



(21)申請案號：111130907

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 17 日

(51)Int. Cl. : H01L21/02 (2006.01)

G05B23/02 (2006.01)

(30)優先權：2021/08/31 日本

2021-141749

(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司(日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本

(72)發明人：齊藤友貴哉 SAITOU, YUKIYA (JP)；片岡勇樹 KATAOKA, YUKI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：15 共 62 頁

(54)名稱

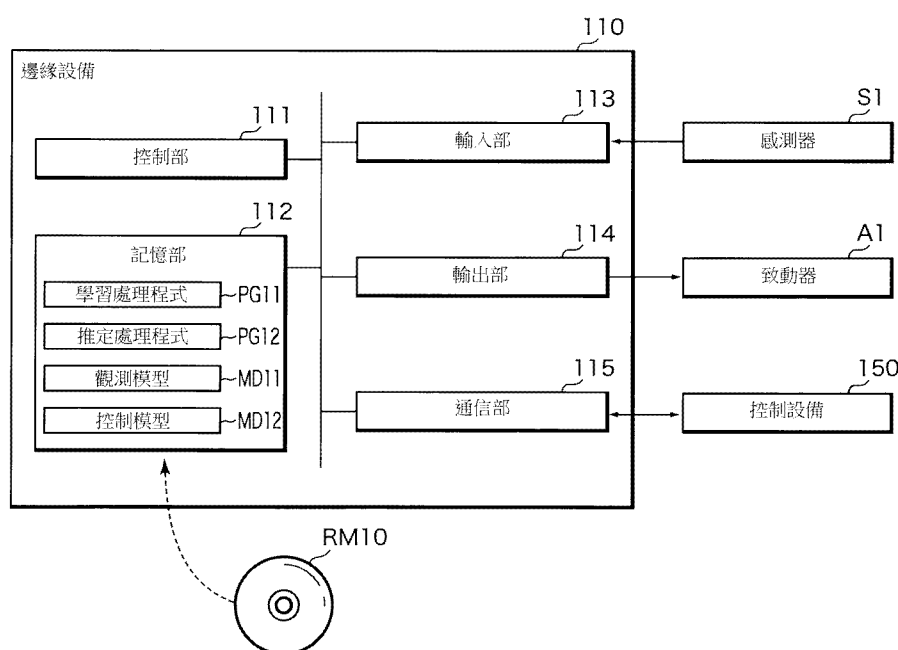
資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統

(57)摘要

本發明提供一種資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統。

本發明之資訊處理方法包括如下程序：自設置於基板處理裝置之感測器取得時間序列資料；進行第 1 學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入了來自感測器之時間序列資料之情形時，輸出與基板處理裝置相關之資訊；對學習後之第 1 學習模型輸入來自感測器之時間序列資料，並輸出基於由第 1 學習模型所獲得之資訊之推定結果。

指定代表圖：



【圖5】

符號簡單說明：

110:邊緣設備

111:控制部

112:記憶部

113:輸入部

114:輸出部

115:通信部

150:控制設備

A1:致動器

MD11:觀測模型

MD12:控制模型

PG11:學習處理程式

PG12:推定處理程式

RM10:記錄媒體

S1:感測器



【發明摘要】

【中文發明名稱】

資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統

【中文】

本發明提供一種資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統。

本發明之資訊處理方法包括如下程序：自設置於基板處理裝置之感測器取得時間序列資料；進行第1學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入了來自感測器之時間序列資料之情形時，輸出與基板處理裝置相關之資訊；對學習後之第1學習模型輸入來自感測器之時間序列資料，並輸出基於由第1學習模型所獲得之資訊之推定結果。

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

110:邊緣設備

111:控制部

112:記憶部

113:輸入部

114:輸出部

115:通信部

150:控制設備

A1:致動器

MD11:觀測模型

MD12:控制模型

PG11:學習處理程式

PG12:推定處理程式

RM10:記錄媒體

S1:感測器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統。

【先前技術】

【0002】

於基板處理系統中，使用複數個邊緣設備，在具有複數個邊緣設備之多種腔室中執行各種工藝。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]國際公開第2018/173121號

[專利文獻2]國際公開第2019/163823號

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

本發明係鑒於上述情況而成者，提供一種能夠有效率地創建並管理基板處理系統中設置之各種邊緣設備所應用之模型的資訊處理方法、資訊處理裝置及基板處理系統。

[解決問題之技術手段]

【0005】

本發明之一形態之資訊處理方法包括如下程序：自設置於基板處理裝置之感測器取得時間序列資料；進行第1學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入了來自上述感測器之時間序列資料之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；及對學習後之第1學習模型輸入來自上述感測器之時間序列資料，並輸出基於由上述第1學習模型獲得之資訊之推定結果。

[發明之效果]

【0006】

根據本發明，能夠有效率地創建並管理基板處理系統中設置之各種邊緣設備之推論模型。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係表示實施方式之基板處理系統之構成例之圖。

圖2係表示基板處理裝置之驅動系統之構成之模式圖。

圖3係表示腔室之構成例之剖視圖。

圖4係說明基板處理裝置之控制系統之構成之方塊圖。

圖5係表示基板處理裝置所具備之邊緣設備之內部構成之方塊圖。

圖6係表示邊緣設備所具備之觀測模型之構成例之模式圖。

圖7係表示邊緣設備所具備之控制模型之構成例之模式圖。

圖8係表示基板處理裝置所具備之控制設備之內部構成之方塊圖。

圖9係表示資料庫之構成例之概念圖。

圖10係表示裝置群伺服器之內部構成之方塊圖。

圖11係表示資料庫之構成例之概念圖。

圖12係表示由邊緣設備進行之第1學習模型之產生步序之流程圖。

圖13係表示運用階段中在基板處理裝置之內部執行之處理之步序的流程圖。

圖14係表示運用階段中在基板處理裝置與裝置群伺服器之間執行之處理之步序的流程圖。

圖15係表示評估結果之顯示例之模式圖。

【實施方式】

【0008】

以下，參照圖式對一實施方式進行說明。於說明中，針對相同要素或具有相同功能之要素標註相同符號，省略重複說明。

【0009】

(實施方式1)

圖1係表示實施方式之基板處理系統之構成例之圖。實施方式之基板處理系統係用以管理複數個基板處理裝置100A~100D所應用之學習模型之系統。基板處理系統包含複數個基板處理裝置100A~100D、及自複數個基板處理裝置100A~100D收集資料之裝置群伺服器200。各基板處理裝置100A~100D與裝置群伺服器200可經由LAN(Local Area Network，區域網路)或專用線路等通信網路NW可通信地連接。

【0010】

於本實施方式中，設為基板處理系統包含4台基板處理裝置100A~100D之構成，但裝置台數並不限定於4台。於以下之說明中，於無需區分說明基板處理裝置100A~100D之情形時，亦記為基板處理裝置100(參照圖2)。於本實施方式中，裝置群伺服器200可為單個電腦，亦可為包含複

數個電腦或周邊設備等之電腦系統。又，裝置群伺服器200可為實體被虛擬化之虛擬機，亦可為雲端。

【0011】

圖2係表示基板處理裝置100之驅動系統之構成之模式圖。基板處理裝置100具備用以將基板W搬入搬出之搬送單元HU、及對基板W實施基板處理之處理單元SU。

【0012】

搬送單元HU具備匣盒載置台10、及搬送台20。匣盒載置台10具備匣盒容器11。於匣盒容器11中，例如以積層狀態最多收容25片基板W。

【0013】

搬送台20具備用以搬送基板W之基板搬送機構21。基板搬送機構21具有將基板W保持為大致水平之2個搬送臂21A、21B。基板搬送機構21使用搬送臂21A、21B，自匣盒容器11中將基板W逐片取出。基板搬送機構21將自匣盒容器11中取出之基板W搬送至裝載閉鎖室25A、25B中之任一者。裝載閉鎖室25A、25B將搬送單元HU連接至處理單元SU。

【0014】

處理單元SU具備移載室30、及4腔室40A～40D。移載室30例如具有形成為自上方觀察時呈多邊形狀(於圖示之例中為六邊形狀)之可密閉構造。移載室30經由可氣密性密閉之閘閥與腔室40A～40D各者連接。移載室30具備用以搬送基板W之基板搬送機構31。基板搬送機構31具有將基板W保持為大致水平之2個搬送臂31A、31B。基板搬送機構31使用搬送臂31A、31B，自裝載閉鎖室25A、25B取出基板W，將取出之基板W搬送至腔室40A～40D中任一者。

【0015】

藉由此種構成，處理單元SU將搬送至裝載閉鎖室25A、25B之基板W經由移載室30搬入至腔室40A~40D，於腔室40A~40D內執行基板處理。處理單元SU在執行基板處理之後，將經處理過之基板W自腔室40A~40D取出，將取出之基板W經由移載室30搬出至裝載閉鎖室25A、25B。由腔室40A~40D執行之基板處理之一例係利用CVD(Chemical Vapor Deposition，化學氣相沈積)等進行之成膜處理。由腔室40A~40D執行之基板處理亦可代替此而為擴散處理、蝕刻處理、灰化處理、濺鍍處理等。又，於圖2之例中，示出了自匣盒容器11中將基板W逐片取出而進行基板處理之單片式基板處理裝置100，但基板處理裝置100亦可為對複數個基板W同時進行處理之批次式基板處理裝置等，搬送單元HU可採用任意構成。

【0016】

於以下之說明中，於無需區分說明腔室40A~腔室40D各者之情形時，亦簡單記為腔室40(參照圖3)。

【0017】

圖3係表示腔室40之構成例之剖視圖。圖3中作為一例所示之腔室40係用以對基板W實施成膜處理之裝置，具備供執行基板處理之處理室41、及與該處理室41連通之排氣室42。

【0018】

處理室41具有板狀頂部411及底部413、以及將頂部411與底部413連結之側壁部412。處理室41例如呈大致圓筒形狀。於側壁部412與移載室30之間形成有用以將基板W搬入搬出之搬入搬出口。藉由使設置於處理室

41與移載室30之間之閘閥為打開狀態，可經由該搬入搬出口將基板W搬入搬出。於底部413之中央形成有開口部413a。排氣室42係以與開口部413a連通之方式連結於處理室41之底部413。

【0019】

排氣室42具有環狀凸緣部421、板狀底部423、及將凸緣部421與底部423連結之側壁部422。凸緣部421與處理室41之底部413接合。於側壁部422形成有排氣孔424。

【0020】

處理室41及排氣室42構成為能夠維持其內部空間為減壓氣體氛圍(真空狀態)。在處理室41及排氣室42之接合部分、以及構成處理室41及排氣室42之各構件之接合部分介裝有作為密封構件之O形環以確保接合部分之氣密性。

【0021】

腔室40具備配置於處理室41及排氣室42之外部之排氣裝置51、將排氣孔424與排氣裝置51連接之排氣管52、以及設置於排氣管52之中途之閥53。閥53能夠在關閉狀態下維持處理室41及排氣室42之氣密性，並且在打開狀態下利用排氣裝置51對處理室41及排氣室42進行減壓。藉由使排氣裝置51作動，處理室41及排氣室42被減壓至其內部空間所需之真空度。

【0022】

腔室40具備配置於處理室41內之基座61、以及在處理室41內及排氣室42內支持基座61之支持構件62。基座61係用以水平支持基板W之基板載置台。基座61具有載置基板W之基板載置面(上表面)、及其相反側之下

表面。於基座61之下表面之中央部固定有支持構件62之一端部。支持構件62之另一端部固定於排氣室42之底部423。

【0023】

基座61具有相對於基板載置面可突出沒入地設置之複數個支持銷，但未圖示。複數個支持銷構成為能夠藉由任意之升降機構上下移位，於上升位置處，在其與基板搬送機構31之間進行基板W之交接。

【0024】

腔室40具備加熱器63、加熱器電源64、及溫度感測器TS。加熱器63與溫度感測器TS之測溫部分埋設於基座61。加熱器電源64配置於處理室41及排氣室42之外部。加熱器63例如經由通過支持構件62內部之配線與加熱器電源64連接。加熱器電源64對加熱器63供給電性輸出，以將載置於基座61之基板W加熱至所需之溫度。基座61之溫度係藉由溫度感測器TS來測量。溫度感測器TS係使用熱電偶、熱敏電阻等公知之構件來構成。

【0025】

腔室40具備設置於處理室41之頂部411之簇射頭71。簇射頭71具有形成於其內部之氣體擴散空間71a、及形成為自氣體擴散空間71a向基座61貫通之複數個氣體噴出孔71b。

【0026】

腔室40具備：設置於簇射頭71中之與複數個氣體噴出孔71b相反之側，且與氣體擴散空間71a連通之氣體導入管72、配置於處理室41及排氣室42之外部之氣體供給源73、將氣體導入管72與氣體供給源73連接之氣體配管74、設置於氣體配管74之中途之MFC(質量流量控制器)75以及未圖

示之閥。氣體供給源73對簇射頭71供給用於成膜處理之成膜原料氣體、用以對處理室41內及排氣室42內進行清洗之清洗氣體、用以將處理室41內及排氣室42內之氣體氛圍置換之沖洗氣體等。該等氣體經由氣體配管74及氣體導入管72被供給至氣體擴散空間71a，自複數個氣體噴出孔71b被噴出至處理室41內。

【0027】

腔室40具備配置於處理室41及排氣室42之外部之高頻電源76、將簇射頭71與高頻電源76連接之配線77、以及設置於配線77之中途之匹配器78。高頻電源76對簇射頭71供給用以使供給至處理室41內之成膜原料氣體電漿化之高頻電力。

【0028】

藉由以上之構成，在腔室40內，能夠對載置於基座61之基板W實施成膜處理。即，藉由將待處理之基板W搬送至真空狀態之處理室41之內部，利用加熱器63對載置於基座61之基板W進行加熱，自簇射頭71向基板W供給原料氣體，而於基板W之表面形成薄膜。再者，為了促進成膜反應，亦可自高頻電源76對簇射頭71供給高頻電力。於此情形時，能夠使經由簇射頭71供給至處理室41內之原料氣體電漿化而成膜。

【0029】

於圖3之例中，就對基板W實施成膜處理之腔室40進行了說明，但腔室40亦可為對基板W實施擴散處理、蝕刻處理、灰化處理、濺鍍處理等之工藝模組。

【0030】

圖4係說明基板處理裝置100之控制系統之構成之方塊圖。基板處理

裝置100具備各種感測器S1～S3、分別被輸入自感測器S1～S3輸出之資料之邊緣設備110～130、分別由邊緣設備110～130控制之致動器A1～A3、及控制裝置整體之動作之控制設備150。

【0031】

感測器S1～S3係設置於基板處理裝置100，且以時間序列測量待測量之物理量之感測器。感測器S1～S3將表示測量結果之時間序列資料(以下，亦稱為感測器資料)輸出至後段之邊緣設備110～130。

【0032】

感測器S1之一例係RF(Radio Frequency，射頻)感測器。RF感測器設置於高頻電源76之輸出側，且以時間序列測量高頻電源76之RF功率。RF感測器亦可代替此而為以時間序列測量電壓、電流、靜電電容、阻抗、相位、負載功率等之感測器。感測器S2之一例係溫度感測器。溫度感測器包含測溫部分埋設於基座61，且以時間序列測量基板載置面之溫度(即，待處理之基板W之溫度)之溫度感測器TS。溫度感測器亦可代替此而為以時間序列測量電極溫度或處理室41之內部溫度等之感測器。感測器S3之一例為轉矩感測器。轉矩感測器以時間序列測量搭載於基板搬送機構21、31之致動器(例如致動器A3)所受到之轉矩。

【0033】

搭載於基板處理裝置100之感測器S1～S3並不限定於上述RF感測器、溫度感測器、轉矩感測器。又，搭載於基板處理裝置100之感測器之數量並不限定於3個。例如，基板處理裝置100亦可具備包括氣體感測器、OES(Optical Emission Spectroscopy，光學發射光譜)感測器、流量感測器等之1個以上之感測器。此處，氣體感測器係設置於處理室41，且

以時間序列測量填滿處理室41內部之氣體之特定成分量的感測器。氣體感測器係使用質譜儀、紅外分光計、氣相層析儀等。OES感測器係設置於處理室41，且以時間序列測量處理室41之內部之電漿發光強度的感測器。流量感測器係設置於處理室41，且以時間序列測量導入至處理室41內部之氣體之流量的感測器。

【0034】

再者，感測器S1～S3之採樣頻率為任意，可針對每個感測器適當地設定。例如，RF感測器之採樣頻率為1～10 μsec 。溫度感測器之採樣頻率例如為100 msec。轉矩感測器之採樣頻率例如為2.5 msec。OES感測器之採樣頻率例如為10～100 msec。氣體感測器之採樣頻率例如為1～10 msec。流量感測器之採樣頻率例如為10 msec。

【0035】

邊緣設備110～130執行如下處理等：基於自感測器S1～S3輸入之感測器資料，推定基板處理裝置100之狀態之處理、及推定對致動器A1～A3之控制值之處理。邊緣設備110～130例如將狀態之推定結果輸出至控制設備150，並基於控制值之推定結果來控制致動器A1～A3之動作。關於邊緣設備110～130之內部構成、及由邊緣設備110執行之處理之內容，於下文中進行詳細敘述。

【0036】

致動器A1～A3係邊緣設備110～130之控制對象。於本實施方式中，並不限定於馬達等將電能轉換為物理動量之機械元件，將包括電路在內之各種驅動電路總稱為致動器。

【0037】

例如，於感測器S1為RF感測器之情形時，致動器A1可為高頻電源76。於此情形時，邊緣設備110自RF感測器取得RF功率之時間序列資料，基於所取得之時間序列資料，推定對高頻電源76之控制值，並基於推定之控制值來控制高頻電源76之動作。又，於感測器S2為溫度感測器TS之情形時，致動器A2可為加熱器電源64。於此情形時，邊緣設備120自溫度感測器TS取得溫度之時間序列資料，基於所取得之時間序列資料，推定對加熱器電源64之控制值，並基於推定之控制值來控制加熱器電源64之動作。進而，於感測器S3為轉矩感測器之情形時，致動器A3可為基板搬送機構21、31所具備之馬達。於此情形時，邊緣設備130自轉矩感測器取得馬達驅動軸所受到之轉矩之時間序列資料，基於所取得之時間序列資料，推定對基板搬送機構21、31之控制值，並基於推定之控制值來控制基板搬送機構21、31之動作。

【0038】

於本實施方式中，設為針對各邊緣設備110～130各連接1個感測器及致動器的構成，但與邊緣設備110～130連接之感測器及致動器之數量並不限定於1個。亦可於邊緣設備110～130各者連接複數個感測器及複數個致動器。又，於本實施方式中，設為基板處理裝置100具備3個邊緣設備110～130之構成，但搭載於基板處理裝置100之邊緣設備之數量並不限定於3個，只要具備1個以上之邊緣設備即可。

【0039】

控制設備150基於自邊緣設備110～130輸入之各種資訊、及自外部輸入之各種資訊，來控制基板處理裝置100之裝置整體之動作。關於控制設備150之內部構成、及由控制設備150執行之處理之內容，於下文中進行

詳細敘述。

【0040】

圖5係表示基板處理裝置100所具備之邊緣設備110之內部構成之方塊圖。邊緣設備110係設置於基板處理裝置100之專用或通用之電腦，具備控制部111、記憶部112、輸入部113、輸出部114、通信部115等。邊緣設備110基於經由輸入部113輸入之感測器S1之感測器資料，來監視基板處理裝置100之狀態，並且控制致動器A1之動作。

【0041】

控制部111具備CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)、ROM(Read Only Memory，唯讀記憶體)、RAM(Random Access Memory，隨機存取記憶體)等。於控制部111所具備之ROM中記憶有控制邊緣設備110所具備之硬體各部之動作的控制程式等。控制部111內之CPU藉由讀取並執行記憶於ROM中之控制程式或記憶於記憶部112中之各種電腦程式，控制硬體各部之動作，而使裝置整體作為本發明之資訊處理裝置發揮功能。於控制部111所具備之RAM中暫時記憶有運算執行過程中利用之資料。

【0042】

於實施方式中，設為控制部111具備CPU、ROM、及RAM之構成，但控制部111之構成並不限定於上文所述者。控制部111例如可為具備GPU(Graphics Processing Unit，圖形處理單元)、FPGA(Field Programmable Gate Array，場可程式化閘陣列)、DSP(Digital Signal Processor，數位信號處理器)、量子處理器、揮發性或非揮發性記憶體等之1個或複數個控制電路或運算電路。又，控制部111可具備輸出日期時間

資訊之時脈、測量從給出測量開始指示起至給出測量結束指示為止之經過時間的計時器、計數次數之計數器等之功能。

【0043】

記憶部112具備HDD(Hard Disk Drive，硬式磁碟機)、SSD(Solid State Drive，固態硬碟)、EEPROM(Electronically Erasable Programmable Read Only Memory，電子可抹除可程式化唯讀記憶體)等記憶裝置。於記憶部112中記憶有由控制部111執行之各種電腦程式或由控制部111利用之各種資料。

【0044】

記憶於記憶部112中之電腦程式包含用以產生後述之學習模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)之學習處理程式PG11、及用以使用學習模型來推定基板處理裝置100之狀態或致動器A1之控制值之推定處理程式PG12。該等電腦程式可為單一電腦程式，亦可包含複數個電腦程式。又，該等電腦程式可部分使用現有之庫。

【0045】

記憶於記憶部112中之學習處理程式PG11或推定處理程式PG12等電腦程式係由可讀取地記錄該電腦程式之非暫時性記錄媒體RM10來提供。記錄媒體RM10係CD(Compact Disc，光碟)-ROM、USB(Universal Serial Bus，通用序列匯流排)記憶體、SD(Secure Digital，安全數位)卡、微SD卡、小型快閃(註冊商標)等可攜型記憶體。控制部111使用未圖示之讀取裝置，自記錄媒體RM10讀取各種電腦程式，使所讀取之各種電腦程式記憶於記憶部112中。記憶於記憶部112中之電腦程式可藉由通信而提供。於此情形時，控制部111只要經由通信部115取得電腦程式，使所取得之電

腦程式記憶於記憶部112中即可。

【0046】

記憶部112具備學習模型，該學習模型構成為於輸入了自感測器S1輸出之時間序列資料之情形時，輸出與基板處理裝置100相關之資訊。於記憶部112中例如記憶有學習模型所具備之層之構成資訊、各層中所包含之節點之資訊、節點間之加權及偏置之參數等作為定義學習模型之資訊。

【0047】

本實施方式之邊緣設備110具備觀測模型MD11、及控制模型MD12作為學習模型。觀測模型MD11係用以推定基板處理裝置1之狀態之模型。控制模型MD12係用以推定邊緣設備110之控制對象即致動器A1之控制值之模型。於圖5所示之例中，設為具備觀測模型MD11及控制模型MD12兩者作為學習模型之構成，但亦可為僅具備其中任一者之構成。又，於圖5所示之例中，設為具備觀測模型MD11及控制模型MD12各一個之構成，但觀測模型MD11亦可針對待觀測之每個感測器來準備，控制模型MD12亦可針對待控制之每個致動器來準備。

【0048】

輸入部113具備用以連接感測器S1之介面。與輸入部113連接之感測器S1例如為RF感測器。與輸入部113連接之感測器S1並不限於上文所述者，連接有觀測工藝狀態(性能)所需之任意感測器。經由輸入部113輸入之時間序列資料(感測器資料)暫時記憶於記憶部112中。

【0049】

輸出部114具備用以連接邊緣設備110之控制對象即致動器A1之介面。控制部111使用上述控制模型MD12推定控制值，將基於所推定之控

制值之控制命令自輸出部114輸出至致動器A1，藉此控制致動器A1之動作。

【0050】

通信部115具備用以在其與控制設備150之間收發各種資料之通信介面。作為通信部115之通信介面，可使用依據LAN等通信標準之通信介面。通信部115於自控制部111輸入了應發送之資料之情形時，向控制設備150發送資料，於接收到自控制設備150發送之資料之情形時，將所接收到之資料輸出至控制部111。

【0051】

圖6係表示邊緣設備110所具備之觀測模型MD11之構成例之模式圖。觀測模型MD11構成為於輸入了由感測器S1獲得之時間序列資料(感測器資料)之情形時，輸出設置有該感測器S1之基板處理裝置100之狀態之相關資訊(以下，稱為狀態資訊)。作為觀測模型MD11，可採用能夠解析時間序列資料之任意模型。於一例中，觀測模型MD11係包括深度學習之機器學習之學習模型，由RNN(Recurrent Neural Network，循環神經網路)、LSTM(Long Short-Term Memory，長短期記憶)等構建。觀測模型MD11亦可代替此而為基於CNN(Convolutional Neural Network，卷積神經網路)、R-CNN(Region based CNN，區域卷積神經網路)、YOLO(You Only Look Once，你只需看一次)、SSD(Single Shot Multibox Detector，單步多框檢測器)、GAN(Generative Adversarial Network，生成式對抗網路)、SVM(Support Vector Machine，支持向量機)、決策樹等之學習模型。進而，觀測模型MD11還可為自回歸模型、移動平均模型、自回歸移動平均模型等除深度學習以外之學習模型。

【0052】

觀測模型MD11具備輸入層MD11a、中間層MD11b、MD11c、輸出層MD11d等。於圖6之例中，設為觀測模型MD11具備2個中間層MD11b、MD11c之構成，但亦可為具備3個以上之中間層之構成。

【0053】

於輸入層MD11a、中間層MD11b、MD11c、及輸出層MD11d設置有1個或複數個節點。各層之節點與前後之層中存在之節點以所需之權重及偏置單向結合。與輸入層MD11a所具備之節點之數量相同數量之資料被輸入至觀測模型MD11之輸入層MD11a。於本實施方式中，輸入至輸入層MD11a之節點之感測器資料係由感測器S1獲得之時間序列資料。輸入至輸入層MD11a之感測器資料可為在時間上連續之複數個測量值，亦可為針對時刻繪製出測量值所得之曲線圖(圖像資料)。

【0054】

所輸入之感測器資料經由輸入層MD11a所具備之節點被輸出至第1個中間層MD11b所具備之節點。輸入至第1個中間層MD11b之資料經由構成該中間層MD11b之節點被輸出至第2個中間層MD11c所具備之節點。在此期間，使用包含各層之節點間所設定之權重及偏置之激活函數，提取感測器資料之特徵值。

【0055】

由中間層MD11b、MD11c提取之感測器資料之特徵值被輸出至輸出層MD11d，並且被提取至觀測模型MD11之外部。輸出層MD11d使用由第2個中間層MD11c輸入之特徵值執行預先設定之運算，輸出基板處理裝置100之狀態資訊作為最終之運算結果。

【0056】

由輸出層MD11d輸出之狀態資訊包含表示基板處理裝置100之狀態之評估值等。評估值例如為表示構成基板處理裝置100之特定組件之劣化程度的資訊。評估值亦可代替此而為表示特定組件有無故障之資訊。構成基板處理裝置100之特定組件包括排氣裝置51、加熱器電源64、氣體供給源73、高頻電源76等。

【0057】

觀測模型MD11藉由任意學習演算法來學習。作為學習演算法，可採用監督式學習。於此情形時，以如下方式進行學習：在將包含感測器S1之感測器資料、及觀測模型MD11應輸出之正解資料之資料集用作訓練資料，輸入了感測器資料之情形時，輸出基板處理裝置100之狀態資訊。訓練資料可由基板處理裝置100之管理者等提供。例如，累積感測器S1之感測器資料、更換組件之日期時間、發現故障之日期時間等作為歷程資料。只要基於該歷程資料，提供感測器S1之感測器資料、及表示在獲得該感測器資料之日期時間有無劣化或故障之正解資料作為訓練資料即可。

【0058】

圖6中作為一例所示之觀測模型MD11係設為具備輸入層MD11a、中間層MD11b、MD11c、及輸出層MD11d之構成，但觀測模型MD11之構成並不限定於圖6所示者。例如，觀測模型MD11亦可為不具備中間層MD11b、11c而僅規定輸入輸出之關係(即，感測器資料與狀態資訊之關係)之模型。

【0059】

於本實施方式中，作為觀測模型MD11之學習演算法，對監督式學習

進行了說明，但可使用包含無監督學習之任意學習演算法，產生觀測模型MD11。

【0060】

邊緣設備110之控制部111於已執行由觀測模型MD11進行之運算之情形時，自輸出層MD11d取得狀態資訊，並且取得在中間層MD11b、MD11c中提取之感測器資料之特徵值。控制部111將所取得之基板處理裝置100之狀態資訊及感測器資料之特徵值發送至邊緣設備110之上位裝置即控制設備150。

【0061】

圖7係表示邊緣設備110所具備之控制模型MD12之構成例之模式圖。控制模型MD12構成為，於輸入了由感測器S1獲得之時間序列資料(感測器資料)之情形時，輸出設置有該感測器S1之基板處理裝置100之控制值之相關資訊(以下，稱為控制資訊)。即，於感測器資料已被輸入至控制模型MD12之輸入層MD12a之情形時，執行在中間層MD12b、MD12c中提取感測器資料之特徵值之運算。由中間層MD12b、MD12c獲得之特徵值被輸出至輸出層MD12d，並且被提取至控制模型MD12之外部。輸出層MD12d使用由第2個中間層MD12c輸入之特徵值來執行預先決定之運算，並輸出基板處理裝置100之控制資訊作為最終的運算結果。由中間層MD12c輸出之感測器資料之特徵值、及由輸出層MD12d輸出之控制資訊被輸入至控制部111。由輸出層MD12d輸出之控制資訊包含用以控制基板處理裝置100所具備之至少1個組件之控制值。

【0062】

與觀測模型MD11同樣地，控制模型MD12可藉由監督式學習來學

習，亦可藉由無監督學習來學習。又，控制模型MD12還可藉由強化學習來學習。例如，只要根據基板處理裝置100之狀態來給予報酬，並對強化學習中之價值進行學習以使將來獲得之報酬之合計最大化即可。例如，在作為強化學習之一的Q學習中，於某一環境中之狀態之下，學習選擇行動(控制值)之價值Q。於開始Q學習之時點，關於基板處理裝置100之狀態與行動(控制值)之組合，價值Q之正確之值未知。因此，在某一作業資料之下選擇各種控制值，基於對此時之行動(基於控制值之控制)給予之報酬來算出報酬之合計，選擇更好之控制值，藉此來學習正確之價值Q。

【0063】

控制模型MD12並不限於上述模型，亦可為能夠解析時間序列資料之其他模型。例如，控制模型MD12亦可為自回歸模型、移動平均模型、自回歸移動平均模型等除深度學習以外之學習模型。又，控制模型MD12之構成並不限定於圖7所示者。例如，控制模型MD12亦可為不具備中間層MD12b、MD12c而僅規定輸入輸出之關係(即，感測器資料與控制資訊之關係)之模型。

【0064】

邊緣設備110之控制部111於已執行由控制模型MD12進行之運算之情形時，自輸出層MD12d取得控制資訊，並且取得在中間層MD12b、MD12c中計算之感測器資料之特徵值。控制部111將所取得之基板處理裝置100之控制資訊及感測器資料之特徵值發送至邊緣設備110之上位裝置即控制設備150。又，控制部111基於自控制模型MD12取得之控制資訊來控制致動器A1之動作。

【0065】

於本實施方式中，設為自中間層MD11c、MD12c提取特徵值之構成，但亦可將由輸出層MD11d、MD12d獲得之最終運算結果視為感測器資料之特徵值。又，控制部111亦可自感測器資料直接提取特徵值。特徵值之提取係使用峰值檢測、區間平均等適當之統計處理。控制部111可藉由檢測感測器資料中出現之異常部位，對檢測出之異常部位之資料進行加權而提取特徵值。又，控制部111亦可提取包含感測器資料中出現之異常部位之時間序列資料之快照作為特徵值。

【0066】

於圖5～圖7中，對邊緣設備110之內部構成進行了說明，但邊緣設備120、130之內部構成亦同樣如此。即，邊緣設備120、130分別具備觀測模型及控制模型，基於自感測器S2、S3輸入之感測器資料，來推定基板處理裝置100之狀態及致動器A1、A2之控制值。邊緣設備120、130將由觀測模型及控制模型獲得之基板處理裝置100之狀態資訊、及致動器A1、A2之控制資訊、以及由感測器S2、S3輸出之感測器資料之特徵值發送至邊緣設備120、130之上位裝置即控制設備150。又，邊緣設備120、130基於自控制模型取得之控制資訊，來分別控制致動器A2、A3之動作。

【0067】

圖8係表示基板處理裝置100所具備之控制設備150之內部構成之方塊圖。控制設備150係設置於基板處理裝置100內部之專用或通用電腦，具備控制部151、記憶部152、第1通信部153、第2通信部154、操作部155、顯示部156等。控制設備150收集自邊緣設備110～130發送之資料(感測器資料之特徵值)，並將其累積於記憶部152內之資料庫DB20。控制設備150基於資料庫DB20中累積之中期資料，而產生吸收感測器之個體差異之第2

學習模型。

【0068】

控制部151具備CPU、ROM、RAM等。於控制部151所具備之ROM中記憶有對控制設備150所具備之硬體各部之動作進行控制的控制程式等。控制部151內之CPU讀取並執行記憶於ROM中之控制程式或記憶於記憶部152中之各種電腦程式，而控制硬體各部之動作。

【0069】

控制部151並不限於上述構成，亦可為具備GPU、FPGA、DSP、量子處理器、揮發性或非揮發性記憶體等之1個或複數個控制電路或運算電路。又，控制部151亦可具備輸出日期時間資訊之時脈、測量從給出測量開始指示起至給出測量結束指示為止之經過時間的計時器、計數次數之計數器等之功能。

【0070】

記憶部152具備HDD、SSD、EEPROM等記憶裝置。記憶部152具備上述資料庫DB20。圖9係表示資料庫DB20之構成例之概念圖。資料庫DB20與邊緣設備110～130之識別資訊(設備ID)建立關聯而記憶日期時間資訊、及感測器資料之特徵值。進而，資料庫DB20亦可記憶基板處理裝置100之狀態資訊及控制資訊。

【0071】

記憶部152中除了記憶有資料庫DB20以外，還記憶有由控制部151執行之各種電腦程式、及由控制部151利用之各種資料。

【0072】

記憶於記憶部152中之電腦程式包含用於產生第2學習模型之學習處

理程式PG21、及用以使用第2學習模型來推定基板處理裝置100之狀態或控制值之推定處理程式PG22。記憶於記憶部152中之電腦程式係由可讀取地記錄有該電腦程式之非暫時性記錄媒體RM20來提供。又，記憶於記憶部152中之電腦程式亦可藉由通信來提供。

【0073】

記憶部152具備第2學習模型，該第2學習模型構成為於已輸入感測器資料之特徵值之情形時，輸出與基板處理裝置100相關之資訊。於記憶部152中記憶有第2學習模型所具備之層之構成資訊、各層中所包含之節點之資訊、節點間之加權及偏置之資訊等作為定義第2學習模型之資訊。

【0074】

控制設備150具備觀測模型MD21、及控制模型MD22作為第2學習模型。觀測模型MD21係用以推定基板處理裝置100之狀態之模型。控制模型MD22係用以推定基板處理裝置100中使用之控制值之模型。由於觀測模型MD21及控制模型MD22之構成與邊緣設備110～130所具備之觀測模型MD11及控制模型MD12之構成相同，因此，省略其詳細之說明。

【0075】

於本實施方式中，作為第2學習模型，設為具備觀測模型MD21及控制模型MD22兩者之構成，但亦可為僅具備其中任一者之構成。又，於本實施方式中，作為第2學習模型，設為具備觀測模型MD21及控制模型MD22各1個之構成，但觀測模型MD21亦可針對每個觀測對象來準備，控制模型MD22亦可針對每個控制對象來準備。

【0076】

第1通信部153具備用以在其與邊緣設備110～130之間收發各種資料

之通信介面。作為第1通信部153之通信介面，可使用依據LAN等通信標準之通信介面。第1通信部153於自控制部151輸入了應發送之資料之情形時，將資料發送至目的地之邊緣設備110～130，於接收到自邊緣設備110～130發送之資料之情形時，將所接收到之資料輸出至控制部151。

【0077】

第2通信部154具備收發各種資料之通信介面。第2通信部154所具備之通信介面例如為依據WiFi(註冊商標)或乙太網路(註冊商標)中使用之LAN之通信標準的通信介面。第2通信部154於自控制部151輸入了應發送之資料之情形時，將應發送之資料發送至指定之目的地。又，第2通信部154於接收到自外部裝置發送之資料之情形時，將接收到之資料輸出至控制部151。

【0078】

操作部155具備觸控面板、鍵盤、開關等操作設備，受理由管理者等進行之各種操作及設定。控制部151基於由操作部155提供之各種操作資訊而進行適當之控制，視需要使設定資訊記憶於記憶部152中。

【0079】

顯示部156具備液晶顯示器或有機EL(Electro-Luminescence，電致發光)等顯示設備，根據來自控制部151之指示而顯示應報知給管理者等的資訊。

【0080】

繼而，對裝置群伺服器200之構成進行說明。

圖10係表示裝置群伺服器200之內部構成之方塊圖。裝置群伺服器200具備控制部201、記憶部202、通信部203、操作部204、顯示部205

等。裝置群伺服器200收集自複數個基板處理裝置100發送之資料，並將其累積於設置在記憶部202內之資料庫DB30中。裝置群伺服器200基於累積於資料庫DB30中之長期資料，而產生吸收裝置間之個體差異之第3學習模型。

【0081】

控制部201具備CPU、ROM、RAM等。於控制部201所具備之ROM中記憶有控制裝置群伺服器200所具備之硬體各部之動作的控制程式等。控制部201內之CPU讀取並執行記憶於ROM中之控制程式或記憶於記憶部202中之各種電腦程式，而控制硬體各部之動作。

【0082】

控制部201並不限於上述構成，亦可為具備GPU、FPGA、DSP、量子處理器、揮發性或非揮發性記憶體等之1個或複數個控制電路或運算電路。又，控制部201亦可具備輸出日期時間資訊之時脈、測量從給出測量開始指示起至給出測量結束指示為止之經過時間的計時器、計數次數之計數器等之功能。

【0083】

記憶部202具備HDD、SSD、EEPROM等記憶裝置。記憶部202具備上述資料庫DB30。圖11係表示資料庫DB30之構成例之概念圖。資料庫DB30與基板處理裝置100之識別碼(裝置ID)建立關聯而記憶日期時間資訊及感測器資料之特徵值。亦可於資料庫DB30中進而記憶表示基板處理裝置100之狀態之狀態資訊、及用於控制基板處理裝置100之控制資訊。

【0084】

於記憶部202中除了記憶有資料庫DB30以外，還記憶有由控制部201

執行之各種電腦程式、及由控制部201利用之各種資料。

【0085】

記憶於記憶部202中之電腦程式包含用以產生第3學習模型之學習處理程式PG31、及用以推定基板處理裝置100之狀態或控制值之推定處理程式PG32。記憶於記憶部202中之電腦程式係由可讀取地記錄有該電腦程式之非暫時性記錄媒體RM30來提供。又，記憶於記憶部202中之電腦程式亦可藉由通信來提供。

【0086】

記憶部202具備第3學習模型，該第3學習模型構成為於已輸入感測器資料之特徵值之情形時，輸出與基板處理裝置100相關之資訊。於記憶部202中記憶有第3學習模型所具備之層之構成資訊、各層中所包含之節點之資訊、節點間之加權及偏置之資訊等作為定義第3學習模型之資訊。

【0087】

裝置群伺服器200具備觀測模型MD31、及控制模型MD32作為第3學習模型。觀測模型MD31係用以推定基板處理裝置100之狀態之模型。控制模型MD32係用以推定基板處理裝置100中使用之控制值之模型。由於觀測模型MD31及控制模型MD32之構成與控制設備150所具備之觀測模型MD21及控制模型MD22之構成相同，故而省略其詳細之說明。

【0088】

於本實施方式中，作為第3學習模型，設為具備觀測模型MD31及控制模型MD32兩者之構成，但亦可為僅具備其中任一者之構成。又，於本實施方式中，作為第3學習模型，設為具備觀測模型MD31及控制模型MD32各一個之構成，但觀測模型MD31亦可針對每個觀測對象來準備，

控制模型MD32亦可針對每個控制對象來準備。

【0089】

通信部203具備收發各種資料之通信介面。通信部203所具備之通信介面例如為依據WiFi(註冊商標)或乙太網路(註冊商標)中使用之LAN之通信標準的通信介面。通信部203於自控制部201輸入了應發送之資料之情形時，將應發送之資料發送至指定之目的地。又，通信部203於接收到自外部裝置發送之資料之情形時，將接收到之資料輸出至控制部201。

【0090】

操作部204具備觸控面板、鍵盤、開關等操作設備，受理由管理者等進行之各種操作及設定。控制部201基於由操作部204提供之各種操作資訊而進行適當之控制，視需要使設定資訊記憶於記憶部202中。

【0091】

顯示部205具備液晶顯示器或有機EL等顯示設備，根據來自控制部201之指示而顯示應報知給管理者等之資訊。

【0092】

於圖10之例中，設為裝置群伺服器200具備操作部204及顯示部205之構成，但於裝置群伺服器200中，操作部204及顯示部205並非必須之構成要素。於不具備操作部204之情形時，裝置群伺服器200只要自經由通信部203可通信地連接之外部電腦受理操作即可。又，於不具備顯示部205之情形時，裝置群伺服器200只要由通信部203向外部電腦發送應報知給管理者等之資訊，並使其顯示於外部電腦即可。

【0093】

以下，對基板處理系統之動作進行說明。

於本實施方式之基板處理系統中，在開始運用之前之學習階段中，邊緣設備110～130產生第1學習模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)。

【0094】

圖12係表示由邊緣設備110進行之第1學習模型之產生步序的流程圖。邊緣設備110之控制部111經由輸入部113收集自感測器S1以時間序列輸出之感測器資料(步驟S101)。感測器資料之收集期間例如為1個月。取得感測器資料時，控制部111自外部受理基板處理裝置100之狀態資訊，取得由輸出部114輸出至基板處理裝置100之控制值。在控制模型MD12之學習未完成之階段中使用之基板處理裝置100之控制值係例如參照事先設定之製程配方而決定。該等狀態資訊或控制值與感測器資料一併在觀測模型MD11或控制模型MD12之學習時作為訓練資料記憶於記憶部112中。

【0095】

於獲得了學習所需之訓練資料之情形時，控制部111自記憶於記憶部112中之訓練資料中選擇一組訓練資料(步驟S102)。控制部111將所選擇之一組訓練資料中所包含之感測器資料分別輸入至觀測模型MD11及控制模型MD12，執行觀測模型MD11及控制模型MD12之運算(步驟S103)。於開始學習之前之階段中，對觀測模型MD11及控制模型MD12之模型參數設定有初始值。

【0096】

控制部111評估觀測模型MD11及控制模型MD12之運算結果(步驟S104)，判斷觀測模型MD11及控制模型MD12之學習是否已完成(步驟S105)。控制部111可使用基於由模型獲得之運算結果、及作為正解資料而包含之狀態或控制值的誤差函數(亦稱為目標函數、損失函數、成本函

數)，來評估運算結果。控制部111例如於藉由最陡下降法等梯度下降法使誤差函數最佳化(最小化或最大化)之課程中，於誤差函數變為閾值以下(或閾值以上)之情形時，判斷觀測模型MD11及控制模型MD12之學習已完成。

【0097】

於學習未完成之情形時(S105：否)，即，於觀測模型MD11及控制模型MD12中任一者之學習未完成之情形時，控制部111更新學習未完成之模型之參數(節點間之權重及偏置等)(步驟S106)，使處理返回至步驟S102。控制部111可使用自輸出層MD11d、MD12d向輸入層MD11a、MD12a依次更新節點間之權重及偏置之誤差反向傳播法來更新模型中之參數。

【0098】

於判斷學習已完成之情形時(S105：是)，獲得了預學習之觀測模型MD11及控制模型MD12，因此，控制部111將其等作為第1學習模型記憶於記憶部112中(步驟S107)。

【0099】

於圖12中，對由邊緣設備110進行之第1學習模型之產生步序進行了說明，但於邊緣設備120、130中，亦能夠以相同之產生步序產生應用於各者之第1學習模型。

【0100】

本實施方式之基板處理系統在各邊緣設備110～130中產生第1學習模型之後，移行至運用階段。基板處理系統於運用階段中執行以下之處理。

【0101】

圖13係表示運用階段中在基板處理裝置100之內部所執行之處理之步驟的流程圖。設置於基板處理裝置100之邊緣設備110(120、130)之控制部111於經由輸入部113取得了自感測器S1以時間序列輸出之感測器資料之情形時(步驟S121)，將所取得之感測器資料輸入至觀測模型MD11或控制模型MD12，藉此執行模型(步驟S122)。

【0102】

控制部111在執行模型之過程中自各模型MD11、MD12之中間層MD11c、MD12c提取感測器資料之特徵值(步驟S123)。控制部111例如可自中間層MD11c、MD12c提取特徵值。控制部111可代替此而將由輸出層MD11d、MD12d獲得之最終運算結果視為感測器資料之特徵值，亦可自感測器資料直接提取特徵值。

【0103】

控制部111將所提取之特徵值與由各模型MD11、MD12獲得之狀態資訊及控制資訊之推定結果一併發送至控制設備150(步驟S124)。又，控制部111基於由各模型MD11、MD12推定之狀態資訊及控制資訊，而執行致動器A1之控制(步驟S125)。再者，控制部111只要每次在步驟S122中取得感測器資料時執行步驟S122～S125之處理即可。

【0104】

控制設備150之控制部151從第1通信部153接收自邊緣設備110(120、130)發送之特徵值(步驟S126)，並將其累積於資料庫DB20(步驟S127)。

【0105】

控制部151判斷特徵值之收集期間是否已結束(步驟S128)。收集期間

係特徵值之收集開始之後例如6個月。，亦可代替此而基於資料庫DB20中累積之特徵值之數量來判斷收集期間是否已結束。於收集期間未結束之情形時(S128：否)，控制部151使處理返回至步驟S126，反覆進行接收特徵值並使其累積於資料庫DB20中之處理。

【0106】

於收集期間已結束之情形時(S128：是)，執行觀測模型MD21及控制模型MD22之學習，創建模型(步驟S129)。例如，控制部151可藉由使用資料庫DB20中記憶之一組特徵值及狀態資訊作為訓練資料來進行學習，而創建觀測模型MD21。又，控制部151可藉由使用資料庫DB20中記憶之一組特徵值及控制值作為訓練資料來進行學習，而創建控制模型MD22。模型之創建步序與觀測模型MD11及控制模型MD12之創建步序相同。

【0107】

控制部151於創建模型之後自邊緣設備110(120、130)接收到新的特徵值之情形時，將接收到之特徵值輸入至觀測模型MD21或控制模型MD22，並執行模型(步驟S130)。

【0108】

控制部151基於步驟S130之執行結果，判斷邊緣設備110(120、130)中使用之模型是否需要更新(步驟S131)。於控制設備150中，由於基於累積之中期資料(例如以6個月為單位之資料)而創建模型，故而控制部151可藉由基於新取得的特徵值來執行模型，而判定與模型所表現出之趨勢之偏差。控制部151在與模型所表現出之趨勢之偏差為閾值以上之情形時，判斷邊緣設備110(120、130)所具備之模型有異常。控制部151於判斷模型無異常之情形時，判斷模型無需更新(S131：否)，控制部151使處理返回至

步驟S130。

【0109】

控制部151於判斷模型有異常之情形時，判斷模型需要更新(S131：是)，對邊緣設備110(120、130)發送模型之重新學習指示(步驟S132)。

【0110】

邊緣設備110(120、130)之控制部111判斷是否接收到自控制設備150發送之重新學習指示(步驟S133)。於判斷未接收到重新學習指示之情形時(S133：否)，控制部111使處理返回至步驟S121，重複執行步驟S121～S125之處理。

【0111】

於接收到重新學習指示之情形時(S133：是)，控制部111執行重新學習(步驟S134)。控制部111例如可藉由使用由感測器S1獲得之感測器資料及基板處理裝置100之狀態資訊作為訓練資料進行追加學習，而重新學習觀測模型MD11。又，控制部111例如可藉由使用由感測器S1獲得之感測器資料及基板處理裝置100中使用之控制值作為訓練資料進行追加學習，而重新學習控制模型MD12。亦可為使用上述訓練資料從頭開始重新學習觀測模型MD11及控制模型MD12之構成，來代替藉由追加學習而重新學習觀測模型MD11及控制模型MD12之構成。

【0112】

再者，於本流程圖中，設為於判斷控制設備150中模型需要更新之情形時，將重新學習指示發送至邊緣設備110(120、130)之構成，但亦可將用以校正各模型MD11、MD12之運算結果之校正值發送至邊緣設備110(120、130)。例如，可根據由第2學習模型(觀測模型MD21及控制模

型MD22)獲得之預測結果與實測結果之誤差來算出校正值。

【0113】

圖14係表示在運用階段中基板處理裝置100與裝置群伺服器200之間所執行之處理之步序的流程圖。如上所述，基板處理裝置100之控制設備150於運用階段中基於由邊緣設備110～130獲得之特徵值，而創建觀測模型MD21及控制模型MD22。控制設備150之控制部151於創建模型之後自邊緣設備110(120、130)接收到新的特徵值的情形時(步驟S141)，將接收到之特徵值輸入至觀測模型MD21或控制模型MD22，並執行模型(步驟S142)。

【0114】

控制部111在執行模型之過程中自各模型MD21、MD22之中間層提取感測器資料之特徵值(步驟S143)，將所提取之特徵值與由各模型MD21、MD22獲得之狀態資訊及控制資訊之推定結果一併發送至裝置群伺服器200(步驟S144)。於本實施方式中，設為自各模型MD21、MD22之中間層提取感測器資料之特徵值並發送至裝置群伺服器200之構成，但亦可設為將由各模型MD21、22之輸出層獲得之最終運算結果視為感測器資料之特徵值並發送至裝置群伺服器200之構成。

【0115】

裝置群伺服器200之控制部201從通信部203接收自基板處理裝置100發送之特徵值(步驟S145)，並使其累積於資料庫DB30中(步驟S146)。

【0116】

控制部201判斷特徵值之收集期間是否已結束(步驟S147)。收集期間係特徵值之收集開始之後例如2～3年。亦可代替此而基於資料庫DB30中

累積之特徵值之數量來判斷收集期間是否已結束。於收集期間未結束之情形時(S147：否)，控制部201使處理返回至步驟S145，重複進行接收特徵值並使其累積於資料庫DB30中之處理。

【0117】

於收集期間已結束之情形時(S147：是)，執行觀測模型MD31及控制模型MD32之學習，創建模型(步驟S148)。例如，控制部201可藉由使用資料庫DB30中記憶之一組特徵值及狀態資訊作為訓練資料來進行學習，而創建觀測模型MD31。又，控制部201可藉由使用資料庫DB30中記憶之一組特徵值及控制值作為訓練資料來進行學習，而創建控制模型MD32。模型之創建步序與觀測模型MD11及控制模型MD12之創建步序相同。

【0118】

控制部201於創建模型之後自基板處理裝置100接收到新的特徵值之情形時，將接收到之特徵值輸入至觀測模型MD31或控制模型MD32，並執行模型(步驟S149)。

【0119】

控制部201基於步驟S149之執行結果，而判斷基板處理裝置100之邊緣設備110(120、130)中使用之模型是否需要更新(步驟S150)。於裝置群伺服器200中，由於基於所累積之長期資料(例如以2～3年為單位之資料)來創建模型，故而控制部201可藉由基於新取得的特徵值來執行模型，而判定與模型所表現出之趨勢之偏差。控制部201於與模型所表現出之趨勢之偏差為閾值以上之情形時，判斷邊緣設備110(120、130)所具備之模型有異常。控制部201於判斷模型無異常之情形時，判斷模型無需更新(S150：否)，控制部201使處理返回至步驟S149。

【0120】

控制部201於判斷模型有異常之情形時，判斷模型需要更新(S150：是)，對基板處理裝置100發送模型之重新學習指示(步驟S151)。

【0121】

基板處理裝置100所具備之控制設備150之控制部151判斷是否接收到自裝置群伺服器200發送之重新學習指示(步驟S152)。於判斷未接收到重新學習指示之情形時(S152：否)，控制部151使處理返回至步驟S141，重複執行步驟S141～S144之處理。

【0122】

於接收到重新學習指示之情形時(S152：是)，控制部151對邊緣設備110(120、130)給出指示，使其執行重新學習(步驟S153)。邊緣設備110(120、130)之控制部111例如可藉由使用由感測器S1獲得之感測器資料及基板處理裝置100之狀態資訊作為訓練資料來進行追加學習，而重新學習觀測模型MD11。又，控制部111例如可藉由使用由感測器S1獲得之感測器資料及基板處理裝置100中使用之控制值作為訓練資料來進行追加學習，而重新學習控制模型MD12。亦可為使用上述訓練資料從頭開始重新學習觀測模型MD11及控制模型MD12之構成，來代替藉由追加學習而重新學習觀測模型MD11及控制模型MD12之構成。

【0123】

於本流程圖中，設為於由裝置群伺服器200給出重新學習指示之情形時，在邊緣設備110(120、130)中重新學習觀測模型MD11及控制模型MD12之構成，但亦可設為在控制設備150中重新學習觀測模型MD21及控制模型MD22之構成。控制設備150之控制部151可使用資料庫DB20中累

積之特徵值及狀態資訊作為訓練資料，來重新學習觀測模型MD21。又，控制部151可使用資料庫DB20中累積之特徵值及控制值作為訓練資料，來重新學習控制模型MD22。控制部151可藉由追加學習而重新學習觀測模型MD21及控制模型MD22，亦可使用上述訓練資料從頭開始重新學習觀測模型MD21及控制模型MD22。

【0124】

再者，於本流程圖中，設為於判斷裝置群伺服器200中模型需要更新之情形時，將重新學習指示發送至基板處理裝置100之構成，但亦可將用以校正模型之運算結果之校正值發送至基板處理裝置100。例如，可根據由第3學習模型(觀測模型MD31及控制模型MD32)獲得之預測結果與實測結果之誤差來算出校正值。

【0125】

如上所述，於本實施方式中，可於各邊緣設備110～130中創建基於感測器資料的高精細模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)。又，邊緣設備110～130亦可基於所取得之感測器資料，而創建推定基板處理裝置100所具備之組件之劣化的模型。

【0126】

各邊緣設備110～130不發送感測器資料而將由各模型提取之特徵值發送至控制設備150，故而能夠減少邊緣設備110～130與控制設備150之間之網路負載。控制設備150可基於感測器資料之特徵值，來創建中期趨勢之模型(觀測模型MD21及控制模型MD22)。

【0127】

各基板處理裝置100將由各模型提取之特徵值發送至裝置群伺服器

200，故而能夠減少基板處理裝置100與裝置群伺服器200之間之網路負載。裝置群伺服器200可基於自基板處理裝置100發送之特徵值，來創建吸收裝置間之個體差異之長期趨勢之模型(觀測模型MD31及控制模型MD32)。

【0128】

再者，於向基板處理系統內導入了新的基板處理裝置(未圖示)之情形時，可將預學習之第1學習模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)部署至各邊緣設備110～130。進而，亦可將預學習之第2學習模型(觀測模型MD21及控制模型MD22)部署至各基板處理裝置100之控制設備150。

【0129】

(實施方式2)

於實施方式2中，對評估第1學習模型之完成度或健全性並輸出評估結果之構成進行說明。

再者，關於系統構成、基板處理裝置100及裝置群伺服器200之內部構成，與實施方式1相同，故而省略其說明。

【0130】

基板處理裝置100於學習階段或運用階段之適當之時機，評估邊緣設備110～130所具備之第1學習模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)之完成度或健全性，並輸出評估結果。

【0131】

於基板處理裝置100中準備了評估用之資料集，以評估第1學習模型(觀測模型MD11及控制模型MD12)。例如，為了評估邊緣設備110所具備之觀測模型MD11，可使用包含感測器S1之感測器資料、及已輸入該感測

器S1之感測器資料時觀測模型MD11應輸出之正解資料的集合作為評估用資料集。同樣地，為了評估邊緣設備110所具備之控制模型MD12，可使用包含感測器S1之感測器資料、及已輸入該感測器S1之感測器資料時控制模型MD12應輸出之正解資料的集合作為評估用資料集。關於用以評估邊緣設備120、130之評估用之資料集，亦同樣如此。

【0132】

基板處理裝置100可基於已將評估用資料集中所包含之感測器資料輸入至觀測模型MD11及控制模型MD12時所獲得之推定值與該資料集中所包含之正解資料的差異，來評估第1學習模型之完成度或健全性。

【0133】

基板處理裝置100在評估了第1學習模型之完成度或健全性之情形時，將評估結果顯示於顯示部156。圖15係表示評估結果之顯示例之模式圖。於圖15之例中，示出了邊緣設備110～130各者所具備之觀測模型MD11及控制模型MD12之完成度及健全性之評估結果。再者，在各曲線圖中，索引A、B、C分別表示邊緣設備110、120、130。上段之曲線圖表示觀測模型MD11及控制模型MD12之完成度隨著學習次數之增加而提高之情況。下段之曲線圖表示各邊緣設備110、120、130所具備之觀測模型MD11及控制模型MD12在評估時點之健全性。

【0134】

如此，於實施方式2中，能夠一覽顯示各學習模型之性能，故而管理者於觀測模型MD11及控制模型MD12之完成度或健全性不充分之情形時，可經由操作部155給出重新學習指示，藉此提高觀測模型MD11及控制模型MD12之完成度或健全性。

【0135】

本次揭示之實施方式應被認為在所有方面皆為例示，而非限制性者。本發明之範圍係由申請專利範圍來表示，而非由上述含義來表示，意在包括與申請專利範圍均等之含義及範圍內之所有變更。

【符號說明】**【0136】**

10:匣盒載置台

11:匣盒容器

20:搬送台

21:基板搬送機構

21A:搬送臂

21B:搬送臂

25A:裝載閉鎖室

25B:裝載閉鎖室

30:移載室

31:基板搬送機構

31A:搬送臂

31B:搬送臂

40:腔室

40A:腔室

40B:腔室

40C:腔室

40D:腔室

41:處理室
 51:排氣裝置
 52:排氣管
 53:閥
 61:基座
 62:支持構件
 63:加熱器
 64:加熱器電源
 71:簇射頭
 71a:氣體擴散空間
 71b:氣體噴出孔
 72:氣體導入管
 73:氣體供給源
 74:氣體配管
 75: MFC(質量流量控制器)
 76:高頻電源
 77:配線
 78:匹配器
 100:基板處理裝置
 100A:基板處理裝置
 100B:基板處理裝置
 100C:基板處理裝置
 100D:基板處理裝置

110:邊緣設備
111:控制部
112:記憶部
113:輸入部
114:輸出部
115:通信部
120:邊緣設備
130:邊緣設備
150:控制設備
151:控制部
152:記憶部
153:第1通信部
154:第2通信部
155:操作部
156:顯示部
200:裝置群伺服器
201:控制部
202:記憶部
203:通信部
204:操作部
205:顯示部
411:頂部
412:側壁部

413:底部

413a:開口部

421:凸緣部

422:側壁部

423:底部

424:排氣孔

A1:致動器

A2:致動器

A3:致動器

DB20:資料庫

DB30:資料庫

HU:搬送單元

MD11:觀測模型

MD11a:輸入層

MD11b:中間層

MD11c:中間層

MD11d:輸出層

MD12:控制模型

MD12a:輸入層

MD12b:中間層

MD12c:中間層

MD12d:輸出層

MD21:觀測模型

MD22:控制模型

MD31:觀測模型

MD32:控制模型

NW:通信網路

PG11:學習處理程式

PG12:推定處理程式

PG21:學習處理程式

PG22:推定處理程式

PG31:學習處理程式

PG32:推定處理程式

RM10:記錄媒體

RM20:記錄媒體

RM30:記錄媒體

S1:感測器

S2:感測器

S3:感測器

SU:處理單元

TS:溫度感測器

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種資訊處理方法，其包括如下程序：

自設置於基板處理裝置之感測器取得時間序列資料；

進行第1學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入
了來自上述感測器之時間序列資料之情形時，輸出與上述基板處理裝置相
關之資訊；及

對學習後之第1學習模型輸入來自上述感測器之時間序列資料，並輸
出基於由上述第1學習模型獲得之資訊之推定結果。

【請求項2】

如請求項1之資訊處理方法，其中

於上述基板處理裝置設置有採樣週期不同之複數種感測器，

上述資訊處理方法包括如下程序：針對每個感測器分別使用採樣週
期不同之時間序列資料，個別地進行第1學習模型之學習；及

將自各感測器輸出之時間序列資料輸入至對應之第1學習模型並輸出
推定結果。

【請求項3】

如請求項2之資訊處理方法，其中

各感測器之第1學習模型係針對與各感測器對應之每個邊緣設備導
入，

上述資訊處理方法包括如下程序：於各邊緣設備中執行上述第1學習
模型之學習處理、及由上述第1學習模型進行之推定處理。

【請求項4】

如請求項1至3中任一項之資訊處理方法，其中上述第1學習模型包含如下模型中之至少一者：

觀測模型，其用以基於來自上述感測器之時間序列資料，來推定上述基板處理裝置之狀態；及

控制模型，其用以基於來自上述感測器之時間序列資料，來推定上述基板處理裝置之控制值。

【請求項5】

如請求項1至4中任一項之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

自上述時間序列資料提取第1特徵值；及

將所提取之第1特徵值輸出至上述基板處理裝置內之第1裝置。

【請求項6】

如請求項5之資訊處理方法，其包括在上述第1裝置中執行如下處理之程序，上述處理係指：

記憶自上述時間序列資料提取之上述第1特徵值；

進行第2學習模型之學習，即，在基於所記憶之上述第1特徵值，輸入了第1特徵值之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；及

對學習後之第2學習模型輸入新取得之第1特徵值，並輸出基於由上述第2學習模型所獲得之資訊之推定結果。

【請求項7】

如請求項6之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

在上述第1裝置中執行如下處理，即，基於使用上述第2學習模型之推定結果來輸出上述第1學習模型之重新學習指示。

【請求項8】

如請求項6之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

基於由上述第2學習模型獲得之運算結果，輸出用以校正由上述第1學習模型獲得之運算結果之校正值。

【請求項9】

如請求項6至8中任一項之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

針對每個上述基板處理裝置提取上述時間序列資料之第2特徵值；及
將所提取之第2特徵值輸出至上述基板處理裝置外之第2裝置。

【請求項10】

如請求項9之資訊處理方法，其包括在上述第2裝置中執行如下處理之程序，上述處理係指：

記憶針對每個上述基板處理裝置提取之上述第2特徵值；

進行第3學習模型之學習，即，在基於所記憶之上述第2特徵值，輸入了第2特徵值之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；及

對學習後之第3學習模型輸入新取得之第2特徵值，並輸出基於由上述第3學習模型獲得之資訊之推定結果。

【請求項11】

如請求項10之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

在上述第2裝置中執行如下處理，即，基於使用上述第3學習模型之推定結果，輸出上述第1學習模型或上述第2學習模型之重新學習指示的處理。

【請求項12】

如請求項10之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

基於由上述第3學習模型獲得之運算結果，輸出用以校正由上述第1

學習模型或上述第2學習模型獲得之運算結果之校正值。

【請求項13】

如請求項1至12中任一項之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

於設置新的基板處理裝置之情形時，將預學習之上述第1學習模型導入至上述新的基板處理裝置。

【請求項14】

如請求項1至13中任一項之資訊處理方法，其進而包括如下程序：

一覽顯示各學習模型之性能。

【請求項15】

一種資訊處理裝置，其具備：

取得部，其自設置於基板處理裝置之感測器取得時間序列資料；

學習部，其進行第1學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入了來自上述感測器之時間序列資料之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；及

推定部，其對學習後之第1學習模型輸入來自上述感測器之時間序列資料，並輸出基於由上述第1學習模型獲得之資訊之推定結果。

【請求項16】

一種基板處理系統，其包含：

複數個基板處理裝置，其等具備與感測器連接之邊緣設備、及與邊緣設備連接之上位裝置，且於腔室之內部執行基板處理；以及

裝置群伺服器，其與上述複數個基板處理裝置可通信地連接；

上述邊緣設備具備：

取得部，其自上述感測器取得時間序列資料；

第1學習部，其進行第1學習模型之學習，即，在基於所取得之時間序列資料，輸入了來自上述感測器之時間序列資料之情形時，輸出與設置有上述感測器之基板處理裝置相關之資訊；

第1推定部，其對學習後之第1學習模型輸入來自上述感測器之時間序列資料，並輸出基於由上述第1學習模型獲得之資訊之推定結果；及

輸出部，其將自上述時間序列資料提取之第1特徵值輸出至上述上位裝置；

上述上位裝置具備：

第1特徵值記憶部，其記憶自上述邊緣設備輸入之第1特徵值；

第2學習部，其進行第2學習模型之學習，即，在基於所記憶之第1特徵值，輸入了第1特徵值之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；

第2推定部，其對學習後之第2學習模型輸入新取得之第1特徵值，並輸出基於由上述第2學習模型獲得之資訊之推定結果；及

發送部，其將針對每個上述基板處理裝置提取之上述時間序列資料之第2特徵值發送至上述裝置群伺服器；

上述裝置群伺服器具備：

第2特徵值記憶部，其記憶自上述上位裝置接收到之第2特徵值；

第3學習部，其進行第3學習模型之學習，即，在基於所記憶之第2特徵值，輸入了第2特徵值之情形時，輸出與上述基板處理裝置相關之資訊；及

第2推定部，其對學習後之第3學習模型輸入新取得之第2特徵值，並輸出基於由上述第3學習模型獲得之資訊之推定結果。

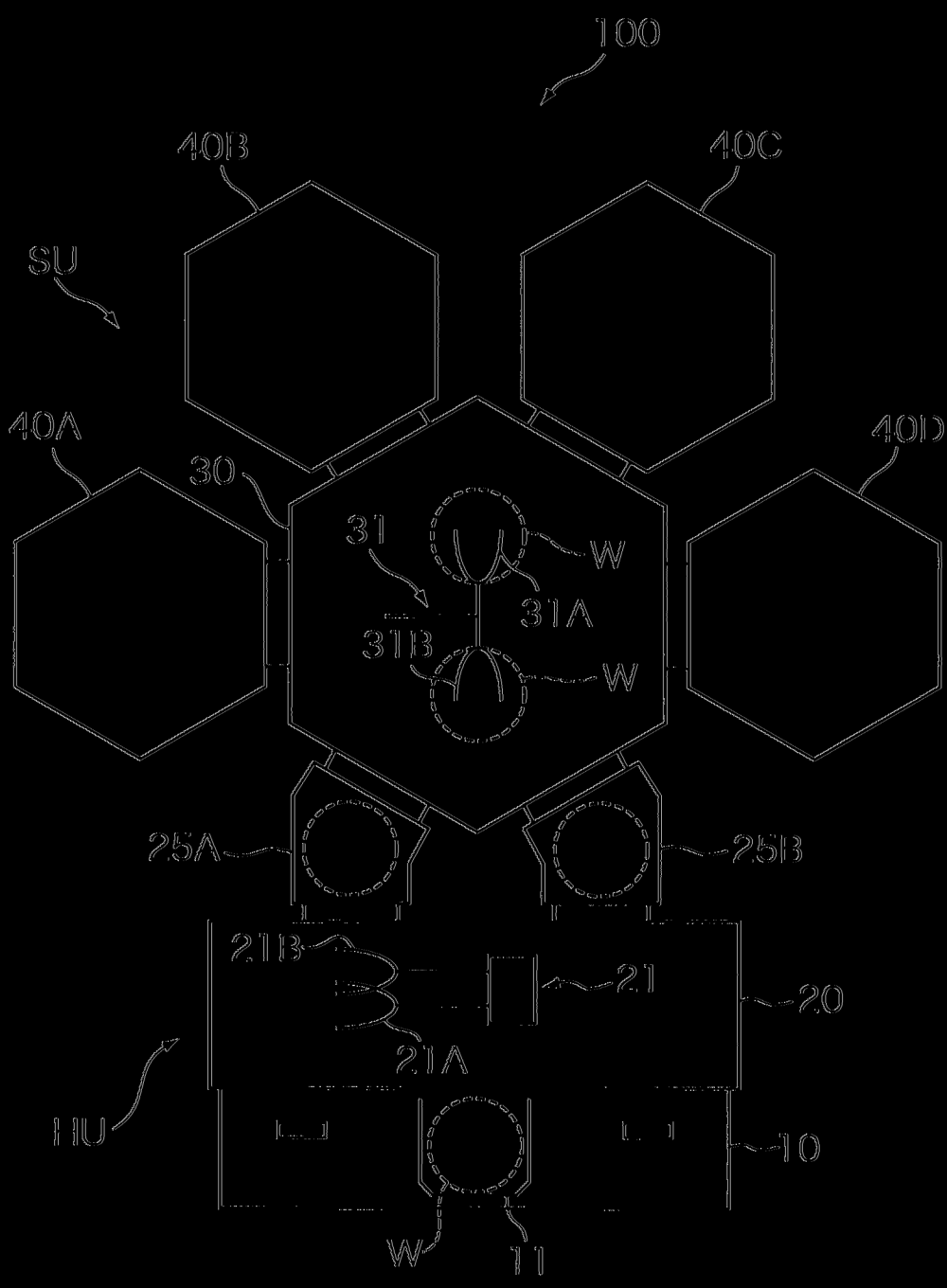
【請求項17】

如請求項16之基板處理系統，其中

上述上位裝置及上述裝置群伺服器具備：

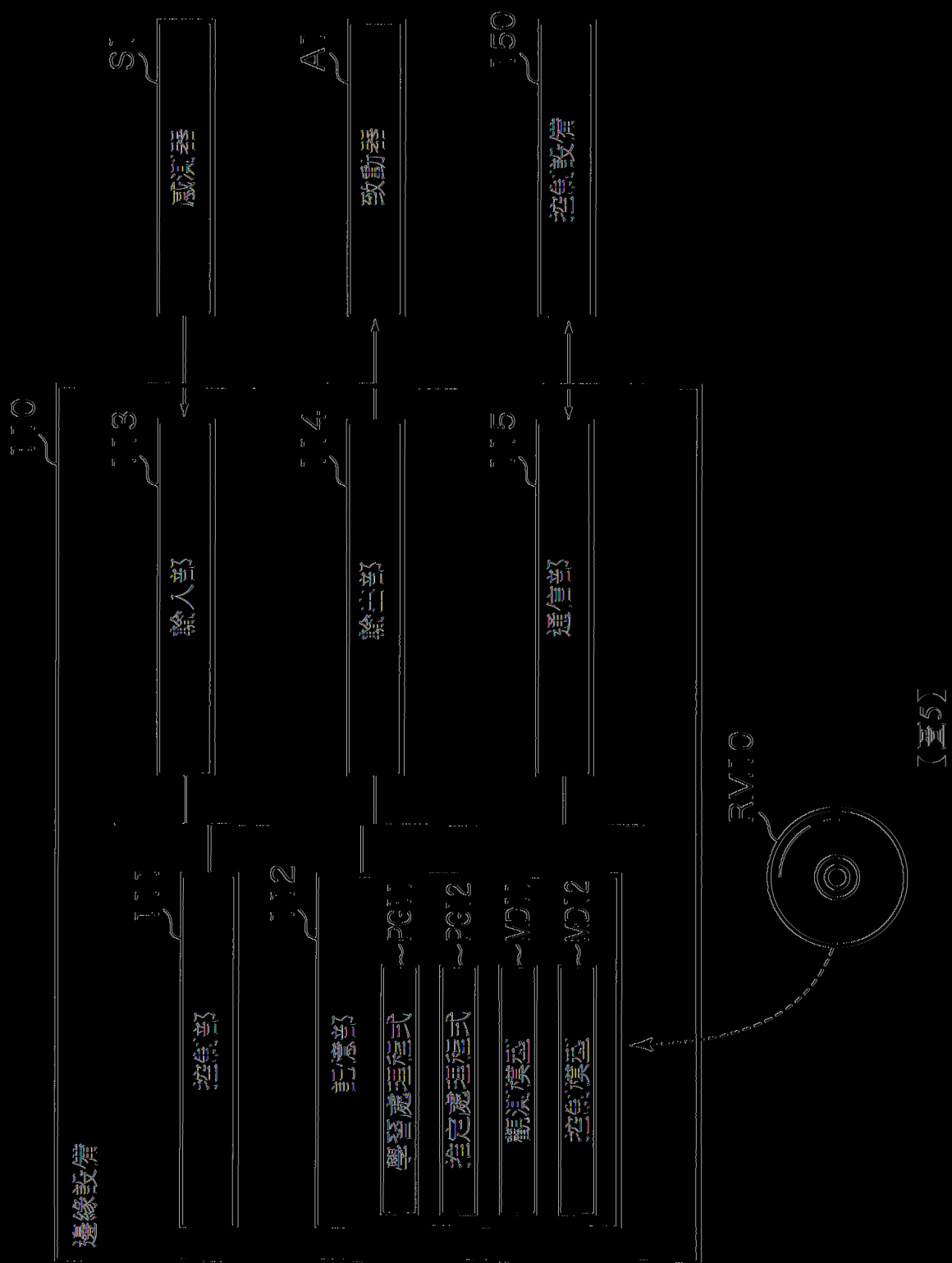
判斷部，其基於由上述上位裝置及上述裝置群伺服器各自所具備之學習模型獲得之推定結果，來判斷上述第1學習模型是否需要更新；及

指示部，其於判斷需要更新之情形時，對上述邊緣設備指示上述第1學習模型之重新學習。

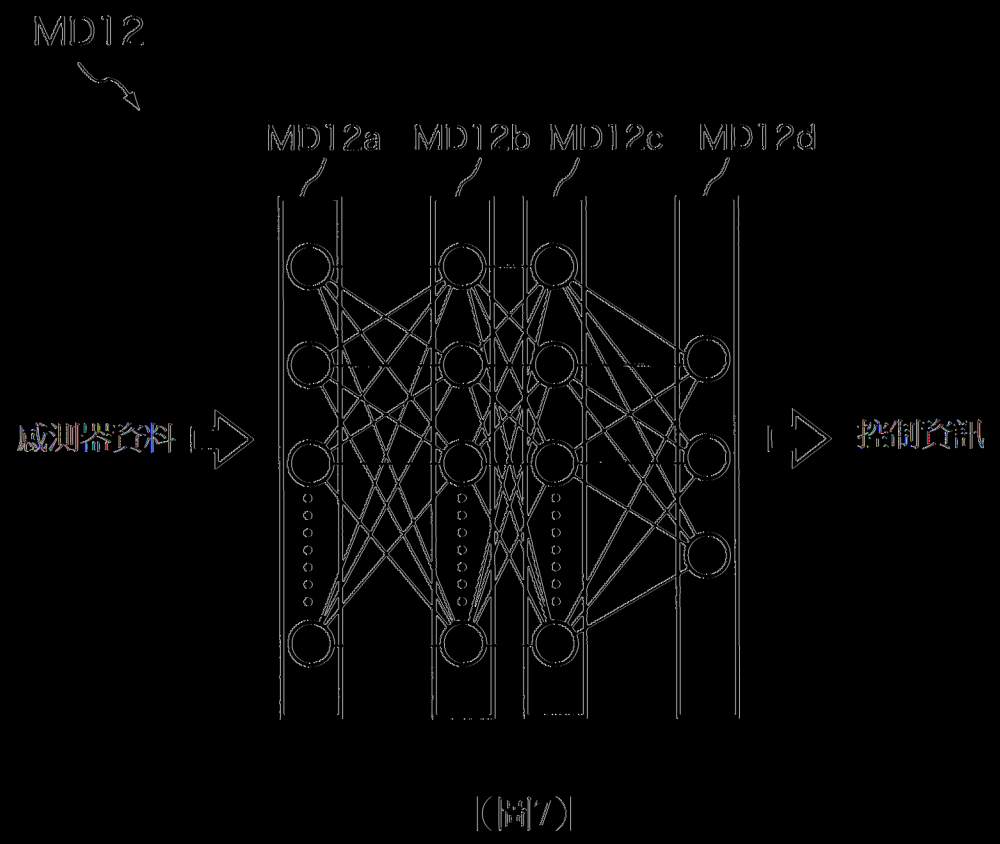
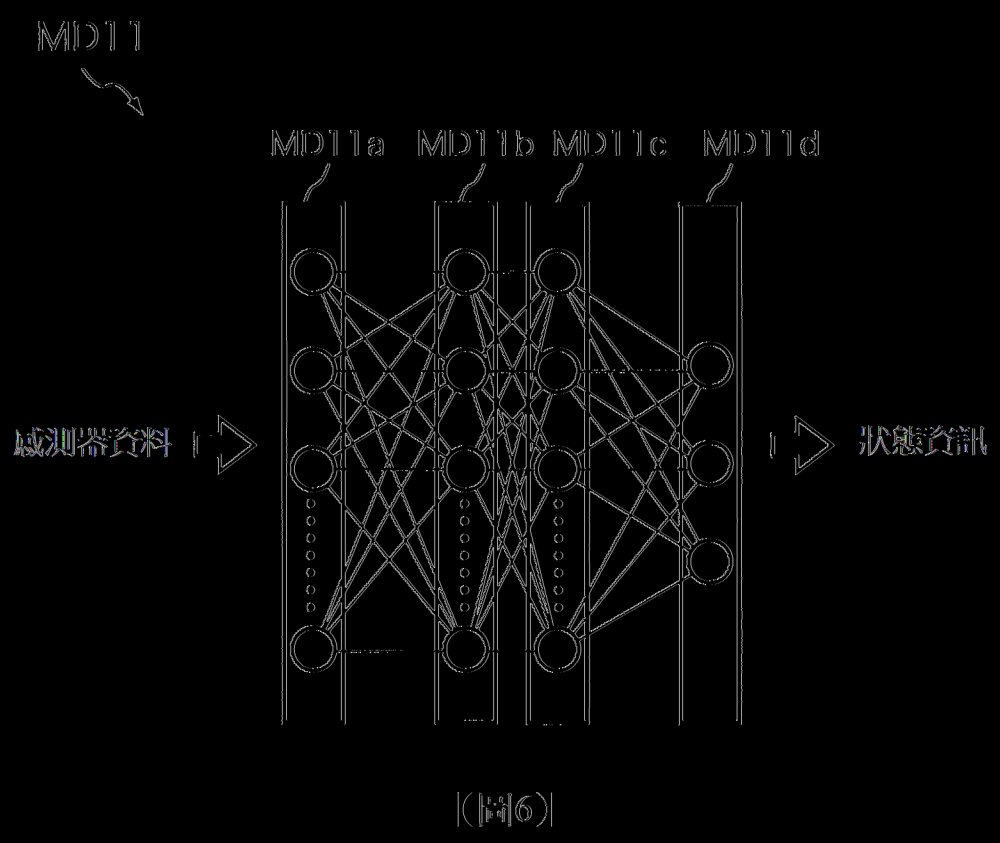


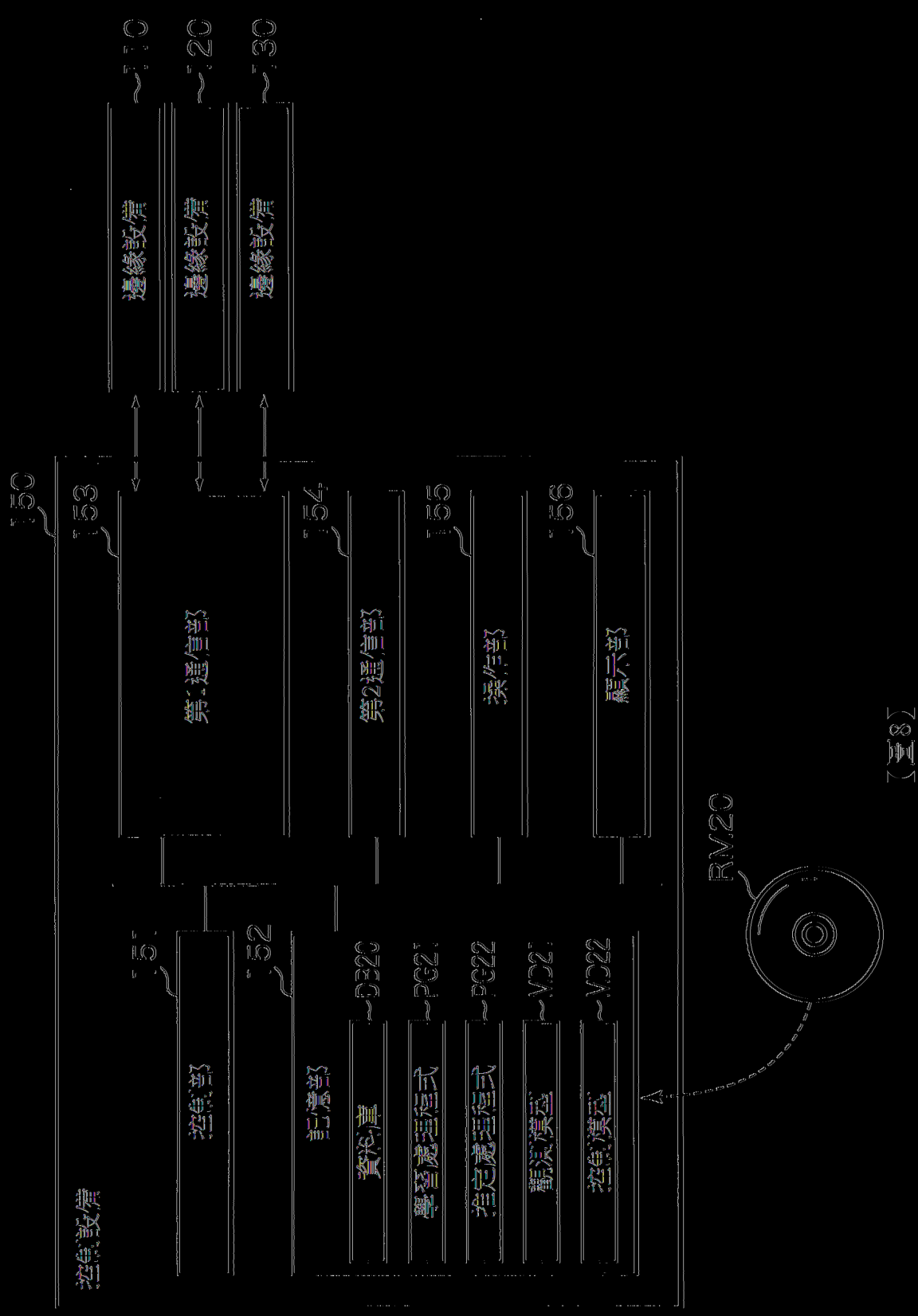
(圖2)

$$|(\{1, a\}3)|$$

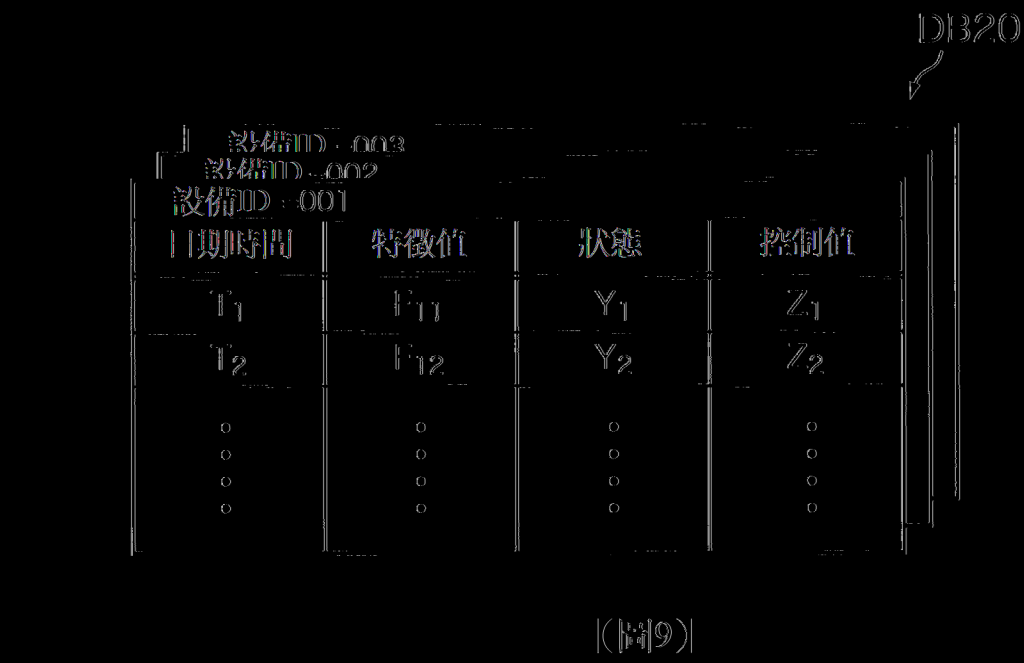


[圖5]

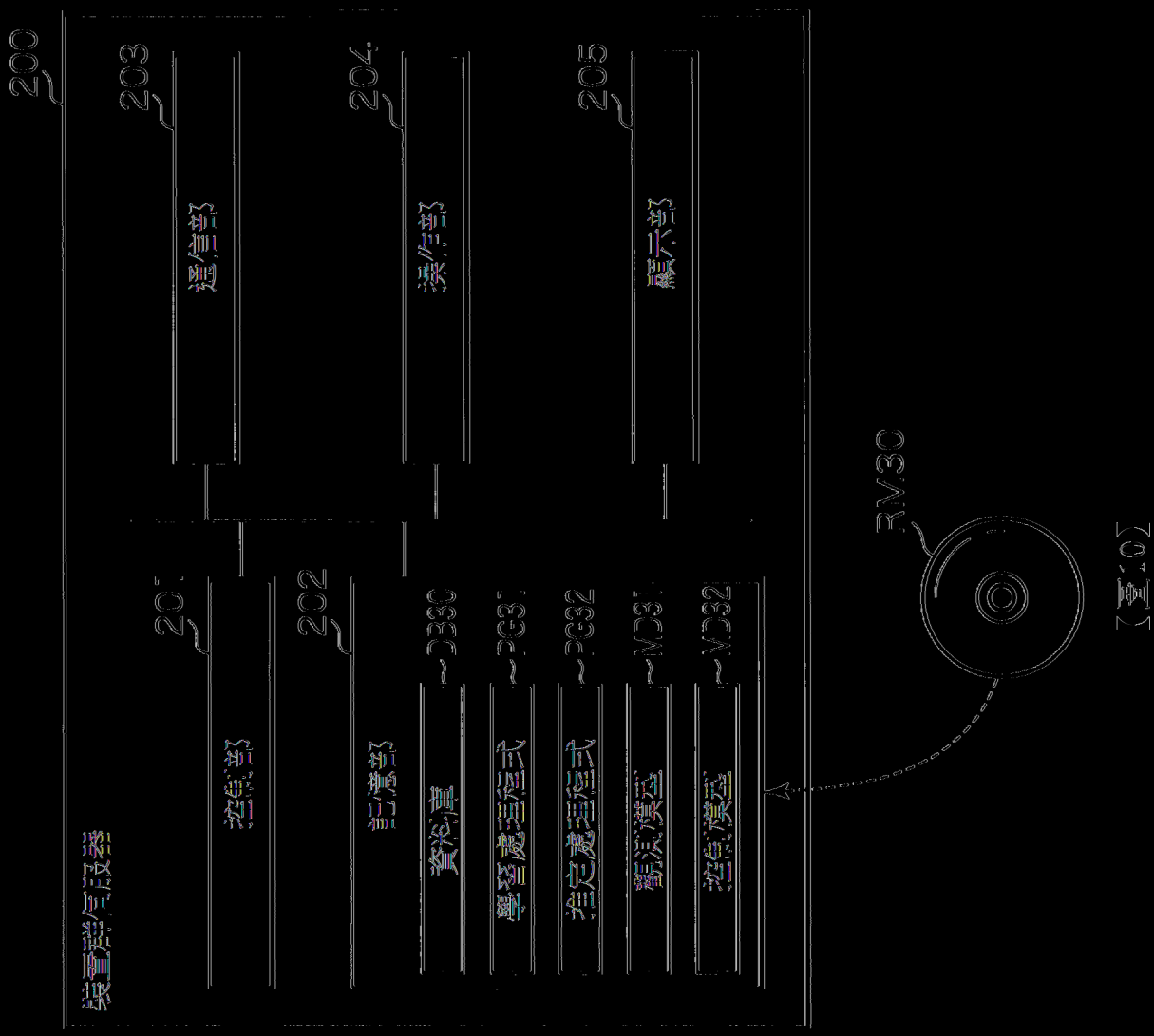




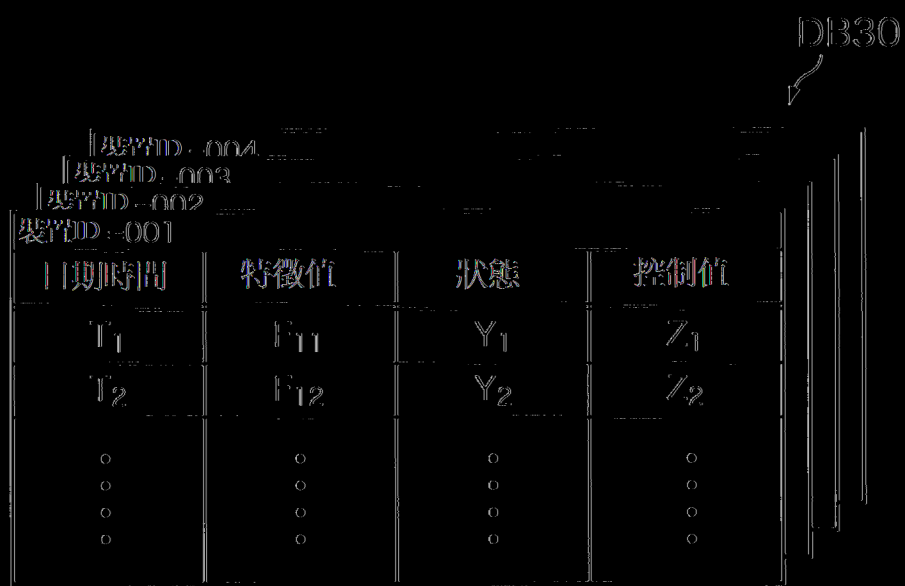
[圖8]



(F9)



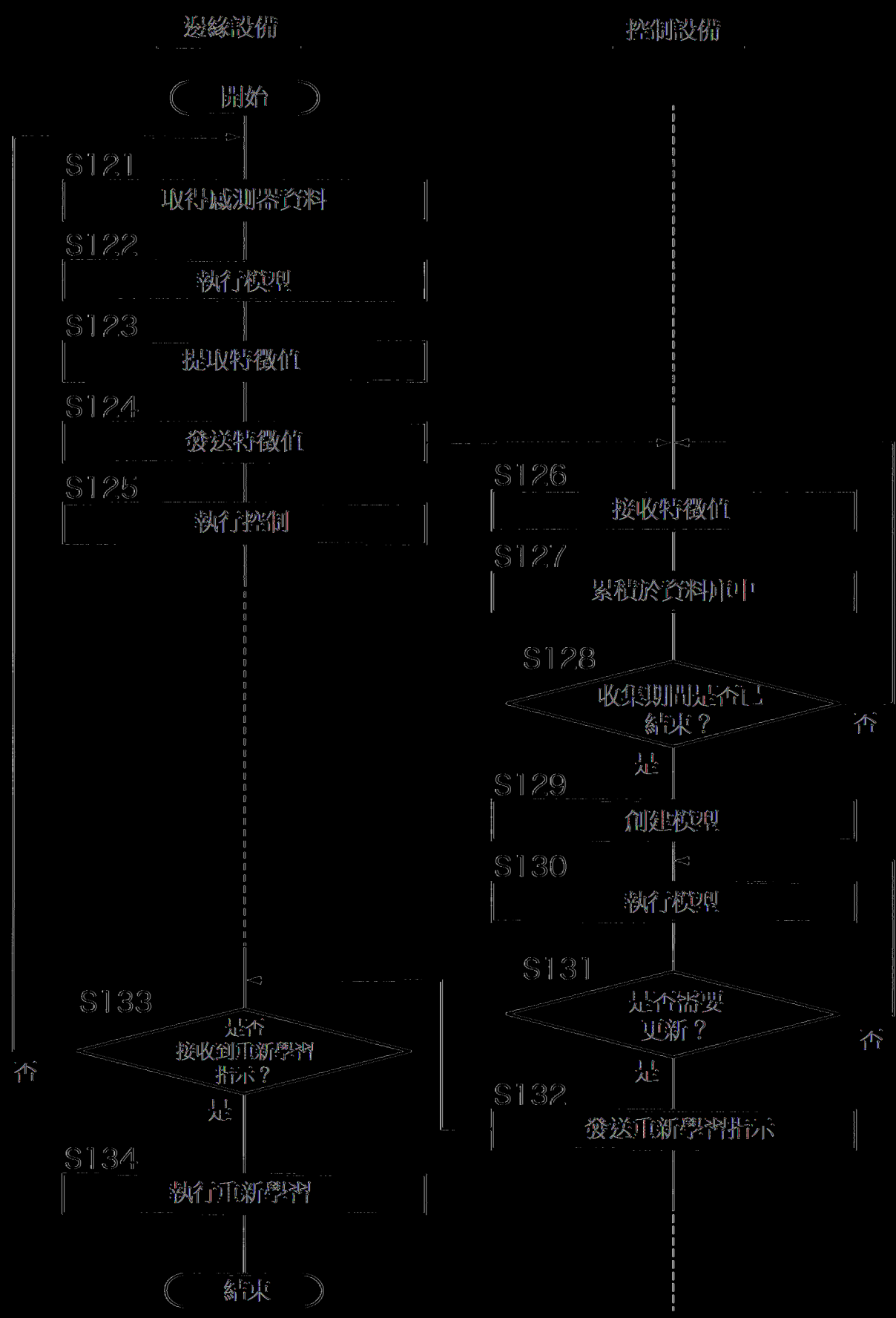
(F10)



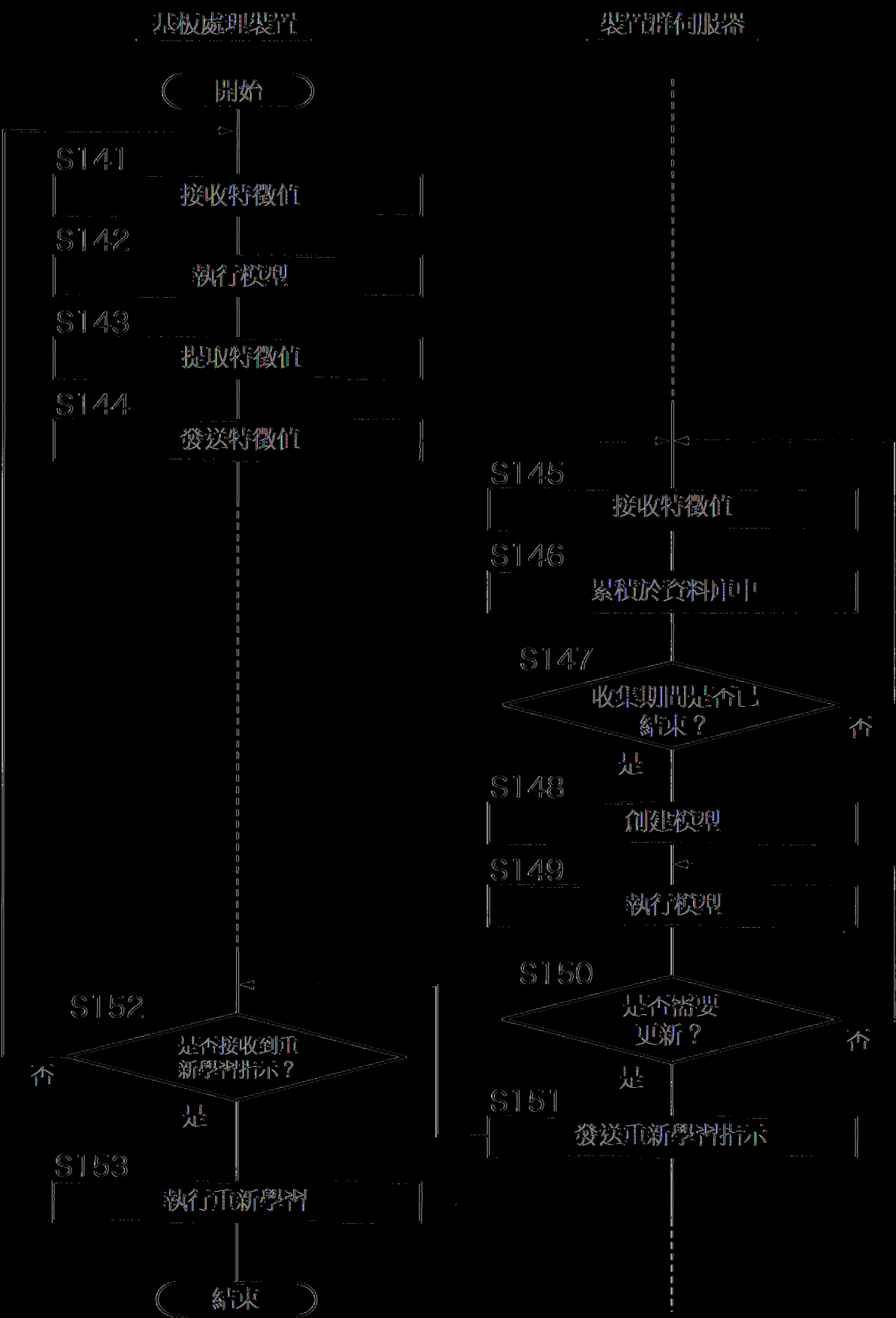
[(圖11)]



[(圖12)]



(圖13)



[(圖14)]

