

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/064384 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/677 (2006.01) H01L 21/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/035004

(22) 国際出願日: 2017年9月27日(27.09.2017)

(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KOKUSAI ELECTRIC (KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶
町三丁目4番地 Tokyo (JP).

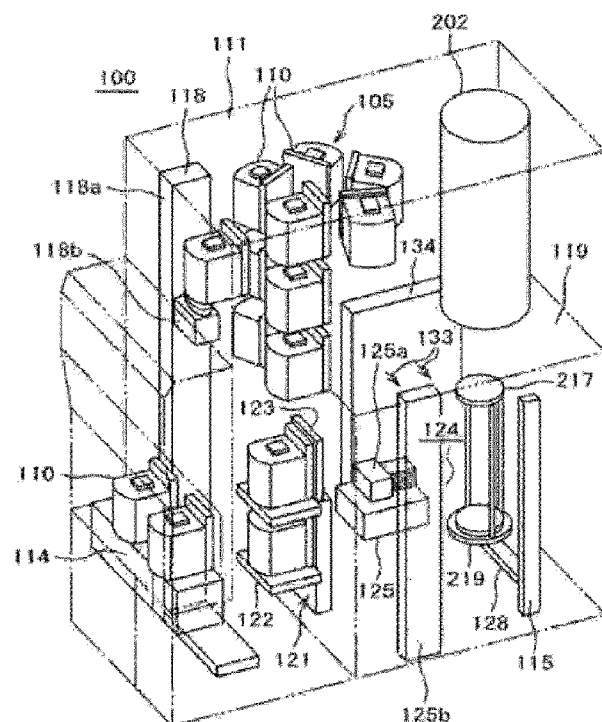
(72) 発明者:岡 ▲ざき ▼ 正 (OKAZAKI, Tadashi);
〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1
番地株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 安
彦 一 (ABIKO, Hajime); 〒9392393 富山県富山
市八尾町保内二丁目1番地株式会社日立国
際電気内 Toyama (JP). 宮田 智之 (MIYADA,

Tomoyuki); 〒9392393 富山県富山市八尾町保
内二丁目1番地株式会社日立国際電気内 Toyama
(JP). 加我 友紀直 (KAGA, Yukinao); 〒9392393
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地株式
会社日立国際電気内 Toyama (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, 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,
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.

(54) Title: SUBSTRATE TREATMENT APPARATUS, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD, 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: The present invention is configured to be provided with: a substrate holding tool for holding a variety of multiple substrates including a product substrate and a dummy substrate; a transfer mechanism for loading the variety of substrates to the substrate holding tool; and a control unit that acquires the number of substrates which can be mounted on the substrate holding tool and the number of product substrates to be mounted on the substrate holding tool, divides the product substrates into multiple substrate groups according to the acquired number of product substrates, divides dummy substrates into multiple substrate groups on the basis of the acquired number of product substrates, the number of substrates that can be mounted on the substrate holding tool, and the number of substrate groups of the product substrates, creates substrate arrangement data used when mounting the product substrates on multiple regions of the substrate holding tool in a dispersed manner, by combining the substrate groups of the product substrate and the substrate groups of the dummy substrates, and causes the transfer mechanism to transfer the variety of substrates to the substrate holding tool according to the created substrate arrangement data.

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 製品基板とダミー基板を含む複数枚の各種基板を保持する基板保持具と、各種基板を基板保持具に装填する移載機構と、該基板保持具に載置可能な基板枚数と、該基板保持具に載置される製品基板の枚数とを取得し、取得した製品基板の枚数から製品基板を複数の基板群に分割し、取得した製品基板の枚数と基板保持具に載置可能な基板枚数、及び製品基板の基板群の数に基づいてダミー基板を複数の基板群に分割し、該製品基板の基板群と該ダミー基板の基板群を組合せて、基板保持具の複数の領域に製品基板を分散させて載置する基板配置データを作成し、作成された基板配置データに応じて、各種基板を移載機構に基板保持具に移載させる制御部と、を備えた構成が提供される。

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] 本発明は、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。

背景技術

[0002] 基板処理装置の一種である半導体製造装置では、加熱手段としてのヒータにより所定温度に加熱された炉内に、基板としてのウエハが装填された基板保持具としてのボートが炉内に装入され、炉内が真空引きされ、反応ガス導入管より反応ガスが導入されてウエハ表面に処理が行われ、排気ガスは排気管より排気される。また、ボートは、複数本の支柱を有し、該支柱に刻設された溝(以後、スロットともいう)で複数のウエハを水平に保持する。

[0003] 近年、少ロット(製品基板が20枚以上100枚以下、例えば、25枚や50枚)での処理が主流となっている。少ロットの場合、これまで特許文献1にあるように、ボート上に製品基板を配置する際、製品基板が、ボート上の基板載置部としてのスロットの数よりも少ない場合、製品基板をボートの一部に寄せて移載していた。また、特許文献2にあるように、キャリア単位で製品基板をボートに搬送していた。しかしながら、このような場合、炉内のガス消費が不均一となり基板間の成膜差が大きくなる事象が生じている。

[0004] また、製品基板をボート上に分散させて配置する手法としては、製品基板を数スロット置きに移載する手法があるが、製品基板を1枚ずつ移載するため、搬送時間が長くなる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-256341号

特許文献2：特開平10-125761号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、製品基板の少ロット生産において、ポート上に基板を適切に配置する構成を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によれば、製品基板とダミー基板を含む複数枚の各種基板を保持する基板保持具と、各種基板を基板保持具に装填する移載機構と、該基板保持具に載置可能な基板枚数と、該基板保持具に載置される製品基板の枚数とを取得し、取得した製品基板の枚数から製品基板を複数の基板群に分割し、取得した製品基板の枚数と基板保持具に載置可能な基板枚数、及び製品基板の基板群の数に基づいてダミー基板を複数の基板群に分割し、該製品基板の基板群と該ダミー基板の基板群を組合せて、基板保持具の複数の領域に製品基板を分散させて載置する基板配置データを作成し、作成された基板配置データに応じて、各種基板を移載機構に基板保持具に移載させる制御部と、を備えた構成が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、ポート上に基板を適切に配置することにより、炉内の製品基板の膜厚均一性を改善し、基板品質の低下を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の実施形態に係る基板処理装置の斜視図である。
[図2]本発明の実施形態に係る基板処理装置の側面透視図である。
[図3]本発明の実施形態に係る基板処理装置の処理炉の平面図である。
[図4]図1のA-A線における垂直断面図である。
[図5]本発明の実施形態に係るコントローラ構成の図示例である。
[図6]本発明の実施形態に係る基板処理工程を示すフロー図である。
[図7]本発明の実施形態に係る基板処理シーケンスを示すフロー図である。
[図8]本発明の実施形態に係る基板配置プログラムを示すフロー図である。

[図9]本発明の実施形態に係るモニタウエハの移載パターンを説明するための図である。

[図10]本発明の実施形態に係る基板配置プログラムの具体例を示す図である。

[図11]本発明の実施形態に係る基板配置プログラムの実施例を示す図である。

[図12]本発明の実施形態に係る基板配置プログラムの実施例を示す図である。

[図13]本発明の実施形態に係る基板処理シーケンスにおける効果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態における基板処理装置を説明する。ただし、以下の説明において、同一構成要素には同一符号を付し繰り返しの説明を省略することがある。なお、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。

[0011] 本実施形態において、基板処理装置は、一例として、半導体装置（IC：Integrated Circuit）の製造方法における処理工程を実施する半導体製造装置として構成されている。

[0012] 図1や図2に示すように、本実施形態の基板処理装置100は、シリコン等からなるウエハ（基板）200を収納するキャリアとしてポッド110を使用し、筐体111を備えている。筐体111の正面壁111aには、ポッド搬入搬出口112が、筐体111の内外を連通するように開設されており、ポッド搬入搬出口112は、フロントシャッタ113によって開閉される。ポッド搬入搬出口112の正面前方側には、ロードポート114が設置されており、ロードポート114は、ポッド110を載置する。ポッド110は、ロードポート114上に工程内搬送装置（図示せず）によって搬入され、かつまた、ロードポート114上から搬出される。

[0013] 筐体 111 内の前後方向の略中央部における上部には、回転棚 105 が設置されており、回転棚 105 は、支柱 116 を中心に回転し、棚板 117 に複数個のポッド 110 を保管する。図 2 に示すように、筐体 111 内におけるロードポート 114 と回転棚 105 との間には、ポッド搬送装置 118 が設置されている。ポッド搬送装置 118 は、ポッド 110 を保持したまま昇降可能なポッドエレベータ 118a と、水平搬送機構としてのポッド搬送機構 118b とで構成されており、ロードポート 114、回転棚 105、ポッドオープナ 121 との間で、ポッド 110 を搬送する。

[0014] 図 2 に示すように、筐体 111 内の前後方向の略中央部における下部には、サブ筐体 119 が後端にわたって構築されている。サブ筐体 119 の正面壁 119a には、ウエハ 200 をサブ筐体 119 内に対して搬入搬出するためのウエハ搬入搬出口 120 が 1 対、垂直方向に上下 2 段に並べられて開設されており、上下段のウエハ搬入搬出口 120 には 1 対のポッドオープナ 121 がそれぞれ設置されている。

[0015] ポッドオープナ 121 は、ポッド 110 を載置する載置台 122 と、ポッド 110 のキャップ（蓋体）を着脱するキャップ着脱機構 123 とを備えている。ポッドオープナ 121 は、載置台 122 に載置されたポッド 110 のキャップをキャップ着脱機構 123 によって着脱することにより、ポッド 110 のウエハ出し入れ口を開閉する。載置台 122 は、基板を移載する際に基板収容器が載置される移載棚である。

[0016] 図 2 に示すように、サブ筐体 119 は、ポッド搬送装置 118 や回転棚 105 の設置空間の雰囲気と隔絶された移載室 124 を構成している。移載室 124 の前側領域には、ウエハ移載機構 125 が設置されている。

[0017] ウエハ移載機構 125 は、ウエハ 200 をツィーザ 125c に載置して水平方向に回転ないし直動可能なウエハ移載装置 125a、およびウエハ移載装置 125a を昇降させるためのウエハ移載装置エレベータ 125b とで構成されている。これら、ウエハ移載装置エレベータ 125b およびウエハ移載装置 125a の連続動作により、ポート 217 に対して、ウエハ 200 を装

填および脱装する。図に示すように、本実施形態におけるツイーザ１２５ｃは、５枚であり、ウエハ移載機構１２５は、ウエハ２００を５枚一括、若しくは１枚ずつ搬送可能に構成されている。

[0018] 図２に示すように、ポート２１７の上方には、処理炉２０２が設けられている。処理炉２０２は、内部に処理室（不図示）を備え、該処理室の周囲には、処理室内を加熱するヒータ（不図示）を備える。処理炉２０２の下端部は、炉口ゲートバルブ１４７により開閉される。

[0019] 図１に示すように、ポート２１７を昇降させるためのポートエレベータ１１５が設置されている。ポートエレベータ１１５に連結されたアーム１２８には、シールキャップ２１９が水平に据え付けられており、シールキャップ２１９は、ポート２１７を垂直に支持し、処理炉２０２の下端部を閉塞可能なように構成されている。

[0020] 次に、本実施形態の基板処理装置の動作について説明する。図１、図２に示すように、ポッド１１０がロードポート１１４に供給されると、ポッド搬入搬出口１１２がフロントシャッタ１１３によって開放され、ポッド搬入搬出口１１２から搬入される。搬入されたポッド１１０は、回転棚１０５の指定された棚板１１７へ、ポッド搬送装置１１８によって、自動的に搬送されて受け渡される。

[0021] ポッド１１０は回転棚１０５で一時的に保管された後、棚板１１７から一方のポッドオープナ１２１に搬送されて載置台１２２に移載されるか、もしくは、ロードポート１１４から直接、ポッドオープナ１２１に搬送されて、載置台１２２に移載される。この際、ポッドオープナ１２１のウエハ搬入搬出口１２０は、キャップ着脱機構１２３によって閉じられており、移載室１２４にはクリーンエア１３３が流通され、充満されている。

[0022] 図２に示すように、載置台１２２に載置されたポッド１１０は、そのキャップが、キャップ着脱機構１２３によって取り外され、ポッド１１０のウエハ出し入れ口が開放される。また、ウエハ２００は、ポッド１１０からウエハ移載機構１２５によってピックアップされ、ポート２１７へ移載されて装填

される。ボート217にウエハ200を受け渡したウエハ移載機構125は、ポッド110に戻り、次のウエハ110をボート217に装填する。

[0023] この一方（上段または下段）のポッドオープナ121におけるウエハ移載装置125aによるウエハ200のボート217への装填作業中に、他方（下段または上段）のポッドオープナ121には、回転棚105ないしロードポート114から別のポッド110がポッド搬送装置118によって搬送され、ポッドオープナ121によるポッド110の開放作業が同時進行される。

[0024] 予め指定された枚数のウエハ200がボート217に装填されると、処理炉202の下端部が炉口ゲートバルブ147によって開放される。続いて、シールキャップ219がボートエレベータ115によって上昇されて、シールキャップ219に支持されたボート217が、処理炉202内の処理室へ搬入されて行く。搬入後は、処理室内でウエハ200に任意の処理が実施される。処理後は、ボートエレベータ115によりボート217が引き出され、その後は、概上述の逆の手順で、ウエハ200およびポッド110は筐体111の外部へ払出される。

[0025] <処理炉の構成> 図3および図4に示す通り、処理炉202にはウエハ（基板）200を加熱するための加熱部であるヒータ207が設けられている。ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応容器（処理容器）を構成する反応管203が配設されている。反応管203は例えば石英（ SiO_2 ）等の耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。

[0026] 反応管203の下端には、例えばステンレス等から製作されたマニホールド209が取り付けられる。マニホールド209は筒状に形成され、その下端開口は蓋体であるシールキャップ219により気密に閉塞される。反応管203とマニホールド209とシールキャップ219の間には、それぞれリング220が設けられる。これら反応管203、マニホールド209およびシールキャップ219により、処理室201が形成される。シールキャップ219にはボート支持台218を介して基板保持部であるボート217が立

設される。

[0027] ボート 217 にはバッチ処理される複数のウエハ 200 が水平姿勢で縦方向に多段に積載される。そして、ボート 217 は、ボートエレベータ 115 により反応管 203 に対し昇降することができるようになっている。ボート支持台 218 の下端部には、処理の均一性を向上するためにボート 217 を回転させるボート回転機構 267 が設けられている。ヒータ 207 は処理室 201 に挿入されたウエハ 200 を所定の温度に加熱する。

[0028] 処理室 201 内には、ノズル 410（第 1 のノズル 410）、ノズル 420（第 2 のノズル 420）、ノズル 430（第 3 のノズル 430）が反応管 203 の下部を貫通するように設けられている。ノズル 410、ノズル 420、ノズル 430 には、ガス供給ラインとしてのガス供給管 310（第 1 のガス供給管 310）、ガス供給管 320（第 2 のガス供給管 320）、ガス供給管 330（第 3 のガス供給管 330）が、それぞれ接続されている。このように、反応管 203 には 3 本のノズル 410、420、430 と、3 本のガス供給管 310、320、330 とが設けられており、処理室 201 内へ複数種類、ここでは 3 種類のガス（処理ガス）を供給することができるように構成されている。

[0029] ガス供給管 310 には上流側から順に流量制御装置（流量制御部）であるマスフローコントローラ（Mass Flow Controller、略称：MFC）312 および開閉弁であるバルブ 314 が設けられている。ガス供給管 310 の先端部にはノズル 410 が連結されている。ノズル 410 は、L 字型のロングノズルとして構成されており、その水平部はマニホールド 209 の側壁を貫通するように設けられている。ノズル 410 の垂直部は、反応管 203 の内壁とウエハ 200 との間に形成される円弧状の空間に、反応管 203 の内壁に沿って上方（ウエハ 200 の積載方向）に向かって立ち上がるように（つまりウエハ配列領域の一端側から他端側に向かって立ち上がるように）設けられている。すなわち、ノズル 410 は、ウエハ 200 が配列されるウエハ配列領域の側方の、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域

に、ウエハ配列領域に沿うように設けられている。

[0030] ノズル 4 1 0 の側面にはガスを供給するガス供給孔 4 1 0 a が設けられている。ガス供給孔 4 1 0 a は反応管 2 0 3 の中心を向くように開口している。このガス供給孔 4 1 0 a は、反応管 2 0 3 の下部から上部にわたって複数設けられ、それぞれ同一または、大きさに傾斜をつけた開口面積を有し、更に同じ開口ピッチで設けられている。主に、ガス供給管 3 1 0、M F C 3 1 2、バルブ 3 1 4、ノズル 4 1 0 により第 1 のガス供給系が構成される。

[0031] また、ガス供給管 3 1 0 にはキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管 5 1 0 が接続されている。主に、キャリアガス供給管 5 1 0、M F C 5 1 2、バルブ 5 1 4 により第 1 のキャリアガス供給系が構成される。

[0032] ガス供給管 3 2 0 には上流側から順に流量制御装置（流量制御部）としての M F C 3 2 2 および開閉弁であるバルブ 3 2 4 が設けられている。ガス供給管 3 2 0 の先端部にはノズル 4 2 0 が連結されている。ノズル 4 2 0 は、ノズル 4 1 0 と同様の L 字型ロングノズルとして構成されている。ノズル 4 2 0 の水平部及び垂直部の構成も、ノズル 4 1 0 と同様の構成である。

[0033] ノズル 4 2 0 の側面にはガスを供給するガス供給孔 4 2 0 a が設けられている。ガス供給孔 4 2 0 a は、ガス供給孔 4 1 0 a と同様な構成で設けられている。主に、ガス供給管 3 2 0、M F C 3 2 2、バルブ 3 2 4、ノズル 4 2 0 により第 2 のガス供給系が構成される。

[0034] 更にガス供給管 3 2 0 にはキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管 5 2 0 が連結されている。主に、キャリアガス供給管 5 2 0、M F C 5 2 2、バルブ 5 2 4 により第 2 のキャリアガス供給系が構成される。

[0035] ガス供給管 3 3 0 には上流側から順に流量制御装置（流量制御部）としての M F C 3 3 2 および開閉弁であるバルブ 3 3 4 が設けられている。ガス供給管 3 3 0 の先端部にはノズル 4 3 0 が連結されている。ノズル 4 3 0 は、ノズル 4 1 0 と同様に、L 字型のロングノズルとして構成されている。ノズル 4 3 0 の水平部及び垂直部の構成も、ノズル 4 1 0、4 2 0 と同様の構成である。

[0036] ノズル430の側面にはガスを供給するガス供給孔430aが設けられている。ガス供給孔430aは、ガス供給孔410a、420aと同様な構成で設けられている。主に、ガス供給管330、MFC332、バルブ334、ノズル430により第3のガス供給系が構成される。

[0037] 更にガス供給管330にはキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管530が連結されている。主に、キャリアガス供給管530、MFC532、バルブ534により第3のキャリアガス供給系が構成される。

[0038] このように、本実施形態におけるガス供給の方法は、反応管203の内壁と、積載された複数枚のウエハ200の端部とで定義される円弧状の縦長の空間内に配置したノズル410、420、430を経由してガスを搬送し、ノズル410、420、430にそれぞれ開口されたガス供給孔410a、420b、430cからウエハ200の近傍で初めて反応管203内にガスを噴出させており、反応管203内におけるガスの主たる流れをウエハ200の表面と平行な方向、すなわち水平方向としている。このような構成とすることで、各ウエハ200に均一にガスを供給でき、各ウエハ200に形成される薄膜の膜厚を均一にできる効果がある。なお、反応後の残ガスは、排気口、すなわち、後述する排気管231の方向に向かって流れるが、この残ガスの流れの方向は、排気口の位置によって適宜特定され、垂直方向に限ったものではない。

[0039] ガス供給管310からは、第1の金属元素を含む原料ガスとして、例えば少なくともチタン(Ti)元素を含むTi含有原料である四塩化チタン($TiCl_4$)がMFC312、バルブ314、ノズル410を介して処理室201内に供給される。なお、 $TiCl_4$ のように常温常圧下で液体状態である液体材料を用いる場合は、液体原料を気化器やバブラ等の気化システムにより気化して、Ti含有ガスである $TiCl_4$ ガスとして供給することとなる。

[0040] ガス供給管320からは、炭素、および、第2の金属元素を含む原料ガスとして、例えば少なくとも炭素(C)元素とアルミニウム(Al)元素とを含むTMA(トリメチルアルミニウム、 $(CH_3)_3Al$)がMFC322、バ

ルブ 324、ノズル 420 を介して処理室 201 内に供給可能に構成される。なお、TMA のように液体状態である液体材料を用いる場合は、液体原料を気化器やバブラ等の気化システムにより気化して、C および Al 含有ガスとして供給することとなる。

[0041] ガス供給管 330 からは、窒素元素を含む原料ガスとして、例えばアンモニア (NH_3) が MFC 332、バルブ 334、ノズル 430 を介して処理室 201 内に供給される。

[0042] キャリアガス供給管 510、520 および 530 からは、例えば窒素 (N_2) ガスが、それぞれ MFC 512、522 および 532、バルブ 514、524 および 534、ノズル 410、420 および 430 を介して処理室 201 内に供給される。

[0043] 反応管 203 には、処理室 201 内の雰囲気気を排気する排気管 231 が設けられている。排気管 231 は、マニホールド 209 においてノズル 410、420、430 と対抗する位置に、マニホールド 209 の側壁を貫通するように設けられる。この構成により、ガス供給孔 410a、420a、430a から処理室 201 内のウエハ 200 の近傍に供給されたガスは、水平方向、すなわちウエハ 200 の表面と平行な方向に向かって流れた後、下方に向かって流れ、排気管 231 より排気されることとなる。

[0044] 排気管 231 には、上流側から順に、処理室 201 内の圧力を検出する圧力検出器（圧力検出部）としての圧力センサ 245、APC (Auto Pressure Controller) バルブ 243、真空排気装置としての真空ポンプ 246 が接続されている。APC バルブ 243 は、排気バルブであり、圧力調整部として機能する。主に、排気管 231、APC バルブ 243、圧力センサ 245 により、排気系すなわち排気ラインが構成される。なお、真空ポンプ 246 を排気系に含めて考えてもよい。

[0045] なお、APC バルブ 243 は、真空ポンプ 246 を作動させた状態で弁開度を調節することで、処理室 201 内の圧力を調整することができるよう構成されている。

- [0046] 反応管 203 内には温度検出器としての温度センサ 263 が設置されており、温度センサ 263 により検出された温度情報に基づきヒータ 207 への通電量を調整することで、処理室 201 内の温度が所望の温度分布となるように構成されている。温度センサ 263 は、ノズル 410、420 および 430 と同様に L 字型に構成されており、反応管 203 の内壁に沿って設けられている。
- [0047] 図 5 に示されているように、制御部としてのコントローラ 121 は、CPU (Central Processing Unit) 121a、RAM (Random Access Memory) 121b、記憶部としての記憶装置 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。RAM 121b、記憶装置 121c、I/Oポート 121d は、内部バスを介して、CPU 121a とデータ交換可能なように構成されている。制御部 121 には、例えばタッチパネル等として構成された操作部としての入出力装置 122 が接続されている。
- [0048] 記憶部 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。記憶部 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、例えば、基板処理の手順や条件など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。また、本実施形態における後述する基板配置プログラムが格納されている。なお、これらプロセスレシピ等は、例えば、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できるよう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場合がある。また、RAM 121b は、CPU 121a 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。
- [0049] I/Oポート 121d は、上述の MFC 312, 322, 332, 512, 522, 532、バルブ 314, 324, 334, 514, 524, 534

、A P Cバルブ 2 4 3、圧力センサ 2 4 5、真空ポンプ 2 4 6、ヒータ 2 0 7、温度センサ 2 6 3、回転機構 2 6 7、ボートエレベータ 1 1 5等に接続されている。

[0050] C P U 1 2 1 aは、記憶部 1 2 1 cから制御プログラムを読み出して実行すると共に、操作部 1 2 2からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置 1 2 1 cからプロセスレシピを読み出すように構成されている。そして、C P U 1 2 1 aは、読み出したプロセスレシピに従って、M F C 3 1 2、3 2 2、3 3 2、5 1 2、5 2 2、5 3 2による各種ガスの流量調整動作、バルブ 3 1 4、3 2 4、3 3 4、5 1 4、5 2 4、5 3 4の開閉動作、A P Cバルブ 2 4 3の開閉動作およびA P Cバルブ 2 4 3による圧力センサ 2 4 5に基づく圧力調整動作、温度センサ 2 6 3に基づくヒータ 2 0 7の温度調整動作、真空ポンプ 2 4 6の起動および停止、回転機構 2 6 7によるボート 2 1 7の回転および回転速度調節動作、ボートエレベータ 1 1 5によるボート 2 1 7の昇降動作等を制御するように構成されている。

[0051] 制御部 1 2 1は、専用のコンピュータとして構成されている場合に限らず、汎用のコンピュータとして構成されていてもよい。例えば、上述のプログラムを格納した外部記憶部としての外部記憶装置（例えば、U S Bメモリやメモリカード等の半導体メモリ等） 1 2 3を用いて汎用のコンピュータにプログラムをインストールすることにより、本実施形態に係る制御部 1 2 1を構成することができる。

[0052] コンピュータにプログラムを供給するための手段は、外部記憶部 1 2 3を介して供給する場合に限らない。例えば、インターネットや専用回線等の通信手段を用い、外部記憶部 1 2 3を介せずにプログラムを供給するようにしてもよい。なお、記憶部 1 2 1 cや外部記憶部 1 2 3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る。以下、これらを総称して、単に記録媒体ともいう。なお、本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶部 1 2 1 c単体のみを含む場合、外部記憶部 1 2 3単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。

- [0053] (2) 基板処理工程 次に、金属膜の成膜工程について説明する。金属膜の成膜工程は、上述した基板処理装置 100 の処理炉 202 を用いて、半導体装置の製造工程の一工程として実行される。
- [0054] 図 4 は、金属膜（本実施形態では TiN 膜）の形成工程例を示す処理フロー図である。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。
- [0055] （ウエハチャージおよびボートロード） 複数枚のウエハ 200 がボート 217 に装填されると、図 3 に示されているように、複数枚のウエハ 200 を支持したボート 217 は、ボートエレベータ 115 によって持ち上げられて処理室 201 内に搬入される。この状態で、シールキャップ 219 はリング 220 を介して反応管 203 の下端開口を閉塞した状態となる。
- [0056] （圧力調整および温度調整） 処理室 201 内が所望の圧力（真空度）となるように真空ポンプ 246 によって真空排気される。この際、処理室 201 内の圧力は、圧力センサ 245 で測定され、この測定された圧力情報に基づき、APC バルブ 243 がフィードバック制御される（圧力調整）。また、処理室 201 内が所望の温度となるようにヒータ 207 によって加熱される。この際、処理室 201 内が所望の温度分布となるように、温度センサ 263 が検出した温度情報に基づきヒータ 207 への通電量がフィードバック制御される（温度調整）。続いて、回転機構 267 によりボート 217 およびウエハ 200 の回転を開始する。
- [0057] なお、少なくともウエハ 200 に対する処理が完了するまでの間、真空ポンプ 246 は常時作動させた状態が維持され、ヒータ 207 による処理室 201 内の加熱及び回転機構 267 によるボート 217 およびウエハ 200 の回転は継続して行われる。
- [0058] 続いて、TiN 層を形成する工程（ステップ 11 からステップ 14）を実行する。（TiCl₄ ガス供給） ガス供給管 310 のバルブ 314 を開き、ガス供給管 310 内に第 1 の原料としての TiCl₄ ガスを流す。ガス供給管 310 内を流れた TiCl₄ ガスは、MFC 312 により流量調整される。流量

調整されたTiCl₄ガスは、ノズル410のガス供給孔410aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ウエハ200に対してTiCl₄ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ514を開き、キャリアガス供給管510内にN₂ガス等の不活性ガスを流す。キャリアガス供給管510内を流れたN₂ガスは、MFC512により流量調整される。流量調整されたN₂ガスはTiCl₄ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ノズル420、ノズル430内へのTiCl₄ガスの侵入を防止するために、バルブ524、534を開き、キャリアガス供給管520、キャリアガス供給管530内にN₂ガスを流す。N₂ガスは、ガス供給管320、ガス供給管330、ノズル420、ノズル430を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0059] このときAPCバルブ243を適正に調整して、処理室201内の圧力を、例えば0.1～6650Paの範囲内の圧力とする。MFC312で制御するTiCl₄ガスの供給流量は、例えば100～2000sccmの範囲内の流量とする。MFC512、522、532で制御するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば100～30000sccmの範囲内の流量とする。TiCl₄ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、例えば0.01～20秒の範囲内の時間とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば250～550℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。TiCl₄ガスの供給により、ウエハ200上に、例えば1原子層未満のTi含有層が形成される。

[0060] （残留ガス除去）

Ti含有層が形成された後、ガス供給管310のバルブ314を閉じ、TiCl₄ガスの供給を停止する。このとき、排気管231のAPCバルブ243は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留する未反応もしくはTi含有層形成に寄与した後のTiCl₄ガスを処理室201内から排除する。なお、このときバルブ51

4、524、534は開いたままとして、 N_2 ガスの処理室201内への供給を維持する。 N_2 ガスはパージガスとして作用し、これにより、処理室201内に残留する未反応もしくはTi含有層形成に寄与した後の $TiCl_4$ ガスを処理室201内から排除する効果を高めることができる。

[0061] (NH_3 ガス供給) 処理室201内の残留ガスを除去した後、ガス供給管330のバルブ334を開き、ガス供給管330内に NH_3 ガスを流す。ガス供給管330内を流れた NH_3 ガスは、MFC332により流量調整される。流量調整された NH_3 ガスは、ノズル430のガス供給孔430aから処理室201内に供給される。処理室201内に供給された NH_3 ガスは熱で活性化された後、排気管231から排気される。このときウエハ200に対して、熱で活性化された NH_3 ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ534を開き、キャリアガス供給管530内に N_2 ガスを流す。キャリアガス供給管530内を流れた N_2 ガスは、MFC532により流量調整される。 N_2 ガスは NH_3 ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき、ノズル410、420内への NH_3 ガスの侵入を防止するために、バルブ514、524を開き、キャリアガス供給管510、520内に N_2 ガスを流す。 N_2 ガスは、ガス供給管310、320、ノズル410、ノズル420を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0062] NH_3 ガスを熱で活性化させて流すときは、APCバルブ243を適正に調整して、処理室201内の圧力を、例えば0.1~6650Paの範囲内の圧力とする。MFC332で制御する NH_3 ガスの供給流量は、例えば100~20000sccmの範囲内の流量とする。MFC512、522、532で制御する N_2 ガスの供給流量は、それぞれ例えば100~30000sccmの範囲内の流量とする。熱で活性化させた NH_3 ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、例えば0.01~30秒の範囲内の時間とする。このときのヒータ207の温度は、ステップ11と同様、ウエハ200の温度が、例えば250~500℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。

- [0063] このとき処理室201内に流しているガスは、処理室201内圧力を高くすることで熱的に活性化された NH_3 ガスであり、この活性化された NH_3 ガスは、ステップ11でウエハ200上に形成されたTi含有層の少なくとも一部と反応する。これによりTi含有層は窒化されて、窒化チタン層(TiN層)へと改質される。
- [0064] (残留ガス除去) TiN層を形成した後、ガス供給管330のバルブ334を閉じて、 NH_3 ガスの供給を停止する。このとき、排気管231のAPCバルブ243は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留する未反応もしくはTiN層形成に寄与した後の NH_3 ガスや反応副生成物を処理室201内から排除する。なお、このときバルブ514、524、534は開いたままとして、 N_2 ガスの処理室201内への供給を維持する。 N_2 ガスはパージガスとして作用し、これにより、処理室201内に残留する未反応もしくはTiN層形成に寄与した後の NH_3 ガスや反応副生成物を処理室201内から排除する効果を高めることができる。
- [0065] 上記したステップ11からステップ14の処理を、予め設定されたX回(第1の所定回数)だけ実行する。すなわち、ステップ11からステップ14の処理を1セットとして、これらの処理をXセットだけ実行する。このように、 TiCl_4 ガス供給と NH_3 ガス供給とを交互にX回行うことにより、所定の厚さのTiN層(第1の層)が形成される。
- [0066] (パージおよび大気圧復帰) 所定の膜厚のTiN膜を形成する成膜処理がなされると、 N_2 等の不活性ガスが処理室201内へ供給され、排気管231から排気されることで、処理室201内が不活性ガスでパージされる(ガスパージ)。その後、処理室201内の雰囲気の不活性ガスに置換され(不活性ガス置換)、処理室201内の圧力が常圧に復帰される(大気圧復帰)。
- [0067] (ボートアンロードおよびウエハディスチャージ) その後、ボートエレベータ115によりシールキャップ219が下降されて、反応管203の下端が開口されるとともに、処理済ウエハ200がボート217に支持された状態

で反応管 203 の下端から反応管 203 の外部に搬出される。その後、処理済のウエハ 200 は、ポート 217 より取り出される。

[0068] 次に、本実施形態における基板処理シーケンスについて図 7 を用いて説明する。本実施形態では基板処理(プロセスレシピ)まで実行されるように構成している。例えば、ポート 217 への基板移載処理まで実行するように構成してもよい。

[0069] (S1) 少なくとも基板処理装置 100 に所定枚数の製品基板 200 が投入され、上位コンピュータまたは操作部 122 から製品基板 200 を処理する指示を、制御部 121 が受け付けると、本実施形態における基板処理シーケンスを開始するように構成される。

[0070] (S2) 制御部 121 は、ポート 217 へ基板を配置(レイアウト)するための各種データを記憶部 121c から取得する。具体的には、ポートの全スロット数、製品基板、モニタウエハ、補充ダミーウエハ等の各種基板の枚数を含む情報を取得する。また、制御部 121 は、操作者から基板配置データの作成に必要なデータを取得するため、設定画面を操作部 122 に適宜表示するように構成してもよい。

[0071] (S3) 制御部 121 は、取得したデータに基づき、後述する図 8 に示す基板配置プログラムを実行して、基板配置データを作成するように構成されている。制御部 121 は、この作成された基板配置データを記憶部 121c に保存するように構成される。このましくは、製品基板 200 を処理するプロセスレシピに関連付けて、この基板配置データを保存するように構成される。基板配置プログラムの詳細は後述する。

[0072] (S4) 制御部 121 は、S3 で作成した基板配置データに基づきウエハ移載機構 125 等の搬送機構を動作させて、各種基板をポート 217 に搬送させる。

[0073] (S5) 本工程は、予め記憶部 121c に保存されたプロセスレシピまたは後述する基板配置プログラムと関連付けられたプロセスレシピ等を実行する工程である。制御部 121 は、上述のようにプロセスレシピを実行して、製品

基板 200 に所定の処理を施す。尚、本実施の形態では、金属膜(TiN 膜)を形成するよう構成されている。

[0074] 次に、本実施形態における基板配置プログラムについて図 8 を用いて説明する。図 8 によれば、ポート 217 に載置可能な基板枚数(以後、製品領域スロット数ともいう)と、ポート 217 に載置される製品基板の枚数から製品基板を複数の基板群(以後、第 1 ユニットともいう)に分割し、取得した製品基板の枚数とポート 217 に載置可能な基板枚数、及び製品基板の基板群(第 1 ユニット)の数に基づいてダミー基板を複数の基板群(以後、第 3 ユニットともいう)に分割し、製品基板の基板群(第 1 ユニット)とダミー基板の基板群(第 3 ユニット)を組合せて、ポート 217 の複数の基板載置領域に製品基板を分散させて載置するための基板配置データを、制御部 121 が作成するよう構成される。

[0075] (S101)制御部 121 は、図 7 の S2 で取得した各種データに基づいて、基板配置の実行条件を確認する。

[0076] (S102)制御部 121 は、投入された製品基板 200 を N (N は自然数)枚単位で分割する。ここで、 N 枚数単位で分割した基板群をユニットと呼称し、ユニット群(ユニットの集合体)を配列と称する。分割した全ユニット数を算出し、製品基板 200 だけの配列を作成する。ここで、 N のデフォルトは、5 とする。これは、移載機構 125 のツイーザ 125c の数に合せて、一度に基板を搬送可能な最大値としている。これにより、搬送時間短縮を図れるように構成されている。

[0077] また、製品基板 200 の投入枚数が N で割り切れないとき、製品基板 200 は、 N 枚単位の基板群と $N-1$ 枚単位の基板群が作成され、 N 枚単位の基板群を大ユニット、 $N-1$ 枚単位の基板群を小ユニットと称する。以後、モニタウエハでも同様である。

[0078] 制御部 121 は、S101 で確認した実行条件により、製品基板 200 の全ユニット数、大ユニット数、大ユニット内の基板枚数がそれぞれ算出されるよう構成される。また、制御部 121 は、大ユニットの優先位置補正情報

に従い、製品基板 200 だけの配列を並べ替えるよう構成される。

[0079] (S 103) 制御部 121 は、S 101 で確認した実行条件により、モニタウエハのユニット数を確認し、モニタウエハのユニット位置を算出し、S 102 で作成された製品基板 200 の配列(第 1 の配列)にモニタウエハのユニットを結合して、製品基板 200 とモニタウエハの配列を作成するよう構成される。以後、モニタウエハのユニットを第 2 ユニットと称する。

[0080] 尚、モニタウエハの移載指定が無い場合、この S 103 は行われずに次のステップ(S 104)へ移行する。ここで、第 2 ユニットの配置決定に関しては後述する図 9 で説明する。

[0081] (S 104) 制御部 121 は、補充ダミー基板 200 のみの配列を作成する。制御部 121 は、ダミー枚数及び大間隔(後述する)の数を算出して配列を作成し、大間隔の優先位置補正情報に従い、配列を並べかえるように構成されている。ここで、補充ダミー基板のユニットを第 3 ユニットと称する。そして、制御部 121 は、補充ダミー基板のみで構成される第 3 ユニットの第 1 ユニット間、および第 1 ユニットと第 2 ユニットとのユニット間に割り込ませ、基板配置データの配列を作成する。

[0082] (S 105) 制御部 121 は、S 101 で確認した実行条件に従い、上下サイドダミー基板と S 104 で作成した配列(第 3 の配列)の外側の間に第 2 ユニットの搬送する指定があれば、更に、第 2 ユニットの結合して基板配置データの配列の作成を完了する。

[0083] 図 9 は、製品領域スロット数が 100、製品基板 200 を載置する領域に製品基板 PD が 50 枚(N=5 で第 1 ユニット数 10、全ユニットで製品基板 50 枚)のときに、モニタウエハ無し(一番左側)から移載パターン 7 (一番右側)までのモニタウエハを移載する設定例(図 9 下側)であり、それぞれの設定例に対して本実施形態における基板配置プログラムを実行して、基板配置データの配列を作成し、この基板配置データを利用して各種基板をポート 217 に搭載した時の移載状況を模式的に示す図である。尚、SD はサイドダミー基板、FD は補充ダミー基板、M はモニタウエハを示し、SD 5 は、サイド

ダミー基板が5枚移載されていることを示す。また、製品領域スロット数とは、ポート217の全スロットのうち、上下サイドダミー基板を載置するスロットを除く各種基板が載置されるスロットのことである。

[0084] 図9の点線で囲まれているところ部分が、モニタウエハを移載する移載パターンを設定するためのテーブルを示す図である。この設定テーブルは、上下サイドダミー基板側にモニタウエハを移載するか設定する項目(図9に上、下と記載)と上下サイドダミー基板に挟まれた製品基板200を載置する領域に1箇所から4箇所までモニタウエハを配置できるようになっており、それぞれにモニタウエハの枚数を設定することができる。

[0085] 図9に示す中(1)は、製品基板200を載置する領域を二等分する領域(ポート217の中央部分)にモニタウエハを載置するときに設定される。この場合、製品基板200を載置する領域に1箇所(1番目)にモニタウエハを移載することを示す(図9の移載パターン2及び移載パターン4)。また、中(2)は、製品基板200を載置する領域を三等分する領域にモニタウエハを載置するときに設定され、製品基板200を載置する領域に2箇所のうち上側から2番目にモニタウエハを移載することを示す(図9の移載パターン5)。

[0086] 中(3)は、製品基板200を載置する領域を四等分する領域にモニタウエハを載置するときに設定される。この場合、製品基板200を載置する領域に3箇所のうち上側から3番目にモニタウエハを移載することを示す(図9の移載パターン6参照)。中(4)は、製品基板200を載置する領域を五等分する領域にモニタウエハを載置するときに設定される。この場合、製品基板200を載置する領域に4箇所のうち上側から4番目にモニタウエハを移載することを示す(図9の移載パターン7参照)。

[0087] 尚、製品領域の途中に移載するモニタウエハの領域の数は、枚数1以上指定された領域を有効数としてカウントされる。つまり、制御部121は、枚数1以上指定された領域の数で、第1ユニット配列(製品基板の配列)を分割するように構成されている。よって、操作者が、仮に、中(1)=0、中(2)=0、中(3)=1、と設定したとき、制御部121は、中(1)=0、中(2)

= 0、中(3) = 1、中(4) = 0の場合、必要な領域を中(1) = 1のみと同じと解釈し、第1ユニット配列を二等分するようにモニタウエハはどのように配置するよう構成される(図9の移載パターン2と同様)。また、制御部121は、中(1) = 0、中(2) = 2、中(3) = 0、中(4) = 1の場合、必要な領域を中(1) = 2、中(2) = 1と同じと解釈し、第1ユニット配列を三等分するようにモニタウエハはどのように配置するよう構成される(図9の移載パターン5参照)。

[0088] 尚、図9の移載パターン6(右側から2番目)では、上、中(1)、中(2)、中(3)、下にそれぞれ4が設定されているので、上下サイドダミー基板と製品基板200を載置する領域を四等分する領域(3か所)のそれぞれにモニタウエハが4枚ずつ移載されている。

[0089] このように、図9に示す点線で囲まれる設定テーブルに予めモニタウエハの移載パターンを設定されていると、本実施形態における基板配置プログラムを実行することにより、モニタウエハを所望な領域に移載することができるよう構成される。

[0090] また、図9に示すように、製品基板のユニット(第1ユニット)またはモニタウエハの領域(第2ユニット)の間には、必ずダミー基板のユニット(第3ユニット)が配置されており、第1ユニットは、第2ユニットと隣接しないよう構成される。

[0091] 図10により、図8に示す基板配置プログラムの具体例を説明する。制御部120が該基板配置プログラムを実行するときに、図10中のS102等のステップは図8に示す各ステップに対応しつつ、制御部120が基板200の配列を作成する手順を示す。ここで、製品ウエハPD、補充ダミー基板FD、モニタウエハMと称する。

[0092] 尚、図10は、製品基板PD = 28、製品領域のロットNo = 57、図9に示すモニタ移載パターンテーブルの設定が、上 = 3、中(1) = 2、中(2) = 1、下 = 1と設定されている場合の制御部120の基板配列を作成する手順である。また、製品基板について、大ユニットを下側に優先させて配置す

る指定、ダミー基板については大間隔(後述する)の両端に優先させて配置する指定がされている。これらの基板配置作成用の情報は、図8に示すS101で確認される。

[0093] (S101)製品基板PDが28枚なので、製品基板PDのユニットが、5, 5, 5, 5, 4, 4の6ユニット(配列)が作成される。ここで、第1ユニット(大)が5、第1ユニット(小)が4と称する。そして、製品基板PDの優先配置情報により、必要に応じて並び替えてS101の工程が終了する。この場合、第1ユニット(小)がポート217の上側、第1ユニット(大)がポート217の下側に配置されるように配列が並び替えられる。これにより、第1の配列作成工程を終了して次のステップに移行する。

[0094] (S102)移載パターンの設定が図9に示す中(1)=2、中(2)=1となっているので、製品基板PDの配列(6ユニット)を3等分するようにモニタウエハMが配置される。従い、制御部120は、第1ユニット(小)4、第1ユニット(小)4、第2ユニット2、第1ユニット(大)5、第1ユニット(大)5、第2ユニット1、第1ユニット(大)5、第1ユニット(大)5とポート217の上側から配置されるような配列を作成するように構成される。これにより、第2の配列作成工程を終了して次のステップに移行する。

[0095] (S103)制御部120は、補充ダミー基板FDだけの配列が作成するように構成される。つまり、製品基板領域スロットから製品基板PD—モニタウエハMを引いた残りのポート217のスロット数の割当を算出する。例えば、算出されたポート217のスロット数を、第1ユニット数+第2ユニット数+1で割り算し、残りのスロットを分割する。残りのスロット数が割り切れないときは、スロット数Sとスロット数S-1の組合せで間隔(スロット数)を決定する。このスロット数Sを大間隔、スロット数S-1を小間隔とする。

[0096] 図10では、製品領域スロット数—製品基板PD数—モニタウエハ数=22であり、そして、第1ユニット+第2ユニットの数が8であるため、制御部120は、全スロット数を9になるように、スロット数S=3、スロット数S-1=2、且つ、スロット数S=4ユニット、スロット数S-1=5ユニ

ットをそれぞれ算出する。

[0097] ここで、大間隔をスロット数(大)、小間隔をスロット数(小)と称すると、このスロット数(大)、スロット数(小)にフィルダミー基板FDが補充されることを示す補充ダミー基板FDの配列(第3ユニット)が作成され、更に、補充ダミー基板FDの優先配置情報により、必要に応じて並び替えられる。この場合、スロット数(大)がポート217の両端側に配置されるように、補充ダミー基板FDの配列が並び替えられる。

[0098] 制御部120は、作成された補充ダミー基板FDの配列(第3ユニット)をS102で作成された第2の配列(製品基板PDとモニタウエハMの配列)と結合させるよう構成されている。製品基板PDのユニット(第1ユニット)間または製品基板PDのユニット(第1ユニット)とモニタウエハM(第2ユニット)間に第3ユニットを配置する。つまり、第1ユニット間または第1ユニットと第2ユニット間が隣接しないように第3ユニットが配置される。

[0099] これにより、第3の配列作成工程を終了して次のステップに移行する。

[0100] (S104)モニタウエハMの移載パターン設定が、予め指定されていると、第3の配列の外側に配置された第3ユニットとサイドダミー基板SDの間にモニタウエハMが配置される。

[0101] この場合、上=3、下=1の設定により、制御部120は、上側サイドダミー基板と上端に配置される第3ユニットの間にモニタウエハMのユニット(3枚)と下側サイドダミー基板と下側に配置される第3ユニットの間にモニタウエハMのユニット(1枚)がポート217に載置されるように配置し、基板配置データの作成を終了する。

[0102] (実施例1)

図11は、製品領域スロット数が95枚、製品基板PDが23枚、図9に示すモニタウエハMの指定なしという条件で図8に示す基板配置プログラムを実行し、ポート217に各種基板を移載したときの様子を模式的に示す一例である。図11は製品基板PDのユニットがデフォルト(N=5)で割り切れない場合、つまり、製品基板PDが大ユニットと小ユニットの組合せにな

る場合を示す。尚、図 11 に示す大ユニットの優先配置が上側、下側、両端の時をそれぞれ示す。

[0103] (実施例 2)

図 12 の移載条件は、製品領域スロット数が 84 枚、製品基板 PD が 20 枚、図 9 に示すモニタウエハ M の指定なしという条件で図 8 に示す基板配置プログラムを実行し、ポート 217 に各種基板を移載したときの様子を模式的に示す一例である。図 12 はポート 217 の残りのスロット(製品領域スロット数と製品基板 PD の枚数の差)が割り切れない場合、つまりスロット数(大)とスロット数(小)の両方が存在するときを示す。尚、図 11 に示すスロット数(大)の優先配置が上側、下側、両端の時をそれぞれ示す。

[0104] このように、本実施形態(実施例 1 または実施例 2)によれば、製品領域スロット数に対して、製品基板 PD の枚数が少ないときに、製品基板 PD をポート 217 の基板処理領域内の複数の領域に分割して配置することができる。

[0105] また、本実施形態(実施例 1 または実施例 2)によれば、製品基板 PD の枚数を移載機構 125 のツィーザ 125c の数と同じにするように構成されている。これにより、製品領域スロット数に対して、製品基板 PD を搬送する際の時間を短縮することができる。

[0106] 尚、本実施形態(実施例 1 または実施例 2)において、製品領域スロット数に対して、製品基板 PD の枚数を 20 枚以上にとると効果が顕著となる。枚数が少なすぎる(例えば、10 枚以下)となると、1 枚ずつ搬送する場合と搬送時間があまり変わらないためである。また、100 枚以下若しくは 80 枚以下の好ましく、枚数が多いと本実施形態における製品基板 200 をユニット毎に分散させて配置する必要が無くなるためである。

[0107] 図 13 は、本実施形態による製品基板 200 と比較例による製品基板 200 のそれぞれをポート 217 に移載し、同条件で膜厚を測定した結果を示す。尚、図には分かり易くするために、製品基板(または製品基板群)200 のみを示す。本実施形態における製品基板 200 の基板間の膜厚均一性が 0.

15に対し、比較例では、0.57となり、本実施形態による製品基板200の測定結果が良好となった。

[0108] このように、本実施形態によれば、投入された製品基板枚数とボートのロット数に応じて、製品基板をボート上に複数分散させて配置(移載)することができるので、炉内の製品基板間の膜厚均一性を改善し、基板品質の低下を抑制できる。

[0109] 特に、本実施形態によれば、製品基板がパターンウエハの場合に効果が、更に顕著となる。通常のパターン無しのウエハと比較しパターンウエハは表面積が大きいため、パターンウエハ(群)周辺でのガスの消費量(成膜反応寄与量)が多くなり、ガス分圧が下がることによる成膜速度の低下を引き起こし、また、パターンウエハ(群)周辺での反応副生成物の発生量が多くなり、反応副生成物がウエハ表面に再付着し成膜阻害が起こり、成膜速度の低下を引き起こすためである。ここで、パターンウエハは、通常のウエハの表面により複雑且つ微細なパターンが形成されたウエハのことである。

[0110] 本実施形態によれば、移載機構が一括に移載可能な枚数毎に、ボート上に分散させて配置(移載)することができるので、基板搬送時間を削減でき、生産効率が向上する。

[0111] 本実施形態によれば、製品基板の投入数、モニタウエハの有無及び配置位置に応じて、装置オペレータが基板配置用のパラメータを選択する必要がなくなり、装置オペレータを介在しないで自動で基板配置を決定することができるので、装置オペレータの工数やミスが削減できる。

[0112] また、上述の実施形態では、ホットウォール型の処理炉を有する基板処理装置を用いて薄膜を成膜する例について説明したが、本発明はこれに限定されず、コールドウォール型の処理炉を有する基板処理装置を用いて薄膜を成膜する場合にも、好適に適用できる。

[0113] また、本実施例に係る基板処理装置のような半導体ウエハを処理する半導体製造装置などに限らず、ガラス基板を処理するLCD(Liquid Crystal Display)製造装置にも適用することができる。

産業上の利用可能性

[0114] 複数の基板を搭載したボートを、処理炉内に収容して処理ガスを供給するとともに加熱し、基板に処理を行う基板処理装置に適用できる。

符号の説明

[0115] 200…ウエハ(基板) 217…ボート(基板保持具)

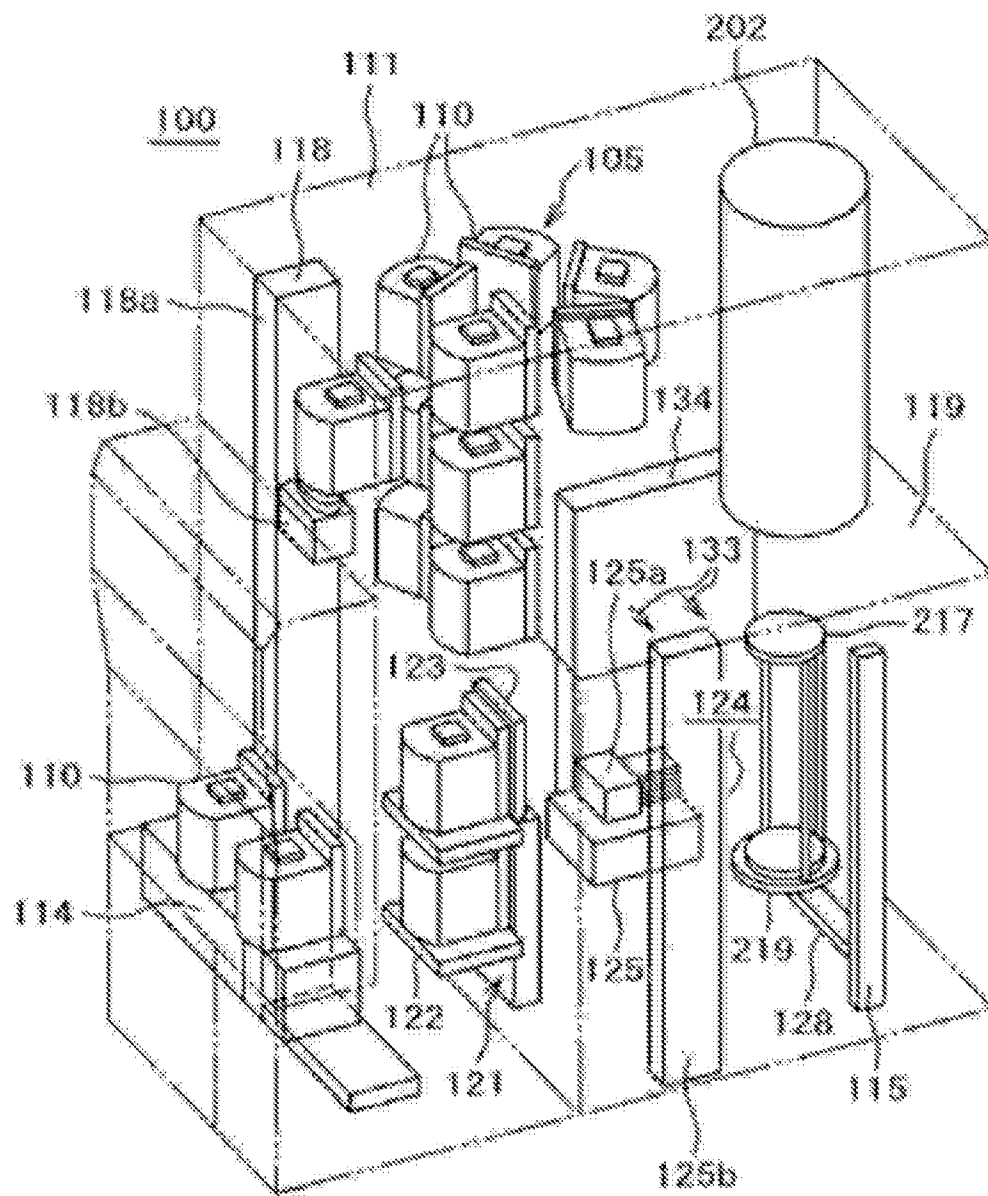
請求の範囲

- [請求項1] 製品基板とダミー基板を含む複数枚の各種基板を保持する基板保持具と、前記各種基板を前記基板保持具に装填する移載機構と、前記基板保持具に載置可能な基板枚数と、前記基板保持具に載置される前記製品基板の枚数とを取得し、取得した前記製品基板の枚数から前記製品基板を複数の基板群に分割し、取得した前記製品基板の枚数と前記基板保持具に載置可能な基板枚数、及び前記製品基板の基板群の数に基づいて前記ダミー基板を複数の基板群に分割し、前記製品基板の基板群と前記ダミー基板の基板群を組合せて、前記基板保持具の複数の領域に前記製品基板を分散させて載置する基板配置データを作成し、作成された基板配置データに応じて、前記各種基板を前記移載機構に前記基板保持具に移載させる制御部と、を備えた基板処理装置。
- [請求項2] 前記移載機構は、前記各種基板 N 枚を一括に搬送可能に構成されており、前記制御部は、取得した前記製品基板の枚数に応じて、前記製品基板 N 枚と前記製品基板 $N - 1$ 枚の基板群に複数分割し、分割された基板群を前記基板保持部の複数の領域に移載するよう前記基板配置データを作成するよう構成されている請求項1記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記基板保持具に載置可能な基板枚数と前記基板保持具に載置される前記製品基板の枚数から前記ダミー基板の枚数を算出し、算出された前記ダミー基板の枚数に基づき前記ダミー基板の基板群を作成するよう構成されている請求項1記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記ダミー基板の基板群を前記製品基板の基板群の間に配置するように、前記基板配置データを作成するよう構成されている請求項3記載の基板処理装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記ダミー基板の基板群の数を、前記製品基板の基板群の数より多く作成するよう構成されている請求項3に記載の基板処理装置。

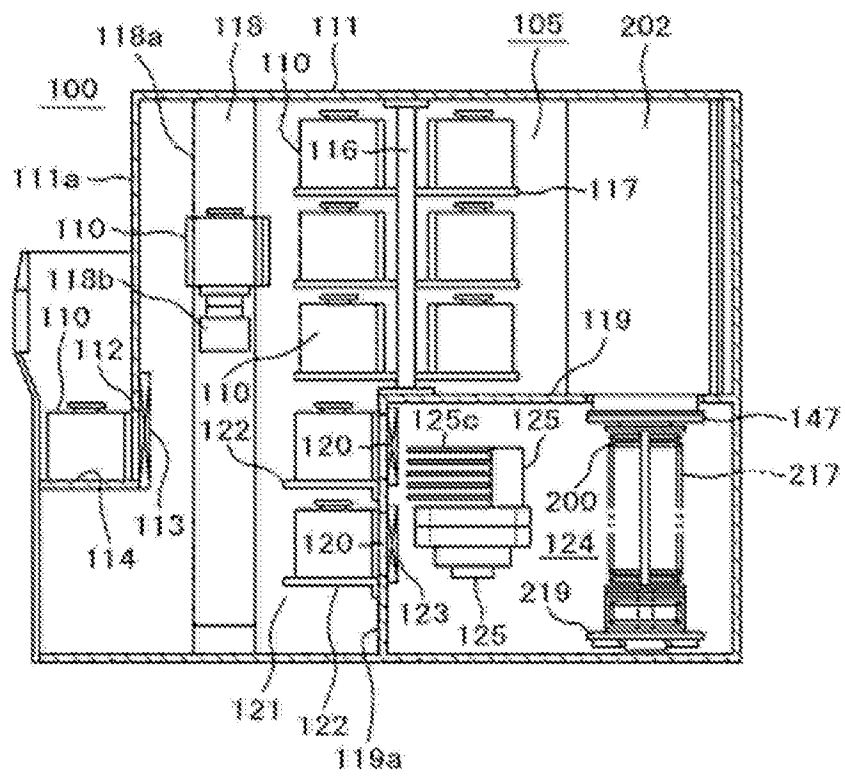
- [請求項6] 前記制御部は、前記製品基板の基板群のうち両端に配置された基板群の外側に、前記ダミー基板の基板群を配置するように構成されている請求項3に記載の基板処理装置。
- [請求項7] 前記製品基板は、20枚以上で100枚以下である請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項8] 前記製品基板の基板群は、製品基板が5枚以下で構成される請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項9] 前記制御部は、モニタ基板を前記基板保持具に装填する移載パターンを設定する設定画面を有し、前記設定画面上で、前記基板保持具の上下端に装填する前記モニタ基板の枚数と、前記基板保持具の基板保持領域に装填する前記モニタ基板の枚数と、それぞれ設定可能に構成されている請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項10] 製品基板とダミー基板を含む複数枚の各種基板を保持する基板保持具に載置可能な基板枚数と、前記基板保持具に載置される前記製品基板の枚数とを取得し、取得した前記製品基板の枚数から前記製品基板を複数の基板群に分割し、取得した前記製品基板の枚数と前記基板保持具に載置可能な基板枚数、及び前記製品基板の基板群の数に基づいて前記ダミー基板を複数の基板群に分割し、前記製品基板の基板群と前記ダミー基板の基板群を組合せて、前記基板保持具の複数の領域に前記製品基板を分散させて載置する基板配置データを作成する工程と、
前記基板配置データに基づいて前記各種基板を前記基板保持具に移載する工程と、前記基板保持具を炉内に装入して前記製品基板を処理する工程と、を有する半導体装置の製造方法。
- [請求項11] 製品基板とダミー基板を含む複数枚の各種基板を保持する基板保持具と、前記基板を前記基板保持具に装填する移載機構と、前記各種基板を前記基板保持具に移載させるように前記移載機構を制御するように構成されている制御部と、を備えた基板処理装置で実行されるプログラムあって、前記制御部に、前記基板保持具に載置可能な基板枚数

と、前記基板保持具に載置される前記製品基板の枚数とを取得し、取得した前記製品基板の枚数から前記製品基板を複数の基板群に分割し、取得した前記製品基板の枚数と前記基板保持具に載置可能な基板枚数、及び前記製品基板の基板群の数に基づいて前記ダミー基板を複数の基板群に分割し、前記製品基板の基板群と前記ダミー基板の基板群を組合せて、前記基板保持具の複数の領域に前記製品基板を分散させて載置する基板配置データを作成させる手順と、作成された前記基板配置データに応じて、前記基板を前記移載機構に移載させる手順と、を実行させるプログラム。

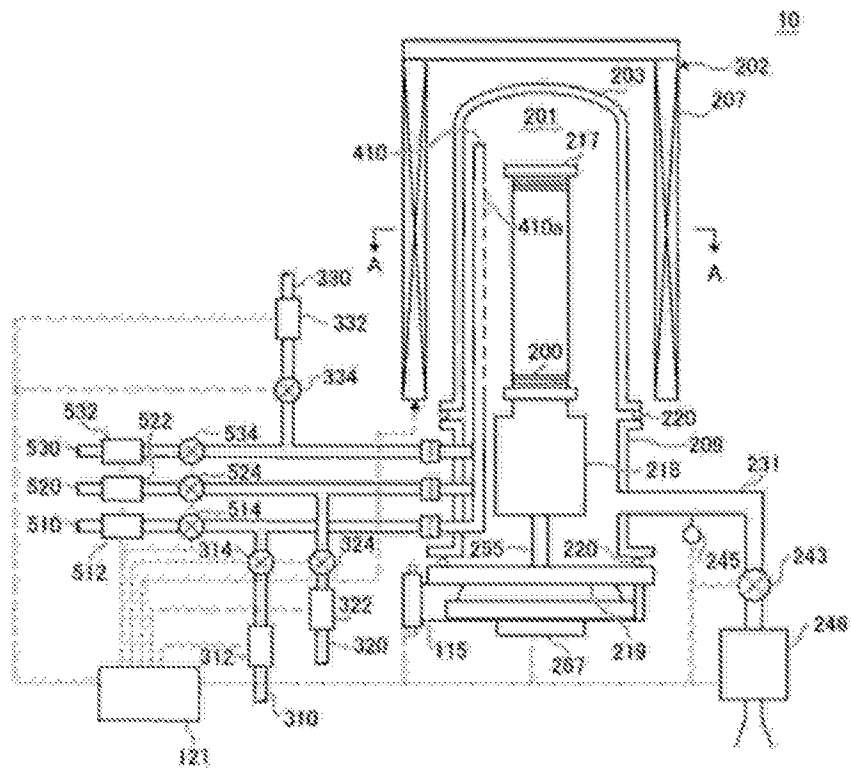
[図1]



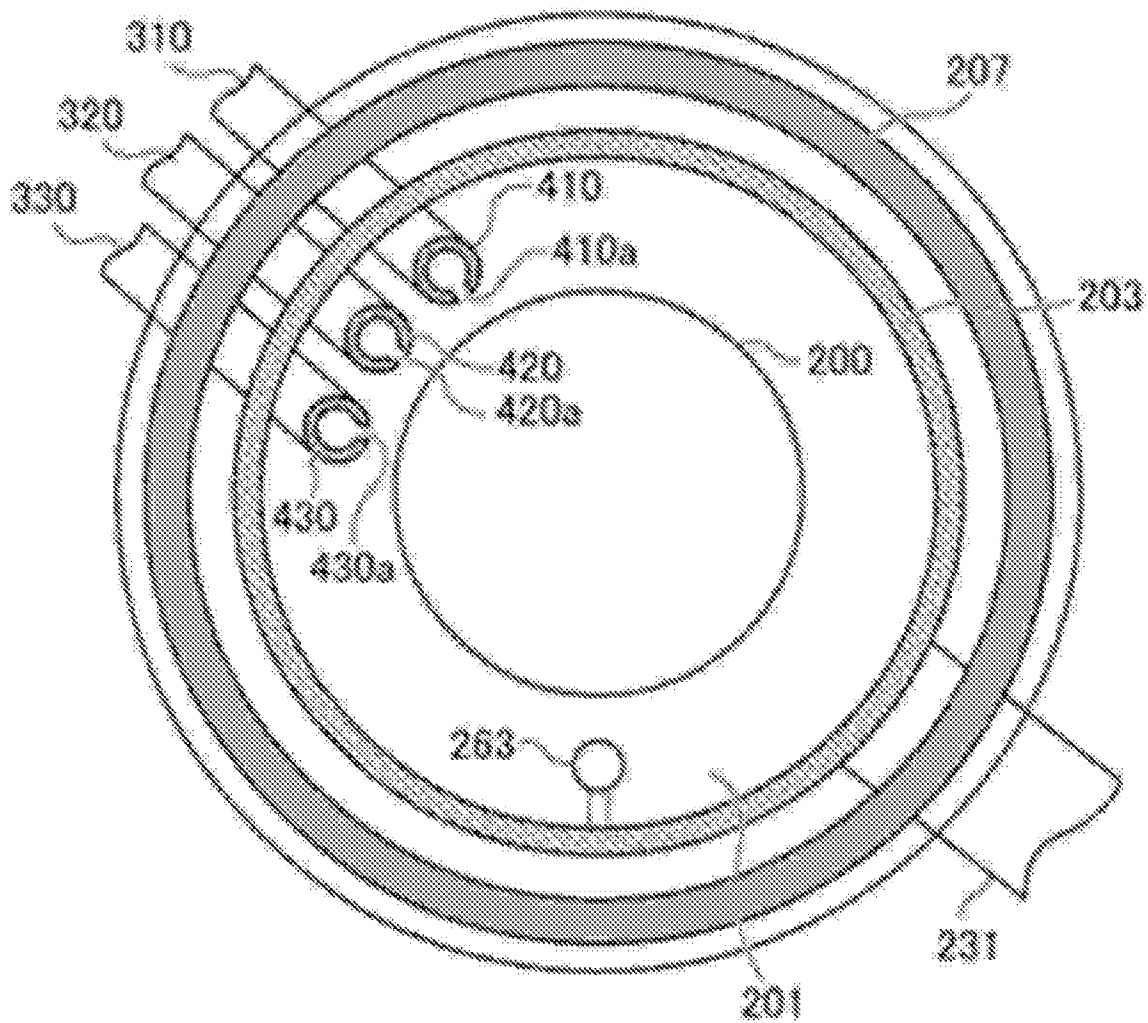
[図2]



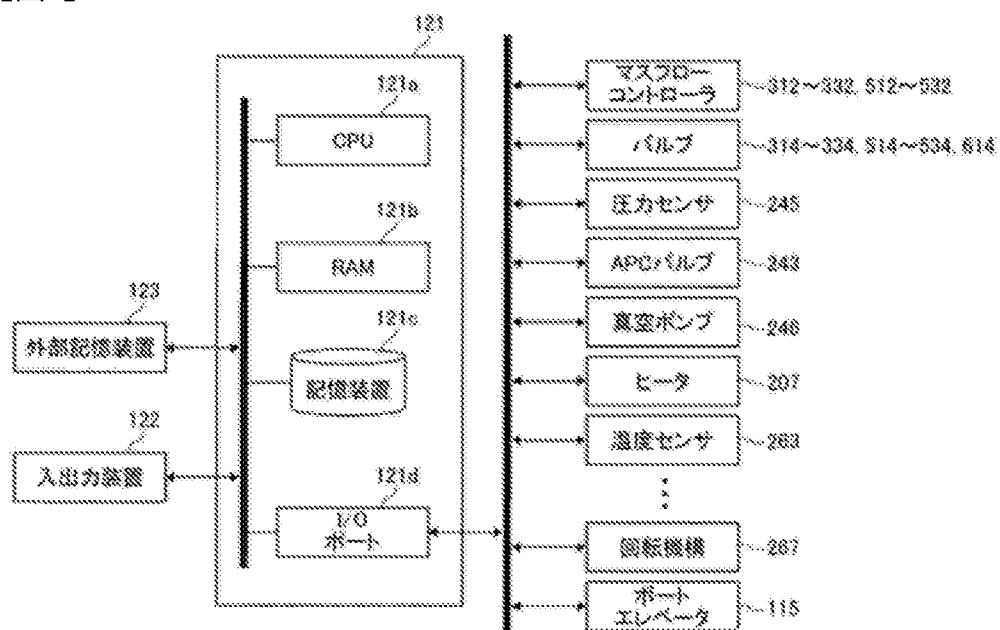
[図3]



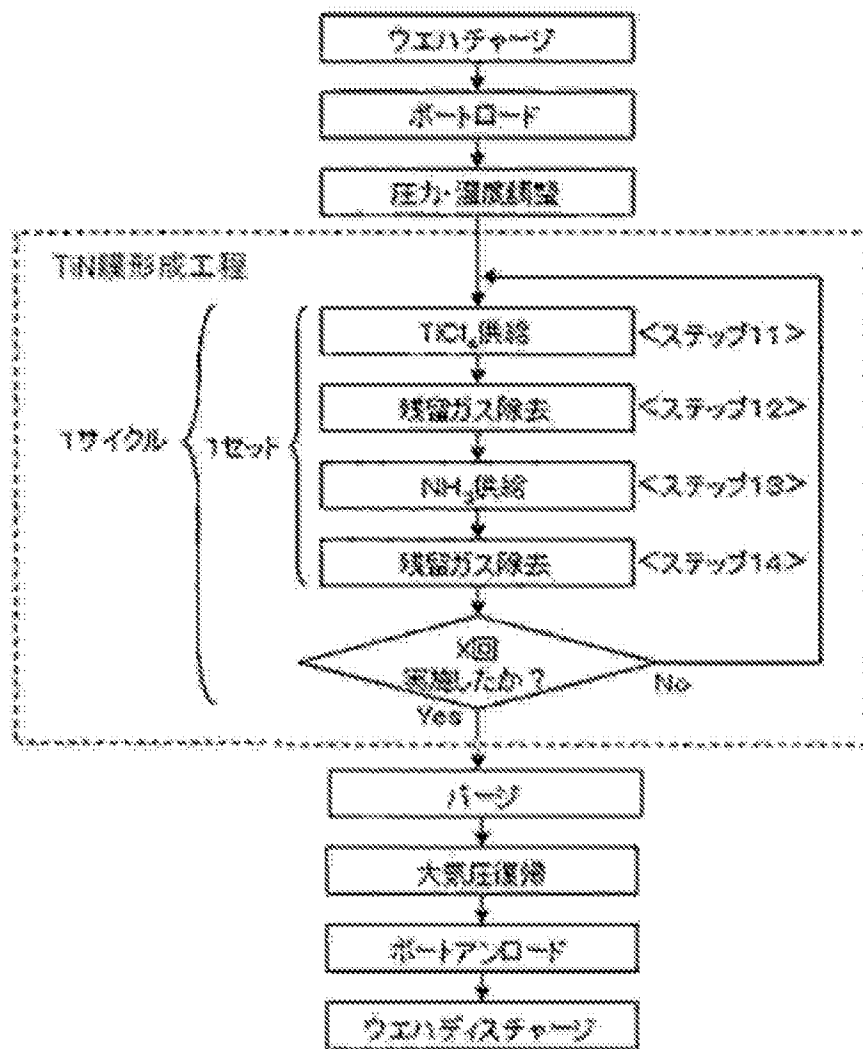
[図4]

202

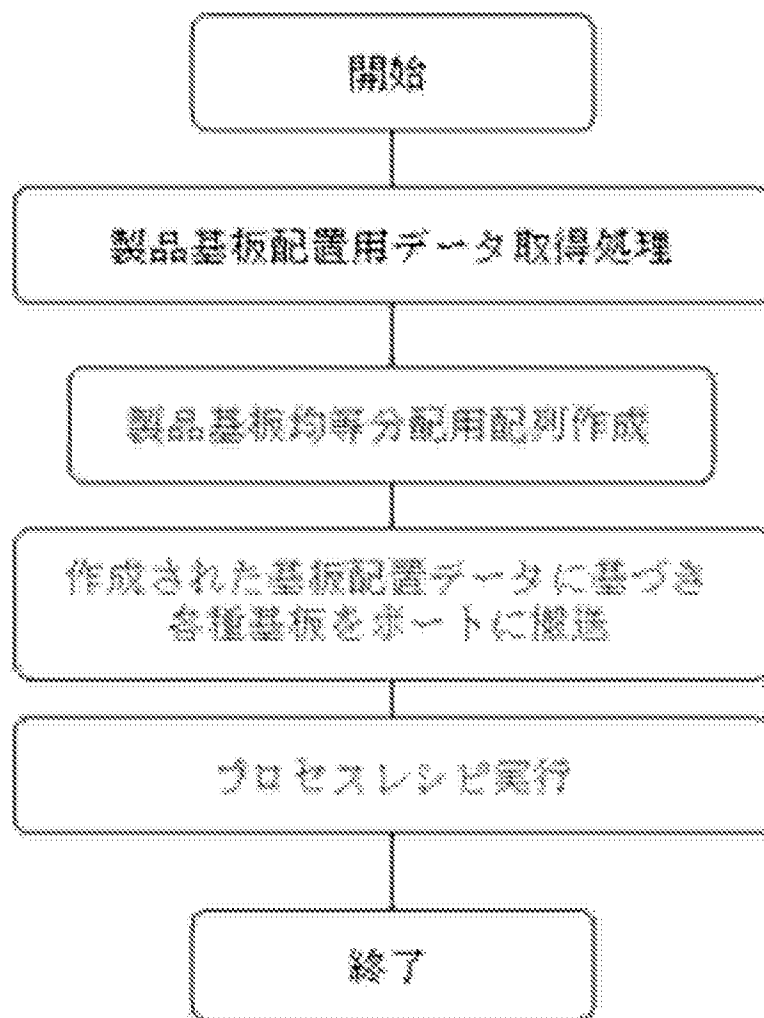
[図5]



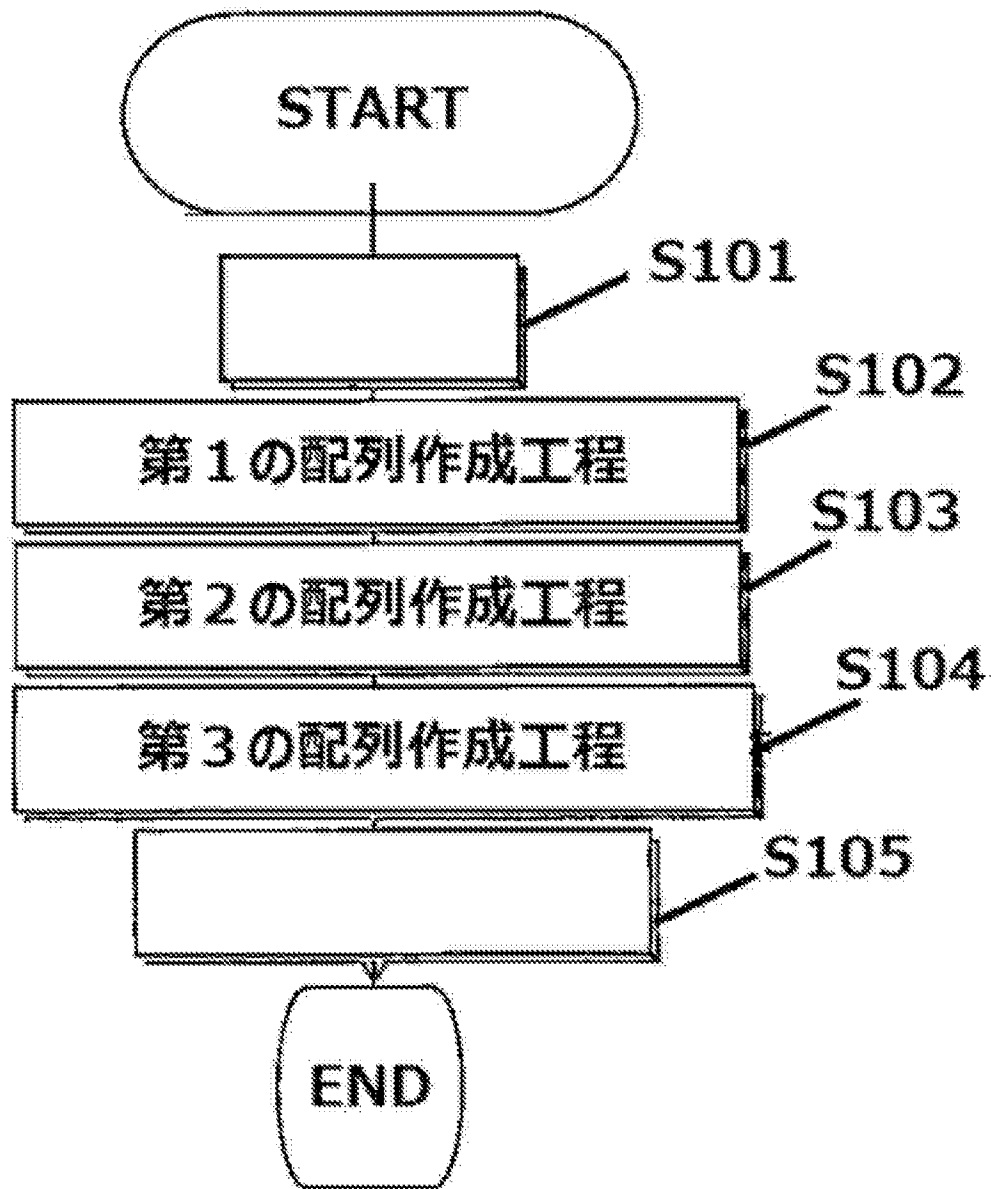
[図6]



[図7]



[図8]

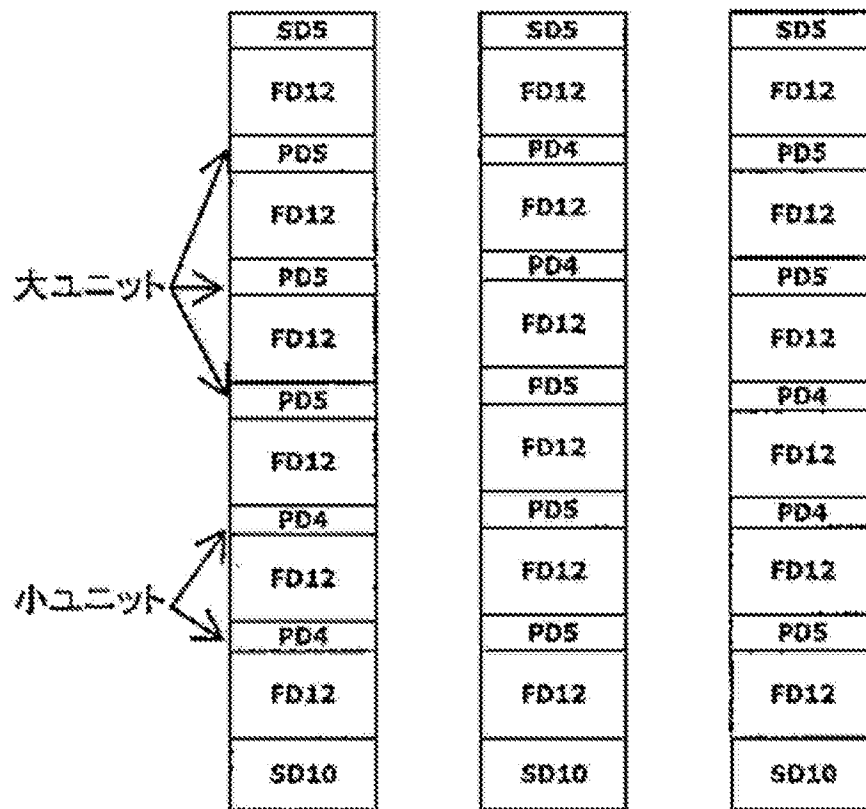


[illegible]

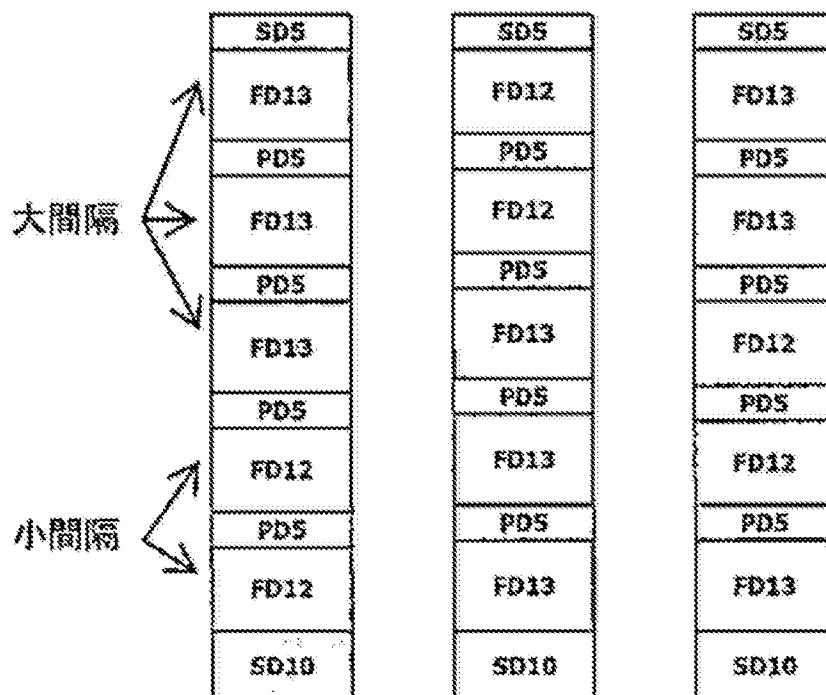
Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099																																																																																																																																																																																																																																						
1990	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340

Figure 1 is a schematic diagram of a multi-stage sorting process. It shows five stages (S102, S103, S104, S105) where items are sorted by color (white, black, gray) and then by size (large, medium, small). Stage S102 shows initial sorting by color. Stage S103 shows items being moved to different positions. Stage S104 shows items being moved to different positions. Stage S105 shows items being moved to different positions.

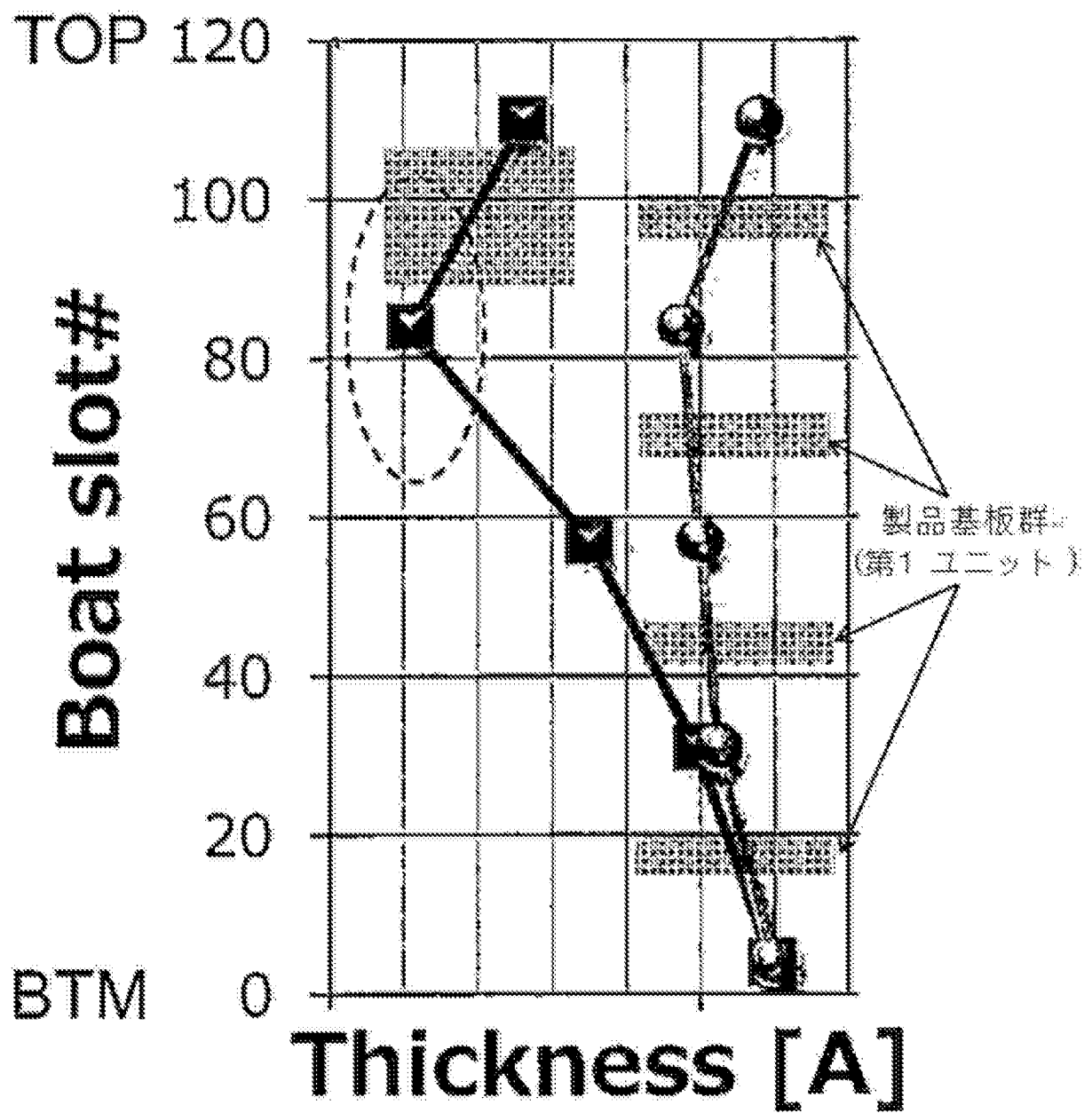
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L21/677 (2006.01) i, H01L21/22 (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)

Int. Cl. H01L21/677, H01L21/22

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 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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.
A	JP 10-125761 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 15 May 1998, paragraphs [0012], [0013], fig. 11 (Family: none)	1-11
A	JP 2003-142413 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 16 May 2003, paragraphs [0023], [0024], fig. 6 & US 2004/0238519 A1, paragraphs [0128], [0129], fig. 10 & EP 1416523 A1 & CN 1565050 A	1-11
A	JP 6-87511 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 29 March 1994, paragraph [0007], fig. 1 (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18.12.2017

Date of mailing of the international search report
09.01.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

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, H01L21/22(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, H01L21/22

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 10-125761 A（国際電気株式会社）1998.05.15, 段落 [0012]-[0013], 図11（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2003-142413 A（東京エレクトロン株式会社）2003.05.16, 段落 [0023]-[0024], 図6 & US 2004/0238519 A1, 段落[0128]-[0129], 図 10 & EP 1416523 A1 & CN 1565050 A	1-11
A	JP 6-87511 A（国際電気株式会社）1994.03.29, 段落[0007], 図1（フ ァミリーなし）	1-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

18.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

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）

内田 正和

50

9065

電話番号 03-3581-1101 内線 3559