



(21)申請案號：112148771

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 14 日

(51)Int. Cl.：

G05D23/30 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2022/12/26

日本

2022-209067

2023/10/04

世界智慧財產權組織

PCT/JP2023/036229

(71)申請人：日商國際電氣股份有限公司 (日本) KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本(72)發明人：中西堅斗 NAKANISHI, KENTO (JP)；村田等 MURATA, HITOSHI (JP)；上野正
昭 UENO, MASA AKI (JP)；山口英人 YAMAGUCHI, HIDETO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 36 頁

(54)名稱

溫度控制方法、半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及程式

(57)摘要

可實現在低溫區的升溫速度的提升。

一種溫度控制方法，具有一處理溫度設定程序，於該處理溫度設定程序，對反應管內的加熱與對於反應管內的冷卻進行控制，使配置於反應管內的基板的溫度為預先設定的處理溫度，處理溫度設定程序，具有：升溫程序，其為供應一定的電力，使配置於反應管的外部的加熱器素線的溫度比處理溫度高者；以及冷卻氣體供應程序，其為朝反應管供應冷卻氣體者。

指定代表圖：

符號簡單說明：

16:反應管

20:載舟

30:加熱部

32:側壁部

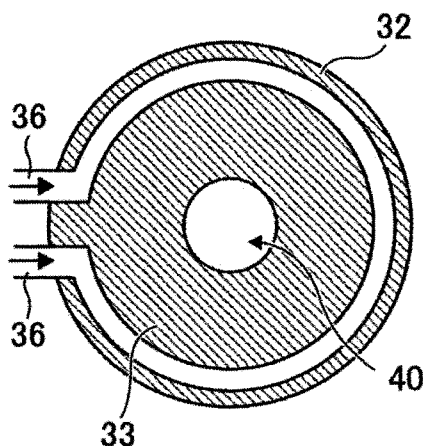
33:上壁部

34:圓筒空間

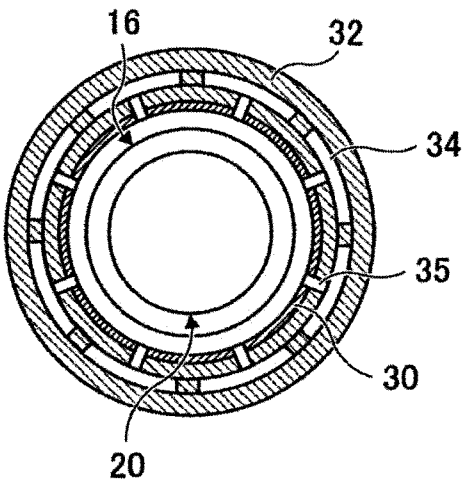
35:吹出孔

36:冷卻氣體供應口

40:急冷排氣口



【圖 2A】



【圖 2B】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

溫度控制方法、半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及程式

【中文】

可實現在低溫區的升溫速度的提升。

一種溫度控制方法，具有一處理溫度設定程序，於該處理溫度設定程序，對反應管內的加熱與對於反應管內的冷卻進行控制，使配置於反應管內的基板的溫度為預先設定的處理溫度，處理溫度設定程序，具有：升溫程序，其為供應一定的電力，使配置於反應管的外部的加熱器素線的溫度比處理溫度高者；以及冷卻氣體供應程序，其為朝反應管供應冷卻氣體者。

【指定代表圖】圖 2
【代表圖之符號簡單說明】

- 16:反應管
- 20:載舟
- 30:加熱部
- 32:側壁部
- 33:上壁部
- 34:圓筒空間
- 35:吹出孔
- 36:冷卻氣體供應口
- 40:急冷排氣口

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

溫度控制方法、半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及程式

【技術領域】

【0001】本揭示，有關溫度控制方法、半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及程式。

【先前技術】

【0002】作為半導體裝置之製程的一程序，在晶圓(之後，亦稱為基板)上進行既定的處理(例如專利文獻1～3參照)。於此等文獻，已記載一種技術，控制對晶圓進行處理的處理溫度。近年，對晶圓進行處理的溫度有降低傾向。以低溫用於溫度控制的加熱器素線的溫度低，故主要放出長波長的輻射。有時此長波長的輻射被反應管所吸收，關聯於晶圓的升溫速度的降低。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]特開2000-181549號公報

[專利文獻2]國際公開2018-100826號公報

[專利文獻3]特開2014-209569號公報

【發明內容】**[發明所欲解決之課題]**

【0004】 本揭示，提供一種技術，可實現在低溫區的升溫速度的提升。

[解決課題之技術手段]

【0005】 依本揭示的一態樣時，提供一種技術，為一種溫度控制方法，具有一處理溫度設定程序，於該處理溫度設定程序，對反應管內的加熱與對於反應管內的冷卻進行控制，使配置於前述反應管內的基板的溫度為預先設定的處理溫度；前述處理溫度設定程序，具有：升溫程序，其為供應既定的電力，使配置於前述反應管的外部的加熱器素線的溫度比前述處理溫度高者；以及冷卻氣體供應程序，其為朝前述反應管供應冷卻氣體者。

[發明功效]

【0006】 依本揭示時，可使在低溫區的升溫速度提升。

【圖式簡單說明】**【0007】**

[圖1]為針對本揭示的實施方式所關聯的基板處理裝置進行繪示的截面圖。

[圖2A]為示於圖1的基板處理裝置的2A-2A線截面圖。

[圖 2B]為示於圖 1 的基板處理裝置的 2B-2B 線截面圖。

[圖 3]為針對本揭示的實施方式所關聯的基板處理裝置中的控制裝置的構成，以及針對控制裝置及半導體製造裝置的關係，示意性地進行繪示的圖。

[圖 4]為針對本揭示的實施方式所關聯的基板處理裝置中的控制用電腦的硬體構成進行繪示的圖。

[圖 5]為針對加熱部與收容了基板的反應管進行繪示的截面圖。

[圖 6A]為針對在以本揭示的實施方式所關聯的基板處理裝置 10 進行的基板處理時所進行溫度控制的一例進行繪示的圖。

[圖 6B]為針對基板溫度與加熱器輸出的關係進行繪示的圖形。

[圖 7]為針對本揭示的變形例所關聯的加熱器輸出與時間的關係進行繪示的圖形。

[圖 8]為針對一流程圖進行繪示的圖，該流程圖，示出本揭示的實施方式所關聯的成膜處理之中和溫度有關的處理的一例。

[圖 9]為針對示於圖 8 的流程圖中的爐內的溫度變動進行繪示的圖。

【實施方式】

【0008】以下，針對本揭示的一態樣，一邊參照圖式一邊進行說明。另外，於以下的說明所使用的圖式，皆為

示意性者，圖式所示的各要素的尺寸的關係、各要素的比率等，未必和現實者一致。此外，複數個圖式的彼此間，亦各要素的尺寸的關係、各要素的比率未必一致。此外，各圖中，對相同構成標注相同符號。

【0009】本實施方式所關聯的基板處理裝置10，如示於圖1，具備：圓筒形的加熱裝置12；圓筒形的反應管16，其在加熱裝置12的內部被以爐內空間14而收容；以及載舟20，其在反應管16內保存作為處理對象的基板18。載舟20可將基板18以水平狀態在具有間隙下多階地裝填，以此狀態在反應管16內保存複數個基板18。載舟20隔著載舟蓋22而載置於圖外的升降機上，可透過此升降機而升降。因此，基板18的往反應管16內的裝填及從反應管16的取出，被透過升降機的作動而進行。此外，反應管16形成將基板18進行收容的處理室24，在反應管16內，連通了未圖示的氣體導入管，於氣體導入管，連接了圖外的反應氣體供應源。此外，於反應管16內連通了排氣管56，進行處理室24的排氣。

【0010】作為加熱器單元的加熱裝置12，為圓筒形，呈以下的構成：在積層了複數個隔熱體下的構造的隔熱構造體的內側，如示於圖1，至少具有加熱部30。加熱部30，在未圖示的隔熱材部與該隔熱材部的爐內空間14側，具備加熱器素線30a。

【0011】此外，加熱裝置12，進一步具有：形成為圓筒形的作為隔熱部之側壁部32；以及以覆蓋側壁部32之上

端的方式而形成的作為隔熱部之上壁部33。

【0012】側壁部32，形成為複數層構造，由以下而構成：側壁部32的複數層之中，形成於外側的側壁外層32a；以及複數層之中，形成於內側的側壁內層32b。在側壁外層32a與側壁內層32b之間，形成有作為冷卻氣體通路的圓筒空間34。並且，在側壁內層32b的內側設置加熱部30，加熱部30的內側成為包含後述的發熱部的發熱區域。爐內空間14與圓筒空間34，經由吹出孔35而連通。另外，側壁部32，雖為被積層了複數個隔熱體下的構造，惟當然不限定於如此的構造。

【0013】於側壁外層32a之上部，形成有冷卻氣體供應口36。

【0014】和爐內空間14連通的急冷排氣口40，設於冷卻氣體供應口36的大致水平方向之中央部分。

【0015】此外，如示於圖2B，在冷卻氣體供應口36下方之側壁內層32b，以所需的分布形成複數個將圓筒空間34與爐內空間14進行連通的吹出孔35，如示於圖1般，將圓筒空間34與爐內空間14大致水平地連通。亦即，被構成為，可經由吹出孔35從圓筒空間34往爐內空間14吹出冷卻氣體，將反應管16進行冷卻。

吹出孔35，雖如示於圖1般，形成於水平方向，惟不限定於此方式。例如，亦可傾斜為朝向急冷排氣口40。

【0016】如示於圖2A般，於上壁部33，形成有圓形的急冷排氣口40，此急冷排氣口40位於加熱裝置12之中心軸

上。此外，於上壁部33之上方側面，形成有急冷氣體排出口42，連通於急冷排氣口40。

【0017】此外，急冷氣體排出口42，連接於導管50，於導管50，從上游側連接了水箱52及排氣扇54，經由此等導管50、水箱52及排氣扇54而使加熱裝置12的經加熱的冷卻氣體被往裝置外進行排出。

【0018】此處，於冷卻氣體供應口36的附近，設有可開閉的閥39a。此外，於急冷氣體排出口42及導管50的附近，設有可開閉的閥39b。

【0019】再者，可透過閥39a的開閉及排氣扇54的ON/OFF而操作冷卻氣體的供應，經由作為冷卻氣體通路的圓筒空間34，從急冷氣體排出口42排出冷卻氣體。此處，使排氣扇54作動，冷卻氣體被經由急冷氣體排出口42而排出時，爐內空間14成為負壓，低溫的冷卻氣體被從冷卻氣體供應口36吸引。從冷卻氣體供應口36吸引的低溫的冷卻氣體，經由圓筒空間34及吹出孔35，冷卻氣體被朝爐內空間14的反應管16吹出，進行反應管16的冷卻。本實施方式的排氣扇54、急冷氣體排出口42、吹出孔35、圓筒空間34、冷卻氣體供應口36等為本揭示的冷卻機構的一例。

【0020】如示於圖1，於反應管16內，設有檢測部(第1檢測部)27，該檢測部27，設為可和載舟20一起旋轉，檢測基板18的溫度。檢測部27，例如在被多階地保持於載舟20的基板18與基板18之間配置其測定部。此外，檢測部27，具備4個溫度感測器，從上端依序具備第1基板溫度感

測器 27-1、第 2 基板溫度感測器 27-2、第 3 基板溫度感測器 27-3、第 4 基板溫度感測器 27-4。此外，於反應管 16 附近，設有作為第 2 檢測部的第 1～4 的反應管溫度感測器 70-1、70-2、70-3、70-4。圖 1 中，此等溫度感測器雖設有 4 個，惟不限定於此數，感測器的數，可依膜種、程序條件而酌情變更。另外，有時稱為基板溫度感測器(第 1 檢測部)27、反應管溫度感測器(第 2 檢測部)70。此處，第 1 基板溫度感測器 27，為第 1 基板溫度感測器 27-1、第 2 基板溫度感測器 27-2、第 3 基板溫度感測器 27-3、第 4 基板溫度感測器 27-4 的總稱。再者，雖未圖示，惟作為第 3 檢測部在加熱部 30 附近設有溫度感測器。

【0021】圖 3，為示意地針對控制裝置 60 的構成、控制裝置 60 及基板處理裝置 10 的關係進行繪示的圖。如示於圖 3，處理室 24，具有：基板溫度感測器 27；反應管溫度感測器 70；氣體流量調整器 62；流量感測器 64；壓力調整裝置 66；以及壓力感測器 68。

【0022】如示於圖 3，處理室 24 的第 1～4 基板溫度感測器 27-1、27-2、27-3、27-4 的各者，分別配設於作為加熱裝置 12 的發熱區域的溫度調整部分 72-1、72-2、72-3、72-4 的各者，測定和溫度調整部分 72-1、72-2、72-3、72-4 的各者對應的基板 18 的溫度。

【0023】第 1～4 反應管溫度感測器 70-1、70-2、70-3、70-4 的各者，在圓筒空間 34，被和溫度調整部分 72-1、72-2、72-3、72-4 對應而配設，測定圓筒空間 34 的內部

的溫度分布。此外，本實施方式的情況下，被構成為設於反應管16附近，故可測定反應管16的溫度。

【0024】氣體流量調整器62，對經由未圖示的氣體導入噴嘴而導至反應管16內的氣體的流量進行調節。

【0025】流量感測器64，對經由氣體導入噴嘴而供應至反應管16內的氣體的流量進行測定。

【0026】壓力調整裝置66，對反應管16內的壓力進行調整。

【0027】壓力感測器68，對反應管16內的壓力進行測定。

【0028】

(控制裝置)

控制裝置60，具有：溫度控制裝置74；加熱器驅動裝置76，其作為本揭示的電力供應部的一例；流量控制裝置78；以及壓力控制裝置80。

控制裝置60，透過此等構成部分，基於從控制用電腦82設定的溫度及壓力、流量的設定值而對作為基板處理裝置10的半導體製造裝置的各構成部分進行控制。

【0029】溫度控制裝置74，將加熱器驅動裝置76-1、76-2、76-3、76-4分別供應至溫度調整部分72-1、72-2、72-3、72-4的各者的電力控制為，透過第1～4基板溫度感測器27-1、27-2、27-3、27-4的各者而測定的溫度調整部分72-1、72-2、72-3、72-4的各者的基板18溫度，成為透過控制用電腦82對溫度調整部分72-1、72-2、72-3、72-4

的各者所設定的溫度。亦可將本實施方式的加熱器驅動裝置76加於加熱部；此外，加熱器驅動裝置76及加熱器素線30a，為本揭示的加熱機構的一例。

【0030】流量控制裝置78，以由流量感測器64所測定的氣體的流量的值，和透過控制用電腦82而設定的氣流量的值成為相等的方式，對氣體流量調整器62進行控制，而對導入至處理室24的反應管16內的氣體的流量進行控制。

【0031】壓力控制裝置80，以由壓力感測器68所測定的反應管16內部的壓力，和透過控制用電腦82所設定的壓力的值成為相等的方式，對壓力調整裝置66進行控制，而對處理室24的反應管16內的壓力進行控制。

【0032】

[硬體構成]

圖4，為針對控制用電腦82的構成進行繪示的圖。

控制用電腦82，具有：包含CPU84及記憶體86等的電腦主體88；通訊IF(Interface：介面)90；記錄裝置92；以及顯示、輸入裝置94。亦即，控制用電腦82包含作為一般的電腦的構成部分。

【0033】CPU(Central Precessing Unit：中央處理單元)，構成操作部之中樞，執行記憶於記錄裝置92的控制程式，依來自顯示、輸入裝置94的指示，執行記錄於記錄裝置92的配方(例如，程序用配方)。

【0034】此外，作為記憶CPU的動作程式等的記錄媒體96，使用ROM(Read Only Memory：唯讀記憶體)、

EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory：電子抹除式可複寫唯讀記憶體)、快閃記憶體、硬碟等。此處，RAM(Random Access Memory：隨機存取記憶體)，作用為CPU的工作區等。

【0035】於本揭示的實施方式，雖舉控制用電腦82為例進行了說明，惟不限於此，可使用通常的電腦系統而實現。例如，亦可透過從儲存了供於執行上述的處理用的程式的軟性碟、CD-ROM、USB等記錄媒體96將該程式安裝於通用電腦，從而執行上述的處理。

【0036】此外，亦可使用通訊線路、通訊網路、通訊系統等通訊IF90。此情況下，例如於通訊網路的揭示板揭露該程式，將此經由網路而重疊於載波而提供亦可。並且，啟動如此般所提供的程式，在OS(Operating System：作業系統)的控制下，和其他應用程式同樣地執行，從而可執行上述的處理。

【0037】例如，記憶於記錄裝置92的控制程式，為在具備了作為控制部的控制用電腦82的基板處理裝置10執行的程式，該控制部，被構成為，可對利用了反應管16內的加熱部30下的加熱進行控制，以及可對利用了供應將反應管16冷卻的冷卻氣體的上游排氣扇54等冷卻機構下的對於反應管16的冷卻進行控制，而使反應管16內的基板18的溫度成為處理溫度。透過此程式，使控制用電腦82，執行：對加熱部30供應一定的電力，使加熱部30所含的加熱器素線30a的溫度比處理溫度高的程序；以及使排氣扇54等的

冷卻機構朝反應管16供應冷卻氣體的程序。

【0038】據此，於加熱器素線30a被施加既定的電力，可使加熱器素線30a比基板18的處理溫度高，可使從加熱器素線30a輻射的各種的波長之中的短波長的比例變多。再者，從冷卻機構朝反應管16而供應冷卻氣體，可對加熱器素線30a施加電力，同時對反應管16進行冷卻。

【0039】接著，利用圖6A說明有關在基板處理裝置10進行的基板處理時所進行的溫度控制的一例。

圖6A，為針對各部分(加熱器素線30a、反應管16、基板18、載舟20)的溫度變動進行繪示的圖形，為針對加熱器輸出(亦即，加熱器素線30a的輸出)的變化進行繪示的圖形，以及為針對鼓風機頻率(排氣扇54的馬達旋轉數)進行繪示的圖形。

【0040】在本實施方式的溫度控制，作為一例，如示於圖6A般，在將保持於載舟20的基板18往爐內進行配置(載舟裝載結束)後，以效率佳地將反應管16內進行加熱，使反應管16內的基板18的溫度的升溫率提升，換言之時使升溫速度提升的方式，進行回授控制。在最先，說明圖6A中的溫度控制的概略。

【0041】

程序(1)(升溫程序)

首先，為了在使基板18從載舟卸載完成時的溫度升溫至穩定目標溫度(處理溫度)的情況下，快速使加熱器素線30a為高溫，以加熱器素線30a為高輸出(作為一例，全功

率(加熱部30的最大輸出))的方式進行控制，既定時間維持高輸出以上。例如，使加熱器素線30a為全功率的電力且一定輸出。

高輸出的電力，不限於加熱部30的最大輸出，為比將基板18以處理氣體等進行處理的處理溫度的維持大的電力，該電力的值為預先設定於裝置者。

另外，本說明書中的處理溫度，雖表示基板18的溫度，惟有時亦表示形成於反應管16內的處理室24的溫度。

【0042】此處，被構成為，將加熱部30維持為高輸出以上既定時間時，加熱器素線30a的溫度上升至預先設定的溫度(第1設定溫度)。此設定溫度，決定為至少基板18的溫度不超過處理溫度(不發生超出(overshoot))的溫度。有關設定溫度的詳細，後述之。

【0043】然而，加熱部30的加熱器素線30a的溫度，可透過供應至加熱器素線30a的電力從而容易且迅速地控制；然而，另一方面，反應管16，難以如加熱器素線30a般進行溫度控制而迅速地變更其該溫度。換言之，對來自反應管16的二次輻射(相對長波長的紅外線多)進行控制為困難。

【0044】因此，為了盡可能不使反應管16的溫度上升，至少在程序(1)，一邊供應冷卻氣體而將反應管16進行冷卻，一邊實施基板18的加熱。亦即，在本實施方式，為了使加熱器素線30a為高輸出，將來自容易控制的加熱器素線30a的一次輻射(相對短波長多)提供給基板18，抑制

來自反應管 16 的二次輻射，而在透過了加熱器素線 30a 下的基板 18 的加熱中，進行反應管 16 的冷卻。反應管 16 的冷卻，如前述般，可透過使排氣扇 54 作動，將冷卻氣體朝反應管 16 從吹出孔 35 吹出，從而有效率地進行。

【0045】如此般，透過對加熱器素線 30a 施加既定的電力，使加熱器素線 30a 的溫度比基板 18 的處理溫度高，從而可使從加熱器素線 30a 所輻射的各種的波長之中的短波長(例如，比 $4\mu\text{m}$ 小的波長)的比例變多。再者，透過朝反應管 16 供應冷卻氣體，亦即透過冷卻氣體供應程序，使得能以對加熱器素線 30a 施加電力，同時抑制來自反應管 16 的長波長的二次輻射的方式，將反應管 16 進行冷卻。因此，可抑制來自反應管 16 的長波長的二次輻射，使穿過了反應管 16 的短波長的輻射波的量變多，故可效率佳地將反應管 16 內進行加熱，使反應管 16 內的基板 18 溫度的升溫率提升，言換之時使升溫速度提升。

【0046】

程序(2)(調整程序)

為在程序(1)後以基板 18 的溫度到達於穩定目標溫度(處理溫度)的方式進行調整的程序，具體而言，調整往加熱器素線 30a 的電力供應。例如，亦可使電力供應量為零。此外，調整鼓風機頻率，基板 18 的溫度成為處理溫度附近時，抑制鼓風機頻率，調整冷卻氣體的供應。據此，透過將加熱器素線 30a 及鼓風機頻率雙方進行回授控制，使得基板 18 的溫度被控制為在不發生超出之下收束於處理

溫度。

【 0047】

程序(3)(穩定化程序)

在程序(2)後，在基板18的溫度到達於處理溫度後，以使基板18的溫度穩定於穩定目標溫度的方式以回授控制進行溫度控制(對基板18的溫度進行測定，對加熱器素線30a的輸出進行控制)。另外，於程序(3)，亦可一邊持續低溫的冷卻氣體的供應而將反應管16進行冷卻一邊進行溫度控制。亦即，可使鼓風機為導通而供應冷卻氣體。

【 0048】 另外，於上述程序(1)、(2)，將基板18的升溫，一邊進行回授控制一邊進行實施，使得亦可跟隨於周圍環境的變動因素。例如，如程序(1)般將溫度設定值指定為加熱器素線30a的輸出成為高輸出時，即使變動因素產生了影響，透過進行回授控制，使得使加熱器素線30a為高輸出的時間被調節。在程序(2)使基板18的目標穩定溫度為溫度設定值而進行回授控制，從而直到基板18的溫度到達於目標穩定溫度為止的待機時間被調節。

【 0049】 另外，將基板18進行加熱的加熱器素線30a，可分為複數個區域(複數個發熱區域)而進行控制。本溫度控制方式方面，程序(1)、(2)、(3)亦按區域分別獨立而進行控制，從而可對置於載舟20的複數個基板18，控制為溫度成為均等。

【 0050】

(溫度控制的補足)

在對基板 18 的溫度進行調整的調整程序，將冷卻氣體的供應量與供應至加熱器素線 30a 的電力進行調整而將基板 18 控制為處理溫度，使得配置於反應管 16 內的基板 18 的溫度的升溫率被提升，可縮短反應管 16 內的溫度從升溫開始直到穩定於處理溫度為止的時間。據此，例如能以短時間使基板溫度穩定於處理溫度。

【0051】如示於圖 6A 般，使透過了加熱器素線 30a 下的加熱，亦即使升溫程序，和將反應管 16 進行冷卻的冷卻氣體供應程序同時開始，使得比起使冷卻氣體供應程序的開始比升溫程序慢的情況，可提升基板 18 的溫度的升溫率，且能以短時間使基板溫度穩定於處理溫度。

【0052】並且，將在升溫程序之對於加熱器素線 30a 的既定的電力的供應，以全功率進行，使得比起不以全功率進行的情況，可對基板 18 迅速進行透過了短波長的輻射下的加熱。

【0053】持續在升溫程序的對於加熱器素線 30a 的既定的電力的供應，直到加熱器素線 30a 的溫度成為比處理溫度高的設定溫度為止，從而可效率佳地將反應管 16 內進行加熱，例如可使反應管 16 內的基板 18 溫度的升溫率提升。

【0054】如示於圖 6A 般，在升溫程序的加熱器素線 30a 的溫度成為比處理溫度高的設定溫度後，從一定的電力使電力降低，使得可使加熱器素線 30a 的溫度，在反應管 16 內的溫度成為處理溫度前，從比處理溫度高的溫度回

到原本的溫度，亦即可使溫度降低。據此，如示於圖 6B 般，可抑制溫度變過高的超出(以上側的圖形線表示)，可使處理溫度穩定化。

【0055】在升溫程序之加熱器素線 30a 的溫度成為比處理溫度高的設定溫度時，往加熱器素線 30a 的電力的供應被停止，故加熱器素線 30a 的溫度，在反應管 16 內的溫度成為處理溫度前，從比處理溫度高的溫度回到原本的溫度，亦即溫度被降低。據此，可抑制溫度變過高的超出，可使處理溫度穩定化。

【0056】在升溫程序之對於加熱器素線 30a 的既定的電力的供應，雖予以持續直到加熱器素線 30a 的溫度成為比處理溫度高的設定溫度為止，惟設定溫度，優選為，設定為從加熱器素線的輻射波獲得短波長，亦即使加熱器素線 30a 比基板 18 的處理溫度高。為此，能以短波長的輻射波，效率佳地將反應管 16 內(尤其基板 18)進行加熱，例如可使反應管 16 內的基板 18 溫度的升溫率提升。

【0057】加熱器素線 30a 的設定溫度，優選為設定為 450℃ 以上(然而，非必須)。加熱器素線 30a 的溫度不足 450℃ 時，有時無法充分獲得從加熱器素線 30a 所輻射的各種的波長之中的短波長(例如，比 4 μ m 小的波長)。此情況下，從加熱器素線 30a 所輻射的長波長的紅外線被反應管 16 吸收，反應管 16 被加熱，同時配置於反應管 16 內的基板 18 有時未被充分加熱。

相對於此，加熱器素線 30a 的溫度成為 450℃ 以上時，

從加熱器素線 30a 所輻射的各種的波長之中的短波長的比例會增加。此短波長的輻射波穿過反應管 16 並被配置於反應管 16 內的基板 18 所吸收，故可有助於使升溫效率提升。再者，加熱器素線 30a 的溫度，例如成為 800℃ 以上時，從加熱器素線 30a 所輻射的各種的波長大多成為短波長。如此般，使加熱器素線 30a 的溫度上升從而予以放出多的短波長的紅外線，放出的短波長的紅外線穿過反應管 16 並被配置於反應管 16 內的基板 18 所吸收，故可使升溫效率提升。

【0058】對於加熱器素線 30a 的一定的電力的供應時間，可依處理溫度而決定。以使加熱器素線 30a 的溫度比處理溫度高的狀態而使反應管 16 內的溫度升溫時，例如可使來自加熱器素線 30a 的紅外線之中的短波長的紅外線的比例變多，此短波長的紅外線穿過反應管 16 並被配置於反應管 16 內的基板 18 所吸收，可使升溫效率提升。此外，加熱器素線 30a 的溫度，可從比處理溫度高的設定溫度予以降低至原本的溫度，例如降低至處理溫度。

如此般，針對對於加熱器素線 30a 之一定的電力的供應時間，依處理溫度而決定，從而可達成升溫效率與溫度穩定化的同時成立。

【0059】在冷卻氣體供應程序的冷卻氣體的供應量，可進行控制直到加熱器素線 30a 的溫度成為設定溫度為止。據此，反應管 16 被冷卻直到加熱器素線 30a 的溫度成為設定溫度為止，來自反應管 16 的長波長的紅外線的輻射

被抑制直到加熱器素線30a的溫度成為設定溫度為止。

【0060】在冷卻氣體供應程序的冷卻氣體的供應量，可進行控制直到加熱器素線30a的溫度從載舟裝載完成時的溫度成為處理溫度為止。據此，可從在加熱器素線30a的溫度成為設定溫度之前將反應管16進行冷卻，即使加熱器素線30a的溫度成為比處理溫度高的設定溫度，仍可抑制來自反應管16的長波長的紅外線的輻射。

【0061】在冷卻氣體供應程序的冷卻氣體的供應量，可在反應管16內的溫度成為處理溫度後予以減少。據此，可抑制基板18的溫度變過高的超出，可使處理溫度穩定化。

【0062】使在使反應管16內的溫度升溫的開始時期與反應管16內的溫度到達於處理溫度的時期之加熱器素線30a的溫度與處理溫度為相同，使得可抑制來自反應管16的長波長的二次輻射，增加穿過反應管16的短波長的輻射波的量，效率佳地將反應管16內進行加熱。

【0063】可使處理溫度，比以在反應管16內未配置有基板18的狀態(例如，將保持於載舟20的基板18往爐內進行配置前的待機狀態)所保持的加熱器素線30a的待機溫度低。據此，在如比以在反應管16內未配置有基板18的狀態所保持的加熱器素線30a的待機溫度低的低溫區域的程序中的溫度控制方面，可使加熱器素線30a的溫度，使從加熱器素線30a所輻射的各種的波長之中的短波長的比例增加，例如可使比 $4\mu\text{m}$ 小的波長的比例增加。據此，例如可

使來自加熱器素線30a的短波長的比例多的紅外線穿過反應管16，使反應管16內的基板溫度的升溫率提升。

【0064】在圖7，示出下例：不進行回授控制之下，使加熱器素線30a為高輸出既定時間，之後，在使加熱器素線30a為零而維持既定時間後，進行回授控制。並且，控制為，在基板18的溫度超過穩定目標溫度(容許的範圍以上)的情況下，縮短使加熱部30的輸出為高輸出的時間(既定時間)，在基板18的溫度低於穩定目標溫度的情況下，增長使加熱部30的輸出為高輸出的時間(既定時間)，決定最佳的既定時間。另外，鼓風機輸出為一定。

【0065】此外，在圖6A，示出使程序(I)為高輸出一定、使程序(II)為低輸出一定(在圖7為電力零之例)之例。依圖6A時，僅對程序(I)、程序(II)之時間進行設定，只要為有一定程度的知識與技能的操作員，即可簡單地導出最佳的既定時間。另外，雖從程序(III)執行回授控制，惟亦可如本實施方式般，從程序(II)的中途將加熱部30或將加熱部30及鼓風機進行回授控制。

【0066】在以下，利用圖8及圖9針對以基板處理裝置10所進行的成膜處理的一例進行說明。本一例，為作為待機溫度 T_0 <目標溫度 T_1 的情況下的一例。

【0067】步驟S1，為使爐內的溫度穩定於相對低的溫度 T_0 的處理。在步驟S1，基板18尚未被插入於爐內。

【0068】步驟S2，為將保持於載舟20的基板18往爐內進行插入的處理。基板18的溫度，在此時點比爐內的溫度

T0低，故將基板18往爐內進行了插入的結果，爐內的溫度暫時變比T0低，惟透過溫度控制裝置74等使得爐內的溫度經過略微之時間而再次穩定於溫度T0。

【0069】步驟S3，為使爐內的溫度從溫度T0逐漸上升至為了對基板18實施成膜處理用的目標溫度T1為止的處理。

【0070】步驟S4，為將爐內的溫度為了對基板18實施成膜處理而以目標溫度T1進行維持而予以穩定的處理。

【0071】步驟S5，為在成膜處理結束後使爐內的溫度從溫度T1再次逐漸下降至相對低的溫度T0為止的處理。

【0072】步驟S6，為將實施成膜處理後的基板18同載舟20從爐內進行抽出的處理。

【0073】留有應實施成膜處理的未處理的基板18的情況下，載舟20上的處理完畢的基板18被更換為未處理的基板18，重複此等步驟S1～S6的一連串的處理。

【0074】步驟S1～S6的處理，皆相對於目標溫度，爐內溫度在預先設定的微小溫度範圍內，且在獲得該狀態持續僅預先設定的時間如此的穩定狀態後，前往下個步驟。或者，近來，以一定時間下的基板18的成膜處理枚數增大為目的，亦進行在步驟S1、S2、S5、S6等不獲得穩定狀態之下往下個步驟轉移。

【0075】此處，步驟S3(升溫)、步驟S5(降溫)非必須，待機溫度T0與目標溫度T1(處理溫度)不同，故被實施。因此，在待機溫度T0與目標溫度T1(處理溫度)為相同

的情況下，步驟 S3(升溫)、步驟 S5(降溫)被省略。此外，目標溫度 T1 比待機溫度 T0 低的情況下，可省略步驟 S3(升溫)。

【0076】

[其他實施方式]

本揭示，不僅半導體製造裝置，亦可應用於對如 LCD 裝置的玻璃基板進行處理的裝置。例如，於以加熱器素線對玻璃基板進行加熱而處理的裝置等，亦可獲得和本揭示同樣的效果。

【0077】此外，本揭示，有關半導體製造技術，尤其有關將被處理基板在收容於處理室而透過加熱裝置進行了加熱的狀態下實施處理的熱處理技術，例如可利用在使用於在利用供於對製作有半導體積體電路裝置(半導體裝置、半導體設備)於其中的半導體基板進行氧化處理、擴散處理、離子佈植後的載體活性化、平坦化用的回流、退火及熱 CVD 反應下的成膜處理等的基板處理裝置而應用於有效者。

【0078】本說明書中使用的「基板」如此之用語，包括以下的情況：表示基板本身；表示基板與形成於該表面上的既定的層、膜的積層體。

【0079】2022 年 12 月 26 日申請的日本特願 2022-209067 號的揭示，其整體援用於本說明書中。記載於本說明書的所有文獻、日本特願及技術規格，和具體且分別記載了援用了各個文獻、日本特願及技術規格的情形的情況

相同程度，援用於本說明書中。

[產業利用性]

【0080】本發明，可應用於一種基板處理裝置，具有複數個基板保持具，對保持於此基板保持具的基板進行處理。尤其，可應用於以低溫對基板進行處理的基板處理裝置。

【符號說明】

【0081】

16:反應管

18:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種溫度控制方法，具有一處理溫度設定程序，於該處理溫度設定程序，對反應管內的加熱與對於反應管內的冷卻進行控制，使配置於前述反應管內的基板的溫度為預先設定的處理溫度，

前述處理溫度設定程序，具有：

升溫程序，其為供應一定的電力，使配置於前述反應管的外部的加熱器素線的溫度比前述處理溫度高者；以及
冷卻氣體供應程序，其為朝前述反應管供應冷卻氣體者。

【請求項2】如請求項1的溫度控制方法，其中，
進一步具有一調整程序，於該調整程序，將前述冷卻氣體的供應量與前述電力進行調整，將前述基板的溫度控制為前述處理溫度。

【請求項3】如請求項1的溫度控制方法，其中，
前述升溫程序與前述冷卻氣體供應程序，同時開始。

【請求項4】如請求項2的溫度控制方法，其中，
前述調整程序與前述冷卻氣體供應程序，同時執行。

【請求項5】如請求項1的溫度控制方法，其中，
在前述升溫程序的前述一定的電力的供應，被持續直到前述加熱器素線的溫度成為比前述處理溫度高的設定溫度為止。

【請求項6】如請求項1的溫度控制方法，其中，
控制為，在前述升溫程序的前述加熱器素線的溫度成

為比前述處理溫度高的設定溫度時，從前述一定的電力使所供應的電力降低。

【請求項7】如請求項6的溫度控制方法，其中，
在前述升溫程序的前述加熱器素線的溫度成為比前述處理溫度高的設定溫度時，停止前述電力的供應。

【請求項8】如請求項5的溫度控制方法，其中，
前述設定溫度，設定為從前述加熱器素線的輻射波獲得短波長。

【請求項9】如請求項2的溫度控制方法，其中，
設定為，在前述調整程序結束前，前述加熱器素線的溫度降低為前述處理溫度。

【請求項10】如請求項5的溫度控制方法，其中，
前述一定的電力的供應時間，依前述處理溫度而決定。

【請求項11】如請求項1的溫度控制方法，其中，
在前述冷卻氣體供應程序的前述冷卻氣體的供應量，被控制直到前述加熱器素線的溫度成為比前述處理溫度高的設定溫度為止。

【請求項12】如請求項1的溫度控制方法，其中，
在前述冷卻氣體供應程序的前述冷卻氣體的供應量，被從前述加熱器素線的溫度成為比前述處理溫度高的設定溫度前控制直到成為前述處理溫度為止。

【請求項13】如請求項1的溫度控制方法，其中，
在前述冷卻氣體供應程序的前述冷卻氣體的供應量，

在前述反應管內的溫度成為前述處理溫度附近時，被減少。

【請求項14】如請求項1的溫度控制方法，其中，

在使反應管內的溫度升溫的開始時期，和在前述反應管內的溫度到達於前述處理溫度的時期的前述加熱器素線的溫度與前述處理溫度為相同。

【請求項15】如請求項14的溫度控制方法，其中，

前述處理溫度，比在前述反應管內未配置有前述基板的狀態下被保持的前述加熱器素線的待機溫度低。

【請求項16】一種半導體裝置之製造方法，

具有透過如請求項1的溫度控制方法而使前述基板的溫度為處理溫度的程序，

一邊維持前述處理溫度，一邊對配置於前述反應管內的前述基板進行處理。

【請求項17】一種程式，被在具備了一控制部的基板處理裝置執行，該控制部，被構成為，對透過了加熱部下的反應管內的加熱進行控制，以及對透過了供應將前述反應管進行冷卻的冷卻氣體的冷卻機構下的對於前述反應管的冷卻進行控制，從而可使前述反應管內的基板的溫度成為處理溫度，

透過電腦使前述基板處理裝置執行：對前述加熱部供應既定的電力，使前述加熱部所含的加熱器素線的溫度比前述處理溫度高的程序；以及使前述冷卻機構朝前述反應管供應冷卻氣體的程序。

【請求項18】一種基板處理裝置，具備：

反應管，其在內部配置基板；

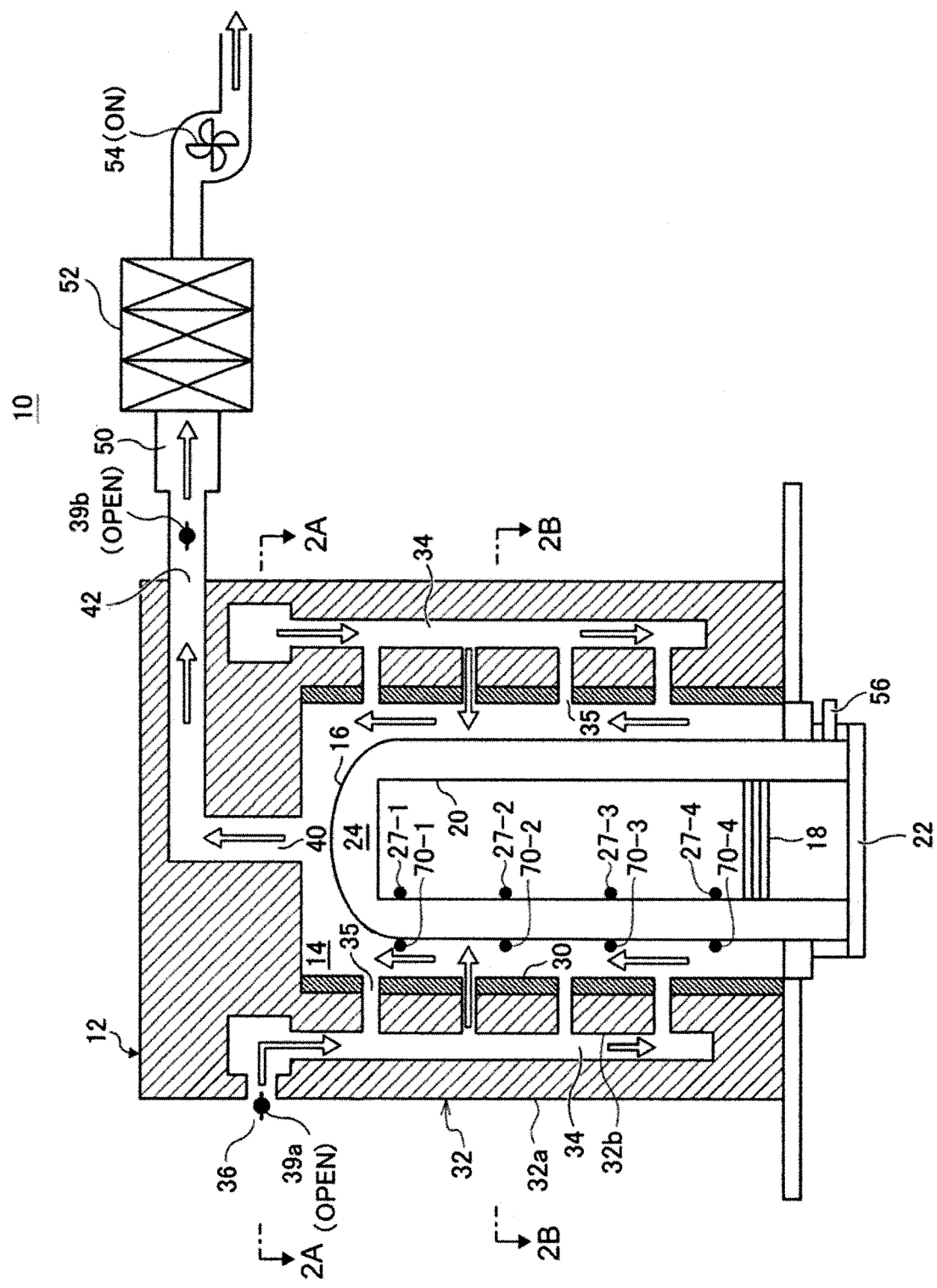
加熱機構，其具有對前述反應管內的前述基板進行加熱的加熱部，以及具有對前述加熱部供應電力的電力供應部；

冷卻機構，其對前述反應管供應冷卻氣體；以及

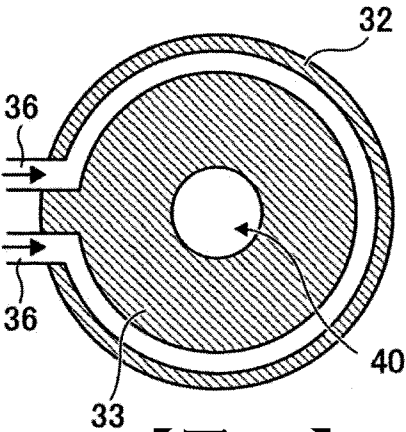
控制部，其被構成爲，針對前述反應管內的加熱進行控制，以及針對對於前述反應管的冷卻進行控制，從而可使前述反應管內的前述基板的溫度成爲處理溫度；

前述控制部，被構成爲至少可執行：透過前述電力供應部而供應既定的電力，使前述加熱部所含的加熱器素線的溫度比前述處理溫度高的處理；以及透過前述冷卻機構朝前述反應管而予以供應前述冷卻氣體的處理。

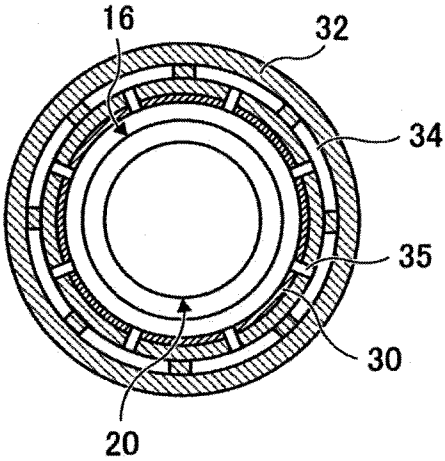
【發明圖式】



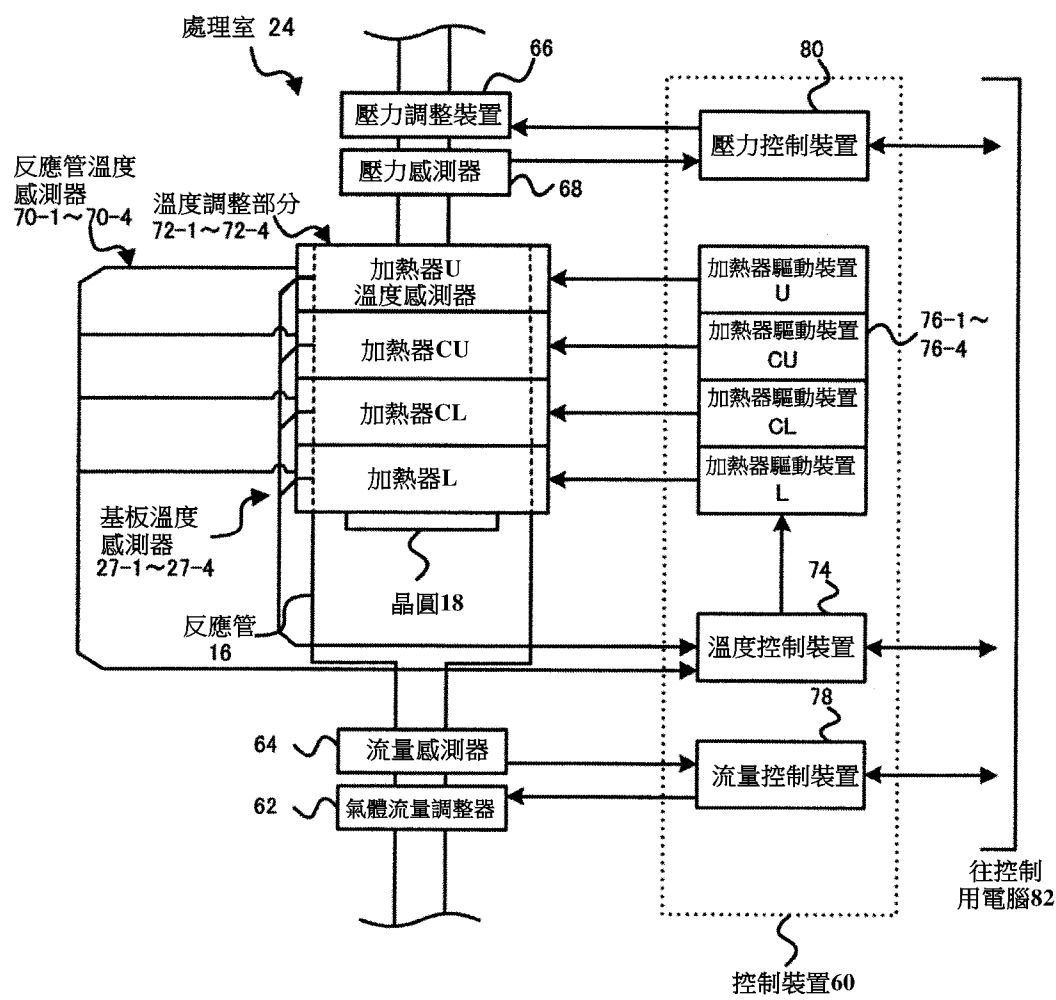
【圖 1】



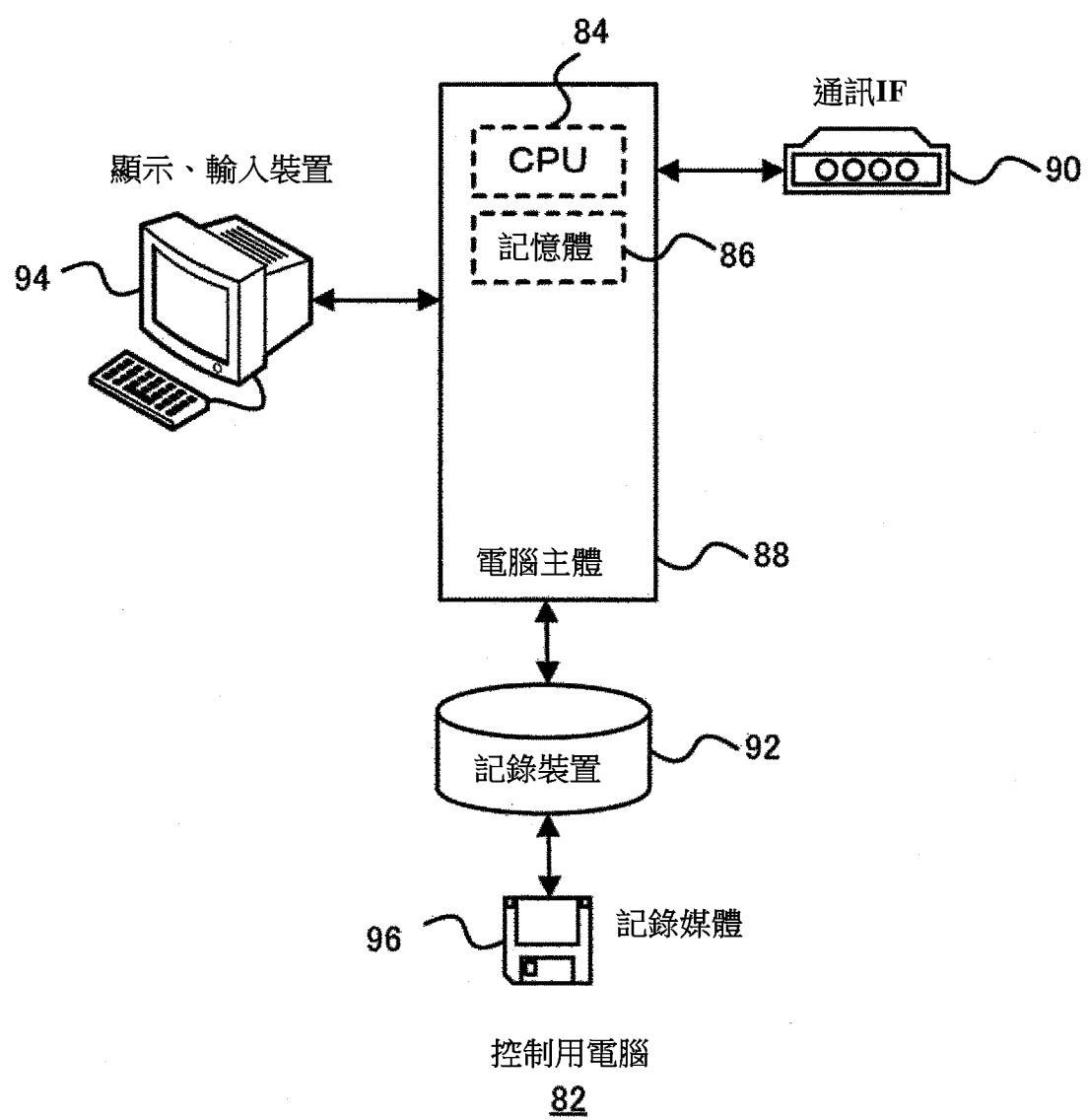
【圖 2A】



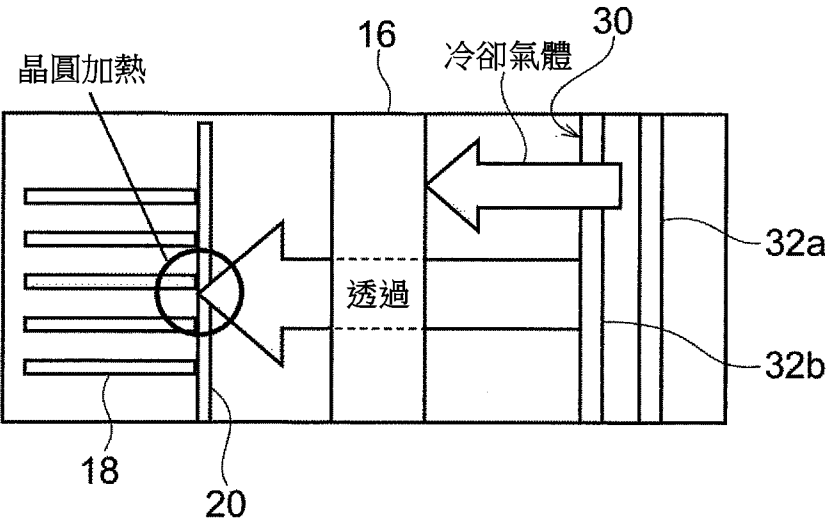
【圖 2B】



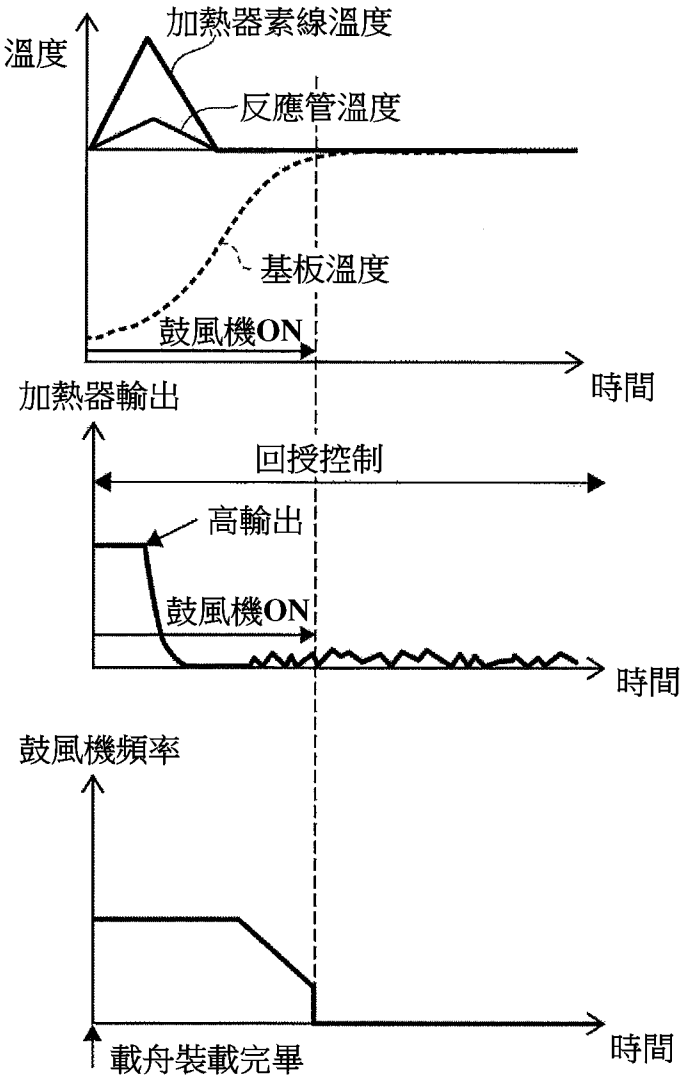
【圖 3】



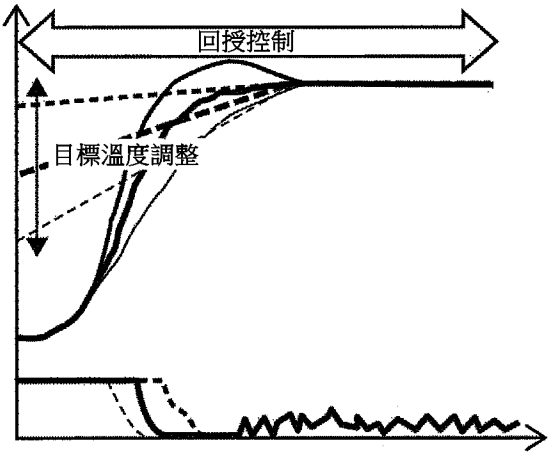
【圖 4】



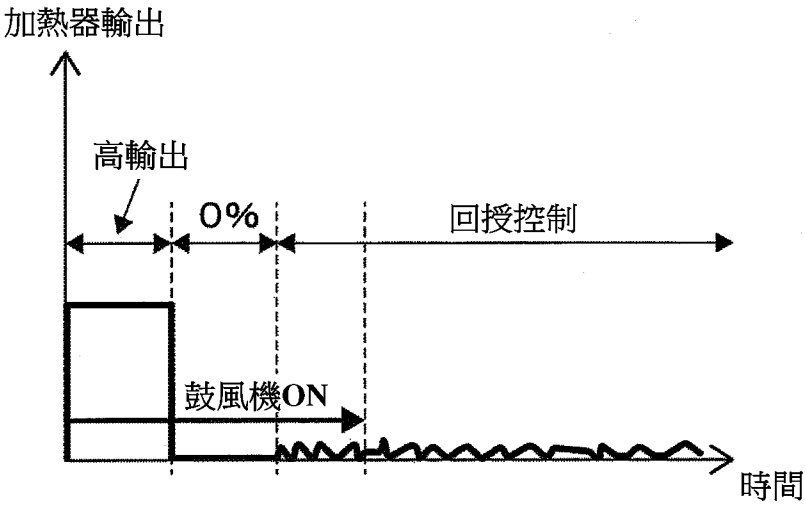
【圖 5】



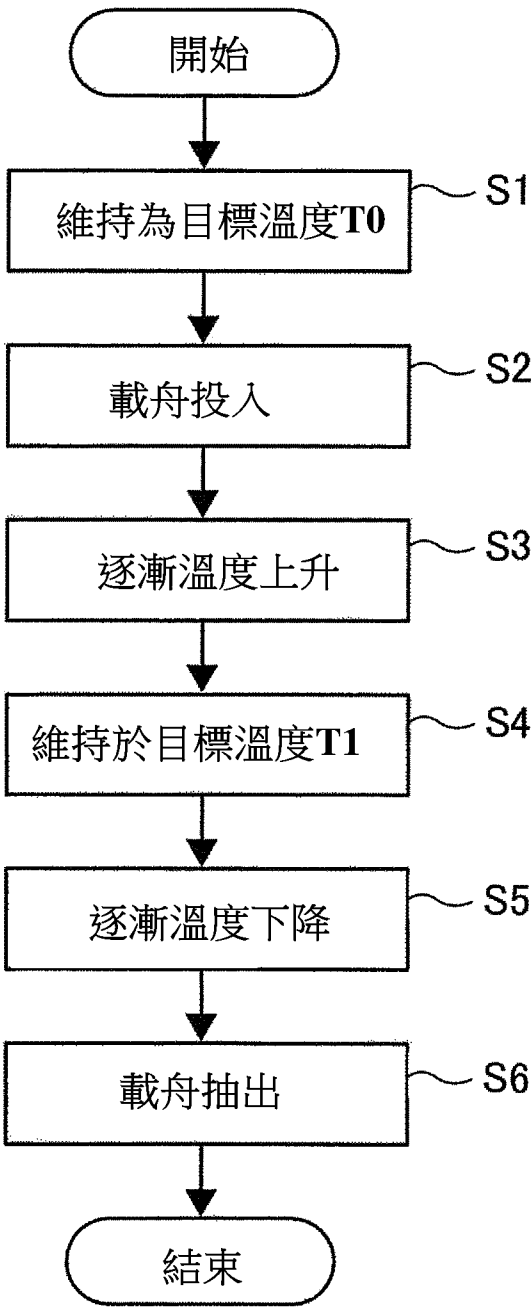
【圖 6A】



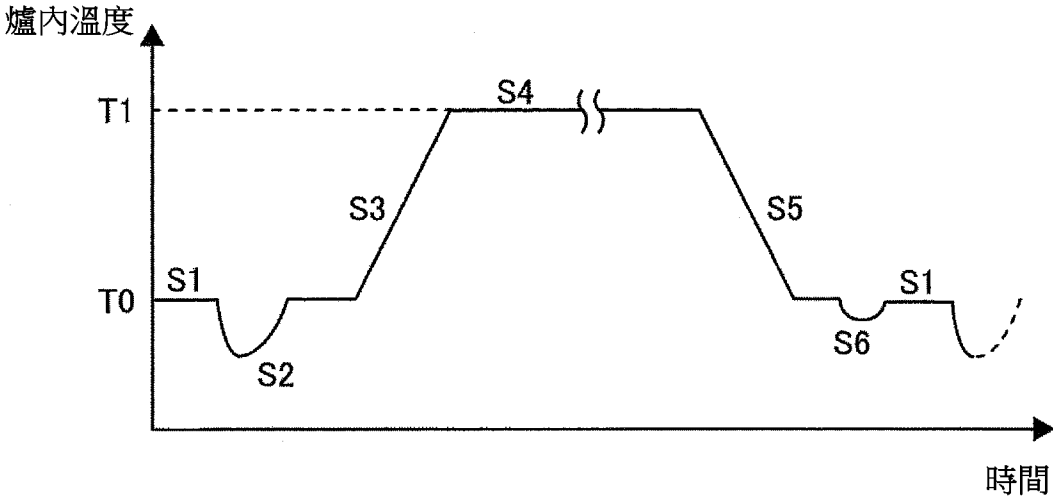
【圖 6B】



【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】