

(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
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/013401 A1

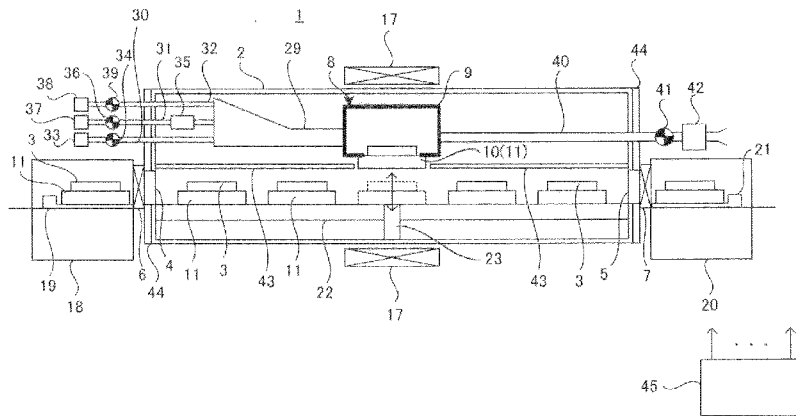
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/677 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
B65G 49/07 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069684
- (22) 国際出願日: 2015年7月8日(08.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-148961 2014年7月22日(22.07.2014) JP
- (71) 出願人: 住友化学株式会社(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目27番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤倉 序章(FUJIKURA Hajime); 〒3191418 茨城県日立市砂沢町880番地 株式会社サイオクス内 Ibaraki (JP). 今野 泰一郎(KONNO Taichiro); 〒3191418 茨城県日立市砂沢町880番地 株式会社サイオクス内 Ibaraki (JP). 野中 岳宏(NONAKA Takehiro); 〒3191418 茨城県日立市砂沢町880番地 株式会社サイオクス内 Ibaraki (JP). 沼田 隆之(NUMATA Takayuki); 〒3191418 茨城県日立市砂沢町880番地 株式会社サイオクス内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿1-6-1 新宿エルタワー22階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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), ユーロパ (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))

(54) Title: SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE, AND METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: 半導体製造装置及び半導体の製造方法



(57) Abstract: Provided is a technique for improving the film quality of a thin film deposited on a substrate. Drive units driving a substrate transport mechanism which transports a plurality of substrates side-by-side in a row along a transport pathway, provided in a first vessel in such a way as to extend from a loading port to an unloading port, and which load and unload the substrates sequentially into and out from a second vessel, are formed in such a way as to be detachable from the substrate transport mechanism which is provided in the first vessel, and are disposed respectively in a substrate loading chamber and a substrate unloading chamber.

(57) 要約: 基板上に成膜される薄膜の膜質を向上させる技術を提供する。搬入口から搬出口に至るように第1の容器内に設けられた搬送経路に沿って複数の基板を一行に並べて搬送するとともに、第2の容器内外に順番に基板を搬入出する基板搬送機構を駆動させる駆動部は、第1の容器内に設けられる基板搬送機構と分離可能に形成されており、基板搬入室及び基板搬出室内にそれぞれ設置されている。



WO 2016/013401 A1

明 細 書

発明の名称：半導体製造装置及び半導体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板を加熱して基板に所定の処理を行う半導体製造装置及び半導体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、処理容器と、処理容器内に設けられ、基板を載置する基板載置部と、反応容器内の基板を加熱する加熱部と、処理容器内に処理ガスを供給するガス供給部と、を備える半導体製造装置がある。基板載置部には、基板載置部を回転させる回転軸が設けられている。処理容器内の基板は、基板載置部を回転させることにより、回転される。回転軸は、処理容器に設けられた貫通孔を挿通するように設けられている（例えば特許文献1参照）。また、回転軸と貫通孔との間には、処理ガスが供給される処理容器内の気密を維持するために、シール部材としての磁気シールやペローズ等が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-103364号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、処理容器内で基板上にGaN膜等の薄膜を成膜する処理が行われる場合、加熱部により、処理容器内が高温に加熱されるとともに、処理容器内にアンモニア（NH₃）ガス等の腐食性のガスが供給されることがある。腐食性のガスが上述の磁気シールやペローズ等のシール部材に付着すると、シール部材が腐食することがある。このため、処理容器内で行われる基板の処理によっては、磁気シールやペローズ等のシール部材を設けることができないことがある。従って、回転軸と貫通孔との間の隙間から、処理容器

内に不純物を含む大気が侵入してしまうことがある。その結果、基板上に膜を成膜している際、膜中に不純物を取り込まれてしまうことがある。つまり、基板上に成膜される膜の膜質を低下させてしまうことがある。

[0005] 本発明の目的は、基板上に成膜される薄膜の膜質を向上させる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によれば、基板の搬入口及び搬出口が設けられた第1の容器と、搬入口に接続され、第1の容器内に搬入する基板を外部から搬入可能に構成されるとともに、第1の容器及び大気とそれぞれ遮断可能に構成された基板搬入室と、搬出口に接続され、第1の容器内から搬出した基板を外部に搬出可能に構成されるとともに、第1の容器及び大気とそれぞれ遮断可能に構成された基板搬出室と、第1の容器内に設けられ、基板を加熱して所定の処理を行う第2の容器と、第2の容器内に收容された基板を加熱する加熱部と、搬入口から搬出口に至るように第1の容器内に設けられた搬送経路に沿って複数の基板を一列に並べて搬送するとともに、第2の容器内外に順番に基板を搬入出する基板搬送機構と、を備え、基板搬送機構を駆動させる駆動部は、基板搬送機構と分離可能に形成されており、基板搬入室及び基板搬出室内にそれぞれ設置されている半導体製造装置が提供される。

[0007] 本発明の他の態様によれば、基板の搬入口及び搬出口が設けられ、大気と遮断可能に構成された第1の容器内に、搬入口から搬出口に至るように設けられた搬送経路に沿って、第1の容器内に設けられた基板搬送機構により、複数の基板を一列に並べて搬送するとともに、第2の容器内外に順番に基板を搬入出する基板搬送工程と、第2の容器内に收容された基板を加熱部により加熱して所定の処理を行う処理工程と、第2の容器内から搬出された処理済の基板を少なくとも第1の容器内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることが可能な長さに構成された第2の容器と搬出口との間の搬送経路上で、処理済の基板を所定の温度にまで降温させる降温工程と、を有し、第1の容器内で、一の基板の処理工程と、他の処理済の基板の降温工程と、を同

時並行的に行う半導体の製造方法が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、基板上に成膜される膜の膜質を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態にかかる半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図2]一実施形態にかかる半導体製造装置内を搬送される基板載置部材の概略断面図である。

[図3A]一実施形態にかかる半導体製造装置のプッシュ・プル機構を備える基板搬送機構の概略図を示し、特に、第2の容器内で基板に所定の処理が行われている様子を示す。

[図3B]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図3C]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図4A]一実施形態にかかる半導体製造装置のウォーキングビーム機構を備える基板搬送機構の概略図を示し、特に、第2の容器内で基板に所定の処理が行われている様子を示す。

[図4B]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図4C]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図4D]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図4E]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図5A]一実施形態にかかる半導体製造装置の送りねじ機構を備える基板搬送機構の概略図を示し、特に、第2の容器内で基板に所定の処理が行われている様子を示す。

[図5B]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図5C]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図5D]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図5E]基板搬送機構により基板が搬送される様子を示す概略図である。

[図6]一実施形態にかかる半導体の製造工程を示すフロー図である。

[図7]一実施形態にかかる半導体の製造工程を行う際の、半導体製造装置の動作を示すフロー図である。

[図8]一実施形態にかかる半導体製造装置が備える加熱部のシーケンスを示す図である。

[図9A]他の実施形態にかかる半導体製造装置の縦断面概略図であり、特に、第2の容器が備える上側容器が上昇される様子を示す。

[図9B]第2の容器が備える上側容器が上昇される様子を示す。

[図9C]第2の容器が備える上側容器が上昇される様子を示す。

[図10A]他の実施形態にかかる半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図10B]他の実施形態にかかる半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図10C]他の実施形態にかかる半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図11]他の実施形態にかかる半導体製造装置の横断面概略図である。

[図12A]従来の半導体製造装置を示す概略図であり、成膜処理時の半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図12B]成膜処理時の半導体製造装置の上面概略図である。

[図12C]基板搬送時の半導体製造装置の縦断面概略図である。

[図12D]基板搬送時の半導体製造装置の上面概略図である。

[図13]従来の半導体製造装置が備える加熱部のシーケンスを示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、一実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0011] (1) 半導体製造装置の構成

一実施形態にかかる半導体製造装置の構成について、主に図1を用いて説明する。図1は、本実施形態にかかる半導体製造装置1の縦断面概略図である。なお、以下では、基板を加熱して行う所定の処理として、基板上に窒化ガリウム(GaN)膜を形成する成膜処理が行われる場合を例に説明する。

[0012] 図1に示すように、半導体製造装置1は、円筒状の気密容器である第1の容器2を備えている。第1の容器2は、例えば石英(SiO₂)又は炭化シリコン(SiC)等の耐熱性材料から構成されている。第1の容器2には、基

板（ウエハ）３の搬入口４及び搬出口５が設けられている。搬入口４及び搬出口５はそれぞれ、例えば第１の容器２の側壁に設けられている。

[0013] 搬入口４、搬出口５にはそれぞれ、仕切弁としてのゲートバルブ６、７が設けられている。ゲートバルブ６、７には、後述の制御部４５が電氣的に接続されている。制御部４５は、ゲートバルブ６、７への供給電力を制御することで、ゲートバルブ６、７の開閉が所定のタイミングで行われるように構成されている。例えば、制御部４５は、ゲートバルブ６、７への供給電力を制御することで、ゲートバルブ６、７が同時に開けられ、また同時に閉められるように構成されているとよい。

[0014] 搬入口４には、基板搬入室１８が接続されている。つまり、第１の容器２の外側には、搬入口４を挟んで基板搬入室１８が設けられている。基板搬入室１８はゲートバルブ６を介して第１の容器２と遮断可能に構成されている。つまり、基板搬入室１８は、ゲートバルブ６が開けられることで搬入口４を介して、第１の容器２と連通可能に設けられている。また、基板搬入室１８は、基板搬入室１８の外部（つまり半導体装置１の外部）から、基板３を搬入可能に形成されている。基板搬入室１８は、大気と遮断可能に構成されている。基板搬入室１８は、内部を第１の容器２と同程度の圧力（例えば真空状態などの大気圧未満の圧力）に減圧可能に形成されている。

[0015] 基板搬入室１８内には、基板搬入機構１９が設けられている。基板搬入機構１９は、基板搬入室１８と第１の容器２との間で、基板３（例えば後述の基板載置部材１１に載置された基板３）を搬送可能に構成されている。さらに、基板搬入機構１９は、後述の基板搬送機構２２を駆動させる駆動部としても機能する。基板搬入機構１９は、第１の容器２内に設けられた後述の基板搬送機構２２と分離可能に構成されている。つまり、基板搬入機構１９は、ゲートバルブ６が開けられたときのみ、後述の基板搬送機構２２と接続されるように構成されている。基板搬入機構１９は、ゲートバルブ６が閉じられているとき、基板搬入室１８内に收容されている。また、基板搬入機構１９は、基板搬入室１８の外部と基板搬入室１８との間で、基板３を搬送可能

に構成されているとよい。基板搬入機構 19 には、後述の制御部 45 が電氣的に接続されている。制御部 45 は、基板搬入機構 19 への供給電力を制御することで、基板搬入機構 19 による第 1 の容器 2 内への基板 3 の搬入、基板搬送機構 22 の駆動が所定のタイミングで行われるように構成されている。

[0016] 搬出口 5 には、基板搬出室 20 が接続されている。つまり、第 1 の容器 2 の外側には、搬出口 5 を挟んで基板搬出室 20 が設けられている。基板搬出室 20 は、ゲートバルブ 7 を介して第 1 の容器 2 と遮断可能に設けられている。基板搬出室 20 は、ゲートバルブ 7 が開けられることで搬出口 5 を介して、基板搬出室 20 が第 1 の容器 2 と連通可能に設けられている。また、基板搬出室 20 は、第 1 の容器 2 内から搬出された基板 3 を基板搬出室 20 の外部（つまり半導体製造装置 1 の外部）へ搬出可能に形成されている。基板搬出室 20 は、大気と遮断可能に構成されている。基板搬出室 20 は、内部を第 1 の容器 2 と同程度の圧力（例えば真空状態などの大気圧未満の圧力）に減圧可能に形成されている。

[0017] 基板搬出室 20 内には、基板搬出機構 21 が設けられている。基板搬出機構 21 は、第 1 の容器 2 と基板搬出室 20 との間で、基板 3（例えば後述の基板載置部材 11 に載置された基板 3）を搬送可能に構成されている。さらに、基板搬出機構 21 は、後述の基板搬送機構 22 を駆動させる駆動部としても機能する。基板搬出機構 21 は、第 1 の容器 2 内に設けられた後述の基板搬送機構 22 と分離可能に構成されている。つまり、基板搬出機構 21 は、ゲートバルブ 7 が開けられたときのみ、後述の基板搬送機構 22 と接続されるように構成されている。基板搬出機構 21 は、ゲートバルブ 7 が閉じられているとき、基板搬出室 20 内に収容されている。また、基板搬出機構 21 は、基板搬出室 20 と基板搬出室 20 の外部との間で、基板 3 を搬送可能に構成されているとよい。基板搬出機構 21 には、後述の制御部 45 が電氣的に接続されている。制御部 45 は、基板搬出機構 21 への供給電力を制御することで、基板搬出機構 21 による第 1 の容器 2 内からの基板 3 の搬出、

基板搬送機構 2 2 の駆動が所定のタイミングで行われるように構成されている。

[0018] 第 1 の容器 2 内には、基板 3 を加熱して所定の処理を行う第 2 の容器 8 が設けられている。例えば、第 2 の容器 8 では、後述するヒータ 1 7 により第 2 の容器 8 内に收容された基板 3 が加熱されて、基板 3 上に GaN 膜を形成する成膜処理が行われる。第 2 の容器 8 は、下端に開口が設けられた上側容器 9 と、上側容器 9 に設けられた開口を閉塞可能に形成された下側容器 1 0 とを備えている。上側容器 9 及び下側容器 1 0 はそれぞれ、例えば石英、カーボン、炭化ケイ素 (SiC) で形成されている。

[0019] 下側容器 1 0 は、例えば基板 3 を載置する基板載置部材 1 1 として機能させることができる。基板 3 は、基板載置部材 1 1 上に載置された状態で、少なくとも第 1 の容器 2 内に設けられた後述の搬送経路上を搬送されるとよい。例えば図 2 に示すように、基板載置部材 1 1 の基板 3 の載置位置には、円形状の凹部 1 3 が設けられている。凹部 1 3 は、その直径が基板 3 の直径よりもわずかに大きくなるように形成されているとよい。凹部 1 3 内に基板 3 を載置することにより、基板 3 の位置決めを容易に行うことができるとともに、基板載置部材 1 1 の搬送に伴い発生する基板 3 の位置ズレを防止できる。なお、基板載置部材 1 1 は 1 枚の基板 3 を載置する場合に限らず、複数枚の基板 3 を載置するように形成されていてもよい。この場合、基板載置部材 1 1 は、複数枚の基板 3 を同一面上に、かつ同一円周上に並べて載置するように形成されているとよい。ここで、同一面上とは、完全な同一面に限られるものではなく、基板載置部材 1 1 を上面から見たときに、複数枚の基板 3 が互いに重ならないように並べられていればよい。

[0020] 図 1 に示すように、第 1 の容器 2 の外側には、第 2 の容器 8 内に收容された基板 3 を所定の温度 (例えば 8 0 0 °C ~ 9 0 0 °C) に加熱する加熱部としてのヒータ 1 7 が設けられている。ヒータ 1 7 は、例えば円筒形状に形成されている。ヒータ 1 7 は、第 1 の容器 2 の壁面を囲うように設けられている。具体的には、ヒータ 1 7 は、第 1 の容器 2 の外側であって、第 2 の容器 8

の外側を囲うように設けられている。ヒータ 17 には、後述の制御部 45 が電氣的に接続されている。制御部 45 は、ヒータ 17 への供給電力を制御することで、第 2 の容器 8 内に收容された基板 3 が所定の温度となるように構成されている。

[0021] 第 1 の容器 2 内には、搬入口 4 から搬出口 5 に至るように基板 3 の搬送経路が設けられている。搬送経路は、複数（例えば 5 枚）の基板 3 を一列に並べることができるように設けられている。搬送経路は、例えば直線状に設けられている。搬送経路は、例えば第 1 の容器 2 内での基板 3 の搬送方向と第 2 の容器 8 内での原料ガスの流れ方向とが平行（同じ方向）となるように設けられているとよい。

[0022] 第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路は、第 2 の容器 8 内での所定の処理が終了し、第 2 の容器 8 内から搬出された処理済の基板 3 を搬送経路上で所定の温度（例えば第 1 の容器 2 内から搬出可能な温度）にまで降温させることができるように構成されているとよい。つまり、第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路は、第 2 の容器 8 内から搬出された処理済の基板 3 が、第 2 の容器 8 から搬出口 5 に至るまでの搬送経路上を搬送される間に、搬送経路上で放熱されて所定の温度にまで降温されるように構成されているとよい。

[0023] 第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路の長さは、基板 3 の搬送速度と、基板 3 の降温速度と、所望とする基板 3 の降温量とにより決定される。なお、搬送速度とは、第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路上を基板 3 が搬送される速度である。搬送速度は、主に、第 2 の容器 8 内で行われる所定の処理の処理時間により決定される。降温速度とは、第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路上で降温される基板 3 の降温速度である。降温速度は、主に、ヒータ 17 の配設位置、ヒータ 17 の加熱温度、第 1 の容器 2 の伝熱速度等により決定される。所定の降温量とは、第 2 の容器 8 内から搬出された直後の処理済の基板 3 の温度と、少なくとも第 1 の容器 2 から搬出可能な基板 3 の所定の温度との差である。

- [0024] 第1の容器2内における第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上は、処理済の基板3の表面を保護する保護ガス雰囲気下にあるとよい。保護ガスとしては例えばアンモニア（ NH_3 ）ガス等の水素含有ガスを用いることができる。
- [0025] 搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路は、第2の容器8内に收容される未処理の基板3の温度を所定の温度まで昇温させることができる長さに構成されているとよい。つまり、搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路が、未処理の基板3の予備加熱を行うことができる長さに構成されているとよい。具体的には、搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路は、未処理の基板3が第2の容器8内に收容された後すぐに、第2の容器8内で所定の処理を開始することができる温度（処理温度）付近にまで基板3を昇温させることができる長さに構成されているとよい。例えば、搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路は、第2の容器8内に搬入される未処理の基板3の温度を処理温度 $\pm 200^\circ\text{C}$ 、好ましくは処理温度 $\pm 100^\circ\text{C}$ 、さらに好ましくは処理温度 $\pm 50^\circ\text{C}$ の範囲内まで昇温させることができる長さに構成されているとよい。
- [0026] また、第1の容器2内の搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上は、未処理の基板3の表面を保護することができる保護ガス雰囲気下にあるとよい。保護ガスとしては例えばアンモニア（ NH_3 ）ガス等の水素含有ガスを用いるとよい。
- [0027] 第1の容器2内には、第1の容器2内に設けられた搬送経路に沿って複数の基板3を一行に並べて搬送するとともに、第2の容器8内外に順番に基板3を搬入出する基板搬送機構22が設けられている。
- [0028] 基板搬送機構22は、ゲートバルブ6、7が開かれ、基板搬入機構19及び基板搬出機構21に接続されることで、基板3の搬送動作を行うように構成されている。つまり、基板搬送機構22は、ゲートバルブ6、7がそれぞれ開かれている場合にのみ、第1の容器2内で基板3を搬送経路に沿って搬送可能に構成されている。例えば、基板搬送機構22は、基板搬入機構19

から基板 3 を受取ることで第 1 の容器 2 内に基板 3 を搬入すると同時に、基板搬出機構 2 1 に基板 3 を受渡すことで第 1 の容器 2 内から基板 3 を搬出するように構成されている。

[0029] 基板搬送機構 2 2 は、例えばプッシュ・プル機構、ウォーキングビーム機構又は送りねじ機構のいずれかを備えているとよい。この他、基板搬送機構 2 2 は、例えば、プル・プッシュ機構や、ベルトコンベアを備えていてもよい。

[0030] 図 3 A～図 3 C に、プッシュ・プル機構を備える基板搬送機構 2 2 の概略図を示す。図 3 A～図 3 C に示すように、基板搬送機構 2 2 がプッシュ・プル機構を備える場合、基板搬送機構 2 2 は、第 1 の容器 2 内の基板 3 の搬送経路に沿って形成された基板搬送台 2 4 を備えているとよい。基板搬送台 2 4 は、例えば石英等により構成されているとよい。このような基板搬送機構 2 2 では、図 3 A～図 3 C に示すように、ゲートバルブ 6, 7 がそれぞれ開けられ、基板搬入室 1 8 及び基板搬出室 2 0 がそれぞれ第 1 の容器 2 と連通されると、基板搬入機構 1 9 により、基板 3 (基板 3 が載置された基板載置部材 1 1) が基板搬送台 2 4 上にスライドされるように搬入されて載置される。これと同時に、基板搬送台 2 4 上に載置されていた基板 3 が前方(下流側)へ押し出されて、基板 3 が搬送経路に沿って搬送される。そして、最下流の基板 3 が基板搬出機構 2 1 により、第 1 の容器 2 内から基板搬出室 2 0 へと搬出される。

[0031] 図 4 A～図 4 E に、ウォーキングビーム機構を備える基板搬送機構 2 2 の概略図を示す。図 4 A に示すように、基板搬送機構 2 2 がウォーキングビーム機構を備える場合、基板搬送機構 2 2 は、固定ビーム(又は固定スキッド) 2 5 と移動ビーム(又は移動スキッド) 2 6 とを備えているとよい。固定ビーム 2 5 及び移動ビーム 2 6 はそれぞれ、第 1 の容器 2 内の基板 3 の搬送経路に沿って設けられている。移動ビーム 2 6 は、昇降可能及び前後進可能に構成されている。すなわち、移動ビーム 2 6 は、矩形運動又は円運動が行われるように構成されている。移動ビーム 2 6 は、固定ビーム 2 5 の上端面

よりも下側に收容されているとよい。また、固定ビーム 25 及び移動ビーム 26 はそれぞれ、例えば石英等により構成されているとよい。

[0032] 図 4 A～図 4 E に示すように、このような基板搬送機構 22 では、移動ビーム 26 が、例えば上昇、前進、下降及び後進の一連の動作を繰り返すことで、基板 3 の搬送が行われる。すなわち、まず、図 4 A に示すように、第 2 の容器 8 内で基板 3 に所定の処理が行われる。所定の処理が終了したら、第 2 の容器 8 内から基板 3 が搬出される。図 4 B に示すように、ゲートバルブ 6, 7 が開けられて、基板搬入室 18 及び基板搬出室 20 がそれぞれ第 1 の容器 2 と連通される。そして、基板搬入機構 19 及び基板搬出機構 21 がそれぞれ、基板搬送機構 22 が備える移動ビーム 26 と接続される。その後、移動ビーム 26 が上昇される。次に、図 4 C 及び図 4 D に示すように、移動ビーム 26 が前進された後、下降されて、基板 3 (又は基板 3 が載置された基板載置部材 11) が固定ビーム 25 上に載置される。そして、図 4 E に示すように、基板搬入機構 19 が基板搬入室 18 へと退避されると同時に移動ビーム 26 が後進される。

[0033] また、図 5 A～図 5 E に送りねじ機構を備える基板搬送機構 22 の概略図を示す。図 5 A に示すように、基板搬送機構 22 が送りねじ機構を備える場合、基板搬送機構 22 は、送りねじ (例えば、ボールねじ) 27 とナット (図示せず) とを備えている。送りねじ 27 とナットとは互いに螺合されている。

[0034] この場合、基板搬入機構 19 又は基板搬出機構 21 の少なくともいずれかが、補助送りねじ 28 を備えているとよい。補助送りねじ 28 は、一端部が送りねじ 27 と接続可能に構成されている。補助送りねじ 28 は、基板搬入室 18 及び基板搬出室 20 がそれぞれ第 1 の容器 2 と連通された際、第 1 の容器 2 内に設けられた送りねじ 27 と接続されるように構成されている。送りねじ 27 は、接続された補助送りねじ 28 の回転により回転されるように構成されている。

[0035] 図 5 A～図 5 E に示すように、このような基板搬送機構 22 では、送りね

じ 27 が回転されることで、基板 3 の搬送が行われる。すなわち、まず、図 5 A に示すように、第 2 の容器 8 内で基板 3 に所定の処理が行われる。所定の処理が終了したら、第 2 の容器 8 内から基板 3 が搬出される。次に、図 5 B に示すように、ゲートバルブ 6, 7 が開けられ、基板搬入室 18 及び基板搬出室 20 がそれぞれ第 1 の容器 2 と連通される。そして、補助送りねじ 28 と送りねじ 27 とが接続される。そして、図 5 C ~ 図 5 D に示すように、送りねじ 27 が所定の方向に回転されて、基板 3 が直線方向（即ち、水平方向）に移動されて、基板 3 が搬送経路に沿って搬送される。そして図 5 E に示すように、基板搬送機構 22 による基板 3 の搬送が終了し、基板搬入機構 19 及び基板搬出機構 21 を基板搬入室 18 及び基板搬出室 20 へとそれぞれ退避させた後、ゲートバルブ 6, 7 が閉じられる。

[0036] 図 1 に示すように、基板搬送機構 22 は、第 2 の容器 8 内外に順番に基板 3 を搬入出するように、昇降機構 23 を備えているとよい。昇降機構 23 は、例えば第 2 の容器 8 を構成する下側容器 10 としての基板載置部材 11 を昇降させるように構成されている。昇降機構 23 は、例えば第 1 の容器 2 内の底側中央であって第 1 の容器 2 内の第 2 の容器 8 と対向する位置に設けられている。昇降機構 23 は、基板載置部材 11 を下方から支持するとともに、基板載置部材 11 を上昇させる。これにより、昇降機構 23 は、上側容器 9 の開口を閉塞し、基板載置部材 11 を下降させて、上側容器 9 の開口を開放する。なお、基板載置部材 11 が昇降部 14 と非昇降部 15 とを備えている場合、昇降機構 23 は、基板載置部材 11 の昇降部 14 のみを昇降させるように構成されている。これにより、基板載置部材 11 上に載置された基板 3 の第 2 の容器 8 内外への搬入出を行うことができる。昇降機構 23 には、後述する制御部 45 が電氣的に接続されている。制御部 45 は、基板載置部材 11 が所定のタイミングで所定の高さ位置となるように、昇降機構 23 への供給電力を制御するように構成されている。

[0037] 第 2 の容器 8 には、第 2 の容器 8 内に収容された基板 3 に原料ガスを供給する原料ガス供給ノズル 29 が設けられている。原料ガス供給ノズル 29 の

上流端には、原料ガスを供給する原料ガス供給管の下流端が接続されている。すなわち、原料ガス供給ノズル29の上流端には、V族原料ガス供給管30、III族原料ガス供給管31、及びクリーニングガス供給管32の下流端がそれぞれ接続されている。V族原料ガス供給管30、III族原料ガス供給管31及びクリーニングガス供給管32はそれぞれ、第1の容器2の側壁を貫通するように設けられている。V族原料ガス供給管30、III族原料ガス供給管31、及びクリーニングガス供給管32はそれぞれ、例えば石英等により構成されている。

[0038] V族原料ガス供給管30には、上流側から順に、V族原料ガス供給源33、第2の容器8内に收容される基板3へのV族原料ガスの供給及び停止を行う開閉弁としてのバルブ34が設けられている。V族原料ガス供給管30からは、V族原料ガスとして例えばアンモニア(NH_3)ガスが、原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内に收容された基板3に供給される。

[0039] なお、V族原料ガス供給管30は、V族原料ガスの供給と併行して、キャリアガスとしての例えば水素(H_2)ガス、窒素(N_2)ガス、あるいはこれらの混合ガス等が供給できるように構成されていてもよい。

[0040] III族原料ガス供給管31には、ガリウム(Ga)融液が貯留されるGaタンク35が設けられている。Gaタンク35は、第1の容器2内に設けられているとよい。Gaタンク35は、例えば石英等で形成されているとよい。III族原料ガス供給管31のGaタンク35よりも上流側には、上流側から順に、反応ガス供給源37、Gaタンク35内への反応ガスの供給及び停止を行う開閉弁としてのバルブ36が設けられている。III族原料ガス供給管31からは、まず、反応ガスとして例えば塩化水素(HCl)ガスがGaタンク35内に供給される。反応ガスがGaタンク35内に供給されることで、Gaタンク35内でGa融液と反応ガスとが反応してIII族原料ガスである塩化ガリウム(GaCl)ガスが生成される。そして、Gaタンク35内で生成されたGaClガスが、III族原料ガス供給管31から、原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内の基板3に供給される。

- [0041] なお、III族原料ガス供給管31は、III族原料ガスと併行して、キャリアガスとしての例えばH₂ガス、N₂ガス、あるいはこれらの混合ガス等が供給されるように構成されていてもよい。
- [0042] クリーニングガス供給管32には、上流側から順に、クリーニングガス供給源38、第2の容器8内へのクリーニングガスの供給及び停止を行う開閉弁としてのバルブ39が設けられている。クリーニングガス供給管32からは、クリーニングガスとして塩酸(HCl)ガスや塩素(Cl₂)ガス等のGaN膜をエッチングできるガスが、原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内に供給される。
- [0043] 主に、原料ガス供給ノズル29、V族原料ガス供給管30、III族原料ガス供給管31、クリーニングガス供給管32により、本実施形態にかかる原料ガス供給部が構成される。なお、V族原料ガス供給管30、III族原料ガス供給管31及びクリーニングガス供給管32にそれぞれ設けられるバルブ34、36、39や、V族原料ガス供給源33、反応ガス供給源37、クリーニングガス供給源38、Gaタンク35等を、原料ガス供給部に含めて考えてもよい。
- [0044] 第2の容器8には、主に第2の容器8内の雰囲気気を排気する排気管40の上流端が接続されている。排気管40は、第1の容器2の側壁を貫通するように設けられている。排気管40には、上流側から順に、圧力調整装置としての例えばAPC(Auto Pressure Controller)バルブ41、真空排気装置としての例えば真空ポンプ42が設けられている。真空ポンプ42により第2の容器8内が真空排気されることで、第2の容器8内及び第1の容器2内を所定の圧力(例えば真空状態などの大気圧未満の圧力)に調整することができる。主に排気管40により、本実施形態にかかる排気部が構成される。なお、APCバルブ41や真空ポンプ42等を排気部に含めて考えてもよい。
- [0045] 第1の容器2内には、例えばIII族原料ガス等の反応性ガスの搬送経路への流出を抑制する隔壁板43が設けられていてもよい。隔壁板43は、第1の

容器 2 内の搬送経路と原料ガス供給ノズル 2 9 との間の空間に設けられるとよい。

[0046] 第 1 の容器 2 の側壁には、第 1 の容器 2 の側壁等を冷却する冷却部 4 4 が設けられているとよい。冷却部 4 4 は、例えば、水や空気等の冷却媒体が通過する冷却媒体流路等を備えているとよい。これにより、ヒータ 1 7 の加熱温度が所定温度に維持されている場合であっても、半導体製造装置 1 を構成する構成部材が、ヒータ 1 7 の熱により損傷されてしまうことを抑制できる。具体的には、搬入口 4 及び搬出口 5 の近くに配設される構成部材が熱により損傷されてしまうことを抑制できる。例えば、基板搬入室 1 8 内に設けられた基板搬入機構 1 9、基板搬出室 2 0 内に設けられた基板搬出機構 2 1、ゲートバルブ 6、7 等が熱により損傷されてしまうことを抑制できる。

[0047] ゲートバルブ 6、7、ヒータ 1 7、基板搬入機構 1 9、基板搬出機構 2 1、基板搬送機構 2 2、バルブ 3 4、3 6、3 9、A P C バルブ 4 1、真空ポンプ 4 2 等には、制御部 4 5 が接続されている。制御部 4 5 により、ゲートバルブ 6、7 の開閉動作、ヒータ 1 7 の温度調整動作、基板搬入機構 1 9 の基板搬入動作、基板搬出機構 2 1 の基板搬出動作、基板搬送機構 2 2 の基板搬送動作、バルブ 3 4、3 6、3 9 の開閉動作、A P C バルブ 4 1 の開度調整動作、真空ポンプ 4 2 の起動及び停止等の制御が行われる。

[0048] (2) 半導体の製造方法

続いて、本実施形態にかかる半導体の製造工程の一工程として、上述の半導体製造装置 1 により実施される基板処理工程について、主に図 6 を用いて説明する。図 6 は、本実施形態に係る一の基板 3 の基板処理工程を示すフロー図である。ここでは、第 2 の容器 8 内で、基板 3 上に例えば窒化ガリウム (G a N) 膜を形成する例について説明する。なお、以下の説明において、半導体製造装置 1 を構成する各部の動作は、制御部 4 5 により制御される。

[0049] (温度及び圧力調整工程 (S 1 0))

図 6 に示すように、まず、基板 3 の表面を所定の温度 (例えば 8 0 0 °C ~ 1 1 0 0 °C) に加熱できるように、加熱部としてのヒータ 1 7 に電力を供給

する。このとき、ヒータ17の加熱温度は、制御部45によりヒータ17への供給電力を制御することによって調整される。ヒータ17への電力の供給は、後述の加熱部降温及び大気圧復帰工程(S100)まで継続する。

[0050] また、第1の容器2内が所定の圧力(例えば真空状態などの大気圧未満の圧力)となるように、APCバルブ41の開度を制御して真空ポンプ42によって第2の容器8を介して第1の容器2内を真空排気する。すなわち、第2の容器8を構成する上側容器9の下端に形成された開口を開放した状態で、真空ポンプ42によって第2の容器8内を真空排気することで、上側容器9の下端に形成された開口を介して第1の容器2内を真空排気する。

[0051] (第1の容器内への基板搬入工程(S20))

第1の容器2内が所定の圧力となり、ヒータ17の加熱温度が所定の温度となったら、第1の容器2内と同程度の圧力に調整した基板搬入室18と第1の容器2との間のゲートバルブ6を開き、基板搬入室18と第1の容器2とを連通させる。次に、基板搬入機構19を用いて、第1の容器2内に基板3を搬入する。すなわち、基板搬入機構19を用いて、第1の容器2内に設けられた搬入口4から搬出口5に至るまでの搬送経路上に沿って基板3を搬送する基板搬送機構22上に、例えば基板3を載置した基板載置部材11を載置する。第1の容器2内に基板3を搬入したら、基板搬入機構19を第1の容器2外へ退避させ、基板搬入室18と第1の容器2との間のゲートバルブ6を閉じる。

[0052] なお、基板3を第1の容器2内に搬入する際には、排気部により第1の容器2内を排気しつつ、V族原料ガス供給管30から、第1の容器2内に保護ガスとしての水素含有ガス(例えばNH₃ガス)を供給するとよい。すなわち、第2の容器8が備える上側容器9に設けられた開口を開放した状態でAPCバルブ41を開けて、第2の容器8内を介して第1の容器2内を排気しつつ、V族原料ガス供給管30のバルブ34を開けて第2の容器8内を介して第1の容器2内にNH₃ガスを供給するとよい。これにより、搬入口4と第2の容器8との間の基板3の搬送経路上をNH₃ガス雰囲気下にできる。従って

、未処理の基板3が搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上を通過する際、例えば基板3の表面上に付着したパーティクルを除去する等の前処理を行ったり、基板3上へのパーティクルの付着を抑制できる。なお、第2の容器8内へのNH₃ガスの供給は、少なくとも後述の加熱部降温及び大気圧復帰工程(S100)まで継続する。

[0053] (予備加熱工程(S30))

続いて、搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上で、搬入口4から第1の容器2内に搬入し、第2の容器8内に收容する未処理の基板3の予備加熱を行う。すなわち、第2の容器8内に收容した後すぐに所定の処理を行うことが可能な所定の温度にまで昇温させることが可能な長さに構成された搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上で、所定の温度にまで昇温させる。

[0054] (第2の容器内への基板搬入工程(S40))

基板搬送機構22により、基板載置部材11に載置された基板3を第2の容器8と対向する位置まで搬送したら、昇降機構23により下側容器10としての基板載置部材11を所定の位置まで上昇させて、第2の容器8を構成する上側容器9の開口を閉塞する。これにより、基板載置部材11上に載置した基板3が第2の容器8内に搬入されて、第2の容器8内に收容される。

[0055] (成膜工程(S50))

第2の容器8内に收容した基板3が所定の温度に達したら、排気管40から排気しつつ、III族原料ガス供給管31から原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内へのIII族原料ガスの供給を開始する。すなわち、III族原料ガス供給管31に設けられたバルブ36を開け、反応ガス供給源37からGaタンク35内にHClガスの供給を開始し、GaClガスの生成を開始する。そして、Gaタンク35内で生成したGaClガスを、原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内に供給する。このとき、第2の容器8内へのGaClガスの供給と併行して、V族原料ガス供給管30からV族原料ガスとしてNH₃ガスを原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内に供

給している。そして、第2の容器8内でIII族原料ガスであるGaC1ガスと、V族原料ガスであるNH₃ガスとを反応させて、基板3上に所定の厚さのGaN膜を成長させる。所定の処理時間が経過し、GaN膜の厚さが所定の厚さに達したら、第2の容器8内へのGaC1ガスの供給を停止する。すなわち、III族原料ガス供給管31に設けられたバルブ36を閉じ、Gaタンク35内へのHC1ガスの供給を停止する。なお、V族原料ガス供給管30から第2の容器8内へのNH₃ガスの供給は継続したままとする。また、ヒータ17による第2の容器8内に収容した基板3の加熱は継続したままとする。

[0056] (ページ工程(S60))

成膜工程(S50)が終了したら、III族原料ガスであるGaC1ガスを第2の容器8内から排出する。このとき、V族原料ガス供給管30に設けられたバルブ34を開けたままとし、第2の容器8内へのNH₃ガスの供給を継続しつつ、排気部による第2の容器8内の排気を継続することで、第2の容器8内からのGaC1ガスの排出を促すことができる。これにより、例えば基板搬送機構22が備える昇降機構23等の可動部に反応生成物が付着し、基板搬送機構22の動作不良が生じることを抑制できる。

[0057] (第2の容器内からの基板搬出工程(S70))

ページ工程が終了したら、基板搬送機構22が備える昇降機構23により、下側容器10(すなわち基板載置部材11)を所定の位置まで下降させ、上側容器9の開口を開放する。これにより、下側容器10としての基板載置部材11上に載置した基板3を第2の容器8外に搬出する。

[0058] (降温工程(S80))

続いて、第2の容器8内から搬出した処理済の基板3を、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上で、処理済の基板3の温度を所定の温度にまで降温させる。第2の容器8は、少なくとも第1の容器2内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることが可能な長さに構成される。すなわち、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上で、処理済の基板3の放熱を行い、処理済の基板3の温度を所定の温度にまで降温させる。

[0059] (第1の容器内からの基板搬出工程(S90))

処理済の基板3の温度が所定の温度にまで降温したら、第1の容器2と基板搬出室20との間のゲートバルブ7を開き、第1の容器2と、第1の容器2内と同程度の圧力に調整した基板搬出室20とを連通させる。次に、基板搬出機構21を用いて、第1の容器2内から基板3を搬出する。すなわち、基板搬出機構21を用いて、基板搬送機構22によって搬出口5まで搬送した基板3を、基板載置部材11上に載置した状態で第1の容器2内から搬出する。第1の容器2内から基板3を搬出したら、基板搬出機構21を第1の容器2外へ退避させ、第1の容器2と基板搬出室20との間のゲートバルブ7を閉じて第1の容器2内を大気から遮断する。すなわち、第1の容器2内を気密に閉塞する。以上の一連の工程により、一枚の基板3の基板処理工程が終了する。

[0060] (加熱部降温及び大気圧復帰工程(S100))

所定枚数の基板3の処理が終了したら、ヒータ17への電力の供給を停止して、ヒータ17を降温させる。また、APCバルブの開度を調整して、第1の容器2内の圧力を大気圧に復帰させる。これにより、本実施形態に係る基板処理工程を終了する。

[0061] 次に、上述の基板処理工程を行う際の、半導体製造装置1の動作について、図7を用いて説明する。図7は、上述の基板処理工程を行う際の、半導体製造装置1の動作を示すフロー図である。図7に示すように、基板3に所定の処理を行う際、半導体製造装置1では、まず、上述の温度及び圧力調整工程(S10)を行う。第1の容器2内が所定の圧力となり、ヒータ17の加熱温度が所定の温度となったら、基板の搬送工程(S110)を行う。すなわち、第1の容器2内への基板搬入工程(S20)と、第1の容器2内からの基板搬出工程(S90)と、第1の容器2内の搬送経路上で一列に並べられた複数の基板3をそれぞれ下流側の所定位置へ搬送する基板3の搬送と、を同時並行的に行う。基板の搬送工程(S110)が終了したら、基板の処理工程(S120)を行う。すなわち、上述の予備加熱工程(S30)と、

成膜工程（S50）と、降温工程（S80）とを同時並行的に行う。具体的には、第2の容器8内で一の基板3の成膜工程（S50）を行っている間、搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上では、他の未処理の基板3の予備加熱工程（S30）を行い、さらに第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上では、さらに他の処理済の基板3の降温工程（S80）を行う。第2の容器8内での一の基板3の成膜工程（S50）が終了したら、上述のパージ工程（S60）を行う。パージ工程（S60）が終了したら、上述の第2の容器内からの基板搬出工程（S70）を行う。第2の容器内からの基板搬出工程（S70）が終了したら、再度、上述の基板の搬送工程（S110）を行う。なお、第2の容器内からの基板搬出工程（S70）を基板の搬送工程（S110）に含めて考えても良い。基板処理工程を行う間、半導体製造装置1は、このような動作を所定回数繰り返す。上述の動作を所定回数繰り返したら、上述の加熱部降温及び大気圧復帰工程（S100）を行い、ヒータ17を降温させるとともに、第1の容器2内を大気圧に復帰させて、所定の動作を終了する。

[0062] このように、半導体製造装置1では、ヒータ17の昇温は最初に処理を行う基板3の第1の容器2内への基板搬入工程（S20）を行う前に行い、ヒータ17の降温は最後に処理を行う基板3の第2の容器8内からの基板搬出工程（S70）が終了した後に行っている。すなわち、ヒータ17の加熱温度を第2の容器8内に收容された基板3を所定の温度に加熱できる温度に維持した状態で、すなわちヒータ17の加熱温度を降温させることなく、処理済の基板3を所定の温度にまで降温させて第1の容器2内から搬出できる。従って、生産性を向上させることができる。

[0063] （3）本実施形態に係る効果

本実施形態によれば、以下に示す1つまたは複数の効果を奏する。

[0064] （a）基板搬送機構22を駆動させる駆動部としての基板搬入機構19及び基板搬出機構21をそれぞれ、基板搬送機構22と分離可能に形成する。これにより、第2の容器8内で基板3の処理が行われている際に、基板搬入

機構 19 及び基板搬出機構 21 を第 1 の容器 2 外（つまり基板搬入室 18、基板搬出室 20）へそれぞれ退避させて、ゲートバルブ 6, 7 を閉じることができる。つまり、第 1 の容器 2 内に基板搬入機構 19 及び基板搬出機構 21 を設けなくても、基板搬送機構 22 を駆動させて、基板 3 を搬送することができる。その結果、第 1 の容器 2 に設けられる貫通孔の数を少なくできる。例えば、基板搬入機構 19 及び基板搬出機構 21 を設けるための貫通孔を設ける必要がなくなる。これにより、第 1 の容器 2 内の気密性を向上させることができる。その結果、第 2 の容器 8 内で所定の処理を行っている間に、第 1 の容器 2 内に不純物等が流入することを抑制できる。これにより、第 2 の容器 8 内に不純物が流入することを抑制できる。従って、基板 3 上に成膜される薄膜の膜質を向上させることができる。

[0065] (b) 本実施形態は、第 2 の容器 8 内で、基板 3 を高温に加熱するとともに、原料ガスとして腐食性のガスを用いる処理が行われる場合に特に有効である。つまり、磁気シールやペローズ等のシール部材を用いることができない場合に、特に有効である。

[0066] (c) 第 1 の容器 2 内に設けられた第 2 の容器 8 内で基板 3 に対して所定の処理を行う。第 2 の容器 8 を構成する上側容器 9 と下側容器 10 とを密着させるだけで、原料ガス供給ノズル 29 から原料ガスが供給される第 2 の容器 8 内を気密にできる。つまり、磁気シールやペローズ等のシール部材を用いることなく、第 2 の容器 8 内を気密にできる。これにより、基板 3 に所定の処理を行っている際に、第 2 の容器 8 内に不純物が流入することを抑制できる。その結果、基板上に成膜される薄膜の膜質をより向上させることができる。

[0067] (d) 第 2 の容器 8 と搬出口 5 との間の搬送経路が、第 2 の容器 8 内から搬出された処理済の基板 3 を、少なくとも第 1 の容器 2 内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることが可能な長さに構成されている。これにより、ヒータ 17 の加熱温度を降温させることなく、処理済の基板 3 を降温させることができる。つまり、ヒータ 17 の加熱温度を所定の温度（例えば基板

3を処理温度に加熱できる温度)に維持した状態で、処理済の基板3を降温させることができる。これにより、第2の容器8内で一の基板3の処理が終了した後、次の基板3の処理が開始されるまでの間に、ヒータ17の加熱温度を昇降温させる必要がなくなる。従って、第2の容器8内で一の基板3の処理が終了した後、次の基板3の処理が開始されるまでの時間を短縮できる。その結果、薄膜が形成された基板3の生産性を向上させることができる。

[0068] 例えば、ヒータ17のシーケンスを、図8に示すようなシーケンスとすることができる。なお、図8に示す搬送の時間とは、第2の容器8内での一の基板3の処理が終了した後、第2の容器8内で次の基板3の処理が開始されるまでの時間である。図8に示すように、本実施形態では、ヒータ17の加熱温度の昇温は最初だけであり、ヒータ17の加熱温度の降温は最後だけである。つまり、ヒータ17の加熱温度は、第2の容器内外への基板3の搬入出を行っている間も、基板3を所定の温度(例えば成膜温度)に加熱できる温度に維持されている。

[0069] (e) 処理済の基板3を、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上で、第1の容器2内から搬出可能な温度にまで降温させる。これにより、基板搬出機構21により第1の容器2内から処理済の基板3を搬出する際に基板搬出機構21が基板3が有する熱により加熱されて損傷することを抑制できる。従って、基板搬出機構21の搬送精度が低下することを抑制できる。

[0070] (f) 第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路の長さを長くすることで、第1の容器2内の第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上の雰囲気温度が、搬出口5に近づくほど徐々に低くなる。つまり、第1の容器2内の第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上の雰囲気は、第2の容器8付近が最も高く、搬出口5付近が最も低い温度分布になる。その結果、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上を搬送される基板3の温度が搬出口5に向かうにしたがって徐々に低くなるように、基板3の温度を降温させることができる。つまり、基板3が急冷されることを抑制できる。これにより、基板3を降温させている際に、基板3が割れてしまう(又は破損する)ことを

抑制できる。

- [0071] (g) 第1の容器2内に設けられた第2の容器8内で、基板3に対して所定の処理を行うことで、第1の容器2内をGaCl₃ガス等の反応性ガス雰囲気下にすることなく、基板3に対して所定の処理を行うことができる。その結果、第2の容器8内で一の基板3に所定の処理を行う処理工程と、第1の容器2内の第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路上で処理済の基板3を降温させる降温工程と、を同時並行的に行うことができる。これにより、生産性をより向上させることができる。
- [0072] (h) 第2の容器8内で基板3を加熱し、基板3に対して所定の処理を行うことで、第2の容器8内で生成された反応生成物が基板搬送機構22に付着することを抑制できる。その結果、基板搬送機構22に動作不良が発生することを抑制できる。
- [0073] (i) 搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路を、第2の容器8内に搬入される未処理の基板3を所定の温度にまで昇温させることができる長さに構成する。これにより、第2の容器8内に収容された基板3の温度が所定の処理温度に達するまでの時間を短縮できる。従って、第2の容器8内で一の基板3の処理が終了した後、次の基板3の処理を開始するまでの時間を短縮できる。その結果、生産性をより向上させることができる。
- [0074] (j) 搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路を長くすることで、基板搬入室18と第2の容器8との間の距離を長くできる。その結果、基板搬入室18とヒータ17との間の距離を長くできる。また、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路の長さを長くすることで、基板搬出室20と第2の容器8との間の距離を長くできる。その結果、基板搬出室20とヒータ17との間の距離を長くできる。これにより、基板搬入室18内の基板搬入機構19、基板搬出室20内の基板搬出機構21がそれぞれ、ヒータ17から発生される熱により加熱されて損傷することを抑制できる。その結果、基板搬入機構19、基板搬出機構21の搬送精度が低下することをより抑制できる。
- [0075] (k) 第1の容器2内における第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路

上を、保護ガス雰囲気下にする。これにより、例えば処理済みの基板3の表面に成膜された薄膜が改質されてしまったり、成膜した薄膜上に不純物が付着してしまうことを抑制できる。その結果、基板3の表面に成膜された薄膜の膜質の低下をより抑制できる。

[0076] (l) 第1の容器2内の搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上を、保護ガス雰囲気下にする事で、第1の容器2内の搬入口4と第2の容器8との間の搬送経路上の未処理の基板3の表面が窒化され、基板3の表面にパーティクルが付着することを抑制できる。また、基板3の表面に付着したパーティクルを除去する前処理を行うこともできる。その結果、基板3の表面に成膜された薄膜の膜質の低下をより抑制できる。

[0077] (m) 基板搬送機構22が、プッシュ・プル機構、ウォーキングビーム機構又は送りねじ機構の少なくともいずれかを備えることで、基板搬送機構22による基板3の搬送動作を単純にできる。つまり、第1の容器2内外への基板3の搬入出動作及び第1の容器2内での基板3の搬送動作を簡単な動作にできる。その結果、第1の容器2内での基板3の搬送経路の長さが長くなっても、基板3の搬送精度が低下することをより抑制できる。

[0078] (n) 第1の容器2内に隔壁板43を設けることで、第2の容器8内で所定の処理が行われている際、例えばGaCl₃ガス等が第2の容器8内から漏れ出してしまった場合であっても、漏れ出したGaCl₃ガスが第1の容器2内の搬送経路に流出することを抑制できる。その結果、搬送経路上に存在する処理済の基板3が漏れ出したGaCl₃ガスに接触し、基板3上に成膜された薄膜が改質されてしまうことを抑制できる。これにより、基板3上に薄膜の膜質が低下してしまうことを抑制できる。また、基板3上に成膜された薄膜の膜質が基板3毎に異なってしまうことを抑制できる。

[0079] ここで、参考までに、従来の半導体製造装置100について説明する。図12A~図12Dに、従来の枚葉式の半導体製造装置100の概略図を示す。図12A~図12Dに示すように、半導体製造装置100は、基板101を収容して基板101に所定の処理を行う処理容器102と、処理容器10

2内に設けられ、基板101を載置する基板載置部104と、を備えている。半導体製造装置100では、原料ガス供給部105から、処理容器102内に原料ガスが供給されて、基板101の処理が行われる。基板載置部104は、基板載置部104を昇降させたり、回転させたりする軸を備えている。基板載置部104の軸は、処理容器102の底板に設けられた貫通孔を貫通するように設けられている。このため、原料ガスが供給される処理容器102内を気密にするために、軸と貫通孔との間に、磁気シールやベローズ等のシール部材を設ける必要がある。

[0080] 半導体製造装置100では、処理容器102内を例えば室温程度にした状態で、仕切弁としてのゲートバルブ106を開けて基板待機室107と処理容器102とを連通させ、基板搬入出機構108により、基板101を処理容器102内へ搬入して基板載置部104上に載置する工程（例えば図12A）と、基板搬入出機構108を基板待機室107に退避させた後、ゲートバルブ106を閉じて処理容器102内を気密にする工程と、基板載置部104を上昇させることで、基板101を処理容器102内の所定の処理位置に配置する工程（例えば図12B）と、加熱部103により基板載置部104上に載置した基板101を所定の温度に加熱した後、原料ガス供給部105から基板101に原料ガスを供給して、基板101に所定の処理（例えば成膜処理）を行う工程と、所定の処理が終了したら、基板載置部104を下降させることで、基板101を処理容器102内の所定位置まで下降させる工程（例えば図12C）と、基板搬入出機構108により処理容器102内から搬出可能な温度（例えば室温程度）にまで、基板101を冷却する工程と、ゲートバルブ106を開けて基板搬入出機構108により、処理容器102内から基板待機室107へ基板101を搬出する工程（図12D）と、を有している。

[0081] 図13に、半導体製造装置100が備える加熱部103のシーケンスを示す。図13に示すように、半導体製造装置100では、加熱部103により、処理容器102内で基板101を加熱して所定の処理を行った後、基板1

01及び処理容器102内を所定の温度まで降温させるために、加熱部103の加熱温度を降温させている。例えば加熱部103への電力の供給を停止している。そして、処理容器102内で次の基板101に所定の処理を行う際、加熱部103の加熱温度を再び昇温させている。このため、半導体製造装置100では、加熱部103の昇降温に時間がかかるため、一の基板101の処理が終了した後、次の基板101の処理が開始されるまでに、数10分～数時間かかることがある。その結果、生産性が低下してしまうことがある。

[0082] また、加熱部103の加熱温度を維持して処理容器102内を高温に維持した状態で、基板搬入出機構108により、処理容器102内外への基板101の搬入出を行うと、基板101上に成膜された薄膜が改質されて、薄膜の膜質が低下してしまうことがある。

[0083] また、処理容器102内を高温に維持した状態で処理容器102内外への基板101の搬入出を行う際に、基板101上に成膜された薄膜の改質を抑制するため、原料ガス供給部105から処理容器102内に原料ガスを供給し続けることが考えられる。例えば、薄膜としてGa₂N膜が基板101上に成膜された場合、Ga₂N膜の改質を防止するためには、原料ガス供給部105から処理容器102内にGaCl₃ガス、NH₃ガスを供給し続ける必要がある。GaCl₃ガスやNH₃ガスは腐食性のガスであるため、このようなガスが基板搬入出機構108に付着すると、基板搬入出機構108が腐食してしまうことがある。

[0084] また、処理容器102内を高温に維持した状態で、基板搬入出機構108により処理容器102内外への基板101の搬入出を行うと、基板搬入出機構108が熱により加熱されて損傷してしまうことがある。

[0085] これに対し、本実施形態によれば、第1の容器2内に、第2の容器8を設け、第2の容器8内で基板3の処理を行うとともに、基板搬送機構を駆動させる駆動部としての基板搬入機構19及び基板搬出機構21はそれぞれ、基板搬送機構22と分離可能に形成されている。その結果、シール部材を用い

ることなく、原料ガスが供給されることとなる第2の容器8内を気密にできる。また、第2の容器8と搬出口5との間の搬送経路を、第2の容器8内から搬出された処理済の基板3を、少なくとも第1の容器2内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることができる長さに構成している。その結果、ヒータ17の加熱温度を所定の温度（例えば処理温度）に維持した状態で、基板搬入機構19、基板搬出機構21により基板搬送機構22を可動させた場合であっても、基板搬入機構19、基板搬出機構21が損傷することを抑制できる。

[0086] (他の実施形態)

以上、一実施形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

[0087] 上述の実施形態では、第2の容器8内に收容した基板3が所定の温度に達したら、排気管40から排気しつつ、原料ガスの供給を開始したが、これに限定されない。つまり、第2の容器8内に收容した基板3が所定の温度に達した後に、排気管40からの排気を開始したが、これに限定されない。例えば、第2の容器8内に收容した基板3が所定の温度に達するように加熱しつつ、排気管40から排気を開始してもよい。

[0088] 上述の実施形態では、下側容器10としての基板載置部材11が昇降機構23により昇降されて第2の容器8内外への基板3の搬入出を行う場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、図9A～図9Cに示すように、第2の容器8が備える上側容器9を昇降させることで、第2の容器8内外への基板3の搬入出を行うように構成されていてもよい。これによっても、少なくとも上記(a)～(c)の効果を得ることができる。

[0089] 具体的には、第1の容器2内には、上側容器9を昇降させる上側容器昇降機構46が設けられていてもよい。上側容器昇降機構46は、上側容器9の下端が下側容器10（例えば、基板載置部材11）と接するまで上側容器9を下降させることで上側容器9の開口を閉塞し、上側容器9を上昇させることで上側容器9の開口を開放するように構成されているとよい。上側容器昇

降機構 4 6 は、ゲートバルブ 6, 7 の開閉動作と連動して上側容器 9 の昇降動作が行われるように構成されているとよい。

[0090] 例えば、上側容器昇降機構 4 6 は、棒状部材 4 7 と、上側容器 9 に設けられ、棒状部材 4 7 を取付ける取付部 4 8 と、ゲートバルブ 6, 7 にそれぞれ設けられ、棒状部材 4 7 の両端部を係止させる係止部 4 9 と、により構成されているとよい。棒状部材 4 7 は、ゲートバルブ 6, 7 にそれぞれ設けられた係止部 4 9 間に架け渡し可能に構成されているとよい。棒状部材 4 7 は、石英等により構成されているとよい。取付部 4 8 は、例えば上側容器 9 の天板の外壁に設けられているとよい。例えば、取付部 4 8 には、貫通孔が形成されているとよい。棒状部材 4 7 を貫通孔に貫通させることで、棒状部材 4 7 が上側容器 9 に取付けられている。これにより、ゲートバルブ 6, 7 が上昇することで、棒状部材 4 7 の両端部が係止部 4 9 に係止される（図 9 B）。そして、さらにゲートバルブ 6, 7 が上昇することで、棒状部材 4 7 及び上側容器 9 が上昇し、上側容器 9 の下端の開口を開放させることができる（図 9 C）。なお、上側容器 9 の下降動作は、上述の上昇動作とは逆の動作により行われる。つまり、ゲートバルブ 6, 7 を下降させることで、棒状部材 4 7 及び上側容器 9 が下降して、上側容器 9 の下端の開口を閉塞することができる。

[0091] また、例えば図 10 A～図 10 C に示すように、上側容器昇降機構 4 6 は、棒状部材 4 7 と、基板搬入室 1 8 内に設けられる昇降機構 4 9 と、基板搬出室 2 0 内に設けられる昇降機構 5 0 と、を備えていてもよい。昇降機構 4 9 及び昇降機構 5 0 にはそれぞれ、制御部 4 5 が接続されている。制御部 4 5 は、昇降機構 4 9 及び昇降機構 5 0 がそれぞれ、所定のタイミングで棒状部材 4 7 が所定の高さ位置となるように、昇降機構 4 9 及び昇降機構 5 0 への供給電力を制御するように構成されている。そして、図 10 A～図 10 C に示すように、上側容器 9 の昇降動作が行われる。まず、ゲートバルブ 6, 7 が上昇されて、基板搬入室 1 8 と基板搬出室 2 0 とが連通される。そして、基板搬入室 1 8 内に設けられた昇降機構 4 9 と基板搬出室 2 0 内に設けら

れた昇降機構50とが第1の容器内に侵入して棒状部材46の両端部をそれぞれ支持する(図10B)。そして、昇降機構49及び昇降機構50がそれぞれ上昇されることで、棒状部材46が上昇し、これに伴って、上側容器9が上昇する(図10C)。なお、上側容器9の下降は、上側容器9の上昇動作とは逆の手順で行われる。これによっても、少なくとも上記(a)~(c)の効果を得ることができる。

[0092] 上述の実施形態では、第1の容器2内を搬送される基板3の搬送方向と、第2の容器8内を流れる原料ガスの流れ方向とが同じ方向である場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば図11に示すように、第1の容器2内を搬送される基板3の搬送方向が第2の容器8内を流れる原料ガスの流れ方向と水平方向で直交するように、第1の容器2内に搬送経路が設けられていてもよい。また、例えば、第1の容器2内を搬送される基板3の搬送方向が、第2の容器8内を流れる原料ガスの流れ方向と垂直方向で直交するように、第1の容器2内に搬送経路が設けられていてもよい。すなわち、例えば図1において、基板3が第1の容器2内の天井側から底側に向かって搬送されるように第1の容器2内に搬送経路が設けられていてもよい。これらによっても、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0093] 上述の実施形態では、第2の容器8内で基板3を加熱してGaN膜を成膜する処理を行う場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。この他、例えば、第2の容器8内で、下側容器10としての基板載置部材11に付着したGaN膜等を除去するクリーニング処理を行ってもよい。すなわち、まず、第1の容器2内に、基板3を載置していない基板載置部材11を搬入し、基板3を載置していない基板載置部材11を例えば昇降機構23により上昇させて、上側容器9の開口を閉塞する。そして、排気管40から排気しつつ、クリーニングガス供給管32から原料ガス供給ノズル29を介して第2の容器8内へのクリーニングガスの供給を開始する。すなわち、第2の容器8が備える上側容器9に設けられた開口を開放した状態でAPCバルブ41を開けて、第2の容器8内を介して第1の容器2内を排気しつつ、ク

リーニングガス供給管 3 2 に設けられたバルブ 3 9 を開け、クリーニングガス供給源 3 8 からクリーニングガスの供給を開始する。そして所定時間が経過し、基板載置部材 1 1 のクリーニングが終了したら、バルブ 3 9 を閉めて第 2 の容器 8 内へのクリーニングガスの供給を停止する。

[0094] 上述の実施形態では、基板 3 を加熱して行う所定の処理として、窒化ガリウム (GaN) 膜を成膜する処理について説明したが、これに限定されるものではない。この他、基板 3 に種々の膜を成膜する処理等についても、同様に適用できる。

[0095] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0096] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0097]	1	半導体製造装置
	2	第 1 の容器
	3	基板
	4	搬入口
	5	搬出口
	8	第 2 の容器
	17	ヒータ (加熱部)

2 2 基板搬送機構

請求の範囲

- [請求項1] 基板の搬入口及び搬出口が設けられた第1の容器と、
前記搬入口に接続され、前記第1の容器内に搬入する基板を外部から搬入可能に構成されるとともに、前記第1の容器及び大気とそれぞれ遮断可能に構成された基板搬入室と、
前記搬出口に接続され、前記第1の容器内から搬出した基板を外部に搬出可能に構成されるとともに、前記第1の容器及び大気とそれぞれ遮断可能に構成された基板搬出室と、
前記第1の容器内に設けられ、基板を加熱して所定の処理を行う第2の容器と、
前記第2の容器内に収容された前記基板を加熱する加熱部と、
前記搬入口から前記搬出口に至るように前記第1の容器内に設けられた搬送経路に沿って複数の前記基板を一列に並べて搬送するとともに、前記第2の容器内外に順番に前記基板を搬入出する基板搬送機構と、を備え、
前記基板搬送機構を駆動させる駆動部は、前記基板搬送機構と分離可能に形成されており、前記基板搬入室及び前記基板搬出室内にそれぞれ設置されている
ことを特徴とする半導体製造装置。
- [請求項2] 前記第2の容器と前記搬出口との間の前記搬送経路は、前記第2の容器内から搬出された処理済の前記基板を、少なくとも前記第1の容器内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることができる長さに構成されている
ことを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置。
- [請求項3] 前記加熱部は、前記第2の容器内外に前記基板を搬入出する間も所定の加熱温度を維持する
ことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体製造装置。
- [請求項4] 前記搬入口と前記第2の容器との間の前記搬送経路は、前記第2の

容器内に搬入される基板を、所定の温度にまで昇温させることができる長さに構成されている

ことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体製造装置。

[請求項5] 前記第2の容器には、前記第2の容器内に収容された前記基板に原料ガスを供給する原料ガス供給部が設けられており、

前記第2の容器内では、前記基板を加熱して成膜処理が行われることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の半導体製造装置。

[請求項6] 前記第2の容器と前記搬出口との間の前記搬送経路上は、処理済の前記基板の表面を保護することができる保護ガス雰囲気下にあることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の半導体製造装置。

[請求項7] 前記搬入口と前記第2の容器との間の前記搬送経路上は、未処理の前記基板の表面を保護することができる保護ガス雰囲気下にあることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の半導体製造装置。

[請求項8] 前記基板搬送機構は、プッシュ・プル機構、ウォーキングビーム機構、又は送りねじ駆動機構のいずれかを備えて構成されていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の半導体製造装置。

[請求項9] 基板の搬入口及び搬出口が設けられた第1の容器内に、前記搬入口から前記搬出口に至るように設けられた搬送経路に沿って、前記第1の容器内に設けられた基板搬送機構により、複数の前記基板を一列に並べて搬送するとともに、第2の容器内外に順番に前記基板を搬入出する基板搬送工程と、

前記第2の容器内に収容された前記基板を加熱部により加熱して所定の処理を行う処理工程と、

前記第2の容器内から搬出された処理済の前記基板を少なくとも前記第1の容器内から搬出可能な所定の温度にまで降温させることが可能な長さに構成された前記第2の容器と前記搬出口との間の前記搬送経路上で、処理済の前記基板を所定の温度にまで降温させる降温工程と、を有し、

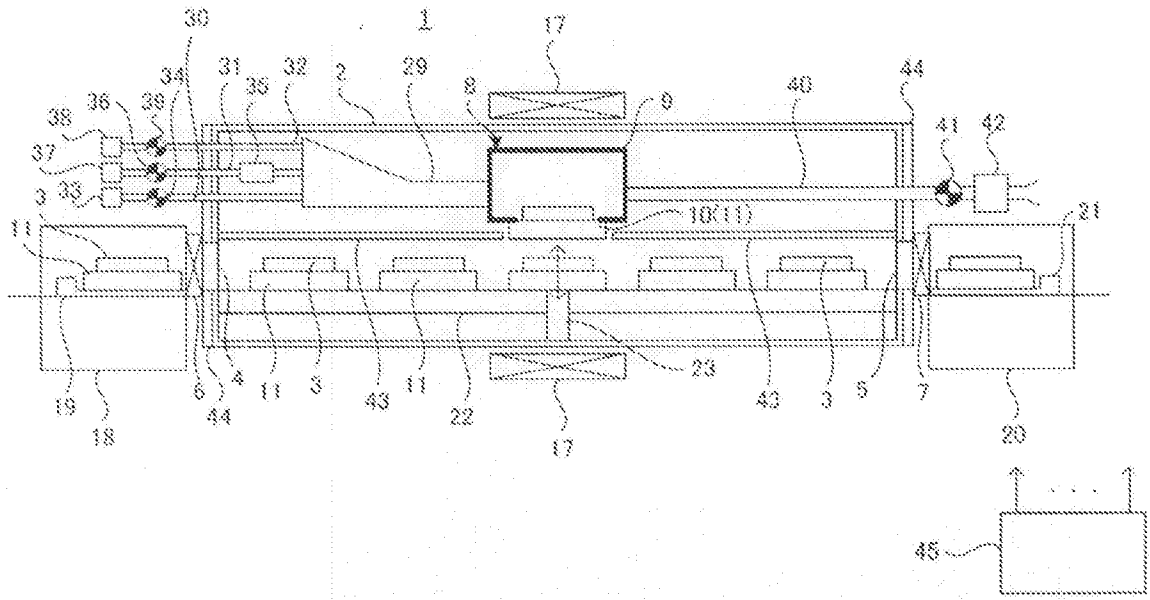
前記第1の容器内で、一の前記基板の前記処理工程と、他の処理済の前記基板の前記降温工程と、を同時並行的に行うことを特徴とする半導体の製造方法。

[請求項10]

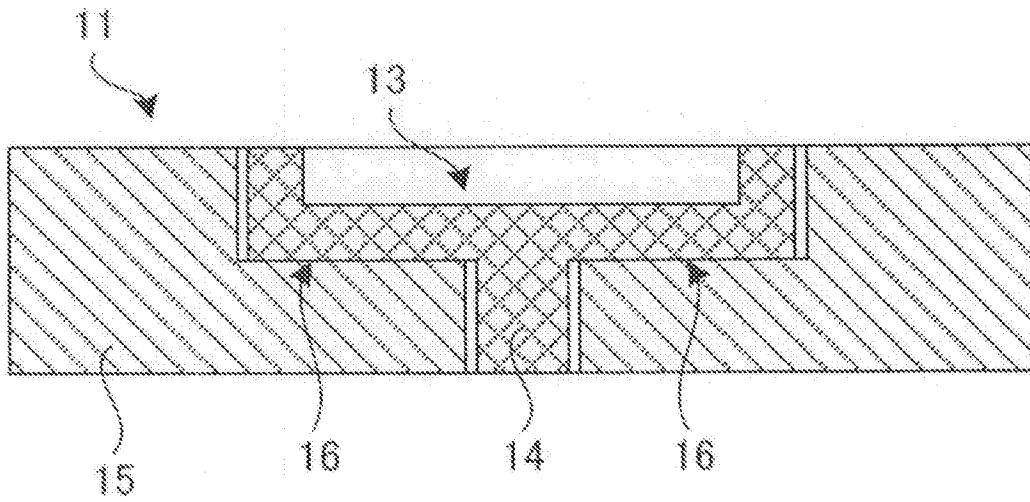
前記第1の容器内に搬入され、前記第2の容器内に收容される未処理の前記基板を、前記第2の容器内に收容した後できるだけ早く、所定の加熱処理を行うことが可能な所定の温度にまで昇温させることが可能な長さに構成された前記搬入口と前記第2の容器との間の前記搬送経路上で、未処理の前記基板の温度を所定の温度にまで昇温させる予備加熱工程を有し、

前記第1の容器内で、一の前記基板の前記処理工程と、他の処理済の前記基板の前記降温工程と、さらに他の未処理の前記基板の前記予備加熱工程と、を同時並行的に行うことを特徴とする請求項9に記載の半導体の製造方法。

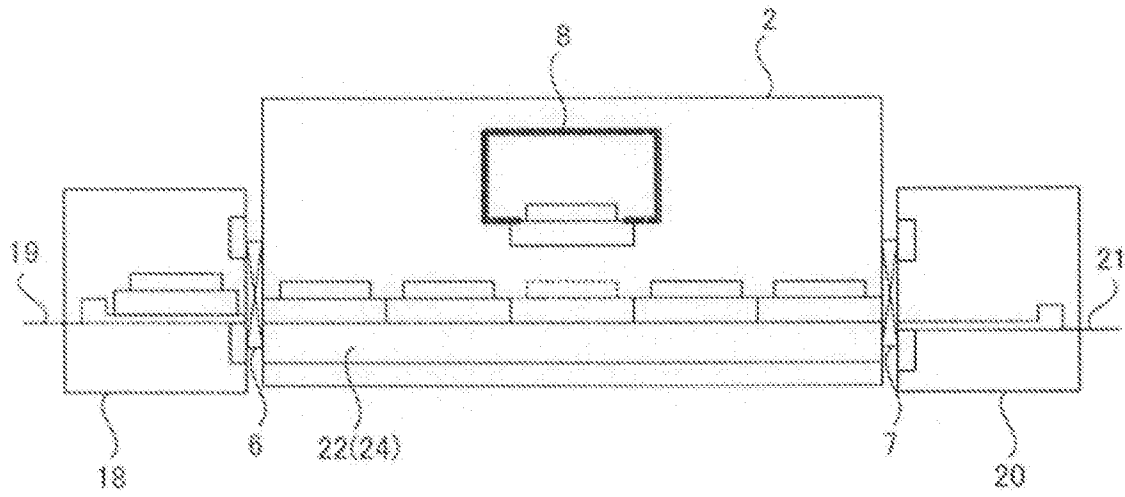
[図1]



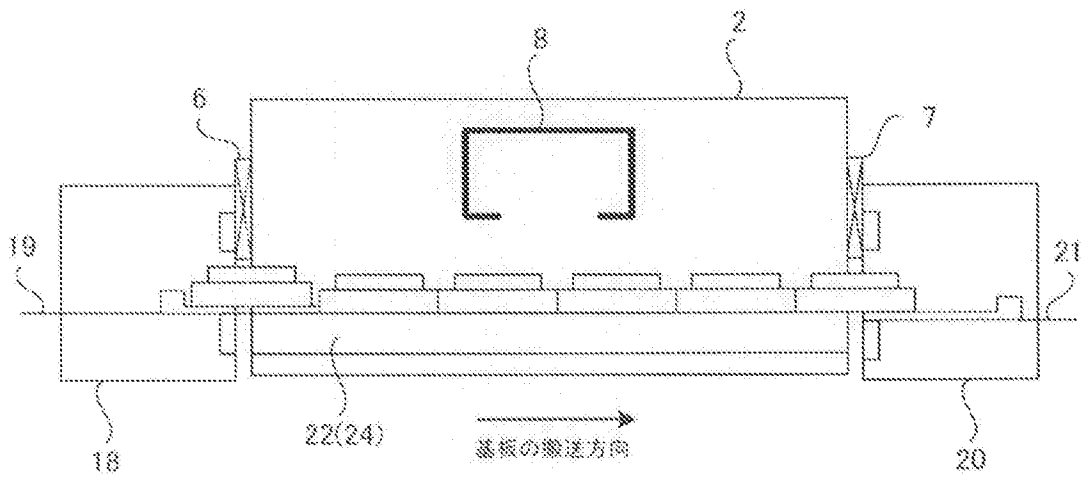
[図2]



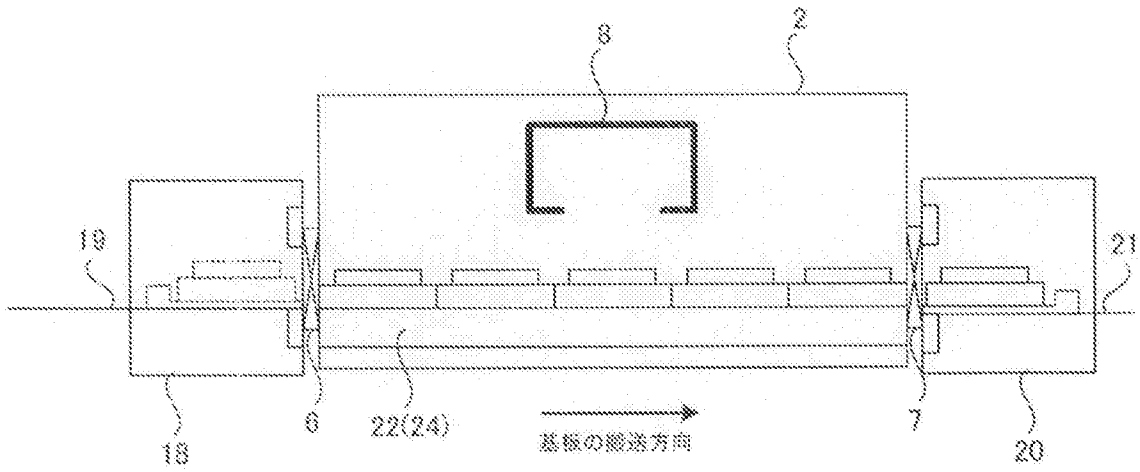
[図3A]



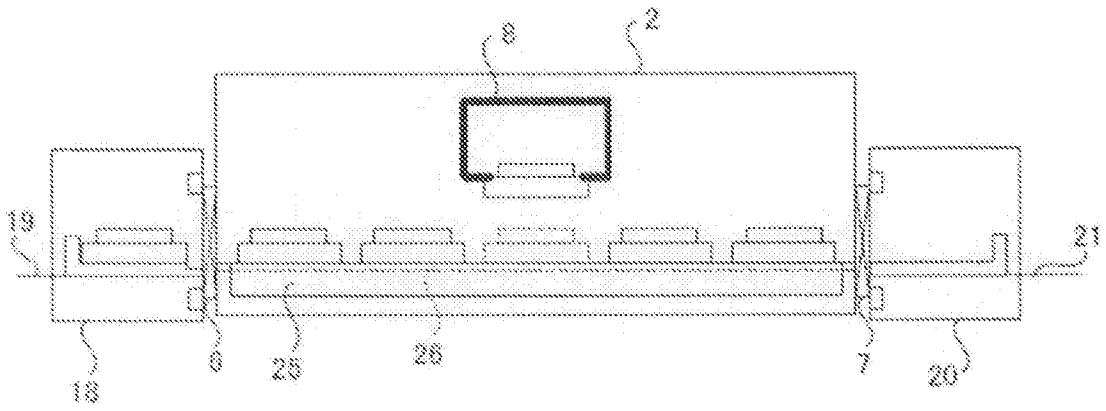
[図3B]



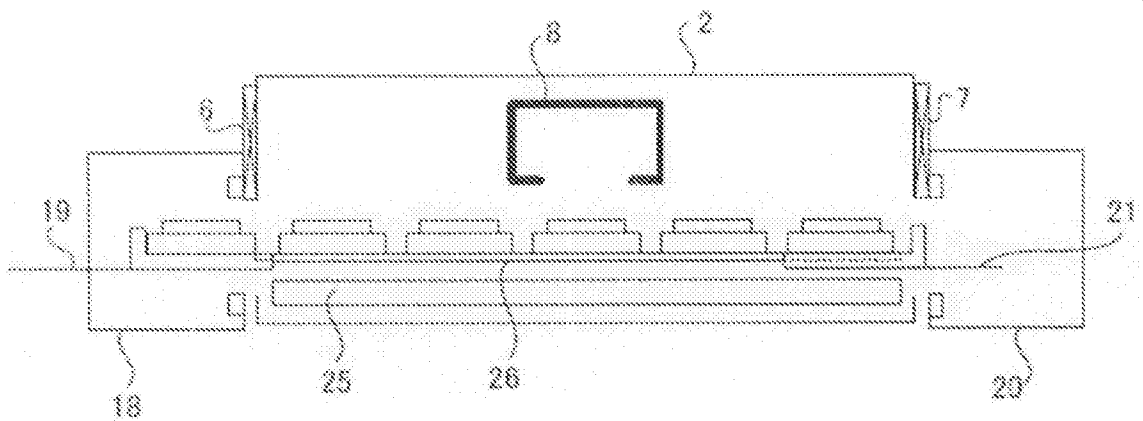
[図3C]



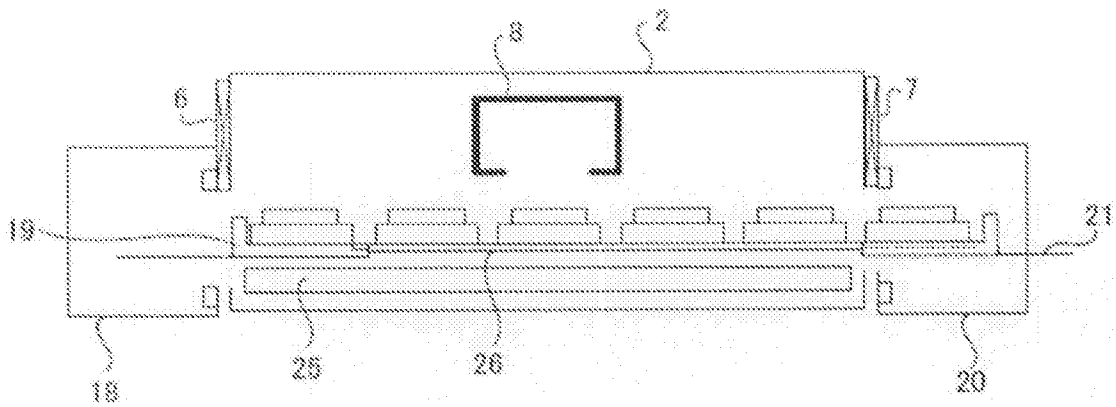
[図4A]



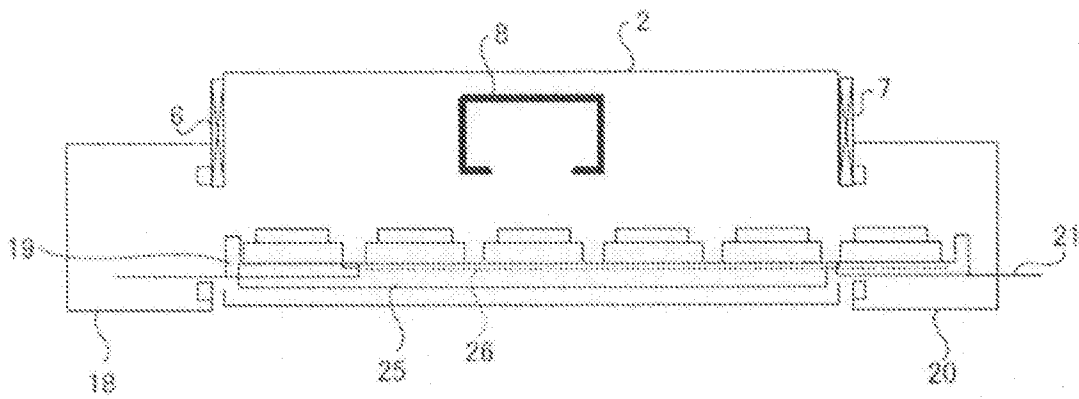
[図4B]



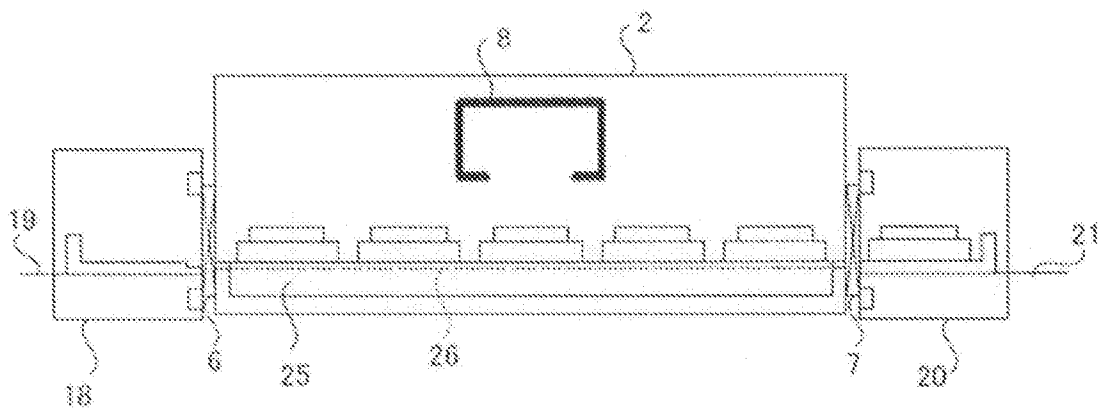
[図4C]



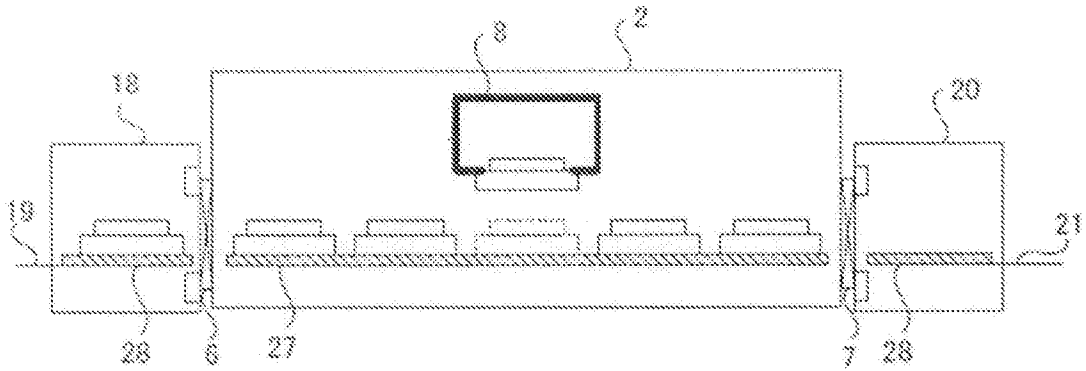
[図4D]



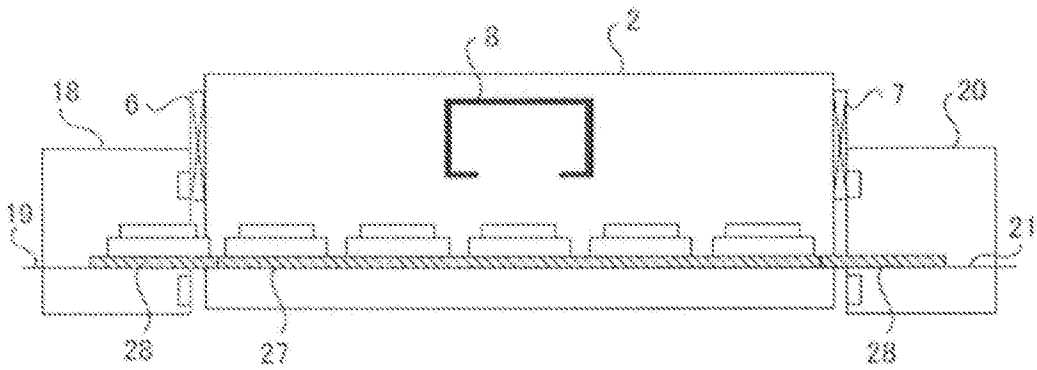
[図4E]



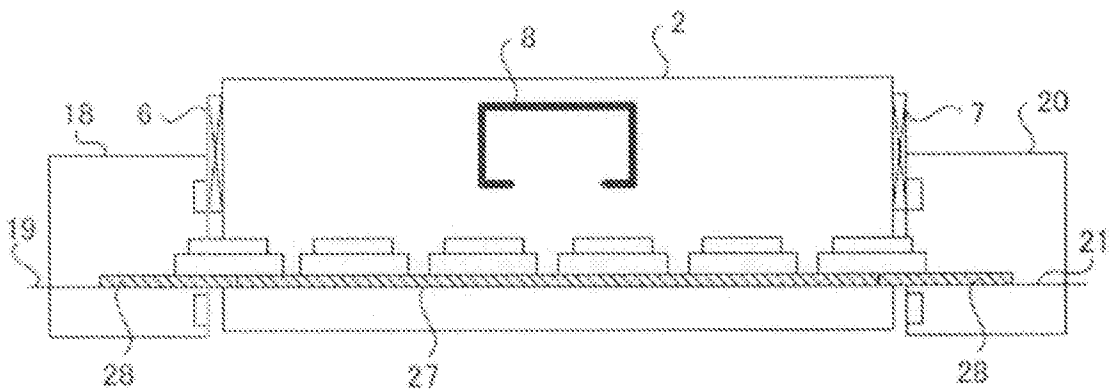
[図5A]



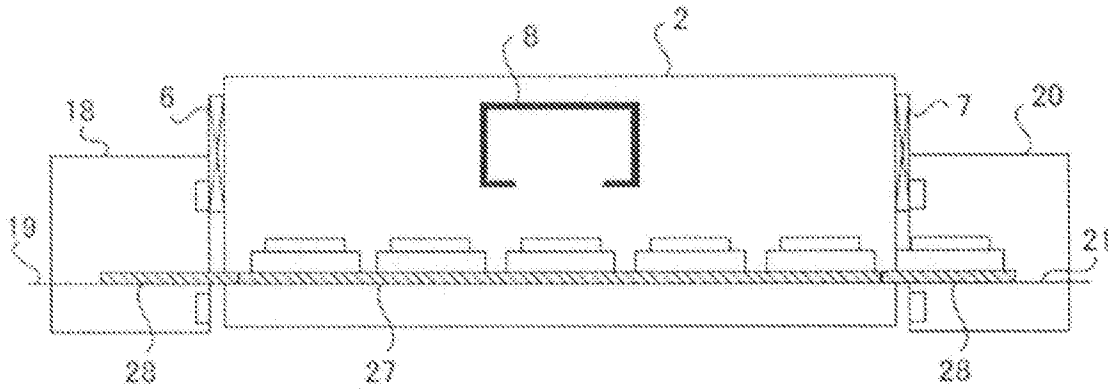
[図5B]



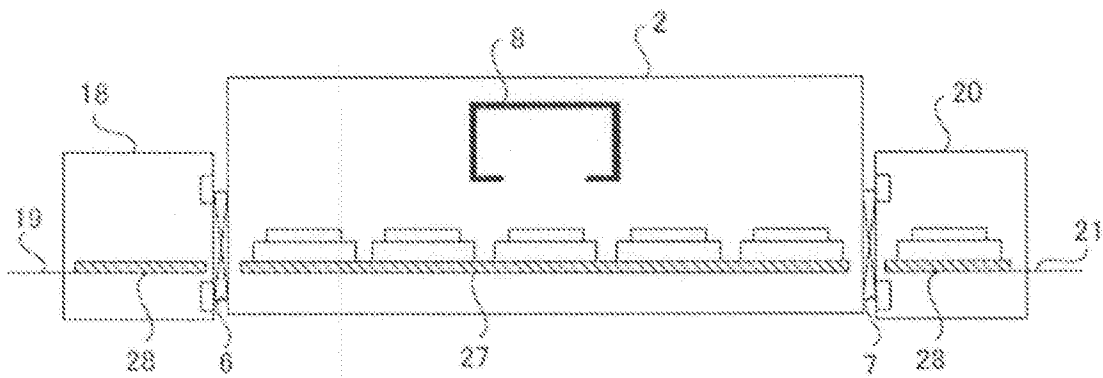
[図5C]



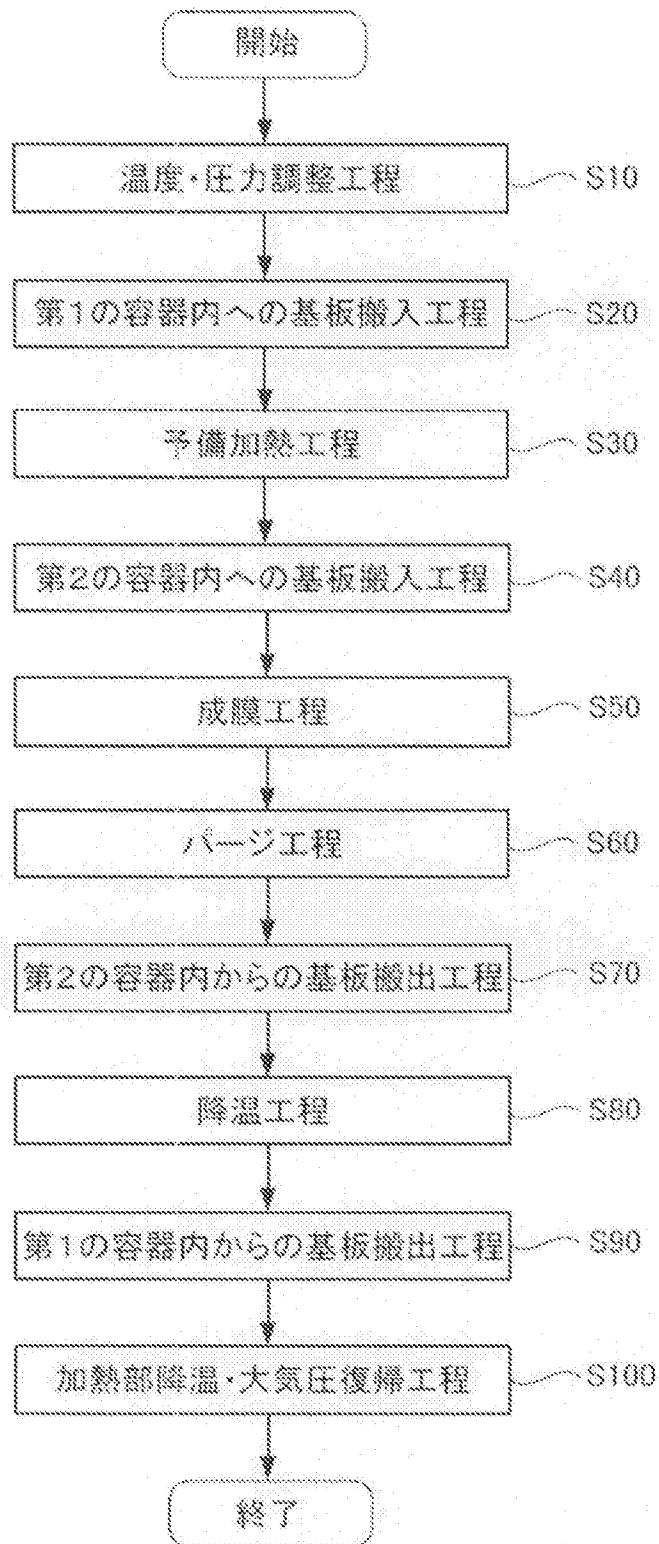
[図5D]



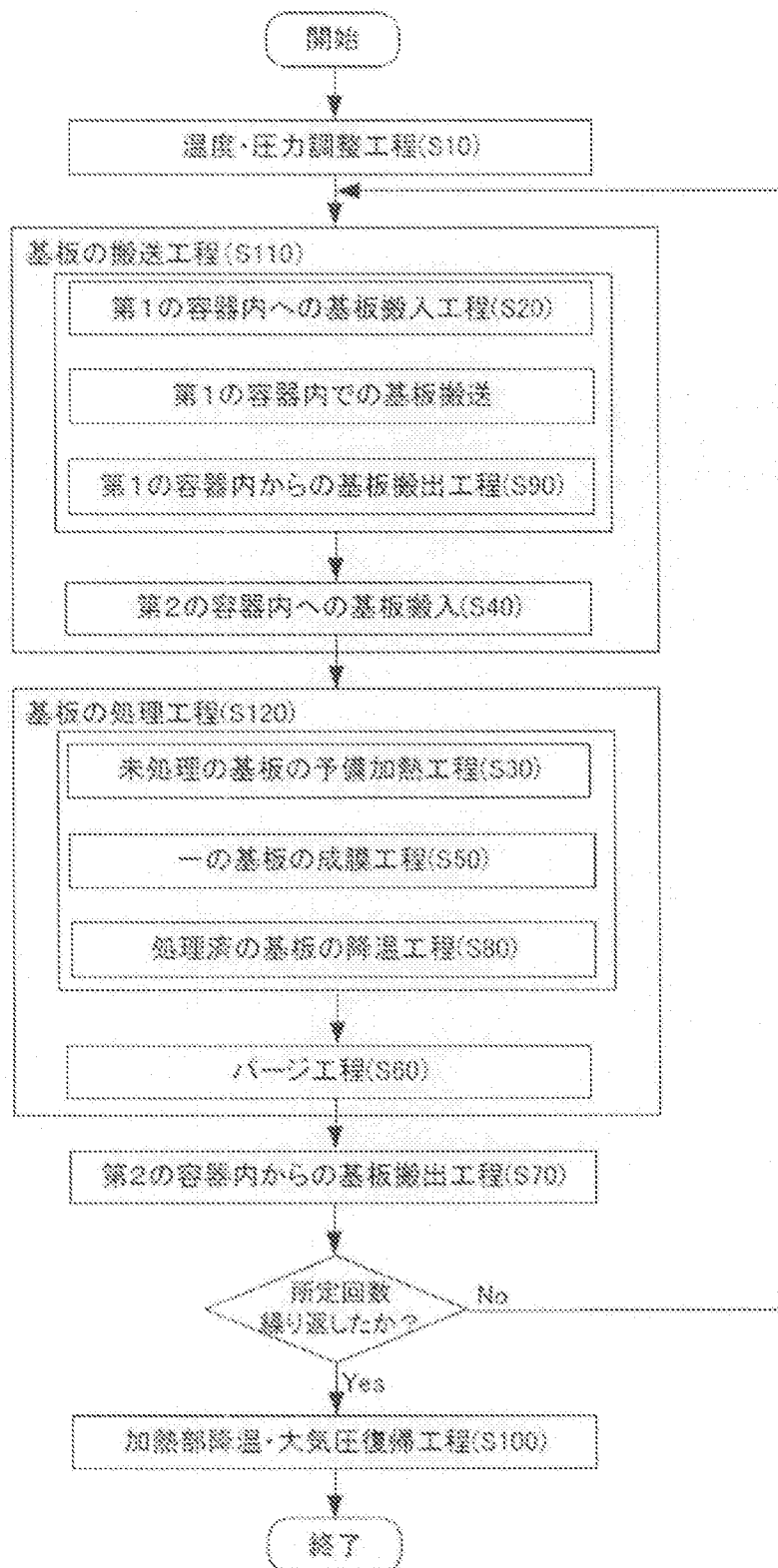
[図5E]



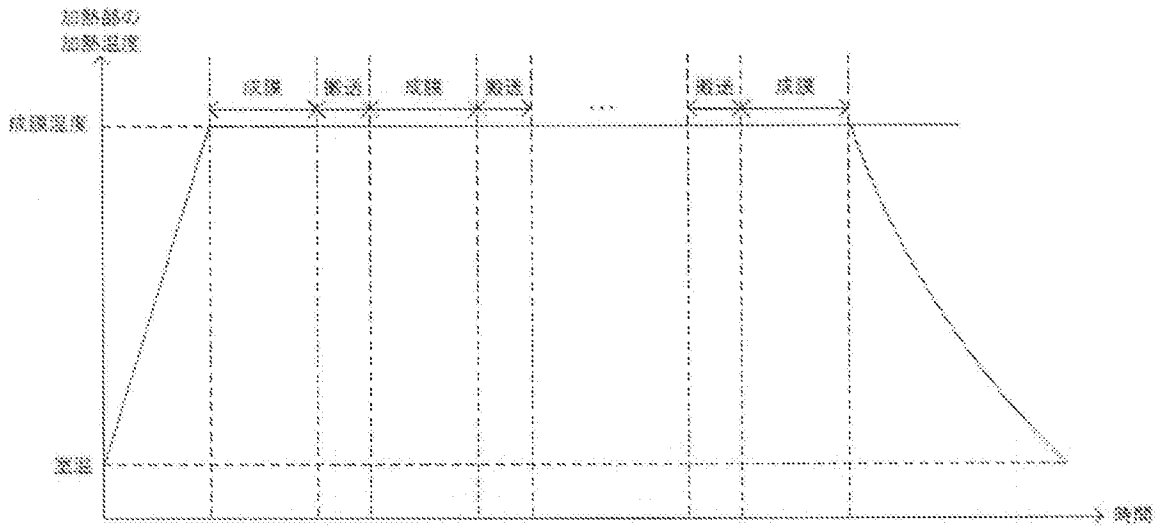
[図6]



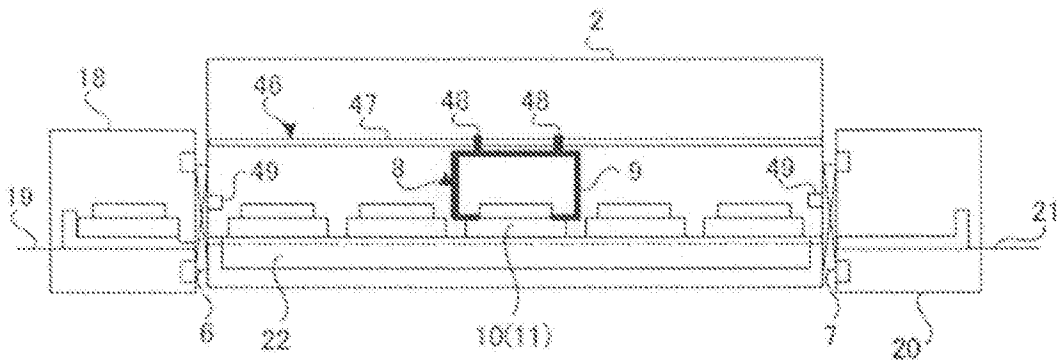
[図7]



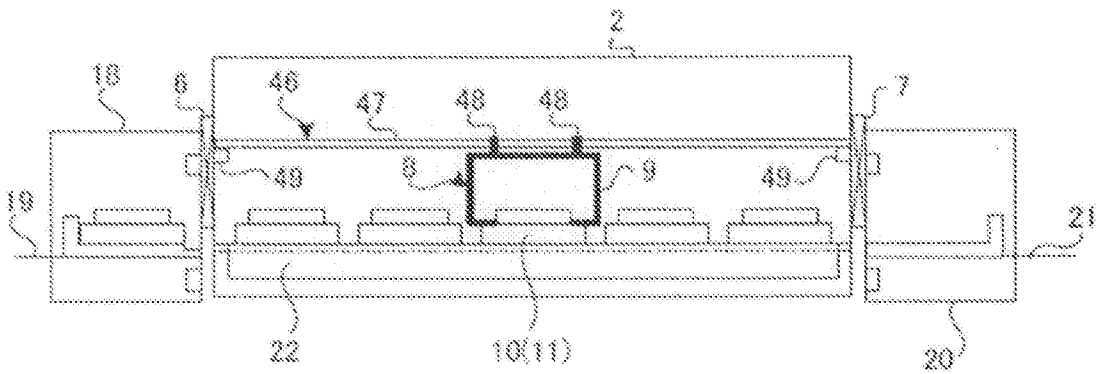
[図8]



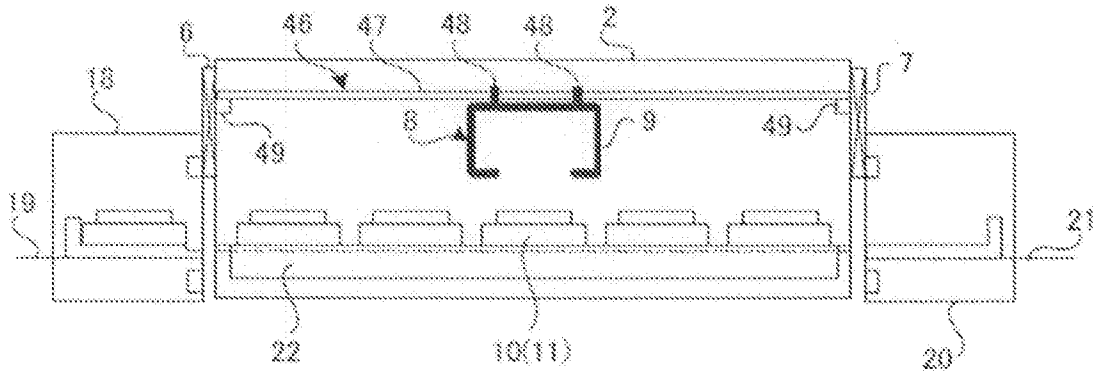
[図9A]



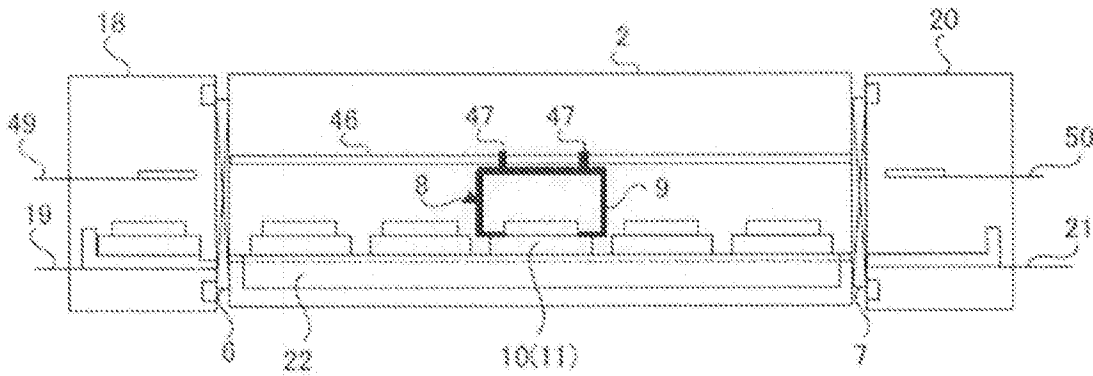
[図9B]



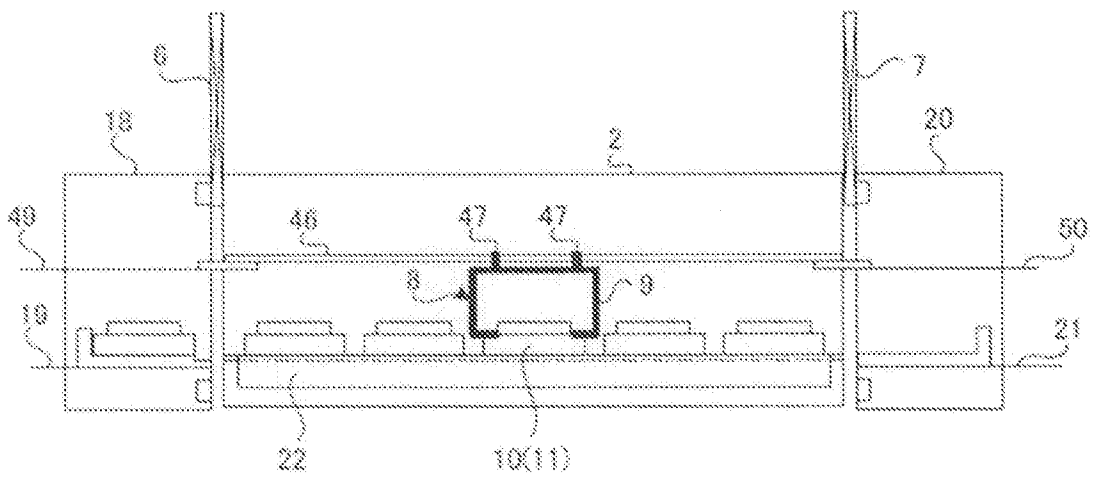
[図9C]



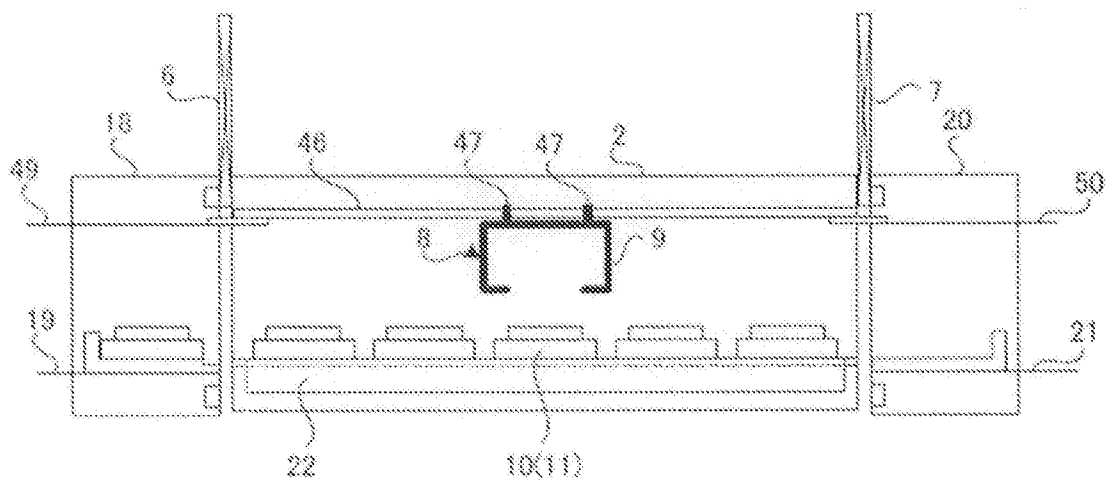
[図10A]



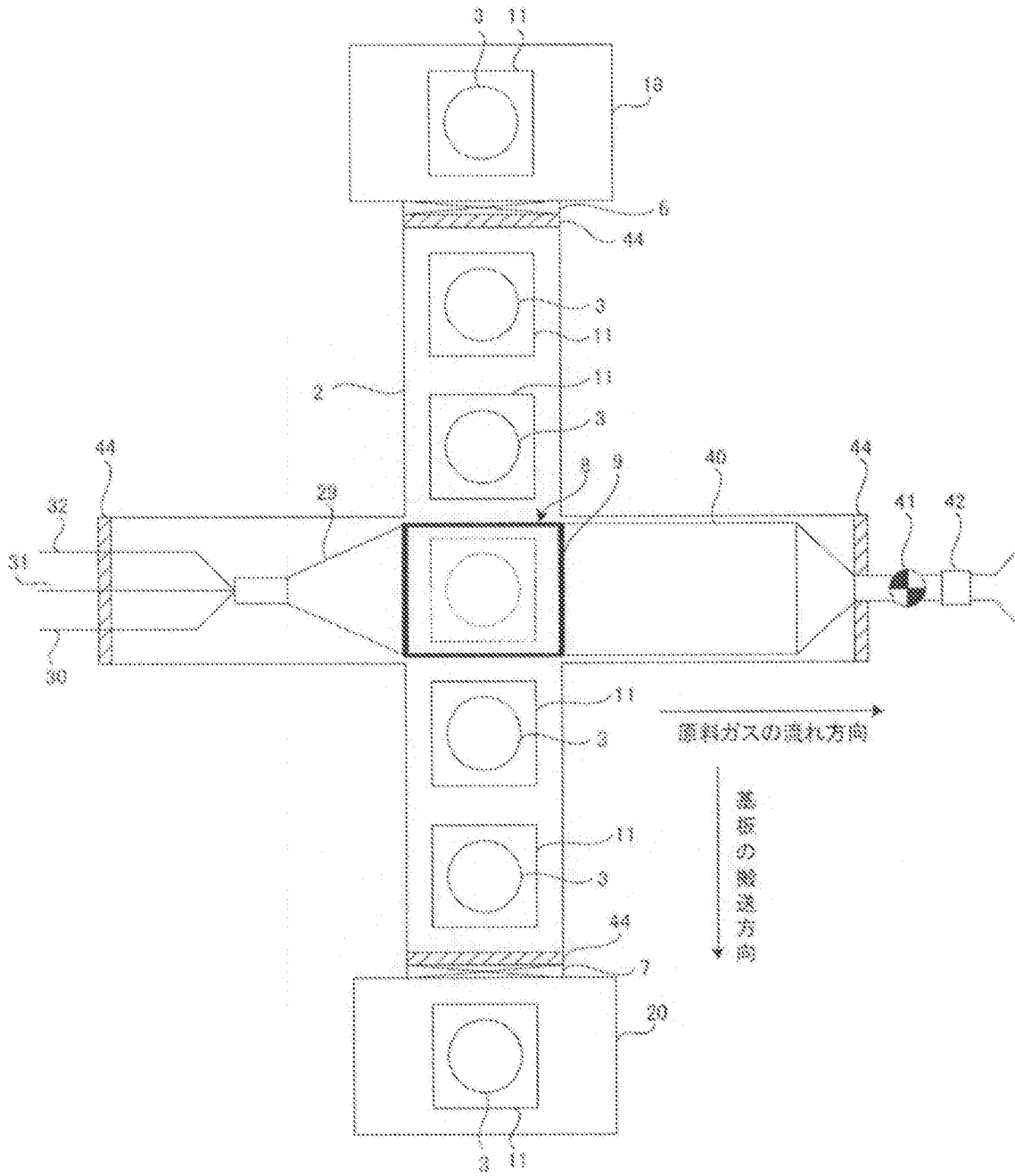
[図10B]



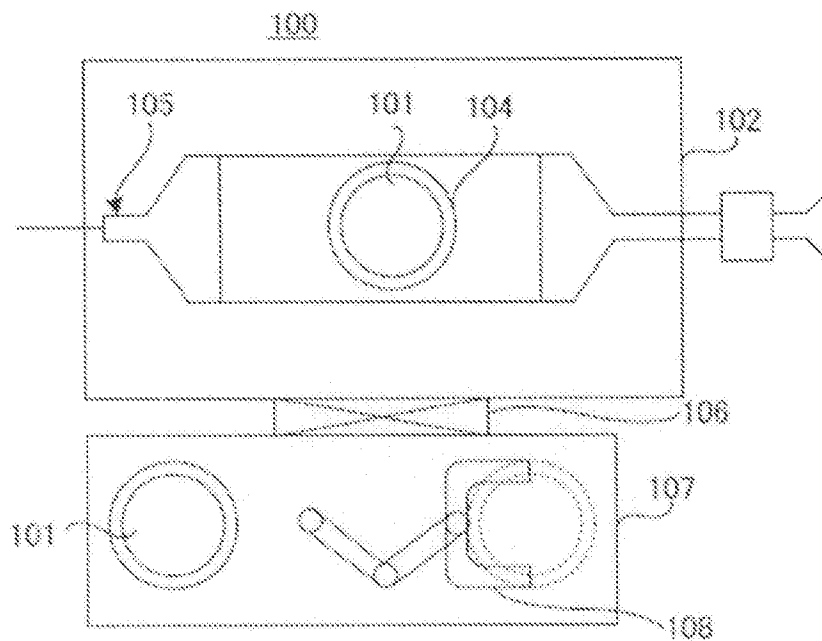
[図10C]



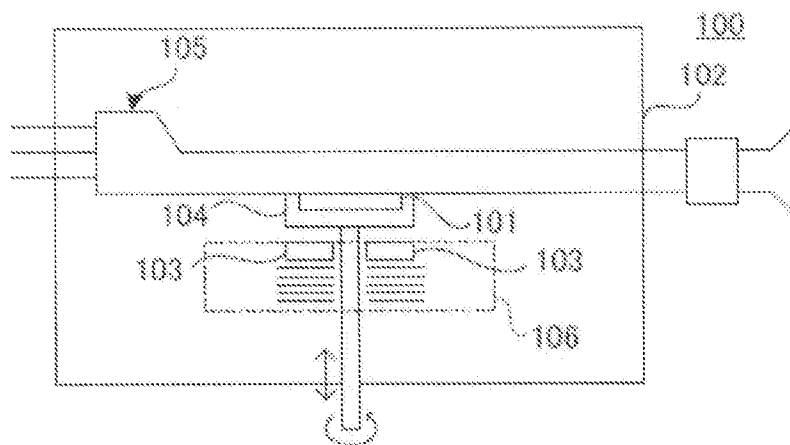
[図11]



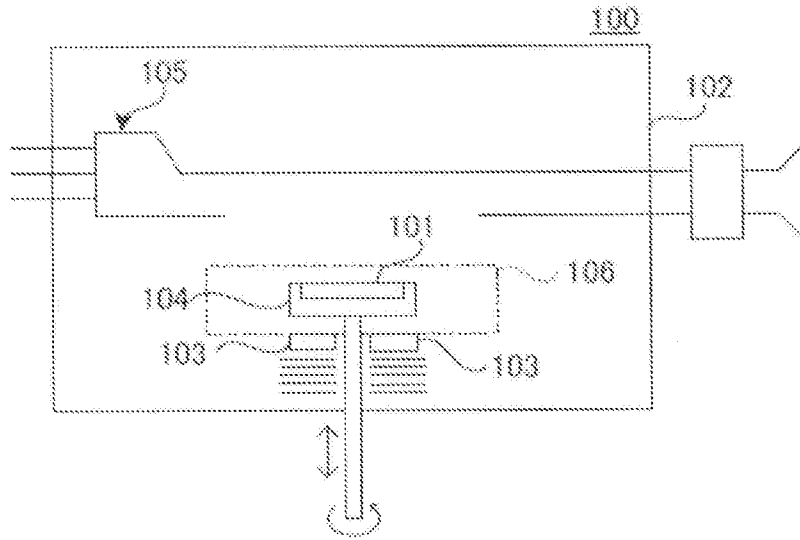
[図12A]



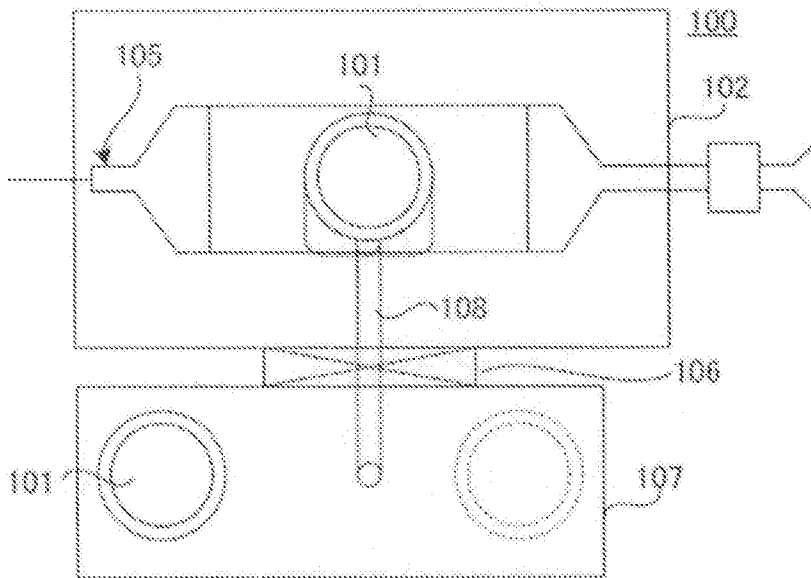
[図12B]



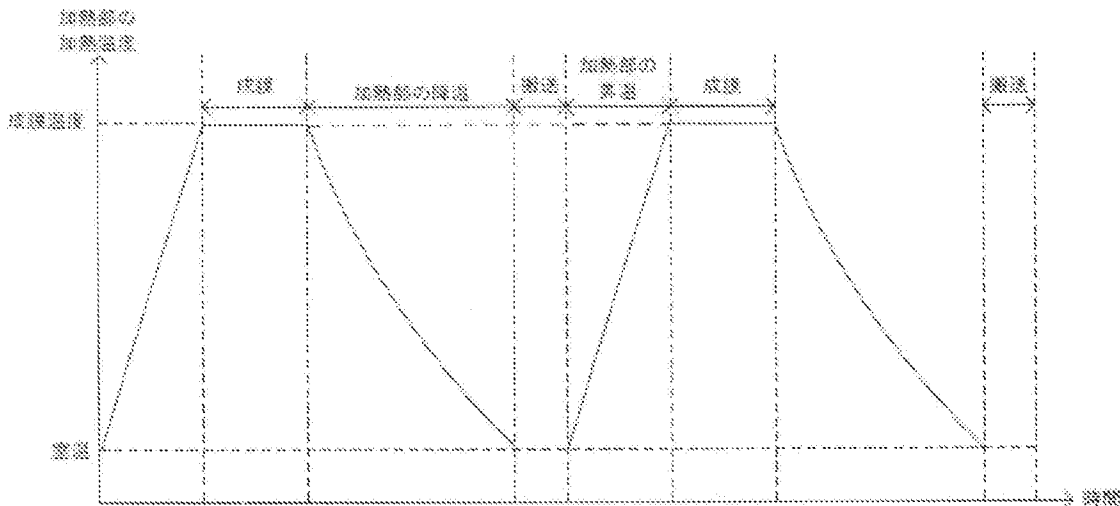
[図12C]



[図12D]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/677(2006.01)i, B65G49/07(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i,
H01L21/205(2006.01)i

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)
H01L21/677, B65G49/07, C23C16/44, H01L21/205

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 11-293459 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 October 1999 (26.10.1999), fig. 2 to 3; paragraphs [0009], [0013] to [0019] (Family: none)	1-10
Y	JP 2012-129554 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 July 2012 (05.07.2012), fig. 1; paragraph [0046] & JP 2005-39223 A & JP 2009-4798 A & US 2004/0262624 A1 & EP 1492158 A2 & KR 10-1182019 B1 & CN 1577743 A & KR 10-2011-0025198 A & TW 00I352378 B	1-10

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 16 September 2015 (16.09.15)	Date of mailing of the international search report 06 October 2015 (06.10.15)
---	--

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

International application No.

PCT/JP2015/069684

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-86216 A (Matsushita Electronics Corp.), 18 May 1984 (18.05.1984), fig. 3, 4; page 2, lower right column, lines 6 to 16 (Family: none)	2-10
Y	JP 2002-75990 A (ProMOS Technologies Inc.), 15 March 2002 (15.03.2002), paragraphs [0013] to [0016] (Family: none)	6-8
A	JP 2006-509905 A (Tecmachine), 23 March 2006 (23.03.2006), fig. 1 & US 2005/0145335 A1 & WO 2004/013375 A1 & EP 1525335 A1 & FR 2843129 A & FR 2843129 A1 & CA 2493988 A & BR 313125 A & PL 374645 A & CN 1681962 A & AU 2003269048 A & MX PA05001279 A	1-10
A	JP 2001-135704 A (Sharp Corp.), 18 May 2001 (18.05.2001), fig. 6 to 7 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01L21/677(2006.01)i, B65G49/07(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i		
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）） Int.Cl. H01L21/677, B65G49/07, C23C16/44, H01L21/205		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 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 請求項の番号
Y	JP 11-293459 A（株式会社村田製作所）1999.10.26, 図2-3、段落0009, 0013-0019（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 2012-129554 A（住友電気工業株式会社）2012.07.05, 図1、段落0046 & JP 2005-39223 A & JP 2009-4798 A & US 2004/0262624 A1 & EP 1492158 A2 & KR 10-1182019 B1 & CN 1577743 A & KR 10-2011-0025198 A & TW 00I352378 B	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「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 「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） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16.09.2015	国際調査報告の発送日 06.10.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 儀同 孝信 電話番号 03-3581-1101 内線 3559	50 3566

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
Y	JP 59-86216 A (松下電子工業株式会社) 1984.05.18, 第3図、第4図、第2頁右下欄第6-16行 (ファミリーなし)	2-10
Y	JP 2002-75990 A (茂徳科技股▲フン▼有限公司) 2002.03.15, 段落0013-0016 (ファミリーなし)	6-8
A	JP 2006-509905 A (テクマシーン) 2006.03.23, 図1 & US 2005/0145335 A1 & WO 2004/013375 A1 & EP 1525335 A1 & FR 2843129 A & FR 2843129 A1 & CA 2493988 A & BR 313125 A & PL 374645 A & CN 1681962 A & AU 2003269048 A & MX PA05001279 A	1-10
A	JP 2001-135704 A (シャープ株式会社) 2001.05.18, 図6-7 (ファミリーなし)	1-10