

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：97136P23

※申請日期：97.9.25

※IPC 分類：C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

薄膜形成之沈積系統

DEPOSITION SYSTEM FOR THIN FILM FORMATION

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商柯達公司

EASTMAN KODAK COMPANY

代表人：(中文/英文)

潘蜜拉 R 庫克

CROCKER, PAMELA R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET ROCHESTER, N.Y. 14650, U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 大衛 H 李維
LEVY, DAVID H.
2. 羅傑 S 柯爾
KERR, ROGER S.
3. 傑佛瑞 T 凱利
CAREY, JEFFREY T.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年09月26日；11/861,359

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般而言關於薄膜材料之沈積且更特定言之係關於用於使用一將同時氣體流引導至一基板上的施配頭來將原子層沈積於一基板上之設備。

【先前技術】

在廣泛用於薄膜沈積之該等技術中，化學汽相沈積(CVD)使用能夠在一反應室內反應以在一基板上沈積一所需膜的化學反應性分子。用於CVD應用之分子先驅物包含欲沈積膜的元素(原子)組分並一般還包括額外元素。CVD先驅物係揮發性分子，其係在一氣相下施配至一室內以便在基板處反應，從而在其上形成薄膜。該化學反應沈積具有一所需膜厚度的一薄膜。

大多數CVD技術普遍需要施加一或多個分子先驅物之一良好控制通量至CVD反應器內。一基板係在受控制壓力條件下保持在一良好控制的溫度下以促進在該些分子先驅物之間的化學反應，同時有效率移除副產物。獲得最佳CVD效能要求在整個程序中獲得並維持氣體流量、溫度及壓力之穩態條件之能力以及最小化或排除瞬態之能力。

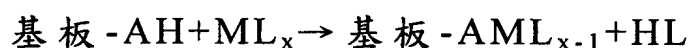
尤其係在半導體、積體電路及其他電子裝置領域內，一直存在對具有出色保形塗布性質、超出傳統CVD技術之可達到限制之薄膜(尤其係更高品質、更密集膜)之需求，尤其係可在更低溫度下製造的薄膜。

原子層沈積("ALD")係一替代性膜沈積技術，與其CVD

原有技術相比，其可提供改良的厚度解析度與保形能力。該等ALD程序將傳統CVD之傳統薄膜沈積程序分段成單一原子層沈積步驟。較有利的係，ALD步驟係自我終止的並可在進行直至或超過自我終止曝露時間時沈積一原子層。一原子層一般在從大約0.1至大約0.5分子單層之範圍內變化，典型尺寸在不超過數埃之級數上。在ALD中，沈積一原子層係在一反應性分子先驅物與基板之間的一化學反應之結果。在每一單獨的ALD反應-沈積步驟中，淨反應沈積所需原子層並實質上排除最初包括於分子先驅物內的"額外"原子。在其最純的形式下，ALD涉及在缺少該反應之另一先驅物或多個先驅物時該等先驅物之每一者之吸附與反應。實務中，在任一系統中，均難以避免不同先驅物之某種直接反應，從而引起小量的化學汽相沈積反應。任一聲稱執行ALD之系統之目的係在認識到小量的CVD反應可以容忍的同時，獲得與一ALD系統相稱的裝置效能及屬性。

在ALD應用中，一般在單獨階段將兩個分子先驅物引入於ALD反應器內。例如，一金屬先驅物分子 ML_x 包含一金屬元素M，其係鍵結至一原子或分子配位基L。例如，M可能係(但不限於)Al、W、Ta、Si、Zn等。該金屬先驅物在基板表面準備直接與該分子先驅物反應時與基板反應。例如，基板表面一般準備以包括與該金屬先驅物反應的含氫配位基、AH等。硫(S)、氧(O)及氮(N)係一些典型A物種。該氣態金屬先驅物分子與基板表面上的所有配位基有效地

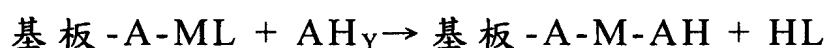
反應，從而導致該金屬之一單一原子層之沈積：



(1)

其中HL係一反應副產物。在反應期間，消耗該等初始表面配位基AH，然後表面變成以L配位基所覆蓋，該等配位基無法與金屬先驅物 ML_x 進行進一步反應。因此，該反應在使用 AML_{x-1} 物種取代基板上的所有初始AH配位基時自我終止。反應階段一般會跟隨一惰性氣體沖洗階段，其從室中排除過多金屬先驅物，之後單獨引入一第二反應物氣體先驅物材料。

接著使用該第二分子先驅物來朝該金屬先驅物回復基板之表面反應性。此係(例如)藉由移除該等L配位基並重新沈積AH配位基來完成。在此情況下，該第二先驅物一般包含所需(通常係非金屬)元素A(即，O、N、S)與氫(即， H_2O 、 NH_3 、 H_2S)。下一反應係如下：



(2)

此將表面轉換回成其AH覆蓋狀態。(此處，簡化起見，該等化學反應係不平衡的。)將所需額外元素A併入於膜內並作為揮發性副產物來排除非所需的配位基L。再次，該反應消耗該等反應位置(此時該等L終止位置)並在完全耗盡基板上的該等反應位置時自我終止。接著藉由在一第二沖洗階段流動惰性沖洗氣體來從沈積室中移除該第二分子先驅物。

總而言之，則基本ALD程序要求依序交替化學品通量至基板。如上所論述，代表性ALD程序係具有四個不同操作階段的一循環：

1. ML_x 反應；
2. ML_x 沖洗；
3. AH_y 反應；以及
4. AH_y 沖洗，然後返回至階段1。

ALD一般已用於沈積無機化合物，其中金屬先驅物曾為鹵化物、烷氧化物、二酮酸鹽螯合物或有機金屬化合物。當分別沈積氧化物、氮化物或硫化物時，該第二先驅物一般曾為一氧、氮或硫來源。儘管較少見，但也已知藉由ALD來沈積有機化合物或有機/無機摻合層。在該些情況下，可仍具有一交替序列的自我限制反應，除了由此一程序所產生之限制層可能係與原子相反的一分子層外。據此，此類技術還可稱為分子層沈積(MLD)，但基本概念與沈積裝備類似於ALD程序與裝備，故"ALD"在本文中也引用分子層沈積。有機膜之原子層或分子層沈積之一範例可見諸於Matti Putkonen等人在**The Journal of Materials Chemistry**(材料化學期刊)中所著之"Atomic Layer Deposition of Polyimide Thin Films(聚醯亞胺薄膜之原子層沈積)"。

具有介入沖洗操作的此交替表面反應與回復基板表面至其初始反應狀態之先驅物移除之重複序列係一典型ALD沈積循環。ALD操作之一關鍵特徵係回復基板至其初始表面

化學條件。使用此組重複步驟，可以相等計量層將一膜層疊於基板上，該等相等計量層在化學動力學、每循環沈積、組成物及厚度上均相同。

ALD可用作用於形成若干類型薄膜電子裝置之一製作步驟，包括半導體裝置及支援電子組件，諸如電阻器及電容器、絕緣物、匯流排線及其他傳導結構。ALD特別適用於在電子裝置之組件內形成金屬氧化物薄層。可使用ALD沈積的一般功能性材料種類包括導體、介電質或絕緣物及半導體。

導體可以係任何有用傳導材料。例如，該等導體可能包含透明材料，諸如氧化銦錫(ITO)、經摻雜之氧化鋅 ZnO 、 SnO_2 或 In_2O_3 。導體之厚度可能有所不同，且依據特定範例，其可在從大約50至大約1000 nm之範圍內變化。

有用的半導體材料之範例係化合物半導體，諸如砷化鎵、氮化鎵、硫化鎘、本質氧化鋅及硫化鋅。

一介電材料電絕緣一圖案化電路之各種部分。一介電層還可稱為一絕緣物或絕緣層。用作介電質之材料之特定範例包括鋁酸鹽、鉭酸鹽、鈦酸鹽、鋇酸鹽、氧化鋁、氧化矽、氧化鉭、氧化鈣、氧化鈦、硒化鋅及硫化鋅。此外，該些範例之合金、組合及多層可用作介電質。在該些材料中，氧化鋁係較佳。

一介電結構層可能包含具有不同介電常數的二或多個層。此類絕緣物係論述於以引用方式併入本文內的美國專利第5,981,970號與以引用方式併入本文內的共同待審美國

專利公開案第2006/0214154號中。介電材料一般展現大於大約5 eV的一帶隙。一有用介電層之厚度可能會有所不同，且依據特定範例，其可在從大約10至大約300 nm之範圍內變化。

可使用以上所說明之功能層來製造若干裝置結構。一電阻器可藉由選擇具有適度至較差導電率的一傳導材料來加以製作。一電容器可藉由將一介電質放置於兩個導體之間來加以製造。一二極體可藉由將兩個互補載子型半導體放置於兩個傳導電極之間來加以製造。還可能在該等互補載子型半導體之間佈置一本質半導體區域，指示該區域具有較低數目的自由電荷載子。一二極體還可藉由在兩個導體之間放置一單一半導體來加以構造，其中該等導體/半導體介面之一者產生一肖特基(Schottky)阻障，其在一方向上強烈地阻止電流流動。一電晶體可藉由在一導體(閘極)上放置一絕緣層，隨後一半導體層來加以製造。若接觸該頂部半導體層來隔開放置二或多個額外導體電極(源極與汲極)，則可形成一電晶體。可以各種組態來建立以上裝置之任一者，只要建立必要介面即可。

在一薄膜電晶體之典型應用中，需要可控制電流流過該裝置的一開關。如此，期望在該開關開啟時，一較高電流可流過裝置。電流流動之程度係與半導體電荷載子遷移率相關。當該裝置關閉時，期望電流流動極小。此係與電荷載子濃度相關。而且，一般較佳的係，可見光很少或不會影響薄膜電晶體回應。為了使此點真實，半導體帶隙必須

充分大(>3 eV)，使得曝露於可見光不會引起一帶間躍遷。一能夠產生一高遷移率、低載子濃度及高帶隙之材料係 ZnO。而且，為了大量製造於一移動腹板上，非常期望用於該程序之化學既便宜又低毒性，此點可藉由使用 ZnO 及其大多數先驅物來滿足。

自我飽和表面反應使 ALD 對於傳輸非均勻性相對地不敏感，否則可能由於工程容限與流動系統之該等限制或關於表面佈局(即，沈積至三維、高縱橫比結構內)而削弱表面均勻性。作為一一般規則，在一反應程序中的一不均勻化學品通量一般會導致在表面區域之不同部分上的不同完成時間。然而，使用 ALD，允許該等反應之每一者在整個基板表面上完成。因而，完成動力學差異不強加任何損失或均勻性。此係因為先完成反應的區域自我終止反應；其他區域能夠繼續直至全部處理表面經歷預期反應。

一般而言，一 ALD 程序在一單一 ALD 循環中沈積大約 0.1 至 0.2 nm 的一膜(如更早所列出，一個循環具有編號步驟 1 至 4)。必須獲得一有用且經濟上可行的循環時間，以便為許多或大多數半導體應用提供在從大約 3 nm 至 30 nm 之一範圍的一均勻膜厚度，且甚至為其他應用提供更厚的膜。依據產業產量標準，較佳的係在 2 分鐘至 3 分鐘內處理基板，其意味著 ALD 循環時間必須在從大約 0.6 秒至大約 6 秒之一範圍內。

ALD 為提供一受控制位準的高度均勻薄膜沈積呈現相當可觀的前景。然而，儘管其固有技術能力及優點，但仍存

在若干技術障礙。一重要的考量係與所需循環之數目有關。因為其重複反應物與沖洗循環，有效地使用ALD一直要求一種能夠將化學品通量從 ML_x 突然變成 AH_y 以及快速執行沖洗循環的設備。傳統ALD系統係設計以按所需序列來快速循環不同氣態物質至基板上。然而，難以獲得一種用於以所需速度並無某種不必要混合地將所需系列氣態配方引入於一室內的可靠配置。而且，一ALD設備必須能夠為許多循環有效率且可靠地實行此快速序列化以便允許具成本效益地塗布許多基板。

為了努力最小化一ALD反應到達自我終止所需之時間，在任一給定反應溫度下，一方案曾係使用所謂的"脈動"系統來最大化流入ALD反應器內的化學品通量。為了最大化化學品通量至ALD反應器內，較有利的係最低限度地稀釋惰性氣體並在高壓下將該等分子先驅物引入ALD反應器內。然而，該些措施針對獲得較短循環時間與從ALD反應器中快速移除該些分子先驅物之需要而起作用。快速移除進而支配須最小化在ALD反應器內的氣體駐留時間。氣體駐留時間 τ 係與反應器之體積 V 、在ALD反應器內的壓力 P 以及流量 Q 的倒數成比例，即：

$$\tau = VP/Q$$

(3)

在一典型ALD室內，體積(V)與壓力(P)係由該等機械及抽運約束來獨立地支配，從而引起難以精確地控制該駐留時間為較低值。據此，降低ALD反應器內的壓力(P)促進較

低氣體駐留時間並增加從ALD反應器移除(沖洗)化學先驅物之速度。對比之下，最小化ALD反應時間要求透過使用在ALD反應器內的一高壓來最大化化學品先驅物通量至ALD反應器內。此外，氣體駐留時間與化學品使用效率兩者係與該流量成反比。因而，雖然降低流量可增加效率，但其也會增加氣體駐留時間。

一直使用在縮短反應時間，改良化學利用效率之需要與另一方面最小化沖洗氣體駐留及化學品移除時間之需要之間的交換來折衷現有ALD方案。用以克服氣態材料"脈動"施配之固有限制的一方案係連續地提供每一反應物氣體並相繼地移動基板穿過一包含每一氣體之區域。在該些系統中，必須運用某機構來將一特定氣體限制至一空間區域，以便基板可在其移動期間取樣所有氣體，但該等個別相互反應氣體無法混合而引起不合需要的CVD沈積。此類系統可稱為空間限制ALD系統。例如，授予Yudovsky的美國專利第6,821,563號，標題為"用於循環層沈積之氣體分配系統"說明一種處理室，在真空下，其具有用於先驅物與沖洗氣體的單獨氣體埠，使真空幫浦埠在每一氣體埠之間交替。每一氣體埠將其氣體串流垂直向下引向一基板。該等單獨氣體流係藉由壁或隔板來加以分離，在每一氣體串流兩側具有用於抽空氣體的真空幫浦。每一隔板之一下部部分靠近基板延伸，例如距基板表面大約0.5 mm或更大。依此方式，該等隔板之下部部分與基板表面分離一距離，其足以允許該等氣體串流在該等氣體串流與基板表面反應之

後在該等下部部分周圍流向該等真空埠。

提供一旋轉轉盤或其他傳輸裝置用於保持一或多個基板晶圓。使用此配置，將基板在不同氣體串流之下穿梭，藉此實現ALD沈積。在一具體實施例中，基板係在一線性路徑內移動穿過一室，在室內往返傳遞基板若干次。

使用連續氣體流之另一方案係顯示於授予Suntola等人的美國專利第4,413,022號，標題為 "METHOD FOR PERFORMING GROWTH OF COMPOUND THIN FILMS(用於執行化合物薄膜生長之方法)"中。一氣體流陣列具備交替來源氣體開口、載體氣體開口及真空排放開口。再次，基板在該陣列上的往復運動實現ALD沈積，而不需要脈動操作。在圖13及14之具體實施例中，特定言之，在一基板表面與反應性蒸汽之間的循序相互作用係藉由基板在一固定來源開口陣列上的一往復運動來進行。擴散阻障係藉由在排放開口之間具有一載體氣體開口來加以形成。Suntola等人聲明，甚至在大氣壓力下仍可進行使用此一具體實施例之操作，但很少或不提供該程序之細節或範例。

雖然諸如在'563 Yudovsky與'022 Suntola等人專利中所說明之該等者的系統可避免脈動氣體方案所固有的該等困難之一些者，但該些系統具有其他缺點。'563 Yudovsky專利之氣體流施配單元或'022 Suntola等人專利之氣體流陣列均無法用於比大約0.5 mm更緊密地近接基板。'563 Yudovsky與'022 Suntola等人專利中所揭示之氣體流施配設備均不配置用於可與一移動腹板表面一起使用，諸如可

用作用於形成(例如)電子電路、光感測器或顯示器之一撓性基板。'563 Yudovsky專利之氣體流施配單元與'022 Suntola等人專利之氣體流陣列之複雜配置由於每一者提供氣體流與真空兩者，使得該些解決方案難以實施、比例縮放昂貴並將其潛在可用性限制於至一有限尺寸之移動基板上的沈積應用。而且，將會極難以在一陣列內的不同點處維持一均勻真空並在互補壓力下維持同步氣體流與真空，從而折衷提供至基板表面之氣體通量之均勻性。

授予Selitser的美國專利公開案第2005/0084610號揭示一種大氣壓力原子層化學汽相沈積程序。Selitser聲明，藉由將操作壓力改變成大氣壓力獲得異常反應速率增加，其將涉及反應物濃度之數量級增加，結果提高表面反應物速率。Selitser之該等具體實施例涉及用於該程序之每一階段的單獨室，但在2005/0084610中的圖10顯示其中移除室壁的一具體實施例。一系列分離注射器係在一旋轉圓形基板支架軌道周圍間隔。每一注射器併入獨立操作的反應物、沖洗及排放氣體歧管及控制並在每一基板在該程序中在該處下面穿過時用作用於每一基板的一完整單層沈積及反應物沖洗循環。Selitser很少或沒有說明該等氣體注射器或歧管之特定細節，但據聲明，選擇該等注射器之間隔，使得藉由沖洗氣體流與併入每一注射器內的排放歧管來防止來自相鄰注射器之交叉污染。

用於在一ALD處理裝置內空間限制氣體之另一方案係說明於以上所引述之美國專利申請案第11/392,006號中，其

揭示一種橫向流動ALD裝置。在此一裝置中，彼此平行地引導各種氣體並因而藉由限制逆流流動程度來限制任一氣體互混。

用於允許氣體隔離之一有效率方法係以上所引述的美國專利申請案第11/620,738號之浮動頭ALD裝置。在此裝置中，流動中反應性及沖洗氣體之壓力係用作一構件以分離塗布頭與基板。由於可在此一系統中產生相對較大的壓力，故迫使氣體在良好定義的路徑中行進並因而排除非所需的氣體互混。

因為在該ALD沈積程序中的一單一循環僅在原子之一原子層之級數上沈積，一典型薄膜沈積要求許多生長循環。通常一原子層具有在大約1埃(Å)之級數上的一厚度。由於在半導體系統中的許多膜係在1000 Å或更厚之級數上，故此類生長將因此要求在1000或更多ALD循環之級數上。在關於空間相依ALD的以上所引述參考文獻之許多者中，提出使用一相對更小沈積區域來實現大量ALD循環，該相對更小沈積區域在基板上以某種類重複或往復運動來移動。因此，需要一種沈積系統，其可避免一涉及此類往復運動之沈積系統之需要並可允許更簡單且更快的沈積裝備。

【發明內容】

本發明提供一種用於將一薄膜材料沈積於一基板上之程序，其包含將一系列氣體流從一薄膜沈積系統之一施配頭之沈積輸出面同時引向一基板之表面，其中該系列氣體流包含至少一第一反應性氣體材料、一惰性沖洗氣體及一第

二反應性氣態材料。該第一反應性氣態材料能夠與使用該第二反應性氣態材料處理的一基板表面反應。該等氣體流之一或多者提供一壓力，其至少貢獻於該基板之該表面與該施配頭之該面之分離。

本發明之一態樣提供一種用於將一固態材料薄膜循序沈積於一基板上之沈積系統，其包含：

(A)一進入區段；

(B)一塗布區段，其包含：

(i)分別用於複數種氣態材料的複數個來源，其包含分別用於一第一、一第二及一第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三來源；

(ii)一施配頭，其用於施配該複數種氣態材料至一接收薄膜沈積之基板並包含：

(a)複數個入口埠，其包含用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三入口埠；以及

(b)一沈積輸出面，其係與該基板分離一距離且包含用於該第一、該第二及該第三氣態材料之每一者的複數個實質上平行伸長輸出開口，其中該施配頭係設計以從在該沈積輸出面內的該等輸出開口同時施配該第一、該第二及該第三氣態材料；

(C)一退出區段；

(D)移動構件，其用於僅在一單向穿過該塗布區段中移動該基板之構件；以及

(E)維持構件，其用於在薄膜沈積期間在該施配頭之該沈積輸出面與該基板之一表面之間維持一實質上均勻距離的構件，其中在該塗布區段內的該施配頭係設計以提供該等氣態材料之一或多者之流至該基板表面用於薄膜沈積，其還提供分離該施配頭之該沈積輸出面與該基板之該表面之作用力之至少部分，其中視需要地該等進入及/或退出區段每一者包含具有複數個非沈積輸出開口的一非沈積輸出面，該等非沈積輸出開口係設計以在薄膜沈積或另外在該基板穿過該沈積系統期間至少部分地提供非反應性氣體之氣體流至該基板之該表面；

其中該施配系統係設計以僅在一單次單向穿過該塗布區段中移動該基板期間在該基板上提供薄膜沈積。

本發明之另一態樣提供一種用於將一固態材料薄膜沈積於一基板上之程序，其包含：

(A)傳輸一基板至一進入區段內；

(B)將該基板從該進入區段傳輸至一塗布區段；

(C)將該基板傳輸穿過該塗布區段，其包含：

(i)分別用於複數種氣態材料的複數個來源，其包含分別用於一第一、一第二及一第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三來源；

(ii)一施配頭，其用於施配該等氣態材料至一接收薄膜沈積之基板並包含：

(a)複數個入口埠，其包含用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料的至少一第一、一第二及一

第三入口埠；以及

(b)一沈積輸出面，其係與該基板分離一距離並包含用於該第一、該第二及該第三氣態材料之每一者的複數個實質上平行伸長輸出開口，其中該施配頭係設計以從在該沈積輸出面內的該等輸出開口同時施配該第一、該第二及該第三氣態材料，其中在薄膜沈積期間在該施配頭之該沈積輸出面與該基板之一表面之間維持一實質上均勻距離，其中從該施配頭流動至該基板表面用於薄膜沈積的該等氣態材料之一或多者之該等流提供分離該施配頭之該輸出面與該基板之該表面之作用力之至少部分；以及

(D)將該基板從該塗布區段至少部分地傳輸至一退出區段內；

其中至少一薄膜材料之一所需厚度之一完整薄膜係從該進入區段一單次單向穿過該塗布區段至該退出區段中或藉由其中該基板僅從該進入區段一次穿過該塗布區段至該退出區段並僅一次返回穿過該塗布區段至該進入區段的一單次雙向穿過來形成於該基板上。

在一較佳具體實施例中，可連續移動一正經歷薄膜沈積之基板來操作該系統，其中該系統能夠輸送該支撐物或一腹板經過該分配頭，較佳的係在對處於一實質上大氣壓力的周邊環境未密封的一環境內。

本發明之一優點在於，其可提供一種用於原子層沈積於一基板上的緊密設備，其完全適用於若干不同類型的基板

與沈積環境。

本發明之另一優點在於，在較佳具體實施例中，其允許在大氣壓力條件下操作。

本發明之又另一優點在於，其可適應於沈積在一腹板或其他移動基板上，包括沈積於一大面積基板上。

本發明之又另一優點在於，其可在大氣壓力下在較低溫度程序中運用，該程序可在向周邊環境大氣開放的一未密封環境內來實施。本發明之方法允許更早在等式(3)中所示之關係來控制氣體駐留時間 τ ，從而允許減少駐留時間 τ ，系統壓力及體積由一單一變數(氣體流)來加以控制。

結合其中顯示並說明本發明之一解說性具體實施例的該等圖式，在閱讀下列詳細說明之後，習知此項技術者將會清楚本發明之該些及其他目標、特徵及優點。

【實施方式】

本說明書特定關於形成依據本發明之設備之部分或與其更直接協作的元件。應明白未明確顯示或說明的元件可採用為習知此項技術者所熟知的各種形式。

為了下列說明，術語"氣體"或"氣態材料"在一廣泛意義上用以涵蓋一蒸發或氣態元素、化合物或材料之範圍之任一者。本文所使用之其他術語，諸如：反應物、先驅物、真空及惰性氣體，均具有其為習知材料沈積技術者所清楚明白之傳統含義。所提供的該等圖式均未按比例繪製，而意在顯示本發明之一些具體實施例之整體功能與結構配置。

對於許多薄膜應用而言，基板通常視為可能平坦或可能不平坦的一材料薄片。典型基板之範例係玻璃、金屬或塑膠之薄片。或者，該欲塗布基板可能係任意形狀的一剛性物件，只要該沈積頭能夠實現緊密近接該物件之表面即可。此類物件之範例可能係圓柱鼓或球形物件。在一基板不完美平坦之情況下，從該頭至該基板之距離可在沈積區域上適當地平均化。

為了下列說明，重疊具有其傳統含義，其中以此方式將元件放在另一者頂部或上面，使得一元件之部分對齊另一元件之對應部分且其周長一般係一致。

術語"上游"及"下游"具有其與氣體流之方向相關之傳統含義。

本發明之設備提供傳統ALD方案之一明顯背離，運用一種用於施配氣態材料至一基板表面之改良分配裝置，可調適以沈積於一更大且以腹板為主或腹板支撐的基板上並能夠以改良產量速度來獲得一高度均勻薄膜沈積。本發明之設備及方法運用連續(與脈動相反)氣態材料分配。本發明之設備允許在大氣壓力或接近大氣壓力下以及在真空下操作並能夠在一未密封或露天環境內操作。

參考圖1，顯示依據本發明一種用於原子層沈積於一基板20上之施配頭10之一具體實施例之一斷面側視圖。施配頭10具有一氣體入口導管14，其用作用於接受一第一氣態材料的一入口埠；一氣體入口導管16，其用於接受一第二氣態材料的一入口埠；及一氣體入口導管18，其用於接受

一第三氣態材料的一入口埠。該些氣體係經由輸出通道12在一沈積輸出面36處發出，該等輸出通道具有可能包括一擴散器的一結構配置，如隨後所說明。在圖1及隨後圖2至3B內的虛線箭頭係指從施配頭10至基板20的氣體施配。在圖1中，X箭頭還指示用於氣體排放之路徑(在此圖中顯示朝上)與排放通道22，其係與提供一排放埠的一排放導管24連通。為了簡化說明，在圖2至3B中未指示氣體排放。因為該等排放氣體仍可能包含大量未反應先驅物，故允許主要包含一反應性物種的一排放流量與主要包含另一物種的流量混合可能不合需要。如此，應認識到，施配頭10可包含數個獨立排放埠。

在一具體實施例中，氣體入口導管14及16係調適以接受在基板表面上循序反應以實現ALD沈積的第一及第二氣體，而氣體入口導管18接收一沖洗氣體，其相對於該第二及第二氣體為惰性。施配頭10係與基板20間隔一距離D，該基板可提供於一基板支撐物上，如隨後更詳細地說明。往復運動可藉由移動基板20、藉由移動施配頭10或藉由移動基板20與施配頭10兩者來在基板20與施配頭10之間提供。在圖1所示之特定具體實施例中，基板20係以往復方式橫跨沈積輸出面36由一基板支撐物96移動，如箭頭A及圖1中在基板20之左邊及右邊的假想外形所指示。應注意，並不始終要求往復運動用於使用施配頭10的薄膜沈積。還可提供在基板20與施配頭10之間的其他類型相對運動，諸如在一或多個方向上移動基板20或施配頭10，如隨

後更詳細所說明。

圖2之斷面圖顯示在施配頭10之沈積輸出面36之一部分上所發出的氣體流(如更早所述省略排放路徑)。在此特定配置中，每一輸出通道12係與氣體入口導管14、16或18之一者氣態流量連通，如圖1所示。每一輸出通道12一般施配一第一反應物氣態材料O或一第二反應物氣態材料M或一第三惰性氣態材料I。

圖2顯示一相對基本或簡單的氣體配置。構思可在一薄膜單一沈積中在各種埠處循序施配複數個非金屬沈積先驅物(類似於材料O)或複數個含金屬先驅物材料(類似於材料M)。替代性地，一反應物氣體混合物(例如金屬先驅物材料之一混合物或金屬與非金屬先驅物之一混合物)可在製造複雜薄膜材料(例如具有交替金屬層或具有更少數量的摻雜物混合於一金屬氧化物材料內)時在一單一輸出通道處施加。應注意，用於一惰性氣體(又稱為一沖洗氣體)的一中間串流(標注為I)分離其中該等氣體可能彼此反應的任一反應物通道。第一及第二反應物氣態材料O與M彼此反應以實現ALD沈積，但反應物氣態材料O或M均不與惰性氣態材料I反應。圖2及下列中所使用的命名暗示一些典型類型的反應物氣體。例如，第一反應物氣態材料O可能係一氧化氣態材料；第二反應物氣態材料M將會係一含金屬化合物，諸如一含鋅材料。惰性氣態材料I可能係氮、氫、氬或在ALD系統中常用作沖洗氣體的其他氣體。惰性氣態材料I相對於第一或第二反應物氣態材料O及M為惰

性。在第一及第二反應物氣態材料之間的反應將會在一具體實施例中形成用於半導體的一金屬氧化物或其他二元化合物，諸如氧化鋅 ZnO 或 Zns 。在兩個以上的反應物氣態材料之間的反應可能會形成一三元化合物，例如 ZnAlO 。

圖 3A 及 3B 之斷面圖以簡化示意形式顯示當施配反應物氣態材料 O 及 M 時隨著基板 20 沿施配頭 10 之沈積輸出面 36 穿過來執行 ALD 塗布操作。在圖 3A 中，基板 20 之表面先接收從指定作為施配第一反應物氣態材料 O 之輸出通道 12 所連續發出一氧化材料。該基板之表面現包含一部分反應形式的材料 O，其易於與材料 M 反應。接著，隨著基板 20 穿過進入第二反應物氣態材料 M 之金屬化合物之路徑，發生與 M 之反應，從而形成一金屬氧化物或可由兩個反應物氣態材料形成的某種其他薄膜材料。不同於傳統解決方案，圖 3A 及 3B 所示之沈積序列係在用於一給定基板或其指定區域的沈積期間連續而不是脈動。即，隨著基板 20 穿過施配頭 10 之表面或相反地隨著施配頭 10 沿基板 20 之表面穿過而連續發出材料 O 及 M。

如圖 3A 及 3B 所示，惰性氣態材料 I 係在第一及第二反應物氣態材料 O 及 M 之該等流之間提供於交替輸出通道 12 內。應注意，如圖 1 所示，存在排放通道 22，但較佳的係沒有真空通道散佈於該等輸出通道 12 之間。僅需要提供一小量吸引的排放通道 22 來排出發出自施配頭 10 並用於處理之用盡氣體。

用於施配頭 10 之操作的一態樣係關於其針對基板 20 提供

氣體壓力，使得藉由所施加壓力之作用力來至少部分地維持分離距離D。藉由在沈積輸出面36與基板20之表面之間維持某數量的氣體壓力，本發明之設備提供一空氣軸承之至少某部分或更適當而言一氣體流體軸承，用於施配頭10自身或用於基板20。此配置有助於簡化用於施配頭10之傳輸要求，如隨後所說明。重要的係，允許該施配頭接近該基板使得其由氣體壓力來支撐之效應有助於提供該等氣體串流之間的隔離。藉由使該頭在該些串流上浮動，在該等反應性及沖洗流量區域內設立壓力場，其引起從入口引導該等氣體來排放而很少或不與其他氣體串流互混。

在一具體實施例中，由於分離距離D相對較小，甚至一較小距離D變化(例如，甚至100微米)仍將會要求流動速率並因此提供分離距離D之氣體壓力的一明顯變化。例如，在一具體實施例中，加倍分離距離D(涉及小於1 mm的一變化)將會必需將提供分離距離D之氣體之流動速率加兩倍以上，較佳的係四倍以上。作為一一般原理，認為在實務中更有利的係最小化分離距離D並因此以減低流動速率來操作。

針對在一具體實施例中的整體裝配件之一小部分，圖4之分解圖顯示如何可由一組孔徑板來構造施配頭10並顯示僅用於該等氣體之一者之一部分的一範例性氣體流動路徑。用於施配頭10的一連接板100具有一系列輸入埠104用於連接至氣體供應器，該等氣體供應器係施配頭10之上游且在圖4中未顯示。每一輸入埠104係與一引導室102連

通，該引導室引導所接收的氣體往下流至一氣體室板110。氣體室板110具有一供應室112，其係與在一氣體引導板120上的一個別引導通道122氣體流連通。從引導通道122，氣體流前進至在一基底板130上的一特定伸長排放通道134。一氣體擴散器單元140在其沈積輸出面36處提供輸入氣體的擴散及最後施配。一範例性氣體流F1係順著穿過施配頭10之該等組件裝配件之每一者。在本申請案中，圖4所示之x-y-z軸定向也適用於圖5A及7。

如圖4之範例所示，施配頭10之施配裝配件150係形成為一重疊孔徑板配置：連接板100、氣體室板110、氣體引導板120及基底板130。在此"水平"具體實施例中，該些板係實質上平行於沈積輸出面36而佈置。氣體擴散器單元140也可由重疊孔徑板來形成，如隨後所說明。可瞭解到，圖4所示之該等板之任一者自身可由一重疊板堆疊來製成。例如，可能較有利的係由適當耦合在一起的四或五個堆疊孔徑板來形成連接板100。此類型配置可比用於形成引導室102與輸入埠104之加工或模製方法更簡單。

氣體擴散器單元140可用以等化穿過提供該等氣態材料至該基板之輸出通道的流量。共同待審、共同指派的美國專利申請案第11/620,740號，標題為"DELIVERY DEVICE COMPRISING GAS DIFFUSER FOR THIN FILM DEPOSITION(包含薄膜沈積之氣體擴散器之施配裝置)"揭示可視需要地運用的各種擴散器系統，其以引用方式併入本文內。可在該施配頭內替代性地提供用於擴散氣態材料

及/或提供所需背壓的其他構件。或者，該輸出通道可以用不使用一擴散器來提供該等氣態材料，如在授予Suntola等人的美國專利第4,413,022號中，其以引用方式併入本文內。藉由提供未經擴散的流量，可獲得更高產量，可能以更少均質沈積為代價。另一方面，一擴散器系統尤其有利於以上所說明之一浮動頭系統，由於其可在該施配裝置內提供促進該頭之浮動的一背壓。

圖5A至5D顯示該等主要組件之每一者，該等主要組件係在圖4之具體實施例中組合在一起以形成施配頭10。圖5A係連接板100之一透視圖，其顯示多個引導室102。圖5B係氣體室板110之一平面圖。一供應室113係在一具體實施例中用於施配頭10的沖洗或惰性氣體。在一具體實施例中，一供應室115為一先驅物氣體(O)提供混合；一排放室116為此反應性氣體提供一排放路徑。類似地，一供應室112提供其他所需反應性氣體、金屬先驅物氣體(M)；一排放室114為此氣體提供一排放路徑。

圖5C係在此具體實施例中用於施配頭10之氣體引導板120之一平面圖。提供一金屬先驅物材料(M)的多個引導通道122係以一圖案配置用於連接適當的供應室112(此視圖中未顯示)與基底板130。對應排放引導通道123係定位於引導通道122附近。引導通道90提供另一先驅物材料(O)並具有對應排放引導通道91。引導通道92提供沖洗氣體(I)。同樣地，必須強調，圖4及5A至5D顯示一解說性具體實施例；許多其他具體實施例亦可行。

圖 5D 係用於施配頭 10 之基板 130 之一平面圖。基板 130 具有多個伸長發出通道 132，其係與排放通道 134 交錯。

圖 6 係顯示由水平板所形成之基板 130 並顯示輸入埠 104 之一透視圖。圖 6 之透視圖顯示基板 130 之外表面，其係從輸出側檢視並具有伸長發出通道 132 與伸長排放通道 134。參考圖 4，圖 6 之視圖係從面向氣體擴散器單元 140 之側獲取。

圖 7 之分解圖顯示用以形成一可選氣體擴散器單元 140 之一具體實施例之組件的基本配置，如用於圖 4 之具體實施例與隨後所說明之其他具體實施例中。該些包括一噴嘴板 142，其係顯示於圖 8A 之平面圖內。如圖 6、7 及 8A 之視圖所示，噴嘴板 142 安裝於基板 130 上並從伸長發出通道 132 獲得其氣體流。在所示具體實施例中，輸出通路 143 提供所需氣態材料。循序第一排放槽 180 係提供於該排放路徑內，如隨後所說明。

參考圖 8B，與板 142 及 148 (顯示於圖 7 中) 協作來擴散的一氣體擴散器板 146 係安裝於噴嘴板 142 上。在噴嘴板 142、氣體擴散器板 146 及面板 148 上的各種通路之配置係最佳化以為氣體流提供所需數量的擴散並同時有效率地引導排放氣體遠離基板 20 之表面區域。槽 182 提供排放埠。在所示具體實施例中，形成第二擴散器輸出通路 147 與排放槽 182 的氣體供應槽在氣體擴散器板 146 內交替。

如圖 8C 所示，一面板 148 接著面向基板 20。對於此具體

實施例，用於提供氣體的第三擴散器輸出通路149與排放槽184再次交替。

圖8D集中於透過氣體擴散器單元140之氣體施配路徑；圖8E接著以一對應方式顯示氣體排放路徑。參考圖8D，對於一組代表性氣體埠，顯示在一具體實施例中用於為一輸出流量F2徹底擴散反應物氣體之整體配置。來自基底板130(圖4)之氣體係透過在噴嘴板142上的第一輸出通路143來加以提供。該氣體前往下游至在氣體擴散器板146上的一第二擴散器輸出通路147。如圖8D所示，在一具體實施例中在通路143與147之間可能存在一垂直偏移(即，使用圖7所示之水平板配置，垂直係相對於該等水平板之平面而垂直)，從而有助於產生背壓並因此促進一更均勻的流量。該氣體接著更遠地前往下游至面板148上的一第三擴散器輸出通路149。該等不同輸出通路143、147及149可能不僅空間偏移，而且還可能具有不同的幾何形狀來最佳化混合。

在不存在可選擴散器單元的情況下，在該基底板內的該等伸長發出通道132可用作用於施配頭10之該等輸出通道12而不是該等第三擴散器輸出通路149。

圖8E象徵性地追蹤在一類似具體實施例中提供用於排出氣體之排放路徑，其中該下游方向與用於所供應氣體之下游方向相反。一流量F3分別指示透過循序第三、第二及第一排放槽184、182及180之排出氣體之路徑。不同於用於氣體供應之流F2之更迂迴混合路徑，圖8E所示之排出配置

意在從表面快速移動用盡氣體。因而，流量F3相對較直接，將氣體遠離基板表面而排出。

再次參考圖4，可聚集顯示為連接板100、氣體室板110、氣體引導板120及基底板130之組件之組合以提供一施配裝配件150。使用圖4之座標配置與視圖，替代性具體實施例可用於施配裝配件150，包括由垂直而非水平孔徑板所形成者。

參考圖9A，從一仰視圖(即，從氣體發出側檢視)顯示可用於施配裝配件150的一交替配置，其使用相對於沈積輸出面36垂直佈置之重疊孔徑板的一堆疊。為了簡化解釋，在圖9A之"垂直具體實施例"中所示之施配裝配件150之部分具有兩個伸長發出通道152與兩個伸長排放通道154。圖9A至13C之垂直板配置可容易地擴展以提供若干發出及排放通道。使用相對於沈積輸出面36之平面垂直佈置的孔徑板，如在圖9A及9B中，每一伸長發出通道152係藉由具有分隔板所定義之側壁(隨後更詳細地顯示)，一反應物板居於側壁中間來加以形成。孔徑之適當對齊接著提供與氣體材料之供應之流體連通。

圖9B之分解圖顯示用以形成小區段施配裝配件150(顯示於圖9A中)之孔徑板之配置。圖9C係顯示一施配裝配件150之一平面圖，該施配裝配件具有五個伸長通道用於發出氣體並使用堆疊、孔徑板來形成。圖10A至13C接著以平面圖與透視圖兩者顯示各種孔徑板。為了簡化起見，給予每一類型孔徑板字母標記：隔片S、沖洗P、反應物R及排放

E。

在圖9B中從左至右的係分隔板160(S)，也顯示於圖10A及10B中，其在用於將氣體引向基板或從其引開之板之間交替。一沖洗板162(P)係顯示於圖11A及11B中。一排放板164(E)係顯示於圖12A及12B中。一反應物板166(R)係顯示於圖13A及13B中。圖13C顯示藉由水平翻轉圖13A之反應物板166所獲得之一反應物板166'；必要時，此替代性定向還可與排放板164一起使用。在該等孔徑板之每一者內的孔徑168在重疊該等板時對齊，從而形成管道以使氣體能夠穿過施配裝配件150進入伸長發出輸出通道152與排放通道154內，如參考圖1所說明。

參考圖9B，僅顯示一施配裝配件150之一部分。此部分之板結構可使用更早所指派之字母縮寫來加以代表，即：

S-P-S-E-S-R-S-E-(S)

(在此序列中最後分隔板在圖9A或9B中未顯示。)如此序列顯示，分隔板160(S)藉由形成側壁來定義每一通道。將使用完整縮寫序列來代表用於提供兩個反應性氣體以及必要沖洗氣體之一最小施配裝配件150與用於典型ALD沈積之排放通道：

S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S-E2-S-R2-S-E2-S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S-E2-S-R2-S-E2-S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S

其中對於所使用的兩個不同反應物氣體，R1與R2代表採取不同定向的反應物板166，而E1與E2對應代表採取不同定向的排放板164。

在傳統意義上，排放通道154不一定為一真空埠，但可僅提供以在其對應輸出通道12中吸引掉流量，從而促進在該通道內的一均勻流量圖案。一負吸引，剛好略微小於在相鄰伸長發出通道152處氣體壓力之相對者，可有助於促進一有序流量。該負吸引可(例如)使用在0.2與1.0個大氣之間的來源(例如，一真空幫浦)處的吸引壓力來操作，而一典型真空係(例如)低於0.1個大氣。

使用施配頭10所提供之流圖案提供超過個別脈動氣體至一沈積室的傳統方案之若干優點，諸如在先前技術章節中更早所述之該等者。改良該沈積設備之遷移率，且本發明之裝置適合於大量沈積應用，其中基板尺寸超過該沈積頭之大小。還超過更早期方案來改良流量動力學。

用於本發明之流配置允許在施配頭10與基板20之間的一極小距離D，如圖1所示，較佳的係在1 mm以下。可極緊密地定位沈積輸出面36，至該基板表面之大約1密耳(大約0.025 mm)內。該緊密定位係藉由該等反應物氣體流所產生之氣體壓力來加以促進。藉由比較，CVD設備要求明顯更大的分離距離。諸如授予Yudovsky之美國專利第6,821,563號(更早引述)中所說明之循環沈積的更早方案係限於至基板表面的0.5 mm或更大距離，而本發明之具體實施例可在小於0.5 mm(例如小於0.450 mm)下實作。事實上，更靠近該基板表面來定位施配頭10係在本發明中較佳。在一特佳具體實施例中，距該基板之表面的距離D可以係0.20 mm或更小，較佳的係小於100 μm 。

期望在一堆疊板具體實施例中裝配大量板時，施配至該基板之氣體流橫跨施配一氣體流之全部通道(I、M或O通道)係均勻。此可藉由該等孔徑板之適當設計來加以完成，諸如在用於每一板之流圖案之某部分內具有限制，其係精確加工以為每一發出輸出或排放通道提供一可再現壓降。在一具體實施例中，輸出通道12沿該等開口之長度展現實質上等同的壓力，至在不超過大約10%的偏差範圍內。甚至可提供更高的容限，諸如允許不超過大約5%或甚至小至2%的偏差。

儘管使用堆疊孔徑板之方法係構造此發明之物品之一特別有用方式，但存在用於構建可在替代性具體實施例中有用之此類結構之若干其他方法。例如，可藉由直接加工一金屬塊或數個黏著在一起的金屬塊來構造該設備。而且，如習知此項技術者所明白，可運用涉及內部模具特徵之模製技術。該設備還可使用若干立體微影術技術之任一者來加以構造。

由本發明之施配頭10所提供之一優點係關於在其沈積輸出面36與基板20之表面之間維持一適當分離距離D(圖1)。圖14顯示使用發出自施配頭10之氣體流之壓力來維持距離D之一些關鍵考量。

在圖14中，顯示一代表性數目的輸出通道12與排放通道22。從輸出通道12之一或多者所發出之氣體之壓力產生一作用力，如本圖式中向下箭頭所指示。為了使此作用力為施配頭10提供一有用襯墊或"空氣"軸承(氣體流體軸承)效

應，應存在足夠著陸區域，即沿沈積輸出面36之固體表面區域，可使該沈積輸出面緊密接觸基板20。著陸區域之百分比對應於允許在其下累積氣體壓力之沈積輸出表面36之固體區域之相對數量。簡而言之，該著陸區域可計算為沈積輸出面36之總面積減去輸出通道12與排放通道22之總表面面積。此意味著必須儘可能最大化總表面面積(排除輸出通道12(具有一寬度 w_1)或排放通道22(具有一寬度 w_2)之氣體流區域)。在一具體實施例中提供一95%的著陸區域。其他具體實施例可使用更小的著陸區域值，諸如85%或75%。還可調整氣體流動速率以變更該分離或襯墊作用力並因而相應地改變距離D。

應瞭解，提供一氣體流體軸承使得施配頭10在基板20上方實質上維持一距離D處將會較有利。此將允許使用任一適當類型傳輸機構之施配頭10之基本無摩擦運動。可接著引起施配頭10在其在材料沈積期間往返傳遞、掃掠過基板20之表面時在基板20之表面上"盤旋"。

如圖14所示，施配頭10可能過重，使得向下氣體作用力不足以維持所需分離。在此一情況下，可使用輔助升高組件(諸如彈簧170、磁體或其他裝置)來補充升高作用力。在其他情況下，氣體流量可能高得足以引起相反問題，使得施配頭10將被迫與基板20之表面分開過大的一距離，除非施加額外的作用力。在此一情況下，彈簧170可能係一壓縮彈簧，用以提供額外所需作用力來維持距離D(相對於圖14之配置向下)。或者，彈簧170可能係一磁體、彈性彈簧

或補充向下作用力的某其他裝置。在本發明之一些具體實施例中，施配頭10可能係固定的。在施配頭10係固定且允許該基板浮動之實例中，可藉由彈簧172將一額外作用力施加至基板20，如在圖14所示。

或者，施配頭10可相對於基板20以某種其他定向來定位。例如，基板20可由空氣軸承效應、相反重力來加以支撐，使得基板20可在沈積期間沿施配頭10移動。使用空氣軸承效應用於沈積於基板20上，使基板20襯墊於施配頭10上方的一具體實施例係顯示於圖20中。

圖20之替代性具體實施例顯示基板20在施配頭10與一氣體流體軸承98之間在方向K上移動。在此具體實施例中，施配頭10具有一空氣軸承或更適當而言一氣體流體軸承效應並與氣體流體軸承98協作以便在施配頭10之沈積輸出面與基板20之間維持所需距離D。氣體流體軸承98可使用惰性氣體或空氣或某種其他氣態材料之一流量F4來引導壓力。應注意，在本沈積系統中，一基板支撐物或支架可在沈積期間接觸該基板，該基板支撐物可以係用於輸送該基板的一構件，例如一滾筒。因而，熱隔離該處理中基板並非本系統之一要求。

儘管沈積僅在展現一交替反應性氣體序列的該沈積頭之該等區域內發生，但實用考量支配一沈積系統具有相鄰於該沈積頭之區段以提供一上面將一基板載入至或載出塗布區段之區域，以及視需要地提供支撐物用於延伸經過沈積區域的該基板之部分，如圖15之沈積系統60中所指示，其

中基板20之部分係顯示為放大部分21a及21b。為了定義之目的，考量基板行進之方向，進入區段200係在沈積或塗布區段220之前的區段，而退出區段240係在沈積或塗布區段220之後的區段。

由於該沈積頭經由一氣體軸承效應來維持其近接該基板，故較便利的係該等進入及退出區段還使用一類似效應。該些區段可能具有氣體施配槽(或更一般而言埠)之一分配，其極類似於該沈積區段之分配。事實上，在一些情形下該等進入及退出槽可能完全等同於沈積區域內的輸出槽，除了僅使用一單一氣體來供應其外。

進入區段200與退出區段240可使用用於浮動的任一氣體來加以供應，該氣體不會不利地影響該等薄膜之製造及效能。在許多情況下，可能期望使用一惰性氣體作為用於進入區段200與退出區段240之浮動氣體。或者，由於該基板很可能在沈積之前及之後見到空氣，可能有時藉由使用空氣作為用於該些區段之一或兩者之浮動氣體來實現在氣體利用方面的成本節省。

進入區段200與退出區段240可視需要地僅使用一單一氣體供應器而沒有額外氣體處理考量。在一較佳具體實施例中，進入區段200與退出區段240之該等非沈積輸出面具有非沈積輸出開口252供應氣體至該進入或退出區段之非沈積輸出面的一配置與氣體排放埠254從該非沈積輸出面之表面撤回氣體的一配置。使用排放埠254允許更強固地定位該基板以在該基板與該非沈積輸出面之間維持一適當間

隙。

如上所指示，對於進入區段200與退出區段240，該非沈積輸出面可能具有可採取槽形式的輸出開口252與排放埠254，如針對該等沈積或塗布區段所構思。然而，該些開口可能為任一便利形狀，由於與該塗布區段相比，在該些區段內不要求在開口類型間圍阻或分離氣體。另外，其他類型開口之範例將會為方形、五邊形或較佳的係圓形開口。

在非沈積輸出開口252與排放埠254係槽的情況下，較佳的槽配置將會使每一排放埠或通道254在每一側為非沈積輸出開口252所環繞，且同樣地每一非沈積輸出開口252在每一側為排放埠254所環繞。在一較佳具體實施例中，在該等進入及退出區段之最遠末端處的該等開口將會為非沈積輸出開口。在其中非沈積輸出開口252與排放埠254為圓形開口之情況下，該些開口可以提供該等類型開口之一交替的任一方式佈置。一較佳配置將會係在一方形圖案上的孔，其中每一輸出開口252為其與排放埠254之最靠近相鄰者所環繞，且同樣地每一排放埠為非沈積輸出開口252所環繞。

或者，該等進入及退出區段可運用多孔材料來施配氣體至該非沈積輸出面。

該等進入、退出及塗布區段可維持在一指定、預先選擇的溫度或溫度範圍處，視需要地使用不同溫度設定點用於該等區段之每一者。

一基板可重複曝露於來自該塗布頭之交替氣體序列所採取的任一方式將會引起一膜之ALD生長。在先前技術中已構思一往復運動用於此一生長。然而，往復運動涉及用以允許基板載入與基板方向之重複反轉的一複雜機械系統。往復運動的一較不突出但仍較明顯的問題在於，在其生長期間該基板之至少一部分必須在每一行程之間撤出沈積區域，從而引起該等撤出區域曝露於一可能不受控制的環境下。

以上問題的本解決方案涉及設計具有足夠ALD循環之塗布或施配頭，使得一基板僅需進行一單次穿過或最多一單次雙向穿過該塗布區域以便接收用於一特定薄膜之所需數量沈積。可見，在此一組態中，如在一較佳具體實施例中，可完成在基板上任一位置處的整個ALD生長，而不需要引起一基板方向反轉用於沈積目的。

再次參考圖15之具體實施例之沈積系統60，一所需厚度的一完整薄膜層可藉由將該基板載入於進入區段200內，傳輸該基板穿過進入區段200至塗布區段220並穿過其，繼續傳輸該基板進入退出區段240內，在該退出區段可移除具有完整薄膜的基板20來加以形成。此具有額外優點，即在完成所需層厚度之前沒有任何理由從該塗布區域移除該基板。除了避免任何曝露於一未受控制的環境，在一單次穿過中的連續生長將會增加在該基板上的任一給定點上的整體沈積速率。

以上單向運動之另一優點係簡化基板傳輸所要求之機械

系統。基板傳輸可使用引起線性運動的任一種類裝置來實現，諸如一線性馬達驅動線性平台、一旋轉馬達驅動線性平台、一皮帶驅動或如習知此項技術者所習知的任何其他引入線性運動的方法。還可實現用以提供基板移動之非接觸方法。此類方法包括黏滯力，諸如引導氣體串流、磁性及電性作用力。

因為該系統不要求任何基板方向變化，且該氣體軸承效應產生低摩擦，故該基板穿越該沈積區還可藉由至少某程度上向該基板提供一初始速度並接著允許該基板藉由其自己的慣性滑動穿過該沈積區來完成。至該基板的一初始速度可藉由以上所論述之該等運動方法之任一者來加以賦予。

還可能該基板速度由重力效應來賦予。因而，可傾斜該等塗布、進入及退出區段以允許重力饋送來完成該基板之部分或全部運動。而且，該些區段之傾斜程度可能機械可變，使得在一沈積過程期間，一靜止基板可藉由將該塗布區段、進入區段或退出區段從水平傾斜至某位準的傾斜來加速。

儘管為了簡化基板傳輸，一單向單次穿過沈積系統可能係較佳，但對於一更小覆蓋區之一沈積系統而言，一雙向系統可能係較佳。在一雙向系統之情況下，該進入及退出區段長度類似於該單向系統之長度，但相對而言，該塗布區段僅需為該長度的一半。再次參考圖15，在此一具體實施例中，所需厚度的一完整薄膜層將會由將基板20載入至

進入區段200內，傳輸該基板穿過進入區段200至塗布區段220並穿過其，繼續傳輸該基板至退出區段240內，在該退出區段內將會反轉該基板傳輸方向並將會返回傳輸該基板穿過塗布區段220，至進入區段220內，在該進入區段內可移除具有完整薄膜的該基板來加以形成。

本發明之塗布區段220、進入區段200及退出區段240係複雜的機械系統，其具有一較高數目的內部通道與沈積輸出面開口。時常該些系統將由大量接合零件所構造。而且，為了實現一單次穿過沈積，該塗布區段之長度與沈積輸出面之數目可以係相當大。例如，一單一沈積循環可能要求八個伸長槽：沖洗-排放-第一反應性氣體-排放-沖洗-排放-第二反應性氣體-排放。假定一單一沈積循環產生一1 Å的層厚度，則要實現1000 Å的層厚度將會要求1000個的以上循環。若吾人進一步假定該等伸長槽之每一者與其相鄰者分離0.025英吋，則該沈積區之總長度將會為16.7英呎。而且，若該進入區段與退出區段需要在某合理長度下來支撐該基板，則該些區段可在長度上容易地超過5英呎。

建立此一較大沈積區域可能難以藉由建立一單一單石沈積施配頭來實現。該困難由數個因素所引起。首先，此類較長頭將會由數千零件所構成，故一成功構造頭將會要求在沒明顯或不可接受缺陷的情況下裝配此大量零件。而且，安裝並處理一極大施配頭成為一整體沈積系統可能存在明顯問題。最後，若該施配頭在操作中損壞，則替換一

單一較大頭將會極昂貴且耗時。

該單一較大沈積頭之一替代方案係構造獨立模組的頭。一模組可代表一整個區段，諸如該進入、退出或塗布區段。或者，一給定區段可由若干模組來加以構造。圖16顯示涉及模組式組態之一具體實施例之一視圖。在圖16中，進入區段200係由4個模組202a、202b、202c及202d所構成。沈積系統60之塗布區段220係由5個模組222a、222b、222c、222d及222e所構成。該塗布區段之一放大部分顯示兩個模組與一基板部分21c之鄰接，其中相對於該基板該等模組之該等面之放置變動系保持在距離xx之一最大所需變動範圍內以獲得改良結果。該些塗布區段模組可能相同或不同，取決於最後沈積系統60之設計。為了實用目的，複數個塗布區段模組之每一者最低程度包含適當數目的輸出開口與排放埠以完成一單一ALD循環。較佳的係，該等模組將會設計用於一至五十個完整ALD循環。圖16顯示由一單一模組所構成之一退出區段240。習知此項技術者應明白，許多模組組合可用於構造一最後沈積系統，而圖16僅用以解說一解說性具體實施例或可行配置，其當然取決並適應於塗布中的特定基板、特定程序、所涉及之材料及薄膜以及製造中的特定裝置類型。

在一較佳具體實施例中，該沈積系統可包含(例如)在該塗布區段內的八或更多模組，較佳的係10至100個模組。此類模組之每一者包含一施配頭，其在該沈積系統內實質上分離且獨立地構造、裝配並放置。

為了理解模組數目如何可影響構造該塗布區段之良率，考量由8000個板所構成之一塗布區段之範例。假定在裝配中，存在一缺陷率，使得在裝配每200個板中存在一2%的機會在裝配件中具有一缺陷。在作為每一模組200個板來裝配此區段中，將會要求40個工作模組，並因此將需要裝配大約41個模組來產生40個可用模組(大約2%的廢品)。為了嘗試8000個板的一單一構造，一單一構造工作的機率為 $0.98^{40}=44\%$ 。由此，將會要求大約兩個完整塗布區段來產生一單一工作區段(大約50%的廢品)。在本發明之一具體實施例中本模組式態樣可明顯避免或減少該問題。

在一較佳具體實施例中，本發明之該等塗布、進入及退出區段全部使用一氣體軸承效應來操作。如此，在該基板與該沈積頭之間的分離可以極小，有時小至10微米。因此較為重要的係區段之該等沈積輸出面具有無不連續性的表面。在一模組式組態中，使用圖16之塗布區段所解說之一區段之該等模組應必須具有良好對齊的沈積輸出面。圖16之插圖之距離xx需較小以便完成此對齊並具有一極低的位置/高度失配。該距離xx應小於10微米，較佳的係小於5，甚至更佳的係小於2。

存在若干方式來實現該等模組之一適當高度定位。該等模組可個別安裝於一位置調整構件上以及在一給定模組之安裝件上，該位置調整構件可用以調整該沈積輸出面至某所需位置之高度。高度調整構件之範例係旋轉測微計定位器、壓電定位器及此項技術中所習知之其他構件。

時常期望塗布由一單一材料所組成之一薄膜。然而期望其中一包含若干不同材料層之完整膜可能較有用的薄膜。在一模組式塗布區段之情況下可能在該塗布區段內的複數個模組能夠施配該等不同氣體，從而並非所有模組均產生相同的塗層。圖17解說一沈積系統60之一具體實施例，其中該塗布區段之該等模組施配不同的沈積化學。塗布區段220係由九個模組所構成。模組232a係調適以施配化學以形成一第一薄膜材料，模組232b係調適以施配化學以形成一第二薄膜材料，而模組232c係調適以施配化學以形成第三薄膜材料。模組232a、232b及232c係配置使得進入退出區段240內的完整薄膜塗層在整體多個薄膜結構330中分別包含相對於基板部分21d所示的第一薄膜材料332a、第二薄膜材料332b及第三薄膜材料332c之交替薄膜層。該些層之每一者之厚度係由在塗布區段220之對應模組內的ALD循環數目來決定。習知此項技術者應明白，該等第一、第二及第三材料可以係可使用此ALD沈積系統來適當沈積之任一材料，如先前曾說明。圖17不應視為限制性，而是其應用作用於形成一多層薄膜之一可能構造。在圖17中，退出區段240與進入區段200內的模組202a至202d均類似於先前圖式中所解釋的該等者。

為了塗布一平直基板，通常假定該塗布設備之沈積輸出面將也係平直的。然而，使一沈積輸出面具有一定程度的曲率可能較有利。

一表面之曲率可通常由一曲率半徑來加以定義。該曲率

半徑係一圓形之半徑，其中該圓形之一區段匹配該沈積輸出面之曲率。在其中該表面之曲率變動且無法由一單一半徑來說明的情況下，則可使用最大曲率與最小曲率半徑來定義該系統之特徵曲率半徑。

對於特定基板，在基板移動方向上具有該沈積頭之某曲率可能較有用。此可具有有益效應，即允許基板之前緣比基板之剩餘部分具有更低的向下作用力，由於該頭之曲率將會傾向於將基板之前緣拉離該塗布區段沈積輸出面。

對於特定基板，在垂直於基板運動方向上的一方向上具有曲率可能較有用。此程度曲率將會具有起皺之效應，從而將會增加該基板之剛性並執行一更強固的塗布。

在一模組式沈積系統之情況下，該等個別模組之表面可能彎曲或可能不彎曲。圖18顯示一彎曲沈積區域之一範例，其導致在沈積期間模組沿一匹配該基板之所需弧度的弧度來放置並旋轉。圖18中的該等部分對應於圖16中的該等者，除了相對於該等模組所提供之曲率與用於模組250之彎曲支撐物對齊外。

為了在一些程序中沈積一些材料，可能較有利的係加熱該基板。圖19A及19B分別解說輻射及對流熱源作為一沈積系統之一具體實施例之部分。輻射熱源260可由如圖19A中所解說之IR燈265或替代性地此項技術中所習知之任一輻射熱源(諸如石英鹵素燈)所製成。圖19B所解說之對流熱源270可運用一加熱鼓風機。或者，對流熱源270可用以運用一冷鼓風機來冷卻基板。圖19A及19B中的其他部分

對應於圖 16 中的該等者，除了先前剛剛相對於圖 19A 及 19B 所述之該等部分。本發明之設備有利之處在於其在一寬廣溫度範圍內執行沈積於一基板上之能力，在一些具體實施例中包括室溫或接近室溫。本發明之設備可在一真空環境下操作，但特別適合於在大氣壓力下或其附近操作。

在一較佳具體實施例中，可在大氣壓力下或接近其並在一更廣範圍的周邊環境及基板溫度(較佳的係在 300°C 以下的一溫度下)下執行 ALD。較佳的係，需要一相對乾淨的環境來最小化污染之可能性；但在使用本發明之設備之較佳具體實施例時，不會要求完全"無塵室"條件或一惰性氣體填充殼體用於獲得較佳效能。

再次參考圖 15，原子層沈積(ALD)系統 60 可視需要地具有一室或外殼(未顯示)用於提供一相對良好控制且無污染的環境。沈積系統 60 還可包含氣體供應器(未顯示)以透過供應線(未顯示)來提供該等第一、第二及第三氣態材料至塗布區段 220。較佳的係，該些供應線將會具有一快速釋放機構；而且該等排放線較佳的係具有快速釋放機構。為了簡化，在圖 15 中未顯示可選真空蒸汽回收設備及其他支撐組件，但還可使用其。此類蒸汽回收設備將會較佳地用以回收在進入區段 200 與退出區段 240 內所使用的該等氣體。一傳輸子系統(未顯示)可使用運用於本揭示案內的座標軸系統，在 x 方向上提供移動，沿進入區段 200 之非沈積輸出面、塗布區段 220 及退出區段 240 來輸送基板 20，可藉由一控制邏輯處理器(諸如一電腦或專用微處理器裝配

件)，較佳的係一PLC或可程式化邏輯電腦來提供運動控制以及閥與其他支撐組件的整體控制。運用此一電腦之程序控制可在該沈積系統中用以僅在一單次單向穿過該塗布區段中在移動基板期間提供薄膜沈積於基板上。可藉由用於移動該基板穿過該塗布區段之構件來提供單向移動。或者，此類單向移動可藉由一程序控制裝置或方案來至少部分地提供，其中組合每一基板移動穿過該沈積系統來控制在薄膜沈積期間該施配頭之功能或操作。

在可特別有用於腹板製作之另一具體實施例中，一ALD系統可具有多個施配頭或雙重施配頭，於一經受沈積之基板之每一側上佈置一個。可替代性地提供撓性材料的一撓性施配頭。此將提供一沈積設備，其向沈積表面展現至少某種符合性。

在另一具體實施例中，一施配頭之一或多個輸出通道可使用如更早所引述且以引用方式併入本文內的美國申請案序號11/392,006中所揭示之橫向氣體流配置。在此一具體實施例中，支撐在一施配頭與一基板之間分離的氣體壓力可藉由某數目的輸出通道，諸如發出沖洗氣體的該等通道(圖2至3B中標注為I的通道)來加以維持。橫向流量將會接著用於發出反應物氣體的一或多個輸出通道(在圖2至3B中標注為O或M的通道)。

而且，雖然可使用空氣軸承效應來至少部分地分離一施配頭與一基板之表面，但可替代性地使用本發明之設備來將一基板從一施配頭之沈積輸出表面升高或浮起。可替代

性地使用其他類型的基板支架，例如包括一壓板。

【圖式簡單說明】

雖然本說明書使用特別指出並清楚聲明本發明之標的內容的申請專利範圍結束，但咸信結合附圖，根據以上說明已更清楚地明白本發明，其中：

圖1係依據本發明之一種用於原子層沈積之施配頭之一具體實施例之一斷面側視圖；

圖2係一施配頭之一具體實施例之一斷面側視圖，其顯示提供氣態材料至經歷薄膜沈積之一基板的一範例性配置；

圖3A及3B係一施配頭之一具體實施例之斷面側視圖，其示意性顯示伴隨沈積操作；

圖4係在依據一具體實施例之一沈積系統中的一施配頭之一透視分解圖；

圖5A係用於圖4之施配頭之一連接板之一透視圖；

圖5B係用於圖4之施配頭之一氣體室板之一平面圖；

圖5C係用於圖4之施配頭之一氣體引導板之一平面圖；

圖5D係用於圖4之施配頭之一基板之一平面圖；

圖6係顯示在一具體實施例中在一施配頭上之一基板之一透視圖；

圖7係依據一具體實施例之一氣體擴散器單元之一分解圖；

圖8A係圖7之氣體擴散器單元之一噴嘴板之一平面圖；

圖8B係圖7之氣體擴散器單元之一氣體擴散器板之一平

面圖；

圖8C係圖7之氣體擴散器單元之一面板之一平面圖；

圖8D係在圖7之氣體擴散器單元內氣體混合之一透視圖；

圖8E係使用圖7之氣體擴散器單元之氣體通風路徑之一透視圖；

圖9A係在一使用垂直堆疊板之具體實施例中之該施配頭之一部分之一透視圖；

圖9B係圖9A所示之施配頭之該等組件之一分解圖；

圖9C係顯示使用堆疊板所形成之一施配裝配件之一平面圖；

圖10A及10B分別係用於圖9A之垂直板具體實施例內的一分隔板之平面圖及透視圖；

圖11A及11B分別係用於圖9A之垂直板具體實施例內的一沖洗板之平面圖及透視圖；

圖12A及12B分別係用於圖9A之垂直板具體實施例內的一排放板之平面圖及透視圖；

圖13A及13B分別係用於圖9A之垂直板具體實施例內的一反應物板之平面圖及透視圖；

圖13C係採取一替代性定向之一反應物板之一平面圖；

圖14係一施配頭之一側視圖，其顯示相關距離尺寸與作用力方向；

圖15係一沈積系統之一側視圖，其顯示一主塗布區段與進入及退出區段；

圖 16 係顯示包含符合本發明之模組之一沈積系統之一透視圖；

圖 17 係解說使用本沈積系統之一具體實施例來形成薄膜之一透視圖；

圖 18 係使用具有曲率之一沈積輸出面的一施配系統之一具體實施例之一斷面側視圖；

圖 19A 係本發明之一模組式沈積系統之一具體實施例之一斷面側視圖；

圖 19B 係本發明之一模組式沈積系統之另一具體實施例之一斷面側視圖；以及

圖 20 解說用於包含一後側氣體流體軸承之一沈積系統之一具體實施例。

【主要元件符號說明】

10	施配頭
12	輸出通道
14、16、18	氣體入口導管
20	基板
21a、21b、21c、21d	基板之部分
22	排放通道
24	排放導管
36	沈積輸出面
60	原子層沈積(ALD)系統
90	用於先驅物材料之 引導通道

91	排放引導通道
92	用於沖洗氣體之引導通道
96	基板支撐物
98	氣體流體軸承
100	連接板
102	引導室
104	輸入埠
110	氣體室板
112、113、115	供應室
114、116	排放室
120	氣體引導板
122	用於先驅物材料之引導通道
123	排放引導通道
130	基底板
132	伸長發出通道
134	伸長排放通道
140	氣體擴散器單元
142	噴嘴板
143、147、149	第一、第二、第三擴散器輸出通路
146	氣體擴散器板
148	面板

150	施配裝配件
152	伸長發出通道
154	伸長排放通道
160	分隔板
162	沖洗板
164	排放板
166、166'	反應物板
168	孔徑
170、172	彈簧
180	循序第一排放槽
182	循序第二排放槽
184	循序第三排放槽
200	進入區段
202a、202b、202c、202d	進入區段模組
220	塗布區段
222a、222b、222c、222d、222e	塗布區段模組
232a	調適用於第一薄膜 材料之模組
232b	調適用於第二薄膜 材料之模組
232c	調適用於第三薄膜 材料之模組
240	退出區段
250	用於模組之彎曲支

252	撐物
254	輸出開口
260	排放埠
265	輻射熱源
270	IR燈
330	對流熱源
332a	完整薄膜
332b	第一薄膜材料之薄膜
332c	第二薄膜材料之薄膜
A	第三薄膜材料之薄膜
D	箭頭
E	距離
F1、F2、F3、F4	排放板
H	氣體流
I	高度
K	第三惰性氣態材料
M	方向
O	第二反應物氣態材料
P	第一反應物氣態材料
R	沖洗板
S	反應物板
X	分隔板
	箭頭

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於將一薄膜材料沈積於一基板上之程序，其包含將一系列氣體流從一薄膜沈積系統之一施配頭之輸出面同時引向一基板之表面，且其中該系列氣體流包含至少一第一反應性氣體材料、一惰性沖洗氣體及一第二反應性氣體材料，其中該第一反應性氣體材料能夠與使用該第二反應性氣體材料處理的一基板表面反應，其中該等氣體流之一或多者提供一壓力，其至少貢獻於該基板之該表面與該施配頭之該面之分離。本發明亦揭示一種能夠實施此一程序之系統。

六、英文發明摘要：

A process for depositing a thin film material on a substrate is disclosed, comprising simultaneously directing a series of gas flows from the output face of a delivery head of a thin film deposition system toward the surface of a substrate, and wherein the series of gas flows comprises at least a first reactive gaseous material, an inert purge gas, and a second reactive gaseous material, wherein the first reactive gaseous material is capable of reacting with a substrate surface treated with the second reactive gaseous material, wherein one or more of the gas flows provides a pressure that at least contributes to the separation of the surface of the substrate from the face of the delivery head. A system capable of carrying out such a process is also disclosed.

十、申請專利範圍：

1. 一種用於將一固態材料循序薄膜沈積於一基板上的沈積系統，其包含：

(A)一進入區段；

(B)一塗布區段，其包含：

(i)分別用於複數種氣態材料的複數個來源，其包含分別用於一第一、一第二及一第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三來源；

(ii)一施配頭，其用於將該複數種氣態材料施配至一接收薄膜沈積之基板，該施配頭包含：

(a)複數個入口埠，其包含用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三入口埠；以及

(b)一沈積輸出面，其係與該基板分離一距離且包含用於該第一、該第二及該第三氣態材料之每一者的複數個實質上平行伸長輸出開口，其中該施配頭係設計以從在沈積輸出面內的該等輸出開口同時施配該第一、該第二及該第三氣態材料；

(C)一退出區段；

(D)移動構件，其用於以一單向移動該基板穿過該塗布區段；以及

(E)維持構件，其用於在薄膜沈積期間在該施配頭之該沈積輸出面與該基板之一表面之間維持一實質上均勻距離，其中在該塗布區段內的該施配頭係設計以提供該等

氣態材料之一或多者之流至該基板表面用於薄膜沈積，其還提供分離該施配頭之該沈積輸出面與該基板之該表面之作用力之至少部分，其中視需要地該進入區段及/或該退出區段每一者包含具有複數個非沈積輸出開口的一非沈積輸出面，該等非沈積輸出開口係設計以在至少部分穿過該沈積系統期間提供非反應性氣體之氣體流至該基板之該表面；

其中該沈積頭係設計以僅在一單次單向移動該基板穿過該塗布區段中期間在該基板上提供薄膜沈積。

2. 如請求項1之沈積系統，其中在該塗布區段內的該施配頭進一步包含在該施配頭之該沈積輸出面內的複數個排放開口且其中視需要地在該進入區段及/或該退出區段內的該等非沈積輸出面亦包含複數個排放埠。
3. 如請求項1之沈積系統，其中該進入區段或該退出區段每一者分別包含一非沈積輸出面，其具有複數個非沈積輸出開口用於從該非沈積輸出面輸出非反應性氣體；及複數個排放埠，其用於從該非沈積輸出面排放該非反應性氣體，其中該等非沈積輸出開口係配置使得每一開口係藉由至少一排放埠與至少一其他非沈積輸出開口分離。
4. 如請求項3之沈積系統，其中在該進入區段或該退出區段之該非沈積輸出面內的該等非沈積輸出開口及/或排放埠係槽、圓孔或方孔。
5. 如請求項1之沈積系統，其中該進入區段、該塗布區段

或該退出區段之至少一者之該沈積或非沈積輸出面根據情況在至少一方向上具有一彎曲斷面。

6. 如請求項2之沈積系統，其中在該塗布區段內的該複數個排放開口允許再循環該複數種氣態材料用於再使用且視需要地在該進入區段及/或退出區段內的該複數個排放埠允許再循環該非反應性氣體用於再使用。
7. 如請求項1之沈積系統，其中用於移動該基板之該構件至少部分為重力。
8. 如請求項1之沈積系統，其中該基板之該表面係維持在該施配頭之該沈積輸出面之在0.4 mm內的一分離距離處。
9. 如請求項1之沈積系統，其進一步包含在薄膜沈積期間用於該施配頭與該基板的一室外殼。
10. 如請求項1之沈積系統，其中該沈積系統係設計使得其不阻礙該基板與該施配頭在薄膜沈積期間向大氣開放。
11. 如請求項2之沈積系統，其中該施配頭係設計以提供藉由至少惰性沖洗氣體流與該等排放開口而實質上空間分離的該第一及該第二氣態材料之該等流，其中該第一及該第二氣態材料係反應性而該第三氣態材料係一惰性沖洗氣體。
12. 如請求項1之沈積系統，其中視需要地使用惰性氣體，一氣體流體軸承係面向該基板之一第二表面而佈置，該第二表面處於與面向該施配頭的該基板之一第一表面相對。

13. 如請求項1之沈積系統，其中在該塗布區段內，在與一第一施配頭相對的該基板之側上提供一額外第二施配頭，使得該基板之兩側可在該基板穿過該塗布區段期間同時或循序經受薄膜沈積。
14. 如請求項1之沈積系統，其進一步包含一升高或壓縮組件用於提供一作用力，其輔助在薄膜沈積期間維持在該沈積輸出面與該基板之間的該分離距離。
15. 如請求項1之沈積系統，其中該塗布區段係由複數個沈積模組所構成，其中在該複數個模組內的每一沈積模組至少部分地貢獻於該塗布區段之一沈積功能，且其中視需要地該進入區段及/或該退出區段係由複數個非沈積模組所構成，其中在該複數個非沈積模組內的每一非沈積模組分別至少部分地貢獻於該進入或退出區段之一輸送及/或可選物理處理功能。
16. 如請求項15之沈積系統，其中在該塗布區段內的該複數個沈積模組之每一者係設計以根據薄膜沈積期間使用該沈積系統所要求可與其他者分離，可與一替代性沈積模組互換，可移除或在數目上添加。
17. 如請求項15之沈積系統，其中該塗布區段包含複數個沈積模組，其中每一沈積模組包含若干輸出開口用於實質上完成至少一循環的原子層沈積。
18. 如請求項15之沈積系統，其中該塗布區段係由至少一第一及一第二沈積模組所構成且其中該第一沈積模組形成一組成物之一薄膜，其不同於該第二沈積模組所形成

者。

19. 如請求項15之沈積系統，其中該沈積及/或該等非沈積模組之表面在至少一方向上具有一彎曲斷面。
20. 如請求項15之沈積系統，其中該等沈積模組及/或該等非沈積模組係安裝使得其沈積輸出面及/或非沈積輸出面之一合成分別形成一彎曲表面。
21. 如請求項15之沈積系統，其中相對於該塗布區段，每一沈積模組包含10至200個伸長輸出開口，且其中模組總數至少為三個。
22. 如請求項1之沈積系統，其中該進入區段、該塗布區段及/或該退出區段能夠在該基板穿過該沈積系統期間被加熱或向該基板提供熱處理。
23. 如請求項1之沈積系統，其進一步包含位於與該沈積頭相對的該基板之側上的一熱源，且其中該熱源能夠提供輻射或對流熱。
24. 一種用於將一固態材料薄膜沈積於一基板上的程序，其包含：
 - (A)傳輸一基板至一進入區段內；
 - (B)將該基板從該進入區段傳輸至一塗布區段；
 - (C)將該基板傳輸穿過該塗布區段，其包含：
 - (i)分別用於複數種氣態材料的複數個來源，其包含分別用於一第一、一第二及一第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三來源；
 - (ii)一施配頭，其用於施配該等氣態材料至一接收薄

膜沈積之基板並包含：

(a)複數個入口埠，其包含用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料的至少一第一、一第二及一第三入口埠；以及

(b)一沈積輸出面，其係與該基板分離一距離並包含用於該第一、該第二及該第三氣態材料之每一者的複數個實質上平行伸長輸出開口，其中該施配頭係設計以從在該沈積輸出面內的該等輸出開口同時施配該第一、該第二及該第三氣態材料，其中在薄膜沈積期間在該施配頭之該沈積輸出面與該基板之一表面之間維持一實質上均勻距離，其中從該施配頭流動至該基板表面用於薄膜沈積的該等氣態材料之一或多者之該等流提供分離該施配頭之該輸出面與該基板之該表面之該作用力之至少部分；以及

(D)將該基板從該塗布區段至少部分地傳輸至一退出區段內；

其中至少一薄膜材料之一所需厚度之一完整薄膜係從該進入區段一單次單向穿過該塗布區段至該退出區段中或藉由其中該基板從該進入區段僅一次穿過該塗布區段至該退出區段並僅一次返回穿過該塗布區段至該進入區段的一單次雙向穿過來形成於該基板上。

25. 如請求項24之程序，其包含進一步步驟(E)，其將具有一完整薄膜之該基板從該退出區段或該進入區段載出。

-

含一以金屬氧化物為主的材料，該程序包含在一 -300°C 或更低溫度下在一基板上形成一以金屬氧化物為主材料之至少一層，其中該以金屬氧化物為主的材料係至少兩種反應性氣體之一反應產物，一第一反應性氣體包含一有機金屬先驅物化合物而一第二反應性氣體包含一反應性含氧氣態材料。

32. 如請求項24之程序，其中該基板之一表面係相對於面向該基板的該施配頭之該等出口開口與該施配頭之該沈積輸出面維持在小於0.5 mm的一距離處。
33. 如請求項24之程序，其中該基板與該施配頭係向大氣開放。
34. 如請求項24之程序，其中該塗布區段實質上提供一空氣軸承以支撐該基板。
35. 如請求項24之用於薄膜沈積於一基板上之程序，其進一步包含一輸送器，用於移動一腹板經過該施配頭之該沈積輸出面以在該基板之一區域上實現薄膜沈積，其中該腹板支撐一額外基板或係用於該薄膜沈積的該基板，其中該基板係緊密近接該施配頭之該沈積輸出面。

十一、圖式：

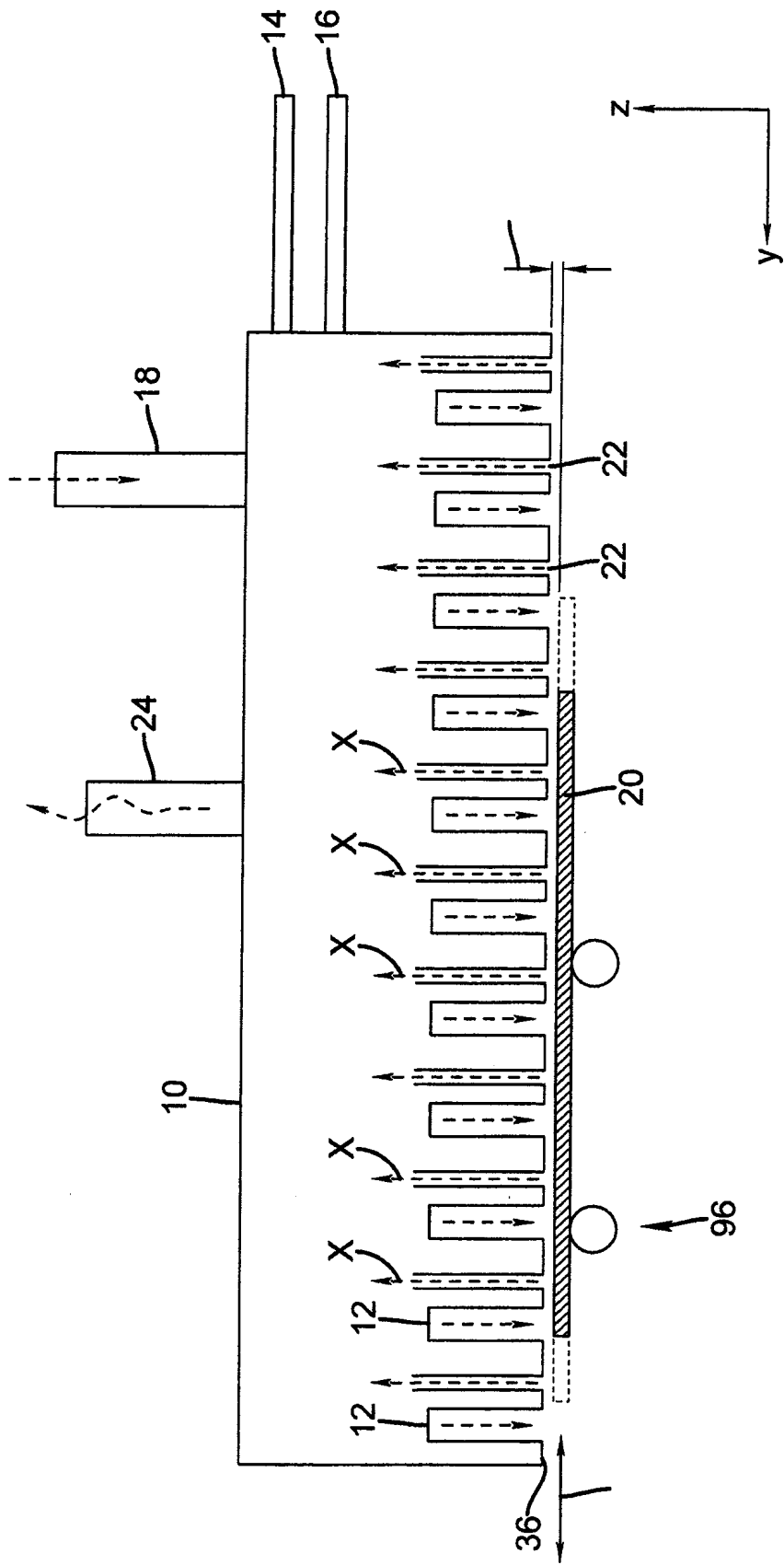


圖 1

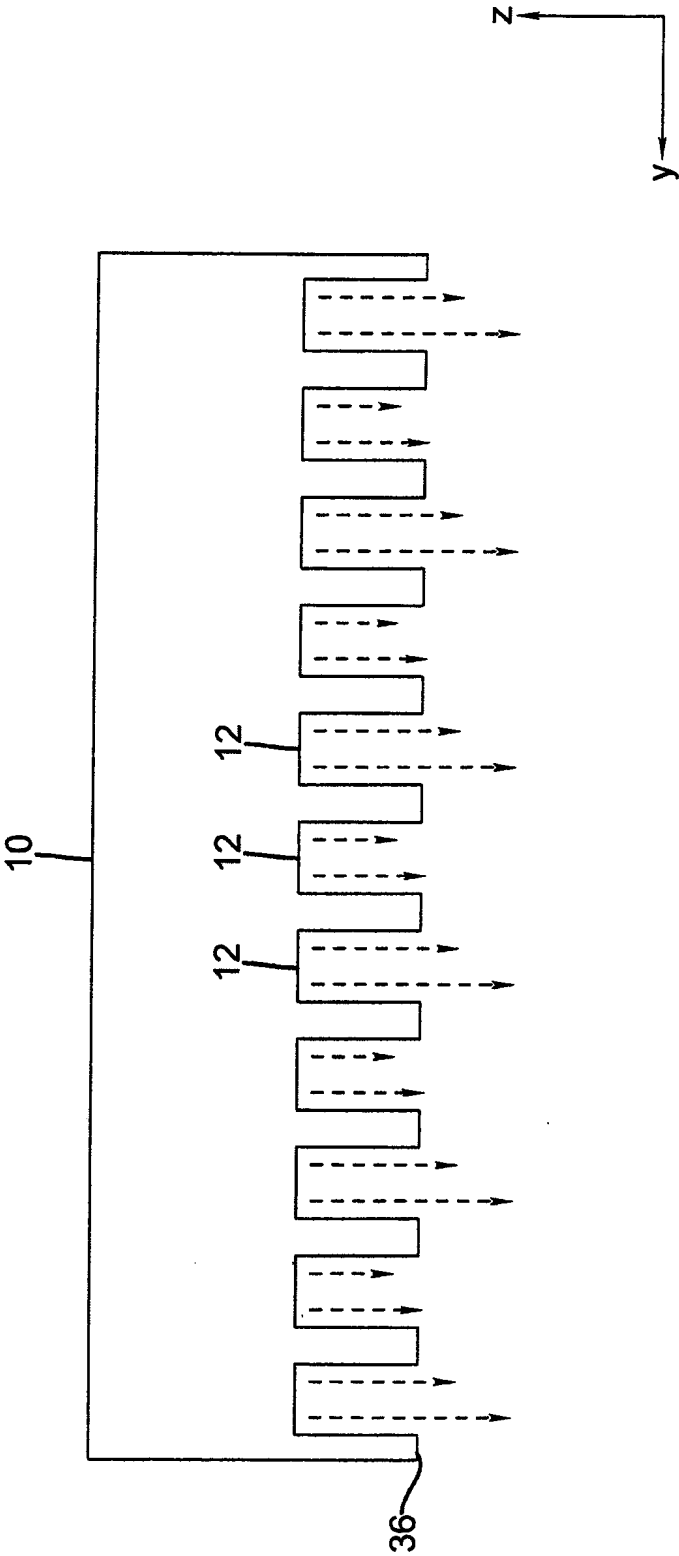


圖 2

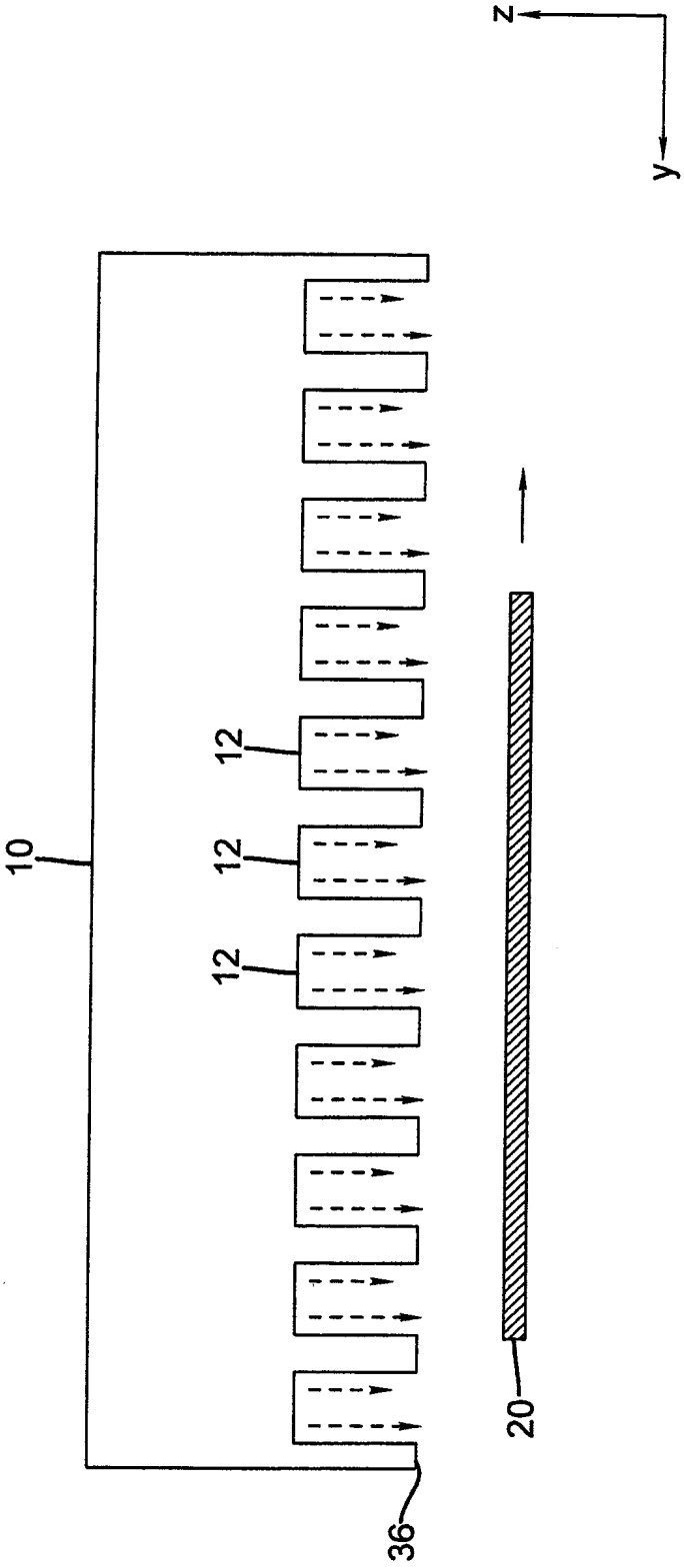


圖 3A

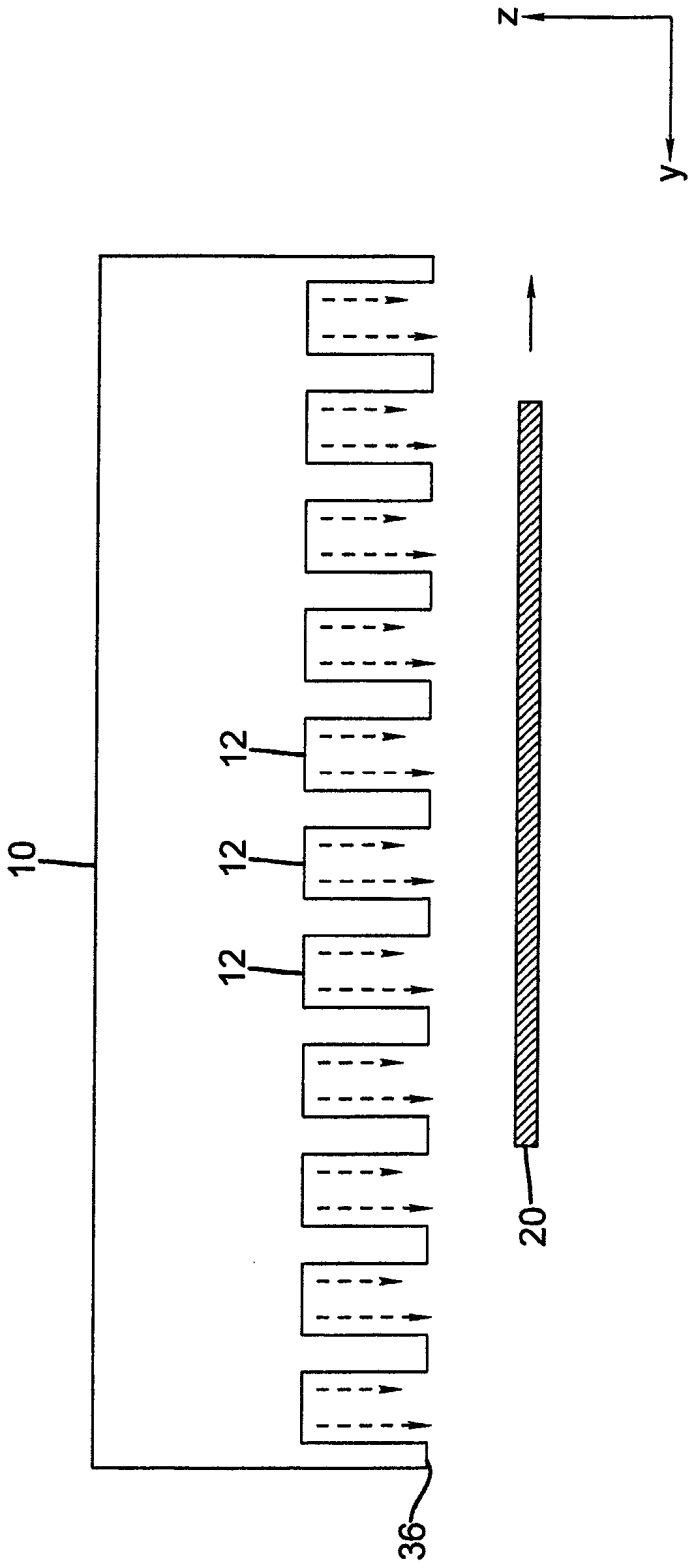


圖 3B

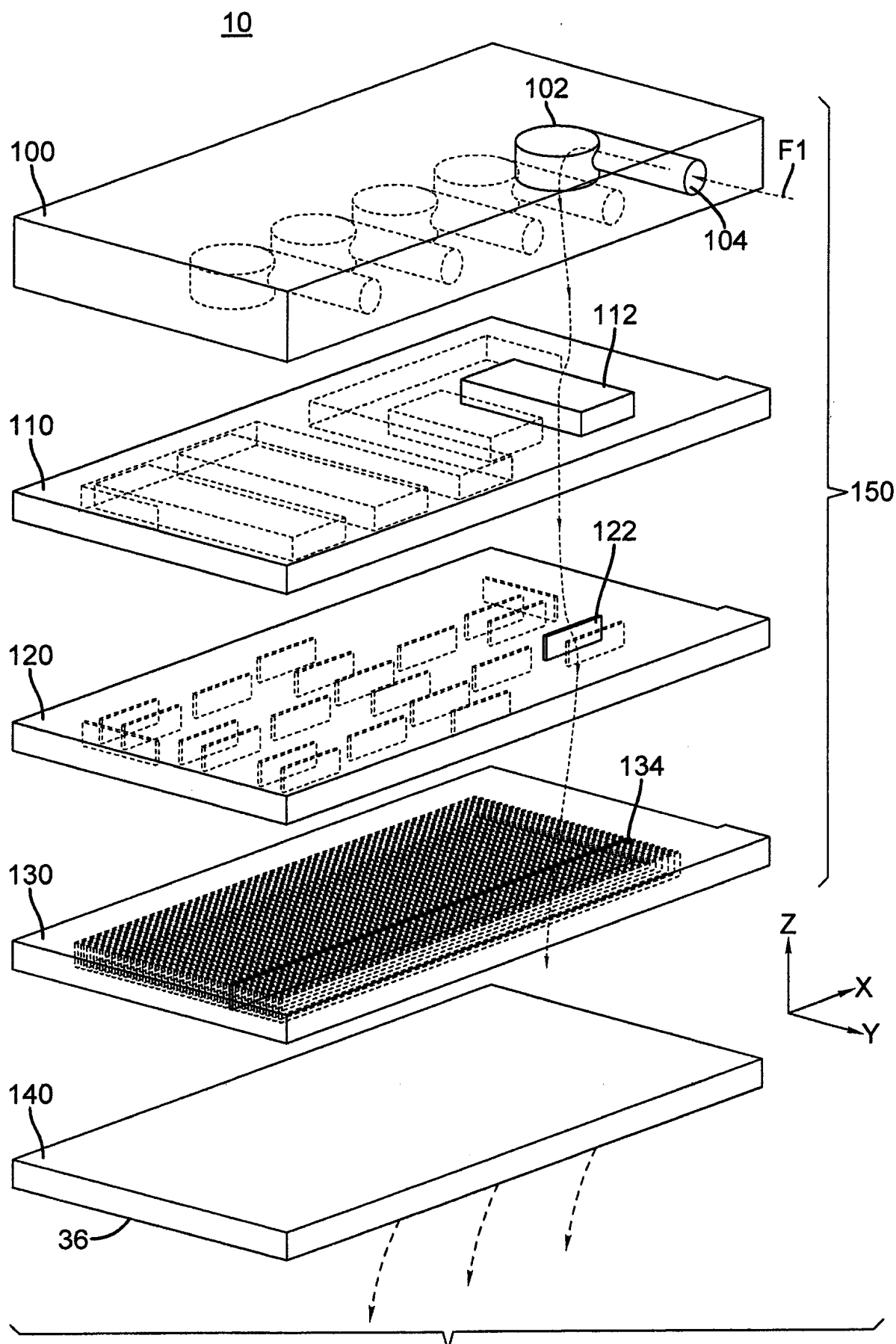


圖 4

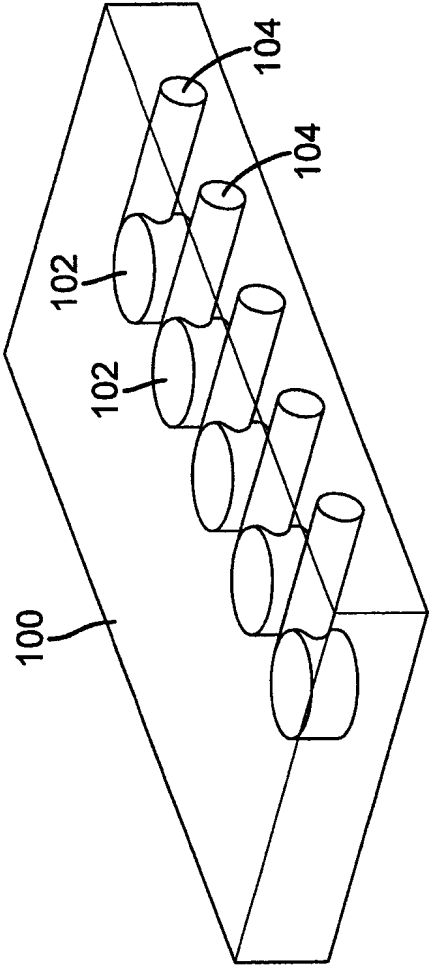


圖 5A

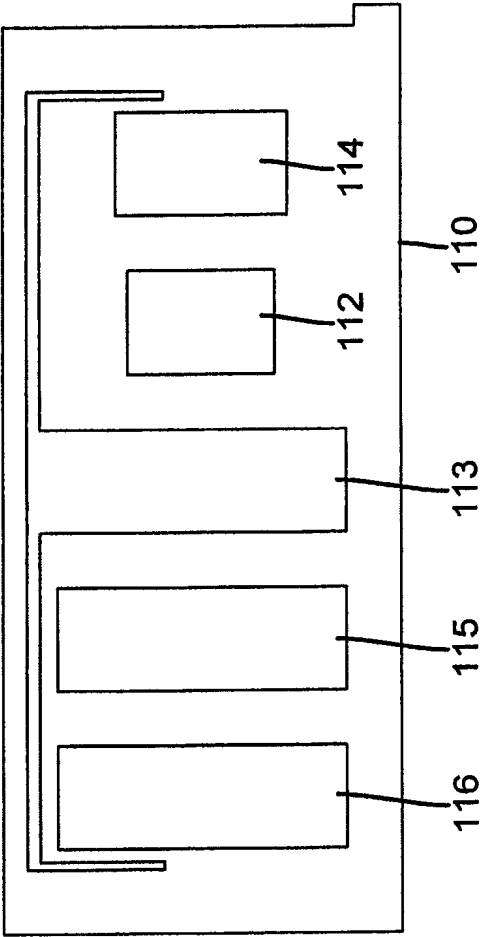


圖 5B

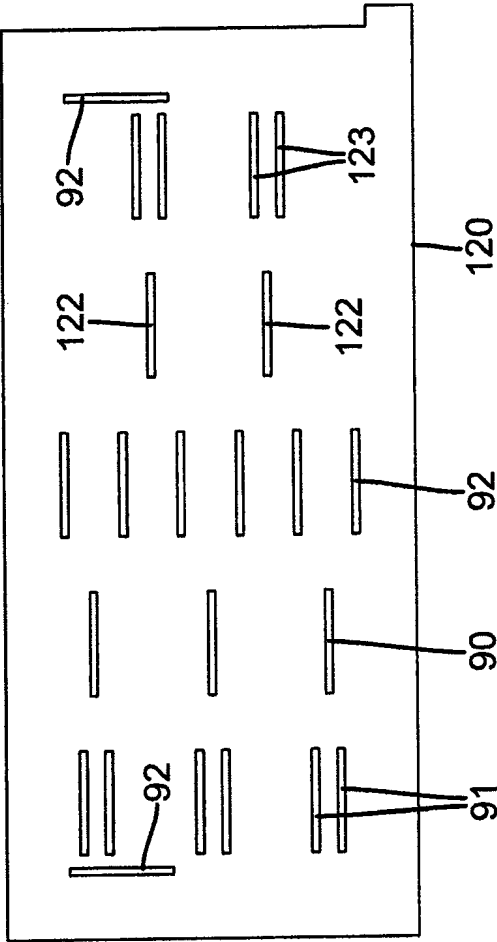


圖 5C

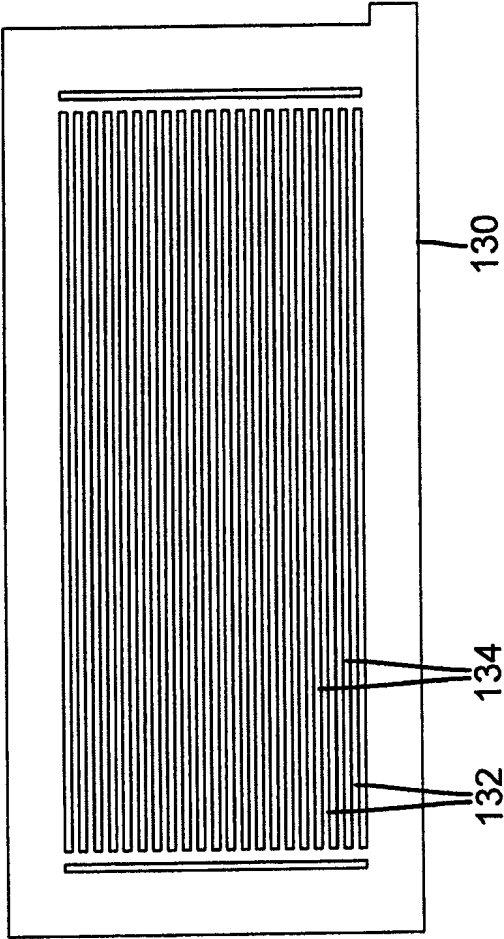


圖 5D

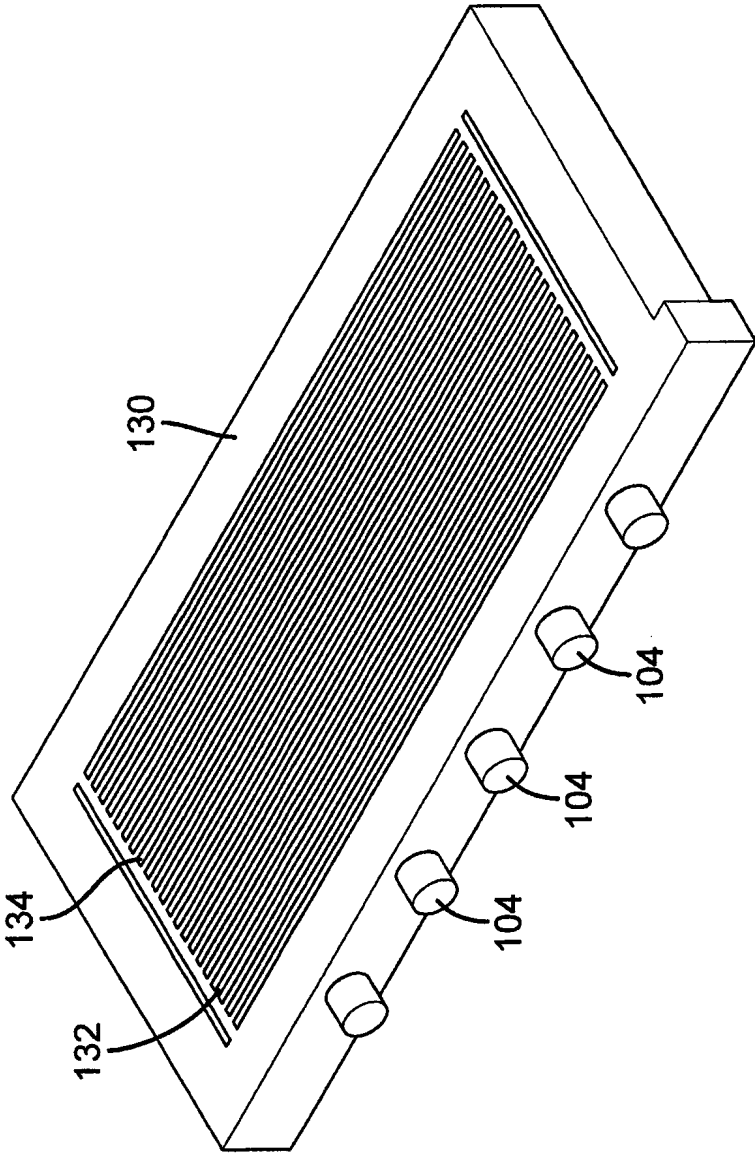


圖 6

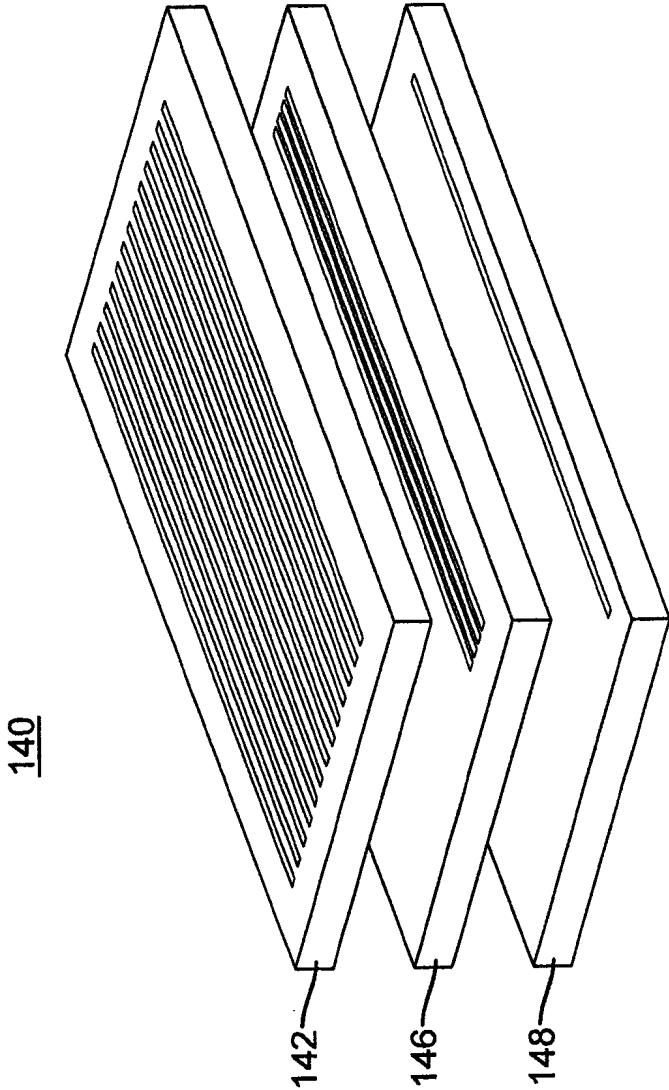


圖 7

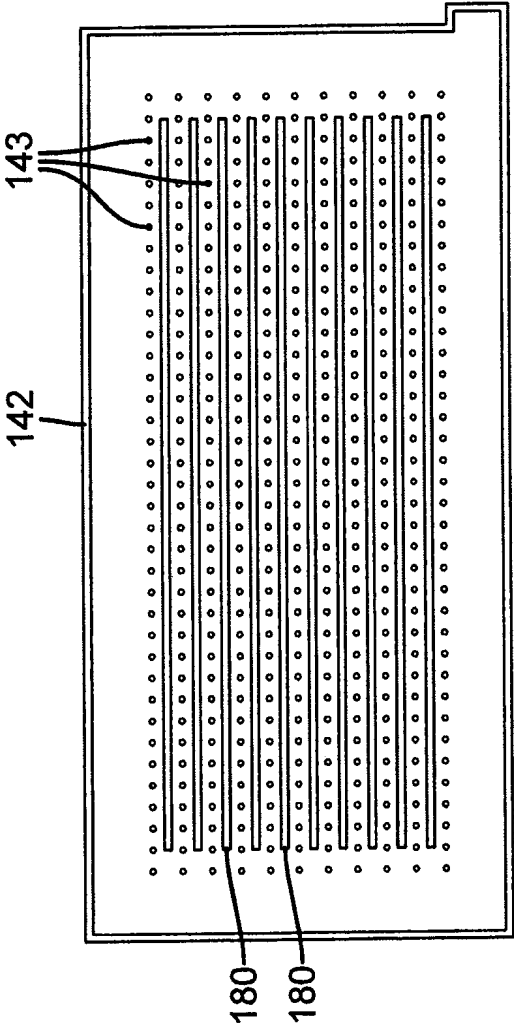


圖 8A

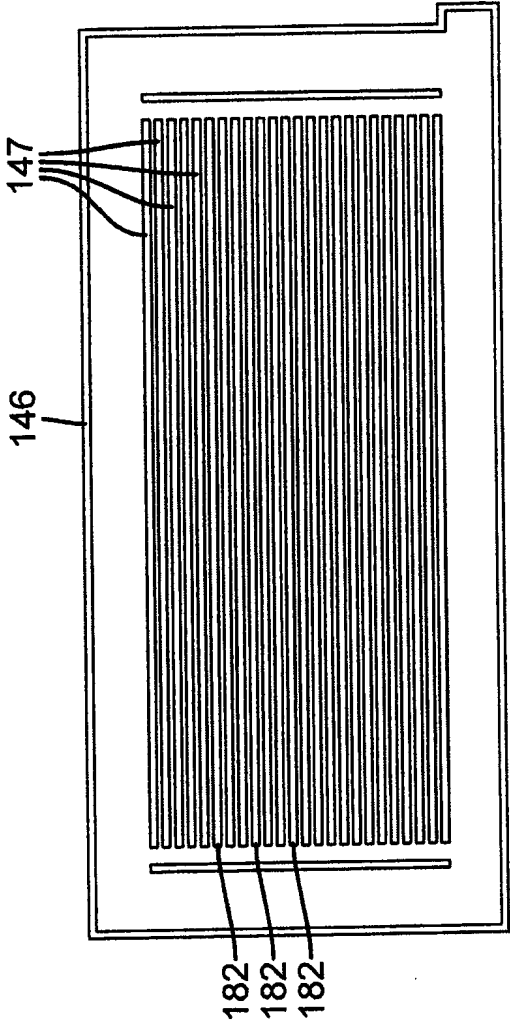


圖 8B

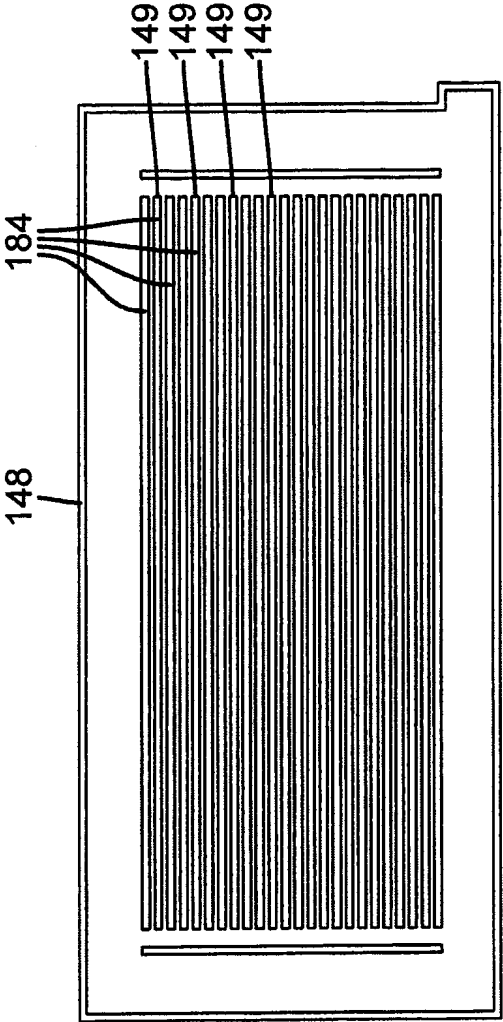
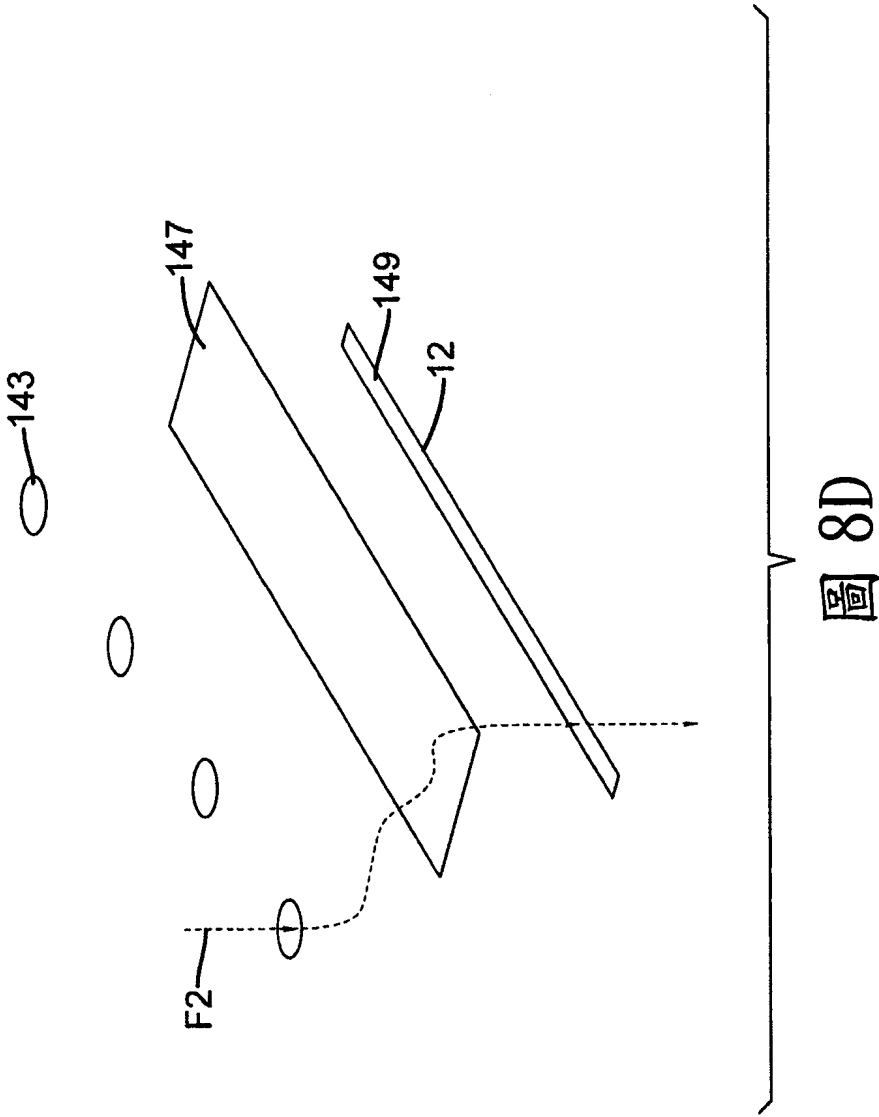
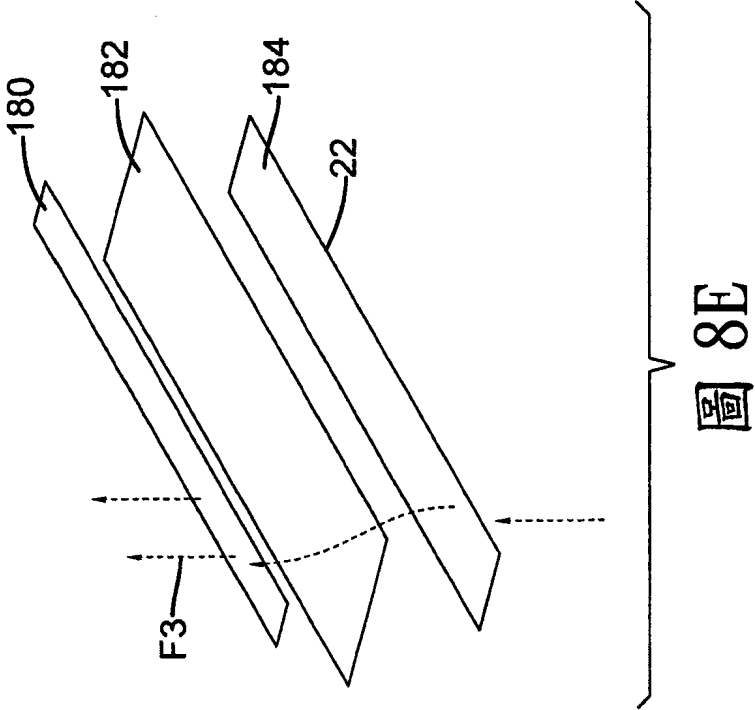


圖 8C





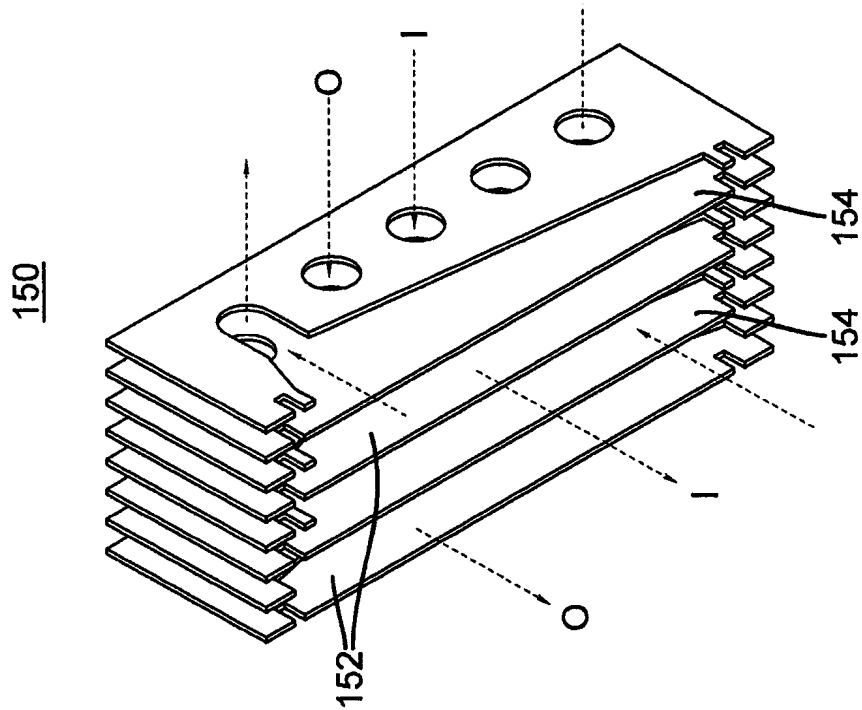


圖 9A

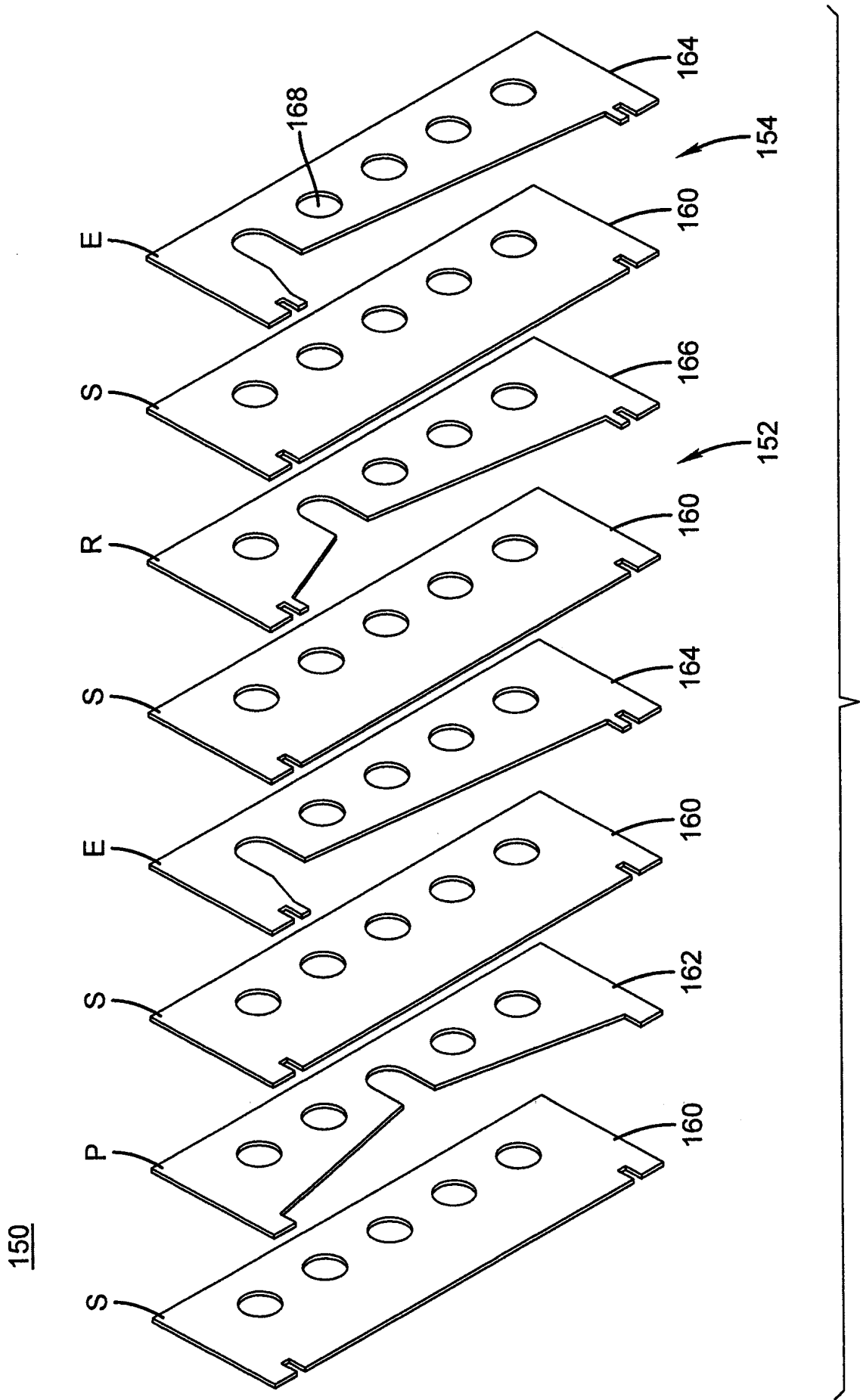


圖 9B

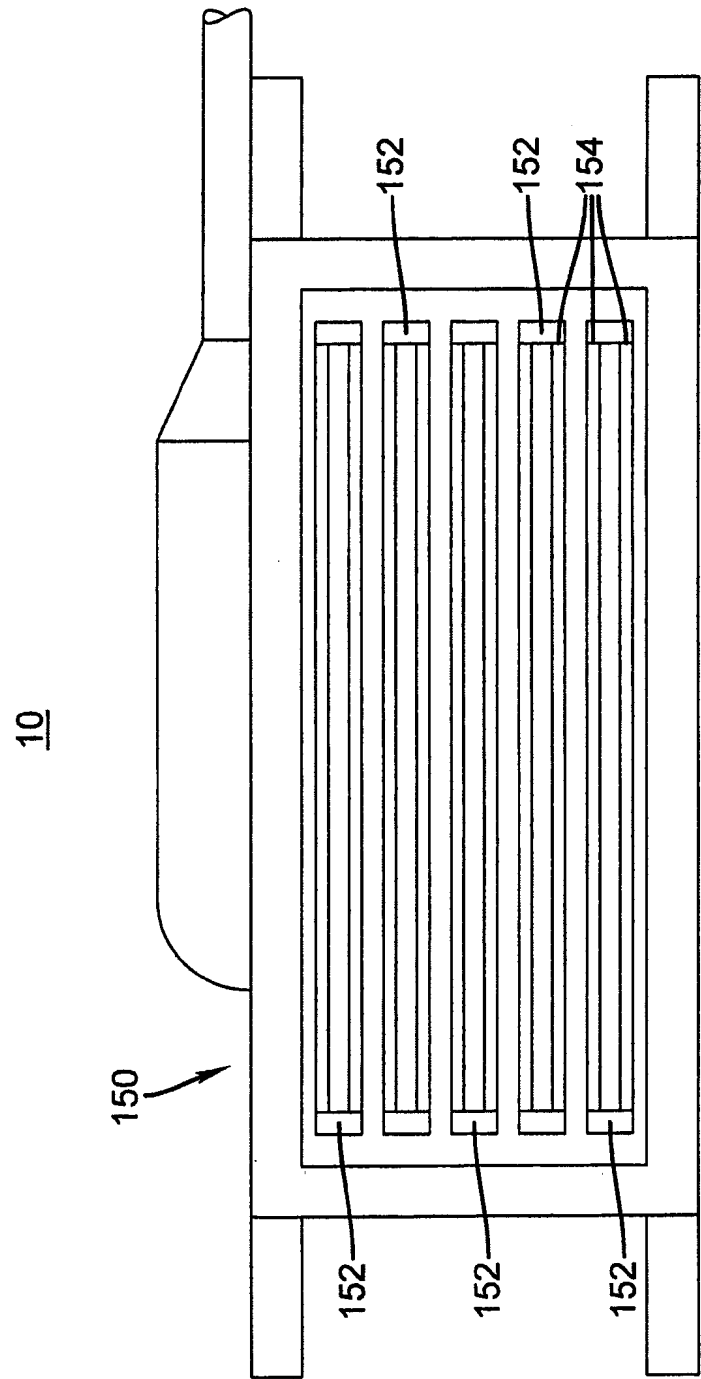


圖 9C

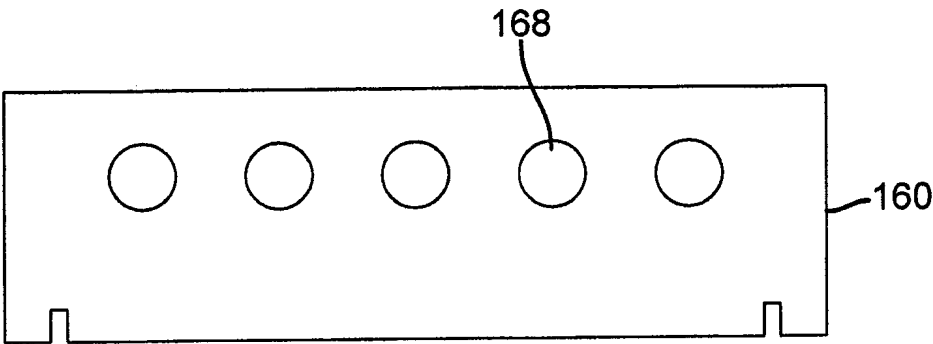


圖 10A

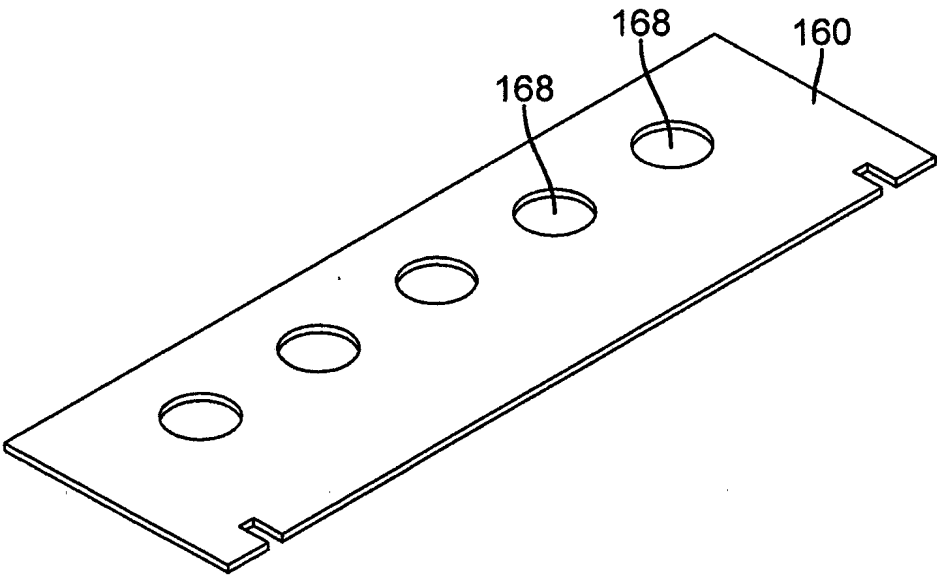


圖 10B

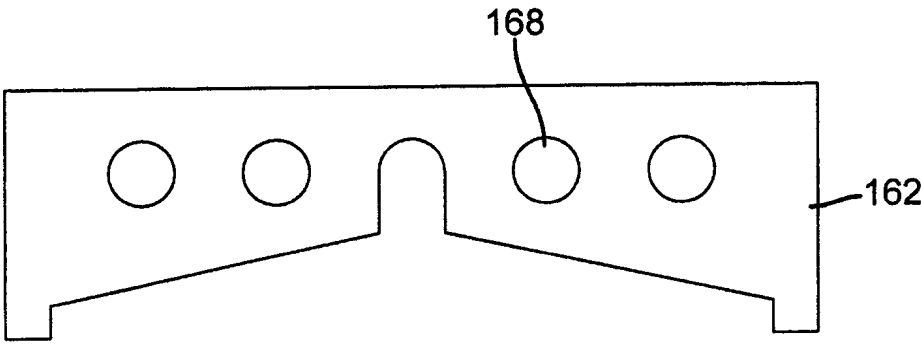


圖 11A

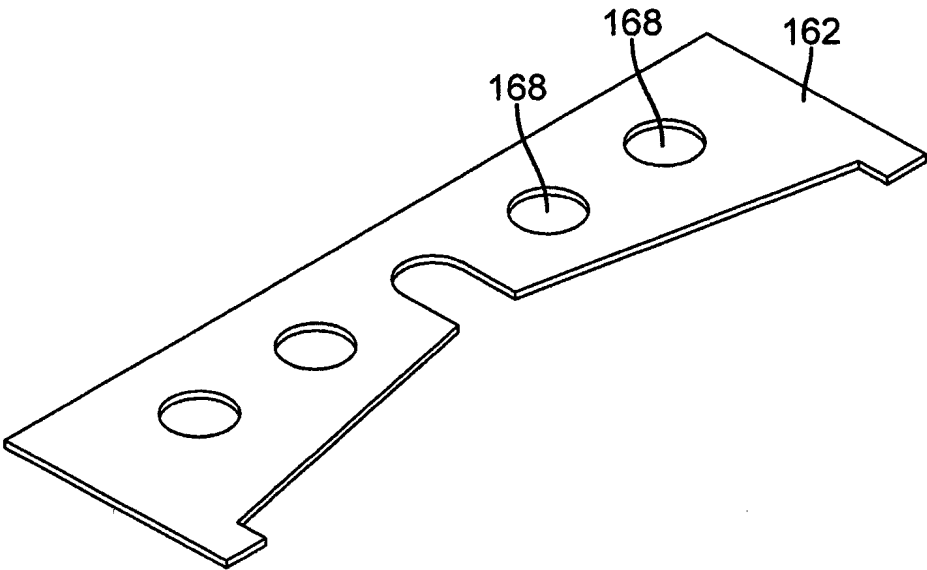


圖 11B

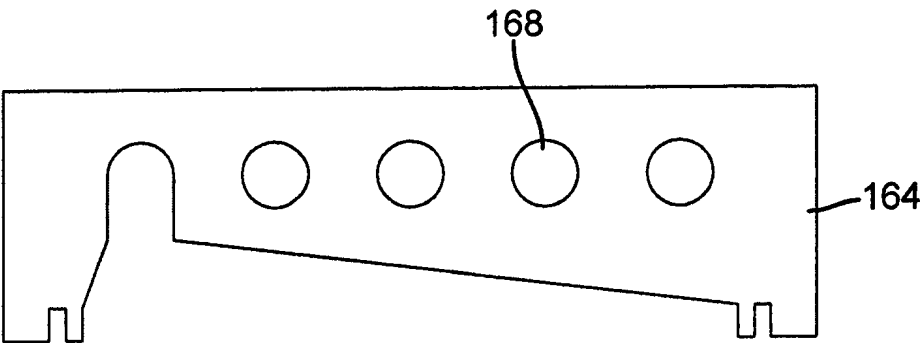


圖 12A

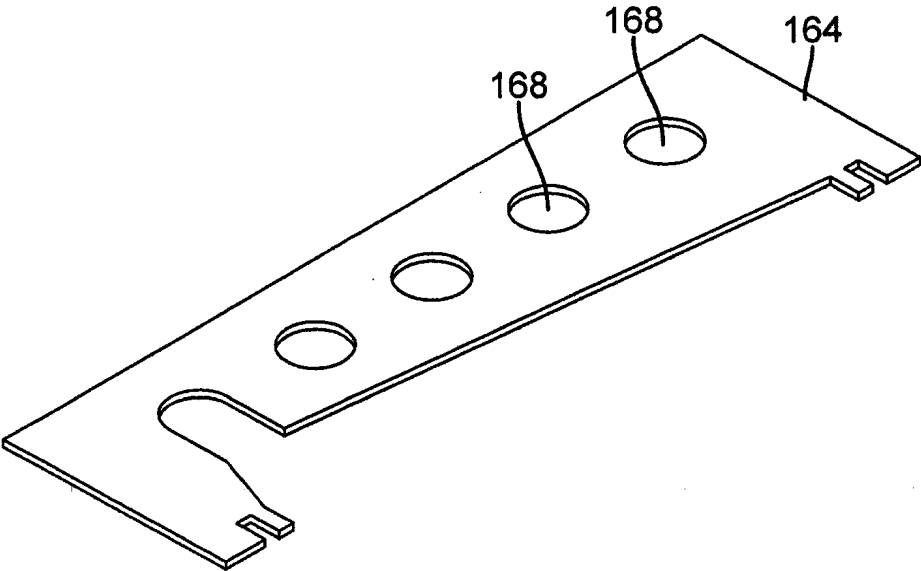


圖 12B

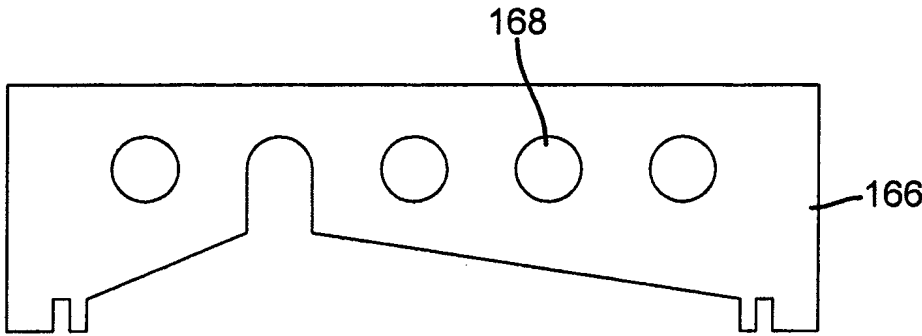


圖 13A

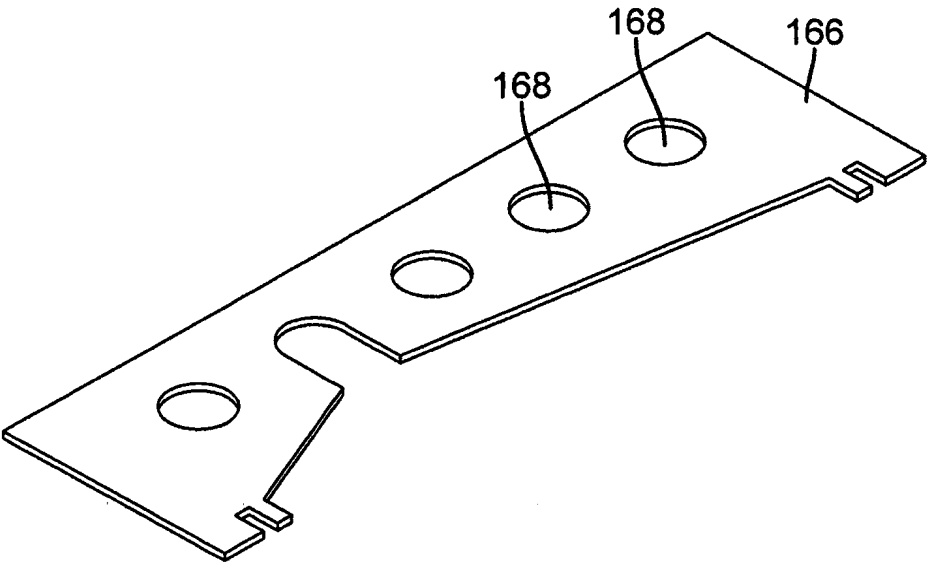


圖 13B

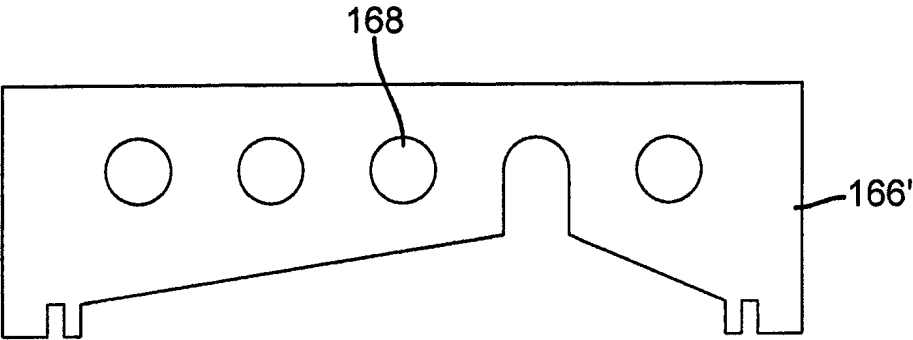


圖 13C

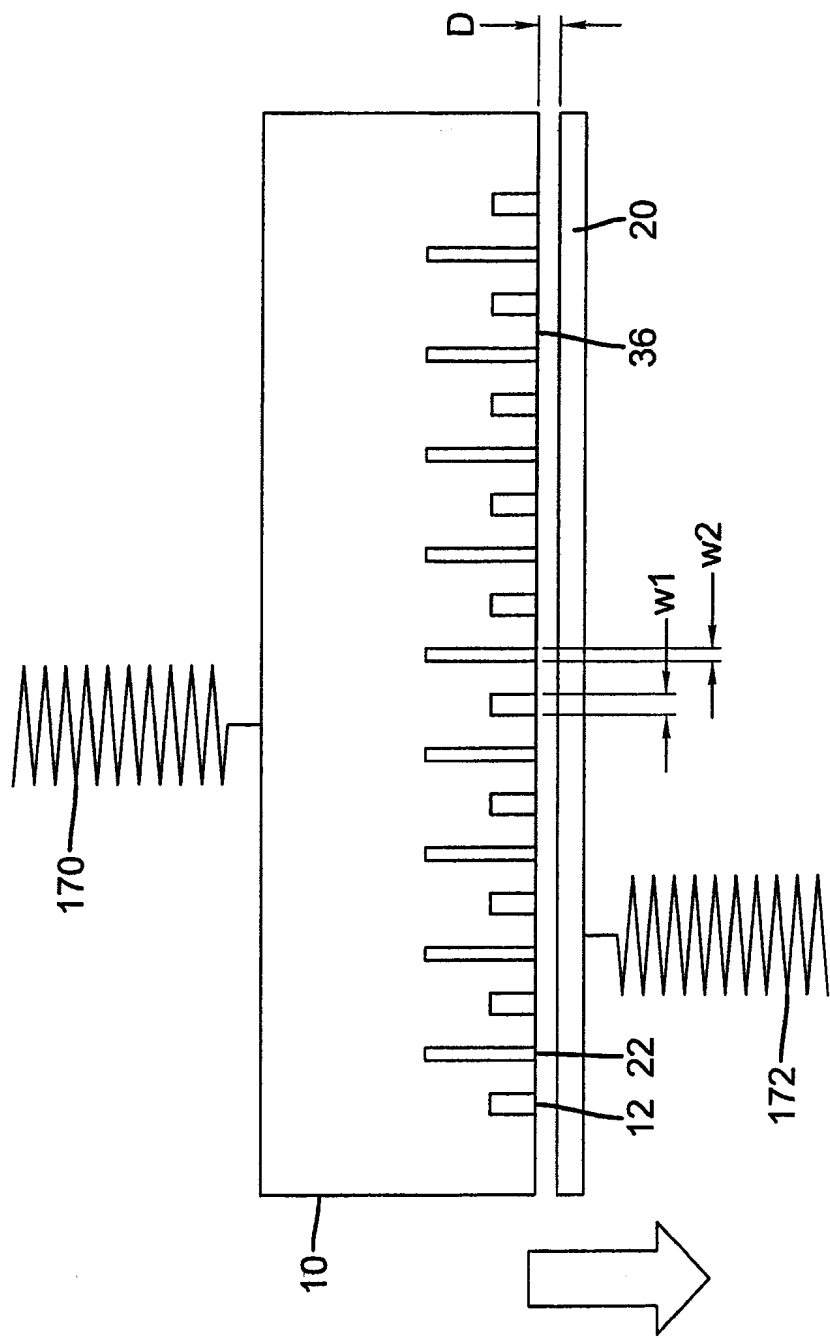


圖 14

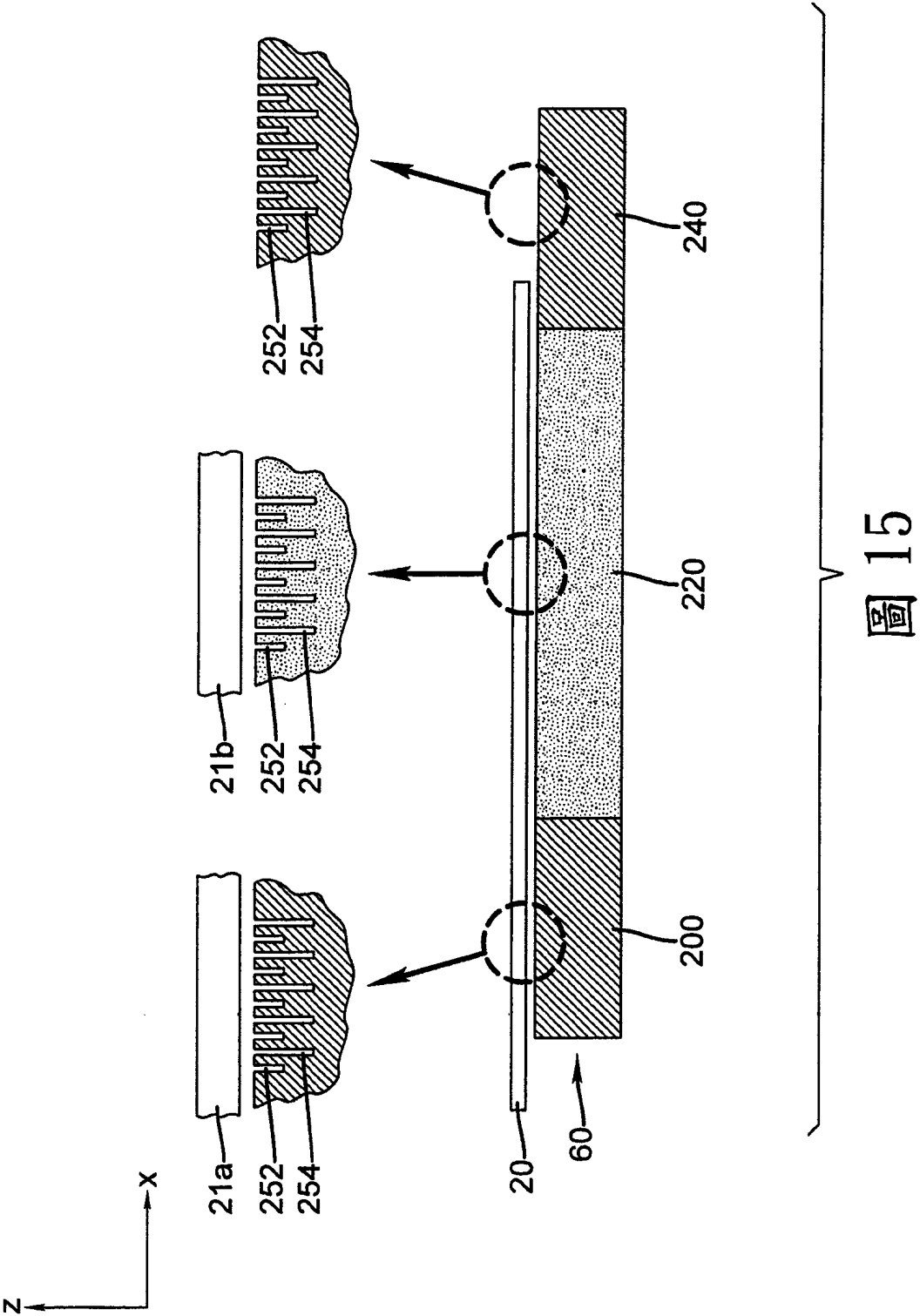


圖 15

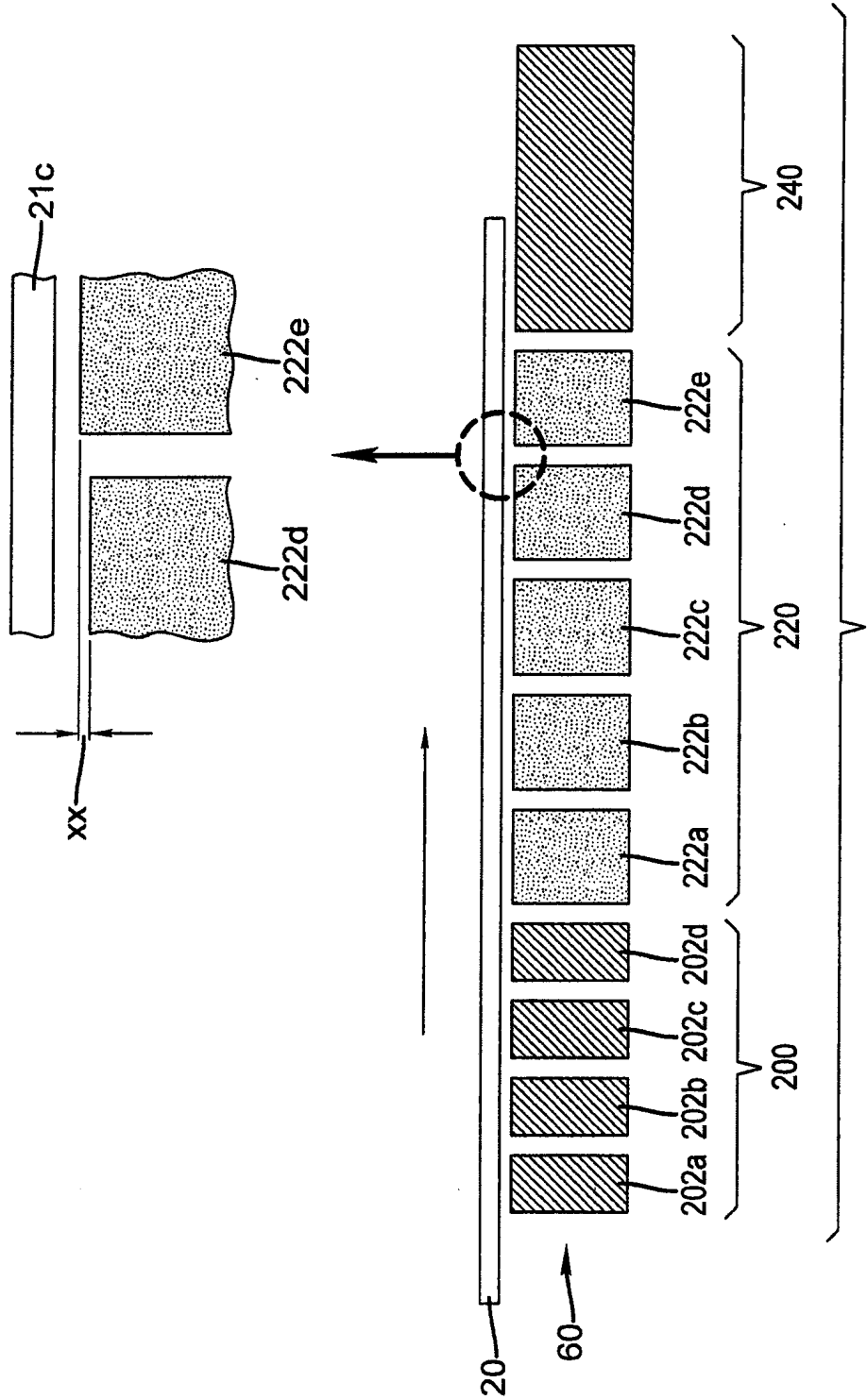


圖 16

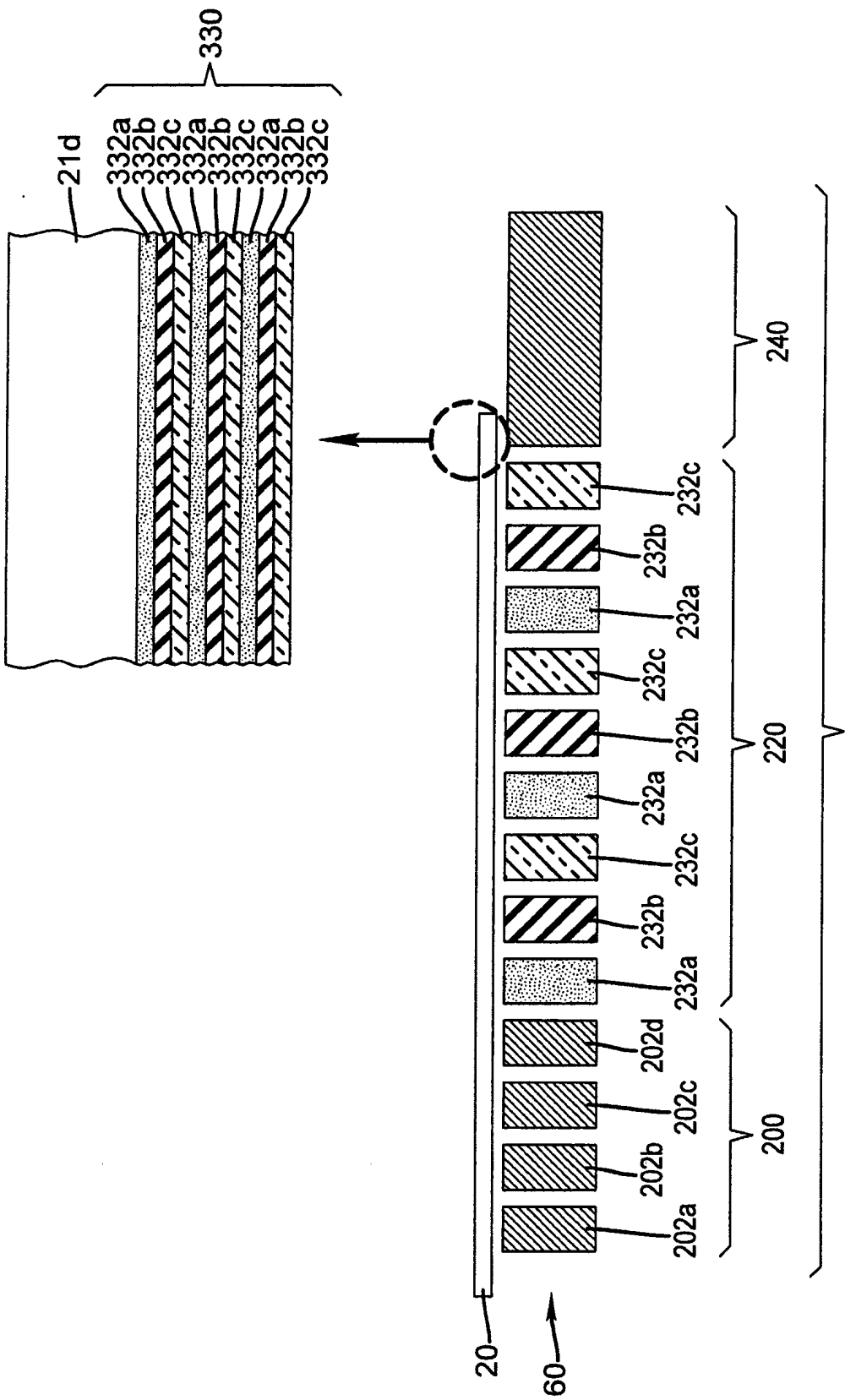


圖 17

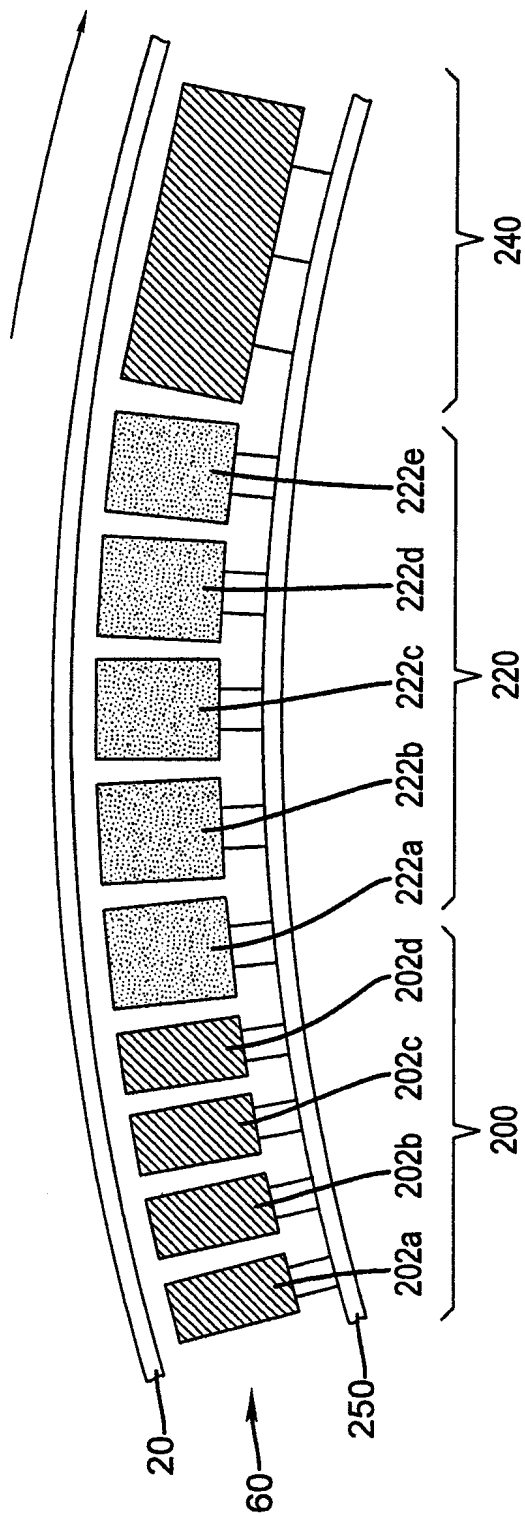


圖 18

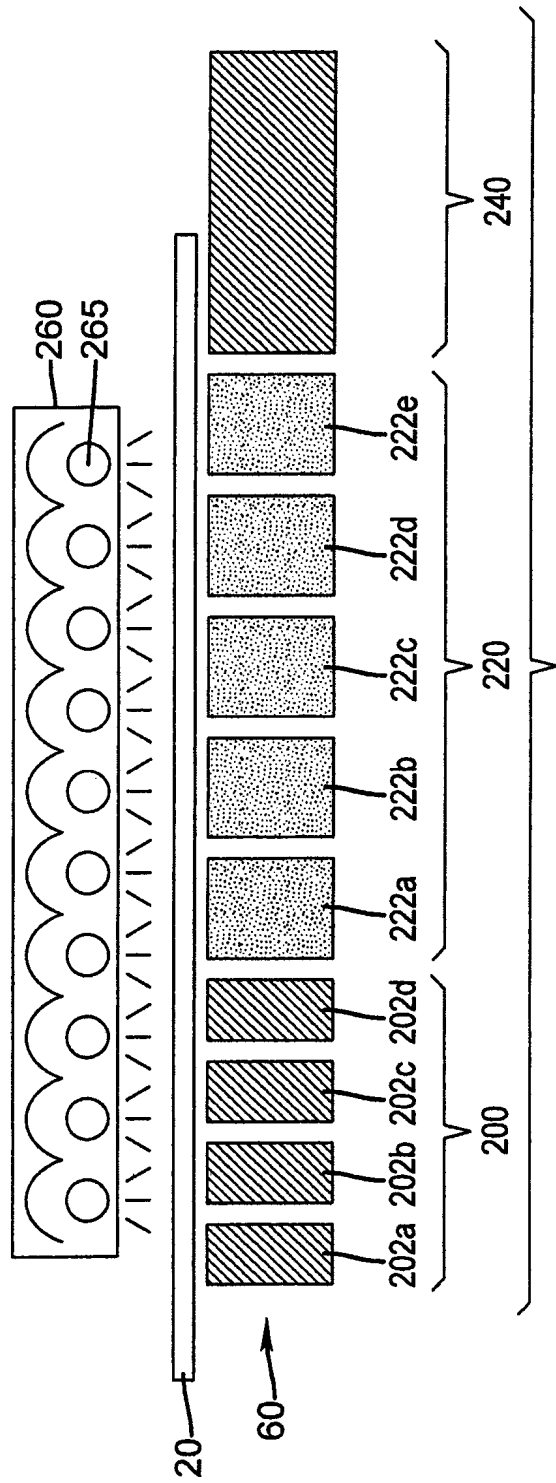


圖 19A

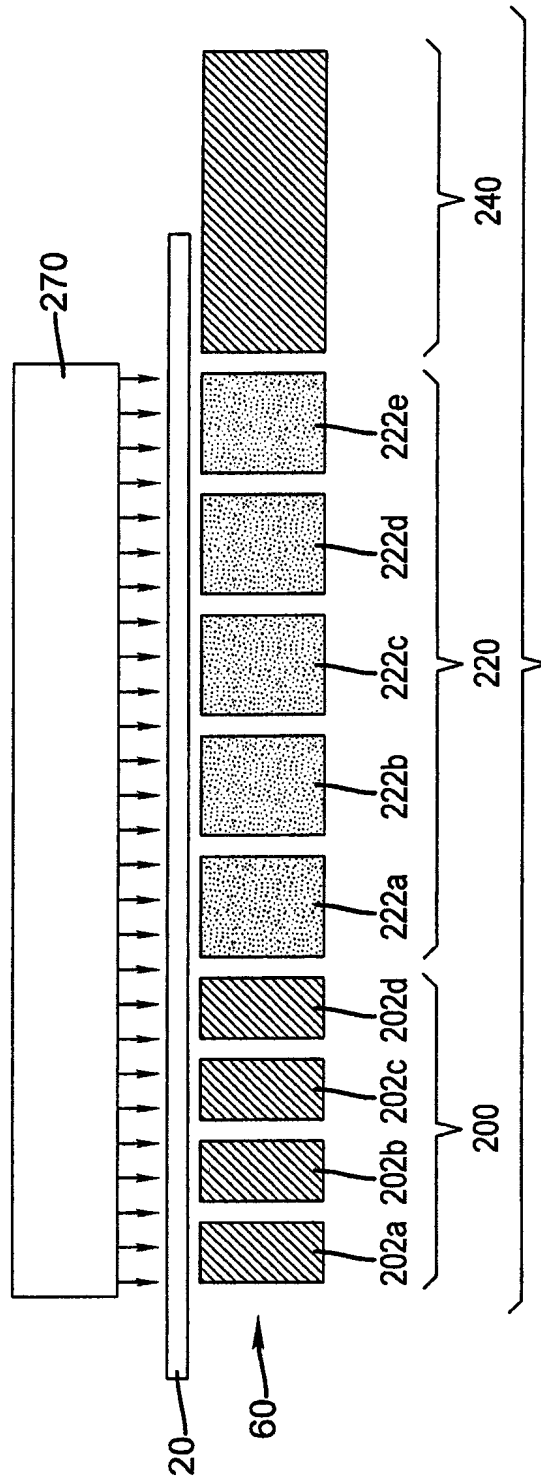


圖 19B

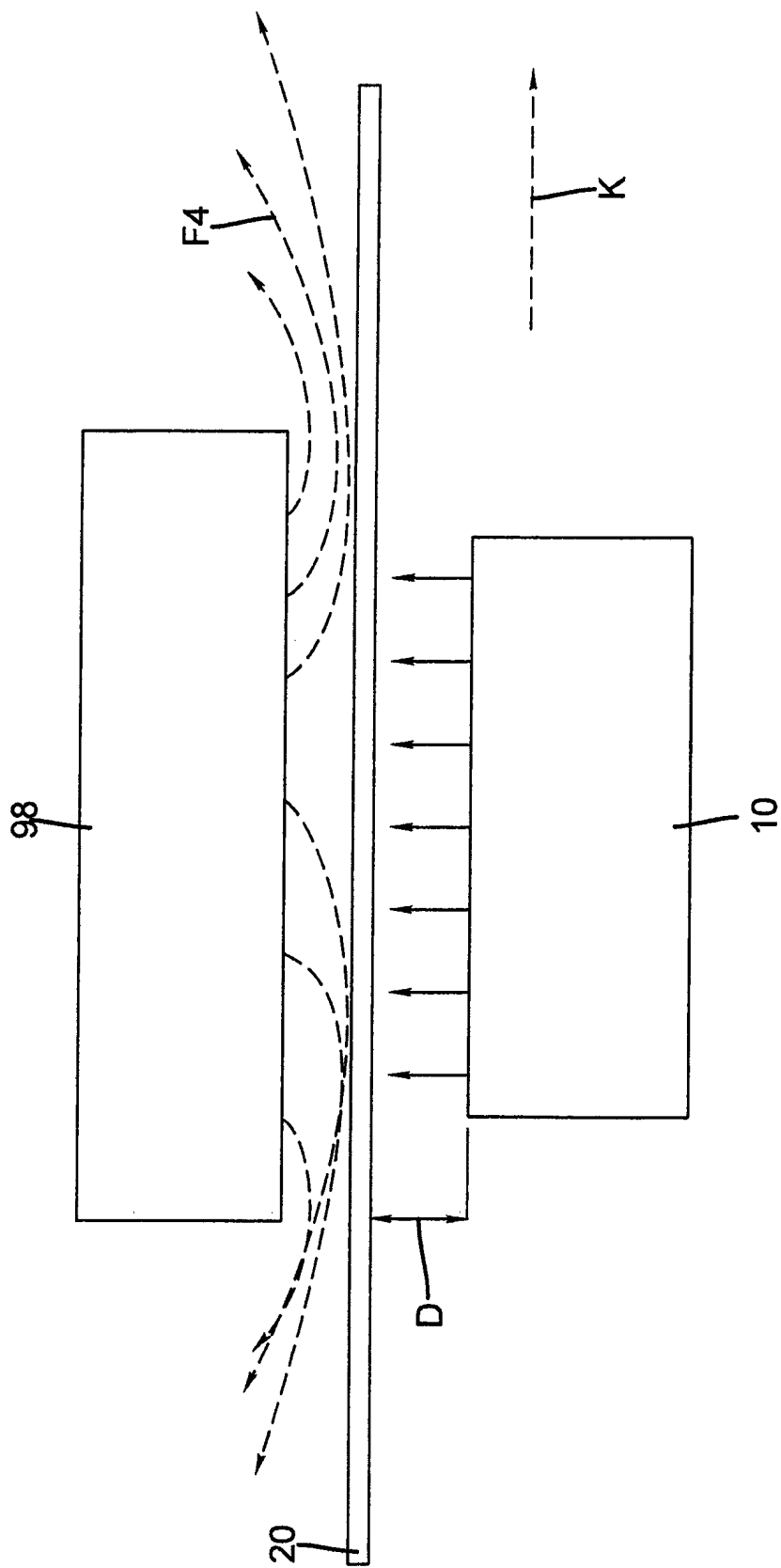


圖 20

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	施配頭
12	輸出通道
14	氣體入口導管
16	氣體入口導管
18	氣體入口導管
20	基板
22	排放通道
24	排放導管
36	沈積輸出面
96	基板支撐物
X	箭頭

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)