



(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 I386983B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：100106476

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 02 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/265 (2006.01)**

(30)優先權：2010/02/26 美國 61/308,428

2010/10/07 美國 61/390,715

(71)申請人：尖端科技材料股份有限公司(美國)ADVANCED TECHNOLOGY MATERIALS, INC.
(US)

美國

(72)發明人：肯恩羅伯 KAIM, ROBERT (US)；史維尼約瑟夫 D SWEENEY, JOSEPH D. (US)；

艾維拉安東尼 M AVILA, ANTHONY M. (US)；瑞理查 S RAY, RICHARD S. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

US 2008/0179545A1

US 2008/0237496A1

US 2009/0252887A1

審查人員：邱青松

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：2 共 0 頁

(54)名稱

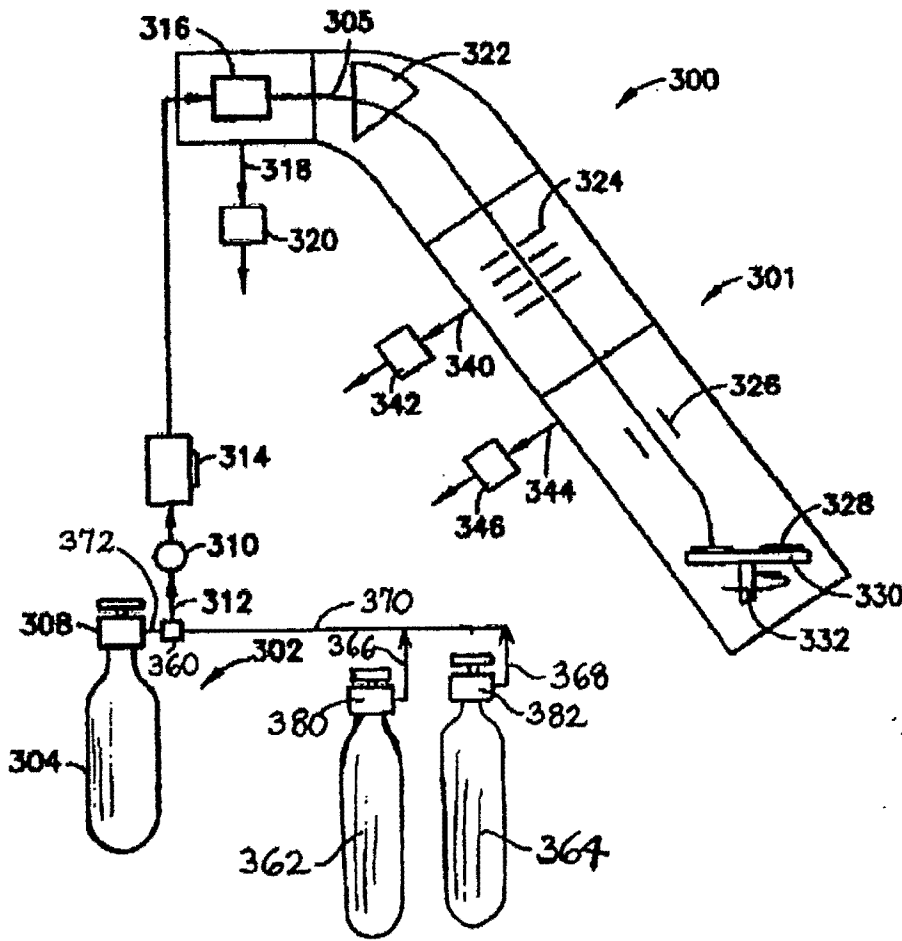
用以增進離子植入系統中之離子源的壽命及性能之方法與設備

METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE
IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM

(57)摘要

一種離子植入系統和製程，其中離子植入系統的離子源性能與壽命係藉由採用同位素濃化之摻質材料、或採用具有有效提供增進效果之補充氣體的摻質材料而增進。

An ion implantation system and process, in which the performance and lifetime of the ion source of the ion implantation system are enhanced, by utilizing isotopically enriched dopant materials, or by utilizing dopant materials with supplemental gas(es) effective to provide such enhancement.



第1圖

- 300 . . . 系統
- 301 . . . 離子植入室
- 302、362、
- 364 . . . 容器
- 304 . . . 容器壁
- 305 . . . 離子束
- 308、380、
- 382 . . . 閥頭
- 310 . . . 壓力感測器
- 312、318、340、
- 344、366、368、
- 370、372 . . . 管線
- 314 . . . 質量流量控制
- 316 . . . 離子源
- 320、342、
- 346 . . . 泵
- 322 . . . 質量分析單
- 元
- 324 . . . 加速電極陣
- 列
- 326 . . . 電極
- 328 . . . 基板
- 330 . . . 旋轉架
- 332 . . . 心軸
- 360 . . . 混合室

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：100106476

※ 申請日期：100 年 2 月 25 日 ※IPC 分類：

H01L 21/265
2006 01

一、發明名稱：(中文/英文)

用以增進離子植入系統中之離子源的壽命及性能之方法與設備

METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND
PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種離子植入系統和製程，其中離子植入系統的離子源性能與壽命係藉由採用同位素濃化之摻質材料、或採用具有有效提供增進效果之補充氣體的摻質材料而增進。

三、英文發明摘要：

An ion implantation system and process, in which the performance and lifetime of the ion source of the ion implantation system are enhanced, by utilizing isotopically enriched dopant materials, or by utilizing dopant materials with supplemental gas(es) effective to provide such enhancement.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 300 系統
- 301 離子植入室
- 302、362、364 容器
- 304 容器壁
- 305 離子束
- 308、380、382 閥頭
- 310 壓力感測器
- 312、318、340、344、366、368、370、372 管線
- 314 質量流量控制器
- 316 離子源
- 320、342、346 泵
- 322 質量分析單元
- 324 加速電極陣列
- 326 電極
- 328 基板
- 330 旋轉架
- 332 心軸
- 360 混合室

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【交互參照之相關申請案】

本申請案根據美國 35 USC 119 法規主張以 Robert Kaim 等人之名於西元 2010 年 2 月 26 日申請、名稱為「用以增進離子植入系統中之離子源的壽命及性能之方法與設備 (METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM) 之美國臨時專利申請案號 61/308,428 和以 Robert Kaim 等人之名於西元 2010 年 10 月 7 日申請、名稱為「用以增進離子植入系統中之離子源的壽命及性能之方法與設備 (METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM) 之美國臨時專利申請案號 61/390,715 的優先權權益。美國臨時專利申請案號 61/308,428 和 61/390,715 的全文係以引用方式納入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於使用摻質和摻質氣體混合物進行離子植入，以增進離子植入系統中的離子源壽命及性能。

【先前技術】

用於半導體製造的離子植入涉及藉由使化學物種之高能離子撞擊基板，以將這些物種沉積進入基板（例如微電子裝置晶圓）。為產生離子植入物種，摻質氣體（如包含摻質物種之鹵化物或氫化物）遭離子化。離子化係使用離子源來產生離子束而施行。

一旦在離子源產生，離子束即經萃取、磁性過濾、加速/減速、分析器磁體處理、準直、掃描及磁性校正處理，以產生撞擊基板的最終離子束。

已開發出各種類型的離子源，包括感應加熱陰極離子源、Freeman、Bernas 和其它種種，但無論採用何種類型的離子源，離子源須能長時間連續操作，且不會發生「故障」或其它損害而被迫關機、維護或修理離子源。因此，對系統操作效率和成本效益而言，離子源壽命係離子植入系統的關鍵特徵。

離子源失效可歸咎許多原因，包括沉積物積聚在陰極表面，其對離子的熱離子發射有負面影響，以致減低電弧電流、降低性能及縮短離子源壽命，及因電弧室中產生游離氟，引發摻質氣體進行有害蝕刻反應而產生四氟化鎢，並因陰極材料剝離或濺射，造成陰極失去物理完整性而縮減離子源性能和壽命。

為避免離子源失效及維持高水準的操作效率和離子源壽命，此技藝持續致力於增進離子植入系統中的離子源壽命與性能。

【發明內容】

本發明係關於離子植入系統和製程，及關於增進此系統和製程中之離子源壽命與性能的方法和設備。

在一態樣中，本發明係關於離子植入製程，包含使摻質組成物流入離子源，以產生離子摻質物種供植入之用，其中摻質組成物係選自由以下所組成之群組：

(i) 鍍化合物，經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一鍍同位素的天然含量，其中至少一鍍同位素的同位素濃化量為就鍍 70 同位素而言高於 21.2%、就鍍 72 同位素而言高於 27.3%、就鍍 73 同位素而言高於 7.9%、就鍍 74 同位素而言高於 37.1%、及就鍍 76 同位素而言高於 7.4%，且當摻質組成物係由同位素濃化鍍 72 同位素的四氟化鍍組成時，鍍 72 同位素的同位素濃化量高於 51.6%；以及

(ii) 摻質氣體配方，包含摻質氣體和補充氣體，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種 (co-species) 氣體的至少其一，其中摻質氣體和共種氣體 (若有) 的至少其一係經同位素濃化。

在另一態樣中，本發明係關於操作上述離子植入製程類型中之離子源的方法，包含：

使摻質組成物所含之不同摻質材料相繼流入離子源；

在使不同摻質材料相繼流入離子源時，監視離子源操作期間的陰極偏壓功率；以及

回應監視之陰極偏壓功率，調節至少一相繼供應之摻質組成物，以延長離子源、陰極及/或離子源之一或多個其它部件的操作壽命。

本發明之又一態樣係關於增進離子源性能與壽命的方法，離子源配置以由摻質進料產生用於離子植入的離子摻雜物種，方法包含由上述與所述離子植入製程有關的摻質組成物產生離子摻雜物種。

在再一態樣中，本發明係關於離子植入系統，包含離子源和配置以供應摻質組成物至離子源的摻質組成物源，其中摻質組成物源包含上述與所述離子植入製程有關的摻質組成物。

本發明之另一態樣係關於摻質進料設備，包含具內部容積之容器和內部容積內的摻質進料，其中摻質進料包含上述與所述離子植入製程有關的摻質組成物。

本發明之又一態樣係關於增進離子植入系統中源壽命與渦輪泵壽命之至少其一的方法，其中鍺離子係植入基板，方法包含在離子植入系統之游離室中，離子化含鍺摻質氣體，其中該含鍺摻質氣體包含鍺烷與一或多種氫氣、氫氣、氮氣和氫氣的混合物，且摻質氣體係選擇性同位素濃化至少一鍺(Ge)同位素。

本發明之又另一態樣係關於增進離子植入系統中之離子源壽命的方法，其中四氟化鍺經引進及在離子源中離子化，方法包含伴隨四氟化鍺引進氮氣至離子源，其中四氟化鍺係選擇性同位素濃化至少一鍺(Ge)同位素。

本發明之再一態樣係關於摻質氣體組成物，包含摻質氣體和補充氣體，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，其中摻質氣體和共種氣體(若有)的至少其一係經同位素濃化。

在另一態樣中，本發明係關於操作離子源的方法，包含：

使不同摻質材料相繼流入離子源；

在使不同摻質材料相繼流入離子源時，監視離子源操作期間的陰極偏壓功率；以及

回應監視之陰極偏壓功率，調節至少一相繼供應之摻質組成物，以延長離子源、陰極及/或離子源之一或多個其它部件的操作壽命。

本發明之又一態樣係關於操作離子源的方法，包含：

使摻質材料流入離子源；

在使摻質材料流入離子源時，監視離子源操作期間的陰極偏壓功率；以及

回應監視之陰極偏壓功率，使清潔或沉積試劑流入離子源，相較於缺少流入清潔或沉積試劑的對應離子源，藉以延長離子源、陰極及/或離子源之一或多個其它部件的操作壽命。

本發明之其它態樣、特徵和實施例在參閱說明內容和後附申請專利範圍後將變得更清楚易懂。

【實施方式】

本發明係關於使用同位素濃化摻質及/或補充材料來增進離子植入系統之離子源的壽命(服務時間)與性能。

在此，除非另行指明，否則內文所用之單數型「一」和「該」包括複數個指稱物件。

本文在特殊實施方式中提及之各種特徵、態樣和實施例可建構包含、由或實質由部分或所有特徵、態樣與實施例、和其聚集構成其它實施方式的元件與部件組成。本文在此係參照本發明各種特徵和態樣提出不同實施例。在本發明之保護範圍內，本發明涵蓋對特徵、態樣和實施例作各種變更與組合。故本發明可具體指明為包含、由或實質由這些特定特徵、態樣與實施例的任何組合或變更、或一或多個選定特徵、態樣與實施例組成。

在特殊實施例中，可進一步依除適用所述各種特例或示例之特定取代物、同位素、基元(moiety)、結構、成分、特性、步驟或條件外的附帶條件或限制，具體指明本發明之化合物、組成物、特徵結構、步驟和方法。

相較於未使用同位素濃化摻質及/或補充材料的離子植入系統和製程，本發明使用同位素濃化摻質及/或補充材料的離子植入系統和製程可增進離子源壽命與性能。

在此，「摻質氣體」係指包括摻質物種的氣相材料，即欲植入離子植入基板的物種，其配合或結合非摻質組分，例如氫化物、鹵化物、有機或其它基元。摻質氣體實例包括四氟化鋇、鋇烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽、矽烷、磷和膦。

在此，「補充氣體」係指稀釋氣體或共種 (co-species) 氣體。

稀釋氣體為不含摻質物種且與摻質氣體有效混合的氣體，相較於處理不含稀釋氣體之摻質氣體的相對應離子源壽命和性能，處理具摻質氣體之含稀釋氣體混合物的離子源壽命和性能較佳。稀釋氣體實例包括氫氣、氦氣、氟氣和氙氣。

共種氣體為含有與摻質氣體相同摻質物種的氣體，其中相同摻質物種配合或結合不同於摻質氣體之非摻質組分的非摻質組分。

例如，摻質氣體可為四氟化銻，共種氣體可為銻烷 (GeH_4)。

在一態樣中，本發明係關於離子植入製程，包含使摻質組成物流入離子源，以產生離子摻質物種供植入之用，其中摻質組成物係選自由以下所組成之群組：

(i) 銻化合物，經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一銻同位素的天然含量，其中至少一銻同位素的同位素濃化量為：就銻 70 同位素而言高於 21.2%、就銻 72 同位素而言高於 27.3%、就銻 73 同位素而言高於 7.9%、就銻 74 同位素而言高於 37.1%、及就銻 76 同位素而言高於 7.4%，且當摻質組成物係由同位素濃化銻 72 同位素的四氟化銻組成時，銻 72 同位素的同位素濃化量高於 51.6%；以及

(ii) 摻質氣體配方，包含摻質氣體和補充氣體，其中

補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，其中摻質氣體和共種氣體(若有)的至少其一係經同位素濃化。

在此製程之不同實施例中，摻質組成物可選自由經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一銻同位素之天然含量的銻化合物所組成之群組。摻質組成物故可包含同位素濃化成銻 70 同位素高於 21.2%的銻化合物、同位素濃化成銻 72 同位素高於 27.3%的銻化合物、同位素濃化成銻 72 同位素高於 51.6%的銻化合物、同位素濃化成銻 73 同位素高於 7.9%的銻化合物、同位素濃化成銻 74 同位素高於 37.1%的銻化合物、或同位素濃化成銻 76 同位素高於 7.4%的銻化合物。

在其它實施例中，製程可採用包含四氟化銻和銻烷之至少其一的銻化合物。例如，銻化合物可包含四氟化銻，其中四氟化銻中的銻具有高於 21.2%之銻 70 同位素的同位素濃化量、高於 27.3%之銻 72 同位素的同位素濃化量、高於 51.6%之銻 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9%之銻 73 同位素的同位素濃化量、高於 37.1%之銻 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4%之銻 76 同位素的同位素濃化量。

本發明可以另一些其它實施例施行，其中摻質組成物包含銻烷，且銻烷中的銻具有高於 21.2%之銻 70 同位素的同位素濃化量、高於 51.6%之銻 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9%之銻 73 同位素的同位素濃化量、高於 37.1%之銻 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4%之銻

76 同位素的同位素濃化量。

以上概述之離子植入製程可以其它實施例施行，其中摻質組成物係選自由包含摻質氣體與補充氣體的摻質氣體配方所組成之群組，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，其中摻質氣體和共種氣體(若有)的至少其一係經同位素濃化。在不同實施例中，經同位素濃化之摻質氣體和共種氣體(若有)的至少其一可選自由經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一鍍同位素之天然含量的鍍化合物所組成之群組。示例之同位素濃化鍍化合物包括同位素濃化成鍍 70 同位素高於 21.2%的鍍化合物、同位素濃化成鍍 72 同位素高於 27.3%的鍍化合物、同位素濃化成鍍 72 同位素高於 51.6%的鍍化合物、同位素濃化成鍍 73 同位素高於 7.9%的鍍化合物、同位素濃化成鍍 74 同位素高於 37.1%的鍍化合物、或同位素濃化成鍍 76 同位素高於 7.4%的鍍化合物。

在離子植入製程之不同實施方式中，摻質組成物可包含四氟化鍍和鍍烷的至少其一。例如，摻質組成物可包含四氟化鍍，其中鍍具有高於 21.2%之鍍 70 同位素的同位素濃化量、高於 27.3%之鍍 72 同位素的同位素濃化量、高於 51.6%之鍍 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9%之鍍 73 同位素的同位素濃化量、高於 37.1%之鍍 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4%之鍍 76 同位素的同位素濃化量。

或者，摻質組成物可包含鍺烷，其中鍺具有高於 21.2% 之鍺 70 同位素的同位素濃化量、高於 27.3% 之鍺 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9% 之鍺 73 同位素的同位素濃化量、高於 37.1% 之鍺 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4% 之鍺 76 同位素的同位素濃化量。

在其它製程實施例中，補充氣體可包括稀釋氣體，例如選自由氫氣、氫氣、氟氣和氬氣所組成群組之至少一氣體物種。另一些其它實施例可包括包含共種氣體的補充氣體。

又一些其它製程實施例採用包含四氟化鍺、鍺烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷之至少其一的摻質組成物。

再一些其它製程實施例採用選自由四氟化鍺、鍺烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷所組成群組之摻質氣體、以及包含選自由氫氣、氫氣、氟氣和氬氣所組成群組之至少一稀釋氣體物種的稀釋氣體。

在其它製程實施例中，摻質組成物包括選自由以下所組成群組之摻質氣體配方：

- (i) 同位素濃化之四氟化鍺和氬氣與氫氣；
- (ii) 同位素濃化之四氟化鍺和鍺烷；
- (iii) 同位素濃化之四氟化鍺和同位素濃化之鍺烷；
- (iv) 同位素濃化之三氟化硼和氬氣與氫氣；
- (v) 同位素濃化之三氟化硼和二硼烷；以及
- (vi) 同位素濃化之三氟化硼和同位素濃化之二硼烷。

在不同製程實施例中，摻質氣體和共種氣體係互相混合流入離子源而產生離子摻質物種供植入之用。在其它製程實施例中，摻質氣體和共種氣體係相繼流入離子源而產生離子摻質物種供植入之用。

在本發明之離子植入製程中，在一實施例中，離子源可依下列方法操作：使摻質組成物所含之不同摻質材料相繼流入離子源、在使不同摻質材料相繼流入離子源時，監視離子源操作期間的陰極偏壓功率、以及回應監視之陰極偏壓功率，調節至少一相繼供應之摻質組成物，以延長離子源、陰極及/或離子源之一或多個其它部件的操作壽命。

在另一態樣中，本發明係關於增進離子源性能與壽命的方法，離子源配置以由摻質進料產生用於離子植入的離子摻雜物種，方法包含由本發明所述任何摻質組成物產生離子摻雜物種。在此方法之一實施例中，摻質氣體和共種氣體係互相混合流入離子源而產生離子摻質物種供植入之用。在此方法之另一實施例中，摻質氣體和共種氣體係相繼流入離子源而產生離子摻質物種供植入之用。

本發明之又一態樣係關於離子植入系統，包含離子源和配置以供應摻質組成物給離子源的摻質組成物源，其中摻質組成物源包含所述任何摻質組成物。在此離子植入系統中，摻質組成物可包含摻質氣體和共種氣體，摻質組成物源可配置以使摻質氣體和共種氣體互相混合流

入離子源而供應摻質組成物。或者，摻質組成物源可配置以使摻質氣體和共種氣體相繼流入離子源而供應摻質組成物。

本發明之再一態樣係關於摻質進料設備，包含具內部容積之容器和內部容積內的摻質進料，其中摻質進料包含所述任何摻質組成物。

在另一態樣中，本發明係關於增進離子植入系統中源壽命與渦輪泵壽命之至少其一的方法，其中鍺離子係植入基板。方法包含在離子植入系統之游離室中，離子化含鍺摻質氣體，其中含鍺摻質氣體包含鍺烷與一或多種氫氣、氘氣、氮氣和氬氣的混合物，其中摻質氣體係選擇性同位素濃化至少一鍺(Ge)同位素。

例如，鍺烷可以按混合物總體積計佔 5 至 35 體積%之濃度存在混合物中。

在又一態樣中，本發明係關於增進離子植入系統中之離子源壽命的方法，其中四氟化鍺經引進及在離子源中離子化。方法包含伴隨四氟化鍺引進氬氣至離子源，其中四氟化鍺係選擇性同位素濃化至少一鍺(Ge)同位素。在此方法中，氬氣和四氟化鍺可以混合物形式由供應容器提供，混合物自供應容器分配而引進離子源。或者，在此方法中，氬氣和四氟化鍺可由個別供應容器提供，其自個別供應容器分配而引進離子源。在又一實施例中，氬氣和四氟化鍺可於引進離子源後，在離子源中互相混合。

此方法之再一變化例涉及引進氫氣至離子源。氫氣可與氫氣及/或四氟化鎳混合引進。

在以上概述方法之另一實施例中，四氟化鎳可同位素濃化至少一 Ge 同位素，例如至少一 Ge 同位素包含選自由 ^{70}Ge 、 ^{72}Ge 和 ^{74}Ge 所組成群組之鎳同位素。

本發明之又一態樣係關於摻質氣體組成物，包含摻質氣體和補充氣體，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，其中摻質氣體和共種氣體(若有)的至少其一係經同位素濃化。摻質氣體和共種氣體(若有)之至少其一經同位素濃化的組成物可選自由經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一鎳同位素之天然含量的鎳化合物所組成之群組。

此化合物可包括同位素濃化成鎳 70 同位素高於 21.2% 的鎳化合物、同位素濃化成鎳 72 同位素高於 27.3% 的鎳化合物、同位素濃化成鎳 72 同位素高於 51.6% 的鎳化合物、同位素濃化成鎳 73 同位素高於 7.9% 的鎳化合物、同位素濃化成鎳 74 同位素高於 37.1% 的鎳化合物、或同位素濃化成鎳 76 同位素高於 7.4% 的鎳化合物。

在另一實施例中，摻質組成物包含四氟化鎳和鎳烷的至少其一。

當組成物包含四氟化鎳時，四氟化鎳中的鎳可具有：高於 21.2% 之鎳 70 同位素的同位素濃化量、高於 27.3% 之鎳 72 同位素的同位素濃化量、高於 51.6% 之鎳 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9% 之鎳 73 同位素的同位

素濃化量、高於 37.1%之鍍 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4%之鍍 76 同位素的同位素濃化量。

當組成物包含鍍烷時，鍍烷中的鍍可具有：高於 21.2%之鍍 70 同位素的同位素濃化量、高於 27.3%之鍍 72 同位素的同位素濃化量、高於 7.9%之鍍 73 同位素的同位素濃化量、高於 37.1%之鍍 74 同位素的同位素濃化量、或高於 7.4%之鍍 76 同位素的同位素濃化量。

在其它實施例中，摻質組成物可包括含共種氣體、或稀釋氣體、或共種氣體與稀釋氣體之補充氣體。稀釋氣體例如包括選自由氫氣、氫氣、氟氣和氬氣所組成群組之至少一氣體物種。

在另一實施例中，摻質組成物可包含四氟化鍍、鍍烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷的至少其一。再一摻質組成物可包括選自由四氟化鍍、鍍烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷所組成群組之摻質氣體、以及包含選自由氫氣、氫氣、氟氣和氬氣所組成群組之至少一稀釋氣體物種的稀釋氣體。

在特定實施例中，摻質組成物可包含以下任何情況：

- (i) 同位素濃化之四氟化鍍和氬氣與氫氣；
- (ii) 同位素濃化之四氟化鍍和鍍烷；
- (iii) 同位素濃化之四氟化鍍和同位素濃化之鍍烷；
- (iv) 同位素濃化之三氟化硼和氬氣與氫氣；
- (v) 同位素濃化之三氟化硼和二硼烷；以及
- (vi) 同位素濃化之三氟化硼和同位素濃化之二硼烷。

相較於未利用同位素濃化之摻質氣體與同位素濃化之補充氣體的製程壽命和性能，本發明之摻質組成物能有效增進植入製程的壽命和性能。

在此，「同位素濃化」或「濃化」之摻質氣體及/或共種氣體係指氣體中的摻質物種不同於摻質物種的天然同位素分布。舉例來說，四氟化鍺摻質氣體中之鍺同位素的天然含量分布濃度、和示例之同位素濃化四氟化鍺摻質氣體中的鍺同位素分布濃度列於下表 I。

表 I 天然與同位素濃化之四氟化鍺的同位素分布

| 同位素 | 濃度(±1%) | |
|-----|---------|-------|
| | 天然 | 濃化 |
| 70 | 21.2% | 15.8% |
| 72 | 27.3% | 51.6% |
| 73 | 7.9% | 9.4% |
| 74 | 37.1% | 20.1% |
| 76 | 7.4% | 3.1% |

表 I 所列資訊顯示質量 70、72、73、74 和 76 之鍺同位素中，以 ^{74}Ge 的含量最為豐富。

本發明思忖離子植入，其中任一或多種穩定鍺同位素經濃化，即將鍺摻質氣體中的鍺濃度增加成高於其天然含量。在一實施例中，摻質氣體包含四氟化鍺或鍺烷，

其中鍺經同位素濃化成高於至少一同位素的天然含量。在另一實施例中，本發明係關於鍺摻質氣體，其中摻質氣體為四氟化鍺，且摻質氣體經濃化成高於原子量 70、72、73 或 74 之鍺同位素的天然含量，但在不同實施例中，若如四氟化鍺中濃化成高於天然含量的鍺同位素為 ^{72}Ge ，則濃化濃度高於 51.6%，例如在對應實施例中， ^{72}Ge 濃度為高於 52%、55%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%。在其它實施例中，摻質組成物中鍺化合物的 ^{72}Ge 濃化量高於 27.3%。

舉例來說，同位素濃化之摻質氣體可包含選自由以下所組成群組之摻質：

(i) 鍺烷 (GeH_4)，經同位素濃化成 ^{70}Ge 量高於 21.2%，例如在不同對應實施例中， ^{70}Ge 濃度高於 22%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%；

(ii) 鍺烷 (GeH_4)，經同位素濃化成 ^{72}Ge 量高於 27.3%，例如在不同對應實施例中， ^{72}Ge 濃度高於 28%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%；

(iii) 鍺烷 (GeH_4)，經同位素濃化成 ^{74}Ge 量高於 37.1%，例如在不同對應實施例中， ^{74}Ge 濃度高於 38%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%；

(iv) 四氟化鍺 (GeF_4)，經同位素濃化成 ^{70}Ge 量高於 21.2%，例如在不同對應實施例中， ^{70}Ge 濃度高於 22%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%；

(v) 四氟化鍺 (GeF_4)，在一些實施例中為經同位素濃化成 ^{72}Ge 量高於 27.3%，在其它實施例中為高於 51.6%，例如在不同對應實施例中， ^{72}Ge 濃度高於 52%、55%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%；以及

(vi) 四氟化鍺 (GeF_4)，經同位素濃化成 ^{74}Ge 量高於 37.1%，例如在不同對應實施例中， ^{74}Ge 濃度高於 38%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99% 或 99.99%。

考量含 ^{74}Ge 之鍺摻質的使用時，若含 ^{74}Ge 之摻質用於亦處理原子量 75 之砷的植入機，則因砷殘餘物在 Ge 植入中會造成逆摻雜，導致 ^{74}Ge 做為植入鍺物種或存於摻質組成物中有交叉污染的風險。逆摻雜將使植入微電子裝置結構產生缺陷或甚至無法使用。故在同一植入機亦用於植入砷的情況下，使用天然含量之鍺摻質氣體將對植入機分解不當物種的能力造成挑戰，並產生預期同位素之高電流射束，因而降低涉及離子源和束線的清潔操作效率。

除與 ^{75}As 發生交叉污染外，離子植入系統中存有 ^{74}Ge 還會造成三氟化硼 (BF_3) 或 GeF_4 的腐蝕副產物與輸送摻質氣體至電弧室的不鏽鋼管產生交叉污染，例如氟化鐵 (FeF)。然不使用砷做為摻質且摻質氣體輸送管與電弧室介面成分採用石墨、鎢或其它能消除或減少 FeF 產生之適合材料的植入系統沒有交叉污染問題。在此植入系統中，可採用含 ^{74}Ge 之摻質氣體，而無交叉污染危害。

在使用含 ^{74}Ge 之摻質氣體、又無不良影響的離子植入

系統中，本發明之一態樣思忖利用 ^{74}Ge 的天然含量濃度高於其它穩定銻同位素 (^{70}Ge 、 ^{72}Ge 和 ^{73}Ge) 之優勢 (如表 I 所示)，使用 ^{74}Ge 濃化量超過天然含量的含銻摻質氣體。由於天然同位素組成含量中 ^{74}Ge 濃度較其它穩定同位素高，故相較於將天然含量濃度較低的其它銻同位素濃化成相應濃化量，使 ^{74}Ge 濃化量高於天然含量更為合算。或者，從資本設備和處理成本的立場來看，以一樣的成本來濃化其它穩定銻同位素 (^{70}Ge 、 ^{72}Ge 和 ^{73}Ge)，更有利於使天然含量濃度較高之 ^{74}Ge 達到較高濃化量。

為解決施行砷摻雜之離子植入系統植入銻時的砷污染問題，採用天然含量較少的銻 72 同位素係有利的。然如四氟化銻中銻 72 同位素的天然含量為 27.3%，銻 74 同位素則為 37.1% (參見表 I)。是以使用此天然含量之銻勢必降低可用射束電流、可能減少產量及增加植入成本。

因此，根據本發明，在摻質組成物存有銻 74 同位素而易交叉污染的系統中使用同位素濃化銻 72 同位素之四氟化銻或銻烷能有效提高可用射束電流、增加產量及降低植入成本。例如，將四氟化銻或銻烷中的銻 72 同位素濃化成高於 27.3% 有利於相應提高射束電流，進而增加離子植入系統產量。

使用其它同位素濃化之摻質組成物，例如同位素濃化 ^{70}Ge 之四氟化銻或銻烷，也可達成類似提高射束電流、產量和整體性能的好處。

本發明因而廣泛思忖同位素濃化之摻質氣體及/或同

位素濃化之共種氣體，其中相較於未依天然含量濃度同位素調整之摻質及/或共種氣體的對應系統，有益的同位素濃度係相對其在摻質及/或共種氣體中之天然含量增加成能增進離子植入系統中離子源性能與壽命的程度。「同位素濃化」應理解為相對特定同位素天然含量提高濃度。

在不同特定實施例中，有益/預期同位素可相對天然含量濃度增加成高於此類同位素之天然含量濃度的 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%或以上。在其它特定實施例中，有益/預期同位素可視所用特定同位素而定，由天然含量濃度濃化成較高濃度，例如 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99%或 99.99%或以上。

在此，高於天然含量濃度的同位素增加百分比「相差程度(by)」(如「相對天然含量濃度增加...」)意指百分比增加係以特定元素或化合物中之特定同位素的天然含量原子百分比為基礎。故如「使 GeF_4 中的 ^{70}Ge 相對天然含量濃度增加 20%」意指使 GeF_4 中天然含量 21.2 原子%之 ^{70}Ge 增加成 ^{70}Ge 佔 $21.2\% \times 1.20 = 25.4\%$ 之同位素濃化 GeF_4 化合物。

相較之下，「變成(to)」高於天然含量濃度的同位素百分比，如「由天然含量濃度濃化成較高濃度...」意指同位素濃化元素或化合物的原子百分比濃度為明確數值。故如「將 GeF_4 中的 ^{70}Ge 由天然含量濃度濃化成 40%之

濃度」意指 ^{70}Ge 係以 40 原子%之量存在同位素濃化 GeF_4 中。若如前述詞句有「相差程度」或「變成」以外的用語，則同位素濃度或量將理解為具明確數值之同位素濃化元素或化合物的原子百分比濃度。

在不同實施例中，有益同位素可增加成佔組成物之總體同位素的主要部分，即組成物中的同位素濃度高於 50%。例如，在特定實施例中，四氟化鍺和鍺烷中的鍺 72 同位素分別可濃化成 $\geq 52\%$ 和 $> 27.3\%$ 。在其它特定實施例中，四氟化鍺或鍺烷中的鍺 70 同位素可濃化成 $> 27.2\%$ 。

因此，濃化鍺 72 同位素之四氟化鍺最好可濃化成至少 52% 到至多達 100%、或為其它特定範圍之濃化量，例如 55% 至 100%、60% 至 90%、75% 至 95%、80% 至 100%、或其它包括上述範圍之某一下限與另一上限的範圍排列，藉以達成預期增加射束電流量、增進產量及/或改善植入操作經濟特性的目的。濃化鍺 72 同位素之鍺烷最好可濃化成高於 27.3% 到至多達 100%、或為其它特定範圍之濃化量，例如 30% 至 100%、35% 至 85%、40% 至 60%、50% 至 99%、75% 至 95%、或其它包括上述範圍之某一下限與另一上限的範圍排列，藉以達成預期增進射束電流、產量和成本之上述製程特性的目的。

同樣地，濃化鍺 70 同位素之四氟化鍺最好可濃化成高於 21.2% 至 100%、或為其它特定範圍之濃化量，例如 45% 至 100%、50% 至 99%、60% 至 85%、75% 至 98%、或其

它包括上述範圍之某一下限與另一上限的範圍排列，藉以達成預期增進射束電流、產量和成本的目的。也可採用濃化鍍 70 同位素之鍍烷，其中 ^{70}Ge 的濃化量為 21.2% 至 100%、或為其它範圍之濃化量，例如 25% 至 100%、30% 至 99%、40% 至 95%、50% 至 90%、75% 至 95%、80% 至 99%、或其它包括上述範圍之某一下限與另一上限的範圍排列，其適合使用同位素濃化之摻質氣體的特定離子植入操作和設備。

故本發明思忖在離子植入時使用已經同位素濃化成迄今未知量的摻質氣體及/或補充氣體，以增進離子植入系統中之離子源的壽命和性能。摻質氣體可經同位素濃化成超過天然含量，或共種氣體(若有)可經同位素濃化成超過天然含量，又或者摻質氣體和共種氣體可經同位素濃化成超過天然含量。所有超過天然含量的同位素濃化量組合(涉及摻質氣體、共種氣體和稀釋氣體)視為落在本發明之保護範圍內。

可用於本發明來增進離子源壽命和性能的摻質氣體混合物實例包括、但不限於摻質氣體組成物，其包含：

(1) 同位素濃化之四氟化鍍、結合做為稀釋氣體的氙氣與氫氣；

(2) 同位素濃化之四氟化鍍、結合做為共種氣體的鍍烷；

(3) 同位素濃化之四氟化鍍、結合做為共種氣體的同位素濃化之鍍烷；

(4) 同位素濃化之三氟化硼、結合做為稀釋氣體的氫氣與氫氣；

(5) 同位素濃化之三氟化硼、結合做為共種氣體的二硼烷；或者

(6) 同位素濃化之三氟化硼、結合做為共種氣體的同位素濃化之二硼烷。

在一特定實施例中，摻質氣體混合物包括原子質量 72 之鍍，其濃度以現存總體鍍同位素物種為基礎計為高於 55%，例如高於 60%、70%、80%或 90%，以提供高射束電流及增進產量和源壽命。

在摻質氣體混合物不含四氟化鍍的另一特定實施例中，摻質氣體混合物包括原子量 72 之鍍，其濃度以現存總體鍍同位素物種為基礎計為高於 25%，例如高於 30%、40%、50%、60%、70%、80%或 90%，以提供高射束電流及增進產量和源壽命。

在又一特定實施例中，摻質氣體混合物包括原子量 70 之鍍，其濃度以現存總體鍍同位素物種為基礎計為高於 25%，例如高於 30%、40%、50%、60%、70%、80%或 90%，以提供高射束電流及增進產量和源壽命。

在本發明之特定實施例中，摻質氣體組成物可包括含鍍摻質氣體及選擇性包含補充氣體，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，且摻質氣體組成物係同位素濃化至少一 Ge 同位素物種。在特定實施例中，組成物可包括同位素濃化之鍍烷、或同位素濃化之四氟化

銻、或同位素濃化之銻烷與四氟化銻、或銻烷與四氟化銻(但只有其中一種含銻化合物經同位素濃化)。在其它實施例中，當四氟化銻以同位素濃化形式存在時，摻質氣體組成物可包括同位素濃化原子量 70、72、73、74 或 76 之銻的四氟化銻。其它實施例可包括同位素濃化原子量 70、73 或 74 之銻的四氟化銻。又一些其它實施例可包括同位素濃化原子量 70、72 或 74 之銻的四氟化銻。在一些實施例中，當四氟化銻存有銻 72 時，銻 72 同位素的同位素濃化量高於 51.6%，例如在特定實施方式中為高於 52%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99% 或 99.99%，且本發明之保護範圍涵蓋由上述任一數值同位素濃化成 100% 的同位素濃化量。

在其它實施例中，摻質氣體組成物可包括含銻組分，例如銻烷及/或四氟化銻，其並與一或多種氫氣、氬氣、氫氣、氬氣、氫氣與氬氣混合，其中含銻組分係選擇性地為同位素濃化原子量 70、72、73、74 或 76 之銻。在一實施例中，摻質氣體組成物包括四氟化銻和氬氣，其中四氟化銻例如係同位素濃化銻 70、72、73、74 或 76，在另一實施例中，四氟化銻係同位素濃化銻 72，其中銻 72 同位素的同位素濃化量高於 51.6%，例如在特定實施方式中為高於 52%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%、99.9% 或 99.99%，且本發明之保護範圍涵蓋由上述任一數值同位素濃化成 100% 的同位素濃化量。

在一示例實施例中，本發明係關於離子植入製程，其中包含摻質氣體和選擇性補充氣體的摻質氣體混合物提供至離子源，以產生離子摻質物種供植入之用，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，且摻質氣體和補充氣體(若有)的至少其一包括同位素濃化組分。

在另一實施例中，本發明係關於增進離子源性能與壽命的方法，離子源配置以由摻質氣體產生用於離子植入的離子摻雜物種，方法包含使用包含摻質氣體和選擇性補充氣體的摻質氣體混合物，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，且摻質氣體和補充氣體(若有)的至少其一包括同位素濃化組分。

本發明之又一實施例係關於離子植入系統，包含摻質氣體源和選擇性補充氣體源，其中各氣源係配置以將摻質氣體和補充氣體各自分配到系統中適於混合摻質氣體與補充氣體而形成摻質氣體混合物的混合位置，及分配到構成混合位置(mixing locus)或配置以接收來自混合位置之摻質氣體混合物的離子源，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，且摻質氣體和補充氣體(若有)的至少其一包括同位素濃化組分。故摻質氣體混合物可包含摻質氣體和補充氣體，其中摻質氣體和補充氣體均包括同位素濃化組分(如有益/預期同位素)，或者摻質氣體和補充氣體均以不同同位素組分同位素濃化。

本發明之附加實施例係關於將鍍 70 同位素之摻質氣體及/或共種氣體用於離子植入，其中摻質氣體及/或共種

氣體經同位素濃化成原子原子量 70 之銻超過天然含量，例如至少為 30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%、99.5%、99.99%、或其它適合特定離子植入應用的量。

本發明之另一實施例係關於利用包括摻質氣體與共種氣體的摻質氣體試劑，其中氣體可為所述包括同位素濃化之摻質氣體及/或共種氣體組分的組成物。

在又一實施例中，包括摻質氣體與共種氣體的摻質試劑係配置於離子植入系統而流入及供應至離子源，其中摻質氣體和共種氣體係互相混合。

在再一實施例中，摻質氣體和共種氣體係相繼流入離子源而於其內離子化。此相繼操作可以任何適當方式施行、採取相等時基分別流入摻質氣體和共種氣體、或採取不同時基各自流入、或調節成提供預定特性之摻雜基板。

以根據本發明之離子物種進行離子植入的基板可為任何適合類型。

基板可為矽、碳化矽、氮化鎵或任何其它適合的基板組合物。基板可包括微電子裝置基板，即用於製備微電子結構以製造微電子裝置或裝置前驅部件的基板。

在其它實施例中，基板可經植入而製造如顯示器和太陽能面板等產品。當理解本發明可應用到具任何適合特性的離子植入應用。

在一實施例中，本發明係關於摻質組成物供應設備，

包括具內部容積之容器和內部容積內的摻質組成物，其中摻質組成物可為所述任何適合類型。摻質組成物供應設備可配置成耦接離子源，例如利用含適當儀器和控制部件使摻質組成物適當流向離子源的適合流動電路。

現參照圖式，第 1 圖為根據本發明一態樣之離子植入處理系統的示意圖。

離子植入處理系統 300 包括具內部容積之儲存與分配容器 302，其盛裝摻質氣體以供應離子植入室 301 內的基板 328 進行離子植入摻雜。儲存與分配容器可為含有吸附媒介的類型，吸附媒介物理吸附摻質氣體而儲存氣體，且氣體在分配條件下自吸附媒介脫附而排出容器。吸附媒介可為固相碳吸附材料。吸附劑基型 (sorbent-based) 容器可取自 ATMI 公司 (位於美國康乃迪克州 Danbury) 販售之 SDS 與 SAGE 商標產品。或者，容器可為內壓調節式容器，其在容器內部容積含有一或多個調節器。壓力調節式容器可取自 ATMI 公司 (位於美國康乃迪克州 Danbury) 販售之 VAC 商標產品。又或者，容器可含有固態摻質源材料，其例如藉由加熱容器或其內容物而揮發產生摻質氣體做為蒸發或昇華產物。此固體輸送容器類型可取自 ATMI 公司 (位於美國康乃迪克州 Danbury) 販售之 ProEvap 商標產品。

在第 1 圖中，儲存與分配容器 302 包含圍住內部容積的圓柱形容器壁 304，以盛裝吸附態、游離氣態或液化氣態摻質氣體。

儲存與分配容器 302 包括閥頭 308，其透過分配管線 372 氣體流通耦接混合室 360(其屬選擇性)、進而連結排放管線 312。壓力感測器 310 和質量流量控制器 314 一起設於管線 312 中；其它選擇性監視與感測部件可耦接管線及接合控制裝置，例如致動器、反饋與電腦控制系統、週期定時器等。

混合室 360(若有使用)還流通連結氣體供給管線 370，其耦接補充氣體供應容器 362、364，容器 362、364 彼此可為相同或不同類型，且可與上述容器 302 相同或不同。容器 362 例如含有稀釋氣體，容器 364 例如含有共種氣體，其經配置以製備含有摻質氣體並結合稀釋氣體及/或共種氣體的摻質氣體混合物。

補充容器 362 由主要容器部組成，其由閥頭 380 關緊，閥頭 380 則耦接補充容器供給管線 366。同樣地，補充容器 364 由主要容器部組成，其由閥頭 382 關緊。閥頭 382 耦接補充容器供給管線 368。依此配置之供給管線 366、368 將稀釋及/或共種氣體輸送到混合室 360，以提供含稀釋及/或共種氣體之摻質氣體混合物通往植入機的離子源。為此，補充容器供給管線 366、368 和分配管線 372 可裝配適當閥、控制器及/或感測器，以手動或自動控制容器分配材料的流動或其它特性，閥、控制器及/或感測器可以任何適當方式耦接或連接對應供給/分配管線。

閥依次耦接操作連結中央處理單元(CPU)的閥致動

100年6月27日修正替換頁

器。CPU 通訊耦接上述控制器及/或感測器，並可程式排列成以彼此相關的方式控制各容器分配流體的相對速率、條件和量，如此從混合室 360 流出於管線 312 內的摻質氣體混合物具有用於施行離子植入操作的預定組成、溫度、壓力和流率。

在所示系統 300 中，離子植入室 301 含有離子源 316，其接收自管線 312 分配的摻質氣體混合物及產生離子束 305。離子束 305 通過原子量分析單元 322，其挑選所需離子及剔除未選離子。

選定離子通過加速電極陣列 324，隨後通過反射電極 326。形成之聚焦離子束照射位在裝設於心軸 332 之旋轉架 330 上的基板元件 328。摻質離子之離子束用來依需求摻雜基板而形成摻雜結構。

離子植入室 301 各區段分別利用泵 320、342、346 而經由管線 318、340、344 排氣。

第 2 圖為根據本發明另一態樣之離子植入處理系統的示意圖。第 2 圖系統係對應第 1 圖中相同部件和特徵結構編號，但第 2 圖系統在流動電路配置上採用各自的摻質氣體和補充氣體容器，其中容器 302、362、364 每一者在其分配管線中分別具有個別質量流量控制器 314、400、402。依此配置下，可於操作時利用相連分配管線之專用質量流量控制器，調節各容器流出的氣體，而達成各氣體的選定流率或氣體流率比。各質量流量控制器可操作連結中央處理單元(CPU)，藉此可於操作時依需求

或期望調整質量流量控制器而達到最佳系統操作。

在本發明之又一態樣中，在第一種情況下，摻質氣體可以含一或多種補充氣體(即稀釋及/或共種氣體)的混合物形式供應，其中摻質氣體與補充氣體混合物係裝在單一供應容器內，氣體混合物可由此分配及流向離子植入系統的離子源。例如，在第 1 圖系統中，容器 302 可構成含有摻質氣體與補充氣體混合物的單一氣體供應容器(無補充容器 362、364)。

此方式可用於提供鍺烷(當作摻質氣體)，其混於含氫氣、鈹氣或其它稀釋氣體之混合物中而做為共裝(co-packaged)混合物，其由單一供應容器提供。相較於高壓之 100%鍺烷，此係較安全的包裝技術，且四氟化鍺在一些離子植入應用中會引起源壽命與渦輪泵壽命相關問題，這是使用鍺烷所能避免的，故此方式也可以鍺烷代替四氟化鍺。

以有利本發明廣泛實務的鍺烷氣體混合物為例，如由單一供應容器提供，則含鍺烷氣體組成物可包含按組成物總體積計佔 5 至 35 體積%之鍺烷、或其它適當濃度之鍺烷，剩餘部分為一或多種氫氣、氫氣、氮氣和氬氣，其中鍺烷為天然含量之鍺烷、或同位素濃化 ^{70}Ge 或 ^{72}Ge 或其它鍺同位素之鍺烷，或者含鍺烷之摻質氣體混合物係選擇性同位素濃化至少一 Ge 同位素。

在另一態樣中，本發明係關於使用氬氣做為共流氣體和四氟化鍺，以增進離子植入系統的源壽命，其中四氟

化鍺做為摻質氣體，且四氟化鍺可選擇性同位素濃化至少一 Ge 同位素。當使用氨氣做為補充氣體並與四氟化鍺混合來植入鍺時，氨氣(NH₃)的氮與氫分子將有效清除四氟化鍺中的氟。清除氟的結果，將使 GeF₄/NH₃ 混合物至少部分抑制鹵素在離子源內循環，鹵素循環會因鎢鬚晶生長在弧形槽縫及/或鎢沉積在陰極及/或對陰極上而造成源壽命不佳。

使用氨氣做為共流氣體和 GeF₄ 可以任何配置方式完成。在一實施例中，採用用於氨氣與四氟化鍺的個別氣體供應容器，出自各氣體供應容器的氣體則共同流向離子源。共流氣體可在通過質量流量控制器前混合、或於質量流量控制器與離子源間混合、或於離子源內混合。

或者，可提供含氨氣與四氟化鍺混合物且呈任何適當相對比例之單一供應容器。

又或者，可由個別供應容器提供氙氣做為補充氣體。從供應容器分配後，氙氣可與氨氣及/或四氟化鍺混合。亦可由含有氙氣並與氨氣及/或四氟化鍺混合的氣體容器提供氙氣做為補充氣體。因氙氣對陰極有濺射作用而能移除任何沉積於陰極上的過量鎢，故引進離子源的氣體存有氙氣可增進源壽命。

在再一態樣中，本發明係關於改良之離子植入製程，其包含、實質由或由下列步驟組成：使一或多種同位素濃化之摻質材料(如鍺烷或四氟化鍺)流入游離室，以產生離子摻質物種、自游離室萃取出離子摻質物種、挑選

預定離子摻質物種、以及將選定/預定離子摻質物種植入微電子或半導體基板。

在不同實施例中，有益/預期同位素可相對天然含量濃度增加高於此類同位素之天然含量濃度的 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%或以上，或者有益/預期同位素可視所用特定同位素之天然含量而定，由天然含量濃度濃化成較高濃度，例如 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%或以上。預期的鍺同位素濃化量可提供來增加此同位素含量或濃度，及相應增加離子束中的此同位素量。相較於採用含低濃度/量之相同/預期鍺同位素之鍺源的系統及/或製程，此將帶來產量優勢。

在一較佳實施例中，使用鍺 72 同位素含量 $\geq 52\%$ 之四氟化鍺氣體、鍺 72 同位素含量 $> 27.3\%$ 之鍺烷氣體、或二者之氣體混合物做為摻質材料。在另一較佳實施例中，使用鍺 70 同位素含量 $\geq 21.2\%$ 之四氟化鍺氣體、鍺 70 同位素含量 $> 21.2\%$ 之鍺烷氣體、或二者之氣體混合物做為摻質材料。

在包括含鍺摻質氣體與選擇性補充氣體的摻質氣體組成物中，其中補充氣體包括稀釋氣體和共種氣體的至少其一，且摻質氣體組成物係同位素濃化至少一 Ge 同位素，組成物可包含鍺烷和四氟化鍺的至少其一，其中任一組分或二組分係經同位素濃化，例如同位素濃化鍺 70、72、73、74 或 76、或同位素濃化鍺 70、72 或 74。

在此組成物中，若存有同位素濃化鍍 72 之四氟化鍍，則同位素濃化量可高於 51.6%。摻質氣體組成物可包括任何適合特性之補充氣體。

摻質氣體組成物當思忖包括含鍍組分和一或多種氫氣、氮氣、氫氣、氮氣、氮氣與氫氣，其中含鍍組分係選擇性同位素濃化。在特定實施例中，含鍍組分可包含鍍烷及/或四氟化鍍。在特定實施例中，摻質氣體組成物可包含氮氣。在其它實施例中，組成物例如由四氟化鍍和氮氣組成，其中四氟化鍍係經同位素濃化。或者，組成物可包含同位素濃化之四氟化鍍和氮氣與氫氣的至少其一。

本發明之又一態樣係關於相繼流入摻質材料，其中陰極偏壓功率係於離子源操作期間監視，且監視之陰極偏壓源功率係用於反饋控制製程來控制/挑選/交替輸送到離子源的摻質化合物之各者，以如藉由在離子源操作時維持預定陰極偏壓功率，而延長離子源或其部件的操作壽命。此方法可用於修理或矯正離子源的陰極，即依需求使陰極重新生長或蝕刻陰極，以維持或達到離子源操作期間的預定陰極偏壓功率。

離子源可為任何適合監視及控制製程的類型，例如間接熱陰極(IHC)離子源。此方法中的陰極偏壓功率有利做為反饋機制來控制不同摻質化合物相繼流入，以延長離子源/陰極的操作壽命。

不同摻質化合物可為、且較佳為摻質物種和用於鍍摻

質物種之摻質化合物一樣的摻質化合物，例如四氟化鎳與鎳烷。不同摻質源化合物可包括所述經同位素濃化之至少一摻質化合物。

在一實施例中，操作離子植入系統(其包括離子源之電弧室中的陰極)以維持離子源操作效率的方法包括使陰極接觸相繼供應之摻質組成物，同時測量陰極偏壓功率、以及回應測量之陰極偏壓功率，調節至少一相繼供應之摻質組成物，以延長離子源、陰極及/或離子源之一或多個其它部件的操作壽命。

「調節」相繼供應之摻質組成物係指控制至少一相繼供應之摻質組成物的順序、時期、製程條件或挑選摻質組成物，即選擇性回應測量之陰極偏壓功率而改變。故每一摻質組成物的供應時期可相對彼此改變，以維持設定點的陰極偏壓功率值，或者某一摻質組成物可在比另一摻質組成物還高的電壓條件下供應，或者反饋監視與控制系統可配置以其他方式控制/挑選/交替各摻質組成物。

在另一實施例中，方法可用於相對一或多種摻質組成物，使清潔試劑或沉積試劑同時或相繼流過離子源，其中如若監視之功率使用增至高於初始或其它預定或設定值或量，則讓蝕刻清潔試劑流過離子源，使離子源的陰極偏壓功率或其它功率利用變數用於進行陰極蝕刻，以自其移除沉積物，及/或其中如若監視之功率使用降至低於初始或其它預定或設定值，則讓沉積用試劑流過離子

源，使離子源的陰極偏壓功率或其它功率利用變數用於促使陰極材料重新生長。

故將理解本發明之組成物、製程、方法、設備和系統可以各種方式實施及應用，以提供對離子植入系統中離子源性能和壽命的相同增進效果。

雖然本發明已以特定態樣、特徵和示例實施例揭露如上，然當明白本發明之應用不限於此，而是擴大及涵蓋本發明領域之一般技藝人士依據所述內容所推衍的眾多其它變化、修改和替代實施例。同樣地，在不脫離本發明之精神和範圍內，後附申請專利範圍宜廣泛推斷及解釋成包括所有變化、修改和替代實施例。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為根據本發明一態樣之離子植入處理系統的示意圖。

第 2 圖為根據本發明另一態樣之離子植入處理系統的示意圖。

【主要元件符號說明】

| | | | |
|-------------|-------|-------------|-------|
| 300 | 系統 | 301 | 離子植入室 |
| 302、362、364 | 容器 | 304 | 容器壁 |
| 305 | 離子束 | 308、380、382 | 閥頭 |
| 310 | 壓力感測器 | 312、318 | 管線 |

| | | | |
|-------------|---------|---------|---------|
| 314 | 質量流量控制器 | 316 | 離子源 |
| 320、342、346 | 泵 | 322 | 原子量分析單元 |
| 324 | 加速電極陣列 | 326 | 電極 |
| 328 | 基板 | 330 | 旋轉架 |
| 332 | 心軸 | 340、344 | 管線 |
| 360 | 混合室 | 366、368 | 管線 |
| 370、372 | 管線 | 400、402 | 流量控制器 |

七、申請專利範圍：

101年9月26日修正本

1. 一種離子植入製程，包含以下步驟：

使一摻質組成物流入一離子源；

從該離子源的該摻質組成物產生多個離子摻質物種；以及

將該等離子摻質物種植入一基板中，

其中該摻質組成物係選自由以下摻質組成物(i)及摻質組成物(ii)所組成之群組：

(i)摻質組成物，包含一或多個鍍化合物，該鍍化合物經同位素濃化(isotopically enrich)成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一個鍍同位素的天然含量(natural abundance level)，其中該至少一鍍同位素的同位素濃化量為就鍍 70 同位素而言高於 21.2%、就鍍 72 同位素而言高於 27.3%、就鍍 73 同位素而言高於 7.9%、就鍍 74 同位素而言高於 37.1%、及就鍍 76 同位素而言高於 7.4%，；以及

(ii)摻質組成物，包含一摻質氣體和一補充氣體，其中該補充氣體包括一稀釋氣體和一共種(co-species)氣體的至少其一，且其中該摻質氣體和一共種氣體(若存在)的至少其一經同位素濃化；

條件為，當該摻質組成物(i)的摻質組成物或摻質組成物(ii)的經同位素濃化的摻質氣體或共種氣體由以鍍 72 同位素進行同位素濃化的四氟化鍍所組成

時，該鍺 72 同位素的該同位素濃化量高於 51.6%。

2. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其中該摻質組成物係選自由摻質組成物(i)所組成之群組。
3. 如申請專利範圍第 2 項之製程，其中該一或多個經同位素濃化的鍺化合物包含鍺烷。
4. 如申請專利範圍第 2 項之製程，其中該一或多個經同位素濃化的鍺化合物包含四氟化鍺。
5. 如申請專利範圍第 2 項之製程，其中該一或多個經同位素濃化的鍺化合物包含鍺烷以及四氟化鍺。
6. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其中該摻質組成物係選自由摻質組成物(ii)所組成之群組。
7. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其中該摻質組成物包含一或多個鍺化合物，該鍺化合物經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一個鍺同位素之天然含量。
8. 如申請專利範圍第 7 項之製程，其中該摻質組成物包含經同位素濃化的鍺烷。

9. 如申請專利範圍第 7 項之製程，其中該摻質組成物包含經同位素濃化的四氟化鋅。

10. 如申請專利範圍第 7 項之製程，其中該摻質組成物包含經同位素濃化的鋅烷以及經同位素濃化的四氟化鋅。

11. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其中該補充氣體包含一或多個稀釋氣體，該稀釋氣體選自由氫氣、氫氣、氮氣、氮氣、氮氣、氟氣和氬氣所組成之群組。

12. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其中該補充氣體包含一或多個共種氣體，該共種氣體選自由四氟化鋅、鋅烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷所組成的群組。

13. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其中該摻質氣體選自由四氟化鋅、鋅烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷所組成之群組。

14. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其中該摻質組成物包含一摻質氣體配方，該摻質氣體配方選自由以下所組成之群組：

(i) 氬氣、氫氣、以及同位素濃化之四氟化鋅；

- (ii) 鍺烷以及同位素濃化之四氟化鍺；
- (iii) 同位素濃化之四氟化鍺和同位素濃化之鍺烷；
- (iv) 氫氣、氘氣、以及同位素濃化之三氟化硼；
- (v) 二硼烷以及同位素濃化之三氟化硼；以及
- (vi) 同位素濃化之三氟化硼和同位素濃化之二硼烷。

15. 一種摻質組成物，包含一摻質氣體和一補充氣體，其中該補充氣體包括一稀釋氣體和一共種氣體的至少其一，且其中該摻質氣體和一共種氣體（若存在）的至少其一係經同位素濃化；條件為，當該摻質組成物的經同位素濃化的該摻質氣體或該共種氣體由以鍺 72 同位素進行同位素濃化的四氟化鍺所組成時，該鍺 72 同位素的該同位素濃化量高於 51.6%。

16. 如申請專利範圍第 15 項之組成物，包含一或多個鍺化合物，該鍺化合物經同位素濃化成高於原子量 70、72、73、74 或 76 之至少一個鍺同位素之天然含量。

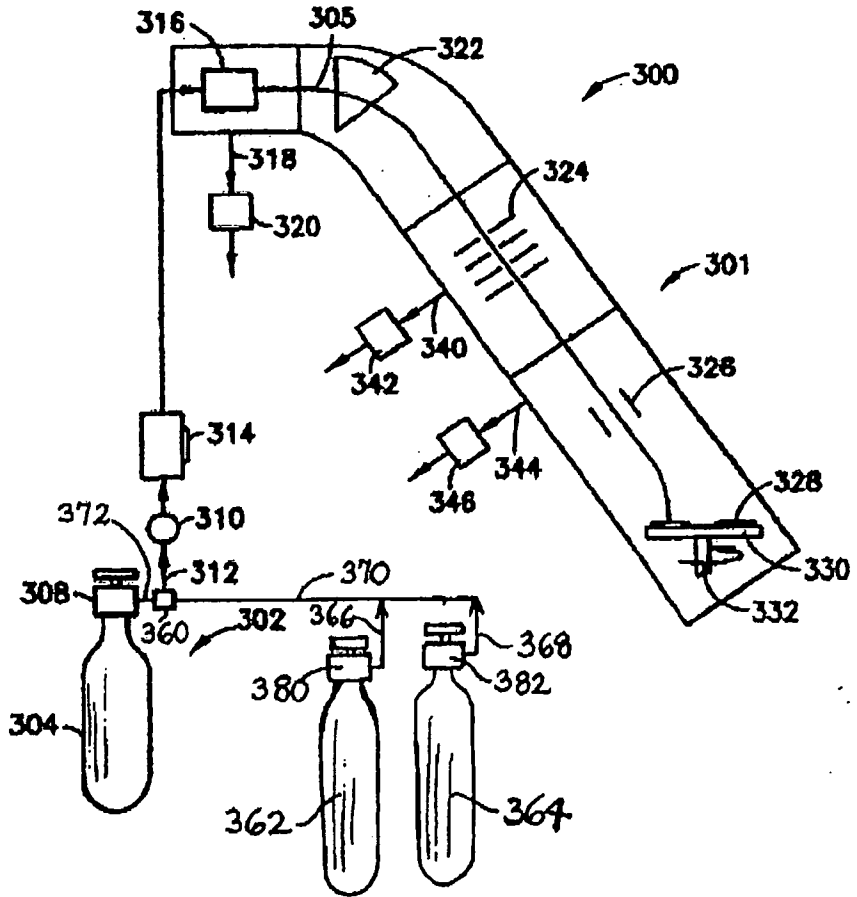
17. 如申請專利範圍第 16 項之組成物，包含經同位素濃化之鍺烷與四氟化鍺之至少一者。

18. 如申請專利範圍第 15 項之組成物，其中該摻質氣體選自由四氟化鍺、鍺烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽、與矽烷所組成之群組。

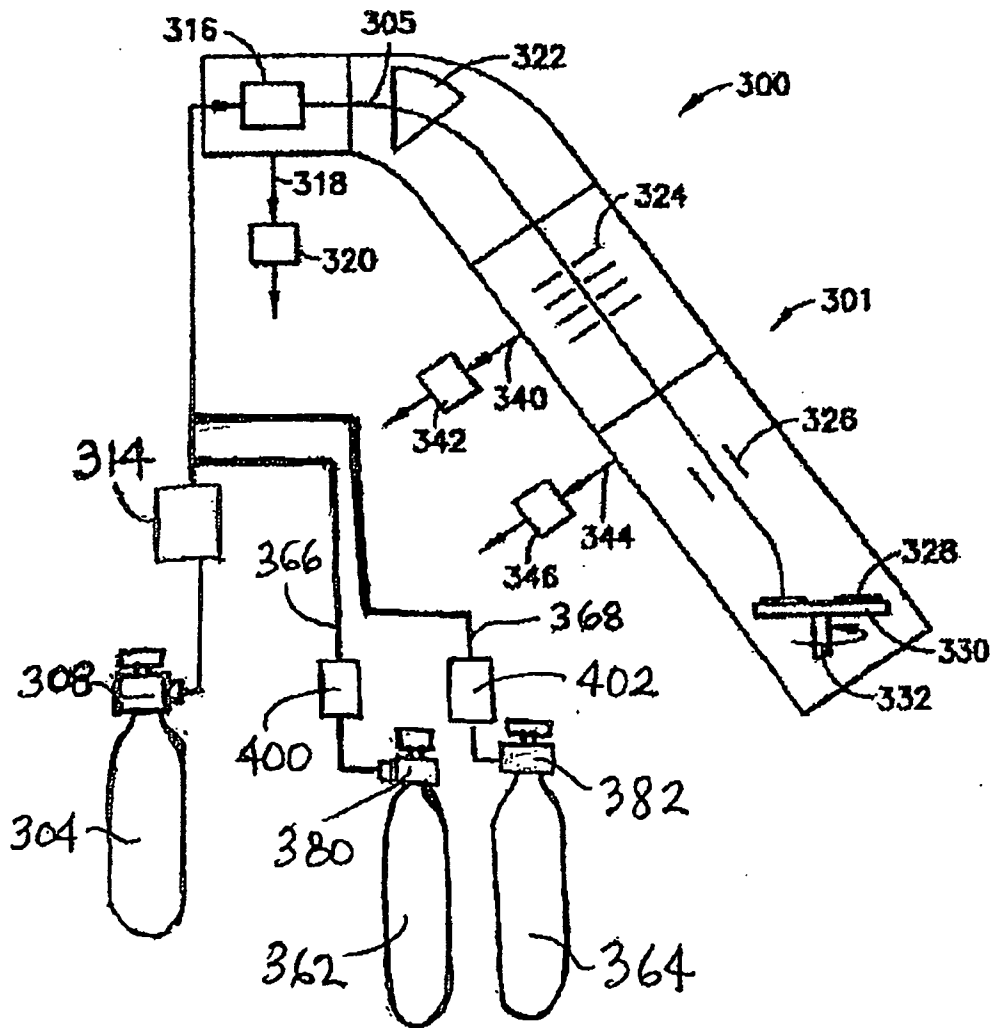
19. 如申請專利範圍第 15 項之組成物，其中該補充氣體包含至少一個氣體，該氣體選自由以下氣體組成之群組：氫氣、氫氣、氮氣、氮氣、氮氣、氟氣、氫氣、四氟化鎢、鎢烷、三氟化硼、二硼烷、四氟化矽和矽烷。

20. 如申請專利範圍第 15 項之組成物，其中該摻質組成物包含一組成物，該組成物選自由以下所組成之群組：

- (i) 氫氣、氫氣、以及同位素濃化之四氟化鎢；
- (ii) 鎢烷和同位素濃化之四氟化鎢；
- (iii) 同位素濃化之四氟化鎢和同位素濃化之鎢烷；
- (iv) 氫氣、氫氣、以及同位素濃化之三氟化硼；
- (v) 二硼烷以及同位素濃化之三氟化硼；以及
- (vi) 同位素濃化之三氟化硼和同位素濃化之二硼烷。



第1圖



第2圖