



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I690009 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：104138459

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 20 日

(51) Int. Cl. : H01L21/67 (2006.01)

H01L21/66 (2006.01)

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72) 發明人：謝宗融 HSIEH, TSUNG-JUNG (TW) ; 張森嘉 CHANG, SEN-CHIA (TW) ; 許耀中 HSU, YAO-CHUNG (TW)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

TW 201017447A1

TW 201241872A1

TW 201351079A1

TW 201414826A1

審查人員：邱青松

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 43 頁

(54) 名稱

設備的故障評估方法與故障評估裝置

(57) 摘要

本發明揭露一種故障評估方法與故障評估裝置，所述故障評估方法包括下列步驟。擷取多個製程流程，各製程流程包括至少一配方步驟。分析各製程流程所對應的流程屬性。擷取至少一配方步驟所對應的感測資訊。根據流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於時間區段中所對應的局部特徵。根據多個製程流程中的多個局部特徵建構趨勢分布。根據趨勢分布來決定是否發出警示訊息。

A breakdown measuring method and a breakdown measuring device are disclosed. The breakdown measuring method includes following steps: capturing a plurality of process flows, each of the process flows includes at least one recipe step; analyzing a flow attribute corresponding to each of the process flows; capturing sensing data corresponding to the at least one recipe step; generating a local feature in a time interval corresponding to each of the process flows according to the corresponding flow attribute, the corresponding at least one recipe step and the corresponding sensing data; generating a trend distribution according to the local features of the process flows; determining whether to send a alarm information based on the trend distribution.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 故障評估裝置
- 110 . . . 製程擷取單元
- 120 . . . 屬性分析單元
- 130 . . . 感測單元
- 140 . . . 特徵擷取單元
- 150 . . . 趨勢鑑別單元
- 160 . . . 警示單元
- 170 . . . 介面呈現單元

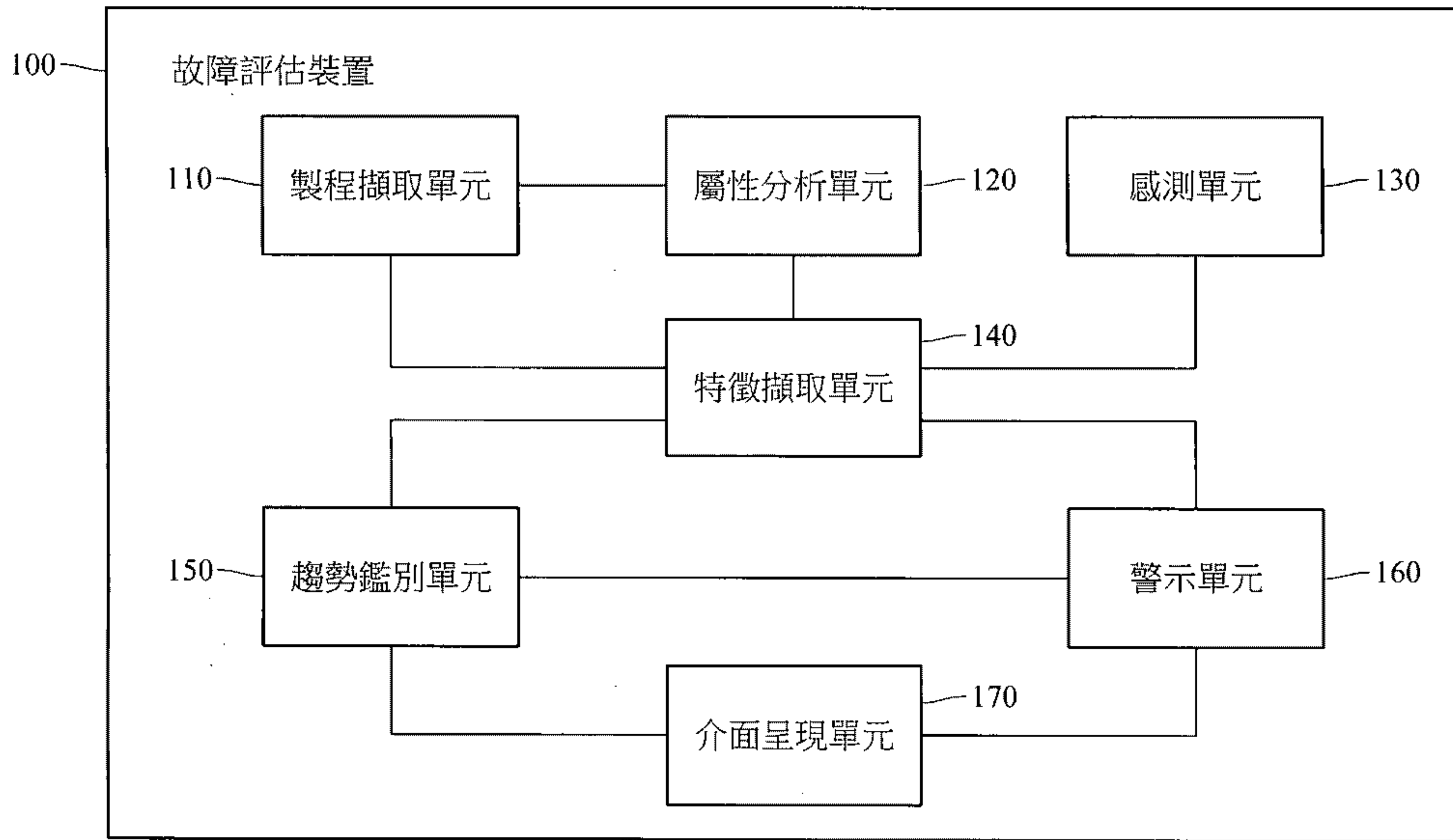


圖 1



申請日：104年11月20日

I690009

【發明摘要】

IPC分類：H01L 21/67 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

【中文發明名稱】 設備的故障評估方法與故障評估裝置

【英文發明名稱】 BREAKDOWN MEASURING METHOD AND

BREAKDOWN MEASURING DEVICE OF EQUIPMENT

【中文】

本發明揭露一種故障評估方法與故障評估裝置，所述故障評估方法包括下列步驟。擷取多個製程流程，各製程流程包括至少一配方步驟。分析各製程流程所對應的流程屬性。擷取至少一配方步驟所對應的感測資訊。根據流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於時間區段中所對應的局部特徵。根據多個製程流程中的多個局部特徵建構趨勢分布。根據趨勢分布來決定是否發出警示訊息。

【英文】

A breakdown measuring method and a breakdown measuring device are disclosed. The breakdown measuring method includes following steps: capturing a plurality of process flows, each of the process flows includes at least one recipe step; analyzing a flow attribute corresponding to each of the process flows; capturing sensing data corresponding to the at least one recipe step; generating a local feature in a time interval corresponding to each of the process flows according to the corresponding flow attribute, the corresponding at least one recipe step and the corresponding sensing data; generating a trend distribution according to the local features of the process flows; determining whether to send a alarm information based on the trend distribution.

【指定代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

100	故障評估裝置
110	製程擷取單元
120	屬性分析單元
130	感測單元
140	特徵擷取單元
150	趨勢鑑別單元
160	警示單元
170	介面呈現單元

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 設備的故障評估方法與故障評估裝置

【英文發明名稱】 BREAKDOWN MEASURING METHOD AND
BREAKDOWN MEASURING DEVICE OF EQUIPMENT

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種透過局部特徵來評估機台之故障狀況的故障評估方法與故障評估裝置。

【先前技術】

【0002】 在傳統對半導體機台之故障(或者是老化性故障)之狀態的評估方法中，一般是使用電力訊號(例如電流、電壓)強弱來做為評估的依據，或者是間接地使用與電力訊號相關聯的參數來做為評估的依據，例如評斷其輸出光源量的大小。然而，在上述故障狀態的評估過程中，往往針對不同種類的產品評估，就需要有特定的評估設定。此外，此方法需要高度依賴相關領域的專家，才得以判讀其電力訊號相關的特殊數據。

【0003】 在習知的另一種評估方法中，可預先針對特定的製程的感測結果，訂定出一套對應的標準值，藉以做為評估故障的依據。然而，其預先訂定的標準值並無法用於對其他製程的故障評估。另外，此方法亦需要高度依賴相關領域的專家，憑藉多年下來的經驗法則，或者是實驗結果的累積，才得以參與執行來判讀此特殊數據，從而得知故障程度或老化的程度。

【發明內容】

【0004】 本發明係針對製程流程的屬性，來解讀其製程流程中的局部特徵，從而判定出故障程度，藉以解決習知的機台故障評估方法中，無法針對不同產品或不同製程，來對應提供通用而友善的判讀標準與介面的問題。

【0005】 本發明提供一種設備的故障評估方法，所述故障評估方法包括下列步驟。擷取多個製程流程，各製程流程包括至少一配方步驟。分析各製程流程所對應的一流程屬性。擷取至少一配方步驟所對應的感測資訊。根據流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的一局部特徵。根據多個製程流程中的多個局部特徵建構一趨勢分布。根據趨勢分布來決定是否發出一警示訊息。

【0006】 在本發明一實施例中，局部特徵係關聯於至少一配方步驟與對應之感測資訊之間於上述時間區段中的一偏移程度。

【0007】 在本發明另一實施例中，配方步驟為一上升型配方步驟、一下降型配方步驟以及一平穩型配方步驟其中之一。

【0008】 在本發明另一實施例中，判斷流程屬性係為一上升屬性、一下降屬性、一上升至平穩屬性或者是一下降至平穩屬性，來計算對應偏移程度的一特徵值。

【0009】 在本發明另一實施例中，當流程屬性係為上升屬性或下降屬性時，則計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中的一平均差值，以作為對應偏移程度的特徵值。

【0010】 在本發明另一實施例中，當流程屬性係為上升至平穩屬性或下降至平穩屬性時，則計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中的一最大差值，以做為對應偏移程度的特徵值。

【0011】 在本發明另一實施例中，當流程屬性係為上升至平穩屬性或下降至平穩屬性時，則計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中，大於一臨界值之多個差值所對應的一偏移時間，以做為對應偏移程度的特徵值。

【0012】 在本發明另一實施例中，所擷取出的多個製程流程係關聯於同一聚類(cluster)。

【0013】 在本發明另一實施例中，對多個特徵值執行一平順化處

理，以取得多個第一趨勢值，以及根據多個第一趨勢值取得對應之趨勢分布與警示門檻值。

【0014】 在本發明另一實施例中，對多個特徵值執行平順化處理，以取得對應多個形式的多個第一趨勢值，對多個形式的多個第一趨勢值執行一空間轉換處理，以取得多個主成分分別對應的多個第二趨勢值，對多個主成分的多個第二趨勢值執行一降維度處理，以取得多個第三趨勢值，以及根據多個第三趨勢值取得對應之趨勢分布。

【0015】 在本發明另一實施例中，根據趨勢分布來產生對應的一警示門檻值，以及比對趨勢分布與警示門檻值，以決定是否發出警示訊息。

【0016】 在本發明另一實施例中，於一介面中顯示關聯於群類的一分群圖、趨勢分布、警示門檻值、多個特徵值、多個第一趨勢值、多個第二趨勢值、多個第三趨勢值或警示訊息。

【0017】 本發明提供一種設備的故障評估裝置，包括：一製程擷取單元、一屬性分析單元、一感測單元、一特徵擷取單元、一趨勢鑑別單元以及一警示單元。屬性分析單元耦接製程擷取單元，特徵擷取單元耦接製程擷取單元、屬性分析單元與感測單元，趨勢鑑別單元耦接特徵擷取單元，警示單元耦接趨勢鑑別單元。製程擷取單元用以擷取多個製程流程，各製程流程包括至少一配方步驟。屬性分析單元用以分析各製程流程所對應的一流程屬性。感測單元用以擷取至少一配方步驟所對應的感測資訊。特徵擷取單元用以根據流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的一局部特徵。趨勢鑑別單元用以根據多個製程流程中的多個局部特徵建構一趨勢分布。警示單元用以根據趨勢分布來決定是否發出一警示訊息。

【0018】 如上所述，本發明於關聯於同一聚類的多個製程流程中，藉由分析各製程流程的流程屬性為上升屬性、下降屬性、上升至平穩屬性或者是下降至平穩屬性，來對應地計算代表其偏移程度的局部特徵的

特徵值。在一實施例中，可對這些特徵值執行平順化處理，以取得對應多個第一趨勢值，來初步產生趨勢分布。或在另一實施例中，可經平順化處理來取得對應多個形式的多個第一趨勢值，再經在執行空間轉換處理與降維度處理後，可取得最具故障程度代表性的多個第三趨勢值，藉以產生對應之趨勢分布。此外，亦可根據趨勢分布來產生警示門檻值，於比較趨勢分布與警示門檻值後，決定是否發出警示訊息。在故障狀態的評估過程中，由於擷取配方步驟與感測資料後，僅需根據製程流程的屬性，來對應判讀於特定時點或特定時間間隔中所對應的局部特徵，即可自動地進行故障評估，因此可執行於不同種類的產品製程，並且可對照不同參數(溫度、壓力、流量等)的製程配方來進行而不受限制。如此一來，即可針對不同產品或不同製程，提供通用的判讀標準與友善的介面。

【0019】 以上關於本發明內容及以下關於實施方式之說明係用以示範與闡明本發明之精神與原理，並提供對本發明之申請專利範圍更進一步之解釋。

【圖式簡單說明】

【0020】

第 1 圖為根據本發明之一實施例的設備的故障評估裝置的方塊圖。

第 2 圖為根據本發明之一實施例之製程操作(process run)的示意圖。

第 3A 與 3B 圖根據本發明之一實施例之以平穩型配方步驟為依據來對所有製程流程執行 k-means 演算法之結果的示意圖。

第 4A 圖為根據本發明之一實施例之關聯於上升屬性之製程流程的局部特徵。

第 4B 圖為根據本發明之一實施例之關聯於下降屬性之製程流程的局部特徵。

第 4C 圖為根據本發明之一實施例之關聯於上升至平穩屬性之製程流程的兩種態樣的局部特徵。

第 4D 圖為根據本發明之一實施例之關聯於下降至平穩屬性之製程流程的兩種態樣的局部特徵。

第 5A 圖為根據本發明之一實施例之關聯於群類 1 之上升至平穩屬性的製程流程之特徵值與執行視窗滑動法的示意圖。

第 5B 圖為對應第 5A 圖之視窗滑動法而取得第一趨勢值的示意圖。

第 5C 圖為根據第 5B 圖之第一趨勢值所建構之趨勢分布的示意圖。

第 6A 圖為根據本發明之另一實施例中，由第 5A 圖之特徵值所產生之多個形式的多個第一趨勢值的示意圖。

第 6B 圖為根據本發明之另一實施例中，由第 6A 圖中多個形式的多個第一趨勢值，所求得主成分 1~7 分別對應的多個第二趨勢值的示意圖。

第 6C 圖為根據本發明之另一實施例中，根據不同主成分個數來計算最大值的費雪分值的示意圖。

第 6D 圖為根據本發明之另一實施例中，根據最大值的費雪分值所求得之馬氏距離陣列 D 的示意圖。

第 6E 圖為根據本發明之另一實施例中，由所求得之馬氏距離陣列 D 所產生之趨勢分布的示意圖。

第 6F 圖為根據本發明之另一實施例中，由趨勢分布產生警示門檻值的示意圖。

第 7 圖為根據本發明之一實施例的設備的故障評估方法的流程圖。

【實施方式】

【0021】 以下在實施方式中敘述本發明之詳細特徵，其內容足以使

任何熟習相關技藝者瞭解本發明之技術內容並據以實施，且依據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下實施例係進一步說明本發明之諸面向，但非以任何面向限制本發明之範疇。

【0022】 第 1 圖為根據本發明之一實施例之設備的故障評估裝置 100 的方塊圖。故障評估裝置 100 可用以針對機台的故障狀態或者是老化性故障的狀態進行評估。如第 1 圖所示，故障評估裝置 100 包括製程擷取單元 110、屬性分析單元 120、感測單元 130、特徵擷取單元 140、趨勢鑑別單元 150、警示單元 160 以及介面呈現單元 170。屬性分析單元 120 耦接製程擷取單元 110，特徵擷取單元 140 耦接製程擷取單元 110、屬性分析單元 120、感測單元 130 與趨勢鑑別單元 150 耦接特徵擷取單元 140，警示單元 160 耦接趨勢鑑別單元 150，介面呈現單元 170 耦接趨勢鑑別單元 150 與警示單元 160。

【0023】 製程擷取單元 110、屬性分析單元 120、感測單元 130、特徵擷取單元 140、趨勢鑑別單元 150、警示單元 160 可以是各種晶片或者是為微處理器，在此不加以限制。介面呈現單元 170 可以是各種顯示器，在此亦不加以限制。

【0024】 製程擷取單元 110 用以擷取多個製程流程。舉例來說，在半導體製程中，針對某一產品(如 LED)可具有 2767 個製程操作(process run)，且這些製程操作可分別包括一或多個製程流程(process flow)。為了進行後續的分析，製程擷取單元 110 將從這 2767 個製程操作之中，進一步擷取出性質相近的多個製程流程，以做為後續的分析之用。下列將對此加以詳述。

【0025】 第 2 圖為根據本發明之一實施例之編號 99 之製程操作(process run)的示意圖。

【0026】 在本發明實施例中，各製程流程包括至少一配方步驟。配

方步驟依類別可分為上升型配方步驟、下降型配方步驟以及平穩型配方步驟。舉例來說，若此配方步驟是針對 LED 之半導體製程中的加熱步驟，則上升型配方步驟即對應升溫階段的配方步驟，下降型配方步驟即對應降溫階段的配方步驟，平穩型配方步驟即對應保溫階段的配方步驟。然而，本發明之配方步驟亦可以是對應壓力、流量或者其他參數的製程配方，在此不加以限制。為了便於理解，下列設定配方步驟是 LED 之半導體製程中的加熱步驟來舉例說明。

【0027】 配方步驟中具有多個配方值(setpoint)(例如，特定時點之加熱溫度)。而對應於配方步驟，感測單元 130 可用以擷取上述配方步驟所對應的感測資訊。感測資訊具有多個感測值(例如，特定時點之感測溫度)。

【0028】 對應於配方步驟，製程流程的流程屬性亦可分為上升屬性、下降屬性、上升至平穩屬性或者是下降至平穩屬性。屬性分析單元 120 則可用以分析各製程流程所對應的流程屬性，來辨別各製程流程係為上升屬性之製程流程、下降屬性之製程流程、上升至平穩屬性之製程流程或者是下降至平穩屬性之製程流程。如第 2 圖所示，編號 99 之製程操作(process run)包括上升屬性之製程流程 210、下降屬性之製程流程 220、上升至平穩屬性之製程流程 230 以及下降至平穩屬性之製程流程 240。

【0029】 第 3A 與 3B 圖根據本發明之一實施例之以平穩型配方步驟為依據來對所有製程流程執行群聚演算法之結果的示意圖。

【0030】 在本發明實施例中，所擷取出的多個製程流程係關聯於同一聚類(cluster)。舉例來說，製程擷取單元 110 可透過一群聚演算法一群聚演算法，例如 k-means 演算法，在 2767 個製程操作所包括所有的製程流程之中，擷取出性質相近的多個製程流程。其中，由於平穩型配方步驟是產品正在製作的階段(例如 LED 需加熱至 1200~1400 度來進

行磊晶製程)，因此製程擷取單元 110 在所有的製程流程之中，可特別對平穩型配方步驟的資料來進行分類，藉以做為後續故障評估的依據。稍後將對此加以詳述。

【0031】 舉例來說，製程擷取單元 110 可根據所有平穩型配方步驟所對應的執行溫度與執行時間長度，來執行 **k-means** 演算法。且當設定 **k** 值為 3 時，則可分類出三組性質相近的群類，如第 3A 與 3B 圖所示之群類 1、群類 2 與群類 3。在第 3A 圖中，標示有 1 的點即代表群類 1 的資料，標示有 2 的點即代表群類 2 的資料，標示有 3 的點即代表群類 3 的資料。所述群聚演算法可以是其他的演算法，在此不加以限制。為了便於理解，下列所述之多個製程流程，指的是製程擷取單元 110 所擷取之關聯於群類 1 的多個製程流程，藉以舉例說明。

【0032】 特徵擷取單元 140 用以根據製程流程以及對應之流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的局部特徵。此局部特徵係對應於故障特徵。換句話說，此局部特徵乃是用以判別故障程度的依據。

【0033】 在本發明實施例中，局部特徵係關聯於至少一配方步驟與對應之感測資訊之間於上述時間區段中的偏移程度。此外，屬性分析單元 120 可更進一步判斷流程屬性係為上升屬性、下降屬性、上升至平穩屬性或者是下降至平穩屬性，而特徵擷取單元 140 可對應地根據上述流程屬性的判斷結果，來計算對應偏移程度的特徵值。下列將針對所判別出之流程屬性的各情況來說明。

【0034】 第 4A~4D 圖為根據本發明之一實施例之各種局部特徵的示意圖。其中，第 4A 圖為根據本發明之一實施例之關聯於上升屬性之製程流程的局部特徵。第 4B 圖為根據本發明之一實施例之關聯於下降屬性之製程流程的局部特徵。第 4C 圖為根據本發明之一實施例之關聯於上升至平穩屬性之製程流程的兩種態樣的局部特徵。第 4D 圖為根據

本發明之一實施例之關聯於下降至平穩屬性之製程流程的兩種態樣的局部特徵。在第 4A~4D 圖中，標示 L1 之實線代表配方值，標示 L2 之虛線代表感測值。

【0035】 在一情況中，屬性分析單元 120 當判定製程流程對應之流程屬性係為上升屬性或下降屬性時，則特徵擷取單元 140 可計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中的一平均差值，以作為對應偏移程度的特徵值。

【0036】 舉例來說，如第 4A 與 4B 圖所示，若製程流程對應之流程屬性為上升屬性(第 4A 圖)或下降屬性(第 4B 圖)，則當故障程度越明顯時，其配方值與對應感測值之間之多個差值的平均差值則可能越大。換句話說，在加溫或降溫階段中，當實際上所測的感測值「追不上」設定中之配方值的程度越嚴重時，則可能故障的越嚴重。藉此，第 4A 與 4B 圖所示之平均差值(特徵值)可以分別用以做為對應故障的局部特徵 410 與 420。

【0037】 在另一情況中，屬性分析單元 120 當判定製程流程之流程屬性係為上升至平穩屬性或下降至平穩屬性時，則特徵擷取單元 140 可計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中的最大差值，以做為對應偏移程度的特徵值。

【0038】 舉例來說，如第 4C 與 4D 圖所示，若製程流程對應之流程屬性為上升至平穩屬性(第 4C 圖)或下降至平穩屬性(第 4D 圖)，則當故障程度越明顯時，其配方值與對應感測值之間的多個差值中的最大差值則可能越大。換句話說，在加溫至保溫階段或降溫至保溫階段中，當實際上所測的感測值「停不住」的程度越嚴重時，則可能故障的越嚴重。藉此，第 4C 與 4D 圖所示之多個差值中的最大差值(特徵值)可以分別用以做為對應故障的局部特徵 430 與 440。

【0039】 在同樣的情況中，可以有另一種態樣的特徵值。屬性分析

單元 120 當判定製程流程之流程屬性係為上升至平穩屬性或下降至平穩屬性時，則特徵擷取單元 140 亦可計算多個配方值與對應之多個感測值之間的多個差值中，大於一臨界值之多個差值所對應的偏移時間，以做為對應偏移程度的特徵值。

【0040】 舉例來說，如第 4C 與 4D 圖所示，當故障程度越明顯時，其配方值與對應感測值之間的多個差值中，大於臨界值之多個差值所對應的偏移時間則可能越大。換句話說，在加溫至保溫階段或降溫至保溫階段中，當實際上所測的感測值「要追上」配方值所需的時間越長時，則可能故障的越嚴重。藉此，第 4C 與 4D 圖所示之大於臨界值之多個差值所對應的偏移時間(特徵值)可以分別用以做為對應故障的局部特徵 450 與 460。

【0041】 值得一提的是，由於關聯於群類 1 的多個製程流程的執行時間長度較短(執行時間位於 180~2091 秒之間)，執行溫度也較高(執行溫度位於 742.3~1613 度之間)，因此群類 1 用於對上升至平穩屬性的製程流程來計算局部特徵會更具代表性。

【0042】 又如上所述，一般 LED 需加熱至 1200~1400 度來進行磊晶製程。因此，在一較佳的實施例中，為了進一步提升故障評估的準確度，當設定群類 1 用於對上升至平穩屬性的製程流程來計算局部特徵時，可進一步將溫度未達 1200 度的製程流程排除。換句話說，在群類 1 之溫度達 1200 度以上之上升至平穩屬性的製程流程中，由於累積的能量夠多，其可更容易地突顯故障機台之感測值「停不住」的情況，或者是可更容易地突顯故障機台之感測值「要追上」配方值所需的時間更長的情況。

【0043】 第 5A 圖為根據本發明之一實施例之關聯於群類 1 之上升至平穩屬性的製程流程之特徵值與執行視窗滑動法的示意圖。第 5B 圖為對應第 5A 圖之視窗滑動法而取得第一趨勢值的示意圖。第 5C 圖為

根據第 5B 圖之第一趨勢值所建構之趨勢分布的示意圖。

【0044】 趨勢鑑別單元 150 可用以根據多個製程流程中的多個局部特徵建構趨勢分布，以及對應趨勢分布的警示門檻值。更詳細來說，在本發明實施例中，趨勢鑑別單元 150 可更進一步對多個特徵值執行平順化處理，以取得對應的多個第一趨勢值，以及根據多個第一趨勢值取得對應之趨勢分布與警示門檻值。

【0045】 舉例來說，如第 5A 圖所示，其中編號 0109、0110、0118、0120、0124、0126、0128、0130、0133、0135、0137、0139、0141 以其他未列舉的編號係為上述關聯於群類 1 的製程流程編號。所述平順化處理可以是藉由滑動視窗法來擷取第一趨勢值。在第 5B 圖中是以對應的平均值來做為第一趨勢值。

【0046】 如第 5A 圖所示之滑動視窗法中，趨勢鑑別單元 150 可將視窗長度 N 設定為 10，偏移長度 n 設定為 3，藉以獲得如第 5B 圖所示之平均值之形式的第一趨勢值。其中滑動視窗於位置 510 所取得的平均值係對應製成操作編號 0135，根據滑動視窗 520 所取得的平均值係對應製成操作編號 0141。此滑動視窗可根據偏移長度來滑動至其他位置，以對應其他製成操作編號如 0146、0154、0160... 等，於此不再贅述。

【0047】 接著，趨勢鑑別單元 150 可根據這些第一趨勢值描繪出如第 5C 圖所示之趨勢分布，並透過介面呈現單元 170 顯示。警示單元 160 則用以根據趨勢分布以決定是否發出警示訊息。介面呈現單元 170 除了顯示趨勢分布，亦可顯示已知的故障零件更換點。

【0048】 第 6A 圖為根據本發明之另一實施例中，由第 5A 圖之特徵值所產生之多個形式的多個第一趨勢值的示意圖。第 6B 圖為根據本發明之另一實施例中，由第 6A 圖中之多個形式的多個第一趨勢值，而求得主成分(principal component)1~7 分別對應的多個第二趨勢值的示意圖。第 6C 圖為根據本發明之另一實施例中，根據不同主成分個數來

計算最大值的費雪分值(Fisher score)的示意圖。第 6D 圖為根據本發明之另一實施例中，根據最大值的費雪分值(Fisher score)所求得之馬氏距離陣列 D 的示意圖。第 6E 圖為根據本發明之另一實施例中，由所求得之馬氏距離陣列 D 所產生之趨勢分布的示意圖。第 6F 圖為根據本發明之另一實施例中，由趨勢分布產生警示門檻值的示意圖。

【0049】 在本發明實施例中，趨勢鑑別單元 150 可用以根據多個製程流程中的多個局部特徵建構趨勢分布，以及對應趨勢分布的一警示門檻值。更詳細來說，在本發明實施例中，趨勢鑑別單元 150 可更進一步對多個特徵值執行平順化處理，以取得對應多個形式的多個第一趨勢值。舉例來說，如第 6A 圖所示，趨勢鑑別單元 150 根據第 5A 圖之特徵值來執行滑動視窗法，可求得多個形式，如最小值(Min)、最大值(Max)、平均值(Mean)、偏斜度(Skewness)、峰度(Kurtosis)、標準差(std)與平均值數量(NAM)形式，其所分別所對應的多個第一趨勢值。

【0050】 趨勢鑑別單元 150 對多個形式的多個第一趨勢值執行空間轉換處理，以取得對應多個形式的多個第二趨勢值。舉例來說，第 6A 圖中之多個形式所分別對應的多個第一趨勢值，可經由趨勢鑑別單元 150 執行主成分分析(PCA)來映射到主成分空間，藉以取得如第 6B 圖所示之主成分 1~7 分別對應的多個第二趨勢值。

【0051】 趨勢鑑別單元 150 對多個主成分的多個第二趨勢值執行降維度處理，以取得多個第三趨勢值。舉例來說，趨勢鑑別單元 150 可進一步計算各主成分的費雪分值(Fisher score)，並以最大的費雪分值來決定所取用的主成分個數。如第 6C 圖所示，在趨勢鑑別單元 150 計算出主成分 1~7 分別對應的固有值(Eigenvalue)、比例(Proportion)、累積比例(Cumulative Proportion)。其中，比例是對應之固有值/所有固有值的總合，舉例來說，主成分 1 所對應的比例為 $1.9321/(1.9321+1.1783+1.0652+0.6763+0.4888+0.1655+0.1419) =$

0.34208。累積比例為由左至右依序對比例的累加。如第 6C 圖所示，固有值由左至右越來越小，則可代表其對應之主成分能對原始資料(如圖 6A 中之資料)的變異解釋能力越來越小。

【0052】 接著，趨勢鑑別單元 150 可求得主成分 4 的費雪分值為最大(順位(Rank)1)。進一步來說，費雪分值是一種兩類樣本的分佈距離鑑別指標，當費雪分值越大時，則表示當下的兩類資料之分布距離差異越大，因此趨勢鑑別單元 150 可利用費雪分值來決定所選用的主成分個數。更詳細來說，費雪分值的計算會同時衡量二個類別之組內散布(within-class scatter)以及二個類別之組間散布(between-class scatter)。而最大化的費雪分值，即代表組間散布與整體組內散布之間的比值的最大化。換句話說，當希望組內散布越小(個別群體)，且組間散布越大(兩組差別性)時，則趨勢鑑別單元 150 可求得可主成分個數為 4。

【0053】 在本發明實施例中，上述二個類別可以分別是零件更換(時間)點之前與之後的所對應的兩種不同性質的趨勢值。

【0054】 藉此，趨勢鑑別單元 150 可藉此決定根據前 4 個主成分來計算對應的馬氏距離陣列(Mahalanobis distance matrix) D ，因為如此所得之馬氏距離陣列 D 係為此這些製程流程中最具代表性的趨勢資料。換句話說，當機台故障或者是老化時，則藉由上述前 4 主成分所產生的趨勢資料最能夠反映出機台的變化程度。馬氏距離陣列 D 中包括有多個馬氏距離 d (即第三趨勢值)。

【0055】 更詳細來說，趨勢鑑別單元 150 會進一步針對第 6B 圖中的投影資料求出資料 y 。其中 y 為主成分 1~7 中前 N 個具有較大變異之主成分所組成的投影資料。趨勢鑑別單元 150 計算 y 中每一筆資料 y 之馬氏距離 d ，其中 $d = \sqrt{(y - \bar{y})'(S)^{-1}(y - \bar{y})}$ ， s 為 y 中所有投影量的共變異數矩陣， \bar{y} 為 0。最終得出如第 6D 圖所示之對應前 4 個主成分的馬氏距離陣

列 D 。馬氏距離陣列中的各元素即為第三趨勢值。趨勢鑑別單元 150 可根據這些第三趨勢值描繪出如第 6E 圖所示之趨勢分布。

【0056】 警示單元 160 可更進一步根據趨勢分布來產生對應的警示門檻值，以及比對趨勢分布與警示門檻值，以決定是否發出警示訊息。舉例來說，警示單元 160 可根據 Cantelli 不等式

$$\Pr(d > \mu_D + a) \leq \frac{\sigma_D^2}{\sigma_D^2 + a^2} = \lambda$$
，來產生對應警示門檻值 T ，如第 6F 圖所示。其中 μ_D 為所有 D 值的標準差， λ 可設為 0.05， a 為可高於 μ_D 的容忍值。當警示單元 160 判定趨勢分布中有資料點超出 $T = \mu_D + a$ 時，則可發出警示訊息。

【0057】 介面呈現單元 170 耦接趨勢鑑別單元 150 與警示單元 160，用以顯示上述之群類、趨勢分布、警示門檻值、多個特徵值、多個第一趨勢值、多個第二趨勢值、多個第三趨勢值或者是警示訊息的相關資訊。

【0058】 舉例來說，介面呈現單元 170 可將上述實施例中所提及的各類數據呈現於一介面中，以供使用者檢視。例如各配方步驟與對應參數(溫度、壓力、流量或者其他參數)、各製程流程及其流程屬性、各群類的分群圖、費雪分數、主成分、趨勢圖、警示門檻值、發出警示訊息的時點等，亦或者是其他相關的資訊，例如已知的故障零件更換點等等，在此不加以贅述。

【0059】 除此之外，使用者亦可透過此介面來了解一共有多少種可能的趨勢分布可供參考與評估故障。舉例來說，假設目前只使用 1 個配方步驟參數(如溫度)，假設目前使用群聚演算法分了 3 個群類(如第 3A~3B 圖所示)、6 種局部特徵的特徵值(如第 4A~4D 圖所示)、7 種形式之第一趨勢值(最小值、最大值、平均值、偏斜度、峰度、標準差與平均值數量)，因此共有 $1*3*6*7=126$ 種可能的趨勢分布來表示機台的

故障情況。

【0060】 根據本發明實施例的實驗結果，如第 6F 圖所示，藉助故障評估裝置 100 所執行的故障評估與警示，再對照已知零件更換點 t1(製程操作編號 1628)來看，於故障評估結果中，可以提早 36 個製程操作就發出警示訊息。或者對照已知零件更換點 t2(製程操作編號 2734)來看，於故障評估結果中，可以提早 44 個製程操作(如第 6F 圖所示的區段 I2)就發出警示訊息。藉此，本發明所提出之故障評估裝置 100 確實可有效避免故障零件壞了才更換，造成實際上成本的損失。

【0061】 第 7 圖為根據本發明之一實施例之設備的故障評估方法的流程圖。如第 7 圖所示，在本發明實施例中，故障評估方法可包括步驟 S710~S750。

【0062】 在步驟 S710 中，製程擷取單元 110 擷取多個製程流程，各製程流程包括至少一配方步驟。

【0063】 在步驟 S720 中，屬性分析單元 120 分析各製程流程所對應的流程屬性。

【0064】 在步驟 S730 中，感測單元 130 擷取至少一配方步驟所對應的感測資訊。

【0065】 在步驟 S740 中，特徵擷取單元 140 根據流程屬性、至少一配方步驟與感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的局部特徵。

【0066】 在步驟 S750 中，趨勢鑑別單元 150 根據多個製程流程中的多個局部特徵建構趨勢分布。

【0067】 在步驟 S760 中，警示單元 160 根據趨勢分布來決定是否發出一警示訊息。上述步驟的細節皆已詳述於上，於此不再贅述。

【0068】 綜上所述，本發明於關聯於同一聚類的多個製程流程中，藉由分析各製程流程的流程屬性為上升屬性、下降屬性、上升至平穩屬性或者是下降至平穩屬性，來對應地計算代表其偏移程度的局部特徵的

特徵值。在一實施例中，可對這些特徵值執行平順化處理，以取得對應多個第一趨勢值，來初步產生趨勢分布。或在另一實施例中，可經平順化處理來取得對應多個形式的多個第一趨勢值，再經在執行空間轉換處理與降維度處理後，可取得最具故障程度代表性的多個第三趨勢值，藉以產生對應之趨勢分布。此外，亦可根據趨勢分布來產生警示門檻值，於比較趨勢分布與警示門檻值後，決定是否發出警示訊息。在故障狀態的評估過程中，由於擷取配方步驟與感測資料後，僅需根據製程流程的屬性，來對應判讀於特定時點或特定時間間隔中所對應的局部特徵，即可自動地進行故障評估，因此可執行於不同種類的產品製程，並且可對照不同參數(溫度、壓力、流量等)的製程配方來進行而不受限制。如此一來，即可針對不同產品或不同製程，提供通用的判讀標準與友善的介面。

【0069】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0070】

100	故障評估裝置
110	製程擷取單元
120	屬性分析單元
130	感測單元
140	特徵擷取單元
150	趨勢鑑別單元
160	警示單元
170	介面呈現單元

210	上升屬性之製程流程
220	下降屬性之製程流程
230	上升至平穩屬性之製程流程
240	下降至平穩屬性之製程流程
410~460	局部特徵
0109、0110、0118、0120、0124、0126、0128、0130、0133、 0135、0137、0139、0141	關聯於群類 1 之上升至平穩屬性的製程流程編號
510、520	滑動視窗的位置
N	滑動視窗的長度
n	滑動視窗的偏移長度
t1、t2	零件更換點
I1、I2	提早警示的區段
S710~S750	故障評估方法的步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種設備的故障評估方法，包括：

擷取多個製程流程，各該製程流程包括至少一配方步驟，該至少一配方步驟中具有多個配方值；

分析各該製程流程所對應的一流程屬性；

擷取該至少一配方步驟所對應的感測資訊，該感測資訊具有多個感測值；

根據該流程屬性、該至少一配方步驟與該感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的一局部特徵，該局部特徵係關聯於該至少一配方步驟與對應之該感測資訊之間於該時間區段中的一偏移程度；

判斷該流程屬性係為一上升屬性、一下降屬性、一上升至平穩屬性或者是一下降至平穩屬性；

當該流程屬性係為該上升屬性或該下降屬性時，則計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的多個差值中的一平均差值，以作為對應該偏移程度的一特徵值；

根據該些製程流程中的該些局部特徵建構一趨勢分布；以及

根據該趨勢分布來決定是否發出一警示訊息。

【第2項】 如請求項 1 所述的故障評估方法，其中該配方步驟為一上升型配方步驟、一下降型配方步驟以及一平穩型配方步驟其中之一。

【第3項】如請求項 1 所述的故障評估方法，其中於根據該流程屬性、該至少一配方步驟與該感測資訊，以產生於該時間區段中所對應的該局部特徵的步驟中，更包括：

當該流程屬性係為該上升至平穩屬性或該下降至平穩屬性時，則計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的該些差值中的一最大差值，以做為對應該偏移程度的該特徵值。

【第4項】如請求項 1 所述的故障評估方法，其中於根據該流程屬性、該至少一配方步驟與該感測資訊，以產生於該時間區段中所對應的該局部特徵的步驟中，更包括：

當該流程屬性係為該上升至平穩屬性或該下降至平穩屬性時，則計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的該些差值中，大於一臨界值之多個差值所對應的一偏移時間，以做為對應該偏移程度的該特徵值。

【第5項】如請求項 1 所述的故障評估方法，其中所擷取出的該些製程流程係關聯於對多個製程操作(process run)中的多個製程流程執行一群聚演算法所得的同一聚類(cluster)。

【第6項】如請求項 5 所述的故障評估方法，其中於根據該些製程流程中的該些局部特徵建構該趨勢分布，以及對應該趨勢分布的該警示門檻值的步驟中，更包括：

對該些特徵值執行一平順化處理，以取得多個第一趨勢值；以及根據該些第一趨勢值取得對應之該趨勢分布與該警示門檻值。

【第7項】如請求項6所述的故障評估方法，其中於根據該些製程流程中的該些局部特徵建構該趨勢分布，以及對應該趨勢分布的該警示門檻值的步驟中，更包括：

對該些特徵值執行該平順化處理，以取得對應多個形式的該些第一趨勢值；

對該些形式的該些第一趨勢值執行一空間轉換處理，以取得多個主成分分別對應的多個第二趨勢值；

對該些主成分的該些第二趨勢值執行一降維度處理，以取得多個第三趨勢值；以及

根據該些第三趨勢值取得對應之該趨勢分布。

【第8項】如請求項7所述的故障評估方法，其中於根據該趨勢分布來決定是否發出該警示訊息的步驟中，更包括：

根據該趨勢分布來產生對應的一警示門檻值；以及

比對該趨勢分布與該警示門檻值，以決定是否發出該警示訊息。

【第9項】如請求項8所述的故障評估方法，更包括：

於一介面中顯示關聯於該群類的一分群圖、該趨勢分布、該警示門檻值、該些特徵值、該些第一趨勢值、該些第二趨勢值、該些第三趨勢值或該警示訊息。

【第10項】一種設備的故障評估裝置，包括：

一製程擷取單元，用以擷取多個製程流程，各該製程流程包括至少一配方步驟，該至少一配方步驟中具有多個配方值；

一屬性分析單元，耦接該製程擷取單元，用以分析各該製程流程所對應的一流程屬性；

一感測單元，用以擷取該至少一配方步驟所對應的感測資訊，該感測資訊具有多個感測值；

一特徵擷取單元，耦接該製程擷取單元、該屬性分析單元與該感測單元，用以根據該流程屬性、該至少一配方步驟與該感測資訊，以產生於一時間區段中所對應的一局部特徵，該局部特徵係關聯於該至少一配方步驟與對應之該感測資訊之間於該時間區段中的一偏移程度；

一趨勢鑑別單元，耦接該特徵擷取單元，用以根據該些製程流程中的該些局部特徵建構一趨勢分布；以及

一警示單元，耦接該趨勢鑑別單元，用以根據該趨勢分布來決定是否發出一警示訊息；

其中，該屬性分析單元更進一步判斷該流程屬性係為一上升屬性、一下降屬性、一上升至平穩屬性或者是一下降至平穩屬性，而該特徵擷取單元藉以對應地來計算對應該偏移程度的一特徵值，該屬性分析單元更進一步當判定該流程屬性係為該上升屬性或該下降屬性時，則該特徵擷取單元計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的多個差值中的一平均差值，以作為對應該偏移程度的該特徵值。

【第11項】 如請求項 10 所述的故障評估裝置，其中該配方步驟為一上升型配方步驟、一下降型配方步驟以及一平穩型配方步驟其中之一。

，

【第12項】如請求項 10 所述的故障評估裝置，其中該屬性分析單元更進一步當判定該流程屬性係為該上升至平穩屬性或該下降至平穩屬性時，則該特徵擷取單元計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的該些差值中的一最大差值，以做為對應該偏移程度的該特徵值。

【第13項】如請求項 10 所述的故障評估裝置，其中該屬性分析單元更進一步當判定該流程屬性係為該上升至平穩屬性或該下降至平穩屬性時，則該特徵擷取單元計算該些配方值與對應之該些感測值之間，於該時間區段中的該些差值中，大於一臨界值之多個差值所對應的一偏移時間，以做為對應該偏移程度的該特徵值。

【第14項】如請求項 10 所述的故障評估裝置，其中所擷取出的該些製程流程係關聯對多個製程操作(process run)中的多個製程流程執行一群聚演算法所得的同一聚類(cluster)。

【第15項】如請求項 14 所述的故障評估裝置，其中該趨勢鑑別單元更進一步對該些特徵值執行一平順化處理，以取得多個第一趨勢值，以及根據該些第一趨勢值取得對應之該趨勢分布與該警示門檻值。

【第16項】如請求項 15 所述的故障評估裝置，其中該趨勢鑑別單元更進一步對該些特徵值執行該平順化處理，以取得對應多個形式的該些第一趨勢值，對該些形式的該些第一趨勢值執行一空間轉換處理，以取得多個主成分分別對應的多個第二趨勢值，對該些主成分的該些第二趨勢值執行一降維度處理，以取得多個第三趨勢值，以及根據該些第三趨勢值取得對應之該趨勢分布。

【第17項】如請求項 16 所述的故障評估裝置，其中該警示單元更進一步根據該趨勢分布來產生對應的一警示門檻值，以及比對該趨勢分布與該警示門檻值，以決定是否發出該警示訊息。

【第18項】如請求項 17 所述的故障評估裝置，更包括一介面呈現單元，耦接該趨勢鑑別單元與該警示單元，用以於一介面中顯示關聯於該群類的一分群圖、該趨勢分布、該警示門檻值、該些特徵值、該些第一趨勢值、該些第二趨勢值、該些第三趨勢值或該警示訊息。

【發明圖式】

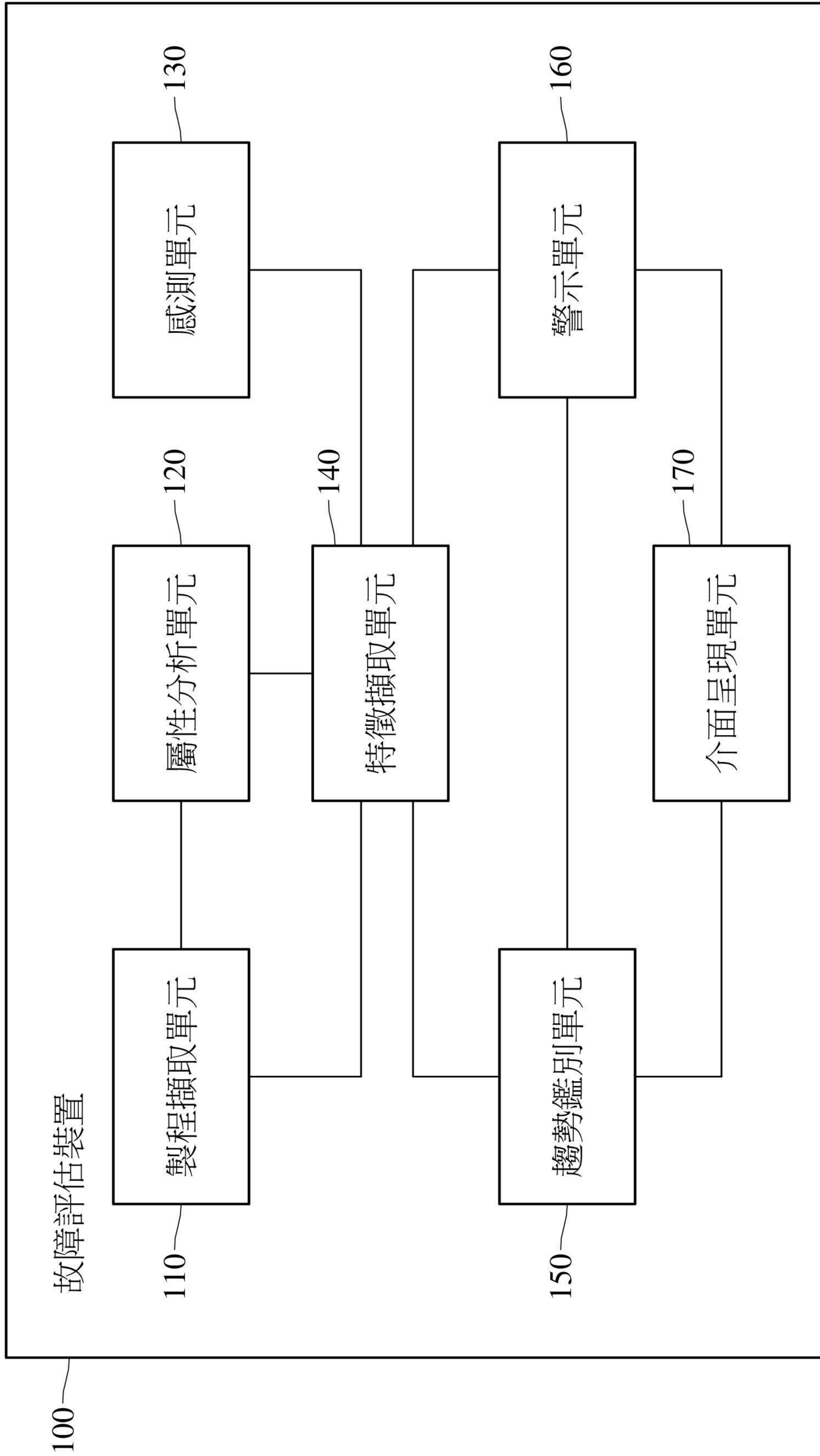


圖 1

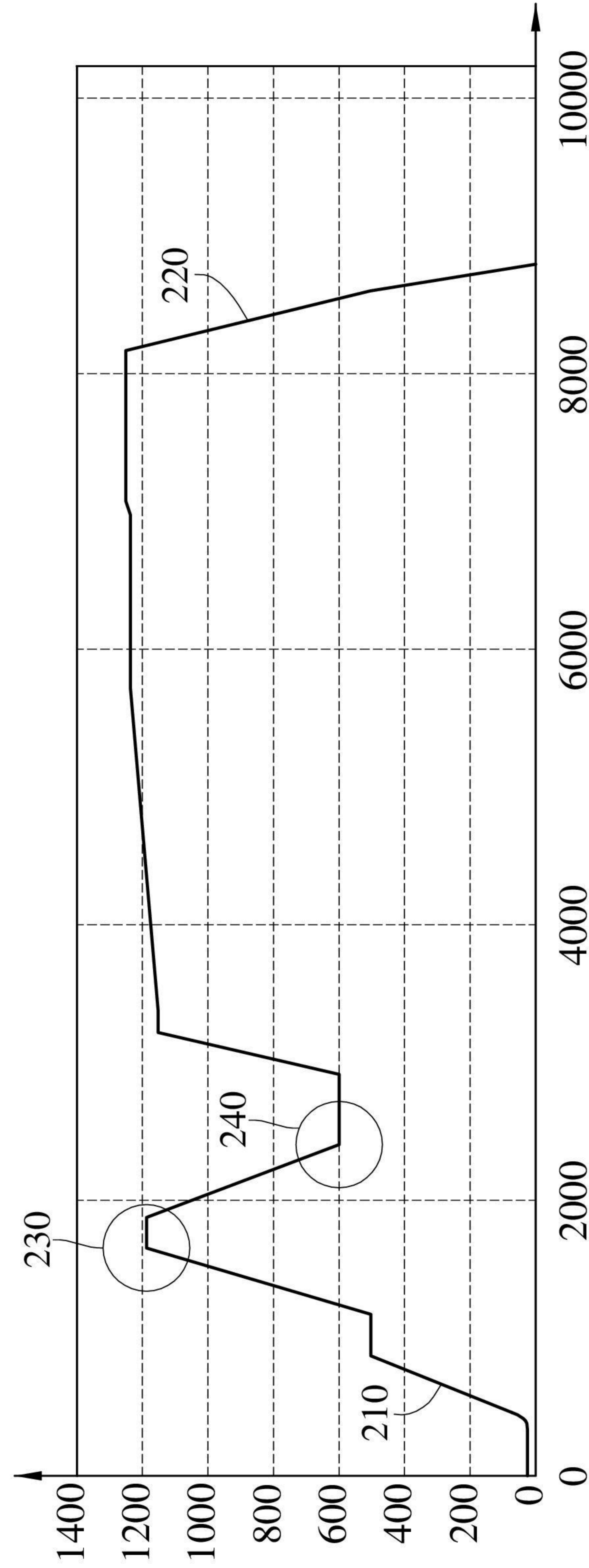


圖 2

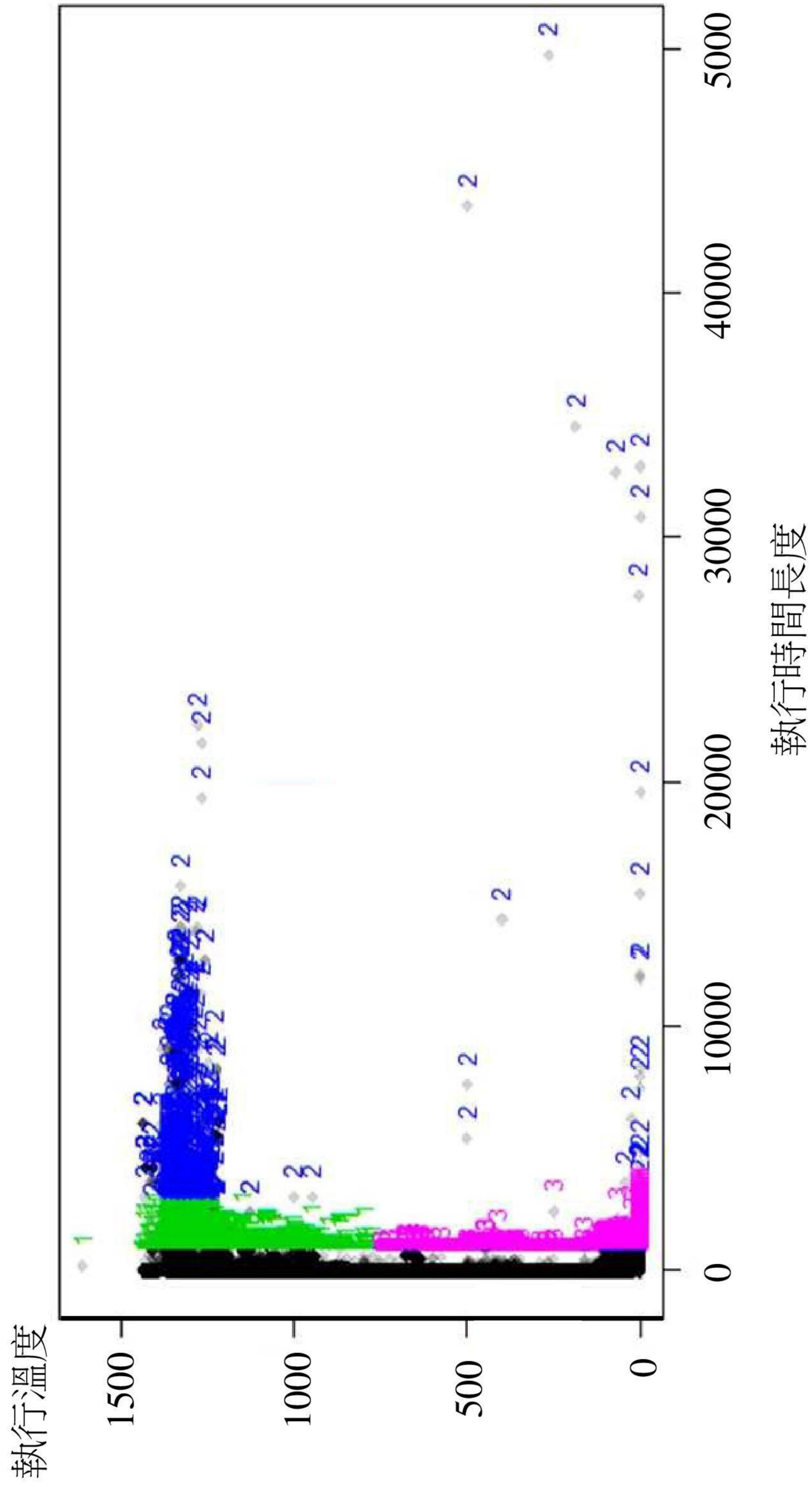


圖 3A

群類	執行時間起	執行時間迄	執行溫度起	執行溫度迄
群類1	180	2091	742.3	1613.9
群類2	2100	49799	0	1440
群類3	120	2934	0	750

圖 3B

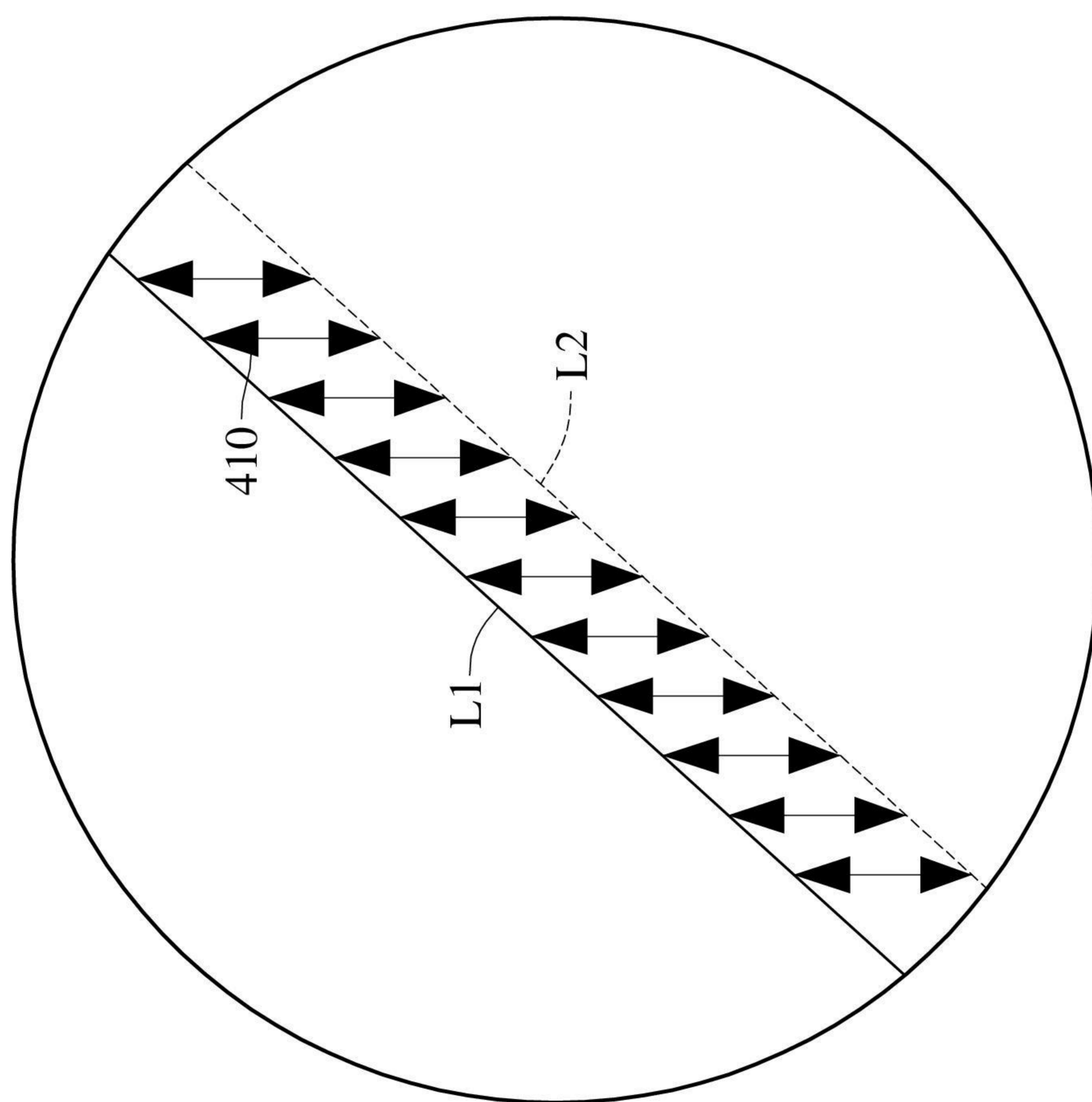


圖 4A

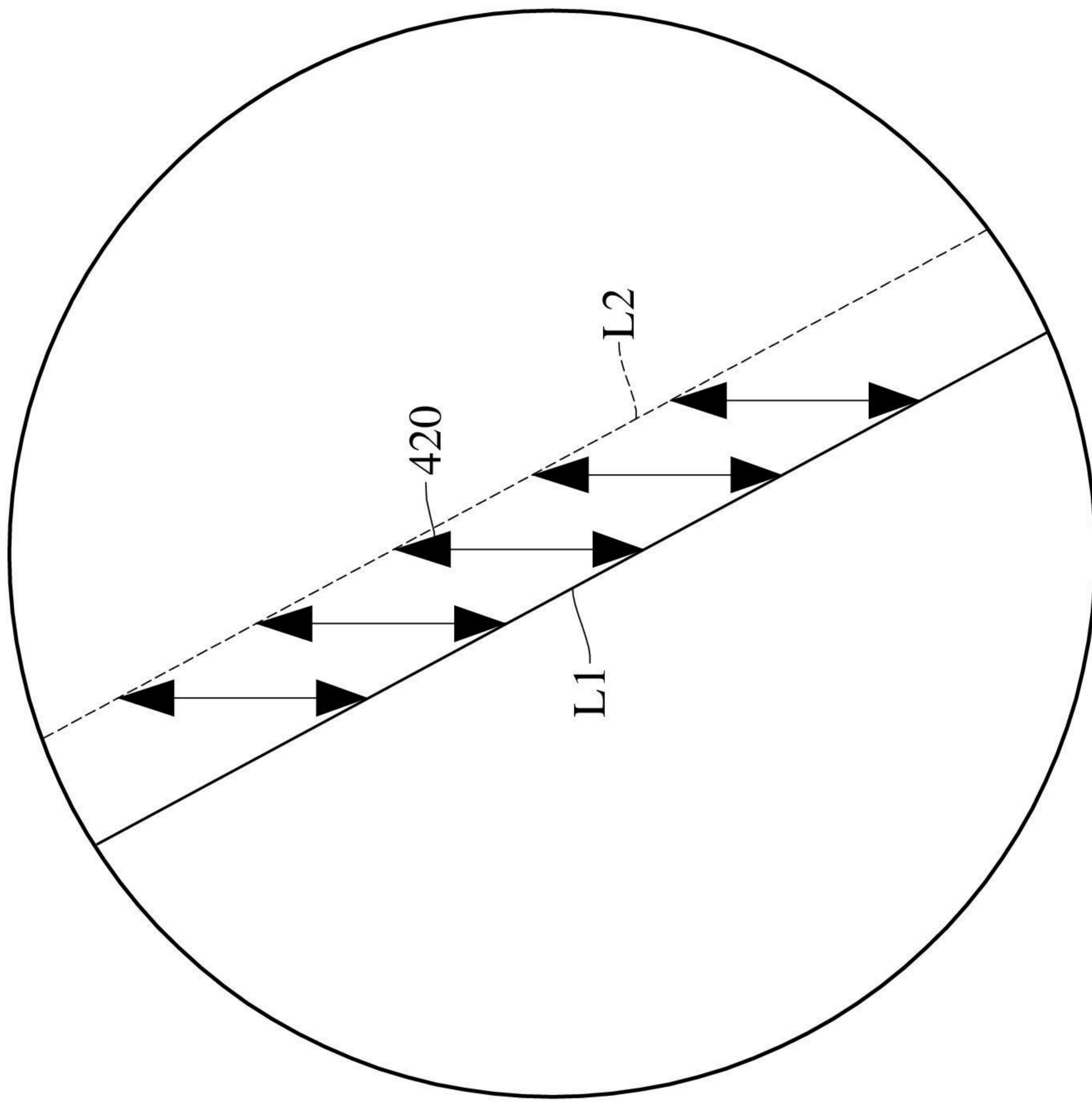


圖 4B

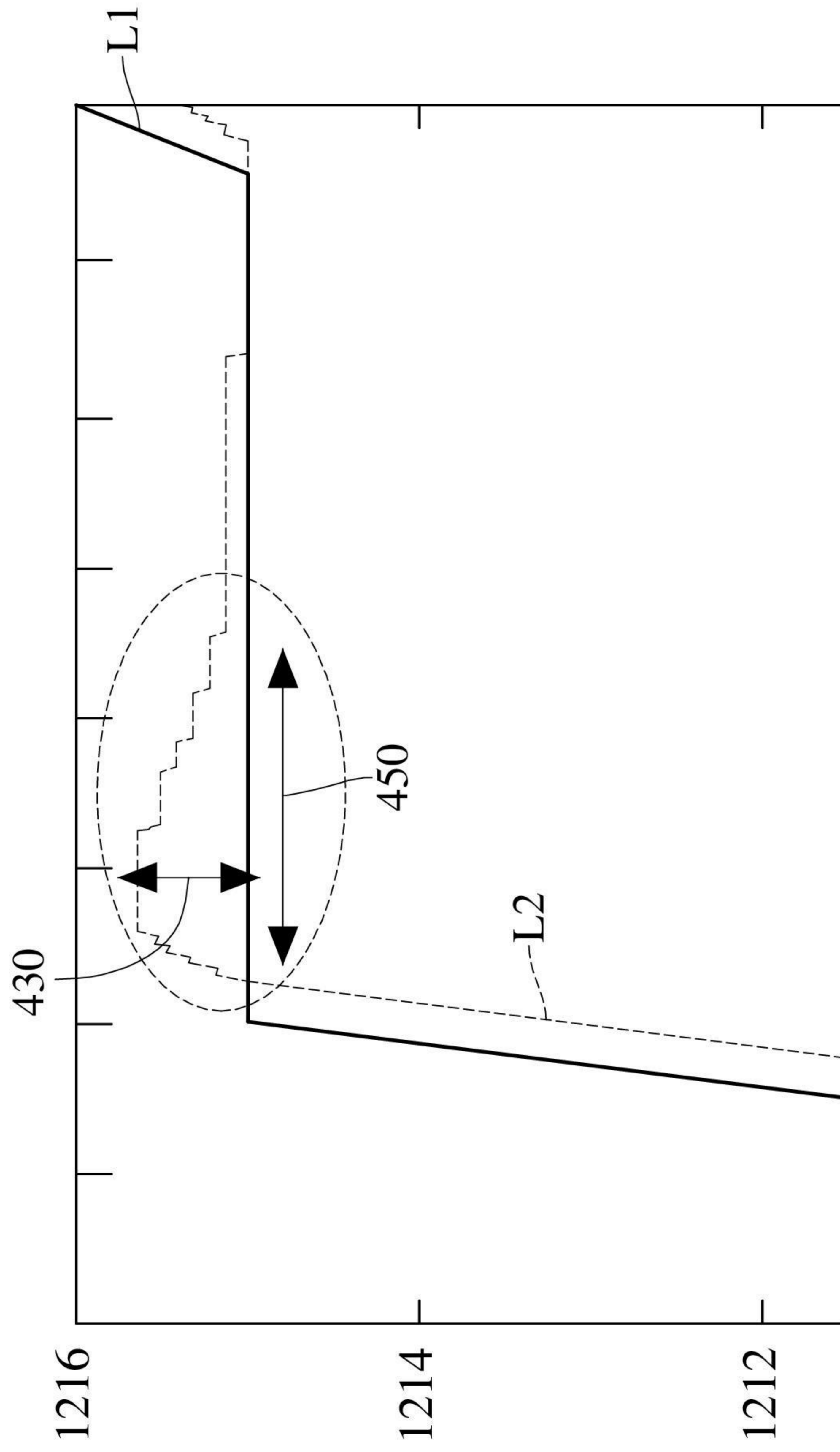


圖 4C

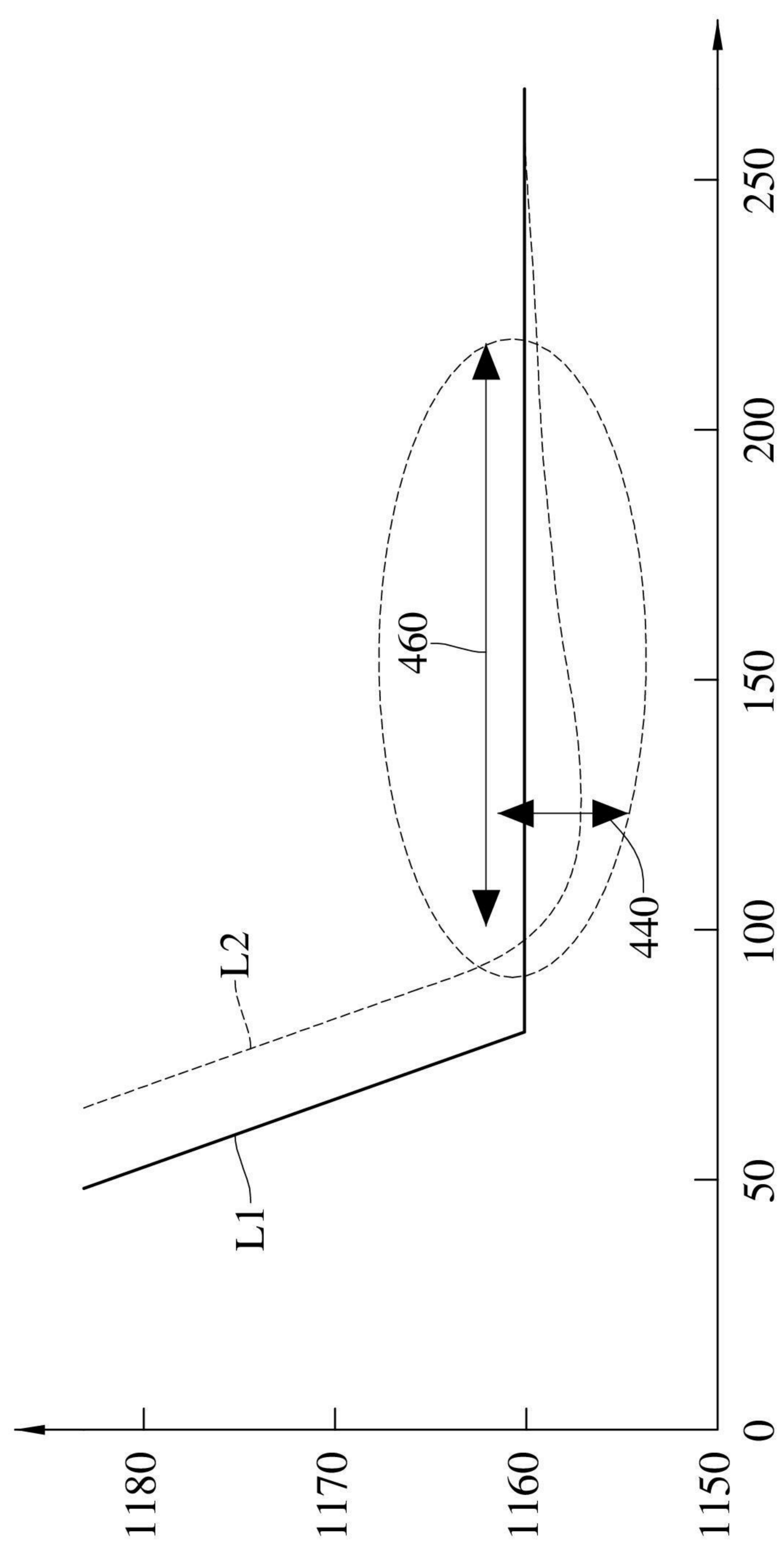


圖 4D

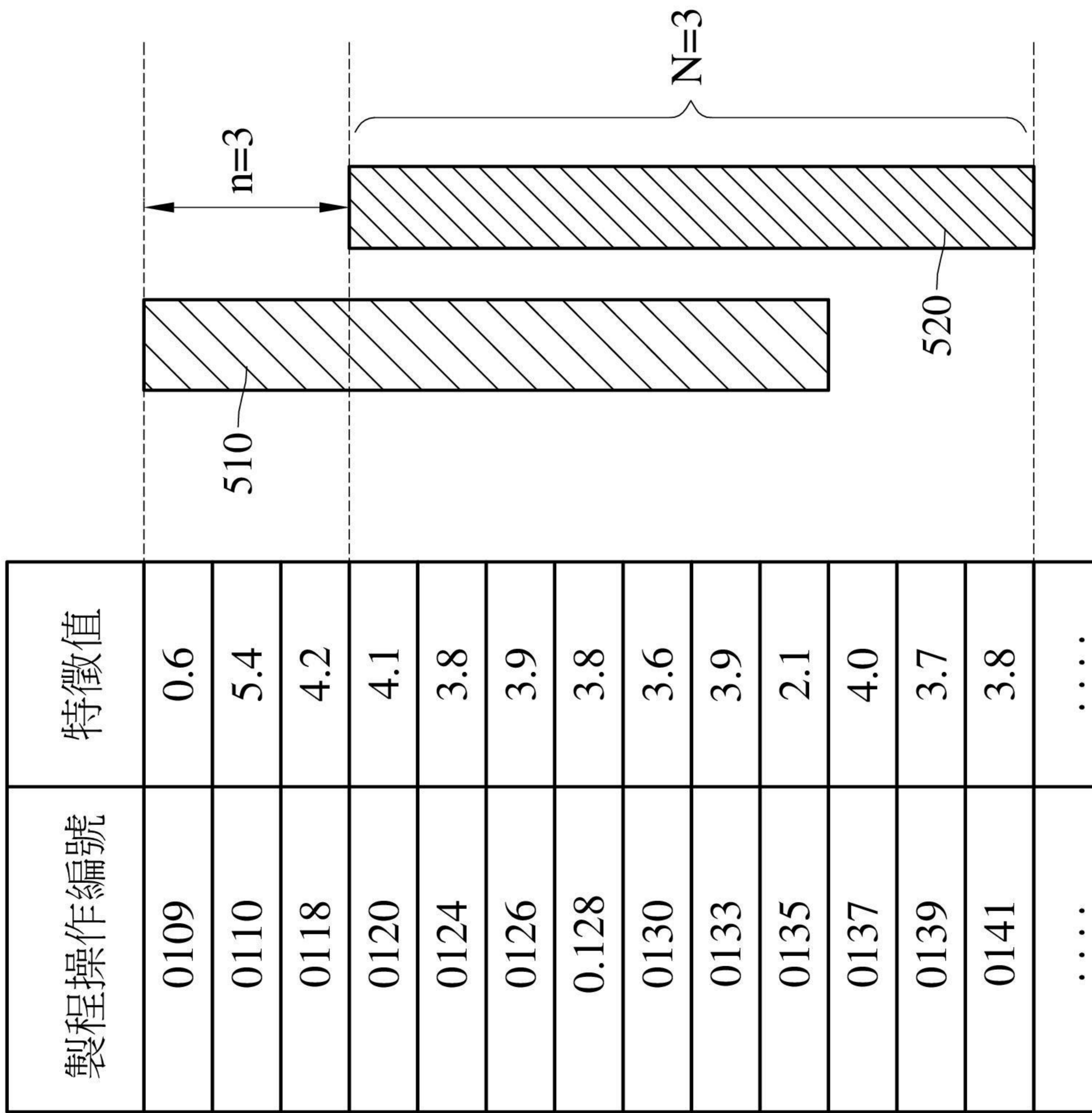
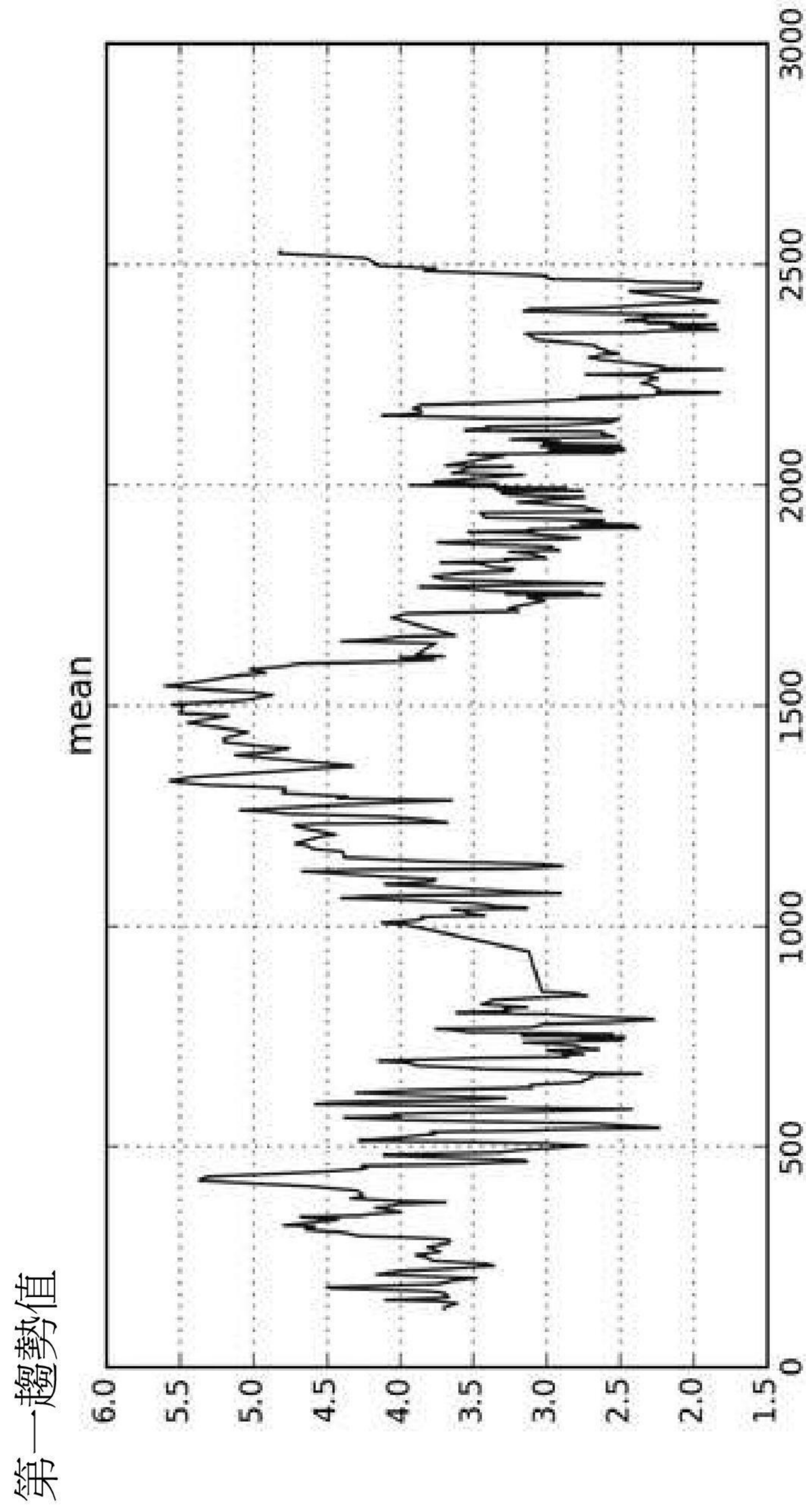


圖 5A

製程操作編號	滑動視窗之平均值
0135	3.7
0141	3.655556
0146	3.611111
0151	3.755556
0154	4.1
0.160	3.666667
0170	3.7
0174	3.833333
....

圖 5B



製程操作編號

圖 5C

製程操作 編號	滑動視窗之 平均值數量	滑動視窗之 最大值	滑動視窗之 最小值	滑動視窗之 平均值	滑動視窗之 峰度	滑動視窗之 偏斜度	滑動視窗之 標準差
0135	2	5.4	0.6	3.7	2.3513	-1.575	1.2027
0141	1	4.1	2.1	3.6555	3.3216	-2.184	0.5678
0146	2	4	2.1	3.6111	3.6234	-2.298	0.5445
0151	2	6.2	0.5	3.7555	-0.234	-0.371	1.6323
.....

圖 6A

製程操作 編號	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5	主成分6	主成分7
y	-1.723	-2.155	2.106	0.452	-0.059	-0.189	-0.148
y	-3.364	-3.106	1.069	1.212	-1.085	-0.384	0.416
y	-2.774	-3.099	1.436	1.961	-1.359	-0.373	0.461
y	-0.711	-0.099	1.114	-0.925	0.804	-0.037	-0.433
y

$$Y = \left\{ \begin{matrix} y \\ y \\ y \\ y \\ y \end{matrix} \right\}$$

圖 6B

	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5	主成分6	主成分7
固有值	1.9321	1.1783	1.1783	0.6763	0.4888	0.1655	0.1419
比例	0.3421	0.2086	0.1886	0.1197	0.0865	0.0293	0.0251
累積比例	0.3421	0.5507	0.7393	0.8590	0.9456	0.9749	1.0000
費雪分數	0.5065	0.5884	0.5954	0.8144	0.69	0.6837	0.7739
順位	7	6	5	1	3	4	2

圖 6C

D

製程操作 編號	主成分1
d — 0135	1.785761
d — 0141	3.405494
d — 0146	2.943061
d — 0151	0.90273
d —

圖 6D

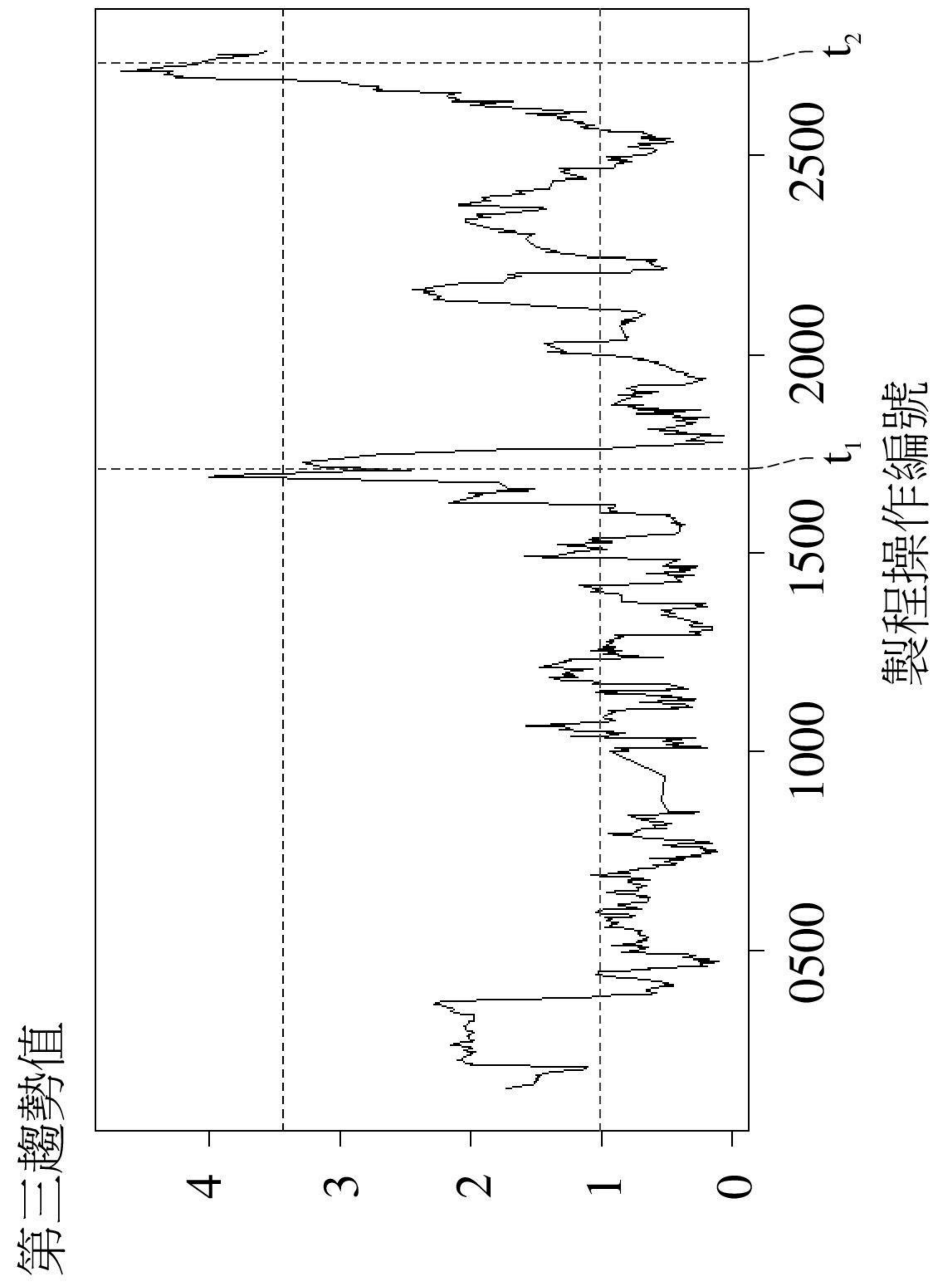


圖 6E

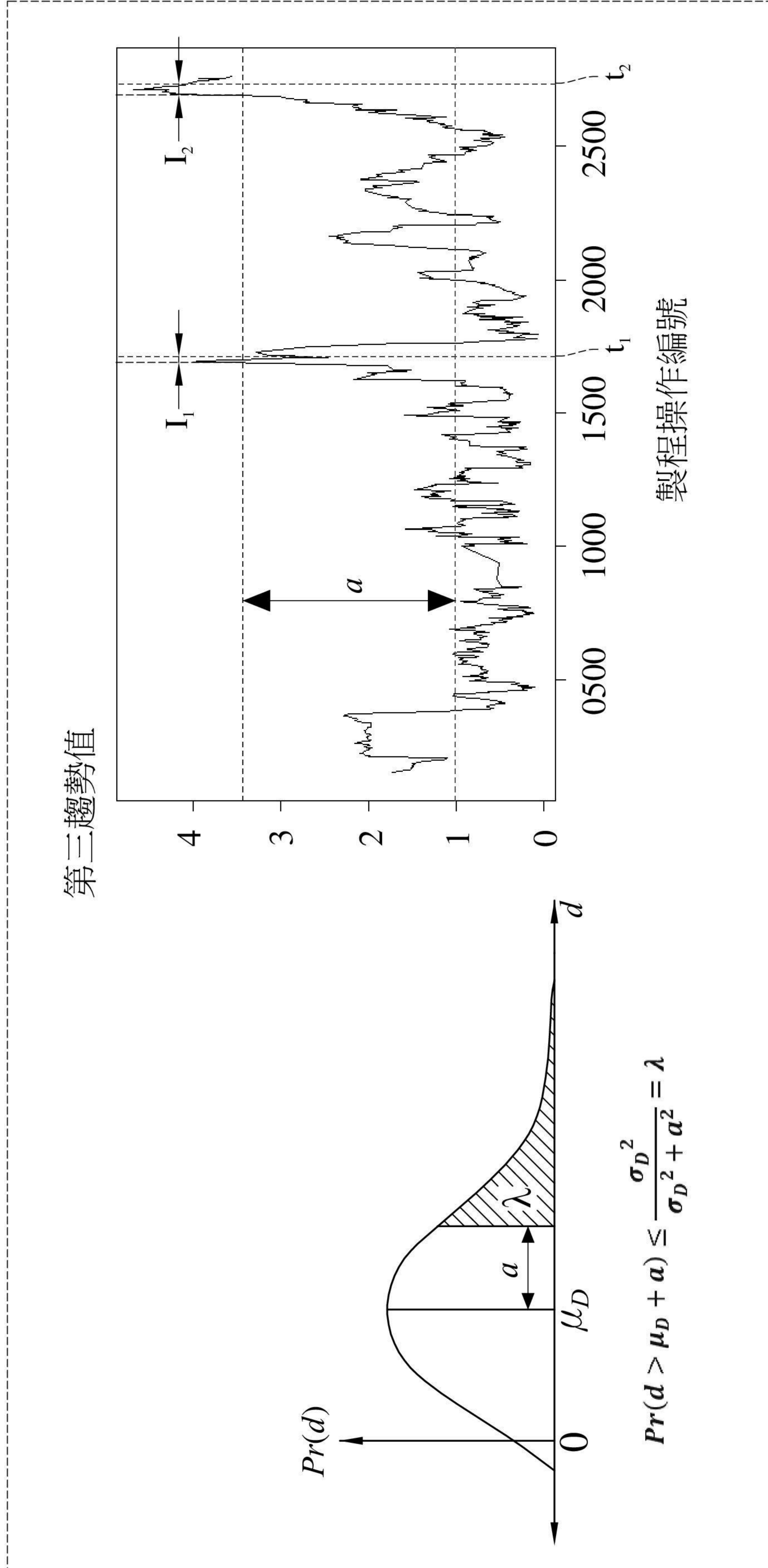


圖 6F

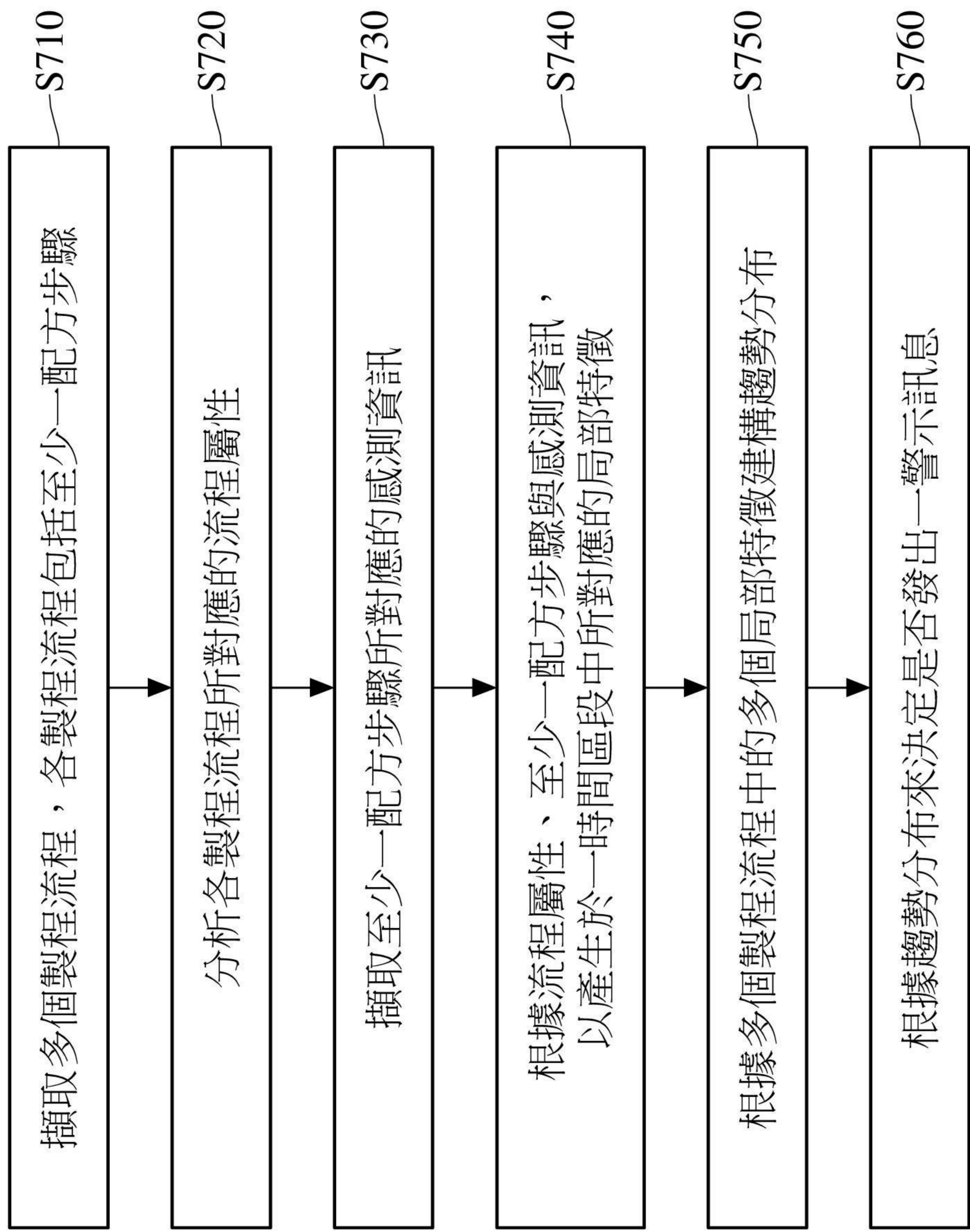


圖 7