

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93116004

※申請日期：93.6.3

※IPC 分類：H01F 41/04

## 壹、發明名稱：(中文/英文)

薄膜式電磁線圈之製作方法

## 貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章)

國立交通大學 / National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文)(簽章)張俊彥 / Chun-Yen Chang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號 / 1001 Ta Hsueh Rd., Hsinchu, Taiwan

國籍：(中文/英文) 中華民國

## 參、發明人：(共2人)

姓名：(中文/英文)

1. 呂宗熙
2. 蘇侯舉

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市大學路 1001 號 交通大學機械系
2. 基隆市七堵區崇禮街 6-2 號 3 樓

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國
2. 中華民國

**肆、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： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

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】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

**伍、中文發明摘要：**

本發明係提供一種薄膜式電磁線圈之製作方法，係利用原子力顯微鏡進行微影 (Force Lithography) 加工，製造具有奈米等級的電磁線圈，進而提高其磁場強度；其係利用原子力微影顯微技術於一薄膜基材上進行加工，使其呈現凹陷結構，再經由一微機電製程，形成一具有奈米等級、高磁場強度的薄膜式電磁線圈，以達到降低成本、提升電磁線圈效率之功能。

**陸、英文發明摘要：**

**柒、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

最底層基層 1

導電絕緣層 2

光阻基層 3

完成微影加工的光阻基層 3-1

金屬層 4

選擇性蝕刻液 5

**捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種薄膜式電磁線圈之製作方法，尤指一種利用原子力微影顯微技術製造一具有奈米等級、高磁場強度的電磁線圈之方法。該電磁線圈可提供資料儲存裝置之讀寫頭足夠的磁場強度及較高的調變速度，可達到高速讀出或者寫入的目的。

### 【先前技術】

奈米科技 (nanotechnology) 係廿一世紀的三大最重要科技之一。掃瞄探針顯微技術 (scanning probe microscopy, SPM) 亦係奈米科技發展的重點項目之一，尤其係利用原子力顯微鏡來進行表面加工 (亦稱為原子力微影顯微技術)，是目前新興的奈米級加工技術，可以達到的線寬約在 5—10 nm。除了具有很高之解析度外，其對於環境的要求很低，只要在大氣中就能完成，操作極為便利。相較於其他奈米微影，如電子束微影及 X 光微影，此項技術之成本更為低廉。其用途包括奈米電子元件、高密度資料儲存及奈米加工等應用。

隨著光學儲存容量與密度的增加，在資料寫入方面的速度也必須不斷的改進，為了達成高速寫入的動作，近場光碟機必須提供更大的磁場強度與更快的調變速度。

據一篇 2003 年的習知日本專利“Multiplied

Hierarchical Structure, Hierarchical Multi-spiral Structure, Functional Material, Storage Element, Recording Medium, Nanocoil Structure, and Information Read Method”, Shintaro, H. 等人著，專利編號：JP2003196882，提出資料儲存之方法，其係利用碎形 (fractal) 材料製作多個螺旋線圈，組織成為多個階層結構。該專利提出的線圈並非如本發明所製造的薄膜線圈，而且並未提出線圈的製作方法，因此本案相較此篇習知技藝，明顯具有新穎性。

據 2003 年的美國專利 “Nano-magnetic Head and Nano-magnetic Head device using the same, ”, Akio, H. 等人著，專利編號：US2003095356，提出一奈米磁頭構造之裝置，其係將奈米管的基座固定於原子力顯微鏡探針，奈米線圈纏繞於探針針尖和奈米管的周圍，供輸入輸出訊號，且該構造被指定用於磁碟、磁帶、磁卡、磁鼓用途；因此該專利所提出的奈米線圈並非如本發明所製造的薄膜線圈，因此本案較此篇習知技藝，明顯具有新穎性。

據一篇 2003 年的美國專利 “Method for manufacturing Carbon Nanocoils, ” 專利編號：US6558645B2，提出一種利用觸媒化學方法製作奈米線圈之方法。該專利所提出的線圈所用之材質為碳，且不屬於薄膜線圈；而本發明線圈材料係可由任何一種金屬所

構成，且係一種薄膜線圈，明顯具有進步性與新穎性。

據“An Integrated Magneto-Optical Sliding Head for First Surface Laser Pulsed Magnetic Field Modulation Magneto-Optical-Recording”, Pennig, F. C. 等著，*Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 40, Part 1, No. 3B, pp. 1775-1777, March 2001 一文獻之技術所完成的電磁線圈的磁場強度只有 15k (A/m)，而應用本發明之技術所完成的電磁線圈卻具有高達 34.16k (A/m) 的磁場強度；與前者比較可得知，應用本發明之技術，可使電磁線圈的磁場強度提升 227%。故，本發明所完成的電磁線圈具有高磁場強度。

據方得華博士的民國 89 年成功大學博士論文“原子力顯微鏡奈米加工技術研究”一文，此文只提出向量微影加工作加工分析。而本發明不僅對向量微影加工 (Vector Lithography) 進行加工分析，也增加對掃瞄微影加工 (Raster Lithography) 的加工分析，從中以比較此兩種微影加工方法在微影加工技術上的優劣。

據 2003 年的一文獻 “RF MEMS and Their Application”, Varadan 等人著，該文獻所完成的電磁線圈是利用微機電製程方法，使用的是類似厚膜光阻的微影技術，在元件線寬尺寸上是微米等級。而本發明的突破係利用原子力顯微鏡進行微影加工 (Force Lithography)，使得所得的元件線寬尺寸是奈米等級，

體積上縮小很多，相對的增強體積電流密度而引發高磁場強度的功能。

據我國工研院於 2003 年 10 月發表的一篇題為 “Inductance Element And Preparation Method Thereof” ( “電感元件及其製法” ) 的美國專利，專利編號：US6,633,221 B2 指出：該發明係提供一種小型電感元件之製造方法以及其構造。該電感元件係由一線圈結構、一絕緣體、一導電金屬層以及一鐵心金屬層所構成。其製造方法係先製成一線圈結構；塗上一層絕緣材料，以固定線圈結構並作為絕緣層；接著再利用合金電鍍技術，於導電金屬層上成長一高鐵磁性材料，以形成鐵心結構。該專利所提出的方法係藉由間斷電鍍形成多層次鐵心結構，以提昇其磁鐵路截面積，來增進其工作效率。由此可知，該專利所提出的製作材料、結構以及製造方法都有別於本發明之所述。

以目前的習知 Electron-Beam Lithography 及 Ion-Beam Lithography 製程，可製造最小線寬約為 100 奈米的線圈，但是，此種線圈不但價格昂貴，而且也係一種高能量消耗功率的設備。

故，利用一般習知技術所製造的電磁線圈，因其磁場強度低，使其成為高能量消耗功率的設備，以致其無法充分地發揮其最大效率，且製造成本昂貴，係無法符合使用者之所需。因此，有必要發明一種具有高磁場強



度、高效率、且製造成本低的電磁線圈。

【發明內容】

因此，本發明之主要目的係在於，提供一種利用原子力微影顯微技術製造一具有高磁場強度且為奈米等級的電磁線圈之方法。該電磁線圈可使資料儲存裝置之讀寫頭具有較高的調變速度，進而達到高速讀出或者寫入的目的。

本發明之另一目的係在於，提供一種能夠降低成本、且節省能源的薄膜式電磁線圈。應用習知技術，可製造最小線寬約為100奈米的線圈；然而，利用本發明之技術，可以製造出線圈尺寸比100奈米線寬更小的奈米等級的電磁線圈，且其價格較便宜，能量消耗功率也較低。

本發明之另一目的係在於，提供一種可應用於近場光碟機、光碟機、硬碟機、磁光碟機之讀寫頭的薄膜式電磁線圈。

本發明之又一目的係在於，提供一種可應用於光電業以及電子業的薄膜式電磁線圈。

為達上述之目的，本發明係一種薄膜式電磁線圈之製作方法，尤其係利用原子力微影顯微技術製造一具有奈米等級、高磁場強度的電磁線圈之方法。該電磁線圈可提供資料儲存裝置之讀寫頭足夠的磁場強度及較高的調變速度，可達到高速讀出或者寫入的目的。

**【實施方式】**

請參閱『第 1 圖』所示，係本發明之實施例的實施步驟示意圖。如圖所示：本發明係一種薄膜式電磁線圈之製作方法，其係利用原子力微影顯微技術於一薄膜基材上進行微影加工，使其呈現凹陷結構，再經由一微機電製程，形成一具有奈米等級的薄膜式電磁線圈。此實施例的實施步驟可依序分別以『圖 1-a、1-b、1-c、1-d』說明。其實施步驟如下：

如圖『1-a』所示：先置放一導電絕緣層 2 於一最底層基材 1 上，再於該導電絕緣層 2 上加置一薄膜基材 3；其中，該最底層基材 1 係可由矽 (Si) 所構成；該導電絕緣層 2 係可由二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 所構成；該薄膜基材 3 係可由光阻 (Photoresist) 所構成。接下來，利用原子力微影顯微技術對該薄膜基材 3 進行微影加工。該微影加工方法可以係掃瞄微影加工 (Raster Lithography) 或者向量微影加工 (Force Lithography)，且，此兩種微影加工方法皆係以接觸模式 (contact mode) 進行加工。在加工過程中，掃瞄微影加工方法係依據所讀到的圖檔顏色分佈之不同，施以不同力道來進行加工；而向量微影加工方法則係給定加工方向，施以固定力道進行加工。

如圖『1-b』所示：經微影加工後，該完成微影加工的薄膜基材 3-1 會呈現一凹陷結構。

如圖『1-c』所示：於該完成微影加工的薄膜基材 3-1 上鍍上一作為線圈材質的金屬層 4。此金屬層 4 係可

由鎳 (Ni) 或銅 (Cu) 所構成。

如圖『1-d』所示:利用一去光阻蝕刻液5將該作為犧牲層的完成微影加工的薄膜基層3-1溶蝕,以取得一具有奈米等級的薄膜式電磁線圈。該去光阻蝕刻液5係可由丙酮(ACE)所構成。

另,請參閱『第2圖』所示,係本發明之原子力微影顯微技術於基材上加工原理示意圖。利用原子力顯微鏡(Atomic Force Microscopy, AFM)對基材進行微影加工(Force Lithography),以製造奈米等級的電磁線圈之技術,係本發明所突破的技術。如圖所示:利用原子力顯微探針(Atomic Force microscope Probe)尖端的部分抵觸基材,在探針末端利用壓電管施加壓力,使懸臂彎曲進行加工。微影加工的過程有兩種方法:掃瞄微影加工(Raster Lithography)或者向量微影加工(Force Lithography)。且,這兩種微影加工方法皆係以接觸模式(contact mode)進行加工。但據本發明之實驗結果顯示:利用掃瞄微影加工後,電磁線圈凹陷結構上分支節點部分將會造成堆屑連續而影響後段製程。而利用向量微影加工方法,則可減少在線圈分支點處堆屑連續情形,而且可以做到更小尺寸的元件結構。故,由此可知,向量微影加工在微影加工的處理上係效率較高的方法。

此外,本發明之實施例的實驗結果可依微影加工方法之不同,分別參閱『第5、6、7、8圖』之實驗結

果示意圖。如『第5圖』所示，係本發明之實施例利用掃描微影加工所製成的2D矩形電磁線圈結構示意圖。如『第6圖』，係本發明之實施例利用掃描微影加工所製成的3D矩形電磁線圈結構示意圖。如『第7圖』所示，係本發明之實施例利用向量微影加工所製成的2D矩形電磁線圈結構示意圖。如『第8圖』所示，係本發明之實施例利用向量微影加工所製成的3D矩形電磁線圈結構示意圖。

請參閱『第3圖』所示，係本發明所應用的原子力顯微鏡（AFM）之示意圖。如圖所示：一原子力顯微鏡是由一複合樑以及一由SiO<sub>2</sub>組成的三角部分所構成。

請參閱『第4圖』所示，係本發明之實施例的矩形線圈點陣圖檔示意圖。本實施例的線圈圖案係矩形的。當掃描微影加工讀入此矩形線圈點陣圖檔，會進行點的加工，且對黑色的部分施加壓力刮除基材。另外，依據『第4圖』所示之矩形線圈，其磁場強度分佈之計算可參閱『第9圖』。如『第9圖』所示，係本發明之實施例的磁場強度分佈之計算結果示意圖。

且，依據『第9圖』的磁場強度分佈之計算結果，在線圈中心擁有最高磁場強度約為34.17k（A/m）。這係由於完成原子力微影顯微技術的線圈是奈米等級的元件，其體積尺寸縮小達奈米等級，相對通過電磁線圈的體積電流密度也會隨之增大，而使得電磁線圈的感應磁

場強度增強，因此造成本發明的電磁線圈具有高磁場強度之特點。

就以上所述之方法及步驟，可完成本發明之一種利用原子力微影顯微技術所製作的薄膜式電磁線圈。本發明之電磁線圈可應用於光電業以及電子業，作為近場光碟機、光碟機、硬碟機、磁光碟機之讀寫頭的薄膜式電磁線圈。

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；故，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，圖1-a、1-b、1-c、1-d係本發明之實施例的實施步驟示意圖。

第2圖，係本發明之原子力微影顯微技術於基材上加工原理示意圖。

第3圖，係本發明所應用的原子力顯微鏡（AFM）之示意圖。

第4圖，係本發明之實施例的矩形線圈點陣圖檔示意圖。

第5圖，係本發明之實施例利用掃瞄微影加工所製成的2D矩形電磁線圈結構示意圖。

第6圖，係本發明之實施例利用掃瞄微影加工所製成

的 3D 矩形電磁線圈結構示意圖。

第 7 圖，係本發明之實施例利用向量微影加工所製成的 2D 矩形電磁線圈結構示意圖。

第 8 圖，係本發明之實施例利用向量微影加工所製成的 3D 矩形電磁線圈結構示意圖。

第 9 圖，係本發明之實施例的磁場強度分佈之計算結果示意圖。

【元件標號對照】

最底層基層 1

導電絕緣層 2

光阻基層 3

完成微影加工的光阻基層 3-1

金屬層 4

選擇性蝕刻液 5

**拾、申請專利範圍：**

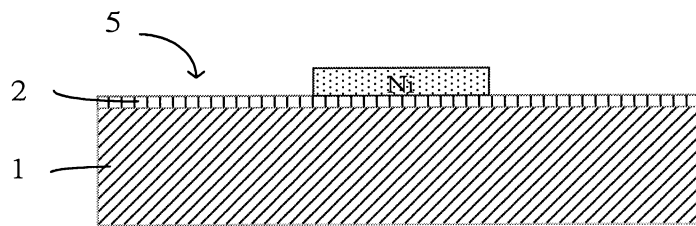
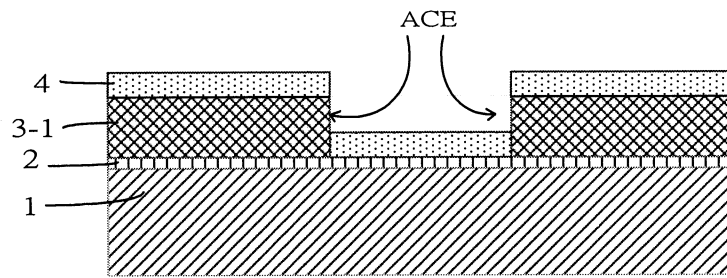
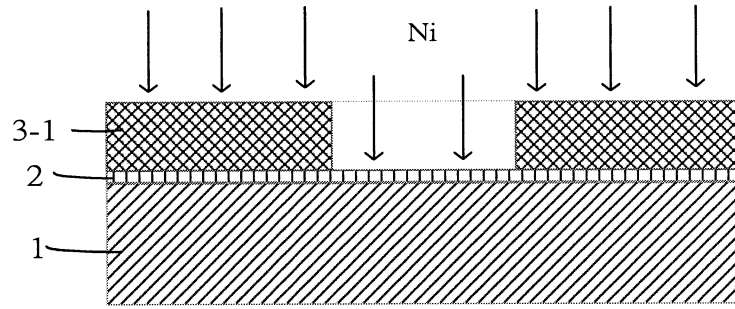
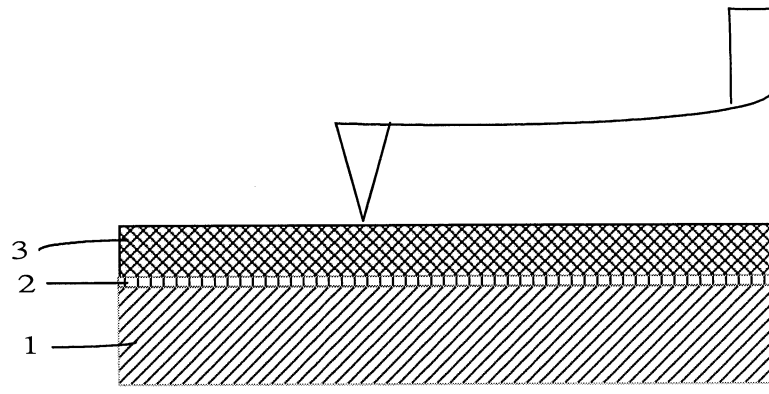
1. 一種薄膜式電磁線圈之製作方法，其係利用原子力微影顯微技術於一薄膜基材上進行微影加工，使其呈現凹陷結構，再經由一微機電製程，形成一具有奈米等級的薄膜式電磁線圈。
2. 如申請專利範圍第1項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜基材上的金屬層係選自鎳及銅等金屬中擇其一。
3. 如申請專利範圍第1項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜式電磁線圈係可由任何一種形狀所構成。
4. 如申請專利範圍第1項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該微影加工方法可以係掃瞄微影加工（Raster Lithography）或者向量微影加工（Force Lithography）。
5. 如申請專利範圍第4項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該掃瞄微影加工以及向量微影加工皆係以接觸模式（contact mode）進行加工。
6. 如申請專利範圍第1項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜式電磁線圈的製作方法係可進一步包含：  
先置放一導電絕緣層於一最底層基材上，再於該導電絕緣層上加置一薄膜基材；利用原子力微影顯微技術對該薄膜基材進行微影加工，使該薄膜基材呈現一凹陷結構，以完成微影製程；再於該具有凹陷結構的薄膜基材

上鍍上一作為線圈材質的金屬層，再利用一選擇性蝕刻液將該作為犧牲層的薄膜基層溶蝕，以取得一具有奈米等級的薄膜式電磁線圈。

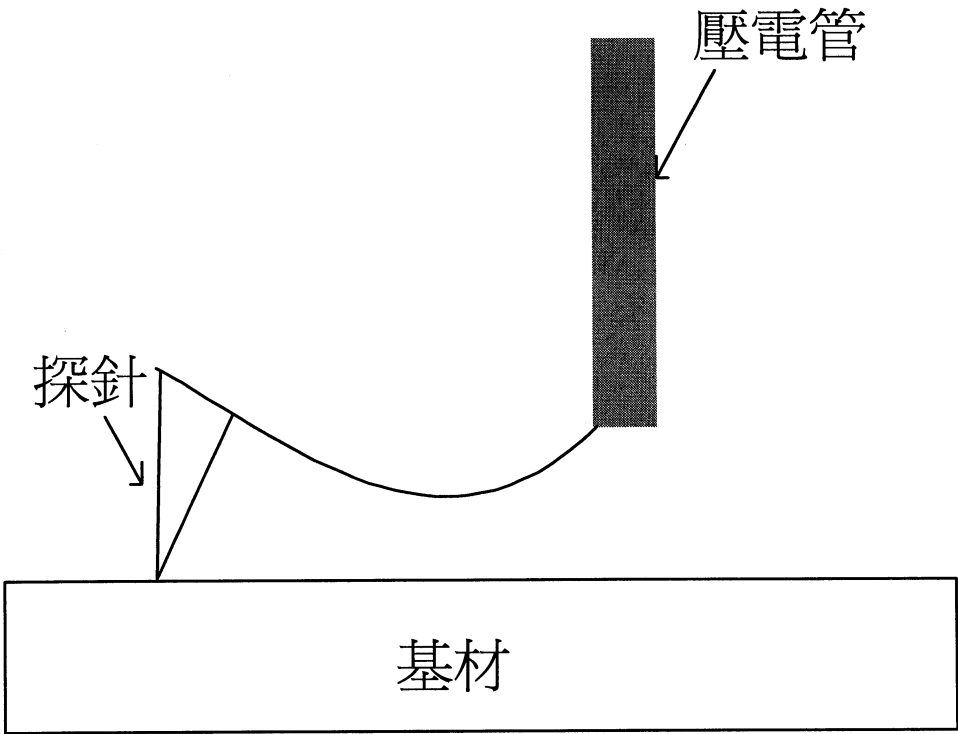
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該最底層基材係可由矽 (Si) 所構成。
8. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該導電絕緣層係可由二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 所構成。
9. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜基材係可由光阻 (Photoresist) 所構成。
10. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該作為線圈材質的金屬層係可由鎳 (Ni) 所構成。
11. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該選擇性蝕刻液係可由丙酮 (ACE) 所構成。
12. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜式電磁線圈的形狀可係為矩形。
13. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該薄膜式電磁線圈的磁場強度可為 34.16k (A/m)。
14. 如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該微影加工方法可以係掃瞄微影加工 (Raster Lithography) 或者向量微影加工 (Force Lithography)。



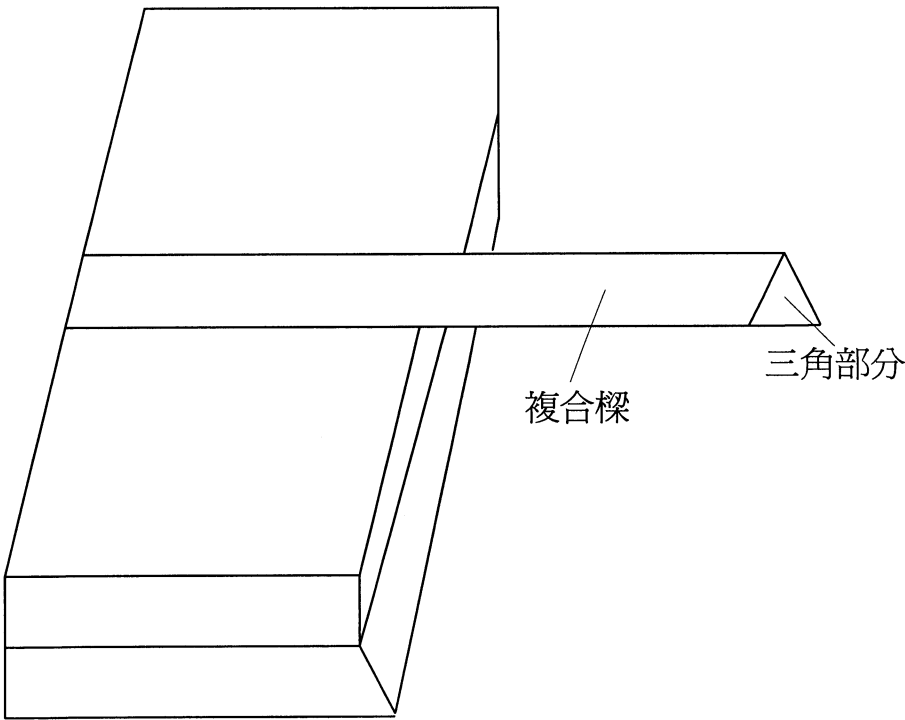
15. 如申請專利範圍第 14 項所述之薄膜式電磁線圈之製作方法，其中，該掃瞄微影加工以及向量微影加工皆係以接觸模式 (contact mode) 進行加工。



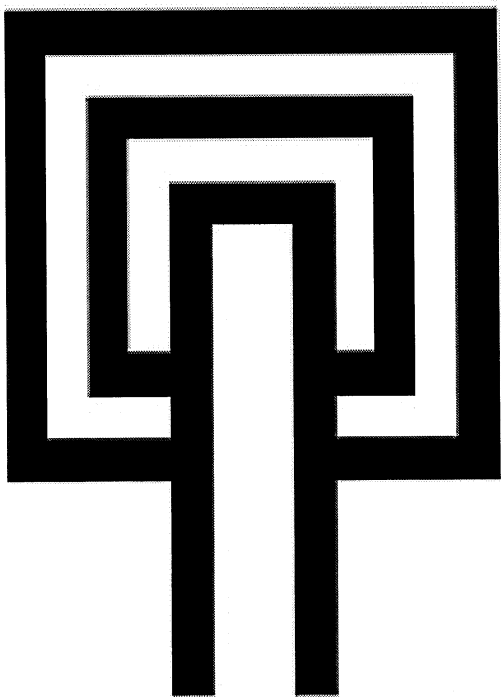
第 1 圖



第 2 圖

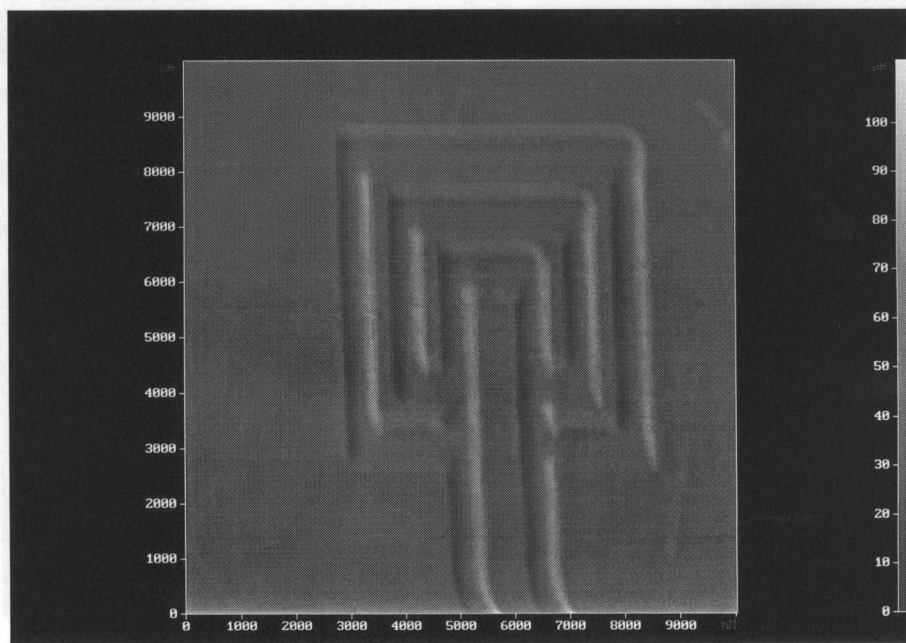


第 3 圖

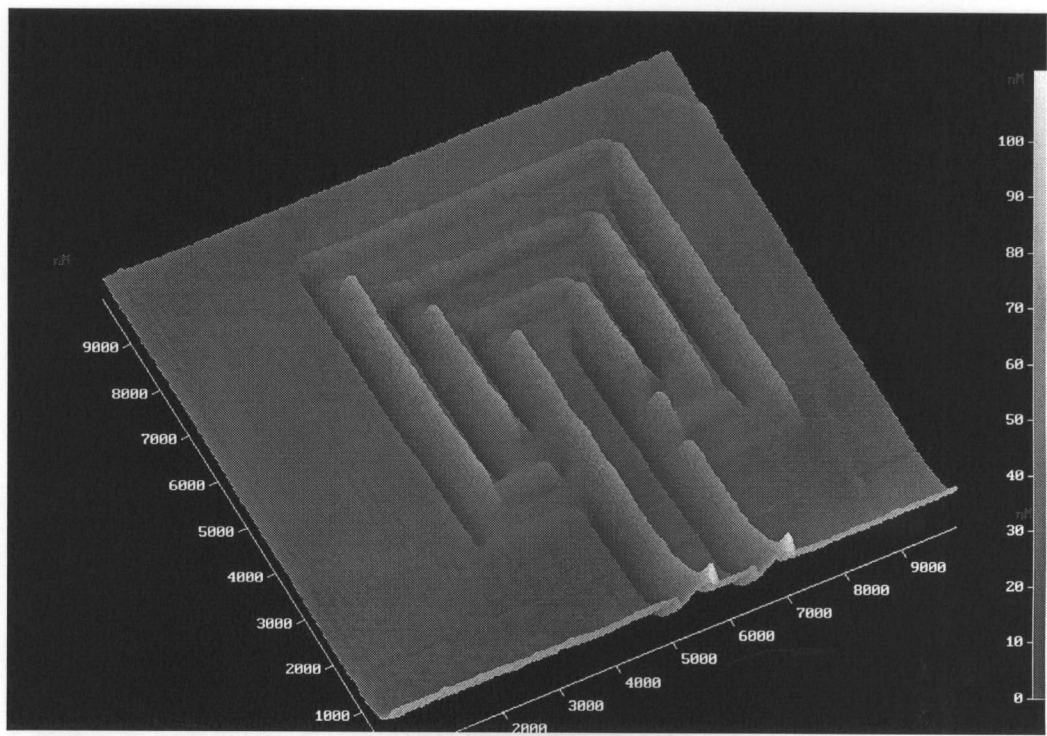


第 4 圖

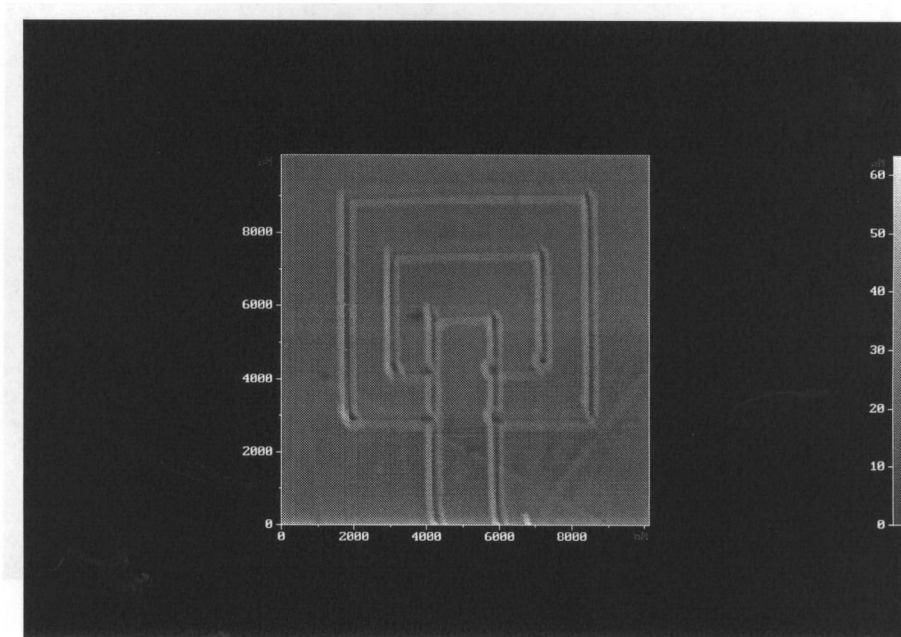
I280594



第 5 圖

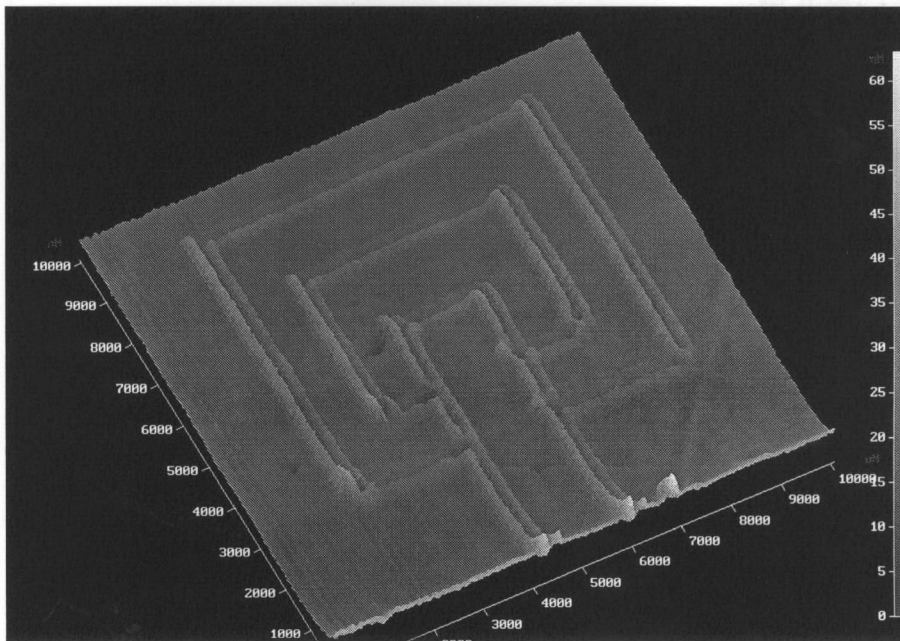


第 6 圖

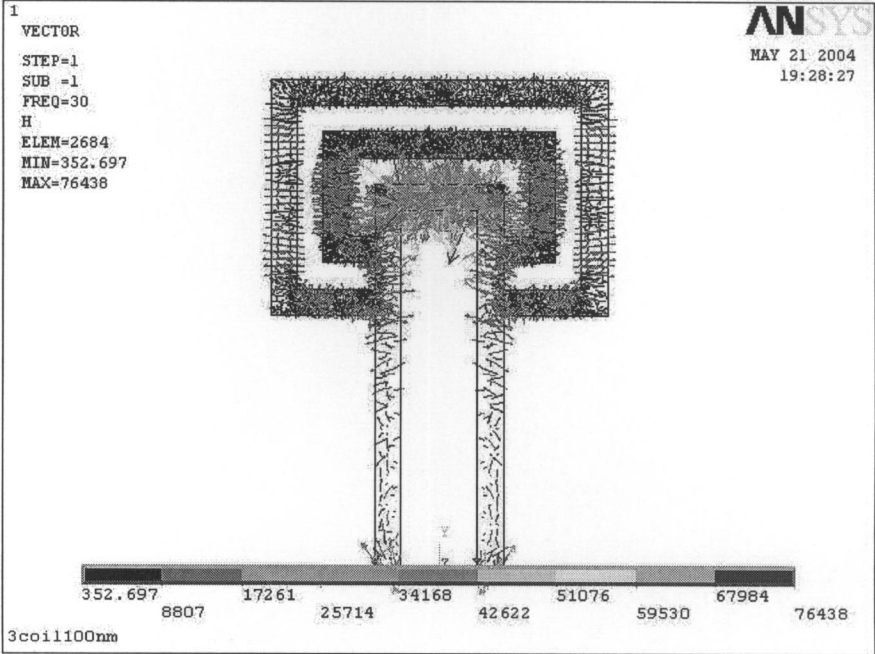


第 7 圖





第 8 圖



第 9 圖