

(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
2020年8月20日(20.08.2020)



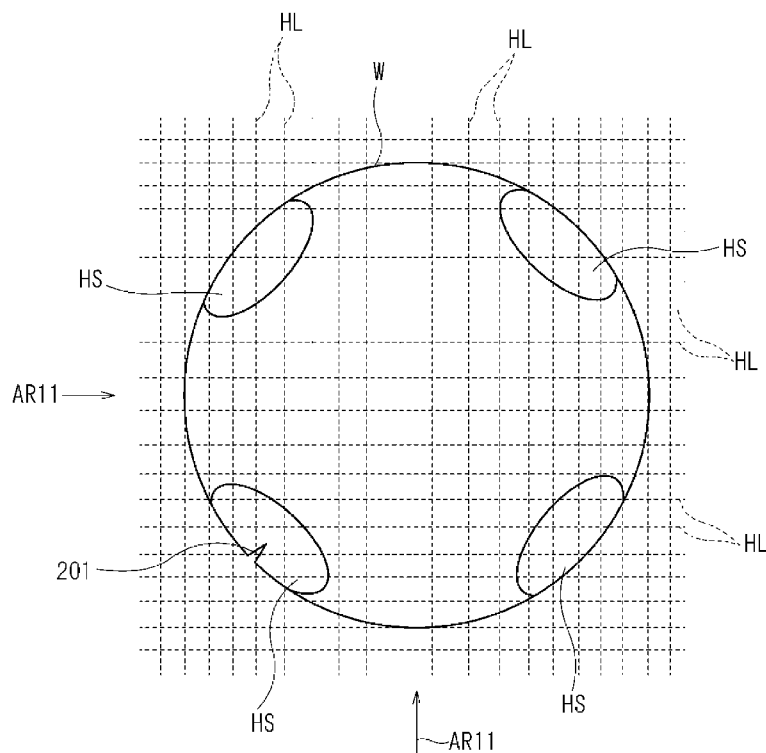
(10) 国際公開番号

WO 2020/166249 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000804
- (22) 国際出願日: 2020年1月14日(14.01.2020)
- (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 2019-023559 2019年2月13日(13.02.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 S C R E E N ホールディングス(SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 布施 和彦(FUSE Kazuhiko); 〒6028585
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社 S C R E E N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪府中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (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, KE, KG, KH,

(54) Title: HEAT TREATMENT METHOD AND HEAT TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 熱処理方法および熱処理装置



(57) Abstract: According to the present invention, 40 halogen lamps are arranged in a rectangular light source region so as to form a grid pattern in two vertical tiers. The halogen lamps are arranged most densely at four corners of the rectangular light source region. A semiconductor wafer is held on a susceptor so that the <100> crystal orientation of the semiconductor wafer coincides with the longitudinal direction of the rod-like halogen lamps. At the time of preliminary heating by means of the halogen lamps, a temperature gradient occurring along the <100> crystal orientation of the semiconductor wafer is

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,
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, 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))

smaller than a temperature gradient occurring along the $\langle 110 \rangle$ crystal orientation. As a result of the temperature gradient along the $\langle 100 \rangle$ crystal orientation, along which warp occurs more easily, becoming smaller than the temperature gradient along the $\langle 110 \rangle$ crystal orientation, it is possible to prevent the semiconductor wafer from warping at the time of light irradiation and heating.

(57) 要約：矩形の光源領域に40本のハロゲンランプが上下2段にわたって格子状に配列されている。矩形の光源領域の四隅において、ハロゲンランプが最も密に配設される。半導体ウェハの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が棒状のハロゲンランプの長手方向と一致するように、半導体ウェハをサセプタに保持している。ハロゲンランプによる予備加熱時には、半導体ウェハの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配は $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる。より反りが生じやすい $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った温度勾配よりも小さくなることにより、光照射加熱時に半導体ウェハが反るのを防止することができる。

明 細 書

発明の名称：熱処理方法および熱処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェハー等の薄板状精密電子基板（以下、単に「基板」と称する）に光を照射することによって該基板を加熱する熱処理方法および熱処理装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造プロセスにおいて、極めて短時間で半導体ウェハーを加熱するフラッシュランプアニール（F L A）が注目されている。フラッシュランプアニールは、キセノンフラッシュランプ（以下、単に「フラッシュランプ」とするときにはキセノンフラッシュランプを意味する）を使用して半導体ウェハーの表面にフラッシュ光を照射することにより、半導体ウェハーの表面のみを極めて短時間（数ミリ秒以下）に昇温させる熱処理技術である。

[0003] キセノンフラッシュランプの放射分光分布は紫外域から近赤外域であり、従来のハロゲンランプよりも波長が短く、シリコンの半導体ウェハーの基礎吸収帯とほぼ一致している。よって、キセノンフラッシュランプから半導体ウェハーにフラッシュ光を照射したときには、透過光が少なく半導体ウェハーを急速に昇温することが可能である。また、数ミリ秒以下の極めて短時間のフラッシュ光照射であれば、半導体ウェハーの表面近傍のみを選択的に昇温できることも判明している。

[0004] このようなフラッシュランプアニールは、極短時間の加熱が必要とされる処理、例えば典型的には半導体ウェハーに注入された不純物の活性化に利用される。イオン注入法によって不純物が注入された半導体ウェハーの表面にフラッシュランプからフラッシュ光を照射すれば、当該半導体ウェハーの表面を極短時間だけ活性化温度にまで昇温することができ、不純物を深く拡散させることなく、不純物活性化のみを実行することができるのである。

[0005] このようなキセノンフラッシュランプを使用した熱処理装置として、例えば特許文献1には、半導体ウェハの表面側にフラッシュランプを配置し、裏面側にハロゲンランプを配置し、それらの組み合わせによって所望の熱処理を行うものが開示されている。特許文献1に開示の熱処理装置においては、ハロゲンランプによって半導体ウェハをある程度の温度まで予備加熱し、その後フラッシュランプからの閃光照射によって半導体ウェハの表面を所望の処理温度にまで昇温している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2015-18909号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に開示される熱処理装置においては、予備加熱源である複数の棒状のハロゲンランプを上下2段に格子状に配列して矩形の光源領域を形成している。このような予備加熱源によって半導体ウェハの予備加熱を行うときにも、半導体ウェハの面内温度分布が不均一になることがあった。特に、ハロゲンランプが密に配置されることとなる矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハの周縁部の温度が周囲よりも高くなりやすい傾向が認められた。

[0008] 予備加熱時に半導体ウェハの面内温度分布が不均一になると、ウェハ反りが発生するおそれがある。予備加熱時にウェハ反りが発生すると、その後のフラッシュ光照射時にも半導体ウェハが曲がっているために均一な照射を行うことができず、半導体ウェハの面内温度分布が不均一になるだけでなく、不均一な加熱によってウェハ割れが生じるおそれもあった。

[0009] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、加熱時に基板が反るのを防止することができる熱処理方法および熱処理装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記課題を解決するため、この発明の第1の態様は、基板に光を照射することによって該基板を加熱する熱処理方法において、チャンバー内にてサセプタに基板を保持する保持工程と、前記サセプタに保持された前記基板に光照射部から光を照射する照射工程と、を備え、前記保持工程では、前記照射工程にて前記基板に光を照射したときに前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに前記基板を前記サセプタに保持する。
- [0011] また、第2の態様は、第1の態様に係る熱処理方法において、前記光照射部は、矩形の光源領域に2段に格子状に配列された複数の棒状ランプを含み、前記保持工程では、前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板を前記サセプタに保持する。
- [0012] また、第3の態様は、第1の態様に係る熱処理方法において、前記光照射部は、矩形の光源領域に平行に配列された複数の棒状ランプを含み、前記保持工程では、前記基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板を前記サセプタに保持する。
- [0013] また、第4の態様は、第2または第3の態様に係る熱処理方法において、前記棒状ランプは連続点灯ランプである。
- [0014] また、第5の態様は、第3の態様に係る熱処理方法において、前記棒状ランプはフラッシュランプである。
- [0015] また、第6の態様は、基板に光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、基板を収容するチャンバーと、前記チャンバー内にて前記基板を保持するサセプタと、前記サセプタに保持された前記基板に光を照射する光照射部と、前記サセプタに保持される前記基板の向きを調整するアライメント部と、を備え、前記アライメント部は、前記光照射部から前記基板に光を照射したときに前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなるように前記基板の向きを調整する。

- [0016] また、第7の態様は、第6の態様に係る熱処理装置において、前記光照射部は、矩形の光源領域に2段に格子状に配列された複数の棒状ランプを含み、前記アライメント部は、前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板の向きを調整する。
- [0017] また、第8の態様は、第6の態様に係る熱処理装置において、前記光照射部は、矩形の光源領域に平行に配列された複数の棒状ランプを含み、前記アライメント部は、前記基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板の向きを調整する。
- [0018] また、第9の態様は、第7または第8の態様に係る熱処理装置において、前記棒状ランプは連続点灯ランプである。
- [0019] また、第10の態様は、第8の態様に係る熱処理装置において、前記棒状ランプはフラッシュランプである。

発明の効果

- [0020] 第1から第5の態様に係る熱処理方法によれば、基板に光を照射したときに基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに基板をサセプタに保持するため、より反りが生じやすい $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った温度勾配が小さくなり、加熱時に基板が反るのを防止することができる。
- [0021] 第6から第10の態様に係る熱処理装置によれば、基板に光を照射したときに基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなるように基板の向きを調整するため、より反りが生じやすい $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った温度勾配が小さくなり、加熱時に基板が反るのを防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明に係る熱処理装置を示す平面図である。
- [図2]図1の熱処理装置の正面図である。
- [図3]熱処理部の構成を示す縦断面図である。
- [図4]保持部の全体外観を示す斜視図である。

[図5]サセプタの平面図である。

[図6]サセプタの断面図である。

[図7]移載機構の平面図である。

[図8]移載機構の側面図である。

[図9]複数のハロゲンランプの配置を示す平面図である。

[図10]面方位が(100)面の単結晶シリコンの半導体ウェハーを示す図である。

[図11]サセプタに保持された半導体ウェハーとハロゲンランプとの位置関係を示す図である。

[図12]半導体ウェハーとハロゲンランプとの位置関係の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[0024] まず、本発明に係る熱処理装置の全体構成について説明する。図1は、本発明に係る熱処理装置100を示す平面図であり、図2はその正面図である。熱処理装置100は基板として円板形状の半導体ウェハーWにフラッシュ光を照射してその半導体ウェハーWを加熱するフラッシュランプアニール装置である。処理対象となる半導体ウェハーWのサイズは特に限定されるものではないが、例えばφ300mmやφ450mmである。なお、図1および以降の各図においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法や数を誇張または簡略化して描いている。また、図1～図3の各図においては、それらの方向関係を明確にするためZ軸方向を鉛直方向とし、XY平面を水平面とするXYZ直交座標系を付している。

[0025] 図1および図2に示すように、熱処理装置100は、未処理の半導体ウェハーWを外部から装置内に搬入するとともに処理済みの半導体ウェハーWを装置外に搬出するためのインデкса部101、未処理の半導体ウェハーWの位置決めを行うアライメント部230、加熱処理後の半導体ウェハーWの冷却を行う2つの冷却部130、140、半導体ウェハーWにフラッシュ加熱

処理を施す熱処理部 160 並びに冷却部 130, 140 および熱処理部 160 に対して半導体ウェハー W の受け渡しを行う搬送ロボット 150 を備える。また、熱処理装置 100 は、上記の各処理部に設けられた動作機構および搬送ロボット 150 を制御して半導体ウェハー W のフラッシュ加熱処理を進行させる制御部 3 を備える。

[0026] インデクサ部 101 は、複数のキャリア C (本実施形態では 2 個) を並べて載置するロードポート 110 と、各キャリア C から未処理の半導体ウェハー W を取り出すとともに、各キャリア C に処理済みの半導体ウェハー W を収納する受渡ロボット 120 とを備えている。未処理の半導体ウェハー W を収容したキャリア C は無人搬送車 (AGV、OHT) 等によって搬送されてロードポート 110 に載置されるとともに、処理済みの半導体ウェハー W を収容したキャリア C は無人搬送車によってロードポート 110 から持ち去られる。

[0027] また、ロードポート 110 においては、受渡ロボット 120 がキャリア C に対して任意の半導体ウェハー W の出し入れを行うことができるように、キャリア C が図 2 の矢印 CU にて示す如く昇降移動可能に構成されている。なお、キャリア C の形態としては、半導体ウェハー W を密閉空間に収納する F O U P (front opening unified pod) の他に、S M I F (Standard Mechanical Inter Face) ポッドや収納した半導体ウェハー W を外気に曝す O C (open cassette) であっても良い。

[0028] また、受渡ロボット 120 は、図 1 の矢印 120 S にて示すようなスライド移動、矢印 120 R にて示すような旋回動作および昇降動作が可能とされている。これにより、受渡ロボット 120 は、2 つのキャリア C に対して半導体ウェハー W の出し入れを行うとともに、アライメント部 230 および 2 つの冷却部 130, 140 に対して半導体ウェハー W の受け渡しを行う。受渡ロボット 120 によるキャリア C に対する半導体ウェハー W の出し入れは、ハンド 121 のスライド移動、および、キャリア C の昇降移動により行われる。また、受渡ロボット 120 とアライメント部 230 または冷却部 13

0, 140との半導体ウェハ－Wの受け渡しは、ハンド121のスライド移動、および、受渡ロボット120の昇降動作によって行われる。

[0029] アライメント部230は、Y軸方向に沿ったインデクサ部101の側方に接続されて設けられている。アライメント部230は、半導体ウェハ－Wを水平面内で回転させて向きを調整する処理部である。アライメント部230は、アルミニウム合金製の筐体であるアライメントチャンバー231の内部に、半導体ウェハ－Wを水平姿勢に支持して回転させる機構、および、半導体ウェハ－Wの周縁部に形成されたノッチやオリフラ等を光学的に検出する機構などを設けて構成される。

[0030] アライメント部230への半導体ウェハ－Wの受け渡しは受渡ロボット120によって行われる。受渡ロボット120からアライメントチャンバー231へはウェハ－中心が所定の位置に位置するように半導体ウェハ－Wが渡される。アライメント部230では、インデクサ部101から受け取った半導体ウェハ－Wの中心部を回転中心として鉛直方向軸まわりで半導体ウェハ－Wを回転させ、ノッチ等を光学的に検出することによって半導体ウェハ－Wの向きを調整する。向き調整の終了した半導体ウェハ－Wは受渡ロボット120によってアライメントチャンバー231から取り出される。

[0031] 搬送ロボット150による半導体ウェハ－Wの搬送空間として搬送ロボット150を収容する搬送チャンバー170が設けられている。その搬送チャンバー170の三方に熱処理部160の処理チャンバー6、冷却部130の第1クールチャンバー131および冷却部140の第2クールチャンバー141が連通接続されている。

[0032] 熱処理装置100の主要部である熱処理部160は、予備加熱を行った半導体ウェハ－WにキセノンフラッシュランプFLからの閃光（フラッシュ光）を照射してフラッシュ加熱処理を行う基板処理部である。この熱処理部160の構成についてはさらに後述する。

[0033] 2つの冷却部130, 140は、概ね同様の構成を備える。冷却部130, 140はそれぞれ、アルミニウム合金製の筐体である第1クールチャンバ

ー 1 3 1, 第 2 クールチャンバー 1 4 1 の内部に、金属製の冷却プレートと、その上面に載置された石英板とを備える（いずれも図示省略）。当該冷却プレートは、ペルチェ素子または恒温水循環によって常温（約 2 3℃）に温調されている。熱処理部 1 6 0 にてフラッシュ加熱処理が施された半導体ウェハー W は、第 1 クールチャンバー 1 3 1 または第 2 クールチャンバー 1 4 1 に搬入されて当該石英板に載置されて冷却される。

[0034] 第 1 クールチャンバー 1 3 1 および第 2 クールチャンバー 1 4 1 はともに、インデクサ部 1 0 1 と搬送チャンバー 1 7 0 との間にて、それらの双方に接続されている。第 1 クールチャンバー 1 3 1 および第 2 クールチャンバー 1 4 1 には、半導体ウェハー W を搬入出するための 2 つの開口が形設されている。第 1 クールチャンバー 1 3 1 の 2 つの開口のうちインデクサ部 1 0 1 に接続される開口はゲートバルブ 1 8 1 によって開閉可能とされている。一方、第 1 クールチャンバー 1 3 1 の搬送チャンバー 1 7 0 に接続される開口はゲートバルブ 1 8 3 によって開閉可能とされている。すなわち、第 1 クールチャンバー 1 3 1 とインデクサ部 1 0 1 とはゲートバルブ 1 8 1 を介して接続され、第 1 クールチャンバー 1 3 1 と搬送チャンバー 1 7 0 とはゲートバルブ 1 8 3 を介して接続されている。

[0035] インデクサ部 1 0 1 と第 1 クールチャンバー 1 3 1 との間で半導体ウェハー W の受け渡しを行う際には、ゲートバルブ 1 8 1 が開放される。また、第 1 クールチャンバー 1 3 1 と搬送チャンバー 1 7 0 との間で半導体ウェハー W の受け渡しを行う際には、ゲートバルブ 1 8 3 が開放される。ゲートバルブ 1 8 1 およびゲートバルブ 1 8 3 が閉鎖されているときには、第 1 クールチャンバー 1 3 1 の内部が密閉空間となる。

[0036] また、第 2 クールチャンバー 1 4 1 の 2 つの開口のうちインデクサ部 1 0 1 に接続される開口はゲートバルブ 1 8 2 によって開閉可能とされている。一方、第 2 クールチャンバー 1 4 1 の搬送チャンバー 1 7 0 に接続される開口はゲートバルブ 1 8 4 によって開閉可能とされている。すなわち、第 2 クールチャンバー 1 4 1 とインデクサ部 1 0 1 とはゲートバルブ 1 8 2 を介し

て接続され、第2クールチャンバー141と搬送チャンバー170とはゲートバルブ184を介して接続されている。

[0037] インデクサ部101と第2クールチャンバー141との間で半導体ウェハーWの受け渡しを行う際には、ゲートバルブ182が開放される。また、第2クールチャンバー141と搬送チャンバー170との間で半導体ウェハーWの受け渡しを行う際には、ゲートバルブ184が開放される。ゲートバルブ182およびゲートバルブ184が閉鎖されているときには、第2クールチャンバー141の内部が密閉空間となる。

[0038] さらに、冷却部130、140はそれぞれ、第1クールチャンバー131、第2クールチャンバー141に清浄な窒素ガスを供給するガス供給機構とチャンバー内の雰囲気気を排気する排気機構とを備える。これらのガス供給機構および排気機構は、流量を2段階に切り換え可能とされていても良い。

[0039] 搬送チャンバー170に設けられた搬送ロボット150は、鉛直方向に沿った軸を中心に矢印150Rにて示すように旋回可能とされる。搬送ロボット150は、複数のアームセグメントからなる2つのリンク機構を有し、それら2つのリンク機構の先端にはそれぞれ半導体ウェハーWを保持する搬送ハンド151a、151bが設けられている。これらの搬送ハンド151a、151bは上下に所定のピッチだけ隔てて配置され、リンク機構によりそれぞれ独立して同一水平方向に直線的にスライド移動可能とされている。また、搬送ロボット150は、2つのリンク機構が設けられるベースを昇降移動することにより、所定のピッチだけ離れた状態のまま2つの搬送ハンド151a、151bを昇降移動させる。

[0040] 搬送ロボット150が第1クールチャンバー131、第2クールチャンバー141または熱処理部160の処理チャンバー6を受け渡し相手として半導体ウェハーWの受け渡し（出し入れ）を行う際には、まず、両搬送ハンド151a、151bが受け渡し相手と対向するように旋回し、その後（または旋回している間に）昇降移動していずれかの搬送ハンドが受け渡し相手と半導体ウェハーWを受け渡しする高さに位置する。そして、搬送ハンド15

1 a (1 5 1 b) を水平方向に直線的にスライド移動させて受け渡し相手と半導体ウェハーWの受け渡しを行う。

[0041] 搬送ロボット150と受渡ロボット120との半導体ウェハーWの受け渡しは冷却部130, 140を介して行うことができる。すなわち、冷却部130の第1クールチャンバー131および冷却部140の第2クールチャンバー141は、搬送ロボット150と受渡ロボット120との間で半導体ウェハーWを受け渡すためのパスとしても機能するものである。具体的には、搬送ロボット150または受渡ロボット120のうちの一方が第1クールチャンバー131または第2クールチャンバー141に渡した半導体ウェハーWを他方が受け取ることによって半導体ウェハーWの受け渡しが行われる。搬送ロボット150および受渡ロボット120によって半導体ウェハーWをキャリアCから熱処理部160にまで搬送する搬送機構が構成される。

[0042] 上述したように、第1クールチャンバー131および第2クールチャンバー141とインデクサ部101の間にはそれぞれゲートバルブ181, 182が設けられている。また、搬送チャンバー170と第1クールチャンバー131および第2クールチャンバー141の間にはそれぞれゲートバルブ183, 184が設けられている。さらに、搬送チャンバー170と熱処理部160の処理チャンバー6の間にはゲートバルブ185が設けられている。熱処理装置100内にて半導体ウェハーWが搬送される際には、適宜これらのゲートバルブが開閉される。また、搬送チャンバー170およびアライメントチャンバー231にもガス供給部から窒素ガスが供給されるとともに、それらの内部の雰囲気気は排気部によって排気される（いずれも図示省略）。

[0043] 次に、熱処理部160の構成について説明する。図3は、熱処理部160の構成を示す縦断面図である。熱処理部160は、半導体ウェハーWを収容して加熱処理を行う処理チャンバー6と、複数のフラッシュランプFLを内蔵するフラッシュランプハウス5と、複数のハロゲンランプHLを内蔵するハロゲンランプハウス4と、を備える。処理チャンバー6の上側にフラッシ

ランプハウス5が設けられるとともに、下側にハロゲンランプハウス4が設けられている。また、熱処理部160は、処理チャンバー6の内部に、半導体ウェハーWを水平姿勢に保持する保持部7と、保持部7と搬送ロボット150との間で半導体ウェハーWの受け渡しを行う移載機構10と、を備える。

[0044] 処理チャンバー6は、筒状のチャンバー側部61の上下に石英製のチャンバー窓を装着して構成されている。チャンバー側部61は上下が開口された概略筒形状を有しており、上側開口には上側チャンバー窓63が装着されて閉塞され、下側開口には下側チャンバー窓64が装着されて閉塞されている。処理チャンバー6の天井部を構成する上側チャンバー窓63は、石英により形成された円板形状部材であり、フラッシュランプFLから出射されたフラッシュ光を処理チャンバー6内に透過する石英窓として機能する。また、処理チャンバー6の床部を構成する下側チャンバー窓64も、石英により形成された円板形状部材であり、ハロゲンランプHLからの光を処理チャンバー6内に透過する石英窓として機能する。

[0045] また、チャンバー側部61の内側の壁面の上部には反射リング68が装着され、下部には反射リング69が装着されている。反射リング68、69は、ともに円環状に形成されている。上側の反射リング68は、チャンバー側部61の上側から嵌め込むことによって装着される。一方、下側の反射リング69は、チャンバー側部61の下側から嵌め込んで図示省略のビスで留めることによって装着される。すなわち、反射リング68、69は、ともに着脱自在にチャンバー側部61に装着されるものである。処理チャンバー6の内側空間、すなわち上側チャンバー窓63、下側チャンバー窓64、チャンバー側部61および反射リング68、69によって囲まれる空間が熱処理空間65として規定される。

[0046] チャンバー側部61に反射リング68、69が装着されることによって、処理チャンバー6の内壁面に凹部62が形成される。すなわち、チャンバー側部61の内壁面のうち反射リング68、69が装着されていない中央部分

と、反射リング 6 8 の下端面と、反射リング 6 9 の上端面とで囲まれた凹部 6 2 が形成される。凹部 6 2 は、処理チャンバー 6 の内壁面に水平方向に沿って円環状に形成され、半導体ウェハー W を保持する保持部 7 を囲繞する。チャンバー側部 6 1 および反射リング 6 8, 6 9 は、強度と耐熱性に優れた金属材料（例えば、ステンレススチール）にて形成されている。

[0047] また、チャンバー側部 6 1 には、処理チャンバー 6 に対して半導体ウェハー W の搬入および搬出を行うための搬送開口部（炉口） 6 6 が形設されている。搬送開口部 6 6 は、ゲートバルブ 1 8 5 によって開閉可能とされている。搬送開口部 6 6 は凹部 6 2 の外周面に連通接続されている。このため、ゲートバルブ 1 8 5 が搬送開口部 6 6 を開放しているときには、搬送開口部 6 6 から凹部 6 2 を通過して熱処理空間 6 5 への半導体ウェハー W の搬入および熱処理空間 6 5 からの半導体ウェハー W の搬出を行うことができる。また、ゲートバルブ 1 8 5 が搬送開口部 6 6 を閉鎖すると処理チャンバー 6 内の熱処理空間 6 5 が密閉空間とされる。

[0048] また、処理チャンバー 6 の内壁上部には熱処理空間 6 5 に処理ガスを供給するガス供給孔 8 1 が形設されている。ガス供給孔 8 1 は、凹部 6 2 よりも上側位置に形設されており、反射リング 6 8 に設けられていても良い。ガス供給孔 8 1 は処理チャンバー 6 の側壁内部に円環状に形成された緩衝空間 8 2 を介してガス供給管 8 3 に連通接続されている。ガス供給管 8 3 は処理ガス供給源 8 5 に接続されている。また、ガス供給管 8 3 の経路途中にはバルブ 8 4 が介挿されている。バルブ 8 4 が開放されると、処理ガス供給源 8 5 から緩衝空間 8 2 に処理ガスが送給される。緩衝空間 8 2 に流入した処理ガスは、ガス供給孔 8 1 よりも流体抵抗の小さい緩衝空間 8 2 内を拡がるように流れてガス供給孔 8 1 から熱処理空間 6 5 内へと供給される。処理ガスとしては、窒素（ N_2 ）等の不活性ガス、または、水素（ H_2 ）、アンモニア（ NH_3 ）等の反応性ガスを用いることができる（本実施形態では窒素）。

[0049] 一方、処理チャンバー 6 の内壁下部には熱処理空間 6 5 内の気体を排気するガス排気孔 8 6 が形設されている。ガス排気孔 8 6 は、凹部 6 2 よりも下

側位置に形設されており、反射リング 6 9 に設けられていても良い。ガス排気孔 8 6 は処理チャンバー 6 の側壁内部に円環状に形成された緩衝空間 8 7 を介してガス排気管 8 8 に連通接続されている。ガス排気管 8 8 は排気機構 1 9 0 に接続されている。また、ガス排気管 8 8 の経路途中にはバルブ 8 9 が介挿されている。バルブ 8 9 が開放されると、熱処理空間 6 5 の気体がガス排気孔 8 6 から緩衝空間 8 7 を経てガス排気管 8 8 へと排出される。なお、ガス供給孔 8 1 およびガス排気孔 8 6 は、処理チャンバー 6 の周方向に沿って複数設けられていても良いし、スリット状のものであっても良い。また、処理ガス供給源 8 5 および排気機構 1 9 0 は、熱処理装置 1 0 0 に設けられた機構であっても良いし、熱処理装置 1 0 0 が設置される工場のユーティリティであっても良い。

[0050] また、搬送開口部 6 6 の先端にも熱処理空間 6 5 内の気体を排出するガス排気管 1 9 1 が接続されている。ガス排気管 1 9 1 はバルブ 1 9 2 を介して排気機構 1 9 0 に接続されている。バルブ 1 9 2 を開放することによって、搬送開口部 6 6 を介して処理チャンバー 6 内の気体が排気される。

[0051] 図 4 は、保持部 7 の全体外観を示す斜視図である。保持部 7 は、基台リング 7 1、連結部 7 2 およびサセプタ 7 4 を備えて構成される。基台リング 7 1、連結部 7 2 およびサセプタ 7 4 はいずれも石英にて形成されている。すなわち、保持部 7 の全体が石英にて形成されている。

[0052] 基台リング 7 1 は円環形状から一部が欠落した円弧形状の石英部材である。この欠落部分は、後述する移載機構 1 0 の移載アーム 1 1 と基台リング 7 1 との干渉を防ぐために設けられている。基台リング 7 1 は凹部 6 2 の底面に載置されることによって、処理チャンバー 6 の壁面に支持されることとなる（図 3 参照）。基台リング 7 1 の上面に、その円環形状の周方向に沿って複数の連結部 7 2（本実施形態では 4 個）が立設される。連結部 7 2 も石英の部材であり、溶接によって基台リング 7 1 に固着される。

[0053] サセプタ 7 4 は基台リング 7 1 に設けられた 4 個の連結部 7 2 によって支持される。図 5 は、サセプタ 7 4 の平面図である。また、図 6 は、サセプタ

74の断面図である。サセプタ74は、保持プレート75、ガイドリング76および複数の基板支持ピン77を備える。保持プレート75は、石英にて形成された略円形の平板状部材である。保持プレート75の直径は半導体ウェハWの直径よりも大きい。すなわち、保持プレート75は、半導体ウェハWよりも大きな平面サイズを有する。

[0054] 保持プレート75の上面周縁部にガイドリング76が設置されている。ガイドリング76は、半導体ウェハWの直径よりも大きな内径を有する円環形状の部材である。例えば、半導体ウェハWの直径が $\phi 300\text{ mm}$ の場合、ガイドリング76の内径は $\phi 320\text{ mm}$ である。ガイドリング76の内周は、保持プレート75から上方に向けて広くなるようなテーパ面とされている。ガイドリング76は、保持プレート75と同様の石英にて形成される。ガイドリング76は、保持プレート75の上面に溶着するようにしても良いし、別途加工したピンなどによって保持プレート75に固定するようにしても良い。或いは、保持プレート75とガイドリング76とを一体の部材として加工するようにしても良い。

[0055] 保持プレート75の上面のうちガイドリング76よりも内側の領域が半導体ウェハWを保持する平面状の保持面75aとされる。保持プレート75の保持面75aには、複数の基板支持ピン77が立設されている。本実施形態においては、保持面75aの外周円（ガイドリング76の内周円）と同心円の周上に沿って 30° 毎に計12個の基板支持ピン77が立設されている。12個の基板支持ピン77を配置した円の径（対向する基板支持ピン77間の距離）は半導体ウェハWの径よりも小さく、半導体ウェハWの径が $\phi 300\text{ mm}$ であれば $\phi 270\text{ mm} \sim \phi 280\text{ mm}$ （本実施形態では $\phi 270\text{ mm}$ ）である。それぞれの基板支持ピン77は石英にて形成されている。複数の基板支持ピン77は、保持プレート75の上面に溶接によって設けるようにしても良いし、保持プレート75と一体に加工するようにしても良い。

[0056] 図4に戻り、基台リング71に立設された4個の連結部72とサセプタ7

4の保持プレート75の周縁部とが溶接によって固着される。すなわち、サセプタ74と基台リング71とは連結部72によって固定的に連結されている。このような保持部7の基台リング71が処理チャンバー6の壁面に支持されることによって、保持部7が処理チャンバー6に装着される。保持部7が処理チャンバー6に装着された状態においては、サセプタ74の保持プレート75は水平姿勢（法線が鉛直方向と一致する姿勢）となる。すなわち、保持プレート75の保持面75aは水平面となる。

[0057] 処理チャンバー6に搬入された半導体ウェハ－Wは、処理チャンバー6に装着された保持部7のサセプタ74の上に水平姿勢にて載置されて保持される。このとき、半導体ウェハ－Wは保持プレート75上に立設された12個の基板支持ピン77によって支持されてサセプタ74に保持される。より厳密には、12個の基板支持ピン77の上端部が半導体ウェハ－Wの下面に接触して当該半導体ウェハ－Wを支持する。12個の基板支持ピン77の高さ（基板支持ピン77の上端から保持プレート75の保持面75aまでの距離）は均一であるため、12個の基板支持ピン77によって半導体ウェハ－Wを水平姿勢に支持することができる。

[0058] また、半導体ウェハ－Wは複数の基板支持ピン77によって保持プレート75の保持面75aから所定の間隔を隔てて支持されることとなる。基板支持ピン77の高さよりもガイドリング76の厚さの方が大きい。従って、複数の基板支持ピン77によって支持された半導体ウェハ－Wの水平方向の位置ずれはガイドリング76によって防止される。

[0059] また、図4および図5に示すように、サセプタ74の保持プレート75には、上下に貫通して開口部78が形成されている。開口部78は、放射温度計20（図3参照）がサセプタ74に保持された半導体ウェハ－Wの下面から放射される放射光（赤外光）を受光するために設けられている。すなわち、放射温度計20が開口部78を介してサセプタ74に保持された半導体ウェハ－Wの下面から放射された光を受光してその半導体ウェハ－Wの温度を測定する。さらに、サセプタ74の保持プレート75には、後述する移載機

構 1 0 のリフトピン 1 2 が半導体ウェハ W の受け渡しのために貫通する 4 個の貫通孔 7 9 が穿設されている。

[0060] 図 7 は、移載機構 1 0 の平面図である。また、図 8 は、移載機構 1 0 の側面図である。移載機構 1 0 は、2 本の移載アーム 1 1 を備える。移載アーム 1 1 は、概ね円環状の凹部 6 2 に沿うような円弧形状とされている。それぞれの移載アーム 1 1 には 2 本のリフトピン 1 2 が立設されている。各移載アーム 1 1 は水平移動機構 1 3 によって回動可能とされている。水平移動機構 1 3 は、一对の移載アーム 1 1 を保持部 7 に対して半導体ウェハ W の移載を行う移載動作位置（図 7 の実線位置）と保持部 7 に保持された半導体ウェハ W と平面視で重ならない退避位置（図 7 の二点鎖線位置）との間で水平移動させる。移載動作位置はサセプタ 7 4 の下方であり、退避位置はサセプタ 7 4 よりも外方である。水平移動機構 1 3 としては、個別のモータによって各移載アーム 1 1 をそれぞれ回動させるものであっても良いし、リンク機構を用いて 1 個のモータによって一对の移載アーム 1 1 を連動させて回動させるものであっても良い。

[0061] また、一对の移載アーム 1 1 は、昇降機構 1 4 によって水平移動機構 1 3 とともに昇降移動される。昇降機構 1 4 が一对の移載アーム 1 1 を移載動作位置にて上昇させると、計 4 本のリフトピン 1 2 がサセプタ 7 4 に穿設された貫通孔 7 9（図 4，5 参照）を通過し、リフトピン 1 2 の上端がサセプタ 7 4 の上面から突き出る。一方、昇降機構 1 4 が一对の移載アーム 1 1 を移載動作位置にて下降させてリフトピン 1 2 を貫通孔 7 9 から抜き取り、水平移動機構 1 3 が一对の移載アーム 1 1 を開くように移動させると各移載アーム 1 1 が退避位置に移動する。一对の移載アーム 1 1 の退避位置は、保持部 7 の基台リング 7 1 の直上である。基台リング 7 1 は凹部 6 2 の底面に載置されているため、移載アーム 1 1 の退避位置は凹部 6 2 の内側となる。なお、移載機構 1 0 の駆動部（水平移動機構 1 3 および昇降機構 1 4）が設けられている部位の近傍にも図示省略の排気機構が設けられており、移載機構 1 0 の駆動部周辺の雰囲気処理チャンバ 6 の外部に排出されるように構成

されている。

[0062] 図3に戻り、処理チャンバー6の上方に設けられたフラッシュランプハウス5は、筐体51の内側に、複数本（本実施形態では30本）のキセノンフラッシュランプFLからなる光源と、その光源の上方を覆うように設けられたリフレクタ52と、を備えて構成される。また、フラッシュランプハウス5の筐体51の底部にはランプ光放射窓53が装着されている。フラッシュランプハウス5の床部を構成するランプ光放射窓53は、石英により形成された板状の石英窓である。フラッシュランプハウス5が処理チャンバー6の上方に設置されることにより、ランプ光放射窓53が上側チャンバー窓63と相対向することとなる。フラッシュランプFLは処理チャンバー6の上方からランプ光放射窓53および上側チャンバー窓63を介して熱処理空間65にフラッシュ光を照射する。

[0063] 複数のフラッシュランプFLは、それぞれが長尺の円筒形状を有する棒状ランプであり、それぞれの長手方向が保持部7に保持される半導体ウェハーWの主面に沿って（つまり水平方向に沿って）互いに平行となるように平面状に配列されている。よって、フラッシュランプFLの配列によって形成される平面も水平面である。

[0064] キセノンフラッシュランプFLは、その内部にキセノンガスが封入されその両端部にコンデンサーに接続された陽極および陰極が配設された棒状のガラス管（放電管）と、該ガラス管の外周面上に付設されたトリガー電極とを備える。キセノンガスは電氣的には絶縁体であることから、コンデンサーに電荷が蓄積されていたとしても通常の状態ではガラス管内に電気は流れない。しかしながら、トリガー電極に高電圧を印加して絶縁を破壊した場合には、コンデンサーに蓄えられた電気がガラス管内に瞬時に流れ、そのときのキセノンの原子あるいは分子の励起によって光が放出される。このようなキセノンフラッシュランプFLにおいては、予めコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギーが0.1ミリセカンドないし100ミリセカンドという極めて短い光パルスに変換されることから、ハロゲンランプHLの如き連続点灯

の光源に比べて極めて強い光を照射し得るという特徴を有する。すなわち、フラッシュランプFLは、1秒未満の極めて短い時間で瞬間的に発光するパルス発光ランプである。なお、フラッシュランプFLの発光時間は、フラッシュランプFLに電力供給を行うランプ電源のコイル定数によって調整することができる。

[0065] また、リフレクタ52は、複数のフラッシュランプFLの上方にそれら全体を覆うように設けられている。リフレクタ52の基本的な機能は、複数のフラッシュランプFLから出射されたフラッシュ光を熱処理空間65の側に反射するというものである。リフレクタ52はアルミニウム合金板にて形成されており、その表面（フラッシュランプFLに臨む側の面）はブラスト処理により粗面化加工が施されている。

[0066] 処理チャンバー6の下方に設けられたハロゲンランプハウス4は、筐体41の内側に複数本（本実施形態では40本）のハロゲンランプHLを内蔵している。複数のハロゲンランプHLは処理チャンバー6の下方から下側チャンバー窓64を介して熱処理空間65への光照射を行う。

[0067] 図9は、複数のハロゲンランプHLの配置を示す平面図である。本実施形態では、矩形の光源領域に上下2段に各20本ずつのハロゲンランプHLが配設されている。各ハロゲンランプHLは、長尺の円筒形状を有する棒状ランプである。上段、下段ともに20本のハロゲンランプHLは、それぞれの長手方向が保持部7に保持される半導体ウェハーWの主面に沿って（つまり水平方向に沿って）互いに平行となるように配列されている。よって、上段、下段ともにハロゲンランプHLの配列によって形成される平面は水平面である。

[0068] また、図9に示すように、上段、下段ともに保持部7に保持される半導体ウェハーWの中央部に対向する領域よりも周縁部に対向する領域におけるハロゲンランプHLの配設密度が高くなっている。すなわち、上下段ともに、ランプ配列の中央部よりも周縁部の方がハロゲンランプHLの配設ピッチが短い。このため、ハロゲンランプHLからの光照射による加熱時に温度低下

が生じやすい半導体ウェハーWの周縁部により多い光量の照射を行うことができる。

[0069] また、上段のハロゲンランプHLからなるランプ群と下段のハロゲンランプHLからなるランプ群とが格子状に交差するように配列されている。すなわち、上段の各ハロゲンランプHLの長手方向と下段の各ハロゲンランプHLの長手方向とが直交するように計40本のハロゲンランプHLが配設されている。

[0070] ハロゲンランプHLは、ガラス管内部に配設されたフィラメントに通電することでフィラメントを白熱化させて発光させるフィラメント方式の光源である。ガラス管の内部には、窒素やアルゴン等の不活性ガスにハロゲン元素（ヨウ素、臭素等）を微量導入した気体が封入されている。ハロゲン元素を導入することによって、フィラメントの折損を抑制しつつフィラメントの温度を高温に設定することが可能となる。したがって、ハロゲンランプHLは、通常の白熱電球に比べて寿命が長くかつ強い光を連続的に照射できるという特性を有する。すなわち、ハロゲンランプHLは少なくとも1秒以上連続して発光する連続点灯ランプである。また、ハロゲンランプHLは棒状ランプであるため長寿命であり、ハロゲンランプHLを水平方向に沿わせて配置することにより上方の半導体ウェハーWへの放射効率が優れたものとなる。

[0071] また、ハロゲンランプハウス4の筐体41内にも、2段のハロゲンランプHLの下側にリフレクタ43が設けられている（図3）。リフレクタ43は、複数のハロゲンランプHLから出射された光を熱処理空間65の側に反射する。

[0072] 上記の構成以外にも熱処理部160は、半導体ウェハーWの熱処理時にハロゲンランプHLおよびフラッシュランプFLから発生する熱エネルギーによるハロゲンランプハウス4、フラッシュランプハウス5および処理チャンバー6の過剰な温度上昇を防止するため、様々な冷却用の構造を備えている。例えば、処理チャンバー6の壁体には水冷管（図示省略）が設けられている。また、ハロゲンランプハウス4およびフラッシュランプハウス5は、内

部に気体流を形成して排熱する空冷構造とされている。また、上側チャンバー窓 6 3 とランプ光放射窓 5 3 との間隙にも空気が供給され、フラッシュランプハウス 5 および上側チャンバー窓 6 3 を冷却する。

[0073] 制御部 3 は、熱処理装置 1 0 0 に設けられた上記の種々の動作機構を制御する。制御部 3 のハードウェアとしての構成は一般的なコンピュータと同様である。すなわち、制御部 3 は、各種演算処理を行う回路である CPU、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリである ROM、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリである RAM および制御用ソフトウェアやデータなどを記憶しておく磁気ディスクを備えている。制御部 3 の CPU が所定の処理プログラムを実行することによって熱処理装置 1 0 0 における処理が進行する。なお、図 1 においては、インデкса部 1 0 1 内に制御部 3 を示しているが、これに限定されるものではなく、制御部 3 は熱処理装置 1 0 0 内の任意の位置に配置することができる。

[0074] 次に、本発明に係る熱処理装置 1 0 0 の処理動作について説明する。ここでは、製品となる通常の半導体ウェハ W に対する処理動作について説明した後、半導体ウェハ W の向き調整について説明する。処理対象となる半導体ウェハ W はイオン注入法により不純物（イオン）が添加された半導体基板である。その不純物の活性化が熱処理装置 1 0 0 によるフラッシュ光照射加熱処理（アニール）により実行される。

[0075] まず、不純物が注入された未処理の半導体ウェハ W がキャリア C に複数枚収容された状態でインデкса部 1 0 1 のロードポート 1 1 0 に載置される。そして、受渡ロボット 1 2 0 がキャリア C から未処理の半導体ウェハ W を 1 枚ずつ取り出し、アライメント部 2 3 0 のアライメントチャンバー 2 3 1 に搬入する。アライメントチャンバー 2 3 1 では、半導体ウェハ W をその中心部を回転中心として水平面内にて鉛直方向軸まわりで回転させ、ノッチ等を光学的に検出することによって半導体ウェハ W の向きを調整する。このときの半導体ウェハ W の向き調整については後にさらに詳述する。

[0076] 次に、インデкса部 1 0 1 の受渡ロボット 1 2 0 がアライメントチャンバ

ー 2 3 1 から向きの調整された半導体ウェハーWを取り出し、冷却部 1 3 0 の第 1 クールチャンバー 1 3 1 または冷却部 1 4 0 の第 2 クールチャンバー 1 4 1 に搬入する。第 1 クールチャンバー 1 3 1 または第 2 クールチャンバー 1 4 1 に搬入された未処理の半導体ウェハーWは搬送ロボット 1 5 0 によって搬送チャンバー 1 7 0 に搬出される。未処理の半導体ウェハーWがインデクサ部 1 0 1 から第 1 クールチャンバー 1 3 1 または第 2 クールチャンバー 1 4 1 を経て搬送チャンバー 1 7 0 に移送される際には、第 1 クールチャンバー 1 3 1 および第 2 クールチャンバー 1 4 1 は半導体ウェハーWの受け渡しのためのパスとして機能するのである。

[0077] 半導体ウェハーWを取り出した搬送ロボット 1 5 0 は熱処理部 1 6 0 を向くように旋回する。続いて、ゲートバルブ 1 8 5 が処理チャンバー 6 と搬送チャンバー 1 7 0 との間を開放し、搬送ロボット 1 5 0 が未処理の半導体ウェハーWを処理チャンバー 6 に搬入する。このときに、先行する加熱処理済みの半導体ウェハーWが処理チャンバー 6 に存在している場合には、搬送ハンド 1 5 1 a, 1 5 1 b の一方によって加熱処理後の半導体ウェハーWを取り出してから未処理の半導体ウェハーWを処理チャンバー 6 に搬入してウェハー入れ替えを行う。その後、ゲートバルブ 1 8 5 が処理チャンバー 6 と搬送チャンバー 1 7 0 との間を閉鎖する。

[0078] 処理チャンバー 6 に搬入された半導体ウェハーWには、ハロゲンランプ H L によって予備加熱が行われた後、フラッシュランプ F L からのフラッシュ光照射によってフラッシュ加熱処理が行われる。このフラッシュ加熱処理により半導体ウェハーWに注入された不純物の活性化が行われる。

[0079] フラッシュ加熱処理が終了した後、ゲートバルブ 1 8 5 が処理チャンバー 6 と搬送チャンバー 1 7 0 との間を再び開放し、搬送ロボット 1 5 0 が処理チャンバー 6 からフラッシュ加熱処理後の半導体ウェハーWを搬送チャンバー 1 7 0 に搬出する。半導体ウェハーWを取り出した搬送ロボット 1 5 0 は、処理チャンバー 6 から第 1 クールチャンバー 1 3 1 または第 2 クールチャンバー 1 4 1 に向くように旋回する。また、ゲートバルブ 1 8 5 が処理チャ

ンバー 6 と搬送チャンバー 170 との間を閉鎖する。

[0080] その後、搬送ロボット 150 が加熱処理後の半導体ウェハーWを冷却部 130 の第 1 クールチャンバー 131 または冷却部 140 の第 2 クールチャンバー 141 に搬入する。このとき、当該半導体ウェハーWが加熱処理前に第 1 クールチャンバー 131 を通ってきている場合には加熱処理後にも第 1 クールチャンバー 131 に搬入され、加熱処理前に第 2 クールチャンバー 141 を通ってきている場合には加熱処理後にも第 2 クールチャンバー 141 に搬入される。第 1 クールチャンバー 131 または第 2 クールチャンバー 141 では、フラッシュ加熱処理後の半導体ウェハーWの冷却処理が行われる。熱処理部 160 の処理チャンバー 6 から搬出された時点での半導体ウェハーW全体の温度は比較的高温であるため、これを第 1 クールチャンバー 131 または第 2 クールチャンバー 141 にて常温近傍にまで冷却するのである。

[0081] 所定の冷却処理時間が経過した後、受渡ロボット 120 が冷却後の半導体ウェハーWを第 1 クールチャンバー 131 または第 2 クールチャンバー 141 から搬出し、キャリアCへと返却する。キャリアCに所定枚数の処理済み半導体ウェハーWが収容されると、そのキャリアCはインデクサ部 101 のロードポート 110 から搬出される。

[0082] 熱処理部 160 における加熱処理について説明を続ける。処理チャンバー 6 への半導体ウェハーWの搬入に先立って、給気のためのバルブ 84 が開放されるとともに、排気用のバルブ 89, 192 が開放されて処理チャンバー 6 内に対する給排気が開始される。バルブ 84 が開放されると、ガス供給孔 81 から熱処理空間 65 に窒素ガスが供給される。また、バルブ 89 が開放されると、ガス排気孔 86 から処理チャンバー 6 内の気体が排気される。これにより、処理チャンバー 6 内の熱処理空間 65 の上部から供給された窒素ガスが下方へと流れ、熱処理空間 65 の下部から排気される。

[0083] また、バルブ 192 が開放されることによって、搬送開口部 66 から処理チャンバー 6 内の気体が排気される。さらに、図示省略の排気機構によって移載機構 10 の駆動部周辺の雰囲気も排気される。なお、熱処理部 160

における半導体ウェハ－Wの熱処理時には窒素ガスが熱処理空間 6 5 に継続的に供給されており、その供給量は処理工程に応じて適宜変更される。

[0084] 続いて、ゲートバルブ 1 8 5 が開いて搬送開口部 6 6 が開放され、搬送ロボット 1 5 0 により搬送開口部 6 6 を介して処理対象となる半導体ウェハ－Wが処理チャンバー 6 内の熱処理空間 6 5 に搬入される。搬送ロボット 1 5 0 は、未処理の半導体ウェハ－Wを保持する搬送ハンド 1 5 1 a（または搬送ハンド 1 5 1 b）を保持部 7 の直上位置まで進出させて停止させる。そして、移載機構 1 0 の一対の移載アーム 1 1 が退避位置から移載動作位置に水平移動して上昇することにより、リフトピン 1 2 が貫通孔 7 9 を通ってサセプタ 7 4 の保持プレート 7 5 の上面から突き出て半導体ウェハ－Wを受け取る。このとき、リフトピン 1 2 は基板支持ピン 7 7 の上端よりも上方にまで上昇する。

[0085] 未処理の半導体ウェハ－Wがリフトピン 1 2 に載置された後、搬送ロボット 1 5 0 が搬送ハンド 1 5 1 a を熱処理空間 6 5 から退出させ、ゲートバルブ 1 8 5 によって搬送開口部 6 6 が閉鎖される。そして、一対の移載アーム 1 1 が下降することにより、半導体ウェハ－Wは移載機構 1 0 から保持部 7 のサセプタ 7 4 に受け渡されて水平姿勢にて下方より保持される。半導体ウェハ－Wは、保持プレート 7 5 上に立設された複数の基板支持ピン 7 7 によって支持されてサセプタ 7 4 に保持される。また、半導体ウェハ－Wは、パターン形成がなされて不純物が注入された表面を上面として保持部 7 に保持される。複数の基板支持ピン 7 7 によって支持された半導体ウェハ－Wの裏面（表面とは反対側の主面）と保持プレート 7 5 の保持面 7 5 a との間には所定の間隔が形成される。サセプタ 7 4 の下方にまで下降した一対の移載アーム 1 1 は水平移動機構 1 3 によって退避位置、すなわち凹部 6 2 の内側に退避する。

[0086] 半導体ウェハ－Wが保持部 7 のサセプタ 7 4 によって水平姿勢にて下方より保持された後、4 0 本のハロゲンランプ H L が一斉に点灯して予備加熱（アシスト加熱）が開始される。ハロゲンランプ H L から出射されたハロゲン

光は、石英にて形成された下側チャンバー窓 64 およびサセプタ 74 を透過して半導体ウェハ W の下面から照射される。ハロゲンランプ HL からの光照射を受けることによって半導体ウェハ W が予備加熱されて温度が上昇する。なお、移載機構 10 の移載アーム 11 は凹部 62 の内側に退避しているため、ハロゲンランプ HL による加熱の障害となることは無い。

[0087] ハロゲンランプ HL による予備加熱を行うときには、半導体ウェハ W の温度が放射温度計 20 によって測定されている。すなわち、サセプタ 74 に保持された半導体ウェハ W の下面から開口部 78 を介して放射された赤外光を放射温度計 20 が受光して昇温中のウェハ温度を測定する。測定された半導体ウェハ W の温度は制御部 3 に伝達される。制御部 3 は、ハロゲンランプ HL からの光照射によって昇温する半導体ウェハ W の温度が所定の予備加熱温度 T1 に到達したか否かを監視しつつ、ハロゲンランプ HL の出力を制御する。すなわち、制御部 3 は、放射温度計 20 による測定値に基づいて、半導体ウェハ W の温度が予備加熱温度 T1 となるようにハロゲンランプ HL の出力をフィードバック制御する。予備加熱温度 T1 は、半導体ウェハ W に添加された不純物が熱により拡散する恐れのない、600℃ないし 800℃程度とされる（本実施の形態では 700℃）。

[0088] 半導体ウェハ W の温度が予備加熱温度 T1 に到達した後、制御部 3 は半導体ウェハ W をその予備加熱温度 T1 に暫時維持する。具体的には、放射温度計 20 によって測定される半導体ウェハ W の温度が予備加熱温度 T1 に到達した時点にて制御部 3 がハロゲンランプ HL の出力を調整し、半導体ウェハ W の温度をほぼ予備加熱温度 T1 に維持している。

[0089] 半導体ウェハ W の温度が予備加熱温度 T1 に到達して所定時間が経過した時点にてフラッシュランプ FL が半導体ウェハ W の表面にフラッシュ光照射を行う。このとき、フラッシュランプ FL から放射されるフラッシュ光の一部は直接に処理チャンバー 6 内へと向かい、他の一部は一旦リフレクタ 52 により反射されてから処理チャンバー 6 内へと向かい、これらのフラッシュ光の照射により半導体ウェハ W のフラッシュ加熱が行われる。

[0090] フラッシュ加熱は、フラッシュランプFLからのフラッシュ光（閃光）照射により行われるため、半導体ウェハ－Wの表面温度を短時間で上昇することができる。すなわち、フラッシュランプFLから照射されるフラッシュ光は、予めコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギーが極めて短い光パルスに変換された、照射時間が0.1ミリセカンド以上100ミリセカンド以下程度の極めて短く強い閃光である。そして、フラッシュランプFLからのフラッシュ光照射によりフラッシュ加熱される半導体ウェハ－Wの表面温度は、瞬間的に1000℃以上の処理温度T2まで上昇し、半導体ウェハ－Wに注入された不純物が活性化された後、表面温度が急速に下降する。このように、フラッシュ加熱では半導体ウェハ－Wの表面温度を極めて短時間で昇降することができるため、半導体ウェハ－Wに注入された不純物の熱による拡散を抑制しつつ不純物の活性化を行うことができる。なお、不純物の活性化に必要な時間はその熱拡散に必要な時間に比較して極めて短いため、0.1ミリセカンドないし100ミリセカンド程度の拡散が生じない短時間であっても活性化は完了する。

[0091] フラッシュ加熱処理が終了した後、所定時間経過後にハロゲンランプHLが消灯する。これにより、半導体ウェハ－Wが予備加熱温度T1から急速に降温する。降温中の半導体ウェハ－Wの温度は放射温度計20によって測定され、その測定結果は制御部3に伝達される。制御部3は、放射温度計20の測定結果より半導体ウェハ－Wの温度が所定温度まで降温したか否かを監視する。そして、半導体ウェハ－Wの温度が所定以下にまで降温した後、移載機構10の一对の移載アーム11が再び退避位置から移載動作位置に水平移動して上昇することにより、リフトピン12がサセプタ74の上面から突き出て熱処理後の半導体ウェハ－Wをサセプタ74から受け取る。続いて、ゲートバルブ185により閉鎖されていた搬送開口部66が開放され、リフトピン12上に載置された処理後の半導体ウェハ－Wが搬送ロボット150の搬送ハンド151b（または搬送ハンド151a）により搬出される。搬送ロボット150は、搬送ハンド151bをリフトピン12によって突き上

げられた半導体ウェハーWの直下位置にまで進出させて停止させる。そして、一对の移載アーム11が下降することにより、フラッシュ加熱後の半導体ウェハーWが搬送ハンド151bに渡されて載置される。その後、搬送ロボット150が搬送ハンド151bを処理チャンバー6から退出させて処理後の半導体ウェハーWを搬出する。

[0092] 次に、半導体ウェハーWの向き調整について説明する。典型的には、製品となる上述の如き半導体ウェハーWは円柱状の単結晶シリコンのインゴットを薄くスライスした薄板状基板である（例えば、 $\phi 300\text{ mm}$ であれば厚さ 0.775 mm ）。よって、本実施形態にて処理される半導体ウェハーWも単結晶シリコンにて形成されている。また、半導体ウェハーWは、シリコンインゴットの特定の結晶方位に沿ってスライスされたものである。典型的には、面方位が（100）面、（110）面、（111）面となる3種類のウェハーが用いられているが、（100）面方位のものが最も多く使用されている。本実施形態においても、処理対象となる半導体ウェハーWは面方位が（100）面の単結晶シリコンのウェハーである。

[0093] 図10は、面方位が（100）面の単結晶シリコンの半導体ウェハーWを示す図である。 $\phi 300\text{ mm}$ のシリコン半導体ウェハーWには結晶方位を示すためのノッチ201が刻設されている。ノッチ201は、 $\langle 110 \rangle$ 方向を示すように設けられている。換言すれば、ノッチ201が示す方向の径202が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った径である。また、ノッチ201が示す方向と 90° をなす径202（図10で横方向に延びる径）も $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った径である。一方、ノッチ201が示す方向と 45° をなす2本の径203は $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った径である。

[0094] 図11は、処理チャンバー6内にてサセプタ74に保持された半導体ウェハーWとハロゲンランプHLとの位置関係を示す図である。図11では、図示の便宜上、各ハロゲンランプHLを点線にて示している。上述したように、本実施形態においては、矩形の光源領域に40本のハロゲンランプHLが上下2段にわたって格子状に配列されている。上下段ともに、ランプ配列の

中央部よりも周縁部の方がハロゲンランプHLの配設ピッチが短い。従って、矩形の光源領域の四隅において、ハロゲンランプHLが最も密に配設されることとなる。

[0095] 40本のハロゲンランプHLによって半導体ウェハ－Wの予備加熱を行うときには、ハロゲンランプHLが密に配設された矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハ－Wの部位が強く加熱されやすい。その結果、予備加熱時には、矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハ－Wの部位が他の部位よりも高温のホットスポットHSとなる傾向が認められる。そうすると、予備加熱時に半導体ウェハ－Wの面内において、ホットスポットHSを結ぶ径の方向（図11の左上から右下に向かう径方向および右上から左下に向かう径方向）に沿って大きな温度勾配が生じることとなる。その一方、ホットスポットHSを通らない径の方向（図11の縦の径方向および横の径方向）における温度勾配は比較的小さい。

[0096] 予備加熱時に、温度分布の不均一に起因して半導体ウェハ－Wが反る方向は結晶方位に依存しており、 $\langle 100 \rangle$ 方向は $\langle 110 \rangle$ 方向に比べて反りやすい。すなわち、半導体ウェハ－Wの面内において、 $\langle 100 \rangle$ 方向に温度勾配が生じた場合、 $\langle 110 \rangle$ 方向に温度勾配が生じるよりもウェハ－反りが発生しやすい。このため、本実施形態においては、矢印AR11にて示す半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が棒状のハロゲンランプHLの長手方向と一致するように、半導体ウェハ－Wをサセプタ74に保持している。具体的には、半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った径203がハロゲンランプHLの長手方向と一致してサセプタ74に半導体ウェハ－Wが保持されるように、アライメント部230が半導体ウェハ－Wの向きを調整する。なお、半導体ウェハ－Wがアライメントチャンバー231から処理チャンバー6に搬送される過程では、半導体ウェハ－WとハロゲンランプHLとの方向関係は維持される。

[0097] 図11に示すように、半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った径203がハロゲンランプHLの長手方向と一致するように半導体ウェ

ハーWがサセプタ74に保持されると、予備加熱時にはノッチ201が示す<110>方向に沿った径202がホットスポットHSを通り、<110>方向に沿って比較的大きな温度勾配が生じる。一方、半導体ウェハーWの結晶方位の<100>方向に沿っては大きな温度勾配は生じない。

[0098] 従って、ハロゲンランプHLによる予備加熱時に半導体ウェハーWの結晶方位の<100>方向に沿って生じる温度勾配は<110>方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる。すなわち、より反りが生じやすい<100>方向に沿った温度勾配が<110>方向に沿った温度勾配よりも小さくなる。その結果、予備加熱時にハロゲンランプHLから光照射が行われたときに半導体ウェハーWが反るのを防止することができる。これにより、予備加熱に続くフラッシュ加熱時にもフラッシュランプFLから平坦な半導体ウェハーWに対してフラッシュ光が照射されることとなり、均一なフラッシュ加熱を行うことができるとともに、不均一な加熱に起因した半導体ウェハーWの割れを防止することもできる。

[0099] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明はその趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態においては、複数のハロゲンランプHLが上下2段に格子状に配列されていたが、複数のハロゲンランプHLが1段に互いに平行に配列されていても良い。図12は、半導体ウェハーWとハロゲンランプHLとの位置関係の他の例を示す図である。図12においても、図示の便宜上、各ハロゲンランプHLを点線にて示している。

[0100] 図12に示す例では、矩形の光源領域に複数のハロゲンランプHLが1段に平行に配列されている。このような配列のハロゲンランプHLによって半導体ウェハーWの予備加熱を行うときには、ハロゲンランプHLの配列の方向に沿った径の両端部に他の部位よりも低温となるコールドスポットCSが生じやすい傾向が認められる。そうすると、予備加熱時に半導体ウェハーWの面内において、コールドスポットCSを結ぶ径の方向（図12の横の径方向）に沿って大きな温度勾配が生じることとなる。その一方、コールドスポ

ットCSを通らない径の方向における温度勾配は比較的小さい。

[0101] このため、図12に示す例では、矢印AR12にて示す半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が棒状のハロゲンランプHLの長手方向と一致するように、半導体ウェハ－Wをサセプタ74に保持している。具体的には、ノッチ201が示す半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った径202がハロゲンランプHLの長手方向と一致してサセプタ74に半導体ウェハ－Wが保持されるように、アライメント部230が半導体ウェハ－Wの向きを調整する。これにより、半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った径203がハロゲンランプHLの長手方向と 45° をなすように、半導体ウェハ－Wがサセプタ74に保持される。

[0102] 図12に示すように、半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が棒状のハロゲンランプHLの長手方向と一致する、つまり $\langle 100 \rangle$ 方向がハロゲンランプHLの長手方向と 45° をなすように半導体ウェハ－Wがサセプタ74に保持されると、コールドスポットCSを通る $\langle 110 \rangle$ 方向の径202に沿って比較的大きな温度勾配が生じる。一方、半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿っては大きな温度勾配は生じない。

[0103] 従って、上記実施形態と同様に、ハロゲンランプHLによる予備加熱時に半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配は $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる。その結果、予備加熱時にハロゲンランプHLから光照射が行われたときに半導体ウェハ－Wが反るのを防止することができる。

[0104] また、ハロゲンランプHLの配列は図11, 12に示した形態以外ものであっても良い。この場合であっても、ハロゲンランプHLによる予備加熱時に半導体ウェハ－Wの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配は $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに半導体ウェハ－Wをサセプタ74に保持すれば、半導体ウェハ－Wが反るのを防止することができる。

[0105] また、上記実施形態においては、ハロゲンランプHLの配列に対する半導

体ウェハーWの向きを調整していたが、フラッシュランプFLの配列に対する半導体ウェハーWの向きを調整するようにしても良い。照射時間は極度に短いもののフラッシュランプFLも棒状のランプであり、複数のフラッシュランプFLを図11または図12のように配列してフラッシュ加熱を行うことによって、半導体ウェハーWの面内に上記と同様の温度分布が不均一な部位（ホットスポットHSまたはコールドスポットCS）が発生することがある。このため、上記と同様に半導体ウェハーWの向きを調整してサセプタ74に保持することにより、フラッシュランプFLからのフラッシュ加熱時に半導体ウェハーWが反るのを防止することができる。

[0106] 要するに、本発明に係る技術は、半導体ウェハーWに光を照射したときに半導体ウェハーWの結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに半導体ウェハーWをサセプタ74に保持するものであれば良い。より反りが生じやすい $\langle 100 \rangle$ 方向に沿った温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った温度勾配よりも小さくなることにより、光照射加熱時に半導体ウェハーWが反るのを防止することができる。

[0107] また、上記実施形態においては、フラッシュランプハウス5に30本のフラッシュランプFLを備えるようにしていたが、これに限定されるものではなく、フラッシュランプFLの本数は任意の数とすることができる。また、フラッシュランプFLはキセノンフラッシュランプに限定されるものではなく、クリプトンフラッシュランプであっても良い。また、ハロゲンランプハウス4に備えるハロゲンランプHLの本数も40本に限定されるものではなく、任意の数とすることができる。

[0108] また、上記実施形態においては、1秒以上連続して発光する連続点灯ランプとしてフィラメント方式のハロゲンランプHLを用いて半導体ウェハーWの予備加熱を行っていたが、これに限定されるものではなく、ハロゲンランプHLに代えて放電型のアークランプ（例えば、キセノンアークランプ）を連続点灯ランプとして用いて予備加熱を行うようにしても良い。この場合も

、アークランプから光を照射したときに半導体ウェハーWの結晶方位の<1 0 0>方向に沿って生じる温度勾配が<1 1 0>方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに半導体ウェハーWをサセプタ74に保持する。これにより、アークランプによる加熱時に半導体ウェハーWが反るのを防止することができる。

[0109] また、熱処理装置100によって処理対象となる基板は半導体ウェハーに限定されるものではなく、液晶表示装置などのフラットパネルディスプレイに用いるガラス基板や太陽電池用の基板であっても良い。

符号の説明

- [0110] 3 制御部
- 4 ハロゲンランプハウス
- 5 フラッシュランプハウス
- 6 処理チャンバー
- 7 保持部
- 10 移載機構
- 65 熱処理空間
- 74 サセプタ
- 100 熱処理装置
- 101 インデクサ部
- 120 受渡ロボット
- 130, 140 冷却部
- 150 搬送ロボット
- 151 a, 151 b 搬送ハンド
- 160 熱処理部
- 201 ノッチ
- 230 アライメント部
- 231 アライメントチャンバー
- FL フラッシュランプ

H L ハロゲンランプ

W 半導体ウェハー

請求の範囲

- [請求項1] 基板に光を照射することによって該基板を加熱する熱処理方法であって、
- チャンバー内にてサセプタに基板を保持する保持工程と、
- 前記サセプタに保持された前記基板に光照射部から光を照射する照射工程と、
- を備え、
- 前記保持工程では、前記照射工程にて前記基板に光を照射したときに前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなる向きに前記基板を前記サセプタに保持する熱処理方法。
- [請求項2] 請求項1記載の熱処理方法において、
- 前記光照射部は、矩形の光源領域に2段に格子状に配列された複数の棒状ランプを含み、
- 前記保持工程では、前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板を前記サセプタに保持する熱処理方法。
- [請求項3] 請求項1記載の熱処理方法において、
- 前記光照射部は、矩形の光源領域に平行に配列された複数の棒状ランプを含み、
- 前記保持工程では、前記基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板を前記サセプタに保持する熱処理方法。
- [請求項4] 請求項2または請求項3記載の熱処理方法において、
- 前記棒状ランプは連続点灯ランプである熱処理方法。
- [請求項5] 請求項3記載の熱処理方法において、
- 前記棒状ランプはフラッシュランプである熱処理方法。
- [請求項6] 基板に光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であ

って、

基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバー内にて前記基板を保持するサセプタと、

前記サセプタに保持された前記基板に光を照射する光照射部と、

前記サセプタに保持される前記基板の向きを調整するアライメント部と、

を備え、

前記アライメント部は、前記光照射部から前記基板に光を照射したときに前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配が $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って生じる温度勾配よりも小さくなるように前記基板の向きを調整する熱処理装置。

[請求項7]

請求項6記載の熱処理装置において、

前記光照射部は、矩形の光源領域に2段に格子状に配列された複数の棒状ランプを含み、

前記アライメント部は、前記基板の結晶方位の $\langle 100 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板の向きを調整する熱処理装置。

[請求項8]

請求項6記載の熱処理装置において、

前記光照射部は、矩形の光源領域に平行に配列された複数の棒状ランプを含み、

前記アライメント部は、前記基板の結晶方位の $\langle 110 \rangle$ 方向が前記棒状ランプの長手方向と一致するように前記基板の向きを調整する熱処理装置。

[請求項9]

請求項7または請求項8記載の熱処理装置において、

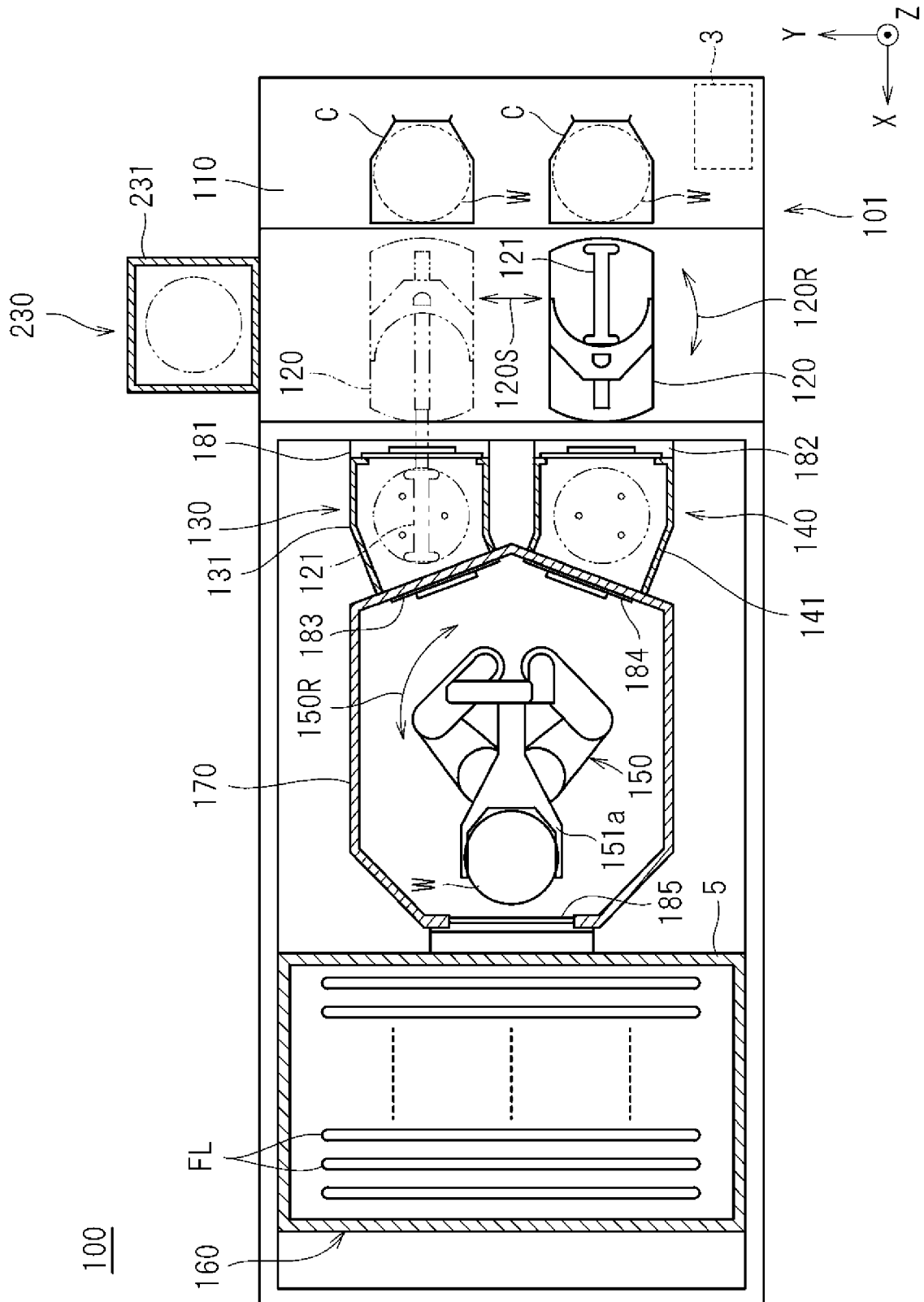
前記棒状ランプは連続点灯ランプである熱処理装置。

[請求項10]

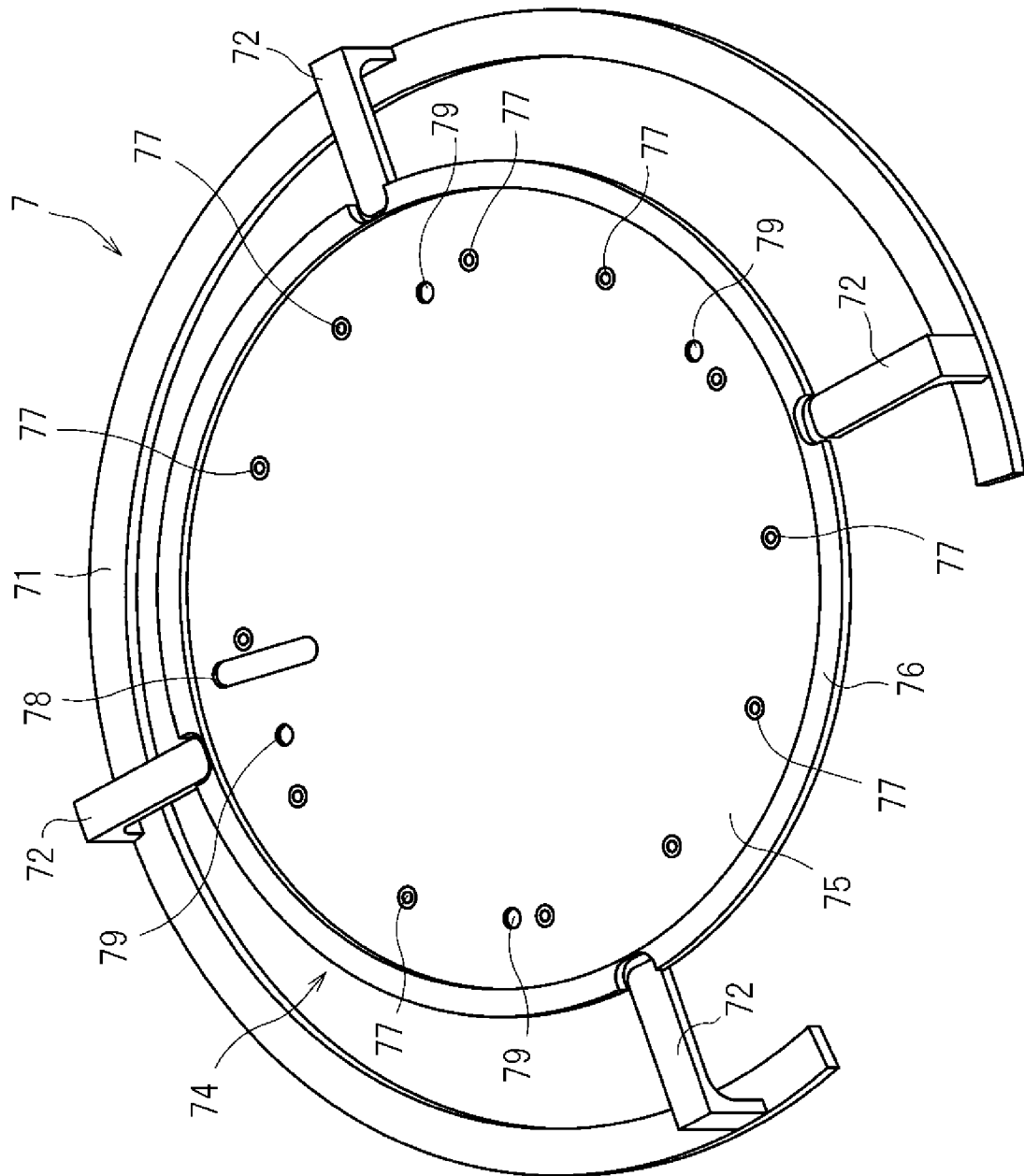
請求項8記載の熱処理装置において、

前記棒状ランプはフラッシュランプである熱処理装置。

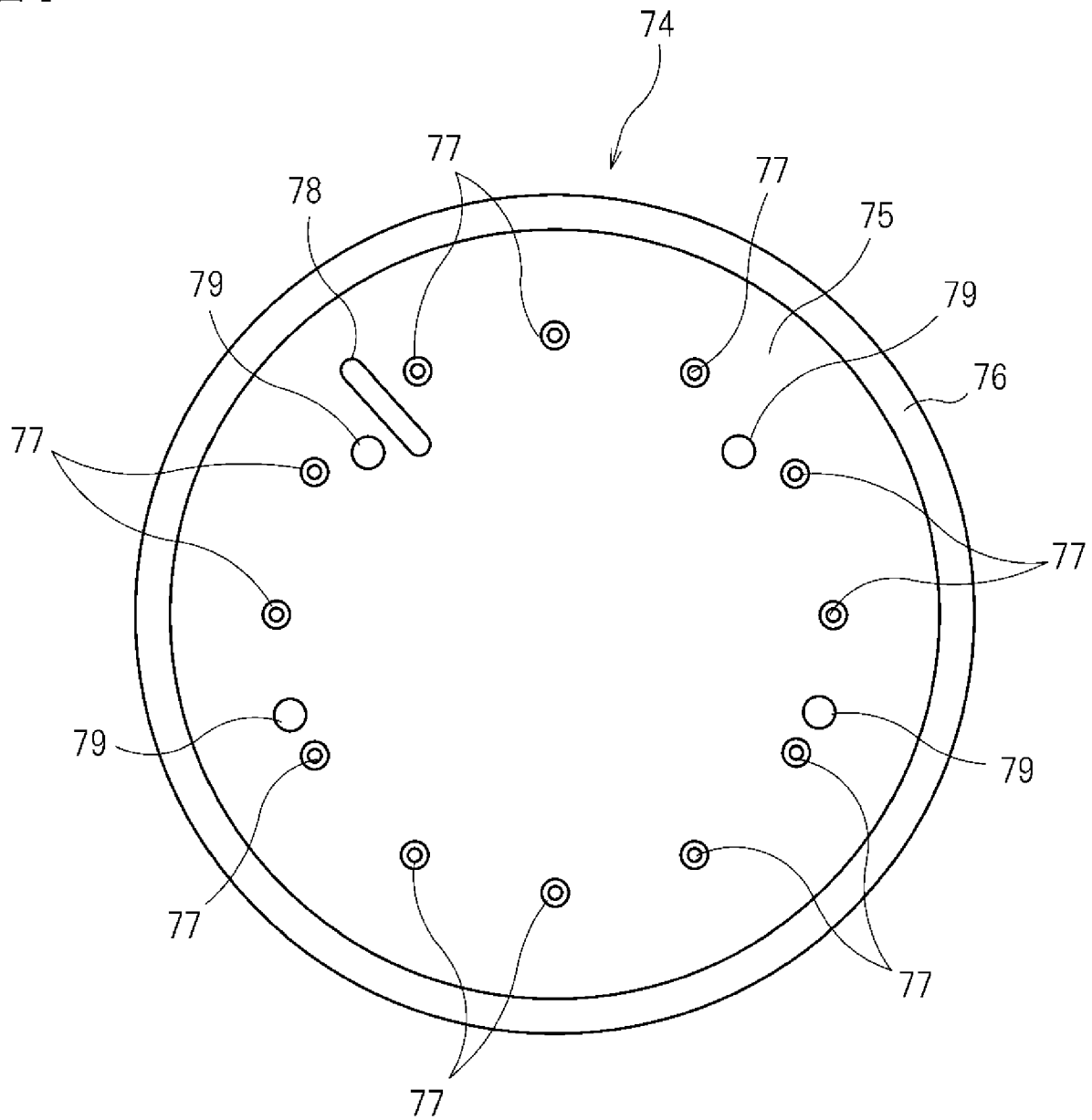
[図1]



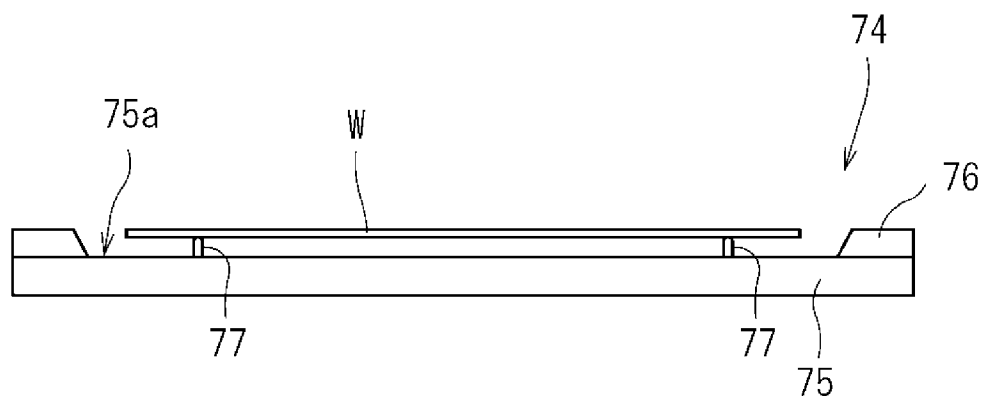
[図4]



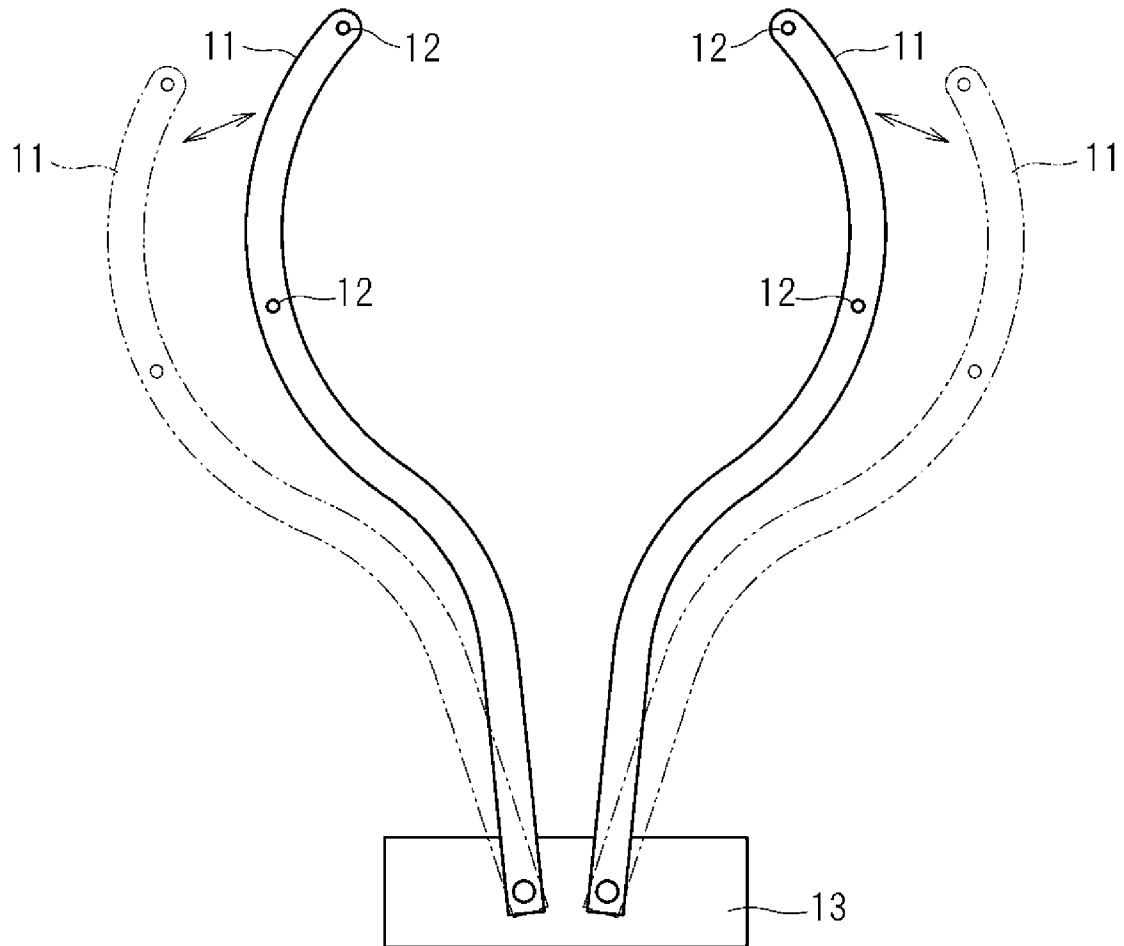
[図5]



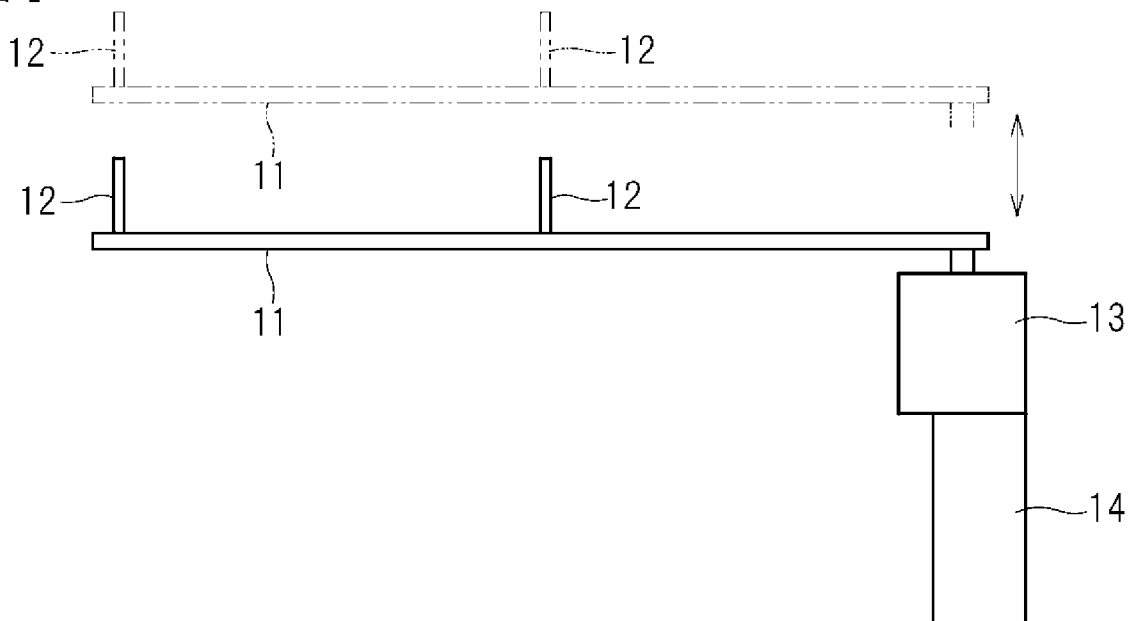
[図6]



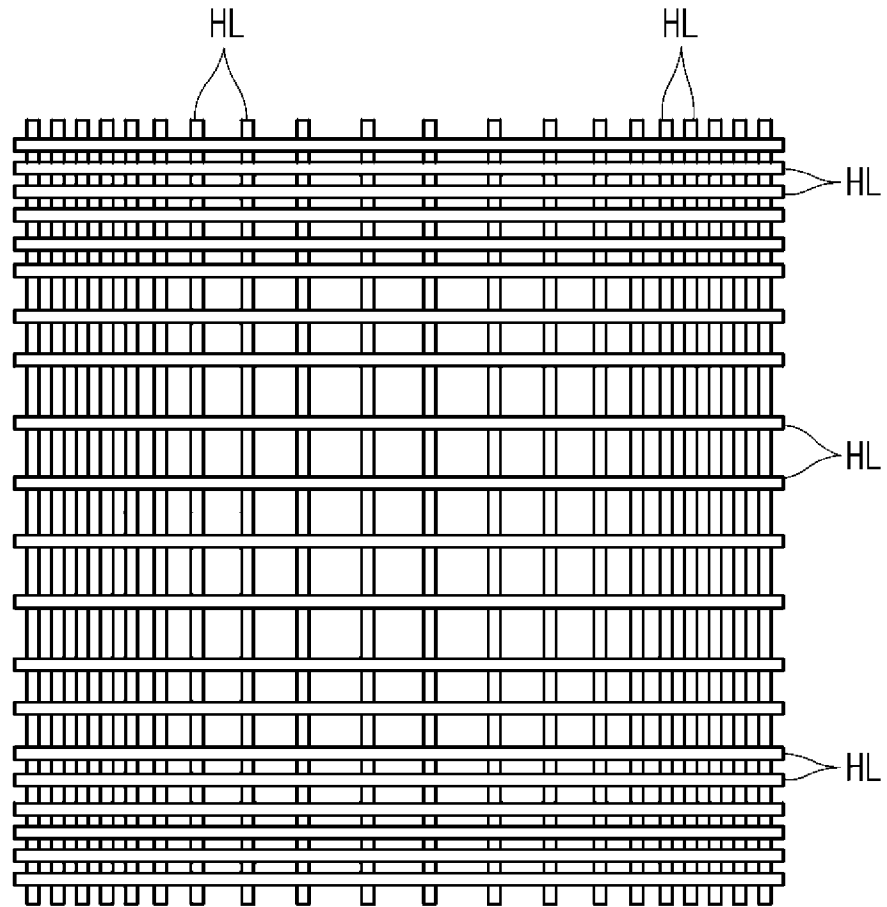
[図7]



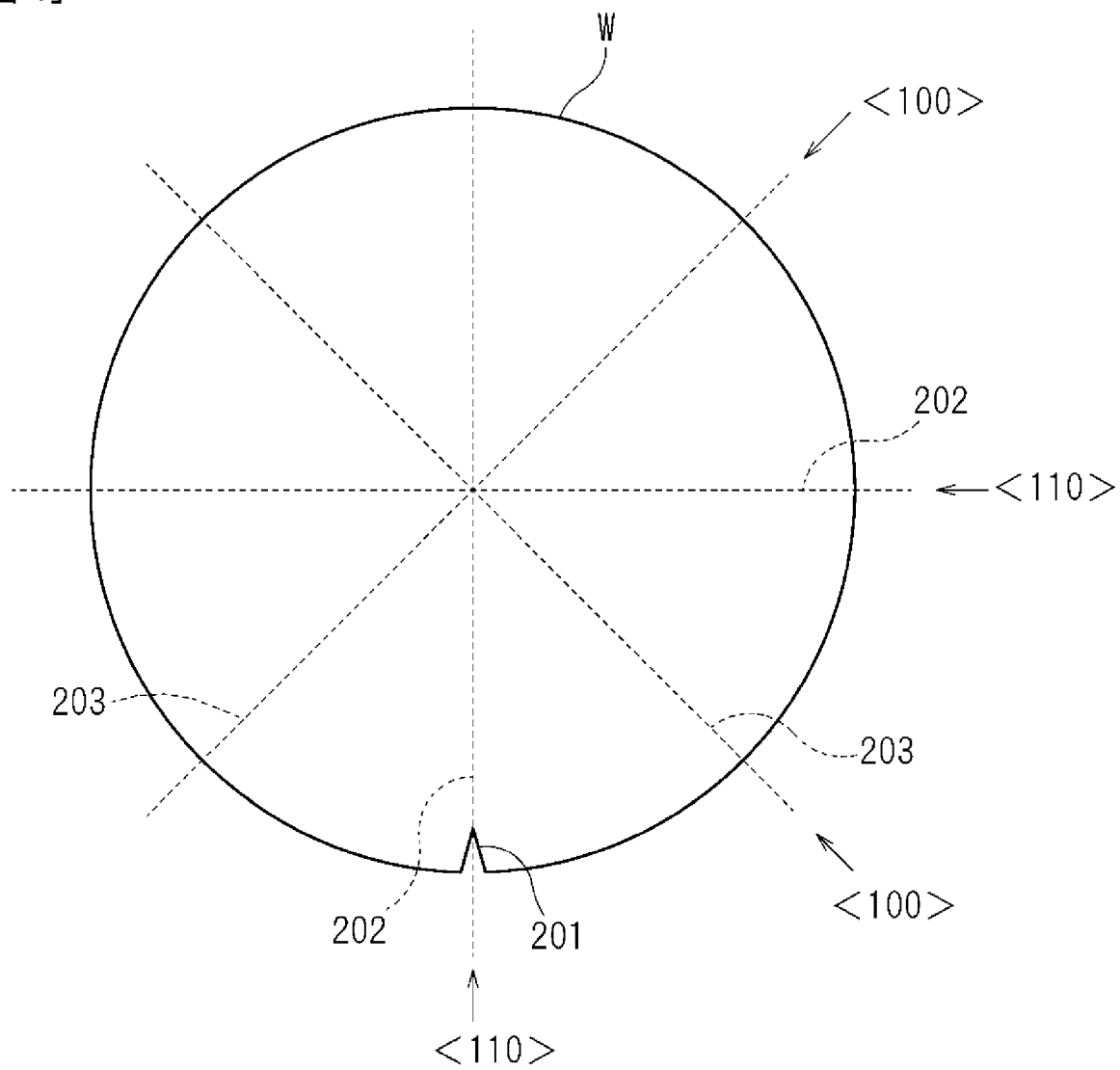
[図8]



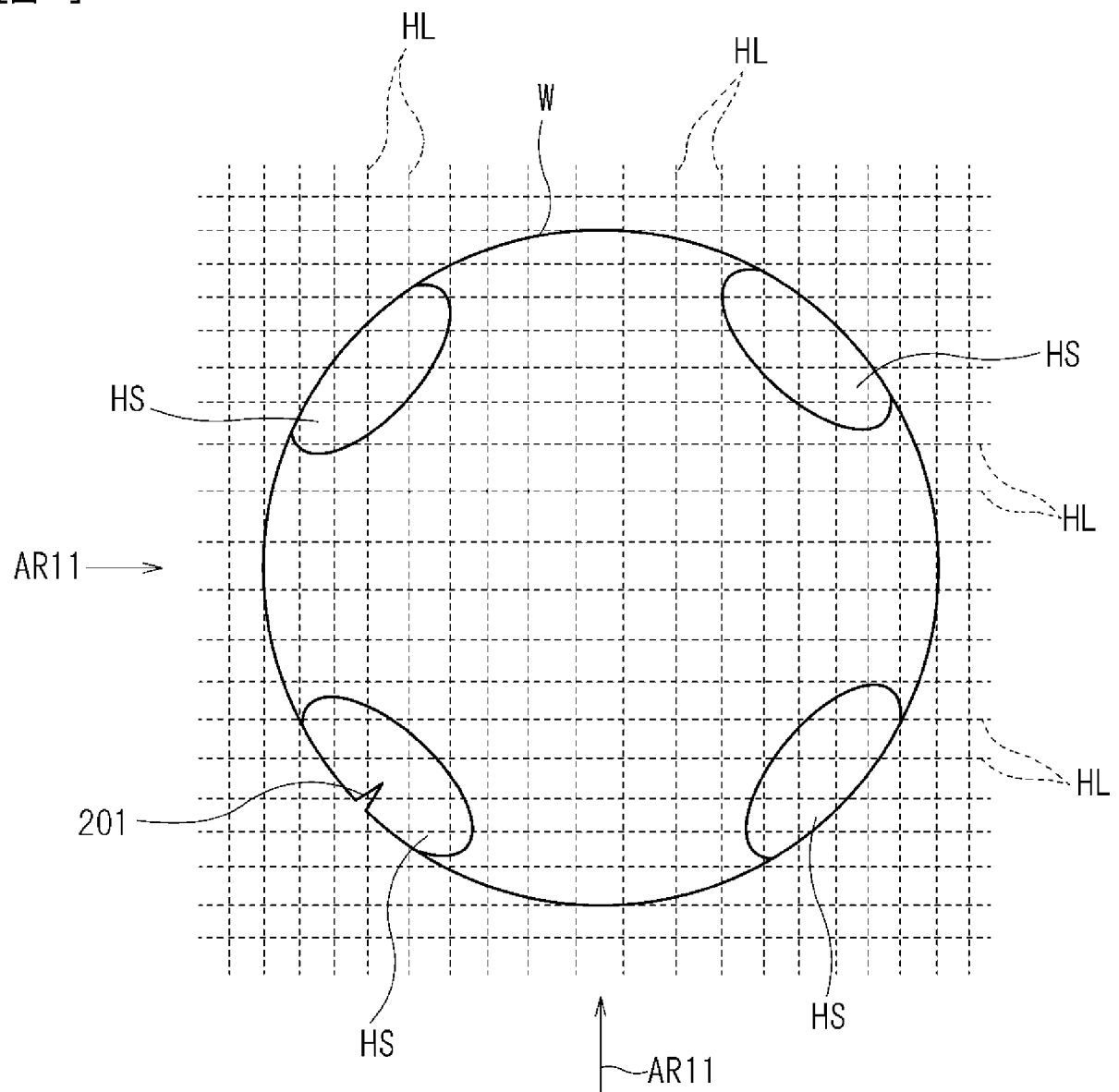
[図9]



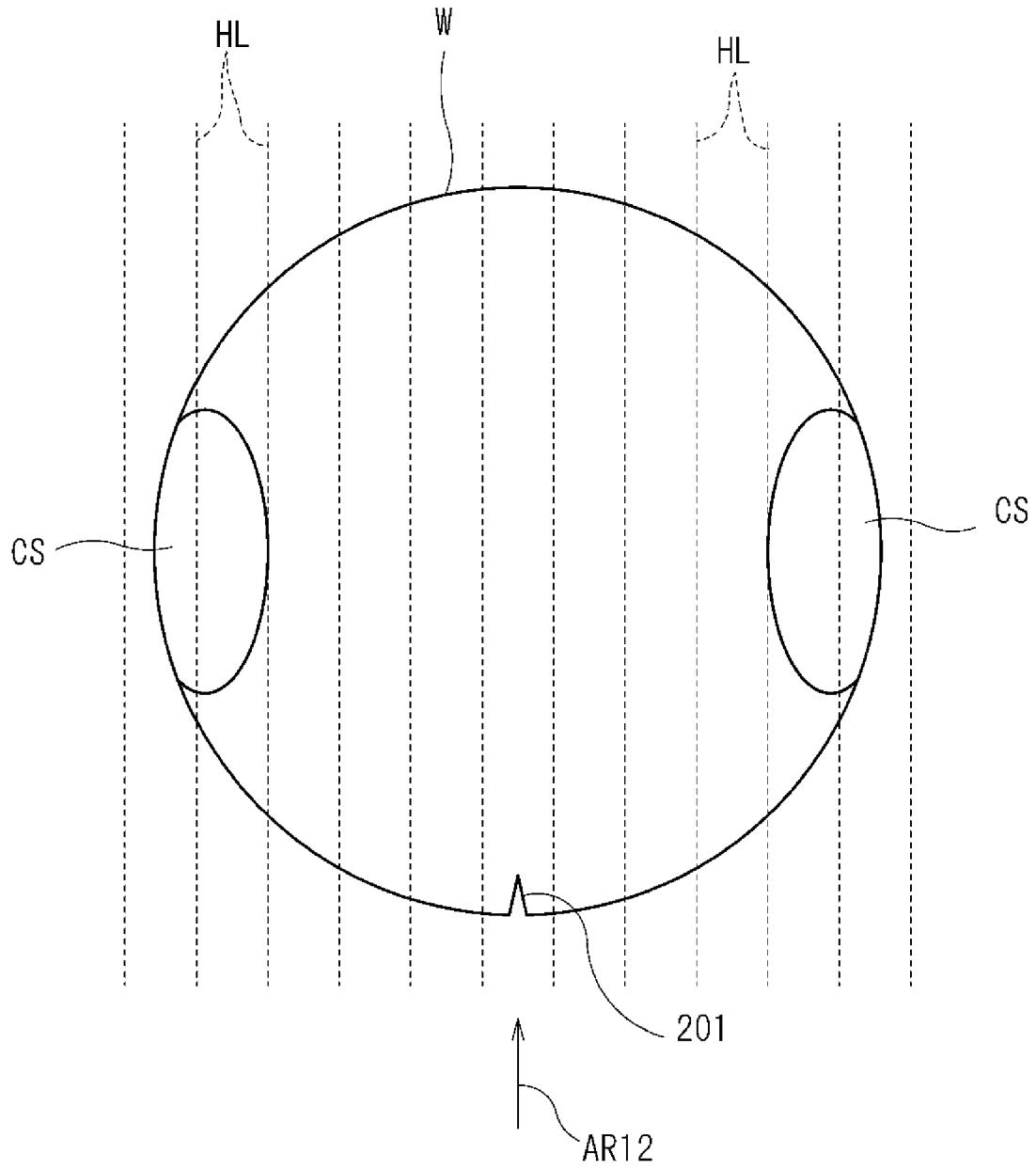
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000804

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/26 (2006.01) i

FI: H01L21/26 T; H01L21/26 Q; H01L21/26 J

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)

H01L21/26

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2005-072045 A (TOSHIBA CORP.) 17.03.2005 (2005-03-17) paragraphs [0019]-[0047], fig. 1-3, 7	1, 3, 5-6, 8, 10
Y		2, 4, 7, 9
X	US 2013/0171744 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 04.07.2013 (2013-07-04) paragraphs [0043]-[0051], [0081], fig. 1-4, 10	1, 3-6, 8-10
Y		2, 4, 7, 9
Y	JP 2014-157968 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 28.08.2014 (2014-08-28) paragraphs [0059]-[0060], [0088]-[0097], fig. 3, 9-12	2, 4, 7, 9
A		1, 3, 5-6, 8, 10
A	JP 2018-137304 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 30.08.2018 (2018-08-30)	1-10
A	JP 2011-040544 A (TOSHIBA CORP.) 24.02.2011 (2011-02-24)	1-10



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
30 March 2020 (30.03.2020)Date of mailing of the international search report
07 April 2020 (07.04.2020)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000804

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
.JP 2005-072045 A	17 Mar. 2005	US 2005/0062107 A1 paragraphs [0042]- [0072], fig. 1-3, 7 DE 102004041346 A1 TW 200518230 A KR 10-2005-0022353 A CN 1591776 A (Family: none)	
US 2013/0171744 A1	04 Jul. 2013	US 2014/0235072 A1	
.JP 2014-157968 A	28 Aug. 2014	paragraphs [0066]- [0067], [0095]- [0103], fig. 3, 9-12	
.JP 2018-137304 A	30 Aug. 2018	US 2018/0240689 A1 KR 10-2018-0096501 A TW 201832329 A	
.JP 2011-040544 A	24 Feb. 2011	US 2011/0034015 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/26(2006.01)i FI: H01L21/26 T; H01L21/26 Q; H01L21/26 J		
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）） H01L21/26		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
X	JP 2005-072045 A（株式会社東芝）17.03.2005（2005-03-17） 段落[0019]-[0047], 第1-3, 7図	1, 3, 5-6, 8, 10
Y		2, 4, 7, 9
X	US 2013/0171744 A1（SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.）04.07.2013（2013-07-04） 段落[0043]-[0051], [0081], 第1-4, 10図	1, 3-6, 8-10
Y		2, 4, 7, 9
Y	JP 2014-157968 A（大日本スクリーン製造株式会社）28.08.2014（2014-08-28） 段落[0059]-[0060], [0088]-[0097], 第3, 9-12図	2, 4, 7, 9
A		1, 3, 5-6, 8, 10
A	JP 2018-137304 A（株式会社SCREENホールディングス）30.08.2018（2018-08-30）	1-10
A	JP 2011-040544 A（株式会社東芝）24.02.2011（2011-02-24）	1-10
☐ 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 30.03.2020		国際調査報告の発送日 07.04.2020
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） 桑原 清 50 9375 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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/JP2020/000804

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-072045	A	17.03.2005	US 2005/0062107 A1 段落[0042]-[0072], 第1-3, 7 図	
				DE 102004041346 A1	
				TW 200518230 A	
				KR 10-2005-0022353 A	
				CN 1591776 A	
US	2013/0171744	A1	04.07.2013	(ファミリーなし)	
JP	2014-157968	A	28.08.2014	US 2014/0235072 A1 段落[0066]-[0067], [0095]- [0103], 第3, 9-12図	
JP	2018-137304	A	30.08.2018	US 2018/0240689 A1	
				KR 10-2018-0096501 A	
				TW 201832329 A	
JP	2011-040544	A	24.02.2011	US 2011/0034015 A1	