



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201033602 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：098139122

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 18 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/892 (2006.01)**

(30)優先權：2008/11/21 日本 2008-298680

(71)申請人：住友化學股份有限公司 (日本) SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED
(JP)

日本

(72)發明人：廣瀨修 HIROSE, OSAMU (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：15 共 74 頁

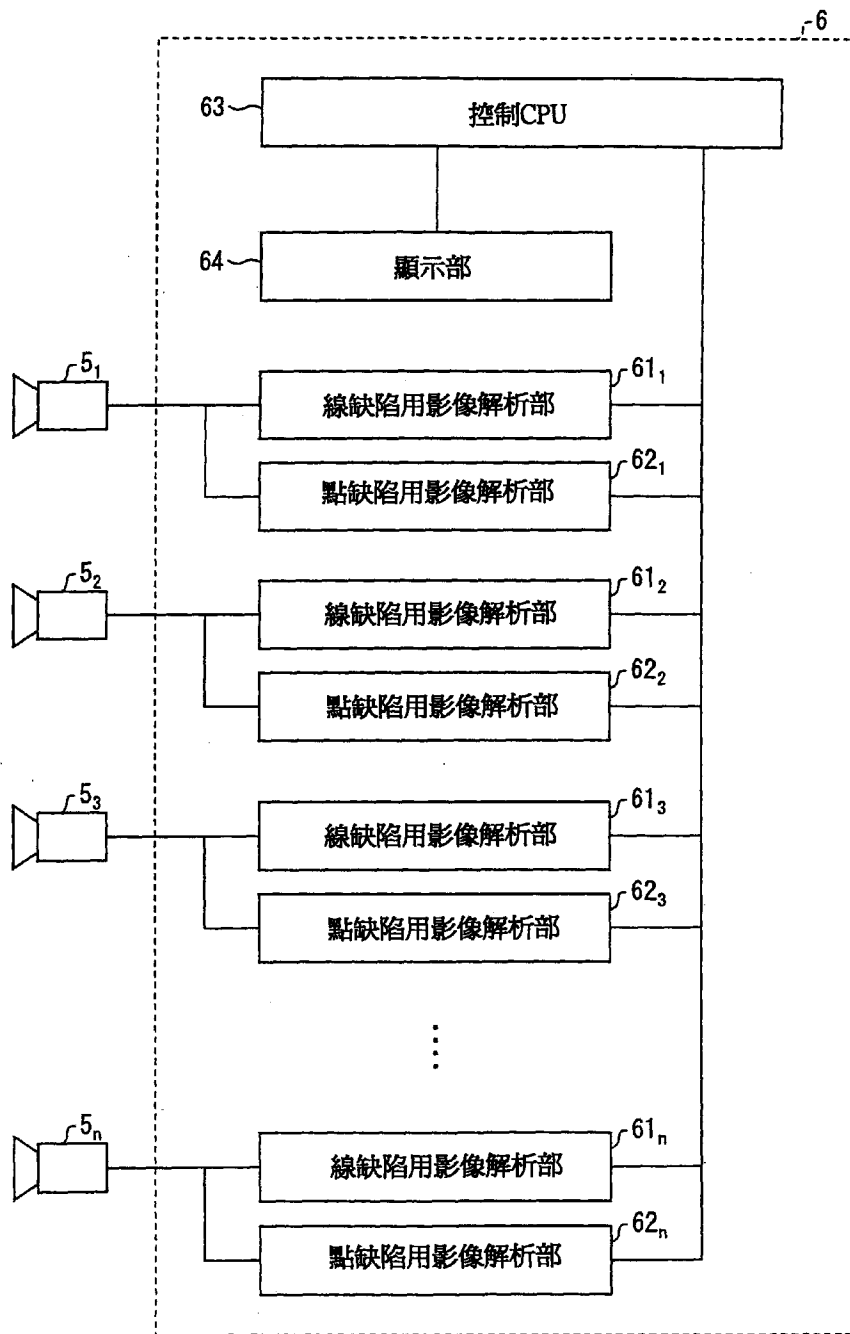
(54)名稱

成形薄片之缺陷檢查裝置

DEFECT INSPECTION DEVICE FOR FORMED SHEET

(57)摘要

本發明之缺陷檢查裝置，係具備：複數次攝影成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影部 ($5_1 \sim 5_n$)，以對成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源像的方式供照明成形薄片之用的線狀光源，以改變成形薄片之線狀光源像的位置的方式，使成形薄片，移動在與線狀光源之長邊方向交叉，且直交於成形薄片的厚度方向之方向上搬送之搬送裝置，及從攝影部 ($5_1 \sim 5_n$) 產生的複數 2 次元影像資料藉由線缺陷檢測演算法檢測出缺陷之線缺陷用影像解析部 ($61_1 \sim 61_n$)，與從攝影部 ($5_1 \sim 5_n$) 產生的複數 2 次元影像資料藉由點缺陷檢測演算法檢測出缺陷之點缺陷用影像解析部 ($62_1 \sim 62_n$)。藉此，可以更確實檢測出種種缺陷，可以提供成形薄片之缺陷檢查裝置。



5₁ ~ 5_n: 攝影部 (攝影手段)

6: 解析裝置

61₁ ~ 61_n: 線缺陷用影像解析部 (線缺陷檢測手段)

62₁ ~ 62_n: 點缺陷用影像解析部 (點缺陷檢測手段)

63: 控制 CPU

64: 顯示部



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201033602 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：098139122

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 18 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/892 (2006.01)**

(30)優先權：2008/11/21 日本 2008-298680

(71)申請人：住友化學股份有限公司 (日本) SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED
(JP)

日本

(72)發明人：廣瀨修 HIROSE, OSAMU (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：15 共 74 頁

(54)名稱

成形薄片之缺陷檢查裝置

DEFECT INSPECTION DEVICE FOR FORMED SHEET

(57)摘要

本發明之缺陷檢查裝置，係具備：複數次攝影成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影部（ $5_1 \sim 5_n$ ），以對成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源像的方式供照明成形薄片之用的線狀光源，以改變成形薄片之線狀光源像的位置的方式，使成形薄片，移動在與線狀光源之長邊方向交叉，且直交於成形薄片的厚度方向之方向上搬送之搬送裝置，及從攝影部（ $5_1 \sim 5_n$ ）產生的複數 2 次元影像資料藉由線缺陷檢測演算法檢測出缺陷之線缺陷用影像解析部（ $61_1 \sim 61_n$ ），與從攝影部（ $5_1 \sim 5_n$ ）產生的複數 2 次元影像資料藉由點缺陷檢測演算法檢測出缺陷之點缺陷用影像解析部（ $62_1 \sim 62_n$ ）。藉此，可以更確實檢測出種種缺陷，可以提供成形薄片之缺陷檢查裝置。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於檢查偏光膜或相位差膜等光學膜（特別是捲成捲筒狀被保管・輸送的長尺寸光學膜）等成形薄片的缺陷之缺陷檢查裝置。

【先前技術】

從前的成形薄片之缺陷檢查裝置，使用稱為線狀感測器（line sensor）之 1 次元攝影機，以螢光燈管等線狀光源照明成形薄片，沿著成形薄片之長邊方向由長邊方向之一端至另一端以 1 次元攝影機掃描成形薄片表面取得 1 枚靜止影像資料，根據此 1 枚靜止影像資料來檢查成形薄片之缺陷。於此靜止影像資料，通常包含線狀光源像。線狀光源像，係在線狀光源及攝影機與反射面之間被配置成形薄片的場合，由線狀光源射出而藉由成形薄片正反射而到達攝影機的光的影像，在線狀光源與攝影機之間被配置成形薄片的場合，則是由線狀光源射出而透過成形薄片到達攝影機的光的影像。在此缺陷檢查裝置，成形薄片的寬幅很寬的場合，以可檢查成形薄片的寬幅方向全區域的方式，把複數台線狀感測器在寬度方向上並列使用。

然而，在此從前的缺陷檢查裝置，根據針對成形薄片全區域之 1 枚靜止影像資料（以下，簡稱「影像資料」）檢查成形薄片的缺陷，所以影像資料之檢查對象畫素與線狀光源像之位置關係，成為一種已決定的位置關係。缺陷

，只會在檢查對象畫素（注目畫素）與線狀光源像的位置關係在特定的位置關係時會出現於影像資料上。例如，缺陷之一種之氣泡，常常只在線狀光源像的周緣或附近的場合才會出現於影像資料上。因此，缺陷常因其位置而未被檢測出。亦即，前述從前的缺陷檢查裝置，只具備有限的缺陷檢測能力。

因此，本案申請人申請了可對前述從前之缺陷檢查裝置提高缺陷識別能力之成形薄片之缺陷檢查裝置（參照專利文獻 1）。在此缺陷檢查裝置，以螢光燈管等線狀光源照明成形薄片，把成形薄片於特定方向連續搬送，同時使用稱為區域感測器（area sensor）的 2 次元攝影機取得動畫資料（在成形薄片上之攝影位置不同的複數枚影像資料），而根據此動畫資料檢查成形薄片之缺陷者。在此缺陷檢查裝置，可以根據檢查對象畫素與線狀光源像之位置關係不同的複數枚影像資料而判定是否有缺陷，所以比起從前的缺陷檢查裝置可更確實地檢測出缺陷。亦即，此缺陷檢查裝置比起從前的缺陷檢查裝置更為提高缺陷檢測能力。又，利用此動畫資料的話，也可以看到缺陷對照明像移動之模樣。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

〔專利文獻 1〕日本國公開專利公報「特開 2007-218629 號公報（2007 年 8 月 30 日公開）」

【發明內容】

〔發明所欲解決之課題〕

然而，根據本案發明人的檢討，可知記載於專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，也還有改善缺陷檢測能力的餘地。

亦即，在記載於專利文獻 1 的缺陷檢查裝置，從藉由區域感測器攝影的（多值之）複數枚影像資料之各個，藉由以下之影像處理而檢測出缺陷（參照專利文獻 1 之〔0032〕～〔0035〕）。

首先，將多值之影像資料 2 值化，標記白區域及黑區域作為檢測對象。接著，由檢測對象之白區域，把具有超過特定值（配合於線狀光源像的面積之比較大的值；例如 2500 畫素）的面積（畫素數）之白區域，視為線狀光源像而予以排除。同樣地，由檢測對象之黑區域，把具有超過特定值（配合於背景區域的面積之比較大的值）的面積之黑區域，視為背景區域（成形薄片之沒有缺陷的區域之影像）而予以排除。進而，由檢測對象之白區域及黑區域，把具有不滿特定值（接近 1 個畫素之比較小的值；例如 9 畫素）的面積之白區域及黑區域，視為雜訊而予以排除。接著，把未從檢測對象之白區域及黑區域排除掉之剩下來的區域作為缺陷進行檢測。

然而，記載於專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，係根據明暗之反轉而檢測出缺陷者，所以影像資料上之對比低的缺陷沒有辦法檢測出。

此處，說明於本發明作為檢測對象之種種缺陷。本發

明，主要是檢測伴隨著成形薄片表面的微小凹凸（特別是數 μm 程度高的凹凸）之缺陷（外觀缺陷）。作為伴隨著微小凹凸的缺陷，例如可以舉出起因於氣泡或異物而於成形薄片表面產生的微小凹凸；打痕（點狀按壓產生的壓痕）；被折彎之痕（被稱為「折曲」（音譯：kunik））；於製造成形薄片時，以搬送卷搬送時產生的搬送輥導致之壓痕（被稱為「折線」（音譯：suji））等。這些伴隨著微小凹凸的缺陷，對使用從前的線狀感測器之缺陷檢查裝置來說是非常難檢測出的。本發明主要目的為檢測出這些種類之缺陷。

在本案說明書，為了方便，把微小凹凸局部集中的（凸部直徑在 1mm 程度以下（攝影裝置的分解能在 $200\mu\text{m}$ ／畫素的場合為數個畫素程度以下））缺陷，例如，氣泡、異物、打痕等稱為點缺陷，微小凹凸連接成線狀超過 1mm 大者稱為線缺陷。折線等那樣典型的線缺陷，具有超過 10mm 程度的寬幅（攝影裝置的分解能在 $200\mu\text{m}$ ／畫素的場合為超過數十個畫素程度的寬幅），典型者為數十 cm 程度，有時還具有超過數十 cm 之寬幅。折曲，具有 10mm 程度以下（攝影裝置的分解能在 $200\mu\text{m}$ ／畫素的場合為數十個畫素程度以下）之寬幅，典型者具數 mm 程度之寬幅，具有點缺陷與典型的線缺陷之間的中間性質。

於專利文獻 1 記載之缺陷檢查裝置之攝影部被攝影的缺陷影像（動畫）之例，如專利文獻 1 之圖 14～圖 15 所示。在專利文獻 1 之圖 14～圖 15，構成動畫的連續 5 枚

圖框依照時間順序為（a）～（e）。此動畫若為通常的電視用動畫的話，圖框間的時間間隔（圖框速率）為 1/30 秒。圖框間之時間間隔依存於攝影部的特性。在專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，攝影部，係以由攝影部朝向成形薄片的攝影區域（專利文獻 1 的圖 1 之成形薄片表面以虛線表示之矩形）的中心之方向與成形薄片的搬送方向夾銳角的方式，且於攝影區域之一部分包含照明像（線狀光源之反射像），以在攝影區域之照明像的兩側存在無照明像的區域（背景區域）的方式被配置。亦即，專利文獻 1 之圖 14～圖 15 所示之動畫之上方向，與成形薄片之搬送方向一致。成形薄片之攝影區域之中，缺陷會移動於成形薄片的搬送方向，所以於專利文獻 1 之圖 14～圖 15 所示之動畫，缺陷係由下往上移動（照明像，係照成白色帶狀之區域）。

專利文獻 1 之圖 14，係包含藉由攝影部攝影的氣泡（點缺陷）之攝影區域（與搬送方向直交的方向之尺寸：5mm）之動畫例，氣泡係可見到明暗反轉的部分。在此動畫，在第 1 個圖框（a）無法見到氣泡，點缺陷在接近照明像之第 2 個圖框（b）開始看到氣泡，在氣泡位於照明像的邊緣之第 3 個圖框（c）氣泡可以較清楚地看到，氣泡進入照明像中之第 4 以及第 5 圖框（d）（e）因氣泡被埋入照明光所以看不見。

專利文獻 1 之圖 15，係包含藉由攝影部攝影的折曲之攝影區域（與搬送方向直交的方向之尺寸：5mm）之動畫

例，並沒有藉由攝影部攝影的折曲導致的明暗反轉，隨著折曲通過，本來應該拍出矩形白區域之照明像隨時間而扭曲。

專利文獻 1 之圖 15，係包含藉由攝影部攝影的折線（線缺陷）之攝影區域（與搬送方向直交的方向之尺寸：200mm）之動畫例。在第 1～第 3 個圖框（a）～（c），照明像多少扭曲成弓狀，但此程度之弓狀的扭曲並不是起因於缺陷，而是拉扯成形薄片所產生的。另一方面，在第 4 個圖框照明像呈現 S 字形，扭曲地比較大。照明像扭曲超過此程度，是因為在扭曲的位置有折線的緣故。亦即，可望把照明像扭曲超過此程度之扭曲部分檢測出作為缺陷。

然而，專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，可知於 2 值化處理隨著區分亮區域（線狀光源像以及線狀光源像內部之缺陷區域）與暗區域（背景區域以及背景區域內部之缺陷區域）之閾值，而有影像資料上之對比很低而無法檢測出缺陷的情形。

亦即，於專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，缺陷係影像上之對比（缺陷導致之亮度變化）比較高者的場合，如圖 3 之垂直方向（成形薄片搬送方向）亮度輪廓圖所示，缺陷導致之亮度變化以跨過 2 值化處理的閾值的方式被觀測到。更詳細說明之，在線狀光源像中作為暗區域被觀測到的缺陷所對應之極小點（圖 3 之谷部分）之亮度值變得更大，且其極小點兩側之極大點的亮度值變得更小。此外，2

值化處理之閾值，在線狀光源像以外作為亮區域被觀測到的缺陷所對應之極大點（圖 3 之山部分）之亮度值變得更大，且其極大點兩側之極小點的亮度值變得更大。而且，在線狀光源像中作為暗區域觀測到的缺陷，或是在線狀光源像之外作為亮區域觀測到的缺陷也被檢測出。亦即，專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，可以確實檢測出對比比較高的缺陷。

另一方面，於專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，缺陷在影像資料上之對比很低的場合，缺陷部分之垂直方向亮度輪廓圖與 2 值化處理之閾值之關係變成圖 4 之垂直方向亮度輪廓圖所示的關係，亦即，缺陷導致之亮度變化變成不跨過 2 值化處理的閾值的關係。作為大體的推測，在滿足次式的場合， $(\text{缺陷導致之亮度變化量}) < \{ (\text{線狀光源像區域之亮度位準}) - (\text{背景區域之亮度位準}) \} / 2 \cdots (1)$ 成為圖 4 所示的關係。成為圖 4 所示的關係時，會看漏缺陷。

但是，影像資料上之缺陷的對比很低，即使滿足式（1）的場合，圖 5 的垂直方向亮度輪廓圖所示之缺陷之亮度變化若是跨過 2 值化處理的閾值而被觀測到的場合，可以檢測出缺陷。亦即，專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，即使在滿足式（1）的場合，亦可藉由缺陷所致之亮度變化與 2 值化處理的閾值之關係而可以檢測出缺陷。

進而，專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，使用動畫像，而在動畫像，缺陷像於 1 個個畫格內被觀測到接近線狀光源

像、通過線狀光源像內，由線狀光源像遠離之動向。亦即，即使是影像資料上之缺陷的對比很低，滿足式（1）的場合，即使於構成動畫像的複數影像之中有 1 個，是缺陷之亮度變化與 2 值化處理的閾值之關係成為圖 5 所示的關係之影像的話，就可以檢測出缺陷。

如以上所述，在專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，以式（1）為界，隨著缺陷導致之亮度變化量變小，看漏缺陷的可能性變高。亦即，專利文獻 1 之缺陷檢查裝置，針對對比低的缺陷之檢測的確實性，還有改善的餘地。

本發明係有鑑於前述問題點而為之發明，目的在於提供可以更確實檢測出種種缺陷，可以提供成形薄片之缺陷檢查裝置。

〔供解決課題之手段〕

相關於本發明之缺陷檢查裝置，為了解決前述課題，係檢測出成形薄片之缺陷的缺陷檢查裝置，其特徵為具備：複數次攝影前述成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影手段，以對前述成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源之像的方式，供照明前述成形薄片之用的線狀光源，以改變前述成形薄片之前述線狀光源之像被投影的位置的方式，使前述成形薄片與前述線狀光源之至少一方，移動在與前述線狀光源之長邊方向交叉，且直交於前述成形薄片的厚度方向之方向上的移動手段，及從藉由前述攝影手段產生的複數 2 次元影像資料檢測出線

缺陷之線缺陷檢測手段；前述線缺陷檢測手段，係藉由以函數曲線套合（fitting）前述 2 次元影像資料之線狀光源之像的邊緣，把線狀光源之像的邊緣與函數曲線之距離在第 1 閾值以上之處所檢測出作為線缺陷之線缺陷檢測演算法，或者是針對前述 2 次元影像資料之線狀光源之像的邊緣，求出各畫素之附近區域之曲率，把曲率在第 2 閾值以上之處所檢測出作為線缺陷之線缺陷檢測演算法來檢測出線缺陷。

根據前述構成，可以更確實檢測出線缺陷。

前述缺陷檢查裝置，最好是進而具有從藉由前述攝影手段產生的複數之 2 次元影像資料來檢測出點缺陷之點缺陷檢測手段。藉此，不僅線缺陷也可以檢測出點缺陷。

於前述缺陷檢查裝置，最好是前述點缺陷檢測手段，係把前述 2 次元影像資料之依存於沿著一直線上的位置之亮度變化表示為亮度輪廓圖，把亮度輪廓圖之數據點群假設為以使數據點間之移動時間成為一定的方式移動之質點，而由注目數據點之前 2 個數據點間之前述質點的速度向量與前述注目數據點之前 3 個之數據點間之前述質點的加速度向量來預測前述注目數據點的亮度值，藉由把預測的亮度值與實際的亮度值之差在第 3 閾值以上之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法，或者使前述 2 次元影像資料平滑化，把被平滑化的 2 次元影像資料與原來的 2 次元影像之料之差分求出作為差分影像資料，把差分影像資料之亮度值在第 4 閾值以上之處所及亮度值在第 5 閾值（

第 5 閾值比第 4 閾值還要小) 以下之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法來檢測出點缺陷。藉此，與專利文獻 1 之技術相較，可以更確實地檢測出對比低的點缺陷（例如圖 4 那樣顯示小的亮度變化之缺陷）。亦即，可以確實檢測出點缺陷及線缺陷雙方。

相關於本發明之缺陷檢查裝置，為了解決前述課題，係檢測出成形薄片之缺陷的缺陷檢查裝置，其特徵為具備：複數次攝影前述成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影手段，以對前述成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源之像的方式，供照明前述成形薄片之用的線狀光源，以改變前述成形薄片之前述線狀光源之像被投影的位置的方式，使前述成形薄片與前述線狀光源之至少一方，移動在與前述線狀光源之長邊方向交叉，且直交於前述成形薄片的厚度方向之方向上的移動手段，及從藉由前述攝影手段產生的複數 2 次元影像資料檢測出點缺陷之點缺陷檢測手段；其中前述點缺陷檢測手段，係把前述 2 次元影像資料之依存於沿著一直線上的位置之亮度變化表示為亮度輪廓圖，把亮度輪廓圖之數據點群假設為以使數據點間之移動時間成為一定的方式移動之質點，而由注目數據點之前 2 個數據點間之前述質點的速度向量與前述注目數據點之前 3 個之數據點間之前述質點的加速度向量來預測前述注目數據點的亮度值，藉由把預測的亮度值與實際的亮度值之差在第 3 閾值以上之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法，或者使前述 2 次元影像資料

平滑化，把被平滑化的 2 次元影像資料與原來的 2 次元影像之料之差分求出作為差分影像資料，把差分影像資料之亮度值在第 4 閾值以上之處所及亮度值在第 5 閾值（第 5 閾值比第 4 閾值還要小）以下之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法來檢測出點缺陷。

藉此，與專利文獻 1 之技術相較，可以更確實地檢測出對比低的點缺陷（例如圖 4 那樣顯示小的亮度變化之缺陷）。

前述缺陷檢查裝置，最好是進而具有從藉由前述攝影手段產生的複數之 2 次元影像資料來檢測出線缺陷之線缺陷檢測手段。藉此，不僅點缺陷也可以檢測出線缺陷。

〔發明之效果〕

如以上所述，本發明，發揮可以提供可更確實檢測出種種缺陷，可以提供成形薄片之缺陷檢查裝置之效果。

【實施方式】

〔實施型態 1〕

參照圖面於以下說明本發明之一實施型態。

相關於本實施型態之缺陷檢查裝置，係檢測成形薄片的缺陷者。相關於本實施型態之缺陷檢查裝置，適用於透光性之成形薄片，特別是熱塑性樹脂等樹脂所構成之成形薄片的檢查。由樹脂所構成之成形薄片，例如可以舉出由壓出機壓出之熱塑性樹脂通過輥之間隙而於表面賦予平滑

或光澤之處理，冷卻於搬送輥上同時藉由拉取輥拉取而成形者。適用於本實施型態之熱塑性樹脂，例如有甲基丙烯酸樹脂、甲基丙烯酸甲酯-苯乙烯共聚合物、聚乙烯或聚丙烯等聚烯烴，聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯醇、三醋酸纖維素樹脂等。成形薄片，亦可由這些熱塑性樹脂中僅 1 種來構成，亦可以是這些熱塑性樹脂之層積複數種類者（層積薄片）。此外，相關於本實施型態之缺陷檢查裝置，適於檢查偏光膜或相位差膜等光學膜，特別是捲成捲筒狀被保管・輸送的長尺寸光學膜。此外，成形薄片可以是具有任何厚度者，一般而言稱為薄膜之比較薄的厚度者，或是一般稱為板之比較厚者均可。

作為成形薄片之缺陷之例，可舉出氣泡（成形時產生者等）、魚眼（fish eye）、異物、輪跡痕、打痕、傷痕等點缺陷；折曲、折線（由於厚度之差異而產生者等）等。

以下根據圖 1 及圖 2 說明相關於本實施型態之缺陷檢查裝置 1 的構成。圖 1 係顯示缺陷檢查裝置 1 之主要部位的功能方塊圖。圖 2 係顯示缺陷檢查裝置 1 的概觀之模式圖。又，於圖 2，以容易識別重疊於成形薄片的構件的方式反轉成形薄片表面之明暗而顯示。亦即，圖 2 之成形薄片表面的黑色區域，實際上為明（亮）區域，圖 2 之成形薄片表面之白色區域，實際上為暗區域。

缺陷檢查裝置 1，係藉由搬送裝置（移動手段）3 把矩形之成形薄片 2 搬送於一定方向，同時藉由線狀光源 4

照明之成形薄片 2 藉由 n 個（ n 為 2 以上之整數）之攝影部（攝影手段） $5_1 \sim 5_n$ 攝影複數次而以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之各個產生複數之 2 次元影像資料，根據產生的 2 次元影像資料使解析裝置 6 檢測出成形薄片 2 的缺陷者。

缺陷檢測裝置 1，具備：搬送成形薄片 2 的搬送裝置（移動手段）3，對成形薄片 2 之攝影區域（藉由攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 攝影的區域；圖 2 之成形薄片 2 表面以虛線表示之矩形）之一部分被投影線狀光源 4 之像的方式照明成形薄片 2 之用的線狀光源 4，複數次攝影線狀光源 4 的反射像（作為來自線狀光源 4 的直接光藉由成形薄片 2 反射而到達攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的結果而被形成的線狀光源 4 之像）及成形薄片 2 的反射像（作為來自線狀光源 4 的散射光藉由成形薄片 2 反射而到達攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的結果而被形成的成形薄片 2 之像）之攝影部 $5_1 \sim 5_n$ ，及根據複數 2 次元影像資料，藉由影像處理演算法（缺陷檢測演算法）檢測出成形薄片 2 的缺陷之解析裝置 6。

搬送裝置 3，以改變成形薄片 2 之線狀光源 4 之像被投影的位置的方式使成形薄片 2 搬送於直交於其厚度方向的方向，特別是於其長邊方向。搬送裝置 3，例如具備使成形薄片 2 搬送於一定方向之送出輥與承接輥，藉由旋轉編碼器（rotary encoder）等計測搬送速度。搬送速度例如被設定為 $2\text{m} \sim 12\text{m}/\text{分}$ 程度。搬送裝置 3 之搬送速度，藉由未圖示之資訊處理裝置等來設定及控制。

線狀光源 4，係以其長邊方向成為與成形薄片 2 的搬

送方向交叉的方向（例如與成形薄片 2 的搬送方向直交的方向）的方式，且線狀光源 4 的反射像橫切成形薄片 2 之攝影區域，於攝影區域之線狀光源 4 的反射像之兩側存在沒有線狀光源像的區域（背景區域）的方式被配置的。線狀光源 4，只要是發出對成形薄片 2 的組成及性質不造成影響的光之光源即可，沒有特別限定，例如有螢光燈（特別是高頻螢光燈）、金屬鹵素燈、鹵素傳送燈等。又，將線狀光源 4，夾著成形薄片 2 配置在對向於攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的位置，藉由攝影部攝影包含線狀光源 4 的透過像（來自線狀光源 4 的直接光透過成形薄片 2 到達攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 而形成的線狀光源 4 之像）以及成形薄片 2 的透過像（來自線狀光源 4 的散射光透過成形薄片 2 到達攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 而形成的成形薄片 2 之像）之 2 次元影像亦可。

攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之各個，攝影複數次包含線狀光源 4 的反射像及成形薄片 2 之反射像的 2 次元影像，產生而輸出複數之 2 次元影像資料。攝影部 $5_1 \sim 5_n$ ，係以攝影 2 次元影像之 CCD（Charge Coupled Device）或是 CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）等攝影元件構成之區域感測器所構成。藉由缺陷檢查裝置 1 檢測出的缺陷的尺寸，依存於攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的分解能，所以配合欲檢測出的缺陷的尺寸而選定攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的分解能即可。又，藉由缺陷檢查裝置 1 檢測出的缺陷的立體形狀（寬幅對高度之比），基本上不依存於攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的分解能，所以沒有隨著欲檢測出的缺陷的種類不同而選擇攝影機分

解能的必要。

攝影部 $5_1 \sim 5_n$ ，係以從攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 朝向成形薄片 2 的攝影區域的中心的的方向與成形薄片 2 的搬送方向夾銳角的方式被配置的。攝影部 $5_1 \sim 5_n$ ，係以成形薄片 2 的寬幅方向（直交於成形薄片 2 的搬送方向，且直交於成形薄片 2 的厚度方向之方向）之全區域被攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之至少 1 個拍攝到的方式，沿著成形薄片 2 的寬幅方向並列配置的。藉由攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 攝影成形薄片 2 的寬幅方向之全區域，可以檢查成形薄片 2 之全區域的缺陷。

攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之攝影間隔（圖框速率），可以是固定的，也可以隨著使用者操作攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 自身而改變，或藉由使用者進行操作而可變更被連接於攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 的資訊處理裝置（未圖示；可省略）亦可。此外，攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之攝影間隔，亦可為數位相機之連續攝影的時間間隔之數分之一秒等，為了提高檢查的效率，最好是以短的時間間隔，例如一般的動畫資料之圖框速率之 $1/30$ 秒等。

此處，各攝影部攝影 1 枚 2 次元影像之後至攝影次一 2 次元影像為止的期間內成形薄片 2 被搬送的距離（搬送距離），係被設定為沿著成形薄片 2 的搬送方向之攝影區域的長度之至少 $1/m$ （ m 為 2 以上）。藉此，包含成形薄片 2 之同一處所的 2 次元影像被攝影 m 次。 m 最好是比 2 更充分地大。藉由增加成形薄片 2 的同一處所之攝影次數，可以高精度地檢查缺陷。

解析裝置 6，如圖 1 所示，接收由各攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 輸

出的複數 2 次元影像資料，輸出根據複數之 2 次元影像資料檢測缺陷的檢測結果（檢查結果）之線缺陷用影像解析部（線缺陷檢測手段） $61_1 \sim 61_n$ 以及點缺陷用影像解析部（點缺陷檢測手段） $62_1 \sim 62_n$ ，及顯示檢測結果（檢查結果）之顯示部 64，與統括控制這些各部之控制 CPU63。

在各攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的複數之 2 次元影像資料，分別被輸入至線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 。

線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之各個，藉由線缺陷檢測演算法，由成形薄片 2 上之線狀光源像位置不同的複數之（複數圖框之）2 次元影像資料檢測出缺陷，將其結果作為檢查結果而輸出。點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之各個，藉由點缺陷檢測演算法，由成形薄片 2 上之線狀光源像位置不同的複數之（複數圖框之）2 次元影像資料檢測出缺陷，將其結果作為檢查結果而輸出。線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，根據由成形薄片 2 上之線狀光源像位置不同的複數之 2 次元影像資料判定是否有缺陷，所以比從前的缺陷檢查裝置更能確實檢測出缺陷。

針對線缺陷檢測演算法及點缺陷檢測演算法，將於後段說明。線缺陷檢測演算法及點缺陷檢測演算法之參數，亦可為固定的，亦可藉由使用者進行操作而改變被連接於線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之資訊處理裝置（未圖示；可省略）。

線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，在藉由線缺陷檢測演算法由 m 個之複數的 2 次元影像資料之中的 L 個 ($L \leq m$) 以上檢測出線缺陷的場合，把有線缺陷之結果作為檢查結果輸出，其他場合，把沒有線缺陷的結果作為檢查結果輸出亦可，或者藉由線缺陷檢測演算法，由 m 個複數 2 次元影像資料之中 L 個以上檢測出線缺陷的場合，把線缺陷位置的資訊作為檢查結果輸出，在其他場合不輸出檢查結果者亦可。2 次元影像資料的個數 m 為 3 以上， L 為 2 以上的場合，藉由線缺陷檢測演算法檢測出線缺陷的 2 次元影像資料的個數比 L 個還要少的場合，該線缺陷檢測結果被視為誤報（原本沒有缺陷但誤認為是缺陷而被檢測出者）而被排除。藉此，可以減低誤報。又，線缺陷位置之資訊作為檢查結果輸出的場合，必須使用可以求出線缺陷位置的線缺陷檢測演算法。

點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，在藉由點缺陷檢測演算法由 m 個之複數的 2 次元影像資料之中的 L 個 ($L \leq m$) 以上檢測出點缺陷的場合，把有點缺陷之結果作為檢查結果輸出，其他場合，把沒有點缺陷的結果作為檢查結果輸出亦可，或者藉由點缺陷檢測演算法，由 m 個複數 2 次元影像資料之中 L 個以上檢測出點缺陷的場合，把點缺陷位置的資訊作為檢查結果輸出，在其他場合不輸出檢查結果者亦可。2 次元影像資料的個數 m 為 3 以上， L 為 2 以上的場合，藉由點缺陷檢測演算法檢測出點缺陷的 2 次元影像資料的個數比 L 個還要少的場合，該點缺陷檢測結果

被視為誤報（原本沒有缺陷但誤認為是缺陷而被檢測出者）而被排除。藉此，可以減低誤報。又，點缺陷位置之資訊作為檢查結果輸出的場合，必須使用可以求出點缺陷位置的點缺陷檢測演算法。

控制 CPU63，統合線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 所輸出的檢查結果製作對應於成形薄片 2 的全區域之檢查結果資訊，使記憶於未圖示的記憶裝置，同時使顯示於顯示部 64。作為對應於成形薄片 2 之全區域的檢查結果資訊，可舉出顯示在成形薄片 2 之全區域有還是沒有缺陷之資訊，或成形薄片 2 的全區域之缺陷地圖等。製作對應於成形薄片 2 的全區域之檢查結果資訊時，以線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之至少一方檢測出缺陷的場合，視為存在缺陷而製作檢查結果資訊。

控制 CPU63，在作為對應於成形薄片 2 的全區域之檢查結果資訊，製作出成形薄片 2 的全區域之缺陷地圖的場合，線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之各個，把 2 次元影像資料上的座標位置變換為成形薄片 2 上之座標位置而產生缺陷位置資訊，將此缺陷位置資訊輸出至控制 CPU63。作為線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之各個之作標變換處理，例如可以使用記載於專利文獻 1 之段落〔0037〕～〔0041〕及〔0050〕～〔0053〕之處理。把缺陷地圖之資訊輸出至標記（marking）裝置（未圖示）及資訊處理

裝置（未圖示），標記裝置根據缺陷地圖在成形薄片 2 上標示缺陷位置的作法亦可採用。此標記裝置，例如具有沿著成形薄片 2 的寬幅方向設置之臂，及具有筆等之標記頭，可以藉由標記頭於臂上在成形薄片 2 的寬幅方向上往復移動而在成形薄片 2 上之任意位置進行標記。此被標記的缺陷位置之資訊，例如，可以利用於在把成形薄片 2 裁斷為複數特定尺寸之片狀品後，把這些片狀品分為正常品與缺陷品的處理等。

又，在前述實施型態，係固定線狀光源 4 而搬送成形薄片 2，但是改變成形薄片 2 之線狀光源 4 之像被投影的位置亦可。亦即，固定成形薄片 2 而移動線狀光源 4 亦可，或是使成形薄片 2 與線狀光源 4 雙方以不同的方向或不同的速度移動亦可。固定成形薄片 2 而移動線狀光源 4 的場合，使攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 與線狀光源 4 以同方向同速度移動者較佳。藉此，可以得到包含線狀光源像之複數 2 次元影像資料。固定成形薄片 2 而移動線狀光源 4 的方法，係以搬送裝置 3 拉伸成形薄片 2 而可以避免線狀光源像扭曲，但一次可以檢查的成形薄片 2 的長度受限於線狀光源 4 之可移動範圍所對應的長度，所以為了有效率地檢查長尺寸的成形薄片 2，最好是如前述實施型態那樣搬送成形薄片 2。

此外，在前述實施型態，線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，雖係根據從相同之攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 所得到的 2 次元畫像資料而檢測出缺陷，但

是，亦可根據不同的攝影部所得到的 2 次元影像資料分別檢測缺陷。藉此，可以把攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之攝影條件（與成形薄片 2 之距離、成形薄片 2 之搬送方向與攝影方向之夾角等）設為適於欲檢測出的缺陷之條件。攝影在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 使用的 2 次元影像資料之攝影部，與攝影在點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用的 2 次元影像資料之用的攝影部相比，以與成形薄片之距離較遠，成形薄片 2 之搬送方向與攝影方向之夾角為較窄者較佳。藉此，可以在最適攝影條件攝影點缺陷及線缺陷雙方，所以可進而精度良好地檢測出點缺陷及線缺陷雙方。

此外，在前述實施型態，以各攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 攝影的 2 次元影像藉由線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 分散處理，但根據攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 攝影的 2 次元影像的相對位置由在以各攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 攝影的 n 枚 2 次元影像合成包含成形薄片 2 的寬幅方向之全區域的 1 枚全寬幅影像，根據全寬幅影像以 1 個線缺陷用影像解析部及 1 個點缺陷用影像解析部檢測缺陷亦可。作為由 n 枚 2 次元影像合成 1 枚全寬幅影像的方法，例如可以使用記載於專利文獻 1 之段落〔0050〕之方法。

其次，說明在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用之線缺陷檢測演算法及點缺陷檢測演算法。作為線缺陷檢測演算法及點缺陷檢測演算法，可以使用以下 7 種缺陷檢測演算法 A～G。又，在以下的說明，2 次元影像資料之亮度值（畫素值），以自然數

來表示。

〔缺陷檢測演算法 A〕

針對缺陷檢測演算法 A，根據圖 6 說明如下。圖 6 (a) 係以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之 1 個所產生的多值 2 次元影像資料（以下稱為原影像資料）之例，影像之上側為搬送方向下游側，影像之下側為搬送方向上游側。於圖 6 (a)，延伸於中央之橫方向的帶狀白區域為線狀光源像，存在於線狀光源像的內部之暗區域，以及存在於線狀光源像附近的小的白區域，為缺陷。

在此缺陷檢測演算法 A，針對以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，把原影像資料，分割為沿著縱方向（成形薄片 2 的搬送方向）之 1 行行的畫素列之資料（表示亮度值（畫素值）以及位置之資料；亮度輪廓圖；1 次元影像資料）。

其次，針對各畫素列之資料，如以下所述進行由一端（圖 6 (a) 之上端）朝向另一端（圖 6 (a) 之下端）探索邊緣之第 1 邊緣判定處理。首先，把畫素列之一端側起算第 2 個畫素作為注目畫素，對注目畫素判定注目畫素亮度值是否比鄰接於一端側的鄰接畫素亮度值還要小閾值 $T1$ 以上。當被判定為注目畫素之亮度值比鄰接畫素的亮度值小閾值 $T1$ 以上的話（亦即，鄰接畫素的亮度值為 La ，注目畫素之亮度值為 Lb 的話， $La - Lb \geq T1$ ），判定為鄰

接畫素為第 1 邊緣，記錄第 1 邊緣的位置（鄰接畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料處理，其他的場合，使注目畫素朝向另一端 1 畫素 1 畫素地移動，同時反覆前述判定直到比起鄰接畫素亮度之注目畫素的亮度值被判定為比閾值 $T1$ 以上，在判定為注目畫素之亮度值比鄰接畫素之亮度值還要小閾值 $T1$ 以上的場合，判定鄰接畫素為第 1 邊緣，記錄第 1 邊緣的位置（鄰接畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料之處理。又，閾值 $T1$ 為任意之自然數，亦可為亮度值之最小單位。閾值 $T1$ 為亮度值的最小單位的場合，前述判定成為只判斷注目畫素之亮度值是否比鄰接畫素之亮度值還要小。

其次，針對各畫素列之資料，如以下所述進行由另一端朝向一端探索邊緣之以下之第 2 邊緣判定處理。首先，把另一端側起算第 2 個畫素作為注目畫素，對注目畫素判定注目畫素之亮度值是否比鄰接於另一端側的鄰接畫素之亮度值還要大閾值 $T2$ 以上。當被判定為注目畫素之亮度值比鄰接畫素的亮度值大閾值 $T2$ 以上的話（亦即，鄰接畫素的亮度值為 L_a ，注目畫素之亮度值為 L_b 的話， $L_b - L_a \geq T2$ ），判定為注目畫素為第 2 邊緣，記錄第 2 邊緣的位置（注目畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料處理，其他的場合，使注目畫素朝向一端 1 畫素 1 畫素地移動，同時反覆前述判定直到注目畫素的亮度值被判定為比鄰接畫素之亮度值大閾值 $T2$ 以上，在判定為注目畫素之亮度值比鄰接畫素之亮度值還要大閾值 $T2$ 以上的場合

，判定注目畫素為第 2 邊緣，記錄第 2 邊緣的位置（注目畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料之處理。又，閾值 $T2$ 為任意之自然數，亦可為亮度值之最小單位。閾值 $T2$ 為亮度值之最小單位的場合，前述判定成為只判斷注目畫素之亮度值是否比鄰接畫素之亮度值還要大閾值以上。

藉由這些第 1 邊緣判定處理檢測出的第 1 邊緣之例於圖 6 (a) 以「 $\triangle$ 」顯示，以及藉由第 2 邊緣判定處理檢測出的第 2 邊緣之例於圖 6 (a) 以「 $\circ$ 」顯示。由圖 6 (a) 可知，在沒有缺陷的區域，於線狀光源像之邊緣以外不存在邊緣，所以第 1 邊緣及第 2 邊緣，一致於線狀光源像之另一端側的邊緣（在圖 6 (a) 之例為下側之邊緣），相互一致。另一方面，由圖 6 (a) 可知，在有缺陷的區域（白區域及黑區域），第 1 邊緣及第 2 邊緣之至少一方，一致於缺陷區域的邊緣，比起線狀光源像之另一端側的邊緣更往邊緣探索開始側偏移，所以第 1 邊緣與第 2 邊緣變成在離開的位置。

此處，接下來針對各畫素列之資料，求出第 1 邊緣起至第 2 邊緣為止的距離（畫素數）作為邊緣間距離。把所求得的邊緣間距離對於畫素列之位置（橫方向的座標）繪圖之輪廓圖顯示於圖 6 (b)。接著，存在此邊緣間距離為閾值 $T3$ 以上之畫素列的話，判定為有缺陷。又，閾值 $T3$ 為任意之自然數，亦可為 1 個畫素。閾值 $T3$ 為 1 個畫素的場合，邊緣間距離非零的畫素列被判定為包含缺陷的畫

素列。閾值 $T3$ 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，多值之次元影像資料為 256 灰階（亮度值 $0 \sim 255$ ；8 位元）之 2 次元影像資料的場合，例如為 3 者較佳。

又，在圖 6 之例把上端作為一端（第 1 邊緣探索開始側），但把畫素列之哪個端作為一端是任意的，把下端當成一端亦可。在該場合，在沒有缺陷的區域，第 1 邊緣及第 2 邊緣，一致於線狀光源像之上側的邊緣。

此缺陷檢測演算法 A，可具有某種程度確實性地檢測出種種點缺陷。但是氣泡或魚眼等微小的點缺陷的檢出確實性，並不高。另一方面，此缺陷檢測演算法 A 不適合線缺陷的檢測。以下，把此缺陷檢測演算法 A 稱為「邊緣輪廓圖法 1」。

〔缺陷檢測演算法 B〕

缺陷檢測演算法 B，係以函數曲線套合 2 次元影像資料之線狀光源像之邊緣，把線狀光源之像的邊緣與函數曲線之距離超過閾值 $T5$ （第 1 閾值）的處所檢出作為缺陷者。

針對缺陷檢測演算法 B，根據圖 7 說明如下。圖 7（a）係以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之 1 個所產生的原影像資料之例，影像之上側為搬送方向下游側，影像之下側為搬送方向上游側。於圖 7（a），延伸於中央之橫方向的帶狀白區域為線狀光源像，線狀光源像的下側邊緣之局部扭曲的部分（非平滑的地方）為缺陷。

在此缺陷檢測演算法 B，針對以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，由原影像資料求出線狀光源像的邊緣之至少一方。所求得的線狀光源像之邊緣之例於圖 7 (a) 以「○」表示。在圖 7 之例求的是線狀光源像的下側邊緣，但求線狀光源像的上側邊緣亦可，求線狀光源像的上側邊緣及下側邊緣雙方亦可。

作為求出線狀光源像的邊緣的方法，可以使用習知之邊緣抽出過濾器（例如索貝爾濾波器（Sobel Filter））抽出邊緣，把強度強的邊緣作為線狀光源像的邊緣的方法，或把 2 次元影像資料分割為 1 行行的畫素列之資料而且由各畫素列之資料求出強的邊緣作為線狀光源像之邊緣的方法，以記載於專利文獻 1 之〔0057〕之方法（進行 2 值化及標記，被標記的區域之中面積比特定值還要大的區域作為線狀光源像之區域而抽出之方法）等。此處，作為一例，說明把原影像資料分割為 1 行行的畫素列之資料而且由各畫素列之資料求取強的邊緣而作為線狀光源像的邊緣之方法。首先，把原影像資料，分割為沿著縱方向（成形薄片 2 的搬送方向）之 1 行行的畫素列之資料。其次，針對各畫素列之資料，如以下所述進行由一端（圖 7 (a) 之上端）朝向另一端（圖 7 (a) 之下端）探索邊緣處理。首先，把一端側起算第 2 個畫素作為注目畫素，對注目畫素判定注目畫素之亮度值是否比鄰接於一端側的鄰接畫素之亮度值小了閾值 T_4 （ T_4 為自然數）以上（亦即，鄰接畫素

的亮度值爲 L_a ，注目畫素之亮度值爲 L_b 的話， $L_a - L_b \geq T_4$ ）。爲了僅檢測出強的邊緣，此時之閾值 T_4 爲比較大之值。當被判定爲注目畫素之亮度值比鄰接畫素的亮度值小了閾值 T_4 以上的場合，判定鄰接畫素爲線狀光源像之邊緣，記錄線狀光源像的邊緣的位置（鄰接畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料處理，其他的場合，使注目畫素朝向另一端 1 畫素 1 畫素地移動，同時反覆前述判定直到注目畫素的亮度值被判定爲比鄰接畫素亮度小了閾值 T_4 以上，在判定注目畫素之亮度值比鄰接畫素之亮度值還要小閾值 T_4 以上的場合，判定鄰接畫素爲線狀光源像之邊緣，記錄線狀光源像的邊緣的位置（鄰接畫素的位置），結束處理對象之畫素列的資料之處理。

接著，把求得的線狀光源像之邊緣之列，套合於以函數表現之平滑的曲線（以函數曲線進行套合（fitting）），求出套合曲線（函數曲線）。使用於套合的函數，可以舉出 n 次函數（ n 爲 2 以上），高斯函數、羅倫茲函數，沃格特（Voigt）函數、這些函數的組合等，其中以 n 比較小的 n 次函數，例如 4 次函數爲較佳。此外，作爲進行套合時使用的套合的評估方法，例如可以使用最小平方法。

其次，把 2 次元影像資料分割爲沿著縱方向（成形薄片 2 的搬送方向）之 1 行行的畫素列之資料，針對各畫素列之資料，求出由套合曲線至線狀光源像的邊緣爲止的距離（畫素數）作爲套合度。把所求得的套合度對於畫素列之位置（橫方向（直交於成形薄片 2 的搬送方向，且直

交於成形薄片 2 的厚度方向之方向) 的座標) 繪圖之輪廓圖顯示於圖 7 (b)。接著，存在此套合度為閾值 $T5$ 以上之畫素列的話，判定該畫素列之線狀光學像的邊緣的位置有缺陷。藉此，可以判定有無缺陷，此外，也可以求出缺陷的位置。如以上所述進行，可以檢測出作為線狀光源像的邊緣之局部扭曲（在邊緣附近之細微的線狀光源像之扭曲）而顯現之線缺陷。又，使用於前述判定的閾值 $T5$ 為任意之自然數，亦可為 1 個畫素。閾值 $T5$ 為 1 個畫素的場合，若存在套合度不是零的畫素列的話，被判定為有缺陷。閾值 $T5$ 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，多值之次元影像資料為 256 灰階之 2 次元影像資料的場合，以 4 較佳。

又，在此缺陷檢測演算法 B，除了判定缺陷的有無以外，亦可求缺陷位置。在該場合，抽出套合度為閾值 $T5$ 以上之畫素列，把被抽出的畫素列之線狀光源像的邊緣與套合曲線之間的畫素的位置作為缺陷位置求出即可。

此缺陷檢測演算法 B，可具有高確實性地檢測出種種線缺陷。另一方面，此缺陷檢測演算法 B 不適合點缺陷的檢測。以下，把此缺陷檢測演算法 B 稱為「邊緣輪廓圖法 2」。

[缺陷檢測演算法 C]

缺陷檢測演算法 C，係使 2 次元影像資料平滑化，把被平滑化的次元影像資料與原來的 2 次元影像資料之差分

作為差分影像資料求出，把差分影像資料之亮度值比閾值 $T6B$ （第 4 閾值； $T6B$ 為任意之正數）還大的處所，以及亮度值在閾值 $T6D$ （第 5 閾值； $T6D$ 係比 $T6B$ 更小的任意正數）以下之處所作為缺陷檢測出者。

以下，進而詳細說明缺陷檢測演算法 C。此缺陷檢測演算法 C，係與線狀光源像的橫方向（直交於成形薄片 2 的搬送方向，且直交於成形薄片 2 的厚度方向之方向）之明暗變化比較，利用缺陷導致之橫方向的明暗變化空間頻率高的情形，抽出原影像資料之高頻成分，把高頻成分之亮度值在閾值 $T6B$ 以上或閾值 $T6D$ 以下的部分作為缺陷檢測出者。

（1）首先，使用 1 行 n 列（ n 為 3 以上之整數）之橫方向平滑化過濾器（行列），使原影像資料平滑化（smoothing）於橫方向，得到被平滑化的影像資料。藉此，除去原影像資料之橫方向亮度變化之高頻區域，針對橫方向亮度變化僅剩下低頻成分（剩下橫方向亮度變化之低頻成分及縱方向亮度變化）。作為前述橫方向平滑化過濾器，可以使用高斯過濾器等加權平均化過濾器、平均化過濾器。又， n 最好為 3。

（2）其次，由原影像資料減去前述被平滑化的影像資料（減算各畫素之亮度值）。藉此，僅剩下原影像資料之橫方向亮度變化之高頻成分。

（3）接著對藉由減算得到的影像資料使用 3×3 畫素之平滑化過濾器（操作子，operator）進行平滑化。藉由此

平滑化，除去雜訊，剩下雜訊以外之高頻成分。作為前述平滑化過濾器，最好使用雙邊過濾器（bilateral filter）或正中過濾器（median filter）等那樣進行保存邊緣的平滑化者。

（4）接著，由原影像資料求出線狀光源像之上側邊緣（搬送方向下游側之邊緣）及下側邊緣（搬送方向上游側之邊緣）。求出線狀光源像之邊緣的方法，與關於缺陷檢測演算法 B 所說明者相同，所以省略說明。接著，把原影像資料之成形薄片 2 的搬送方向為 X 軸，構成上側邊緣的全畫素之 X 座標值中求出最小值 Min，由構成下側邊緣的全畫素之 X 座標值之中求出最大值 Max。接著，由最小值 Min 減去最大值 Max 之值視為線狀光源像之寬幅 W，把 X 座標值由最大值 Max 至最小值 Min 為止的區域僅往外側移動寬幅 W 擴展的區域定義為檢查區域。亦即，X 座標值在 $Max - (Min - Max)$ 以上而 $Min + (Min - Max)$ 以下之座標定義為檢查區域。此處理，係把檢查對象區域僅集中到線狀光源像及其附近區域。此外，使檢查區域比 X 座標值由最大值 Max 至最小值 Min 為止的區域更往外側擴展，是為了包含線狀光源像之多少包含扭曲而作為檢查區域。

（5）其次，由前述（3）之被施以平滑化後之影像資料（雜訊以外之高頻成分）之檢查區域內的畫素之亮度值，藉由次式，決定明亮（bright）側（亮度高之側）之閾值 T6B 以及暗（dark）側（亮度低之側）之閾值 T6D。

$T6B = (\text{檢查區域內之平均亮度值}) + (\text{檢查區域內之亮度值之標準差}) \times k$

$T6D = (\text{檢查區域內之平均亮度值}) - (\text{檢查區域內之亮度值之標準差}) \times k$

(k 表正數之參數)

又， k 之值，只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，例如為 1.5、3、4.5 等。

(6) 其次，針對被施以前述 (3) 之平滑化後的影像資料之檢查區域內的全畫素，進行判定其亮度值在閾值 $T6B$ 以上或閾值 $T6D$ 以下之處理 (閾值處理)，把閾值 $T6B$ 以上或閾值 $T6D$ 以下的畫素，抽出作為缺陷部位。藉此，可以判定有無缺陷，此外，也可以求出缺陷的位置。

又，在以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的原影像資料所包含的雜訊很少的場合，亦可省略 (3) 之平滑化處理。此外，在沒有必要把檢查對象區域集中到僅線狀光源像及其附近區域的場合，亦可以省略 (4) 之定義檢查區域的處理，而把 (5) (6) 之處理，對影像資料全體進行。

此缺陷檢測演算法 C，可以具有高確實性地檢測出氣泡或魚眼等包含微小缺陷之各種點缺陷。另一方面，此缺陷檢測演算法 C 不適合線缺陷的檢測。但是，針對處理時間，比起此缺陷檢測演算法 C，其他缺陷檢測演算法比較短 (缺陷檢測演算法 C 的處理時間，例如每 1 圖框為 40ms 程度)。以下，把此缺陷檢測演算法 C 稱為「高通濾器 (hipass filter) 法」。

〔缺陷檢測演算法 D〕

針對缺陷檢測演算法 D，根據圖 8 及圖 9 說明如下。

圖 8 係以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之 1 個所產生的原影像資料之例，影像之上側為搬送方向下游側，影像之下側為搬送方向上游側。於圖 8，延伸於中央之橫方向的帶狀白區域為線狀光源像，存在於線狀光源像的內部之暗區域，以及存在於線狀光源像附近的小的白區域，為缺陷。於圖 8，線狀光源像的上方及下方之曲線，顯示檢查對象區域的上限及下限。

在此缺陷檢測演算法 D，針對以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，把原影像資料，分割為沿著縱方向（成形薄片 2 的搬送方向）之 1 行行的畫素列之資料求出表示各畫素列之依存於位置的亮度值變化之數據點列作為垂直方向亮度輪廓圖。所求得的垂直方向亮度輪廓圖之例顯示於圖 9。

此例，係關於圖 8 之箭頭所示的位置之畫素列的垂直方向亮度輪廓圖，y 係以下方向（以圖 8 之箭頭所示的方向；與成形薄片 2 的搬送方向相反的方向）為 y 軸時之 y 座標。

其次，針對各畫素列之垂直方向亮度輪廓圖，求出谷部分之深度（參照圖 8）。亦即，首先針對各畫素列之垂直方向亮度輪廓圖，求出所有的極大點及極小點，針對求得的所有的極小點，把該極小點之亮度值（極小值）與最

靠近該極小點的極大點之亮度值（極大值）之差，作為谷部分之深度求出。所求得的谷的部分的深度為閾值 $T7$ 以上（ $T7$ 為正數）的話，其谷部分被判定為有缺陷。閾值 $T7$ 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，多值之次元影像資料為 256 灰階之 2 次元影像資料的場合，例如為 0.25×255 較佳。

此缺陷檢測演算法 D，處理時間比較短。此缺陷檢測演算法 D，可具有某種程度確實性地檢測出種種點缺陷。特別是適合於線狀光源像的邊緣附近之產生局部的明暗反轉的點缺陷的檢測。但是點缺陷及包含其附近的影像有必要是高對比，氣泡或魚眼、胎痕等微小的點缺陷的檢出確實性並不高。另一方面，此缺陷檢測演算法 D 不適合線缺陷的檢測。以下，把此缺陷檢測演算法 D 稱為「峰值法」。

〔缺陷檢測演算法 E〕

缺陷檢測演算法 E，係把依存於 2 次元影像資料之沿著一直線上的位置之亮度變化表示為亮度輪廓圖，把亮度輪廓圖之數據點群假設為數據點間之移動時間成為一定的方式移動之質點，在注目數據點之前 2 個數據點間之前述質點的速度向量與前述注目數據點之前 3 個數據點間之前述質點的加速度向量來預測前述注目數據點之亮度值，把預測的亮度值與實際亮度值之差比閾值 $T8$ 還大（第 3 閾值， $T8$ 為自然數）的處所作為缺陷檢測出者。

針對缺陷檢測演算法 E，根據圖 10 及圖 11 說明如下。
此缺陷檢測演算法 E，係提高峰值法的精度者，替代谷之深度而根據實測值與預測值之差檢測出缺陷。

在此缺陷檢測演算法 E，針對以攝影部 $S_1 \sim S_n$ 產生的複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，與峰值法同樣，求出各畫素列之垂直方向亮度輪廓圖。所求得的垂直方向亮度輪廓圖之例以亮度值為 x 軸，顯示於圖 10。此垂直方向亮度輪廓圖之圓圈部，係以此缺陷檢測演算法 E 欲檢測出的對應於缺陷的輪廓圖。

其次，針對各畫素間的垂直方向亮度輪廓圖，假設以使鄰接的數據點間之移動時間不拘於數據點間的距離成為一定的方式，由數據點列之一端往另一端移動之質點。而前述質點，如圖 11 所示，由數據點 c 往鄰接的數據點 b ，由數據點 b 往鄰接的數據點 a ，由數據點 a 往鄰接的數據點 d 移動。此外，數據點 d 為對應於注目畫素之數據點。

接著，求出數據點 d 之前質點所通過的 3 個數據點 $a \sim c$ 之質點的速度向量及加速度向量。亦即，根據前述移動時間、數據點 d 之前質點通過的 2 個數據點 a 與 b 的座標（ x 座標、 y 座標），求出數據點 b 至數據點 a 為止的區間之前述質點的速度向量。進而，根據前述移動時間、數據點 d 之前質點通過的數據點 b 及 c 的座標（ x 座標、 y 座標），求出數據點 c 至數據點 b 為止的區間之前述質點的速度向量，根據數據點 b 至數據點 a 為止的區間之前述質點的速度向量，與數據點 c 至數據點 b 為止的區間之前

述質點的速度向量，求出數據點 c 至數據點 a 為止的區間之前述質點的加速度向量。接著，由數據點 b 至數據點 a 為止的區間之前述質點的速度向量，與數據點 c 至數據點 a 為止的區間之前述質點的加速度向量，預測數據點 d 的座標（位置）。

求出如此預測的數據點 d 的 x 座標（亮度值），與數據點 d 之實際（實測）的 x 座標（亮度值）之差，若這些之差達閾值 T8 以上的話把對應於數據點 d 之畫素作為缺陷部位予以抽出。藉此，可以判定有無缺陷，此外，也可以求出缺陷的位置。閾值 T8 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，多值之次元影像資料為 256 灰階之 2 次元影像資料的場合，例如以 20 較佳。

此缺陷檢測演算法 E，可具有高確實性地檢測出種種點缺陷。以下，把此缺陷檢測演算法 E 稱為「峰值法 2」。

〔缺陷檢測演算法 F〕

針對缺陷檢測演算法 F，根據圖 12 說明如下。圖 12（a）係以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 之 1 個所產生的原影像資料之例，影像之上側為搬送方向下游側，影像之下側為搬送方向上游側。於圖 12（a），延伸於中央之橫方向的帶狀白區域為線狀光源像，線狀光源像的下側邊緣之局部扭曲的部分（對水平線之傾斜很大之處）為缺陷。

在此缺陷檢測演算法 F，針對以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的

複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，由原影像資料求出線狀光源像的邊緣之至少一方。所求得之線狀光源像之邊緣之例於圖 12 (a) 以「○」表示。在圖 12 之例求的是線狀光源像的下側邊緣，但求線狀光源像的上側邊緣亦可，求線狀光源像的上側邊緣及下側邊緣雙方亦可。求出線狀光源像之邊緣的方法，與關於缺陷檢測演算法 B 所說明者相同，所以省略說明。

其次，以橫方向為 x 軸，縱方向為 y 軸，二次微分線狀光源像之邊緣曲線（邊緣輪廓圖） $y = f(x)$ ，而求出二次微分輪廓圖。所求得的二次微分輪廓圖之例顯示於圖 12 (b)。

接著，針對線狀光源像之邊緣的各畫素，判定二次微分是否在閾值 $T9$ （ $T9$ 為正數）以上，把二次微分在閾值 $T9$ 以上之畫素（高頻之處）判定為缺陷部位。藉此，可以判定有無缺陷，此外，也可以求出缺陷的位置。閾值 $T9$ 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可。

此缺陷檢測演算法 F，適合線狀光源像的邊緣作為局部彎曲而呈現的線缺陷之檢測。此缺陷檢測演算法 F，缺陷檢測能力不太高。以下，把此缺陷檢測演算法 F 稱為「邊緣曲線法 1」。

[缺陷檢測演算法 G]

缺陷檢測演算法 G，係針對 2 次元影像資料之線狀光源像之邊緣，求出各畫素之附近區域（附近 $2N+1$ 畫素之

範圍)之曲率，區域在閾值 $T10$ (第 2 閾值； $T10$ 為正數)以上之處所檢出作為缺陷者。

針對缺陷檢測演算法 G，根據圖 13(a)～圖 13(c)說明如下。

在此缺陷檢測演算法 G，針對以攝影部 $5_1 \sim 5_n$ 產生的複數枚原影像資料之各個，進行以下之處理。

首先，由原影像資料求出線狀光源像的邊緣之至少一方。所求得的線狀光源像之邊緣之例顯示於圖 13(a)～圖 13(c)。求出線狀光源像之邊緣的方法，與關於缺陷檢測演算法 B 所說明者相同，所以省略說明。

其次，針對線狀光源像之邊緣的曲線，求出在各點(各畫素)之曲率。求曲率之方法，沒有特別限定，亦可使用數學上既定的數學式進行計算的方法，在這樣的方法處理時間會變長，所以用以下之方法近似求出曲率是比較好的。

(1) 對邊緣上之注目畫素(圖 13(a)～圖 13(c)之黑色點)左右(或者前後)每隔 N 個畫素(圖 13(a)～圖 13(c)之白色點)與注目畫素所構成的範圍(注目畫素附近 $2N+1$ 畫素之範圍)作為計算對象範圍(N 為自然數)。 N ，只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，例如最好為 30。圖 13(a)～圖 13(c)之例，係 N 為 3 的場合。

(2) 接著以直線連結計算對象範圍的兩端之畫素。

(3) 跨計算對象範圍之全畫素，由該直線求出預測

亮度值，求出對預測亮度值之實際亮度值（邊緣曲線上之亮度值）之增量，積算該增量或者該增量之絕對值。藉由此處所得到的積算值，可以充分近似注目畫素附近 $2N+1$ 畫素的範圍之曲率（可得到與使用數學上既定的數學式計算之曲率幾乎相同的曲率值）。此處，在使用增量之積算值之構成，係如圖 13（c）那樣在計算對象範圍內發生有時往直線之上行進有時往直線下行進的微小的亮度值變化的場合，抵銷這些變化故意忽視，而求出曲率的近似值。另一方面，在使用增分的絕對值之積算值的構成，即使那樣的變化發生的場合，也包含那樣的變化求出曲率的近似值。如果想把圖 13（c）那樣在計算對象範圍內有時往直線之上行進有時往直線下行進的微小的亮度值變化作為缺陷檢測出來的話，只要使用增量的絕對值之積算值構成即可。相反的，容許這樣的變化而並不作為缺陷來檢測出的場合，使用增量之積算值來構成即可。

（4）把注目畫素由線狀光源像之邊緣之端至端 1 個 1 個畫素移動同時針對邊緣上之所有畫素計算前述積算值。藉此，產生曲率近似值之輪廓圖（曲率輪廓圖）。

其次，針對前述曲率輪廓圖之線狀光源像之邊緣的各畫素，判定曲率是否在閾值 $T10$ 以上，把所求得的曲率在閾值 $T10$ 以上之畫素判定為缺陷部位（或者缺陷候補）。藉此，可以判定有無缺陷，此外，也可以求出缺陷的位置。成形薄片 2 多少有些翹曲所以線狀光源像的邊緣也多少有些彎曲，所以線狀光源像之邊緣的曲率若在某個程度以

內的話，應該容許視為不是缺陷。亦即，閾值 T_{10} 應該取比較大之值。閾值 T_{10} 只要因應於容許的缺陷的尺寸而適當決定即可，多值之次元影像資料為 256 灰階之 2 次元影像資料的場合，例如以 110 較佳。

此缺陷檢測演算法 G，可具有高確實性地檢測出種種線缺陷。以下，把此缺陷檢測演算法 G 稱為「邊緣曲線法 2」。

於本實施型態，在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 及點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 分別使用之線缺陷檢測演算法及點缺陷檢測演算法之組合，為以下之某一個。

(A) 在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 使用的線缺陷檢測演算法係邊緣輪廓圖法 2 或邊緣曲線法 2，在點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用的點缺陷檢測演算法係高通過濾器法或峰值法 2。

(B) 在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 使用的線缺陷檢測演算法係邊緣輪廓圖法 2 或邊緣曲線法 2，在點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用的點缺陷檢測演算法係高通過濾器法或峰值法 2 以外之缺陷檢測演算法。

(C) 在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 使用的線缺陷檢測演算法係邊緣輪廓圖法 2 或邊緣曲線法 2 以外之缺陷檢測演算法，在點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用的點缺陷檢測演算法係高通過濾器法或峰值法 2。

(A) ~ (C) 之組合之中，以 (A) 之組合最佳。(A) 之組合的場合，可以確實檢測出線缺陷及點缺陷雙方

。(B)之組合的場合，可以確實檢測出線缺陷。(C)之組合的場合，可以確實檢測出點缺陷。

〔實施型態 2〕

本發明之其他實施型態根據圖 14 說明如下。又，爲了說明上的方便，對在前述實施型態 1 所示之各構件具有相同機能之構件，賦予相同符號，省略其說明。

相關於本實施型態之缺陷檢查裝置，取代圖 1 所示之解析裝置 6 而具備圖 14 所示之解析裝置 6A 以外，具備相關於實施型態 1 的缺陷檢查裝置 1 之相同的構成。解析裝置 6A，如圖 14 所示，係由圖 1 所示之解析裝置 6 省略點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 。

於本實施型態，在線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 使用的線缺陷檢測演算法，爲邊緣輪廓圖法 2 或邊緣曲線法 2。在本實施型態，可以確實檢測出線缺陷。

又，本實施型態之缺陷檢查裝置，可以單獨使用，但以與可檢測出點缺陷的缺陷檢查裝置組合使用較佳。藉此，不僅線缺陷也可以檢測出點缺陷。與本實施型態之缺陷檢查裝置組合之可檢測出點缺陷的缺陷檢查裝置，亦可爲週知之種種缺陷檢查裝置，但最好是後述之實施型態 3 之缺陷檢查裝置。亦即，可以確實檢測出線缺陷及點缺陷雙方。

〔實施型態 3〕

本發明之其他實施型態根據圖 15 說明如下。又，爲了說明上的方便，對在前述實施型態 1 所示之各構件具有相同機能之構件，賦予相同符號，省略其說明。

相關於本實施型態之缺陷檢查裝置，取代圖 1 所示之解析裝置 6 而具備圖 15 所示之解析裝置 6B 以外，具備相關於實施型態 1 的缺陷檢查裝置 1 之相同的構成。解析裝置 6B，如圖 15 所示，係由圖 1 所示之解析裝置 6 省略線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 。

於本實施型態，在點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 使用的點缺陷檢測演算法，爲高通過濾器法或峰值法 2。在本實施型態，可以確實檢測出點缺陷。

又，本實施型態之缺陷檢查裝置，可以單獨使用，但以與可檢測出線缺陷的缺陷檢查裝置組合使用較佳。藉此，不僅點缺陷也可以檢測出線缺陷。與本實施型態之缺陷檢查裝置組合之可檢測出線缺陷的缺陷檢查裝置，亦可爲週知之種種缺陷檢查裝置，但最好是實施型態 2 之缺陷檢查裝置。亦即，可以確實檢測出線缺陷及點缺陷雙方。

〔實驗例〕

接著，爲了確認本發明之效果，使用類似於相關前述實施型態之缺陷檢查裝置之 14 種實驗用缺陷檢查裝置顯示進行實驗的結果。

第 1～第 7 實驗用缺陷檢查裝置，係由相關於前述實施型態 3 的缺陷檢查裝置省略攝影部 $5_2 \sim 5_n$ ，作爲搬送裝

置 3，替代搬送輥，而使用將成形薄片 2 載置於其表面進行搬送之輸送帶。第 1～7 實驗用缺陷檢查裝置，係由包含點缺陷之樣品檢測出點缺陷之用者。

第 1 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣輪廓圖法 1 之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 2 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣輪廓圖法 2 之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 3 實驗用缺陷檢查裝置具備使用高通過濾器法之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 4 實驗用缺陷檢查裝置具備使用峰值法之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 5 實驗用缺陷檢查裝置具備使用峰值法 2 之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 6 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣曲線法 1 之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ ，第 7 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣曲線法 2（使用增量之積算值之方法）之點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 。

第 8～第 14 實驗用缺陷檢查裝置，係由相關於前述實施型態 2 的缺陷檢查裝置省略攝影部 $5_2 \sim 5_n$ ，作為搬送裝置 3，替代搬送輥，而使用將成形薄片 2 載置於其表面進行搬送之輸送帶。第 8～14 實驗用缺陷檢查裝置，係由包含線缺陷之樣品檢測出線缺陷之用者。

第 8 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣輪廓圖法 1 之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 9 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣輪廓圖法 2 之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 10 實驗用缺陷檢查裝置具備使用高通過濾器法之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 11 實驗用缺陷檢查裝置

具備使用峰值法之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 12 實驗用缺陷檢查裝置具備使用峰值法 2 之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 13 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣曲線法 1 之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ ，第 14 實驗用缺陷檢查裝置具備使用邊緣曲線法 2（使用增量之積算值之方法）之線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 。

在本實驗例，作為成形薄片 2，使用包含不同種類之點缺陷 10 種類之偏光片之樣品，與包含不同種類線缺陷 6 種類之偏光片之樣品。包含線缺陷之 10 種樣品，係包含氣泡之樣品 01、包含魚眼的樣品 02、包含第 1 異物之樣品 03、包含與第 1 異物不同的第 2 異物之樣品 04、包含第 1 胎痕之樣品 06、包含與第 1 胎痕不同的第 2 胎痕之樣品 07、包含第 1 打痕之樣品 08、包含與第打痕不同的第 2 打痕之樣品 09、包含第 1 傷痕之樣品 11、及包含與第 1 傷痕不同的第 2 傷痕之樣品 12。包含線缺陷的 6 種樣品是包含折曲（線缺陷）之樣品 10、包含與第 1 折曲不同的第 2 折曲（線缺陷）的樣品 13、包含沿著成形薄片 2 的搬送方向之折線的樣品 51、包含與成形薄片 2 的搬送方向直交之強的折線的樣品 52、包含與成形薄片 2 的搬送方向直交之弱的折線的樣品 53、及包含對成形薄片 2 的搬送方向為斜向之折線的樣品 54。）

此外，在第 1～14 之實驗用缺陷檢查裝置，作為攝影部 51，使用攝影二次元影像之，可以產生 256 灰階之橫 512 畫素×縱 480 畫素之二次元影像資料的，使用 CCD 元

件之主動掃描區域感測器。在第 1~14 之實驗用缺陷檢查裝置，作為線狀光源 4，使用貼附銳利邊緣罩蓋（sharp edge hood）（使線狀光源像的邊緣銳利化之罩蓋）之高頻螢光燈。在第 1~14 之實驗用缺陷檢查裝置，使根據輸送帶之成形薄片 2 的搬送速度為 $20\text{mm}/\text{sec}$ （ $=1.2\text{m}/\text{min}$ ）。此外，係使由輸送帶之端（圖 2 之前方之端）起算位於 145mm 的距離之位置成為攝影部 5₁ 之攝影區域的中心。此外，計算此 145mm 使用金屬尺，使由金屬尺到缺陷為止的距離為 55mm 。

在供檢測出點缺陷之用的第 1~7 實驗用缺陷檢查裝置，以使成形薄片 2 上之攝影區域（視野）成為橫（直交於成形薄片 2 的搬送方向，且直交於成形薄片 2 的厚度方向之方向） 51.2mm ×縱（成形薄片 2 的搬送方向） 48mm 的方式，調整攝影部 5₁ 的位置及角度。但是，以前述主動掃描區域感測器之 512 畫素× 480 畫素之中，由上起算第 240 個畫素的位置（上下方向之中央位置）之橫方向上排列的 512 畫素攝影成形薄片 2 表面之橫向 51.2mm 之區域的方式調整攝影部之位置及角度。亦即，以從成形薄片 2 至攝影部 5₁ 為止之距離成為 190mm 的方式調整攝影部 5₁ 之位置，此外以攝影部 5₁ 之攝影方向（由攝影部 5₁ 之聚光透鏡的中心起，朝向藉由攝影部 5₁ 攝影的區域的中心之方向）與成形薄片 2 表面之夾角角度成為 40 度的方式調整攝影部 5₁ 之角度。在此場合，攝影部 5₁ 之解析度為 $100\mu\text{m}/\text{畫素}$ 。此外，在供檢測出點缺陷之用的第 1~7

實驗用缺陷檢查裝置，作為主動掃描區域感測器，焦點距離為 25mm，最小 F 值為 1.4，透鏡先端工作距離為 270mm 之 C 固定件（C mount）之透鏡安裝於主動掃描區域感測器本體者，光圈調整為約 11。

此外，在供檢測出點缺陷之用的第 1~7 實驗用缺陷檢查裝置，線狀光源 4 之長邊方向與成形薄片 2 之搬送方向直交，由成形薄片 2 至線狀光源 4 為止的距離為 240mm，且連結成形薄片 2 上的攝影區域的中心與線狀光源 4 的中心之直線對成形薄片 2 表面成為夾 37 度角的方式，配置線狀光源 4。

在供檢測出線缺陷的第 8~14 實驗用缺陷檢查裝置，以成形薄片 2 上之攝影區域成為橫 204.8mm×縱 192mm 的方式調整攝影部 5₁ 的位置與角度。但是，以前述主動掃描區域感測器之 512 畫素×480 畫素之中，由上起算第 240 個畫素的位置（上下方向之中央位置）之橫方向上排列的 512 畫素攝影成形薄片 2 表面之橫向 204.8mm 之區域的方式調整攝影部 5₁ 之位置及角度。亦即，以從成形薄片 2 至攝影部 5₁ 為止之距離成為 400mm 的方式調整攝影部 5₁ 之位置，此外以攝影部 5₁ 之攝影方向與成形薄片 2 表面之夾角角度成為 15 度的方式調整攝影部 5₁ 之角度。在此場合，攝影部 5₁ 之解析度為 200 μ m / 畫素。此外，在供檢測出線缺陷之用的第 8~14 實驗用缺陷檢查裝置，作為主動掃描區域感測器，焦點距離為 25mm，最小 F 值為 1.4，透鏡先端工作距離為 490mm 之 C 固定件（C mount）之

透鏡安裝於主動掃描區域感測器本體者，光圈調整為約 5.6～8。

此外，在供檢測出線缺陷的第 8～14 實驗用缺陷檢查裝置，線狀光源 4 之長邊方向對成形薄片 2 之搬送方向成為 25 度角度的方式配置線狀光源 4，使線狀光源 4 之工作距離為 900mm。

此處，以確實可以檢測出直徑 0.5mm 的點缺陷的方式設定缺陷檢測演算法之參數。在第 1 及第 8 實驗用缺陷檢查裝置，把邊緣輪廓圖法 1 之閾值 T3 設定為 3。在第 2 及第 9 實驗用缺陷檢查裝置，把邊緣輪廓圖法 2 之閾值 T5 設定為 4。在第 3 及第 10 實驗用缺陷檢查裝置，把邊緣輪廓圖法 2 之 k 設定為 4.5，使用邊緣輪廓圖法 2 之橫方向平滑化過濾器作為 1 行 3 列之平滑化過濾器。在第 4 及第 11 實驗用缺陷檢查裝置，把峰值法之閾值 T7 設定為最大亮度值之 25%（ 255×0.25 ）。在第 5 及第 12 實驗用缺陷檢查裝置，把峰值法 2 之閾值 T8 設定為 20。在第 6 及第 13 實驗用缺陷檢查裝置，把邊緣曲線法 1 使用的參數之距離設定為 15、把 k 設定為 5。在第 7 及第 14 實驗用缺陷檢查裝置，作為邊緣曲線法 2 使用求出前述之近似的曲率的方法，把計算對象範圍定為對注目畫素前後 30 畫素之範圍（亦即使 N 為 15），使閾值 T10 為 110。

接著，使用第 1～7 實驗用缺陷檢查裝置，調查是否可由包含 10 種點缺陷的樣品檢測出點缺陷，使用第 8～14 之實驗用缺陷檢查裝置，調查是否可由包含 6 種線缺陷的

樣品檢測出線缺陷，所得結果顯示於表 1。

[表 1]

	缺陷樣品之 編號及種類	邊緣輪廓 圖法1		邊緣輪廓 圖法2		高通過濾器法		峰值法		峰值法2		邊緣曲線法1		邊緣曲線法2	
		檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定	檢出畫 格數	判定
點缺陷	1 氣泡	1	△	0	×	7	◎	0	×	7	◎	3	○	0	×
	2 魚眼	1	△	1	△	12	◎	2	△	8	◎	1	△	0	×
	3 異物	5	○	0	×	16	◎	10	◎	15	◎	1	△	0	×
	4 異物	7	◎	1	△	16	◎	10	◎	16	◎	0	×	0	×
	6 胎痕	10	◎	0	×	13	◎	2	△	7	◎	0	×	0	×
	7 胎痕	10	◎	0	×	7	◎	0	×	7	◎	2	△	0	×
	8 打痕	12	◎	1	△	12	◎	10	◎	20	◎	2	△	0	×
	9 打痕	5	○	0	×	8	◎	3	○	12	◎	0	×	0	×
	11 傷痕	25	◎	20	◎	30	◎	16	◎	30	◎	11	◎	15	◎
	12 傷痕	6	○	0	×	10	◎	5	○	10	◎	0	×	0	×
	10 折曲	1	△	18	◎	20	◎	0	×	20	◎	4	◎	15	◎
	13 折曲	0	×	8	◎	1	△	0	×	0	×	1	△	15	◎
線缺陷	51 折線MD	0	×	300	◎	0	×	0	×	0	×	0	×	300	◎
	52 折線TD(強)	200	◎	200	◎	0	×	50	◎	50	◎	200	◎	200	◎
	53 折線TD(中)	0	×	200	◎	0	×	0	×	0	×	0	×	200	◎
	54 折線TD(弱)	0	×	200	◎	0	×	0	×	0	×	4	○	200	◎
誤報(1800畫格中)		2		0		3		8		8		57		1	

在第 1～7 實驗用缺陷檢查裝置，被攝影的成形薄片 2 之動畫之全圖框數（全擷取枚數）為 150 枚，1 個缺陷檢測對象點或點缺陷進入攝影部 5₁ 的攝影區域而由攝影部 5₁ 之攝影區域離開為止的期間內，30 圖框之動畫以攝影部 5₁ 攝影的。亦即，若缺陷經常可見到，以攝影部 5₁ 攝影的 2 次元影像資料之中，前述期間內攝影的 30 枚（30 圖框）之 2 次元影像資料內會包含著缺陷的影像。在表 1 之點缺陷之各行，於前述期間內攝影的 30 圖框之 2 次元影像資料之中，藉由各實驗用缺陷檢查裝置檢測出缺陷的圖框（畫格）數目（被檢測出缺陷的次數）記載於「檢出畫格數」之欄。

在第 8～14 實驗用缺陷檢查裝置，1 個缺陷檢測對象點進入攝影部 5₁ 的攝影區域而由攝影部 5₁ 之攝影區域離開為止的期間內，300 圖框之動畫被攝影部 5₁ 攝影的。在表 1 之線缺陷之各行，於前述期間內攝影的 300 圖框之 2 次元影像資料之中，藉由各實驗用缺陷檢查裝置檢測出缺陷的圖框（畫格）數目記載於「檢出畫格數」之欄。

於表 1，檢出畫格數為 0 代表無法檢測出缺陷，檢出畫格數的大小，顯示缺陷檢出的精度或是確實性。例如檢出畫格數為 1～2 畫格那樣很少的數目的場合，認為缺陷檢出的精度很低。在表 1，藉由本案申請人獨自定下的判斷基準，把缺陷檢出之精度分類為「×」（檢出畫格數為 0 畫格）、「△」（檢出畫格數為 1～2 畫格）、「○」（檢出畫格數為 3～6 畫格）、「◎」（檢出畫格數為 7 畫格）。

格以上)之4個階段，記載於「判定」之欄位。

此外，於表1，「誤報」之行，顯示於1800圖框(畫格)中有幾個圖框發生誤報。

由表1之結果，可知藉由使用高通過濾器法以及峰值法2之缺陷檢查裝置(第3及第5實驗用缺陷檢查裝置)，可以精度佳地檢測出所有種類之點缺陷。亦即，於相關於前述實施型態之缺陷檢查裝置，使用點缺陷用影像解析部 $62_1 \sim 62_n$ 之點缺陷檢測演算法若為高通過濾器法或峰值法2的話，可以精度佳地檢測出所有種類之點缺陷。

此外，由表1之結果，可知藉由使用邊緣輪廓圖法2以及邊緣曲線法2之缺陷檢查裝置(第2及第7實驗用缺陷檢查裝置)，可以精度佳地檢測出所有種類之線缺陷。亦即，於相關於前述實施型態之缺陷檢查裝置，使用線缺陷用影像解析部 $61_1 \sim 61_n$ 之線缺陷檢測演算法若為邊緣輪廓圖法2或邊緣曲線法2的話，可以精度佳地檢測出所有種類之線缺陷。

此外，於表1之幾乎所有的場合，檢出畫格比最大值(點缺陷的場合為30，線缺陷的場合為300)還小，所以在本實驗例使用於缺陷的檢測之複數枚之2次元影像資料(動畫資料)之中僅根據1枚之2次元影像資料(靜止影像資料)而檢測缺陷的方法，有無法檢測出缺陷的可能性。例如，在本實驗例使用於缺陷的檢測之複數枚2次元影像資料之中隨機選擇1枚2次元影像資料，僅根據該1枚2次元影像資料要檢測出包含於樣品13的折曲的場合，即

使使用可以確實檢測出折曲的缺陷檢測演算法（邊緣曲線法 2）也只能夠以 8/300 之低的機率檢測到折曲。

本發明並不被限定於前述各實施型態，申請專利範圍所示的範圍內可以進行種種變更，針對適當組合不同的實施型態所分別揭示的技術手段而得到的實施型態也被包含於本發明之技術範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1 係顯示相關於本發明的一實施型態之缺陷檢查裝置的主要部構成的功能方塊圖。

圖 2 係顯示前述缺陷檢查裝置的概觀之模式圖。

圖 3 係供說明從前技術的問題點之圖。

圖 4 係供說明從前技術的問題點之圖。

圖 5 係供說明從前技術的問題點之圖。

圖 6 係供說明缺陷檢測演算法之一例（邊緣輪廓圖法 1）之圖。

圖 7 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（邊緣輪廓圖法 2）之圖。

圖 8 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（峰值法）之圖。

圖 9 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（峰值法）之圖。

圖 10 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（峰值法 2）之圖。

圖 11 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（峰值法 2）之圖。

圖 12 係供說明缺陷檢測演算法之其他例（邊緣曲線法 1）之圖。

圖 13（a）係供說明缺陷檢測演算法之其他例（邊緣曲線法 2）之圖。

圖 13（b）係供說明缺陷檢測演算法之其他例（邊緣曲線法 2）之圖。

圖 13（c）係供說明缺陷檢測演算法之其他例（邊緣曲線法 2）之圖。

圖 14 係顯示相關於本發明的其他實施型態之缺陷檢查裝置的主要部構成的功能方塊圖。

圖 15 係顯示相關於本發明的進而其他之實施型態之缺陷檢查裝置的主要部構成的功能方塊圖。

【主要元件符號說明】

1：缺陷檢查裝置

2：成形薄片

3：搬送裝置（移動手段）

4：線狀光源

5₁～5_n：攝影部（攝影手段）

6：解析裝置

6A：解析裝置

6B：解析裝置

$61_1 \sim 61_n$: 線缺陷用影像解析部 (線缺陷檢測手段)

$62_1 \sim 62_n$: 點缺陷用影像解析部 (點缺陷檢測手段)

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98139122

※申請日：98 年 11 月 18 日

※IPC 分類：G01N 21/892 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

成形薄片之缺陷檢查裝置

Defect inspection device for formed sheet

二、中文發明摘要：

本發明之缺陷檢查裝置，係具備：複數次攝影成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影部 ($5_1 \sim 5_n$)，以對成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源像的方式供照明成形薄片之用的線狀光源，以改變成形薄片之線狀光源像的位置的方式，使成形薄片，移動在與線狀光源之長邊方向交叉，且直交於成形薄片的厚度方向之方向上搬送之搬送裝置，及從攝影部 ($5_1 \sim 5_n$) 產生的複數 2 次元影像資料藉由線缺陷檢測演算法檢測出缺陷之線缺陷用影像解析部 ($61_1 \sim 61_n$)，與從攝影部 ($5_1 \sim 5_n$) 產生的複數 2 次元影像資料藉由點缺陷檢測演算法檢測出缺陷之點缺陷用影像解析部 ($62_1 \sim 62_n$)。藉此，可以更確實檢測出種種缺陷，可以提供成形薄片之缺陷檢查裝置。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種缺陷檢查裝置，係檢測出成形薄片之缺陷的缺陷檢查裝置，其特徵為具備：

複數次攝影前述成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次元影像資料之攝影手段，

以對前述成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀光源之像的方式，供照明前述成形薄片之用的線狀光源，

以改變前述成形薄片之前述線狀光源之像被投影的位置的方式，使前述成形薄片與前述線狀光源之至少一方，移動在與前述線狀光源之長邊方向交叉，且直交於前述成形薄片的厚度方向之方向上的移動手段，及

從藉由前述攝影手段產生的複數 2 次元影像資料檢測出線缺陷之線缺陷檢測手段；

前述線缺陷檢測手段，係藉由

以函數曲線套合（fitting）前述 2 次元影像資料之線狀光源之像的邊緣，把線狀光源之像的邊緣與函數曲線之距離在第 1 閾值以上之處所檢測出作為線缺陷之線缺陷檢測演算法，或者是

針對前述 2 次元影像資料之線狀光源之像的邊緣，求出各畫素之附近區域之曲率，把曲率在第 2 閾值以上之處所檢測出作為線缺陷之線缺陷檢測演算法來檢測出線缺陷。

2. 如申請專利範圍第 1 項之缺陷檢查裝置，其中

進而具有從藉由前述攝影手段產生的複數之 2 次元影

像資料來檢測出點缺陷之點缺陷檢測手段。

3. 如申請專利範圍第 2 項之缺陷檢查裝置，其中
前述點缺陷檢測手段，係

把前述 2 次元影像資料之依存於沿著一直線上的位置
之亮度變化表示為亮度輪廓圖，把亮度輪廓圖之數據點群
假設為以使數據點間之移動時間成為一定的方式移動之質
點，而由注目數據點之前 2 個數據點間之前述質點的速度
向量與前述注目數據點之前 3 個之數據點間之前述質點的
加速度向量來預測前述注目數據點的亮度值，藉由把預測
的亮度值與實際的亮度值之差在第 3 閾值以上之處所檢測
出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法，或者

使前述 2 次元影像資料平滑化，把被平滑化的 2 次元
影像資料與原來的 2 次元影像資料之差分求出作為差分影
像資料，把差分影像資料之亮度值在第 4 閾值以上之處所
及亮度值在第 5 閾值（第 5 閾值比第 4 閾值還要小）以下
之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法來檢測出點
缺陷。

4. 一種缺陷檢查裝置，係檢測出成形薄片之缺陷的
缺陷檢查裝置，其特徵為具備：

複數次攝影前述成形薄片之 2 次元影像產生複數 2 次
元影像資料之攝影手段，

以對前述成形薄片之被攝影的區域的一部份投影線狀
光源之像的方式，供照明前述成形薄片之用的線狀光源，

以改變前述成形薄片之前述線狀光源之像被投影的位

置的方式，使前述成形薄片與前述線狀光源之至少一方，移動在與前述線狀光源之長邊方向交叉，且直交於前述成形薄片的厚度方向之方向上的移動手段，

及從藉由前述攝影手段產生的複數 2 次元影像資料檢測出點缺陷之點缺陷檢測手段；

前述點缺陷檢測手段，係

把前述 2 次元影像資料之依存於沿著一直線上的位置之亮度變化表示為亮度輪廓圖，把亮度輪廓圖之數據點群假設為以使數據點間之移動時間成為一定的方式移動之質點，而由注目數據點之前 2 個數據點間之前述質點的速度向量與前述注目數據點之前 3 個之數據點間之前述質點的加速度向量來預測前述注目數據點的亮度值，藉由把預測的亮度值與實際的亮度值之差在第 3 閾值以上之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法，或者

使前述 2 次元影像資料平滑化，把被平滑化的 2 次元影像資料與原來的 2 次元影像資料之差分求出作為差分影像資料，把差分影像資料之亮度值在第 4 閾值以上之處所及亮度值在第 5 閾值（第 5 閾值比第 4 閾值還要小）以下之處所檢測出作為點缺陷之點缺陷檢測演算法來檢測出點缺陷。

5. 如申請專利範圍第 4 項之缺陷檢查裝置，其中

進而具有從藉由前述攝影手段產生的複數之 2 次元影像資料來檢測出線缺陷之線缺陷檢測手段。

圖 1

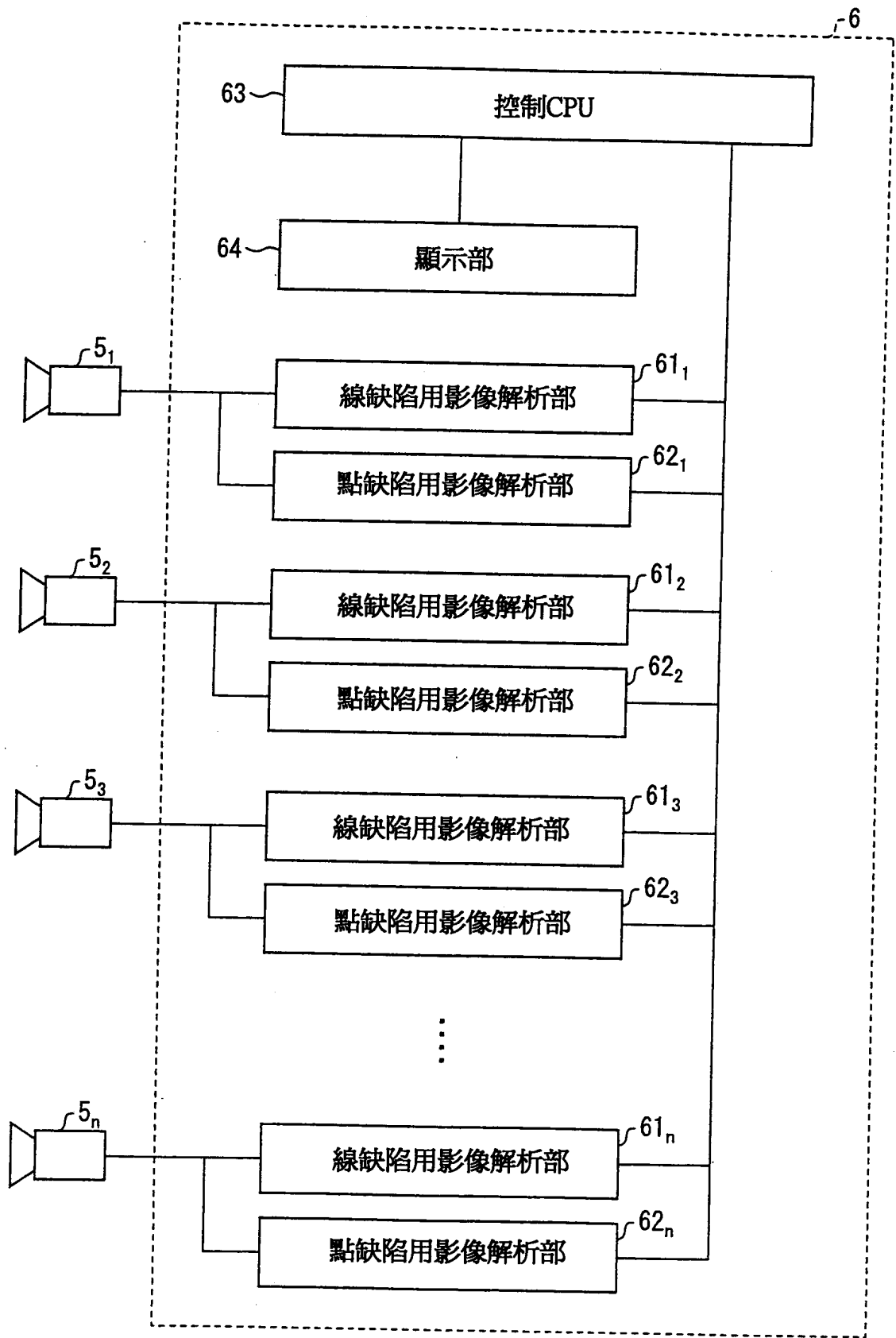


圖2

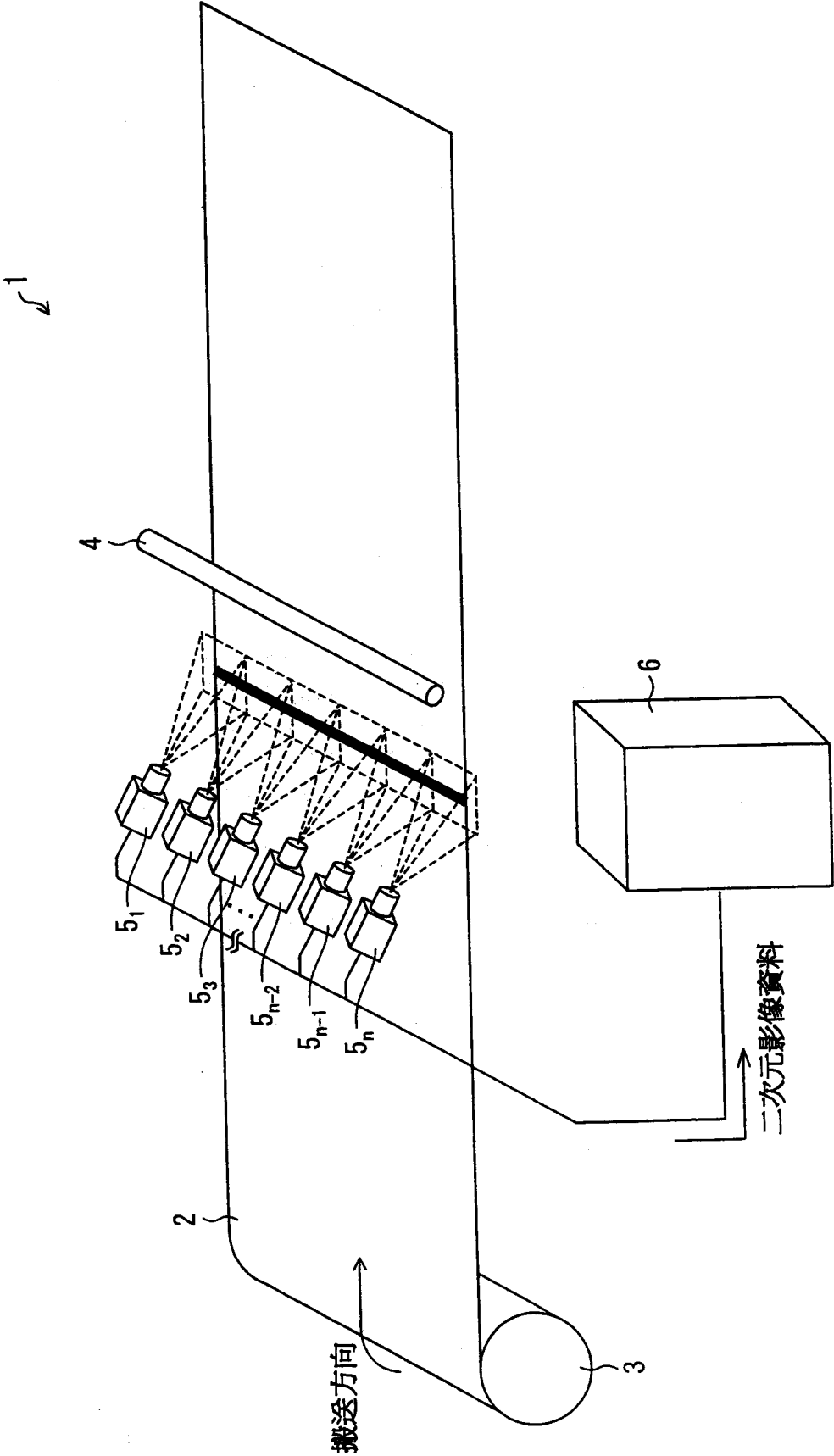


圖 3

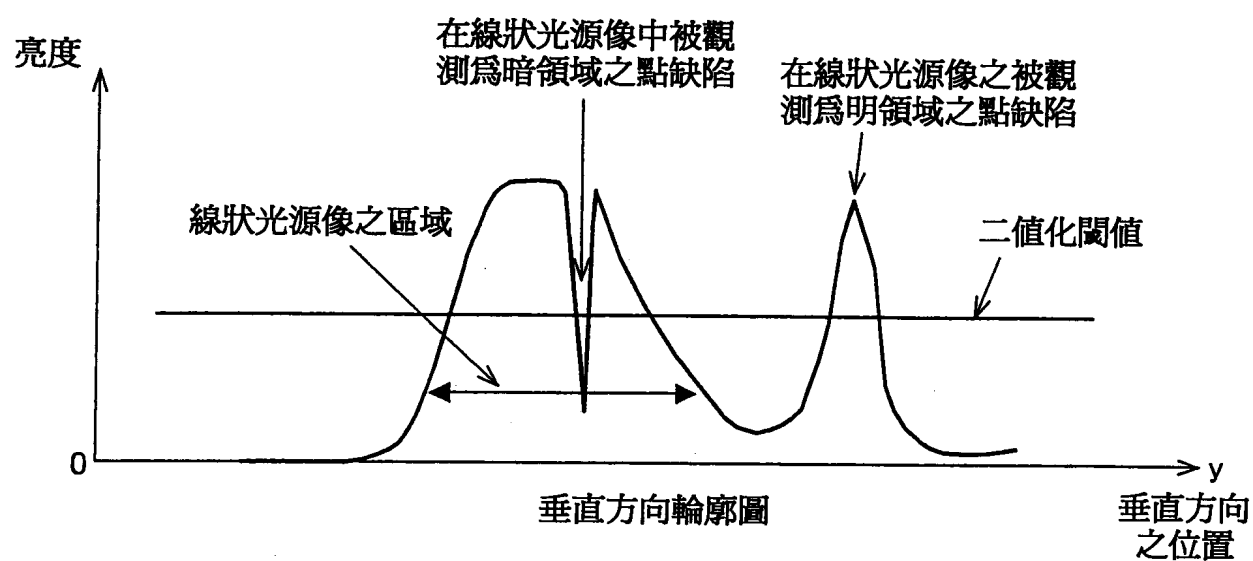


圖 4

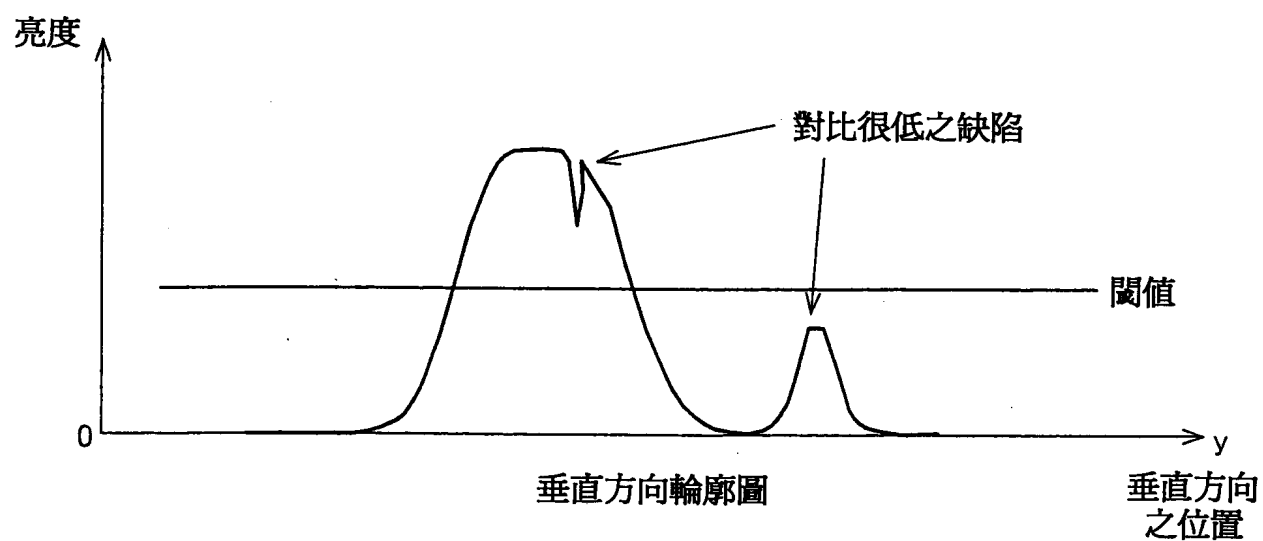


圖5

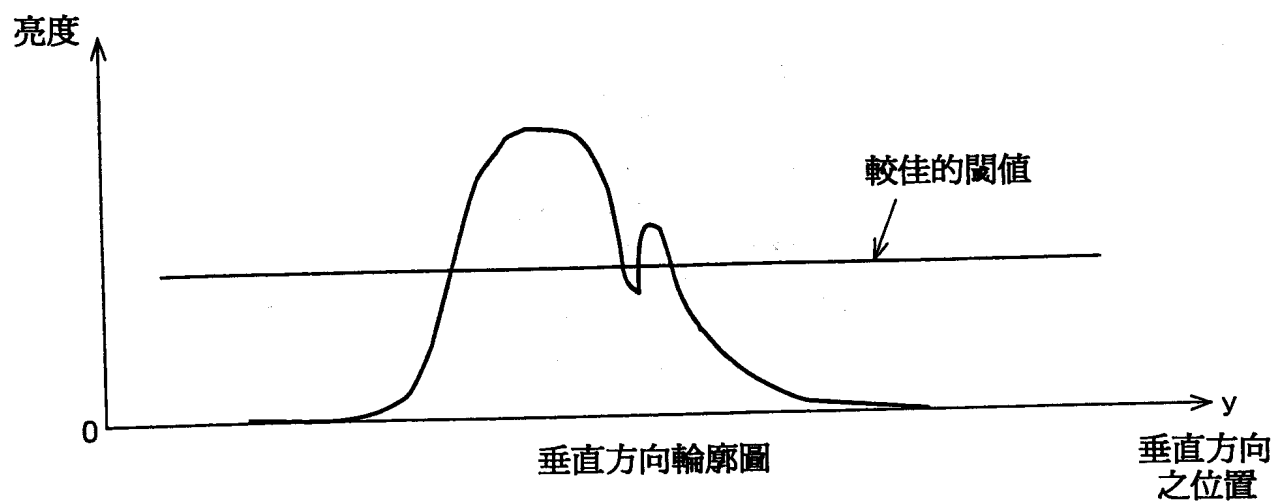


圖 6

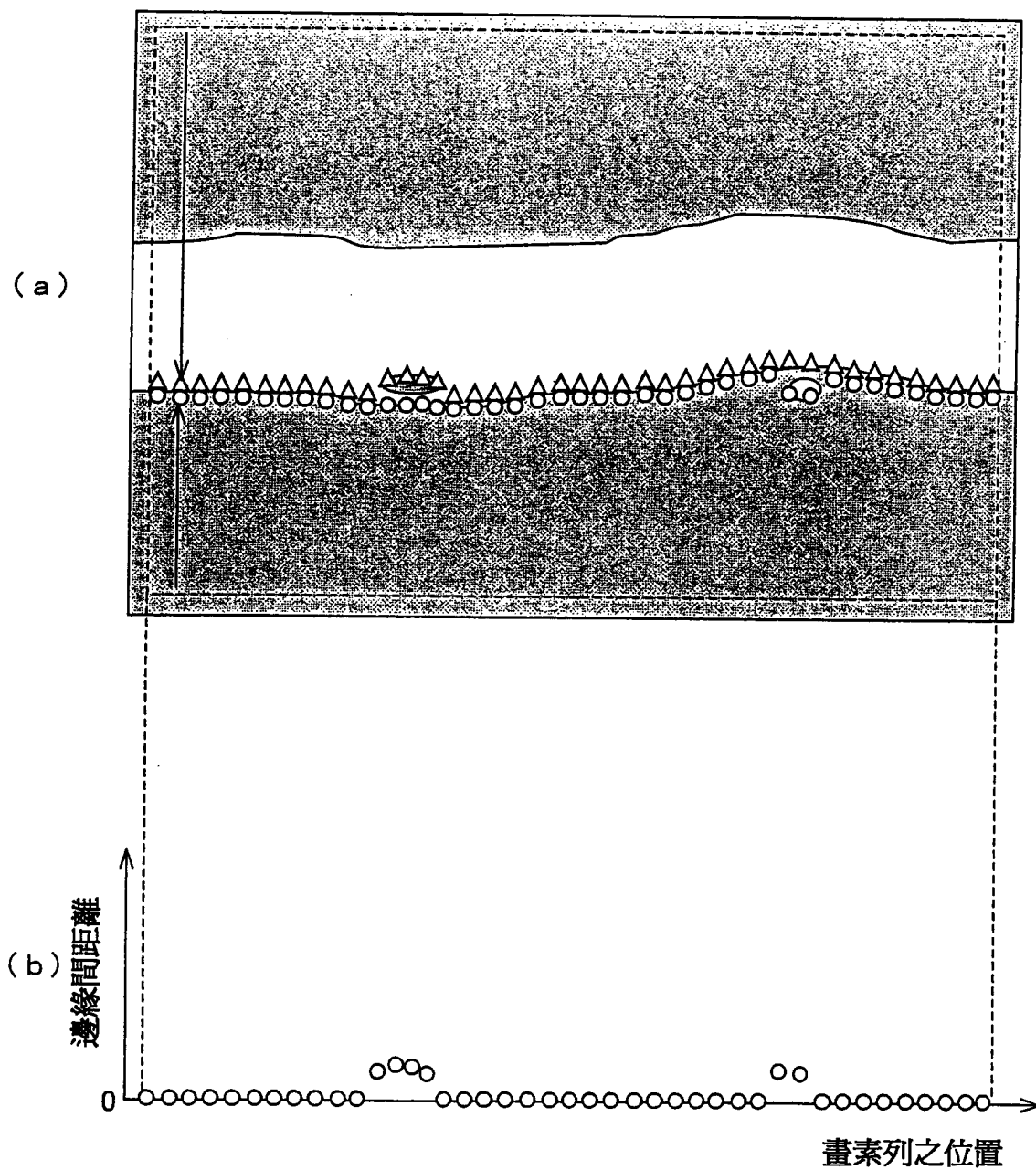


圖 7

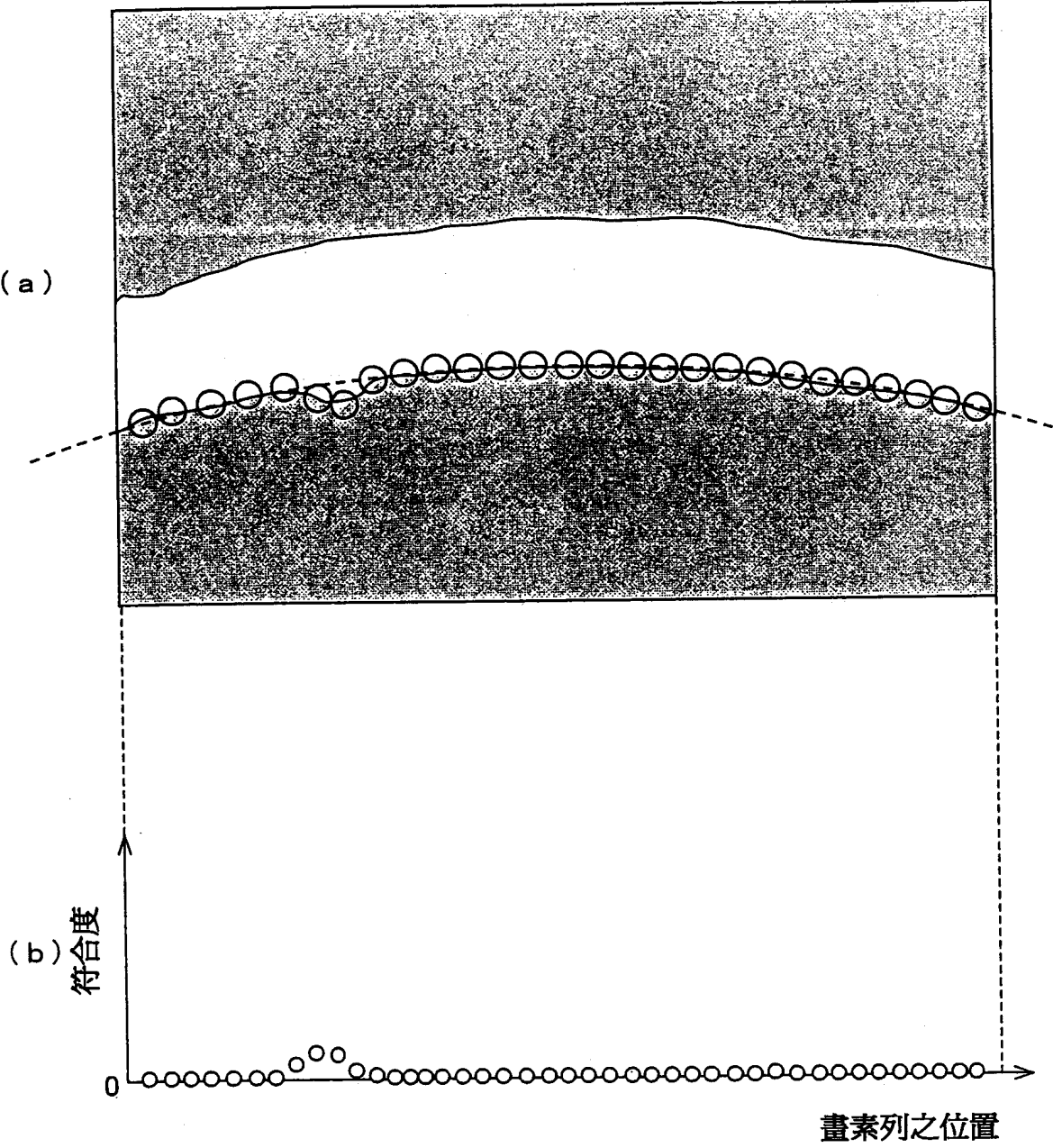


圖 8

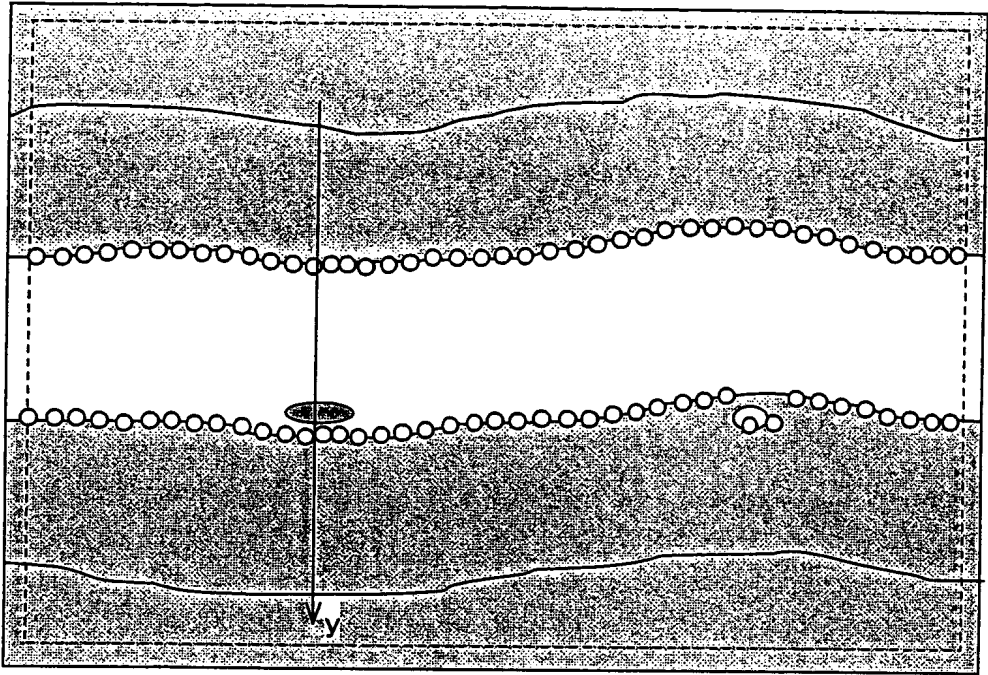


圖 9

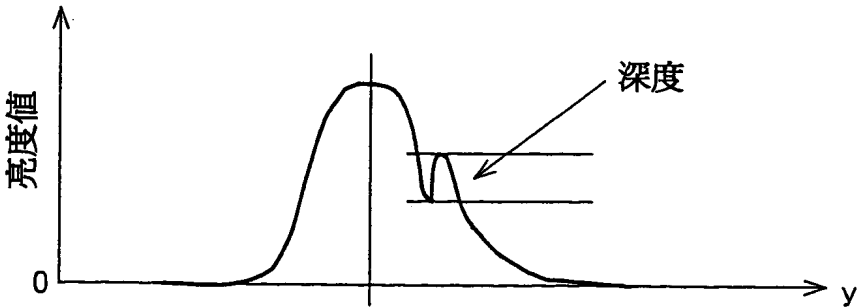


圖 10

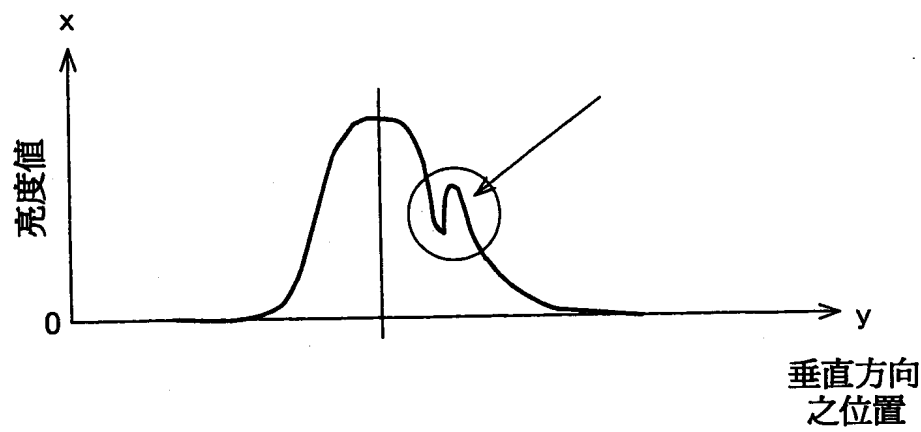


圖 11

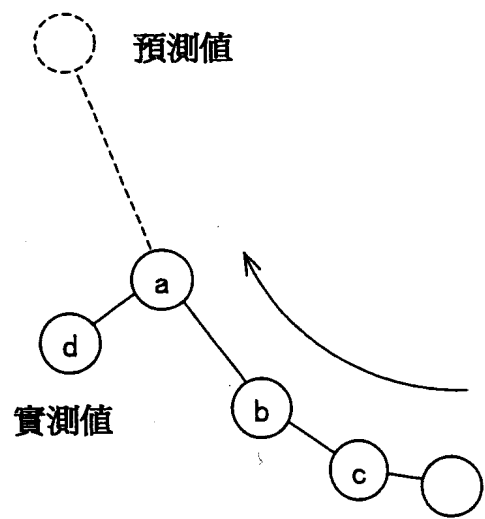


圖12

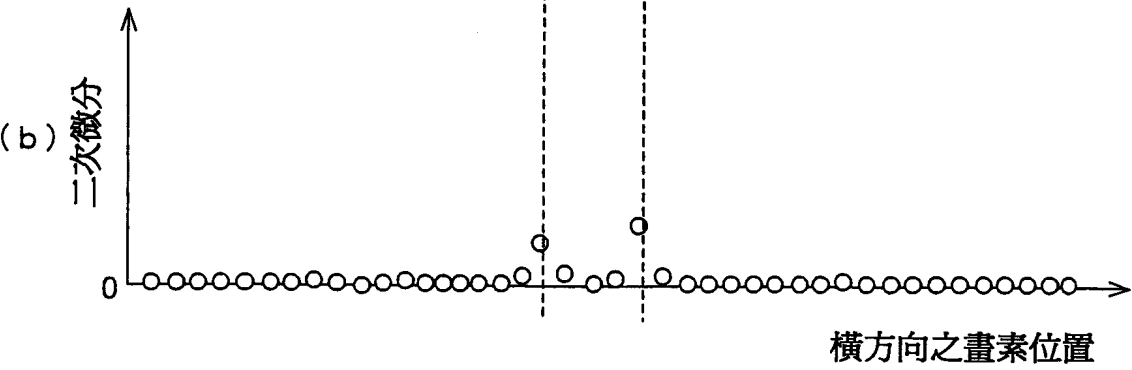
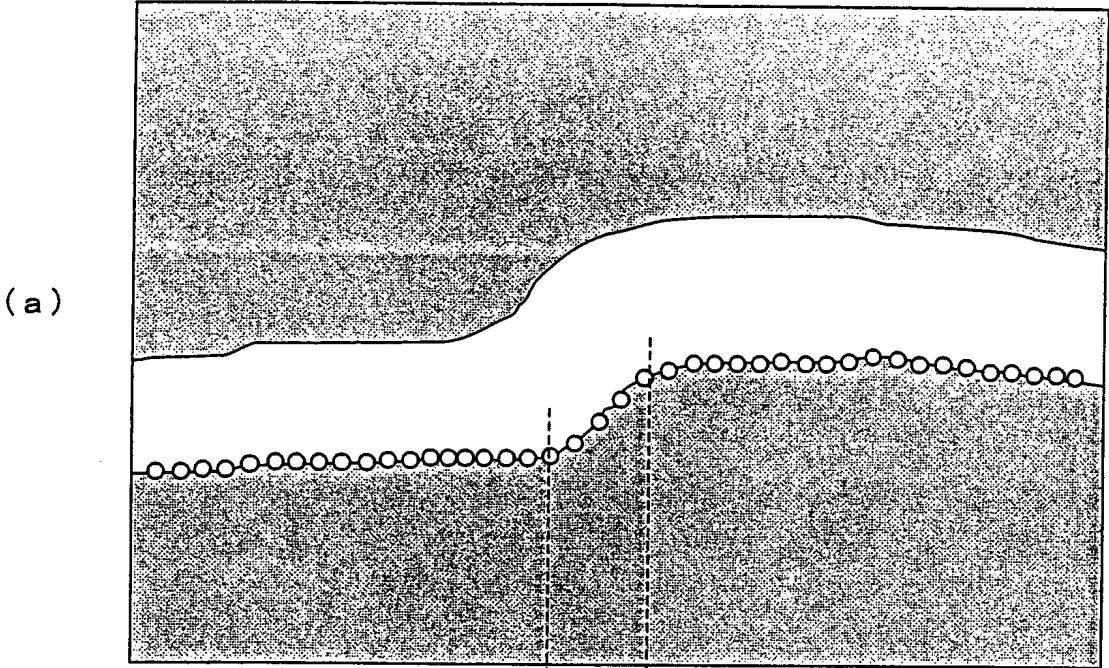


圖 13(a)

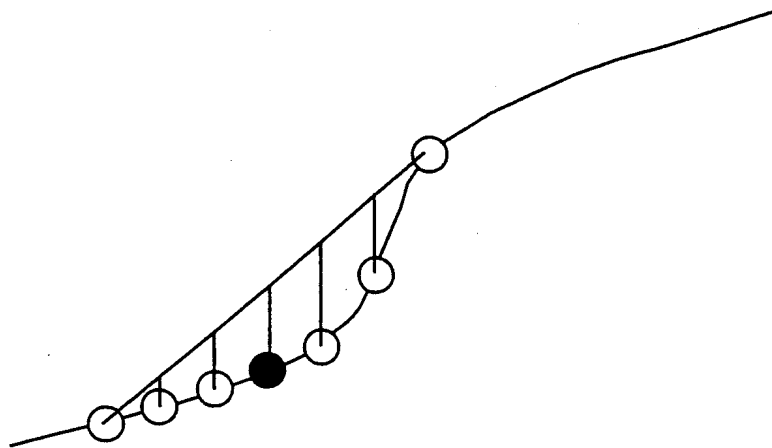


圖 13(b)

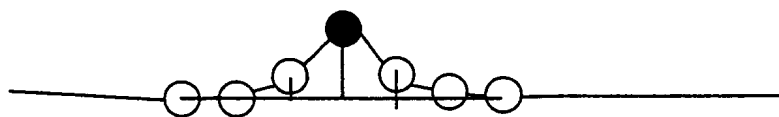


圖 13(c)

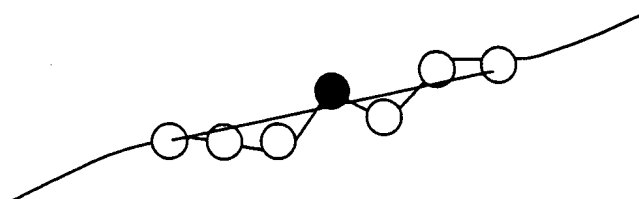


圖 14

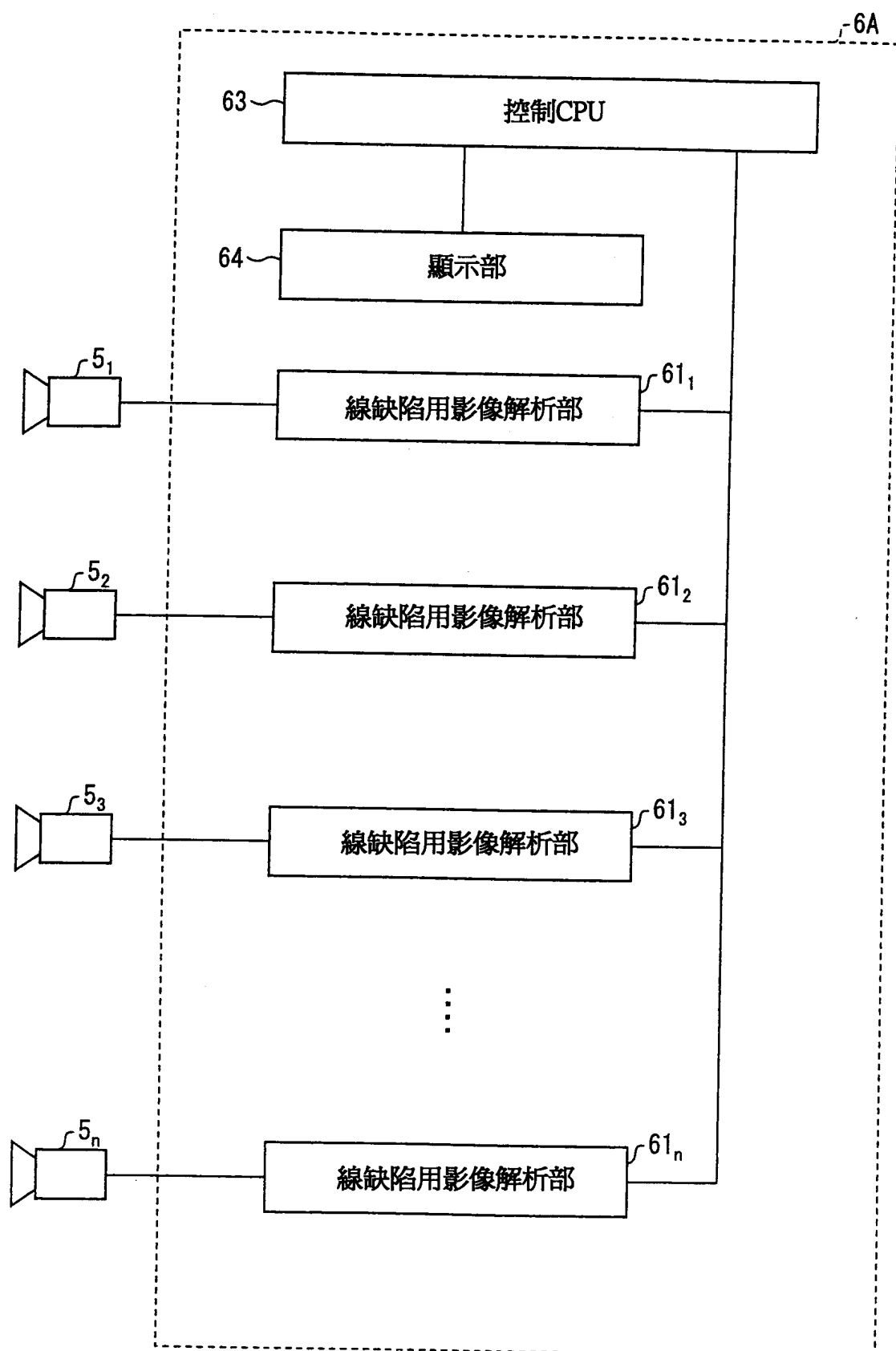
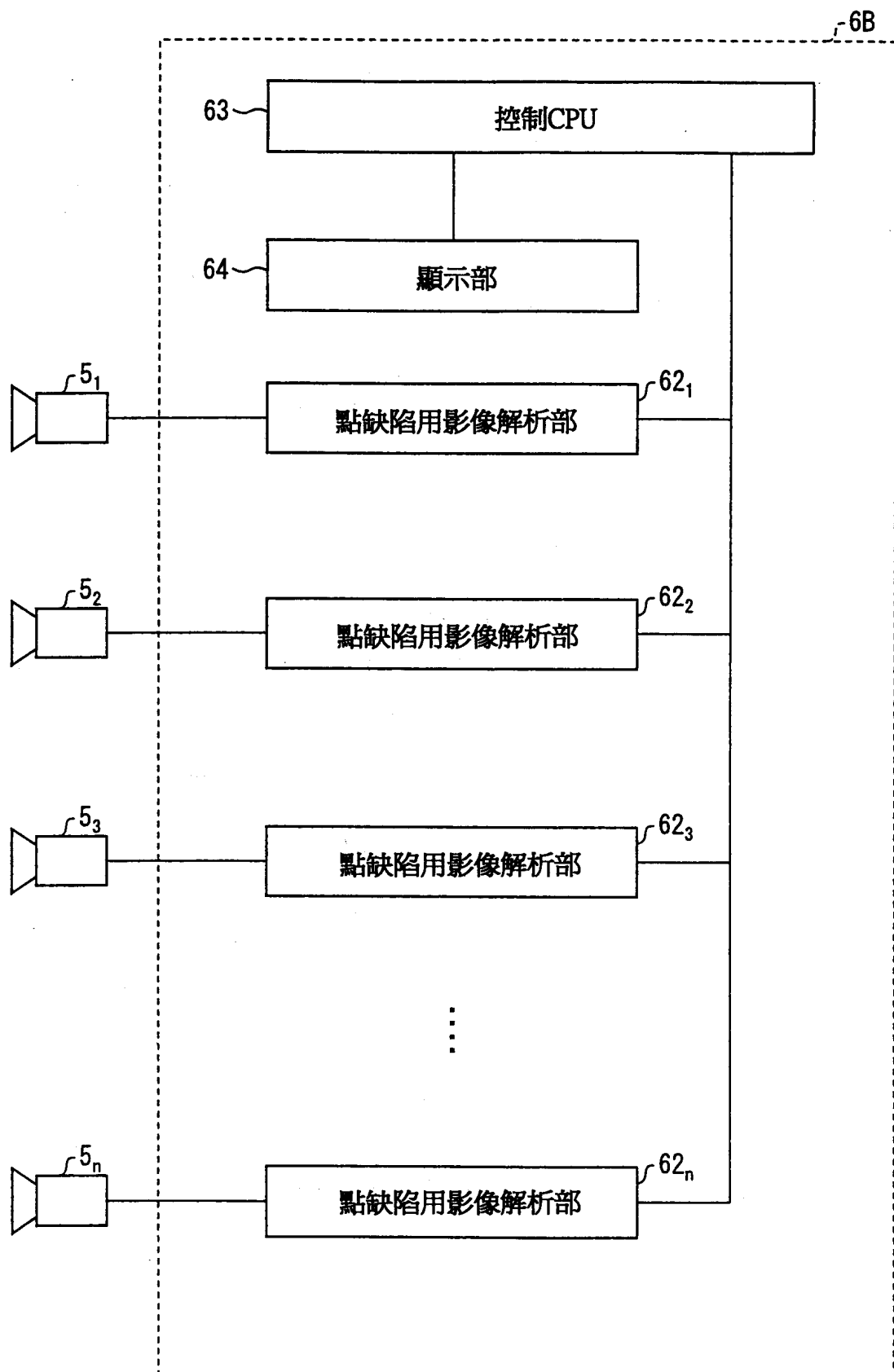


圖 15



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

$5_1 \sim 5_n$ ：攝影部（攝影手段）

6：解析裝置

$61_1 \sim 61_n$ ：線缺陷用影像解析部（線缺陷檢測手段）

$62_1 \sim 62_n$ ：點缺陷用影像解析部（點缺陷檢測手段）

63：控制 CPU

64：顯示部

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無