



(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 202242579 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：110133193

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 09 月 07 日

(51)Int. Cl. : **G05B19/418 (2006.01)**

(30)優先權：2021/04/22 世界智慧財產權組織 PCT/JP2021/016285

(71)申請人：日商三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：矢野敦仁 YANO, ATSUYOSHI (JP)；宮川翔貴 MIYAGAWA, SHOKI (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：17 共 75 頁

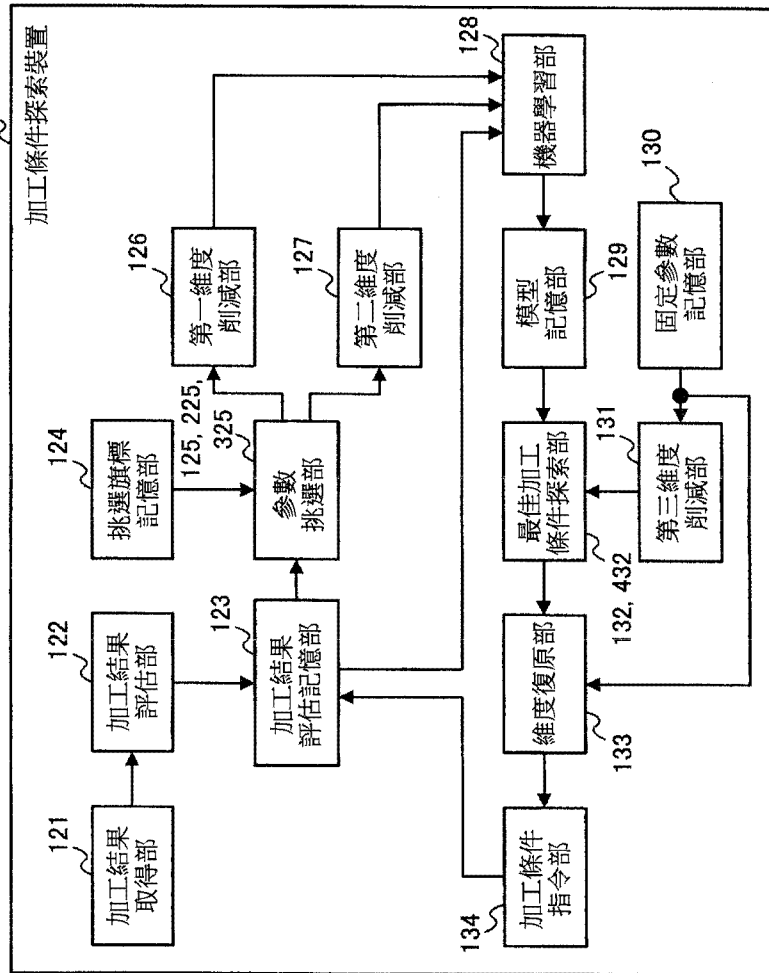
(54)名稱

加工條件探索裝置、記錄媒體、程式產品以及加工條件探索方法

(57)摘要

加工條件探索裝置(120)係包括：參數挑選部(125)，係將複數個參數挑選成複數個可變參數及一個或複數個固定參數；第一維度削減部(126)，係從複數個可變參數產生第一維度以下的第一特徵量；第二維度削減部(127)，係從一個或複數個固定參數產生第二維度以下的第二特徵量；機器學習部(128)，係藉由學習第一特徵量、第二特徵量以及複數個評估值的關係，產生學習模型；第三維度削減部(131)，係從一個或複數個對象固定參數，產生第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係一個或複數個固定參數；最佳加工條件探索部(132)，係使用第三特徵量及學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值；以及維度復原部(133)，係從最佳值及一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件。

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

120,220,320,420:加工
條件探索裝置

121:加工結果取得部

122:加工結果評估部

123:加工結果評估記憶部

124:挑選旗標記憶部

125,225,325:參數挑選
部

126:第一維度削減部

127:第二維度削減部

128:機器學習部

129:模型記憶部

130:固定參數記憶部

131:第三維度削減部

132,432:最佳加工條件
探索部

133:維度復原部

134:加工條件指令部

【發明摘要】

【中文發明名稱】 加工條件探索裝置、記錄媒體、程式產品以及加工條件探索方法

【中文】

加工條件探索裝置(120)係包括：參數挑選部(125)，係將複數個參數挑選成複數個可變參數及一個或複數個固定參數；第一維度削減部(126)，係從複數個可變參數產生第一維度以下的第一特徵量；第二維度削減部(127)，係從一個或複數個固定參數產生第二維度以下的第二特徵量；機器學習部(128)，係藉由學習第一特徵量、第二特徵量以及複數個評估值的關係，產生學習模型；第三維度削減部(131)，係從一個或複數個對象固定參數，產生第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係一個或複數個固定參數；最佳加工條件探索部(132)，係使用第三特徵量及學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值；以及維度復原部(133)，係從最佳值及一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件。

【指定代表圖】 圖2

120,220,320,420:加工條件探索裝置

121:加工結果取得部

122:加工結果評估部

123:加工結果評估記憶部

124:挑選旗標記憶部

125,225,325:參數挑選部

126:第一維度削減部

127:第二維度削減部

128:機器學習部

129:模型記憶部

130:固定參數記憶部

131:第三維度削減部

132,432:最佳加工條件探索部

133:維度復原部

134:加工條件指令部

【發明說明書】

【中文發明名稱】 加工條件探索裝置、記錄媒體、程式產品以及加工條件探索方法

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種加工條件探索裝置、記錄媒體、程式產品以及加工條件探索方法。

【先前技術】

【0002】 在產業所使用之加工機係藉由對是被加工物的材料進行既定加工處理，進行改變其形狀或狀態的加工。在這種加工機，係例如，列舉進行材料之切削或研磨等的工具機、或進行材料之混合、反應、加熱、冷卻、乾燥或烘烤等之處理的工廠機器。

【0003】 一般，在這些加工機，係可將複數個參數設定成可反映使用者之意圖。加工機之加工結果係因為與是複數個參數之組合的加工條件相依，所以為了得到所要之加工結果，需要對加工機設定適當的加工條件。

【0004】 可是，在複數個參數存在，且各個參數是能以連續值或階段性離散值設定的情況，其組合型式係成為龐大的個數。因此，為了發現可得到所要之加工結果的加工條件，需要花費龐大的勞力及時間，進行嘗試錯誤。

【0005】 關於這種參數，自以往，亦進行根據加工結果之評估值、及與評估值對應之加工條件，求得預測了與未實施加工之加工條件對應之評估值的預測值，再根據預測值來計算最佳加工條件，但是參數之維度愈大，大區域性之最佳值的探索成為愈困難。

【0006】 因此，在專利文獻1，係提議一種方法，該方法係對高維之資料，

使用主成分分析等之手段，抽出其特徵量，並削減所抽出之特徵量的維度，藉此，使問題成為易處理。

[先行專利文獻]

[專利文獻]

【0007】 [專利文獻1]日本特表2012－509190號公報(段落0014)

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0008】 可是，在以往之維度削減，係因為作為從全部之參數抽出特徵量的結果，全部之參數成為探索對象，所以根據使用者之意圖或加工現場的狀況等，具有在如對一部分之參數無法施加變更的情況係無法應用的問題。

【0009】 例如，在加工結果不僅與控制參數相依，而且與和大小或比重等之材料之性質相關的特性參數、或和溫濕度等之加工現場的環境相關之環境參數等亦相依的情況，最佳加工條件之探索係需要亦考慮這些參數來進行。可是，在進行維度削減的情況，這些無法變更之參數亦成為變更對象。

【0010】 因此，本發明之一種或複數種形態係目的在於在加工所使用之加工條件，是未容許變更之參數存在的情況，亦作成對容許變更之參數可探索大區域性的最佳加工條件。

[解決課題之手段]

【0011】 本揭示之一形態的加工條件探索裝置係特徵為包括：加工結果評估記憶部，係記憶複數個加工條件及加工結果評估資訊，該複數個加工條件係各個具有複數個參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；參數挑選部，係將該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數；第一維度處理

部，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；第二維度處理部，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；機器學習部，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；第三維度處理部，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件之對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；探索部，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及特定部，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【0012】 本揭示之一形態的記錄媒體係電腦可讀取之記錄媒體，其係記錄了用以使電腦執行以下之步驟的程式：挑選步驟，係將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；第一特徵量產生步驟，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；第二特徵量產生步驟，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；學習模型產生步驟，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；第三特徵量產

生步驟，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；探索步驟，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及特定步驟，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【0013】 本揭示之一形態的程式產品係內建用以使電腦執行以下之步驟的程式：挑選步驟，係將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；第一特徵量產生步驟，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；第二特徵量產生步驟，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；學習模型產生步驟，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；第三特徵量產生步驟，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；探索步驟，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及特定步驟，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【0014】 本揭示之一形態的加工條件探索方法係特徵為：將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

[發明之效果]

【0015】 若依據本揭示之一種或複數種形態，在加工所使用之加工條件，是未容許變更之參數存在的情況，亦作成對容許變更之參數可探索大區域性的最佳加工條件。

【圖式簡單說明】

【0016】

[圖1]係示意地表示實施形態1~6之加工系統之構成的方塊圖。

[圖2]係示意地表示實施形態1~4之加工條件探索裝置之構成的方塊圖。

[圖3]係表示加工結果評估資訊之一例的示意圖。

[圖4](A)及(B)係表示參數資料之例子的示意圖，該參數資料係表示藉參數挑選部所挑選之參數。

[圖5]係表示加工條件探索裝置之硬體構成例的方塊圖。

[圖6]係表示實施形態1之加工系統之動作的流程圖。

[圖7]係用以說明實施形態1之探索方法的示意圖。

[圖8]係示意地表示實施形態2之參數挑選部225之構成的方塊圖。

[圖9](A)及(B)係表示 Q_x 與 R_x 之相關性低的情況、與高的情況之例子的示意圖。

[圖10]係表示在實施形態2之參數挑選部的參數挑選動作之一例的流程圖。

[圖11]係示意地表示實施形態3之參數挑選部之構成的方塊圖。

[圖12]係表示在實施形態3之參數分配部之參數的分配動作之一例的流程圖。

[圖13]係表示在實施形態4之初次探索時之最佳加工條件探索部之動作的流程圖。

[圖14]係示意地表示實施形態5之加工條件探索裝置之構成的方塊圖。

[圖15]係表示實施形態5之第一維度削減部、第二維度削減部、第四維度削減部、第一比較部以及第二比較部之動作的流程圖。

[圖16]係示意地表示實施形態6之加工條件探索裝置之構成的方塊圖。

[圖17]係表示實施形態6之第一維度削減部、第二維度削減部、第四維度削減部、合成部以及比較部之動作的流程圖。

【實施方式】

實施形態1

【0017】圖1係示意地表示實施形態1之加工系統100之構成的方塊圖。

加工系統100係包括加工機110與加工條件探索裝置120。

加工機110係使用來自加工條件探索裝置120的加工條件進行加工，並向加工條件探索裝置120供給加工結果資訊，該加工結果資訊係表示是該加工的結果之加工結果的資訊。

加工條件探索裝置120係接受在加工機110所設定之加工條件的加工結果資訊，並探索適合加工機110之加工條件。

加工條件係由複數個參數所構成。

【0018】圖2係示意地表示加工條件探索裝置120之構成的方塊圖。

加工條件探索裝置120係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134。

【0019】加工結果取得部121係從加工機110取得加工結果資訊，該加工結果資訊係表示加工結果之資訊。所取得之加工結果資訊係被供給至加工結果評估部122。

加工結果資訊之種類係根據加工機110之類別或加工目的等而異。例如，加工結果資訊係加工物之檢查資料，其檢查結果值係被認為是與根據加工規格而定之與目標值的誤差或不良率。

【0020】此外，在實施形態1，加工結果取得部121係從加工機110取得加工結果資訊，但是實施形態1係不限為這種例子。例如，亦可從與加工機110係不同的檢查器等，取得加工結果資訊。又，亦可經由未圖示之輸入部，使用者輸入加工結果資訊。

【0021】加工結果評估部122係藉由評估是在加工機110所進行之加工的結果之加工結果而決定評估值，並對後述之加工結果評估資訊，以與探索加工條

件賦與對應的方式追加該決定的評估值，而該探索加工條件是在進行該加工時所使用之加工條件。

【0022】 例如，加工結果評估部122係評估以來自加工結果取得部121之加工結果資訊所示的加工結果，並決定其評估值。評估值係連續值或離散值等之數值、表示屬性之分類值、或表示命題之真偽的邏輯值等。

【0023】 此處，評估值係表示加工結果之良否。例如，亦可評估值係對加工之良否的程度取連續值或離散值的數值。作為具體例，係有以從0至1之連續值表示加工之不良的比例的不良率。在此情況，係表示值愈小，加工結果愈良好。

又，亦可評估值係表示加工結果之良否的分類值、或對預定之命題表示真或偽的邏輯值。

而且，加工結果評估部122係以與對應之加工條件賦與對應的方式將該評估值記憶於加工結果評估記憶部123。

【0024】 加工結果評估記憶部123係記憶加工結果評估資訊，該加工結果評估資訊係表示複數個加工條件、與對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值。如上述所示，複數個加工條件之各個係具有複數個參數。

【0025】 例如，在加工結果評估資訊，係作為預設值，以賦與對應之方式記憶與藉加工條件探索裝置120所探索之加工條件係相異的加工條件、和在該加工條件之加工結果的評估值。這種資訊係可經由未圖示之輸入部輸入。

而且，在加工結果評估資訊，係以賦與對應之方式記憶加工條件指令部134向加工機110所指示之加工條件、與加工結果評估部122對根據該加工條件之加工結果所決定的評估值。

此外，在加工結果評估資訊，係作為對透過加工條件探索裝置120所進行之全部的加工，將這些資訊記憶於加工結果評估記憶部123。

【0026】圖3係表示加工結果評估資訊之一例的示意圖。

如圖3所示，加工結果評估資訊101係成為將構成加工條件之各種參數、及與其對應之評估值彙集的矩陣。

在圖3所示之例子，對過去被實施N次(N係1以上的整數)的加工，賦與是加工識別資訊的加工編號，該加工識別資訊係用以識別各種加工。而且，在該各加工編號，將在加工時所使用之M種(M係2以上的整數)參數、及與其對應之評估值排列成矩陣之縱向的一行。

實施新的加工時，在矩陣之右端新追加一行，並在該行逐漸地記錄加工條件與其評估值。

【0027】參數之具體例係加工機110之控制參數、表示材料之種類或特性值等之性質的材料參數、或加工現場之溫濕度等的環境參數等。這些參數係有連續值或離散值等之數值、表示屬性之分類值、或表示命題之真偽的邏輯值等。

【0028】挑選旗標記憶部124係為了挑選複數個參數，對複數個參數的各分類，記憶挑選旗標，該挑選旗標係表示是可變參數或是固定參數。

例如，挑選旗標記憶部124係對構成加工條件之複數個參數之各個的分類，記憶挑選旗標，該挑選旗標係表示各個是可變更之可變參數或是無法變更之固定參數。換言之，可變參數係容許變更之參數，固定參數係不容許變更之參數。

亦可挑選旗標係經由未圖示之輸入部，接受使用者之指示，藉此，所設定。又，亦可挑選旗標係從加工機110之分類或機型等的條件自動地被設定。進而，亦可挑選旗標係經由未圖示之通訊部，從別的裝置所接收。

在固定參數，係包含在加工機110的控制參數中無法變更或使用者不希望變更的控制參數，材料之性質、尺寸或數量等之關於材料的參數、或者加工環境之氣壓或溫濕度等的環境參數等。

【0029】參數挑選部125係將加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選

成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數。此處，參數挑選部125係藉由參照挑選旗標，將複數個參數挑選成複數個可變參數及一個或複數個固定參數。

例如，參數挑選部125係分別讀出加工結果評估記憶部123記憶之加工結果評估資訊所含的複數個參數、與挑選旗標記憶部124所記憶之挑選旗標。參數挑選部125係根據挑選旗標，將參數挑選成可變參數或固定參數。而且，參數挑選部125係產生表示所挑選之可變參數的可變參數資料及表示所挑選之固定參數的固定參數資料。

【0030】圖4(A)及(B)係表示參數資料之例子的示意圖，該參數資料係表示藉參數挑選部125所挑選之參數。

圖4(A)係儲存可變參數之可變參數資料102的例子，圖4(B)係儲存固定參數之固定參數資料103的例子。

【0031】可變參數資料102係儲存 M_v 種參數，固定參數資料103係儲存 M_f 種參數。

可變參數資料102及固定參數資料103係與圖3所示之加工結果評估資訊101一樣，由對過去被實施 N 次的加工，對各加工編號保持參數的矩陣所構成。 M_v 及 M_f 係分別相當於可變參數與固定參數的維數。

【0032】在可變參數資料102，將在加工編號 x 之第 y 個可變參數當作 q_{xy} 。在固定參數資料103，將在加工編號 x 之第 z 個可變參數當作 r_{xz} 。這些係在圖3所示之加工結果評估資訊101所儲存的加工條件，從加工編號 x 之行所抽出者。

【0033】回到圖2，第一維度削減部126係第一維度處理部，該第一維度處理部係從可變參數資料所含的複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此，產生與複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量。此處，第一維度削減部126係在複數個可變參數之維度比第一維度更大的

情況，藉由削減複數個可變參數之維度，產生第一特徵量。

【0034】 例如，第一維度削減部126係分析參數挑選部125所產生之可變參數資料，並判斷是否可變參數資料之維數 M_v 比預定之臨限值 TH_v 更大。而且，第一維度削減部126係在維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大的情況，進行第一維度削減處理，該第一維度削減處理係將可變參數資料變換成以臨限值 TH_v 以下之維數 L_v 所表達之第一特徵量資料的維度削減處理。此處，臨限值 TH_v 係對應於第一維度。又，在維數 L_v 是2以上的情況，係將第一特徵量資料所含之複數個維度的第一特徵量亦稱為第一特徵量組。

【0035】 具體而言，係若將與加工編號 n 對應之第一特徵量資料之第 x 維度的元素當作 av_{nx} ， av_{nx} 係因為成為可變參數 q_{n1} 、 q_{n2} 、...、 q_{nM_v} 的函數，所以以以下之數學式(1)表達。

$$av_{nx} = fx(q_{n1}, q_{n2}, \dots, q_{nM_v}) \quad (1)$$

此處， fx 係表示將可變參數變換成第一特徵量資料之第 x 維度之元素的函數。此處之元素成為第一特徵量。

【0036】 作為第一維度削減處理，例如想到使用主成分分析。在此情況，藉主成分分析所得之各主成分成為特徵量。在此時，按照共變異數矩陣之固有值大的順序從第一主成分抽出至第 k 主成分，並除去剩下的主成分，而可削減維度。其中， $k < M_v$ 。

【0037】 使用神經網路之自動編碼器亦又是維度削減處理之適合的例子之一。在此情況，係自動編碼器之編碼器網路的輸出成為特徵量。此處，編碼器網路係構成自動編碼器之神經網路的一部分，意指與編碼器處理相關的次網路。

【0038】 根據加工結果之評估值、與對應於評估值之加工條件，求得預測值，該預測值係預測與未實施加工之加工條件對應的評估值，再根據預測值，計算最佳加工條件，將此技術稱為黑盒最佳化。作為在是黑盒最佳化之一種的

貝氏最佳化之維度削減處理，已知使用隨機矩陣將低維空間埋入高維的Random Embedding Bayesian Optimization(REMBO)、或將探索空間限制成一維空間的Line Bayesian Optimization(LINEBO)等的處理，這些都可用作在實施形態1之維度削減處理。

此處，關於REMBO，詳細記載於下述文獻1，關於LINEBO，詳細記載於下述文獻2。

文獻1：Wang, Ziyu, et al, “Bayesian optimization in high dimensions via random embeddings.” Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2013

文獻2：Kirschner, Johannes, et al, “Adaptive and Safe Bayesian Optimization in High Dimensions via One-Dimensional Subspaces.” arXiv preprint arXiv: 1902, 03229(2019)

【0039】又，作為其他的維度削減處理，亦可使用多維尺度構成法、獨立成分分析、非負值矩陣因素分析(NMF)、局部線性埋入法(LLE)、局部性保存投影(LPP)、拉普拉斯固有映射(LEP)、核主成分分析、Karhunen-Loeve展開、t-SNE(t-distributed Stochastic Neighbor Embedding)等的處理。

【0040】此外，第一維度削減部126係在可變參數資料之維數 M_v 是臨限值 TH_v 以下的情況，不進行維度削減，而將可變參數資料本身作為第一特徵量資料。

而且，第一維度削減部126係向機器學習部128供給第一特徵量資料。

【0041】第二維度削減部127係第二維度處理部，該第二維度處理部係從以固定參數資料所示之一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此，產生與複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量。此處，第二維度削減部127係在複數個固定參數之維度比第二維度更大的情況，藉由削減複數個固定參數之維度，產生第二特徵量。

【0042】 例如，第二維度削減部127係分析參數挑選部125所產生之固定參數資料，並判斷是否固定參數資料之維數 M_f 比預定之臨限值 TH_f 更大。第二維度削減部127係在維數 M_f 比臨限值 TH_f 更大的情況，進行第二維度削減處理，該第二維度削減處理係將固定參數資料變換成以臨限值 TH_f 以下之維數 L_f 所表達之第二特徵量資料的維度削減處理。維度削減之具體的處理係與第一維度削減部126一樣。此處，維數 M_f 係對應於第二維度。又，在維數 L_f 是2以上的情況，係將第二特徵量資料所含之複數個維度的第二特徵量亦稱為第二特徵量組。

【0043】 若將對加工編號 n 的固定參數之第二特徵量資料之第 x 維度的元素當作 af_{nx} ， af_{nx} 係因為成為固定參數值 r_{n1} 、 r_{n2} 、...、 r_{nM_f} 的函數，所以以以下之數學式(2)表達。

$$af_{nx} = hx(r_{n1}, r_{n2}, \dots, r_{nM_f}) \quad (2)$$

此處， hx 係表示將固定參數變換成第二特徵量資料之第 x 維度之元素的函數。此處之元素成為第二特徵量。

【0044】 又，在固定參數資料之維數 M_f 是臨限值 TH_f 以下的情况，第二維度削減部127係不進行維度削減，而將固定參數資料本身作為第二特徵量資料。

而且，第二維度削減部127係向機器學習部128供給第二特徵量資料。

【0045】 此外，固定參數係因為不會成為在後述之最佳加工條件探索部132的探索對象，所以是固定參數資料之維數 M_f 大的情况，亦亦可省略第二維度削減處理，並將固定參數資料本身作為第二特徵量資料。

【0046】 機器學習部128係藉由學習一個或複數個第一特徵量、一個或複數個第二特徵量以及複數個評估值的關係，產生學習模型。

例如，機器學習部128係從第一維度削減部126所供給之第一特徵量資料、第二維度削減部127所供給之第二特徵量資料、以及加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的評估值，將各特徵量當作輸入值，將評估值當

作響應值，學習兩者之關係性，而產生以數理模型表達該關係性的學習模型。

【0047】學習模型係例如，若評估值是連續值或離散值等的數值，可應用回歸模型，若是分類值或邏輯值，可應用分類模型。在已供給新的輸入值，即各特徵量的值時，將其輸入學習模型，可算出其加工結果之評估值的預測值。用以產生這種學習模型之學習演算法的具體例係線性回歸、非線性回歸、回歸樹、模型樹、支持向量回歸、遺傳基因編輯、高氏過程回歸、線性判別分析、邏輯回歸、k近鄰法、支持向量機器、決策樹、隨機森林或神經網路等。

【0048】模型記憶部129係記憶機器學習部128所產生之學習模型。

【0049】固定參數記憶部130係記憶一個或複數個固定參數，該一個或複數個固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用。將固定參數記憶部130所記憶之一個或複數個固定參數亦稱為一個或複數個對象固定參數。又，將表示固定參數記憶部130所記憶之一個或複數個固定參數的資料亦稱為固定參數資料或對象固定參數資料。

例如，關於固定參數記憶部130所記憶之固定參數，係可作成按照使用者之指示設定、或根據特定條件自動地設定、或透過未圖示之通訊手段從別的機器輸入。

此外，亦可作成挑選旗標記憶部124所記憶之挑選旗標或固定參數記憶部130所記憶之固定參數係在大概地實施後述之探索程序後，可變更。

【0050】第三維度削減部131係第三維度處理部，該第三維度處理部係從固定參數記憶部130所記憶之一個或複數個固定參數，產生第二維度以下的第三特徵量。此處，第三維度削減部131係在該複數個固定參數之維度比第二維度更大的情況，藉由削減該複數個固定參數之維度，產生第三特徵量。

【0051】例如，第三維度削減部131係分析固定參數記憶部130所記憶之固定參數資料，並判斷是否固定參數資料之維數 M_f 比臨限值 TH_f 更大。第三維度削

減部131係在維數 M_f 比臨限值 TH_f 更大的情況，進行第三維度削減處理，該第三維度削減處理係將固定參數資料變換成以維數 M_f 以下之維數 L_f 所表達之第三特徵量資料的維度削減處理。第三維度削減處理係與在第二維度削減部127所進行之第二維度削減處理相同的維度削減處理。第三特徵量資料係被供給至最佳加工條件探索部132。此外，在維數 L_f 是2以上的情況，係將第三特徵量資料所含之複數個第三特徵量亦稱為第三特徵量組。

【0052】 若第二維度削減處理是主成分分析，第三維度削減部131係可使用在那時所使用的固有值與固有向量，抽出與第二特徵量相同之個數的主成分。

又，在第二維度削減處理使用自動編碼器的情況，第三維度削減部131係向與第二維度削減部127相同的編碼器網路輸入固定參數，並將其輸出作為第三特徵量即可。

此外，在固定參數資料之維數 M_f 是既定臨限值 TH_f 以下的情況，第三維度削減部131係不進行第三維度削減處理，而將從固定參數記憶部130所讀出之固定參數資料本身作為第三特徵量資料，並向最佳加工條件探索部132供給。

【0053】 最佳加工條件探索部132係探索部，該探索部係使用第三特徵量及學習模型，探索是在對象加工條件所使用之複數個可變參數的複數個對象可變參數之特徵量的最佳值。

例如，最佳加工條件探索部132係使用模型記憶部129所記憶之學習模型，探索最佳加工條件。在此時，最佳加工條件探索部132係作為對學習模型之輸入，供給由第三維度削減部131所供給之第三特徵量資料、與根據預定之方法所產生之複數個可變參數之特徵量的候選，而取得作為對此輸入之學習模型的響應所得之評估值的預測值。而且，最佳加工條件探索部132係將供給最良好之預測值的候選作為最佳加工條件，並向維度復原部133供給。此外，最佳加工條件所含的候選相當於最佳值。

【0054】 維度復原部133係特定部，該特定部係從最佳值及一個或複數個對象固定參數，特定是作為對象加工條件所探索之加工條件的探索加工條件。此處，維度復原部133係在複數個可變參數之維度比第一維度更大的情況，以從最佳值成為與複數個可變參數之維度相同之維度的方式使參數復原。

【0055】 例如，維度復原部133係在可變參數資料之維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大的情況，將從最佳加工條件探索部132所供給之最佳加工條件變換成可變參數。例如，若將變換後之第 x 維度的可變參數值當作 q_x^* 、並將作為最佳加工條件所輸出之可變參數的特徵量之第 y 維度的元素當作 av_y^* ，因為 q_x^* 係成為 av_1^* 、 av_2^* 、...、 $av_{L_v}^*$ 的函數，所以以以下之數學式(3)表達。

$$q_x^* = g(av_1^*, av_2^*, \dots, av_{L_v}^*) \quad (3)$$

【0056】 此處， g 係表示將特徵量變換成可變參數的函數。例如，若維度壓縮處理是主成分分析，維度復原部133係使用在維度壓縮處理所使用固有值與固有向量，可將最佳加工條件變換成可變參數。

又，若維度壓縮處理是自動編碼器，維度復原部133係若在編碼器網路輸入特徵量，作為輸出，可得到可變參數。此處，編碼器網路係構成自動編碼器之神經網路的一部分，意指與解碼器處理相關之次網路。

此外，維度復原部133係在可變參數資料之維數 M_v 比臨限值 TH_v 更小的情況，維度復原係不進行，而將從最佳加工條件探索部132所供給之最佳加工條件直接作為可變參數。

【0057】 加工條件指令部134係向加工機110供給探索加工條件，使加工機110根據探索加工條件進行加工，且對加工結果評估資訊追加探索加工條件。

例如，加工條件指令部134係將從維度復原部133所供給之可變參數、與從固定參數記憶部130所讀出之固定參數合在一起，作為加工條件，並向加工機110下指令成按照該加工條件進行加工。又，加工條件指令部134係將該加工條件儲

存於加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊。

【0058】在此時，亦可作成經由未圖示之輸入部，使用者可任意地修正加工條件。在此情況，從加工條件指令部134向加工機110及加工結果評估記憶部123輸出使用者已實施修正之加工條件。

【0059】依以上之方式，從加工條件探索裝置120供給加工條件時，加工機110係根據該加工條件，實施加工。而且，加工機110係向加工條件探索裝置120供給表示該加工之結果的加工結果資訊。

【0060】其次，說明加工條件探索裝置120之硬體構成。

圖2所示之加工結果取得部121、加工結果評估部122、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、第三維度削減部131，最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134係分別可藉處理電路實現。

處理電路係亦可是具有處理器之電路，亦可是專用之硬體。又，亦可這些係在雲端等之電腦網路上連接這些所構成之分散計算環境實現。換言之，亦可加工條件探索裝置120係藉電腦所實現。

【0061】加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、模型記憶部129以及固定參數記憶部130係可藉記憶裝置實現。

記憶裝置係DRAM(Dynamic Random Access Memory)、SRAM(Static Random Access Memory)、或快閃記憶體等之半導體記憶體、磁碟、光碟、或者磁帶等之記錄媒體、或電腦網路上之儲存裝置符合。

【0062】圖5係表示加工條件探索裝置120之硬體構成例的方塊圖。

上述之處理電路140係例如包括處理器141及記憶體142。

在加工條件探索裝置120之各部藉處理電路140實現的情況，處理器141藉由讀出並執行記憶體142所儲存之程式，實現加工結果取得部121、加工結果評估

部122、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134。

【0063】換言之，在藉處理電路140實現加工條件探索裝置120之各部的情況，加工結果取得部121、加工結果評估部122、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134係使用是軟體之程式所實現。

【0064】這種程式係亦可透過網路提供，又，亦可以被記錄於記錄媒體的方式提供。即，亦可這種程式係例如以程式產品提供。

【0065】又，加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、模型記憶部129以及固定參數記憶部130係藉記憶體142所實現。

記憶體142係亦被用作處理器141之作業區域。

【0066】處理器141係CPU(Central Processing Unit)等。記憶體142係例如RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、快閃記憶體等之不揮發性或揮發性之半導體記憶體、磁碟等符合。

【0067】此外，在實現加工結果取得部121、加工結果評估部122、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134之處理電路是專用硬體的情況，該處理電路係例如是FPGA(Field Programmable Gate Array)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)

【0068】亦可加工條件探索裝置120之各部係將具有處理器之處理電路及專用硬體組合而實現。或者，加工條件探索裝置120係藉雲端等之電腦網路，將具有如上述所示之處理器的處理電路或專用硬體連接複數個，藉此所實現。

換言之，加工條件探索裝置120之各部係可藉處理電路網實現。

【0069】其次，說明實施形態1之加工系統100的動作。

圖6係表示實施形態1之加工系統100之動作的流程圖。

首先，挑選旗標記憶部124係記憶挑選旗標(S10)。此處，例如，加工系統100之使用者經由未圖示之輸入部，對在加工機110所使用之複數個參數之各個的分類，設定是可變參數或是固定參數，藉此，根據該設定記憶挑選旗標即可。

【0070】接著，固定參數記憶部130係對根據在步驟S10所記憶之挑選旗標被指定成無法變更之固定參數的參數，記憶該值，作為固定參數資料(S11)。此固定參數資料亦又，例如，經由未圖示之輸入部，根據使用者之指示設定即可。

【0071】然後，參數挑選部125係從加工結果評估記憶部123讀出複數個參數，並參照挑選旗標記憶部124所記憶之挑選旗標，藉此，將該複數個參數之各個挑選成可變參數或固定參數(S12)。而且，參數挑選部125係產生表示所挑選之可變參數的可變參數資料及表示所挑選之固定參數的固定參數資料，並向第一維度削減部126供給可變參數資料，向第二維度削減部127供給固定參數資料。

【0072】第一維度削減部126係分析藉參數挑選部125所產生之可變參數資料，並判斷是否可變參數資料之維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大(S13)。在維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大的情況(在S13為Yes)，處理係移至步驟S14，而在維數 M_v 是臨限值 TH_v 以下的情況(在S13為No)，處理係移至步驟S15。此外，在維數 M_v 是臨限值 TH_v 以下的情況(在S13為No)，第一維度削減部126係不進行維度削減，而將可變參數資料本身作為第一特徵量資料，向機器學習部128供給。

【0073】在步驟S14，第一維度削減部126係將可變參數資料變換成以比臨限值 TH_v 更小之維數 L_v 所表達之第一特徵量資料。

【0074】在步驟S15，第二維度削減部127係分析藉參數挑選部125所挑選之固定參數資料，並判斷是否固定參數資料之維數 M_f 比臨限值 TH_f 更大。在維數

Mf比臨限值THf更大的情況(在S15為Yes)，處理係移至步驟S16，而在維數Mf是臨限值THf以下的情況(在S15為No)，處理係移至步驟S17。此外，在維數Mf是臨限值THf以下的情況(在S15為No)，第二維度削減部127係不進行維度削減，而將固定參數資料本身作為第二特徵量資料，向機器學習部128供給。

【0075】 在步驟S16，第二維度削減部127係將固定參數資料變換成以比臨限值THf更小之維數Lf所表達之第二特徵量資料。

【0076】 在步驟S17，第三維度削減部131係判斷是否固定參數記憶部130所記憶之固定參數資料的維數Mf比臨限值THf更大。在維數Mf比臨限值THf更大的情況(在S17為Yes)，處理係移至步驟S18，而在維數Mf是臨限值THf以下的情況(在S17為No)，處理係移至步驟S19。此外，在維數Mf是臨限值THf以下的情況(在S17為No)，第三維度削減部131係不進行維度削減，而將固定參數資料本身作為第三特徵量資料，向最佳加工條件探索部132供給。

【0077】 在步驟S18，第三維度削減部131係從固定參數記憶部130讀出固定參數資料，並對固定參數資料進行與第二維度削減部127相同的維度削減處理，藉此，變換成第三特徵量資料，並向最佳加工條件探索部132供給該第三特徵量資料。

【0078】 在步驟S19，機器學習部128係讀入由第一維度削減部126所供給之第一特徵量資料、由第二維度削減部127所供給之第二特徵量資料、以及加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的複數個評估值，將各特徵量作為輸入值，並將該評估值當作響應值，學習兩者之關係性，產生以數理模型表達該關係性的學習模型。所產生之學習模型係被記憶於模型記憶部129。

【0079】 接著，最佳加工條件探索部132係使用模型記憶部129所記憶之學習模型，探索最佳加工條件(S20)。在此時，最佳加工條件探索部132係供給從第三維度削減部131所供給之第三特徵量資料、與根據預定之方法所產生的複數個

可變參數之特徵量的候選，作為對學習模型之輸入值，取得作為對該輸入值之學習模型的響應所得之評估值的預測值，並將供給最良好之預測值的候選作為最佳加工條件。

【0080】圖7係用以說明實施形態1之探索方法的示意圖。

在圖7，係作為根據可變參數之特徵量 av 與固定參數之特徵量 af 決定評估值之情況的例子，表示以可變參數之特徵量 av 為橫軸、以固定參數之特徵量 af 為縱軸的圖形。

【0081】在圖7，以四角形所示之點P01~P06係表示加工結果評估記憶部123所記憶之已探索的加工條件。

又，區域R11、區域R12以及區域R13係分別表示藉學習模型，加工結果被預測為不良、良以及最佳的區域，而該學習模型係機器學習部128根據已探索之加工條件的資料學習所產生。此處係作為一例，當作評估值是不良率者。而且，當作評估值取從0%至100%之連續值，並將不良率未滿1%定義為最佳，將未滿5%定義為良，將5%以上定義為不良。因此，在區域R11之評估值的預測值係成為5%以上，在區域R12之評估值的預測值係成為1%以上且未滿5%，在區域R13之評估值的預測值係成為未滿1%。

此外，這些區域係不是一開始就明白，而是將與各個座標對應之可變參數之特徵量的值 av 及固定參數之特徵量的值 af 輸入學習模型，取得其預測值，才可觀測者，在這一點需要注意。

【0082】現在，某第三特徵量作為固定參數之特徵量的量，當作表示 af^* 時，探索空間係成為圖7所示之虛線L上。探索空間之維數係即可變參數的特徵量，換言之，與第一特徵量之維數相等。在本例係為了以簡單的圖說明，而將可變參數的特徵量當作一維，但是在二維以上的情況係探索空間亦成為二維以上。

【0083】 探索候選係依此方式從藉第三特徵量所限制之探索空間上的點選擇，但是亦可其選擇方法係使用任意的手段。例如，亦可作成如格點探索所示，以既定間隔將探索空間區分成格子狀，並將各個格點作為探索候選，亦可作成如隨機探索所示，隨機地選擇既定個數之探索空間上之任意的點。或者，亦可使用逐次最佳化手法，該逐次最佳化手法係根據登山法、模擬鍛鍊法、粒子群最佳化法或貝氏最佳化等的手法，逐點一面選出候選點一面求其預測值，再根據其結果，決定下一個候選點。

【0084】 在虛線L上，以三角形所示之點P21、以圓圈所示之點P22以及以雙重圓圈所示之點P23係表示根據預定之方法所選定的探索候選，各個點之橫軸座標成為可變參數之特徵量的候選。

【0085】 現在，當作在與以三角形所示之點P21對應之第一探索候選所預測的不良率是5%以上，例如是12%。當作在與以圓圈所示之點P22對應之第二探索候選所預測的不良率是1%以上且未滿5%，例如是3%。當作在與以雙重圓圈所示之點P23對應之第三探索候選所預測的不良率是未滿1%，例如是0.2%。在此時，最佳加工條件探索部132係將以點P23所示之第三探索候選判斷為最佳，將在該候選之可變參數的特徵量 av^* 作為最佳加工條件，並向維度復原部133供給。

【0086】 此外，若機器學習部128所產生之學習模型是高氏過程回歸模型，最佳加工條件探索部132係使用該模型，不僅可計算評估值之預測值，而且亦可計算其信賴區間。而且，最佳加工條件探索部132係藉獲得函數，對任意的未探索點，可計算表示是否應探索的分數，該獲得函數係根據所計算之信賴區間計算。在這種情況，亦可作成最佳加工條件探索部132係將在藉獲得函數所計算的分數成為最大的探索點之可變參數的特徵量作為最佳加工條件。

【0087】 如以上所示，最佳加工條件探索部132係因為在仍然保持固定參數之特徵量的狀態，只對可變參數之特徵量選擇最佳的候選，作為最佳加工條件，

所以可在不會變更固定參數下只對可變參數探索。又，最佳加工條件探索部132係因為選出藉學習模型被預測為可得到最佳之結果的候選，作為最佳加工條件，所以可使藉加工機110之實際的測試成為更少，而可高效率地探索加工條件。

【0088】 回到圖6，維度復原部133係判斷是否可變參數資料之維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大(S21)。在可變參數資料之維數 M_v 比臨限值 TH_v 更大的情況(在S21為Yes)，處理係移至步驟S22，而在可變參數資料之維數 M_v 是臨限值 TH_v 以下的情況(在S21為No)，處理係移至步驟S23。

【0089】 在步驟S22，維度復原部133係將從最佳加工條件探索部132所供給之最佳加工條件變換成可變參數。而且，維度復原部133係將由該可變參數、與從固定參數記憶部130所讀出之固定參數所合在一起的加工條件作為探索加工條件，並向加工條件指令部134供給。

另一方面，在S21為No的情況，維度復原部133係不進行維度復原，而將從最佳加工條件探索部132所供給之最佳加工條件直接作為可變參數，並將由該可變參數、與從固定參數記憶部130所讀出之固定參數所合在一起的加工條件作為探索加工條件，向加工條件指令部134供給。

【0090】 接著，加工條件指令部134係向加工機110下指令成根據從維度復原部133所供給之加工條件進行加工(S23)。又，加工條件指令部134係對加工結果評估記憶部123所挑選之加工結果評估資訊，追加該加工條件。

此外，在此時，亦可作成經由未圖示之輸入部，使用者可任意地修正加工條件。在此情況，從加工條件指令部134向加工機110及加工結果評估記憶部123供給使用者已實施修正的加工條件。

【0091】 接著，加工機110係根據從加工條件指令部134所供給之加工條件，實施加工(S24)。

然後，加工結果取得部121係從加工機110取得加工結果資訊(S25)。

【0092】 加工結果評估部122係根據加工結果取得部121所取得之加工結果資訊，決定加工結果之評估值(S26)。

然後，加工結果評估部122係以與藉加工條件指令部134所追加之加工條件賦與對應的方式將該評估值儲存於加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊。

【0093】 接著，參數挑選部125係判斷是否結束處理(S28)，在不結束處理的情況(在S28為No)，處理係回到步驟S12，並重複上述之處理。關於是否結束處理，可根據任意的的方法判斷。例如，亦可決定任意之反復次數的上限，或亦可作成使用者觀察加工結果後可指示結束。進而，亦可作成根據某種基準，加工條件探索裝置120本身可結束探索。

【0094】 如以上所示，若依據實施形態1，因為作成將加工條件劃分成固定參數與可變參數，再個別地進行維度削減，變換成各個特徵量，在仍然保持固定參數之特徵量的狀態，對可變參數之特徵量探索最佳加工條件，所以構成加工條件之參數是高維，且其一部分是無法變更之參數，亦只對可變更之參數可高效率地探索最佳值。

【0095】 又，若依據實施形態1，可變參數是高維，亦藉由作成對將可變參數進行維度削減所得之比可變參數更低維之可變參數的特徵量探索最佳加工條件，探索空間成為低維，而最佳加工條件之探索成為容易。

【0096】 又，若依據實施形態1，構成加工條件之參數是高維，亦藉由作成根據藉維度削減所得之更低維的特徵量進行機器學習及最佳加工條件之探索，可減輕這些處理所需之計算性能或記憶體容量。

【0097】 又，若依據實施形態1，因為選出藉學習模型被預測為可得到最佳之結果的候選，作為最佳加工條件，所以可使藉加工機110之實際的測試成為更少，而可作成可高效率地探索加工條件。

【0098】又，若依據實施形態1，在學習加工條件與評估值之關係的機器學習，不僅使用成為最佳加工條件的探索對象之可變參數的特徵量，而且亦使用固定參數的特徵量，進行機器學習，作成學習模型，亦加入固定參數，作成可預測加工結果之評估值，藉此，可提高預測精度。

實施形態2

【0099】在實施形態1，係根據挑選旗標挑選可變參數與固定參數。可是，在挑選旗標是被挑選成可變參數之參數，亦與固定參數之相關性高，而可分配成固定參數之參數存在。在實施形態2，係自動地識別那種參數，並分配成固定參數。

【0100】如圖1所示，實施形態2之加工系統200係包括加工機110與加工條件探索裝置220。

在實施形態2之加工系統200的加工機110係與在實施形態1之加工系統100的加工機110一樣。

【0101】如圖2所示，實施形態2之加工條件探索裝置220係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部225、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134。

【0102】實施形態2之加工條件探索裝置220的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134係與實施形態1之加工條件探索裝置120的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、第一維度

削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134一樣。

【0103】 參數挑選部225係將加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的複數個參數之各個挑選成可變參數或固定參數，並產生表示所挑選之可變參數的可變參數資料及表示所挑選之固定參數的固定參數資料。

【0104】 圖8係示意地表示實施形態2之參數挑選部225之構成的方塊圖。

參數挑選部225係包括初期分配部250、參數資料記憶部251、參數分配部254以及輸出部258。

【0105】 初期分配部250係藉由參照挑選旗標，將複數個參數分配成複數個可變參數及一個或複數個固定參數。此處，將藉初期分配部250被分配成可變參數之參數亦稱為初期可變參數，將藉初期分配部250被分配成固定參數之參數亦稱為初期固定參數。

【0106】 例如，初期分配部250係作為初期狀態，根據從挑選旗標記憶部124所讀出之挑選旗標，將加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果資訊所含的複數個參數之各個分配成固定參數或可變參數，藉此，產生表示所分配之可變參數的可變參數資料及表示所分配之固定參數的固定參數資料。

而且，初期分配部250係將可變參數資料及固定參數資料記憶於參數資料記憶部251。

【0107】 參數資料記憶部251係包括：可變參數資料記憶部252，係記憶初期分配部250所產生之可變參數資料；及固定參數資料記憶部253，係記憶初期分配部250所產生之固定參數資料。

【0108】 參數分配部254係對藉初期分配部250作為初期狀態所分配之可變參數及固定參數進行最終的分配。

參數分配部254係包括相關性分析部255與再分配部256。

【0109】 相關性分析部255係特定複數個初期可變參數之各個、與一個或複數個初期固定參數之各個的複數個組合，並分析該複數個組合之各個的相關性。

例如，相關性分析部255係對可變參數資料記憶部252所記憶之可變參數資料、與固定參數資料記憶部253所記憶之固定參數資料，對參數之各分類組合，並分析該參數之間的相關性。

【0110】 具體而言，係如圖4(A)所示，在可變參數資料記憶部252，係對過去之N次的加工，記憶Mv種的可變參數資料102，如圖4(B)所示，在固定參數資料記憶部253，係分別記憶Mf種的固定參數資料103。在此情況，對全部之x與y的組合計算以以下之數學式(4)表達的相關性分數 ϕ_{xy} 。

$$\phi_{xy} = \Phi(Q_x, R_y) \quad (4)$$

【0111】 其中， $1 < x < M_v$ ， $1 < y < M_f$ ， Q_x 係在可變參數資料102之中，以參數編號x之過去N次份量的可變參數值 q_{1x} 、 q_{2x} 、...、 q_{Nx} 為元素的向量， R_y 係在固定參數資料103之中，以參數編號y之過去N次份量的固定參數值 r_{1y} 、 r_{2y} 、...、 r_{Ny} 為元素的向量。

又，函數 Φ 係輸出表示向量間之相關性之數值的函數。相關性分數 ϕ_{xy} 之具體例係相關係數之絕對值或交叉熵、KL(Kullback-Leibler)資訊量或其他的互相資訊量等。

【0112】 圖9(A)及(B)係表示 Q_x 與 R_x 之相關性低的情況、與高的情況之例子。

圖9(A)係表示 Q_x 與 R_x 之相關性低的情況，圖9(B)係表示 Q_x 與 R_x 之相關性高的情況。

此外，在圖9(A)及(B)所示之圖形，縱軸係表示參數編號x之可變參數，橫軸係表示參數編號y之固定參數。

【0113】 相對如圖9(A)所示，在相關性低的情況，可變參數與固定參數係大致無相關地分布，而如圖9(B)所示，在相關性高的情況，在可變參數與固定參數之間有一定的關係。換言之，在後者的情況，可變參數係可當作與固定參數連動。又，在後者的情況，可變參數係可當作是固定參數被決定時值自動地決定的參數。因此，這種可變參數係可包含於固定參數。這係在逆相關的情況亦一樣。

【0114】 因此，再分配部256係根據相關性分析部255所計算之相關性分數，進行可變參數資料之再分配。具體而言，再分配部256係根據預定之臨限值 TH_{ϕ} ，將滿足 $\phi_{xy} > TH_{\phi}$ 之可變參數分配成固定參數，並將這種可變參數儲存固定參數資料內。

換言之，再分配部256係在複數個初期可變參數之各個、與一個或複數個固定參數之各個的複數個組合之中，將相關性比預定之臨限值更高之組合所含的初期可變參數重新分配成初期固定參數，藉此，將分配後之複數個初期可變參數確定為複數個可變參數，並將分配後之一個或複數個初期固定參數確定為一個或複數個固定參數。

【0115】 輸出部258係在再分配部256之再分配結束後，向第一維度削減部126供給參數資料記憶部251所記憶之可變參數資料，並向第二維度削減部127供給固定參數資料。

【0116】 圖10係表示在實施形態2之參數挑選部225的參數挑選動作之一例的流程圖。

首先，初期分配部250係作為初期分配，分配挑選旗標記憶部124記憶之加工結果評估資訊所含的複數個參數，作為初期狀態，藉此，產生可變參數資料及固定參數資料(S30)。所產生之可變參數資料係被記憶於可變參數資料記憶部252，所產生之固定參數資料係被記憶於固定參數資料記憶部253。

【0117】接著，相關性分析部255係對可變參數資料記憶部252所記憶之可變參數資料、與固定參數資料記憶部253所記憶之固定參數資料，對參數之各分類組合，並分析該參數之間的相關性(S31)。此處，係計算相關性分數 ϕ_{xy} 。

【0118】接著，再分配部256係將用以識別可變參數之參數編號x起始化成「1」(S32)。

然後，再分配部256係至參數編號x超過最大值Mv，重複以下的處理(S33)。

【0119】再分配部256係將用以識別固定參數之參數編號y起始化成「1」(S34)。

然後，再分配部256係至參數編號y超過最大值Mf，重複以下的處理(S35)。

【0120】再分配部256係判斷是否相關性分析部255所計算之相關性分數 ϕ_{xy} 超過預定之臨限值 TH_{ϕ} (S36)。在相關性分數 ϕ_{xy} 超過預定之臨限值 TH_{ϕ} 的情況(在S36為Yes)，處理係移至步驟S37，而在相關性分數 ϕ_{xy} 是預定之臨限值 TH_{ϕ} 以下的情況(在S36為No)，處理係移至步驟S38。

【0121】在步驟S37，再分配部256係將判斷相關性分數 ϕ_{xy} 超過預定之臨限值 TH_{ϕ} 時之參數編號x的可變參數 Q_x 重新分配為固定參數。具體而言，再分配部256係從可變參數資料記憶部252抽出可變參數 Q_x ，並對固定參數資料記憶部253所記憶之固定參數資料追加之。

【0122】在步驟S38，再分配部256係對參數編號y加「1」。

然後，再分配部256係判斷是否參數編號y是最大值Mf以下(S39)。在參數編號y是最大值Mf以下的情況(在S39為Yes)，處理係回到步驟S35，而在參數編號y超過最大值Mf的情況(在S39為No)，處理係移至步驟S40。

【0123】在步驟S40，再分配部256係對參數編號x加「1」。

然後，再分配部256係判斷是否參數編號x是最大值Mv以下(S41)。在參數編號x是最大值Mv以下的情況(在S41為Yes)，處理係回到步驟S33，而在參數編號x

超過最大值Mv的情況(在S41為No)，處理係移至步驟S42。

【0124】在步驟S42，輸出部258係輸出參數資料記憶部251所記憶之可變參數資料及固定參數資料。

【0125】如以上所示，若依據實施形態2，根據挑選旗標一度被識別為可變參數的參數，亦分析與固定參數之相關性，在相關性高的情況被再分配成固定參數。藉此，可更削減可變參數之維度，而最佳加工條件之探索成為易進行。

實施形態3

【0126】在實施形態2，係在挑選旗標被設定成可變參數之參數，亦在與固定參數之相關性高的情況，將該可變參數分配成固定參數。實施形態3係分析在挑選旗標被設定成可變參數之參數是否對加工結果有貢獻，並將無貢獻之可變參數分配成固定參數。

【0127】如圖1所示，實施形態3之加工系統300係包括加工機110與加工條件探索裝置320。

在實施形態3之加工系統300的加工機110係與在實施形態1之加工系統100的加工機110一樣。

【0128】如圖2所示，實施形態3之加工條件探索裝置320係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部325、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134。

【0129】實施形態3之加工條件探索裝置320的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工

條件指令部134係與實施形態1之加工條件探索裝置120的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134一樣。

【0130】 參數挑選部325係將加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的複數個參數之各個挑選成可變參數或固定參數，並產生表示所挑選之可變參數的可變參數資料及表示所挑選之固定參數的固定參數資料。

【0131】 圖11示意地表示實施形態3之參數挑選部325之構成的方塊圖。

參數挑選部325係包括初期分配部250、參數資料記憶部251、參數分配部354以及輸出部258。

實施形態3之參數挑選部325的初期分配部250、參數資料記憶部251以及輸出部258係與實施形態2之參數挑選部225的初期分配部250、參數資料記憶部251以及輸出部258一樣。

【0132】 參數分配部354係對藉初期分配部250作為初期狀態所分配之可變參數及固定參數進行最終的分配。

參數分配部354係包括再分配部356與貢獻度分析部357。

【0133】 貢獻度分析部357係分析複數個初期可變參數的各個之對對應之評估值的貢獻度。

例如，貢獻度分析部357係從可變參數資料記憶部252讀出可變參數資料，並從加工結果評估記憶部123讀出與可變參數資料所含的複數個可變參數之各個對應的評估值。而且，貢獻度分析部357係分析複數個可變參數的各個之對評估值的貢獻度。

【0134】 例如，如圖4(A)所示，在可變參數資料記憶部252，係對過去之N

次的加工，當作記憶M_v種的可變參數資料102。又，在加工結果評估記憶部123係當作記憶在過去之N次的加工之評估值。

【0135】 在此情況，對滿足1<x<M_v之全部的x計算以以下之數學式(5)表達的貢獻度分數 ϕ_x 。

$$\phi_x = \Psi(Q_x, J) \tag{5}$$

此處，Q_x係以可變參數資料102所含的參數編號x之過去N次份量的可變參數值q_{1x}、q_{2x}、...、q_{Nx}為元素的向量。

又，J係以過去N次份量的評估值j₁、j₂、...、j_N為元素的向量。

又，函數Ψ(Q_x，J)係計算貢獻度分數的函數，該貢獻度分數係以數值表示Q_x之對J的貢獻度。

【0136】 作為貢獻度分數 ϕ_x 之具體例，列舉Q_x與J之相關係數的絕對值。

或者，亦可貢獻度分數 ϕ_x 係以Q_x對J進行單回歸分析時之回歸誤差之大小的倒數。

進而，亦可貢獻度分數 ϕ_x 係使用將Q_x除外之全部的可變參數，換言之，滿足i≠x之全部的Q_i，對J進行重回歸分析時之回歸誤差的大小。

又，這些回歸分析係除了線性回歸以外，還列舉非線性回歸或核回歸。

【0137】 依此方式所計算之貢獻度分數係表示參數編號x之可變參數是否對評估值有貢獻，在貢獻度低的情況，係當作對加工條件之影響小，而可當作是從最佳加工條件之探索範圍可排除。

【0138】 再分配部356係對可變參數資料記憶部252所記憶之可變參數，在貢獻度分數 ϕ_x 是預定之臨限值TH_ψ以下的情況，將該參數分配成固定參數。

換言之，再分配部356係在複數個初期可變參數之中，將貢獻度是預定之臨限值以下的初期可變參數重新分配成初期固定參數，藉此，將分配後之複數個初期可變參數確定為複數個可變參數，並將分配後之一個或複數個初期固定參

數確定為複數個固定參數。

【0139】圖12係表示在實施形態3之參數分配部354之參數的分配動作之一例的流程圖。

首先，貢獻度分析部357係從可變參數資料記憶部252讀出可變參數資料，並從加工結果評估記憶部123讀出與可變參數資料所含的複數個可變參數之各個對應的評估。而且，貢獻度分析部357係分析複數個可變參數的各個之對在參數之分類的評估值之貢獻度(S50)。具體而言，貢獻度分析部357係對可變參數之參數編號x的全部，根據上述之數學式(5)，算出貢獻度分數 ϕ_x 。

【0140】接著，再分配部356係將用以識別可變參數之參數編號x起始化成「1」(S51)。

然後，再分配部356係至參數編號x超過最大值 M_v ，重複以下的處理(S52)。

【0141】再分配部356係判斷是否與參數編號x對應之可變參數的貢獻度分數 ϕ_x 比臨限值 TH_ψ 更大(S53)。在貢獻度分數 ϕ_x 是臨限值 TH_ψ 以下的情況(在S53為No)處理係移至步驟S54，而在貢獻度分數 ϕ_x 比臨限值 TH_ψ 更大的情況(在S53為Yes)，處理係移至步驟S55。

【0142】在步驟S54，再分配部356係將判斷貢獻度分數 ϕ_x 比臨限值 TH_ψ 更大時之參數編號x的可變參數 Q_x 重新分配為固定參數。具體而言，再分配部356係從可變參數資料記憶部252抽出可變參數 Q_x ，並對固定參數資料記憶部253所記憶之固定參數資料追加之。然後，處理係移至步驟S55。

【0143】在步驟S55，再分配部256係對參數編號x加「1」。

然後，再分配部356係判斷是否參數編號x是最大值 M_v 以下(S56)。在參數編號x是最大值 M_v 以下的情況(在S56為Yes)，處理係回到步驟S52，而在參數編號x超過最大值 M_v 的情況(在S56為No)，處理係結束。

【0144】如以上所示，若依據實施形態3，因為作成根據挑選旗標一度被識

別為可變參數的參數，亦分析對評估值之貢獻度，在貢獻度低的情況再分配成固定參數，所以可更削減可變參數之維度，而最佳加工條件之探索成為易進行。

實施形態4

【0145】在實施形態1，最佳加工條件探索部132係作為對學習模型之輸入，供給根據既定之方法所產生之複數個可變參數之特徵量的候選，取得作為對此輸入之學習模型的響應所得之評估值的預測值，並將供給其中最佳之預測值的候選作為最佳加工條件輸出。

可是，在初次之探索，在加工結果評估記憶部123，係只記憶關於在過去所實施之加工的資料。在此情況，有在過去的資料中，選擇條件接近、且具有得到良好之評估值的實績之加工條件，作為最佳加工條件者，得到比藉學習模型所預測之加工條件更良好之結果的情況。

因此，實施形態4係表示在初次之探索，根據第一特徵量資料、第二特徵量資料、第三特徵量資料以及評估值，決定最佳加工條件的例子。

【0146】如圖1所示，實施形態4之加工系統400係包括加工機110與加工條件探索裝置420。

在實施形態4之加工系統400的加工機110係與在實施形態1之加工系統100的加工機110一樣。

【0147】如圖2所示，實施形態4之加工條件探索裝置420係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部432、維度復原部133以及加工條件指令部134。

【0148】實施形態4之加工條件探索裝置420的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、

第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、維度復原部133以及加工條件指令部134係與實施形態1之加工條件探索裝置120的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、第一維度削減部126、第二維度削減部127、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、維度復原部133以及加工條件指令部134一樣。

【0149】 最佳加工條件探索部432係只在初次之探索，在加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的複數個評估值之中，挑選全部之滿足預定之基準的加工編號。而且，最佳加工條件探索部432係在第二特徵量資料之中，特定與所挑選之加工編號對應的第二特徵量，再特定所特定之第二特徵量與以第三特徵量資料所示之第三特徵量最接近的一個加工編號。例如，特定使用第二特徵量與第三特徵量的距離尺度所計算之特徵量間的距離成為最小之一個加工編號即可。

【0150】 而且，最佳加工條件探索部432係從第一特徵量資料之中，將與所特定之一個加工編號對應的特徵量決定為最佳加工條件，並向維度復原部133供給所決定之最佳加工條件。

此外，最佳加工條件探索部432係在初次以外之探索，與實施形態1一樣地決定最佳加工條件。

【0151】 圖13係表示初次探索時之最佳加工條件探索部432之動作的流程圖。

圖13所示之流程圖係只在初次探索時所進行。

首先，最佳加工條件探索部432係挑選在加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的複數個評估值之中滿足預定的基準之全部的加工編

號。例如，可使用預定之臨限值，挑選被判斷加工結果比與臨限值對應的評估值更佳之全部的加工編號。

【0152】 接著，最佳加工條件探索部432係在與所挑選之加工編號對應的第二特徵量之中，特定與第三特徵量最接近之第二特徵量的加工編號 n^* (S61)。

【0153】 然後，最佳加工條件探索部432係從第一特徵量資料之中，將與加工編號 n^* 對應的特徵量決定為最佳加工條件(S62)。而且，向維度復原部133供給所決定之最佳加工條件。

【0154】 第三特徵量係在探索將無法變更之參數的值變換成特徵量者，在過去的資料之中，探索評估值良好且與其接近者，將與其成對之可變參數選擇為初次之最佳加工條件，藉此，可期待以少的探索次數發現良好的加工條件。

【0155】 如以上所示，在實施形態4，最佳加工條件探索部432係作用為探索部，該探索部係在初次探索最佳值的情況，從複數個評估值，特定評估比預定之評估更高之一個以上的評估值，在複數個第二特徵量之中，特定與所特定之一個以上的評估值對應之一個以上的第二特徵量，在所特定之一個以上的第二特徵量之中，特定與第三特徵量最接近的一個第二特徵量，再特定與該一個第二特徵量對應之一個第一特徵量，並將該一個第一特徵量作為最佳值。

【0156】 如以上所示，若依據實施形態4，在初次之探索，從加工結果評估記憶部123所記憶之過去的加工條件之中，探索加工結果良好，且與在這次之探索係成為無法變更之固定參數的實際值接近的條件，將與其成對之可變參數作為初次之最佳加工條件，藉此，能以更少的探索次數發現良好的加工條件。

【0157】 此外，實施形態4之參數挑選部125係當作與實施形態1之參數挑選部125是一樣，但是實施形態4係不是被限定為這種例子。例如，亦可實施形態4之參數挑選部125係實施形態2之參數挑選部225或實施形態3之參數挑選部325。

實施形態5

【0158】在實施形態1，係對所挑選之可變參數資料與固定參數資料，分別個別地實施維度削減。在實施形態5，係為了提高削減效果，將不挑選參數資料而彙集地進行維度削減的結果作為參考，將各個之削減處理調整成接近之。

【0159】如圖1所示，實施形態5之加工系統500係包括加工機110與加工條件探索裝置520。

在實施形態5之加工系統500的加工機110係與在實施形態1之加工系統100的加工機110一樣。

【0160】圖14係示意地表示加工條件探索裝置520之構成的方塊圖。

加工條件探索裝置520係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、第一維度削減部526、第二維度削減部527、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133、加工條件指令部134、第四維度削減部560、第一比較部561以及第二比較部562。

【0161】實施形態5之加工條件探索裝置520的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134係與實施形態1之加工條件探索裝置120的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134一樣。

【0162】第四維度削減部560係藉由削減複數個參數之維度，產生第四特徵量的維度削減部。

例如，第四維度削減部560係從加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果

評估資訊讀出加工條件，並對所讀出之加工條件所含的複數個參數實施維度削減，藉此，產生第四特徵量資料。所產生之第四特徵量資料係被供給至第一比較部561及第二比較部562。

【0163】第一維度削減部526係與實施形態1一樣，產生第一特徵量資料，並向第一比較部561供給所產生之第一特徵量資料。但，第一維度削減部526係不論複數個可變參數之維數，藉由削減複數個可變參數的維度，產生第一特徵量。

而且，第一維度削減部526係從第一比較部561取得第一類似度分數，並判斷是否第一類似度分數已收斂，該第一類似度分數係藉由比較第一特徵量資料與第四特徵量資料所算出之類似度分數。

【0164】在第一類似度分數未收斂的情況，第一維度削減部526係為了以第一類似度分數所示之第一特徵量資料與第四特徵量資料之類似的程度變高，藉由改變維度削減處理來調整之。而且，第一維度削減部526係藉調整後之維度削減處理再度產生第一特徵量資料，並向第一比較部561供給所產生之第一特徵量資料。

以上之處理係被重複至第一類似度分數收斂。

【0165】而，在第一類似度分數已收斂的情況，第一維度削減部526係向機器學習部128供給被判斷已收斂之第一特徵量資料。此外，將第一類似度分數收斂之前的第一特徵量亦稱為第一暫時特徵量。

【0166】根據以上，第一維度削減部526係至第一類似度分數收斂，變更削減複數個可變參數之維度的處理，重複第一暫時特徵量之產生，並將第一類似度分數已收斂時之第一暫時特徵量決定為第一特徵量。

【0167】第二維度削減部527係與實施形態1一樣，產生第二特徵量資料，並向第二比較部562供給所產生之第二特徵量資料。但，第二維度削減部527係

不論複數個固定參數之維數，藉由削減複數個固定參數的維度，產生第二特徵量。

而且，第二維度削減部527係從第二比較部562取得第二類似度分數，並判斷是否第二類似度分數已收斂，該第二類似度分數係藉由比較第二特徵量資料與第四特徵量資料所算出之類似度分數。

【0168】 在第二類似度分數未收斂的情況，第二維度削減部527係為了以第二類似度分數所示之第二特徵量資料與第四特徵量資料之類似的程度變高，藉由改變維度削減處理來調整之。而且，第二維度削減部527係藉調整後之維度削減處理再度產生第二特徵量資料，並向第二比較部562供給所產生之第二特徵量資料。

以上之處理係被重複至第二類似度分數收斂。

【0169】 而，在第二類似度分數已收斂的情況，第二維度削減部527係向機器學習部128供給被判斷已收斂之第二特徵量資料。此外，將第二類似度分數收斂之前的第二特徵量亦稱為第二暫時特徵量。

【0170】 根據以上，第二維度削減部527係至第二類似度分數收斂，變更削減複數個固定參數之維度的處理，重複第二暫時特徵量之產生，並將第二類似度分數已收斂時之第二暫時特徵量決定為第二特徵量。

【0171】 第一比較部561係算出第一類似度分數，該第一類似度分數係表示第一暫時特徵量與第四特徵量類似之程度的類似度分數。

第二比較部562係算出第二類似度分數，該第二類似度分數係表示第二暫時特徵量與第四特徵量類似之程度的類似度分數。

【0172】 作為類似度分數，具體而言，係使用相關係數之絕對值、交叉熵、KL資訊量(Kullback-Leibler Divergence)、其他的互相資訊量。此外，交叉熵或互相資訊量係因為比較之資料愈類似，取愈低的值，所以在用於類似度分數的情

況，係作成使正負之符號相反、或作成倒數等的形式。

【0173】自動編碼器係實施形態5之第一維度削減部526、第二維度削減部527以及第四維度削減部560之維度削減處理之適合的例子，第一維度削減部526與第二維度削減部527係在自動編碼器之學習時，藉由對損失函數添加上述之交叉熵或互相資訊量，可得到接近第四維度削減部560之維度削減效果。

【0174】在第四特徵量資料、與第一特徵量資料或第二特徵量資料，分別維度相異的情況，係例如，想到對全部之特徵量的組合計算類似度分數，並採用其最大值或平均值，作為第一類似度分數或第二類似度分數。

【0175】例如，將第一特徵量資料之維數當作 M_v ，並將第四特徵量資料之維數當作 M_o 。在此時，第一特徵量資料之第 x 維度的特徵量、與第四特徵量資料之第 z 維度的特徵量之類似度分數 $\alpha_{1(x,z)}$ 係以以下之數學式(6)表達。

$$\alpha_{1(x,z)} = \Gamma(Av_x, Ao_z) \quad (6)$$

【0176】此處， Γ 係算出類似度分數之函數。

又， Av_x 係在將加工編號 n 之第一特徵量資料之第 x 維度的特徵量當作 av_{nx} 時，以 av_{1x} 、 av_{2x} 、...、 av_{Nx} 為元素的向量。

進而， Ao_z 係在將加工編號 n 之第四特徵量資料之第 z 維度的特徵量當作 ao_{nz} 時，以 ao_{1z} 、 ao_{2z} 、...、 ao_{Nz} 為元素的向量。

此處， N 係加工編號的最大值。

【0177】對 $x=1, 2, \dots, M_v$ 及 $z=1, 2, \dots, M_o$ 之全部的組合計算這種第一類似度分數 $\alpha_{1(x,z)}$ ，並將其最大值、最小值或平均值當作第一類似度分數 α_1 。

第二類似度分數 α_2 亦一樣，對 $y=1, 2, \dots, M_f$ 及 $z=1, 2, \dots, M_o$ 之全部的組合計算類似度分數 $\alpha_{2(y,z)}$ ，並將其最大值、最小值或平均值當作第二類似度分數 α_2 ，而該類似度分數 $\alpha_{2(y,z)}$ 係將在加工編號 n 之第二特徵量資料之第 y 維度的特徵量當作 Af_{ny} 時，藉以 Af_{1y} 、 Af_{2y} 、...、 Af_{ny} 為元素之向量 Af_y 、與以上述之第

四特徵量資料之第z維度的特徵量為元素之向量 Ao_z ，以以下之數學式(7)所表達。

$$\alpha_{2(y,z)} = \Gamma(Af_y, Ao_z) \tag{7}$$

【0178】 又，在自上次之類似度分數的變化量是預定之臨限值以下的情況，可判斷類似度分數已收斂。

【0179】 以上所記載之實施形態5之加工條件探索裝置520的硬體構成係與實施形態1之加工條件探索裝置120的硬體構成一樣。例如，第四維度削減部560、第一比較部561以及第二比較部562亦可藉處理電路140實現。

【0180】 圖15係表示實施形態5之第一維度削減部526、第二維度削減部527、第四維度削減部560、第一比較部561以及第二比較部562之動作的流程圖。

【0181】 首先，第四維度削減部560係讀出加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的加工條件，換言之，參數，藉由對該參數實施維度削減，產生第四特徵量資料(S70)。所產生之第四特徵量資料係被供給至第一比較部561及第二比較部562。

【0182】 第一維度削減部526係與實施形態1一樣，對來自參數挑選部125之可變參數資料進行維度削減，產生第一特徵量資料(S71)。第一特徵量資料係被供給至第一比較部561。

【0183】 第一比較部561係比較第四特徵量資料與第一特徵量資料，並算出第一類似度分數 α_1 (S72)。第一類似度分數 α_1 係被供給至第一維度削減部526。

【0184】 第一維度削減部526係判斷是否第一類似度分數 α_1 收斂(S73)。在第一類似度分數 α_1 未收斂的情況(在S73為No)，處理係移至步驟S74，而在第一類似度分數 α_1 收斂的情況(在S73為Yes)，處理係移至步驟S75。此處，第一維度削減部526係向機器學習部128供給在步驟S71所產生之第一特徵量資料。

【0185】 在步驟S74，第一維度削減部526係將維度削減處理變更成第一類似度分數 α_1 增加。然後，處理係回到步驟S71。

【0186】 在步驟S75，第二維度削減部527係與實施形態1一樣，對來自參數挑選部125之固定參數資料進行維度削減，產生第二特徵量資料。第二特徵量資料係被供給至第二比較部562。

【0187】 第二比較部562係比較第四特徵量資料與第二特徵量資料，並算出第二類似度分數 α_2 (S76)。第二類似度分數 α_2 係被供給至第二維度削減部527。

【0188】 第二維度削減部527係判斷是否第二類似度分數 α_2 收斂(S77)。在第二類似度分數 α_2 未收斂的情況(在S77為No)，處理係移至步驟S78，而在第二類似度分數 α_2 收斂的情況(在S77為Yes)，第二維度削減部527係向機器學習部128供給在步驟S75所產生之第二特徵量資料，並結束處理。

【0189】 在步驟S78，第二維度削減部527係將維度削減處理變更成第二類似度分數 α_2 增加。然後，處理係回到步驟S75。

【0190】 如以上所示，若依據實施形態5，對所挑選之可變參數資料與固定參數資料，分別實施維度削減時，因為作成將不挑選參數資料而彙集地進行維度削減的結果作為參考，將各個之削減處理調整成接近之，所以可提高維度削減效果。

【0191】 此外，實施形態5之參數挑選部125係當作與實施形態1之參數挑選部125是一樣，但是實施形態5係不是被限定為這種例子。例如，亦可實施形態5之參數挑選部125係實施形態2之參數挑選部225或實施形態3之參數挑選部325。

又，亦可實施形態5之最佳加工條件探索部132亦是實施形態4之最佳加工條件探索部432。

實施形態6

【0192】 在實施形態5，將第一特徵量及第二特徵量分別個別地與第四特徵量比較。實施形態6係以成為與第四特徵量相同之維數的方式將第一特徵量及第二特徵量合成，再與第四特徵量比較。

【0193】如圖1所示，實施形態6之加工系統600係包括加工機110與加工條件探索裝置620。

在實施形態6之加工系統600的加工機110係與在實施形態1之加工系統100的加工機110一樣。

【0194】圖16係示意地表示加工條件探索裝置620之構成的方塊圖。

加工條件探索裝置620係包括加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、第一維度削減部626、第二維度削減部627、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133、加工條件指令部134、第四維度削減部560、合成部663以及比較部664。

【0195】實施形態6之加工條件探索裝置620的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134係與實施形態1之加工條件探索裝置120的加工結果取得部121、加工結果評估部122、加工結果評估記憶部123、挑選旗標記憶部124、參數挑選部125、機器學習部128、模型記憶部129、固定參數記憶部130、第三維度削減部131、最佳加工條件探索部132、維度復原部133以及加工條件指令部134一樣。

【0196】實施形態6之加工條件探索裝置620的第四維度削減部560係與實施形態5之加工條件探索裝置520的第四維度削減部560一樣。但，在實施形態6，第四維度削減部560係向比較部664供給所產生之第四特徵量資料。

【0197】第一維度削減部626係與實施形態1一樣，產生第一特徵量資料，並向合成部663供給所產生之第一特徵量資料。但，第一維度削減部626係不論複數個可變參數之維數，藉由削減複數個可變參數的維度，產生第一特徵量。

而且，第一維度削減部626係從比較部664取得類似度分數，並判斷是否該類似度分數已收斂，該類似度分數係藉由比較合成特徵量資料與第四特徵量資料所算出，該合成特徵量資料係表示第一特徵量資料及第二特徵量資料的合成特徵量。

【0198】 在類似度分數未收斂的情況，第一維度削減部626係為了以類似度分數所示之合成特徵量資料與第四特徵量資料之類似的程度變高，藉由改變維度削減處理來調整之。而且，第一維度削減部626係藉調整後之維度削減處理再度產生第一特徵量資料，並向合成部663供給所產生之第一特徵量資料。

以上之處理係被重複至類似度分數收斂。

【0199】 而，在類似度分數已收斂的情況，第一維度削減部626係向機器學習部128供給被判斷已收斂之第一特徵量資料。此外，將第一類似度分數收斂之前的第一特徵量亦稱為第一暫時特徵量。

【0200】 根據以上，第一維度削減部626係至類似度分數收斂，變更削減複數個可變參數之維度的處理，重複第一暫時特徵量之產生，並將類似度分數已收斂時之第一暫時特徵量決定為第一特徵量。

【0201】 第二維度削減部627係與實施形態1一樣，產生第二特徵量資料，並向合成部663供給所產生之第二特徵量資料。但，第二維度削減部627係不論複數個固定參數之維數，藉由削減複數個固定參數的維度，產生第二特徵量。

而且，第二維度削減部627係從比較部664取得類似度分數，並判斷是否該類似度分數已收斂，該類似度分數係藉由比較合成特徵量資料與第四特徵量資料所算出，該合成特徵量資料係表示第一特徵量資料及第二特徵量資料之合成特徵量。

【0202】 在類似度分數未收斂的情況，第二維度削減部627係為了以類似度分數所示之合成特徵量資料與第四特徵量資料之類似的程度變高，藉由改變維

度削減處理來調整之。而且，第二維度削減部627係藉調整後之維度削減處理再度產生第二特徵量資料，並向合成部663供給所產生之第二特徵量資料。

以上之處理係被重複至類似度分數收斂。

【0203】而，在第二類似度分數已收斂的情況，第二維度削減部627係向機器學習部128供給被判斷已收斂之第二特徵量資料。此外，將第二類似度分數收斂之前的第二特徵量亦稱為第二暫時特徵量。

【0204】根據以上，第二維度削減部627係至類似度分數收斂，變更削減複數個固定參數之維度的處理，重複第二暫時特徵量之產生，並將類似度分數已收斂時之第二暫時特徵量決定為第二特徵量。

【0205】合成部663係藉由將第一暫時特徵量及第二暫時特徵量合成，產生合成特徵量，並使合成特徵量之維度與第四特徵量之維度成為相同。

例如，合成部663係將第一特徵量與第二特徵量合成，使是所合成之特徵量的合成特徵量成為與第四特徵量相同的維數，產生表示該合成特徵量的合成特徵量資料，而該第一特徵量係以由第一維度削減部626所供給之第一特徵量資料表示，該第二特徵量係以由第二維度削減部627所輸出之第二特徵量資料表示。所產生之合成特徵量資料係被供給至比較部664。

【0206】具體而言，例如，若特徵量之合成手段是線性結合，在將在加工編號n之合成特徵量之第z維度的元素當作 as_{nz} 時，合成部663係可根據以下的數學式(8)，進行合成。

[數學式1]

$$as_{nz} = \sum_{k=1}^{Mv} wv_k av_{nk} + \sum_{k=1}^{Mf} wf_k af_{nk} \quad (8)$$

【0207】此處， wv_k 及 wf_k 係加權係數。

作為合成手段之其他的例子，列舉神經網路。在此情況， as_{nz} 係分別輸入當作 $x=1、2、\dots、Mv$ 時之 av_{nz} 及當作 $y=1、2、\dots、Mf$ 之 af_{ny} 的情況之神經網路的輸出。

【0208】又，合成部663係從比較部664取得類似度分數，並判斷是否該類似度分數已收斂，該類似度分數係藉由比較合成特徵量資料與第四特徵量資料所算出，而該合成特徵量資料係表示第一特徵量資料及第二特徵量資料的合成特徵量。

【0209】在類似度分數未收斂的情況，合成部663係為了以類似度分數所示之合成特徵量資料與第四特徵量資料之類似的程度變高，藉由改變合成處理來調整之。

換言之，合成部663係至類似度分數收斂，變更將第一暫時特徵量及第二暫時特徵量合成的處理。

【0210】比較部664係算出類似度分數，該類似度分數係表示合成特徵量與第四特徵量類似的程度。

例如，比較部664係比較第四特徵量資料、與由合成部663所供給之合成特徵量資料，算出類似度分數 α 。

作為類似度分數，具體而言，係使用相關係數之絕對值、交叉熵、KL資訊量、其他的互相資訊量。此外，交叉熵或互相資訊量係因為比較之資料愈類似，取愈低的值，所以在用於類似度分數的情況，作成使正負之符號相反、或作成倒數等的形式。

【0211】自動編碼器係實施形態6之第一維度削減部626、第二維度削減部627以及第四維度削減部660之維度削減處理之適合的例子，第一維度削減部626與第二維度削減部627係在自動編碼器之學習時，藉由對損失函數添加上述之交叉熵或KL資訊量，可得到接近第四維度削減部660之維度削減效果。

【0212】又，在自上次之類似度分數的變化量是預定之臨限值以下的情況，可判斷類似度分數已收斂。

【0213】以上所記載之實施形態6之加工條件探索裝置620的硬體構成係與實施形態1之加工條件探索裝置120的硬體構成一樣。例如，第四維度削減部560、合成部663以及比較部664亦可藉處理電路140實現。

【0214】圖17係表示在實施形態6之第一維度削減部626、第二維度削減部627、第四維度削減部660、合成部663以及比較部664之動作的流程圖。

【0215】首先，第四維度削減部660係讀出加工結果評估記憶部123所記憶之加工結果評估資訊所含的加工條件，換言之，參數，藉由對該參數實施維度削減，產生第四特徵量資料(S80)。所產生之第四特徵量資料係被供給至比較部664。

【0216】第一維度削減部626係與實施形態1一樣，對來自參數挑選部125之可變參數資料進行維度削減，產生第一特徵量資料(S81)。第一特徵量資料係被供給至合成部663。

【0217】第二維度削減部627係與實施形態1一樣，對來自參數挑選部125之固定參數資料進行維度削減，產生第二特徵量資料(S82)。第二特徵量資料係被供給至合成部663。

【0218】合成部663係將第一特徵量與第二特徵量合成，使是所合成之特徵量的合成特徵量成為與第四特徵量相同的維數，產生表示該合成特徵量的合成特徵量資料(S83)，該第一特徵量係以由第一維度削減部626所供給之第一特徵量資料表示，該第二特徵量係以由第二維度削減部627所輸出之第二特徵量資料表示。所產生之合成特徵量資料係被供給至比較部664。

【0219】比較部664係比較第四特徵量資料與合成特徵量資料，並算出類似度分數 α (S84)。類似度分數 α 係被供給至第一維度削減部626、第二維度削減部627

以及合成部663。

【0220】 第一維度削減部626、第二維度削減部627以及合成部663係判斷是否類似度分數 α 收斂(S85)。在類似度分數 α 未收斂的情況(在S85為No)，處理係移至步驟S86。在類似度分數 α 收斂的情況(在S85為Yes)，第一維度削減部626係向機器學習部128供給在步驟S81所產生之第一特徵量資料，第二維度削減部627係向機器學習部128供給在步驟S82所產生之第二特徵量資料，並結束處理。

【0221】 在步驟S86，第一維度削減部626及第二維度削減部627係將維度削減處理變更成類似度分數 α 增加。

接著，合成部663係將合成處理變更成類似度分數 α 增加(S87)。然後，處理係回到步驟S81。

【0222】 如以上所示，若依據實施形態6，因為作成在不挑選參數資料而彙集地進行維度削減的結果作為參考，來調整對所挑選之可變參數資料與固定參數資料的維度削減時，將可變參數資料與固定參數資料之特徵量合成，並使用以與不挑選參數資料而彙集地進行維度削減的結果所得之特徵量成為相同的維數之方式比較所得的類似度分數，所以可得到更接近不挑選參數資料而彙集地進行維度削減之情況的削減效果。

【0223】 此外，實施形態6之參數挑選部125係當作與實施形態1之參數挑選部125是一樣，但是實施形態6係不是被限定為這種例子。例如，亦可實施形態6之參數挑選部125係實施形態2之參數挑選部225或實施形態3之參數挑選部325。

又，亦可實施形態6之最佳加工條件探索部132亦是實施形態4之最佳加工條件探索部432。

【符號說明】

【0224】

100,200,300,400,500,600:加工系統

110:加工機

120,220,320,420,520,620:加工條件探索裝置

121:加工結果取得部

122:加工結果評估部

123:加工結果評估記憶部

124:挑選旗標記憶部

125,225,325:參數挑選部

126,526,626:第一維度削減部

127,527,627:第二維度削減部

128:機器學習部

129:模型記憶部

130:固定參數記憶部

131:第三維度削減部

132,432:最佳加工條件探索部

133:維度復原部

134:加工條件指令部

250:初期分配部

251:參數資料記憶部

252:可變參數資料記憶部

253:固定參數資料記憶部

254,354:參數分配部

255:相關性分析部

256,356:再分配部

357:貢獻度分析部

258:輸出部

560:第四維度削減部

561:第一比較部

562:第二比較部

663:合成部

664:比較部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種加工條件探索裝置，其特徵為包括：

加工結果評估記憶部，係記憶複數個加工條件及加工結果評估資訊，該複數個加工條件係各個具有複數個參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；

參數挑選部，係將該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數；

第一維度處理部，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；

第二維度處理部，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；

機器學習部，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；

第三維度處理部，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件之對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；

探索部，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及

特定部，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【請求項2】 如請求項1之加工條件探索裝置，其中該第一維度處理部係

在該複數個可變參數之維度比該第一維度更大的情況，藉由削減該複數個可變參數之維度，產生該第一特徵量。

【請求項3】 如請求項1或2之加工條件探索裝置，其中該第二維度處理部係在該複數個固定參數之維度比該第二維度更大的情況，藉由削減該複數個固定參數之維度，產生該第二特徵量。

【請求項4】 如請求項1或2之加工條件探索裝置，其中該第三維度處理部係在該複數個對象固定參數之維度比該第二維度更大的情況，藉由削減該複數個對象固定參數之維度，產生該第三特徵量。

【請求項5】 如請求項1或2之加工條件探索裝置，其中該特定部係在該複數個可變參數之維度比該第一維度更大的情況，將複數個參數從該最佳值復原成成為與該複數個可變參數之維度相同的維度。

【請求項6】 如請求項1之加工條件探索裝置，其中
該第一維度處理部係藉由削減該複數個可變參數之維度，產生第一暫時特徵量；

該第二維度處理部係藉由削減該複數個固定參數之維度，產生第二暫時特徵量；

更包括：

維度削減部，係藉由削減該複數個參數之維度，產生第四特徵量；

第一比較部，係算出第一類似度分數，該第一類似度分數係表示該第一暫時特徵量與該第四特徵量類似的程度；以及

第二比較部，係算出第二類似度分數，該第二類似度分數係表示該第二暫時特徵量與該第四特徵量類似的程度；

該第一維度處理部係至該第一類似度分數收斂，變更削減該複數個可變參數之維度的處理，重複該第一暫時特徵量的產生，並將該第一類似度分數收斂

時之該第一暫時特徵量作為該第一特徵量；

該第二維度處理部係至該第二類似度分數收斂，變更削減該複數個固定參數之維度的處理，重複該第二暫時特徵量的產生，並將該第二類似度分數收斂時之該第二暫時特徵量作為該第二特徵量。

【請求項7】 如請求項1之加工條件探索裝置，其中

該第一維度處理部係藉由削減該複數個可變參數之維度，產生第一暫時特徵量；

該第二維度處理部係藉由削減該複數個固定參數之維度，產生第二暫時特徵量；

更包括：

維度削減部，係藉由削減該複數個參數之維度，產生第四特徵量；

合成部，係藉由將該第一暫時特徵量及該第二暫時特徵量合成，產生合成特徵量，並使該合成特徵量之維度與該第四特徵量之維度成為相同；以及

比較部，係算出類似度分數，該類似度分數係表示該合成特徵量與該第四特徵量類似的程度；

該第一維度處理部係至該類似度分數收斂，變更削減該複數個可變參數之維度的處理，重複該第一暫時特徵量的產生，並將該類似度分數收斂時之該第一暫時特徵量作為該第一特徵量；

該第二維度處理部係至該類似度分數收斂，變更削減該複數個固定參數之維度的處理，重複該第二暫時特徵量的產生，並將該類似度分數收斂時之該第二暫時特徵量作為該第二特徵量；

該合成部係至該類似度分數收斂，變更將該第一暫時特徵量及該第二暫時特徵量合成的處理。

【請求項8】 如請求項6或7之加工條件探索裝置，其中該特定部係將參數

從該最佳值復原成成為與複數個可變參數之維度相同的維度。

【請求項9】 如請求項1、2、6以及7中任一項之加工條件探索裝置，其中更具備挑選旗標記憶部，該挑選旗標記憶部係為了挑選該複數個參數，對該複數個參數之各分類，記憶挑選旗標，該挑選旗標係表示是可變參數或是固定參數；

該參數挑選部係藉由參照該挑選旗標，將該複數個參數該挑選成該複數個可變參數及該一個或複數個固定參數。

【請求項10】 如請求項1、2、6以及7中任一項之加工條件探索裝置，其中更具備挑選旗標記憶部，該挑選旗標記憶部係為了挑選該複數個參數，對該複數個參數之各分類，記憶挑選旗標，該挑選旗標係表示是可變參數或是固定參數；

該參數挑選部係包括：

初期分配部，係藉由參照該挑選旗標，將該複數個參數分配成複數個初期可變參數及一個或複數個初期固定參數；

相關性分析部，係特定該複數個初期可變參數之各個、與該一個或複數個初期固定參數之各個的複數個組合，並分析該複數個組合之各個的相關性；以及

再分配部，係在該複數個組合之中，將相關性比預定之臨限值更高之組合所含的初期可變參數重新分配成初期固定參數，藉此，將分配後之複數個初期可變參數作為該複數個可變參數，並將分配後之一個或複數個初期固定參數作為該一個或複數個固定參數。

【請求項11】 如請求項1、2、6以及7中任一項之加工條件探索裝置，其中更具備挑選旗標記憶部，該挑選旗標記憶部係為了挑選該複數個參數，對該複數個參數之各分類，記憶挑選旗標，該挑選旗標係表示是可變參數或是固

定參數；

該參數挑選部係包括：

初期分配部，係藉由參照該挑選旗標，將該複數個參數分配成複數個初期可變參數及一個或複數個初期固定參數；

貢獻度分析部，係分析該複數個初期可變參數的各個之對該評估值的貢獻度；以及

再分配部，係在該複數個初期可變參數之中，將貢獻度是預定之臨限值以下的初期可變參數重新分配成初期固定參數，藉此，將分配後之複數個初期可變參數作為該複數個可變參數，並將分配後之一個或複數個初期固定參數作為該一個或複數個固定參數。

【請求項12】 如請求項1、2、6以及7中任一項之加工條件探索裝置，其中更包括：

加工條件指令部，係向加工機供給該探索加工條件，使該加工機根據該探索加工條件進行加工，且對該加工結果評估資訊追加該探索加工條件；及

加工結果評估部，係藉由評估是在該加工機所進行之加工的結果之加工結果而決定評估值，並對該加工結果評估資訊，以與該探索加工條件賦與對應的方式追加所決定之評估值；

該探索部係在初次探索該最佳值的情況，從該複數個評估值，特定評估比預定之評估更高之一個或複數個評估值，在複數個該第二特徵量之中，特定與該一個或複數個評估值對應之一個以上的第二特徵量，在該一個以上的第二特徵量之中，特定與該第三特徵量最接近的一個第二特徵量，再特定與該一個第二特徵量對應之一個第一特徵量，並將該一個第一特徵量作為該最佳值。

【請求項13】 一種電腦可讀取之記錄媒體，其係記錄了用以使電腦執行以下之步驟的程式：

挑選步驟，係將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；

第一特徵量產生步驟，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；

第二特徵量產生步驟，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；

學習模型產生步驟，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；

第三特徵量產生步驟，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；

探索步驟，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及

特定步驟，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【請求項14】 一種程式產品，其係內建用以使電腦執行以下之步驟的程式：

挑選步驟，係將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個

或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；

第一特徵量產生步驟，係從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；

第二特徵量產生步驟，係從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；

學習模型產生步驟，係藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；

第三特徵量產生步驟，係從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；

探索步驟，係使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；以及

特定步驟，係從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【請求項15】 一種加工條件探索方法，其特徵為：

將各個具有複數個參數之複數個加工條件及加工結果評估資訊所含的該複數個參數挑選成容許變更之複數個可變參數及不容許變更之一個或複數個固定參數，該加工結果評估資訊係表示對在該複數個加工條件之複數個加工結果的複數個評估值；

從該複數個可變參數，產生是預定之維度之第一維度以下的第一特徵量，

藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第一特徵量；

從該一個或複數個固定參數，產生是預定之維度之第二維度以下的第二特徵量，藉此產生與該複數個加工條件對應之一個或複數個第二特徵量；

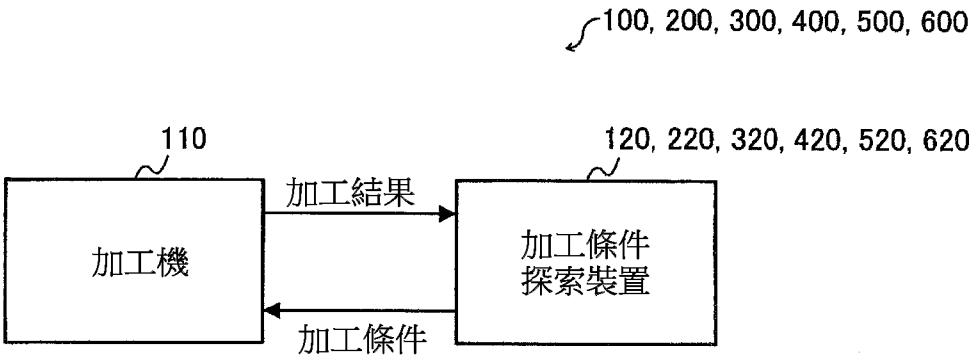
藉由學習該一個或複數個第一特徵量、該一個或複數個第二特徵量以及該複數個評估值的關係，產生學習模型；

從一個或複數個對象固定參數，產生該第二維度以下的第三特徵量，該一個或複數個對象固定參數係在是成為探索對象之加工條件的對象加工條件所使用的一個或複數個固定參數；

使用該第三特徵量及該學習模型，探索複數個對象可變參數之特徵量的最佳值，該複數個對象可變參數係在該對象加工條件所使用之複數個可變參數；

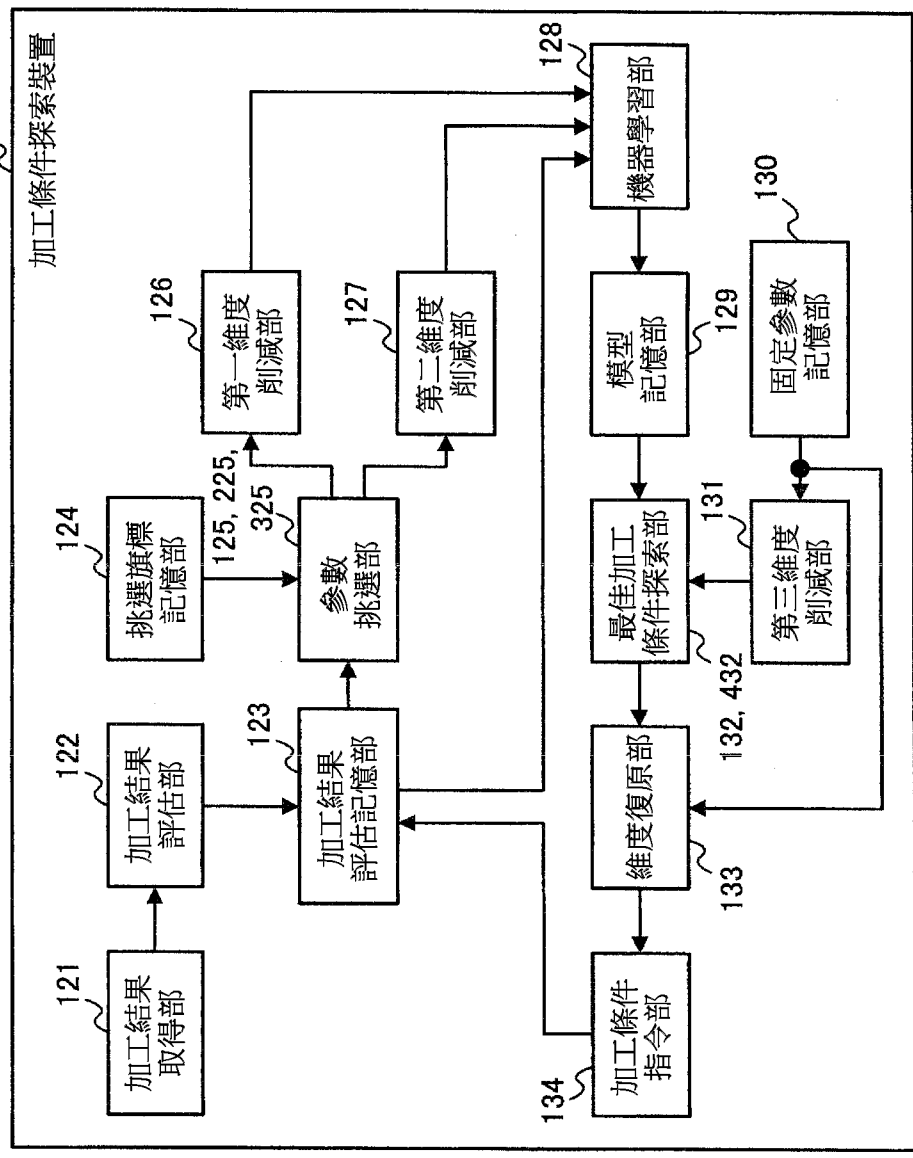
從該最佳值及該一個或複數個對象固定參數，特定探索加工條件，該探索加工條件係作為該對象加工條件所探索之加工條件。

【發明圖式】



【圖1】

120, 220, 320, 420



【圖2】

101

		加工編號			
		1	2	...	N
參數編號	1	p_{11}	p_{21}	...	p_{N1}
	2	p_{12}	p_{22}	...	p_{N2}
	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	M	p_{1M}	p_{2M}	...	p_{NM}
評估值		j_1	j_2	...	j_N

【圖3】

102

103

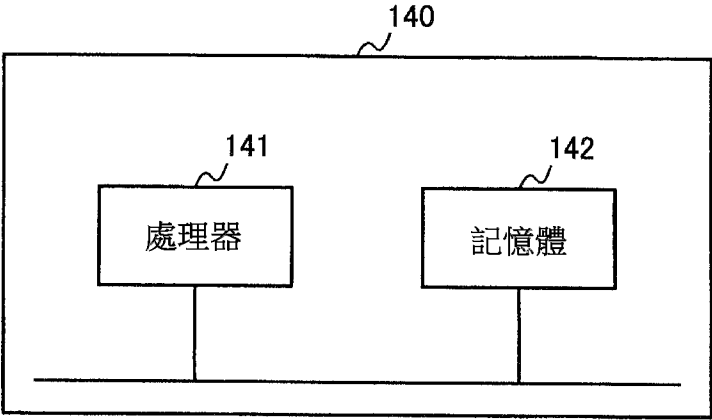
		加工編號			
		1	2	...	N
參數編號	1	q_{11}	q_{21}	...	q_{N1}
	2	q_{12}	q_{22}	...	q_{N2}
	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	Mv	q_{1Mv}	q_{2Mv}	...	q_{NMv}

(A)

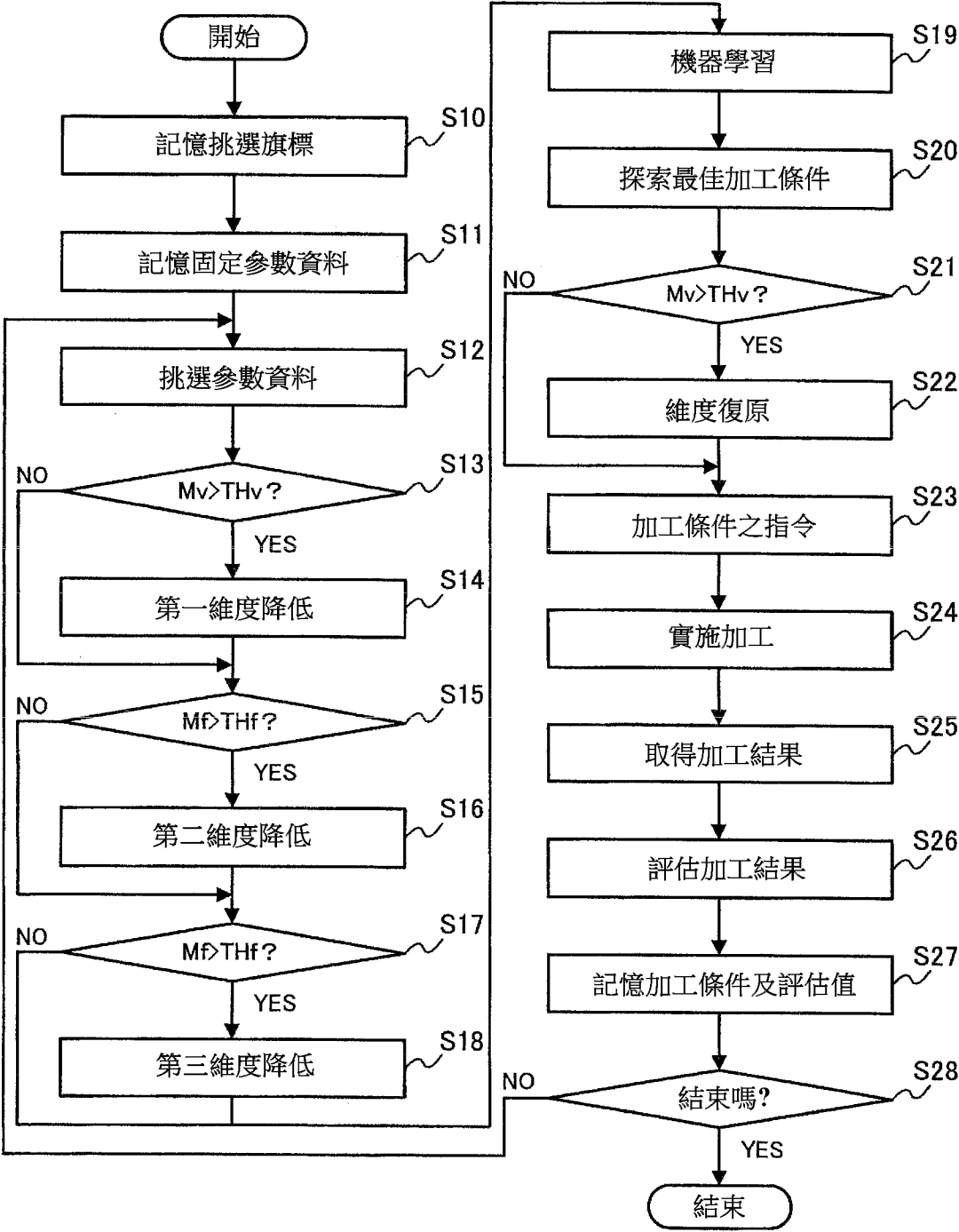
		加工編號			
		1	2	...	N
參數編號	1	r_{11}	r_{21}	...	r_{N1}
	2	r_{12}	r_{22}	...	r_{N2}
	⋮	⋮	⋮	...	⋮
	Mf	r_{1Mf}	r_{2Mf}	...	r_{NMf}

(B)

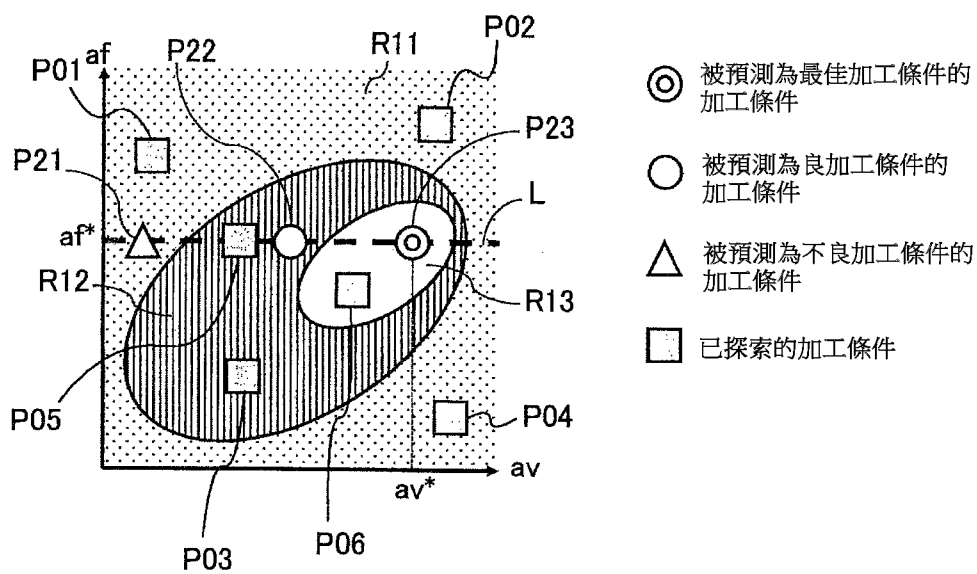
【圖4】



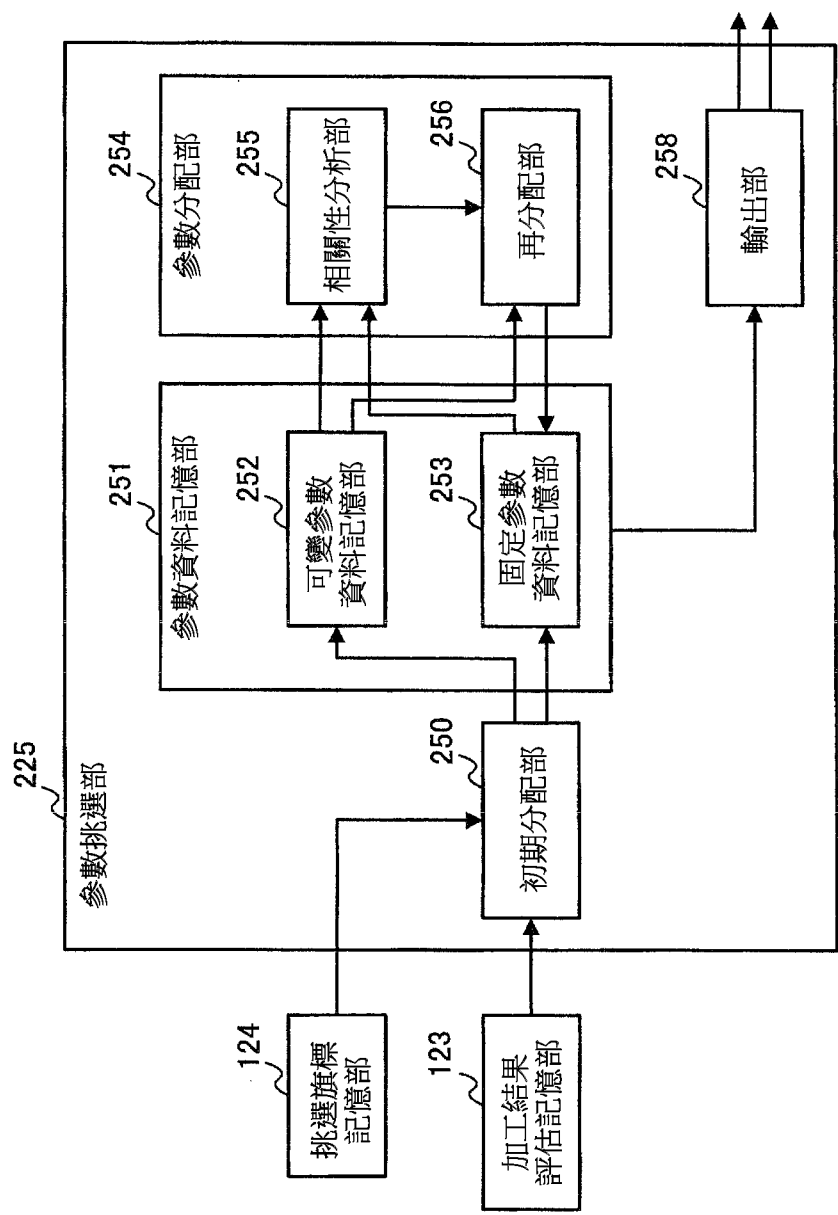
【圖5】



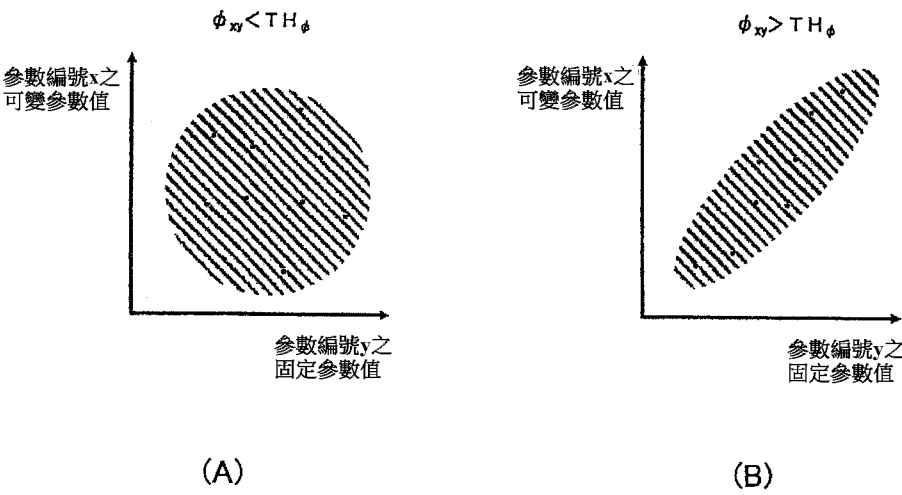
【圖6】



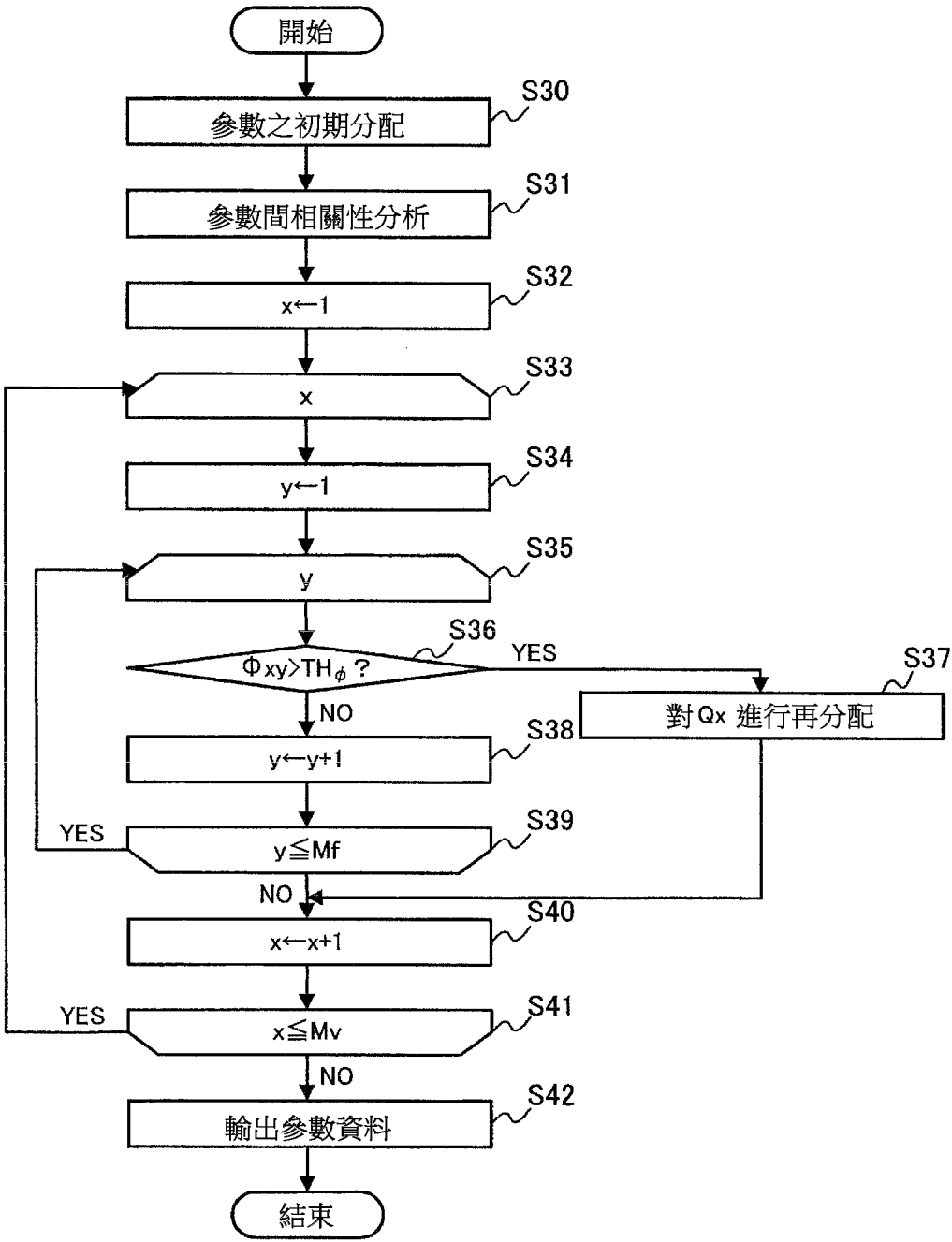
【圖7】



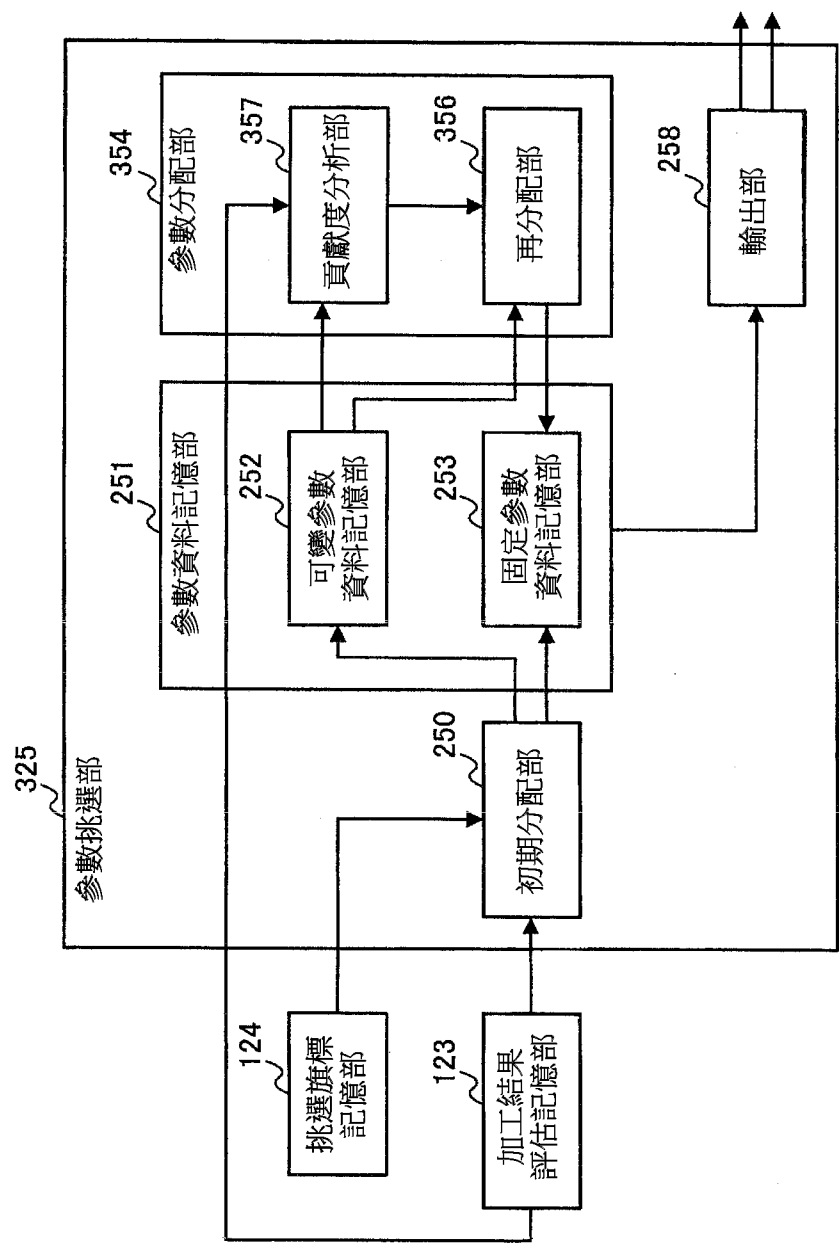
【圖8】



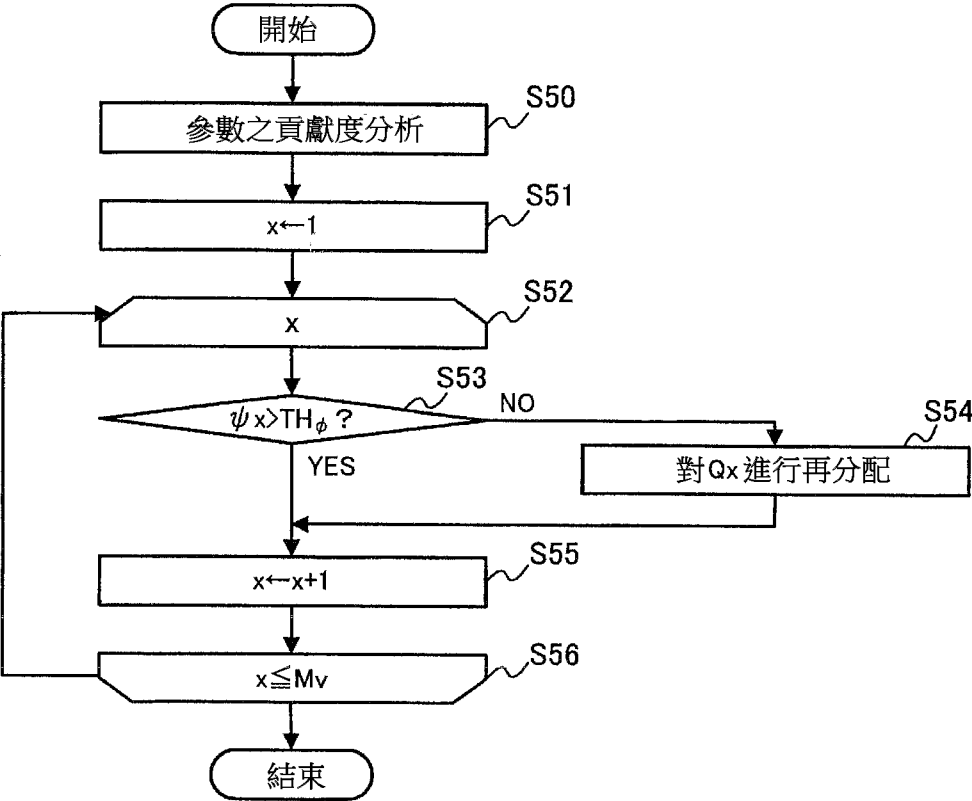
【圖9】



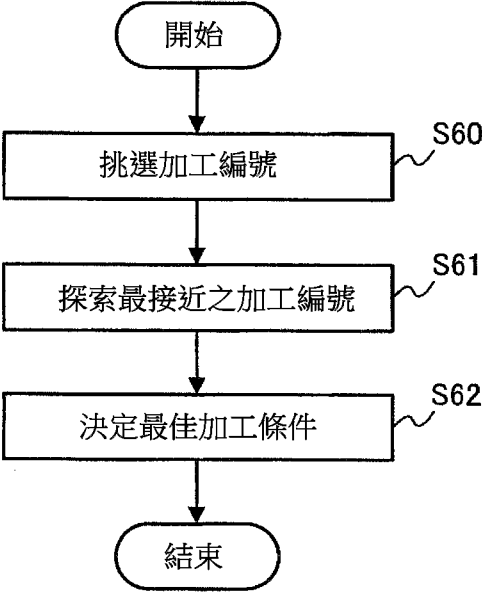
【圖10】



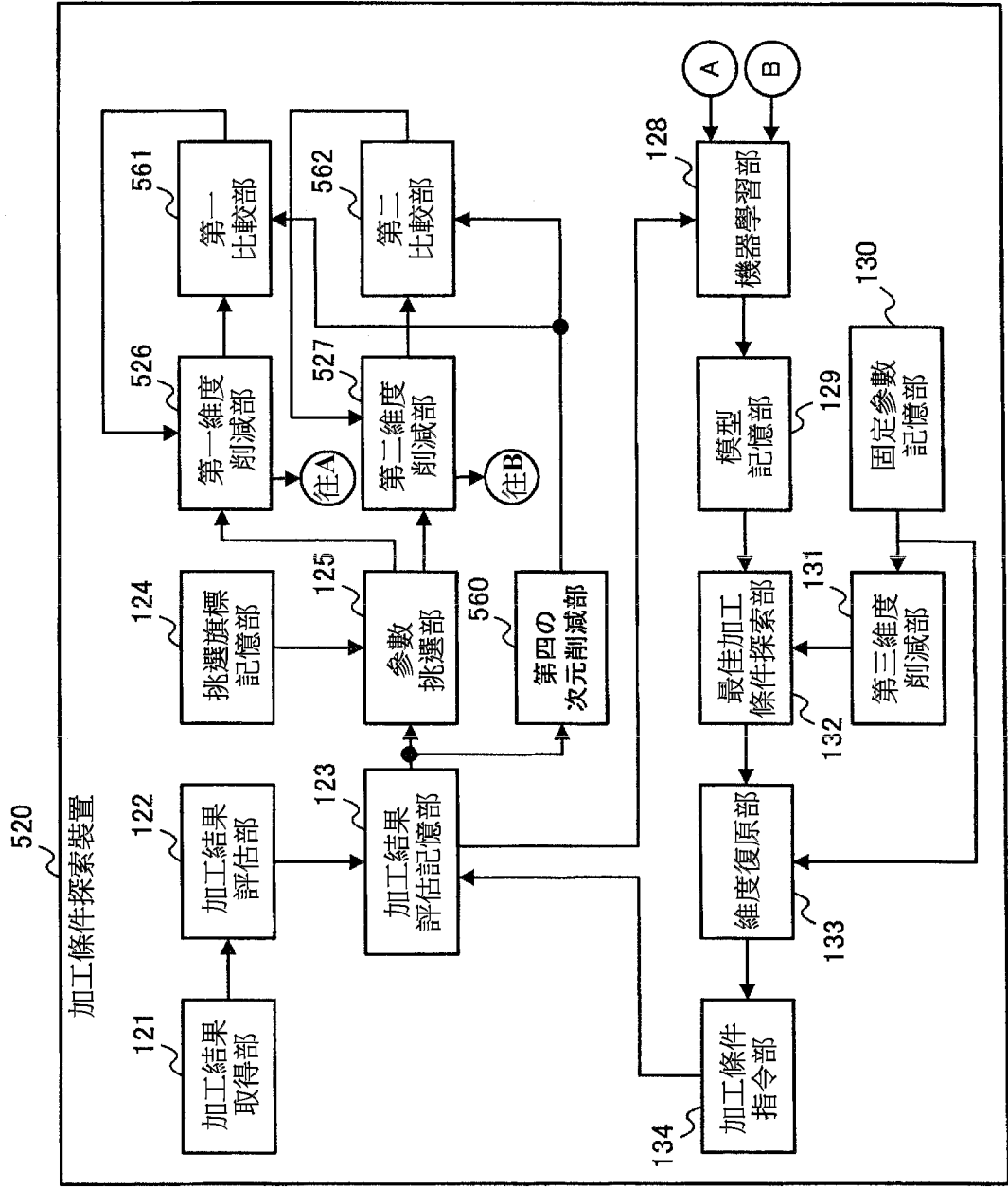
【圖 11】



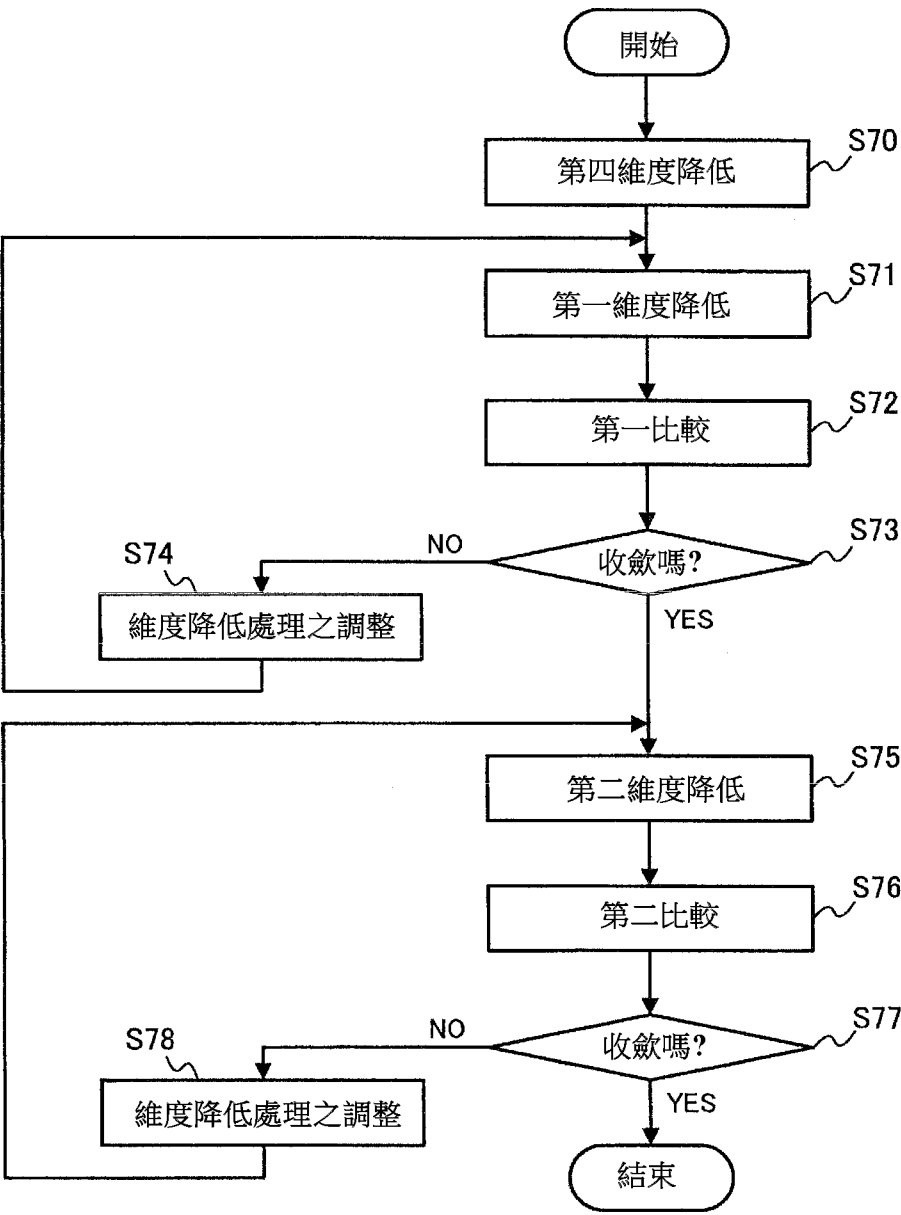
【圖12】



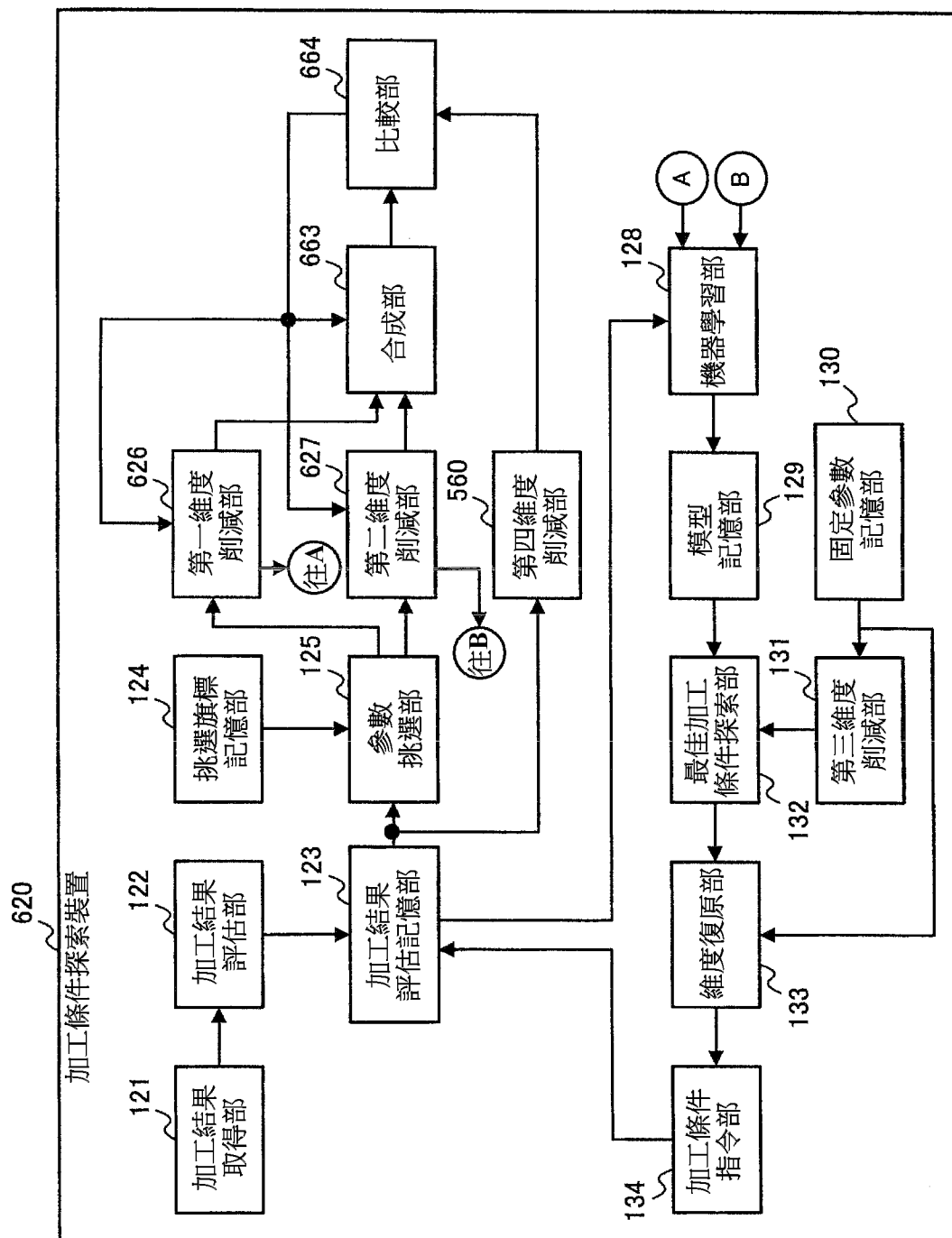
【圖13】

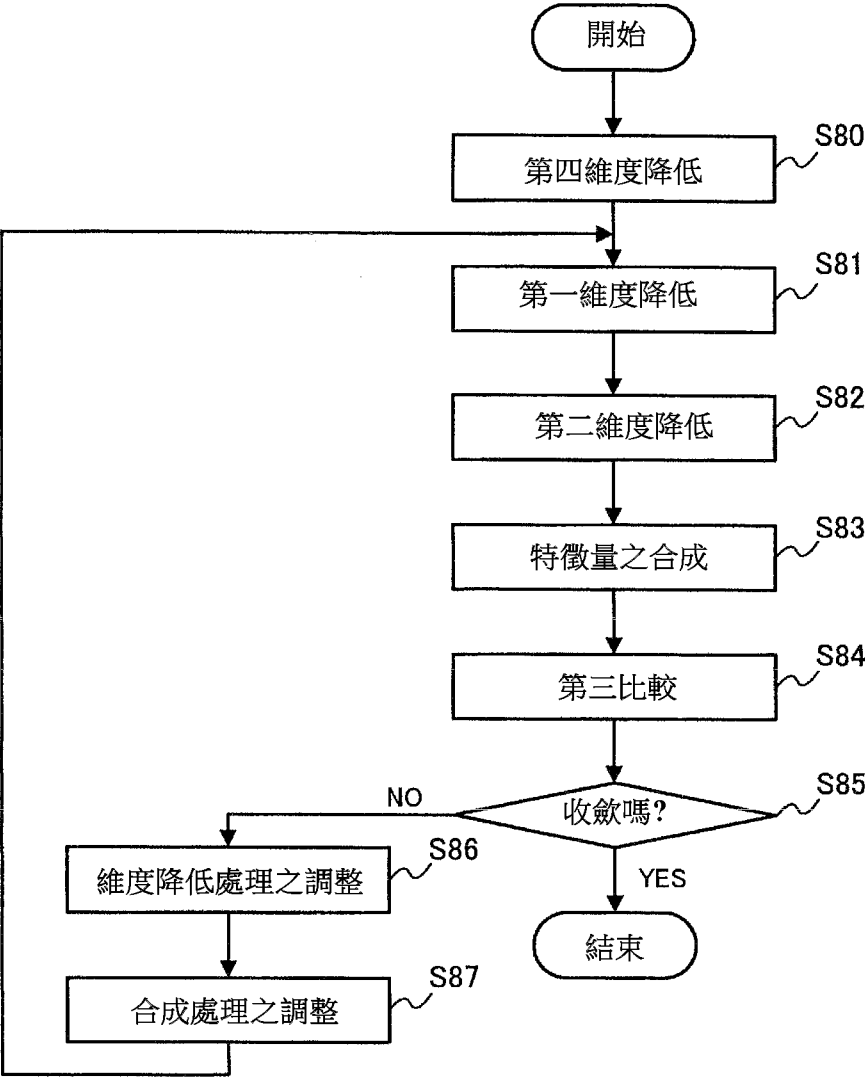


【圖14】



【圖15】





【圖17】