

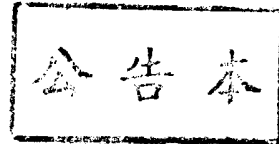
399265

399265

961-3086A

申請日期	85.5.21
案 號	85105972
類 別	H01L 21/311

(以上各欄由本局填註)

A4
C4

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	藉使用含有六氟化硫，溴化氫與氧氣之蝕刻氣體以蝕刻氮化矽層之製程
	英 文	PROCESS OF ETCHING SILICON NITRIDE LAYER BY USING ETCHING GAS CONTAINING SULFUR HEXAFLUORIDE, HYDROGEN BROMIDE AND OXYGEN
二、發明 創作人	姓 名	竹城真一
	國 籍	日本
	住、居所	東京都港區芝五丁目7番1號 日本電氣株式會社內
三、申請人	姓 名 (名稱)	日本電氣股份有限公司 (日本電氣株式會社)
	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	東京都港區芝五丁目7番1號
	代 表 人 姓 名	金子尚志

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

日本 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
1995年 5月 24日 特願平 7-124976號

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

本發明之概述

因此，本發明的一個重要目的在提供蝕刻氮化矽層的製程，此製程改進了選擇性，再現性和安全性。

為了實現此目的，本發明建議使用含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之蝕刻劑。

依照本發明，提供蝕刻氮化矽層之製程，此製程包括下列各步驟：a)製備一個多層構造，包括一個下層的物质和該下層上之由氮化矽所形成之一個上層；及b)暴露該上層在一蝕刻氣體，且該蝕刻氣體為含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之氣體混合物，使得該六氟化硫，溴化氫和氧氣同時引入反應性離子蝕刻系統的反應器中以蝕刻該氮化矽上層。

下層可以由氧化矽所形成，且上層可使用一種蝕刻掩模予以部份地蓋覆。

圖式之簡單敘述

根據本發明，蝕刻氮化矽層製程的特徵和優點自連同附隨圖式所作之下列敘述可更清楚了解。此等圖式中：

圖1A至1C是顯示先前技藝製程順序之截面圖；

圖2是顯示三溴化硼的蒸壓與溫度間之關係圖；

圖3A和3B是顯示先前技藝製程中固有之問題的截面圖；

圖4A至4D是顯示根據本發明，用以蝕刻氧化矽層之製程順序之截面圖；

圖5是顯示溴化氫之蒸氣壓與溫度之關係圖；

圖6A至6D是顯示根據本發明之製程應用至另外半導體構造上之截面圖；及

圖7A至7D是顯示根據本發明，使氮化矽層圖型形成之

五、發明說明()

本發明之範圍

本發明係關於蝕刻氮化矽層之製程，較詳言之，係關於在含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之氣態蝕刻劑中蝕刻氮化矽層之製程。

相關技藝之敘述

超大型積體(化)需要精確之圖型轉移工業技術，而圖1A至1C舉例說明使氮化矽層圖型形成的先前技藝製程。首先製備一個矽基質1，並將該矽基質1的表面部份熱氧化以便生長氧化矽層2。將氮化矽沉積在氧化矽層2的整個表面上且氧化矽層2被一層氮化矽層3蓋覆。

將感光抗蝕劑展布在氮化矽層3的整個表面上，及在氮化矽層3上形成感光抗蝕層。將一圖型像以光學方式轉移至感光抗蝕層上，使該感光抗蝕層顯影成為感光抗蝕掩模4。氮化矽層3部份被感光抗蝕掩模4蓋覆及部份無蓋覆，一所產生之疊層構造顯示於圖1A中。

將所產生之疊層構造放置在乾蝕刻系統的室5a中。將蝕刻氣體6自氣體供應輔助系統5b供應至室5a，及自室5a抽空至外部。

該氣體蝕刻劑含有六氟化硫(以 SF_6 表示)，四氟化硫(以 CF_4 表示)及三氟代甲烷(以 CHF_3 表示)及蝕刻掉未經感光抗蝕掩模4所蓋覆之氮化矽層3如圖1B中所示。

進行乾蝕刻直至現露出氧化矽層2，並將疊層構造自室5a取出。

然而，蝕刻氣體的選擇性在氮化矽與氧化矽間是3的

五、發明說明 (>)

等級。因此，氧化矽層 2 難以停止蝕刻氣體，而蝕刻氣體易於蝕刻至矽基質 1 如圖 1C 中所示。

日本特開平 4-275423 號中揭示蝕刻氣體其在氮化矽與氧化矽間之選擇性大。該日本特開平案提出有六氟化硫和三溴化硼之氣體蝕刻劑。六氟化硫和三溴化硼的氣態混合物較六氟化硫，四氟化硫和三氟甲烷的氣態混合物之選擇性較大，而氧化矽層 2 可作為蝕刻停止器。

然而，在使用六氟化硫和三溴化硼的氣態混合物之先前技藝製程中，在蝕刻率的再現性及安全性方面遇到一個問題。如圖 2 中所示，三溴化硼在實用溫度範圍內具有蒸氣壓而因此，液化易於氣體供應輔助系統中。雖然將氣體供應輔助系統加熱超過 60℃ 理論上可防止三溴化硼之液化，但是三溴化硼不穩定而被部份液化。液化改變蝕刻氣體中三溴化硼的流速而使再現性惡化。而且，經液化之三溴化硼易於堵塞氣體供應輔助系統而是麻煩的原因。

另外之問題是各向異性現象。當然，為了形成陡緣而需要各向異性現象。然而，當欲移除的氮化矽層 7a 係沿著一上層氧化矽層 8a 的台階部份延伸，該台階部份係基於位在下層氧化矽層 8c 上的被圖型化的聚矽長條 8b 所形成時（見圖 3A），各向異性之蝕刻在階梯部份的垂直壁上產生不需要之氮化矽殘壁，如圖 3B 中所示。因此，含有六氟化硫和三溴化硼之蝕刻氣體不能各向異性地移除氮化矽層 7a。

五、發明說明()

本發明之概述

因此，本發明的一個重要目的在提供蝕刻氮化矽層的製程，此製程改進了選擇性，再現性和安全性。

為了實現此目的，本發明建議使用含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之蝕刻劑。

依照本發明，提供蝕刻氮化矽層之製程，此製程包括下列各步驟：a)製備一個多層構造，包括一個下層的物质和該下層上之由氮化矽所形成之一個上層；及b)暴露該上層在一蝕刻氣體，且該蝕刻氣體為含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之氣體混合物，使得該六氟化硫，溴化氫和氧氣同時引入反應性離子蝕刻系統的反應器中以蝕刻該氮化矽上層。

下層可以由氧化矽所形成，且上層可使用一種蝕刻掩模予以部份地蓋覆。

圖式之簡單敘述

根據本發明，蝕刻氮化矽層製程的特徵和優點自連同附隨圖式所作之下列敘述可更清楚了解。此等圖式中：

圖1A至1C是顯示先前技藝製程順序之截面圖；

圖2是顯示三溴化硼的蒸壓與溫度間之關係圖；

圖3A和3B是顯示先前技藝製程中固有之問題的截面圖；

圖4A至4D是顯示根據本發明，用以蝕刻氧化矽層之製程順序之截面圖；

圖5是顯示溴化氫之蒸氣壓與溫度之關係圖；

圖6A至6D是顯示根據本發明之製程應用至另外半導體構造上之截面圖；及

圖7A至7D是顯示根據本發明，使氮化矽層圖型形成之

五、發明說明(4)

另外製程之截面圖。

較佳之具體實施例之敘述

第一具體實施例

圖4A至4D舉例說明具體表現本發明之使氮化矽層形成圖型製程的主要步驟。該製程以製備矽基質11開始及將該矽基質11之表面部份予以熱氧化。使氧化矽生長至10毫微米厚及該矽基質11被氧化矽層12所蓋覆。隨後將氮化矽經由使用化學蒸氣沉積法沉積在氧化矽層12的整個表面上達到10毫微米厚及使氧化矽層12被氮化矽層13所蓋覆如圖4A中所示。氧化矽可經由使用化學蒸氣沉積法予以沉積。在此實例中，矽基質11，氧化矽層12和氮化矽層13整體構成一個多層構造。

隨後，將感光抗蝕劑展布在氮化矽層13的整個表面上及氮化矽層13被感光抗蝕層所蓋覆，將該多層構造放置一個直線對準器的台級上，及將一圖型像以光學方式轉移至感光抗蝕層上。使該感光抗蝕層顯像及在氮化矽層13上提供感光抗蝕掩模14，如圖4B中所示。

將該多層構造置入一具陽極耦合之平行板反應性離子蝕刻系統15的真空室15a中如圖4C中所示。一個反應器15b界定真空室15d之範圍，將陰極板15c和陽極板15d設置入真空室15a中。將陰極板15c接地且相當於陽極板15d。將陽極板15d連接至一個rf電源15e上及將一支氣體導管15f形成在該陽極板15d中。將一個氣體供應輔助系統15g連接至氣體導管15f而蝕刻氣體係自該

五、發明說明(5)

氣體供應輔助系統 15g 通過氣體導管 15f 而供應至真空室 15a。將真空室 15a 另外連接至一具真空泵 15h，該真空泵 15h 使真空室 15a 造成真空。

蝕刻氣體含有六氟化硫(以 SF_6 表示)，溴化氫(以 HBr 表示)和氧氣。蝕刻氣體的溴化氫其範圍以體積計是自 3%至 10%，如果溴化氫少於 3%，則蝕刻氣體的選擇性不足。在另一方面，如果溴化氫多於 10%，則在氮化矽層 13 的上表面上蝕刻速率的分散太大。

溴化氫之蒸氣壓較三溴化硼者為大，如圖 5 中所示。即使不設置加熱器在氣體供應輔助系統 15g 中，溴化氫也不會液化且不會堵塞氣體管子和氣體導管 15f。因此，憑藉著溴化氫，蝕刻氣體既穩定又安全。

真空泵 15h 抽空真空室 15a 中之空氣而蝕刻氣體則自氣體供應輔助系統 15g 供應至真空室 15a。各自將六氟化硫的流速，溴化氫的流速和氧氣的流速調節至 200sccm，15sccm 和 10sccm，而真空泵 15f 維持真空室在 850 毫托。rf 電源 15e 供應 13.56MHz 之交流電，將電源調節至 150 瓦特。

感光抗蝕蝕刻掩模 14 部份地暴露氮化矽層 13 於蝕刻氣體中，並將蝕刻各向同性地進行直至現露出氧化矽層 12。對於氮化矽之蝕刻速率是每分鐘 40 毫微米而蝕刻氣體係以每分鐘 5 毫微米之速率蝕刻氧化矽。因此，蝕刻氣體的選擇性是 8，大得足以選擇性地蝕刻氧化矽層 12 上之氮化矽層 13。因此之故，即使蝕刻氣體過度蝕刻多層

五、發明說明(b)

構造，矽基質11絕不會現露如圖4D中所示。

最後，將感光抗蝕蝕刻掩模14自多層構造上剝離。

圖6A至6D舉例說明經施加至具有一個台階部份之多層構造之製程順序。該製程以製備一個矽基質21開始，將一個氧化矽層22沉積在矽基質21的主要表面上。將聚矽沉積在氧化矽層22上，及使用石板印刷之技術將該聚矽層形成圖型為一個聚積電極23。

將氧化矽經由使用化學蒸氣沉積法予以沉積在所產生之構造的整個表面上達到10毫微米厚，及使氧化矽層蓋覆積聚電極23而氧化矽層24延伸積聚電極23的兩側。

隨後，將氮化矽經由使用化學蒸氣沉積法予以沉積在氧化矽層24上達到10毫微米厚，該氧化矽層24被氮化矽層25蓋覆。積聚電極23的側表面和氧化矽層22形成一個台階部份，該台階構型通過氧化矽層24轉移至氮化矽層25如圖6A中經由虛線橢圓形26所圈出者。矽基質21，氧化矽層22，積聚電極23，氧化矽層24和氮化矽層25整個構成一個多層構造。

將感光抗蝕劑展布在氮化矽層25的整個表面上，而氮化矽層25則被感光抗蝕層蓋覆。將一圖型像以光學方式轉移至感光抗蝕層上，使該感光抗蝕層顯影成為感光抗蝕蝕刻掩模27如圖6B中所示。

將示於6B中所產生之構造放置在一具陽極耦合之平行板反應性離子蝕刻系統15的陰極板15c上如圖6C中所示。

各向同性乾蝕刻係在與上文中所述者相同條件下予以

五、發明說明(7)

進行，並將未遭感光抗蝕蝕刻掩模 27 予以蓋覆之氮化矽層 25 自多層構造上移除，如圖 6D 中所示。各向同性現象在感光抗蝕蝕刻掩模 27 下面產生氮化矽窄條 25a 而在台階部份無殘留壁。

將感光抗蝕蝕刻掩模 27 剝離，而相對於積聚電極 23 一個反電極最後係以如此方式予以形成。

如自先前敘述應了解，溴化氫具有大蒸氣壓，及在對於氧化矽之大選擇性下，致使蝕刻氣體選擇性地蝕刻氮化矽層 13。因此之故，根據本發明，使氮化矽層形成圖型之製程獲得纖細的氮化矽圖型。而且，蝕刻氣體在上述之蝕刻條件下，可各向同性地使氮化矽層形成圖型。

第二具體實施例

圖 7A 至 7D 舉例說明具體表現本發明之使氮化矽層形成圖型之另外製程。該製程以製備矽基質 31 開始，並將矽基質 31 的一個表面部份熱氧化。將氧化矽層 32 生長在矽基質 31 上達到 10 毫微米厚。該氧化矽層 32 可以經由使用化學蒸氣沉積法予以沉積。

將氮化矽沉積在氧化矽層 32 的整個表面上達 150 毫微米厚，而該氧化矽層 32 被氮化矽層 33 蓋覆，如圖 7A 中所示。矽基質 31，氧化矽層 32 和氮化矽層 33 整個構成一個多層構造。

將感光抗蝕展布在氮化矽層 33 的整個表面上，該氮化矽層 33 被一個感光抗蝕層蓋覆。將一個圖型像以光學方式轉移至感光抗蝕層上，使該感光抗蝕層顯影成為感光

五、發明說明 (8)

抗蝕蝕刻掩模 34，如圖 7B 中所示。

將示於圖 7B 中所產生之構造放置在一具陽極耦合之平行板反應性離子蝕刻系統 15 的陰極板 15c 上，如圖 7C 中所示。

首先進行各向異性蝕刻。將各向異性蝕刻條件調整如下。六氟化硫的流速和三氟甲烷 (CHF_3) 之流速各自是 50 sccm 和 5 sccm 及將真空室 15a 維持在 300 毫托下。將射頻調整至 13.56 MHz 而 rf 電源 15e 施加 250 瓦特至陽極板 15d。蝕刻氣體以各向異性移除經暴露於其中之氮化矽層 33，而對於氮化矽之蝕刻速率及對於氧化矽之蝕刻速率各自是每分鐘 180 毫微米及每分鐘 60 毫微米。因此，氮化矽與氧化矽間之選擇性是 30 蝕刻時間經由使用一具蝕刻終點探測器 (圖中未示) 予以控制。各向異性蝕刻在氧化矽層 32 上形成氮化矽窄條 33a 的陡緣。然而，由於蝕刻速率的分散，有殘餘之氮化矽片留置在多層構造上。

因此之故，各向同性蝕刻經由使用含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之蝕刻氣體予以進行。該各向同性蝕刻條件如下。將六氟化硫之流速，溴化氫之流速及氧氣之流速各自調整至 200 sccm，15 sccm 和 10 sccm，及真空泵維持真空室 15a 在 850 毫托。rf 電源 15e 供應 13.56 MHz 之交流電及將電源調整至 150 瓦特。各向同性蝕刻自多層構造上移除殘餘氮化矽片而不蝕刻氧化矽層 32 如圖 7D 中所示。

五、發明說明(9)

最後，將感光抗蝕蝕刻掩模 34 剝離而氮化矽窄條 33a 則留在氮化矽層 32 上。

因此，即使氮化矽層 33 較氮化矽層 32 厚得多，將該厚氮化矽層 33 經由使用根據本發明之各向異性蝕刻和各向同性蝕刻的組合予以形成圖型為氮化矽窄條 33a 而無殘留之氮化矽片。

如自先前敘述可察知，含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之蝕刻氣體以大選擇性來各向同性地蝕刻氮化矽層。溴化氫具有大蒸氣壓，且無須加熱器即不液化。因此之故，蝕刻氣體具安全性且組成上穩定。

雖然本發明之特殊具體實施例業已顯示和敘述，但是對於精於該項技藝之人士，顯然可見：不同的改變及修正可在不遠離本發明的要旨和範圍內進行。

目前為止蝕刻速率小於氮化矽的任何物質均可採用。

可將氮化矽層不須蝕刻掩模而均勻蝕刻造成一個孔或凹處。因此之故，蝕刻掩模不是本發明的一個重要特徵。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 藉使用含有六氟化硫，溴化氫與氧)
氣之蝕刻氣體以蝕刻氮化矽層之製程

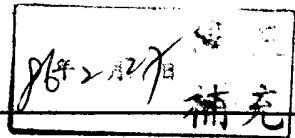
氧化矽層(12)上之氮化矽層(13)經由使用含有六氟化硫，溴化氫和氧氣之蝕刻氣體予以選擇性蝕刻，溴化氫之蒸氣壓係大得足以無需加熱器而能維持蝕刻氣體的組成。

(圖 4C)

英文發明摘要(發明之名稱： PROCESS OF ETCHING SILICON NITRIDE LAYER BY)
USING ETCHING GAS CONTAINING SULFUR HEXAFLUORIDE,
HYDROGEN BROMIDE AND OXYGEN

A silicon nitride layer (13) on a silicon oxide layer (12) is selectively etched by using etching gas containing sulfur hexafluoride, hydrogen bromide and oxygen, and the hydrogen bromide is large enough in vapor pressure to maintain the composition of the etching gas without a heater.

(figure 4C)



六、申請專利範圍

第85105972號「藉使用含有六氟化硫、溴化氫與氧氣之蝕刻氣體以蝕刻氮化矽層之製程」專利案

(86年2月27日修正)

六 申請專利範圍

1. 一種蝕刻氮化矽層之製程，其包括下列步驟：

a) 製備一個多層構造包括一個下層(12；24；32)的物質及於該下層上之由氮化矽所形成之一個上層(13；25；33)；

及

b) 暴露該上層於一種蝕刻氣體中以便蝕刻該上層，其特徵為

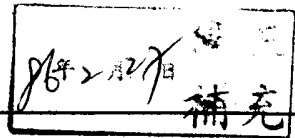
該蝕刻氣體為含有六氟化硫，溴化氫和氧氣氣體混合物，使得該六氟化硫，溴化氫和氧氣為同時引入反應性離子蝕刻系統之反應器中以蝕刻該氮化矽上層。

2. 如申請專利範圍第1項之製程，其中該物質是氮化矽。

3. 如申請專利範圍第1或第2項之製程，在步驟a)與步驟b)之間另外包含於上層上方形成一個蝕刻掩模(14；27；34)的步驟以於步驟b)中暴露一部份的上層於蝕刻氣體中。

4. 如申請專利範圍第1項之製程，其中該物質是氮化矽，而溴化氫範圍為蝕刻氣體的以體積計算3%至10%。

5. 如申請專利範圍第4項之製程，在步驟a)與步驟b)間另外包括於上層上方形成蝕刻掩模(14；27；34)的步驟



六、申請專利範圍

第85105972號「藉使用含有六氟化硫、溴化氫與氧氣之蝕刻氣體以蝕刻氮化矽層之製程」專利案

(86年2月27日修正)

六 申請專利範圍

1. 一種蝕刻氮化矽層之製程，其包括下列步驟：

a) 製備一個多層構造包括一個下層(12；24；32)的物質及於該下層上之由氮化矽所形成之一個上層(13；25；33)；

及

b) 暴露該上層於一種蝕刻氣體中以便蝕刻該上層，其特徵為

該蝕刻氣體為含有六氟化硫，溴化氫和氧氣氣體混合物，使得該六氟化硫，溴化氫和氧氣為同時引入反應性離子蝕刻系統之反應器中以蝕刻該氮化矽上層。

2. 如申請專利範圍第1項之製程，其中該物質是氮化矽。

3. 如申請專利範圍第1或第2項之製程，在步驟a)與步驟b)之間另外包含於上層上方形成一個蝕刻掩模(14；27；34)的步驟以於步驟b)中暴露一部份的上層於蝕刻氣體中。

4. 如申請專利範圍第1項之製程，其中該物質是氮化矽，而溴化氫範圍為蝕刻氣體的以體積計算3%至10%。

5. 如申請專利範圍第4項之製程，在步驟a)與步驟b)間另外包括於上層上方形成蝕刻掩模(14；27；34)的步驟

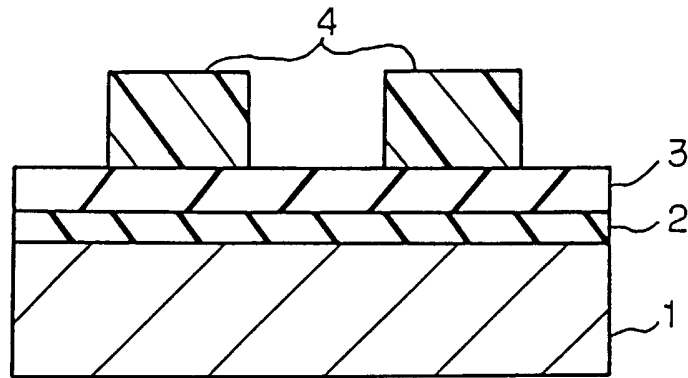
六、申請專利範圍

- 以於步驟 b) 中暴露一部份的上層於蝕刻氣體中。
6. 如申請專利範圍第 1 項之製程，在步驟 b) 係在陽極耦合之平行板反應性離子蝕刻系統 (15) 中予以進行。
7. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其中該物質是氧化矽而溴化氫範圍為佔供應至放置有多層構造之陽極耦合之平行板反應性離子蝕刻系統 (15) 中之蝕刻氣體中以體積計自 3% 至 10%。
8. 如申請專利範圍第 7 項之製程，在步驟 a) 與步驟 b) 間進而包含於上層上方形成蝕刻掩模 (14; 27; 34) 的步驟以於步驟 b) 中暴露一部份的上層於蝕刻氣體中。
9. 如申請專利範圍第 8 項之製程，在形成蝕刻掩模 (34) 的步驟與步驟 b) 間進而包含以各向異性方式使上層 (33) 形成圖型的步驟及將上層的殘餘小片於步驟 b) 中移除。

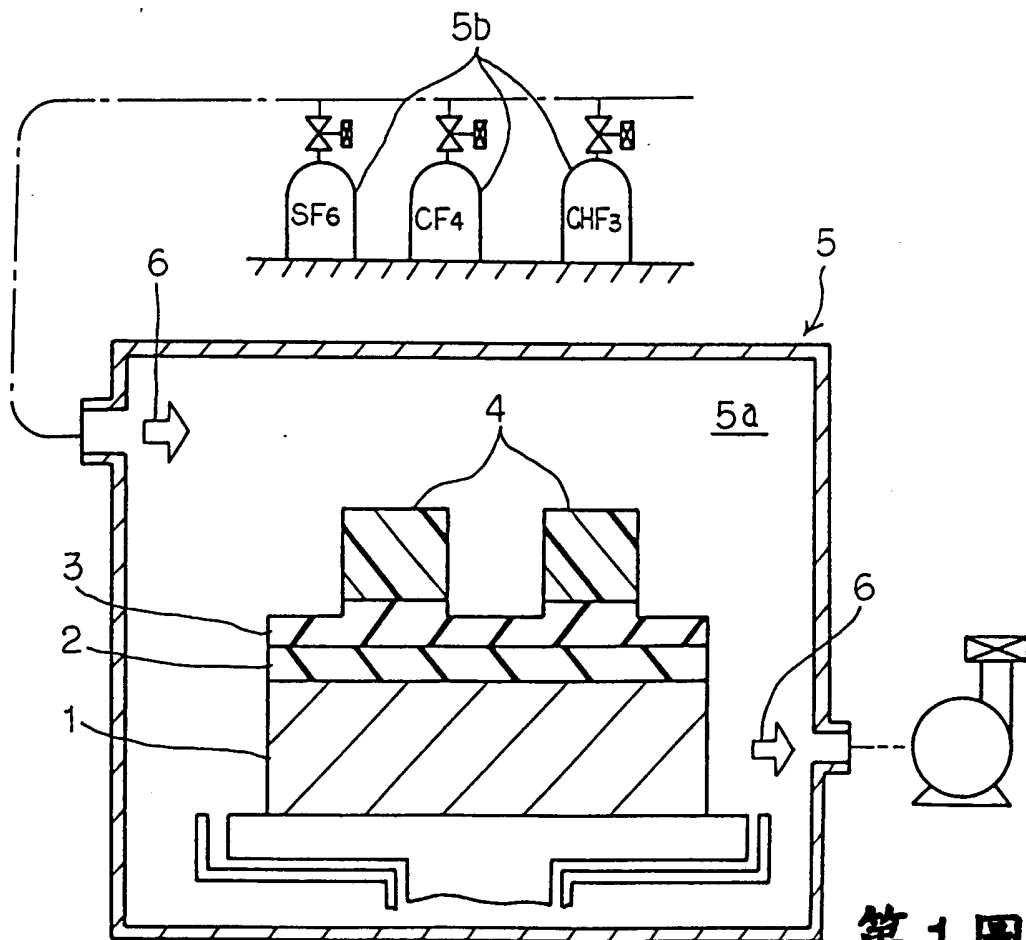
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

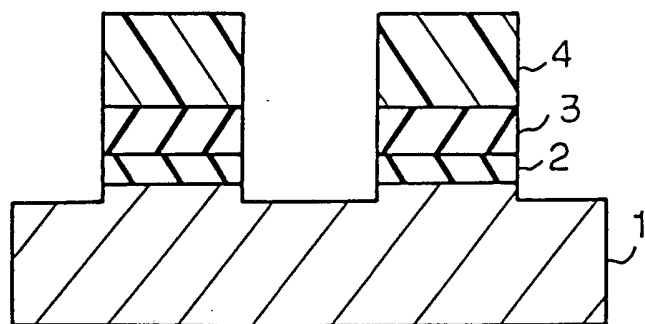
訂



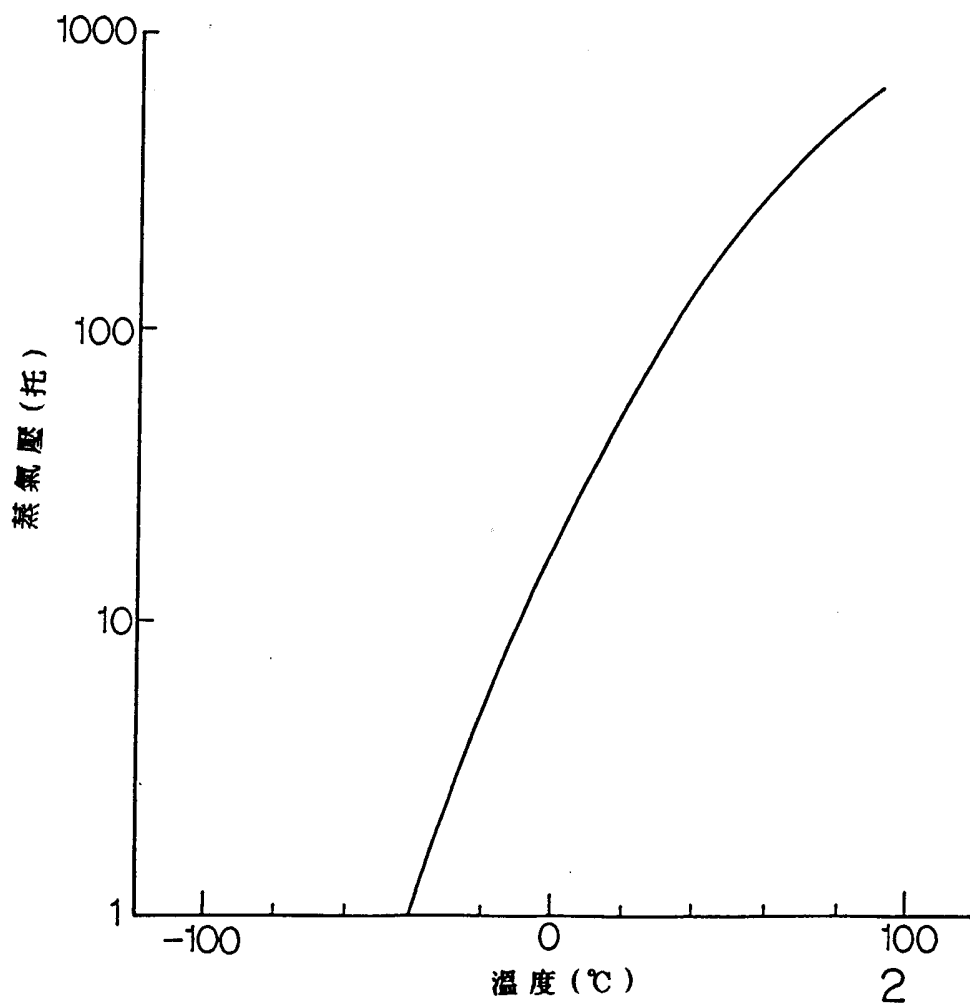
第1圖A



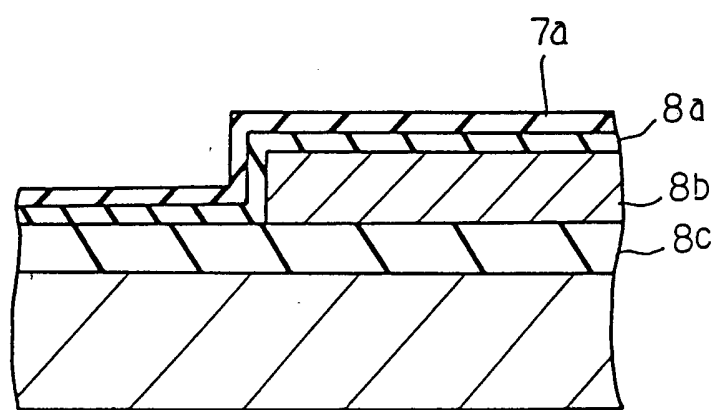
第1圖B



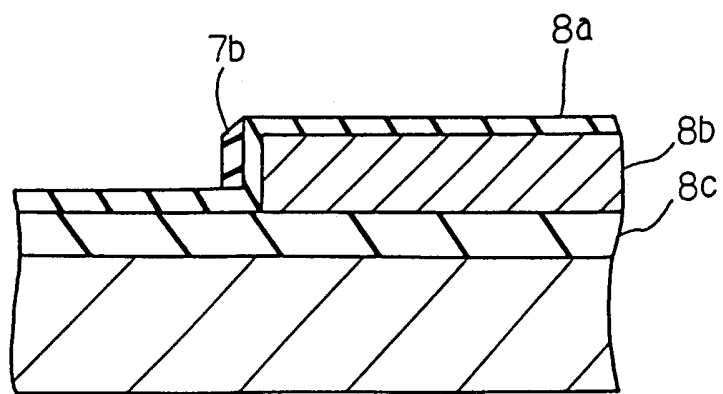
第1圖C



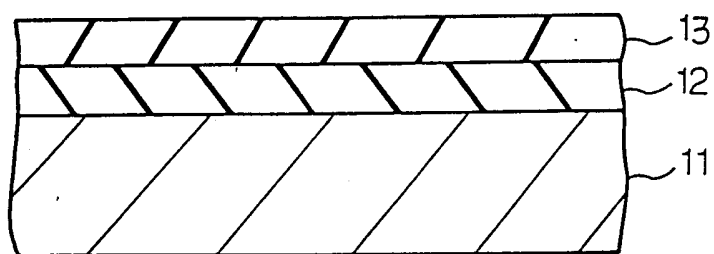
第2圖



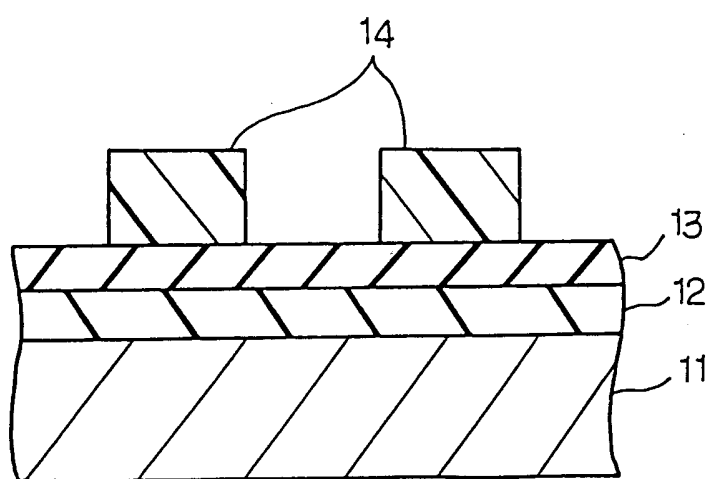
第3圖A



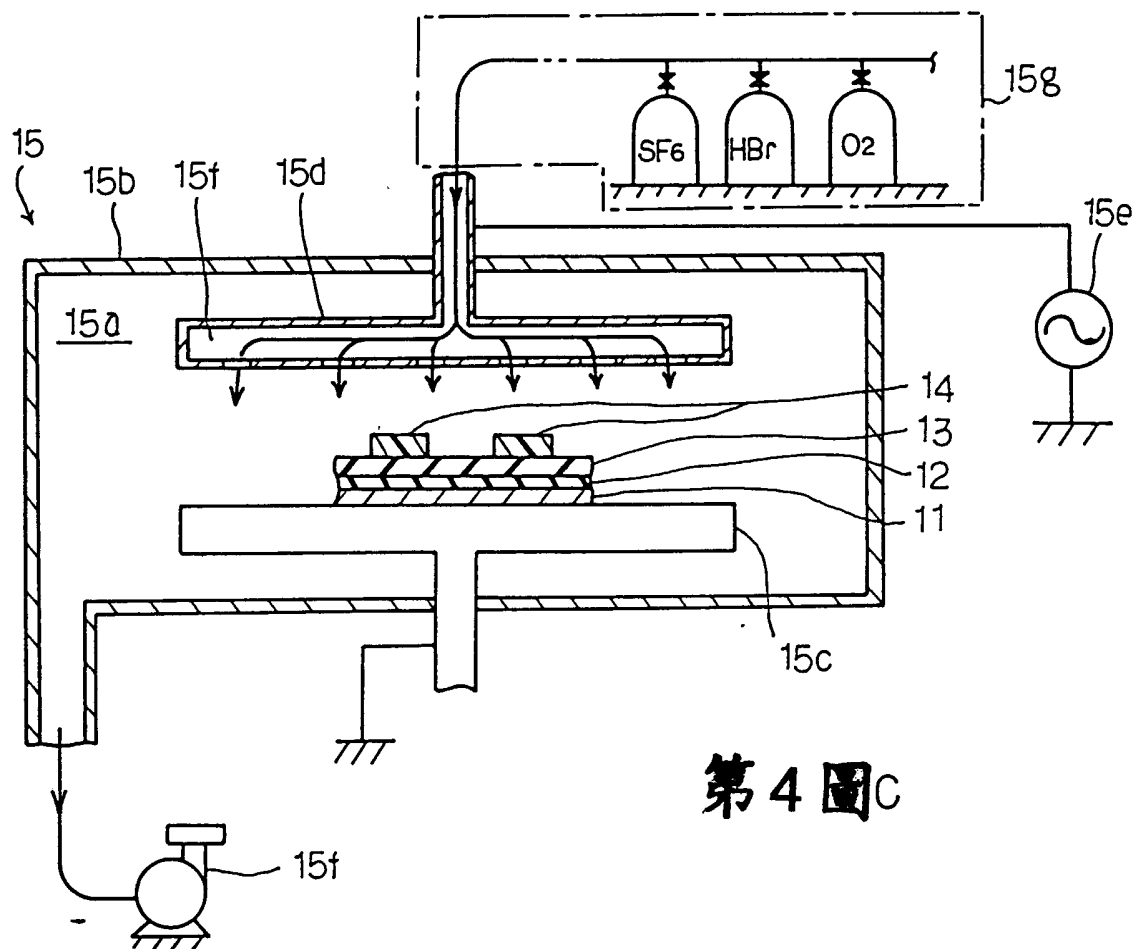
第3圖B



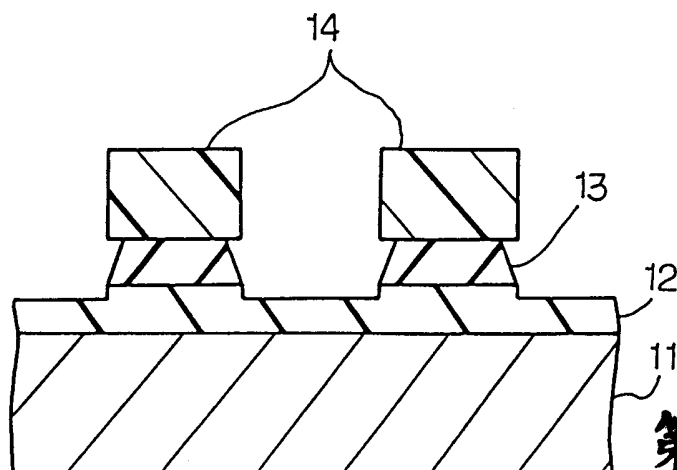
第4圖A



第4圖B

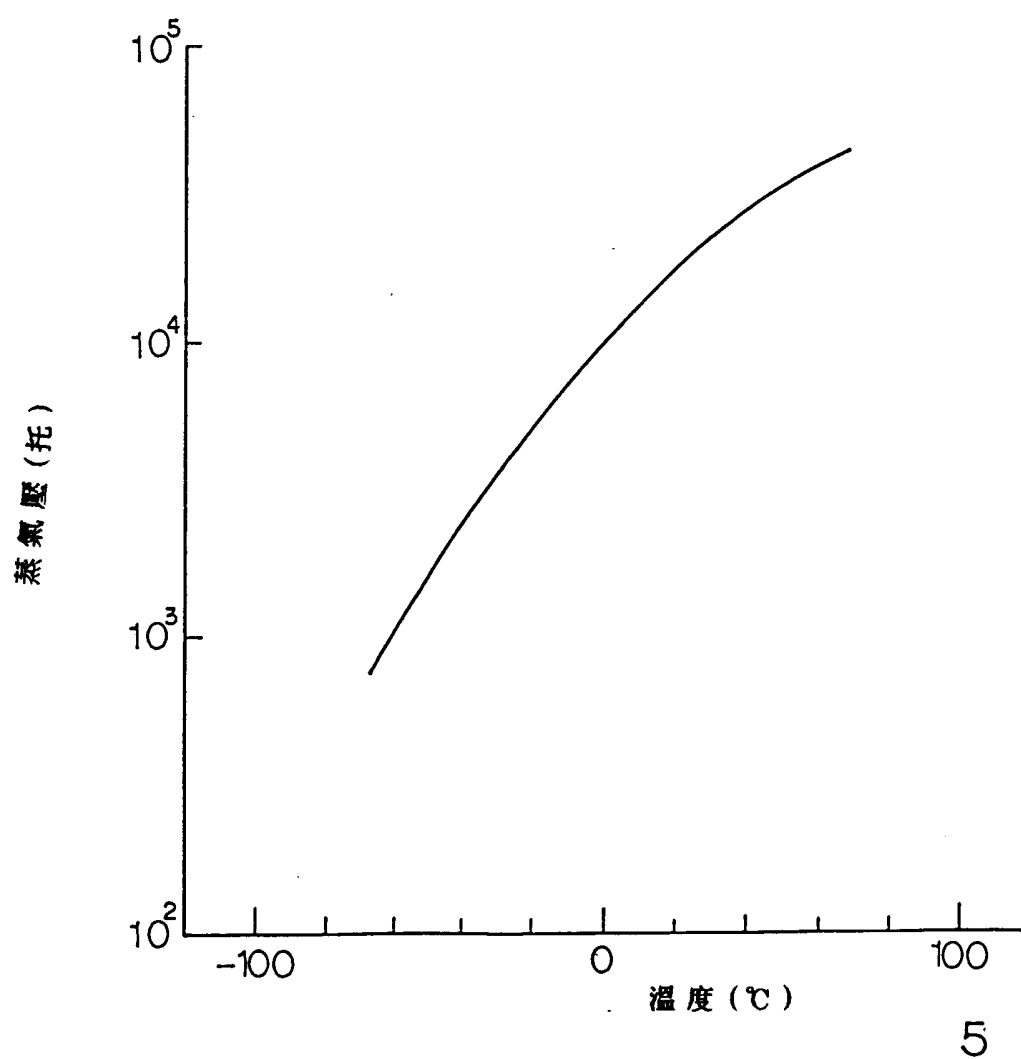


第4圖C



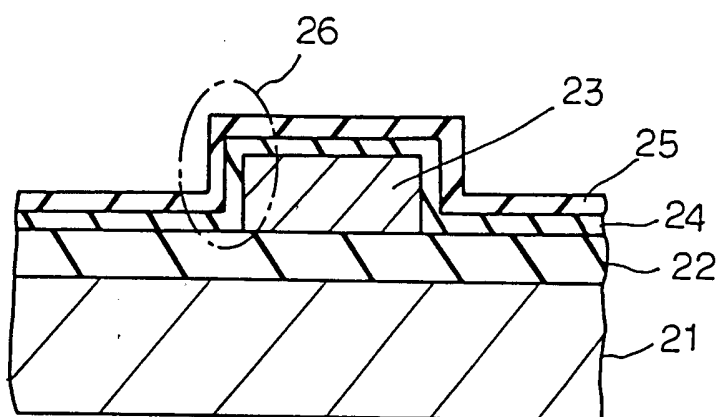
第4圖D

399265

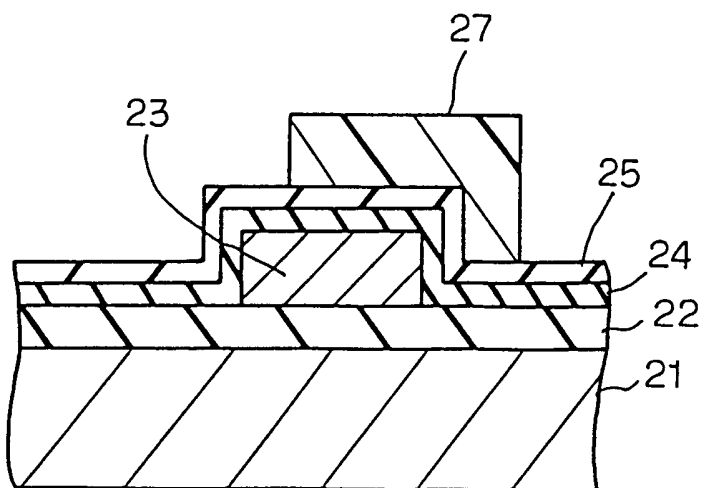


第5圖

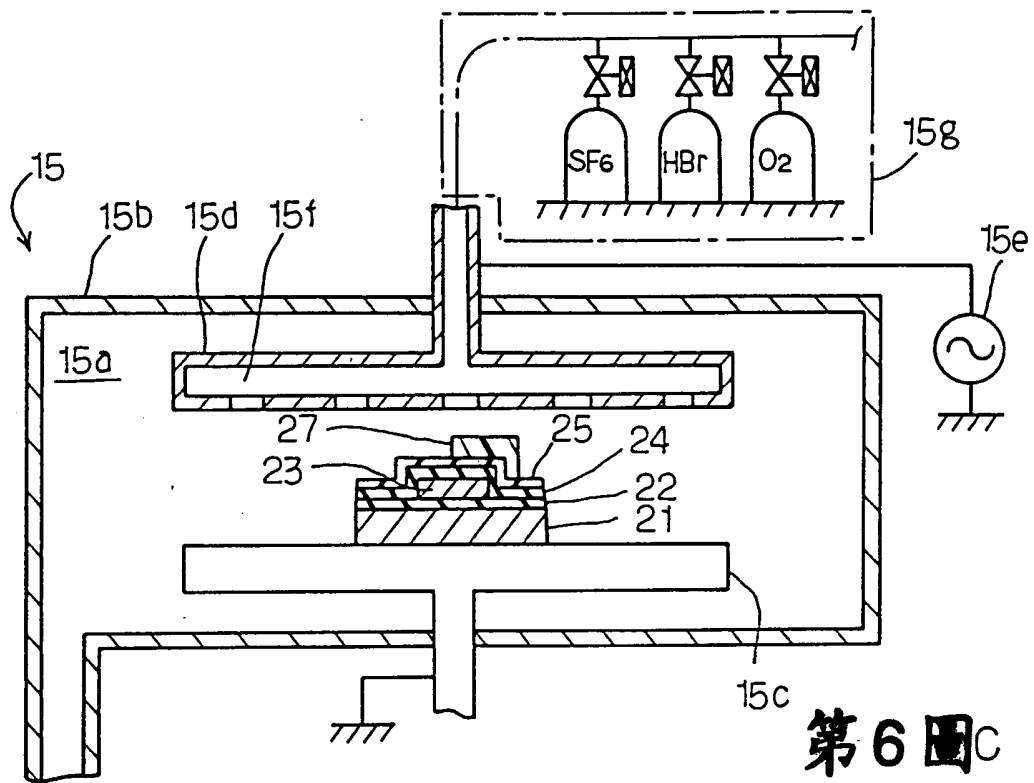
399265



第6圖A

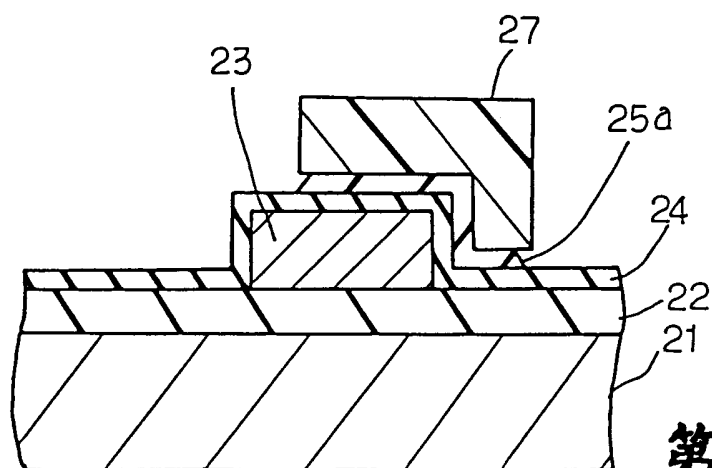


第6圖B

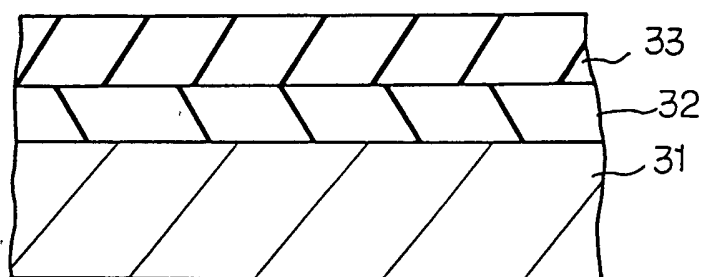


第6圖C

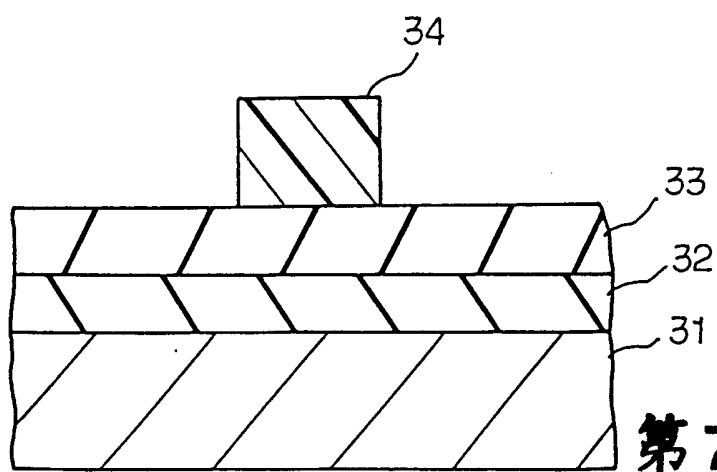
至真空泵



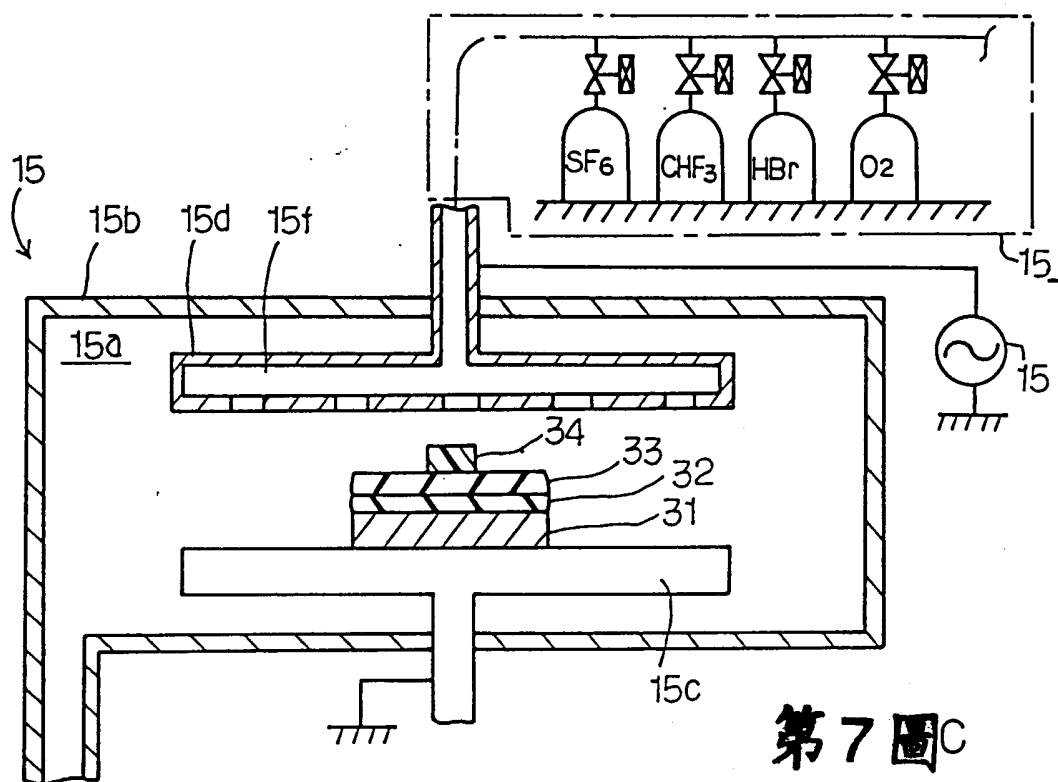
第6圖D



第7圖A

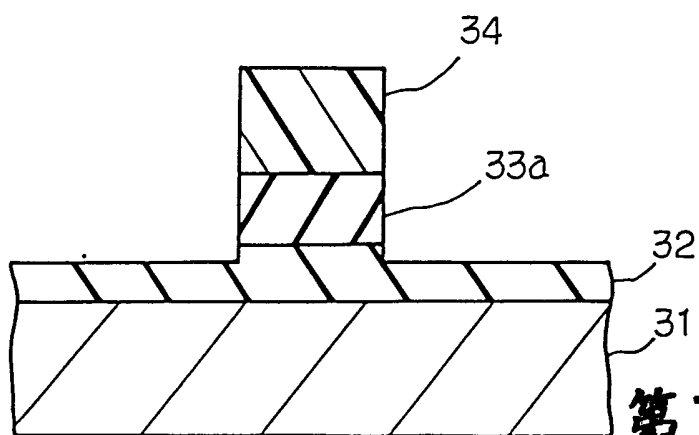


第7圖B



第7圖C

至真空泵



第7圖D