



(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 202202608 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：110117016

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 12 日

(51) Int. Cl. : C10G11/18 (2006.01)

G06N20/00 (2019.01)

G06N3/08 (2006.01)

(30) 優先權：2020/06/05 世界智慧財產權組織 PCT/JP2020/022274

(71) 申請人：日商千代田化工建設股份有限公司 (日本) CHIYODA CORPORATION (JP)  
日本(72) 發明人：入倉基樹 IRIKURA, MOTOKI (JP)；古市和也 FURUICHI, KAZUYA (JP)；小木曾  
良治 OGISO, RYOJI (JP)；角田伸弘 KAKUTA, NOBUHIRO (JP)

(74) 代理人：張耀暉

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：10 共 32 頁

(54) 名稱

運轉狀態推定系統、學習裝置、推定裝置、狀態推定器的生成方法以及推定方法

(57) 摘要

本發明之運轉狀態推定系統 1 係具備：學習裝置 100，係學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；以及運轉狀態推定裝置 200，係基於在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，用由學習裝置 100 所學習過的狀態推定器來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

指定代表圖：

符號簡單說明：

1: 運轉狀態推定系統

2: 通訊網

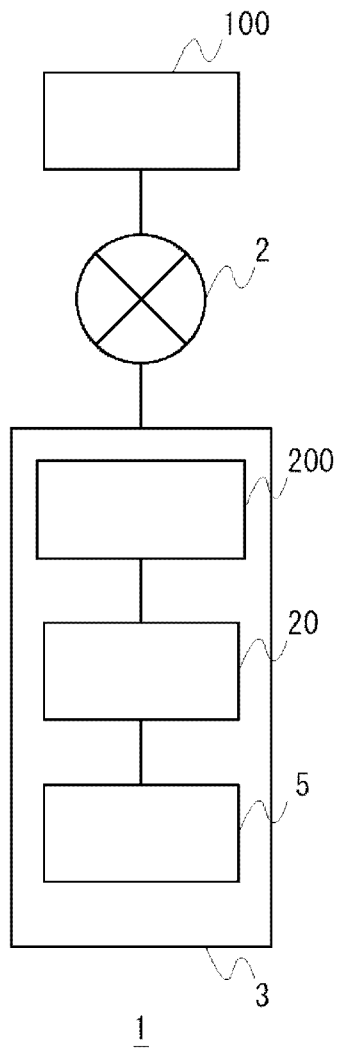
3: 製油所

5: 控制對象裝置

20: 控制裝置

100: 學習裝置

200: 運轉狀態推定裝置



【圖2】



202202608

**【發明摘要】**

**【中文發明名稱】** 運轉狀態推定系統、學習裝置、推定裝置、狀態推定器的生成方法以及推定方法

**【中文】**

本發明之運轉狀態推定系統 1 係具備：學習裝置 100，係學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；以及運轉狀態推定裝置 200，係基於在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，用由學習裝置 100 所學習過的狀態推定器來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

**【指定代表圖】** 圖2。

**【代表圖之符號簡單說明】**

1:運轉狀態推定系統

2:通訊網

3:製油所

5:控制對象裝置

20:控制裝置

100:學習裝置

200:運轉狀態推定裝置

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 運轉狀態推定系統、學習裝置、推定裝置、狀態推定器的生成方法以及推定方法

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用以推定用來製造石油產品的裝置之運轉狀態的運轉狀態推定系統、能夠利用於該運轉狀態推定系統的學習裝置、推定裝置、狀態推定器的生成方法以及推定方法。

### 【先前技術】

【0002】 用以精製原油來生產石油產品的製油所係在蒸餾塔將原油分離成具有不同沸點的複數餾分，且因應需求而進一步地在下游裝置將原油處理、升級(upgrade)來生產石油產品。例如，也使利用價值低的重餾分(heavy fraction)、殘油(residual oil)(重油(heavy oil))與流動狀態的觸媒在高溫下接觸，藉此分解成汽油(gasoline)等高價值的餾分。為了生產這些而被利用的觸媒係藉由使附著在表面的碳(煤焦(coke))燃燒而再生，且被送回反應塔再利用(例如參照專利文獻1)。藉此，能夠有效地活用原油資源，能夠使製油所的收益提升。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

### 【0003】

[專利文獻1]日本特開2019-89907號公報。

**【發明內容】****[發明所欲解決之課題]**

**【0004】** 於用以再生觸媒的再生塔中，已知若引發煤焦的不完全燃燒，則被稱作後燃(after-burn)(後燃燒；after-burning)的現象可能會發生。若後燃發生，則有流動觸媒裂解裝置(Fluid Catalytic Cracking Device：FCC Device)會損傷、運轉無法繼續等的情形，因此有必要抑制後燃的發生。

**【0005】** 本發明係有鑑於此種狀況而完成，其目的在於提供一種用以實現製油所之理想的運轉之技術。

**[用以解決課題之手段]**

**【0006】** 為了解決上述課題，本發明之一態樣的運轉狀態推定系統係具備：學習裝置，係學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；以及推定裝置，係基於在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，用由學習裝置所學習過的狀態推定器來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。學習裝置係具備：學習資料(learning data)取得部，係將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得；以及學習部，係使用由學習資料取得部所取得的學習資料，用機器學習(machine learning)來學習狀態推定器。推定裝置係具備：運轉資料取得部，係取得在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊；運轉狀態推定部，係對狀態推定器輸入由運轉資料取得部所取得的資訊，來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態；以及推定結果輸出部，係輸出將由運轉狀態推定部所推定的流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊。

**【0007】** 本發明之另一態樣為一種學習裝置。該學習裝置係具備：學習資

料取得部，係將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；以及學習部，係使用由學習資料取得部所取得的學習資料，用機器學習來學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

**【0008】** 本發明之再另一態樣為一種推定裝置。該推定裝置係具備：運轉資料取得部，係取得在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；運轉狀態推定部，係對由學習裝置所機器學習過的狀態推定器輸入由運轉資料取得部所取得的資訊，來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述狀態推定器係用以將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述學習裝置係學習狀態推定器；以及推定結果輸出部，係輸出將由運轉狀態推定部所推定的流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊。

**【0009】** 本發明之再另一態樣為一種狀態推定器的生成方法。該狀態推定器的生成方法係使電腦執行以下步驟：將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得的步驟，其中前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；以及使用所取得的學習資料用機器學習來學習狀態推定器的步驟，其中前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

**【0010】** 本發明之再另一態樣為一種推定方法。該推定方法係使電腦執行以下步驟：取得在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊的步驟，其中前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生觸媒的再生裝置；對由學習裝置所機器學習過的狀態推定器輸入所取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝

置之運轉狀態的步驟，其中前述狀態推定器係用以將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來推定流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，學習裝置係學習狀態推定器；以及輸出將所推定的流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊的步驟。

【0011】 另外，以上的構成要素之任意的組合、將本發明的表現在方法、裝置、系統、記錄介質(recording medium)、電腦程式(computer program)等之間轉換的態樣也是本發明的有效態樣。

#### [發明功效]

【0012】 根據本發明，能夠提供一種用以實現製油所之理想的運轉之技術。

#### 【圖式簡單說明】

##### 【0013】

[圖1]是概略地表示流動觸媒裂解裝置之構成的圖。

[圖2]是表示實施形態之運轉狀態推定系統的構成之圖。

[圖3]是表示後燃指標與流動觸媒裂解裝置之再生裝置的運轉狀態之間的關係之圖。

[圖4]是表示由特徵量算出器所算出的特徵量之例的圖。

[圖5]是表示由指標預測器所預測的後燃指標之例的圖。

[圖6]是表示由指標預測器所預測的後燃指標之例的圖。

[圖7]是表示實施形態之學習裝置的構成之圖。

[圖8]是表示實施形態之運轉狀態推定裝置的構成之圖。

[圖9]是表示實施形態之狀態推定器的生成方法之手續的流程圖。

[圖10]是表示實施形態之運轉狀態推定方法之手續的流程圖。

### 【實施方式】

【0014】圖1係概略地表示流動觸媒裂解裝置的構成。流動觸媒裂解裝置10係具備反應裝置11與再生裝置14。反應裝置11係具備上升器(riser)12與汽提器(stripper)13。

【0015】上升器12是用以使原料油與觸媒接觸來得到產品的反應塔。於上升器12之底部係導入有原料油、水蒸氣、觸媒。原料油可以是例如沸點比燈油(約170°C)還高之自燈油、輕油至常壓殘油之廣範圍的餾分、殘油等。觸媒可以是包含例如沸石(zeolite)、矽石(silica)、黏土礦物等的粒子。上升器12係在例如500°C左右的溫度之下將原料油分解，將分解生成物從頂部對汽提器13供給。

【0016】汽提器13係對從上升器12所供給的分解生成物導入蒸氣(steam)，將附著於觸媒的分解油蒸氣去除(汽提(stripping))，並且只將觸媒往下方分離來對再生裝置14供給。從汽提器13的頂部抽出的分解油係進一步地在下游裝置被處理、升級。

【0017】再生裝置14係將在上升器12中被使用過的觸媒再生。若觸媒在上升器12中被使用於原料油的分解反應，則碳(煤焦)會附著於觸媒的表面而觸媒會失活。再生裝置14係使附著於觸媒的表面之煤焦在高溫下燃燒，藉此進行再生，將已再生的觸媒對上升器12的底部供給。於再生裝置14係導入有煤焦已附著在表面的觸媒與空氣。含二氧化碳的廢氣會被從再生裝置14之頂部排出。

【0018】在再生裝置14中，若發生局部的空氣量減少，則煤焦會因氧之不足而不完全燃燒，廢氣中的一氧化碳濃度會高漲，後燃會發生。若後燃發生，則會有再生裝置14因局部的發熱所致的溫度上升等而損傷，或流動觸媒裂解裝

置10的運轉無法繼續之情形。因此，在運轉流動觸媒裂解裝置10時，抑制再生裝置14中的後燃發生是重要的。

**【0019】** 在本實施形態中，學習裝置係用機器學習來學習狀態推定器，狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置10之運轉中取得的資訊來推定流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態。然後，運轉狀態推定裝置係在流動觸媒裂解裝置10之運轉中，使用學習完畢的狀態推定器來推定流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態。具體來說，學習裝置係將特徵量算出器作為狀態推定器來學習，特徵量算出器係算出用以推定以下之狀態的特徵量：現在的流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態是在再生裝置14中後燃發生之狀態、還是後燃未發生之狀態、還是從後燃未發生之狀態轉移至後燃發生之狀態的狀態。運轉狀態推定裝置係基於由特徵量算出器所算出的特徵量來推定流動觸媒裂解裝置10之現在的運轉狀態。

又，學習裝置係將指標預測器作為狀態推定器來學習，指標預測器係用以預測以下的後燃指標之值：表示後燃發生與否的後燃指標。運轉狀態推定裝置係基於由指標預測器所預測的指標來推定流動觸媒裂解裝置10之未來的運轉狀態。藉此，由於操作員能夠確實掌握流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態並且控制流動觸媒裂解裝置10，因此能夠抑制再生裝置14中的後燃發生。

**【0020】** 圖2係表示實施形態之運轉狀態推定系統的構成。運轉狀態推定系統1係具備：製油所3，係用以精製原油來生產石油產品；以及學習裝置100，係用以學習用來推定製油所3的流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態的狀態推定器。製油所3與學習裝置100係由網際網路(internet)、公司內連接系統等任意的通訊網2所連接，以就地部署(on-premises)、雲端(cloud)、邊緣運算(edge computing)等任意的運用形態所運用。

**【0021】** 製油所3係具備：常壓蒸餾塔、流動觸媒裂解裝置10等的控制對象裝置5，係被設置於製油所3；控制裝置20，係設定用以將控制對象裝置5之運

轉條件予以控制的控制量；以及運轉狀態推定裝置200，係使用由學習裝置100所學習過的狀態推定器來推定流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態。

【0022】圖3係表示後燃指標與流動觸媒裂解裝置之再生裝置的運轉狀態之間的關係。後燃指標係以在再生裝置中後燃未發生時取正值且後燃發生時取負值的方式被選擇或算出。正負可以相反。後燃指標可以是能夠在流動觸媒裂解裝置10之運轉中從感測器、機器等取得的資訊，也可以是根據能夠在流動觸媒裂解裝置10之運轉中從感測器、機器等取得的資訊用預定的數學式或算出演算法(calculation algorithm)所算出的資訊。

【0023】作為流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態來說，有後燃指標為正的正常狀態、後燃指標為負的後燃狀態、以及後燃指標從正至負或從負至正遷移的遷移狀態。

【0024】在期間①中流動觸媒裂解裝置10係正常地運轉，而在期間②中於再生裝置14中後燃發生。在期間③回到正常狀態，而在期間④後燃再度發生。在期間⑤成為遷移狀態，在期間⑥回到正常狀態，而在期間⑦後燃再度發生，在期間⑧係成為遷移狀態。

【0025】本實施形態之特徵量算出器係根據在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的多維度(multidimension)的資訊，算出維度數更低的特徵量。學習裝置100係學習特徵量算出器，俾使由特徵量算出器根據多維度之資訊所算出的特徵量係因應該多維度之資訊被取得時的流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態而被分類成不同的叢聚(cluster)。學習裝置100係學習以下的特徵量算出器：就算用例如於特徵選擇、特徵抽取所使用的自編碼器(autoencoder)、t分布隨機鄰近嵌入法(t-distributed Stochastic Neighbor Embedding method)等手法來將多維度的資訊做維度壓縮、削減，也能夠保持特徵量。

【0026】圖4係表示由特徵量算出器所算出的特徵量之例。將在流動觸媒

裂解裝置10如圖3所示般運轉時所取得的多維度之資訊予以維度削減成2個特徵量，且將所算出的2個特徵量描繪(plot)在二維座標空間。描繪有為正常狀態之期間①、③、⑥的資訊之區域與描繪有為後燃狀態之期間②、④、⑦的資訊之區域係明確地分離。又，描繪有為遷移狀態之期間⑤、⑧的資訊之區域係位於正常狀態的區域與後燃狀態的區域之間。因此，運轉狀態推定裝置200係使用如此學習過的特徵量算出器，根據在流動觸媒裂解裝置10之運轉中所取得的資訊來算出特徵量，且將算出的特徵量描繪在圖4所示的二維座標空間，藉此能夠將現在的流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態視覺上容易理解地提示給操作員。操作員係能夠根據現在的特徵量之描繪位置掌握現在的流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態，並且能夠掌握在正常狀態下往後燃狀態轉移的可能性、在後燃狀態下掌握其嚴酷度等。

**【0027】** 以對特徵量算出器所輸入的資訊來說，只要是能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊則任意的資訊皆可，不過較期望是值在流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態為正常狀態時與為後燃狀態時之間不同的資訊。對特徵量算出器所輸入的資訊可以是例如：再生裝置14之內部的溫度、溫度分布；從再生裝置14排出的廢氣之溫度、量、廢氣中的一氧化碳濃度、廢氣中的二氧化碳濃度；在與再生裝置14、上升器12等連接的配管流動的流體之溫度、流量、流速；設置於配管的閥之開度；從再生裝置14對上升器12供給的再生觸媒之溫度、煤焦殘量；從上升器12對汽提器13供給的分解生成物之溫度、量；從汽提器13抽出的輕質餾分之溫度、量等。

**【0028】** 特徵量算出器係可用以下任意的手法來學習：用以將能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊因應流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態來做分類(classification)或叢聚法(clustering)之任意的手法。特徵量算出器係可用監督學習(supervised learning)來學習，也可用無監督學習(unsupervised learning)來學習。

【0029】本實施形態之指標預測器係根據在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的資訊，算出後燃指標的預測值。學習裝置100係學習指標預測器，俾使對指標預測器輸入有在流動觸媒裂解裝置10於過去的預定之時機(predetermined timing)運轉時所取得的資訊時從指標預測器係輸出有從預定之時機開始經過預定時間後的後燃指標之預測值。指標預測器可以是以下的類神經網路(neural network)等：將在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的資訊以及基於在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的資訊所推測的推測值輸入至輸入層，從輸出層輸出經過預定時間後的後燃指標之預測值。在此情形下，學習裝置100也可調整類神經網路的各種超參數(hyperparameter)，俾使對指標預測器輸入有在流動觸媒裂解裝置10於過去的預定之時機運轉時所取得的資訊、推測值時從指標預測器係輸出有從預定之時機開始經過預定時間後的後燃指標之預測值。

【0030】圖5係表示由指標預測器所預測的後燃指標之例。將在流動觸媒裂解裝置10如圖3所示般運轉時所取得的資訊與這30分鐘後的後燃指標之值作為學習資料，學習了指標預測器。使用①至⑧之各期間的前半之學習資料來學習指標預測器，且使用學習過的指標預測器來預測了各期間的後半之後燃指標。表示了用如此學習過的指標預測器能夠高精度地預測30分鐘後的後燃指標之情形。藉此，操作員係能夠一邊監視後燃指標的現在值與預測值，一邊以後燃指標不脫離預定的範圍內之方式即時(realtime)地執行流動觸媒裂解裝置10的運轉管理。

【0031】圖6係表示由指標預測器所預測的後燃指標之例。對以下的二個值進行了比較：對如上述般學習過的指標預測器輸入在流動觸媒裂解裝置10於與圖5所示的期間不同之期間運轉時所取得的資訊而預測的30分鐘後之後燃指標的預測值；以及30分鐘後的後燃指標之實際值。表示了即使是未知的資料，用如上述般學習過的指標預測器，也能夠高精度地預測30分鐘後的後燃指標之

情形。

【0032】以對指標預測器所輸入的資訊來說，只要是在流動觸媒裂解裝置10運轉時能夠取得、推測的資訊，則任意的資訊皆可。可以基於將再生裝置14中的後燃之發生當作頂事件(top event)的故障樹(fault tree)解析之結果來選擇對指標預測器輸入的資訊。又，也可以基於將再生裝置14中的後燃之發生當作頂事件的故障樹解析之結果來調整對指標預測器輸入之複數種類之資訊的權重(weight)。藉此，由於能夠配合流動觸媒裂解裝置10、周邊的裝置之特性來學習指標預測器，故能夠提升指標預測器之精度。

【0033】對指標預測器所輸入的資訊可以是例如：再生裝置14之內部的溫度、溫度分布；從再生裝置14排出的廢氣之溫度、量、廢氣中的一氧化碳濃度、廢氣中的二氧化碳濃度；在與再生裝置14、上升器12等連接的配管流動的流體之溫度、流量、流速；設置於配管的閥之開度；從再生裝置14對上升器12供給的再生觸媒之溫度、煤焦殘量；從上升器12對汽提器13供給的分解生成物之溫度、量；從汽提器13抽出的輕質餾分之溫度、量等。

【0034】學習裝置100也可以基於由以下二種指標預測器所算出之後燃指標的預測值之間的差來調整其資訊的權重：將在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的複數種類之資訊中的特定的資訊作為學習資料使用而學習的指標預測器；以及不將該資訊作為學習資料使用而學習的指標預測器。由於可以認為兩者的差越大則對後燃指標之貢獻度越大，故可將該資訊的權重變重。藉此，能夠進一步地提升指標預測器之精度。

【0035】運轉狀態推定裝置200也可以對操作員提示：由將特定的資訊作為學習資料使用而學習過的指標預測器所算出的後燃指標之預測值；以及由不將特定的資訊作為學習資料使用而學習過的指標預測器所算出的後燃指標之預測值。藉此，由於操作員能夠判斷特定的資訊是否為後燃之主要原因，故操作

員能夠為了避免後燃發生而執行適切的控制。

【0036】學習裝置100可將在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的複數種類之資訊以因應資訊之種類的偏移時間(offset time)調整，來生成學習資料。在此情形下，運轉狀態推定裝置200係將在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的複數種類之資訊以因應資訊之種類的偏移時間調整後，對指標預測器輸入。例如，在將被設置於配管的閥之開度予以變更時，雖然流動於配管之流體的流量即刻變化，但於後燃在再生裝置14之內部發生時，直到在再生裝置14之內部的局部的溫度變化之影響傳播至周圍為止要花時間。考慮此種響應特性來調整偏移時間，藉此能夠進一步地提升指標預測器之精度。

【0037】圖7係表示實施形態之學習裝置100的構成。學習裝置100係具備通訊裝置101、控制裝置120以及儲存裝置130。

【0038】通訊裝置101係控制由無線或有線所致的通訊。通訊裝置101係透由通訊網2在自身與運轉狀態推定裝置200等之間傳送接收資料。

【0039】儲存裝置130係存放控制裝置120所使用的資料以及電腦程式。儲存裝置130係具備學習資料保持部131、特徵量算出器132以及指標算出器133。

【0040】學習資料保持部131係將在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的資訊作為學習資料來存放。特徵量算出器132以及指標算出器133係由學習裝置100所學習。

【0041】控制裝置120係具備學習資料取得部121、學習資料生成部122、特徵量算出器學習部123、指標算出器學習部124以及提供部125。這些構成以硬體組件(hardware component)來說，雖能夠藉由任意的電腦之CPU(Central Processing Unit；中央處理單元)、記憶體(memory)、被載置(load)於記憶體的程式等所實現，不過此處繪出的是藉由它們的協作而實現的功能方塊(function block)。因此，所屬技術領域中具有通常知識者應能理解，這些功能方塊能夠藉

由純硬體、純軟體(software)、或是硬體與軟體的組合來以各種形式實現。

【0042】學習資料取得部121係從被設置於製油所3的各種感測器、機器、裝置、設備、流動觸媒裂解裝置10、控制裝置20等取得能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊且存放於學習資料保持部131。

【0043】學習資料生成部122係根據被存放於學習資料保持部131之資訊，生成用以學習特徵量算出器132以及指標算出器133的學習資料。如上述般，學習資料生成部122可以基於將再生裝置14中的後燃之發生當作頂事件的故障樹解析之結果，從被存放於學習資料保持部131的資訊之中選擇學習資料。學習資料生成部122也可以對被存放於學習資料保持部131之資訊執行因應資訊之種類的偏移時間的調整等的前處理，藉此生成學習資料。學習資料生成部122也可以根據被存放於學習資料保持部131之資訊算出或推測其它的資訊，藉此生成學習資料。

【0044】特徵量算出器學習部123係使用由學習資料生成部122所生成的學習資料來學習特徵量算出器132。如上述般，特徵量算出器學習部123係學習以下的特徵量算出器132：就算用自編碼器、t分布隨機鄰近嵌入法等手法來將多維度的學習資料做維度壓縮、削減，也能夠將流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態的特徵保持為維度數低的特徵量。

【0045】指標算出器學習部124係使用由學習資料生成部122所生成的學習資料來學習指標算出器133。如上述般，指標算出器學習部124係學習以下的指標算出器133：輸入複數學習資料，且輸出經過預定時間後的後燃指標之預測值。

【0046】提供部125係對運轉狀態推定裝置200提供：由特徵量算出器學習部123所學習過的特徵量算出器132；以及由指標算出器學習部124所學習過的指標算出器133。

【0047】圖8係表示實施形態之運轉狀態推定裝置200的構成。運轉狀態推定裝置200係具備通訊裝置201、顯示裝置202、輸入裝置203、控制裝置220以及儲存裝置230。

【0048】通訊裝置201係控制由無線或有線所致的通訊。通訊裝置201係透由通訊網2在自身與學習裝置100等之間傳送接收資料。顯示裝置202係顯示由控制裝置220所生成的顯示圖像。輸入裝置203係對控制裝置220輸入指示。

【0049】儲存裝置230係存放控制裝置220所使用的資料以及電腦程式。儲存裝置230係具備運轉資料保持部231、特徵量算出器232、指標算出器233以及相關(correlation)保持部234。

【0050】運轉資料保持部231係存放在流動觸媒裂解裝置10運轉時所取得的資訊。特徵量算出器232以及指標算出器233係由學習裝置100所學習，且由學習裝置100所提供。相關保持部234係保持以下兩者之間的相關：從特徵量算出器232所輸出的特徵量之二維座標空間或三維座標空間中的座標；以及流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態。

【0051】控制裝置220係具備運轉資料取得部221、輸入資料生成部222、運轉狀態推定部223以及推定結果輸出部224。這些功能方塊能夠藉由純硬體、純軟體、或是硬體與軟體的組合來以各種形式實現。

【0052】運轉資料取得部221係從被設置於製油所3的各種感測器、機器、裝置、設備、流動觸媒裂解裝置10、控制裝置20等取得能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊且存放於運轉資料保持部231。

【0053】輸入資料生成部222係根據被存放於運轉資料保持部231之資訊，生成用以輸入特徵量算出器232以及指標算出器233的輸入資料。輸入資料生成部222也可以將在學習裝置100中學習資料生成部122為了生成學習資料而執行過的相同前處理，對被存放於運轉資料保持部231之資訊執行。

【0054】 運轉狀態推定部223係對特徵量算出器232以及指標算出器233輸入由輸入資料生成部222所生成的輸入資料，且取得從特徵量算出器232以及指標算出器233分別輸出的推定結果。

【0055】 推定結果輸出部224係輸出由運轉狀態推定部223所取得的推定結果。推定結果輸出部224係於顯示裝置202顯示將由特徵量算出器232所算出的特徵量描繪在二維座標空間或三維座標空間而成的圖。推定結果輸出部224係參照被存放於相關保持部234的相關，將與由特徵量算出器232所算出的特徵量對應之流動觸媒裂解裝置10之運轉狀態進一步地顯示於顯示裝置202。推定結果輸出部224係於顯示裝置202顯示由指標算出器233所算出的後燃指標之預測值。

【0056】 圖9是表示實施形態之狀態推定器的生成方法之手續的流程圖。學習裝置100之學習資料取得部121係取得能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊(S10)。學習資料生成部122係根據由學習資料取得部121所取得的資訊，生成用以學習特徵量算出器132以及指標算出器133的學習資料(S12)。特徵量算出器學習部123係使用由學習資料生成部122所生成的學習資料來學習特徵量算出器132(S14)。指標算出器學習部124係使用由學習資料生成部122所生成的學習資料來學習指標算出器133(S16)。提供部125係對運轉狀態推定裝置200提供：由特徵量算出器學習部123所學習過的特徵量算出器132；以及由指標算出器學習部124所學習過的指標算出器133(S18)。

【0057】 圖10是表示實施形態之運轉狀態推定方法之手續的流程圖。運轉狀態推定裝置200的運轉資料取得部221係取得能夠在流動觸媒裂解裝置10運轉時取得的資訊(S20)。輸入資料生成部222係根據由運轉資料取得部221所取得的資訊，生成用以輸入特徵量算出器232以及指標算出器233的輸入資料(S22)。運轉狀態推定部223係對特徵量算出器232輸入由輸入資料生成部222所生成的輸入資料且算出特徵量(S24)。運轉狀態推定部223係對指標算出器233輸入由輸入

資料生成部222所生成的輸入資料且算出後燃指標(S26)。推定結果輸出部224係輸出由運轉狀態推定部223所取得的推定結果(S28)。

**【0058】** 以上，基於實施例說明了本發明。所屬技術領域中具有通常知識者應理解，該實施例為例示，於這些各構成要素、各處理過程的組合能夠有各種變形例，又如此地變形的變形例也包含在本發明的範圍。

[產業可利用性]

**【0059】** 本發明係能夠利用於用以使製油所的流動觸媒裂解裝置理想地運轉的運轉狀態推定系統。

## 【符號說明】

### 【0060】

1:運轉狀態推定系統

2:通訊網

3:製油所

5:控制對象裝置

10:流動觸媒裂解裝置

11:反應裝置

12:上升器

13:汽提器

14:再生裝置

20,120,220:控制裝置

100:學習裝置

101,201:通訊裝置  
121:學習資料取得部  
122:學習資料生成部  
123:特徵量算出器學習部  
124:指標算出器學習部  
125:提供部  
130,230:儲存裝置  
131:學習資料保持部  
132,232:特徵量算出器  
133,233:指標算出器  
200:運轉狀態推定裝置  
202:顯示裝置  
203:輸入裝置  
221:運轉資料取得部  
222:輸入資料生成部  
223:運轉狀態推定部  
224:推定結果輸出部  
231:運轉資料保持部  
234:相關保持部  
S10~S28:步驟

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種運轉狀態推定系統，係具備：

學習裝置，係學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生前述觸媒的再生裝置；以及

推定裝置，係基於在前述流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，用由前述學習裝置所學習過的前述狀態推定器來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態；

前述學習裝置係具備：

學習資料取得部，係將在前述流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得；以及

學習部，係使用由前述學習資料取得部所取得的學習資料，用機器學習來學習前述狀態推定器；

前述推定裝置係具備：

運轉資料取得部，係取得在前述流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊；

運轉狀態推定部，係對前述狀態推定器輸入由前述運轉資料取得部所取得的資訊，來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態；以及

推定結果輸出部，係輸出將由前述運轉狀態推定部所推定的前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊。

【請求項2】 如請求項1所記載之運轉狀態推定系統，其中前述運轉狀態係包

含以下狀態之中的至少兩個以上：

在前述再生裝置中後燃未發生之狀態；

在前述再生裝置中後燃發生之狀態；以及

從在前述再生裝置中後燃未發生之狀態轉移至後燃發生之狀態的狀態。

【請求項3】 如請求項1或2所記載之運轉狀態推定系統，其中前述狀態推定器係算出維度數比由前述學習資料取得部所取得的資訊還低的特徵量。

【請求項4】 如請求項3所記載之運轉狀態推定系統，其中前述學習部係學習前述狀態推定器，俾使由前述狀態推定器根據前述學習資料所算出的特徵量係因應前述學習資料被取得時的前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態而被分類成不同的叢聚。

【請求項5】 如請求項3所記載之運轉狀態推定系統，其中前述特徵量為二維或三維；

前述推定結果輸出部係輸出在二維座標空間或三維座標空間描繪前述特徵量而成的圖。

【請求項6】 如請求項5所記載之運轉狀態推定系統，其中前述推定結果輸出部係保持二維座標空間或三維座標空間中的前述特徵量之座標與前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態之間的相關，且進一步輸出與由前述狀態推定器所算出的特徵量對應的前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

【請求項7】 如請求項1或2所記載之運轉狀態推定系統，其中前述學習部係學習前述狀態推定器，俾使對前述狀態推定器輸入有在前述流動觸媒裂解裝置於過去的預定之時機運轉時所取得的資訊時，從前述狀態推定器係輸出有在從前述預定之時機開始經過預定時間後所取得的其它種類之資訊的預測值。

【請求項8】 如請求項7所記載之運轉狀態推定系統，其中前述學習部係基於將前述再生裝置中的後燃之發生當作頂事件的故障樹解析之結果，調整前述狀態推定器根據由前述學習資料取得部所取得的複數種類之資訊算出前述預測值時的各種類之資訊的權重。

【請求項9】 如請求項8所記載之運轉狀態推定系統，其中前述學習部係基於由以下二種狀態推定器所算出的前述預測值之間的差來調整特定的資訊之權重：

將由前述學習資料取得部所取得的複數種類之資訊中的前述特定的資訊作為學習資料使用而學習的狀態推定器；以及

不將前述特定的資訊作為學習資料使用而學習的狀態推定器。

【請求項10】 如請求項9所記載之運轉狀態推定系統，其中前述推定結果輸出部係輸出：

由將前述特定的資訊作為學習資料使用而學習過的狀態推定器所算出的預測值；以及

由不將前述特定的資訊作為學習資料使用而學習過的狀態推定器所算出的預測值。

【請求項11】 如請求項1所記載之運轉狀態推定系統，其中前述學習裝置係進一步具備：學習資料生成部，係將由前述學習資料取得部所取得的複數種類之資訊以因應資訊之種類的偏移時間調整，來生成學習資料；

前述推定裝置係進一步具備：輸入資料生成部，係將由前述運轉資料取得部所取得的複數種類之資訊以因應資訊之種類的前述偏移時間調整，來生成針對前述推定器的輸入資料。

【請求項12】 如請求項11所記載之運轉狀態推定系統，其中前述複數種類之資訊係包含：

將預定之時機中的前述再生裝置內之溫度予以表示的資訊；以及

將比前述預定之時機更之前的時機中的前述反應裝置或前述再生裝置之運轉狀態予以表示的資訊。

【請求項13】 如請求項1所記載之運轉狀態推定系統，其中前述反應裝置係將沸點為170°C以上的流體作為對象。

【請求項14】 一種學習裝置，係具備：

學習資料取得部，係將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生前述觸媒的再生裝置；以及

學習部，係使用由前述學習資料取得部所取得的學習資料，用機器學習來學習狀態推定器，前述狀態推定器係用以根據能夠在前述流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

【請求項15】 一種推定裝置，係具備：

運轉資料取得部，係取得在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊，前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生前述觸媒的再生裝置；

運轉狀態推定部，係對由學習裝置所機器學習過的狀態推定器輸入由前述運轉資料取得部所取得的資訊，來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述狀態推定器係用以將在前述流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述學習裝置係學習前

述狀態推定器；以及

推定結果輸出部，係輸出將由前述運轉狀態推定部所推定的前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊。

**【請求項16】** 一種狀態推定器的生成方法，係使電腦執行以下步驟：

將在流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來取得的步驟，其中前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生前述觸媒的再生裝置；以及

使用所取得的學習資料用機器學習來學習狀態推定器的步驟，其中前述狀態推定器係用以根據能夠在前述流動觸媒裂解裝置之運轉中取得的資訊來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態。

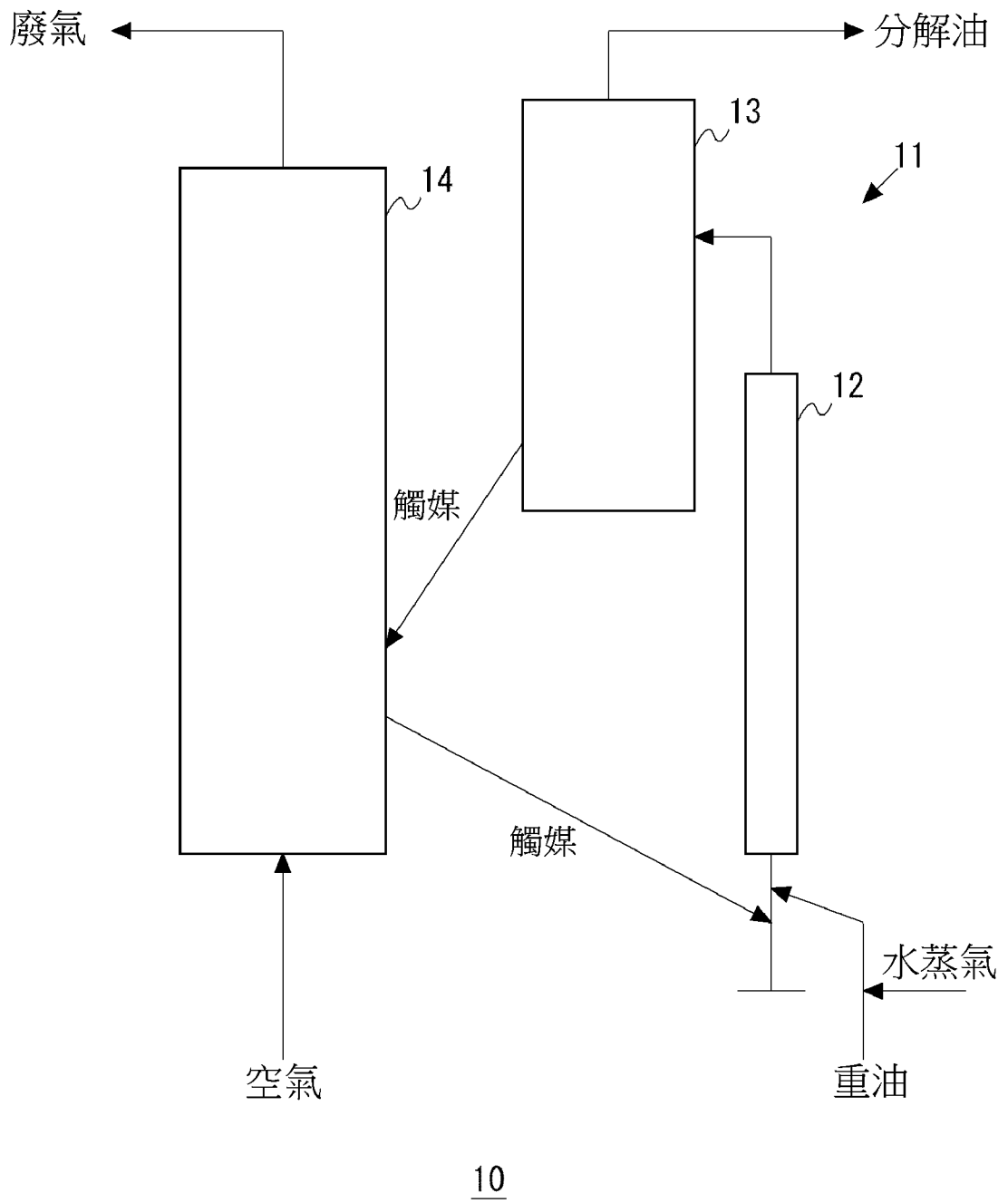
**【請求項17】** 一種推定方法，係使電腦執行以下步驟：

取得在流動觸媒裂解裝置之運轉中所取得的資訊的步驟，其中前述流動觸媒裂解裝置係包含使用觸媒的反應裝置以及再生前述觸媒的再生裝置；

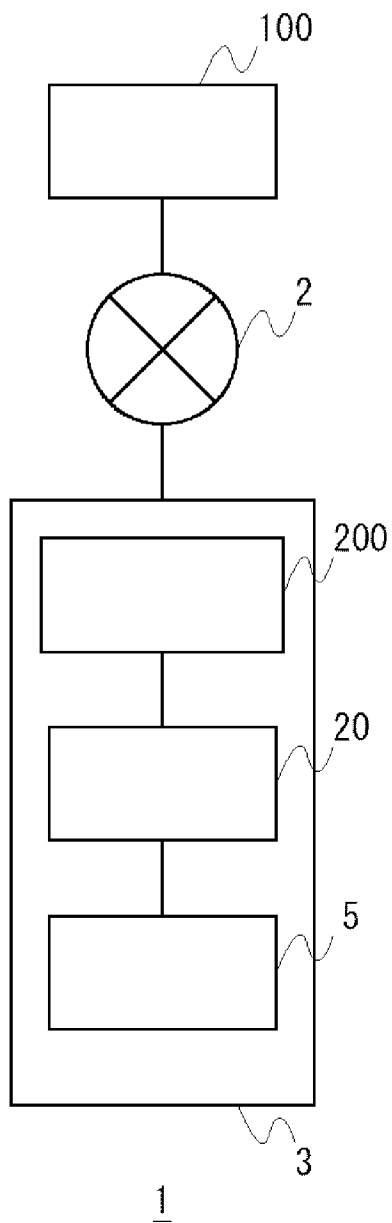
對由學習裝置所機器學習過的狀態推定器輸入所取得的資訊，來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態的步驟，其中前述狀態推定器係用以將在前述流動觸媒裂解裝置於過去運轉時所取得的資訊作為學習資料來推定前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態，前述學習裝置係學習前述狀態推定器；以及

輸出將所推定的前述流動觸媒裂解裝置之運轉狀態予以表示的資訊的步驟。

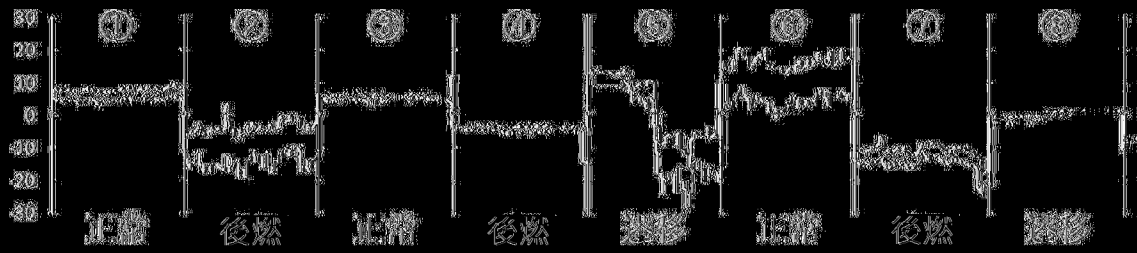
【發明圖式】



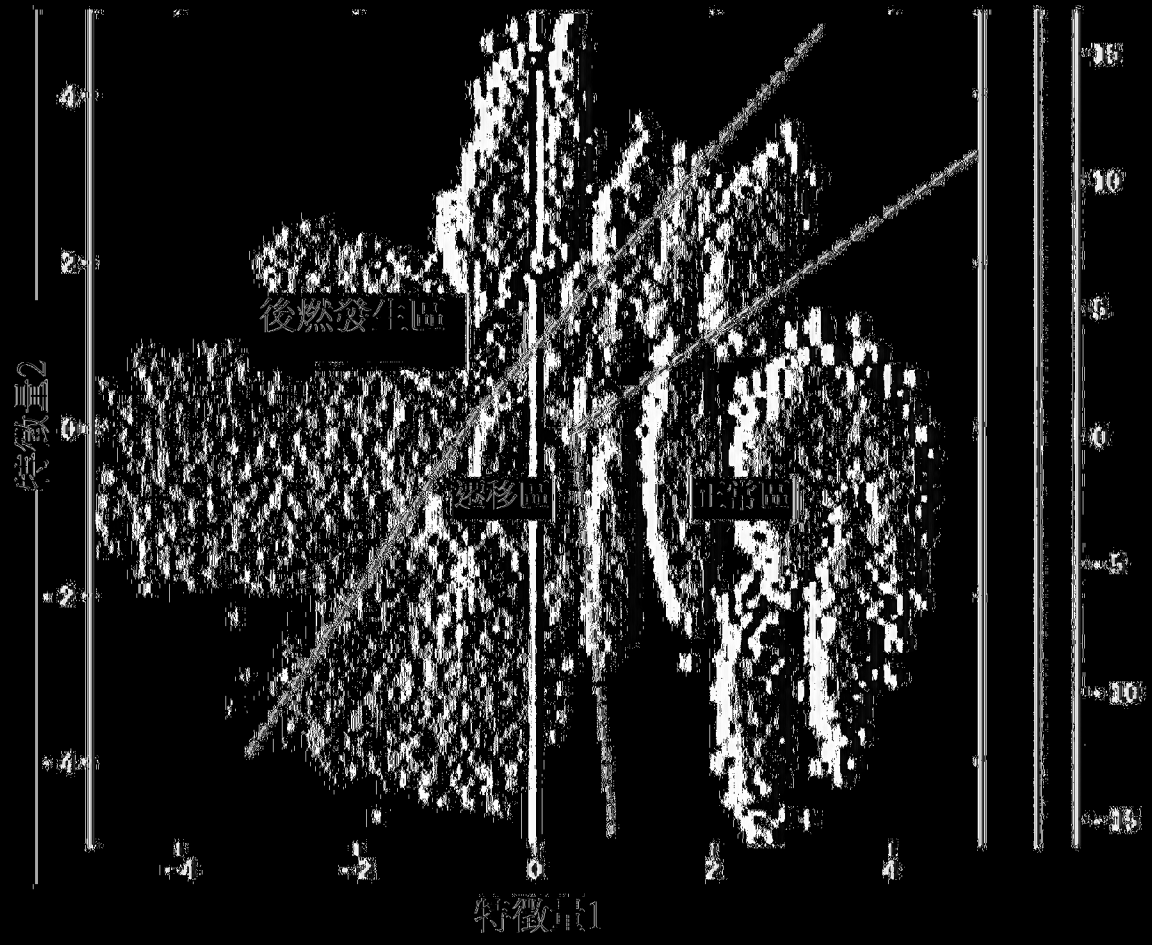
【圖1】



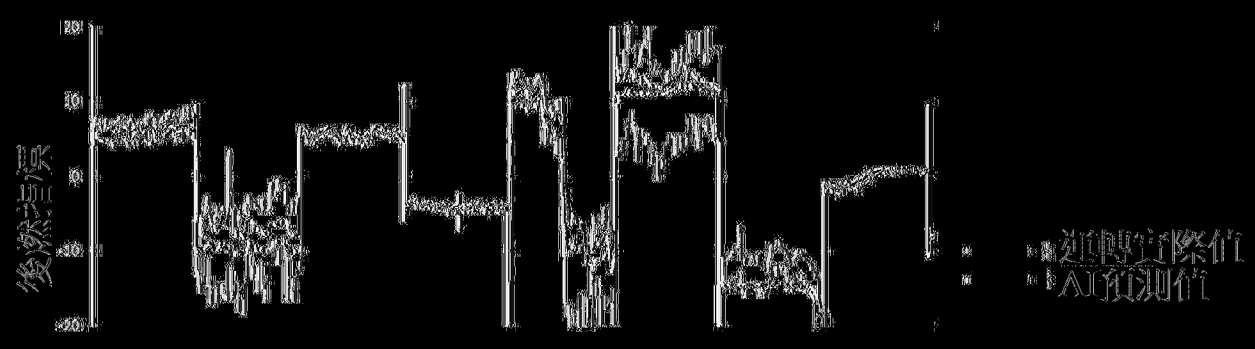
【圖2】



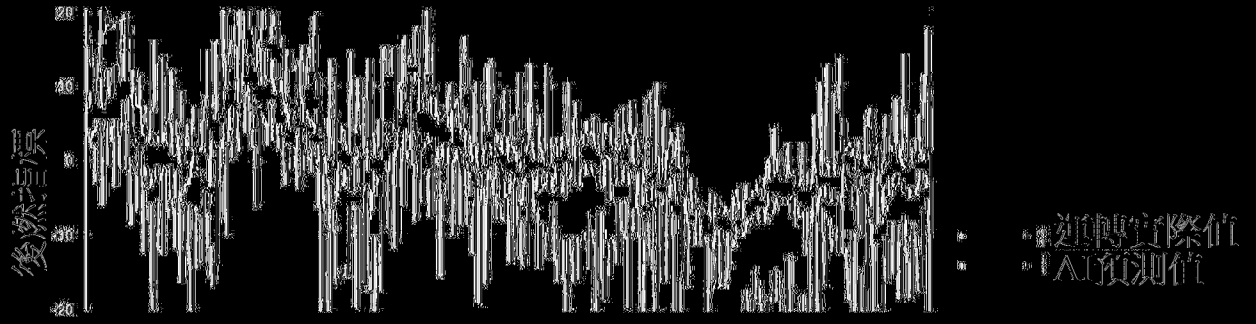
(圖3)



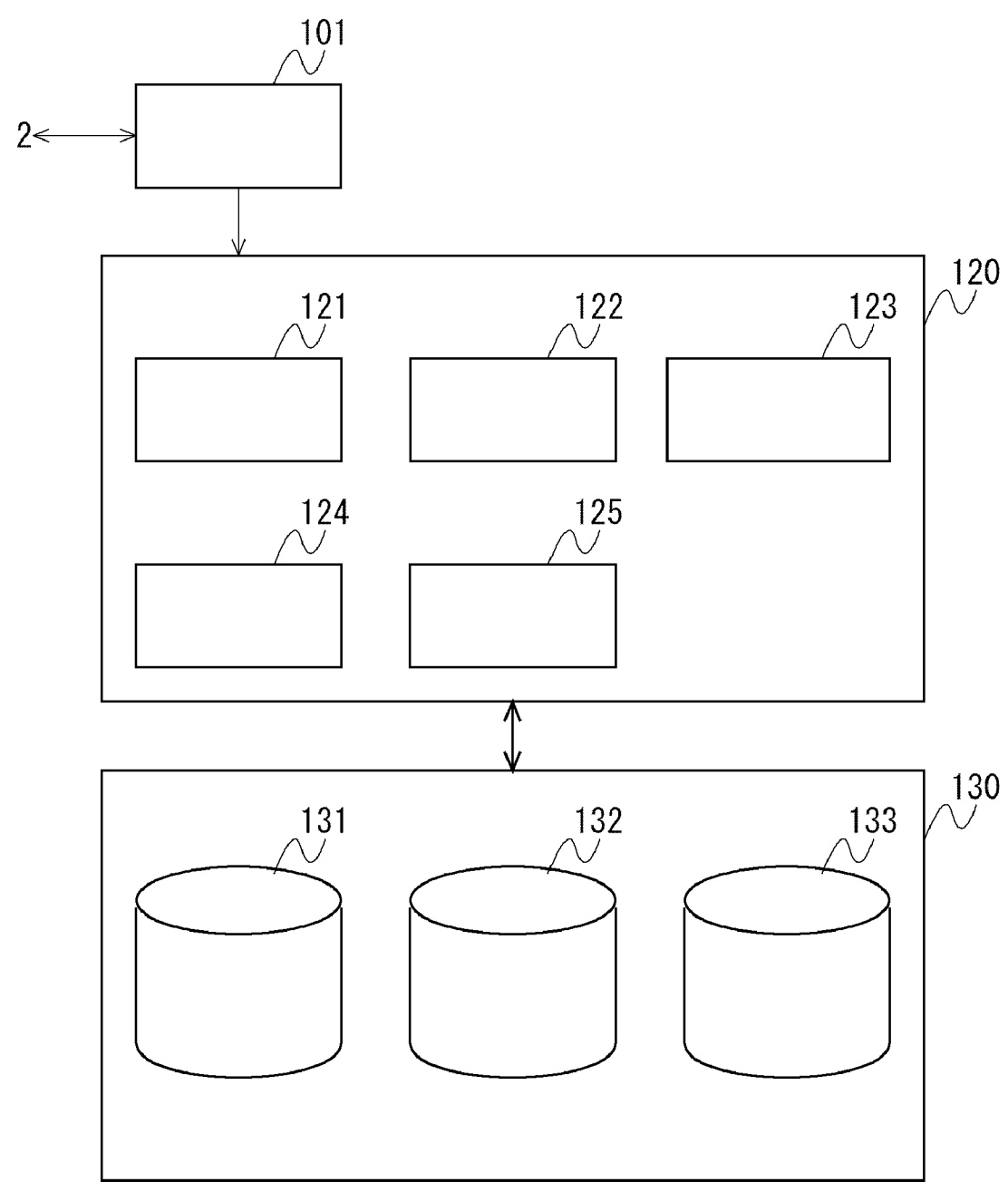
(圖4)



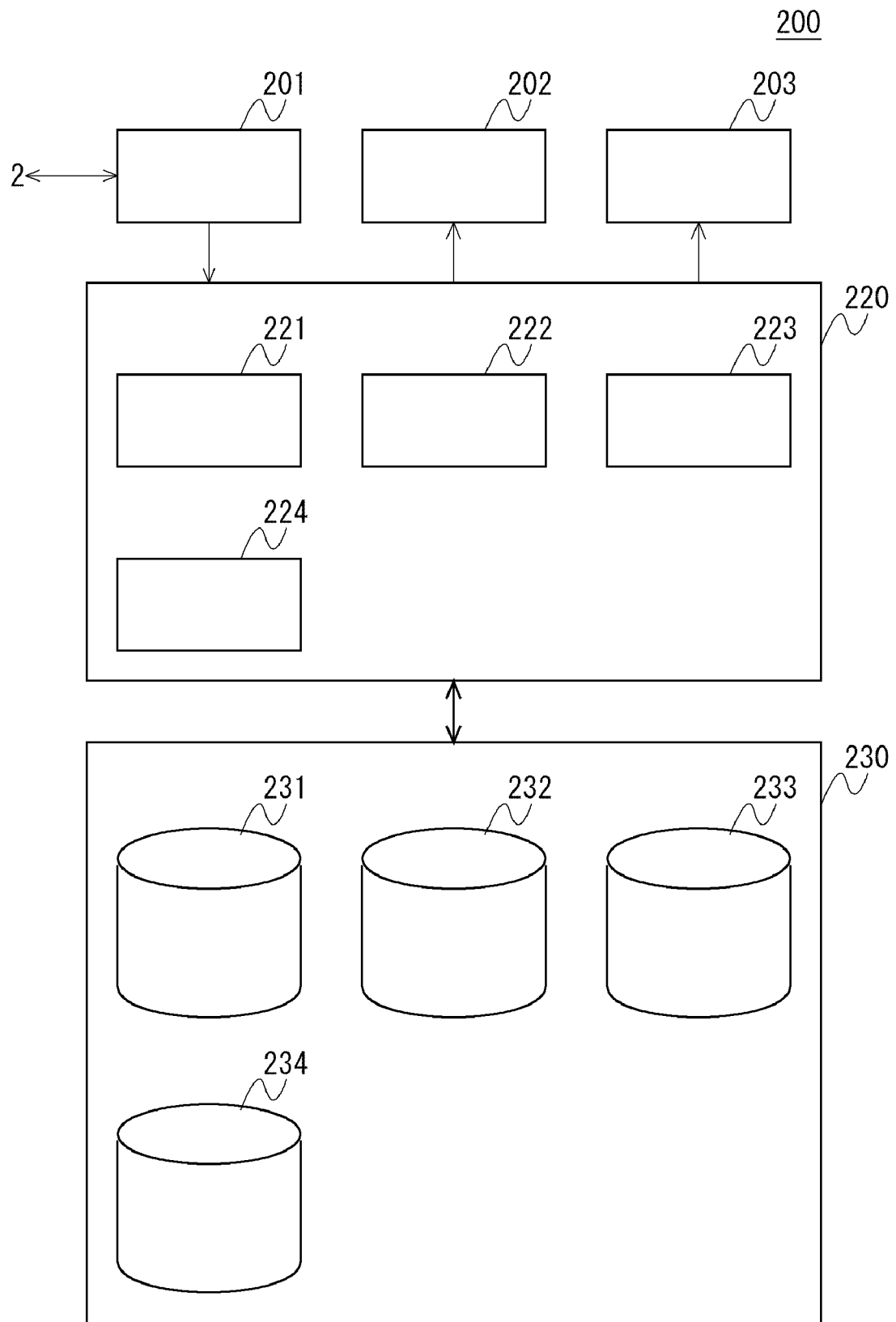
(圖5)



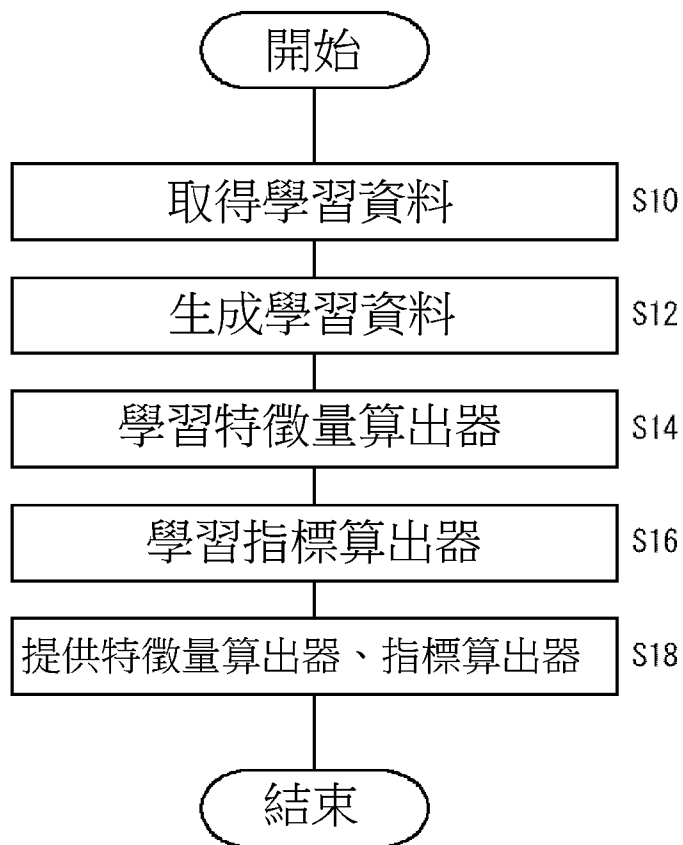
|(圖6)|



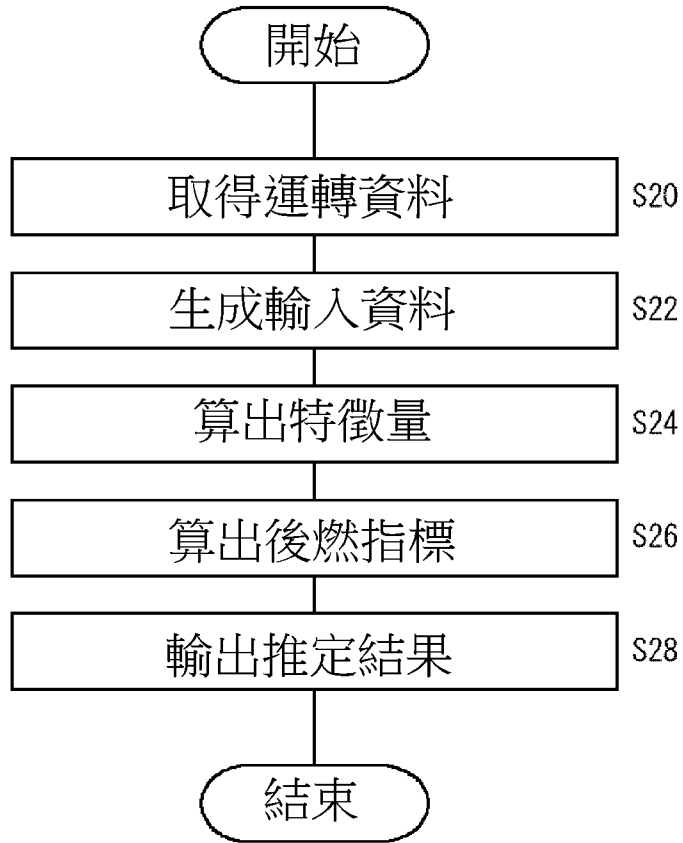
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】