

發明專利說明書 200415666

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92125948

※申請日期：92-07-19

※IPC 分類：H01J37/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

不純物導入方法、裝置及元件

IMPURITY INTRODUCTION METHOD, APPARATUS AND ELEMENT

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商・松下電器產業股份有限公司

MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.

代表人：(中文/英文)

中村邦夫/NAKAMURA, KUNIO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國大阪府門真市大字門真 1006 番地

1006, OAZA KADOMA, KADOMA-SHI, OSAKA, 571-8501 JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 佐佐木雄一郎/SASAKI, YUICHIRO

2. 水野文二/MIZUNO, BUNJI

3. 中山一郎/NAKAYAMA, ICHIRO

住居所地址：(中文/英文)

1. 日本國東京都町田市鶴間1720-1-304

1720-1-304, TSURUMA, MACHIDA-SHI, TOKYO 194-0004 JAPAN

2. 日本國奈良縣生駒市北大和2-31-15

2-31-15, KITAYAMATO, IKOMA-SHI, NARA 630-0121 JAPAN

3. 日本國大阪府門真市末廣町13-17

13-17, SUEHIRO-CHO, KADOMA-SHI, OSAKA 571-0030 JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎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； 2002.9.20； 特願2002-274554

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係於半導體等之製造程序中導入不純物之方法、裝置、及由此製成之元件。

【先前技術】

發明背景

一般而言，固體基體表面形成有構成固體基體之原子與空氣中之氧結合而成之氧化物等之膜。以往係利用由氧化物等膜上注入離子等方法而物理性地導入不純物。即，利用對構成不純物之離子以電場等給予能，並照射於表面，將前述不純物導入固體基體內部。

然而，近年來隨著設備之細微化，需要可形成淺接合之技術。而習知淺接合形成技術，可舉例有低能離子注入技術。低能離子注入係致力於以某程度之高電壓由離子源引出離子後，於後段減速，藉此使光束電流值保持某程度之高值，且可注入低能等。經過前述作業之結果，可形成數10nm左右之淺不純物層，且於工業上適用於半導體之製造。

近年來受到注目之用以形成更淺之接合之技術，可舉例有電漿摻雜技術。電漿摻雜係使含有所需粒子之電漿接觸半導體基板等被處理體之表面，而可於該被處理體表面導入前述所需粒子之技術。其中，電漿頂多為100V之低能，因此適於形成淺不純物層，實驗結果為形成有10數nm至數

10nm左右之淺接合。且，目前，達成最淺之接合之實驗係發表於Technical Digest of Symposium on VLSI Technology, Honolulu P. 110(2000)中。根據前述實驗，接合之深度為7nm。

- 5 又，亦有使用有氣體源之氣相摻雜法，揭示於IWJT, p. 19(2000), J. Vac. Sci. Technol. A16, P.1, (1998)、矽技術 No.39 18th June,2002等。該方法係以常壓氫氣體環境加熱半導體基板，並供給 B_2H_6 或 PH_3 ，而可形成P型及N型之不純物擴散層。其中，氫載體氣體具有利用除去矽上之自然
- 10 氧化膜，保持清淨表面，而可防止不純物，特別是硼之表面偏析之效果。又，為了分解氣體，一般需要 $600^{\circ}C$ 以上之溫度。例如，矽技術NO.39 18th June,2002中，揭示利用將半導體基板加熱至 $900^{\circ}C$ ，並供給1ppm之 B_2H_6 氣體40秒，形成有高濃度之淺接合之實驗結果。根據該實驗結果，以B
- 15 濃度為 $1 \times 10^{18}/cm^3$ 之深度為接合深度時，接合深度係與前述同程度之約7nm。

- 隨著設備之細微化，需要可形成淺接合之技術。為了滿足該需求，而有前述電漿摻雜或低能離子注入等方法。近年來，已有形成有10數nm至數10nm左右之淺接合之實驗
- 20 發表。如前述，目前達成最淺之p型接合之實驗，係形成有7nm左右之淺不純物層。然而，隨著設備日漸細微化，需要可更簡單地形成淺不純物層之方法。對於如此之要求，雖然電漿摻雜技術需要少量之能，然而由於係將具有加速能之粒子注入半導體基板之技術，因此具有不易形成更淺之

不純物層之課題。而使用有氣體源之氣相摻雜法則係供給沒有具有加速能之摻雜物至基板，並藉表面反應形成不純物擴散層之技術，且該氣相摻雜法被認為是可超越將具有能之離子照射至基板之方法之極限的技術。然而，如前述，

5 該等方法為了分解氣體，一般都需要600°C以上之溫度。於該溫度下，不能使用光阻劑作為遮蔽材料。因此，必需形成CVD-SiO₂等或形成圖案，因而增加電晶體形成程序之步驟。

【發明內容】

10 發明概要

不純物導入方法，係於欲將物質導入表面黏著有氧化物等之膜的固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之

15 構件之群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。

不純物導入裝置，係於欲將物質導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至固體基體表面之構件、用以將氣體照射至該固體基體表面之

20 構件、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行前述固體基體表面之處理以除去該氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子者。

不純物導入元件，係於欲將物質導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該

該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子而製成者。

圖式簡單說明

第1圖係製程室之主要部分截面圖。

第2圖係由表面朝深度方向之硼之濃度分布圖。

第3圖係顯示矽之半導體基板之表面之圖。

第4圖係顯示表面之矽原子已活性化之狀態之圖。

第5圖係顯示接觸二硼烷之圖。

第6圖係顯示於矽之半導體基板表面形成有含有硼原子之層之狀態之圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明之不純物導入方法及不純物導入裝置，係於欲將物質導入表面黏著有氧化物等之膜的固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。

其中，利用除去前述表面之膜使粒子容易黏著，因此可形成表面附近之不純物層。照射至前述固體基體表面之

電漿係使用氫或氫系之電漿等。氣體時，則使用氫系之氣體。還原性液體係使用係選自於由氟化氫、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。又，前述用以使固體基體表面浸漬於還原性液體之構件，係以

5 於使該固體基體表面浸漬至前述還原性液體時，可機械性地摩擦該固體基體表面者為佳。這是因為機械性地摩擦可更輕易地除去前述表面之膜。

前述黏著或導入所需粒子之1方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面，以黏著或導入該固體基體表面或其附近。或者，前述

10 黏著或導入所需粒子之另外之方法係照射電磁波，且該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使該結合轉變成非結合狀態而使黏著之氫或氫氧基脫

15 離並且使構成前述固體基體之原子露出於表面後，再使前述所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入該固體基體表面或其附近。前述已除去氧化物等之膜之固體基體表面中，大致具有預定結合能之氫或氫氧基與固體基體原子結合。供給超過該結合能之能時可切斷該結合，然而由於

20 前述電磁波之能容易控制，因此可穩定實現前述結果。即，切斷前述結合，並且可輕易地選擇不影響前述固體基體表面之範圍內之電磁波能，穩定照射。如此一來，前述露出於表面之構成固體基體之原子，成為活性化之狀態，即，容易與其他粒子結合之狀態。因此，於使前述構成固體基

體之原子成為活性化之狀態後，利用照射前述所需粒子輕易地將前述不純物導入該固體基體表面或其附近。其中，前述所需粒子係以低速，即低能靠近前述構成固體基體之原子附近為佳。這係因為低能之粒子較容易被活性化原子捕獲之緣故。其中，前述所謂低能粒子，係於電漿、氣體、及超低能離子之狀態下之粒子。又，前述含有所需粒子之氣體不必提高溫度即可分解，因此當前述固體基體溫度小於 600°C ，或者於室溫下亦可導入前述不純物。

本發明之不純物導入方法中，前述照射之電磁波之能相當於超過 318KJ/mol ，且小於 666KJ/mol 之能。

且以相當於超過 425KJ/mol ，且小於 666KJ/mol 之能為佳。這係因為與前述固體基體表面上之氧原子結合之結合能之標準值係 452KJ/mol ，而以照射可除去前述氧之充足之能之範圍中之電磁波為佳。

本發明之不純物導入方法中，如前述，黏著或導入前述所需粒子之方法，係於該固體基體小於 600°C 之溫度下進行。

本發明之不純物導入方法，係於欲將物質以離子、電漿、及氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以將該固體基體表面浸漬至還原性液體之構件群中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。

本發明之不純物導入方法中，前述所需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏著或導入。

本發明之不純物導入方法，係使用選自於以下之裝置群中之至少一個裝置，而前述裝置群包括：選自於用以將
5 電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

10 本發明之不純物導入方法中，前述用以將固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦該固體基體表面之機構。

本發明之不純物導入方法中，前述使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機
15 構，而該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致。

本發明之不純物導入方法，係使用選自於前述裝置群中之至少2個以上組合而成或一體化者，而前述裝置群包
20 括：選自於用以將電漿照射至固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至固體基體表面之裝置、及用以使固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

本發明之半導體、液晶、或生物晶片等之主動元件，及電阻器、線圈、或電容器等被動元件，係由前述不純物導入方法製成。

5 本發明之不純物導入裝置，係於欲將物質導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至固體基體表面之構件、用以將氣體照射至該固體基體表面之構件、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行前述固體基體表面之處理以除去該氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子
10 者。

本發明之不純物導入裝置中，前述電漿係含有稀有氣體氬或氫系之電漿。

本發明之不純物導入裝置中，前述氣體係含有氫系之氣體。

15 本發明之不純物導入裝置中，前述還原性液體係選自於由氟化氫、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。

本發明之不純物導入裝置中，前述用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件，於使該固體基體表面浸
20 漬於前述還原性液體時，可機械性地摩擦該固體基體表面。

本發明之不純物導入裝置中，前述黏著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去氧化物等之膜之前述固體基體表面而黏著或導入該固體基體表面或其附近。

本發明之不純物導入裝置中，黏著或導入前述所需粒子之方法係照射電磁波，且該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使該結合轉變成非結合狀態而使已黏著之氫或氫氧基脫離並且使構成固體基體之原子露出於表面後，再使前述所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入該固體基體表面或其附近。

本發明之不純物導入裝置中，前述照射之電磁波之能係相當於超過318KJ/mol，且小於666KJ/mol之能。

且以相當於超過425KJ/mol，且小於666KJ/mol之能為佳。這係因為與前述固體基體表面上之氧原子結合之結合能之標準值係452KJ/mol，而以照射可除去前述氧之充足之能之範圍中之電磁波為佳。

不純物導入裝置中，前述黏著或導入前述所需粒子之方法，係於該固體基體小於600°C之溫度下進行。

前述本發明之不純物導入裝置中，係於欲將物質以離子、電漿、及氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以將該固體基體表面浸漬至還原性液體構成之構件群中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。

本發明之不純物導入裝置中，前述所需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏著或導入。

本發明之不純物導入裝置，具有選自於以下之裝置群中之至少一個裝置，而前述裝置群包括：選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面浸漬於還
5 原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

本發明之不純物導入裝置中，前述用以將該固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦該固體
10 基體表面之機構。

本發明之不純物導入裝置中，前述使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機構，而前述電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面中氫或氫氧基與固體基體原子結合之結
15 合能一致。

本發明之不純物導入裝置，係選自於前述裝置群中之至少2個以上之組合或一體化者，而該裝置群包括：選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面
20 浸漬於還原性液體之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸前述固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

不本發明之純物導入元件，係於欲將物質導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿

照射至該該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子而製成者。

本發明之不純物導入元件中，前述電漿係含有稀有氣體氬或氫系之電漿。

本發明之不純物導入元件中，前述氣體係含有氫之系氣體。

10 本發明之不純物導入元件中，前述還原性液體係選自於由氟化氫、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。

本發明之不純物導入元件中，前述用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件，於使該固體基體表面浸漬於前述還原性液體時，可機械性地摩擦該固體基體表面。

15 本發明之不純物導入元件中，前述黏著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去氧化物等之膜之該固體基體表面而黏著或導入該固體基體表面或其附近。

20 本發明之不純物導入元件中，前述黏著或導入所需粒子之方法係照射電磁波，且該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使該結合轉變成非結合狀態而使已黏著之氫或氫氧基脫離，並且使構成該固體

基體之原子露出於表面後，再使所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入固體基體表面或其附近。

本發明之不純物導入元件，其中前述照射之電磁波之能係相當於超過318KJ/mol，且小於666KJ/mol之能。

- 5 且以相當於超過425KJ/mol，且小於666KJ/mol之能為佳。這係因為與前述固體基體表面上之氧原子結合之結合能之標準值係452KJ/mol，而以照射可除去前述氧之充足之能之範圍中之電磁波為佳。

- 10 本發明之不純物導入元件，前述黏著或導入所需粒子之方法，係於該固體基體小於600°C之溫度下進行。

- 15 本發明之不純物導入元件，係於欲將物質以離子、電漿、及氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至前述固體基體表面之構件、用以將氣體照射至該固體基體表面之構件、及用以將前述固體基體表面浸漬至還原性液體之構件群中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子而製成者。

本發明之不純物導入元件，其中前述所需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏著或導入。

- 20 本發明之不純物導入元件，係由至少具有以下之裝置群之裝置製成者，而前述裝置群包括：選自於用以將電漿照射至固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至該固體基體表面之裝置、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣

體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需
粒子擴散之退火裝置。

本發明之不純物導入元件中，前述用以將該固體基體
表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦前述固
5 體基體表面之機構。

本發明之不純物導入元件中，前述使含有所需粒子之
氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機
構，而該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前
述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合
10 能一致。

本發明之不純物導入元件，係由選自於前述裝置群中
之至少2個以上之裝置組合或一體化而成之裝置製成者，而
該裝置群包括：選自於用以將電漿照射至固體基體表面之
裝置、用以將氣體照射至該固體基體表面之裝置、及用以
15 使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之
至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面
之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

以下，說明本發明之實施例。

(實施例A)

20 使用矽之半導體基板進行實驗。實施例A所用之裝置主
要是由真空備用室與製程室構成。首先，使前述真空備用
室對大氣開放，並將固體基體之半導體基板13設置於真空
備用室內之處理臂上。使該真空預備室減壓後，以處理臂
將半導體基板13搬送至製程室內。第1圖係製程室之主要部

分截面圖。於第1圖中，高頻率電源1產生之高頻率電氣信號係藉由匹配器2供給至線圈及天線3。匹配器2可整合高頻率電源1、線圈及天線3。即，使線圈及天線3之輸入阻抗與高頻率電源1之輸出阻抗整合且匹配，藉如此之作業，高頻率電源1產生之高頻率電氣信號可效率良好地傳導至線圈及天線3。高頻率電源12產生之高頻率電氣信號，則係藉由匹配器11供給至下部電極14。匹配器11可整合高頻率電源12、下部電極14。即，使下部電極14之輸入阻抗與高頻率電源12之輸出阻抗整合且匹配，藉如此之作業，高頻率電源12產生之高頻率電氣信號可效率良好地傳導至下部電極14。來自二硼烷(B_2H_6)氣體源之二硼烷(B_2H_6)氣體係藉質量流量控制器5進行流入控制並供給至室內。來自氬(Ar)氣體源之氬(Ar)氣係藉質量流量控制器4進行流入控制並供給至室內。以渦輪分子泵與乾燥泵使室內減壓，並藉導電閥7控制成所需壓力。

半導體基板13搬送至質量流量控制室後，設置於下部電極14上。且，於搬送後關閉搬送路徑，隔開前述真空備用室與製程室。又，於製程室分別連接氬氣與二硼烷氣體之氣體導入管。該製程室係構成為氣體流量可藉質量流量控制室5分別控制。

將半導體基板13設置於下部電極14上後，照射氬電漿並於表面實施濺射。氬氣之流量係50sccm，室內部之壓力係0.7Pa，螺旋波功率為1500W，而偏壓功率為300W。進行濺射70秒。濺射結束後，擱置1秒，使二硼烷(B_2H_6)氣體於

室內部流動70秒。其中二硼烷(B_2H_6)氣體之流量為50sccm，室內部之壓力係1.7Pa。然後，以低能SIMS測定由表面朝深度方向之硼之濃度分布。

第2圖係由表面朝深度方向之硼之濃度分布圖。於第2圖中，橫軸係以奈米(nm)單位表示由半導體基板13表面算起之深度，縱軸則以相當於1立方公分之原子數(atoms/cm³)表示硼(B)之濃度。如第2圖所示，硼(B)之濃度降低4位數僅需要約5nm。又，硼(B)之濃度為 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 之位置係接合位置時，接合位置為3~4nm。如前述觀察完極淺之剖面圖。又，硼(B)於室溫下可穩定地吸附。硼(B)之注入量約 $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 。由前述可得知藉於半導體基板13表面照射氬電漿後，再注入二硼烷(B_2H_6)氣體於室內部，可形成較習知淺之不純物層。且，由於該程序可於不必加熱半導體基板13之室溫下進行，因此可實現不增加電晶體形成程序之製程之簡單方法。

(實施例B)

第3圖係用以說明矽之半導體基板表面之圖。矽(Si)之共價鍵，一般末端係以氫原子(H)16或氫氧基(OH)17終結。末端之矽原子(Si)15與3個其他之矽(Si)原子結合，且1個氫(H)16原子與氫氧基(OH)17結合。

接著，利用照射電磁波於該矽(Si)，可使矽原子(Si)15露出於表面並成為活性化之狀態。

第4圖係用以說明表面之矽原子(Si)已活性化之狀態之圖。即，利用照射電磁波，氫原子(H)16與氫氧基(OH)17自

末端之矽原子(Si)15脫離，成為氫分子(H₂)18與水(H₂O)19。

之後，再使諸如二硼烷(B₂H₆)之氣體接觸末端之矽(Si)原子。第5圖係顯示二硼烷(B₂H₆)接觸之樣子。如此地利用使諸如二硼烷(B₂H₆)20之氣體接觸末端之矽(Si)原子，可於

5 半導體基板表面形成含有硼原子(B)之層。第6圖係顯示於半導體基板表面形成有含有硼原子(B)之層之樣子。如第6圖所示，於矽(Si)之半導體基板表面可形成含有硼原子(B)之層。黏著於表面之硼原子之層，本例中係原子1至2個之厚度。前述係說明以矽(Si)之半導體基板作為固體基體之

10 例，且以硼(B)作為不純物之例。如前述，照射電磁波，而該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之固體基體表面之氫(H)或氫氧基(OH)與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使已黏著之氫(H)或氫氧基(OH)脫離並且使構成固體基體之原子露出於表面後，再照射所需粒子，而可

15 形成1個原子至數個左右厚度之黏著於該固體基體表面之不純物之層。即，可形成埃級之不純物層。

以下，顯示前述實施例項之一例。矽(Si)原子與氫(H)原子間之單結合之結合能係318kJ/mol。又，矽(Si)原子與氧(O)原子間之單結合之結合能係452kJ/mol。且，矽(Si)原子間之單結合之結合能係222kJ/mol。由於末端之矽(Si)原子已與3個其他之矽(Si)原子結合，因此為了使末端之矽(Si)原子由矽(Si)結晶解離，需要666kJ/mol之能。利用該等結合能之差，照射超過氫(H)或氫氧基(OH)與矽(Si)原子單結合之結合能之電磁波，藉此可僅使黏著之氫(H)或氫氧基

20

(OH)脫離。即，利用照射相當於500kJ/mol之能之電磁波，矽(Si)原子可如第4圖所示般露出於表面且成為活性化之狀態。然後利用與前述相同之順序可形成極淺之不純物層。

如此一來，固體基體之半導體基板13成為由本發明之不純物導入方法或本發明之不純物導入裝置製成之不純物導入元件。即，固體基體之半導體基板13成為由本發明之不純物導入方法或本發明之不純物導入裝置製成之半導體、液晶、與生物晶片等主動元件，及電阻器、線圈、與電容器等被動元件。

如前述，依據本發明，可提供更簡易地形成較習知淺之不純物層之方法與裝置，且可提供具有較習知淺之不純物層之元件。藉此，可使元件更加細微化、更加高集積化、且信號處理更高速化、而可降低元件消耗電力。

【圖式簡單說明】

第1圖係製程室之主要部分截面圖。

第2圖係由表面朝深度方向之硼之濃度分布圖。

第3圖係顯示矽之半導體基板之表面之圖。

第4圖係顯示表面之矽原子已活性化之狀態之圖。

第5圖係顯示接觸二硼烷之圖。

第6圖係顯示於矽之半導體基板表面形成有含有硼原子之層之狀態之圖。

【圖式之主要元件代表符號表】

1,12...高頻率電源

2,11...匹配器

3...天線

4,5...質量流量控制器

7...導電閥

13...半導體基板

14...下部電極

15...矽原子

16...氫原子

17...氫氧基

18...氫分子

19...水

20...二硼烷

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種可更簡單地形成淺不純物層之不純物導入方法、不純物導入裝置、及由此製成之元件。該不純物導入方法及不純物導入裝置，係於欲將物質導入表面黏著有氧化物等之膜的固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。前述黏著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面，以黏著或導入該固體基體表面或其附近。前述元件係由該不純物導入方法或不純物導入裝置製成。

陸、英文發明摘要：

This invention provides an impurity introduction method that can form shallow impurity layer in a simpler manner, an impurity introduction apparatus and an element made thereby. When a substance is desired to introduce into the solid substrate having oxide films adhered to the surface thereof, the impurity introduction method and the impurity introduction apparatus adhere or introduce the desired particles after performing a surface treatment for the solid substrate to remove the oxide films by means of at least one means selected from the group consisting of means for radiating plasma onto the surface of the solid substrate, means for radiating gas onto the surface of the solid substrate, and means for immersing the surface of the solid substrate in a reduction liquid. The method for adhering or introducing the desired particles involves making the gas containing the desired particles be in contact with the surface of the solid substrate on which the oxide films has been removed, in order to adhere or introduce to the surface of the solid substrate or the nearby area. The element is made by the impurity introduction method or the impurity introduction apparatus.

拾、申請專利範圍：

1. 一種不純物導入方法，係於欲將物質導入表面黏著有氧化物等之膜的固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。
5
2. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述電漿係含有稀有氣體氬或氫系之電漿。
10
3. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述氣體係含有氫系之氣體。
4. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述還原性液體係選自於由氟化氬、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。
15
5. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述用以使固體基體表面浸漬於還原性液體之構件，於使該固體基體表面浸漬至前述還原性液體時，可機械性地摩擦該固體基體表面。
- 20 6. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述黏著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面，以黏著或導入該固體基體表面或其附近。
7. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述黏

- 著或導入前述所需粒子之方法係照射電磁波，且該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使該結合轉變成非結合狀態而使黏著之氫或氫氧基脫離並且使構成前述固體基體之原子露出於表面後，再使前述所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入該固體基體表面或其附近。
- 5
8. 如申請專利範圍第7項之不純物導入方法，其中前述照射之電磁波之能相當於超過318KJ/mol，且小於
- 10 666KJ/mol之能。
9. 如申請專利範圍第8項之不純物導入方法，其中前述照射之電磁波之能係相當於超過425KJ/mol之值之能。
10. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述黏著或導入前述所需粒子之方法，係於該固體基體小於
- 15 600°C之溫度下進行。
11. 一種不純物導入方法，係於欲將物質以離子、電漿、及氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用以將該固體基體表面浸漬至還原性液體之構件群中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。
- 20
12. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，其中前述所需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏

著或導入。

13. 如申請專利範圍第1項之不純物導入方法，係使用選自於以下之裝置群中之至少一個裝置，而前述裝置群包括：選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。
14. 如申請專利範圍第13項之不純物導入方法，其中前述用以將固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦該固體基體表面之機構。
15. 如申請專利範圍第13項之不純物導入方法，其中前述使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機構，而該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致。
16. 如申請專利範圍第13項之不純物導入方法，係使用選自於前述裝置群中之至少2個以上組合而成或一體化者，而前述裝置群包括：選自於用以將電漿照射至固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至固體基體表面之裝置、及用以使固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之

退火裝置。

17. 一種主動元件及被動元件，係由申請專利範圍第1或11項之不純物導入方法製成者。
18. 一種不純物導入裝置，係於欲將物質導入於表面黏著有
5 氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至固體基體表面之構件、用以將氣體照射至該固體基體表面之構件、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件之群中之至少1個構件，進行前述固體基體表面之處理以除去該氧化物等之膜後，黏著或導入所需
10 需粒子者。
19. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述電漿係含有稀有氣體氬或氫系之電漿。
20. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述氣體係含有氫系之氣體。
- 15 21. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述還原性液體係選自於由氟化氫、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。
22. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件，於使
20 該固體基體表面浸漬於前述還原性液體時，可機械性地摩擦該固體基體表面。
23. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述黏著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣體接觸已除去氧化物等之膜之前述固體基體表面而黏

著或導入該固體基體表面或其附近。

24. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中黏著或
導入前述所需粒子之方法係照射電磁波，且該電磁波之
能與黏著於已除去該氧化物等之膜之固體基體表面之
5 氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，
使該結合轉變成非結合狀態而使已黏著之氫或氫氧基
脫離並且使構成固體基體之原子露出於表面後，再使前
述所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入該固體
基體表面或其附近。
- 10 25. 如申請專利範圍第24項之不純物導入裝置，其中前述照
射之電磁波之能係相當於超過318KJ/mol，且小於
666KJ/mol之能。
26. 如申請專利範圍第25項之不純物導入裝置，其中前述照
射之電磁波之能係相當於超過425KJ/mol之值之能。
- 15 27. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述黏
著或導入前述所需粒子之方法，係於該固體基體小於
600°C之溫度下進行。
28. 一種不純物導入裝置，係於欲將物質以離子、電漿、及
氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基
20 體時，藉選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之構
件、用以將氣體照射至前述固體基體表面之構件、及用
以將該固體基體表面浸漬至還原性液體構成之構件群
中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去
前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子。

29. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，其中前述所需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏著或導入。
30. 如申請專利範圍第18項之不純物導入裝置，具有選自於
5 以下之裝置群中之至少一個裝置，而前述裝置群包括：
選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1
10 個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。
31. 如申請專利範圍第30項之不純物導入裝置，其中前述用以將該固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦該固體基體表面之機構。
32. 如申請專利範圍第30項之不純物導入裝置，其中前述使
15 含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機構，而前述電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面中氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致。
33. 如申請專利範圍第30項之不純物導入裝置，係選自於前
20 述裝置群中之至少2個以上之組合或一體化者，而該裝置群包括：選自於用以將電漿照射至該固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至前述固體基體表面之裝置、及用以使該固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸前述固

體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。

34. 一種不純物導入元件，係於欲將物質導入於表面黏著有
5 氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射
至該該固體基體表面之構件、用以將氣體照射至前述固
體基體表面之構件、及用以使該固體基體表面浸漬於還
原性液體中之構件群中之至少1個構件，進行該固體基
體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入
所需粒子者。
- 10 35. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述電
漿係含有稀有氣體氬或氫系之電漿。
36. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述氣
體係含有氫之系氣體。
37. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述還
15 原性液體係選自於由氟化氫、氫氧化鈉、氨水、亞磺酸、
及己二酸二辛酯等構成之群之至少一種。
38. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述用
以使該固體基體表面浸漬於還原性液體中之構件，於使
該固體基體表面浸漬於前述還原性液體時，可機械性地
20 摩擦該固體基體表面。
39. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述黏
著或導入所需粒子之方法，係使含有前述所需粒子之氣
體接觸已除去氧化物等之膜之該固體基體表面而黏著
或導入該固體基體表面或其附近。

40. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述黏著或導入所需粒子之方法係照射電磁波，且該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致，藉此，使該結合轉變成非結合狀態而使已黏著之氫或氫氧基脫離，並且使構成該固體基體之原子露出於表面後，再使所需粒子接觸該表面，將前述粒子黏著或導入固體基體表面或其附近。
41. 如申請專利範圍第40項之不純物導入元件，其中前述照射之電磁波之能係相當於超過318KJ/mol，且小於666KJ/mol之能。
42. 如申請專利範圍第41項之不純物導入方法，其中前述照射之電磁波之能係相當於超過425KJ/mol之值之能。
43. 如申請專利範圍第34項之不純物導入元件，其中前述黏著或導入所需粒子之方法，係於該固體基體小於600°C之溫度下進行。
44. 一種不純物導入元件，係於欲將物質以離子、電漿、及氣體等之相導入於表面黏著有氧化物等之膜之固體基體時，藉選自於用以將電漿照射至前述固體基體表面之構件、用以將氣體照射至該固體基體表面之構件、及用以將前述固體基體表面浸漬至還原性液體之構件群中之至少一個構件，進行該固體基體表面之處理以除去前述氧化物等之膜後，黏著或導入所需粒子而製成者。
45. 如申請專利範圍第40項之不純物導入元件，其中前述所

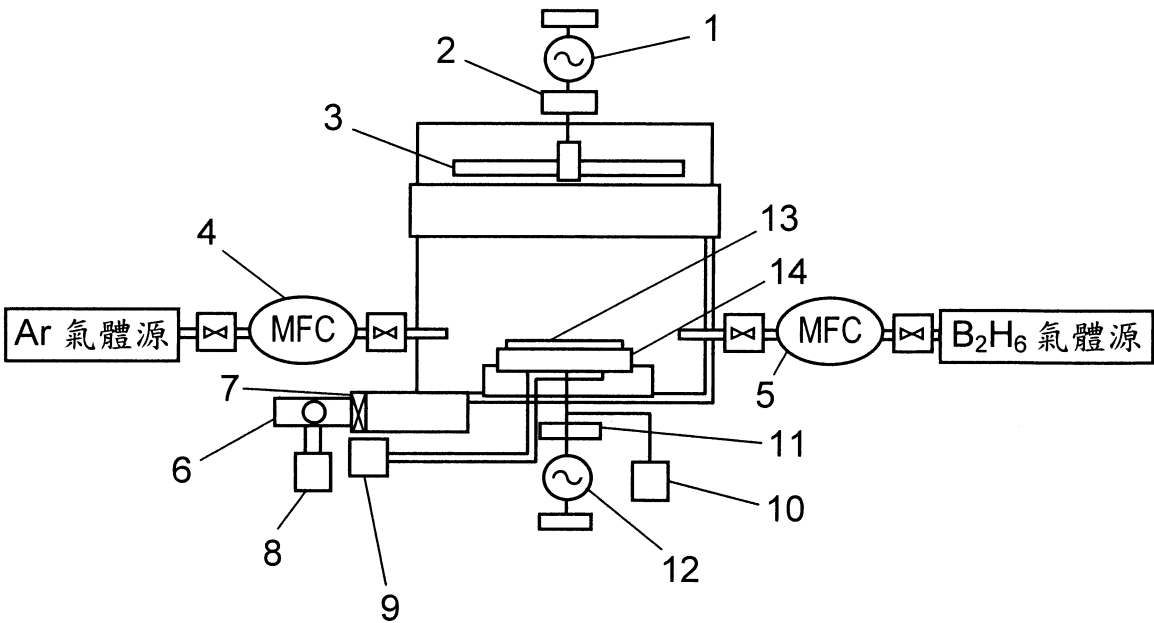
需粒子係以電漿、氣體、或超低能離子任一者之狀態黏著或導入。

46. 如申請專利範圍第40項之不純物導入元件，係由至少具有以下之裝置群之裝置製成者，而前述裝置群包括：選
5 自於用以將電漿照射至固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至該固體基體表面之裝置、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導入之所需粒子擴散之退火裝置。
- 10 47. 如申請專利範圍第46項之不純物導入元件，其中前述用以將該固體基體表面浸漬於還原性液體之裝置具有可機械性地摩擦前述固體基體表面之機構。
48. 如申請專利範圍第46項之不純物導入元件，其中前述使
15 含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置具有一可照射電磁波之機構，而該電磁波之能與黏著於已除去該氧化物等之膜之前述固體基體表面之氫或氫氧基與固體基體原子結合之結合能一致。
49. 如申請專利範圍第46項之不純物導入元件，係由選自於
20 前述裝置群中之至少2個以上之裝置組合或一體化而成之裝置製成者，而該裝置群包括：選自於用以將電漿照射至固體基體表面之裝置、用以將氣體照射至該固體基體表面之裝置、及用以使前述固體基體表面浸漬於還原性液體中之裝置之群中之至少1個裝置；使含有所需粒子之氣體接觸該固體基體表面之裝置；及使已黏著或導

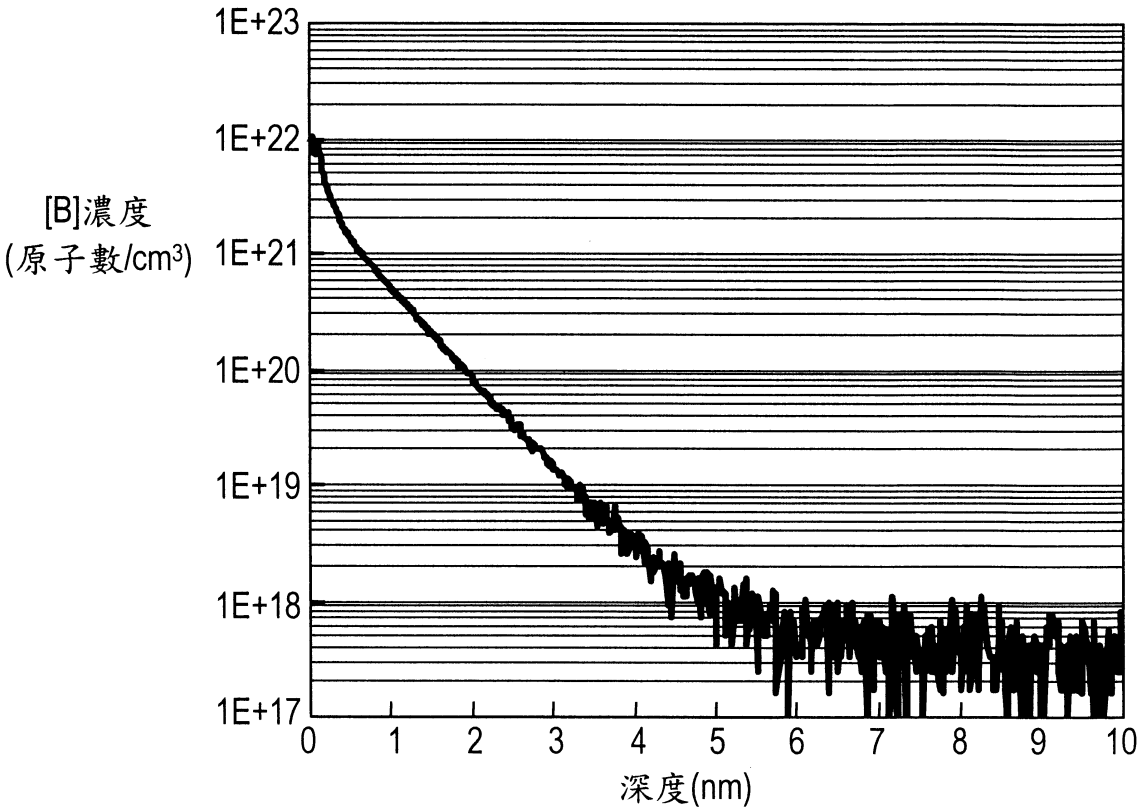
入之所需粒子擴散之退火裝置。

5

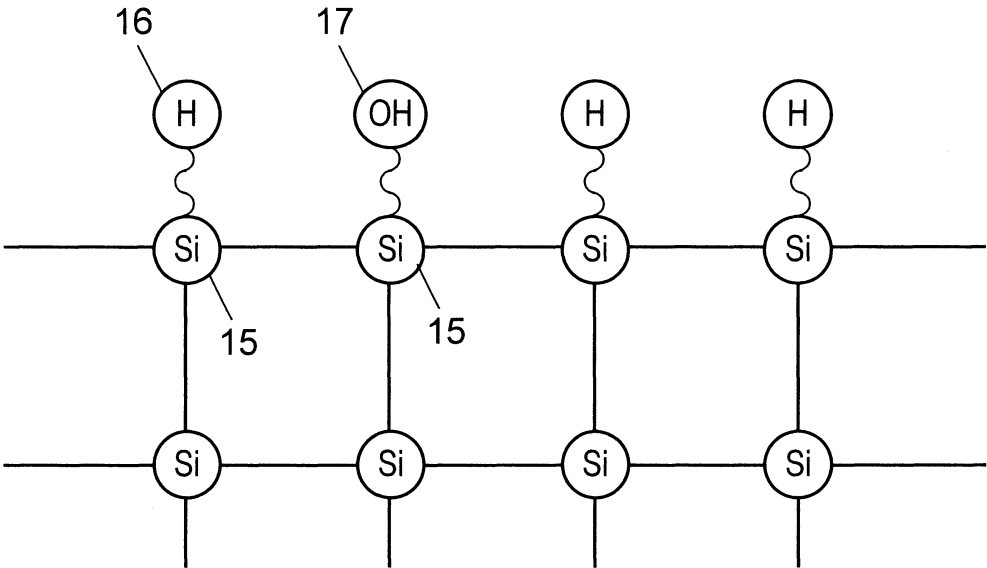
第 1 圖



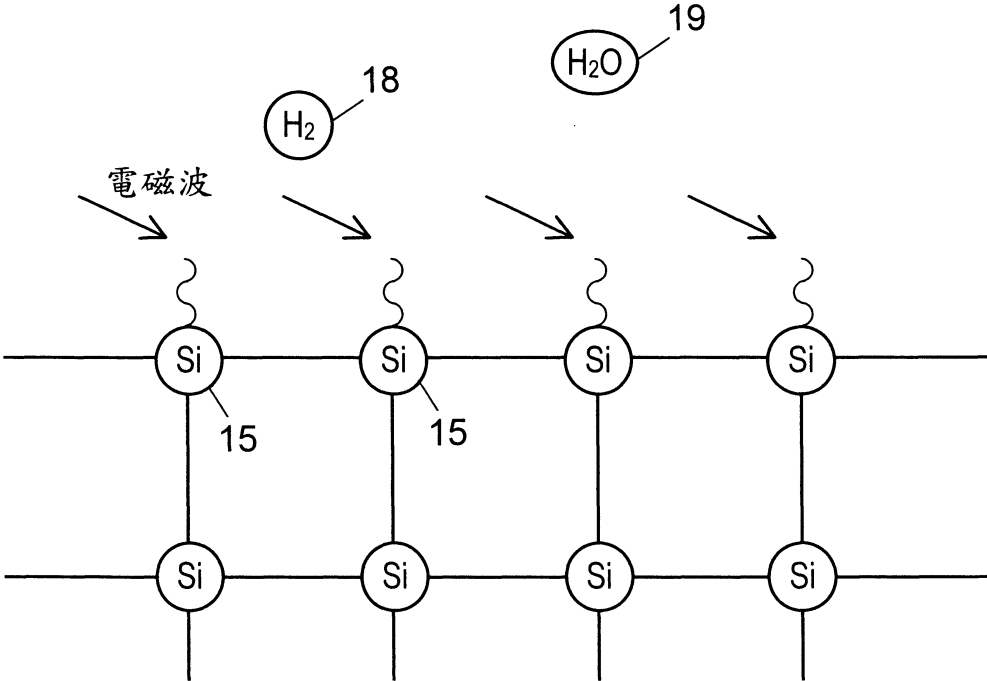
第 2 圖



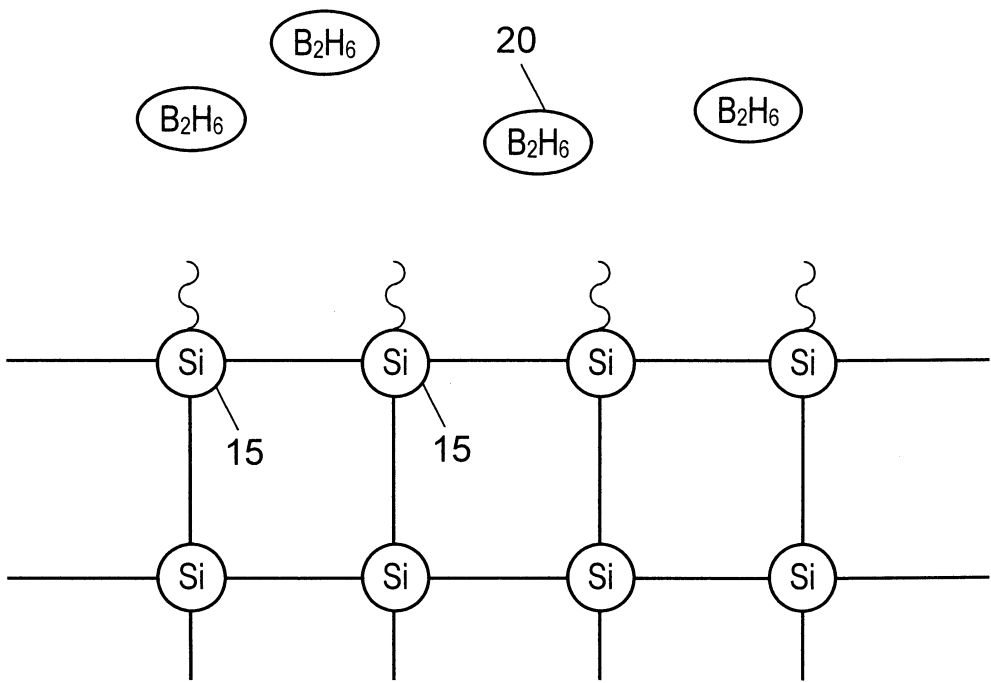
第 3 圖



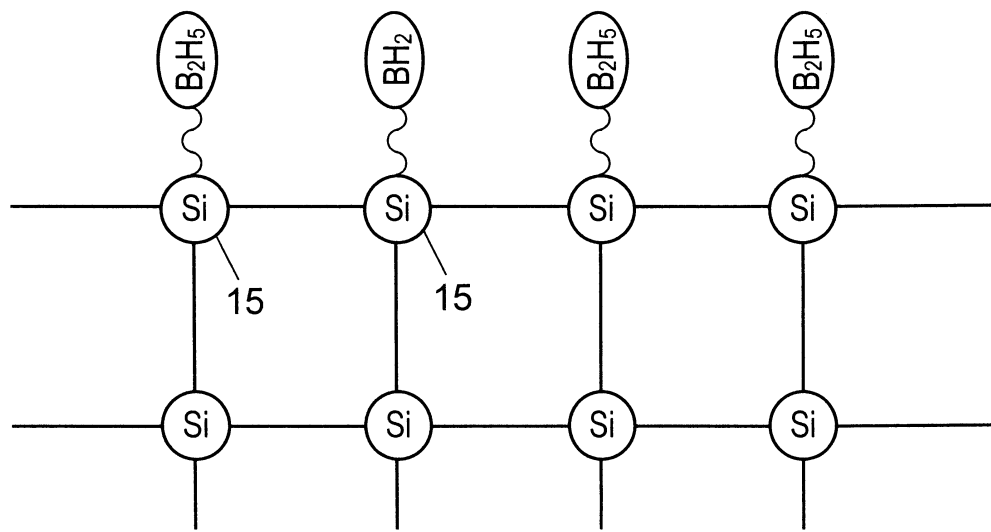
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



柒、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：

1,12...高頻率電源

2,11...匹配器

3...天線

4,5...質量流量控制器

7...導電閥

13...半導體基板

14...下部電極

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：