

發明專利說明書

公告本

(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：97136931

※ 申請日期：97.9.25

※IPC 分類：C23C16/455(2006.01)
C23C16/458(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於使用補償作用力之薄膜沈積的系統

SYSTEM FOR THIN FILM DEPOSITION UTILIZING
COMPENSATING FORCES

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 豪爾 李維
LEVY, DAVID HOWARD
2. 羅傑 史丹利 柯爾
KERR, ROGER STANLEY
3. 傑佛瑞 陶德 凱利
CAREY, JEFFREY TODD

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；11/861,372

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。

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於在一基板上沈積一薄膜材料之程序，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。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. A system capable of carrying out such a process is also disclosed.

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	輸出面
96	基板支撐物
A	箭頭
D	距離
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)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於薄膜材料之沈積且更特定言之係關於一種用於使用一將同時氣體流引導至一基板上之分配頭來將原子層沈積於一基板上之設備及方法。

【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、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。

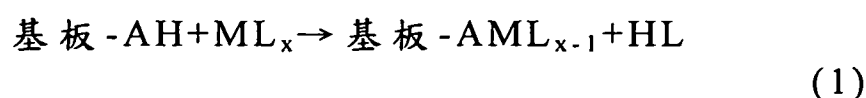
尤其係在半導體、積體電路及其他電子裝置領域內，一直存在對具有出色保形塗布性質、超出傳統CVD技術之可達到限制之薄膜(尤其係更高品質、更密集膜)之需求，尤其係可在更低溫度下製造的薄膜。

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。

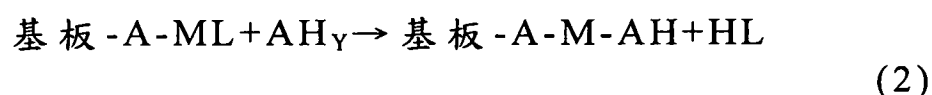
在ALD應用中，一般在單獨階段將兩個分子先驅物引入於ALD反應器內。例如，一金屬先驅物分子 ML_x 包含一金屬元素M，其係鍵結至一原子或分子配位基L。例如，M可能係(但不限於)Al、W、Ta、Si、Zn等。該金屬先驅物在基板表面準備直接與該分子先驅物反應時與基板反應。例如，基板表面一般準備以包括與該金屬先驅物反應的含氫配位基、AH等。硫(S)、氧(O)及氮(N)係一些典型A物種。該氣態金屬先驅物分子與基板表面上的所有配位基有效地

反應，從而導致該金屬之一單一原子層之沈積：



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：



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、 β -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。儘管一直較少研究，但藉由ALD來沈積有機化合物或有機/無機摻合層亦可行。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。如此，此類技術也可稱為分子層沈積(MLD)，但基本概念與沈積裝備均類似於ALD程序與裝備。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)(2007, (7), 664-669)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、鈮酸鹽、鈦酸鹽、鋇酸鹽、氧化鋁、氧化矽、氧化鈮、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美國公開案第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 Q 的倒數成比例，即：

$$\tau = VP/Q \quad (3)$$

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成反比。因而，雖然降低流可增加效率，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最具效率方法之一係以上所引述之美國專利申請案第11/620,744號之浮動頭ALD裝置。在此裝置中，流動反應性及沖洗氣體之壓力係用作一構件以分離施配頭與基板。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。

在如上所提出之一浮動式ALD沈積頭之操作中，提供一種用以允許高品質薄膜之強固沈積之方法極為重要。特定言之，以此一方式維持基板與沈積頭之分離使得潛在機械及其他干擾不會引起塗布品質變動較重要。

本發明之目標

本發明之一目標係，當在一ALD塗布程序中緊密近接放置反應性氣體時以一相對精確方式施配氣體，在一施配頭之尺寸上具有較佳均勻性。

另一目標係提供一種構件以相對於該施配頭以一固定間隙來維持基板，以及甚至存在外部干擾時仍有效地維持此間隙。

另一目標係提供一種構件以使用一浮動式沈積頭，其中基板可從該沈積頭懸掛，其位置係由流動所產生之作用力與該施配頭及其操作體系所設定之壓力來維持。

另一目標係提供一種可與一連續程序一起使用並可提供超過更早期解決方案之改良氣體流分離的ALD沈積方法及設備。

另一目標係提供一種對在操作期間在程序條件或情形下

的干擾或不規則性更強固的ALD沈積方法及設備。

另一目標係在使用一浮動施配頭之具體實施例中提供一種有利地提供改良遷移率之ALD沈積方法及設備。

【發明內容】

本發明提供一種用於在一基板上沈積一薄膜材料之設備及程序，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，其中該系列氣體流包含至少一第一反應性氣態材料、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。特定言之，本發明係關於一種用於將薄膜材料沈積於一基板之施配裝置，其包含：

(A) 至少一第一、一第二及一第三來源，其係用於至少一第一、一第二及一第三氣態材料；

(B) 一基板，其具有一基板表面與每單位面積的一平均重量；

(C) 一沈積頭，其用於施配該等氣態材料至該基板表面用於薄膜沈積，包含：

i) 至少一第一、一第二及一第三入口埠，其用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料；

ii) 至少一排放埠，其用於排放廢氣；

iii) 近接該基板表面的一輸出面，其包含複數個伸長開口，其中

(a) 該等入口埠之每一者係獨立地連接至在該沈積

頭之該面內的至少一(較佳的係複數個)第一、第二及第三伸長輸出開口(每一者係相關聯於或連接一伸長發出通道)用於供應該等個別氣態材料至該基板；以及

- (b) 該至少一排放埠係連接至至少兩個(較佳的係複數個)伸長排放開口，每一者具有一相關聯壓力，其中該等伸長排放開口(每一者係相關聯於或連接一對應伸長發出通道)係佈置使得至少一第一、第二或第三伸長輸出開口係位於在該輸出面內的該等至少兩個(較佳的係該複數個之每一者)排放開口之間；以及

其中在該輸出面與該基板表面之間的一實質上均勻距離係藉由由於該等氣態材料之一或多者從該等伸長輸出開口流動至該基板之表面所產生之壓力來至少部分地維持且其中在大氣壓力與以帕斯卡(Pascals)為單位測量的該等伸長排放開口之平均壓力之間的差異係也以帕斯卡為單位測量的該基板之每單位面積的平均重量的至少兩倍。

較佳的係，該施配頭包含複數個第一伸長發出通道及/或複數個第二伸長發出通道用於各種應用。然而，作為一最低限度，一單階段施配頭可僅具有(例如)一金屬及/或一氧化劑通道組合至少兩個沖洗通道。為了本發明之目的，將連接在一起或在一共同時間週期期間處理相同基板的複數個個別「施配頭子單元」視為一「施配頭」，即使單獨構造或在沈積之後可分離。

在一較佳具體實施例中，該等第一及第二氣態材料可以係相互反應性氣體，而該第三氣態材料可以係一沖洗氣體，諸如氮。

本發明之另一態樣係關於一種用於在一基板上沈積一薄膜材料之程序，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態材料、一惰性沖洗氣體及一第二反應性氣態材料，其中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，其中該施配頭包含：

(a)至少一第一、一第二及一第三入口埠，其用於分別接收該第一反應性氣態材料、該第二反應性氣態材料及該惰性沖洗氣體；

(b)至少一排放埠，其用於排放廢氣；

(c)近接該基板表面的一輸出面，其包含複數個伸長開口，其中

(i)該等入口埠之每一者係分別獨立地連接至至少一第一、第二及第三伸長輸出開口，每一者係相關聯於一伸長發出通道，用於供應該等個別氣態材料至該基板；以及

(ii)該至少一排放埠係連接至至少兩個伸長排放開口，每一者連接至或相關聯於一對應伸長排放通道，每一伸長排放開口具有一相關聯壓力，其中該等伸長排放開口係佈置使得至少一第一、第二或第三伸長輸

出開口係位於該輸出面內的至少兩個伸長排放開口之間；以及

其中在該輸出面與該基板之表面之間的一實質上均勻距離係藉由由於該等氣態材料之一或多者從該等伸長輸出開口流動至該基板之表面所產生之壓力來至少部分地維持且其中在大氣壓力與以帕斯卡為單位測量的該等伸長排放開口之平均壓力之間的差異係也以帕斯卡為單位測量的該基板之每單位面積的該平均重量的至少兩倍。

在一較佳具體實施例中，在該輸出面內的所有發出氣體流提供一壓力，其實質上貢獻於該基板之表面與該分配頭之該面之分離，而一系列排放通道提供一吸力，其防止該基板過於遠離該沈積頭之表面而移動。

在另一較佳具體實施例中，在該輸出面處(即，在該等排放開口處)的排放通道吸力係大得足以允許該基板位於該沈積頭下面，且該吸力提供抵銷重力並防止該基板落下所要求之大多數作用力。

在另一具體實施例中，該系統提供在該分配頭與該基板之間的一相對振盪運動。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，其中該系統能夠在一腹板上或作為一腹板來輸送該支撐物經過該分配頭，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下。

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下運用，從而可在向周邊環境大氣開放的一未密封環境內實施。本發明之方法允許以更早在等式(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 ，由一單一變數(氣體流)來控制系統壓力及體積。

如本文所使用，除非另有指示，術語「垂直」、「水平」、「頂部」、「底部」、「前面」、「後面」或「平行」等係參考在其中該施配頭係垂直位於該基板之上的一理論組態中該施配裝置之一前面/底部水平面或處理中基板之一頂部水平平行表面，但該組態係可選，例如該基板可定位於該施配頭之面之上或以其他方式來定位。

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，但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。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一連續(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或埠14，其用作用於接受一第一氣態材料的一入口埠；一氣體入口導管或埠16，其用於接受一第二氣態材料的一入口埠；及一氣體入口導管或埠18，其用於接受一第三氣態材料的一入口埠。該些氣體係經由具有隨後說明之一結構配置的伸長輸出開口或通道12在一輸出面36處發出。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，箭頭X還指示用於氣體排放之路徑(在此圖中顯示朝上)與排放開口

或通道22，其與提供一排放埠的一排放導管或埠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與主要包含另一物種的流混合可能不合需要。如此，公認施配頭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，其相對於該等第一及第二氣體為惰性。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。此外，若該沈積頭包含足夠通道或所需塗層係足夠細薄，則整個沈積可藉由一單一單向穿過該塗布系統之長度來完成。

圖2之斷面圖顯示在施配頭10之輸出面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，每一伸長輸出開口或通道12係與氣體入口導管14、16或18之一者氣態流連通，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。構想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流(類似於材料O)或複數個含金屬先驅物材料流(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。

在一具體實施例中，如在共同待審、共同指派的美國專利申請案第 11/620,744 號(其全部內容以引用方式併入本文內)中所更詳細說明，針對基板 20 來提供氣體壓力，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。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。藉由允許該頭在該些串流上浮動，在該等反應性及沖洗流區域內設立壓力場，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。在此一裝置中，該施配頭緊密近接該基板會在該頭下引起相對較高的壓力與較高的壓力變動。在該頭內缺少一氣體擴散器系統或一不適當的氣體擴散系統將會指示存在很少的壓降使氣體流入該頭內。在此一情況下，若隨機作用力在該頭之一側上引起一小量間隙增加，則在該區域內的壓力可能會降低且氣體可能會以一過高比例流入該區域內。因而，要求一氣體擴散器，使得相對均勻地維持自該頭外的氣體流，儘管在該施配頭下的潛在變動。

在一具體實施例中，一種具有一輸出面用於提供氣態材料以將薄膜材料沈積於一基板上的施配裝置包含：

(a) 複數個入口埠，其包含至少一第一入口埠、一第二入口埠及一第三入口埠，該等入口埠能夠分別接收用於一第一氣態材料、一第二氣態材料及一第三氣態材料的一共同供應；以及

(b) 至少三個群組伸長發出通道，一第一群組包含一或多個第一伸長發出通道，一第二群組包含一或多個第二伸長發出通道，而一第三群組包含至少兩個第三伸長發出通道，該等第一、第二及第三伸長發出通道之每一者允許與對應第一入口埠、第二入口埠及第三入口埠之一者氣態流體連通；

其中每一第一伸長發出通道係藉由一第三伸長發出通道在其至少一伸長側與最近第二伸長發出通道分離；

其中每一第一伸長發出通道與每一第二伸長發出通道係位於第三伸長發出通道之間；

其中該等第一、第二及第三伸長發出通道之每一者在一長度方向上延伸並實質上平行；

其中在該三個群組伸長發出通道中，在至少一群組伸長發出通道中的該等伸長發出通道之每一者能夠相對於該施配裝置之該輸出面實質上正交地分別引導該第一氣態材料、第二氣態材料及該第三氣態材料之至少一者之一流，該氣態材料流能夠實質上正交於該基板之表面地從在該至少一群組內的該等伸長發出通道之每一者直接或間接地提供。

在一具體實施例中，該施配裝置之至少一部分係形成為複數個孔徑板，重疊以定義互連供應室及引導通道之一網路用於將該等第一、第二及第三氣態材料之每一者從其對應入口埠選路至其對應伸長發出通道。

例如，該等第一及第二氣態材料可以係相互反應性氣

體，而該第三氣態材料可以係一沖洗氣體。

針對在一具體實施例中的整體裝配件之一小部分，圖4之分解圖顯示如何能從一組孔徑板構造施配頭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，其係施配頭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游至一氣體室板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。

如上所指示，用於將薄膜材料沈積於一基板上的該施配裝置可較佳地包含一氣體擴散器，其中來自該等第一、第二及第三伸長發出通道之複數個伸長通道之至少一者(較佳的係全部三個)之氣態材料能夠在從該施配裝置施配至該基板(包括沈積於該基板上)之前穿過該氣體擴散器，其中該施配裝置允許每一氣態材料按次序穿過個別入口埠、伸長發出通道及(相對於該至少複數個發出通道)氣體擴散器。該氣體擴散器可在該至少複數個發出伸長通道及/或該發出伸長通道之上游內。

在一較有利具體實施例中，該氣體擴散器能夠提供一摩擦因數(隨後說明)，其係大於 1×10^2 ，較佳的係 1×10^4 至 1×10^8 ，更佳的係 1×10^5 至 5×10^6 。此提供背壓並促進其中該至少一第一、第二及第三氣態材料之流退出該施配裝置之壓力之等化。

此摩擦因數假定在下面等式內的特徵區域等於該至少複數個發出伸長通道之每一發出伸長通道之任一側上的排放伸長通道之間的整個區域。換言之，該區域係由連接該等個別排放伸長通道之兩端的一直線來加以定義。為了設備請求項之目的，此還假定在 25°C 下氮的一代表性氣體與在 0.01 與 0.5 m/sec 之間的一平均速度，用於計算用於該設備之摩擦因數(一使用方法除外)之目的。該平均速度係基於流動速率除以下面所定義之特徵區域 A 來加以計算。(該些代表值係用於特徵化該施配裝置(其使用方法除外)且不適用於依據本發明之程序，其中應用在該程序期間的實際

值。)

術語「摩擦因數」可解釋如下。當一氣體流穿過通道時，由於該擴散器之抵抗性質，將會在該擴散器之上游側比在下游側存在一更高壓力。該壓力差異係稱為橫跨擴散器之壓降。

一氣體擴散器或用於在該施配頭內提供背壓之其他構件(該擴散器可以係一設備、材料或其組合)提供針對一通道內流的阻力，同時仍允許流體均勻地穿過。一氣體擴散器構件可放置於某形狀的一流通道之末端處。不存在該氣體擴散器時，流體可能傾向於在任一點離開該通道並可能未約束以均勻地離開。存在一氣體擴散器時，行進直至該氣體擴散器的流體將會在該處發現一較強阻力，並將會沿該擴散器之所有區域通過最少阻力之路徑行進以更均勻地退出，從而合乎更平滑、更強固操作的需要。

由於該氣體擴散器之一所需性質係其對流之阻力，故藉由流體動力學領域內的接受構件來特徵化此阻力較方便(Transport Phenomena(傳輸現象)，R.B. Bird、W.E. Stewart、E.N Lightfoot，John Wiley & Sons，1960，以引用方式併入本文內)。橫跨一擴散器之壓降可特徵化為該氣體擴散器所呈現之摩擦因數 f ：

$$f = \frac{F_k}{A \times K} \quad (4)$$

其中 F_k 係由於流體流所施加之作用力，最終係與該壓降相關， A 係一特徵區域，而 K 代表流體流之動能。擴散器可

採取許多形狀。對於一典型系統，如針對本發明所說明， A 係垂直於輸出流而佈置而 F_k 係平行於輸出流而佈置。因而，項 F_k/A 可視為該氣體擴散器所引起之壓降 ΔP 。

該流之動能項為：

$$K = \frac{1}{2} \rho \langle v \rangle^2 \quad (5)$$

其中 ρ 係氣體密度而 $\langle v \rangle$ 係平均速度，其等於氣態材料之流動速率除以特徵區域 A 。(氮的密度可用於在該程序中實際使用之該等氣體之一第一近似或作為用於特徵化該施配頭設備的一代表性氣體。)因而，由於一氣體擴散器所引起之壓降可減低至：

$$\Delta P = \frac{1}{2} f \rho \langle v \rangle^2 \quad (6)$$

由於其他因數可實驗決定或測量，等式(6)可用以計算摩擦因數 f ，即一無因次數，如下面範例所示。

展現更高摩擦因數之材料或裝置對氣體流呈現一更高阻力。用於一給定擴散器構件的摩擦因數可藉由在某通道內佈置該擴散器，並同時記錄壓降以及呈現給該擴散器之氣體之流動速率來加以測量。從氣體流動速率與通道形狀知識，可計算速度 $\langle v \rangle$ ，從而允許從以上等式來計算該摩擦因數。用於一給定系統之摩擦因數並非完美地恆定，而對流動速率具有某種相對較弱的相依性。為了實用目的，唯一重要的係在用於一給定系統或方法中較典型的流動速率下了解該摩擦因數。相對於一施配頭設備，除了該方法

外，該平均速度 $\langle v \rangle$ 可將 0.01 至 0.5 m/sec 視為一代表性數字。(在該設備之情況下的所聲明摩擦因數應滿足在此代表性範圍內的所有平均速度 $\langle v \rangle$ 。)

在一具體實施例中，一適當氣體擴散器能夠提供用於氣體流過該氣體擴散器的一摩擦因數，其係大於 1×10^2 ，較佳的係 1×10^4 至 1×10^8 ，更佳的係 1×10^5 至 5×10^6 。此提供所需背壓並促進其中該至少一第一、第二及第三氣態材料(較佳的係所有三種氣態材料)之氣體流穿過該氣體擴散器退出該施配裝置的壓力等化。

如上所指示，用於為等式(6)決定平均速度 $\langle v \rangle$ 之特徵區域 A 等於在與該氣體擴散器流流通之該等發出伸長通道中在每一個別發出伸長通道之任一側上的排放伸長通道之間的整個區域。換言之，該區域係由連接該等個別排放伸長通道之兩端的一直線來加以定義。為了該設備請求項之目的，此還假定一代表性氣體，即在 25°C 下的氮。

習知此項技術者應瞭解，典型隨機材料自身將不提供必要的摩擦因數。例如，即使代表用於典型加工或機械製作元件的相當小特徵，一不銹鋼穿孔網版可能提供過低而自身不足以用於本氣體擴散器的一摩擦因數。

為了決定該摩擦因數之目的，在大多數情況下，由於引向該氣體擴散器之流動路徑之影響將會相對較小，可藉由使用進入該施配頭內的壓力來作一較佳近似。

一氣體擴散器構件可以係(例如)提供必要摩擦因數的一機械形成設備，其中該等發出伸長通道係設計以在穿過在

一固態材料內包含開口的一氣體擴散器元件之後將該第一、第二及第三氣體材料間接提供至基板。例如，該固態材料可以係鋼而該等開口可由模製、加工、施加雷射或微影蝕刻技術等所形成。

或者，一氣體擴散器構件可包括一多孔材料。取代在一固態材料內的加工孔，具有微小細孔之一多孔材料可用以建立所需背壓。所得入口氣體均勻分配允許沈積生長之改良均勻性以及對於特定具體實施例，一浮動頭之更佳浮動。多孔材料有利地用於提供一相對較簡單的單元，其避免加工鋼等之困難。

在文獻中，已使用多孔材料來為空氣軸承建立背壓，但此類應用與橫流(即，橫向移動之氣體)無關。因而，燒結氧化鋁微粒可用以為一空氣軸承形成一隔膜。然而，在本發明之ALD系統之較佳具體實施例中，氣體較佳的係實質上垂直地從出口流動，最小化或沒有可能允許氣體混合的意外側向運動。因此具有實質上垂直管狀開口或細孔以引導氣體流的多孔材料係尤其合乎需要且較有利。

多孔材料還已用於過濾器，其中目標係於一側上保持一流之一分量，同時允許另一分量穿過。對比之下，在本發明中，目標係對整個氣體材料之流的適度阻力。為此目的，兩個較佳種類之多孔材料係如下：

一第一較佳種類之多孔材料包含具有均勻、受控制直徑、柱型細孔結構的多孔材料。在由此類材料所製成之一隔膜(或層)中，穿過隔膜之流係實質上單向，在細孔通道

之間基本沒有任何橫流。藉由陽極化高純度鋁所形成之氧化鋁由於其細孔直徑之均勻性(但該等細孔之斷面形狀不一定為圓形或規則)而在文獻中為人所熟知，且此類材料係在0.02、0.1及0.2微米之直徑下市售。在ANOPORE氧化鋁(一市售氧化鋁)內的該等細孔係相當密集，為 1.23×10^9 個細孔/cm² (J Chem Phys, 第96卷，第7789頁，1992)。然而，可製作各式各樣的細孔直徑與細孔間距離。多孔材料還可由氧化鈦、氧化鋯及氧化錫所形成(Adv. Materials, 第13卷，第180頁，2001)。具有柱狀細孔的另一市售材料係一聚碳酸酯循跡蝕刻(PCTE)隔膜，其係由一細薄、微孔聚碳酸酯膜材料(稱為NUCLEOPORE)所製成。嵌段共聚物可形成類似組態，具有一較寬可調性範圍。

因而，在一較佳具體實施例中，該氣體擴散器包含多孔材料，該材料結構包含一隔離、非連接細孔結構，其中細孔係實質上垂直於表面，例如陽極氧化鋁。

在所有該些材料中，必須調整細孔直徑與細孔密度(或細孔體積)之精確範圍以獲得用於所要求流之適當摩擦因數。期望避免該擴散隔膜與該等流動氣體之反應性。例如對於無機氧化物比對於以有機為主材料此可能更不成為一潛在問題。

而且，該隔膜必須具有某機械韌性。該等流動氣體將會施加壓力在該等隔膜上。該韌性可藉由一支撐隔膜來獲得，使得該摩擦因數係藉由一具有更小細孔之層與一具有更大細孔的更強固層耦合來產生。

在一第二較佳多孔材料種類中，多孔材料係製作使得流可以係各向同性，即在隔膜內部側向移動以及穿過隔膜。然而，對於本目的，此一各向同性流動材料較佳的係藉由在非多孔材料(例如，肋)上的壁來加以分離，該等壁將每一輸出通道內的氣態材料與其他輸出通道內的氣態材料隔離並防止氣態材料在該氣體擴散器內或在離開該氣體擴散器或施配頭時攙和。例如，此類多孔材料可由有機或無機小微粒來燒結。燒結一般涉及施加足以鍵結該等微粒的熱及/或壓力(較佳的係兩者)。市售各式各樣的此類多孔材料，諸如多孔玻璃(VYCOR具有，例如具有一28%的空隙體積)與多孔陶瓷。或者，可壓縮纖維材料以建立一緊密網路來限制或抵抗氣體流。或者，多孔不銹鋼可藉由電漿塗布於一隨後移除基板上來加以形成。

在一具體實施例中，為了產生適當的背壓，同時仍提供氣體通道之間的相對隔離，可運用以一方式處理來產生有用細孔的聚合材料，例如處理以產生多孔性的鐵氟龍(TEFLON)材料(GoreTex, Inc.、Newark、Delaware)。在此情況下，該等細孔可能係不互連。而且，此類材料之天然化學惰性係較有利。

多孔材料可包含由微粒之間的間隙空間所形成之細孔、由一空隙劑或其他構件所形成的在一固態材料內為互連空隙的細孔、由微尺度或奈米尺度纖維所形成之細孔。例如，該細孔材料可由無機或有機微粒之間的間隙空間所形成，該間隙空間係藉由燒結，藉由壓力及/或熱、黏著材

料或其他鍵結構件來保持在一起。或者，該多孔材料可產生自處理一聚合物膜以產生多孔性。

在一具體實施例中，一氣體擴散器構件包含一包含細孔的多孔材料，該等細孔平均直徑係小於10,000 nm，較佳的係10至5000 nm，更佳的係平均直徑為50至5000 nm，如由水銀侵入多孔性測量所決定。

在一氣體擴散器構件內的該多孔材料之各種組態均可行。例如，該多孔材料可包含由一多孔或穿孔薄片所支撐的一或多層不同多孔材料或一層多孔材料，該等層係由間隔物元件來視需要地分離。較佳的係，該多孔材料包含一層，其係5至1000微米厚，較佳的係5至100微米厚，例如大約60 μm 。在一具體實施例中，該多孔材料可採取至少一水平佈置層之形式，該水平佈置層覆蓋該施配裝配件之面並包含該等氣態材料從其退出該輸出面的該施配裝置之部分。

該多孔材料可形成一連續層，視需要地於其內機械形成通路。例如，該氣體擴散器之多孔層可包含機械形成開口或伸長通道用於排放氣態材料相對未受阻止地流回穿過該施配裝置。或者，該多孔材料層可採取在一板堆疊內的一實質上完全連續板之形式。

在另一具體實施例中，該多孔材料可(例如)藉由鍵結或燒結引入於該等通道內的微粒來引入或形成於伸長發出通道或來自該等伸長發出通道的在流動路徑內的其他壁式通道內。通道可至少部分地由多孔材料來加以填充。例如，

一擴散器元件或其部分可由在一鋼板內的伸長通道來形成，在該鋼板內引入微粒並接著加以燒結。

因而，一氣體擴散器構件可以係一元件裝配件，其中在分離限制區域內保持多孔材料。例如，多孔氧化鋁材料可生長在一先前加工鋁件上，使得所得多孔結構具有用於沖洗通道的較大開口與用於該等供應氣體的垂直細孔薄片。

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，顯示多個引導室102與入口埠104。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、第二反應物氣體材料(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。提供一第二反應物氣體材料(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提供該第一反應物氣體材料(O)並具有對應排放引導通道91。引導通道92提供第三惰性氣體材料(I)。再次，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，其與伸長排放通道134交錯。因而，在此具體實施例中，存在至少兩個伸長第二發出通道且每一第一伸長發出通道係在其兩個伸長側上先由一伸長排放通道並再由一第三伸長發出通道與最近第二伸長發出通道分離。更特定言之，存在複數個第二伸長發出通道與複數個第一伸長發出通道；其中每一伸長發出通道係在其兩個伸長側上先藉由一伸長排放通道並再由一第三伸長發出通道與最近第二伸長發出通道分離；且其中每一第二伸長發出通道係在其兩個伸長側上先藉由一伸長排放通道並再由第三伸長發出通道與最近第一伸長發出通道分離。顯然，該施配裝置仍然可在該施配頭之兩端之每一端包含一第一或第二伸長發出通道，其在最靠近該施配裝置之輸出面之一邊緣(圖5D中的上部及下部邊緣)分別不具有第一或第二伸長發出通道。

圖6係顯示由水平板所形成之基底板130並顯示輸入埠104的一透視圖。圖6之透視圖顯示基底板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之視圖係從面向基板方向之側獲取。

圖7之分解圖顯示用以形成一機械氣體擴散器單元140之一具體實施例之組件之基本配置，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、一氣體擴散器板146及一面板148。噴嘴板142安裝於基底板130上並從伸長發出通道132獲得其氣體流。在圖8A

所示之具體實施例中，採取噴嘴孔形式的第一擴散器輸出通路143提供所需氣態材料。槽180係提供於排放路徑內，如隨後所說明。

如圖8B所示，與噴嘴板142與面板148協作擴散的一氣體擴散器板146係安裝噴嘴板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上的第一擴散器通路143來提供。該氣體前往下游至在氣體擴散器板146上的第二擴散器通路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。該氣體接著進一步前往下游至在面板148上的第三擴散器通路149以

在該輸出面內提供輸出通道12。該等不同擴散器通路143、147及149可能不僅空間偏移，而且還可具有不同幾何形狀來在流過該施配頭時貢獻於該等氣態材料之分子間混合以及均質擴散。

在圖8D之配置之特定情況下，大多數背壓係藉由形成通路143的該等噴嘴孔來加以產生。若此氣體不使用後續通路147及149來引導至基板，則來自該等噴嘴孔之氣體之較高速度可能會引起非均勻性。因而通路147及149有助於改良氣體流之均勻性。或者，一塗布裝置可在略微塗布非均勻性之代價下僅使用一以噴嘴為主背壓產生器來操作，因而排除通路147及149。

在噴嘴板142內的該等噴嘴孔可以係適合於背壓產生的任一大小。該些孔較佳的係直徑平均小於200微米，更佳的係小於100微米。而且，在該背壓產生器內使用孔較便利，但不必要。背壓還可藉由其他幾何形狀來產生，諸如一狹縫，只要選取大小以提供所需背壓即可。

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F3相對較直接，將氣體遠離基板表面而排出。

因而，在圖4之具體實施例中，在該等第一、第二及第

三伸長發出通道132中來自該等個別伸長發出通道之每一者之氣態材料能夠在從該施配裝置施配至該基板之前單獨穿過氣體擴散器單元140，其中該施配裝置允許每一氣態材料按次序穿過個別入口埠、伸長發出通道及氣體擴散器單元140。在此具體實施例中的該氣體擴散器單元係用於該三種氣態材料之每一者的氣體擴散器構件，但可使用不形成一共同裝配件的單獨或隔離擴散器元件。擴散器元件還可相關聯於或放置於該等排放通道內。

而且在此具體實施例中，氣體擴散器單元140係設計用以可與施配頭10之其餘部分、施配裝配件150分離的一單元，並在該氣體擴散器元件之前實質上覆蓋在該施配裝置內用於該第一、第二及第三氣態材料之該等最後開口或流通路。因而，氣體擴散器單元140為該第一、第二及第三氣態材料在從該施配裝置之輸出面施配至該基板之前基本上提供最後的流動路徑。然而，該氣體擴散器元件還可設計成施配頭10之一不可分離部分。

特定言之，在圖7之具體實施例中的氣體擴散器單元140包含在三個垂直配置氣體擴散器組件(或板)內的互連垂直上覆通路，組合為氣態材料提供一流動路徑。氣體擴散器單元140提供由一實質上水平流動路徑分離的兩個實質上垂流通路，其中每一實質上垂流通路係由在兩個元件內在一伸長方向上延伸的一或多個通路來加以提供，且其中每一實質上水平流動路徑係在兩個平行氣體擴散器組件之平行表面區域之間的一細薄空間內。在此具體實施

例中，該三個實質上水平延伸擴散器組件係實質上平直堆疊板，且一相對較細薄空間係由位於相鄰平行氣體擴散器組件(噴嘴板142與面板148)之間的一中心氣體擴散器組件(氣體擴散器板146)之厚度來加以定義。然而，在圖7中該等板之兩者可由一單一板來加以取代，其中氣體擴散器板146與面板148係(例如)加工或以其他方式形成於一單一板內。在該情況下，該氣體擴散器之一單一元件或板可具有複數個通路，在平行於一相關聯伸長發出通道所截取之板厚度之垂直斷面內，每一通路形成平行於該板之表面的一伸長通路，在該板之一表面處開啟，該伸長通路係在其一端成整體連接至一狹窄垂直通路，其引向該板之另一表面。換言之，一單一元件可將圖8D之第二及第三擴散器通路147及149組合成一單一元件或板。

因而，依據本發明之一氣體擴散器單元可以係一多位準系統，其包含一系列至少兩個實質上水平延伸擴散器組件，平行表面相對於該施配裝置(例如，堆疊板)之面在一正交方向上彼此面對。一般而言，相關聯於該等第一、第二及第三發出通道之每一伸長發出通道，該氣體擴散器分別在該至少兩個垂直配置氣體擴散器板內包含垂直上覆或重疊通路，組合為氣態材料提供一流動路徑，該流動路徑包含由一實質上水平流動路徑所分離之兩個實質上垂直接動路徑，其中每一實質上垂直接動路徑係由在一伸長方向上延伸的一或多個通路或通路組件來加以提供且其中每一實質上水平流動路徑係在平行板內的平行表面區域之間的

一細薄空間來加以提供，其中垂直參考相對於該施配裝置之該輸出表面之正交方向。片語「組件通路」係指在一元件中一通路之一組件，其不一直穿過該元件，例如，藉由將圖8D之第二及第三擴散器通路147及149組合成一單一元件或板所形成的兩個組件通路。

在圖7之特定具體實施例中，該氣體擴散器分別在三個垂直配置氣體擴散器板內包含三組垂直上覆通路，其中一相對較細薄空間係藉由位於兩個平行氣體擴散器板之間的一中心氣體擴散器板之厚度來加以定義。該三個擴散器組件中的兩個，即一循序第一及第三擴散器組件，各包含在一伸長方向上延伸用於氣態材料穿過之通路，其中在該第一擴散器組件內的通路相對於在該第三擴散器組件內的對應(互連)通路(在一垂直於該伸長方向之長度的方向上)水平偏移。可在圖8D中清楚地看見此偏移(在通路143與通路149之間)。

而且，定位於該第一及第三擴散器組件之間的一循序第二氣體擴散器組件包含通路147，每一者採取一伸長中心開口之形式，該伸長中心開口比在該第一及第三擴散器組件之每一者內的該等通路之寬度相對更寬，使得該中心開口係藉由兩個伸長側來加以定義並當從上檢視該氣體擴散器向下看時在其邊界內分別包含該第一擴散器組件與該第三擴散器組件之該等互連通路。因此，氣體擴散器單元140能夠實質上偏轉穿過該處之氣態材料之流。較佳的係，該偏轉係在45至135度之一角度下，較佳的係大約90

度，使得相對於該輸出面及/或基板之表面將正交氣體流變成平行氣體流。因而，氣態材料流可實質上垂直穿過在該等第一及第三氣體擴散器組件內的該等通路並在該第二氣體擴散器組件內係實質上水平。

在圖7之具體實施例中，在該第一氣體擴散器組件內的複數個通路之每一者包含沿一伸長線延伸的一系列孔或穿孔，其中在該第三擴散器組件內的該等對應互連通路係一伸長矩形槽，其在該等末端視需要地不成方形。(因而，在該第一氣體擴散器組件內的一個以上的通路可連接在一後續氣體擴散器組件內的一單一通路。)

或者，如上所指示，一氣體擴散器可包含一多孔材料，其中設計該施配裝置使得該等個別發出伸長通道之每一者在穿過在每一個別發出伸長通道及/或該等發出伸長通道之每一者之上游內的該多孔材料之後間接提供氣態材料至該基板。多孔材料一般包含由一化學變換所形成或存在於一天然發生多孔材料內的細孔。

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。

可以若干方式一起形成並耦合用於施配頭10之孔徑板。較有利的係，可使用諸如連續模、模製、加工或衝壓之習知方法來單獨製作孔徑板。孔徑板之組合可很大程度上不

同於圖4及9A至9B之具體實施例中所示的該等者，使用任一數目的板(諸如從5至100個板)來形成施配頭10。在一具體實施例中使用不銹鋼且其有利於其對化學品及侵蝕之抵抗性。一般而言，孔徑板為金屬性的，但陶瓷、玻璃或其他耐久材料也可適用於形成該等孔徑板之一些或全部，取決於應用及用於沈積程序之反應物氣態材料。

關於裝配，可使用機械固定件(諸如螺栓、夾子或螺絲)將孔徑板膠合或耦合在一起。關於密封，可使用適當黏著劑或密封劑材料(諸如真空潤滑脂)表皮塗布孔徑板。環氧樹脂(諸如一高溫環氧樹脂)可用作一黏著劑。熔化聚合物材料(諸如聚四氟乙烯(PTFE)或鐵氟龍)之黏著性質也已用於將用於施配頭10之重疊孔徑板鍵結在一起。在一具體實施例中，一PTFE塗層係形成於用於施配頭10內的該等孔徑板之每一者上。在該PTFE材料之熔點(通常327°C)附近施加熱時將該等板堆疊(重疊)並壓縮在一起。熱與壓力之組合接著從該等塗布孔徑板形成施配頭10。該塗布材料同時用作一黏著劑與一密封劑。KAPTON與其他聚合物材料可替代性地用作用於黏著的間隙塗布材料。

如圖4及9B所示，孔徑板必須按適當順序裝配在一起以形成選路氣態材料至輸出面36的互連供應室與引導通道之網路。當裝配在一起時，可使用提供一對齊接針或類似特徵配置的一固定物，其中在該等孔徑板內的孔口及槽之配置匹配該些對齊特徵。

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，其使用相對於輸出面36垂直佈置之垂直佈置板或重疊孔徑板之一堆疊。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伸長通道。使用相對於輸出面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(隨後詳細顯示)，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態材料供應之流體連通。

圖9B之分解圖顯示用以形成小片段施配裝配件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通道用於發出氣體並使用堆疊孔徑板來形成。圖10A至13B接著以平面圖與透視圖兩者顯示各種板。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進入伸長發出通道152與伸長排放通道154，如參考圖9A所說明。(術語「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。)

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，伸長排放通道154不一定為一真空埠，但可僅提供以在其對應輸出通道12內吸引掉流，從而促進在通道內的一均勻流圖案。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。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)處的汲取壓力來操作，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)中所說明的更早方案係限於至該基板表面的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 μ m。

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(I、M或O材料)之全部通道係均勻。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，其精確加工以為每一發出伸長輸出或排放通道提供一可再現壓降。在一具體實施例中，輸出開口或通道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%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一施配頭之一特別有用方式，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。

在圖14中，顯示一代表性數目的輸出通道12與排放通道22。發出自輸出通道12之一或多者之氣體之壓力產生一作用力，如此圖中向下箭頭所指示，而可選彈簧170在相反方向上產生一作用力以輔助流體軸承效應。為了使此作用力為施配頭10提供一有用襯墊或「空氣」軸承(流體氣體軸承)效應，必須存在足夠著陸區域，即沿輸出面36之固體表面區域，可使該輸出面緊密接觸該基板。著陸區域之百分比對應於允許在其下累積氣體壓力之輸出面36之固體區域之相對數量。簡而言之，該著陸區域可計算為輸出面36之總面積減去輸出開口或通道12與排放開口或通道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，提供一流體氣體軸承使得將施配頭10在基板20上方實質上維持在一距離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」。

在一此類具體實施例中，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。

圖22顯示如圖1所描述之施配頭(10)之一放大，集中於一單一沈積片段，其包括一供應或輸出通道12與一排放通道22。由於該沈積頭之對稱性，用以決定該頭之大致浮動行為之分析計算可藉由僅考量延伸至一組供應及排放開口中間的該等虛線(x10)所定義之頭之一中心元件來執行。基板20係藉由存在於該系統內的該等作用力之一平衡來相對於該施配頭以一固定間隙來維持。該作用力平衡包含三個要素。作用力將會將其用以推動該基板與該沈積頭接觸時定義為正。

第一作用力產生自該等塗布氣體之壓力，從而傾向於推動該基板遠離該頭。此壓力沿長度 L 連續變化，一最大壓力 P_{in} 由該等供應氣體所引起而一最小壓力 P_{out} 由來自該排放埠之吸引或吸力所引起。在該基板上來自此壓力的所得作用力係平均壓力(適當整合)乘以線 $x10$ 所定義之片段之作用區域 A ，其為 L 乘以寬度 W 。

第二作用力產生自大氣壓力 P_{atm} 之效應，該大氣壓力作用於不與該沈積頭接觸的該基板之表面上。此作用力僅係該大氣壓力乘以區域 A 。此作用力始終為正。

第三作用力 F_m 包含存在於該系統內的任一額外機械作用力。該些作用力可能產生自重或施加任何其他機械、磁性或電性作用力，引起該基板相對於該沈積頭改變位置。在此情況下的該作用力必須視為施加至該塗層之區域片段 A 的成比例作用力。

在其中在該排放埠上存在吸力之條件下，該排放區域壓力 P_{out} 之值係由實驗裝備來加以設定。對於下列計算， P_{out} 之值係在該輸出面處在緊接該排放通道附近的壓力值。在此發明之一施配頭之最實用實施方案中，無法在該輸出面處測量該排放壓力，而是在該頭排放埠處的一位置處藉由一壓力測量構件來加以測量。因為在一良好設計施配頭內的氣體流限制出現於該輸出面與該基板之緊密接觸點處，故在該施配頭內部由於氣體流應存在極低的壓降並因此在該排放埠處所測量的壓力應極靠近在該輸出面處的壓力，且認為由在該施配頭之排放埠處所測量之壓力來代表 P_{out}

係可接受的。

在一典型施配頭組態中，存在引向更少排放埠的許多伸長排放通道。可能在該輸出面上的該等伸長排放通道處存在輕微的實際壓力變動。假定可由連接至所有伸長排放通道的所有排放埠上所取得之平均壓力來代表 P_{out} 值係足夠用於此發明之目的。

為了近似塗布氣體在該頭與該基板之間流動所引起之壓力，可將幾何形狀視為氣體流過一狹窄狹縫。該狹縫之長度為 L ，該狹縫之厚度為 $2h$ ，而該狹縫之寬度為 W 。透過此一狹縫之體積流 Q 係定義為 (Transport phenomena (傳輸現象), Bird R B、Stewart W E & Lightfoot E N. New York: John Wiley and Sons, 1960, 第 62 頁)：

$$Q = \frac{2(P_{in} - P_{out})h^3W}{3\mu L} \quad (7)$$

其中 μ 係氣體之黏度。

以上所說明之作用力平衡將會指示在以下情況時獲得在該基板與施配頭之間的穩定間隙：

$$P_{atm}A + F_m - P_hA = 0 \quad (8)$$

等式 (7) 預測，若沿長度 L 取樣壓力，則其將會具有一線性輪廓。因此，由該等塗布氣體所產生之平均壓力 P_h 僅為：

$$P_h = \left(\frac{P_{in} + P_{out}}{2} \right) \quad (9)$$

等式(8)及(9)可在等式(7)中被替換並重新配置以作為已知變數與參數之一函數為狹縫(間隙)厚度 h 的一半來產生一解答：

$$h = \sqrt[3]{\frac{3Q\mu L}{4W\left(P_{atm} + \frac{F_m}{A} - P_{out}\right)}} \quad (10)$$

為了在一固定距離維持該基板與該施配頭，以及為了強固地控制此距離，期望該浮動頭在一真空預載模式下操作。在該真空預載模式下，絕對壓力 P_{out} 係小於大氣壓力。在此一情況下，只要機械貢獻 F_m/A 相對於 P_{atm} 與 P_{out} 之間的差異較小，將會迫使該基板以一方式近接該施配頭，使得其仍由於氣體壓力而浮起，但要求一作用力來從此位置移除其。

該基板將不再保持緊密近接該施配頭之臨界點係在等式(10)之分母中的項到達0時出現。在以下情況時滿足該條件：

$$\frac{F_m}{A} = P_{out} - P_{atm} \quad (11)$$

對 F_m 的一明顯貢獻係來自該基板自身之重量。項 F_m/A 為：

$$\frac{F_m}{A} = t \times \rho_{sub} \times g \quad (12)$$

其中 t 係基板厚度， ρ_{sub} 係基板密度，而 g 係重力所引起之加速度。假定典型基板之厚度可在從100微米至2000微米之範圍內變化，且密度可在從1至10 kg/m³之範圍內變

化， F_m/A 之值一般將會在1至200 Pa之範圍內。

為了使該系統對機械擾動不敏感，該機械擾動時常與該基板之重量相關，期望 $P_{atm}-P_{out}$ 超過 F_m/A 一因數2且較佳的係一因數10。

在此一體系中操作的另一好處在於，該基板可從該施配頭懸掛。

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可由該流體氣體軸承效應、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而移動。使用該流體氣體軸承效應用於沈積於基板20上，使基板20襯墊於施配頭10上的一具體實施例係顯示於圖20中。橫跨施配頭10之輸出面36移動基板20係在沿所示雙箭頭之一方向上。

圖21之替代性具體實施例顯示在一基板支撐物74(諸如一腹板支撐物或滾筒)上的基板20在施配頭10與一氣體流體軸承98之間在方向K上移動。在此情況下，可單獨使用空氣或另一惰性氣體。在此具體實施例中，施配頭10具有一空氣軸承效應並與氣體流體軸承98協作以便在輸出面36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。

如參考圖3A及3B所特別說明，施配頭10要求相對於基

板20之表面移動以便執行其沈積功能。此相對移動可以若干方式獲得，包括移動施配頭10與基板20任一者或兩者，諸如藉由移動提供一基板支撐物之一設備。移動可振盪或往復或可能係連續移動，取決於需要多少沈積循環。還可使用旋轉一基板，特別在一批次程序中，但連續程序係較佳。一致動器可耦合至該施配頭之主體，諸如機械連接。可替代性使用一交替作用力(諸如一不斷變化磁力場)。

一般而言，ALD要求多個沈積循環，使用每一循環來構建一受控制膜深度。使用用於更早所給出之氣態材料類型之命名，一單一循環可(例如)在一簡單設計中提供第一反應物氣態材料O之一施加與第二反應物氣態材料M之一施加。

在用於O與M反應物氣態材料之輸出通道之間的距離決定用於往復移動以完成每一循環所需之距離。對於該範例，圖4之施配頭10可能具有在一反應物氣體通道出口與相鄰沖洗通道出口之間的一0.1英吋(2.54 mm)的標稱通道寬度。因此，為了使該往復運動(如本文所使用沿y軸)允許相同表面之所有區域均看見一完整ALD循環，將會要求至少0.4英吋(10.2mm)的一行程。對於此範例，基板20之一區域將會曝露於第一反應物氣態材料O與第二反應物氣態材料M兩者下，在此距離上移動。或者，一施配頭可由於其行程而移動遠大得多的距離，甚至從一基板之一末端移動至另一末端。在此情況下，生長中的膜可能在其生長週期期間曝露於周邊環境條件，在許多使用情形下不會引起

任何壞效應。在一些情況下，對於均勻性之考量可能要求對每一循環中的往復運動數量進行一隨機性測量，諸如用以減低邊緣效應或沿往復行進之極端累積。

一施配頭10可能僅具有足夠的輸出通道12來提供一單一循環。或者，施配頭10可能具有多個循環之一配置，從而使其能夠覆蓋一更大沈積區域或使其能夠在一距離上進行其往復運動，該距離在該往復運動距離之一橫過中允許二或多個沈積循環。

例如，在一特定應用中，頃發現，每一O-M循環在處理表面之大約 $\frac{1}{4}$ 上形成一原子直徑的一層。因而，在此情況下需要四個循環來在處理表面上形成一原子直徑的一均勻層。類似地，為了在此情況下形成10原子直徑的一均勻層，則將要求40個循環。

用於本發明之一施配頭10之往復運動之一優點在於，其允許沈積於區域超過輸出面36之區域的一基板20上。圖15示意性顯示如何可使用沿y軸之往復運動(箭頭A所示)並還使用相對於x軸正交於或橫過該往復運動之移動來實現此更寬廣的區域覆蓋。同樣地，必須強調，可藉由移動施配頭10或藉由移動具有提供移動之一基板支撐物74的基板20或藉由移動施配頭10與基板20兩者來實現在x或y方向上的運動(如圖15所示)。

在圖15中，該施配頭與該基板之相對運動方向係彼此垂直。還可能平行地具有此相對運動。在此情況下，該相對運動需要具有代表振盪的一非零頻率分量與代表該基板之

位移的一零頻率分量。此組合可藉由以下來實現：一振盪組合該施配頭在一固定基板上之位移；一振盪組合該基板相對於一固定基板施配頭之位移；或任一組合，其中藉由移動該施配頭與該基板兩者來提供該振盪與固定運動。

較有利的係，可以比可用於許多類型沈積頭更小的一大小來製作施配頭10。例如，在一具體實施例中，輸出通道12具有大約0.005英吋(0.127 mm)的寬度w1並在長度上延伸至大約3英吋(75 mm)。

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。

圖16顯示一原子層沈積(ALD)系統60，其具有一室50用於提供一相對良好控制且無污染的環境。氣體供應器28a、28b及28c透過供應線32提供該等第一、第二及第三氣態材料至施配頭10。撓性供應線32之可選使用促進移動施配頭10之容易度。為了簡化，在圖16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。一傳輸子系統54沿施配頭10之輸出面36提供輸送基板20的一基板支撐物，使用運用於本揭示案內的座標軸系統來在x方向上提供移動。運動控制以及閥及其他支撐組件之整體控制可由一控制邏輯處理器56來提供，諸如一電腦或專用微處理

器裝配件。在圖16之配置中，控制邏輯處理器56控制用於提供往復運動至施配頭10的一致動器30並還控制傳輸子系統54之一傳輸馬達52。致動器30可以係適合於引起施配頭10沿一移動基板20(或者沿一固定基板20)往返運動的若干裝置之任一者。

圖17顯示一種用於薄膜沈積於一腹板基板66上之原子層沈積(ALD)系統70之一替代性具體實施例，該腹板基板係沿用作一基板支撐物之一腹板輸送器62來輸送經過施配頭10。該腹板自身可能係處理中的基板或可為一基板(另一腹板或分離基板(例如晶圓))提供支撐物。一施配頭傳輸器64在一橫過腹板行進方向的方向上橫跨腹板基板66之表面輸送施配頭10。在一具體實施例中，使用氣體壓力所提供之完整分離作用力橫跨腹板基板66之表面往返推動施配頭10。在另一具體實施例中，施配頭傳輸器64使用橫過腹板基板66之寬度的一導螺桿或類似機構。在另一具體實施例中，沿腹板輸送器62在適當位置處使用多個施配頭10。

圖18顯示在一腹板配置中的另一原子層沈積(ALD)系統70，其使用一固定施配頭10，其中該等流圖案係正交於圖17之組態而定向。在此配置中，腹板輸送器62之運動自身為ALD沈積提供所需移動。還可在此環境下使用往復運動。參考圖19，顯示施配頭10之一部分之一具體實施例，其中輸出面36具有一數量的曲率，其可能有利於一些腹板塗布應用。可提供凸面或凹面曲率。

在可特別有用於腹板製作之另一具體實施例中，ALD系

統70可具有多個施配頭10或雙重施配頭10，於腹板基板66之每一側佈置一個。可替代性提供一撓性施配頭10。此將提供一沈積設備，其向沈積表面展現至少某種符合性。

為了塗布一平直基板之目的，通常假定該沈積設備之輸出面也將會係平直的。然而，使一輸出面具有一定程度的曲率存在優點。

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，在該基板之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，即允許該基板之前緣比該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該基板之前緣拉離該沈積輸出面。

對於特定基板，在垂直於該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。

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。

本發明已特別參考其特定較佳具體實施例予以詳細說明，但應明白在如上所說明且如隨附申請專利範圍所述的

本發明之範疇內由習知此項技術者可實現變更及修改而不背離本發明之範疇。例如，雖然可使用空氣軸承效應來至少部分地分離施配頭10與基板20之表面，但可替代性地使用本發明之設備來將基板20從施配頭10之輸出表面36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。

範例：

用於所有下列理論計算範例中的理論沈積頭係由下列伸長槽配置所構成：

P-Ex-O-Ex-P-Ex-M-Ex-P-Ex-O-Ex-P-Ex-M-Ex-P-Ex-O-Ex-P

其中P代表一沖洗通道，Ex代表一排放槽，O代表一氧化劑氣體通道，而M代表一含金屬氣體通道。

該等伸長槽係在其長側上分離1.0 mm，且其長度為50 mm。用於該等範例之目的的基板係選取使得該基板確切覆蓋以上配置所產生之區域，因而該基板為50 mm寬乘2 mm長。

範例1-比較性

此範例量化在平均排放吸力係該基板之每單位面積重量的 $\frac{1}{2}$ 時作用在該基板的該等作用力。

在此範例中，該基板擱置在該沈積頭之頂部上，使得重力用以將該基板拉向該沈積頭。

該基板係具有一 2.2 g/cm^3 密度與一1 mm厚度的一片傳統玻璃。基於其面積，該玻璃之質量將會為2.2克且該基板重量，因而作用於該基板上的重力將會為0.0216 N。該基

板之每單位面積重量因此為 21.6 Pa。

若將該排放通道壓力設定在 10.8 Pa(在 H_2O 中 0.043)，則該排放壓力將會為該基板之每單位面積重量的 $\frac{1}{2}$ 。依據等式(5)，該基板將會與該頭分離之臨界作用力將會為 0.0108 N。由於此作用力係實質上小於 0.0216 N 的基板重量，故施加至該基板的較小作用力可能會明顯改變該基板至施配頭間隙，從而引起不強固的操作。

範例 2-創造性

此範例量化在平均排放吸力係該基板之每單位面積重量 5 倍時作用在該基板上的該等作用力。

在此範例中，該基板擱置在該沈積頭之頂部上，使得重力用以將該基板拉向該沈積頭。

該基板係具有一 2.2 g/cm^3 密度與一 1 mm 厚度的一片傳統玻璃。基於其面積，該玻璃之質量將會為 2.2 克且該基板重量，因而作用於該基板上的重力將會為 0.0216 N。該基板之每單位面積重量因此為 21.6 Pa。

若將該排放通道壓力設定在 108 Pa(在 H_2O 中 0.43)，則該排放壓力將會為該基板之每單位面積重量的 5 倍。依據等式(5)，該基板將會與該頭分離之臨界作用力將會為 0.108 N。由於此作用力實質上超過 0.0216 N 的基板重量，故施加至該基板的較小作用力不可能明顯改變該基板至施配頭間隙。

範例 3-比較性

此範例運用與範例 1 中相同的組態，除了反轉該沈積

頭，使該基板在該頭下面外。因此，重力用以將基板與該頭拉開。

此範例量化在平均排放吸力係該基板之每單位面積重量的 $\frac{1}{2}$ 時作用在該基板的該等作用力。

該基板係具有一 2.2 g/cm^3 密度與一 1 mm 厚度的一片傳統玻璃。基於其面積，該玻璃之質量將會為 2.2 克且該基板重量，因而作用於該基板上的重力將會為 0.0216 N 。該基板之每單位面積重量因此為 21.6 Pa 。

若將該排放通道壓力設定在 10.8 Pa (在 H_2O 中 0.043)，則該排放壓力將會為該基板之每單位面積重量的 $\frac{1}{2}$ 。依據等式(5)，該基板將會與該頭分離之臨界作用力將會為 0.0108 N 。由於在該基板上的重力為 0.0216 N ，故該沈積頭所施加之作用力將不足以支撐該基板且該基板將會落下。

範例4-創造性

此範例運用與範例1中相同的組態，除了反轉該沈積頭，使該基板在該頭下面外。因此，重力用以將基板與該頭拉開。

此範例量化在平均排放吸力係該基板之每單位面積重量 5 倍時作用在該基板上的該等作用力。

該基板係具有一 2.2 g/cm^3 密度與一 1 mm 厚度的一片傳統玻璃。基於其面積，該玻璃之質量將會為 2.2 克且該基板重量，因而作用於該基板上的重力將會為 0.0216 N 。該基板之每單位面積重量因此為 21.6 Pa 。

若將該排放通道壓力設定在 108 Pa (在 H_2O 中 0.043)，則

該排放壓力將會為該基板之每單位面積重量的5倍。依據等式(5)，該基板將會與該頭分離之臨界作用力將會為0.108 N。由於在該基板上的重力為0.0216 N，故該沈積頭所施加之作用力將足以支撐該基板並防止該基板落下。

【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係在一沈積系統中的一施配頭之一透視分解圖，其包括一可選擴散器單元；

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 係在一使用垂直定向板之具體實施例中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 係一沈積系統之一具體實施例之一側視圖，其包含

一浮動施配頭並顯示相關距離尺寸與作用力方向；

圖 15 係顯示與一基板傳輸系統一起使用之一分配頭之一透視圖；

圖 16 係顯示使用本發明之施配頭之一沈積系統之一透視圖；

圖 17 係顯示應用於一移動腹板之一沈積系統之一具體實施例之一透視圖；

圖 18 係顯示應用於一移動腹板之沈積系統之另一具體實施例之一透視圖；

圖 19 係一輸出面具有曲率之一施配頭之一具體實施例之一斷面側視圖；

圖 20 係使用一氣體襯墊來分離該施配頭與該基板之一具體實施例之一透視圖；

圖 21 係用於一沈積系統之具體實施例之一側視圖，其包含一氣體流體軸承用於與一移動基板一起使用；以及

圖 22 係圖 1 所示之施配頭之一放大。

【主要元件符號說明】

2 _h	狹縫之厚度
10	施配頭
12	輸出通道
14、16、18	氣體入口導管
20	基板
22	排放通道
24	排放導管

28a、28b、28c	氣體供應器
30	致動器
32	供應線
36	輸出面
50	室
52	傳輸馬達
54	傳輸子系統
56	控制邏輯處理器
60	原子層沈積(ALD)系統
62	腹板輸送器
64	施配頭傳輸
66	腹板基板
70	原子層沈積(ALD)系統
74	基板支撐物
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	基板
132	伸長發出通道
134	伸長排放通道
140	空氣擴散器單元
142	噴嘴板
143、147、149	第一、第二、第三擴散器通路
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	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

A	箭 頭
D	距 離
E	排 放 板
F1、F2、F3、F4	氣 體 流
F_m	機 械 作 用 力
I	第 三 惰 性 氣 態 材 料
L	長 度
K	方 向
M	第 二 反 應 物 氣 態 材 料
O	第 一 反 應 物 氣 態 材 料
P	沖 洗 板
P_{atm}	大 氣 壓 力
P_{in}	最 大 壓 力
P_{out}	最 小 壓 力
R	反 應 物 板
S	分 隔 板
w1、w2	通 道 寬 度
X	箭 頭
x10	施 配 頭 10 之 中 心 元 件

十、申請專利範圍：

1. 一種用於薄膜沈積一固態材料於一基板上的系統，其包含：

A) 至少一第一、一第二及一第三來源，其係用於至少一第一、一第二及一第三氣態材料；

B) 一基板，其具有一基板表面與每單位面積的一平均重量；

C) 一沈積施配頭，其用於施配該等氣態材料至該基板表面用於薄膜沈積，包含：

i) 至少一第一、一第二及一第三入口埠，其用於分別接收該第一、該第二及該第三氣態材料；

ii) 至少一排放埠，其用於排放廢氣；以及

iii) 近接該基板表面的一輸出面，其包含複數個伸長開口，其中

(a) 該等入口埠之每一者係獨立地連接至至少一第一、第二及第三伸長輸出開口，每一者係連接至在該沈積施配頭之該面內的一對應伸長第一、第二及第三伸長發出通道用於供應個別氣態材料至該基板；以及

(b) 該至少一排放埠係連接至在該沈積施配頭之該面內的至少兩個伸長排放開口，每一者係連接至一對應伸長排放通道，每一伸長排放開口具有一相關聯壓力，其中該至少兩個伸長排放開口係佈置使得至少一第一、一第二或一第三伸長輸出開口係位於該至少兩個伸長排放開口之間；以及

其中在該輸出面與該基板表面之間的一實質上均勻距離係藉由由於該等氣態材料之一或多者從該等伸長輸出開口流動至該基板表面所產生之壓力來至少部分地維持且其中在大氣壓力與以帕斯卡為單位測量的該等伸長排放開口之平均壓力之間的差異係也以帕斯卡為單位測量的該基板之每單位面積的該平均重量的至少兩倍。

2. 如請求項1之系統，其中該等第一及第二入口埠之每一者係分別獨立地連接至複數個第一發出伸長通道與複數個第二伸長發出通道；

其中該等第一伸長發出通道之每一者係連接至對應伸長輸出開口，每一伸長輸出開口係在其兩個伸長側上藉由一相對更靠近伸長排放開口以及用於沖洗氣體的一相對較不靠近第三伸長開口來與最靠近的第二伸長輸出開口分離；以及

其中每一第二輸出伸長開口係在其兩個伸長側上藉由一相對更靠近伸長排放開口以及用於沖洗氣體的一相對較不靠近第三伸長輸出開口來與最靠近的第一伸長輸出開口分離。

3. 如請求項1之系統，其中該系統包含在該施配頭之兩端之每一者處的一第三伸長輸出開口，其在最靠近施配裝置之該輸出面之邊緣之側不具有一第二或一第一伸長輸出開口。
4. 如請求項1之系統，其中該基板係在該沈積施配頭上方，使得該基板之重量用以將該基板拉向該沈積施配

頭。

5. 如請求項1之系統，其中該基板係在該沈積施配頭下方，使得用以將該基板拉離該沈積施配頭的該基板之該重量受到該等伸長排放開口所引起之保持力的抵銷。
6. 如請求項1之系統，其中該沈積施配頭係固定於該系統內且該基板相對於該沈積施配頭而移動。
7. 如請求項1之系統，其中該輸出面具有一曲率。
8. 如請求項7之系統，其中該輸出面之該曲率具有大於1公尺的一半徑。
9. 如請求項7之系統，其中曲率軸係平行於基板運動方向。
10. 如請求項7之系統，其中該曲率軸係垂直於該基板運動方向。
11. 如請求項1之系統，其包含支撐該基板的一額外構件。
12. 如請求項1之系統，其包含一額外構件以相對於該沈積施配頭來移動該基板。
13. 如請求項1之系統，其中該基板係一腹板。
14. 如請求項13之系統，其中該腹板之移動係藉由一傳輸設備來加以提供，該移動係連續穿過該系統或往復。
15. 如請求項1之系統，其中該基板與該沈積施配頭係向大氣開放。
16. 如請求項1之系統，其中在該輸出面與該基板表面之間維持的實質上均勻距離係小於0.5 mm。
17. 一種用於在一基板上沈積一薄膜材料之程序，其包含將

一系列氣體流從一薄膜沈積系統之一施配頭之一輸出同時引向一基板表面，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該基板表面反應，其中該施配頭包含：

(a) 至少一第一、一第二及一第三入口埠，其係用於分別接收該第一反應性氣體材料、該第二反應性氣體材料及該惰性沖洗氣體；

(b) 至少一排放埠，其用於排放廢氣；

(c) 近接該基板表面的一輸出面，其包含複數個伸長開口；其中

(i) 該等入口埠之每一者係分別獨立地連接至至少一第一、第二及第三伸長輸出開口，用於供應該等個別氣體材料至該基板；以及

(ii) 該至少一排放埠係連接至至少兩個伸長排放開口，每一者具有一相關聯壓力，其中該等伸長排放開口係佈置使得至少一第一、一第二或一第三伸長輸出開口係位於該至少兩個伸長排放開口之間；以及

其中在該輸出面與該基板表面之間的一實質上均勻距離係藉由由於該等氣體材料之一或多者從該等伸長輸出開口流動至該基板表面所產生之壓力來至少部分地維持且其中在大氣壓力與以帕斯卡為單位測量的該等伸長排放開口之該平均壓力之間的該差異係也以帕斯卡為單位

測量的該基板之每單位面積的該平均重量的至少兩倍。

18. 如請求項17之程序，其中該第一及第二反應性氣體材料之流係藉由至少該惰性沖洗氣體與一伸長排放開口來加以實質上空間分離。
19. 如請求項17之程序，其中該第一反應性氣體材料、該第二反應性氣體材料及該惰性沖洗氣體之該等氣體流組合提供一壓力，其實質上貢獻於該基板之該表面與該施配頭之該輸出表面之分離。
20. 如請求項17之程序，其中氣體流係從實質上平行地近接該基板定位的一系列伸長輸出開口來提供，使該施配頭之該輸出表面在經歷沈積之該基板表面之1 mm範圍內間隔。
21. 如請求項17之程序，其中該基板之一給定區域係曝露於該第一反應性氣體材料之氣體流每次持續小於大約500毫秒。
22. 如請求項17之程序，其進一步包含提供在該施配頭與該基板之間的相對運動。
23. 如請求項17之程序，其中在沈積期間該基板之溫度係在300°C以下。
24. 如請求項17之程序，其中該第一反應性氣體係一含金屬反應性氣體材料而該第二反應性氣體係一非金屬反應性氣體材料，其反應以形成一氧化物或硫化物材料，該氧化物或硫化物材料係選自由以下所組成之群組：五氧化二鉬、氧化鋁、氧化鈦、五氧化二鈮、氧化鋇、氧化



26. 如請求項17之程序，其中以帕斯卡為單位測量的該等排放通道之該平均壓力係也以帕斯卡為單位測量的該基板之每單位面積的該平均重量的至少十倍。



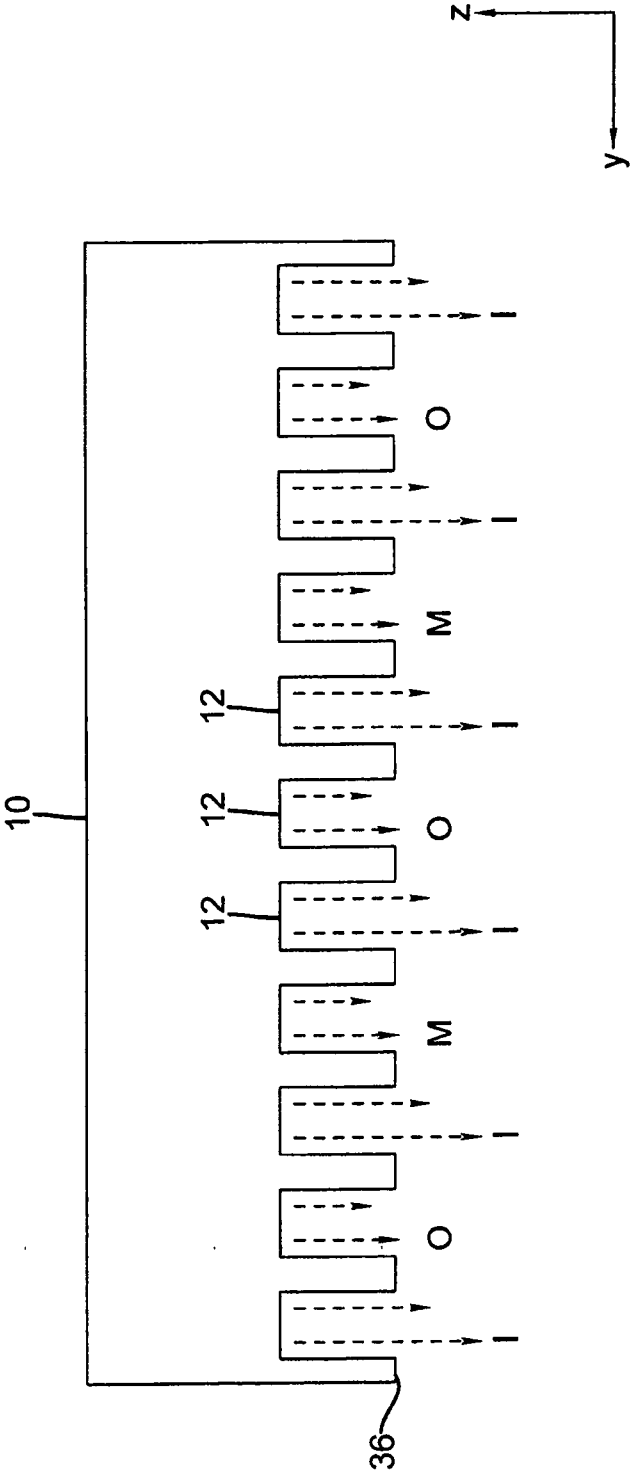


圖 2

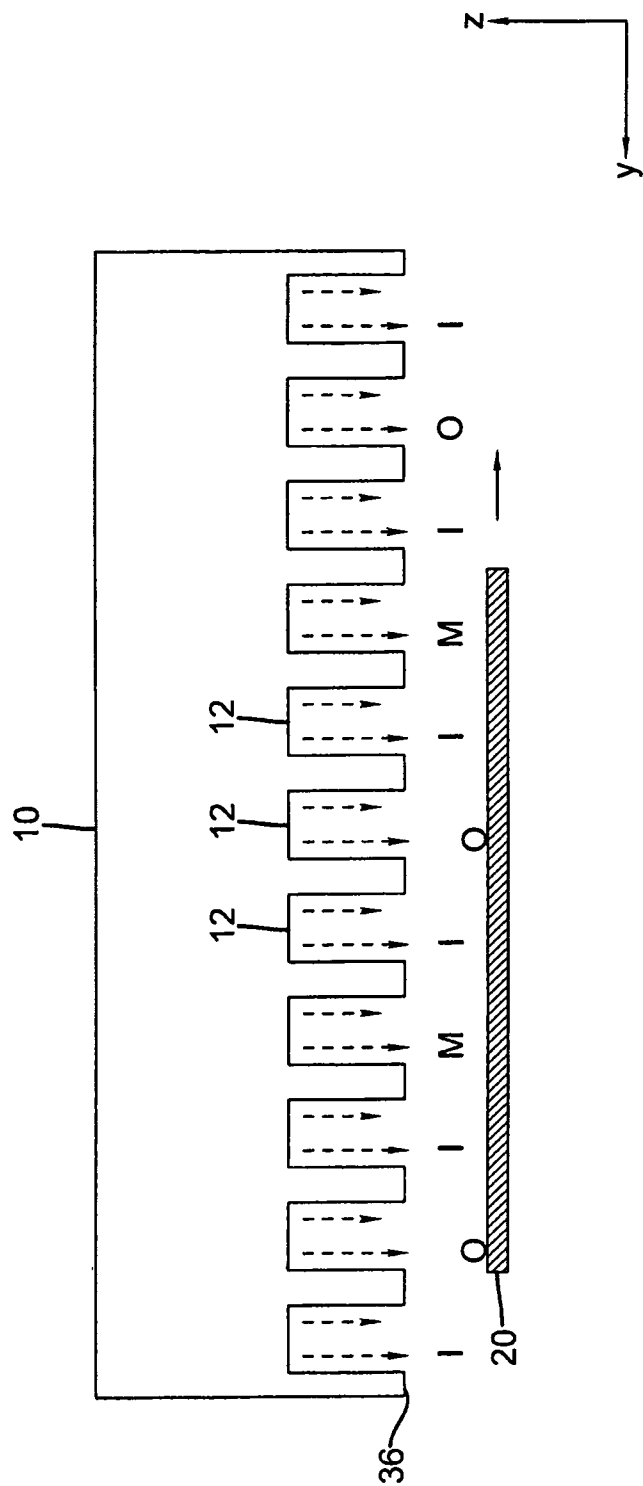


圖 3A

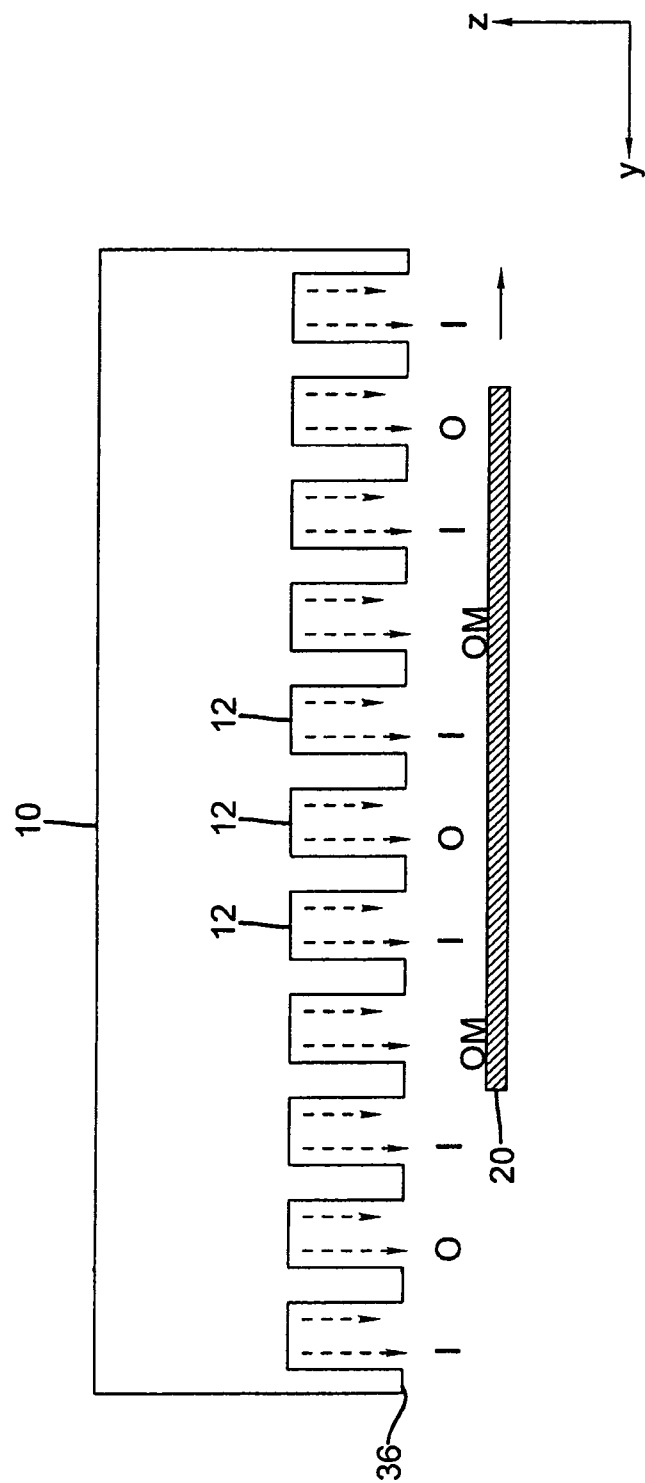


圖 3B

102年10月9日修正頁(本)

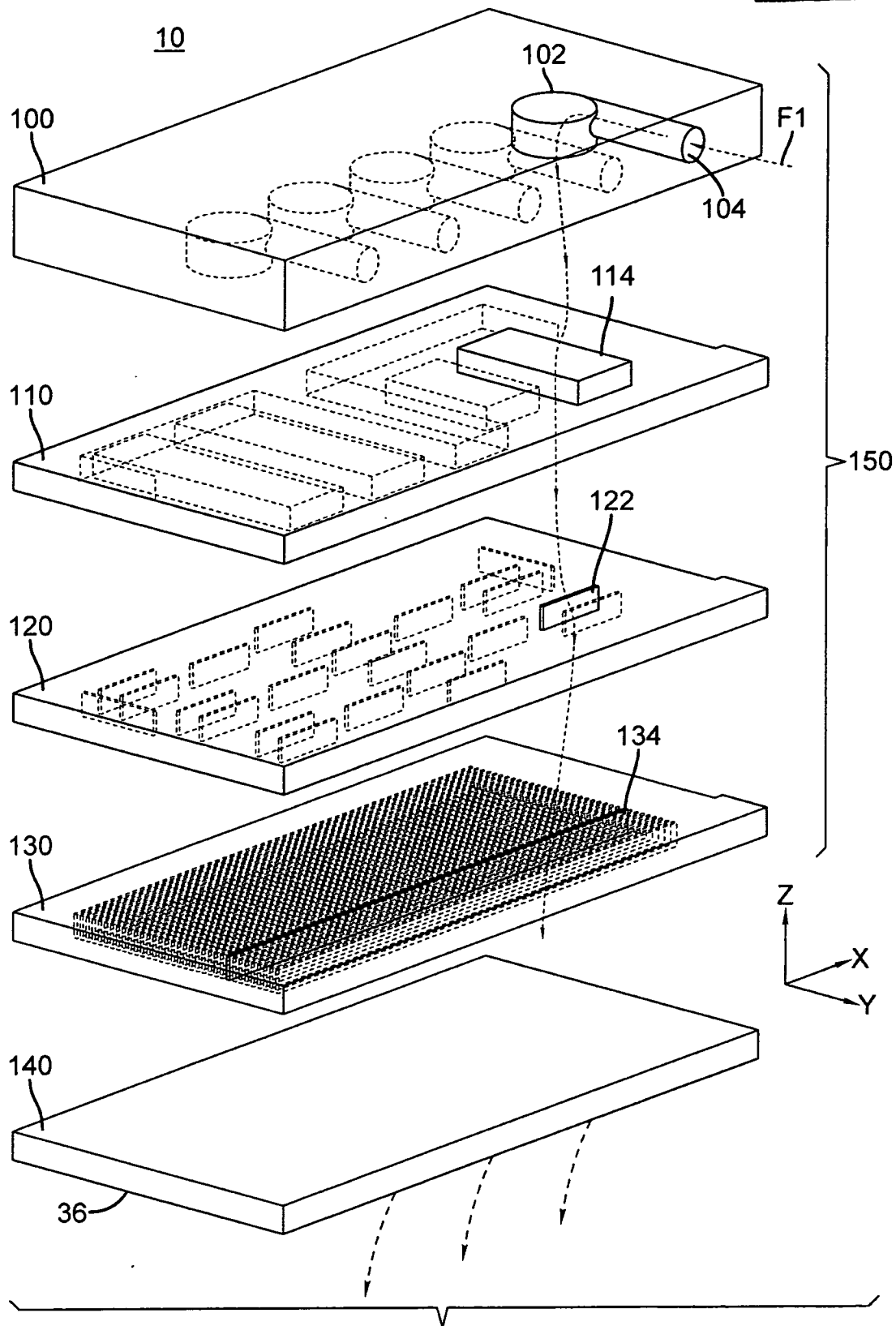


圖 4

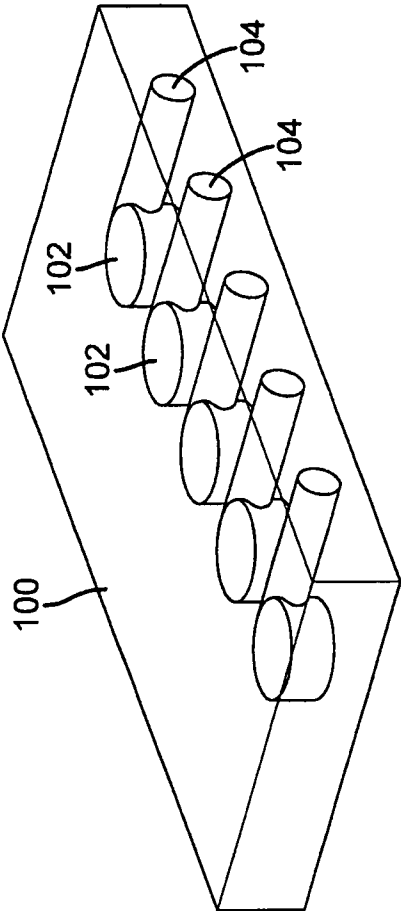


圖 5A

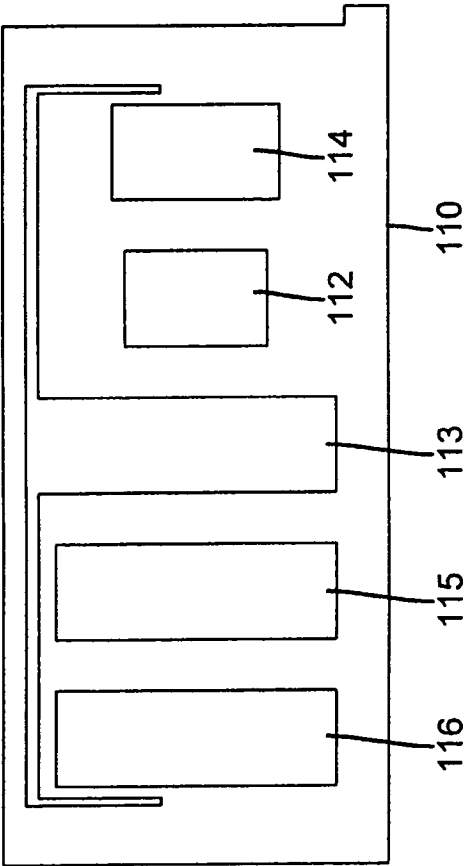


圖 5B

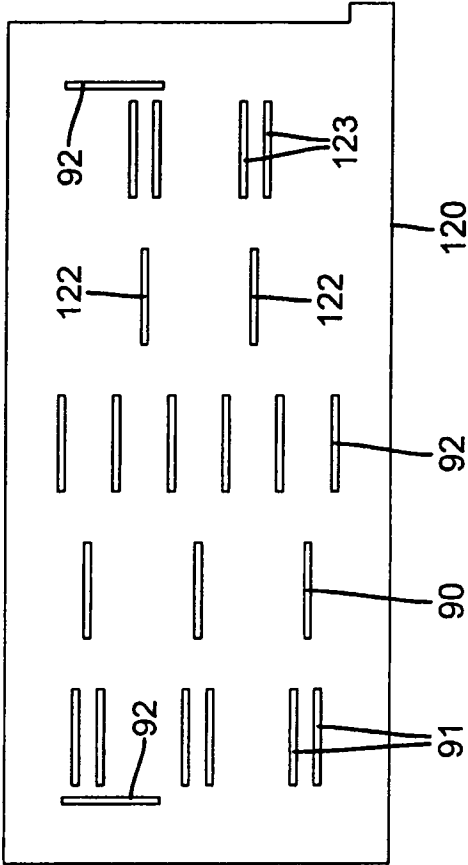


圖 5C

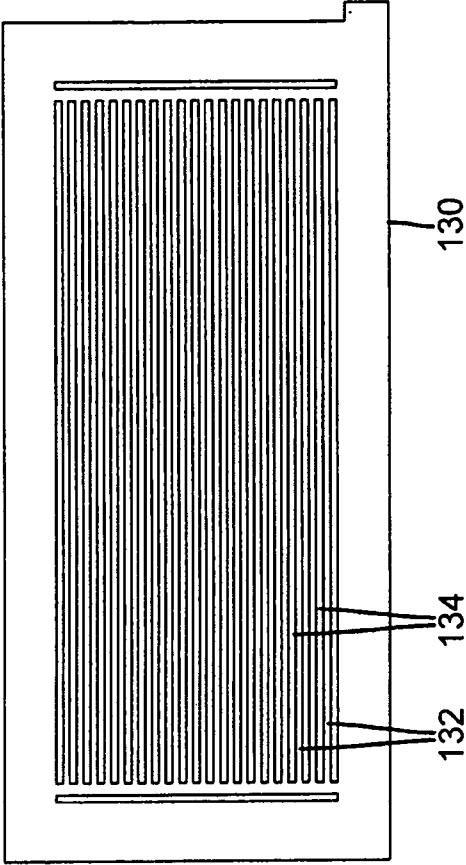


圖 5D

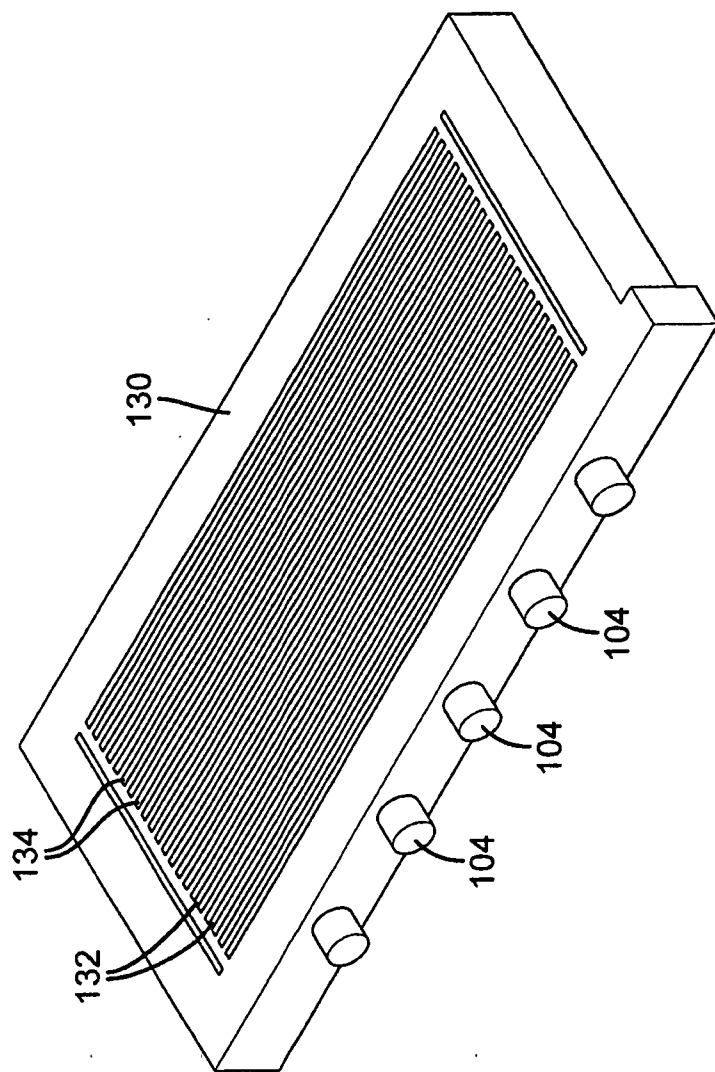


圖 6

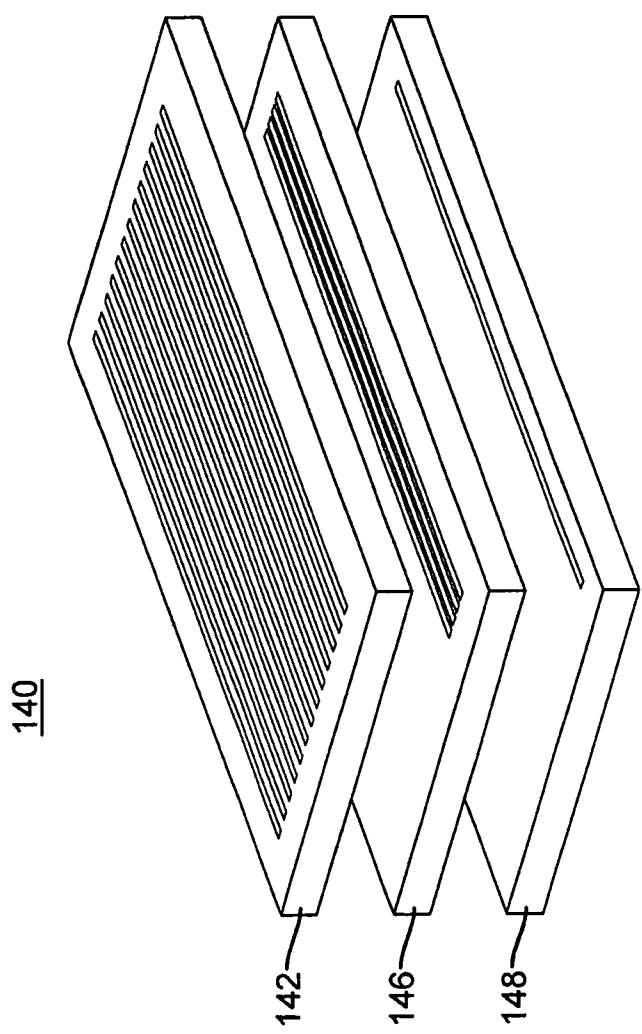


圖 7

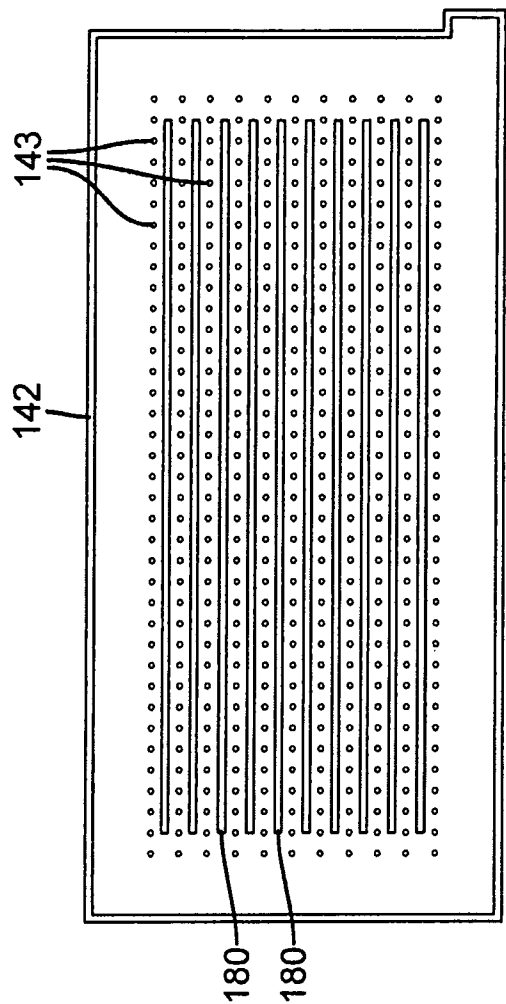


圖 8A

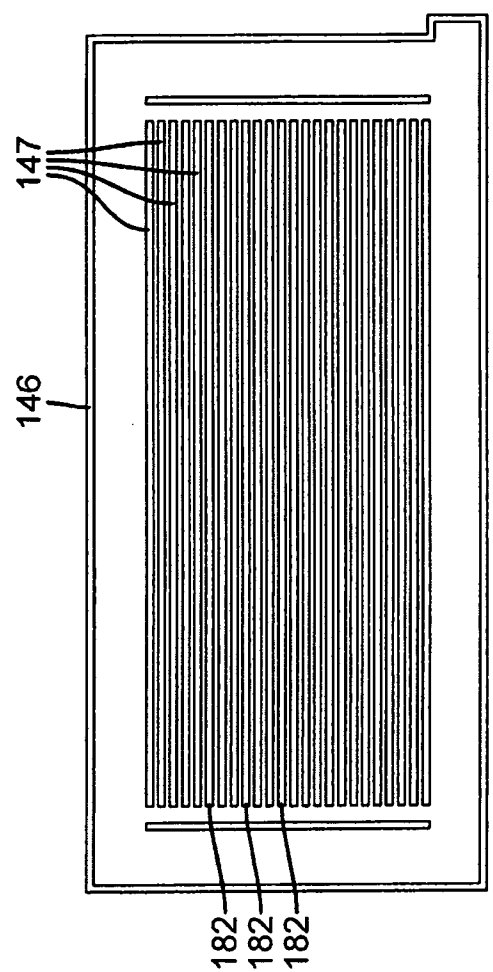


圖 8B

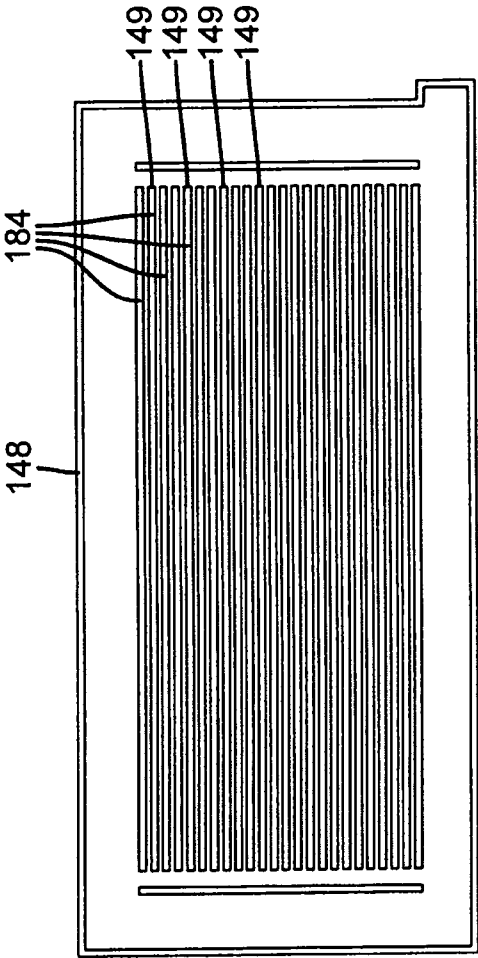
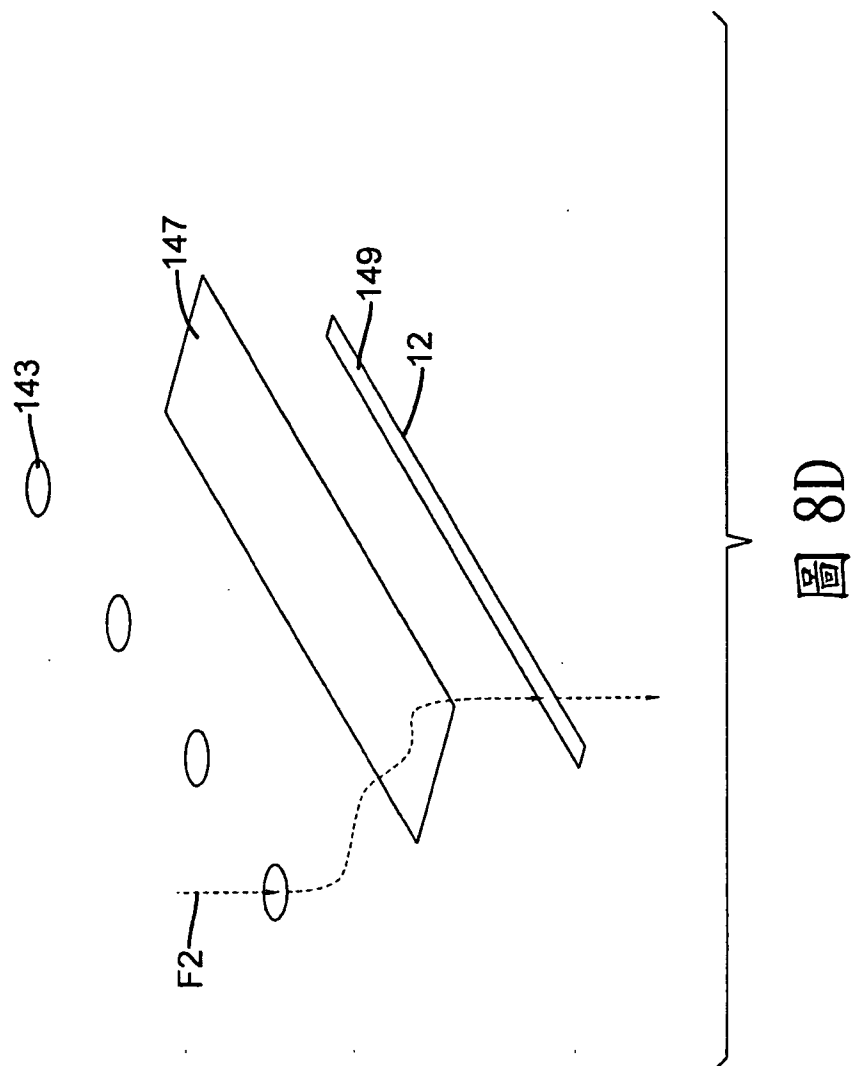
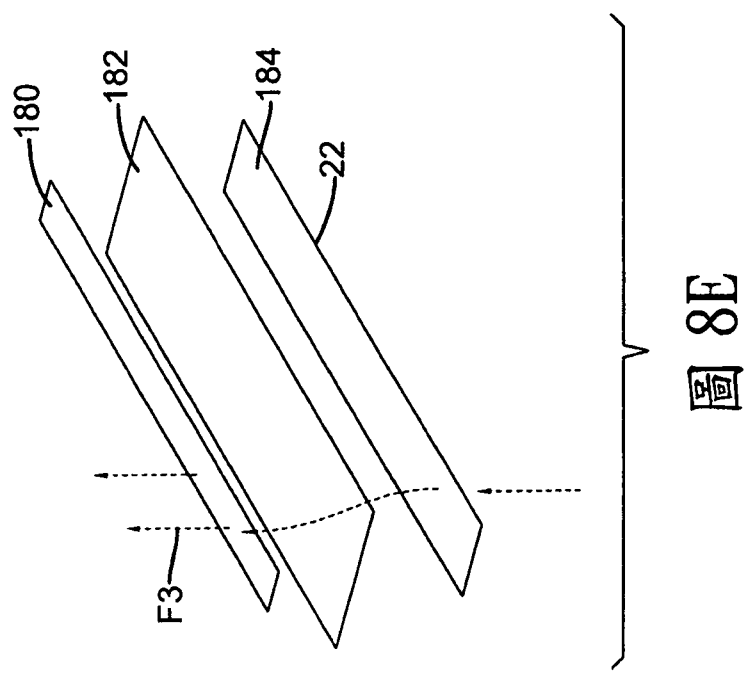


圖 8C





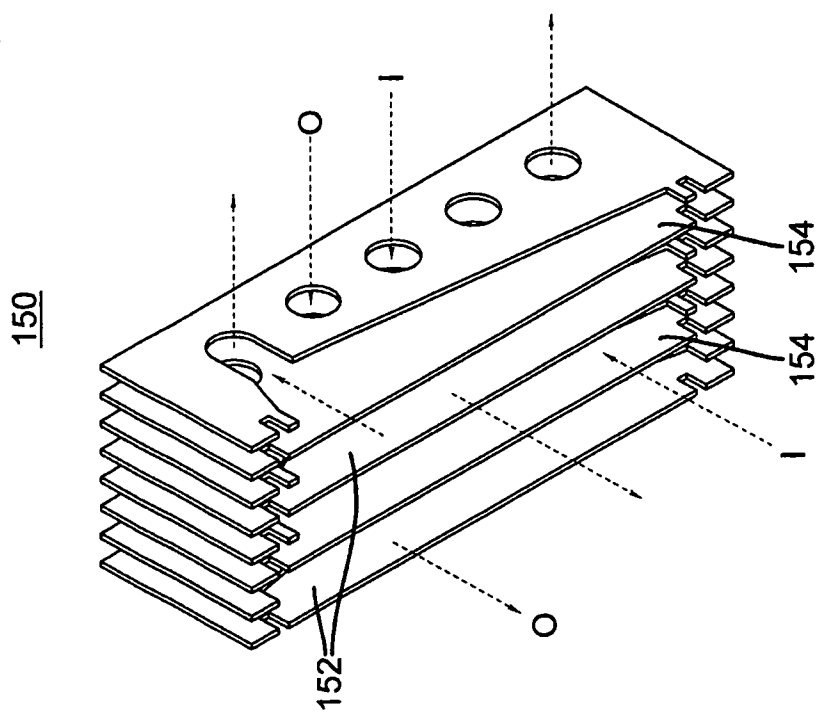


圖 9A

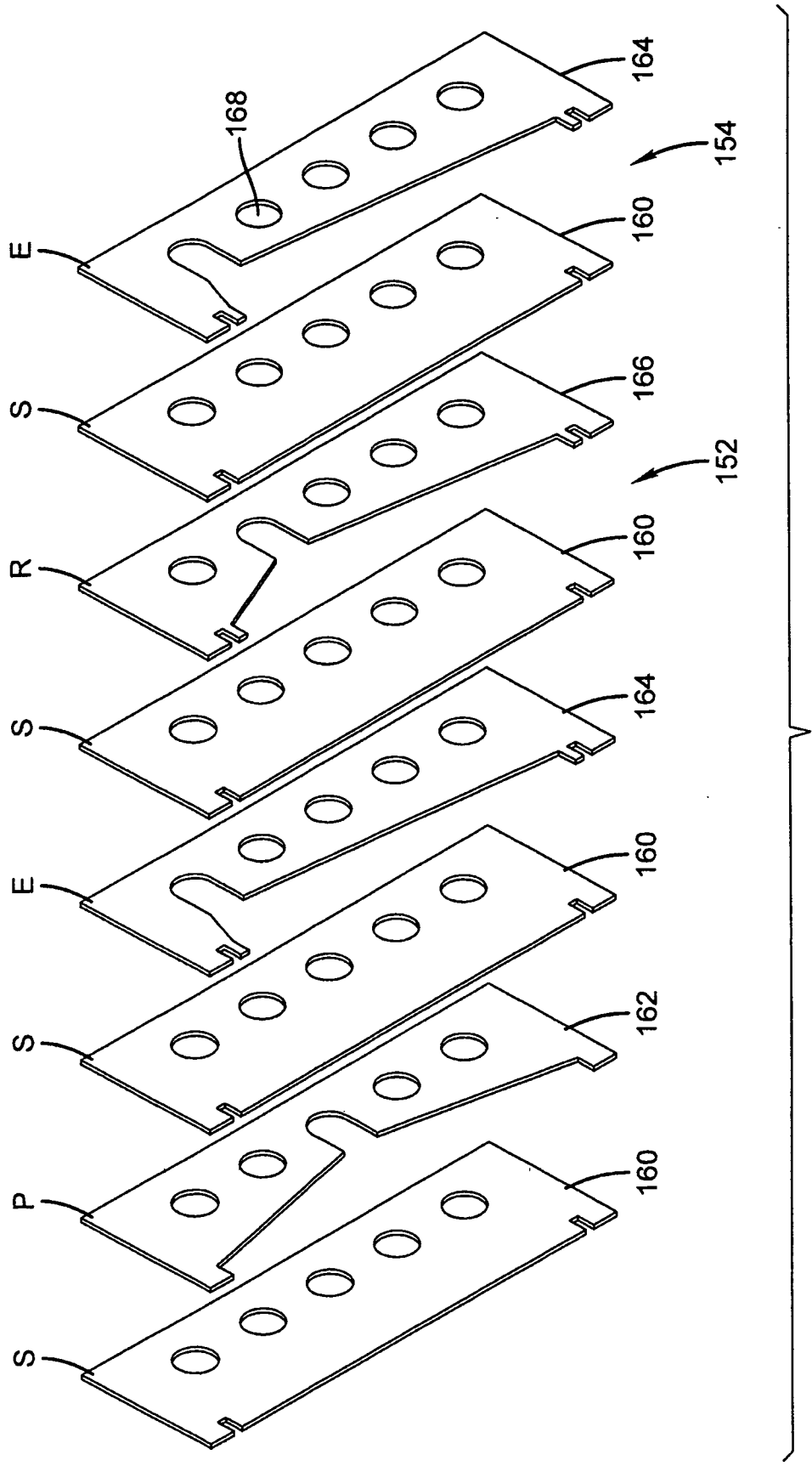


圖 9B

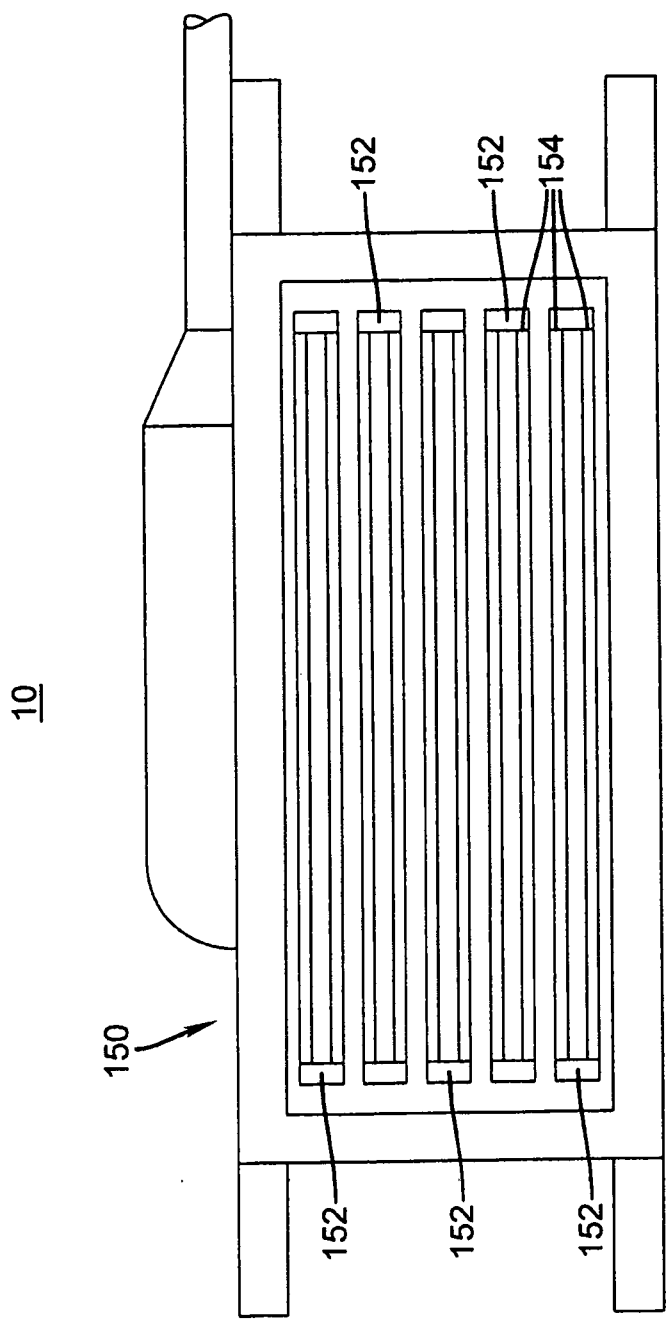


圖 9C

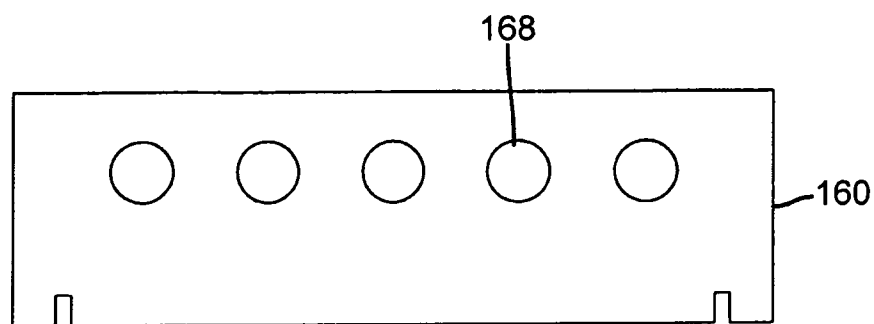


圖 10A

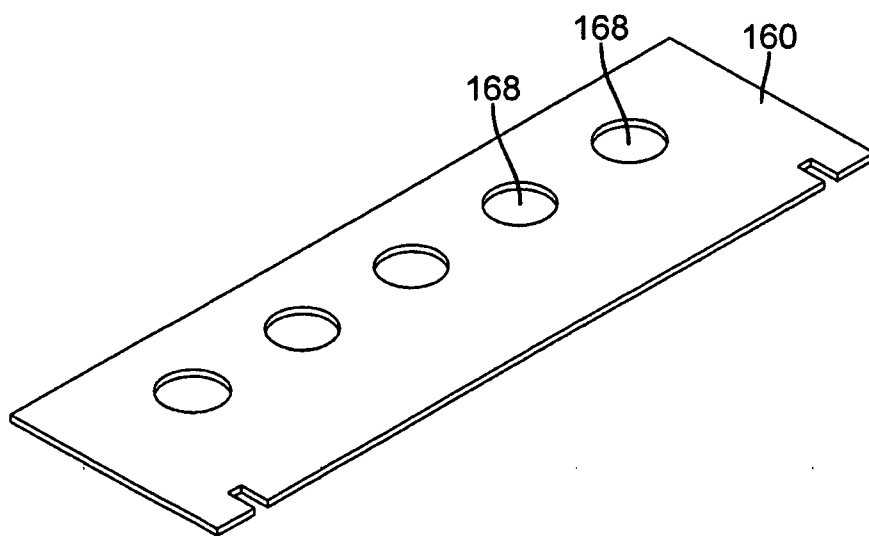


圖 10B

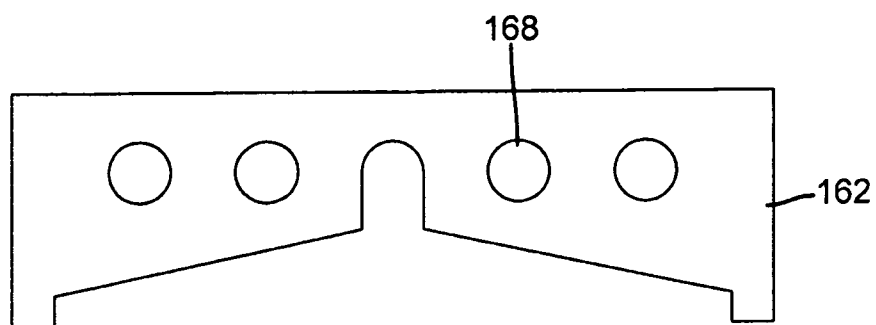


圖 11A

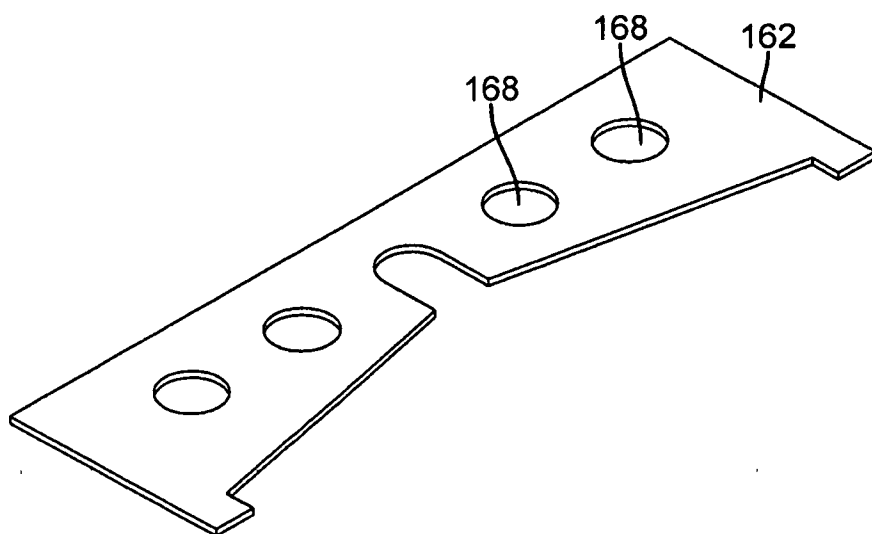


圖 11B

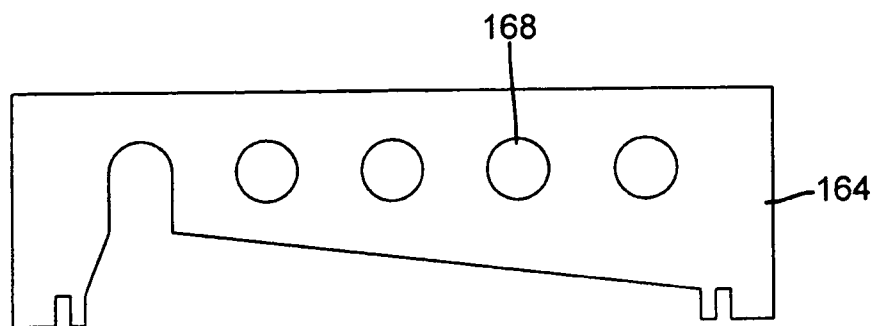


圖 12A

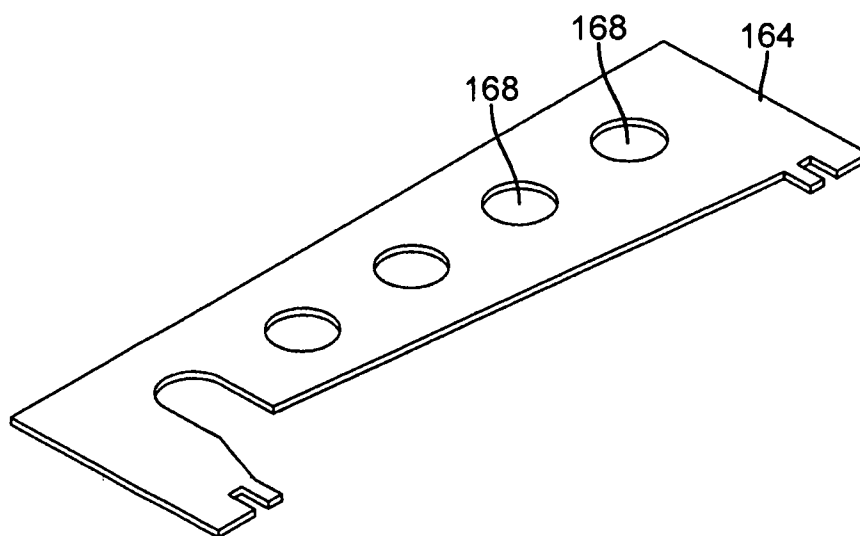


圖 12B

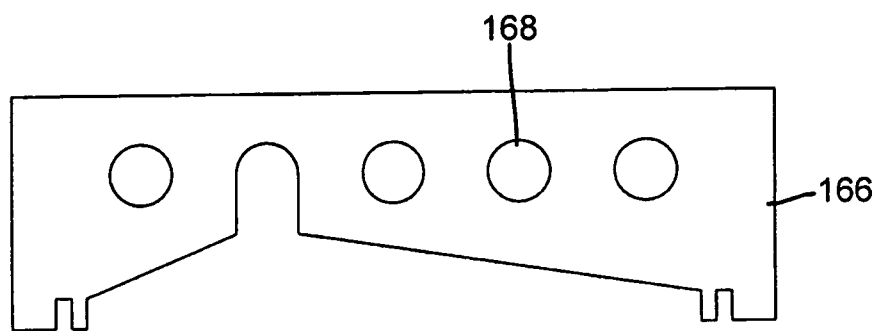


圖 13A

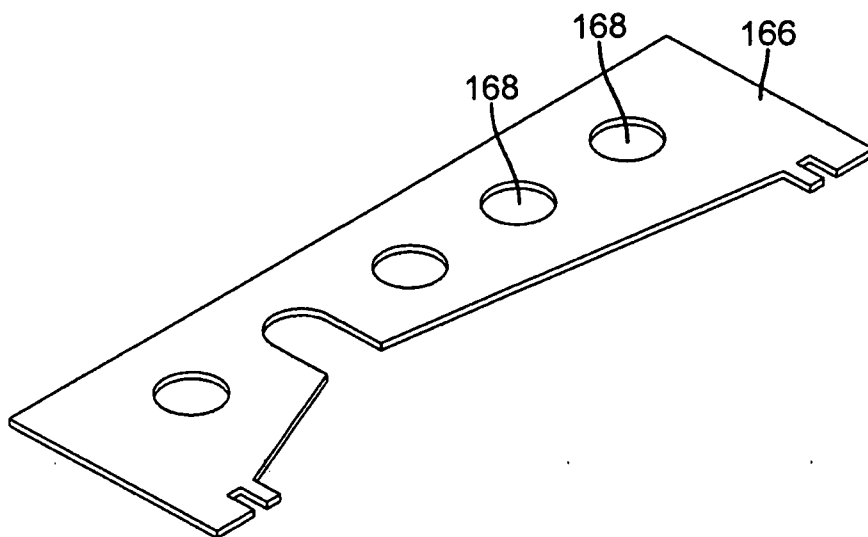


圖 13B

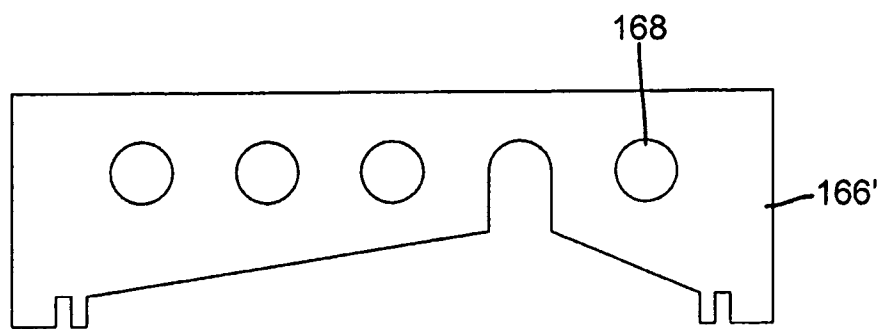


圖 13C

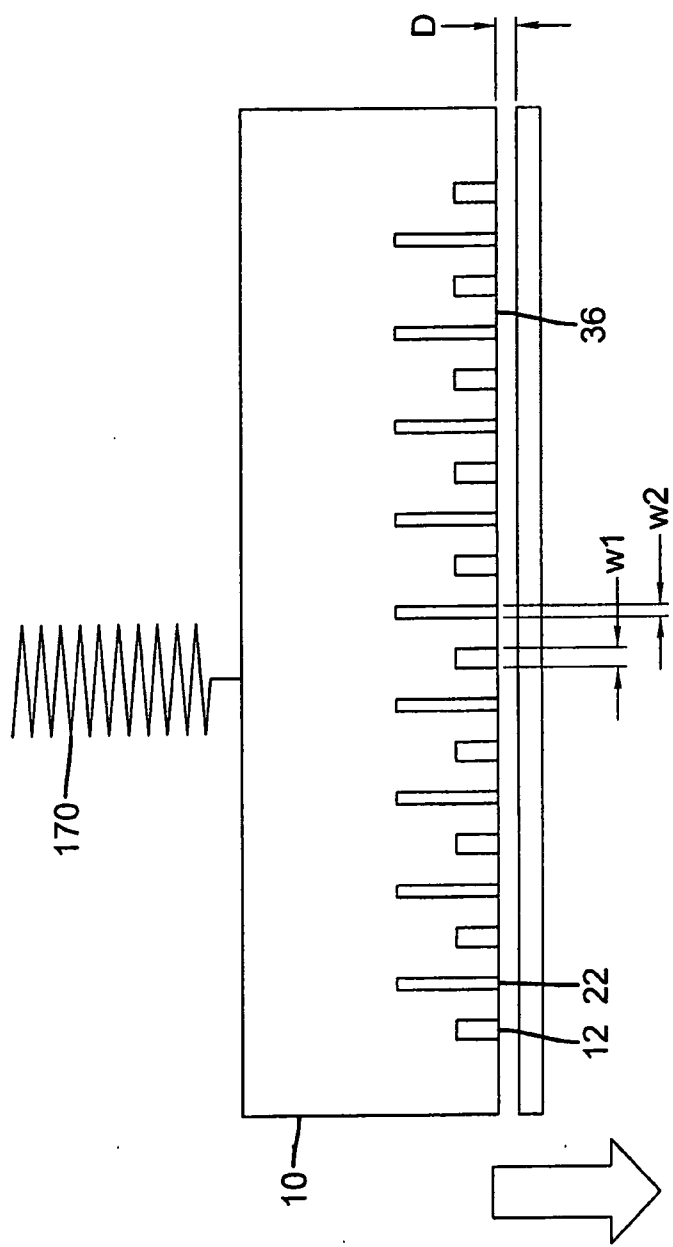


圖 14

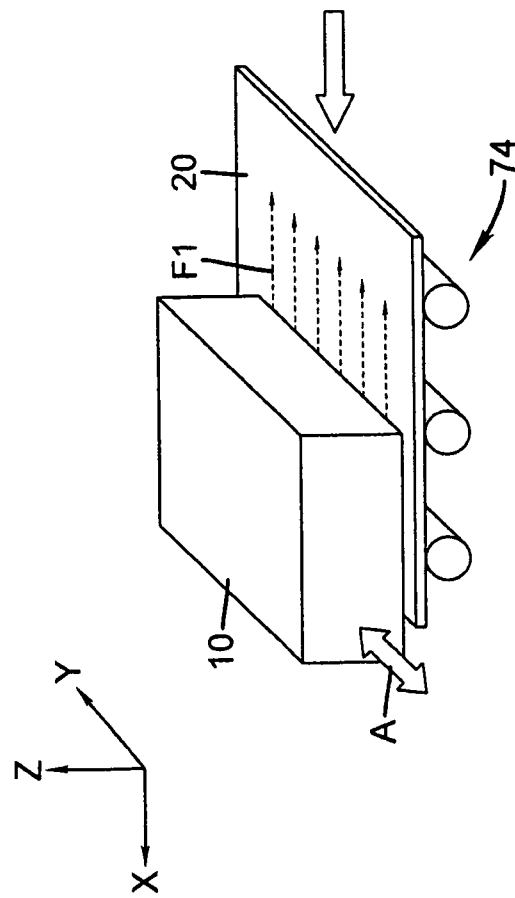


圖 15

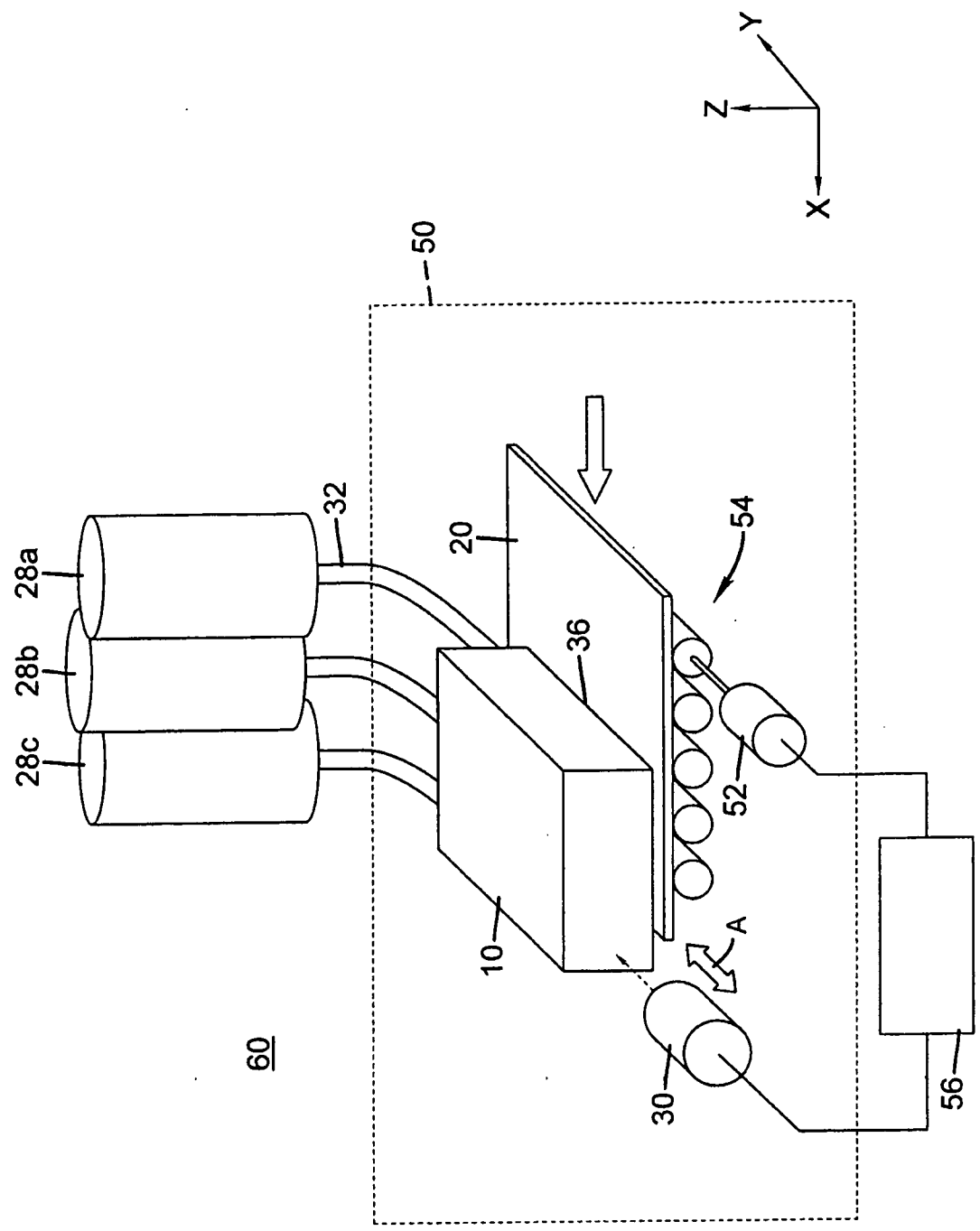


圖 16

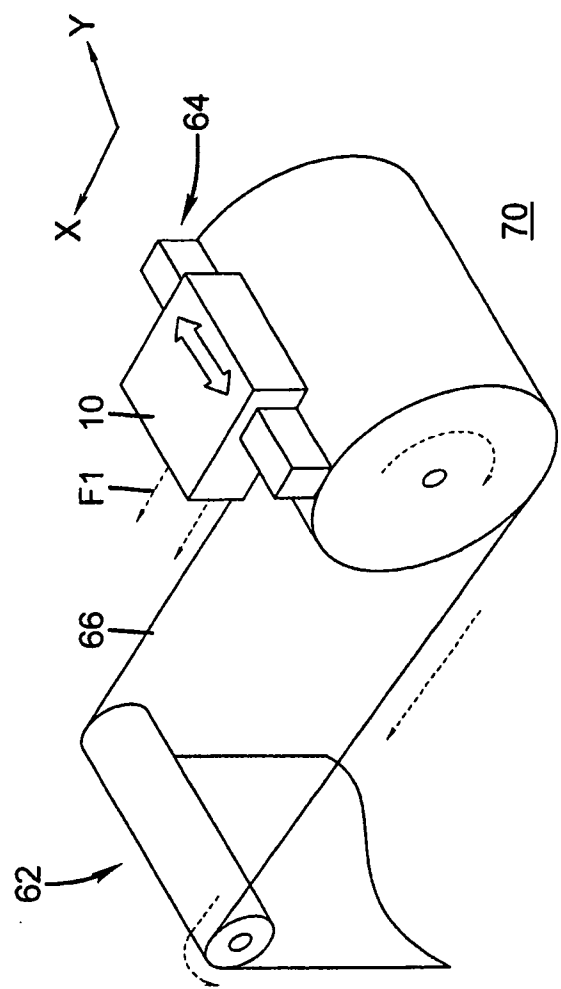


圖 17

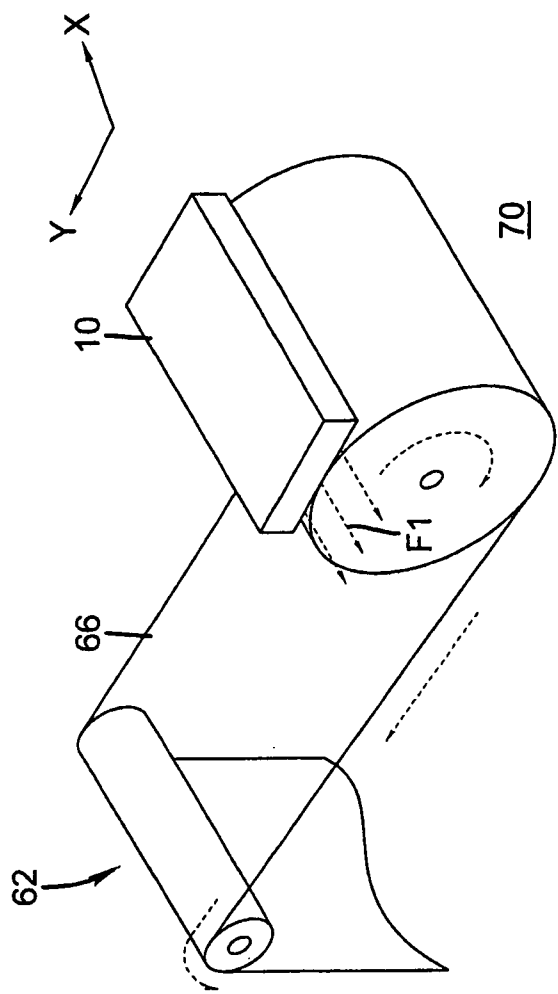


圖 18

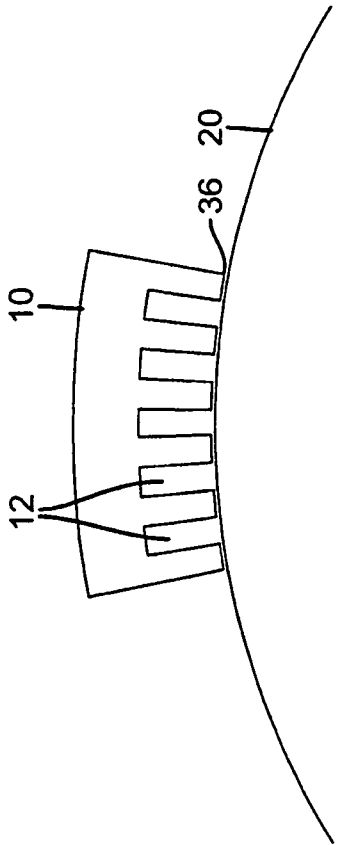


圖 19

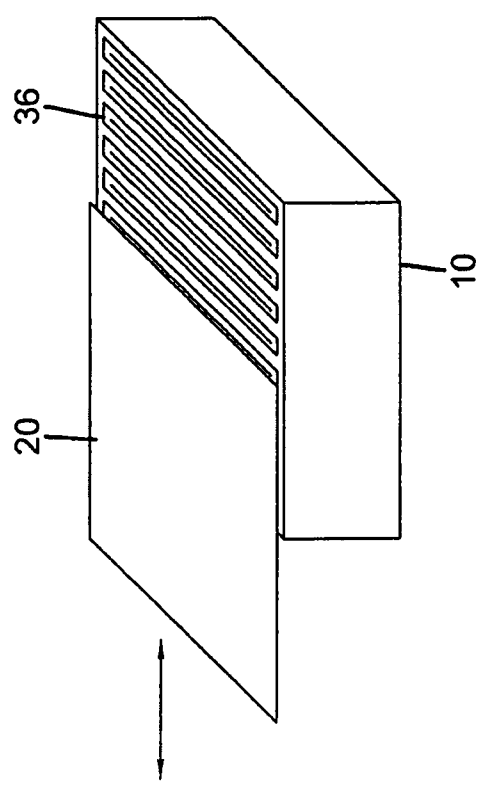


圖 20

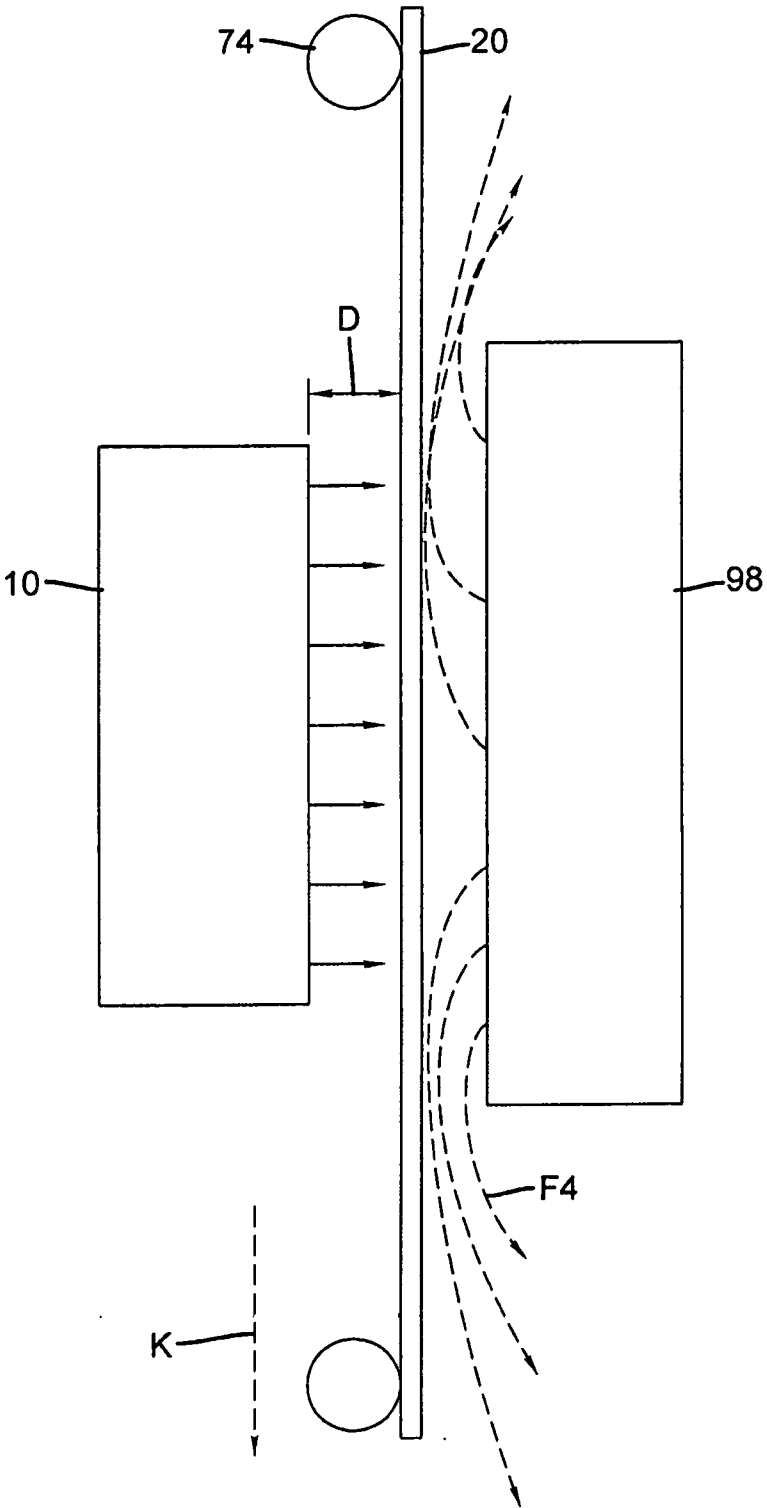


圖 21

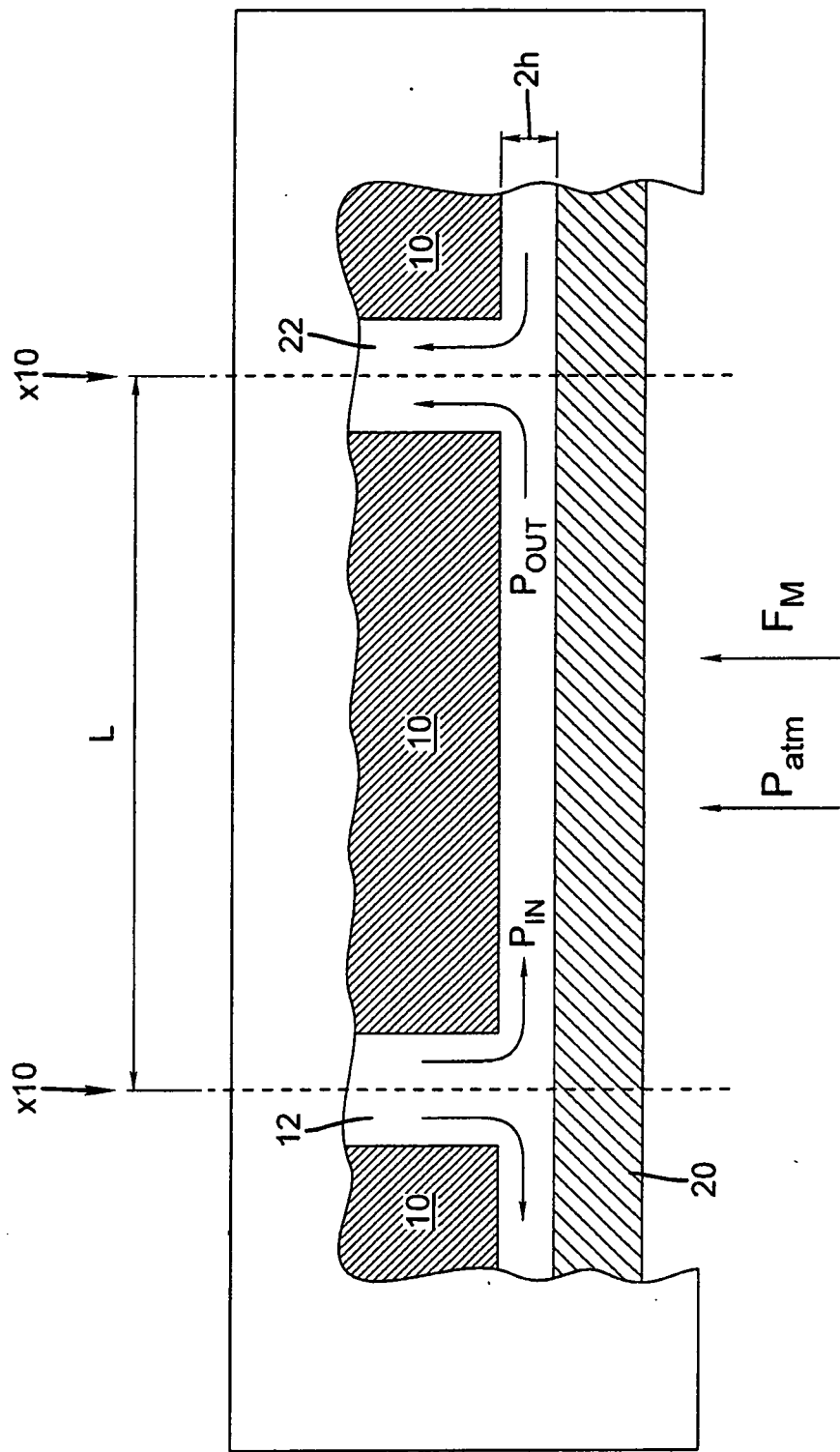


圖 22