



(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 I590501 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：105103841

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 04 日

(51) Int. Cl. : **H01L43/02 (2006.01)****H01L43/08 (2006.01)****H01L43/10 (2006.01)**

(30) 優先權：2015/05/05 美國

14/704,023

(71) 申請人：美光科技公司 (美國) MICRON TECHNOLOGY, INC. (US)

美國

(72) 發明人：西迪克 曼札拉 SIDDIK, MANZAR (SG)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

US 6788502B1

US 2005/0006682A1

審查人員：廖崑男

申請專利範圍項數：62 項 圖式數：4 共 24 頁

(54) 名稱

磁穿隧接面

MAGNETIC TUNNEL JUNCTIONS

(57) 摘要

本發明揭示一種磁穿隧接面，其包括一導電第一磁電極，該導電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與該第一磁電極隔開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在該第一電極與該第二電極之間。該第一電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，在一項實施例中，該第一結晶磁性區域包括 Co 及 Fe。在一項實施例中，該第一電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形 XN，其中 X 係 W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al 及 Ti 中之一或多者。在一項實施例中，該第一電極包括一第二區域，該第二區域包括 Co、Fe 及 N。

A magnetic tunnel junction comprises a conductive first magnetic electrode comprising magnetic recording material. A conductive second magnetic electrode is spaced from the first electrode and comprises magnetic reference material. A non-magnetic tunnel insulator material is between the first and second electrodes. The magnetic recording material of the first electrode comprises a first crystalline magnetic region, in one embodiment comprising Co and Fe. In one embodiment, the first electrode comprises a second amorphous region comprising amorphous XN, where X is one or more of W, Mo, Cr, V, Nb, Ta, Al, and Ti. In one embodiment, the first electrode comprises a second region comprising Co, Fe, and N.

指定代表圖：

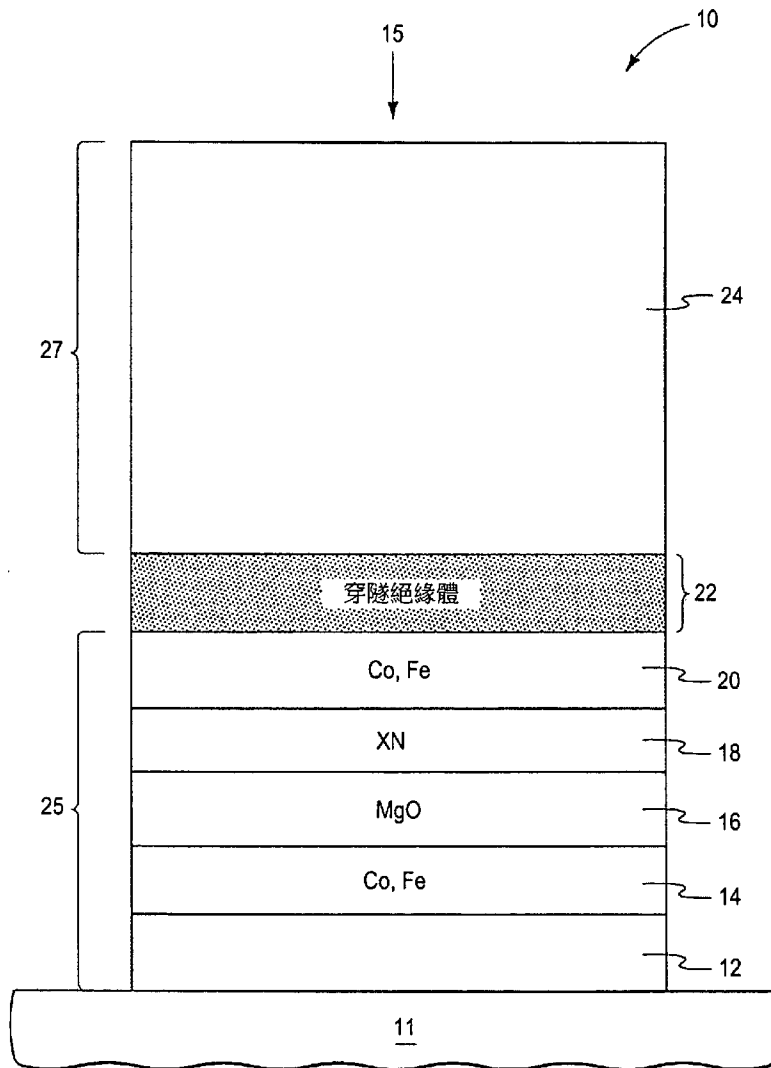


圖 1

符號簡單說明：

- 10 . . . 基板片段/片段
- 11 . . . 基座/基板
- 12 . . . 非磁性金屬區域/金屬區域/區域
- 14 . . . 第三結晶區域/區域/材料
- 15 . . . 磁穿隧界面
- 16 . . . 非磁性之包括 MgO 的區域/區域/材料
- 18 . . . 第二非晶形區域/區域
- 20 . . . 第一結晶磁性區域/區域
- 22 . . . 非磁性穿隧絕緣體材料/組件
- 24 . . . 材料
- 25 . . . 導電第一磁電極/第一電極/電極/組件
- 27 . . . 導電第二磁電極/第二導電磁電極/電極/組件

發明摘要

※ 申請案號：105107841

※ 申請日：105.2.4

※IPC 分類： H01L 43/02 (2006.1)
H01L 43/08 (2006.1)
H01L 43/10 (2006.1)

【發明名稱】

磁穿隧接面

MAGNETIC TUNNEL JUNCTIONS

【中文】

本發明揭示一種磁穿隧接面，其包括一導電第一磁電極，該導電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與該第一磁電極隔開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在該第一電極與該第二電極之間。該第一電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，在一項實施例中，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe。在一項實施例中，該第一電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之一或多者。在一項實施例中，該第一電極包括一第二區域，該第二區域包括Co、Fe及N。

【英文】

A magnetic tunnel junction comprises a conductive first magnetic electrode comprising magnetic recording material. A conductive second magnetic electrode is spaced from the first electrode and comprises magnetic reference material. A non-magnetic tunnel insulator material is between the first and second electrodes. The magnetic recording material of the first electrode comprises a first crystalline magnetic region, in one embodiment comprising Co and Fe. In one embodiment, the first electrode comprises a second amorphous region comprising amorphous XN, where X is one or more of W, Mo, Cr, V, Nb, Ta, Al, and Ti. In one embodiment, the first electrode comprises a second region comprising Co, Fe, and N.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|-----------------------|
| 10 | 基板片段/片段 |
| 11 | 基座/基板 |
| 12 | 非磁性金屬區域/金屬區域/區域 |
| 14 | 第三結晶區域/區域/材料 |
| 15 | 磁穿隧界面 |
| 16 | 非磁性之包括MgO的區域/區域/材料 |
| 18 | 第二非晶形區域/區域 |
| 20 | 第一結晶磁性區域/區域 |
| 22 | 非磁性穿隧絕緣體材料/組件 |
| 24 | 材料 |
| 25 | 導電第一磁電極/第一電極/電極/組件 |
| 27 | 導電第二磁電極/第二導電磁電極/電極/組件 |

【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】

磁穿隧接面

MAGNETIC TUNNEL JUNCTIONS

【技術領域】

文中所揭示之實施例係關於磁穿隧接面、形成一磁穿隧接面之一磁電極之方法及形成一磁穿隧接面之方法。

【先前技術】

一磁穿隧接面係具有被一薄的非磁性絕緣體材料(例如，介電質材料)隔開之兩個導電磁電極的一積體電路組件。絕緣體材料足夠薄使得電子在適當的條件下可透過絕緣體材料從一磁電極穿隧至另一磁電極。在一正常操作寫入或擦除電流/電壓下，磁電極之至少一者可使其之整體磁化方向在兩個狀態之間切換，且其通常被稱為「自由」或「記錄」電極。另一磁電極通常被稱為「參考」、「固定的」或「釘紮的」電極，且當施加正常操作寫入或擦除電流/電壓時，其之整體磁化方向將不切換。參考電極及記錄電極電耦合至各自的導電節點。穿過參考電極、絕緣體材料及記錄電極在該兩個節點之間流動之電流的電阻取決於記錄電極相對於參考電極的整體磁化方向。因此，一磁穿隧接面可經程式化為至少兩個狀態之一者，且藉由量測流過磁穿隧接面之電流可感測該等狀態。由於磁穿隧接面在兩個導電狀態之間可經「程式化」，已提議將其等用於記憶體積體電路中。此外，磁穿隧接面可用於除記憶體以外之邏輯或其他電路。

記錄電極之整體磁化方向可藉由一電流引發的外部磁場切換或藉由使用一自旋極化電流以引起一自旋轉移磁矩(STT)效應切換。電

荷載流子(諸如電子)具有稱為「自旋」之一性質，自旋係該載流子內在的少量角動量。一電流通常不極化(具有50%「自旋向上」及50%「自旋向下」的電子)。一自旋極化電流係帶有更多任一自旋之電子的電流。藉由使一電流穿過某些磁性材料(有時亦稱之為極化器材料)，該電流可產生一自旋極化電流。若一自旋極化電流經引導至一磁性材料中，則自旋角動量可傳輸至該材料，藉此影響其磁化定向。若自旋極化電流具有足夠量值，則此可用於激發振盪或甚至翻轉(即，切換)磁性材料之定向/磁疇方向。

Co與Fe之一合金或其他混合物係一種被建議用作一極化器材料及/或用作一磁穿隧界面中之一記錄電極之磁記錄材料之至少部分的常見材料。一更具體的實例係 $\text{Co}_x\text{Fe}_y\text{B}_z$ ，其中x及y各自係10至80且z係0至50，且可縮寫為CoFe或CoFeB。MgO係一種用於非磁性穿隧絕緣體之理想材料。理想地，此等材料各自係具有一體心立方(bcc) 001晶格之結晶。可使用任何合適的技術沈積此等材料，例如，藉由物理汽相沈積。可用於最終在此等材料中生產bcc 001晶格之一項技術包含最初形成將係非晶形的CoFe且形成後即沈積包括MgO之穿隧絕緣體材料。在沈積期間及/或沈積之後，理想地，MgO穿隧絕緣體、CoFe及穿隧絕緣體分別達成一均勻的bcc 001晶格結構。

硼通常沈積為CoFe之部分以確保或提供CoFe之最初的非晶形沈積。在沈積MgO期間或之後，藉由在至少約250°C之一溫度下退火基板而可使CoFe之結晶化發生。此將引發形成的CoFe基體中之B原子擴散出去以允許結晶化成bcc 001 CoFe。Bcc 001 MgO在CoFe之結晶化期間充當一模板。然而，完成的磁穿隧界面構造中之B，具體而言，在CoFe/MgO介面處或在MgO晶格內之B，非所欲地降低磁穿隧界面之穿隧磁阻(TMR)。

【圖式簡單說明】

圖1係根據本發明之一實施例之包括一磁穿隧界面之一基板片段之一圖解剖視圖。

圖2係根據本發明之一實施例之包括一磁穿隧界面之一基板片段之一圖解剖視圖。

圖3係根據本發明之一實施例之包括一磁穿隧界面之一基板片段之一圖解剖視圖。

圖4係根據本發明之一實施例之包括一磁穿隧界面之一基板片段之一圖解剖視圖。

【實施方式】

本發明之實施例包含磁穿隧界面。最初參考關於一基板片段10之圖1來描述例示性實施例，且基板片段10可包括一半導體基板。在文件之內容脈絡中，將術語「半導體基板」或「半導體基板」定義為表示包括半導體材料之任何構造，包含但不限於本體半導體材料，諸如，一半導體晶圓(單獨地或在其上包括其他材料之總成中)，及半導體材料層(單獨地或在包括其他材料之總成中)。術語「基板」係指任何支撐結構，包含但不限於上文描述之半導體基板。基板片段10包括一基座或基板11，基座或基板11展示已在其上形成一立面堆疊之各種材料。材料可在圖1所描繪之材料的旁邊、立面向內或立面向外。例如，可在片段10附近某處或片段10內提供積體電路之其他部分或整體製造的組件。基板11可包括導電(即，在此係電氣學)、半導體或絕緣/絕緣體(即，在此係電氣學)材料之任何一或多者。無論如何，文中描述之任何材料、區域及結構可係同質的或非同質的，且無論如何，可連續地或不連續地上覆於任何材料。此外，除非另有說明，否則可使用任何合適的或待發展之技術來形成各材料，其中原子層沈積、化學汽相沈積、物理汽相沈積、磊晶生長、擴散摻雜及離子植入為實例。

一磁穿隧界面15在基板11上面，且包括一導電第一磁(即，在此

係亞鐵磁性或鐵磁性)電極25，該電極25包括磁記錄材料，且一導電第二磁電極27與第一電極25隔開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料22 (例如，包括MgO、基本上係由，或係由MgO組成)係在第一電極與第二電極之間。電極25及27個別可含有非磁性絕緣體、半導體及/或導電材料或區域。然而，儘管電極可在其中具有內在局部地非磁性及/或不導電之一或多個區域，但是當個別考量時，電極25及27具有呈整體且集體有磁性及導電性之特徵。此外，文中引用「磁性」並不需要所陳述之磁性材料或區域在最初形成時有磁性，而是需要所陳述之磁性材料或區域的一些部分在磁穿隧接面之完成的電路構造中有功能上的「磁性」。

組件25及27之各者之例示性最大厚度為約20埃至約150埃，且組件22之例示性最大厚度為約5埃至約25埃。在此文件中，「厚度」本身(前面無方向形容詞)經定義為自具有不同組合物之一緊鄰材料或一緊鄰區域之一最靠近的表面垂直穿過一給定材料或區域之平均直線距離。此外，文中所描述之各種材料及區域可具有實質上恆定的厚度或可變的厚度。除非另有指明，否則若具有可變的厚度，則厚度係指平均厚度。如文中所用，「不同組合物」僅需要兩種所陳述之材料或區域之彼此可直接抵靠之該等部分化學地及/或物理地不同(例如若此等材料或區域係非同質的)。若兩種所陳述之材料或區域彼此不直接抵靠，則「不同組合物」僅需要兩種所陳述之材料或區域之彼此最靠近之該等部分化學及/或物理地不同(若此等材料或區域係非同質的)。在此文件中，當所陳述之材料、區域或結構相對於彼此存在至少一些實體碰觸接觸時，一材料、區域或結構「直接抵靠」另一者。相比之下，前面無「直接地」之「上面」、「上」及「抵靠」包含「直接抵靠」及其中中介材料、區域或結構引起所陳述之材料、區域或結構相對於彼此無實體觸碰接觸之構造。

電極25及27之立面位置可顛倒及/或可使用非立面堆疊之定向(例如，橫向；對角線；立面、水平、對角線之一或多者之一組合等)。在此文件中，「立面」、「上部」、「下部」、「頂部」及「底部」係參考垂直方向。「水平」係指沿著在製造期間基板處理所相對之一主要表面的一大體方向，且「垂直」係大體正交於其之一方向。此外，如文中所使用之「垂直」及「水平」係相對於彼此大體上垂直的方向且獨立於三維空間中基板之定向。

第一電極25之磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域20，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe。使用於此文件中之材料或區域的「結晶」特徵需要所陳述之材料或區域至少90%的體積結晶。在一項實施例中，第一結晶磁性區域20包括B (例如， $\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{B}_{10}$)且在一項替代實施例中不含B。在此文件中，「不含B」意謂著B原子從0%至不到0.1%。第一結晶磁性區域20可包括Co及Fe、基本上由或由Co及Fe組成。第一結晶磁性區域20可包括Co、Fe及B、基本上由或由Co、Fe及B組成。當區域20在最初形成時包括15%或更多的B原子時，區域20可係非晶形的。在隨後的處理期間，隨後的專用退火或內在高溫暴露可自區域20移除B，使其原子濃度從0%至約10%，藉此區域20成為結晶。在一項實施例中，非磁性穿隧絕緣體材料22包括MgO，且第一結晶磁性區域20之Co及Fe直接抵靠非磁性穿隧絕緣體材料22之MgO。在一項實施例中，當B係第一結晶磁性區域之部分且非磁性穿隧絕緣體材料22包括MgO時，第一結晶磁性區域20之Co、Fe及B直接抵靠非磁性穿隧絕緣體材料22之MgO。區域20之一例示性厚度為約7埃至約20埃。

第一電極25包括一第二非晶形區域18，該第二非晶形區域18包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti之一或多者。N當然係氮，且XN並不一定意欲暗示化學計量。使用於此文件中

之材料或區域的「非晶形」特徵需要所陳述之材料或區域至少90%的體積係非晶形的。區域18可包括非晶形XN、基本上由或由非晶形XN組成。在一項實施例中，第二非晶形區域18之非晶形XN直接抵靠第一結晶磁性區域20之Co及Fe。在一項實施例中，當第一結晶磁性區域20包括B時，第二非晶形區域18之非晶形XN直接抵靠第一結晶磁性區域20之Co、Fe及B。在一項實施例中，X包括W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti之不只一者(即，兩個或兩個以上)。在一項實施例中，非晶形XN係化學計量的。在一項實施例中，非晶形XN係非化學計量之富N(例如，為了降低來自化學計量之XN之導電性)。在一項實施例中，包括非晶形XN之第二非晶形區域18具有不大於約10埃之一最大厚度。

在一項實施例中，第一電極25包括(例如，藉由區域18及20)與非磁性穿隧絕緣體材料22隔開之一非磁性之包括MgO的區域16。區域16可包括MgO、基本上係由，或係由MgO組成。在一項實施例中，當包括MgO之區域16存在MgO時，該MgO直接抵靠第二非晶形區域18之非晶形XN。當包括MgO之區域16存在一例示性最大厚度時，該厚度為約3埃至約10埃。

在一項實施例中，第一電極25包括一第三結晶區域14，該第三結晶區域14包括Co及Fe。在一項實施例中，第三結晶區域14包括B(例如， $\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{B}_{10}$)，且在一項替代實施例中不含B。當區域14存在一例示性最大厚度時，該厚度為約4埃至約10埃。在一項實施例中，當存在區域14及16時，區域16之MgO直接抵靠第三結晶區域14之Co及Fe。在一項實施例中，當出現區域14及16且區域14包括B時，區域16之MgO直接抵靠第三結晶區域14之Co、Fe及B。包含材料14之一目的係在MgO之沈積期間有利於形成bcc 001 MgO。包含材料16之一目的係有利於導電磁電極之磁性材料中之垂直的磁各向異性，其係一些

磁穿隧界面之一所要的操作特徵。類似於如上文所描述之區域20，當區域14在最初形成時包括15%或更多的B原子時，區域14可係非晶形的。在隨後的處理期間，隨後的專用退火或內在高溫暴露可自區域14移除B，使其原子濃度從0%至約10%，藉此區域14成為結晶。

在一項實施例中，第一電極25包括一非磁性金屬區域12。實例包含一或多個元素金屬及兩個或兩個以上之元素金屬之一合金。區域12之一具體的例示性材料係元素鉍。當金屬區域12存在一例示性最大厚度時，該厚度為約5埃至約500埃。

材料24被展示在穿隧絕緣體材料22之外面且包括磁穿隧界面15之第二導電磁電極27。如(僅係)一實例，材料24包括直接抵靠穿隧絕緣體材料22之13埃的 $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}$ (最初沈積時之莫耳量，未必在最後的構造中)、直接抵靠 $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}$ 之3埃的Ta，及直接抵靠Ta之40埃的Co與Pd/Pt之一合金/多層，其中電極27在此實例中用作磁參考電極。此等材料集體在此實例中構成其中之磁參考材料。

接下來參考關於一基板片段10a之圖2來描述另一例示性實施例磁穿隧界面15a。已適當使用來自上文所描述之實施例的相似參考符號，其中用後綴「a」來指示一些構造差異。磁穿隧界面15a被展示為缺少來自圖1之區域14及16 (未展示)。在一項實施例中，第二非晶形區域18a之非晶形XN直接抵靠非磁性金屬區域12之金屬。在一項實施例中，包括非晶形XN之第二非晶形區域18a具有不大於約50埃之一最大厚度，且在此一實施例中，一最小厚度不小於約20埃。經描述於上文中及/或展示於圖1中之任何其他屬性或態樣可被使用於圖2實例中。

通常在磁穿隧界面中要求低所需的寫入電流。降低磁記錄材料之阻尼可降低所需的寫入電流，且可藉由降低來自磁記錄材料之自旋泵浦來達成。可藉由將XN併入至如上文所描述之關於例示性圖1及圖

2實施例的磁穿隧界面中來降低自旋泵浦，且藉此降低所需的寫入電流。

接下來參考關於一基板片段10b之圖3來描述另一例示性實施例磁穿隧界面15b。已適當使用來自上文所描述之實施例的相似參考符號，其中用後綴「b」來指示一些構造差異。第一電極25b之磁記錄材料包括第一結晶磁性區域21（未必包括Co及/或Fe）。在一項實施例中，第一結晶磁性區域21包括Co及Fe。在一項實施例中，第一結晶磁性區域21包括B（例如， $\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{B}_{10}$ ），且在一替代實施例中不含B。第一結晶磁性區域21可包括Co及Fe、基本上係由，或係由Co及Fe組成。第一結晶磁性區域21可包括Co、Fe及B、基本上係由，或係由Co、Fe及B組成。在一項實施例中，當非磁性穿隧絕緣體材料22包括MgO，當Co及Fe存在於第一結晶磁性區域21中時，該等Co及Fe直接抵靠非磁性穿隧絕緣體材料22之MgO。在此一實施例中，當B係第一結晶磁性區域21之部分，當非晶形Co、Fe及B存在於第一結晶磁性區域20中時，該等非晶形Co、Fe及B直接抵靠非磁性穿隧絕緣體材料22之MgO。區域21之一例示性厚度為約7埃至約20埃。

第一電極25b包括一第二區域19，該第二區域19包括Co、Fe及N（例如， $\text{Co}_x\text{Fe}_y\text{N}_z$ ，其中x及y各自係10至80且z係0.1至50）。區域19可包括Co、Fe及N、基本上由或由Co、Fe及N組成。在一項實施例中，當第一結晶磁性區域21包括Co及Fe時，其之Co及Fe直接抵靠第二區域19之Co、Fe及N。在一項實施例中，第二區域19係非晶形的。在一項實施例中，第二區域20係結晶。無關於其最後的非晶形或結晶態，理想地，第二區域19最初形成時係非晶形的。在一項實施例中，當第一結晶磁性區域21包括B時，其之Co、Fe及B直接抵靠第二區域19之Co、Fe及N，在一項實施例中，包括Co、Fe及N之第二區域19具有從約2埃至約15埃之一最大厚度。

在一項實施例中，第一電極25b包括(例如，藉由區域19及21)與非磁性穿隧絕緣體材料22隔開之非磁性之包括MgO的區域16。區域16可包括MgO、基本上由或由MgO組成。當包括MgO之區域16存在一例示性最大厚度時，該厚度為約3埃至約10埃。

在一項實施例中，第一電極25b包括第三結晶區域14，該第三結晶區域14包括Co及Fe。在一項實施例中，第三結晶區域14包括B(例如， $\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{B}_{10}$)且在一項替代實施例中不含B。當區域14存在一例示性最大厚度時，該厚度為約4埃至約10埃。在一項實施例中，當存在區域14及16時，區域16之MgO直接抵靠第三結晶區域14之Co及Fe。在一項實施例中，當存在區域14及16且區域14包括B時，區域16之MgO直接抵靠第三結晶區域14之Co、Fe及B。在一項實施例中，一非晶形金屬區域17在非磁性的包括MgO之區域16與包括Co、Fe及N之第二區域19之間。區域17之例示性非晶形金屬包含Ta、W、CoFeW及ZN之一或多者(其中Z係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti之一或多者)。區域17之一例示性厚度為約1埃至約20埃。包含非晶形金屬區域17之一目的係利於第二區域19在其之沈積期間之非晶形生長。在一項實施例中，包括MgO之區域16之MgO不直接抵靠第二區域19之Co、Fe及N。如上文，包含材料14之一目的係利於在其之沈積期間形成bcc 001 MgO。包含材料16之一目的係利於導電磁電極之磁性材料中之垂直的磁各向異性。在一項實施例中，第一電極25b包括非磁性金屬區域12。

針對組件25/25a、27及22之描述於上文及/或展示於圖1及圖2中之任何其他屬性或態樣可使用於圖3實施例中。

接下來參考關於一基板片段10c之圖4描述另一例示性實施例磁穿隧界面15c。已適當使用來自上文所描述之實施例之相似參考符號，其中用後綴「c」來指示一些構造差異。磁穿隧界面15c之第一電極

25c展示為缺少來自圖3之區域14及16（未展示）。描述於上文及/或展示於圖3中之任何其他屬性或態樣可使用於圖4實施例中。

一磁穿隧界面中所需的寫入電流密度可表達如下

$$J_{\infty} = \frac{1}{\eta} \frac{2\alpha e}{\hbar} (M_s t) H_K$$

其中 M_s 係飽和磁化強度， t 係厚度，且 H_K 係磁記錄材料之垂直的磁各向異性。在如上文所描述之關於例示性圖3及圖4實施例之一磁穿隧界面中使用包括Co、Fe及N之一區域可在達成快速切換、良好的保持性及低切換電流時能夠實現低 M_s 與高 H_K 的良好平衡。

總結

在一些實施例中，一磁穿隧界面包括一導電第一磁電極，該導電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與第一電極分開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在第一電極與第二電極之間。第一電極之磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe。第一電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti之一或多者。

在一些實施例中，一磁穿隧界面包括一導電第一磁電極，該導電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與第一電極分開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在第一電極與第二電極之間。第一電極之磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co、Fe及B。第一電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti之一或多者。磁記錄材料之Co、Fe及B直接抵靠第二非晶形區域之非晶形XN。

在一些實施例中，一磁穿隧界面包括一導電第一磁電極，該導

電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與第一電極隔開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在第一電極與第二電極之間。第一電極之磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域。第一電極包括一第二區域，該第二區域包括Co、Fe及N。

在一些實施例中，一磁穿隧接面包括一導電第一磁電極，該導電第一磁電極包括磁記錄材料。一導電第二磁電極與第一電極隔開且包括磁參考材料。一非磁性穿隧絕緣體材料在第一電極與第二電極之間。第一電極之磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co、Fe及B。第一電極包括一第二區域，該第二區域包括Co、Fe及N。磁記錄材料之Co、Fe及B直接抵靠第二區域之Co、Fe及N。

在遵守法規之情況下，已使用或多或少特定於結構特徵及方法特徵之語言來描述文中所揭示之標的。然而，應瞭解由於文中所揭示之構件包括例示性實施例，所以申請專利範圍不限於所示及所述之具體特徵。因此，申請專利範圍應被賦予如字面意思之全範疇，且應根據等同原則進行適當解釋。

【符號說明】

10	基板片段/片段
10a	基板片段
10b	基板片段
10c	基板片段
11	基座/基板
12	非磁性金屬區域/金屬區域/區域
14	第三結晶區域/區域/材料
15	磁穿隧接面
15a	磁穿隧接面

- 15b 磁穿隧界面
- 15c 磁穿隧界面
- 16 非磁性之包括MgO的區域/區域/材料
- 17 非晶形金屬區域/區域
- 18 第二非晶形區域/區域
- 18a 第二非晶形區域
- 19 第二區域/區域
- 20 第一結晶磁性區域/區域
- 21 第一結晶磁性區域/區域
- 22 非磁性穿隧絕緣體材料/組件
- 24 材料
- 25 導電第一磁電極/第一電極/電極/組件
- 25a 組件
- 25b 第一電極
- 25c 第一電極
- 27 導電第二磁電極/第二導電磁電極/電極/組件

申請專利範圍

1. 一種磁穿隧接面，其包括：
 - 一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料；
 - 一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔開且包括磁參考材料；
 - 一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電第二磁電極之間；及該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe，且該導電第一磁電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之一或多者。
2. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域之該等Co及Fe直接抵靠該第二非晶形區域之該非晶形XN。
3. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該非晶形XN係化學計量的。
4. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該非晶形XN係非化學計量的富N。
5. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該第二非晶形區域基本上係由該非晶形XN組成。
6. 如請求項1之磁穿隧接面，其中包括非晶形XN之該第二非晶形區域具有不大於約50埃之一最大厚度。
7. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括W。
8. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Mo。
9. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Cr。
10. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括V。
11. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Nb。

12. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Ta。
13. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Al。
14. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括Ti。
15. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一非磁性金屬區域，該第二非晶形區域之該非晶形XN直接抵靠該非磁性金屬區域之金屬。
16. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X包括W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之不只一者。
17. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域包括B。
18. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域不含B。
19. 如請求項1之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一非磁性之包括MgO的區域，其與該非磁性穿隧絕緣體材料隔開。
20. 如請求項19之磁穿隧接面，其中該包括MgO的區域之MgO直接抵靠該第二非晶形區域之非晶形XN。
21. 如請求項19之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一第三結晶區域，其包括Co及Fe。
22. 如請求項21之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域包括B。
23. 如請求項21之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域不含B。
24. 如請求項21之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域之Co及Fe直接抵靠該包括MgO的區域之MgO。
25. 如請求項1之磁穿隧接面，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta及Al中之一或多者。
26. 一種磁穿隧接面，其包括：
 - 一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料；
 - 一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔開且包括磁參考材料；

一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電第二磁電極之間；及

該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co、Fe及B，且該導電第一磁電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之一或多者；該磁記錄材料之該等Co、Fe及B直接抵靠該第二非晶形區域之該非晶形XN。

27. 如請求項26之磁穿隧接面，其中該非磁性穿隧絕緣體材料包括MgO；該第一結晶磁性區域之該等Co、Fe及B直接抵靠該非磁性穿隧絕緣體材料之MgO。
28. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta及Al中之一或多者。
29. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括W。
30. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Mo。
31. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Cr。
32. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括V。
33. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Nb。
34. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Ta。
35. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Al。
36. 如請求項26之磁穿隧接面，其中X包括Ti。
37. 一種磁穿隧接面，其包括：
 - 一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料；
 - 一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔離且包括磁參考材料；
 - 一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電

第二磁電極之間；及

該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，且該導電第一磁電極包括一第二區域，該第二區域包括Co、Fe及N。

38. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域包括直接抵靠該第二區域之該等Co、Fe及N的Co及Fe。
39. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一非晶形金屬區域，該第二區域之該等Co、Fe及N直接抵靠該非晶形金屬區域之非晶形金屬。
40. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第二區域係結晶的。
41. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第二區域係非晶形的。
42. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第二區域基本上係由Co、Fe及N組成。
43. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域包括Co及Fe。
44. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域包括直接抵靠該第二區域之Co、Fe及N的Co及Fe。
45. 如請求項43之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域包括B。
46. 如請求項43之磁穿隧接面，其中該第一結晶磁性區域不含B。
47. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一非磁性之包括MgO的區域，其與該非磁性穿隧絕緣體材料隔開。
48. 如請求項47之磁穿隧接面，其包含一非晶形金屬區域，該非晶形金屬區域在該非磁性之包括MgO的區域與包括Co、Fe及N之該第二區域之間。
49. 如請求項47之磁穿隧接面，其中該包括MgO的區域之MgO不直接抵靠包含Co、Fe及N之該第二區域的Co、Fe及N。

50. 如請求項47之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一第三結晶區域，其包括Co及Fe。
51. 如請求項50之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域包括B。
52. 如請求項50之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域不含B。
53. 如請求項50之磁穿隧接面，其中該第三結晶區域之Co及Fe直接抵靠該包括MgO的區域之MgO。
54. 如請求項37之磁穿隧接面，其中該導電第一磁電極包括一非磁性金屬區域。
55. 一種磁穿隧接面，其包括：
一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料；
一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔開且包括磁參考材料；
一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電第二磁電極之間；及
該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co、Fe及B，且該導電第一磁電極包括一第二區域，該第二區域包括Co、Fe及N；該磁記錄材料之該等Co、Fe及B直接抵靠該第二區域之該等Co、Fe及N。
56. 如請求項55之磁穿隧接面，其中該非磁性穿隧絕緣體材料包括MgO；該第一結晶磁性區域之該等Co、Fe及B直接抵靠該非磁性穿隧絕緣體材料之MgO。
57. 一種磁穿隧接面，其包括：
一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料；
一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔開且包括磁參考材料；
一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電

第二磁電極之間；及

該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe，且該導電第一磁電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之一或多者；該第一結晶磁性區域之Co及Fe直接抵靠該第二非晶形區域之該非晶形XN；該非晶形XN係非化學計量的富N。

58. 如請求項57之磁穿隧界面，其中該第一結晶磁性區域不含B。
59. 如請求項57之磁穿隧界面，其中該第二非晶形區域基本上係由該非晶形XN組成。
60. 一種磁穿隧界面，其包括：
 - 一導電第一磁電極，其包括磁記錄材料，該導電第一磁電極包括一非磁性金屬區域；
 - 一導電第二磁電極，其與該導電第一磁電極隔開且包括磁參考材料；
 - 一非磁性穿隧絕緣體材料，其在該導電第一磁電極與該導電第二磁電極之間；及
 - 該導電第一磁電極之該磁記錄材料包括一第一結晶磁性區域，該第一結晶磁性區域包括Co及Fe，且該導電第一磁電極包括一第二非晶形區域，該第二非晶形區域包括非晶形XN，其中X係W、Mo、Cr、V、Nb、Ta、Al及Ti中之一或多者；該第一結晶磁性區域之Co及Fe直接抵靠該第二非晶形區域之該非晶形XN；該第二非晶形區域之該非晶形XN直接抵靠該導電第一磁電極之該非磁性金屬區域之金屬。
61. 如請求項60之磁穿隧界面，其中該第一結晶磁性區域不含B。
62. 如請求項60之磁穿隧界面，其中該第二非晶形區域基本上係由該非晶形XN組成。

圖式

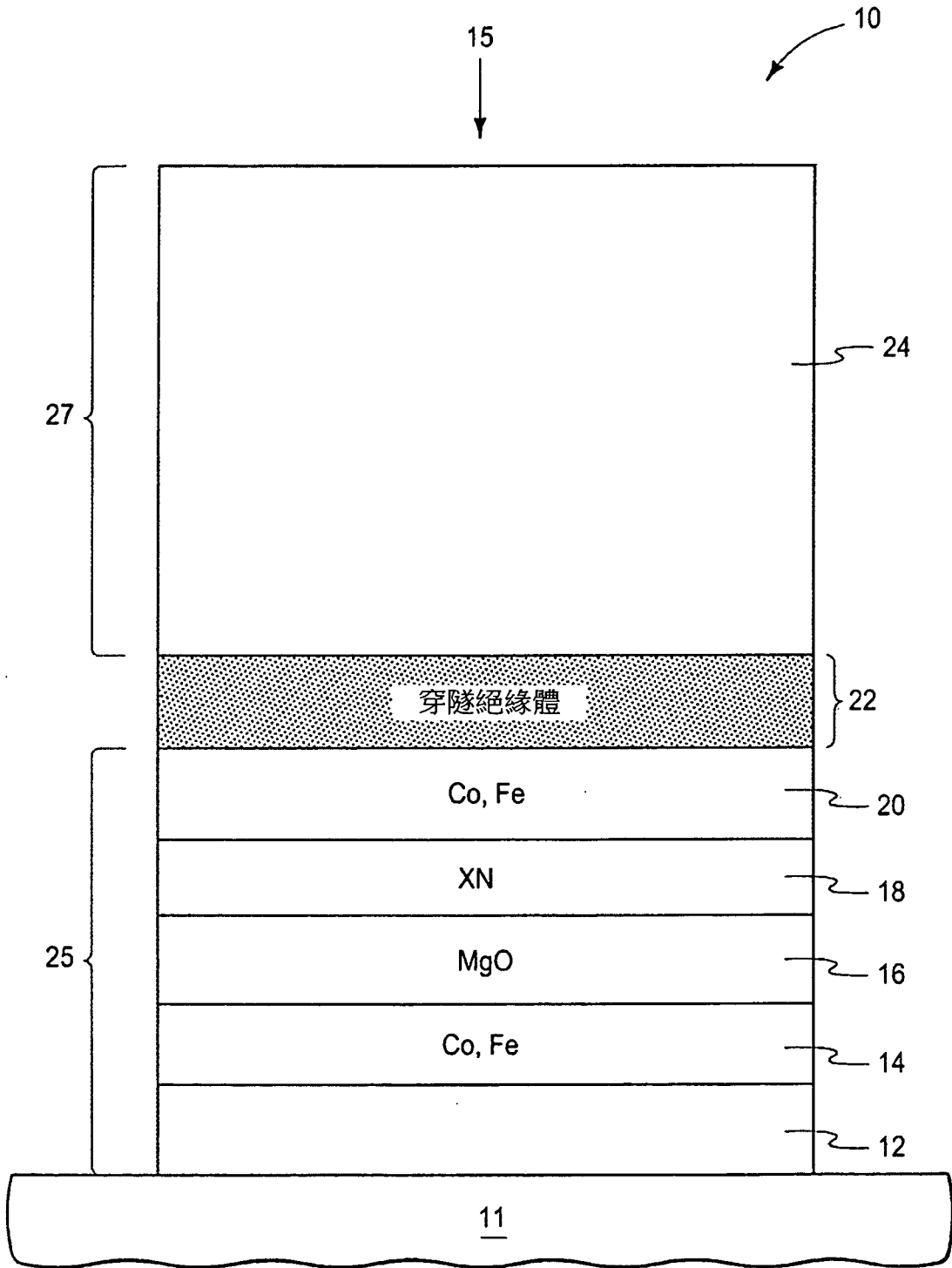


圖 1

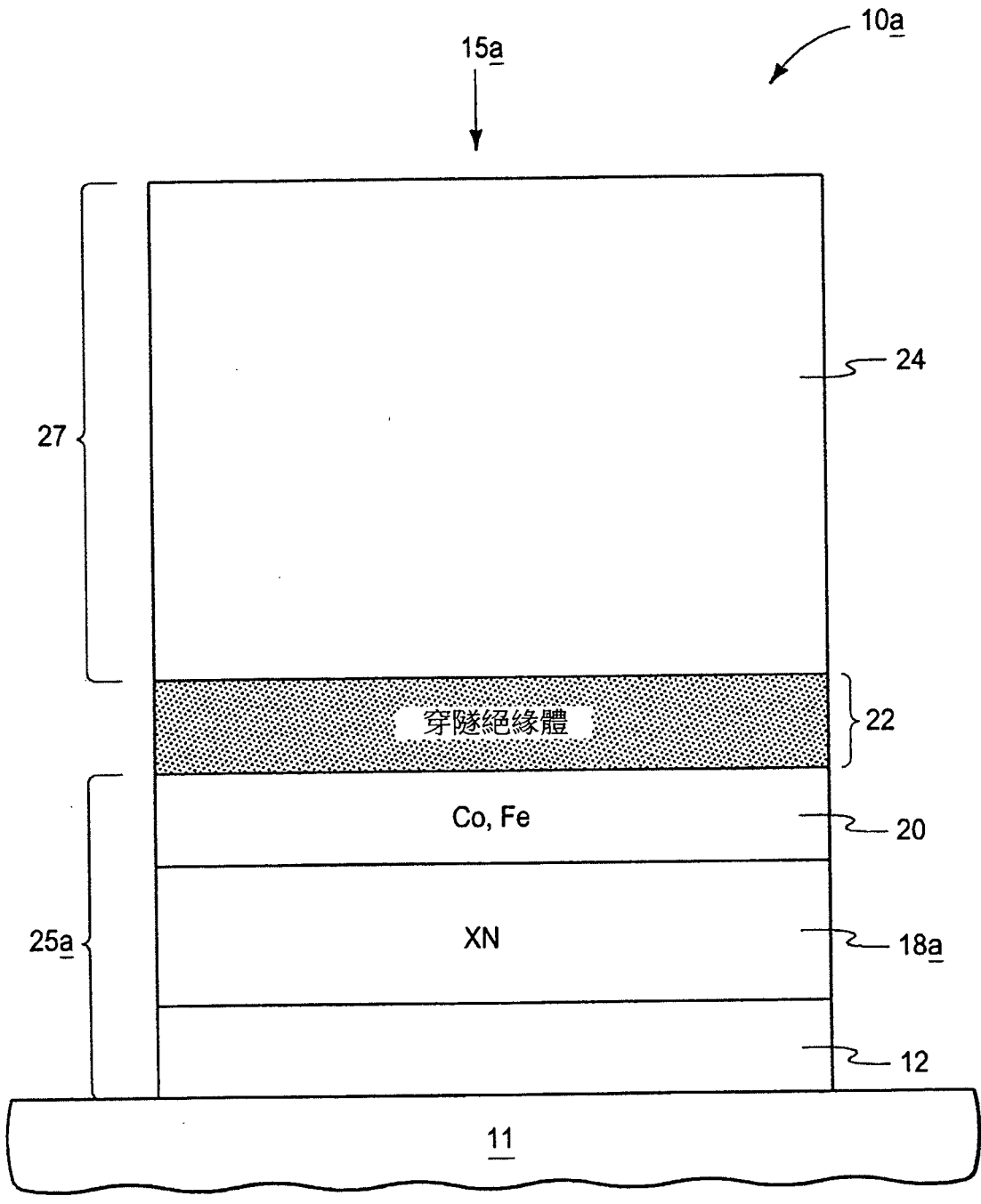


圖 2

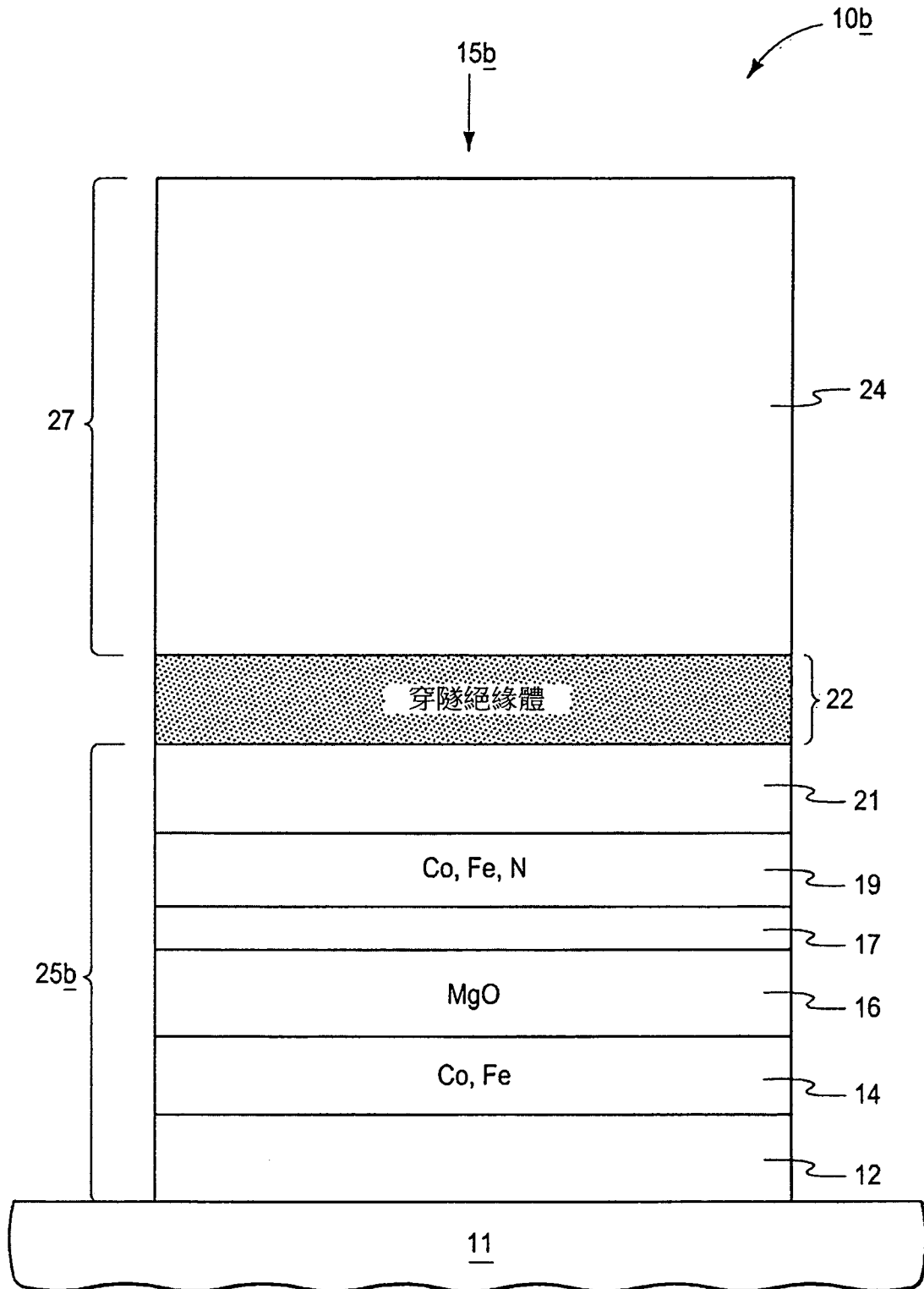


圖 3

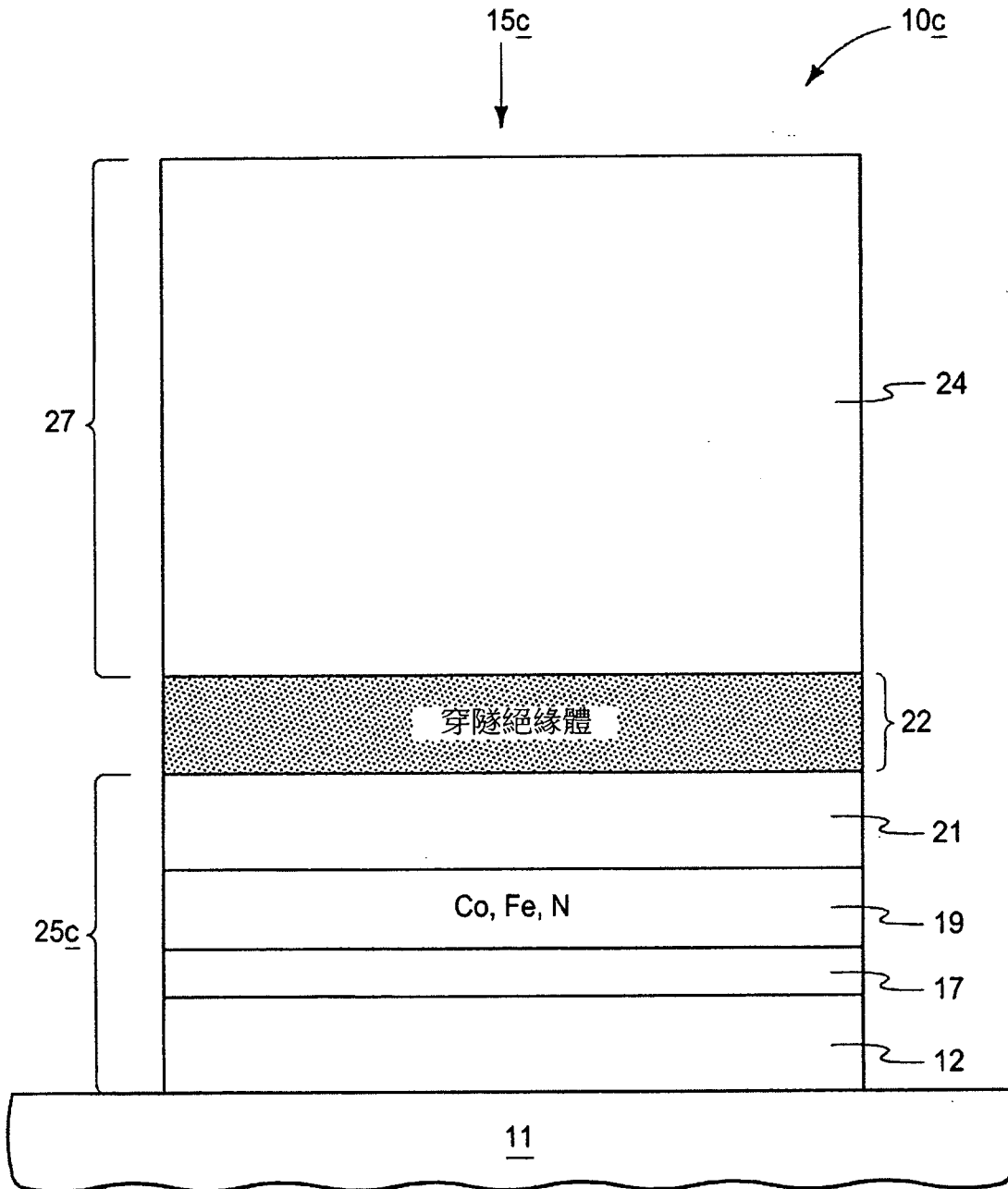


圖 4