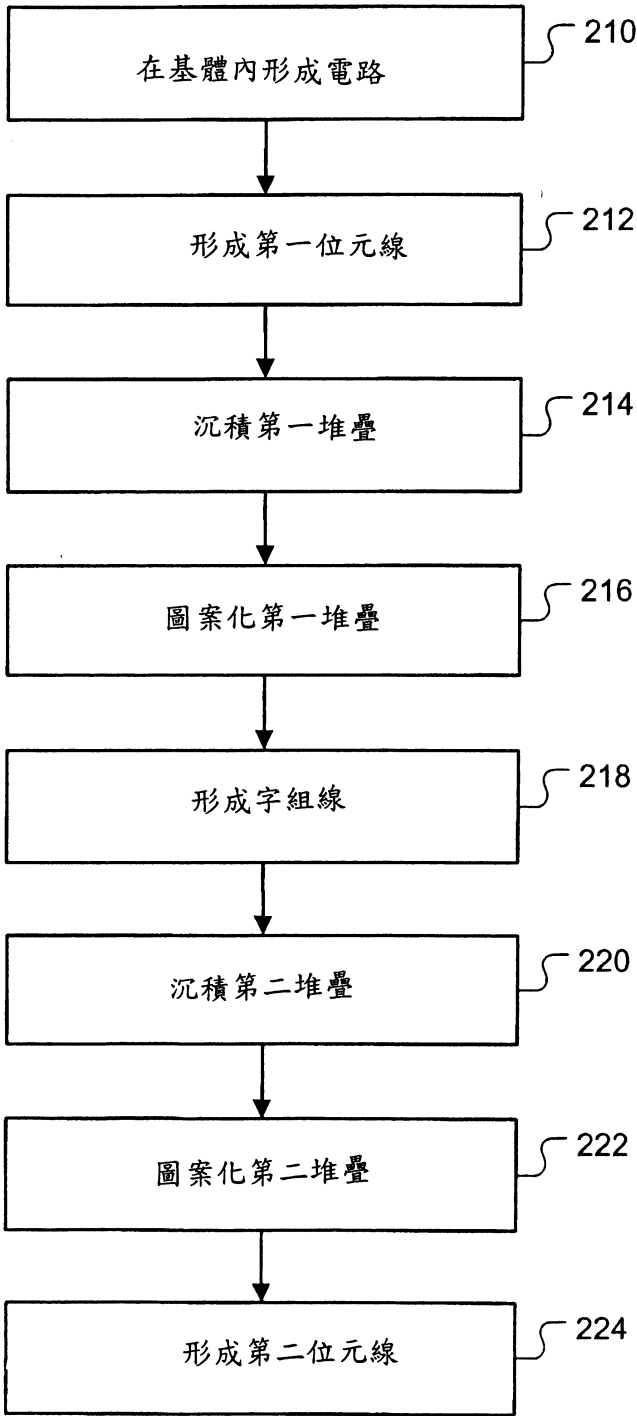
第6b圖



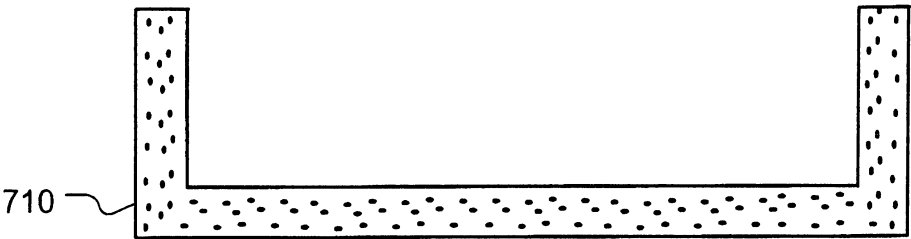
第6C圖



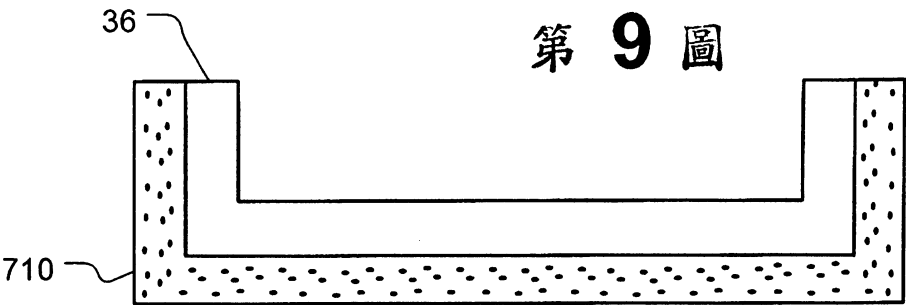
第 7 圖



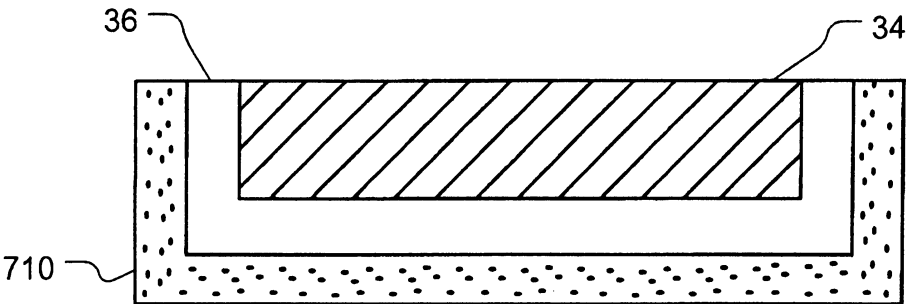
第 8 圖



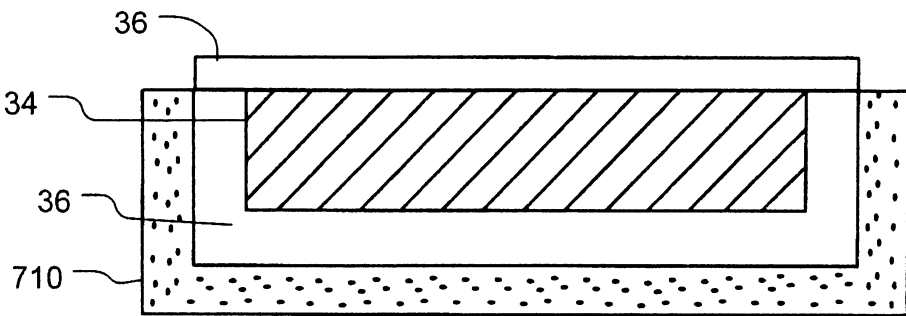
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



陸、(一)、本案指定代表圖爲：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 8·····磁性記憶體裝置 | 20·····第二磁性隧道接面 |
| 10·····第一磁性隧道接面 | 22·····資料層 |
| 12·····資料層 | 24·····參考層 |
| 14·····參考層 | 30·····導體 |
| 14a·····參考層上部份 | 32·····導體 |
| 14b·····參考層下部份 | |
| 16·····絕緣隧道障壁層 | |

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：