



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I879747 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：108142469

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 22 日

(51)Int. Cl. : C23C16/34 (2006.01)

(30)優先權：2019/01/24 美國

62/796,277

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國

(72)發明人：卡路塔瑞奇 蘭卡摩 C KALUTARAGE, LAKMAL C. (LK) ; 薩利 馬克 J SALY, MARK J. (US) ; 加 普拉凱特佩拉卡希 JHA, PRAKET PRAKASH (IN) ; 梁 璟梅 LIANG, JINGMEI (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 200919582A

TW 201500365A

US 2005/0163927A1

期刊 Soldner, M. et al Binary Si/N-[4.4]-Spirocycles with Two SiH<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub> Loops Inorganic chemistry vol.37 American Chemical Society 16.1.1998 page 510-515

審查人員：石博文

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：1 共 38 頁

(54)名稱

沉積氮化矽的方法

(57)摘要

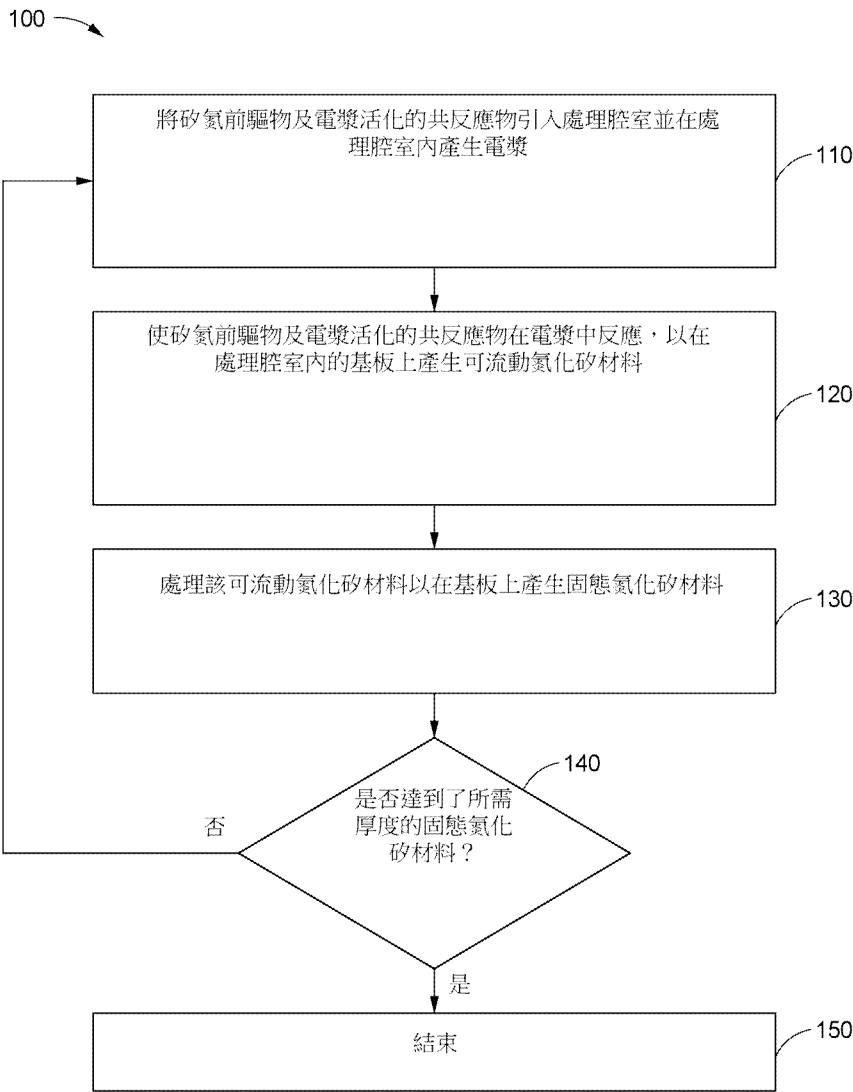
本文描述及論述的實施例提供了藉由氣相沉積，如藉由可流動化學氣相沉積(FCVD)沉積氮化矽材料的方法，及利用新的矽氮前驅物進行此種沉積製程的方法。氮化矽材料沉積在基板上以用於間隙填充應用，如填充基板表面中形成的溝槽。在一或更多個實施例中，用於沉積氮化矽膜的方法包括將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室；在處理腔室內產生電漿；以及使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料。

Embodiments described and discussed herein provide methods for depositing silicon nitride materials by vapor deposition, such as by flowable chemical vapor deposition (FCVD), as well as for utilizing new silicon-nitrogen precursors for such deposition processes. The silicon nitride materials are deposited on substrates for gap fill applications, such as filling trenches formed in the substrate surfaces. In one or more embodiments, the method for depositing a silicon nitride film includes introducing one or more silicon-nitrogen precursors and one or more plasma-activated co-reactants into a processing chamber, producing a plasma within the processing chamber, and reacting the silicon-nitrogen precursor and the plasma-activated co-reactant in the plasma to produce a flowable silicon nitride material on a substrate within the processing chamber. The method also includes treating the flowable silicon nitride material to produce a solid silicon nitride material on the substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:方法
- 110:步驟
- 120:步驟
- 130:步驟
- 140:步驟
- 150:步驟



第1圖



I879747

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 沉積氮化矽的方法**【英文發明名稱】** METHODS FOR DEPOSITING SILICON NITRIDE**【中文】**

本文描述及論述的實施例提供了藉由氣相沉積，如藉由可流動化學氣相沉積(FCVD)沉積氮化矽材料的方法，及利用新的矽氮前驅物進行此種沉積製程的方法。氮化矽材料沉積在基板上以用於間隙填充應用，如填充基板表面中形成的溝槽。在一或更多個實施例中，用於沉積氮化矽膜的方法包括將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室；在處理腔室內產生電漿；以及使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料。

**【英文】**

Embodiments described and discussed herein provide methods for depositing silicon nitride materials by vapor deposition, such as by flowable chemical vapor deposition (FCVD), as well as for utilizing new silicon-nitrogen precursors for such deposition processes. The silicon nitride materials are deposited on substrates for gap fill applications, such as filling trenches formed in the substrate surfaces. In one or more embodiments, the method for depositing a silicon nitride film includes introducing one or more silicon-nitrogen precursors and one or more plasma-activated co-reactants into a processing chamber, producing a plasma within the processing chamber, and reacting

the silicon-nitrogen precursor and the plasma-activated co-reactant in the plasma to produce a flowable silicon nitride material on a substrate within the processing chamber. The method also includes treating the flowable silicon nitride material to produce a solid silicon nitride material on the substrate.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0   ：  方 法

1 1 0   ：  步 驟

1 2 0   ：  步 驟

1 3 0   ：  步 驟

1 4 0   ：  步 驟

1 5 0   ：  步 驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】沉積氮化矽的方法

【英文發明名稱】METHODS FOR DEPOSITING SILICON NITRIDE

【技術領域】

【0001】 本文實施例大體係關於沉積薄膜的方法，且更特定言之係關於藉由氣相沉積來沉積氮化矽材料的方法。

【先前技術】

【0002】 在包括半導體處理、擴散阻障塗層及用於磁性讀/寫頭的介電質在內的各種工業中，在基板表面上沉積薄膜是重要的製程。在半導體工業中，特別地，小型化得益於對薄膜沉積的高階控制，從而在高深寬比結構上產生保形塗層。由於微電子元件的小型化，該等元件的特徵變得越來越窄，導致越來越難以在沒有空隙和不良品質的膜的情況下在溝槽中沉積膜。一種使用相對控制及共形沉積來沉積薄膜的方法是化學氣相沉積(chemical vapor deposition; CVD)。CVD製程涉及將基板暴露於一或更多種前驅物，前驅物發生反應以將膜沉積到基板上。可流動化學氣相沉積(flowable chemical vapor deposition; FCVD)是一種CVD，其允許沉積可流動膜，特別是用於間隙填充應用。

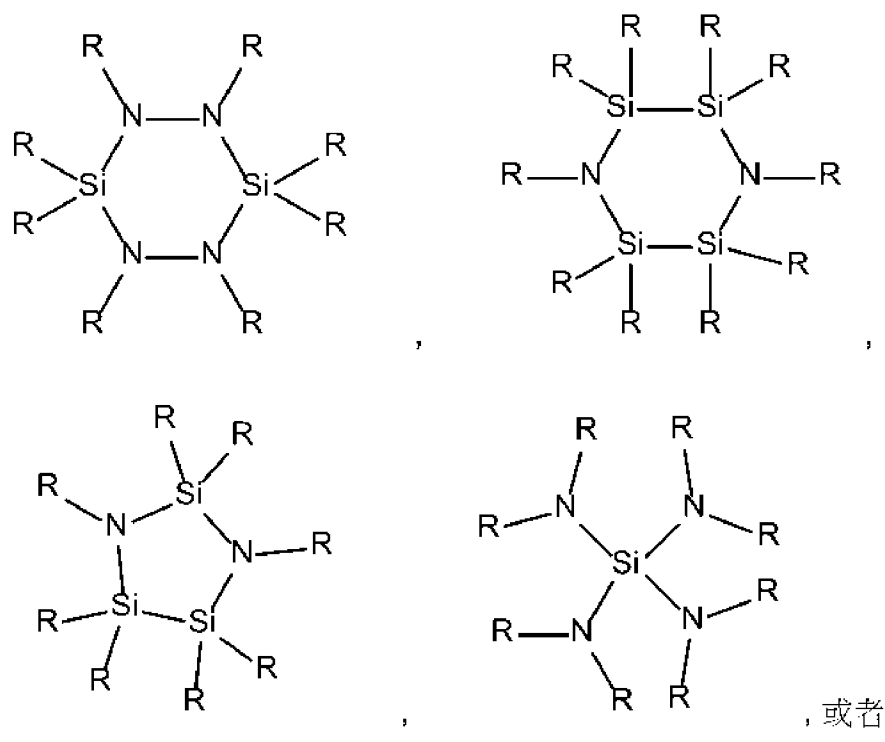
【0003】 含氮化矽的可流動膜用於間隙填充應用。目前，該等可流動薄膜通常由諸如三矽烷基胺(TSA,  $(\text{H}_3\text{Si})_3\text{N}$ )的前驅物產生。TSA的N/S原子比為約0.33。該原子比通常保存在由TSA形成的沉積氮化矽膜

中。然而，期望沉積的氮化矽膜具有更大的 N/S 原子比。額外的後處理可用於增加氮化矽膜中的氮含量，但是增加了製造製程的額外時間及成本。此外，後處理對膜的穿透深度有限制，膜的穿透深度對高深寬比溝槽很重要，因此降低了整個膜的膜均勻性品質。

【0004】 因此，需要使用化學前驅物的沉積方法，該等化學前驅物在商業上是可行的，並顯示出可流動的性質及包含相對高的 N/S 原子比（例如，大於 0.33）。

【發明內容】

【0005】 本文描述及論述的實施例提供了藉由氣相沉積來沉積氮化矽材料的方法。氮化矽材料沉積在基板上，用於間隙填充應用，如填充基板表面中形成的溝槽。在一或更多個實施例中，用於沉積氮化矽膜的方法包括將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室，在處理腔室內產生電漿，以及使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料。矽氮前驅物可具有以下化學式中之一或更多者：



【0006】 上述各者的任意組合，其中每個R獨立地選自H、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或鹽，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團。

【0007】 在一些實施例中，沉積氮化矽膜的方法包括將基板暴露於處理腔室內的一或更多種矽氮前驅物、一或更多種電漿活化的共反應物及電漿，以在基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料。矽氮前驅物可具有上述化學式中之一或更多者。

【0008】 在其他實施例中，沉積氮化矽膜的方法包括將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室，並使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物與電漿反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括用可流動氮化矽材料至少部分填充

形成在基板中的溝槽，並處理可流動氮化矽材料以在溝槽中產生固態氮化矽材料。矽氮前驅物可具有上文所示化學式中之一或更多者，但是其中每個R亦獨立地選自於H、 $\text{CH}_3$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5$ 、 $\text{C}_3\text{H}_7$ 、 $\text{C}_4\text{H}_9$ 、 $\text{NR}'_2$ 、 $\text{SiH}_x$ 、 $\text{N}=\text{C}=\text{S}$ 、 $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ 或上述各者的異構體，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團；每個R'獨立地選自H、 $\text{CH}_3$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5$ 、 $\text{C}_3\text{H}_7$ 、 $\text{C}_4\text{H}_9$ 或上述各者的異構體；且x是為1、2或3的整數。

#### 【圖式簡單說明】

【0009】 為了能夠詳細理解本揭示案的上述特徵，可參考實施例對以上簡要概述的本揭示案進行更特定的描述，其中一些實施例在附圖中圖示。然而，應當注意，附圖僅圖示了本揭示案的典型實施例，因此不應被認為是對其範疇的限制，因為本揭示案可允許其他同等有效的實施例。

【0010】 第1圖描繪了根據一或更多個實施例的用於沉積氮化矽膜的方法的流程圖。

【0011】 可設想，一個實施例的元件及特徵可有利地結合到其他實施例中，而無需進一步敘述。

#### 【實施方式】

【0012】 本文描述及論述的實施例提供了藉由氣相沉積來沉積氮化矽材料的方法。氮化矽材料沉積在基板上，用於間隙填充應用，例如填充基板表面中形成的溝槽。在一或更多個實施例中，用於沉積氮化矽膜的方法包括將一

或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室，在處理腔室內產生電漿，並且使矽氮前驅物與電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料。

【0013】 在可流動化學氣相沉積 (flowable chemical vapor deposition; FCVD) 製程中，可使用本文描述及論述的一或更多種矽氮前驅物獲得高品質的可流動膜。該等矽氮前驅物與從電漿產生的自由基形式的共反應物一起使用。膜具有稀氫氟酸 (diluted hydrofluoric acid; DHF) 中低濕法蝕刻速率 (wet etch rate; WER) 及低收縮速率的有利效應。使用矽氮烷化合物作為矽氮前驅物的實施例的結果尤其令人驚訝。由於該等膜的優異特性，該等膜特別適合於間隙填充應用。特定而言，膜的流動性可實現對間隙的填充。

【0014】 在一或更多個實施例中，矽氮前驅物被蒸發至 CVD 腔室，並且共反應物 (例如，僅  $\text{NH}_3$  或  $\text{NH}_3/\text{O}_2$ ) 經由遠端電漿源 (remote plasma source; RPS) 輸送至腔室，該遠端電漿源將產生電漿活性物質作為共反應物。在其他實施例中，電漿可由原位電漿、直接電漿及/或微波電漿點燃、產生或以其他方式產生。在一些實例中，電漿活化的共反應物由 RPS 活化，隨後被引入處理腔室並與矽氮前驅物結合以在處理腔室內產生電漿。在其他實例中，將電漿活化的共反應物以非活性形式引入處理腔室，

隨後在與矽氮前驅物結合之前或同時在處理腔室內活化，以在處理腔室內產生電漿。電漿活化的共反應物或二次處理氣體可為或包括氫、氮、氮( $N_2$ )、氫( $H_2$ )或上述各者的任意組合。電漿活化的共反應物分子或自由基具有高能量，並以氣相與矽氮前驅物分子反應，以形成可流動的氮化矽聚合物。該等可流動的氮化矽聚合物沉積在基板上並具有足夠的流動性，使得可流動的氮化矽聚合物將流經溝槽並進行間隙填充。隨後對可流動氮化矽材料膜進行進一步處理，以產生固態氮化矽材料。額外處理可為或包括固化（例如， $O_3$ 及/或紫外線）、熱退火（例如，蒸汽或 $NH_3$ ）、電漿退火製程及/或紫外線退火製程。

【0015】 在一些實施例中，直接電漿用於產生、形成或以其他方式產生可流動聚合物。隨後，矽氮前驅物可蒸發到化學氣相沉積腔室中，並且當電漿開啟時，共反應物（例如，具有 $N_2$ 、 $H_2$ 、氫、氮、 $NH_3$ 、 $O_2$ 或單一共反應物的任意組合）被輸送到腔室中。在一些實施例中，可流動氮化矽材料由直接電漿沉積，使得蒸發的矽氮前驅物流入處理腔室，並在有或沒有共反應物的情況下開啟電漿。

【0016】 在一或更多個實施例中，用於沉積氮化矽膜的方法包括將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入處理腔室，在處理腔室內產生電漿，並使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料。該方法亦包括處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽

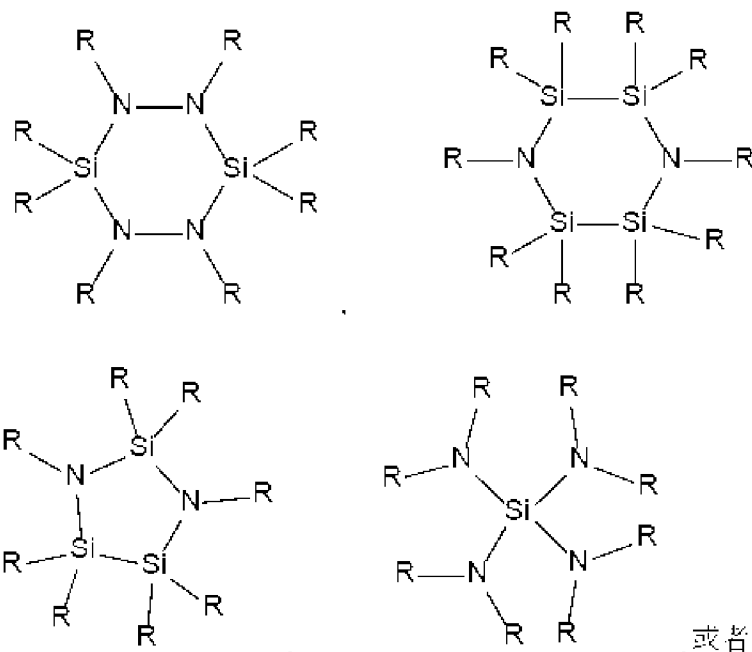
材料。在一些實例中，將基板表面暴露於電漿活化的共反應物，以提供包含可流動氮化矽材料的中間膜。此後，中間膜可暴露於紫外線固化以提供固化的中間膜，隨後固化的中間膜可經退火以提供包含氮化矽材料的固態膜。在一或更多個實施例中，該方法是FCVD製程。

【0017】 矽氮前驅物可為矽氮烷或包括矽及氮的來源的其他類型的化合物。矽氮前驅物在處理腔室中蒸發，以暴露於基板表面。在一或更多個實施例中，矽氮前驅物是矽氮烷前驅物，並且用於沉積或以其他方式形成包含矽及氮的膜。

【0018】 不同於已知的N/S原子比為約0.33的矽前驅物三矽烷胺(TSA,  $(\text{H}_3\text{Si})_3\text{N}$ )，本文描述及論述的矽氮前驅物提供相比於TSA比率大得多的矽及氮的來源。矽氮前驅物的N/Si原子比為0.5或更大，如大於0.5、約0.6、約0.67、約0.75、約8、約9或約1至約1.2、約1.5、約2、約2.5、約3、約3.5、約4、約5.5、約5、約6、約8或更大。例如，矽氮前驅物的氮/矽原子比大於0.5至約8、大於0.5至約6、大於0.5至約5、大於0.5至約4、大於0.5至約3、大於0.5至約2、大於0.5至約1.5、大於0.5至約1、約0.67至約8、約0.67至約6、約0.67至約5、約0.67至約4、約0.67至約3、約0.67至約2、約0.67至約1.5、約0.67至約1、約1至約8、約1至約6、約1至約5、約1至約4、約1至約3、約1至約2、約1至約

1.5、約2至約8、約2至約6、約2至約5、約2至約4或約2至約3。

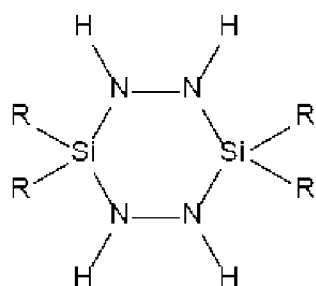
【0019】 矽氮前驅物可具有以下化學式中之一或更多者：



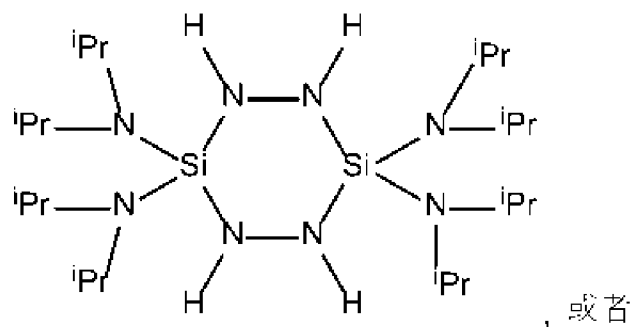
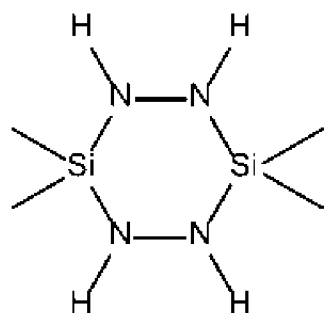
【0020】 上述各者的任意組合，其中每個R獨立地選自氫、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或上述各者的鹽，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團或雙環基團。示例性烷基可為或包括甲基(Me, CH<sub>3</sub>)、乙基(Et, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)、丙基(Pr, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)、丁基(Bu, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)、戊基(C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>)、己基、庚基、辛基、壬基或更大的基團，或上述各者的異構體。如本文所用，除非另有說明，否則丙基可為正丙基(<sup>n</sup>Pr)及/或異丙基(<sup>i</sup>Pr)，且丁基可為正丁基(<sup>n</sup>Bu)、第二丁基(<sup>s</sup>Bu)及/或第三丁基(<sup>t</sup>Bu)。

【0021】 在一些實施例中，每個R獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>、SiH<sub>x</sub>、N=C=S、N=C=O或上述各者的異構體，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團，其中x是為1、2或3的整數。若R是NR'<sub>2</sub>，則每個R'可獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>或上述各者的異構體。在一些實例中，每個R可獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>或上述各者的異構體，每個R'獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>或上述各者的異構體。

【0022】 在一或更多個實例中，矽氮前驅物可具有以下化學式：



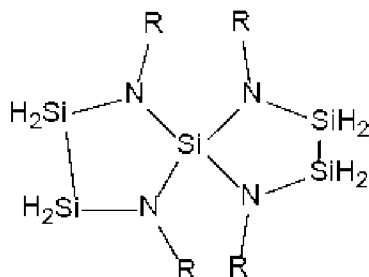
【0023】 其中每個R獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (<sup>n</sup>Pr及/或<sup>i</sup>Pr)、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (<sup>n</sup>Bu、<sup>s</sup>Bu及/或<sup>t</sup>Bu)、NR'<sub>2</sub>或上述各者的異構體，且每個R'獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>或上述各者的異構體。例如，矽氮前驅物可具有以下化學式中的一或更多者：



, 或者

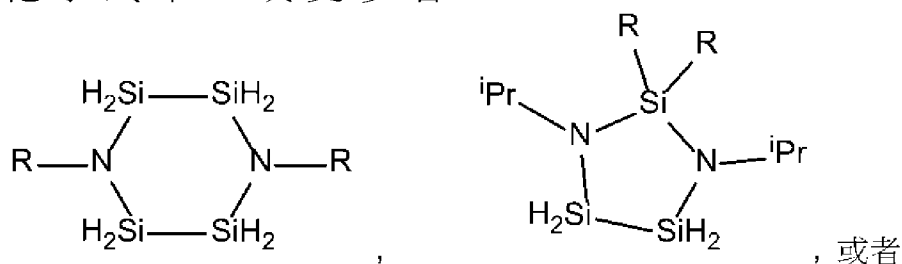
【0024】 上述各者的任意組合。

【0025】 在一或更多個實例中，矽氮前驅物可具有以下化學式：



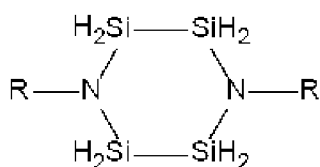
【0026】 其中每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> 或上述各者的異構體。在一些實例中，每個 R 可獨立地是 CH<sub>3</sub>、<sup>n</sup>Pr、<sup>i</sup>Pr 或 <sup>t</sup>Bu。

【0027】 在一或更多個實例中，矽氮前驅物可具有以下化學式中一或更多者：



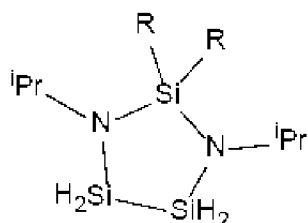
【0028】 上述各者的任意組合。每個 R 可獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、苯基 (Ph, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)、芳基 (Ar)、CH<sub>2</sub>-Ph、CH<sub>2</sub>-Ar、上述各者的取代基或上述各者的異構體。

【0029】 在一些實例中，矽氮前驅物可具有以下化學式：



【0030】 其中每個R獨立地選自<sup>i</sup>Pr、<sup>t</sup>Bu、CH<sub>2</sub>-Ph、CH<sub>2</sub>-Ar、上述各者的取代基或上述各者的異構體。

【0031】 在其他實例中，矽氮前驅物可具有以下化學式：



【0032】 其中每個R獨立地選自CH<sub>3</sub>、Ar(例如，Ph)、上述各者的取代基或上述各者的異構體。

【0033】 在一或更多個實施例中，該方法亦包括用可流動氮化矽材料至少部分填充形成在基板中的溝槽，並固化可流動氮化矽材料以在溝槽中產生固態氮化矽材料。在其他實施例中，該方法亦包括將可流動氮化矽材料在基板上或溝槽中沉積成層，隨後處理包含可流動氮化矽材料的層以產生包含固態氮化矽材料的層。沉積一層可流動氮化矽材料及處理該層可流動氮化矽材料的製程可重複，以產生複數個彼此順序形成的固態氮化矽材料層，其構成整個氮化矽膜。

【0034】 第1圖描繪了根據一或更多個實施例的用於沉積氮化矽膜的方法100的流程圖。

【0035】 在110，將一或更多種矽氮前驅物及一或更多種電漿活化的共反應物引入或以其他方式放置到處理腔室中。電漿在處理腔室內產生、點燃、活化、形成及/或

以其他方式產生。在一些實例中，一或更多種電漿活化的共反應物被遠端活化，如藉由RPS。一旦被活化，電漿活化的共反應物被引入處理腔室，並與一或更多種矽氮前驅物結合，以在處理腔室內產生電漿。在其他實例中，一或更多種電漿活化的共反應物以非活性或氣態形式引入處理腔室。一旦進入處理腔室，電漿活化的共反應物在與一或更多種矽氮前驅物結合以在處理腔室內產生電漿之前及/或同時，在處理腔室內是活性的。

【0036】 在120，矽氮前驅物及電漿活化的共反應物在電漿中一起反應，產生沉積或以其他方式設置在處理腔室內的基板上的可流動氮化矽材料。可流動氮化矽材料可在基板上沉積或以其他方式產生成為層，例如至少部分或完全填充形成在基板或其膜上的一或更多個溝槽。

【0037】 在130，藉由一或更多個處理製程處理可流動氮化矽材料，以在基板上產生固態氮化矽材料。

【0038】 每層可流動氮化矽材料及/或每層固態氮化矽材料可獨立地具有約5 Å、約8 Å、約10 Å、約12 Å、約15 Å、約18 Å、約20 Å、約22 Å、或約25 Å至約28 Å、約30 Å、約35 Å、約40 Å、約45 Å、約50 Å或約60 Å的厚度。例如，每層可流動氮化矽材料及/或每層固態氮化矽材料可獨立地具有約5 Å至約50 Å、約10 Å至約50 Å、約5 Å至約50 Å、約20 Å至約50 Å、約25 Å至約50 Å、約30 Å至約50 Å、約35 Å至約50 Å、約40 Å至約50 Å的厚度，約5 Å至約40 Å、約10 Å至約40 Å、約15 Å至約40 Å、

約 20 Å 至約 40 Å、約 25 Å 至約 40 Å、約 30 Å 至約 40 Å、約 35 Å 至約 40 Å、約 5 Å 至約 30 Å、約 10 Å 至約 30 Å、約 15 Å 至約 30 Å、約 20 Å 至約 30 Å 或約 25 Å 至約 30 Å 的厚度。

【0039】 在 140，若沒有達到期望厚度的固態氮化矽材料（如整個氮化矽膜），則重複 110、120 及 130，直到達到期望厚度。一旦達到期望厚度的固態氮化矽材料，則該方法完成或結束，並且可在 150 停止。

【0040】 在一或更多個實施例中，在基板上產生或沉積可流動氮化矽材料，用可流動氮化矽材料至少部分填充溝槽，及固化可流動氮化矽材料以在溝槽中產生固態氮化矽材料的製程循環可順序重複一次或多次。氮化矽膜最終包含依次疊加的複數層固態氮化矽材料。固態氮化矽材料的層數表示進行製程循環的次數，如一次或重複。

【0041】 在一些實施例中，製程循環可被執行一次以完全或部分填充間隙及 / 或溝槽，或者替代地，製程循環被重複至少 1 次、2 次、3 次、4 次或 5 次至 6 次、8 次、10 次、約 12 次、約 15 次、約 18 次、約 20 次或更多次。例如，製程循環重複至少 1 次至約 20 次、2 次至約 20 次、3 次至約 20 次、4 次至約 20 次、5 次至約 20 次、6 次至約 20 次、8 次至約 20 次、10 次至約 20 次、約 15 次至約 20 次、至少 1 次至約 10 次、2 次至約 10 次、3 次至約 10 次、4 次至約 10 次、5 次至約 10 次、6 次至約 10 次、8 次至約 10 次、至少 1 次至 5 次、2 次至 5 次、3 次至 5 次或 4 次至 5 次。

【0042】 包含一層、兩層或複數層固態氮化矽材料的氮化矽膜可具有約5 Å、約10 Å、約15 Å、約20 Å、約25 Å、約30 Å、約50 Å、約75 Å、約80 Å、或約100 Å至約120 Å、約150 Å、約175 Å、約200 Å、約250 Å、約300 Å、約400 Å、約500 Å、約600 Å、約800 Å或更厚的厚度。例如，包含一或更多層固態氮化矽材料的氮化矽膜可具有約10 Å至約800 Å、約10 Å至約500 Å、約10 Å至約800 Å、約10 Å至約300 Å、約10 Å至約250 Å、約10 Å至約200 Å、約10 Å至約150 Å、約10 Å至約100 Å、約10 Å至約80 Å、約10 Å至約50 Å、約50 Å至約800 Å、約50 Å至約500 Å、約50 Å至約800 Å、約50 Å至約300 Å、約50 Å至約250 Å、約50 Å至約200 Å、約50 Å至約150 Å、約50 Å至約100 Å、約50 Å至約80 Å、約100 Å至約800 Å、約100 Å至約500 Å、約100 Å至約800 Å、約100 Å至約300 Å、約100 Å至約250 Å、約100 Å至約200 Å、約100 Å至約150 Å或約100 Å至約120 Å的厚度。

【0043】 如上所述，矽氮前驅物及/或基板表面暴露於一或更多種電漿活化的共反應物。在一些實施例中，共反應物可為或包括氨(NH<sub>3</sub>)、氧(O<sub>2</sub>)、或氨及氧的組合或混合物。共反應物亦可包含氮(N<sub>2</sub>)、氫(H<sub>2</sub>)、氬、氦或上述各者任意組合中的一或更多種。取決於所使用的共反應物，電漿活化的共反應物亦將向膜輸送氮及/或氧。在一些實例中，共反應物包含氨及氧的混合物，而在其他實例中，共反應物僅包含氨。

【0044】 在一些製程中，電漿的使用提供了足夠的能量來促進物種進入激發態，此時表面反應變得有利及可能。共反應物藉由遠端電漿或直接電漿被輸送到包含蒸發的矽氮前驅物的化學氣相沉積腔室，此將產生作為共反應物的電漿活性物種，並產生可流動的氮化矽材料或聚合物。將電漿引入製程可為連續的或脈衝的。在一些實施例中，前驅物（或反應氣體）及電漿的順序脈衝用於處理層。在一些實施例中，試劑可直接離子化（例如，在處理區域內）或遠端離子化（例如，在處理區域外）。在一些實施例中，遠端離子化可發生在沉積腔室的上游，使得離子或其他高能或發光物種不與包含氮化矽材料的沉積膜直接接觸。在一些電漿增強製程中，電漿在處理腔室外部產生，如藉由遠端電漿產生器或RPS。電漿可藉由本領域技術人員已知的任何合適的電漿產生製程或技術產生。例如，電漿可由微波（microwave；MW）頻率發生器或射頻（radio frequency；RF）產生器中的一或更多者產生。電漿的頻率可根據所使用的特定反應物種進行調節。合適的頻率包括但不限於2 MHz、13.56 MHz、40 MHz、60 MHz及/或100 MHz。

【0045】 在一些實施例中，視情況而定，基板可連續同時或基本上同時暴露於矽氮前驅物及電漿活化的共反應物。如本文所用，術語「基本上同時」是指一種組分的大部分流動與另一種組分的流動重疊，儘管有時該兩者可能不共流。在替代實施例中，基板表面與兩種或多種前驅物

的接觸順序或基本順序發生。如本文所用，「基本上順序地」是指一種組分的大部分流動與另一種組分的流動不重合，儘管可能有一些重疊。

【0046】 本說明書中使用的「基板」是指在製造製程中在其上進行薄膜處理的基板上形成的任何基板或材料表面。例如，根據應用，可在其上執行處理的基板表面包括諸如矽、氧化矽、應變矽、絕緣體上矽(silicon on insulator; SOI)、碳摻雜氧化矽、氮化矽、摻雜矽、鍺、砷化鎵、玻璃、藍寶石的材料，及諸如金屬、金屬氮化物、金屬合金及其他導電材料的任何其他材料。基板包括但不限於半導體晶圓。基板可暴露於預處理製程，以拋光、蝕刻、還原、氧化、羥基化、退火及/或烘烤基板表面。基板可包含節點元件結構(例如，32奈米、22奈米或低於20奈米)，並且可包括電晶體隔離、各種積體及犧牲隔離物及側壁隔離物雙重圖案化(sidewall spacer double patterning; SSDP)微影術。在一或更多個實施例中，基板包含至少一個間隙。基板可具有複數個間隙，用於形成在基板上的元件部件(例如電晶體)的間隔及結構。間隙可具有限定高度與寬度(例如，高/寬)的深寬比(aspect ratio; AR)的高度及寬度，該深寬比顯著大於1:1(例如，5:1或更大、6:1或更大、7:1或更大、8:1或更大、9:1或更大、10:1或更大、11:1或更大、12:1或更大)。在一些實施例中，高AR源於約90奈米至約22奈米或更小範圍(例如，約90奈

米、65奈米、45奈米、32奈米、22奈米或16奈米)的小間隙寬度。

【0047】除了直接在基板本身的表面上進行薄膜處理之外，在本文描述及論述的實施例中，所揭示的任何薄膜處理步驟亦可在基板上形成的底層上進行，如下面更詳細揭示的，術語「基板表面」意欲包括上下文所指的底層。

【0048】在任何上述反應的一或更多個實施例中，沉積反應的反應條件將基於膜前驅物及基板表面的性質來選擇。沉積可在大氣壓下進行，但是亦可在低壓（低於大氣壓）下進行。保持基板溫度以提供足夠的能量來用於化學前驅物（例如，一或更多種矽氮前驅物及/或一或更多種電漿活化的共反應物）及/或可流動氮化矽材料的表面反應或處理。具體溫度取決於具體的基板、膜前驅物及壓力。可使用本領域已知的方法來評估特定基板、化學前驅物及其他屬性的性質，從而允許為反應選擇合適的溫度及壓力。在一些實施例中，處理腔室（例如氣相沉積腔室）內的壓力小於6托，例如約5托、約4托、約3托、約2.6托、約2托或約1.6托。在一或更多個實施例中，沉積在低於約200℃的溫度下進行，如約0℃，約25℃，約35℃，約50℃，或約75℃至約100℃，約125℃，約150℃，約175℃，約190℃，或約195℃。

【0049】在基板暴露於矽氮前驅物及電漿活化的共反應物之後沉積的膜包含可流動的氮化矽材料（亦稱為「中間膜」）。通常，已沉積的膜是相對低密度的膜，具有較

少的網絡及更多的懸鍵，如矽氫、矽氫及氮氫。因此，包含可流動氮化矽材料的中間膜的 W E R 通常具有相對高的值。為了獲得低 W E R / 緻密膜，對中間膜進行進一步處理以獲得高密度膜。在該等處理期間，剩餘的反應鍵（例如 SiH、NH）相互反應或與進入的分子（例如 O<sub>3</sub>、水、NH<sub>3</sub>）反應，形成具有更多網絡的膜。因此，為了去除氧以獲得目標膜，隨後對中間膜進行額外的固化及退火製程。

【0050】 在一或更多個實施例中，固化包括將包含可流動氮化矽材料的中間膜暴露於臭氧及/或紫外線輻射下。在進一步的實施例中，中間膜暴露於臭氧及紫外線固化，以獲得包含固態氮化矽材料的膜。在其他實施例中，中間膜僅暴露於紫外線固化，以獲得包含固態氮化矽材料的膜。一或更多個實施例亦包括退火製程。在一些實施例中，退火包括蒸汽退火。在其他實施例中，退火包括氮退火。在一或更多個實施例中，包含可流動氮化矽材料的中間膜藉由紫外線固化，隨後進行氮退火以產生或以其他方式產生包含固態氮化矽材料的膜。

【0051】 根據一或更多個實施例，在形成包含固體或可流動氮化矽材料的一或更多個膜之前及/或之後，對基板進行處理。該處理可在同一腔室中或者在一或更多個單獨的處理腔室中執行。在一些實施例中，基板從第一腔室移動到單獨的第二腔室以用於進一步處理。基板可直接從第一腔室移動到單獨的處理腔室，或者基板可從第一腔室移

動到一或更多個傳送腔室，隨後移動到期望的單獨的處理腔室。因此，處理設備可包含與傳送站連通的多個腔室。此種類型的設備可被稱為「群集工具」或「群集系統」等。

【0052】 一般而言，群集工具是包含多個腔室的模組化系統，該等腔室執行各種功能，包括基板中心定位及定向、脫氣、退火、沉積及/或蝕刻。根據一或更多個實施例，群集工具包括至少第一腔室及中央傳送腔室。中央傳送腔室可容納機器人，該機器人可在處理腔室與裝載腔室之間穿梭運送基板。傳送腔室通常保持在真空狀態，並提供中間階段，用於將基板從一個室穿梭運送到另一個腔室及/或位於群集工具前端的裝載腔室。在一或更多個實施例中，可用於執行本文描述及論述的方法的FCVD腔室或系統是生Producer® Eterna FCVD®系統或腔室，其可從加利福尼亞州聖克拉拉市的應用材料公司購得。可適用於本文描述及論述的實施例的兩種群集工具是Centura®腔室或系統及Endura®腔室或系統，其可從加利福尼亞州聖克拉拉市的應用材料公司購得。然而，為了執行如本文所述的製程的特定步驟，可改變腔室的確切佈置及組合。可使用的其他處理腔室包括但不限於循環層沉積(cyclical layer deposition; CLD)、原子層沉積(atomic layer deposition; ALD)、電漿增強ALD(plasma-enhanced-ALD; PE-ALD)、化學氣相沉積(chemical vapor deposition; CVD)、電漿增強化學氣相沉積(plasma-enhanced-CVD; PE-CVD)、物

理氣相沉積 (physical vapor deposition; PVD)、蝕刻、預清潔、化學清潔、熱處理，如 RTP、電漿氮化、脫氣、定向、鍍化及其他基板製程。藉由在群集工具上的腔室中執行製程，在沉積後續膜之前，可避免基板表面被大氣雜質污染，而不會氧化。

【0053】 根據一或更多個實施例，基板持續處於真空或「裝載間」條件下，並且當從一個腔室移動到下一個腔室時不暴露於環境空氣。傳送腔室因此處於真空狀態，並在真空壓力下被「抽真空」。惰性氣體可存在於處理腔室或傳送腔室中。在一些實施例中，惰性氣體被用作淨化氣體，以在基板表面上形成層之後去除一些或全部反應物。根據一或更多個實施例，在沉積腔室的出口注入淨化氣體，以防止反應物從沉積腔室移動到傳送腔室及/或額外的處理腔室。因此，惰性氣體流在腔室的出口處形成一個簾幕。

【0054】 基板可在單個基板沉積腔室中處理，在該腔室中，在處理另一個基板之前，裝載、處理及卸載單個基板。基板亦可以連續的方式處理，如輸送系統，其中多個基板被單獨裝載到腔室的第一部分，移動通過腔室，並從腔室的第二部分卸載。腔室及相關輸送系統的形狀可形成直線路徑或曲線路徑。此外，處理腔室可為轉盤，其中多個基板圍繞中心軸移動，並且在整個轉盤路徑上暴露於沉積、蝕刻、退火、清潔或其他製程。

【0055】 在處理期間，可加熱或冷卻基板。此種加熱或冷卻可藉由任何合適的手段來實現，包括但不限於改變基板支撐件的溫度及使加熱或冷卻的氣體流向基板表面。在一些實施例中，基板支撐件包括加熱器/冷卻器，其可被控制以導電地改變基板溫度。在一或更多個實施例中，正在使用的氣體（反應氣體或惰性氣體）被加熱或冷卻以局部改變基板溫度。在一些實施例中，加熱器/冷卻器位於腔室內鄰近基板表面處，以對流地改變基板溫度。

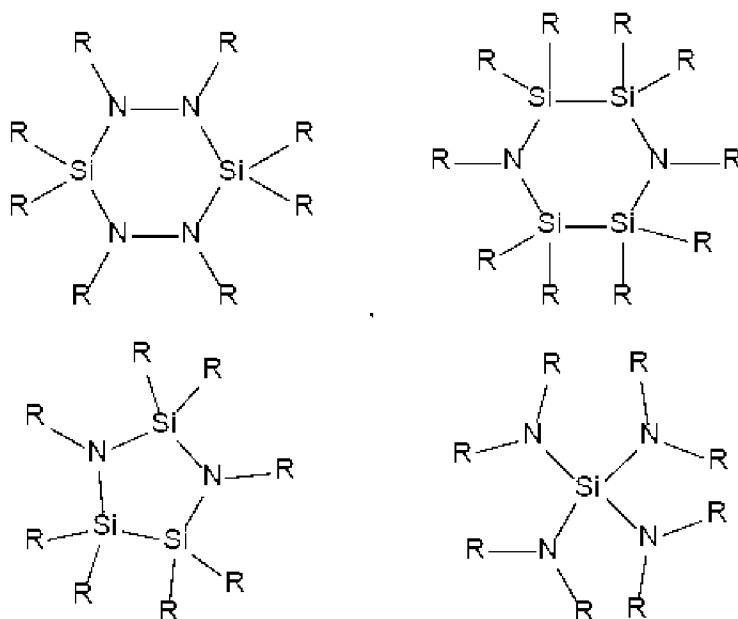
【0056】 在處理期間，基板亦可為靜止的或旋轉的。旋轉基板可連續旋轉或以離散的步驟旋轉。例如，基板可在整個製程中旋轉，或者基板可在暴露於不同的反應氣體或淨化氣體之間少量旋轉。在處理期間（連續地或分步地）旋轉基板可藉由使例如氣流幾何形狀的局部可變性效應降至最低來協助產生更均勻的沉積或蝕刻。

【0057】 在前驅物、輔試劑或其他氣體或試劑的流動停止後，基板及腔室可暴露於淨化步驟。在本文描述的任一態樣的一或更多個實施例中，在任一前驅物流動/暴露於基板表面之後，淨化氣體可流動。淨化氣體可以約10 sccm至約2,000 sccm（例如，約50 sccm至約1,000 sccm）的流速被施加到處理腔室中，並且在特定實例中，從約100 sccm至約500 sccm（例如，約200 sccm）。淨化步驟去除處理腔室內任何多餘的前驅物、副產品及其他污染物。淨化步驟可進行約0.1秒至約8秒的時間段，例如約1秒至約5秒，在特定實例中，約4秒。載氣、淨化

氣體、沉積氣體及/或其他處理氣體可為或包括氮氣、氫氣、氫氣、氫氣、氮氣、氫氣或其任意組合或混合物。在一個實例中，載氣包含氮氣。

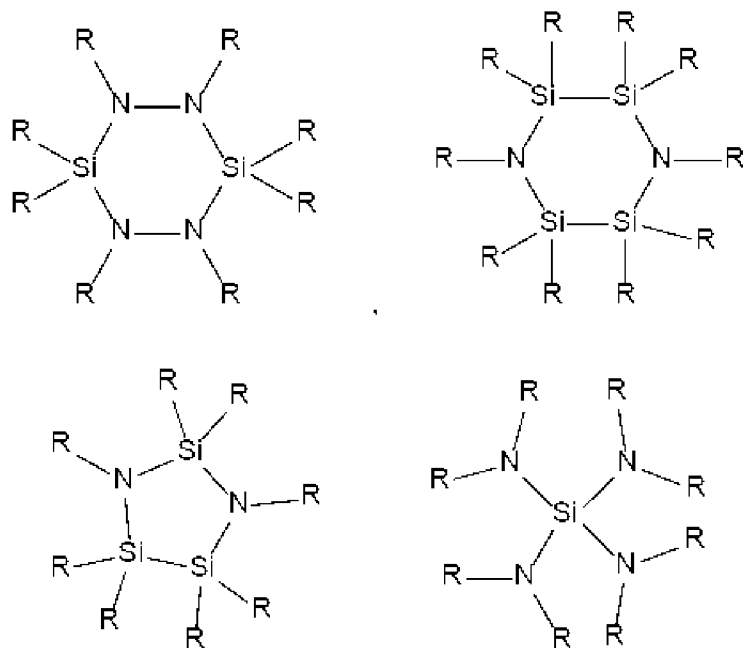
【0058】 本揭示案的實施例進一步涉及以下段落1-20中的任何一或更多者：

【0059】 1.一種沉積氮化矽膜的方法，包括：將矽氮前驅物及電漿活化的共反應物引入處理腔室；在處理腔室內產生電漿；使矽氮前驅物與電漿活化的共反應物在電漿中反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料；及處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料，其中矽氮前驅物選自由以下各者組成的群組：



【0060】 及上述各者的任意組合，其中每個R獨立地選自氫、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或鹽，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團。

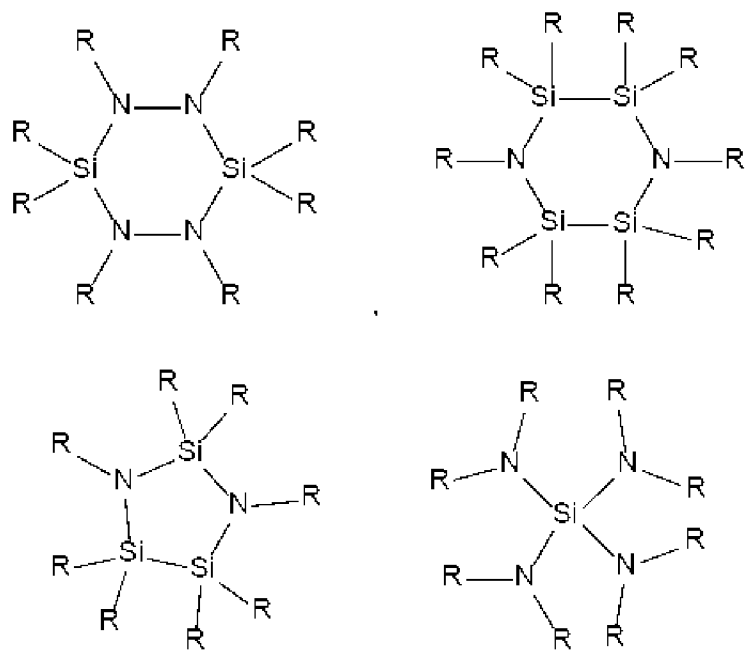
【0061】 2.一種沉積氮化矽膜的方法，包括：將基板暴露於處理腔室內的矽氮前驅物、電漿活化的共反應物及電漿，以在基板上產生可流動的氮化矽材料；及處理可流動氮化矽材料以在基板上產生固態氮化矽材料，其中矽氮前驅物選自由以下各者組成的群組：



【0062】 及上述各者的任意組合，其中每個R獨立地選自氫、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或鹽，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團。

【0063】 3.一種沉積氮化矽膜的方法，包括：將矽氮前驅物及電漿活化的共反應物引入處理腔室；使矽氮前驅物及電漿活化的共反應物與電漿反應，以在處理腔室內的基板上產生可流動的氮化矽材料；用可流動氮化矽材料至少部分填充在基板中形成的溝槽；及處理可流動氮化矽材

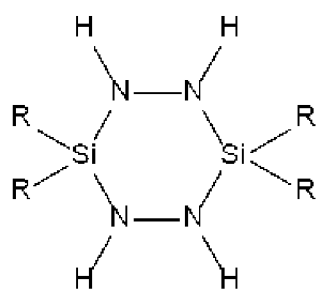
料以在溝槽中產生固態氮化矽材料，其中矽氮前驅物選自由以下各者組成的群組：



【0064】 及上述各者的任意組合，其中：每個R獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>、SiH<sub>x</sub>、N=C=S、N=C=O或上述各者的異構體，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團；每個R'獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>或上述各者的異構體；且x是1、2或3的整數。

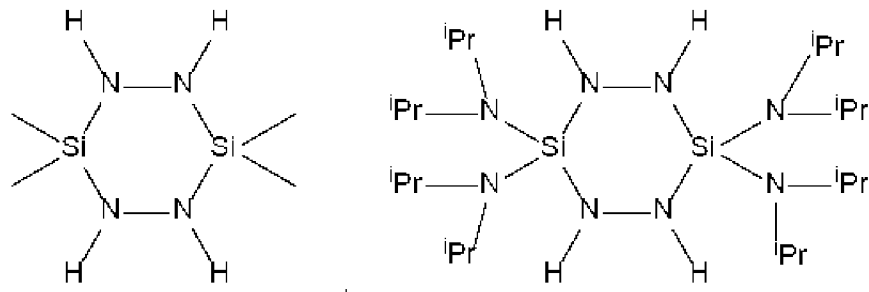
【0065】 4. 根據段落1-3中任一項所述的方法，其中：每個R獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>、SiH<sub>x</sub>、N=C=S、N=C=O或上述各者的異構體，或者任意兩個R基團連接形成環狀基團；每個R'獨立地選自H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>或上述各者的異構體；且x是1、2或3的整數。

【0066】 5. 根據段落 1 - 4 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



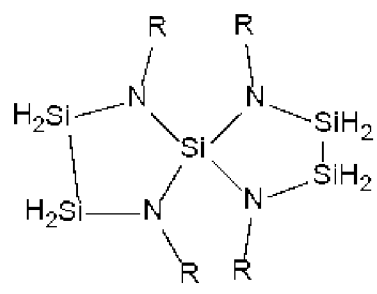
【0067】 其中：每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub> 或上述各者的異構體；並且每個 R' 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> 或上述各者的異構體。

【0068】 6. 根據段落 1 - 5 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



【0069】 或上述各者的任意組合。

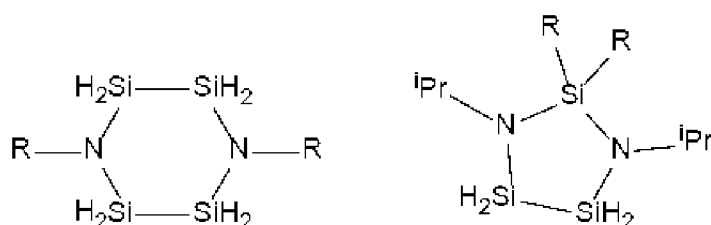
【0070】 7. 根據段落 1 - 6 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



【0071】 其中每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub> 或上述各者的異構體；並且每個 R' 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> 或上述各者的異構體。

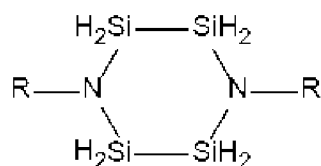
【0072】 8. 根據段落 1-7 中任一項的方法，其中每個 R 獨立地選自 CH<sub>3</sub>、<sup>n</sup>Pr、<sup>i</sup>Pr 或 <sup>t</sup>Bu。

【0073】 9. 根據段落 1-8 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



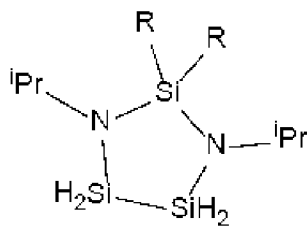
【0074】 或上述各者的任意組合，其中每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、Ph、CH<sub>2</sub>-Ph 或上述各者的異構體。

【0075】 10. 根據段落 1-9 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



【0076】 其中每個 R 獨立地選自 <sup>i</sup>Pr、<sup>t</sup>Bu 或 CH<sub>2</sub>-Ph。

【0077】 11. 根據段落 1-10 中任一項的方法，其中矽氮前驅物是：



【0078】 其中每個R獨立地選自CH<sub>3</sub>或Ph。

【0079】 12. 根據段落1-11中任一項的方法，其中電漿活化的共反應物包括氮、氧(O<sub>2</sub>)或氮及氧的組合。

【0080】 13. 根據段落1-12中任一項的方法，其中電漿活化的共反應物進一步包括氫、氮、氮(N<sub>2</sub>)、氫(H<sub>2</sub>)或其任意組合。

【0081】 14. 根據段落1-13中任一項的方法，其中矽氮前驅物具有約0.67至約5的氮/矽原子比。

【0082】 15. 根據段落1-14中任一項的方法，進一步包括：用可流動氮化矽材料至少部分填充形成在基板中的溝槽；及固化可流動氮化矽材料以在溝槽中產生固態氮化矽材料。

【0083】 16. 根據段落1-15中任一項的方法，其中，當固化可流動氮化矽材料以在溝槽中產生固態氮化矽材料時，可流動氮化矽材料具有約10 Å至約500 Å的厚度。

【0084】 17. 根據段落1-16中任一項的方法，進一步包括順序反覆用可流動氮化矽材料至少部分填充溝槽及固化可流動氮化矽材料，以在溝槽中產生固態氮化矽材料至少1次至約20次。

【0085】 18. 根據段落 1-17 中任一項的方法，其中所述氮化矽膜包括複數個彼此順序形成的固態氮化矽材料層，並且其中該氮化矽膜具有約 50 Å 至約 500 Å 的厚度

【0086】 19. 根據段落 1-18 中任一項的方法，進一步包括：在基板上將可流動氮化矽材料沉積為層；處理包含可流動氮化矽材料的層以產生固態氮化矽材料層；及反覆沉積及處理以產生氮化矽膜，該氮化矽膜包括複數個彼此順序形成的固態氮化矽材料層。

【0087】 20. 根據段落 1-19 中任一項的方法，其中處理可流動氮化矽材料以生產固態氮化矽材料亦包括將可流動氮化矽材料暴露於熱退火製程、電漿退火製程或紫外線退火製程。

【0088】 儘管前面針對本揭示案的實施例，但是在不脫離本揭示案基本範疇的情況下，可設計其他及進一步的實施例，並且本揭示案範疇由所附專利申請範圍確定。本文所述的所有檔均藉由引用併入本文，包括任何優先權文件及/或測試程序，前提是其與本文不矛盾。從前文的一般描述及特定實施例中顯而易見的是，儘管已經示出及描述了本揭示案的形式，但是在不脫離本揭示案的精神及範疇的情況下，可進行各種修改。因此，並不意味著本揭示案受此限制。同樣，就美國法律而言，「包括 (comprising)」一詞被視為與「包含 (including)」一詞同義。同樣，每當一個組合物、一個元素或一組元素前面帶有過渡短語「包括」時，應當理解，吾人對組成、元素或多個元素的

敘述之前的過渡短語「基本上由…組成」、「由…組成」、「選自由…組成的群組」或「係」亦考慮相同的元素組成或元素組，反之亦然。

**【0089】** 已經使用一組數值上限及一組數值下限描述了某些實施例及特徵。應當理解，包括任意兩個值的組合的範圍是預期的，例如任意低值與任意高值的組合、任意兩個低值的組合及/或任意兩個高值的組合，除非另有說明。某些下限、上限及範圍出現在以下一或更多項請求項中。

**【符號說明】**

**【0090】**

100 : 方法

110 : 步驟

120 : 步驟

130 : 步驟

140 : 步驟

150 : 步驟

**【生物材料寄存】**

**【0091】** 國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

**【0092】** 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】 一種沉積一氮化矽膜的方法，包括以下步驟：

將一矽氮前驅物及一電漿活化的共反應物引入一處理腔室；

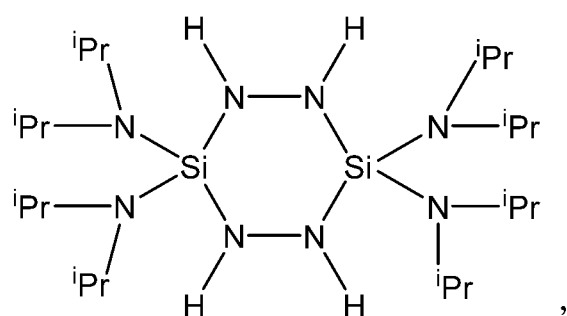
在該處理腔室內產生一電漿；

使該矽氮前驅物與該電漿活化的共反應物在該電漿中反應，以在該處理腔室內的一基板上產生一可流動的氮化矽材料；及

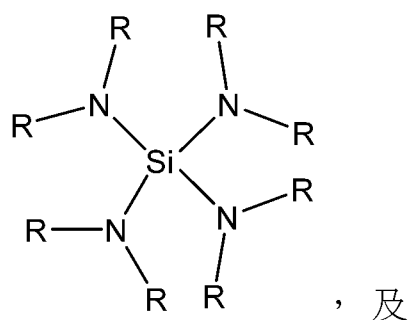
處理該可流動氮化矽材料，以在該基板上產生一固態氮化矽材料，

其中該矽氮前驅物選自由以下各者組成的群組：

具有 N / Si 原子比為 4 及以下化學式之環狀胺基矽烷：



具有 N / Si 原子比為約 4 至約 9 及以下化學式之胺基矽烷：



上述各者的任意組合，其中每個 R 獨立地選自氫、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或上述各者的鹽，或者任意兩個 R 基團連接形成一環狀基團。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之方法，其中：

每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>、SiH<sub>x</sub>、N=C=S、N=C=O 或上述各者的異構體，或者任意兩個 R 基團連接形成一環狀基團；

每個 R' 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> 或上述各者的異構體；且

x 為 1、2 或 3 的一整數。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之方法，其中該電漿活化的共反應物包括氮、氧(O<sub>2</sub>)或氮及氧的一組合。

【請求項 4】 如請求項 3 所述之方法，其中該電漿活化的共反應物進一步包括氫、氮、氮(N<sub>2</sub>)、氫(H<sub>2</sub>)或其任意組合。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之方法，進一步包括以下步驟：

用該可流動氮化矽材料至少部分地填充在該基板中形成的一溝槽；及

固化該可流動氮化矽材料，以在該溝槽中產生該固態氮化矽材料。

【請求項6】 如請求項5所述之方法，其中當固化該可流動氮化矽材料以在該溝槽中產生該固態氮化矽材料時，該可流動氮化矽材料具有約  $10\text{ \AA}$  至約  $500\text{ \AA}$  的一厚度。

【請求項7】 如請求項6所述之方法，進一步包括以下步驟：順序反覆用該可流動氮化矽材料至少部分地填充該溝槽及固化該可流動氮化矽材料，以在該溝槽中產生該固態氮化矽材料之步驟至少1次至約20次。

【請求項8】 如請求項7所述之方法，其中該氮化矽膜包括順序形成在彼此上之複數個固態氮化矽材料層，並且其中該氮化矽膜具有約  $50\text{ \AA}$  至約  $500\text{ \AA}$  的一厚度。

【請求項9】 如請求項1所述之方法，進一步包括以下步驟：

將該可流動氮化矽材料沉積為該基板上之一層；

處理包含該可流動氮化矽材料的該層，以產生一固態氮化矽材料層；且

反覆沉積及處理以產生該氮化矽膜，該氮化矽膜包

括順序形成在彼此上之複數個該等固態氮化矽材料層。

【請求項10】如請求項1所述之方法，其中處理該可流動氮化矽材料以產生該固態氮化矽材料之步驟進一步包括以下步驟：將該可流動氮化矽材料暴露於一熱退火製程、一電漿退火製程或一紫外線退火製程。

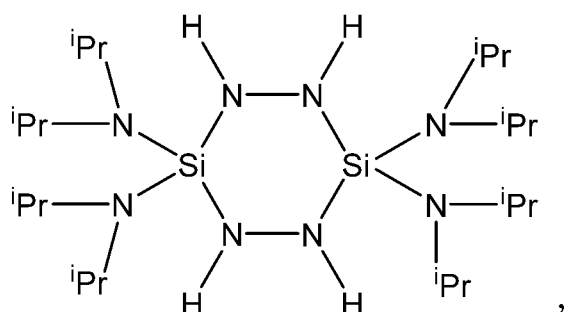
【請求項11】一種沉積一氮化矽膜的方法，包括以下步驟：

於一處理腔室內，將一基板暴露一矽氮前驅物、一電漿活化的共反應物及一電漿，以在該基板上產生一可流動的氮化矽材料；及

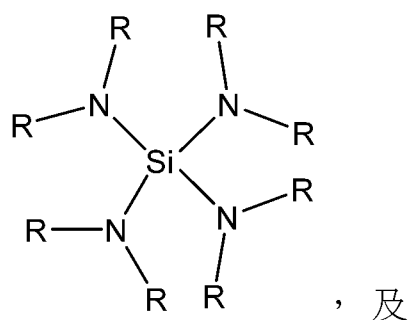
處理該可流動氮化矽材料，以在該基板上產生一固態氮化矽材料，

其中該矽氮前驅物選自由以下各者組成的群組：

具有 N/Si 原子比為 4 及以下化學式之環狀胺基矽烷：



具有 N/Si 原子比為約 4 至約 9 及以下化學式之胺基矽烷：



上述各者的任意組合，其中每個 R 獨立地選自氫、烷基、芳基、胺基、矽基、異氰酸酯、異硫氰酸酯、上述各者的異構體或上述各者的鹽，或者任意兩個 R 基團連接形成一環狀基團。

【請求項 12】一種沉積一氮化矽膜的方法，包括以下步驟：

將一矽氮前驅物及一電漿活化的共反應物引入一處理腔室；

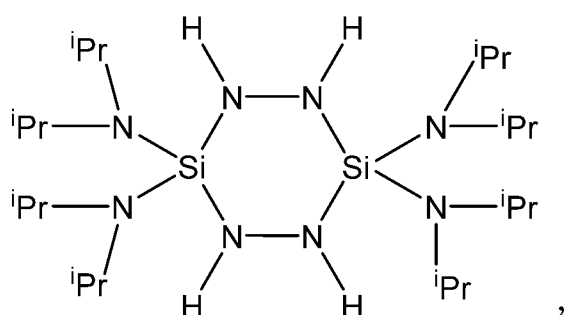
使該矽氮前驅物及該電漿活化的共反應物與一電漿反應，以在該處理腔室內的一基板上產生一可流動的氮化矽材料；

用該可流動氮化矽材料至少部分地填充在該基板中形成的一溝槽；及

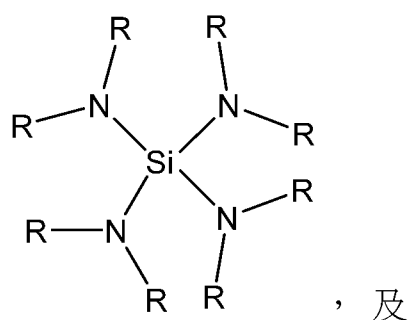
處理該可流動氮化矽材料，以在該溝槽中產生一固態氮化矽材料，

其中該矽氮前驅物選自由以下各者形成的群組：

具有 N/Si 原子比為 4 及以下化學式之環狀胺基矽烷：



具有 N / Si 原子比為約 4 至約 9 及以下化學式之胺基矽烷：



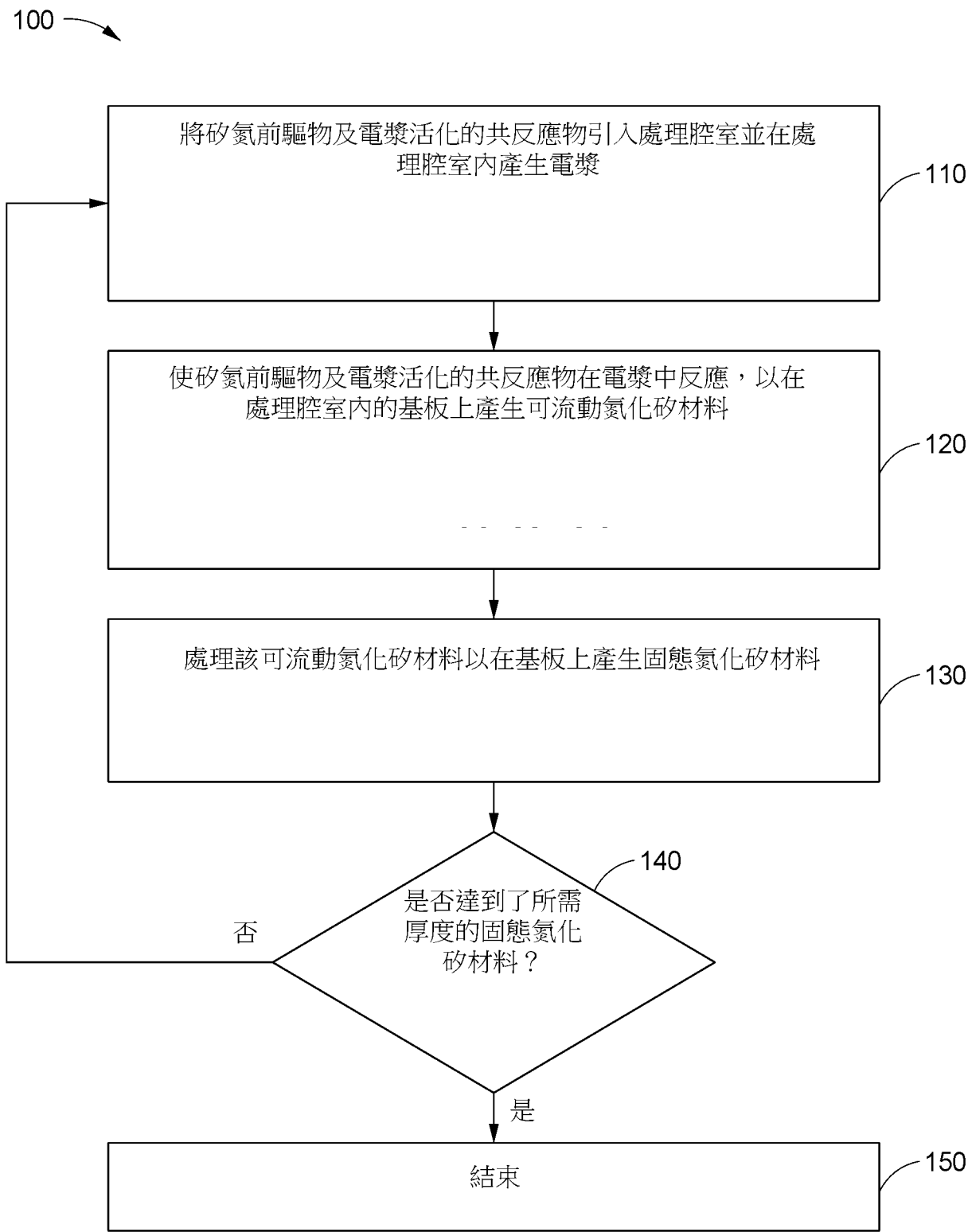
上述各者的任意組合，其中：

每個 R 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>、NR'<sub>2</sub>、SiH<sub>x</sub>、N=C=S、N=C=O 或上述各者的異構體，或者任意兩個 R 基團連接形成一環狀基團；

每個 R' 獨立地選自 H、CH<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> 或上述各者的異構體；且

x 為 1、2 或 3 的一整數。

【發明圖式】



第1圖