



(21)申請案號：109100033

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 02 日

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

C23C16/455 (2006.01)

C23C16/46 (2006.01)

(30)優先權：2019/01/02 美國

62/787,666

(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：楊傳曦 YANG, CHUANXI (CN)；于航 YU, HANG (US)；卡瑪斯 山傑 KAMATH, SANJAY (US)；帕奇 迪尼斯 PADHI, DEENESH (IN)；金弘根 KIM, HONGGUN (KR)；李銀基 LEE, EUHNGI (US)；黃祖濱 HUANG, ZUBIN (CN)；凱德拉雅 狄瓦卡 N KEDLAYA, DIWAKAR N. (US)；程睿 CHENG, RUI (CN)；加納基拉曼 卡希克 JANAKIRAMAN, KARTHIK (IN)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201520358A

TW 201710538A

WO 2013/123143A1

WO 2018/118288A1

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 51 頁

(54)名稱

用於形成具有低漏電流的含矽硼膜之方法

(57)摘要

提供了用於形成氮化矽硼層的方法。方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；加熱保持基板的基座；及將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有矽烷、氨、氦、氮、氬和氫。第二處理氣體的第二股氣流含有乙硼烷和氫。方法還包括以下步驟：與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，並將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層。

Methods for forming the silicon boron nitride layer are provided. The method includes positioning a substrate on a pedestal in a process region within a process chamber, heating a pedestal retaining the substrate, and introducing a first flow of a first process gas and a second flow of a second process gas to the process region. The first flow of the first process gas contains silane, ammonia, helium, nitrogen, argon, and hydrogen. The second flow of the second process gas contains diborane and hydrogen. The method also includes forming a plasma concurrently with the first flow of the first process gas and the second flow of the second process gas to the process region and exposing the substrate to the first process gas, the second process gas, and the plasma to deposit the silicon boron nitride layer on the substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

400:電容器元件

402:介電層

404:氮化物停止層

406:金屬接點

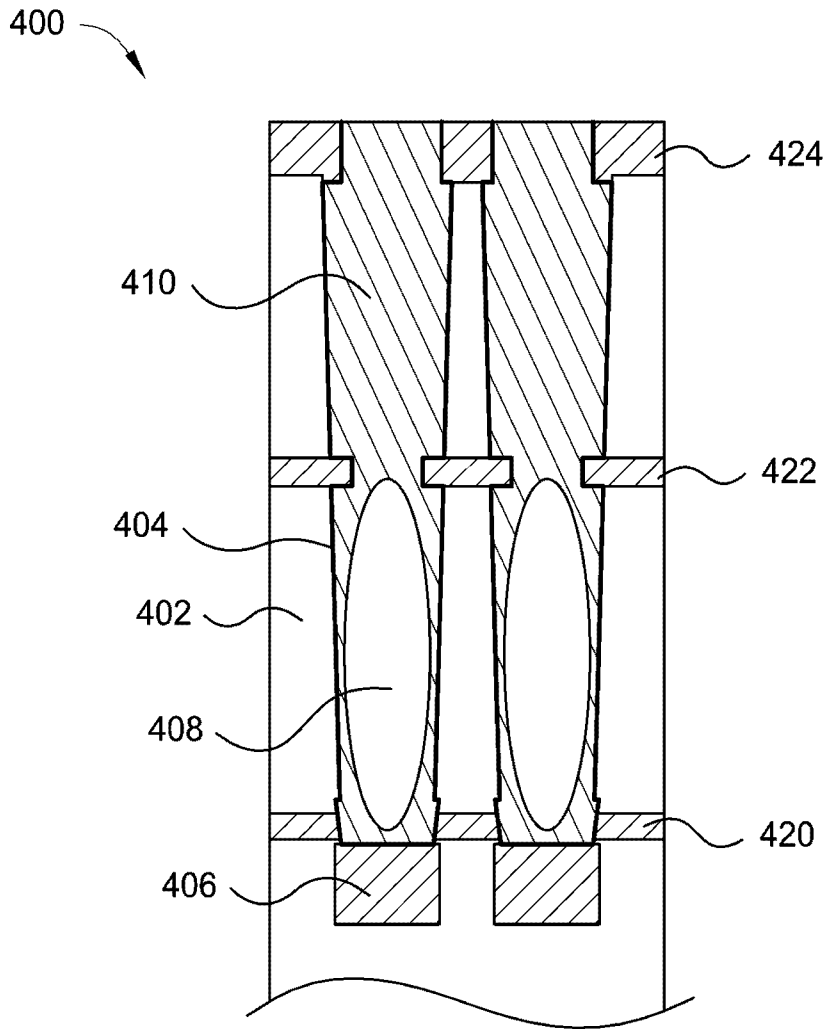
408:空隙

410:氧化物層

420:停止層

422:支撐層

424:



第4圖



I851643

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於形成具有低漏電流的含矽硼膜之方法

【英文發明名稱】METHODS FOR FORMING FILMS CONTAINING SILICON BORON WITH LOW LEAKAGE CURRENT

【中文】

提供了用於形成氮化矽硼層的方法。方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；加熱保持基板的基座；及將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有矽烷、氨、氦、氮、氬和氫。第二處理氣體的第二股氣流含有乙硼烷和氫。方法還包括以下步驟：與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，並將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層。

【英文】

Methods for forming the silicon boron nitride layer are provided. The method includes positioning a substrate on a pedestal in a process region within a process chamber, heating a pedestal retaining the substrate, and introducing a first flow of a first process gas and a second flow of a second process gas to the process region. The first flow of the first process gas contains silane, ammonia, helium, nitrogen, argon, and hydrogen. The second flow of the second process gas contains diborane and hydrogen. The method also includes forming a plasma concurrently with the first flow of the first process gas and the second flow of the second process gas to the process region and

exposing the substrate to the first process gas, the second process gas, and the plasma to deposit the silicon boron nitride layer on the substrate.

【指定代表圖】第（ 4 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 4 0 0 : 電 容 器 元 件
- 4 0 2 : 介 電 層
- 4 0 4 : 氮 化 物 停 止 層
- 4 0 6 : 金 屬 接 點
- 4 0 8 : 空 隙
- 4 1 0 : 氧 化 物 層
- 4 2 0 : 停 止 層
- 4 2 2 : 支 撐 層
- 4 2 4 :

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於形成具有低漏電流的含矽硼膜之方法

【英文發明名稱】METHODS FOR FORMING FILMS CONTAINING SILICON BORON WITH LOW LEAKAGE CURRENT

【技術領域】

【0001】 本揭露書的實施例大體上關於沉積處理，且更具體地關於用於形成含有氮化矽硼（SiBN）的膜的方法。

【先前技術】

【0002】 在半導體製造中，可形成各種元件。這樣的元件包括具有含矽和氮的停止層和支撐層的動態隨機存取記憶體（DRAM）元件。對於許多DRAM元件而言，存在有填充含矽和氮的層以還含有硼的需求。然而，含氮化矽硼的層通常具有不利的熱預算和高的漏電流值。高的熱預算增加了在額外DRAM元件形成處理（諸如濕式蝕刻）期間硼的擴散，從而導致變形，而高的漏電流導致DRAM元件的電容器之間發生電短路。

【0003】 因此，存在有改進的氮化矽硼層和用於形成具有相對較高的硼濃度和相對較低的漏電流的氮化矽硼層的方法的需求。

【發明內容】

【0004】 本揭露書的實施例大體上關於改進的氮化矽硼層及用於形成具有相對較高的硼濃度和相對較低的漏電流的氮化矽硼層的方法。在一些示例中，氮化矽硼層是電容器或其他電子元件內的支撐層及/或停止層。

【0005】 在一個或多個實施例中，提供了一種用於形成氮化矽硼層的方法，且方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；加熱保持基板的基座至約 225 °C 升至約 575 °C 的沉積溫度；及將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 1 sccm 至約 500 sccm 的流率的矽烷、具有約 10 sccm 至約 5,000 sccm 的流率的氮、具有約 500 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氫、具有約 5,000 sccm 至約 25,000 sccm 的流率的氮 (N₂)、具有約 50 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氫和具有約 50 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氫 (H₂)。第二處理氣體的第二股氣流含有約 2 莫耳百分比 (mol%) 至約 15 mol% 的乙硼烷、約 85 mol% 至約 98 mol% 的氫及約 1 sccm 至約 5,000 sccm 的流率。方法還包括以下步驟：與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，並將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層。

【0006】 在其他實施例中，提供了一種用於形成氮化矽硼層的方法，且方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上，並將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有含矽的前驅物、含氮的前驅物、氫和至少兩種選自氫、氮、氫及其任意組合所組成的群組的氣體。第二處理氣體的第二股氣流含有約 2 mol% 至約

15 mol% 的乙硼烷、約85 mol% 至約98 mol% 的氫及約1 sccm 至約5,000 sccm 的流率。方法還包括以下步驟：與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，並將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿以在基板上沉積氮化矽硼層。氮化矽硼層含有約10 原子百分比 (at%) 至約50 at% 的硼、具有約1.05 至約1.5 的氮矽原子比並具有在1.5 MV/cm 時小於 1×10^{-9} A/cm² 的漏電流。

【0007】 在一些實施例中，提供了一種用於形成氮化矽硼層的方法，且方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；將保持基板的基座加熱到約225 °C 至約575 °C；將處理區域保持在約2 Torr 至約8 Torr 的壓力下；及將第一處理氣體的第一股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有具有約1 sccm 至約500 sccm 的流率的矽烷、具有約10 sccm 至約5,000 sccm 的流率的氮、具有約500 sccm 至約20,000 sccm 的流率的氮、具有約5,000 sccm 至約25,000 sccm 的流率的氮、具有約50 sccm 至約10,000 sccm 的流率的氫和具有約50 sccm 至約20,000 sccm 的流率的氫。方法進一步包括以下步驟：中斷第一處理氣體的第一股氣流；與到達處理區域的第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿；及在基板上形成氮化矽硼層。第二處理氣體的第二股氣流具有約1 sccm 至約5,000 sccm 的流率，並含有約2 mol% 至約15 mol% 的乙硼烷和約85 mol% 至約98 mol% 的氫。

【圖式簡單說明】

【0008】 為了可詳細地理解本揭露書的上述特徵的方式，可藉由參考實施例來對上面簡要概述的本揭露書進行更詳細的描述，其中一些實施例顯示在附隨的圖式中。然而，應注意附隨的圖式僅顯示示例性實施例，且因此不應被認為是對其範圍的限制，且可允許其他等效實施例。

【0009】 第1圖描繪了根據於此描述和討論的一個或多個實施例的處理腔室的示意性剖視圖。

【0010】 第2圖描繪了根據於此描述和討論的一個或多個實施例的另一處理腔室的示意性剖視圖。

【0011】 第3圖是根據於此描述和討論的一個或多個實施例的形成氮化矽硼層的方法的流程圖。

【0012】 第4圖描繪了含有氮化矽硼層的電容器元件，其可藉由根據本文描述和討論的一個或多個實施例的方法沉積或以其他方式生產。

【0013】 為促進理解，在可能的情況下使用了相同的元件符號來表示圖式中共有的相同元件。可預期的是，一個實施例的元件和特徵可被有益地併入其他實施例中，而無需進一步敘述。

【實施方式】

【0014】 本揭露書的實施例大體上關於改進的氮化矽硼層和用於形成氮化矽硼層的方法。這些氮化矽硼材料和層具有相對較高的硼濃度和較低的漏電流，以及適用於電子元件（諸如電容器）的其他性質。例如，這裡描述和討論的

氮化矽硼層可用作電容器或其他電子元件內的支撐層及/或停止層。氮化矽硼層可具有約10原子百分比(at%)至約50at%，諸如約20at%至約40at%的硼濃度和在1.5MV/cm時小於 1×10^{-9} A/cm²的漏電流。

【0015】 在一個或多個實施例中，用於形成氮化矽硼層的方法包括以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；將保持基板的基座加熱至沉積溫度；及將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域。在一些實施例中，電漿與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時點燃或以其他方式形成。電漿可在處理腔室的遠端或在處理腔室的原位產生。在電漿增強化學氣相沉積(PE-CVD)處理期間，將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層。

【0016】 在PE-CVD處理期間，將保持設置在其上的基板的基座加熱到約225°C、約250°C、約300°C、約350°C、約400°C或約450°C至約475°C、約500°C、約525°C、約550°C、約560°C、約570°C、約575°C、約580°C或約600°C的沉積溫度。例如，將基板加熱至約225°C至約600°C、約225°C至約575°C、約225°C至約560°C、約225°C至約550°C、約225°C至約500°C、約225°C至約450°C、約225°C至約400°C、約225°C至約350°C、約225°C至約300°C、約350°C至約600°C、約350°C至約575°C、約350°C至約560°C、約350°C至約550°C、約350°C至約500°C、

約 350 °C 至約 450 °C、約 350 °C 至約 400 °C、約 350 °C 至約 375 °C、約 450 °C 至約 600 °C、約 450 °C 至約 575 °C、約 450 °C 至約 560 °C、約 450 °C 至約 550 °C、約 450 °C 至約 500 °C 或約 450 °C 至約 475 °C 的沉積溫度。

【0017】 在 PE-CVD 處理期間，處理區域保持在小於 100 Torr、小於 50 Torr、小於 20 Torr 或小於 10 Torr 的壓力下。將處理區域維持在約 0.5 Torr、約 1 Torr、約 2 Torr、約 3 Torr 或約 4 Torr 至約 5 Torr、約 6 Torr、約 7 Torr、約 8 Torr 或約 9 Torr 的壓力下。例如，將處理區域維持在約 0.5 Torr 至小於 10 Torr、約 2 Torr 至小於 10 Torr、約 2 Torr 至約 8 Torr、約 2 Torr 至約 6 Torr、約 2 Torr 至約 5 Torr、約 2 Torr 至約 4 Torr、約 3 Torr 至小於 10 Torr、約 3 Torr 至約 8 Torr、約 3 Torr 至約 6 Torr、約 3 Torr 至約 5 Torr、約 3 Torr 至約 4 Torr、約 4 Torr 至小於 10 Torr、約 4 Torr 至約 8 Torr、約 4 Torr 至約 6 Torr、或約 4 Torr 至約 5 Torr 的壓力下。

【0018】 基座以一段處理距離定位，處理距離是在 PE-CVD 處理期間在處理腔室內的基座和噴頭之間的距離。處理距離為約 100 密耳（約 2.5 毫米（mm））、約 200 密耳（約 5 mm）、約 300 密耳（約 7.5 mm）或約 400 密耳（約 10 mm）至約 500 密耳（約 12.5 mm）、約 600 密耳（約 15 mm）、約 800 密耳（約 20 mm）、約 1000 密耳（約 25.4 mm）、約 2000 密耳（約 50.8 mm）或約 5,000 密耳（約 127 mm）。例如，處理距離為約 100 密耳至約 5,000

密耳、約100密耳至約2,000密耳、約100密耳至約1,000密耳、約100密耳至約800密耳、約100密耳至約600密耳、約100密耳至約500密耳、約100密耳至約400密耳、約100密耳至約300密耳、約300密耳至約2,000密耳、約300密耳至約1,000密耳、約300密耳至約800密耳、約300密耳至約600密耳、約300密耳至約500密耳或約300密耳至約400密耳。

【0019】 第一處理氣體的第一股氣流含有一種或多種含矽前驅物、一種或多種含氮前驅物、氫 (H_2) 及選自氫、氮、氮 (N_2) 或其任何組合的至少兩種處理氣體或載氣。示例性的含矽前驅物可為或包括矽烷、乙矽烷、三矽烷、四矽烷或其任何組合。示例性的含氮前驅物可為或包括氨、胍、一種或多種烷基胺 (如, 二甲胺) 或其任何組合。在一個或多個示例中, 第一處理氣體含有矽烷、氮、氫 (H_2)、氫、氮和氮 (N_2)。

【0020】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約1 sccm、約5 sccm、約10 sccm、約20 sccm、約30 sccm或約50 sccm至約80 sccm、約100 sccm、約150 sccm、約200 sccm、約250 sccm、約300 sccm、約400 sccm、約500 sccm、約800 sccm、約1,000 sccm、約1,500 sccm或約2,000 sccm的流率的含矽前驅物 (如, 矽烷)。例如, 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約1 sccm至約2,000 sccm、約1 sccm至約1,000 sccm、約1 sccm至約500 sccm、約1 sccm至約250 sccm、約1 sccm至約

100 sccm、約 1 sccm 至約 50 sccm、約 10 sccm 至約 2,000 sccm、約 10 sccm 至約 1,000 sccm、約 10 sccm 至約 500 sccm、約 10 sccm 至約 250 sccm、約 10 sccm 至約 100 sccm、約 10 sccm 至約 50 sccm、約 20 sccm 至約 2,000 sccm、約 20 sccm 至約 1,000 sccm、約 20 sccm 至約 500 sccm、約 20 sccm 約 250 sccm、約 20 sccm 至約 100 sccm 或約 20 sccm 至約 50 sccm 的流率的含矽前驅物（如，矽烷）。

【0021】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 1 sccm、約 10 sccm、約 50 sccm、約 80 sccm、約 100 sccm、約 150 sccm、約 200 sccm、約 250 sccm、約 300 sccm、約 500 sccm 或約 800 sccm 至約 1,000 sccm、約 1,500 sccm、約 2,000 sccm、約 2,500 sccm、約 3,000 sccm、約 4,000 sccm、約 5,000 sccm、約 7,000 sccm、約 8,500 sccm 或約 10,000 sccm 的流率的含氮前驅物（如，氮）。例如，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 1 sccm 至約 10,000 sccm、約 10 sccm 至約 10,000 sccm、約 10 sccm 至約 5,000 sccm、約 10 sccm 至約 4,000 sccm、約 10 sccm 至約 3,000 sccm、約 10 sccm 至約 2,000 sccm、約 10 sccm 至約 1,500 sccm、約 10 sccm 至約 1,000 sccm、約 10 sccm 至約 800 sccm、約 10 sccm 至約 500 sccm、約 10 sccm 至約 300 sccm、約 50 sccm 至約 10,000 sccm、約 50 sccm 至約 5,000 sccm、約 50 sccm 至約 4,000 sccm、約 50 sccm 至

約 3,000 sccm、約 50 sccm 約 2,000 sccm、約 50 sccm 至
約 1,500 sccm、約 50 sccm 至約 1,000 sccm、約 50 sccm
至約 800 sccm、約 50 sccm 至約 500 sccm、約 50 sccm 至
約 300 sccm、約 100 sccm 至約 10,000 sccm、約
100 sccm 至約 5,000 sccm、約 100 sccm 至約
4,000 sccm、約 100 sccm 至約 3,000 sccm 約 100 sccm
至約 2,000 sccm、約 100 sccm 至約 1,500 sccm、約
100 sccm 至約 1,000 sccm、約 100 sccm 至約
800 sccm、約 100 sccm 至約 500 sccm 或約 100 sccm 至約
300 sccm 的流率的含氮前驅物（如，氮）。

【0022】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約
100 sccm、約 500 sccm、約 750 sccm 或約 1,000 sccm
至約 1,500 sccm、約 2,000 sccm、約 5,000 sccm、約
8,000 sccm、約 10,000 sccm、約 15,000 sccm、約
20,000 sccm、約 30,000 sccm、約 40,000 sccm 或約
50,000 sccm 的流率的氮。例如，第一處理氣體的第一股
氣流含有具有約 100 sccm 至約 50,000 sccm、約
500 sccm 至約 50,000 sccm、約 500 sccm 至約
40,000 sccm、約 500 sccm 至約 20,000 sccm、約
500 sccm 至約 15,000 sccm、約 500 sccm 至約
12,000 sccm、約 500 sccm 至約 10,000 sccm、約
500 sccm 至約 8,000 sccm、約 500 sccm 至約
5,000 sccm、約 500 sccm 至約 1,000 sccm、約 750 sccm
至約 50,000 sccm、約 750 sccm 至約 40,000 sccm、約

750 sccm 至約 20,000 sccm、約 750 sccm 至約 15,000 sccm、約 750 sccm 至約 12,000 sccm、約 750 sccm 至約 10,000 sccm、約 750 sccm 至約 8,000 sccm、約 750 sccm 至約 5,000 sccm、約 750 sccm 至約 1,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 50,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 15,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 12,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 10,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 8,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 5,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 3,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 50,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 30,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 22,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 18,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 15,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 12,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 10,000 sccm 或約 5,000 sccm 至約 8,000 sccm 的流率的氮。

【0023】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 100 sccm、約 500 sccm、約 1,000 sccm、約 1,500 sccm、約 2,000 sccm、約 3,500 sccm、約 5,000 sccm、約 8,000 sccm、約 10,000 sccm、約 12,000 sccm 或約 15,000 sccm 至約 18,000 sccm、約 20,000 sccm、約 22,000 sccm、約 25,000 sccm、約

30,000 sccm、約 35,000 sccm、約 40,000 sccm 或約 50,000 sccm 的流率的氮 (N₂)。例如，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 100 sccm 至約 50,000 sccm、約 500 sccm 至約 50,000 sccm、約 500 sccm 至約 40,000 sccm、約 500 sccm 至約 20,000 sccm、約 500 sccm 至約 15,000 sccm、約 500 sccm 至約 12,000 sccm、約 500 sccm 至約 10,000 sccm、約 500 sccm 至約 8,000 sccm、約 500 sccm 至約 5,000 sccm、約 500 sccm 至約 1,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 50,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 30,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 25,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 22,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 1,000 sccm 約 15,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 12,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 10,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 8,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 5,000 sccm、約 1,000 sccm 至約 3,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 50,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 30,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 25,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 22,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 18,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 15,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 12,000 sccm、約 5,000 sccm 至約 10,000 sccm、約 5,000 sccm 至約

8,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 50,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 30,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 25,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 22,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 18,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 15,000 sccm、約 10,000 sccm 至約 12,000 sccm、約 12,000 sccm 約 50,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 40,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 30,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 25,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 22,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 20,000 sccm、約 12,000 sccm 至約 18,000 sccm 或約 12,000 sccm 至約 15,000 sccm 的流率的氮。

【0024】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 50 sccm、約 100 sccm、約 200 sccm、約 300 sccm、約 500 sccm、約 750 sccm、約 1,000 sccm、約 1,500 sccm、約 2,000 sccm、約 3,000 sccm、約 4,000 sccm 或約 5,000 sccm 至約 6,000 sccm、約 7,500 sccm、約 8,000 sccm、約 10,000 sccm、約 12,000 sccm、約 15,000 sccm、約 20,000 sccm、約 30,000 sccm、約 40,000 sccm、或約 50,000 sccm 的流率的氫。例如，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 50 sccm 至約 50,000 sccm、約 50 sccm 至約 30,000 sccm、約 50 sccm 至約 25,000 sccm、約 50 sccm 至約 20,000 sccm、約 50 sccm 至約 15,000 sccm、約

50 sccm 至約 12,000 sccm 、約 50 sccm 至約 10,000 sccm 、約 50 sccm 至約 7,500 sccm 、約 50 sccm 至約 6,000 sccm 、約 50 sccm 至約 5,000 sccm 、約 50 sccm 至約 3,000 sccm 、約 50 sccm 至約 1,000 sccm 、約 200 sccm 至約 50,000 sccm 、約 200 sccm 至約 30,000 sccm 、約 200 sccm 至約 25,000 sccm 、約 200 sccm 至約 20,000 sccm 、約 200 sccm 約 15,000 sccm 、約 200 sccm 至約 12,000 sccm 、約 200 sccm 至約 10,000 sccm 、約 200 sccm 至約 7,500 sccm 、約 200 sccm 至約 6,000 sccm 、約 200 sccm 至約 5,000 sccm 、約 200 sccm 至約 3,000 sccm sccm 、約 200 sccm 至約 1,000 sccm 、約 500 sccm 至約 50,000 sccm 、約 500 sccm 至約 30,000 sccm 、約 500 sccm 至約 25,000 sccm 、約 500 sccm 至約 20,000 sccm 、約 500 sccm 至約 15,000 sccm 、約 500 sccm 至約 12,000 sccm 、約 500 sccm 至約 10,000 sccm 、約 500 sccm 至約 7,500 sccm 、約 500 sccm 至約 6,000 sccm 、約 500 sccm 至約 5,000 sccm 、約 500 sccm 至約 3,000 sccm 或約 500 sccm 至約 1,000 sccm 的流率的氫。

【0025】 第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 50 sccm 、約 100 sccm 、約 200 sccm 、約 300 sccm 、約 500 sccm 、約 750 sccm 、約 1,000 sccm 、約 1,500 sccm 、約 2,000 sccm 、約 3,000 sccm 、約

4,000 sccm 或約 5,000 sccm 至約 6,000 sccm、約 7,500 sccm、約 8,000 sccm、約 10,000 sccm、約 12,000 sccm、約 15,000 sccm、約 20,000 sccm、約 30,000 sccm、約 40,000 sccm 或約 50,000 sccm 的流率的氫 (H_2)。例如，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 50 sccm 至約 50,000 sccm、約 50 sccm 至約 30,000 sccm、約 50 sccm 至約 25,000 sccm、約 50 sccm 至約 20,000 sccm、約 50 sccm 至約 15,000 sccm、約 50 sccm 至約 12,000 sccm、約 50 sccm 至約 10,000 sccm、約 50 sccm 至約 7,500 sccm、約 50 sccm 至約 6,000 sccm、約 50 sccm 至約 5,000 sccm、約 50 sccm 至約 3,000 sccm、約 50 sccm 至約 1,000 sccm、約 200 sccm 至約 50,000 sccm、約 200 sccm 至約 30,000 sccm、約 200 sccm 至約 25,000 sccm、約 200 sccm 至約 20,000 sccm、約 200 sccm 約 15,000 sccm、約 200 sccm 至約 12,000 sccm、約 200 sccm 至約 10,000 sccm、約 200 sccm 至約 7,500 sccm、約 200 sccm 至約 6,000 sccm、約 200 sccm 至約 5,000 sccm、約 200 sccm 至約 3,000 sccm、約 200 sccm 至約 1,000 sccm、約 500 sccm 至約 50,000 sccm、約 500 sccm 至約 30,000 sccm、約 500 sccm 至約 25,000 sccm、約 500 sccm 至約 20,000 sccm、約 500 sccm 至約 15,000 sccm、約 500 sccm 至約 12,000 sccm、約 500 sccm 至約

10,000 sccm、約 500 sccm 至約 7,500 sccm、約 500 sccm 至約 6,000 sccm、約 500 sccm 至約 5,000 sccm、約 500 sccm 至約 3,000 sccm 或約 500 sccm 至約 1,000 sccm 的流率的氫 (H_2)。

【0026】 在一個或多個示例中，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 1 sccm 至約 500 sccm 的流率的矽烷、具有約 10 sccm 至約 5,000 sccm 的流率的氮、具有約 500 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氮、具有約 5,000 sccm 至約 25,000 sccm 的流率的氮 (N_2)、具有約 50 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氫、具有約 50 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氫 (H_2)。在其他示例中，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 10 sccm 至約 250 sccm 的流率的矽烷、具有約 50 sccm 至約 2,000 sccm 的流率的氮、具有約 750 sccm 至約 15,000 sccm 的流率的氮、具有約 10,000 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氮、具有約 200 sccm 至約 7,500 sccm 的流率的氫、具有約 200 sccm 至約 15,000 sccm 的流率的氫。在一些示例中，第一處理氣體的第一股氣流含有具有約 20 sccm 至約 100 sccm 的流率的矽烷、具有約 100 sccm 至約 1,000 sccm 的流率的氮、具有約 1,000 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氮、具有約 12,000 sccm 至約 18,000 sccm 的流率的氮、具有約 500 sccm 至約 5,000 sccm 的流率的氫、具有約 500 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氫。

【0027】 在一個或多個實施例中，第二處理氣體含有一種或多種含硼前驅物（如，乙硼烷）和氫（ H_2 ）。在一些示例中，第二處理氣體含有約 20 mol% 或更少的乙硼烷，且其餘為氫。第二處理氣體含有約 1 莫耳百分比（mol%）、約 2 mol%、約 3 mol%、約 4 mol% 或約 5 mol% 至約 6 mol%、約 8 mol%、約 10 mol%、約 12 mol%、約 15 mol% 或約 20 mol% 的濃度的含硼前驅物（如，乙硼烷）。例如，第二處理氣體含有約 2 mol% 至約 20 mol%、約 2 mol% 至約 15 mol%、約 2 mol% 至約 12 mol%、約 2 mol% 至約 10 mol%、約 2 mol% 至約 8 mol%、約 2 mol% 至約 5 mol%、約 2 mol% 至約 3 mol%、約 3 mol% 至約 20 mol%、約 3 mol% 至約 15 mol%、約 3 mol% 至約 12 mol%、約 3 mol% 至約 10 mol%、約 3 mol% 至約 8 mol%、約 3 mol% 至約 5 mol%、約 5 mol% 至約 20 mol%、約 5 mol% 至約 15 mol%、約 5 mol% 至約 12 mol%、約 5 mol% 至約 10 mol% 或約 5 mol% 至約 8 mol% 的濃度的含硼前驅物（如，乙硼烷）。

【0028】 第二處理氣體含有約 80 mol%、約 85 mol%、約 88 mol%、約 90 mol%、約 92 mol%、約 94 mol% 或約 95 mol% 至約 96 mol%、約 97 mol%、約 98 mol% 或約 99 mol% 的濃度的氫（ H_2 ）。例如，第二處理氣體含有約 80 mol% 至約 99 mol%、約 80 mol% 至約 95 mol%、約 80 mol% 至約 92 mol%、約 80 mol% 至約 90 mol%、約 80 mol% 至約 88 mol%、約 80 mol% 至約 85 mol%、約

85 mol% 至約 99 mol%、約 85 mol% 至約 98 mol%、約 85 mol% 至約 95 mol%、約 85 mol% 至約 92 mol%、約 85 mol% 至約 90 mol%、約 85 mol% 至約 88 mol%、約 88 mol% 至約 97 mol%、約 90 mol% 至約 99 mol%、約 90 mol% 至約 95 mol%、約 90 mol% 至約 92 mol% 或約 95 mol% 至約 99 mol% 的濃度的氫。

【0029】 在一個或多個示例中，第二處理氣體的第二股氣流具有約 1 sccm、約 5 sccm、約 10 sccm、約 20 sccm、約 35 sccm、約 50 sccm、約 65 sccm、約 80 sccm、或約 100 sccm 至約 150 sccm、約 200 sccm、約 300 sccm、約 500 sccm、約 800 sccm、約 1,000 sccm、約 1,500 sccm、約 2,000 sccm、約 3,000 sccm、約 4,000 sccm 或約 5,000 sccm 的流率。例如，第二處理氣體的第二股氣流具有約 1 sccm 至約 5,000 sccm、約 1 sccm 至約 3,000 sccm、約 1 sccm 至約 2,000 sccm、約 1 sccm 至約 1,000 sccm、約 1 sccm 至約 500 sccm、約 1 sccm 至約 300 sccm、約 1 sccm 至約 200 sccm、約 1 sccm 至約 100 sccm、約 1 sccm 至約 50 sccm、約 5 sccm 至約 5,000 sccm、約 5 sccm 至約 3,000 sccm、約 5 sccm 至約 2,000 sccm、約 5 sccm 至約 1,000 sccm、約 5 sccm 至約 500 sccm、約 5 sccm 至約 300 sccm、約 5 sccm 至約 200 sccm、約 5 sccm 至約 100 sccm、約 5 sccm 至約 50 sccm、約 10 sccm 至約 5,000 sccm、約 10 sccm 至約 3,000 sccm、約 10 sccm 至約 2,000 sccm、約 10 sccm 至

約 1,000 sccm、約 10 sccm 至約 500 sccm、約 10 sccm 至約 300 sccm、約 10 sccm 至約 200 sccm、約 10 sccm 至約 100 sccm 或約 10 sccm 至約 50 sccm 的流率。

【0030】 在一個或多個示例中，第二處理氣體含有約 2 mol% 至約 15 mol% 的乙硼烷和約 85 mol% 至約 98 mol% 的氫，並具有約 1 sccm 至約 5,000 sccm 的流率。在其他示例中，第二處理氣體含有約 3 mol% 至約 12 mol% 的乙硼烷和約 88 mol% 至約 97 mol% 的氫，並具有約 5 sccm 至約 2,000 sccm 的流率。在一些示例中，第二處理氣體含有約 5 mol% 至約 10 mol% 的乙硼烷和約 90 mol% 至約 95 mol% 的氫，並具有約 10 sccm 至約 1,000 sccm 的流率。

氮化矽層或材料的特性

【0031】 氮化矽硼層含有至少硼、矽、氮和氫。在一些示例中，氮化矽硼層含有比矽更多的氮，比硼多的矽及比氫多的硼。在一個或多個實施例中，氮化矽硼層可具有約 10 原子百分比 (at%)、約 12 at%、約 15 at% 或約 18 at% 至約 20 at%、約 22 at%、約 25 at%、約 28 at%、約 30 at%、約 35 at%、約 40 at%、約 45 at% 或約 50 at% 的硼濃度。例如、氮化矽硼層可具有約 10 at% 至約 50 at%、約 10 at% 至約 45 at%、約 10 at% 至約 40 at%、約 10 at% 至約 35 at%、約 10 at% 至約 30 at%、約 10 at% 至約 28 at%、約 10 at% 至約 25 at%、約 10 at% 至約 22 at%、約 10 at% 至約 20 at%、約 10 at% 至約 18 at%、約 12 at% 至約 45 at%、

約 12 at% 至約 40 at%、約 12 at% 至約 30 at%、約 15 at% 至約 50 at%、約 15 at% 至約 45 at%、約 15 at% 至約 40 at%、約 15 at% 至約 35 at%、約 15 at% 至約 30 at%、約 15 at% 至約 28 at%、約 15 at% 至約 25 at%、約 15 at% 至約 22 at%、約 15 at% 至約 20 at%、約 15 at% 至約 18 at%、約 20 at% 至約 50 at%、約 20 at% 至約 45 at%、約 20 at% 至約 40 at%、約 20 at% 至約 35 at%、約 20 at% 至約 30 at%、約 20 at% 至約 28 at%、約 20 at% 至約 25 at% 或約 20 at% 至 a b 出 22 at% 的硼濃度。

【0032】 氮化矽硼層可具有約 1 at%、約 2 at%、約 3 at%、約 4 at%、約 5 at% 或約 6 at% 至約 7 at%、約 8 at%、約 10 at%、約 12 at%、約 15 at%、約 18 at% 或約 20 at% 的氮濃度。例如，氮化矽硼層可具有約 1 at% 至約 20 at%、約 1 at% 至約 15 at%、約 2 at% 至約 15 at%、約 3 at% 至約 15 at%、約 5 at% 至約 15 at%、約 6 at% 至約 15 at%、約 8 at% 至約 15 at%、約 10 at% 至約 15 at%、約 12 at% 至約 15 at%、約 1 at% 至約 10 at%、約 2 at% 至約 10 at%、約 3 at% 至約 10 at%、約 5 at% 至約 10 at%、約 6 at% 至約 10 at%、或約 8 at% 至約 10 at% 的氮濃度。

【0033】 氮化矽硼層可具有約 20 at%、約 22 at%、約 25 at%、約 28 at% 或約 30 at% 到約 32 at%、約 35 at%、約 38 at%、約 40 at%、約 42 at%、約 45 at%、約 48 at% 或約 50 at% 的氮濃度。例如，氮化矽硼層可具有約 20 at% 至約 50 at%、約 20 at% 至約 40 at%、約 20 at% 至約

35 at%、約 20 at% 至約 30 at%、約 20 at% 至約 25 at%、約 25 at% 至約 50 at%、約 25 at% 至約 40 at%、約 25 at% 至約 35 at%、約 25 at% 至約 30 at%、約 25 at% 至約 28 at%、約 30 at% 至約 50 at%、約 30 at% 至約 40 at%、約 30 at% 至約 35 at% 或約 30 at% 約 32 at% 的氮濃度。

【0034】 氮化矽硼層可具有約 18 at%、約 20 at%、約 22 at%、約 25 at%、約 28 at% 或約 30 at% 至約 32 at%、約 35 at%、約 38 at%、約 40 at%、約 42 at% 或約 45 at% 的矽濃度。例如，氮化矽硼層可具有約 18 at% 至約 45 at%、約 18 at% 至約 40 at%、約 18 at% 至約 35 at%、約 18 at% 至約 30 at%、約 18 at% 至約 25 at%、約 25 at% 至約 45 at%、約 25 at% 至約 40 at%、約 25 at% 至約 35 at%、約 25 at% 至約 30 at%、約 25 at% 至約 28 at%、約 30 at% 至約 45 at%、約 30 at% 至約 40 at%、約 30 at% 至約 35 at%、約 30 at% 至約 32 at%、約 28 at% 至約 40 at%、約 28 at% 至約 35 at% 或約 28 at% 至約 32 at% 的矽濃度。

【0035】 在一個或多個實施例中，氮化矽硼層具有大於 1 的氮與矽的原子比。氮化矽硼層具有約 1.05、約 1.1、約 1.15 或約 1.2 至約 1.25、約 1.3、約 1.35、約 1.4、約 1.45 或約 1.5 的氮與矽的原子比。例如，氮化矽硼層具有約 1.05 至約 1.5、約 1.05 至約 1.4、約 1.05 至約 1.35、約 1.05 至約 1.3、約 1.05 至約 1.25、約 1.05 至約 1.2、約 1.05 至約 1.1、約 1.1 至約 1.5、約 1.1 至約 1.4、約 1.1 至約

1.35、約1.1至約1.3、約1.1至約1.25、約1.1至約1.2、約1.15至約1.5、約1.15至約1.4、約1.15至約1.35、約1.15至約1.3、約1.15至約1.25或約1.15至約1.2的氮與矽的原子比。在一些實施例中，氮化矽硼層含有約60 at%至約80 at%的鍵結至矽的硼和約20 at%至約40 at%的鍵結至氮的硼。

【0036】 在一個或多個實施例中，氮化矽硼層在1.5 MV/cm時具有小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。氮化矽硼層具有在1.5 MV/cm時的約 $5 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 、約 $6 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 、約 $8 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 、約 $9 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 或約 $1 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 至在1.5 MV/cm時的約 $2 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 、約 $6 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 、約 $7.5 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 、約 $8 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 或約 $9.9 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。在一些示例中，氮化矽硼層具有在1.5 MV/cm時的約 $5 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 至約 $9.9 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 或在1.5 MV/cm時的約 $1 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 至約 $7 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0037】 在一個或多個示例中，氮化矽硼層含有約10 at%至約50 at%的硼，具有約1.05至約1.5的氮與矽的原子比，並具有在1.5 MV/cm時的小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。在其他示例中，氮化矽硼層含有約20 at%至約35 at%的硼，具有約1.1至約1.4的氮與矽的原子比，並具有在1.5 MV/cm時的約 $5 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 至約為 $9.9 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0038】 氮化矽硼層具有約 50 Å、約 80 Å、約 100 Å、約 120 Å 或約 150 Å 到約 180 Å、約 200 Å、約 250 Å、約 300 Å、約 400 Å、約 500 Å、約 600 Å、約 700 Å、約 800 Å 或約 1,000 Å 的厚度。例如，氮化矽硼層具有約 50 Å 至約 1000 Å、約 50 Å 至約 800 Å、約 50 Å 至約 600 Å、約 50 Å 至約 500 Å、約 50 Å 至約 400 Å、約 50 Å 到約 300 Å、約 50 Å 到約 200 Å、約 50 Å 到約 150 Å、約 50 Å 到約 100 Å、約 50 Å 到約 80 Å、約 80 Å 到約 1,000 Å、約 80 Å 到約 800 Å、約 80 Å 到約 600 Å、約 80 Å 到約 500 Å、約 80 Å 到約 400 Å、約 80 Å 到約 300 Å、約 80 Å 到約 200 Å、約 80 Å 至約 150 Å、約 80 Å 至約 100 Å、約 100 Å 至約 1000 Å、約 100 Å 至約 800 Å、約 100 Å 至約 600 Å、約 100 Å 至約 500 Å、約 100 Å 至約 400 Å、約 100 Å 至約 300 Å、約 100 Å 至約 200 Å、或約 100 Å 至約 150 Å 的厚度。

【0039】 在一些示例中，氮化矽硼層是停止層，並具有約 50 Å、約 80 Å、約 100 Å、約 120 Å 或約 150 Å 到約 180 Å，約 200 Å、約 250 Å、或約 300 Å 的厚度。例如，停止層含有氮化矽硼，並具有約 50 Å 至約 300 Å、約 100 Å 至約 200 Å、或約 125 Å 至約 175 Å 的厚度。在其他示例中，氮化矽硼層是支撐層，並具有約 100 Å、約 120 Å、約 150 Å、約 180 Å 或約 200 Å 至約 220 Å、約 250 Å、約 280 Å、約 300 Å、約 350 Å、約 400 Å、約 450 Å、約 500 Å 或約 600 Å 的厚度。例如，支撐層含有氮化矽硼，並具有約 100 Å 到約 600 Å、約 300 Å 到約 500 Å 或約 350 Å 到約 450 Å 的厚度。

【0040】 第 1 圖是在用於形成氮化矽硼材料和層的一種或多種方法期間利用的處理腔室 100（諸如 PE-CVD 腔室）的示意性剖視圖。處理腔室 100 包括：腔室主體 102 及輸入歧管 106，腔室主體 102 耦合真空泵 104，輸入歧管 106 耦合到第一氣體源 108 和第二氣體源 110。腔室主體 102 界定或以其他方式含有處理區域 112，處理區域 112 包括設置在其中的基座 114，以支撐基板 101。基座 114 包括加熱元件（未顯示）和將基板 101 保持在基座 114 上的機構（未顯示），諸如靜電吸盤、真空吸盤、基板保持夾或類似者。基座 114 藉由連接至升降腔室（未顯示）的桿 116 而耦接至並且可移動地設置在處理區域 112 中，升降腔室使基座 114 在升高的處理位置和降低的位置之間移動，降低的位置促進將基板 101 通過腔室主體 102 的開口 118 而傳送進出處理腔室 100。

【0041】 第一股氣流控制器 120（諸如質流控制（MFC）裝置）設置在第一氣體源 108 和輸入歧管 106 之間，以控制第一處理氣體從第一氣體源 108 到噴頭組件 124 的第一股氣流，用於在處理區域 112 上分配第一處理氣體。噴頭組件可包括面板 121、擋板 123 和氣體箱 125，如第 1 圖所描繪。第一處理氣體和第二處理氣體可通過輸入歧管 106 單獨地維護，且隨後在氣體箱 125 的正上游合併。

【0042】 在一個或多個示例中，第一處理氣體經過管線 131 的第一股氣流從第一氣體源 108 通過輸入歧管 106 傳送，第二處理氣體經過管線 133 的第二股氣流從第二氣體源 110

通過輸入歧管 106 傳送，且第一處理氣體經過管線 131 的第一股氣流和第二處理氣體經過管線 133 的第二股氣流合併在一起，以在被引入到氣體箱 125 中並最終進入處理區域 112 中之前產生第三處理氣體經過管線 135 的第三股氣流。

【0043】 第三處理氣體經過管線 135 的第三股氣流可保持在足夠低的溫度下，以防止一些前驅物（如乙硼烷、矽烷及 / 或氮）在管線中反應並在整個噴頭組件 124、處理區域 112 及 / 或基板 101 上引起粉塵或產生顆粒。在一些示例中，第三處理氣體經過管線 135 的第三股氣流保持在小於 165 °C 的溫度下、諸如約 20 °C、約 25 °C、約 35 °C、約 50 °C、約 65 °C、約 90 °C 或約 100 °C 至約 110 °C、約 125 °C、約 135 °C、約 150 °C、約 160 °C 或約 164 °C。例如，第三處理氣體經過管線 135 的第三股氣流保持在約 20 °C 至小於 165 °C、約 50 °C 至小於 165 °C、約 75 °C 至小於 165 °C、約 90 °C 至小於 165 °C、約 100 °C 至小於 165 °C、約 120 °C 至小於 165 °C、約 150 °C 至小於 165 °C、約 20 °C 至約 160 °C、約 50 °C 至約 160 °C、約 75 °C 至約 160 °C、約 90 °C 至約 160 °C、約 100 °C 至約 160 °C、約 120 °C 至約 160 °C、約 150 °C 至約 160 °C、約 20 °C 至約 140 °C、約 50 °C 至約 140 °C、約 75 °C 至約 140 °C、約 90 °C 至約 140 °C、約 100 °C 至約 140 °C 或約 120 °C 至約 140 °C 的溫度下。

【0044】 根據可與於此描述的其他實施例組合的一個或多個實施例，第一處理氣體包括至少一種或多種含矽前驅物、一種或多種含氮前驅物及一種或多種載氣及 / 或處理氣

體（如，氦、氬、氫及/或氮）。例如，第一處理氣體包括矽烷（ SiH_4 ）、氮（ NH_3 ）、氦（ He ）、氮（ N_2 ）、氬（ Ar ）和氫（ H_2 ）。第二控制器122設置在第二氣體源110和輸入歧管106之間，以控制第二處理氣體從第二氣體源110到噴頭組件124的第二股氣流，用於將第二處理氣體分配到整個處理區域112。根據可與於此描述的其他實施例組合的一個或多個實施例，第二處理氣體包括至少一種或多種含硼前驅物和氫氣，諸如乙硼烷（ B_2H_6 ）和氫（ H_2 ）的混合物。

【0045】 噴頭組件124耦合到遠端電漿系統（RPS）105並與之流體連通。RPS 105可用以在處理區域112中由處理區域112中的第一和第二處理氣體形成電漿。112。在一些示例中，在設置在腔室主體102外側的RPS 105中點燃或以其他方式產生電漿。將電漿傳送或以其他方式引入處理區域112中，同時將氮化矽硼層沉積在基板101上。

【0046】 第三氣體源128可耦接至腔室主體102，用於提供附加的處理氣體（如，氬、氦、氮或它們的組合）以控制處理區域112內的壓力。控制器130耦接至處理腔室100，並配置成在沉積處理或其他處理期間控制處理腔室100的處理條件。

【0047】 第2圖是用於形成氮化矽硼層的方法的處理腔室200（諸如PE-CVD腔室）的示意性剖視圖，如於此由其他實施例所描述和討論的。處理腔室200包括腔室主體102及歧管106，腔室主體102耦接真空泵104，歧管106耦接

至第一氣體源108和第二氣體源110。腔室主體102界定或以其他方式含有處理區域112，處理區域112包括設置在其中的基座114，以支撐基板101。基座114包括加熱元件（未顯示）和將基板101保持在基座114上的機構（未顯示），諸如靜電吸盤、真空吸盤，基板保持夾或類似者。基座114藉由連接至升降腔室（未顯示）的桿116而耦接並且可移動地設置在處理區域112中，升降腔室使基座114在升高的處理位置和降低的位置之間移動，降低的位置促進將基板101通過腔室主體102的開口118而傳送進出處理腔室200。

【0048】 第一股氣流控制器120（諸如質流控制（MFC）元件）設置在第一氣體源108和輸入歧管106之間，以控制第一處理氣體從第一氣體源108到噴頭組件124的第一股氣流，用於在處理區域112上分配第一處理氣體。根據可與於此描述的其他實施例組合的一個或多個實施例，第一處理氣體包括至少矽烷（ SiH_4 ）、氨（ NH_3 ）、氦（ He ）、氮（ N_2 ）、氬（ Ar ）和氫（ H_2 ）。第二控制器122設置在第二氣體源110和輸入歧管106之間，以控制第二處理氣體從第二氣體源110到噴頭組件124的第二股氣流，用於將第二處理氣體分配到整個處理區域112。根據可與於此描述的其他實施例組合的一個或多個實施例，第二處理氣體包括至少乙硼烷（ B_2H_6 ）和氫（ H_2 ）。噴頭組件124耦合到射頻（RF）功率源126，用於從處理區域112中的第一和第二處理氣體在處理區域112中形成電漿。第三氣體源128

可耦合到腔室主體102，用於提供附加的處理氣體（如，氫、氮、氬或它們的組合），以控制處理區域112內的壓力。控制器130耦接至處理腔室200，並配置成在處理期間控制處理腔室200的各個方面。

【0049】 第3圖是形成氮化矽硼層的方法300的流程圖。為促進說明，將參照第1和2圖來描述第3圖。然而，應注意可將除了處理腔室100和200之外的腔室與方法300結合利用。在操作301處，將基板101放置於處理腔室100、200的處理區域112中。基板101以約100密耳（約2.5毫米（mm））至約5,000密耳（約127mm）或約200密耳（約5mm）至約1,000密耳（約25.4mm）的處理距離放置在基座114和噴頭組件124之間。在操作302處，將處理區域112加熱到約575°C或更低的沉積溫度。在方法300期間保持沉積溫度。根據可與於此描述的其他實施例結合的實施例，藉由加熱基座114獲得約550°C或更低的沉積溫度的處理區域112。例如，沉積溫度為約225°C至約575°C。在方法300期間的處理區域112保持在約2 Torr至約8 Torr或約3 Torr至約6 Torr的壓力下。

【0050】 在操作303處，將第一處理氣體的第一股氣流提供至處理區域112。第一處理氣體的第一股氣流包括約0 sccm至約2,000 sccm或約1 sccm至約500 sccm的矽烷、約0 sccm至約1,000 sccm或約10 sccm至約5,000 sccm的氮、約0 sccm至約50,000 sccm或約500 sccm至約20,000 sccm的氬、約0 sccm至約

50,000 sccm 或約 5,000 sccm 到約 25,000 sccm 的氮 (N_2)、約 0 sccm 至約 50,000 sccm 或約 50 sccm 至約 10,000 sccm 的氫、約 0 sccm 至約 50,000 sccm 或約 50 sccm 至約 20,000 sccm 的氫 (H_2)。在操作 304 處，中斷第一處理氣體的第一股氣流。在操作 305 處，與提供到達處理區域 112 的第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿。根據可與於此描述的其他實施例結合的實施例，電漿藉由處理腔室 100 中的 RPS 105 或從 RF 功率源 126 提供給處理腔室 200 中的噴頭組件 124 的 RF 功率源而在處理區域中引入及/或產生。第二種處理氣體的第二股氣流包括約 0 sccm 至約 10,000 sccm 或約 1 sccm 約 5,000 sccm 的第二處理氣體。第二處理氣體的約 2 mol% 至約 15 mol% 是乙硼烷，且其餘為氫 (H_2)。方法 300 形成具有約 10 at% 至約 50 at% 或約 10 at% 至約 20 at% 的硼濃度的氮化矽硼層，且在 1.5 MV/cm 時的漏電流小於 $1 \times 10^{-9} A/cm^2$ 。

【0051】 第 4 圖描繪了含有一個或多個氮化矽硼層或材料的電容器元件 400，一個或多個氮化矽硼層或材料可藉由根據在此描述和討論的一個或多個實施例的方法沉積或以其他方式產生在基板上。電容器元件 400 形成在設置在基板上的介電層 402 中。介電層 402 可為或包括一種或多種介電材料，諸如矽（如，非晶矽）。氮化物停止層 404 設置在形成在介電層 402 內的通孔的壁上，且設置在金屬接點 406 上。氮化物停止層 404 含有一種或多種金屬氮化物材料，諸如氮化鈦、氮化鋁、氮化鎢、其矽化物、其摻雜劑

或它們的任何組合。金屬接點406含有銅、鎢、鋁、鉻、鈷、其合金或它們的任何組合。氧化物層410被含有在氮化物停止層404內並含有由氧化物層410界定或以其他方式形成在氧化物層410中的一個或多個孔或空隙408。氧化物層可為或包括氧化矽或其摻雜劑。含有氮化矽硼的停止層420可設置在電容器元件400的下部部分中，含有氮化矽硼的支撐層422可設置在電容器元件400的中間部分中，含有氮化矽硼的支撐層424可設置在電容器元件400的上部部分中，如第4圖所描繪。

【0052】 在一個或多個實施例中，用於形成氮化矽硼層的方法包括：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；及將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流氣體引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有一種或多種含矽前驅物、一種或多種含氮前驅物、氫（ H_2 ）及選自氫、氮、氮（ N_2 ）或其任意組合的至少兩種氣體。方法還包括與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，及將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿以在基板上沉積氮化矽硼層。

【0053】 在其他實施例中，用於形成氮化矽硼層的方法包括：在處理腔室內的處理區域中將基板放置在基座上；將保持基板的基座加熱到沉積溫度；將處理區域保持在如上描述和討論的處理壓力下；及將第一處理氣體的第一股氣流引入處理區域。第一處理氣體的第一股氣流含有一個或

多個含矽前驅物、一個或多個含氮前驅物、氮、氫 (N_2)、氫和氫 (H_2)。方法進一步包括：中斷第一處理氣體的第一股氣流；與到達處理區域的含有一種或多種含硼前驅物和氫 (H_2) 的第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿；及在基板上形成氮化矽硼層。

【0054】 綜上所述，提供了在 1.5 MV/cm 時形成具有約 20 at\% 至約 40 at\% 的硼濃度和小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流的氮化矽硼層的方法。氫氣的利用允許形成富氮、富矽和富硼層。氫氣會破壞 Si-H 鍵以移除層內氫並產生懸空鍵，而處理氣體與基板的活性表面（如，懸空鍵）發生反應以形成 Si-Si 鍵、 Si-N 鍵和 Si-B 鍵。

【0055】 本揭露書的實施例進一步關於以下段落 1-35 的任一個或多個：

【0056】 1. 一種形成氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；將保持基板的基座加熱到約 225°C 至約 575°C 的沉積溫度；將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域，其中：第一處理氣體的第一股氣流包含：具有約 1 sccm 至約 500 sccm 的流率的矽烷、具有約 10 sccm 至約 $5,000 \text{ sccm}$ 的流率的氮、具有約 500 sccm 至約 $20,000 \text{ sccm}$ 的流率的氮、具有約 $5,000 \text{ sccm}$ 至約 $25,000 \text{ sccm}$ 的流率的氮 (N_2)、具有約 50 sccm 至約 $10,000 \text{ sccm}$ 的流率的氫、具有約 50 sccm 至約 $20,000 \text{ sccm}$ 的流率的氫 (H_2)，且第二處理氣體的第二

股氣流包含：約2莫耳百分比（mol%）至約15mol%的乙硼烷、約85mol%至約98mol%的氫（H₂）和約1sccm至約5,000sccm的流率；與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿；及將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層。

【0057】 2. 一種形成氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；將第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流引入處理區域，其中：第一處理氣體的第一股氣流包含含矽前驅物、含氮前驅物、氫（H₂）及選自氫、氮、氮（N₂）及其任意組合所組成的群組的至少兩種氣體，且第二處理氣體的第二股氣流包含：約2莫耳百分比（mol%）至約15mol%的乙硼烷、約85mol%至約98mol%的氫（H₂）和約1sccm至約5,000sccm的流率；與到達處理區域的第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿；及將基板曝露於第一處理氣體、第二處理氣體和電漿，以在基板上沉積氮化矽硼層，其中氮化矽硼層包含約10原子百分比（at%）至約50at%的硼，其中氮化矽硼層具有約1.05至約1.5的氮與矽的原子比，且其中氮化矽硼層在1.5MV/cm時具有小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0058】 3. 一種形成氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：將基板放置在處理腔室內的處理區域中的基座上；將保持

基板的基座加熱到約 225°C 至約 575°C 的沉積溫度；將處理區域保持在約 2 Torr 至約 8 Torr 的壓力下；將第一處理氣體的第一股氣流引入處理區域，其中第一處理氣體的第一股氣流包含：具有約 1 sccm 至約 500 sccm 的流率的矽烷、具有約 10 sccm 至約 $5,000\text{ sccm}$ 的流率的氨、具有約 500 sccm 至約 $20,000\text{ sccm}$ 的流率的氮、具有約 $5,000\text{ sccm}$ 至約 $25,000\text{ sccm}$ 的流率的氮(N_2)、具有約 50 sccm 至約 $10,000\text{ sccm}$ 的流率的氫及具有約 50 sccm 至約 $20,000\text{ sccm}$ 的流率的氫(H_2)；中斷第一處理氣體的第一股氣流；與到達處理區域的第二處理氣體的第二股氣流同時形成電漿，其中第二處理氣體的第二股氣流具有約 1 sccm 至約 $5,000\text{ sccm}$ 的流率，並包含約 2 莫耳百分比($\text{mol}\%$)到約 $15\text{ mol}\%$ 的乙硼烷和約 $85\text{ mol}\%$ 至約 $98\text{ mol}\%$ 的氫(H_2)；及在基板上形成氮化矽硼層。

【0059】 4. 根據段落1-3的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 10 原子百分比($\text{at}\%$)至約 $50\text{ at}\%$ 的硼。

【0060】 5. 根據段落1-4的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 $10\text{ at}\%$ 至約 $20\text{ at}\%$ 的硼。

【0061】 6. 根據段落1-5的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 $20\text{ at}\%$ 至約 $30\text{ at}\%$ 的硼。

【0062】 7. 根據段落1-6的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 $15\text{ at}\%$ 至約 $30\text{ at}\%$ 的硼。

【0063】 8. 根據段落1-7的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 $15\text{ at}\%$ 至約 $20\text{ at}\%$ 的硼。

【0064】 9. 根據段落 1 - 8 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層具有約 1.05 至約 1.5 的氮與矽的原子比。

【0065】 10. 根據段落 1 - 9 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層具有約 1.1 至約 1.4 的氮與矽的原子比。

【0066】 11. 根據段落 1 - 10 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層具有約 1.15 至約 1.35 的氮與矽的原子比。

【0067】 12. 根據段落 1 - 11 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 5 at % 至約 15 at % 的氮。

【0068】 13. 根據段落 1 - 12 的任一段落所述的方法，其中在 1.5 MV/cm 時，氮化矽硼層具有小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0069】 14. 根據段落 1 - 13 的任一段落所述的方法，其中在 1.5 MV/cm² 時，氮化矽硼層具有約 $5 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 至約 $9.9 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0070】 15. 根據段落 1 - 14 的任一段落所述的方法，其中在 1.5 MV/cm 時，氮化矽硼層具有約 $1 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 至約 $7 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的漏電流。

【0071】 根據段落 1 - 15 的任一段落的方法，其中氮化矽硼層包含：約 60 at % 至約 80 at % 的鍵結至矽的硼；及約 20 at % 至約 40 at % 的鍵結至氮的硼。

【0072】 17. 根據段落 1 - 16 的任一段落所述的方法，其中沉積溫度為約 350 °C 至約 560 °C。

【0073】 18. 根據段落 1 - 17 的任一段落所述的方法，其中沉積溫度為約 450 °C 至約 550 °C。

【0074】 19. 根據段落 1-18 的任一段落所述的方法，其中第一處理氣體的第一股氣流和第二處理氣體的第二股氣流在被引入處理區域之前合併以產生第三處理氣體的第三股氣流。

【0075】 20. 根據段落 1-19 的任一段落所述的方法，其中第三處理氣體的第三股氣流被保持在約 20 °C 至小於 165 °C 的溫度。

【0076】 21. 根據段落 1-20 的任一段落所述的方法，其中第一處理氣體的第一股氣流包含：具有約 10 sccm 至約 250 sccm 的流率的矽烷、具有約 50 sccm 至約 2,000 sccm 的流率的氮、具有約 750 sccm 至約 15,000 sccm 的流率的氮、具有約 10,000 sccm 至約 20,000 sccm 的流率的氮、具有約 200 sccm 至約 7,500 sccm 的流率的氫、具有 200 sccm 至 15,000 sccm 的流率的氫。

【0077】 22. 根據段落 1-21 的任一段落所述的方法，其中第一處理氣體的第一股氣流包含：具約 20 sccm 至約 100 sccm 的流率的矽烷、具有約 100 sccm 至約 1,000 sccm 的流率的氮、具有約 1,000 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氮、具有約 12,000 sccm 至約 18,000 sccm 的流率的氮、具有約 500 sccm 至約 5,000 sccm 的流率的氫、具有約 500 sccm 至約 10,000 sccm 的流率的氫。

【0078】 23. 根據段落 1-22 的任一段落所述的方法，其中第二處理氣體的第二股氣流包含：約 3 mol% 至約 12 mol%

的乙硼烷、約88 mol%至約97 mol%的氫及約5 sccm至約2,000 sccm的流率。

【0079】 24. 根據段落1-23的任一段落所述的方法，其中第二處理氣體的第二股氣流包含：約5 mol%至約10 mol%的乙硼烷、約90 mol%至約95 mol%的氫及約10 sccm至約1,000 sccm的流率。

【0080】 25. 根據段落1-24的任一段落所述的方法，進一步包含將處理區域維持在約2 Torr至約8 Torr的壓力下。

【0081】 26. 根據段落1-25的任一段落所述的方法，其中基座以一段處理距離定位在處理腔室的基座和噴頭之間，且其中處理距離為約200密耳至約1,000密耳。

【0082】 27. 根據段落1-26的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層位於設置在基板上的電容器元件中。

【0083】 28. 根據段落1-27的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層是電容器元件的支撐層。

【0084】 29. 根據段落1-28的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層是電容器元件的停止層。

【0085】 30. 根據段落1-29的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層具有約50 Å到約800 Å的厚度。

【0086】 31. 根據段落1-30的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層是停止層，並具有約100 Å到約200 Å的厚度，或約150 Å的厚度。

【0087】 32. 根據段落 1-31 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層是支撐層，並具有約 200 Å 到約 600 Å 的厚度，或約 400 Å 的厚度。

【0088】 33. 根據段落 1-32 的任一段落所述的方法，進一步包含：在設置在處理腔室外側的遠端電漿系統中產生電漿；及將電漿傳送到達處理區域中，同時在基板上沉積氮化矽硼層。

【0089】 34. 根據段落 1-33 的任一段落所述的方法，其中氮化矽硼層包含約 20 at% 至約 35 at% 的硼，其中氮化矽硼具有約 1.1 至約 1.4 的氮與矽的原子比，且其中氮化矽硼層在 1.5 MV/cm 時具有約 5×10^{-11} A/cm² 至約 9.9×10^{-10} A/cm² 的漏電流。

【0090】 35. 藉由根據段落 1-34 所述的方法的任一種製造、生產、沉積或以其他方式形成的氮化矽硼層或氮化矽硼材料。

【0091】 儘管前述內容涉及本揭露書的實施例，但是可設計其他和進一步的實施例而不背離其基本範圍，且其範圍由以下的申請專利範圍決定。於此所描述的所有文件均藉由引用的方式併入於此，包括與本文不矛盾的任何優先權文件及/或測試程序。從前面的一般描述和特定實施例顯而易見的是，儘管已經顯示和描述了本揭露書的形式，但是可進行各種修改而不背離本揭露書的精神和範圍。因此，無意於由此限制本揭露書。同樣地，出於美國法律的目的，術語「包含 (comprising)」被認為與術語「包括

(including) 」同義。同樣地，每當在組合物、元件或一組元件的前面加上過渡短語「包含 (comprising) 」時，應該理解我們也考慮使用過渡短語「基本上由……組成」、「由……組成」、「選自以下組成的組」或「是」的相同組合物或一組元件在列舉組合物、元件或多個元件之前，且反之亦然。

【0092】 已經使用一組數值上限和一組數值下限描述了某些實施例和特徵。應當理解除非另外指出，否則涵蓋包括任何兩個值的組合的範圍，如，任何較低的值與任何較高的值的組合，任何兩個較低的值的組合及/或任何兩個較高的值的組合。某些下限、上限和範圍出現在下面的一項或多項請求項中。

【符號說明】

【0093】

100	:	處理腔室
101	:	基板
102	:	腔室主體
104	:	真空泵
105	:	R P S
106	:	歧管
108	:	第一氣體源
110	:	第二氣體源
112	:	處理區域
114	:	基座

- 1 1 6 : 桿
- 1 1 8 : 開口
- 1 2 0 : 第一股氣流控制器
- 1 2 1 : 面板
- 1 2 2 : 控制器
- 1 2 3 : 擋板
- 1 2 4 : 噴頭組件
- 1 2 5 : 氣體箱
- 1 2 6 : 功率源
- 1 2 8 : 第三氣體源
- 1 3 0 : 控制器
- 1 3 1 : 管線
- 1 3 3 : 管線
- 1 3 5 : 管線
- 2 0 0 : 處理腔室
- 3 0 0 : 方法
- 3 0 1 : 操作
- 3 0 2 : 操作
- 3 0 3 : 操作
- 3 0 4 : 操作
- 3 0 5 : 操作
- 4 0 0 : 電容器元件
- 4 0 2 : 介電層
- 4 0 4 : 氮化物停止層

- 4 0 6 : 金屬接點
- 4 0 8 : 空隙
- 4 1 0 : 氧化物層
- 4 2 0 : 停止層
- 4 2 2 : 支撐層
- 4 2 4 :

【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】 一種形成一氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：

將一基板放置在一處理腔室內的一處理區域中的一基座上；

將保持該基板的一基座加熱到約 225 °C 至約 575 °C 的一沉積溫度；

將一第一處理氣體的一第一股氣流和一第二處理氣體的一第二股氣流引入該處理區域，其中：

該第一處理氣體的該第一股氣流包含：

具有約 1 s c c m 至約 500 s c c m 的一流率的矽烷；

具有約 10 s c c m 至約 5,000 s c c m 的一流率的氮；

具有約 500 s c c m 至約 20,000 s c c m 的一流率的氮；

具有約 5,000 s c c m 至約 25,000 s c c m 的一流率的氮 (N₂) ；

具有約 50 s c c m 至約 10,000 s c c m 的一流率的氫；

具有約 50 s c c m 至約 20,000 s c c m 的一流率的氫 (H₂) ；及

該第二處理氣體的該第二股氣流包含：

約 2 莫耳百分比 (m o l %) 至約 15 m o l % 的乙硼烷；

約 85 m o l % 至約 98 m o l % 的氫 (H₂) ；及

約 1 s c c m 至約 5,000 s c c m 的一流率；

以該第一處理氣體的該第一股氣流和該第二處理氣體的該第二股氣流同時形成一電漿到該處理區域；及

將該基板曝露於該第一處理氣體、該第二處理氣體和該電漿，以在該基板上沉積該氮化矽硼層，其中該氮化矽硼層包含約 18 原子百分比(at%)至約 50 at% 的硼。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之方法，其中該氮化矽硼層包含約 20 at% 至約 45 at% 的硼。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之方法，其中該氮化矽硼層具有約 1.05 至約 1.5 的一氮與矽的原子比。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之方法，其中該氮化矽硼層包含約 5 at% 至約 15 at% 的氫。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之方法，其中在 1.5 MV/cm 時，該氮化矽硼層具有小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的一漏電流。

【請求項 6】 如請求項 1 所述之方法，其中該氮化矽硼層包含：

約 60 at% 至約 80 at% 的鍵結至矽的硼；及

約 20 at% 至約 40 at% 的鍵結至氮的硼。

【請求項 7】 如請求項 1 所述之方法，其中該沉積溫度為約 350 °C 至約 560 °C。

【請求項 8】 如請求項 1 所述之方法，其中該第一處理氣體的該第一股氣流和該第二處理氣體的該第二股氣流在被引入該處理區域之前合併以產生一第三處理氣體的一第三股氣流。

【請求項9】 如請求項8所述之方法，其中該第三處理氣體的該第三股氣流被保持在約 20°C 至小於 165°C 的一溫度。

【請求項10】 如請求項1所述之方法，其中該第一處理氣體的該第一股氣流包含：

具有約 10 sccm 至約 250 sccm 的一流率的矽烷；

具有約 50 sccm 至約 $2,000\text{ sccm}$ 的一流率的氮；

具有約 750 sccm 至約 $15,000\text{ sccm}$ 的一流率的氮；

具有約 $10,000\text{ sccm}$ 至約 $20,000\text{ sccm}$ 的一流率的氮；

具有約 200 sccm 至約 $7,500\text{ sccm}$ 的一流率的氫；
及

具有 200 sccm 至 $15,000\text{ sccm}$ 的一流率的氫。

【請求項11】 如請求項1所述之方法，其中該第二處理氣體的中該第二股氣流包含：

約 $3\text{ mol}\%$ 至約 $12\text{ mol}\%$ 的乙硼烷；

約 $88\text{ mol}\%$ 至約 $97\text{ mol}\%$ 的氫；及

約 5 sccm 至約 $2,000\text{ sccm}$ 的一流率。

【請求項12】 如請求項1所述之方法，進一步包含將該處理區域維持在約 2 Torr 至約 8 Torr 的一壓力下。

【請求項13】 如請求項1所述之方法，其中該基座定位在該處理腔室的該基座和一噴頭之間的一處理距離，且其中該處理距離為約 200 密耳至約 $1,000$ 密耳。

【請求項14】如請求項1所述之方法，其中該氮化矽硼層位於設置在該基板上的一電容器元件中。

【請求項15】如請求項14所述之方法，其中該氮化矽硼層是該電容器元件的一支撐層或一停止層。

【請求項16】如請求項1所述之方法，其中該氮化矽硼層具有約50 Å到約800 Å的一厚度。

【請求項17】如請求項1所述之方法，進一步包含：

在設置在該處理腔室外側的一遠端電漿系統中產生該電漿；及

將該電漿傳送到該處理區域中，同時在該基板上沉積該氮化矽硼層。

【請求項18】一種形成一氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：

將一基板放置在一處理腔室內的一處理區域中的一基座上；

將一第一處理氣體的一第一股氣流和一第二處理氣體的一第二股氣流引入該處理區域，其中：

該第一處理氣體的該第一股氣流包含一含矽前驅物、一含氮前驅物、氫(H₂)及選自氫、氮、氬(N₂)及其任意組合所組成的群組的至少兩種氣體，且

該第二處理氣體的該第二股氣流包含：

約2莫耳百分比(mol%)至約15mol%的乙硼烷；

約85mol%至約98mol%的氫(H₂)；及

約1sccm至約5,000sccm的一流率；

以該第一處理氣體的該第一股氣流和該第二處理氣體的該第二股氣流同時形成一電漿到該處理區域；及

將該基板曝露於該第一處理氣體、該第二處理氣體和該電漿，以在該基板上沉積該氮化矽硼層；

其中該氮化矽硼層包含約 18 原子百分比 (at%) 至約 50 at% 的硼；

其中該氮化矽硼層具有約 1.05 至約 1.5 的一氮與矽的原子比；及

其中該氮化矽硼層在 1.5 MV/cm 時具有小於 $1 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 的一漏電流。

【請求項 19】如請求項 18 所述之方法，其中該氮化矽硼層包含約 20 at% 至約 35 at% 的硼，其中該氮化矽硼層具有約 1.1 至約 1.4 的一氮與矽的原子比，且其中該氮化矽硼層在 1.5 MV/cm 時具有約 $5 \times 10^{-11} \text{ A/cm}^2$ 至約 $9.9 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ 的一漏電流。

【請求項 20】一種形成一氮化矽硼層的方法，包含以下步驟：

將一基板放置在一處理腔室內的一處理區域中的一基座上；

將保持該基板的一基座加熱到約 225°C 至約 575°C 的一沉積溫度；

將該處理區域保持在約 2 Torr 至約 8 Torr 的一壓力下；

將一第一處理氣體的一第一股氣流引入該處理區域，

其中該第一處理氣體的該第一股氣流包含：

具有約 1 sccm 至約 500 sccm 的一流率的矽烷；

具有約 10 sccm 至約 5,000 sccm 的一流率的氮；

具有約 500 sccm 至約 20,000 sccm 的一流率的氮；

具有約 5,000 sccm 至約 25,000 sccm 的一流率的氮 (N_2)；

具有約 50 sccm 至約 10,000 sccm 的一流率的氬；
及

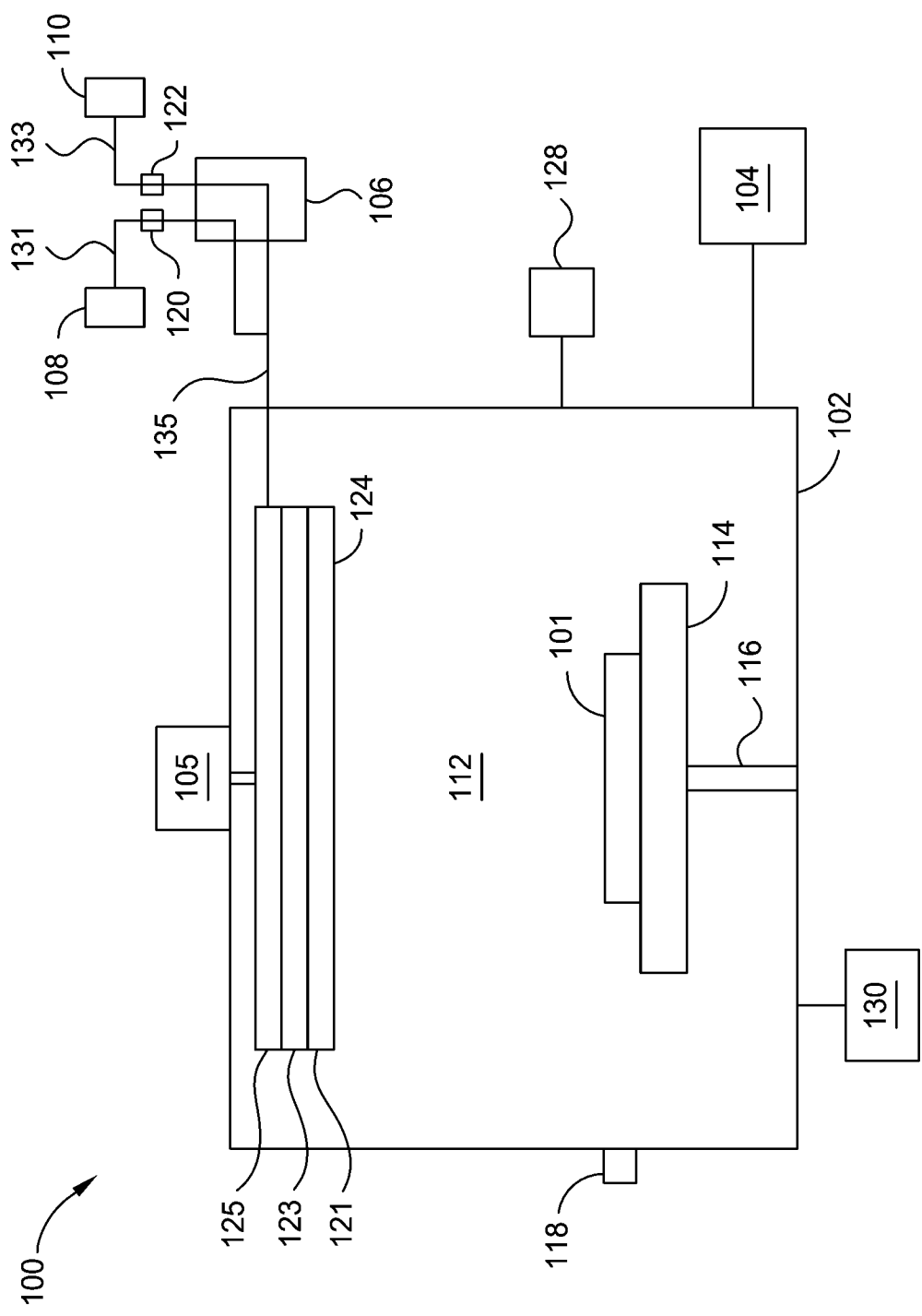
具有約 50 sccm 至約 20,000 sccm 的一流率的氫 (H_2)；

中斷該第一處理氣體的該第一股氣流；

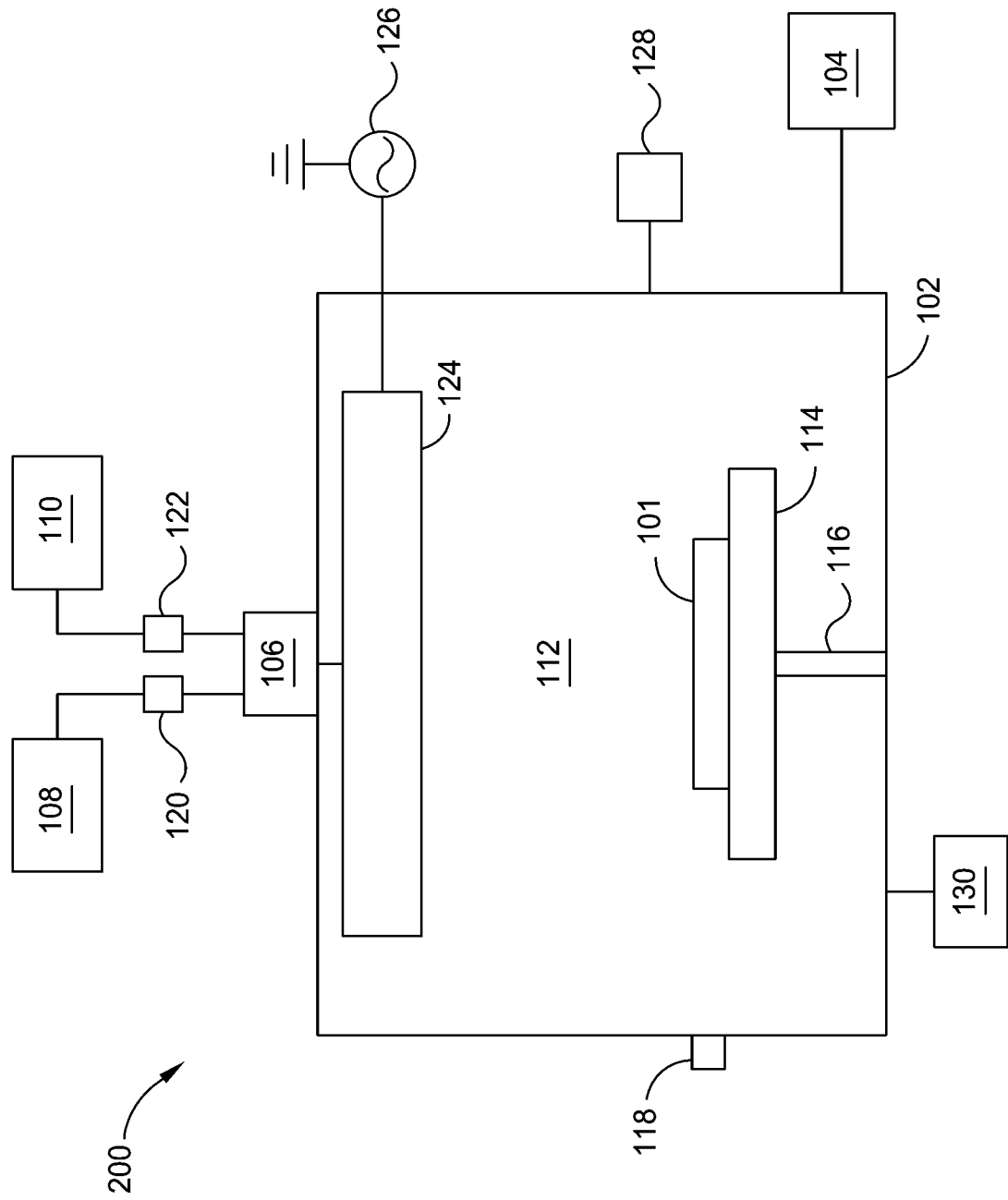
以一第二處理氣體的一第二股氣流同時形成一電漿到該處理區域，其中該第二處理氣體的該第二股氣流具有約 1 sccm 至約 5,000 sccm 的一流率，並包含約 2 莫耳百分比 (mol%) 到約 15 mol% 的乙硼烷和約 85 mol% 至約 98 mol% 的氫 (H_2)；及

在該基板上形成該氮化矽硼層，其中該氮化矽硼層包含約 18 原子百分比 (at%) 至約 40 at% 的硼。

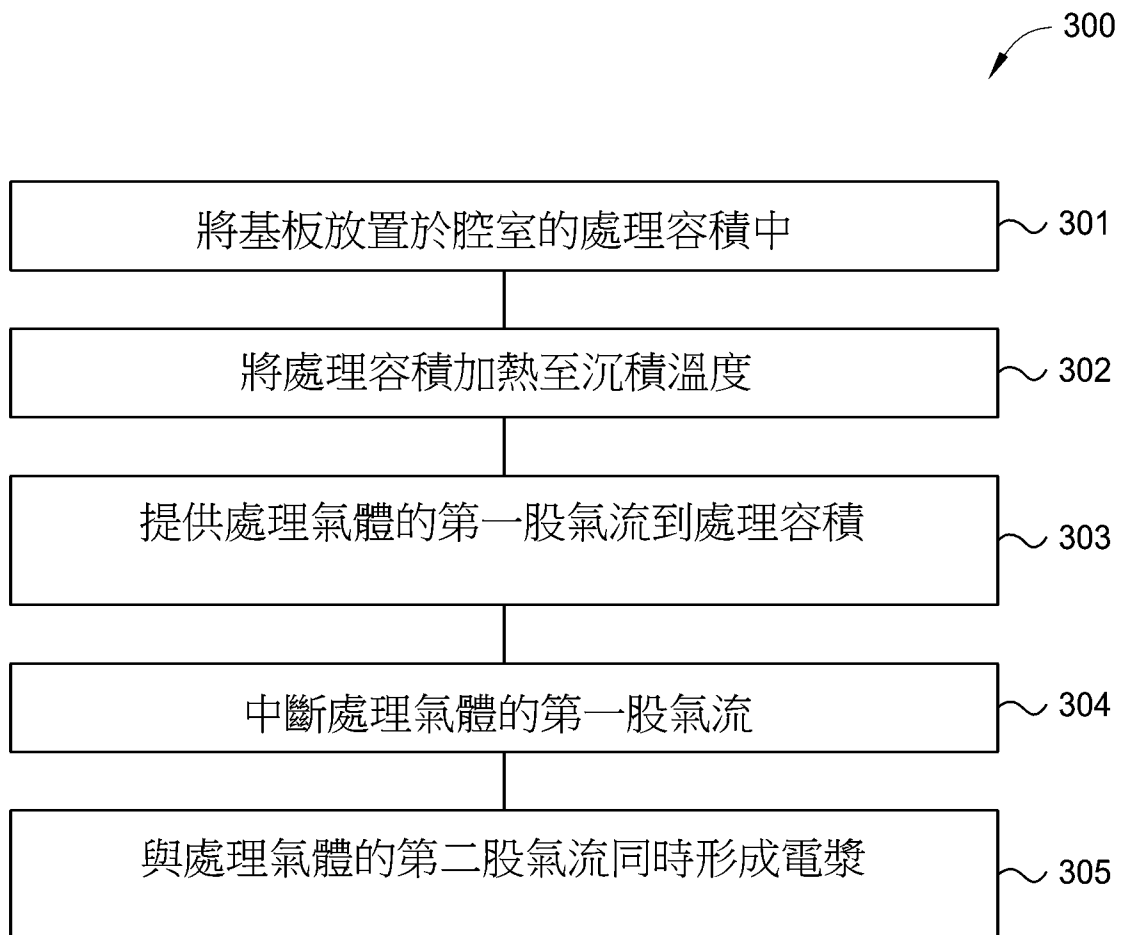
【發明圖式】



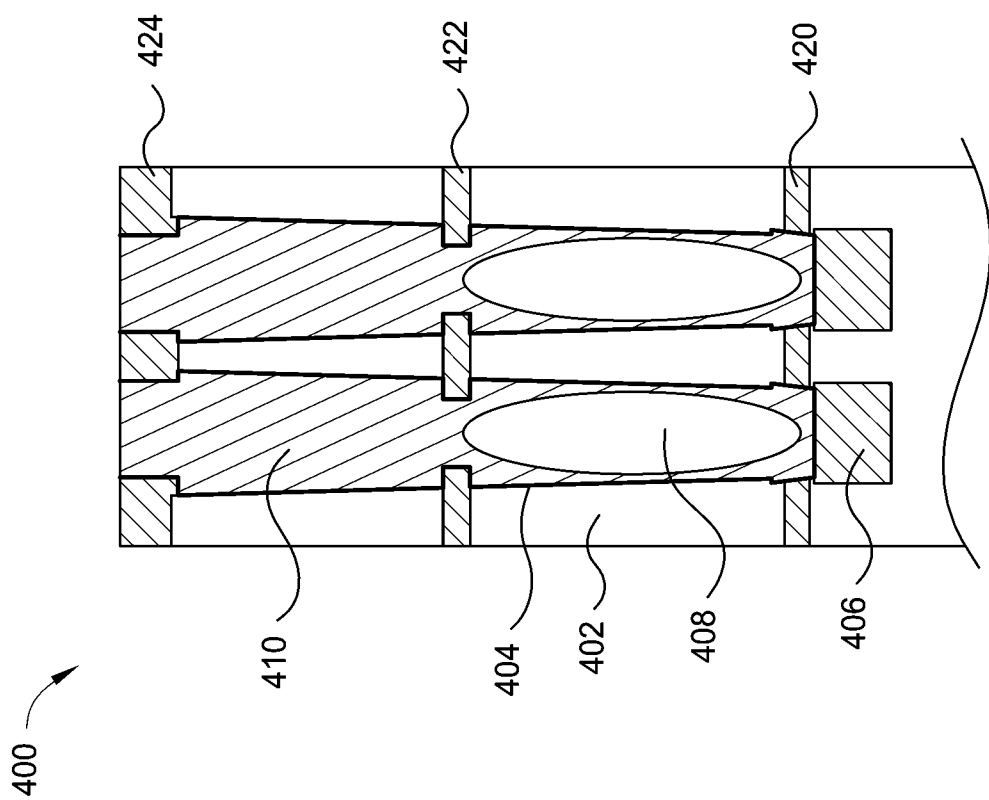
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖