

90 3 16

年 月 日 修正/更正/補充

年 月 日 修正

申請日期: 87.11.17 案號: 87118977

類別: H01K 2/00

公告本

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

442829

一、發明名稱	中文	皺褶薄膜的製作方法
	英文	
二、發明人	姓名(中文)	1. 邵耀華 2. 張家維
	姓名(英文)	1. 2.
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 台北市大安區舟山路60巷22號6樓 2. 台北縣板橋市中山路2段60巷39弄28號
三、申請人	姓名(名稱)(中文)	1. 邵耀華
	姓名(名稱)(英文)	1.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所(事務所)	1. 台北市大安區舟山路60巷22號6樓
	代表人姓名(中文)	1.
	代表人姓名(英文)	1.



五、發明說明 (1)

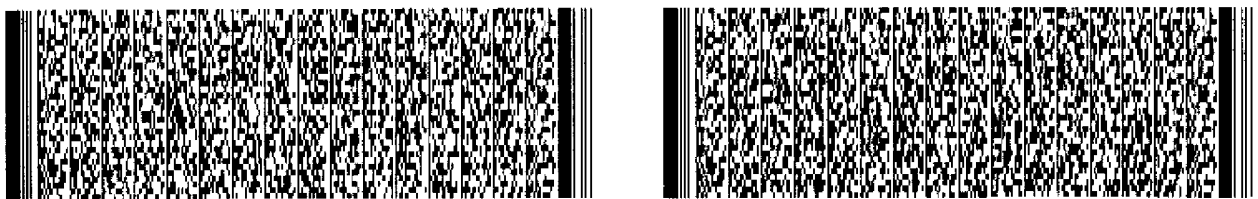
【發明之範圍】

本發明係有關於一種皺褶薄膜 (corrugated diaphragm) 的製作方法，且特別係一種以等向性蝕刻法在矽晶片上形成圓形 (mini-circular) 皺褶薄膜的方法。

【發明之背景】

由過去的文獻中得知，當微型元件的機械結構涉及具有變形量大的機械元件時，常常可見利用以皺褶式薄膜作為元件主要的核心設計之一。因為皺褶薄膜結構比起一般平板式的薄膜具有較高的機械靈敏度；也就是說，元件在相同的負載下，皺褶薄膜將產生較大的撓度變化，而這正是許多微型元件所必需具備的特徵。因此，於相關的微小閥門、微小泵、微壓力感測器、微加速度計以及微小致動器等等的微型元件上，都可發現針對皺褶薄膜的應用所提出的相關技術揭露。

一般習知的皺褶薄膜係以非等向性蝕刻 (anisotropic etching) 的方式，在一矽基板上形成具圓形圖案的皺褶，係藉由在矽基板上蝕刻出數量不等且具同心的圓形凹溝或矩形凹溝構成所要的皺褶。採用非等向性蝕刻的原因是，皺褶薄膜的厚度相當薄，一般約在一個微米左右，而形成的凹溝深度也只是幾個微米而已，所以利用例如活性離子蝕刻 (Reactive Ion Etching, RIE) 的技術，可達到精確控制製程的目的。然而，也因為如此，由於 RIE 所需的製程設備成本相當高，高能量的 RIE 設備可能要耗資千萬，而且蝕刻所需的時間，以蝕刻出凹溝深度



五、發明說明(2)

10 μm 為例，可能要耗費幾小時到數十小時的開機運作，加上國內的RIE設備（交大半導體中心）所能達成的最大製程能力也僅限制在約2 μm 的蝕刻深度，這對於想要從事製作皺褶薄膜元件研究及開發的人員，針對製程上的需求及整體成本的考量，不啻形成一大阻礙。

【發明之概述】

因此，本發明的目的便欲提供一種不同於習知以RIE技術製作皺褶薄膜的方法，改採用等向性濕式蝕刻形成所要的皺褶，期能達成具簡便、快速及低成本的製程。

根據上述本發明之目的，所提供的皺褶薄膜製程步驟至少包含：

提供一矽基板；

於矽基板上，利用一第一光罩定義出一薄膜區域；

於薄膜區域上形成一保護層；

以等向性濕蝕刻，利用一第二光罩，於薄膜區域上形成多數個圓形凹溝；以及

去除該保護層，並在該等複數凹溝上形成一皺褶薄膜。

其中，薄膜區域形成之前，矽基板上係先形成有一絕緣層，以保護未有薄膜區域形成的矽基板；薄膜區域係為利用一非等向性蝕刻法蝕刻形成一凹溝；保護層則是作為蝕刻出凹溝時的遮罩，並需於形成凹溝之前，於未有薄膜區域形成的矽基板一面塗一層光阻作保護，之後，先以一BOE溶液去除薄膜區域的保護層，再以一 $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 溶液



五、發明說明 (3)

蝕刻矽基板，完成具有同心的圓形皺褶薄膜的製作。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

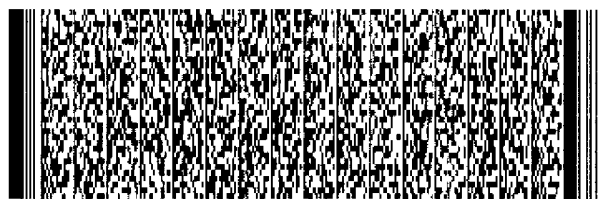
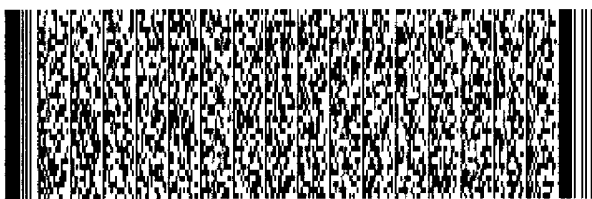
【實施例說明】

首先，請參照「第1圖」，提供一矽基板10作為皺褶薄膜形成的基底。由於矽蝕刻將隨著矽晶圓結晶圖樣的方向產生不同情況，其蝕刻的速率取決於晶體結晶的方向，並且只有在某一特定方向上矽晶體的蝕刻最有效率，一般說來，蝕刻的速率會依下列矽晶體的排列順序依序減弱：

$(100) > (110) > (111)$ ，因此本實例中將採用單晶矽(100)的矽基板10。取得矽基板10之後必須先進行初步清洗(initial cleaning)的步驟，係利用標準的RCA清洗程序除去矽晶圓表面的顆與雜質。

接著，請參照「第2圖」，在上述的矽基板10上形成了一層絕緣層12，例如為利用濕式氧化(wet oxidation)所形成的一層厚度約6000埃的二氧化矽(SiO_2)層。其主要的作用是作為後續在蝕刻出皺褶薄膜區域時，能保護未形成皺褶薄膜的矽基板10部份。

再緊接著參照「第3圖」，將於上述形成絕緣層12表面利用如「圖7」所示一光罩1，定義出一具凹槽的薄膜區域14，所採用的方法為以氫酸鉀(KOH)溶液蝕刻的非等向性蝕刻。而為了蝕刻掉薄膜區域14上的二氧化矽層12，矽基板10需先浸泡在BOE的溶液內約七分鐘，然後再



五、發明說明 (4)

將矽基板10表面以溫度約為 60°C ，濃度約為30wt%的KOH進行約二十分鐘的蝕刻，這樣可以達到蝕刻出約 $6.1\mu\text{m}$ 的蝕刻深度。所要形成的皺褶薄膜將在此凹槽的薄膜區域14內製作。

然後，請參照「第4圖」，再次於上述蝕刻出的凹槽14部位再形成一層保護層16，例如同樣是以濕式氧化法所形成的一厚度約8000埃的二氧化矽層。保護層16的主要作用是提供後續形成皺褶時，作為皺褶平板條紋的蝕刻遮罩。

之後，請參照「第5圖」，將於前述的薄膜區域14上形成所要的皺褶薄膜。所採用的方法是完全與習知以高能量RIE技術絕然不同的等向性蝕刻方式。也正因為利用濕蝕刻技術形成皺褶薄膜，所以習知RIE所需投資的高價設備可免去，而且在製程的速度上也不需如RIE動輒要耗費幾個小時以上的時間。本實例中以濕式蝕刻形成皺褶所需搭配的光罩2的圖形如「圖8」所示，為一具有同心圓形條紋22的光罩。在製作圓形皺褶時，矽基板

10的背面（即未有薄膜區域14形成的一面）需要先塗一層光阻（photoresist）保護起來，接著，在光罩2的遮蔽下，先以BOE溶液去除薄膜區域14上的二氧化矽層16，大約將整個矽基板10浸泡在BOE溶液中約九分鐘，便可藉此去除約8000埃厚度的二氧化矽層16，而形成如圖示中的多數個圓形凹洞162的部份。然後，再將矽基板10浸於例如 $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 溶液中，以體積比約為1:10:5的調配混合

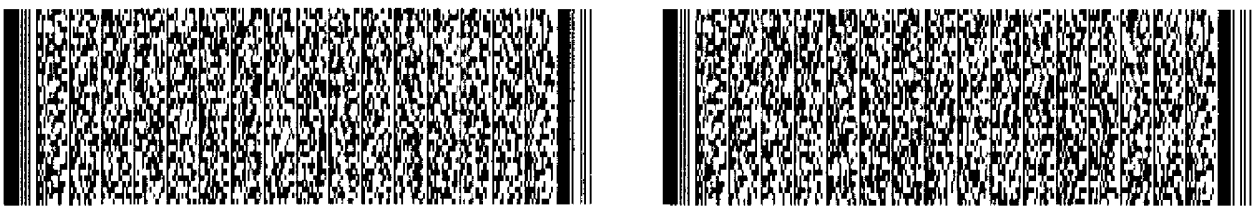


五、發明說明 (5)

液，經約四分鐘的操作時間便可產生約 $10\ \mu\text{m}$ 的多數個凹溝18，於薄膜區域14內形成所要的圓形皺褶。然而，若藉由改變光罩2的圖案，便可定義出具有不同圖案的皺褶，例如為具螺旋狀 (convoluted) 的圓形皺褶。因此，本發明皺褶薄膜的形狀可視需求，藉由光罩2的提供，製作出所要求的皺褶圖案。

最後，請參照「第6圖」，除去矽基板10皺褶表面部份的二氧化矽16後，將進行擴散 (diffusion) 的製程。本實施例利用平面式擴散設備 (Boron Nitride, Grade BN-HT 1100, Part No. F40040, Size 4" DIA. x 0.04") 在 N_2 (101) 和 O_2 (250ml) 中，將硼參雜在矽中，完成硼離子的擴散製程。操作的條件如在周圍溫度 110°C 下，約耗時1.5個小時可產生硼薄膜20約 $2.5\ \mu\text{m}$ 。此外，在硼離擴散過程中，矽化硼玻璃 (borosilicate glass, BSG) 也會形成，所以要去除此BSG。可以利用約四十分鐘於 900°C 環境下的濕式氧化程序，接著再以"boron dilution" 的步驟在BOE的溶液中浸泡約五十分鐘，便會幫助除去BSG，如此便形成材質為硼的皺褶薄膜。然而，除此之外，皺褶薄膜的材質也有以氮化矽為主，因此應視皺褶薄膜的應用採用相關材質的擴散製程形成所要的皺褶薄膜。

以上述實施例的製程所得的皺褶薄膜成品，可藉由「圖9、10」所示不同倍率的薄膜上視圖的電子顯微鏡照片，及「圖11、12」所示不同倍率的剖示圖的電子顯



五、發明說明(6)

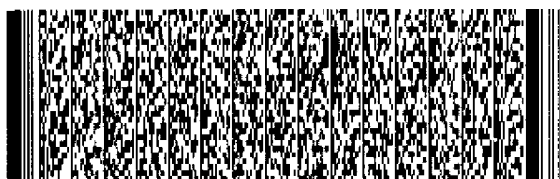
微鏡照片得知。

此外，實際應用本發明所形成的皺褶薄膜時，係將矽基板10具有薄膜區域14的一面朝下，接合(bond)在另一基板上，接著蝕刻掉凹溝18上的基板10部份，並以硼薄膜20作為阻擋(etch-stopped)層，便可形成所要的皺褶薄膜。

【本發明之效果】

本發明採用等向性濕蝕刻技術製作圓形皺褶薄膜，此一等向性濕式蝕刻在製程的花費上僅需四分鐘左右，即可達到10 μ m左右的蝕刻深度，較之傳統以RIE的非等向性蝕刻，蝕刻同樣的深度，必需花費約幾小時至數十小時，很明顯可看出速度上提昇了許多；而且，等向性濕式蝕刻只需花費幾十元的蝕刻液成本，即可完成圓形皺褶薄膜的製作，較之RIE的設備動輒需數千萬的經費，在成本上也是大大的減少了。因此，以本發明等向性濕蝕刻技術比高能量RIE設備省時，可提供一個既快速又實惠的方式來製作圓形皺褶薄膜。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

【圖式說明】

第 1 ~ 6 圖 繪 示 本 發 明 皺 褶 薄 膜 的 製 作 流 程 圖 ；

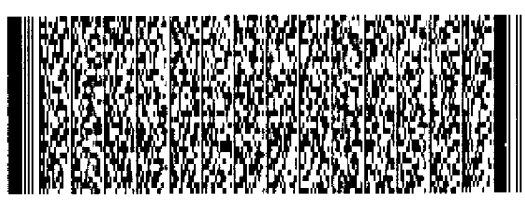
第 7 、 8 圖 繪 示 應 用 於 本 發 明 中 的 光 罩 的 上 視 圖 ；

第 9 、 1 0 圖 繪 示 以 本 發 明 皺 褶 薄 膜 方 法 實 際 製 作 出 的 成 品 的 上 視 圖 ， 係 以 不 同 放 大 倍 率 所 得 的 電 子 顯 微 鏡 照 片 ； 以 及

第 1 1 、 1 2 圖 繪 示 實 際 製 作 出 的 皺 褶 薄 膜 的 斷 面 圖 ， 係 以 不 同 放 大 倍 率 所 得 的 電 子 顯 微 鏡 照 片 。

【圖式之符號說明】

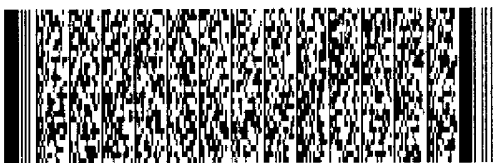
- 1 0 矽 基 板
- 1 2 絕 緣 層
- 1 4 薄 膜 區 域
- 1 6 保 護 層
- 1 8 凹 溝
- 2 0 硼 薄 膜
- 2 2 圓 形 條 紋
- 1 6 2 凹 洞
- 1 、 2 光 罩



四、中文發明摘要 (發明之名稱：皺褶薄膜的製作方法)

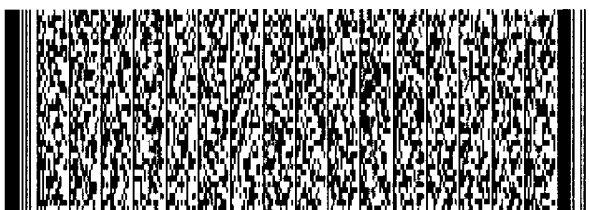
本發明提供一種製作皺褶薄膜 (corrugated diaphragm) 的方法，係採用背面蝕刻方式，以等向性濕式蝕刻在一矽基板背面形成所要的圓形皺褶，較之傳統以非等向性蝕刻法，如活性離子蝕刻 (RIE) 所形成皺褶，具有製程簡便、快速及低成本的好處。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



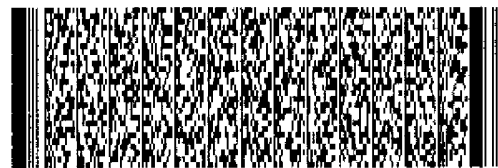
六、申請專利範圍

- 1、一種皺褶薄膜的製作方法，至少包含下列步驟：
提供一矽基板；
於該矽基板上，利用一第一光罩定義出一薄膜區域；
於該薄膜區域上形成一保護層；
以等向性濕蝕刻，利用一第二光罩，於該薄膜區域上形成複數個圓形凹溝；以及
去除該保護層，並在該等複數凹溝上形成一皺褶薄膜。
- 2、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該矽基板厚度約為325~375 μm 。
- 3、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中形成該薄膜區域之前，更包含於該矽基板上係先形成一絕緣層。
- 4、如申請專利範圍第3項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該絕緣層係為以濕式氧化法所形成的一二氧化矽層。
- 5、如申請專利範圍第4項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該二氧化矽的厚度約為6000埃。
- 6、如申請專利範圍第5項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中形成該薄膜區域之前，該二氧化矽層係以一BOE溶液去除，時間約費時7分鐘。
- 7、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該薄膜區域係利用一非等向性蝕刻法蝕刻形成一凹槽。



六、申請專利範圍

- 8、如申請專利範圍第7項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該凹槽係以一KOH溶液蝕刻約20分鐘，形成的深度約為 $6.1 \mu\text{m}$ 。
- 9、如申請專利範圍第8項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該KOH溶液的濃度約30wt%，操作溫度約為 60°C 。
- 10、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該保護層為以濕式氧化法所形成的一二氧化矽層，作為蝕刻出該等凹溝時的遮罩。
- 11、如申請專利範圍第10項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該二氧化矽層的厚度約為8000埃。
- 12、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中形成該等凹溝之前，未有該薄膜區域形成的該矽基板一面係塗有一層光阻保護。
- 13、如申請專利範圍第1項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該等凹溝的形成，係先以一BOE溶液去除該保護層，之後再以一 $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 溶液進行蝕刻。
- 14、如申請專利範圍第13項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該BOE溶液操作時間約為9分鐘，以除去約8000埃的該保護層。
- 15、如申請專利範圍第13項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該 $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 溶液的體積比為1:10:5，操作時間約為4分鐘，以蝕刻形成約 $10 \mu\text{m}$ 深度的該等凹溝。

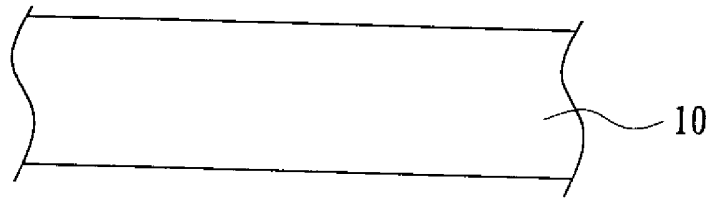


六、申請專利範圍

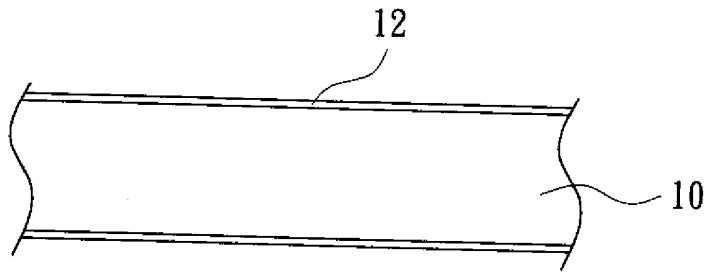
- 1 6、如申請專利範圍第 1 項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該皺褶薄膜係以一離子擴散沈積法形成。
- 1 7、如申請專利範圍第 1 6 項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該離子擴散沈積為一硼離子擴散製程。
- 1 8、如申請專利範圍第 1 7 項所述之皺褶薄膜的製作方法，其中該硼離子擴散製程的操作條件為以一平面式擴散設備：Boron Nitride, Grade BN-HT 1100, Part No. F40040, Size 4" DIA. x 0.04", 以 N_2 和 O_2 在溫度約 $110^\circ C$ 下，耗時約 1.5 個小時形成約 $2.5 \mu m$ 的硼薄膜。



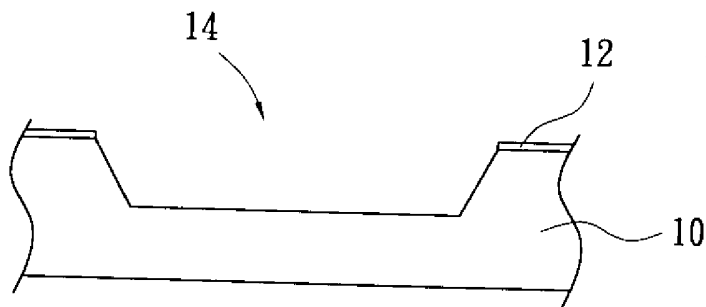
圖式



第1圖

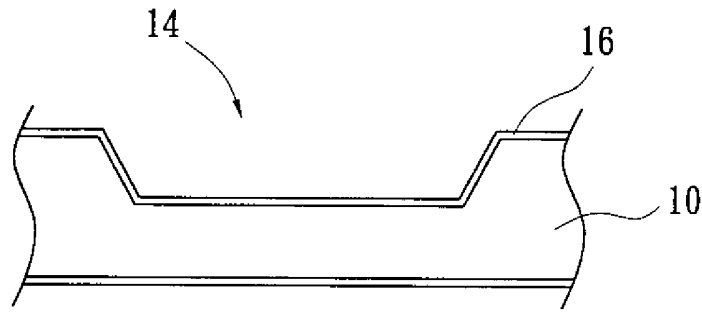


第2圖

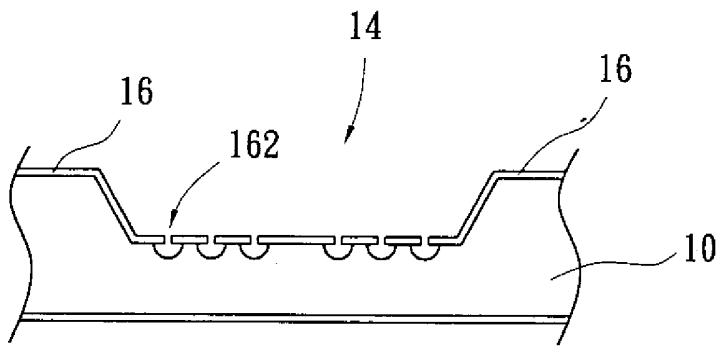


第3圖

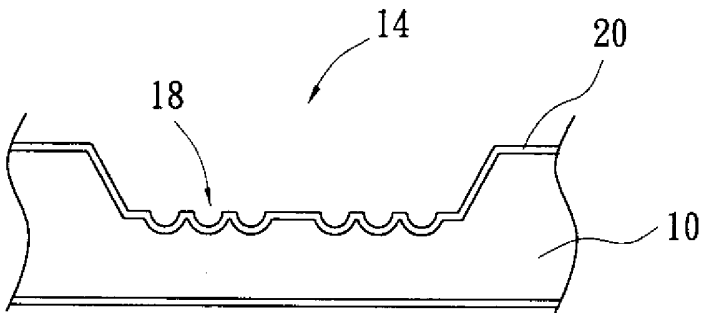
圖式



第4圖

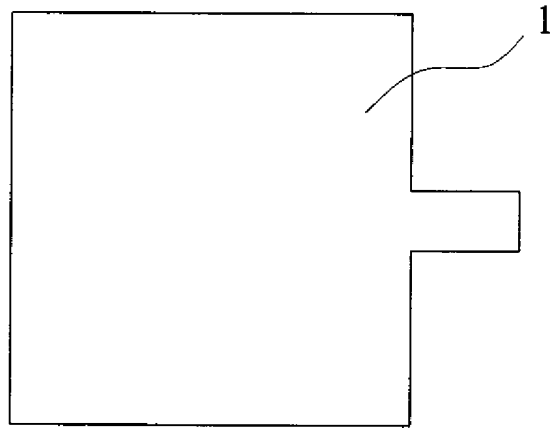


第5圖

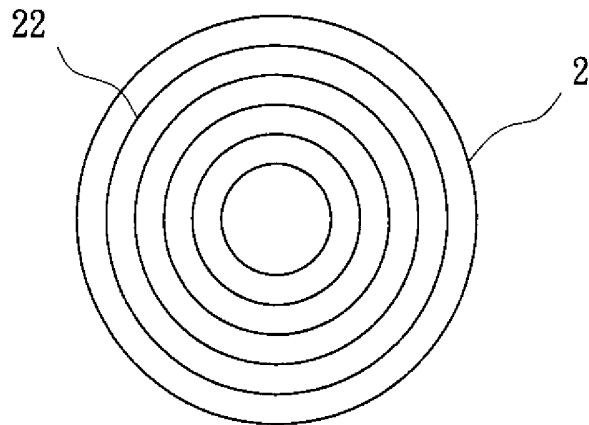


第6圖

圖式

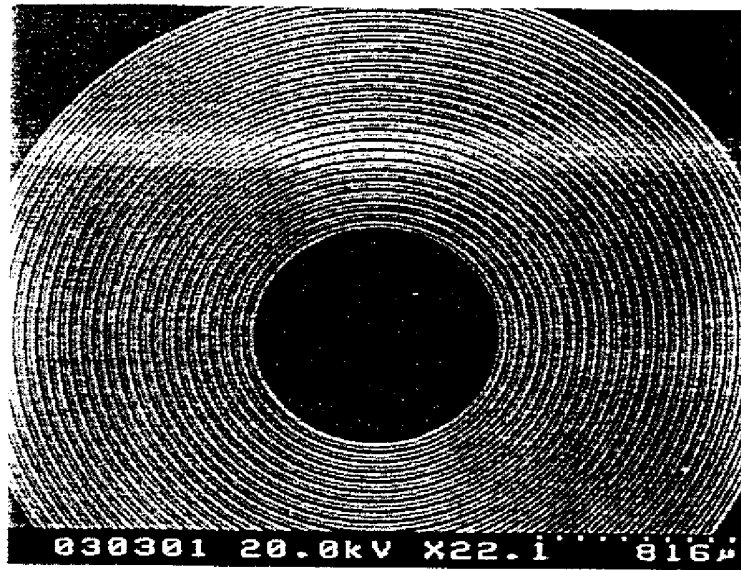


第7圖



第8圖

圖式

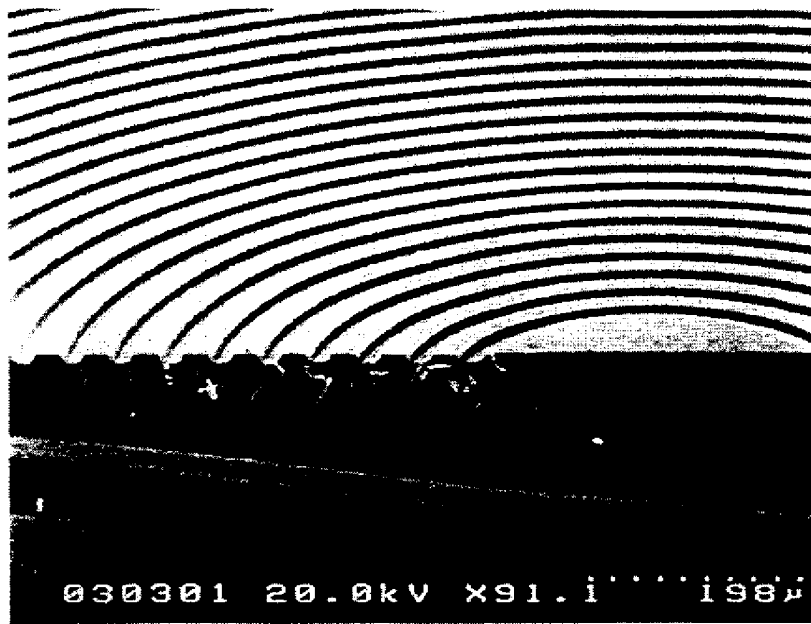


第9圖

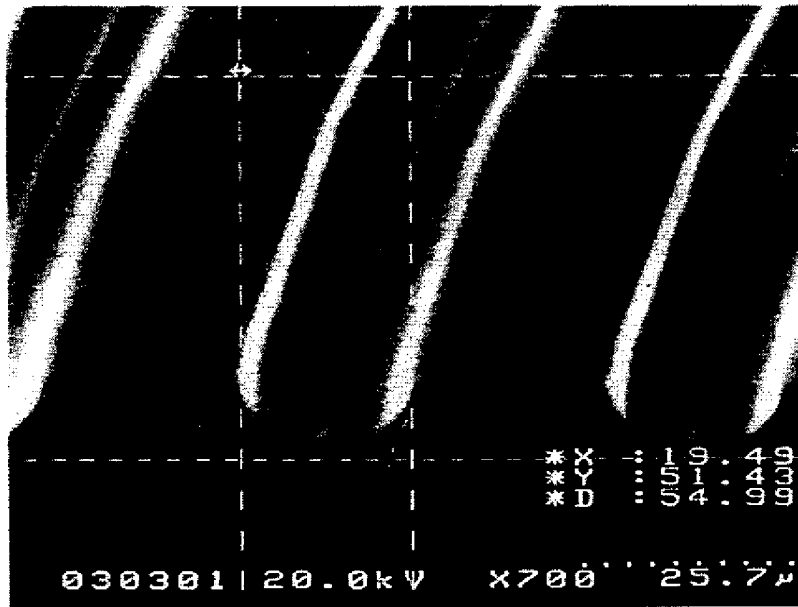


第10圖

圖式



第11圖



第12圖

90 3 16

年 月 日 修正/更正/補充

年 月 日 修正

申請日期：87.11.17

案號：87118977

類別：H01K 21/00

公告本

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

442829

一、 發明名稱	中文	皺褶薄膜的製作方法
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 邵耀華 2. 張家維
	姓名 (英文)	1. 2.
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 台北市大安區舟山路60巷22號6樓 2. 台北縣板橋市中山路2段60巷39弄28號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 邵耀華
	姓名 (名稱) (英文)	1.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 台北市大安區舟山路60巷22號6樓
	代表人 姓名 (中文)	1.
	代表人 姓名 (英文)	1.

