

293161

公告本

申請日期	85.5.18
案 號	85105915
類 別	H01L 21/16

293161

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	形成Ta ₂ O ₅ 介電層之方法，形成具有Ta ₂ O ₅ 介電層之電容器，及電容器結構
	英 文	Method Of Forming A Ta ₂ O ₅ Dielectric Layer, Method Of Forming A Capacitor Having A Ta ₂ O ₅ Dielectric Layer, And Capacitor Construction
二、發明 人	姓 名	(1) 卡提 S. 杉胡 (2) 皮爾 C. 法蘭
	國 籍	美 國
	住、居所	(1) 美國愛達荷州伯伊斯市公園河大道2964號 (2) 美國愛達荷州伯伊斯市伊利諾斯路2267號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·麥可隆通訊股份有限公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國愛達荷州伯伊斯市南聯邦大道8000號
	代 表 人 姓 名	麥克 L. 萊屈

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☐ 有 ☐ 無主張優先權
1995,5,19 08/444,853

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(1)

技術領域

本發明係關於一種形成含 Ta_2O_5 介電層之電容器之方法，形成 Ta_2O_5 介電層之方法，及電容器構造。

先前技術

隨著DRAM記憶體晶胞密度增高，維持夠高儲存容量但晶胞面積縮小的挑戰持續不停。此外，持續有個進一步縮小晶胞面積的目標。增加晶胞容量之主要方式係經由晶胞結構技術。此種技術包含三度空間晶胞電容器，例如挖槽或堆疊電容器。隨著大小的特徵縮小，開發晶胞電介體以及晶胞結構材料發展變重要。256 Mb DRAM之特性大小約為0.25微米，習知電介體例如 SiO_2 及 Si_3N_4 由於介電常數小故不適合。

考慮化學蒸氣沈積(CVD) Ta_2O_5 薄膜是一種極有展望的晶胞介電層，原因為 Ta_2O_5 之介電常數約為 Si_3N_4 之三倍。先前技術電容器構造包含使用 Ta_2O_5 作為電容器介電層，合併上方主要為結晶性TiN電極或其它層。然而，鉭層相關的擴散性在形成的電容器構造構成問題。例如，來自 Ta_2O_5 之鉭非期望地由介電層外滲。又，來自毗鄰導電電容器板之材料擴散入鉭層內。任一種情況下， Ta_2O_5 層之介電性質皆以比較預期更低或無法控制之方式受到不良影響。

圖示之簡單說明

本發明之較佳具體例將參照附圖說明如下。

第1圖為根據本發明之半導體晶圓片段示意剖面圖；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (2)

第 2 圖為根據本發明另一具體例之半導體晶圓片段示意剖面圖；

第 3 圖為根據本發明之又另一具體例之半導體晶圓片段示意剖面圖。

進行本發明之最佳模式及本發明之揭示

根據本發明之一個態樣，一種形成電容器之方法包含下列步驟：

提供一個節點其有待電連接至電容器；

提供第一導電性電容器板於節點上；

化學蒸氣沈積 Ta_2O_5 電容器介電層於第一導電電容器板上；及

提供一層主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。

根據本發明之另一態樣，一種形成介電層之方法，包括下列步驟：

化學蒸氣沈積一層 Ta_2O_5 介電層於基質頂上；及

提供一種主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。

根據本發明之又另一態樣，一種電容器包括：

一片第一導電電容器板；

一層毗鄰第一導電電容器板之電容器介電層，該電容器介電層包括 Ta_2O_5 ；

一層毗鄰 Ta_2O_5 介電層之主要為不定形擴散障壁；及

一片第二導電電容器板， Ta_2O_5 介電層係置於第一與第二導電板間。

特別首先參照第 1 圖，半導體晶圓片段概略以參考編

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (3)

號10表示。包括一片蓬鬆矽基質12其中形成有一個導電擴散區14。一層絕緣層16，典型為硼矽代磷酸鹽玻璃(BPSG)，提供於基質12上，而接觸開口事先設於絕緣層至擴散區14。導電材料20填充於接觸開口18，而材料20及氧化物層16如所述已經平面化。材料20可為任一種適當導電材料，例如錫或導電摻雜聚矽。電容器構造25設於層16及柱塞20頂上，而導電柱塞20構成有待電連接至電容器25之節點。

電容器25包括第一導電電容器板26其提供於節點20上方且製作圖樣。較佳材料範例為導電摻雜聚矽，對256 Mb密度提供至1000埃厚度。 Ta_2O_5 之電容器介電層28提供於第一導電電容器板26上。沈積層28之方法範例係使用 $Ta(OC_2H_5)_5$ 及氧作為前驅物於450℃藉低壓化學蒸氣沈積。 $Ta(OC_2H_5)_5$ 可於170℃氣化並使用氫氣或另一種適當載氣引進反應器室內。隨後，於700℃至900℃之溫度範圍於無水氧氣氛下藉快速熱退火密化。較佳，下方電容器板26之聚矽表面於提供 Ta_2O_5 之前亦藉原地滴加HF清潔。恰在沈積 Ta_2O_5 前，也可進行快速熱氮處理，例如於 NH_3 中於900℃處理60秒。根據256 Mb積體程度之層28較佳厚度範例為100埃。

主要為不定形擴散障壁層30設於 Ta_2O_5 介電層28上。此層較佳為導電性，對256 Mb積體程度之較佳厚度範例為200埃。層30之最佳材料為藉金屬有機化學蒸氣沈積(MOCVD)沈積的主要為不定形 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(4)

之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0。較佳此種沈積用之金屬有機前驅物為 $Ti(NR_2)_4$ ，此處R係選自H及含碳基團。生產此種主要為不定形層之沈積條件包含200℃至600℃，及0.1至100托耳。最佳不定形擴散障壁層包括對於鉭由 Ta_2O_5 層向外擴散之障壁材料。較佳 $TiC_xN_yO_z$ 可提供此種功能。

亦最佳，“z”等於0。然而不幸，沈積膜暴露於氧甚至周圍空氣時，氧會非期望地摻混於沈積膜內。摻混的氧非期望地影響導電性。因此，較佳減少暴露於氧，直到整個膜被隨後各層覆蓋為止，隨後各層可有效作為氧摻混的障壁。

然後，第二導電電容器板32提供於擴散障壁層30外側，因此 Ta_2O_5 介電層28置於第一與第二導電板間。因此，第二導電電容器板32構成設於不定形擴散障壁層30上的分立的第二導電電容器板。第二電容器板32之較佳材料範例為聚矽，用於256 Mb積體程度之較佳厚度為1000埃。

先前技術構造及提議利用 Ta_2O_5 作為電容器介電層有鉭原子由層中非期望地向外擴散，或有非期望的成分擴散入此層內的缺點。如前述較佳具體例中提供薄層主要不定形擴散障壁層有助於維持 Ta_2O_5 層的完整性，因此，具有此種小用途所需的高介電常數。本發明發現不定形材料由於不存在有晶粒邊界(於多晶材料中提供方便的擴散路徑)故屬較佳擴散障壁。

第2圖示例說明根據本發明之另一具體例電容器構造

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (5)

及方法。若屬適宜，則使用第 1 圖之相同編號，若有差異則以不同編號表示，類似編號接有“a”表示。晶圓片段 10a 包括一個電容器構造 25a，其與前述具體例之差異為設有一片主要為不定形導電第二電容器板 32a 作為特性不定形擴散障壁層。較佳材料為前述金屬有機化學蒸氣沈積 $TiC_xN_yO_z$ ，其提供至可有效形成第二導電電容器板 32a 之主要部份（如所示，整個部份）之厚度。另外，可提供板 32 及 26 構成導電特性不定形擴散障壁層例如 MOCVD $TiC_xN_yO_z$ 。

第 3 圖示例說明又另一具體例電容器構造及方法。再度，若屬適宜，使用第一具體例之相同編號，而差異以不同編號或加尾詞“b”表示。晶圓片段 10b 包含分別具有第一具體例之相同第一及第二電容器板 26 及 32 之電容器構造 25b。然而，提供一對主要為不定形擴展障壁層 30 及 40 來包住 Ta_2O_5 介電層 28 以防鉭向外擴散。

縮小規模實施本發明研究三類快速熱氮退火聚矽膜其上方具有 Ta_2O_5 薄膜，且於上方沈積不同的氮化鉭或碳氮化鉭層。本發明構造係於冷壁化學蒸氣沈積反應室內於 $450^\circ C$ ，及 0.5 托耳由肆二甲鹽胺基鉭 (TDMAT) 藉金屬有機化學蒸氣沈積 $TiC_xN_yO_z$ 薄膜形成。此等晶圓與二層非本發明沈積氮化鉭層比較。兩層非本發明層分別藉化學蒸氣沈積及濺鍍沈積。CVD TiN 薄膜係經由於低壓化學蒸氣沈積反應室內於 $600^\circ C$ 反應 $TiCl_4$ 與 NH_3 （亦即非 MOCVD）形成。濺鍍 TiN 薄膜係經由於 $Ar-N_2$ 周圍氣氛於 0.014 托耳反應性濺

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明 (6)

鍍Ti形成。沈積過程中，基質加熱至400℃。CVD TiN薄膜頂上，以及本發明之MOCVD薄膜頂上也沈積額外濺鍍TiN蓋層以防止用來去除光阻的電漿步驟過程中被氧化。使用TiCl₄及NH₃之濺鍍沈積膜及CVD TiN膜為結晶性，而本發明之MOCVD膜為大體不定形。

每組準備4個樣品，其中三個於 7×10^{-6} 托耳於700℃，800℃及900℃分別退火30分鐘。相對於對照CVD TiN薄膜，觀察鉬向外擴散入結晶TiN層，且隨著退火溫度的升高而增加。又，結晶濺鍍TiN薄膜，則觀察到900℃退火後，鉬明顯向外擴散入TiN層。

而不定形MOCVD TiC_xN_yO_z薄膜，則未見鉬向外擴散。然而薄膜中檢測得20原子%碳及氧。又，高達900℃未出現MOCVD TiC_xN_yO_z層與介電Ta₂O₅之交互作用，因此此種複合層構成引人的電容器及其它介電層之候選者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (7)

元 件 標 號 對 照

- 10.....晶 圓 片 段
- 12.....基 質
- 14.....擴 散 區
- 16.....絕 緣 層
- 18.....接 觸 開 口
- 20.....材 料
- 25.....電 容 器 構 造
- 26.....第 一 導 電 電 容 器 板
- 28.....電 容 器 介 電 層
- 30, 40.....主 要 為 不 定 形 擴 散 障 壁 層
- 32.....第 二 導 電 電 容 器 板

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱：形成 Ta_2O_5 介電層之方法，形成具有 Ta_2O_5)

介電層之電容器，及電容器結構

一種形成介電層之方法，包括 a) 化學蒸氣沈積一層 Ta_2O_5 介電層於基質頂上；及 b) 提供一層主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。一種形成電容器之方法，包含 a) 提供一個節點其有待電連接至電容器； b) 於該節點上提供第一導電電容器板； c) 化學蒸氣沈積 Ta_2O_5 電容器介電層於第一導電電容器板上；及 d) 提供主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。亦揭示電容器構造。較佳不定形擴散障壁層具導電性，且構成沈積金屬有機化學蒸氣 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5範圍，及“y”係於

(接下頁)

英文發明摘要(發明之名稱：Method Of Forming A Ta_2O_5 Dielectric Layer, Method Of Forming A Capacitor Having A Ta_2O_5 Dielectric Layer, And Capacitor Construction)

A method of forming a dielectric layer includes, a) chemical vapor depositing a dielectric layer of Ta_2O_5 atop a substrate; and b) providing a predominately amorphous diffusion barrier layer over the Ta_2O_5 dielectric layer. A method of forming a capacitor includes, a) providing a node to which electrical connection to a capacitor is to be made; b) providing a first electrically conductive capacitor plate over the node; c) chemical vapor depositing a capacitor dielectric layer of Ta_2O_5 over the first electrically conductive capacitor plate; and d) providing a predominately amorphous diffusion barrier layer over the Ta_2O_5 dielectric layer. A capacitor construction is also disclosed. The preferred amorphous diffusion barrier layer is electrically conductive and constitutes a metal organic chemical vapor deposited $TiC_xN_yO_z$, where "x" is in the range of from 0.01 to 0.5, and "y" is in the range of from 0.99 to 0.5, and "z" is in the range of from 0 to 0.3, with the sum of "x", "y" and "z" equalling about 1.0. Such is preferably deposited by utilizing a gaseous titanium organometallic precursor of the formula $Ti(NR_2)_4$, where R is selected from the group consisting of H and a carbon containing radical, and utilizing deposition conditions of from 200° C to 600° C and from 0.1 to 100 Torr.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：

)

(承上頁)

0.99至0.5範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，
“y”，“z”之和等於約1.0。較佳利用式 $Ti(NR_a)_4$ 之氣
態鈦有機金屬前驅物沈積，此處R係選自H及含碳基團，所
用沈積條件為200℃至600℃及0.1至100托耳(Torr)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

英文發明摘要 (發明之名稱：

)

六、申請專利範圍

1. 一種形成電容器之方法包含下列步驟：

提供一個節點其有待電連接至電容器；

提供第一導電性電容器板於節點上；

化學蒸氣沈積 Ta_2O_5 電容器介電層於第一導電電容器板上；及

提供一層主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。

2. 如申請專利範圍第 1 項之形成電容器之方法，其中提供不定形擴散障壁層作為鉭由 Ta_2O_5 層向外擴散的障壁。

3. 如申請專利範圍第 1 項之形成電容器之方法，其中該不定形擴散障壁層係提供作導電用。

4. 如申請專利範圍第 1 項之形成電容器之方法，其中該不定形擴散障壁層係提供作導電用及提供至可有效形成第二導電電容器板的主要部份之厚度。

5. 如申請專利範圍第 1 項之形成電容器之方法，其又包括於不定形擴散障壁層上方提供一片分立第二導電電容器板。

6. 如申請專利範圍第 1 項之形成電容器之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處 “x” 係於 0.01 至 0.5 之範圍，及 “y” 係於 0.99 至 0.5 之範圍，及 “z” 係於 0 至 0.3 之範圍，而 “x”、“y” 及 “z” 之和等於約 1.0。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

7.如申請專利範圍第1項之形成電容器之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，及“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該金屬有機化學蒸氣沈積 $TiC_xN_yO_z$ 步驟包括使用式 $Ti(NR_a)_4$ 之氣態鉍有機金屬前驅物，此處R係選自H及含碳基團，及使用200℃至600℃，及0.1至100托耳(Torr)之沈積條件。

8.如申請專利範圍第1項之形成電容器之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，及“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該金屬有機化學蒸氣沈積 $TiC_xN_yO_z$ 步驟包括使用式 $Ti(NR_a)_4$ 之氣態鉍有機金屬前驅物，此處R係選自H及含碳基團，及使用200℃至600℃，及0.1至100托耳之沈積條件；及

又包括於該不定形擴散障壁層上提供一片分立第二導電電容器板。

9.如申請專利範圍第1項之形成電容器之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，及“y”係於0.99至0.5之範圍，及“

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及

又包括於該不定形擴散障壁層上提供一片分立第二導電電容器板。

10.一種形成介電層之方法，包括下列步驟：

化學蒸氣沈積一層 Ta_2O_5 介電層於基質頂上；及

提供一種主要為不定形擴散障壁層於 Ta_2O_5 介電層上。

11.如申請專利範圍第10項之形成介電層之方法，其中提供不定形擴散障壁層作為鉭由 Ta_2O_5 層向外擴散的障壁。

12.如申請專利範圍第10項之形成介電層之方法，其中該不定形擴散障壁層係提供作導電用。

13.如申請專利範圍第10項之形成介電層之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，及“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0。

14.如申請專利範圍第10項之形成介電層之方法，其中該提供不定形擴散障壁層步驟包括於 Ta_2O_5 上金屬有機化學蒸氣沈積一層 $TiC_xN_yO_z$ 層，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，及“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

系

六、申請專利範圍

等於約1.0；及該金屬有機化學蒸氣沈積 $TiC_xN_yO_z$ 步驟包括使用式 $Ti(NR_2)_4$ 之氣態鉍有機金屬前驅物，此處R係選自H及含碳基團，及使用200℃至600℃，及0.1至100托耳之沈積條件。

15. 一種電容器包括：

一片第一導電電容器板；

一層毗鄰第一導電電容器板之電容器介電層，該電容器介電層包括 Ta_2O_5 ；

一片第二導電電容器板， Ta_2O_5 介電層係置於第一與第二導電板間；及

一層毗鄰 Ta_2O_5 介電層之主要為不定形擴散障壁。

16. 如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括一種材料其為鉍由 Ta_2O_5 介電層向外擴散的障壁。

17. 如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性。

18. 如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性且構成可有效形成第二導電電容器板主要部份之厚度。

19. 如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性，及第二電容器板之主要部份係與該不定形擴散障壁層分立。

20. 如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

圖，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0。

21.如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該不定形擴散障壁層為導電性且構成可有效形成第二導電電容器板主要部份之厚度。

22.如申請專利範圍第15項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該不定形擴散障壁層為導電性，及第二電容器板之主要部份係與該不定形擴散障壁層分立。

23.一種電容器包括：

一片第一導電電容器板；

一層毗鄰第一導電電容器板之電容器介電層，該電容器介電層包括 Ta_2O_5 ；

一片第二導電電容器板， Ta_2O_5 介電層係置於第一與第二導電板間；及

一對毗鄰 Ta_2O_5 介電層之主要為不定形擴散障壁。

24.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括一種材料其為鉭由 Ta_2O_5 介電層向外擴散的障壁。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

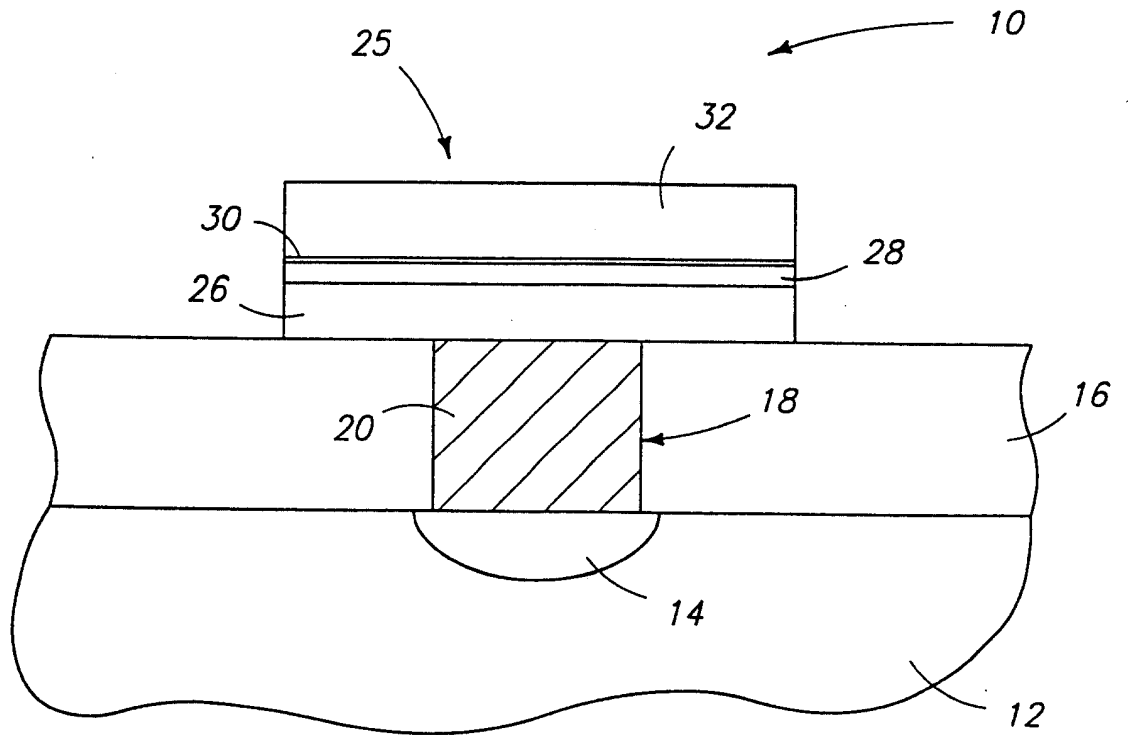
六、申請專利範圍

- 25.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性。
- 26.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性且構成可有效形成第二導電電容器板主要部份之厚度。
- 27.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層為導電性，及第二電容器板之主要部份係與該不定形擴散障壁層分立。
- 28.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0。
- 29.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該不定形擴散障壁層為導電性且構成可有效形成第二導電電容器板主要部份之厚度。
- 30.如申請專利範圍第23項之電容器，其中該不定形擴散障壁層包括 $TiC_xN_yO_z$ ，此處“x”係於0.01至0.5之範圍，“y”係於0.99至0.5之範圍，及“z”係於0至0.3之範圍，而“x”，“y”及“z”之和等於約1.0；及該不定形擴散障壁層為導電性，及第二電容器板之主要部份係與該不定形擴散障壁層分立。

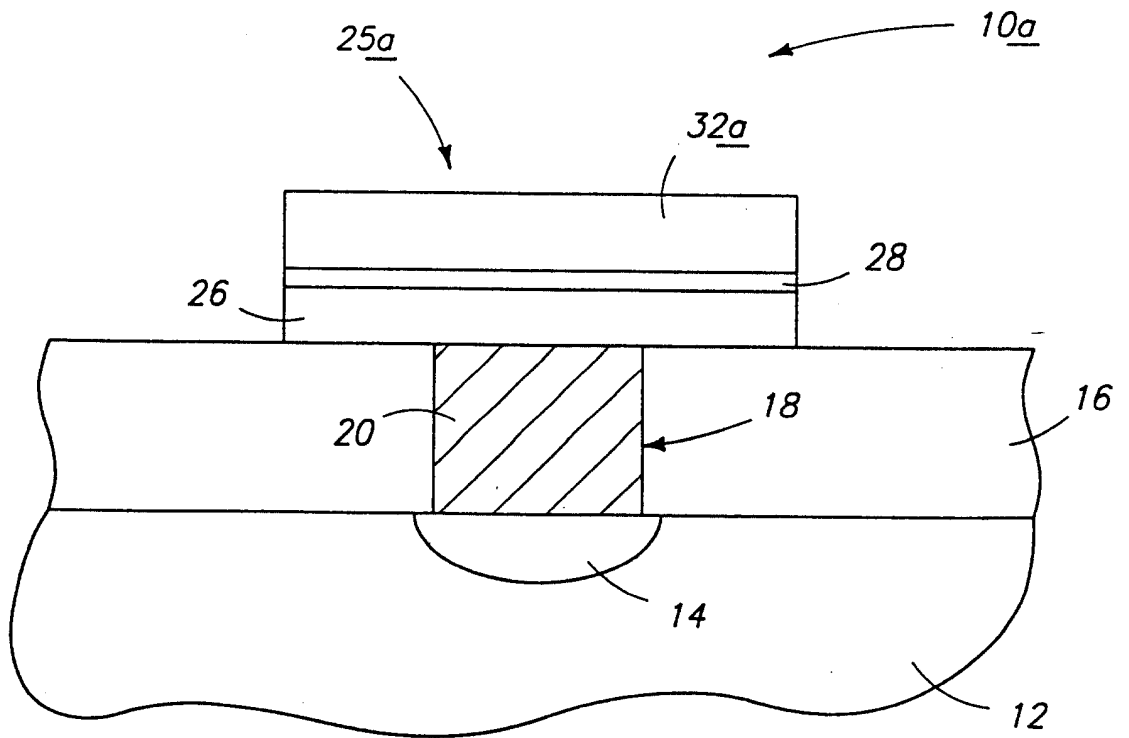
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

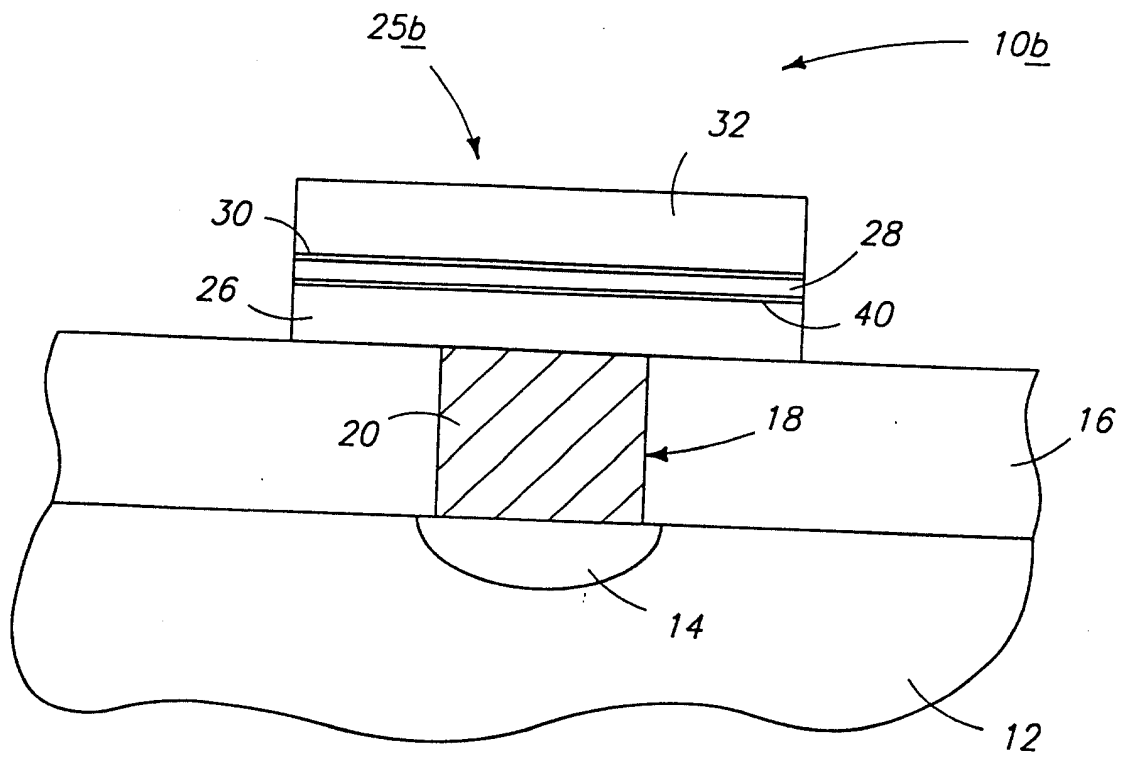
訂



第 Ⅱ 圖



第 Ⅲ 圖



第 三 圖