



(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 I619165 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：103108409

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 11 日

(51)Int. Cl. : H01L21/3065(2006.01)

H01L21/308 (2006.01)

H01L21/78 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2013/03/14 美國

61/784,621

(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：雷偉生 LEI, WEI-SHENG (CN)；喬德亨瑞穆罕默德坎魯札曼 CHOWDHURY, MOHAMMAD KAMRUZZAMAN (BD)；伊根陶德 EGAN, TODD (US)；伊頓貝德 EATON, BRAD (US)；亞拉曼奇里麥德哈瓦饒 YALAMANCHILI, MADHAVA RAO (US)；庫默亞傑 KUMAR, AJAY (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

US 6117347A

US 2006003551A1

US 2011086204A1

US 2012322241A1

Water-Soluble Sacrificial Layers for Surface Micromachining / small (July 2005) vol.1, No. 7, 730 -736

審查人員：吳松屏

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

以雷射及電漿蝕刻進行的基板切割所用的含非光可界定雷射能量吸收層的多層遮罩

MULTI-LAYER MASK INCLUDING NON-PHOTODEFINABLE LASER ENERGY ABSORBING LAYER FOR SUBSTRATE DICING BY LASER AND PLASMA ETCH

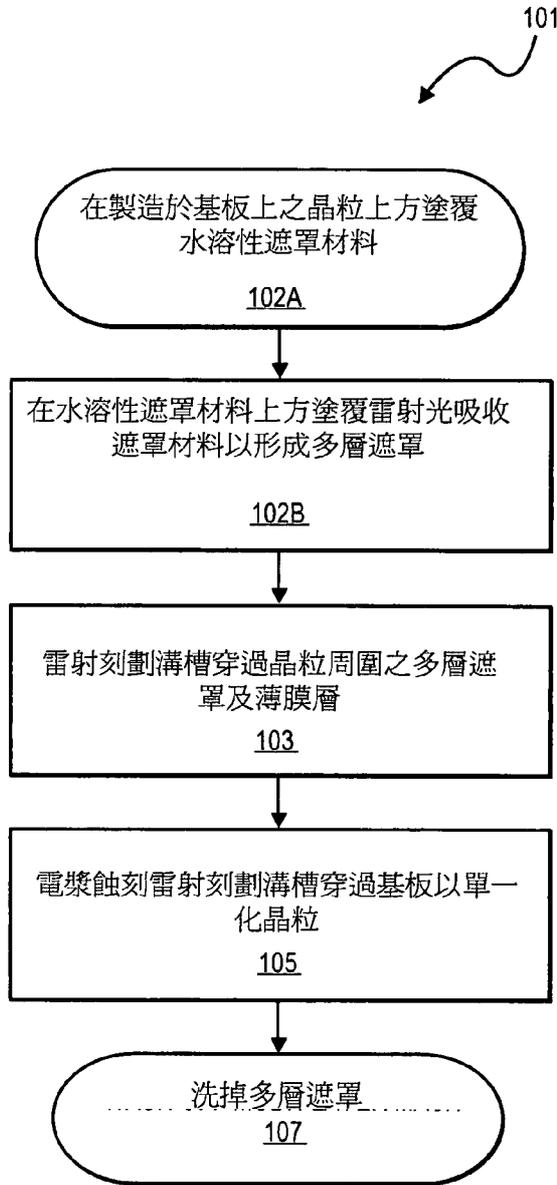
(57)摘要

本發明提供切割具有複數個積體電路(integrated circuit；IC)之基板之方法。方法包括形成包含雷射能量吸收、非光可界定面塗層之多層遮罩，該雷射能量吸收、非光可界定面塗層安置在水溶性基層上方，該水溶性基層安置在半導體基板上方。因為雷射光吸收材料層係非光可界定的，所以可避免與習知光阻劑調配物相關聯之材料成本。以雷射刻劃製程直接劃線圖案化遮罩以提供具有縫隙之圖案化遮罩。圖案化暴露介於 IC 之間的基板之部位。在雷射發射頻帶(例如，紫外線(ultraviolet；UV)頻帶及/或綠光頻帶)內遮罩層之吸收促進良好刻劃線品質。基板然後可經電漿蝕刻穿過圖案化遮罩中之縫隙以單一化(singulate)IC，其中遮罩在電漿蝕刻期間保護 IC。遮罩之可溶性基層然後可在單一化之後溶解，從而促進該層之移除。

Methods of dicing substrates having a plurality of ICs. A method includes forming a multi-layered mask comprising a laser energy absorbing, non-photodefinable topcoat disposed over a water-soluble base layer disposed over the semiconductor substrate. Because the laser light absorbing material layer is non-photodefinable, material costs associated with conventional photo resist formulations may be avoided. The mask is direct-write patterned with a laser scribing process to provide a patterned mask with gaps. The patterning exposes regions of the substrate between the ICs. Absorption of the mask layer within the laser

emission band (e.g., UV band and/or green band) promotes good scribe line quality. The substrate may then be plasma etched through the gaps in the patterned mask to singulate the IC with the mask protecting the ICs during the plasma etch. The soluble base layer of the mask may then be dissolved subsequent to singulation, facilitating removal of the layer.

指定代表圖：



符號簡單說明：

101 . . . 混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程

102A、102B . . . 操作

103 . . . 操作/雷射刻劃操作

105 . . . 操作/電漿蝕刻操作

107 . . . 操作/遮罩移除操作

第1A圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 (中文/英文)

以雷射及電漿蝕刻進行的基板切割所用的含非光可界定雷射能量吸收層的多層遮罩

MULTI-LAYER MASK INCLUDING
NON-PHOTODEFINABLE LASER ENERGY ABSORBING
LAYER FOR SUBSTRATE DICING BY LASER AND
PLASMA ETCH

【優先權】

【0001】 本申請案主張 2013 年 3 月 14 日提交之美國臨時專利申請案第 61/784,621 號之優先權，且本申請案以引用之方式整體併入以用於所有目的。

【技術領域】

【0002】 本發明之實施例係關於半導體處理之領域，且具體而言係關於用於切割基板之遮蔽方法，每一基板上皆具有積體電路(integrated circuit; IC)。

【先前技術】

【0003】 在半導體基板處理中，IC 形成於通常由矽或其他半導體材料組成之基板（亦稱為晶圓）上。一般而言，使用半導體、導電或絕緣之各種材料之薄膜層來形成 IC。使用各種熟知製程摻雜、沉積且蝕刻此等材料以在相同基板上平行地同時形成複數個 IC，諸如記憶體裝置、邏輯裝置、光電裝置

等。

【0004】 在裝置形成之後，將基板安裝在諸如越過膜框伸展之黏合劑膜之支撐構件上，且「切割」基板以將每一單獨裝置或「晶粒」彼此分開以用於封裝，等。當前，兩種最風行的切割技術係刻劃及鋸切。對於刻劃，使金剛石尖劃刀沿預形成刻劃線移動越過基板表面。在諸如以滾軸進行的壓力之施加之後，基板沿刻劃線分離。對於鋸切，金剛石尖鋸沿街道鋸基板。對於薄基板單一化，諸如 $<150\ \mu\text{m}$ 厚之塊矽單一化，習知方法僅得到不良製程品質。在自薄基板單一化晶粒時可面臨之挑戰中之一些可包括微裂縫形成或不同層之間的分層、無機介電質層之剝離、嚴格的切口寬度控制或精密的燒蝕深度控制之保持。

【0005】 雖然亦已設想電漿切割，但是用於圖案化抗蝕劑之標準微影術操作可使得實行成本過高。可能阻礙電漿切割之實行之另一限制為在沿街道切割時通常遭遇之金屬（例如，銅）之電漿處理可產生產品問題或產量限制。最終，電漿切割製程之遮蔽可為有問題的，尤其取決於基板之厚度及頂表面形貌、電漿蝕刻之選擇及自存在於基板之頂表面上之材料選擇性地移除遮罩。

【發明內容】

【0006】 本發明之實施例包括遮蔽用於雷射切割製程或含雷射刻劃及電漿蝕刻兩者之混合切割製程之半導體基板的方法。

【0007】 在一實施例中，一種切割具有複數個 IC 之半導體基

板之方法包括在半導體基板上方形成非光可界定雷射光吸收遮罩。在示例性實施例中，遮罩包括含基層之覆蓋且保護 IC 之複數個相異材料層，該基層為水溶性的，以促進遮罩在切割製程之後的容易移除。使用雷射刻劃製程圖案化遮罩以提供具有縫隙之圖案化遮罩，從而暴露介於 IC 之間的基板之部位。基板然後可經電漿蝕刻穿過圖案化遮罩中之縫隙，以將 IC 單一化成晶片。

【0008】 在另一實施例中，一種用於切割半導體基板之系統包括飛秒雷射；電漿蝕刻腔室及遮罩沉積模組，上述各者耦接至相同平臺。

【0009】 在另一實施例中，一種切割具有複數個 IC 之基板之方法包括在矽基板之前側上方形成含非光敏雷射光吸收層之多層遮罩。IC 包括銅凸部頂表面，該銅凸部頂表面具有由鈍化層包圍之凸部，該鈍化層諸如聚醯亞胺(polyimide; PI)。凸部及鈍化層下方之次表面薄膜包括低介電常數層間介電質(interlayer dielectric; ILD)層及銅互連之層。例如紫外線(ultraviolet; UV)可固化之多層遮罩吸收使用於刻劃之雷射發射之頻寬，此舉改良如鈍化層之雷射刻劃邊緣品質，且以雷射刻劃製程（例如，飛秒雷射）圖案化次表面薄膜以暴露介於 IC 之間的矽基板之部位。以深矽電漿蝕刻製程蝕刻矽基板穿過縫隙以單一化 IC 及在未經雷射燒蝕之部位中可保持大體上未固化多層遮罩然後經濕式處理以使材料溶解脫離鈍化層。

【0010】 根據一個實施例，一種半導體晶圓包括：複數個積

體電路(IC)，安置在基板上；及含水溶性基層及非光可界定雷射光吸收面塗層之多層遮罩，該多層遮罩安置在該等 IC 之薄膜層上方。遮罩在安置在介於鄰接 IC 之間的街道上方之部位中經燒蝕。在一個此實施例中，半導體晶圓可進一步經處理以單一化 IC，諸如使用電漿蝕刻製程單一化。

【圖式簡單說明】

【0011】 在隨附圖式之諸圖中以實例方式而非限制方式圖示本發明之實施例，在隨附圖式中：

【0012】 第 1A 圖為圖示根據本發明之一實施例之使用含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩之混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化方法的流程圖；

【0013】 第 1B 圖為圖示根據本發明之一實施例之使用含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩之雷射燒蝕單一化方法的流程圖；

【0014】 第 2 圖為圖示根據本發明之一實施例之形成含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩之方法的流程圖；

【0015】 第 3A 圖及第 3B 圖為圖示根據本發明之一實施例之耦接在 UV 透明遮罩與含雷射光吸收層之遮罩之間的不同水平之雷射光的示意圖；

【0016】 第 4A 圖圖示根據本發明之一實施例之含對應於第 1A 圖及第 1B 圖中圖示之切割方法之操作 102A 及 102B 的複數個 IC 之半導體基板的橫截面圖；

【0017】 第 4B 圖圖示根據本發明之一實施例之含對應於第 1A 圖及第 1B 圖中圖示之切割方法之操作 103 的複數個 IC 之

半導體基板的橫截面圖；

【0018】 第 4C 圖圖示根據本發明之一實施例之含對應於第 1A 圖中圖示之切割方法之操作 105 的複數個 IC 之半導體基板的橫截面圖；

【0019】 第 4D 圖圖示根據本發明之一實施例之含對應於第 1A 圖及第 1B 圖中圖示之切割方法之操作 107 的複數個 IC 之半導體基板的橫截面圖；

【0020】 第 5 圖圖示根據本發明之實施例之包括塗覆在含複數個 IC 之基板之頂表面及次表面薄膜上方的含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩的橫截面圖；

【0021】 第 6 圖圖示根據本發明之一實施例之用於使用用於多層遮罩之現場塗覆之整合式沉積模組進行的基板之雷射及電漿切割之工具佈局的方塊圖；及

【0022】 第 7 圖圖示根據本發明之一實施例之在本文所述之遮蔽、雷射刻劃、電漿切割方法中控制一或更多操作之自動執行之示例性電腦系統的方塊圖。

【實施方式】

【0023】 描述用於切割基板之方法及設備。在以下描述中，闡述諸如飛秒雷射刻劃及深矽電漿蝕刻條件之許多特定細節以便描述本發明之示例性實施例。然而，熟習此項技術者將明白，本發明之實施例可在無此等特定細節的情況下實踐。在其他實例中，並未詳細描述諸如 IC 製造、基板薄化、捆紮 (taping) 等之熟知態樣，以避免不必要地使本發明之實施例難以理解。在全部本說明書中對「一實施例」之引用意味結

合該實施例所述之特定特徵、結構、材料或特性包括在本發明之至少一個實施例中。因此，用語「在一實施例中」在全部本說明書之不同地方之出現不一定代表本發明之相同實施例。此外，特定特徵、結構、材料或特性可以任何適合方式組合於一或更多實施例中。又，將理解在諸圖中展示之各種示例性實施例僅為說明性表示且不一定按比例繪示。

【0024】 術語「耦接」及「連接」連同其衍生詞一起在本文中可用來描述組件之間的結構關係。應理解，此等詞並非意欲作為用於彼此之同義詞。實情為，在特定實施例中，「連接」可用來指示兩個或兩個以上元件處於彼此直接實體接觸或電接觸狀態中。「耦接」可用來指示兩個或兩個以上元件處於彼此直接或間接（其間具有其他介入元件）實體接觸或電氣接觸狀態中，及/或兩個或兩個以上元件彼此合作或相互作用（例如，在因果關係中時）。

【0025】 如本文中所使用之術語「在……上方」、「在……下方」、「在……之間」及「在……上」代表一個材料層相對於其他材料層之相對位置。因而，例如，安置在另一層上方或下方之一層可與另一層直接接觸或可具有一或更多介入層。此外，安置在兩個層之間的一個層可與兩個層直接接觸或可具有一或更多介入層。相反，在第二層「上」之第一層係與彼第二層接觸。另外，在假定操作係相對於基板而執行而不考慮基板之絕對定向的情況下提供一個層相對於其他層之相對位置。

【0026】 大體而言，以用於晶粒單一化之含非光可界定雷射

光吸收層之多層遮罩來實行涉及至少一初始雷射刻劃及潛在地後續電漿蝕刻之基板切割製程。雷射刻劃製程可用來沿鄰接 IC 之間的街道乾淨地移除含雷射光吸收層及水溶性層之未圖案化（例如，毯覆）遮罩、鈍化層及次表面薄膜裝置層。然後可在下層基板之暴露、部分燒蝕或完整燒蝕之後終止雷射燒蝕製程。在僅執行基板之部分燒蝕的情況下（例如，在晶圓超過 100 μm 至 150 μm 的情況下），混合切割製程之電漿蝕刻部分接著蝕刻穿過基板之塊（諸如穿過塊單晶態矽），以用於晶片之單一化或切割。

【0027】 根據本發明之實施例，雷射刻劃及電漿蝕刻之組合用來將半導體基板切割成單獨 IC 或單一化 IC。在一個實施例中，飛秒雷射刻劃為實質上（若非完全）非平衡製程。例如，基於飛秒之雷射刻劃可經局部化成具有可忽略的熱損傷區域。在一實施例中，雷射刻劃用來單一化具有超低介電常數膜（亦即，具有低於 3.0 之介電常數）之 IC。在一個實施例中，以雷射直接劃線消除微影術圖案化操作，從而允許遮蔽材料將為與光刻中使用之習知光阻劑不同的某種材料。在一個實施例中，大體上各向異性蝕刻用來在電漿蝕刻腔室中完成切割製程；各向異性蝕刻藉由在蝕刻溝槽之側壁上沉積蝕刻聚合物來達成進入基板中之高方向性。

【0028】 第 1A 圖為圖示根據本發明之一實施例之使用含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩之混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程 101 的流程圖。第 1B 圖為圖示根據本發明之一實施例之使用含非光可界定雷射光吸收層之多層遮罩之雷射燒

蝕單一化製程 201 的流程圖。第 4A 圖至第 4D 圖圖示根據本發明之實施例之含對應於方法 101 或方法 201 中之操作的第一 IC 425 及第二 IC 426 之基板 406 的橫截面圖。

【0029】 參閱第 1 圖及第 2 圖之操作 102A 及 102B，及對應的第 4A 圖，在基板 406 上方形成含非光可界定雷射光吸收材料層 402B 及水溶性材料層 402A 之多層遮罩。大體而言，基板 406 係由適於耐受形成在該基板上之薄膜裝置層之製造製程的任何材料組成。例如，在一個實施例中，基板 406 為 IV 族基材料，諸如但不限於單晶矽、鍺或矽/鍺。在另一實施例中，基板 406 為 III-V 族材料，諸如，像在發光二極體(light emitting diode; LED)之製造中使用之 III-V 族材料基板。在裝置製造期間，基板 406 通常為 600 μm 至 800 μm 厚，但如第 4A 圖中所圖示可已變薄至 100 μm 或甚至 50 μm ，並且變薄之基板現由載體 411 支撐，該載體諸如越過切割框（未圖示）之支撐結構伸展且以晶粒附接膜(die attach film; DAF)408 黏附至基板之背側的背襯帶 410。

【0030】 在實施例中，第一 IC 425 及第二 IC 426 包括製造於矽基板 406 中且包裹在介電質堆疊中之記憶體裝置或互補金氧半導體(complementary metal-oxide-semiconductor; CMOS)電晶體。複數個金屬互連器可形成在裝置或電晶體上方或在周圍介電質層中，且可用來電氣耦接裝置或電晶體以形成 IC 425、426。組成街道 427 之材料可與用來形成 IC 425、426 之彼等材料類似或相同。例如，街道 427 可包括介電質材料、半導體材料及金屬噴敷之薄膜層。在一個實施例中，街道 427

包括類似於 IC 425、426 之測試裝置。在薄膜裝置層堆疊/基板介面處量測之街道 427 之寬度可為介於 10 μm 與 200 μm 之間的值。

【0031】 在實施例中，遮罩 402 包括在操作 102B 處形成之非光可界定雷射光吸收聚合物層 402B 及在操作 102A 處形成之水溶性聚合物層 402A 兩者，該非光可界定雷射光吸收聚合物層與該水溶性聚合物層直接接觸，該水溶性聚合物層在 IC 425、426 之頂表面上。例如，可將水溶性聚合物直接施加在鈍化層上，該鈍化層諸如 IC 425、426 之聚醯亞胺(PI)頂鈍化層。遮罩 402 亦覆蓋 IC 425、426 之間的介入街道 427。遮罩層 402B 之組合物使得該遮罩層吸收 UV 頻帶中之能量，且可進一步吸收 300 nm 及 400 nm 波長內之光子能量。

【0032】 遮罩 402 在以雷射劃刀進行的雷射刻劃操作 103 之前未圖案化以執行刻劃線條之直接劃線。如第 3A 圖中所示，其中在雷射頻帶內具有小吸收率（例如，在 300 nm 至 540 nm 或 300 nm 至 1600 nm 頻帶中大體上透明）之遮罩 302A 安置在 IC 薄膜層 404 上方，遮罩 302A 可耦接來自雷射之極少能量。聚乙烯醇(polyvinyl alcohol; PVA)作為具有有利高的水溶性之示例性遮罩材料在 350 nm 至 800 nm 範圍中係高度透明的（亦即，非雷射光吸收的）。在大多數工業固態雷射產生在自 250 nm 至 1600 nm 之波長範圍中之光子的情況下，PVA 遮罩將大多數雷射能量傳遞至下層 IC 薄膜層 404，自身具有較大吸收率之該等下層薄膜層在透明遮罩之表面以下燒蝕/汽化。因此，在第 3A 圖中，在雷射能量通過非吸收遮罩 302A

之後，首先燒蝕薄膜 IC 層 404。在遮罩 302A 不受雷射能量影響的情況下，緊鄰雷射之路徑的遮罩 302A 隨著附近雷射刻劃損傷經由二次、不受控機制發生而獲移除，已發現該等二次、不受控機制將導致不良品質的刻劃側壁。發明者已進一步將與低遮罩吸收相關聯之粗糙、破裂側壁歸因於導致潛在產率損失之低晶粒強度及增加之晶粒裂紋。

【0033】 相反，如第 3B 圖中所示，其中雷射光吸收多層遮罩 402 安置在 IC 薄膜層 404 上方，在暴露之後耦接來自雷射之顯著雷射能量，且遮罩 402 中至少對應於雷射光吸收層 402B 之塊燒蝕/汽化不遲於 IC 膜層 404 燒蝕/汽化。因此，在第 3B 圖中，遮罩層 402B 自身在無廣泛附近雷射刻劃損傷的情況下經燒蝕，且刻劃側壁品質/晶粒強度獲改良。值得注意的是，作為安置在 IC 膜層 404 上方之暫時層，已發現遮罩自身之燒蝕在 IC 膜層 404 中之刻劃之品質方面係重要的。不欲受理論束縛，發明者當前理解，與遮罩層之附近損傷相關聯之機械力可永久地損害 IC 膜層 404 之結構。以此推理，遮罩層 402B 中之光子吸收係有利的。添加水溶性層 402A 促進以水沖洗進行的遮罩之移除，該水溶性層作為單純基層可相對較薄。遮罩層 402B 可在無與剝除對薄膜 IC 層 404 具有選擇性之刻劃之後的材料相關之約束的情況下自由選取。進一步注意到，雷射刻劃製程為直接劃線，且刻劃遮罩未例如藉由光刻製程預圖案化，遮罩層 402B 亦可在無與光靈敏度相關之約束的情況下選取，且實際上出於最大經濟性，本文之實施例將非光可界定雷射光吸收聚合物使用於遮罩層 402B。在進一步實施

例中，遮罩層 402B 作為雷射光吸收材料具有在混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程（例如，第 1A 圖之方法 101 或第 1B 圖之方法 201）期間進一步對 IC 425、426 之頂表面提供一些保護之組合物。

【0034】 在雷射光吸收遮罩層 402B 為水溶性的情況下，第一遮罩材料層 402A 可充當底切抗電漿遮罩層使得抗電漿層可自下層 IC 薄膜層 404 舉升離開的手段，或充當阻障層，該阻障層保護 IC 薄膜層 404 免於用來剝除雷射光吸收遮罩層 402B 之製程的影響。

【0035】 第 5 圖圖示包括含非光可界定雷射光吸收層 402B 之多層遮罩之一個示例性實施例的擴大橫截面圖 500，該非光可界定雷射光吸收層安置在水溶性層 402A 上方，該水溶性層與 IC 426 之頂表面及街道 427 接觸。如第 5 圖中所示，基板 406 具有頂表面 503，薄膜裝置層安置在該頂表面上。頂表面 503 與底表面 502 相對，該底表面與 DAF 408（第 4A 圖）界接。大體而言，薄膜裝置層材料可包括但不限於有機材料（例如，聚合物）、金屬或諸如二氧化矽及氮化矽之無機介電質。在第 5 圖中圖示之示例性薄膜裝置層包括二氧化矽層 504、氮化矽層 505、具有低介電常數（例如，小於 3.5）或超低介電常數（例如，小於 3.0）之銅互連層 508、安置在該氮化矽層與該銅互連層之間的層間介電質層 (ILD) 507，諸如摻碳的氧化物 (carbon doped oxide; CDO)。IC 426 之頂表面包括通常為銅之凸部 512，該凸部由通常為聚醯亞胺 (PI) 或類似聚合物之鈍化層 511 包圍。凸部 512 及鈍化層 511 因此組成 IC 之頂表面，

並且薄膜裝置層形成次表面 IC 層。凸部 512 自鈍化層 511 之頂表面延伸凸部高度 H_B ，該凸部高度在示例性實施例中範圍介於 $10\ \mu\text{m}$ 與 $50\ \mu\text{m}$ 之間。

【0036】 參閱第 5 圖，在街道中，雷射光吸收多層遮罩 402 在街道 427 中之最大厚度 T_{max} 大體受雷射藉由燒蝕來圖案化穿過遮罩之能力限制。雷射光吸收多層遮罩 402 在 IC 425、426 及/或將不形成街道圖案所在的街道 427 之邊緣上方可厚得多。如此， T_{max} 為與雷射波長相關聯之雷射功率及光學轉換效率之函數。因為 T_{max} 與街道 427 相關聯，所以街道特徵形貌、街道寬度及施加雷射光吸收多層遮罩 402 之方法可經設計來將 T_{max} 限制於可在一或更多雷射道次中連同下層薄膜裝置層一起經燒蝕之厚度，此取決於產量需求。在特定實施例中，雷射光吸收多層遮罩 402 在需要多個雷射道次之較厚遮罩的情況下具有小於 $30\ \mu\text{m}$ 且有利地小於 $20\ \mu\text{m}$ 之街道遮罩厚度 T_{max} 。

【0037】 如第 5 圖中進一步所示，凸部 512 之頂表面上發現之雷射光吸收多層遮罩 402 之最小厚度 T_{min} （為形貌之極值）為藉由後續電漿蝕刻（例如，第 1A 圖中之操作 105）達成之選擇性之函數。電漿蝕刻選擇性至少取決於雷射光吸收多層遮罩 402 之材料/組合物及所使用之蝕刻製程兩者。

【0038】 因為氧化電漿清潔、酸性蝕刻劑及許多其他習知遮罩剝除製程可與凸部 512 及/或鈍化層 511 不相容，所以雷射光吸收多層遮罩 402 有利地係可以水移除的。在又一實施例中，雷射光吸收多層遮罩 402 對於至少 60°C 亦係熱穩定的，

較佳地在 100°C 下穩定，且理想地對於 120°C 穩定，以避免在將升高（例如，經由電漿功率之施加）材料之溫度時於後續電漿蝕刻製程期間過度交聯（亦即，熱固化）。然而，在替代性實施例中，熱固化可係可接受的，因為取決於存在之聚合物，交聯可不利地延緩遮罩材料之剝除，或對於一些 UV 可固化黏合劑膜而言，該交聯可藉由降低遮罩 402A 與 IC 薄膜層 404 之間的黏附力（例如，降低 80% 或更多）來有利地促進剝除。在雷射刻劃與遮罩剝除之間的熱固化及/或 UV 固化可因此使遮罩 402A 之移除更困難或更容易。

【0039】 在實施例中，第一遮罩材料層 402A 為水溶性聚合物。用於本發明之水溶性材料之選擇由熱穩定性需求、將材料施加至基板/自基板移除材料之機制及 IC 污染問題複雜化。具有充分熱穩定性之示例性水溶性材料包括聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚丙烯醯胺、聚環氧乙烷等中之任一者。對於使用 PVA 之示例性實施例，已證實對於 60°C 之熱穩定性，可溶性隨著溫度接近 150°C 降低。如此，對於 PVA 實施例，在操作 102A 之後在移除多層遮罩 402 之前的處理（亦即，街道 427 之電漿蝕刻）有利地將第一遮罩層 402A 維持在低於 150°C 的溫度處，較佳地低於 100°C，且理想情況下低於 80°C。

【0040】 在實施例中，非光可界定雷射光吸收層 402B 為非水溶性聚合物。示例性材料包括聚甲基丙烯酸甲酯 (Poly(methyl methacrylate); PMMA)、聚丙烯酸甲酯 (Poly(methyl acrylate); PMA) 及 β -丙稀醯氧丙酸 (Beta-acryloyloxy propionic acid;

APA)，上述任一者可使用聚合物技術中已知的技術改質成在 300 nm 至 400 nm 範圍中具有良好吸收率。在另一實施例中，將存在於任何習知光阻劑組合物中之一或更多雷射光吸收組份用於遮罩層 402B，但不存在任何光酸產生劑(photo acid generator; PAG)，使得材料為非光可界定的/非光反應性的。在另一實施例中，雷射光吸收層 402B 包含聚苯乙烯-聚丙烯腈共聚物(polystyene-co-polyacrylonitrile copolymer)及/或含環氧基聚合物(例如，環氧氰酸酯、環氧酚醛)。在另一實施例中，遮罩層 402B 包含一或更多種聚烯烴。

【0041】 取決於實施例，將第一遮罩材料層 402A 濕式塗覆至基板 406 上以覆蓋鈍化層 511 及凸部 512，或塗覆為幹膜積層。在一第一實施例中，第一遮罩材料層 402A 僅噴灑至基板上。在又一實施例中，將第一遮罩材料層 402A 旋轉塗佈至基板上。第 2 圖為圖示根據本發明之一實施例之用於將第一遮罩材料層 402A 旋轉塗佈至待切割之基板上之遮蔽方法 200 的流程圖。在操作 202 處，將基板載至旋轉塗佈系統上或轉移至整合式平臺之旋轉塗佈模組中。在操作 204 處，在鈍化層 511 及凸部 512 上方旋轉塗佈聚合前驅物溶液。對於示例性水溶性第一遮罩材料層，聚合前驅物溶液為水溶液。使用旋塗 PVA 溶液實施之實驗已表明覆蓋具有 50 μm 之高度(H_B)之凸部。

【0042】 在操作 208 處，例如在加熱板上乾燥或烘烤濕塗層，且基板經卸載以用於雷射刻劃或在真空下(in-vacuo)轉移至雷射刻劃模組。對於第一遮罩材料層 402A 具有吸濕性之特

定實施例中，真空下轉移係有利的。旋轉參數及分配參數為取決於材料、基板形貌及所要的第一遮罩材料層厚度之選擇的問題。烘烤溫度及時間可經選擇來避免導致移除困難之過度交聯。示例性乾燥溫度範圍取決於材料為自 60°C 至 150°C。

【0043】 在旋轉塗佈第一遮罩材料層 402A 之示例性實施例（如第 2 圖中所圖示）中，第二遮罩材料層 402B 亦可經旋轉塗佈或幹膜積層（在操作 210 處）。對於旋轉塗佈實施例，旋轉參數及分配參數亦為取決於材料、基板形貌及第二遮罩材料層 402B 之所要的厚度（與蝕刻抵抗性等有關）之選擇之問題。若旋轉塗佈，則第二遮罩材料層 402B 可以將避免第一遮罩材料層 402A 之過度交聯的烘烤溫度及烘烤時間來乾燥。示例性乾燥溫度範圍取決於材料為自 60°C 至 150°C。操作 220 然後以卸載基板以用於後續刻劃或將基板在真空下轉移至整合式平臺之雷射刻劃設備來完成遮蔽方法 200。

【0044】 現返回方法 101 之操作 103，及對應的第 4B 圖，使用雷射刻劃製程藉由燒蝕來圖案化多層遮罩 402，該雷射刻劃製程形成溝槽 412，延伸次表面薄膜裝置層且暴露 IC 425、426 之間的基板 406 之部位。如此，雷射刻劃製程用來燒蝕最初形成在 IC 425、426 之間的街道 427 之薄膜材料。根據本發明之一實施例，以基於雷射之刻劃製程圖案化雷射光吸收多層遮罩 402 包括形成部分進入 IC 425、426 之間的基板 406 之部位中之溝槽 414，如第 4B 圖中所繪示。

【0045】 在第 5 圖中圖示之示例性實施例中，雷射刻劃深度 D_L 近似在 5 μm 至 50 μm 深之範圍內，有利地在 10 μm 至 20 μm

深之範圍內，取決於鈍化層 511 及次表面薄膜裝置層之厚度 T_f 及遮罩 402A 之厚度 T_{max} 。

【0046】 在一實施例中，以具有在飛秒範圍（亦即， 10^{-15} 秒）內之脈衝寬度（持續時間）之雷射來圖案化遮罩 402，該雷射在本文中被稱為飛秒雷射。諸如脈波寬度之雷射參數選擇對於開發最小化剝離、微裂縫及分層以達成清潔雷射刻劃切口之成功的雷射刻劃及切割製程可為關鍵的。飛秒範圍內之雷射頻率有利地減輕相對於具有較長脈波寬度（例如，微微秒或毫微秒）之雷射之熱損傷問題。然而不受理論束縛，如當前所理解，飛秒能量源避免對於微微秒源存在之低能量重耦合（recoupling）機制，且提供相較於毫微秒源所提供之更大的熱非平衡。使用毫微秒雷射源或微微秒雷射源，存在於街道 427 中之各種薄膜裝置層材料在光學吸收及燒蝕機制方面表現相當不同。例如，諸如二氧化矽之介電質層在正常情況下對於所有可商購獲得之雷射波長係實質上透明的。相反，金屬、有機物（例如，低介電常數材料）及矽可能極其容易地耦合光子，尤其是基於毫微秒或基於微微秒之雷射照射。若選擇非最佳雷射參數，則在涉及無機介電質、有機介電質、半導體或金屬中之兩個或兩個以上之堆疊結構中，街道 427 之雷射照射可不利地引起分層。例如，在無可量測的吸收之情況下透過高帶隙能量介電質（諸如具有近似 9eV 帶隙之二氧化矽）之雷射可吸收於下層金屬或矽層中，從而引起金屬或矽層之顯著汽化。汽化可能產生潛在地引起嚴重的層間分層及微裂縫之高壓。已表明基於飛秒之雷射照射製程避免或

減輕此類材料堆疊之此微裂縫或分層。

【0047】 用於基於飛秒雷射之製程之參數可經選擇成對於無機介電質及有機介電質、金屬及半導體具有大體上相同的燒蝕特性。例如，二氧化矽之吸收率/吸收比為非線性的，且可使得該吸收率/吸收比與有機介電質、半導體及金屬之吸收率/吸收比更一致。在一個實施例中，高強度及短脈波寬度之基於飛秒之雷射製程用來燒蝕含二氧化矽層及有機介電質、半導體或金屬中之一或更多個之薄膜層之堆疊。根據本發明之一實施例，適合的基於飛秒之雷射製程之特徵在於通常導致各種材料中之非線性相互作用之高峰值強度（輻照度）。在一個此實施例中，飛秒雷射源具有近似在 10 飛秒至 500 飛秒之範圍內之脈波寬度。在一個實施例中，脈波寬度近似在 50 飛秒至 400 飛秒之範圍內。

【0048】 在某些實施例中，雷射發射跨越寬頻帶或窄頻帶的光學發射光譜之可見光譜、紫外線(UV)光譜及/或紅外線(infrared radiation ;IR)光譜之任何組合。甚至對於飛秒雷射燒蝕，某些波長可提供比其他波長更佳的效能。例如，在一個實施例中，具有接近於 UV（例如，綠頻帶）或在 UV 範圍內之波長的基於飛秒之雷射製程提供相較於具有接近於 IR 或在 IR 範圍內之波長的基於飛秒之雷射製程更清潔的燒蝕製程。在一特定實施例中，適合於半導體基板或基板刻劃之飛秒雷射係基於具有近似小於或等於 540 奈米之波長之雷射，然而較佳地在 540 奈米至 250 奈米之範圍內。在另一實施例中，雷射具有近似小於或等於 1600 奈米之波長。在一特定實施例

中，脈波寬度小於或等於 500 飛秒。在另一實施例中，脈波寬度小於或等於 600 飛秒。然而，在具有一些雷射光吸收水溶性遮罩的情況下，可使用比較便宜且更強的紅外線飛秒雷射，而非僅具有紅外線雷射版本之 40%至 60%雷射功率的在 500 nm 至 550 nm 範圍處之比較昂貴且更複雜的第二諧波飛秒雷射。在進一步其他實施例中，使用雙雷射波長（例如，IR 雷射及 UV 雷射之組合）。

【0049】 在一個實施例中，雷射及相關聯光學路徑在工作表面處提供近似在 3 μm 至 15 μm 之範圍內（但是有利地在 5 μm 至 10 μm 之範圍內）之焦點。工作表面處之空間射束輪廓可為單模式（高斯型(Gaussian)）或具有射束形頂帽輪廓。在一實施例中，雷射源具有近似在 300 kHz 至 10 MHz 之範圍內之脈波重複率，然而較佳地近似在 500 kHz 至 5 MHz 之範圍內。在一實施例中，雷射源在工作表面處遞送近似在 0.5 μJ 至 100 μJ 之範圍內之脈波能量，然而較佳地近似在 1 μJ 至 5 μJ 之範圍內之脈波能量。在一實施例中，雷射刻劃製程以近似在 500 mm/sec 至 5 m/sec 之範圍內之速度沿工作表面執行，然而較佳地近似在 600 mm/sec 至 2 m/sec 之範圍內。

【0050】 刻劃製程可僅在單道次中，或在多道次中執行，但是有利地不超過兩道次。雷射可以給定脈波重複率之一連串單脈波或一連串脈波叢發施加。在一實施例中，當在裝置/矽界面處量測時，產生之雷射光束之切口寬度為近似在 2 μm 至 15 μm 之範圍內，然而在矽基板刻劃/切割中較佳地近似在 6 μm 至 10 μm 之範圍內。

【0051】 返回第 1A 圖、第 1B 圖及第 4C 圖，基板 406 經蝕刻穿過圖案化遮罩 402 中之溝槽 412 以單一化 IC 425、426。根據本發明之一實施例，蝕刻基板 406 包括蝕刻以基於飛秒之雷射刻劃製程形成之溝槽 412，以最終蝕刻完全穿過基板 406，如第 4C 圖中繪示。

【0052】 在一實施例中，蝕刻基板 406 包括使用各向異性電漿蝕刻製程 416。在一個實施例中，在遮罩 402A（及任何潛在面塗層）自電漿暴露開始達電漿蝕刻之整個持續時間的情況下使用穿過基板之蝕刻製程。可將以高功率操作之高密度電漿源用於電漿蝕刻操作 105。示例性功率範圍在 3 kW 與 6 kW 之間，或更高以達成大於每分鐘 25 μms 之基板 406 的蝕刻速率。

【0053】 在一示例性實施例中，使用深各向異性矽蝕刻（例如，穿過矽通孔之蝕刻）來以大於習知矽蝕刻速率之近似 40% 的蝕刻速率來蝕刻單晶矽基板或基板 406，同時維持實質上精密的輪廓控制及幾乎無扇形側壁。高功率對多層遮罩（尤其第一遮罩材料層 402A）之效應係藉由經由冷凍至 -10°C 至 -15°C 之靜電卡盤 (electrostatic chuck; ESC) 進行的冷卻功率之施加來控制，以在電漿蝕刻製程之持續時間期間將遮罩材料層 402A 維持在低於 100°C 且較佳地在 70°C 與 80°C 之間的溫度處。在此等溫度處，可有利地維持遮罩材料 402A 之可溶性。

【0054】 在一特定實施例中，電漿蝕刻需要隨著時間推移與複數個蝕刻循環交插之複數個保護性聚合物沉積循環。沉積：蝕刻負載循環可變化，其中示例性負載循環為近似 1:1。例

如，蝕刻製程可具有 250 ms 至 750 ms 之持續時間之沉積循環及 250 ms 至 750 ms 之蝕刻循環。在沉積循環與蝕刻循環之間，使用例如 SF_6 用於示例性矽蝕刻實施例的蝕刻製程化學與使用諸如但不限於 CF_4 、 C_4F_6 或 C_4F_8 之聚合 C_xF_y 氣體的沉積製程化學交替。可進一步使製程壓力在蝕刻循環與沉積循環之間交替以促成特定循環中之每一循環，如此項技術中已知的。

【0055】 接著在操作 107 處移除遮罩 402 後完成混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化方法 101。在第 4D 圖中圖示之示例性實施例中，遮罩移除操作 107 需要對 IC 425、426 具有選擇性（例如，對鈍化層 511、凸部 512 具有選擇性地）並且對第二遮罩材料層 402B 具有選擇性地溶解第一遮罩材料層 402A。第二遮罩材料層 402B 藉此經舉升脫離。在第一遮罩材料層 402A 為水溶性之一個實施例中，使用去離子水之加壓噴流或經由將基板浸沒在周圍水浴或加熱水浴中沖掉水溶性遮罩層。如第 4D 圖中進一步圖示，單一化製程或遮罩移除製程中任一者可進一步包括圖案化晶粒附接膜 408，從而暴露背襯帶 410 之頂部分。

【0056】 單個整合式平臺 600 可經設置來執行第 1A 圖之混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程 101 及第 1B 圖之製程 201 中之操作中的許多或全部。例如，第 6 圖圖示根據本發明之一實施例之與用於基板之雷射及電漿切割之雷射刻劃設備 610 耦接的叢集工具 606 的方塊圖。參閱第 6 圖，叢集工具 606 耦接至具有複數個裝料鎖定 604 之工廠介面 602(factory

interface; FI)。工廠介面 602 可為介於具有雷射刻劃設備 610 之外部製造設施與叢集工具 606 之間的適合大氣埠介面。工廠介面 602 可包括具有用於將基板（或其載體）自儲存單元（諸如前開口晶圓傳送盒）轉移至叢集工具 606 或雷射刻劃設備 610 或兩者中之臂或刀刃的機器人。

【0057】 雷射刻劃設備 610 亦耦接至 FI 602。在一實施例中，雷射刻劃設備 610 包括飛秒雷射。飛秒雷射經設置來執行第 1A 圖之混合雷射及蝕刻單一化製程 101 及第 1B 圖之方法 201 中之雷射燒蝕部分。在一個實施例中，可移動台亦包括在雷射刻劃設備 610 中，該可移動台經設置以用於相對於基於飛秒之雷射移動基板或基板（或基板之載體）。在一特定實施例中，飛秒雷射亦係可移動的。

【0058】 叢集工具 606 包括一或更多電漿蝕刻腔室 608，該一或更多電漿蝕刻腔室藉由機器人轉移腔室 650 耦接至 FI，該機器人轉移腔室容納用於基板之真空下轉移之機器人臂。電漿蝕刻腔室 608 適合於執行第 1A 圖之混合雷射及蝕刻單一化製程 101 及第 1B 圖之製程 201 中之電漿蝕刻部分。在一個示例性實施例中，電漿蝕刻腔室 608 進一步耦接至 SF₆ 氣體源以及 CF₄ 源、C₄F₈ 源及 C₄F₆ 源中之至少一個。在一特定實施例中，一或更多電漿蝕刻腔室 608 為可得自美國加利福尼亞州森尼維耳市 (Sunnyvale, CA, USA) 之應用材料公司的 Applied Centura® Silvia™ 蝕刻系統，然而其他適合的蝕刻系統亦係可商購獲得的。在一實施例中，多於一個蝕刻腔室 608 包括在整合式平臺 600 之叢集工具 606 部分中以賦能單一化

或切割製程之高製造產量。

【0059】 叢集工具 606 可包括適合於執行第 1A 圖之混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程 101 及第 1B 圖之製程 201 中之功能的其他腔室。在第 6 圖中圖示之示例性實施例中，叢集工具 606 包括遮罩形成模組 612 及濕站 614，然而可在不存在另一者之情況下提供任一者。遮罩形成模組 612 可為旋轉塗佈模組。作為旋轉塗佈模組，可轉動卡盤經設置來藉由真空或以其他方式夾持安裝在載體（諸如安裝在框上的背襯帶）上之變薄的基板。在進一步實施例中，旋轉塗佈模組流體耦接至水溶液源。

【0060】 濕站 614 之實施例將在電漿蝕刻基板之後溶解遮罩材料層 402A。濕站 614 可包括例如用以分配水其他溶劑之加壓噴灑嘴。

【0061】 第 7 圖圖示電腦系統 700，用於使機器執行本文論述之刻劃方法中之一或更多個的一組指令可在該電腦系統內執行，例如以分析來自標籤之反射光以鑒別至少一個微機械假影。示例性電腦系統 700 包括處理器 702、主記憶體 704（例如，唯讀記憶體(read-only memory; ROM)、快閃記憶體、動態隨機存取記憶體(dynamic random access memory; DRAM，諸如同步 DRAM(synchronous DRAM; SDRAM)或 Rambus DRAM (RDRAM)等）、靜態記憶體 706（例如，快閃記憶體、靜態隨機存取記憶體(static random access memory; SRAM)等）及輔助記憶體 718（例如，資料儲存裝置），上述各者經由匯流排 731 彼此通訊。

【0062】 處理器 702 表示一或更多通用處理裝置，諸如微處理器、中央處理單元等。更具體而言，處理器 702 可為複雜指令集計算(complex instruction set computing; CISC)微處理器、精簡指令集計算(reduced instruction set computing; RISC)微處理器、極長指令字(very long instruction word; VLIW)微處理器等。處理器 702 亦可為一或更多專用處理裝置，諸如特殊應用積體電路(application specific integrated circuit; ASIC)、現場可程式化閘陣列(field programmable gate array; FPGA)、數位訊號處理器(digital signal processor; DSP)、網路處理器等。處理器 702 經配置來執行用於執行本文論述之操作及步驟的處理邏輯 726。

【0063】 電腦系統 700 可進一步包括網路介面裝置 708。電腦系統 700 亦可包括視訊顯示單元 710 (例如，液晶顯示器(liquid crystal display; LCD)或陰極射線管(cathode ray tube; CRT))、文數字輸入裝置 712 (例如，鍵盤)、遊標控制裝置 714 (例如，滑鼠)及訊號產生裝置 716 (例如，揚聲器)。

【0064】 輔助記憶體 718 可包括機器可存取儲存媒體 (或更具體而言電腦可讀儲存媒體) 730，該機器可存取儲存媒體上儲存實施本文所述之方法或功能中之任何一或更多個之一或更多組指令 (例如，軟體 722)。軟體 722 亦可在藉由電腦系統 700 進行的該軟體之執行期間完全或至少部分常駐於主記憶體 704 內及/或處理器 702 內，主記憶體 704 及處理器 702 亦構成機器可讀儲存媒體。軟體 722 可進一步經由網路介面裝置 708 在網路 720 上傳輸或接收。

【0065】 機器可存取儲存媒體 730 亦可用來儲存圖案識別演算法、假影形狀資料、假影位置資料或顆粒閃光資料。雖然機器可存取儲存媒體 730 在示例性實施例中展示為單個媒體，但是術語「機器可讀儲存媒體」應被視為包括儲存一或更多組指令之單個媒體或多個媒體（例如，集中式資料庫或分散式資料庫，及/或相關聯快取記憶體及伺服器）。術語「機器可讀儲存媒體」亦應被視為包括能夠儲存或編碼用於由機器執行之一組指令及使機器執行本發明之方法中之任何一或更多個方法的任何媒體。術語「機器可讀儲存媒體」因此應被視為包括但不限於固態記憶體，及光學媒體及磁性媒體。

【0066】 因此，已揭露切割半導體基板之方法，每一基板皆具有複數個 IC。本發明之說明性實施例之以上描述包括在【摘要】中描述之內容並非意欲為無遺漏的，或使本發明限於所揭露之精密形式。雖然本文出於說明性目的描述本發明之特定實行方案及用於本發明之實例，但是各種等效修改在本發明之範圍內係可能的，如相關領域之技術者將認知到的。本發明之範疇因此完全由將根據主張解釋之建立的學說說明之以下申請專利範圍確定。

【符號說明】

【0067】

101 混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程

102A 操作

102B 操作

202 操作

- 204 操作
- 208 操作
- 210 操作
- 220 操作
- 103 操作/雷射刻劃操作
- 105 操作/電漿蝕刻操作
- 107 操作/遮罩移除操作
- 200 遮蔽方法
- 201 雷射燒蝕單一化製程
- 302A 非吸收遮罩
- 402 多層遮罩
- 402A 水溶性聚合物層/水溶性層
- 402B 非光可界定雷射光吸收材料層
- 404 IC 薄膜層
- 406 矽基板
- 408 晶粒附接膜
- 410 背襯帶
- 411 載體
- 412、414 溝槽
- 416 各向異性電漿蝕刻製程
- 425 第一 IC
- 426 第二 IC
- 427 街道
- 500 擴大橫截面圖

- 502 底表面
- 503 頂表面
- 504 二氧化矽層
- 505 氮化矽層
- 507 層間介電質層
- 508 銅互連層
- 511 鈍化層
- 512 凸部
- 600 單個整合式平臺
- 602 工廠介面
- 604 裝料鎖定
- 606 叢集工具
- 608 電漿蝕刻腔室
- 610 雷射刻劃設備
- 612 遮罩形成模組
- 614 濕站
- 650 機器人轉移腔室
- 700 電腦系統
- 702 處理器
- 704 主記憶體
- 706 靜態記憶體
- 708 網路介面裝置
- 710 視訊顯示單元
- 712 文數字輸入裝置

- 714 遊標控制裝置
- 716 訊號產生裝置
- 718 輔助記憶體
- 720 網路
- 722 軟體
- 726 處理邏輯
- 730 機器可存取儲存媒體

D_L 雷射刻劃深度

T_f 厚度

T_{max} 最大厚度/厚度

T_{min} 最小厚度

H_B 凸部高度/高度

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】 (請換頁單獨記載)

無

發明摘要 公告本

※ 申請案號：103108409

※ 申請日：103 年 3 月 11 日

※IPC 分類：

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/308 (2006.01)

H01L 21/78 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

【發明名稱】 (中文/英文)

以雷射及電漿蝕刻進行的基板切割所用的含非光可界定雷射能量吸收層的多層遮罩

MULTI-LAYER MASK INCLUDING
NON-PHOTODEFINABLE LASER ENERGY ABSORBING
LAYER FOR SUBSTRATE DICING BY LASER AND
PLASMA ETCH

【中文】

本發明提供切割具有複數個積體電路(integrated circuit; IC)之基板之方法。方法包括形成包含雷射能量吸收、非光可界定面塗層之多層遮罩，該雷射能量吸收、非光可界定面塗層安置在水溶性基層上方，該水溶性基層安置在半導體基板上方。因為雷射光吸收材料層係非光可界定的，所以可避免與習知光阻劑調配物相關聯之材料成本。以雷射刻劃製程直接劃線圖案化遮罩以提供具有縫隙之圖案化遮罩。圖案化暴露介於 IC 之間的基板之部位。在雷射發射頻帶（例如，紫外線(ultraviolet; UV)頻帶及/或綠光頻帶）內遮罩層之吸收促進良好刻劃線品質。基板然後可經電漿蝕刻穿過圖案化遮罩中之縫隙以單一化（singulate）IC，其中遮罩在電漿蝕刻期間保護

IC。遮罩之可溶性基層然後可在單一化之後溶解，從而促進該層之移除。

【英文】

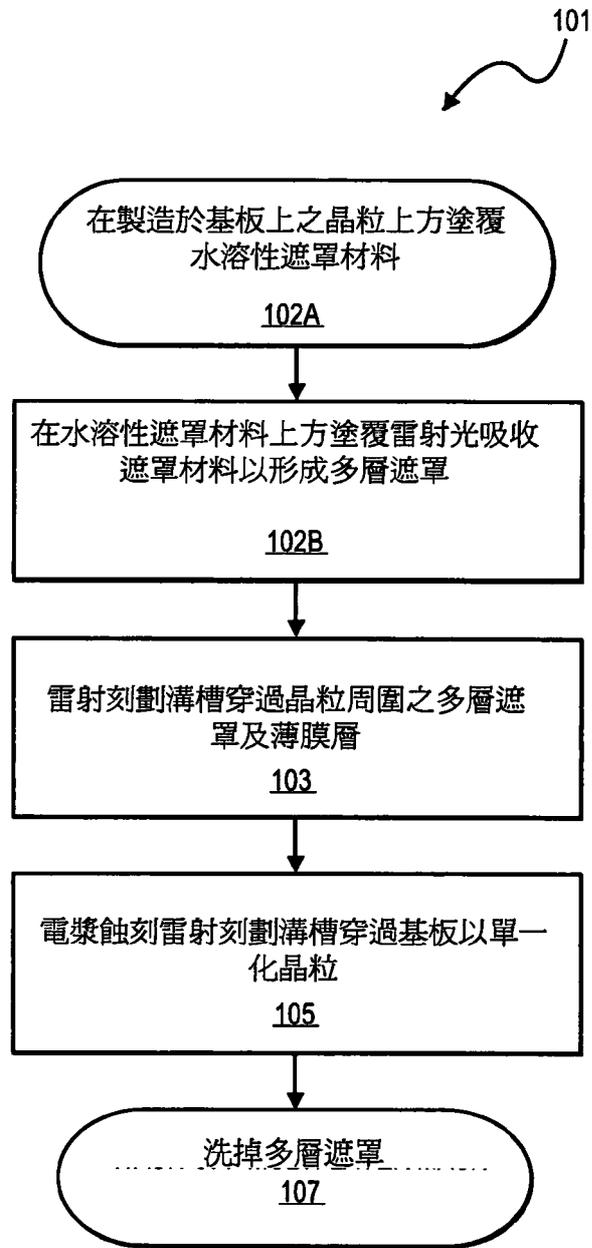
Methods of dicing substrates having a plurality of ICs. A method includes forming a multi-layered mask comprising a laser energy absorbing, non-photodefinable topcoat disposed over a water-soluble base layer disposed over the semiconductor substrate. Because the laser light absorbing material layer is non-photodefinable, material costs associated with conventional photo resist formulations may be avoided. The mask is direct-write patterned with a laser scribing process to provide a patterned mask with gaps. The patterning exposes regions of the substrate between the ICs. Absorption of the mask layer within the laser emission band (e.g., UV band and/or green band) promotes good scribe line quality. The substrate may then be plasma etched through the gaps in the patterned mask to singulate the IC with the mask protecting the ICs during the plasma etch. The soluble base layer of the mask may then be dissolved subsequent to singulation, facilitating removal of the layer.

【代表圖】

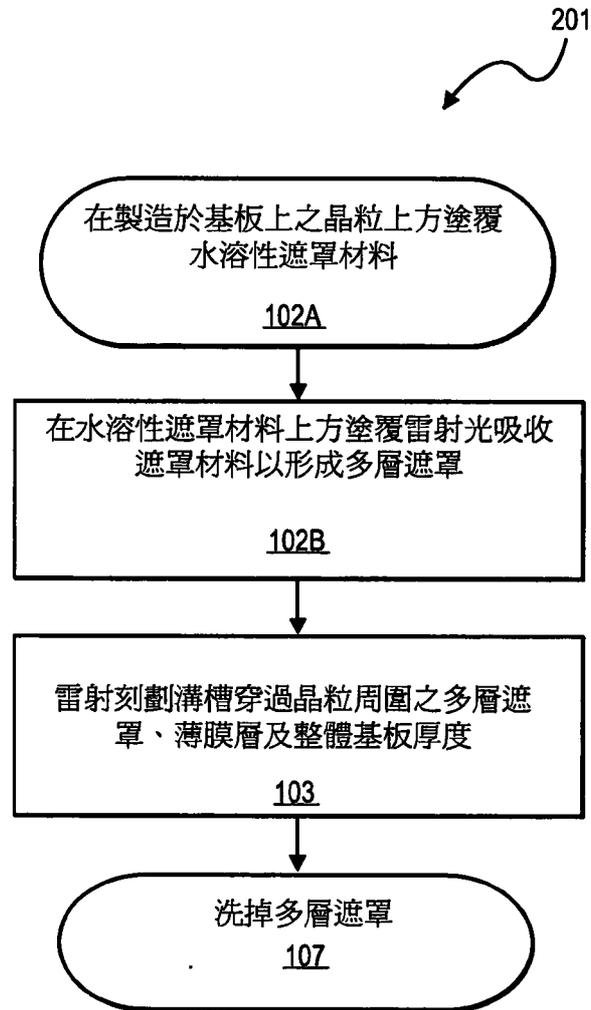
【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

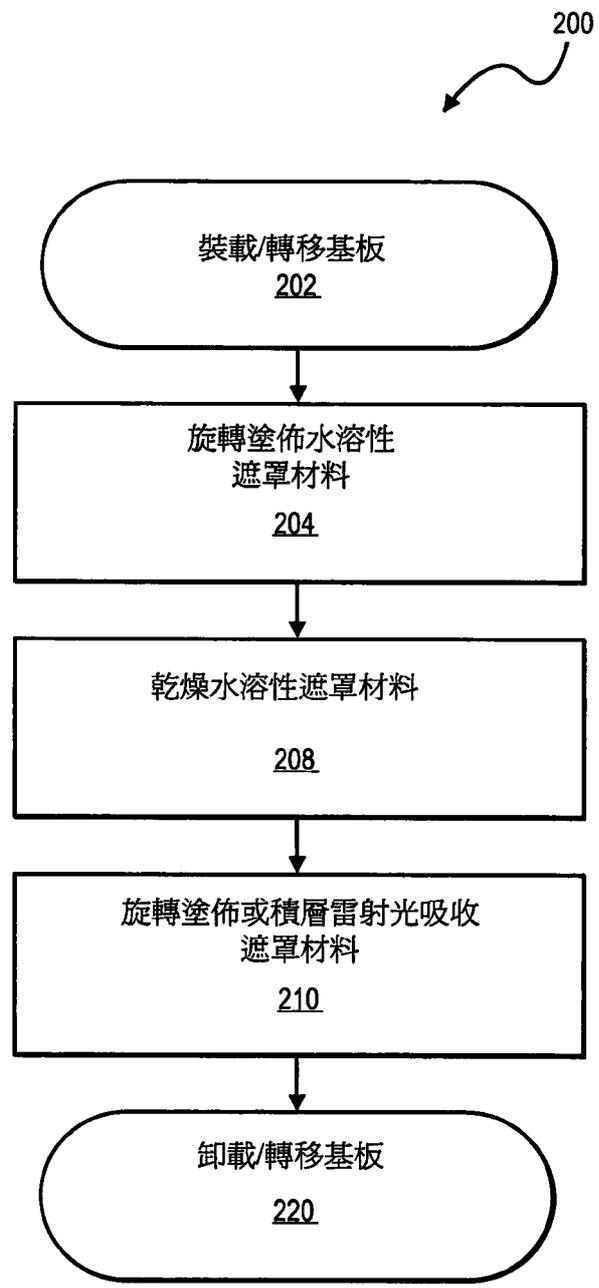
圖式



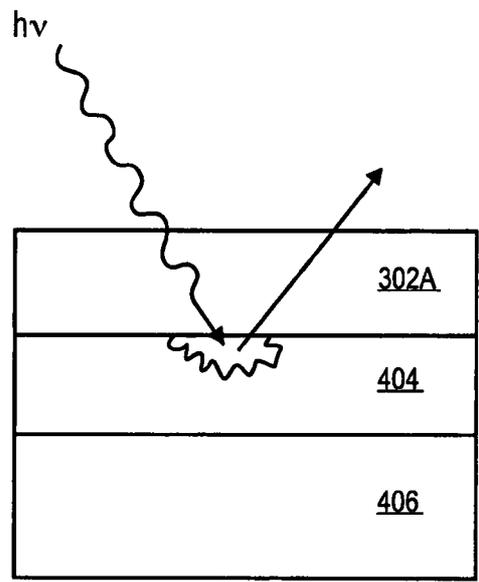
第1A圖



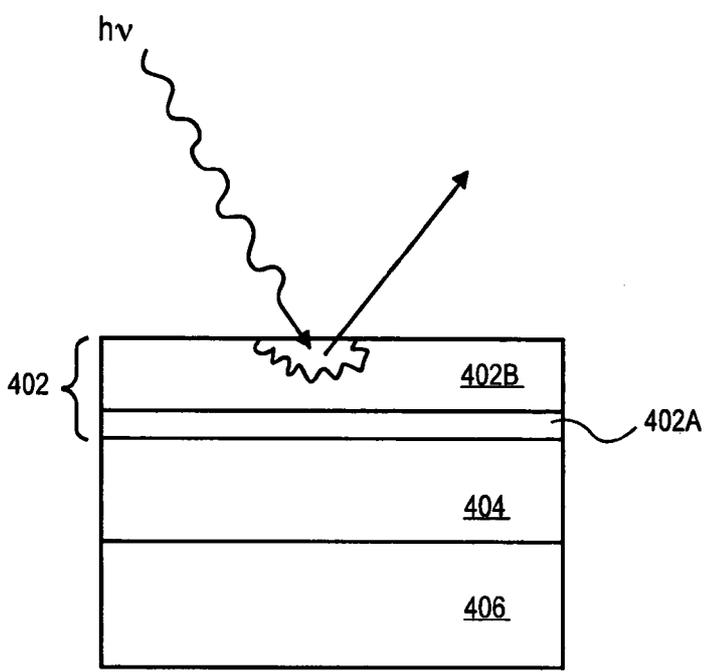
第1B圖



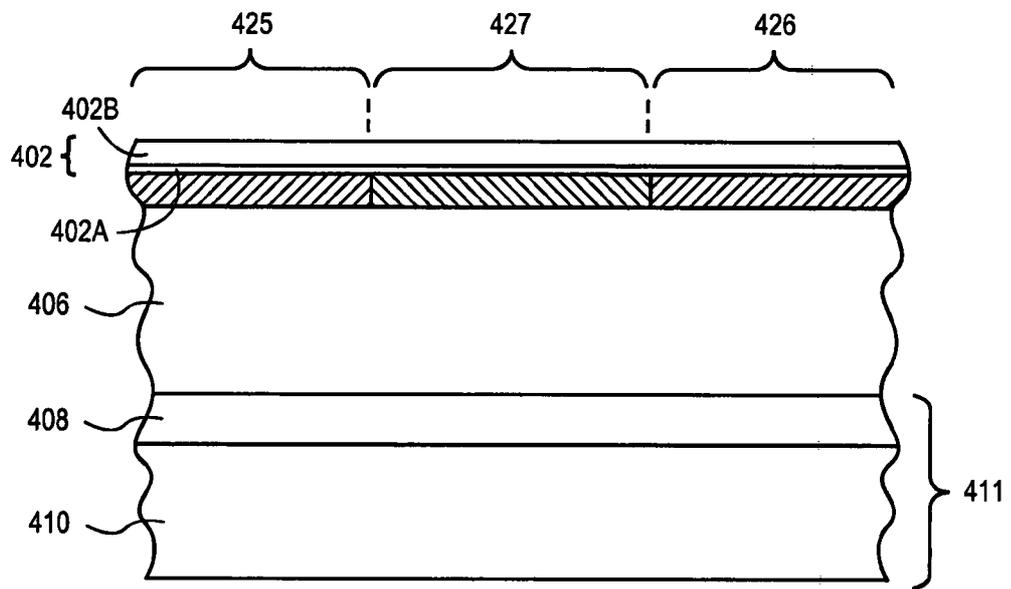
第2圖



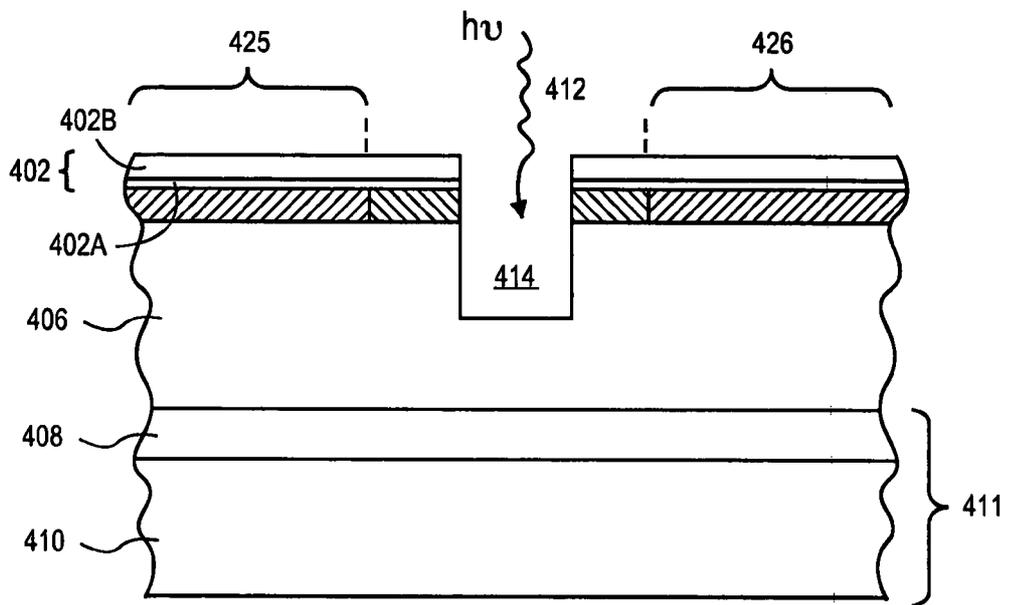
第3A圖



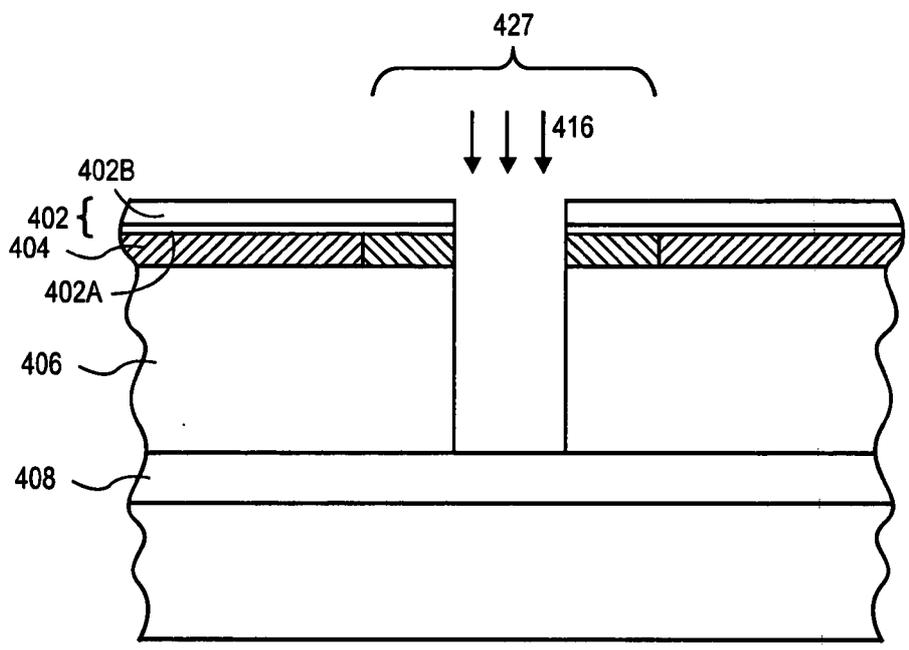
第3B圖



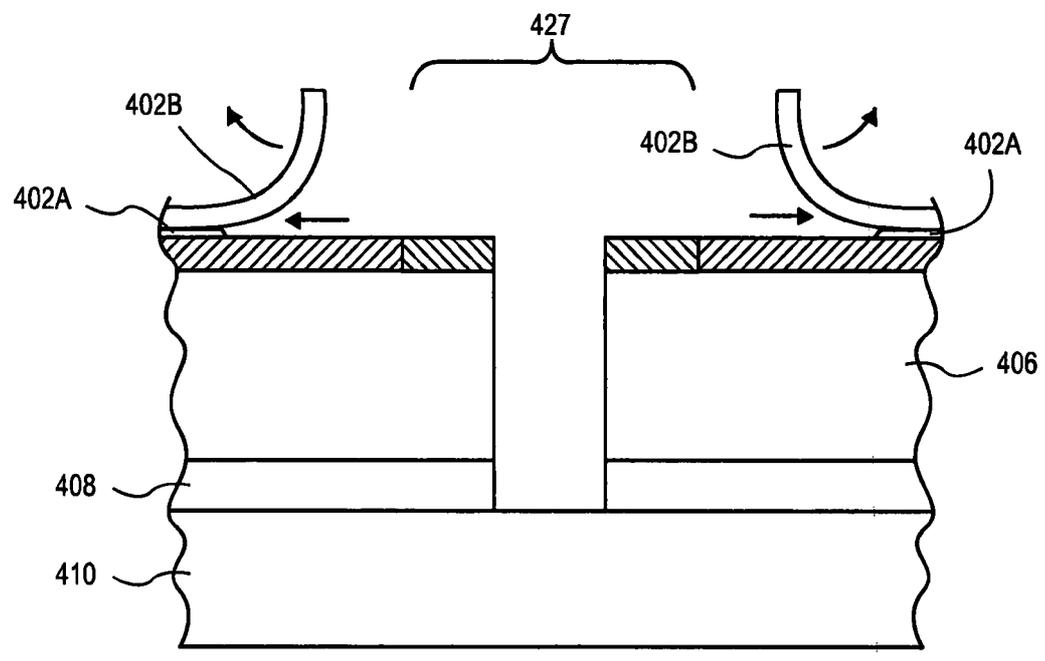
第4A圖



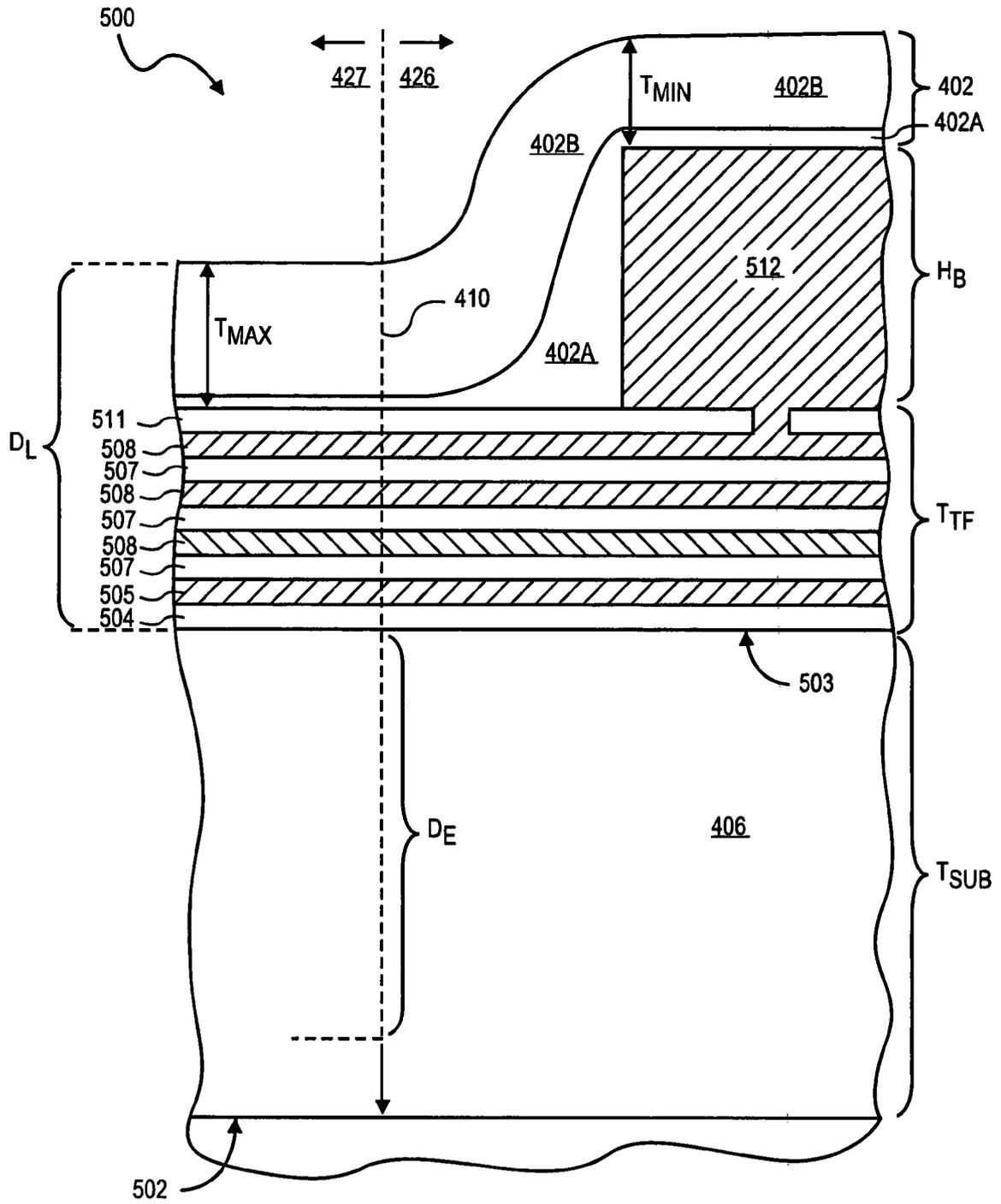
第4B圖



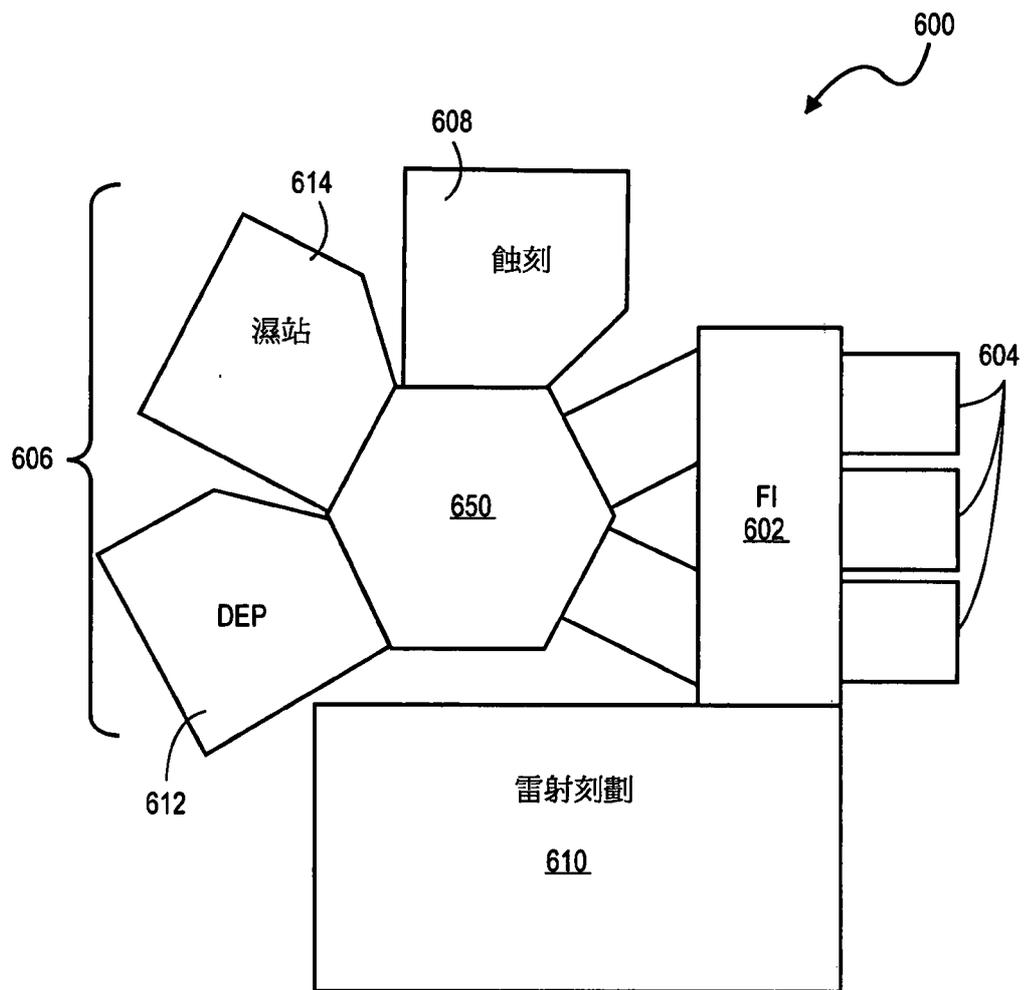
第4C圖



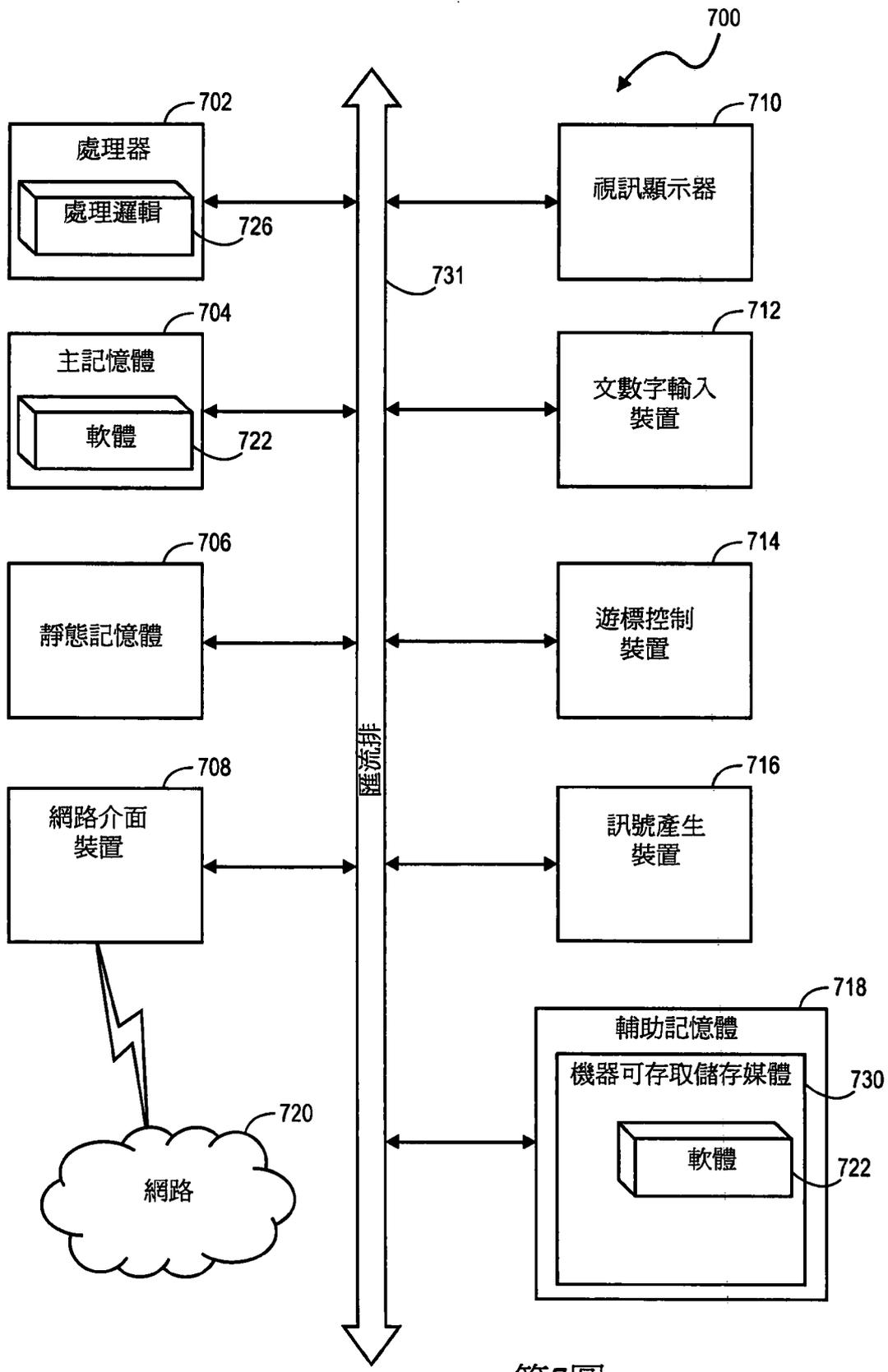
第4D圖



第5圖



第6圖



第7圖

IC。遮罩之可溶性基層然後可在單一化之後溶解，從而促進該層之移除。

【英文】

Methods of dicing substrates having a plurality of ICs. A method includes forming a multi-layered mask comprising a laser energy absorbing, non-photodefinable topcoat disposed over a water-soluble base layer disposed over the semiconductor substrate. Because the laser light absorbing material layer is non-photodefinable, material costs associated with conventional photo resist formulations may be avoided. The mask is direct-write patterned with a laser scribing process to provide a patterned mask with gaps. The patterning exposes regions of the substrate between the ICs. Absorption of the mask layer within the laser emission band (e.g., UV band and/or green band) promotes good scribe line quality. The substrate may then be plasma etched through the gaps in the patterned mask to singulate the IC with the mask protecting the ICs during the plasma etch. The soluble base layer of the mask may then be dissolved subsequent to singulation, facilitating removal of the layer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101 混合雷射燒蝕-電漿蝕刻單一化製程

102A、102B 操作

103 操作/雷射刻劃操作

105 操作/電漿蝕刻操作

107 操作/遮罩移除操作

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種切割包含複數個積體電路(integrated circuit; IC)之一基板之方法，該複數個積體電路在相對該基板之一背側的該基板之一前側上，該方法包含以下步驟：

在該基板上方形成含一非光可界定雷射光吸收層之一多層遮罩，該多層遮罩覆蓋且保護在該基板之該前側上的該等 IC；

使用一雷射刻劃製程圖案化該多層遮罩以提供具有縫隙之一圖案化多層遮罩，從而暴露介於該等 IC 之間的該基板之部位，該雷射刻劃製程自該基板之該前側執行；

電漿蝕刻該基板穿過該圖案化多層遮罩中之該等縫隙以單一化該等 IC，該電漿蝕刻自該基板之該前側執行；及

使用一水溶液移除該遮罩。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中形成該多層遮罩之步驟進一步包含以下步驟：在該等 IC 上方沉積一水溶性聚合前驅物，從而在該等 IC 上方形成一水溶性層。

3. 如請求項 2 所述之方法，其中移除該遮罩之步驟包含以下步驟：溶解該水溶性層及舉升該非光可界定雷射光吸收層離開該等 IC 之頂表面。

4. 如請求項 3 所述之方法，其中溶解該水溶性層之步驟進一步包含以下步驟：使該多層遮罩暴露於水，在該水中該非光可界定雷射光吸收層係大體上不溶解的。
5. 如請求項 4 所述之方法，其中該形成該多層遮罩之步驟包含以下步驟：塗覆聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚丙烯醯胺或聚環氧乙烷中之至少一者作為與該等 IC 之一頂表面接觸之該水溶性層。
6. 如請求項 5 所述之方法，其中該非光可界定雷射光吸收層包含聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯及 β -丙烯醯氧丙酸中之至少一個。
7. 如請求項 1 所述之方法，其中該非光可界定雷射光吸收層包含聚苯乙烯-聚丙烯腈共聚物或含環氧基聚合物（例如，環氧氰酸酯、環氧酚醛）中之至少一者。
8. 如請求項 1 所述之方法，其中圖案化該遮罩之步驟進一步包含以下步驟：以一飛秒雷射直接劃線該圖案。
9. 如請求項 1 所述之方法，其中形成該多層遮罩之步驟包含以下步驟：
將一水溶性聚合物之一溶液旋轉塗佈至該等 IC 之一頂表面上，及乾燥該溶液，或

將一乾膜積層至該等 IC 之該頂表面上。

10. 如請求項 9 所述之方法，其中形成該多層遮罩之步驟包含以下步驟：

在該水溶性層上方旋轉塗佈一第二遮罩材料之一第二溶液，或積層一第二乾膜以形成該非光可界定雷射光吸收層。

11. 一種半導體晶圓，包含：

複數個積體電路(IC)，安置在一基板上；及

含一水溶性基層及一非光可界定雷射光吸收面塗層(overcoat)之一多層遮罩，該多層遮罩安置在該等 IC 之薄膜層上方，在安置於鄰接 IC 之間的街道上方的部位中該遮罩經燒蝕，其中該多層遮罩包含聚乙醇醇、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚丙烯醯胺或聚環氧乙烷中之至少一個，作為與該等 IC 之一頂表面接觸之該水溶性基層，以及其中該非光可界定雷射光吸收面塗層包含聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯及 β -丙烯醯氧丙酸中之至少一者。

12. 一種半導體晶圓，包含：

複數個積體電路(IC)，安置在一基板上；及

含一水溶性基層及一非光可界定雷射光吸收面塗層之一多層遮罩，該多層遮罩安置在該等 IC 之薄膜層上方，在安置於鄰接 IC 之間的街道上方的部位中該遮罩經燒蝕，其中該非光可界定雷射光吸收面塗層包含聚苯乙烯聚丙烯腈共聚物或

含環氧基聚合物（例如，環氧氰酸酯、環氧酚醛）中之至少一者，以及其中該多層遮罩包含聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚丙烯醯胺或聚環氧乙烷中之至少一個，作為與該等 IC 之一頂表面接觸之該水溶性基層。

13. 一種用於切割包含複數個積體電路 (IC) 之一基板之系統，該系統包含：

一沉積模組，經設置來在該基板上方形成含一非光可界定雷射光吸收層之一多層遮罩，該多層遮罩覆蓋且保護該等 IC；

一雷射刻劃模組，用以圖案化安置在該基板上之該多層遮罩以形成一溝槽，該溝槽暴露介於該等 IC 之間的該基板之部位，其中該雷射刻劃模組包含一飛秒雷射以直接劃線圖案；

一電漿蝕刻模組，實體上耦接至該雷射刻劃模組以電漿蝕刻該基板來推進該溝槽穿過該基板；及

一機器人轉移腔室，用以將一雷射刻劃基板自該雷射刻劃模組轉移至該電漿蝕刻模組。

14. 如請求項 13 所述之系統，進一步包含：

一旋轉塗佈模組，用以將一水溶性聚合物層形成至該等 IC 之一頂表面上。

15. 如請求項 14 所述之系統，進一步包含：

一濕站，用以使用一水溶液移除該多層遮罩。

16. 如請求項 15 所述之系統，其中該濕站經設置來藉由溶解該水溶性聚合物層及舉升該非光可界定雷射光吸收層離開該等 IC 之該頂表面來移除該多層遮罩。

17. 如請求項 13 所述之系統，進一步包含：

一乾積層模組，用以將一水溶性乾膜積層至該等 IC 之一頂表面上。