



(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 I863659 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：112141453

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 30 日

(51)Int. Cl. : G05B23/02 (2006.01)

H01L21/66 (2006.01)

(30)優先權：2022/11/16 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/042563

(71)申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司(日本)HITACHI HIGH-TECH CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：吉田泰浩 YOSHIDA, YASUHIRO (JP)；石川昌義 ISHIKAWA, MASAYOSHI
(JP)；笹嶋二大 SASAJIMA, FUMIHIRO (JP)；大越崇生 OHKOSHI, SHIGEO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 202113703A

TW 202230060A

JP 2019-54179A

US 2012/0290261A1

US 2019/0056983A1

WO 2021/044611A1

WO 2021/199164A1

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 32 頁

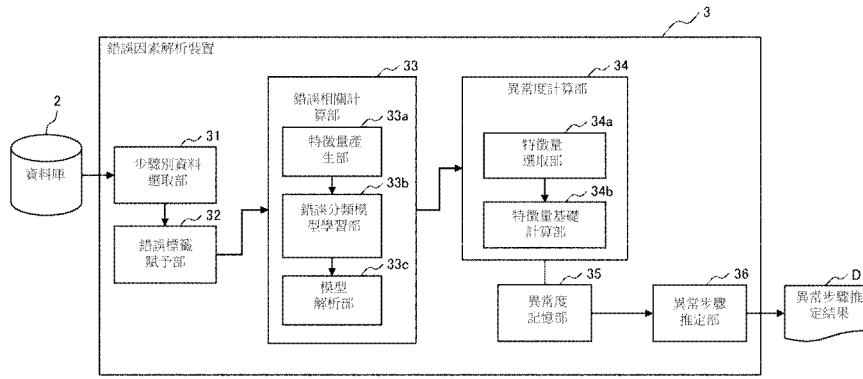
(54)名稱

錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法

(57)摘要

本發明係一種因素解析裝置，其係基於由檢查裝置測量之資料集，自構成檢查步驟之複數個小步驟推定錯誤原因之小步驟者，且具備：錯誤標籤賦予部，其自與包含檢測到錯誤之測定點之小步驟不同之小步驟之測定點，推定與檢測到錯誤之測定點相關聯之錯誤關聯測定點，且對檢測到上述錯誤之測定點及上述錯誤關聯測定點賦予錯誤標籤；錯誤相關計算部，其自被賦予上述錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之差異，按每個小步驟推定與錯誤產生高度相關之特徵量；異常度計算部，其對上述高度相關之特徵量，根據被賦予錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之統計性落差之程度，按每個小步驟計算特徵量基礎之異常度；及異常步驟推定部，其基於每個小步驟之異常度，推定錯誤原因之小步驟。

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

2: 資料庫

3: 錯誤因素解析裝置

31: 步驟別資料選取部

32: 錯誤標籤賦予部

33: 錯誤相關計算部

33a: 特徵量產生部

33b: 錯誤分類模型學習部

33c: 模型解析部

34: 異常度計算部

34a: 特徵量選取部

34b: 特徵量基礎計算部

35: 異常度記憶部

36: 異常步驟推定部

D1: 異常步驟推定結果



I863659

【發明摘要】

【中文發明名稱】

錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法

【中文】

本發明係一種因素解析裝置，其係基於由檢查裝置測量之資料集，自構成檢查步驟之複數個小步驟推定錯誤原因之小步驟者，且具備：錯誤標籤賦予部，其自與包含檢測到錯誤之測定點之小步驟不同之小步驟之測定點，推定與檢測到錯誤之測定點相關聯之錯誤關聯測定點，且對檢測到上述錯誤之測定點及上述錯誤關聯測定點賦予錯誤標籤；錯誤相關計算部，其自被賦予上述錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之差異，按每個小步驟推定與錯誤產生高度相關之特徵量；異常度計算部，其對上述高度相關之特徵量，根據被賦予錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之統計性落差之程度，按每個小步驟計算特徵量基礎之異常度；及異常步驟推定部，其基於每個小步驟之異常度，推定錯誤原因之小步驟。

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

2:資料庫

3:錯誤因素解析裝置

31:步驟別資料選取部

32:錯誤標籤賦予部

33:錯誤相關計算部

33a:特徵量產生部

33b:錯誤分類模型學習部

33c:模型解析部

34:異常度計算部

34a:特徵量選取部

34b:特徵量基礎計算部

35:異常度記憶部

36:異常步驟推定部

D1:異常步驟推定結果

【發明說明書】

【中文發明名稱】

錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種對由檢查裝置等產生之錯誤之因素進行解析之錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法。

【先前技術】

【0002】 半導體檢查裝置或半導體測量裝置依照被稱為配方之設定參數，按半導體晶圓之表面之每個檢查點實施檢查，或按每個測定點實施測量。但，於使用調整不充分之配方之情形、或裝置之特性因經時變化而變化之情形等時，可能於檢查或測量產生錯誤，成為使裝置之運轉率降低之一原因。於解析該種錯誤之因素之情形時，裝置之使用者大多必須實施確認各檢查值、各測定值、或掃描型電子顯微鏡之攝像圖像(以下稱為SEM(Scanning Electron Microscope：掃描電子顯微鏡)圖像)等之手動作業，錯誤因素之解析需要相當之時間。

【0003】 作為錯誤因素解析中之課題之一，有時必須正確推定錯誤之原因步驟。半導體之檢查步驟或測量步驟可進而分解為對準、尋址、測長等之複數個小步驟，於各小步驟中算出預先登錄於配方之模板圖像與拍攝測定點之SEM圖像之匹配分數，若匹配分數為閾值以上，則判斷為圖案檢測成功，轉移至下一個小步驟。

【0004】 然而，若該閾值之設定不適當，則儘管原本為應判定為圖案檢測失敗之小步驟，但有時跳過錯誤判定而轉移至下一個小步驟，實際上錯誤推定為於無錯誤之後段之小步驟有錯誤原因。因此，為了正確解析

錯誤因素，重要的是正確推定產生錯誤之小步驟。

【0005】此處，作為推定產生錯誤或不佳情況之小步驟之先前技術，已知專利文獻1之基板檢查系統。例如，於該文獻之摘要記載有「即使非熟練者，亦可容易辨識不良之原因。」，於段落0056記載有「於分析用資訊記憶部202，設置分析用程式資料庫221、分析用程式選擇表222、原因-對策表223、原因-根據表224、顯示用圖像資料庫225等。」。又，於該文獻之圖12至圖14，例示有各表之構成，於圖15揭示有使用各表之不良原因之特定處理。

【0006】如此，於專利文獻1揭示有一種預先建構各步驟之測定值之特徵與原因步驟之表，並藉由參照該表而推定原因步驟之技術。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】專利文獻1：日本專利特開2006-339445號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0008】此處，若變更半導體檢查裝置或半導體測量裝置中使用之檢查、測量配方，則因錯誤產生之機制亦變化，故為了利用專利文獻1之不良原因特定處理，需要按每個配方建構各種表。若為製造多量少品種之半導體製品之生產步驟，則因可長期使用相同配方，故即使於每次配方切換時建構各種表，其勞力亦不太大。然而，若為製造少量多品種之半導體製品之生產步驟，則需要頻繁切換配方，故於每次配方切換時建構各種表不現實。

【0009】又，作為其他方法，可考慮應用異常檢測之方法，藉由自

與預先收集之正常資料之落差度判定各步驟有無異常而推定原因步驟之方法。然而，於該情形時，因需要對頻繁切換之數十、數百個配方各者定義正常資料之作業，故需要辨別正常資料之知識或工數，較為困難。

【0010】 因此，本發明之目的在於提供一種不建構測定值與錯誤原因步驟之關係表、或不進行正常資料之收集或定義，即可推定檢測到之錯誤之原因步驟，並藉由解析該錯誤原因步驟之資料，推定錯誤因素之技術。

[解決問題之技術手段]

【0011】 為了解決上述課題，本發明之錯誤因素解析裝置係於由檢查裝置測量之資料集包含錯誤之情形時，基於上述資料集，自構成檢查步驟之複數個小步驟推定錯誤原因之小步驟者；且具備：錯誤標籤賦予部，其自與包含檢測到錯誤之測定點之小步驟不同之小步驟之測定點，推定與檢測到錯誤之測定點關聯之錯誤關聯測定點，且對檢測到上述錯誤之測定點及上述錯誤關聯測定點賦予錯誤標籤；錯誤相關計算部，其自賦予了上述錯誤標籤之測定點與未賦予之測定點之資料之不同，按每個小步驟推定與錯誤產生高度相關之特徵量；異常度計算部，其對上述高度相關之特徵量，根據賦予了錯誤標籤之測定點與未賦予之測定點之資料之統計性落差之程度，按每個小步驟計算特徵量基礎之異常度；及異常步驟推定部，其基於每個小步驟之異常度推定錯誤原因之小步驟。

[發明之效果]

【0012】 根據本發明之錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法，即使於製品或測量、檢查裝置之配方變更之情形時，亦可不按每個配方建構各種表、或不進行正常資料之收集或定義，而推定檢測到之錯誤之原因步

驟。

【0013】 上述以外之課題、構成及效果藉由以下實施形態之說明而明確。

【圖式簡單說明】

【0014】

圖1係顯示實施例1之資訊處理系統之構成例之概略圖。

圖2係半導體檢查裝置之檢查步驟之一例。

圖3係實施例1之錯誤因素解析裝置之功能方塊圖。

圖4係實施例1之錯誤因素解析裝置之處理流程圖。

圖5係賦予錯誤標籤之步驟別資料之一例。

圖6係顯示於終端之解析結果之一例。

圖7係實施例2之錯誤因素解析裝置之功能方塊圖。

圖8係用於說明實施例2之綜合異常度之計算方法之模式圖。

圖9係實施例3之錯誤因素解析裝置之功能方塊圖。

圖10係用於說明實施例3之錯誤因素推定結果之計算方法之模式圖。

【實施方式】

【0015】 以下，使用圖式，說明本發明之錯誤因素解析裝置及錯誤因素解析方法之實施例。另，於以下，「半導體檢查裝置」不僅意指測量形成於半導體晶圓表面之圖案之尺寸之裝置，亦包含檢查形成於半導體晶圓表面之圖案有無缺陷之裝置、檢查未形成圖案之裸晶圓有無缺陷之裝置、及組合了該等裝置之複合裝置。又，「檢查」意指亦用於測量之意義，「檢查動作」意指亦用於測量動作之意義。此外，「檢查對象」不僅意指成為測量對象或檢查對象之晶圓，亦指該晶圓中之測量對象區域或檢查

對象區域。又，於以下，「錯誤」除測定不佳情況或裝置故障外，亦包含警報或警告訊息等錯誤之預兆。

實施例1

【0016】 首先，使用圖1至圖7說明本發明之實施例1之錯誤因素解析裝置。

【0017】 (資訊處理系統之概要)

圖1係顯示本實施例之資訊處理系統100之構成例之概略圖。如本圖所示，資訊處理系統100具有半導體檢查裝置1、資料庫2、錯誤因素解析裝置3、終端4及網路N。以下，依次說明各者。

【0018】 半導體檢查裝置1係檢查形成於半導體晶圓表面之圖案之尺寸之裝置等，經由網路N與資料庫2或錯誤因素解析裝置3連接。

【0019】 資料庫2係記錄自半導體檢查裝置1發送之裝置資料、配方、測量結果、錯誤結果等之資料之記錄裝置。

【0020】 錯誤因素解析裝置3係於半導體檢查裝置1實施之檢查步驟有錯誤之情形時用於解析該錯誤因素之裝置，具體而言，係具備CPU(Central Processing Unit：中央處理單元)等之運算裝置、半導體記憶體等之記憶裝置、及通信裝置等之硬體之電腦。該錯誤因素解析裝置3可為於半導體檢查裝置1之使用者管理之設施內運用之本地部署，亦可為於該設施外運用之雲端。又，亦可於半導體檢查裝置1組入錯誤因素解析裝置3之功能。

【0021】 終端4係具備作為向使用者提示錯誤因素解析裝置3之解析結果時之GUI(Graphical User Interface：圖形使用者介面)發揮功能之顯示器之裝置，經由有線或無線之通信線路，與錯誤因素解析裝置3可通信

地連接。

【0022】 (資料庫2所記錄之資料)

自半導體檢查裝置1發送並記錄於資料庫2，進而，由錯誤因素解析裝置3解析之資料中，例如包含裝置資料、配方、測量結果、錯誤結果。以下依次說明各資料。

【0023】 裝置資料包含裝置固有參數、裝置機差校正資料及觀察條件參數。裝置固有參數係用於使半導體檢查裝置1按照規定規格動作之校正參數。裝置機差校正資料係用於校正半導體檢查裝置間之機差之參數。觀察條件參數例如係規定電子光學系統之加速電壓等之掃描型電子顯微鏡(SEM)之觀察條件之參數。

【0024】 配方包含晶圓映射、各種參數(對準參數、尋址參數、測長參數)、模板圖像等。晶圓映射係半導體晶圓表面之座標映射(例如圖案之座標)。對準參數例如係用於校正半導體晶圓表面之座標系與半導體檢查裝置1內部之座標系之間之偏移之參數。尋址參數例如係對形成於半導體晶圓表面之圖案中、存在於檢查對象區域內之特徵圖案進行特定之資訊。測長參數係記述測定長度之條件之參數，例如為指定對圖案中之何部位之長度進行測定之參數。模板圖像係用於以圖案匹配檢測測定點之基準圖像。

【0025】 另，配方中可包含測定點數、測定點(Evaluation Point：EP)之座標資訊、拍攝圖像時之攝像條件等。又，配方中亦可與測定點一起而包含在用於測量測定點之準備階段取得之圖像之座標或攝像條件等。

【0026】 測量結果包含測長結果、圖像資料及動作日誌。測長結果記述對半導體晶圓表面之圖案之長度進行測定之結果。圖像資料係半導體

晶圓之觀察圖像。動作日誌係記述對準、尋址及測長之各動作步驟中半導體檢查裝置1之內部狀態之資料。例如，可舉出各零件之動作電壓、觀察視野之座標等。

【0027】 錯誤結果係於產生錯誤之情形時，顯示於對準、尋址及測長之各動作步驟之何者產生之錯誤之參數。

【0028】 (檢查步驟之概要)

圖2顯示半導體檢查裝置1之檢查步驟之一例。將此處例示之檢查步驟分解為步驟P1至步驟P5之5個動作步驟(小步驟)。即，於步驟P1中，藉由光學(OM：Optical Microscope，光學顯微鏡)模式之對準，校正測定晶圓與半導體檢查裝置之載台之位置偏移。接著，於步驟P2中，藉由電子束(SEM)模式之對準，校正測定晶圓與載台之位置偏移。隨後，於步驟P3、P4中，藉由尋址向測長座標移動視野。最後，於步驟P5中，對形成於測定晶圓表面之圖案之尺寸進行測長。藉由以上之檢查步驟，半導體檢查裝置1檢查半導體晶圓。

【0029】 此處，於各動作步驟中，算出登錄於配方之模板圖像與拍攝測定點之SEM圖像之匹配分數，若匹配分數為閾值以上，則為圖案檢測成功而轉移至下一動作步驟。但，若該閾值不適當，則儘管檢測出與原本不同之位置等因而圖案檢測失敗，但有時會跳過錯誤判定而轉移至下一個動作步驟。於該情形時，與實際檢測到錯誤之動作步驟不同之、有跳過情形之動作步驟便成為錯誤原因。

【0030】 因此，於本實施例中，即使於後續之動作步驟中檢測到錯誤之情形時，亦推定成為錯誤原因之前之動作步驟，以可基於此前之動作步驟中取得之資料正確解析錯誤因素之方式，設置如下之錯誤因素解析裝

置3。

【0031】 (錯誤因素解析裝置之構成及處理內容)

圖3顯示本實施例之錯誤因素解析裝置3之詳細構成。如此處所示，錯誤因素解析裝置3具備步驟別資料選取部31、錯誤標籤賦予部32、錯誤相關計算部33、異常度計算部34、異常度記憶部35、異常步驟推定部36，使用該等輸出異常步驟推定結果D1。又，錯誤相關計算部33具備特徵量產生部33a、錯誤分類模型學習部33b、及模型解析部33c，異常度計算部34具備特徵量選取部34a、與特徵量基礎計算部34b。另，各功能部係藉由一般之電腦即錯誤因素解析裝置3之運算裝置執行讀入記憶裝置之預定程式而實現者。

【0032】 圖4係錯誤因素解析裝置3之處理流程圖。於以下，一面適當參照圖3與圖4，一面說明錯誤因素解析裝置3之錯誤因素解析處理之細節。

【0033】 ((步驟S1))

首先，於步驟S1中，步驟別資料選取部31使用欲解析錯誤因素之配方，自資料庫2取得半導體檢查裝置1測量之資料集，並按各動作步驟別分割資料。一般而言，因對收集至資料庫2之資料集賦予用於區分其為於何動作步驟測量者之識別編號，故可使用該識別編號將資料集分割為各動作步驟別之測量資料。

【0034】 且，自該分割之測量資料選取可能與檢測出之錯誤有關之動作步驟之測量資料。可能與該錯誤有關之動作步驟例如可設為檢測到錯誤之動作步驟與其上游之動作步驟、尋址-測長之重複動作之一系列動作步驟、或測量時序接近之動作步驟等之資料。

【0035】 ((步驟S2))

接著，於步驟S2中，錯誤標籤賦予部32對於步驟S1中選取之步驟資料，向檢測到錯誤之測定點賦予錯誤標籤，且亦向推定為對該測定點之檢查性能造成影響之關聯測定點(錯誤關聯測定點)賦予錯誤標籤。

【0036】 於圖5顯示如此賦予錯誤標籤之步驟別資料之一例。圖5係構成半導體檢查裝置1測量之資料集之、摘錄顯示步驟P1資料與步驟P5資料之圖。於各個步驟別資料中，自左起第1行之「晶圓INDEX」係用於區分半導體晶圓之識別編號。又，自左起第2行之「測定No」係顯示為相同半導體晶圓中之第幾個測定點之連續編號。例如若為於步驟P5資料內之「晶圓INDEX」為「XXX001」之半導體晶圓之「測定No」為「12」之測定項目檢測到錯誤之情形，則本步驟中之錯誤關聯測定點之推定方法將與該半導體晶圓相同之「晶圓INDEX」且更小之「測定No」之測定點(例如步驟P1資料內之「晶圓INDEX」為「XXX001」、「測定No」為「0」或「1」之測定點)推定為錯誤關聯測定點。隨後，如圖示般，錯誤標籤賦予部32對如此推定之錯誤關聯測定點、與成為其起點之錯誤檢測測定點賦予錯誤標籤「1」。

【0037】 ((步驟S3))

於步驟S3中，錯誤相關計算部33自步驟S1中選取之步驟別資料中，將異常度計算未完成之1個(圖5之例中之步驟P1資料或步驟P5資料)選定為步驟S4以後之處理對象。

【0038】 ((步驟S4))

於步驟S4中，錯誤相關計算部33自步驟S3中選定之資料(例如圖5之步驟P1資料)產生適於機械學習模型之輸入之特徵量。因此，具體而言執

行以下處理。

【0039】 首先，特徵量產生部33a自有步驟S2中賦予之錯誤標籤之測定點與無錯誤標籤之測定點之資料之不同，計算各特徵量相對於錯誤產生之相關度。接著，特徵量產生部33a使用處理對象之步驟別資料，產生適於辨別有錯誤標籤之資料與無錯誤標籤之資料之機械學習模型之輸入的特徵量。此處，特徵量之產生例如可使用測定資料之定標或統計處理、類別變數之編碼、使交替作用特徵量等之複數個資料組合之複合特徵量製作等。

【0040】 接著，錯誤分類模型學習部33b學習錯誤分類模型，該錯誤分類模型將由特徵量產生部33a產生之特徵量、或步驟S2中賦予之錯誤標籤作為輸入，基於有錯誤標籤之測定點之資料、與無錯誤標籤之測定點之資料之傾向之不同，對該等進行分類。該錯誤分類模型可使用以Random Forest(隨機森林)或XGBoost(極端梯度提升)等之決策樹為基礎之演算法、或Neural Network(神經網路)等任何機械學習演算法而產生。

【0041】 再者，模型解析部33c對由錯誤分類模型學習部33b學習之錯誤分類模型，計算輸入之各特徵量對模型輸出即錯誤預測結果造成何種程度之影響之相關度。該相關度例如於由以決策樹為基礎之演算法建構錯誤檢測模型之情形時，可藉由基於各特徵量於模型內之分支出現之個數或目的函數之改善值等計算之變數重要度(Feature Importance)、或計算各特徵量之值對模型輸出之相關度之SHAP(Shapley Additive exPlanations：沙普利可加性模型解釋方法)值而進行評估。

【0042】 ((步驟S5))

於步驟S5中，特徵量選取部34a選取步驟S4中計算之相關度較高之特

徵量。作為該選取方法，例如可使用自相關度高之順序選取上階N個特徵量之方法、或選取具有預先設定之閾值以上之相關度之特徵量之方法。

【0043】 ((步驟S6))

於步驟S6中，特徵量基礎計算部34b計算對步驟S5中選取之錯誤賦予相關較高之特徵量之錯誤標籤之測定點、與無錯誤標籤之測定點之資料之落差度，作為該動作步驟之異常度。該落差度例如可使用歐幾里得距離或馬氏距離。

【0044】 ((步驟S7))

於步驟S7中，異常度記憶部35記憶步驟S6中計算之每個動作步驟之異常度。

【0045】 ((步驟S8))

於步驟S8中，判定是否對步驟S1中選取之全部動作步驟資料實施了自步驟S3至步驟S7之處理。且，於滿足要件之情形時，進入步驟S9，於不滿足要件之情形時，重複自步驟S3至步驟S7之處理，直至對全部動作步驟資料計算完異常度為止。

【0046】 ((步驟S9))

於步驟S9中，異常步驟推定部36使用步驟S7中記憶之各動作步驟別之異常度，推定成為錯誤原因之動作步驟。作為此處之錯誤原因步驟之推定方法，例如可設為異常度最高之動作步驟、或異常度為預先設定之閾值以上之最上游之動作步驟、或使用學習了與錯誤相關之相關較高之特徵量、步驟別之異常度及原因步驟之關係之機械學習模型進行推定之動作步驟等。

【0047】 本步驟中之錯誤原因步驟之推定結果作為異常步驟推定結

果D1輸出。異常步驟推定結果D1係包含異常度記憶部35所記憶之每個動作步驟之異常度、或由異常步驟推定部36推定之錯誤原因步驟等之錯誤解析結果。經由GUI即終端4向使用者提示該等錯誤解析結果。

【0048】於圖6顯示向使用者提示錯誤解析結果之方法之一例。於該例中，以條之長度顯示每個動作步驟之異常度之大小，且以與其他步驟不同之顏色(深色)顯示藉由圖4之流程圖之處理推定為錯誤原因之步驟P2。如此，即使於假定於步驟P5檢測到錯誤之情形時，亦可向使用者報知該錯誤之原因於未檢測到錯誤之步驟P2產生。

【0049】(實施例1之效果)

於以上說明之本實施例中，與必須按每個配方準備表或定義之先前之異常檢測方法不同，直接使用產生之錯誤資訊，推定先前之各動作步驟之資料所含之錯誤關聯測定點。且，將該錯誤關聯測定點視為錯誤資料，計算錯誤資料與除此以外之資料之落差度作為各步驟之異常度。

【0050】藉此，不使用事先準備之測定值與錯誤原因步驟之關係表、或正常資料之收集、定義，即可進行錯誤原因步驟之推定。因此，根據本實施例，即使於為了製造少量多品種之半導體製品而頻繁更新配方之情形時，亦可容易進行與各配方對應之錯誤原因推定。

實施例2

【0051】接著，參照圖7及圖8，說明實施例2之錯誤因素解析裝置3。另，與實施例1之共通點省略重複說明。

【0052】自圖3與圖7之比較可明瞭，實施例2之錯誤因素解析裝置3係對實施例1之錯誤因素解析裝置3附加匹配分數基礎之異常度計算部37、與綜合異常度計算部38者。以下，依次說明該等之細節。

【0053】（匹配分數基礎之異常度計算部37）

一般而言，於資料庫2記錄預先登錄於配方之模板圖像、與拍攝了測定點之SEM圖像之匹配分數。於匹配分數基礎之異常度計算部37中，對可能為由步驟別資料選取部31選取之錯誤原因之步驟別之資料，計算賦予了該匹配分數之錯誤標籤之測定點與無錯誤標籤之測定點之資料之落差度作為異常度。該落差度可使用基於原始資料之平均值或標準偏差之Z分數等。將該匹配分數基礎之步驟別之異常度記憶於異常度記憶部35。

【0054】（綜合異常度計算部38）

於綜合異常度計算部38中，自異常度記憶部35所記憶之各異常度計算綜合性之異常度。於圖8顯示該綜合異常度計算之模式圖。自特徵量基礎之異常度及匹配分數基礎之異常度，計算步驟別之綜合異常度。作為該計算方法，例如可設為簡單將兩者之異常度按步驟別相加之方法、取得兩者之最大值之方法、或於分別乘以預先設定之權重後相加之方法等。

【0055】（異常步驟推定部36）

於異常步驟推定部36中，使用由綜合異常度計算部38計算之步驟別之綜合異常度，與實施例1同樣基於異常度之高度或閾值而推定成為錯誤原因之步驟。

【0056】 於如本實施例般計算綜合異常度之情形時，於GUI即終端4，可僅顯示最終之綜合異常度，亦可將成為計算綜合異常度之根據之、特徵量基礎之異常度與匹配分數基礎之異常度之兩者同綜合異常度一起顯示。另，於圖8中，亦與圖6同樣，以與其他步驟不同之顏色(深色)顯示由異常步驟推定部36推定為錯誤原因之步驟，但若為由異常步驟推定部36採用之錯誤步驟之推定方法例如將異常度之大小超過閾值之最上游之步驟

推定為錯誤原因之步驟之情形，則如圖8之例般，有時亦將異常度超過閾值之最上游之步驟P1推定為錯誤原因而非異常度最大之步驟P2。

【0057】（實施例2之效果）

於實施例2中，具有複數個算出步驟別之異常度之機構，計算將其等複合後之異常度。藉此，可於錯誤原因步驟之推定使用多角度之資訊，可藉由減少錯誤之特徵之遺漏而提高推定精度。

實施例3

【0058】 接著，參照圖9及圖10，說明實施例3之錯誤因素解析裝置3。另，與實施例1之共通點省略重複說明。

【0059】 自圖3與圖9之比較可知，實施例3之錯誤因素解析裝置3與實施例1不同，具備步驟別錯誤因素推定部39、錯誤辭典3A、錯誤因素概率修正部3B。以下，依次說明該等之細節。

【0060】（步驟別錯誤因素推定部39）

步驟別錯誤因素推定部39使用與錯誤相關計算部33所計算之錯誤相關度較高之特徵量或其值、相關度等，自錯誤辭典3A檢索類似度較高之項目，將檢索到之錯誤因素或該類似度作為錯誤因素概率D2，按步驟別取得1個以上。作為該類似度之計算方法，例如可使用協調過濾或排序學習之推定法。

【0061】（錯誤資訊累積部3A）

錯誤辭典3A將特徵量或其值、相關度之組合、與該錯誤因素建立關聯而累積。作為該累積方法，可基於過去之技術訣竅將錯誤之特徵與其因素以表格形式等加以體系化，亦可預先儲存過去之錯誤資料與其錯誤因素。

【0062】 (錯誤因素概率修正部3B)

於錯誤因素概率修正部3B中，使用異常度記憶部35中記憶之步驟別之異常度，校正由步驟別錯誤因素推定部39計算出之步驟別之錯誤因素概率D2。於圖10顯示該校正方法之模式圖。

【0063】 於圖10中，由步驟別錯誤因素推定部39計算出之錯誤因素與其錯誤概率按步驟別取得上階前3個。以異常度記憶部35中記憶之步驟別之異常度校正該錯誤概率，將校正後之錯誤概率為上階者與步驟編號一起作為錯誤因素推定結果D3而取得。作為該校正方法，例如可以[0.0-1.0]將異常度之值正規化並乘以錯誤概率，亦可算出使異常度為閾值以上之步驟變高、閾值以上之步驟變低之係數並乘以錯誤概率等。經由終端4向使用者提示如此獲得之錯誤因素推定結果D3。

【0064】 (實施例3之效果)

於實施例3中，可藉由以每個步驟之異常度校正按每個步驟求出之錯誤因素之推定概率，推定與每個步驟之異常度對應之錯誤因素。藉此，即使於因複數個步驟之相互作用而產生錯誤之實例中，亦可選取各個步驟中之錯誤因素並向使用者提示。

【0065】 (變化例)

本揭示並非限定於上述實施形態者，包含各種變化例。例如，上述實施形態係為了容易理解地說明本揭示而詳細說明者，未必具備說明之全部構成。又，可將某實施形態之一部分置換為其他實施形態之構成。又，亦可對某實施形態之構成添加其他實施形態之構成。又，對各實施形態之構成之一部分，亦可追加、刪除或置換其他實施形態之構成之一部分。

【0066】 例如，於上述實施例1~3中，雖對推定半導體檢查裝置1

之錯誤因素之例進行了說明，但亦可推定於半導體檢查裝置1以外之機器產生之錯誤之錯誤因素。

【0067】 又，於上述實施例2中，雖作為步驟別之異常度之計算機構使用特徵量基礎之異常度與匹配分數基礎之異常度之2個，但亦可使用該2個以外之3個以上之異常度之計算機構。

【0068】 又，於上述實施例3中，構成為於實施例1之形態附加步驟別錯誤因素推定部39、錯誤辭典3A、錯誤因素概率修正部3B，但亦可構成為於實施例2之形態附加該等。

【0069】 又，於上述實施例3中，亦可於錯誤辭典3A所累積之資訊包含配方修正案，作為以錯誤因素推定結果D3向使用者提示之資訊，合併錯誤因素與配方修正案而進行提示。

【符號說明】

【0070】

- 1:半導體檢查裝置
- 2:資料庫
- 3:錯誤因素解析裝置
- 3A:錯誤辭典
- 3B:錯誤因素概率修正部
- 4:終端
- 31:步驟別資料選取部
- 32:錯誤標籤賦予部
- 33:錯誤相關計算部
- 33a:特徵量產生部

- 33b:錯誤分類模型學習部
- 33c:模型解析部
- 34:異常度計算部
- 34a:特徵量選取部
- 34b:異常度計算部
- 35:異常度記憶部
- 36:異常步驟推定部
- 37:匹配分數基礎之異常度計算部
- 38:綜合異常度計算部
- 39:步驟別錯誤因素推定部
- 100:資訊處理系統
- D1:異常步驟推定結果
- D2:錯誤因素概率
- D3:錯誤因素推定結果
- N:網路
- P1～P5:步驟
- S1～S9:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種錯誤因素解析裝置，其特徵在於，

其係於由檢查裝置測量之資料集包含錯誤之情形時，基於上述資料集，自構成檢查步驟之複數個小步驟推定錯誤原因之小步驟者，且具備：

錯誤標籤賦予部，其自與包含檢測到錯誤之測定點之小步驟不同之小步驟之測定點，推定與檢測到錯誤之測定點相關聯之錯誤關聯測定點，且對檢測到上述錯誤之測定點及上述錯誤關聯測定點賦予錯誤標籤；

錯誤相關計算部，其自被賦予上述錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之差異，按每個小步驟推定與錯誤產生高度相關之特徵量；

異常度計算部，其對上述高度相關之特徵量，根據被賦予錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之統計性落差之程度，按每個小步驟計算特徵量基礎之異常度；及

異常步驟推定部，其基於每個小步驟之異常度，推定錯誤原因之小步驟。

【請求項2】

如請求項1之錯誤因素解析裝置，其進而具備：

第2異常度計算部，其推定測定點之模板圖像、與測定點之攝像圖像之匹配分數，根據被賦予錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之匹配分數之統計性落差之程度，計算匹配分數之異常度；及

綜合異常度計算部，其基於由上述異常度計算部計算出之每個小步驟之異常度、與由上述第2異常度計算部計算出之每個小步驟之異常度，計算每個小步驟之綜合異常度；且

上述異常步驟推定部基於每個小步驟之綜合異常度，推定錯誤原因之小步驟。

【請求項3】

如請求項1或2之錯誤因素解析裝置，其進而具備：

錯誤辭典，其累積錯誤之特徵與其錯誤因素或參數修正案之關聯；

及

步驟別錯誤因素推定部，其自上述錯誤辭典中檢索與上述高度相關之特徵量或測定結果之統計資訊之錯誤特徵之組合類似之項目，按每個小步驟選取錯誤因素或參數修正案之候補。

【請求項4】

如請求項3之錯誤因素解析裝置，其中

根據上述每個小步驟之異常度，校正上述每個小步驟之錯誤因素或參數修正案之類似度，自各小步驟之錯誤因素或參數修正案中選取校正後之類似度較高之上階者並向使用者提示。

【請求項5】

如請求項4之錯誤因素解析裝置，其中

對無錯誤產生之測定點之數量，於檢測到錯誤之測定點之概率為閾值以下之情形時，降低上述選取之校正後之類似度中一部分項目之類似度。

【請求項6】

如請求項1之錯誤因素解析裝置，其中

上述異常步驟推定部將每個小步驟之上述異常度為閾值以上且最上游之步驟推定為錯誤原因之小步驟。

【請求項7】

如請求項2之錯誤因素解析裝置，其中

上述異常步驟推定部將每個小步驟之上述綜合異常度為閾值以上且最上游之步驟推定為錯誤原因之小步驟。

【請求項8】

如請求項1之錯誤因素解析裝置，其中

上述異常步驟推定部建構經學習每個小步驟之上述異常度、上述高度相關之特徵量之項目/其相關度、及錯誤原因步驟之關係之模型，將由上述模型推定之步驟設為錯誤原因步驟。

【請求項9】

如請求項2之錯誤因素解析裝置，其中

上述異常步驟推定部建構經學習每個小步驟之上述綜合異常度、上述高度相關之特徵量之項目/其相關度、及錯誤原因步驟之關係之模型，將由上述模型推定之步驟設為錯誤原因步驟。

【請求項10】

一種錯誤因素解析方法，其特徵在於，

其係於由檢查裝置測量之資料集包含錯誤之情形時，基於上述資料集，自構成檢查步驟之複數個小步驟推定錯誤原因之小步驟者，且具備：

錯誤標籤賦予步驟，其自與包含檢測到錯誤之測定點之小步驟不同之小步驟之測定點，推定與檢測到錯誤之測定點相關聯之錯誤關聯測定點，且對檢測到上述錯誤之測定點及上述錯誤關聯測定點賦予錯誤標籤；

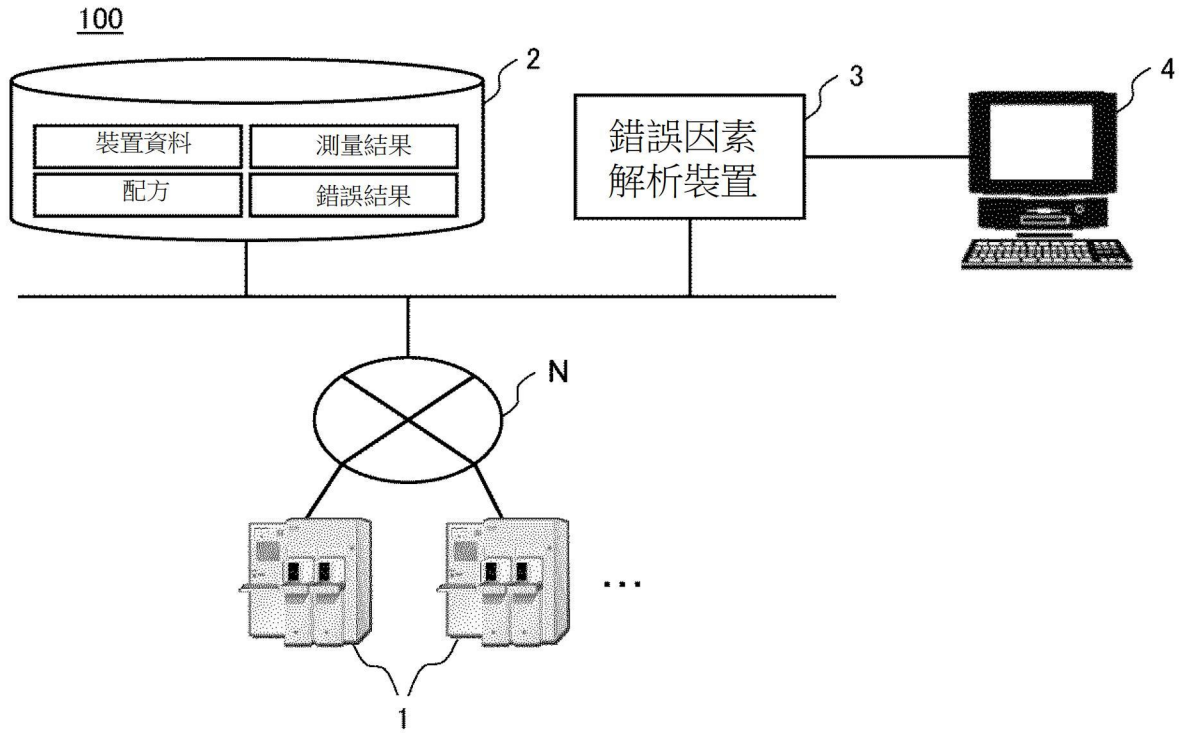
錯誤相關計算步驟，其自被賦予上述錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之差異，按每個小步驟推定與錯誤產生高度相關之特徵

量；

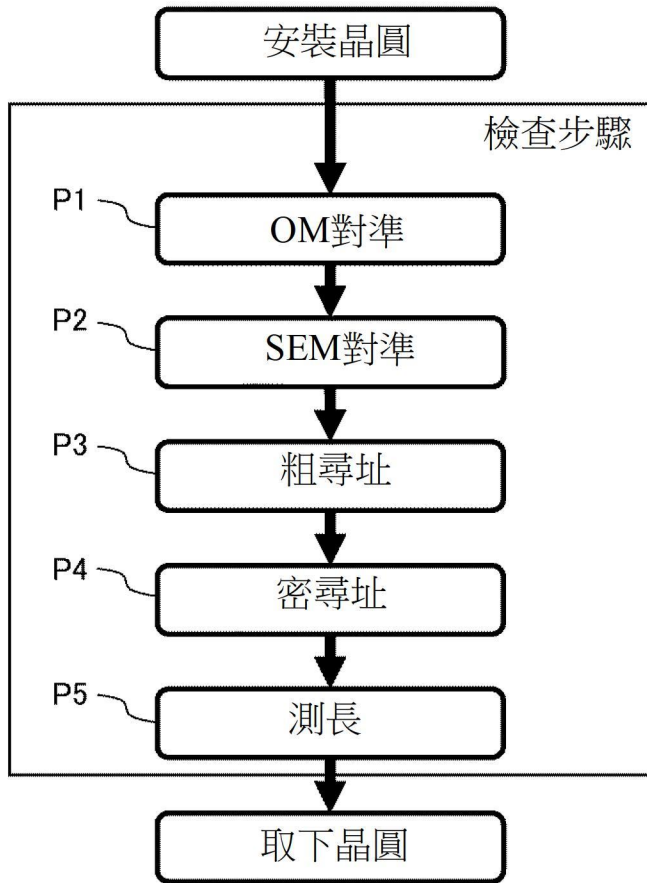
異常度計算步驟，其對上述高度相關之特徵量，根據被賦予錯誤標籤之測定點與未被賦予之測定點之資料之統計性落差之程度，按每個小步驟計算特徵量基礎之異常度；及

異常步驟推定步驟，其基於每個小步驟之異常度，推定錯誤原因之小步驟。

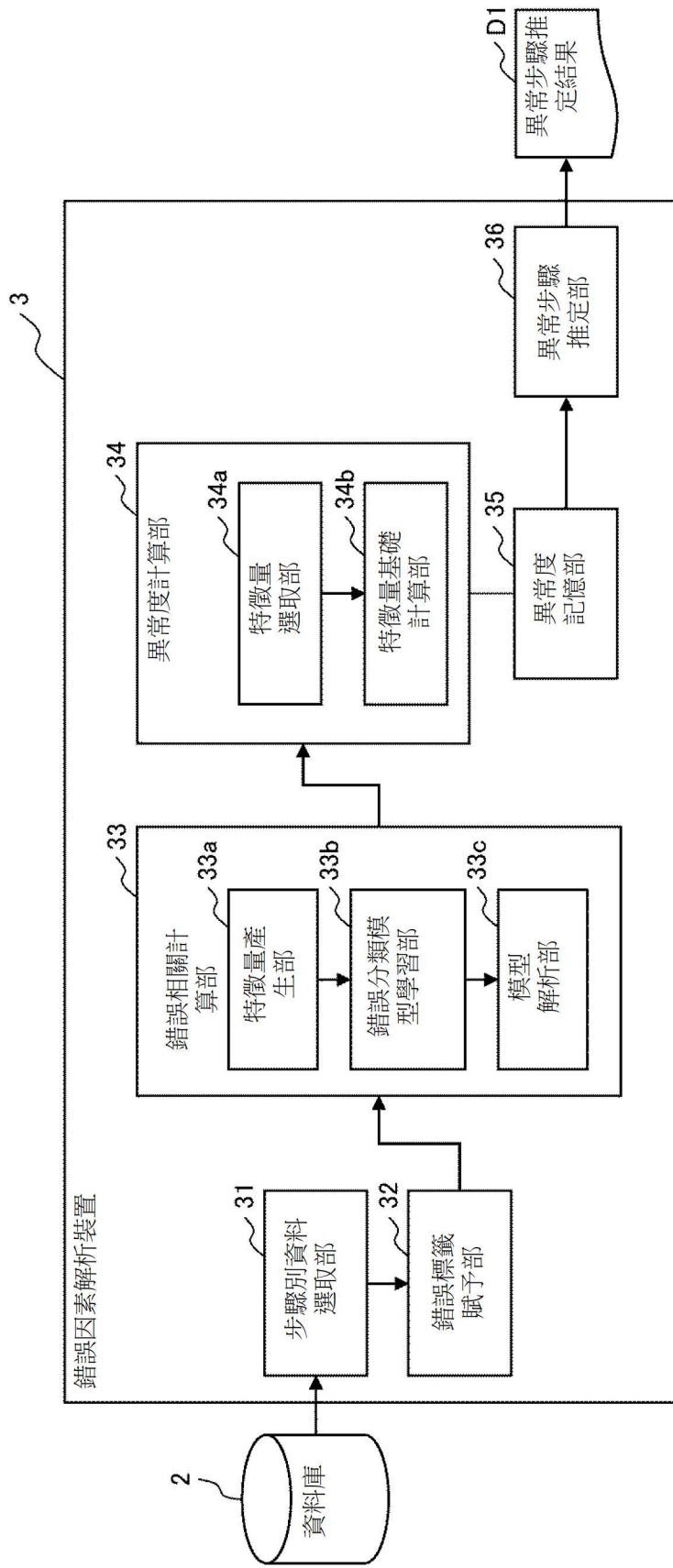
【發明圖式】



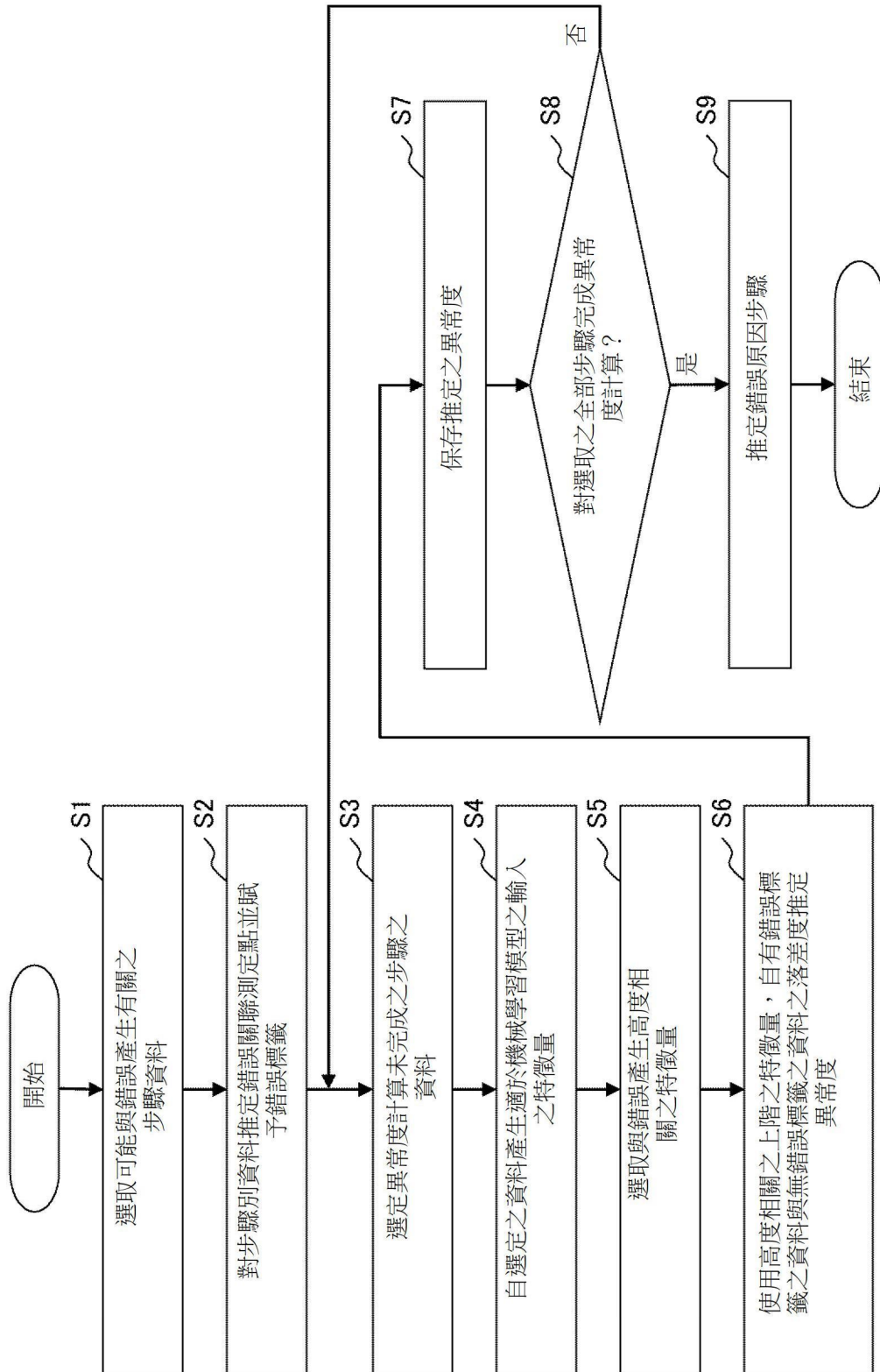
【圖1】



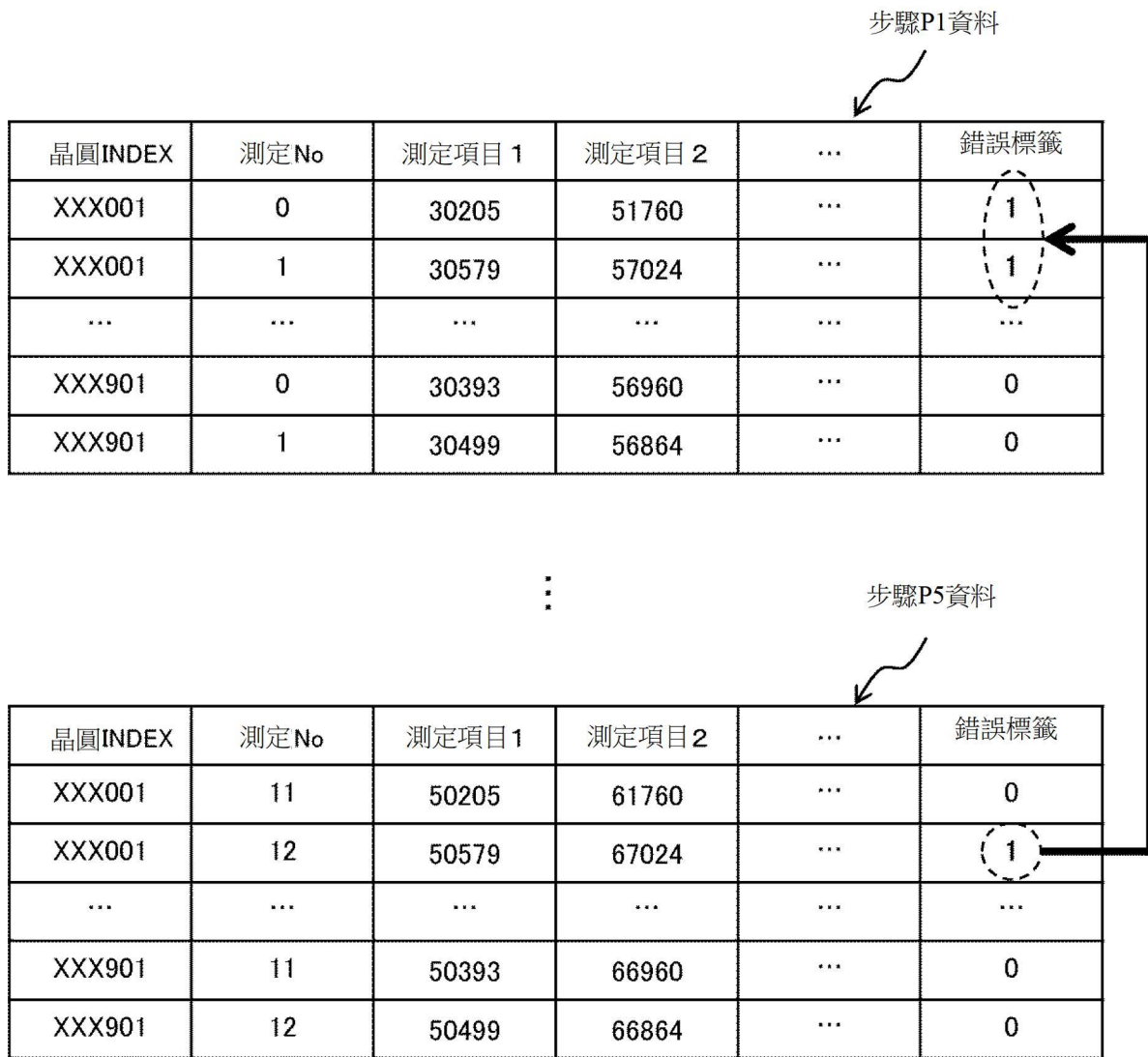
【圖2】



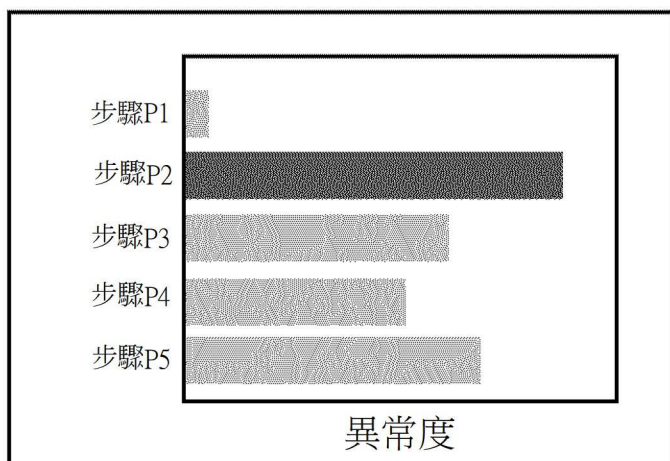
【圖3】



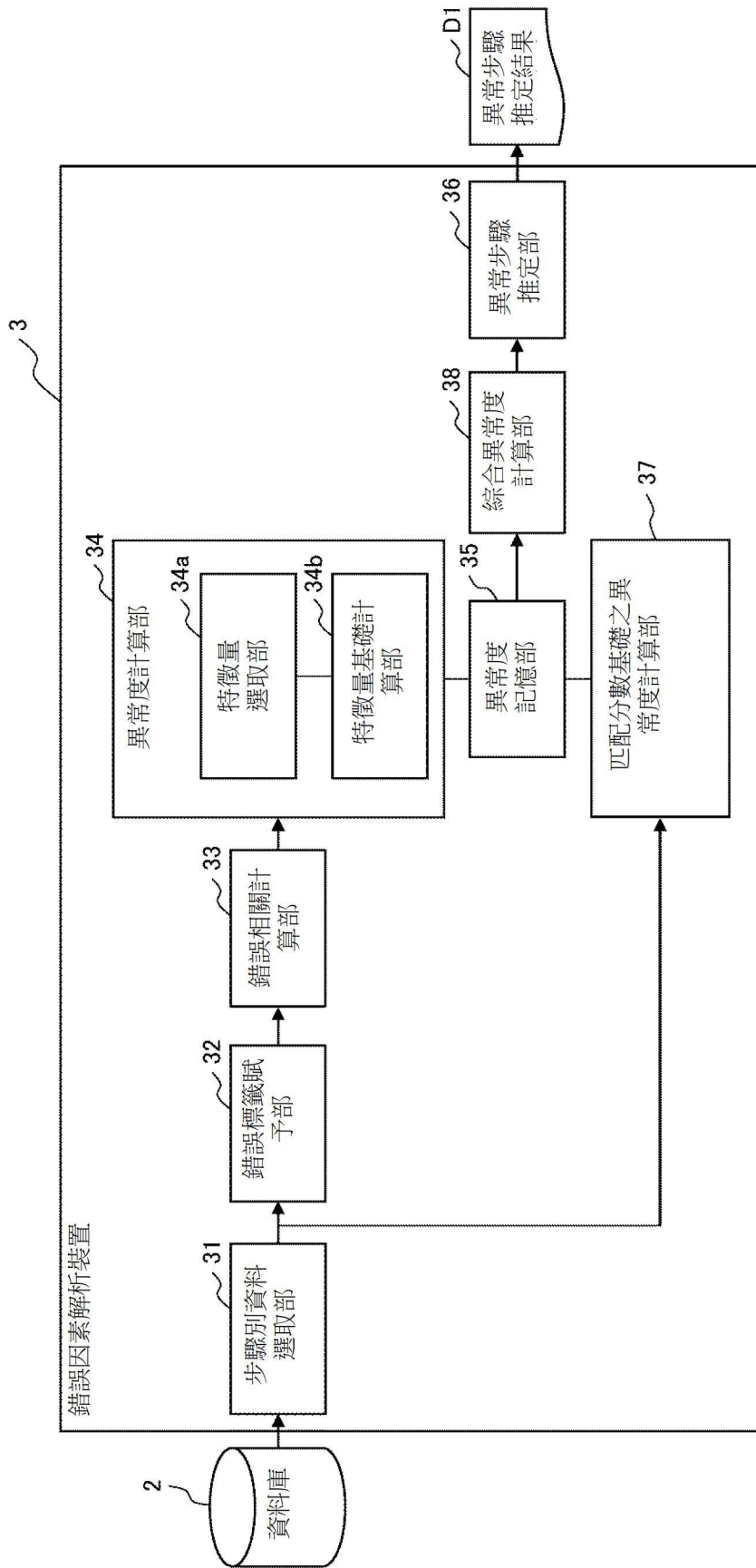
【圖4】



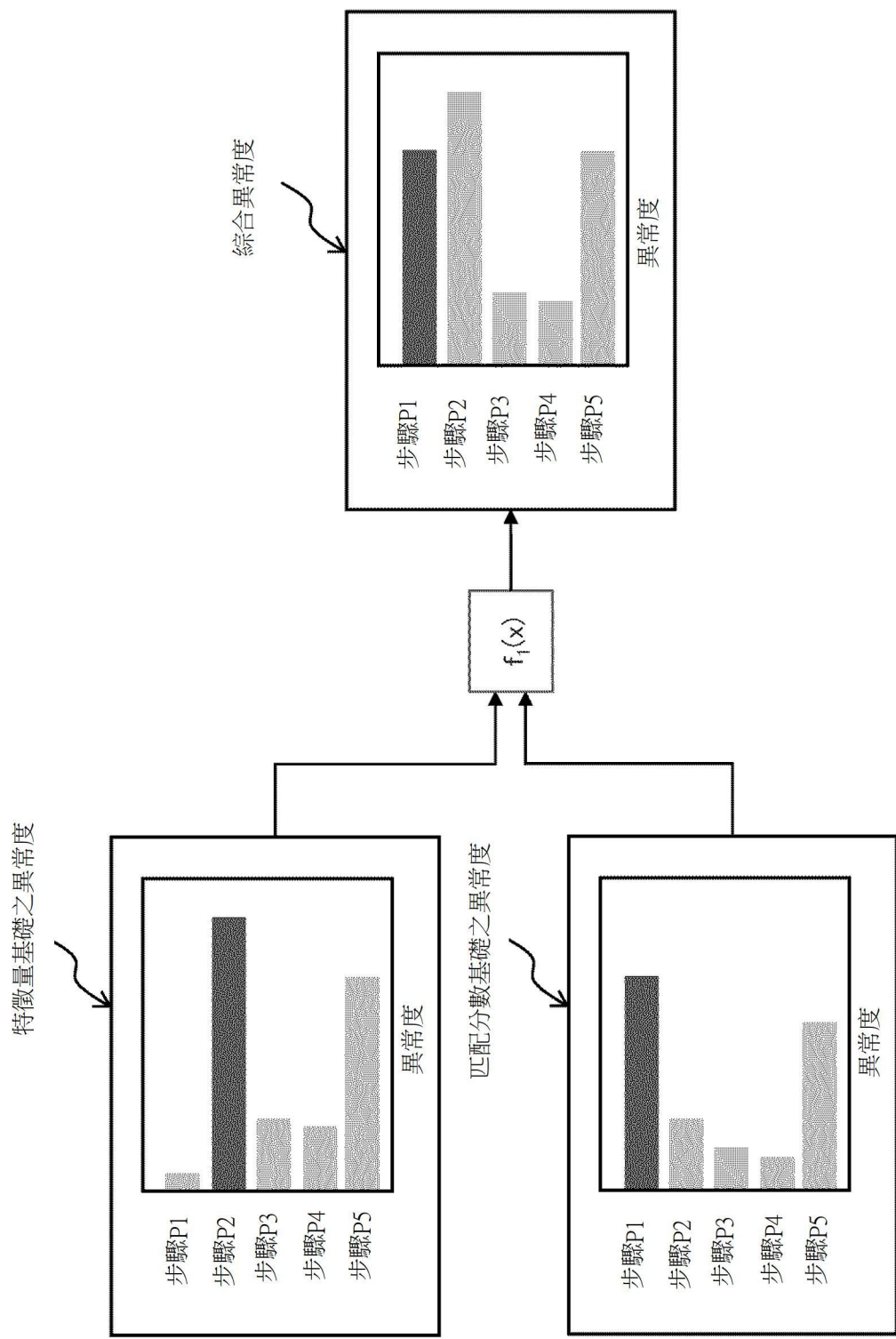
【圖5】



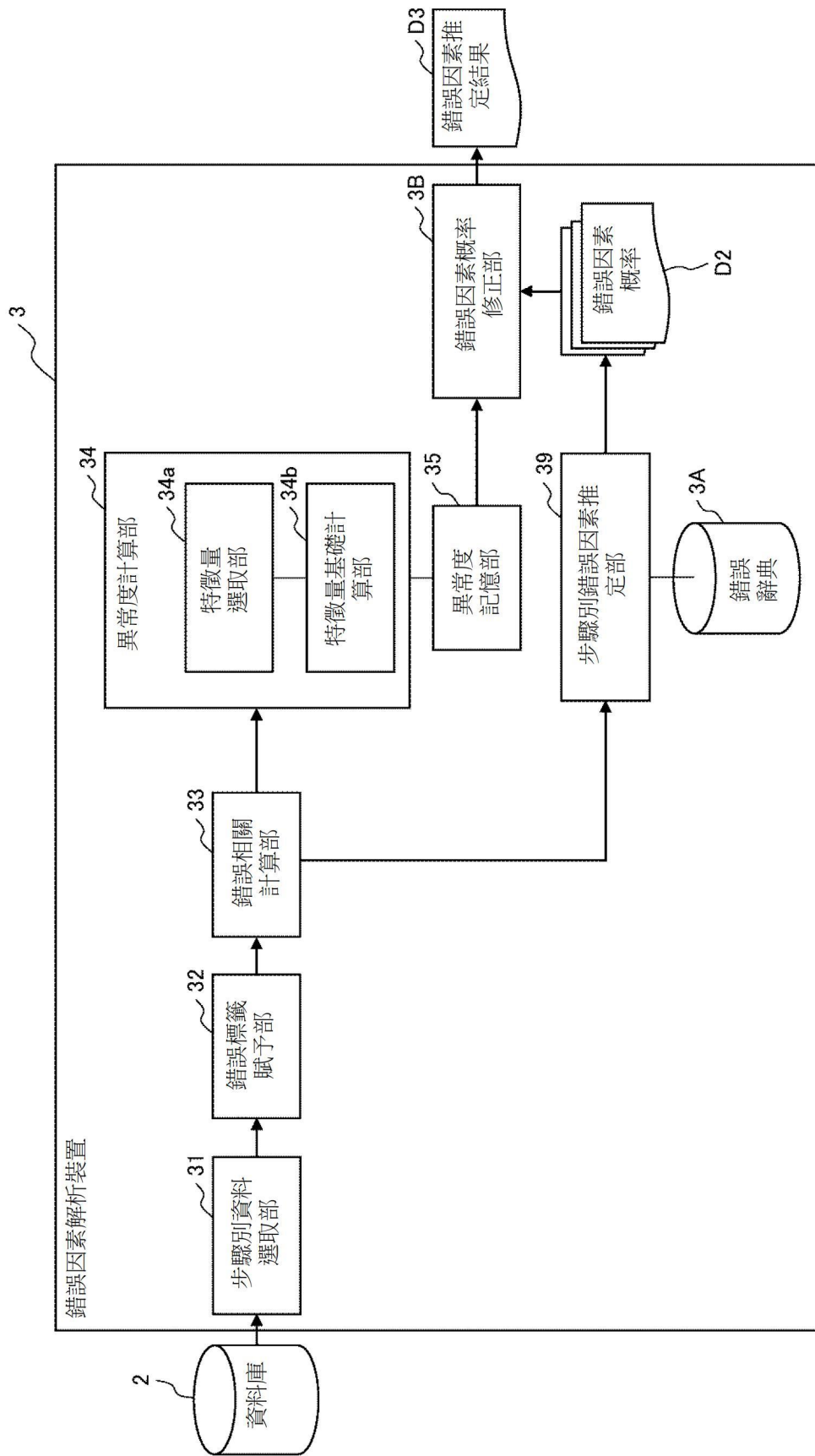
【圖6】



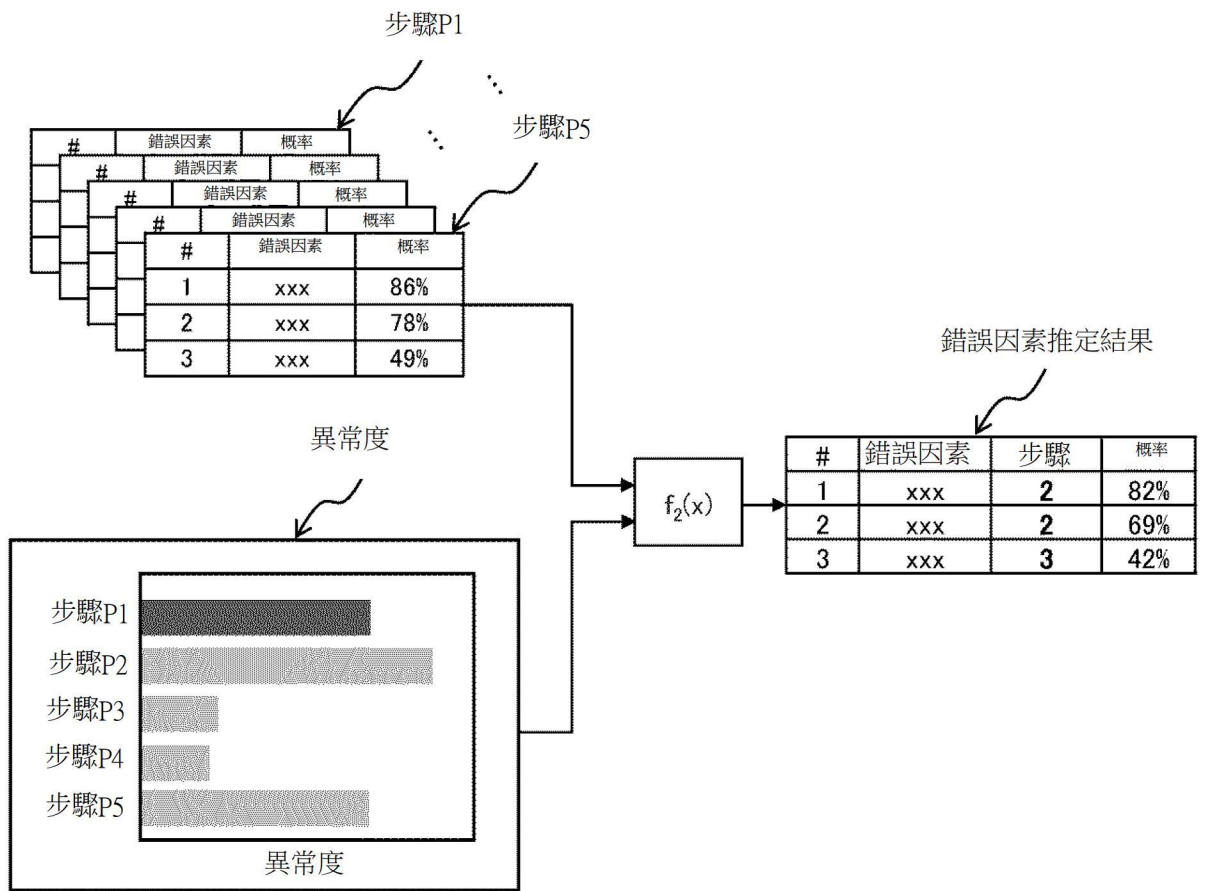
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】