

發明專利說明書 200537620

(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：94109564

※申請日期：94.3.28

※IPC 分類：H01L 21/3205, 21/205, 21/28

一、發明名稱：(中文/英文)

成膜方法及成膜裝置

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商東京威力科創股份有限公司

TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文)

佐藤 潔

SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區赤坂五丁目3番6號

3-6, AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107-8481, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 高橋 豐

TAKAHASHI, YUTAKA

2. 高木 聰

TAKAGI, SATOSHI

3. 富田 正彦

TOMITA, MASAHIKO

國 籍：(中文/英文)

1.-3.均日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2004年03月31日；特願2004-106048

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種例如在閘極絕緣膜上作為閘極形成多晶矽膜之際適當之成膜方法及成膜裝置。

【先前技術】

於MOSFET電晶體，在源極區域與汲極區域之間的閘極絕緣膜上形成閘極，藉由該閘極控制流動在源極-汲極區域間的電流。作為上述閘極，廣泛使用多晶矽膜(多結晶矽膜)，至今使用化學氣相沈積法(CVD)，藉由在將甲矽烷(SiH_4)氣體等多晶化(多結晶化)之溫度環境下進行熱分解，在閘極絕緣膜上形成由微結晶粒子(grain)集合構成之多晶矽膜。再者，藉由調整成膜時的溫度、壓力、氣體種類、流量，進行上述微結晶粒子粒徑之調整。

在此，該閘極係摻雜成與源極-汲極區域相同的導電型，在p通道MOSFET電晶體時，n型矽基板上形成p型的源極-汲極區域及p型的閘極，因此在多晶矽膜添加p型雜質的硼(B)。

該硼的添加由離子植入法進行，將植入種的硼等離子化，將其電場加速後，用使用磁場之質量分析器選擇植入種和電荷種，再藉由電場加速植入進行。此時，藉由植入能量控制硼植入多晶矽膜的厚度方向之深度。

且說伴隨近年的裝置的薄膜化，閘極之多晶矽膜亦變薄至 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 左右之厚度。因此，於使用先前方法所成膜的多晶矽膜，一進行添加硼，硼便穿透多晶矽膜，到達多晶矽

膜下層側的閘極絕緣膜或源極-汲極區域，導致電氣特性的惡化。另一方面，將硼添加時的離子植入能量減小，則會於膜表面反彈，結果不能向多晶矽膜添加硼，所以存在不可將上述植入能量減小至某種程度以下的情況。

作為如此在多晶矽膜所發生之硼的穿透現象之理由，例如多晶矽膜之成膜時，在將矽烷氣體等多晶化之溫度例如620℃進行熱分解，如圖9所示，由於多晶矽膜91從閘極絕緣膜92側結晶成長，故在成膜初期時，容易產生結晶梭狀成長之核93，藉此於閘極絕緣膜92側有梭狀結晶94容易生成之傾向。如此若為梭狀結晶，則可認為如圖10所示，由於結晶向多晶矽膜的厚度方向延伸，所以一旦添加硼，水平方向的結晶粒界少，硼主要通過結晶彼此之間而穿透。再者，可推測在多晶矽膜的形成時，即使於梭狀結晶上部生成球狀結晶亦幾乎不可提高硼穿透耐受性。在此作為硼的穿透防止技術，提案有專利文獻1之技術。

[專利文獻1]特開2001-68662號公報

【發明內容】

該專利文獻1之技術如圖11所示，係包含將薄的非晶半導體層95成膜之第1工序、將該非晶半導體層95進行熱處理而變換為多晶半導體層96之第2工序及於該多晶半導體層96上沉積第2多晶半導體97之第3之工序的3個階段，在第1工序將薄的非晶半導體層95成膜，在第2工序將該非晶半導體層95多晶化，在第3之工序再使多晶半導體層96成長者。

且說本發明者們發現在成膜工序時的溫度和非晶矽膜的結晶構造之間存在相關關係，如後所述在成膜工序時的溫度為 560°C 以上 600°C 以下時，非晶矽膜可在多數的核散在的狀態下形成。

在此於專利文獻1的上述第1工序，如第0023段所記載由於在 530°C 形成薄的非晶矽膜，所以可推測非晶半導體層95在核不散在的狀態下所形成。因此於該技術，可認為薄的非晶半導體層95的表面成粗糙的狀態，在第2工序核從該粗糙的表面成長並照樣延伸成柱狀，進行多晶化。所以在該專利文獻1亦可推測在多晶半導體層96、97形成柱狀結晶。

此外在該文獻1，目的在於形成例如粒徑為25 nm以下的多晶半導體層97，雖進行粒徑的測定，但由於粒子觀察係從膜的上方看，故在此所說的粒徑是指微結晶粒子的上面尺寸，由此亦可認為結晶為柱狀。所以關於在該文獻所形成之多晶半導體層96、97，在硼的添加工序亦可認為發生硼的穿透。

本發明係在此種情況下所完成者，其目的在於提供一種成膜方法及成膜裝置，其係在被處理體形成多晶矽膜時，於後續工序添加導電性雜質元素時，可防止該導電性雜質元素向多晶矽膜的厚方向穿透。

本發明之成膜方法，其特徵在於包含：將被處理體加熱至 550°C 以上的溫度，使用含有矽的成膜氣體，在被處理體上形成非晶矽膜之成膜工序；及其次藉由將上述被處理

體加熱至較成膜工序時的溫度更高的溫度，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜之多晶化工序。在此，上述多晶化工序亦可在惰性氣體環境或氫氣環境下進行。

如此之成膜方法係由具備以下特徵之成膜裝置所實施：用以將多片的被處理體保持為架狀，搬入反應容器內之被處理體保持器；設於上述反應容器的周圍之加熱手段；用以在上述反應容器內供應包含矽之成膜氣體之成膜氣體供應部；用以將上述反應容器內真空排氣之真空排氣手段；及

為了藉由加熱手段將被處理體加熱至 550°C 以上的溫度，向反應容器內供給上述成膜氣體，在被處理體表面形成非晶矽膜，其次停止上述成膜氣體的供給，藉由用加熱手段將上述被處理體加熱至較成膜工序時的溫度更高的溫度，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜，而控制上述成膜氣體供給部及加熱手段之控制部。

此外，在該成膜裝置具備用以對上述反應容器內供給惰性氣體的惰性氣體供給部，或用以對上述反應容器內供給氫氣之氫氣供給部，在將上述非晶矽膜多晶化時，為了由惰性氣體供給部供給惰性氣體，或由氫氣供給部供給氫氣，亦可以控制部控制惰性氣體供給部或氫氣供給部。

在此，上述被處理體係形成有閘極絕緣膜者，並且藉由進行上述成膜工序及多晶化工序，在該閘極絕緣膜上形成上述多晶矽膜，於上述多晶矽膜在後續之工序添加導電性雜質元素，形成閘極者。

本發明之可以電腦讀取之媒體係包含用以在處理器上執行的程式指令的可以電腦讀取之媒體，且上述程式指令於由處理器所執行時，使半導體處理用的成膜裝置執行：於反應容器的處理區域內在被處理基板上藉由CVD形成非晶矽膜之工序；在此，對上述處理區域內供給包含矽的第1處理氣體的同時，將上述處理區域設定為550℃以上的第1溫度及第1壓力及在上述處理區域內藉由熱處理將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜之工序；及在此，對上述處理區域內供給和上述第1處理氣體不同的第2處理氣體的同時，將上述處理區域設定為較第1溫度更高的第2溫度及第2壓力。在此，上述媒體也可以上述程式指定係由上述處理器所執行時，使上述半導體處理用的成膜裝置進一步執行於上述處理區域內在上述多晶矽膜上藉由CVD形成上側多晶矽膜之工序，在此，對上述處理區域內供給包含矽的第1處理氣體的同時，將上述處理區域設定為較第1溫度更高並且將矽多晶化之溫度以上的溫度。

[發明效果]

根據本發明，在於被處理體形成多晶矽膜時，將被處理體加熱至550℃以上獲得非晶層的溫度以下的溫度而形成非晶矽膜，其次藉由將上述被處理體加熱至較成膜時的溫度更高的溫度，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜，所以多晶矽膜係由球狀結晶的集合體或球狀結晶和梭狀結晶的混合體所形成。此種多晶矽膜係微結晶粒子之粒界朝向各種方向所形成，故於後續工序向該多晶矽膜添加導電

性雜質元素時，該導電性雜質元素在上述粒界被捕獲，可防止該雜質元素向多晶矽膜之厚度方向穿透。

【實施方式】

[實施本發明的最佳形態]

首先對有關本發明之成膜裝置的實施方式進行說明。圖1係成膜裝置之分批式減壓CVD裝置，圖1中2係例如藉由石英形成立式圓筒狀之反應容器。該反應容器2的下端開口作為爐口，在其開口部21的邊緣部一體形成有凸緣22。在上述反應容器2的下方，抵接於凸緣22的下面而將開口部21氣密地閉塞之例如石英製的蓋體23藉由未圖示之載舟電梯可向上下方向開閉地設置著。於蓋體23的中央部貫通設置旋轉軸24，在其上端部搭載有被處理體保持器之晶圓載舟25。

該晶圓載舟25具備3根以上例如4根支柱26，為可將複數片例如125片的被處理體之半導體晶圓(以下稱為「晶圓」)W保持為架狀，於上述支柱26形成有溝(slot)。然而，在125片的晶圓W的保持區域內，於上下兩端部保持有複數片假晶圓，將製品晶圓保持在其間的區域。在上述旋轉軸24的下部設有構成使該旋轉軸24旋轉之驅動部的馬達M，所以晶圓載舟25可藉由馬達M旋轉。再者，在蓋體23之上以包圍上述旋轉軸24之方式設有保溫單元27。

在上述反應容器2的下部的凸緣22插入設有用以向反應容器1內的晶圓W供給氣體之L字型的噴射器31。在噴射器31的基端側連接有氣體供給路之氣體供給管32，氣體供給

管32的他端側分別經由閥V1、V2、V3連接於成膜氣體供給源33、惰性氣體例如氮氣(N₂)供給源34、氫氣(H₂)供給源35，經由上述氣體供給管32、噴射器31在反應容器2之中可供給成膜所需之氣體。在此藉由氣體供給管32、成膜氣體供給源33、惰性氣體供給源34、氫氣供給源35、閥V1、V2、V3構成氣體供給部3。

作為上述成膜氣體，可使用包含矽(Si)和氫之氣體，例如甲矽烷(SiH₄)氣體、乙矽烷(Si₂H₆)氣體、二氯矽烷(SiH₂Cl₂)氣體、四氯矽烷(SiCl₄)氣體、六氯矽烷(SiH₂Cl₆)氣體、六乙氨基二乙矽烷氣體、六甲氨基二乙矽烷氣體、二矽胺氣體、三矽胺氣體、雙三矽鋁丁基氨基矽烷氣體等。

再者，在反應器2的上方形形成有用以將反應容器內排氣的排氣口4。在該排氣口4連接有構成可將反應容器內減壓排氣至所希望的真空度之真空排氣手段之真空泵41及具備壓力調整部42之排氣管43。在反應容器2的周圍設有具備用以加熱反應容器2內的加熱手段之加熱器44之加熱爐45。作為上述加熱器44，使用無污染並昇降溫特性優良的碳絲等為佳。

再者，該減壓CVD裝置具備由電腦構成之控制部5。該控制部5啟動處理程式，讀出未圖式的記憶體內的製程方法的記載事項，具有根據該方法控制處理條件的機能，輸出用以分別控制加熱器44、壓力調整部42及氣體供給部3的控制信號。

再次，對於使用上述的減壓CVD裝置實施之成膜方法的一例使用圖2進行說明。首先將被處理體之半導體晶圓W，例如圖3所示，在n型矽基板61上形成有構成閘極絕緣膜之氧化矽膜(SiO₂)62之晶圓W特定片數保持在晶圓載舟25上，例如在溫度維持在100℃左右之反應容器2內，藉由上昇未圖示的載舟電梯而搬入(裝載)。

搬入晶圓載舟25，反應容器2的下端開口部21由蓋體23所閉塞後，將反應容器2內的溫度以例如200℃/分的昇溫速度，昇溫至550℃以上並不超過可獲得非晶層的溫度之溫度例如580℃的同時，通過排氣口4將反應容器2內藉由真空泵41真空排氣至特定的真空度。在此可獲得上述非晶層的溫度係較其高則變成多晶矽膜之溫度，例如600℃以下的溫度。

而且，將反應容器2內的溫度安定在例如580℃後，從成膜氣體供給源33將例如甲矽烷氣體以特定的流量，例如180~4000 sccm供給至反應容器2內，並且藉由壓力調整部42將反應容器2內調整至例如13.3~40 Pa(0.1~0.3 Torr)的減壓環境，進行10分鐘左右的成膜工序。

在反應容器2內甲矽烷氣體熱分解後，含有矽和氫的非晶矽膜形成於晶圓W的閘極絕緣膜62的表面。在此該成膜工序如後所述，需要在550℃以上的溫度實施，尤其在560℃以上的溫度進行為佳。再者，該工序的上限溫度為可獲得非晶層的溫度，考慮到餘裕，現實上認為係600℃。

其次，停止成膜氣體的供給，開始氮氣的供給，為排出

反應容器2內的殘存氣體而進行氮氣的清洗。然後於供給氮氣的狀態開始氮氣的供給，直至將反應容器2內的溫度以例如 50°C /分的昇溫速度昇溫到非晶矽膜多晶化的溫度以上的溫度例如 620°C ，而後停止氮氣的供給，同時供給氫氣，藉由壓力調整部42調整反應容器2的壓力至例如 $2660\sim 26600\text{ Pa}(20\sim 200\text{ Torr})$ 的減壓環境。

其次，在供給氮氣的狀態下，對於形成有非晶矽膜的晶圓W進行特定時間例如10分鐘左右的熱處理(退火)，藉此舉多晶化工序為實例。藉此，在成膜工序所形成的非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜。

在進行該等一連串工序之間，晶圓載舟25藉由馬達M旋轉。如此，在閘極絕緣膜62上以特定的厚度，例如 150 nm 形成多晶矽膜之後，停止向反應容器2內的氮氣的供給，開始氮氣的供給而進行清洗，使反應容器2內的氣壓回到大氣壓的同時，將反應容器2內的溫度降至例如 $300\sim 600^{\circ}\text{C}$ 的所設溫度，將晶圓載舟25從反應容器2搬出(卸載)。

而且，所搬出的晶圓W其後於多晶矽膜藉由例如粒子植入添加硼等導電型雜質元素後，藉由微影和蝕刻形成閘極63，此外植入導電性雜質元素至矽基板61而形成雜質擴散層。然後，在該等雜質擴散層上形成源極64及汲極65，而製造半導體裝置之MOSFET電晶體。

用該方法所形成的多晶矽膜由於膜被細粒化，微結晶粒子為球狀，在後續之工序添加雜質元素例如硼時，在粒子間的境界捕獲硼，可抑制硼的穿透。因此，即使閘極63膜

厚薄膜化至例如 0.1 μm 左右，亦可抑制雜質元素的穿透，確實添加雜質元素。藉此，可抑制例如雜質元素穿透多晶矽膜 63 而添加到下層側的閘極絕緣膜 62 或源極 64、汲極 65，發生電氣特性惡化的狀態。

如此可形成由球狀的微結晶粒子所構成的多晶矽膜係因為以下理由。即，由於在 580°C 的溫度進行成膜工序，例如圖 4 所示，非晶矽膜 71 在多數的核 72 散在狀態下被生成。而且藉由該工序，使成為結晶的核 72 散在於非晶矽膜 71 中，其後在進行較成膜工序高的非晶矽膜 71 的多晶化的溫度進行多晶化工序，可推測在成膜工序所形成的核 72 藉由熱處理以該核 72 為中心再結晶化而成長，藉此微結晶粒子成長為球狀結晶 73，可細粒化。此外，球狀結晶不是僅意味著接近正球之形狀，而是和既述的梭狀結晶作比較的用語，若非晶矽膜中的核在某種程度立體地同程度成長，則亦包含自球形失去原形之形狀者。

如此可推測微結晶粒子為球狀結晶，則粒界在各種方向任意形成多數，該粒界由於懸空鍵多，在例如後續之工序向多晶矽膜 73 添加硼等導電性雜質元素的活性粒子時，上述無結合狀態的界面對於硼等的移動、擴散形成障壁，所以硼等被捕獲於上述粒界，如圖 5 所示，可抑制向多晶矽膜的厚度方向的硼等的穿透。

因此在本發明，為形成含有球狀結晶的多晶矽膜，首先在第 1 階段形成非晶矽膜，其次在第 2 階段需要進行非晶矽膜的多晶化，因此如由後述的實施例亦可明白，在第 1 階

段以 550°C 以上且可形成非晶矽膜的溫度以下的溫度，最好以 560°C 以上 600°C 以下的溫度進行成膜工序，其次在第2階段以進行非晶矽膜的多晶化的溫度以上的溫度，例如 620°C 以上進行加熱處理。

在此如由後述的實施例可明白，在非晶矽膜的結晶狀態和成膜工序的溫度之間有相關關係，本發明者等認為非晶矽膜的成膜工序的溫度有必要在 550°C 以上的溫度進行。此時如由後述的實施例可明白，為使非晶矽膜在多數核散在的狀態下形成，在 560°C 以上 600°C 以下的溫度進行成膜工序為佳，但成膜溫度為 550°C 時，多晶矽膜亦在球狀結晶和梭狀結晶混在一起的狀態下形成，所以如先前和梭狀結晶的多晶矽膜相較，粒界存在較多，可抑制上述硼等的向多晶矽膜的厚度方向穿透。

此外，成膜溫度為 550°C 時，雖然與成膜溫度為 560°C 的情況相較，在非晶矽膜中核的散在程度較小，但由於上述核散在，在多晶化工序以上述核或非晶矽膜表面為起點而結晶成長，所以藉此可推測在球狀結晶和梭狀結晶混在一起的狀態下形成多晶矽膜。對此，在先前技術欄中說明的引用文獻1的技術，因第1工序在 530°C 進行，所以推測非晶半導體在核不散在的狀態下形成。

[實施例]

(實驗例1)

使用上述的裝置，上述的條件，即成膜溫度 580°C 、退火溫度 620°C ，以從成膜溫度昇溫到退火溫度時的反應容

器內的環境為氫氣環境，退火時的反應容器內的環境為氫氣環境，在由氧化矽膜構成的閘極絕緣膜62的上面形成厚度50 nm的多晶矽膜，對該多晶矽膜藉由TEM(透過式電子顯微鏡)觀察多晶矽膜的厚度方向的剖面。

再者，作為較較例，使用上述裝置，於先前的條件，即成膜溫度620℃，對於在形成閘極絕緣膜62的氧化矽膜的上面形成厚度50 nm的多晶矽膜者亦同樣藉由TEM(透過式電子顯微鏡)觀察多晶矽膜的厚度方向的剖面。

將該等結果，追蹤TEM的拍攝照片，對於由本發明方法形成的多晶矽膜顯示於圖6(a)，對於由先前的方法形成的多晶矽膜顯示於圖6(b)。其結果，看到藉由本發明方法形成的多晶矽膜被構成作為大小相同的球狀的微結晶粒子(球狀結晶75)的集合體，在膜的厚度方向亦存在多數的微結晶粒子。另一方面，藉由先前的方法形成的多晶矽膜如圖6(b)中斜線所示，看到向膜的厚度方向延伸，上側較下側(氧化矽膜側)大的梭狀結晶76。

由此推測藉由本發明方法形成的多晶矽膜，球狀結晶接觸的界面的結晶粒界存在多數，在後續之工序從多晶矽膜的表面側添加導電性雜質元素時，在到達多晶矽膜的下面之前，被膜的厚度方向存在多數的結晶界面捕獲，如此均勻擴散於多晶矽膜，可防止雜質元素的多晶矽膜穿透。另一方面，藉由先前的方法形成的多晶矽膜，結晶向膜的厚度方向延伸，由於膜的下方側極端變窄，所以膜的下方側為結晶存在的區域極少的狀態。因此，可認為在後續之工

序從多晶矽膜的表面側以可植入多晶矽膜的能量添加雜質元素，由於結晶粒界較少或沒有，雜質離子不被捕獲而穿透多晶矽膜。

(實驗例2)

使用上述的裝置，改變處理條件(1)~(11)(於圖7、圖8由圓號表示)形成多晶矽膜，對於該多晶矽膜進行X射線繞射的結晶構造解析及折射率的測定。在此(1)~(3)為較較例並係在成膜處理之後不進行用以多晶化的熱處理之例，(4)~(11)為本發明之實施例，係在550℃以上獲得非晶層的溫度以下的溫度進行非晶矽膜的成膜處理，其次進行非晶矽膜的多晶化處理之例。

作為各處理條件的成膜溫度、退火溫度、從成膜溫度昇溫至退火溫度時的環境、膜厚、折射率、作為X射線繞射的解析結果，將粒徑分別顯示於圖7。在此用X射線繞射裝置，對於比較例(3)、實施例(6)、(7)(成膜溫度為550℃)、實施例(9)、(10)、(11)(成膜溫度為580℃)，藉由對於Si(111)面和Si(220)面、Si(311)面測定粒徑而進行，折射率使用Caliber300測定。再者，圖7中比較例(1)或實施例(9)、(11)的粒徑記載2個數據，左側表示晶圓W的中央部，右側表示邊緣部的數據。此外，實施例(9)的Si(111)面的數據係邊緣部的粒徑為8.1 nm。

此外，X射線繞射及折射率的測定結果分別顯示於圖7、圖8。由此看到X射線繞射的結果，比較例(3)存在Si(111)面和Si(220)面，雖然實施例(6)、(7)存在Si(111)面和

Si(220)面，但和比較例(3)大小不同，看到實施例(9)~(11)存在Si(111)面和Si(311)面，看到比較例(3)、實施例(6)、(7)和實施例(9)、(10)、(11)所獲得的多晶矽膜的結晶構造不同。

即，在比較例(3)時，對於Si(111)面的大小為3.1~3.9 nm，Si(220)面的大小為18.8~24.5 nm，相當大，所以從該數據亦可理解形成有向膜厚度的厚方向延伸的梭狀結晶。再者，在實施例(6)、(7)時，Si(111)面的大小和Si(220)面的大小分別係14.1 μm 、13.6 μm ，相同程度，或Si(220)面的大小(3.4 μm)較Si(111)面的大小(11.2 μm)小，所以可理解向膜厚的厚度方向延伸的梭狀結晶和球狀結晶為混在一起的狀態。再者，Si(220)面雖存在，但其大小比較較例(3)小得多，所以可推測在膜的厚度方向亦存在多數的梭狀結晶或球狀結晶，可認為較比較例(3)的結晶構造在膜的厚度方向粒界變多。

此外，在實施例(9)、(10)、(11)，Si(111)面和Si(311)面的大小大致相同程度，該大小由於為5 μm ~9.8 μm 左右較小，從該數據亦可理解同樣程度大小的球狀結晶多數任意堆積。所以在如此之多晶矽膜，由於球狀結晶的粒界在各種方向任意形成多數，所以在添加如導電性雜質元素的活性粒子時，為該雜質元素易被捕獲的構造。

此外，將折射率的數據顯示於圖8，折射率和結晶構造有相關關係，折射率在4.5以上時為非晶層，折射率4.24以上4.5以下時為球狀結晶和非晶層混在一起，折射率4.0以

上4.24以下時為球狀結晶，折射率4.0以下時為梭狀結晶。

在此折射率會因測定機器而數據發生誤差，精度雖差，但成膜溫度為550℃的實施例(4)~(7)位於接近梭狀結晶側的球狀結晶區域，成膜溫度為580℃的實施例(8)~(11)位於球狀結晶的區域(或接近球狀結晶和非晶質混在一起的區域)，可掌握由成膜溫度所得到的多晶矽膜的結晶構造不同之大致傾向。此外，根據該折射率的結果，可理解比較例(1)、(2)位於非晶質的區域，所以在成膜工序結束後的狀態下，非晶狀的矽膜藉由在高溫下進行退火，被結晶化而變成多晶膜。

可看到如此在非晶矽膜的結晶狀態和成膜工序的溫度之間有相關關係，為形成包含球狀結晶的多晶矽膜，在550℃以上的溫度進行成膜工序，有必要形成非晶層。再者，根據上述的實施例2，藉由球狀結晶的集合體形成多晶矽膜時，認為最好在560℃以上600℃以下的溫度進行成膜工序，此時可推測在成膜工序，非晶矽膜於多數的核散在的狀態下形成，其次在多晶化工序，藉由上述核再結晶而成長，多晶矽膜由球狀結晶的集合體所形成。

再者，成膜溫度為550℃時，多晶矽膜於球狀結晶和梭狀結晶混在一起的狀態形成，在此時雖然較成膜溫度為560℃時核散在的程度較小，但核散在非晶矽膜中，在多晶化工序由於結晶以上述核或非晶矽膜表面及SiO₂界面作為起點成長，所以可推測藉此於球狀結晶和梭狀結晶混在一起的狀態下形成多晶矽膜。

如以上由實施例2的結果看到，在成膜工序時於620℃成膜時，由於在成膜時多晶化，不發生細粒化，在成膜工序時藉由將可形成球狀結晶膜的溫度條件，在該例於550℃所成膜之膜退火所得到的多晶矽膜為包含梭狀結晶和球狀結晶者，此外在成膜工序時藉由將可形成球狀結晶和非晶層之膜的溫度條件，在該例於580℃所成膜之膜退火所得到的多晶矽膜為結晶粒徑更小且所細粒化者，藉此成膜工序時的溫度必需是550℃以上且可得到非晶層的溫度以下的溫度，最好為560℃以上600℃以下的溫度，退火工序時的溫度必需是進行非晶矽膜多晶化的溫度，例如610℃以上的溫度。

於以上，在本發明進行成膜工序和多晶化工序，形成例如50 nm左右的厚度的第1多晶矽膜之後，亦可在該第1多晶矽膜的上部以例如可多晶化的溫度，例如620℃以上的溫度，用包含矽的成膜氣體形成例如100 nm左右的厚度的第2多晶矽膜。

此時，在後續之工序添加雜質元素時，藉由第1多晶矽膜捕獲雜質元素而防止雜質元素的穿透，另一方面第2多晶矽膜由於在可多晶化的溫度成膜，故結晶的成長速度較大，在形成特定厚度的多晶矽膜時，可在較第1多晶矽膜短的時間內成膜。因此，作為閘極需要例如100 nm程度的膜厚，但藉由第1多晶矽膜防止雜質元素的穿透，藉由第2多晶矽膜確保膜厚，與以第1多晶矽膜確保閘極的膜厚時相較，可縮短整體的成膜時間。

此外，在本發明，溫度上昇工序亦可在氮氣環境下進行，多晶化工序亦可在氮氣環境下進行。再者，作為於後續之工序向由本發明所形成之多晶矽膜添加的導電性雜質，作為傳導型為p型的雜質，硼以外可使用銦(In)或鋁(Al)等，作為傳導型為n型的雜質，可使用磷(P)或砷(As)等。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示關於本發明之成膜裝置之一例之縱剖剖面圖。

圖2係用以說明由上述成膜裝置所實施之本發明之成膜方法之工序之特性圖。

圖3係顯示使用本發明之多晶矽膜之MOSFET電晶體之構造之立體圖。

圖4係用以說明用本發明方法形成多晶矽膜時的結晶成長狀態之剖面圖。

圖5係顯示由本發明所形成之多晶矽膜之結晶構造及硼的添加之情況之立體圖。

圖6係顯示藉由TEM觀察由本發明方法所形成之多晶矽膜及由先前方法所形成之多晶矽膜時的多晶矽膜之剖面之圖。

圖7係對於由本發明方法所形成之多晶矽膜及由先前方法所形成之多晶矽膜，顯示X射線繞射之結晶構造解析及折射率之測定結果之特性圖。

圖8係顯示由本發明方法所形成之多晶矽膜及由先前方

法所形成之多晶矽膜之折射率之測定結果之特性圖。

圖9係用以說明用先前方法形成多晶矽膜時的結晶之成長狀態之剖面圖。

圖10係顯示由先前方法所形成之多晶矽膜之結晶構造及硼添加之情況之立體圖。

圖11係用以說明用專利文獻1之方法形成多晶矽膜時的結晶成長狀態之剖面圖。

圖12係揭示關於本發明之控制部及儲存媒體之一例之圖。

【主要元件符號說明】

2	反應容器
3	氣體供給部
5	控制部
25	晶圓載舟
32	氣體供給管
33	成膜氣體供給源
34	惰性氣體供給源
35	氫氣供給源
41	真空泵
44	加熱器
45	加熱爐
210	CPU
212	記憶部
214	輸入部

216	輸 出 部
218	儲 存 媒 體
W	半 導 體 晶 圓

五、中文發明摘要：

本發明係例如在形成作為閘極絕緣膜上之閘極所用之多晶矽膜之際，於後續工序在對上述多晶矽膜添加導電性雜質元素時，為防止導電性雜質元素向多晶矽膜之厚度方向穿透，形成含有球狀結晶之集合體之多晶矽膜。

將被處理體加熱至例如580℃而形成非晶矽膜，其次藉由將上述被處理體加熱至例如620℃，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜。該種多晶矽膜由球狀結晶之集合體或梭狀結晶和球狀結晶之混合體構成，由於微晶粒子之粒界朝向各種方向，於後續工序向該多晶矽膜添加雜質元素時，導電性雜質元素在上述粒界被捕獲，可防止該雜質元素向多晶矽膜之厚度方向穿透。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種成膜方法，其特徵在於包含：

成膜工序，其係將被處理體加熱至 550°C 以上之溫度，使用含有矽之成膜氣體，在被處理體上形成非晶矽膜；及多晶化工序，其係其次，藉由將上述被處理體加熱至較成膜工序時之溫度更高之溫度，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜者。

2. 如請求項1之成膜方法，其中上述多晶化工序在惰性氣體環境或氫氣環境下進行。
3. 如請求項1之成膜方法，其中上述被處理體係形成有閘極絕緣膜者，並藉由進行上述成膜工序及多晶化工序，在該閘極絕緣膜上形成多晶矽膜。
4. 如請求項1至3中任一項之成膜方法，其中進一步包含對上述多晶矽膜添加導電性雜質元素以形成閘極之工序。
5. 如請求項1至4中任一項之成膜方法，其中包含：將上述多晶矽膜作為第1多晶矽膜，將上述被處理體加熱至可多晶化之溫度以上之溫度，使用含有矽之成膜氣體，在被處理體上之第1多晶矽膜上進一步形成第2多晶矽膜之工序。

6. 一種成膜裝置，其特徵在於具備：

被處理體保持器，其係用以將多數片被處理體保持成架狀，而搬入反應容器內者；

加熱手段，其係設於上述反應容器之周圍者；

成膜氣體供給部，其係用以對上述反應容器內供給包

含矽之成膜氣體者；

真空排氣手段，其係用以將上述反應容器內真空排氣者；及

控制部，其係為了藉由加熱手段將上述被處理體加熱至 550°C 以上之溫度，向反應容器內供給上述成膜氣體，在被處理體上形成非晶矽膜，其次停止上述成膜氣體供給，藉由將上述被處理體加熱至較成膜工序時的溫度更高之溫度，將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜，而控制上述成膜氣體供給部及加熱手段者。

7. 如請求項6之成膜裝置，其中具備：惰性氣體供給部，其係用以對上述反應容器內供給惰性氣體；或氫氣供給部，其係用以對上述反應容器內供給氫氣；並在將上述非晶矽膜多晶化時，為了從惰性氣體供給部供給惰性氣體或從氫氣供給部供給氫氣，而以控制部控制惰性氣體供給部或氫氣供給部。
8. 如請求項6至7中任一項之成膜方法，其中上述控制部具備為了在形成上述多晶矽膜之後，加熱上述被處理體，對上述反應容器內供給上述成膜氣體，在被處理體上之上述多晶矽膜上進一步形成多晶矽膜，而控制上述成膜氣體供給部及加熱手段之機能。
9. 一種媒體，其係包含用以在處理器上執行之程式指令之可以電腦讀出者；

上述程式指令係由處理器所執行時，使半導體處理用之成膜裝置執行：

在反應容器之處理區域內，在被處理基板上藉由CVD形成非晶矽膜之工序；及在此，在上述處理區域內供給包含矽之第1處理氣體，並將上述處理區域設定在550℃以上之第1溫度及第1壓力；及

在上述處理區域內藉由熱處理將上述非晶矽膜多晶化以形成多晶矽膜之工序；及在此，在上述處理區域內供給與上述第1處理氣體不同之第2處理氣體，並將上述處理區域設定在較第1溫度更高之第2溫度及第2壓力。

10. 如請求項9之媒體，其中：

上述程式指定係由上述處理器所執行時，使上述半導體處理用之成膜裝置進一步執行在上述處理區域內，在上述多晶矽膜上藉由CVD形成上側多晶矽膜之工序，在此，在上述處理區域內供給包含矽之第1處理氣體，並將上述處理區域設定在較第1溫度更高且將矽多晶化之溫度以上之溫度。

十一、圖式：

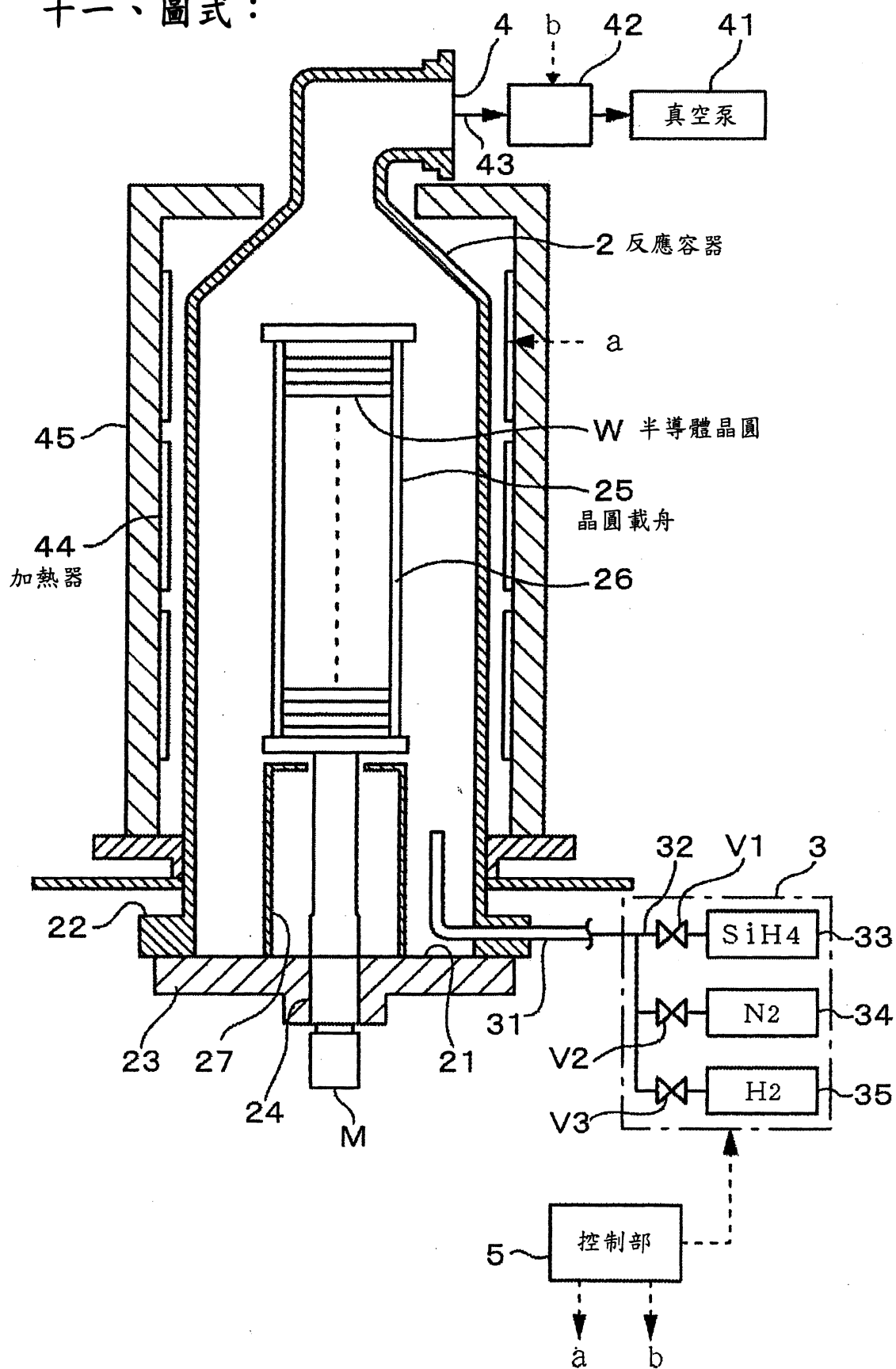


圖 1

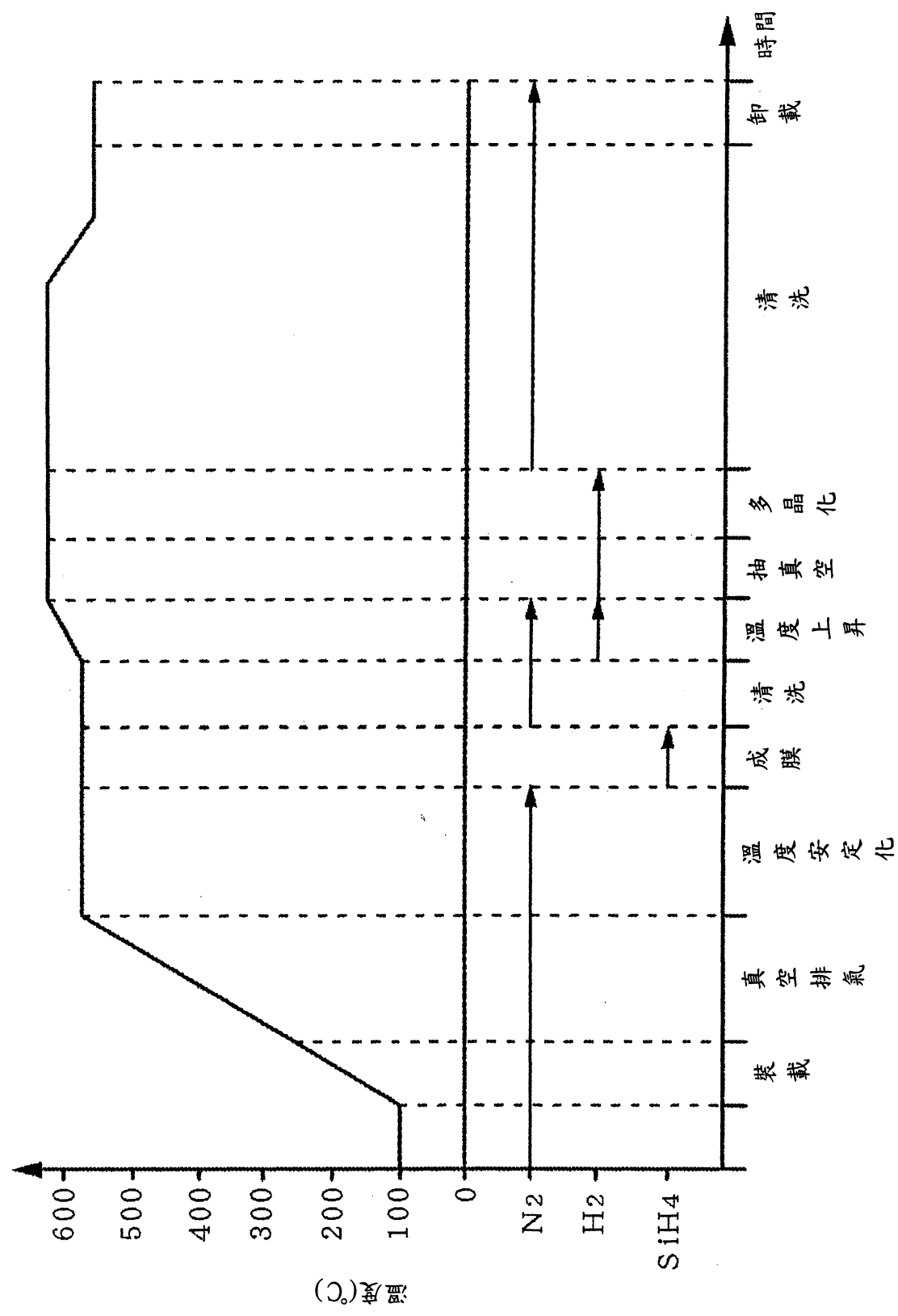


圖 2

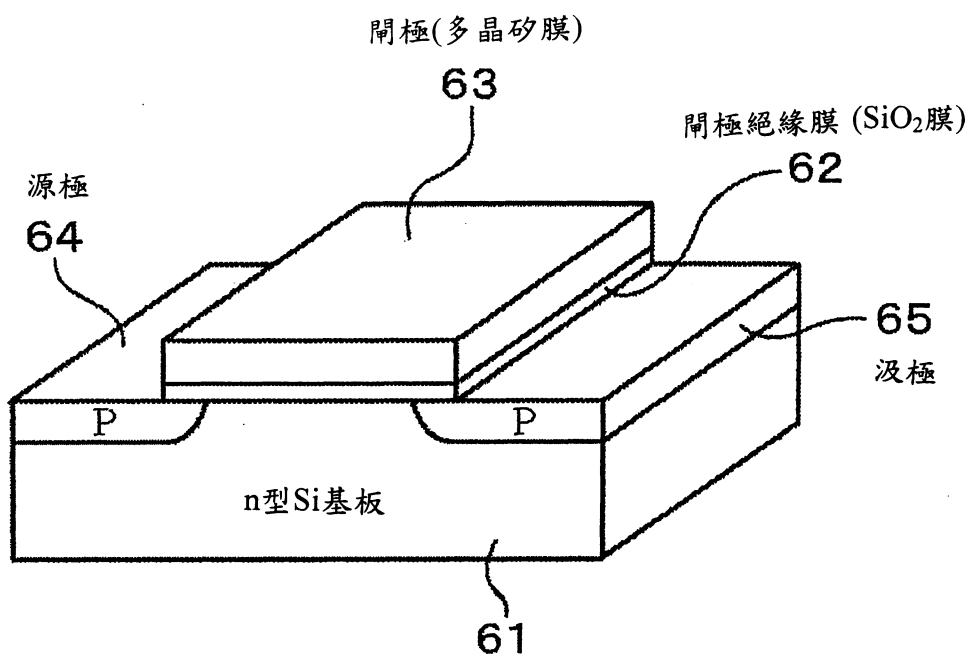


圖 3

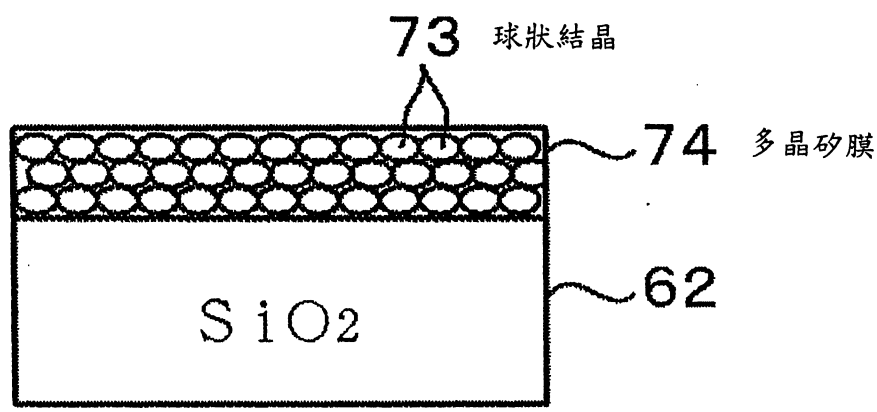
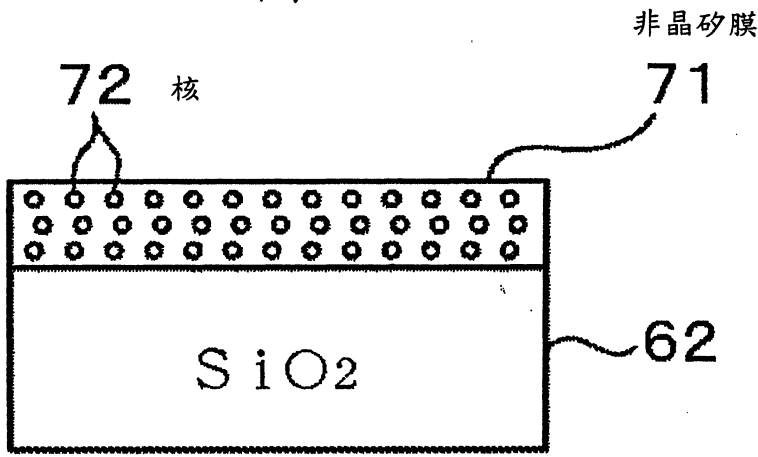


圖 4

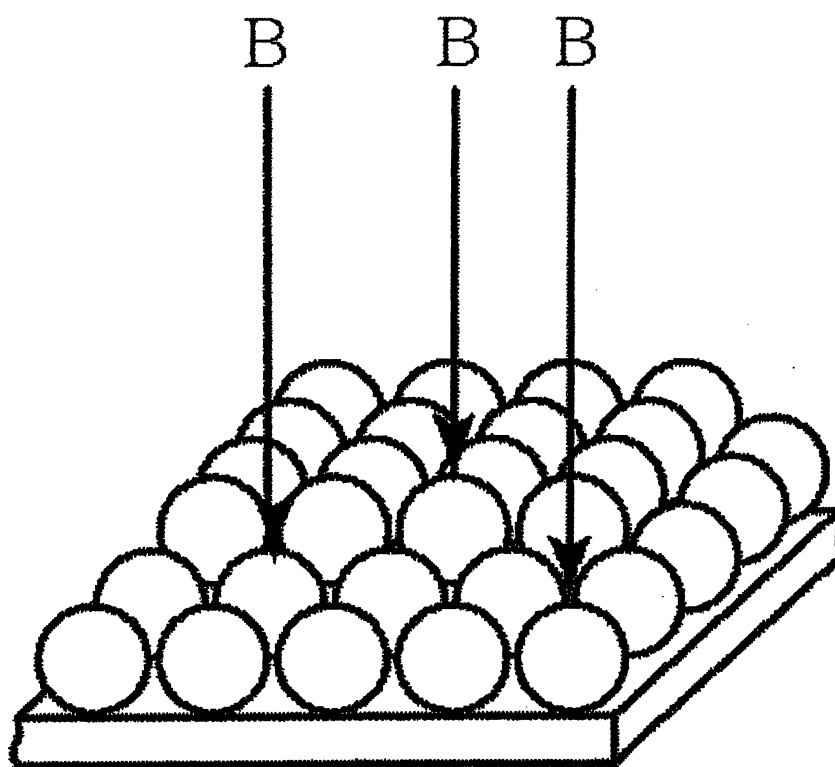
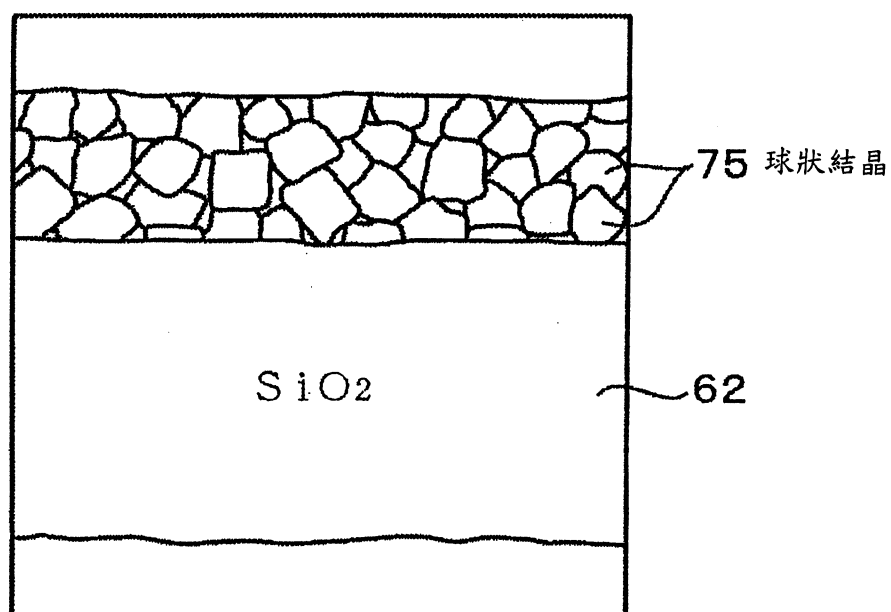


圖 5

(a)



(b)

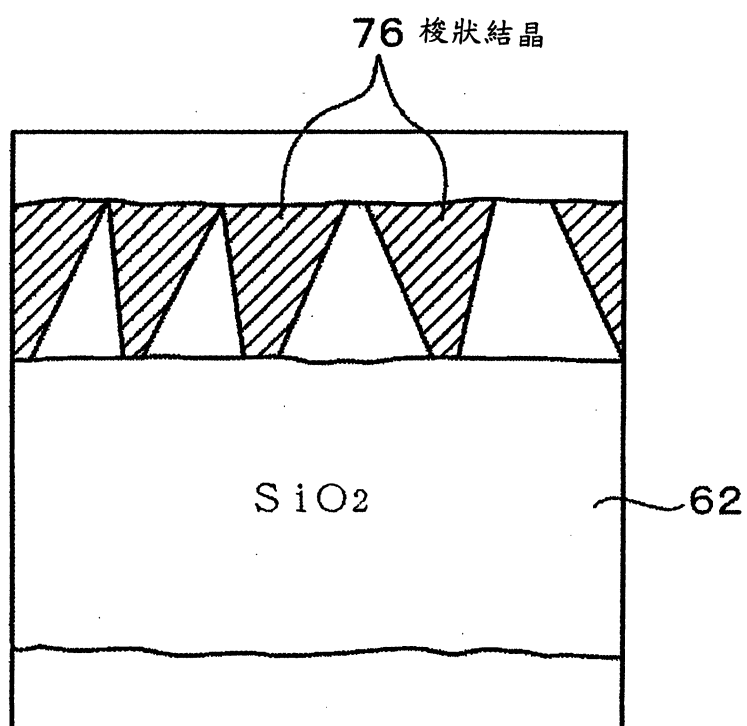


圖 6

	成膜溫度 (°C)	溫度上昇 時氣氛	退火溫度 (°C)	膜厚 (nm)	折射率	粒徑(nm)		
						Si(111)	Si(220)	Si(311)
比較例	① 550			50.44	4.54			
	② 580			50.39	4.50			
	③ 620			50.21	4.09	3.9/3.1	24.5/18.8	
實施例	④ 550	N2	N2 620	51.51	4.04			
	⑤ 550	H2	H2 620	51.16	4.03			
	⑥ 550	N2	N2 680	52.08	3.99	14.1	13.6	
	⑦ 550	H2	H2 680	51.87	4.01	11.2	3.4	
	⑧ 580	N2	N2 620	54.63	4.17			
	⑨ 580	H2	H2 620	50.91	4.22	/8.1		5.0/9.8
	⑩ 580	N2	N2 680	52.73	4.10	8.4		
	⑪ 580	H2	H2 680	51.34	4.14	8.1/6.1		9.3/9.8

圖 7

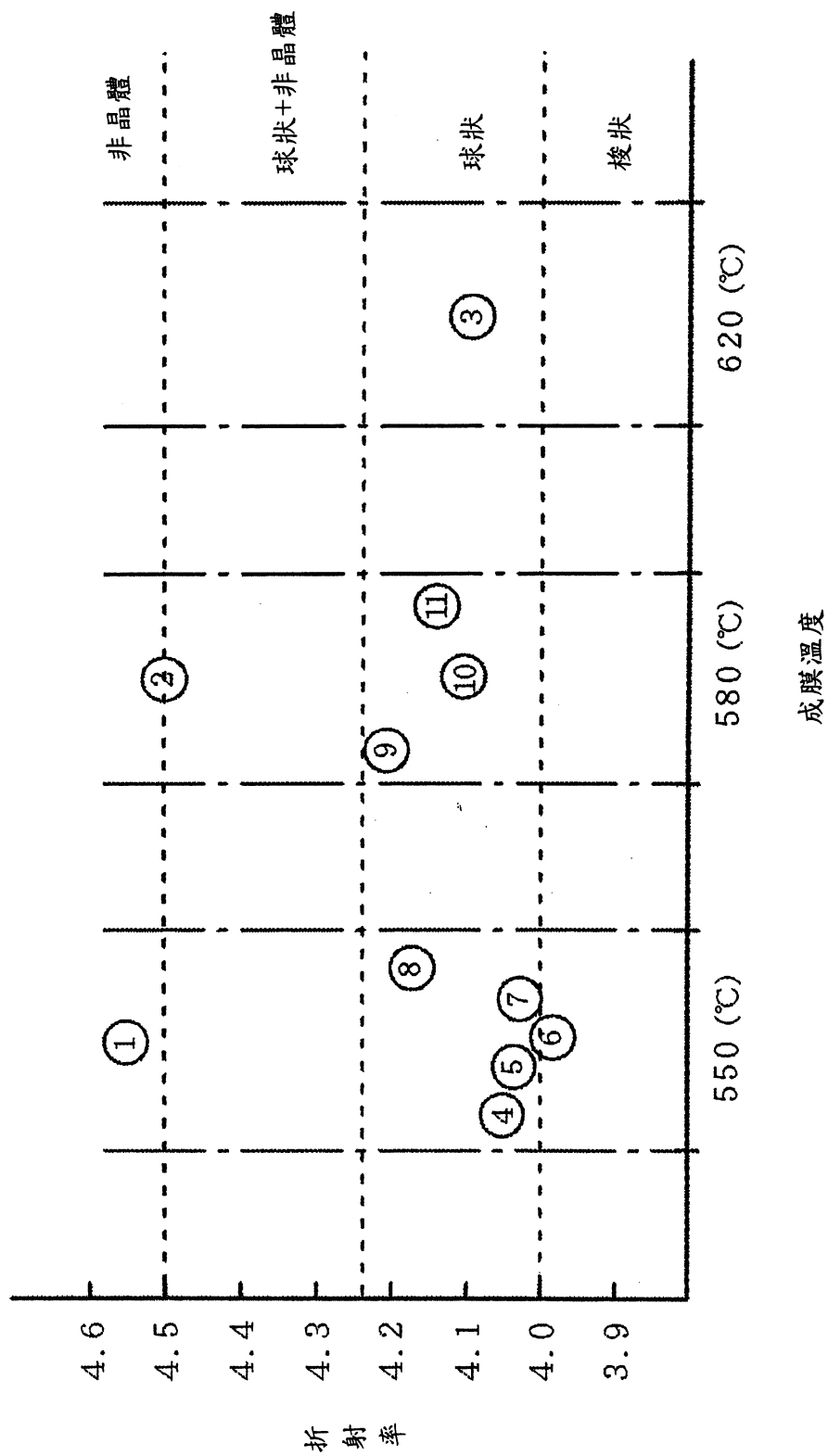


圖 8

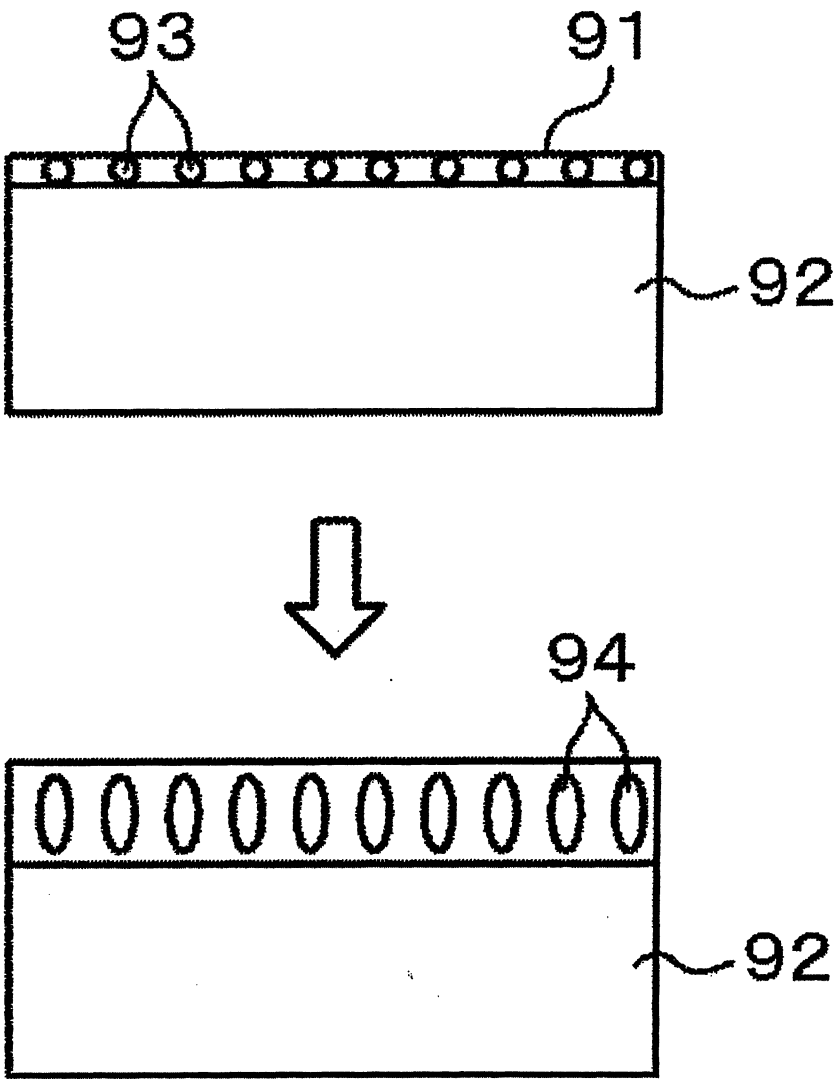


圖 9

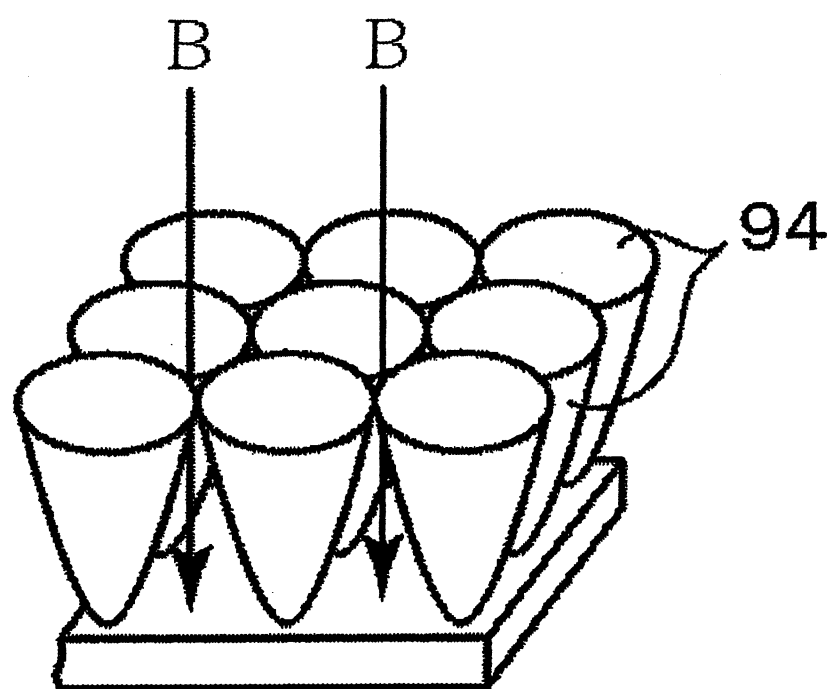


圖 10

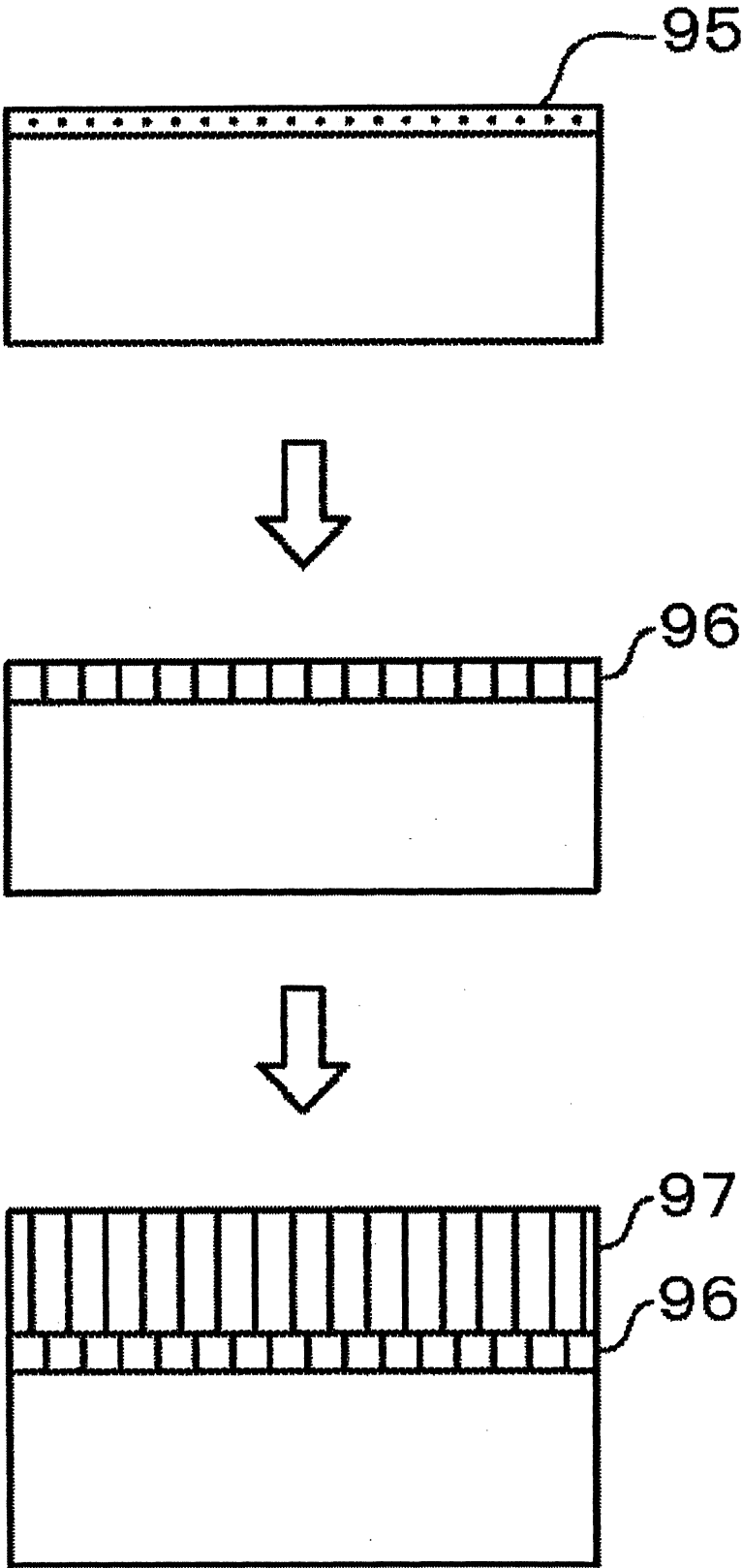


圖 11

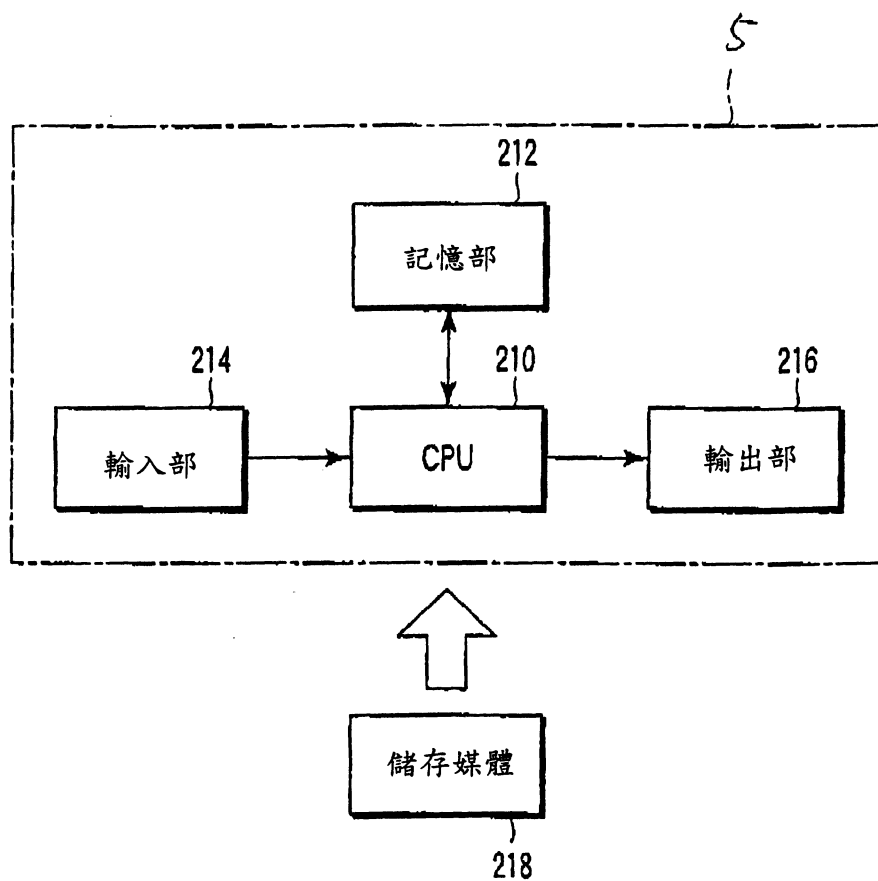


圖 12

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)