(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3 月11 日 (11.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/021418 A1

(51) 国際特許分類[7]: H01L 21/027, G03F 7/20, F24F 3/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010757

(22) 国際出願日: 2003 年8 月26 日 (26.08.2003)

(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2002-250179 2002 年8 月29 日 (29.08.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都 千代田区 丸の内三丁目２番３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): 荒井 大 (ARAI,Dai) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都 千代田区 丸の内三丁目２番３号 株式会社ニコン 知的財産部内 Tokyo (JP). 吉田 友之 (YOSHIDA,Tomoyuki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都 千代田区 丸の内三丁目２番３号 株式会社ニコン 知的財産部内 Tokyo (JP).

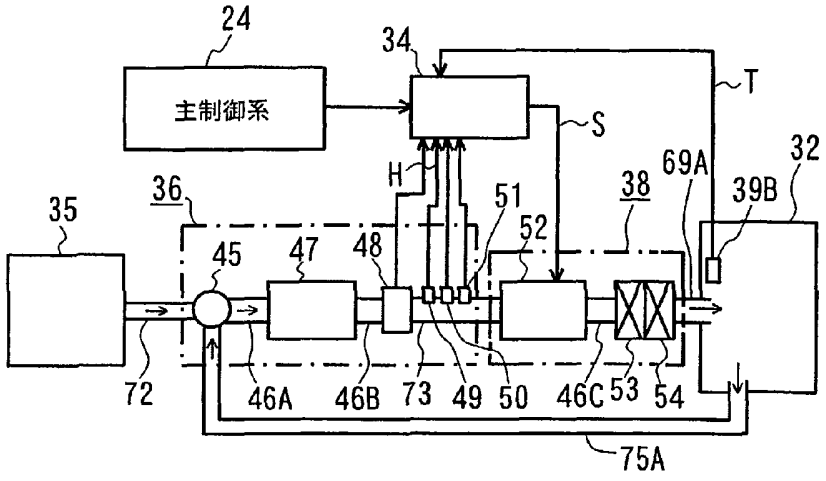
(74) 代理人: 大森 聡 (OMORI,Satoshi); 〒214-0014 神奈川県 川崎市 多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,

[続葉有]

(54) Title: TEMPERATURE CONTROL METHOD AND DEVICE, AND EXPOSURE METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 温度制御方法及び装置、並びに露光方法及び装置



24...MAIN CONTROL SYSTEM

(57) Abstract: A technique of controlling temperature with high precision even if a device thermally variable by the state of a temperature-controlled fluid is used, and an exposure technique are disclosed. The gas collected from a reticle chamber (32) the temperature of which is controlled and a high-purity purging gas from a gas supply source (35) are mixed in a mixing unit (45). The mixed gas is cooled by a refrigerating machine (47), and the humidity is measured by a humidity sensor (49). After the measurement, the gas is supplied to the reticle chamber (32) through a heater (52), a chemical filter (53) absorbing/generating heat depending on humidity, and a dust-removal filter (54). The amount of heat added to the gas by the heater (52) is controlled according to information on temperature given by a temperature sensor (39B) in the reticle chamber (32) and information on humidity given by the humidity sensor (49).

(57) 要約: 温度制御された流体を用いる場合に、流体の状態によって熱変動を起こすような装置が使用されていても高い温度制御精度の得られる温度制御技術及び露光技術である。温度制御対象のレチクル

[続葉有]

WO 2004/021418 A1

NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 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), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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。

室（３２）から回収した気体と、気体供給源（３５）からの高純度のパージガスとを混合部（４５）で混合し、混合された気体の温度を冷凍機（４７）で下げた後、湿度センサ（４９）でその湿度を計測する。計測後の気体を加熱機（５２）、湿度に応じて吸発熱のあるケミカルフィルタ（５３）、及び防塵フィルタ（５４）を介してレチクル室（３２）に供給する。レチクル室（３２）内の温度センサ（３９Ｂ）による温度情報と湿度センサ（４９）による湿度情報とに基づいて加熱機（５２）でのその気体の加熱量を制御する。

明 細 書

温度制御方法及び装置、並びに露光方法及び装置

技術分野

本発明は、所定空間内の温度を制御するための温度制御技術に関し、例えば半導体素子、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子、又は薄膜磁気ヘッド等の各種デバイスを製造するためのリソグラフィ工程で使用される露光装置又はその一部の機構が収納される気密室（チャンバ等）内の温度を制御する場合に使用して好適なものである。更に本発明は、その温度制御技術を用いる露光技術及びデバイス製造技術に関する。

背景技術

例えば半導体素子を製造する際に、マスクとしてのレチクルに形成されたパターンを基板としての感光材料が塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写するために露光装置が使用されている。露光装置においては、パターンをウエハ上の各レイヤに高精度に転写するとともに、異なるレイヤ間の重ね合わせ精度を高く維持するために、露光装置の設置されている環境（雰囲気）の温度を目標温度に対して許容範囲内で合わせた状態で露光を行う必要がある。そのため、従来より露光装置は、塵や不純物が除去されるとともに高精度に温度制御された気体が循環している環境チャンバ内に設置されていた。

従来は、環境チャンバ内の温度を制御するために、その環境チャンバを循環して回収された気体と外部から取り込まれた気体とを混合した気体の温度を温度制御部で制御し、その温度制御された気体を防塵フィルタを介してその環境チャンバ内に供給していた。この際に、その環境チャンバ内に設置された温度センサの計測値をその温度制御部にフィードバックすることによって、環境チャンバ内に供給される気体の温度が目標温度になるようにしていた。

上記の如く従来の露光装置では、外部から取り入れる気体及び環境チャンバを循環して回収された気体の状態（圧力、湿度等）に関わらず、環境チャンバ内に

設置された温度センサからの計測値のみを温度制御部にフィードバックして、気体の温度を制御していた。

最近は環境チャンバ内の防塵性をより高めることも求められており、それに応じて防塵フィルタとして微粒子を物理的に除去するためのフィルタ（ＨＥＰＡフィルタなど）だけでなく、有機系ガスなどを化学的に除去するためのケミカルフィルタも使用されるようになって来ている。しかしながら、従来のように単に環境チャンバ内の温度の計測値のみを温度制御部にフィードバックする構成で、気体の流通経路にケミカルフィルタを設置すると、環境チャンバ内の気体の温度が変動し易くなり、温度制御精度が低下するという不都合があった。

その温度制御精度の低下要因の一つは、ケミカルフィルタは、それを通過する気体の湿度の高低によって僅かに発熱又は吸熱を起こすことであることが、本発明者によって確かめられた。今後、半導体素子の集積度や微細度が更に向上するのに応じて、環境チャンバ内の温度の制御精度も高める必要があるが、従来の温度制御方式のもとでケミカルフィルタを用いた場合には、必要な制御精度を達成できなくなる恐れがある。

更に、ケミカルフィルタ以外にも、各種センサなどで気体の湿度や圧力などの状態によってそれに接触する気体の温度に影響を与える装置が使用される場合には、同様に必要な温度制御精度が得られなくなる恐れがある。

これに関して、最近は、解像度をより高めるために、露光光の波長はＫｒＦエキシマレーザ（波長２４８ｎｍ）からほぼ真空紫外域のＡｒＦエキシマレーザ（波長１９３ｎｍ）に移行しつつあり、更に短波長のF_2レーザ（波長１５７ｎｍ）の使用も試みられている。このように露光光を短波長化すると、空気中の酸素及び空気に含まれる有機ガスなどの不純物による吸収が大きくなるため、露光光に対する透過率を高めるために、露光光の光路に不純物が高度に除去されるとともに短波長の光に対して吸収の少ない窒素ガスや希ガス（ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン）などの気体（以下、「パージガス」と言う。）を供給することが望ましい。このように露光光の光路にパージガスを供給する場合には、露光光の光路を例えば照明光学系のサブチャンバ、レチクルステージ系を囲むレチクル室、投影光学系内の空間、及びウエハステージ系を囲

むウエハ室などの複数の気密室に分割し、複数の気密室にそれぞれ独立に温度制御されて高度に不純物が除去されたパージガスを供給するシステムを使用することも検討されている。このようなパージガスの供給システムにおいても、ケミカルフィルタのように気体の状態によって熱変動を起こすような装置が使用される場合には、単に気密室内の温度をフィードバックする方式に比べて、より高精度に温度制御を行うことができる方式が必要になる。

発明の開示

本発明は斯かる点に鑑み、温度制御された気体を用いて所定の空間の温度制御を行う場合に、温度制御精度を高めることができる温度制御技術及び露光技術を提供することを第１の目的とする。

更に本発明は、温度制御された気体を用いる場合に、気体の状態によって熱変動を起こすような装置が使用されていても高い温度制御精度の得られる温度制御技術及び露光技術を提供することを第２の目的とする。

本発明による温度制御方法は、所定の空間（３２）内の温度を、温度制御され、且つケミカルフィルタ（５３）を介した気体を用いて制御する温度制御方法において、その空間内の温度情報及びその気体の温度変化を生じさせる少なくとも一つ以上の物理量の情報に基づいてその気体の温度を制御して、その空間に供給するものであって、その物理量の情報は、そのケミカルフィルタに供給される気体の湿度に起因して生じるこのケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報を含むものである。

本発明によれば、上述の物理量の情報を用いることによって、その気体がその空間に供給される途中の経路（ケミカルフィルタ）における放熱量や吸熱量の予測が可能となる。その予測される放熱量や吸熱量の情報とその空間内の温度情報とを合わせて用いることで、その空間内の温度を例えば目標温度に対する許容範囲内に維持するためのその気体の最適な加熱量又は吸熱量を逐次設定することができる。この結果、その空間内の温度制御精度が向上する。

本発明において、その物理量の情報として更に、その気体の圧力及び流量のうちの少なくとも一つを用いることもできる。

また、そのケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報として、そのケミカルフィルタに供給される気体の湿度を含むことが望ましい。例えばそのケミカルフィルタが内部を通過する気体の湿度が高いと吸熱する場合、その湿度が高いときに予めその気体の温度を高くしておくことで、その空間内の温度制御精度が向上する。

また、その空間に供給するその気体の温度を制御するために、温度制御部に対してその物理量の情報をフィードフォワードすることが望ましい。その物理量の情報に応じて予めその気体の温度を調整しておくことで、その空間内の温度変動量が小さくなる。

また、その空間に供給するその気体の温度を制御するために、温度制御部に対してその空間内の温度情報をフィードバックすることが望ましい。これによって、その空間内の温度が目標値に設定される。

また、本発明による露光方法は、本発明の温度制御方法を用いる露光方法であって、露光ビームで第１物体（１３）を照明し、その露光ビームでその第１物体を介して第２物体（１９）を露光する露光装置のその露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（３１～３３，１８）、又はその空間に連通する空間の温度をその温度制御方法によって制御するものである。本発明によれば、その第１物体又はその第２物体の温度制御精度を向上できる。

次に、本発明による温度制御装置は、所定の空間（３２）内の温度を、温度制御され、且つケミカルフィルタ（５３）を介した気体を用いて制御する温度制御装置において、温度制御用の気体をその空間に供給する気体供給部（３５，４５，７５Ａ）と、その空間内の温度情報を検出する温度センサ（３９Ｂ）と、その気体の温度変化を生じさせる少なくとも一つ以上の物理量の情報を検出する物理量センサ（４９）と、その温度センサ及びその物理量センサの検出結果に基づいてその気体の温度を制御する温度制御部（５２）とを有し、その物理量の情報は、そのケミカルフィルタに供給される気体の湿度に起因して生じるこのケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報を含むものである。

本発明によれば、その温度センサの検出結果とともにその物理量センサの検出結果を用いることによって、その空間内の温度制御精度が向上する。例えばその

温度センサの検出結果をその温度制御部にフィードバックして、その物理量センサの検出結果をその温度制御部にフィードフォワードすることによって、その空間内の温度を目標値に高精度に維持できる。

本発明において、上述の物理量の情報として更に、その気体の圧力及び流量のうちの少なくとも一つを用いることもできる。

また、その物理量センサ（４９）は、そのケミカルフィルタに供給されるその気体の湿度情報を検出することが望ましい。その湿度情報を用いることで温度制御精度が向上する。

次に、本発明による露光装置は、露光ビームで第１物体（１３）を照明し、その露光ビームでその第１物体を介して第２物体（１９）を露光する露光装置において、本発明の温度制御装置を有し、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（３１～３３，１８）、又はその空間に連通する空間の温度をその温度制御装置によって制御するものである。

本発明の露光装置によれば、その第１物体若しくは第２物体、又はこれらの駆動機構の温度制御精度を向上できる。従って、その第１物体又は第２物体の位置決め精度や重ね合わせ精度を向上できる。

また、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光装置を用いて、その第１物体としてのマスク上に形成されたデバイスパターンをその第２物体としての基板上に転写露光する工程を含むものである。本発明の露光装置の使用によって、重ね合わせ精度等が向上するため、各種デバイスを高精度に量産できる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す概略構成図である。図２は、図１中のパージガス供給機構を示す図である。図３は、図２のパージガス供給機構における温度制御動作の一例を示す図である。図４は、本発明の実施の形態の投影露光装置を用いるデバイス製造工程の一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好ましい実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。

本発明は、リソグラフィシステムが収納されるクリーンルーム内の温度制御を行う場合、露光装置が全体として収納される環境チャンバ内の温度制御を行う場合、及び露光装置の露光ビームの光路を複数の気密室に分割して各気密室に高透過率で温度制御された気体を供給する場合などに広く適用することができる。以下の実施の形態では、温度制御された気体が供給される気密室を備えたステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用した場合につき説明する。

図１は本例の投影露光装置を示す概略構成図であり、この図１において、本例の投影露光装置は、露光光源１として発振波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザを使用している。このようにほぼ真空紫外光とみなすことができる光は、通常の大気中に存在する酸素、水蒸気、炭化水素系ガス（二酸化炭素等）、有機物、及びハロゲン化物等の不純物によって吸収されるため、露光ビームの減衰を防止するためには、これらの不純物の気体の濃度を低く抑えることが望ましい。そして、露光ビームの光路の気体は、露光ビームが透過する気体である窒素（N_2）ガス、又はヘリウム（Ｈｅ）、ネオン（Ｎｅ）、アルゴン（Ａｒ）、クリプトン（Ｋｒ）、キセノン（Ｘｅ）、若しくはラドン（Ｒｎ）よりなる希ガス等のように化学的に安定であるとともに、不純物濃度が低く管理された気体（以下、「パージガス」と呼ぶ。）で置換することが望ましい。本例では、そのパージガスとして一例として窒素ガスを使用する。

なお、露光ビームとしては、例えばF_2レーザ光（波長１５７ｎｍ）、Kr_2レーザ光（波長１４７ｎｍ）、又はAr_2レーザ光（波長１２６ｎｍ）等を用いてもよい。更には露光ビームとしてＫｒＦエキシマレーザ光（波長２４８ｎｍ）を用いる場合にも本発明を適用することができる。また、露光光源としては、ＹＡＧレーザ等の固体レーザの高調波を発生する光源や、例えばＤＦＢ半導体レーザやファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（Ｅｒ）（又はエルビウムとイッテルビウム（Ｙｂ）との両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換する装置なども使用することができる。

なお、窒素ガスは、真空紫外域中でも波長１５０ｎｍ程度までは露光ビームが透過する気体（パージガス）として使用することができるが、波長が１５０ｎｍ

程度以下の光に対してはほぼ不純物として作用するようになる。そこで、波長が１５０ｎｍ程度以下の露光ビームに対するパージガスとしては希ガスを使用することが望ましい。また、希ガスの中では屈折率の安定性、及び高い熱伝導率等の観点より、ヘリウムガスが望ましいが、ヘリウムは高価であるため、運転コスト等を重視する場合には他の希ガスを使用してもよい。また、パージガスとしては、単一の種類の気体を供給するだけでなく、例えば窒素とヘリウムとを所定比で混合した気体のような混合気体を供給するようにしてもよい。

一方、露光ビームがＫｒＦエキシマレーザ（波長２４８ｎｍ）であるような場合には、そのパージガスとして水蒸気、有機物、及びハロゲン化物等の不純物の濃度を低くした空気（いわゆるドライエアー）を供給してもよい。

以下、本例の投影露光装置の構成につき詳細に説明する。先ず、露光光源１から射出された露光ビームとしての波長１９３ｎｍのレーザ光よりなる露光光（露光用の照明光）ＩＬは、第１サブチャンバ３１内の整形光学系２によって断面形状が整形されて照度分布均一化用のオプティカル・インテグレータ（ユニフォマイザ又はホモジナイザー）としてのフライアイレンズ３に入射する。フライアイレンズ３の射出側の面である瞳面ＩＰ（レチクルのパターン面に対する光学的なフーリエ変換面）には、露光光の開口数及び開口形状を通常照明、輪帯照明、変形照明等に切り換えるための可変開口絞り４が、駆動モータ４３によって回転自在に配置されている。

フライアイレンズ３から射出された露光光ＩＬは、可変開口絞り４、第１リレーレンズ５、光路折り曲げ用のミラー６、第２リレーレンズ７を経て視野絞り（レチクルブラインド）８に至り、照明視野が細長い矩形領域に規定される。視野絞り８を通過した露光光ＩＬは、第１コンデンサレンズ９、第２コンデンサレンズ１０、光路折り曲げ用のミラー１１、及び第３コンデンサレンズ１２を経て、マスクとしてのレチクル１３のパターン面（下面）のパターン領域を照明する。露光光源１、整形光学系２、フライアイレンズ３、可変開口絞り４、リレーレンズ５，７、ミラー６，１１、視野絞り８、及びコンデンサレンズ９，１０，１２等から照明光学系が構成されており、整形光学系２～コンデンサレンズ１２が、気密性の高い箱状の気密室としてのサブチャンバ３１内に収納されている。

図１において、レチクル１３を透過した露光光ＩＬは、投影光学系１８を介して基板としてのウエハ１９上に、レチクル１３のパターンを投影倍率β（βは１／４，１／５等）で縮小した像を形成する。ウエハ１９は例えばシリコン等の半導体又はＳＯＩ(silicon on insulator)等の円板状の基板であり、その上にフォトレジストが塗布されている。本例のレチクル１３及びウエハ１９がそれぞれ本発明の第１物体及び第２物体（被露光基板）に対応している。以下、投影光学系１８の光軸ＰＡＸに平行にＺ軸を取り、Ｚ軸に垂直な平面内で図１の紙面に平行にＸ軸を、図１の紙面に垂直にＹ軸を取って説明する。この場合、レチクル１３上の照明領域は、Ｙ方向に細長いスリット状であり、レチクル１３及びウエハ１９の露光時の走査方向はＸ方向である。

本例においてレチクル１３は、レチクルステージ１４上に保持され、レチクルステージ１４はレチクルベース１５上でレチクル１３をＸ方向に連続移動し、Ｘ方向、Ｙ方向及び回転方向に微動してレチクル１３の同期誤差を補正する。レチクルステージ１４の端部に固定された移動鏡１６及びレチクルステージ駆動系１７内のレーザ干渉計によってレチクルステージ１４の位置及び回転角が計測され、この計測値に基づいて、レチクルステージ駆動系１７はレチクルステージ１４の動作を制御する。レチクルステージ１４、レチクルベース１５等からレチクルステージ系が構成され、このレチクルステージ系は気密性の高い箱状の気密室であるレチクル室３２内に収納されている。

一方、ウエハ１９は不図示のウエハホルダを介してウエハステージ２０上に保持され、ウエハステージ２０はウエハベース２１上でウエハ１９をＸ方向に連続移動すると共に、必要に応じてウエハ１９をＸ方向、Ｙ方向にステップ移動する。ウエハステージ２０の端部に固定された移動鏡２２及びウエハステージ駆動系２３内のレーザ干渉計によってウエハステージ２０の位置及び回転角が計測され、この計測値に基づいて、ウエハステージ駆動系２３はウエハステージ２０の動作を制御する。また、不図示のオートフォーカスセンサによって計測されるウエハ１９上の複数の計測点でのフォーカス位置（光軸ＡＸ方向の位置）の情報に基づいて、ウエハステージ２０はオートフォーカス方式でウエハ１９のフォーカス位置及び傾斜角を制御することによって、露光中は継続してウエハ１９の表面を投

影光学系１８の像面に合わせ込む。ウエハステージ２０、ウエハベース２１等からウエハステージ系が構成され、このウエハステージ系は気密性の高い箱状の気密室であるウエハ室３３内に収納されている。

露光時には、露光装置各部の動作を統轄制御する主制御系２４（図２参照）の制御のもとで、ウエハ１９上の一つのショット領域への露光が終わると、ウエハステージ２０のステップ移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動した後、レチクルステージ１４及びウエハステージ２０を投影光学系１８の投影倍率βを速度比としてＸ方向に同期走査する、即ちレチクル１３とウエハ１９上の当該ショット領域との結像関係を保った状態でそれらを走査するという動作がステップ・アンド・スキャン方式で繰り返される。これによって、ウエハ１９上の各ショット領域に順次レチクル１３上のパターン像が逐次転写される。

さて、上述したように本例の投影露光装置には、露光光ＩＬの光路を含む空間内の気体を露光光ＩＬが透過する気体（パージガス）で置換するためのパージガス供給機構が設けられている。即ち、照明光学系の一部、レチクルステージ系、及びウエハステージ系は、それぞれ気密室としてのサブチャンバ３１、レチクル室３２、及びウエハ室３３内に収納されており、投影光学系１８の各光学部材間の空間も気密室としてのレンズ室とされている。そして、サブチャンバ３１、レチクル室３２、及びウエハ室３３の内部には、高純度のパージガスが供給されており、投影光学系１８内の各レンズ室にも高純度のパージガスが供給されている。

更に、サブチャンバ３１とレチクル室３２の上部との境界部、レチクル室３２の下部と投影光学系１８の上部との境界部、及び投影光学系１８の下部とウエハ室３３の上部との境界部には、それぞれ可撓性を有しガスバリヤ性に優れたカバー４０，４１及び４２が設けられている。これらのカバー４０～４２によってそれらの境界部が実質的に密閉され、露光光の光路はほぼ完全に密封されているため、露光光の光路上への外部からの不純物を含む気体の混入は殆ど無く、露光光の減衰量は極めて低く抑えられる。

そして、本例のパージガス供給機構は、高純度のパージガスを蓄積するガスボンベなどの気体供給源３５、吸引ポンプによって各気密室から回収したパージガスと気体供給源３５からの高純度のパージガスとを混合する回収混合装置３６、

パージガスを温度調整して各気密室に供給する給気装置３８、及びこれらの装置の動作を統轄制御するコンピュータよりなる制御部３４（図２参照）等から構成されている。本例ではパージガスとして窒素ガスが使用されているため、気体供給源３５としては例えば高純度の窒素を液化して保存し、必要に応じて気化して供給する装置を使用することができる。

回収混合装置３６は、バルブＶ１１，Ｖ９，Ｖ１０付きの排気管及び排気管７５Ａを介してそれぞれサブチャンバ３１、レチクル室３２及びウエハ室３３内の気体を大気圧付近の気圧のほぼ定常的な流れによるガスフロー制御によって回収し、更に分岐された複数の排気管７１Ａ、排気管７５Ｂ及びバルブＶ３を介して投影光学系１８の複数のレンズ室内の気体をガスフロー制御によって回収する。ガスフロー制御の場合には、各気密室から排気する気体の流量とほぼ同じ流量のパージガスを各気密室に給気する。

一方、給気装置３８は、ＨＥＰＡフィルタ(high efficiency particulate air-filter)又はＵＬＰＡフィルタ（ultra low penetration air-filter）等の微粒子除去用の防塵フィルタと、アンモニアや有機系ガス等の化学的な不純物を除去するためのケミカルフィルタとを含むフィルタ部６８Ａ，６８Ｂを備えており、温度制御されたパージガス（詳細後述）がそのフィルタ部６８Ａ，６８Ｂを通過することによって上記の微粒子を含む不純物が除去される。そして、フィルタ部６８Ａを通過したパージガスは、バルブＶ１付きの給気管６９Ａ、及びそれぞれバルブＶ７，Ｖ５，Ｖ６付きの分岐した給気管を介してサブチャンバ３１、レチクル室３２、及びウエハ室３３内に供給され、フィルタ部６８Ｂを通過したパージガスは、バルブＶ８付きの給気管６９Ｂ及び複数の分岐管を備えた給気管７０Ａを介して投影光学系１８内の複数のレンズ室に供給される。この場合、バルブＶ１～Ｖ１１は、それぞれ電磁的に開閉自在なバルブであり、それらの開閉動作は互いに独立に制御部３４（図２参照）によって制御される。なお、制御部３４はバルブの開閉のみならず、バルブ径の大きさ（バルブの絞り量）も制御することができ、このバルブ径の大きさを制御することにより、パージガスの供給／遮断のみならず、そのパージガスの供給量（時間当たりの流量）をも制御することができる。

そして、回収混合装置３６による気体の回収動作と、給気装置３８からのパージガスの供給動作と、バルブＶ１，Ｖ５～Ｖ８の開閉動作及びそのバルブ径の大きさとによって、サブチャンバ３１、レチクル室３２、ウエハ室３３の内部及び投影光学系１８内の複数のレンズ室の何れの気密室に対しても温度制御されたパージガスを所望の流量のガスフロー制御方式で給気できるように構成されている。なお、投影光学系１８の複数のレンズ室内の気体は、或る程度の真空度への減圧を伴う吸引方式で段階的に排気するようにしてもよい。

また、サブチャンバ３１、レチクル室３２、投影光学系１８、及びウエハ室３３の内部には、それぞれその内部のパージガスの温度を検出するための温度センサ３９Ａ～３９Ｄが設置され、温度センサ３９Ａ～３９Ｄによって各気密室内の温度情報が所定のサンプリングレートで連続的に計測されている。これらの計測データは図２の制御部３４に供給されている。本例では、温度センサ３９Ａ～３９Ｄで計測される各気密室内のパージガスの温度が所定の目標温度（例えば２３℃）に対して所定の許容範囲（例えば±０．０１～０．００１deg ）内に収まるように、各気密室内にパージガスが供給される。

以下、図２を参照して本例のパージガス供給機構の温度制御に関する詳細な構成につき説明するが、図２においては複数の気密室の内のレチクル室３２のみを図示するとともに、レチクル室３２に連通していない配管、及びバルブや分岐した配管は、説明の便宜上図示を省略している。

図２において、制御部３４は、露光装置全体の動作を統轄制御する主制御系２４の制御のもとで各部の動作を制御する。そして、回収混合装置３６では、上記の吸引して回収された気体及び気体供給源３５より配管７２を介して供給される高純度のパージガスが混合部４５（吸引ポンプを備えている）で混合され、混合された気体は配管４６Ａを介して冷凍機４７に供給され、ここで一度温度が下げられる。混合部４５は、排気管７５Ａから気体を吸引する吸引ポンプと、混合された気体を配管４６Ａを介して送風する送風ファンとを備えている。気体供給源３５、気体回収用の排気管７５Ａ、及び混合部４５が本発明の「気体供給部」に対応している。但し、本発明は、気密室（所定の空間）内を循環した気体（流体）を再利用しないシステムにも適用することができる。

温度制御対象の気密室としてのレチクル室３２内の目標温度を２３℃とすると、冷凍機４７では、混合された気体の温度がそれより数度低い例えば２０℃まで下げられる。冷凍機４７を通過した気体は、配管４６Ｂを介してレチクル室３２内のパージガスの温度変化を生じさせる可能性のある物理量（本例では流量、温度、湿度、及び圧力）の情報を計測する計測部に供給される。

その計測部は、配管４６Ｂ内の気体の流量を計測する流量計４８と、この流量計４８と給気装置３８との間に設置された配管７３と、配管７３の内側に設置された湿度センサ４９、温度センサ５０、及び圧力センサ５１からなるセンサ部とから構成されている。流量計４８で計測される流量の情報、並びに湿度センサ４９、温度センサ５０、及び圧力センサ５１で計測される配管７３内を流れる気体の湿度、温度、及び圧力（気圧）の情報がそれぞれ所定のサンプリングレートで制御部３４に供給される。

その物理量の情報が計測された気体は配管７３を介して給気装置３８に供給される。給気装置３８において、配管７３を介して供給された気体はヒーターを含む加熱機５２で所定温度まで加熱され、この加熱された気体は、配管４６Ｃ、アンモニアや有機系ガス等の化学的な不純物を除去するためのケミカルフィルタ５３、及び防塵フィルタ５４を介して高純度で温度制御されたパージガスとして給気管６９Ａに供給される。ケミカルフィルタ５３及び防塵フィルタ５４が図１のフィルタ部６８Ａに対応している。給気管６９Ａに供給されたパージガスはレチクル室３２内に供給される。このレチクル室３２内の温度センサ３９Ｂで計測される温度情報も制御部３４に供給されている。

加熱機５２が本発明の「温度制御部」に対応している。本例では、冷凍機４７によって一度気体の温度を下げてから、その気体を加熱機５２によって目標温度まで加熱しているため、加熱量を制御するだけの比較的単純な制御で、高い応答速度及び高い温度制御精度を得ることができる。なお、冷凍機４７を省いて、加熱機５２の代わりに加熱及び吸熱の両方を行うことができる温度制御部を設けてもよい。この構成では、温度制御は複雑になるが、機構を簡素化することができる。

ケミカルフィルタ５３で除去される物質には、投影露光装置に使用されている

光学素子に付着してその曇りの原因となる物質、露光ビームの光路内に浮遊して照明光学系や投影光学系の透過率（照度）若しくは照度分布等を変動させる物質、及びウエハの表面（フォトレジスト）に付着して現像処理後のパターン像を変形させる物質等も含まれている。ケミカルフィルタ５３としては、活性炭フィルタ（例えば、ニッタ株式会社（NITTA CORPORATION ）製のギガソーブ（商品名）が使用できる）、イオン交換膜方式のフィルタ（例えば、株式会社荏原製作所（Ebara Corporation ）のＥＰＩＸフィルタ（商品名）が使用できる）、若しくはゼオライトフィルタ、又はこれらを組み合わせたフィルタが使用できる。これらのケミカルフィルタにより、シロキサン（siloxane：Ｓｉ－Ｏ鎖が軸となる物質）又はシラザン（silazane：Ｓｉ－Ｎ鎖が軸となる物質）等のシリコン系有機物も除去される。

本例では、レチクル室３２内の温度センサ３９Ｂで計測されるパージガスの温度Ｔの情報、並びに回収混合装置３６内の流量計４８、湿度センサ４９、温度センサ５０、及び圧力センサ５１で計測される気体の流量Ｆ、湿度Ｈ、温度Ｕ、及び圧力Ｐの情報に基づいて、制御部３４がレチクル室３２内の温度が上記の目標温度（＝ＴＣとする）に対して許容範囲内に収まるように加熱機５２における気体の単位時間当たりの加熱量Ｓを制御する。この場合、加熱機５２に対してレチクル室３２は気体の下流側に配置されているため、レチクル室３２内の温度センサ３９Ｂで計測される温度Ｔの情報は加熱機５２にフィードバックされている。一方、加熱機５２に対して回収混合装置３６（物理量の計測部）は気体の上流側に配置されているため、その計測部の流量計４８、湿度センサ４９、温度センサ５０、及び圧力センサ５１で計測される気体の流量Ｆ、湿度Ｈ、温度Ｕ、及び圧力Ｐの情報は加熱機５２にフィードフォワードされている。

即ち、温度センサ３９Ｂの温度Ｔをフィードバックするために、一例としてレチクル室３２内の目標温度ＴＣと温度Ｔとの差分をΔＴ（＝Ｔ－ＴＣ）として、この差分そのもの、その差分の所定の積分時間Δｔにおける積分（実際にはデジタルデータの和となる、以下同様）∫ΔＴｄｔ、及びその差分の微分（実際にはデジタルデータの差分となる、以下同様）ｄΔＴ／ｄｔから加熱機５２における単位時間当たりの加熱量Ｓの変化量を求める係数をそれぞれｋＴ１，ｋＴ２，ｋ

Ｔ３とする。これらの係数は予めレチクル室３２内の目標温度に対する許容範囲のレベルなどに応じて実験的に定められて主制御系２４に記憶されており、露光工程開始前に主制御系２４から制御部３４に設定される。制御部３４では、温度センサ３９Ｂの温度Ｔに起因する加熱機５２における加熱量Ｓの変化分ΔＳ１を次式から求める。

$$\Delta S1 = kT1 \cdot \Delta T + kT2 \cdot \int \Delta T dt + kT3 \cdot d\Delta T / dt \quad \cdots (1)$$

次に、流量計４８、湿度センサ４９、温度センサ５０、及び圧力センサ５１で計測される気体の流量Ｆ、湿度Ｈ、温度Ｕ、及び圧力Ｐをフィードフォワードするために、一例として予めこれらの物理量の基準値（例えば或る露光工程での実測値の平均値）をそれぞれＦＣ，ＨＣ，ＵＣ，ＰＣとしておく。そして、簡単のために、これらの基準値と計測値との差分をΔＦ（＝Ｆ－ＦＣ），ΔＨ（＝Ｈ－ＨＣ），ΔＵ（＝Ｕ－ＵＣ），ΔＰ（＝Ｐ－ＰＣ）として、これらの差分から加熱機５２における加熱量Ｓの変化量を求める係数をそれぞれｋＦ１，ｋＨ１，ｋＵ１，ｋＰ１とする。これらの係数も予め主制御系２４から制御部３４に設定されている。これらの係数も、予めレチクル室３２内の目標温度に対する許容範囲のレベルなどに応じて実験的に定められて主制御系２４に記憶されており、露光工程開始前に主制御系２４から制御部３４に設定される。制御部３４では、気体の流量Ｆ、湿度Ｈ、温度Ｕ、及び圧力Ｐに起因する加熱機５２における加熱量Ｓの変化分ΔＳ２を次式から求める。

$$\Delta S2 = kF1 \cdot \Delta F + kH1 \cdot \Delta H + kU1 \cdot \Delta U + kP1 \cdot \Delta P \quad \cdots (2)$$

本例では、図２に示すように加熱機５２（温度制御部）とレチクル室３２（気密室）との間にケミカルフィルタ５３が配置されており、ケミカルフィルタ５３は、内部を通過する気体の湿度が上昇すると吸熱が起こり、排出される気体の温度が低下する傾向がある。また、ケミカルフィルタ５３は、内部を通過する気体の湿度が低下すると発熱が起こり、排出される気体の温度が上昇する傾向がある。これは、ケミカルフィルタ５３がその内部の湿度を或る一定の湿度に保つように作用するためである。そこで、本例では、湿度センサ４９で計測される湿度Ｈの

基準値ＨＣからの差分ΔＨ（＝Ｈ－ＨＣ）が＋になったら加熱量の変化分ΔＳ２を＋として、差分ΔＨが－になったら変化分ΔＳ２を－とするように、係数ｋＨ１の値を所定の正の値に設定しておく。この場合、例えば予め実験的にケミカルフィルタ５３において吸熱又は発熱が起こるときの湿度を計測しておき、この湿度をその基準値ＨＣとしてもよい。

なお、この基準値ＨＣは、使用するケミカルフィルタ５３の種類（ケミカルフィルタの構成、素材など）に応じてそれぞれ個別に求めておき、使用するフィルタによって使い分けるようにしておく。また、使用するケミカルフィルタの吸熱、発熱の能力が経時的に変動するような場合には、上述の基準値ＨＣもその能力変動に応じて変動させるようにすることが好ましい。

なお、より厳密に加熱量Ｓの変化分ΔＳ２を求めるためには、その差分ΔＨに関して１次関数、又はより高次の関数の形で変化分ΔＳ２を求めるようにしてもよい。更に、差分ΔＨの所定の積分時間Δｔにおける積分∫ΔＨｄｔ、及びその差分の微分ｄΔＴ／ｄｔをも考慮して、変化分ΔＳ２を求めるようにしてもよい。他の流量Ｆ、温度Ｕ、及び圧力Ｐについても、より制御精度を高めるためには、差分値だけでなく、積分値及び微分値をも考慮して加熱量Ｓの変化分を求めるようにしてもよい。

また、流量Ｆが増加する場合には、同じ加熱量では温度が低下してしまうため、予め加熱量Ｓを多くしておけばよい。そこで、流量Ｆに対する加熱量Ｓの変化量を求める係数ｋＦ１の値は所定の（例えば実験的に定める）正の値としておけばよい。一方、温度Ｕが高いときには、加熱量Ｓは少なくてよいため、係数ｋＵ１は所定の負の値にしておけばよい。

このように、本例では、気体の流量Ｆ、湿度Ｈ、温度Ｕ、及び圧力Ｐを計測しているため、これらの状態量からその気体のエネルギー状態量であるエンタルピー(enthalpy)（単位はエネルギー（Ｊ又はｃａｌ））を求めることができる。この際に予め湿度センサ４９からレチクル室３２までの経路における水蒸気の発熱量を計測しておくことによって、その水蒸気の発熱量分を補正するように、加熱機５２における加熱量Ｓの変化分ΔＳ２を設定してもよい。

図２の温度制御部３４は、（１）式及び（２）式の加熱量Ｓの変化分ΔＳ１，

ΔＳ２を次式のように加算することによって、加熱機５２における加熱量Ｓの変化分ΔＳを算出する。

ΔＳ＝ΔＳ１＋ΔＳ２　…（３）

そして、温度制御部３４は、加熱機５２に対してその変化分ΔＳだけ加熱量Ｓを変化させるように制御信号を送る。（１）式～（３）式の計算、及び加熱機５２に対する加熱量Ｓの変化の制御信号の供給は、露光工程中に所定のサンプリングレート（例えば数１０Ｈｚ～数ｋＨｚ程度）で連続的に行われる。

これによって、レチクル室３２内のパージガスの温度は、上記の目標温度に対して許容範囲内に収められて、高精度に露光を行うことができる。

具体的に、図３（Ａ）、図３（Ｂ）、図３（Ｃ）はそれぞれ図２のレチクル室３２内の温度Ｔ（温度センサ３９Ｂの計測値）、加熱機５２における加熱量Ｓ、及び湿度センサ４９で計測される湿度Ｓの変化の一例を示し、図３（Ａ）～図３（Ｃ）の横軸は経過時間ｔである。例えば図３（Ａ）の実線５５Ａで示すように、時点ｔ１でレチクル室３２内の温度Ｔが目標値ＴＣからシフトすると、その温度Ｔをフィードバックすることによって、図３（Ｂ）の実線５６Ａで示すように、その直後の時点ｔ２から加熱機５２の加熱量Ｓが基準値ＳＣからシフトして、温度Ｔは目標値ＴＣに戻る。

また、図３（Ｃ）の実線５７で示すように、時点ｔ３から湿度センサ４９で計測される湿度Ｈが基準値ＨＣから変動すると、その変動がケミカルフィルタ５３での吸発熱を相殺するようにフィードフォワードされて、図３（Ｂ）に示すように加熱機５２の加熱量Ｓが変化する。これによって、レチクル室３２内の温度Ｔは目標値ＴＣに維持される。これに対して、湿度Ｈのフィードフォワードが無い場合には、図３（Ａ）の点線５５Ｂで示すように、ケミカルフィルタ５３での吸発熱によってレチクル室３２内の温度Ｔが変動してしまう。この変動は、温度Ｔのフィードバックによって次第に小さくなるが、温度制御精度は悪化する。

このように本例では、加熱機５２の前で計測した気体の湿度Ｈに基づいて、加熱機５２の次に設置されたケミカルフィルタ５３での吸発熱を相殺するように、加熱機５２での加熱量Ｓを制御しているため、ケミカルフィルタ５３を用いていてもレチクル室３２内での温度の変動量を抑制して、高い温度制御精度を得るこ

とができる。更に、加熱機５２の前で計測した気体の流量Ｆ、温度Ｕ、及び圧力Ｐをも用いて加熱器５２での加熱量Ｓを制御しているため、更に高い温度制御精度が得られる。

更に、本例では計測された湿度Ｈを加熱機５２にフィードフォワードしているため、レチクル室３２内で温度変動が生じる前に、ケミカルフィルタ５３の影響を相殺することができる。従って、更に高い温度制御精度が得られる。

なお、図２の例では、加熱機５２の前段の回収混合装置３６内で気体の湿度Ｈを計測しているが、その湿度Ｈは、ケミカルフィルタ５３内で計測してもよい。この場合には、湿度Ｈの計測値は加熱機５２にフィードバックされることになるが、これでもレチクル室３２の手前の計測値に基づいて加熱機５２の加熱量を制御できるため、レチクル室３２内の温度制御精度は、その湿度Ｈの値を考慮しない場合に比べて向上する。

また、図２の例において、回収混合装置３６内で計測される気体の流量Ｆ及び圧力Ｐがほぼ一定の値であるとみなせる場合、又は気体の流量Ｆ及び圧力Ｐに起因するレチクル室３２内での熱変動量が許容範囲内であるような場合には、気体の流量Ｆ及び圧力Ｐの値は加熱機５２を制御するために必ずしも使用しなくともよい。

なお、図１においては、サブチャンバ３１、レチクル室３２、及びウエハ室３３よりなる３個の気密室及び投影光学系１８に対するパージガスの供給をバルブを制御しながら、図２に示すようなパージガス供給機構を共用して行っているが、投影光学系及び各気密室毎に独立に図２のようなパージガス供給機構を設けてもよい。供給先毎にパージガス供給機構を設けておけば、供給されるパージガスの温度を供給先毎に独立に制御したり、また、その温度制御精度（例えば制御精度を±０．１°とするか±０．０１°とするか）も供給先毎に独立に設定することも可能となる。

また、本例のパージガス供給機構においては、サブチャンバ３１、レチクル室３２、投影光学系１８、及びウエハ室３３の内部には、それぞれその内部の不純物中の酸素ガスの濃度を検出するための酸素濃度センサ（不図示）が設置され、各気密室内の不純物としての酸素の濃度情報が所定のサンプリングレートで連続

的に計測されている。これらの計測データも図２の制御部３４に供給されている。本例では、上記の温度制御と並行して、酸素濃度センサの何れかにおいて所定の許容濃度以上の酸素ガスが検出された場合には、図２の制御部３４の指令により酸素ガス濃度が許容濃度以下となるまでその酸素ガスが検出された気密室内へ供給される混合気体中の、気体供給源３５からの高純度のパージガスの割合を増加させている。酸素濃度センサとしては、例えばポーラログラフ式酸素濃度計、ジルコニア式酸素濃度計、又は黄リン発光式の酸素センサ等が使用できる。なお、不純物を検出するためのセンサとしては、酸素濃度センサの他に、オゾン（O_3）、水蒸気、及び二酸化炭素（CO_2）等の炭化水素系分子等を検出するためのセンサを使用してもよい。

なお、本発明を例えばリソグラフィシステムが設置されるクリーンルーム（気密室）の温度制御に適用する場合には、そのクリーンルームに供給される気体は、例えば外気から防塵フィルタ等を介して取り込んで乾燥させた空気（ドライエアー）となる。同様に、本発明を例えば露光装置が全体として収納される環境チャンバ（気密室）の温度制御に適用する場合には、その環境チャンバ内に供給される気体は、クリーンルーム内で防塵フィルタ等を介して取り込んだ空気（ドライエアー）となる。

更に、上記の各実施の形態は、本発明をステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に適用したものであるが、本発明はステッパー等の一括露光型の投影露光装置にも適用することができる。それらの投影露光装置が備える投影光学系の倍率は、縮小に限られることなく、等倍や拡大でもよい。また、本発明は、例えば国際公開第９９／４９５０４号パンフレットに開示される液浸型露光装置にも適用することができる。更に、本発明は、例えば国際公開第９８／２４１１５号パンフレット、第９８／４０７９１号パンフレットに開示されるように、露光動作とアライメント動作（マーク検出動作）とをほぼ並行に可能な２つのウエハステージを備える露光装置にも適用することができる。更に本発明は、投影光学系を使用しないプロキシミティ方式の露光装置等にも適用できることは明らかである。

また、上記の実施の形態の照明光学系及び投影光学系は、各光学部材を所定の

位置関係で支持部材や鏡筒内に配置して調整を行った後、支持部材及び鏡筒を不図示のコラムに設置することによって組み上げられる。そして、この組立調整と共に、ステージ系、レーザ干渉計、及び装置内部のパージを行うためのパージガス供給機構等の組立及び調整を行い、各構成要素を、電気的、機械的又は光学的に連結することによって上記の実施の形態の投影露光装置が組み上げられる。この場合の作業は温度管理が行われたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

次に、上記の実施の形態の投影露光装置を使用した半導体デバイスの製造工程の一例につき図４を参照して説明する。

図４は、半導体デバイスの製造工程の一例を示し、この図４において、まずシリコン半導体等からウエハWが製造される。その後、ウエハW上にフォトレジストを塗布し（ステップＳ１０）、次のステップＳ１２において、上記の実施の形態（図１）の投影露光装置のレチクルステージ上にレチクル（仮にＲ１とする）をロードし、走査露光方式でレチクルＲ１のパターン（符号Ａで表す）をウエハW上の全部のショット領域ＳＥに転写（露光）する。この際に必要に応じて二重露光が行われる。なお、ウエハWは例えば直径３００mmのウエハ（１２インチウエハ）であり、ショット領域ＳＥの大きさは一例として非走査方向の幅が２５mmで走査方向の幅が３３mmの矩形領域である。次に、ステップＳ１４において、現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域ＳＥに所定のパターンが形成される。

次に、ステップＳ１６において、ウエハW上にフォトレジストを塗布し、その後ステップＳ１８において、上記の実施の形態（図１）の投影露光装置のレチクルステージ上にレチクル（仮にＲ２とする）をロードし、走査露光方式でレチクルＲ２のパターン（符号Ｂで表す）をウエハW上の各ショット領域ＳＥに転写（露光）する。そして、ステップＳ２０において、ウエハWの現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域に所定のパターンが形成される。

以上の露光工程～パターン形成工程（ステップＳ１６～ステップＳ２０）は所望の半導体デバイスを製造するのに必要な回数だけ繰り返される。そして、ウエハW上の各チップＣＰを１つ１つ切り離すダイシング工程（ステップＳ２２）や、

ボンディング工程、及びパッケージング工程等（ステップＳ２４）を経ることによって、製品としての半導体デバイスＳＰが製造される。

本例のデバイス製造方法によれば、投影露光装置のレチクルやウエハの温度制御精度を高くできるため、重ね合わせ精度等を高めることができ、より高集積で高性能な半導体デバイス（集積回路）を、高い歩留まりで製造することができる。

なお、本発明の露光装置の用途としては半導体デバイス製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（ＣＣＤ等）、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びＤＮＡチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。また、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む２００２年８月２９日付け提出の日本国特許出願第２００２－２５０１７９号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用して本願に組み込まれている。

産業上の利用の可能性

本発明によれば、温度制御用の流体の温度変化を生じさせる少なくとも一つ以上の物理量の情報に基づいてその流体の温度を制御しているため、その流体が供給される空間である例えば露光装置を収納するチャンバ等の内部の温度制御精度を高めることができる。従って、本発明を露光方法及び装置に適用した場合には、露光時の第１物体（マスク）や第２物体（基板）の温度制御精度を向上できるため、高機能のデバイスを高精度に製造することができる。

また、本発明によれば、例えばケミカルフィルタのようにその流体としての気体の湿度によって熱変動を起こすような装置が使用されている場合には、その湿度の計測情報を用いて温度制御を行うことによって、高い温度制御精度を得ることができる。

また、更に制御対象の空間内の温度情報をフィードバックして、その物理量の情報をフィードフォワードして温度制御部での吸発熱量を制御することによって、その空間内の温度を目標値に高速に高い制御精度で設定することができる。

請 求 の 範 囲

1．所定の空間内の温度を、温度制御され、且つケミカルフィルタを介した気体を用いて制御する温度制御方法において、

前記空間内の温度情報及び前記気体の温度変化を生じさせる少なくとも一つ以上の物理量の情報に基づいて前記気体の温度を制御して、前記空間に供給するものであって、

前記物理量の情報は、前記ケミカルフィルタに供給される気体の湿度に起因して生じる該ケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報を含むことを特徴とする温度制御方法。

2．前記物理量の情報は更に、前記気体の圧力及び流量のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求の範囲１に記載の温度制御方法。

3．前記ケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報は、前記気体の湿度を含むことを特徴とする請求の範囲１に記載の温度制御方法。

4．前記空間に供給する前記気体の温度を制御するために、前記物理量の情報をフィードフォワードすることを特徴とする請求の範囲１、２、又は３に記載の温度制御方法。

5．前記空間に供給する前記気体の温度を制御するために、前記空間内の温度情報をフィードバックすることを特徴とする請求の範囲１～４の何れか一項に記載の温度制御方法。

6．請求の範囲１～５の何れか一項に記載の温度制御方法を用いる露光方法であって、

露光ビームで第１物体を照明し、前記露光ビームで前記第１物体を介して第２物体を露光する露光装置の前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間、又は前記空間に連通する空間の温度を前記温度制御方法によって制御することを特徴とする露光方法。

7．所定の空間内の温度を、温度制御され、且つケミカルフィルタを介した気体を用いて制御する温度制御装置において、

温度制御用の気体を前記空間に供給する気体供給部と、

前記空間内の温度情報を検出する温度センサと、

前記気体の温度変化を生じさせる少なくとも一つ以上の物理量の情報を検出する物理量センサと、

前記温度センサ及び前記物理量センサの検出結果に基づいて前記気体の温度を制御する温度制御部とを有し、

前記物理量の情報は、前記ケミカルフィルタに供給される気体の湿度に起因して生じる該ケミカルフィルタ内における吸熱又は発熱に関する情報を含むことを特徴とする温度制御装置。

８．前記物理量の情報は更に、前記気体の圧力及び流量のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求の範囲７に記載の温度制御装置。

９．前記物理量センサは、前記気体の湿度を検出することを特徴とする請求の範囲７に記載の温度制御装置。

１０．前記物理量センサからの前記物理量の情報を前記温度制御部にフィードフォワードして、前記温度センサからの前記空間内の温度情報を前記温度制御部にフィードバックすることを特徴とする請求の範囲７、８、又は９に記載の温度制御装置。

１１．露光ビームで第１物体を照明し、前記露光ビームで前記第１物体を介して第２物体を露光する露光装置において、

請求の範囲７～１０の何れか一項に記載の温度制御装置を有し、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間、又は前記空間に連通する空間の温度を前記温度制御装置によって制御することを特徴とする露光装置。

１２．請求の範囲１１に記載の露光装置を用いて、前記第１物体としてのマスク上に形成されたデバイスパターンを前記第２物体としての基板上に転写露光する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

図 1

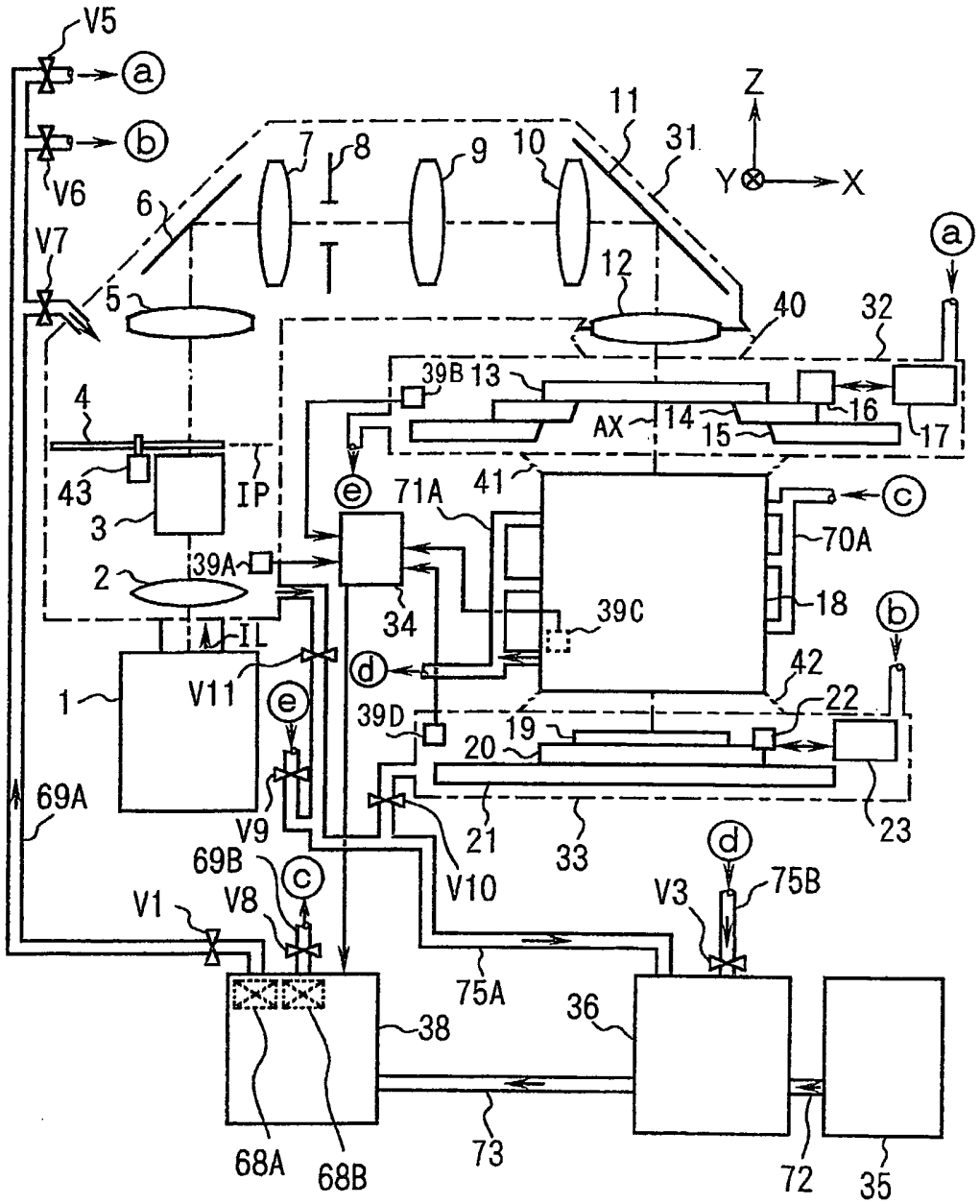

V5
a
b
V6
V7
6
7
8
9
10
11
31
Z
Y
X
5
12
40
32
a
39B
13
16
17
4
AX
14
15
43
IP
e
71A
41
c
3
70A
39A
2
34
39C
18
b
IL
d
42
1
V11
e
39D
19
22
20
69A
V9
21
33
23
69B
c
V10
d
V1
V8
V3
75B
75A
36
38
68A
68B
73
72
35

図 2

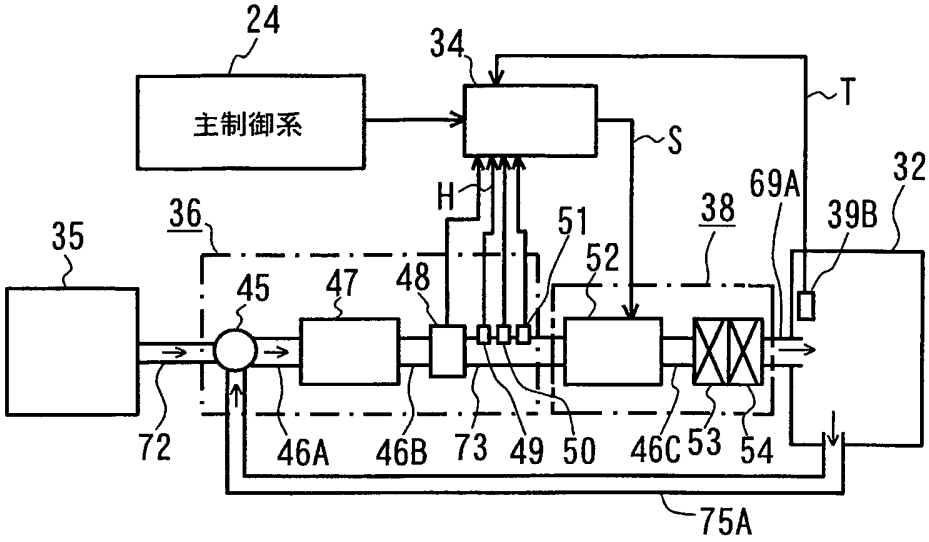

24
主制御系
34
T
S
H
36
35
45
47
48
51
52
38
69A
39B
32
72
46A
46B
73
49
50
46C
53
54
75A

図 3

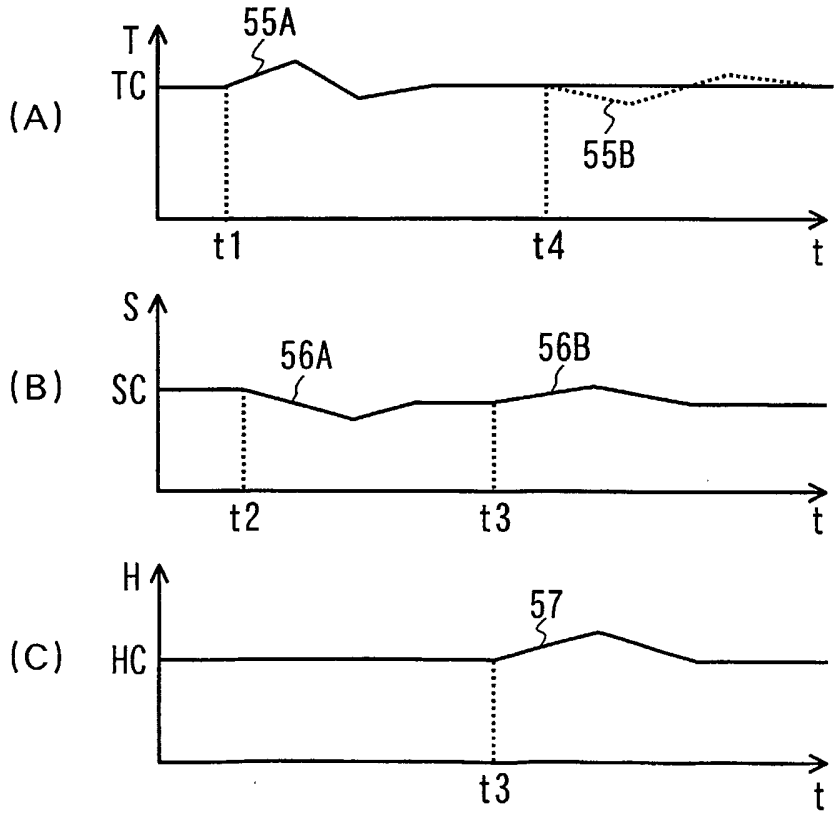
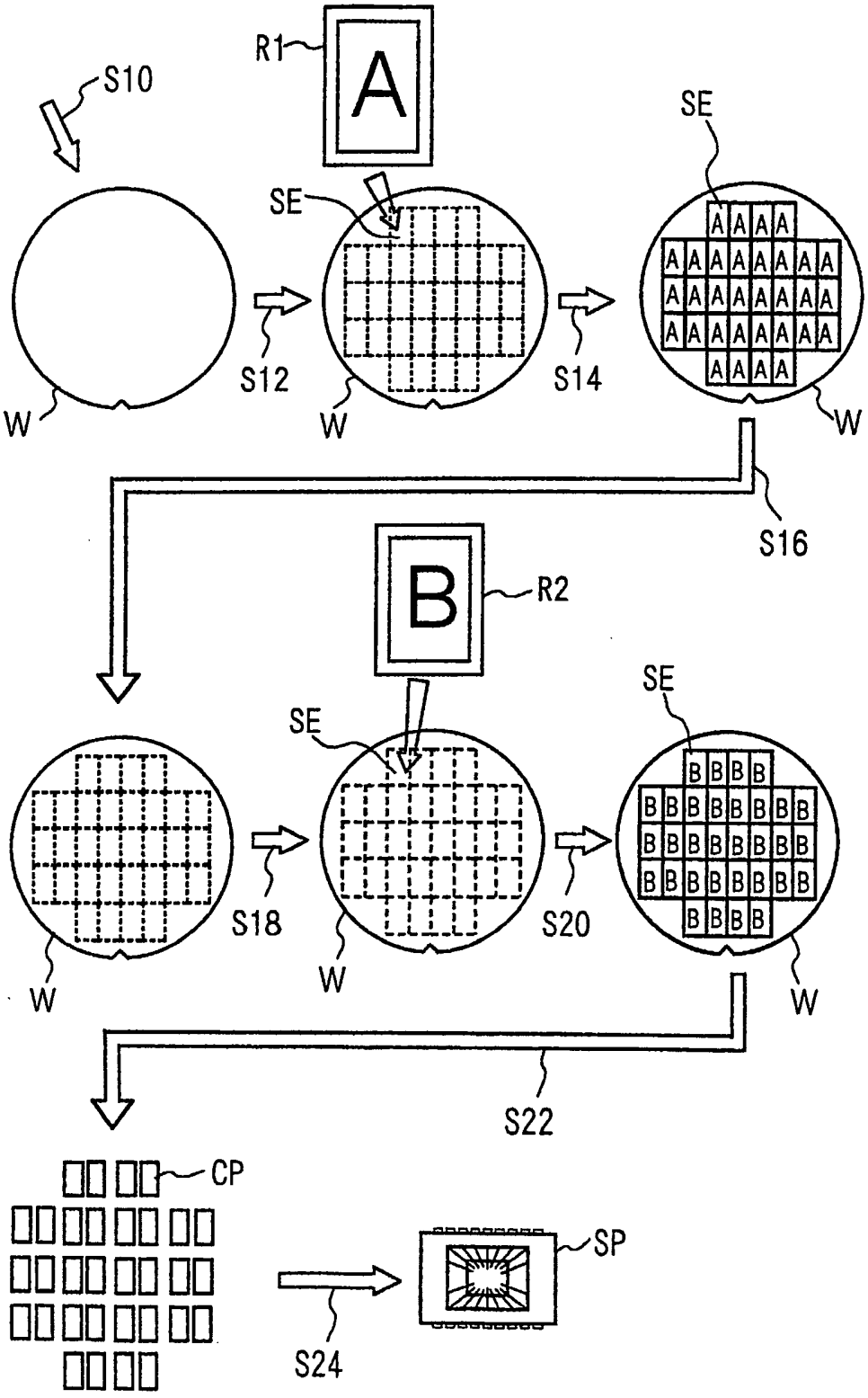

(A)
T
TC
55A
55B
t1
t4
t
(B)
S
SC
56A
56B
t2
t3
t
(C)
H
HC
57
t3
t

図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/10757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H01L21/027, G03F7/20, F24F3/00

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] H01L21/027, G03F7/20, F24F3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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	US 2002/036760 A1 (Nikon Corp.), 28 March, 2002 (28.03.02), Full text; all drawings & JP 2002-158170 A & KR 2020646 A	1-11
A	JP 2002-153719 A (Nippon Pyuatekku Kabushiki Kaisha), 28 May, 2002 (28.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2002-81691 A (Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.), 22 March, 2002 (22.03.02), Full text; all drawings (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 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
05 December, 2003 (05.12.03)	24 December, 2003 (24.12.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/10757

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-149970 A (Canon Inc.), 02 June, 1998 (02.06.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 10-54585 A (Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.), 24 February, 1998 (24.02.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP03／10757

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. Cl[7]　H01L21／027, G03F7／20, F24F3／00

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[7]　H01L21／027, G03F7／20, F24F3／00

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　1926－1996年
日本国公開実用新案公報　1971－2003年
日本国登録実用新案公報　1994－2003年
日本国実用新案登録公報　1996－2003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
A	US　2002／036760　A1（Nikon　Corporation）2002．03．28，全文，全図&JP　2002－158170　A&KR　2020646　A	1－11
A	JP　2002－153719　A（日本ピュアテック株式会社）2002．05．28，全文，全図（ファミリーなし）	1－11
A	JP　2002－81691　A（高砂熱学工業株式会社）2002．03．22，全文，全図（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
「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
05．12．03

国際調査報告の発送日　.03

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）　2M　8605
新井　重雄　印

電話番号　03－3581－1101　内線　3274

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1998年7月）

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　１０－１４９９７０　Ａ（キヤノン株式会社） １９９８．０６．０２，全文，全図（ファミリーなし）	１－１１
Ａ	ＪＰ　１０－５４５８５　Ａ（高砂熱学工業株式会社） １９９８．０２．２４，全文，全図（ファミリーなし）	１－１１