(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201445246 A
(43)公開日： 中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：102119501 (22)申請日： 中華民國 102 (2013) 年 05 月 31 日
(51)Int. Cl.： *G03F7/00 (2006.01)* *B82Y40/00 (2011.01)*
H01L21/3065(2006.01)
(71)申請人：奈米晶光電股份有限公司 (中華民國) NANOCRYSTAL ASIA INC. (TW)
臺北市松山區南京東路 3 段 248 號 17 樓之 2
廣科精密股份有限公司 (中華民國) GREENCORE TECHNOLOGY, INC. LTD (TW)
桃園縣龜山鄉萬壽路 2 段 339 號 6 樓
(72)發明人：李崇民 LEE, CHONG MING (TW) ；李崇華 LEE, CHUNG HUA (TW)
(74)代理人：傅尹坤
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：12 共 25 頁

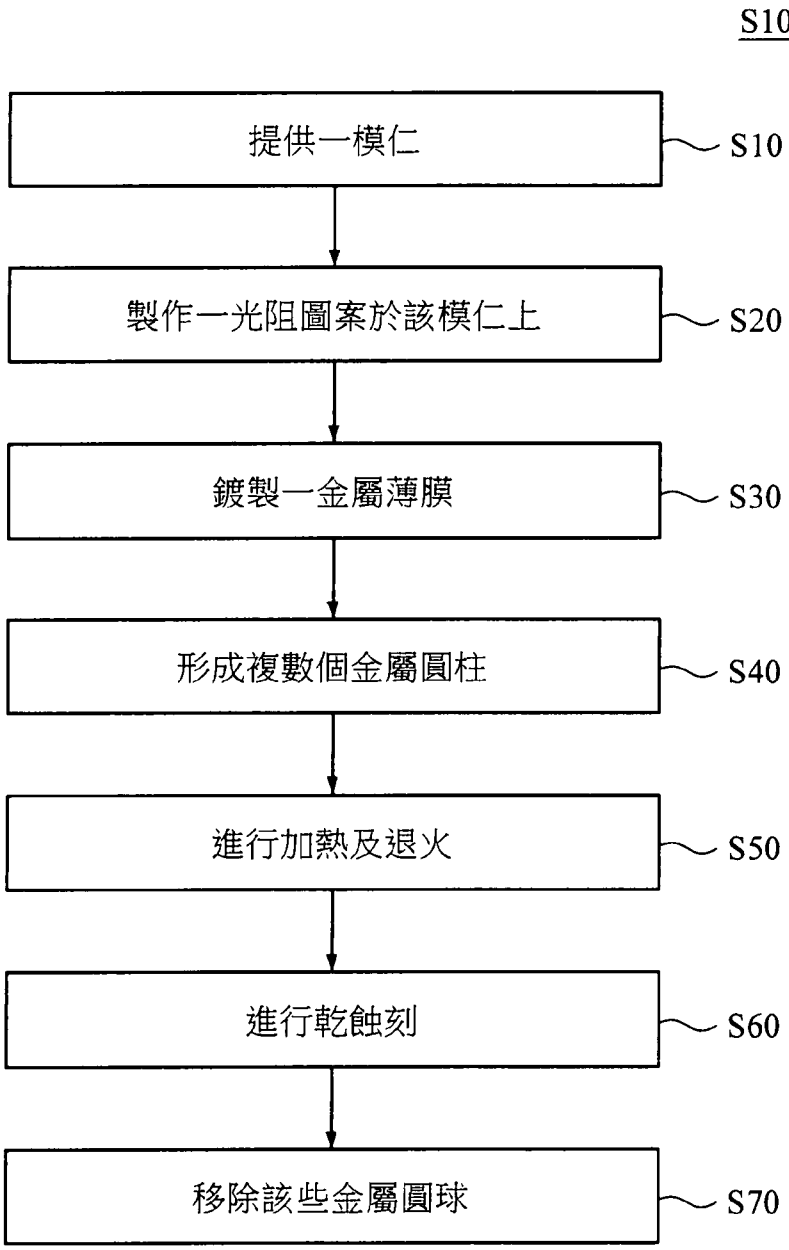
(54)名稱

無缺陷模仁之製造方法

METHOD FOR FABRICATING DEFECT FREE MOLD INSERT

(57)摘要

本發明為一種無缺陷模仁之製造方法，包括有下列步驟：提供一模仁、製作一光阻圖案於模仁上、鍍製一金屬薄膜、形成複數個金屬圓柱、進行加熱及退火、進行乾蝕刻及移除金屬圓球，以上步驟並形成一無缺陷模仁，所形成之無缺陷模仁可應用於製造磊晶晶圓之奈米壓印製程，微觀上可精確控制模仁圖案間距的一致及排除模仁圖案的錯位問題，巨觀上可消除磊晶晶圓的格紋之產生，大幅提高磊晶晶圓的製作良率，無缺陷模仁具有製程簡易、成本低廉又可完全複製的特性，可使奈米壓印技術得以真正取代現今製造磊晶晶圓製程中的步進曝光機具。



第 2 圖

S10：提供一模仁
S20：製作一光阻圖案
S30：鍍製一金屬薄膜
S40：移除該光阻圖案
S50：進行加熱及退火
S60：進行乾蝕刻
S70：移除該些金屬圓球形成一無缺陷模仁
S100：無缺陷模仁之製造方法

201445246

發明摘要

※ 申請案號：102119501

※ 申請日：102.5.31　　※IPC 分類：G03F 7/00 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)

【發明名稱】無缺陷模仁之製造方法

METHOD FOR FABRICATING DEFECT FREE MOLD INSERT

【中文】

本發明為一種無缺陷模仁之製造方法，包括有下列步驟：提供一模仁、製作一光阻圖案於模仁上、鍍製一金屬薄膜、形成複數個金屬圓柱、進行加熱及退火、進行乾蝕刻及移除金屬圓球，以上步驟並形成一無缺陷模仁，所形成之無缺陷模仁可應用於製造磊晶晶圓之奈米壓印製程，微觀上可精確控制模仁圖案間距的一致及排除模仁圖案的錯位問題，巨觀上可消除磊晶晶圓的格紋之產生，大幅提高磊晶晶圓的製作良率，無缺陷模仁具有製程簡易、成本低廉又可完全複製的特性，可使奈米壓印技術得以真正取代現今製造磊晶晶圓製程中的步進曝光機具。

【英文】

The present invention discloses a method for fabricating a default free mold insert. The method includes providing a silicon mold insert substrate, producing a photoresist pattern, coating a metal film, removing the photoresist pattern, performing heating and annealing, performing dry etching, and removing the metal balls so as to fabricate the default free silicon mold insert. The default free silicon mold insert produced by the method of the present invention can be applied to the nonoimprint process in manufacturing epitaxy wafers to microscopicly provide uniform distances of patterns on the silicon mold insert, and macroscopicly eliminate the grid lines on the epitaxy wafers, and enormously raise the throughput of epitaxy wafer productions. With the ease of application, cheap and fully reproducible nature of the default free silicon mold insert, nanoimprint technology can really replace the stepper machines used nowadays for producing default free nanoimprint mold insert.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（　2　）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S100.....無缺陷模仁之製造方法

S10.....提供一模仁

S20.....製作一光阻圖案

S30.....鍍製一金屬薄膜

S40.....移除該光阻圖案

S50.....進行加熱及退火

S60.....進行乾蝕刻

S70.....移除該些金屬圓球形成一無缺陷模仁

【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

【發明名稱】無缺陷模仁之製造方法

METHOD FOR FABRICATING DEFECT FREE SILICON MOLD INSERT

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種無缺陷模仁之製造方法，特別是關於一種使用於製造磊晶晶圓製程之奈米壓印的無缺陷模仁之製造方法。

【先前技術】

【0002】 圖案化藍寶石基板(Patterned Sapphire Substrate，PSS)多以黃光製程製作圖案，其中又以步進曝光(Stepper)方式最普遍，但是以步進曝光方法製作圖案，均會產生嚴重到可被人眼清晰分辨的圖案誤差，這種圖案誤差即為現在圖案化藍寶石基板業者所說的格紋(格子狀紋路)，而且圖案誤差又必定會造成圖案化藍寶石基板的缺陷，其中又以基板刮痕與格紋所造成的基板缺陷的問題最為常見，而嚴重的格紋所導致的基板缺陷會貫穿磊晶晶圓，因此格紋導致的基板缺陷所造成的磊晶損壞面積會遠比刮傷造成的損失為大。

【0003】 格紋問題主要有格線的錯位、重疊或分離，並會造成嚴重的磊晶缺陷，所以是現今磊晶廠作為 PSS 品質合格與否的重要檢驗項目。磊晶廠檢驗格紋的方式，目前皆以強光燈照射，

並以人眼直視 PSS 表面，若格線隱若現，則一般均算合格；若格線線條明顯，則移至顯微鏡做表面狀況確認，確認出格線清晰者就打入不良品。格紋問題在現今磊晶廠典型製程中皆無法避免，狀況若嚴重，則帶有格紋的 PSS 將造成更大面積的磊晶缺陷，亦即代表最終打入不良品的晶片會比其他缺陷更多。

【0004】 如第 1A 圖所示，其為習知之一種磊晶晶圓格紋示意圖；如第 1B 圖所示，其為習知之一種磊晶晶圓及格紋照片圖；如第 1C 圖，其為習知之一種磊晶晶圓刮傷示意圖。現今技術所製造之磊晶晶圓，格紋發生率經常不低於 10%，每十片磊晶晶圓中，最少有一片可被輕易觀察到格線，其浪費程度算是相當嚴重。

【0005】 無格紋發生，將會是製造磊晶晶圓製程中奈米壓印取代步進曝光機的一個重要契機。又在奈米壓印領域中，模仁的製造能力極為重要，模仁的良窳會影響製造磊晶晶圓之所有製程與良率。因此，如何發展出一種製程簡易、成本低、可有效消除模仁的格紋又可重複製造的無缺陷模仁製造方法，便成為奈米壓印領域、圖案化藍寶石基板產業，甚至整個發光二極體產業一個重要的進步方向與課題。

【發明內容】

【0006】 本發明為一種無缺陷模仁之製造方法，包括有下列步驟：提供一模仁基板、進行製作光阻圖案、進行鍍製金屬薄膜、進行移除光阻圖案、進行加熱及退火、進行乾蝕刻及進行移除金屬圓球。無缺陷模仁可應用於磊晶晶圓製作之奈米壓印製程，大幅提高磊晶晶圓的製作良率，其製程簡易、成本低廉又可完全複

製的特性，使奈米壓印製程技術得以真正取代現今的步進曝光製程。

【0007】 本發明係提供一種奈米壓印無缺陷模仁之製造方法，其包括下列步驟：提供一模仁；製作一光阻圖案於模仁上，其係於模仁之一表面上塗佈一光阻層，並透過一遮罩對光阻層曝光後再進行顯影，藉此形成光阻圖案，其中光阻圖案具有複數個孔洞；鍍製一金屬薄膜，其係對覆蓋有光阻圖案之模仁表面鍍製金屬薄膜，且金屬薄膜亦形成在該些孔洞中；形成複數個金屬圓柱，其係拔除覆蓋至光阻圖案上之金屬薄膜及光阻圖案，以在光阻圖案之該些孔洞相對應的位置形成該些金屬圓柱；進行加熱及退火，其係以加熱方式使該些金屬圓柱熔化形成為複數個液體區塊，其中每一液體區塊的位置皆對應一金屬圓柱的位置，且任二液體區塊均不相接觸，接著進行退火使每一液體區塊皆形成一金屬圓球；進行乾蝕刻，其係對覆蓋有該些金屬圓球之模仁進行乾蝕刻，以透過該些金屬圓球間之縫隙在模仁中蝕刻出複數個凹槽，並以該些凹槽定義出複數個圖案，二相鄰之凹槽之一圖案間距皆等於一金屬圓球之直徑；以及移除該些金屬圓球，其係將該些金屬圓球自模仁移除，以使模仁形成具有一致的圖案間距之一無缺陷模仁。

【0008】 藉由本發明之實施，至少可以達到下列進步功效：

一、自動修正模仁之圖案間距及發生錯位的圖案；

二、使模仁圖案之圖型尺寸一致及圖案間距一致；及

三、有效消除模仁的格紋，形成無缺陷模仁。

【0009】 為了使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容

並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點，因此將在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點。

【圖式簡單說明】

【0010】

第 1A 圖係為習知之一種磊晶晶圓格紋示意圖；

第 1B 圖係為習知之一種磊晶晶圓及格紋照片圖；

第 1C 圖係為習知之一種磊晶晶圓刮傷示意圖；

第 2 圖係為本發明實施例之一種無缺陷模仁之製造方法步驟圖；

第 3 圖係為本發明實施例之一種塗佈一光阻層之模仁剖視圖；

第 4 圖係為本發明實施例之一種對模仁上之光阻層進行曝光示意圖；

第 5 圖係為本發明實施例之一種形成光阻圖案示意圖；

第 6 圖係為本發明實施例之一種鍍製金屬薄膜剖視圖；

第 7 圖係為本發明實施例之一種拔除金屬薄膜形成金屬柱剖視圖；

第 8 圖係為本發明實施例之一種加熱金屬柱形成金屬區塊剖視圖；

第 9 圖係為本發明實施例之一種退火形成金屬圓球剖視圖；

第 10 圖係為本發明實施例之一種乾蝕刻形成凹槽剖視圖；

第 11 圖係為本發明實施例之一種拔除金屬圓球形成無缺陷模仁剖視圖；及

第 12 圖係為本發明實施例之一種應用無缺陷模仁所製造之無格紋或刮傷之磊晶晶圓示意圖。

【實施方式】

【0011】 如第 2 圖所示，本實施例之一種無缺陷模仁之製造方法(S100)，其包括下列步驟：提供一模仁(步驟 S10)；製作一光阻圖案於該模仁上(步驟 S20)；鍍製一金屬薄膜(步驟 S30)；形成複數個金屬圓柱(步驟 S40)；進行加熱及退火(步驟 S50)；進行乾蝕刻(步驟 S60)及移除該些金屬圓球(步驟 S70)。

【0012】 如第 2 圖及第 3 圖所示，提供一模仁(步驟 S10)，模仁 10 係用來作為後續形成圖案的基底，其中模仁 10 係可以為一硬質基板，硬質基板之材質為單晶矽(s-Si)、多晶矽(c-Si)、氧化矽(SiO_x)、碳化矽(SiC)、氮化鋁(AlN)、氧化鋁(Al_2O_3)、鎂鋁尖晶石($MgAl_2O_4$)、硒化鋅(ZnSe)、氧化鋅(ZnO)、氮化鎵(GaN)、磷化鎵(GaP)或任二種以上之上述材質混合之材質。且形成圖案後的模仁 10 可以應用為半導體製程中之奈米壓印製程使用。

【0013】 如第 2 圖、第 4 圖及第 5 圖所示，製作一光阻圖案於該模仁上(步驟 S20)，係於模仁 10 上塗佈一光阻層 20，並以特定波長之一曝光光線 21 及一遮罩 22 對光阻層 20 進行曝光後再進行顯影，並形成光阻圖案 30。而在對光阻層 20 曝光、顯影時，根據使用的曝光光線 21 之波長的不同，相對應的光阻層 20 主體材料也不同。例如使用氟化氪(KrF，波長為 248nm)曝光光線 21 時，常用聚對羥基苯乙烯及其衍生物作為光阻層 20 之主體材料；使用氟化氬(ArF，波長為 193nm)曝光光線 21 時，常用聚酯環族丙烯酸酯及其共聚物作為光阻層 20 之主體材料；使用極端紫外光(Extreme Ultraviolet, EUV，波長為 13.5nm)曝光光線 21 時，則常用聚酯衍生物和分子玻璃單組分材料等為光阻層 20 之主體材料。

【0014】 如第 2 圖及第 6 圖所示，鍍製一金屬薄膜(步驟 S30)，則是經由光阻圖案 30 之阻隔，對未被光阻圖案 30 覆蓋之模仁 10 表面鍍製一金屬薄膜 40，其中用來鍍製金屬薄膜 40 之金屬係可以為鈧(Sc)、鈦(Ti)、釩(V)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)或任二種以上之上述金屬材質混合之材質。

【0015】 如第 2 圖及第 7 圖所示，形成複數個金屬圓柱(步驟 S40)則是將光阻圖案 30 及光阻圖案 30 上之金屬薄膜 40 拔除，並於未被光阻圖案 30 覆蓋之模仁 10 表面留下與光阻圖案 30 相對應的複數個金屬柱體 50。

【0016】 如第 2 圖、第 7 圖及第 8 圖所示，進行加熱及退火(步驟 S50)，其係先以加熱方式使該些金屬柱體 50 形成為複數個金屬區塊 51，其中每一金屬柱體 50 皆對應一金屬區塊 51，且任二金屬區塊 51 均不相接觸，如此金屬柱體 50 所形成的金屬區塊 51 不會互相連結。

【0017】 如第 2 圖、第 8 圖及第 9 圖所示，於形成金屬區塊 51 後接著進行退火，其係以控制緩慢放熱之方式使每一金屬區塊 51 皆降溫至室溫以形成一金屬圓球 52，其中該些金屬圓球 52 係直徑相等且圓度相等。

【0018】 如第 9 圖所示，金屬圓球 52 之形成，其主要係物質從液態轉為固態的過程中，經由如退火之自然緩慢放熱，則物質皆嚴守表面能最小的定律原則進行外觀改變，而物質表面能又與表面積成正比，因此當表面積最小時，物質具有最低的表面能，已知等體積下球體的表面積最小，所以可得知球體所具備的表面

能為最小，退火後之每一金屬區塊 51 皆形成一金屬圓球 52。

【0019】 以 Cr 金屬為實施例，進行加熱及退火(步驟 S50)係將形成有金屬柱體 50 之模仁 10 置於高真空或常壓鈍氣快速退火爐內，再將爐內溫度從室溫快速升溫至 1850~1905°C。其中採用快速升溫的原則是避免金屬柱體 50 與模仁 10 在共熔點發生共晶效應(通常合金共熔點會低於純金屬熔點)。高真空與鈍氣環境的需求則是避免高溫下金屬與一般氣體分子(如 O2、N2、H2、CO2 等)發生反應。而快速升溫的最終溫度亦應低於純金屬熔點(Cr 為 1907°C)。

【0020】 本實施例中，退火係採取於 1850~1905°C 維持溫度 30~120sec，再以-7.5~-20°C/sec 的速率快速降溫至 950~1000°C 維持溫度 30~120sec，接著再停止供熱使其自然慢速冷卻至常溫的方式進行。其中於 1850~1905°C 維持溫度係為了等待 Cr 金屬柱體 50 在接近熔點溫度時外形自然修飾成球狀的金屬圓球 52。快速降溫則是為了避免降溫過程中 Cr 金屬圓球 52 與模仁 10 之原子交互擴散形成 Cr-Si 合金相而影響 Cr 金屬圓球 52 的體積與真圓度。

【0021】 另外，拔除光阻圖案 30 會使相鄰的金屬柱體 50 發生邊緣變形或破碎等狀況，此時可以藉由進行加熱及退火(步驟 S50)，使金屬柱體 50 重新結為球狀的金屬圓球 52，金屬圓球 52 將會具有相同直徑，圓度也會趨於一致。如此，金屬柱體 50 產生的邊緣變形或破碎等問題，便可以經由進行加熱及退火(步驟 S50)而加以修復。因光阻圖案 30 發生錯位而產生的金屬柱體 50 的錯位，也將因金屬柱體 50 重新熔融塑型，發生輕微的位移而修正。

【0022】 如第 2 圖及第 10 圖所示，進行乾蝕刻(步驟 S60)，

係對模仁 10 進行乾蝕刻(步驟 S60)，並於未被該些金屬圓球 52 覆蓋之模仁 10 表面形成複數個凹槽 32，又該些凹槽 32 係可以形成複數個圖案，而且該些凹槽 32 形成的圖案即為模仁 10 應用至奈米壓印製程之圖案。

【0023】 如第 2 圖及第 11 圖所示，移除該些金屬圓球(步驟 S70)，便是將該些金屬圓球 52 移除，並形成具有一致的圖案間距 d 之無缺陷模仁 10’。由於金屬圓球 52 具有相同直徑，將金屬圓球 52 全部移除後，無缺陷模仁 10’之圖案間便可以具有相同的圖案間距 d。

【0024】 如第 12 圖所示，奈米壓印製程可以使用本實施例製造方法所製造之無缺陷模仁 10’以製作磊晶晶圓，因為無缺陷模仁 10’具有對變形或錯位的修正功效，因此以其應用之奈米壓印製程可以製造出如第 12 圖所示之無格紋或刮傷之磊晶晶圓，有效提高磊晶晶圓之生產良率。

【0025】 惟上述各實施例係用以說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故凡其他未脫離本發明所揭示之精神而完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【符號說明】

【0026】

10..... 模仁

10’ ..... 無缺陷模仁

20..... 光阻層

21..... 曝光光線

22..... 遮罩

30..... 光阻圖案

40..... 金屬薄膜

50..... 金屬柱體

51..... 金屬區塊

52..... 金屬圓球

60..... 凹槽

d ..... 圖案間距

申請專利範圍

1. 一種奈米壓印無缺陷模仁之製造方法，其包括下列步驟：

提供一模仁；

製作一光阻圖案於該模仁上，其係於該模仁之一表面上塗佈一光阻層，並透過一遮罩對該光阻層曝光後再進行顯影，藉此形成該光阻圖案，其中該光阻圖案具有複數個孔洞；

鍍製一金屬薄膜，其係對覆蓋有該光阻圖案之該表面鍍製該金屬薄膜，且該金屬薄膜亦形成在該些孔洞中；

形成複數個金屬圓柱，其係拔除覆蓋至該光阻圖案上之該金屬薄膜及該光阻圖案，以在該光阻圖案之該些孔洞相對應的位置形成該些金屬圓柱；

進行加熱及退火，其係以加熱方式使該些金屬圓柱熔化形成為複數個液體區塊，其中每一該液體區塊的位置皆對應一該金屬圓柱的位置，且任二該液體區塊均不相接觸，接著進行退火使每一該液體區塊皆形成一金屬圓球；

進行乾蝕刻，其係對覆蓋有該些金屬圓球之該模仁進行乾蝕刻，以透過該些金屬圓球間之縫隙在該模仁中蝕刻出複數個凹槽，並以該些凹槽定義出複數個圖案，二相鄰之該凹槽之一圖案間距皆等於一該金屬圓球之直徑；以及

移除該些金屬圓球，其係將該些金屬圓球自該模仁移除，以使該模仁形成具有一致的圖案間距之一無缺陷模仁。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之無缺陷模仁之製造方法，其中該模仁係為一硬質基板，該硬質基板之材質為單晶矽、多晶矽、氧化矽、碳化矽、氮化鋁、氧化鋁、鎂鋁尖晶石、硒化鋅、氧

化鋅、氮化鎵、磷化鎵或任二種以上之上述材質混合之材質。

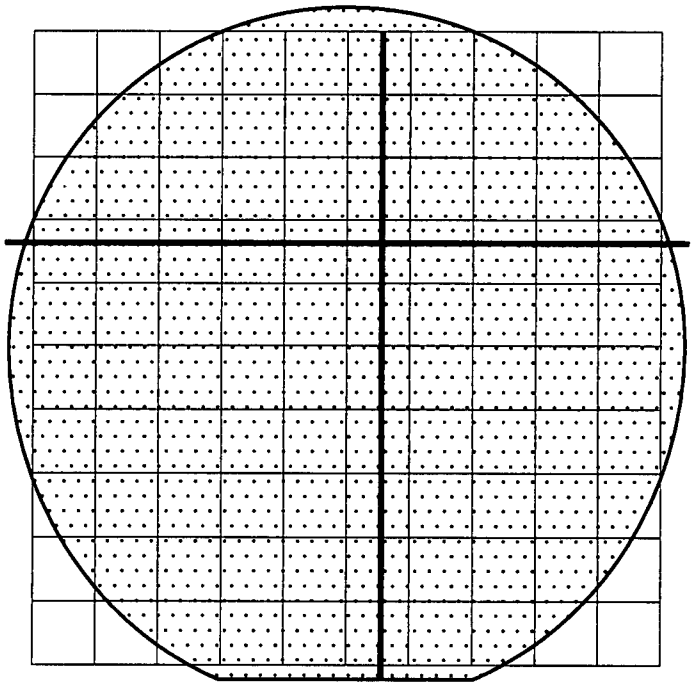
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之無缺陷模仁之製造方法，其中該金屬薄膜使用之金屬材質係為釩、鈦、釩、鉻、錳、鐵、鈷、鎳、銅、鋅或任二種以上之上述金屬材質混合之材質。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之無缺陷模仁之製造方法，其中該些金屬圓球係直徑相等。

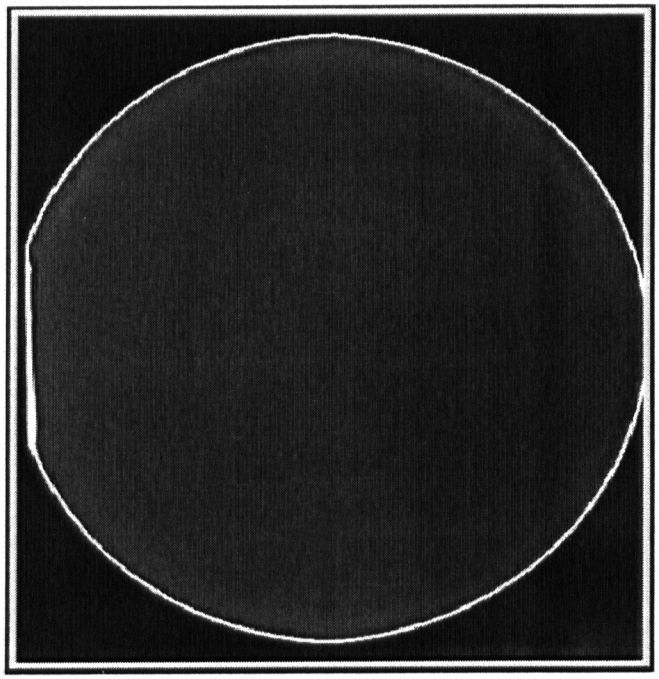
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之無缺陷模仁之製造方法，其中該些金屬圓球係圓度相等。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之無缺陷模仁之製造方法，其中該無缺陷模仁係使用於一半導體製程中之一奈米壓印製程。

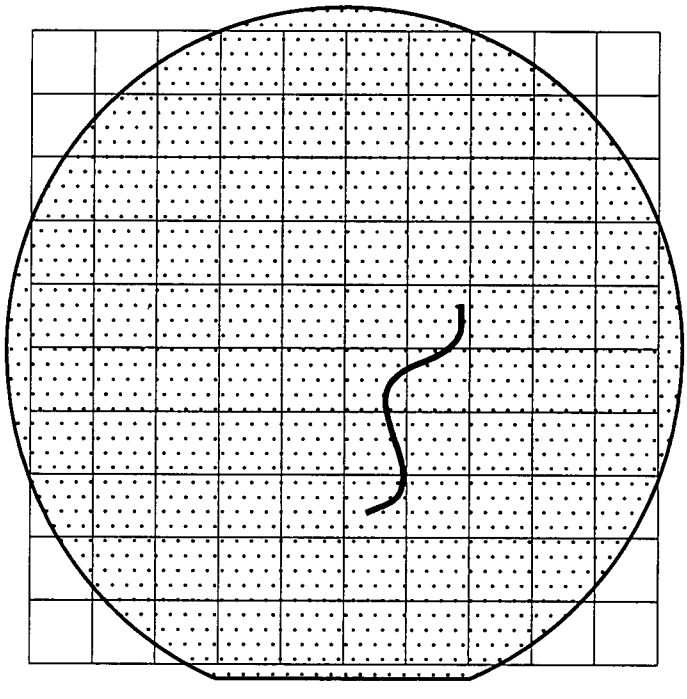
圖式



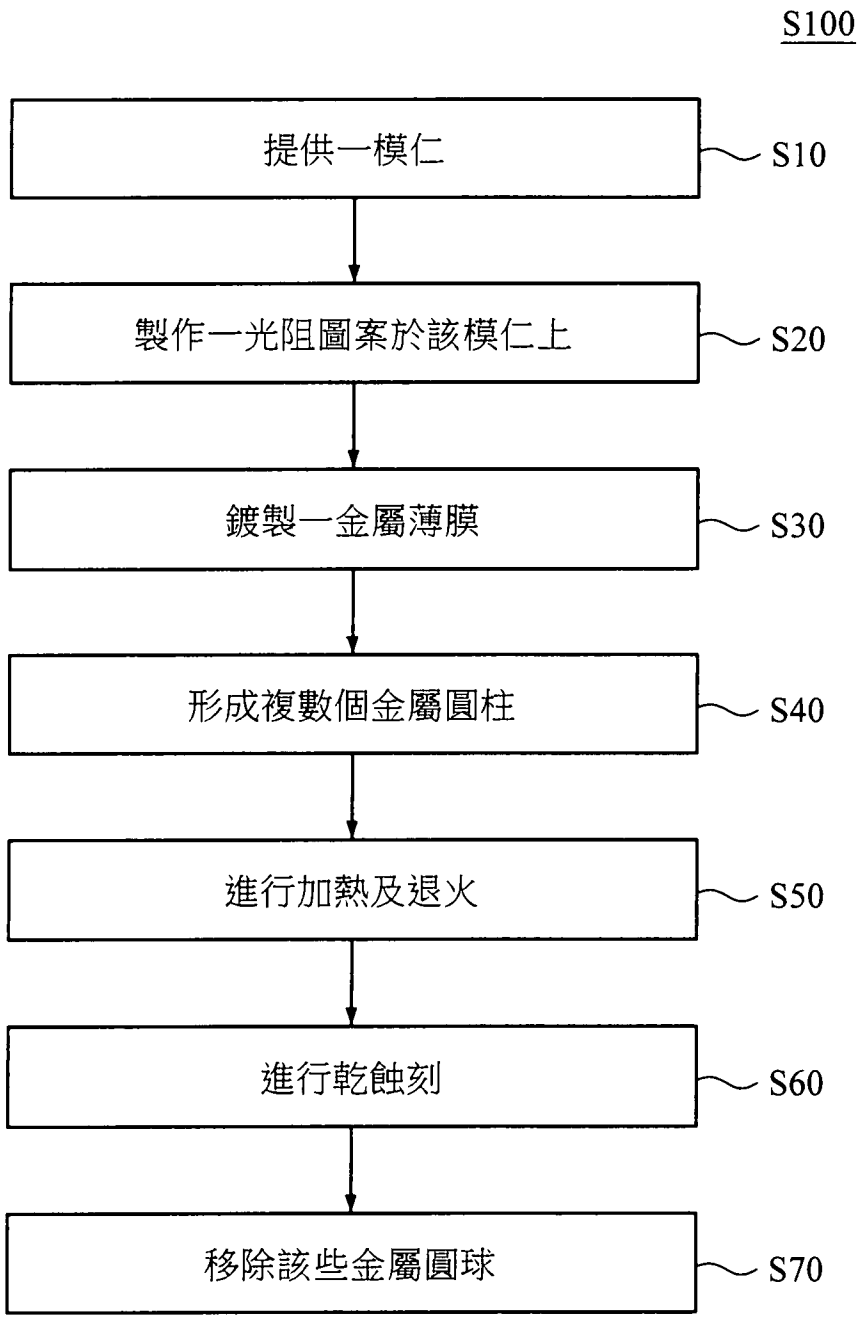
第 1A 圖



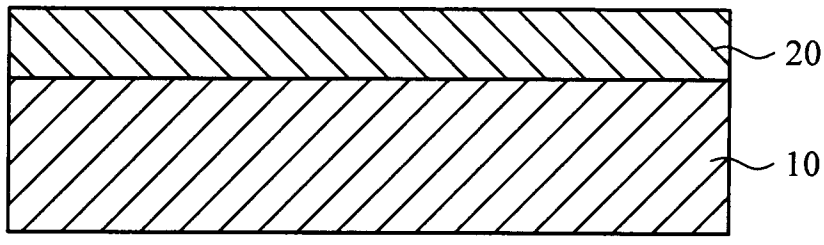
第 1B 圖



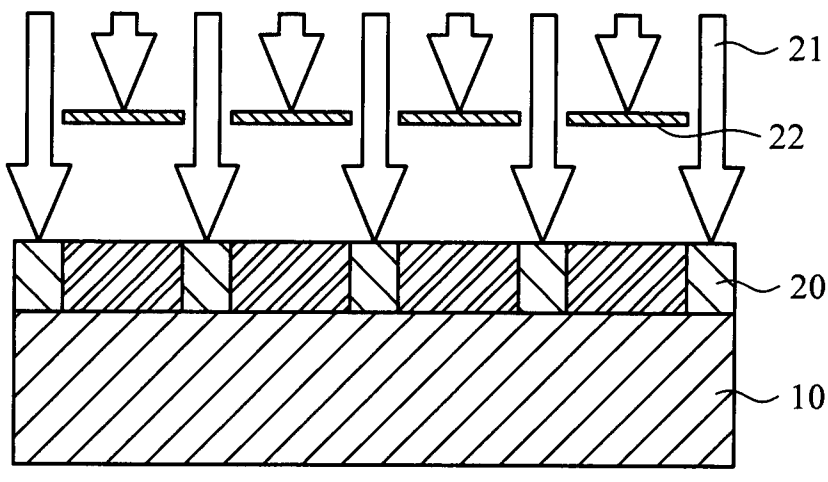
第 1C 圖


S100
提供一模仁
S10
製作一光阻圖案於該模仁上
S20
鍍製一金屬薄膜
S30
形成複數個金屬圓柱
S40
進行加熱及退火
S50
進行乾蝕刻
S60
移除該些金屬圓球
S70

第 2 圖

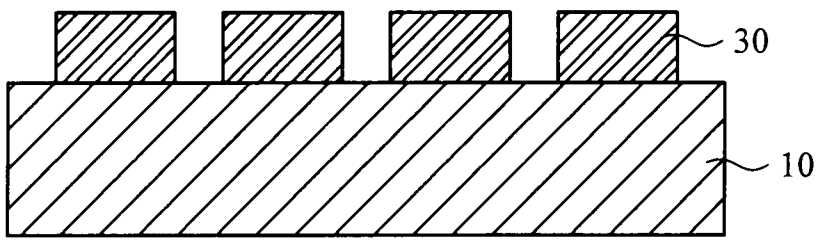


第 3 圖

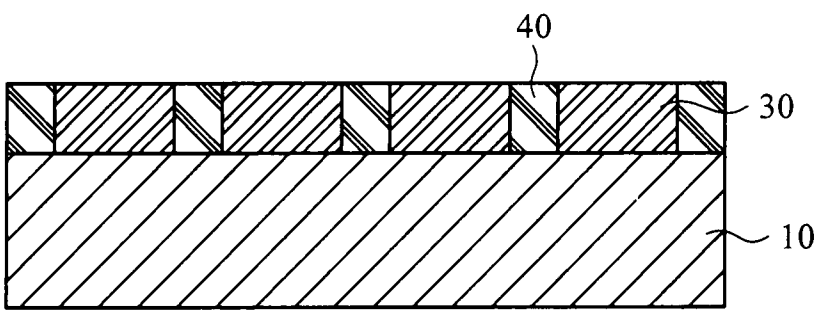


第 4 圖

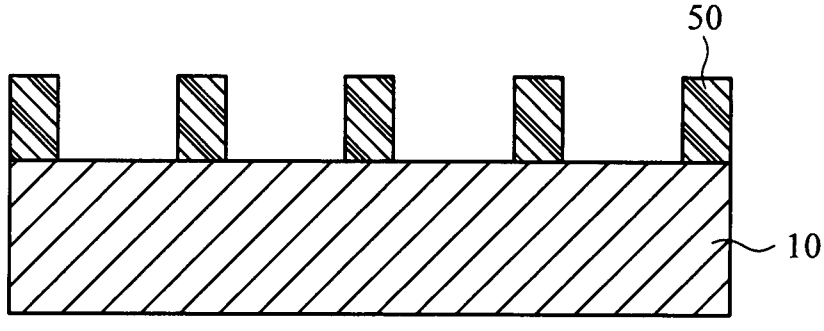
5



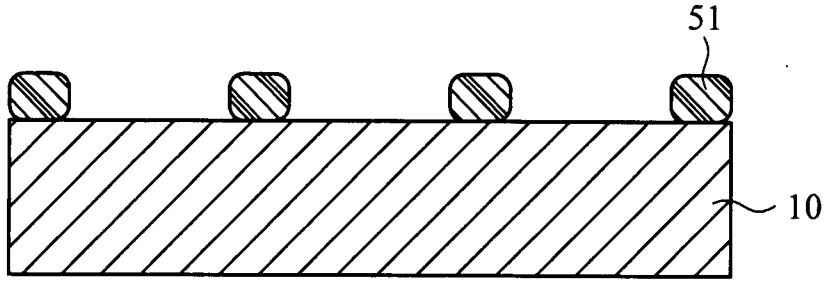
第 5 圖



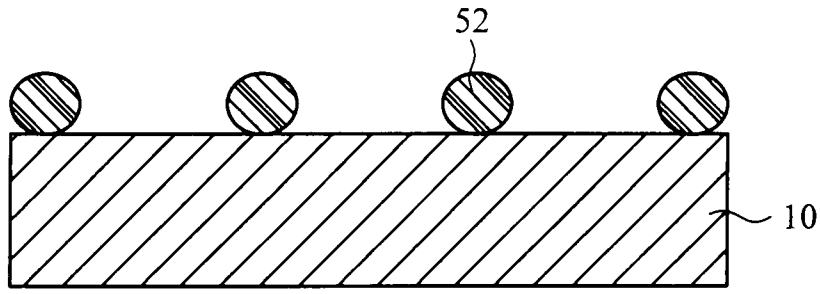
第 6 圖



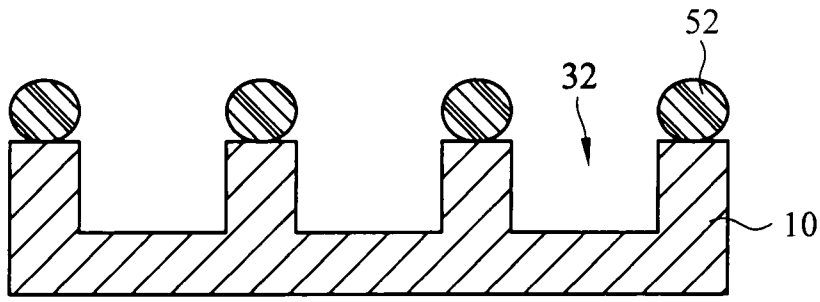
第 7 圖



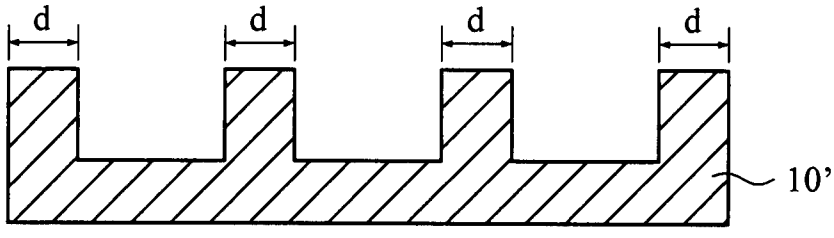
第 8 圖



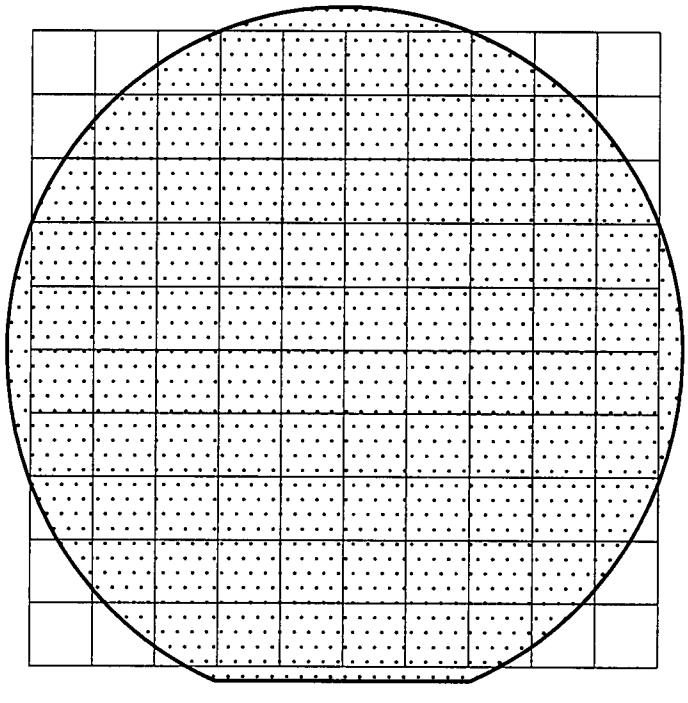
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖