

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2022年9月29日(29.09.2022)



(10) 国際公開番号

**WO 2022/201227 A1**

(51) 国際特許分類:  
*H01L 21/20* (2006.01) *H01L 21/268* (2006.01)

目 1 番 地 株 式 会 社 K O K U S A I E L  
E C T R I C 内 Toyama (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/011647

(22) 国際出願日: 2021年3月22日(22.03.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

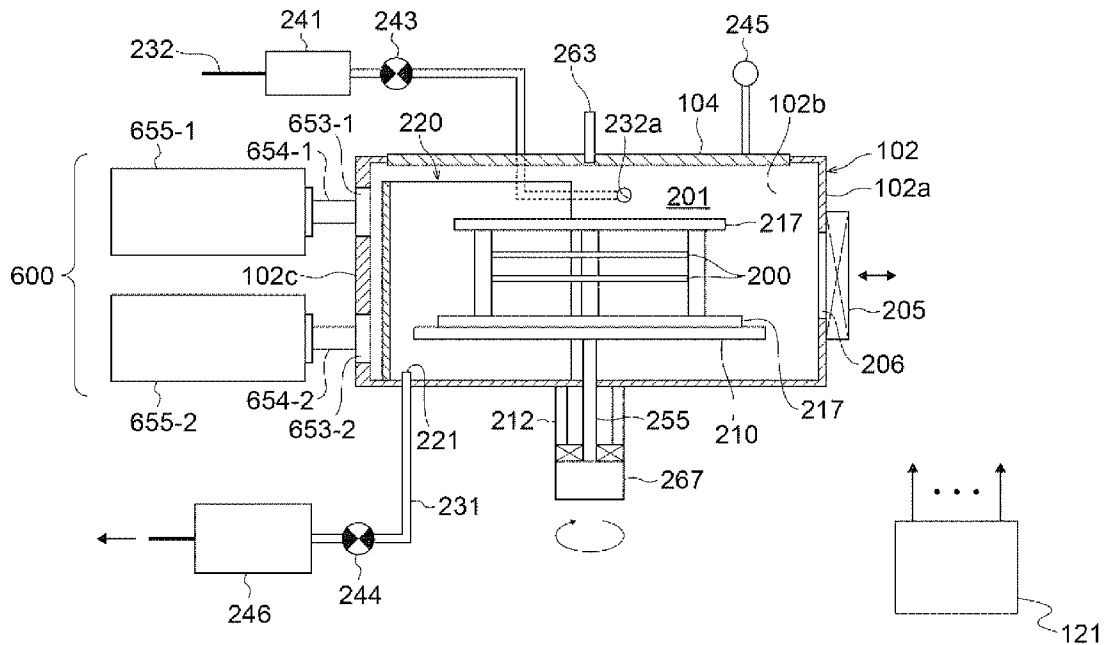
(71) 出願人: 株式会社 K O K U S A I E L E C T R  
I C (KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶  
町 3 丁目 4 番地 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所  
(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東  
京都新宿区新宿 4 丁目 3 番 1 7 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: SUBSTRATE TREATMENT DEVICE, PRODUCTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE,  
AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 基板処理装置、半導体装置の製造方法、及び、プログラム



(57) Abstract: This substrate treatment device comprises: a treatment chamber for treating a substrate; a substrate holding unit for holding the substrate; a rotation mechanism for causing the substrate holding unit to rotate; a microwave supply unit that supplies microwaves from one side of the treatment chamber, as viewed from the rotation axis of the rotation mechanism, so as to heat-treat the substrate; a carry-in/carry-out unit that is provided to a lateral wall of the treatment chamber opposite to the microwave supply unit with the rotation axis therebetween and that is for carrying in and carrying out the substrate; and a heat escape inhibition unit that is disposed between the substrate and the microwave supply unit

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

and that inhibits heat escape from an edge of the substrate.

(57) 要約: 基板処理装置は、基板を処理する処理室と、基板を保持する基板保持部と、基板保持部を回転させる回転機構と、回転機構の回転軸から見て、処理室の一方側からマイクロ波を供給し、基板を加熱処理するマイクロ波供給部と、回転軸を挟んで処理室のマイクロ波供給部に対向する側壁に設けられ、基板を搬入出する搬入出部と、基板とマイクロ波供給部との間に配置され、基板のエッジからの熱逃げを抑制する熱逃げ抑制部と、を備えている。

## 明 細 書

発明の名称：

基板処理装置、半導体装置の製造方法、及び、プログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、基板処理装置、半導体装置の製造方法、及び、プログラムに関するものである。

### 背景技術

[0002] 半導体装置（半導体デバイス）の製造工程の一工程として、例えば、加熱装置を用いて処理室内の基板を加熱し、基板の表面に成膜された薄膜中の組成や結晶構造を変化させたり、成膜された薄膜内の結晶欠陥等を修復したりするアニール処理に代表される改質処理がある。近年の半導体デバイスにおいては、微細化、高集積化が著しくなっており、これに伴い、高いアスペクト比を有するパターンが形成された高密度の基板への改質処理が求められている。このような高密度基板への改質処理方法としてマイクロ波を用いた熱処理方法が検討されている。一例として、特許文献1に記載の技術が挙げられる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-70045号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来のマイクロ波を用いた処理では、基板等の処理室内部構成部品の径方向外側より熱が逃げ、基板を均一に改質処理することが困難となってしまう場合がある。

[0005] 本開示の目的は、基板を均一に処理することが可能となる、基板処理装置、半導体装置の製造方法、及び、プログラムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

- [0006] 本開示の一態様によれば、  
基板を処理する処理室と、  
前記基板を保持する基板保持部と、  
前記基板保持部を回転させる回転機構と、  
前記回転機構の回転軸から見て前記処理室の一方側からマイクロ波を供給し、前記基板を加熱処理するマイクロ波供給部と、  
前記回転軸を挟んで前記処理室の前記マイクロ波供給部に対向する側壁に設けられ、前記基板を搬入出する搬入出部と、  
前記基板と前記マイクロ波供給部との間に配置され、前記基板のエッジからの熱逃げを抑制する熱逃げ抑制部と、  
を有する技術が提供される。

## 発明の効果

- [0007] 本開示の一態様によれば、基板を均一に処理することが可能となる構成を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本開示の一実施形態で好適に用いられる基板処理装置の概略構成を示した縦断面図である。  
[図2]本開示の一実施形態で好適に用いられる基板処理装置の概略構成を示した横断面図である。  
[図3]本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の枚葉型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を縦断面図で示す図である  
[図4]本開示で好適に用いられる基板処理装置の処理室内におけるウエハと熱逃げ抑制部の配置を示す斜視図である。  
[図5]本開示で好適に用いられる基板処理装置の処理室内におけるウエハと熱逃げ抑制部の配置を示す平面図である。  
[図6]本開示で好適に用いられる基板処理装置の処理室内におけるウエハと変形例に係る熱逃げ抑制部の配置を示す斜視図である。

[図7]本開示で好適に用いられる基板処理装置のコントローラの概略構成図である。

[図8]本開示における基板処理のフローを示す図である。

[図9]本開示で好適に用いられる基板処理装置の変形例1に係る処理室内におけるウエハと熱逃げ抑制部の配置を示す斜視図である。

[図10A]本開示で好適に用いられる基板処理装置の変形例2のボートに石英プレートを保持した状態を上方から見た図である。

[図10B]本開示で好適に用いられる基板処理装置の変形例2のボートに石英プレートを保持した状態を側方から見た図である。

[図11]本開示で好適に用いられる基板処理装置の変形例2に係る処理室内におけるウエハと熱逃げ抑制部の配置を示す斜視図である。

[図12]本開示で好適に用いられる基板処理装置の変形例3に係る処理室内におけるウエハと熱逃げ抑制部の配置を示す斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の一実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明において用いられる図面は、いずれも模式的なものであり、図面に示される、各要素の寸法の関係、各要素の比率等は、現実のものとは必ずしも一致していない。また、複数の図面の相互間においても、各要素の寸法の関係、各要素の比率等は必ずしも一致していない。

#### [0010] (1) 基板処理装置の構成

本実施形態において、本開示に係る基板処理装置100は、ウエハに各種の熱処理を施す枚葉式熱処理装置として構成されており、後述するマイクロ波を用いたアニール処理（改質処理）を行う装置として説明を行う。本実施形態における基板処理装置100では、基板としてのウエハ200を内部に収容した収納容器（キャリア）としてFOUP（Front Opening Unified Pod：以下、ポッドと称する）110が使用される。ポッド110は、ウエハ200を種々の基板処理装置間を搬送する為の搬送容器としても用いられる。

[0011] 図1および図2に示すように、基板処理装置100は、ウエハ200を搬送する搬送室（搬送エリア）203を内部に有する搬送筐体（筐体）202と、搬送筐体202の側壁に設けられ、ウエハ200を処理する処理室201-1、201-2をそれぞれ内部に有する後述する処理容器としてのケース102-1、102-2を備えている。搬送室203の筐体前側である図1の向かって右側（図2の向かって下側）には、ポッド110の蓋を開閉し、ウエハ200を搬送室203に搬送・搬出するための、ポッド開閉機構としてのロードポートユニット（LP）106が配置されている。ロードポートユニット106は、筐体106aと、ステージ106bと、オープナ106cとを備えている。ステージ106bは、ポッド110を載置し、搬送室203の筐体前方に形成された基板搬入搬出口134にポッド110を近接させるように構成され、オープナ106cによってポッド110に設けられている図示しない蓋を開閉させる。また、筐体202は、搬送室203内をN<sub>2</sub>などのパージガスを循環させるためのクリーンユニット166を設けたパージガス循環構造を有している。

[0012] 搬送室203の筐体202後側である図1の向かって左側（図2の向かって上側）には、処理室201-1、202-2を開閉するゲートバルブ205-1、205-2がそれぞれ配置されている。搬送室203には、ウエハ200を移載する基板移載機構（基板移載ロボット）としての移載機125が設置されている。移載機125は、ウエハ200を載置する載置部としてのツィーザ（アーム）125a-1、125a-2と、ツィーザ125a-1、125a-2のそれぞれを水平方向に回転または直動可能な移載装置125bと、移載装置125bを昇降させる移載装置エレベータ125cとで構成されている。ツィーザ125a-1、125a-2、移載装置125b、移載装置エレベータ125cの連続動作により、後述する基板保持具（ボート）217やポッド110にウエハ200を装填（チャージング）または脱装（ディスチャージング）することを可能な構成としている。以降、ケース102-1、102-2、処理室201-1、201-2、ツィーザ12

5 a - 1 および 1 2 5 a - 2 のそれぞれは、特に区別して説明する必要が無い場合には、単にケース 1 0 2、処理室 2 0 1、ツィーザ 1 2 5 a として記載する。

[0013] 図 1 に示すように、搬送室 2 0 3 の上方空間であって、クリーンユニット 1 6 6 よりも下方には処理したウエハ 2 0 0 を冷却するためのウエハ冷却用載置具 1 0 8 がウエハ冷却テーブル 1 0 9 上に設けられている。ウエハ冷却用載置具 1 0 8 は、後述する基板保持具としてのボート 2 1 7 と同様の構造を有しており、複数のウエハ保持溝（保持部）によって複数枚のウエハ 2 0 0 を垂直多段に水平保持することが可能なように構成されている。ウエハ冷却用載置具 1 0 8 およびウエハ冷却テーブル 1 0 9 は、基板搬入搬出口 1 3 4 およびゲートバルブ 2 0 5 の設置位置よりも上方に設けられることで、ウエハ 2 0 0 を移載機 1 2 5 によってポッド 1 1 0 から処理室 2 0 1 へ搬送する際の動線上から外れるため、ウエハ処理のスループットを低下させることなく、処理後のウエハ 2 0 0 を冷却することを可能としている。以降、ウエハ冷却用載置具 1 0 8 とウエハ冷却テーブル 1 0 9 を合わせて冷却エリア（冷却領域）と称する場合もある。

[0014] ここで、ポッド 1 1 0 内の圧力、搬送室 2 0 3 内の圧力および処理室 2 0 1 内の圧力は、すべて大気圧、または大気圧よりも 1 0 ~ 2 0 0 P a（ゲージ圧）程度の高い圧力にて制御される。搬送室 2 0 3 内の圧力の方が処理室 2 0 1 の圧力よりも高く、また、処理室 2 0 1 内の圧力の方がポッド 1 1 0 内の圧力よりも高くするのが好ましい。

[0015] （処理炉）

図 1 の破線で囲まれた領域 A には、図 3 に示すような基板処理構造を有する処理炉が構成される。図 2 に示すように、本実施形態においては処理炉が複数設けられているが、処理炉の構成は同一である為、一方の構成を説明するに留め、他方の処理炉構成の説明は省略する。

[0016] 図 3 に示すように、処理炉は、金属などのマイクロ波を反射する材料で構成されるキャビティ（処理容器）としてのケース 1 0 2 を有している。ケー

ス１０２は、一例として略直方体の箱状とされ、側部の４面、側壁１０２ａ、１０２ｂ、１０２ｃ、１０２ｄを有している。また、ケース１０２の天井面には金属材料で構成されたキャップフランジ（閉塞板）１０４が、封止部材（シール部材）としてのＯリング（図示せず）を介してケース１０２の天井面を閉塞するように構成する。主にケース１０２とキャップフランジ１０４の内側空間をシリコンウエハ等の基板を処理する処理室２０１として構成している。なお、キャップフランジ１０４を設けずに、天井が閉塞したケース１０２を用いて処理室２０１を構成するようにしてもよい。

[0017] 処理室２０１内には載置台２１０が設けられており、載置台２１０の上面には、基板としてのウエハ２００を保持する基板保持部としてのボート２１７が載置されている。図４に示されるように、ボート２１７は、リング２１７Ｒ、ボート柱（保持柱）２１７ａ～２１７ｃを備えている。底リング２１７Ｒは、円環状とされ、ボート柱２１７ａ～２１７ｃは、底リング２１７Ｒの周上に間隔をあけて立設されている。ボート柱２１７ａ～２１７ｃの各々には、ウエハ中心側（互いに対向する径方向内側）の側面に、ウエハ２００を保持するウエハ保持部２１７ｄが設けられている。なお、ウエハ２００を挟み込むように、例えば、シリコンプレート（Ｓｉ板）や炭化シリコンプレート（ＳｉＣ板）などの、サセプタ１０３ａ、１０３ｂを載置してもよい。

[0018] 処理容器としてのケース１０２は、本実施形態では略直方体状としたが、例えば横断面が円形であり、平らな密閉容器として構成してもよい。また、搬送筐体２０２は、例えばアルミニウム（Ａｌ）やステンレス（ＳＵＳ）などの金属材料などにより構成されている。なお、ケース１０２に囲まれた空間を処理空間としての処理室２０１又は反応エリア２０１と称し、搬送筐体２０２に囲まれた空間を搬送空間としての搬送室２０３又は搬送エリア２０３と称する場合もある。

[0019] 図１、図２および図３に示すように、搬送筐体２０２の側面には、ゲートバルブ２０５に隣接した基板搬入搬出口２０６が設けられており、ケース１０２の側壁１０２ａには、搬入出口２０７が設けられている。ウエハ２００

は基板搬入搬出口２０６、搬入出口２０７を介して処理室２０１と搬送室２０３との間を移動する。

[0020] ケース１０２の側壁１０２ｃには、後に詳述するマイクロ波供給部６００が設置されており、マイクロ波供給部６００から供給されたマイクロ波が処理室２０１に導入されてウエハ２００等を加熱し、ウエハ２００を処理する。

[0021] 載置台２１０は回転軸としてのシャフト２５５によって支持される。シャフト２５５は、ケース１０２の底部を貫通しており、更には搬送容器２０２の外部で回転動作を行う駆動機構２６７に接続されている。駆動機構２６７を作動させてシャフト２５５及び載置台２１０を回転させることにより、ポート２１７上に載置されるウエハ２００を回転させることが可能となっている。載置台２１０、シャフト２５５、駆動機構２６７により、回転機構が構成される。なお、シャフト２５５下端部の周囲はベローズ２１２により覆われており、処理室２０１および搬送エリア２０３内は気密に保持されている。

[0022] ここで、載置台２１０は基板搬入搬出口２０６の高さに応じて、駆動機構２６７によって、ウエハ２００の搬送時にはウエハ２００がウエハ搬送位置となるよう上昇または下降し、ウエハ２００の処理時にはウエハ２００が処理室２０１内の処理位置（ウエハ処理位置）まで上昇または下降するよう構成されていてもよい。

[0023] 処理室２０１の下方であって、載置台２１０の外周側には、処理室２０１の雰囲気気を排気する排気部が設けられている。図３に示すように、排気部には排気口２２１が設けられている。排気口２２１には排気管２３１が接続されており、排気管２３１には、処理室２０１内の圧力に応じて弁開度を制御するＡＰＣバルブなどの圧力調整器２４４、真空ポンプ２４６が順に直列に接続されている。

[0024] ここで、圧力調整器２４４は、処理室２０１内の圧力情報（後述する圧力センサ２４５からのフィードバック信号）を受信して排気量を調整すること

ができるものであればA P Cバルブに限らず、通常の開閉バルブと圧力調整弁を併用するように構成されていてもよい。

[0025] 主に、排気口221、排気管231、圧力調整器244により排気部（排気系または排気ラインとも称する）が構成される。なお、載置台210を囲むように排気口を設け、ウエハ200の全周からガスを排気可能に構成してもよい。また、排気部の構成に、真空ポンプ246を加えるようにしてもよい。

[0026] ケース102の、側壁102bには、不活性ガス、原料ガス、反応ガスなどの各種基板処理のための処理ガスを処理室201内に供給するためのガス供給管232が接続されている。

[0027] ガス供給管232には、上流から順に、流量制御器（流量制御部）であるマスフローコントローラ（MFC）241、および、開閉弁であるバルブ243が設けられている。ガス供給管232の上流側には、例えば不活性ガスである窒素（N<sub>2</sub>）ガス源が接続され、MFC241、バルブ243を介して処理室201内へ供給される。基板処理の際に複数種類のガスを使用する場合には、ガス供給管232のバルブ243よりも下流側に、上流側から順に流量制御器であるMFCおよび開閉弁であるバルブが設けられたガス供給管が接続された構成を用いることで複数種類のガスを供給することができる。

[0028] なお、ガス種毎にMFC、バルブが設けられたガス供給管を設置してもよい。また、ガス供給管232をキャップフランジ104に接続させてもよい。

[0029] 主に、ガス供給管232、MFC241、バルブ243によりガス供給系（ガス供給部）が構成される。ガス供給系に不活性ガスを流す場合には、不活性ガス供給系とも称する。不活性ガスとしては、N<sub>2</sub>ガスの他、例えば、Arガス、Heガス、Neガス、Xeガス等の希ガスをを用いることができる。

[0030] キャップフランジ104には、非接触式の温度測定装置として温度センサ

263が設置されている。温度センサ263により検出された温度情報に基づき後述するマイクロ波発振器655の出力を調整することで、基板を加熱し、基板温度が所望の温度分布となる。温度センサ263は、例えばIR (Infrared Radiation) センサなどの放射温度計で構成されている。温度センサ263は、ウエハ200の表面温度を測定するように設置される。上述したサセプタが設けられている場合にはサセプタの表面温度を測定するように構成してもよい。

[0031] なお、本開示においてウエハ200の温度（ウエハ温度）と記載した場合は、後述する温度変換データによって変換されたウエハ温度、すなわち、推測されたウエハ温度のことを意味する場合と、温度センサ263によって直接ウエハ200の温度を測定して取得した温度を意味する場合と、それらの両方を意味する場合を指すものとして説明する。

[0032] なお、基板の温度を測定する手段として、上述した放射温度計に限らず、熱電対を用いて温度測定を行ってもよいし、熱電対と非接触式温度計を併用して温度測定を行ってもよい。ただし、熱電対を用いて温度測定を行った場合、熱電対をウエハ200の近傍に配置して温度測定を行う必要がある。すなわち、処理室201内に熱電対を配置する必要があるため、後述するマイクロ波発振器655から供給されたマイクロ波によって熱電対自体が加熱されてしまうので正確に測温することができない。したがって、非接触式温度計を温度センサ263として用いることが好ましい。

[0033] また、温度センサ263は、キャップフランジ104に設けることに限らず、載置台210に設けるようにしてもよい。また、温度センサ263は、キャップフランジ104や載置台210に直接設置するだけでなく、キャップフランジ104や載置台210に設けられた測定窓からの放射光を鏡等で反射させて間接的に測定するように構成されてもよい。さらに、温度センサ263は1つ設置することに限らず、複数設置するようにしてもよい。

[0034] ケース102のシャフト255を挟んで搬入出口207と反対側の側壁102cにはマイクロ波導入ポート653-1、653-2が設置されている

。マイクロ波導入ポート653-1、653-2のそれぞれには処理室201内にマイクロ波を供給するための導波管654-1、654-2のそれぞれの一端が接続されている。導波管654-1、654-2それぞれの他端には処理室201内にマイクロ波を供給して加熱する加熱源としてのマイクロ波発振器（マイクロ波源）655-1、655-2が接続されている。マイクロ波発振器655-1、655-2はマイクロ波を導波管654-1、654-2にそれぞれ供給する。また、マイクロ波発振器655-1、655-2は、マグネトロンやクライストロンなどが用いられる。以降、マイクロ波導入ポート653-1、653-2、導波管654-1、654-2、マイクロ波発振器655-1、655-2は、特にそれぞれを区別して説明する必要のない場合には、マイクロ波導入ポート653、導波管654、マイクロ波発振器655と記載して説明する。

[0035] マイクロ波発振器655によって生じるマイクロ波の周波数は、好ましくは13.56MHz以上24.125GHz以下の周波数範囲となるように制御される。さらに好適には、2.45GHzまたは5.8GHzの周波数となるように制御されることが好ましい。ここで、マイクロ波発振器655-1、655-2のそれぞれの周波数は同一の周波数としてもよいし、異なる周波数で設置されてもよい。

[0036] また、本実施形態において、マイクロ波発振器655は、ケース102の側面に2つ配置されるように記載されているが、これに限らず、1つ以上設けられていればよい。主に、マイクロ波発振器655-1、655-2、導波管654-1、654-2およびマイクロ波導入ポート653-1、653-2によってマイクロ波供給部600（マイクロ波供給装置とも称する）が構成される。

[0037] マイクロ波発振器655-1、655-2のそれぞれには後述するコントローラ121が接続されている。コントローラ121には処理室201内に収容される石英プレート101aまたは101b、若しくはウエハ200の温度を測定する温度センサ263が接続されている。温度センサ263は、

上述した方法によって石英プレート１０１またはサセプタ１０３、若しくは、ウエハ２００の温度を測定してコントローラ１２１に送信し、コントローラ１２１によってマイクロ波発振器６５５－１、６５５－２の出力を制御し、ウエハ２００の加熱を制御する。

[0038] ここで、マイクロ波発振器６５５－１、６５５－２は、コントローラ１２１から送信される同一の制御信号によって制御される。しかし、これに限らず、マイクロ波発振器６５５－１、６５５－２それぞれにコントローラ１２１から個別の制御信号を送信することでマイクロ波発振器６５５－１、６５５－２が個々に制御されるように構成してもよい。

[0039] 処理室２０１には、熱逃げ抑制部２２０が設けられている。熱逃げ抑制部２２０は、図３に示されるように、ウエハ２００とマイクロ波導入ポート６５３－１、６５３－２の間に配置されている。熱逃げ抑制部２２０は、図４に示されるように、半円筒状とされ、ウエハ２００の外周に沿って配置されている。図５に示されるように、熱逃げ抑制部２２０は、シャフト２５５の軸方向から見て（平面視において）、半円環状とされ、マイクロ波供給部６００に対応する部分が半円環の中間部分となるように配置されている。すなわち、熱逃げ抑制部２２０は、搬出入口２０７側に向けて開口２２２が形成される形状とされている。熱逃げ抑制部２２０は、マイクロ波を透過する部材、または、マイクロ波を吸収して発熱する部材により形成することができる。本実施形態では、一例として石英で形成されている。

[0040] なお、本実施形態では、熱逃げ抑制部２２０を平面視において半円環状としたが、ウエハ２００を水平方向に搬入出口２０７との間で移動させることが可能な開口が形成されていれば、半円環状に限らず、他の形状であってもよい。但し、図５に示されるように、処理室２０１の側壁１０２ｂに接続されたガス供給管２３２から冷却ガス（Ｎ２）を導入しているので、熱逃げ抑制部２２０は当該冷却ガスの導入部分２３２ａにかからない形状とすることが好ましい。冷却ガスの導入部分２３２ａに対応する位置に熱逃げ抑制部２２０を配置しないことにより、処理室２０１を冷却する際の冷却効率を維持

することができる。

[0041] また、熱逃げ抑制部220は、図6に示すように、シャフト255の軸方向（ウエハ200の積層方向）において、ウエハ200の配置されていない部分を切り欠いて開放部224を形成してもよい。なお、この開放部224は、マイクロ波供給部600が配置されている側（搬出入口207とは反対の側）に設けられている。このように開放部224を形成することにより、ウエハ200のエッジからの熱逃げを抑制しつつ、ウエハ200へのマイクロ波供給効率を向上させることができる。

[0042] （制御装置）

図4に示すように、制御部（制御装置、制御手段）であるコントローラ121は、CPU（Central Processing Unit）121a、RAM（Random Access Memory）121b、記憶装置121c、I/Oポート121dを備えたコンピュータとして構成されている。RAM121b、記憶装置121c、I/Oポート121dは、内部バス121eを介して、CPU121aとデータ交換可能なように構成されている。コントローラ121には、例えばタッチパネル等として構成された入出力装置122が接続されている。

[0043] 記憶装置121cは、例えばフラッシュメモリ、HDD（Hard Disk Drive）等で構成されている。記憶装置121c内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラムや、アニール（改質）処理の手順や条件等が記載されたプロセスレシピ等が、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する基板処理工程における各手順をコントローラ121に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピや制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。また、プロセスレシピを、単にレシピともいう。本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、レシピ単体のみを含む場合、制御プログラム単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。RAM121bは、CPU121a

によって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域（ワークエリア）として構成されている。

[0044] I/Oポート121dは、上述のMFC241、バルブ243、圧力センサ245、APCバルブ244、真空ポンプ246、温度センサ263、駆動機構267、マイクロ波発振器655等に接続されている。

[0045] CPU121aは、記憶装置121cから制御プログラムを読み出して実行すると共に、入出力装置122からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置121cからレシピを読み出すことが可能なように構成されている。CPU121aは、読み出したレシピの内容に沿うように、MFC241による各種ガスの流量調整動作、バルブ243の開閉動作、圧力センサ245に基づくAPCバルブ244による圧力調整動作、真空ポンプ246の起動および停止、温度センサ263に基づくマイクロ波発振器655の出力調整動作、駆動機構267による載置台210（またはボート217）の回転および回転速度調節動作、または、昇降動作等を制御することが可能なように構成されている。

[0046] コントローラ121は、外部記憶装置（例えば、ハードディスク等の磁気ディスク、CD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリ、SSD等の半導体メモリ）123に格納された上述のプログラムを、コンピュータにインストールすることにより構成することができる。記憶装置121cや外部記憶装置123は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成されている。以下、これらを総称して、単に、記録媒体ともいう。本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶装置121c単体のみを含む場合、外部記憶装置123単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。なお、コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置123を用いず、インターネットや専用回線等の通信手段を用いて行ってもよい。

[0047] （２）基板処理工程

次に、上述の基板処理装置100の処理炉を用いて、半導体装置（デバイ

ス)の製造工程の一工程として、例えば、基板上に形成されたシリコン含有膜としてのアモルファスシリコン膜の改質(結晶化)方法の一例について図8に示した処理フローに沿って説明する。以下の説明において、基板処理装置100を構成する各部の動作はコントローラ121により制御される。また、上述した処理炉構造と同様に本実施形態における基板処理工程においても、処理内容、すなわちレシピについては複数設けられた処理炉において同一レシピを使用する為、一方の処理炉を使用した基板処理工程について説明するに留め、他方の処理炉を用いた基板処理工程の説明は省略する。

[0048] ここで、本明細書において「ウエハ」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものを意味する場合や、ウエハとその表面に形成された所定の層や膜との積層体を意味する場合がある。本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものの表面を意味する場合や、ウエハ上に形成された所定の層等の表面を意味する場合がある。本明細書において「ウエハ上に所定の層を形成する」と記載した場合は、ウエハそのものの表面上に所定の層を直接形成することを意味する場合や、ウエハ上に形成されている層等の上に所定の層を形成することを意味する場合がある。本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同義である。

[0049] (基板搬入工程(S501))

図3に示されるように、ツィーザ125a-1、125a-2のいずれか一方、または両方に載置されたウエハ200はゲートバルブ205の開閉動作によって所定の処理室201に搬入(ローディング)される(S501)。

[0050] (炉内圧力・温度調整工程(S502))

処理室201内へのウエハ200の搬入が完了したら、処理室201内が所定の圧力(例えば10~102000Pa)となるよう処理室201内の雰囲気制御する。具体的には、真空ポンプ246により排気しつつ、圧力センサ245により検出された圧力情報に基づいて圧力調整器244の弁開

度をフィードバック制御し、処理室201内を所定の圧力とする。また、同時に予備加熱としてマイクロ波供給部を制御し、所定の温度まで加熱を行うように制御してもよい（S502）。マイクロ波供給部によって、所定の基板処理温度まで昇温させる場合、ウエハ200が変形・破損しないように、後述する改質工程の出力よりも小さな出力で昇温を行うことが好ましい。なお、大気圧下で基板処理を行う場合、炉内圧力調整を行わず、炉内の温度調整のみを行った後、後述する不活性ガス供給工程S503へ移行するように制御してもよい。

[0051] （不活性ガス供給工程（S503））

炉内圧力・温度調整工程S502によって処理室201内の圧力と温度を所定の値に制御すると、駆動機構267は、シャフト255を回転させ、載置台210上のポート217を介してウエハ200を回転させる。このとき、窒素ガス等の不活性ガスがガス供給管232を介して供給される（S503）。さらにこのとき、処理室201内の圧力は10Pa以上102000Pa以下の範囲となる所定の値であって、例えば101300Pa以上101650Pa以下となるように調整される。なお、シャフトは基板搬入工程S501時、すなわち、ウエハ200を処理室201内に搬入完了後に回転させてもよい。

[0052] （改質工程（S504））

処理室201内を所定の圧力となるように維持すると、マイクロ波発振器655は上述した各部を介して処理室201内にマイクロ波を供給する。マイクロ波は、熱逃げ抑制部220を透過しつつ処理室201内に供給される。これにより、ウエハ200を100℃以上、1000℃以下の温度、好適には400℃以上、900℃以下の温度となるように加熱し、さらに好適には、500℃以上、700℃以下の温度となるように加熱する。このような温度で基板処理することによって、ウエハ200が効率よくマイクロ波を吸収する温度下での基板処理となり、改質処理の速度向上が可能となる。換言すると、ウエハ200の温度を100℃よりも低い温度、または1000℃

よりも高い温度下で処理してしまうと、ウエハ２００の表面が変質してしまい、マイクロ波を吸収し難くなってしまうためにウエハ２００を加熱し難くなってしまうこととなる。このため、上述した温度帯で基板処理を行うことが望まれる。

[0053] なお、温度調整のために、ガス供給管２３２から不活性ガス（一例としてＮ２）を冷却ガスとして供給してもよい。

[0054] ウエハ２００の温度は、径方向の中心が高くなりやすく、径方向外側のエッジ部分で熱逃げにより低くなりやすい。熱逃げ抑制部２２０は、ウエハ２００の外周を半周分囲むように配置されているので、外周部分が保温され、ウエハ２００のエッジからの熱逃げを抑制することができる。これにより、ウエハ２００全体の熱の均一性を向上させることができる。なお、ウエハ２００の外周に熱逃げ抑制部２２０が配置されていない部分もあるが、シャフト２５５を回転軸として回転しているため、ウエハ２００のエッジ部分における熱の均一性を確保することができる。

[0055] 以上のようにマイクロ波発振器６５５を制御することによって、ウエハ２００を加熱し、ウエハ２００表面上に形成されているアモルファスシリコン膜をポリシリコン膜へと改質（結晶化）させる（Ｓ５０４）。すなわち、ウエハ２００を均一に改質することが可能となる。なお、ウエハ２００の測定温度が上述した閾値を超えて高くまたは低くなった場合、マイクロ波発振器６５５をＯＦＦとするのではなく、マイクロ波発振器６５５の出力を低くするように制御することでウエハ２００の温度が所定の範囲の温度となるようにしてもよい。この場合、ウエハ２００の温度が所定の範囲の温度に戻るとマイクロ波発振器６５５の出力を高くするように制御される。

[0056] 予め設定された処理時間が経過すると、ポート２１７の回転、ガスの供給、マイクロ波の供給および排気管の排気が停止する。

[0057] （基板搬出工程（Ｓ５０５））

処理室２０１内の圧力を大気圧復帰させた後、ゲートバルブ２０５を開放し処理室２０１と搬送室２０３とを空間的に連通させる。その後、ポートに

載置されているウエハ２００を移載機１２５のツィーザ１２５aによって、搬送室２０３に搬出する（Ｓ５０５）。

[0058] 以上の動作が繰り返されることにより、ウエハ２００が改質処理され、次の基板処理工程に移行することとなる。

[0059] （４）本実施形態による効果

本実施形態によれば以下に示す１つまたは複数の効果が得られる。

[0060] （a）熱逃げ抑制部２２０によりウエハ２００の外周端部からの熱逃げを抑制し、ウエハ２００を均一に処理することが可能となる。

[0061] （b）熱逃げ抑制部２２０を半円筒状として、搬入出口２０７側を開口させることにより、ウエハ２００を水平方向に移動させて、搬入出口２０７から搬出入させることができる。処理室２０１の側壁に搬入出口２０７を設けることにより、処理室２０１の下部（底部）から搬出入する場合と比較して、装置を小型化することができる。

[0062] （c）熱逃げ抑制部２２０をマイクロ波を透過する部材で構成することにより、熱逃げ抑制部２２０の配置箇所の自由度が高くなる。

[0063] （d）熱逃げ抑制部２２０を冷却ガスの導入部分２３２aに周方向延長して配置しないことにより、冷却ガスの導入時における冷却効果を維持することができる。

[0064] （e）熱逃げ抑制部２２０に開放部２２４を設けることにより、ウエハ２００のエッジからの熱逃げを抑制しつつ、ウエハ２００へのマイクロ波供給効率を向上させることができる。

[0065] また、本実施形態における基板処理装置は、上述の態様に限定されず、以下に示す変形例のように変更することができる。

[0066] （変形例１）

以下、本実施形態の変形例１について説明する。図９に示すように、変形例１では、前述の実施形態における熱逃げ抑制部２２０に代えて、熱逃げ抑制棒２２６A、２２６B、２２６Cが設けられている。

[0067] 熱逃げ抑制棒２２６A、２２６B、２２６Cは、マイクロ波を吸収し発熱

する部材で形成されている。一例として、炭化シリコン（SiC）で形成することができる。以下、熱逃げ抑制棒226A、226B、226Cをまとめて熱逃げ抑制棒226と称する。熱逃げ抑制棒226は、ウエハ200の回転軸方向に延伸する棒状とされ、下端に基部227が形成されている。熱逃げ抑制棒226は、マイクロ波供給部600とウエハ200の間に互いに間隔を空け、且つ、ウエハ200の径方向外側に、ウエハ200の外周に沿って配置されている。

[0068] 本変形例では、熱逃げ抑制棒226がマイクロ波を吸収し、発熱するので、当該二次的発熱によりウエハ200のエッジ部が加熱され、ウエハ200面内の温度均一性を向上させることができる。また、熱逃げ抑制棒226は棒状であるため、マイクロ波供給部600からのマイクロ波を、熱逃げ抑制棒226に遮断されることなく効率よくウエハ200へ供給することができる。

[0069] なお、本変形例では、熱逃げ抑制棒226A、226B、226Cの3本を設置したが、1本の設置でも、2本の設置でも4本以上の設置でもよい。複数本設置することにより、加熱効果を高めることができる。

[0070] （変形例2）

以下、本実施形態の変形例2について説明する。図10A、図10Bに示すように、変形例2では、ポート217には、処理対象であるウエハ200と、ウエハ200を挟み込むようにウエハ200の垂直方向上下に載置された断熱板としての石英プレート101a、101bが所定の間隔で保持されている。また、石英プレート101a、101bとウエハ200のそれぞれの間には、例えば、シリコンプレート（Si板）や炭化シリコンプレート（SiC板）などの、サセプタ103a、103bを載置してもよい。本変形例において、石英プレート101a、101b、および、サセプタ103a、103bは、それぞれ同一の部品であり、以後、特に区別して説明する必要が無い場合には、石英プレート101、サセプタ103と称して説明する。

[0071] <石英プレート形状および石英プレート保持構造>

次に、石英プレート101の形状、及び石英プレート101を保持する、基板保持具としてのボート217による保持構造の一例について説明する。図10A、図10B、図11では、説明の簡単化のため、上述したボート217の天井板（端板）の記載を省略している。

[0072] 図11に示すように、ボート217は、リング217R、ボート柱（保持柱）217a～217cを備えている。底リング217Rは、円環状とされ、ボート柱217a～217cは、底リング217Rの周上に間隔をあけて立設されている。ボート柱217a～217cの各々には、ウエハ中心側（互いに対向する径方向内側）の側面に、ウエハ200、石英プレート101、及びサセプタ103を保持するウエハ保持部217dがボート柱217a～217cの長手方向（鉛直方向）に離間して6箇所設けられている。ウエハ保持部217d同士の上方向の間隔は、一例として、5mm～15mm程度とされる。

[0073] 2枚の円板状のウエハ200は、上下に隣接するウエハ保持部217dに保持されて、ボート柱217a～217cの内側に、板面が上及び下に向くように配置される。サセプタ103は、2枚の円板状のウエハ200を上と下で挟む位置で、ウエハ保持部217dに保持されて、ボート柱217a～217cの内側に、板面が上及び下に向くように配置される。サセプタ103は、シリコンプレート等で形成され、マイクロ波を吸収して自身が発熱し、ウエハ200を間接的に加熱する。

[0074] 図10Aに示すように、石英プレート101aは、円環状（リング形状）とされ、第1リングプレート101a1及び、保温部材としての第2リングプレート101a2を有している。第1リングプレート101a1及び第2リングプレート101a2も中央部が貫通する（中央部に貫通口Hを有する）円環状（リング形状）とされている。第1リングプレート101a1の内径は、第2リングプレート101a2の外径よりも大径、もしくは、ほぼ同径とされ、第1リングプレート101a1の内側に第2リングプレート10

1 a 2 が同心円状に配置されている。石英プレート 1 0 1 b は、石英プレート 1 0 1 a と同一形状とされ、第 1 リングプレート 1 0 1 b 1 及び、保温部材としての第 2 リングプレート 1 0 1 b 2 を有している。第 2 リングプレート 1 0 1 a 2 は、上側のウエハ保持部 2 1 7 d に保持され、ウエハ 2 0 0 及びサセプタ 1 0 3 の上に配置される。第 2 リングプレート 1 0 1 b 2 は、下側のウエハ保持部 2 1 7 d に保持され、ウエハ 2 0 0 及びサセプタ 1 0 3 の下に配置される。

[0075] 図 1 0 A に示すように、第 2 リングプレート 1 0 1 a 2、1 0 1 b 2 の各々には、外周から径方向外側へ突出する保持部 1 1 2 a、1 1 2 b、1 1 2 c が形成されている。保持部 1 1 2 a の上面は、第 2 リングプレート 1 0 1 a 2 の下面と略同一面上に配置されている。保持部 1 1 2 b、1 1 2 b の上面についても同様である。

[0076] 第 1 リングプレート 1 0 1 a 1、1 0 1 b 1 は、外径がウエハ 2 0 0 よりも大径とされている。第 1 リングプレート 1 0 1 a 1、1 0 1 b 1 の内周には、周方向に離れて、ボート柱 2 1 7 a ~ 2 1 7 c に対応する位置に、切欠 1 0 1 k が形成されている。切欠 1 0 1 k の内側に、ボート柱 2 1 7 a ~ 2 1 7 c を貫通配置させることにより、第 1 リングプレート 1 0 1 a 1、1 0 1 b 1 の内周を、第 2 リングプレート 1 0 1 a 2、1 0 1 b 2 の外周に近づけることができる。第 1 リングプレート 1 0 1 a 1、1 0 1 b 1 は、保持部 1 1 2 a、1 1 2 b、1 1 2 c により、下側から各々保持されている。

[0077] 石英プレート 1 0 1 としては、熱線（光）の反射率が高くなるものを用いることが好ましい。例えば、不透明石英、表面を粗面化した透明石英、石英中に気泡を入れて熱線（光）の反射率を高くした石英を用いることができる。通常の石英の熱線（光）反射率を 5 % 程度とすると、熱線（光）反射率が 5 0 % 程度のものを用いることが好ましい。石英自体はマイクロ波を透過するので直接は加熱されないが、熱線（光）の反射率を高くすることにより、ウエハ 2 0 0 やサセプタ 1 0 3 からの発熱（可視光等）を石英プレート 1 0 1 で反射させて、ウエハ 2 0 0 やサセプタ 1 0 3 を保温する機能を高めるこ

とができる。

[0078] このように石英プレート101およびボート217を構成し、ウエハ200、サセプタ103、石英プレート101を配置することによって、図10Bに示すように、ウエハ200、サセプタ103、石英プレート101が非接触となる位置（接触しない位置）にそれぞれ配置される。また、ウエハ200の外周部（端部、エッジ部、周縁部とも称する）よりも径方向外側に石英プレート101の外周部が位置するように配置される。また、ウエハ200の中心部が石英プレート101で覆われていない状態で配置される。石英プレート101の外周部により、熱逃げ抑制部220による保温と相まって、ウエハ200の外周部が保温される。また、ウエハ200の中心部から熱を逃がすことができる。これにより、ウエハ200の熱分布の均一化を図ることができ、ウエハ200の改質の均一性を向上することが可能となる。

[0079] なお、本実施形態において、石英プレート101は円形の外周を有した環形状となるように構成して説明したが、外周形状はこれに限らず、多角形状でもよいし、どのような形状でもよい。

[0080] また、本変形例では、温度センサ263によって石英プレート101またはサセプタ103と、ウエハ200のそれぞれに対し、温度変化の推移を予め取得しておくことで石英プレート101またはサセプタ103と、ウエハ200の温度の相関関係を示した温度変換データを記憶装置121cまたは外部記憶装置123に記憶させてもよい。このように予め温度変換データを作成することによって、ウエハ200の温度は、石英プレート101の温度のみを測定することで、ウエハ200の温度を推測可能とし、推測されたウエハ200の温度を基に、マイクロ波発振器655の出力、すなわち加熱装置の制御を行うことが可能となる。

[0081] （変形例3）

以下、本実施形態の変形例3について説明する。図12に示すように、変形例3では、変形例1と同様に、熱逃げ抑制部220に代えて熱逃げ抑制棒226が設けられ、変形例2と同様に、石英プレート101a、101b、

サセプタ 103 a、103 b が配置されている。

[0082] 本変形例でも、熱逃げ抑制棒 226 がマイクロ波を吸収し、発熱するので、当該二次的発熱によりウエハ 200 のエッジ部が加熱され、ウエハ 200 面内の温度均一性を向上させることができる。また、熱逃げ抑制棒 226 は棒状であるため、マイクロ波供給部 600 からのマイクロ波を、熱逃げ抑制棒 226 に遮断されることなく効率よくウエハ 200 へ供給することができる。

[0083] また、石英プレート 101 の外周部により、熱逃げ抑制棒 226 による加熱と相まって、ウエハ 200 の外周部が保温される。また、ウエハ 200 の中心部から熱を逃がすことができる。これにより、ウエハ 200 の熱分布の均一化を図ることができ、ウエハ 200 の改質の均一性を向上することが可能となる。

[0084] 以上、本開示を実施形態に沿って説明してきたが、上述の各実施形態や各変形例等は、適宜組み合わせる用いることができ、その効果も得ることができる。

[0085] 例えば、上述した本開示における一実施形態では、ボート 217 にウエハ 200 を 2 枚載置することによって複数枚のウエハ 200 を同時に一括処理する構成について説明した。しかし、これに限らず、ボート 217 にウエハ 200 を 1 枚載置して処理するようにしてもよいし、ウエハ 200 と図示しないダミーウエハをボート 217 に載置して処理するようにしてもよい。ダミーウエハを用いて基板処理することによって、処理室内の熱容量を、ウエハ 200 を 2 枚載置して処理する際の処理室内の熱容量に近づけることが可能となり、ウエハ 200 を 1 枚載置して処理する場合であっても、同様の処理結果を得ることが可能となる。

[0086] さらに例えば、上述の各実施形態では、シリコンを主成分とする膜として、アモルファスシリコン膜をポリシリコン膜に改質する処理について記載したが、これに限らず、酸素（O）、窒素（N）、炭素（C）、水素（H）のうち、少なくとも 1 つ以上を含むガスを供給させて、ウエハ 200 の表面に

形成された膜を改質しても良い。例えば、ウエハ200に、高誘電体膜としてのハフニウム酸化膜 ( $\text{Hf}_x\text{O}_y$  膜) が形成されている場合に、酸素を含むガスを供給しながらマイクロ波を供給して加熱させることによって、ハフニウム酸化膜中の欠損した酸素を補充し、高誘電体膜の特性を向上させることができる。

[0087] なお、ここでは、ハフニウム酸化膜について示したが、これに限らず、アルミニウム (Al)、チタニウム (Ti)、ジルコニウム (Zr)、タンタル (Ta)、ニオブ (Nb)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、イットリウム (Y)、バリウム (Ba)、ストロンチウム (Sr)、カルシウム (Ca)、鉛 (Pb)、モリブデン (Mo)、タングステン (W) 等の少なくともいずれかを含む金属元素を含む酸化膜、すなわち、金属系酸化膜を改質する場合においても、好適に適用可能である。すなわち、上述の成膜シーケンスは、ウエハ200上に、 $\text{TiOCN}$  膜、 $\text{TiOC}$  膜、 $\text{TiON}$  膜、 $\text{TiO}$  膜、 $\text{ZrOCN}$  膜、 $\text{ZrOC}$  膜、 $\text{ZrON}$  膜、 $\text{ZrO}$  膜、 $\text{HfOCN}$  膜、 $\text{HfOC}$  膜、 $\text{HfON}$  膜、 $\text{HfO}$  膜、 $\text{TaOCN}$  膜、 $\text{TaOC}$  膜、 $\text{TaON}$  膜、 $\text{TaO}$  膜、 $\text{NbOCN}$  膜、 $\text{NbOC}$  膜、 $\text{NbON}$  膜、 $\text{NbO}$  膜、 $\text{AlOCN}$  膜、 $\text{AlOC}$  膜、 $\text{AlON}$  膜、 $\text{AlO}$  膜、 $\text{MoOCN}$  膜、 $\text{MoOC}$  膜、 $\text{MoON}$  膜、 $\text{MoO}$  膜、 $\text{WOCN}$  膜、 $\text{WOC}$  膜、 $\text{WON}$  膜、 $\text{WO}$  膜を改質する場合にも、好適に適用することが可能となる。

[0088] また、高誘電体膜に限らず、不純物がドーピングされたシリコンを主成分とする膜を加熱させるようにしてもよい。シリコンを主成分とする膜としては、シリコン窒化膜 ( $\text{SiN}$  膜)、シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}$  膜)、シリコン酸炭化膜 ( $\text{SiOC}$  膜)、シリコン酸炭窒化膜 ( $\text{SiOCN}$  膜)、シリコン酸窒化膜 ( $\text{SiON}$  膜) 等の Si 系酸化膜がある。不純物としては、例えば、臭素 (B)、炭素 (C)、窒素 (N)、アルミニウム (Al)、リン (P)、ガリウム (Ga)、砒素 (As) などの少なくとも1つ以上を含む。

[0089] また、メタクリル酸メチル樹脂 (Polymethyl methacrylate: PMMA)、エポキシ樹脂、ノボラック樹脂、ポリビニルフェ

ニール樹脂などの少なくともいずれかをベースとするレジスト膜であってもよい。

[0090] また、上述では、半導体装置の製造工程の一工程について記したが、これに限らず、液晶パネルの製造工程のパターニング処理、太陽電池の製造工程のパターニング処理や、パワーデバイスの製造工程のパターニング処理などの、基板を処理する技術にも適用可能である。

[0091] 以上述べたように、本開示によれば、基板を均一に処理することが可能となるマイクロ波処理技術を提供することができる。

### 符号の説明

- [0092] 1 0 0 基板処理装置
- 1 0 1 石英プレート（保温部材）
- 2 0 0 ウエハ（基板）
- 2 0 1 処理室
- 2 1 7 基板保持部
- 2 1 0 載置台（回転機構）
- 2 5 5 シャフト（回転軸、回転機構）
- 2 6 7 駆動機構（回転機構）
- 6 0 0 マイクロ波供給部
- 2 0 7 搬出入部
- 2 2 0 熱逃げ抑制部
- 2 2 2 開口
- 2 2 4 開放部
- 2 2 6 熱逃げ抑制棒（熱逃げ抑制部）
- 2 3 2 ガス供給管（冷却ガス供給部）

## 請求の範囲

- [請求項1]           基板を処理する処理室と、  
                  前記基板を保持する基板保持部と、  
                  前記基板保持部を回転させる回転機構と、  
                  前記回転機構の回転軸から見て、前記処理室の一方側からマイクロ波を供給し、前記基板を加熱処理するマイクロ波供給部と、  
                  前記回転軸を挟んで前記処理室の前記マイクロ波供給部に対向する側壁に設けられ、前記基板を搬入出する搬入出部と、  
                  前記基板と前記マイクロ波供給部との間に配置され、前記基板のエッジからの熱逃げを抑制する熱逃げ抑制部と、  
                  を備えた基板処理装置。
- [請求項2]           前記熱逃げ抑制部は、前記マイクロ波を透過する部材により形成されている、請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3]           前記熱逃げ抑制部は、石英で形成されている請求項1又は請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項4]           前記熱逃げ抑制部は、平面視において前記基板保持部に保持された前記基板の外周に沿った半円環形状で形成されている、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項5]           前記熱逃げ抑制部は、前記搬入出部側に向けて開口が形成されている、請求項4に記載の基板処理装置。
- [請求項6]           前記熱逃げ抑制部は、前記基板が保持されている領域の径方向外側に対応する領域以外に、開放部を有する、請求項4又は請求項5に記載の基板処理装置。
- [請求項7]           前記開放部は、前記マイクロ波供給部側に対して前記基板が配置されていない部分を切り欠いた形状である請求項6に記載の基板処理装置。
- [請求項8]           前記熱逃げ抑制部は、マイクロ波を吸収して発熱する部材で形成されている、請求項1に記載の基板処理装置。

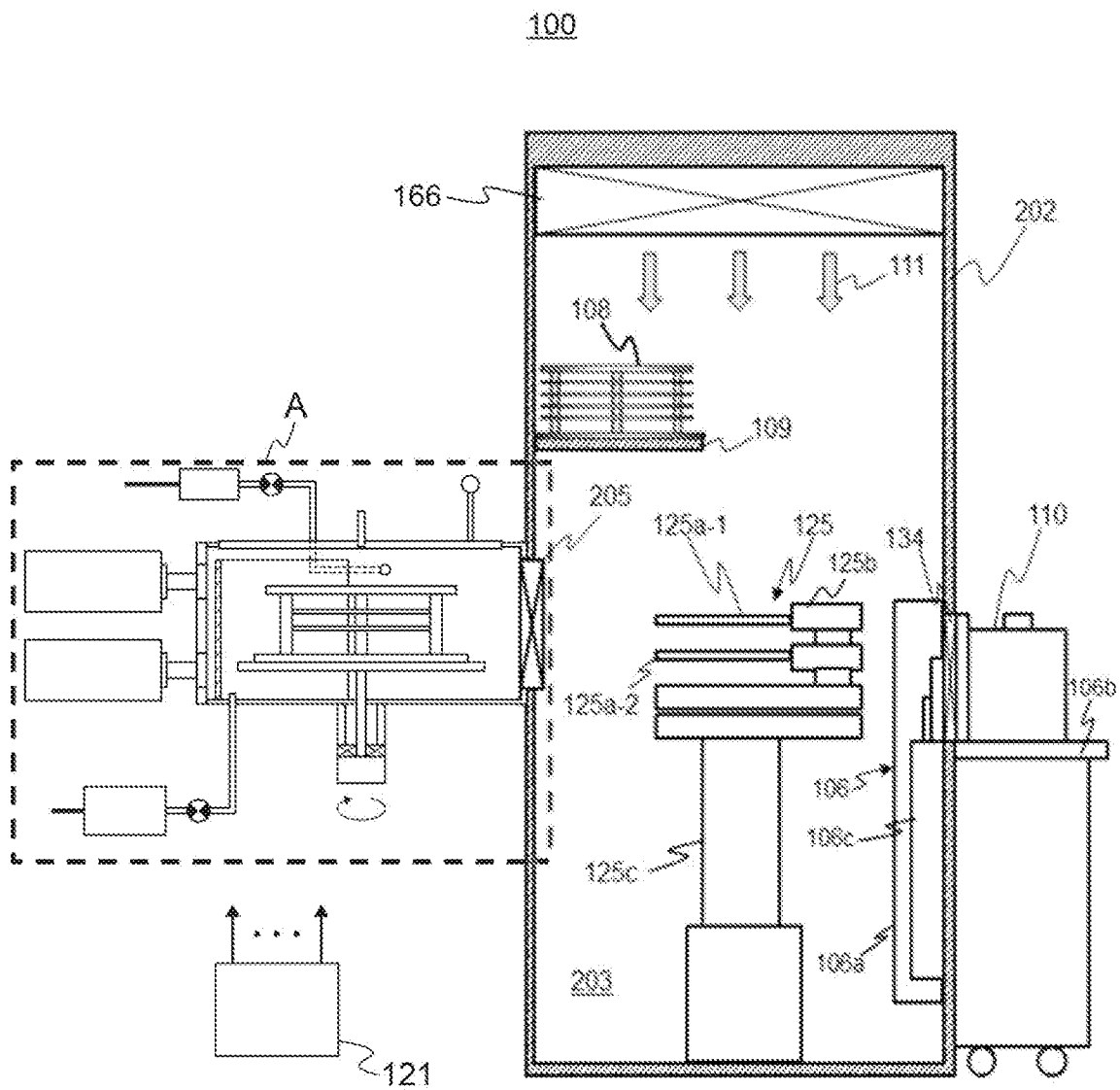
- [請求項9] 前記熱逃げ抑制部は、炭化シリコンで形成されている、請求項8に記載の基板処理装置。
- [請求項10] 前記熱逃げ抑制部は、前記基板の外周に沿って、前記基板と所定の距離を離して設けられ、前記回転機構の回転軸に沿って配置される少なくとも1つの棒形状部材で形成されている、請求項8又は請求項9に記載の基板処理装置。
- [請求項11] 前記棒形状部材は、前基板と所定の距離を離して複数本設けられる請求項10に記載の基板処理装置。
- [請求項12] 前記マイクロ波供給部及び前記搬入出部が設けられる壁面とは異なる壁面に設けられ、前記処理室内に冷却ガスを供給する冷却ガス供給部、  
をさらに備えた、請求項1～請求項11のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項13] 前記基板に積層配置され、前記マイクロ波により加熱された前記基板を保温する保温部材、 をさらに備えた、請求項1～請求項12のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項14] 基板を処理する処理室と、前記基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部を回転させる回転機構と、前記回転機構の回転軸から見て、前記処理室の一方側からマイクロ波を供給し、前記基板を加熱処理するマイクロ波供給部と、前記回転軸を挟んで前記処理室の前記マイクロ波供給部に対向する側壁に設けられ、前記基板を搬入出する搬入出部と、前記基板と前記マイクロ波供給部との間に配置され、前記基板のエッジからの熱逃げを抑制する熱逃げ抑制部と、を備えた基板処理装置の前記処理室内に前記基板を搬入する工程と、  
前記マイクロ波により、前記基板を加熱する工程と、  
を備える、半導体装置の製造方法。
- [請求項15] 基板を処理する処理室と、前記基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部を回転させる回転機構と、前記回転機構の回転軸から見て

、前記処理室の一方側からマイクロ波を供給し、前記基板を加熱処理するマイクロ波供給部と、前記回転軸を挟んで前記処理室の前記マイクロ波供給部に対向する側壁に設けられ、前記基板を搬入出する搬入出部と、前記基板と前記マイクロ波供給部との間に配置され、前記基板のエッジからの熱逃げを抑制する熱逃げ抑制部と、を備えた基板処理装置の前記処理室内に前記基板を搬入する手順と、

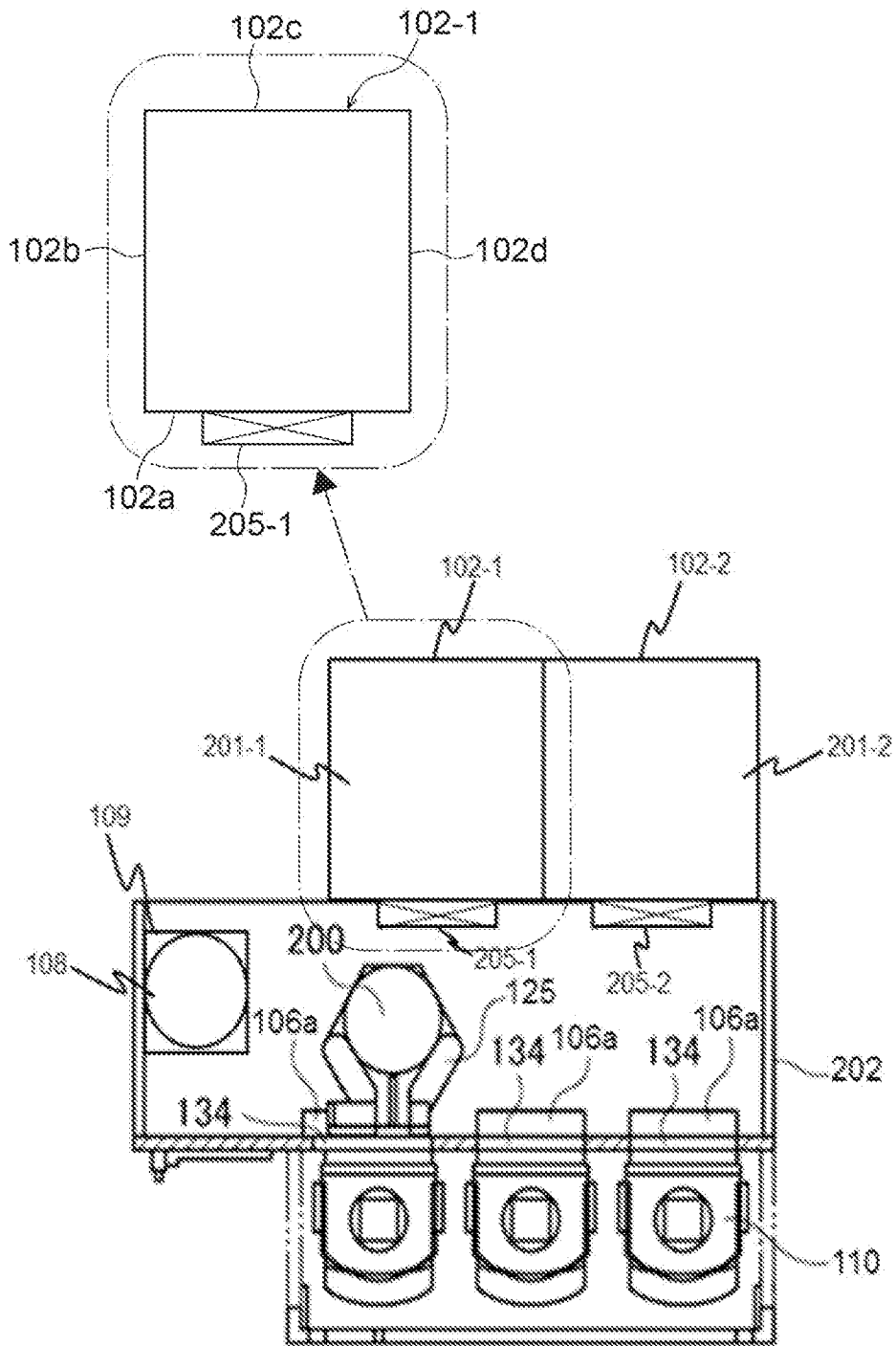
前記マイクロ波により、前記基板を加熱する手順と、

をコンピュータにより前記基板処理装置に実行させるプログラム。

[図1]



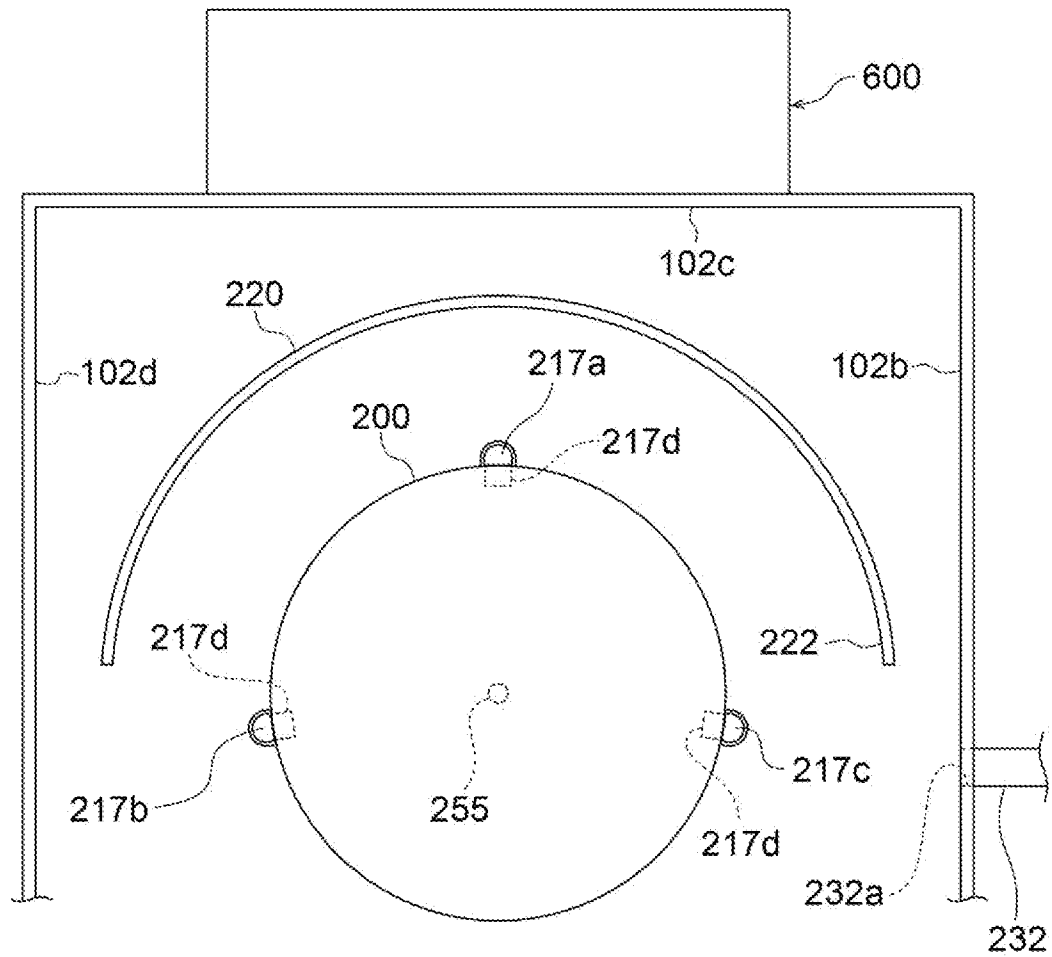
[図2]



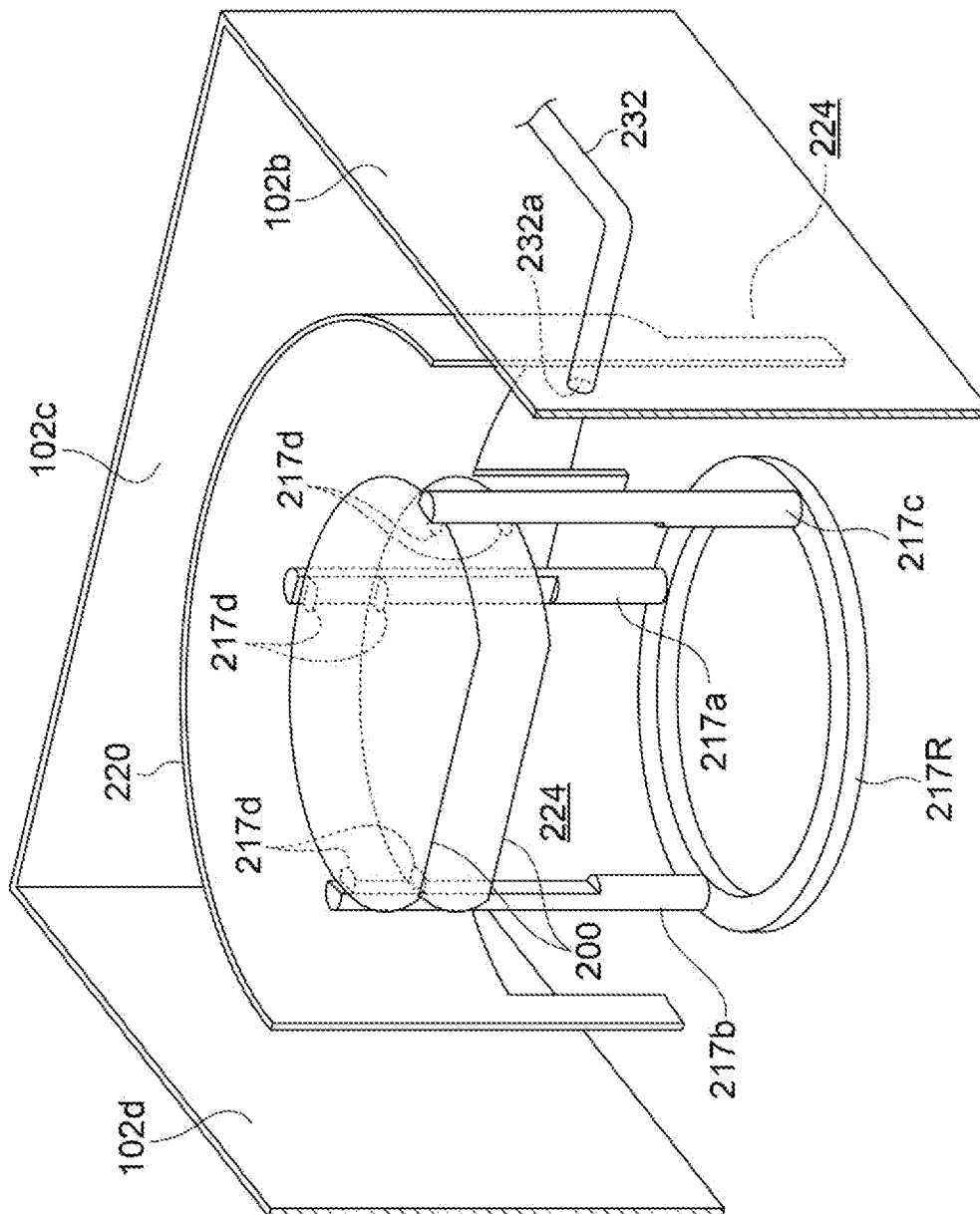




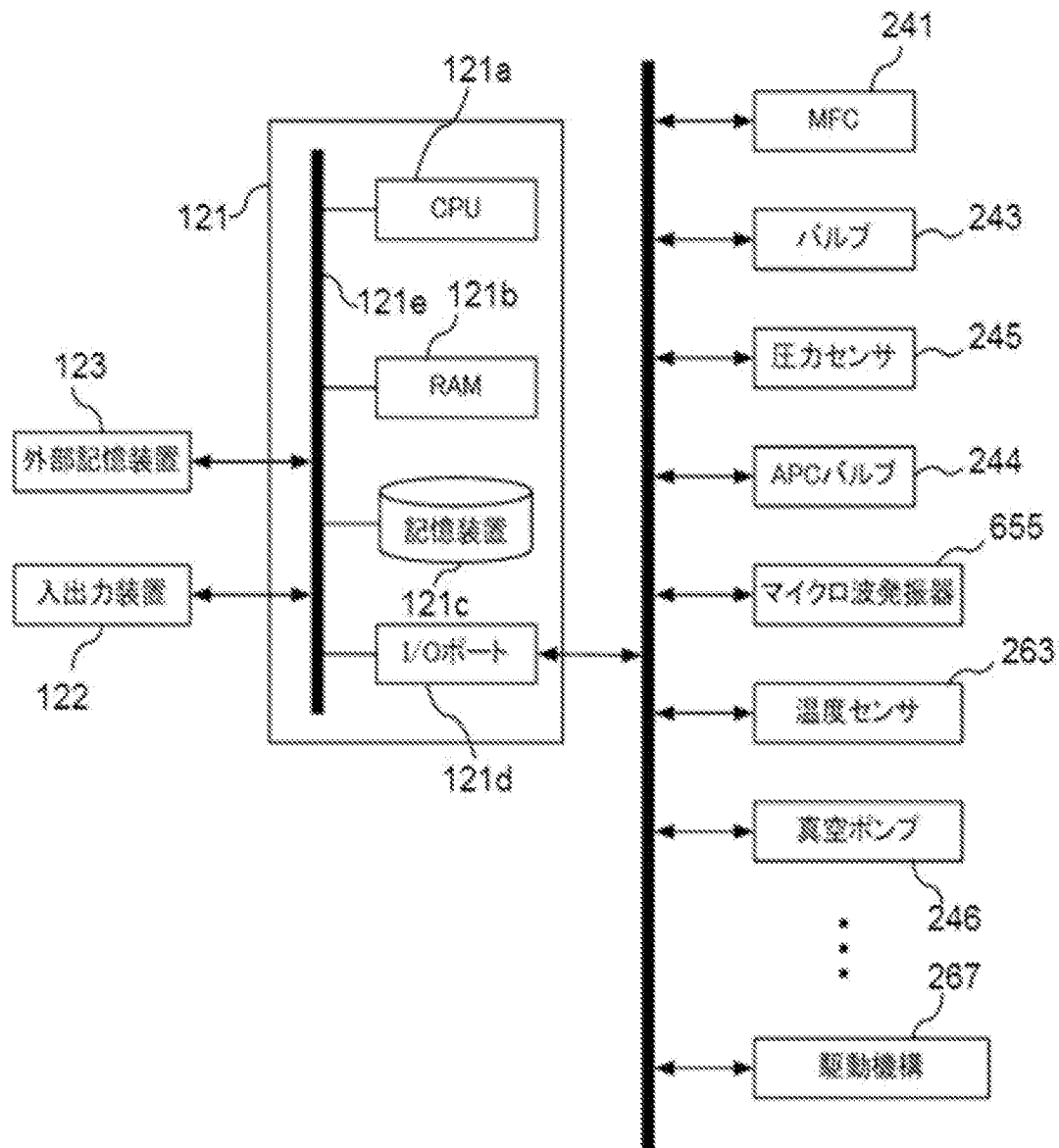
[図5]



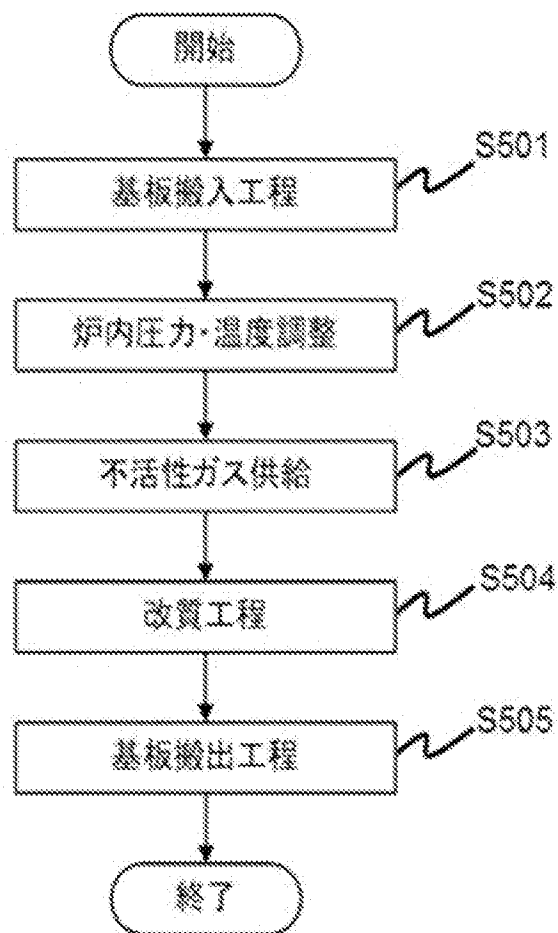
[図6]



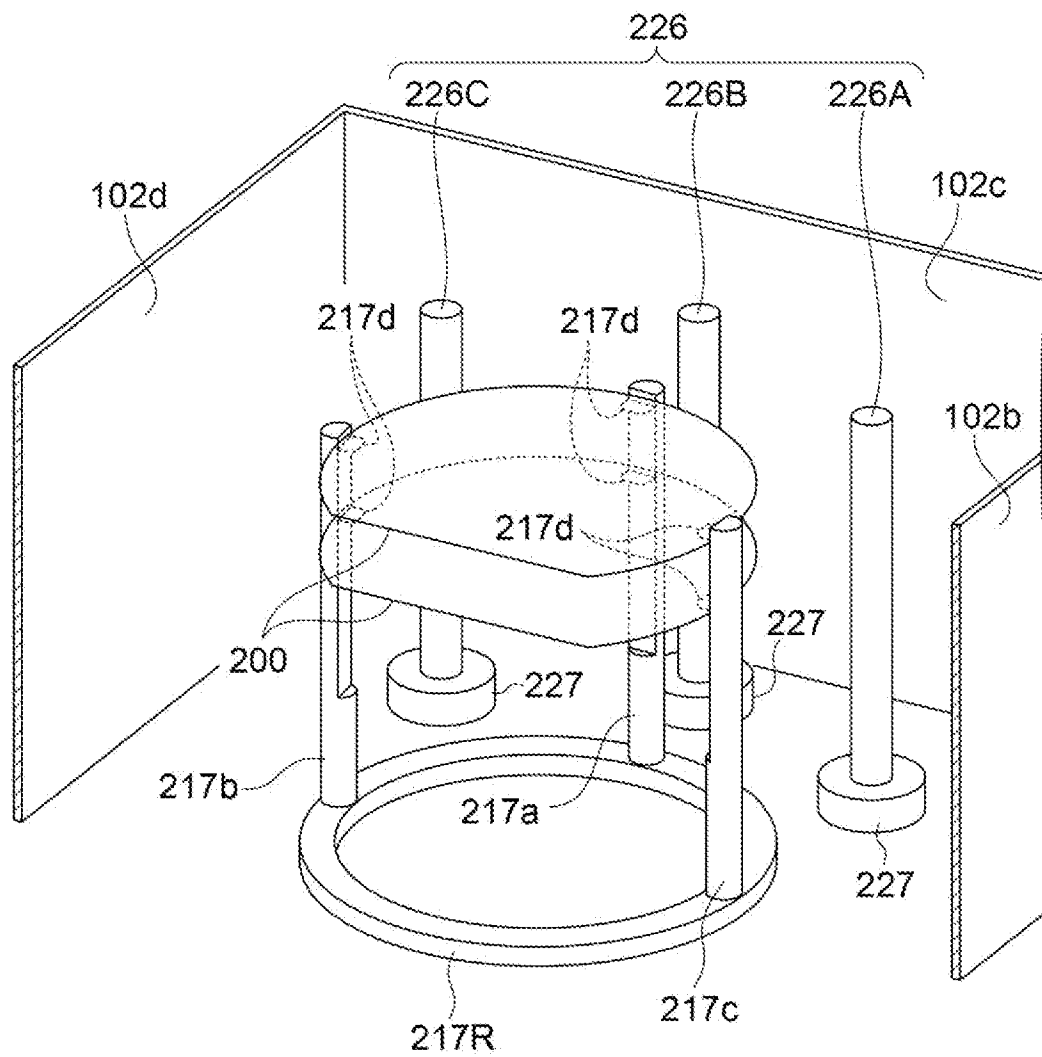
[図7]



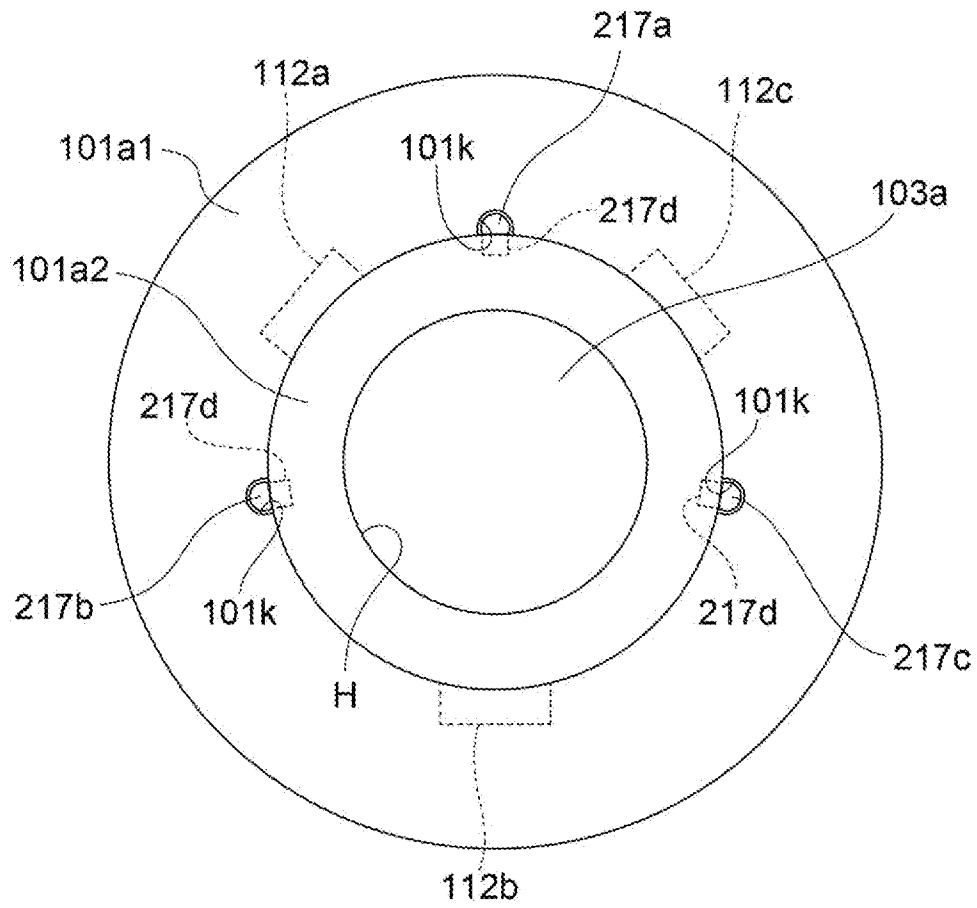
[図8]



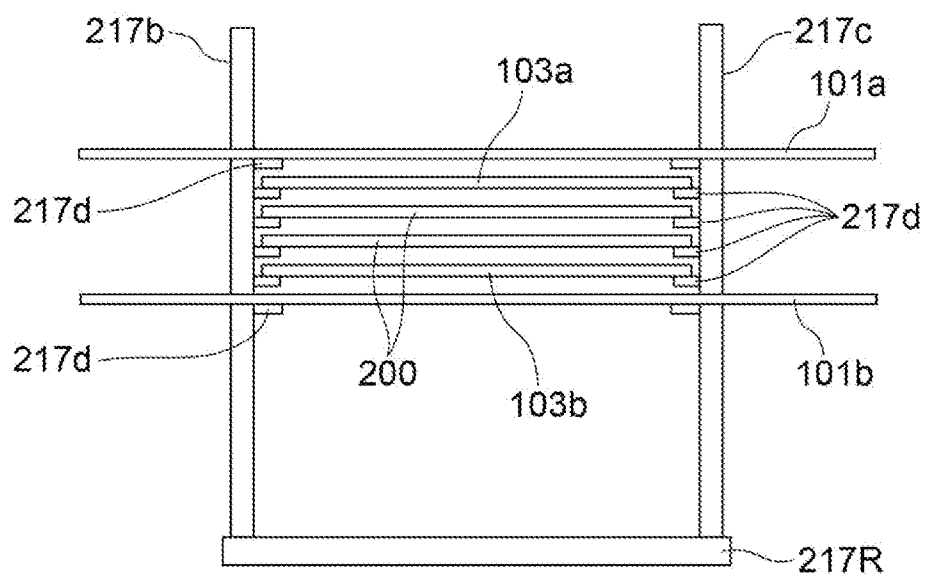
[図9]



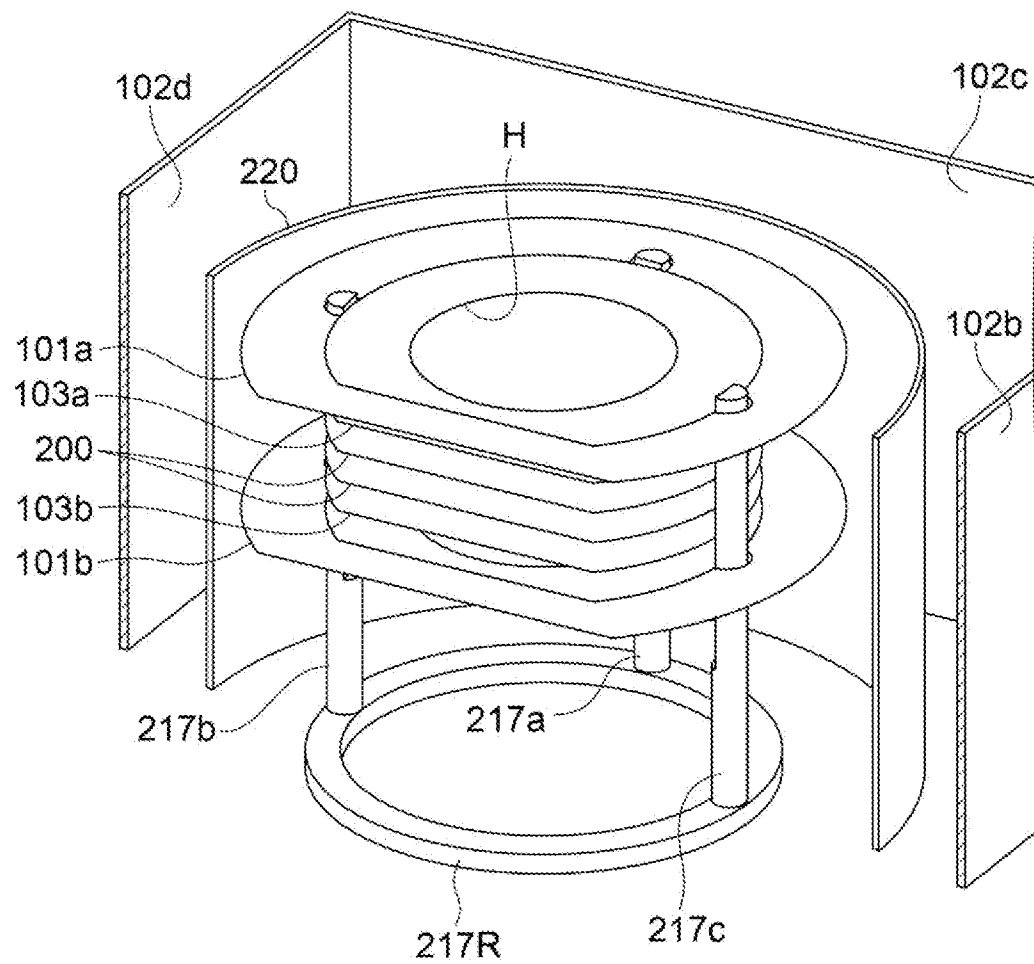
[図10A]



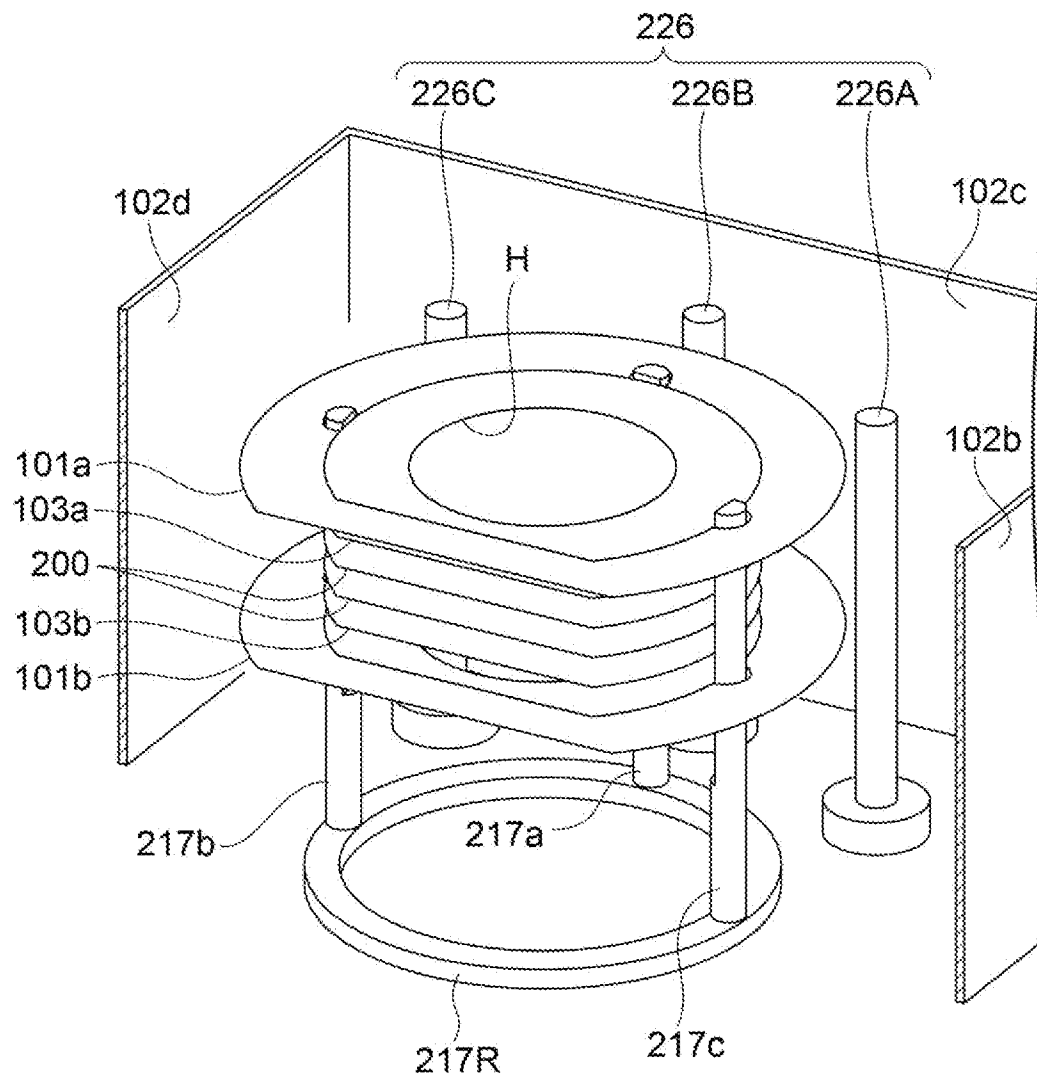
[図10B]



[図11]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/011647

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/20 (2006.01) i, H01L21/268 (2006.01) i  
FI: H01L21/268Z, H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L21/20, H01L21/268

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2021 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2021 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2021 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2010-123635 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 03 June 2010 (2010-06-03), paragraphs [0015]-[0017], [0021]-[0024], [0055], [0056], [0074]-[0082], fig. 1, 4, 9 | 1-7, 10-15<br>8-9     |
| Y         | WO 2019/053805 A1 (KOKUSAI ELECTRIC CORP.) 21 March 2019 (2019-03-21), paragraphs [0009]-[0018], [0045], [0046], fig. 1, 6                             | 1-15                  |
| Y<br>A    | JP 01-216522 A (TOSHIBA CORP.) 30 August 1989 (1989-08-30), claims, page 3, lower left column, line 7 to lower right column, line 8, fig. 4            | 1, 4-15<br>2-3        |
| Y<br>A    | WO 2019/186655 A1 (KOKUSAI ELECTRIC CORP.) 03 October 2019 (2019-10-03), paragraph [0024], fig. 1                                                      | 12<br>1-11, 13-15     |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
31 May 2021

Date of mailing of the international search report  
08 June 2021

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/011647

JP 2010-123635 A 03 June 2010

US 2011/0215090 A1  
paragraphs [0032]-[0037], [0045],  
[0070], [0071], [0089]-[0099],  
fig. 1, 4, 9  
WO 2010/055946 A1  
CN 102217049 A  
KR 10-2011-0086065 A

WO 2019/053805 A1 21 March 2019

(Family: none)

JP 01-216522 A 30 August 1989

(Family: none)

WO 2019/186655 A1 03 October 2019

TW 201941275 A

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01L 21/20(2006.01)i; H01L 21/268(2006.01)i<br>FI: H01L21/268 Z; H01L21/20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                               |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| B. 調査を行った分野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                               |                                                                      |
| 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H01L21/20; H01L21/268                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                               |                                                                      |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2021年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2021年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2021年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                               |                                                                      |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                               |                                                                      |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                      |
| 引用文献の<br>カテゴリー*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                             | 関連する<br>請求項の番号                                                       |
| Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | JP 2010-123635 A（東京エレクトロン株式会社）03.06.2010（2010-06-03）<br>段落[0015]-[0017], [0021]-[0024], [0055]-[0056], [0074]-[0082]第1, 4, 9図 | 1-7, 10-15<br>8-9                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WO 2019/053805 A1（株式会社KOKUSAI ELECTRIC）21.03.2019<br>（2019-03-21）<br>段落[0009]-[0018], [0045]-[0046], 第1, 6図                   | 1-15                                                                 |
| Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | JP 01-216522 A（株式会社東芝）30.08.1989（1989-08-30）<br>特許請求の範囲, 第3頁左下欄第7行-同頁右下欄第8行, 第4図                                              | 1, 4-15<br>2-3                                                       |
| Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | WO 2019/186655 A1（株式会社KOKUSAI ELECTRIC）03.10.2019<br>（2019-10-03）<br>段落[0024], 第1図                                            | 12<br>1-11, 13-15                                                    |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                      |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献<br>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                                                               |                                                                      |
| 国際調査を完了した日<br>31.05.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br>08.06.2021                                             |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                               | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>桑原 清 50 9375<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3559 |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/011647

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                                                                                                  | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2010-123635 | A  | 03.06.2010 | US 2011/0215090 A1<br>段落[0032]-[0037], [0045],<br>[0070]-[0071]. [0089]-[<br>0099], 第1, 4, 9図<br>WO 2010/055946 A1<br>CN 102217049 A<br>KR 10-2011-0086065 A |     |
| WO   | 2019/053805 | A1 | 21.03.2019 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                    |     |
| JP   | 01-216522   | A  | 30.08.1989 | (ファミリーなし)                                                                                                                                                    |     |
| WO   | 2019/186655 | A1 | 03.10.2019 | TW 201941275 A                                                                                                                                               |     |