

公告本

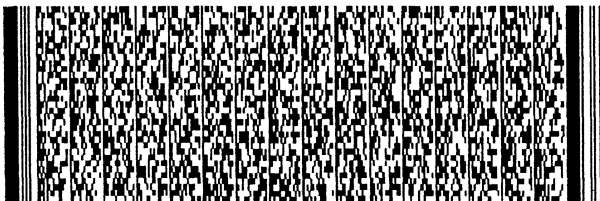
申請日期: <u>90. 4. 13</u>	案號: <u>90. 10. 8916</u>
類別: <u>H01F10/32, 41/30</u>	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

504713

一、發明名稱	中文	具有絕緣罩之磁性元件及其製造方法
	英文	MAGNETIC ELEMENT WITH INSULATING VEILS AND FABRICATING METHOD THEREOF
二、發明人	姓名 (中文)	1. 尤金 尤郡 陳 2. 馬克 都蘭 3. 塞伊德 N. 泰拉尼 4. 馬克 迪荷瑞拉
	姓名 (英文)	1. EUGENE YOUJUN CHEN 2. MARK DURLAM 3. SAIED N. TEHRANI 4. MARK DEHERRERA
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國
	住、居所	1. 美國亞歷桑納州吉耳貝特市西雪麗大道1143號 2. 美國亞歷桑納州錢德勒市西果園路4076號 3. 美國亞歷桑納州探普市東帕羅米諾大道1917號 4. 美國亞歷桑納州探普市東萊爾德街2301號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商摩托羅拉公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. MOTOROLA INC.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國伊利諾州史堪伯市東阿崗崑路1303號摩托羅拉中心
	代表人姓名 (中文)	1. F. 強 莫辛格
代表人姓名 (英文)	1. F. JOHN MOTSINGER	



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	5. 葛羅麗亞 克茲耶克瓦斯基 6. 凱利 威尼 凱勒
	姓名 (英文)	5. GLORIA KERSZYKOWSKI 6. KELLY WAYNE KYLER
	國籍	5. 美國 6. 美國
	住、居所	5. 美國亞歷桑納州福登山莊市北向日葵大道14040號 6. 美國亞歷桑納州米薩市東葛尼特大道2303號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

2000/04/28 09/560,738

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本申請已於April 28, 2000向美國申請，專利申請號碼為09/560,738

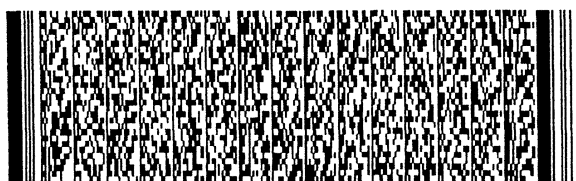
發明範疇

本發明係有關資訊儲存及／或感應磁性元件及其製作方法，特別是針對包含絕緣罩之磁性元件裝置及其製作方法。

發明背景

本申請與下列文件相關：送審中申請文件，標題 "MAGNETIC RANDOM ACCESS MEMORY AND FABRICATING METHOD THEREOF"，日期為1998年8月31日之Motorola 編號CR 97-133及美國期刊序號. 09/144,686，委託同一委託人且以提及之方式併入本文中，送審中申請文件，標題「PROCESS OF PATTERNING MAGNETIC FILMS」，日期為1997年12月8日之Motorola 編號 CR 97-158及美國期刊號碼. 08/986,764，委託同一委託人且以提及之方式併入本文中，及美國發行專利號碼5,768,181，標題「MAGNETIC DEVICE HAVING MULTI-LAYER WITH INSULATING AND CONDUCTIVE LAYERS」1998年6月16日發行，委託同一委託人且以提及之方式併入本文中。

磁性元件，例如磁性記憶體元件，通常具有一以非磁性層所隔開之鐵磁性層(ferromagnetic layer)之結構。資訊在磁性層中以磁向量(magnetization vector)之方向儲存。其中一個磁性層中為固定式或被固定式

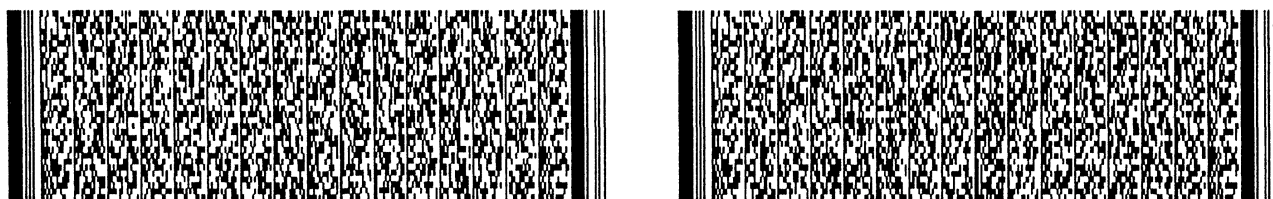


五、發明說明 (2)

(magnetically fixed or pinned) 磁向量，以及另一個磁性層中為可自由轉變方向之磁向量，分別稱為「平行(parallel)」及「反平行(anti-parallel)」狀態。在平行及反平行狀態下，磁性記憶元件呈現出兩種不同電阻值。當兩個磁性層的磁向量指向相同以及相反方向時，分別可得到最小及最大之電阻值。因此，電阻值的改變使一裝置，例如MRAM，可以在磁性記憶元件中儲存資訊。最大電阻值和最小電阻值之間的差，除以最小電阻值之結果即為磁電阻比(magnetoresistance ratio, MR)。

MRAM 元件將磁性元件，特別是磁性記憶元件、磁性記憶元件之控制電路、偵測磁性記憶元件狀態之比較器(comparator)、以及輸入／輸出電路等製作在一起。這些電路以CMOS(complementary metal-oxide semiconductor)製程技術製作，以減少裝置之功率消耗。

在典型的磁性元件，例如MRAM，製作上，金屬薄膜以濺鍍(sputter deposition)、蒸發(evaporation)或外延(epitaxy)技術製成。此種磁性元件結構包含基座、基礎電極(base electrode)疊層(multilayer stack)、合成反鐵磁性(synthetic antiferromagnetic, SAF)結構、絕緣穿透阻障層(insulating tunnel barrier layer)，以及頂部電極疊層(top electrode stack)。基礎電極疊層形成在基座上，包含沈積(deposited)在基座上的第一種晶層(first seed layer)、形成在種晶層上的模版層(template layer)、形成在模版層上的反鐵磁化材質層，

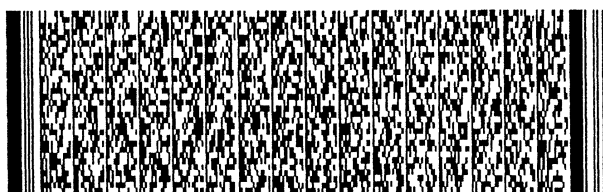


五、發明說明 (3)

以及形成在反鐵磁化層上並與其交換耦合(exchange coupled)的被固定式(pinned)鐵磁化層。此鐵磁化層稱為「被固定式」的，因為其磁矩(magnetic moment)(亦即磁性方向，magnetization direction)在受到磁力場作用時，其方向的改變會受到限制。SAF結構包含由一釘(ruthenium)層(或類似材質)所隔開的一被固定式(pinned)鐵磁化層以及一固定式(fixed)鐵磁化層。頂部電極疊層包含一自由鐵磁化層，以及形成在其上的保護層(protective layer)。此自由鐵磁層之磁矩未受到交換耦合的固定限制，因此在受到磁力場作用時可以自由改變方向。

在磁性元件的製作過程中，通常採用離子打薄(ion milling)對磁性材質進行乾式蝕刻(dry etching)。然而，乾式蝕刻製程會在磁性通道接合面(magnetic tunnel junction, MTJ)邊上遺留導電性絕緣罩(conducting veil)。這些遺留下來的絕緣罩會導致裝置的頂端電極與底部電極之間短路(electrical shorting)，亦即，越過絕緣穿透阻障層。半導體業界目前採用濕式蝕刻(wet etching)技術來移除此絕緣罩，然而此方法卻不適用於磁性材質，因為化學腐蝕將降低磁性材質裝置之效能。

為避免絕緣罩所產生之短路問題，目前的蝕刻製程分成兩個步驟進行。首先以蝕刻方式產生磁性元件的頂端磁性層，然後再以乾式蝕刻技術對整個疊層進行蝕刻作業；或採用相反之順序。藉由調整蝕刻光束(etching beam)對晶



五、發明說明 (4)

圓表面之角度，可以將絕緣罩減至最小。由於頂端及底部磁性層的邊絕並無重疊，因此絕緣層不會在頂端及底部磁性層之間產生短路問題。然而，此種蝕刻製程相當複雜。要蝕刻作業進行到頂端磁性層停止，不能超過非常薄的穿透阻障層而到達底部磁性層，這樣的作業要求很難完成。過度蝕刻到達底部磁性層將會產生多餘的磁極(unwanted magnetic pole)，而改變磁性元件對電阻—磁力場的反應。此技術同時也限制自由磁性層只能位於穿透阻障層之上。

因此，本發明之目的在提供具絕緣罩之磁性元件，使其不具有導電性或磁性特性。

本發明之另一目的為提供一種具絕緣罩之磁性元件製作方法。

本發明之另一目的為提供一種包含磁性疊層之氧氣電漿灰化(plasma oxygen ashing)，以將導體罩轉變成絕緣罩之磁性元件製作方法。

本發明之另一目的為提供一種簡單且能大量製作，具絕緣罩之磁性元件製作方法。

本發明之另一目的為提供一種可以讓自由磁性層位在磁性元件疊層之任何位置，具絕緣罩之磁性元件製作方法。

發明概述

上述之需求可以藉由一個具基礎金屬層(base metal layer)、第一組電極、第二組電極及間隔層(spacer layer)之磁性元件來達成。此基礎金屬層位於基座元件之



五、發明說明 (5)

最上層表面。鐵磁性層之間有一間隔層，使穿透電流 (tunneling current) 以大略呈垂直 (generally perpendicular) 之角度進入鐵磁性層中。在另一個具體實施例結構中尚包含一SAF結構以適度平衡磁性元件中的磁場交互影響 (magnetostatic interaction)。此裝置包含做為第一組電極與第二組電極之間電流隔絕 (electrically isolating) 之絕緣罩，該絕緣罩為非磁性並具絕緣電介質特性 (insulating dielectric property)。另一種具絕緣罩之磁性元件製作方法，則是採用氧氣電漿灰化技術將絕緣罩原來的導電特性轉變成絕緣特性。

圖示之簡單描述

圖1-3為依據本發明原理，具絕緣罩之磁性元件製作步驟之橫切面圖。

較佳具體實施例之詳細說明

在以下的說明中，類似的數字用來表示各圖示中類似的元件。圖1-3為依據本發明原理之磁性元件的橫切面圖。圖1中所示為磁性元件10的第一道製作步驟。圖1所示為一完整線路式 (fully patterned) 磁性元件結構10。此結構包括基座12、第一組電極疊層14、包含氧化鋁的間隔層16，以及第二組電極疊層18。間隔層16之材質依照磁性元件之種類而定。例如，在MTJ結構中之間隔層16以電介質材料構成，而在自旋閥 (spin valve) 結構中之間隔層16則



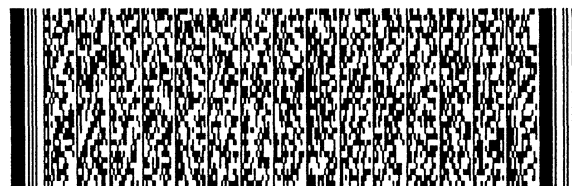
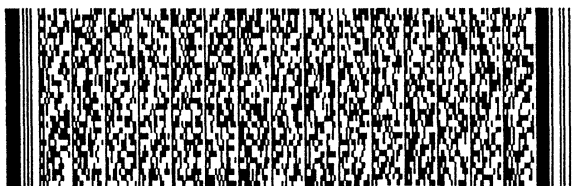
五、發明說明 (6)

以導電性材料所構成。第一組電極疊層14與第二組電極疊層18包含鐵磁性層。第一組電極層14形成在基礎金屬層13(位於基座12上)之上。此例中之基礎金屬層13由單一金屬材質或層，或是多於一個以上的金屬材質或疊層所構成。第一組電極層14包含沈積在基礎金屬層13之上的第一種晶層(first seed layer)20、模版層(template layer) 22、反鐵磁性被固定式(antiferromagnetic pinning material)材質層24，以及形成在反鐵磁性被固定式材質層24之上並與其交換耦合(exchange coupled)之固定式(fixed)鐵磁性層26。本文所描述為一種假自旋閥(pseudo spin-valve)結構，因此不包含反鐵磁性被固定式層。在此例中，假自旋閥結構包含具有第一交換場(first switching field)及第二交換場(second switching field)之第一組電極與第二組電極。

種晶層20通常由其上具模版層22之氮化鉭所構成。而此具體實施例中的模版層22由鈦材質所構成。被固定層24則通常由IrMn構成。

具體實施例中的鐵磁化層26為固定式或被固定式，以防止其磁矩(magnetic moment)在受到磁力場作用時轉動。鐵磁層26通常由鎳(Ni)、鐵(Fe)及鈷(Co)之其中一種或多種合金所構成。

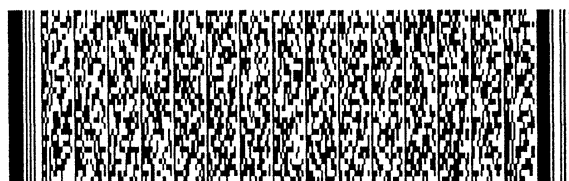
第二組電極疊層18包含自由鐵磁性層28及保護接觸層(protective contact layer)30。由於自由鐵磁性層28的磁矩未受交換耦合之固定或被固定作用，因此當受到磁力



五、發明說明 (7)

場作用時可以自由轉動。自由鐵磁性層28通常由鎳鐵(NiFe)合金或鎳鐵鈷(NiFeCo)合金構成。本發明同時包含與上述結構呈相反順序(reversed, or flipped, structure)之作法。尤其，例中之磁性元件可採具有頂端固定或被固定層之作法形成，亦即頂端被固定式結構。除此之外，此結構也可為一具有兩個間隔層之裝置。在此例中，磁性元件10為包含底部被固定式磁性層、底部間隔或穿透阻障層、自由磁性層、頂端間隔或穿透阻障層，以及頂端被固定式磁性層之結構。底部被固定式磁性層、自由磁性層以及頂端被固定式磁性層皆包含有鐵磁性層。底部磁性層可以選擇性地(optionally)製作在擴散阻障層之上，擴散阻障層則形成在金屬支架(metal lead)上，而支架則通常以某種電介質材料製成。此擴散阻障層通常由氮化鈮(TaN)所構成，以增加磁性元件之熱穩定性(thermal stability)。

固定式鐵磁性層26為被固定式或固定式，以避免其磁矩在受到磁力場作用時轉動。鐵磁性層26通常由鎳(Ni)、鐵(Fe)及鈷(Co)之其中一種或多種合金所構成。磁性層28為一自由鐵磁性層28，因此其磁矩未受交換耦合作用固定或被固定，亦即在受到磁力場作用時可自由轉動。自由鐵磁性層28與固定式磁性層26所形成之角度相同(co-linear)，由鎳(Ni)、鐵(Fe)及鈷(Co)之其中一種或多種合金所構成。固定式鐵磁性層26之厚度介於5-500 Å範圍內，而自由鐵磁性層28之厚度則通常為5-500 Å。



五、發明說明 (8)

在本具體實施例中，間隔層16由鋁(Al)及氧(O)所構成。更具體而言，間隔層16由具分子式 AlO_x ，其中 $0 < X \leq 1.5$ ，之材質構成。如前述當裝置10包含兩個間隔層時，第二道間隔層則由具分子式 TaO_x ，其中 $0 < X \leq 2.5$ ，之氧化鈮(oxidized tantalum)所構成。

圖2為依據本發明原理，裝置10之製作方法的下一個步驟。圖中所示為對外延疊層進行蝕刻，而產生具由外延層所構成，其上具導電罩32之裝置10。導電罩32經由離子打薄或用以形成裝置10之活性離子蝕刻(reactive ion etching)方式產生。導電罩32提供了第一組電極14與第二組電極18之間的電流路徑，使得裝置10因裝置外部的短路跨過絕緣間隔層16而失去作用。此導電罩通常會以濕式蝕刻將其移除，但由於此種方式會降低裝置之效能，因此不適用於MRAM裝置之製作過程。除此之外，對深次微米元件進行濕式蝕刻以去除導電罩32之作業非常困難，且會產生不均勻的側面過度蝕刻，導致交換場改變，而無法製作出相同形狀且具相同交換場之資料元(cell)。

圖3為依據本發明原理，裝置10之製作方法的下一個步驟。如圖所示，接著對導電罩32進行採用於室溫(room temperature)，亦即 $150^\circ C$ 之溫度，或較高溫度的氧氣電漿灰化之乾式蝕刻。此導電罩32之氧氣電漿蝕刻作業使得導電罩32轉變成絕緣罩34。因此，絕緣罩34為具有非磁性、電介質特性之惰性(inactive)層。絕緣罩34同時也隔絕了裝置中的第一組電極14與第二組電極18之間的電流路

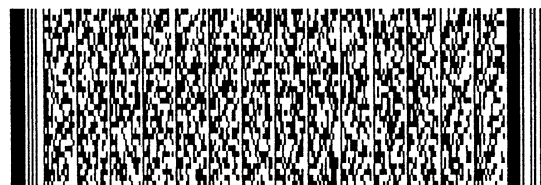


五、發明說明 (9)

徑。

由於第一組電極14與第二組電極18之間的電流路徑受到隔絕，因此自由磁性層28可以製作在裝置10之任何一處。在先前技藝中，由於自由磁性層為一道薄層，且具部份轉變成電介質材質之能力(ability to turn portions of it into a dielectric material)，可以用來隔絕電極，因此須製作在裝置疊層之最上方。本文所提出之自由磁性層轉變方法，可以利用第一組電極與第二組電極間自然形成之導電罩來阻絕電流路徑。在本發明中之導電罩可轉變為絕緣罩34，因此自由磁性層28可以製作在裝置疊層中之任何一處。本發明之裝置10還可包含一形成在兩個穿透阻障或間隔層之間的SAF結構，亦可形成在第一間隔或阻障層之下，或是形成在頂部(top)間隔或阻障層之表面上。

本文揭櫫一種具絕緣罩之磁性元件及其製作方法，藉由將導電罩轉變成絕緣罩之方式改良裝置結構及其製作方法。如文中所描述，此種技術可以運用於使用線路式磁性元件(device using patterned magnetic element)之裝置，例如磁性感應器、錄音磁頭、磁性錄音媒體，或類似之用途裝置。因此，本發明也包含此類之實例。



圖式簡單說明

四、中文發明摘要 (發明之名稱：具有絕緣罩之磁性元件及其製造方法)

一種改良的新式磁性元件裝置及製作方法，特別為具第一組電極(14)、第二組電極(18)，及間隔層(16)之磁性元件(10)。第一組電極(14)及第二組電極(18)包含鐵磁性層(26及28)。間隔層(16)介於第一組電極(14)之鐵磁性層(26)與第二組電極(16)之鐵磁性層(28)之間，以使穿透電流之方向大致與鐵磁性層(26及28)呈垂直。此裝置包含作為隔絕第一組電極(14)與第二組電極(18)之絕緣罩(34)，此絕緣罩(34)包含非磁性及絕緣電介質特性。另外，也提出一種採用氧氣電漿灰化技術，將絕緣罩(34)之導電性質轉變成絕緣性質之磁性元件(10)製作方法。

英文發明摘要 (發明之名稱：MAGNETIC ELEMENT WITH INSULATING VEILS AND FABRICATING METHOD THEREOF)

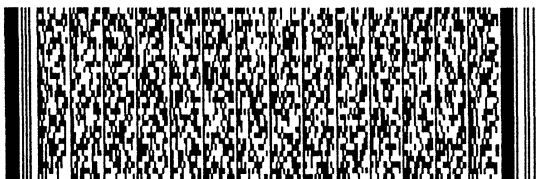
An improved and novel device and fabrication method for a magnetic element, and more particularly a magnetic element (10) including a first electrode (14), a second electrode (18) and a spacer layer (16). The first electrode (14) and the second electrode (18) include ferromagnetic layers (26 & 28). A spacer layer (16) is located between the ferromagnetic layer (26) of the first electrode (14) and the ferromagnetic layer (28) of the second electrode (16) for permitting tunneling



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具有絕緣罩之磁性元件及其製造方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：MAGNETIC ELEMENT WITH INSULATING VEILS AND FABRICATING METHOD THEREOF)

current in a direction generally perpendicular to the ferromagnetic layers (26 & 28). The device includes insulative veils (34) characterized as electrically isolating the first electrode (14) and the second electrode (18), the insulative veils (34) including non-magnetic and insulating dielectric properties. Additionally disclosed is a method of fabricating the magnetic element (10) with insulative veils (34) that have been transformed from having conductive properties to



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具有絕緣罩之磁性元件及其製造方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：MAGNETIC ELEMENT WITH INSULATING VEILS AND FABRICATING METHOD THEREOF)

insulative properties through oxygen plasma ashing techniques.



六、申請專利範圍

1. 一種磁性元件，包含：

一具一鐵磁性層之第一組電極；

與第一組電極間隔開之一第二組電極，此第二組電極包含一鐵磁性層；

一位於第一組電極之鐵磁性層與第二組電極之鐵磁性層之間之間隔層；以及

一磁性元件之外層絕緣罩，其中此絕緣罩用以阻隔第一組電極與第二組電極之電流導通。

2. 如申請專利範圍第1項之磁性元件，其中該第一組電極和第二組電極之鐵磁性層為一固定式鐵磁性層和一自由鐵磁性層之組合，該固定式鐵磁性層之磁性在受到磁力場作用時固定在某一預設方向，而該自由鐵磁性層之磁性在受到磁力場作用時可自由轉變磁性狀態。

3. 如申請專利範圍第1項之磁性元件，其中該自由鐵磁性層及固定式鐵磁性層包含NiFe、NiFeCo、CoFe或Co之至少一種。

4. 如申請專利範圍第1項之磁性元件，其中該第一組電極與第二組電極之鐵磁性層包含構成一假自旋閥結構之一第一交換場及一第二交換場。

5. 如申請專利範圍第1項之磁性元件，其中該間隔層包含一構成一MTJ結構之電介質材質或一構成一自旋閥結構之導電性材質。

6. 一種磁性元件之製作方法，包含下列步驟：

提供具一表面之一基座元件；



六、申請專利範圍

於該基座之最上層表面上形成一基礎金屬層；

於該基礎金屬層之上形成一第一組電極，此第一組電極包含一鐵磁化層；

在與該第一組電極之適當間隔處形成一第二組電極，此第二組電極包含一鐵磁化層；

於第一組電極之鐵磁化層與第二組電極之鐵磁化層之間形成一間隔層；

對複數個層進行蝕刻以產生一磁性元件，於蝕刻步驟中形成一導電罩；以及

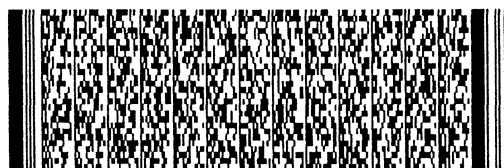
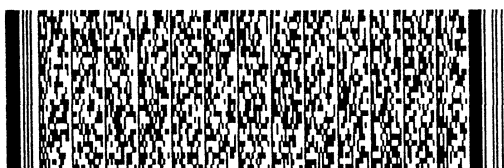
將該導電罩轉變為一絕緣罩，以阻隔該第一組電極與該第二組電極之電流通。

7. 如申請專利範圍第6項之磁性元件之製作方法，其中該第一組電極與該第二組電極之鐵磁性層為一固定式鐵磁性層與一自由鐵磁性層之組合，該固定式鐵磁性層之磁性在受到磁力場作用時固定在某一預設方向，而該自由鐵磁性層之磁性在受到磁力場作用時可自由轉變磁性狀態。

8. 如申請專利範圍第6項之磁性元件之製作方法，其中該第一組電極與該第二組電極之鐵磁性層包含構成一假自旋閥結構之一第一交換場及一第二交換場。

9. 如申請專利範圍第6項之磁性元件之製作方法，其中該產生一間隔層之步驟包含產生一構成一MTJ結構之電介質材質或一構成一自旋閥結構之導電性材質之間隔層。

10. 如申請專利範圍第6項之磁性元件之製作方法，其中將該導電罩轉變為一絕緣罩，以阻隔該第一組電極與該第

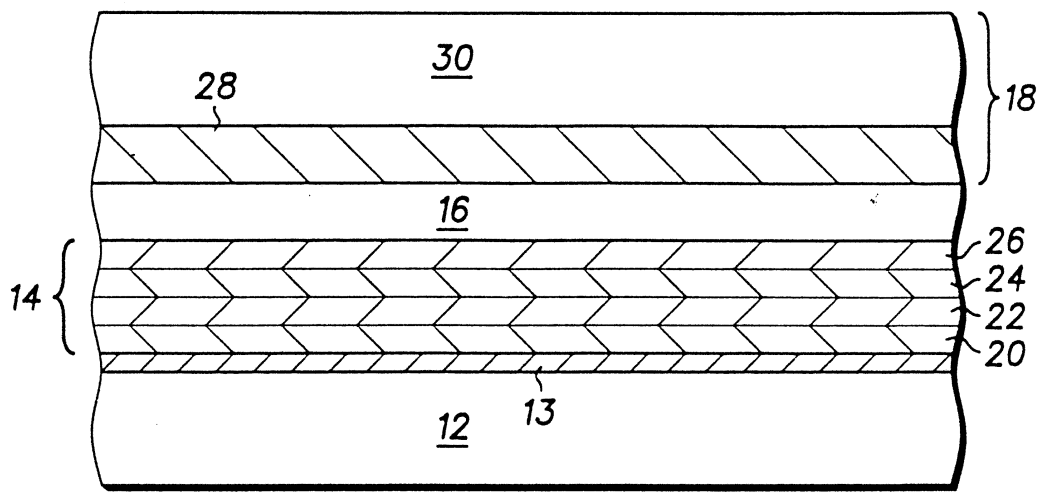


六、申請專利範圍

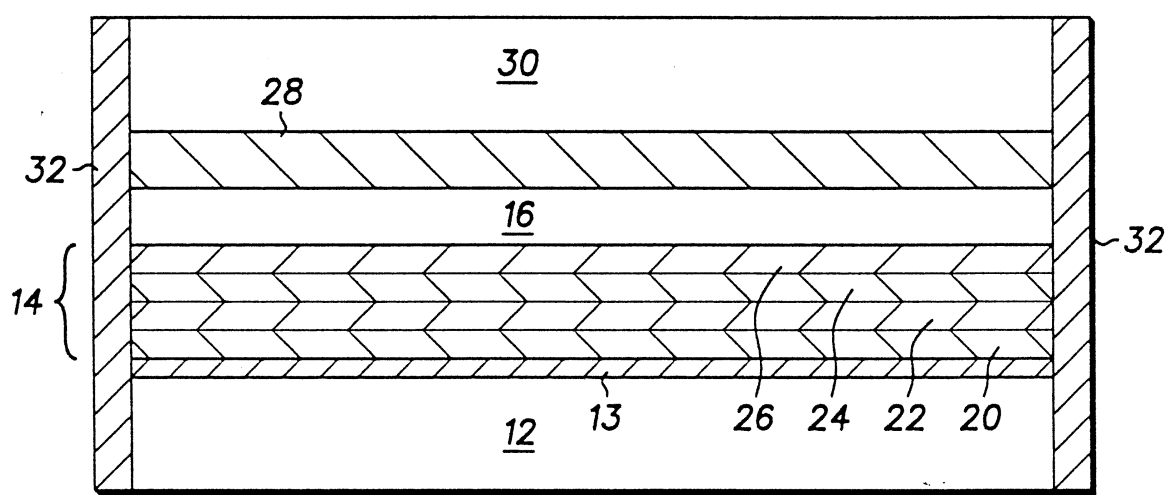
二組電極之電流通通之步驟包含氧氣電漿灰化。



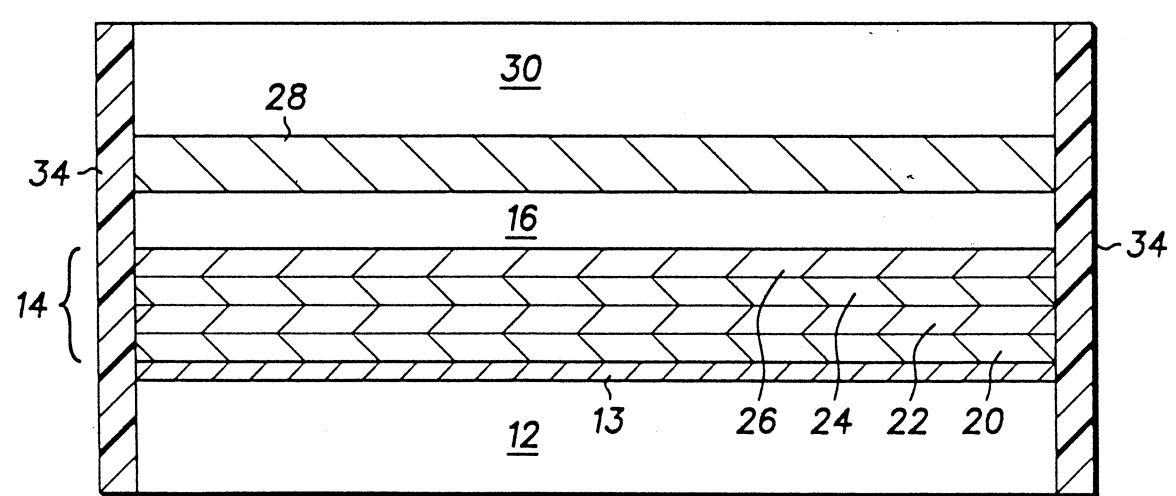
圖式



10 圖 1



10 圖 2



10 圖 3