

# 發明專利說明書 200418075

(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：92134695

※申請日期：92-12-09

※IPC 分類：H01J 1/62

壹、發明名稱：(中文/英文)

熱力學物理性蒸汽沉積系統之設計方法

METHOD OF DESIGNING A THERMAL PHYSICAL VAPOR  
DEPOSITION SYSTEM

貳、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)

J 傑佛瑞 豪利

HAWLEY, J. JEFFREY

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.

參、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1.傑洛米 M 葛瑞斯

GRACE, JEREMY M.

2.丹尼斯 R 費曼

FREEMAN, DENNIS R.

3.尼爾 雷登

REDDEN, NEIL

4.賈斯丁 H 克魯

KLUG, JUSTIN H.

5.史帝芬 A 凡 史賴克

VAN SLYKE, STEVEN A.

住居所地址：(中文/英文)

1.美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET, ROCHESTER, NEW YORK 14650, U.S.A.

2.美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET, ROCHESTER, NEW YORK 14650, U.S.A.

3.美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET, ROCHESTER, NEW YORK 14650, U.S.A.

4.美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET, ROCHESTER, NEW YORK 14650, U.S.A.

5.美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號

343 STATE STREET, ROCHESTER, NEW YORK 14650, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1.-5.均美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項  第一款但書或  第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2003年1月28日；10/352,558

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2003年1月28日；10/352,558

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明大致係關於將有機層蒸汽沉積於將形成有機發光裝置(OLED)之部分的結構上。更一般而言，其係關於使用於製造發光裝置(無論其係電發光、光子發光、經由離子化輻射之作用發光、或以其他方式發光)之塗層，以及利用光電導材料製得之裝置。

### 【先前技術】

有機發光裝置，亦稱為有機電發光裝置，可經由將二或多個有機層夾於第一及第二電極之間而構成。

在一習知構造之被動矩陣有機發光裝置(OLED)中，將複數個橫向隔開的光透射陽極，例如銦-錫氧化物(ITO)陽極，於光透射性基板諸如，比方說，玻璃基板上，形成為第一電極。接著經由在維持於減壓下，典型上係低於 $10^{-3}$ 托爾(torr)( $1.33 \times 10^{-1}$ 帕斯卡(pascal))之室內，自各別來源蒸氣沉積各別有機材料，而連續形成二或多個有機層。除了經摻雜或未經摻雜之有機發光材料之外，使用於製造OLED之典型的有機層係經摻雜或未經摻雜之有機電洞注入材料、經摻雜或未經摻雜之有機電洞輸送材料、及經摻雜或未經摻雜之有機電子輸送材料，其中摻雜係指加入少量成分，以增進指定材料或由其構成之裝置的電性能、光學性能、穩定性、或壽命。將複數個橫向隔開的陰極在最上方的有機層上沉積為第二電極。陰極係相對於陽極以一角度(典型上係直角)取向。

施加電位(亦稱為驅動電壓)可在適當的欄(陽極)及連續的各列(陰極)之間操作此種習知之被動矩陣有機發光裝置。當使陰極相對於陽極負偏壓時，光自由陰極和陽極之重疊區域所定義的像元(pixel)發射，且發射光通過陽極和基板而到達觀察者。

在一主動矩陣有機發光裝置(OLED)中，經由連接至各別光透射部分之薄膜電晶體(TFT)將陽極之陣列提供為第一電極。以與前述被動矩陣裝置之構造實質上相同的方式利用蒸氣沉積連續形成二或多個有機層。將共同陰極於最上方的有機層上沉積為第二電極。主動矩陣有機發光裝置之構造及功能說明於美國專利5,550,066，將其之揭示內容以引用的方式併入本文中。

有用於構造有機發光裝置之有機材料、蒸氣沉積有機層之厚度、及層組態說明於，例如，美國專利4,356,429、4,539,507、4,720,432、及4,769,292中，將其之揭示內容以引用的方式併入本文中。

其他種類的成像裝置，諸如用於計算放射線照相術之成像磷光體及用於數位放射線照相術之x-射線光電導裝置，係仰賴將活性材料均勻塗佈於大面積上之能力。雖然以下之論述係關於有機發光裝置，但應可容易明瞭可將相同的發明應用於沉積鹼金屬鹵化物磷光體、非晶形半導體、及其他發光或光活性層，以及各種其他使用於以此種發光或光活性層為主之裝置中的材料。

對於夠小的基板，可施行點源方法，其中待沉積之材料

自固定的加熱坩堝發出，及將基板放置在充分遠離於固定的蒸發區域，以致沿基板的塗佈相當均勻。隨基板尺寸之增加或工作距離的減小，通常需要基板相對於固定源的旋轉或行星運動，以產生期望的均勻度。

經由延長蒸發源及提供源和基板相對於彼此的移動，可在相當小的工作距離下達到期望的均勻度，及因此，若須要，達到相當高的速率及較佳的材料利用。將此一方法放大至大面積(即至少一尺寸大於15公分之基板)較點源更為容易。

將有機層熱力學物理性蒸汽沉積於用於製造有機發光裝置之結構上之一細長源由Robert G. Spahn揭示於2001年5月29日發證之共同受讓之美國專利6,237,529中。Spahn所揭示之源包括一界定用於接受可經蒸發之固態有機材料之圍壁的框罩。框罩進一步由一頂板所界定，此頂板界定使蒸發有機材料可通過狹縫而到達結構表面上之蒸汽流出物狹縫孔隙。界定圍壁之框罩係連接至頂板。Spahn所揭示之源進一步包括一安裝至頂板之導電性擋板元件。此擋板元件提供頂板中之狹縫的視線覆蓋，以致當對框罩施加電位，以對圍壁中之固態有機材料施加熱，而導致固態有機材料蒸發時，經蒸發之有機材料可繞過擋板元件及通過狹縫而到達基板或結構上，同時擋板元件可防止有機材料之顆粒通過狹縫。

在使用由Spahn所揭示之熱力學物理性蒸汽沉積源於在基板或結構上形成選定有機材料之有機層時，發現蒸汽流

出物狹縫孔隙會導致沿狹縫之長度尺寸發出有機材料蒸氣之不均勻的蒸氣通量。雖然目前尚未完全明瞭關於此蒸氣通量之不均勻度之源設計的技術或物理態樣，但看來當加熱源以使固態有機材料蒸發時，狹縫孔隙之相對邊緣，即在狹縫之寬度方向中相對之邊緣，會使在狹縫之中心部分的不均勻度下降或上升。當狹縫之寬度尺寸降低，例如，降至低於0.5毫米(mm)之寬度尺寸時，此尤其成為問題。可將此種相對狹縫邊緣之空間上不均勻的取向視為相對邊緣之偏離平面度，其依序可促進較大比率的經蒸發有機材料經由狹縫之中心部分離開蒸氣沉積源，與相對較低比率之經蒸發有機材料經由狹縫沿其長度尺寸之其餘部分離開源。此種經導引於基板或結構之不均勻的蒸氣通量將會導致於其上形成具有對應於不均勻蒸氣通量之不均勻層厚度的有機層。

此外，任何來自加熱器之產熱或待沉積材料之熱吸收或該材料於源內之分佈的不均勻會導致沿源之長度之沉積的不均勻。又另一可能的不均勻來源係在源圍壁中除用於傳送材料蒸氣之孔隙外之不預期的洩漏。如在源之末端存在此種洩漏，則自源之中心至末端之蒸氣的流動會於源內產生壓力梯度，因而導致所得沉積之不均勻。

Forrest等人(US 6,337,102 B1)揭示一種使有機材料及有機前驅物蒸發，及將其傳送至其中設置基板之反應器容器，且由固體或液體所產生之蒸氣的傳送係利用遞送氣體完成之方法。在其發明之一具體實施例中，Forrest等人將

基板設置於適當大的反應器容器中，及經遞送之蒸氣經混合並於基板上反應或凝結。其發明之另一具體實施例係關於涉及塗佈大面積基板，及使數個此種沉積方法彼此串聯的應用。關於此具體實施例，Forrest等人揭示使用由氣體歧管(於揭示內容中定義為「具有一列孔洞之中空管」)供給之氣簾，以形成垂直於基板行進方向之沉積材料的連續線。

Forrest等人所揭示之蒸氣傳送方法的特徵在於「遠距蒸發」，其中將材料在沉積區外部，及更可能在沉積室外部的裝置中轉變為蒸氣。將單獨或與遞送氣體結合的有機蒸氣輸送至沉積室中，及最終至基板表面。使用此方法必需極度小心，以利用適當的加熱方法而避免不必要的凝結於傳送管線中。當考慮使用在實質上較高之溫度下蒸發至期望程度之無機材料時，此問題變得再更嚴重。再者，用於均勻塗佈大面積之蒸發材料的傳送需要使用氣體歧管。Forrest等人並未提及對此一氣體歧管之需求。

如可由Forrest等人之揭示內容所明瞭，熟悉技藝人士將可預期自材料於沉積區內沿沉積源之長度蒸發之細長源提供均勻薄膜會有困難。因此，有需要一種可避免以上指出問題之使材料於沉積區內沿沉積源之長度蒸發之熱力學物理性蒸汽沉積系統的改良設計方法。

#### 【發明內容】

此需求根據本發明經由提供一種設計熱蒸氣沉積系統之方法而滿足，此系統包括待沉積於工作件上之材料、用於容納材料之細長容器、用於加熱容器中之材料以使材料蒸

發之加熱器，此容器於延長方向中界定使蒸發材料以細長圖案發出之 $n$ 個孔隙，其包括下列步驟：計算在相關沉積速率下之每單位長度之總源出料量 $Q$ ；計算使源之總孔隙電導 $C_A$ 產生 $Q$ 所需之源的內部壓力 $P$ ；將系統建立成為電導之梯形網絡的模型，細長容器具有容器電導 $C_B$ 及在孔隙間之電導 $C_b = nC_B$ ，及孔隙具有結合電導 $C_A = \sum_{i=1}^n C_{ai}$ ，其中 $C_{ai}$ 係個別孔隙電導；及使用梯形網絡模型，將系統設計成沿容器之延長方向具有期望的壓力均勻度。

由此設計方法所產生之新穎系統及方法包括待沉積於工作件上之材料；用於容納材料之細長容器，此容器於延長方向中具有電導 $C_B$ ；用於加熱容器中之材料以使材料蒸發至分壓 $P_m$ 之加熱器；此容器於延長方向中界定一或多個孔隙，以使蒸發材料以細長圖案發出，此一或多個孔隙具有電導 $C_A$ ；及其中 $C_A/C_B \leq 0.5$ 。

#### 優點

本發明展示一種氣體歧管之設計係視操作壓力而定之意料之外的方式，且提供可克服熟悉技藝人士將可合理預期會遭遇到之問題的方式。本發明之一優點為以電導比為基礎之設計可確保對容器中之材料蒸發之不均勻的容許度，此等不均勻係產生自各種來源，包括，加熱器之不均勻加熱，材料於容器中之不均勻分佈，及輻射熱自加熱器表面至容器中之材料表面的不均勻施加。

本發明之另一優點為電導標準(即 $C_A/C_B < \text{一指定值}$ )可確保對沿源之長度之顯著蒸氣流動的容許度。此種蒸氣流動

可產生自材料之凝結於源之末端或在源之任一端或兩端之意料外之洩漏。

本發明之另一優點為可使蒸氣沉積源在自待沉積材料之期望最小沉積速率至實質上較高速率之寬廣範圍之沉積速率下操作，或可使用適當的惰性氣體於提供足以維持沿蒸氣沉積源長度之適當氣體電導的內部壓力，及使操作可在自最高預期沉積速率直至任意之低速率下進行。

### 【實施方式】

本發明提供一種蒸氣沉積系統之設計方法，此蒸氣沉積系統包括材料於其中蒸發之加熱容器(無論其係加熱坩堝、加熱發泡器、或一些其他形態的加熱容器)及由容器中之多或一個孔隙所界定的氣體傳送歧管。

現參照圖1及2，其分別顯示具有矩形截面及具有圓形截面之細長蒸氣沉積源的立體圖式。將源本體或容器1、10裝填材料2、11。一覆蓋或蓋3、12密封源本體。在圖1及2中，沿覆蓋3、12之中心軸成列設置孔隙4、13。雖然將孔隙示於使用於密封容器之上表面中，但孔隙並不需位於上表面中，且密封表面(即覆蓋或蓋)不需為容器之上表面。

孔隙可為任何的細長圖案，包括多列、交錯或排成一列，且其可為任何形狀，包括圓形、矩形、橢圓形、卵形、或方形。此外，覆蓋或蓋可直接密封至源本體，或其可覆蓋一開口諸如圖2中之大狹縫16(以虛線顯示)。可使用各種夾或線，諸如拉力帶、螺旋虎鉗夾、具有螺栓及螺孔之內部凸緣或具有通孔及螺帽之外部凸緣等等，於附加覆蓋或

蓋，使與源本體接觸。

擋板6、15防止顆粒物質朝孔隙噴出，及確保離開孔隙之蒸氣與容器之內表面碰撞，以致良好地建立材料流動。覆蓋或蓋可為導電性及本體或容器為電絕緣，或反之亦然，或兩者可皆為絕緣或兩者可皆為導電性。當將上表面使用作為電阻加熱器時，可將端接觸5、14使用於機械固定及對上表面進行電接觸。或者，可將電聯通線(未示於圖中)放置通過容器之長表面，以對擋板6、15或在源本體內部之額外的加熱器(未示於圖中)進行電接觸。具有孔隙之表面可分別自擋板或使擋板(或內部加熱元件)以串聯或並聯方式加熱。或者，源可經外部構件(未示於圖中)輻射加熱。

圖3說明如何將源本體及孔隙呈現為各別電阻 $R_B$ 及 $R_a$ 之方式。將源本體呈現為一電阻 $R_B$ ，及將孔隙呈現為複數個並聯連接的電阻器 $R_a$ 。源中之蒸氣的內部壓力 $P$ 係類比於沿並聯電阻器 $R_a$ 之一側的電壓 $V$ 。

在圖4所示之最壞的情況中，在源之一端大量地產生蒸氣，其相當於將電壓 $V$ 施加於電阻器 $R_a$ 之並聯陣列的一端。此外，源本體之各段具有在孔隙之間之一些電阻 $R_b$ 。結果為壓力沿源之長度下降，因而造成不均勻的沉積。

現參照圖5，將待沉積於基板40上之材料30裝入至源本體31中。源本體可由熱絕緣材料或導熱性材料製成。其亦可為電絕緣或導電性。此外，源本體可於內部包括用於容納材料之坩堝，該坩堝係由熱絕緣材料或導熱性材料製成。文中所使用之術語「基板」及「工作件」係指示於其上構

造發光或其他光活性裝置或其陣列之支承物。術語「結構」係用於描述經接受一部分之蒸氣沉積層的基板。

提供作為發射表面之孔隙板32可利用扣件及高溫墊片材料(例如, Grafoil™), 經由熔接, 而以個別物件附加至源本體並密封於其上, 或其可為源本體本身的整體部分。在前一情況中, 材料可經由移除孔隙板及任何相關的夾具而裝入。在後一情況中, 材料必需經由稍後可經密封之在他處的開口(例如, 在源本體之末端或在源本體之側面切出的開口)裝入。使用設置於孔隙板32上之孔隙33之陣列於使經蒸發材料30沿源之長度均勻地分佈於基板40上。可於靠近源之末端調整孔隙之間隔, 以補償一般於基板之邊緣造成較低沉積厚度的邊緣效應。將源-基板距離35定義為自孔隙板32之上表面之平面至基板40之下表面之平面的垂直距離。

使用由 Spahn 所揭示之擋板34於阻止在蒸發材料30與孔隙33之間之直接視線。擋板亦可提供作為主動加熱元件, 或可使用在源之內部或利用外部輻射構件之個別的加熱元件。舉例來說, 孔隙板可為電絕緣, 及將其使用作為電阻加熱元件。或者, 擋板可為電絕緣及將其使用作為電阻加熱元件, 或可將一額外的加熱元件插於擋板與孔隙板之間, 或於擋板下方。又另一例子為亦可使用外部加熱器於在細長蒸氣沉積源之內部提供實質上均勻的溫度。

不管加熱方法為何, 最好具有一或多個輻射屏蔽50, 以確保孔隙之離開表面的溫度維持夠高, 而防止凝結於其上, 及限制在沉積方法中之基板的溫度脫離。再者, 可使

用此種輻射屏蔽於降低為獲致自源之期望蒸氣發射速率所需之輸入功率。

為塗佈大面積，將源作得夠長，然後再在垂直於其長軸之方向中相對於基板移動。舉例來說，可將源置於固定座(standoffs)42上，並固定至車架41，其可經動力化並通過基板40下方。或者，可使基板夾具相對於固定的源移動，或可使基板及源兩者移動，以獲致期望的相對移動。

自細長源(諸如描繪於圖1-5)之均勻沉積的一關鍵需求係沿源之長度的壓力分佈可重複。一般而言，如知曉壓力分佈，則可相應地調整孔隙大小，以致使沿大部分源長度之乘積 $C_i P_i$ ，即來自各孔隙之出料量，維持恆定，及在靠近邊緣處適當地作調整，以補償伴隨源之有限長度而來的邊緣效應(在此， $C_i$ 係孔隙之電導，及 $P_i$ 係在孔隙位置之源中的壓力)。電導 $C_i$ 係使用於前述模型中之電阻的倒數。可重複壓力分佈之一特殊情況係沿源之長度接近恆定，此外，其對不均勻的蒸發(來自溫度不均勻)，以及來自經由孔隙或除孔隙外之源中之洩漏離開源之經蒸發材料之流動引發的壓力梯度不敏感。

為於源本體內提供實質上均勻及穩定的壓力，必需將孔隙及本體之相對電導列入考慮。經由計算電導及考慮材料蒸氣流動通過源本體之最壞的情況，而出現電導標準，即所有孔隙之總電導對源本體之電導之比係低於某個值。以下說明電導標準的基礎。

理想氣體中之平均自由徑係視溫度、壓力、及分子大小

而定(參見 J.M. Lafferty 編輯，真空科學及技術基礎 (Foundations of Vacuum Science and Technology)，Wiley & Sons，紐約，1998，第8頁)

$$L = k_B T / (\sqrt{2} \cdot P \pi \cdot \delta^2)$$

其中L係以米為單位， $k_B$ 係波茲曼(Boltzmann)常數，P係以帕斯卡(Pa)為單位之壓力，及 $\delta$ 係以米為單位之分子直徑。此表示式之一方便形式為

$$L = 5.3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(T/273)}{(\delta/4)^2 \cdot (P/10^5)}$$

其中L係以公分為單位，T係以K為單位， $\delta$ 係以埃為單位，及P係以帕斯卡為單位。使用此形式之L於估計努特森(Knudsen)數

$$K_n = L/d,$$

其中d係系統中之特性尺寸。

在使用諸如說明於本發明之細長源之有機材料的蒸氣沉積過程中，經蒸發之有機材料自發射表面發射通過一系列之孔隙。一般而言，此等孔隙之至少一尺寸夠小，以致努特森數(即平均自由徑對該小尺寸之比)超過1之值，且將孔隙稱為處於分子流動。

在分子流動中，具有零長度之孔口(或孔隙)的電導為(參見Lafferty，同書第86頁)：

$$C_0 = A \sqrt{\frac{R_0 T}{2\pi M_m}},$$

其中A係以平方米為單位之孔口面積， $R_0$ 係通用氣體常數，T係絕對溫度，及 $M_m$ 係以公斤為單位之莫耳質量。此表示式與論述於下的發射速率密切相關。對於在22°C下之空氣， $C_0=11.6 A$ (公升/秒)，及A係以平方公分為單位。對於在不同溫度下之其他氣體， $C_0$ 可表示為

$$C_0(\text{公升/秒})=11.6 \cdot A(\text{平方公分}) \cdot \sqrt{\frac{T(K)/293.16}{M_m(g)/28.8}}.$$

當孔口大小減小時，孔口壁之厚度變得愈來愈重要。最終，孔口變得更像導管。導管之分子流動電導類似於零長度孔口，但經透射機率修改：

$$C_a = \alpha \cdot A \sqrt{\frac{R_0 T}{2\pi M_m}}.$$

在此， $C_a$ 係非零長度之孔隙的電導。已由各種方式得出各種形體之透射機率 $\alpha$ 。對於特定的簡單形體，可尋求分析解。對於更複雜的形體，使用蒙特卡羅(Monte Carlo)技術。對各種形體，包括圓形截面之短導管及矩形截面之短導管，將 $\alpha$ 值列表(參見Lafferty，同書第91頁及O'Hanlon, J.F，真空技術之使用者導引(A User's Guide to Vacuum Technology)，第2版，John Wiley & Sons，紐約，1989，第

36-37頁)。

各孔隙之出料量 $Q$ 為：

$$Q=C_a P,$$

其中 $C_a$ 係定義於上之電導，及 $P$ 係孔口兩端之壓降。因此，來自具複數個孔隙之細長源之均勻發射需要在各孔隙兩端之壓降 $P$ 儘可能地均勻。當有機蒸氣行進通過蒸氣源本體而至孔隙時，沿源本體之對氣體流動的電導必需足以在沉積源內維持幾近恒定的壓力。經由使蒸氣沿源長度自由移動，將可使局部不均勻蒸發以及源構造中之局部洩漏的不利影響減至最小，且可獲致均勻的沉積。

沿蒸氣沉積源之電導 $C_B$ 可經由測定沿源本體之分子流動電導、沿源本體之黏性流動電導、及努特森數而計算得。如於O'Hanlon(同書第26-27頁)中所論述，電導係視努特森數而為分子流動值( $K_n > 1$ )或黏性流動值( $K_n < 0.01$ )，或兩值之線性組合( $0.01 < K_n < 1$ )。

對於在分子流動中之直徑 $d$ 及長度 $l$ 之長圓柱形管，透射機率可分析計算，及分子流動電導可表示為：

$$C_0(\text{公升/秒}) = 12.1 \frac{d^3(\text{立方公分})}{l(\text{公分})} \sqrt{\frac{T(K)/293.16}{M_m(\text{克})/28.8}}$$

對於具次要寬度 $b$ 、主要寬度 $a$ 、及長度 $l$ (皆以公分為單位)之長矩形導管，分子流動電導可表示為：

$$C_0(\text{公升/秒}) = 11.6 \cdot ba \cdot \left[ \frac{16}{3\pi^{3/2}} \frac{b}{l} \ln\left(\frac{4a}{b} + \frac{3b}{4a}\right) \right] \sqrt{\frac{T(K)/293.16}{M_m(\text{克})/28.8}}$$

(注意在此關於定義 a 及 b 所採用之規則係 O'Hanlon(同書第 35 頁)所使用者，其與 Lafferty(於所引文件中之第 90 頁)所使用者相反)。

在黏性流動中，導管之電導隨導管中之平均壓力線性地增加，及與氣體之黏度成反比。對於長圓形管，黏性流動電導可表示為：

$$C_0(\text{公升/秒}) = 1.38 \cdot \frac{d^4(\text{公分})}{l(\text{公分})} \cdot \langle P \rangle \cdot \frac{\left( \frac{\delta(\text{埃})}{3.74} \right)^2}{\sqrt{(T(K)/273.16) \cdot (M_m(\text{克})/28.8)}},$$

其中  $\delta$  係分子直徑，其對空氣為 3.74 埃 (Lafferty, 同書第 9、34 頁)，且經假設氣體黏度遵守以下關係 (參見 O'Hanlon, 於所引文件中之第 17 頁)

$$\eta \propto \frac{\sqrt{M_m \cdot k_B T}}{\delta^2}.$$

對於在黏性流動中之長矩形導管，電導可表示為 (參見 Lafferty, 於所引文件中之第 111 頁，及 O'Hanlon, 於所引文件中之第 31 頁)：

$$C_0(\text{公升/秒}) = 4.6 \cdot \left[ \frac{a^3 b^3}{(a^2 + b^2 + 0.371 \cdot a \cdot b)} \right] \frac{\langle P \rangle}{l} \cdot \frac{\left( \frac{\delta(\text{埃})}{3.74} \right)^2}{\sqrt{(T(K)/293.16) \cdot (M_m(\text{克})/28.8)}}$$

其中 a、b、及 l 係以公分為單位，且係如先前關於矩形導管所定義，及  $\langle P \rangle$  係以帕斯卡為單位之導管中之平均壓力。

揭示於此之方法係仰賴比較孔隙及船形容器電導，且其對有效的傳導策略不具特異性。在揭示於此之例子中，形

體、分子性質、溫度、及壓力範圍係使得孔口為分子流動的短導管，同時將源本體處理為分子、過渡、或黏性流動的長導管(視截面尺寸、壓力、分子大小、及溫度而定)。此外，在諸如參嗶啞鋁(AlQ)之材料的情況中，對 $T$ 、 $M_m$ 、及 $\delta$ 之校正顯著-分子流動電導因高分子質量而顯著地降低(相對於 $20^\circ\text{C}$ 之空氣)(及因此相對於空氣有較慢的熱速度)，同時黏性流動因黏度之淨減小而稍微增加，即使係分子質量及溫度增加時亦然(見以上的黏度關係)。

為測定黏性流動電導，必需知曉蒸氣沉積源中之平均壓力。可由在距源之已知距離下之已知沉積速率估計線性源之操作壓力。可將源處理為線源而進行簡單的估計。應用高斯定律(Gauss' law)及利用情況的圓柱對稱性，可發現在源中心之正上方的沉積速率 $r$ 係與自源至基板之距離 $d$ 成反比：

$$r = \frac{Q}{\pi \cdot l \cdot d}$$

在此， $Q$ 係自長度 $l$ 之源發射之每單位時間的質量，且假設源發射至半徑 $d$ 之半圓柱中。 $\pi d$ 之因素係產生自各向同性通量密度在半圓柱表面上之積分。

此估計可經由將源之發射分佈列入考慮而改良(參見Lafferty，於所引文件中之第85-86頁)。對於薄孔隙，發射分佈係依據 $\cos(\theta)$ 分佈(在相對於正交於源之平面之角度 $\theta$ 下自源發射之通量密度之大小係與 $\cos(\theta)$ 成正比)。對於來自較深結構(即厚孔隙或管)之發射，通量密度顯著地更為

各向異性-開口長度對橫向尺寸之比愈大，則發射愈似光束(參見Lafferty，同書第86頁)。

在源內之夠低的操作壓力下，可將通過孔隙之流動視為分子流動，且經由引入 $\cos^p(\theta)$ 之因素而近似發光束效應(即流動看來更像顆粒之光束而非雲狀)，其中p係經實驗測定以說明所得沉積分佈之冪。在較高的操作壓力下，通過孔隙之流動可具有來自黏性流動的顯著貢獻。在此情況中，開口長度對橫向尺寸之比亦會影響發光束之程度。

對於較高的發光束程度，源材料被更有效率地使用，以於源之正上方產生塗層(小 $\theta$ 值較較大 $\theta$ 值對通量密度於半圓柱表面上之積分的貢獻顯著地較大)。由在自源至基板之指定距離下在細長源之中心正上方之測得的沉積速率，發射自源之估計通量密度如下：

$$q/l = r \cdot 10^{-8} \rho \cdot I \cdot d, \text{ 其中 } I = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^p(\theta) d\theta$$

在此， $q/l$ 係以克/公分/秒為單位， $r$ 係以(埃/秒)為單位， $d$ 係以公分為單位之自源中心至基板之距離，及假設塗層之質量密度 $\rho$ 為1克/立方公分。當 $d$ 相較於取樣沉積速率之橫向距離大時，此表示式有效。對於在具邊緣尺寸 $x$ 公分之平基板上之 $r$ 的測量， $I$ 之表示式為：

$$I = \frac{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^p(\theta) d\theta}{\frac{1}{x} \int_{-\frac{x}{2}}^{\frac{x}{2}} \cos^{p+2}(\theta(x')) dx'}$$

其中  $\theta(x)$  係在自源軸至在基板上之  $x$  之點之向量與正交於源軸(指向  $x=0$ )之間的角度。在分母中之積分中之  $\cos(\theta)$  的額外冪係由通量密度向量與基板表面正交的內積及由距源之距離成  $x$  之函數的變化所產生。

假設源材料係在平衡蒸氣壓力下而計算在速率  $q$  下之發射材料之源中的壓力：

$$P = q \cdot \frac{N_A}{A_0 M_w} \sqrt{2k_B T \pi m} .$$

在此， $q$  係以克/秒為單位之材料發射速率， $A_0$  係以平方米為單位之總孔隙面積， $T$  係經沉積材料之蒸氣的凱氏溫度， $M_w$  係經沉積材料的分子量(以原子質量單位(amu)為單位)， $m$  係經沉積材料之分子之以公斤為單位的質量， $N_A$  係亞佛加厥(Avogadro)數，及  $k_B$  係波茲曼常數。如此計算得之壓力係以帕斯卡為單位。此表示式對具有零壁厚度之孔口(即在孔口/加熱器板甚薄於孔口尺寸的限制內)有效。

在此計算中，來自源之材料的發射速率係得自動力理論(Lafferty, 於所引文件中之第18-21頁)，且係視源蒸氣之密度  $n$  及熱速度  $v_T$  而定：

$$\text{發射速率(分子/秒)} = \left(\frac{nv_T}{4}\right)A,$$

其中  $A$  係孔口面積，及熱速度係得自氣體之動力理論：

$$v_T = \sqrt{8k_B T / \pi m} .$$

對於非零的孔隙厚度，必需將以上之表示式除以個別孔口之透射機率  $\alpha$ ，現將其處理為分子流動中之短導管：

$$P = \frac{q}{\alpha} \cdot \frac{N_A}{A_o M_w} \sqrt{2k_B T \pi m} .$$

對於在較高壓力下之操作，必需考慮通過孔隙之過渡及黏性流動。雖然此處所呈現之例子係關於通過孔隙之分子流動，但熟悉技藝人士應可容易明瞭可對過渡及黏性流動之情況修改來自源之發射及孔隙之電導，因此，可對孔隙不為分子流動之情況進行操作壓力及孔隙電導之各別測定。

不均勻蒸發之最壞的情況係蒸氣僅自一端進入源(類似於僅將固體材料裝填於源之一端)。接著可計算所得之壓降成源形體及沉積速率之函數。

如前所述，給定沉積速率、自源至基板之距離、及沉積材料，則可計算源發射速率。接著使用發射速率及孔口形體(及因此使用透射機率)於計算源壓力。然後使用材料之蒸發曲線(參見Lafferty，同書第22-25頁關於蒸氣壓之論述)估計源內之氣體溫度。接著使用新的溫度值調整源壓力。一般而言，由於蒸發曲線具有非常強的溫度相關性，因而此方法僅於數次疊代後即收斂，且僅需要小的溫度變化於產生相當大的壓力變化。

接著由計算得之源壓力及溫度，經由將源本體處理為長中空管，而計算其之電導。(在此計算中將內部擋板忽略，

但將經裝填至源中之材料的上表面視為源本體的其中一個壁。對裝滿的源及空的源兩者計算電導。)經由取所有孔隙之電導之總和，即 $N \times C_a$ (其中 $N$ 係孔隙數目)，及將該總和除以沿源本體之電導，而計算簡單的電導比。可對各種沉積速率及源形體評估對簡單電導比的效應。

由於細長蒸氣沉積源係由具有出口孔隙之圍壁所組成，因而可將其本身視為氣體分佈歧管。作為一種限制的情況，可將待沉積之材料視為自源之一端以蒸氣進入，而將源之另一端關閉。因此，塗佈均勻度係相當程度地視沿源長度之壓力均勻度而定。此情況係最壞的情況，且其將相當於來自局部強烈加熱，或來自材料之不均勻分佈(例如，所有源材料皆裝填於船形容器之一端)之源材料的極度不均勻蒸發。因此，在存在局部加熱或材料之不均勻分佈之情況下沿源本體維持恒壓之能力表現為氣體傳送歧管沿其長度在恒壓下操作之能力。

可將細長的蒸氣沉積源視為各具有出口孔隙及短管長度之一系列的片斷。將短管長度視為串聯電阻(電阻=1/電導)，其形成梯形網絡之一側。出口孔口係對地面(真空)的並聯電阻，其形成梯之橫木(見圖3及4)。由於短導管之顯著的孔口效應(參見O'Hanlon，於所引文件中之第45-47頁)，因而將串聯電阻視為源本體之淨電阻除以片斷之數目，而非由個別片斷之電導所計算得之電阻，因此 $C_b = N \times C_B$ 。(在此，片斷之數目 $N$ 係出口孔隙之數目，假設其均等地隔開以計算電導比 $C_A/C_B$ )。

經由疊代程序，計算整個梯形網絡之淨電導。(將第一孔口與第一片斷本體串聯加入。將該對與下一孔口並聯加入。將下一片斷本體與先前的淨電導串聯加入。將下一孔口與新的淨電導並聯加入等等。)由所需的平均沉積速率計算至歧管之輸入質量流量。經由類似的疊代程序，沿網絡之長度計算通過孔口之整體流量及壓力(在源本體片斷中)。接著調整入口壓力，以致源本體中之平均壓力對應於所需值，而得到指定的沉積速率。然後將自源之入口至相對端之壓差除以平均壓力，而得沿源本體之壓力不均勻度。

為評估對洩漏的敏感度，將梯形網絡修改成包括在與蒸氣進入之相對端上之洩漏電導。接著經由將自入口至洩漏之壓差除以平均壓力而計算淨壓力不均勻度。此值包括通過孔隙之流動及由洩漏引發之流動兩者的效應。

可施行使用本發明之大面積塗佈，以塗佈使用於製造OLED及其他光學活性裝置之層。舉例來說，圖6顯示本發明之蒸氣沉積系統的概略剖面圖。蒸氣沉積站100具有框罩101，其界定室102。基板或結構110支承於在減壓下(典型上係在低於0.13帕斯卡之壓力下)之室102內之裝置具及/或罩框111中。

熱力學物理性蒸汽沉積源114由熱及電絕緣源支承物115所支承。電引線116及117經概略顯示為自設置於框罩101中之各別的功率聯通線120及121朝源導引。

在圖6中，在經蒸發材料之沉積區131中之材料130之蒸氣沉積過程中，在基板或結構110與蒸氣沉積源之間的相對運

動係經由使基板或結構110相對於源移動或轉移而提供。蒸氣沉積源，即複數個孔隙132，具有距基板或結構110之間隔D。

在中間的蒸氣沉積位置「II」中，將基板或結構110、裝置具及/或罩框111、滑行塊140、及導螺桿從動件142以實線外形的剖面圖顯示。在裝置具111之左邊位置「I」，及在裝置具之右邊位置「III」中，將此等源元件以虛線外形描繪，此等位置分別係裝置具之向右運動的開始及終止或裝置具之向左運動的終止及開始。

向左及向右運動係由與導螺桿從動件142結合的導螺桿145所達成。從動件142係安裝至滑行塊140，其依序再支承裝置具及/或罩框111。滑行塊140沿滑軌147滑行。導螺桿軸150延伸通過框罩130，並軸封149至馬達151。

馬達150提供向左或向右運動，或於將具完成有機層之基板或結構110自裝置具及/或罩框111移出，及將新的基板或結構置於裝置具中之指定位置中空轉(無運動)。

在圖6，基板或結構110係在實質上垂直於源之延長方向的方向中相對於靜止的細長蒸氣沉積源移動。或者，可經由利用與細長蒸氣沉積源可設置於其上之可移動車架或其他可移動輸送構件結合之導螺桿使源相對於靜止的基板或結構移動，而提供在基板或結構110與細長蒸氣沉積源之間的相對運動。

亦可有效地使用本發明之細長的熱力學物理性蒸汽沉積源，經由自具有複數個蒸氣流出孔隙之一細長源蒸氣沉

或顆粒之形態，或以聚集粒料之形態，收容於細長容器2、11、31中。

以下之特定實施例進一步說明本發明及其優點。

#### 實施例1

將60公分長之源覆蓋具有60個孔隙(其自源末端之2.55公分開始，且其之中心隔開0.9公分)之孔隙板及加熱器組件。孔隙係0.0125公分寬x0.5公分長之矩形細孔。源本體之截面為矩形，其具有寬度b及深度a，其中深度a係指示自孔隙板至裝填於源中之材料表面的距離。在12公分之孔隙-基板距離下之沉積速率為50埃/秒，及待蒸發之材料為參嗒啞鋁(AIQ)(其具有459之分子質量，1奈米之分子直徑，及如示於圖7之蒸氣壓曲線)。a及b之值示於表I。對產生指定速率所需之操作壓力計算電導比，且將其示於表I。如前所述計算壓力不均勻度。對沒有洩漏(除孔隙之外)之情況及對在源之一端具有洩漏的情況將結果示於表I，該洩漏具有等於所有孔隙之總電導的電導。

源寬度 b (cm)	源深度 (cm)	源長度 (cm)	電導比 $\frac{C_{\text{孔隙}}}{C_{\text{源本體}}}$ ( $C_A/C_B$ )	壓力不均勻度 $100 \frac{(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})}{(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})/2}$	具有洩漏之壓力 不均勻度 $C_{\text{洩漏}}=C_A$
0.611	2.54	60	2.01	87.4	154.3
0.8	2.54	60	1.03	48	102.1
1	2.54	60	0.59	28.6	68.4
2	2.54	60	0.12	6	16.9
2.54	2.54	60	0.078	3.9	11.3
2.54	3	60	0.058	2.9	8.4
2.54	3.5	60	0.044	2.2	6.4
2.54	4	60	0.035	1.8	5.2

表 I

實施例 2

將 60 公分長之源覆蓋具有 60 個孔隙(其自源末端之 2.55 公分開始，且其之中心隔開 0.9 公分)之孔隙板及加熱器組件。孔隙係 0.0125 公分寬 x 0.5 公分長之矩形細孔。源本體之截面為矩形，其具有寬度 b 及深度 a，其中深度 a 係指示自孔隙板至裝填於源中之材料表面的距離。在 12 公分之孔隙-基板距離下之沉積速率為 10 埃/秒，及待蒸發之材料為參嗶啞鋁 (AlQ)(其具有 459 之分子質量，1 奈米之分子直徑，及如示於圖 7 之蒸氣壓曲線)。a 及 b 之值示於表 II。對產生指定速率所需之操作壓力計算電導比，且將其示於表 II。如前所述計算壓力不均勻度。對沒有洩漏(除孔隙之外)之情況及對在源之一端具有洩漏的情況將結果示於表 II，該洩漏具有等於所有孔隙之總電導的電導。

源寬度 b (cm)	源深度 (cm)	源長度 (cm)	電導比 $\frac{C_{\text{孔隙}}}{C_{\text{源本體}}}$ ( $C_A/C_B$ )	壓力不均勻度 $100 \frac{(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})}{(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})/2}$	具有洩漏之壓力 不均勻度 $C_{\text{洩漏}}=C_A$
0.611	2.54	60	4.55	169.6	232.6
0.8	2.54	60	2.62	109	178
1	2.54	60	1.65	73.5	137.8
2	2.54	60	0.400	19.7	50
2.54	2.54	60	0.254	12.6	33.8
2.54	3	60	0.189	9.5	26
2.54	3.5	60	0.146	7.3	20.5
2.54	4	60	0.118	5.9	16.7

表 II

實施例 3

將 60 公分長之源覆蓋具有 60 個孔隙(其自源末端之 2.55 公分開始，且其之中心隔開 0.9 公分)之孔隙板及加熱器組件。孔隙係 0.0125 公分寬 x 0.5 公分長之矩形細孔。源本體之截面為矩形，其具有寬度 b 及深度 a，其中深度 a 係指示自孔隙板至裝填於源中之材料表面的距離。在 12 公分之孔隙-基板距離下之沉積速率為 1 埃/秒，及待蒸發之材料為參嗶啞鋁 (AlQ)(其具有 459 之分子質量，1 奈米之分子直徑，及如示於圖 7 之蒸氣壓曲線)。a 及 b 之值示於表 III。對產生指定速率所需之操作壓力計算電導比，且將其示於表 III。如前所述計算壓力不均勻度。對沒有洩漏(除孔隙之外)之情況及對在源之一端具有洩漏的情況將結果示於表 III，該洩漏具有等於所有孔隙之總電導的電導。

源寬度 b (cm)	源深度 (cm)	源長度 (cm)	電導比 $\frac{C_{\text{孔隙}}}{C_{\text{源本體}}}$ ( $C_A/C_B$ )	壓力不均勻度 $100 \frac{(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})}{(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})/2}$	具有洩漏之壓力 不均勻度 $C_{\text{洩漏}}=C_A$
0.611	2.54	60	5.71	200.1	257.7
0.8	2.54	60	3.67	143.7	210.3
1	2.54	60	2.56	107.5	175.9
2	2.54	60	0.863	40.9	90.5
2.54	2.54	60	0.589	28.5	68.1
2.54	3	60	0.457	22.3	55.7
2.54	3.5	60	0.361	17.8	45.9
2.54	4	60	0.296	14.7	38.7

表 III

實施例 4

將 60 公分長之源覆蓋具有 60 個孔隙(其自源末端之 2.55 公分開始，且其之中心隔開 0.9 公分)之孔隙板及加熱器組件。孔隙係具有 0.04 公分直徑之圓形孔洞。源本體之截面為矩形，其具有寬度 b 及深度 a，其中深度 a 係指示自孔隙板至裝填於源中之材料表面的距離。在 12 公分之孔隙-基板距離下之沉積速率為 50 埃/秒，及待蒸發之材料為參嗒啞鋁 (AlQ)(其具有 459 之分子質量，1 奈米之分子直徑，及如示於圖 7 之蒸氣壓曲線)。a 及 b 之值示於表 IV。對產生指定速率所需之操作壓力計算電導比，且將其示於表 IV。如前所述計算壓力不均勻度。對沒有洩漏(除孔隙之外)之情況及對在源之一端具有洩漏的情況將結果示於表 IV，該洩漏具有等於所有孔隙之總電導的電導。

源寬度 b (cm)	源深度 (cm)	源長度 (cm)	電導比 $\frac{C_{\text{孔隙}}}{C_{\text{源本體}}}$ ( $C_A/C_B$ )	壓力不均勻度 $100 \frac{(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})}{(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})/2}$	具有洩漏之壓力 不均勻度 $C_{\text{洩漏}}=C_A$
0.611	2.54	60	0.427	20.9	52.7
0.8	2.54	60	0.219	10.9	29.6
1	2.54	60	0.126	6.3	17.8
2	2.54	60	0.0254	1.3	3.8
2.54	2.54	60	0.0156	0.8	2.3
2.54	3	60	0.0114	0.6	1.7
2.54	3.5	60	0.00869	0.44	1.3
2.54	4	60	0.00696	0.35	1

表 IV

## 實施例 5

將 30 公分長之源覆蓋具有 30 個孔隙(其自源末端之 0.96 公分開始，且其之中心隔開 0.9 公分)之孔隙板及加熱器組件。孔隙係 0.0125 公分寬 x 0.5 公分長之矩形細孔。源本體之截面為矩形，其具有寬度 b 及深度 a，其中深度 a 係指示自孔隙板至裝填於源中之材料表面的距離。在 12 公分之孔隙-基板距離下之沉積速率為 10 埃/秒，及待蒸發之材料為參喹啉鋁 (AlQ)(其具有 459 之分子質量，1 奈米之分子直徑，及如示於圖 7 之蒸氣壓曲線)。a 及 b 之值示於表 V。對產生指定速率所需之操作壓力計算電導比，且將其示於表 V。如前所述計算壓力不均勻度。對沒有洩漏(除孔隙之外)之情況及對在源之一端具有洩漏的情況將結果示於表 V，該洩漏具有等於所有孔隙之總電導的電導。

源寬度 b (cm)	源深度 (cm)	源長度 (cm)	電導比 $\frac{C_{\text{孔隙}}}{C_{\text{源本體}}}$ ( $C_A/C_B$ )	壓力不均勻度 $100 \frac{(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})}{(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})/2}$	具有洩漏之壓力 不均勻度 $C_{\text{洩漏}}=C_A$
0.611	2.54	30	1.39	63.9	124.6
0.8	2.54	30	0.810	38.9	86.7
1	2.54	30	0.514	25.3	61.4
2	2.54	30	0.128	6.5	18.2
2.54	2.54	30	0.0817	4.2	11.9
2.54	3	30	0.0611	3.1	9
2.54	3.5	30	0.0472	2.4	7
2.54	4	30	0.0381	2	5.7

表 V

將實驗數據提供於圖 9，以與實施例之計算(明確言之為圖 8)比較，其中對來自實施例 1-5 之具有及不具有末端洩漏之不同截面積將壓力不均勻度對沉積速率數據作圖。在實驗中，將 50 公分長度之源裝填材料(A1Q)，以致其之本體截面積大約為 10 平方公分。對此源本體使用具有一系列 49 個 0.0125 公分寬乘 0.5 公分長之矩形孔隙之孔隙板及加熱器組件。在靠近源之中心處，孔隙之中心係大約隔開 1 公分。靠近邊緣處之孔隙係更緊靠在一起地隔開，以補償均勻度分佈中之邊緣效應(如由 Freeman 等人揭示於 2002 年 2 月 26 日提出申請之 EP 申請案序號 03075554.0 中)。此特殊構造具有操作溫度較中心區域顯著為冷(差大約 25°C)之靠近末端的區。

在源之起始升溫時，凝結於源末端之材料產生模擬在源之兩端之有效洩漏的顯著質量流量。沿源之長度置於其上方 10 公分處之石英晶體監測器之陣列記錄速率分佈，及因

此記錄自源發射之材料的均勻度分佈。如此測量不均勻度成源操作速率(即以埃/秒為單位之沉積速率)之函數。在源的初始升溫中取得起始組的數據。於操作數小時後，材料於源之末端累積至使其較靠近加熱器組件之程度，因此而被更有效地加熱，因而使由凝結效應所產生之有效洩漏降低。此時源操作穩定，且取得不均勻度數據成操作速率之函數。如可由圖8所見，數據與實施例中所呈現之計算一致。

以上實施例說明源性能(壓力不均勻度%)對源本體截面積及源之操作速率的相關性。圖10顯示概述來自所有實施例之計算壓降成源本體之截面積之函數的圖。在本發明之前，熟悉技藝人士將先構造不同本體尺寸及孔隙大小之源，然後再以實驗方式基於期望的均勻度及所需之速率範圍選擇適當的形體。雖然熟悉技藝人士並不完全明瞭均勻度的速率相關性，但源最佳化的一般程序將經由對預期的沉積速率及待塗佈之預期的基板大小調整源本體及孔隙之大小而適應此現象。

當以單一之參數-電導比-分析時，呈現於上之實施例說明可經由根據本發明之設計而獲致穩定的源操作。圖11顯示呈現於上之所有實施例之關於壓力不均勻度成電導比之函數的所有數據。如由圖可見，先前展示之性能之速率相關性及形體相關性(見表I-V及圖10)完全由電導比作說明。只要電導比低於一指定值，則性能將等於或超過指定的均勻度需求。在呈現於上的實施例中，均勻度在較低速率下變差的機構係沿源本體之對電導之黏性流動貢獻的損失。

失。指定源本體及孔隙形體以於此低速率(分子流動)極限中工作將產生在較可經由構造恰滿足在高速率下之均勻度需求之源，然後在較低速率下操作源所可達到者更寬之速率範圍內進行的源。

藉由此方法，可設計出單一的源本體及孔隙構造，以在高於一指定最小速率及低於如由待沉積材料之蒸氣壓曲線所決定之由在高速率下(及因此在高壓力下)之操作溫度所決定之某個實際極限的所有速率下進行。

根據本發明，可經由透過孔隙大小及源本體截面尺寸適當控制電導比，而設計出在分子流動之低壓極限中工作的源。此新穎方法可避免對供不同範圍之所需沉積速率用之多個源的需求。

此外，根據本發明，亦可經由在源本體中提供適當壓力之惰性氣體，諸如氫，而設計出具有適當電導比之源。此方法將有利於對最大源本體尺寸有顯著限制或對產生夠小孔隙之能力有顯著限制的情況。此方法可提升源操作壓力，因而達到沿源軸的過渡或黏性流動。由於此壓力係藉由除提高待沉積材料之蒸氣壓(或分壓 $P_m$ )外之方式(即經由進一步加熱材料)達成，因而其有對於高度易受熱降解之材料的額外優點。雖然有形體限制及熱降解，但在源在高速率而非在低速率下操作良好(即具有令人滿意的低不均勻度)的情況中，可將惰性氣體引入至源本體，以在低至所需之最低速率下於源本體中維持一些黏性流動。此方法可避免由在高蒸氣壓力下操作以獲致適當均勻度之需求所產

生之構造具較小孔隙之不同源以限制速率之需求。

圖 12 顯示概述對一定沉積速率及形體之電導及壓力分佈之計算的流程圖(如詳細說明於前，及使用於產生呈現於上之實施例)。首先，計算 200 對期望的沉積速率 222 在期望的源-基板間隔 220 及一定之總孔隙面積 224 下所需之每單位長度的源出料量。接下來，使用個別孔隙面積 224 及孔隙長度 226、蒸氣溫度之起始猜測值 218、及材料之分子質量 228，計算 202 產生出料量 200 所需之內部壓力。使用分子直徑 230、溫度之猜測值 218，及使用內部壓力 202 於計算平均自由徑 204。將孔隙尺寸 232 及源本體尺寸 234 與平均自由徑 204 結合使用，以計算努特森數 206。將尺寸 232 及源本體尺寸 234 以及分子質量 228 及分子直徑 230 與基於計算得之努特森數選擇之適當的電導式共同使用，以測定各別的孔隙及源本體電導及形成梯形網絡模型 208。計算梯形網絡中之壓力分佈 210。自蒸氣壓曲線估計蒸氣溫度 212。將溫度之估計 212 與起始猜測值 218 比較 216。如估計 212 顯著不同(例如，多於絕對溫度之 2%)於起始猜測值 218，則將猜測值更新為等於估計值，及重複計算，直至猜測值和估計值一致為止。然後輸出壓力均勻度、平均壓力、及蒸氣溫度之最終值 214。對一定的材料、沉積形體、及沉積速率，對各種孔隙及源本體尺寸重複此程序，以產生類似於圖 10 及 11 所示之圖。接著由此等圖選擇適當的設計。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 係可根據本發明設計之具有矩形截面之細長蒸氣沉

積源的示意圖。

圖2係可根據本發明設計之具有圓形截面之細長蒸氣沉積源的示意圖。

圖3係主宰材料自蒸氣沉積源之發射之電導的概略圖式。

圖4係使用如圖1、2及3中說明之源沉積之最壞情況的電路模型。

圖5係使用於塗佈大基板之細長蒸氣沉積源的概略橫剖面圖。

圖6係用於形成蒸氣沉積層之蒸氣沉積站的概略剖面圖，且其顯示根據本發明之一態樣利用導螺桿使結構相對於靜止蒸氣沉積源移動，而於基板上提供均勻蒸氣沉積層。

圖7係利用熱失重分析測得之AIQ之蒸氣壓成 $1/\text{溫度}$ 之函數之圖。

圖8係實施例1-5之沿源長度之壓力不均勻度成沉積速率之函數的圖。

圖9係在10公分之孔隙-基板間隔下，對產生自在源末端之凝結之兩不同內部質量流動程度之自觀察得之速率不均勻度推測之壓力不均勻度成實驗沉積速率之函數的圖。

圖10係實施例1-5之沿源長度之計算壓降成源之截面積之函數的圖。

圖11係實施例1-5之沿源長度之計算壓力不均勻度成電導比之函數的圖。顯示在遠端無洩漏及等於總孔隙電導之洩漏的數據。

圖12係用於計算沉積源中之電導及壓力分佈之流程圖。

## 【圖式代表符號說明】

1	源本體
2	材料
3	覆蓋
4	孔隙
5	端接觸
6	擋板
10	源本體
11	材料
12	覆蓋
13	孔隙
14	端接觸
15	擋板
16	狹縫
30	材料
31	源本體
32	孔隙板
33	孔隙
34	擋板
35	源-基板距離
40	基板
41	車架
42	固定座
50	輻射屏蔽

100	沉積站
101	框罩
102	室
110	基板
111	罩框
114	沉積源
115	絕緣源支承物
116	電引線
117	電引線
120	聯通線
121	聯通線
130	材料
131	沉積區
132	孔隙
140	滑行塊
142	導螺桿從動件
145	導螺桿
147	滑軌
149	軸封
150	導螺桿軸
151	馬達
200-218	步驟
220	源基板間隔
222	沉積速率

224	孔隙面積
226	孔隙長度
228	材料之分子質量
230	分子直徑
232	孔隙尺寸
234	源本體尺寸

### 伍、中文發明摘要：

本發明提供一種設計熱蒸氣沉積系統之方法，此系統包括待沉積於工作件上之材料、用於容納材料之細長容器、用於加熱容器中之材料以使材料蒸發之加熱器，此容器於延長方向中界定使蒸發材料以細長圖案發出之 $n$ 個孔隙，其包括下列步驟：計算在相關沉積速率下之每單位長度之總源出料量 $Q$ ；計算使源之總孔隙電導 $C_A$ 產生 $Q$ 所需之源的內部壓力 $P$ ；將系統建立成為電導之梯形網絡的模型，細長容器具有容器電導 $C_B$ 及在孔隙間之電導 $C_b=nC_B$ ，及孔隙具有結合電導 $C_A=\sum_{i=1}^n C_{ai}$ ，其中 $C_{ai}$ 係個別的孔隙電導；及使用梯形網絡模型，將系統設計成沿容器之延長方向具有期望的壓力均勻度。

## 陸、英文發明摘要：

The need is met according to the present invention by providing a method of designing a system for thermal vapor deposition that includes a material to be deposited on a workpiece, an elongated container for containing the material, a heater for heating the material in the container to vaporize the material, the container defining  $n$  apertures for emitting the vaporized material in an elongated pattern in the elongated direction, that includes the steps of: calculating the total source throughput  $Q$  per unit length at a deposition rate of interest; calculating the internal pressure  $P$  of the source required to produce  $Q$  for the total aperture conductance  $C_A$  of the source; modeling the system as a ladder network of conductances, the elongated container having a container conductance  $C_B$  and conductances  $C_b = nC_B$ , between apertures, and the apertures having a combined conductance  $C_A = \sum_{i=1}^n C_{ai}$ , where  $C_{ai}$  are individual aperture conductances; and using the latter network model, designing the system to have a desired pressure uniformity along the elongated direction of the container.

## 拾、申請專利範圍：

1. 一種塗佈大面積基板之方法，包括下列步驟：
  - a) 將待沉積於工作件上之材料裝入至細長容器中，該容器於延長方向中具有電導 $C_B$ ；
  - b) 加熱容器中之材料，以使材料蒸發至分壓 $P_m$ ；
  - c) 該容器於延長方向中界定一或多個細長圖案之孔隙，以使蒸發材料經由孔隙發出，該一或多個孔隙具有電導 $C_A$ ；其中  $\frac{C_A}{C_B} \leq 0.5$ ，及
  - d) 提供基板及細長容器在實質上垂直於延長方向之方向中的相對運動。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該通過孔隙之發射係分子流動，且 $P_m \leq 13$ 帕斯卡(Pa)。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該通過孔隙之發射係黏性或過渡流動，且 $P_m > 13$ 帕斯卡。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該容器具有一包含孔隙之覆蓋，且其進一步包括一在覆蓋與材料之間之擋板，以防止蒸發材料未先與容器壁接觸即通過覆蓋中之孔隙。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在期望的操作範圍內， $\frac{C_A}{C_B} \leq 0.1$ 。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該孔隙具有經選擇成提供沿容器之延長方向之蒸發材料之實質上均勻流出物之變化的尺寸、形狀或相鄰孔隙間之間隔、或其之組合。
7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該方法係用於製造

OLED。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該承接於容器中之固態有機材料包括經摻雜或未經摻雜之有機電洞注入材料、經摻雜或未經摻雜之有機電洞輸送材料、經摻雜或未經摻雜之有機發光材料、或經摻雜或未經摻雜之有機電子輸送材料。
9. 如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包括將惰性氣體引入至容器中，以減低  $\frac{C_A}{C_B}$  之步驟。
10. 如申請專利範圍第9項之方法，其中該惰性氣體係氫或氬。
11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該材料係磷光材料、電發光材料、光電導材料、或經由離子化輻射之作用發光之材料。

拾壹、圖式：

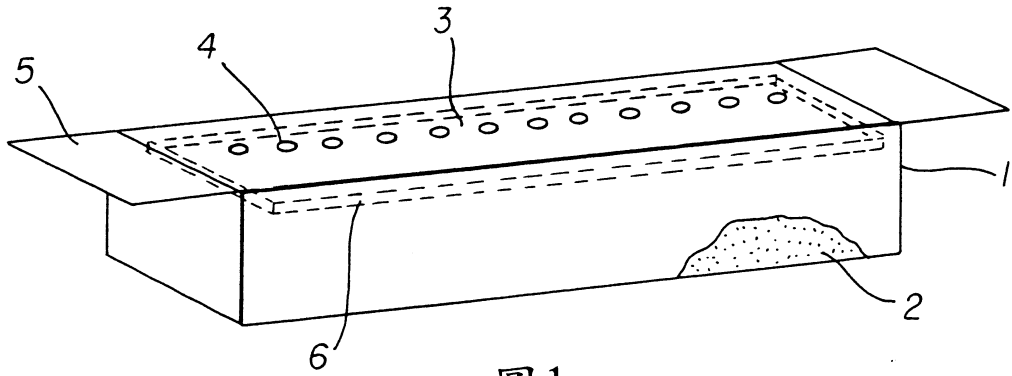


圖1

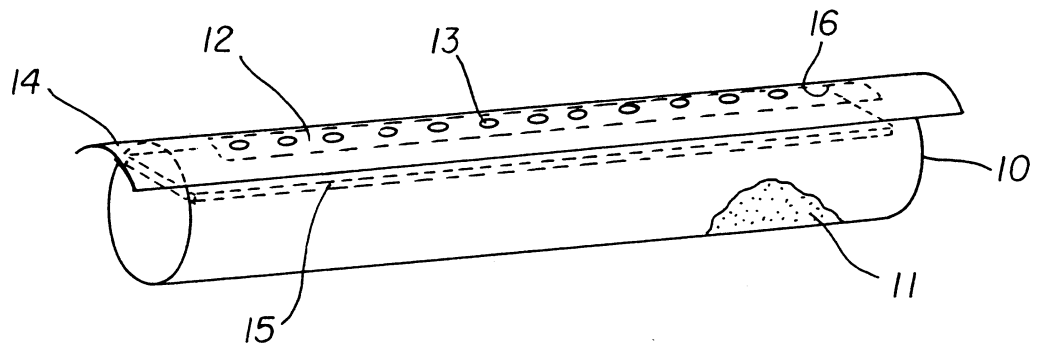


圖2

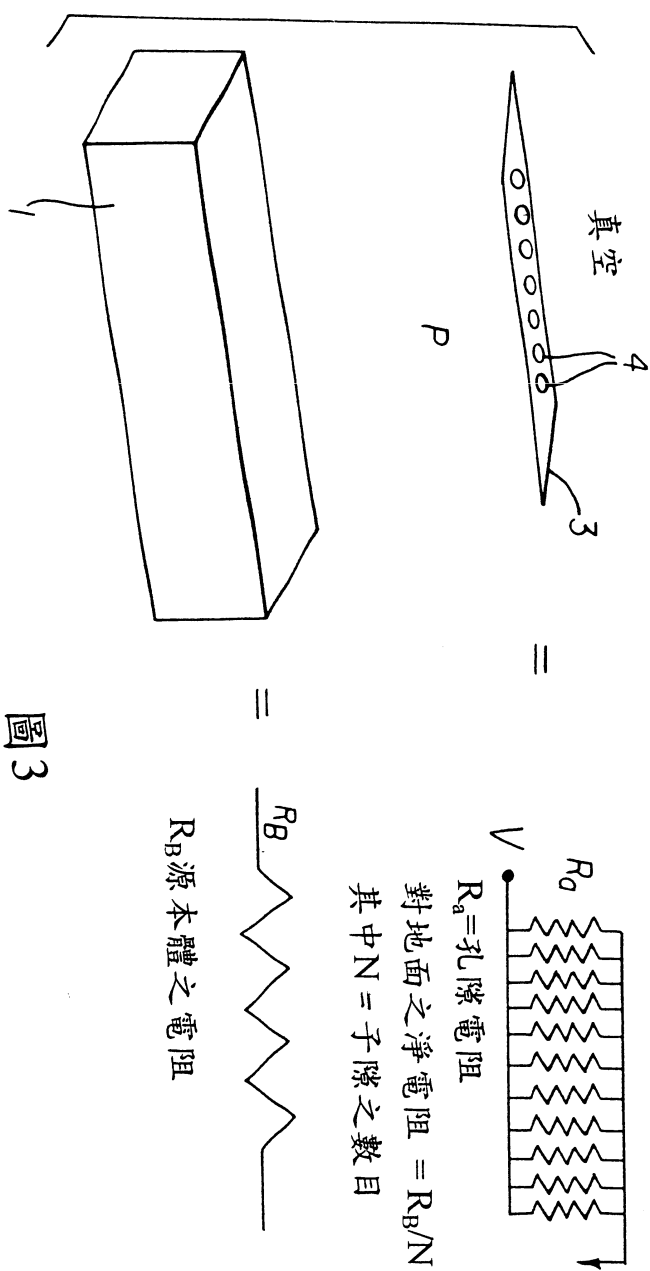


圖 3

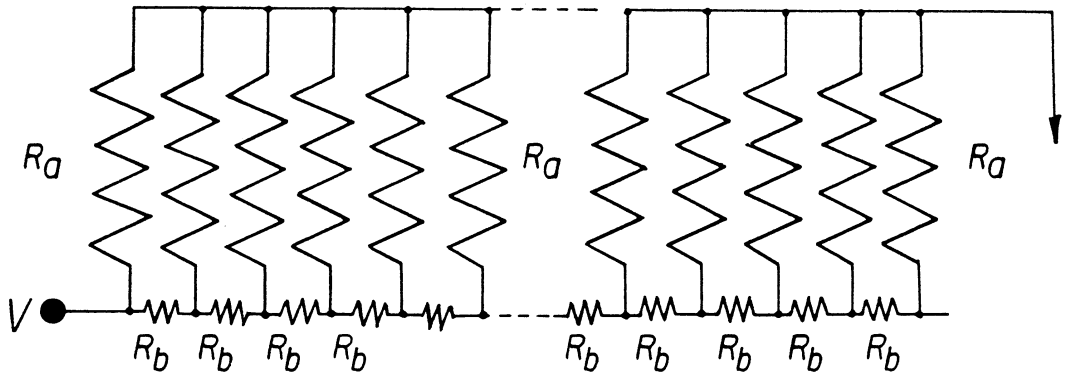


圖4

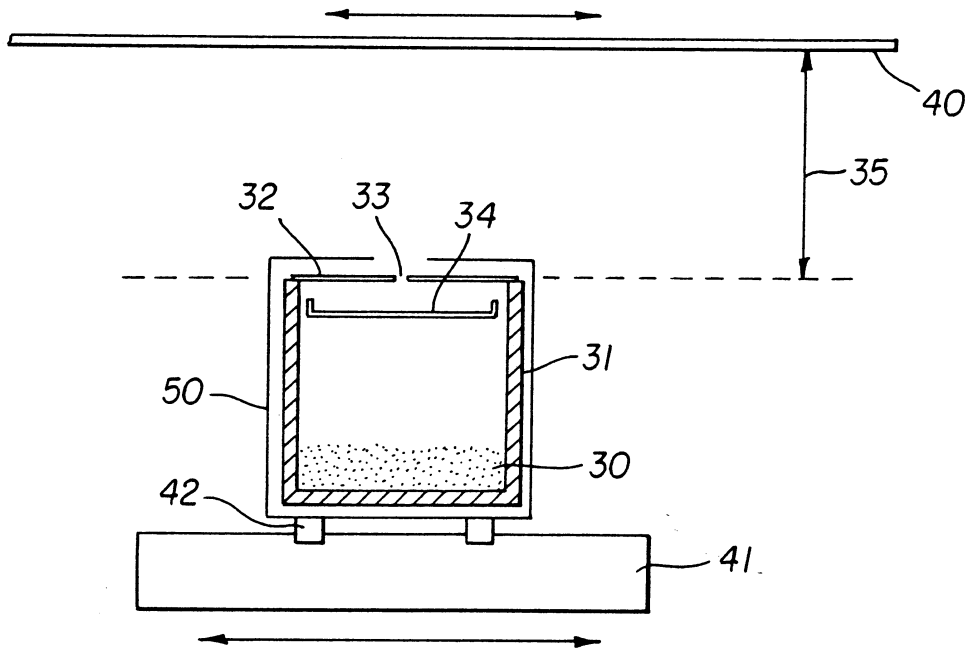


圖5



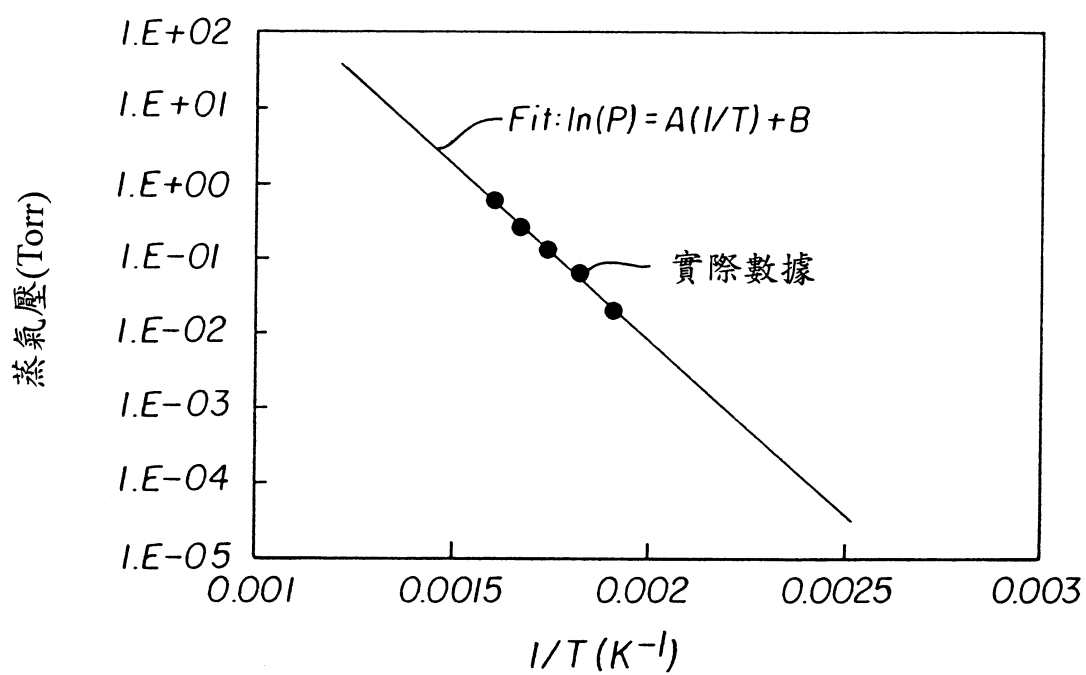


圖7

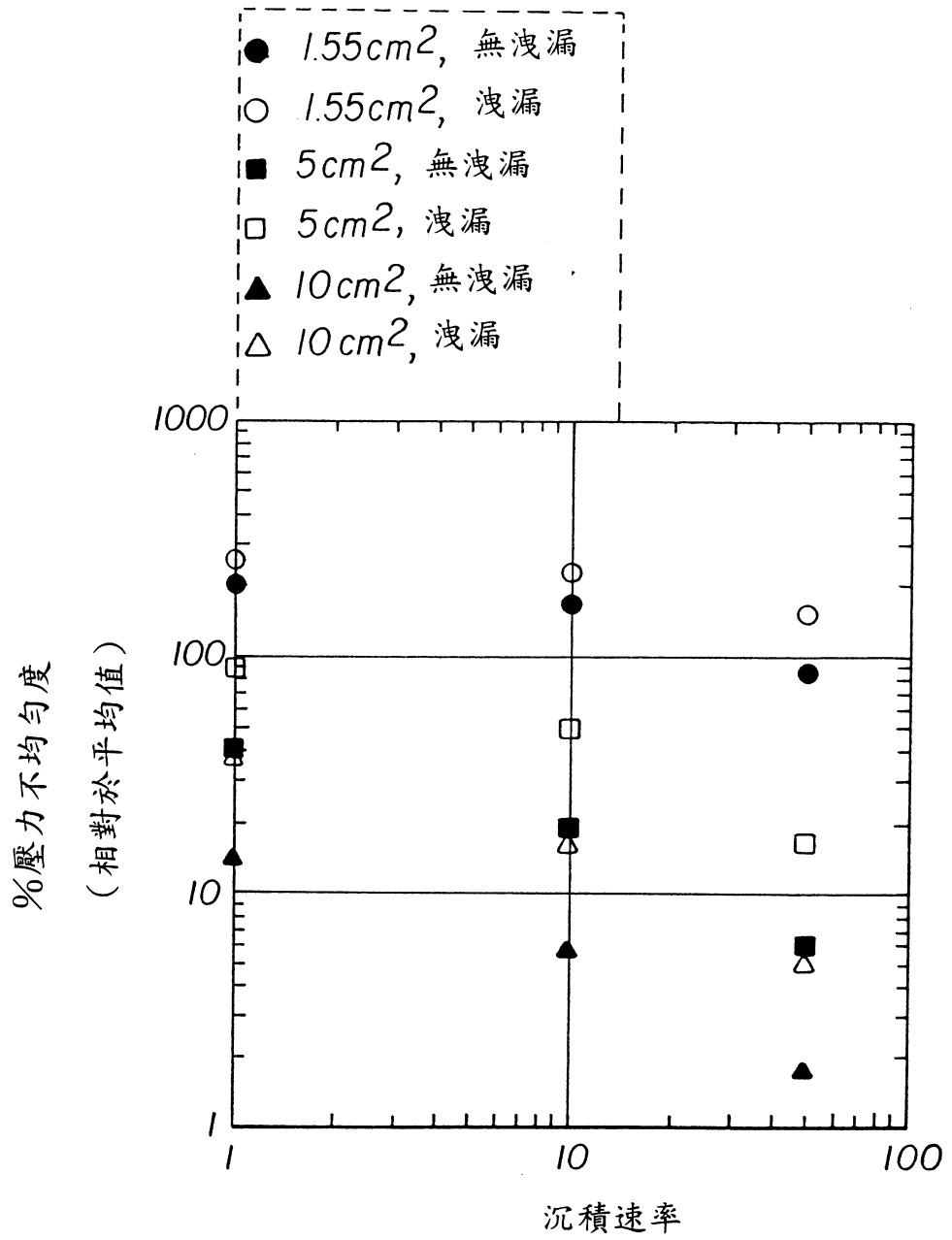


圖8

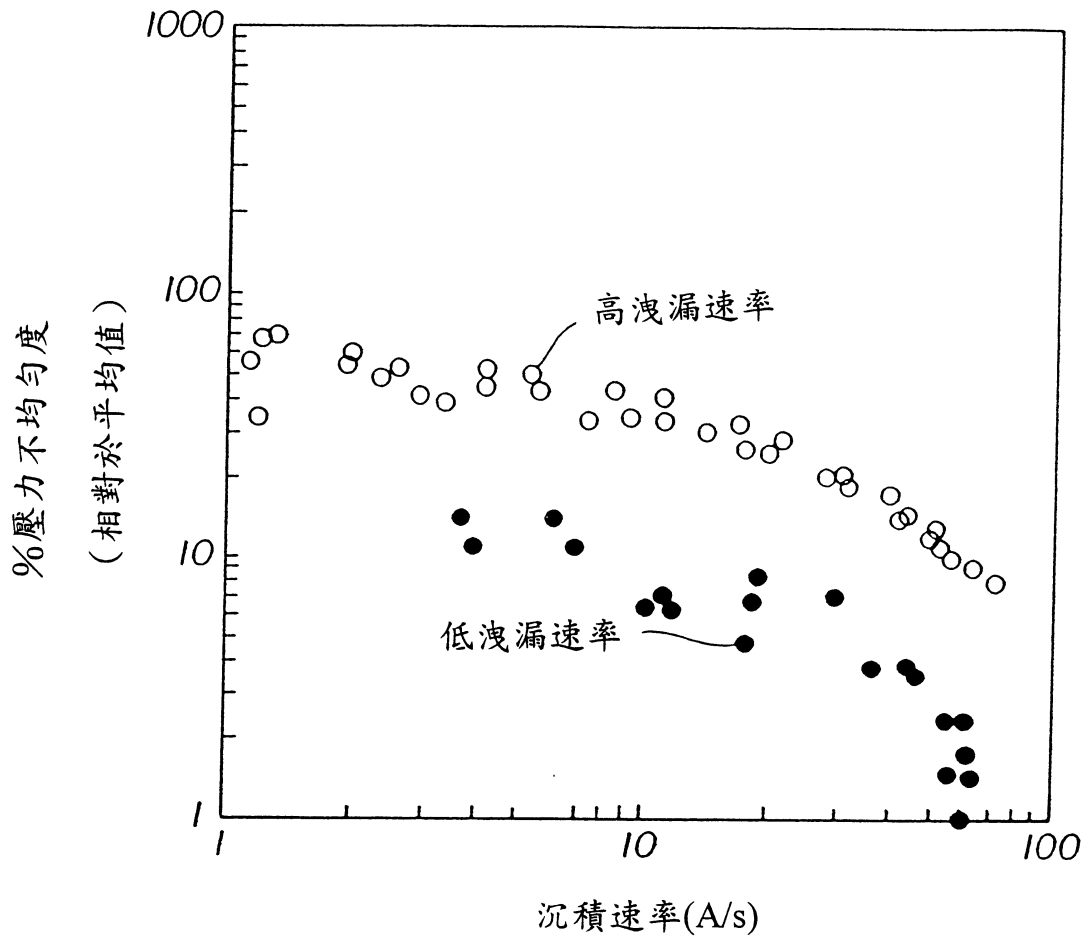


圖9

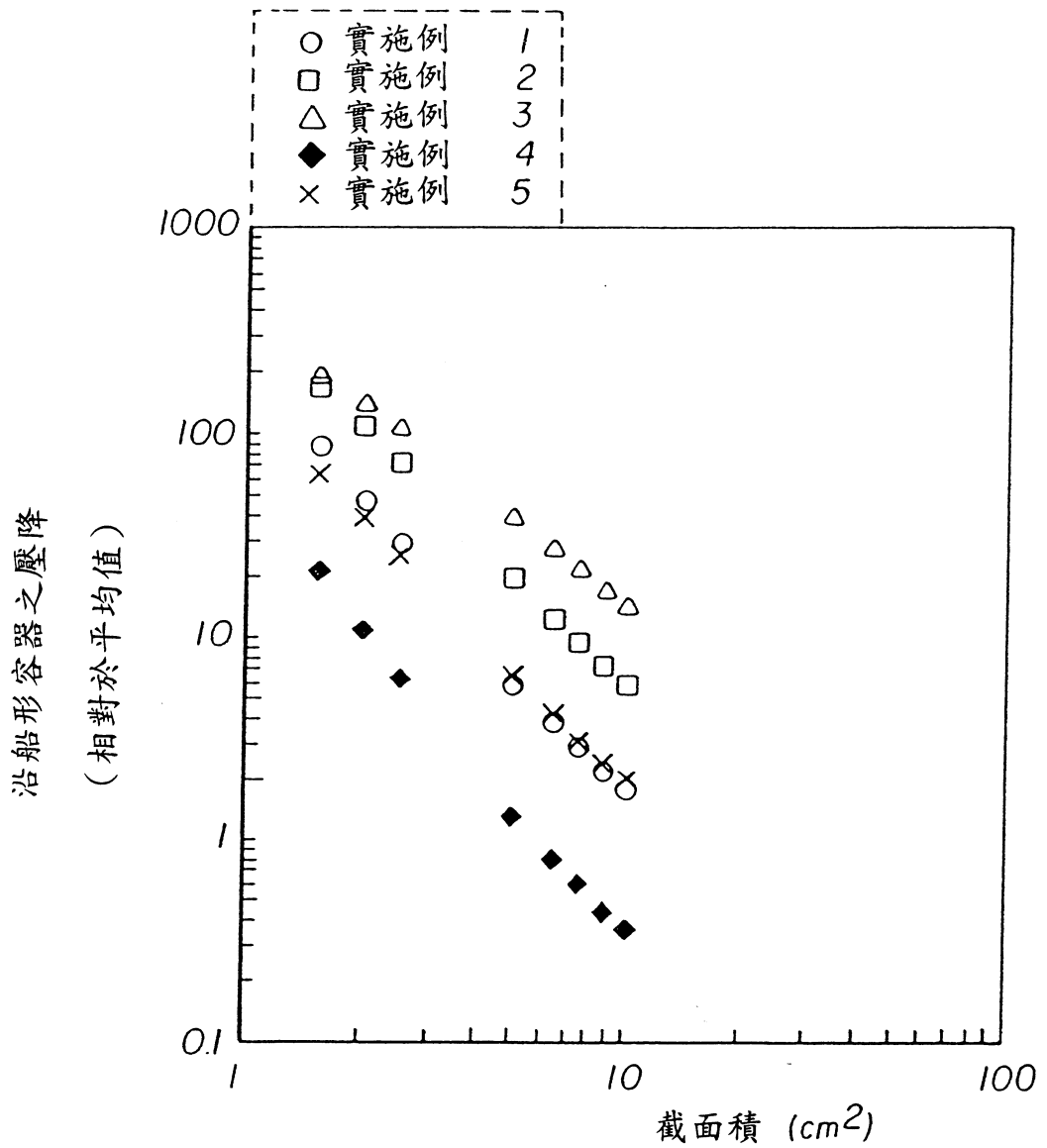


圖 10

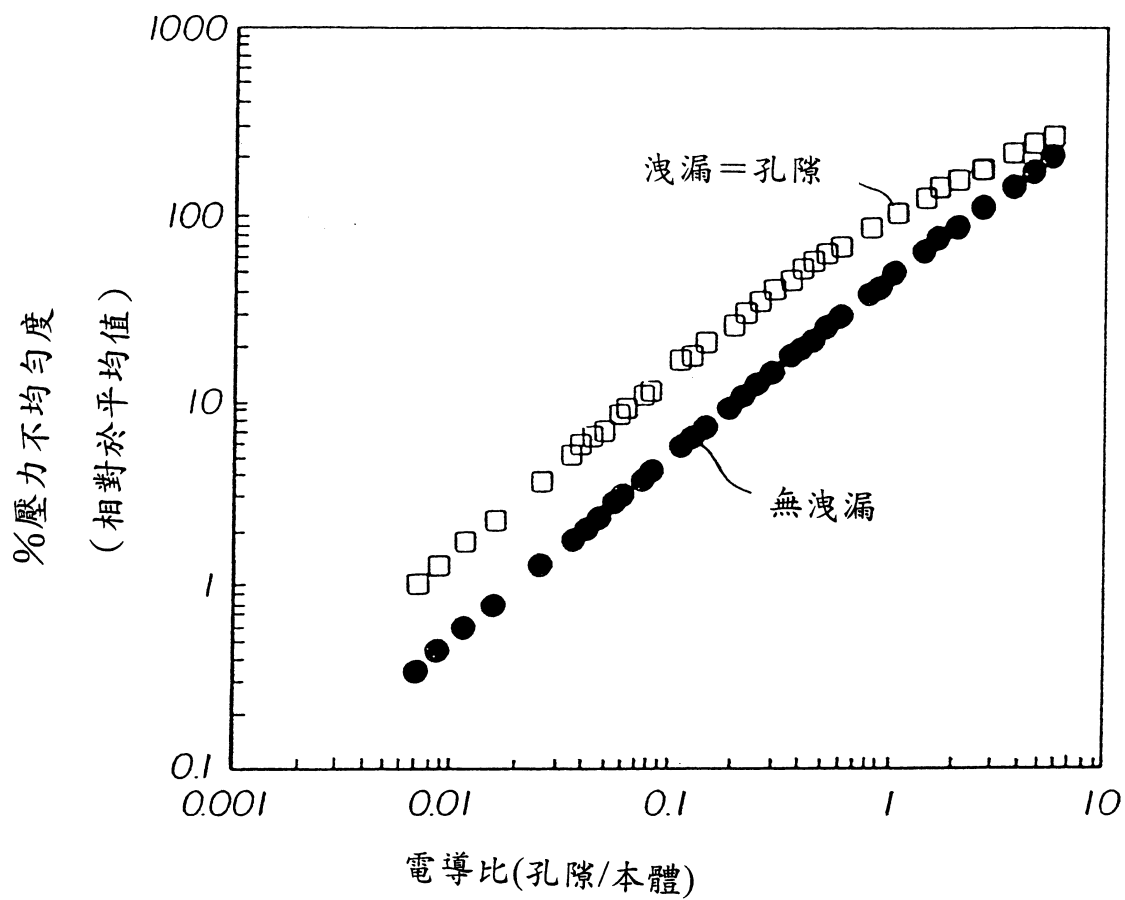


圖 11

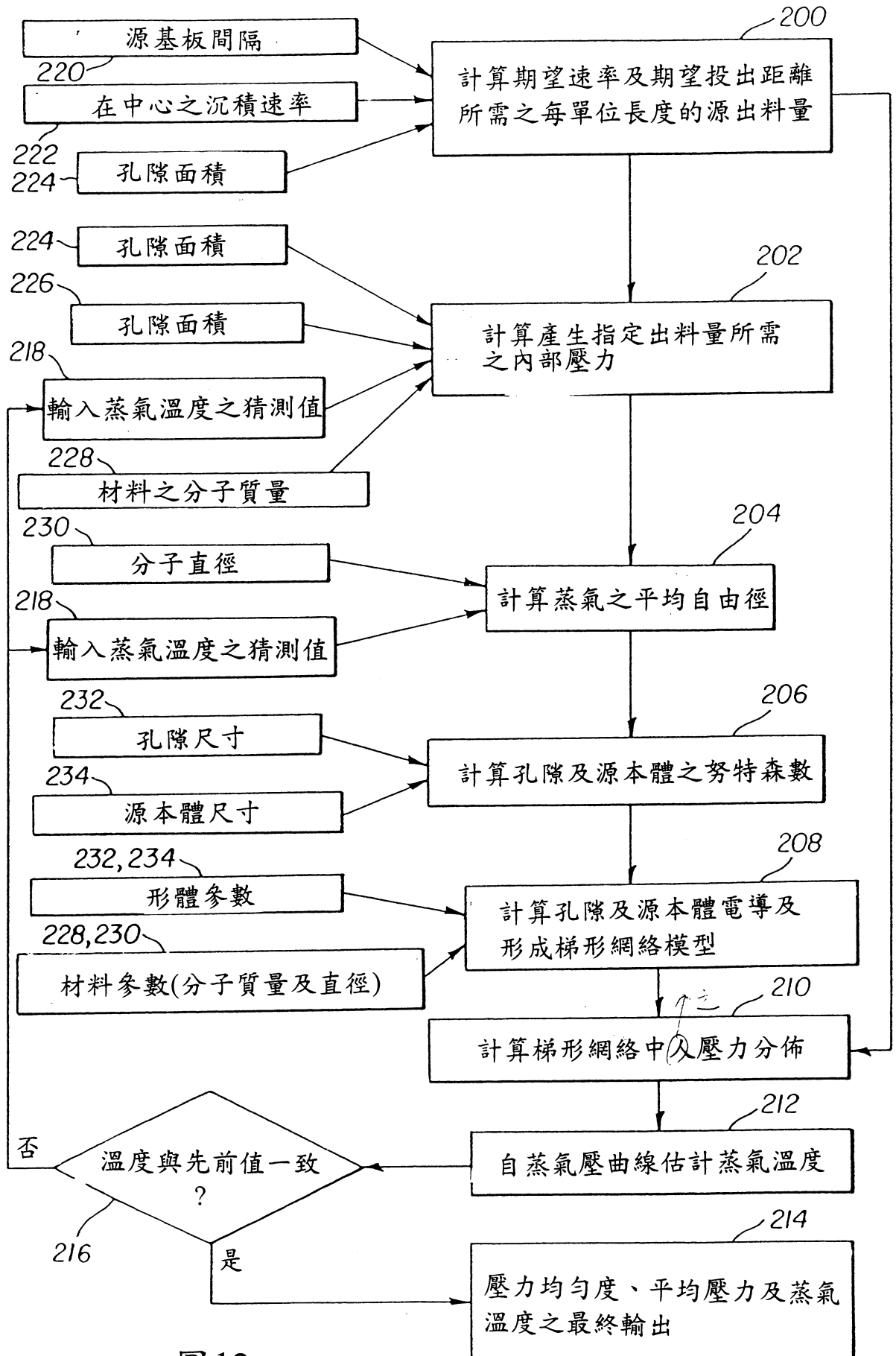


圖 12

## 柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 6 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100	蒸氣沉積站	130	材料
101	框罩	131	沉積區
102	室	132	孔隙
110	基板	140	滑行塊
111	罩框	142	導螺桿從動件
114	沉積源	145	導螺桿
115	絕緣源支承物	147	滑軌
116	電引線	149	軸封
117	電引線	150	導螺桿軸
120	聯通線	151	馬達
121	聯通線		

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）