



(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 I761950 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：109131562

(22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 14 日

(51) Int. Cl. : G03F1/82 (2012.01)

G03F1/24 (2012.01)

G03F7/20 (2006.01)

(30) 優先權：2019/09/30 美國

62/907,963

2020/07/30 美國

16/943,881

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING COMPANY LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72) 發明人：柯武宏 KO, WU-HUNG (TW)；林重宏 LIN, CHUNG-HUNG (TW)；溫志偉 WEN,  
CHIH-WEI (TW)

(74) 代理人：陳長文；馮博生

(56) 參考文獻：

TW 200811607A

TW 201915617A

CN 102077142A

CN 109581818A

EP 1764653A2

US 2017/0363975A1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 33 頁

(54) 名稱

清潔方法、形成半導體結構的方法及其系統

(57) 摘要

本發明實施例係關於一種用於清潔一反射光罩之方法。該方法包含：將該反射光罩放置於一室中；將氫自由基提供至該室；及將該反射光罩暴露於該等氫自由基。亦提供一種製造一半導體結構之方法及一種形成一半導體結構之系統。

A method for cleaning a reflective photomask is provided. The method includes: disposing the reflective photomask in a chamber; providing hydrogen radicals to the chamber; and exposing the reflective photomask to the hydrogen radicals. A method of manufacturing a semiconductor structure and system for forming a semiconductor structure are also provided.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:清潔方法/方法

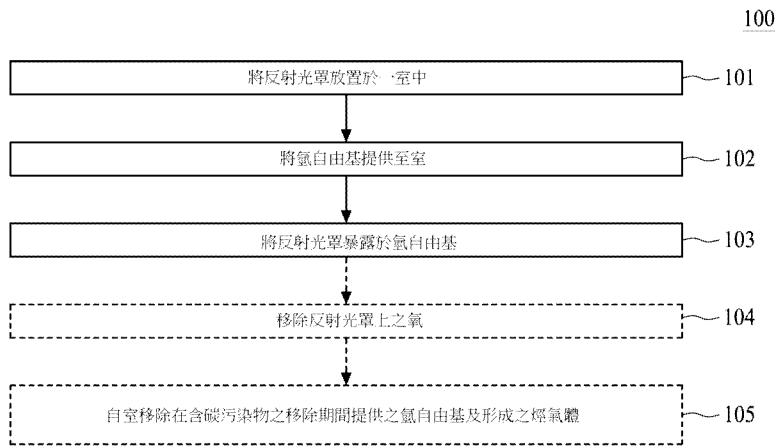
101:操作

102:操作

103:操作

104:操作

105:操作



【圖1】



I761950

【發明摘要】

【中文發明名稱】

清潔方法、形成半導體結構的方法及其系統

【英文發明名稱】

CLEANING METHOD, METHOD FOR FORMING SEMICONDUCTOR STRUCTURE AND SYSTEM THEREOF

【中文】

本發明實施例係關於一種用於清潔一反射光罩之方法。該方法包含：將該反射光罩放置於一室中；將氫自由基提供至該室；及將該反射光罩暴露於該等氫自由基。亦提供一種製造一半導體結構之方法及一種形成一半導體結構之系統。

【英文】

A method for cleaning a reflective photomask is provided. The method includes: disposing the reflective photomask in a chamber; providing hydrogen radicals to the chamber; and exposing the reflective photomask to the hydrogen radicals. A method of manufacturing a semiconductor structure and system for forming a semiconductor structure are also provided.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100: 清潔方法/方法

101: 操作

102: 操作

103: 操作

104: 操作

105: 操作

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

清潔方法、形成半導體結構的方法及其系統

### 【英文發明名稱】

CLEANING METHOD, METHOD FOR FORMING  
SEMICONDUCTOR STRUCTURE AND SYSTEM THEREOF

### 【技術領域】

【0001】 本發明實施例係關於一種清潔方法、形成半導體結構的方法及其系統。

### 【先前技術】

【0002】 半導體積體電路(IC)工業已經歷指數增長。IC材料及設計之技術進步已產生若干代IC，其中每一代具有較先前代更小且更複雜之電路。在IC演化之過程中，功能密度(亦即，每晶片面積之互連裝置之數目)通常已經增加，而幾何結構大小(亦即，可使用一製作程序形成之最小組件(或線))已經減小。此按比例縮減程序通常藉由在增加可在經減少晶片面積中提供之功能性之量之同時增加生產效率並降低相關聯成本來提供益處。此按比例縮減導致處理及製造IC之經增加複雜性，且產品之有效品質控制所需之程序已變得越來越嚴格。

### 【發明內容】

【0003】 本揭露之一實施例係關於一種用於清潔一反射光罩之方法，其包括：將該反射光罩放置於一室中；將氫自由基提供至該室；及將該反射光罩暴露於該等氫自由基。

【0004】 本揭露之一實施例係關於一種製造一半導體結構之方法，

其包括：接收一半導體基板；藉由在一第一室中使用一光罩對該半導體基板執行一第一極紫外光(EUV)微影操作；及在不同於該第一室之一第二室中對該光罩執行一乾式清潔操作。

**【0005】** 本揭露之一實施例係關於一種用於形成一半導體結構之系統，其包括：一儲存工具，其經組態以儲存一反射光罩；一檢驗工具，其經組態以檢驗該反射光罩；一曝光工具，其經組態以執行一曝光操作以將該反射光罩之一圖案轉印至一半導體基板；及一清潔工具，其經組態以對該反射光罩執行一乾式清潔操作以移除吸附在該反射光罩上之含碳污染物，其中該清潔工具包括：一處理室；及一氫自由基產生器，其經組態以產生至該處理室中之氫自由基。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0006】** 當藉助附圖閱讀時，自以下詳細說明最佳地理解本揭露之實施例之態樣。應注意，根據工業中之標準實踐，各種結構未按比例繪製。實際上，為論述清晰起見，可任意地增加或減少各種結構之尺寸。

**【0007】** 圖1係展示根據本揭露之某些實施例應用於一反射光罩之一清潔方法之各個步驟之一流程圖。

**【0008】** 圖2係展示根據本揭露之某些實施例在一處理室中對一光罩執行之一乾式清潔操作之一圖式。

**【0009】** 圖3係展示根據本揭露之某些實施例用於製造一半導體結構之一方法之各個步驟之一流程圖。

**【0010】** 圖4係圖解說明根據本揭露之某些實施例在圖3中展示之方法之一圖式。

**【0011】** 圖5至圖6係根據本揭露之不同實施例形成一半導體結構之

系統之圖式。

**【0012】** 圖7至圖9係根據本揭露之不同實施例形成一半導體結構之一系統之不同工具之圖式。

**【實施方式】**

**【0013】** 以下揭露內容提供用於實施所提供標的物之不同特徵之諸多不同實施例或實例。下文闡述元件及配置之特定實例以簡化本揭露。當然，此等僅係實例且並不意欲為限制性的。舉例而言，在後續之說明中，於一第二特徵上方或其上形成一第一特徵可包含其中第一特徵與第二特徵以直接接觸之方式形成之實施例，且亦可包含其中可在第一特徵與第二特徵之間形成額外特徵使得第一特徵與第二特徵可不直接接觸之實施例。另外，本揭露可在各種實例中重複參考編號及/或字母。此重複係出於簡化及清晰之目的，且其自身並不指示所論述之各種實施例及/或組態之間之一關係。

**【0014】** 此外，為了說明便易性，本文中可使用空間相對術語(諸如，「下面」、「下方」、「下部」、「上面」、「上方」、「上部」、「上」及諸如此類)來闡述一個元件或特徵與另一元件或特徵之關係，如圖中所圖解說明。除圖中所繪示之定向之外，空間相對術語還意欲囊括使用或操作中裝置之不同定向。設備可以其他方式定向(旋轉90度或以其他定向)且本文中所使用之空間相對描述語同樣可相應地解釋。

**【0015】** 如本文中所使用，儘管諸如「第一」、「第二」及「第三」之術語闡述各種元件、組件、區域、層及/或區段，但此等元件、組件、區域、層及/或區段不應受此等術語限制。此等術語可僅用於將一個元件、組件、區域、層或區段與另一元件、組件、區域、層或區段區分

開。除非由內容脈絡清晰指示，否則當在本文中使用时，諸如「第一」、「第二」及「第三」之術語並不暗指一順序或次序。

**【0016】** 儘管陳述本揭露之寬廣範疇之數字範圍及參數係近似值，但應儘可能精確地報告在具體實例中陳述之數值。然而，任何數值固有地含有必然由各別測試量測中發現之標準偏差所引起之特定誤差。此外，如本文中所使用，術語「實質上」、「大約」及「約」通常意指在熟習此項技術者可預期之一值或範圍內。另一選擇係，當由熟習此項技術者考慮時，術語「實質上」、「大約」及「約」意指在均值之一可接受標準誤差內。熟習此項技術者可理解可接受標準誤差可根據不同技術變化。除在操作/工作實例中外，或除非另有明確規定，否則所有數字範圍、量、值及百分比(諸如本文中所揭示之材料數量、持續時間、溫度、操作條件、量之比率及其相似者之彼等)應理解為在所有例項中皆由術語「實質上」、「大約」或「約」修飾。因此，除非另有相反指示，否則本揭露及所附申請專利範圍中陳述之數字參數係可視需要變化之近似值。至少，每一數字參數應至少根據所報告有效數位之數目及藉由應用一般捨入技術來解釋。本文中範圍可表達為自一個端點至另一端點或在兩個端點之間。本文中所揭示之所有範圍係包含端點，除非另有規定。

**【0017】** 本揭露中所闡述之先進微影程序、方法及材料可用於諸多應用中，包含鰭型場效應晶體管(FinFET)。舉例而言，可圖案化鰭形物以在特徵之間產生一相對嚴密間隔，以上揭露內容極適合於此間隔。此外，可根據以上揭露內容來處理用於形成FinFET之鰭形物之間隔件。

**【0018】** 隨著小尺寸之一趨勢，使用極UV (EUV)輻射源及規定光罩之一光微影設備及光微影操作被引入至電裝置之進階代。清潔係光罩之



最重要態樣中之一者，此乃因甚至最小污染物可在一圖案化操作中轉成晶圓上之缺陷，且此污染物可導致藉由此微影操作製造之積體電路之接近度變化。為了確保光罩滿足製造要求，按計劃將遮罩自製作(FAB)場所(用於製作半導體之場所)發送回至電子束操作(EBO)場所(用於製造光罩之場所)。在EBO場所處完成光罩之清潔並將光罩發送回至FAB場所通常花費5天以上。

**【0019】** 按慣例，在EBO場所處使用化學品或水可導致遮罩腐爛及遮罩報廢之一濕式清潔操作來清潔EUV光罩。此外，來自解除吸附及重新吸附光罩之膜之程序之殘留物及顆粒可係污染物或缺陷之另一源。因此，本揭露提供一種用於清潔一光罩之方法來改良清潔效率並減少對光罩之進一步損壞及/或污染之可能性。

**【0020】** 本揭露之方法包含對一光罩執行一乾式清潔操作，其中該乾式清潔操作包含將氫自由基提供至一清潔室以移除膜及光罩之圖案上之含碳污染物。該方法可與一半導體之一製造程序整合，且因此該方法可在FAB場所處執行。該方法可在涉及製造程序之光罩之任何操作之前或之後執行，且在FAB場所處完成清潔程序花費近0.2天。

**【0021】** 圖1係根據本揭露之某些實施例用於清潔一光罩之一清潔方法100之一流程圖。清潔方法100包含：將反射光罩放置於一室中(操作101)；將氫自由基提供至室(操作102)；及將反射光罩暴露於氫自由基(操作103)。根據不同實施方案，清潔方法100可進一步包含額外程序。在某些實施例中，清潔方法100可進一步包含移除反射光罩上之氧(操作104)。在某些實施例中，清潔方法100可進一步包含自室移除在含碳污染物之移除期間提供之氫自由基及形成之烴氣體(操作105)。為了進一步圖解說明

方法100之細節及本揭露之概念，根據本揭露之某些實施例提供與如在圖2中所展示之一圖式相伴隨之圖解說明。

**【0022】** 參考圖2，提供一光罩201。光罩201包含一光罩基板202及一膜203。膜203由一框架結構204及一薄膜205構成。膜203用以保護光罩基板202之一圖案免受來自工具或環境之損壞或顆粒。薄膜205覆蓋光罩基板202之圖案，且框架結構204將薄膜205連接至光罩基板202。在某些實施例中，光罩201係一反射光罩且用於一極紫外光(EUV)微影操作中。框架結構204包含用以允許氣體通過之一通氣孔206。在某些實施例中，框架結構204藉由膠連接至光罩基板202。在某些實施例中，光罩201包含僅光罩基板202，而不具有在極紫外光(EUV)微影操作中吸附至光罩基板202之膜203。

**【0023】** 薄膜205用以保護圖案免受來自環境之顆粒。然而，來自環境及/或來自一微影操作之某些污染物可透過通氣孔206污染一光罩201。如在圖2中所展示，根據某些實施例，污染物可吸附至薄膜205(例如，污染物211)、光罩基板202之圖案(例如，污染物212)及/或光罩基板202之一背側(例如，污染物213)。在EUV微影操作或一光微影程序之一曝光操作期間，污染物211、212及/或213可導致一半導體上之缺陷。

**【0024】** 為了移除污染物211、212及/或213，將光罩201放置於如在圖2中所展示之一室220中以執行方法100之清潔操作。透過室220上之一孔231將氫自由基提供至室220中。在某些實施例中，孔231係用於將空氣或試劑注入至室220中。氫自由基填充室220且進入薄膜205與光罩基板202之間的空間，如圖2中指示為大寫字母H所展示。在某些實施例中，氫自由基透過通氣孔206進入薄膜205與光罩基板202之間的空間。氫自由基

可將基於碳及氧之污染物轉化為揮發性物種。在某些實施例中，氫自由基與一含碳污染物反應以形成烴氣體。在某些實施例中，含碳污染物包含碳及烴中之至少一者。揮發性物種接著透過室220之一孔232排出。在某些實施例中，在含碳污染物之移除期間形成之烴氣體與未經反應氫自由基一起自室220移除。氫自由基可係用以移除光罩201上之氧以防止光罩201之材料之氧化之一去氧劑。藉由與氫自由基之一還原反應來移除氧。氫自由基對光罩201之材料之去氧可係方法100之乾式清潔操作之另一優點。可防止光罩201之材料之劣化及光罩基板202之圖案之損壞。因此，可改良光罩201之壽命及產品良率。

**【0025】** 氫自由基可藉由各種方法來產生。在某些實施例中，氫自由基藉由一電漿轟擊來產生。在某些實施例中，氫自由基藉由一熱分解來產生。其在本文中不受限制。

**【0026】** 本揭露之方法100應用於在一EUV微影操作中利用之一反射光罩或一光罩上。歸因於反射光罩之材料性質，反射光罩可耐受氫自由基，且因此方法100之乾式清潔操作可有效地移除基於碳及氧之污染物，而不損壞反射光罩。歸因於不同材料性質及光微影程序之不同要求，一習用光學光罩不可耐受氫自由基，且氫自由基不可應用於光學光罩。舉例而言，在技術節點N28或以上中應用一衰減相移遮罩(APSM)，且在技術節點N5或以下中應用一EUV遮罩。不同代之半導體之製造涉及不同曝光工具，具有不同技術要求及限制。在技術節點N28或以上中利用之習用曝光工具及APSM未設計成耐受氫自由基。習用光學光罩上之膜203之材料可被氫自由基損壞。然而，本揭露並不限於本文中。隨著科學及技術之發展及材料之改變，本揭露之乾式清潔操作將來可應用於各種類型之光罩。

【0027】可在製造方法之一或多個階段處將方法100與一半導體之一製造方法整合。圖3係用於製造一半導體結構之涉及一EUV微影操作之一方法300之一流程圖。方法300包含如在圖3中所展示之數個操作。方法300包含：接收一半導電基板(操作301)；藉由在一第一室中使用一光罩對半導電基板執行一第一極紫外光(EUV)微影操作(操作302)；及在不同於第一室之一第二室中對光罩執行一乾式清潔操作(操作303)。

【0028】根據不同實施方案，方法300可進一步包含額外操作。在某些實施例中，方法300可進一步包含：在操作303之前，將光罩自一檢驗工具轉移至第二室(操作304)。在某些實施例中，方法300可進一步包含：在操作303之後，將光罩自第二室轉移至第一室以對另一半導電基板執行一第二EUV微影操作(操作305)。在某些實施例中，方法300可進一步包含：在操作303之前，將光罩自一整合式倍縮光罩檢驗系統(IRIS)轉移至第二室(操作306)。在某些實施例中，方法300可進一步包含：在操作303之後，將光罩轉移至一儲存裝置中(操作307)。在某些實施例中，方法300可進一步包含：在操作303之前，將光罩自一儲存裝置轉移至第二室(操作308)並將光罩自第二室轉移至第一室以執行第一EUV微影操作(亦即，在操作303之後執行操作301及302)。

【0029】一光罩(諸如圖2中所展示之光罩201)用於對半導電基板執行之EUV微影操作中。應注意，可在操作303之前或之後執行操作302。在某些實施例中，可在操作302之EUV微影操作之前或之後執行操作303。操作之編號用以將方法300之不同操作區分開，但並不意欲將操作限於一特定順序。

【0030】圖4展示根據本揭露之某些實施例在圖3中展示之前述方法

300之一圖式。光罩201用於在一室222中執行之EUV微影操作中。將光罩201之圖案轉印至一半導體基板241。來自環境及/或EUV微影操作之污染物(例如，污染物211、212及213)吸附至光罩201。將光罩201轉移至室220以藉由將氫自由基提供至室220中來執行乾式清潔操作。在與氫自由基反應之後，自污染物211、212及213產生揮發性氣體。在某些實施例中，來自EUV微影操作之污染物211、212及213通常含有碳、烴及/或氧。在某些實施例中，揮發性氣體包含烴(C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>)及一氧化二氫(H<sub>2</sub>O)中之至少一者。在某些實施例中，在操作302之後執行操作303以移除來自EUV微影操作之污染物211、212及213。在某些實施例中，當執行操作305時，在乾式清潔操作之後，將光罩201自室220轉移回至室222以對另一半導體基板241執行另一EUV微影操作。

**【0031】** 在如上文所圖解說明之乾式清潔操作期間，不將膜203與光罩基板202解除吸附，且可藉由氫自由基移除污染物211、212及/或213。在一習用清潔程序中，光罩201必須發送至EBO場所且在清潔程序之後接著發送回至FAB場所。習用清潔程序不僅僅係耗時的，但亦可能在膜203自及至光罩基板202之解除吸附及重新吸附程序期間損壞光罩基板202之圖案。因此，本揭露提供一種新穎清潔程序，其可與一半導體之製造程序整合以節約清潔光罩201之時間，但亦避免解除吸附及/或重新吸附程序對光罩基板202之圖案之損壞。

**【0032】** 在某些實施例中，污染物211、212及213係來自儲存裝置處或運輸期間之環境，且在操作302之前執行操作303以移除污染物211、212及213。舉例而言，可在操作303之前執行操作308。此外，在操作303之後執行操作301及302。因此，可防止歸因於儲存期間之經污染光罩201

之半導體基板上241上之缺陷。

【0033】 在某些實施例中，污染物211、212及213係來自儲存裝置處之環境，可在自儲存裝置轉移光罩201之後且在操作302之前執行操作303。在某些實施例中，為了限制儲存裝置處之污染，可在EUV微影操作之後在將光罩201發送至儲存裝置(諸如操作307)之前執行操作303。在某些實施例中，在機器站之間的光罩201之運輸中之每一者之後執行乾式清潔操作以防止污染物211、212及213連同光罩201移動進入下一機器站。

【0034】 在某些實施例中，方法300進一步包含一檢驗操作，諸如操作304及306。檢驗操作可在EUV微影操作、光罩201之運輸及/或光罩201之儲存之前及/或之後執行。檢驗操作經執行以檢驗光罩201上之損壞、缺陷及/或顆粒。因此，可防止一經損壞及/或其上吸附有顆粒之光罩201之一使用。應注意，說明書中所提及之顆粒及污染物在其大小及源上係不同的。顆粒係通常來自EUV操作或一光學攝影操作。在某些實施例中，顆粒係可在EUV操作或光學攝影操作期間損壞之光罩基板202及/或半導體基板241之(或小或微小碎塊)之材料。另一方面，污染物通常來自環境。污染物可係儲存裝置、EUV或攝影室及/或運輸之環境中之元素或化合物。顆粒通常具有較污染物大之一大小。在某些實施例中，污染物具有小於或等於50奈米(nm)之一尺寸，該尺寸通常不可由一光罩檢驗器檢驗。在某些實施例中，且顆粒具有大於100 nm 之一尺寸。在某些實施例中，顆粒可吸附至光罩基板202之圖案之部分且導致經圖案化半導體基板202之某些部分上之缺陷。在某些實施例中，污染物可導致光罩基板202上之一薄膜(通常薄膜含有碳)之一形成，且導致在半導體基板202上形成

之圖案之一放大或經更改CD(臨界尺寸)。

【0035】 然而，為了提供光罩201之一更好清潔結果，可在檢驗操作之前或之後執行乾式清潔操作。在某些實施例中，乾式清潔操作經執行以防止歸因於經污染光罩201之半導體基板上241上之缺陷。

【0036】 圖5展示根據本揭露之某些實施例形成一半導體結構之一系統500之一圖式。允許系統500在FAB場所處執行方法100及方法300。

【0037】 系統500包含一儲存工具510、一檢驗工具520、一曝光工具530及一清潔工具540。應注意，系統500可包含用於處理半導體基板241或形成半導體結構之其他工具或機器站，如先前在圖2中所論述。圖5展示系統500之工具中之僅某些工具以圖解說明本揭露之概念，但並不意欲限制本揭露。儲存工具510係用於儲存光罩201。檢驗工具520係用於在將光罩201應用於EUV微影操作中之前及/或之後檢驗光罩201及/或執行其他品質檢查操作。曝光工具530係用以執行一曝光操作以將光罩201之圖案轉印至半導體基板241。在某些實施例中，曝光操作可係EUV微影操作中之一操作。

【0038】 在某些實施例中，系統500進一步包含一載體550，其經組態以在儲存工具510、檢驗工具520、曝光工具530及清潔工具540之間轉移光罩201。在某些實施例中，載體550可係一機器人或一機器臂。在系統500之如圖5中所展示之某些實施例中，清潔工具540獨立於儲存工具510、檢驗工具520及曝光工具530。光罩201由載體550轉移至清潔工具540及自清潔工具540轉移。在其他實施例中，清潔工具540可與儲存工具510、檢驗工具520及曝光工具530中之一或多者整合。

【0039】 圖6圖解說明類似於系統500之一系統600，但清潔工具540

與系統600中之儲存工具510、檢驗工具520及曝光工具530中之一或多者整合。載體550係用以在儲存工具510、檢驗工具520及曝光工具530之間轉移光罩201。

**【0040】** 清潔工具540係用以對光罩201執行操作303之乾式清潔操作以移除吸附在光罩201上之含碳污染物。系統500或系統600中之清潔工具540可包含一處理室541 (類似於室220)及一氫自由基產生器542。在乾式清潔操作期間，將光罩201放置於處理室541中，且氫自由基產生器542經組態以產生至處理室541中之氫自由基。

**【0041】** 為了進一步圖解說明本揭露之概念及應用，在說明書中提供根據本揭露之某些實施例應用於系統600中之方法300之圖解說明。

**【0042】** 在某些實施例中，如在圖6及圖7中所展示，清潔工具540與檢驗工具520整合。參考圖7，其展示根據本揭露之某些實施例之檢驗工具520，檢驗工具520包含一檢驗模組521及一裝載埠522。在某些實施例中，可在裝載埠522與清潔工具540之間轉移光罩201。在某些實施例中，可在檢驗模組521與清潔工具540之間轉移光罩201。在某些實施例中，可透過裝載埠522將光罩201自檢驗模組521轉移至清潔工具540，或將光罩201轉移至檢驗模組521。

**【0043】** 在某些實施例中，在乾式清潔操作之前，在檢驗模組521中對光罩201執行一遮罩檢驗。將光罩201轉移至檢驗工具520以對光罩201執行遮罩檢驗。方法300可進一步包含：判定遮罩檢驗之一結果；且若結果展示光罩201未通過遮罩檢驗，則執行乾式清潔操作。若光罩201未通過遮罩檢驗，則懷疑光罩201亦被污染，且懷疑污染物211、212及213導致半導體基板上241上之可能缺陷，在遮罩檢驗之後執行乾式清潔



操作。將光罩201自檢驗工具520轉移至清潔工具540以對光罩201執行乾式清潔操作。

**【0044】** 在某些實施例中，在乾式清潔操作之後，對光罩201執行遮罩檢驗。在轉移至檢驗工具520之前，將光罩201轉移至清潔工具540。在遮罩檢驗之前執行之乾式清潔操作可移除污染物211、212及/或213，且遮罩檢驗可提供光罩201上之顆粒檢驗之一較準確結果。若光罩201未通過遮罩檢驗，則可將光罩201轉移回至清潔工具540以執行另一乾式清潔操作。在某些實施例中，若光罩201通過遮罩檢驗，則將光罩201轉移至系統600之曝光工具530、儲存工具510或另一工具。

**【0045】** 在如圖6及圖8中所展示之某些實施例中，清潔工具540與曝光工具530整合。參考圖8，其展示根據本揭露之某些實施例清潔工具540與曝光工具530整合。曝光工具530包含數個單元。在如在圖8中展示之實施例中，曝光工具530包含一曝光單元531、一裝載埠532、一操作者介面533、一機器人534及一整合式倍縮光罩檢驗系統(IRIS) 535。曝光單元531經組態以利用光罩201對半導體基板241執行曝光操作。在某些實施例中，曝光單元531包含一EUV光源。在某些實施例中，曝光單元531包含類似於如在圖4及先前段落中圖解說明之室222之一處理室。透過裝載埠532將光罩201裝載至曝光工具530或自曝光工具530卸載光罩201。機器人534經組態以在IRIS 535、裝載埠532、曝光單元531及清潔工具540之間轉移光罩201。操作者介面533允許一操作者控制及監視光罩201及半導體基板241之運輸及條件。

**【0046】** 在某些實施例中，可在曝光操作之前或之後在曝光單元531中執行乾式清潔操作。在曝光操作之前執行乾式清潔操作可減少歸因

於光罩201上之污染物而在半導體基板241上形成之缺陷之可能性。在曝光操作之後執行之乾式清潔操作可在將光罩201用於另一曝光操作中之前或將光罩201轉移至儲存工具510之前移除在曝光操作期間吸附在光罩201上之污染物。

**【0047】** IRIS 535經組態以掃描膜203及光罩基板202之背側。在某些實施例中，在於曝光工具530中執行之曝光操作之前，將光罩201轉移至IRIS 535。方法300可進一步包含：將光罩201自IRIS 535轉移至曝光單元531之處理室。在某些實施例中，類似於遮罩檢驗，在於IRIS 535中執行之一掃描操作之後執行乾式清潔操作。在某些實施例中，在IRIS 535之掃描之後且在曝光操作之前執行乾式清潔操作。

**【0048】** 在某些實施例中，在於IRIS 535中執行之掃描操作之前且在曝光操作之前執行乾式清潔操作。在將光罩201轉移至IRIS 535之前，將光罩201轉移至清潔工具540。在某些實施例中，將乾式清潔操作設定為一常規操作，不管在IRIS 535中執行之掃描操作之結果。在曝光操作之前判定在IRIS 535中執行之掃描操作之一結果。在某些實施例中，若結果展示光罩201係清潔的，則接著將光罩201轉移至曝光單元531以執行曝光操作。若結果展示光罩201係不清潔的，則可發送光罩201以進行清潔，且視情況在於IRIS 535中執行之掃描操作之前再次執行乾式清潔操作。在某些實施例中，可重複地執行乾式清潔操作直至光罩201通過IRIS 535。

**【0049】** 在某些實施例中，在曝光操作之後執行掃描操作及乾式清潔操作。EUV光源可導致光罩之材料之腐爛，且曝光單元531中之曝光操作可係污染物之一源。方法300可進一步包含：將光罩自曝光單元531之處理室轉移至IRIS 535。可在掃描操作之前或之後執行乾式清潔操作。在

某些實施例中，在於IRIS 535中執行之掃描操作之後及在曝光操作之後執行乾式清潔操作。在某些實施例中，在於IRIS 535中執行之掃描操作之前及在曝光操作之後執行乾式清潔操作。乾式清潔操作經執行以在於IRIS 535中執行之掃描操作之前或之後移除在曝光操作期間來自環境之污染物。可重複地執行乾式清潔操作，此取決於不同應用。

**【0050】** 在如圖8中展示之實施例中，清潔工具540放置為毗鄰於IRIS 535 (或在IRIS 535外部)。在某些實施例中，清潔工具540係在IRIS 535內部。然而，本揭露不限於本文中，只要可執行以上圖解說明之程序或可達成以上圖解說明之益處即可。在其他實施例中，清潔工具540可與曝光單元531、裝載埠532及機器人534中之一或多者整合。此外，清潔工具540可整合在曝光單元531、裝載埠532及機器人534中之一或多者內部或外部，且其不限於本文中。

**【0051】** 在如圖6及圖9中展示之某些實施例中，清潔工具540與儲存工具510整合。參考圖9，其展示根據本揭露之某些實施例之儲存工具510，儲存工具510包含一貯藏庫511及一裝載埠512。貯藏庫511包含用於光罩儲存之一空間，且裝載埠512用以將光罩201裝載至貯藏庫511中或自貯藏庫511卸載。在某些實施例中，可在清潔工具540與裝載埠512之間轉移光罩201。在某些實施例中，可在清潔工具540與貯藏庫511之間轉移光罩201。在某些實施例中，可透過裝載埠512在清潔工具540與貯藏庫511之間轉移光罩201。

**【0052】** 當不使用光罩201時，將光罩201轉移至儲存工具510之貯藏庫511以供儲存。可將光罩201自檢驗工具520、曝光工具530或清潔工具540轉移至儲存工具510。在某些實施例中，在EUV微影操作之後將光

罩201自室222轉移至儲存工具510。在某些實施例中，在遮罩檢驗之後將光罩201自檢驗模組521轉移至儲存工具510。在某些實施例中，在曝光操作之後將光罩201自曝光工具530之曝光單元531轉移至儲存工具510。在某些實施例中，清潔工具540與如圖9中所展示之貯藏庫511整合(或在貯藏庫511內部)，但本揭露不限於本文中。

**【0053】** 在某些實施例中，在乾式清潔操作之後，將光罩201轉移至貯藏庫511。可將光罩201儲存在一清潔條件處。然而，在某些實施例中，污染物211、212及/或213可係來自貯藏庫511之環境，且在自貯藏庫511轉移光罩201之後執行乾式清潔操作。光罩201可自貯藏庫511轉移出以進行EUV微影操作、遮罩檢驗及/或曝光操作。在某些實施例中，乾式清潔操作可係一常規操作，且每預設時間週期將光罩201自貯藏庫511轉移至清潔工具540。將光罩201自貯藏庫511轉移至清潔工具540之處理室541以移除在儲存裝置處吸附在光罩201上之污染物。因此，當不在半導體結構之製造程序中使用光罩201時清潔該光罩。

**【0054】** 本揭露之乾式清潔操作使用氫自由基來移除來自環境，在儲存裝置處，運輸期間及/或來自EUV微影操作之基於碳及氧之污染物。可在FAB場所處原位執行乾式清潔操作。與花費約5天將光罩發送回至FAB場所之EBO場所處之習用濕式清潔相比，原位乾式清潔操作之時間可減少為0.2天。此外，乾式清潔操作可防止因濕式清潔及/或習用濕式清潔程序中之解除吸附及重新吸附操作而引起之損壞及缺陷。

**【0055】** 本揭露之某些實施例提供一種用於清潔一反射光罩之方法。該方法包含：將反射光罩放置於一室中；將氫自由基提供至該室；及將反射光罩暴露於氫自由基。

**【0056】** 本揭露之某些實施例提供一種製造一半導體結構之方法。該方法包含：接收一半導體基板；藉由在一第一室中使用一光罩對半導體基板執行一第一極紫外光(EUV)微影操作；及在不同於第一室之一第二室中對光罩執行一乾式清潔操作。

**【0057】** 本揭露之某些實施例提供一種用於形成一半導體結構之系統。該系統包含：一儲存工具，其經組態以儲存一反射光罩；一檢驗工具，其經組態以檢驗反射光罩；一曝光工具，其經組態以執行一曝光操作以將反射光罩之一圖案轉移至一半導體基板；及一清潔工具，其經組態以對反射光罩執行一乾式清潔操作以移除吸附在反射光罩上之含碳污染物。清潔工具包含：一處理室；及一氫自由基產生器，其經組態以產生至處理室中之氫自由基。

**【0058】** 前述內容概述數個實施例之結構，使得熟習此項技術者可較好地理解本揭露之態樣。熟習此項技術者應瞭解，其可容易地使用本揭露作為設計或修改用於實施與本文中介紹之實施例相同之目的及/或達成與該等實施例相同之優點之其他程序及結構之基礎。熟習此項技術者亦應認識到，此等等效構造並不違背本揭露之精神及範疇，且其可在不違背本揭露之精神及範疇之情形下在本文中做出各種改變、替換及更改。

#### **【符號說明】**

##### **【0059】**

100: 清潔方法/方法

101: 操作

102: 操作

103: 操作

- 104: 操作
- 105: 操作
- 201: 光罩/經污染光罩
- 202: 光罩基板/經圖案化半導體基板/半導體基板
- 203: 膜
- 204: 框架結構
- 205: 薄膜
- 206: 通氣孔
- 211: 污染物
- 212: 污染物
- 213: 污染物
- 220: 室
- 222: 室
- 231: 孔
- 232: 孔
- 241: 半導體基板/另一半導體基板
- 300: 方法
- 301: 操作
- 302: 操作
- 303: 操作
- 304: 操作
- 305: 操作
- 306: 操作

- 307: 操作
- 308: 操作
- 500: 系統
- 510: 儲存工具
- 511: 貯藏庫
- 512: 裝載埠
- 520: 檢驗工具
- 521: 檢驗模組
- 522: 裝載埠
- 530: 曝光工具
- 531: 曝光單元
- 532: 裝載埠
- 533: 操作者介面
- 534: 機器人
- 535: 整合式倍縮光罩檢驗系統
- 540: 清潔工具
- 541: 處理室
- 542: 氫自由基產生器
- 550: 載體
- 600: 系統
- H: 大寫字母

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種用於清潔一反射光罩之方法，其包括：

將該反射光罩放置於一室中；

將氫自由基提供至該室；及

將該反射光罩暴露於該等氫自由基，其中該反射光罩包含一基板及吸附在該基板上之一膜，且該方法進一步包括：

提供該等氫自由基，允許該等氫自由基進入該膜與該基板之間的一空間。

### 【請求項2】

如請求項1之方法，其中該等氫自由基透過一通氣孔進入該膜與該基板之間的該空間。

### 【請求項3】

如請求項1之方法，其中該等氫自由基藉由一電漿轟擊或一熱分解來產生。

### 【請求項4】

如請求項1之方法，其進一步包括：

移除該反射光罩上之氧。

### 【請求項5】

如請求項1之方法，其中該等氫自由基與一含碳污染物反應以形成烴氣體。

### 【請求項6】

一種製造一半導體結構之方法，其包括：



接收一半導體基板；

藉由在一第一室中使用一光罩對該半導體基板執行一第一極紫外光(EUV)微影操作；及

在不同於該第一室之一第二室中對該光罩執行一乾式清潔操作，其中該乾式清潔操作包括將氫自由基提供至該第二室，該光罩包含一基板及吸附在該基板上之一膜，且該乾式清潔操作進一步包括：

提供該等氫自由基，允許該等氫自由基進入該膜與該基板之間的一空間。

**【請求項7】**

如請求項6之方法，其進一步包括：

在該乾式清潔操作之後，將該光罩自該第二室轉移至該第一室以對另一半導體基板執行一第二EUV微影操作。

**【請求項8】**

如請求項6之方法，其進一步包括：

在執行該乾式清潔操作之前，將該光罩自一檢驗工具轉移至該第二室。

**【請求項9】**

一種用於形成一半導體結構之系統，其包括：

一儲存工具，其經組態以儲存一反射光罩，其中該反射光罩包含一基板及吸附在該基板上之一膜；

一檢驗工具，其經組態以檢驗該反射光罩；

一曝光工具，其經組態以執行一曝光操作以將該反射光罩之一圖案轉印至一半導體基板；及

一清潔工具，其經組態以對該反射光罩執行一乾式清潔操作以移除吸附在該反射光罩上之含碳污染物，

其中該清潔工具包括：

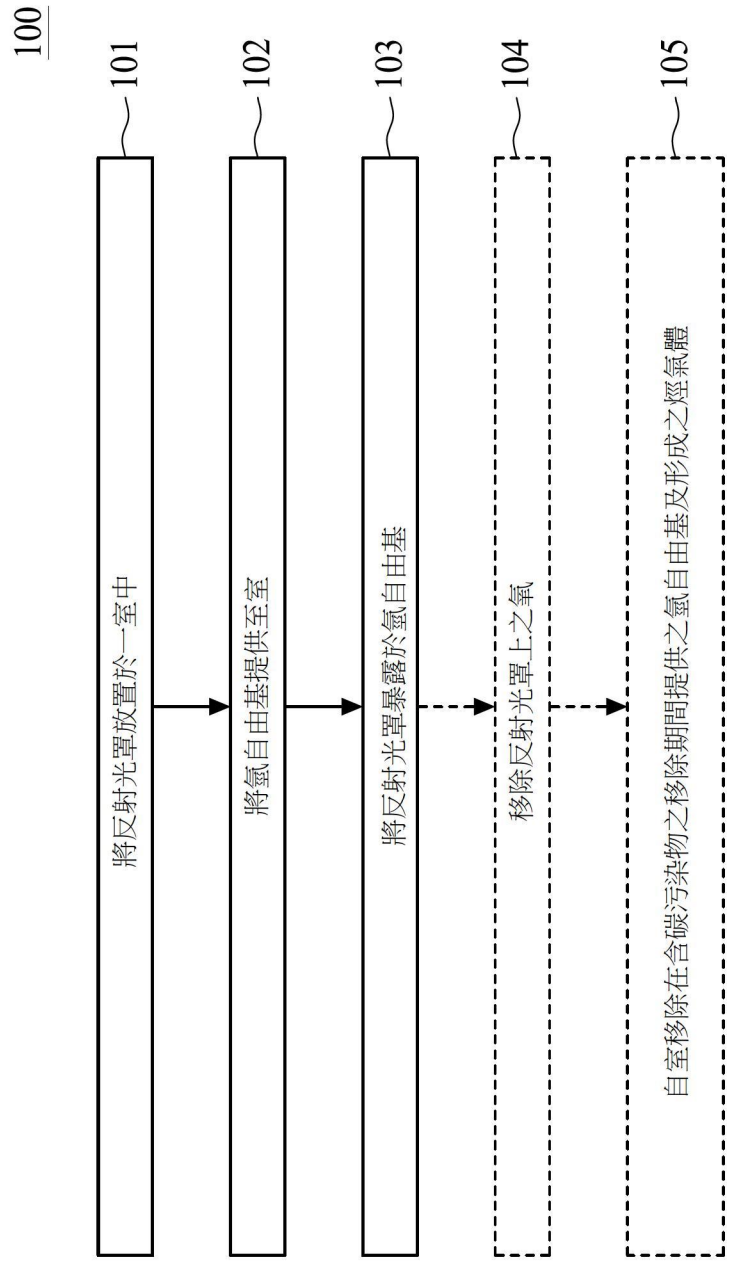
一處理室；及

一氫自由基產生器，其經組態以產生至該處理室中之氫自由基，其中該乾式清潔操作經組態以允許該等氫自由基進入該膜與該基板之間的一空間。

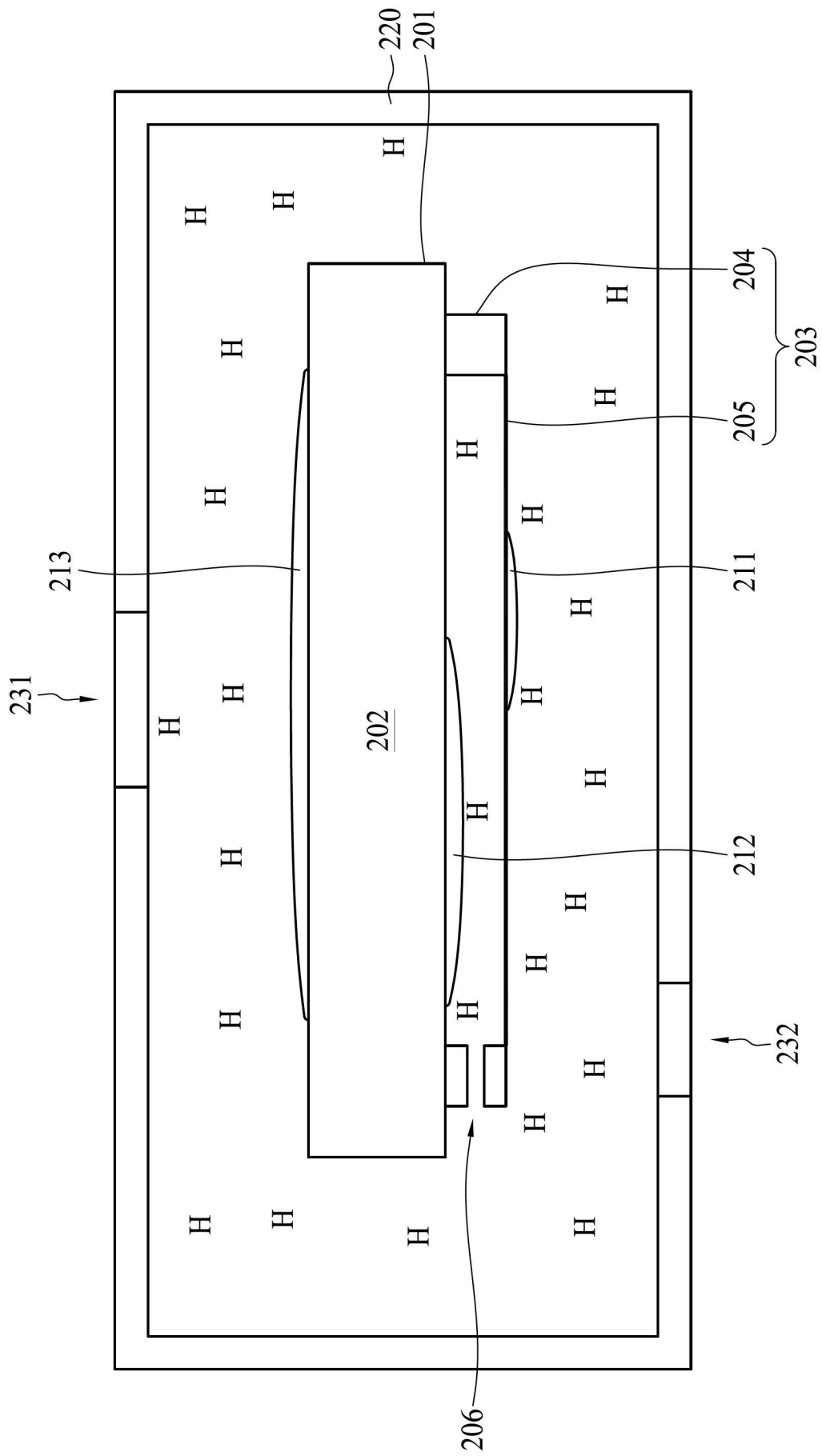
**【請求項10】**

如請求項9之系統，其中該清潔工具整合在該儲存工具、該檢驗工具及該曝光工具中之一或多者中。

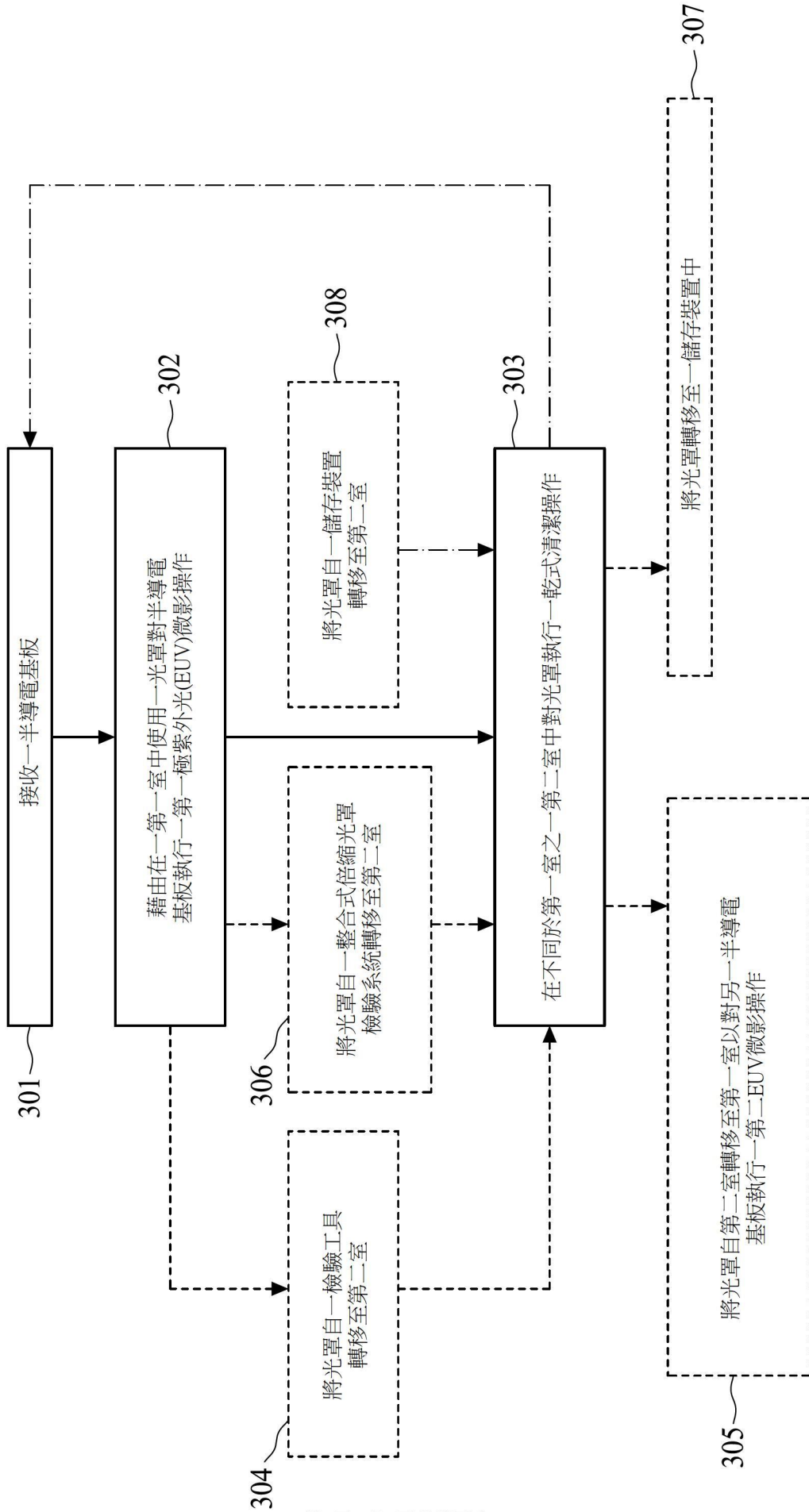
【發明圖式】



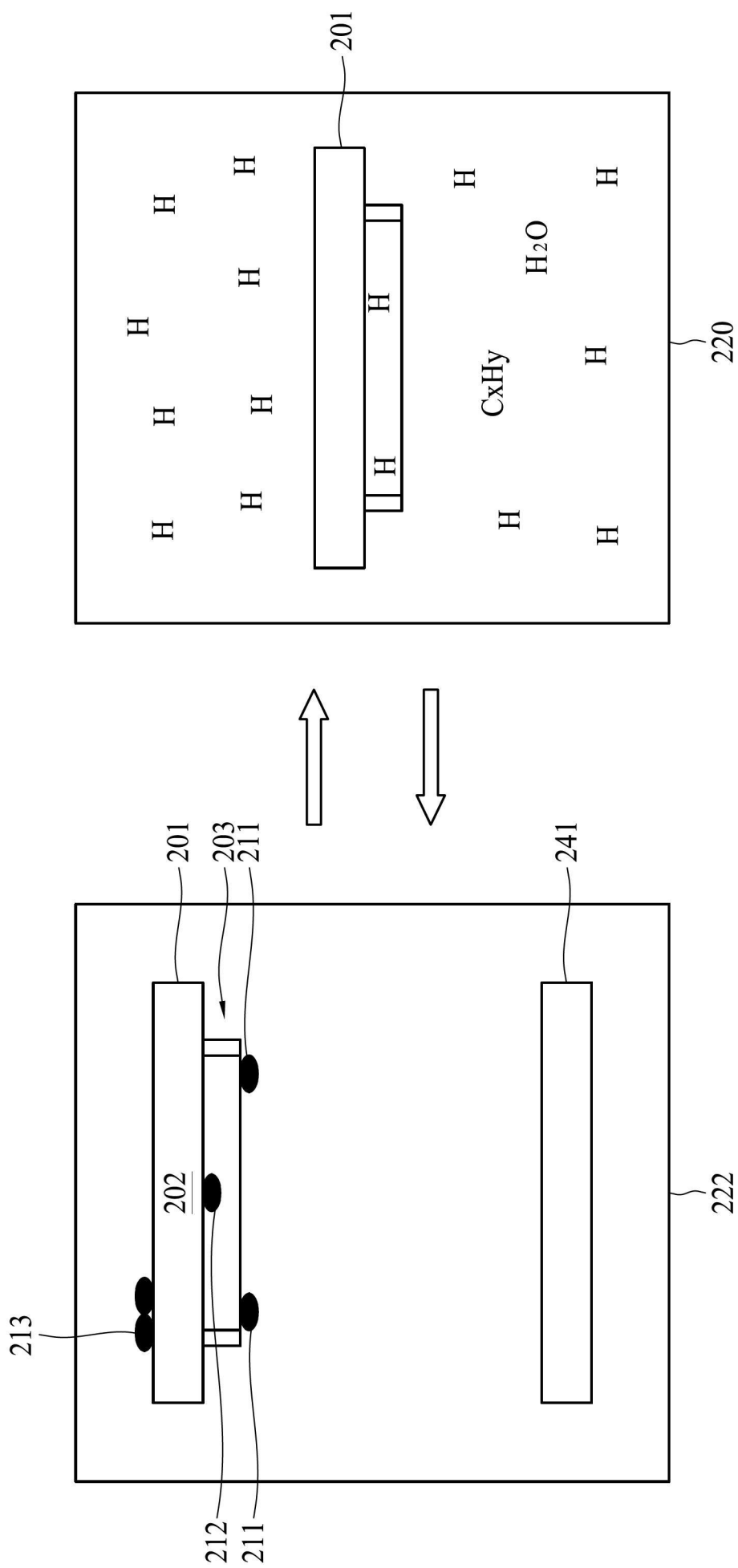
【圖1】



【圖2】

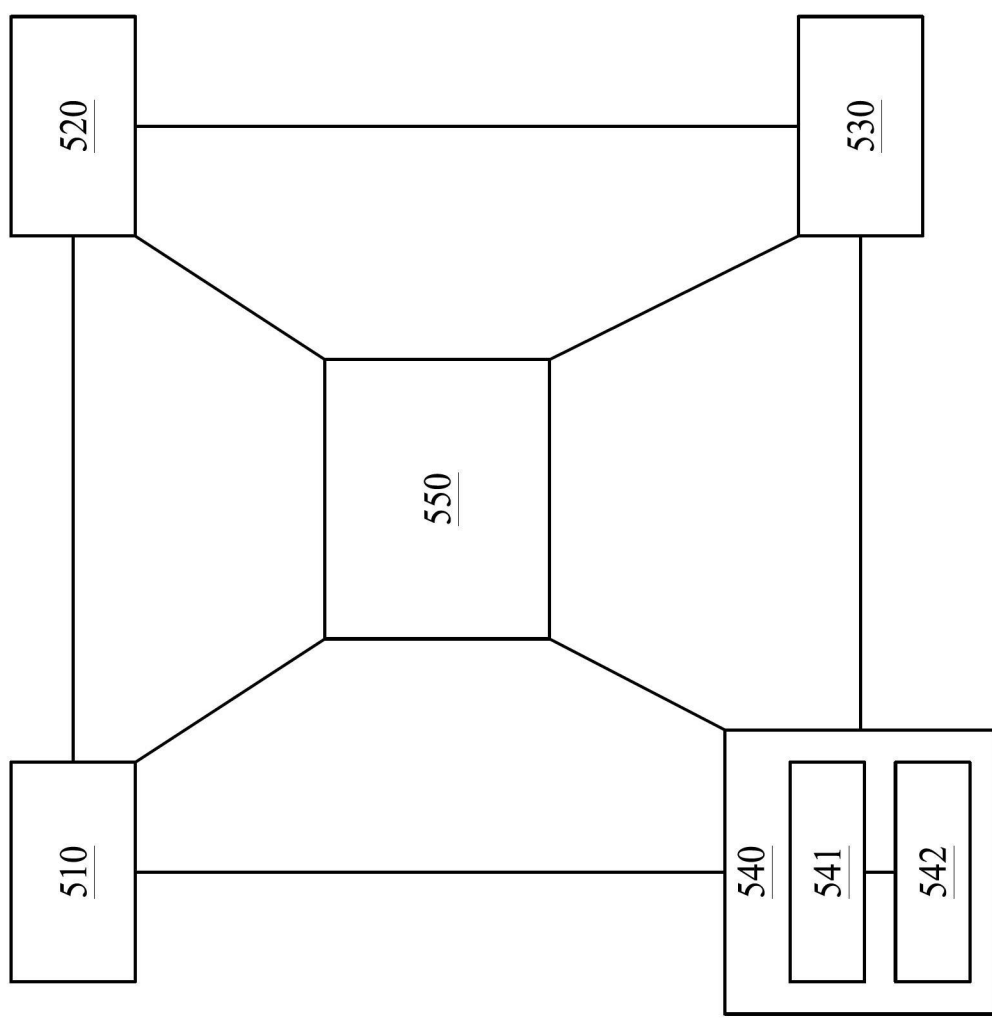


【圖3】



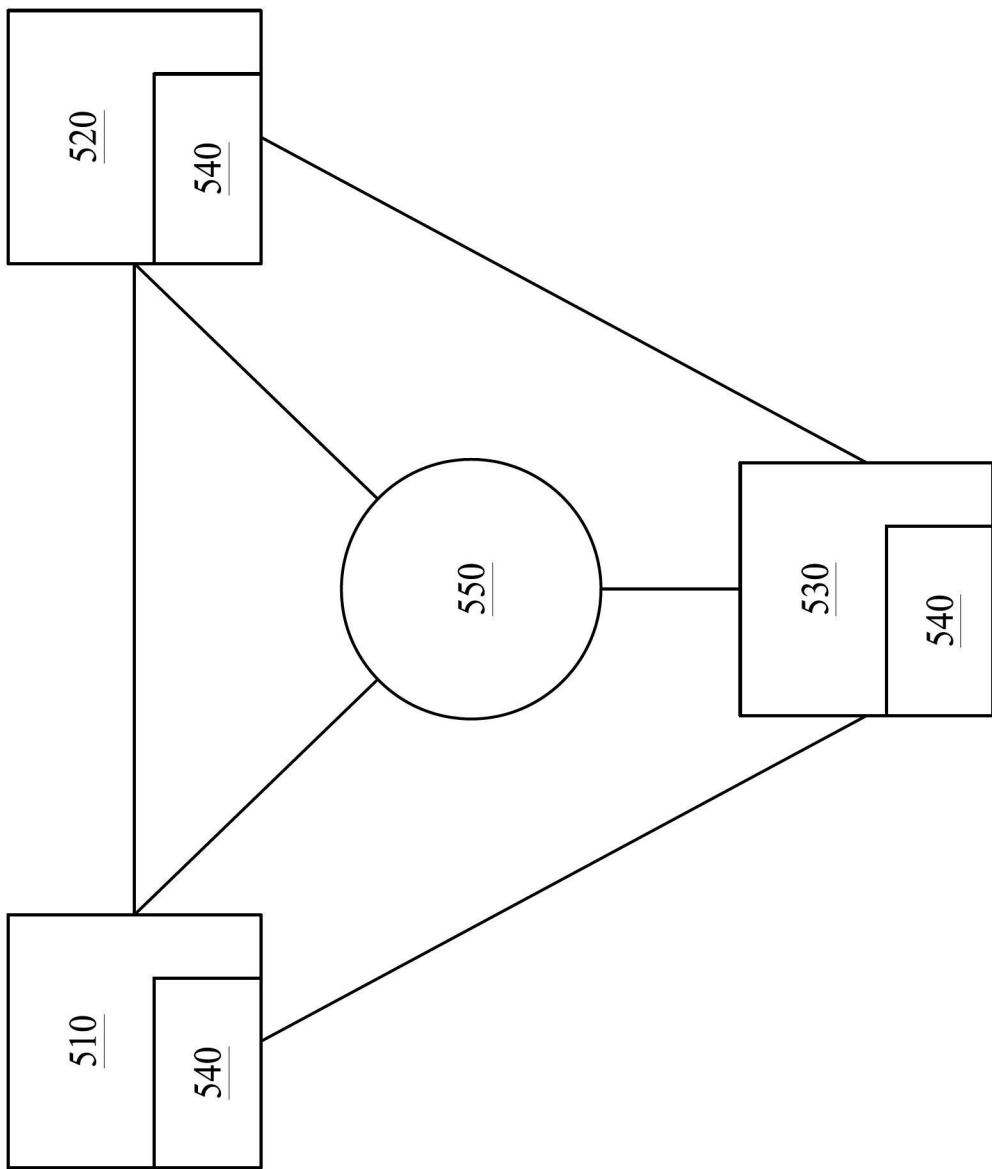
【圖4】

500



【圖5】

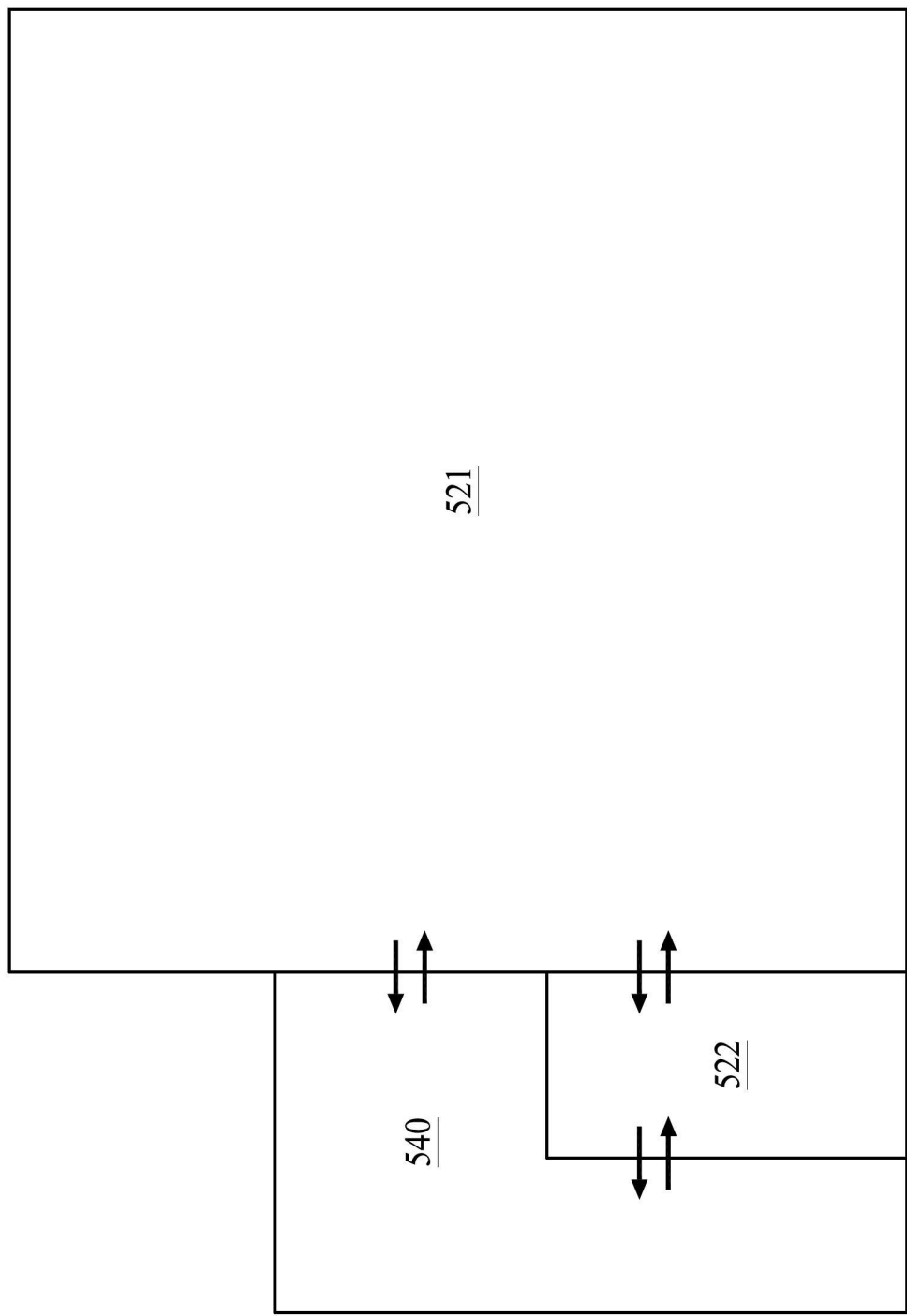
600



【圖6】

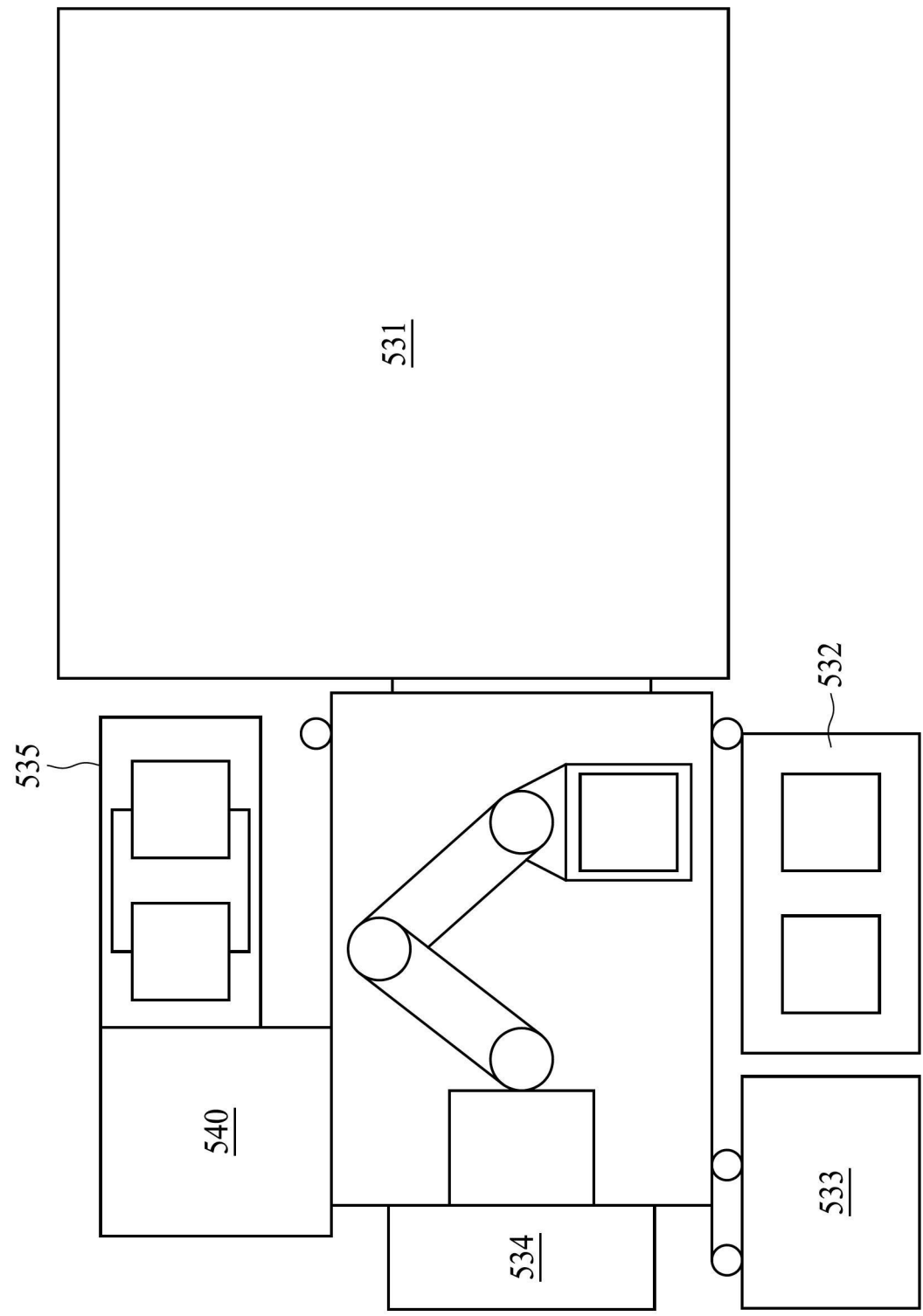


520



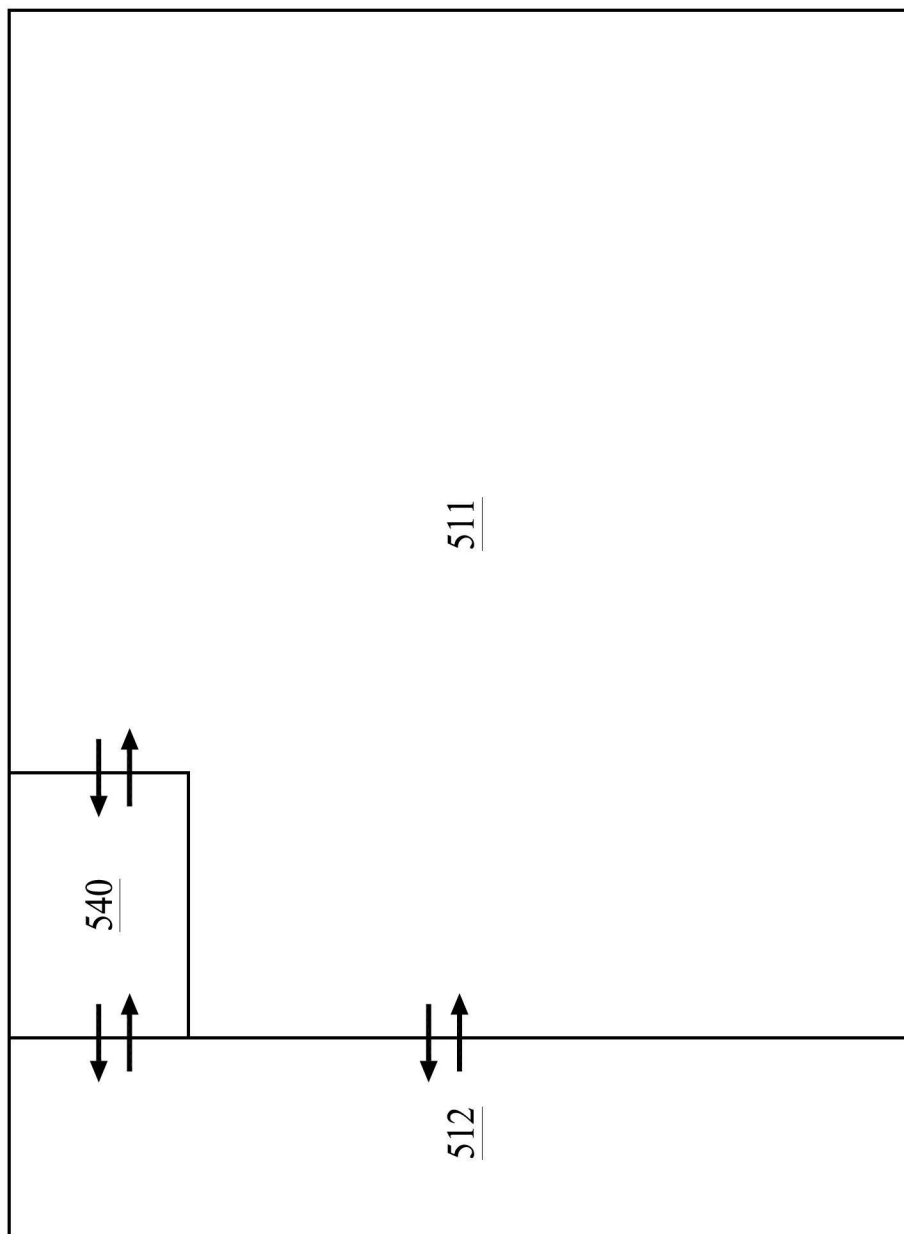
【圖7】

530



【圖8】

510



【圖9】