

申請日期	86 年 11 月 25 日
案 號	86117715
類 別	H01C ²¹ / ₃₀₂ , G03F ¹ / ₀₀

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	移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法
	英 文	Method for repairing photomask by removing residual defect in said photomask
二、發明 人	姓 名	(1) 奈良真佐美 (2) 橫山寿文 (3) 安部司
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本 (3) 日本
	住、居所	(1) 日本國東京都新宿區市谷加賀町一丁目一番一號 大日本印刷株式會社內 (2) 日本國東京都新宿區市谷加賀町一丁目一番一號 大日本印刷株式會社內 (3) 日本國東京都新宿區市谷加賀町一丁目一番一號 大日本印刷株式會社內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 大日本印刷股份有限公司 大日本印刷株式會社
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都新宿區市谷加賀町一丁目一番一號
	代 表 人 姓 名	(1) 北島義俊

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC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 1996 年 11 月 26 日 8-329028 ☒有主張優先權

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

五、發明說明 ()

發明背景

發明領域

本發明係關於移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法，且特別有關於移除光罩中餘留缺陷以修復移相光罩之方法。

背景技藝

近年來，半導體積體電路集成密度之增加，造成對精細度增加之進一步需求，且對此電路中所使用之標線有增加之需求。舉例而言，對 D R A M 而言，從用於 1 6 M D R A M 之標線轉換而來的裝置圖型之線寬係為 0 . 5 μ m 。此外，6 4 M D R A M 之裝置圖型需要 0 . 3 5 μ m 的線寬解析度。使用曝光機之傳統曝光系統已達能力之極限。

這導致研究不同方法以增加裝置圖型解析度至可實用程度。

在其它方法中，使用傳統步進機曝光系統及能增加自標線轉移的裝置圖型的解析度之移相光罩，已引起注意。在此技藝中，已提出不同的移相光罩，其中，圖 1 1 (a) 所示之雷文生 (Levenson) 移相光罩 (交錯移相光罩) 及圖 1 2 (b) 所示之衰減移相光罩均已可實用。

關於圖 1 2 (a) 所示之光罩，具有重覆圖型之遮光層係設於透明基底上，且用以改變曝光光線相位成為半波長之移相層 6 3 1 係設於相鄰遮光層之間的空間區中的每

五、發明說明 2)

一 其它空間中。另一方面，關於圖 1 1 (a) 所示之光罩，透明基底 6 1 0 會被彫刻以改變曝光光線的相位成為半波長，且此型光罩稱為「基底彫刻型」。在此情形中，當使用石英基底作為透明基底時，光罩係稱為「石英彫刻型」，其中 SiO_2 移相層 6 3 1 係設於遮光層 6 2 1 之下以將曝光光線的相位改變半波長。圖 1 1 (b) 係顯示「鉻在移相器上」型光罩，其中 SiO_2 移相層 6 3 1 係設於遮光層 6 2 1 之下以便將曝光光線的相位改變半波長。圖 1 1 (c) 係顯示「鉻上移相器」型光罩，其中 SiO_2 移相層 6 3 2 係設於遮光層 6 2 2 的頂部以將曝光光線的相位改變半波長。

圖 1 2 係顯示光罩，其中設置半色調圖案且藉由半色調區的一部份執行相位的半波長改變，其中圖 1 2 (a) 係顯示具有氮氧化物單層結構之半色調層或類似者的光罩，圖 1 2 (b) 係顯示具有氮氧化物層 6 5 4 及氧化物層 6 6 4 的多層結構之半色調層或類似者的光罩。

餘留缺陷會使曝光光線對光罩之透射變差，其經常產生於上述移相光罩生產過程中。

光罩中存有餘留缺陷將無法藉由轉移以製備所需圖型。因此，以物理或化學方式移除餘留缺陷區以修復具有餘留缺陷之光罩，而恢復其餘留缺陷區中及圍繞餘留缺陷區之區域中的光罩之光透射率。但是，增加裝置圖型精細度之需求將需要移除較小尺寸的缺陷及需要進一步改進光罩修復的準確度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 β)

為藉由移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩，已使用雷射光照射修復方法，其中藉由雷射光蒸發及去除缺陷區，例如 YAG。

在此雷射光照射修復方法中，已加寬至某程度及調整至預定形式（通常為長方形）之雷射光在通過孔徑接著施加至要被去除的缺陷區之後，尺寸及強度分佈會由孔徑進一步集中及聚焦。可藉由改變孔徑尺寸以改變雷射光照射區的尺寸，以處理不同的缺陷尺寸及形狀。

由於孔徑的誤調整、聚焦的誤調整、光軸的誤調整等，所以，所施加之整形過的雷射光於其邊緣處之強度並不平均，通常在修復端部中造成非線性及粗糙邊緣且經常造成光罩的遮光層「上捲」。

此外，當缺陷區被雷射光蒸發及去除時，透明基底（通常為石英基底）下的一部份也會被蒸發約 10 至 50 Å 的深度，造成修復區粗糙化。

雖然在使用 i 線步進機曝光的情形下，粗糙化的修復區無特別問題，但是在光罩轉移時採用較短波長的光曝光時會造成問題。舉例而言，在使用準分子雷射作為曝光光源時，修復區的粗糙度會造成嚴重問題。

此外，雷射光會因衍射而有聚焦限制。此限制通常被視為約 $0.5 \mu\text{m}$ 。

目前，在 16 M DRAM 中，會檢查且去除 $0.5 \mu\text{m}$ 大小的餘留缺陷。這相當於雷射光聚焦能力的極限。在 64 M DRAM 中，將需要在超出雷射光聚焦能力之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(4)

等級上，修復光罩。

另一方面，已採用藉由聚焦離子束去除餘留缺陷之方法以符合裝置圖型精細度增加之需求。

但是，此方法卻遭遇因不規則缺陷形狀而致修復區無法僅限於缺陷區，通常在圍繞缺陷的區域對透明基底造成損害之問題。此方法之另一問題係一般作為離子束的鎔不受歡迎地被植入透明基底之下，而產生稱為「鎔污點」之現象，以致於降低光罩的修復區之光透射率。

近年來，為減少鎔污點或類似現象，而實際使用輔助蝕刻之氣體。在此方法中，以鎔離子執行激發以選擇性地僅蝕刻缺陷區。但是，即使使用此方法，亦無法完美地恢復光透射率。因此，在以較短波長光曝光之情形下，上述方法無法恢復光透射率係無庸多言。

如上所述，提高裝置圖型的精細度之需求已增加去除較小尺寸缺陷之需求且進一步要求改進光罩修復之準確度。為此，以傳統雷射光照射以修復光罩時所牽涉之不同型式調整、雷射光的聚焦限制、及粗糙度的產生，以及以聚焦離子束照射修復光罩時所牽涉的透明基底損傷（石英玻璃或類似者）及鎔污染，已經變成愈來愈嚴重的問題。

發明概述

本發明之目的係提供移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法，其能解決習知技藝之問題，且能實用。

根據本發明，修復光罩之方法係移除光罩中會造成光

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 6)

罩於餘留缺陷區及圍繞餘留缺陷區的區域中之光透射率部份劣化之餘留缺陷，以恢復光罩中該區域的光透射率，因而取得上述目的，方法包括下述步驟：

(a) 除了對餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍預定寬度的缺陷邊緣區施加光化照射之外，施加光化照射至餘留缺陷區以物理方式去除餘留缺陷；及

(b) 將未由物理方式移除之餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍一預定寬度的缺陷邊緣區，以化學物化學蝕刻，

預定寬度係設定成光化照射的影響不延伸至餘留缺陷區外部，同時，蝕刻時間可設定成離週圍一預定距離之缺陷邊緣區可由化學蝕刻移除而不對包含遮光層之其它層造成影響。

根據本發明之較佳實施例，光化照射係雷射光，且於需要時，以化學物處理經去除餘留缺陷而被修復的區域中之構成光罩的透明基底，以便去除修復區中的不規則。

根據本發明之另一較佳實施例，光化照射係雷射光且化學蝕刻之化學物係熱鹼性物或主要由氫氟酸組成的溶液。

根據本發明的又另一較佳實施例，光化照射係聚焦的離子束，且於需要時，以化學物處理藉由去除餘留缺陷所修復的區域，以去除聚焦的離子束照射所產生的銹污點。

根據本發明的又另一較佳實施例，光化照射係聚焦的離子束且用於化學蝕刻的化學物係熱鹼性物或主要由氫氟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(6)

酸組成的溶液。

根據本發明的又一較佳實施例，在光罩修復中，輔助氣體同時與聚焦離子束照射增強蝕刻。

較佳地，光罩係移相光罩。根據本發明之較佳實施例，移相光罩係半色調移相光罩或雷文生移相光罩。雷文生移相光罩較佳地係使用石英基底作為透明基底之石英基底鐫刻型或「銘在移相器上」型。較佳地，石英基底在遮光層或移相層之下的部份具有下割。

根據本發明的較佳實施例，雷文生移相光罩係使用石英基底作為透明基底之石英基底鐫刻型，遮光層主要由鎳構成，餘留缺陷係由石英所形成且為移相層的餘留缺陷，而以物理方式移除餘留缺陷係藉由聚焦離子束執行，在物理移除後餘留缺陷區的整個週圍上的尚未移除的區域具有離餘留缺陷區的週圍30至400nm之寬度。

此處所指之餘留缺陷係缺陷之一般用言，與正常圖型不同，缺陷係由用於遮光層的材料、用於移相層之材料、外來金屬材料等構成，且包含以凸出形式連續至正常圖型之缺陷及存在於遠離正常圖型的位置中之缺陷。

根據本發明，會執行餘留缺陷的物理移除，而於整個餘留缺陷區的週圍上留下離餘留缺陷區的週圍預定寬度之缺陷邊緣區。留下缺陷邊緣區之原因係為了避免因聚焦離子束的測試及配置準確度而使光化照射在除了餘留缺陷區外的區域上的影響會延伸。通常，聚焦離子束的測試之寬度約為30nm。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

在移除如圖 11 (a) 所示之使用石英基底作為透明基底的石英鐫刻雷文生移相光罩中之移相層時，以熱鹼或含氫氟酸之溶液執行化學蝕刻以移除鐫刻區中的餘留缺陷。在此情形中，由於各向同性蝕刻的本質，所以，鐫刻區中的側壁也會被蝕刻。側蝕刻的程度較佳的為側約 0.09 至 $0.20 \mu m$ 。

因此，在鐫刻區中要由化學蝕刻移除之餘留缺陷的寬度之上限為 $0.40 \mu m$ ($400 nm$)。當使用聚焦離子束執行餘留缺陷之物理移除時，可將此寬度適當地選擇在 30 至 $400 nm$ 之範圍。

以含氟氣體各向異性乾蝕刻 Qz (石英)，而製備圖 11 (a) 中所示之石英鐫刻雷文生移相光罩中的鐫刻區 630。各向異性蝕刻會形成非常垂直的側壁並因而造成曝光中的光強度變得比 Qz (石英) 中的非鐫刻區還低。因此，以熱鹼或主要由氫氟酸構成的溶液對每一側執行約 90 至 $200 nm$ 的側壁濕蝕刻，以恢復曝光中的光強度。

藉由上述組成，本發明可提供一方法，藉由移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩，可解決習知技藝的不同問題，亦即，以傳統雷射光照射修復光罩時有關之問題，諸如關於不同誤調整之問題、導因於雷射光的聚焦極限之問題、及修復過的區中之粗糙化，以及以聚焦離子束照射修復光罩時有關之問題，諸如損傷透明基底 (石英玻璃等等) 及鍍污點問題，並可實用。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (6)

因此，根據本發明之方法，可符合裝置的精細製造之需求，亦即，在光罩修復時減少所移除的餘留缺陷之尺寸並改進修復準確度。

特別是，依序執行步驟 (a) 及步驟 (b)，以致於預定寬度為光化照射的影響不會延伸至餘留缺陷區之外，同時，蝕刻時間可設定為具有離週邊預定寬度之缺陷邊緣區會由化學蝕刻移除而對包含遮光層之其它層無實質影響，藉以解決以傳統雷射光照射修復光罩時所牽涉的問題，諸如與不同型式的誤調整有關之問題及導因於雷射光聚焦限制之問題，其中，步驟 (a) 係對餘留缺陷區施加光化照射以便以物理方式移除整個餘留缺陷區週圍上離餘留缺陷區的週邊預定寬度之缺陷邊緣區之外的餘留缺陷，而步驟 (b) 係以化學物之化學蝕刻移除整個餘留缺陷區的週圍上離餘留缺陷區的週圍預定寬度但尚未由物理方式移除的缺陷邊緣區。

當光化照射為雷射光時，可於需要時，以化學物去除藉由移除餘留缺陷而修復的區域中之玻璃區中的不規則度，以解決修復區中由雷射光照射所產生之粗糙化問題。當餘留缺陷具有與鉻層或鉬層和設於鉻層上之氧化鉻層組成的疊層等傳統遮光層相同的成份時，可使用熱鹼或主要由氫氟酸組成的溶液作為化學蝕刻之化學物，使諸如石英基底之透明基底的表面上之不規則度同時由化學蝕刻移除。

當光化照射係聚焦離子束時，由聚焦離子束照射所產生的銻污點可於需要時以化學物移除，以解決銻污點等問

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 6)

題。此外，使用熱鹼或主要由氫氟酸構成的溶液作為化學蝕刻之化學物，將能使鍍污點同時由化學蝕刻移除。

當光化照射為聚焦離子束時，由蝕刻輔助氣體強化之聚焦離子束照射可提供較佳的處理結果。

當光罩係移相光罩時，將能更加完整地符合裝置之精細製造。當移相光罩係為實用之半色調移相光罩或雷文生移相光罩時，可特別有效地應用本發明。

更特別的是，本發明也可應用至雷文生移相光罩為石英基底鐫刻型或鉻在移相器上型且石英基底於遮光層或移相器層之下的部份具有下刻的情形。

特別是，在移除如圖 1 1 所示之使用石英基底作為透明基底的石英鐫刻雷文生移相光罩的移相層時，在物理方式移除後，整個餘留缺陷區的週圍上尚未被移除的區域離餘留缺陷區的週圍之寬度可達 400 nm，提供非常良好的處理結果，其中蝕刻時間可設定為缺陷邊緣區可由化學蝕刻移除而不會於其它層上有任何實質影響。

圖式簡述

圖 1 係說明根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法，其中圖 1 (a)、1 (b)、1 (c) 及 1 (d) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷的區域之個別步驟，圖 2 (a) 及 2 (b) 係分別為用於圖 1 (a) 及 1 (c) 中所示之步驟的平面視圖；

圖 3 及圖 4 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(10)

陷以修復光罩之方法的較佳實施例之步驟，其中圖 3 (a)、3 (b)、及 3 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷之區域的個別步驟，圖 4 (a)、4 (b) 及 4 (c) 係分別用於圖 3 (a)、3 (b) 及 3 (c) 中所示之步驟的平面視圖，及圖 3 (d) 係圖 4 (b) 中所示之包含缺陷區之區域的放大視圖；

圖 5 及 6 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的另一較佳實施例之步驟，其中圖 5 (a)、5 (b)、及 5 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷之區域的個別步驟，圖 6 (a)、6 (b) 及 6 (c) 係分別用於圖 5 (a)、5 (b) 及 5 (c) 中所示之步驟的平面視圖，及圖 5 (d) 係圖 6 (b) 中所示之包含缺陷區之區域的放大視圖；

圖 7 及 8 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的又另一較佳實施例之步驟，其中圖 7 (a)、7 (b)、及 7 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷之區域的個別步驟，圖 8 (a)、8 (b) 及 8 (c) 係分別用於圖 7 (a)、7 (b) 及 7 (c) 中所示之步驟的平面視圖，及圖 7 (d) 係圖 8 (b) 中所示之包含缺陷區之區域的放大視圖；

圖 9 及 10 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的又另一較佳實施例之步驟，其中圖 9 (a)、9 (b)、及 9 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷之區域的個別步驟，圖 10 (a)、10 (

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(1)

b) 及 10 (c) 係分別用於圖 9 (a)、9 (b) 及 9 (c) 中所示之步驟的平面視圖，及圖 9 (d) 係圖 10 (b) 中所示之包含缺陷區之區域的放大視圖；

圖 11 係顯示不同式型的光罩，其中圖 11 (a) 石英鐫刻型雷文生移相光罩之剖面圖，圖 11 (b) 係鉻在移相器上型的移相光罩之剖面視圖，圖 11 (c) 係顯示鉻上移相器型的移相光罩之剖面視圖；及

圖 12 係顯示設有半色調圖型之光罩，其中圖 12 (a) 係設有單層結構的半色調層之光罩的剖面視圖，及圖 12 (b) 係設有多層結構的半色調層之光罩的剖面視圖。

主要元件對照表

1 1 0	透明基底
1 2 0	餘留缺陷
1 3 0	光化照射
2 1 0	透明基底
2 1 1	表面
2 1 2	表面
2 2 0	遮光層
2 3 0	餘留缺陷
3 1 0	透明基底
3 1 1	表面
3 1 2	表面

五、發明說明(12)

- 3 2 0 衰減層
- 3 2 1 氮氧化鉻
- 3 2 2 氮化鉻
- 3 3 0 餘留缺陷
- 3 4 0 聚焦離子束
- 3 5 0 蝕刻氣體
- 4 1 0 透明基底
- 4 1 1 底面
- 4 1 2 底面
- 4 1 5 側面
- 4 1 6 側面
- 4 2 0 遮光層
- 4 3 0 餘留缺陷
- 4 4 0 鐫刻區／移相器區
- 5 1 0 透明基底
- 5 1 1 底面
- 5 1 2 底面
- 5 1 5 側面
- 5 1 6 側面
- 5 2 0 遮光層
- 5 3 0 餘留缺陷
- 5 4 0 鐫刻區
- 5 5 0 聚焦離子束
- 5 6 0 蝕刻氣體

五、發明說明(13)

- 6 1 0 透明基底
- 6 3 1 SiO_2 移相層
- 6 3 2 SiO_2 移相層
- 6 2 1 遮光層
- 6 2 2 遮光層
- 6 5 4 氮氧化物層
- 6 6 4 氧化物層
- 6 3 0 鐫刻區

發明之較佳實施例

移除光罩中會造成餘留缺陷區中及圍繞餘留缺陷區的區域中的光罩之光透射率部份劣化的餘留缺陷以修復光罩而恢復該光罩中該區域的光透射率之根據本發明的方法，可應用至傳統光罩中的餘留缺陷之修復，該傳統光罩包括於一表面上具有鉻、矽化鉬或類似物之遮光層的透明基底，以及如圖 1 1 所示之不同型式的移相光罩。

將參考附圖，更加詳細地說明藉由移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩的方法。

圖 1 係說明根據本發明之修復光罩中的餘留缺陷之方法的步驟，其中，為簡化起見，僅顯示缺陷區。

圖 1 (a)、1 (b)、1 (c) 及 1 (d) 係剖面圖，顯示修復包含餘留缺陷 1 2 0 的區域之個別步驟，圖 2 (a) 及 2 (b) 係分別為用於圖 1 (a) 及 1 (c) 中所示之步驟的平面視圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (14)

在此關係中，應指明，圖 1 (a) 係圖 2 (a) 的 A 1 - A 2 剖面視圖，而圖 1 (b) 及 1 (c) 中的參考數字所標示的部份係分別相當於圖 1 (a) 中相同的參考數字所標示的部份。

在圖 1 及 2 中，數字 1 1 0 係代表透明基底、數字 1 2 0 係餘留缺陷、數字 1 2 0 A 及 1 2 0 B 係缺陷區、數字 1 2 1 係餘留缺陷的週圍，而數字 1 3 0 係光化照射。

起初，光化照射 1 3 0 (圖 1 (b)) 會施加至透明基底 1 1 0 上的餘留缺陷 1 2 0 (圖 1 (a)) 以便以物理方式移除其區域 1 2 0 B 中的餘留缺陷 1 2 0 而留下具有寬度離餘留缺陷區 1 2 0 的週圍 1 2 1 為 3 0 至 4 0 0 n m 的缺陷邊緣區 1 2 0 a (圖 1 (c)) 。

光化照射 1 3 0 應能以物理方式移除餘留缺陷區，且其實施例包含雷射光及聚焦離子束。

關於雷射光，通常使用 Y A G 雷射的第二諧波 (0 . 5 3 μ m) 以移除主要由鉻或矽化鉻構成的遮光層。除此雷射之外，可依據要移除的缺陷之材料及目的，使用 K r F 準分子雷射、如紅外線雷射之二氧化碳雷射等。

雖然，不特別限制聚焦離子束，但是，通常使用鎵離子束。

接著，以化學蝕刻移除光化照射 1 3 0 照射後保持未被移除的缺陷邊緣區 1 2 0 A (圖 1 (d)) 。

根據餘留缺陷的材料選擇要使用的化學物。舉例而言

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (15)

，當要被移除的材料係銻、氧化銻、氮氧化銻、或石英時，可使用熱鹼溶液或主要由氫氟酸構成的溶液。

當使用雷射光作為光化照射 130 時，以雷射光照射餘留缺陷區會於透明基底 110 的 111 面上產生不規則度。透明基底 110 通常係由石英製成，且在此情形中，在以熱鹼溶液或主要由氫氟酸構成的溶液化學蝕刻移除缺陷邊緣區 120A 之期間，透明基底 110 的 111 面也會被蝕刻以使面平整，因而允許不規則度被移除。亦即，可同時執行缺陷邊緣區 120A 之蝕刻移除及透明基底 110 不規則度的移除（111 面的平整化）。

在施加如光化雷射 130 之雷射光，接著以化學蝕刻移除缺陷邊緣區 120A 時，當使用諸如未具有蝕刻 111 面的能加之蝕刻劑時，能使用一方法，於其中以能使透明基底 110（舉例而言，熱鹼溶液或主要由氫氟酸構成的溶液）的 111 面平整化之蝕刻劑，分開地處理修復過的區域。

當使用銻離子的聚焦離子束作為光化照射 130 時，聚焦離子束照射會產生銻污點。透明基底 110 通常由石英製成，且在此情形中，以熱鹼溶液或主要由氫氟酸構成的溶液之化學蝕刻移除缺陷邊緣區 120A 期間，也可去除銻污點。在使用銻聚焦離子束作為光化照射 130，接著以化學蝕刻移除缺陷邊緣區 120A 時，當使用諸如無法移除銻污點之蝕刻劑時，將可使用一方法，其中，以能移除銻污點之蝕刻劑（舉例而言，熱鹼溶液或主要由氫氟

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明(16)

酸構成的溶液)分離處理修復過的區域(圖1(e))。

將參考下述實施例，更詳細地說明本發明，但是，本發明並不侷限於這些實施例。

實施例 1

將參考圖3及4說明本實施例。

圖3及圖4係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的較佳實施例之步驟，其中圖3(a)、3(b)、及3(c)係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷230之區域的個別步驟，圖4(a)、4(b)及4(c)係分別用於圖3(a)、3(b)及3(c)中所示之步驟的平面視圖。

在此關係中，應指明圖3(a)係圖4(a)的B1-B2剖面圖，且圖3(b)及3(c)中參考數字標示的部份係分別對應於圖3(a)中相同參考數字所標示的部份。圖3(d)係包含圖4(b)中所示的缺陷區之區域的放大視圖。

在圖3及4中，數字210代表透明基底、數字211係表面、數字220係遮光層、及數字230係餘留缺陷。

本實施例說明傳統光罩中的餘留缺陷之移除，該傳統光罩包括由石英基底構成之透明基底210，於其上具有藉由鉻層(厚度：130nm)及氧化鉻(厚度：數nm)依序疊層而提供之遮光層220的圖型。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(17)

光罩係用於製備設有二晶片 6 4 M D R A M 裝置的標線且為字線層。藉由配置酚醛清漆正型光阻 N P R 8 9 5 I (Nagase 公司製造) 至光罩毛坯上、以雷射書寫裝置 (E T E C 製造 , C O R E 2 5 6 4) 繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、以主要由氦氮化銻構成的蝕刻劑濕蝕劑開口中的鉻、剝離光阻、然後清洗所造成的光罩。在清洗之後,藉由外觀測試器 (K L A 製 , 3 3 1) 檢測光罩之缺陷。結果,測得遮光層約 $0.6 \mu m$ 平方之餘留缺陷 (圖 3 中為 2 3 0) (圖 3 (a))。

提供雷射修復裝置 (N E C 公司製 , S L - 4 5 3 C) , 且 Y A G 雷射的第二諧波 ($0.53 \mu m$) 會被施加至餘留缺陷 2 3 0 以移除離缺陷 2 3 0 的週圍約 $60 nm$ 寬度之缺陷邊緣區 2 3 0 A 之外的餘留缺陷 2 3 0 (圖 3 (b))。

在此階段中,以相位量測系統 M P M - 2 4 8 (Lasertec 公司製) 量測光罩的透光率。結果,發現修復區的透光率比其它區的透光率低約 3 %。

然後,將光罩浸於溫度 $70^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ 之 10 % N a O H 溶液中 60 分鐘,同時攪拌溶液,藉以以化學蝕刻移除餘留的缺陷邊緣區 2 3 0 A (圖 3 (C))。

在清潔之後,再度量測光罩中修復區的透光率,且發現其實質地同於其它區之透光率,顯示恢復光罩修復區中的透光率。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (18)

實施例 2

將參考圖 5 及 6 說明本實施例。

圖 5 及 6 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的另一較佳實施例之步驟，其中圖 5 (a)、5 (b)、及 5 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷 3 2 0 之區域的個別步驟，圖 6 (a)、6 (b) 及 6 (c) 係分別用於圖 5 (a)、5 (b) 及 5 (c) 中所示之步驟的平面視圖。

在此關係中，應指明圖 5 (a) 係圖 6 (a) 的 C 1 - C 2 剖面視圖，且圖 5 (b) 及 5 (c) 中由參考數字所標示的部份分別對應圖 5 (a) 中相同參考數字所標示的部份。圖 5 (d) 係圖 6 (b) 中所示之包含缺陷區的區域之放大視圖。

在圖 5 及 6 中，數字 3 1 0 係代表透明基底（數字 3 1 1 及 3 1 2 係表面），數字 3 2 0 係衰減層，數字 3 2 1 係氮氧化鉻，數字 3 2 2 係氮化鉻，數字 3 3 0 係餘留缺陷，數字 3 4 0 係聚焦離子束，及數字 3 5 0 係蝕刻氣體。

本實施例說明 i - 線半色調移相光罩中的餘留缺陷之移除，該光罩包括透明基底 3 1 0，於其上具有藉由氮化鉻層 3 2 2（厚度：1 0 n m）及氮氧化鉻 3 2 1（厚度：1 3 9 n m）依序疊層而提供之半色調層 3 2 0 的圖型。

光罩係用於製備設有三晶片 6 4 M D R A M 裝置的標

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (9)

線且為接點孔層。藉由配置酚醛清漆正型光阻 N P R 8 9 5 I (Nagase 公司製造) 至光罩毛坯上、以雷射書寫裝置 (E T E C 製造, C O R E 2 5 6 4) 繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、使用主要由二氯甲烷 (CH_2Cl_2) 及氧構成的混合氣體以反應離子蝕刻方式乾蝕刻開口中的氮氧化鉻及氮化鉻、剝離光阻、然後清洗所造成的光罩。在清洗之後,藉由外觀測試器 (K L A 製, 3 3 1) 檢測光罩之缺陷。結果,測得半色調層約 $0.4 \mu\text{m}$ 平方之餘留缺陷 (圖 5 及 6 中為 3 3 0) (圖 5 (a))。

提供聚焦離子束裝置 S I R 1 5 0 0 α (精工儀器公司製造),且將鎵離子聚焦離子束施加至餘留缺陷 3 3 0 以去除餘留缺陷 3 3 0,而留下具有離缺陷 3 3 0 (圖 5 (b)) 的週圍 3 0 至 5 0 nm 寬度之缺陷邊緣區 3 3 0 A。

由於氮氧化鉻 3 2 1 及氮化鉻 3 2 2 於抗熱鹼上較鉻為優,所以,此階段中所遺留的缺陷尺寸應儘可能小。在此階段中,以相位量測系統 M P M - 2 4 8 (Lasertec 公司製造)量測光罩。結果,發現修復區的光透射率比其它區域的光透射率小 1 0 %。

然後,將光罩浸於 $70^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 之 1 0 % N a O H 溶液中 6 0 分鐘並攪拌溶液,藉由化學蝕刻移除餘留的缺陷邊緣區 3 3 0 A (圖 5 (C))。

在清洗之後,再度量測光罩中的修復區之光透射率並

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 20)

發現其與其它區域之光透射率實質相同，顯示恢復光罩修復區中的光透射率。

實施例 3

將參考圖 7 及 8，說明本實施例。

圖 7 及 8 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的又另一較佳實施例之步驟，其中圖 7 (a)、7 (b)、及 7 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷 430 之區域的個別步驟，圖 8 (a)、8 (b) 及 8 (c) 係分別用於圖 7 (a)、7 (b) 及 7 (c) 中所示之步驟的平面視圖。

在此關係中，應指明圖 7 (a) 係圖 8 (a) 的 D1 - D2 剖面視圖，且圖 7 (b) 及 7 (c) 中由參考數字所標示的部份分別對應圖 7 (a) 中相同參考數字所標示的部份。圖 7 (d) 係圖 8 (b) 中所示之包含缺陷區的區域之放大視圖。

在圖 7 及 8 中，數字 410 係代表透明基底（石英基底 QZ）（數字 411 及 412 係蝕刻部份的底面），數字 415 及 416 係側面，數字 420 係遮光層，數字 430 係餘留缺陷，及數字 440 係鐫刻區或移相器區。

本實施例說明雷文生石英鐫刻移相光罩中的餘留缺陷之移除，該光罩包括由石英基底構成之透明基底 410，於其上具有由鉻層（厚度：110 nm）及氧化鉻層 321（厚度：數 nm）依序疊層而提供之遮光層 420

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

點

五、發明說明 21)

的圖型。

光罩係用於製備設有二晶片 64 M D R A M 裝置的標線且為位元線層。藉由配置酚醛清漆正型光阻 E B R 9 0 0 (Toray 公司製造) 至光罩毛坯上、以 E B 光束書寫裝置 M E B E S I I I (E T E C 製造) 繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、使用主要由氮氯化銻及氧構成的蝕刻劑濕蝕刻開口中的氧化鉻及鉻、剝離光阻、清洗所造成的光罩、再塗著光阻 E B R 9 0 0 (Toray 工業公司製)、以雷射書寫裝置 (E T E C 製造, C O R E 2 5 6 4) 繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、以 C F ₄ 氣體乾蝕刻開口中的移相器 (石英 Q Z 區)、剝離光阻、及清洗光罩。在清洗之後,藉由外觀測試器 (K L A 製, 3 3 1) 檢測光罩之缺陷。結果,測得移相器層約 0 . 4 μ m 平方之餘留缺陷 (圖 7 (a))。

提供聚焦離子束裝置 S M I 9 8 0 0 α (精工儀器公司製造), 且將鎢離子聚焦離子束施加至餘留缺陷 4 3 0 以去除餘留缺陷 4 3 0 , 而留下具有離缺陷 4 3 0 (圖 7 (b)) 的週圍 1 0 0 至 2 0 0 n m 寬度之缺陷邊緣區 4 3 0 A 。

在此階段中,以相位量測系統 M P M - 2 4 8 (Lasertec 公司製造) 量測光罩。結果,發現修復區的光透射率比其它區域的光透射率小 1 0 % 。

一般而言,在石英鐫刻雷文生移相光罩中,以氟基氣體僅蝕刻 Q z (石英) 會因各向異性蝕刻的本質而形成非

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(2)

常垂直的側壁並因而使得步進曝光機的曝光中的光強度變得低於其未鐫刻區中的 Q_z (石英)。此使得以熱鹼或主要由氫氟酸構成的溶液執行多於 90 分鐘的側壁濕蝕刻以恢復曝光中的光強度之步驟，成為必需。

為達此目的，接著將光罩浸於熱鹼中 ($70^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 之 10% NaOH 溶液) 60 分鐘並攪拌溶液，藉化學蝕刻執行 90 至 400 nm 的側蝕刻並同時移除餘留的缺陷邊緣區 430A (圖 7 (C))。

處理會使得圖 7 (a) 中所示之面 411 及側面 415 的形狀成為圖 7 (c) 中所示之面 412 及側面 416 的形狀。

在清洗之後，再度量測光罩中的修復區之光透射率並發現其與其它區域之光透射率實質相同，顯示恢復光罩修復區中的光透射率。

實施例 4

將參考圖 9 及 10，說明本實施例。

圖 9 及 10 係顯示根據本發明之移除光罩中的餘留缺陷以修復光罩之方法的又另一較佳實施例之步驟，其中圖 9 (a)、9 (b)、9 (c) 係剖面視圖，顯示修復包含餘留缺陷 530 之區域的個別步驟，圖 10 (a)、10 (b) 及 10 (c) 係分別用於圖 9 (a)、9 (b) 及 9 (c) 中所示之步驟的平面視圖。

在此關係中，應指明圖 9 (a) 係圖 10 (a) 的

五、發明說明 23)

E 1 - E 2 剖面視圖，且圖 9 (b) 及 9 (c) 中由參考數字所標示的部份分別對應圖 9 (a) 中相同參考數字所標示的部份。圖 9 (d) 係圖 10 (b) 中所示之包含缺陷區的區域之放大視圖。

在圖 9 及 10 中，數字 510 係代表透明基底（石英基底 QZ）（數字 511 及 512 係蝕刻部份的底面），數字 515 及 516 係側面，數字 520 係遮光層，數字 530 係餘留缺陷，及數字 540 係鐫刻區、數字 550 係聚焦離子束、及數字 560 係蝕刻氣體。

本實施例說明雷文生石英鐫刻移相光罩中的餘留缺陷之移除，該光罩包括由石英基底構成之透明基底 510，於其上具有由鉻層（厚度：110 nm）及氧化鉻層 321（厚度：數 nm）依序疊層而提供之遮光層 520 的圖型。實施例 4 除了輔助氣體處理係同時與餘留缺陷的物理移除同時執行之外，均與實施例 3 相同。

光罩係用於製備設有二晶片 64 M D R A M 裝置的標線且為位元線層。藉由配置酚醛清漆正型光阻

N P R 900（Toray 工業公司製造）至光罩毛坯上、以 E B 光束書寫裝置 M E B E S I V（E T E C 製造）繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、使用主要由氮化銻構成的蝕刻劑濕蝕刻開口中的氧化鉻及鉻、剝離光阻、清洗所造成的光罩、再塗著光阻 E B R 900（Toray 工業公司製）、以雷射書寫裝置（E T E C 製造，C O R E 2564）繪寫圖型、以無機鹼顯影劑執行顯影、以 C F₄

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 24)

氣體乾蝕刻開口中的移相器（石英 Q Z 區）、剝離光阻、及清洗光罩。在清洗之後，藉由外觀測試器（K L A 製，3 0 1 STARlight）檢測光罩之缺陷。結果，測得移相器層約 $1 \mu m$ 平方之餘留缺陷（圖 9（a））。

提供聚焦離子束裝置 S M I 9 8 0 0 α （精工儀器公司製造），且將鎵離子聚焦離子束施加至餘留缺陷 5 3 0。在此情形中，同時執行使用氟化氙（X e F）之輔助氣體蝕刻陷 4 3 0。因此，使用氟化氙（X e F）之餘留缺陷 5 3 0 會被移除，而留下具有離缺陷 5 3 0（圖 9（b））的週圍 1 0 0 至 2 0 0 n m 寬度之缺陷邊緣區 5 3 0 A。

在此階段中，以相位量測系統 M P M - 2 4 8（Lasertec 公司製造）量測光罩。結果，發現修復區的光透射率與其它區域的光透射率實質相等。

一般而言，在石英鐫刻雷文生移相光罩中，以氟基氣體僅蝕刻 Q z（石英）會因各向異性蝕刻的本質而形成非常垂直的側壁並因而使得步進曝光機的曝光中的光強度變得低於其未鐫刻區中的 Q z（石英）。此使得以熱鹼或主要由氫氟酸構成的溶液執行多於 9 0 分鐘的側壁濕蝕刻以恢復曝光中的光強度之步驟，成為必需。

為達此目的，接著將光罩浸於熱鹼中（ $70^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ 之 1 0 % N a O H 溶液）6 0 分鐘並攪拌溶液，藉化學蝕刻執行 9 0 至 4 0 0 n m 的側蝕刻並同時移除餘留的缺陷邊緣區 5 3 0 A（圖 9（c））。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明 25)

處理會使得圖 9 (a) 中所示之面 5 1 1 及側面 5 1 5 的形狀成為圖 9 (c) 中所示之面 5 1 2 及側面 5 1 6 的形狀。

在清洗之後，再度量測光罩中的修復區之光透射率並發現其與其它區域之光透射率實質相同，顯示恢復光罩修復區中的光透射率。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

四、中文發明摘要 (發明之名稱：移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法)

(a) 提供一種移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法，其能解決以傳統雷射光修復光罩所造成的問題，諸如不同型式的誤調整、雷射光聚焦的限制、修復區中產生粗糙化，並解決以聚焦離子束照射修復光罩所造成的問題，諸如對透明基底之損傷及銻污點。方法包括下述步驟：

(a) 除了未對餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍預定寬度的缺陷邊緣區施加光化照射之外，施加光化照射至餘留缺陷區以去除餘留缺陷；及

(b) 將未由物理方式移除之餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍一預定寬度的缺陷邊緣區，以化學物化學蝕刻，預定寬度係設定成光化照射的影響不延伸至餘留缺陷區外部，同時，蝕刻時間可設定成離週圍一預定距離之區域可由化學蝕刻移除而不對包含遮光層之其它層造成影響。

英文發明摘要 (發明之名稱：Method for repairing photomask by removing residual defect in said photomask)

A method for repairing a photomask by removing a residual defect in the photomask is provided which can solve problems, involved in repair of the photomask by the conventional laser beam irradiation, such as various types of maladjustments, limitation of focusing of a laser beam, creation of roughening in the repaired area, and problems, involved in repair of the photomask by focused ion beam irradiation, such as damage to a transparent substrate and a gallium stain. The method comprises the steps of: (a) applying actinic radiation to the residual defect area to remove the residual defect except for a defect edge region having a predetermined width from the periphery of the residual defect area over the whole periphery of the residual defect area; and (b) removing the defect edge region, remaining unremoved by the physical means, having a predetermined width from the periphery of the residual defect area over the whole periphery of the residual defect area by chemical etching with a chemical, the predetermined width being such that the influence of the actinic radiation does not extend over the outside of the residual defect area and, at the same time, the etching time can be set so that the region having a predetermined width from the periphery is removed by the chemical etching without any substantial influence on other layers including a light-shielding layer.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種移除光罩中餘留缺陷以修復光罩之方法，該餘留缺陷會造成光罩於餘留缺陷區及圍繞餘留缺陷區的區域中之光透射率部份劣化，藉由移除該餘留缺陷以恢復光罩中該區域的光透射率，該方法包括下述步驟：

(a) 除了未對餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍預定寬度的缺陷邊緣區施加光化照射之外，施加光化照射至餘留缺陷區以物理方式去除餘留缺陷；及

(b) 將未由物理方式移除之餘留缺陷區整個週圍上離餘留缺陷區的週圍一預定寬度的缺陷邊緣區，以化學物化學蝕刻，

預定寬度係設定成光化照射的影響不延伸至餘留缺陷區外部，同時，蝕刻時間可設定成離週圍一預定距離之缺陷邊緣區可由化學蝕刻移除而不對包含遮光層之其它層造成影響。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該光化照射係雷射光，且於需要時，以化學物處理經去除餘留缺陷而被修復的區域中之構成光罩的透明基底，以便去除修復區中的不規則。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，該光化照射係雷射光且化學蝕刻之該化學物係熱鹼性物或主要由氫氟酸組成的溶液。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該光化照射係聚焦離子束，且於需要時，以化學物處理經去除餘留缺陷所修復的區域，以去除聚焦離子束照射所產生的鍍污點

六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該光化照射係聚焦離子束且用於化學蝕刻的該化學物係熱鹼性物或主要由氫氟酸組成的溶液。

6. 如申請專利範圍第4或5項之方法中，其中在光罩修復中，輔助氣體同時與該聚焦離子束照射增強蝕刻。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該光罩係移相光罩。

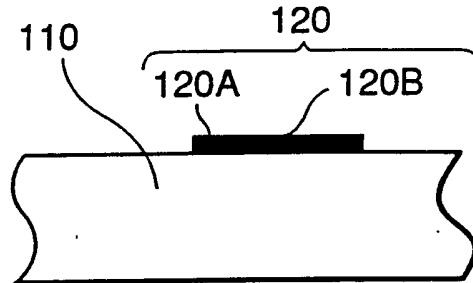
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該移相光罩係半色調移相光罩或雷文生移相光罩。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該雷文生移相光罩係使用石英基底作為透明基底之石英基底鐫刻型或鉻在移相器上型。

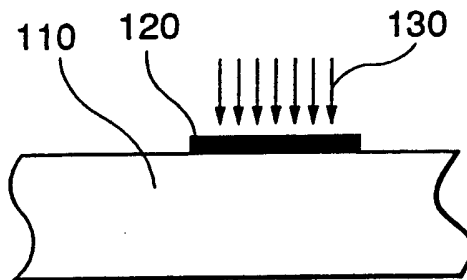
10. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該石英基底在遮光層或移相層之下的部份具有下割。

11. 如申請專利範圍第9或10項之方法，其中該雷文生移相光罩係使用石英基底作為透明基底之石英基底鐫刻型，遮光層主要由鎳構成，餘留缺陷係由石英所形成且為移相層的餘留缺陷，而以物理方式移除餘留缺陷係藉由聚焦離子束執行，在物理移除後餘留缺陷區的整個週圍上的尚未移除的區域具有離餘留缺陷區的週圍30至400nm之寬度。

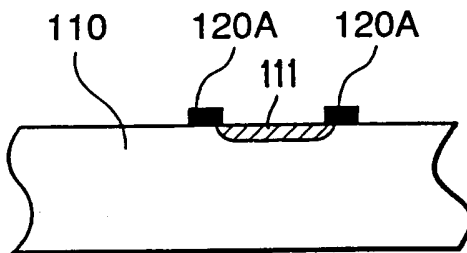
第 1 圖(a)



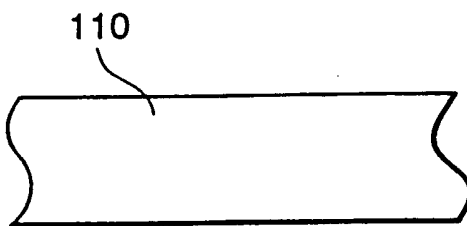
第 1 圖(b)



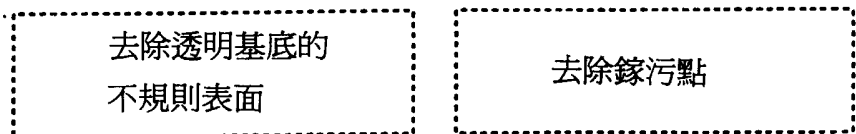
第 1 圖(c)



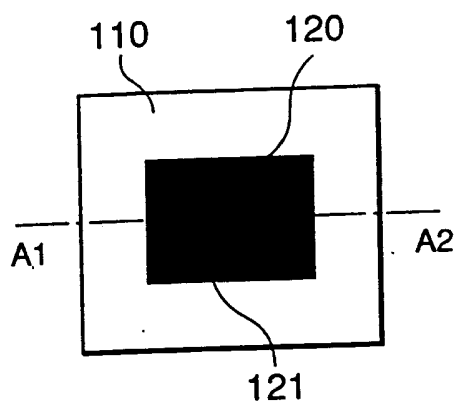
第 1 圖(d)



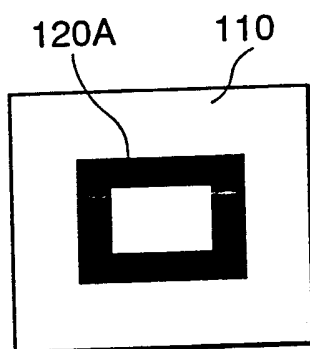
第 1 圖(e)



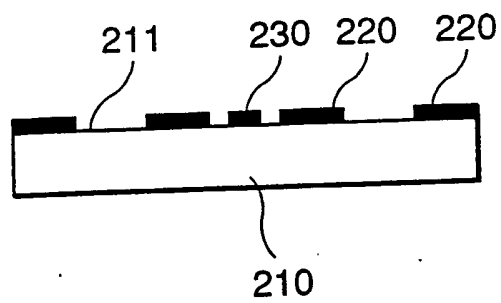
第 2 圖(a)



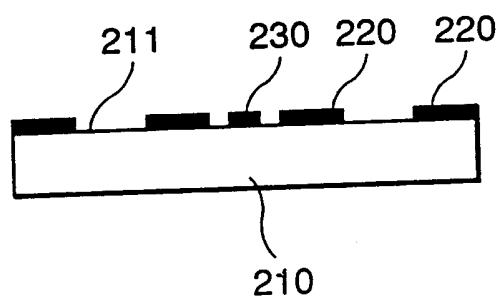
第 2 圖(b)



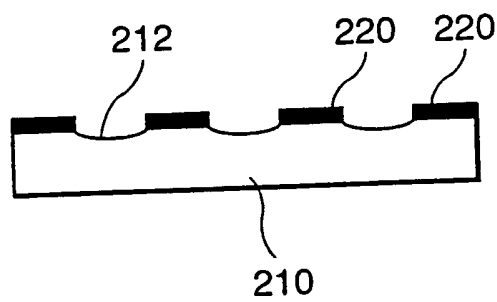
第 3 圖 (a)



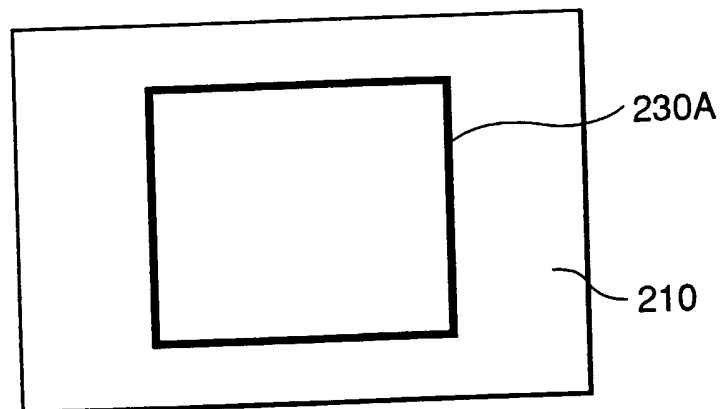
第 3 圖 (b)



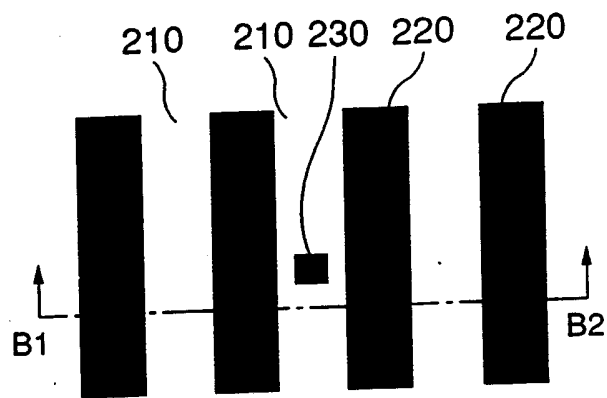
第 3 圖 (c)



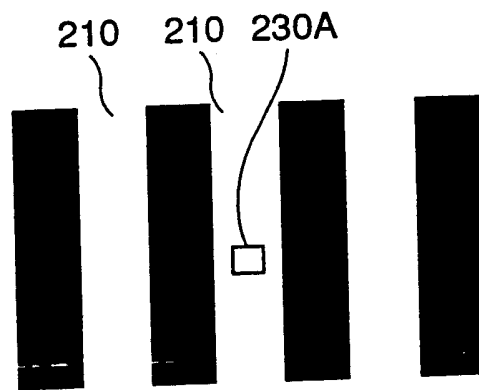
第 3 圖 (d)



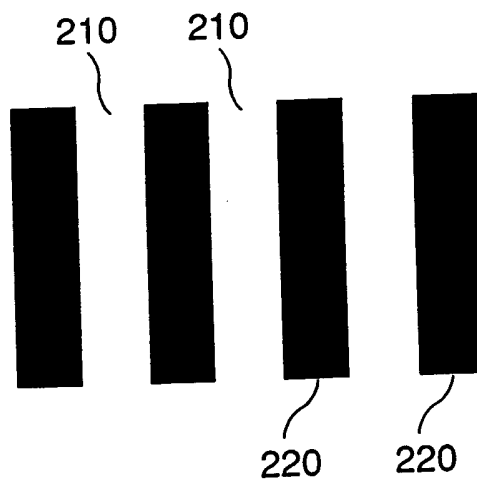
第 4 圖 (a)



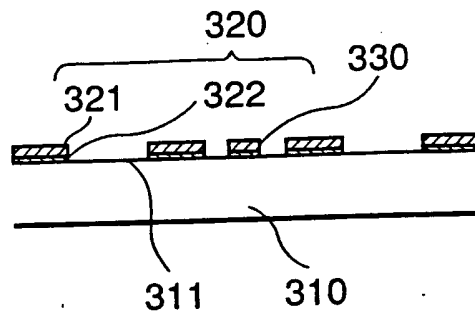
第 4 圖 (b)



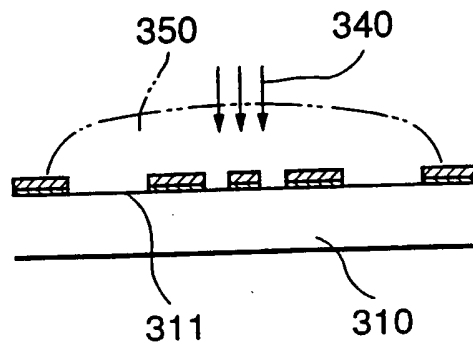
第 4 圖 (c)



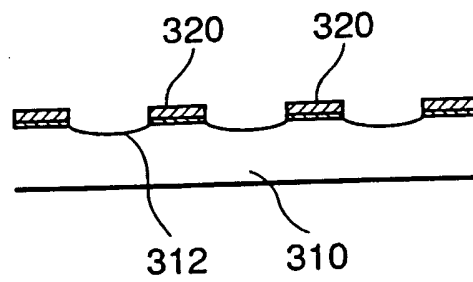
第 5 圖(a)



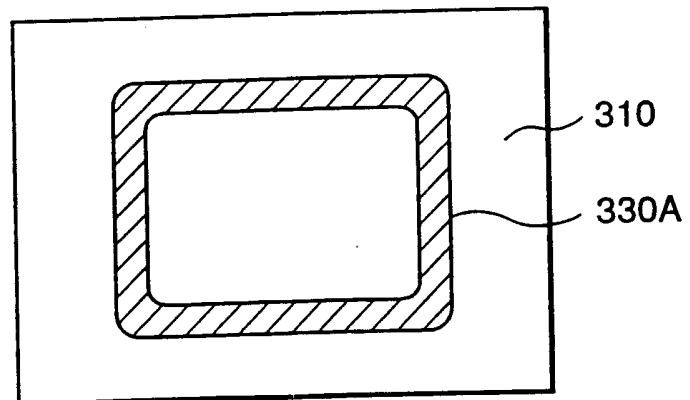
第 5 圖(b)



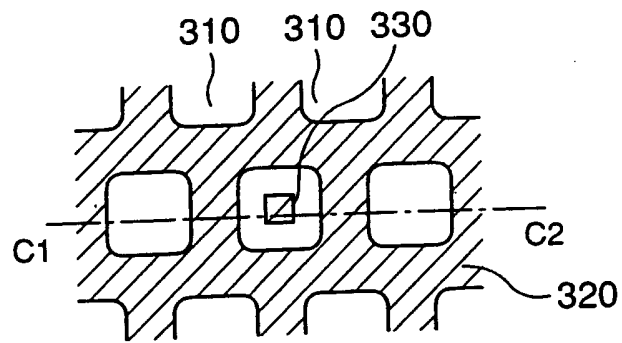
第 5 圖(c)



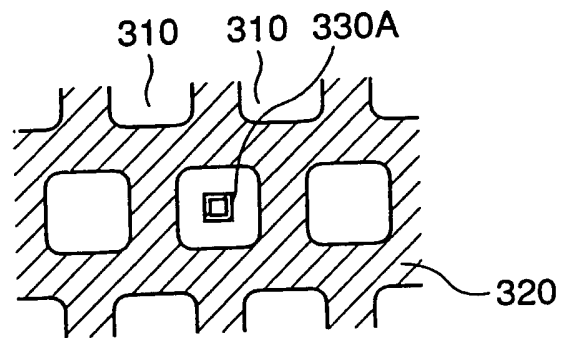
第 5 圖(d)



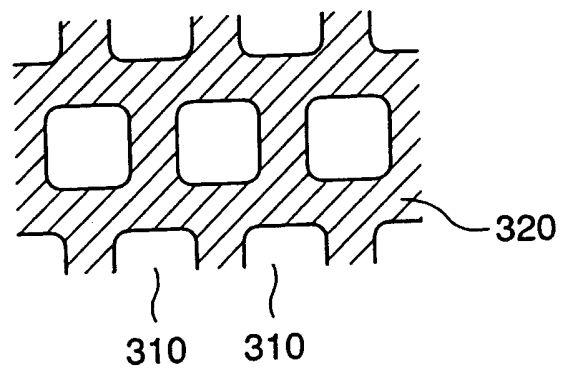
第 6 圖(a)



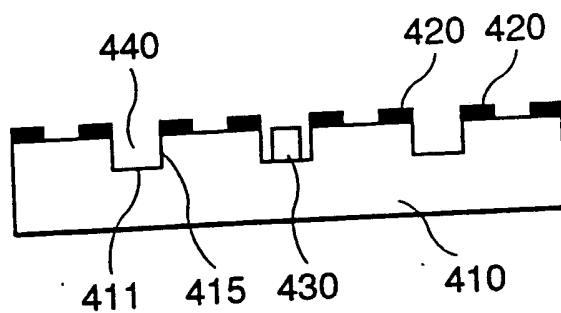
第 6 圖(b)



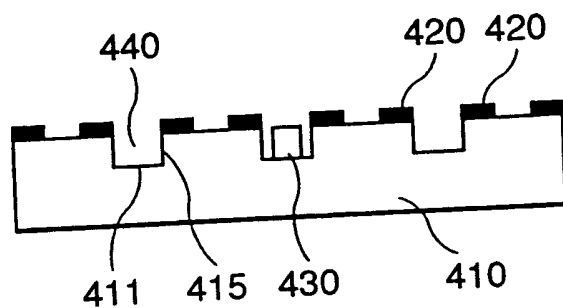
第 6 圖(c)



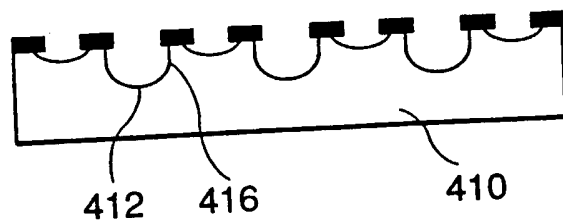
第 7 圖 (a)



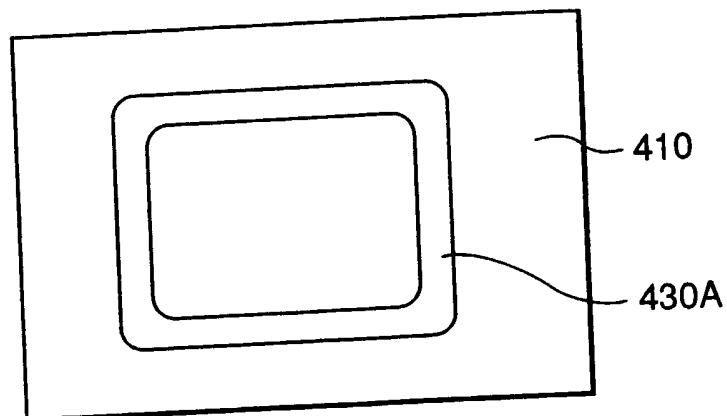
第 7 圖 (b)



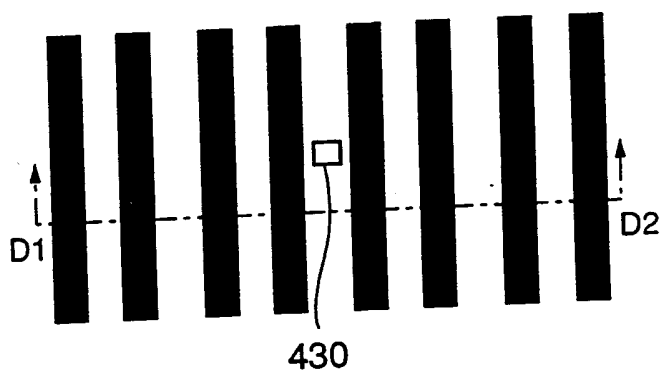
第 7 圖 (c)



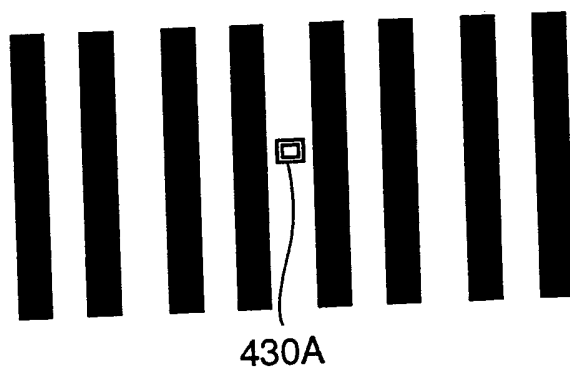
第 7 圖 (d)



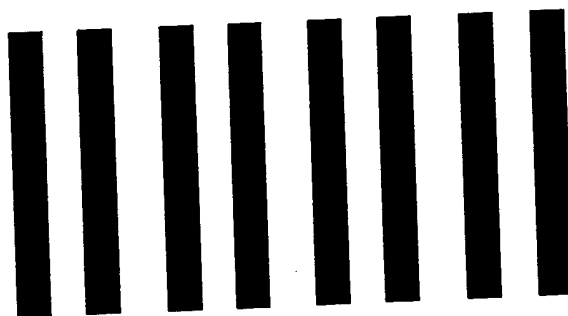
第 8 圖 (a)



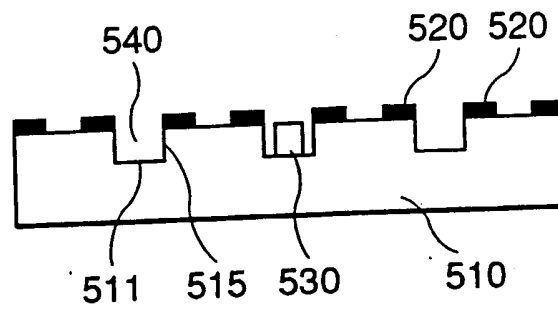
第 8 圖 (b)



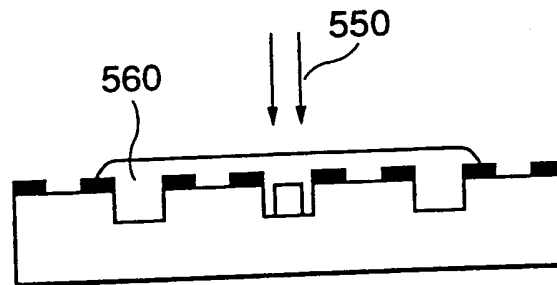
第 8 圖 (c)



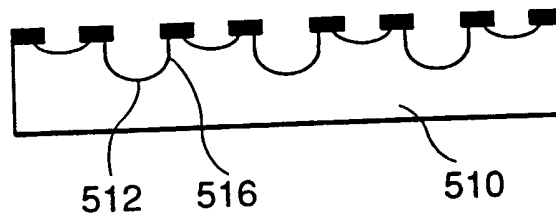
第 9 圖 (a)



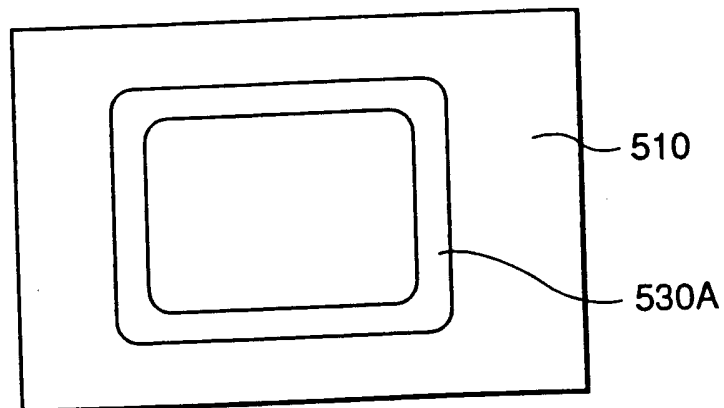
第 9 圖 (b)



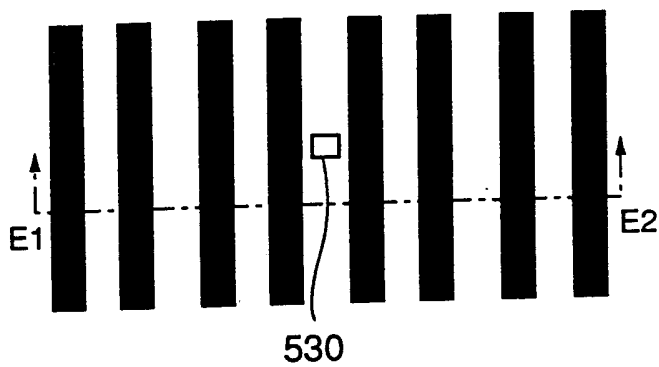
第 9 圖 (c)



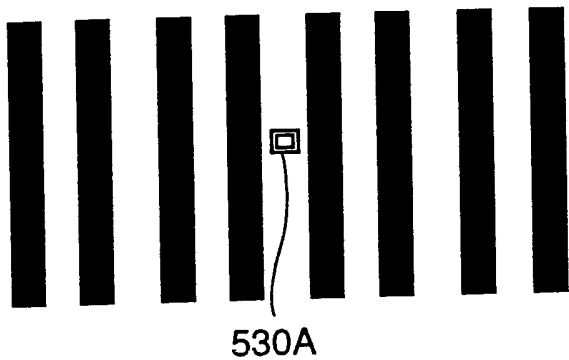
第 9 圖 (d)



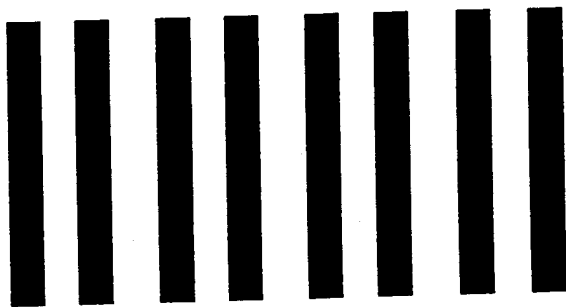
第10圖 (a)



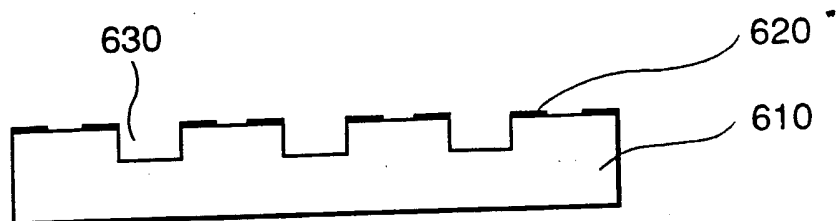
第10圖 (b)



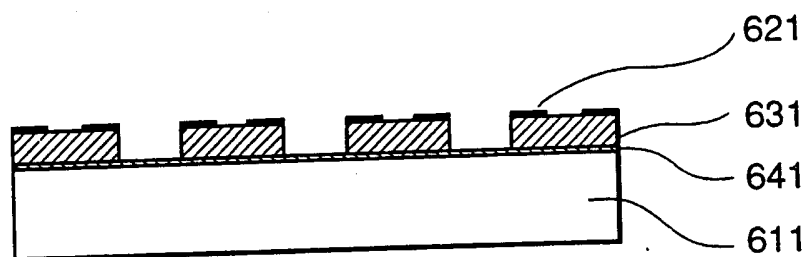
第10圖 (c)



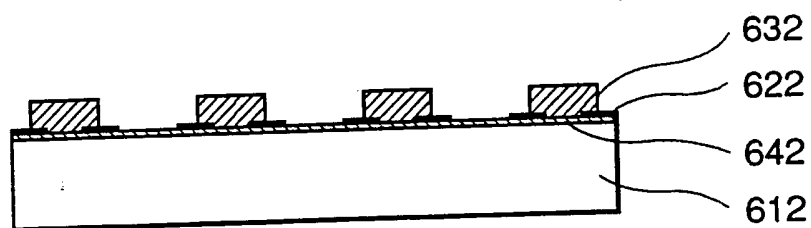
第11圖(a)



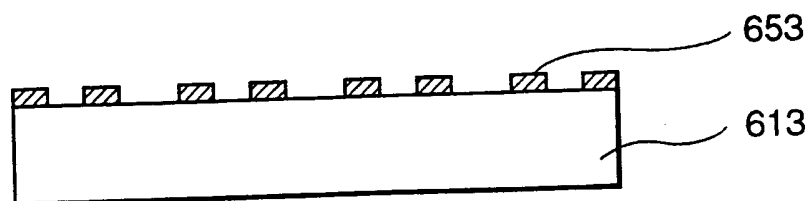
第11圖(b)



第11圖(c)



第12圖(a)



第12圖(b)

