



(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 I490163 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102121371

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 17 日

(51)Int. Cl.：

C01B31/18 (2006.01)

C07C19/08 (2006.01)

C07C21/18 (2006.01)

H01J37/317 (2006.01)

H01L21/265 (2006.01)

(30)優先權：2012/06/20

美國

13/527,684

(71)申請人：普雷瑟科技股份有限公司 (美國) PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (US)

美國

(72)發明人：辛哈 夏威尼 SINHA, ASHWINI (IN)；布朗 勞伊德 BROWN, LLOYD ANTHONY

(JM)；坎普 瑟吉 CAMPEAU, SERGE (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 1922709A

CN 101981661A

審查人員：唐繁

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 25 頁

(54)名稱

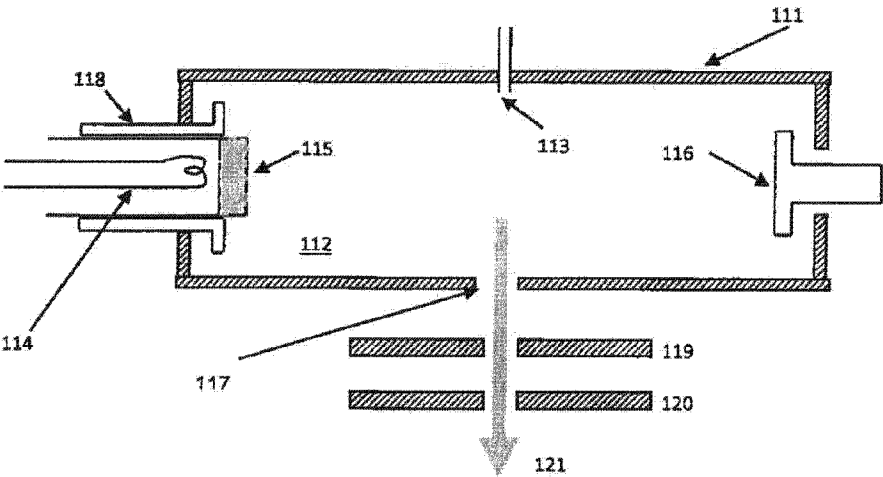
用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效之組成物

COMPOSITIONS FOR EXTENDING ION SOURCE LIFE AND IMPROVING ION SOURCE
PERFORMANCE DURING CARBON IMPLANTATION

(57)摘要

本發明提供用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效之新穎方法和系統。特定地，該碳離子植入製程涉及使用摻雜劑氣體混合物，其包含一氧化碳和一或多種如式 $C_x F_y$ 所示之含有碳和氟的氣體，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ 。該摻雜劑氣體混合物所含之至少一種含有碳和氟的氣體以該混合物之體積計為約 3 至 12 體積%。該摻雜劑氣體混合物經離子化釋出氟離子、自由基或彼等之組合，其與實質上源自沿斥拒電極、抽取電極及該室之表面的至少一者之碳的沉積物反應以減少沉積物之總量。據此，單一摻雜劑氣體混合物能提供碳離子並除去且消除一般於碳植入期間所遭遇之大範圍造成問題之沉積。

A novel method and system for extending ion source life and improving ion source performance during carbon implantation are provided. Particularly, the carbon ion implant process involves utilizing a dopant gas mixture comprising carbon monoxide and one or more fluorine-containing gas with carbon represented by the formula $C_x F_y$ wherein $x \geq 1$ and $y \geq 1$. At least one fluorine containing gases with carbon is contained in the mixture at about 3-12 volume percent (vol%) based on the volume of the dopant gas mixture. Fluoride ions, radicals or combinations thereof are released from the ionized dopant gas mixture and reacts with deposits derived substantially from carbon along at least one of the surfaces of the repeller electrodes, extraction electrodes and the chamber to reduce the overall amount of deposits. In this manner, a single dopant gas mixture is capable of providing carbon ions and removing and eliminating a wide range of problematic deposits typically encountered during carbon implantation.



- 111 . . . 電弧室壁
- 112 . . . 離子源室
- 113 . . . 氣體進料管
- 114 . . . 絲
- 115 . . . 陰極
- 116 . . . 斥拒電極
- 117 . . . 提取孔
- 118 . . . 絕緣體
- 119 . . . 抑制電極
- 120 . . . 接地電極
- 121 . . . 離子束

離子源裝置示意圖

圖 1

公告本

發明摘要

※申請案號：102121371

※申請日：102 年 06 月 17 日

※IPC 分類：

$C_{01B}^{31/18}$ (2006.01)
 $C_{07C}^{15/08}$ (2006.01)
 $H_{01J}^{37/317}$ (2006.01)
 $H_{01L}^{21/565}$ (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效之組成物

Compositions for extending ion source life and improving ion source
 performance during carbon implantation

【中文】

本發明提供用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效之新穎方法和系統。特定地，該碳離子植入製程涉及使用摻雜劑氣體混合物，其包含一氧化碳和一或多種如式 C_xF_y 所示之含有碳和氟的氣體，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ 。該摻雜劑氣體混合物所含之至少一種含有碳和氟的氣體以該混合物之體積計為約 3 至 12 體積%。該摻雜劑氣體混合物經離子化釋出氟離子、自由基或彼等之組合，其與實質上源自沿斥拒電極、抽取電極及該室之表面的至少一者之碳的沉積物反應以減少沉積物之總量。據此，單一摻雜劑氣體混合物能提供碳離子並除去且消除一般於碳植入期間所遭遇之大範圍造成問題之沉積。

【英文】

A novel method and system for extending ion source life and improving ion source performance during carbon implantation are provided. Particularly, the carbon ion implant process involves utilizing a dopant gas mixture comprising carbon monoxide and one or more fluorine-containing gas with carbon represented by the formula C_xF_y wherein $x \geq 1$ and $y \geq 1$. At least one fluorine containing gases with carbon is contained in the mixture at about 3-12 volume percent (vol%) based on the volume of the dopant gas mixture. Fluoride ions, radicals or combinations thereof are released from the ionized dopant gas mixture and reacts with deposits derived substantially from carbon along at least one of the surfaces of the repeller electrodes, extraction electrodes and the chamber to reduce the overall amount of deposits. In this manner, a single dopant gas mixture is capable of providing carbon ions and removing and eliminating a wide range of problematic deposits typically encountered during carbon implantation.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

111：電弧室壁

112：離子源室

113：氣體進料管

114：絲

115：陰極

116：斥拒電極

117：提取孔

118：絕緣體

119：抑制電極

120：接地電極

121：離子束

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效之組成物

Compositions for extending ion source life and improving ion source performance during carbon implantation

【技術領域】

[0001] 本發明關於用於延長離子源壽命並於碳植入期間改善離子源功效的新穎之氣體組成物。

【先前技術】

[0002] 離子植入係半導體/微電子製造之重要製程。該離子植入製程係用於積體電路製造以將控制量之摻雜劑離子導入半導體晶片。離子源係用於產生源自摻雜劑氣體之多種不同離子種的經充分界定之離子束。摻雜劑氣體之離子化產生離子種，該離子種可隨後被植入至給定之工件。

[0003] 於半導體工業，碳已成為多種材料改質應用（諸如抑制共摻雜劑擴散或增進摻雜區之安定性）上被廣泛使用之摻雜劑。對此，二氧化碳（CO₂）和一氧化碳（CO）係碳植入所慣用之兩種摻雜劑氣體源。然而，CO₂和CO易於沿離子室之表面引起沉積物聚集。沿離子源裝置之電極的表面可形成額外之沉積物。該沉積物可直接由

該摻雜劑氣體形成或可由該摻雜劑氣體及/或彼之離子化產物與該室之成分的相互作用形成。

[0004] 該沉積物形成會造成問題。沿離子植入系統之電極的表面之沉積物會產生易受高電壓能量放電之情況。電壓放電導致該束流之瞬間降低，即一般稱為“束故障”。提取孔上之沉積物衰減束均勻性及因此摻雜區內摻雜劑量之均勻性。離子源操作期間之束均勻性和束故障次數（即故障率）可為離子植入系統（諸如例如此技藝所習知之帶束離子植入系統）之功效的主要量度。

[0005] 基於製程靈敏度，存有該故障率及/或束不均勻性之上閾值，若超過該上閾值，則該植入製程無法於可接受之效率下操作。若該離子源功效下降而超過該上閾值，則使用者必須停止該植入操作並進行保養或更換離子源。此停機時間造成該離子植入系統之產出損失。因此，所欲的是延長時間地維持該離子源之適當功能，藉以實施有效之植入製程。

[0006] 如將被探討的，於本發明之其他優勢中，所欲的是於離子植入製程期間使沉積物和束故障最少之改良的方法和系統。

【發明內容】

發明簡述

[0007] 本發明部分關於用於延長離子源壽命並改善離子源功效之組成物。已發現所使用之摻雜劑氣體的組成

對減少離子裝置內沉積物之聚集並改善離子源之功效的能力具有顯著之影響。

[0008] 經發現，使用摻雜劑氣體混合物能減少碳基礎沉積物並於碳植入製程期間能實質上除去鎢再生長和氧化物沉積，該摻雜劑氣體混合物包含一氧化碳之第一碳基礎物種和有效量之含有碳且以式 C_xF_y 表示的含氟氣體之第二碳基礎物種。據此，延長離子源壽命。此外，若與慣用之離子植入製程和系統相比較，離子束故障顯著地減少。能維持所產生之束流於充分之高量下，藉以達成植入所欲量之離子化摻雜劑氣體。

[0009] 第一方面提供包含氣體混合物之氣體組成物，該氣體混合物包含一氧化碳和一或多種含有碳且以式 C_xF_y 表示的含氟氣體，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ ，其中該含有碳和氟的氣體之有效量係該氣體混合物之體積的約 1 至 20 體積%。

[0010] 第二方面提供氣體組成物，該氣體組成物包含一氧化碳之第一碳基礎物種和含有碳且以式 C_xF_y 表示的含氟氣體之第二碳基礎物種，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ 。含有各別有效量之該第一和第二碳基礎物種以使該第一碳基礎物種和該第二碳基礎物種之至少一部分離子化，藉以產生碳離子。

[0011] 有利地，使用可購得之系統元件可建構本發明之系統，因此能進行並簡化該系統之整體裝配及使用該系統之方法。使用標準技術或設備可進行該離子植入製

程。

【圖式簡單說明】

[0012] 藉由下述之較佳實施態樣和所附圖式的詳細說明（其中數字符號於全文中表示相同之意義），將更能瞭解本發明之目標和優勢。

[0013] 圖 1 顯示併有本發明之原則的離子植入裝置。

[0014] 圖 2 顯示使用 CO_2 為基礎之摻雜劑氣體混合物的離子化試驗之結果。

[0015] 圖 3 顯示使用 CO 摻雜劑氣體的離子化試驗之結果。

[0016] 圖 4 顯示使用含有 CO 和 10% CF_4 之摻雜劑氣體混合物的離子化試驗之結果。

[0017] 圖 5 顯示於圖 1 之離子裝置中使用 CO 摻雜劑氣體的離子化試驗之結果。

[0018] 圖 6a 和 6b 顯示於圖 1 之離子裝置中使用含有 CO 和 5% CF_4 之摻雜劑氣體混合物的離子化試驗之結果。

[0019] 圖 7a 和 7b 顯示於圖 1 之離子裝置中使用含有 CO 和 10% CF_4 之摻雜劑氣體混合物的離子化試驗之結果。

[0020] 圖 8a 和 8b 顯示於圖 1 之離子裝置中使用含有 CO 和 15% CF_4 之摻雜劑氣體混合物的離子化試驗之結

果。

【實施方式】

[0021] 本文所使用之所有濃度係以體積%表示。參閱圖 1，顯示依據本發明之原則所例示之離子植入裝置 100。圖 1 所示之離子源裝置 100 含有多種元件，其包括間接經加熱之陰極（IHC）115，該陰極作為用於該摻雜劑氣體混合物之離子化來源。應理解的是，本發明可使用此技藝所習知之其他類型離子源，其包括例如 Freeman 源、Bernas 源及 RF 電漿源。圖 1 之離子源裝置 100 係較適地用於製造供植入半導體基材之碳離子。將會說明的是，與慣用之碳摻雜劑植入系統相比較，藉由顯著地減少該裝置 100 表面上之碳基礎沉積物和氧化物基礎沉積物的量，本發明能使離子源壽命延長。本發明所使用之“碳基礎沉積物”包括元素碳、碳化鎢及其他含碳之沉積物。本發明所使用之“氧化物基礎沉積物”包括多種離子室成分之氧化物，諸如例如氧化鎢（ WO_x ）。再者，本發明有利地除去該裝置 100 表面上之元素鎢（W）再生長。此外，與用於碳離子植入所產生之一般離子束源相比較，針對束故障率之減少和更為均勻之束流，能改善該離子源之整體功效。

[0022] 參閱圖 1，將摻雜劑氣體混合物 102 通過氣體進料管 113 導入離子源室 112，該氣體進料管 113 延伸通過電弧室壁 111。本發明所使用之“摻雜劑氣體混合物”表示該摻雜劑氣體混合物之每個物種皆成為將所欲之離子種

植入給定工件之因素。於較佳實施態樣中，該摻雜劑氣體混合物 102 係包括兩個碳基礎物種之碳摻雜劑氣體混合物。第一碳基礎物種係 CO。第二碳基礎物種係含有碳和氟之氣體。藉由供電源（未顯示）施加預定之電壓以電阻性加熱位置靠近該 IHC 115 之絲 114，使該室 112 內之該碳摻雜劑氣體混合物 102 離子化。相對於該 IHC 115，該絲 114 可偏負。絕緣體 118 使該 IHC 115 與該電弧室壁 111 電熱性分離。自該絲 114 發射之電子加速朝向該 IHC 115 以加熱該 IHC 115 至彼本身之熱離子發射溫度。自該陰極 115 發射之電子加速且朝向該電弧室 112 以使位於彼內部之該碳摻雜劑氣體混合物 102 離子化。該碳摻雜劑氣體混合物 102 之離子化氣體分子產生電漿環境。可於正相對於該 IHC 115 處設置斥拒電極 116 以局限該電漿環境並控制該室 112 內之該摻雜劑氣體混合物 102 之離子化。該碳摻雜劑氣體混合物 102 之離子化致使氟以氟陰離子、陽離子、自由基或彼等之混合物之型式釋出並隨後可藉由蝕刻已聚積於該壁 111、絲 114、抑制電極 119、接地電極 120 及/或斥拒電極 116 表面上之任何碳沉積物於原位（in-situ）進行反應。該等沉積物被轉化為揮發性氟化碳，因而減少沿多個表面之碳基礎沉積物的整體聚集。此外，該等氟化物離子和自由基可同時與存在於氣相中且由該摻雜劑氣體混合物之離子化所形成的碳離子和碳自由基重新結合。結果是可防止進一步碳基礎沉積於該室 112 內。淨結果是顯著地減少沿該離子源裝置 100 之表面的碳

基礎沉積。

[0023] 除了該含有碳和氟之氣體的上列清除功效之外，該摻雜劑氣體混合物之每個物種經離子化時產生碳離子，該等碳離子形成所生成之碳離子束的一部分。藉此方式，不像先前技術般，本發明使用具有雙重目的之摻雜劑氣體混合物，其中該摻雜劑氣體混合物之每個物種能提供用於植入之碳離子源並同時能於原位自行清除沉積物且防止特定型態之沉積（即鎢（W）再生長和氧化物基礎沉積）。

[0024] 自該離子源室 112 抽取之碳離子係呈具有所欲能量之碳離子束之型式。藉由對跨越抽取電極施加高電壓，可實施適當之抽取技術，該抽取電極係由抑制電極 119 和接地電極 120 組成。如圖 1 所示，該抑制電極 119 和接地電極 120 各別具有與提取孔 117 並列之孔，藉以確保充分界定自該電弧室 112 所抽取之離子束 121。可使所生成之離子束 121 傳輸通過質譜分析儀/濾器以選擇將被植入工件之特定質量離子。該離子束 121 可隨後被傳輸至該工件（諸如半導體晶片）之表面以植入該碳離子。該束 121 之碳離子穿透該半導體晶片之表面以形成具有所欲之電性質及/或物理性質的某一深度之摻雜區。

[0025] 申請人業已確認 CO 超越 CO₂ 之益處。該摻雜劑氣體混合物 102 之 CO 物種於該離子源室 112 之環境係作為還原氣體。另一方面，CO₂ 係作為易於使鎢室成分氧化以形成 WO_x 沉積物之氧化氣體。此等 WO_x 沉積物一

般被發現於該裝置 100 之斥拒電極 116、陰極 115 及/或抽取裝配（即抑制電極 119 和接地電極 120）區。 WO_x 沉積物本性上可具有導電性且可引起電短路和離子源故障。該 WO_x 沉積物於該離子束線產生粒子以使此問題進一步複雜化。此外，在 W 襯或其他 W 成分上所形成之 WO_x 會惡化電性質，因而要求較高之電壓以維持穩定之電漿。

[0026] CO 避免該等製程挑戰。CO 物種之還原本性於該室 112 內創造一個不有利於形成氧化物層沉積之環境，因而免除偵測沿該離子植入裝置 100 之表面的任何氧化物層生成。雖然與 CO_2 相比較，CO 缺少氧含量能減少 WO_x 沉積物之聚集，但是 CO 本身並不是供碳離子植入之適當摻雜劑氣體源，因為生成大量之碳和碳化鎢沉積物。特定地，因電漿分解 CO 之結果，可生成碳沉積物，而因 CO 和彼之電漿片段產物與 W 室成分之相互作用，可生成碳化鎢（WC）沉積物。

[0027] 為減少因 CO 單獨所產生之碳基礎沉積物，申請人辨識：CO 與含有碳和氟的氣體所組成之摻雜劑氣體混合物實施極為良好且能減少當單獨使用 CO 時所觀察到之碳沉積。於一較佳實施態樣中，該含氟氣體係不含氧之四氟化碳（ CF_4 ）。於另一實施態樣中，該含氟氣體可為不含氧之氫氟烴。

[0028] 再於另一實施態樣中，考慮的是 CO 與式 C_aF_b （其中 $a \geq 2$ 且 $b \geq 2$ ）之較高次第的氟烴混合亦可用於形成該摻雜劑氣體混合物。適當之較高次第的氟烴之含氟

氣體的實例可包括但不限於 C_2F_6 、 C_2F_4 、 C_3F_8 及 C_4F_8 。

[0029] 為除去氧化物層生長並維持較長之離子源壽命、較低之束故障率及均勻之束流的目的，一氧化碳與含氟氣體之組合構成該完整之摻雜劑氣體混合物且特定地排除併入額外之氧。

[0030] 再者，申請人已證實：維持本發明之摻雜劑氣體混合物內的含氟氣體之濃度於小範圍係必要的，藉以達到所欲之碳植入功效。該摻雜劑氣體混合物內的含氟氣體之濃度係介於約 1% 至約 20%、較適地介於約 3% 至約 13% 且更適地介於約 5% 至約 10%，基於該摻雜劑氣體混合物之體積。當該含氟氣體之濃度低於該下限值時，碳沉積易於增加至不可接受之高量而嚴重地縮短離子源壽命。另一方面，當該含氟氣體之濃度高於該上限值時，該氟傾向與由鎢所形成之室成分相互作用，因而致使揮發性氟化鎢（例如 WF_x ，其中 $x=1$ 至 6）生成且隨後轉移至該離子源內部之較熱表面，該氟化鎢於該較熱表面可以元素鎢（W）再沉積並潛在地致使該離子源過早失效。使用含有特定組成範圍之含氟氣體的摻雜劑氣體混合物以操作該離子源裝置 100 能不可預期地提供足夠量之氟以減少室表面上源自碳之沉積物量且未超出使鎢再沉積易於發生之上限值。

[0031] 於是，CO 與含有特定濃度範圍之含氟氣體的組合能創造改善之摻雜劑氣體混合物，其能使於該室 112 之表面上一寬列造成問題之沉積物最少且未損及該 CO 和

含氟氣體各別提供碳離子以產生具有充分束流之碳離子束的能力。該含有特定濃度範圍之摻雜劑氣體混合物係新穎之雜合組成物，其能減少沉積但維持所要求之離子束流以符合製造要求。

[0032] 如下所述，申請人已進行數個實驗以比較本發明之摻雜劑氣體混合物與其他摻雜劑氣體材料。

比較實施例 1

[0033] 實施離子化試驗以評估由 CO_2 組成之摻雜劑氣體產生碳離子束之能力。因 WO_x 沉積物聚集於離子化室內之緣故，該離子化製程經短期操作後被要求退出。圖 2 顯示配置於該離子源室內部之基材上生成沉積物，其表示於該離子化室內部所生成之沉積物的量。使用此技藝習知之 X 光光譜技術分析該基板上之沉積物。該 WO_x 沉積物本性上呈片狀。過量殘餘物生成和短離子源壽命歸因於 CO_2 電漿之氧化本性，其導致該源室內之鎢（W）成分氧化而產生氧化鎢（ WO_x ）沉積物。

比較實施例 2

[0034] 實施離子化試驗以評估由純 CO 組成之摻雜劑氣體產生碳離子束之能力。雖然未偵測 WO_x 沉積物，但是觀察到使用純 CO 作為摻雜劑氣體源會致使於該離子源操作期間生成重碳（C）沉積物和碳化鎢（WC）沉積物（圖 3）。藉由 X 光光譜分析沉積物。當觀察到之 C 和

WC 沉積物引起離子束故障時，因該離子束故障於該離子化製程期間導致不穩定之束流，該離子化製程被要求退出。咸信該 C 沉積係 CO 電漿分解之結果且該 WC 沉積係 CO 和彼之電漿片段產物與鎢室成分相互作用之結果。C/WC 沉積物之作用係與 WO_x 者相似且結果是 CO 基礎摻雜劑氣體如同 CO_2 基礎摻雜劑氣體混合物般遭受相似之短離子源壽命。

實施例 3

[0035] 使用實施上述試驗之相同離子源室，實施離子化試驗以評估由 CO 和 10 體積% CF_4 組成之摻雜劑氣體產生碳離子束之能力。如基板上呈現較不暗環之沉積物所示，沿該基板的表面所觀察到之沉積物的量實質上係少於當使用純 CO 或 CO_2 基礎摻雜劑氣體所生成之沉積物的量。觀察到使用 $CO+10\% CF_4$ 並未引起任何氧化物沉積、碳沉積、碳化鎢沉積或氧化鎢沉積之顯著聚集（圖 4）。藉由 X 光光譜分析沉積物顯示一些碳沉積但未達發生離子束故障之程度。

[0036] 上述實施例 1 至 3 之試驗證實 $CO+10\% CF_4$ 之效果係優於 CO 單獨或 CO_2 基礎摻雜劑氣體混合物者。下述系列之測試比較摻雜劑氣體混合物中多種不同濃度之 CF_4 與平衡量之 CO。

實施例 4

[0037] 為建立基礎值並確認比較實施例 2 所得之結果，實施離子化試驗以評估由 CO 組成且不含有 CF₄ 之摻雜劑氣體產生碳離子束之能力。所使用之離子源裝置係相似於圖 1 所示者。將 CO 摻雜劑氣體導入離子源裝置。對該離子源 IHC 施加電壓以使 CO 離子化。其該離子化製程期間，如圖 5 所示，沿抑制電極之表面觀察到大量 C 和 WC 沉積物。

實施例 5

[0038] 業已藉由圖 1 之離子源裝置 100 使用 CO 以建立基礎值，使用 CO+5% CF₄ 之摻雜劑氣體混合物以實施離子化試驗。於該摻雜劑氣體混合物之離子化期間，如圖 6a 所示，沿該抑制電極之表面觀察到相對少量之碳基礎沉積物（C 和 WC）。沿該斥拒電極觀察到實質上無 W 再生長，如圖 6b 所示，沿該斥拒電極之表面未出現鬚狀結構。

實施例 6

[0039] 使用圖 1 之離子束裝置，實施離子化試驗以評估由 CO 和 10 體積% CF₄ 組成之摻雜劑氣體混合物產生碳離子束之能力。於該摻雜劑氣體混合物之離子化期間，如圖 7a 所示，沿該抑制電極之表面觀察到相對少量之碳基礎沉積物（C 和 WC）。該 C 和 WC 沉積物之量可與圖 6a 所示者相比擬。如圖 7b 所示，沿該斥拒電極之表面觀

察到一些 W 鬚狀結構。

實施例 7

[0040] 使用 CO 和 15 體積% CF_4 作為摻雜劑氣體混合物實施另一離子化試驗。沿該抑制電極之表面的 C 和 WC 沉積物之量係如圖 8a 所示。所觀察到之 C 和 WC 沉積物之量可與離子化 $\text{CO}+5\% \text{CF}_4$ (圖 5) 和離子化 $\text{CO}+10\% \text{CF}_4$ (圖 6) 所示者相比擬。然而，如圖 8b 所示，沿該斥拒電極之表面所觀察到之 W 再生長的量與前揭試驗相比較明顯較高。

[0041] 上述實施例 4 至 7 之試驗顯示：含有增加量之 CF_4 的摻雜劑氣體混合物並不必然使 C、WC 及 W 沉積物之量最少化。實驗顯示存有該摻雜劑氣體混合物之 CF_4 濃度的上限值。特定地，該等實施例顯示：如圖 8b 所示，添加 15% CF_4 之摻雜劑氣體混合物導致於該斥拒電極上過量之 W 再生長。過量之 W 沉積不利地影響該離子源功效並導致離子源壽命縮短。於是，對於使該沉積物生成最少，存有 CF_4 之某一濃度範圍。

[0042] 藉由充分之高束流所測定的適當之離子束功效係該摻雜劑氣體混合物必須具有之另一設計屬性。降低之束流需要該離子裝置更艱難運轉（即使用更大之耗電量需求）。結果是該等工件需要被處理更久以達到植入該等工件所要求之摻雜劑劑量。較長之處理時間和較高之耗電量需求可轉換成該束設備之實質較低產出及該離子源傾向

更迅速地降解。再者，即使給定之摻雜劑氣體可產生較高之束流，但因較長之處理時間，該摻雜劑氣體可易於致使沉積物之較大聚集，因而導致該離子源遭受較頻繁之束故障及/或束流不均勻性。舉例而言，雖然 CO 本身能產生相對之高束流，但是 CO 傾向沉積大量之碳和碳化鎢沉積物，使得該離子源壽命嚴重地縮短，致使所欲之工件產出從未達到理想。於是，該摻雜劑氣體混合物必須能產生並維持充分高且均勻之束流並同時使該離子植入製程期間之沉積最少，藉以達到所欲之摻雜劑劑量且維持可接受之產出。

[0043] 本發明發現：對離子源室導入包含 CO 和式 C_xF_y （其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ ）之第二碳基礎物種之摻雜劑氣體混合物，當 C_xF_y 係以最佳之濃度範圍存在時，能達到離子源壽命與欲達成之離子源功效所要求之平衡。一般而言，含有碳和氟的物種（即 C_xF_y ）之含量過高會導致不可接受之低離子束流量，且該 C_xF_y 物種之含量過低會導致高量之碳和鎢沉積及因此不佳之離子源壽命。與慣用之碳離子植入製程相比較，介於約 3 至 12 體積%之特定範圍的 C_xF_y 能達成充分之離子源壽命及改善之離子源功效。

[0044] 亦設想的是，CO 可與超過一種含氟之烴氣體混合以得到所欲之摻雜劑氣體混合物。該含氟之烴氣體可選自但不限於 CF_4 、 C_2F_6 、 C_2F_4 、 C_2F_2 或 C_4F_8 。

[0045] 應當瞭解的是，本發明之氣體組成物具有其他用途。例如，於適當之製程條件下，該氣體組成物可用

於化學蒸氣沉積或原子層沉積製程，藉以改變該氣體組成物化學以致使薄膜碳層沉積。可替代地，該氣體組成物亦可用於還原金屬氧化物層為金屬層。舉例而言，氧化鎢可於 $\text{CO} + \text{CF}_4$ 之環境下經退火以還原該氧化鎢為金屬鎢層。 CO 作為還原氣體以抽取該氧化鎢層之氧，因而還原該氧化鎢為元素鎢。此外， CF_4 之存在可藉由潛在地氟化該氧化鎢層以加速使氧化鎢還原為元素鎢，因此增加氧化鎢之除去速率。淨結果是能更為迅速地將氧化鎢轉化為純鎢層。

[0046] 雖然業已顯示並描述被視為本發明之某些實施態樣，但是當然應瞭解的是，在未偏離本發明之精神和範圍下，可進行各種不同之形式或細節的修飾和改變。因此，本發明意欲不限於本文所顯示並描述之精確形式和細節，且亦不限於任何非屬本文所揭露及下文所請求之發明整體。

【符號說明】

[0047]

- 100：離子植入裝置
- 102：摻雜劑氣體混合物
- 111：電弧室壁
- 112：離子源室
- 113：氣體進料管
- 114：絲

115：陰極

116：斥拒電極

117：提取孔

118：絕緣體

119：抑制電極

120：接地電極

121：離子束

申請專利範圍

1. 一種用於碳植入系統的氣體組成物，其包含：

在離子源裝置中之摻雜劑氣體混合物，該摻雜劑氣體混合物包含一氧化碳和一或多種如式 C_xF_y 所示之含有碳和氟的氣體，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ ，該混合物的特徵在於缺少額外之氧；

其中該含有碳和氟的氣體之有效量係該氣體混合物之體積的約 1 至 20 體積%；

其中在碳植入期間足以減少碳基礎沉積物和氧化物基礎沉積物的情況下，該摻雜劑氣體混合物釋出碳離子以產生碳離子束。

2. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該含有碳和氟的氣體中至少一者之有效量係該氣體混合物之體積的約 3 至 15 體積%。

3. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該含有碳和氟的氣體中至少一者之有效量係該氣體混合物之體積的約 5 至 10 體積%。

4. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該一或多種含有碳和氟的氣體選自 C_2F_6 、 CF_4 、 C_4F_8 、 C_2F_4 或彼等之混合物。

5. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該一或多種含有碳和氟的氣體係有效量為該氣體混合物之體積的約 3 至 10 體積%之 CF_4 。

6. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該含有碳和氟的

氣體係有效量為該氣體混合物之體積的約 3 至 10 體積% 之 C_2F_6 。

7. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該含有碳和氟的氣體係有效量為該氣體混合物之體積的約 5 至 10 體積% 之 C_2F_6 。

8. 如請求項 1 之氣體組成物，其中該含有碳和氟的氣體選自 C_2F_6 、 CF_4 、 C_4F_8 、 C_2F_4 或彼等之混合物，且進一步其中所含之該含有碳和氟的氣體之有效量係該氣體混合物之體積的約 3 至 15 體積%。

9. 如請求項 1 之氣體組成物，其中 $x=1$ 至 6 且 $y=1$ 至 10。

10. 一種用於碳植入的氣體組成物，其包含：

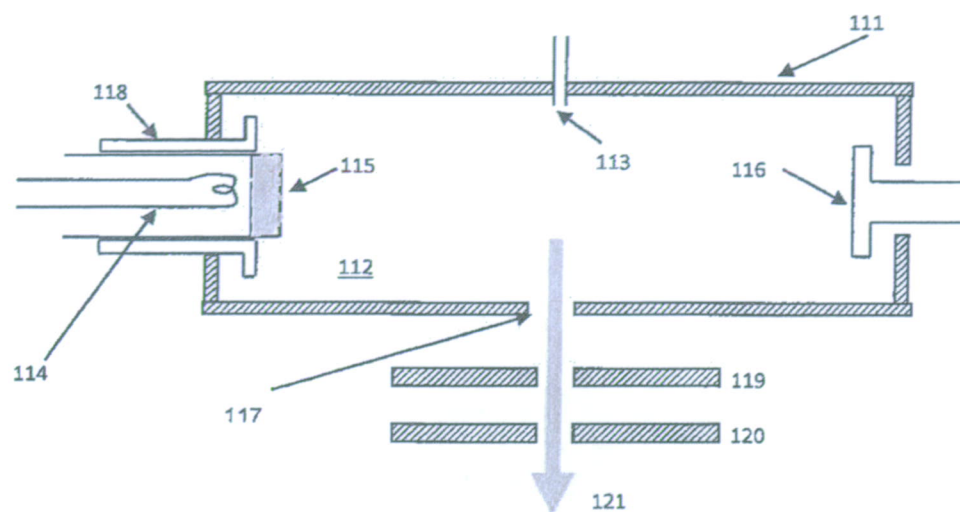
在離子源裝置中之摻雜劑氣體混合物，該摻雜劑氣體混合物包含一氧化碳之第一碳基礎物種和如式 C_xF_y 所示之含有碳和氟的氣體之第二碳基礎物種，其中 $x \geq 1$ 且 $y \geq 1$ ，該第一和第二碳基礎物種各別之有效含量係使該第一碳基礎物種和該第二碳基礎物種之至少一部分離子化以產生碳離子，該混合物的特徵在於缺少額外之氧；

其中在碳植入期間足以減少碳基礎沉積物和氧化物基礎沉積物的情況下，該摻雜劑氣體混合物釋出碳離子以產生碳離子束。

11. 如請求項 10 之氣體組成物，其中該含有碳之第二碳基礎物種的有效量係基於該氣體混合物之體積的約 1 至 20 體積%。

12. 如請求項 10 之氣體組成物，其另包含氫。
13. 如請求項 10 之氣體組成物，其中該第二碳基礎物種係選自 C_2F_6 、 CF_4 、 C_4F_8 、 C_2F_4 或彼等之混合物。
14. 如請求項 10 之氣體組成物，其中該第二碳基礎物種係有效量為該氣體混合物之體積的約 3 至 10 體積% 之 CF_4 。
15. 如請求項 10 之氣體組成物，其中至少一部分氟自該第二碳基礎物種離子化。

圖式



離子源裝置示意圖

圖 1

CO₂ 摻雜劑氣體混合物

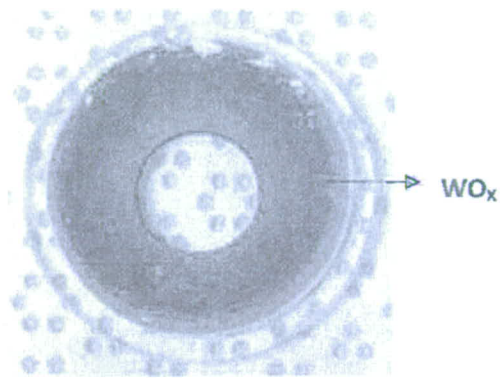


圖 2

CO 摻雜劑氣體

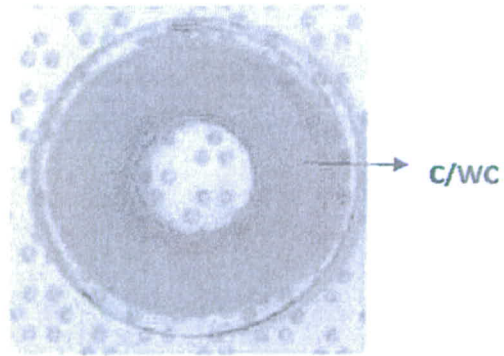


圖 3

CO + 10% CF₄

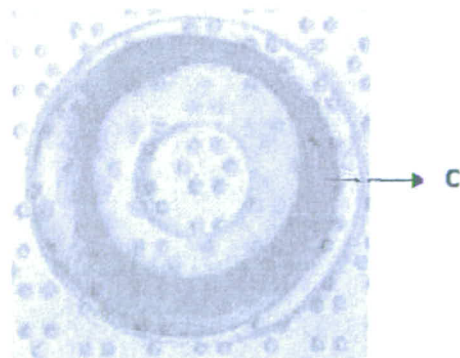
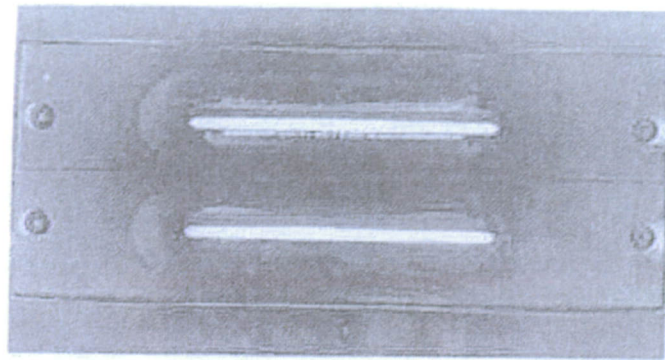
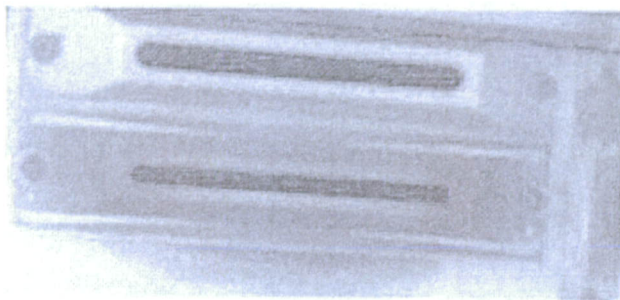


圖 4



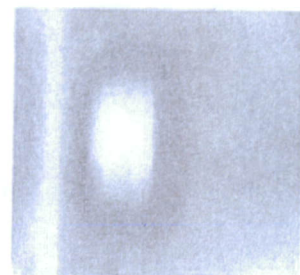
CO + 0% CF₄

圖 5



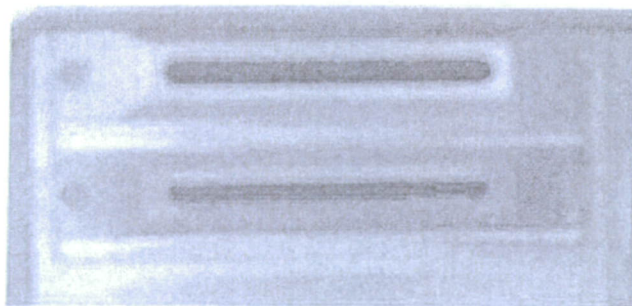
CO + 5% CF₄

圖 6a



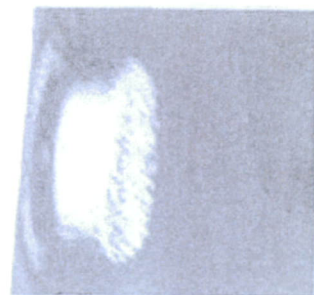
CO + 5% CF₄

圖 6b



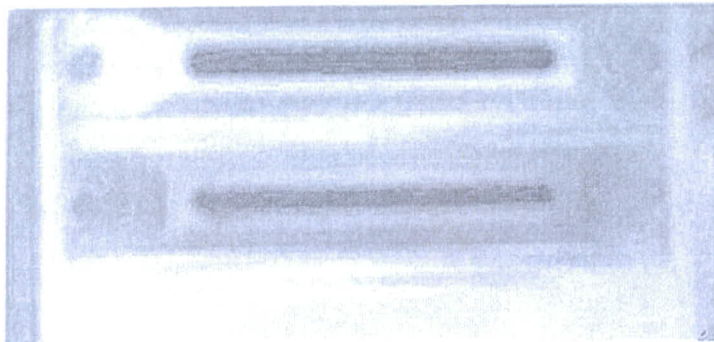
CO + 10% CF₄

圖 7a



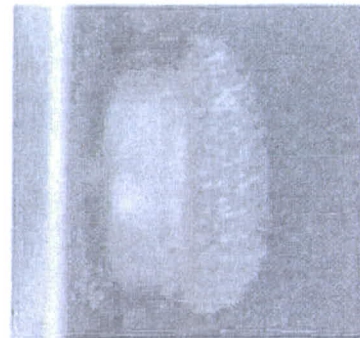
CO + 10% CF₄

圖 7b



CO + 15% CF₄

圖 8a



CO + 15% CF₄

圖 8b