(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
2004 年5 月13 日 (13.05.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/040632 A1

(51) 国際特許分類[7]: H01L 21/205, C23C 16/52

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013849

(22) 国際出願日: 2003 年10 月29 日 (29.10.2003)

(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 2002-316377
2002 年10 月30 日 (30.10.2002) JP

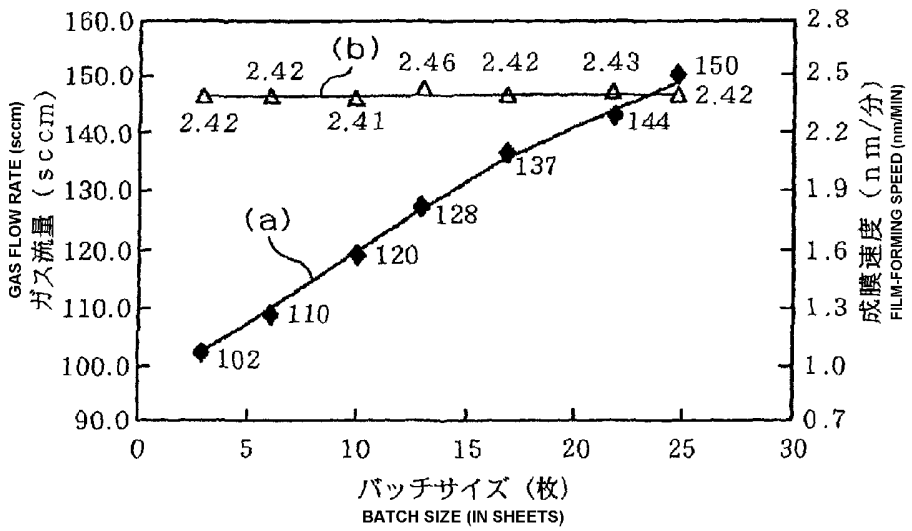
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤田 武彦 (FUJITA,Takehiko) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 岡田 充弘 (OKADA,Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 梅澤 好太 (UMEZAWA,Kota) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 長谷部 一秀 (HASEBE,Kazuhide) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 坂本 浩一 (SAKAMOTO,Koichi) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目３番６号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: HEAT TREATING SYSTEM AND HEAT TREATING METHOD

(54) 発明の名称: 熱処理装置及び熱処理方法



(57) Abstract: A heat treating system comprising a holding unit for holding a plurality of substrates, a reaction container into which the holding unit is carried, a treating gas supply mechanism for supplying a treating gas into the reaction container, and a heating mechanism for heating the reaction container when the treating gas is supplied to perform a film-forming processing on the substrates. Flow-rate parameter table data in which data on the number of substrates scheduled for treating in one batch is allowed to correspond to the target value data of the treating gas flow-rate parameters is stored in a flow-rate parameter table data storing unit. A control means obtains the target value data of the treating gas flow-rate parameters according to an actual number of substrates scheduled for treating in one batch and based on flow-rate parameter table data stored in the flow-rate parameter table data storing unit, and controls the treating gas supply mechanism according to the target value data. The target value data of the flow-rate parameters is so determined as to provide a uniform film-forming speed to treating batches in which the number of substrate scheduled for treating differs from one another.

(57) 要約: 本発明の熱処理装置は、複数の基板を保持する保持具と、前記保持具が搬入される反応容器と、前記反応容器に処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記処理ガスの供給時に前記反応容器を加熱して基板に成膜処理を

[続葉有]

WO 2004/040632 A1

(74) 代理人: 吉武 賢次 , 外(YOSHITAKE,Kenji et al.); 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内三丁目２番３号 富士ビル３２３号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

施す加熱機構と、を備える。１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとを対応させた流量パラメータテーブルデータが、流量パラメータテーブルデータ記憶部に記憶される。制御手段が、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記流量パラメータテーブルデータ記憶部に記憶された流量パラメータテーブルデータに基づいて、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データを得ると共に、当該目標値データに従って前記処理ガス供給機構を制御する。前記流量パラメータの目標値データは、処理が予定される基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められている。

明　細　書

熱処理装置及び熱処理方法

技　術　分　野

本発明は、多数枚の半導体ウエハなどの基板を一括して熱処理するバッチ式の熱処理装置及び熱処理方法に関する。

背　景　技　術

多数枚の半導体ウエハに対して成膜処理、酸化処理などの熱処理を一括して行うバッチ式の熱処理装置として、縦型熱処理装置が知られている。この装置は、図９に示すように、縦型の加熱炉１１と、ウエハ保持具であるウエハボート１２とを備えている。ウエハボート１２は、多数枚のウエハWが所定のピッチで棚状に保持されるように構成されている。ウエハボート１２には、図示しないウエハ移載機構によりウエハWが移載される。その後、ボートエレベータ１３によりウエハボート１２は加熱炉１１内に搬入され、ウエハWに対する所定の熱処理が行われる。

この熱処理装置においては、例えば成膜すべき薄膜の種類、膜厚などに応じて、処理圧力、処理温度、ガス流量などの処理条件（処理パラメータの目標値）が決められている。これら各処理条件が書き込まれた複数のレシピが用意されている。そして、オペレータがレシピを選択することにより、当該レシピに対応して予め定められた処理条件に基づいて熱処理装置が運転される。このようなレシピ（処理条件）は、実際にウエハボート１２にウエハWを満載して熱処理を行い、最適な処理条件を見つけることにより作成される。

ところで、最近では、ＤＲＡＭ生産のような小品種大量生産よりも、システムＬＳＩ生産のような多品種少量生産の方が増えてきている。

縦型熱処理装置は、小品種大量生産の場合、同一処理を受けるウエハが所定枚数に揃った時点で一括処理（フルバッチ処理）を行い全体としてのスループットを高くできたが、多品種少量生産の場合、同一処理を受けるウエハが所定枚数に

揃うまでの時間が長く、バッチ処理による高スループットというメリットが得られにくい。

一方、異なるウエハ枚数に対して同一の処理パラメータを用いて熱処理を行うと、膜特性がウエハ枚数に依存して異なってくる。例えば、少数のウエハに対して多数枚時と同じパラメータを用いて処理を行う場合には、成膜速度、面内均一性などが変化してしまう。これを回避する方法として、製品ウエハ以外にダミーウエハと呼ばれるものを用意し、不足枚数だけダミーウエハを用いてウエハボート１２を満載状態とし、ウエハ満載時の通常の処理条件で熱処理を行うという方法がある。

しかしながら、ダミーウエハはコストが高い。また、ダミーウエハは、複数回の処理毎に洗浄されて繰り返し使用されるが、使用回数には制限があり、すなわち、一定使用回数後には新たなダミーウエハと交換する必要がある。このため、ランニングコストを高騰させている。特に、ウエハが大口径の場合、例えば３００ｍｍサイズのウエハは２００ｍｍサイズのウエハと比較して価格が非常に高く、３００ｍｍサイズのダミーウエハのコストも同様に高い。また、製品ウエハの枚数がより少ない場合、ダミーウエハの移載に要する時間が増加し、スループットの点でも問題があった。

発 明 の 要 旨

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板に対し熱処理をバッチ式で行うにあたり、１バッチで処理される基板枚数に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う熱処理装置及び熱処理方法を提供することにある。

本発明は、複数の基板を保持する保持具と、前記保持具が搬入される反応容器と、前記反応容器に処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記処理ガスの供給時に前記反応容器を加熱して基板に成膜処理を施す加熱機構と、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとを対応させた流量パラメータテーブルデータを記憶する流量パラメータテーブルデータ記憶部と、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に

応じて、前記流量パラメータテーブルデータ記憶部に記憶された流量パラメータテーブルデータに基づいて、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データを得ると共に、当該目標値データに従って前記処理ガス供給機構を制御する制御手段と、を備え、前記流量パラメータの目標値データは、処理が予定される基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理装置である。

本発明によれば、基板に対しバッチ式で熱処理を行うにあたり、常に保持具に基板を満載した状態で熱処理を行うのではなく、１バッチで処理しようとする基板の枚数に応じた処理ガスの流量パラメータの目標値に従って熱処理が行われ得るため、１バッチで処理する基板の枚数が満載状態に対応する枚数より少なくても、ダミーウエハにより保持具を満載状態にすることなく熱処理が行われ得る。すなわち、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができる。そして、流量パラメータの目標値は、処理しようとする基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められているので、１バッチで処理される基板の枚数に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。

好ましくは、各バッチ処理で基板に成膜される薄膜についての平均膜厚を処理時間で割った値の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分である。

流量パラメータとは、例えば処理ガスが１種類のみであれば、その処理ガスの流量であり得る。処理ガスが、成膜に直接関わる成膜ガスとキャリアガスとを含む場合には、例えば、両者の流量比を一定にした状態の合計流量、または、両者の流量比、あるいは、合計流量及び流量比である。なお成膜ガスとは、ＣＶＤを行うときの成膜ガスに限らず、例えばシリコンウエハ表面を酸化して酸化膜を形成する場合には酸化ガスに相当する。更にまた、処理ガスとして後述の実施の形態のように複数種類の成膜ガスを用いる場合には、それら成膜ガスの流量比を一定にした状態の合計流量、または、それら成膜ガスの流量比、あるいは、合計流量及び流量比である。

例えば、前記流量パラメータテーブルデータは、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとの関係を示す実験データに基づいて作成され得る。この場合、好ましくは、前記流量パ

ラメータテーブルデータは、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとの関係を示す実験データを補間することによって作成され得る。

また、好ましくは、前記加熱機構は、反応容器内の複数のゾーンに対応する複数の加熱手段を有しており、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと各ゾーンの温度の目標値データとを対応させた温度テーブルデータを記憶する温度テーブルデータ記憶部が設けられ、前記制御手段は、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記温度テーブルデータ記憶部に記憶された温度テーブルデータに基づいて、各ゾーンの温度の目標値データを得ると共に、当該目標値データに従って前記加熱手段を制御するようになっている。

また、好ましくは、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記保持具における基板の配置レイアウトデータとを対応させた配置レイアウトテーブルデータを記憶する配置レイアウトテーブルデータ記憶部が設けられ、前記制御手段は、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記配置レイアウトテーブルデータ記憶部に記憶された配置レイアウトテーブルデータに基づいて、配置レイアウトデータを得ると共に、当該配置レイアウトデータに従って前記基板を保持具に保持させるようになっている。

また、好ましくは、前記成膜速度が所定の許容範囲から外れている時に、当該成膜速度と予め求められた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段が設けられている。

また、本発明は、複数の基板を保持する保持具と、前記保持具が搬入される反応容器と、前記反応容器に処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記処理ガスの供給時に前記反応容器を加熱して基板に成膜処理を施す加熱機構と、を備えた熱処理装置を用いた熱処理方法であって、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとを対応させた流量パラメータテーブルデータに基づいて、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データを得る工程と、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データに従って前記処理ガス供給機構を制御する工程と、を備え、前記流量パラメータの目標値データは、処理

が予定される基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理方法である。

本発明によれば、基板に対しバッチ式で熱処理を行うにあたり、常に保持具に基板を満載した状態で熱処理を行うのではなく、１バッチで処理しようとする基板の枚数に応じた処理ガスの流量パラメータの目標値に従って熱処理が行われる。従って、１バッチで処理する基板の枚数が満載状態に対応する枚数より少なくても、ダミーウエハにより保持具を満載状態にすることなく熱処理が行われ得る。すなわち、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができる。そして、流量パラメータの目標値は、処理しようとする基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められているので、１バッチで処理される基板の枚数に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。

好ましくは、各バッチ処理で基板に成膜される薄膜についての平均膜厚を処理時間で割った値の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分である。

また、好ましくは、前記加熱機構は、反応容器内の複数のゾーンに対応する複数の加熱手段を有しており、前記熱処理方法は、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと各ゾーンの温度の目標値データとを対応させた温度テーブルデータに基づいて、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、各ゾーンの温度の目標値データを得る工程と、前記各ゾーンの温度の目標値データに従って前記加熱手段を制御する工程と、を更に備える。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の一実施の形態に係る熱処理装置の全体概略構造を示す斜視図である。

図２は、図１の熱処理装置の加熱炉周辺を示す縦断面図である。

図３は、図１の熱処理装置の制御系を示す説明図である。

図４は、バッチサイズとガス流量の目標値との関係を示すデータに成膜速度を重ねて表示したグラフである。

図５は、バッチサイズと各ゾーンの温度目標値とを対応させたデータを示す説明図である。

図６は、ウエハボート上のウエハの配置レイアウトの一例を示す説明図である。

図７は、本実施の形態の作用を説明するための工程図である。

図８は、本発明の他の実施の形態における制御系を示す説明図である。

図９は、従来の熱処理装置を示す概略斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明に係る熱処理装置の一実施の形態として、成膜処理を行う縦型熱処理装置が説明される。始めに、縦型熱処理装置の全体構成が、図１を参照しながら簡単に説明される。図１中、２０は装置の外装部をなす筐体、２１はキャリア搬入出部、２２はキャリア搬送機構、２３はキャリアストッカ、２４は受け渡しステージである。基板である半導体ウエハ（図１では省略している）を収納したキャリアＣがキャリア搬入出部２１に搬入されると、キャリア搬送機構２２によりキャリアＣは例えばキャリアストッカ２３に搬送されて一旦保管される。その後、キャリアＣは適時に受け渡しステージ２４へと搬送されるようになっている。また、ウエハローダ室２５内に設けられるウエハの移載手段３は、受け渡しステージ２４上のキャリアＣ内からウエハＷを取り出し、ボートエレベータ２６上に設けられる保持具であるウエハボート２７へと移載するように構成されている。また、ウエハボート２７は、ボートエレベータ２６により上昇し、加熱炉４内に搬入されるようになっている。

ここで、加熱炉４の周辺部位が、図２を用いて詳細に説明される。図２に示すように、加熱炉４は、例えば両端が開口している内管４１ａ及び上端が閉塞している外管４１ｂからなる例えば透明石英製の二重管構造の反応管４１を備えている。この反応管４１の周囲を囲むように、加熱手段として、例えば抵抗加熱体からなるヒータ５が設けられている。反応管４１内の熱処理雰囲気は、上下方向に複数のゾーンに分割されている。ヒータ５は、各ゾーン毎に別個に加熱制御を行うことができるように、各ゾーン毎（５ａ～５ｅ）に分割して設けられている。これらゾーンヒータ５ａ～５ｅは、夫々、温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）からの制御信号により温度がコントロールされるように構成されている。

また内管４１ａ及び外管４１ｂの下部側は、筒状のマニホールド４２により支

持されている。このマニホールド４２には、内管４１ａの内側の下部領域において供給口が開口するように、複数のガス供給管６が接続されている。図２では、便宜上、２本のガス供給管６（６１、６２）が示されている。これらガス供給管６１、６２には、それぞれ、バルブＶＡ１、ＶＡ２、例えばマスフローコントローラからなる流量調整部６３、６４、及び、バルブＶＢ１、ＶＢ２を介して、ガス供給源６５、６６が接続されている。この例では、ガス供給源６５、６６は、夫々、処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの供給源である。

更に、マニホールド４２には、内管４１ａと外管４１ｂとの間からガスを排気するように、図示しない真空ポンプに一端側が接続された排気管４３が接続されている。この例では、内管４１ａ、外管４１ｂ及びマニホールド４２により反応容器が構成されている。マニホールド４２の下端開口部は、ボートエレベータ２６の上端部に設けられる蓋体４４により塞がれるようになっている。この蓋体４４とウエハボート２７との間には、例えば図示しない駆動部により回転自在に構成される回転台４５と、この回転台４５に支持された保温ユニット４６と、が介設されている。

この縦型熱処理装置は、制御部７を備えている。この制御部７は、温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）に制御信号である温度目標値に相当する信号を送ると共に、流量調整部６３、６４に制御信号である流量目標値に相当する信号を送るように構成されている。制御部７の構成が、図３を参照してより詳しく説明される。図３において、７０はバス、７１はＣＰＵ（中央処理部）、７２はプログラム格納部、７３はレシピ収納部、７４は入力部である。プログラム格納部７２内には、後述の記憶部からデータを読み出すため及び演算などを行うためのプログラムが格納されている。この例では、ＣＰＵ７１及びプログラム格納部７２が、後述のデータを読み出して制御信号を作成するための処理手段（制御手段）を構成している。レシピ格納部７３内には、例えば成膜すべき薄膜の種類などの種別毎に、ヒータ５の温度調整、ガス供給管６のバルブＶＡ１などのオン・オフ調整、圧力調整などの処理手順が記載されたレシピが格納されている。入力部７４は、オペレータにより操作される操作パネル及びキーボードなどを有する。レシピの選択などが、入力部７４を介して行われる。

また図３中において、７５はバッチサイズ－流量の関係データを記憶する第１の記憶部である。バッチサイズとは、１バッチの熱処理時にウエハボートに保持される製品ウエハの枚数を意味する。ここでいう流量とは、流量パラメーターの一例であり、処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの合計流量である。そして、バッチサイズ－流量の関係データとは、バッチサイズ毎にそのバッチサイズに適したガス流量が記載されたテーブルデータである。例えば、製品ウエハの枚数が２５枚の時に満載状態となる場合には、１枚から２５枚までの各枚数に適したガス流量が記載される。そのデータは、例えば図４のグラフ（ａ）に基づいて作成される。

このグラフ（ａ）では、バッチサイズが３枚、６枚、１０枚、１３枚、１７枚、２２枚、２５枚の７通りに設定され、各バッチサイズにおいてジクロルシランガス及びアンモニアガスの流量比が一定にされる一方で合計流量が調整され、熱処理によって成膜された窒化シリコン膜の膜厚が測定され、その膜厚を熱処理時間で割り算して成膜速度が求められ、各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量がプロットされている。図４には、各バッチサイズにおける成膜速度がグラフ（ｂ）として記載してある。これにより、グラフ（ａ）のように設定することにより、成膜速度が各バッチ間で揃えられることが理解される。例えばバッチサイズが１０つまり１０枚処理の時には、流量を１２０ｓｃｃｍとすることで目標の成膜速度が達成され得る。

ここで、各バッチサイズにおける膜厚の値は、製品ウエハが配置されるべき領域に配置された１枚の試験用のウエハについて求められた例えば平均膜厚である。また、各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量とは、例えば各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が０．０５ｎｍ／分以内となる合計流量である。本発明者は成膜速度のばらつきがこの範囲内に収まっていれば、各バッチサイズで成膜された薄膜の膜質は均一である、つまり、バッチ間の薄膜の膜質は均一である、と考えている。実際に、ＳＥＭ（電子走査顕微鏡）により膜質を確認したところ、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が０．０５ｎｍ／分以内であれば、膜質は同等であった。

図４には７点のデータしかないが、上述の第１の記憶部７５内に記憶されてい

るバッチサイズー流量の関係データには、図４のグラフ（ｂ）を補間することにより、各バッチサイズのデータが求められて入力されている。なお前記グラフ（ｂ）が第１の記憶部７５内に格納されて、このグラフが補間されて出力されてもよい。

なお、図４のグラフは、実際には種々の熱処理温度毎に作成される。それに基づいて、種々の熱処理温度毎にバッチサイズーガス流量の関係データが作成され、前記第１の記憶部７５内に記憶される。

本発明では、既述のように、バッチサイズ毎に設定された流量で熱処理を行うことにより、各バッチ間の成膜速度が揃えられ得る。しかし、成膜速度に若干のばらつきが残存する場合には、バッチサイズによっては、各ゾーン１～５における温度目標値を微妙に変えることが好ましい。そこで、この例では、制御部７に、バッチサイズー温度の関係データを記憶する第２の記憶部７６が設けられている。バッチサイズー温度の関係データとは、バッチサイズと反応容器内の各ゾーン１～５の温度の目標値とを対応させたデータである。例えば、図５に示すように、各バッチサイズ毎に各ゾーン１～５の温度目標値が記載されたテーブルデータである。「Ｌ」はバッチサイズつまり１バッチにおける製品ウエハの枚数を表している。便宜上、製品ウエハの枚数が３枚（Ｌ＝３）、１３枚（Ｌ＝１３）、２５枚（Ｌ＝２５）の場合についての具体的な温度目標値が記載されているが、実際には、１枚～２５枚の各々の場合についての数値が記載されている。ゾーン１～５とは、夫々ゾーンヒータ５ａ～５ｅにより加熱制御される領域である。この例では、中央のゾーン３の温度目標値はいずれのバッチサイズにおいても同じ値としている。例えば、ウエハWの熱処理温度（プロセス温度）が設定されたとき、製品ウエハ群の並びの中央に位置する製品ウエハの温度がその熱処理温度になるように制御される。互いに異なるバッチサイズ間で成膜速度を揃える本実施例では、製品ウエハ群の中央の温度目標値は動かさないで、上下のゾーンの温度目標値を微妙に変更して、いわば温度勾配を微妙に調整しているといえる。

ところで、各バッチサイズにおける成膜速度を示す図４のグラフ（ｂ）は、バッチサイズー流量の関係データと前記バッチサイズー温度の関係データとに基づく加熱制御の結果得られたものである。しかし、本発明は、各バッチサイズの間

で流量を調整することにより成膜速度の均一性が確保できるのであれば、各ゾーン１～５の温度目標値をバッチサイズの間で調整しなくても、つまり、バッチサイズー温度の関係データを用いなくともよい。また、バッチサイズー温度の関係データは、全てのバッチサイズについて作成されていなくてもよい。例えば、特定のバッチサイズ例えば既述の７通りのバッチサイズのみについて各ゾーン１～５の温度目標値が記載され得る。この場合、その他のバッチサイズにおける各ゾーン１～５の温度目標値については、これらのデータから補間して求められ得る。

更に、制御部７は、ウエハ配置レイアウト決定部７７を備えている。このウエハ配置レイアウト決定部７７は、各バッチサイズにおいてどのようにして製品基板の配置レイアウトを決めるかというアルゴリズムが記載された記憶部である。例えば、２５枚の製品ウエハにより満載になる場合には、ウエハボート２７は、通常２９段の保持溝（スロット）を有している。前記アルゴリズムによれば、最上段を１段目とすると１５段目を中心にして製品ウエハＰＷが配置され、製品ウエハＰＷの上下にモニターウエハMWが配置され、更にそれらの上下にダミーウエハＤＷが配置される。図６に、バッチサイズが３（Ｌ＝３）及び２５（Ｌ＝２５）の場合のウエハの配置レイアウトが示されている。図６中の＜　＞はウエハボート２７の段数を示している。図６の例は、製品枚数が奇数の場合である。製品枚数が偶数の場合には、例えば１５段目を基準にして下側の枚数が上側よりも多くなるようにウエハの配置レイアウトが決められる。ダミーウエハＤＷは、製品ウエハＰＷの配置領域の温度制御を行いやすくするために配置される。モニタウエハMWは、そのバッチ処理によって製品ウエハＰＷに成膜される薄膜を評価するために配置される。

図３に戻ると、制御部７には、カウンタ８１、図１に記載されたウエハWの移載手段３、温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）及び流量調整部６５、６６が接続されている。カウンタ８１は、例えば、キャリア搬入出部２１に設けられる反射型光センサー等からなる図示しないマッピングセンサーからの信号に基づいて、キャリア搬入出部２１上のキャリアＣ内の製品ウエハの枚数をカウントする。制御部７は、各キャリアＣについて、キャリアストッカ２３内のどの位置に置き、どのタイミングで熱処理を行うかを把握している。従って、キャリア搬入

出部２１に搬入された時点での各キャリアＣ内の製品ウエハの枚数がカウントされれば、各バッチ処理で熱処理される製品ウエハの枚数を把握できる。但し実際には、前工程の制御部あるいは上位コンピュータから何枚の製品ウエハの入ったキャリアＣが搬入されるかという情報が縦型熱処理装置に送られるので、マッピングセンサーによるウエハのカウントを行わなくても、各キャリアＣ内のウエハの枚数は把握できる。もっとも、ウエハのカウントと伝達される情報との両方を用いる方が確実性が高い。なお、オペレータが入力部７４を介してバッチサイズを入力することもできる。

次に、図７に示す工程図を参照しながら、本実施の形態の作用について説明を行う。先ず、外部からキャリアＣがキャリア搬入出部２１に搬入される（ステップＳ１）。次に、処理種別に応じて、入力部７４を介してレシピ選択部７３の中から対応するレシピが選択される（ステップＳ２）。そして、例えば既述のようにして、キャリアＣ内の製品ウエハＰＷの枚数がカウンタ７８によりカウントされ、制御部７内にその枚数情報が取り込まれる。この枚数情報に基づいて、これから行おうとする熱処理のバッチサイズが把握される（ステップＳ３）。ＣＰＵ７１は、プログラム格納部７２内のプログラムに従って、第１の記憶部７５内のバッチサイズ－流量の関係データを参照して当該バッチサイズに対応する処理ガスの流量を求めると共に、第２の記憶部７６内のバッチサイズ－温度の関係データを参照して当該バッチサイズに対応する温度勾配（各ゾーン１～５の温度目標値）を求める（ステップＳ４）。

更に、ウエハ配置決定部７７は、当該バッチサイズに対応する製品ウエハ、ダミーウエハ及びモニタウエハの配置レイアウトを決定する（ステップＳ５）。ＣＰＵ７１は、プログラム格納部７２内のプログラムに従って、決定された配置レイアウトとなるように図示しないコントローラに制御信号を出力して移載手段３を制御する。これにより、ウエハＷがウエハボート２７に移載される（ステップＳ６）。その後、ウエハボート２７はボートエレベータ２６により反応容器内に搬入される。そして、所定の圧力及び温度下で処理ガス供給管６（６１、６２）から夫々ジクロルシラン及びアンモニアガスが反応容器内に供給され、ウエハＷに対して熱処理が行われてシリコン窒化膜が成膜される（ステップＳ７）。即ち、

熱処理は、選択されたレシピに記載されたステップ及びパラメータ値に基づいて行われる。従って、処理ガスの流量については、流量調整部６５、６６に制御信号が出力されてバッチサイズに応じた流量となるように流量が調整され、またこの例では、各ゾーン１～５の温度目標値についても、温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）に制御信号が出力されてバッチサイズに応じた温度となるようにヒータ５（５ａ～５ｅ）の温度が制御される。そして、所定時間の熱処理が行われた後、ウエハボート２７が反応容器内から搬出される（ステップＳ８）。

上記実施の形態によれば、常にウエハボート２７にウエハWを満載した状態で熱処理を行うのではなく、１バッチで処理しようとする製品ウエハの枚数に応じた処理ガスの流量パラメータ（この例では合計流量の目標値）に従って熱処理が行われる。従って、満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができる。また、スループットの低下も抑えられる。

そして流量パラメータの目標値は、１バッチで処理しようとする製品ウエハの枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められているので、１バッチで処理される製品基板枚数に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。即ち、流量の変更により膜質の変化が懸念されるが、成膜速度を保存した上で流量を変更することにより、膜質が保存されると考えられる。もう少し詳しく言うと、成膜速度は、ウエハの温度とウエハ近傍のガス環境で決まる。従って、流量を変更しても同じ温度下において成膜速度が同じであるということは、ウエハ近傍のガス環境が同じであるということである。そして、ウエハの温度とガス環境とが同じであれば、成膜される薄膜の膜質も一定であると考えられる。このため、デバイスの回路パターンが微細化して薄膜化が進んでも、デバイスの特性のばらつきを抑えることが可能である。

また、前記合計流量における単位流量あたりの膜厚、すなわち感度係数（ｎｍ／ｓｃｃｍ）、が予め求められて、熱処理後のモニタウエハについての膜厚が測定され、その膜厚が許容される膜厚から外れているときには膜厚差を感度係数で割り算して相当する流量の増減分が求められ、その増減分だけ流量が調整されてもよい。このことは、前記合計流量における単位流量あたりの成膜速度（感度係数）が予め求められて、得られた薄膜についての成膜速度が許容成膜速度から外

れているときにその差と感度係数とに基づいて流量が修正されることと実質同じである。

図８は、このような手法を実施するための制御部７の構成を一例を示している。図７において、流量パラメータ修正部７９は、前記感度係数と、入力された膜厚測定値と許容膜厚値との差分と、に基づいて流量を修正する部位である。流量が修正された後は、その修正後の流量で熱処理が行われる。また、図８に示すように、制御部７に膜厚測定部８からの膜厚測定値がオンラインで入力されることが好ましい。この場合、膜厚測定値と予め決めておいた許容膜厚値との差を求める工程、感度係数に基づいて流量の修正分を求める工程、流量を修正する工程、が各々自動的に行われ得る。モニタウエハは、製品ウエハと同等の薄膜が成膜されているであろうと考えられる。従って、モニタウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正するということは、製品ウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正することと同等である。なお、モニタウエハの代わりに製品ウエハについての膜厚に基づいて流量を修正してもよい。

以上において、流量パラメータとは、例えば２種類の成膜ガスが使用される場合には、それらのガスの流量比を一定にした合計流量に限定されるものではない。例えば、流量パラメータは合計流量を一定にした流量比、あるいは、流量比及び合計流量の両方であり得る。更には、キャリアガスが使用される場合には、流量パラメータはキャリアガスと成膜ガスとの流量比であってもよいし、キャリアガスの流量を一定にしたときの複数種類の成膜ガスの流量比などであってもよい。

なお、本発明は、ＣＶＤなどにより薄膜を形成する処理に限らず、例えばシリコン膜を酸化して酸化膜を形成する場合にも適用できる。

請 求 の 範 囲

１．　複数の基板を保持する保持具と、

前記保持具が搬入される反応容器と、

前記反応容器に処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、

前記処理ガスの供給時に前記反応容器を加熱して基板に成膜処理を施す加熱機構と、

１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとを対応させた流量パラメータテーブルデータを記憶する流量パラメータテーブルデータ記憶部と、

１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記流量パラメータテーブルデータ記憶部に記憶された流量パラメータテーブルデータに基づいて、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データを得ると共に、当該目標値データに従って前記処理ガス供給機構を制御する制御手段と、

を備え、

前記流量パラメータの目標値データは、処理が予定される基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められている

ことを特徴とする熱処理装置。

２．　各バッチ処理で基板に成膜される薄膜についての平均膜厚を処理時間で割った値の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分である

ことを特徴とする請求項１に記載の熱処理装置。

３．　前記流量パラメータは、前記処理ガスの流量である

ことを特徴とする請求項１または２に記載の熱処理装置。

４．　前記処理ガス供給機構は、前記反応容器に複数種の処理ガスを供給するようになっており、

前記流量パラメータは、複数種の処理ガスの合計流量及び流量比の少なくとも

一方である
ことを特徴とする請求項１または２に記載の熱処理装置。

５． 前記流量パラメータテーブルデータは、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとの関係を示す実験データに基づいて作成されている
ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の熱処理装置。

６． 前記流量パラメータテーブルデータは、１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとの関係を示す実験データを補間することによって作成されている
ことを特徴とする請求項５に記載の熱処理装置。

７． 前記加熱機構は、反応容器内の複数のゾーンに対応する複数の加熱手段を有しており、
１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと各ゾーンの温度の目標値データとを対応させた温度テーブルデータを記憶する温度テーブルデータ記憶部が設けられ、
前記制御手段は、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記温度テーブルデータ記憶部に記憶された温度テーブルデータに基づいて、各ゾーンの温度の目標値データを得ると共に、当該目標値データに従って前記加熱手段を制御するようになっている
ことを特徴とする請求項１乃至６のいずれかに記載の熱処理装置。

８． １バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記保持具における基板の配置レイアウトデータとを対応させた配置レイアウトテーブルデータを記憶する配置レイアウトテーブルデータ記憶部が設けられ、
前記制御手段は、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記配置レイアウトテーブルデータ記憶部に記憶された配置レイアウトテーブル

データに基づいて、配置レイアウトデータを得ると共に、当該配置レイアウトデータに従って前記基板を保持具に保持させるようになっている
ことを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の熱処理装置。

９．　前記成膜速度が所定の許容範囲から外れている時に、当該成膜速度と予め求められた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段
が設けられたことを特徴とする請求項１乃至８のいずれかに記載の熱処理装置。

１０．　複数の基板を保持する保持具と、
前記保持具が搬入される反応容器と、
前記反応容器に処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、
前記処理ガスの供給時に前記反応容器を加熱して基板に成膜処理を施す加熱機構と、
を備えた熱処理装置を用いた熱処理方法であって、
１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと前記処理ガスの流量パラメータの目標値データとを対応させた流量パラメータテーブルデータに基づいて、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、前記処理ガスの流量パラメータの目標値データを得る工程と、
前記処理ガスの流量パラメータの目標値データに従って前記処理ガス供給機構を制御する工程と、
を備え、
前記流量パラメータの目標値データは、処理が予定される基板の枚数が互いに異なるバッチ処理間で成膜速度が揃うように決められている
ことを特徴とする熱処理方法。

１１．　各バッチ処理で基板に成膜される薄膜についての平均膜厚を処理時間で割った値の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分である
ことを特徴とする請求項１０に記載の熱処理方法。

１２．　前記加熱機構は、反応容器内の複数のゾーンに対応する複数の加熱手段を有しており、

１バッチ処理で処理が予定される基板の枚数データと各ゾーンの温度の目標値データとを対応させた温度テーブルデータに基づいて、１バッチ処理で処理が予定される基板の実際の枚数に応じて、各ゾーンの温度の目標値データを得る工程と、

前記各ゾーンの温度の目標値データに従って前記加熱手段を制御する工程と、を更に備えたことを特徴とする請求項１０または１１に記載の熱処理装置。

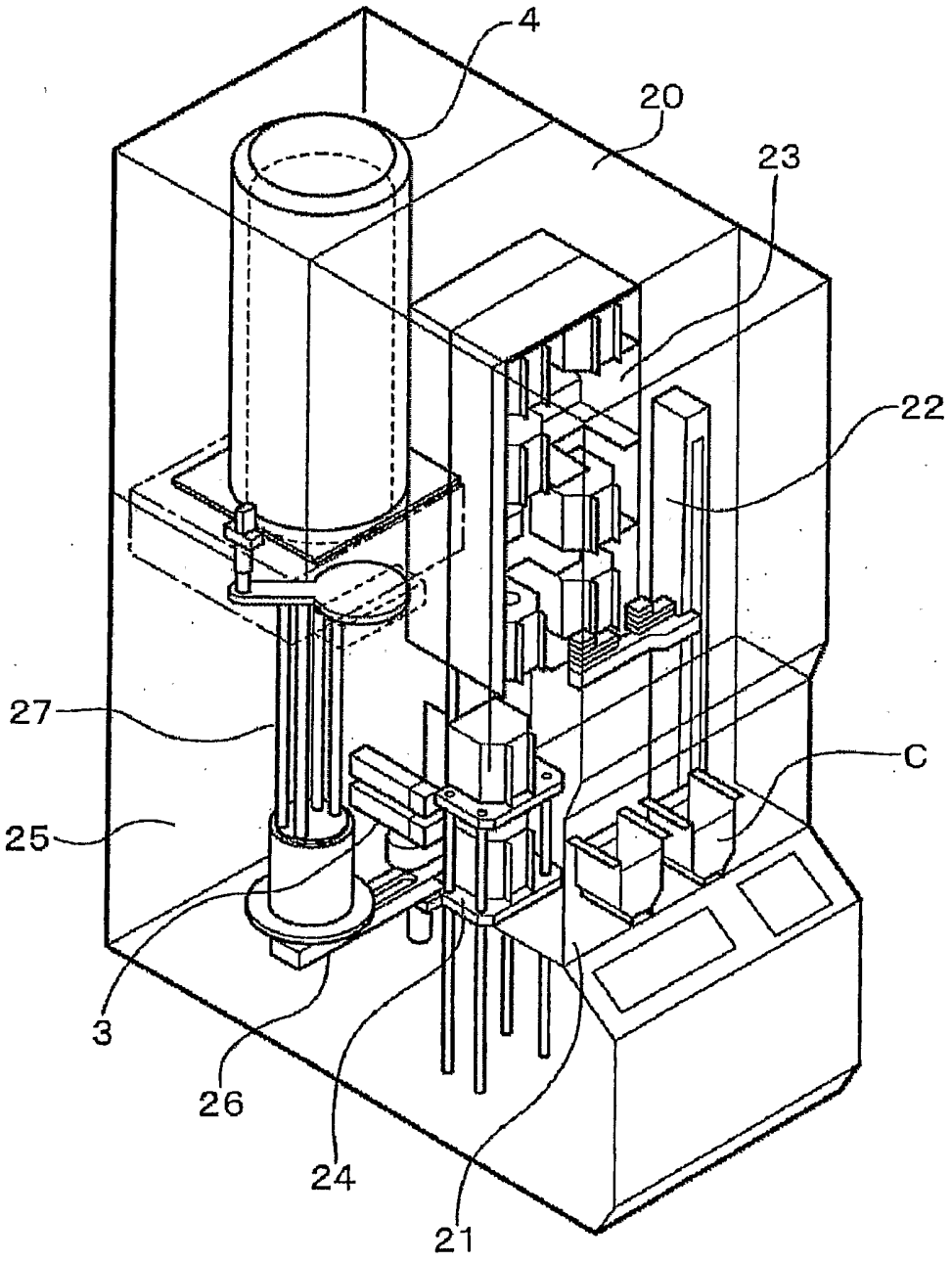


FIG. 1

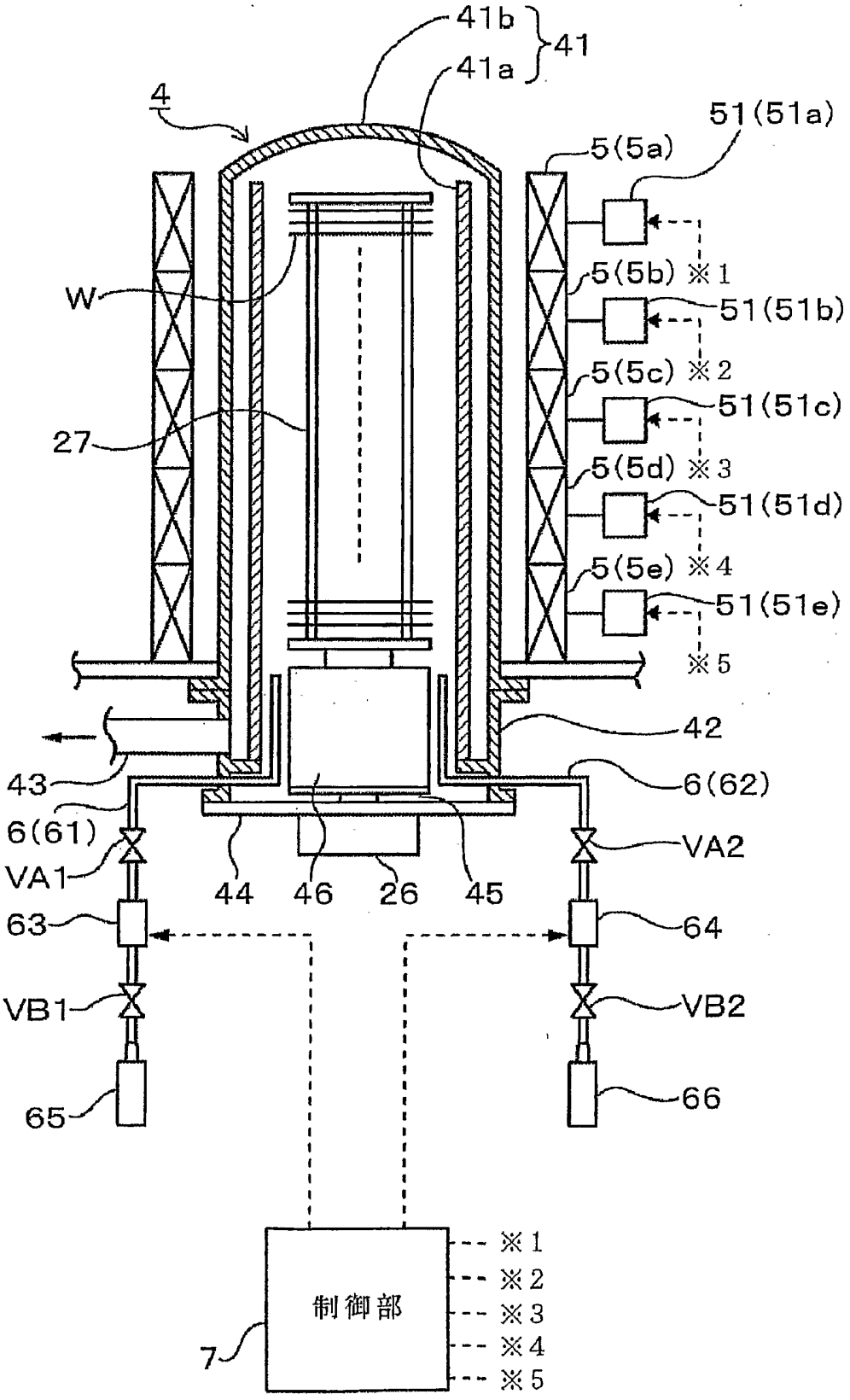

41b
41a
41
4
51(51a)
5(5a)
W
5(5b) ※1
51(51b)
5(5c) ※2
51(51c)
27
5(5d) ※3
51(51d)
5(5e) ※4
51(51e)
※5
42
43
6(62)
6(61)
VA2
VA1
44
46
26
45
63
64
VB1
VB2
65
66
制御部
7
※1
※2
※3
※4
※5

FIG. 2

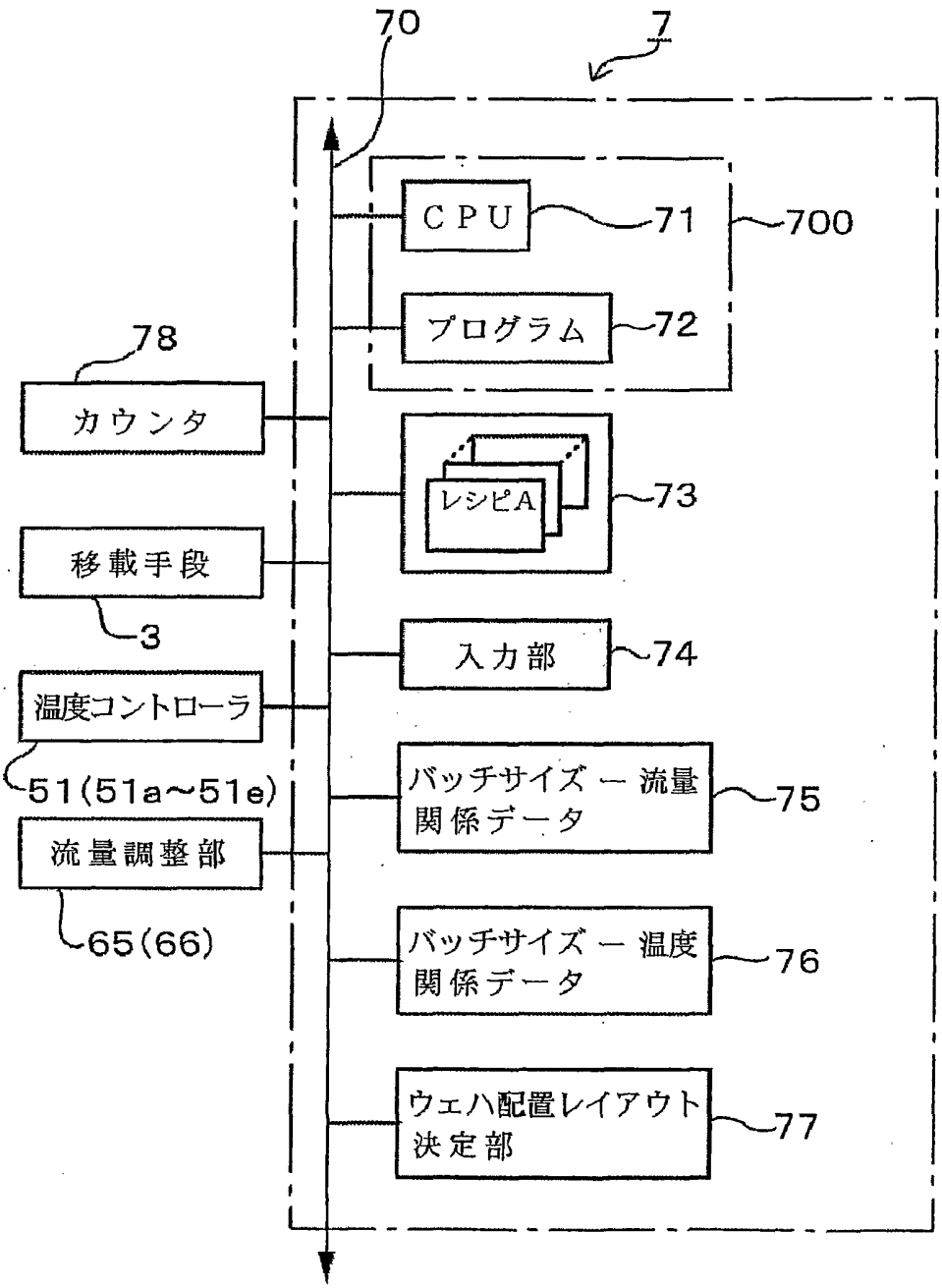

70
7
CPU
71
700
プログラム
72
78
カウンタ
レシピA
73
移載手段
3
入力部
74
温度コントローラ
51(51a~51e)
バッチサイズ－流量関係データ
75
流量調整部
65(66)
バッチサイズ－温度関係データ
76
ウェハ配置レイアウト決定部
77

FIG. 3

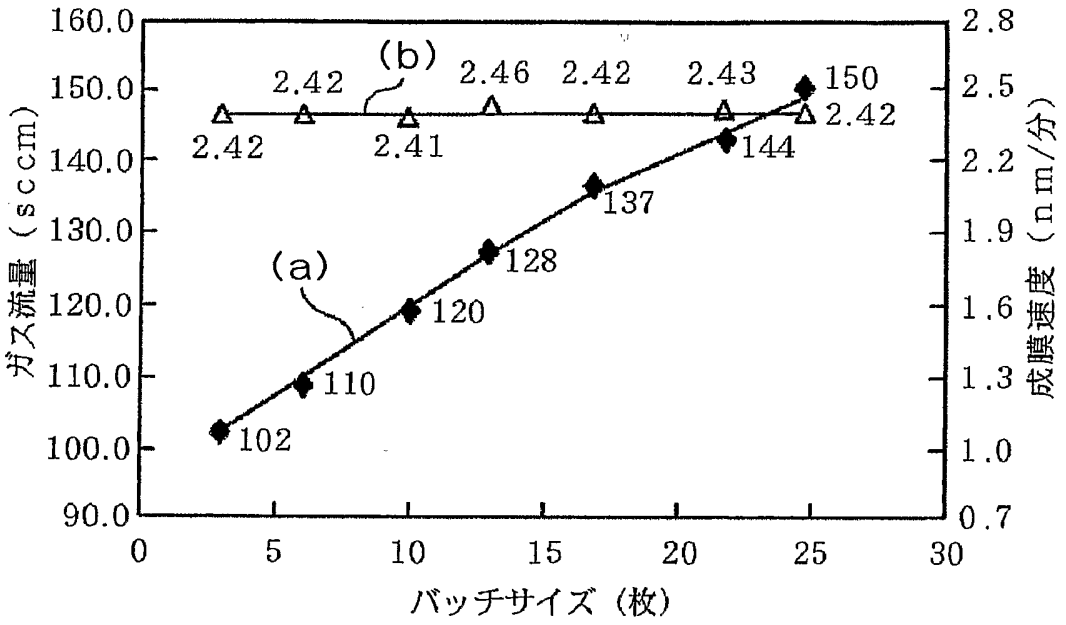

160.0
150.0
140.0
130.0
120.0
110.0
100.0
90.0
2.8
2.5
2.2
1.9
1.6
1.3
1.0
0.7
0
5
10
15
20
25
30
ガス流量（sccm）
成膜速度（nm/分）
バッチサイズ（枚）
(a)
(b)
102
110
120
128
137
144
150
2.42
2.41
2.46
2.42
2.43
2.42
2.42

FIG. 4

	L=	L=3	-------	L=13	-------	L=25
ゾーン1		630	-------	630	-------	630
ゾーン2		617	-------	616	-------	615
ゾーン3		620	-------	620	-------	620
ゾーン4		617	-------	615	-------	614
ゾーン5		619	-------	619	-------	619

FIG. 5

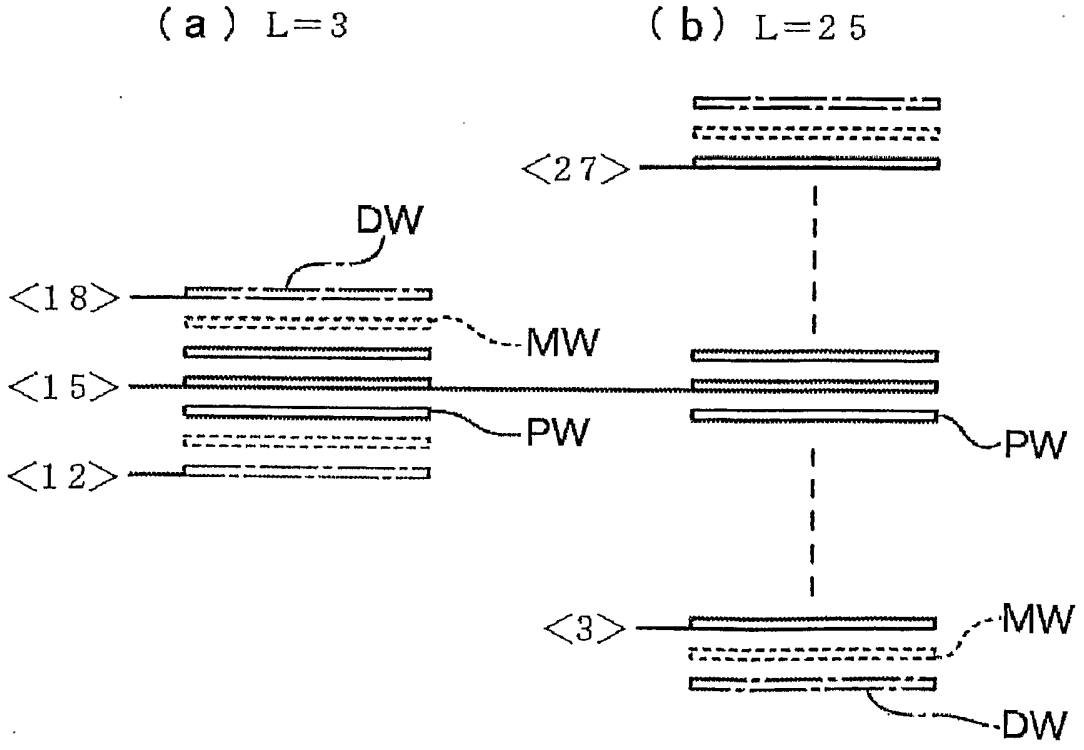


FIG. 6

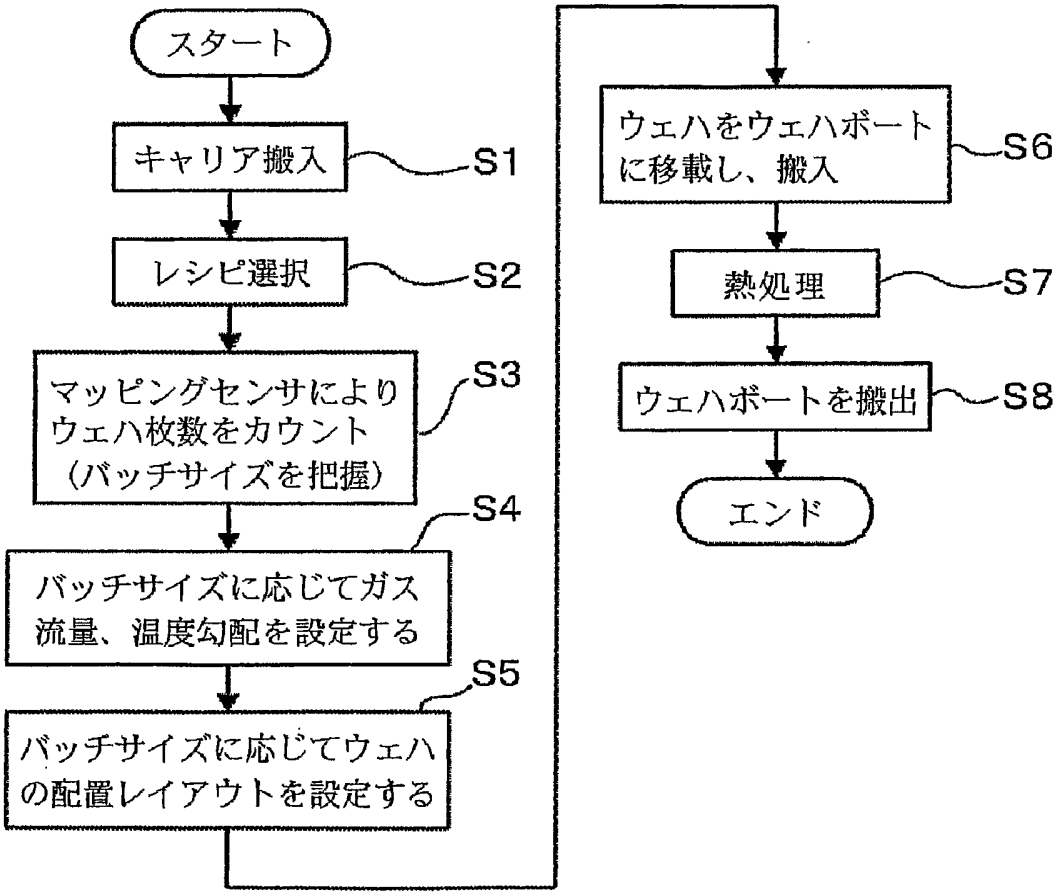

スタート
キャリア搬入
S1
レシピ選択
S2
マッピングセンサにより
ウェハ枚数をカウント
（バッチサイズを把握）
S3
バッチサイズに応じてガス
流量、温度勾配を設定する
S4
バッチサイズに応じてウェハ
の配置レイアウトを設定する
S5
ウェハをウェハボート
に移載し、搬入
S6
熱処理
S7
ウェハボートを搬出
S8
エンド

FIG. 7

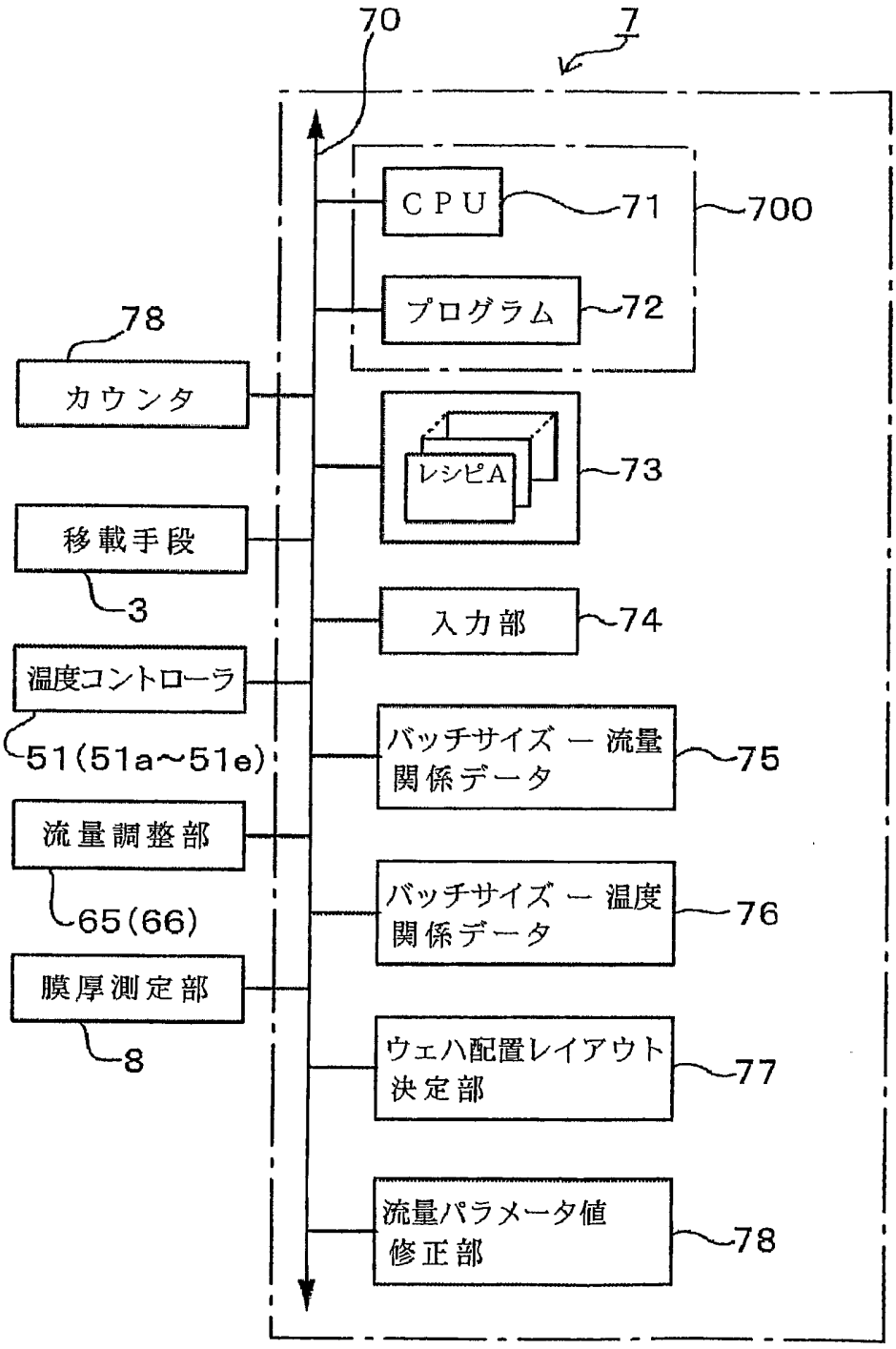

70
7
CPU
71
700
プログラム
72
78
カウンタ
レシピA
73
移載手段
3
入力部
74
温度コントローラ
51(51a~51e)
バッチサイズ－流量関係データ
75
流量調整部
65(66)
バッチサイズ－温度関係データ
76
膜厚測定部
8
ウェハ配置レイアウト決定部
77
流量パラメータ値修正部
78

FIG. 8

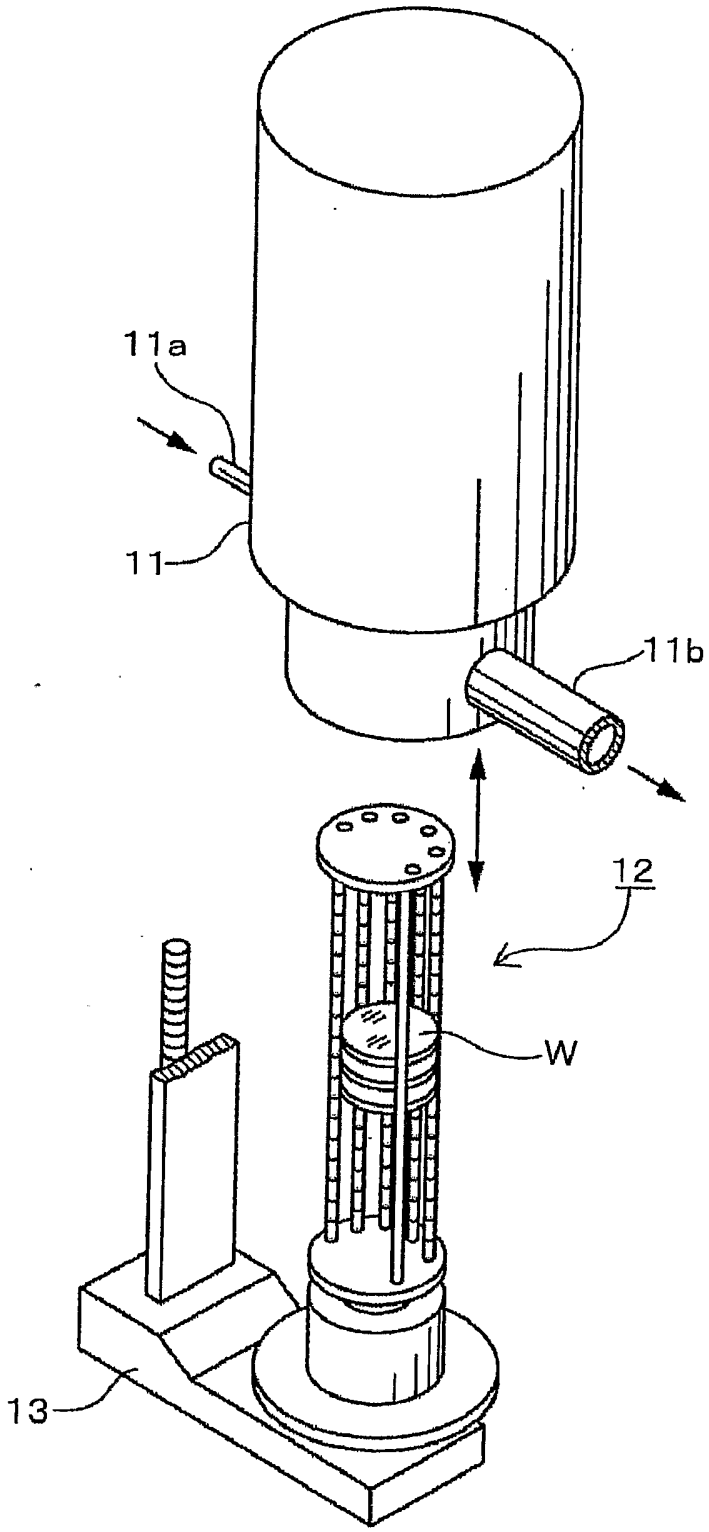


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/13849

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H01L21/205, C23C16/52

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[7] H01L21/205, C23C16/52

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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.
X	JP 2001-144019 A (TOKYO ELECTRON LTD.), 25 May, 2001 (25.05.01), Par. Nos. [0008] to [0029] (Family: none)	1-12
X	US 6306764 B1 (TOKYO ELECTRON LTD.), 23 October, 2001 (23.10.01), Column 4, line 13 to column 9, line 26; Figs. 1, 3, 4A, 4B & JP 2000-340554 A	1-12
A	JP 2002-270579 A (Hitachi, Ltd.), 20 September, 2002 (20.09.02), Par. Nos. [0011] to [0019] (Family: none)	1-12

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)	10 February, 2004 (10.02.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/13849

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2003-77782 A (Toshiba Corp.), 14 March, 2003 (14.03.03), Par. Nos. [0009] to [0063] (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／１３８４９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷ Ｈ０１Ｌ２１／２０５，Ｃ２３Ｃ１６／５２

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．Ｃｌ⁷ Ｈ０１Ｌ２１／２０５，Ｃ２３Ｃ１６／５２

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　１９７１－２００４年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２００４年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２００４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	関連する請求の範囲の番号
Ｘ	ＪＰ　２００１－１４４０１９　Ａ（東京エレクトロン株式会社） 2001.05.25 【０００８】－【００２９】 （ファミリーなし）	１－１２
Ｘ	ＵＳ　６３０６７６４　Ｂ１（TOKYO ELECTRON LIMITED） 2001.10.23 第４欄第１３行－第９欄第２６行、FIG.1、FIG.3、FIG.4A、fig.4B ＆ＪＰ　２０００－３４０５５４　Ａ	１－１２

☒ 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
「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の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
２７．０１．２００４

国際調査報告の発送日
10.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｒ　９１６９
今井　拓也

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６９

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	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２００２－２７０５７９　Ａ（株式会社日立製作所） 2002.09.20 【００１１】－【００１９】 （ファミリーなし）	１－１２
ＰＸ	ＪＰ　２００３－７７７８２　Ａ（株式会社東芝） 2003.03.14 【０００９】－【００６３】 （ファミリーなし）	１－１２