

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97139761

※申請日期：97年10月16日

※IPC分類：H01L 21/304 (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 半導體基板、顯示面板及顯示裝置的製造方法

(英) Method for manufacturing semiconductor substrate, display panel,
and display device

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 半導體能源研究所股份有限公司

(英) SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.

代表人：(中) 1. 山崎 舜平

(英) 1. YAMAZAKI, SHUNPEI

地址：(中) 日本國神奈川縣厚木市長谷三九八番地

(英) 398, Hase, Atsugi-shi, Kanagawa-ken 243-0036, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 山崎 舜平

(英) YAMAZAKI, SHUNPEI

國籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓名：(中) 大沼 英人

(英) OHNUMA, HIDETO

國籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓名：(中) 小山 潤

(英) KOYAMA, JUN

國籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2007/10/23 ; 2007-275823 有主張優先權
2. 日本 ; 2007/11/05 ; 2007-286996 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：半導體基板、顯示面板及顯示裝置的製造方法

如果所附著的單晶矽層的尺寸不合適，即使使用大玻璃基板，也無法使將要獲得的面板的個數達到最大。因此，在本發明中，從大致呈圓形的單晶半導體晶片中，形成了大致呈四邊形的單晶半導體基板，並且藉由用離子束照射到單晶半導體基板中，形成了破損層。在支撐基板的一個表面上，排列多個單晶半導體基板，以便彼此分離。藉由熱處理，在破損層中產生了破裂，並且使單晶半導體基板分離，同時單晶半導體層留在支撐基板上。之後，從接合到支撐基板的單晶半導體層中，製造出一個或多個顯示面板。

六、英文發明摘要

發明之名稱：METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE, DISPLAY PANEL, AND DISPLAY DEVICE

If the size of a single crystal silicon layer attached is not appropriate, even when a large glass substrate is used, the number of panels to be obtained cannot be maximized. Therefore, in the present invention, a substantially quadrangular single crystal semiconductor substrate is formed from a substantially circular single crystal semiconductor wafer, and a damaged layer is formed by irradiation with an ion beam into the single crystal semiconductor substrate. A plurality of the single crystal semiconductor substrates are arranged so as to be separated from each other over one surface of a supporting substrate. By thermal treatment, a crack is generated in the damaged layer and the single crystal semiconductor substrate is separated while a single semiconductor layer is left over the supporting substrate. After that, one or a plurality of display panels is manufactured from the single crystal semiconductor layer bonded to the supporting substrate.

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(4)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：單晶半導體基板

101：半導體基板

102：切割線

103：切割線

106：面板有效使用區域

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明屬於利用 SOI（絕緣體上矽）技術形成的半導體基板、顯示面板、或顯示裝置的技術領域。

【先前技術】

使用薄膜電晶體的液晶顯示器的市場已擴大了。薄膜電晶體是場效應電晶體的一種，並且如此稱呼是因為用於形成通道的半導體都是由薄膜構成的。理想情況下，如果可以製造由單晶半導體形成其通道的薄膜電晶體，則是比較好的；然而，可在 600 攝氏度或更低的處理溫度下製造的非晶矽薄膜或多晶薄膜常常被用於薄膜電晶體，這是因為作為液晶顯示器的基材的玻璃基板具有較低的溫度限制。

當然，已經開發出一種在絕緣基板上形成單晶矽薄膜的技術，這可用於液晶顯示器。例如，已揭示了一種在結晶玻璃基板上形成單晶矽薄膜的技術，這種結晶玻璃基板是一種高耐熱玻璃（參照專利文獻 1：已公開的日本專利申請 H11-163363；專利文獻 2：已公開的日本專利申請 2000-012864；以及專利文獻 3：已公開的日本專利申請 2000-150905）。最近，作為有源矩陣液晶顯示器的 SOI 基板，揭示了一種在玻璃基板上使小片單晶矽呈平鋪圖案的技術（參照專利文獻 4：PCT 國際申請 2005-539259 的日語翻譯文本）。

液晶面板是藉由這樣一種構造方法形成的，其中在玻璃基板（所謂的母玻璃）上形成多個面板，並且該玻璃基板被分割成多個單獨的面板，這樣，藉由從一個母玻璃獲得多個面板就可以削減每個面板的成本。

用於製造顯示面板的母玻璃的尺寸每年都在變大：第 3 代基板（550 mm×650 mm）、第 3.5 代基板（600 mm×720 mm 或 600 mm×750 mm）、第 4 代基板（680 mm×880 mm 或 730 mm×920 mm）、第 5 代基板（1100 mm×1300 mm）、第 6 代基板（1500 mm×1850 mm）、第 7 代基板（1870 mm×2200 mm）、第 8 代基板（2200 mm×2400 mm）。從現在起，預計母玻璃的尺寸會達到第 9 代（2400 mm×2800 mm 或 2450 mm×3050 mm）和第 10 代（2950 mm×3400 mm）。

另一方面，和玻璃基板（母玻璃）的面積相比，矽錠或矽晶圓（作為形成單晶矽層的基材）是很小的。相應地，多個矽晶圓必然要附著於大玻璃基板上；然而，問題是，面板和矽晶圓的尺寸並不相同。即使多個矽晶圓密集地附著於玻璃基板上，彼此相鄰的矽晶圓之間也會產生空隙。因為薄膜電晶體無法形成於這種空隙部分中，所以不可能形成其螢幕比矽晶圓要大的顯示面板。

最終，形成顯示面板，以符合矽晶圓的尺寸。在這種情況下，即使使用了大玻璃基板（母玻璃），當按平鋪圖案附著的單晶矽層的尺寸不合適時，也無法使將要獲得的面板個數達到最大。因此，問題是，無法實現最小成本。

這不僅是生產率的問題；因為用大量能耗生產的玻璃基板或矽晶圓沒有得到有效地利用，資源沒有得到有效地利用，並且無法構造出一種考慮到多種環境問題的節能工廠。

【發明內容】

本發明的目的就是，提高具有單晶半導體層的半導體基板、顯示面板、或顯示裝置的生產率。另外，本發明的目的還有，在具有單晶半導體層的半導體基板、顯示面板、或顯示裝置的製造過程中減少浪費並有效地利用資源。

從直徑為 300-450 nm 的圓形單晶半導體晶片，形成一種四邊形單晶半導體基板（包括作為其頂點的單晶半導體基板的週邊末端部分）或一種佔據單晶半導體晶片表面面積 50%或更大的四邊形單晶半導體基板。從單晶半導體基板的一個表面，注入離子束，該離子束的 50%或更多（80%或更多則更佳）是氫的簇離子，其質量比氫分子要重，由此在單晶半導體基板的表面以下給定的深度處形成了破損層。在單晶半導體基板注入簇離子的那一側表面上，形成了接合層。多個單晶半導體基板排列在具有絕緣表面的支撐基板的一個表面上，將要用牢固附著的接合層使它們彼此分開。藉由熱處理，在破損層中產生破裂，並且單晶半導體基板被分離且接下來被除去，同時單晶半導體層留在支撐基板上。在氮氣氣氛中，用雷射光束照射單晶半導體層，並且使單晶半導體層的表面平整化。之後，從接合到支撐基板的單晶半導體層，製造出一個或多個顯示面

板。

根據本發明涉及到顯示面板的製造方法的一個態樣，從直徑為 400 mm 或更大的圓形矽晶圓，藉由將佔據矽晶圓主要表面面積的 50% 或更大的四邊形區域接合到具有絕緣表面的支撐基板，就形成了多個厚度為 100 nm 或更小的單晶半導體層，以便在支撐基板上彼此分離。然後，在單晶半導體層上形成元件區域，在元件區域中形成了大於或等於 10 英寸且小於或等於 15 英寸的螢幕。或者，從一個單晶半導體層中獲得 10 個或更多個其螢幕尺寸大於或等於 2 英寸且小於或等於 7 英寸的顯示面板。

根據本發明涉及到半導體基板的製造方法的一個方面，從直徑為 400 mm 或更大的矽晶圓，藉由將佔據矽晶圓主要表面面積的 50% 或更大的四邊形區域接合到具有絕緣表面的支撐基板，就形成了多個厚度為 100 nm 或更小的單晶半導體層，以便在支撐基板上彼此分離。

注意到，半導體基板是具有絕緣表面的基板或至少在其一個表面上具有半導體層的絕緣基板。本發明的較佳半導體基板的一個模式是，單晶半導體層（最好是單晶矽層）作為半導體層而形成的模式。

此處，單晶是這樣的晶體，其中晶面和晶軸是對齊的並且構成單晶的原子或分子是空間有序的。然而，儘管單晶是由有序排列的原子構成的，但是單晶可以包括晶格缺陷，其中對齊是無序的，或者單晶也可以包括有意或無意的晶格畸變。

藉由將單晶半導體基板、用於轉移的半導體基板（它是從單晶半導體基板切割出來的）以及支撐基板（即母玻璃，其上形成了單晶半導體層）組合起來，考慮到顯示面板的螢幕尺寸，每一種基板都具有合適的尺寸，就可以使從一個支撐基板獲得的顯示面板的個數達到最大。因此，可以提高具有單晶半導體層的半導體基板、顯示面板、或顯示裝置的生產率。此外，在具有單晶半導體層的半導體基板、顯示面板、或顯示裝置的製造過程中，減小了浪費以便有效地利用資源。

【實施方式】

下面參照附圖，描述本發明的實施方式。注意到，本發明不限於下面的描述，本領域的技術人員很容易理解，在不背離本發明的目的和範圍的情況下可以按多種方式來修改這些實施方式和細節。因此，本發明並不限於這些實施方式所描述的內容。注意到，在不同的附圖中，將共用指代同一部分的標號。

在本實施方式中，將顯示出一個方面，其中從圓形半導體基板（比如矽晶圓）切割出四邊形半導體層並且將它接合到具有絕緣表面的支撐基板上，以便藉由使用單晶半導體層來製造設置於顯示面板中的像素區域上的薄膜電晶體。

作為支撐基板，使用了玻璃基板，它可用作母玻璃。在這種情況下，支撐基板上所安排的單晶半導體層最好藉

由處理而具有矩形形狀，而非與矽晶圓的形狀相對應的圓形形狀。這是因為，當排列具有圓形形狀的單晶半導體層時，在相鄰的單晶半導體層之間產生了間隙，由此無法有效地利用支撐基板的面積。

在本實施方式中，採用的技術是，從單晶半導體基板的表面起 1 微米或更小（50 nm 至 150 nm 較佳）的區域處形成了破損層，沿著破損層使單晶半導體基板的表層部分分離，並且將單晶半導體基板接合到支撐基板。在下面的實施方式中，將詳細描述這些步驟。

（處理單晶半導體基板的方法 -1）

圖 1 顯示出一個方面，其中從單晶半導體基板 100（通常是矽晶圓），按一定的尺寸，切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板 101。用於轉移的半導體基板 101 最大可以達到單晶半導體基板 100 中所內接的每一個頂點。然而，用於轉移的半導體基板 101 沒有必要是正方形。這是因為 4:3 或 16:9 被用作顯示面板的螢幕的縱橫比，並且顯示面板的輪廓尺寸自身要符合該縱橫比。矽晶圓的大小最好是直徑 300 mm 或更大。例如，可以使用直徑為 400 mm 或 450 mm 的矽晶圓（18 英寸的矽晶圓）。

如圖 2 所示，在沿切割線 102 和 103 切割出用於轉移的半導體基板 101 的情況下，單晶半導體基板 100 中所內接的角頂點構成一個四邊形，圖中虛線圓圈所示的角部分 104 的頂角度數基本上是 90° 。另外，這與從單晶半導體

基板 100 之內切割出用於轉移的半導體基板 101 的情況是一樣的。

在這種情況下，角部分 104 最好被處理成曲面，以便不是尖銳的末端部分。圖 3A 是角部分 104 的放大圖，並且這樣處理成曲面就可以防止用於轉移的半導體基板 101 發生破損。如圖 3B 所示，較佳地，藉由削掉尖銳的角從而將其處理成具有曲面的形狀或具有多邊形角的形狀，就對用於轉移的半導體基板 101 的週邊末端部分的橫截面形狀進行斜切。這可以藉由防止基板破損而減小矽資源的浪費。注意到，在切割之後可以重複使用邊角料。此外，當形成較小的單晶半導體層時，也可以使用邊角料。

(處理單晶半導體基板的方法-2)

圖 4 顯示出一個方面，其中從單晶半導體基板 100 (通常是矽晶圓)，按一定的尺寸，切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板 101。用於轉移的半導體基板 101 最大可以達到單晶半導體基板 100 中所內接的每一個角頂點。然而，用於轉移的半導體基板 101 沒有必要是正方形。這是因為 4:3 或 16:9 被用作顯示面板的螢幕的縱橫比標準，並且顯示面板的輪廓尺寸自身要符合該縱橫比。矽晶圓的大小最好是直徑 300 mm 或更大。例如，可以使用直徑為 400-450 mm 的矽晶圓 (18 英寸的矽晶圓)。

如圖 5 所示，切割出用於轉移的半導體基板 101，同時相對的邊之間的距離比所內接的矩形區域中相對的邊之

間的距離要長。即，藉由沿著切割線 102 和 103 進行切割，可以切割出用於轉移的半導體基板 101，使得不產生矩形 90°的頂點。藉由這樣的處理，可以在用於轉移的半導體基板 101 中獲得製造顯示面板所需的區域，並且可以製造出其角部分不是 90°的基板。因為用於轉移的半導體基板 101 的角部分不是直角，所以在搬動它的時候可以防止基板發生損壞。如圖 3B 所描述的那樣，較佳地，藉由削掉尖銳的角從而將其處理成具有曲面的形狀或具有多邊形角的形狀，就對用於轉移的半導體基板 101 的週邊末端部分進行斜切。這可以藉由防止基板破損而減小矽資源的浪費。注意到，在切割之後藉由熔化，可以重複使用邊角料。此外，當形成較小的單晶半導體層時，也可以使用邊角料。

（單晶半導體基板的使用效率）

為了有效地使用圓形單晶半導體基板 100（通常是矽晶圓），晶片的週邊尺寸以及將要從晶片切割出的用於轉移的半導體基板 101 的尺寸都是必須考慮的。這是因為，即使在使用大玻璃基板時，只要用於轉移的半導體基板 101 的尺寸不符合顯示面板的外部尺寸，就無法使將要獲得的面板個數達到最大。

顯示面板的輪廓尺寸是根據螢幕以及和螢幕相伴的週邊區域（也被稱為框架區域）的尺寸而確定的。相伴的週邊區域包括：形成信號的輸入/輸出端子所需的區域；形

成驅動器電路所需的區域等等。

製造顯示面板所用的玻璃基板的尺寸根據顯示面板的生產線的規格而變化，並且有如下這幾代基板：第 3 代（550 mm×650 mm）、第 3.5 代（600 mm×720 mm）、第 4 代（680 mm×880 mm 或 730 mm×920 mm）、第 5 代（1100 mm×1300 mm）、第 6 代（1500 mm×1850 mm）、第 7 代（1870 mm×2200 mm）、第 8 代（2200 mm×2400 mm）、第 9 代（2400 mm×2800 mm 或 2450 mm×3050 mm）和第 10 代（2950 mm×3400 mm）。

此處，在使用第 3.5 代到第 4 代的玻璃基板的情況下，表格 1 顯示出顯示面板的尺寸和矽晶圓的使用效率之間的關係。注意到，晶片的使用效率顯示出一個百分比數值，該數值是藉由讓用於轉移的半導體基板的面積除以矽晶圓的面積而獲得的。

表格. 1

	玻璃基板 (mm)	用於轉移 的半導體 基板 (mm)	從晶片※1獲 得的用於轉移 的半導體基板 的個數	晶片※1的 使用效率	平鋪的 個數	15英寸		11.5英寸		7英寸		3.7英寸		2.4英寸	
						253x317		160x265		98x162		86x62		58x43	
						(4:3)		(16:9)		(16:9)		(4:3)		(4:3)	
<1>	600X720	126 X 126	6	59.9%	20	-	-	-	-	-	-	1	20	4	80
		200 X 200	2	50.3%	9	-	-	-	-	2	18	6	54	12	108
		195 X 225	2	55.2%	9	-	-	-	-	2	18	6	54	12	108
		300 X 300	1	56.6%	4	-	-	1	4	3	12	12	48	35	140
		280 X 350	1	61.6%	4	1	4	2	8	4	16	16	64	36	144
<2>	620X750	205 X 205	2	52.9%	9	-	-	-	-	2	18	6	54	12	108
		205 X 219	2	56.5%	9	-	-	-	-	2	18	6	54	15	135
		200 X 223	2	56.1%	9	-	-	-	-	2	18	6	54	15	135
		310 X 250	1	48.8%	6	1	6	1	6	3	18	9	54	25	150
		280 X 350	1	61.6%	4	1	4	2	8	4	16	16	64	36	144
<3>	730X920	212 X 212	2	56.5%	12	-	-	-	-	-	-	6	72	12	144
		182 X 230	2	52.7%	16	-	-	-	-	2	32	6	96	15	240
		335 X 300	1	63.2%	6	1	6	2	12	6	36	15	90	35	210
		350 X 270	1	59.4%	6	1	6	2	12	4	24	16	96	36	216
		365 X 230	1	52.8%	8	-	-	1	8	4	32	12	96	30	240

↑※2 ↑※3

※1 晶片尺寸是直徑為450mm

※2 左列是從用於轉移的半導體基板中獲得的面板的個數

※3 右列是從玻璃基板中獲得的面板的個數

在表格 1 中，<1>這一排顯示出在使用 600 mm×720 mm 的玻璃基板的情況下可從直徑為 450 mm 的矽晶圓（18 英寸矽晶圓）中獲得的用於轉移的半導體基板的尺寸與晶片的使用效率之間的關係。在表格 1 中，右手一側顯示出了在 15 英寸螢幕、11.5 英寸螢幕、7 英寸螢幕和 2.4 英寸螢幕的情況下可分別獲得的顯示面板的個數。此外，<2>這一排和<3>這一排分別顯示出 620 mm×750 mm 的玻璃基板的情況以及 730 mm×920 mm 的玻璃基板的情況。

表格 1 顯示出各代中的顯示面板的個數和晶片的使用效率根據用於轉移的半導體基板的尺寸而不同。在這種情

況下，較大的顯示面板個數以及較高的晶片使用效率可能是一個能顯示出高生產率和有效利用資源的指數。

此處吸引人的事情是，在使用直徑為 450 mm 的矽晶圓的情況下，藉由使用單晶矽所構成的電晶體，可以形成 15 英寸顯示面板。例如，藉由使用直徑為 450 mm 的矽晶圓，可以將 4 個用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板附著於一個 600 mm×720 mm 的玻璃基板上。相應地，可以從一個玻璃基板中獲得 4 個 15 英寸的顯示面板。當這應用於 11.5 英寸面板的情況時，可以從一個玻璃基板中獲得 8 個面板。此時，晶片的使用效率可以達到 60% 或更大。

此外，在 730 mm×920 mm 的玻璃基板的情況下，可以附著 6 個用於轉移的 335 mm×300 mm 的半導體基板，並且可以獲得 6 個 15 英寸的顯示面板。當這應用於 11.5 英寸面板的情況時，可以從一個玻璃基板中獲得 12 個面板。此時，晶片的使用效率可以達到 63% 或更大。

這樣，藉由使用直徑較大的矽晶圓，就可以按較高的生產率來製造中等尺寸的面板，同時有效地利用矽晶圓，這種中等尺寸的面板可用於電腦等的監視器、攜帶型電視等。

另一方面，在螢幕尺寸為 10 英寸或更小的小尺寸面板的情況下，藉由將 4 個 280 mm×350 mm 的半導體基板附著於一個 600 mm×720 mm 的玻璃基板上，就可以製造出 16 個能轉換成 7 英寸顯示面板的面板、64 個能轉換成

3.7 英寸顯示面板的面板、或 144 個能轉換成 2.4 英寸顯示面板的面板。即，可以獲得 10 個或更多個其螢幕尺寸為 2-7 英寸的顯示面板。不用說，藉由使用單晶矽，小型化是可能的。相應地，即使在 10 英寸或更小的顯示面板中，也可以增加像素的密度，使得可以顯示出具有高解析度的影像。

如表格 1 的結果所示，藉由使用 600 mm×720 mm 的玻璃基板，在 2.4-15 英寸的顯示面板這種所謂的小尺寸或中等尺寸面板的生產過程中，可以使能獲得的面板個數達到最大，同時晶片的使用效率是 60%或更大。另外，在 620 mm×750 mm 的玻璃基板的情況下，可以使能獲得的面板個數達到最大，同時晶片的使用效率是 55%或更大。另外，在 730 mm×920 mm 的玻璃基板的情況下，可以使能獲得的面板個數達到最大，同時晶片的使用效率是 52%或更大。

(可轉移到支撐基板的單晶半導體層的個數)

如上述實施方式所描述的那樣，當從圓形單晶半導體基板中切割出用於轉移的半導體基板時，並且單晶半導體層被轉移到母玻璃基板上，只要用於轉移的半導體基板 101 的尺寸不符合顯示面板的外部尺寸，就無法使將要獲得的面板個數達到最大。在本實施方式中，將示出用於轉移的半導體基板和母玻璃基板之間的關係。

在圖 6A 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得

一個用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101，並且可以將 4 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 600 mm×720 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 6B 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 290 mm×344 mm 的半導體基板 101，並且可以將 4 個半導體基板 101 附著於 600 mm×720 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 280 mm×350 mm 或 290 mm×344 mm 的半導體基板 101 中，可以製造一個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板。

在圖 7A 中，從直徑為 300 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 195 mm×225 mm 的半導體基板 101，並且可以將 9 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 600 mm×720 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 7B 中，從直徑為 200 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 141 mm×141 mm 的半導體基板 101，並且可以將 20 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 600 mm×720 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 195 mm×225 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 2 個其螢幕尺寸為 7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 18 個其螢幕尺寸為 7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 195 mm×225 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 6 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 54 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 195 mm×225 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 12 個其螢幕尺寸為

2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 108 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。

在圖 8A 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101，並且可以將 4 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 620 mm×750 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 8B 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 310 mm×250 mm 的半導體基板 101，並且可以將 6 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 620 mm×750 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 1 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 4 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板。在用於轉移的 310 mm×250 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 1 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 6 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板。

在圖 9A 中，從直徑為 300 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 205 mm×219 mm 的半導體基板 101，並且可以將 9 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 620 mm×750 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 9B 中，從直徑為 300 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 200 mm×223 mm 的半導體基板 101，並且可以將 9 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 620 mm×750 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 205 mm×219 mm 或 200 mm×223

mm 的半導體基板 101 中，可以製造 2 個其螢幕尺寸為 7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 18 個其螢幕尺寸為 7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 205 mm×219 mm 或 200 mm×223 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 6 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 54 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 205 mm×219 mm 或 200 mm×223 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 15 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 135 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。

在圖 10A 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101，並且可以將 6 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 730 mm×920 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 10B 中，從直徑為 450 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 365 mm×230 mm 的半導體基板 101，並且可以將 8 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 730 mm×920 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 1 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 6 個其螢幕尺寸為 15 英寸的顯示面板。在用於轉移的 280 mm×350 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 36 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 216 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。在用於轉移的 365 mm×230

mm 的半導體基板 101 中，可以製造 30 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 240 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。

在圖 11A 中，從直徑為 300 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 212 mm×212 mm 的半導體基板 101，並且可以將 12 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 730 mm×920 mm 的支撐基板 105（比如玻璃基板）。在圖 11B 中，從直徑為 300 mm 的矽晶圓中可以獲得一個用於轉移的 182 mm×230 mm 的半導體基板 101，並且可以將 16 個用於轉移的半導體基板 101 附著於 730 mm×920 mm 的支撐基板 105。在用於轉移的 212 mm×212 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 6 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 72 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 212 mm×212 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 12 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 144 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。在用於轉移的 182 mm×230 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 6 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 96 個其螢幕尺寸為 3.7 英寸的顯示面板。在用於轉移的 182 mm×230 mm 的半導體基板 101 中，可以製造 15 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板，並且可以從支撐基板 105 中製造出 240 個其螢幕尺寸為 2.4 英寸的顯示面板。

這樣，藉由在使用直徑為 300 mm 或更大的單晶半導

體基板（矽晶圓）的情況下製造用於轉移的給定尺寸的半導體基板，並且藉由在 500 mm 或更大的支撐基板（玻璃基板）一側之上安排多個用於轉移的半導體基板而形成單晶半導體層，就可以按較高的生產率來製造從 2.4 英寸這種小尺寸螢幕的面板到 15 英寸這種中等尺寸螢幕的面板。

（在支撐基板上形成單晶半導體層）

用於轉移的半導體基板被接合到支撐基板，在用於轉移的半導體基板中從其表面起 $1\mu\text{m}$ 或更小（50 nm 至 150 nm 較佳）的區域處形成了破損層。藉由劈開破損層或其附近，就在支撐基板上形成了單晶半導體層。

圖 12 顯示出當單晶半導體層 107 形成於支撐基板 105 之上時的一種排列示例。從圓形半導體基板中切割出單晶半導體層 107，使其尺寸為 $a_1 \times b_1$ 且其頂角為 90° 或更小。單晶半導體層 107 之內尺寸為 $a_2 \times b_2$ 的區域被用作面板有效使用區域 106。藉由光刻技術，將顯示面板的每一種圖案轉移到面板有效使用區域 106。藉由在單晶半導體層 107 之內想像地設置面板有效使用區域 106，就可以提高製造產量。這是因為，即使單晶半導體層 107 的末端部分具有缺陷，面板有效使用區域 106 也可以避免受到該缺陷的影響。

在圖 12 所示的排列方式中，相鄰物體之間的空間即相鄰空間 c 和相鄰空間 d 是不同的。在將單晶半導體層

107 安排在支撐基板 105 上的過程中，較短方向上的相鄰空間 c 比較長方向上的相鄰空間 d 要寬一些，並且末端部分空間 e 是單晶半導體層 107 的末端部分和支撐基板 105 的末端部分之間的空間。

藉由使用這種安排，在單晶半導體層 107 重新結晶或者使用線性雷射光束（該雷射光束在較長的方向上的長度是 $L1$ ， $L1$ 比單晶半導體層 107 的 $a1$ 要長，但比支撐基板 105 的短邊要短）處理其表面的情況下，線性雷射光束的末端部分可以被設置在相鄰空間 c 中，同時用線性雷射光束來照射單晶半導體層 107。這防止了質量變化，因為沒有用線性雷射光束的邊緣照射相鄰的單晶半導體層 107。

圖 13 顯示出當 4 個單晶半導體層 107 形成於一個支撐基板 105 上時的一個方面。在圖 13 所示的排列中，相鄰物體之間的空間即相鄰空間 c 和相鄰空間 d 是相同的或基本上相同的，並且末端部分空間 e（它是單晶半導體層 107 的末端部分和支撐基板 105 的末端部分之間的空間）比相鄰空間 c 和 d 都要寬。當線性雷射光束的長度 $L2$ （它在較長的方向上）基本上等於支撐基板 105 的一邊的長度時，即長度 $L2$ 足夠長以便同時處理多個排列的單晶半導體層 107，單晶半導體層 107 的上述這種排列是有效的。

（將單晶半導體層轉移到支撐基板的步驟 -1）

接下來，將參照圖 14A-14C 和 15A-15B 來描述一種

在支撐基板上形成單晶半導體層的方法。

如圖 14A 所示，在用於轉移的半導體基板 101 上，形成了第一絕緣層 108。作為用於轉移的半導體基板 101 的材料，使用了單晶矽、多晶矽等。作為用於轉移的半導體基板 101，例如，最好使用從 300 mm 矽晶圓（12 英寸晶片）或 450 mm 矽晶圓（18 英寸矽晶圓）中切割出的基板。其平面形狀大致是四邊形且輪廓尺寸中相對的邊之間的空間是 280 mm×350 mm、335 mm×300 mm、350 mm×270 mm 等的半導體基板可以恰當地被用作上述用於轉移的半導體基板 101。藉由將四邊形半導體基板用作上述用於轉移的半導體基板 101，多個用於轉移的半導體基板 101 可以密集地排列在矩形支撐基板（比如母玻璃基板）上。

第一絕緣層 108 由氮氧化矽或氮化矽這樣的絕緣材料構成。最好提供第一絕緣層 108，以便當用於轉移的半導體基板 101 的一部分隨後接合到支撐基板從而形成單晶半導體層時，防止來自支撐基板這一側的雜質污染了單晶半導體層。即，第一絕緣層 108 充當一種阻擋層，用於防止支撐基板中所包括的移動的離子或濕氣等雜質擴散到單晶半導體層中。相應地，當雜質污染不是個問題時，可以省去含氮的第一絕緣層 108。

藉由等離子體 CVD、濺射等，利用氮化矽層、氮氧化矽層、或氧氮化矽層，來形成第一絕緣層 108 以使其具有單層結構或疊層結構。第一絕緣層 108 最好形成 50-

200 nm 厚。例如，從用於轉移的半導體基板 101 的一側起，層疊了氧氮化矽層和氮氧化矽層，使得可以獲得第一絕緣層 108。

注意到，氧氮化矽膜是指一種氧含量多於氮含量的膜，並且包括濃度分別為 55 至 65 at.%、1.0 至 20 at.%、25 至 35 at.% 和 0.1 至 10 at.% 的氧、氮、矽和氫。此外，氮氧化矽膜是指一種氮含量多於氧含量的膜，並且包括濃度分別為 15 至 30 at.%、20 至 50 at.%、25 至 35 at.% 和 15 至 25 at.% 的氧、氮、矽和氫。

藉由使用上述材料或具有不同物理性質的絕緣材料所構成的多個層的組合，可以形成第一絕緣層 108。例如，從用於轉移的半導體基板 101 的一側起，可以層疊氮化矽層和氧化矽層。在使用多個絕緣層來形成第一絕緣層 108 的情況下，每次形成一層之後，最好藉由 50 kHz 至 5 MHz 的純水超音波清洗或者使用純水和氮或乾燥空氣的雙流體清洗，來執行除去黏附於膜表面的粉末的處理。在這種情況下，藉由故意向純水添加二氧化碳以使電阻率減小到 0.5 至 5 MΩcm 並防止靜電起電，就可以進一步增強清洗效果。

接下來，如圖 14B 所示，將簇離子（通常是氫離子，最好是 H_3^+ ）引入到用於轉移的半導體基板 101，以便在其表面以下一定深度處的區域中形成破損層 109。形成破損層 109 的深度是受到離子的加速能量控制的。根據形成破損層 109 的深度，將要從用於轉移的半導體基板 101 中

分離的單晶半導體層的厚度就被確定了。藉由控制用於加速簇離子的電場強度，將要從用於轉移的半導體基板 101 中分離的單晶半導體層的厚度就能被改變。

藉由使用離子摻雜裝置，可以添加簇離子（通常是氫離子並且是 H_3^+ ），這種離子摻雜裝置產生氫等離子體並且用電場來加速這些離子從而添加這些離子，同時不對氫等離子體中所產生的離子進行質量分離。藉由使用離子摻雜裝置，即使用於轉移的半導體基板 101 很大，也可以很容易地添加離子。

簇離子通常是 H_3^+ 離子。例如，將氫引入到離子源，將壓力設為大約 1×10^{-2} Pa，並且向細絲施加電能以產生等離子體，由此可以獲得 H_3^+ 離子。藉由使用細絲的熱電子來產生氫等離子體， H_3^+ 離子的比例可以高於其他離子物質（ H^+ ， H_2^+ ）的比例，這一點是較佳的。藉由注入 H_3^+ 離子，氫原子的注入效率變得高於 H^+ 、 H_2^+ 的情況，使得即使劑量很小也能夠以高濃度來注入氫。較佳地，在離子束 110 中，所包含的 H_3^+ 離子佔據 H^+ 、 H_2^+ 和 H_3^+ 的離子物質總量的 50% 或更高。 H_3^+ 離子的比例最好是 80% 或更高。藉由增大 H_3^+ 的比例，在破損層 109 中可以包含 1×10^{20} 原子/立方釐米或更多的氫。

圖 19 是離子摻雜裝置的結構的示意圖，該裝置將離子源 200 中所產生的多種離子注入到用於轉移的半導體基板 101，而不對離子進行質量分離。從氣體提供部分 204，向離子源 200 提供給定的氣體（比如氫）。離子源 200

具有細絲 201。細絲電源 202 向細絲 201 施加弧光放電，並且調節流過細絲 201 的電流。藉由排氣系統 209，將氣體提供部分 204 所提供的氣體排出。

藉由提取電極系統 205 來提取離子源 200 中所產生的離子，並且形成離子束 110。用離子束 110 來照射用於轉移的半導體基板 101，它位於安裝板 206 上。藉由安裝板 206 旁邊的質量分析管 207，來計算離子束 110 中所包含的離子物質的比例。質量分析器 208 將質量分析管 207 所計數的離子密度轉換成一個信號，並且可以將其結果反饋給電源控制器 203。電源控制器 203 可以根據計數離子密度的結果來控制細絲電源 202。

當藉由使用這種離子摻雜裝置來形成如圖 14B 所示的破損層 109 時，晶體結構受到破壞並且形成了微孔，即破損層 109 具有多孔結構。因此，藉由在相對低的溫度（600 °C 或更小）下進行熱處理，來改變破損層 109 中所形成的微孔的體積，並且可以沿著破損層 109 劈開單晶半導體層 107。

在考慮到單晶半導體層的厚度的情況下，執行上述簇離子的引入，該單晶半導體層是從用於轉移的半導體基板 101 中分離的並且隨後被轉移到支撐基板。較佳地，單晶半導體層的厚度被設為 5 至 500 nm，10 至 200 nm 更佳。考慮到將要轉移的單晶半導體基板的厚度，適當地確定在引入離子時離子的加速電壓和離子劑量。在像本實施方式這樣將 H_3^+ 離子作為主要離子加以引入的情況下，因為

H_3^+ 離子的質量大於 H^+ 離子的質量，所以在用於轉移的半導體基板 101 的表面以下較淺的區域中可以形成破損層 109。相應地，因為這一點，可以跳過拋光步驟（比如 CMP 處理）。另外，因為劈開的表面相當地平整，所以 1000°C 以上高溫熱處理的平整化步驟就不是必需的了。

接下來，如圖 14C 所示，在用於轉移的半導體基板 101 上形成了第二絕緣層 111，同時第一絕緣層 108 插在兩者之間。第二絕緣層 111 充當支撐基板的接合層，並且被設置在用於轉移的半導體基板 101 和支撐基板相接合的表面之上。作為第二絕緣層 111，可以使用單層結構或疊層結構；然而，最好使用這樣的絕緣層，其接合到支撐基板的表面（在下文中被稱為接合表面）是平滑的並且具有親水性。

作為其表面是平滑的且具有親水性的絕緣層，可以使用含氫的氧化矽、含氫的氮化矽、含氧和氫的氮化矽、氧氮化矽、氮氧化矽等。

作為含氫的氧化矽，例如，可以使用藉由化學汽相沈積而形成的有機矽烷所構成的氧化矽。這是因為，有機矽烷所構成的第二絕緣層 111（比如氧化矽膜）可以增強支撐基板和單晶半導體層之間的接合。可以使用的有機矽烷的示例包括含矽的化合物，比如四乙氧基矽烷（TEOS，化學式為 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ）、四甲基矽烷（TMS，化學式為 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ ）、四甲基環四矽氧烷（TMCTS）、八甲基環四矽氧烷（OMCTS）、六甲基二矽胺烷（HMDS）、三乙氧

基矽烷（化學式為 $\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ ）以及三二甲基氨基矽烷（化學式為 $\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$ ）。

藉由等離子體 CVD，使用矽烷氣體和氨氣，可以形成含氫的氮化矽。氫可以被添加到這些氣體中。藉由等離子體 CVD，使用矽烷氣體、氨氣和一氧化二氮氣體，可以形成含氧和氫的氮化矽。無論那種情況，都可以使用氧化矽、氧氮化矽、或氮氧化矽，它們都含氫並且都是藉由化學汽相沈積（等離子體 CVD、減壓 CVD、或大氣壓 CVD）且將矽烷氣體等用作源氣體而形成的。化學汽相沈積過程是在足夠低的溫度下進行的，以使用於轉移的半導體基板 101 中所形成的破損層 109 不發生除氣。例如，沈積溫度最好小於或等於 350 攝氏度。注意到，作為從用於轉移的半導體基板 101 中分離出單晶半導體層的熱處理的溫度，可以使用比化學汽相沈積的沈積溫度要高的溫度。無論那種情況，其表面是平滑的且具有羥基的絕緣層都可以被用作第二絕緣層 111。

接下來，如圖 15A 所示，用於轉移的半導體基板 101 和支撐基板 105 彼此接合起來。用於轉移的半導體基板 101 上所形成的第二絕緣層 111 的表面以及支撐基板 105 的表面彼此附著於一起以待接合。氫鍵和範德瓦耳斯力作用於這種接合。當氫鍵實現接合時，基板表面具有親水性，羧基或水分子充當黏合劑，並且水分子藉由熱處理而擴散，由此剩餘的成分形成了矽烷醇基（ Si-OH ）。此外，因氫的丟失以及矽氧烷（ O-Si-O ）的形成，該接合部分具

有共價鍵。相應地，用於轉移的半導體基板 101 和支撐基板之間的接合得到增強。

具有絕緣表面的基板被用作支撐基板 105。例如，可以使用：電子工業中所使用的各種玻璃基板，比如鋁矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃和鋇硼矽酸鹽玻璃；石英基板；陶瓷基板；以及藍寶石基板。最好使用玻璃基板作為支撐基板 105；例如，也可以使用用於液晶的母玻璃基板，比如第 3.5 代基板（600 mm×720 mm 或 620×750）或第 4 代基板（680 mm×880 mm 或 730 mm×920 mm）。或者，也可以使用較大的母玻璃基板，比如所謂的第 6 代基板（1500 mm×1850 mm）、第 7 代基板（1870 mm×2200 mm）或第 8 代基板（2200 mm×2400 mm）。藉由使用較大的母玻璃基板作為支撐基板 105，可從一個基板中製造出的顯示面板的個數（削邊面板的個數）能夠得以增大，由此生產率得到提高。

在電子工業所使用的各種玻璃基板中，比如鋁矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃和鋇硼矽酸鹽玻璃，具有拋光表面的基板是較佳的，因其平整性相當好。藉由將玻璃基板的拋光表面接合到半導體晶片或為半導體晶片而設置的第二絕緣層上，接合缺陷可以得到抑制。例如，可以用二氧化鈾等來拋光玻璃基板。在拋光之後，期望藉由使用氫氨酸、雙氧水和水的混合溶液，來除去剩餘的研磨劑。

在支撐基板 105 和用於轉移的半導體基板 101 彼此接合到一起且第二絕緣層 111 插放在兩者之間之後，執行熱

處理和壓力處理之一或兩者都執行。熱處理或壓力處理使得支撐基板 105 和用於轉移的半導體基板 101 之間的接合強度可以增大。在等於或低於支撐基板 105 的溫度上限的溫度下，執行上述熱處理。執行上述壓力處理，以便在與接合面相垂直的方向上施加大約 1 到 2 個大氣壓的壓力。在壓力處理中，將支撐基板 105 和用於轉移的半導體基板 101 置於一壓力容器中，同時向其施加給定的壓力。或者，將支撐基板 105 和用於轉移的半導體基板 101 插放在陶瓷等製成的壓力板之間，並且藉由機械作用向其施加 10-20 kN 的力。在這種情況下，藉由在加壓的同時又加熱支撐基板 105 和用於轉移的半導體基板 101，就可以增大接合強度。

圖 20A-20C 示出了一個將用於轉移的半導體基板 101 轉移到支撐基板 105 的裝置的示例，並且還藉由加熱或加壓將這些基板接合或臨時接合到一起。在圖 20A 中，支撐基板 105 位於基板工作臺 225 上。用於轉移的半導體基板 101 藉由轉移裝置 227 被運至支撐基板 105 的上方，並且調節其位置以便使其附著於給定的位置。然後，如圖 20B 所示，轉移裝置 227 靠近基板工作臺 225，並且將用於轉移的半導體基板 101 放在支撐基板 105 上。藉由使用轉移裝置 227 的按壓頭 230 進行加壓，來附著用於轉移的半導體基板 101，並且待接合的位置被固定。之後，如圖 20C 所示，具有加熱器 229 的加壓裝置 228 發生移動，並且在基板工作臺 225 上對用於轉移的半導體基板 101 進行

加壓。保持這種狀態，用加壓裝置 228 的加熱器 229 和基板工作臺 225 的加熱器 226 來加熱用於轉移的半導體基板 101 和支撐基板 105，使得這些基板的接合強度得以增大。

圖 15B 示出了一個步驟，在將破損層 109 用作劈開面的情況下，藉由熱處理，從支撐基板 105 中分離出用於轉移的半導體基板 101 的一部分。熱處理的溫度最好等於或高於第二絕緣層 111 的膜形成溫度並且等於或低於支撐基板 105 的溫度上限。例如，藉由在 400 至 600°C 執行熱處理，破損層 109 中所形成的微孔的體積就發生變化，並且沿著破損層 109 劈開了用於轉移的半導體基板 101。因為第二絕緣層 111 被接合到支撐基板 105，所以其結晶性與用於轉移的半導體基板 101 相同的單晶半導體層 107 仍然留在支撐基板 105 上。注意到，用於轉移的半導體基板 101 的末端部分是斜切的。在這種情況下，週邊末端部分沒有被轉移並且與用於轉移的半導體基板 101 留在一起，因為週邊末端部分沒有牢固地附著於支撐基板 105 上。

藉由對其表面進行平整化處理，可以重新使用經分離的用於轉移的半導體基板 101。即，根據本實施方式，藉由注入氫的簇離子，可以從用於轉移的半導體基板 101 的表面分離出單晶半導體層以使其具有 1 μm 或更小的厚度，500 nm 或更小則較佳。因此，迴圈使用的次數可以增大。

(將單晶半導體層轉移到支撐基板的步驟-2)

圖 16A-16C 和 17A-17B 示出了在支撐基板 105 上從用於轉移的半導體基板 101 中形成單晶半導體層 107 的多個步驟的另一個示例。

如圖 16A 和 16B 所示，按照與上述相似的方式，在用於轉移的半導體基板 101 上形成了含氮的第一絕緣層 108 和破損層 109。之後，形成了第二絕緣層 111。然後，如圖 16C 所示，與將要除去的破損層相比，用於轉移的半導體基板 101 的週邊部分被蝕刻得更深。

因為用於轉移的半導體基板 101 的末端部分被斜切了，所以藉由除去末端部分的區域就可以在用於轉移的半導體基板 101 上形成平整的接合面。藉由這種處理方法，與週邊末端部分相比，可以在內側的區域中選擇性地形成單晶半導體層 107。藉由除去用於轉移的半導體基板 101 的末端部分的區域，因該區域的部分分離而導致灰塵的產生可以被抑制。

之後，如圖 17A 所示，將用於轉移的半導體基板 101 和支撐基板 105 彼此接合起來，並且在其上執行用於增強接合強度的處理，比如熱處理。在圖 17B 中，在將破損層 109 用作劈開面的情況下，藉由熱處理，從支撐基板 105 分離出用於轉移的半導體基板 101，就可以在支撐基板 105 上形成單晶半導體層 107。

(用於處理已轉移到支撐基板上的單晶半導體層的步驟)

支撐基板 105 上所形成的單晶半導體層 107 的劈開面是比較平整的，在圖 15B 或 17B 中用於轉移的半導體基板 101 是在該劈開面處劈開的。相應地，1000°C 以上的高溫熱處理以及藉由 CMP 進行的平整化處理都可以省去了，這些都會是必需的。在這種情況下，較佳地，藉由在含氫濃度為 10 ppm 或更小的惰性氣體（比如氮氣、稀有氣體等）中用雷射照射一表面，來執行使該表面平滑化的處理。這是因為，氫在破損層 109 中的濃度分佈是很小的，並且藉由氫離子的注入而集中，氫離子是離子化的氫並且其質量大於質子。

接下來，如圖 18A 所示，對單晶半導體層 107 的表面進行蝕刻，以除去在使破損層 109 分離時所造成的粗糙部分。蝕刻是藉由幹法蝕刻或濕法蝕刻來進行的。此外，當沿著破損層 109 分離出單晶半導體層 107 時，在接合到支撐基板 105 的單晶半導體層 107 中產生了晶體缺陷。此外，其表面是不平整的。為了抑制晶體缺陷並提高平整性，最好像圖 18A 所示那樣用雷射光束 112 來照射單晶半導體層 107。

藉由用雷射光束 112 照射單晶半導體層 107，至少單晶半導體層 107 的表面熔化了，並且接下來固化以重新結晶。在這一過程中，單晶半導體層 107 的表面可以變得平整。用雷射光束 112 進行照射可使單晶半導體層 107 的表面熔化，但支撐基板 105 很難被加熱。因此，可以使用耐熱性低的支撐基板，比如玻璃基板。

作為振盪出雷射光束 112 的雷射振盪器，選擇了可振盪出其波長在紫外到可見光範圍中的光線的雷射振盪器。雷射光束 112 的波長被設置為可在單晶半導體層 107 中被吸收。考慮到雷射的透入深度等，來確定雷射光束 112 的波長。例如，波長可以介於大於或等於 190 nm 且小於或等於 700 nm 的範圍中。雷射振盪器可以振盪出連續波雷射、偽連續波雷射、或脈衝雷射。脈衝雷射是較佳的，因為單晶半導體層是部分熔化的。例如，在使用脈衝雷射的情況下，重複頻率是 1 MHz 或更小，並且脈衝寬度是 10-500 ns；例如，可以使用 XeCl 準分子雷射器，其重複頻率是 10-300 Hz，脈衝寬度是 25 ns，且波長是 308 nm。

用雷射光束 112 進行照射的步驟最好是在惰性氣體（比如稀有氣體或氮氣）中或在真空中執行。為了在惰性氣體中用雷射光束 112 進行照射，可以在氣密式腔室中用雷射光束 112 進行照射，同時控制該腔室中的氣氛。在不使用腔室的情況下，藉由將惰性氣體（比如氮氣）吹到將要用雷射光束 112 照射的表面上，也可以實現在惰性氣體大氣中用雷射光束 112 進行雷射照射。

與在空氣中相比，在惰性氣體（比如氮氣）或在真空中可以進一步提高單晶半導體層 107 的平整性。此外，與在空氣中相比，在惰性氣體（比如氮氣）或在真空中可以更有效地抑制破裂或脊的產生。相應地，可以在其中使用雷射光束 112 的能量範圍得以增寬。

下面將結合圖 21 來描述雷射處理裝置的示例。該雷

射處理裝置包括：雷射振盪器 210；光學系統 211，用於會聚雷射並將雷射延展成細線形光束；氣體噴射管 212，用於控制將要用雷射照射的區域中的氣體大氣；氣體提供部分 213，用於向氣體噴射管 213 提供氣體以便控制氣體大氣；流速控制部分 214；氣體加熱部分 215；基板工作臺 222，用於使支撐基板 105 懸浮並承載支撐基板 105；導軌 223，用於支撐基板的兩端並承載該基板；以及氣體提供部分 216，用於向基板工作臺 222 提供氣體以便於懸浮。

作為雷射振盪器 210，選擇了可振盪出其波長在紫外到可見光範圍中的光線的雷射振盪器。雷射振盪器最好是脈衝式 ArF、KrF 或 XeCl 準分子雷射，或是固態雷射，比如 Nd-YAG 雷射器或 YLF 雷射，其重複頻率是 1 MHz 或更小且脈衝寬度是 10-500 ns。例如，可以使用 XeCl 準分子雷射，其重複頻率是 10-300 Hz、脈衝寬度是 25 ns 且波長是 308 nm。

光學系統 211 對雷射進行會聚和延展以形成一個用其進行照射的那一部分的橫截面呈線形形狀的雷射光束。用於形成線形光束的光學系統 211 包括圓柱透鏡陣列 217、圓柱透鏡 218、鏡子 219 和雙面圓柱透鏡 220。可以發射出長邊約為 100 至 700 mm 且短邊約為 100 至 500 μm 的線形雷射，儘管這取決於透鏡的尺寸。

透過氣體噴射管 212 的光線引入窗口 221，用已會聚成線形形狀的雷射光束來照射支撐基板 105。氣體噴射管

212 被設置在支撐基板 105 附近。從氣體提供部分 213 向氣體噴射管 212 提供氮氣。從氣體噴射管 212 的開口部分，噴射出氮氣，該開口部分面對著支撐基板 105。根據線形雷射光束的光軸，提供了氣體噴射管 212 的開口部分，使得支撐基板 105 是用從光線引入窗口 221 進入的雷射光束來照射的。因為從氣體噴射管 212 的開口部分噴射出氮氣，所以將要用雷射光束照射的區域變得具有氮氣大氣。

可以用氮氣來控制支撐基板 105 的、將要被雷射光束照射的那個表面的溫度，該氮氣被提供給氣體噴射管 212 並且在氣體加熱部分 215 中被加熱到 250 至 600℃。如上所述，藉由加熱待照射的區域，因雷射光束照射而導致的熔化時間可以得到控制。

藉由流速控制部分 214，從氣體提供部分 216 向基板工作臺 222 提供空氣或氮氣。從氣體提供部分 216 提供的氣體被噴射出來，使得用氣體從基板工作臺 222 的主面這一側來噴射支撐基板 105 的底面，由此使支撐基板 105 漂浮。用安裝在滑塊 224 上的末端來承載著支撐基板 105，滑塊 224 能在導軌 223 上移動。因為用氣體從基板工作臺 222 這一側來噴射支撐基板 105，所以可以承載著支撐基板 105 而在其漂浮時不使其彎曲。在本實施方式的雷射處理裝置中，因為氮氣是從氣體噴射管 212 噴向支撐基板 105 的頂面的，所以藉由用氣體來噴射支撐基板 105 的背面就可以防止支撐基板 105 發生彎曲。具有這種結構的基板工作臺 222 可有效用於處理邊長大於 500 mm 且厚度為

1 mm 或更小的玻璃基板。例如，可以處理其厚度為 0.7 mm 或更小的 600×720 mm 或 730×920 mm 的玻璃基板。

基板工作臺 222 可以被劃分成雷射照射部分的周圍以及其他區域。可以用經氣體加熱部分 215 加熱過的氮氣來噴射雷射照射部分的周圍，使得支撐基板 105 可以被加熱。

在用雷射光束 112 照射單晶半導體層 107 之後，最好在其上執行大於或等於 500°C 且小於或等於 650°C 的熱處理。這種熱處理可以除去單晶半導體層 107 的缺陷，並且可以減小單晶半導體層 107 的扭曲，這些都是藉由激光束 112 的照射無法改善的。RTA（快速熱退火）裝置、電阻加熱爐、或微波加熱裝置都可以用於這種熱處理。作為 RTA 裝置，可以使用 GRTA（氣體快速熱退火）裝置或 LRTA（燈快速熱退火）裝置。例如，當使用電阻加熱爐時，較佳地，單晶半導體層 107 在 500°C 加熱 1 小時之後又在 550°C 加熱 4 小時。

藉由上述步驟，可以像圖 18B 所示那樣在支撐基板 105 上形成單晶半導體層 107。藉由使用這種單晶半導體層 107，可以製造出顯示面板。

（在支撐基板上的顯示面板）

圖 22 示出了用支撐基板 105 上所形成的單晶半導體層 107 來形成的顯示面板 113 的示例。螢幕區域 114 包括像素 117。在像素 117 中，電晶體 118 是藉由使用單晶半

導體層 107 來形成的。藉由使用單晶半導體，電晶體的尺寸可以很小，使得可以增大像素的孔徑比。此外，對於用單晶半導體形成的電晶體而言，可以很容易地製造出一種按 120 MHz 或更大的幀頻率來運行的液晶顯示面板。藉由使用單晶半導體層 107，除了螢幕區域 114 以外，還可以在顯示面板 113 中形成資料驅動器電路 115 和閘極驅動器電路 116。此外，還可以在同一基板上形成像素處理器、記憶體等。

(製造顯示面板的步驟)

在本實施方式中，將描述製造顯示面板的諸多步驟的一個示例。在顯示面板中，藉由用單晶半導體層來形成電晶體，就可以在同一基板上形成用於控制顯示媒體的像素的電晶體以及驅動器電路的電晶體。

圖 23 示出了用於顯示面板的像素的一個示例，它具有向其輸入資料信號的第一電晶體以及連接到像素電極的第二電晶體。在像素中，提供了 n 通道電晶體 147、p 通道電晶體 148 和電容器元件 149。在下面的描述中，將描述用於製造該像素中的電晶體和驅動器電路中的電晶體的諸多步驟的一個示例，這兩種電晶體可以同時製造。

製備半導體基板，它包括形成於支撐基板 105 上的第二絕緣層 111、第一絕緣層 108 和單晶半導體層 107 (圖 24A)。作為單晶半導體層 107，使用了 n 型單晶半導體層，其電阻率是 $10 \Omega\text{cm}$ 或更大且晶面是 (100) 或 (110)

)。一種其厚度是 30-100 nm (比如 50 nm) 的 n 型單晶半導體層被用作單晶半導體層 107。

根據電晶體的排列方式，將單晶半導體層 107 蝕刻成期望的形狀，以形成單晶半導體層 121、122、123 和 124，它們被劃分成島形 (圖 24B)。除了單晶半導體層 121、122、123 和 124 以外的區域中的半導體層都被除去；然而，支撐基板 105 沒有露出來，因為形成了第一絕緣層 108 和第二絕緣層 111。相應地，因為形成了第一絕緣層 108 和第二絕緣層 111，所以可以防止像鹼金屬這種來自支撐基板 105 的雜質進行擴散而污染了半導體層。

因為單晶半導體層 121、122、123 和 124 是 n 型半導體層，所以為用於形成 p 通道電晶體的單晶半導體層 122 和 124 提供掩模 125，並且將 p 型雜質添加到單晶半導體層 121 和 123。作為 p 型雜質，使用硼並且按照 $5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 至 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 的濃度來添加硼。

接下來，用光刻膠來形成掩模 126 和掩模 127，掩模 126 用於保護單晶半導體層 121 和 123 的通道區域，掩模 127 則用於保護整個單晶半導體層 122 和 124。然後，將賦予 n 型導電性的磷或砷作為雜質添加到單晶半導體層 121 和 123 (圖 25A)。雜質濃度是 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。藉由這一步，在各個單晶半導體層 121 和 123 中，形成了第一雜質區域 128。第一雜質區域 128 充當 n 通道電晶體的輕摻雜漏極。

除去掩模 126 和 127，並且形成閘極絕緣層 129。例

如，藉由等離子體 CVD、濺射等，用氧化矽或氧氮化矽來形成厚度大於或等於 10 nm 且小於或等於 150 nm 的閘極絕緣層 129。

或者，藉由用經微波激勵的等離子體來處理單晶半導體層 121、122、123 和 124，就可以形成閘極絕緣層 129。例如，在 10 至 30 Pa 的壓力下，用經 Ar 稀釋 1 至 3 倍（流速）的一氧化二氮（ N_2O ），且施加 3 至 5 kW 的微波（2.45 GHz）電功率，使單晶半導體層 121、122、123 和 124 的表面氧化或氮化。藉由這種處理，就形成了厚度是 1-10 nm（2 至 6 nm 較佳）的絕緣膜。此外，在 10 至 30 Pa 的壓力下，一氧化二氮（ N_2O ）和矽烷（ SiH_4 ）被引入並且 3 至 5 kW 的微波（2.45 GHz）電功率被施加到單晶半導體層 121、122、123 和 124，以藉由 CVD 形成氧氮化矽膜，該膜將成爲閘極絕緣膜。藉由將固相反應和 CVD 所導致的反應組合起來，就可以形成具有低介面態密度和高耐受電壓的閘極絕緣膜。

閘極電極 130、131、132 和 133 形成於閘極絕緣層 129 上，對應于各個單晶半導體層 121、122、123 和 124（圖 25B）。電容器電極 134 形成于單晶半導體層 123 上。閘極電極的側面最好傾斜 30 至 75 度，35 至 60 度則較佳。這是用於改善用鈍化膜進行的覆蓋。閘極電極和電容器電極由鉬、鎢、鈦、鉬、鋁、銅、鉻、或鈹等元素構成，或者由以上述元素爲主要成分的合金材料或化合物材料構成。此外，較佳地，上述金屬的氮化層應該形成於閘極

絕緣層 129 一側，以改善閘極電極的黏附情況。例如，從閘極絕緣層一側起，使氮化鋁和鎢層疊起來，就形成了閘極電極。形成位於單晶半導體層 121 上的閘極電極 130，以便與第一雜質區域 128 重疊。藉由這一步，就形成了與閘極電極重疊的輕摻雜漏極。單晶半導體層 123 的第一雜質區域 128 仍然不與閘極電極 132 重疊。

接下來，將賦予 p 型或 n 型導電性的雜質添加到半導體層，以形成電晶體的源極和漏極區域（圖 26A）。在將閘極電極 130 和 132 用作掩模的情況下，在單晶半導體層 121 和 123 中形成了第二雜質區域 135。第二雜質區域 135 是 n 型的，並且是藉由添加濃度是 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 的磷或砷而形成的。在將閘極電極 131 和 133 用作掩模的情況下，在單晶半導體層 122 和 124 中形成了第三雜質區域 136。第三雜質區域 136 是 p 型的，並且是藉由添加濃度是 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 的硼而形成的。

然後，在閘極電極上形成鈍化層 137 和夾層絕緣層 138 且形成接觸孔之後，就形成了導線 139（圖 26B）。鈍化層 137 最好由氮化矽構成。夾層絕緣層 138 由氧化矽和氮化矽等無機絕緣材料構成，或者由聚酰亞胺或丙烯酸等有機絕緣材料構成。導線 139 是用鋁、鋁-鈹（Al-Nd）、鎂-銀（Mg-Ag）等構成的金屬層以及鋁、鈦、鉬、鎢、或鉻構成的金屬層（它夾住前述金屬層）所形成的層疊體來構成的。

在圖 23 所示的像素中，資料線 140、電源線 141、像

素中的導線 142 以及像素電極連接導線 143 都是作為導線而形成的。此外，形成像素電極 144，以便電連接到像素電極連接導線 143。

像素電極 144 可以用下列材料構成：氧化銦錫 (ITO)；氧化銦鋅 (IZO)，其中氧化銦和氧化鋅混合；氧化銦和氧化矽混合的導電材料；有機銦；有機錫；含氧化鎢的氧化銦；含氧化鎢的氧化銦鋅；含氧化鈦的氧化銦；含氧化鈦的氧化銦錫；或鎢、鉬、鋯、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鈷、鎳、鈦、鉑、鋁、銅、銀等金屬；或這些金屬的合金或其金屬氮化物。

此外，含導電性大分子（也被稱為導電聚合物）的導電成分也可以被用作像素電極 144。每一塊導電成分的薄膜的薄層電阻最好是 10000Ω 或更小。當導電成分的薄膜作為具有透光性的像素電極層而形成時， 550 nm 波長處的透光率最好大於或等於 70% 。另外，導電成分中所含的導電性大分子的電阻率最好是 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 或更小。

可將所謂的 π 電子共軛導電性大分子用作該導電性大分子。例如可使用聚苯胺及其衍生物，聚吡咯及其衍生物，聚噻吩及其衍生物，以及這些材料的共聚物。共軛的導電性大分子的具體例子如下：聚吡咯，聚（3-甲基吡咯），聚（3-丁基吡咯），聚（3-辛基吡咯），聚（3-癸基吡咯），聚（3,4-二甲基吡咯），聚（3,4-二丁基吡咯），聚（3-羥基吡咯），聚（3-甲基-4-羥基吡咯），聚（3-甲氧基吡咯），聚（3-乙氧基吡咯），聚（3-辛氧基吡咯）

，聚（3-羧基吡咯），聚（3-甲基-4-羧基吡咯），聚 N-甲基吡咯，聚噻吩，聚（3-甲基噻吩），聚（3-丁基噻吩），聚（3-辛基噻吩），聚（3-癸基噻吩），聚（3-十二烷基噻吩），聚（3-甲氧基噻吩），聚（3-乙氧基噻吩），聚（3-辛氧基噻吩），聚（3-羧基噻吩），聚（3-甲基-4-羧基噻吩），聚（3,4-亞乙基二氧基噻吩），聚苯胺，聚（2-甲基苯胺），聚（2-辛基苯胺），聚（2-異丁基苯胺），聚（3-異丁基苯胺），聚（2-苯胺磺酸）和聚（3-苯胺磺酸）。

上述導電性大分子可以單獨使用，或者可以向其添加有機樹脂以便調節這些膜的特性。此外，藉由用受主型摻雜劑或施主型摻雜劑對導電成分進行摻雜，共軛導電性大分子的共軛電子的氧化-還原勢會發生變化；因此，可以調節導電性。上述導電成分可以溶于水或有機溶劑（比如乙醇基溶劑、酮基溶劑、酯基溶劑、烴基溶劑、芳香烴基溶劑），並且充當像素電極 144 的薄膜可以藉由鍍覆方法、塗敷方法、微滴排放方法（也被稱為噴墨方法）、印刷方法等來形成。

藉由上述步驟，就可以用支撐基板 105 上的單晶半導體層來形成上述像素中所包括的 n 通道電晶體 145 和 p 通道電晶體 146（它們用於形成驅動器電路或其他邏輯電路）、n 通道電晶體 147 和 p 通道電晶體 148 以及電容器元件 149。根據本實施方式，藉由使用單晶半導體層來製造像素區域和驅動器電路區域中的電晶體，操作速度就可以

得到提升。因此，在顯示面板中，可以增大幀頻率並且可以改善顯示特性。此外，藉由使用單晶半導體層來形成像素中的電晶體，特性變化是極少的，並且可以顯示沒有不均勻性的影像。

(顯示裝置)

作為使用顯示面板構成的顯示裝置，將顯示出電致發光顯示面板中的像素部分的一個示例。

圖 27 示出了圖 23 所對應的像素的橫截面圖。在像素中，提供了 n 通道電晶體 147、p 通道電晶體 148 和電容器元件 149。在該顯示裝置中，每一個像素都具有發光元件，該發光元件包括含電致發光材料的層 (EL 層)，該 EL 層處於電極之間。像素電極 144 連接到 p 通道電晶體 148。像素電極 144 的周圍環繞著隔離壁絕緣層 150。EL 層 151 形成於像素電極 144 之上。對置電極 152 形成於 EL 層 151 之上。像素部分是用密封層 153 填充的，並且具有作為加固板的密封板 154。

在本實施方式的電致發光顯示裝置中，這些像素排列成矩陣以形成顯示幕。在這種情況下，像素的電晶體的通道部分是用單晶半導體層形成的。因此，優點在於，特性不隨電晶體的不同而變化，並且發光亮度不隨像素的不同而變化。因此，在發光元件的亮度受電流控制的情況下，驅動變得很容易，並且不再需要用於校正電晶體特性變化的校正電路。由此，可以減小驅動器電路上的負載。

圖 28 示出了液晶顯示裝置中的像素的一個示例，其中 n 通道電晶體 147 是利用單晶半導體層形成的。因為用於將資料線 140 和像素電極連接導線 143 連接起來的接觸孔具有一個凹坑，所以提供了隔離物 155，使得凹坑被其填充。對置電極 152 形成於密封板 154 上，並且取向膜 156 將液晶層 157 夾在其間。根據本實施方式，藉由將單晶半導體層用於形成像素中的電晶體，電晶體的尺寸可以很小，使得可以增大像素的孔徑比。此外，藉由將單晶半導體層用於形成電晶體，可以很容易地製造出一種按 120 MHz 或更大的幀頻率來運行的液晶顯示面板。

(電子裝置)

在本實施方式中，將結合圖 30A-30H 以及圖 31A-31C 來描述使用上述顯示裝置的電子裝置。

在本實施方式中，示出了下面的電子裝置：照相機，比如攝像機或數碼相機；護目鏡式顯示器（戴在頭上的顯示器）；導航系統；音頻再生裝置（汽車音頻元件等）；電腦；遊戲機；攜帶型資訊終端（移動電腦、移動電話、攜帶型遊戲機、電子書讀取器等）；以及配有記錄媒體的影像再生裝置（具體來講，配有顯示裝置從而能再生 DVD 等記錄媒體並顯示影像的裝置）等等。

圖 30A 示出了電視接收器或個人電腦的監視器。圖 30A 中的電視接收器或個人電腦的監視器包括外殼 301、支撐基座 302、顯示部分 303、揚聲器部分 304、視頻輸

入端子 305 等等。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 303，就可以提供具有高可靠性和高性能的電視接收器或個人電腦的監視器。

圖 30B 示出了數碼相機。影像接收部分 313 被設置在主體 311 的前面。快門按鈕 316 被設置在主體 311 的上部。顯示部分 312、操作鍵 314 和外部連接埠 315 被設置在主體 311 的背面。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 312，就可以提供具有高可靠性和高性能的數碼相機。

圖 30C 示出了筆記本電腦。主體 321 具有鍵盤 324、外部連接埠 325 以及指向裝置 326。此外，主體 321 具有外殼 322，外殼 322 具有附著於其上的顯示部分 323。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 323，就可以提供具有高可靠性和高性能的筆記本電腦。

圖 30D 示出了移動電腦，它包括主體 331、顯示部分 332、開關 333、操作鍵 334、紅外線埠 335 等。此外，有源矩陣顯示器被設置在顯示部分 332 中。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 332，就可以提供具有高可靠性和高性能的移動電腦。

圖 30E 示出了影像再生裝置。主體 341 具有顯示部分 (B) 344、記錄媒體讀取器 345 以及操作鍵 346。此外，包括揚聲器部分 347 和顯示部分 (A) 343 的外殼 342 被附著於主體 341。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 (A) 343 和 (B) 344，就可以提供具有高可靠性和高

性能的影像再生裝置。

圖 30F 示出了電子書。主體 351 具有操作鍵 353。多個顯示部分 352 被附著於主體 351 上。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 352，就可以提供具有高可靠性和高性能的電子書。

圖 30G 示出了攝像機。主體 361 具有外部連接埠 364、遠端控制器接收部分 365、影像接收部分 366、電池 367、音頻輸入部分 368 和操作鍵 369。此外，包括顯示部分 362 的外殼 363 被附著於主體 361 上。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 362，就可以提供具有高可靠性和高性能的攝像機。

圖 30H 示出了移動電話，它包括主體 371、外殼 372、顯示部分 373、音頻輸入部分 374、音頻輸出部分 375、操作鍵 376、外部連接埠 377、天線 378 等等。藉由用單晶半導體所形成的電晶體來形成顯示部分 373，就可以提供具有高可靠性和高性能的移動電話。

圖 31A-31C 示出了可充當電話和資訊終端的攜帶型電子裝置 400 的結構示例。圖 31A 是前視圖，圖 31B 是後視圖，圖 31C 是展開圖。攜帶型電子裝置 400 具有電話和資訊終端的功能，並且是所謂的智慧型電話，它除了能夠進行語音呼叫之外，還能夠進行各種資料處理。

攜帶型電子裝置 400 包括外殼 401 和 402。外殼 401 具有顯示部分 411、揚聲器 412、麥克風 413、操作鍵 414、指向裝置 415、用於照相機的透鏡 416、外部連接端子

417 等。外殼 402 具有鍵盤 421、外部記憶體槽 422、用於照相機的透鏡 423、燈 424、耳機端子 425 等等。此外，天線被內建到外殼 401 中。除了上述結構之外，其中還可以內建有無線 IC 晶片、小尺寸儲存裝置等。

顯示部分 411 包括用單晶半導體層構成的電晶體。根據攜帶型電子裝置 400 的使用模式，顯示部分 411 中所顯示的影像（以及顯示影像的方向）可以不斷地變化。此外，因為顯示部分 411 和用於照相機的透鏡 416 被設置在同一表面上，所以帶有影像的語音電話（所謂的視頻電話）就可以實現。注意到，揚聲器 412 和麥克風 413 不僅可以用於語音呼叫，還可以用於記錄、再生等。在用照相機的透鏡 423（和燈 424）拍攝靜態影像和動態影像的情況下，顯示部分 411 被用作取景器。操作鍵 414 被用於呼入/呼出電話、輸入簡單的資訊（比如電子郵件）、螢幕捲動、移動游標等等。

彼此重疊的外殼 401 和 402（圖 31A）可以滑動，並且可以像圖 31C 所示那樣展開，使得攜帶型電子裝置 400 可以被用作資訊終端。在這種情況下，可以用鍵盤 421 和指向裝置 415 進行流暢的操作。外部連接端子 417 可以連接到各種纜線，比如 AC 適配器或 USB 纜線，由此攜帶型電子裝置 400 可以被充電，或者可以與電腦等進行資料通信。此外，藉由將記錄媒體插入外部記憶體槽 422 中，攜帶型電子裝置 400 可以處理具有更高容量的資料的儲存和移動。除了上述功能以外，還可以包括藉由使用電磁波（

紅外線) 進行無線通信的功能、接收電視的功能等等。

(簇離子)

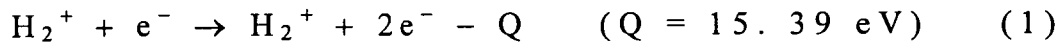
在下文中，將描述在將單晶半導體層轉移到支撐基板上的步驟-1中所使用的簇離子。

不對離子源中所產生的離子的質量進行分離的離子摻雜裝置具有這樣一個優點，與離子產生相關的等離子體空間是較大的，並且可以產生並引入大量的離子。離子注入裝置具有這樣一個特徵，對所產生的離子進行質量分離，並且只能引入特定的離子物質；然而，這導致了生產率的問題，因為離子基本上是藉由用點波束進行掃描而引入的。作為產生等離子體的方法，例如，可以給出一種利用藉由加熱細絲而產生的熱電子的方法。然而，在任何種類的裝置之間，產生等離子體的方法都沒有很大的區別。

另一方面，在離子注入裝置和離子摻雜裝置之間，所產生的氫離子 (H^+ , H_2^+ , H_3^+) 中的每一種的比例是很不同的。例如，在一個離子摻雜裝置的情況下，所產生的離子物質的比例大約是： $H^+ : H_2^+ : H_3^+ = 1 : 1 : 8$ 。此外，根據實際向其引入氫離子的半導體基板的 SIMS (二次離子質譜分析) 的分析結果，觀察到佔據約 80% 的 H_3^+ 。另一方面，在一個離子注入裝置的情況下，所產生的離子物質的比例大約是： $H^+ : H_2^+ : H_3^+ = 37 : 56 : 7$ 。即，離子注入裝置中所產生的 H_3^+ 僅是所產生的全部氫離子的 7%。

其原因如下。從氫氣中產生等離子體的主要反應是：

從鎢細絲中跑出來的電子與氫分子碰撞進而離子化而產生 H_2^+ 。該反應的反應公式顯示如下。另外，圖 29 示出了氫的能量圖。在圖 29 中，縱軸表示基於氫分子的相對能量。在下文中，+Q 表示放熱反應，而 -Q 表示吸熱反應。

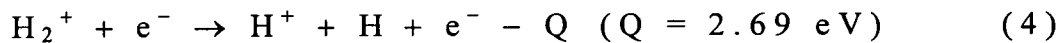


當 H_2^+ 與氫分子 H_2 碰撞時，發生下面的反應：



上面的反應是放出熱量 1.49 eV 的放熱反應， H_3^+ 是藉由氫原子的轉移而產生的。 H_3^+ 是由三個原子核和兩個電子構成的。該結構以三角形排列而保持穩定。

當 H_2^+ 與熱電子發生碰撞時，發生下面的反應：



注意到，當 H_2^+ 與電子發生碰撞時，需要考慮，僅產生了 H_2 ；然而，通常，下面的公式所示的分子解離是已知的，並且很可能 H_2^+ 也發生解離。



因為上述公式 (3)、(4) 和 (5) 的過程中都產生了 H，所以進一步發生下面的反應。



如公式 (1)-(8) 所示，在氫氣的等離子體區域中可以出現每一種離子的形成反應。因為 H_3^+ 比 H^+ 和 H_2^+ 更穩定，

所以當氫分子碰撞的可能性增大時就很容易地形成 H_3^+ 。

離子摻雜裝置和離子注入裝置在許多方面都是不同的，比如選擇離子物質的能力、等離子體區域的尺寸和真空度。離子注入裝置中的真空度比離子摻雜裝置要高一個位數，約為 10^{-3} Pa。氣相粒子發生碰撞的幾率取決於單位體積內的粒子個數。相應地，在使用離子摻雜裝置的情況下，公式（2）所示的產生 H_3^+ 的反應的幾率約為離子注入裝置中的 10 倍。因此，當使用離子摻雜裝置時， H_3^+ 是很容易產生的；而當使用離子注入裝置時， H_3^+ 是不容易產生的。

如上所述，考慮到要引入更多的 H_3^+ ，離子摻雜裝置比離子注入裝置要更好。

本申請基於 2007 年 10 月 23 日提交到日本專利局的日本專利申請 2007-275823 以及 2007 年 11 月 5 日提交到日本專利局的日本專利申請 2007-286996，它們的全部內容引用在此作為參考。

【圖式簡單說明】

在附圖中：

圖 1 示出了一個方面，其中從圓形單晶半導體基板切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板；

圖 2 示出了一個方面，其中已經從圓形單晶半導體基板切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板；

圖 3A 和 3B 是用於轉移的半導體基板的結構，圖 3A

是角落部分的放大圖，圖 3B 是週邊末端部分的橫截面形狀；

圖 4 示出了一個方面，其中從圓形單晶半導體基板切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板；

圖 5 示出了一個方面，其中已經從圓形單晶半導體基板切割出具有給定輪廓尺寸的用於轉移的半導體基板；

圖 6A 和 6B 顯示出一個方面，其中從直徑為 450 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 600 mm×720 mm 的支撐基板上；

圖 7A 和 7B 顯示出一個方面，其中從直徑為 200 mm 或 300 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 600 mm×720 mm 的支撐基板上；

圖 8A 和 8B 顯示出一個方面，其中從直徑為 450 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 620 mm×750 mm 的支撐基板上；

圖 9A 和 9B 顯示出一個方面，其中從直徑為 300 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 620 mm×750 mm 的支撐基板上；

圖 10A 和 10B 顯示出一個方面，其中從直徑為 450 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 730 mm×920 mm 的支撐基板上；

圖 11A 和 11B 顯示出一個方面，其中從直徑為 300 mm 的矽晶圓切割出用於轉移的半導體基板並且將它轉移到 730 mm×920 mm 的支撐基板上；

圖 12 顯示出一個在支撐基板上設置單晶矽半導體層的排列示例；

圖 13 顯示出一個在支撐基板上設置單晶矽半導體層的排列示例；

圖 14A-14C 是在支撐基板上形成單晶半導體層的多個步驟的橫截面圖；

圖 15A-15B 是在支撐基板上形成單晶半導體層的多個步驟的橫截面圖；

圖 16A-16C 是在支撐基板上形成單晶半導體層的多個步驟的橫截面圖；

圖 17A-17B 是在支撐基板上形成單晶半導體層的多個步驟的橫截面圖；

圖 18A-18B 是在支撐基板上形成單晶半導體層的多個步驟的橫截面圖；

圖 19 是用於描述離子摻雜裝置的一個結構示例的示意圖；

圖 20A-20C 是用於描述一種將用於轉移的半導體基板轉移到支撐基板的裝置的一個結構示例的示意圖；

圖 21 是用於描述雷射處理裝置的示意圖；

圖 22 顯示出藉由使用支撐基板上所形成的單晶半導體層而形成顯示面板的示例；

圖 23 顯示出用於顯示面板的像素的一個示例，該顯示面板具有向其輸入資料信號的第一電晶體以及連接到像素電極的第二電晶體；

圖 24A 和 24B 是藉由使用單晶半導體層而形成的顯示面板的多個製造步驟的橫截面圖；

圖 25A 和 25B 是藉由使用單晶半導體層而形成的顯示面板的多個製造步驟的橫截面圖；

圖 26A 和 26B 是藉由使用單晶半導體層而形成的顯示面板的多個製造步驟的橫截面圖；

圖 27 是與圖 23 相對應的像素的橫截面圖；

圖 28 顯示出一種液晶顯示裝置中的像素的一個示例，其中藉由使用單晶半導體層形成了像素電晶體；

圖 29 顯示出氫的能量圖；

圖 30A-30H 顯示出多種電子裝置的示例；以及

圖 31A-31C 顯示出多種電子裝置的示例。

【主要元件符號說明】

100：單晶半導體基板

101：半導體基板

102：切割線

103：切割線

104：角部分

105：支撐基板

106：面板有效使用區域

107：單晶半導體層

108：第一絕緣層

109：破損層

- 110 : 離子束
- 111 : 第二絕緣層
- 112 : 雷射光束
- 113 : 顯示面板
- 114 : 螢幕區域
- 115 : 資料驅動器電路
- 116 : 閘極驅動器電路
- 117 : 像素
- 118 : 電晶體
- 121 : 單晶半導體層
- 122 : 單晶半導體層
- 123 : 單晶半導體層
- 124 : 單晶半導體層
- 125 : 掩模
- 126 : 掩模
- 127 : 掩模
- 128 : 第一雜質區域
- 129 : 閘極絕緣層
- 130 : 閘極電極
- 131 : 閘極電極
- 132 : 閘極電極
- 133 : 閘極電極
- 134 : 電容器電極
- 135 : 第二雜質區域

- 136：第三雜質區域
- 137：鈍化層
- 138：夾層絕緣層
- 139：導線
- 140：資料線
- 141：電源線
- 142：導線
- 143：像素電極連接導線
- 144：像素電極
- 145：n 通道電晶體
- 146：p 通道電晶體
- 147：n 通道電晶體
- 148：p 通道電晶體
- 149：電容器元件
- 150：隔離壁絕緣層
- 151：電致發光材料的層（EL 層）
- 152：對置電極
- 153：密封層
- 154：密封板
- 155：隔離物
- 156：取向膜
- 157：液晶層
- 200：離子源
- 201：細絲

- 202 : 細絲電源
- 203 : 電源控制器
- 204 : 氣體提供部分
- 205 : 電極系統
- 206 : 安裝板
- 207 : 質量分析管
- 208 : 質量分析器
- 209 : 排氣系統
- 210 : 雷射振盪器向氣體噴射管
- 211 : 光學系統
- 212 : 氣體噴射管
- 213 : 氣體噴射管
- 214 : 氣體提供部分
- 215 : 氣體加熱部分
- 216 : 氣體提供部分
- 217 : 圓柱透鏡陣列
- 218 : 圓柱透鏡
- 219 : 鏡子
- 220 : 雙面圓柱透鏡
- 221 : 光線引入窗口
- 222 : 基板工作臺
- 223 : 導軌
- 224 : 滑塊
- 225 : 基板工作臺

- 226 : 加熱器
- 227 : 轉移裝置
- 228 : 加壓裝置
- 229 : 加熱器
- 230 : 按壓頭
- 301 : 外殼
- 302 : 支撐基座
- 303 : 顯示部分
- 304 : 揚聲器部分
- 305 : 視頻輸入端子
- 311 : 主體
- 312 : 顯示部分
- 313 : 影像接收部分
- 314 : 操作鍵
- 315 : 外部連接埠
- 316 : 快門按鈕
- 321 : 主體
- 322 : 外殼
- 323 : 顯示部分
- 324 : 鍵盤
- 325 : 外部連接埠
- 326 : 指向裝置
- 331 : 主體
- 333 : 開關

- 334 : 操作鍵
- 335 : 紅外線埠
- 341 : 主體
- 342 : 外殼
- 343 : 顯示部分 (A)
- 344 : 顯示部分 (B)
- 345 : 記錄媒體讀取器
- 346 : 操作鍵
- 347 : 揚聲器部分
- 351 : 主體
- 352 : 顯示部分
- 353 : 操作鍵
- 361 : 主體
- 362 : 顯示部分
- 363 : 外殼
- 364 : 外部連接埠
- 365 : 遠端控制器接收部分
- 366 : 影像接收部分
- 367 : 電池
- 368 : 音頻輸入部分
- 369 : 操作鍵
- 371 : 主體
- 372 : 外殼
- 373 : 顯示部分

- 374 : 音頻輸入部分
- 375 : 音頻輸出部分
- 376 : 操作鍵
- 377 : 外部連接埠
- 378 : 天線
- 400 : 攜帶型電子裝置
- 401 : 外殼
- 402 : 外殼
- 411 : 顯示部分
- 412 : 揚聲器
- 413 : 麥克風
- 414 : 操作鍵
- 415 : 指向裝置
- 416 : 透鏡
- 417 : 外部連接端子
- 421 : 鍵盤
- 422 : 外部記憶體槽
- 423 : 透鏡
- 424 : 燈
- 425 : 耳機端子

十、申請專利範圍

1. 一種顯示裝置的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 300 至 450 mm 的多個實質呈圓形的單晶半導體晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板，以使在該實質呈四邊形的單晶半導體基板的相對側之間的距離比內接在該實質呈圓形的單晶半導體晶圓的圓周中的矩形區域的相對側之間長，其中，該實質呈四邊形的單晶半導體基板包含作為該實質呈四邊形的單晶半導體基板的頂點的該實質呈圓形的單晶半導體晶圓的週邊末端部分；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中形成破損層；

在該形成破損層的步驟之後，在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者上形成接合層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的週邊末端部分進行斜切；

在該對週邊末端部分進行斜切的步驟之後，將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合，以該接合層插置其間；

在該破損層處，使該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者分離，使得多個單晶半導體層留在該支撐基板上；以及

從該多個單晶半導體層的每一者形成一個或多個顯示面板。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的表面面積佔據該多個實質呈圓形的單晶半導體晶圓的每一者的表面面積的 50%或更多。

3.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，該形成破損層的步驟係藉由以離子束照射該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板來實施。

4.如申請專利範圍第 3 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，該離子束包含總離子的 50%或更多的 H_3^+ 離子。

5.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板排列在該支撐基板上，以便彼此分離。

6.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，藉由在氮氣大氣中用雷射光束來照射該多個單晶半導體層，使該多個單晶半導體層的表面平整化。

7.如申請專利範圍第 6 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，在用該雷射光束照射時，在 250 至 600°C 的溫度下加熱該多個單晶半導體層。

8.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，

其中，該支撐基板的末端部分被露出，以及

其中該末端部分的寬度比相鄰單晶半導體層間之空間的寬度要寬。

9.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法

，進一步包括如下步驟：

在該將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與該支撐基板接合的步驟之後，以熱處理在該破損層中產生破裂。

10.如申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置的製造方法，其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的接合步驟包括在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板中的至少兩個之間露出該支撐基板的至少一部分的步驟。

11.一種顯示面板的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 400 mm 或更大的多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板，以使在該實質呈四邊形的單晶半導體基板的相對側之間的距離比內接在該實質呈圓形的矽晶圓的圓周中的矩形區域的相對側之間長，其中，該實質呈四邊形的單晶半導體基板包含作為該實質呈四邊形的單晶半導體基板的頂點的該實質呈圓形矽晶圓的週邊末端部分；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中形成破損層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的週邊末端部分進行斜切；

在該形成破損層的步驟之後的該對週邊末端部分進行斜切的步驟之後，將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合；

藉由在該破損層處將該多個實質呈四邊形的單晶半導

體基板的每一者分離，在該支撐基板上形成多個單晶半導體層，以便彼此分離；以及

在該多個單晶半導體層其中一者中形成元件區域，其中，該元件區域具有大於或等於 10 英寸且小於或等於 15 英寸的螢幕，

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的表面面積佔據該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者的表面面積的 50% 或更多。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的顯示面板的製造方法，其中，其中形成有螢幕的該元件區域包括多個像素。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述的顯示面板的製造方法，還包括：

在該多個單晶半導體層的其中一者中形成驅動器電路，

其中，該驅動器電路鄰接著其中形成有螢幕的該元件區域。

14. 一種顯示面板的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 400 mm 或更大的多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板，以使在該實質呈四邊形的單晶半導體基板的相對側之間的距離比內接在該實質呈圓形的矽晶圓的圓周中的矩形區域的相對側之間長，其中，該實質呈四邊形的單晶半導體基板包含作為該實質呈四邊形的單晶半導體基板的頂點的該實質呈圓形矽晶圓的週邊末端部分；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中形成破損層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的週邊末端部分進行斜切；

在該形成破損層的步驟之後的該對週邊末端部分進行斜切的步驟之後，將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合；

藉由在該破損層處將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者分離，在該支撐基板上形成多個單晶半導體層，以便彼此分離；以及

該多個單晶半導體層的每一者形成 10 個或更多個其螢幕尺寸大於或等於 2 英寸且小於或等於 7 英寸的顯示面板，

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的表面面積佔據該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者的表面面積的 50% 或更多。

15. 如申請專利範圍第 11 或 14 項所述的顯示面板的製造方法，其中，該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者具有 450 mm 或 18 英寸的直徑。

16. 如申請專利範圍第 11 或 14 項所述的顯示面板的製造方法，

其中，該支撐基板的末端部分被露出，以及

其中該末端部分的寬度比相鄰單晶半導體層間之空間的寬度要寬。

17.如申請專利範圍第 11 或 14 項所述的顯示面板的製造方法，其中，該多個單晶半導體層的每一者的厚度為 100 nm 或更小。

18.如申請專利範圍第 11 或 14 項所述的顯示面板的製造方法，其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的接合步驟包括在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板中的至少兩個之間露出該支撐基板的至少一部分的步驟。

19.一種半導體基板的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 400 mm 或更大的多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板，以使在該實質呈四邊形的單晶半導體基板的相對側之間的距離比內接在該實質呈圓形的矽晶圓的圓周中的矩形區域的相對側之間長，其中，該實質呈四邊形的單晶半導體基板包含作為該實質呈四邊形的單晶半導體基板的頂點的該實質呈圓形矽晶圓的週邊末端部分；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中形成破損層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的週邊末端部分進行斜切；

在該形成破損層的步驟之後，將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合；以及

藉由在該破損層處將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者分離，在該支撐基板上形成多個單晶半導體層，以便彼此分離，

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的表面面積佔據該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者的表面面積的 50% 或更多。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述的半導體基板的製造方法，其中，該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者具有 450 mm 或 18 英寸的直徑。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述的半導體基板的製造方法，

其中，該支撐基板的末端部分被露出，以及

其中該末端部分的寬度比相鄰單晶半導體層間之空間的寬度要寬。

22. 如申請專利範圍第 19 項所述的半導體基板的製造方法，其中，該多個單晶半導體層的每一者的厚度為 100 nm 或更小。

23. 如申請專利範圍第 19 項所述的半導體基板的製造方法，其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的接合步驟包括如下步驟：

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板中的至少兩個之間露出該支撐基板的至少一部分。

24. 一種顯示裝置的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 300 至 450 mm 的多個實質呈圓形的單晶半導體晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中

形成破損層；

在該形成破損層的步驟之後，在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者上形成接合層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的四個角的週邊末端部分進行斜切；

在該對週邊末端部分進行斜切的步驟之後，將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合，以該接合層插置其間；

在該破損層處，使該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者分離，使得多個單晶半導體層留在該支撐基板上；以及

從該多個單晶半導體層的每一者形成一個或多個顯示面板，

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一頂點係設置在該多個實質呈圓形的單晶半導體晶圓的每一圓周上。

25. 一種半導體基板的製造方法，包括如下步驟：

將直徑為 400 mm 或更大的多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者切割成實質呈四邊形的單晶半導體基板；

在該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者中形成破損層；

對該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的四個角的週邊末端部分進行斜切；

在該形成破損層的步驟之後，將該多個實質呈四邊形

的單晶半導體基板與具有絕緣表面的支撐基板接合；以及

藉由在該破損層處將該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者分離，在該支撐基板上形成多個單晶半導體層，以便彼此分離，

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一者的表面面積佔據該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一者的表面面積的 50% 或更多，並且

其中，該多個實質呈四邊形的單晶半導體基板的每一頂點係設置在該多個實質呈圓形的矽晶圓的每一圓周上。

圖 1

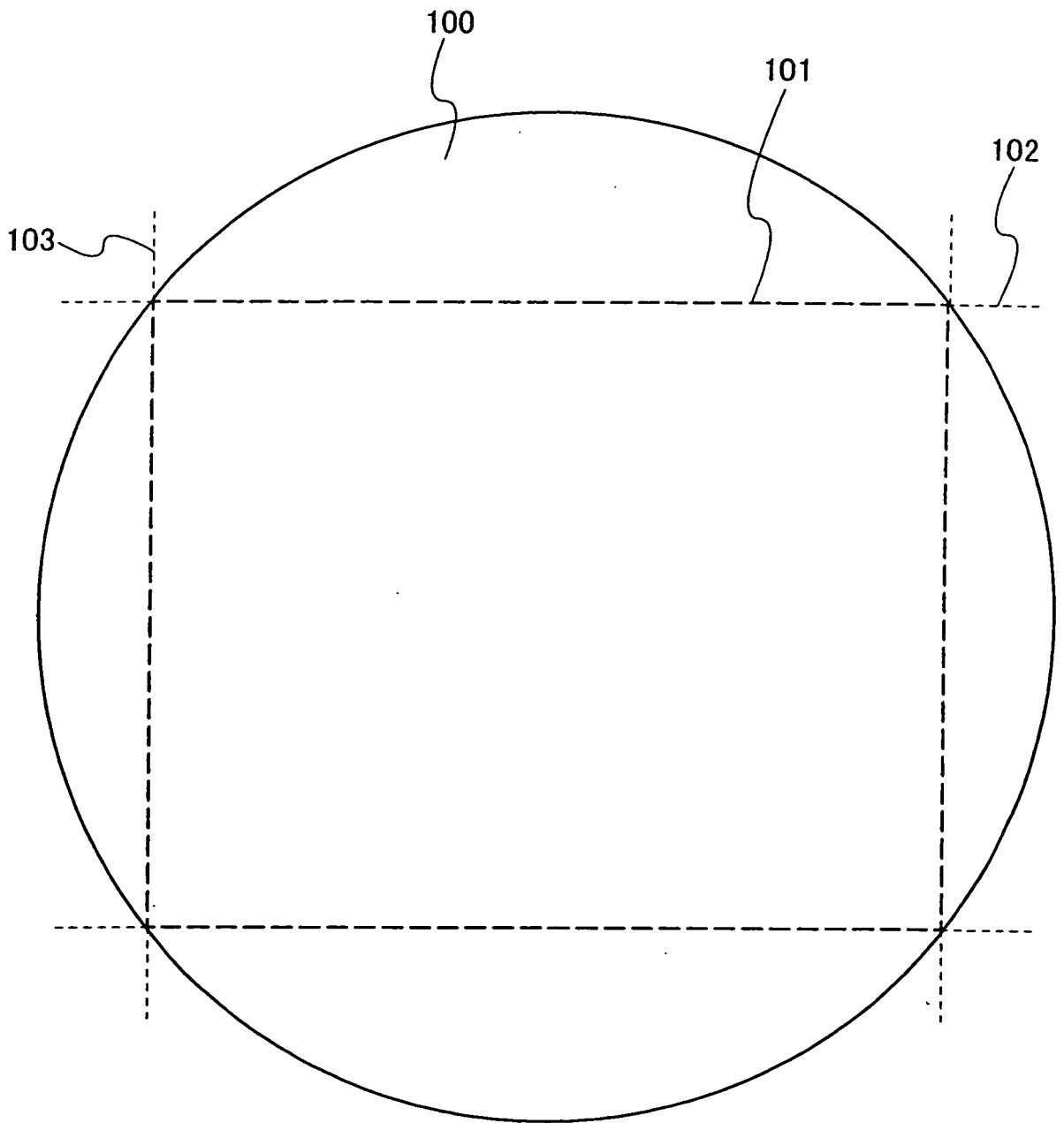


圖 2

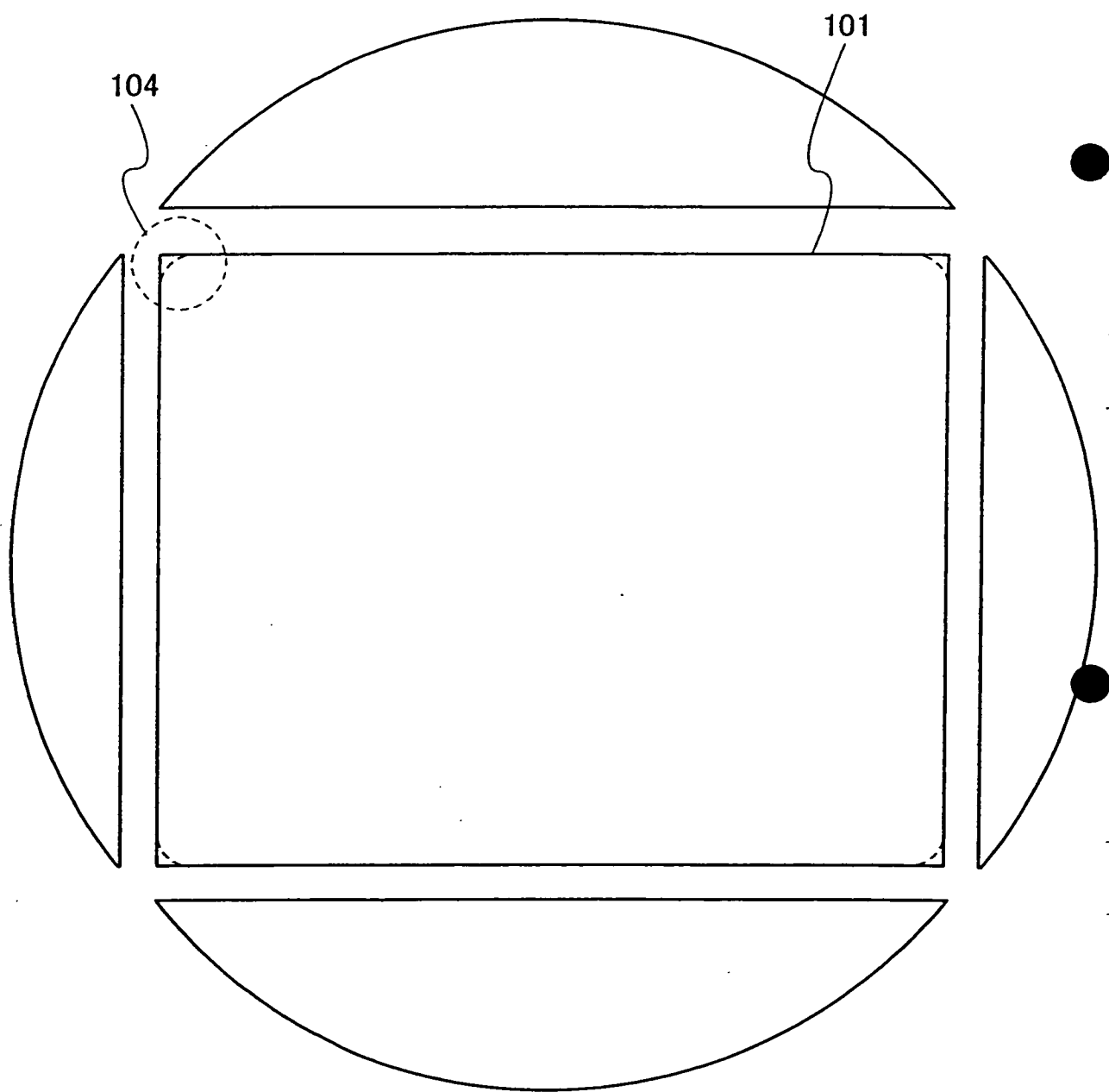


圖 3A

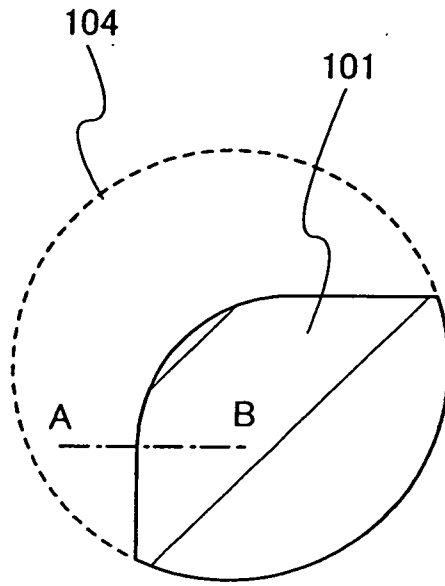


圖 3B

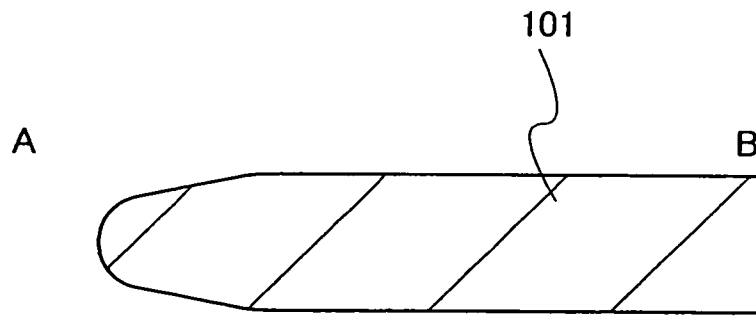


圖4

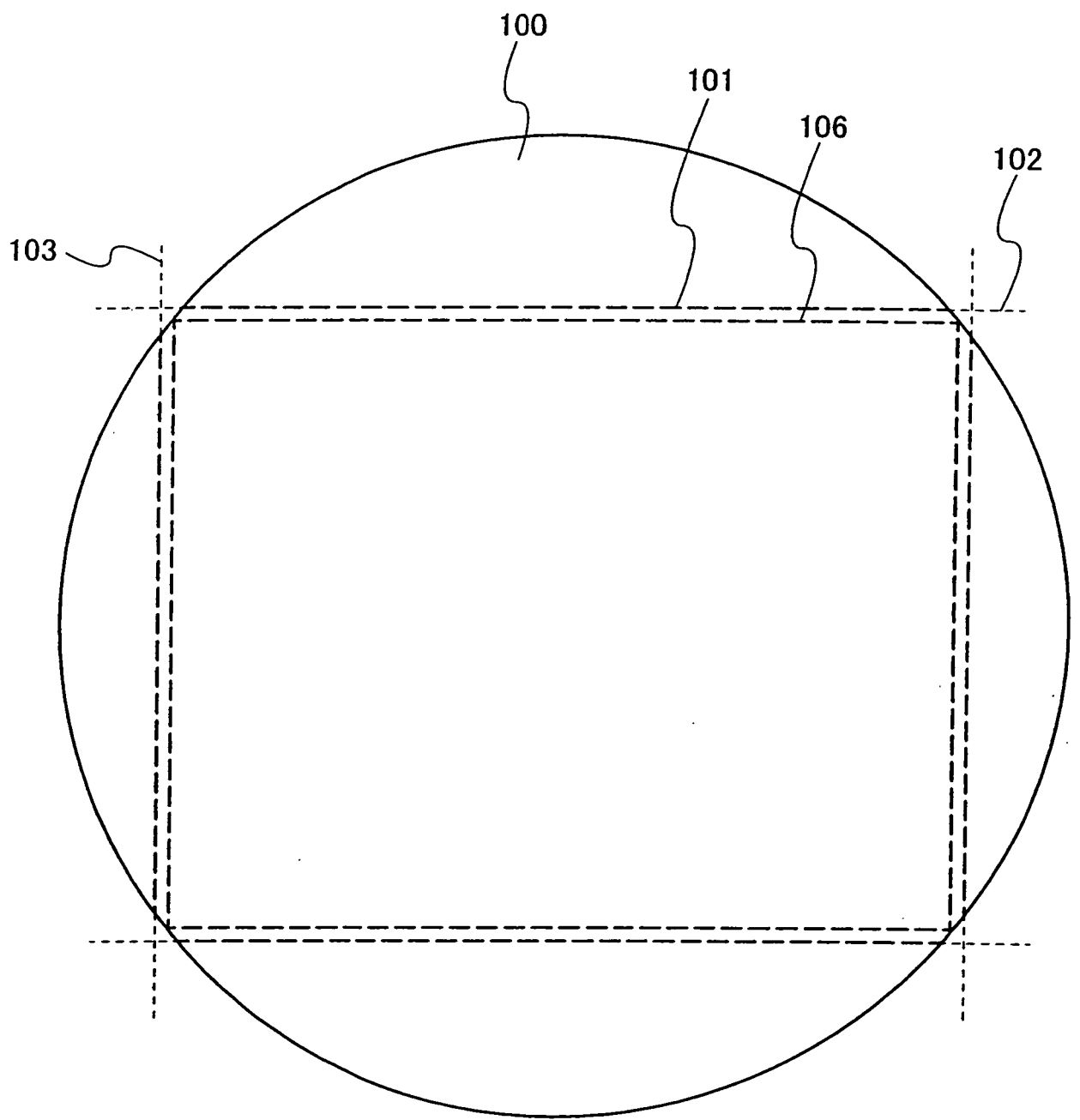


圖5

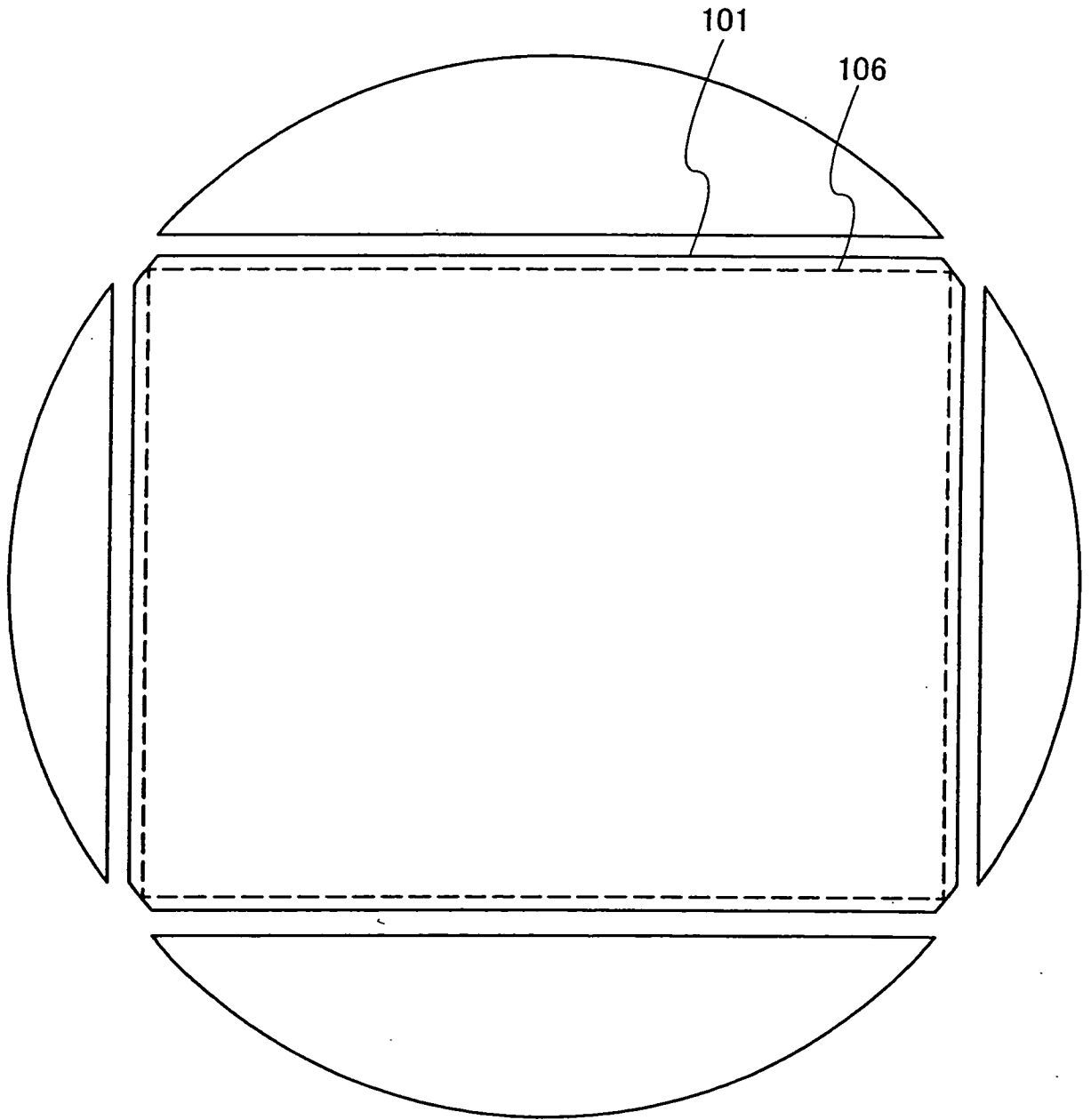


圖 6A

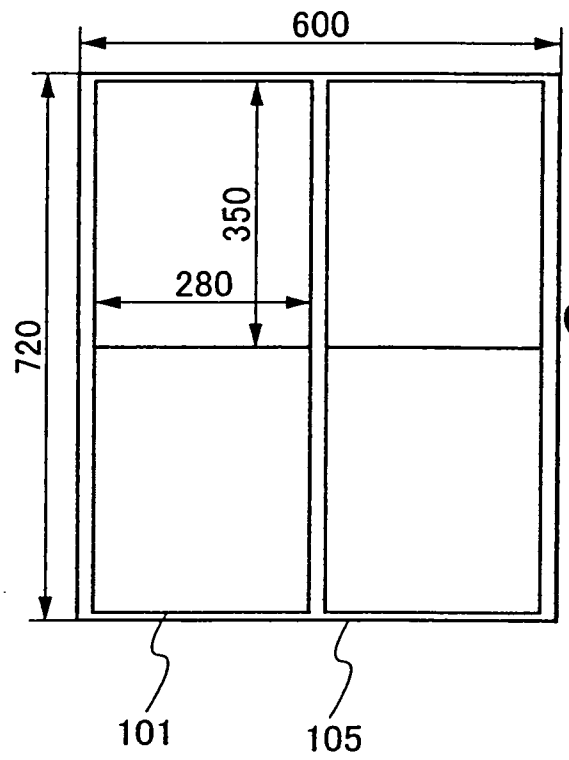
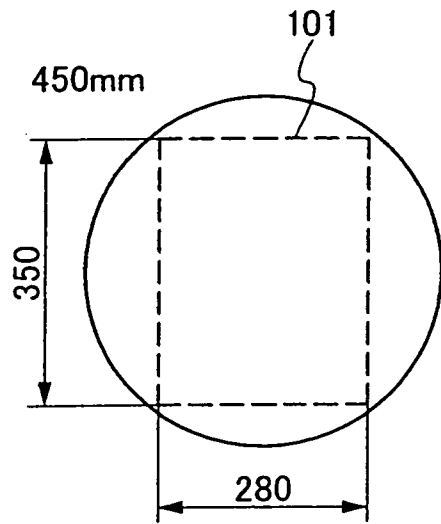


圖 6B

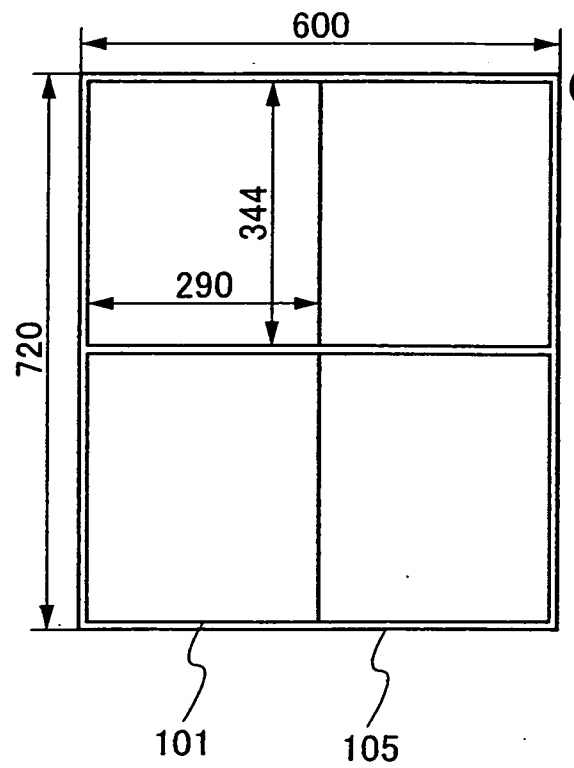
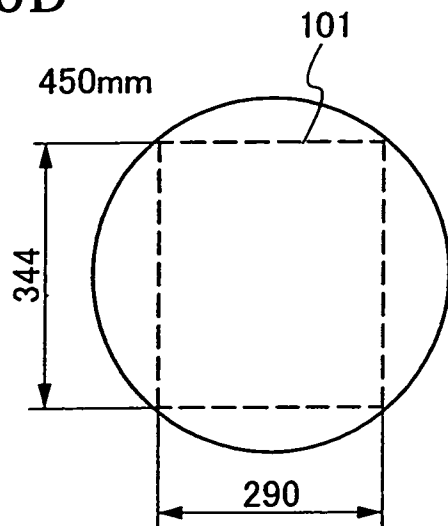


圖 7A

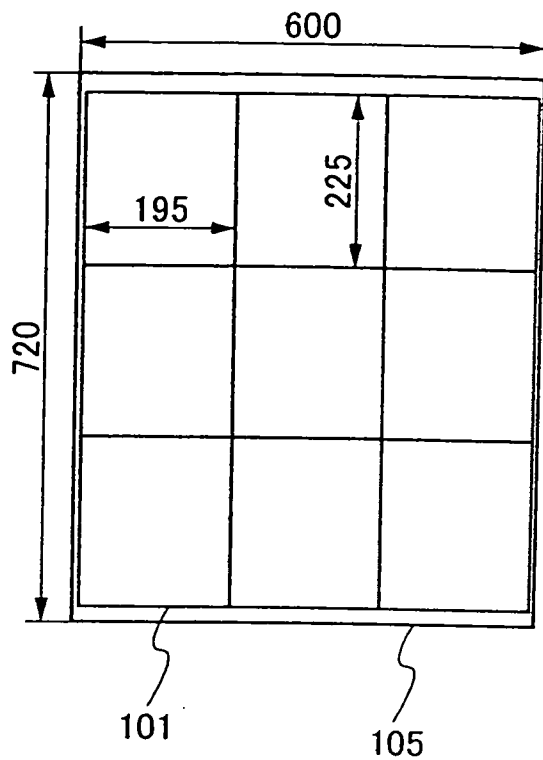
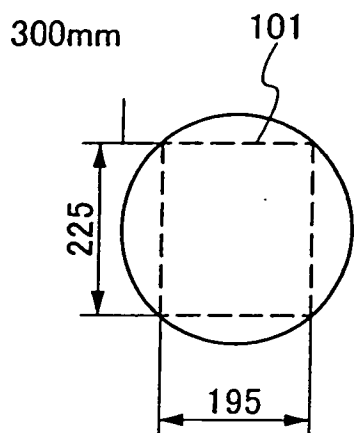


圖 7B

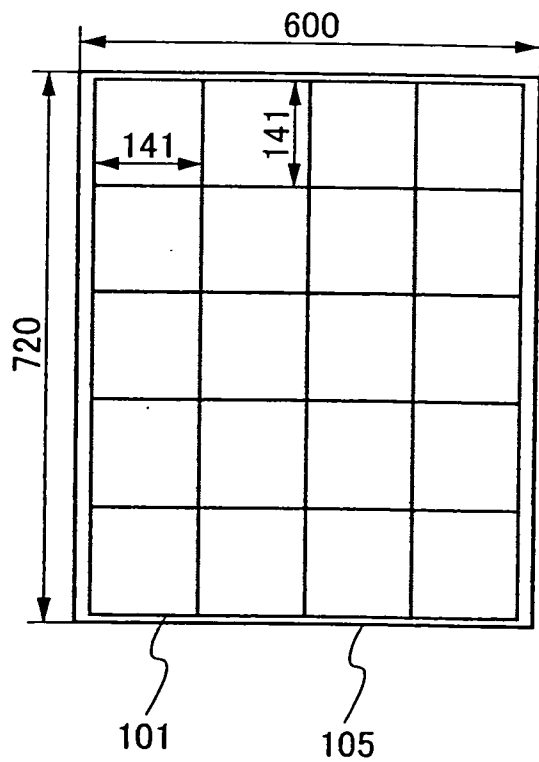
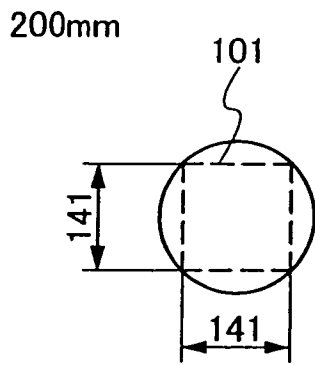


圖 8A

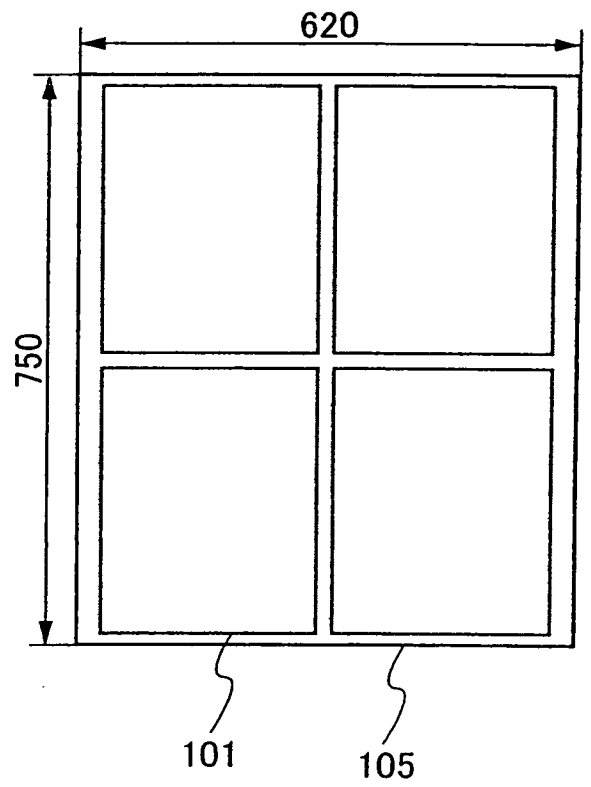
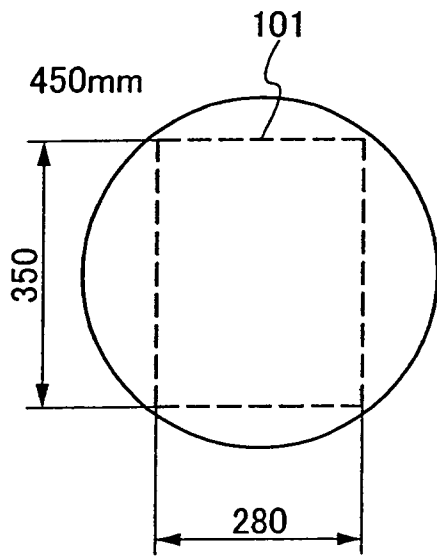


圖 8B

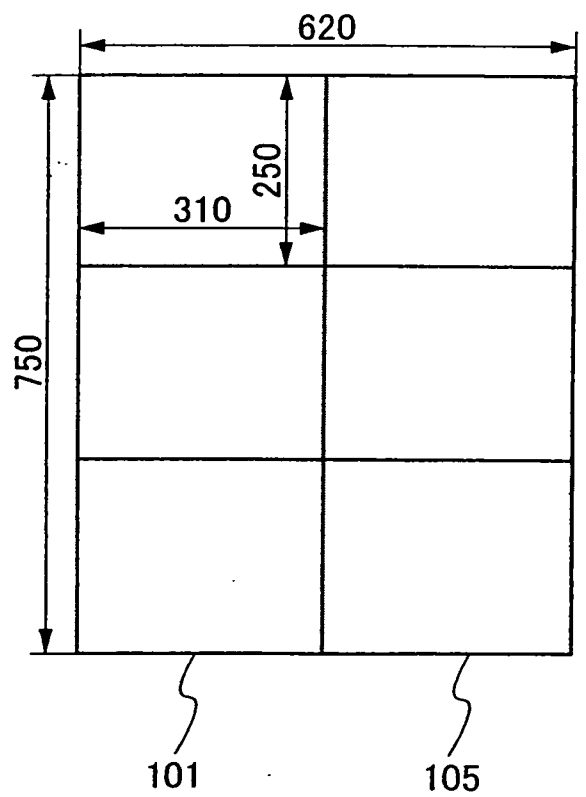
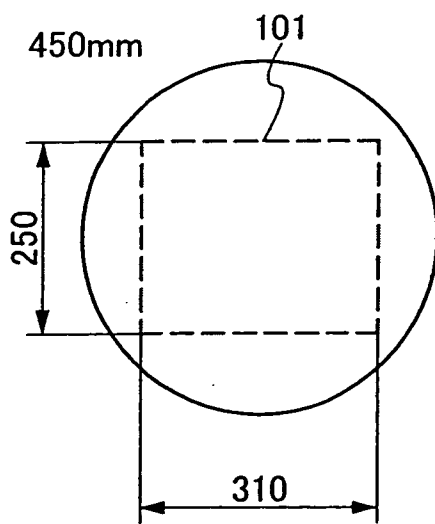


圖 9A

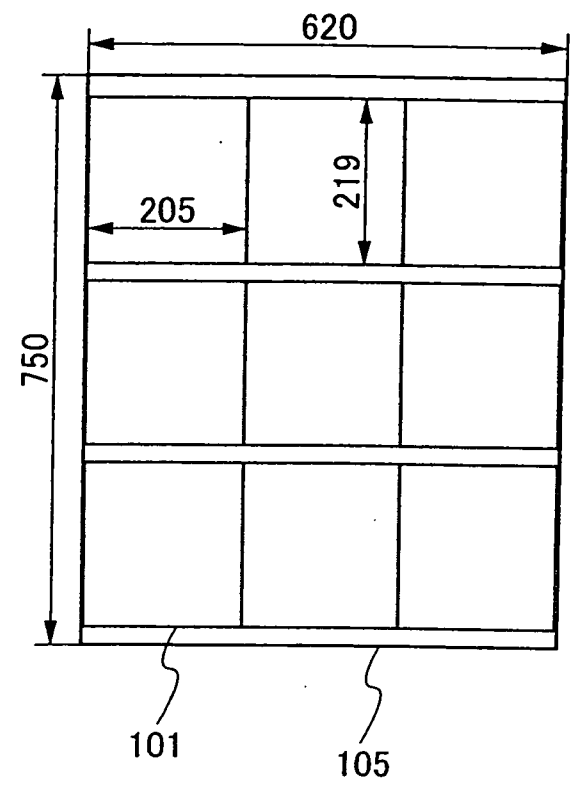
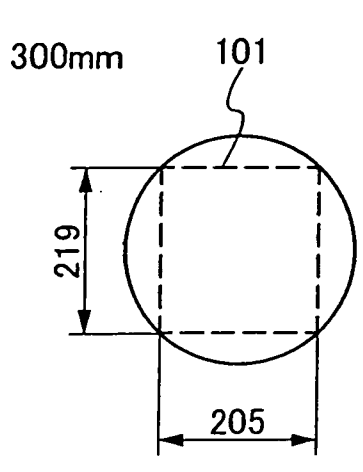


圖 9B

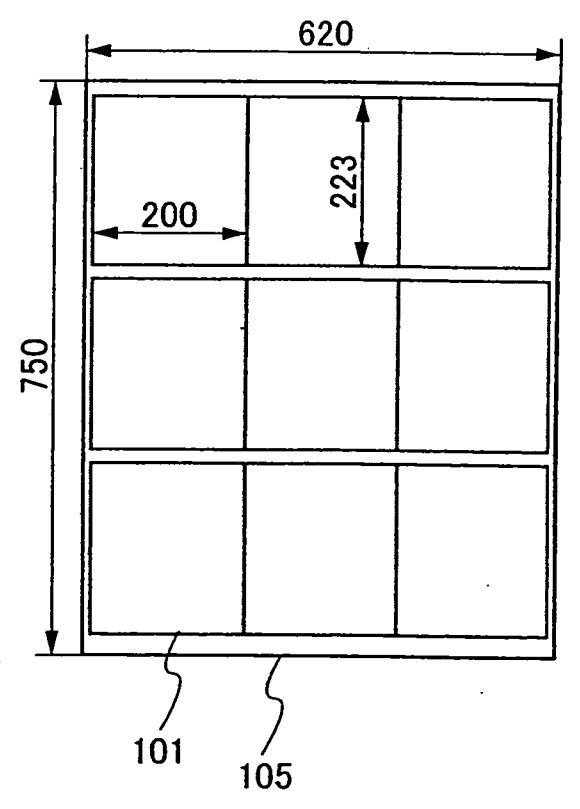
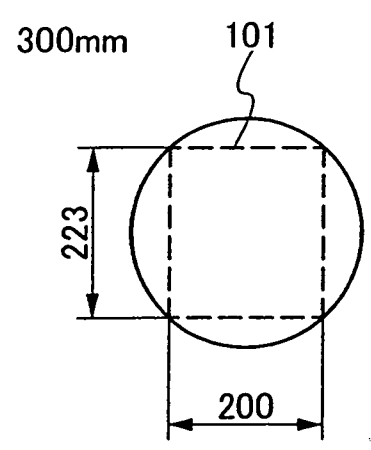


圖 10A

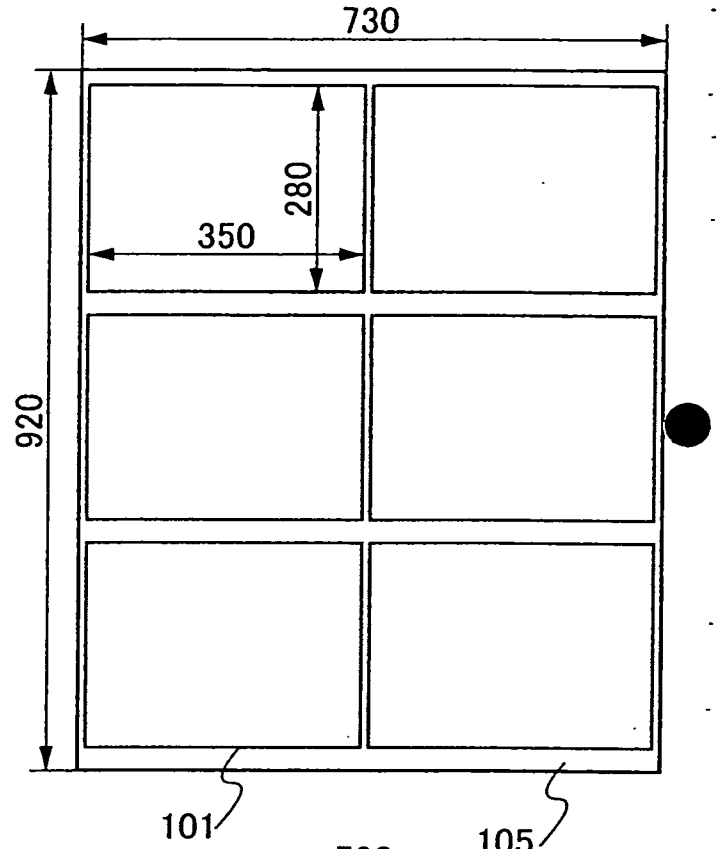
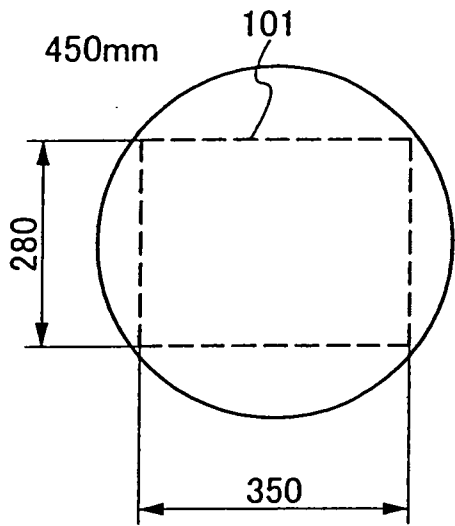


圖 10B

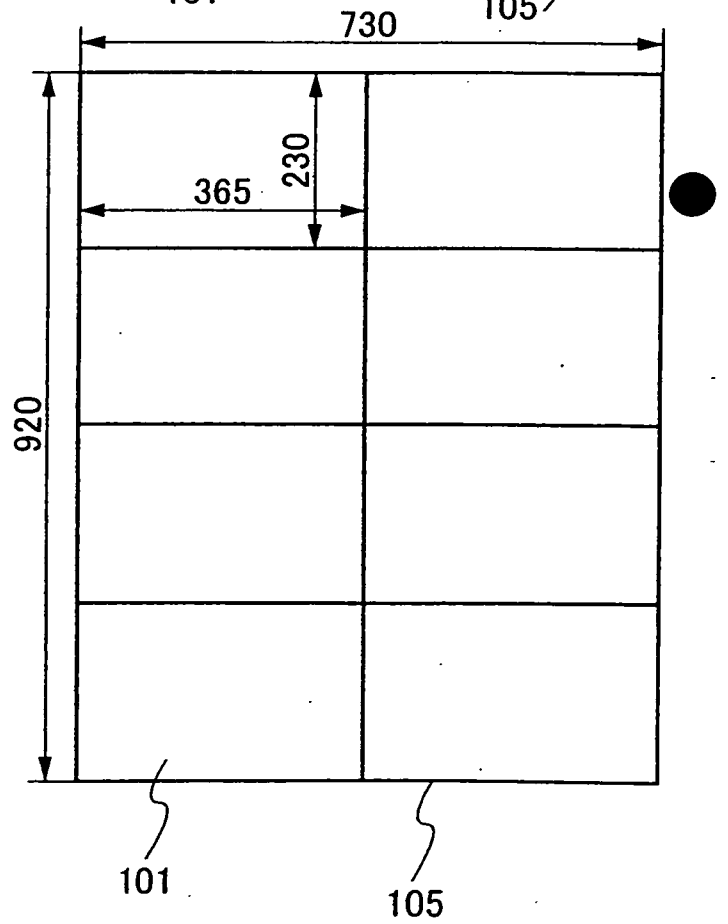
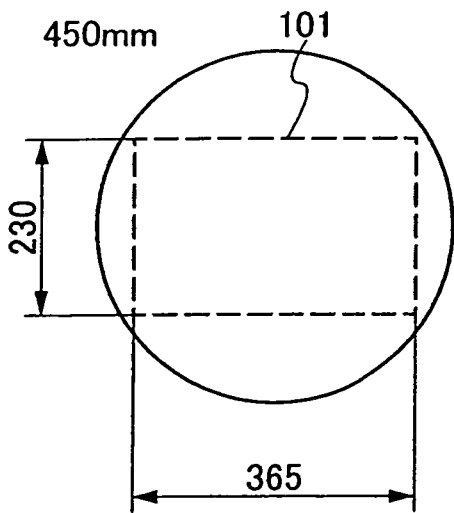


圖 11A

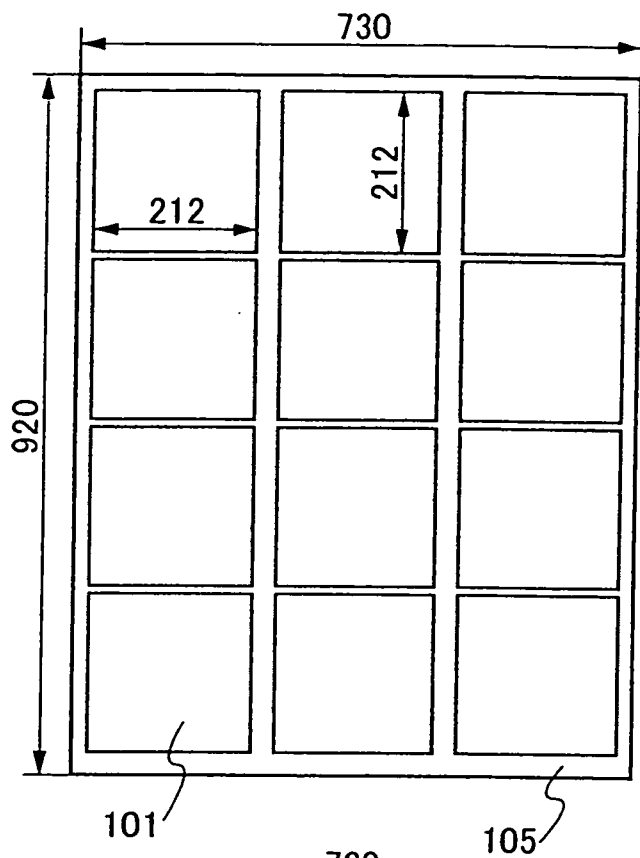
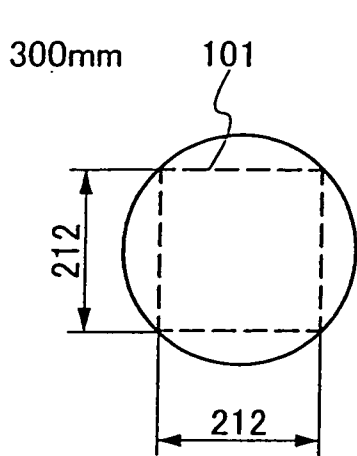


圖 11B

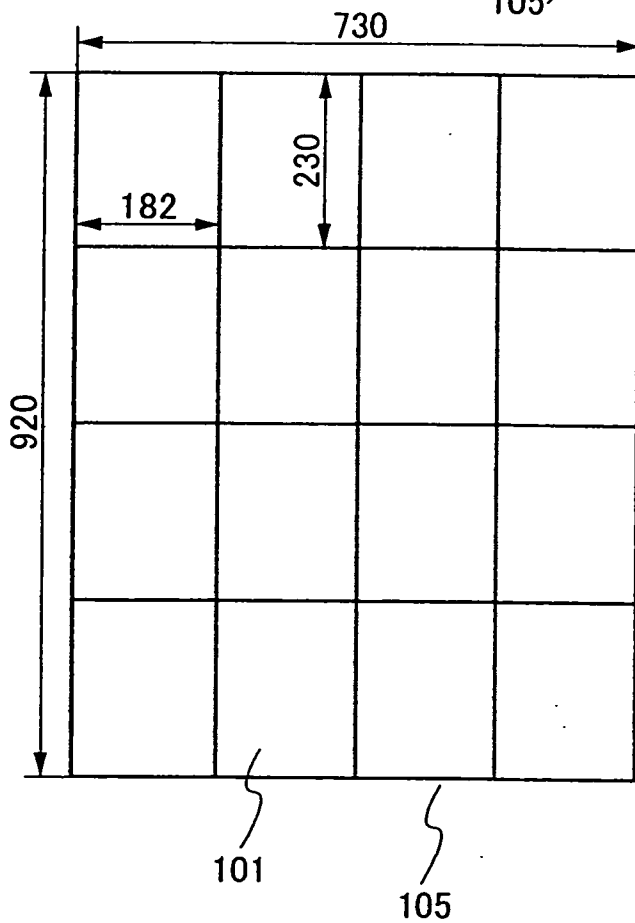
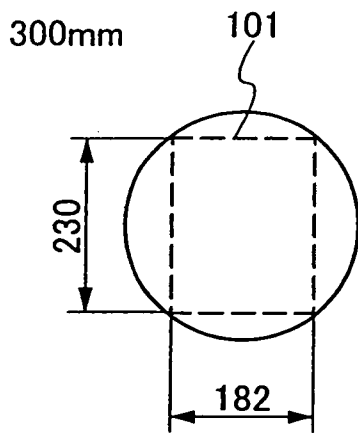


圖12

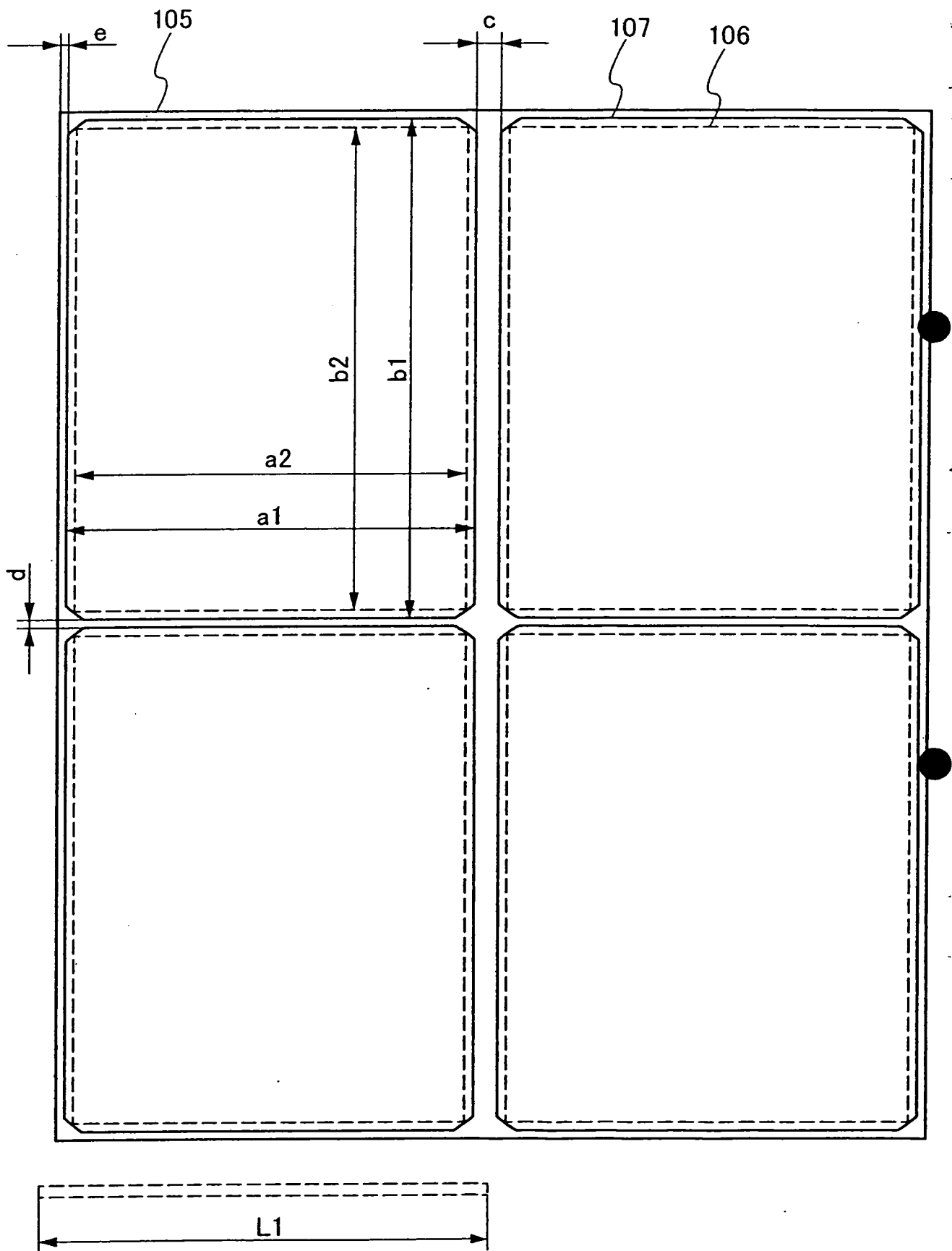


圖 13

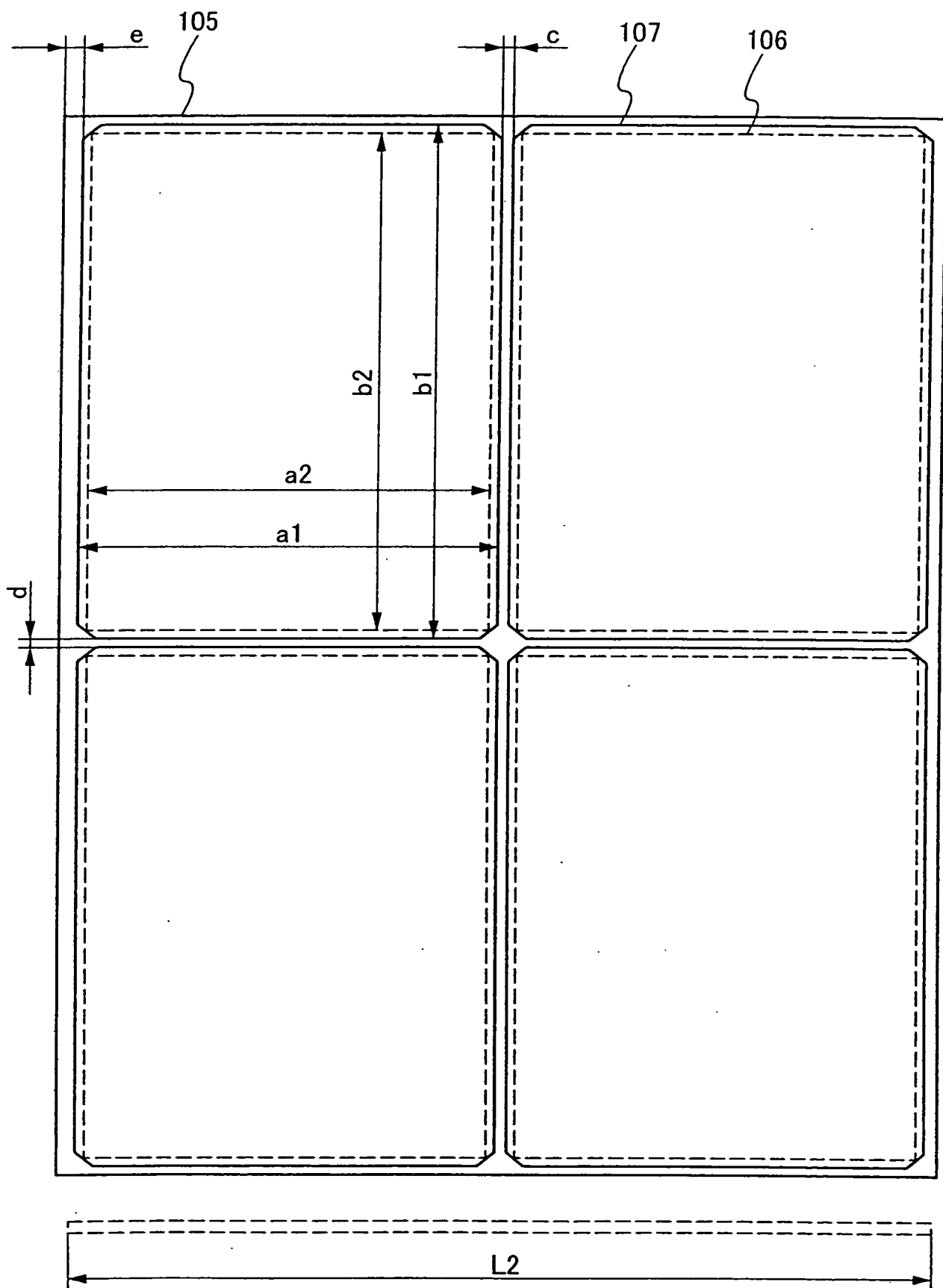


圖 14A

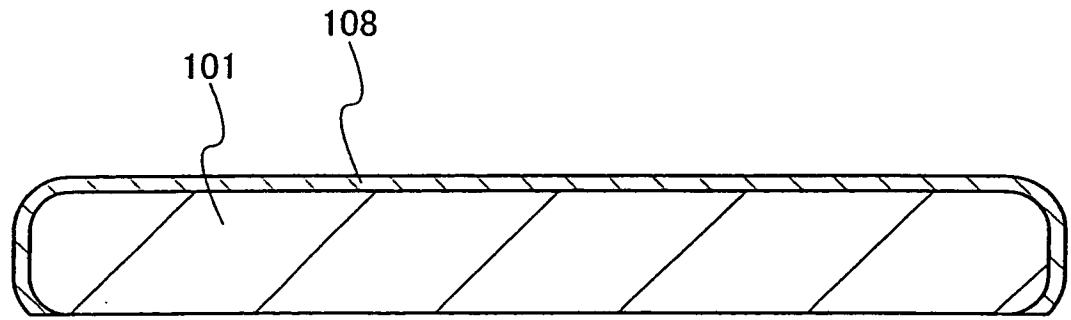


圖 14B

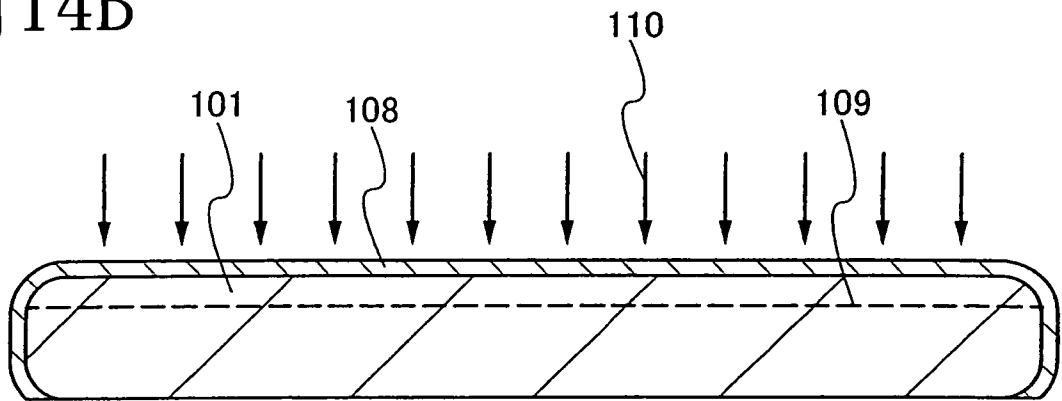


圖 14C

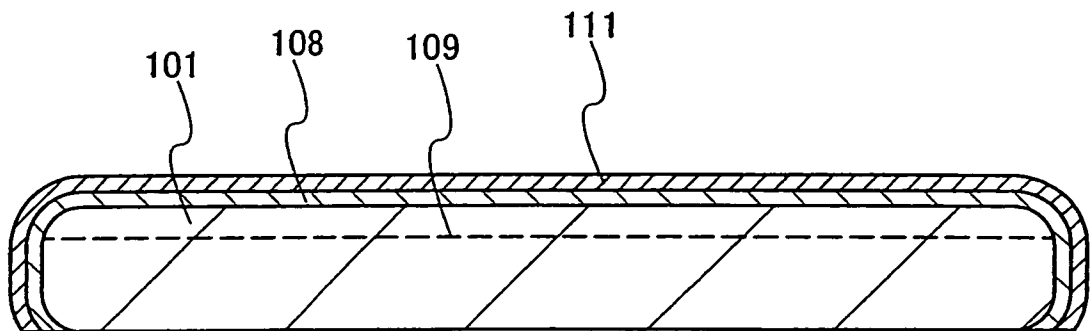


圖 15A

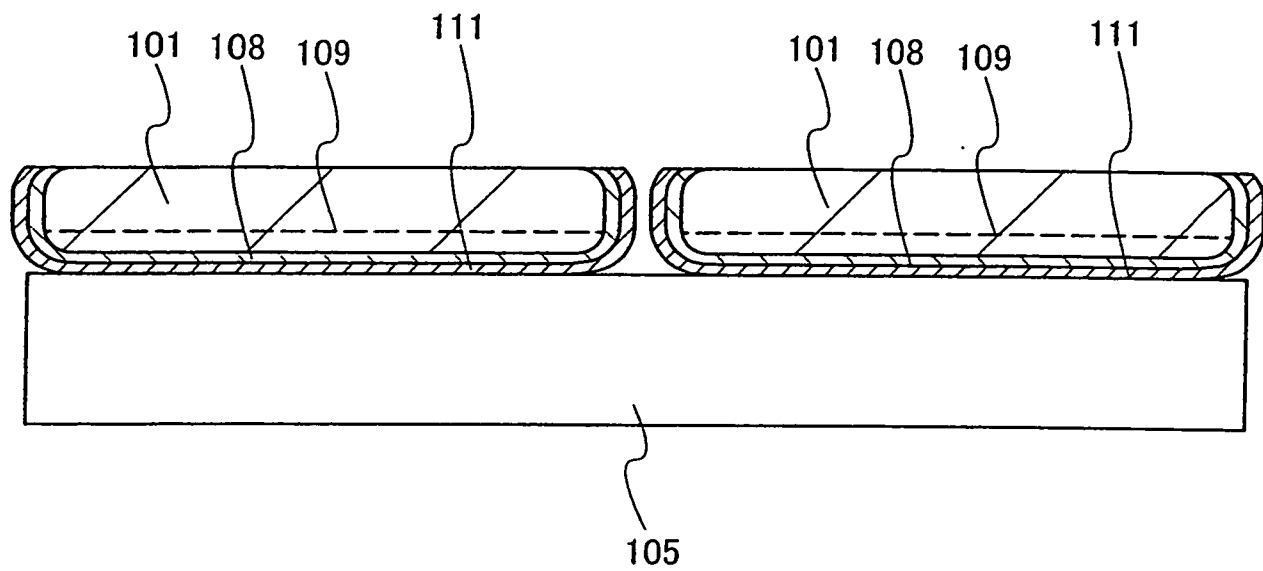


圖 15B

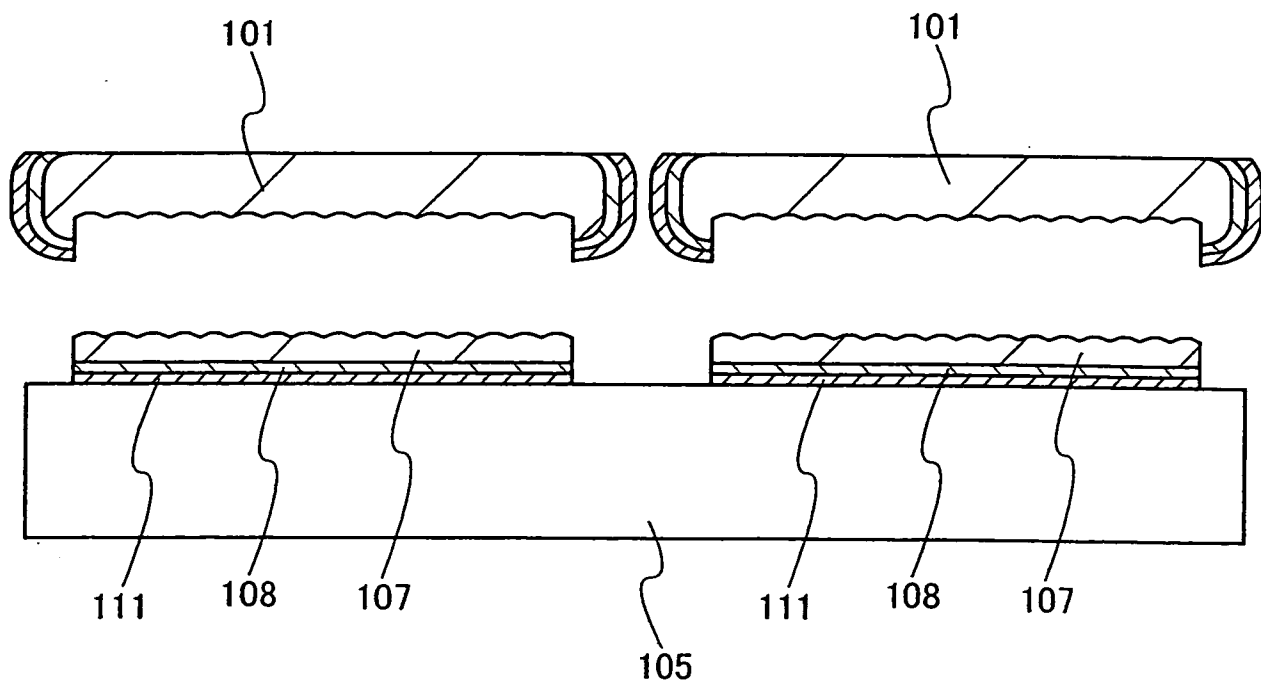


圖 16A

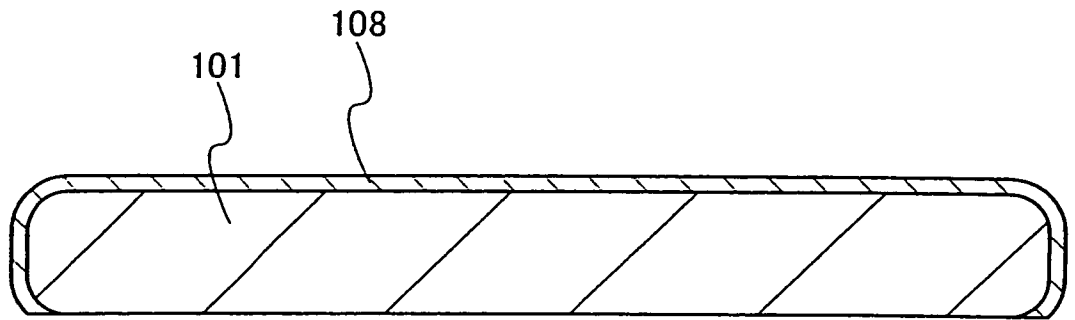


圖 16B

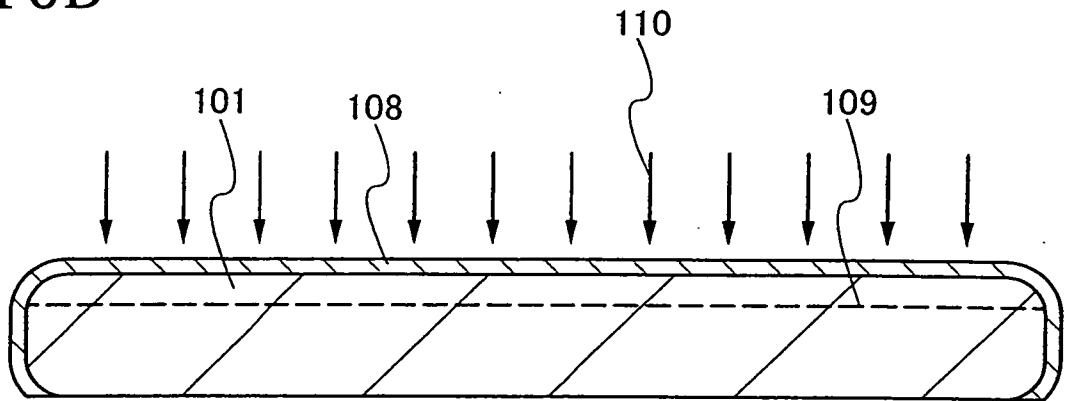


圖 16C

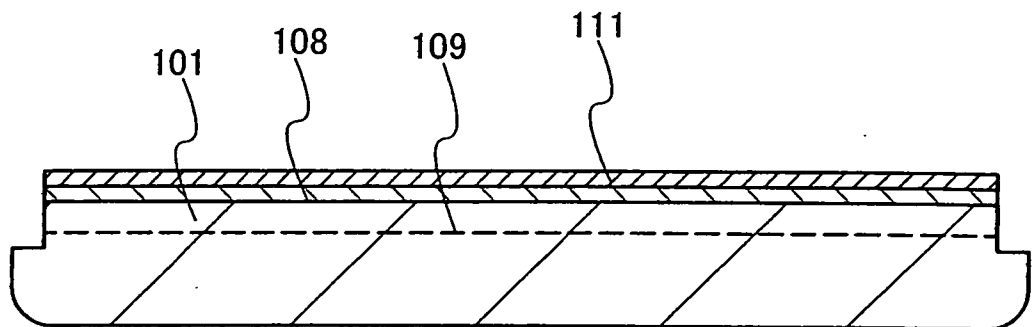


圖 17A

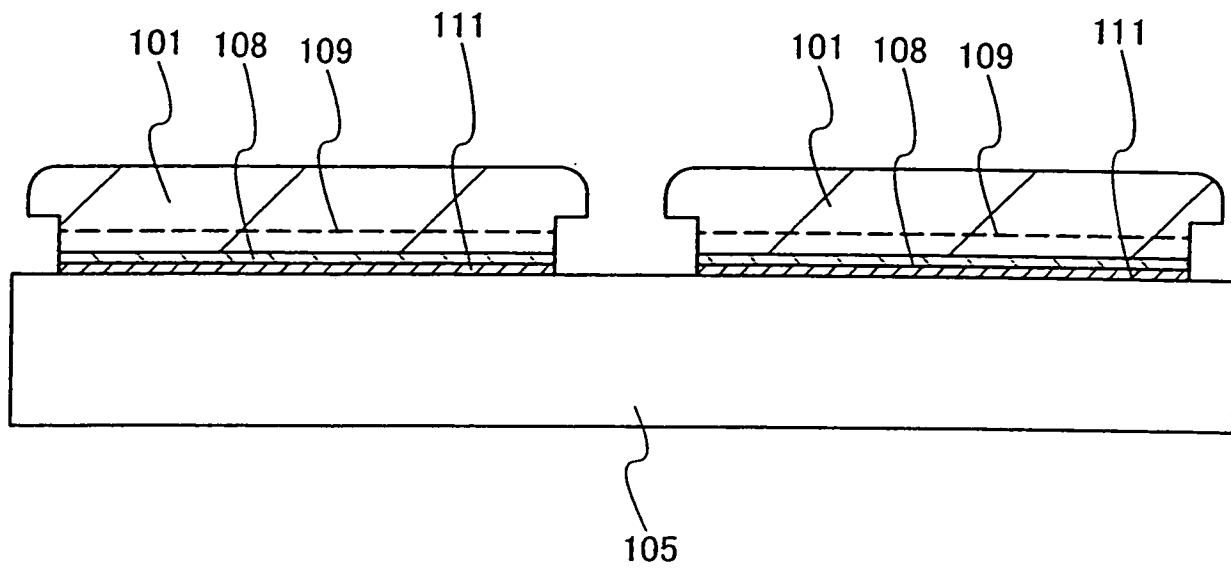


圖 17B

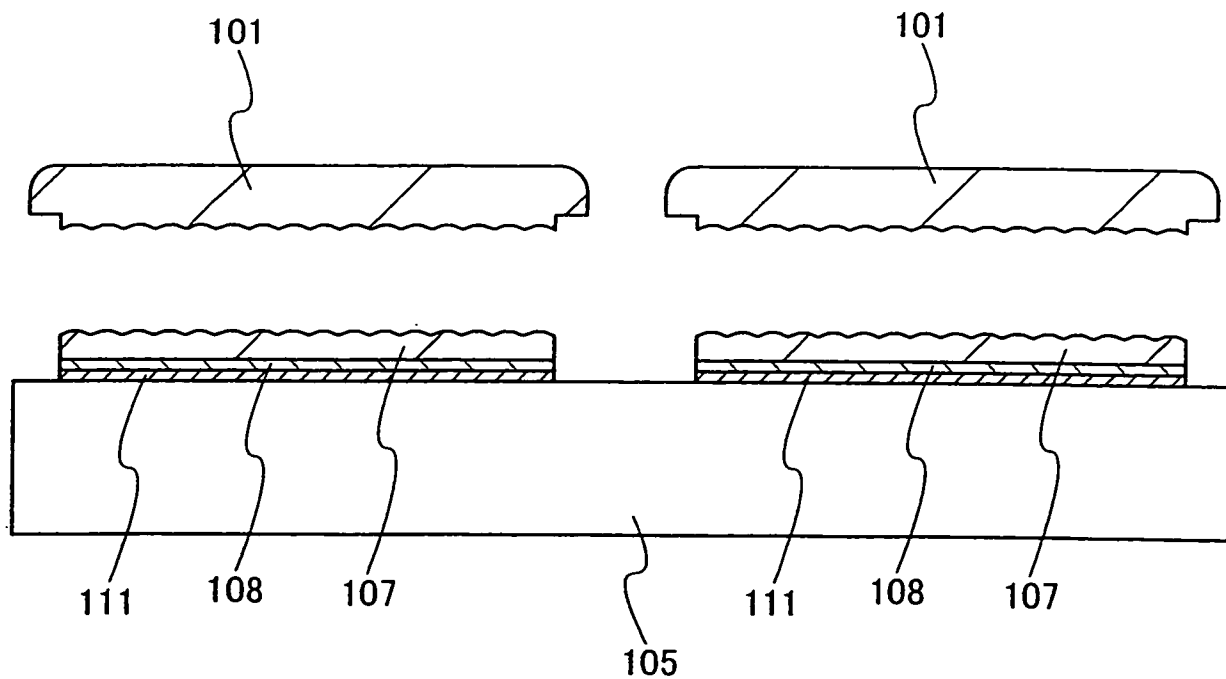


圖18A

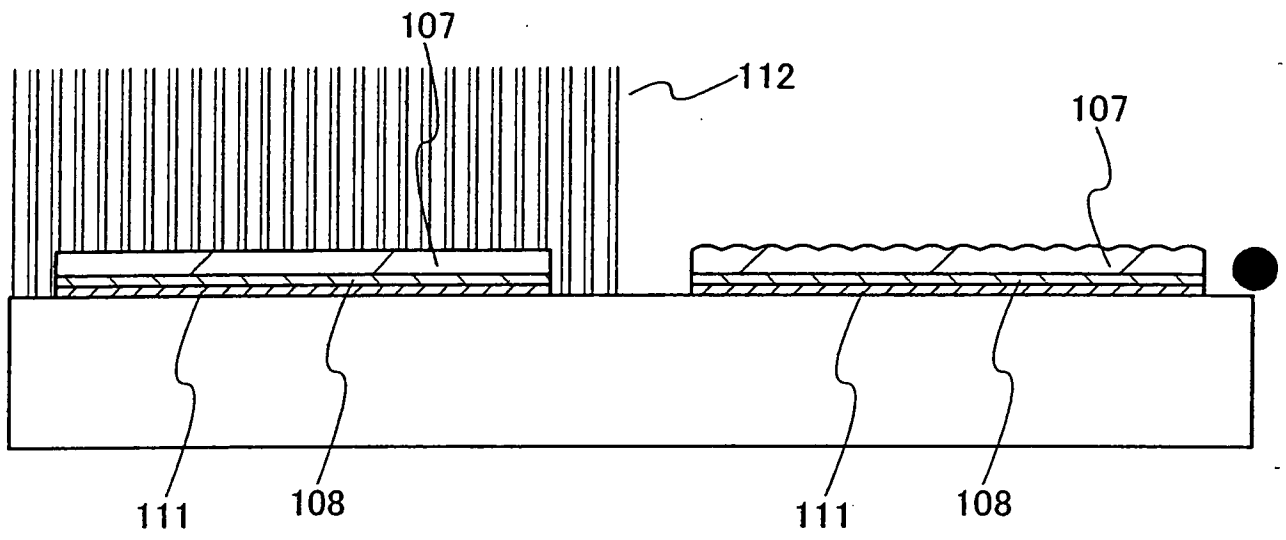


圖18B

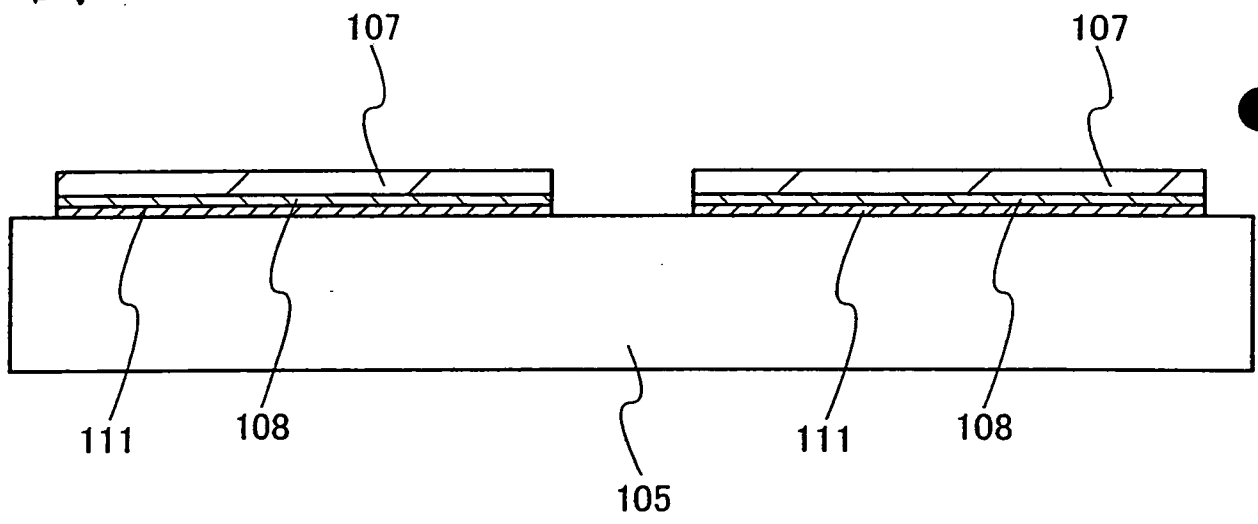


圖 19

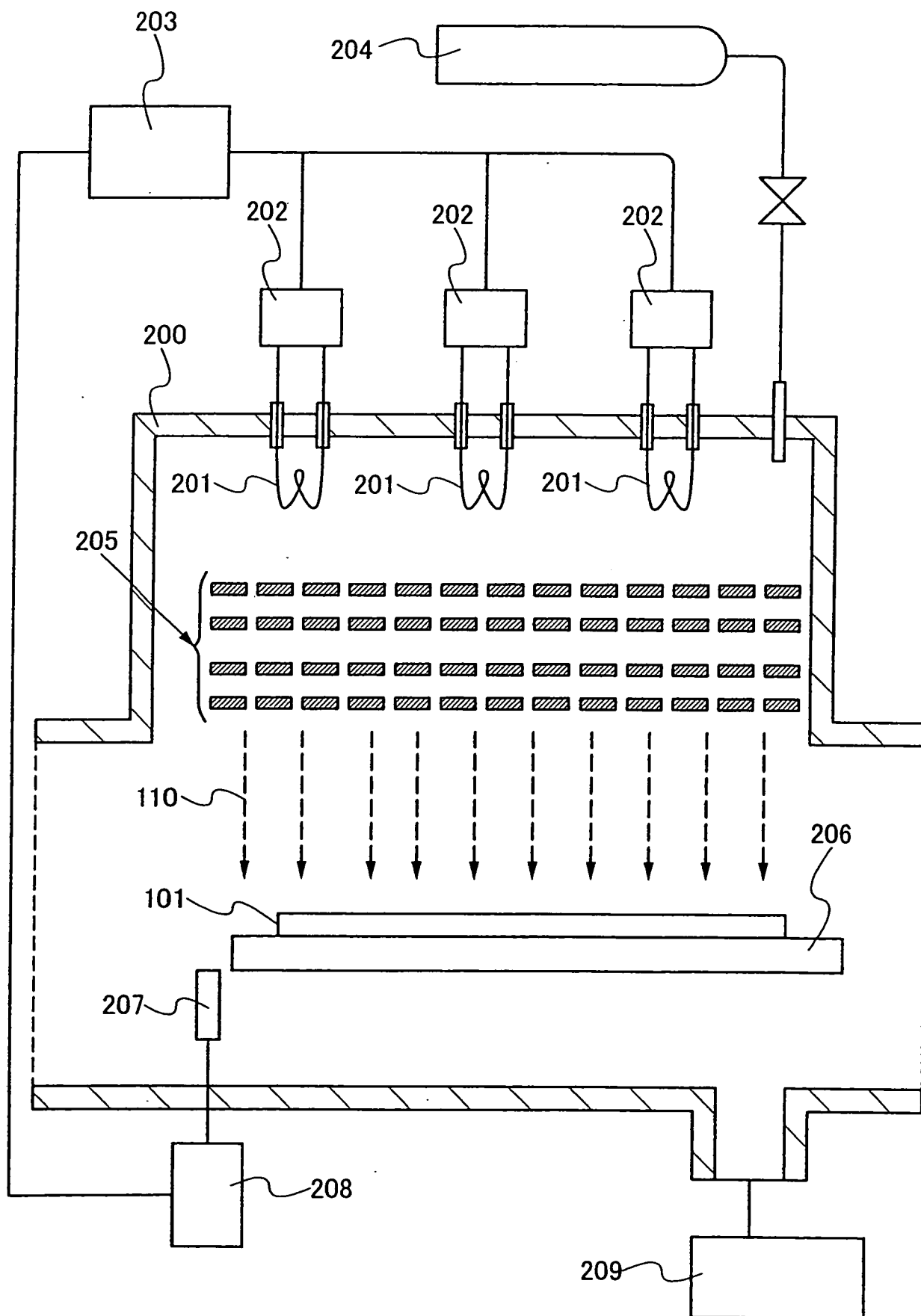


圖 20A

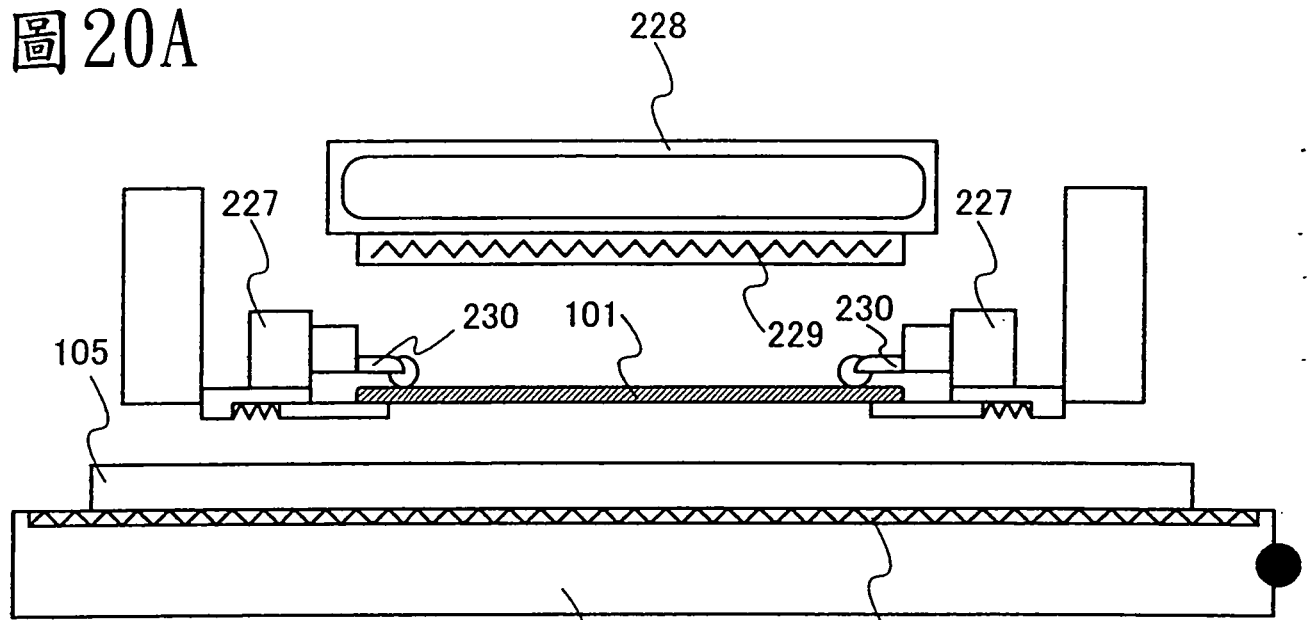


圖 20B

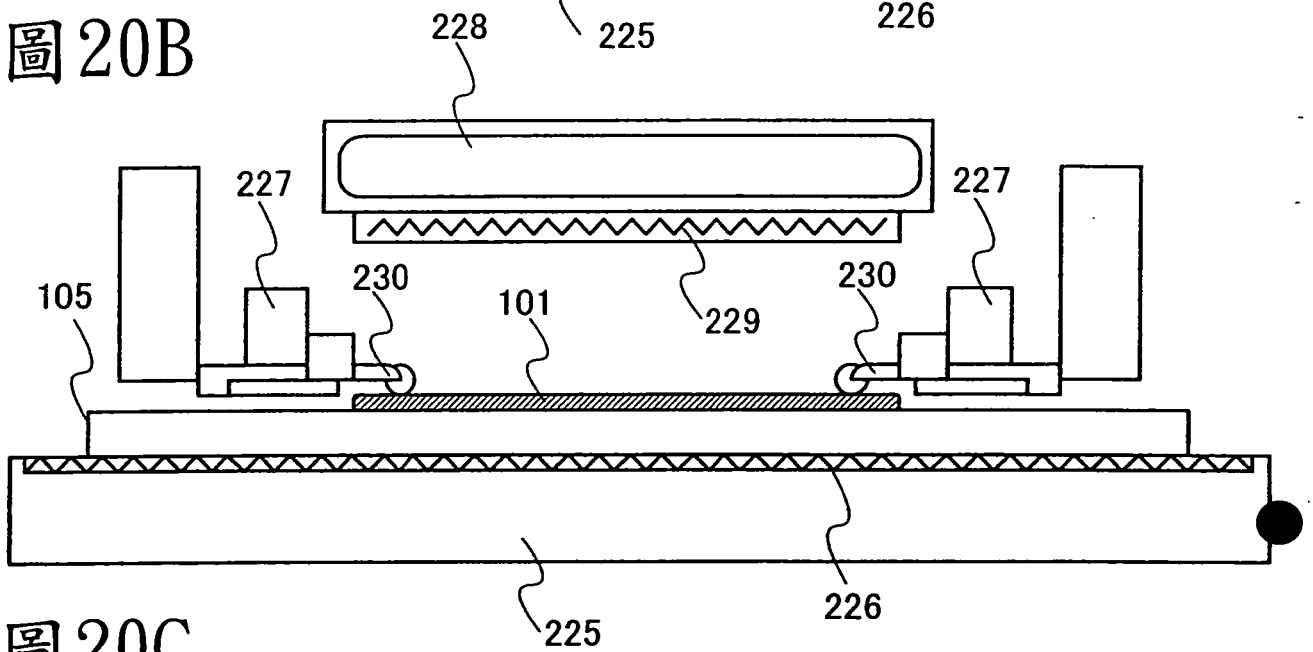


圖 20C

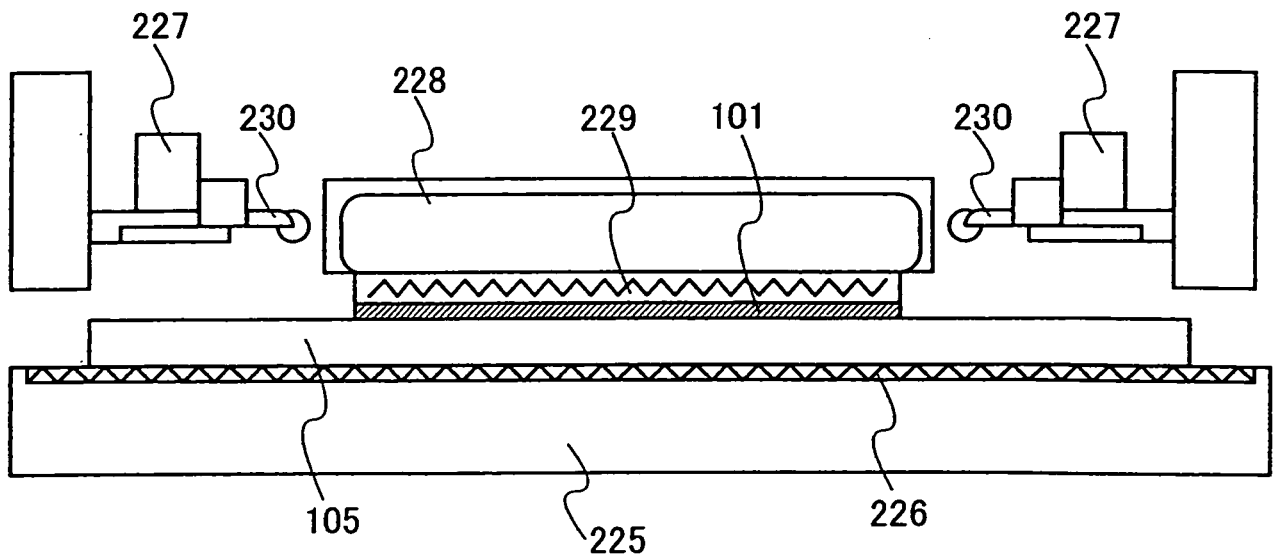


圖 21

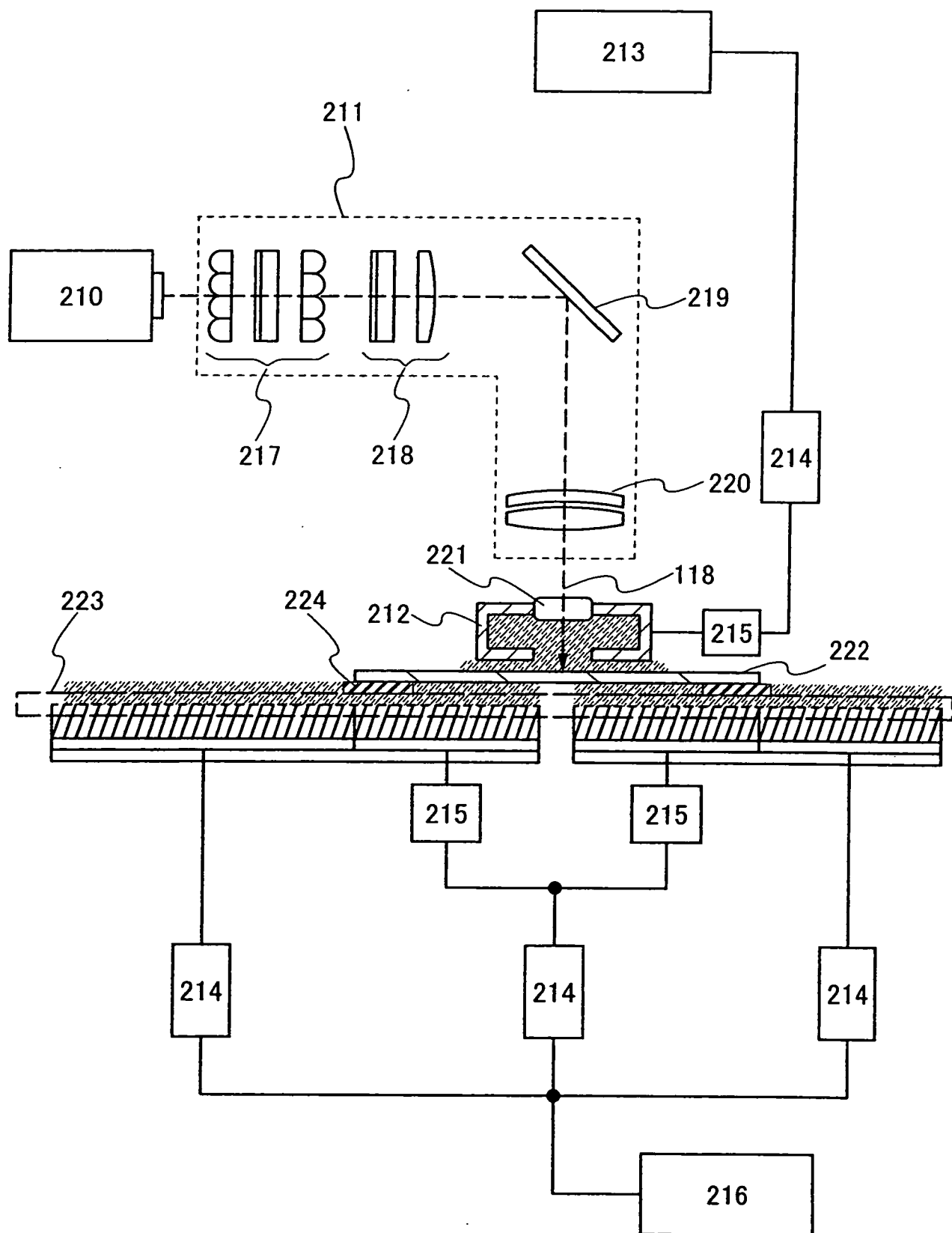


圖 22

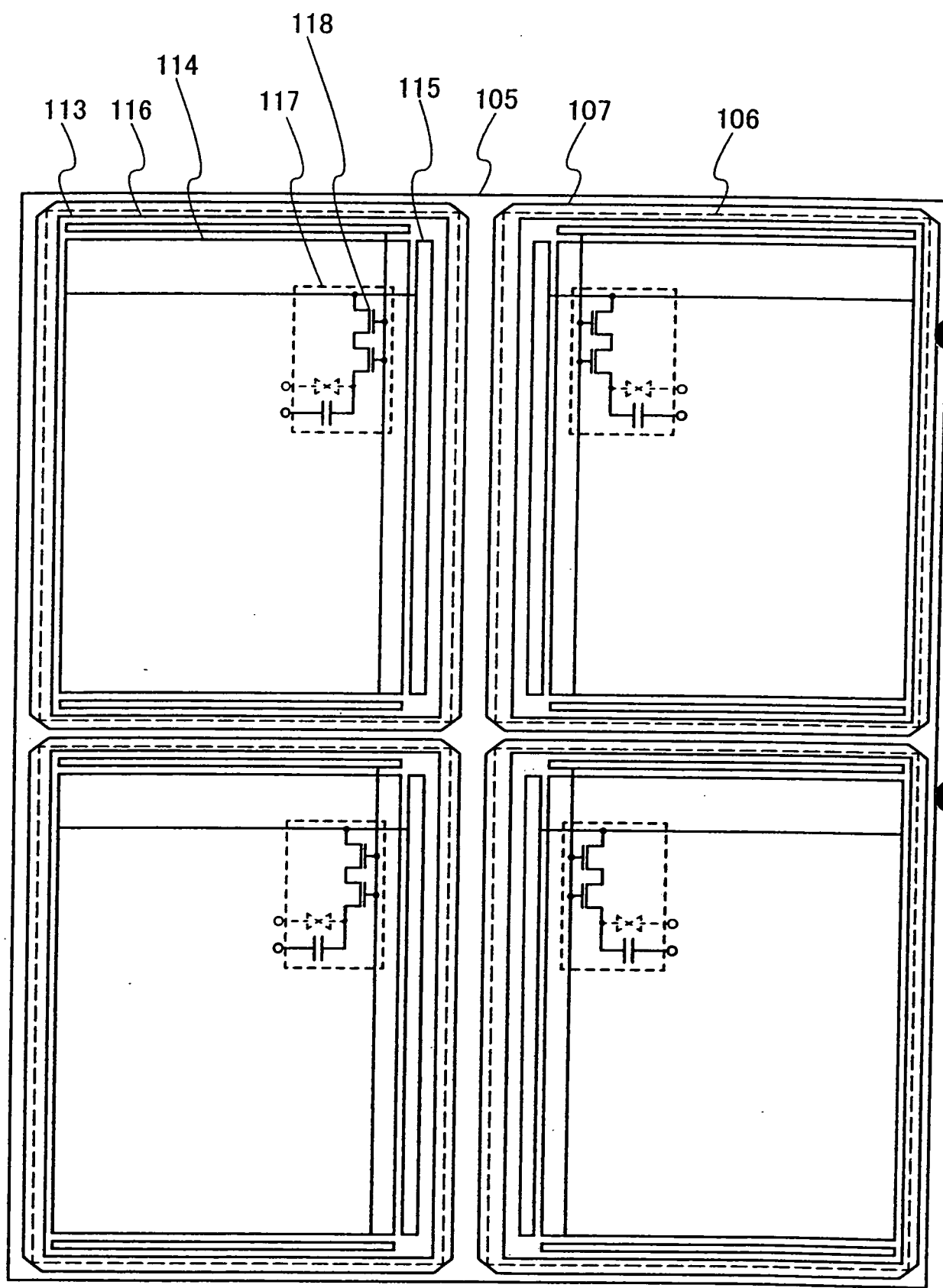


圖 23

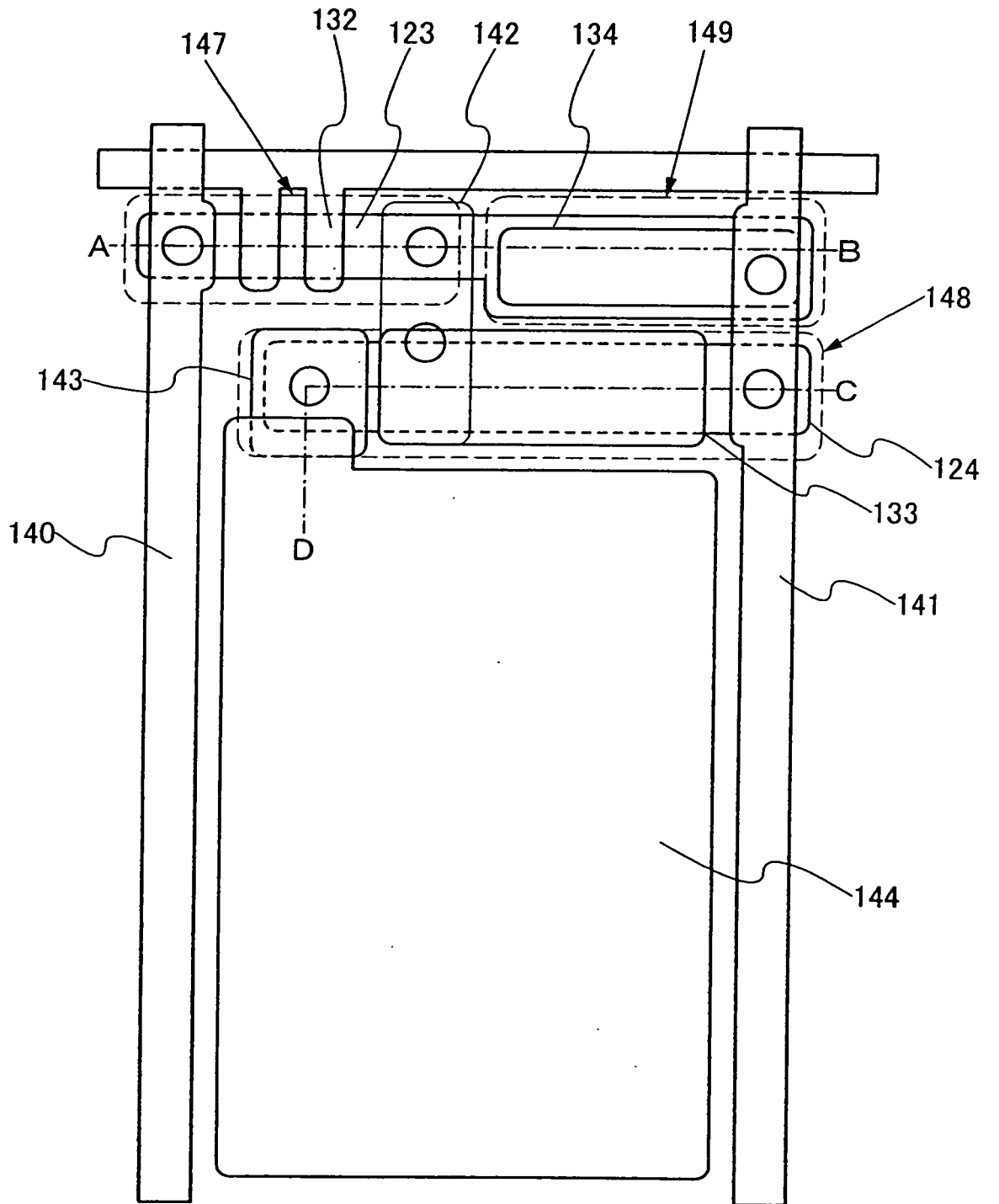


圖 24A

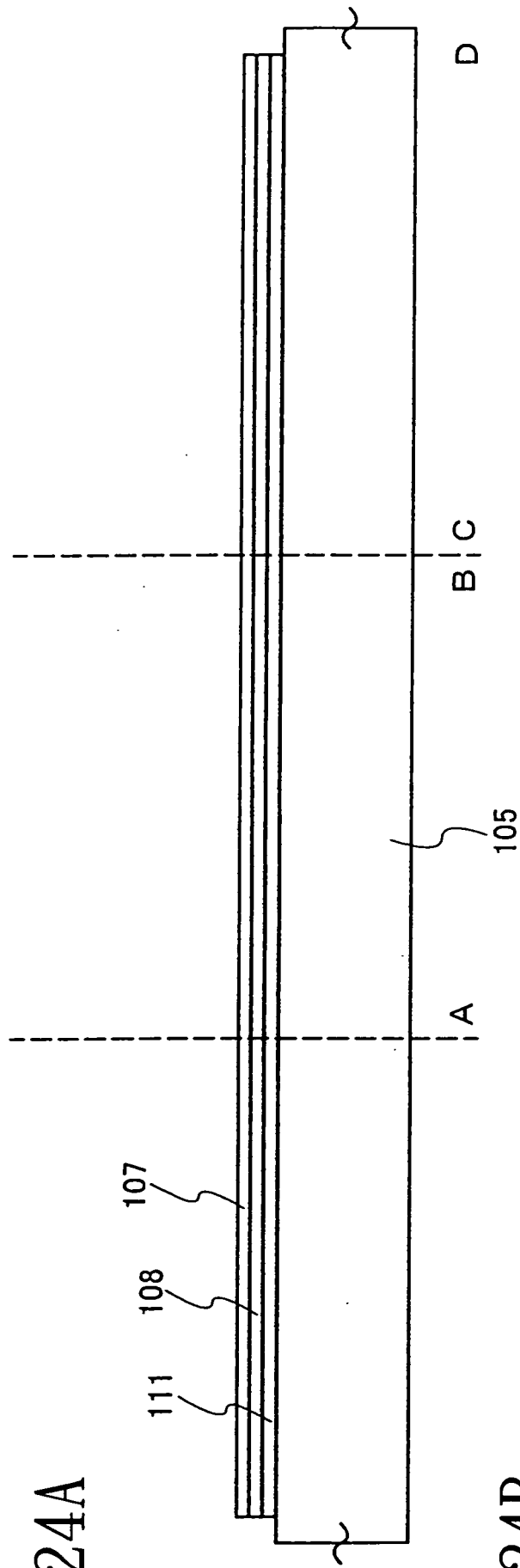


圖 24B

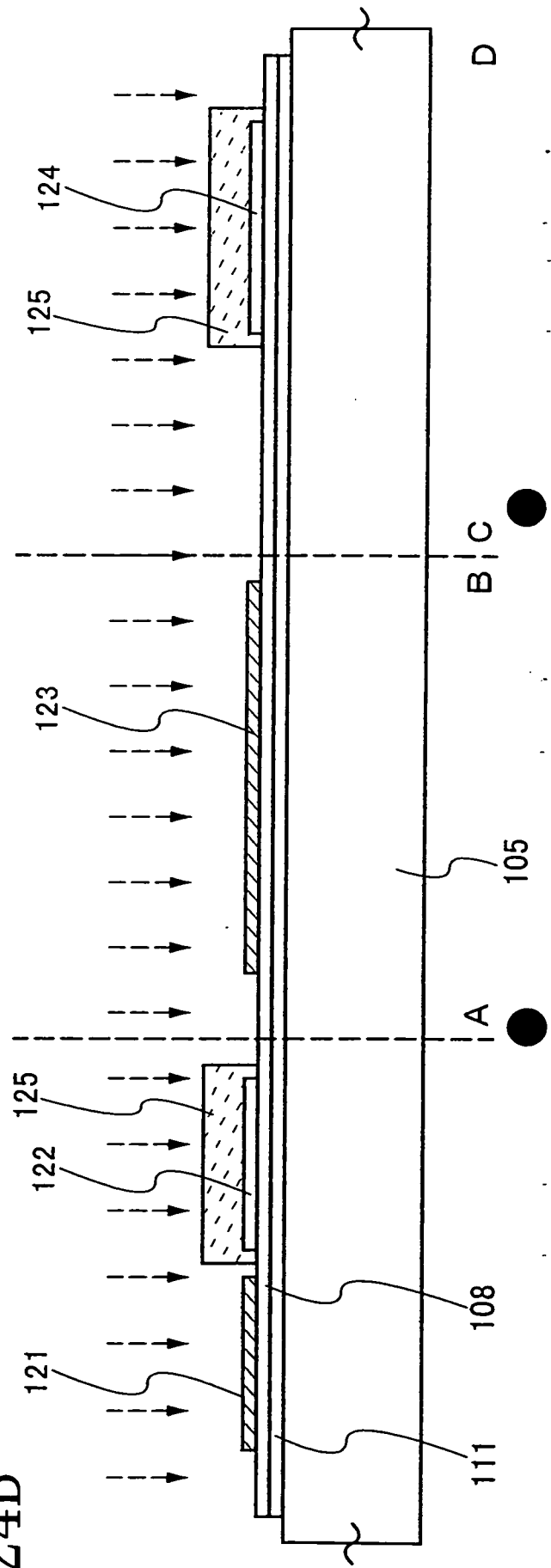


圖 25A

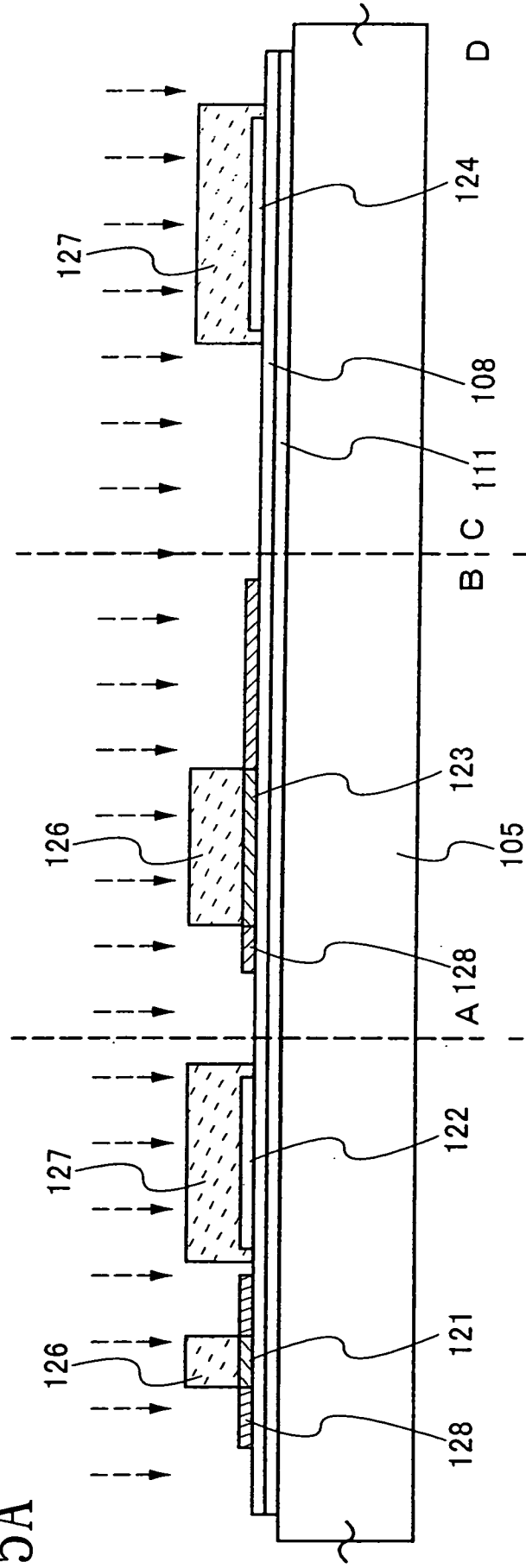


圖 25B

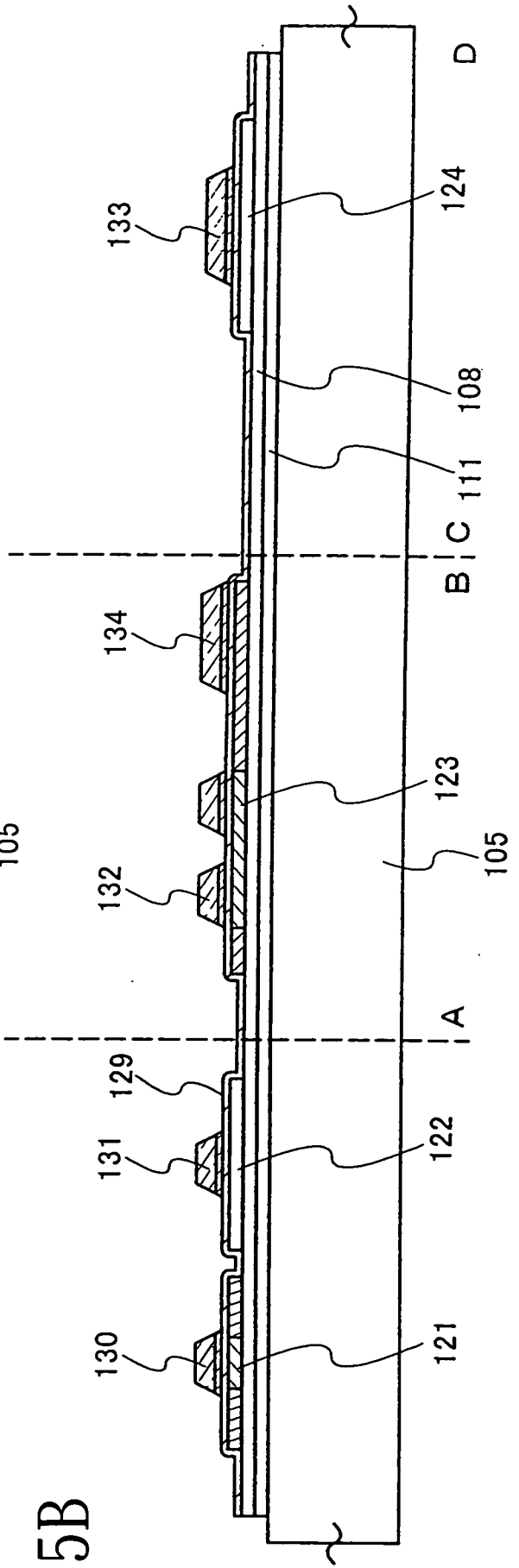


圖 26A

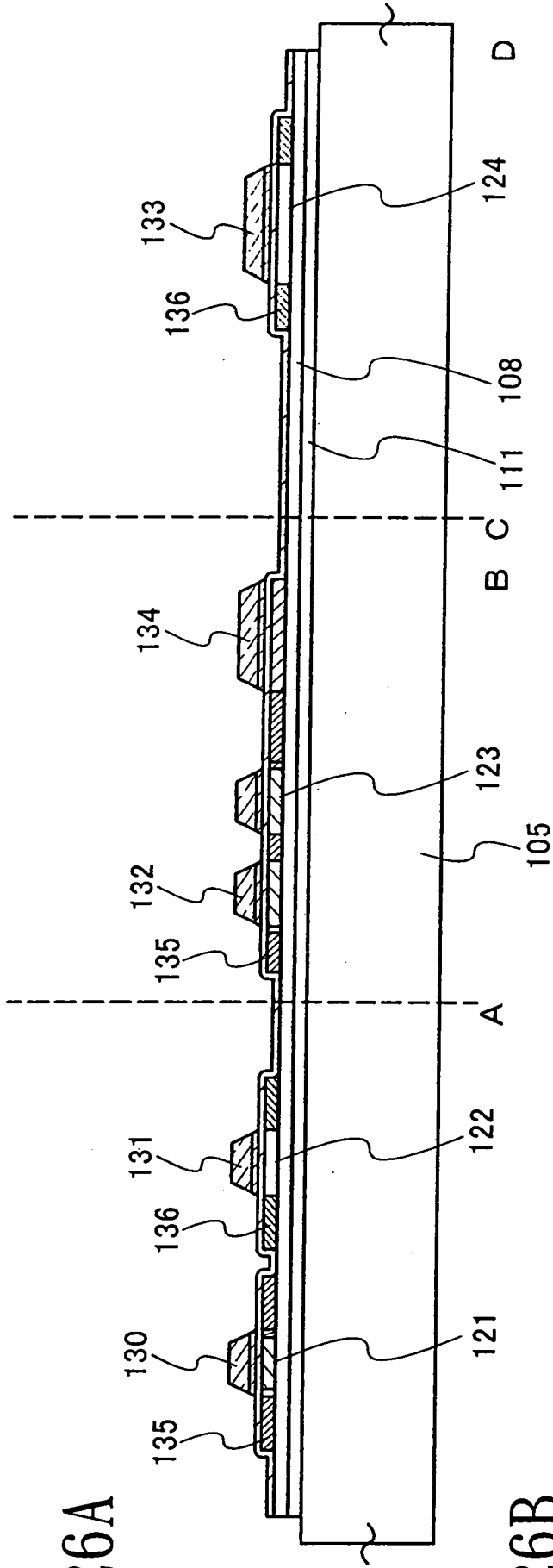


圖 26B

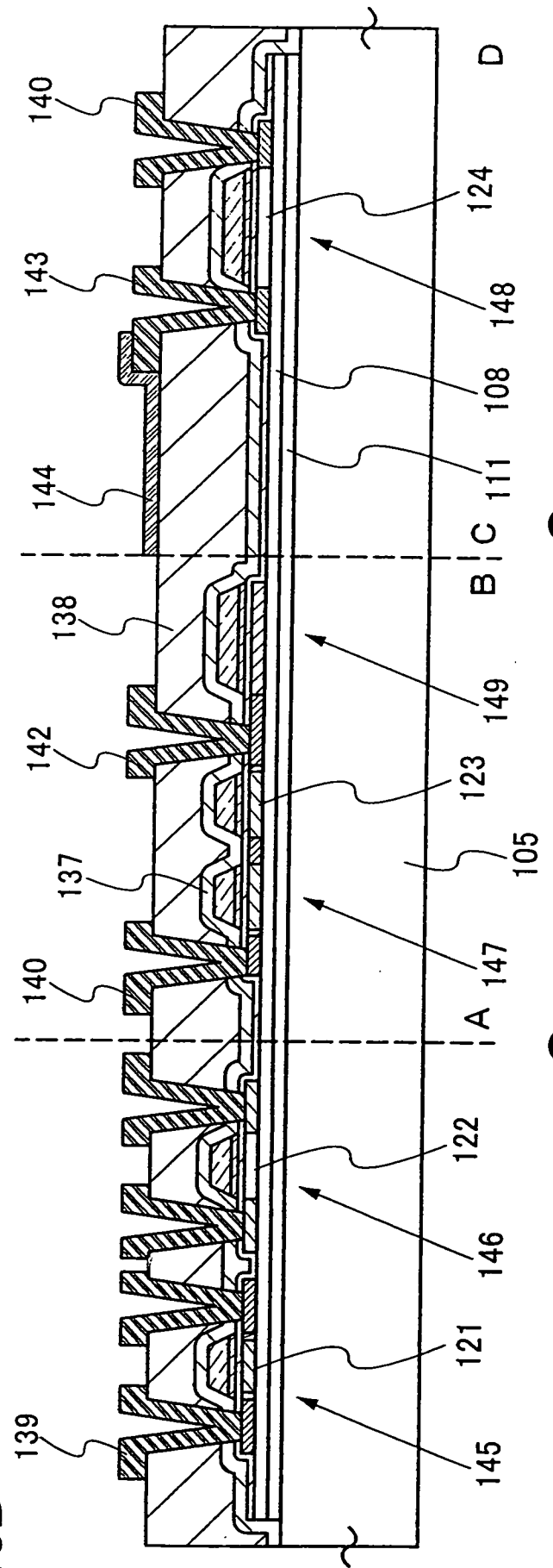


圖 27

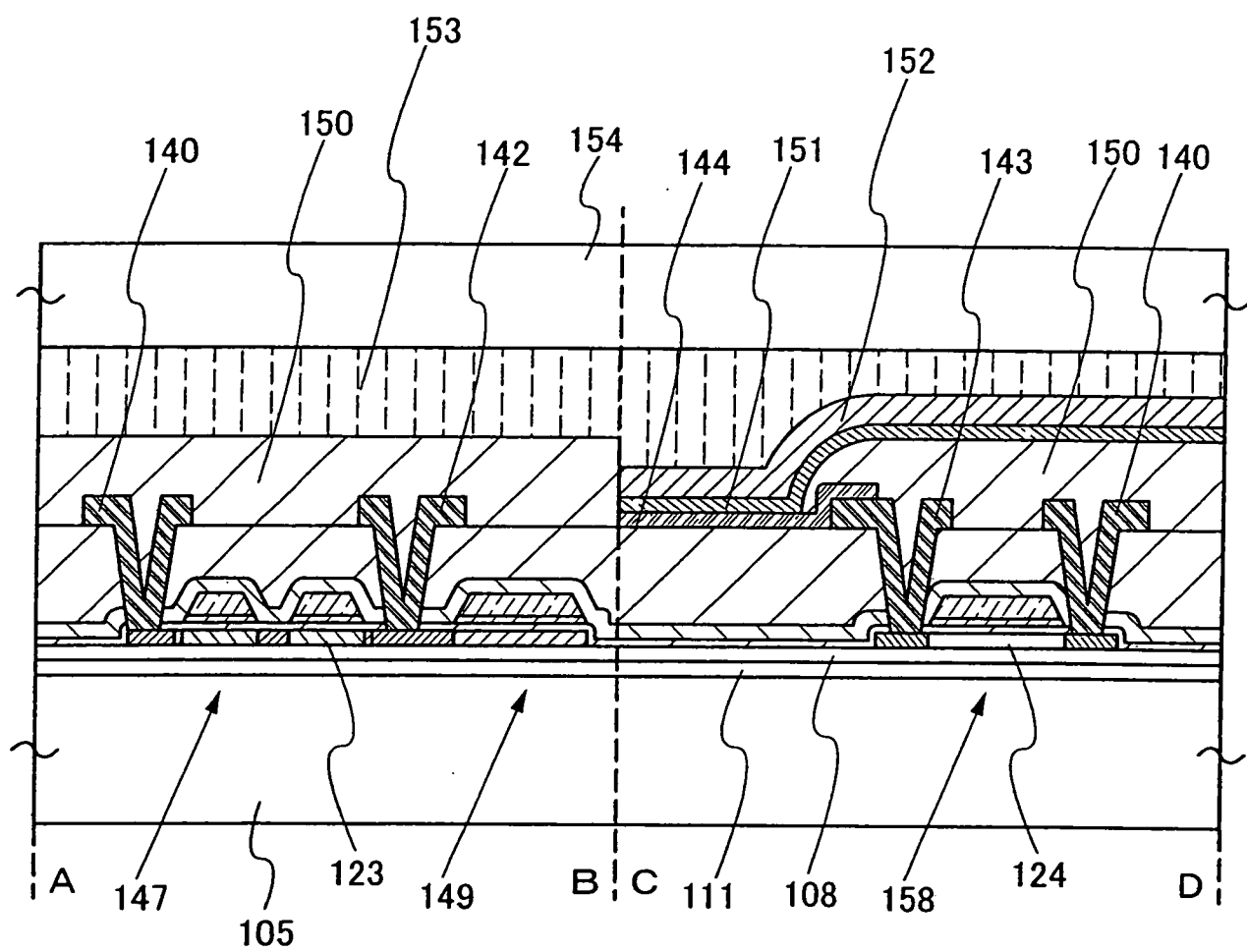


圖 28

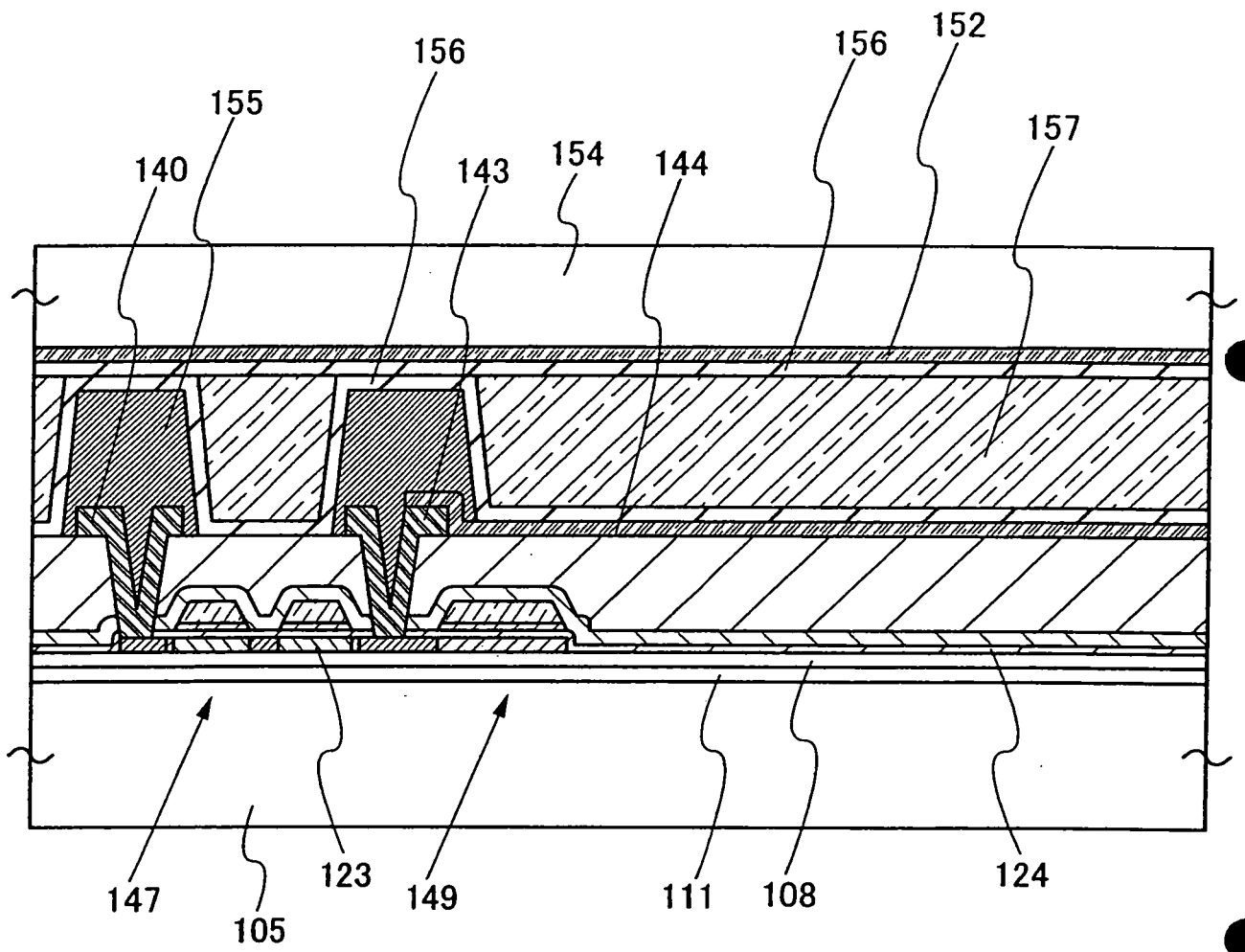


圖 29

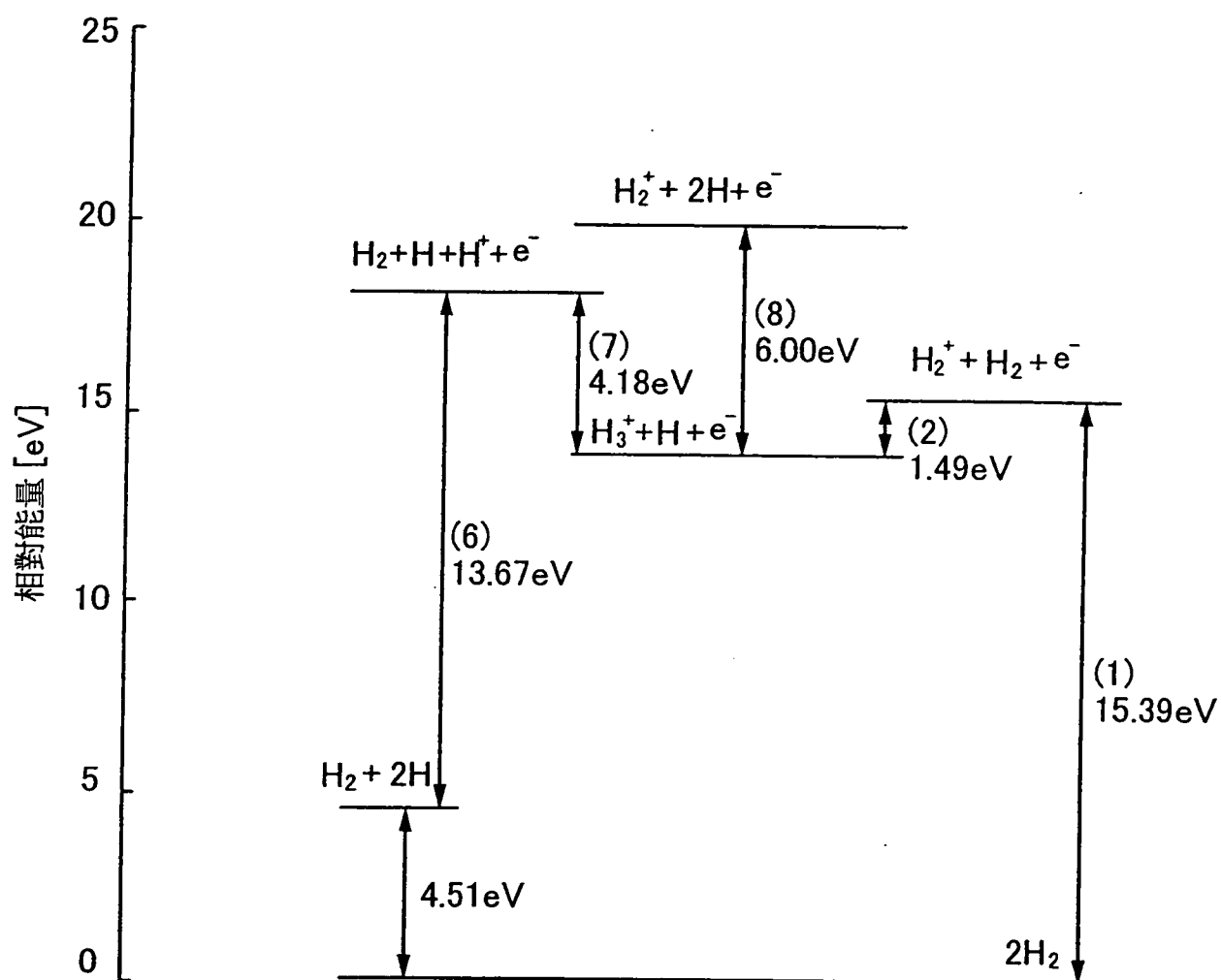


圖 30A

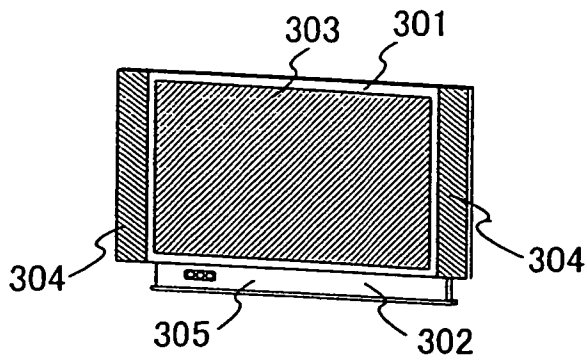


圖 30B

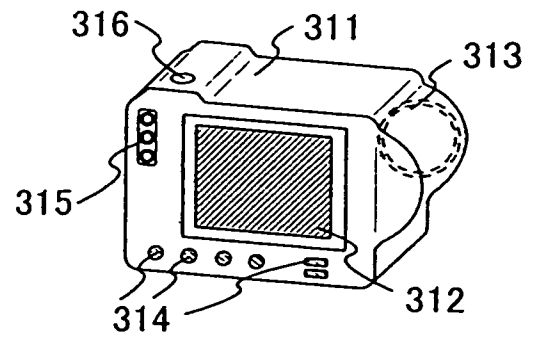


圖 30C

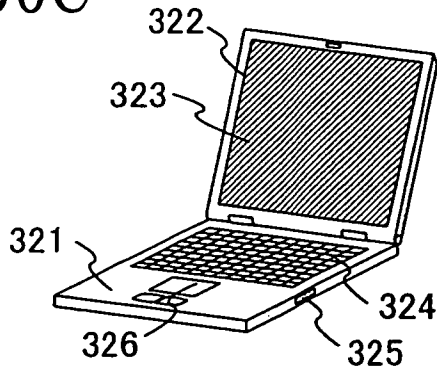


圖 30D

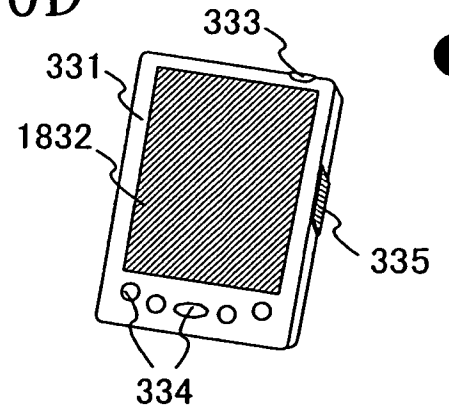


圖 30E

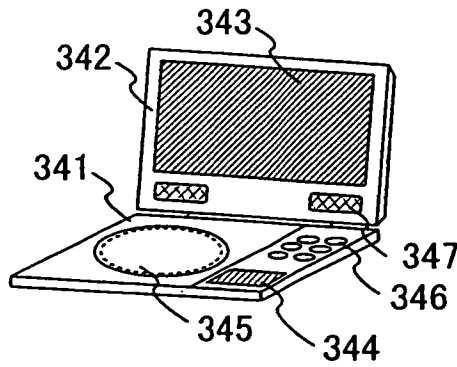


圖 30F

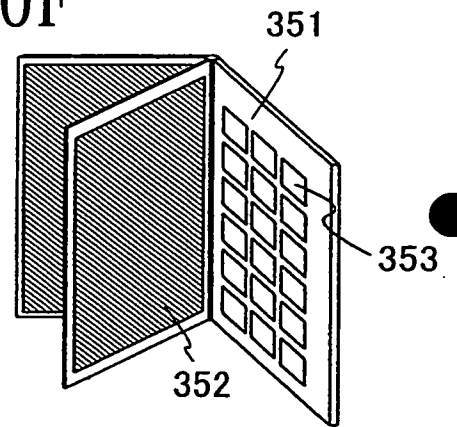


圖 30G

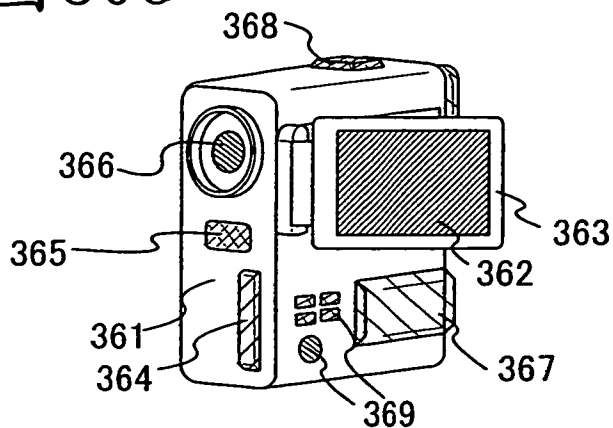


圖 30H

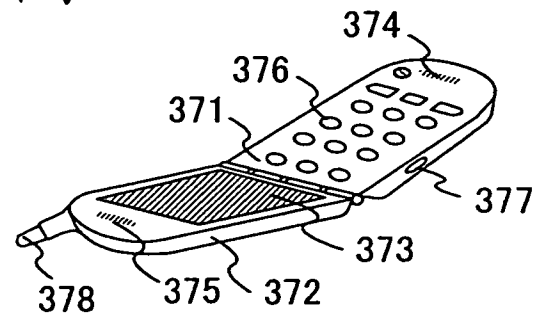


圖 31A

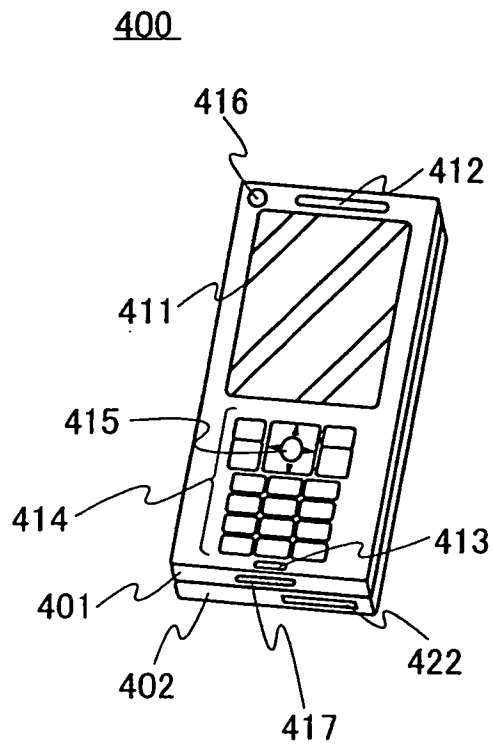


圖 31B

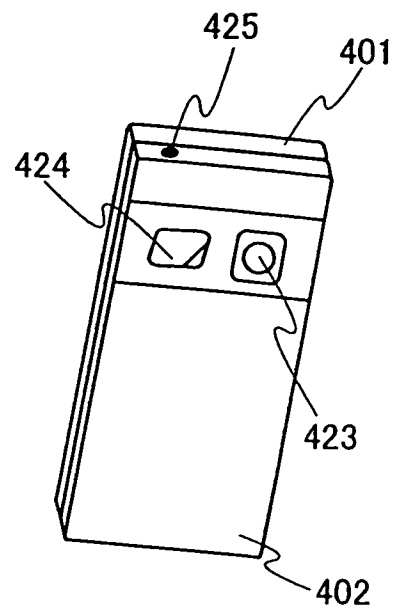


圖 31C

