

公告本

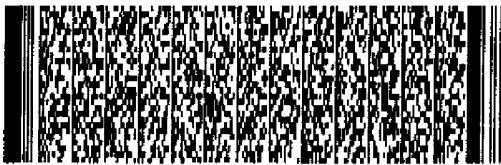
申請日期： 89.1.18	案號： 89/00851
類別： HOIL 21/00 ; 21/027	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

462073

一、 發明名稱	中文	半導體裝置之製造方法
	英文	MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 今井 清隆
	姓名 (英文)	1. Kiyotaka IMAI
	國籍	1. 日本
	住、居所	1. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號 日本電氣股份有限公司內
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日本電氣股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. NEC Corporation
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號
	代表人 姓名 (中文)	1. 西垣 浩司
	代表人 姓名 (英文)	1. Koji NISHIGAKI



462073

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

日本 JP

1999/02/05 特願平11-029092 有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明背景發明之領域

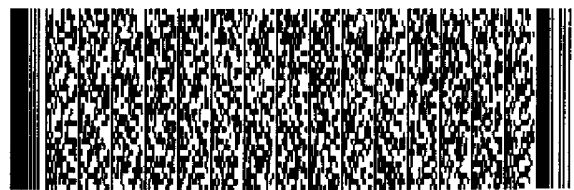
本發明係關於一種半導體裝置的製造方法，特別是關於使用相移式光罩的圖案形成方法。

相關技術之描述

為提高半導體裝置的集積度，故要求能在光刻步驟中形成較微小與間隔較緊密的圖案。因此，在光刻步驟的曝光中，一般使用縮小投影的曝光方法，在其中使用相移式方法，以便提高解析度限制並形成更微小且間隔更緊密的圖案。

以下以藉由Levenson型相移式方法形成線與間隔 (line and space ; L/S) 圖案為例，簡單說明相移式方法的基本原則。在此情況下，使用一交替相移式光罩，其中線係以遮光材料形成於透明基材上，且每隔一開口部 (間隔部) 放置一相移層 (phase shifter)。穿過此光罩之開口部的光線穿過透鏡並在晶片上的光阻膜上產生影像。若是二鄰近開口部之間的距離變得相當短時，當使用沒有相移層的一般光罩時，從此二鄰近開口部穿過的衍射光線具相同相位，以致經由其相互干涉而使此二鄰近開口部的影像無法彼此分離。反之，以相移式光罩，來自鄰近開口的二光線之間的相位差為180度，且因此二光線相互干涉、衍射的光線被破壞，且因此此二鄰近開口部的影像能彼此分離。

此種相移式方法被用來形成重複圖案例如L/S圖案、



五、發明說明 (2)

單個圖案、不規則圖案等、與應用於各種半導體裝置的製造，包含動態隨機存取記憶體 (Dynamic Random Access Memory ; DRAM) 的位元線與互補金氧半導體

(Complementary Metal - Oxide - Semiconductor ; CMOS) 的閘極圖案。舉例而言，在 Proc. SPIE (Proceeds Society Photo - optical Instrumentation Engineer) 之 Vol. 3051, pp. 342 - 351 (1997) 中，發表一研究報告係將相移式方法應用於製造 $0.16 \mu\text{m}$ CMOS 閘極圖案。

以下說明藉由相移式方法形成微小閘極圖案的一般方法。

在此方法中，使用圖2 (a) 與 (b) 所示之二個不同光罩分別進行二次曝光，且藉由經此二個光罩之曝光所得到的合成影像，將閘極圖案形成於晶片上。圖2 (a) 為顯示相移式光罩 (光罩A) 之佈局的圖，其中將線用遮光部22與相移部23形成於透明基材21上。在線用遮光部22中所見到的圖案就是所需形成的。圖2 (b) 為顯示另一光罩 (光罩B) 之佈局的圖，其中形成保護用遮光部24，用以在以光罩A進行第一曝光之後，保護正光阻放置於所需形成閘極圖案的位置上的部分免受第二曝光。

圖3顯示使用上述光罩A、光罩B、或二者，而被轉印到晶片上之正光阻上的圖案。圖3 (a) 顯示由光罩A之第一曝光所得到的轉印圖案。於此轉印了多個環狀圖案，其顯示由線用遮光部22所形成之以外的圖案也被轉印。各環狀圖案部係由各相移部的邊緣所形成。此係由於光線的振



五、發明說明 (3)

幅在相移部23的邊緣部會減弱，且因此基本上光線被遮蔽了。圖3(b)顯示以光罩A之第一曝光所轉印的圖案與以光罩B之第二曝光所轉印的圖案之間的位置關係。在第二曝光時，光罩B必需以下述方式予以對準：以保護用遮光部24充分保護置於需形成閘極圖案的部分的光阻。圖3(c)顯示在進行第一曝光、接著第二曝光、與接著進行後續顯影製程之後所得到的光阻圖案。由於在第二曝光中將照射施用至在第一曝光中由於遮蔽光線而轉印之圖案的不必要的部分，故在此部分中的光阻由於顯影而被移除，從而形成指定的光阻圖案。

接著，說明使用上述之二個不同光罩形成光阻圖案與隨後將閘極圖案形成在矽基板上的方法。圖4為二組示意剖面圖，顯示此形成方法的步驟。圖4(a1) - (a4)為沿著圖3(b)之A-A'連線的剖面圖，而圖4(b1) - (b4)為沿著圖3(b)之B-B'連線的剖面圖。

首先，在矽基板101上，形成閘極氧化膜102，與在其上形成複晶矽膜103。又，在其上形成正光阻膜105。接著經由光罩A(106)施用第一曝光至此矽基板(圖4(a1)、(b1))。對應到光罩A中的相移部23的邊緣部與線用遮光部22的光阻區未被照射，故圖3(a)所示之未曝光區的環狀圖案被轉印。

之後，將光罩B(107)對準，以使其轉印圖案的位置關係如圖3(b)所示，與接著，經由此光罩B進行第二曝光(圖4(a2)、(b2))。藉由此第二曝光，光罩A中相



五、發明說明 (4)

移部23的邊緣部所導致之未曝光區部分的圖案也被照射。

接著，藉由進行顯影形成具有圖3(c)所示之形狀的光阻圖案109(圖4(a3)、(b3))。接著使用此等光阻圖案作為遮罩，蝕刻複晶矽膜103，與之後移除多餘光阻109，與從而形成對應到光阻圖案109的閘極圖案110(圖4(a4)、(b4))。

然而，上述習用方法具有以下問題。亦即，當圖案的間距變窄，圖案將明顯變細。若是圖案的最終尺寸因此而偏離所設計的值甚遠時，將產生許多問題，例如產率減小、可靠度下降、元件特性惡化等。

以下以上述之製造方法說明此種圖案變細發生的原因。在圖3(b)中，若是圖案的間距或線間的距離(W1)變窄，則光罩A與光罩B之間的邊限(margin)(W2)變小。當邊限(W2)如此變得相當小時，應被保護的未曝光光阻部108變得易被漫射光所影響。因此，顯影後形成之光阻圖案的寬度(W3)減小，或換言之，圖案變細。

發明概要

本發明的目的為提供一種半導體裝置的製造方法，其中，在形成圖案的步驟中，即使使用具有窄的間距的微小圖案，也不會發生圖案的變細，且實際上可以形成具有所設計的尺寸的圖案。

本發明係關於一種半導體裝置的製造方法，其包含以下各步驟：



五、發明說明 (5)

形成一硬遮罩材料膜，於欲形成指定圖案的圖案形成膜上，與接著形成一光阻膜於該硬遮罩材料膜上；

進行一第一曝光，使用具有相移層的第一光罩，與接著進行顯影；

使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該硬遮罩材料膜；

形成一光阻膜，以覆蓋形成的硬遮罩圖案；

進行第二曝光，使用第二光罩，其具有的圖案使得光阻只覆蓋需要在曝光與顯影之後留下的該硬遮罩圖案的部分，與接著進行顯影；

藉由蝕刻移除硬遮罩上未被該光阻的任何部分所覆蓋的不需要的部分；與

使用剩餘硬遮罩圖案作為遮罩而蝕刻該圖案形成膜。

又，本發明係關於一種半導體裝置的製造方法；其包含以下各步驟：

形成一硬遮罩材料膜，於欲形成指定圖案的圖案形成膜上，與接著形成一光阻膜於該硬遮罩材料膜上；

進行第一曝光，使用第二光罩，其具有的圖案使得光阻區中對應到將在後續步驟中使用的第二光罩的轉印圖案的需要的部分未被曝光，與使得其中不需要的部分被曝光，與接著進行顯影；

使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該硬遮罩材料膜；

移除該光阻圖案，與接著形成一光阻膜，以覆蓋形成的硬遮罩圖案；

進行第二曝光，使用具有相移層的第一光罩，與接著



五、發明說明 (6)

進行顯影；

藉由蝕刻移除硬遮罩之不需要的部分，使用形成的光阻圖案作為遮罩；與

移除該光阻圖案，與接著使用形成的硬遮罩圖案作為遮罩蝕刻該圖案形成膜。

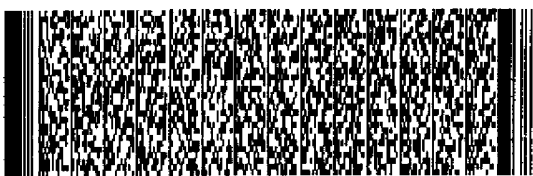
以本發明，可以以高產率產生具有高可靠度與絕佳元件特性的半導體裝置。

較佳實施例之詳細說明

以下以開極圖案形成的情況說明本發明的較佳實施例。

本發明中使用具有相移層的光罩或相移式光罩，而在此Levenson型與無色(chromless)型相移式光罩特別適合。在本實施例中，說明使用Levenson型相移式光罩的例子。

本發明中使用的硬遮罩為無機遮罩材料的膜，形成於圖案形成材料的膜上，此膜將藉由乾式蝕刻而圖案化，且此硬遮罩材料的膜係以具有對該圖案形成材料的膜而言足夠小的蝕刻速率的膜所構成，且因此具有足夠大的蝕刻選擇比。若是光阻對於該圖案形成材料的膜不具有足夠大的蝕刻選擇比，則光阻可以下述方式使用，其中首先使用光阻圖案作為遮罩將硬遮罩材料膜圖案化，與接著，藉由使用此形成的硬遮罩圖案作為遮罩，再經由蝕刻對該圖案形成材料的膜進行圖案化。在此情況下，當以光阻圖案作為



五、發明說明 (7)

遮罩蝕刻硬遮罩材料的膜時，必需硬遮罩材料的蝕刻速率與光阻者相比為足夠大。

在本實施例中，使用圖2 (a) 與 (b) 所示之與上述習用方法相同的二各別光罩。圖2 (a) 為顯示相移式光罩 (光罩A) 的圖，其中線用遮光部22與相移部23的佈局被形成在玻璃基材等的透明基材21上。遮光部22係以遮光材料例如鉻、氧化鉻等所形成。相移部23係以與基材不同的材料例如氧化矽膜所形成，或藉由改變在此部分之基材的厚度，與從而使此部分能對通過之光線導入相位差。附帶一提，線用遮光部22中所見的圖案即為所需形成的圖案。圖2 (b) 為顯示另一光罩 (光罩B) 之佈局的圖，其中形成保護用遮光部24以形成光阻圖案只覆蓋硬遮罩部對應到需形成閘極圖案的部分。

圖3顯示使用上述光罩A、光罩B或二者而轉印至晶片上的圖案。圖3 (a) 顯示光罩A之第一曝光所得到的轉印圖案。在此轉印了多個環狀圖案，其顯示由線用遮光部22所形成以外的圖案也被轉印。各環狀圖案部由各相移部的邊緣所形成。此係由於光線的振幅在相移部23的邊緣部附近減弱，且因此基本上光線被遮蔽了。圖3 (b) 顯示以光罩A之第一曝光所轉印的圖案與以光罩B之第二曝光所轉印的圖案之間的位置關係。在第二曝光時，光罩B必需以下述方式予以對準：可以適當地形成只覆蓋硬遮罩部之對應到需形成閘極圖案的部分的光阻圖案。圖3 (c) 顯示對應到最後需形成閘極圖案的硬遮罩圖案。如下所述，依照第



五、發明說明 (8)

一曝光由遮蔽光線所轉印的圖案，所形成硬遮罩之不必要的部分，未被任何光阻所覆蓋，且藉由蝕刻移除之，與從而形成指定的硬遮罩圖案。

接著，說明使用上述二不同光罩形成光阻圖案與硬遮罩圖案、與接著將閘極圖案形成於矽基板上的方法。圖1為二組示意剖面圖，顯示此形成方法的步驟。圖1(a1) - (a4) 為沿著圖3(b)之A-A'連線的剖面圖，而與圖1(b1) - (b4) 為沿著圖3(b)之B-B'連線的剖面圖。

首先，在矽基板1上形成閘極氧化膜2，與在其上形成複晶矽膜3。又，在其上形成用以形成硬遮罩的氧化矽膜4之後，形成正光阻膜。

接著經由光罩A(6)施用第一曝光至此矽基板，與接著進行顯影。藉此，對應到光罩A中相移部23的邊緣部與線用遮光部22的光阻區未被照射，而形成圖3(a)所示的環狀光阻圖案5(圖1(a1)、(b1))。

之後，使用此等光阻圖案5作為遮罩而蝕刻氧化矽膜4，與從而將硬遮罩8形成在複晶矽膜3上(圖1(a2)、(b2))。

接著，在其上形成正光阻膜後，將光罩B(7)對準，以使其轉印圖案具有所示之位置關係，接著，經由光罩B進行第二曝光與進行後續的顯影製程。藉此，只有對應到需形成閘極圖案的硬遮罩的部分被保護用光阻9所覆蓋(圖1(a3)、(b3))。

之後，藉由蝕刻移除硬遮罩未被此保護用光阻9所覆



五、發明說明 (9)

蓋的其它部分，與接著移除保護用光阻9本身，與從而得到對應到需形成的閘極圖案之圖3(c)所示的指定硬遮罩圖案8(圖1(a4)、(b4))。

最後，以此等硬遮罩圖案8作為遮罩而蝕刻至複晶矽膜3，形成對應到此等硬遮罩圖案8的閘極圖案10(圖1(a5)、(b5))。藉由蝕刻將剩餘在閘極圖案上的多餘硬遮罩移除。

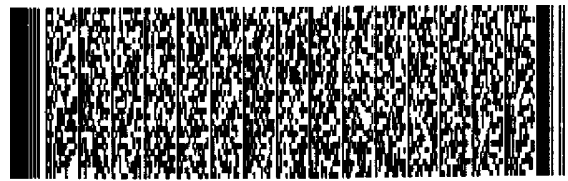
接著，說明將本發明應用在靜態隨機存取記憶體(Static Random Access Memory; SRAM)的記憶單元中形成閘極圖案，作為另一實施例。

圖5為顯示其中使用之光罩佈局的圖。圖5(a)顯示線形成用光罩A，其中線用遮光部122與相移部123係形成在透明基材上，而圖5(b)顯示保護用光罩B，其中保護用遮光部124係形成在透明基材上。又，圖5(b)的虛線表示完成之閘極圖案的位置。

圖6顯示以圖5所示之光罩所形成的轉印圖案。圖6(a)顯示以光罩A所形成的轉印圖案，而圖6(b)顯示以光罩B所形成的轉印圖案。以與上述實施例相同的方式，經由使用光罩A與光罩B的圖案形成將圖6(c)所示之指定閘極圖案形成。

在習用方法中，線p沿著對應至保護用遮光部124之開口部125的區域的部分變細。反之，在本發明中基本上能得到所設計的圖案。

在本發明中，因為以光阻覆蓋硬遮罩圖案上對應到需



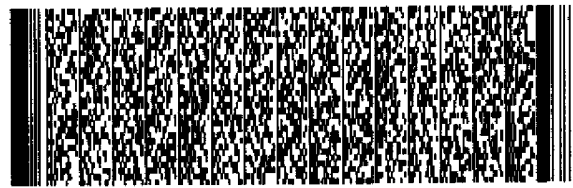
五、發明說明 (10)

形成閘極圖案的部分，故在形成硬遮罩圖案的步驟中其形狀不會有任何變化。因此，使用此等硬遮罩圖案作為遮罩所形成的閘極圖案不會有形狀上例如變細等問題，且因此實際上可以得到具有所設計的尺寸的閘極圖案。

又，作為本發明的另一實施例，在上述各實施例中以光罩A曝光的步驟與以光罩B曝光的步驟可以相反順序進行。換言之，將作為硬遮罩材料膜的氧化矽膜形成於複晶矽膜上，與接著將光阻膜形成在該氧化矽膜上。之後，使用光罩B進行第一曝光，其圖案使得光阻區對應到後續步驟後將使用之光罩A的轉印圖案的部分未被曝光，而使其中不需要的部分被曝光，與接著進行顯影。其後，使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該氧化矽膜。接著，在移除該光阻圖案之後，形成一光阻膜以覆蓋氧化矽膜之形成的圖案。之後，以光罩A進行第二曝光與進行後續顯影製程。之後，使用形成的光阻圖案作為遮罩、以蝕刻移除氧化矽膜之不要的部分。接著，在移除光阻圖案之後，使用氧化矽膜之形成的圖案作為遮罩蝕刻複晶矽膜。

又，雖然在上述說明中使用正光阻，但依圖案也可以使用負光阻。

上述之本發明的製造方法可以用來形成許多圖案，包含重複圖案例如L/S圖案、單個圖案、不規則圖案等。最適合用於形成L/S圖案、其合成圖案、與其重複圖案，且因此用於形成許多半導體裝置例如DRAM、SRAM、CMOS等中所有種類的圖案，包含形成位元線與閘極圖案，其使用性



五、發明說明 (11)

高。



圖式簡單說明圖式之簡單說明

本發明之上述及其他目的、優點和特色由以下較佳實施例之詳細說明中並參考圖式當可更加明白，其中：

圖1為顯示依照本發明之使用相移式光罩的開極圖案形成方法的步驟的二組示意剖面圖。

圖2為顯示依照本發明之用於形成開極圖案的光罩佈局的圖。

圖3為顯示經由圖2所示之一或二光罩曝光形成於晶片上的轉印圖案而的圖。

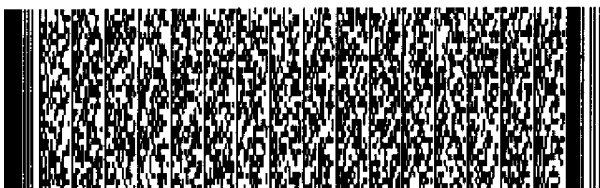
圖4為顯示使用相移式光罩之開極圖案的習用形成方法的步驟的二組示意剖面圖。

圖5為顯示依照本發明之形成開極圖案中所使用之光罩佈局的圖。

圖6為顯示經由圖5所示之一或二光罩曝光而形成於晶片上之轉印圖案的圖。

符號說明

- 1 矽基板
- 2 開極氧化膜
- 3 複晶矽膜
- 4 氧化矽膜
- 5 光阻圖案
- 6 光罩A
- 7 光罩B



圖式簡單說明

- 8 硬遮罩
- 9 保護用光阻
- 10 閘極圖案
- 21 透明基材
- 22 遮光部
- 23 相移部
- 24 保護用遮光部
- 101 矽基板
- 102 閘極氧化膜
- 103 複晶矽膜
- 105 正光阻膜
- 106 光罩A
- 107 光罩B
- 108 光阻
- 109 光阻
- 110 閘極圖案
- 122 線用遮光部
- 123 相移部
- 124 保護用遮光部
- 125 開口部

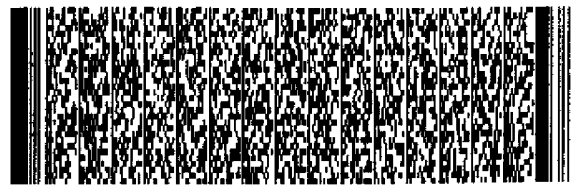


四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體裝置之製造方法)

本發明係關於一種半導體裝置的製造方法，其包含以下各步驟：形成一硬遮罩材料膜，於欲形成指定圖案的圖案形成膜上，與接著形成一光阻膜於該硬遮罩材料膜上；進行第一曝光，使用具有相移層的第一光罩，與接著進行顯影；使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該硬遮罩材料膜；形成一光阻膜，以覆蓋形成的硬遮罩圖案；進行第二曝光，使用第二光罩，其具有的圖案使得光阻只覆蓋需要在曝光與顯影之後留下的該硬遮罩圖案的部分，與接著進行顯影；藉由蝕刻移除硬遮罩上未被該光阻的任何部分所覆蓋的不要的部分；與使用剩餘硬遮罩圖案作為遮罩蝕刻該圖案形成膜。以本發明，可以以高產率產生具有高可靠度與絕佳元件特性的半導體裝置。

英文發明摘要 (發明之名稱：MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE)

The present invention relates to a method of manufacturing a semiconductor device; which comprises the steps of forming a film of a hard mask material, on a pattern-forming film which is to be used to form a prescribed pattern, and then forming a photoresist film over said film of the hard mask material; carrying out a first exposure using a first mask with a phase shifter and subsequently making a development; etching said film of the hard mask material using the formed



四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體裝置之製造方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE)

resist pattern as a mask; forming a photoresist film so as to cover the formed hard mask pattern; carrying out a second exposure using a second mask with a pattern which enables a portion of the photoresist covering only a required part of said hard mask pattern to remain after the exposure and the development, and subsequently making a development; removing, by means of etching, an unrequired part of the hard mask which is not covered with any portion of said photoresist; and



四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體裝置之製造方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE)

etching said pattern-forming film using the remaining hard mask pattern as a mask. With the present invention, a semiconductor device having high reliability and excellent element characteristics can be produced in a high yield.



六、申請專利範圍

1. 一種半導體裝置的製造方法，包含以下各步驟：

形成一硬遮罩材料膜，於欲形成指定圖案的圖案形成膜上，與接著形成一光阻膜於該硬遮罩材料膜上；

進行第一曝光，使用具有相移層的第一光罩，與接著進行顯影；

使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該硬遮罩材料膜；

形成一光阻膜，以覆蓋形成的硬遮罩圖案；

進行第二曝光，使用第二光罩，其具有的圖案使得光阻只覆蓋需要在曝光與顯影之後留下的該硬遮罩圖案的部分，與接著進行顯影；

藉由蝕刻移除硬遮罩上未被該光阻的任何部分所覆蓋的不要的部分；與

蝕刻該圖案形成膜，使用剩餘硬遮罩圖案作為遮罩。

2. 一種半導體裝置的製造方法，包含以下各步驟：

形成一硬遮罩材料膜，於欲形成指定圖案的圖案形成膜上，與接著形成一光阻膜於該硬遮罩材料膜上；

進行第一曝光，使用第二光罩，其具有的圖案使得光阻區中對應到將在後續步驟中使用的第二光罩的轉印圖案的需要的部分未被曝光，與使得其中不需要的部分被曝光，與接著進行顯影；

使用形成的光阻圖案作為遮罩蝕刻該硬遮罩材料膜；

移除該光阻圖案，與接著形成一光阻膜，以覆蓋形成的硬遮罩圖案；



六、申請專利範圍

進行第二曝光，使用具有相移層的第一光罩，與接著進行顯影；

藉由蝕刻移除硬遮罩之不需要的部分，使用形成的光阻圖案作為遮罩；與

移除該光阻圖案，與接著使用形成的硬遮罩圖案作為遮罩蝕刻該圖案形成膜。

3. 依申請專利範圍第1項之半導體裝置的製造方法，其中該第一光罩為Levenson型相移式光罩。

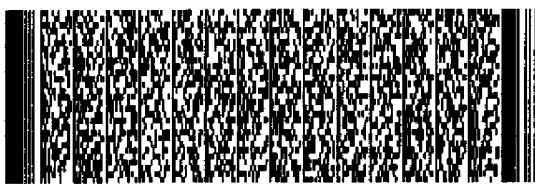
4. 依申請專利範圍第2項之半導體裝置的製造方法，其中該第一光罩為Levenson型相移式光罩。

5. 依申請專利範圍第1項之半導體裝置的製造方法，其中該指定圖案為一線與間隔的合成圖案。

6. 依申請專利範圍第2項之半導體裝置的製造方法，其中該指定圖案為一線與間隔的合成圖案。

7. 依申請專利範圍第1項之半導體裝置的製造方法，其中該指定圖案為一開極圖案。

8. 依申請專利範圍第2項之半導體裝置的製造方法，其中該指定圖案為一開極圖案。



六、申請專利範圍

9. 依申請專利範圍第1項之半導體裝置的製造方法，其中該圖案形成膜為一複晶矽膜。
10. 依申請專利範圍第2項之半導體裝置的製造方法，其中該圖案形成膜為一複晶矽膜。
11. 依申請專利範圍第1項之半導體裝置的製造方法，其中該硬遮罩材料膜為一氧化矽膜。
12. 依申請專利範圍第2項之半導體裝置的製造方法，其中該硬遮罩材料膜為一氧化矽膜。



圖式

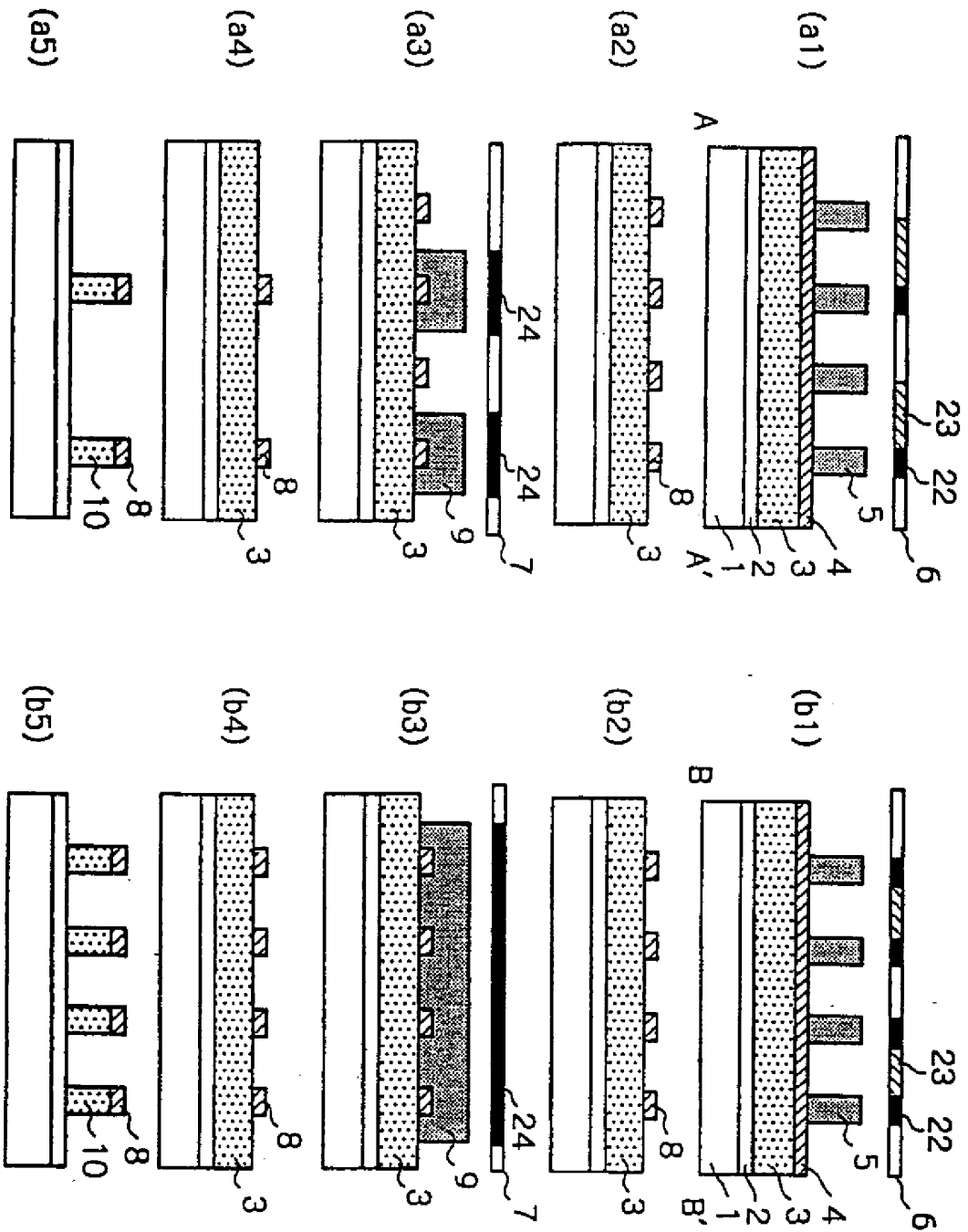


圖 1

圖式

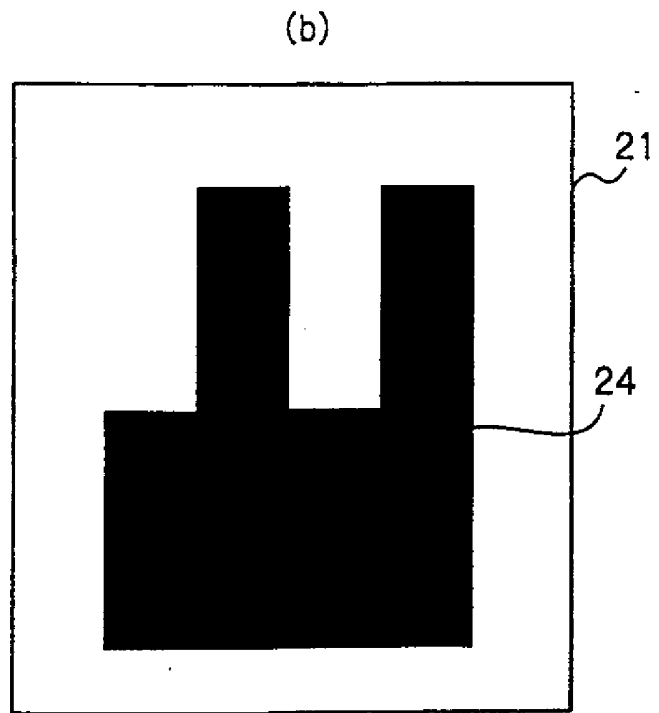
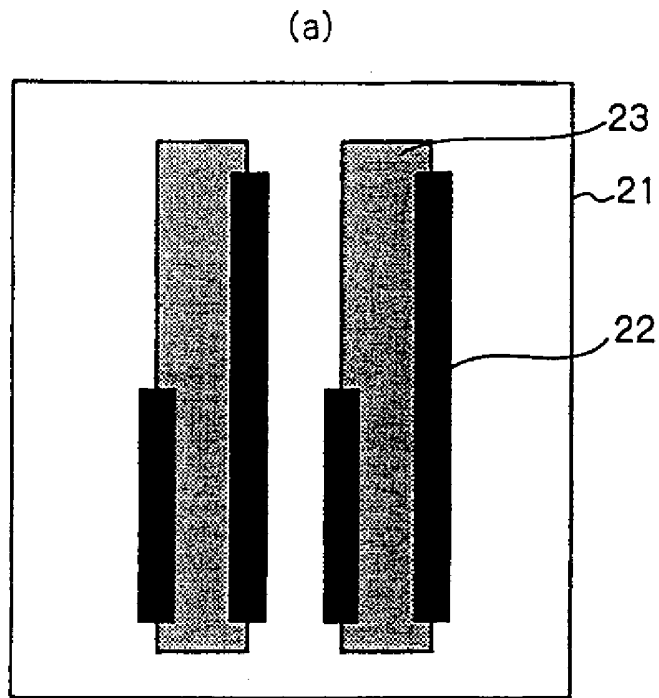
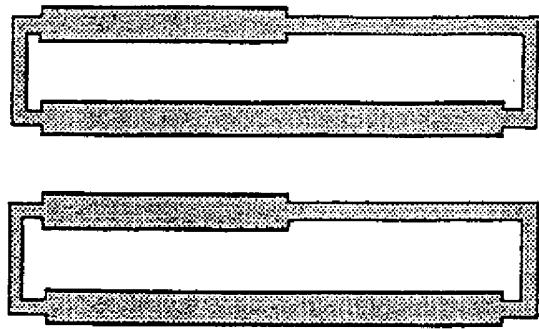
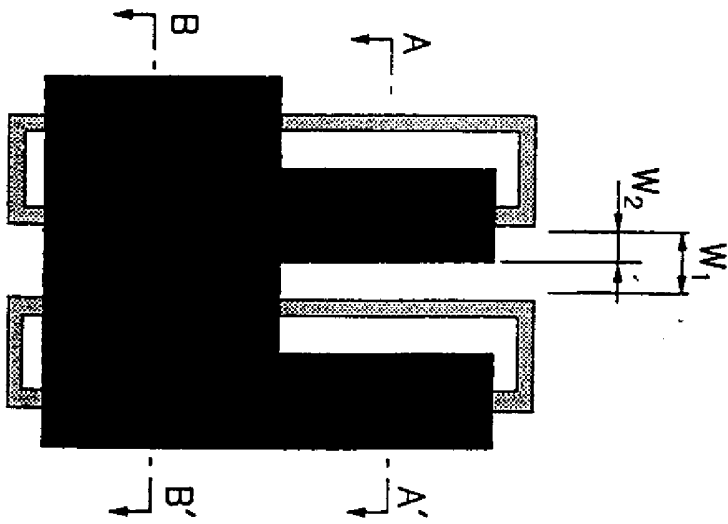


圖 2

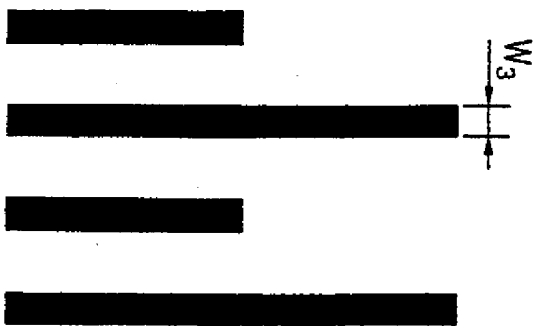
圖式



(a)



(b)



(c)

圖 3

圖式

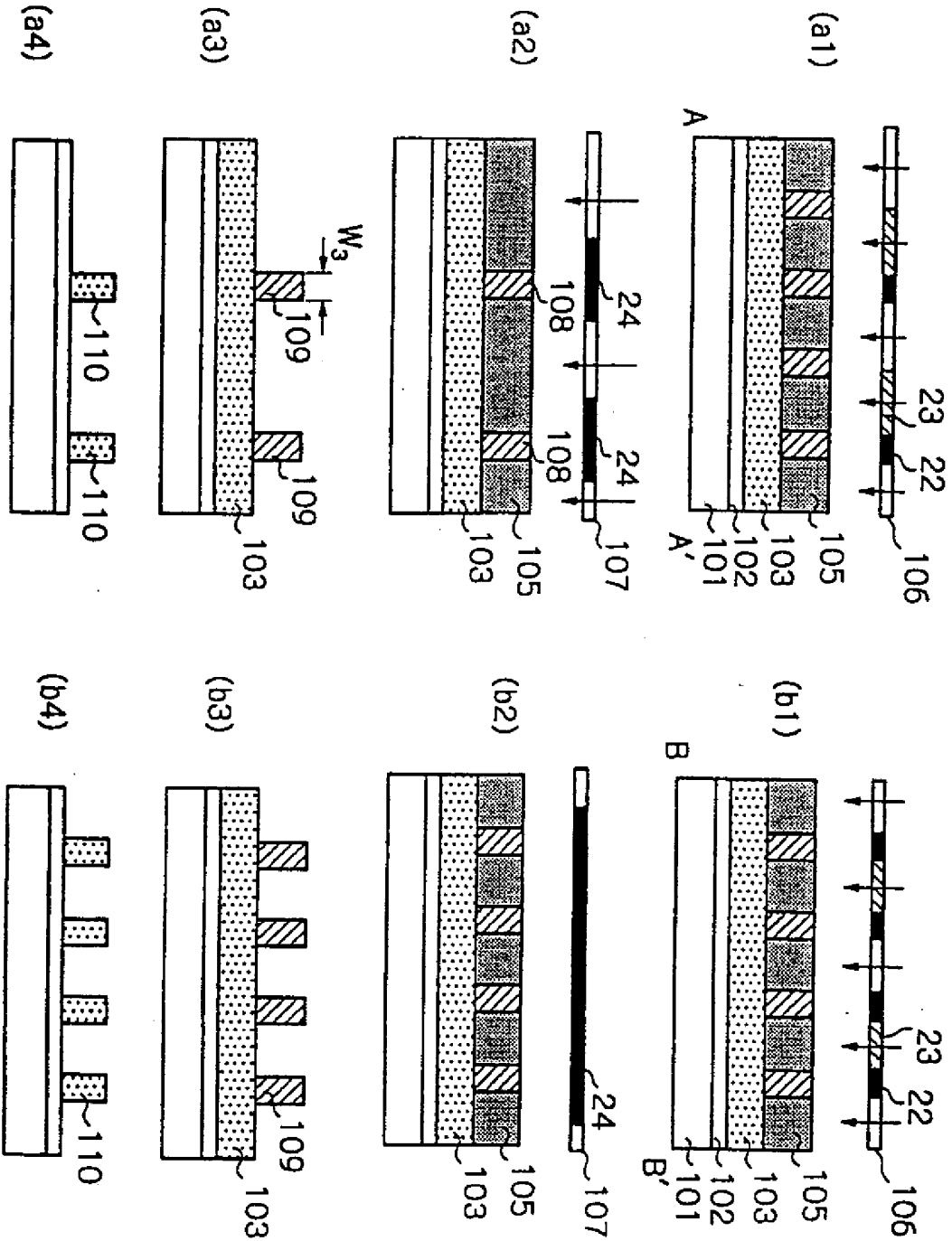


圖 4

圖式

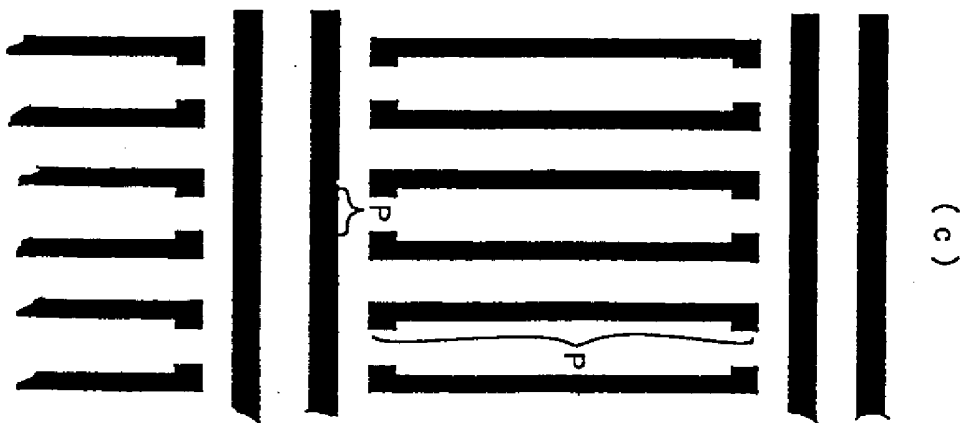
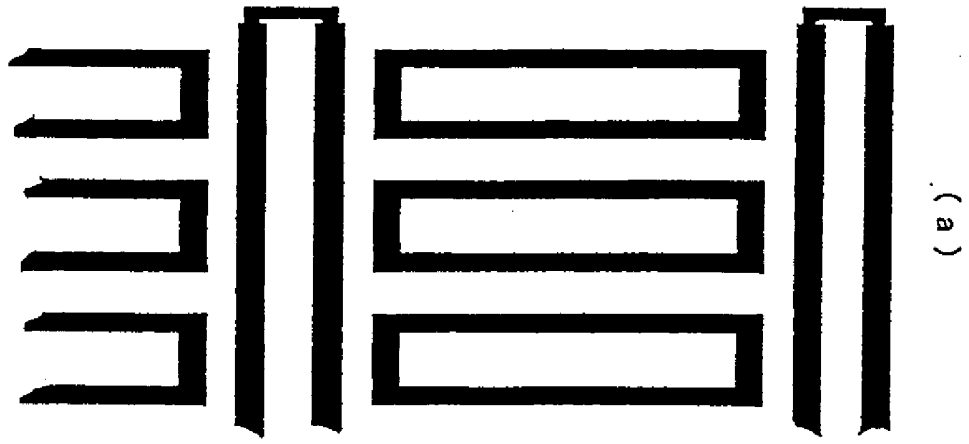


圖 6