



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I602331 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 11 日

(21) 申請案號：105117430

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 02 日

(51) Int. Cl. : H01L43/12 (2006.01)

G11C11/14 (2006.01)

(30) 優先權：2015/06/02 美國

14/728,788

(71) 申請人：H G S T 荷蘭公司 (荷蘭) HGST NETHERLANDS B. V. (NL)  
荷蘭

(72) 發明人：凱婷 喬丹 亞設 KATINE, JORDAN ASHER (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

US 2012/0002463A1

US 2012/0018788A1

US 2014/0233306A1

審查人員：何立璋

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：7 共 21 頁

(54) 名稱

使用外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性切換裝置

VOLTAGE-CONTROLLED MAGNETIC ANISOTROPY SWITCHING DEVICE USING AN  
EXTERNAL FERROMAGNETIC BIASING FILM

(57) 摘要

本揭露之態樣係關於一種使用一外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性(VCMA)切換裝置。本揭露之態樣提供一種磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)裝置。該 MRAM 裝置總體上包括：一基板；至少一個磁性隧道界面(MTJ)堆疊，其安置於該基板上，其中該 MTJ 堆疊包含在具有一固定磁化之一第一鐵磁層與具有非固定磁化之一第二鐵磁層之間的一隧道障壁層；及一磁體，其安置成相鄰於該第二鐵磁層。

Aspects of the present disclose related to a voltage-controlled magnetic anisotropy (VCMA) switching device using an external ferromagnetic biasing film. Aspects of the present disclose provide for a magnetoresistive random access memory (MRAM) device. The MRAM device generally includes a substrate, at least one magnetic tunnel junction (MTJ) stack disposed on the substrate, wherein the MTJ stack comprises a tunnel barrier layer between a first ferromagnetic layer having a fixed magnetization and a second ferromagnetic layer having unfixed magnetization, and a magnet disposed adjacent to the second ferromagnetic layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 磁性隧道接  
面(MTJ)堆疊

102 . . . 永久磁體

104 . . . 穿隧障壁層

106 . . . 板

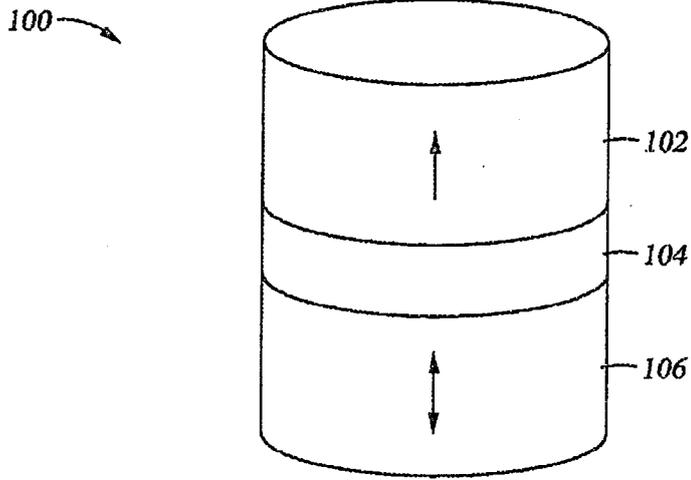


圖1

## 發明摘要

※ 申請案號：105717430

※ 申請日：105.6.2

※ IPC 分類：H01L 43/12 (2006.01)

G11C 11/14 (2006.01)

## 【發明名稱】

使用外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性切換裝置

VOLTAGE-CONTROLLED MAGNETIC ANISOTROPY

SWITCHING DEVICE USING AN EXTERNAL

FERROMAGNETIC BIASING FILM

## 【中文】

本揭露之態樣係關於一種使用一外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性(VCMA)切換裝置。本揭露之態樣提供一種磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)裝置。該MRAM裝置總體上包括：一基板；至少一個磁性隧道界面(MTJ)堆疊，其安置於該基板上，其中該MTJ堆疊包含在具有一固定磁化之一第一鐵磁層與具有非固定磁化之一第二鐵磁層之間的一隧道障壁層；及一磁體，其安置成相鄰於該第二鐵磁層。

## 【英文】

Aspects of the present disclose related to a voltage-controlled magnetic anisotropy (VCMA) switching device using an external ferromagnetic biasing film. Aspects of the present disclose provide for a magnetoresistive random access memory (MRAM) device. The MRAM device generally includes a substrate, at least one magnetic tunnel junction (MTJ) stack disposed on the substrate, wherein the MTJ stack comprises a tunnel barrier layer between a first ferromagnetic layer having a fixed magnetization and a second ferromagnetic layer having unfixed magnetization, and a magnet disposed adjacent to the second ferromagnetic layer.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 100 磁性隧道接面(MTJ)堆疊
- 102 永久磁體
- 104 穿隧障壁層
- 106 板

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

（無）

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

使用外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性切換裝置

VOLTAGE-CONTROLLED MAGNETIC ANISOTROPY

SWITCHING DEVICE USING AN EXTERNAL

FERROMAGNETIC BIASING FILM

## 【技術領域】

本揭露之態樣總體上係關於資料儲存系統，且更特定而言，係關於一種使用外部鐵磁偏壓膜之壓控磁各向異性(VCMA)切換裝置。

## 【先前技術】

現代電子裝置逐步併有大量之固態記憶體。電子行業不斷尋求提供低功率消耗的更高密度之裝置。就其本質而言，磁性記憶體提供非揮發性特性，且作為下一代記憶體類型受到越來越多之關注。

用在磁碟機中之磁性媒體的更高儲存位元密度已經減小了磁位元之大小(體積)。磁性隨機存取記憶體(MRAM)提供快速的存取時間、無限的讀取/寫入耐久性、耐輻射性及高儲存密度。不同於習知的RAM晶片技術，MRAM資料並非作為電荷被儲存，而是藉由儲存元件之磁性極化儲存。包括磁性隧道介面(MTJ)記憶體元件之MRAM單元可經設計用於MTJ層結構相對於膜表面之平面內或垂直磁化。該等元件由兩個磁性極化板組成(其中之每一個磁性極化板可維持磁性極化場)，該兩個磁性極化板由薄的絕緣層隔開，其共同形成MTJ堆疊。圖1係說明根據本揭露之某些態樣的實例MTJ堆疊100之圖。如圖1中所展示，該兩個板中之一者係設定成特定極性之永久磁體102 (亦即，具有固定磁

化)；另一板106之極化將變成(亦即，具有自由磁化)與足夠強大的外場之極化相匹配。因此，該等單元具有允許該等單元充當非揮發性記憶體元件之兩個穩定狀態。

記憶體裝置可以由此種單元之網格構成。在晶片上陣列中之MRAM單元由金屬字線及位元線連接。每一個記憶體單元連接至字線及位元線。字線連接單元列，且位元線連接單元行。通常，互補金屬氧化物半導體(CMOS)結構包括選擇電晶體，該選擇電晶體經由頂部或底部金屬接點與MTJ堆疊電連接。電流之方向處於頂部或底部金屬電極之間。

讀取MRAM單元之極化狀態係藉由量測單元之MTJ的電阻來實現。特定單元習知地藉由對相關聯電晶體進行供電來進行選擇，該電晶體經由MTJ層將電流自電源線切換至接地。歸因於穿隧磁阻效應，在穿過穿隧障壁層104之電子的量子穿隧發生時，單元之電阻歸因於在MTJ之兩個磁性層中的極化之相對定向而發生改變。藉由量測所得電流，可判定在任何特定單元內之電阻，且由此判定自由可寫入(自由)層之極性。若該兩個層具有相同極化，則此被認為意謂狀態「0」，且電阻係「低」，而若該兩個層具有相反極化，則電阻將會更高且此意謂狀態「1」。使用多種技術將資料寫入至單元。

在習知MRAM中，外部磁場由靠近單元之電線中的電流提供，其足夠強大以將自由層對準。自旋轉移力矩(STT) MRAM使用自旋對準之(「極化之」)電子來直接扭轉自由層之域。流入自由層中之此種極化電子施加足夠的力矩以便將自由層之磁化進行重新對準(例如，反轉)。

磁阻式RAM (MeRAM)使用穿隧磁阻(TMR)效應以用於在雙端記憶體元件中進行讀出，此類似於其他類型之MRAM。然而，由在隧道障壁與自由層之界面處之VCMA來執行資訊之寫入，此與電流控制(例

如，STT或自旋軌道力矩(SOT))機制相反。在VCMA裝置中，藉由施加電場控制磁性質。VCMA裝置係基於奈米磁體之電場誘導切換。MeRAM裝置有可能大幅降低功率耗散。藉由消除操作裝置對電流之需要，顯著地降低歐姆耗散，從而導致非常低的動態(亦即，切換)能量耗散。除了降低的功率耗散之外，使用電場以用於寫入MeRAM亦提供增強位元密度方面之優勢。詳言之，在存取裝置(例如，電晶體)整合於電路中時，磁電寫入不對存取裝置施加基於電流驅動之大小限制，因此允許小得多的總體單元面積。同時，MeRAM原則上保持STT-MRAM之所有主要優勢，即高耐久性、高速、耐輻射性及非揮發性操作之可能性。

因此，存在對高密度及高能量效率磁性記憶體裝置之需要。

#### 【發明內容】

本揭露之系統、方法及裝置各自均具有若干態樣，其中並非僅靠任何單項態樣來負責其令人期望的屬性。在不限制本揭露之如隨後的申請專利範圍所表達的範疇的情況下，現將簡要地論述一些特徵。在考慮此論述後，且特定而言，在閱讀標題為「實施方式」的部分後，吾人將理解本揭露之該等特徵如何提供包括在無線網路中之存取點與站台之間的改善之通信的優勢。

本揭露之態樣總體上係關於資料儲存系統，且更特定而言，係關於一種使用外部鐵磁偏壓膜之VCMA切換裝置。

在一項態樣，提供一種MRAM裝置。該MRAM裝置總體上包括：一基板；至少一個MTJ堆疊，其安置於該基板上，其中該MTJ堆疊包含在具有固定磁化之第一鐵磁層與具有非固定磁化之第二鐵磁層之間的隧道障壁層；及一磁體，其安置成相鄰於該第二鐵磁層。

在另一態樣，提供一種用於製造MRAM裝置之方法。該方法總體上包括：在基板上形成至少一個MTJ堆疊，其中該MTJ堆疊包括在具

有固定磁化之第一鐵磁層與具有非固定磁化之第二鐵磁層之間的隧道障壁層；及安置成相鄰於該第二鐵磁層之磁體。

在又一態樣，提供一種MRAM裝置。該MRAM裝置總體上包括：一基板；至少一個MTJ堆疊，其安置於該基板上，其中該MTJ堆疊包含在具有固定磁化之第一鐵磁層與具有非固定磁化之第二鐵磁層之間的隧道障壁層；一鈍化層，其形成於該基板上，其中該鈍化層填充在MTJ之間的空間；及一磁體，其安置成相鄰於該第二鐵磁層，其中該磁體包含平行於該基板水平地安置且與該第二鐵磁層對準之鐵磁偏壓層，且其中當偏壓電壓經施加至該MTJ堆疊時，該第二鐵磁層之磁化圍繞來自該磁體之偏壓場進動，以使得當電場經施加至該MTJ堆疊時，該MTJ堆疊之磁極性被反轉。

為實現前述及相關目的，一或多項態樣包含下文中完整描述且在申請專利範圍中所特定指明的特徵。以下描述及所附圖式詳細陳述該一或多項態樣之某些說明性特徵。然而，此等特徵僅指示可以使用各項態樣之原理的少數各種方式，且此描述意欲包括所有此等態樣及其等效物。

### 【圖式簡單說明】

可藉由參考若干態樣來獲得可詳細理解本揭露之下述特徵(下文簡要概述之更特定描述)的方式，該等態樣中之一些在所附圖式中加以說明。然而應注意，該等所附圖式僅說明本揭露之某些典型態樣，且因此不被認為限制其範疇，此係因為本發明可以承認其他同等有效的態樣。

圖1係說明根據本揭露之某些態樣的實例MTJ堆疊之圖。

圖2係說明具有堆疊內磁偏壓層之實例MTJ堆疊之圖。

圖3根據本揭露之某些態樣說明施加磁場以調整能量障壁。

圖4根據本揭露之某些態樣說明藉由施加電壓來切換磁極性。

圖5係說明使用堆疊內偏壓場對垂直MTJ裝置進行之實例VCAM驅動寫入與TMR讀出的曲線圖。

圖6係說明根據本揭露之某些態樣的用於製造MRAM裝置之實例操作的方塊圖。

圖7係說明根據本揭露之某些態樣的具有MTJ堆疊與外部磁偏壓層之實例MRAM裝置的圖。

為了便於理解，在可能的情況下已使用相同的參考數字以便指定諸圖所共有的相同元件。預期在一項態樣中揭露之元件可有利地用於其他態樣而無需特定引用。

### 【實施方式】

下文參看隨附圖式對本揭露之各項態樣進行更完整的描述。然而，本揭露可以以許多不同形式體現，且不應當被解釋為受限於貫穿本揭露所呈現之任何特定結構或功能。確切而言，提供此等態樣以使得本揭露將為充分且完整的，且將向熟習此項技術者充分地傳達本揭露之範疇。基於本文中之教示，熟習此項技術者應瞭解，本揭露之範疇意欲涵蓋在本文中揭露的本揭露之任何態樣，無論係獨立地實施抑或與本揭露之任何其他態樣組合地實施。舉例而言，可以使用本文中所陳述之任何數目項態樣實施設備或實踐方法。另外，除了本文中所陳述之本揭露的各項態樣以外或不同於該等態樣，本揭露之範疇意欲涵蓋使用其他結構、功能性或結構及功能性實踐之此設備或方法。應理解，本文中所揭露的本揭露之任何態樣可藉由申請專利範圍之一或多個元件體現。

詞「例示性」在本文中用以意謂「充當實例、例項或說明」。本文中描述為「例示性」之任何態樣不必解釋為較佳的或優於其他態樣。

本揭露之態樣總體上係關於一種使用外部鐵磁偏壓膜之VCMA切換裝置。舉例而言，如將在本文中更詳細論述的，可以在基板上形成

至少一個MTJ堆疊。MTJ堆疊可以包括在具有固定磁化之第一鐵磁層與具有非固定磁化之第二鐵磁層之間的隧道障壁層。外部磁體(例如，鐵磁偏壓層)可以安置成相鄰於第二鐵磁層。

在本揭露之態樣的以下描述中，參看形成本揭露之一部分的隨附圖式，且在附圖中以說明方式展示可以實踐本揭露之多個特定實施。應注意，本文中所論述之諸圖並未按比例繪製且不指示實際或相對大小。諸圖中之任何影線用於區分層且不表示所使用材料之類型。通常在單個晶圓上同時製造複數個MRAM單元陣列。本文中之諸圖及描述僅參考通常將在單一個晶圓上同時製造之複數個單元中的一些單元。

#### 實例VCMA切換裝置

在金屬鐵磁膜(諸如，通常用在MTJ裝置中之彼等金屬鐵磁膜)中，電場由於材料之導電性而被屏蔽且因此僅穿透入膜表面幾埃。因此，接近表面之電場的強度原則上對於磁性質之電場控制係一種限制。然而，藉由利用超薄(例如，小於2 nm)鐵磁膜，磁性質可能對界面效應敏感或甚至由界面效應主導，因此提供一種用於將所施加之電場耦合至材料之磁各向異性的機制。因此，經由壓控界面垂直磁各向異性(PMA)操縱金屬鐵磁體可用於實現電場受控磁性裝置。

可依據界面處之原子軌道的佔有率之電場誘導變化對VCMA效應進行解釋，該效應結合自旋軌道相互作用導致各向異性之變化。

圖2係說明具有堆疊內磁偏壓層之實例MTJ堆疊200之圖。如圖2中所展示，MTJ堆疊200包括固定層202、隧道障壁層204、自由層206、鈍化層208及堆疊內磁偏壓層210。MTJ堆疊之一個實例可包括CoFeB磁性層202及206以及作為隧道障壁層204之MgO。CoFeB-MgO MTJ(或其他相似類型MTJ)展現壓控磁各向異性(VCMA)，其中電場改變電子在CeFeB/MgO界面處之密度且影響垂直各向異性。舉例而言，在界面處之電子密度的降低增加了垂直各向異性。由於此磁電耦合並非應變

調節的，因此其無耐久性限制，此使得其與邏輯及記憶體應用相容。

外部磁場使能量障壁定向傾斜，而壓控各向異性取決於極性而減少或增加能量障壁。圖3根據本揭露之某些態樣說明施加磁場以調整能量障壁。當如圖4中所說明施加電壓(脈衝)時，調整能量障壁可實現判定性切換。舉例而言，如圖4中所展示，MTJ可以具有與初始磁化 $H_{\text{eff}}$ 對準之自由層磁化。在此實例中， $H_{\text{eff}}$ 強調界面平面外各向異性且由其主導。電壓之施加導致電場通過MgO障壁且降低了界面各向異性。自由層之磁各向異性經由VCMA效應的此重新組態允許使用電場進行切換；換言之，歸因於VCMA效應之矯頑力的降低用以切換VMTJ之自由層的磁化而不影響自旋極化電流。如圖4中所展示，當施加電壓脈衝 $V_p$ 時，影響自由層之有效場 $H_{\text{eff}}$ 在平面內傾斜，此係因為界面各向異性場被降低且 $H_{\text{eff}}$ 現由來自堆疊內層210之偏壓場主導。自由層之磁化將圍繞 $H_{\text{eff}}$ 進動直至其最終與 $H_{\text{eff}}$ 對準。阻尼在系統中足夠低，此係因為在進動停止前將發生許多振盪。可藉由斷開 $V_p$ 來中斷進動，此可導致最終磁化狀態具有與初始磁化方向相反之極性。

此種電場受控MTJ可以與互補金屬氧化物半導體(CMOS)整合相容。可以經由TMR效應執行讀出且可以使用VCMA經由電場執行電寫入。舉例而言，寫入可為時間小於1 ns之共振(進動)。對於可調性及密度，位元可為垂直的。

圖5係展示使用堆疊內偏壓場對垂直80 nm × 80 nm MTJ裝置進行之VCMA驅動寫入與TMR讀出的曲線圖500。如圖5中所展示，可以實現100%切換(例如，在大約700 ps ± 250 ps之時間窗中)。在此實例中，切換能量可大約為10 fJ/位元，其中寫入時間小於1 ns。由於此進動的VCMA切換係觸發操作而非判定性操作(亦即，在每一次施加VCMA脈衝時發生切換)，因此讀取可以在切換前及/或切換後進行以便判定位元之極性，且無論是否應該施加觸發脈衝。

習知地，磁場由堆疊內磁偏壓層(諸如，圖2中所展示之堆疊內磁偏壓層210)提供。

#### 使用外部鐵磁偏壓層之實例VCMA切換裝置

根據本揭露之某些態樣，描述了具有外部(例如，與堆疊內相反)磁體(例如，偏壓層)之磁性隧道接面(MTJ)裝置。外部(例如，永久)磁體之使用可以允許更簡單的堆疊。

圖6係說明根據本揭露之某些態樣的用於製造MRAM裝置之實例操作600的呼叫流程。舉例而言，操作600可用於製造圖7中所說明之MRAM裝置700。

在602處，可以在基板(例如，基板702)上形成至少一個MTJ堆疊(例如，此MTJ堆疊704)，其中該MTJ堆疊包含在具有固定磁化(例如，固定層706)之第一鐵磁層(例如，CoFeB層)與具有非固定磁化(例如，自由層710)之第二鐵磁層(例如，CoFeB層)之間的隧道障壁層(例如，可為MgO層之隧道障壁層708)。

在604處，可以相鄰於第二鐵磁層安置(例如，形成)磁體(例如，外部磁體712)。根據某些態樣，可以將磁體安置於沈積在基板上之鈍化層中以防止短路(例如，在研磨裝置後)。根據某些態樣，磁體可為形成於基板(例如，晶圓)上的鐵磁偏壓層(例如，硬材料(諸如，CoPt層)或軟材料(諸如，由反鐵磁體釘紮之NiFe層))。如圖7中所展示，外部磁體712可以平行於基板702水平地形成且與自由層710對準。

在606處，向MTJ堆疊施加偏壓電壓，以使得自由層/障壁界面處之垂直各向異性被降低(亦即，VCMA效應)，致使自由層之磁化圍繞有效場(現在由偏壓磁體所產生之場主導)進動。脈衝持續時間可經最佳化以便使進動停止以使得自由層之磁極性被反轉。根據某些態樣，在製造裝置時，可以選擇所安置磁體之厚度及/或所安置磁體距第二鐵磁層之距離，以使得磁體將對MTJ堆疊施加所期望的(例如，最佳的)電場。

根據某些態樣，可以使用離子束沈積(IBD)、電鍍、濺鍍或用於沈積之其他技術安置外部磁體。

圖7係說明根據本揭露之某些態樣的具有MTJ堆疊704與外部磁體712之實例MRAM裝置700的圖。根據某些態樣，當向MTJ堆疊施加電場(例如，VCMA脈衝)時，自由層之磁化可以圍繞永久偏壓場(由外部磁體提供)進動。外部磁體之力矩及厚度的最佳化可以用於提供所期望的進動場。舉例而言，使用更強的磁場可以提供更快時間的進動。

根據某些態樣，外部磁場之使用可以導致改善之磁場控制、使用更大磁場之能力、更加容易地刻蝕MTJ堆疊之能力及更簡單之磁學。另外，由於層可更薄且更易於刻蝕透，因此可以使用更窄的最終間距。另外，堆疊內磁體可能需要大的平面內場退火場以便設定其方向，此可能不利於自由層性質及垂直各向異性。另外，應理解，儘管針對外部磁體712已經展示具有高矯頑力之永久磁性(硬磁體)，但亦可以使用耦合至反鐵磁偏壓層之低矯頑力永久磁體(軟磁體)。

在本文中所揭露之方法包含用於實現上述方法之一或多個步驟或動作。該等方法步驟及/或動作可以彼此互換而不背離申請專利範圍之範疇。換言之，除非指定了步驟或動作之特定次序，否則可以在不背離申請專利範圍之範疇的情況下修改特定步驟及/或動作之次序及/或使用。

如在本文中所使用的，參考項目清單「中之至少一者」的片語指彼等項目之任何組合，包括單個成員。舉例而言，「以下各項中的至少一者：a、b或c」意欲涵蓋a、b、c、a-b、a-c、b-c及a-b-c，以及與多個相同元件之組合(例如，a-a、a-a-a、a-a-b、a-a-c、a-b-b、a-c-c、b-b、b-b-b、b-b-c、c-c及c-c-c或a、b及c之任何其他排序)。

以上所描述之方法的各種操作可以由能夠執行相應功能之任何合適構件執行。該構件可以包括各種硬體及/或軟體組件。

應理解，申請專利範圍並不限於以上所說明之精確組態及組件。在不背離申請專利範圍的範疇之情況下，可以在以上所描述之方法及設備的配置、操作及細節中做出各種修改、改變及變化。

**【符號說明】**

- 100 磁性隧道接面(MTJ)堆疊
- 102 永久磁體
- 104 穿隧障壁層
- 106 板
- 200 MTJ堆疊
- 202 固定層
- 204 隧道障壁層
- 206 自由層
- 208 鈍化層
- 210 堆疊內磁偏壓層
- 500 曲線圖
- 600 操作
- 602 步驟
- 604 步驟
- 606 步驟
- 700 MRAM裝置
- 702 基板
- 704 MTJ堆疊
- 706 固定層
- 708 隧道障壁層
- 710 自由層
- 712 外部磁體

## 申請專利範圍

1. 一種磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)裝置，該裝置包括：
  - 一基板；
  - 至少一個磁性隧道界面(MTJ)堆疊，其安置於該基板上，其中該MTJ堆疊包含一隧道障壁層，該隧道障壁層在具有一固定磁化之一第一鐵磁層與具有非固定磁化之一第二鐵磁層之間；及
  - 一磁體，其安置成相鄰於該第二鐵磁層，其中該磁體為該MTJ堆疊外部之一磁體且水平地平行於該基板，並與該第二鐵磁層對準。
2. 如請求項1之MRAM裝置，其中該磁體包含一鐵磁偏壓層。
3. 如請求項1之MRAM裝置，其中該磁體包含由一反鐵磁體釘紮之一硬鐵磁層或一軟鐵磁層。
4. 如請求項3之MRAM裝置，其中該硬鐵磁層包含CoPt且該軟鐵磁層包含NiFe。
5. 如請求項1之MRAM裝置，其中該MRAM裝置進一步包含形成於該基板上之一鈍化層，且其中該磁體安置於該鈍化層中。
6. 如請求項1之MRAM裝置，其中該第一鐵磁層及該第二鐵磁層包含CoFeB層。
7. 如請求項1之MRAM裝置，其中該隧道障壁層包含一MgO層。
8. 一種用於製造一磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)裝置之方法，該方法包含：
  - 在一基板上形成至少一個磁性隧道界面(MTJ)堆疊，其中該MTJ堆疊包含一隧道障壁層，該隧道障壁層在具有一固定磁化之一第一鐵磁層與具有非固定磁化之一第二鐵磁層之間；及
  - 相鄰於該第二鐵磁層安置一磁體，其中該磁體為該MTJ堆疊外

部之一磁體且水平地平行於該基板，並與該第二鐵磁層對準。

9. 如請求項8之方法，其中該磁體包含一鐵磁偏壓層。
10. 如請求項8之方法，其中該磁體包含由一反鐵磁體釘紮之一硬鐵磁層或一軟鐵磁層。
11. 如請求項10之方法，其中該硬鐵磁層包含CoPt且該軟鐵磁層包含NiFe。
12. 如請求項8之方法，其進一步包含：

在該基板上形成一鈍化層，其中該磁體安置於該鈍化層中。
13. 如請求項8之方法，其中該第一鐵磁層及該第二鐵磁層包含CoFeB層。
14. 如請求項8之方法，其中該隧道障壁層包含一MgO層。
15. 如請求項8之方法，其進一步包含：使用一壓控磁各向異性(VCMA)效應以使得該第二鐵磁層之該磁化圍繞來自該磁體之一偏壓場進動，以致該第二鐵磁層之一磁極性被反轉。
16. 如請求項15之方法，其中相鄰於該第二鐵磁層之該磁體係一永久磁體。
17. 一種磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)裝置，該裝置包含：

一基板；

至少一個磁性隧道介面(MTJ)堆疊，其安置於該基板上，其中該MTJ堆疊包含在具有一固定磁化之一第一鐵磁層與具有非固定磁化之一第二鐵磁層之間的一隧道障壁層；

一鈍化層，其形成於該基板上，其中該鈍化層填充在MTJ之間的空間；及

一磁體，其安置於該鈍化層中相鄰於該第二鐵磁層，其中該磁體包含平行於該基板水平地安置且與該第二鐵磁層對準之一鐵磁偏壓層，且其中當一偏壓電壓經施加至該MTJ堆疊時，該第二鐵

磁層之該磁化圍繞來自該磁體之一偏壓場進動，以使得當一電場經施加至該MTJ堆疊時，該MTJ堆疊之一磁極性被反轉。

18. 如請求項17之MRAM裝置，其中該磁體包含由一反鐵磁體釘紮之一硬鐵磁層或一軟鐵磁層。
19. 如請求項17之MRAM裝置，其中該磁體係一永久磁體。

圖式

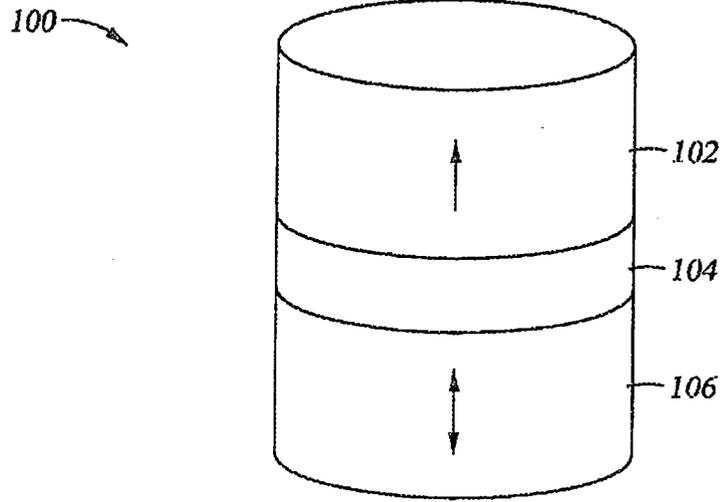


圖1

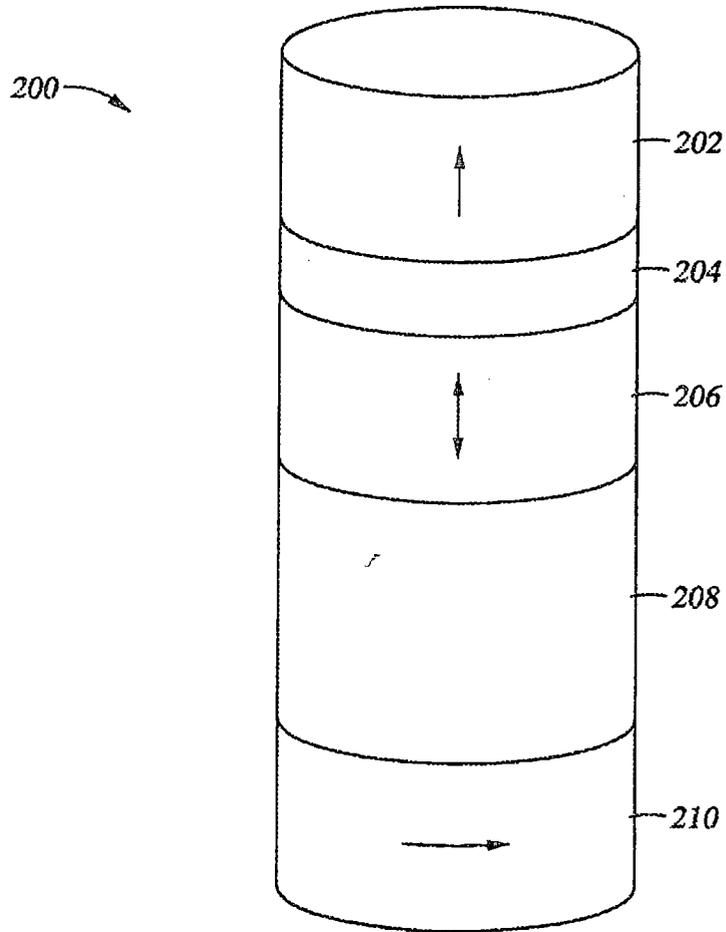


圖2

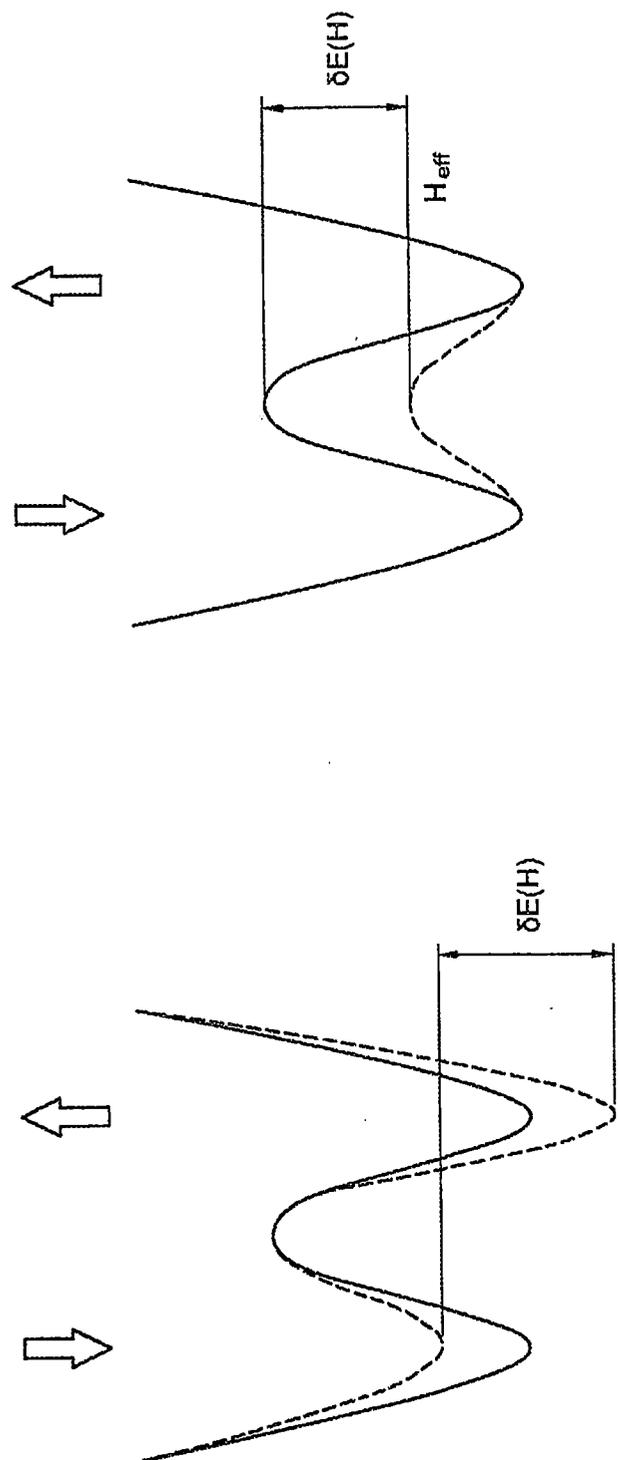


圖3

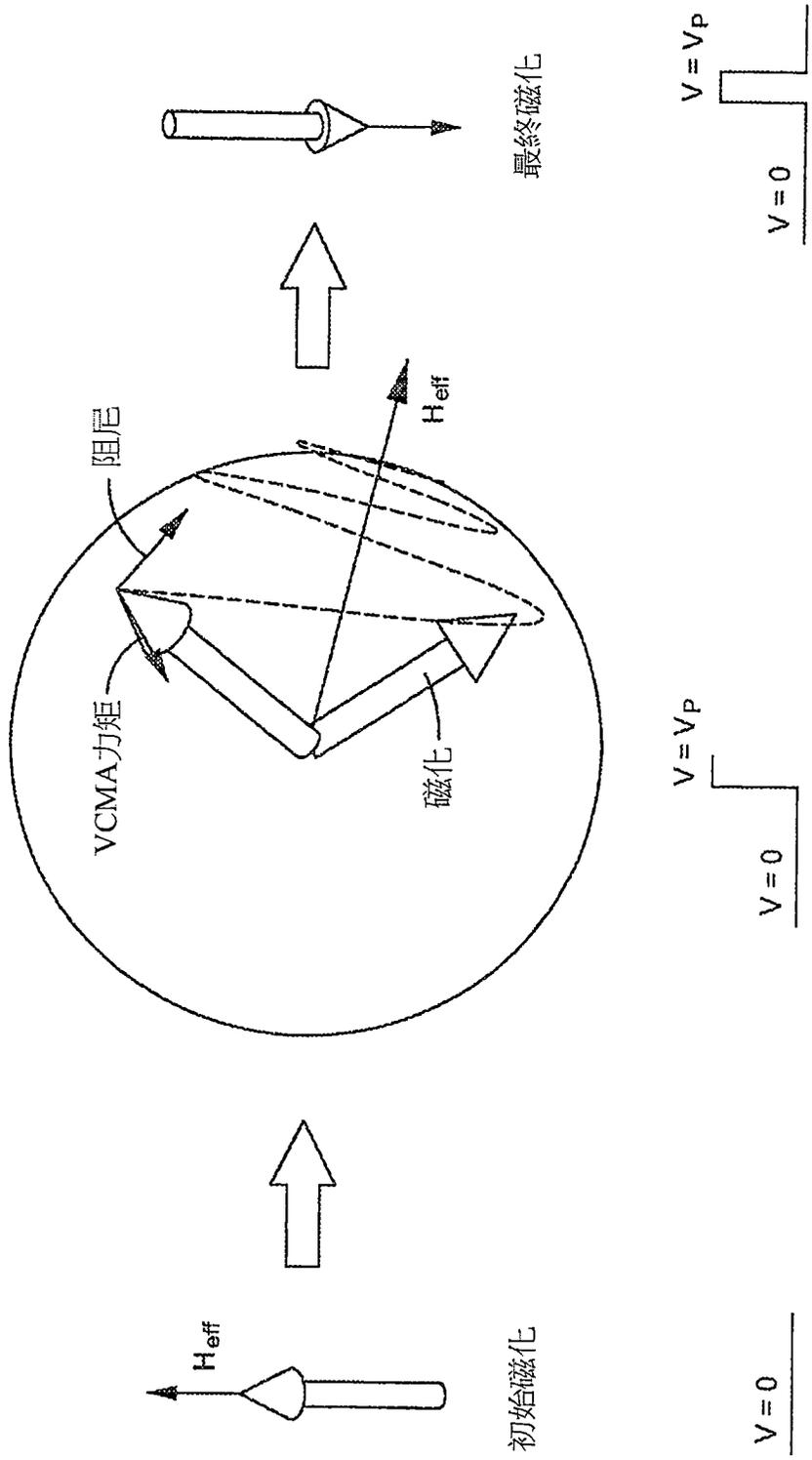
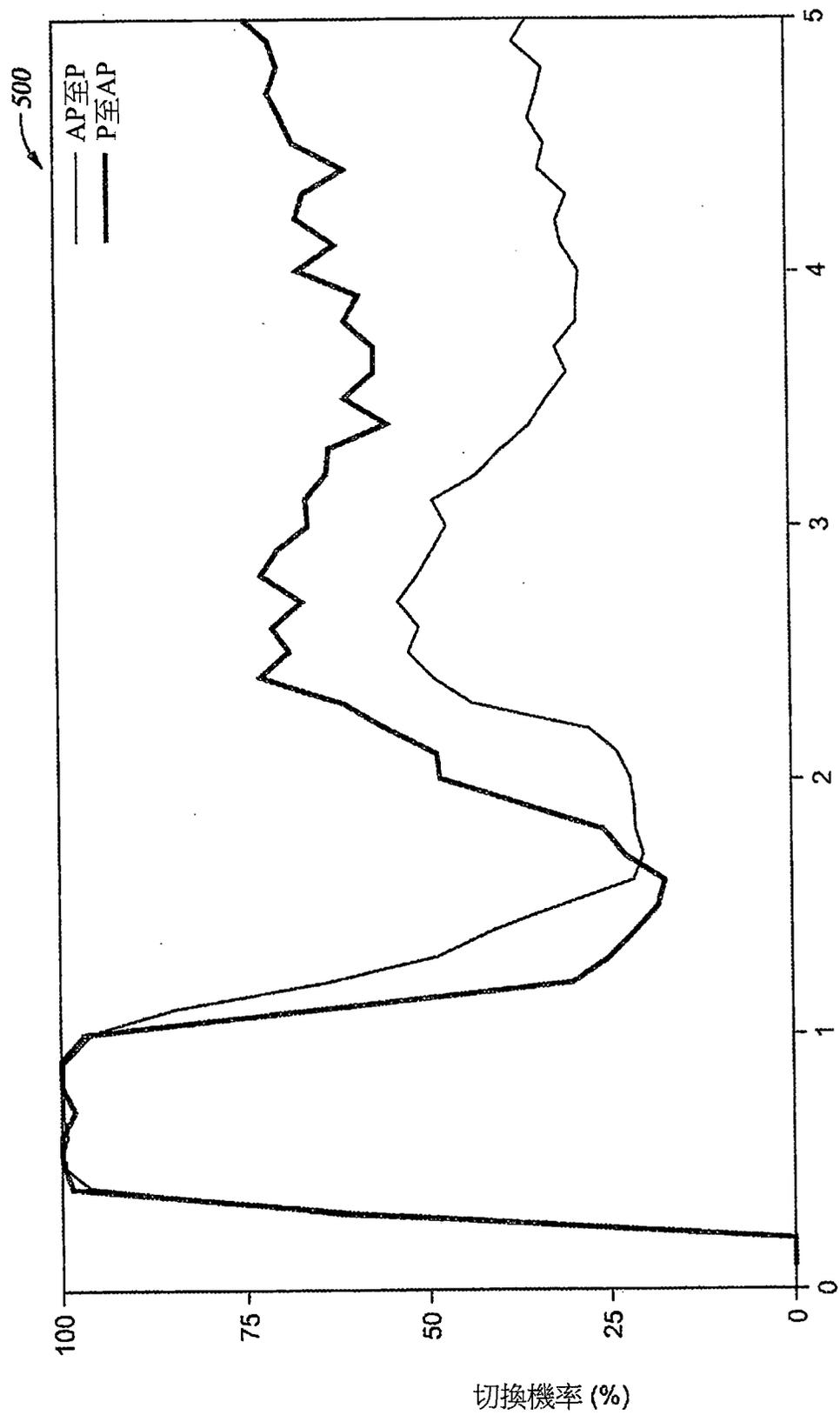


圖4



脈衝持續時間(NS)

圖5

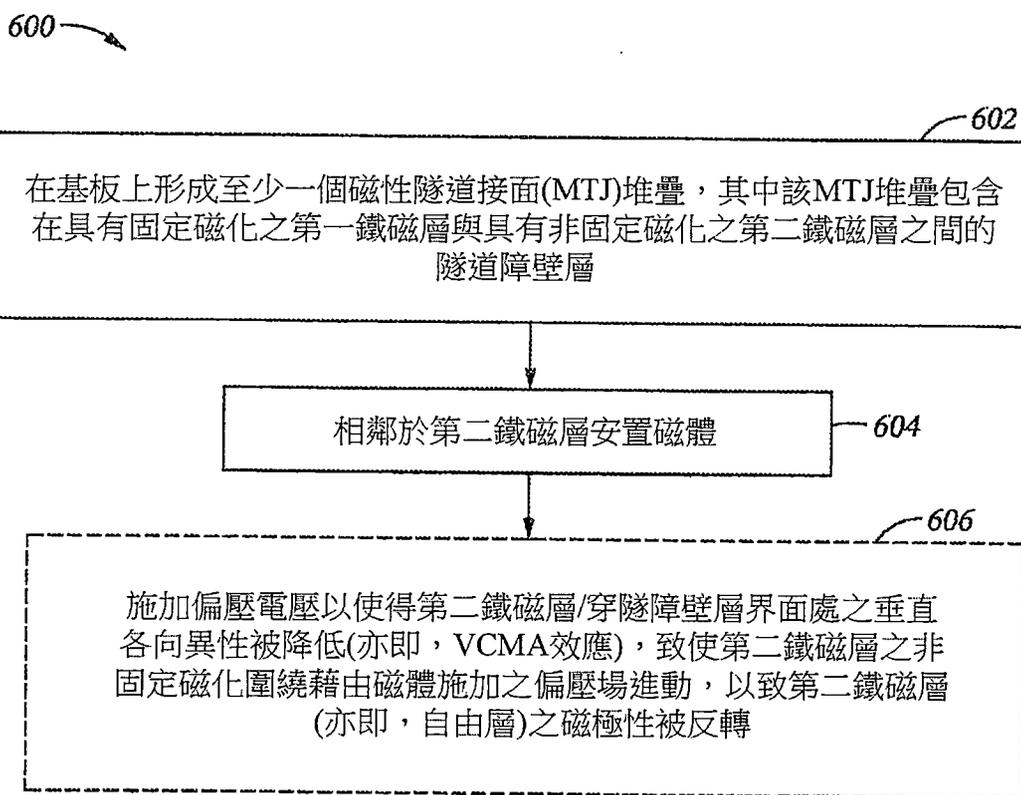


圖6

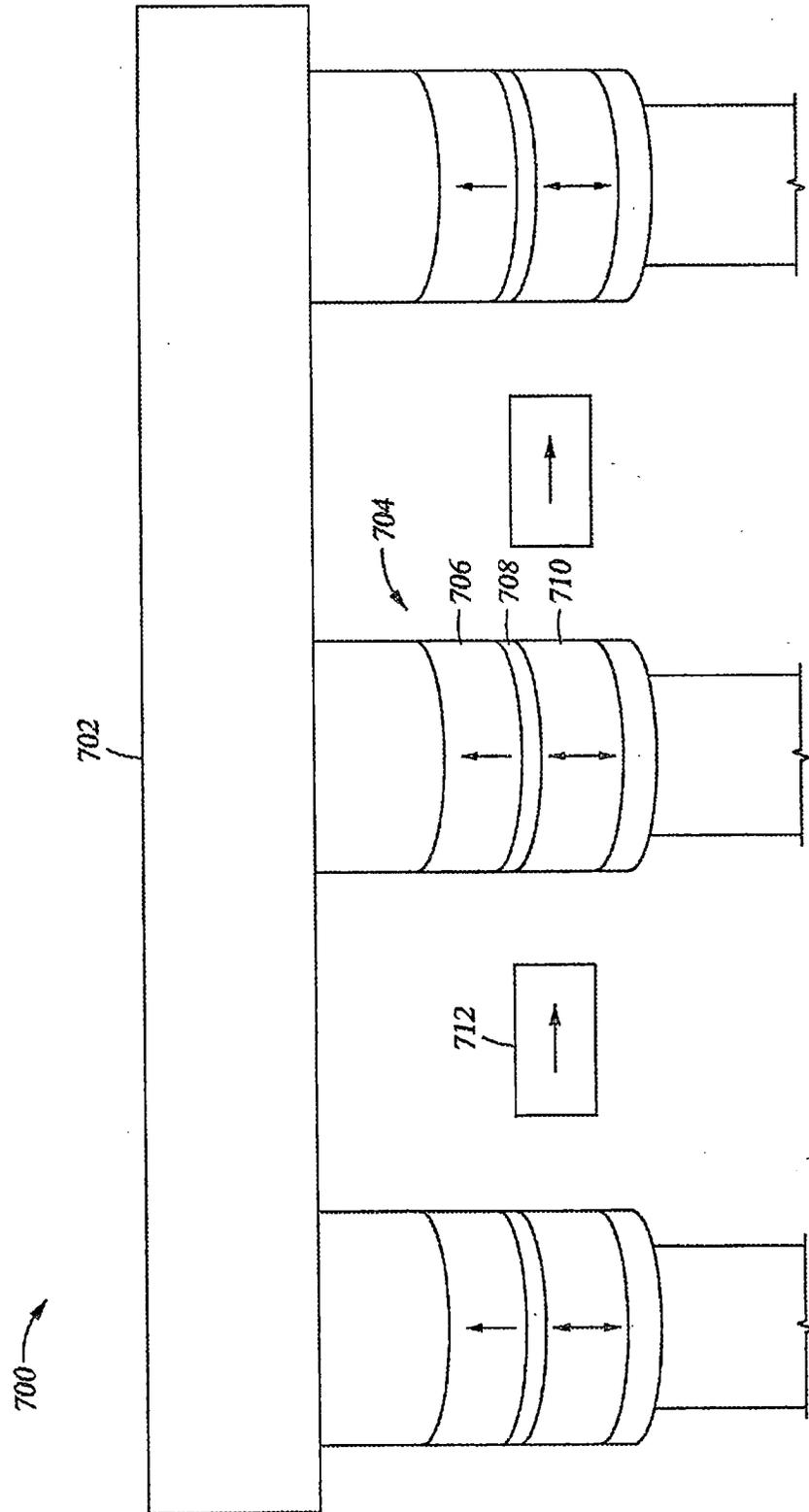


圖7