202316499

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202316499 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：111125084 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 07 月 05 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/28 (2006.01)* *H01L21/285 (2006.01)*
H01L21/205 (2006.01) *H01L21/368 (2006.01)*
C23C16/455 (2006.01) *C07C45/50 (2006.01)*

(30)優先權：2021/10/14 日本 2021-168663

(71)申請人：日商信越化學工業股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：坂爪崇寬 SAKATSUME, TAKAHIRO (JP)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：15 共 55 頁

(54)名稱

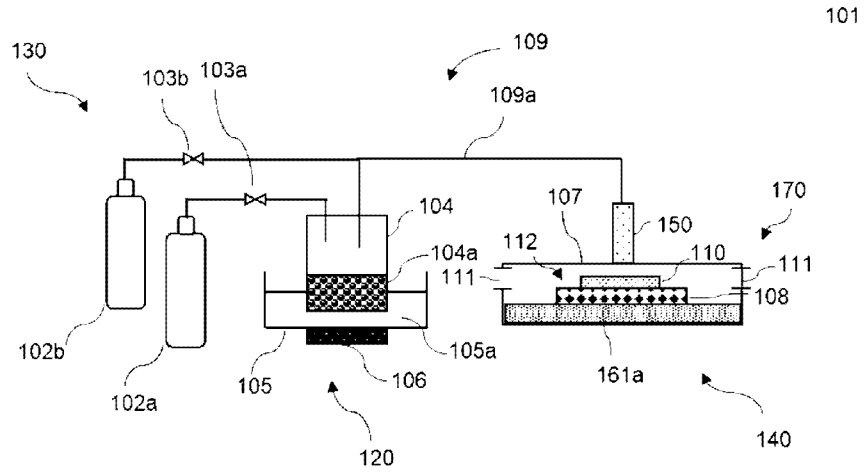
成膜裝置及製造方法

(57)摘要

本發明是一種成膜裝置，其具備：霧化部，其使原料溶液霧化來產生霧；載體氣體供給部，其供給載體氣體，該載體氣體運送前述霧化部中產生的前述霧；以及，成膜部，其對藉由前述載體氣體運送的前述霧進行熱處理，來實行成膜；其中，前述成膜部具備成膜室、設置於前述成膜室的內部之基板載置部、對前述成膜室的內部供給前述霧之噴嘴、及將廢氣從前述成膜室的內部排放至外部之排氣部，前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值為0.15cm 以上且 6.05cm 以下。藉此，提供一種成膜裝置，其能夠藉由霧化 CVD 法來形成膜厚的面內均勻性優異的膜。

指定代表圖：

第1圖



符號簡單說明：

101:成膜裝置

102a:載體氣體源

102b:稀釋用載體氣體源

103a,103b:流量調節閥

104:霧發生源

104a:原料溶液

105:容器

105a:水

106:超音波振動子

107:成膜室

108:加熱板

109:運送部

109a:供給管

110:基板

111:排氣口

112:基板載置部

120:霧化部

130:載體氣體供給部

140:成膜部

150:噴嘴

161a:移動台

170:排氣部

202316406
202510499

【發明摘要】

【中文發明名稱】成膜裝置及製造方法

【中文】

本發明是一種成膜裝置，其具備：霧化部，其使原料溶液霧化來產生霧；載體氣體供給部，其供給載體氣體，該載體氣體運送前述霧化部中產生的前述霧；以及，成膜部，其對藉由前述載體氣體運送的前述霧進行熱處理，來實行成膜；其中，前述成膜部具備成膜室、設置於前述成膜室的內部之基板載置部、對前述成膜室的內部供給前述霧之噴嘴、及將廢氣從前述成膜室的內部排放至外部之排氣部，前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值為0.15cm以上且6.05cm以下。藉此，提供一種成膜裝置，其能夠藉由霧化CVD法來形成膜厚的面內均勻性優異的膜。

【指定代表圖】第 1 圖

【代表圖之符號簡單說明】

101：成膜裝置

102a：載體氣體源

102b：稀釋用載體氣體源

103a，103b：流量調節閥

104：霧發生源

104a：原料溶液

105：容器

105a：水

106：超音波振動子

107：成膜室

108：加熱板

109：運送部

109a：供給管

110：基板

111：排氣口

112：基板載置部

120：霧化部

130：載體氣體供給部

140：成膜部

150：噴嘴

161a：移動台

170：排氣部

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】成膜裝置及製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明有關一種成膜裝置及成膜方法，用以使用霧狀的原料溶液來在基板上實行成膜。

【先前技術】

【0002】 以往，已開發出脈衝雷射沉積法(Pulsed laser deposition，PLD)、分子束磊晶法(Molecular beam epitaxy，MBE)、濺鍍法等能夠實現非平衡狀態的高真空成膜裝置，能夠製作出以至今的熔液法等無法製作出的氧化物半導體。又，已開發一種使用經霧化的霧狀原料來結晶成長在基板上之霧化化學氣相沉積法(Mist Chemical Vapor Deposition，Mist CVD。以下亦稱為「霧化CVD法」)，從而能夠製作具有剛玉結構之氧化鎵(α-Ga_2O_3)。α-Ga_2O_3作為帶隙較大的半導體而被期待應用於能夠實現高耐壓、低損失及高耐熱的次世代的切換元件。

【0003】 關於霧化CVD法，專利文獻1記載了一種管狀爐型的霧化CVD裝置。專利文獻2記載了一種微通道型的霧化CVD裝置。專利文獻3記載了一種線源型的霧化CVD裝置。專利文獻4記載了一種管狀爐的霧化CVD裝置，在對霧氣發生器內導入載體氣體這點上與專利文獻1所記載

的霧化CVD裝置不同。專利文獻5記載了一種霧化CVD裝置，其在霧氣發生器的上方設置有基板，並使基板旋轉。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

【0004】

專利文獻1：日本特開平1-257337號公報

專利文獻2：日本特開2005-307238號公報

專利文獻3：日本特開2012-46772號公報

專利文獻4：日本特許第5397794號公報

專利文獻5：國際公開第2020/261355號

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

【0005】 霧化CVD法與其他CVD法不同，能夠以相對較低的溫度實行成膜，亦能夠製作如α-Ga_2O_3的剛玉結構般的介穩相(metastable phase)的結晶結構。然而，本發明人發現下述問題：從基板的上方供給霧時，因熱對流或含有霧之氣體與周圍的氣體的混合導致霧的流動被打亂，變得難以維持所成膜的膜的膜厚的面內均勻性。面內均勻性較低的半導體膜存在下述問題：製作半導體裝置時的產率下降、或因研磨步驟等導致半導體裝置的製作步驟數量增加。

【0006】 專利文獻5揭示了下述例子：一邊使基板旋轉，一邊對位於霧發生器上方的基板供給霧，形成一種面內的

膜厚分佈良好的半導體膜。然而，根據專利文獻5中的實施例，在4吋(直徑約100mm)基板上的成膜中，最小膜厚/最大膜厚＝55.0%，未形成膜厚的面內均勻性優異的膜。又，本發明人根據專利文獻5來實施成膜，結果利用專利文獻5所記載的成膜裝置僅獲得了中心部較厚且膜厚的面內均勻性較差的膜。又，發現在6吋基板上實行成膜時，形成膜厚的面內均勻性進一步更差的膜。

【0007】 本發明是為了解決上述問題而完成，其目的在於提供一種成膜裝置及成膜方法，能夠藉由霧化CVD法來形成膜厚的面內均勻性優異的膜。

[解決問題的技術手段]

【0008】 本發明是為了達成上述目的而完成，提供一種成膜裝置，其具備：霧化部，其使原料溶液霧化來產生霧；載體氣體供給部，其供給載體氣體，該載體氣體運送前述霧化部中產生的前述霧；以及，成膜部，其對藉由前述載體氣體運送的前述霧進行熱處理，來實行成膜；其中，前述成膜部具備成膜室、設置於前述成膜室的內部之基板載置部、對前述成膜室的內部供給前述霧之噴嘴、及將廢氣從前述成膜室的內部排放至外部之排氣部，前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值為0.15cm以上且6.05cm以下。

【0009】 根據這樣的成膜裝置，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。由於成膜室的天花板的整流效果與因源自噴嘴的霧的供給和源自排氣部的廢氣的排放而產生的

對流之加乘效應，而在基板上方產生沿著基板的(平行於基板表面的)均勻的氣體的流動，從而能夠在基板上生成一種均勻的膜。

【0010】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述成膜室的天花板的內面和前述噴嘴的開口面位於同一平面內。

【0011】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0012】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的前述基板載置面平行。

【0013】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0014】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述成膜室的天花板的內面與載置於前述基板載置部上的前述基板的被處理面的高度位置的差值為0.1cm以上且6.0cm以下。

【0015】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0016】 此時，能夠設為下述成膜裝置：將前述基板的被處理面的面積設為A[cm^2]並將前述成膜室的天花板的內面的面積設為B[cm^2]時，$B/A \geqq 1.0$。

【0017】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0018】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述成膜室的側壁的內面與前述基板載置部的基板載置區域之間的最短距離為5.0cm以下。

【0019】 藉此，能夠進一步穩定地形成一種膜厚的面內均勻性進一步更良好的膜。

【0020】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述排氣部設置在前述成膜室的相對的一對方向上。

【0021】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0022】 此時，能夠設為下述成膜裝置：進一步具備移動機構，其在前述噴嘴的下方使前述基板移動。

【0023】 藉此，能夠形成一種大面積且膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0024】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述原料溶液包含鎵。

【0025】 藉此，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的氧化鎵膜。

【0026】 此時，能夠設為下述成膜裝置：前述原料溶液包含鹵素。

【0027】 藉此，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的結晶性氧化物膜。

【0028】 本發明是為了達成上述目的而完成，是提供一種成膜方法，對霧化後的原料溶液進行熱處理來在基板上實行成膜，其中，包含以下步驟：霧產生步驟，其使前述原料溶液霧化來產生霧；霧運送步驟，利用載體氣體將前述霧運送至成膜室；及，成膜步驟，其對載置於前述成膜室內的基板載置部上的前述基板上供給前述霧來進行熱處

理，實行成膜；使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值成為0.15cm以上且6.05cm以下後的前述成膜室，在前述成膜步驟中，從在前述基板載置部的上方具備的噴嘴對前述成膜室的天花板與前述基板之間供給前述霧，並且將廢氣從前述成膜室內的前述基板上排放至前述成膜室的外部，藉此一面對前述基板上供給經整流後的前述霧，一面實行成膜。

【0029】 根據這樣的成膜方法，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。由於成膜室的天花板的整流效果與因源自噴嘴的霧的供給和源自排氣部的廢氣的排放而產生的對流之加乘效應，而在基板上方產生沿著基板的(平行於基板表面的)均勻的氣體的流動，從而能夠在基板上生成一種均勻的膜。

【0030】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述噴嘴的開口面在同一平面內後的前述成膜室。

【0031】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0032】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的前述基板載置面成為平行後的前述成膜室。

【0033】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0034】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與載置於前述基板載置部上的前述基板的被處理面的高度位置的差值成為0.1cm以上且6.0cm以下後的前述成膜室。

【0035】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0036】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用經設定為將前述基板的面積設為A[cm^2]並將前述成膜室的天花板的內面的面積設為B[cm^2]時成為B/A≧1.0後的前述成膜室。

【0037】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0038】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用經設定為前述成膜室的側壁的內面與前述基板載置部的基板載置區域之間的最短距離成為5.0cm以下後的前述成膜室。

【0039】 藉此，能夠進一步穩定地形成一種膜厚的面內均勻性進一步更良好的膜。

【0040】 此時，能夠設為下述成膜方法：在前述成膜步驟中，在前述成膜室的相對的一對方向上實行廢氣的排放。

【0041】 藉此，能夠穩定地形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0042】 此時，能夠設為下述成膜方法：將由前述噴嘴供給的前述載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]並將前述廢氣的流量設為E[L/分鐘]時，將E/Q設為5.0以下。

【0043】 藉此，能夠形成一種膜厚的面內均勻性進一步更良好的膜。

【0044】 此時，能夠設為下述成膜方法：在前述成膜步驟中，在前述噴嘴的下方使前述基板移動。

【0045】 藉此，能夠形成一種大面積且膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0046】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用包含鎵之原料溶液作為前述原料溶液。

【0047】 藉此，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的氧化鎵膜。

【0048】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用包含鹵素之原料溶液作為前述原料溶液。

【0049】 藉此，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的結晶性氧化物膜。

【0050】 此時，能夠設為下述成膜方法：使用被處理面的面積為50cm^2以上的基板或直徑為4吋(100mm)以上的基板作為前述基板。

【0051】 藉此，能夠形成一種大面積且膜厚的面內均勻性良好的膜。

[發明的功效]

【0052】 如以上所述，根據本發明的成膜裝置，能夠使用霧狀的原料溶液來在基板上形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。又，根據本發明的成膜方法，能夠使用霧狀的

原料溶液來在基板上形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。

【圖式簡單說明】

【0053】 第1圖是示出本發明的成膜裝置的一例的概略構成圖。

第2圖是說明依據本發明的霧化部的一例的圖。

第3圖是說明依據本發明的成膜室的一例的圖。

第4圖是說明依據本發明的噴嘴的一例的圖。

第5圖是說明具備複數個噴嘴之情況的一例的圖。

第6圖是說明具備複數個噴嘴開口面之噴嘴的一例的圖。

第7圖是說明依據本發明的成膜室的一例的圖。

第8圖是說明依據本發明的成膜室的一例的圖。

第9圖是說明往返運動通過噴嘴的下方之移動機構的一例的圖。

第10圖是說明向單方向旋轉移動通過噴嘴的下方之移動機構的一例的圖。

第11圖是說明依據本發明的排氣部的一例的圖。

第12圖是說明比較例1中使用的成膜裝置的一例的圖。

第13圖是說明比較例2中使用的成膜裝置的一例的圖。

第14圖是說明比較例3中使用的成膜裝置的一例的圖。

第15圖是說明實施例12中使用的成膜裝置的一例的圖。

【實施方式】

【0054】　以下，詳細說明本發明，但是本發明不限定於這些說明。

【0055】　如上所述，尋求一種成膜裝置及成膜方法，在霧化ＣＶＤ法中能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0056】　本發明人針對上述問題反覆專心研究，結果發現一種成膜裝置，其具備：霧化部，其使原料溶液霧化來產生霧；載體氣體供給部，其供給載體氣體，該載體氣體運送前述霧化部中產生的前述霧；以及，成膜部，其對藉由前述載體氣體運送的前述霧進行熱處理，來實行成膜；其中，前述成膜部具備成膜室、設置於前述成膜室的內部之基板載置部、對前述成膜室的內部供給前述霧之噴嘴、及將廢氣從前述成膜室的內部排放至外部之排氣部，前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值為0.15cm以上且6.05cm以下；藉由該成膜裝置，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜，從而完成本發明。

【0057】　又，本發明人發現一種成膜方法，對霧化後的原料溶液進行熱處理來在基板上實行成膜，其中，包含以下步驟：霧產生步驟，其使前述原料溶液霧化來產生霧；霧運送步驟，利用載體氣體將前述霧運送至成膜室；及，成膜步驟，其對載置於前述成膜室內的基板載置部上的前述基板上供給前述霧來進行熱處理，實行成膜；使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板

載置面的高度位置的差值成為0.15cm以上且6.05cm以下後的前述成膜室，在前述成膜步驟中，從在前述基板載置部的上方具備的噴嘴對前述成膜室的天花板與前述基板之間供給前述霧，並且將廢氣從前述成膜室內的前述基板上排放至前述成膜室的外部，藉此一面對前述基板上供給經整流後的前述霧，一面實行成膜；藉由該成膜方法，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜，從而完成本發明。

【0058】　以下，參照圖式來進行說明。

【0059】　此處，本發明所稱的霧是指分散於氣體中的液體的微粒子的總稱，亦包含被稱為霧氣、液滴等之物。

【0060】　[成膜裝置]

第1圖中示出依據本發明的成膜裝置101的一例。成膜裝置101具有：霧化部120，其使原料溶液霧化來產生霧；載體氣體供給部130，其供給載體氣體，該載體氣體運送霧；成膜部140，其對霧進行熱處理，來在基板上實行成膜；運送部109，其連接霧化部120與成膜部140，利用載體氣體來運送霧；以及，排氣部170，其從成膜室107排放廢氣。又，成膜裝置101可藉由具備控制部(無圖示)來控制其動作，該控制部能夠控制成膜裝置101的整體或一部分。

【0061】　(霧化部)

在霧化部120中，使原料溶液霧化來產生霧。霧化手段只要能夠使原料溶液霧化，則無特別限定，可以是公知的霧

化手段，較佳是使用基於超音波振動的霧化手段。原因在於，能夠更穩定地進行霧化。

【0062】 第2圖中示出這樣的霧化部120的一例。可包含例如：霧發生源104，其容納原料溶液104a；容器105，其裝有能夠傳遞超音波振動的介質、例如水105a；及，超音波振動子106，其安裝於容器105的底面。詳言之，由容納有原料溶液104a之容器所構成的霧發生源104是使用支撐體(未圖示)來收納於容納有水105a的容器105中。在容器105的底部裝設有超音波振動子106，超音波振動子106與振盪器116連接。而且，構成為：如果使振盪器116運作，則超音波振動子106會振動，藉由水105a來在霧發生源104內傳播超音波，使原料溶液104a霧化。

【0063】 (載體氣體供給部)

載體氣體供給部130具有供給載體氣體(主載體氣體)之載體氣體源102a，並可具備流量調節閥103a，該流量調節閥103a用以調節由載體氣體源102a所輸出的主載體氣體的流量。又，亦能夠根據需要而具備：稀釋用載體氣體源102b，其供給用於稀釋的載氣氣體（稀釋用載氣氣體）；或，流量調節閥103b，其用以調節由稀釋用載體氣體源102b所輸出的稀釋用載體氣體的流量。

【0064】 載體氣體的種類並無特別限定，能夠根據成膜物來適當選擇。可列舉例如：氧氣、臭氧、氮氣和氬氣等惰性氣體；或，氫氣和合成氣體(forming gas)等還原氣體等。又，載體氣體的種類可以是1種，亦可以是2種以

上。例如，可進一步使用將與第一載體氣體相同的氣體以其他氣體加以稀釋(例如稀釋10倍)而得的稀釋氣體等作為第二載體氣體，亦能夠使用空氣。又，載體氣體的供給處亦不僅1處，可以是2處以上。

【0065】 (成膜部)

成膜部140具備成膜室107、設置於成膜室107的內部之基板載置部112、對成膜室107的內部供給霧之噴嘴150、及將廢氣從成膜室107的內部排放至外部之排氣部170。

【0066】 在成膜部140中，對霧進行加熱，產生熱反應，來在基板110的一部分或全部的表面實行成膜。成膜部140具備成膜室107，該成膜室107包圍成膜部140的一部分或整體。例如，如第1圖所示，可包圍成膜部140的整體或一部分，設為成膜室107。又，成膜室107亦可以成為下述結構：非完全包圍的形狀，具備用以排放成膜室中產生的廢氣之排氣口111，能夠一邊將供給至基板上的霧和載體氣體進行整流，一邊加以排放。

【0067】 在成膜部140中裝設有能夠載置基板110的基板載置部112。在成膜部140中能夠具備用以對所設置的基板110加熱之加熱板108。如第1圖所示，加熱板108可設置於成膜室107的內部，亦可設置於成膜室107的外部。

【0068】 再者，本發明中的成膜室是指具有：底壁，其具備與能夠載置基板的基板載置面平行的底面；作為上壁的

天花板，其具備與基板載置面的法線相交的面(成膜室的內面)；及，側壁，其具備與底壁相接的至少一面以上的側面(內面)。此時，可以是使天花板的內面與基板載置面平行並具有與天花板的內面和底面正交的側面之立方體或長方體、柱狀的形狀，亦可使天花板的內面成為曲面等(亦即圓頂型)來使天花板與側壁成為一體的形態。又，亦可設為將該等加以組合而得的結構，對稱性良好的結構由於膜厚的面內均勻性變良好，因此較佳。關於依據本發明的成膜室，可以是預先設定結構所形成的成膜室，亦可將構成成膜室的各要素設為可動，來使其能夠設定成符合目的之形狀。

【0069】　又，本發明中的天花板是指成膜室107的上壁，其具備與基板載置面的法線相交的面(亦有時稱為「天花板面」)。

【0070】　如第3圖所示，成膜室107具備排氣部170，只要基板載置面113與成膜室的天花板的內面的高度位置的差值I[cm]為0.15cm以上且6.05cm以下即可，較佳0.25cm以上且3.05cm以下。藉由以這樣的方式設定、設置成膜室，從而藉由熱處理進行成膜處理時，霧的流動不易被由熱對流導致的周圍氣體的流動打亂，將由噴嘴150供給的霧進行整流來供給至基板110上，能夠形成一種膜厚的面內均勻性優異的膜。

【0071】　亦即，由噴嘴150對成膜室107內供給的霧通過成膜室107的天花板與基板載置部112的基板載置面113

和基板載置面113上的基板110之間，成為向排氣部170的方向流動的整流，能夠謀求霧的流速、方向的均勻化。

【0072】 成膜室107的天花板的內面與基板載置面較佳是平行。進一步，將基板載置於基板載置部112上時，成膜室107的天花板的內面與基板110的被處理面的高度位置的差值K較佳是設為0.1cm以上且6.0cm以下，更佳是0.2cm以上且3.0cm以下。原因在於，能夠成為一種所形成的膜的膜厚的面內均勻性進一步良好的膜。

【0073】 如第3圖所示，在成膜部140中，於基板載置部112的上方裝設有用以對成膜室107內的基板110供給霧的噴嘴150。再者，本發明中的噴嘴150是指用以對成膜室107內供給霧的構件。例如，可使下述運送部109的供給管109a與成膜室107連接等來將供給管109a作為噴嘴使用。

【0074】 第4圖中示出噴嘴150的一例。噴嘴150具備將連接運送部109與噴嘴150連接之連接部151、及用以噴出霧之噴嘴開口面(有時亦僅稱為開口面)152。

【0075】 噴嘴的個數和開口面的個數只要是1個以上，則無特別限定。如第5圖所示，可具備複數個噴嘴(噴嘴150a)、如第6圖所示，開口面可以是複數個(噴嘴150b)。

【0076】 包含噴嘴開口面152之平面與包含基板110之平面所夾的角度並無特別限定。可以設置具備以霧容易向特定方向流動的方式傾斜的噴嘴開口面之噴嘴，較佳是設置成：如第3圖所示，基板載置部112的載置有基板110

的基板載置面113與噴嘴開口面成為平行。原因在於，能夠以更簡便的結構來形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0077】 在成膜部140中可裝設有位置調整機構(未圖示)，該位置調整機構能夠在如下所述的範圍內適當調整噴嘴的開口面152與基板110的被處理面的高度位置的差值H[cm]。

【0078】 在成膜室107的天花板具有用以由噴嘴150供給霧之孔(亦即環形)，或者，將成膜室107設為將複數個構件組合來製作的結構，從而成為能夠在成膜室107的天花板形成孔之結構，在此孔中插入有噴嘴。如果設為將複數個構件組合來製作的結構，則能夠根據噴嘴開口面的面積來適當調整成膜室107的天花板的孔的尺寸、上述差值H、差值I、差值K[cm]、或下述成膜室107的側壁的內面與基板載置區域114的最短距離J[cm]，因此較佳。

【0079】 如第3圖、第8圖所示，噴嘴開口面的高度位置可以是與成膜室107的天花板相同的高度位置，如第7圖所示，亦可以是比成膜室107的天花板更低的位置，較佳是：如第3圖、第8圖所示，成膜室的天花板的內面和噴嘴的開口面152位於同一平面內。原因在於，當噴嘴開口面與成膜室107的天花板為相同的高度時，能夠有效地發揮天花板的整流效果，膜厚的面內均勻性更穩定地提升。再者，此時，如第3圖、第8圖所示，成為H＝K。

【0080】　又，亦可將噴嘴150設為由複數個構件組裝而成的結構，並設為能夠藉由調整構件的尺寸來適當調整噴嘴的開口面的面積S[cm^2]之結構。

【0081】　又，此時，噴嘴開口面152的面積S可以是0.1以上且400cm^2以下。噴嘴開口面152與基板110的被處理面之間的高度位置的差值H可以是0.1cm以上且6.0cm以下，更佳是0.2以上且3.0以下。原因在於，所形成的膜能夠成為一種膜厚的面內均勻性進一步良好的膜。

【0082】　將噴嘴開口面152的面積設為S[cm^2]並將基板的被處理面的面積設為A[cm^2]時，較佳是S/A≦0.3，更佳是0.004≦S/A≦0.15。藉由S/A≦0.3，能夠成為一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。又，此時，基板的面積A較佳是10cm^2以上，更佳是50cm^2以上，並且，較佳是直徑為4吋(100mm)以上，上限並無特別限定。基板的面積越大，越能夠以一次成膜獲得大面積的膜，因此適合於大量的半導體裝置的製造。

【0083】　又，在噴嘴150中可裝設有溫度調整機構(未圖示)，該溫度調整機構能夠調整噴嘴150的外表面的溫度或噴嘴150內表面的溫度。如果內外表面的溫度過高，則會促進霧的蒸發，因此在遠離基板上的噴嘴開口面的位置的膜厚會增加；如果溫度過低，則霧的蒸發變慢，在靠近噴嘴開口面之處的膜厚減少。較佳是控制在40～120℃。藉由上述H的調整，使與加熱板108的距離改變，因此噴

嘴150的溫度改變。因此，較佳是具備與加熱板108不同的溫度調整機構。溫度調整機構可以是藉由在噴嘴150周圍設置配管等來使用液體或氣體的熱媒實行熱交換之溫度調整機構，亦可以是應用了帕耳帖(Peltier)效應之溫度調整機構，亦可藉由帶狀加熱器(ribbon heater)等進行加熱。作為熱媒，能夠廣泛地使用公知的熱媒，例如能夠適當地使用下述熱媒：水、二醇類、醇類、矽油類等液體；或，空氣、氮氣、氦氣、或氟碳化物類等氣體。

【0084】 噴嘴開口面152的形狀並無特別限定。可考慮多角形、圓形、橢圓等，較佳是四角形，更佳是長方形。噴嘴開口面152的形狀是長方形時，將噴嘴開口面152的長軸長度設為L[cm]並將基板的噴嘴長軸方向的最大長度設為R[cm]時，可以是L/R≧1。原因在於，若是L/R≧1，則能夠在大面積基板上形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。L/R的上限並無特別限定，L/R越大，未被供給至基板的霧越增加，因此較佳是設為3以下。

【0085】 又，成膜室107的天花板的內面與基板110所夾的角、成膜室107的天花板的內面與噴嘴開口面152所夾的角並無特別限定，較佳是皆設為平行。原因在於，能夠以更簡便的結構來形成一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0086】 成膜室107的天花板的形狀可考慮四面體、半圓形、圓形、橢圓，較佳是設成四角形或圓形。原因在於，

對稱性良好，所形成的膜能夠成為一種膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0087】 成膜室107的天花板的一部分或整體可用霧容易向特定方向流出的方式彎曲，亦可曲折，較佳是：如第3圖所示，與基板載置部112平行地設置。更具體而言，較佳是：以基板載置部112的載置有基板110的基板載置面113與成膜室107的天花板的內面成為平行的方式設置成膜室107。原因在於，所形成的膜能夠成為一種膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0088】 成膜室107的材質並無特別限定。可考慮：聚碸、聚醚碸、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚醯亞胺、聚醚醯亞胺、氟樹脂；鐵和鋁、不鏽鋼、金等金屬；石英、玻璃、氮化硼。由於膜厚的面內均勻性因熱處理時的變形而變差，因此較佳是使用：鐵和鋁、不鏽鋼、金等金屬；石英、氮化硼等。

【0089】 在成膜室107中可裝設有溫度調整機構(未圖示)，該溫度調整機構能夠調整成膜室的壁面的溫度。如果壁面的溫度過高，則會促進霧的蒸發，因此在遠離基板上的噴嘴開口面的位置的膜厚會減少；如果溫度過低，則霧的蒸發變慢，在接近基板上的噴嘴開口的位置的膜厚減少。較佳是控制在40～120℃左右。

【0090】 如第8圖所示，基板載置部112可以不設置於成膜室107的中央，成膜室107的天花板以外的內面與基板載置區域114的距離可針對設置於基板載置部112的前

後左右等的各側壁的內面(側面)而不同。此處，將成膜室107的側壁的內面與基板載置部112的基板載置區域114的最短距離設為J[cm]。

【0091】 上述最短距離J[cm](參照第3圖、第7圖、第8圖)並無特別限定，較佳是設為5cm以下，亦可以是0cm(亦即相接)，更佳是設為0.5cm以上且4cm以下。若J在這樣的範圍內，則能夠有效地抑制霧擴散至側方，因此能夠穩定地對基板110的端部供給霧，能夠抑制膜厚的面內均勻性下降，並且，能夠穩定地抑制在J較小的情況下因成膜室107的壁面的摩擦導致在基板端部供給的霧減少的情形，因此能夠抑制膜厚的減少。

【0092】 再者，本發明中的側壁的內面是指成膜室107的與底面相接的面，該底面與基板載置部112的基板載置面平行。

【0093】 將成膜室107的天花板的內面的面積(包括噴嘴開口面152之總面積)設為B[cm^2]並將基板的被處理面的面積設為A[cm^2]時，可以是B/A≧1.0，較佳是設為3.0以上，更佳是設為5.0以上。原因在於，在基板附近，霧的流動不易被熱對流打亂。又，B可以是100以上。若是在這樣的數值範圍內，則能夠形成一種膜厚的面內均勻性進一步優異的膜。又，B/A和B的上限並無特別限定。原因在於，若大於上述數值，則能夠發揮成膜室107的天花板的整流效果。然而，較佳是將B/A設為100以下。原因在於，能夠抑制裝置超過必要地變大。

【0094】 在成膜室107中可裝設有能夠調整天花板的內面或側壁的內面的溫度之溫度調整機構(未圖示)。若表面的溫度過高，則會促進霧的蒸發，在遠離基板上的噴嘴開口面的位置的膜厚增加；如果溫度過低，則霧的蒸發變慢，在靠近噴嘴開口面之處的膜厚減少。較佳是控制在40～120℃左右。溫度調整機構可以是藉由使用液體或氣體的熱媒來實行熱交換之溫度調整機構，亦可以是應用了帕耳帖(Peltier)效應之溫度調整機構，亦可藉由帶狀加熱器等進行加熱。作為熱媒，能夠廣泛地使用公知的熱媒，例如能夠適當地使用下述熱媒：水、二醇類、醇類、矽油類等液體；或，空氣、氮氣、氦氣、或氟碳化物類等氣體。

【0095】 如第1圖所示，成膜部140中能夠具備如移動台161a般的移動機構，該移動機構在噴嘴150的下方使基板110移動。使基板移動的方向並無特別限定。

【0096】 第9圖和第10圖中示出從基板載置部的上方觀察具備移動機構之成膜室107內而得的圖。存在如第9圖的移動機構160a所示的方法，具備載置有基板110和加熱板108之移動台161a，基板110和加熱板108往返通過噴嘴150的下方。又，存在如第10圖的移動機構160b所示的方法，藉由載置有基板110和加熱板108之移動台161b，使基板110和加熱板108旋轉移動通過噴嘴150的下方。又，此時，可具備使基板自轉的機構，使基板自轉。

【0097】　又，如第10圖所示，可在成膜部140上載置複數個基板110/噴嘴150，亦可在第9圖的成膜部140上設置複數片基板等。若是這樣的結構，則能夠保持膜厚的面內均勻性，並且一次在大量的基板上進行成膜，因此更進一步適合於大量的製造。

【0098】　又，設置基板的移動機構160時，使基板移動的速度和移動範圍並無特別限定，1片基板通過噴嘴的下方的次數可以是每分鐘0.1次以上，較佳是0.5次以上，更佳是1次以上。藉由次數設為0.1次以上，由局部的霧的蒸發引起的上升氣流對供給氣體的影響較大，能夠防止不易發揮頂板的整流效果，因而能夠更確實地防止膜厚的均勻性的下降。又，次數的上限並無特別限定，如果次數增加，則基板的固定因慣性力而變得不穩定，因此可以是120次以下，較佳是60次以下。

【0099】　更具體而言，在第13圖這樣的移動機構的情況下，相對於使基板移動的寬度D[mm]，將基板的移動速度設為v[mm/分鐘]，v/D[/分鐘]可以是0.1以上，較佳是0.5以上且120以下，更佳是1～60。D並無特別限定，例如可以是基板的直徑[mm]以上(若基板的直徑為4吋，則為100以上)，上限並無特別限定。若將其增大，則每個噴嘴都能夠在大量的基板上進行成膜。然而，每片基板的成膜速度會下降，因此較佳是設為1000mm以下來限定每個噴嘴所進行成膜的基板的片數，生產性進一步優異。v並無特別限定。可以是10mm/分鐘以上且

30000mm/分鐘，較佳是30mm/分鐘以上且12000mm/分鐘，更佳是60mm/分鐘以上且6000mm/分鐘以下。在第14圖這樣的旋轉型的移動機構的情況下，可以是0.1rpm以上，較佳是0.5～120rpm，更佳是1～60rpm。

【0100】 (排氣部)

在成膜室107中裝設有排氣部170，通過該排氣部170來從成膜室107排放廢氣，該排氣部170用以進行整流，以使與載體氣體一起被供給至基板110上的霧被用於成膜，之後的氣體(亦稱為「廢氣」，包含未被用於成膜的霧、成膜時產生的氣體、載體氣體等)流動至基板110的外部。

【0101】 排氣部170只要是能夠將廢氣從基板110上排放至基板110的外部之構成，則其形狀、構成並無特別限定。例如，如第1圖所示，可在成膜室107中的基板110的側方設置排氣口111，實行強制排氣。特佳是下述構成：由噴嘴150供給至成膜室107的天花板之基板110之間的載體氣體等流動至基板110的外部。再者，此處所稱的基板110的外部是指將基板表面在該表面的法線方向所形成之空間除外後的區域。

【0102】 作為排氣部170，能夠設為如上所述設置於成膜室107的排氣口111本身，或者，亦能夠設為在排氣口111進一步添加用以強制排氣的手段而得者。第11圖中示出這樣的排氣部170的一例。例如，利用設置於成膜室107的外部的排氣單元172，使成膜室107內的氣體從設置於

成膜室107的側面的排氣口111通過排氣管道171，而被強制排氣。排氣單元172裝設有用以調節排氣流量之排氣流量調節閥173，能夠調整排氣流量。

【0103】 由於設置於如前所述的高度位置的成膜室107的天花板的整流效果與因源自噴嘴150的霧的供給和源自排氣部170的廢氣的排放而產生的對流之加乘效應，而在基板110上方產生平行於基板110的表面且均勻的氣體的流動，從而能夠在基板110上生成一種均勻的膜。

【0104】 排氣口111的形狀並不特別限定於圓形、矩形等，可以是在氣體流動的方向的正交方向上對稱的結構。原因在於，對稱性良好，能夠使膜厚的面內均勻性良好。

【0105】 如第8圖所示，排氣部170可設置於1處，如第1圖、第3圖、第7圖所示，亦可設置於2處以上，當設置2處以上時，較佳是排氣部設置於成膜室的相對的一對方向上，進一步，更佳是以相對於噴嘴開口面的中心成為對稱位置的方式設置。原因在於，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0106】 排氣部170中可為了抑制排氣部內的固體的析出，而具備能夠控制其一部分或整體的溫度之溫度控制機構(未圖示)。藉由這樣的溫度控制機構，能夠抑制排氣部170中的固體的析出，更容易進行排氣流量的控制。

【0107】 溫度調整機構可以是在排氣管道171的周圍設置配管等來使用液體或氣體的熱媒實行熱交換之溫度調整機構，亦可以是應用了帕耳帖(Peltier)效應之溫度調

整機構，亦可藉由帶狀加熱器等進行加熱。作為熱媒，能夠廣泛地使用公知的熱媒，例如能夠適當地使用下述熱媒：水、二醇類、醇類、矽油類等液體；或，空氣、氮氣、氦氣、或氟碳化物類等氣體。

【0108】　又，構成排氣部170的構件的材質並無特別限定，可列舉：聚碸、聚醚碸、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚醯亞胺、聚醚醯亞胺、氟樹脂；鐵和鋁、不鏽鋼、金等金屬；石英、氮化硼等。較佳是設為氮化硼製。原因在於，能夠抑制廢氣的流動因由與未反應原料的意料之外的反應導致的生鏽或固體的析出而不均勻化。

【0109】　如前所述，當成膜室107具備移動機構160a、b時，可在移動機構160a、b上設置排氣口111等來使排氣口111(排氣部170)移動。

【0110】　(運送部)

運送部109連接霧化部120與成膜部140。經由運送部109，霧被載體氣體從霧化部120的霧發生源104運送至成膜部140的噴嘴150。運送部109能夠設為例如供給管109a。作為供給管109a，能夠使用例如石英管和樹脂製的管等。

【0111】　(原料溶液)

原料溶液104a只要包含能夠霧化的材料，則無特別限定，可以是無機材料，亦可以是有機材料。作為原料溶液，能夠使用適合用於金屬或金屬化合物的溶液(水溶液等)且包含選自鎵、鐵、銦、鋁、釩、鈦、鉻、銠、鎳及鈷之

中的1種或2種以上的金屬之原料溶液。尤其，若原料溶液包含鎵，則能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的氧化鎵膜。

【0112】 原料溶液只要能夠使上述金屬溶液霧化，則無特別限定，作為原料溶液，能夠適當使用將金屬以錯合物的形態或鹽的形態溶解或分散於有機溶劑或水中而得的原料溶液。作為錯合物的形態，可列舉例如：乙醯丙酮錯合物、羰基錯合物、氨錯合物、氫化物錯合物等。作為鹽的形態，可列舉例如：氯化金屬鹽、溴化金屬鹽、碘化金屬鹽等。又，將上述金屬溶於氫溴酸、鹽酸、氫碘酸等而得者亦能夠作為鹽的水溶液來使用。溶質濃度較佳是0.01～1mol/L。

【0113】 又，原料溶液中亦可混合有包含鹵素者(例如氫鹵酸)和氧化劑等添加劑。作為氫鹵酸，可列舉例如：氫溴酸、鹽酸、氫碘酸等；其中，較佳是氫溴酸或氫碘酸。作為氧化劑，可列舉例如：過氧化氫(H_2O_2)、過氧化鈉(Na_2O_2)、過氧化鋇(BaO_2)、過氧化苯甲醯$(C_6H_5CO)_2O_2$等過氧化物；次氯酸(HClO)、過氯酸、硝酸、臭氧水、過氧乙酸和硝基苯等有機過氧化物等。尤其，若原料溶液包含鹵素，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的結晶性氧化物膜。

【0114】 進一步，原料溶液中可包含摻雜劑。摻雜劑並無特別限定。可列舉例如：錫、鍺、矽、鈦、鋯、釩或鈮等n型摻雜劑；或，銅、銀、錫、銥、銠等p型摻雜劑等。

摻雜劑的濃度例如可以是約1.0×10^{-9}～1.0mol/L，亦可製成約1.0×10^{-7}mol/L以下的低濃度，亦可製成約0.01mol/L以上的高濃度。

【0115】（基板）

基板110只要能夠成膜且能夠支撐膜，則無特別限定。基板110的材料亦無特別限定，能夠使用公知的基板，可以是有機化合物，亦可以是無機化合物。可列舉例如：聚碸、聚醚碸、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚醯亞胺、聚醚醯亞胺、氟樹脂、鐵和鋁、不鏽鋼、金等金屬；石英、玻璃、碳酸鈣、氧化鎂、氧化鋅等。除此以外，還可列舉：矽、藍寶石和鈮酸鋰、鉭酸鋰、SiC、GaN、氧化鐵、氧化鉻等的單晶基板；在本發明中較理想是如以上所述的單晶基板。藉此，能夠獲得一種更優質的結晶性氧化物膜。尤其是藍寶石基板、鉭酸鋰基板、鈮酸鋰基板相對廉價，在工業上有利。基板的厚度並無特別限定，較佳是10～2000μm，更佳是50～800μm。

【0116】成膜可直接在基板上實行，亦可積層於形成在基板上的中間層上。中間層並無特別限定，例如，能夠以包含鋁、鈦、釩、鉻、鐵、鎵、銠、銦、銥之中的任一種之氧化物作為主成分。更具體而言，是Al_2O_3、Ti_2O_3、V_2O_3、Cr_2O_3、Fe_2O_3、Ga_2O_3、Rh_2O_3、In_2O_3、Ir_2O_3，並且，當將選自上述金屬元素中的2元素設為A、B時，能夠設為由$(A_xB_{1-x})_2O_3$（$0<x<1$）表示的二元系金屬氧化物；或者，當將選自上述金屬元素中的3元素設為A、B、

C時，能夠設為$(Al_xB_yC_{1-x-y})_2O_3$(0＜x＜1、0＜y＜1)表示的三元系金屬氧化物。

【0117】 又，基板110能夠設為例如：所成膜的面的面積為10cm^{2}以上、更佳是50cm^{2}以上的基板、或直徑為4吋(100mm)以上的基板；由於能夠大面積地形成一種膜厚的面內均勻性的良好的膜，因此較佳。基板的面積或直徑的上限並無特別限定，例如能夠設為面積為750cm^2、或直徑為300mm。

【0118】 [成膜方法]

繼而，以下，一邊參照第1圖一邊說明依據本發明的成膜方法的一例。首先，將原料溶液104a容納於霧化部120的霧發生源104內，將結晶性基板等基板110載置於加熱板108上，使加熱板108運作。

【0119】 繼而，打開流量調節閥103a、103b，由載體氣體源102a供給主載體氣體，由稀釋用載體氣體源102b對成膜室107內供給稀釋用載體氣體，以載體氣體充分取代成膜室107的氣氛，並且分別調節主載體氣體的流量和稀釋用載體氣體的流量來進行控制。

【0120】 在霧產生步驟中，使超音波振動子106振動，使該振動通過水105a而傳播至原料溶液104a，藉此使原料溶液104a霧化來生成霧。

【0121】 繼而，在藉由載體氣體來運送霧之霧運送步驟中，霧藉由載體氣體，從霧化部120經由運送部109而被運送至成膜部140，被導入成膜室107內。

【0122】 然後，在成膜步驟中，由裝設於基板載置部112(載置有基板110的加熱板108)的上方的噴嘴150，對成膜室107的天花板與基板110之間實行霧的供給。然後，藉由源自成膜室107的天花板和排氣部170(排氣口111等)的排氣加以整流而供給至基板110上，在成膜室107內藉由加熱板108的熱量進行熱處理，進行熱反應，而成膜於基板110上。

【0123】 在依據本發明的成膜方法中，藉由使用一種具備成膜室之成膜裝置，能夠形成一種膜厚的面內均勻性良好的膜，該成膜室是以上述成膜裝置中說明的方式設定、尤其是以成膜室的天花板的內面與基板載置部的基板載置面的高度位置的差值成為0.15cm以上且6.05cm以下的方式設定。原因在於，由於成膜室的天花板的整流效果與因源自噴嘴的霧的供給和源自排氣部的廢氣的排放而產生的對流之加乘效應，而在基板上方產生沿著基板的(平行於基板表面的)均勻的氣體的流動，從而能夠在基板上生成一種均勻的膜。

【0124】 成膜部140內的霧的熱反應只要霧藉由加熱進行反應即可，反應條件等亦無特別限定。能夠根據原料或成膜物來適當設定。例如，加熱溫度在120～600℃的範圍內，較佳是在200℃～600℃的範圍內，更佳是設為300℃～550℃的範圍。將加熱溫度設為T[℃]，將噴嘴開口面152的面積設為S[cm^2]，並將載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]時，ST/Q較佳是40以上，更佳是100以上且

2000以下。若是ST/Q≧40，則能夠成為一種膜厚的面內均勻性更良好的膜。

【0125】 熱反應可在真空下、非氧氣氛下、還原氣體氣氛下、空氣氣氛下及氧氣氣氛下的任一氣氛下實行，只要根據成膜物來適當設定即可。又，反應壓力，可在大氣壓力下、加壓下或減壓下的任一條件下實行，若是大氣壓力下的成膜，則裝置構成能夠簡化，因而較佳。

【0126】 載體氣體的流量並無特別限定。例如，當在直徑4吋(10cm)的基板上進行成膜時，較佳是設為1～80L/分鐘，更佳是設為4～40L/分鐘。再者，此載體氣體的流量Q設為20℃時的測定值，當在其他溫度進行測定時或當測定不同種類的流量(質量流量等)時，能夠使用氣體的狀態方程式來換算成20℃時的體積流量。

【0127】 排氣的流量並無特別限定，較佳是：將由噴嘴150供給的載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]並將由排氣部170排放的排氣量設為E[L/分鐘]時，E/Q較佳是設為5.0以下，更佳是0.5以上且3.0以下。原因在於，能夠成為一種膜厚的面內均勻性良好的膜。又，此時，能夠在20℃時於排氣口111使用流量計測定由排氣部170排放的E，或者根據使用風速計來測得的線速與排氣口111的開口面的面積的乘積來計算由排氣部170排放的E。當在其他溫度測定風速時或當以其他方法、溫度測定流量時，能夠使用氣體的狀態方程式來換算成20℃時的體積流量。

【0128】 將噴嘴開口面152的面積設為S[cm^2]，將載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]，將噴嘴開口面152與基板110的被處理面之間的高度位置的差值(例如噴嘴開口面152與基板110的表面的距離之中成為最長的距離)設為H[cm]時，SH/Q可以是0.015以上，較佳是0.1以上且20以下。若是SH/Q≧0.015，則能夠成為一種膜厚的面內均勻性更良的膜。

【0129】 又，此時，噴嘴開口面152中的與基板正交的方向的氣體的速度可以是0.01以上8.0m/s以下，較佳是0.1以上且2.0m/s以下。再者，噴嘴開口面152中的與基板正交的方向的氣體的速度是藉由下述方式計算：將載體氣體的流量Q[L/分鐘]除以噴嘴開口面152的面積S[cm^2]，進行單位換算。

【0130】 再者，如果一面以移動機構160使基板110在噴嘴150的下方移動，一面進行成膜，則在形成大面積的膜時是有效的，並且，對於形成膜厚分佈為更進一步面內均勻且優異的膜是有效的。

【0131】 相較於以往的方法，藉由這樣的成膜方法，能夠形成一種膜厚的基板面內均勻性良好的膜。

【0132】 在本發明中，成膜後，可實行退火處理。退火處理的溫度並無特別限定，較佳是600℃以下，更佳是550℃以下。原因在於，不會損害膜的結晶性。退火處理的處理時間並無特別限定，較佳是設為10秒～10小時，更佳是設為10秒～1小時。

【0133】 藉由依據本發明的成膜方法進行成膜而獲得的半導體膜等結晶性氧化物膜，是一種膜厚的面內均勻性優異的大面積的膜。

[實施例]

【0134】 以下，列舉實施例來具體地說明本發明，但是該實施例並非限定本發明。

【0135】 (實施例1)

在本實施例中，使用如第1圖所示的成膜裝置。噴嘴開口面152被固定成與成膜室107的天花板在同一平面內。將天花板的面積設為B[cm^2]時，B＝600，將基板載置部112的基板載置面113(加熱板108的頂面)與成膜室的天花板的高度位置的差值I設為I＝2.05cm。

【0136】 將碘化鎵加入水中，在60℃加以攪拌60分鐘來使其溶解，製備0.1mol/L的水溶液，並將其設為原料溶液104a。將以上述方式獲得的原料溶液104a容納於霧發生源104內。此時的溶液的溫度為25℃。

【0137】 繼而，將作為基板110的4吋(直徑100mm)的c面藍寶石基板載置於成膜室107內的加熱板108上，使加熱板108運作來將溫度升溫至500℃。

【0138】 接著，打開流量調節閥103a、103b，由載體氣體源102a(主載體氣體)、稀釋用載體氣體供給源102b(稀釋用載體氣體)對成膜室107內供給作為載體氣體的氮氣，以這些載體氣體充分取代成膜室107的氣氛，

並且分別將主載體氣體的流量調節為12L/分鐘，將稀釋用載體氣體的流量調節至12L/分鐘。

【0139】 接著，使用如第11圖所示的排氣部170，以排氣口111中的排氣量E[L/分鐘]成為24的方式調整排氣流量調整閥173。此時，E/Q＝1.0。

【0140】 繼而，使超音波振動子106以2.4MHz進行振動，使該振動通過水105a而傳播至原料溶液104a，藉此使原料溶液104a霧化來生成霧。

【0141】 藉由載體氣體將此霧經由供給管109a、噴嘴150，供給至基板110。作為噴嘴150，使用噴嘴開口面152為長方形形狀的噴嘴，將噴嘴開口面152的面積設為S[cm^2]，將載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]，將噴嘴開口面152與基板110的高度位置的差值(噴嘴開口面152內的點與基板110的表面的距離之中成為最長的距離)設為H[cm]時，以成為SH/Q＝0.5的方式進行調整。此時，S＝6.0[cm^2]、H＝2.0[cm]、Q＝24[L/分鐘]。

【0142】 然後，在大氣壓力下、500℃的條件下，一面從排氣口111排放廢氣，一面在成膜室107內使霧進行熱反應，而在基板110上形成具有剛玉結構之氧化鎵(α-Ga_2O_3)的薄膜。成膜時間設為300分鐘。

【0143】 將熱處理溫度設為T[℃]時，ST/Q＝125，將基板的面積設為A[cm^2]時，S/A＝0.076，將噴嘴開口面152的長軸長度設為L[cm]並將基板的噴嘴長軸方向的最大長度設為R[cm]時，L/R＝1.2。此時，T＝

500[℃]、A＝78.5[cm^2]、L＝12[cm]、R＝10[cm]。又，B/A＝7.6。

【0144】 利用如第13圖所示的移動台161a來使基板和加熱板以15[cm/分鐘]的速度每分鐘通過噴嘴的下方一次的方式往返移動。

【0145】 (比較例1)

使用如第12圖所示的未設置有成膜室107之成膜裝置，將成膜時間設為60分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行。

【0146】 (比較例2)

使用如第13圖所示的設置有成膜室107之成膜裝置，將基板載置部112的基板載置面113(加熱板108的頂面)與成膜室107的天花板的高度位置的差值I設為I＝15.05cm，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0147】 (比較例3)

使用如第14圖所示的成膜室107中未設置有排氣部170之成膜裝置，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0148】 (實施例2)

將噴嘴開口面152的面積S變更為2.4[cm^2]，將噴嘴開口面152與基板110的高度位置的差值H[cm]變更為6.0[cm]，將成膜室107的天花板與基板載置部112的基板載置面113的高度位置的差值I變更為6.05[cm]，將載體氣體的流量Q變更為48[L/分鐘]，並設為SH/Q＝

0.3、ST/Q＝25、S/A＝0.031、E/Q＝0.5，將成膜時間設為30分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0149】（實施例3）

將噴嘴開口面152的面積S變更為12[cm^2]，將噴嘴開口面152與基板110的高度位置的差值H[cm]變更為0.1[cm]，將成膜室107的天花板與基板載置部112的基板載置面113的高度位置的差值I變更為0.15[cm]，將載體氣體的流量Q變更為12[L/分鐘]，將排氣量E變更為12[L/分鐘]，並設為SH/Q＝0.1、ST/Q＝500、S/A＝0.15，將成膜時間設為30分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0150】（實施例4）

將基板載置區域114與成膜室107的側壁的內面的最短距離J[cm]變更為15[cm]，將成膜室107的天花板的面積B[cm^2]變更為1600[cm^2]，並設為B/A＝20.4，將成膜時間設為150分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0151】（實施例5）

將基板載置區域114與成膜室107的側壁的內面的最短距離J[cm]變更為5.0[cm]，將成膜室107的天花板的面積B[cm^2]變更為800[cm^2]，並設為B/A＝10.2，將成膜時間設為240分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0152】（實施例6）

將基板載置區域114與成膜室107的側壁的內面的最短距離J[cm]變更為0[cm]，將成膜室107的天花板的面積B[cm^2]變更為400[cm^2]，並設為B/A＝5.1，將成膜時間設為180分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0153】　(實施例7)

將排氣量E變更為120[L/分鐘]，並設為E/Q＝5.0，將成膜時間設為360分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0154】　(實施例8)

將排氣量E變更為360[L/分鐘]，並設為E/Q＝15.0，將成膜時間設為60分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0155】　(實施例9)

使用6吋(直徑150mm)的c面藍寶石基板作為基板110，將載體氣體的流量Q設為36[L/分鐘]，將排氣量E設為36[L/分鐘]，將噴嘴開口面152的長軸長度L[cm]設為18[cm]，設為噴嘴開口面152的面積S＝9.0[cm^2]、基板110的面積A＝176.7[cm^2]，並設為S/A＝0.051、B/A＝3.4，將成膜時間設為180分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0156】　(實施例10)

使用6吋(直徑150mm)的c面藍寶石基板作為基板110，將成膜室107的天花板的面積B[cm^2]設為176，

7[cm^2]，將載體氣體的流量Q設為36[L/分鐘]，將排氣量E設為36[L/分鐘]，將噴嘴開口面152的長軸長度L[cm]設為18[cm]，設為噴嘴開口面152的面積S＝9.0[cm^2]、基板110的面積A＝176.7[cm^2]，並設為S/A＝0.051、B/A＝1.0，將成膜時間設為60分鐘，不使基板移動，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0157】　(實施例11)

使鋁乙醯丙酮錯合物溶於鹽酸溶液中，製備0.1mol/L的溶液，並作為原料溶液使用，使用第13圖的成膜裝置，將成膜室107的天花板與基板載置部112的基板載置面的高度位置的差值I變更為3.05[cm]，將成膜溫度T[℃]變更為550[℃]，並設為ST/Q＝137.5，將成膜時間設為60分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0158】　(實施例12)

使硝酸鎵溶於水中，製備0.1mol/L的溶液，並作為原料溶液使用，使用具備如第8圖所示的成膜室之如第15圖所示的成膜裝置，不使基板移動，將成膜時間設為60分鐘，除此之外，與實施例1同樣地實行成膜。

【0159】　(膜厚分佈測定)

對於形成於基板110上的薄膜，將測定位置設為基板110上的面內的81點，使用表面輪廓儀來測定膜厚。又，根據各個值計算平均膜厚，並示於表1。進一步，將經以(膜厚分佈[±%])＝(最大膜厚－最小膜厚)／(平均膜厚)／2

×100來計算出的膜厚分佈示於表1。又，將平均膜厚除以成膜時間而得值設為成膜速度來示於表1。

【0160】 [表1]

	原料	B/A [-]	E/Q [-]	H [cm]	I [cm]	J [cm]	基板移動	膜厚 [μm]	製膜速度 [μm/h]	分佈 [±%]
實施例1	GaI_3	7.6	1.0	2.0	2.05	2.5	往返	6.51	1.3	3.1
比較例1	GaI_3	7.6	1.0	2.0	-	2.5	往返	0.64	0.6	34.1
比較例2	GaI_3	7.6	1.0	2.0	15.05	2.5	往返	0.75	0.8	21.7
比較例3	GaI_3	7.6	0.0	2.0	2.05	2.5	往返	0.91	0.9	15.4
實施例2	GaI_3	7.6	0.5	6.0	6.05	2.5	往返	0.57	1.1	8.7
實施例3	GaI_3	7.6	1.0	0.1	0.15	2.5	往返	1.15	2.3	4.2
實施例4	GaI_3	20.4	1.0	2.0	2.05	15	往返	2.55	1.0	7.1
實施例5	GaI_3	10.2	1.0	2.0	2.05	5.0	往返	5.14	1.3	4.9
實施例6	GaI_3	5.1	1.0	2.0	2.05	0	往返	3.40	1.1	4.6
實施例7	GaI_3	7.6	5.0	2.0	2.05	2.5	往返	7.54	1.3	4.3
實施例8	GaI_3	7.6	15.0	2.0	2.05	2.5	往返	1.12	1.1	6.1
實施例9	GaI_3	3.4	1.0	2.0	2.05	2.5	往返	4.00	1.3	3.8
實施例10	GaI_3	1.0	1.0	2.0	2.05	2.5	無	1.50	1.5	7.5
實施例11	$Al(acac)_3$	7.6	1.0	2.0	3.05	2.5	往返	1.04	1.0	7.1
實施例12	$Ga(NO_3)_3$	7.6	1.0	2.0	2.05	2.5	無	1.20	1.2	8.2

【0161】 由實施例1～12與比較例1～3的對比可知，藉由使用一種成膜裝置，能夠獲得優異的膜厚的面內均勻性，該成膜裝置具備霧化部、載體氣體供給部、成膜部、排氣部，並具備設置於成膜部內的噴嘴和成膜室，該噴嘴在載置基板的基板載置部的上方對該基板上供給霧，該成膜室內含基板載置部，該成膜裝置以將成膜室的天花板的內面與基板載置部的高度位置的差值設定成0.15cm以上且6.05cm以下的方式來設置成膜室。

【0162】 又，在專利文獻5及依據本發明的成膜裝置、成膜方法中，基板的設置方式、或有無將霧整流的機構的不同會有所影響，推測在專利文獻5所記載的在4吋以上基

板上成膜的例子中，無法獲得膜厚的面內均勻性良好的膜。

【0163】　再者，本發明並不限定於上述實施形態。上述實施形態為例示，任何具有實質上與本發明的申請專利範圍所記載的技術思想相同的構成且發揮相同功效者，皆包含在本發明的技術範圍內。

【符號說明】

【0164】

101：成膜裝置

102a：載體氣體源

102b：稀釋用載體氣體源

103a，103b：流量調節閥

104：霧發生源

104a：原料溶液

105：容器

105a：水

106：超音波振動子

107：成膜室

108：加熱板

109：運送部

109a：供給管

110：基板

111：排氣口

112:基板載置部

113:基板載置面

114:基板載置區域

116:振盪器

120:霧化部

130:載體氣體供給部

140:成膜部

150,150a,150b:噴嘴

151:連接部

152:噴嘴開口面

160a,160b:移動機構

161a,161b:移動台

170:排氣部

171:排氣管道

172:排氣單元

173:排氣流量調整閥

H: 噴嘴開口面152與基板110的被處理面的高度位置的差值

I:基板載置面113與成膜室的天花板的內面的高度位置的差值

J:成膜室107的側壁的內面與基板載置區域114的最短距離

K:成膜室107的天花板的內面與基板110的被處理面的高度位置的差值

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種成膜裝置，其具備：

霧化部，其使原料溶液霧化來產生霧；

載體氣體供給部，其供給載體氣體，該載體氣體運送前述霧化部中產生的前述霧；以及，

成膜部，其對藉由前述載體氣體運送的前述霧進行熱處理，來實行成膜；該成膜裝置的特徵在於，

前述成膜部具備

成膜室、

設置於前述成膜室的內部之基板載置部、

對前述成膜室的內部供給前述霧之噴嘴、及

將廢氣從前述成膜室的內部排放至外部之排氣部，

前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值為0.15cm以上且6.05cm以下。

【請求項2】 如請求項1所述之成膜裝置，其中，前述成膜室的天花板的內面和前述噴嘴的開口面位於同一平面內。

【請求項3】 如請求項1所述之成膜裝置，其中，前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的前述基板載置面平行。

【請求項4】 如請求項1所述之成膜裝置，其中，前述成膜室的天花板的內面與載置於前述基板載置部上的前述基板的被處理面的高度位置的差值為0.1cm以上且6.0cm以下。

【請求項5】 如請求項1所述之成膜裝置，其中，將前述基

板的被處理面的面積設為 A[cm^2]並將前述成膜室的天花板的內面的面積設為 B[cm^2]時，B/A≧1.0。

【請求項6】 如請求項 1 所述之成膜裝置，其中，前述成膜室的側壁的內面與前述基板載置部的基板載置區域之間的最短距離為 5.0cm 以下。

【請求項7】 如請求項 1 所述之成膜裝置，其中，前述排氣部設置在前述成膜室的相對的一對方向上。

【請求項8】 如請求項 1 所述之成膜裝置，其中，進一步具備移動機構，其在前述噴嘴的下方使前述基板移動。

【請求項9】 如請求項 1 所述之成膜裝置，其中，前述原料溶液包含鎵。

【請求項10】如請求項 1～9 中任一項所述之成膜裝置，其中，前述原料溶液包含鹵素。

【請求項11】一種成膜方法，對霧化後的原料溶液進行熱處理來在基板上實行成膜，該成膜方法的特徵在於，包含以下步驟：

霧產生步驟，其使前述原料溶液霧化來產生霧；

霧運送步驟，利用載體氣體將前述霧運送至成膜室；及，

成膜步驟，其對載置於前述成膜室內的基板載置部上的前述基板上供給前述霧來進行熱處理，實行成膜；

使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的基板載置面的高度位置的差值成為 0.15cm 以上且 6.05cm 以下後的前述成膜室，

在前述成膜步驟中，從在前述基板載置部的上方具備的

噴嘴對前述成膜室的天花板與前述基板之間供給前述霧，並且將廢氣從前述成膜室內的前述基板上排放至前述成膜室的外部，藉此一面對前述基板上供給經整流後的前述霧，一面實行成膜。

【請求項12】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述噴嘴的開口面在同一平面內後的前述成膜室。

【請求項13】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與前述基板載置部的前述基板載置面成為平行後的前述成膜室。

【請求項14】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用經設定為前述成膜室的天花板的內面與載置於前述基板載置部上的前述基板的被處理面的高度位置的差值成為0.1cm以上且6.0cm以下後的前述成膜室。

【請求項15】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用經設定為將前述基板的面積設為A[cm^2]並將前述成膜室的天花板的內面的面積設為B[cm^2]時成為$B/A \geqq 1.0$後的前述成膜室。

【請求項16】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用經設定為前述成膜室的側壁的內面與前述基板載置部的基板載置區域之間的最短距離成為5.0cm以下後的前述成膜室。

【請求項17】如請求項11所述之成膜方法，其中，在前述成膜步驟中，在前述成膜室的相對的一對方向上實行廢氣的

排放。

【請求項18】如請求項11所述之成膜方法，其中，將由前述噴嘴供給的前述載體氣體的流量設為Q[L/分鐘]並將前述廢氣的流量設為E[L/分鐘]時，將E/Q設為5.0以下。

【請求項19】如請求項11所述之成膜方法，其中，在前述成膜步驟中，在前述噴嘴的下方使前述基板移動。

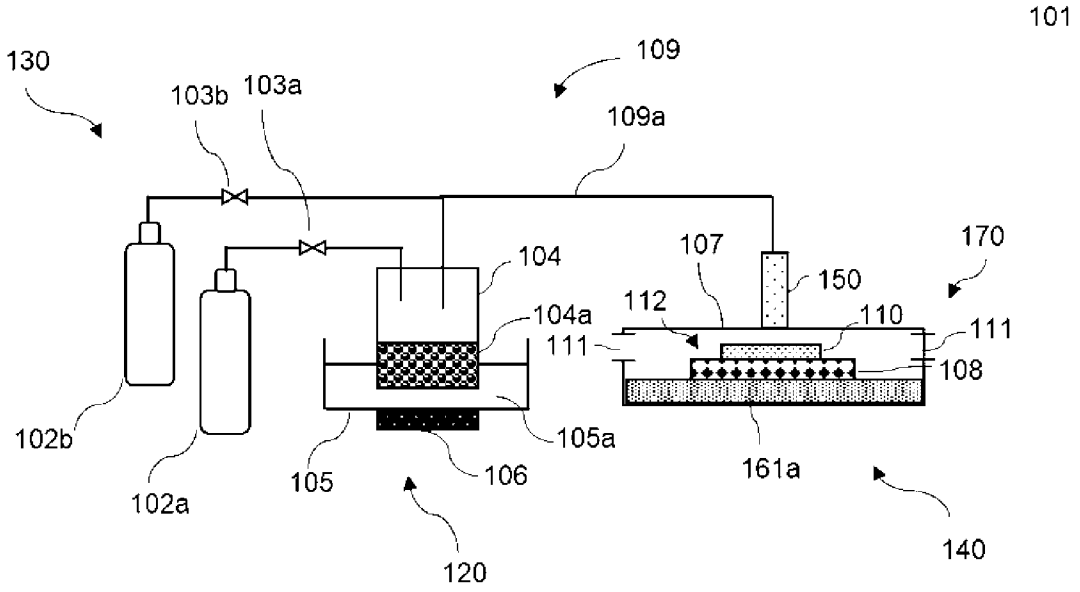
【請求項20】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用包含鎵之原料溶液作為前述原料溶液。

【請求項21】如請求項11所述之成膜方法，其中，使用包含鹵素之原料溶液作為前述原料溶液。

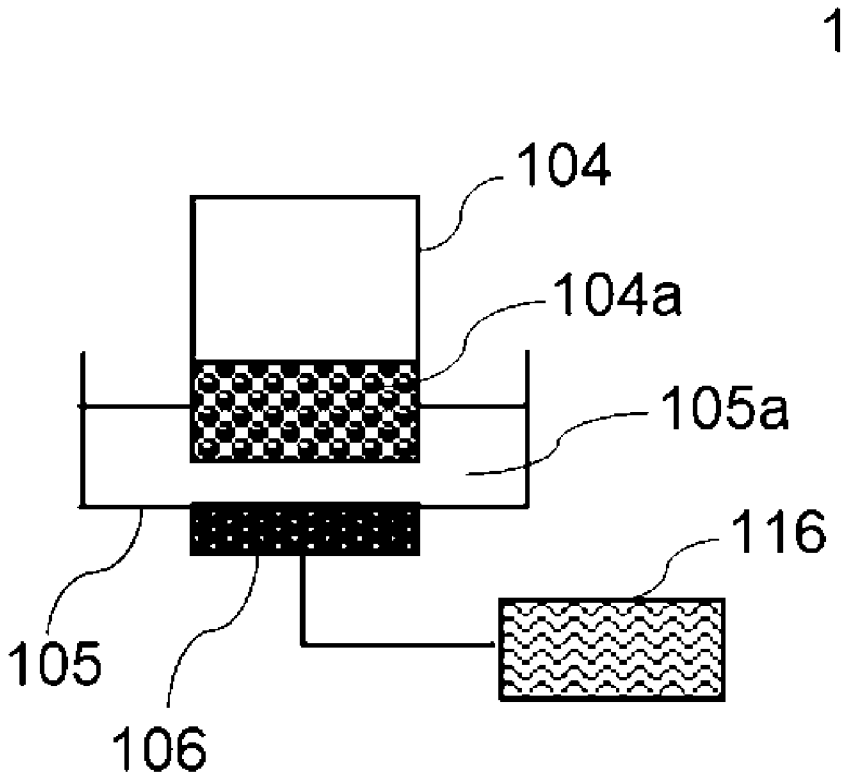
【請求項22】如請求項11～21中任一項所述之成膜方法，其中，使用被處理面的面積為50cm^{2}以上的基板或直徑為4吋(100mm)以上的基板作為前述基板。

【發明圖式】

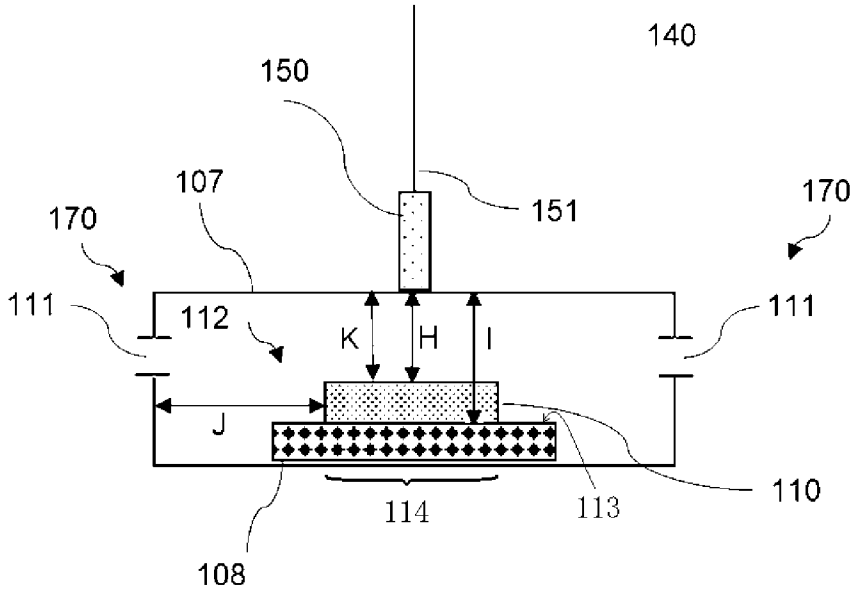
第1圖


101
130
109
103b
103a
109a
104
107
170
150
112
104a
110
111
111
108
102b
105a
105
106
161a
102a
120
140

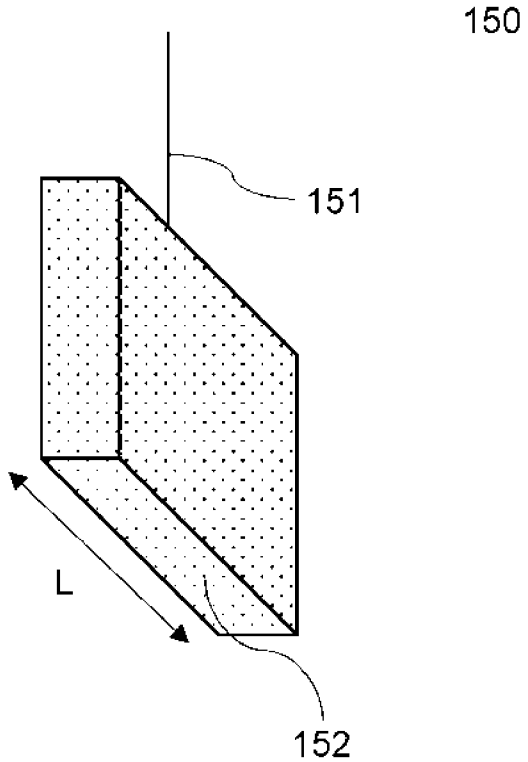
第2圖


120
104
104a
105a
116
105
106

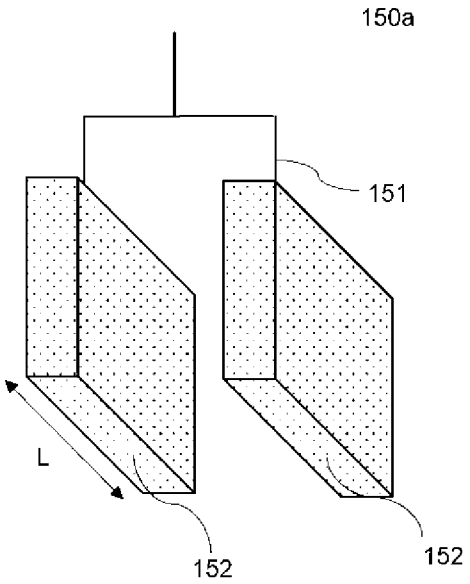
第3圖


140
150
151
107
170
170
111
112
K
H
I
111
J
110
114
113
108

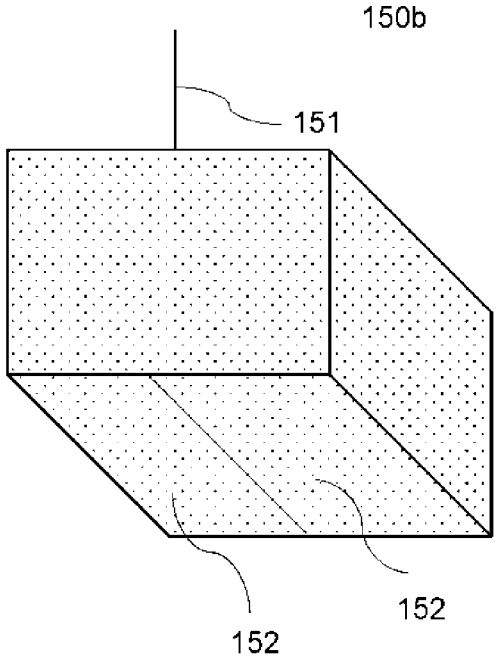
第4圖


150
151
L
152

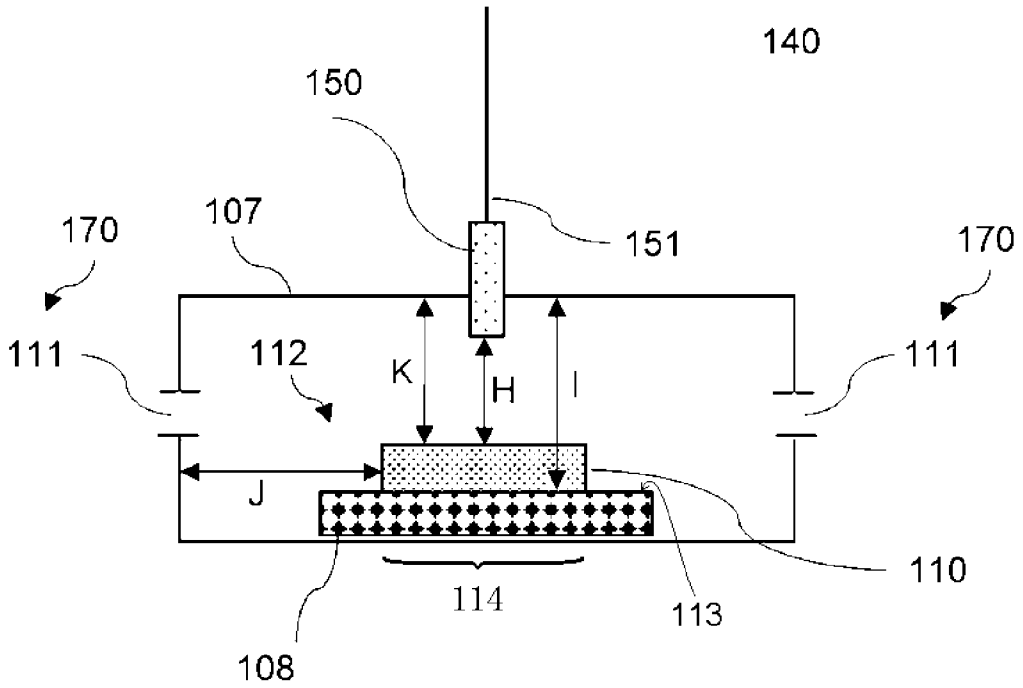
第5圖



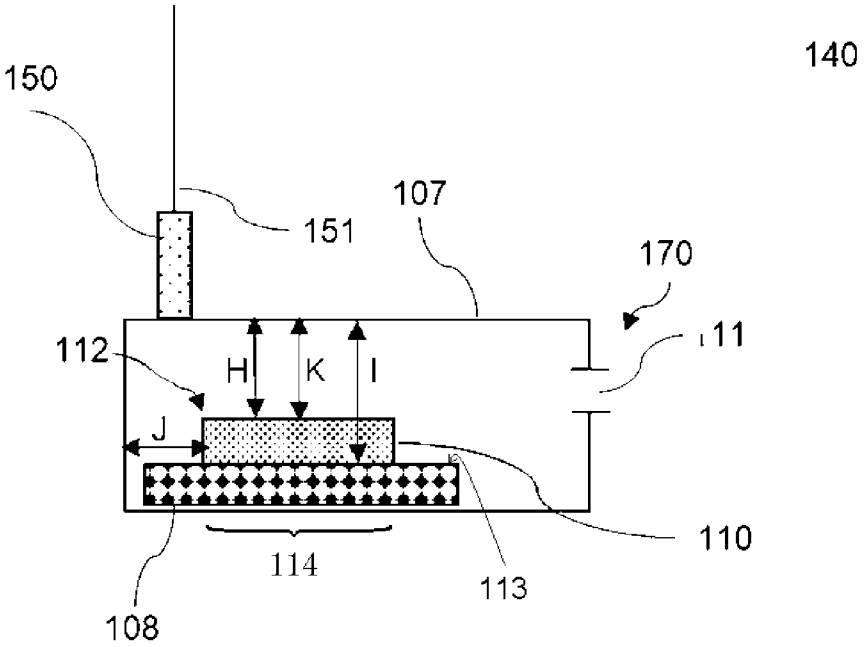
第6圖



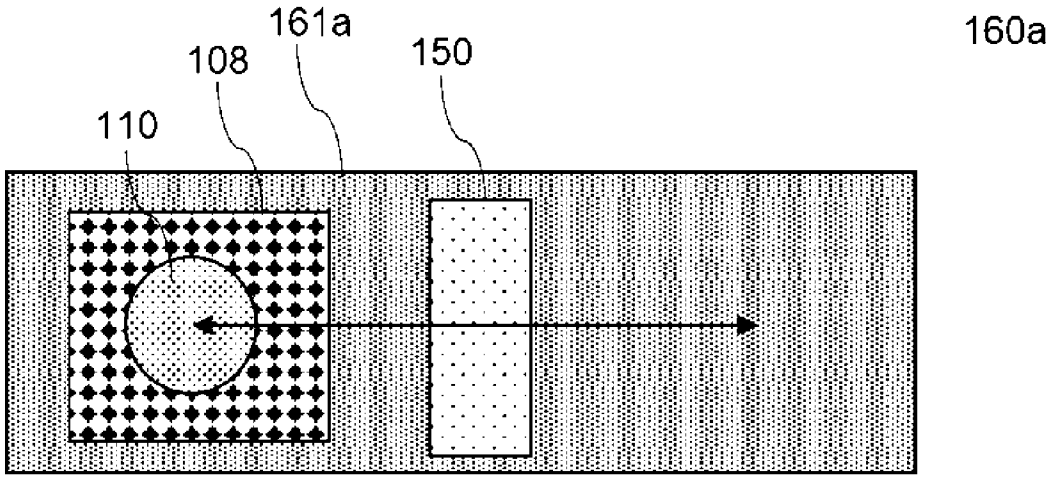
第7圖


140
150
151
107
170
170
111
111
112
K
H
I
J
110
114
113
108

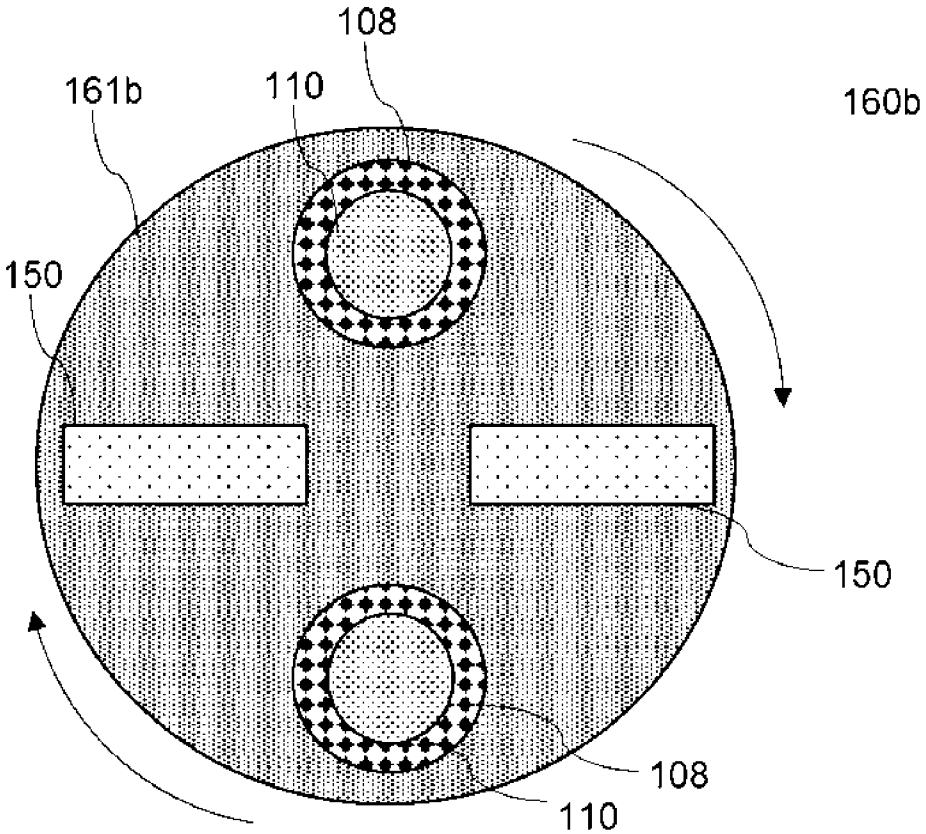
第8圖


140
150
151
107
170
112
H
K
I
J
110
114
113
108

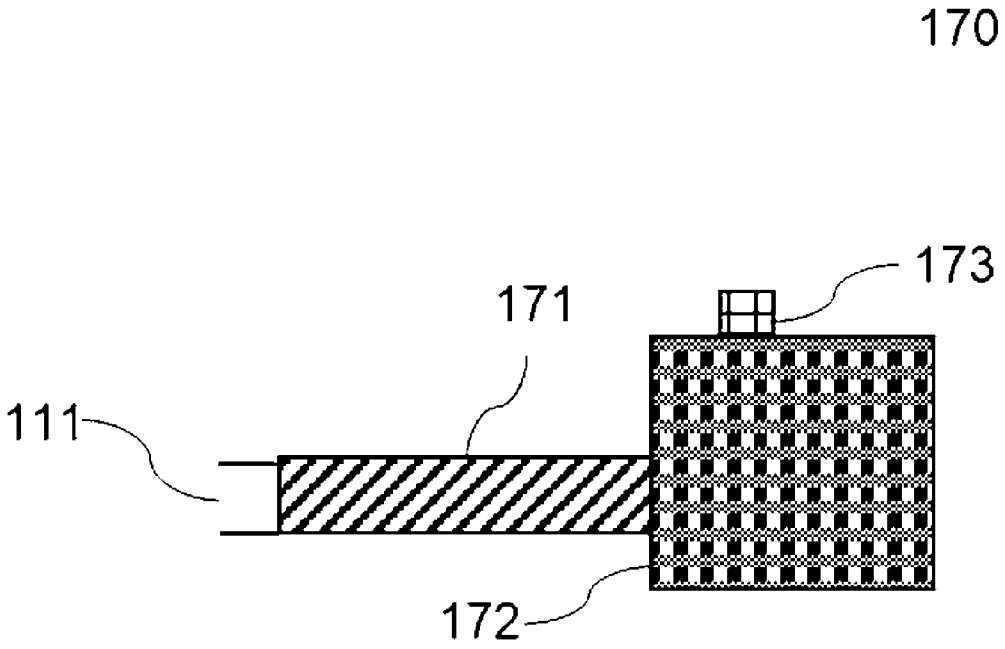
第9圖



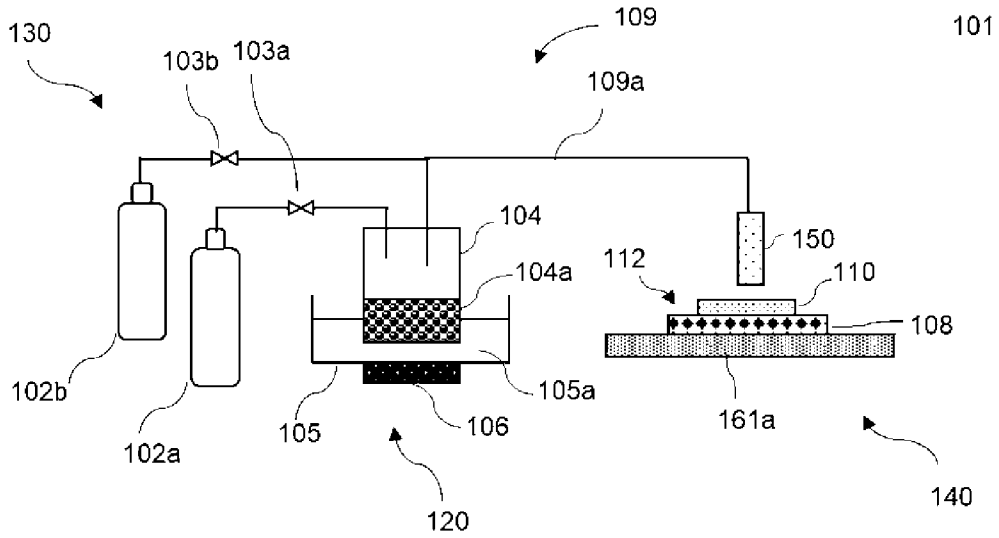
第10圖



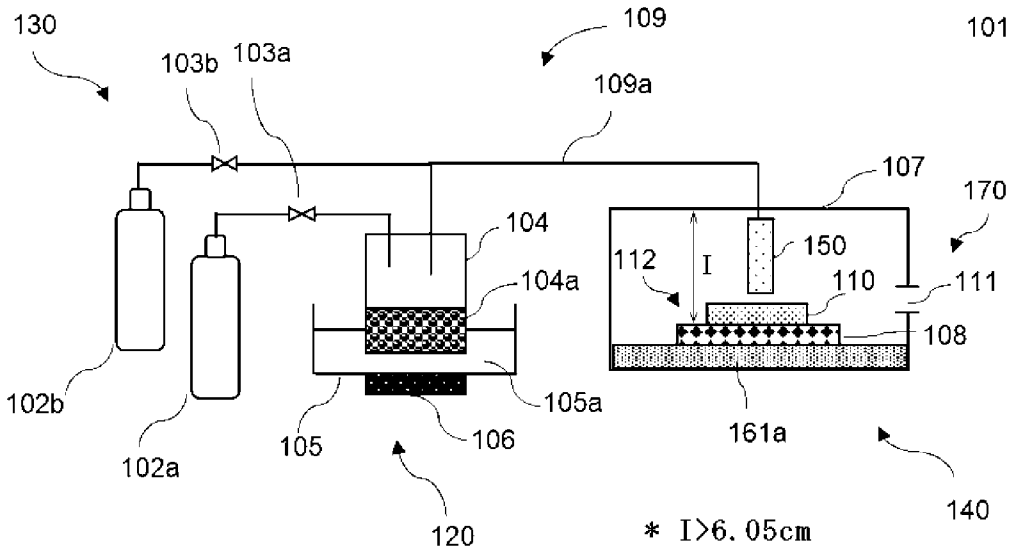
第11圖


170
173
171
111
172

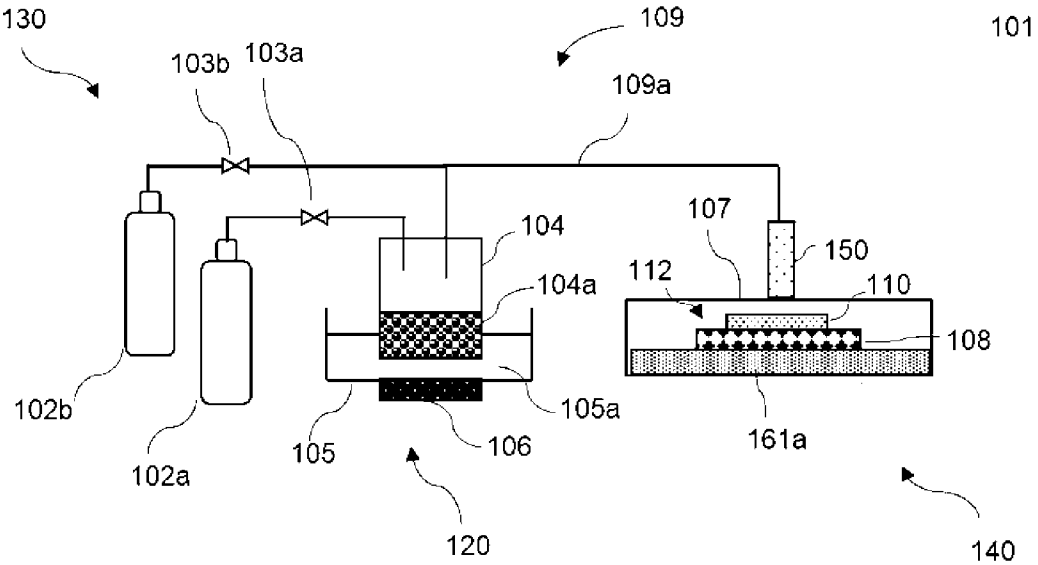
第12圖


130
109
101
103b
103a
109a
104
150
112
104a
110
108
102b
105a
161a
102a
105
106
140
120

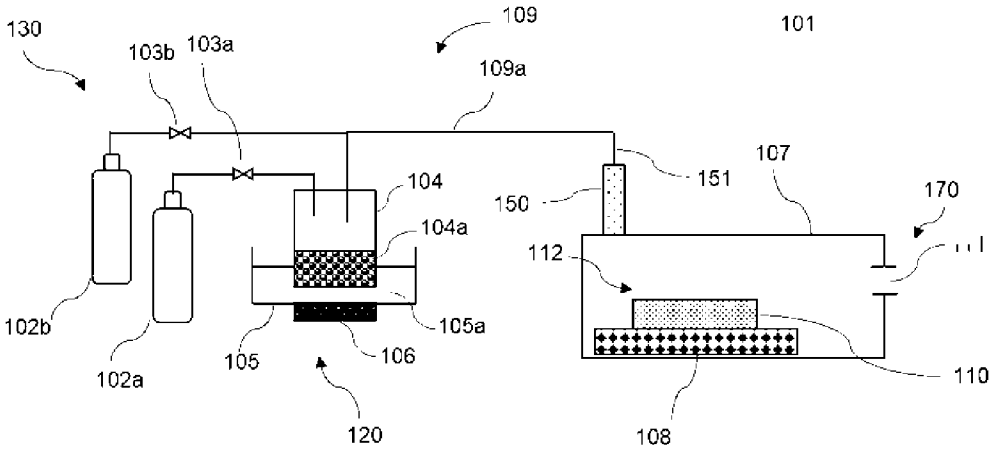
第13圖


130
103b
103a
109
101
109a
107
170
104
150
112
I
110
111
104a
108
102b
105a
105
106
161a
102a
140
120
* I>6.05cm

第14圖


130
103b
103a
109
101
109a
107
104
150
112
104a
110
108
102b
105a
105
106
161a
102a
140
120

第15圖


130
103b
103a
109
109a
101
104
104a
150
151
107
170
112
102b
102a
105
106
105a
120
110
108