

(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
2025年4月3日(03.04.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/069286 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/302 (2006.01)

Takahiro; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/035295

(22) 国際出願日:

2023年9月27日(27.09.2023)

(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: 株式会社日立ハイテク
(**HITACHI HIGH-TECH CORPORATION**) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 (JP).

(72) 発明者: 山田 将貴 (**YAMADA Masaki**);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 (JP). 岩井 貴弘(**IWAI**

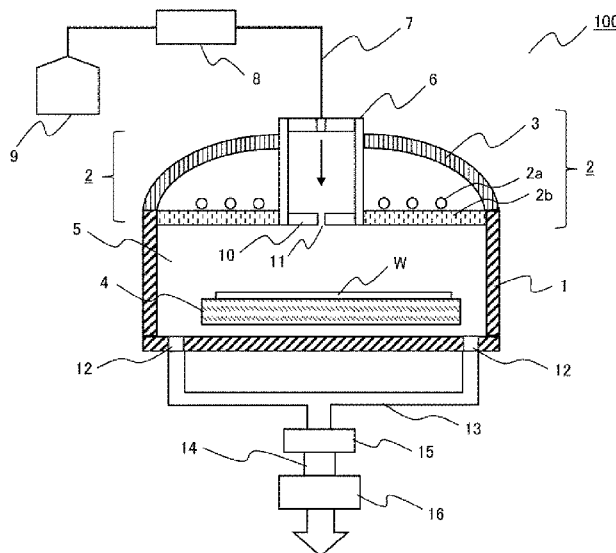
(74) 代理人: ポレール弁理士法人 (**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目3番5号 (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: WAFER PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: ウエハ処理装置

[図1]



(57) Abstract: In order to provide a wafer processing device with improved processing accuracy and yield, the wafer processing device is provided with: a processing chamber 5 disposed inside a vacuum container 1; a sample table 4 disposed at the center of the lower part of the processing chamber and on which a wafer W to be processed is placed and supported; a gas introduction unit 6 that is disposed above the center of the upper surface of the sample table and has a gas introduction port 11 for introducing a gas for processing the wafer into the processing chamber; and a lamp unit 2 that

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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

is disposed around the gas introduction unit and constitutes the top surface of the processing chamber. The lamp unit is provided with: a plurality of ring-shaped lamps 2a that are arranged in multiple layers around the gas introduction unit and irradiate the wafer on the sample table with electromagnetic waves; and a reflection member 2 that is placed in a ring shape around the gas introduction unit above the plurality of lamps and has a reflection surface capable of reflecting the electromagnetic waves radiated from the plurality of lamps downward and toward a center-side region of the processing chamber, the height of the reflection surface increasing toward the gas introduction unit and decreasing toward the outer peripheral side from the gas introduction unit.

(57) 要約: 処理の精度と歩留まりとを向上させたウエハ処理装置を提供するため、真空容器1内部に配置された処理室5と、前記処理室内の下部の中央部に配置され処理対象のウエハWがその上に載せられて支持される試料台4と、前記試料台の上面の中央部の上方に配置され前記処理室内に前記ウエハを処理するためのガスを導入するガス導入口11を有するガス導入部6と、前記ガス導入部の周囲に配置され前記処理室の天面を構成するランプユニット2とを備え、前記ランプユニットは、前記ガス導入部の周囲に多重に配置され電磁波を前記試料台上の前記ウエハに照射するリング状の複数のランプ2aと、前記複数のランプの上方で前記ガス導入部の周囲にリング状に配置され前記複数のランプから放射された電磁波を下方かつ前記処理室の中心側の領域に向けて反射可能に構成された反射面を有する反射部材2であって、前記反射面の高さが前記ガス導入部に近い箇所がより高く前記ガス導入部から外周側に向かうに伴って低くされた反射部材を備えたウエハ処理装置を構成する。

明 細 書

発明の名称： ウエハ処理装置

技術分野

[0001] 本発明はウエハ処理装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスでは、低消費電力化や記憶容量増大の要求のため、更なる微細化、及び、デバイス構造の３次元化が進んでいる。３次元構造のデバイスの製造では、構造が立体的で複雑であるため、従来のウエハ面に対して垂直方向にエッチングを行う「垂直エッチング」に加え、横方向にもエッチングが可能な「等方性エッチング」が求められている。

[0003] 等方性エッチングをドライ処理で高精度に行う従来の技術の例として、特開２０１５－１８５５９４号公報（特許文献１）に記載の吸着・脱離方式のエッチング方法が知られている。この従来技術では、最初にプラズマで生成されたラジカルを処理室内部に配置されたステージ上に載せられた被処理体の被エッチング層の表面に吸着させ、化学反応によって反応層を形成させ（吸着工程）、次に、熱エネルギーを付与してこの反応層を脱離させ除去すること（脱離工程）が行われる。この吸着工程と脱離工程を交互にサイクリックに繰り返すことによりエッチングが行われる。

[0004] この従来技術では、脱離工程において熱エネルギーを被処理体の表面に付与するため、処理室内に配置されたステージ上方に紫外線または赤外線域の電磁波を放射するランプを備えている。脱離工程では、短時間で被エッチング層表面の反応層が昇華する温度まで被処理体が加熱される。

[0005] また、特開２０２０－０９７０６０号公報（特許文献２）には、真空容器内部に配置された処理室の内側のステージを備え、その直上方のラジカル等反応性の粒子が処理室内に供給される流路の周囲で多重に配置された赤外線域の電磁波（以下、赤外光またはＩＲあるいはＩＲ光と称する）を照射するリング状のＩＲランプと、これらＩＲランプの上方に配置されＩＲランプが

ら放射された I R 光を下方の処理室内のウエハステージ上面または当該上面に載せられたウエハに向けて反射する反射板が配置されている。本従来技術は、この構成により、I R ランプから直接照射される I R 光と共に反射板で反射された I R 光がウエハに照射され、短時間でウエハの加熱が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 5 - 1 8 5 5 9 4 号公報

特許文献2：特開 2 0 2 0 - 0 9 7 0 6 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記の従来技術のように、容器の中の処理室内に供給される反応性を有したガスや蒸気を構成する粒子（エッチャント）は、処理室内部の中央部に配置されウエハがその上に載せられて支持される試料台の上面の中央の上方に配置された導入口から下方に向けて供給される。エッチャントは、ウエハの上面に接して付着し、ウエハ上面に予め配置された処理対象の膜層を含む複数の膜層を備えた膜構造の当該処理対象の膜の表面と反応する。このウエハ上面での反応の量とその大きさの分布は、例えば、供給されるエッチャントの量と反応の温度とのバランスに大きく影響される。

[0008] 供給されるエッチャントの量は、反応性を有するガスや蒸気の流路に大きく依存して変化する。そこで、エッチャントの量のウエハ上面の径方向あるいは周方向について（面内方向について）のバラつきを抑制するために、ウエハに到達したエッチャントの粒子がウエハの中心から外周の領域に向けて移動した後に、試料台とその周囲の処理室の内壁との間の空間から排気される構成、具体的には、ガス導入口の開口と、ウエハの中心と、試料台の外周側に位置して試料台の外周側壁を囲むリング状の前記空間の上下方向の中心軸が合致或いはこれに近似した位置に配置された同軸の配置において排気される（同軸排気）の構成が望まれる。上記従来技術はこの同軸排気の構成を

備えている。

[0009] 一方で、これらの従来技術において I R（赤外線）ランプを用いてウエハを加熱する構成では、その加熱の速度及び得られる温度の分布の精度を確保するには、ウエハの上面の全体に亘り所望の強さや量にされた I R 光を照射することが求められる。しかしながら、上記従来技術において、ガス導入口がウエハの中心上方に配置された場合、I R ランプはウエハの中央の直上の箇所には配置されず、ガス導入口の周囲に位置せざるを得ない。この為、このような構成において、ウエハの中心部分の温度、或いはウエハの温度とそのウエハの面内方向についての分布を所望のものに調節する上で、その精度が損なわれるおそれがある。このことは、ウエハ上面の外周側部分と比較して、中心部の領域のエッチング処理後の形状のバラつきや精度の相対的な低下につながるおそれがある。

[0010] 本発明の目的は、処理の精度と歩留まりとを向上させたウエハ処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題は、真空容器内部に配置された処理室と、前記処理室内の下部の中央部に配置され処理対象のウエハがその上に載せられて支持される試料台と、前記試料台の上面の中央部の上方に配置され前記処理室内に前記ウエハを処理するためのガスを導入するガス導入口を有するガス導入部と、このガス導入部の周囲に配置され前記処理室の天面を構成するランプユニットとを備え、前記ランプユニットは、前記ガス導入部の周囲に多重に配置され電磁波を前記試料台上の前記ウエハに照射するリング状の複数のランプと、前記複数のランプの上方で前記ガス導入部の周囲にリング状に配置され前記複数のランプから放射された電磁波を下方かつ前記処理室の中心側の領域に向けて反射可能に構成された反射面を有する反射部材であって、前記反射面の高さが前記ガス導入部に近い箇所がより高く前記ガス導入部から外周側に向かうに伴って低くされた反射部材を備えたウエハ処理装置により達成される。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ランプから放射された電磁波を上方で所定の方に反射させ、ウエハの温度の値とその分布を所望のものに変化させることが可能となる。このことにより、処理中のウエハの温度を精度良く処理に適した範囲内のものにすることができ、処理の歩留まりが向上する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施例に係るウエハ処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

[図2]図1に示す実施例の変形例に係るウエハ処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

[図3]図2に示す変形例において、複数の可動式反射板の反射面をウエハ上面に平行にされた場合の構成の概略を模式的に示す縦断面図と、この場合ウエハ上面の半径方向についての温度分布を示すグラフである。

[図4]図2に示す変形例において、複数の可動式反射板の反射面をウエハ上面に対して傾けてIR光をウエハの中心に向けて反射する場合の構成の概略を模式的に示す縦断面図と、この場合のウエハ上面の半径方向についての温度分布を示すグラフである。

[図5]図2に示す変形例において、2つのIRランプ及び反射板とその下方のウエハW上の位置におけるIR直射光とIR反射光の強度（照度）の大きさの、反射板の反射面の傾斜角度の変化に伴う変化の一例を示すグラフである。

[図6]図5に示すIR光の強度の変化の一例の算出に用いられるIRランプユニットの配置のモデルを模式的に示す図である。

[図7]図2に示す反射板の角度を所定の値だけ傾斜させた場合のウエハ上面の径方向についてのIR光の強度（照度）の分布の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の形態を、以下図面を参照して説明する。以下、本発明の実施例及び変形例を図1乃至7を用いて説明する。

[0015] 図1は、本発明の実施例に係るウエハ処理装置の構成の概略を模式的に示

す縦断面図である。本実施例のウエハ処理装置100は、大きく分けて、内部が減圧可能な処理容器と、処理容器の上部に接続されて当該処理容器内部に処理対象の半導体ウエハ等の基板上の試料を処理するための処理用のガスを供給するガス供給部と、処理容器の下部に接続され、処理容器内部のガスを排気する排気部とを備えている。ウエハ処理装置100は、処理容器が、図示しない真空容器であって内部の空間内を処理対象の試料が搬送される搬送容器と連結されており、処理容器側壁には、搬送容器内部と処理容器内部の間で試料が内側を通る通路としての図示しない開口（ゲート）が備えられている。

[0016] 処理容器は、金属製の容器であって内部に円筒形状を有した空間である処理室5を備えた真空容器1と、処理室5内部の下方に配置され処理対象の試料であるウエハWがその上面に載せられて保持または支持される試料台4とを備えている。また、処理室5の中央部の上方に配置され処理室5に供給される処理用または希釈用あるいはクリーニング用のガスがパイプ状あるいは円筒形状の内部の空間を流れるガス導入ユニット6が配置されている。当該ガス導入ユニット6は、処理室5の天面の中央部の上方に配置され、下端部が処理室5内部の空間に露出され処理室5の天面を構成してもよい。

[0017] ガス導入ユニット6の下端部には、誘電体製の円板形状を有したガス導入板10が配置されている。ガス導入板10の中央部には、ガス導入ユニット6内部の円筒形の空間を通った処理用のガス等のガスが内側を通過して処理室5に向けて導入される少なくとも1つのガス導入口11が配置されている。本例ではガス導入口11を通り処理室5に進入した処理用のガスの粒子は、処理室5内部で拡散して、試料台4上面に載せられたウエハW上面に予め配置された処理対象の膜層及びマスク用の膜層を含む複数層を有した膜構造上に付着し、付着したガスの粒子と処理対象の膜層表面の材料とが相互作用または反応を生起して、所期の生成物が形成される。

[0018] さらに、真空容器1の上部を構成して、処理室5の上方であってガス導入ユニット6の外周を囲んで配置されたランプユニット2が備えられている。

本例のランプユニット2は、処理室5内部に赤外線光（IR光）を照射して試料台4上面上に載せられたウエハWを加熱することができるランプであってガス導入ユニット6の外周を囲み多重（本図では3重）の同心状に配置されたIRランプ2aを有している。さらにランプユニット2は、IR光が透過可能な部材で構成された平板状のリング状の部材であってガス導入ユニット6の下端部の周囲で処理室5の天面を構成する透過窓2bを備えている。

[0019] さらに、本例のランプユニット2は、IRランプ2aの上方には、ガス導入ユニット6の外周を囲み、IRランプ2aおよび透過窓2bを覆って配置された板状の部材であって、中央部の位置が高く外周部の位置が低くされた湾曲した形状を有するカバードーム3を備えている。カバードーム3は、中央部に円形の開口を有して上方から見た場合にリング状の形状を有し、内周縁部はガス導入ユニット6の外周を囲んで配置される。さらに、カバードーム3の外側の表面および下方の表面（内表面）が中央部から外周縁部に向かって低くなるよう傾斜しており、その傾斜の角度は、中央から外周に向かうに伴って大きくなる、所謂ドーム状の形状を有している。

[0020] カバードーム3の内表面がこのような形状を有し、当該内表面がIRランプ2aから放射されたIR光を反射する反射面として作用することができるように構成されることで、リング状に配置されたIRランプ2aから照射されたIR光の少なくとも一部は、カバードーム3の内表面で処理室5の中央および下方に向けて反射される。すなわち、本図の例では、カバードーム3はIR光の反射部材として、下面（内表面）が反射面として用いられる。このように各IRランプ2aから放射されカバードーム3の内側壁面で反射されたIR光（IR反射光）は、下向き且つステージ4上面の中心に向けて進行して、多重のリング状に配置されたIRランプ2a同士の間隙間およびガス導入ユニット6との間隙間を通り、試料台4上面上方にウエハWが載せられている場合には、ウエハWの中央側の表面に照射される。

[0021] すなわち、各IRランプ2aから上方に向けて放射されたIR光は、カバードーム3の内表面により反射され、各IRランプ2aよりもウエハWのよ

り中心側の空間を通りウエハWに照射される。このことにより、ウエハW上面の中心側の領域では、IRランプ2aからIRランプから直接到達するIR光（IR直射光）に加えて、外周側の領域よりもIR反射光が多く照射され、より大きな強度または量のIR光が照射される。

[0022] 真空容器1の下部は排気ポンプ16とこれに接続された排気管13とを含む排気部と連結される。排気部において、排気管13の一端部は真空容器1の底面と接続され、排気管13の内部は、試料台4の下方であって処理室5の下部に面して配置された排気口12を介して処理室5内部と連通される。排気部には、排気口12に接続された排気管13の他端部と排気ポンプ16の入り口との間に、排気管13内部を流れる処理室5からの排気ガスの流量または速度を調節する流量調節バルブ15が備えられて、流量調節バルブ15と排気ポンプ16の間が排気管14で接続されている。

[0023] ガス導入ユニット6の上端は、ガス供給部と接続されている。ガス供給部は、各ガスが種類ごとに分けられ内部に貯留されたタンク等の複数のガス貯留部9と、一端が各ガス貯留部と接続され他端がガス導入ユニット6の上端と接続されガス貯留部からのガスが内部を通流する配管を含むガス供給ライン7と、ガス貯留部9とガス導入ユニット6との間のガス供給ライン7上に配置され、通流するガスの流量あるいは速度を調節するMFC（マスフローコントローラ）等のガス流量調節器8を備えている。処理室5内部の圧力は、ガス導入口11から処理室5内に導入されるガスの単位時間あたりの流量と、排気口12を通して排出される処理室5からのガス等の粒子の単位時間あたりの流量とのバランスにより、処理に適した範囲内の値に調節される。

[0024] 図2を用いて、本発明の実施例の変形例を説明する。図2は、図1に示す実施例の変形例に係るウエハ処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。図1に示す実施例と本図に示す変形例との差異は、変形例に係るウエハ処理装置200のランプユニット2が、多重の同心状のリング形を有して配置されたIRランプ2aの各々の上方で、反射板が多重の同心状に且つリング状に配置された複数の平板状の形状を有して構成された複数の反射板

ユニット 2 1, 2 2, 2 3 と、ガス導入ユニット 6 の外周側に配置され反射板ユニット 2 1 乃至 2 3 の上方で反射板ユニット 2 1 乃至 2 3, I R ランプ 2 a および透過窓 2 b を覆い、中央部が高く外周部が低くされた湾曲した上下の表面を有したカバードーム 3' を備えている点である。

[0025] 本例の反射板ユニット 2 1, 2 2, 2 3 は、各々がウエハ W または円形を有した試料台 4 の中心を通る上下方向の軸（中心軸）上の上方から見た場合、複数の方形の平板の部材で構成され I R 光を反射可能な面（反射面）を有した複数の反射板 2 1 a, 2 1 b, . . . , 2 2 a, 2 2 b, . . . , 2 3 a, 2 3 b, . . . が、前記中心から半径方向について異なる長さの 3 つの半径位置であって、ウエハ W 上面から各々が 3 つの異なる高さの円周上でリング状に配置されている。複数の反射板 2 1 a, 2 1 b, . . . , 2 2 a, 2 2 b, . . . , 2 3 a, 2 3 b, . . . の各々の反射面と反対側の面（上面）が、カバードーム 3' の下面の下側（内側）に配置された角度調整機構と連結されることにより、処理室 5 または試料台 4 あるいはウエハ W の中心に向かうように I R ランプ 2 a からの I R 光の反射面を傾けることが可能に構成されている。

[0026] 本例において、反射板ユニット 2 1, 2 2, 2 3 各々を複数の集合として構成する反射板 2 1 a, 2 1 b, . . . , 2 2 a, 2 2 b, . . . , 2 3 a, 2 3 b, . . . の反射板の反射面の中心箇所は、反射板ユニット毎に、ウエハ W またはステージ 4 あるいは処理室 5 の中心軸からの半径を、リング状に配置された 3 つの I R ランプ 2 a 各々の半径と合致またはこれと見做せる程度に近似させた位置に配置されている。さらに、これら 3 つの反射板ユニット 2 1 乃至 2 3 の各々に属する反射板の反射面の中心の箇所が配置されるウエハ W 上面からの高さは、処理室 5 または試料台 4、ウエハ W の中心に近づくに伴ってそれぞれの反射板の集合毎に大きくされる。すなわち、反射板 2 1 a, 2 1 b, . . . の中心の位置が最もウエハ W から高い位置に配置されると共に I R ランプ 2 a からの上下方向の距離も最も大きくされている。

[0027] このような構成において、各反射板ユニット 2 1, 2 2, 2 3 の反射板 2

1 a, 2 1 b, . . . , 2 2 a, 2 2 b, . . . , 2 3 a, 2 3 b, . . .
の反射面が、反射された I R 光 (I R 反射光) が処理室 5 またはステージ 4
、ウエハ W 上面の中心に向かうように、所定の角度に傾斜させて保持された
場合には、反射された I R 光 (I R 反射光) は、其々が下向き且つウエハ W
上面の中心に向けて進行して、多重のリング状に配置された I R ランプ 2 a
同士の間隙間およびガス導入ユニット 6 との間隙間を通り、ウエハ W の
上面に照射される。すなわち、各 I R ランプ 2 a から上方に向けて放射され
た I R 光は、各反射板ユニット 2 1, 2 2, 2 3 により反射され、各 I R ラ
ンプ 2 a よりもウエハ W のより中心側の空間を通りウエハ W に照射される。
このことにより、ウエハ W 上面の中心側の領域では、 I R ランプ 2 a から I
R ランプから直接到達する I R 光 (I R 直射光) に加えて、外周側の領域よ
りも I R 反射光が多く照射され、より大きな強度の I R 光が照射される。

[0028] 一方、上記反射面をウエハ W 上面と平行となるように保持された場合は、
上記の場合と同様に、ウエハ W 上面には I R 反射光とともに I R 直射光が照
射されるものの、 I R 反射光を中心側に向かうように各反射板ユニット 2 1
, 2 2, 2 3 の反射板を傾斜させた場合と比較して、ウエハ W の中央側の領
域に照射される I R 反射光の強度は相対的に小さくなる。さらに、本例では
、ガス導入ユニット 6 の下端部が処理室 5 の天面中心部を構成しており中心
部上方に I R ランプを配置して、 I R ランプ 2 a の I R 直射光をウエハ W 上
面に対して垂直またはこれに近い角度で入射させて得られる強い強度で照射
することが出来ない。このため、 I R 直射光の強度や量についても、 I R 直
射光の強度や量も、外周側に照射されるものに対して相対的に小さくなる。

[0029] 図 3 は、図 2 に示す変形例の反射板の反射面を試料台またはウエハと平行
に保持した場合に得られるウエハ上の温度の分布の例を模式的に示すグラフ
である。なお、本図では、 I R 直射光を実線の矢印で、 I R 反射光を破線の
矢印で表示している。上記のように、この図に示す例では、ランプユニット
2 から下方に放射される I R 直射光は、 I R ランプ 2 a から下方に配置され
たウエハ W の上面に直接的に照射される。他方、 I R ランプ 2 a から上方に

放射された I R 光は、何れかの反射板ユニット 2 1 乃至 2 3 の反射板の反射面で下向きとなるように反射された I R 反射光となり、3 重の同心状に配置されたリング形状を有した I R ランプ 2 a 同士の間隙間を通り、当該隙間の下方のウエハ W 上面に照射される。

[0030] 上記のように、この図に示す例では、ランプユニット 2 から放射される I R 直射光および I R 反射光の強度または量は、ウエハ W の中央部側の領域と比較して外周側の領域でより大きくなる。このため、ウエハ W 上面の温度は相対的に中央部側の領域が低く、外周側の領域が高い分布となる。

[0031] 図 4 は、図 2 に示す変形例の反射板の反射面を試料台またはウエハの中心に向けて保持した場合に得られるウエハ上の温度の分布の例を模式的に示すグラフである。なお、本図でも、I R 直射光を実線の矢印で、I R 反射光を破線の矢印で表示している。上記のように、この図に示す例では、ランプユニット 2 から下方に放射される I R 直射光は、I R ランプ 2 a から下方に配置されたウエハ W の上面に直接的に照射される。他方、I R ランプ 2 a から上方に放射された I R 光は、何れかの反射板ユニット 2 1 乃至 2 3 の反射板の反射面で下向き且つウエハ W の中心に向かうように反射された I R 反射光となり、3 重の同心状に配置されたリング形状を有した I R ランプ 2 a 同士の間隙間を通り、当該隙間の下方のウエハ W 上面に照射される。

[0032] また、最内周に配置された I R ランプ 2 a - 1 から上向きに放射され I R 光が反射板 2 1 a, 2 1 b, . . . で下向き且つウエハ W の中心側領域に向けて反射された I R 反射光は、最内周の I R ランプ 2 a - 1 とガス導入ユニット 6 の下端部の外周縁との隙間を通して、さらにウエハ W の中心に向けて進行してウエハ W の上面に照射される。上記の通り、透過窓 2 b は I R 光が透過可能な材料で構成されている構成に加え、ガス導入ユニット 6 の円筒形の側壁の下端部あるいはガス導入板 1 0 が I R 光を透過させる材料で構成されてもよく、この場合には、処理室 5 の天面の中心部を構成するガス導入ユニット 6 を通して、反射板ユニット 2 1 乃至 2 3 の少なくとも何れかで反射された I R 反射光が、I R 直射光の強度あるいは量が小さいウエハ W の中心

部に、より大きな強度または量で照射される。このため、I R 反射光の強度または量は、ウエハWの外周側の領域と比較して中心側の領域でより大きくなり、ウエハW上面の温度は相対的に中央部側の領域が高く、外周側の領域が低い分布となる。

[0033] 図5、6を用いて、図2に示す変形例におけるランプユニット2の反射板の反射面の傾斜の度合いとI Rランプ2 aからのI R直射光およびI R反射光の強度（照度）の大きさの変化の一例を説明する。図5は、図2に示す変形例において、2つのI Rランプ及び反射板とその下方のウエハW上の位置におけるI R直射光とI R反射光の強度（照度）の大きさの、反射板の反射面の傾斜角度の変化に伴う変化の一例を示すグラフである。図6は、図2に示す反射板の角度をウエハと平行にした場合と反射板の反射面の角度を所定の値だけ傾斜させた場合との、ウエハ上面の径方向についてのI R光の強度（照度）の分布の一例を示すグラフである。

[0034] 図5、図7では、ランプユニット2とウエハWとの配置、相対的な位置関係を含む条件を適切に設定したものをモデルとして、この条件において上記I R光の強度の変化を算出した。図6は、図5に示すI R光の強度の変化の一例の算出に用いられるI Rランプユニットの配置のモデルを模式的に示す図である。

[0035] 図6では、ウエハWの上方の当該ウエハW上面から上方に（図上上下方向）高さ（距離） d_1 の位置に、2つのI Rランプ2 a-1、2 a-2が水平方向（図上左右方向）について距離 L だけ離間して配置されている。また、これらI Rランプ2 a-1、2 a-2各々の上方には、距離（高さ） d_2 だけ開けて反射板2 1 a、2 2 aが配置されている。本図では、図上左側のI Rランプ2 a-1は、図2における3重のリング状に配置されたI Rランプ2 aのうち処理室5の中心からの半径方向について最内周側のものであり、図上右側のI Rランプ2 a-2は当該半径方向について2番目の位置のものである。これらの上方に位置する反射板2 1 a、2 2 aはそれぞれ反射板ユニット2 1、2 2に属するものである。

[0036] これら I R ランプ 2 a-1, 2 a-2 及び反射板 2 1 a, 2 2 a の下方に位置するウエハ W に対して、上方から垂直下方に投影されたウエハ W 上の箇所 A, B の間の距離を L とする。本図のこのような配置において、反射板 2 1 a は反射面をウエハ W と平行に保持し、反射板 2 2 a は反射面を水平な方向（面）に対して傾斜させる角度 θ を所定の範囲内で変化させた場合の、I R ランプ 2 a-2 から真上に放射した I R 直射光が反射板 2 2 a で反射した I R 反射光がウエハ W 上に照射される箇所（位置）X における I R ランプ 2 a-1, 2 a-2 からの I R 直射光と反射板 2 1 a, 2 2 a からの I R 反射光の合計の強度を算出している。

[0037] 図 5 において、符号 5 0 2 は I R ランプ 2 a-1, 2 a-2 からの I R 直射光の合計の強度の変化を、符号 5 0 3 は反射板 2 1 a, 2 2 a からの I R 反射光の合計の強度の変化を、符号 5 0 1 は I R 直射光の合計の強度 5 0 2 および I R 反射光の合計の強度 5 0 3 の強度の和の変化を示している。この図の例では、任意の大きさの単位としての距離 L を 5、高さ d 1 を 5、高さ d 2 を 0.1 として算出した。反射板 2 2 a の傾斜する角度の増大に伴って位置 X は位置 B から遠ざかるように移動するとともに、位置 X での I R 光の強度 5 0 1 は初期に若干増大した後に減少することが示されている。特に本図の例では、位置 X が図 6 の位置 A と位置 B の間に位置する反射板 2 2 a の傾斜角度が小さい条件で I R 光の強度 5 0 1 が最大となることが示されている。

[0038] 図 7 において、ウエハ W の中心からの半径方向についての特定の位置の上方に I R ランプ 2 a およびその上方の反射板を配置し当該反射面の角度を所定の値にした場合における、ウエハ W の中心からの距離の変化に対する I R 光の強度の変化が示されている。この図において、I R ランプ 2 a はグラフ上右端の距離の位置に配置されており、符号 6 0 2 は I R ランプ 2 a からの I R 直射光の強度の変化を、符号 6 0 3 は I R ランプ 2 a の上方の反射板からの I R 反射光の強度の変化を、符号 6 0 1 は I R 直射光の強度 6 0 2 および I R 反射光の強度 6 0 3 の強度の和の変化を示している。この図において

、ウエハW上の中心から半径方向の位置がI Rランプ2 aの上方からの投影箇所近づくに伴って、I R直射光の強度6 0 2、I R反射光の強度6 0 3が大きくなること分かる。

[0039] 本発明者らは、上記のような検討の結果から、図1，2に示す実施例、変形例において、ドーム形状を備えた反射板としてのカバードーム3およびI Rランプ2 aの各々上方で異なる半径の円周に沿ってリング状に配置された複数の反射板ユニット2 1乃至2 3を用いることにより、ウエハWの中央部の温度を外周側の領域のものより高い温度の分布を形成できるとの知見を得た。さらに、上記反射板ユニット2 1乃至2 3の反射面の角度を、ウエハWと平行となる状態を0°として、正負の範囲で可変に調節することで、ウエハWの温度の値とその分布を、所謂中高、外高を含めて、所望のものにすることを想起した。

[0040] このようウエハWの温度の分布を変化させるうえで、反射板ユニット2 1乃至2 3の各反射板が取り付けられた角度調整機構は、反射面がウエハWまたはステージ4あるいは処理室5の中心または中心部側の領域に向いた角度からこれらの外周側の領域、例えば処理室5の内周側壁に向いた角度まで変更する機能を有しており、反射板ユニット2 1乃至2 3の各々で独立に異なる角度に調節され得る。このような反射板ユニット2 1乃至2 3の角度は、図1，2には図示されていないウエハ処理装置1 0 0，2 0 0の各部の動作を調節する指令信号を発信する制御部が、ステージ4内部に配置された複数の温度センサからの出力を受けて検出し、ウエハWの温度の値または分布と目標のものとの際に応じて、角度調整機構に信号を送信して、調節する。

[0041] 上記の実施例、変形例について説明した通り、本実施例、変形例において、ウエハの中心側により大きい強度または量のI R反射光をランプユニット2から供給する、あるいはランプユニット2の角度を適切に調節された反射板ユニット2 1，2 2，2 3の各反射板で反射されたI R反射光を所望のウエハWの領域に照射することにより、処理に適したウエハWの処理中の温度の値とその分布が得られる。このことにより、ウエハ処理装置1 0 0，2 0

0で処理されるウエハWの処理の精度と歩留まりが向上する。

符号の説明

[0042] 1・・・真空容器、2・・・ランプユニット、2a・・・IRランプ、2b
・・・透過窓、3・・・カバードーム、4・・・試料台、5・・・処理室、
6・・・ガス導入ユニット、7・・・ガス供給ライン、8・・・ガス流量調
節器、9・・・ガス貯留部、10・・・ガス導入板、11・・・ガス導入口
、12・・・排気口、13、14・・・排気管、15・・・流量調節バルブ
、16・・・排気ポンプ、21、22、23・・・反射板ユニット、21a
、21b、22a、22b、23a、23b・・・反射板、100、200
・・・ウエハ処理装置。

請求の範囲

- [請求項1] 真空容器内部に配置された処理室と、前記処理室内の下部の中央部に配置され処理対象のウエハがその上に載せられて支持される試料台と、前記試料台の上面の中央部の上方に配置され前記処理室内に前記ウエハを処理するためのガスを導入するガス導入口を有するガス導入部と、前記ガス導入部の周囲に配置され前記処理室の天面を構成するランプユニットとを備え、
- 前記ランプユニットは、前記ガス導入部の周囲に多重に配置され電磁波を前記試料台上の前記ウエハに照射するリング状の複数のランプと、前記複数のランプの上方で前記ガス導入部の周囲にリング状に配置され前記複数のランプから放射された電磁波を下方かつ前記処理室の中心側の領域に向けて反射可能に構成された反射面を有する反射部材であって、前記反射面の高さが前記ガス導入部に近い箇所がより高く前記ガス導入部から外周側に向かうに伴って低くされた反射部材を備えたウエハ処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のウエハ処理装置であって、
- 前記反射部材の反射面が中心側の端部から外周側の端部にむけて高さが低くされた曲面で構成されたウエハ処理装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のウエハ処理装置であって、
- 前記ランプユニットは前記反射部材の下側に、前記ガス導入部の周囲であって上方から見て前記試料台の中心の周りにリング状に配置された平板状の複数の反射板を備え、前記複数の反射板で反射された前記電磁波が前記複数のランプ同士の間隙間または前記ランプと前記ガス導入部との間隙間を通して前記試料台上の前記ウエハに照射されるウエハ処理装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のウエハ処理装置であって、
- 前記ランプユニットが、前記ガス導入部の周囲であって上方から見て前記試料台の中心の周りで当該中心から複数の異なる半径位置で前

記複数の反射板からなる複数の反射板ユニットを備えたウエハ処理装置。

[請求項5] 請求項4に記載のウエハ処理装置であって、
前記複数の反射板ユニットは、各々毎に前記試料台上面から異なる高さに、各々を構成する前記複数の反射板を備えたウエハ処理装置。

[請求項6] 請求項3に記載のウエハ処理装置であって、
前記複数の反射板の各々の反射面を水平面に対して傾斜する角度を可変に調節する角度可変機構であって、前記電磁波を前記試料台の中心側または外周側に向けて反射するように前記複数の反射板の各傾斜角度を調節する角度可変機構を備えたウエハ処理装置。

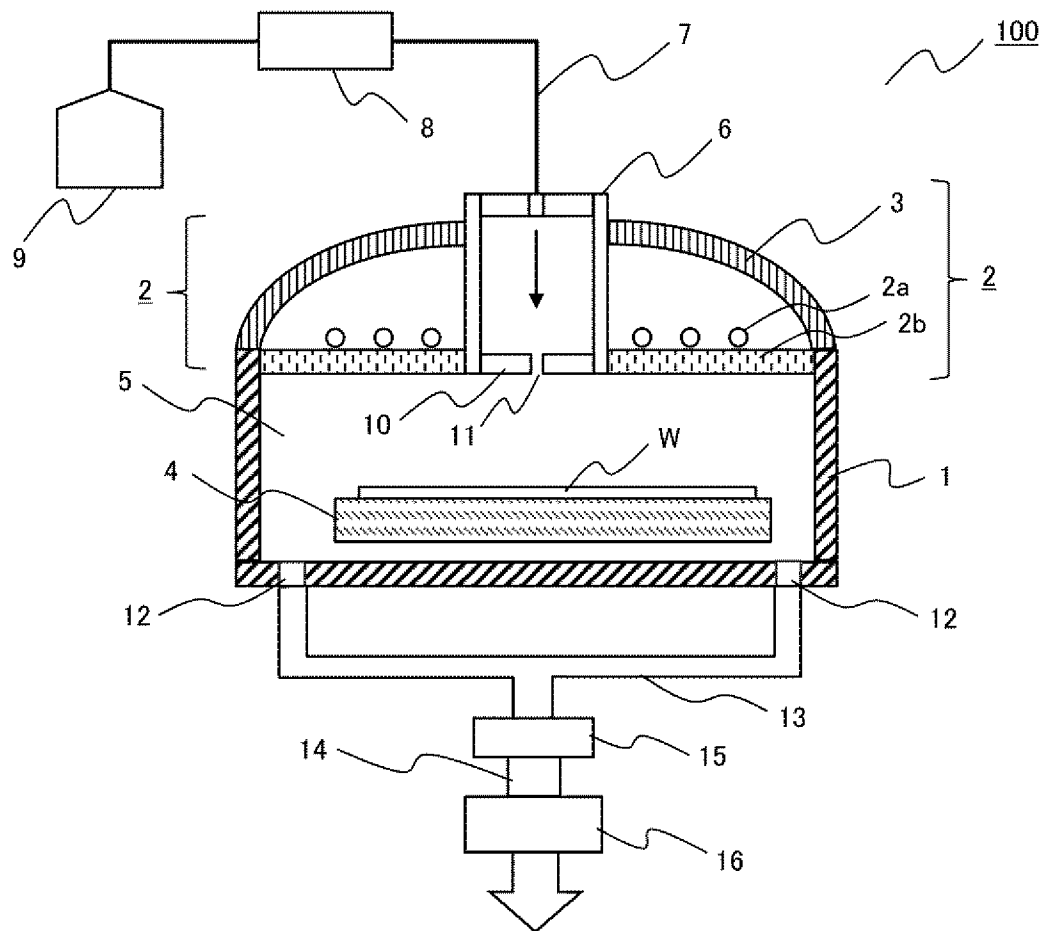
[請求項7] 請求項4に記載のウエハ処理装置であって、
前記複数の反射板の各々の反射面を水平面に対して傾斜する角度を可変に調節する角度可変機構であって、前記電磁波を前記試料台の中心側または外周側に向けて反射するように前記複数の反射板の各傾斜角度を調節する角度可変機構を備えたウエハ処理装置。

[請求項8] 請求項5に記載のウエハ処理装置であって、
前記複数の反射板の各々の反射面を水平面に対して傾斜する角度を可変に調節する角度可変機構であって、前記電磁波を前記試料台の中心側または外周側に向けて反射するように前記複数の反射板の各角度を調節する角度可変機構を備えたウエハ処理装置。

[請求項9] 請求項6乃至8のいずれか一項に記載のウエハ処理装置であって、
前記ウエハの処理中に前記ウエハの温度を中心側の領域が低く外周側の領域が高い分布および中心側の領域が高く外周側の領域が低い分布の何れも実現する機能を備えたウエハ処理装置。

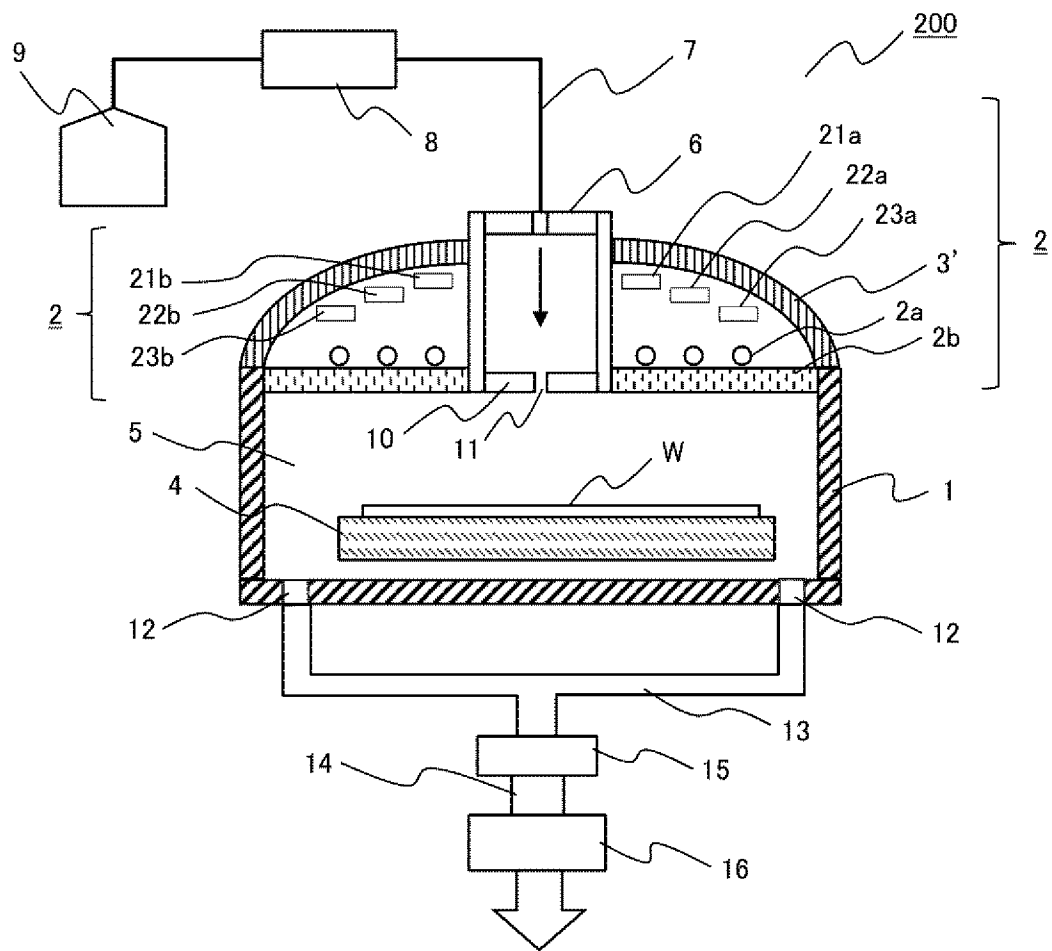
[図1]

図1



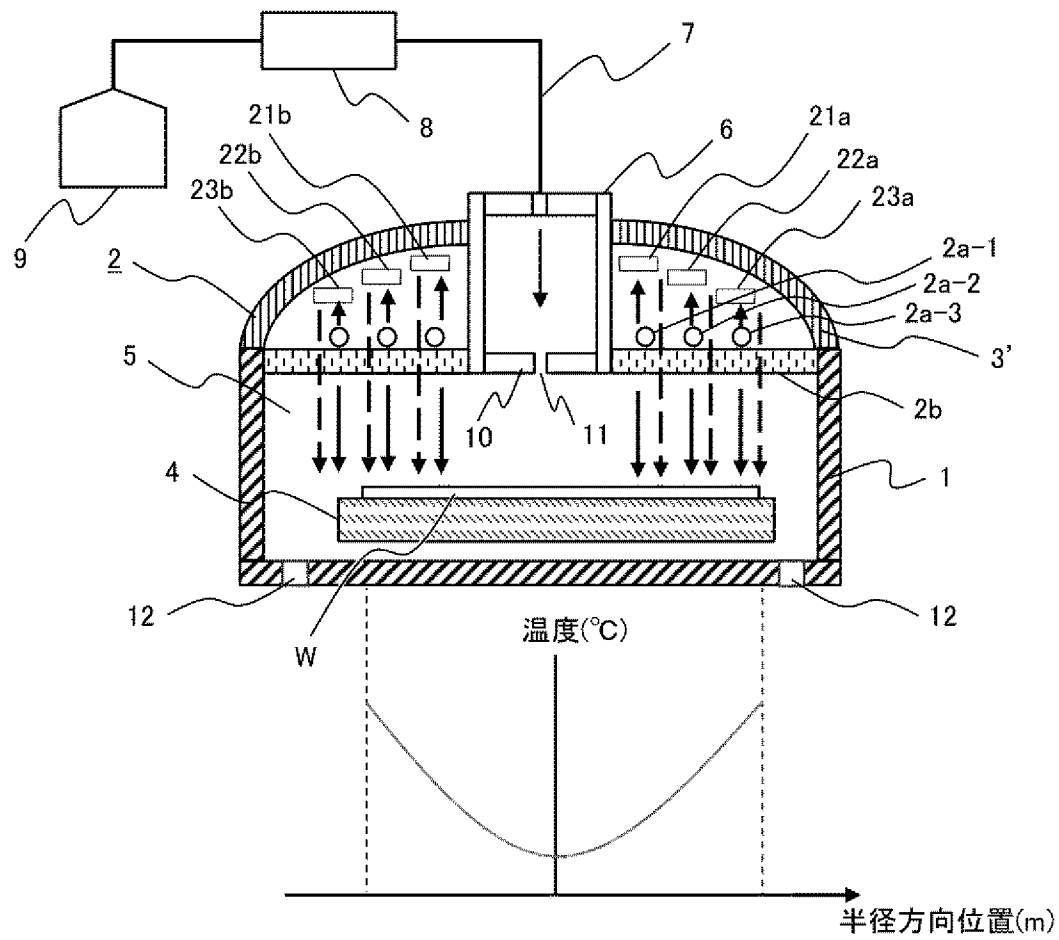
[図2]

图2



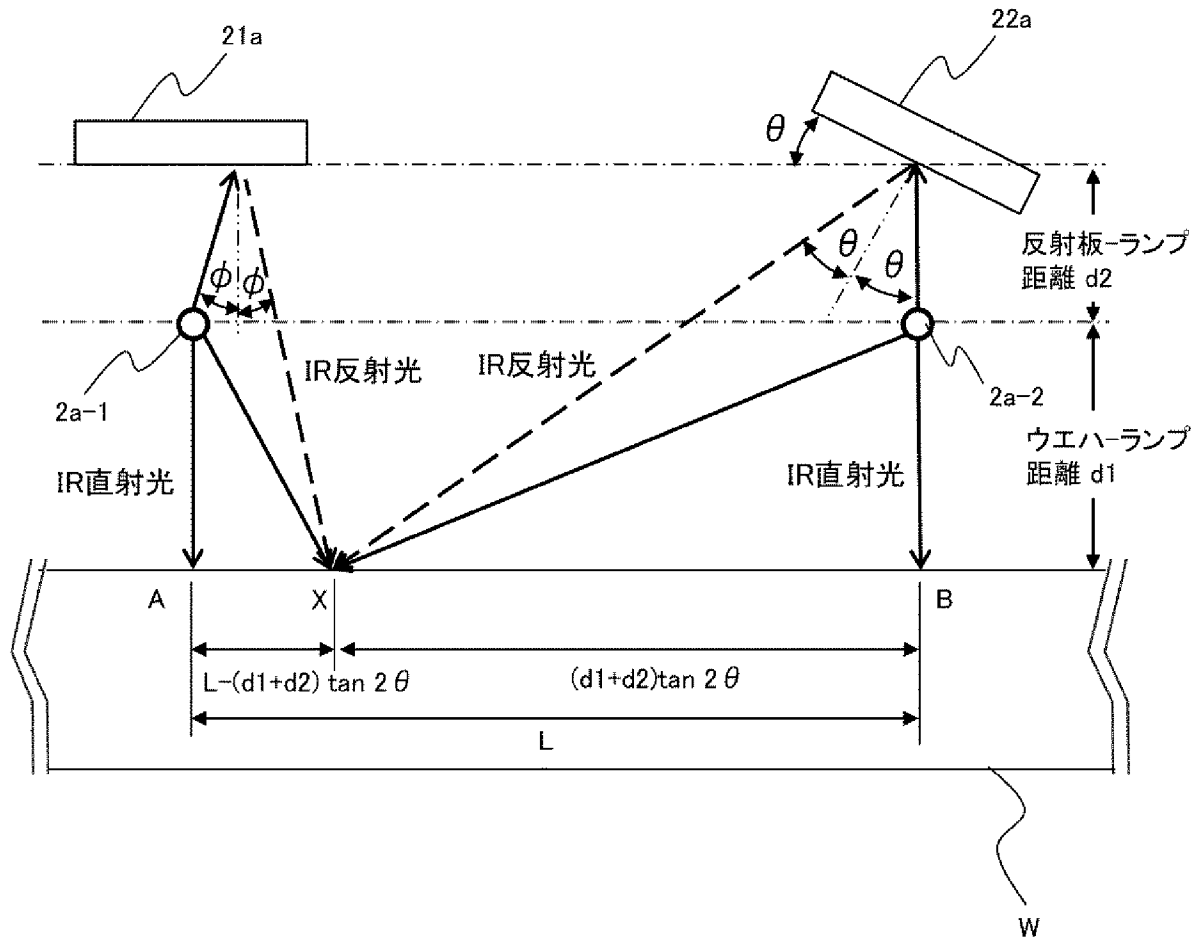
[図3]

図3



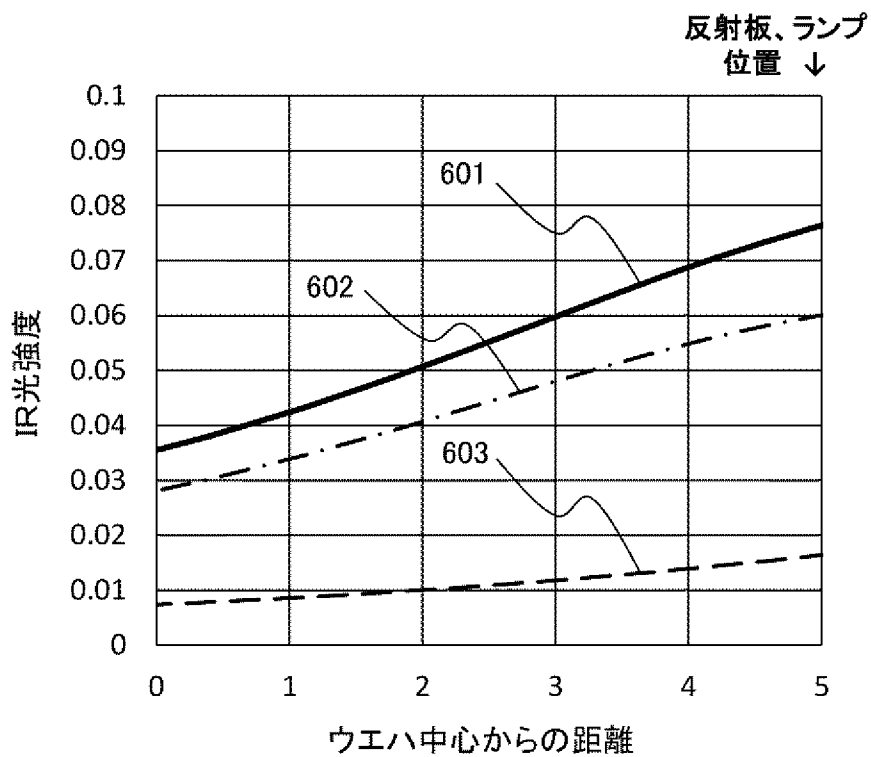
[図6]

図6



[図7]

図7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/035295

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/302**(2006.01)i

FI: H01L21/302 201A

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/302

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-321546 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 04 December 1998 (1998-12-04)	1, 2
A	paragraphs [0008]-[0010], fig. 1 entire text, all drawings	3-9
Y	JP 2018-181925 A (USHIO ELECTRIC INC.) 15 November 2018 (2018-11-15)	1, 2
A	paragraph [0013] paragraph [0013]	3-9
Y	JP 64-007519 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 11 January 1989 (1989-01-11)	1, 2
A	p. 2, upper right column, lines 4-13 p. 2, upper right column, lines 4-13	3-9
Y	JP 2009-200330 A (DENSO CORPORATION) 03 September 2009 (2009-09-03)	1, 2
A	fig. 1 fig. 1	3-9



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

02 November 2023

Date of mailing of the international search report

14 November 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/035295**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-147943 A (KOKUSAI ELECTRIC SEMICONDUCTOR SERVICE INC.) 08 June 2006 (2006-06-08) paragraph [0015]	1, 2
A	paragraph [0015]	3-9
A	JP 2009-088348 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 23 April 2009 (2009-04-23) entire text, all drawings	3-9
A	JP 9-167742 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 24 June 1997 (1997-06-24) entire text, all drawings	3-9
A	JP 9-092624 A (SEMITSUKUSU ENG KK) 04 April 1997 (1997-04-04) entire text, all drawings	3-9
A	JP 2011-176128 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 08 September 2011 (2011-09-08) entire text, all drawings	3-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/035295

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	10-321546	A	04 December 1998	(Family: none)	
JP	2018-181925	A	15 November 2018	(Family: none)	
JP	64-007519	A	11 January 1989	(Family: none)	
JP	2009-200330	A	03 September 2009	(Family: none)	
JP	2006-147943	A	08 June 2006	(Family: none)	
JP	2009-088348	A	23 April 2009	(Family: none)	
JP	9-167742	A	24 June 1997	(Family: none)	
JP	9-092624	A	04 April 1997	(Family: none)	
JP	2011-176128	A	08 September 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/302(2006.01)i FI: H01L21/302 201A		
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）） H01L21/302		
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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-321546 A（国際電気株式会社）04.12.1998（1998 - 12 - 04） [0008]-[0010], 図1	1, 2
A	全文, 全図	3-9
Y	JP 2018-181925 A（ウシオ電機株式会社）15.11.2018（2018 - 11 - 15） [0013]	1, 2
A	[0013]	3-9
Y	JP 64-007519 A（沖電気工業株式会社）11.01.1989（1989 - 01 - 11） 第2頁右上欄第4行-第13行	1, 2
A	第2頁右上欄第4行-第13行	3-9
Y	JP 2009-200330 A（株式会社デンソー）03.09.2009（2009 - 09 - 03） 図1	1, 2
A	図1	3-9
☒ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 02.11.2023		国際調査報告の発送日 14.11.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 智之 50 1163 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-147943 A (株式会社国際電気セミコンダクターサービス) 08.06.2006 (2006 - 06 - 08) [0015]	1, 2
A	[0015]	3-9
A	JP 2009-088348 A (株式会社日立国際電気) 23.04.2009 (2009 - 04 - 23) 全文, 全図	3-9
A	JP 9-167742 A (信越半導体株式会社) 24.06.1997 (1997 - 06 - 24) 全文, 全図	3-9
A	JP 9-092624 A (セミックスエンジニアリング株式会社) 04.04.1997 (1997 - 04 - 04) 全文, 全図	3-9
A	JP 2011-176128 A (株式会社東芝) 08.09.2011 (2011 - 09 - 08) 全文, 全図	3-9

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/035295

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-321546	A	04.12.1998	(ファミリーなし)	
JP	2018-181925	A	15.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	64-007519	A	11.01.1989	(ファミリーなし)	
JP	2009-200330	A	03.09.2009	(ファミリーなし)	
JP	2006-147943	A	08.06.2006	(ファミリーなし)	
JP	2009-088348	A	23.04.2009	(ファミリーなし)	
JP	9-167742	A	24.06.1997	(ファミリーなし)	
JP	9-092624	A	04.04.1997	(ファミリーなし)	
JP	2011-176128	A	08.09.2011	(ファミリーなし)	