



(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 I636494 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：102105567

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 18 日

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

(30) 優先權：2012/02/14 美國 61/598,704

(71) 申請人：恩特葛瑞斯股份有限公司 (美國) ENTEGRIS, INC. (US)
美國

(72) 發明人：瑞理查 S RAY, RICHARD S. (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW	200901262	US	20070087574A1
US	20080044960A1	US	20080237496A1

審查人員：陳英豪

申請專利範圍項數：1 項 圖式數：1 共 19 頁

(54) 名稱

於植入應用中最小化磷累積的替代材料及混合物

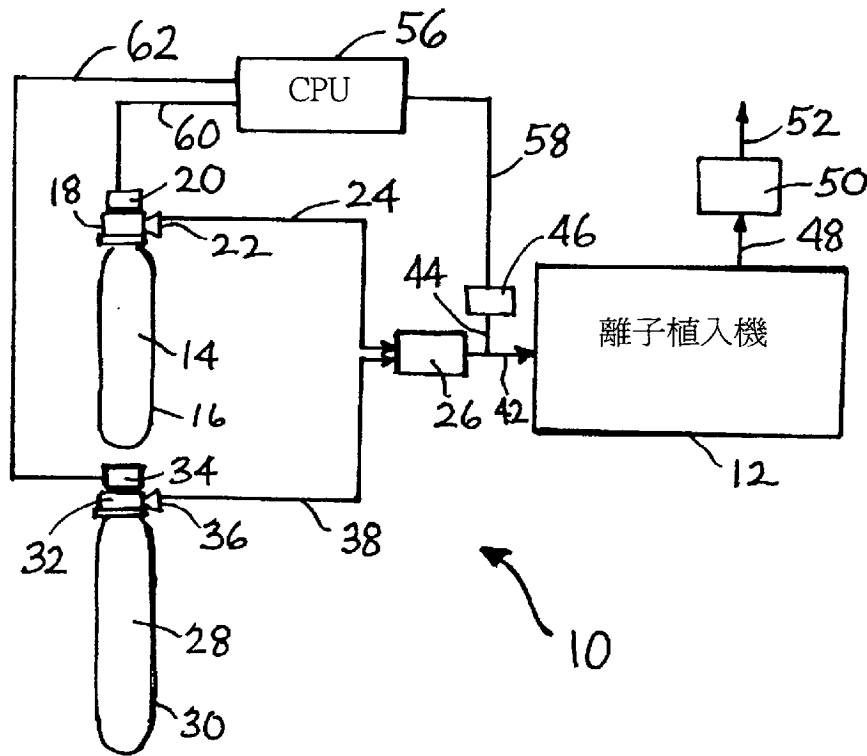
ALTERNATE MATERIALS AND MIXTURES TO MINIMIZE PHOSPHORUS BUILDUP IN
IMPLANT APPLICATIONS

(57) 摘要

採用氟化磷來取代或結合磷做為磷摻質源組成，以減少磷沉積物不當累積在離子植入系統的系統和製程。氟化磷可包含 PF₃ 及/或 PF₅。氟化磷和磷可共流至離子植入機，或者各磷摻質源材料可交替及相繼個別流入離子植入機，相較於只使用磷做為磷摻質源材料的對應處理系統，上述系統和製程可減少磷固體不當累積在植入機。

Systems and processes for utilizing phosphorus fluoride in place of, or in combination with, phosphine as a phosphorus dopant source composition, to reduce buildup of unwanted phosphorus deposits in ion implanter systems. The phosphorus fluoride may comprise PF₃ and/or PF₅. Phosphorus fluoride and phosphine may be co-flowed to the ion implanter, or each of such phosphorus dopant source materials can be alternately and sequentially flowed separately to the ion implanter, to achieve reduction in unwanted buildup of phosphorus solids in the implanter, relative to a corresponding process system utilizing only phosphine as the phosphorus dopant source material.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 10 . . . 離子植入系統
- 12 . . . 離子植入機
- 14 . . . 氟化磷源
- 16、30 . . . 容器
- 18、32 . . . 閥頭組件
- 20、34 . . . 閥致動器
- 22、36 . . . 排放口
- 24、38 . . . 分配管線
- 26 . . . 混合腔室
- 28 . . . 磷源
- 42 . . . 供給管線
- 46 . . . 分支管線
- 48 . . . 管線
- 50 . . . 減弱處理設施
- 52 . . . 通氣管線
- 56 . . . CPU
- 58 . . . 訊號輸入線
- 60、62 . . . 訊號輸出線

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

於植入應用中最小化磷累積的替代材料及混合物

ALTERNATE MATERIALS AND MIXTURES TO MINIMIZE
PHOSPHORUS BUILDUP IN IMPLANT APPLICATIONS

【交互參照之相關申請案】

【0001】 本申請案依專利法法規主張西元 2012 年 2 月 14 日申請之美國臨時專利申請案第 61/598,704 號的優先權權益。該美國臨時專利申請案第 61/598,704 號的全文以引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於離子植入系統和方法，且更特定言之係關於採用磷做為摻質的離子植入系統和方法，其中藉由使用多個摻質源材料可減少離子植入裝備中的磷殘餘物和聚集。

【先前技術】

【0003】 離子植入實踐時，特別係在半導體製造中，磷係泛用摻質。磷常用於巨體摻雜 (bulk dope) 矽晶圓。此巨體摻雜會引用額外的價電子，這些電子則會脫離個別原子。結果，

摻雜之矽基板將變得和 n 型半導體一樣具導電性。

【0004】 儘管半導體製造和其他應用普遍使用磷摻雜，然常用的磷摻質源材料有相關缺點，因而限制其使用與效用。此類常用的磷摻質源材料包括磷 (PH_3) 和元素磷 (P)。用於離子植入應用時，此類源材料會造成磷殘餘物不當聚集在離子源腔室、渦輪泵、渦輪泵與粗抽泵間的前置管線和植入機的束線表面上。

【0005】 磷在離子植入設備中不當聚集會造成植入機的操作效率大幅惡化，以致需要更常清潔及停機。磷累積在離子源區域表面（例如離子源的低壓絕緣器上）尤會產生問題，並會導致電氣短路而中斷產生熱離子電子所需的電弧。此現象一般稱為「源突波 (source glitching)」。源突波係造成離子束不穩定的主要原因，源突波持續發生將導致離子源提早故障。沉積於離子植入機的高壓部件（例如源絕緣器或萃取電極表面）的磷殘餘物會引起高能高壓火花。此火花會促使射束不穩定，火花釋放的能量會破壞靈敏的電子部件，以致增加裝備故障和植入單元的停機時間。

【0006】 因此，提供改良之磷摻質源組成和方法，於製造半導體、平面顯示器、太陽能板等時進行磷摻雜來達成實質減少離子植入機中的磷聚集為此技術領域的一大進展。

【發明內容】

【0007】 本發明係關於離子植入系統和方法，其中磷用作摻質。相較於此裝備只採用磷 (PH_3) 做為磷摻質源材料的對應

操作，本發明提供磷摻質源材料，以減少離子植入裝備中的磷殘餘物聚集。

【0008】 在一態樣中，本發明係關於離子植入方法，包含：提供離子植入機，該離子植入機配置用於磷摻雜基板；使磷摻質源組成流入離子植入機；及操作離子植入機，以由磷摻質源組成產生磷摻質物種，及將磷摻質物種植入基板，其中磷摻質源組成包含氟化磷。

【0009】 在另一態樣中，本發明係關於離子植入製程，包含：藉由離子化磷摻質源組成，以產生磷摻質物種；及將磷摻質物種植入基板，其中氟化磷構成至少部分的磷摻質源組成。

【0010】 在又一態樣中，本發明係關於離子植入系統，包含：離子植入機，該離子植入機配置以接收磷摻質源材料，從而產生磷摻質物種，及將磷摻質物種植入基板；及供應組件，該供應組件配置以輸送磷摻質源材料至離子植入機，其中供應組件包含磷摻質源材料，磷摻質源材料包括氟化磷和選擇性包括磷。

【0011】 本發明的其他態樣、特徵和實施例在參閱以下實施方式說明和後附申請專利範圍後將變得更清楚易懂。

【圖式簡單說明】

【0012】 第 1 圖係離子植入系統的示意圖，其中本發明的摻

質源組成可用於達成在此離子植入系統的離子植入機中減少不當磷沉積的目的。

【實施方式】

【0013】 本發明係關於如在製造半導體、平面顯示器、太陽能電池和面板等中，用於磷摻雜基板的摻質源組成，及關於包含此摻質源組成的離子植入系統和採用此摻質源組成的製程。

【0014】 更特定言之，本發明映現包含氟化磷的磷摻質源組成可用於取代或結合磷做為磷摻質源組成，以減少磷沉積物不當累積在離子植入系統。

【0015】 在此所用之「氟化磷」（亦稱作「 PF_x 」）係氟磷材料，包括三氟化磷（ PF_3 ）和五氟化磷（ PF_5 ）的至少一者。在化學式 PF_x 中， x 為 3 至 5，即涵蓋(i)三氟化磷組成，其中 $x=3$ ，(ii)五氟化磷組成，其中 $x=5$ ，及(iii)三氟化磷與五氟化磷的混合物，其中 x 為該等終點值的中間值。在此類混合物中， x 為 3 至 5， x 的特定值將取決於組成中三氟化磷與五氟化磷彼此的相對比例。

【0016】 在一態樣中，本發明係關於使用氟化磷（例如三氟化磷或五氟化磷、或三氟化磷與五氟化磷的混合物）做為摻質源，以進行離子植入製程。

【0017】 在另一態樣中，本發明係關於使用包含氟化磷與磷的磷摻質源組成，以進行離子植入製程，其中相較於只使用磷做為磷摻質源組成的對應離子植入機，氟化磷能有效減少

進行該製程之離子植入機的沉積磷量。

【0018】 結合使用時，氟化磷和磷可為多成分磷摻質源組成的成分，其中氟化磷以按組成中氟化磷與磷的總重量計佔 0.5 重量%至 99.5 重量%的量存於組成中。

【0019】 或者，氟化磷和磷可相繼用作離子植入製程的磷摻質源材料，例如離子植入的第一週期係使用氟化磷做為摻質源材料進行，離子植入的第二週期係使用磷做為摻質源材料進行，反之亦然。可交替及反覆相繼使用各個磷摻質材料，歷經足夠的時間，以有效摻雜遭離子植入的基板。可相繼交替使用氟化磷和磷，使得與各個磷摻質源材料有關的摻雜週期依次達到整體磷摻雜基板的預定程度和特性。

【0020】 例如，相較於使用磷做為摻質源材料的先前或後續摻雜，使用氟化磷做為摻質源材料的摻雜可進行相等時間週期。或者，以不同摻質源材料進行磷摻雜的週期可各不相等，例如使用氟化磷做為摻質源材料的摻雜週期可比使用磷做為摻質源材料的摻雜週期長 10%、20%、30%、40%或以上。

【0021】 在其他實施例中，使用氟化磷做為摻質源材料的摻雜週期可比使用磷做為摻質源材料的摻雜週期長，例如為使用磷做為摻質源材料的摻雜週期的 2 至 5 倍長。因此本發明包含摻質源材料的摻雜週期彼此各不相等、使各摻質（氟化磷和磷）相繼流入植入機的實施例，及包含在二者間的過渡週期期間，使氟化磷和磷相繼重疊流入的操作，如此在過渡週期期間，係混合提供氟化磷和磷至植入機的離子化腔室。

【0022】 在又一些其他實施例中，在一摻雜操作（即 PF_x 摻

雜步驟) 中使用氟化磷做為摻質源材料和在先前或後續摻雜操作(即 PH_3 摻雜步驟) 中使用磷做為摻質源材料的相繼摻雜操作的週期, 可依據離子植入製程的監測條件不斷改變, 例如按絕對時間長短及/或彼此的相對比例。例如, 可監測射束強度、離子源的電流牽引或其他條件, 並發送對應訊號到中央處理單元(CPU)來處理監測訊號及產生控制訊號, 接著傳送控制訊號, 以操作控制時序和各個 PF_x 摻雜步驟與 PH_3 摻雜步驟的週期性。例如, 如此產生的控制訊號可經由適合的訊號傳輸線發送到閥致動器, 閥致動器耦接至閥, 以控制各摻質源材料的流量, 如此可響應離子植入製程的監測製程變數而即時調整各摻雜操作和持續時間。

【0023】 故本發明包含氟化磷用來取代磷氣的離子植入製程, 磷氣傳統上係用作磷摻質源, 及包含氟化磷用來與磷結合的離子植入製程(共流配置、多成分混合物或相繼輸送不同的摻質源材料), 相較於使用磷做為磷摻質源材料的對應離子植入製程, 上述離子植入製程可減少磷沉積物不當累積在離子植入機。

【0024】 在一些特定實施例中, 氟化磷係磷摻質源組成中唯一的磷化合物。在其他實施例中, 磷摻質源組成不包含稀釋氣體。在另一些其他實施例中, 磷摻質源組成不包含含磷稀釋氣體。

【0025】 現參照圖式, 第 1 圖係離子植入系統 10 的示意圖, 其中本發明的摻質源組成可用於達成減少不當磷沉積的目的。

【0026】 離子植入系統 10 包括離子植入機 12，離子植入機 12 配置以從氟化磷源 14 和從磷源 28 偕同供應磷摻質源氣體。氟化磷源 14 包含容器 16，容器 16 於容器內部容積容納氟化磷。容器上端由閥頭組件 18 封住，閥頭組件 18 耦接自動閥致動器 20，自動閥致動器 20 配置以操作閥頭組件的閥元件，使得閥元件可依儲存或容器分配氟化磷的要求在全開與全關位置間選擇性移動。

【0027】 容器 16 的閥頭組件 18 包括排放口 22，排放口 22 連結氟化磷氣體分配管線 24。分配管線 24 的另一端連結混合腔室 26，供給管線 42 由此輸送摻質源氣體至離子植入機 12。

【0028】 磷源 28 具有類似結構，其中容器 30 於容器內部容積容納磷氣。容器上端由閥頭組件 32 封住，閥頭組件 32 操作耦接自動閥致動器 34。閥頭組件 32 包括排放口 36。自動閥致動器 34 配置以操作閥頭組件 32 的閥元件，使得閥元件可依儲存或容器分配磷氣的要求在全開與全關位置間選擇性移動。如上所述，排放口 36 連結磷氣分配管線 38，磷氣分配管線 38 的另一端連結混合腔室 26，供給管線 42 由此輸送摻質源氣體至離子植入機 12。

【0029】 第 1 圖系統或本發明一般實行輸送氟化磷氣體所用的容器可為任何適合類型，且例如可包含採用吸附材料來儲存磷摻質源材料的容器類型，其中摻質源材料以操作儲存模式吸附於吸附劑上，摻質源材料在分配條件下從吸附劑脫附，使摻質源組成排出容器而流向離子植入機。此吸附劑基容器類型可為 ATMI 公司（位於美國康乃迪克州 Danbury）販

售之「SDS」和「SAGE」商標產品。

【0030】 或者，此類磷摻質源材料供應容器可為內置調節組件類型，其中磷摻質源材料係以高壓儲存，內置調節組件中的一或多個調節器配有設定點讓磷摻質源材料以顯著較低的壓力分配到相關流動管線而通向離子植入機。此內置調節元件的容器類型可為 ATMI 公司(位於美國康乃迪克州 Danbury) 販售之「VAC」商標產品。

【0031】 供應磷摻質源材料用容器可為任何其他適合類型，且可選擇性包括其他摻質源材料儲存介質，例如離子液體，摻質源材料儲存於內，並在分配條件下由此萃取或以其他方式釋出摻質源材料。

【0032】 離子植入系統 10 進一步包括中央處理單元 56，中央處理單元 56 可由一般用途可程式電腦、特殊用途可程式電腦、可程式邏輯控制器、微處理器或其他配置以監測及控制系統 10 的運算單元構成各種形式。

【0033】 CPU 56 配有從氣體分析儀 46 的訊號輸入線 58，氣體分析儀 46 由分支管線 44 接收出自供氣管線 42 的供給氣體樣品，及響應產生與管線 42 中供給氣體組成有關的監測訊號。監測訊號由訊號輸入線 58 發送到 CPU 56。CPU 接著處理出自氣體分析儀的輸入訊號，及響應產生輸出訊號來控制輸送至離子植入機的摻質源氣體流率和量。

【0034】 CPU 亦配有至閥致動器 20 的訊號輸出線 60 和至閥致動器 34 的訊號輸出線 62。

【0035】 離子植入機 12 配置以由管線 48 排放流出物至流出

物減弱處理設施 50。在此設施中，流出物例如經洗滌、催化氧化及/或其他流出物處理操作處理，以產生已處理流出物，已處理流出物由通風管線 52 排出處理設施 50。

【0036】 操作時，CPU 可配置以啓動自動閥致動器 20、34 的其一或二者，使摻質源氣體經由對應分配管線 24 及/或 38 流入混合腔室 26 而進行離子植入處理。若只有一個摻質源 14、28 在分配模式下操作，則流入混合腔室 26 的摻質源氣體僅流經此腔室來進入供給管線 42 而至離子植入機 12。若兩個摻質源 14、28 均在分配模式下操作，則混合腔室接收氟化磷與磷，並形成二摻質氣體的對應混合物及產生多成分摻質氣體混合物，該混合物由供氣管線 42 流向離子植入機 12。

【0037】 氣體分析儀 46 監測管線 42 中的摻質源氣體，以產生監測訊號，監測訊號經 CPU 處理且用於調整自動閥致動器，以提供適當的各摻質源氣體流量。此涉及從各源 14、28 交替流入氟化磷與磷或使氟化磷與磷從各源流入混合腔室 26，及調整各摻質源氣體流率，以維持預定或其他適當的摻質氣體混合物組成，該組成由管線 42 輸送到離子植入機。

【0038】 依此建構，第 1 圖系統能只利用氟化磷或只利用磷做為摻質源氣體供離子植入機 12 施行的離子植入操作使用。因此，離子植入系統可配置用於相繼流入操作，其中在一操作週期，供應組件只輸送氟化磷至離子植入機，在另一操作週期，供應組件只輸送磷至離子植入機，例如不同磷化合物各自的流量不同且彼此無關，或者各週期互相重疊，因而有過渡週期來處理氟化磷與磷的混合物。

【0039】 或者，在整個摻雜操作週期期間，氟化磷和磷摻質源氣體可同時流入（共流）離子植入機 12，氟化磷與磷先引入混合腔室 26，在此形成各個磷源氣體的均質組成，然後形成之多成分摻質源氣體混合物由管線 42 流向離子植入機。又或者，共流氣體可各自由不同導管或流動線路輸送到離子植入機，以例如在植入機的離子源區域混合。

【0040】 氣體分析儀 46 即時監測氣體組成，相關訊號由訊號傳輸線 58 發送到 CPU 56。CPU 56 進而處理此訊號及產生對應輸出訊號，輸出訊號由訊號傳輸線 60、62 發送，藉由分別啓動或不啓動自動閥致動器 20、34，調整出自容器 16、28 的各摻質源氣體流量，以達成如氣體分析儀監測的預定組成。閥致動器 20、34 從而移動各閥頭組件 18、32 中的閥元件，以達到預定的各氣體體積流率，使之在混合腔室 26 中彼此按預定相對比例混合。

【0041】 離子植入機 12 產生流出物，流出物由流出物排放管線 48 排出植入機及流向處理設施 50，流出物在此經處理且由通風管線 52 排放作進一步處理或其他處置，例如釋放到含離子植入機的半導體製造設施的周遭大氣中。

【0042】 在另一操作模式下，可以交替反覆循環而相繼流入各個氟化磷和磷摻質源氣體。在此操作模式下，可利用 CPU 56 的動作來選擇及改變氟化磷和磷各自流入離子植入機的持續時間，爲此，CPU 56 可程式化配置以分別調整容器 16、30 中閥頭組件 18、32 的致動器 20、34。如前所述，可依需求或預期，實質改變整體程序各循環部分中各摻質源氣體的持

續時間和體積流量，以達到符合離子植入機中磷沉積物減少的特定操作特性。

【0043】 將理解第 1 圖系統可進一步增設清潔設備和清潔劑來移除聚集於離子植入機 12 的磷。此裝備和組成例如可包括類似容器 16、30 的容器，並且含有氣態清潔劑，氣態清潔劑選擇性及定期引入離子植入機，或偕同磷摻質源材料共流至離子植入機，藉以反應移除離子植入機中的磷沉積物或以其他方式消除而達清潔目的。

【0044】 雖然本發明已參照特定態樣、特徵和示例性實施例說明，然應理解本發明的利用不限於此，此領域之一般技術人士當可依據內文設想而擴展及涵蓋許多其他更動、潤飾與替代實施例。因此，在不脫離本發明的精神和範圍內，本發明的保護範圍擬廣泛推斷及解釋成包括此類更動、潤飾與替代實施例。

【符號說明】

【0045】

10	離子植入系統	12	離子植入機
14	氟化磷源	16、30	容器
18、32	閥頭組件	20、34	閥致動器
22、36	排放口	24、38	分配管線
26	混合腔室	28	磷源
42	供給管線	46	分支管線
48	管線	50	減弱處理設施

52	通氣管線	56	CPU
58	訊號輸入線	60、62	訊號輸出線

【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

【序列表】 (請換頁單獨記載)

無

I636494

發明摘要

※ 申請案號：102105567

※ 申請日：2013 年 2 月 18 日

※IPC 分類：

401C 21/265 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

於植入應用中最小化磷累積的替代材料及混合物

ALTERNATE MATERIALS AND MIXTURES TO MINIMIZE
PHOSPHORUS BUILDUP IN IMPLANT APPLICATIONS

【中文】

採用氟化磷來取代或結合磷做為磷摻質源組成，以減少磷沉積物不當累積在離子植入系統的系統和製程。氟化磷可包含 PF_3 及/或 PF_5 。氟化磷和磷可共流至離子植入機，或者各磷摻質源材料可交替及相繼個別流入離子植入機，相較於只使用磷做為磷摻質源材料的對應處理系統，上述系統和製程可減少磷固體不當累積在植入機。

【英文】

Systems and processes for utilizing phosphorus fluoride in place of, or in combination with, phosphine as a phosphorus dopant source composition, to reduce buildup of unwanted phosphorus deposits in ion implanter systems. The phosphorus fluoride may comprise PF_3 and/or PF_5 . Phosphorus fluoride and phosphine may be co-flowed to

the ion implanter, or each of such phosphorus dopant source materials can be alternately and sequentially flowed separately to the ion implanter, to achieve reduction in unwanted buildup of phosphorus solids in the implanter, relative to a corresponding process system utilizing only phosphine as the phosphorus dopant source material.

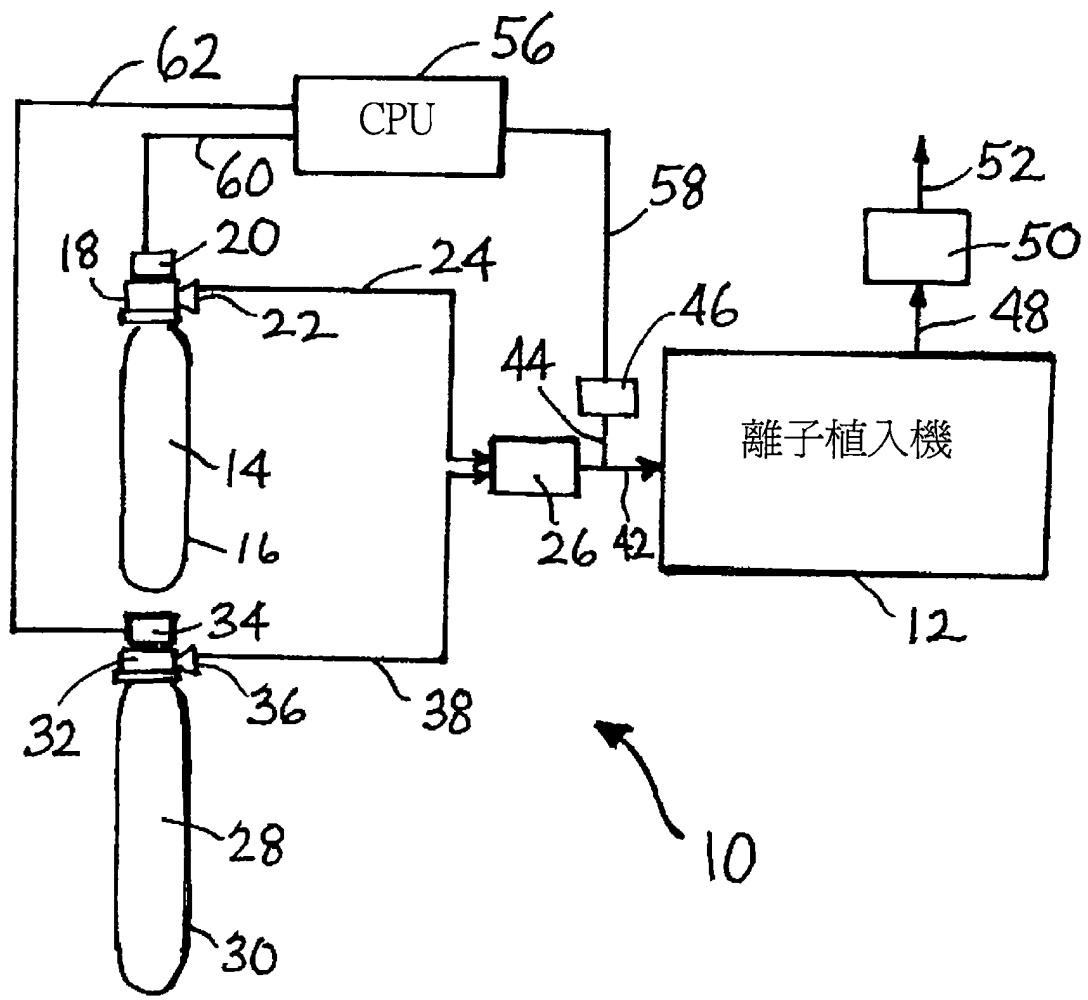
【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 離子植入系統
- 12 離子植入機
- 14 氟化磷源
- 16、30 容器
- 18、32 閥頭組件
- 20、34 閥致動器
- 22、36 排放口
- 24、38 分配管線
- 26 混合腔室
- 28 磷源
- 42 供給管線
- 46 分支管線
- 48 管線

圖式



第1圖

the ion implanter, or each of such phosphorus dopant source materials can be alternately and sequentially flowed separately to the ion implanter, to achieve reduction in unwanted buildup of phosphorus solids in the implanter, relative to a corresponding process system utilizing only phosphine as the phosphorus dopant source material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 離子植入系統
- 12 離子植入機
- 14 氟化磷源
- 16、30 容器
- 18、32 閥頭組件
- 20、34 閥致動器
- 22、36 排放口
- 24、38 分配管線
- 26 混合腔室
- 28 磷源
- 42 供給管線
- 46 分支管線
- 48 管線

- 50 減弱處理設施
- 52 通氣管線
- 56 CPU
- 58 訊號輸入線
- 60、62 訊號輸出線

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種離子植入系統，包含：

一離子植入機，該離子植入機配置以接收一磷摻質源材料，從而產生一磷摻質物種，及將該磷摻質物種植入一基板；及

一供應組件，該供應組件配置以輸送一磷摻質源材料至該離子植入機，

其中該供應組件包含以下其中一者：

(i) 磷摻質源材料供應容器，其包含容納第一磷摻質組合物之第一供應容器，及容納第二磷摻質組合物之第二供應容器，其中該第一及第二磷摻質組合物不同，且其中該供應組件係經配置以於第一段磷離子植入時間內，將該第一磷摻質組合物輸送至該離子植入機，再於第二段磷離子植入時間內，將該第二磷摻質組合物輸送至該離子植入機，該供應組件包含氣體分析儀，其經組態以分析輸送至該離子植入機之該磷摻質源材料之組成；及中央處理單元，其與該離子植入機連通，並經配置以分別在該第一段及第二段離子植入操作時間內，控制分配該第一及第二磷摻質組合物至該離子植入機，以達成如該氣體分析儀測定之所需的該磷摻質源材料之組成；或

(ii) 容納磷摻質源混合物之磷摻質源材料混合容器，該磷摻質源混合物包含不同的磷氟化物，且其中該供應組件係經組態以將該磷摻質源混合物輸送至該離子植入機，該供應組件包含氣體分析儀，其經組態以分析在植入操作中被輸送至該離子植入機之該磷摻質源

混合物之組成；及中央處理單元，其與該氣體分析儀連通，該中央處理單元係經配置以控制供應至該混合容器之不同的磷氟化物，以達成如該氣體分析儀測定之所需的輸送至該離子植入機之該磷摻質源混合物之組成。