

公告本

申請日期	88.10.27
案 號	881226P2
類 別	H01L 21/503

A4
C4

503470

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	濺射裝置及成膜方法
	英 文	スパッタ装置及び成膜方法
二、發明人 創作	姓 名	1.和田 純一 2.松山 日出人 3.堅田 富夫 4.坂田 敦子 5.渡邊 光一
	國 籍	均日本
	住、居所	1.日本國神奈川縣橫濱市中區柏葉27-4亞番希爾斯201號 2.日本國神奈川縣橫濱市榮區長尾台町566-1-302 3.日本國神奈川縣橫濱市磯子區汐見台2-5-1-2510-1047 4.日本國神奈川縣橫濱市中區柏葉27-4亞番希爾斯201號 5.日本國神奈川縣橫濱市港北區日吉本町4-14-1東芝日吉寮D103
三、申請人	姓 名 (名稱)	日商東芝股份有限公司 KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA
	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	日本國神奈川縣川崎市幸區堀川町72番地
	代 表 人 姓 名	岡村 正 TADASHI OKAMURA

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區)	申請專利，申請日期：	案號：	， ☐ 有 ☐ 無主張優先權
日本	1999年10月29日	特願平11-310298	☒ 有 ☐ 無主張優先權
日本	2000年6月2日	特願2000-166059	☒ 有 ☐ 無主張優先權

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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(¹)

發明之技術領域

本發明是有關濺射裝置及成膜方法，尤其是有關對鋁或銅等之配線膜、氮化鉭(TaN)或氮化鈦(TiN)等之壁障金屬(barrier metal)膜、鈦或鈮等襯墊(liner)膜之成膜，有效的濺射裝置及使用其之成膜方法。

在半導體製程中，作為成膜裝置的濺射裝置應用很廣，其理由之一可以說是因濺射裝置為運轉成本低、生產性高者。

最近隨著半導體裝置的微細化・高聚集化之同時，接續孔之縱橫比(深度/開口徑)有變高之趨勢。例如，在表面形成擴散層之矽基板上堆積層間絕緣膜，在此層間絕緣膜上，於上述擴散層中將接續之接續孔開口的場合，此接續孔之縱橫比就很高，「這是為了，例如，在上述擴散層之表面於形成矽化鈦層之際，在接續孔之底面以濺射形成並不容易使鈦膜變厚，又，將接續孔之內面(側面及底面)以氮化鈦膜等之壁障金屬膜、或是W-CVD之灰色層覆蓋之場合，在接續孔之內面全部以濺射並不容易形成均一厚度之壁障金屬膜。」

以鋁膜充填接續孔內部之技術，已知的有鋁回流(re-flow)技術，其中又以依襯墊膜、第1鋁膜、第2鋁膜之順序由濺射法形成的2步回流方式為主。2步回流方式中，第1鋁膜是冷卻後形成、第2鋁膜是邊加熱邊形成，在第2鋁膜形成階段中，鋁是將第1鋁膜當作擴散路徑在接續孔內流動，因此，接續孔之內面全體有必要形成第1鋁膜。

五、發明說明(2)

然而，使用以往之濺射裝置成膜方法層差覆蓋性甚差，因此，很難在接續孔之底面一面將膜厚增厚，一面將接續孔之內面全體膜厚均一化，或是在接續孔之內面全體形成膜。

另一方面，以往在LSI配線中很多是使用鋁配線的，但近年，則正在探討將低介電率絕緣膜與銅配線組合之配線構造，這些從配線低抗阻及高信賴化，即，從RC延緩之改善及EM耐性之提高觀點來看，其是非常被期望之事，蒸氣壓高的銅化合物因為很少，所以很難由反應性離子蝕刻(Reactive Ion Etching; R I E)來加工，為此，很難形成銅之RIE配線，在此，不使用RIE來形成銅配線的金屬鑲嵌(damascene)製程已變成主流。

金屬鑲嵌製程是在層間絕緣膜中，由預先填充形成之配線溝內部，而全面堆積金屬膜，之後，將配線溝外部之剩餘金屬膜利用CMP(化學機械研磨; Chemical Mechanical Polishing)來除去，而由上述金屬膜來形成配線(金屬鑲嵌配線)，尤其在層間絕緣膜中預先形成溝及接續孔後，以金屬膜把溝及接續孔之內部一體充填，將配線與插座同時形成之製程稱為杜阿達馬遜製程(Dualdamation; DD製程)。

由達馬遜製程形成銅配線之場合，金屬膜當然是使用銅膜，在此，因銅在層間絕緣膜中很容易擴散，銅膜中的銅會擴散到矽基板，擴散到矽基板之銅是在矽中形成深的準位，此深的準位捕集載體，會引起元件特性之劣化。

在此，由達馬遜製程形成銅配線之場合，在堆積銅膜

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

前，在配線溝之內面，要進行防止銅擴散之壁障金屬膜(擴散防止膜)之濺射形成，於DD製程之場合，在接續孔之內面也必須形成壁障金屬膜。目前正在廣泛探討以氮化鈦、氮化鉭等做為壁障金屬膜之可行性，從其目的來看，壁障金屬膜是期望全面的均一形成配線溝、或配線溝及接續孔之內面。

又，在銅之DD製程中是必須將配線溝等之內部以銅膜埋藏，銅膜之成膜方法正在廣泛試行採用電解電鍍法，在銅電解電鍍中必須要有為了電子授受之種子層，但上述之氮化鉭等之壁障金屬膜是缺乏做為種子層之機能，因此，在形成壁障金屬膜後，於配線材料之銅本身很多是用濺射來形成種子層。從其目的來看，如此之種子層(銅種子層)是期望全面均一形成配線溝、或配線溝及接續孔之內面。

針對如此之要求，長緩型濺射裝置(long slow)或離子化濺射裝置等濺射粒子指向性高之濺射裝置是被用來形成鈦膜、氮化鈦膜、氮化鉭膜、銅種子層。

在圖22中，是表示以往長緩型濺射裝置之概略圖，在長緩型濺射裝置中，基板81與標板82間拉長距離，並且降低氬壓力以抑制氣體散亂，由此，能抑制濺射粒子向接續孔內之斜斜入射成分，提高濺射粒子之指向性。

又，圖中，83是處理室、84是磁石、85是包裝板、86是冷卻水管、87是絕緣構件、88是地線護罩、89是第1防著板、90是第2防著板、91是第2防著板90之昇降機構、92是靜電叉柱板、93是感受體(suscept,載置台)、94是冷

五、發明說明(4)

媒、95是爲了在標板82外加電壓之直流電壓源、84a、84b各爲圓形磁石。

然而，使用以往長緩型濺射裝置成膜方法會有以下問題發生，即，在基板端之成膜形狀會產生非對稱性，金屬膜很難均一形成，覆蓋性差。

另一方面，於離子化濺射裝置中，在標板與基板間，安裝誘導線圈投入RF(高周波)電力，則處理室內供應之氬氣會發生高密度電漿。在高密度電漿中將濺射粒子離子化之同時，由外加負電壓到基板上，可以提高濺射粒子指向性。

然而，使用以往離子化濺射裝置成膜方法會有以下之問題，即，成膜時，除了濺射粒子之外，濺射氣體之氬氣也會離子化，因此，基板上會引進離子化濺射粒子及氬氣，基板上所引進之氬離子會與基板衝撞，由此衝撞，氬離子所具有之運動能會變成熱量，使基板溫度升高。

鋁或銅是很容易起凝聚之金屬，尤其基板溫度變高時更容易引起凝聚，因此，以離子化濺射裝置進行鋁膜或銅膜成膜時，鋁膜或銅膜會凝聚而會分離，爲此，鋁之2步回流方式中第1鋁膜是用離子化濺射裝置形成時，第1鋁膜引起凝聚則鋁流動時就無擴散途徑，就不能用第2鋁膜充填接續孔內部，又，在電解電鍍中，用離子化濺射裝置形成銅種子層時，銅種子層引起凝聚就得不到爲了銅電鍍之電導，則由電解電鍍銅膜無法填充接續孔之內部。

再者其它有銅指向性之濺射裝置，有利用銅本身維持放

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(5)

電者。在銅之場合，於特定電壓、電流、磁場條件下，即使停止供應濺射氣體的氬氣，所濺射之銅也會離子化，離子化之銅本身衝撞到標板，會彈出銅粒子可以持續放電。

能像這樣本身維持放電者並不限定銅，其它金屬也可以發生，然而銅是特別容易引起本身維持放電之金屬，在濺射中由銅之本身維持放電老早就已有許多探討報導(麻蒔：薄膜作製之基礎(第3版)(日刊工業新聞社p.195~242,佐野們：第40回應用物理學關連合講演會之講演預備稿集(No.2, p.393、堀池們：特願平5-257512(日本特許第2914644、特開平7-944113(1995、4/7)))。

但是，銅僅本身維持濺射就不可能得到充分之指向性，縱橫比3以上之接續孔有層差覆蓋性缺乏之問題，在此，正在探討本身維持濺射、以及和上述之由長緩型濺射之濺射標板與基板間拉長距離手法的組合濺射裝置(堀池們：特願平8-912278(特開平9-2566149(1997、9/30))、小谷們：第57回應用物理學關連合講演會之講演預備稿集(No.2, p.642)。

此種濺射裝置中，因是利用本身維持濺射，在不供應氬氣下完成，所以有氬氣完全不會引起濺射粒子散亂之優點，然而，即使組合本身維持濺射與長緩型濺射，也無法解決長緩型濺射之成膜形狀變為非對稱性之本質問題，當然，因不會引起氣體散亂所以非對稱變得很顯著。因此，利用以往之本身維持濺射與長緩型濺射之濺射裝置，要在直徑200厘米以上之矽基板上形成銅膜，在實際應用上是有

五、發明說明 (⁶)

困難。

再者，利用銅本身維持放電之濺射裝置中，基板上由外加直流負電壓，使銅離子對基板引入更好之指向性，目前正在探討中 (A. Sano et al; Advanced Metallization and Interconnect Systems for ULSI Application in 1995、p.709~715 塚田們：特願昭 53-57812(特開昭 54-149338(1979、11/22))、佐野們：第42次應用物理學關係講演會之講演預備稿集(No. 2, p. 813)；第56回應用物理學關連合講演會之講演預備稿集(No.2, p. 607)、佐野們：第43回應用物理學關連合講演會之講演預備稿集(No.2, p. 747)。

在本身維持濺射中，基板上外加直流負電壓提高銅離子指向性之場合，由直流負電壓引入基板之離子只有銅離子而已，為此，與離子化濺射裝置之場合不同，不會有由氫離子昇高基板溫度之情形，基板溫度之上昇可以抑制到必要之最小限度。

但是，此種濺射裝置有下面之問題，即，在銅本身維持濺射中，多數之銅離子受到標板電壓與磁場影響而束縛在標板近傍，由基板上外加直流負電壓引入浮游之離子數很少，為此，銅離子對成膜之影響變小，得不到充分之層差覆蓋性，再者，標板近傍之銅離子若引入基板時，標板電流密度會下降，有不能維持本身放電之可能性。

在此銅本身維持濺射中，有人建議將銅中性粒子離子化，增加銅離子數，於是將有更多良好指向性之銅離子以外加直流負電壓引入基板，即，有人建議將在標板與基板間之介電線圈中，投入RF電力而形成高密度電漿，此高密

五、發明說明 (7)

度電漿能將銅中性粒子離子化(堀池們：特願平8-91728、一木們；第43回應用物理學關連合講演會之講演預備稿集(No.2, p. 748)。

然而，和供應如氫般惰性氣體之離子化濺射不同，本身維持濺射是在高真空中進行，為此，即使投入非常高頻率之交流電流，在真空中進行銅中性粒子離子化也很困難。因此，組合本身維持濺射與銅中性粒子離子化，也會形成充分之高密度電漿，即銅成膜不能寄望銅離子數之增加，達成實用之濺射裝置會有困難。

又，在本身維持濺射中有成膜速度太快之問題，爲了製得良好膜質，一般雖是成膜速度快較有效，但如在特願平5-257512中也有記載般，成膜速度太快時，很難形成控制性良好之薄膜。

最近之濺射裝置很多是在標板上方配置磁石，由磁石提高電漿密度，標板全面要成爲高電漿密度領域會有困難，大部分場合，爲移動高電漿密度領域，在標板全面進行濺射。在此場合，大部分是回轉標板上方之磁石的場合居多。然而，磁石回轉速度有高速之限制，所以成膜速度太快時，回轉數在很少中就會濺射終了，其結果，在基板面內之膜厚分佈就可能變得零零亂亂，或是控制膜厚發生零亂現象，而引起生產面之問題。

本身維持濺射因標板電壓或電流、及標板表面之磁束密度不保持高就不能維持放電，所以成膜速度很容易變快，在特願昭53-57812中有記載，爲了持續銅本身維持濺射，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(⁸)

標板電流有必要在130毫安培/平方公分(mA/cm^2)以上，另外，在特願平5-257512中有記載，於銅本身維持濺射中，爲了控制形成0.5~1微米銅膜之可能成膜速度是，標板電流密度有必要在100毫安培/平方公分以下，兩者之數值看似有矛盾，但認爲是標板表面之磁束密度或標板形狀等之數值不同所致。

在特願平5-257512中，並沒有記載爲了維持本身放電之標板電流密度下限值，然而爲了降低成膜速度，單單降低標板電流密度時，如特願昭53-57812中所記載般，接近維持本身放電之下限值，有放電中途切斷等、變成不安定之問題發生。

再者，如上述般，在金屬鑲嵌(damascene)製程中，由濺射將配線溝或接續孔之內面以銅種子層覆蓋後，電解電鍍將銅膜充填到配線溝或接續孔之內面之方法已成爲最近之主流。此場合，爲了電鍍液有必要進入配線溝或接續孔之內部，配線溝或接續孔之開口不能因銅種子層而變狹窄。

最近之LSI因趨向高聚集化，配線溝之寬或接續孔之直徑在0.3微米以下者並不少，如此微細之配線溝或接續孔之內面，以濺射形成厚的銅種子層時，配線溝或接續孔之開口就變得狹窄，爲此，銅種子層不變薄已不行了，具體的說以0.3微米以下爲佳。

在特願平5-257512中所揭示的100毫安培/平方公分以下，且能本身維持放電之下限以上之標板電流密度領域中，因有成膜速度快問題及維持本身放電不安定之問題，

五、發明說明(9)

所以很難形成如上述的薄種子層。

又，在銅本身維持濺射中，有人提議(如 USP5,897,752)在載體(suscept)之週邊外加正電壓控制離子化能量或離子方向性之方法。在此揭示之內容是如發明實施形態後述般，外加正電壓零件為陽極與陰極電氣結合，很難控制離子之方向性，因此在此方法中，不能解決上述層差覆蓋性缺乏之問題。

又在特願平 7-40182(日本特許第 2912181、特開平 8-239761 (1996、9/17)中，顯示真空容器之內壁或遮蔽電位設定為正，防止惰性氣體離子附著在真空容器內壁之構造，然而在此僅揭示之內容，如後述般，外加正電壓零件為陽極與陰極電氣結合，控制惰性氣體離子之方向性，即，很難防止其附著真空容器之內壁。

如上述般，由以往的長緩型裝置、離子化裝置等、是周知的利用維持本身放電之濺射裝置等，然而，任何一個濺射裝置也都有覆蓋性(在基板端中成膜形狀之非對稱性、接續孔中層差覆蓋性)之問題。再者利用本身維持放電之濺射裝置中，有成膜速度過快之問題。

發明所欲解決之課題

本發明因考慮到上述之事情，所以本發明之目的是以提供覆蓋性良好之可能成膜的濺射裝置及成膜方法。

根據本發明的話，被處理基體中不能直接入射之離子，也可能由離子反射板反射而入射到被處理基體中，針對此，在以往技術中，不能直接入射到被處理基體之離子是

五、發明說明(¹⁰)

在接地構件消失，不能寄望其成膜，因此，根據本發明的話，可以增加成膜所期望之離子數，可以有比以往更好覆蓋性之成膜。

在此，特願平 7-40182 所記載之濺射裝置是在其內部有帶正電位零件，與本發明之濺射裝置相類似，在特願平 7-40182 中，濺射裝置內部設置有帶正電位零件，自正電位零件可以防止灰塵發生或不純物之混入。

然而，特願平 7-40182 所記載之內容中，如後述發明實施形態般，外加正電壓零件為陽極與陰極電氣結合之可能性高，很難控制離子方向性。又，特願平 7-40182 中，在基板中可外加負電壓之機構並無揭示，標板材料不能將離子引入基板去，由如此之構造差異，此特願平 7-40182 所記載之濺射裝置是不可能提高層差覆蓋性的。

圖式說明(元件符號說明)

圖 1 是表示本發明之第 1 實施形態中相關之濺射裝置圖。

圖 2 是第 1 實施形態中，相關第 1 變形例說明圖。

圖 3 是第 1 實施形態中，相關第 2 變形例說明圖。

圖 4 是第 1 實施形態中，相關第 3 變形例說明圖。

圖 5 是第 1 實施形態中，相關第 4 變形例說明圖。

圖 6 是第 1 實施形態中，相關第 5 變形例說明圖。

圖 7A、B 是表示各種以往濺射裝置、及標板附近有外加正電壓零件之濺射裝置電漿電位分佈圖。

圖 8 是表示使用不平衡磁石之濺射裝置及由不平衡磁石所成之磁場分佈圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (11)

圖9是圖8濺射裝置之標板與下部接地零件間之電阻及標板與側邊接地零件間之電阻說明圖。

圖10是使用不平衡磁石離子與反射板之本發明濺射裝置(第1實施形態中相關第6變形例)圖。

圖11是表示在圖10濺射裝置之離子反射板外加電壓 V_{IR} 與在離子反射板流動之電流 I_{IR} 關係圖。

圖12A、B、C是表示在圖10濺射裝置之離子反射板緩緩外加正電壓時，電位分佈變遷圖。

圖13A、B是表示持續圖12C之相同電位分佈變遷圖。

圖14A、B、C是表示針對離子反射板長度 L ，離子反射板內面積 SA_{IR} 、外加離子反射板之實效電壓 VE_{IR} 與基板電流 I_w 之關連性圖。

圖15A、B、C是表示本發明第2實施形態中相關DD製程之工程斷面圖。

圖16A、B、C是持續圖15C之相同DD製程之工程斷面圖。

圖17是表示針對離子反射電壓 V_{IR} 之基板電流密度 ID_w 之關連性圖。

圖18A、B、C是表示爲了說明在銅本身維持濺射中，由引入銅離子到基板提高銅膜層差覆蓋性理由之圖示。

圖19A是表示將離子反射板電壓 V_{IR} 當作參數進行濺射成膜之實施態樣圖，圖19B、C是相同試驗之結果，各各基板中心部及基板端部中，底部側銅之合計量 Mbs 與電壓 V_{IR} 之關連性圖。

五、發明說明 ()

等構件收容在存儲體(圖中未顯示)內。

在處理室2中，爲了供應氫等處理氣體，連接有氣體供應機構GM、與爲了排出處理室2內氣體之排出機構EM。又，在處理室2中，內藏搬運機構之搬運室(圖中未顯示)藉著閘式閥連接。基板1是由該搬運機構對載置台3接送，即，由如此搬運室，在搬運室中接續其它存儲體內將已行過成膜或刻蝕等處理之基板1，於真空中搬運，使在本存儲體內可以連續處理。」

載置台3之周圍中，配設有爲了將基板1密著固定在載置台3之圓形環狀夾9，夾子9是藉著支持體10安裝到升降機11上，由此來驅動升降。在夾子9中連接第1直流電壓源8，爲了在基板1引入離子可以外加必要之直流負電壓。夾子9與下部接地零件6是由第1絕緣構件12a來絕緣，夾子9與支持體10是由第2絕緣構件12b來絕緣。

將基板1搬運到載置台3載置之後，由升降機11將支持體10降下，夾子9與基板1在端部接觸，在基板1上外加負電壓之同時提高基板1與載置台3之密著性，自夾子9外加直流負電壓到基板1之場合，基板1表面必須是導電體。

如銅膜或鋁膜等，在因離子衝撞以致基板溫度上昇而易於形成引起凝集之金屬膜場合，所期望的是，如圖1所示般，使用有冷卻基板機能之載置台3。在圖1中是表示在載置台3內由冷媒13之流動，使基板冷卻之構造。在此構造中，藉著夾子9可以提高基板1與載置台3之密著性，可以使基板1有效的冷卻。

五、發明說明 (¹⁴)

爲了更有效使基板1冷卻，如圖1所示般，也可以在載置台3上再設置靜叉柱板14，由此，只有夾子9之場合也可以提高基板1與載置台3之密著性，有可能更有效的使基板1冷卻，又，僅有叉柱板14(只有靜電力)，在載置台3上支持基板1之場合，與由夾子9用機械支持之場合不同，可以防止導致灰塵原因的剝落薄膜產生。

標板4是用有冷卻水管15之包裝板16(室之上壁)支持，由裡面冷卻，包裝板16是由第3絕緣構件12c與處理室2隔絕，又，標板4是與第2直流電壓源17連接，第2直流電壓源是爲了標板4在濺射中必須外加之直流負電壓「(比往基板1之負電壓絕對值大)」，可以由電力、電壓、或是電流來控制。

離子反射板5是在處理室2內最接近標板之零件，其間之最近距離是1~5厘米。電漿放電後在標板4附近有許多離子存在，此等離子很容易吸著接地零件。離子吸著接地零件時，則對基板1之浮游離子集聚率會降低，然而，對此等不適合之場合，可以由本實施形態，選擇最接近標板4之零件爲離子反射板5就可以解決。同時，如後述般，離子反射板5不必要是最近零件，離子反射板5是連接第3直流電壓源18，是爲了在反射離子板中反射離子之必要外加正電壓。

磁石7是一對S極磁石7之S與N極磁石7之N極所構成，「磁石7是於後述之態樣中，可望在處理室內形成在標板4表面捕捉電漿中之電子而閉鎖磁場，與將電漿中之電子指

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

向下部接地零件6之發散磁場。」可以使磁石7回轉機構(圖中未顯示)回轉，如此標板4表面磨蝕領域擴大，可以回轉磁場强度高之領域。

氣體供應機構GM是含有減壓閥、流量調整器及開關閥(圖中未顯示)，至少有一種類以上之氣體可以供應到處理室2內。

接著，說明使用如上述構成濺射裝置之銅膜形成方法。在該方法中，標板4是以銅為主成分。

首先，由排氣機構將處理室2之氣體排到所定之壓力後，由氣體供應機構將少量之氬氣送入處理室2，「再自第2直流電壓源17將必要放電之電力投入標板4使產生放電，產生氬氣之電漿。接著馬上關閉開關閥停止供應氬氣，使移入銅本身維持放電。標板4是由氬離子受到衝撞，自標板4放出成膜材料銅，所放出之銅是由磁場在標板4表面附近所捕捉之電子激起，而使離子化。」

另一方面，在基板1由第1直流電壓源8藉由挾子9外加負電壓，其結果，由標板4放出之銅離子一部分是在基板1側加速，對基板1之表面有可能變成略為垂直地入射，即，可能變成指向性高之銅濺射。然而，在此狀態下，銅離子數並非十分充足，無法提高層差覆蓋性。

再者，在本實施形態成膜處理中，是由第3直流電壓源18外加正電壓到離子反射板5中，其結果，由標板4所放出之銅離子中，在處理室2之側壁飛來之物以反射板5來反射，在基板1側加速。即，如在基板1直接可入射般放出銅

五、發明說明(¹⁶)

離子，也可能由反射板5所反射而入射到基板1中。

圖22所示以往之濺射裝置場合，飛到處理室83側壁之銅離子因是在接地之第1及第2防著板89、90中衝撞消失，所以不能寄望其成膜，因此，根據圖1所示之濺射裝置的話，與圖22所示之以往濺射裝置相比，對基板1表面略為垂直地入射銅離子數可以增加，由此，可以改善在基板表面之覆蓋性(在基板端中成膜形狀之非對稱性、在接續孔之層差覆蓋性)。關於接續孔中之層差覆蓋性在第2實施形態中會具體說明。

以下，說明有關本實施形態之變形例。

在本實施形態中，是顯示引入離子到基板1之機構，為藉由挾子9外加直流負電壓到基板1之機構，然而，如圖2所示般，自RF(高頻率)電源20藉由整合器21將RF電力投入載置台3，也可以外加負電壓到基板1之機構。「此場合，由適當選擇RF電力之頻率數，在基板1表面積蓄比離子質量輕之電子，由此可以在負電位(本身直流負電壓)上偏壓(因是公知的，所以簡單地說明)」又，圖中22是靜電叉柱電極、12d是表示第4絕緣構件，靜電叉柱電極22是連接直流電源(圖中未顯示)。

又，如圖3所示般，由脈衝狀直流負電壓電源23，也可以將波形為脈衝狀之直流負電壓外加到載置台3，使基板1表面在負電位上偏壓之機構。此場合，與圖2所示將RF電力投入之場合不同，不必連接整合器，可以降低裝置成本。

五、發明說明 (17)

圖2所示將RF電力投入機構，或圖3所示外加脈衝狀直流負電壓機構之場合，可以得到下面之優點。首先，靜電叉柱極22爲了支持基板1，在基板表面不必直接接觸到挾子9，可以減少灰塵。又，連接電源20、23之載置台3雖需要導電性，但是與使用挾子9機構之場合不同，「基板表面雖爲絕緣體但也可以在負電位偏壓。」

又，由鈦、鉭、鎢、鉕等高融點金屬或其氮化物形成膜之場合，也可以設置加熱基板1之加熱機構，圖4中，是表示有此加熱機構之濺射裝置重要部分，即，在載置台3上配設有由熱傳導率低材料所成之下側構件24，在其上，在內部配設有由靜電叉柱電極22及加熱電極25之熱傳導率高材料所成之上側構件26。根據此加熱機構的話，基板1與上側構件26於密著狀態下可加熱基板1，因基板1之加熱效率可以很高，所以由加熱可以很容易提高膜密度。

磁石7之S極磁石7S及N極磁石7N之標板方向的磁束密度也可以各各不同，由此，可以變形電子關閉領域，磁場與標板電壓間無拘束，自標板4所放出之浮游離子，可以在電漿中增加。因此，在基板1外加負電壓引入標板材料之離子數可以更爲增加。

在本實施形態中，在處理室2內將最接近標板4之零件做爲離子反射板5，「然而，標板4與離子反射板5之間的間隙中，爲了防止電弧放電，如圖5所示般，在離子反射板5之上部也可用地線遮蔽27來代替」此場合，在電漿所曝露之地線遮蔽27的面積以盡量減小爲宜。

五、發明說明 (¹⁸)

在本實施形態中，離子反射板5數為1個，然而，如圖6所示般，將離子反射板5分成2個離子反射板5a、5b，並且直流電壓源18也分成2個直流電壓源18a、18b，在2個離子反射板5a、5b中也可以各各獨自外加正電壓，如此增加離子反射板數，在各離子反射板調整外加正電壓值的話，入射基板離子之方向可以容易調整。具體的說，配線溝或接續孔之內面全體中膜厚可以很容易均一製得，或是配線溝或接續孔之側面膜可以很容易得到比溝底面膜厚更厚。

本發明人由檢討得知，因由離子反射板增加標板材料之離子，能有效提高標板電流密度，然而，增加標板電流密度之場合，有成膜速度變得過快之問題，在如此場合，標板與基板間之距離擴大較好。

其次，是有關理想的提高本發明之效果，在離子反射板外加正電壓之構造、方法的說明。

在以往之濺射裝置中，標板上外加負電壓引起放電之場合，陰極的標板上流通離子電流，陽極之標板附近之接地零件中流通電子電流，此場合之陰極/陽極間之電位分佈如圖7A所示。

另一方面，在標板附近有外加正電壓之接地零件時，電漿中之電子是以正電壓零件之靜電力來吸付，正電壓零件變成陽極。此場合之陰極/正電壓零件間之電位分布如圖7B所示。與圖7A比較可知，只有外加正電壓零件之正電壓Va電位分布為只有正方向移動而已，此場合，與以往之濺射裝置相同，陽極之正電壓零件電位是比電漿電位低，

五、發明說明 (19)

離子為以正電壓零件向基板反射而不引起軌道變化，與以往之濺射裝置之接地零件相同會吸著、消滅離子。因此，如圖7B所示般，在電位分佈所成之濺射裝置中，彎曲離子軌道到基板之離子數不會增加。

在此本發明中使用未平衡磁石來控制電漿中的電子分佈，未平衡磁石是在標板側邊由一對S極和N極相向之磁石所成，S極和N極之磁束密度為各各相異者。

例如，如圖8所示般，使用N極之磁束密度比S極高之環狀磁石7mg1、7mg2時，「由自N極向S極形成環狀之磁力線關閉磁場MF1時，會產生自N極發散磁力線所形成之發散磁場MF2。自N極向S極閉鎖磁場MF1之中，電子為關閉，標板4附近之電漿密度提高」另一方面，自N極發散磁場MF2是如將電漿中之電子拉離般活動，在此，由調整各各環狀磁石7mg1、7mg2之磁束密度或配置，能伸長向處理室2之下部接地零件6發散磁場MF2。

又，構成未平衡磁石之磁石形狀並不限定是圓狀，又，在此，下部接地零件6是在處理室2內之下部設置有接地零件，但重要的是在標板4下方設置有接地零件，於是例如也可以在處理室2內之中央部設置接地零件。

使用如此未平衡磁石、發生輝光放電時，在處理室2內沿著發散磁場MF2，電子變多可以分佈電子。為此，如圖9所示般，將標板4/下部接地零件6間之電氣抵抗R2（以下電氣抵抗簡稱為電阻），可以比標板4/側部接地零件19間之電阻R1小，陰極可以由標板脫離做為下部接地零件，「在

五、發明說明 (20)

此，側部接地零件19是將離子反射板5對應在接地狀態中。」

如此，使用未平衡磁石與離子反射板5之本發明濺射裝置如圖10所示般，首先，同裝置中，在離子反射板中外加電壓 V_{IR} 與在離子反射板流動之電流 I_{IR} 之關係如圖11所示。

增加離子反射板5之外加正電壓時，電漿中之電子緩緩地流入離子反射板5，不久飽和，此是由發散磁場MF2流向下部接地零件6之電子為以離子反射板5之靜電力引入，緩慢流向反射板5。因此，即使使用未平衡磁石之場合，在離子反射板5外加正電壓的話。不久離子反射板5也變成陽極。

在離子反射板5緩緩外加正電壓時之電位分佈變遷如圖12A～圖13B所示。

如圖12A所示般，在離子反射板5外加電壓(V_{IR})為0之場合，電漿電位 V_p 是與圖7A顯示般無變化，如圖12B所示般，將電壓 $V_{IR}(=V1)$ 變大時，與離子反射板5之電位與電漿電位之差變小。圖12C所示般，電壓 $V_{IR}(=V2)$ 變得大時，離子反射板5之電位比電漿電位大。在此階段中，或陽極之一部份因是下部接地零件6，所以電漿電位 V_p 幾乎沒有增加，在離子反射板5可以外加實效電壓(離子反射板電壓 V_{IR} -電漿電位 V_p 所定義之電壓，此值比0大之電壓)。離子反射板5之電位與電漿電位之差，即由緩緩增加電場，離子軌道彎曲到基板1之離子數可以增多。

圖13A所示般，離子反射板5之電壓 $V_{IR}(=V3)$ 再變大

五、發明說明 (²¹)

時，只有離子反射板5變成陽極，然而，圖13B所示般， $V_{IR}(=V_4)$ 雖比 V_3 變得更大，也只有增加部分與電漿電位 V_p 共同移向正方向，將離子軌道彎曲之電場並無變大，即，如圖11及圖17所示般，離子反射板5之電壓 V_{IR} 之增加同時基板1之電流 I_w (在圖17中所示之電流密度)也增加，但流向離子反射板5之電流於飽和後，電壓 V_{IR} 再變大，電流也成飽和狀態。

再者，根據本發明人之研究，可知成膜速度在實用上可以抑制到無問題之範圍，並且向基板1之離子聚集率爲了提高，構成零組件(離子反射板5之至少一部分是包含圓筒部分)之尺寸如下述般設定在所定之範圍內就可以。

即，基板1之直徑、標板4之直徑、標板4・基板1間之距離、及離子反射板5之圓筒部內徑各各設定成 D_a 、 D_b 、 D_c 、及 D_d 時，則設定成能滿足 $D_a \leq D_b \leq 5D_a/2$ 、 $3D_a/4 \leq D_c \leq 5D_a/2$ ，且 $D_b \leq D_d \leq 5D_b/3$ 之關係，如此，幾何學構造可以將成膜速度抑制到實用上無問題範圍，且向基板1之離子聚集效果可以提高。

如此，圓筒形離子反射板5之內徑在標板直徑的 $5/3$ 倍之內的話，爲了離子能有效反射，離子反射板5之圓筒部內徑 D_d 上限要決定，在此，標板4之直徑 D_b 是暴露在電漿部分之直徑，接地遮蔽27或離子反射板5是不含覆蓋重疊部分，又，此關係是使用圓形基板1、圓形標板4場合的關係，長方形基板、長方形標板之場合，離子反射板至少有一部分爲四角筒，長邊與短邊各各適用於 D_a 、 D_b 、 D_d ，

五、發明說明 (²²)

上述關係也可能成立，此時Dc.之下限為基板之短邊，上限也能適用為基板長邊。橢圓形之場合，離子反射板至少有一部分是成為橢圓形筒，長邊與短邊徑同樣也可以適用。

又，根據本發明人之實驗時，可以明白離子反射板5之長度是與基板1之到達確率有密切關係。由本發明之濺射裝置，控制未平衡磁場的話，離子反射板5可以外加實效電壓，其結果為到達基板1之中性粒子數即使與以往相同，到達基板1之離子數也比以往多。

在此反射板5外加實效之電壓，也是依賴離子反射板5之長度，其理由是未平衡磁石之發散磁場MF2即使調整向下部接地零件6延伸，離子反射板5與下部接地零件6間之距離較近時，不可以在離子反射板5外加實效電壓，因已經作為陰極結合。又，離子反射板5長度為較短時，飛來離子之離子反射板5內面積(離子反射板內面積)因為減少，所以使軌道彎曲之離子數會減少。

圖14A、B、C是表示，針對離子反射板5長度L，離子反射板內面積 SA_{IR} 、在離子反射板中外加實效電壓 VE_{IR} (實效離子反射板電壓)及基板電流 I_W 之相關性。如圖示般，隨著離子反射板長度L之增加，離子反射板內面積 SA_{IR} 雖也增加，但相反的，實效離子反射板電壓 VE_{IR} 則減少，因此離子反射板長度L即使變長，或是變短基板電流 I_W 是減少。總之，在離子反射板長度L中有適當之使基板電流 I_W 增加之長度。

23
五、發明說明 ()

再者，根據本發明人之銳意研究，使用含圓筒部分之離子反射板5之場合，基板與濺射標板之距離定為 D_c 、離子反射板長度定為 L 時，不能滿足 $D_c/5 \leq L \leq 5 D_c/6$ 之不等式，所以可以有效增加基板電流，因此，與先前之結果合併，使用含圓筒部分之離子反射板之場合，以具有如 $D_a \leq D_b \leq 5 D_a/2$ 、 $3 D_a/4 \leq D_c \leq 5 D_a/2$ 、 $D_b \leq D_d \leq 5 D_b/3$ ，且 $D_c/5 \leq L \leq 5 D_c/6$ 之裝置構成較好。

又，離子反射板5之位置是期望放在標板4之附近，為何呢，因銅等質量數大之原子的離子，因電場而改變軌道者較小，因此擴大標板4與基板1間之距離，且將離子反射板5配置在標板4附近的話，質量數大之原子的離子，即軌道變化小之離子也可以到達基板1。

同時，基板1之形狀並不要非常的圓，即，也可以有定位平面或有V型刻痕之基板(晶元)，又，標板4之形狀與基板1相向部分是圓的也可以。

[第2實施之形態]

在本實施形態中，是使用第1實施形態中說明之裝置，說明有關銅配線之金屬鑲嵌製程，圖15A～圖16C中，是表示銅配線製程之步驟斷面圖。

首先，如圖15A所示般，在矽基板上，形成第1層絕緣膜32、下層配線33、第2層絕緣膜34，下層配線33是也可以與後述之銅配線(上層配線)相同由金屬鑲嵌製程來形成，或是也可用其它方法來形成，下層配線33是有銅配線、鋁配線、或鎢配線。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明()

其次，如圖15B所示般，在第2層絕緣膜34中形成連接下層配線33之接續孔35及配線溝36。其次，如圖15C所示般，在接續孔35及配線溝36之內面，形成爲了防止向第1及第2層絕緣膜34中之銅擴散之壁障金屬膜37。壁障金屬膜37例如是氮化鈮膜之單層膜、鈮膜/氮化鈮膜之積層膜、或是鈮膜/氮化鈮膜/鈮膜之積層膜。

其次，如圖16A所示般，使用在第1實施形態中說明等之裝置，爲了銅電解電鍍之銅種子層38在壁障金屬膜37上形成，之後，如圖16B所示般，如埋藏接續孔35及配線溝36之內面般由銅電解電鍍全面形成銅膜39，然後，如圖16C所示般，將接續孔35及配線溝36之外部銅膜39由CMP來除去，而完成銅之DD配線。

本實施形態中，使用本發明之濺射裝置形成銅種子層，由後來之銅電解電鍍將配線溝等埋藏，然而使用本發明之濺射裝置形成銅層，由後來之加熱步驟使銅回流也可以埋藏。

又，本發明也能適用於，將第1銅膜與第2銅膜分成2段進行回流方式中之第1銅膜，再者，本發明也可以適用於Cu-CVD中之銅種子層。再者本發明更可以適用於，不僅在DD配線，只將溝埋藏形成銅單次元(single dimension; SD)之配線，也能適用於只有埋藏接續孔銅塞頭之形成。

以下，適用本發明步驟之圖16A銅種子層38形成步驟之相關說明。

首先，由在工具組內藏之搬送機構，在真空中將矽基板

五、發明說明(²⁵)

31搬送到如圖1所示之濺射裝，其次，將矽基板31搬送到由冷媒13冷卻之載置台3上後，下降支持體10使挾子9與矽基板31接觸，又，在靜電叉柱板14外加電壓，使矽基板31與載置台3密著。

其次，由氣體供應機構GM供應作為濺射氣體之氬氣，又，在離子反射板5外加正電壓之同時，在標板4外加負電壓使發生放電「生成氬氣之電漿。」其次，停止氬氣之供應後，由第1直流電源8藉由挾子9外加直流負電壓到矽基板31。

以往之濺射裝置中，針對矽基板31表面斜斜地入射濺射粒子很多，層差覆蓋性低，針對此，如本實施形態，在矽基板31上外加負電壓將正帶電之銅離子在基板表面上垂直引入，提高指向性，可以提高層差覆蓋性。

在濺射處理中供應氬氣場合，除了銅離子之外尚有氬離子存在，因此，在矽基板31上外加負電壓時氬離子也在基板表面上垂直引入，將矽基板31上所形成之銅種子層38進行物理蝕刻，氬離子在銅種子層38進行物理蝕刻時，因物理所蝕刻之銅再付著在接續孔35之內面，所以在接續孔35之側面銅種子層38之厚度可以增加。

然而，原來以往之濺射入射到接續孔35底面之銅粒子數很少，為此，氬氣供應量多時，由於氬離子之存在，銅之物理蝕刻速度使銅堆積速度提高，接續孔35底面之銅種子層38有無形成之場合存在。

再者，在矽基板31上外加負電壓，加速之氬離子因衝撞

五、發明說明 (²⁶)

基板而發生熱，氫量多時，基板溫度會上昇。銅是容易凝聚之材料，基板溫度上昇時銅就不能成膜，而成島狀分離。爲了銅電解電鍍，使用銅種子層38之場合，銅膜之凝聚有塞住接續孔35開口之部問題，或有招致分離銅種子層38而成爲失去通電問題之原因。

再者，多供應氫氣之場合，在銅種子層38中混入氫氣則膜質下降。在銅種子層38中安置之氫會抑制結晶粒子之成長，使銅配線之可信賴度下降，又，爲了由退火除去銅種子層38中之氫有必要高溫，會引起銅擴散到第1及第2層絕緣膜32、34、或矽基板31之問題。

在此實施形態中，供應氫引起放電後，停止氫之供應，只有銅離子持續放電，調整銅標板之電壓・電流及磁場條件的話，即使停止氫氣也可以很容易持續本身放電。

在本實施形態中，利用銅之容易引起本身持續放電性質，可以抑制或排出氫氣可能有之惡影響，總之，停止供應氫氣的話，由其後之物理蝕刻或昇高溫度可以使氫離子沒有惡影響，可以在矽基板31上只有銅離子有很好之指向性引入。

本身維持放電中，在銅標板表面由磁場形成高密度電漿領域，由此磁場所關閉之電子是爲了銅之電離，此時，電漿是分成，由磁場與標板電壓所拘束之銅離子所成之標板附近之高密度電漿領域，與自浮游銅離子所成標板分離之低密度電漿領域。

在矽基板31上由標板4外加「絕對值小的」負電壓之場

五、發明說明(²⁷)

合，高密度電漿領域中之銅離子因是在標板4負電壓中拘束，所以不能在矽基板31上引入，相反的，在矽基板31上由標板4外加「絕對值大的」負電壓場合，高密度電漿領域中之銅離子雖會被拉拔，但決定之標板4電壓、電流、及磁場條件若不能滿足本身維持放電條件則放電會在中途切斷。

即，在矽基板31中引入之銅離子主要是浮游之低密度電漿領域中之銅離子，因此爲了維持本身放電，有必要在矽基板31中調整有適當範圍之外加負電壓值。

然而，在低密度電漿領域中之銅離子數少，對中性銅粒子量寄望成膜之銅離子量比率低，因此對成膜形狀所及之銅離子效果並不大，再者，在電漿中暴露領域爲接地防著板之以往濺射裝置中，在低密度電漿領域多數浮游銅離子會被接地零件吸著，因此在矽基板31上引入之離子數變少。

針對此點，在本發明之濺射裝置中，電漿中暴露領域爲外加正電壓者爲離子反射板5，因此帶正之銅離子是由反射板5反射，外加負電壓之矽基板31可以將聚集率良好之銅離子聚集。

圖17是表示，增加在離子反射板5外加電壓 V_{IR} 時，基板電流密度 ID_w (在基板中流通之電流對基板面積之比率值)的1個例子。離子反射板電壓 V_{IR} 變大，已知基板電流密度 ID_w 就增加。銅本身維持濺射之場合，在基板外加負電壓所引入之離子只有銅離子而已，在基板所流通之電流是銅離子電流，即，基板電流密度之增加是入射基板中之銅離

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(²⁸)

子數之增加，因此，在離子反射板外加正電壓時可以增加具有指向性之銅離子數，層差覆蓋性可以提高。

又，根據本發明人之研究時，已很清楚由銅離子效果在基板形成之銅膜爲了提高層差覆蓋性，有必要由銅離子調整基板電流密度在 $4.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上、成膜速度在 $10\text{nm}/\text{s}$ 以下。

如本實施形態，在矽基板31上外加負電壓，且在電漿上暴露領域設置有外加正電壓之離子反射板5場合，在矽基板31可以增加引入銅離子，在接續孔35及溝36的內面(側面及底面)全體可以形成覆蓋性良好之銅種子層38，再者，因氬而上升之溫度也少，所以銅會凝聚，能確保之後的爲了銅電解電鍍之電傳導。

用圖18A、B、C，在基板引入銅離子之場合，說明相關之提高層差覆蓋性之理由。

首先，如圖18A所示般，銅離子52是在基板外加負電壓(基板負電壓)爲了垂直入射基板表面，在接續孔51之底面可以形成銅膜，又，符號53是表示中性銅粒子。

再者，如圖18B所示般，在基板調整外加負電壓時，將銅離子52在接續孔51之底面所形成之銅膜54進行物理蝕刻，爲了由此排開之銅再付著到接續孔51之底部側面，接續孔51之底部側面可以增加銅之膜厚。

又，如同圖18B所示般，由斜斜入射之中性銅粒子在接續孔51之開口部形成突出部55，但銅離子將此突出部55再濺射，將擠出部分行物理蝕刻。因所蝕刻之銅再付著接續

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (29)

孔51之側面，所以接續孔51側面之銅膜厚度增加。

因此，如圖18C所示般，進行突出部55之蝕刻時，因濺射粒子之入射估計角擴大，所以入射到接續孔51內部之粒子53數增多。

其次，說明有關使用本發明之濺射裝置，調整接續孔側面與接續孔底面覆蓋量之方法。有關此方法進行下面之實驗。

「首先，將離子反射板5之電壓 V_{IR} 當成參數行濺射成膜，實效基板電壓 V_{EW} (電漿電位與基板電位差)設定一定值-185V，在此，如圖19A所示般，針對開口徑0.25微米、深度0.85微米之接續孔61，在接續孔61外側平坦部中銅膜62之厚度定為100毫米，如此，測定接續孔61之底面61b覆蓋之銅量Mb，與由底面61b到接續孔61之深度d之一半為止的側面61s覆蓋銅量Ms之合計量Mbs。」

在圖19B、C是表示各各基板中心部及基板端部中，底部側銅合計量Mbs與離子反射板5之電壓 V_{IR} 間之關係。在圖19B、C中，合計量Mbs是用以往之濺射裝置的長緩濺射裝置所形成之基板中心部銅量來規格化。

「如圖19B、C之線圖式所示般，電壓 V_{IR} 即使為零之場合，也比使用以往之濺射裝置之場合，其合計量Mbs較大，然而，依電壓 V_{IR} 變大到某種程度，底部側銅合計量Mbs增大。但是，電壓 V_{IR} 為100V以上，如上述說明般，為了離子反射板5變成陽極，合計量Mbs幾乎不增加。因此，可望將電壓 V_{IR} 調整在離子反射板5不變成陽極之程

五、發明說明 ()

度。」

「其次，實效基板電壓 VE_w (電漿電位與基板電位差)當成參數進行成膜，離子反射板電壓 V_{IR} 設定一定值100V，在此，如圖20所示般，針對開口徑0.25微米、深度0.85微米之接續孔61，在接續孔61外側平坦部中銅膜62之厚度作成100毫米，如此，分別測定接續孔61之底面61b所覆蓋之銅量Mb，與由底面61b到接續孔61之深度d之一半為止的側面61s覆蓋銅量Ms，同時算出此等之合計量Mbs。」

在圖20B、C是表示各各基板中心部及基板端部中，底面銅量Mb、側面銅量Ms及底部側銅合計量Mbs與實效基板電壓 VE_w 間之關係。在圖20B、C中，量Mb、Ms、Mbs是用以往之濺射裝置的長緩濺射裝置所形成之基板中心部銅量來規格化。

如圖20B、C之線圖式所示般，實效基板電壓 VE_w 之絕對值即使增加合計量Mbs幾乎也不增加，即，可知在合計量Mbs之增加是將離子反射板5之電壓 V_{IR} 當成參數為有效，再者自同圖中，實效基板電壓 VE_w 之絕對值增加，底面銅量Mb就減少，側面銅量Ms增加，此如圖18A、B、C說明般，由接續孔之底面銅離子之物理蝕刻，則因再付著到接續孔之底部側面。即，可知底面銅量Mb與側面銅量Ms之比可以由實效基板電壓 VE_w 來調整。

上述原理在其它材料中也相同，例如覆蓋凹部內面全體之重要電鍍種子之銅、壁障金屬之氮化鉬或氮化鈦、W-CVD之族群層的氮化鈦等，以提高實效基板電壓之絕對

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

編

五、發明說明 (31)

值，底面與底部側面之膜厚比也調整相同較好。又，將矽與矽化反應所引起之接觸電阻下降，鈦或鈷等高融點金屬是以下降實效基板電壓之絕對值，來增加底面膜厚之方法為佳。

「其次，有關離子反射板5之電壓 V_{IR} 及實效基板電壓 VE_w 當成參數、對稱指標 SYM (接續孔之底部右側面與左側面之銅量不同)，進行濺射成膜。離子反射電壓 V_{IR} 當成參數之場合，是將實效基板電壓 VE_w 設定在一定值-185V。實效基板電壓 VE_w 當成參數之場合，是將離子反射電壓 V_{IR} 設定在一定值100V。在此，如圖21A圖所示般，針對開口徑0.25微米、深度0.85微米之接續孔61，在接續孔61之外側平坦部中銅膜62之厚度作成100毫米，如此，分別測定由底面61b到接續孔61深度 d 之一半為止的右側面61r及左側面61l各各覆蓋銅量 Mr 、 Ml ，算出對稱指標 $SYM = Mr/Ml$ 或 Ml/Mr ，在此，對稱指標 SYM 是銅量 Mr 、 Ml 之中，以大的除以小的值。」

圖21B、C是表示各各對稱指標 SYM 對離子反射電壓 V_{IR} 之關係，及對稱指標 SYM 對實效基板電壓 VE_w 之關係。在圖中， $L1$ 、 $L2$ 是表示各各基板中心部及基板端部之特性。

在大部分濺射裝置中，堆積膜之分段有效範圍在基板端部變為非對稱，尤其分離標板與基板間之距離的長緩濺射裝置中上述之非對稱更是明顯。本發明之濺射裝置中標板與基板間之距離也分得很開，在實驗中統一為300厘米。

如圖21B所示般，在本發明之濺射裝置中離子反射電壓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

V_{IR} 為 0V 時，仍然分段有效範圍雖為非對稱，但電壓 V_{IR} 在 50V 以上時幾乎變成對稱。再者，如圖 21C 所示般，實效基板電壓 VE_w 在 -135 V 則右側面之銅量變多，在 -185 V 則左側面之銅量變多，此由離子物理蝕刻右側面之銅則再付著在左側面，即，使用本發明之濺射裝置，調整實效基板電壓的話，可以得到對稱成膜形狀。

又，在離子反射板 5 中外加實效電位(離子反射板之電位-電漿電位 > 0 時之電壓)，正離子是在正電位反發之電漿中壓回，總之，陰極(標板 4)中也入射反射離子。陰極負電壓是在陰極附近維持放電所必要之保持正離子數，然而，反射離子因是直接入射到標板 4，所以即使陰極負電壓之絕對值變小也能維持放電。

成膜速度是由離子數與標板/電漿間之電場來決定，離子數與電場大時，成膜速度變大，總之，使用離子反射板 5 的話，因為陰極電壓絕對值會下降，所以衝撞標板之離子數保持同樣也可以抑制成膜速度變得不過快。又，在成膜途中或調整離子反射板 5 中外加正電壓值，調整在基板 1 之外加負電壓，有可能控制更有效之層差覆蓋性。

又，在成膜途中以供應氬氣調整物理蝕刻量，可以調整所期望之縱橫比的接續孔內面膜厚。又，氬或氫等質量數小之氣體也可以供應，質量數小的原子物理蝕刻能力低，不僅可以抑制接續孔底部之物理蝕刻，即使在易於本身維持放電不安定之低電力，也可以使放電安定化。

[第 3 實施形態]

五、發明說明()

在本實施形態中是說明使用第1實施形態所說明過之濺射裝置，有關之鈦膜形成方法。

鈦是在半導體裝置中用得很廣之材料，在本實施形態中是說明關於在基板上形成層間絕緣膜之接續孔開口，在此接續孔之底面形成厚的鈦膜方法。

首先，準備在基板上形成有接續孔之層間絕緣膜之試料，將此試料在真空中搬送到在第1實施形態說明過之圖4有載置台構造之濺射裝置去，其次，將試料搬送到由加熱電極22昇溫之上側構件26上之後，外加電壓到靜電叉柱極22，在上側構件26上密著試料，同時由加熱電極25加熱試料。

其次，由氣體供應機構將作為濺射之氣體氬供應到處理室2內，在離子反射板5中外加正電壓，在標板4上外加負電壓，使產生放電。其次，在試料上外加RF電力。

在本實施形態中，為了基板表面覆蓋層間絕緣膜，為了藉由整合器21將RF電力投入基板，如前述般，在基板上誘起本身直流負電壓。因此使用挾子9在基板上外加直接直流負電壓，可得與第2實施形態同樣效果。此時調整RF電力值，可以調整基板上誘起之直流負電壓值。

鈦之場合，與第2實施形態說明過之銅不同，為了維持本身放電，有需要高的標板電壓值及電流值、以及在標板表面有高的磁束密度。

如此為了保持高的標板電壓值及電流值，有必要大的電源輸出，又為了得到高的磁束密度，有必要大的磁石，因

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

此，爲了實現能維持鈦之本身放電之濺射裝置，有需要花費很大裝置成本之問題。

在此，於本實施形態中，爲了能安定化便宜之濺射裝置放電，則供應微少量之氬氣，在此場合，調整可安定維持放電之最小限度氬氣量，且調整標板電流密度在 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上時，氬離子對自標板材料所成離子之比率可以增加，因此，在基板上外加負電壓，將自標板材料所成離子引入基板去，可以改善層差覆蓋性。

在此如上述般，標板電流密度變大時成膜速度變快，很難形成控制性良好之鈦薄膜，然而，如第2實施形態般，在使用離子反射之本發明濺射裝置中，由外加離子反射板正電壓，可以用標板電流密度獨立控制標板電壓，即，由增加鈦離子調整標板電流密度，可以降低標板電壓來調整有控制性領域之成膜速度。

又，如本實施形態，若有維安定放電之可能最小限度氬氣量的話，可以抑制在基板上之鈦膜物理蝕刻，再者，如本實施形態般積極在基板1加熱之濺射場合，由氬離子之基板衝撞而昇高溫度並不會有惡劣影響，再者或是，爲了在基板1加熱，在成膜過程中氬氣化後，爲了放出鈦膜外，在鈦膜中殘留之氬量也抑制到低水準。

如第2實施形態說明般，電漿是分成在鈦標板近傍拘束之鈦離子或氬離子所成之高密度電漿領域，與浮游鈦離子或氬離子所成之低密度電漿領域，由基板負電壓引入之鈦離子大部分是低密度電漿領域之鈦離子。然而在低密度電漿

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

綴

五、發明說明(35)

領域之鈦離子與氫離子之數很少，與成膜所寄望之中性鈦粒子數相比較，其鈦離子比率低，因此，對成膜形狀影響之鈦離子效果並不充足，再者，在電漿暴露領域為接地防著板之以往濺射裝置中，於低電漿領域中浮游之鈦離子為了大部分能吸著在接地零件中，基板引入之離子數變少。

在此，如本實施形態般，設有外加正電壓之離子反射板5場合，正的帶電鈦離子是由離子反射板5反射，可以聚集向外加負電壓之基板1聚集良好之離子，即，如本實施形態般，在基板1上外加負電壓，在電漿暴露領域設有外加正電壓之離子反射板5的場合，在基板1上可以增加引入之鈦離子數。

此時，如上述般將標板4之電流密度定為 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上之電漿中，鈦離子數增加。又，與此同時在基板1中之鈦膜之物理蝕刻效果變低，調整氫供應量或基板負電壓。如此，接續孔之底面鈦膜厚可以變厚。調整在成膜途中之外加離子反射板正電壓值，用調整基板負電壓可以控制較有效果之層差覆蓋性。

又，在成膜途中增加氫之供應量，調整物理蝕刻量，可以控制所期望之縱橫比之接續孔內面之膜厚。取代氫，在處理室2內也可以供應氫或氬等輕元素，因氫或氬是質量數少，對鈦等質量數大之原子其濺射收率低，因此在基板1中抑制鈦膜之物理蝕刻，且如氫或氬般輕元素因運動能小，所以能抑制因衝撞基板而引起之基板溫度上昇，由供應氫

五、發明說明(³⁶)

或氮。也可以確保放電安定性。尤其，氮、氮是活性氣體，鈦之離子化也寄望之，在基板表面中可以提高鈦離子/鈦中性原子比率。

又，在本實施形態中，雖然是說明相關鈦膜之濺射成膜，但是鋁、銨、鉭、鎢等主成分之單一元素所成之膜的濺射成膜也可以適用於本發明，AlCu、AlSiCu等複數元素所成之膜的濺射成膜更可以適用。

[第4實施形態]

本實施形態是說明使用在第1實施形態中說明過之濺射裝置，在銅之DD配線製程中(參考圖15A～圖16C)，有關壁障金屬膜之氮化鉭之形成方法。

爲了防止自配線溝或接續孔之底面或側面的銅配線中之銅擴散到層間絕緣膜中，使用作爲銅壁障金屬膜之氮化鉭膜，是可望在全部配線溝或接續孔之內面形成有良好層差覆蓋性。以下，是可以滿足如此要求之氮化鉭膜形成之詳細說明。

首先，與第2實施形態相同，在矽基板31上，形成第1層間絕緣膜32與下層配線33、及有配線溝36及接續孔35之第2層間絕緣膜34(參考圖15A、圖15B)。

其次，將基板31在真空中搬運到本發明濺射裝置去，在本實施形態中，爲了在加熱形成氮化鉭膜，以降低氮化鉭膜之應力，是使用有如圖14所示之載置台構造之濺射裝置。其次，將基板31搬運到由加熱電極25昇溫之上側構件26上後，在靜電叉柱電極22中外加電壓，在上側構件26上

五、發明說明 (37)

使基板31密著，同時，由加熱電極25加熱基板。

其次，由供應機構將作為濺射氣體之氫、反應氣體之氮氣供應到處理室2去，接著，在離子反射板5外加正電壓，其次在標板4上外加負電壓使產生放電，接著，在基板上外加RF電位。

在本實施形態中，為了基板表面覆蓋層間絕緣膜32、34，自RF電源20藉由整合器21將RF電力投入基板中，此場合，在基板中誘起本身直流負電荷電壓，因此，與用挾子9在基板上外加直流電流負電壓之第2實施形態相同，得到向基板引入正離子之效果。此時，由調整RF電力值可以調整在基板上誘起之直流負電荷電壓之值。

氮化鈦膜之場合，用鈦標板，為了供應作為反應氣體之氮使用化成濺射，與在第2實施形態說明過之銅濺射場合不同，不能本身維持濺射。在此，在本實施形態中，在維持氫及氮混合氣體之安定放電的可能最底限量下而調整氫及氮之供應，此供應氫及氮混合氣體之安定放電的可能最底限量，提高標板電流密度的話，如第3實施形態說明過般，可以增加鈦離子或鈦與氮結合所形成之鈦-氮離子之比率，因此，由基板負電壓將鈦離子或鈦-氮離子引入，可以提昇層差覆蓋性。

在此，增加標板電流密度時，有可能產生成膜速度過快之問題，然而，如第2、第3實施形態說明過般，使用離子反射之本發明濺射裝置，由在離子反射板外加正電壓，標板電壓可以獨自控制標板電流密度。為此，降低標板電壓

五、發明說明()

可以調整有成膜速度控制性之領域。

又，有暴露在電漿領域為接地防著板之以往濺射裝置中，供應氮氣之化成濺射，在低電漿領域，為了大部分之浮游鉍離子或鉍-氮離子、氮離子被吸著在接地零件中，基板上引入離子數變少，然而，如本發明之濺射裝置般，設有外加正電壓離子反射板5的場合，帶正電之離子是自離子反射板5反射，可以聚集向外加負電壓之基板聚集率良好之離子，尤其，使用本發明之濺射裝置之化成濺射中，與以往之化成濺射不同，因為氮離子也可以在基板上有良好之聚集率，所以可提高隔絕性。

在化成濺射中，由供應標板表面氮氣，可分成將氮化之鉍-氮濺射成膜之毒害模式，與自標板材料所成之鉍濺射粒子成膜而在基板上氮化之無毒害模式等2種模式。

一般，毒害模式是隔絕性優、但層差覆蓋性差，相反的，無毒害模式為隔絕性差、但層差覆蓋性優。因毒害模式層差覆蓋性差，為了氮化標板之氮氣不得不大量供應，導致氣體散亂之影響變大，濺射粒子之垂直入射分量減少等。無毒害模式因隔絕性低，所以在基板表面會氮化不足。

然而，使用本發明之濺射裝置時，由離子反射板5與基板之負電壓可以增加引入基板之氮離子，在基板上形成之氮化鉍表面可以有多的氮離子衝撞，因此減少氮氣供應量即使氣體散亂之影響少也可以充分氮化，即，由離子反射板5增加鉍離子或鉍-氮離子數，不僅可以提高層差覆蓋性，同

五、發明說明 ()

時也可以提高隔絕性。

又，在成膜途中，調整在離子反射板5之外加正電壓值，或調整在基板之負電壓，可以有更有效果之控制層差覆蓋性與隔絕性。又，在成膜途中，由增加氫或氮之供應量、調整物理蝕刻量、或氮化量可以控制所期望之縱橫比之接續孔內面之膜厚或隔絕性。

又，在本實施形態中，雖是說明相關之氮化鈦的化成濺射成膜，但使用由鈦、鎢、鉕等材料所成之標板，供應氮氣同樣可以進行氮化鈦、氮化鎢、氮化鉕等之化成濺射成膜。又使用由鈦等材料所成之標板，供應氧氣，也可以同樣進行氧化鈦之化成濺射。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：濺射裝置及成膜方法）

本發明是關於濺射之裝置，濺射裝置是含有收藏半導體晶元之處理室2，在其內部之底部配設有載置台3，在頂部配設有濺射標板4，沿著處理室2之內壁配設有圓筒狀之離子反射板5，在離子反射板5下方配設有包圍載置台3而形成讓電子放掉之路徑的下部接地零件6，在標板4背部處理室2之外側配設有磁石7，標板4及半導體晶元各賦與負電位，離子反射板5則賦與正電位，磁石7在標板4表面上捕捉電漿中之電子閉鎖磁場MF1時，將電漿中之電子引向下部接地零件6而形成發散磁場MF2。

英文發明摘要（發明之名稱：スパッタ装置及び成膜方法）

スパッタ装置は、半導体ウエハを収容する処理室2を含み、その内部の底部にサセプタ3が配設され、頂部にスパッタターゲット4が配設される。処理室2の内壁に沿って円筒状のイオン反射板5が配設される。イオン反射板5の下方でサセプタ3を包囲するように電子を逃がすための経路を形成する下部接地部品6が配設される。ターゲット4の背部で処理室2の外側にはマグネット7が配設される。ターゲット4及び半導体ウエハには夫々負電位が付与され、イオン反射板5には正電位が付与される。マグネット7は、ターゲット4の表面上にプラズマ中の電子を捕捉する閉鎖磁界MF1と、プラズマ中の電子を下部接地部品6へ指向させる発散磁界MF2とを形成する。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

訂

五、發明說明 (12)

圖 20A 是表示實效基板電壓 VE_w 當作參數進行濺射成膜之實施態樣圖，圖 20B、C 是相同試驗之結果，各各基板中心部及基板端部中，底面銅量 Mb 、側面銅量 Ms 及底部側銅之合計量 Mbs 與電壓 VE_w 之關連性圖。

圖 21A 是表示將離子反射板電壓 V_{IR} 及實效基板電壓 VE_w 當作參數，有關對稱指標 SYM ，進行濺射成膜之實施態樣圖，圖 21B、C 是相同試驗之結果，各各對稱指標與電壓 V_{IR} 之關係、及對稱指標 SYM 與電壓 VE_w 之關係。

圖 22 是表示以往之長緩型濺射裝置圖。

符號之簡單說明

1	被處理基板	12d	第 4 絕緣構件
2	處理室	13	冷媒
3	載置台	14	靜電叉柱板
4	濺射標板	15	冷却水路
5	離子反射板	16	包裝板
6	下部接地零件	17	第 2 直流電壓源
7	磁石	18	第 3 直流電壓源
8	第 1 直流電壓源	19	側部接地零件
9	夾子	20	RF(高頻)電源
10	支持體	21	整合器
11	升降機	22	靜電叉柱電極
12a	第 1 絕緣構件	23	脈衝狀直流負電壓電源
12b	第 2 絕緣構件	24	下側構件
12c	第 3 絕緣構件	25	加熱電極

五、發明說明 (12a)

26	上側構件	MF1	閉鎖磁場
27	地線遮蔽	MF2	發散磁場
31	Si 基板	81	基板
32	第 1 層間絕緣膜	82	標板
33	下層配線	83	處理室
34	第 2 層間絕緣膜	84	磁石
35	接續孔	85	包裝板
36	配線溝	86	冷却水路
37	壁障金屬膜	87	絕緣構件
38	Cu 種子層	88	地線護罩
39	Cu 膜	89	第 1 防著板
51	接續孔	90	第 2 防著板
52	Cu 離子	91	第 2 防著板 90 之昇降機構
53	Cu 中性粒子	92	靜電叉柱板
54	Cu 膜	93	載置台
55	突出部	94	冷媒
61	接續孔	95	直流電壓源
62	Cu 膜		

發明之實施形態

以下有關本發明實施形態參照圖面說明，又，以下說明中，關於省略有相同機構及構成之構成要件，是附上相同符號，只有在必要之場合才會重覆說明。

[第1實施之形態]

「圖 1 是表示本發明之第 1 實施形態中有關之濺射裝置

五、發明說明 (12b)

圖。

本濺射裝置是，收容實質的圓形半導體晶元即被處理基板 1，包含為了進行濺射成膜之處理室 2。為了構成處理室 2 之底部，同時載置基板 1，配設有圓形載置面之載置台 3，處理室 2 內之上方配設有與載置台 3 相對之圓形濺射標板 4(以下單以標板稱呼)，沿著處理室 2 之內壁配設有圓筒形狀離子反射板 5，在離子反射板 5 下方位置，有已接地之圓形環狀之導電零件，即下部接地零件 6 配設在處理室 2 內，在處理室 2 之外側、濺射標板 4 之背部配設磁石 7，此

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種濺射裝置，具備有：

處理室，為收容被處理板之氣密室；

支持構件，在上述處理室內支持上述被處理基板；

氣體供應機構，將處理氣體供應至上述處理室內；

激勵機構，藉由在上述處理室中產生放電，激勵上述處理氣體而生成電漿；

濺射標板，面對上述被處理基板，配設在上述處理室內，接受上述電漿中之離子衝撞，而放出成膜材料；

第1負偏壓部，將第1負電位賦與上述標板；

第2負偏壓部，將比上述第1負電位之絕對值小的第2負電位賦與上述處理基板；

離子反射板，配設在上述處理室內，包圍上述被處理基板與上述標板間之空間；

正偏壓部，將正電位賦與上述離子反射板；

導電零件，配設在上述處理室內，形成用以從上述處理室放掉電子之通路；

磁場形成機構，在上述處理室內，形成在上述標板表面上捕捉上述電漿中電子之閉鎖磁場，及將上述電漿中之電子指向上述導電零件之發散磁場。

2. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中上述導電零件係接地者。

3. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中上述導電零件係配設在該離子反射板與該被處理體間。

4. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中該閉鎖磁場具有

六、申請專利範圍

在該標板表面上形成環狀之磁力線者，該發散磁場具有自該標板表面上向該導電零件延伸之磁力線者。

5. 如申請專利範圍第4項之濺射裝置，其中該磁場形成機構具備配設在該標板之背部之第1及第2磁石，上述第1及第2磁石係配設成使S極及N極各面向該標板，且互相有不同之磁束密度。
6. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中該磁場形成機構係，生成該電漿且於將該離子反射板及該導電零件接地之情況，將該標板與該離子反射板間之電阻設定為比該標板與該導電零件間之電阻更大者。
7. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中上述離子反射板係含有圓筒部分，在設定該被處理基體之直徑為 D_a 、該標板直徑為 D_b 、被處理基體與該標板間之距離為 D_c 、該離子反射板之圓筒部分內徑為 D_d 之情況，能滿足 $D_a \leq D_b \leq 5D_a/2$ 、 $3D_a/4 \leq D_c \leq 5D_a/2$ ，及 $D_b \leq D_d \leq 5D_b/3$ 之式者。
8. 如申請專利範圍第7項之濺射裝置，其中在設定上述離子反射板之長度為 L 之情況，能進一步滿足 $D_c/5 \leq L \leq 5D_c/6$ 之式。
9. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中上述第1負偏壓部與該激勵機構具備有共通之電源者。
10. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，介於上述標板與上述離子反射板之間更具備接地之護罩者。
11. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中支持構件係具備

六、申請專利範圍

有用以載置上述被處理基板之載置台、與用以將該被處理基板對該載置台固定之導電性夾子，且上述第2負偏壓部係具備連接於上述夾子之電源。

12. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中支持構件係具備有用於載置上述被處理基板之導電性載置台，且上述第2負偏壓部具備連接於上述載置台之RF電源。

13. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中支持構件係具備有用於載置上述被處理基板之導電性載置台且上述第2負偏壓部具備連接於上述載置台之脈衝電源。

14. 如申請專利範圍第1項之濺射裝置，其中之離子反射板係具備相互分離之多數板構件，其中之正偏壓具備各自連接於上述各板構件上之多數電源。

15. 一種濺射裝置，具備有：

處理室，為收容被處理板之氣密室；

支持構件，在上述處理室內支持上述被處理基板；

氣體供應機構，將處理氣體供應至上述處理室內；

激勵機構，在上述處理室中，藉由激勵上述處理氣體產生放電而生成電漿；

濺射標板，面對上述被處理基板，配設在上述處理室內，接受上述電漿中之離子衝撞，而放出成膜材料；

第1負偏壓部，將第1負電位賦與上述標板；

第2負偏壓部將比上述第1負電位之絕對值小的第2負電位賦與上述處理基板；

離子反射板，配設在上述處理室內，包圍上述被處理

六、申請專利範圍

基板與上述標板間之空間；

正偏壓部，將正電位賦與上述離子反射板；

導電零件，配設在上述處理室內，形成用以從上述處理室放掉電子之通路；

控制機構，在生成上述電漿且將上述離子反射板及上述導電零件接地之情況，將上述標板與該離子反射板間之電阻設定為比該標板與該導電零件間電阻大者。

16. 如申請專利範圍第15項之濺射裝置，其中上述離子反射板係含有圓筒部分，在設定該被處理基體之直徑為 D_a 、該標板直徑為 D_b 、被處理基體與該標板間之距離為 D_c 、該離子反射板之圓筒部分內徑為 D_d 之情況，能滿足 $D_a \leq D_b \leq 5D_a/2$ 、 $3D_a/4 \leq D_c \leq 5D_a/2$ ，及 $D_b \leq D_d \leq 5D_b/3$ 之式者。
17. 如申請專利範圍第16項之濺射裝置，其中在設定上述離子反射板之長度為 L 之情況，能進一步滿足 $D_c/5 \leq L \leq 5D_c/6$ 之式。
18. 如申請專利範圍第15項之濺射裝置，其中該控制機構係具備配設在該標板之背部之第1及第2磁石，該第1及第2磁石係配設成使S極及N極各面向該標板，且具有相異之磁束密度，於上述處理室內形成在該標板表面上捕捉該電漿中電子的閉鎖磁場，及將該電漿中之電子指向上述導電零件之發散磁場者。
19. 一種成膜方法，其係使用如申請專利範圍第1項之裝置者，該方法包含：

六、申請專利範圍

支持步驟，將上述被處理基板收容於上述處理室內並將之支持於上述支持構件；

供應步驟，將上述處理氣體供應到上述處理室內；

電漿生成步驟，藉由在上述處理室產生放電，激勵上述處理氣體；

成膜材料放出步驟，藉由對在上述標板賦與上述第1負電位，在該標板中使上述電漿中之電子衝撞，而放出成膜材料；

離子化步驟，藉由上述閉鎖磁場所捕捉之該電漿中之電子激勵上述成膜材料，並使其至少部分離子化；

引導步驟，藉由賦與上述離子反射板上上述正電位，而反射上述成膜材料之離子，並引導使之朝向上述處理基板；

發揮陽極作用步驟，藉由上述發散磁場，使該電漿中之電子流向上述導電零件，並且將通過該導電零件之電子自上述處理室內放掉，對上述標板使該導電零件作為陽極發揮作用；

膜形成步驟，藉由對上述被處理基板賦與上述第2負電位，將上述成膜材料之離子引到上述被處理基板上，使該成膜材料在該被處理基板上成膜。

20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中更具備有在上述放電產生後，停止上述處理氣體之供應，由該成膜材料離子本身維持上述之放電步驟者。

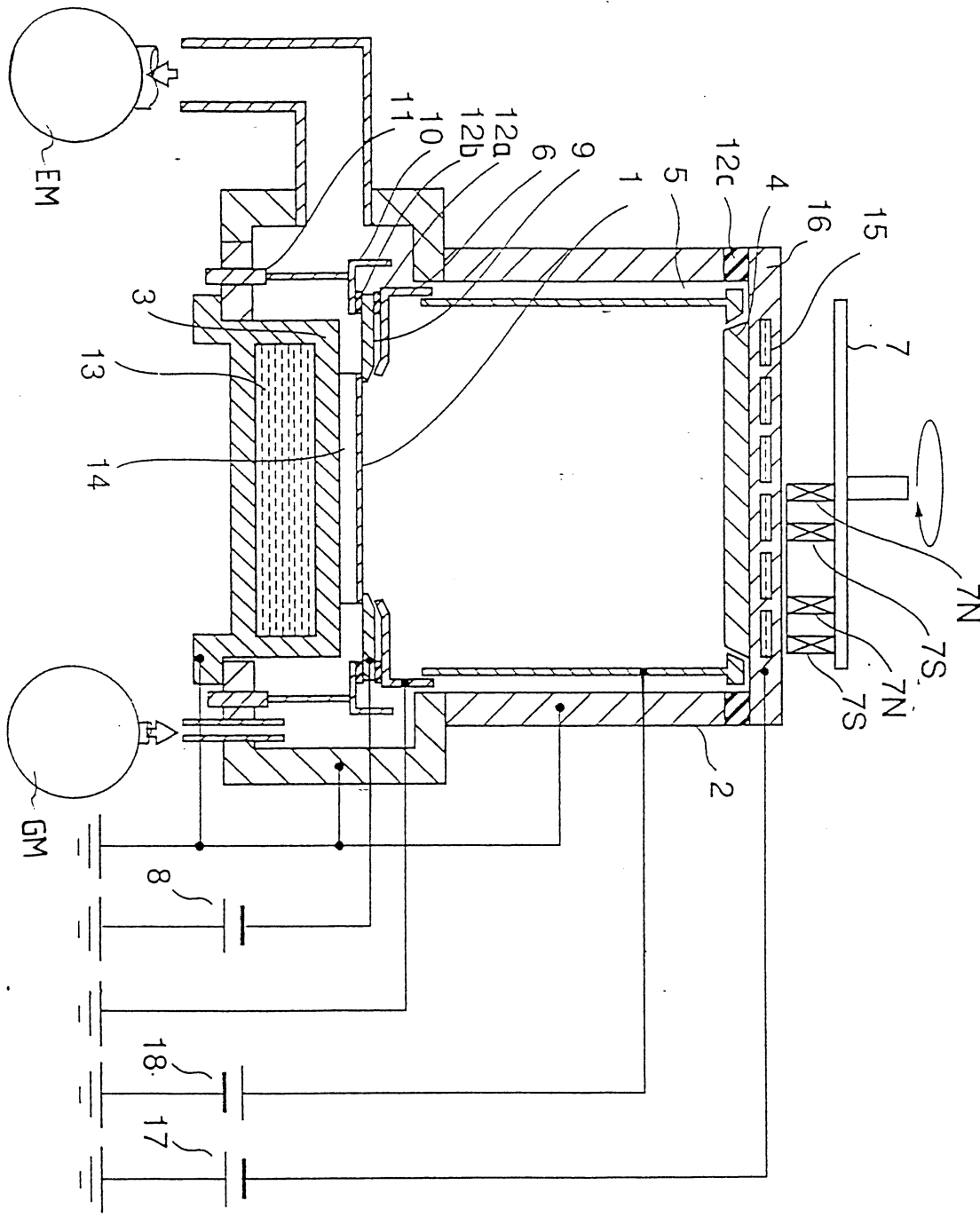


圖 1

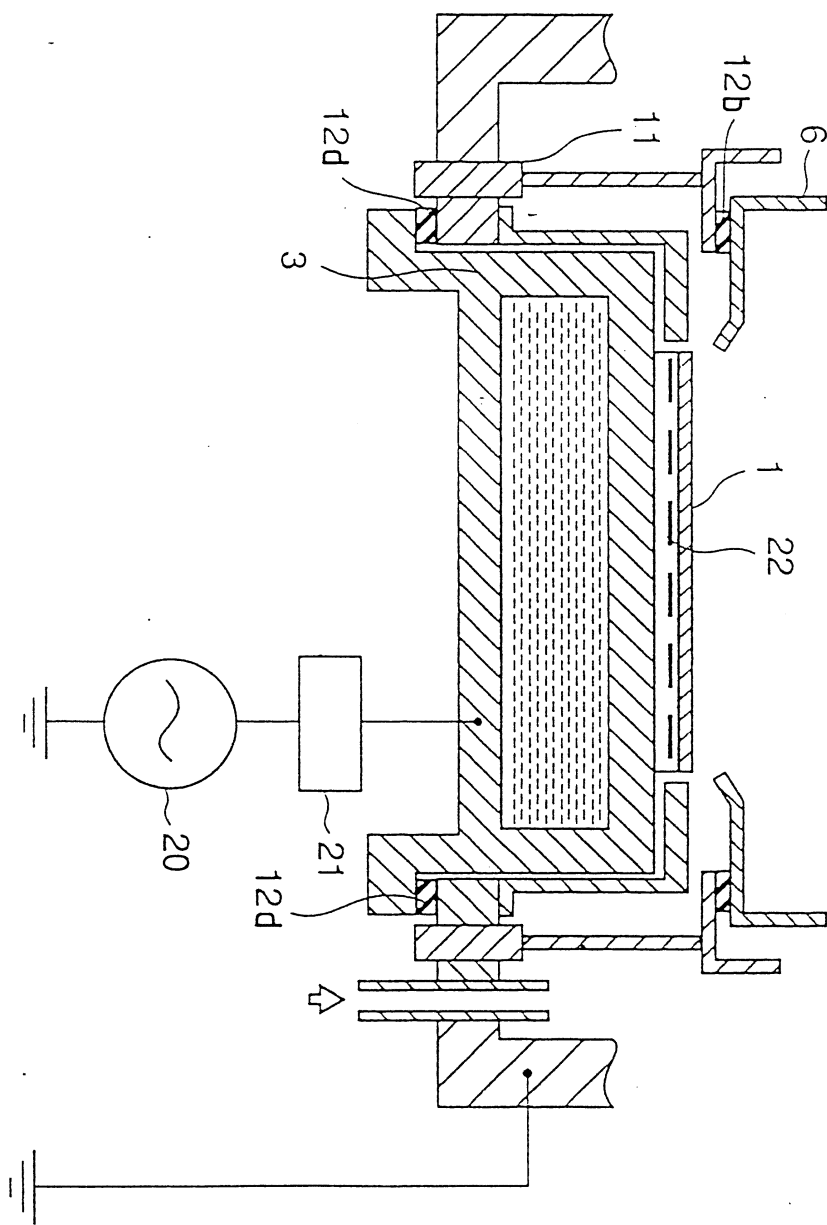


圖 2

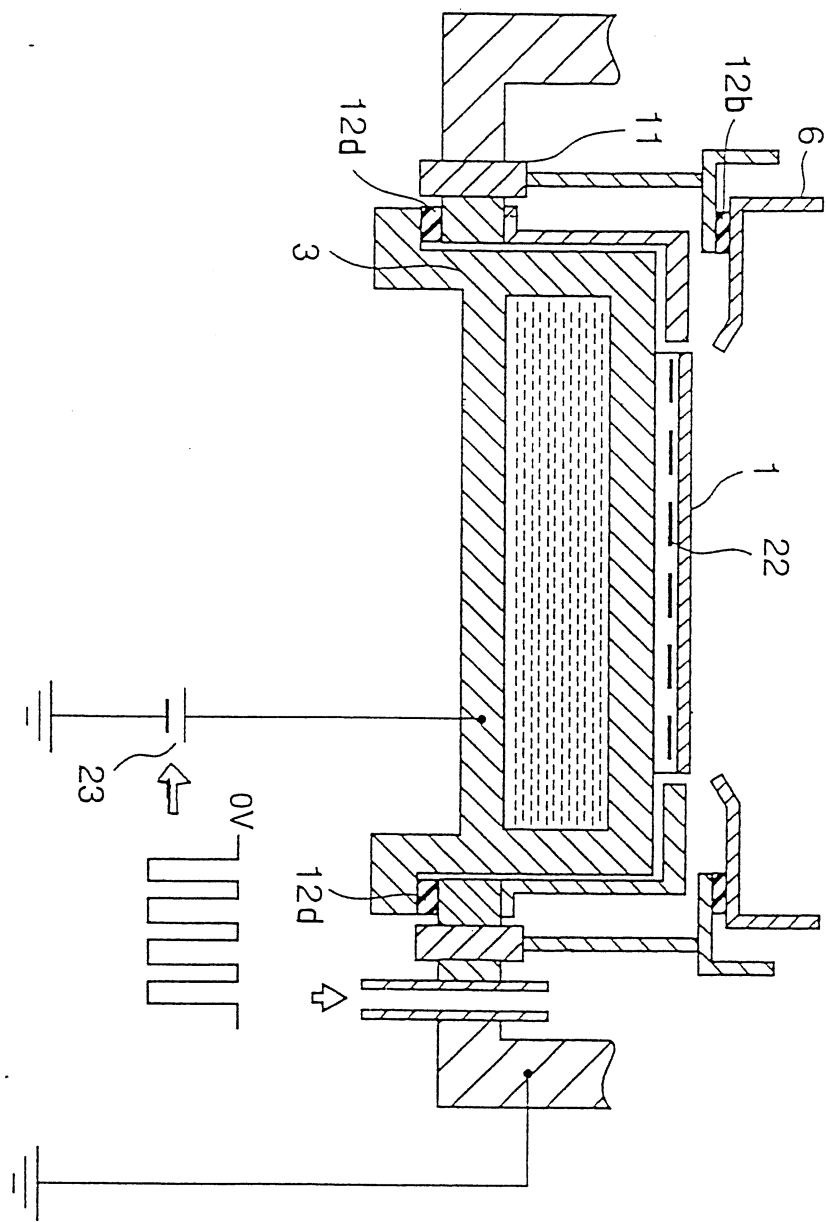


圖 3

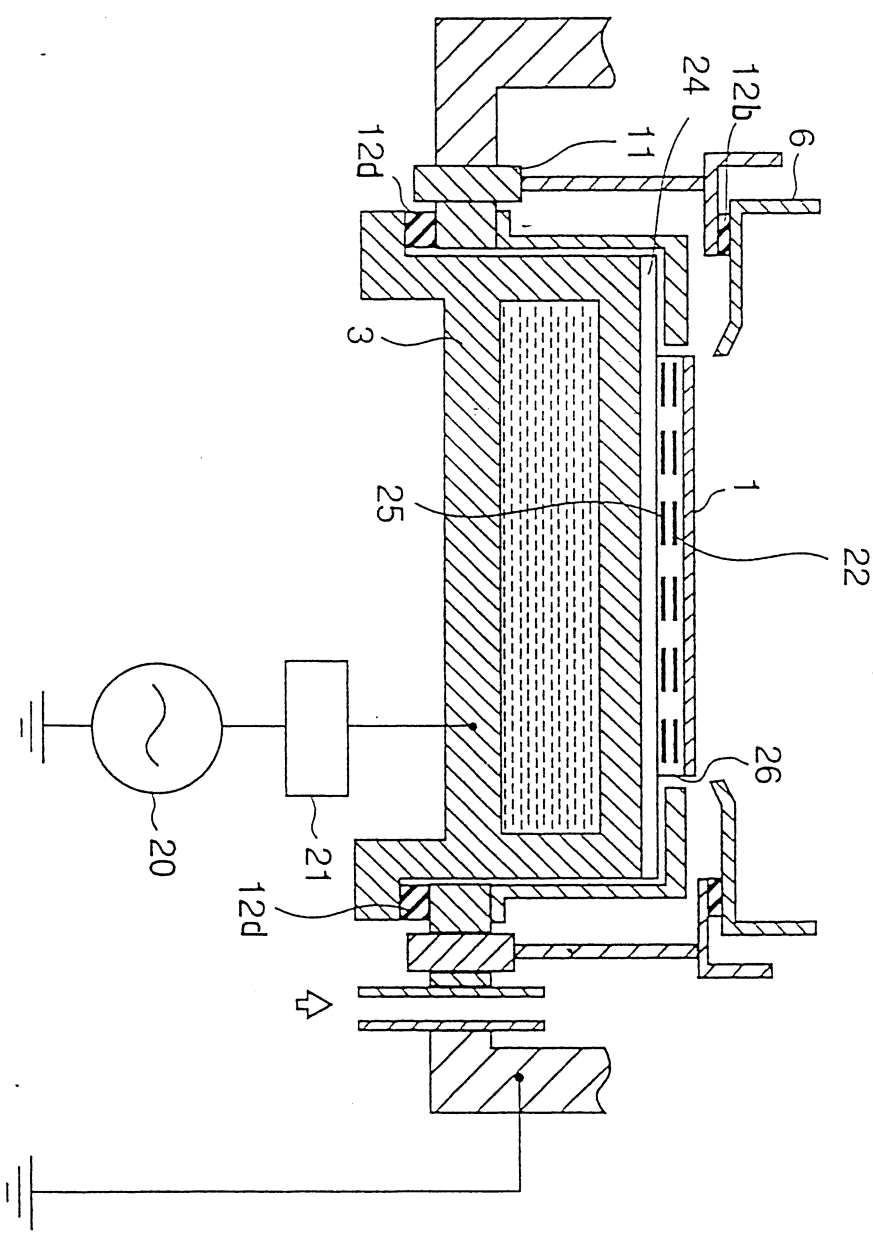


圖 4

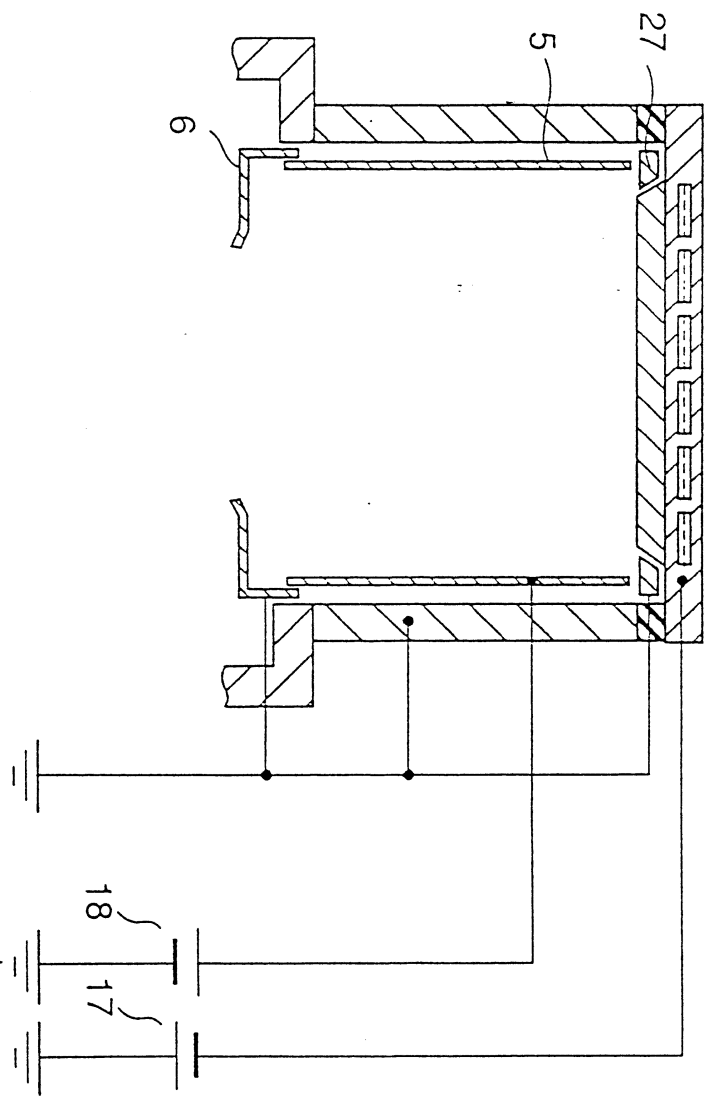


圖 5

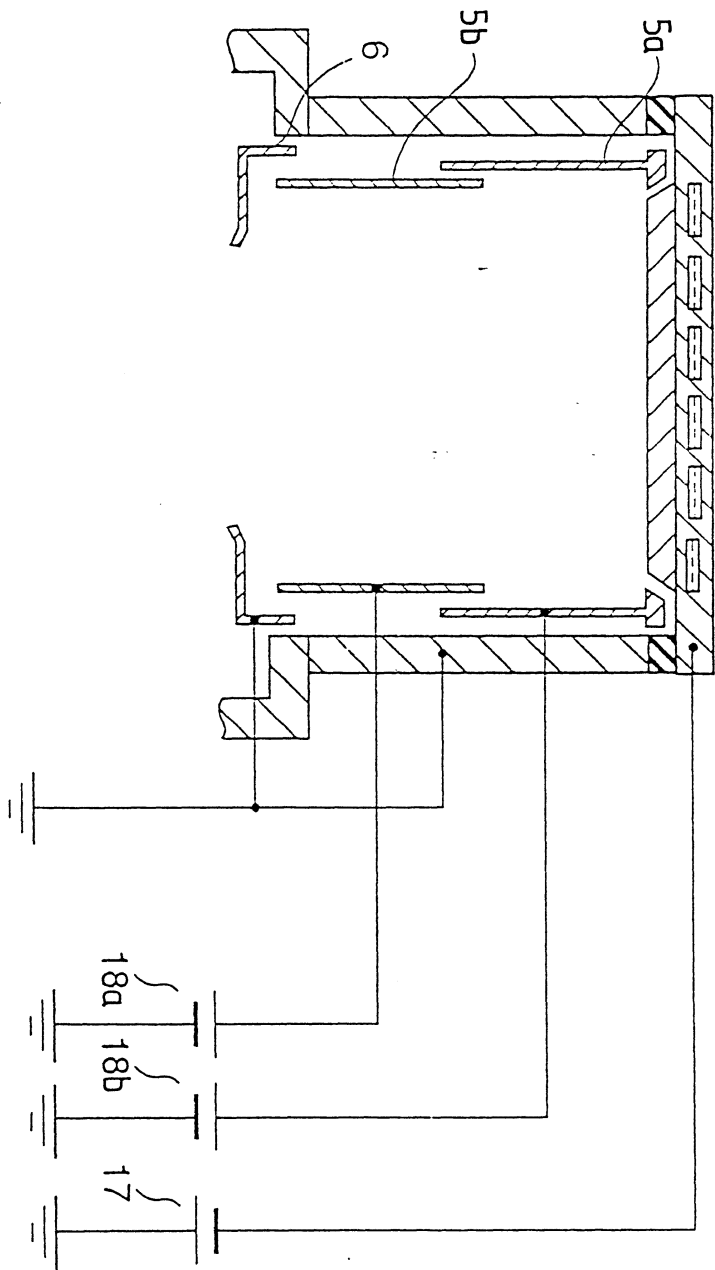


圖 6

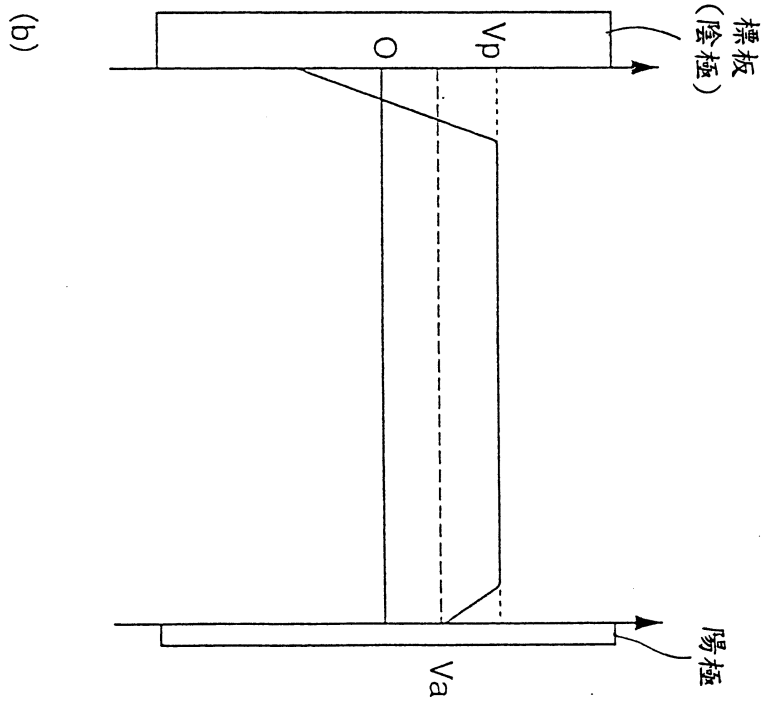
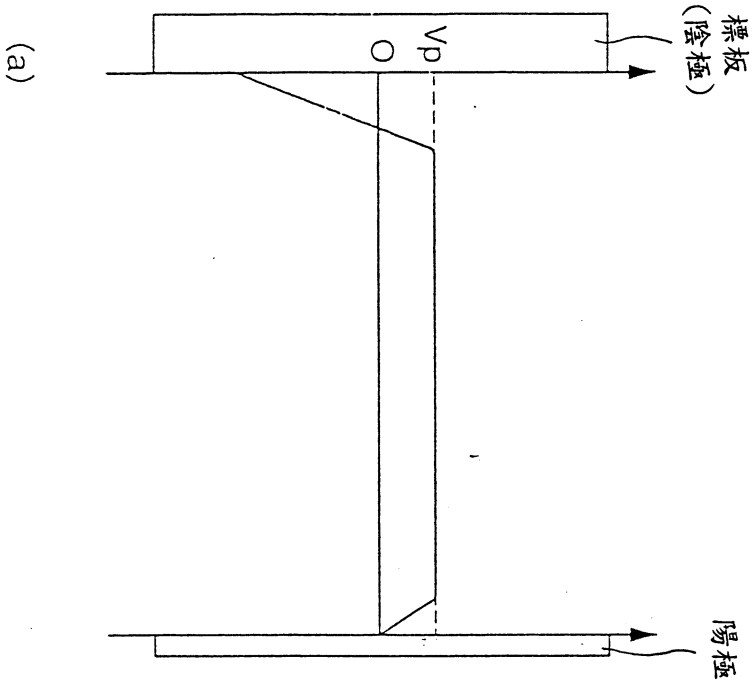


圖 7

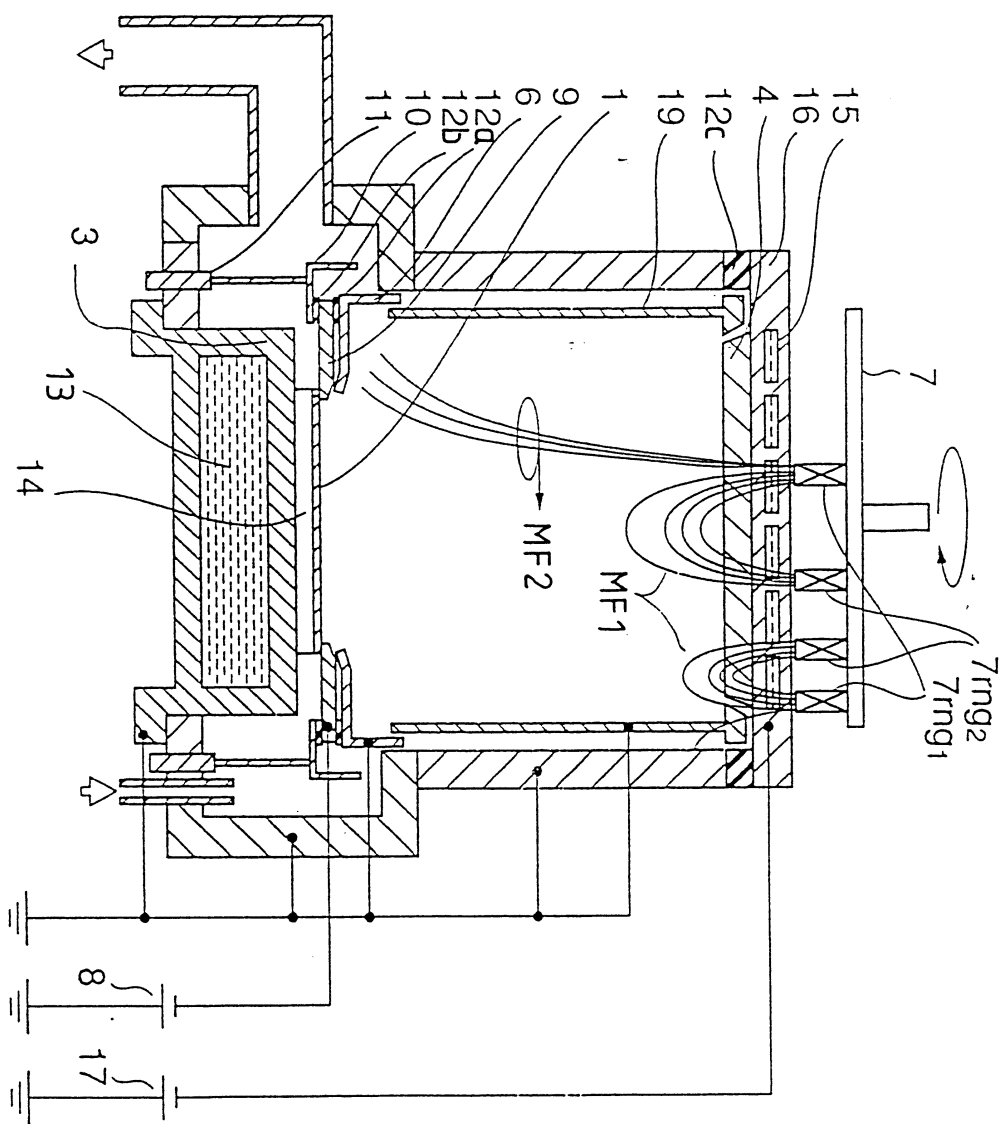


圖 8

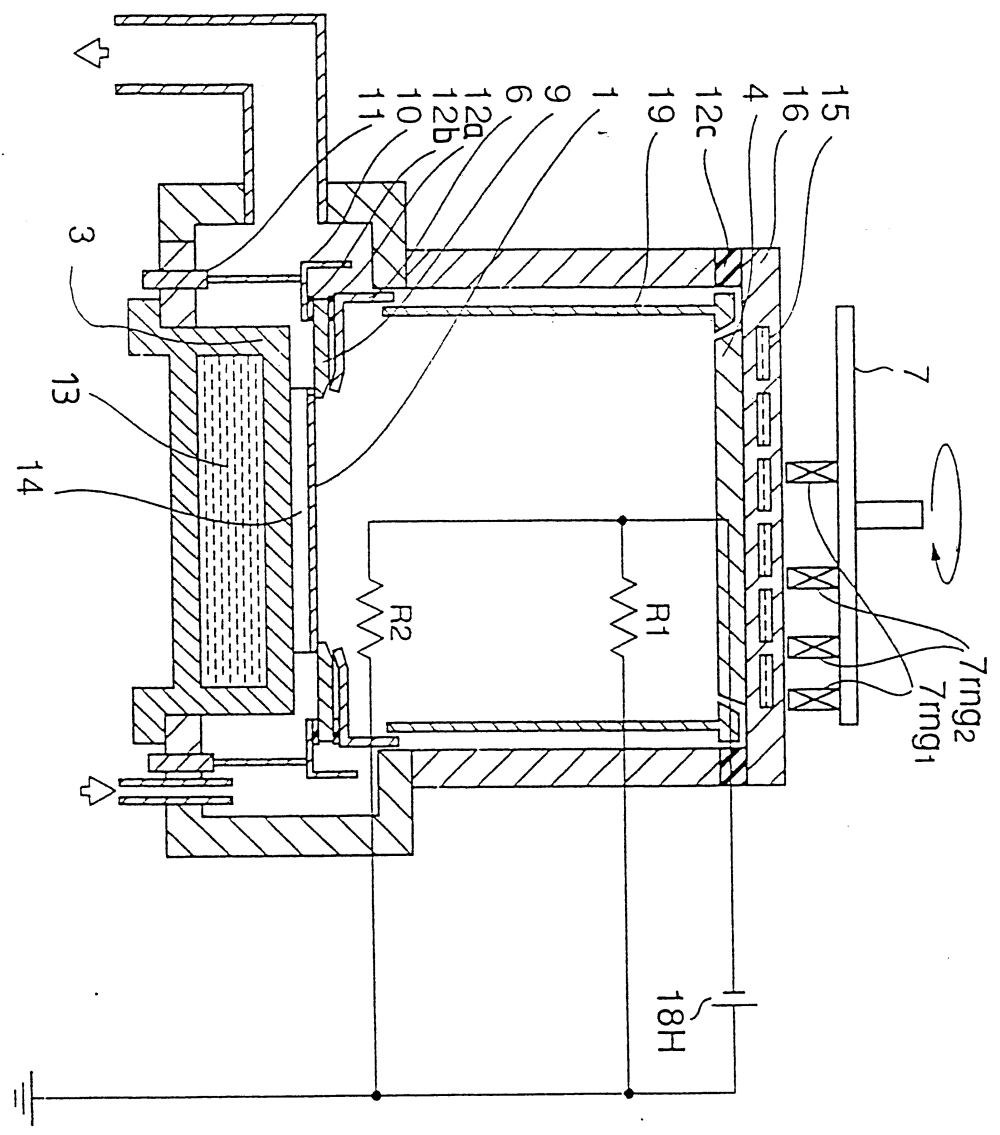


圖 9

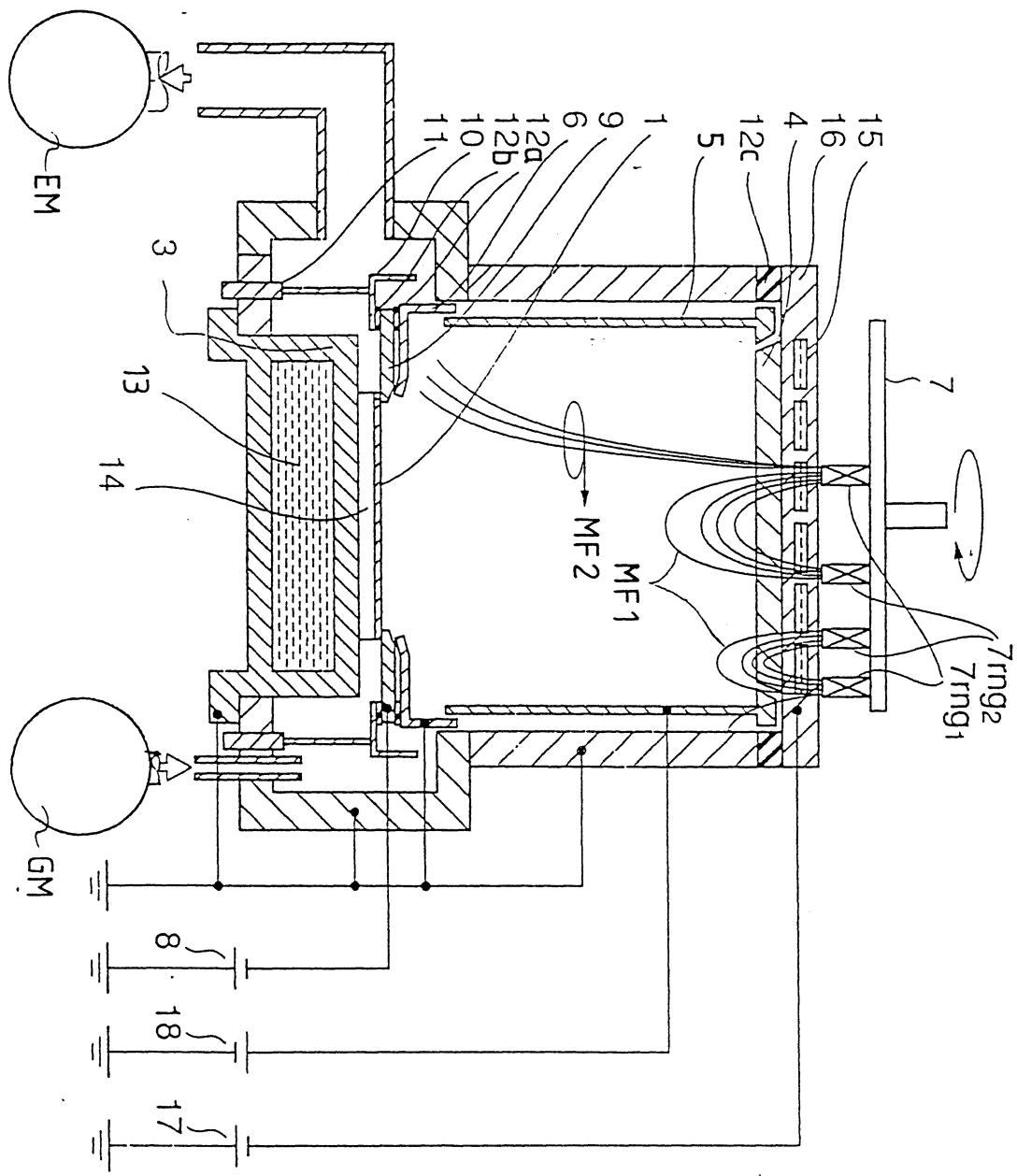


圖 10

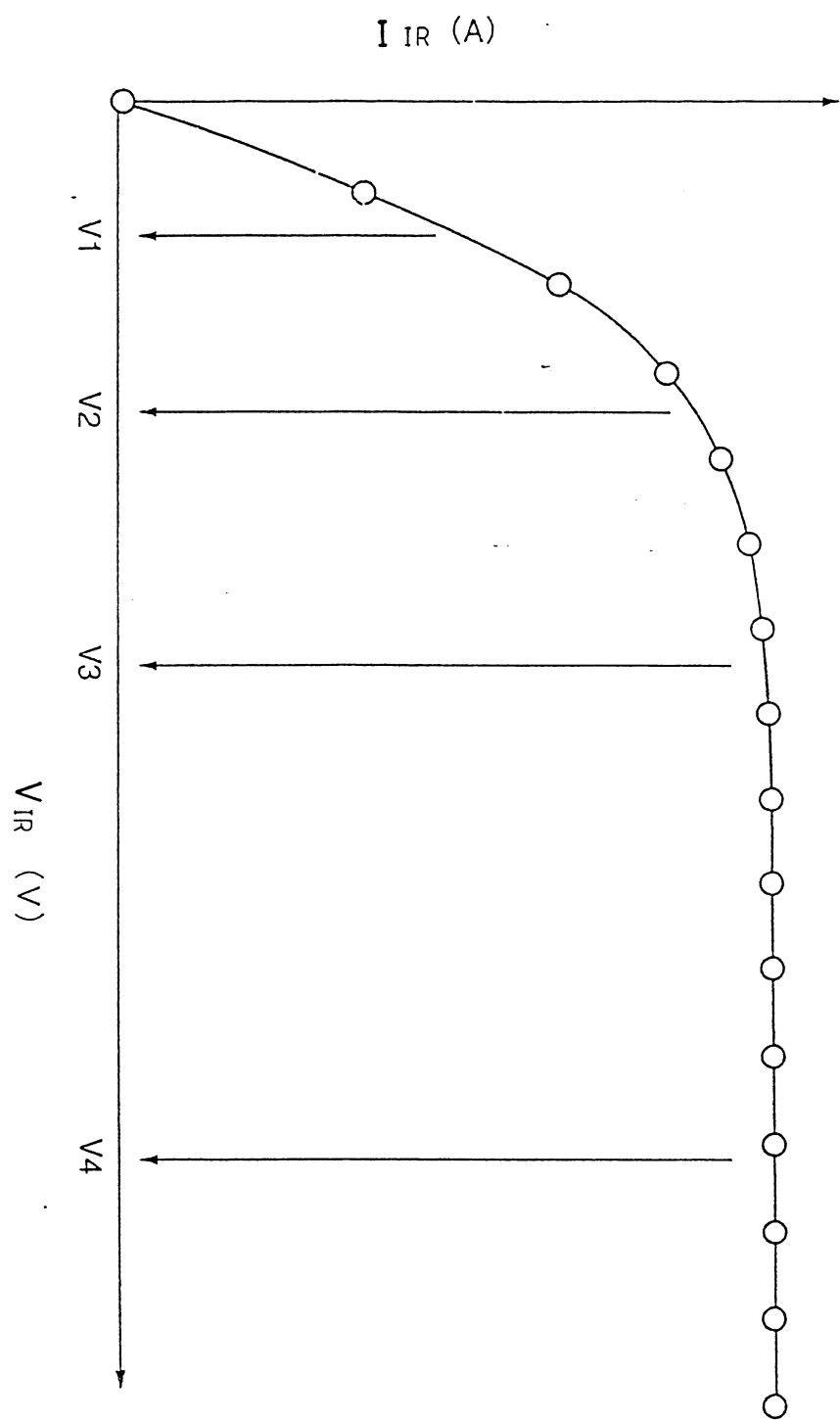
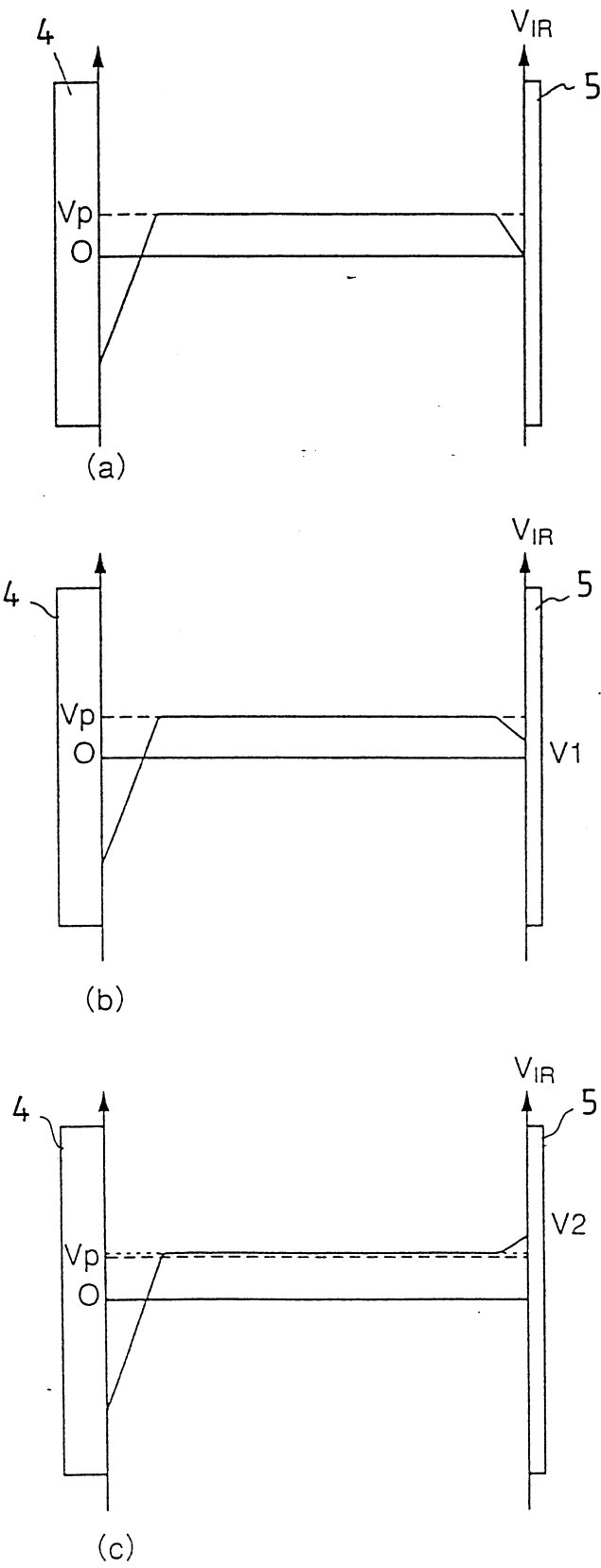


圖 11

圖 12



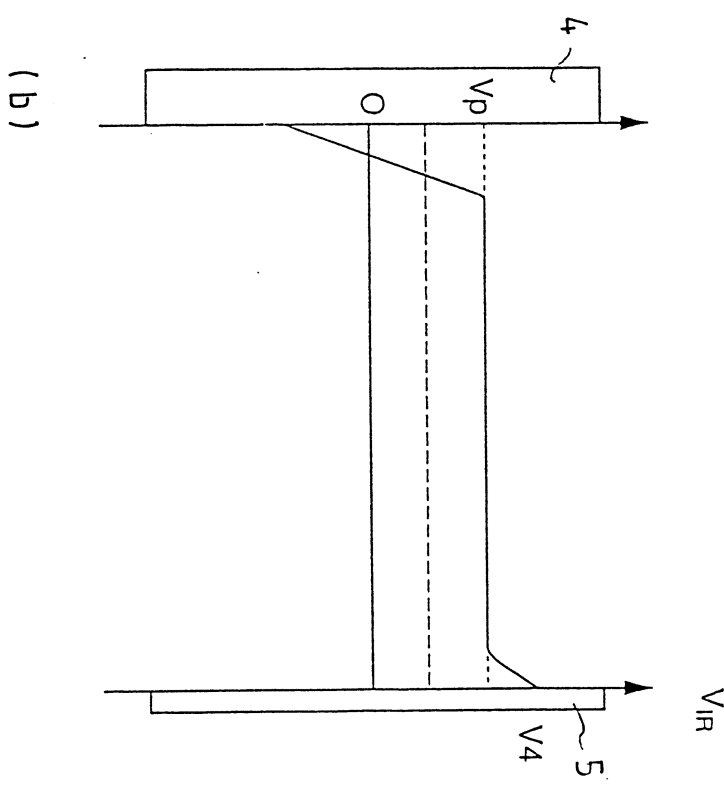
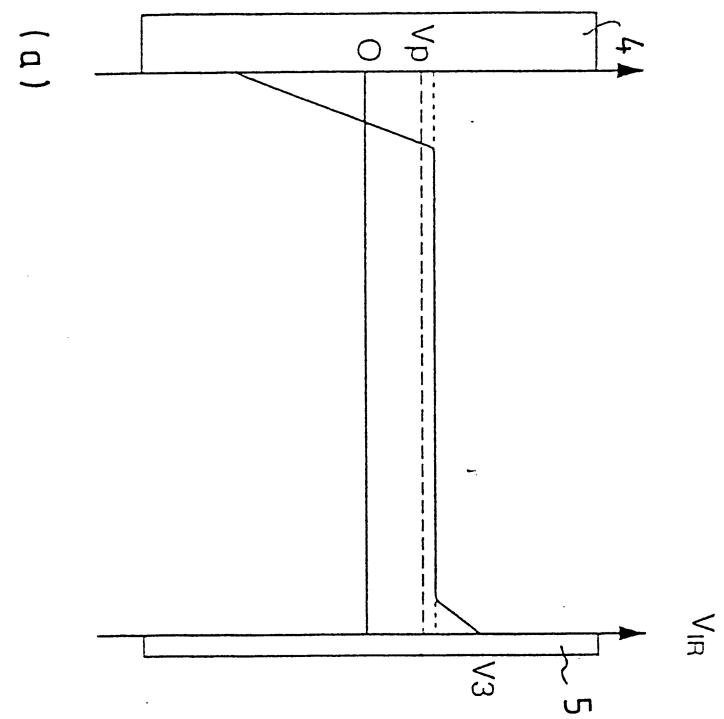


圖 13

圖 14

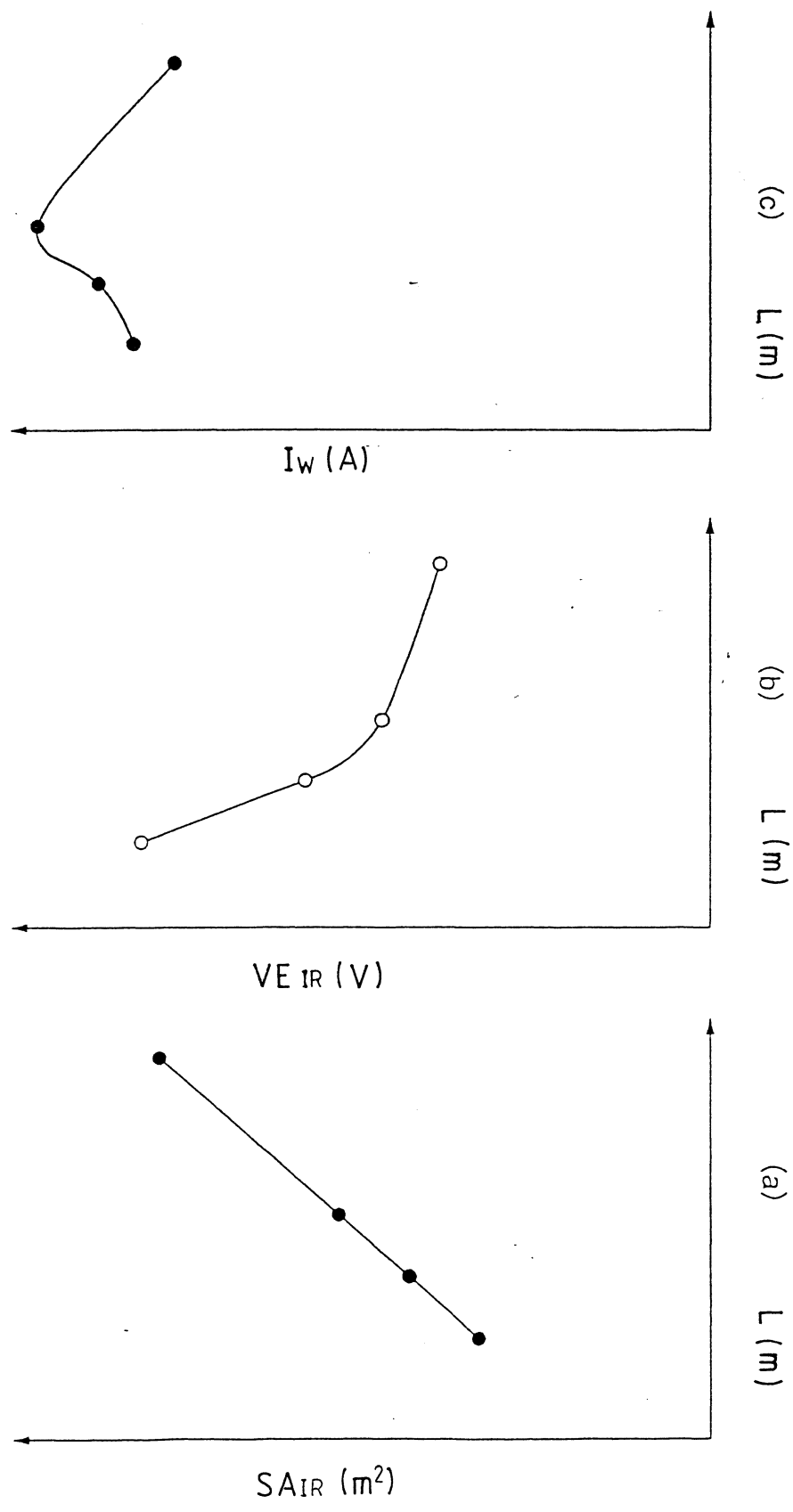


圖 15

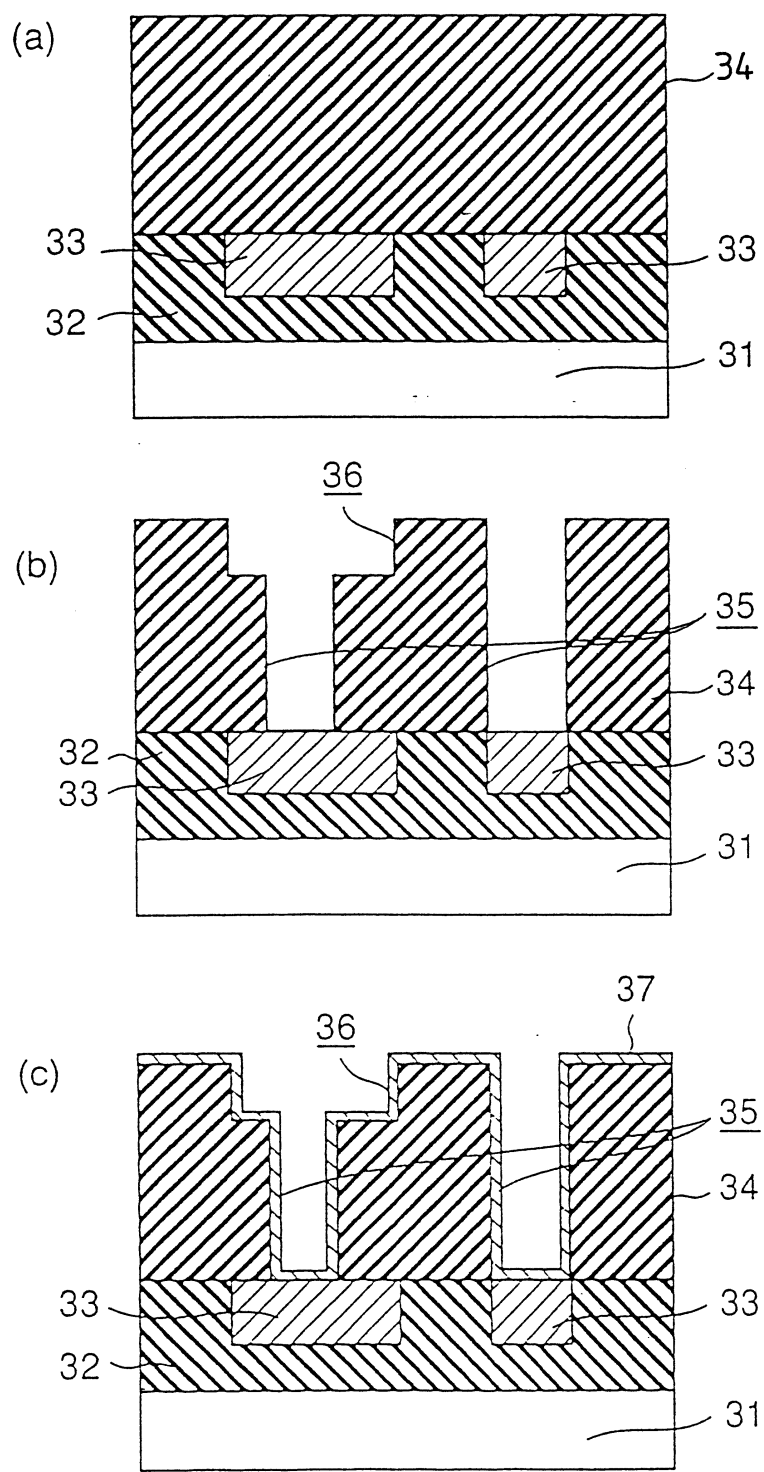
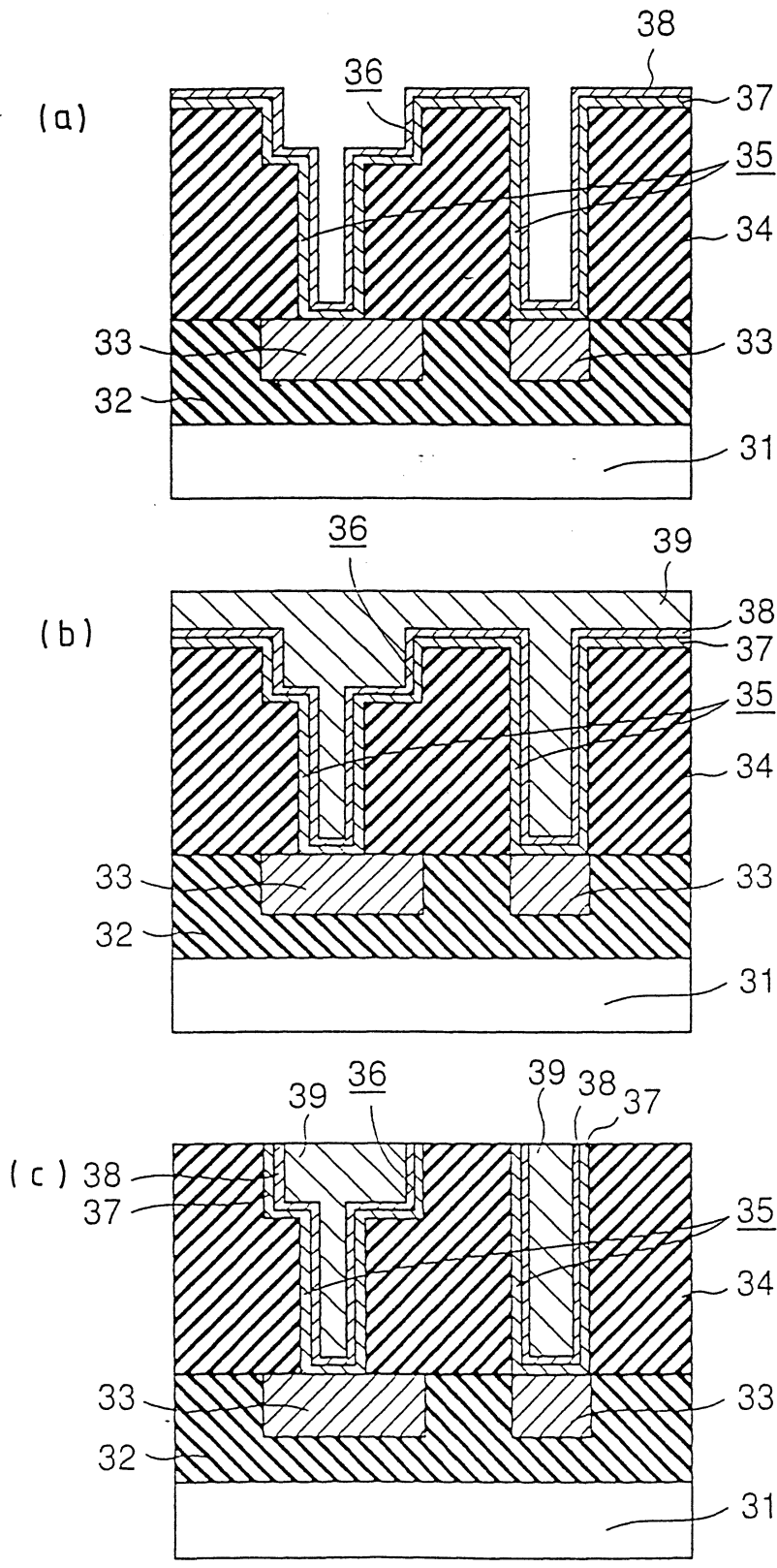


圖 16



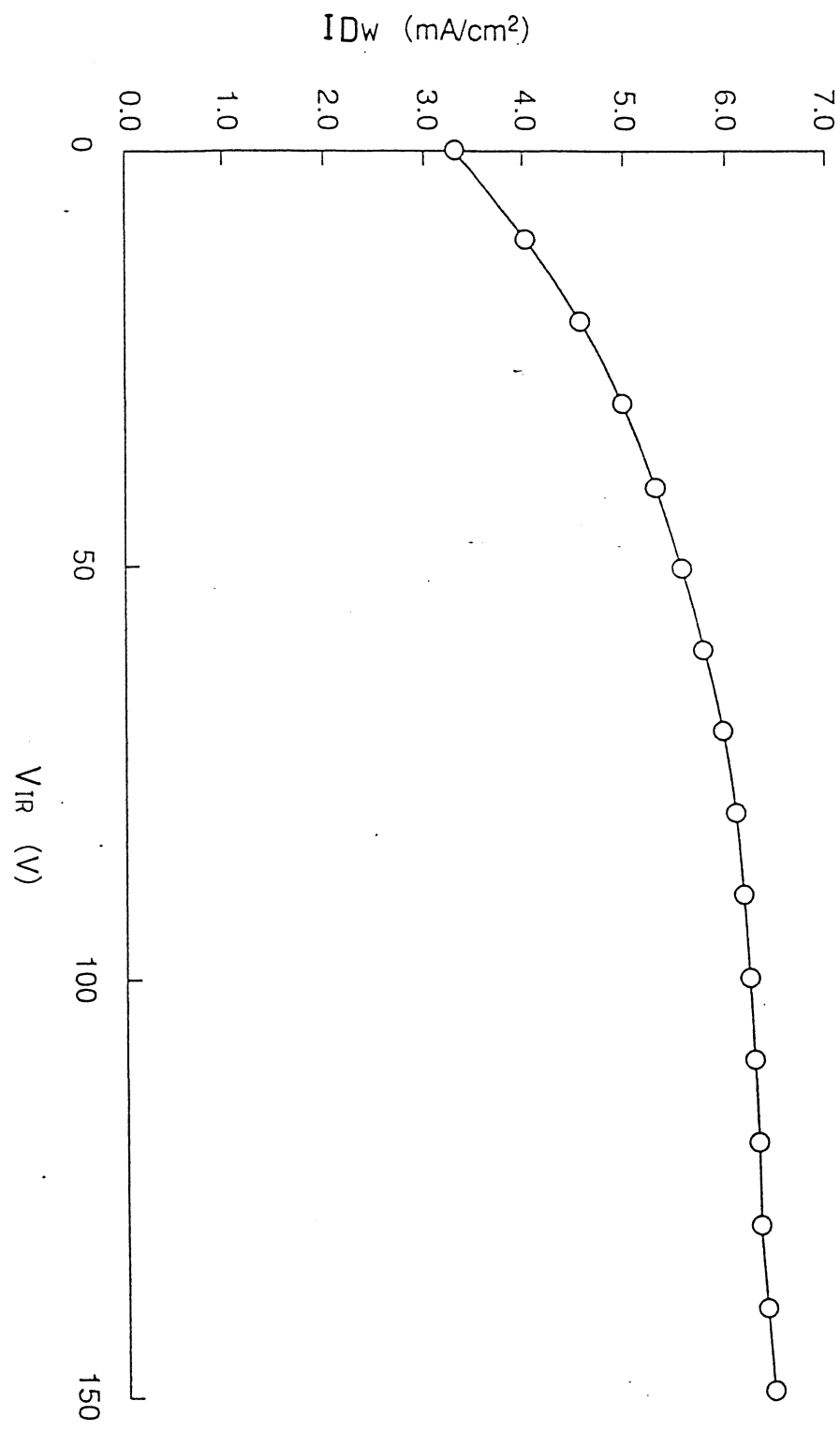


圖 17

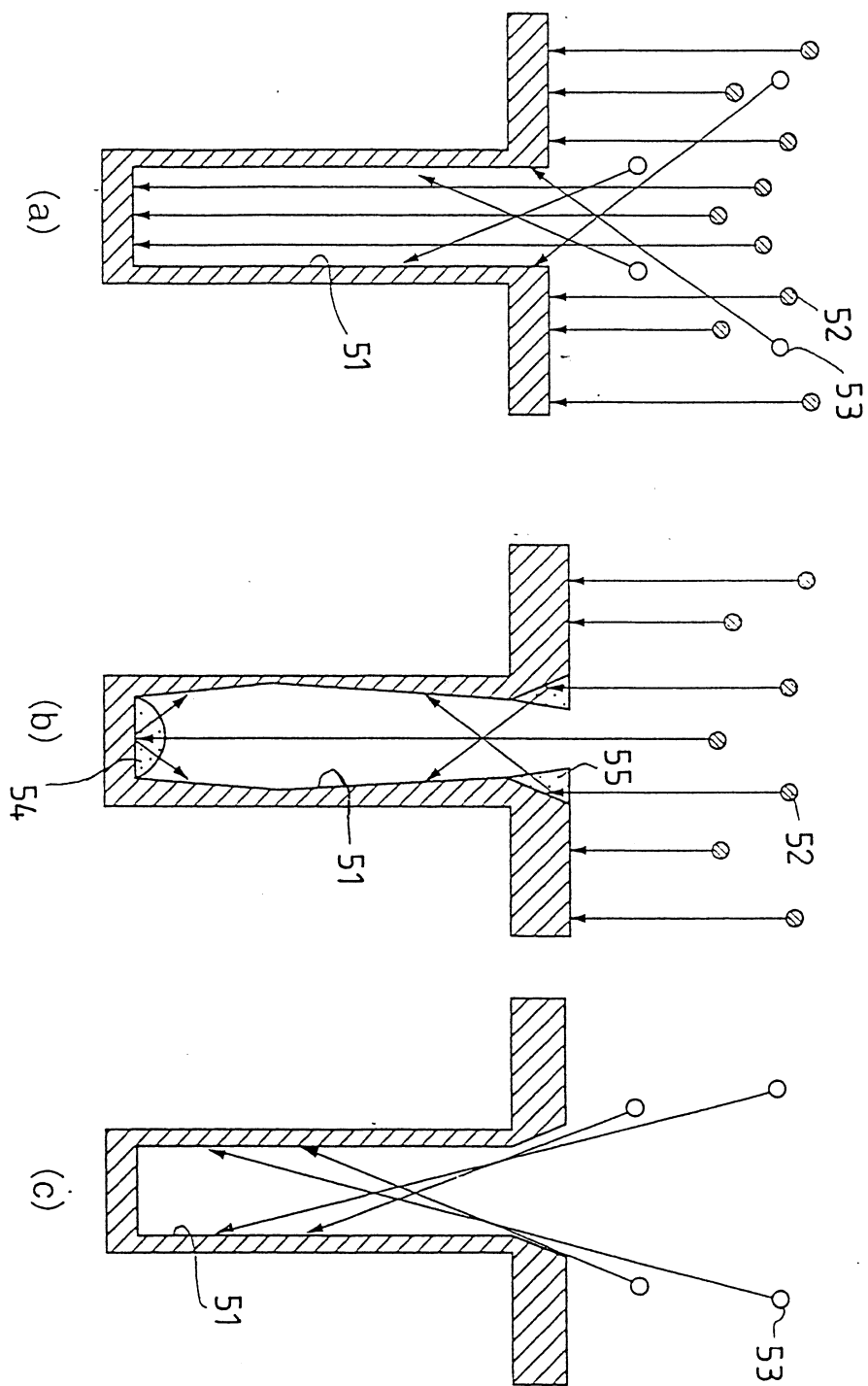


圖 18

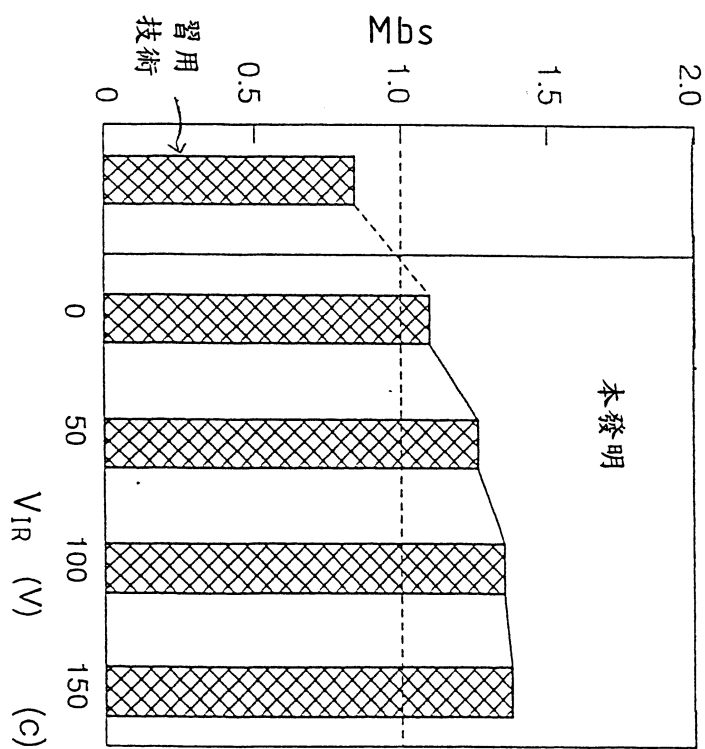
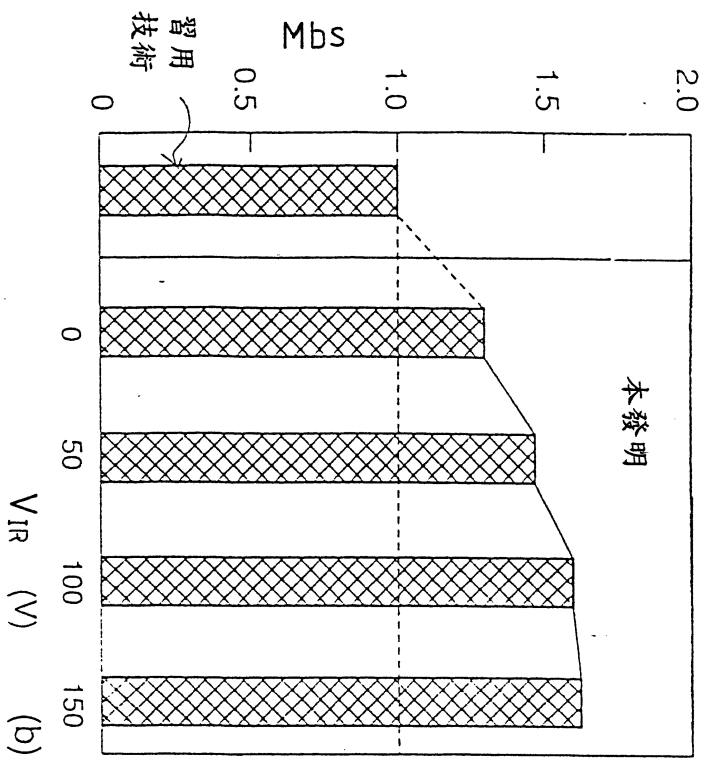
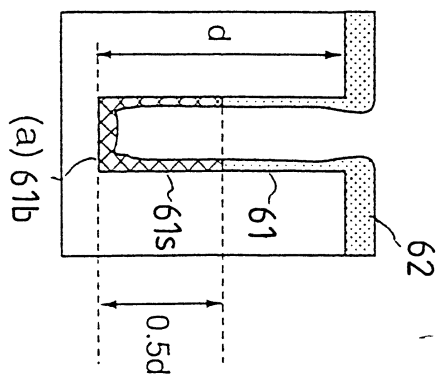


圖 19

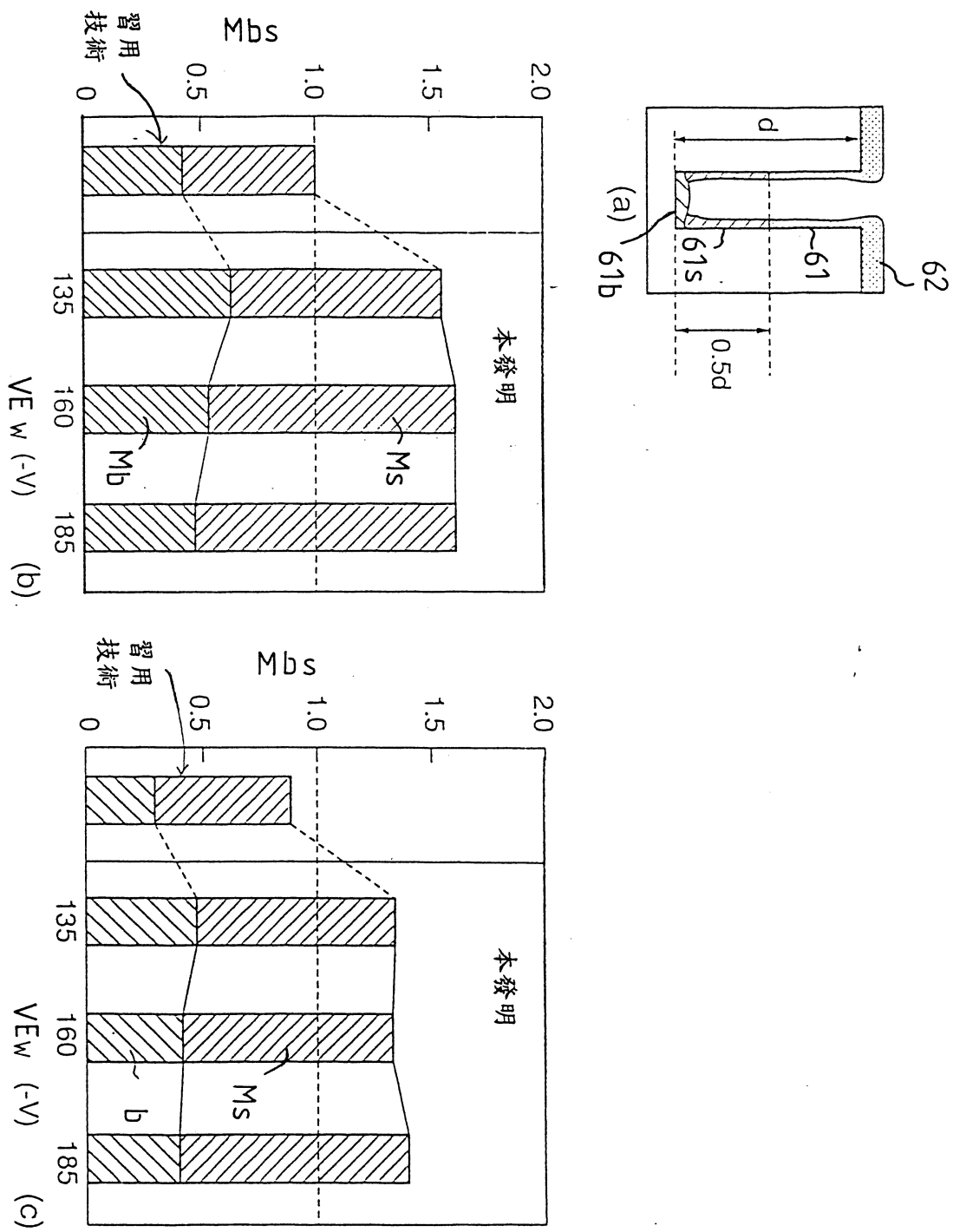


圖 20

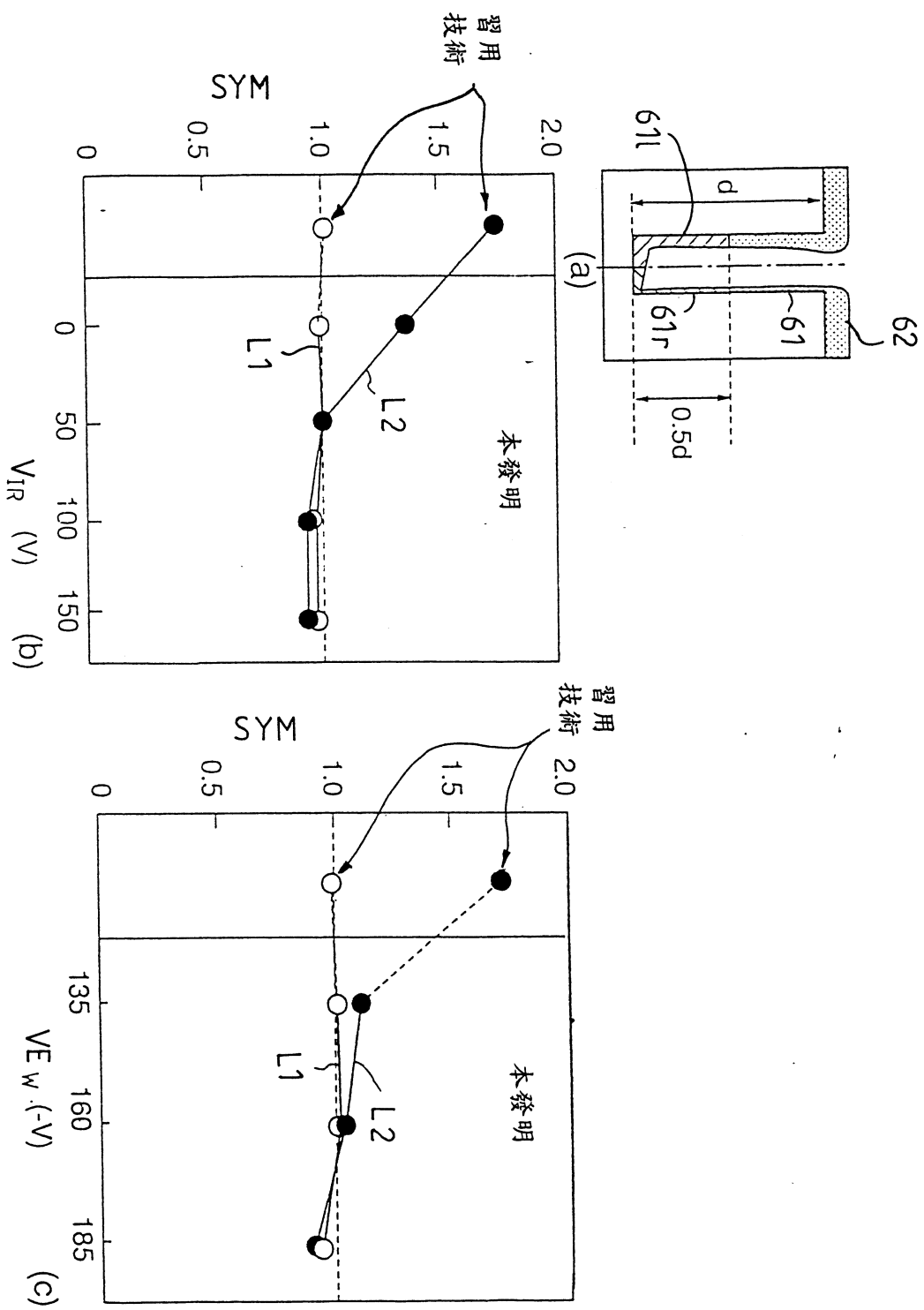


圖 21

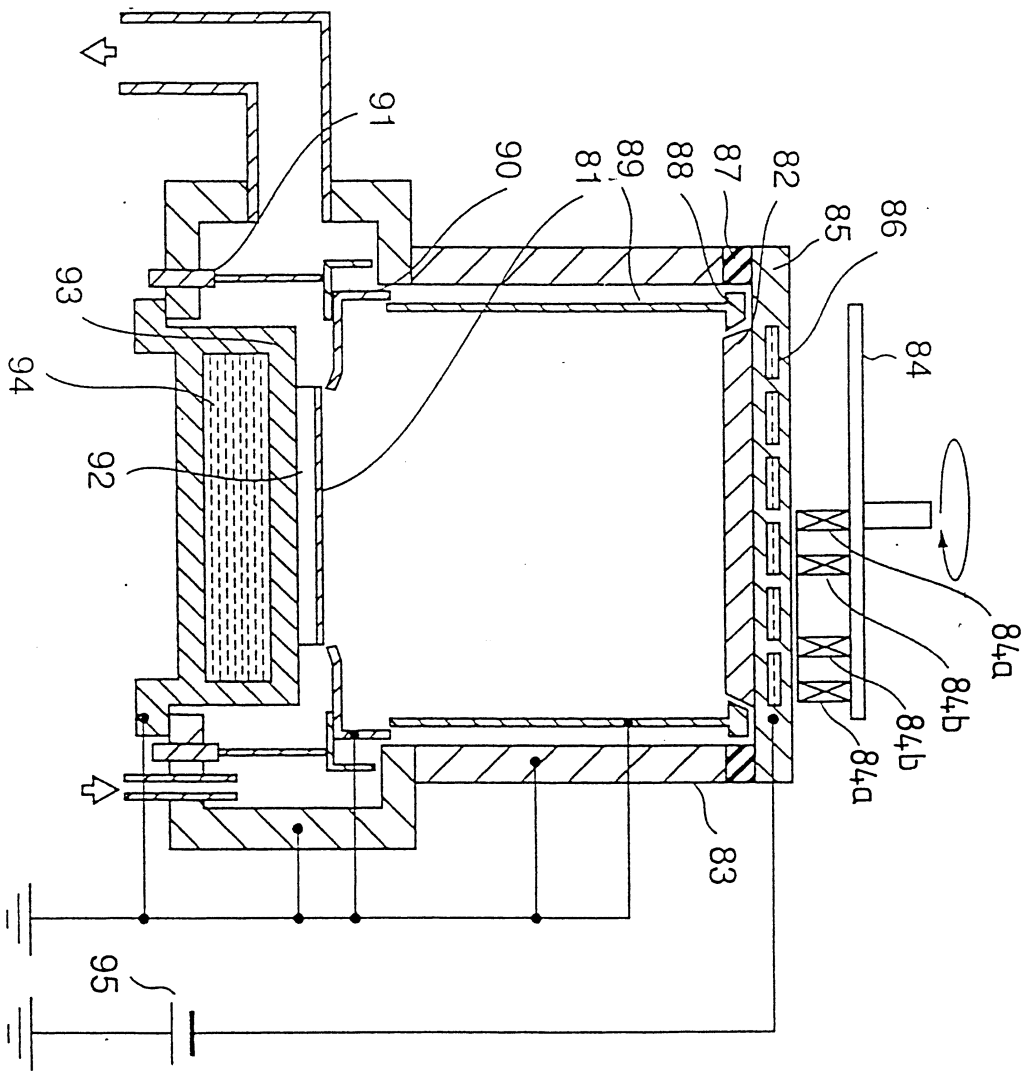


圖 22