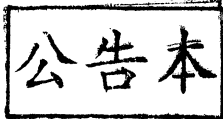


(此處由本局於收
文時黏貼條碼)



發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94109138

※申請日期：94年03月24日

※IPC分類：

H01L 21/02

一、發明名稱：

(中) 矽點形成方法及矽點形成裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 日新電機股份有限公司
(英) NISSIN ELECTRIC CO., LTD.

代表人：(中) 1. 位高光司
(英)

地 址：(中) 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町四七番地
(英) 47, Umezu Takase-Cho, Ukyo-Ku, Kyoto-Shi, Kyoto 615-8686
Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 7 人)

1. 姓 名：(中) 高橋英治
(英) TAKAHASHI, EIJI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 三上隆司
(英) MIKAMI, TAKASHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 岸田茂明
(英) KISHIDA, SHIGEAKI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

4. 姓 名：(中) 加藤健治
(英) KATO, KENJI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

5. 姓 名：(中) 東名敦志
(英) TOMYO, ATSUSHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

6. 姓 名：(中) 林司
(英) HAYASHI, TSUKASA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

7. 姓 名：(中) 緒方潔
(英) OGATA, KIYOSHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2004/03/26 ; 2004-093472 ☒ 有主張優先權

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

5. 姓 名：(中) 東名敦志
(英) TOMYO, ATSUSHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

6. 姓 名：(中) 林司
(英) HAYASHI, TSUKASA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

7. 姓 名：(中) 緒方潔
(英) OGATA, KIYOSHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2004/03/26 ; 2004-093472 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於被做為單一電子裝置等之電子裝置材料或發光材料等之微細尺寸之矽點（所謂矽毫微粒子）之形成方法與形成裝置。

【先前技術】

習知的矽毫微粒子之形成方法有利用準分子雷射等在惰性氣體中使矽被加熱、蒸發而形成之物理手法，或氣體中蒸發法（參照神奈川縣產業技術總合研究所研究報告No.9/2003 77至78頁）。後者是利用高頻感應加熱或電弧放電以取代雷射使矽被加熱蒸發之手法。

另外，也有在CVD腔室內導入材料氣體，在加過熱的基板上形成矽毫微粒子之CVD法（參照特開2004-179658號公報）。

在該方法中，須經由在基板上形成用於生長矽毫微粒子之核的工程，而由該核生長矽毫微粒子。

[非專利文獻1] 神奈川縣產業技術總合研究所研究報告No.9/2003 77至78頁

[專利文獻1] 特開2004-179658號公報

【發明內容】

[發明擬解決之課題]

但是，利用雷射照射使矽加熱蒸發之手法不容易均勻

(2)

控制能量密度以對矽照射雷射，不容易使矽點之粒徑與密度分布一致。

氣體中蒸發法也會發生矽的不均勻加熱，因而無法使矽點之粒徑與密度分佈一致。

另外，在上述CVD法中，要在基板上形成上述核的時候，非將基板加熱至550℃以上不可，無法採用耐熱溫度低的基板，基板材料的可選擇範圍隨之受到限制。

因此，本發明之課題在提供一種在低溫中，於形成矽點對象基體上，以均勻之密度分佈直接形成粒徑一致之矽點之方法。

另外，本發明之課題在提供一種矽點形成裝置，其可以在低溫中，於形成矽點對象基體上，以均勻之密度分佈直接形成粒徑一致之矽點。

[解決課題之方法]

本發明人等為解決此種問題，不斷地研究而發現如下之知識。

亦即，藉由電漿化濺鍍用氣體（例如氫氣），並以該電漿化學濺鍍（反應性濺鍍）矽濺鍍靶，即可在低溫下，直接於形成矽點對象基體上，以均勻的密度分佈形成粒徑一致的結晶性矽點。

尤其是，若能將矽濺鍍靶在電漿發光下，以在波長288nm之矽原子之發光強度Si(288nm)與波長484nm之氫原子之發光強度H β 之比[Si(288nm)/H β]為小於1等於

(3)

10.0，較佳為小於/等於10.0，較佳為小於/等於3.0或0.5之電漿化學濺鍍，則即使在500℃之低溫下，也可以在粒徑小於/等於20nm，甚至粒徑小於/等於10nm之範圍內，以均勻之密度分佈，在基體上形成粒徑一致之結晶矽點（Silicon dot）。

另外，若對以氫氣稀釋矽烷系氣體之氣體施加高頻電加以電漿化該氣體，使該電漿在電漿發光中，成為在波長288nm之矽原子之發光強度Si(288nm)與波長484nm之氫原子之發光強度H β 之比[Si(288nm)/H β]為小於/等於10.0，較佳為小於/等於3.0或0.5之電漿，則即使以該電漿為材料，也可以在小於/等於500℃之低溫，在粒徑小於/等於20nm，甚至粒徑小於/等於10nm之範圍內，在基體上以均勻之密度分佈，在基體上形成粒徑一致之結晶性矽點。此時，也可以並用該電漿之矽濺鍍靶之化學濺鍍法。

總之，在本發明中，所謂矽點的「粒徑相一致」係指除了各矽點之粒徑皆相同或大致相同之情形外，縱使矽點之粒徑有不均之處，但矽點之粒徑在實用上可以視為一致之情形。例如，包括矽點之粒徑在特定之範圍（例如小於/等於20nm之範圍或小於/等於10nm之範圍）內相一致，或視為大致上一致在實用上也無妨之情形，或是矽點之粒徑分佈於例如5nm至6nm之範圍與8nm至11nm之範圍內，但是，整體上，矽點之粒徑可以視為大致上在特定之範圍（例如10nm以下之範圍）內大致上相一致，實用上沒有問題之情形等。總之，所謂矽點之「粒徑相一致」係指由實用上

(4)

之觀點看來，整體上，可以說實用上相一致的情形。

<矽點形成方法>

本發明根據此種知識提供下面第1、第2、第3以及第4之矽點形成方法。

(1) 第1種矽點形成方法（第1方法）

一種矽點形成方法，包含：矽薄膜形成工程，將矽烷系氣體與氫氣導入真空室內，並藉由對該等氣體施外高頻電力使該真空室內產生電漿，利用該電漿在該真空室之內壁形成矽薄膜；以及

矽點形成工程，在內壁形成有矽薄膜之上述真空室內配置形成矽點對象基體，並藉由將濺鍍用氣體導入該真空室內，且對該氣體施加高頻電力，使該真空室內產生電漿，以該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶之矽薄膜，俾在該基體上形成矽點。

(2) 第2種矽點形成方法（第2方法）

一種矽點形成方法，包含：

濺鍍靶形成工程，將靶基板配置第1真空室內，將矽烷系氣體與氫氣導入第1真空室內，並藉由對該等氣體施加高頻電力使該第1真空室內產生電漿，利用該電漿在該靶基板上形成矽薄膜而製得矽濺鍍靶；以及

矽點形成工程，由上述第1真空室，將上述濺鍍靶形

(5)

成工程中製得之矽濺鍍靶不與外氣接觸而搬進配置於第2真空室內，同時在該第2真空室內導入濺鍍用氣體，並對該氣體施加高頻電力，使在該第2真空室內產生電漿，並以該電漿化學濺鍍上述矽薄膜做為濺鍍靶，俾在該基體上形成矽點。

利用第1方法，可以在真空室內壁形成做為濺鍍靶之矽薄膜，因此可以獲得比將市面上出售之矽濺鍍靶配置於真空室後面之情形更大面積之靶（Target），相對地，可以在基體之廣大面積中均勻地形成矽點。

利用第1方法，與第2方法，可以採用未與外氣相接觸之矽濺鍍靶來形成矽點，相對地形成未預期之雜物之混入受到抑制之矽點，而且可以在低溫下（例如基體溫度為500℃以下之低溫）在形成矽點對象基體上，直接以均勻之密度分佈形成粒徑一致之結晶性矽點。

矽薄膜濺鍍用氣體代表例為氫氣。此外，也可以採用例如氫氣與稀有氣體[由氦氣（He）、氖氣（Ne）、氬氣（Ar）、氪氣（Kr）以及氙氣（Xe）所選擇之至少一種氣體]之混合氣。

亦即，在上述第1或第2之任一矽點形成方法中，上述矽點形成工程可以對配置著上述形成矽點對象基體之真空室內導入氫氣做為上述濺鍍用氣體，並藉由對該氫氣施加高頻電力，俾在該真空室內產生電漿，並以該電漿化學濺鍍上述矽薄膜，且在低溫下（換言之，將基體溫度設定為500℃以下）在上述基體上直接形成粒徑小於/等於20nm或

(6)

粒徑小於/等於粒徑10nm之矽點。

在此種第1，第2方法中，無論用於形成做為濺鍍靶之矽薄膜之上述矽烷系氣體與來自氫氣之電漿，或形成做為濺鍍該矽薄膜之來自氫氣之電漿，該等電漿設成在電漿發光中，在波長288nm之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長484nm之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 宜為小於/等於10.0之電漿，較佳為小於/等於3.0，也可以為小於/等於3.0之電漿。其理由與下面第3、第4方法一併說明。

(3) 第3種矽點形成方法（第3方法）

一種矽點形成方法，係在設置有矽濺鍍靶形成矽點對象基體之真空室內導入氫氣，並藉對該氣體施加高頻電力，使在該真空室內產生電漿發光時在波長288nm之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長484nm之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為小於/等於10.0之電漿，並以該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶，且在小於/等於500℃之低溫下（換言之，將基體溫度設定為小於/等於500℃）在上述基體上直接形成粒徑為小於/等於20nm之矽點。

(4) 第4種矽點形成方法（第4方法）

一種矽點形成方法，係在設置有形成矽點對象基體之真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，並藉由對該等氣體施加高頻電力，使在該真空室內產生電漿發光時在波長288nm

(7)

之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為小於/等於 10.0 之電漿，且以該電漿在小於/等於 500°C 之低溫（換言之，將基體溫度設定為小於/等於 500°C ）下，直接在基體上形成粒徑小於/等於 20nm 之矽點。

在此種第 4 方法中，也可以在真空室內設置矽濺鍍靶，而且並用該靶的電漿進行化學濺鍍。

在上述第 1 至第 4 方法之任一法中，將電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 設定於小於/等於 10.0 是表示電漿中之氫原子自由基豐富之意。

在第 1 方法中，在形成用於形成做濺鍍靶之真空室內壁上之矽薄膜的矽烷系氣體與氫氣所形成之電漿時，或在第 2 方法中，形成用於在濺鍍靶基板上形成矽薄膜之矽烷系氣體與氫氣體環境之電漿時，若將該電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 設定於小於/等於 10.0 ，較佳為小於/等於 3.0 或 5.0 ，即在真空室內壁，或濺鍍靶基板上，於小於/等於 500°C 之低溫下，順利形成適合於在形成矽點對象基體形成矽點之良質的矽薄膜（矽濺鍍靶）。

另外，無論在上述第 1 與第 2 方法以及第 3 方法之任一方法中，藉將用於濺鍍矽濺鍍靶之電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 設定於小於/等於 10.0 ，較佳為小於/等於 3.0 或 5.0 ，即可在小於/等於 500°C 之低溫，以均勻的密度分佈在基體上形成粒徑小於/等於 20nm ，甚至粒徑小於/等於 10nm 之範圍內之粒徑一致之結晶性矽點。

(8)

此外，在上述第4方法中，藉將來自矽烷系氣體與氫氣之電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 設定於小於/等於10.0，較佳為小於/等於3.0或0.5，即可在小於/等於500℃之低溫，以粒徑小於/等於20nm，甚至粒徑小於/等於10nm之範圍內，在基體上形成粒徑一致之結晶性矽點。

無論那一種方法，若此種發光強度比變成大於10.0，則晶粒(dot)不易生長，在基體上會產生許多無定形矽。因此，發光強度比以小於/等於10.0為理想。在形成粒徑小的矽點時，發光強度比以小於/等於3.0為理想，也可以小於/等於0.5。

但是，若發光強度比之值太小，則晶粒(dot)之生長變慢，要得到要求之矽點粒徑費時。若變得更小，則蝕刻效果方面大於矽點之生長，晶粒之生長停止。發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 雖然也隨各種條件等而定，但是大致上設定成等於/大於0.1即可。

發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 之值是可以用电漿發光光譜計測裝置測定例如各種自由基之發光光譜，並根據該測定結果而求得。另外，發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 之控制是藉由控制施加予導入氣體之高頻電力（例如頻率或電力之大小），形成矽點時之真空室內之氣壓，導入真空室內之氣體（例如氫氣，或氫氣與矽烷系氣體）之流量等來進行。

利用上述第1、第2種矽點形成方法（但是皆採用氫氣做為濺鍍用氣體）以及第3種矽點形成方法，藉由發光強

(9)

度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 為小於 / 等於 10.0，較佳為小於或等於 3.0，或小於或等於 3.0 之電漿化學濺鍍矽濺鍍靶，即可促進在基體上形成晶核，並由該核生長矽點。

利用上述第 4 種矽點形成方法，矽烷系氣體與氬氣被激發分解而促進化學反應，在基體上促進晶粒之形成，而由該核生長矽點。若在第 4 方法並用矽濺鍍靶之電漿的化學濺鍍，也可以藉其促進基體上之晶核 (crystal nucleus) 之形成。

由於如此促進晶核形成以生長矽點，所以即使在形成矽點對象基體上沒有事先設置可做為懸掛鍵 (dangling bond) 或階段 (step) 等之核，也可以比較容易地且高密度地形成用於生長矽點的核。另外，氬自由基或氬離子比矽自由或矽離子豐富，對於核密度過大之部分由於激發之氬原子或氬分子與矽原子之化學反應，而進行矽之脫離，因此，矽點之核密度在基體上變高但趨於均勻。

此外，被電漿分解激發之矽原子或矽自由基吸附於核上，並藉由化學反應生長為矽點，但在生長時，也由於氬自由基多而促進吸附脫離之化學反應，核會生長成結晶方位與粒徑甚為一致之矽點。藉此，可以在基板上高密度且均勻分佈地形成結晶方位與粒徑尺寸一致之矽點。

本發明之目的是在形成矽點對象基體上形成微小粒徑之矽點，例如粒徑小於或等於 20nm，較佳為濺鍍小於或等於 10nm 之矽點者，惟實際上，不容易形成粒徑極小之矽點，雖然不予限定，但是以粒徑超過 1nm 者為宜。例如，可

(10)

以例示 3 nm 至 15 nm 左右者，較佳為 3 nm 至 10 nm 左右者。

利用本發明之矽點形成方法，在小於/等於 500℃ 之低溫下（換言之，設定基體溫度為小於/等於 500℃），視條件在小於/等於 400℃ 之低溫下（換言之，視條件，將基體溫度設定為小於/等於 400℃），可以在基體上形成矽點，因此基體材料之選擇範圍隨之擴大。例如，可以在耐熱溫度小於/等於 500℃ 之廉價之低融點玻璃基板上形成矽點。

本發明本來要在低溫下（代表性為小於/等於 500℃）形成矽點者，惟若形成矽點對象基體之溫度過低時，矽之結晶不容易，因此，雖然也視其他條件，惟大致上以小於/等於 200℃ 之溫度（換言之，將基體溫度設定於約小於/等於 200℃）形成矽點為理想。

如上述第 4 種矽點形成方法所示，若並用矽烷系氣體與氫氣做為電漿形成用氣體時，對上述真空室內之氣體導入流量比（矽烷系氣體流量/氫氣流量）之一例為 1/200 至 1/30 左右。若小於 1/200，則晶粒（dot）之生長變慢，要獲得要求之粒徑較為費時。若變成更小時，即無法生長晶粒。若大於 1/30 時，晶粒（dot）不易生長，在基體上產生許多無定形的。

另外，例如要將矽烷系氣體之導入流量設定為 1 sccm 至 5 sccm 左右時，[矽烷系氣體之導入流量（sccm）/真空室容積（公升）]是以 1/200 至 1/30 左右為佳。此時，小於 1/200，晶粒之生長也會變慢，要獲得所要求之矽點粒徑費時。若變得更小時，即不易生長晶粒（dot），而在基

(11)

體上產生許多無定形矽。

在上述第1至第4之任一矽點形成方法中，形成電漿時之真空室內之壓力，以0.1Pa至10.0Pa左右為例。

若低於0.1Pa，則晶粒之生長變慢，要得到要求之矽點粒徑費時。若更低時，晶粒即停止生長。若高於10.0Pa時，晶粒不易生長，而在基體上產生許多無定形矽。

如上述第3種矽點形成方法，或如第4種矽點形成方法中並用矽濺鍍靶之化學濺鍍之情形下採用矽濺鍍靶時，該矽濺鍍靶可以採用，藉由在濺鍍靶形成用真空室內配設靶基板，將矽烷系氣體與氫氣導入該真空室內，並對該等氣體施加高頻電力使在該真空室內產生電漿，利用該電漿在該靶基板上形成矽薄膜而得之矽濺鍍靶；並且由該濺鍍靶形成用真空室將該矽濺鍍靶，隔絕外氣搬入配設於配設有上述形成矽點對象基體之真空室內使用。

另外，在如上述第3種矽點形成方法；或如第4種矽點形成方法中並用矽濺鍍靶之化學濺鍍之情形下採用矽濺鍍靶時，該矽濺鍍靶是以矽為主體之靶（Target），而可以為由單晶矽所構成者，由多晶矽所構成者，由微晶矽所構成者，由無定形矽所構成者，或該等之組合者等。

此外，矽濺鍍靶可以視要形成之矽點之用途適當選擇不含雜質者，雖含雜質但含量盡量少者，由於含有適量之雜質而表示特定之比電阻者等。

不含雜質之矽濺鍍靶與雖含雜質惟含量盡量少之矽濺鍍靶之例有將磷（P）、硼（B）以及鍺（Ge）各別之含量

(12)

分別抑制不超過 10ppm 之矽濺鍍靶。

表示特定之比電阻之矽濺鍍靶之例有比電阻為 $0.001\ \Omega \cdot \text{cm}$ 至 $50\ \Omega \cdot \text{cm}$ 之矽濺鍍靶。

在如上述第 2、第 3 種矽點形成方法或上述第 4 種矽點形成方法中並用矽濺鍍靶之化學濺鍍之情形下，要將矽濺鍍靶附設於矽點形成用之真空室內時，配設於該靶之真空室內之配置只要可以用電漿進行化學濺鍍之配置即可，例如，沿著真空室內壁面之全部或一部分配置之情形。也可以單獨配置於腔室內。也可以並用沿腔室內壁配置者與單獨配置者。

若在真空室內壁形成矽薄膜並將當做矽濺鍍靶，或將矽濺鍍靶沿著真空室內壁面配置時，藉由加熱真空室，即可加熱矽濺鍍靶，加熱靶時，比室溫下更容易濺鍍靶，相對地更容易以高密度形成矽點。真空室之例有以例如帶式加熱器（Band heater），以加熱夾套（heating jacket）等加熱而將矽濺鍍靶加熱至 80°C 以上者。至於加熱溫度之上限，由經濟上觀點看來，大致上以 300°C 左右為準。在腔室上使用 O 形環等情形，有時必須配合該等之耐熱性，將溫度設定低於 300°C 。

在本發明有關之任一矽點形成方法中，對被導入真空室內之氣體施加高頻電力是利用電極進行，但也可以採用感應耦合型電極，或電容耦合型電極之任一種。採用感應耦合型電極時，其可以配置於真空室內，也可以配置於腔室外面。

(13)

對於配置於真空室內之電極，也可以被覆含矽之電絕緣性膜以及含鋁之電絕緣性膜之電絕緣膜（例如，矽薄膜、氮化矽膜、氧化矽膜、氧化鋁膜等），以謀求高密度電漿之保持，或抑制電極表面之濺鍍時雜質混入矽點中。

採用電容耦合型電極時，建議將電極垂直配置於基體表面（如進一步說明，是將包括基體之矽點形成對象面之面配置成垂直姿勢），以免妨礙對基體之矽點之形成。

總之，用於形成電漿之高頻電力之頻率可以用比較廉價之13MHz左右至100MHz左右之範圍者為例。如果超過100MHz之高頻率時，不但電源成本變高，而且不易取得施加高頻電力時之匹配（matching）。

再者，不管如何，高頻電力之電力密度[施加電力（W）/真空室容積（L：公升）]以5W/L至100W/L左右為佳。若小於5W/L時，基體上的矽會成為無定形矽而不易成為具結晶性之矽點。若大於100W/L時，則形成矽點對象基體表面（例如在矽晶圓上形成有氧化矽膜之基體的該氧化矽膜）之損傷增大。上限可以為50W/L左右。

<矽點構造體>

本發明另外提供於實施本發明之矽點形成方法之後面所述的第1至第4種矽點形成裝置。

（1）第1種矽點形成裝置，其特徵為具有：

真空室，具有支撐形成矽點對象基體之座架；

氫氣供應裝置，用於對該真空室內供應氫氣；

(14)

矽烷系氣體供應裝置，用於對該真空室內供應矽烷系氣體；

由該真空室內排氣之排氣裝置；

第1高頻電力施加裝置，對該真空室內由上述氫氣供應裝置所供應之氫氣以及由上述矽烷系氣體供應裝置所供應之矽烷系氣體施加高頻電力，俾在該真空室內壁形成矽薄膜之電漿；

第2高頻電力施加裝置，在形成該矽薄膜後，對該真空室內由上述氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力，以形成用於化學濺鍍該矽薄膜做為濺鍍靶之電漿；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出真空室內之電漿發光時波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 488nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 。

該第1矽點形成裝置可以實施上述第1矽點形成方法。

該第1矽點形成裝置也可以另外具備控制部，其在至少利用上述第1及第2高頻電力施加裝置中之第2高頻電力施加裝置形成電漿時，比較上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 與由小於/等於 10.0 之範圍內所設定之基準發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ ，並控制該第2高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置對上述真空室內之氫氣供應量，以及上述排氣裝置之排氣量之中至少一項，俾使上述真空室內之電漿中之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 接近該基準發光強度比。

總之，第1、第2高頻電力施加裝置也可以一部或全部

(15)

互相共同。

基準發光強度比也可以由等於或小於3.0，或等於或小於0.5以下之範圍內設定。

(2) 第2種矽點形成裝置，其特徵為具有：

第1真空室，具有用於支撐濺鍍靶基板之座架；

第1氫氣供應裝置，對該第1真空室內供應氫氣；

矽烷系氣體供應裝置，對該第1真空室內供應矽烷系氣體；

由該第1真空室內排氣之第1排氣裝置；

第1高頻電力施加裝置，對該第1真空室內由上述第1氫氣供應裝置所供應之氫氣以及由上述矽烷系氣體供應裝置所供應之矽烷系氣體施加高頻電力，以形成用於在上述濺鍍靶基板上形成矽薄膜之電漿；

第2真空室，以與外界氣密遮斷之狀態連接於上述第1真空室，並且具有支撐形成矽點對象基體之座架；

第2氫氣供應裝置，用於對該第2真空室內供應氫氣；

由該第2真空室內排氣之第2排氣裝置；

第2高頻電力施加裝置，在該第2真空室內，對由第2氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力，以形成用於化學濺鍍上述濺鍍靶上之矽薄膜之電漿；

電漿發光光譜計測裝置，用於求出在該第2真空室內之電漿發光時在波長288nm之矽原子之發光強度 $Si(288nm)$ 與波長484nm之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ；以及

(16)

搬送裝置，用於將形成有矽薄膜之上述濺鍍靶基板由上述第1真空室以不接觸外氣之狀態搬入配設於第2真空室中。

本第2矽點形成裝置是可以實施上述第2矽點形成方法之裝置。

本第2矽點形成裝置可以另具有控制部，是在利用第2高頻電力施加裝置形成電漿時，比較上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 與由小於/等於10.0之範圍內所設定之基準發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ，以控制該第2高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述第2氫氣供應裝置對第2真空室內之氫氣供應量，以及第2排氣裝置之排氣量之中至少一項，俾使上述真空室內之電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 接近該基準發光強度比。

總之，對於第1真空室也可以設置電漿發光光譜計測裝置，以求出該腔室內之電漿發光時在波長288nm之矽原子之發光強度比 $Si(288nm)$ 與在波長484nm之氫原子之發光強度比 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 。此時也可對該計測裝置設置與上述相同之控制部。

第1與第2之高頻電力施加裝置也可以一部或全部互相共同。

第1、第2之氫氣供應裝置也可以一部或全部互相共同。

第1、第2之排氣裝置也可以一部或全部互相共同。

(17)

上述之搬送裝置可以配置在第1或第2真空室者為例。
第1、第2真空室也可以透過閘閥 (gate valve) 等直接連接，也可以配設有上述搬送裝置之真空室為間隔間接地連接。

總之，基準發光強度比也可以由小於/等於3.0，或小於/等於0.5之範圍內設定。

若設置對第2真空室內供應矽烷系氣體之第2矽烷氣體供應裝置，則在上述第4矽點形成方法中，即成為可以實施並用矽濺鍍靶之化學濺鍍之方法的裝置。

(3) 第3種矽點形成裝置，其特徵為具有：

真空室，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

配設於該真空室內之矽濺鍍靶；

由該真空室內排氣之排氣裝置；

高頻電力施加裝置，在該真空室內形成用於對由上述氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力以化學濺鍍該矽濺鍍靶之電漿；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出該真空室內電漿發光時在波長288nm之矽原子之發光強度 $Si(288nm)$ 與在波長484nm之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 。

本第3矽點形成裝置為可以實施上述第3矽點形成方法之裝置。

本第3矽點形成裝置可以另具有控制部，其用於比較以電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[Si(288nm)$

(18)

) /H β]與由小於 /等於 10.0 之範圍內設定之基準發光強度比 [Si (288nm) /H β]，並控制上述高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置對上述真空室內之氫氣供應裝置，以及上述排氣裝置之排氣量之中至少一項，俾使上述真空室內之電漿之發光強度比 [Si (288nm) /H β]接近該基準發光強度比。

基準發光強度比也可以由小於 /等於 3.0 或小於 /等於 0.5 之範圍內設定。

(4) 第 4 種矽點形成裝置之特徵為具有：

真空室，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

用於對該真空室內供應氫氣之氫氣供應裝置；

用於對該真空室內供應矽烷系氣體之矽烷系氣體供應裝置；

由該真空室內排氣之排氣裝置；

高頻電力施加裝置，該真空室內對上述氫氣供應裝置與矽烷系氣體供應裝置所供應之氣體施加高頻電壓，以形成電漿以供形成矽點；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出在該真空室內之電漿發光時在波長 288nm 之矽原子之發光強度 Si (288nm) 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 H β 之比 [Si (288nm) /H β]。

本第 4 矽點形成裝置為可以實施上述第 4 矽點形成方法之裝置。

本第 4 矽點形成裝置也可以另具有控制部，用於比較

(19)

以電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 與小於/等於10.0之範圍所設定之基準發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ，並控制上述高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置對上述真空室內之氫氣供應量，由上述矽烷系氣體供應裝置對上述真空室內之矽烷系氣體供應量，以及由上述排氣裝置之排氣量之中至少一項，俾使上述真空室內電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 接近該基準發光強度比。

基準發光強度比也可以由小於/等於3.0，或小於/等於0.5之範圍內設定。

總之，也可以在真空室內配置矽濺鍍靶。

在上述第1至第4種矽點形成裝置中，上述電漿發光光譜計測裝置之例有：具有用於檢測在電漿發光時在波長288nm之矽原子之發光原子之發光強度 $Si(288nm)$ 之第1檢測部；用於檢測電漿發光時在波長484nm之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之第2檢測部；以及用於求出該檢測部所檢測出之發光強度 $Si(288nm)$ 與以該第2檢測部所檢測出之發光強度之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 之運算部者。

[發明之效果]

如上所述，利用本發明可以在低溫下直接於形成矽點對象基體上，以均勻之密度分佈形成粒徑一致之矽點。

此外，利用本發明可以提一種矽點形成裝置，其可以在低溫下直接於形成矽點對象基體上，以均勻之密度分佈

(20)

形成粒徑一致之矽點。

【實施方式】

以下要參照圖式說明本發明之實施形態。

<矽點形成裝置之1例>

圖1為表示用於實施本發明矽點形成方法之矽點形成裝置之1例的概略構造。

圖1所示之裝置A係用於在板狀的形成矽點對象基體（即基板S）形成矽點者，而具有：真空室1；設置於腔室1內之基板座架2；在該腔室1內之基板座架2之上方區域之左右方設置之一對放電電極3；透過匹配箱（matching box）41連接到各放電電極3之放電用高頻電源4；對腔室1內供應氫氣之氣體供應裝置5；用於對腔室1內供應組成中含有矽（含有矽原子）之矽烷系氣體之氣體供應裝置6；用於由腔室1內排氣而連接到腔室1之排氣裝置7；以及用於計測腔室1內所產生之電漿狀態之電漿發光光譜計測裝置8等。電源4，匹配箱41與電極3構成高頻電力施加裝置。

矽烷系氣體也可以使用單矽烷（ SiF_4 ）、四氯化矽（ SiCl_4 ）、二氯矽烷（ SiH_2Cl_2 ）等氣體。

基板座架2具有加熱基板用加熱器2H。

電極3之內側面事先設有具有絕緣性膜之功能之矽薄膜31。另外，在腔室1之頂棚壁內面等先設有矽濺鍍靶30。電極3皆以垂直於設置在基板座架2上之後面描述之形成

(21)

矽點對象基體S表面（更正確地說為包含基板S表面之面）之姿勢配置。

矽濺鍍靶30可以視要形成之矽點之用途等，例如，由市場購得之以下（1）至（3）項所記載之矽濺鍍靶選擇者。

（1）由單晶矽構成之靶，由多晶矽所構成之靶，由微晶矽所構成之靶，由無定形矽所構成之靶，以及由該第2種以上所組合而成之靶的任一種靶。

（2）上述（1）項所記載之任一種靶，而將磷（P）、硼（B）與鍺（Ge）之每一種含量皆抑制於10ppm以下之矽濺鍍靶。

（3）上述（1）項所記載之任一種靶，而顯現特定之比電阻之矽濺鍍靶（例如，比電阻為 $0.001\Omega\cdot\text{cm}$ 至 $50\Omega\cdot\text{cm}$ 之矽濺鍍靶）。

電源4為輸出可變之電源，而可供應頻率60MHz之高頻電力。另外，頻率並不侷限於60MHz，也可以採用例如，13.56MHz左右至100MHz左右之範圍內者，或大於該範圍者。

腔室1與基板座架2皆被接地。

氣體供應裝置6在此為可以供應單矽烷（ SiH_4 ）氣體之矽烷系氣體者，因此，除 SiH_4 等之氣體源之外，也包括省略圖示之閥，調整流量之用的質量流量控制器等。

排氣裝置7除了排氣泵之外，另包括調節排氣流量之電導閥（Conductance valve）等。

(22)

發光分光計測裝置 8 可以檢測出氣體分解之產生物質之發光光譜，因此可以根據其檢測結果求得發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 。

此種發光光譜計測裝置 8 之具體例有，如圖 2 所示，由真空室 1 內之電漿發光檢測出在波長 288nm 之矽原子之發光強度 $Si(288nm)$ 之分光器 81；由該電漿發光檢測出在波長 484nm 之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之分光器 82；以及演算部 83，用於由分光器 81、82 所檢測出之發光強度 $Si(288nm)$ 與發光強度 $H\beta$ 求出兩者之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 之運算部 83。此外，也可以採用附有濾波器之光感測器以代替分光器 81、82。

<以裝置 A 形成使用氫氣之矽點>

接著，要說明利用上述矽點形成裝置 A 在基體（本例中為基板）S 形成矽點之例，尤其是僅以氫氣做為形成電漿用氣體之情形為例加以說明。

矽點之形成係將真空室 1 內之壓力保持於 0.1Pa 至 10.0Pa 之範圍內來進行。真空室內壓力雖未圖示，惟可以例如連接到該腔室之壓力感測器來測知。

首先，在形成矽點之前先開始以排氣裝置 7 由腔室 1 排氣。排氣裝置 7 上之電導閥（圖示省略）係考慮及形成腔室 1 內之上述矽點時之壓力 0.1Pa 至 1.0Pa 之排氣量加以調整好。

若由於排氣裝置 7 之運轉，以致腔室 1 內壓力較預定之

(23)

壓力或低於該壓力時，即開始由氣體供應裝置5對腔室1內導入氫氣，同時由電源4對電極3施加高頻電力以電漿化所導入之氫氣。

由如此產生之氣體電漿，在發光光譜計測裝置8算出發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ，並決定高頻電力之大小（如考慮到成本等時為例如1000至8000瓦特左右），氫氣導入量，腔室1內之壓力等，俾使該值接近大於/等於0.1小於/等於10.0之範圍，較佳為大於/等於0.1小於/等於0.3，或大於/等於0.1小於/等於0.5之範圍內之事先設定之值（基準發光強度比）。

至於高頻電力之大小則須進一步設定施加予電極3之高頻電力之電力密度 $[施加電力(W:瓦特)/真空室容積(公升)]$ 滿足 W/L 至 $100W/L$ ，或 $5W/L$ 至 $50W/L$ 。

如此設定矽點形成條件後，即依該條件形成矽點。

在形成矽點時，在腔室1內之基板座架2設置形成矽點對象基體（本例中為基板）8，並以加熱器2H將該基板加熱至小於/等於 $500^{\circ}C$ 之溫度，例如 $400^{\circ}C$ 。另外，藉由排氣裝置7之運轉，將腔室1內保持於用於形成矽點之壓力，同時由氣體供應裝置5將氫氣導入腔室1內，再由電源4對放電極3施加高頻電力俾將導入之氫氣電漿化。

如上所述，即產生電漿發光時在波長 $288nm$ 之矽原子之發光強度 $Si(288nm)$ 與波長 $484nm$ 之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 在大於/等於0.1小於/等於10.0之範圍，較佳為大於/等於0.1小於/等於3.0，或大於/等於

(24)

0.1 小於 / 等於 0.5 之範圍內上述基準發光強度比或實質上該基準發光強度比之電漿。然後，利用該電漿化學濺鍍（反應性濺鍍）在腔室 1 之頂棚壁內面等之矽濺鍍靶 30，藉此，在基板 S 表面形成顯現結晶性之粒徑小於 / 等於 20 nm 之矽點。

<以裝置 A 利用氫氣與矽烷系氣體形成矽點>

在上述矽點之形成中，未使用氣體供應裝置 6 之矽烷系氣體而僅用氫氣，惟也可以由氣體供應裝置 5 對真空室 1 內導入氫氣，同時也由氣體供應裝置 6 導入矽烷系氣體來形成矽點。另外，如採用矽烷系氣體與氫氣時，即使省略掉矽濺鍍靶 30 也可以形成矽點。

在採用矽烷系氣體時，不管使用矽濺鍍靶 30 與否，須使電漿發光時在波長 288 nm 之矽原子之發光強度 Si (288 nm) 與波長 484 nm 之氫原子之發光強度 $H\beta$ 之比 [Si (288 nm) / $H\beta$] 在大於 / 等於 0.1 小於 / 等於 10.0 之範圍，較佳為大於 / 等於 0.1 小於 / 等於 3.0，或大於 / 等於 0.1 小於 / 等於 0.5 之電漿產生。不採用矽濺鍍靶 30 時，也可以該電漿為原料在基板 S 表面形成顯現結晶性之粒徑小於 / 等於 20 nm 之矽點。

在採用矽濺鍍靶 30 時，可以並用以電漿化學濺鍍腔室 1 之頂棚壁內面等之矽濺鍍靶 30 在基板 S 表面形成顯現粒徑小於 / 等於 20 nm 之矽點。

總之，為形成矽點，須將真空室 1 內之壓力保持於 0.1 Pa 至 10.0 Pa 之範圍內，且利用發光光譜計測裝置 8 算出

(25)

發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ，並設定該值在大於/等於 0.1 小於/等於 10.0 之範圍內，較佳為大於/等於 0.1 小於/等於 3.0，或大於/等於 0.1 小於/等於 0.5 之範圍內之預設值（基準發光強度比）或實質上做為該基準發光強度比之高頻電力之大小，氫氣與矽烷系氣體之各導入量，以及腔室 1 內之壓力等。

高頻電力之大小可以設定施加於電極 3 之高頻電力之電力密度 $[施加電力(W)/真空室容積(公升)]$ 滿足 $5W/L$ 至 $100W/L$ ，或 $5W/L$ 至 $50W/L$ ，而在如此設定之矽點形成條件下形成矽點即可。

矽烷系氣體與氫氣導入真空室 1 內之流量比（矽烷系氣體流量/氫氣流量）設定於 $1/200$ 至 $1/30$ 之範圍內即可。另外，可以設定為例如矽烷系氣體之導入流量可設定為 $1sccm$ 至 $5sccm$ ， $[矽烷系氣體之導入流量(scc)/真空室容積(公升)]$ 可設定為 $1/200$ 至 $1/30$ 。若將矽烷系氣體之流入流量設定為 $1sccm$ 至 $5sccm$ 左右時，恰當之氫氣導入量之例為 $150sccm$ 至 $200sccm$ 。

在上面說明之矽點形成裝置 A 中係採用平板形狀之電容耦合型電極做為電極，但是也可以採用感應耦合型電極。採用感應耦合型電極時，可以採用桿狀、線圈狀等各種形狀者。採用個數也可以任意。在採用感應耦合型電極時且採用矽濺鍍靶時，不管該電極是配置於腔室內或配置於腔室外，該矽濺鍍靶可以沿著腔室內壁面之全部或一部分配置，或獨立配置於腔室內，或採用上述兩種方法配置。

此外，在裝置A雖然省略用於加熱真空室1之手段（帶式加熱器（Band heater），導通熱媒之加熱套等）之圖示，但是為促進矽濺鍍靶之濺鍍，也可以藉由此種加熱手段加熱腔室1將矽濺鍍靶加熱至大於/等於80℃。

<真空室內壓等其他之控制例>

在上述之矽點形成中，輸出可變電源4之輸出，氫氣供應裝置5之氫氣供應量（或氫氣供應裝置5之氫氣供應量與矽烷系氣體供應裝置6之矽烷系氣體供應量），以及排氣裝置7之排氣量之控制係邊參照發光光譜計測裝置8所求得之發光光譜強度比，邊以手工操作。

但是，如圖3所示，也可以將發光光譜計測裝置8之運算部83所求得之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 輸入到控制部80。而且，此種控制部80可以採用構造上可判斷由運算部83所輸入之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 是否為預先設定之基準發光強度比，若偏離基準發光強度比時，可以控制上述之輸出可變電源4之輸出，氫氣供應裝置5之氫氣供應量，矽烷系氣體供應裝置6之矽烷系氣體供應量以及排氣裝置7之排氣量中至少一項以接近基準發光強度者。

此種控制部80之具體例可以藉由控制排氣裝置7之電導閥以控制該裝置7之排氣量，並藉以控制真空室1內之氣壓朝向達成上述基準發光強度比。

此時，對於輸出可變電源4之輸出，氫氣供應裝置5之

(27)

氫氣供應量（或氫氣供應裝置5之氫氣供應與矽烷系氣體供應裝置6之矽烷系氣體供應量），以及排氣裝置7之排氣量，可以採用可獲得基準發光強度比或其近似值之事前以實驗等所求得之電源輸出，氫氣供應量（或氫氣供應量與矽烷系氣體供應量）以及排氣量做為起始值。

在決定此種起始值之際，排氣裝置7之排氣量應設定真空室1內之壓力滿足0.1Pa至10.0Pa之範圍。

電源4之輸出應設定施加於電極3之高頻電力之電力密度滿足5W/L至100W/L，或5W/L至100W/L。

另外，在採用氫氣與矽烷系氣體雙方做為形成電漿之氣體時，應將該等氣體導入真空室1內之流量比（矽烷系氣體流量/氫氣流量）設定於1/200至1/30之範圍）。例如，將矽烷系氣體之導入流量設定為1sccm至5sccm，[矽烷系氣體之導入流量（sccm）/真空室容積（公升）]設定於1/200至1/30之範圍。

至於，電源4之輸出，與氫氣供應裝置5之氫氣供應量（或氫氣供應裝置5之氫氣供應量與矽烷系氣體供應裝置6之矽烷系氣體供應量），只要使控制部80控制該等起始值接續保持，並將排氣裝置7之排氣量達成基準發光強度比即可。

<矽濺鍍靶之其他例子>

在形成上述之矽點中，係將市面上購得之靶（Target）附加配置於真空室1內。但是，藉由採用下面之不曝露

(28)

於外氣之矽濺鍍靶即可形成進一步抑制不預期之雜質之混入。

亦即，在上述裝置A中，一開始，是在尚未配置基板S即將氫氣與矽烷系氣體導入真空室1內，並由電源4對該等氣體施加高頻電力以電漿化，且利用該電漿在真空室1之內壁形成矽薄膜。在形成此種薄膜時，宜以外部加熱器加熱腔室壁。然後，將基體S配置於該腔室1內，並以該內壁上之矽薄膜做為濺鍍靶，如上述，以氫氣製成之電漿化學濺鍍該靶，俾在基板S上形成矽點。

在形成此種做為矽濺鍍靶之用的矽薄膜中，為形成良質之矽薄膜，宜將電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 保持於大於/等於0.1小於/等於10.0之範圍，較佳為大於/等於0.1小於/等於3.0，或大於/等於0.1小於/等於0.5之範圍內來形成。

另外，另一種方法可以採用下面方法。

亦即，如圖4概略表示，透過閘閥（gate valve）V將用於形成矽濺鍍之真空室10以氣密遮斷外部之狀態連接設置於上述真空室1。

在腔室10之座架2'配設靶基板100，利用排氣裝置7'邊由該真空室內排氣俾將該真空室內壓保持於特定之薄膜形成壓，邊由氫氣供應裝置5'將氫氣，由矽烷系氣體供應裝置6'將矽烷系氣體分別導入該腔室內。然後，透過匹配箱41'由輸出可變電源4'對腔室內電極3'施加高頻電力俾在該等氣體形成電漿。藉由該電漿在經過加熱器2H'加熱之靶

基板 100 上形成矽薄膜。

然後，開啓閘閥 V，利用搬送裝置 T 將形成有矽薄膜之靶基板 100 搬進真空室 1 內，固定於腔室 1 內之台 SP 上。接著，使搬送裝置 T 後退，以氣密地封閉閘閥，在腔室 1 內，以形成有該矽膜之靶基板 100 做為矽濺鍍靶，並以上述之任一方法，在配置於腔室 1 內之基板 S 上形成矽點。

圖 5 為表示此種靶基板 100，與電極 3（或 3'），腔室 10 內之加熱器 2H'，腔室 1 內之台 SP，基板 S 等之關係位置。雖不受其限制，惟此處之靶基板 100，如圖 5 所示，為獲得大面積之矽濺鍍靶，為彎曲成龍門式之基板。搬送裝置 T 可以將該基板 100 順利搬送而不碰觸電極等。搬送裝置 T 可以採用能將基板 SP 搬送真空室 1 內並固定者，例如，具有可保持基板 100 且伸縮之臂的裝置。

在腔室 10 之靶基板上形成矽膜時，為形成良質之矽薄膜，宜將電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 保持於大於 / 等於 0.1 而小於 / 等於 10.0 之範圍，較佳為大於 / 等於 0.1 而小於 / 等於 3.0，或大於 / 等於 0.1 而小於 / 等於 0.5 之範圍內來形成。

此時，在真空室 10 之電源 4' 之輸出，來自氫氣供應裝置 4' 之氫氣供應量，來自矽烷系氣體供應裝置 6' 之矽烷系氣體之供應量，以及排氣裝置 7' 之排氣量只要與上述之裝置 A 中，利用氫氣與矽烷系氣體在基板 S 上形成矽點時一樣控制即可。既可以人工控制，也可以利用控制部自動控制。

(30)

此外，搬送裝置也可以在真空室10與真空室1之間配置裝設有搬送裝置之真空室，而將該設有搬送裝置之腔室透過閘閥分別連接到腔室10與腔室1。

<實驗例>

(1) 實驗例1

利用圖1所示型式之矽點形成裝置，但不採用矽濺鍍靶而採用氫氣與矽烷氣體，直接在基板上形成矽點。矽點形成條件如下。

基板：被氧化膜（ SiO_2 ）所被覆之矽晶圓

腔室容量：180公升

高頻電源：60MHz、6KW

電力密度：33W/L

基板溫度：400℃

腔室內壓：0.6Pa

矽烷導入量：3sccm

氫導入量：150sccm

$\text{Si} (288\text{nm}) / \text{H}\beta : 0.5$

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡（TEM）觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成，且以均勻分佈而以高密度狀態形成之粒徑一致之矽點。由TEM圖像測定50個矽點之粒徑，並求其平均值時，確認爲7nm，有小於/等於20nm，甚至等於或小於10nm之粒徑的矽點形成。矽點密度約爲

(31)

1.4×10^{12} 個 / cm^2 。圖 5 為表示基板 S 上形成有矽點 SiD 之矽點構造之例的模式圖。

(2) 實驗例 2

使用圖 1 所示之型式的矽點形成裝置，利用氫氣與單矽烷氣，進一步並用矽濺鍍靶，在基板上直接形成矽點。矽點形成條件如下。

矽濺鍍靶：無定形矽濺鍍靶

基板：被氧化膜 (SiO_2) 被覆之矽晶圓

腔室容量：180 公升

高頻電源：60 MHz、6 KW

電力密度：22 W/L

基板溫度：400 °C

腔室內壓：0.6 Pa

矽烷導入量：1 sccm

氫導入量：150 sccm

Si (288 nm) / $\text{H}\beta$ ：0.3

形成矽點後，經以穿透式電子顯微鏡 (TEM) 觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成且以均勻分佈而以高密度狀態形成之粒徑一致之矽點。由 TEM 圖像測定 50 個矽點之粒徑，並求其平均值時，確認爲 10 nm，而且形成有小於 / 等於 20 nm 之粒徑之矽點。矽點密度約爲 1.0×10^{12} 個 / cm^2 。

(32)

(3) 實驗例3

利用圖1所示之型式的矽點形成裝置，但不用矽烷氣體，而使用氫氣與矽濺鍍靶，直接在基板上形成矽點。矽點形成條件如下。

矽濺鍍靶：單晶矽濺鍍靶

基板：以氧化膜（ SiO_2 ）被覆之矽晶圓

腔室容量：180公升

高頻電源：60MHz、4KW

電力密度：22W/L

基板溫度：400℃

腔室內壓：0.6Pa

氫導入量：100sccm

Si（288nm）/H β ：0.2

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡（TEM）觀測時，確認了分別獨立地形成，且以均勻分佈而以高密度狀態形成之粒徑一致之矽點。由TEM圖像測定50個矽點之粒徑並求出其平均值時，為5nm，並確認了形成有小於/等於20nm，甚至小於/等於10nm之粒徑之矽點。矽點密度約為 2.0×10^{12} 個/cm²。

(4) 實驗例4

利用圖1所示之型式之矽點形成裝置，首先在真空室1之內壁形成矽薄膜，接著，以該矽薄膜做為濺鍍靶以形成

(33)

矽點。矽薄膜形成條件與矽點形成條件如下。

矽薄膜形成條件

矽薄膜內壁面積：約 3 m^2

腔室容量：440公升

高頻電源：13.56MHz、10KW

電力密度：23W/L

腔室內壁溫度：80℃（以設置於腔室內部之加熱器加熱腔室）

腔室內壓：0.67Pa

單矽烷導入量：100sccm

氫導入量：150sccm

Si (288nm) /Hβ：2.0

矽點形成條件

基板：以氧化膜（SiO₂）被覆之矽晶圓

腔室容量：440公升

高頻電源：13.56MHz、5KW

電力密度：11W/L

腔室內壁溫度：80℃（以設置於腔室內部之加熱器加熱腔室）

基板溫度：430℃

腔室內壓：0.67Pa

氫導入量：150sccm（未使用單矽烷氣）

Si (288nm) /Hβ：1.5

(34)

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡（TEM）觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成，且以均勻分佈，並以高密度狀態形成之粒徑一致之矽點。小的矽點為5nm至6nm，大的矽點為9nm至11nm。由TEM圖像測定50個矽點之粒徑，並求出其平均值時，為8nm，並確認了實質上形成了小於/等於10nm之粒徑之矽點。矽點密度約為 7.3×10^{11} 個/cm²。

（5） 實驗例5

利用圖1所示之型式之矽點形成裝置，首先，以實驗例4之矽薄膜形成條件在真空室1內壁形成矽薄膜，然後，以該矽薄膜做為濺鍍靶以形成矽點。矽點形成條件除了將腔室內壓力設定為1.34Pa，將Si（288nm）/H β 設定為2.5之外，與實驗例4相同。

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡（TEM）觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成，且以均勻分佈與高密度之狀態形成之粒徑一致之矽點。由TEM圖像測定50個矽點之粒徑，並求出其平均值時，為10nm，並確認了實質上形成了小於/等於10nm之粒徑之矽點。矽點密度約為 7.0×10^{11} 個/cm²。

（6） 實驗例6

利用圖1所示之型式之矽點形成裝置，首先，以實驗例4之矽薄膜形成條件，在真空室1之內壁形成矽薄膜，然

(35)

後，以該矽薄膜做為濺鍍靶而形成矽點。矽點形成條件除了將腔室內壓力設定為 2.68 Pa ，而將 $\text{Si} (288\text{ nm}) / \text{H}\beta$ 設定為 4.6 之外，與實驗例 4 相同。

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡 (TEM) 觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成，且以均勻分佈與高密度狀態形成之粒徑一致之矽點。由 TEM 圖像測定 50 個矽點之粒徑並求出其平均值時，為 13 nm ，並且確認了實質上形成了小於 / 等於 20 nm 之粒徑之矽點。矽點密度為約 6.5×10^{11} 個 / cm^2 。

(7) 實驗例 7

利用圖 1 所示之型式之矽點形成裝置，首先，以實驗例 4 之矽薄膜形成條件在真空室 1 內壁形成矽薄膜，然後，以該矽薄膜做為濺鍍靶而形成矽點。矽點形成條件除了將腔室內壓力設定為 6.70 Pa ，而將 $\text{Si} (288\text{ nm}) / \text{H}\beta$ 設定為 8.2 之外與實驗例 4 相同。

形成矽點後，以穿透式電子顯微鏡 (TEM) 觀測基板剖面時，確認了分別獨立形成且以均勻分佈而以高密度狀態形成粒徑一致之矽點。由 TEM 圖像測定 50 個矽點之粒徑並求出其平均值時，為 16 nm ，並且確認了實質上形成了小於 / 等於 20 nm 之粒徑之矽點。矽點密度為約 6.1×10^{11} 個 / cm^2 。

[產業上之可利用性]

本發明可以利用於形成被當做單工電子裝置之電子裝置材料或發光材料使用之微小粒徑之矽點。

【圖式簡單說明】

圖1為表示用於實施本發明之矽點形成方法的裝置之一例之概略構造之圖。

圖2為表示電漿發光光譜計測裝置之例的方塊圖。

圖3為利用排氣裝置控制排氣量（真空室內壓）等之電路之例的方塊圖。

圖4為表示形成矽點之其他例子之圖。

圖5為表示形成矽薄膜之靶基板與電極等之關係位置之圖。

圖6為表示實驗例所製得之矽點構造體之例的模式圖。

【主要元件符號說明】

A 矽點形成裝置

1、10 真空室

2、2' 基板座架

2H、2H' 加熱器

3、3' 放電電極

30 矽濺鍍靶

31 做為絕緣性膜之電極上之矽薄膜

41、41' 匹配箱

(37)

- 4、4' 放電用高頻電源
- 5、5' 氫氣供應裝置
- 6、6' 矽烷系氣體供應裝置
- 7、7' 排氣裝置
- 8 電漿發光光譜計測裝置
- 80 矽濺鍍靶
- 81、82 分光器
- 83 運算部
- 100 靶基板
- S 形成矽點對象基體
- SiD 矽點
- T 搬送裝置
- V 閘閥
- SP 腔室1內的台

五、中文發明摘要

發明之名稱：矽點形成方法及矽點形成裝置

[課題] 本發明提供一種在低溫下直接在基體上形成均勻密度分布之粒徑一致之矽點的方法及裝置。

[解決方法] 在設有矽濺鍍靶(例如，靶 30)之真空室 1 內導入氫氣(或另導入矽烷系氣體)，或在未配置矽靶之室 1 內導入氫氣與矽烷系氣體，藉由對該氣體施加高頻電力使室 1 內，在電漿發光中產生波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 小於 / 等於 10.0，較佳為小於 / 等於 3.0，或 0.5 之電漿，在該電漿為基礎(有矽濺鍍靶時，則併用該化學濺鍍)，在 500℃ 以下之低溫，於基體 S 上直接形成粒徑 20nm 以下，或 10nm 以下之矽點 SiD。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

十、申請專利範圍

1. 一種矽點形成方法，其特徵為包含：

矽薄膜形成工程，是在真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，藉由對該等氣體施加高頻電力，在該真空室內產生電漿，並利用該電漿在該真空室之內壁形成矽薄膜；以及

矽點形成工程，在內壁形成有矽薄膜之上述真空室內配置形成矽點對象基體，並在該真空室內導入濺鍍用氣體，藉由對該氣體施加高頻電力，在該真空室內產生電漿，以該電漿進行將該矽薄膜做成濺鍍靶之化學濺鍍，俾在該基體上形成矽點。

2. 如申請專利範圍第1項之矽點形成方法，其中上述矽點形成工程是在配設有上述形成矽點對象基體之真空室內導入上述濺鍍用氣體之氫氣，藉由對該氫氣施加高頻電力俾在該真空室內產生電漿，並利用該電漿化學濺鍍上述矽薄膜，在500℃以下之低溫直接在上述基體上形成粒徑20nm以下之矽點。

3. 如申請專利範圍第2項之矽點形成方法，其中上述電漿，係在電漿發光中，在波長288nm之矽原子之發光強度Si(288nm)與在波長484nm之氫原子之發光強度H β 之比[Si(288nm)/H β]為10.0以下之電漿。

4. 如申請專利範圍第2項之矽點形成方法，其中上述電漿，係在電漿發光中，在波長288nm之矽原子之發光強度Si(288nm)與在波長484nm之氫原子之發光強度H β 之比[Si(288nm)/H β]為3.0以下之電漿，而在上述基體上直接

(2)

形成粒徑為10nm以下之矽點。

5. 一種矽點之形成方法，其特徵為包含：

濺鍍靶形成工程，是在第1真空室內配置靶基板，在該第1真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，藉由對該等氣體施加高頻電力，俾在該第1真空室內產生電漿，並利用該電漿在該靶基板上形成矽薄膜而製得矽濺鍍靶；以及

矽點形成工程，由上述第1真空室將上述濺鍍靶形成工程所製得之矽濺鍍靶不接觸外氣搬入配置於第2真空室內，同時在該第2真空室內配置形成矽點對象基體，在該第2真空室內導入濺鍍用氣體，藉由對該氣體施加高頻電力俾在該第2真空室內產生電漿，以該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶之矽薄膜俾在該基體上形成矽點。

6. 如申請專利範圍第5項之矽點形成方法，其中上述矽點形成工程中，對配置有上述形成矽點對象基體之真空室內導入氫氣做為上述濺鍍用氣體，藉由對該氫氣施加高頻電力俾在該真空室內產生電漿，利用該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶之矽薄膜，在500℃以下之低溫直接在上述基體上形成粒徑20nm以下之矽點。

7. 如申請專利範圍第6項之矽點形成方法，其中上述電漿，係在電漿發光時，在波長288nm之矽原子之發光強度Si(288nm)與在波長484nm之氫原子之發光強度H β 之比[Si(288nm)/H β]為10.0以下之電漿。

8. 如申請專利範圍第6項之矽點形成方法，其中上述電漿，係在電漿發光時，在波長288nm之矽原子之發光強

(3)

度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與在波長 484nm 下之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為 3.0 以下之電漿，直接在上述基體上形成粒徑 10nm 以下之矽點。

9. 一種矽點形成方法，其特徵為在配置有矽濺鍍靶與形成矽點對象基體之真空室內導入氫氣，藉由對該氣體施加高頻電力俾在該真空室內產生在電漿發光時，在波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與在波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為 10.0 以下之電漿，藉由該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶，俾在 500°C 以下之低溫在上述基體上直接形成粒徑為 20nm 以下之矽點。

10. 一種矽點形成方法，其特徵為在配置有矽濺鍍靶與形成矽點對象基體之真空室內導入氫氣，藉由對該氣體施加高頻電力俾在該真空室內產生在電漿發光時，在波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與在波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為 3.0 以下之電漿，藉由該電漿化學濺鍍上述矽濺鍍靶，俾在 500°C 以下之低溫在上述基體上直接形成粒徑為 10nm 以下之矽點。

11. 一種矽點形成方法，其特徵為在配置有形成矽點對象基體之真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，藉由對該氣體施加高頻電力俾在該真空室內產生在電漿發光時，在波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與在波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為 10.0 以下之電漿，藉由該電漿在 500°C 以下之低溫在上述基體上直接形成粒徑為 20nm 以下之矽點。

(4)

12. 一種矽點形成方法，其特徵為在配置有形成矽點對象基體之真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，藉由對該等氣體施加高頻電力俾在該真空室內產生在電漿發光時，在波長288nm之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與在波長484nm之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 為3.0以下之電漿，藉由該電漿在500℃以下之低溫在上述基體上直接形成粒徑為10nm以下之矽點。

13. 如申請專利範圍第11項之矽點形成方法，其中在上述真空室內配置矽濺鍍靶，並用上述電漿化學濺鍍該靶。

14. 如申請專利範圍第12項之矽點形成方法，其中在上述真空室內配置矽濺鍍靶，並用上述電漿化學濺鍍該靶。

15. 如申請專利範圍第9、10、13或14項之矽點形成方法，其中在形成濺鍍靶用真空室內配設靶基板以做為上述矽濺鍍靶，在該真空室內導入矽烷系氣體與氫氣，藉由對該等氣體施加高頻電力俾在該真空室內產生電漿，採用藉由該電漿於該靶基板上形成矽薄膜而得之矽濺鍍靶，將該矽濺鍍靶由該濺鍍靶形成用真空室搬入配置於配設有上述形成矽點對象基體之真空室內而不接觸外氣。

16. 如申請專利範圍第9、10、13或14項之矽點形成方法，其中採用磷(P)、硼(B)與鍺(Ge)之各別含量皆被抑制於小於10ppm之矽濺鍍靶做為上述矽濺鍍靶。

17. 如申請專利範圍第9、10、13或14項之矽點形成

(5)

方法，其中採用電阻係數為 $0.001\ \Omega \cdot \text{cm}$ 至 $50\ \Omega \cdot \text{cm}$ 之矽濺鍍靶做為上述矽濺鍍靶。

18. 如申請專利範圍第 9、10、13 或 14 項之矽點形成方法，其中上述矽濺鍍靶是沿著上述真空室內壁配置，藉由加熱該真空室將該矽濺鍍靶加熱至 80°C 以上。

19. 如申請專利範圍第 11 至 14 項中任一項之矽點形成方法，其中上述矽烷系氣體與氫氣導入上述真空室內之流量比(矽烷系氣體流量/氫氣流量)為 $1/200$ 至 $1/30$ 。

20. 如申請專利範圍第 11 至 14 項中任一項之矽點形成方法，其中上述矽烷系氣體之導入流量為 1 sccm 至 5 sccm ，而[矽烷系氣體之流入量(sccm)/真空室容積(公升)]為 $1/200$ 至 $1/30$ 。

21. 如申請專利範圍第 1 至 14 項中任一項之矽點形成方法，其中對導入上述真空室內之氣體施加高頻電力是利用配置於上述真空室內且以含有矽或鋁之電絕緣性膜被覆之電極進行。

22. 如申請專利範圍第 1 至 14 項中任一項之矽點形成方法，其中形成上述電漿時之上述真空室內之壓力為 0.1 Pa 至 10.0 Pa 。

23. 如申請專利範圍第 1 至 14 項中任一項之矽點形成方法，其中對導入上述真空室內之氣體的高頻電力之施加是利用配置於上述真空室內且對上述基體垂直配置之電容耦合型電極來進行。

24. 如申請專利範圍第 1 至 14 項中任一項之矽點形成

(6)

方法，其中對導入上述真空室內之氣體的高頻電力之施加是利用感應耦合型電極來進行。

25. 如申請專利範圍第1至14中任一項之矽點形成方法，其中上述高頻電力之頻率為13MHz至100MHz。

26. 如申請專利範圍第1至14項中任一項之矽點形成方法，其中上述高頻電力之電力密度[施加電力(W)/真空室容積(L：公升)為5W/L至100W/L。

27. 一種矽點構造體，具有由申請專利範圍第1項至第14項中任一項所記載之矽點形成方法所形成之矽點。

28. 一種矽點形成裝置，其特徵為具備：

真空室，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

氫氣供應裝置，用於對該真空室內供應氫氣；

矽烷系氣體供應裝置，用於對該真空室內供應矽烷系氣體；

由該真空室內排氣之排氣裝置；

第1高頻電力施加裝置，在該真空室內對由上述氫氣供應裝置所供應之氫氣與由上述矽烷系氣體供應裝置供應之矽烷系氣體施加高頻電力，以形成用於在該真空室內壁形成矽薄膜之電漿；

第2高頻電力施加裝置，在形成該矽膜後，在該真空室內，對由上述氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力，以形成將該矽薄膜做為濺鍍靶進行化學濺鍍之電漿；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出在該真空室內之電

(7)

漿發光時之波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 。

29. 如申請專利範圍第28項之矽點形成裝置，其中另具備一控制部，在上述第1與第2之高頻電力施加裝置之中至少在利用第2高頻電力施加裝置形成電漿時，比較上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 與由10.0以下之範圍所規定之基準發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ ，至少控制該第2高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置對上述真空室內之氫氣供應量以及上述排氣裝置之排氣量之至少一項，俾上述真空室內電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 接近該基準發光強度比。

30. 一種矽點形成裝置，其特徵為具備：

第1真空室，具有用於支撐濺鍍靶基板之座架；

第1氫氣供應裝置，用於對該第1真空室內供應氫氣；

矽烷系氣體供應裝置，用於對該第1真空室內供應矽烷系氣體；

由該第1真空室內排氣之第1排氣裝置；

第1高頻電力施加裝置，用於對由上述第1氫氣供應裝置供應到該第1真空室內之氫氣以及由上述矽烷系氣體供應裝置所供應之矽烷系氣體施加高頻電力，以形成在上述濺鍍靶基板上形成矽薄膜之電漿；

第2真空室，連接到上述第1真空室成與外氣氣密遮斷之狀態，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

(8)

第2氫氣供應裝置，用於對該第2真空室內供應氫氣；

由該第2真空室內排氣之第2排氣裝置；

第2高頻電力施加裝置，在該第2真空室內對由上述第2氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力以形成用於化學濺鍍上述濺鍍靶上之矽薄膜之電漿；

電漿發光光譜計測裝置，用於求出在該第2真空室內之電漿發光之波長 288nm 之矽原子之發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ ；以及

搬送裝置，用於將形成有矽薄膜之上述濺鍍靶基板由上述第1真空室以不接觸外氣之狀態搬入配置於第2真空室。

31. 如申請專利範圍第30項之矽點形成裝置，其中另具有一控制部，在以上述第2高頻電力施加裝置形成電漿時，比較上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 與由10.0以下之範圍規定之基準發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ ，至少控制該第2高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述第2氫氣供應裝置對第2真空室內之氫氣供應量以及上述第2排氣裝置之排氣量之其中一項，俾使上述第2真空室內電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 接近該基準發光強度比。

32. 一種矽點形成裝置，其特徵為具備：

真空室，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

配置於該真空室內之矽濺鍍靶；

(9)

氫氣供應裝置，用於對該真空室內供應氫氣；

用於由該真空室排氣之排氣裝置；

高頻電力施加裝置，在該真空室內對上述氫氣供應裝置所供應之氫氣施加高頻電力，以形成用於化學濺鍍該矽濺鍍靶之電漿；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出該真空室內之電漿發光之波長 288nm 之矽原子的發光強度 $\text{Si}(288\text{nm})$ 與波長 484nm 之氫原子之發光強度 $\text{H}\beta$ 之比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 。

33. 如申請專利範圍第32項之矽點形成裝置，其中另具備一控制部，用於比較上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 與由10.0以下之範圍所規定之基準發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ ，至少控制上述高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置對上述真空室內之氫氣供應量以及上述排氣裝置之排氣量之其中一項，俾使上述真空室內電漿之發光強度比 $[\text{Si}(288\text{nm})/\text{H}\beta]$ 接近該基準發光強度比。

34. 一種矽點形成裝置，其特徵為具備：

真空室，具有用於支撐形成矽點對象基體之座架；

氫氣供應裝置，用於對該真空室內供應氫氣；

矽烷系氣體供應裝置，用於對該真空室內供應矽烷系氣體；

由該真空室排氣之排氣裝置；

高頻電力施加裝置，在該真空室內，對由上述氫氣供應裝置與矽烷系氣體供應裝置所供應之氣體施加高頻電力

(10)

，以形成用於形成矽點之電漿；以及

電漿發光光譜計測裝置，用於求出該真空室內之電漿發光在波長 288nm 之矽原子的發光強度 $Si(288nm)$ 與在波長 484nm 之氫原子的發光強度 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 。

35. 如申請專利範圍第 34 項之矽點形成裝置，其中另具備一控制部，用於比較由上述電漿發光光譜計測裝置所求得之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 與由 10.0 以下之範圍規定之基準發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ ，至少控制上述高頻電力施加裝置之電源輸出，由上述氫氣供應裝置供應到上述真空室內之氫氣供應量，由上述矽烷系氣體供應裝置對上述真空室內之矽烷系氣體之供應量以及上述排氣裝置之排氣量之其中一項，俾使上述真空室內電漿之發光強度比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 接近該基準發光強度比。

36. 如申請專利範圍第 28 至 35 項中任一項之矽點形成裝置，其中上述電漿發光光譜計測裝置，係具備：第 1 檢測部，用於檢測電漿光中波長 288nm 之矽原子之發光強度 $Si(288nm)$ ；第 2 檢測部，用於檢測電漿發光中波長 484nm 之氫原子之發光強度 $H\beta$ ；以及運算部，用於求出該第 1 檢測部所檢測之發光強度 $Si(288nm)$ 與該第 2 檢測部所檢測出之發光強度 $H\beta$ 之比 $[Si(288nm)/H\beta]$ 。

圖1

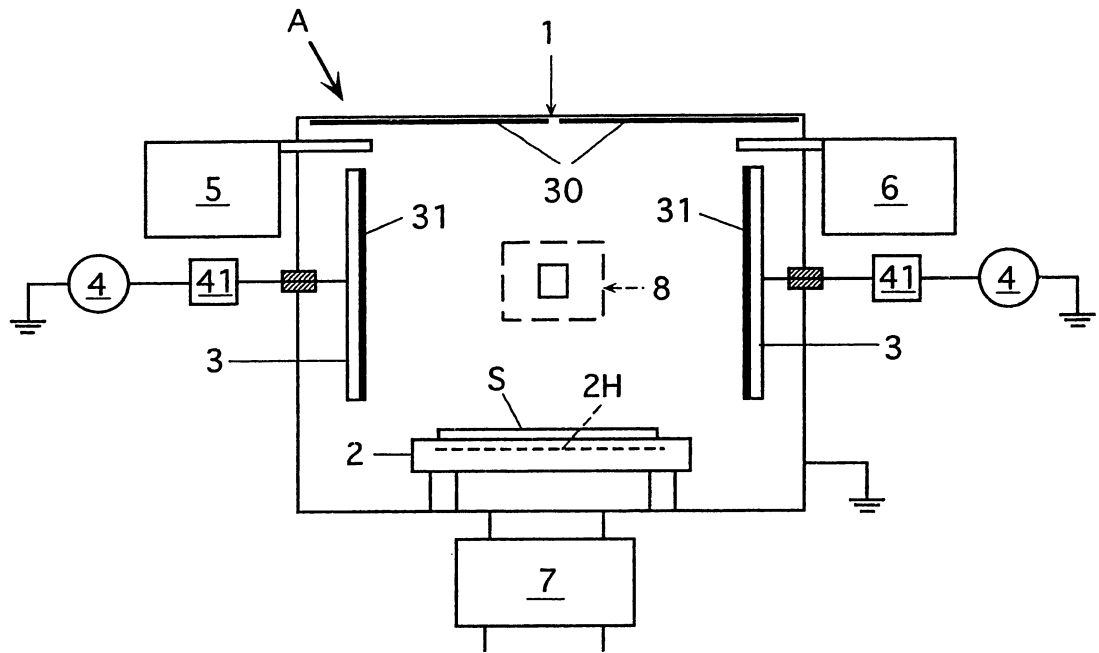


圖2

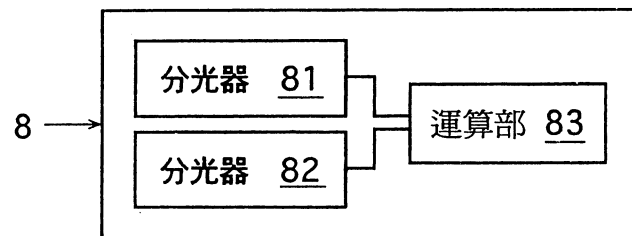


圖3

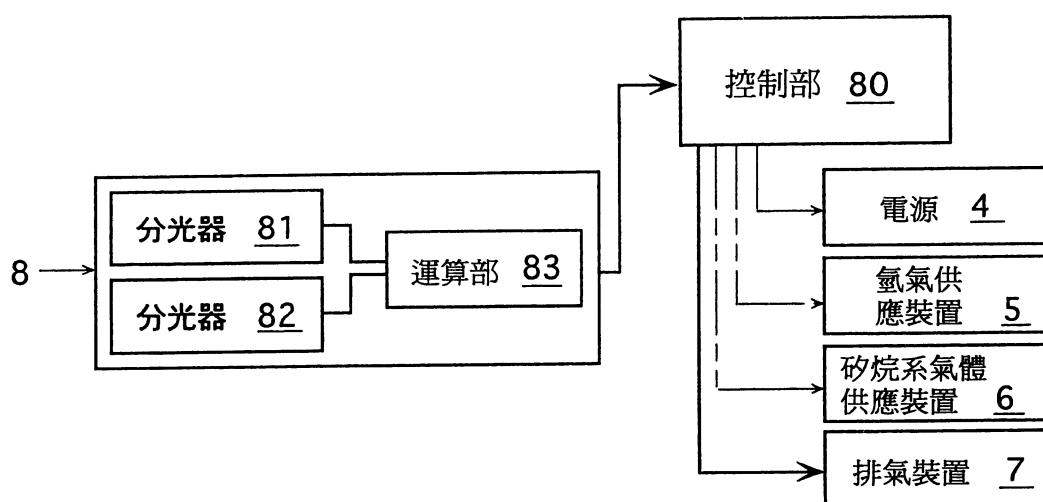


圖4

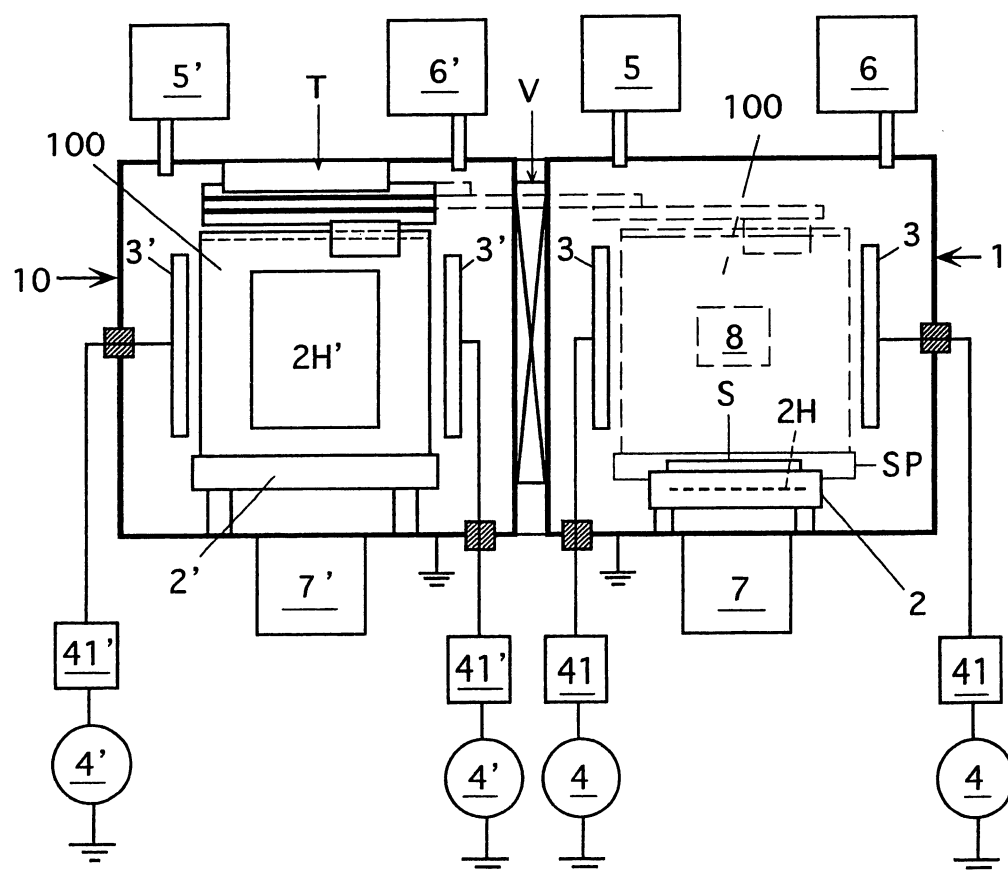


圖5

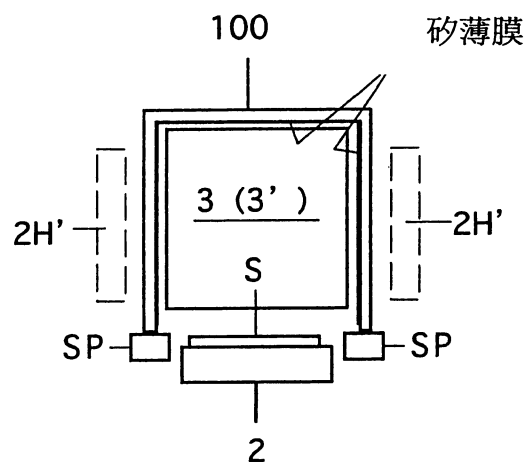
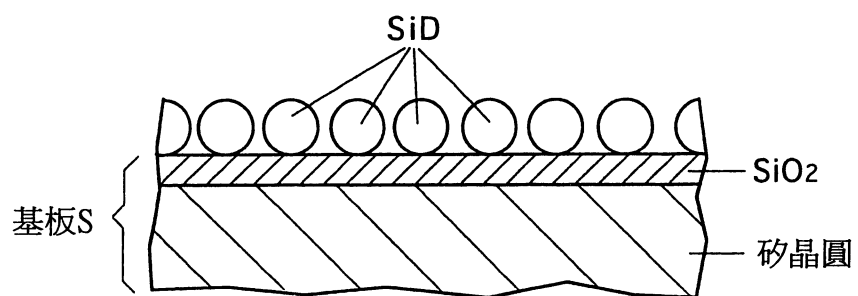


圖6



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	真空室	2	基板座架
2H	加熱器	3	放電電極
30	矽濺鍍靶		
31	做為絕緣性膜之電極上之矽薄膜		
41	匹配箱	4	放電用高頻電源
5	氫氣供應裝置	6	矽烷系氣體供
7	排氣裝置	8	電漿發光光譜計測裝置
A	矽點形成裝置	S	形成矽點對象基體

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：