I708275

(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 I708275 B**

(45)公告日： 中華民國 109 (2020) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：108118701　(22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 05 月 30 日

(51)Int. Cl.：　*H01J37/244 (2006.01)*　*H01J37/32 (2006.01)*

(30)優先權：2018/08/21　日本　2018-154589

(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：石黒正貴 ISHIGURO, MASAKI (JP) ；角屋誠浩 SUMIYA, MASAHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	I590326	TW	200426649A
TW	201633853A	CN	1849599A
JP	2007-502026A	US	2009/0099991A1

審查人員：黃彥豪

申請專利範圍項數：7 項　圖式數：6　共 38 頁

(54)名稱

狀態預測裝置及半導體製造裝置

(57)摘要

本發明的課題是在進行電漿處理裝置的異常檢測上不會有將重要的特徵量排除的情形，可減少被使用於解析的特徵量的數量，以短的計算時間進行可靠度高的異常檢測。

其解決手段，本發明為一種狀態預測裝置，係預測電漿處理裝置的狀態之狀態預測裝置，其特徵為：

從正常的狀態的前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第一特徵量，

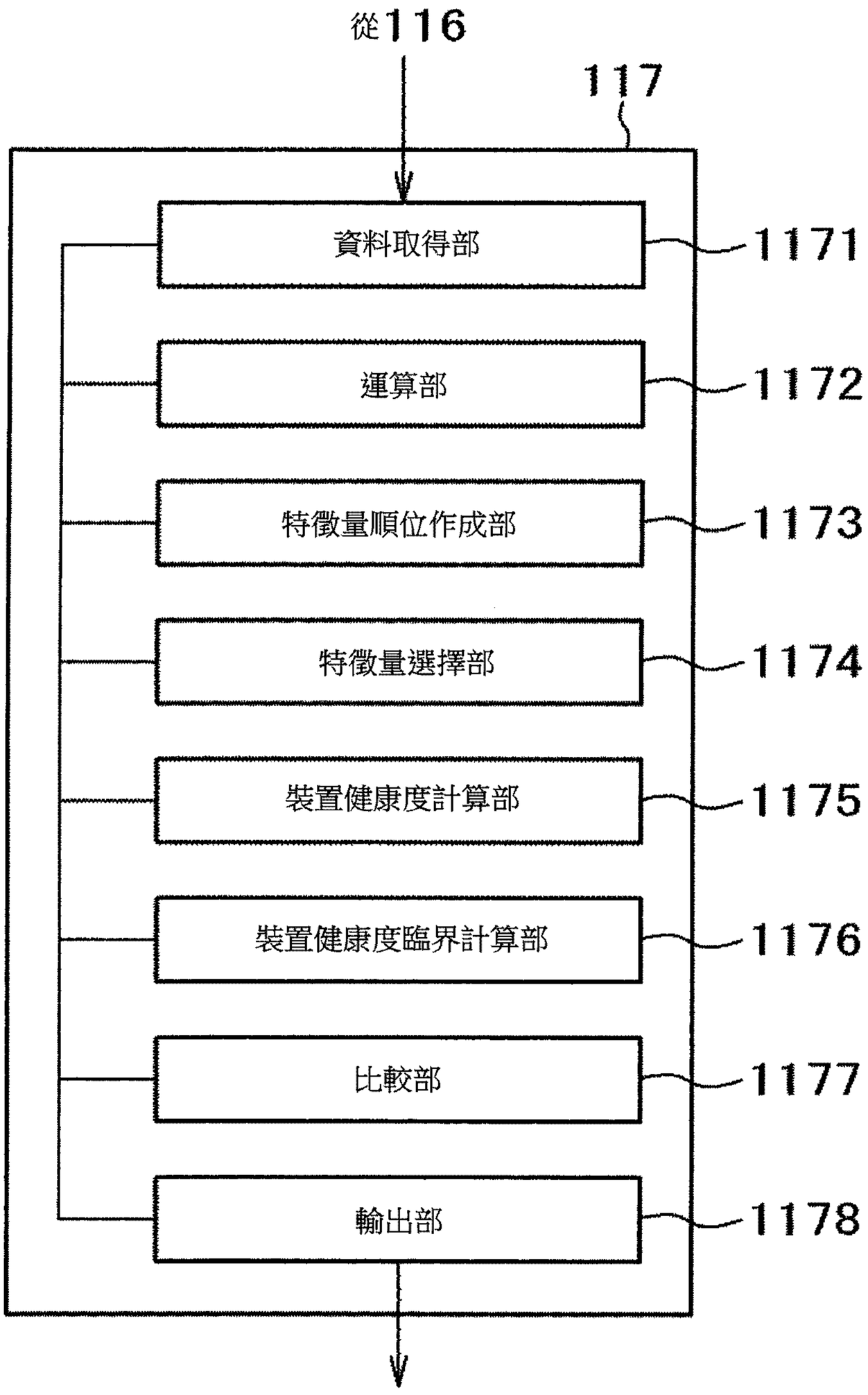
從前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述電漿處理裝置的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述電漿處理裝置的狀態。

指定代表圖：



【圖 2】

符號簡單說明：

116・・・特徵量抽出部

117・・・異常檢測單元

1171・・・資料取得部

1172・・・運算部

1173・・・特徵量順位作成部

1174・・・特徵量選擇部

1175・・・裝置健康度計算部

1176・・・裝置健康度臨界值計算部

1177・・・比較部

1178・・・輸出部

專利案號：108118701

公告本

I708275

【發明摘要】

【中文發明名稱】

狀態預測裝置及半導體製造裝置

【中文】

本發明的課題是在進行電漿處理裝置的異常檢測上不會有將重要的特徵量排除的情形，可減少被使用於解析的特徵量的數量，以短的計算時間進行可靠度高的異常檢測。

其解決手段，本發明為一種狀態預測裝置，係預測電漿處理裝置的狀態之狀態預測裝置，其特徵為：

從正常的狀態的前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第一特徵量，

從前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述電漿處理裝置的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述電漿處理裝置的狀態。

【指定代表圖】第(２)圖。
【代表圖之符號簡單說明】

116：特徵量抽出部

117：異常檢測單元

1171：資料取得部

1172：運算部

1173：特徵量順位作成部

1174：特徵量選擇部

1175：裝置健康度計算部

1176：裝置健康度臨界值計算部

1177：比較部

1178：輸出部

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

狀態預測裝置及半導體製造裝置

【技術領域】

【0001】本發明是有關狀態預測裝置及使用彼的半導體製造裝置，特別是有關使用狀態預測裝置之具備異常檢測機能的電漿處理裝置。

【先前技術】

【0002】最近的製造業，有效活用從製造裝置取得的資料，使生產性提升的對策受到注目。

【0003】例如，在半導體製造裝置的電漿處理裝置中，在一個的製造裝置設置超過數十的資料取得用的感測器也不稀奇，從該等多數的感測器取得的資料是被用在裝置異常的早期檢測出等，在生產性的提升實現大的任務。

【0004】當然通常資料處理不是就那樣使用從感測器的計測取得的時間序列訊號，大多使用將其訊號的特徵充分地表現的統計量等。用以表現訊號的特徵的量是一般被稱為特徵量或特徵(feature)。

【0005】例如，時間序列訊號的平均值、標準偏差值等是特徵量之一。

藉由從時間序列訊號抽出特徵量，可某程度壓縮資料量，但在抽出的特徵量過少時，有資料所持的重要的資訊

喪失的可能性，在特徵量的抽出的階段是最好儘可能多數的特徵量被抽出。

【0006】作為從被抽出的多數的特徵量之中取出重要的資訊的手法，在經常被使用的方法有主成分分析。

【0007】在專利文獻1中，作為處理系統的不良檢測方法，是揭示具備下列情形的方法，

對於複數的觀測，從前述處理系統取得具有複數的資料變數的資料；

使用主成分分析，對於前述複數的觀測，決定前述資料的1個以上的主成分；

前述主成分分析之間，對前述複數的資料變數的至少1個加權；

在對前述1個以上的主成分上的前述追加下，從由資料的射影所算出的1個以上的分數(score)來決定至少1個的統計量；

對於前述至少1個的統計量，決定控制界限(Control Limit)；及

將前述至少1個的統計量與前述控制界限作比較。

【0008】於是，有在實施主成分分析之前某程度鎖定特徵量的方法。

在非專利文獻1中是揭示以主成分負荷的值作為基準進行重要的特徵量的鎖定的手法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0009】[專利文獻1] 特表2007-502026號公報

[非專利文獻]

【0010】[非專利文獻1] I. T. Jolliffe, “Discarding Variables in a Principal Component Analysis I,” Journal of the Royal Statistics Society Series C, vol. 21, no. 2, pp. 160-173, 1972.,

【發明內容】

(發明所欲解決的課題)

【0011】專利文獻1記載般的主成分分析是在從多數的特徵量抽出重要的資訊時為有效的手段，但當特徵量的數量非常多時，計算所要的時間變長。又，當大量含不要的特徵量時，該等的特徵量是作為解析的雜訊作用，恐有損害裝置異常檢測的可靠度之虞。

【0012】另一方面，非專利文獻1記載般，主成分分析等，在有關異常檢測的解析的實施前進行特徵量的鎖定是有效縮短計算時間，但另一方面，在進行異常檢測上有可能將含重要的資訊的特徵量排除。依發明者的解析顯示，非專利文獻1記載的特徵量的選擇方法，因為重要的特徵量的排除，有可能損害異常檢測的可靠度大。

【0013】又，如先前所述般，特徵量數過多時，不僅計算時間變長，且無意義的特徵量作為在進行異常檢測上

的雜訊作用，有可能損害異常檢測的可靠度。

【0014】本發明是在於解決上述以往技術的課題，在進行電漿處理裝置的異常檢測上不會有將重要的特徵量排除的情形，提供一種具備：可減少被使用於解析的特徵量的數量，以短的計算時間進行可靠度高的異常檢測之異常檢測機能的狀態預測裝置及使用彼的電漿處理裝置。

(用以解決課題的手段)

【0015】為了解決上述的課題，本發明為一種狀態預測裝置，係預測電漿處理裝置的狀態之狀態預測裝置，其特徵為：

從正常的狀態的前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第一特徵量，

從前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述電漿處理裝置的狀態的模型(model)，

利用前述被產生的模型來預測前述電漿處理裝置的狀態。

【0016】又，本發明為一種半導體製造裝置，係具備：處理試料的處理室，及將前述試料搬送至前述處理

室，被連接至前述處理室的搬送室，其特徵為更具備控制裝置，其係從在具備的各構成的任一處的正常的狀態時被監視的資料來求取表示前述具備的各構成的任一處的狀態的第一特徵量，

從前述具備的各構成的任一處的被監視的資料來求取表示前述具備的各構成的任一處的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述具備的各構成的任一處的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述具備的各構成的任一處的狀態。

【0017】又，本發明為一種半導體製造裝置，係具備：處理試料的處理室，及將前述試料搬送至前述處理室，被連接至前述處理室的搬送室，其特徵為更具備狀態預測裝置，其係從在具備的各構成的任一處的正常的狀態時被監視的資料來求取表示前述具備的各構成的任一處的狀態的第一特徵量，

從前述具備的各構成的任一處的被監視的資料來求取表示前述具備的各構成的任一處的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇

的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述具備的各構成的任一處的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述具備的各構成的任一處的狀態。

[發明的效果]

【0018】若根據本發明之中代表性的實施形態，則在電漿處理裝置中進行異常檢測上不會有將重要的特徵量排除的情形，可提供一種具備：可減少被使用於解析的特徵量的數量，以短的計算時間進行可靠度高的異常檢測之異常檢測機能的電漿處理裝置。

【圖式簡單說明】

【0019】

圖1是表示本發明的實施例1的電漿處理裝置的要部剖面的構成的剖面圖。

圖2是表示本發明的實施例1的電漿處理裝置的異常檢測單元的構成的方塊圖。

圖3是表示本發明的實施例1的電漿處理裝置的異常檢測的處理的流程的流程圖。

圖4A是表示與使用本發明的實施例1的異常檢測單元的異常檢測方法的比較例的圖表，表示使用全部的特徵量來算出T^2值時的處理晶圓片數與T^2值的關係的圖表。

圖4B是表示與使用本發明的實施例1的異常檢測單元

的異常檢測方法的比較例的圖表，使用非專利文獻1記載的方法來算出T^2值時的處理晶圓片數與T^2值的關係的圖表。

圖4C是表示使用本發明的實施例1的異常檢測單元來實施異常檢測的結果的圖表，使用本發明的實施例1記載的方法來算出T^2值時的處理晶圓片數與T^2值的關係的圖表。

圖4D是比較使用本發明的實施例1的異常檢測單元來實施異常檢測的結果與使用以往手法來進行異常檢測的結果的計算所要時間的圖表。

圖5是表示本發明的實施例2的電漿處理裝置的異常檢測單元的構成的方塊圖。

圖6是表示本發明的實施例2的電漿處理裝置的異常檢測的處理的流程的流程圖。

【實施方式】

【0020】本發明是將使電漿產生於處理室的內部而在處理室內處理試料的電漿處理裝置構成為具備：

感測器，其係監視在處理室處理試料時的電漿處理裝置的裝置狀態；及

異常檢測單元，其係利用來自監視電漿處理裝置的裝置狀態的感測器的時間序列資料來檢測出裝置狀態的異常，

異常檢測單元是構成為具備：

學習機能部，其係從來自電漿處理裝置為正常的裝置狀態的感測器的時間序列資料抽出表示電漿處理裝置的正常的裝置狀態的特徵量，利用此抽出後的特徵量來作成規定電漿處理裝置的正常的裝置狀態的模型；及

異常檢測機能部，其係從藉由感測器所新取得的感測器訊號抽出表示電漿處理裝置的新的裝置狀態的特徵量，而比較表示新的裝置狀態的特徵量與藉由學習機能部所作成的模型，檢測出新的裝置狀態的異常。

【0021】以下，根據圖面來詳細說明本發明的實施形態。在用以說明本實施形態的全圖中具有同一機能者是附上相同的符號，其重複的說明原則上省略。

【0022】但，本發明是不限於以下所示的實施形態的記載內容而解釋者。在不脫離本發明的思想乃至主旨的範圍，只要是該當業者，便可容易理解變更其具體的構成。

[實施例1]

【0023】利用圖1~圖3來說明本發明的實施例1的解析手法。另外，在本實施例是記載有關將異常檢測手段適用於電漿處理裝置的情況。

【0024】圖1是表示包含實施例1的異常檢測單元的電漿處理裝置100的要部剖面的構成。在圖1是顯示有關使用電子迴旋共振(Electron Cyclotron Resonance：ECR)型蝕刻裝置作為電漿處理裝置的情況。以下，將電子迴旋共振記載為ECR。

【0025】圖1的ECR型蝕刻裝置的電漿處理裝置100是搬送室130會經由閘閥131來連接至真空處理室的處理室101。成為試料的半導體基板的晶圓103是在閘閥131開啟的狀態下，從藉由未圖示的真空排氣手段來將內部排氣成真空的搬送室130，藉由未圖示的搬送手段來通過開口部132而搬入至藉由未圖示的真空排氣手段來將內部排氣成真空的真空處理室的處理室101的內部，載置於試料的載置台的試料台102上。晶圓103被載置於試料台102上而未圖示的搬送手段退避至搬送室130之後關閉閘閥131的狀態下，如以下說明般，使電漿產生於處理室101的內部。

【0026】電漿處理裝置100是以未圖示的氣體供給手段來一邊導入處理氣體至處理室101的內部，一邊以未圖示的排氣手段來將處理室101的內部排氣，藉此在將處理室101的內部調整成所望的壓力(真空度)的狀態下，利用後述的使電漿產生的機構來產生電漿於處理室101的內部後，從高頻電源105供給電力至被配置於試料台102的內部的高頻電極104。

【0027】藉由該電力的供給，在晶圓103的表面產生被稱為自偏壓的負的電位。藉由此負的電位，從電漿中將離子引入至晶圓103，藉此產生所謂的反應性離子蝕刻，蝕刻處理進展的電漿處理裝置100是作為使電漿產生的機構，具備微波電源106，微波振盪源107及螺線線圈108。藉由來自微波電源106的高頻電力來產生於微波振盪源107的微波是經由導波管109來導入至處理室101。

【0028】被導入至處理室101的微波是在以螺線線圈108來使產生的磁場中藉由ECR來給予電子能量。該電子會使從未圖示的氣體供給源供給的氣體電離，藉此使電漿產生。

【0029】進行上述電漿處理的期間，在晶圓103的背面是該晶圓103的溫度的調整用的冷卻氣體會被供給。為了防止晶圓103的位置藉由被供給至背面的冷卻氣體而偏離，晶圓103是藉由內側的靜電吸附電極110，外側的靜電吸附電極111來吸附於試料台102上。

【0030】內側的靜電吸附電極110，外側的靜電吸附電極111是同心圓狀地，一方的電極的內側的靜電吸附電極110會被配置於內側，另一方的電極的外側的靜電吸附電極111會被配置於外側。內側的靜電吸附電極110，外側的靜電吸附電極111是分別連接獨立的電源的可變直流電源113，114。內側的靜電吸附電極110是連接內側的可變直流電源113，外側的靜電吸附電極111是連接外側的可變直流電源114。

【0031】如前述般，在電漿處理裝置100是搭載有各種的機器、電源等，在各者的機器、電源等是在其內部或外部搭載有多數未圖示的狀態掌握用的感測器。來自各者的感測器的訊號是被保存於資料保存部115。

【0032】在圖1所示的例子是表示來自被安裝於微波振盪源107的電壓監視用感測器118的訊號、及來自檢測出處理室101的內部的壓力的壓力感測器119的訊號會被保存

於資料保存部115的構成。並且，從在處理中取得的各時間序列資料是藉由特徵量抽出部116來抽出各種特徵量。此各種特徵量是被送至異常檢測單元117，被使用在異常檢測用的資料解析。

【0033】以資料保存部115、特徵量抽出部116及異常檢測單元117來構成裝置狀態異常檢測部120。

【0034】在圖2以方塊圖表示本實施例的裝置狀態異常檢測部120的異常檢測單元117的構成。本實施例的異常檢測單元117是具備：資料取得部1171、運算部1172、特徵量順位作成部1173、特徵量選擇部1174、裝置健康度計算部1175、裝置健康度臨界值計算部1176、比較部1177、輸出部1178，利用在特徵量抽出部116所抽出的各種特徵量的資訊來進行異常檢測，將其結果從輸出部1178輸出至外部。

【0035】圖3是在圖2的異常檢測單元117所被實行的異常檢測工程的流程圖。

【0036】在異常檢測的第1工程(S301)中，在資料取得部1171，針對複數的樣品來取得只由在特徵量抽出部116抽出的正常的蝕刻裝置狀態時的資料所成的資料群。將此取得的複數的樣品的資料群記載為練習(training)資料。

【0037】在異常檢測的第2工程(S302)中，以在S301藉由資料取得部1171所取得的練習資料為基礎，在運算部1172中，計算正常的裝置狀態的各特徵量的全樣品的平均

值及標準偏差值。

【0038】在異常檢測的第3工程(S303)中，在運算部1172，從在S301取得的練習資料中的各者的樣品的各特徵量的值來減去在S302中所計算的練習資料的各特徵量的全樣品的平均值(減算處理)。進一步，運算部1172是在S302中所計算的練習資料的各特徵量的全樣品的標準偏差值除藉由該減算處理所取得的值(標準化處理)。

【0039】第3工程(S303)的運算部1172的處理是一般被稱為標準化的處理，以下式表示。

【0040】

[數式1]

$$V_{std} = \frac{V - M_{tr}}{S_{tr}} \quad \cdots \text{(數式1)}$$

【0041】在此，Vstd是標準化後的某特徵量的值，V是標準化前的某特徵量的值，Mtr是正常的裝置狀態的某特徵量的全樣品的平均，Str是正常的裝置狀態的某特徵量的全樣品的標準偏差。

【0042】在異常檢測的第4工程(S304)中，在資料取得部1171中，取得所欲檢測出異常的某處理的資料。另外，此處理的樣品數是1(單樣品)。將所欲檢測出異常的處理的資料記載為試驗(testing)資料。

【0043】在異常檢測的第5工程(S305)中，在運算部1172實施在資料取得部1171取得的所欲進行異常檢測的處

理的資料的標準化處理(試驗資料標準化)。標準化處理的方法是與在S303說明的方法相同。亦即，在(數1)中，以V_{std}作為標準化後的試驗資料的值，以V作為標準化前的試驗資料的值，M_{tr}是在302求取的正常的裝置狀態的某特徵量的全樣品的平均，S_{tr}是在S302求取的正常的裝置狀態的某特徵量的全樣品的標準偏差。

【0044】在以下表示試驗資料的被標準化的值的意義。被標準化的值是成為表示偏離試驗資料的正常的裝置狀態的情況的指標。因此，此值越大，其特徵量越形成偏離通常的狀態的狀態，相反的，當此值小時，其特徵量是可視為處於通常的狀態。在異常檢測中，應注目於處於與通常不同的狀態的特徵量，此被標準化的值是可作為特徵量選擇用的指標使用。

【0045】在異常檢測的第6工程(S306)中，在特徵量順位作成部1173，依在第5工程(S305)中藉由運算部1172所求取的標準化後的值的大小順序來作成特徵量的順位。

【0046】在異常檢測的第7工程(S307)中，在特徵量選擇部1174，預定的數量的特徵量會依在第6工程(S306)在特徵量順位作成部1173所作成的順位高的順序選擇。例如，選擇10個的特徵量時，從順位1位到10位的特徵量會被選擇。

【0047】在異常檢測的第8工程(S308)中，在裝置健康度計算部1175，從在資料取得部1171取得的正常的裝置狀態的資料群只抽出在第7工程(S307)在特徵量選擇部

1174選擇的特徵量，作成進行異常檢測的模型。另外，在本實施例中作為用以進行異常檢測的模型的作成手法，記載有關主成分分析(PCA)及伴隨的Hotteling's T^2值。

【0048】Hotteling's T^2是成為表示裝置的異常狀態的指標的值，以下式表示。

【0049】

[數式2]

$$T^2 = xP\Lambda^{-1}P^T x^T \quad \cdots \text{(數式2)}$$

【0050】在此，T^2是持有由各樣品的Hotteling's T^2值所成的m個的成分的向量。m是樣品數。x是正常的狀態的被選擇的mxn特徵量行列。n是被選擇的特徵量數。P是nxo主成分負荷行列，Λ是主成分分析的固有值的oxo對角行列。O是被選擇的主成分數。以下是將此Hotteling's T^2值記載成電漿處理裝置100的裝置健康度。

【0051】在異常檢測的第9工程(S309)中，在裝置健康度臨界值計算部1176，以在第8工程(S308)在裝置健康度計算部1175所求取的裝置健康度為基礎，決定用以檢測出異常的裝置健康度的臨界值。

【0052】在異常檢測的第10工程(S310)中，利用在特徵量選擇部1174從試驗資料選擇的特徵量及在第8工程(S308)中在裝置健康度計算部1175所求取的主成分模型，在裝置健康度計算部1175計算試驗資料的裝置健康度。

【0053】在異常檢測的第11工程(S311)中，在比較部

1177中比較在裝置健康度計算部1175在異常檢測的第10工程(S310)中所計算的試驗資料的裝置健康度(試驗健康度)與在第9工程(S309)在裝置健康度臨界值計算部1176所求取的裝置健康度臨界值。

【0054】在比較部1177比較的結果，若此試驗資料的裝置健康度(試驗健康度)比在第9工程(S309)在裝置健康度臨界值計算部1176所求取的臨界值更大(在S311，YES的情況)，則該處理是被判斷成異常，從輸出部1178輸出關於異常的資訊(S312)。在比較部1177被判斷成有裝置異常，從輸出部1178輸出關於異常的資訊時，可採取藉由裝置使用者來停止裝置的運轉而進行維修等對於裝置異常的對策。其結果，可防止在異常的狀態下繼續半導體的製造，期待晶圓報廢(wafer scrap)的減低所產生的成本效益。

【0055】在第11工程(S311)中，在比較部1177被判斷成無異常時(在S311，NO的情況)，其次的晶圓之半導體製造繼續，異常檢測單元117的動作是回到資料取得部1171之異常檢測的第4工程(S304)。

【0056】在上述的一連串的工程中，每晶圓處理一片一片進行電漿處理裝置100的異常檢測用的模型的再作成。在通常的異常檢測，模型的作成是在完成取得練習資料之後，一般只進行一次。但，本手法是每在S204取得新的試驗資料，以包含在試驗資料中所含的資訊的形式來進行模型的再作成(S308、S309)。

【0057】藉此，在試驗資料取得時(S304)即使在練習資料取得時(S301)發生無法預期的異常時，也可以將其異常的效果含在解析模型的形式來實施異常檢測。

【0058】由於本發明是重複作成模型，因此須模型的再作成用的計算時間。但，當特徵量數極多時，為了以多數的特徵量來作成模型，須極多的時間。另一方面，本發明藉由減少特徵量的數量，每一次的模型作成所要的時間變極短。因此，依情況，有時利用被選擇的一部分的特徵量，每一片晶圓再作成模型的情況要比使用全特徵量來僅一次作成模型的情況更計算時間短。

【0059】在圖4A乃至圖4D是顯示進行1,400樣品(晶圓)的連續處理時，以各手法來計算表示裝置健康度的T^2值時的結果。

【0060】在圖4A顯示將表示裝置健康度的T^2值使用全部的特徵量來進行異常檢測時的處理晶圓片數與T^2值：401的關係。圖中，411是表示成為異常檢測用的基準的臨界值。

【0061】並且，在圖4B顯示以非專利文獻1記載的方法進行特徵量選擇，實施異常檢測時的處理晶圓片數與T^2值：402的關係。圖中，412是表示成為異常檢測用的基準的臨界值。

【0062】而且，在圖4C顯示藉由本實施例記載的異常檢測單元117來進行異常檢測時的處理晶圓片數與T^2值：403的關係。圖中，413是表示成為異常檢測用的基準的臨

界值。

【0063】並且，在圖4D是針對使用對應於圖4A的全部的特徵量來進行異常檢測的情況，及以對應於圖4B的非專利文獻1記載的方法來進行特徵量選擇，實施異常檢測的情況，及藉由對應於圖4C的本實施例記載的異常檢測單元117來進行異常檢測的情況的三種類的情況，顯示在各處理晶圓表示裝置健康度的T^2值的計算所要的時間。

【0064】如圖4A所示般，使用全部的特徵量時，在第600個的樣品以後，超過臨界值411的異常被頻繁地檢測出。此解析所要的計算時間是13.9s比較長。以圖4B所示的非專利文獻1記載的方法來進行特徵量選擇時，計算時間是1.60s程度短，但遍及1,000樣品全部，超過臨界值412的異常是不太被檢測出，成為漏看使用全特徵量時可檢測出的異常的大半的部分的結果。

【0065】相對於此，如圖4C所示般，藉由本實施例記載的方法來進行特徵量選擇時，可檢測出在第100個的樣品以後超過臨界值413的異常，且如圖4D所示般，計算所要的時間也0.972s，與使用全樣品的情況作比較，可以非常短的時間來實施異常檢測。

【0066】藉由如上述般使用本實施例的異常檢測單元117，可感度佳，短的解析時間檢測出在半導體製造中發生的電漿處理裝置100的異常。

【0067】另外，在上述的實施例是說明有關進行處理室101的內部的異常檢測的例子，但本實施例是不限於

此，有關搬送室130或未圖示的真空排氣手段及氣體供給手段，也可針對接受來自設在該等的各手段的感測器的輸出訊號而進行各手段的異常檢測的情況適用。亦即，本實施例的發明是預測電漿處理裝置所具備的各構成的任一狀態者。在此，所謂「電漿處理裝置所具備的各構成」是例如「處理室101」、「搬送室」等。

[實施例2]

【0068】在實施例2中，有關與實施例1的情況作比較更減輕用以計算裝置健康度的負荷的方法，是針對與實施例1不同的構成的部分進行說明。

【0069】本實施例的裝置構成是相對於在實施例1利用圖1來說明的電漿處理裝置100的構成，由於裝置狀態異常檢測部220的異常檢測單元217以外是相同，因此省略異常檢測單元217以外的說明。

【0070】圖5是表示本實施例的裝置狀態異常檢測部220的異常檢測單元217的構成的方塊圖。本實施例的異常檢測單元217是具備：資料取得部2171、運算部2172、特徵量順位作成部2173、特徵量選擇部2174、裝置健康度計算部2175、裝置健康度臨界值計算部2176、再標準化部2177、比較部2178、輸出部2179，利用在特徵量抽出部116抽出的各種特徵量的資訊來進行異常檢測，將其結果從輸出部2179輸出至外部。

【0071】圖6是在圖5的異常檢測單元217在本實施例

所實行的異常檢測工程的流程圖。

【0072】在異常檢測的第1工程(S601)中，在資料取得部2171，將只由在特徵量抽出部116抽出的正常的蝕刻裝置狀態時的資料所成的資料群，針對複數的樣品來取得練習資料群。

【0073】在異常檢測的第2工程(S602)中，以在S601藉由資料取得部2171所取得的練習資料為基礎，在運算部2172中，計算正常的裝置狀態的各特徵量的全樣品的平均值及標準偏差值。

【0074】在異常檢測的第3工程(S603)中，在運算部2172，從在S601取得的練習資料中的各者的樣品的各特徵量的值來減去在S602中所計算的練習資料的各特徵量的全樣品的平均值(減算處理)。進一步，運算部2172是在S602中所計算的練習資料的各特徵量的全樣品的標準偏差值除藉由該減算處理所取得的值而進行練習資料的標準化處理。此練習資料的標準化處理是進行與在實施例1說明的S303的練習資料的標準化處理相同的處理。

【0075】在異常檢測的第4工程(S604)中，在特徵量順位作成部2173中，依在第3工程(S603)在運算部2172被標準化的練習資料中標準化後的值大的順序作成特徵量的順位，在特徵量選擇部2174中，依順位高的順序選擇在特徵量順位作成部2173所作成的順位之中預定的數量的特徵量。例如，選擇10個的特徵量時，從順位1位到10位的特徵量會被選擇。此選擇會遍及全部的樣品來實施。

【0076】在此，作成根據新選擇的特徵量(新特徵量)之新特徵量行列，但此新特徵量行列的列向量是成為各種的特徵量的值混合的向量。今後此各種的特徵量混合的各者的列向量會被視為各者的特徵量。

【0077】在異常檢測的第5工程(S605)中，運算部2172是以在第4工程(S604)取得的新特徵量行列為基礎，計算各特徵量的平均值及標準偏差值。

【0078】在異常檢測的第6工程(S606)中，運算部2172是利用在第5工程(S605)藉由運算部2172所取得的平均值與標準偏差來標準化在第4工程(S604)藉由特徵量選擇部2174所作成的新特徵量行列。

【0079】在異常檢測的第7工程(S607)中，使用藉由第6工程(S606)所作成的標準化後的特徵量行列來實施主成分分析，在裝置健康度計算部2175計算伴隨的裝置健康度，在裝置健康度臨界值計算部2176計算裝置健康度的臨界值。裝置健康度計算部2175的裝置健康度的計算方法是與在實施例1的S308的工程說明的方法相同，因此省略詳細的說明。

【0080】在異常檢測的第8工程(S608)中，資料取得部2171是從特徵量抽出部116進行試驗資料的取得。另外，此試驗資料是設為在單樣品的取得。

【0081】在異常檢測的第9工程(S609)中，運算部2172是利用在第2工程(S602)求取的平均值與標準偏差來標準化在第8工程(S608)藉由資料取得部2171所取得的試

驗資料。

【0082】在異常檢測的第10工程(S610)中，特徵量順位作成部2173是在第9工程(S609)中藉由運算部2172所求取的標準化後的試驗資料中，依標準化後的值的大的順序作成特徵量的順位，在特徵量選擇部2174中，依順位高的順序選擇在特徵量順位作成部2173所作成的順位之中預定的數量的特徵量。

【0083】在異常檢測的第11工程(S611)中，再標準化部2177是利用在第5工程(S605)所取得的平均值與標準偏差來再標準化在第10工程(S610)所排序的各個的特徵量。

【0084】在異常檢測的第12工程(S612)中，裝置健康度計算部2175是利用在第11工程(S611)取得的再標準化後的特徵量及在第7工程(S607)中所求取的主成分模型來計算根據被再標準化的試驗資料之裝置健康度。

【0085】在異常檢測的第13工程(S613)中，比較部2178是比較在第12工程(S612)所欲進行藉由裝置健康度計算部2175所計算後的異常檢測的處理的裝置健康度與在第7工程(S607)藉由裝置健康度計算部2175所求取的健康度臨界值，若在第12工程(S612)計算後的裝置健康度比在第7工程(S707)所求取的健康度臨界值更大(YES的情況)，則該處理是被判斷成異常，從輸出部2179輸出有關異常的資訊(S614)。

【0086】另一方面，在第12工程(S612)計算後的裝置健康度比在第7工程(S607)所求取的健康度臨界值更小，

未被判斷成異常時(NO的情況)，實施其次的晶圓處理，回到異常檢測的第8工程(S608)。

【0087】在實施例2的手法中，在正常的裝置狀態的各樣品也按照偏離正常的資料的平均值的順位來進行特徵量的排序，藉此進行以偏離正常的資料的平均值的大小作為新的特徵量重新定義的資料操作。藉由此操作，不用進行主成分模型的重複作成，可將每個試驗資料的資訊編入解析，與實施例1的情況作比較，可實現進一步的計算負荷減低。

【0088】以上，根據實施形態來具體地說明本發明，但本發明是不限於前述實施形態，可在不脫離其主旨的範圍實施各種變更。例如，本實施例是在異常的檢測使用主成分分析及伴隨的Hotteling's T^2，但使用其他的異常檢測手段也無妨。

【0089】例如，在本實施例是從感測器訊號抽出特徵量的特徵量抽出手段及進行關於異常檢測的解析的異常檢測單元217為記載成與裝置的控制裝置等無關，但即使為上述的特徵量抽出手段或異常檢測手段被編入於裝置的控制裝置之中的構成也無妨。又，有關感測器是幾個感測器也無妨。

【0090】另外，本實施例也有關搬送室130或未圖示的真空排氣手段及氣體供給手段，也可針對接受來自設在該等的各手段的感測器的輸出訊號而進行各手段的異常檢測的情況適用。

【0091】又，本實施例是針對電漿處理裝置適用本發明的例子，但亦可適用在電漿處理裝置以外，真空處理裝置、曝光裝置、成膜裝置、退火裝置等的半導體製造裝置。

【符號說明】

【0092】

100：電漿處理裝置

101：處理室

102：試料台

103：晶圓

104：高頻電極

105：高頻電源

106：微波電源

107：微波振盪源

108：螺線線圈

109：導波管

110：內側的靜電吸附電極

111：外側的靜電吸附電極

112：電介質層

113：內側的可變直流電源

114：外側的可變直流電源

115：資料保存部

116：特徵量抽出部

117、217：異常檢測單元

118：電壓監視用感測器

119：壓力感測器

120，220：裝置狀態異常檢測部。

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種狀態預測裝置，係預測電漿處理裝置的狀態之狀態預測裝置，其特徵為：

從正常的狀態的前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第一特徵量，

從前述電漿處理裝置的被監視的資料來求取表示前述電漿處理裝置的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述電漿處理裝置的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述電漿處理裝置的狀態。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之狀態預測裝置，其中，前述被產生的模型，係每預測前述電漿處理裝置的狀態重新產生。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之狀態預測裝置，其中，前述被運算的第二特徵量的各者，係前述複數的電漿處理的前述第一特徵量的各者的標準偏差除從前述第二特徵量的各者減去複數的電漿處理的前述第一特徵量的各者的平均值

後的值的各者之值的各者。

【第4項】

一種半導體製造裝置，係具備：處理試料的處理室，及將前述試料搬送至前述處理室，被連接至前述處理室的搬送室，其特徵為更具備控制裝置，其係從在自己裝置的任一處的正常的狀態時被監視的資料來求取表示前述自己裝置的任一處的狀態的第一特徵量，

從前述自己裝置的任一處的被監視的資料來求取表示前述自己裝置的任一處的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述自己裝置的任一處的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述自己裝置的任一處的狀態。

【第5項】

一種半導體製造裝置，係具備：處理試料的處理室，及將前述試料搬送至前述處理室，被連接至前述處理室的搬送室，其特徵為更具備狀態預測裝置，其係從在自己裝置的任一處的正常的狀態時被監視的資料來求取表示前述自己裝置的任一處的狀態的第一特徵量，

從前述自己裝置的任一處的被監視的資料來求取表示前述自己裝置的任一處的狀態的第二特徵量，

前述被求取的第二特徵量係利用前述第一特徵量來運算，

利用與從前述被運算的第二特徵量的大者依序被選擇的特徵量相同的種類的前述第一特徵量來產生預測前述自己裝置的任一處的狀態的模型，

利用前述被產生的模型來預測前述自己裝置的任一處的狀態。

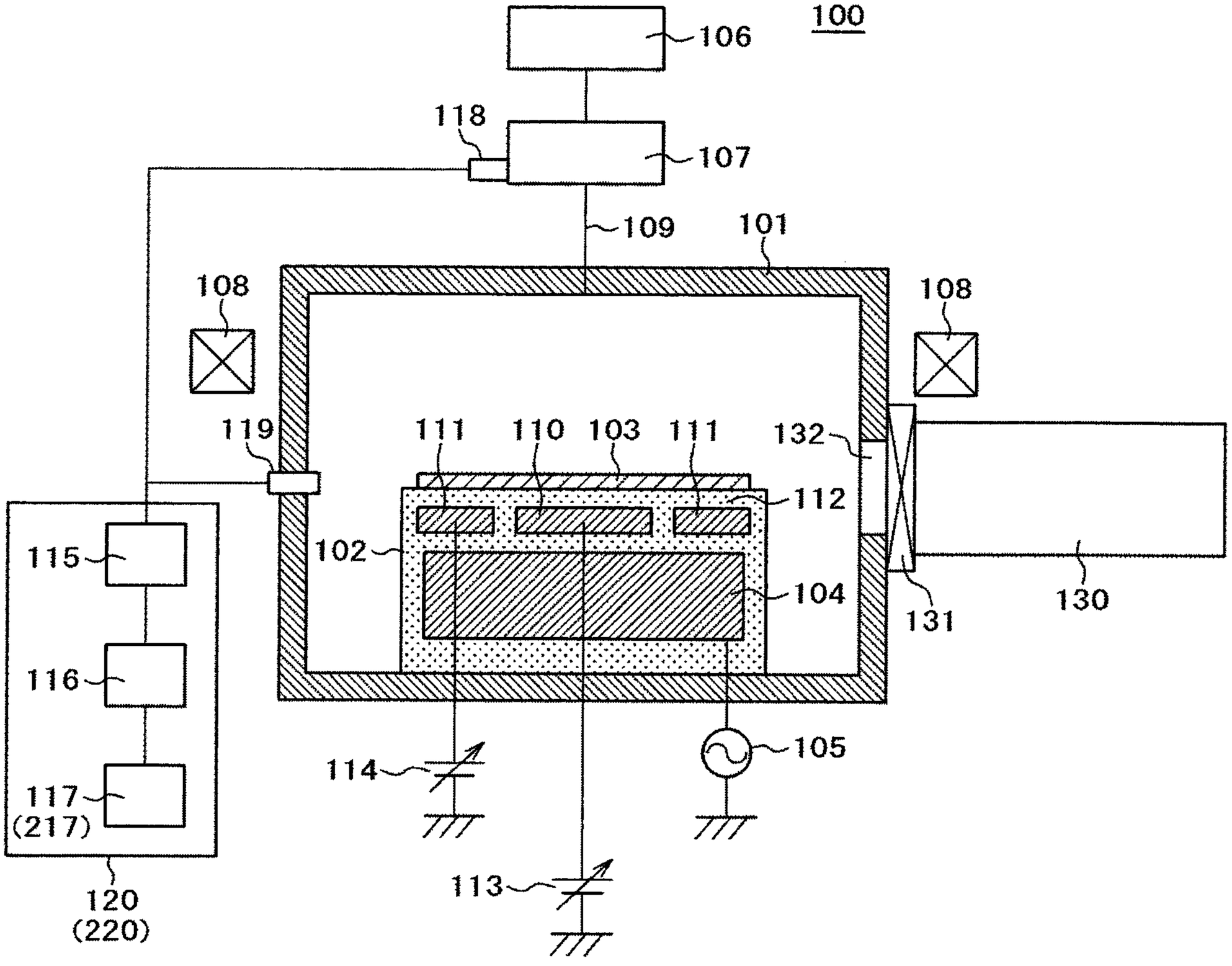
【第6項】

如申請專利範圍第4或5項之半導體製造裝置，其中，前述自己裝置的任一處為前述處理室或前述搬送室。

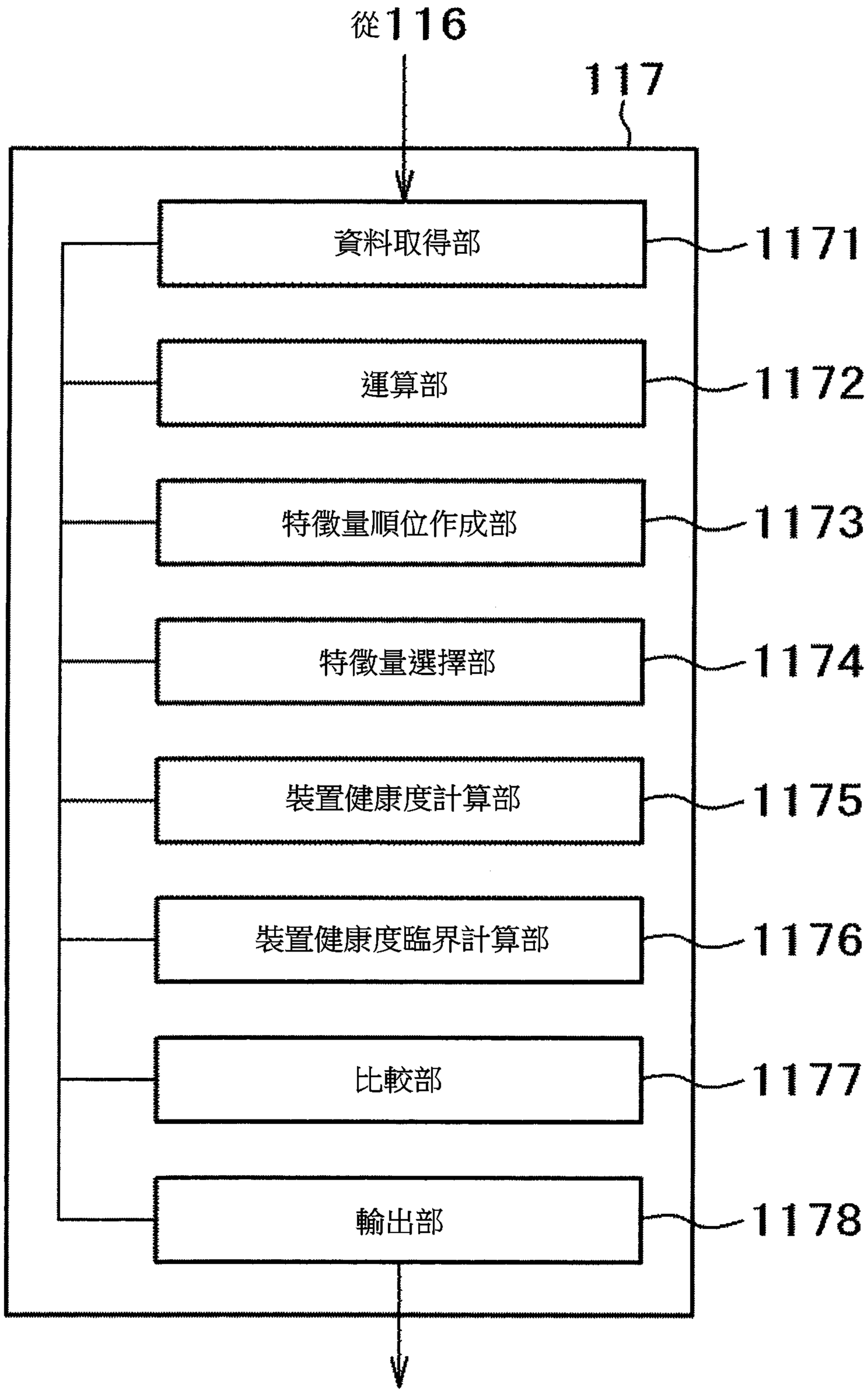
【第7項】

如申請專利範圍第6項之半導體製造裝置，其中，前述被運算的第二特徵量的各者，係前述複數的處理的前述第一特徵量的各者的標準偏差除從前述第二特徵量的各者減去複數的處理的前述第一特徵量的各者的平均值後的值的各者之值的各者。

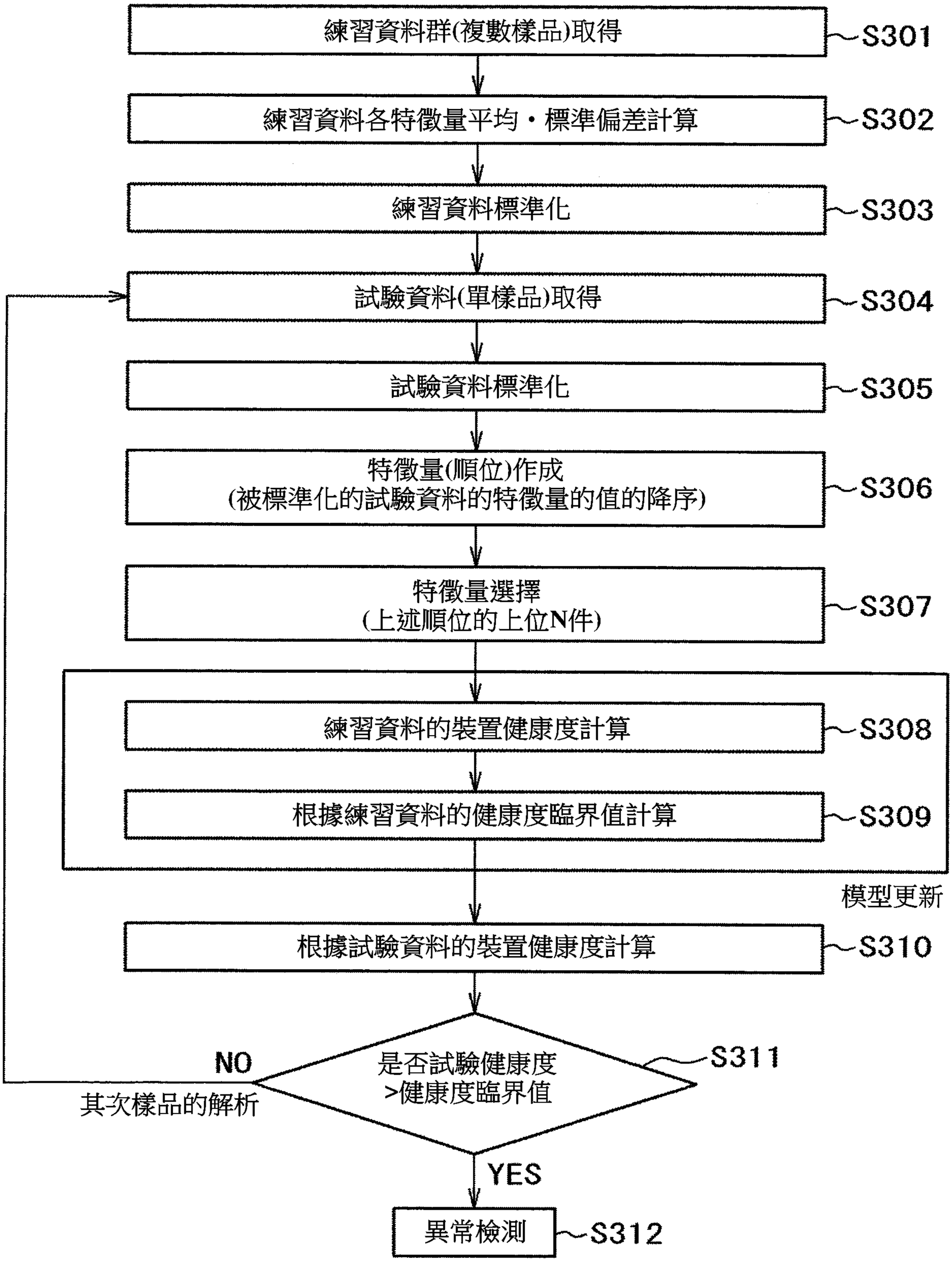
【發明圖式】


100
106
118
107
109
101
108
108
119
111
110
103
111
132
112
102
104
131
130
115
116
117
(217)
120
(220)
114
113
105

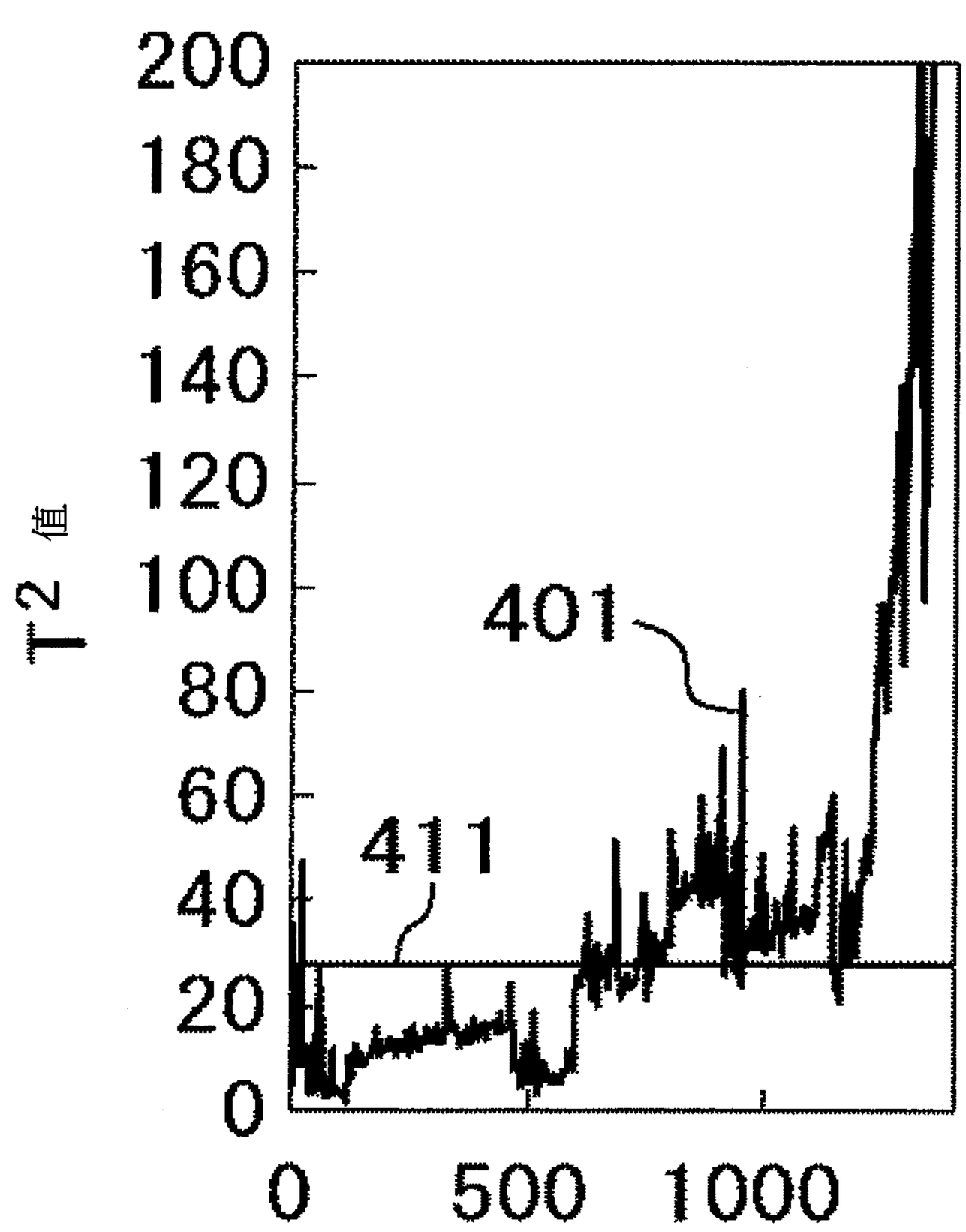
【圖 1】


從116
117
資料取得部
1171
運算部
1172
特徵量順位作成部
1173
特徵量選擇部
1174
裝置健康度計算部
1175
裝置健康度臨界計算部
1176
比較部
1177
輸出部
1178

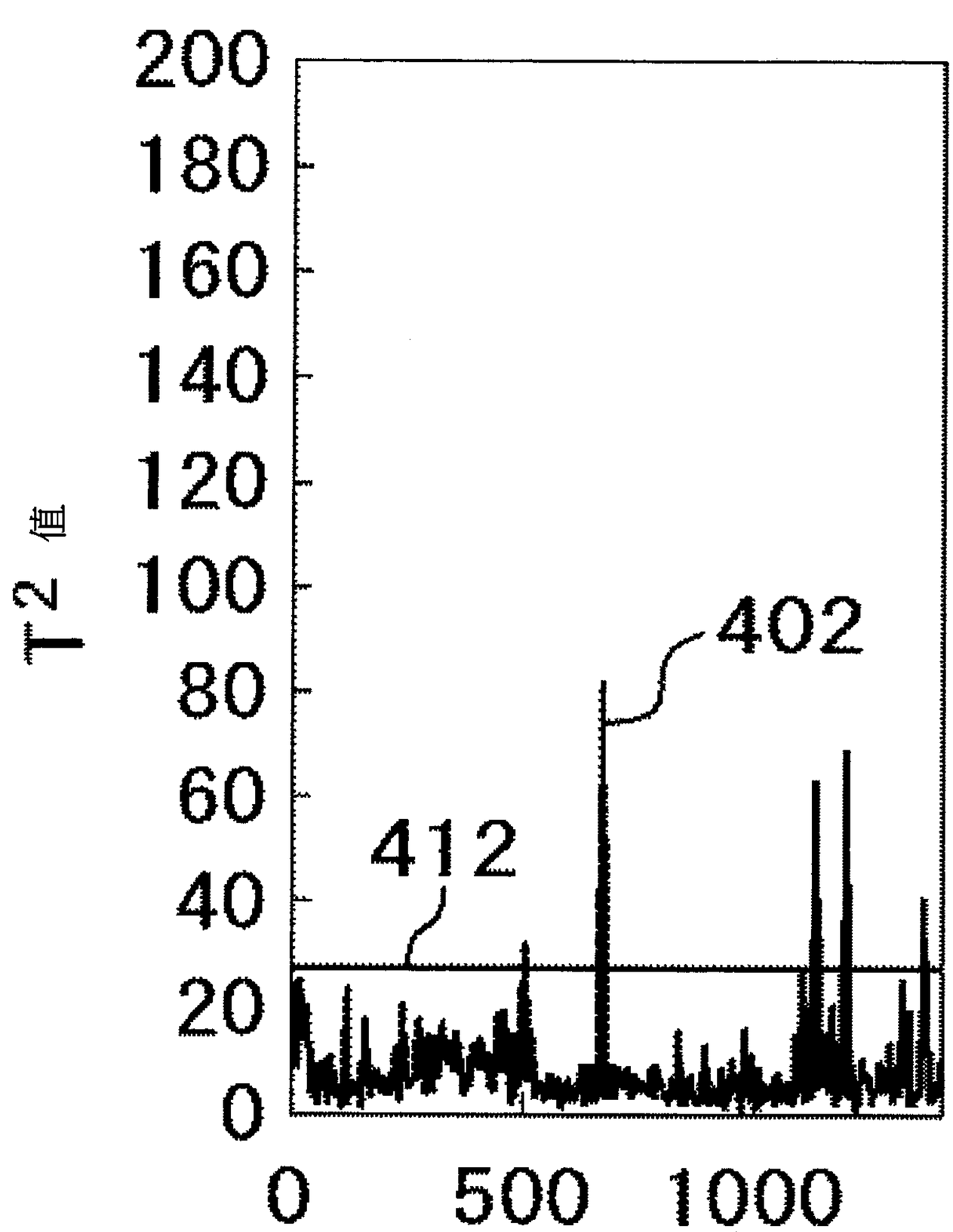
【圖 2】


練習資料群(複數樣品)取得
S301
練習資料各特徵量平均・標準偏差計算
S302
練習資料標準化
S303
試驗資料(單樣品)取得
S304
試驗資料標準化
S305
特徵量(順位)作成
(被標準化的試驗資料的特徵量的值的降序)
S306
特徵量選擇
(上述順位的上位N件)
S307
練習資料的裝置健康度計算
S308
根據練習資料的健康度臨界值計算
S309
模型更新
根據試驗資料的裝置健康度計算
S310
是否試驗健康度
>健康度臨界值
S311
NO
其次樣品的解析
YES
異常檢測
S312

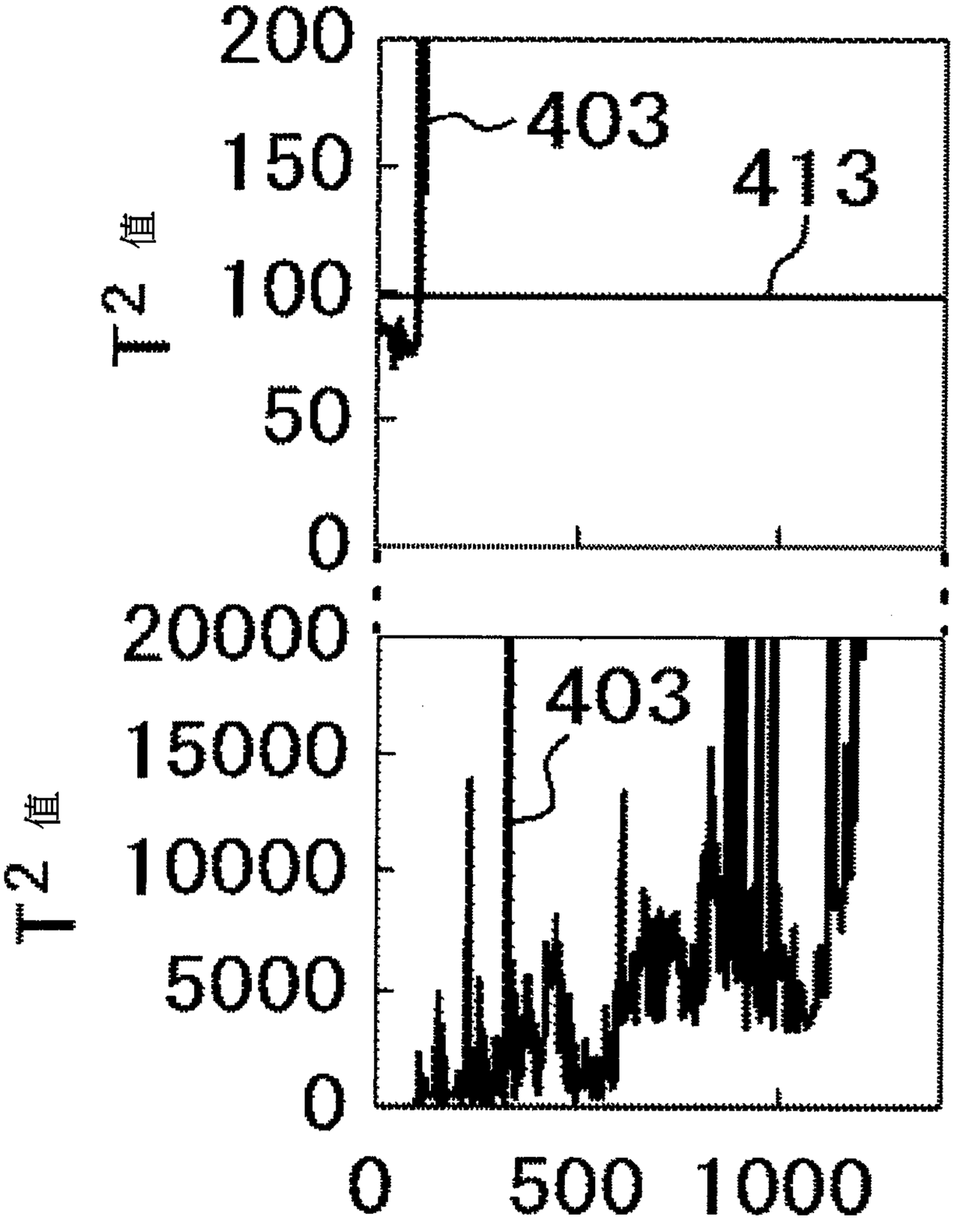
【圖 3】


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
T2 值
401
411
0
500
1000
處理晶圓片數

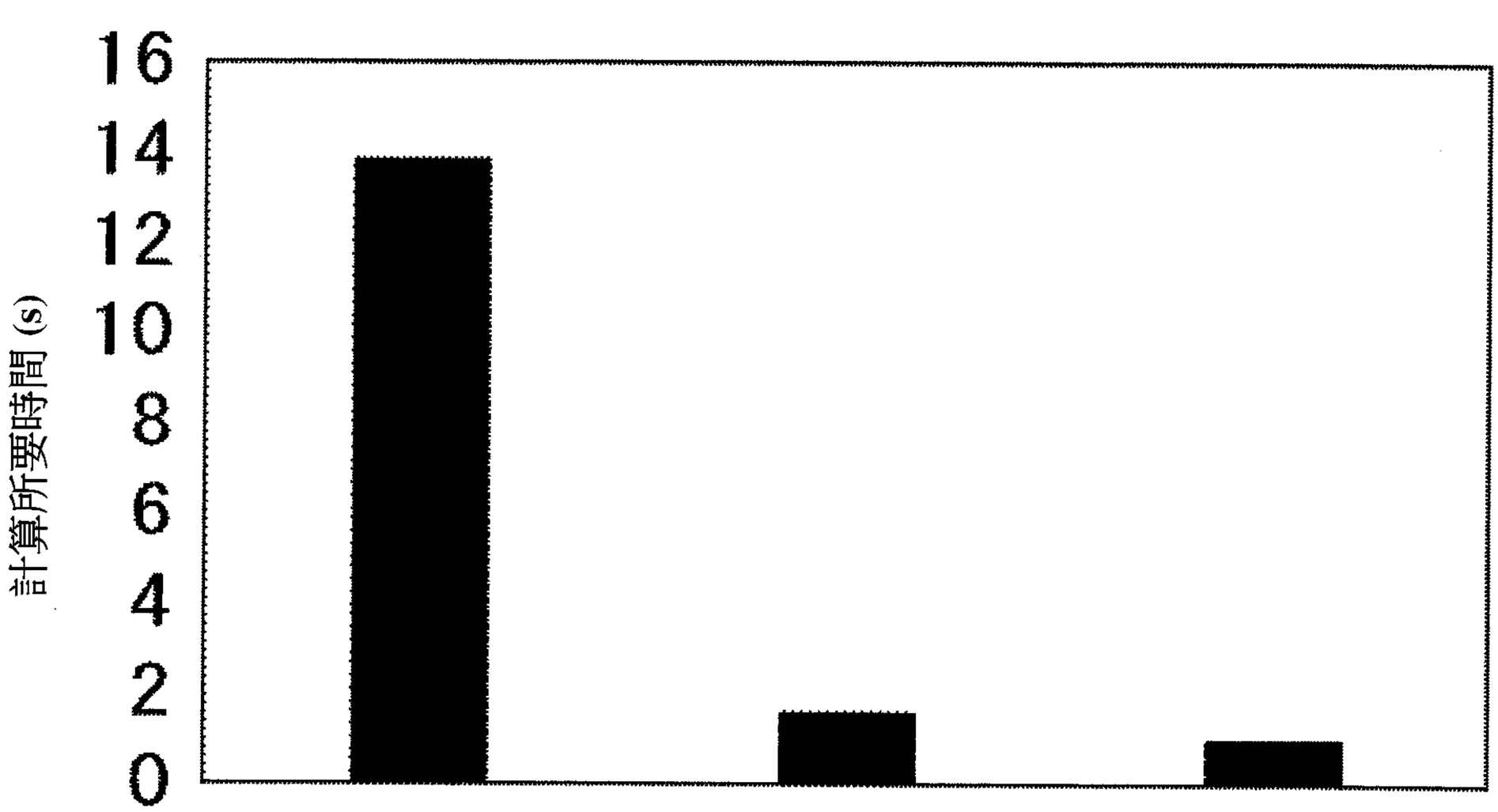
【圖 4A】


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
T2 值
402
412
0
500
1000
處理晶圓片數

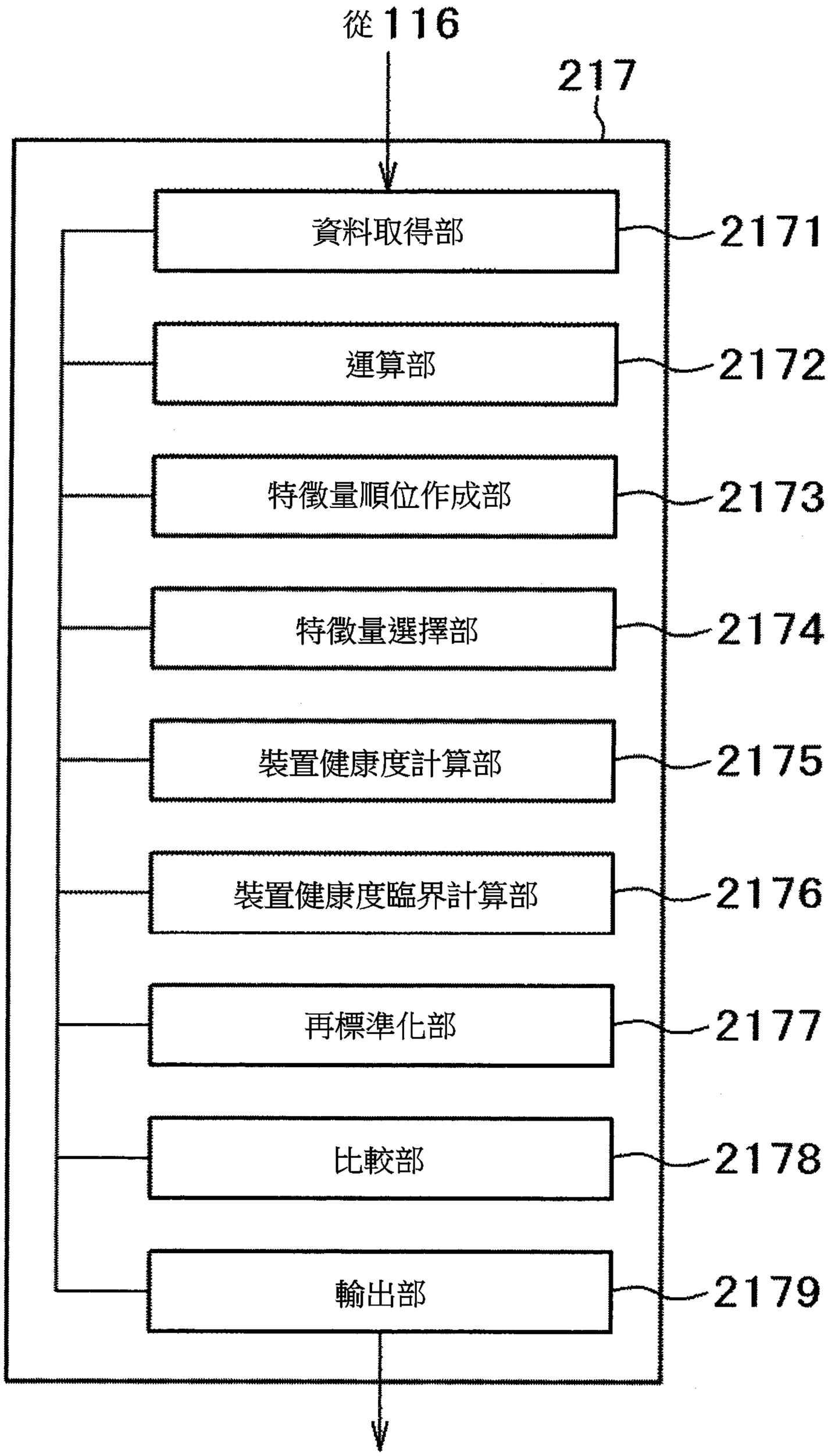
【圖 4B】


200
150
100
50
0
T2 值
403
413
20000
15000
10000
5000
0
T2 值
403
0
500
1000
處理晶圓片數

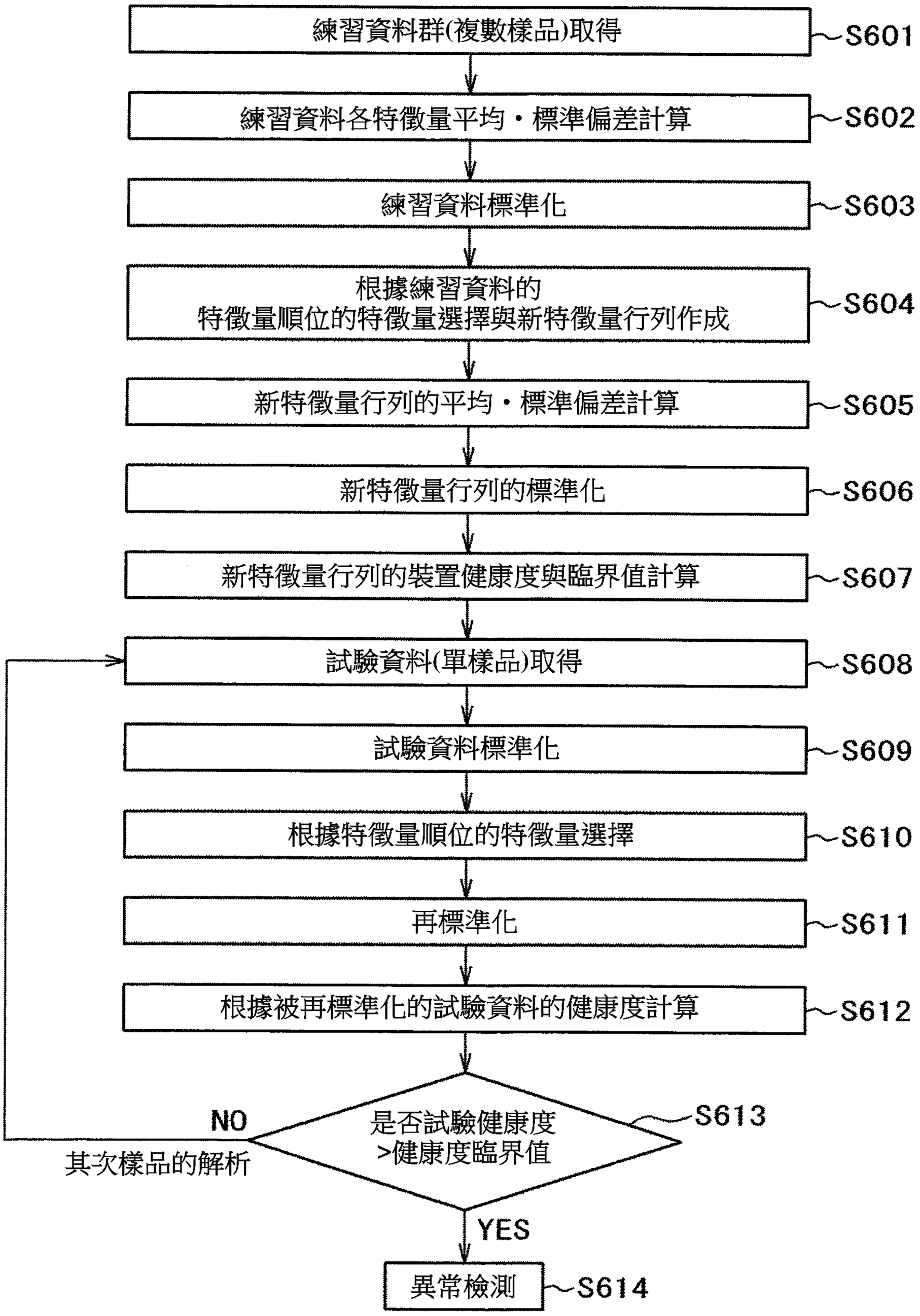
【圖 4C】



【圖 4D】


從116
217
資料取得部
2171
運算部
2172
特徵量順位作成部
2173
特徵量選擇部
2174
裝置健康度計算部
2175
裝置健康度臨界計算部
2176
再標準化部
2177
比較部
2178
輸出部
2179

【圖 5】


練習資料群(複數樣品)取得
S601
練習資料各特徵量平均・標準偏差計算
S602
練習資料標準化
S603
根據練習資料的
特徵量順位的特徵量選擇與新特徵量行列作成
S604
新特徵量行列的平均・標準偏差計算
S605
新特徵量行列的標準化
S606
新特徵量行列的裝置健康度與臨界值計算
S607
試驗資料(單樣品)取得
S608
試驗資料標準化
S609
根據特徵量順位的特徵量選擇
S610
再標準化
S611
根據被再標準化的試驗資料的健康度計算
S612
是否試驗健康度
>健康度臨界值
S613
NO
其次樣品的解析
YES
異常檢測
S614

【圖 6】