



(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 I478159 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：098135648

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 21 日

(51)Int. Cl. : G11B5/84 (2006.01)

(30)優先權：2008/10/22 美國

12/255,833

2008/10/22 美國

12/255,865

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國(72)發明人：那拉馬蘇歐卡藍 NALAMASU, OMKARAM (IN)；維哈佛貝可史帝文  
VERHAVERBEKE, STEVEN (BE)；福德馬吉德 FOAD, MAJEED (GB)；凡卡特珊  
馬哈林詹 VENKATESAN, MAHALINGAM (US)；克里希那奈提 M KRISHNA,  
NETY M. (IN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 234759

TW 275123

US 6153281

US 6168845B1

US 6571729B2

US 2006/0222898A1

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：9 共 45 頁

(54)名稱

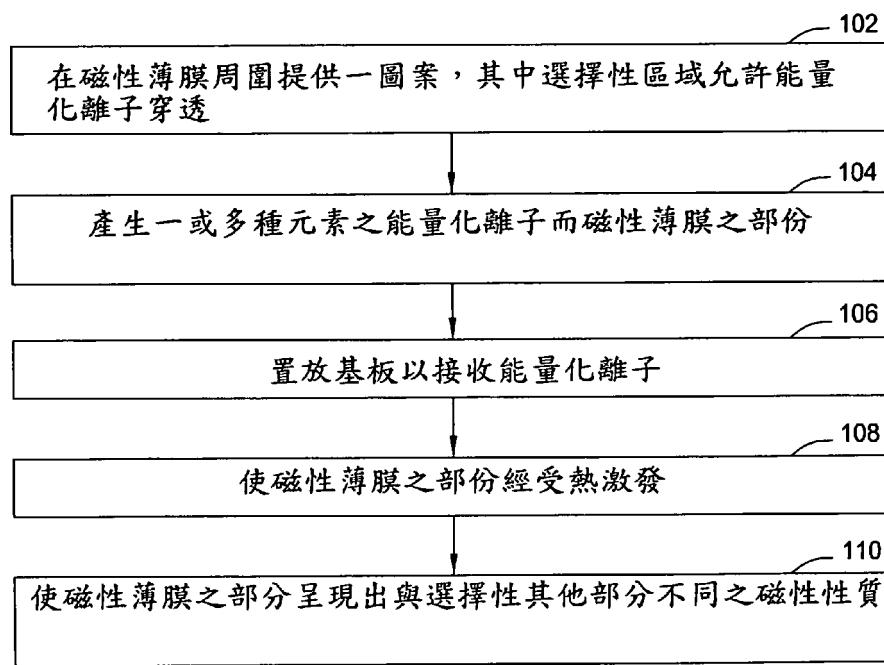
使用能量化離子以圖案化磁性薄膜之方法、處理記錄媒體之裝置及磁性記錄媒體

PATTERNING OF MAGNETIC THIN FILM USING ENERGIZED IONS, APPARATUS FOR  
PROCESSING RECORDING MEDIA AND MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)摘要

本發明提供一種用於在一基板上圖案化一磁性薄膜之方法，其包括：在該磁性薄膜周圍提供一圖案，其中該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子之穿透。能量化離子經產生而具有足夠能量以穿透選擇性區域及與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之一部分。置放該基板以接收該等能量化離子。可使該磁性薄膜之該部分經受熱激發。使該磁性薄膜之該等部分呈現出與選擇性其他部分不同之磁性性質。本發明亦揭示用於圖案化一磁性媒體之方法，該媒體之兩側上具有一磁性薄膜。

A method for patterning a magnetic thin film on a substrate includes: providing a pattern about the magnetic thin film, with selective regions of the pattern permitting penetration of energized ions of one or more elements. Energized ions are generated with sufficient energy to penetrate selective regions and a portion of the magnetic thin film adjacent the selective regions. The substrate is placed to receive the energized ions. The portion of the magnetic thin film may be subjected to thermal excitation. The portions of the magnetic thin film are rendered to exhibit a magnetic property different than selective other portions. A method for patterning a magnetic media with a magnetic thin film on both sides of the media is also disclosed.



第1圖

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明一般而言係關於磁性薄膜之圖案化，且更特定而言，係關於使用能量化離子以圖案化磁性記錄媒體之磁性薄膜之方法。

### 【先前技術】

曾經存在對用於電腦之較高密度資訊儲存媒體之需要。現在，普遍之儲存媒體為硬碟驅動機（HDD）。HDD 係將數位編碼之資料儲存於具有磁性表面之快速旋轉碟片上的非揮發性儲存設備。碟片為具有中心孔之圓形。碟片由非磁性材料（通常為玻璃或鋁）製成，且以磁性薄膜（諸如鈷系之合金薄膜）塗佈於一或兩側上。HDD 藉由以兩個特定方位之一來磁化磁性膜之區域而記錄資料，進而允許於膜中之二進位資料儲存。所儲存之資料藉由偵測膜之磁化區域之方位來讀取。

典型 HDD 設計由固持一或多個碟片的軸組成，該碟片充分間隔開以允許讀寫頭存取一或多個碟片之一或兩側。碟片藉由插入碟片中之中心孔中之夾鉗固定至軸。碟片以極高之速度自旋。在碟片旋轉經過讀寫頭時，資訊得以寫入碟片上且自碟片讀出。該等讀寫頭移動至極緊接於磁性薄膜之表面。讀寫頭係用以偵測及/或修正緊靠其下方之材料之磁化。存在一用於軸上之每一磁碟表

面之讀寫頭。一臂將該等讀寫頭移動越過自旋碟片，進而允許每一頭存取對應碟片之幾乎整個表面。

在習知磁性媒體中，每一位元單元包括複數個隨機分散之磁性顆粒。理想上，將該複數個磁性顆粒彼此實體分離，以提供改良之寫入能力、訊雜比（SNR）及熱穩定性。

隨著磁性記錄媒體之磁錄密度增加，每平方吋之位元單元之數目增加。此減小位元單元之尺寸。為有效量測轉變，在位元單元中要求最小數目之磁性顆粒。隨著位元單元之尺寸減小，必須相應地減小磁性顆粒尺寸以在位元單元中提供最小數目之磁性顆粒。若預先隔離磁性顆粒且減小磁性顆粒之尺寸以確保低雜訊，則記錄密度將由於熱幹擾而受限。

為了改良記錄密度，需要減小媒體上之記錄單元尺寸，此導致由媒體產生之訊號磁場強度之減小。為了符合記錄系統所要求之 SNR，必須對應於訊號強度之減小來減少雜訊。媒體雜訊主要由磁化轉變之波動造成，且該波動與由磁性顆粒製成之磁化反轉單元（unit）之尺寸成比例。因此，為減少媒體雜訊，需要藉由破壞磁性顆粒之間的交換相互作用來隔離磁性顆粒。

單一經隔離磁性顆粒之磁性能量由磁各向異性能量密度與顆粒之體積的乘積得出。為了減小磁化轉變寬度，需要減小媒體厚度。亦需要減小顆粒尺寸以符合低雜訊之要求。減小之磁性顆粒尺寸顯著降低磁性顆粒之體

積，且進一步顯著降低顆粒之磁性能量。若磁性媒體中之給定磁性顆粒之磁性能量係在操作溫度（例如，在室溫）下之熱能量之數百倍，則抗熱干擾性視為足夠的。然而，若磁性顆粒之磁性能量小於該熱能量一百倍，則存在以下可能性：磁性顆粒之磁化方向可因熱干擾而反轉，進而可能導致所記錄資訊之丟失。

已提議各種替代方案以克服熱干擾之問題。一種替代方案使用具有高磁各向異性之磁性材料。此等磁性材料需要來自讀寫頭之較高記錄飽和磁場以寫入磁性媒體。另一種替代方案使用熱輔助記錄，其中使用高各向異性磁性材料且在記錄期間藉由光照射來加熱記錄部分。熱使磁性顆粒之各向異性及記錄飽和磁場降低。此降低允許用習知磁頭來寫入磁性媒體。

隨著磁錄密度增加，存在每位元單元仍需要之最小數目之磁性顆粒，且存在對實際上可達成何等小之磁性顆粒的限制。

正在研究之替代磁性媒體為圖案化媒體，其中磁性部分與非磁性部分交替。舉例而言，位元圖案化媒體可具有將磁域界定為由非磁性部分圍繞之島狀物的磁性部分。軌跡圖案化媒體可具有（例如）由非磁性部分分離之磁性部分的同心軌跡。

已提議各種替代方案以製造此等媒體，然而，仍需要提出划算且可與大量製造相容之方法。在本文中，本揭露案之實施例提出該方法。

## 【發明內容】

本揭示案之概念及方法允許磁性媒體之大量製造，其中使磁性薄膜之一些部分呈現與磁性薄膜之其他部分不同的磁性性質。

在一態樣中，本揭示案為一種在一基板上圖案化一磁性薄膜之方法。該方法包括在該磁性薄膜周圍提供一圖案，其中該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子穿透並撞擊於該磁性薄膜之部分上。一或多種元素之能量化離子經產生而具有足夠的能量以穿透該圖案之選擇性區域及與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之一部分。置放該基板以接收該等能量化離子。使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之該等部分呈現出與該磁性薄膜之選擇性其他部分不同的磁性性質。

在另一態樣中，本揭示案為一種用於圖案化一具有兩個側面（兩側上皆具有磁性薄膜）之磁性媒體的方法。該方法包括在該磁性媒體之兩側上之該磁性薄膜周圍提供一圖案，其中該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子穿透並撞擊於該磁性薄膜之部分上。一或多種元素之能量化離子經產生而具有足夠的能量以穿透該圖案之選擇性區域及與該磁性媒體上之兩側上之該等選擇性區域相鄰的該磁性薄膜之一部分。置放該磁性媒體以接收能量化離子。使與該磁性媒體之兩側上之該等

選擇性區域相鄰的該磁性薄膜之該等部分呈現出與該磁性薄膜之選擇性其他部分不同的磁性性質。

### 【實施方式】

現將參閱圖式來詳細描述本揭示案，該等圖式係作為本揭示案之說明性實例而提供以便熟習此項技術者能夠實施本揭示案。特別地，諸圖及下文之實例並非意欲將本揭示案之範疇限於單一實施例，其他實施例藉由互換所述或所說明元件之些或所有而成為可能。此外，在使用已知部件來部分或完全地實施本揭示案之某些元件的情況下，將僅描述此等已知部件之對於本揭示案之理解必需的彼等部分，且將省略此等已知部件之其他部分之詳細描述以免混淆揭示內容。在本說明書中，展示單獨部件之實施例不應視為限制；相反，除非本文另有明確規定，否則本揭示案意欲涵蓋包括複數個相同部件之其他實施例，且反之亦然。此外，申請者並非意欲將說明書或申請專利範圍中之任何術語歸於不普通或特定之含義（除非如此明確闡明）。另外，本揭示案涵蓋本文藉由說明提及之已知部件的現在及未來已知等效物。

一般而言，本揭示案預期提供一圖案，其中選擇性區域允許一或多種元素之離子穿透並撞擊於磁性薄膜之部分上。一或多種元素之能量化離子經產生而具有足夠的

能量以穿透該圖案之選擇性區域及與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之一部分。置放基板以接收能量化離子。使與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分呈現出與磁性薄膜之其他部分不同的磁性性質。此方法可用於硬碟驅動機製造，進而允許極高磁錄密度之資訊儲存。

第 1 圖中展示本揭示案之示範性方法。用於在基板上圖案化磁性薄膜之方法包括以下步驟：(1) 在磁性薄膜周圍提供一圖案，其中選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子之穿透；(2) 產生一或多種元素之能量化離子，該等能量化離子具有足夠之能量以穿透該圖案之選擇性區域及與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之一部分；(3) 置放基板以接收該等能量化離子；及 (4) 使與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分呈現出與磁性薄膜之選擇性其他部分不同的磁性性質。

在一實施例中，具有允許離子穿透之選擇性區域且無助於能量化離子穿透的遮罩可用作圖案。第 2 圖展示用於在磁性薄膜周圍作為圖案之示範性遮罩 200 的部分平面圖。舉例而言，遮罩 200 可由聚合材料（例如，聚乙稀醇（PVA）材料）製成，其具有無助於能量化離子之穿透之部分 202 及有助於能量化離子之穿透之選擇性區域 204。Schaper 在美國專利第 6,849,558 號中描述建立 PVA 模板之示範性方法，該美國專利以引用之方式併入本文。Schaper 之教示可適於建立具有無助於能量化離子之穿透之部分 202 及有助於能量化離子之穿透之選擇性

阻劑 310 展示為具有一帶有選擇性區域 350 之凹陷 340，已大體上將選擇性區域 350 處之阻劑移位。然而，選擇性區域 350 留下覆蓋磁性薄膜 320 之表面的少量阻劑。此舉對奈米壓印製程而言為典型的。當使用阻劑圖案作為用於離子植入之遮罩時，並非必需將植入物質將予以植入之區中的全部阻劑層移除。然而，剩餘層應足夠薄以便不引起用於植入物質之實質障壁被穿透。此外，具有厚阻劑之區與具有薄剩餘阻劑之區之間的對比度應足夠大，因此具有厚阻劑之區中的阻劑能夠在離子物質到達磁性薄膜之前使其停止。或者，可用各向同性阻劑移除製程（諸如，除渣製程或輕微灰製程（*slight ash process*）或任何其他適當技術）來移除選擇性區域 350 中之薄剩餘阻劑。

在奈米壓印微影術中，在壓印製程使阻劑移位以形成選擇性區域 350 時，需要控制當使具有對應於凹陷 340 之複數個突出物的模與阻劑接觸且施加壓力時經受移位之阻劑之量。通常，凹陷 340 之寬度  $w$  可為與凹陷 340 之深度  $d$  大約相同之尺寸且阻劑之高度  $h$  至少與凹陷 340 之深度  $d$  一樣高，以控制在衝壓製程期間經受移位之阻劑之量。若凹陷 340 之深度  $d$  大體上比凹陷 340 之寬度  $w$  高，則經受移位之阻劑之量可能太高以至於其可能不能實施以將圖案自模精確轉移至阻劑 310。

可使用全碟片奈米壓印方案來實施奈米壓印微影術製程，其中模足夠大以壓印一整個表面。或者，可以使用

一步驟及重複壓印製程。在較佳實施例中，使用全碟片方案。亦可用兩側一起執行奈米壓印製程。舉例而言，可首先用阻劑層塗佈於碟片之兩側上。隨後，碟片進入將模抵壓於碟片之兩側上以將所要圖案同時壓印於碟片兩側上之壓力機中。

亦可使用習知光微影製程，在該狀況下，使光阻劑在碟片上自旋，接著經由遮罩使阻劑曝光，且顯影所曝光之阻劑。

在圖案化之後，碟片具有阻劑之圖案，其中該圖案之選擇性區域 350 允許能量化離子穿透並撞擊於與選擇性區域 350 相鄰之磁性薄膜 320 之部分上。除選擇性區域 350 之外的阻劑之部分（例如，部分 360）具有足夠厚度以防止能量化離子穿透進而防止能量化離子撞擊於磁性薄膜上。

若替代地使用遮罩 200，則遮罩 200 經置放而與磁性薄膜相鄰，且遮罩 200 之選擇性區域 204 允許能量化離子穿透遮罩並撞擊於與選擇性區域 204 相鄰之磁性薄膜之部分上。在一實施例中，遮罩 200 緊鄰磁性薄膜定位。在另一實施例中，遮罩 200 經定位與磁性薄膜或以塗層覆蓋之磁性薄膜接觸。塗層可有助於遮罩之黏著。塗層亦可充當磁性薄膜上之保護塗層。塗層可為充當磁性薄膜上之保護塗層的碳層。

現在回參閱第 1 圖，在步驟 104 中，一或多種元素之能量化離子經產生而具有足夠能量以穿透圖案之選擇性

側電漿離子植入中，植入第一側，隨後翻轉碟片且植入第二側。

第 4 圖中展示裝配用於操縱碟片之電漿離子植入工具 400，該碟片例如為具有磁性薄膜之基板，該磁性薄膜周圍具有一圖案，該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子穿透並撞擊於磁性薄膜之部分上。

參考圖 4，藉由真空泵 420 將腔室 410 維持在真空下。氣體供應器 430 由管 432 及閥 435 連接至腔室 410。可經由閥 435 供應一種以上之氣體，且可使用多個氣體供應器及閥。舉例而言，可向腔室 410 供應含有一或多種物質元素之摻雜氣體。桿 440 固持碟片 450。射頻 (RF) 電源 460 連接於桿 440 與腔室 410 的壁之間。腔室 410 之壁連接至電地面 (electrical earth)。除 RF 電源之外，可包括阻抗匹配設備及用於施加直流電 (DC) 偏壓之電源。可用石墨或矽塗佈桿 440 以保護其免受電漿。此外，桿及其表面為高導電的，以促進桿與碟片之間的良好電接觸。可使用夾鉗 455 或其他工具將碟片 450 固定在適當位置；夾鉗 455 不僅將碟片 450 固定在適當位置而且確保碟片 450 與桿 440 之間的良好電連接。裝配桿以載運許多碟片（為易於說明，僅展示三個碟片 450）。此外，腔室 410 可經裝配以固持載有用於同時電漿離子植入之碟片的許多桿。可容易地將桿 440 移入及移出腔室 410。

電漿離子植入工具 400 中之碟片的處理如下進行。將碟片 450 中之一或多者裝載至桿 440 上。將桿 440 裝載

至腔室 410 中。真空泵 420 操作以達成所要之腔室壓力。含有植入物質之所要氣體經由閥 435 自氣體供應器 430 滲漏至腔室中直至達到所要操作壓力。RF 電源 460 經操作以點燃圍繞碟片 450 中之一或更多者之表面的電漿。DC 電源可用以控制植入磁性薄膜中之離子之能量。亦可使用 RF 偏壓。

可易自電漿植入且可有效修正典型濺鍍磁性薄膜（諸如，Co-Pt 及 Co-Pd）之磁性性質方面之離子為：氰、氮、硼、硫、鋁、鋰、氖及鋇以及此等元素之組合。此清單並非意欲為詳盡的。易在電漿中形成且在修正磁性薄膜之磁性性質方面有效之任何離子係充足的。理想上，可在最低劑量下將磁性薄膜之磁性性質改變成熱穩定少磁性或多磁性區之離子較佳。

在屬於 Collins 等人之美國專利第 7,288,491 號及第 7,291,545 號中可獲得電漿離子植入腔室及製程方法之其他細節，該等美國專利以引用之方式併入本文。本揭示案之腔室與 Collins 等人之腔室之間的主要差異在於用於固持基板之不同組態。本揭示案之碟片固持器允許一起植入兩側，而 Collins 等人之基板在處理期間位於晶圓夾盤上。熟習此項技術者應瞭解，如何可在本揭示案中利用 Collins 等人之電漿離子植入工具及方法。

在步驟 106 中置放基板以接收能量化離子之後，可使與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分經受步驟 108 中之熱激發。在一實施例中，可使用射頻或微波能量以加熱

選擇性區域。在又一實施例中，可加熱基板。在又一實施例中，可執行雷射或快閃退火。在一些實施例中，可使用快速高熱退火或鍋爐。

如熟習此項技術者所瞭解，可由仍存在於磁性薄膜上之阻劑層執行熱激發步驟 108。在一些實施例中，可移除阻劑層且使磁性薄膜經受熱激發。在此實施例中，將使具有經受離子植入之部分及未經受離子植入之部分的磁性薄膜經受熱激發。此方法可有利地供可受益於熱激發之某些類型之磁性薄膜使用，例如，可用於未經受離子植入之磁性薄膜之部分上。

若使用遮罩 200（例如，PVA 遮罩），則該製程可另外包括遮罩 200 之移除。在一實施例中，可使用溶解 PVA 遮罩 200 之製程（例如，使用水溶液）來移除 PVA 遮罩。在一些實施例中，可使用非水溶液。在一些實施例中，移除遮罩 200 且隨後，使磁性薄膜經受熱激發。在此實施例中，將使具有經受離子植入之部分及未經受離子植入之部分的磁性薄膜經受熱激發。此方法可有利地供可以受益於熱激發之某些類型之磁性薄膜使用，例如，可用於未經受離子植入之磁性薄膜之部分上。在一些實施例中，可用仍存在之遮罩 200 執行熱激發步驟 108。

在一些實施例中，藉由在腔室 410 中併入適當熱源及在離子植入之後選擇性打開熱源，可使磁性薄膜在離子植入工具 400 之腔室 410 中經受熱激發。

在能量化離子步驟 106 及/或步驟 108 中之熱激發之

後，如步驟 110 中所說明，使與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分呈現出與選擇性其他區域不同之磁性性質。在一實施例中，穿透至與選擇性區域 350 相鄰之磁性薄膜之部分中的能量化離子使與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分呈現出與選擇性其他區域不同之磁性性質。若阻劑用作圖案，則該製程可另外包括阻劑剝離步驟。可以在移除碟片之前藉由電漿離子植入腔室中之習知除渣及灰分操作（ash operation）促進阻劑剝離步驟。阻劑剝離步驟可為此項技術中熟知之濕式化學製程。在一些實施例中，如上文所討論，可在熱激發步驟 108 之前執行阻劑剝離步驟。

可自電漿植入製程獲得之離子之能量在約 100 eV 至約 15 keV 之範圍中。然而，為植入至幾十奈米厚之磁性薄膜中，所要能量範圍係介於約 1 keV 至約 11 keV 之間。所選擇之能量範圍係基於所選元素、阻劑厚度、阻劑離子停止能力及所要之磁性性質。舉例而言，可使用約 1 kV 至 11 kV 之偏壓電壓來產生所要能量範圍。

第 5 圖為安置在磁性薄膜 520 周圍之圖案 510 的截面表示圖，其中箭頭 530 表示能量化離子之轟擊之一般方向。能量化離子穿透阻劑 510 之選擇性區域 540，且穿透與選擇性區域 540 相鄰之磁性薄膜 520 之部分 550。

第 6 圖為離子植入之後的磁性薄膜 520 之截面表示圖，其中部分 550 經受離子植入。使磁性薄膜 520 之部分 550 呈現出與磁性薄膜 520 之選擇性其他部分 560 不

同之磁性性質。

提供以下實例以說明達成所要磁性性質之離子植入之各種應用。

實例：

進行實驗以確定對於給定偏壓電壓而言，阻劑對氮及硼離子之離子停止性質。

氮離子植入：在 7 kV 及 2 kV 偏壓電壓下，對氮離子植入進行實驗。在 7 kV 下，使氮離子停止穿透阻劑層所需要之阻劑厚度為約 120 nm。在圖案之選擇性區域處之阻劑厚度可高達 45 nm 且仍提供氮離子對與圖案之選擇性區域相鄰的 20 nm 厚之 Co 系磁性薄膜的穿透。在 2 kV 下，使氮離子停止穿透阻劑層所需要之阻劑厚度為約 85 nm。在圖案之選擇性區域處之阻劑厚度可高達 10 nm 且仍提供氮離子對與圖案之選擇性區域相鄰的 20 nm 厚之 Co 系磁性薄膜的穿透。

硼離子植入：在 9 kV 偏壓電壓下對硼離子植入進行實驗。在 9 kV，使硼離子停止穿透阻劑層所需要之阻劑厚度為約 65 nm。在圖案之選擇性區域處之阻劑厚度可高達 10 nm 且仍提供硼離子對與圖案之選擇性區域相鄰的 20 nm 厚之 Co 系磁性薄膜的穿透。

磁性性質：

實例 1a：

使用濺鍍有約 100 nm 之 FeNi 合金柔軟底層之玻璃基板。在 FeNi 合金柔軟底層上濺鍍 CoCrPt 合金之約 20 nm

圖，明顯地，與未經受 He 離子植入之基線磁性薄膜相比，經受 He 離子植入之磁性膜之部分的飽和磁力 (Ms) 已降至約 0.1 特斯拉。因此，可使磁性薄膜在適當製程條件下經受 He 離子植入，以將磁性性質大體上改變為選擇性部分呈現出顯著不同磁性性質之狀態。

#### 實例 1b：

除了使樣本經受高熱退火之外，在實例 1b 中使用與實例 1a 中所用類似之樣本。在約 10 torr 至約 5 torr 之壓力下，於真空中，在約攝氏 100 度及約攝氏 200 度下執行高熱退火約一小時。

在使樣本經受高熱退火之後，使用物理性質量測系統量測經受 He 離子植入及高熱退火之磁性膜之部分的磁性性質。未經受 He 離子植入之磁性膜的基線磁化曲線展示約 1.36 特斯拉之飽和磁力 (Ms)。經受 He 離子植入及在攝氏 100 度下之高熱退火之磁性膜之部分的磁化曲線展示約 0.01 特斯拉之飽和磁力 (Ms)。經受 He 離子植入及在攝氏 200 度下之高熱退火之磁性膜之部分的磁化曲線展示約 0.03 特斯拉之飽和磁力 (Ms)。基於實例 1a 及 1b 中之樣本之結果，顯然，樣本之高熱退火進一步減小經受退火之磁性膜之部分的飽和磁力 (Ms)。因此，可使磁性薄膜在適當製程條件下經受 He 離子植入及高熱退火，以將磁性性質大體上改變為選擇性部分呈現出顯著不同磁性性質之狀態。儘管在約 2 kV 之偏壓電壓下進行實驗，但是偏壓電壓可能在 1 kV 至 11 kV 之範圍中且

較佳在 1 kV 至 3 kV 之範圍中。

### 實例 2：

將與實例 1a 中所用類似之樣本用於硼離子之穿透。藉由將摻雜氣體  $\text{BF}_3$  注入製程腔室中，使如上所述之製備樣本經受含有硼離子之電漿。將製程腔室壓力維持在約 15 mtorr，RF 偏壓電壓為約 9 kV，源功率為約 500 瓦特，以約 300 sccm 之流動速率注入摻雜氣體  $\text{BF}_3$  且植入時間為約 20 秒。視情況而定，亦可以注入惰性氣體以輔助電漿之產生。舉例而言，亦可以約 16 sccm 之流動速率注入氮。

使用具有上述製程參數之模擬程式來描繪硼離子向樣本中之穿透的輪廓。第 8A 圖及第 8B 圖展示模擬之結果。現在參閱第 8A 圖，顯而易見，65 nm 厚之阻劑將足以使能量化硼離子停止穿透至 CoCrPt 磁性薄膜層中。自第 8A 圖，明顯地，約 10 nm 之阻劑層及約 28 埃之碳層可由能量化離子成功穿透。能量化離子可進一步大體上穿透約 20 nm 之 CoCrPt 磁性薄膜層。

參閱第 8C 圖，使用二次離子質譜儀 (SIMS) 確定硼及 Co 原子之濃度。根據第 8C 圖，顯然，Co 濃度大體上保持不變。亦顯然，硼濃度對於約 10 nm 的深度保持恒定且此後逐漸減小。

使用物理性質量測系統量測用於未經受硼離子植入之樣本的磁性膜之磁性性質，從而建立基線。在使樣本經受硼離子植入之後，使用物理性質量測系統量測經受硼

離子植入之磁性膜。第 8D 圖展示未經受硼離子植入之磁性膜的磁化曲線。如自第 8D 圖顯而易見，飽和磁力 ( $M_s$ ) 為約 1.36 特斯拉。第 8E 圖展示經受硼離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線。如自第 8E 圖顯而易見，與未經受硼離子植入之磁性薄膜相比，經受硼離子植入之磁性膜之部分的飽和磁力 ( $M_s$ ) 已降至約 0.5 特斯拉。在此等實驗條件下之硼離子植入將磁化減少約 50%。

因此，可使磁性薄膜在某些製程條件下經受硼離子植入來改變選擇性部分之磁性性質以呈現出不同磁性性質。舉例而言，可改變選擇性部分之磁性性質，以呈現出比未經受硼離子植入之部分少的磁性性質。儘管在約 9 kV 之偏壓電壓下進行實驗，但是偏壓電壓可能在 1 kV 至 11 kV 之範圍中且較佳在 7 kV 至 11 kV 之範圍中。

### 實例 3：

濺鍍有約 20 nm 之 Co 合金層的矽基板經製備作為用於此實例之樣本。藉由將摻雜氣體  $\text{SiH}_4$  注入製程腔室中，使所製備之樣本經受含有矽離子之電漿。製程腔室壓力為約 30 mtorr，RF 偏壓電壓為約 9 kV，源功率為約 500 瓦特，以約 75 sccm 之流動速率注入摻雜氣體  $\text{SiH}_4$  且植入時間係約 20 秒。

使用具有上述製程參數之模擬程式來描繪矽離子向樣本中之穿透的輪廓。第 9A 圖展示模擬之結果。現在參閱第 9A 圖，顯然，Si 穿透約 5-6 nm 深，其中一些尾部高達 10 nm 深。

在使樣本經受矽離子植入之後，使用 SIMS 量測在 20 nm Co 膜中之 Si 植入之深度輪廓。第 9B 圖展示 Si 植入之深度輪廓。自第 9B 圖，明顯地，Si 離子穿透約 5-6 nm 深。值得注意的是，使用模擬程式所描繪之 Si 離子穿透深度輪廓與 Si 穿透深度之實際量測充分關聯。

在一些實施例中，在離子植入之後，可（例如）藉由高熱退火使磁性薄膜經受熱激發。如自實例 1b，明顯地，預期高熱退火將進一步減少經受熱激發之磁性薄膜之部分的飽和磁力（Ms）。

自以上實例，明顯地，使能量化離子停止穿透阻劑層及撞擊於磁性薄膜上所需要之阻劑厚度視所用之元素種類、製程參數及離子進入與允許帶電離子穿透之阻劑層之選擇性區域相鄰的磁性薄膜中之所要穿透深度而定。隨著允許帶電離子穿透之阻劑層之選擇性區域的尺寸變小，需要減小阻劑厚度，以允許圖案產生期間之有效奈米微影製程。隨著阻劑厚度減小，阻劑層可能不再能夠使能量化離子之停止穿透除選擇性區域之外的區域。

一種克服此問題之方式為對阻劑添加增加對帶電離子之穿透之抵抗性的摻雜劑。舉例而言，可用含矽化合物來摻雜阻劑以增加對帶電離子穿透阻劑的抵抗性。可用以增加對帶電離子之穿透之抵抗性的其他摻雜劑包括含有硫及磷之化合物。在一實施例中，可將奈米粒子作為添加劑添加以調整對帶電離子之穿透的抵抗性。舉例而言，可使用氧化鋁 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ )、二氧化

鈰 ( $\text{CeO}_2$ ) 及二氧化鈦 ( $\text{TiO}_2$ ) 之奈米粒子來調整對帶電離子之穿透的抵抗性。

自以上實例，明顯地，基於製程參數及離子至磁性薄膜中之所要穿透深度，不同元素種類對磁性性質具有不同效應。舉例而言，一或多種元素可有利地用以修正磁性膜之磁性性質。作為一實例，氮及硼之組合可提供增加之益處。舉例而言，具有較小分子量之氮可在磁性薄膜中穿透較深，且使用較小偏壓電壓改變磁性性質。可在氮之穿透之前或之後使用具有較高分子量之硼以進一步影響磁性薄膜之磁性性質，且硼亦充當用於氮離子之障壁以防止其隨時間而逃離磁性薄膜。

儘管已描述氮及硼之組合，但是熟習此項技術者應瞭解，可順序地或一起使用元素之各種其他排列及組合，以得出有利於保持及增強磁性性質之修正之磁性及其他性質。

亦自以上實例，明顯地，可使用不同元素種類來修正磁性薄膜之磁性性質。舉例而言，可使用含有在離子植入後增加薄膜之磁性性質之元素的化合物。舉例而言，鉑離子植入可增加磁性薄膜之磁性性質。

本揭示案可用於各種類型之磁性記錄媒體。舉例而言，本揭示案之教示可供具有粒狀磁性結構之記錄媒體使用。本揭示案亦可用於多層磁性薄膜。磁性薄膜亦可為連續磁性膜且可供圖案化媒體使用。圖案化媒體可為位元圖案化媒體或軌跡圖案化媒體。在一實施例中，磁

性薄膜可由適於熱輔助磁性記錄之高各向異性的磁性材料製成。

本揭示案允許極短之製程時間。舉例而言，其可以佔用約十秒以植入碟片。輸入及輸出真空加載互鎖（loadlock）將使得能夠將碟片快速轉移至腔室中或轉移出腔室且避免浪費用於抽氣之時間，進而允許極高之生產量。熟習此項技術者應瞭解，如何可將自動轉移系統、機器人及加載互鎖系統與本揭示案之電漿離子植入裝置整合。

本揭示案在某些實施例中提供選擇性修正磁性媒體之磁性薄膜之部分的磁性性質之方法。選擇性修正可有利地用以增加所要性質（如磁錄密度、寫入能力、SNR 及磁性媒體之熱穩定性）中之一或多個性質。

儘管已參考本揭示案之較佳實施例特定地描述了本揭示案，但是對於熟習此項技術者而言，應顯而易見的是，可在不脫離本揭示案之精神及範疇之情況下進行形式及細節之改變及修改。附加申請專利範圍意欲涵蓋此等改變及修改。

### 【圖式簡單說明】

對於熟習此項技術者而言，在結合附圖回顧本發明之特定實施例之以下描述之後，本發明之此等及其他態樣及特徵將變得顯而易見。

第 9B 圖展示在矽離子植入後磁性薄膜中之矽離子的深度輪廓。

**【主要元件符號說明】**

100 方法

102 步驟

104 步驟

106 步驟

108 步驟

110 步驟

200 示範性遮罩/遮罩

202 無助於能量化離子穿透過之部分

204 有助於能量化離子穿透過之選擇性區域

300 示範性圖案

310 圖案化阻劑

320 磁性薄膜/薄膜

330 基板

340 凹陷

350 選擇性區域

360 部分

400 電漿離子植入手工具

410 腔室

420 真空泵

430 氣體供應器

432 管

435 閥

440 桿

450 碟片

455 夾鉗

460 射頻 (RF) 電源

510 圖案 / 阻劑

520 磁性薄膜

530 箭頭

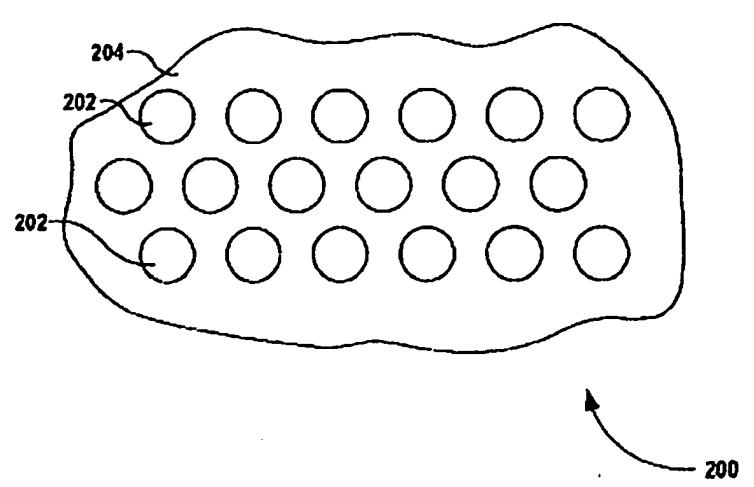
540 選擇性區域

550 部分

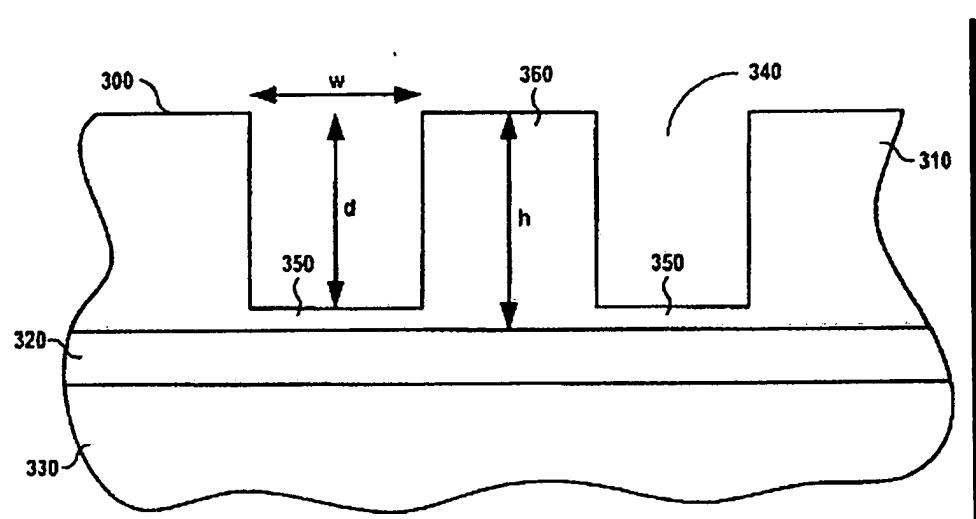
560 選擇性其他部分

subjected to thermal excitation. The portions of the magnetic thin film are rendered to exhibit a magnetic property different than selective other portions. A method for patterning a magnetic media with a magnetic thin film on both sides of the media is also disclosed.

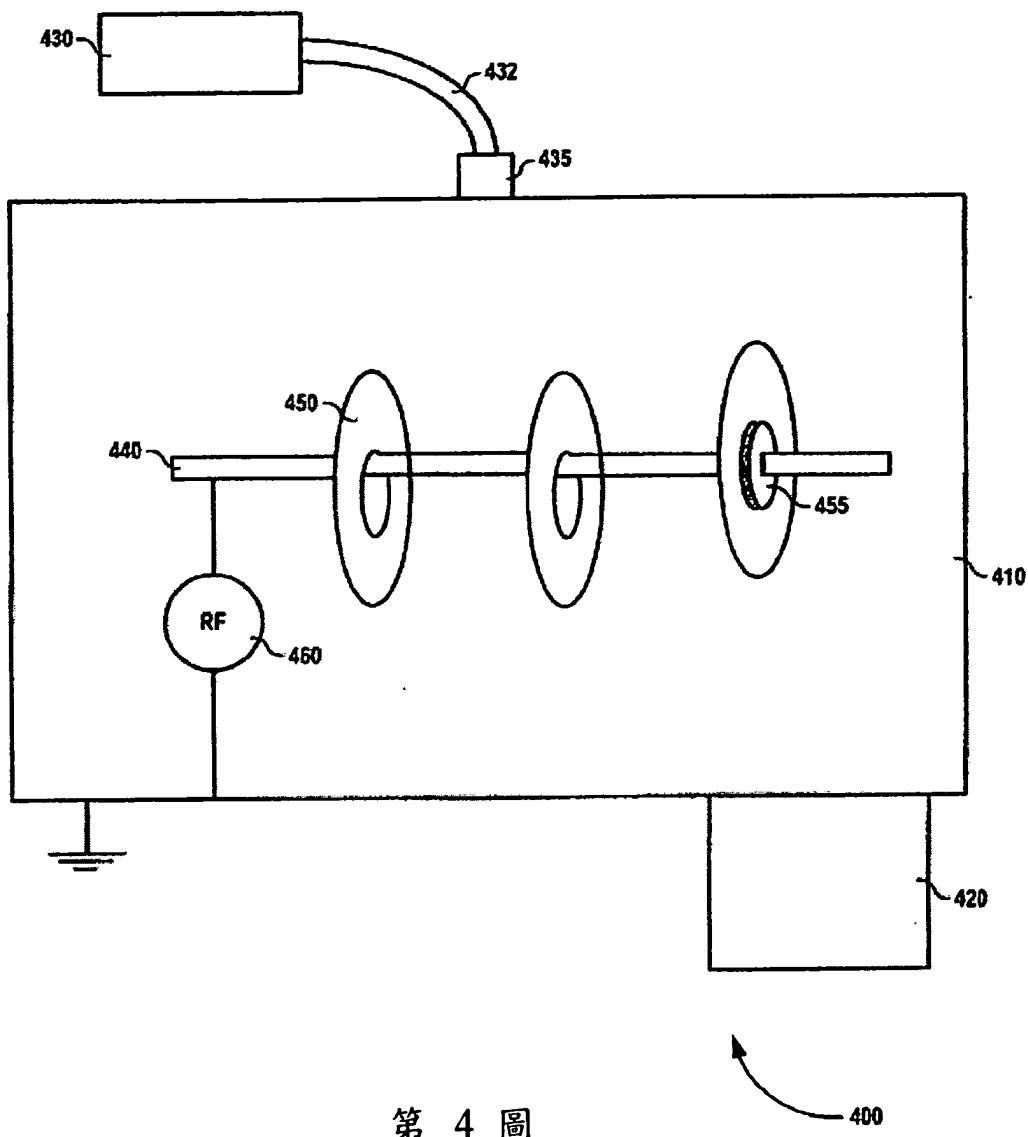
I478159



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

















四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

區域 204 的遮罩 200。舉例而言，部分 202 之厚度可經選擇使得能量化離子不完全穿透部分 202。儘管已將部分 202 展示為圓形，但是如熟習此項技術者所瞭解，可以有利地選擇部分 202 之形狀及位置。舉例而言，視應用之需要而定，部分 202 之形狀可以為橢圓形、正方形、長方形或任何其他形狀。

在又一實施例中，可將阻劑塗佈於磁性薄膜上，且可（例如）使用奈米壓印微影術在阻劑中產生圖案。存在可用於本揭示案之兩種熟知類型之奈米壓印微影術。第一種為熱塑性奈米壓印微影術 [T-NIL]，其包括以下步驟：(1) 用熱塑性聚合物阻劑塗佈基板；(2) 使具有所要三維圖案之模與阻劑接觸且施加指定壓力；(3) 將阻劑加熱至其玻璃轉變溫度以上；(4) 當阻劑超出其玻璃轉變溫度時，將模壓至阻劑中；(5) 冷卻阻劑且將模與阻劑分離，進而在阻劑中留下所要三維圖案。

第二類型之奈米壓印微影術為光奈米壓印微影術 [P-NIL]，其包括以下步驟：(1) 將光可固化液體阻劑塗覆至基板；(2) 將具有所要三維圖案之透明膜壓至液體阻劑中直至該模與基板接觸；(3) 在紫外光中固化液體阻劑，以將液體阻劑變成固體；(4) 將模與阻劑分離，進而在阻劑中留下所要三維圖案。在 P-NIL 中，模係由諸如融合矽石之透明材料製成。

第 3 圖展示在奈米壓印微影術之後的示範性圖案 300 之截面表示圖。基板 330 上之磁性薄膜 320 上之圖案化

區域並撞擊於與選擇性區域相鄰之磁性薄膜之部分上。

在一實施例中，提供一真空腔室且注入含有一或多種元素之化合物的一或多種氣體。藉由使用高電壓點燃電漿且釋放一或多種元素之能量化離子。

在步驟 106 中，置放基板以接收能量化離子。在一實施例中，將基板置放於產生一或多種元素之能量化離子之真空腔室中。在一實施例中，將基板置放於含有一或多種能量化離子之電漿中。在一實施例中，使基板偏壓以吸引能量化離子。若使用遮罩 200，則能量化離子通過遮罩 200 之選擇性區域 204 並撞擊於與選擇性區域 204 相鄰之磁性薄膜之部分上。若阻劑 310 用作圖案，則能量化離子通過選擇性區域 350 並撞擊於與選擇性區域 350 相鄰之磁性薄膜之部分上。在一實施例中，能量化離子穿透至與選擇性區域 350 相鄰之磁性薄膜之部分中。在一實施例中，能量化離子部分地穿透至與選擇性區域 350 相鄰之磁性膜之部分中。在一實施例中，能量化離子大體上穿透至與選擇性區域 350 相鄰之磁性薄膜之部分中。

在一實施例中，可使用電漿離子浸漬植入以在低能量下提供高植入劑量。由於濺鍍之磁性薄膜通常僅幾十奈米厚，故低離子能量有效且高劑量提供高生產量。此外，如自第 4 圖所明晰，可同時進行碟片之兩側之電漿離子植入。儘管雙側電漿離子植入較佳，但是在不脫離本揭示案之精神之情況下，可使用單側電漿離子植入。在單

磁性薄膜層。藉由將摻雜氣體氮注入製程腔室中，使如上所述之製備樣本經受含有 He 離子之電漿。製程腔室壓力為約 15 mtorr，RF 偏壓電壓為約 2 kV，源功率為約 500 瓦特，以約 300 sccm 之流動速率注入摻雜氣體氮且植入時間為約 25 秒。視情況而定，亦可注入惰性氣體以輔助電漿之產生。舉例而言，亦可以約 16 sccm 之流動速率注入氮。

使用具有上述製程參數之模擬程式來描繪 He 離子向樣本中之穿透輪廓。可使用已知為 TRIM 之模擬程式執行模擬。TRIM 程式可用作已知為來自 [www.srim.org](http://www.srim.org) 之 SRIM 之程式群的一部分。第 7A 圖及第 7B 圖展示模擬之結果。現在參閱第 7A 圖，顯而易見，約 85 nm 厚之阻劑足以使能量化 He 離子停止穿透至 CoCrPt 磁性薄膜層中。現在，參閱第 7B 圖，顯而易見，約 10 nm 之阻劑層及約 28 埃之碳層將由能量化離子成功穿透，且能量化離子進一步大體上穿透約 20 nm 之 CoCrPt 磁性薄膜層。

使用物理性質量測系統（Physical Property Measurement System）量測用於未經受 He 離子植入之樣本的磁性膜之磁性性質，從而建立基線。在使樣本經受 He 離子植入之後，使用物理性質量測系統量測經受 He 離子植入之磁性膜之部分的磁性性質。第 7C 圖展示未經受 He 離子植入之磁性膜的磁化曲線。自第 7C 圖，明顯地，飽和磁力（Ms）為約 1.36 特斯拉。第 7D 圖展示經受 He 離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線。自第 7D

第 1 圖為本揭示案之示範性方法的製程流程圖；

第 2 圖為用於在磁性薄膜周圍用作圖案之示範性遮罩的部分平面圖；

第 3 圖為具有安置在磁性薄膜周圍之圖案的示範性阻劑；

第 4 圖為供本揭示案使用之製程腔室的示意圖，其展示本揭示案之第一碟片固持器裝置；

第 5 圖為磁性薄膜周圍之圖案的截面表示圖；

第 6 圖為離子穿透後之磁性薄膜的截面表示圖；

第 7A 圖及第 7B 圖展示穿過阻劑及磁性薄膜之氮離子穿透輪廓；

第 7C 圖展示未經受氮離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線；

第 7D 圖展示經受氮離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線；

第 8A 圖及第 8B 圖展示穿過阻劑及磁性薄膜之硼離子穿透輪廓；

第 8C 圖展示在硼離子植入後磁性薄膜中之硼及鈷離子的濃度；

第 8D 圖展示未經受硼離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線；

第 8E 圖展示經受硼離子植入之磁性膜之部分的磁化曲線；

第 9A 圖展示穿過磁性薄膜之矽離子穿透輪廓；及

**公告本**

## 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98135648

※ 申請日期：2009 年 10 月 21 日

※IPC 分類：G11B 5/84 (2006.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

使用能量化離子以圖案化磁性薄膜之方法、處理記錄媒體之裝置及磁性記錄媒體

PATTERNING OF MAGNETIC THIN FILM USING ENERGIZED IONS,  
APPARATUS FOR PROCESSING RECORDING MEDIA AND MAGNETIC  
RECORDING MEDIUM

### 二、中文發明摘要：

本發明提供一種用於在一基板上圖案化一磁性薄膜之方法，其包括：在該磁性薄膜周圍提供一圖案，其中該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子之穿透。能量化離子經產生而具有足夠能量以穿透選擇性區域及與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之一部分。置放該基板以接收該等能量化離子。可使該磁性薄膜之該部分經受熱激發。使該磁性薄膜之該等部分呈現出與選擇性其他部分不同之磁性性質。本發明亦揭示用於圖案化一磁性媒體之方法，該媒體之兩側上具有一磁性薄膜。

### 三、英文發明摘要：

A method for patterning a magnetic thin film on a substrate includes: providing a pattern about the magnetic thin film, with selective regions of the pattern permitting penetration of energized ions of one or more elements. Energized ions are generated with sufficient energy to penetrate selective regions and a portion of the magnetic thin film adjacent the selective regions. The substrate is placed to receive the energized ions. The portion of the magnetic thin film may be

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於在一基板上圖案化一薄膜之方法，其包含以下步驟：

將一磁性薄膜安置於該基板上；

將一圖案安置於該磁性薄膜上，該圖案具有允許能量化離子之穿透的選擇性區域；

將其上具有該圖案之該基板定位於一腔室內；

接著注入氮及一含硼之氣體至該腔室內，其中該氮及該含硼之氣體接著被離子化至電漿中，以植入能量化氮離子及能量化硼離子至該磁性薄膜之部分中，該磁性薄膜係鄰近安置於該基板上之該圖案的該等選擇性區域，其中使該基板在約 1 kV 至約 11 kV 之一範圍內偏壓；

使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之部分呈現出與該磁性薄膜之選擇性其他部分不同的一磁性性質。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中將該圖案安置之步驟包括以下步驟：將一遮罩緊鄰該磁性薄膜定位。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該遮罩包含聚乙  
烯醇。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該安置一圖案之步驟包含以下步驟：

將一阻劑沉積於該磁性薄膜之該表面上；

使該阻劑與一具有一三維圖案之模接觸以在該阻劑中產生凹陷，該等凹陷產生薄阻劑之區及厚阻劑之區，該薄阻劑對應於允許能量化離子之穿透之該等選擇性區域；及  
固化該阻劑。

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其進一步包含移除該阻劑。

6. 如申請專利範圍第4項之方法，其中使用熱塑性奈米壓印微影術或光奈米壓印微影術在該磁性膜之該表面上沉積及固化該阻劑。

7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中使該基板在約1kV至約3kV之範圍內受偏壓，且該薄阻劑層具有約10nm之一厚度。

8. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該將一圖案安置於該磁性薄膜上之步驟包含以下步驟：將一圖案安置於該基板之兩側上。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該能量化氮離子及該能量化硼離子係在相同的偏壓電壓下被植入，且在該磁性薄膜內該氮離子被植入的深度係大於該硼離子被

植入的深度。

10. 一種用於在一基板上圖案化一磁性薄膜之方法，其包含以下步驟：

在該磁性薄膜周圍提供一圖案，其中該圖案之選擇性區域允許一或多種元素之能量化離子接觸該磁性薄膜之部分；

產生一或多種元素之能量化離子，該等能量化離子具有足夠的能量以穿透該圖案之選擇性區域及與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之一部分；

將該基板曝露於該等能量化離子以使得該等能量化離子接觸該磁性薄膜；

使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之該部分經受熱激發；及

使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之部分呈現出與該磁性薄膜之選擇性其他部分不同之一磁性性質。

11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之部分呈現出與離子之該穿透之前不同之一磁性性質。

12. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之該部分經受熱激發之步驟進一步包括以下步驟：使該磁性薄膜之選擇性其他部分

經受熱激發。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含以下步驟：在使該磁性薄膜之該等選擇性其他部分經受熱激發之前移除該等選擇性其他部分周圍之該圖案。

14. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該提供該圖案之步驟包括以下步驟：在該磁性薄膜上塗佈一阻劑及用一具有對應於該圖案之該等選擇性區域之複數個突出物的模來壓印，該壓印在該阻劑中產生一凹陷，該凹陷具有一寬度及一深度，其中圍繞該凹陷之阻劑具有至少與該凹陷之該深度一樣高之一阻劑厚度且圍繞該凹陷之該阻劑厚度足以大體上防止能量化離子穿透圍繞該凹陷之該阻劑。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該使與該等選擇性區域相鄰之該磁性薄膜之該部分經受熱激發之步驟包含以下步驟：藉由雷射退火、快閃退火、快速高熱退火或施加微波能量來加熱該磁性薄膜。

16. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該在該磁性薄膜周圍提供一圖案之步驟包含以下步驟：在該基板之兩側上提供一圖案。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該提供該圖案之步驟包括以下步驟：在該磁性薄膜上塗佈一阻劑及用一具有對應於該圖案之該等選擇性區域之複數個突出物的模來壓印。

18. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中產生一或多種元素之能量化離子之步驟包括以下步驟：提供一真空腔室、注入含有一或多種元素之化合物之一或多種氣體、藉由使用高電壓點燃一電漿且釋放一或多種元素之能量化離子，及曝露該基板，曝露該基板之步驟包括以下步驟：將該基板安置在該真空腔室中及使該基板偏壓以吸引該等能量化離子。

19. 一種用於處理記錄媒體之裝置，包含：

一製程腔室；  
一基板支撑件，其安置在該製程腔室內，該基板支撑件具有複數個基板支撑位點位於其上之一表面，該基板支撑件經調適以支撑複數個磁性記錄媒體；  
一電源，其耦接至該製程腔室且經調適以產生一電漿；及  
一摻雜氣體供應器，其耦接至該製程腔室且經調適以提供一摻雜氣體予該製程腔室之內部。

20. 如申請專利範圍第 19 項之裝置，其中該基板支撑件

包含一導電表面。

21. 如申請專利範圍第 19 項之裝置，其中該基板支撑件包含一電漿保護塗層。

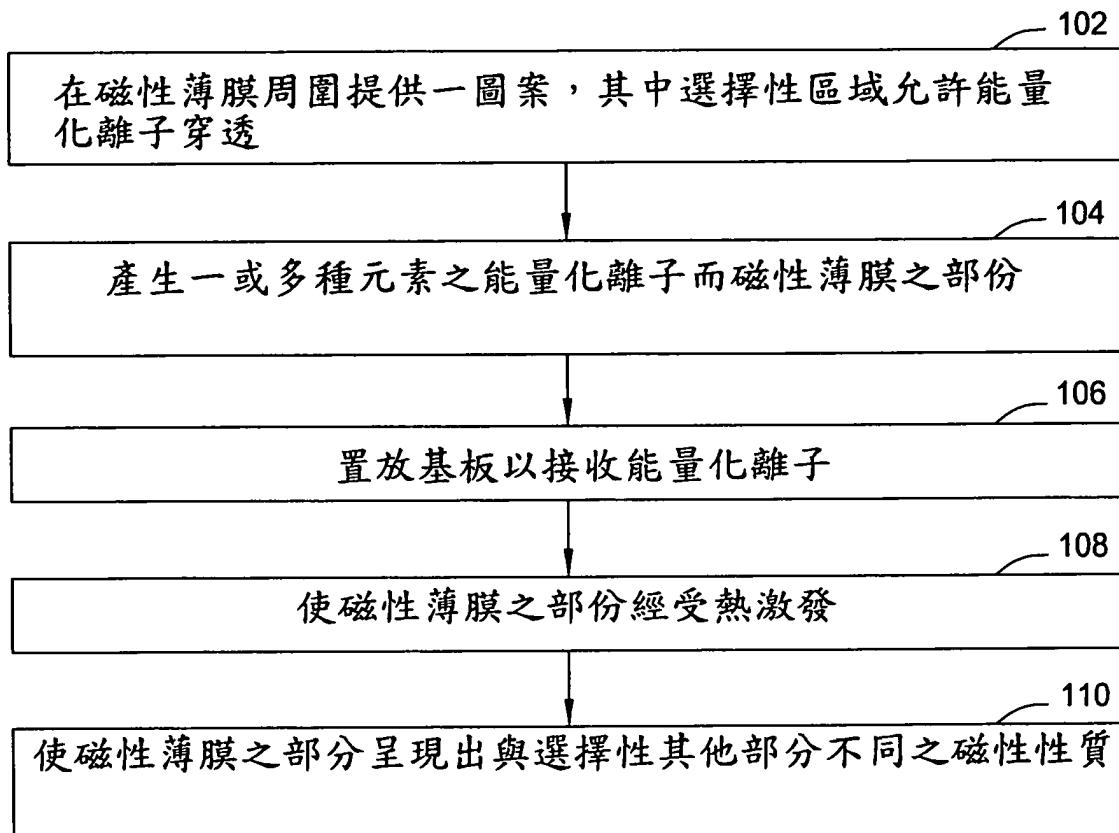
22. 一種磁性記錄媒體，其包含：

一基板，其具有一安置於其上之電漿摻雜磁性薄膜，該磁性薄膜包含一鈷合金層，其具有：

一具有一摻雜離子濃度之第一區域之圖案，其中具有一摻雜離子濃度之該等第一區域呈現出與該等第一區域相鄰之區域不同的一磁性性質，且其中該摻雜離子係選自由氫、氦、硼、硫、鋁、鋰、氖、鍺及其組合組成之群組。

23. 如申請專利範圍第 22 項之磁性記錄媒體，其中該摻雜離子為氦，且該摻雜離子濃度對於約 10 nm 之一深度而言大體上保持恒定。

1/11



第1圖