

公告本

申請日期	20.6.12
案號	P0104172
類別	H01L 21/00

A4
C4

511123

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中文	用於半導體故障之有效率分析的方法
	英文	Method for efficient analysis of semiconductor failures
二、發明 創作人	姓名	1.迪特瑞西(RATHEI, Dieter) 2.湯瑪斯吉苟德(GIEGOLD, Thomas) 3.喬格沃法特(WOHLFAHRT, Joerg)
	國籍	1.美國 2.-3.皆屬德國
	住、居所	1.法國巴黎 F-75011 楚歐索路 1 號 2.美國維吉尼亞州 23060 葛倫艾倫木郡道 10609 號 3.日本 231-0862 橫濱市中區山手町 225-14
三、申請人	姓名 (名稱)	印芬龍科技北美股份有限公司 Infineon Technologies North America Corporation
	國籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州 95112-6000 聖荷西北一街 1730 號
	代表人 姓名	馬利 C.加芬 Mary C. Garfein

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

美 國 (地區) 申請專利，申請日期：2000年2月24日 案號：09/511,169號 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)

發明背景

1.發明領域

本發明係關於半導體的故障分析，尤其是有效率分類半導體記憶體故障特性之方法。

2.相關技術說明

可靠度和品質是記憶體晶片業的核心。為了確保大量生產的晶片都有這些特性，需要一種可以又快又精確的分類晶片之方法。使用分類執行適當的矯正程序以防止故障重覆發生。故障分析典型包含電性的和外觀上的檢查。當已確認故障的，其會對前面的故障記錄作比較，以分類故障且儘可能決定其根源。

半導體記憶體故障特性的分類已藉由位元圖映或依事件作人工判別實施。故障分類的目的係要認識不同故障的可能原因，使可以分配適當的修補技術或將製造設備作調整。

依元圖映可以提供高程序的細節，但是對生產和儲存而言，成本高而且又耗時。同理，藉由熟悉技巧的工程師依事件原則評估也是成本高又耗時，再者，此會使工程師不能執行其他的專案。在大量的製造環境下，如生產半導體記憶體晶片，高成本使得目前的方法在經濟上不為期望者。

因此，需要有一種有效率分析半導體故障之方法，其對通過量只有一點點影響，但是可以保持很高的精確度。

五、發明說明(2)

發明總述

本發明揭露一種以半導體故障為特徵之方法。

用於以半導體故障為特徵之方法包含測試半導體晶片，以計算故障和故障區域數。故障數是個別的故障數量，而故障區域數則是具有至少一個故障位元之晶片區域的數量。該方法定義半導體晶片組件的尺寸。每一個組件都可以位元的特徵數表示。表示各組件之位元數直接相關於表示各組件故障型式之位元數。該方法計算故障數和故障區域數的比率。藉由將組件尺寸和比率對比，該方法能夠決定半導體晶片之組件故障的主要型式。主要的組件故障應具有接近比率之尺寸。

組件故障型式可有兩種或更多種。組件故障型式可包含三個故障型式。組件故障型式可包含字元線、位元線和單一故障。

用於本發明之晶片區域可以為用以測試半導體記憶體目的之任何不同的位元群。例如，晶片區域可以為位元區塊的實際位置或分享整個半導體記憶體中共用位址特徵之位元。

上述定義尺寸之步驟包含：決定表示每一個不同組件之個別的位元數；及計算表示每一個組件之位元的平均數，平均數係根據位元的總數在組件大小最接近之組件間所決定者。

定義比率之步驟可包含將故障數除以故障區域數之步驟，以根據下面之關係式決定比率，

五、發明說明 (3)

$$\frac{\text{故障數}}{\text{故障區域數}} = X$$

其中 X 為比率。

同理，將尺寸和比率作對比之步驟可包含額外的步驟。一種步驟係根據位元的總數比較組件的尺寸。該方法可根據位元的總數計算在最接近尺寸之組件間的位元平均數。該方法可將平均數相對於比率。藉由使用平均數當作臨限值，該方法可決定故障組件的主要型式，故障組件的主要型式具有最接近由具有尺寸之組件群決定的比率之尺寸。

另一種用以根據故障型式表示半導體特徵之方法，包含測試半導體晶片，以計算故障數和故障區域數。故障數是個別的位元故障數量，而故障區域數則是具有至少一個故障位元之晶片區域的數量。該方法可定義半導體晶片組件之尺寸，且計算不同組件的數量。每一個組件都具有一位元的特徵數，而包含在各組件中的位元數直接相關於包含在每一個許多組件故障型式中的表示位元數。該方法可根據包含在各組件中之位元數，計算在各組件之間最接近大小的平均位元數。該方法可計算故障數和故障區域數的比率。為了決定半導體晶片之組件故障的主要型式，該方法可將平均數和比率作對比。組件故障的主要型式可具有最接近比率之尺寸。

計算表示各組件之平均位元數的步驟，可根據下面之步驟完成：

五、發明說明 (4)

計算 $(L+S)/2 = Y_{n-1}$ 。

其中 L 和 S 為最接近之尺寸。L 為包含 L 和 S 對之間個別位元故障較大數的故障尺寸。S 為包含 L 和 S 對之間個別位元故障較小數的故障尺寸。Y_{n-1} 係用以當作決定比率是否最接近 L 之臨限。不同組件型式之數目為 n。為了每一次後面的重覆計算，該方法可設 $n = n-1$ ，且由前面 Y_{n-1} 的計算，L 等於 S。該方法可計算 Y 的額外值，直到 n-1 等於 1。

計算比率的步驟可根據下面的關係式完成：

$$\frac{\text{故障數}}{\text{故障區域數}} = X$$

其中 X 為比率。

該方法可將平均數和比率作對比，以根據各組件之尺寸決定組件故障之主要型式。對於 Y_{n-1} 的各值及其對應 L 和 S 故障尺寸，若比率大於 Y_{n-1}，則該方法可決定，果然是如此的話，主要故障可為 L。若 n-1 等於 1，則該方法可決定，比率是是否大於 Y_{n-1}，如此的話，主要故障可為 L，如否則主要故障尺寸可為 S。

一種表示半導體故障特徵之方法可測試故障，以計算故障數和故障區域數，故障數是個別的位元故障數量，而故障區域數則是受至少一個故障影響之區域的數量。該方法可定義半導體晶片之組件故障型式的尺寸，各組件可以位元的特徵數表示。該方法可以計算不同組件型式之數。該方法可以計算故障數和故障區域數的比率，故障數是個別故障數量，而故障區域數則是具有至少一個

五、發明說明 (5)

故障位元之晶片區域的數量。

該方法可計算表示各尺寸之位元的平均數，此平均數根據位元總數在大小最接近小之尺寸間而決定。該方法可計算 $(L+S)/2 = Y_{n-1}$ 。其中 L 為賦與 L 和 S 對之間個別位元故障較大數的故障大小，S 為賦與 L 和 S 對之間個別位元故障較小數的故障尺寸大小，其中 L 和 S 為最接近之大小。該方法可用 Y_{n-1} 當作決定比率是否最接近 L 之臨限。不同組件型式之數目定義為 n。為了每一次後面的重覆計算，該方法可設 $n = n-1$ ，且由前面 Y_{n-1} 的計算，使 L 等於 S。該方法可計算 Y 的新值，直到 $n-1$ 等於 1。該方法可將組件尺寸和比率作對比，以使用平均數當作臨限值，決定半導體晶片之組件故障的主要型式。

組件故障的主要型式可具有最接近比率之尺寸，組件可根據各自包含之位元數作比較。對於每一個 Y_{n-1} 的值及其對應 L 和 S 故障尺寸的值而言，若比率大於 Y_{n-1} ，則該方法可決定，如此的話，主要故障可為 L。當 $n-1$ 等於 1，若比率大於 Y_{n-1} ，則該方法可決定，如此的話，主要故障可為 L，否則主要故障可為 S。

由下面參考相關附圖而詳細說明之實施例，本發明的這些和其他的目的、特徵和優點將會很明顯。

圖式簡述

下面將參考圖式詳細說明本發明之優選實施例，其中：

五、發明說明 (6)

第 1 圖為將記憶體元件分割成具有 4 種故障：3 種單一單胞故障；和 1 種位元線故障之 16 個區域圖；

第 2 圖為分析記憶體晶片特性，以作成有關的故障型式之決定的方法流程圖；及

第 3 圖為說明具有 3 種可能故障組態、字元線、位元線和單一故障之晶片，作最後決定之方法的流程圖。

較佳實施例詳述

下面將參考附圖，更詳細的說明本發明之較佳實施例。藉由可以在硬體或軟體中實施之本發明的使用，可以很有效率地完成故障位元的分類。故障分類的目的係要認識故障的原因，使得可以指派適當的修補技術或對製造設備進行調整。

如第 1 圖所示，例如，每一個記憶體晶片 2 都具有某種實際的特性；1 百萬位元 (Mb) 動態隨機存取記憶體 (DRAM) 晶片具有全部的 16 個區域。每一個區域 4 都具有某種可以已知尺寸通過之組件，例如，128 位元之位元線組件乘 512 位元之字元線組件。根據這些半導體晶片之特性，本發明能夠決定影響晶片之故障的主要型式。

本發明之故障可以為任何位元故障。故障型式跟晶片組件有關，各組件都具有一代表位元之特徵數。本發明之組件係個別的字元線或位元線，但是也可以預期其他的組件實施例。本發明之範例並不打算使用 3 種組件之結構，以縮窄本發明之範圍。本發明會採用的組件大於

五、發明說明 (7)

3 種。其他的實施例可包含其他的組件，如一半的位元線和形成分段的字元線。

測試系統提供各晶片之故障位元數和故障區域數（至少具有一故障位元之區線）。所得到的故障位元數與何種納入個別位元之組件故障型式無關，如此，例如在第 1 圖中，使得位元線故障會被認作是 512 位元故障，如下面之說明。藉由將故障位元數和故障區域數與半導體組件之尺寸作對照該方法可以定義主要故障型式。

根據第 2 圖之方塊 100，決定代表每一組件之個別位元的數目。這些組件尺寸跟例如字元線和位元線有關。在第 1 圖中，對於 1Mb DRAM 而言，例如一位元跟單一記憶體單胞 8 有關；512 個位元建構一位元線故障 6，因此每個字元線故障就有 2048 個位元。假設在每個區域 4 中，每個位元線有 128 個位元，在第 1 圖中，位元線故障 6 包含 4 個區域，因此可以影響 512 個位元（ $4 \times 128 = 512$ ）。在每一個區域中，每一個字元線有 512 個位元，因此影響 4 個區域之字元線故障將會產生 2048 個個別的故障（ $4 \times 512 = 2048$ ）。

在第 2 圖之方塊 110 中，本發明之方法計算最接近大小之平均組件尺寸，例如 $(512+128)/2 = 320$ 。320 將會當作下一步驟之臨限。大於 320 之數字將會更接近 512，此表示字元線故障為主要故障型式，而小於 320 之數字將會更接近 128，此表示位元線故障為主要故障型式。

該方法可根據個別故障數和晶片組件的尺寸，作關於

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂
線

五、發明說明（⁸）

相對優勢的許多故障之估計。例如，對於和上面相同之 1Mb DRAM 晶片，其受到 3 個字元線故障，1 個位元線故障和 2 個單一故障的影響，則故障數將會是 $(3 \times 2048) + 512 + 2 = 6658$ 。假設不同的故障沒有重複，則對於相同晶片之故障區域數將會是 $(3 \times 4) + (1 \times 4) + 2 = 18$ 。實質上，故障之原始數和受影響的故障區域可由生產測試系統提供，而不用指出那些故障的特殊來源是字元線、位元線或單一故障。在第 2 圖之方塊 120 中，對於每一個晶片而言，該方法係將故障位元數除以影響的區域數。在範例中，6658 除以 18 等於 369.89。

根據第 2 圖之方塊 130 和第 3 圖之方塊 200，該方法將上面所計算出之方塊 120 的最後比率和方塊 110 有與趣的數對比。根據此比較，如第 3 圖之方塊 210，該方法決定主要的故障型式。例如，369.89 大於上面所計算出之位元線和字元線組件故障的平均數 (320)，因此該數字較接近 512，表示字元線組件故障佔優勢，如第 3 圖之方塊 220。在第 3 圖之方塊 230 中，若個別故障和故障區域數的比率所產生之數字小於 320，但大於 64.5，則該方法將會指出位元線組件故障佔優勢。在第 3 圖之方塊 240 中，比率低於 64.5 將會表示是單一故障。

該方法平均最近的晶片組件尺寸。該方法可決定有 n 個不同的組件。例如， $n = 3$ ，其組件為字元線、位元線和單一故障。在範例中，尺寸將跟字元線、位元線和單一故障有關。在範例中，在第一次重複計算時， L 為字

五、發明說明 (9)

元線，而 S 為位元線，其中 L 表示來自 L 和 S 群中較多數的故障，而 S 則表示來自 L 和 S 群中較少數的故障。

$$(L+S)/2=Y_{n-1}$$

在範例中，對於第一次重複計算，n 等於 3。

在此之後的每一次重複計算都設 $n=n-1$ ，連續決定平均值，直到 $n-1=1$ 。對於每一次重複計算，根據前一次 Y 的計算值，設 S 等於 L。例如，就 Y_1 而言，平均 L 和 S，其中 L 為位元線組件故障，而 S 大小最接近新 L，單一故障之故障。

計算故障數和故障區域數之比率。

$$\frac{\text{故障數}}{\text{故障區域數}} = X$$

推導一連串的證明，以得到最後的結果。

若比率 X 大於 Y_2 ，則主要故障為字元線故障。

若比率 X 大於 Y_1 ，則主要故障為位元線故障。

若比率 X 小於或不大於 Y_1 ，則主要故障為單一故障。

當晶片組件的尺寸為唯一時，該方法適當地作用。在具有組件大小相等之晶片的情況中，關於各種故障型式的數字將都相同。在此情形下，若單一位元故障或組件故障佔優勢，則本發明就有能力決定。

本發明意欲在良率增強規劃中增加錯誤特性的速率。本發明對於掩護晶圓，有效而具有由單一故障型式所造成之確認可靠度問題。本發明並不局限於上述之應用。

五、發明說明（¹⁰）

本發明也可以應用在其他方面，例如其他種晶片或記憶體元件，如靜態隨機存取記憶體(SRAM)的分析。分析原因不用具有需要確認位元故障型式之特徵尺寸。此外，該方法對於任何具有行和列組成之組件的實施例都很有用，例如，顯示監視器，如液晶顯示器(LCD)或其他具有單胞或組件陣列之元件。

雖然本發明已說明半導體故障之分析方法的實施例，應予注意者，本發明之修正例或變化例可藉由熟知此項技巧之人士依上述指導之技術而完成。因此，此處應當明瞭，依本發明所揭露之特殊實施例所作的變化，都將在本發明所附之申請專利範圍的範圍和精神之中。本發明已應專利法之特殊要求而詳細說明，所附之申請專利範圍希望能受到專利證書之保護。

符號說明

- 2... 記憶體晶片
- 4... 區域
- 6... 位元線故障
- 8... 記憶體單胞
- 100... 方塊
- 110... 方塊
- 120... 方塊
- 130... 方塊
- 200... 方塊
- 210... 方塊
- 220... 方塊

A7

B7

五、發明說明(¹¹)

230... 方塊

240... 方塊

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

● 表

訂

● 線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： 用於半導體故障之有效率分析)
的方法

本發明包含一種以半導體故障為特徵之方法。此方法包含決定記憶體晶片之某個特性的尺寸。該方法定義已知尺寸之半導體的特性群。該方法根據由生產測試系統供應之變數定義一比率。藉由將特定半導體之特性組和比率對比，可以決定半導體晶片之故障的主要型式。本發明係一種獲得半導體晶片共同型式之故障資訊很有有效率的方法。

英文發明摘要 (發明之名稱： Method for efficient analysis of semiconductor failures)

The present invention includes a method for characterizing semiconductor failure. The method includes determining the dimensions of certain characteristics of a memory chip. The method defines a group of characteristics for a semiconductor of given dimensions. The method defines a ration based on variable supplied by production test systems. By comprising a set of characteristics for a specific semiconductor to the ratio to determine the dominant type of failure on the semiconductor chip. The invention is an efficient method of obtaining information regarding the types of failures common on semiconductor chips.

六、申請專利範圍

1. 一種以半導體故障為特徵之方法，其包含步驟：
 - 測試半導體晶片，以決定故障數和故障區域數；
 - 定義半導體晶片之組件故障型式的尺寸，每一個組件都以位元的特徵數表示；
 - 計算故障數和故障區域數的比率，故障數係個別位元故障的數目，而故障區域數係至少具有一個故障位元之半導體晶片的區域數；及
 - 將尺寸和比率對比，以決定半導體晶片之組件故障的主要型式，組件故障的主要型式係藉由最接近比率之尺寸確認。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中定義尺寸之步驟還包含：
 - 決定在每一個許多不同組件中之個別的位元數；及
 - 計算表示各組件之位元數的平均數，該平均數係根據位元總數在大小最接近之組件之間予以決定者。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中定義比率之步驟還包含步驟：
 - 將故障數除以故障區域數，以根據下面之關係式求出比率：
$$\frac{\text{故障數}}{\text{故障區域數}} = X$$
 - 其中 X 為比率。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中將尺寸和比率對比之步驟還包含：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

六、申請專利範圍

計算表示各組件之位元數的平均數，該平均數係根據位元總數在大小最接近之組件間予以決定；

將較平均數和比率對比；及

使用平均數當作臨限值，以決定故障組件的主要型式，故障組件的主要型式具有之尺寸為一最接近由許多具有尺寸之組件決定的比率。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中組件故障型式數為 2 或更多。
6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中組件故障型式包含三種故障型式。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中組件故障型式包含字元線故障、位元線故障、和單一故障。
8. 一種根據故障型式作半導體晶片特徵之方法，其包含步驟：

測試半導體晶片，以計算故障數和故障區域數；

定義半導體晶片之組件故障型式的尺寸，每一個組件都以位元的特徵數表示；

決定不同組件型式之數目；

計算故障數和故障區域數的比率，故障數係個別故障的數目，而故障區域數係至少具有一個故障位元之晶片區域的數目；

計算表示各組件尺寸之位元數的平均數，該平均數係根據位元總數在大小最接近之尺寸間予以決定者，包含步驟：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

計算 $(L+S)/2=Y_{n-1}$ ，

其中 L 為納入在 L 和 S 對之間個別位元故障較大數的故障大小，S 為納入在 L 和 S 對之間個別位元故障較小數的故障大小，其中 L 和 S 為最接近之大小，其中 Y_{n-1} 係決定比率是否最接近 L 之臨限，其中 n 為不同組件型式之數目；

其中對於每一次後續的重複計算，設 $n=n-1$ ，及根據前一次 Y_{n-1} 的計算，設 L 等於 S；

計算 Y，直至 $n-1=1$ ；及

將平均數和比率對比，以決定半導體晶片之組件故障的主要型式，組件故障的主要型式係藉由最接近比率之尺寸確認，其中尺寸係包含在組件故障型式中之位元數。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中計算比率之步驟係根據下面之關係式完成：

$$\frac{\text{故障數}}{\text{故障區域數}} = X$$

其中 X 為比率。

10. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中將平均數和比率對比，以決定組件故障的主要型式之步驟，係根據下面之步驟完成：

對於每一個 Y_{n-1} 之值及其對應的 L 和 S 故障尺寸，決定比率是否大於 Y_{n-1} ，如是則，主要故障為 L；及

其中 $n-1$ 等於 1，決定比率是否大於 Y_{n-1} ，如是則，主

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

要故障為 L，否則主要故障就為 S。

11. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中組件故障型式數為 2 或更多。
12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中組件故障型式包含三種故障型式。
13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中組件故障型式包含字元線故障、位元線故障、和單一故障。
14. 一種以半導體故障為特徵之方法，其包含步驟：

測試故障，以決定故障數和故障區域數，故障數係個別故障的數目，而故障區域數係至少受到一個故障影響之區域數；

定義半導體晶片之組件故障型式的尺寸，每一個組件都以位元的特徵數表示；

決定不同組件型式之數目；

計算故障數和故障區域數的比率，故障數係個別故障的數目，而故障區域數係至少具有一個故障位元之晶片區域數；

計算表示各尺寸之位元數的平均數，該平均數係根據位元總數在大小最接近之尺寸間予以決定者，包含步驟：

$$\text{計算 } (L+S)/2 = Y_{n+1},$$

其中 L 為納入在 L 和 S 對之間個別位元故障較大數的故障尺寸之大小，S 為納入在 L 和 S 對之間個別位元故障較小數的故障尺寸大小，其中 L 和 S 為最接近

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

之大小，其中 Y_{n-1} 係決定比率是否最接近 L 之臨限，其中 n 為不同組件型式之數目；

其中對於每一次後續的重複計算，設 $n=n-1$ ，及根據前一次 Y_{n-1} 的計算，設 L 等於 S ；

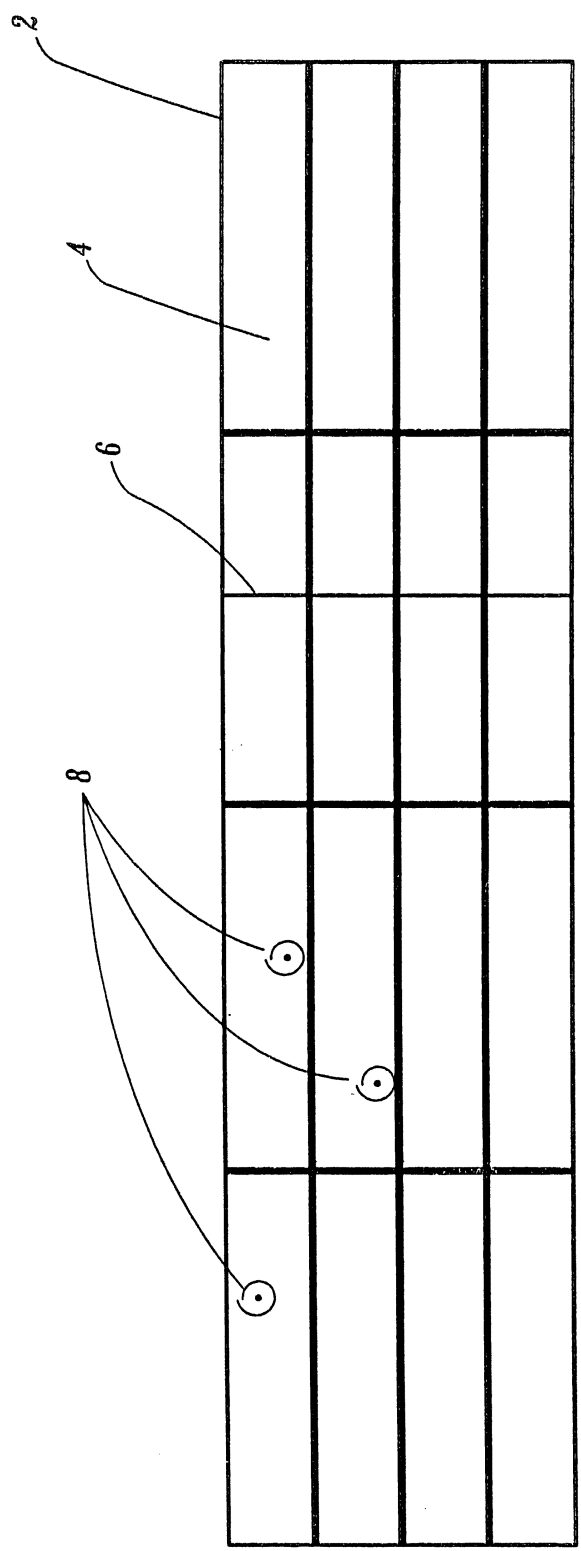
計算 Y ，直到 $n-1=1$ ；及

將組件尺寸和比率對比，使用平均數當作臨限值，以決定半導體晶片之組件故障的主要型式，組件故障的主要型式具有最接近比率之尺寸，組件係根據下列之步驟，以各自包含之位元數為基礎作比較：

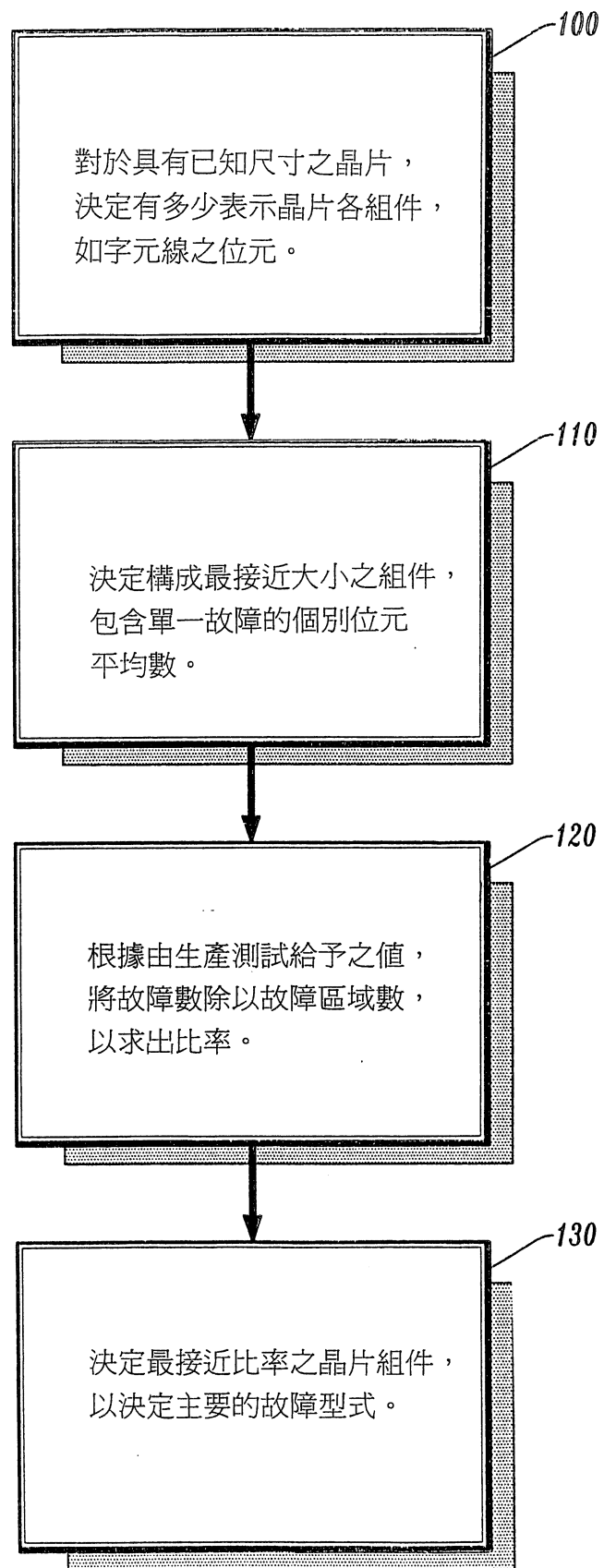
對於每一個 Y_{n-1} 之值及其對應的 L 和 S 故障尺寸，決定比率是否大於 Y_{n-1} ，如是則，主要故障為 L ；

其中 $n-1$ 等於 1，決定比率是否大於 Y_{n-1} ，如是，主要故障尺寸為 L ，否則主要故障就為 S 。

15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中組件故障型式數為 2 或更多。
16. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中組件故障型式包含三種故障型式。
17. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中組件故障型式包含字元線故障、位元線故障和單一故障。



第1圖



第 2 圖

130

第 3 圖

