

(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
2018年3月29日(29.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/055879 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/26 (2006.01) *H01L 21/265* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025386

(22) 国際出願日: 2017年7月12日(12.07.2017)

(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 2016-185163 2016年9月23日(23.09.2016) JP

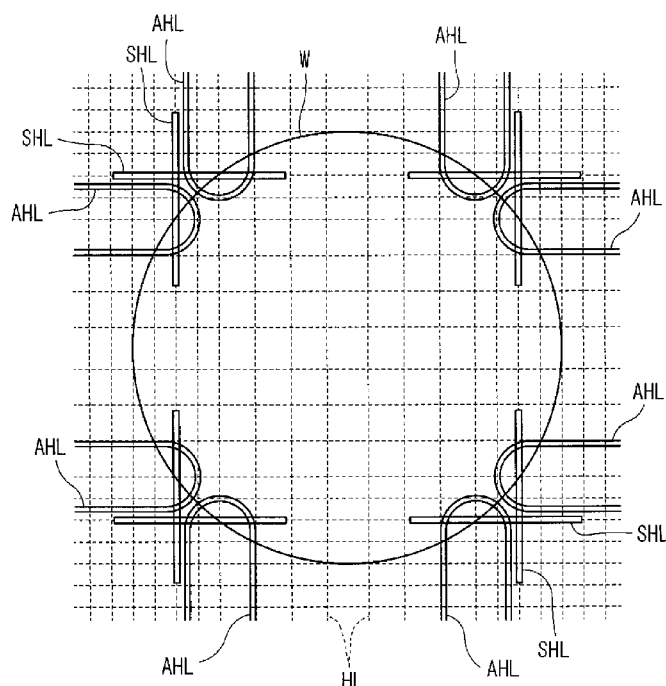
(71) 出願人: 株式会社 S C R E E N ホールディングス (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内
上る4丁目天神北町1-1 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 古川 雅志 (FURUKAWA Masashi);
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上
る4丁目天神北町1-1 株式会社 S C R E E N
N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto
(JP). 河原 ▲崎 ▼光 (KAWARAZAKI Hikaru);
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上
る4丁目天神北町1-1 株式会社 S C R E E N
N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto
(JP). 上田 晃頌 (UEDA Akitsugu); 〒6028585 京
都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天
神北町1-1 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 大阪府大阪市中心区城見

(54) Title: THERMAL PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 熱処理装置



(57) **Abstract:** A plurality of halogen lamps for pre-heating a semiconductor wafer are arrayed in a lattice in two upper and lower levels, forming a rectangular light source area. Two auxiliary lamps are arranged at each of the four corners of the rectangular light source area. The outputs of the auxiliary lamps are controlled separately. When the semiconductor wafer is pre-heated using the plurality of halogen lamps, the temperature at the peripheral portions of the semiconductor wafer opposite the four corners of the rectangular light source area are separately adjusted by the auxiliary lamps. In this



1 丁目 4 番 7 0 号 住 友 生 命 O B P プ ラ
ザビル 1 0 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, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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))

way, during the pre-heating with the halogen lamps, the temperature at the peripheral portions of the semiconductor wafer including the portions opposite the four corners can be appropriately adjusted, and the in-plane temperature distribution of the semiconductor wafer can be made uniform during pre-heating.

(57) 要約: 半導体ウェハーを予備加熱するための複数のハロゲンランプが上下2段に格子状に配列されて矩形の光源領域を形成する。その矩形の光源領域の四隅に2個ずつ補助ランプが配置される。各補助ランプは個別に出力が制御される。複数のハロゲンランプによって半導体ウェハーの予備加熱を行うときに、補助ランプによって矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハーの周縁部の温度を個別に調整している。これにより、ハロゲンランプによる予備加熱時には、当該四隅に対向する部位を含む半導体ウェハーの周縁部の温度を適正に調整することができ、予備加熱時における半導体ウェハーの面内温度分布を均一にすることができる。

明 細 書

発明の名称：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 2 0 1 5 － 1 8 9 0 9 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加熱を行うときに、半導体ウェハの面内温度分布の均一性を向上させるのが困難であるという問題が生じていた。特に、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を調整するのが困難であった。その理由は、例えば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に周囲よりも温度が高くなる部位（いわゆるホットスポット）が生じたときに、当該部位に対向する棒状のハロゲンランプの出力を低下させると、逆に半導体ウェハの他の部位の温度が周囲よりも低下する（いわゆるコールドスポット）こととなるからである。

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、基板の周縁部の温度を適正に調整することができる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

[0009] 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基板を保持する保持部と、前記保持部に保持された基板の主面に対向する領域を含む矩形の光源領域に複数の棒状ランプを２段に格子状に配列した光照射部と、前記矩形の光源領域の四隅に配置した補助ランプと、を備える。

[0010] また、第２の態様は、第１の態様に係る熱処理装置において、前記補助ランプはＵ字形状を有する。

[0011] また、第３の態様は、第２の態様に係る熱処理装置において、前記補助ランプの一部は前記保持部に保持された基板の端縁部に沿う形状とされている。

[0012] また、第４の態様は、第１の態様に係る熱処理装置において、前記補助ランプは棒形状を有する。

[0013] また、第５の態様は、第４の態様に係る熱処理装置において、前記補助ランプは、前記複数の棒状ランプと同じ長さを有するとともに、長手方向の中央よりも一方側に偏った位置にフィラメントを備える。

[0014] また、第６の態様は、第１から第５のいずれかの態様に係る熱処理装置において、前記複数の棒状ランプは、長手方向の中央部分を挟んで両端にフィラメントを備えたランプを含む。

発明の効果

[0015] 第１から第６の態様に係る熱処理装置によれば、複数の棒状ランプを２段に格子状に配列した矩形の光源領域の四隅に補助ランプを配置しているため、当該四隅に対向する基板の周縁部の温度を個別に調整して基板の周縁部の温度を適正に調整することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図１]本発明に係る熱処理装置の構成を示す縦断面図である。

[図２]保持部の全体外観を示す斜視図である。

[図３]サセプタの平面図である。

[図４]サセプタの断面図である。

[図5] 移載機構の平面図である。

[図6] 移載機構の側面図である。

[図7] 複数のハロゲンランプの配置を示す平面図である。

[図8] 補助ランプの配置構成を示す図である。

[図9] 予備加熱時の半導体ウェハーの平面図である。

[図10] 第2実施形態の補助ランプの形状を示す図である。

[図11] 第3実施形態の補助ランプの形状を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 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。

[0018] <第1実施形態>

図1は、本発明に係る熱処理装置1の構成を示す縦断面図である。本実施形態の熱処理装置1は、基板として円板形状の半導体ウェハーWに対してフラッシュ光照射を行うことによっ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。

[0019] 熱処理装置1は、半導体ウェハーWを収容するチャンバー6と、複数のフラッシュランプFLを内蔵するフラッシュ加熱部5と、複数のハロゲンランプHLを内蔵するハロゲン加熱部4と、を備える。チャンバー6の上側にフラッシュ加熱部5が設けられるとともに、下側にハロゲン加熱部4が設けられている。また、熱処理装置1は、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と装置外部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。さらに、熱処理装置1は、ハロゲン加熱部4、フラッシュ加熱部5およびチャンバー6に設けられた各動作機構を制御して半導体ウェハーWの熱処理を実行させる制御部3を備える。

[0020] 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 6 1 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 6 3 が装着されて閉塞され、下側開口には下側チャンバー窓 6 4 が装着されて閉塞されている。チャンバー 6 の天井部を構成する上側チャンバー窓 6 3 は、石英により形成された円板形状部材であり、フラッシュ加熱部 5 から出射されたフラッシュ光をチャンバー 6 内に透過する石英窓として機能する。また、チャンバー 6 の床部を構成する下側チャンバー窓 6 4 も、石英により形成された円板形状部材であり、ハロゲン加熱部 4 からの光をチャンバー 6 内に透過する石英窓として機能する。

[0021] また、チャンバー側部 6 1 の内側の壁面の上部には反射リング 6 8 が装着され、下部には反射リング 6 9 が装着されている。反射リング 6 8, 6 9 は、ともに円環状に形成されている。上側の反射リング 6 8 は、チャンバー側部 6 1 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 6 9 は、チャンバー側部 6 1 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 6 8, 6 9 は、ともに着脱自在にチャンバー側部 6 1 に装着されるものである。チャンバー 6 の内側空間、すなわち上側チャンバー窓 6 3、下側チャンバー窓 6 4、チャンバー側部 6 1 および反射リング 6 8, 6 9 によって囲まれる空間が熱処理空間 6 5 として規定される。

[0022] チャンバー側部 6 1 に反射リング 6 8, 6 9 が装着されることによって、チャンバー 6 の内壁面に凹部 6 2 が形成される。すなわち、チャンバー側部 6 1 の内壁面のうち反射リング 6 8, 6 9 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、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。

[0023] また、チャンバー側部 6 1 には、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）６６が形設されている。搬送開口部６６は、ゲートバルブ１８５によって開閉可能とされている。搬送開口部６６は凹部６２の外周面に連通接続されている。このため、ゲートバルブ１８５が搬送開口部６６を開放しているときには、搬送開口部６６から凹部６２を通過して熱処理空間６５への半導体ウェハ－Ｗの搬入および熱処理空間６５からの半導体ウェハ－Ｗの搬出を行うことができる。また、ゲートバルブ１８５が搬送開口部６６を閉鎖するとチャンバー６内の熱処理空間６５が密閉空間とされる。

[0024] また、チャンバー６の内壁上部には熱処理空間６５に処理ガスを供給するガス供給孔８１が形設されている。ガス供給孔８１は、凹部６２よりも上側位置に形設されており、反射リング６８に設けられていても良い。ガス供給孔８１はチャンバー６の側壁内部に円環状に形成された緩衝空間８２を介してガス供給管８３に連通接続されている。ガス供給管８３は処理ガス供給源８５に接続されている。また、ガス供給管８３の経路途中にはバルブ８４が介挿されている。バルブ８４が開放されると、処理ガス供給源８５から緩衝空間８２に処理ガスが送給される。緩衝空間８２に流入した処理ガスは、ガス供給孔８１よりも流体抵抗の小さい緩衝空間８２内を拡がるように流れてガス供給孔８１から熱処理空間６５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）。

[0025] 一方、チャンバー６の内壁下部には熱処理空間６５内の気体を排気するガス排気孔８６が形設されている。ガス排気孔８６は、凹部６２よりも下側位置に形設されており、反射リング６９に設けられていても良い。ガス排気孔８６はチャンバー６の側壁内部に円環状に形成された緩衝空間８７を介してガス排気管８８に連通接続されている。ガス排気管８８は排気部１９０に接続されている。また、ガス排気管８８の経路途中にはバルブ８９が介挿されている。バルブ８９が開放されると、熱処理空間６５の気体がガス排気孔８６から緩衝空間８７を経てガス排気管８８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、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 および排気部 1 9 0 は、熱処理装置 1 に設けられた機構であっても良いし、熱処理装置 1 が設置される工場のユーティリティであっても良い。

[0026] 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 を介して排気部 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 を介してチャンバー 6 内の気体が排気される。

[0027] 図 2 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。

[0028] 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、チャンバー 6 の壁面に支持されることとなる（図 1 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。

[0029] 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 3 は、サセプタ 7 4 の平面図である。また、図 4 は、サセプタ 7 4 の断面図である。サセプタ 7 4 は、保持プレート 7 5、ガイドリング 7 6 および複数の基板支持ピン 7 7 を備える。保持プレート 7 5 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 7 5 の直径は半導体ウェハー W の直径よりも大きい。すなわち、保持プレート 7 5 は、半導体ウェハー W よりも大きな平面サイズを有する。

[0030] 保持プレート 7 5 の上面周縁部にガイドリング 7 6 が設置されている。ガイドリング 7 6 は、半導体ウェハー 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、半導体ウェハー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。

[0031] 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ー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）は半導体ウェハーWの径よりも小さく、半導体ウェハー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 $\phi 280\text{ mm}$ ）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。

[0032] 図2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74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がチャンバー6に装着される。保持部7がチャンバー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。

[0033] チャンバー 6 に搬入された半導体ウェハー W は、チャンバー 6 に装着された保持部 7 のサセプタ 7 4 の上に水平姿勢にて載置されて保持される。このとき、半導体ウェハー W は保持プレート 7 5 上に立設された 1 2 個の基板支持ピン 7 7 によって支持されてサセプタ 7 4 に保持される。より厳密には、1 2 個の基板支持ピン 7 7 の上端部が半導体ウェハー W の下面に接触して当該半導体ウェハー W を支持する。1 2 個の基板支持ピン 7 7 の高さ（基板支持ピン 7 7 の上端から保持プレート 7 5 の保持面 7 5 a までの距離）は均一であるため、1 2 個の基板支持ピン 7 7 によって半導体ウェハー W を水平姿勢に支持することができる。

[0034] また、半導体ウェハー W は複数の基板支持ピン 7 7 によって保持プレート 7 5 の保持面 7 5 a 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 7 7 の高さよりもガイドリング 7 6 の厚さの方が大きい。従って、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ー W の水平方向の位置ずれはガイドリング 7 6 によって防止される。

[0035] また、図 2 および図 3 に示すように、サセプタ 7 4 の保持プレート 7 5 には、上下に貫通して開口部 7 8 が形成されている。開口部 7 8 は、放射温度計 1 2 0（図 1 参照）がサセプタ 7 4 に保持された半導体ウェハー 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 1 2 0 が開口部 7 8 を介してサセプタ 7 4 に保持された半導体ウェハー W の下面から放射された光を受光し、別置のディテクタによってその半導体ウェハー W の温度が測定される。さらに、サセプタ 7 4 の保持プレート 7 5 には、後述する移載機構 1 0 のリフトピン 1 2 が半導体ウェハー 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。

[0036] 図 5 は、移載機構 1 0 の平面図である。また、図 6 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

13は、一对の移載アーム11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5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5の二点鎖線位置）との間で水平移動させる。水平移動機構13としては、個別のモータによって各移載アーム11をそれぞれ回転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11を連動させて回転させるものであっても良い。

[0037] また、一对の移載アーム11は、昇降機構14によって水平移動機構13とともに昇降移動される。昇降機構14が一对の移載アーム11を移載動作位置にて上昇させると、計4本のリフトピン12がサセプタ74に穿設された貫通孔79（図2，3参照）を通過し、リフトピン12の上端がサセプタ74の上面から突き出る。一方、昇降機構14が一对の移載アーム11を移載動作位置にて下降させてリフトピン12を貫通孔79から抜き取り、水平移動機構13が一对の移載アーム11を開くように移動させると各移載アーム11が退避位置に移動する。一对の移載アーム11の退避位置は、保持部7の基台リング71の直上である。基台リング71は凹部62の底面に載置されているため、移載アーム11の退避位置は凹部62の内側となる。なお、移載機構10の駆動部（水平移動機構13および昇降機構14）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10の駆動部周辺の雰囲気チャンバー6の外部に排出されるように構成されている。

[0038] 図1に戻り、チャンバー6の上方に設けられたフラッシュ加熱部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、フラッシュ加熱部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。フラッシュ加熱部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。フラッシュ加熱部5がチャンバー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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] チャンバー6の下方に設けられたハロゲン加熱部4は、主たる光源として筐体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。ハロゲン加熱部4は、複数のハロゲンランプHLによってチャンバー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への光照射を行って半導体ウェハWを加熱する光照射部である。

[0043] 図7は、ハロゲン加熱部4の主光源である複数のハロゲンランプHLの配置を示す平面図である。40本のハロゲンランプHLは上下2段に分けて配置されている。保持部7に近い上段に20本のハロゲンランプHLが配設されるとともに、上段よりも保持部7から遠い下段にも20本のハロゲンランプ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。

[0044] また、図7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、ハロゲン加熱部4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Wの周縁部により多い光量の照射を行うことができる。

[0045] 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、上段に配置された20本のハロゲンランプHLの長手方向と下段に配置された20本のハロゲンランプHLの長手方向とが互いに直交するように

計40本のハロゲンランプHLが配設されている。複数本の棒状のハロゲンランプHLを上下2段に格子状に配列することによって、矩形の光源領域が形成される。

[0046] 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。

[0047] 40本のハロゲンランプHLには、フィラメントを2分割した特殊なランプが4本含まれている。このようなフィラメントを2分割したランプを特に区別する場合にはセグメントランプSHLと称する。もっとも、セグメントランプSHLの外観形状は他の通常の36本のハロゲンランプHLと同じ大きさおよび形状の棒状であり、ハロゲン元素を微量導入した不活性ガス中にフィラメントを配設したフィラメント方式の光源である点でもセグメントランプSHLは他のハロゲンランプHLと同じである。よって、セグメントランプSHLを特に区別する必要のない場合には、他の通常の36本のハロゲンランプHLと4本のセグメントランプSHLとを一括して単にハロゲンランプHLと総称する。

[0048] ハロゲン加熱部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1）。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。

[0049] また、本実施形態のハロゲン加熱部4には、主光源としての40本のハロ

ゲンランプHLに加えて、補助光源としての補助ランプAHLが配設されている。図8は、補助ランプAHLの配置構成を示す図である。同図においては、図示の便宜上、通常の36本のハロゲンランプHLを点線にて示している。通常のハロゲンランプHLとは、分割されていない1本のフィラメントを棒状のガラス管の一端側から他端側にわたって配設したランプである。また、図8には、セグメントランプSHLを通常のハロゲンランプHLと区別して図示するとともに、保持部7に保持された半導体ウェハ－Wを投影して示している。

[0050] 図8に示すように、40本の棒状のハロゲンランプHLを上下2段に格子状に配列することによって形成される矩形の光源領域内に、保持部7に保持された半導体ウェハ－Wの主面に対向する領域が完全に含まれる。

[0051] セグメントランプSHLは、棒状のガラス管の長手方向の中央部分を挟んで両端にフィラメントを備えている。フィラメントは、例えばタングステンの細線を所定密度で多重に巻いて構成されている。セグメントランプSHLでは、両側のフィラメントを当該フィラメントと同じ材質の直線状のタングステン線によって接続している。セグメントランプSHLに通電すると、2分割した両側のフィラメントのみが白熱化されて発光する。すなわち、セグメントランプSHLは、棒状のガラス管の長手方向中央部分では発光せずに、その中央部分を挟んだ両側にて発光するのである。

[0052] 上下2段の格子状ランプ配列において、上段および下段のそれぞれに2本のセグメントランプSHLが含まれている。図8に示すように、40本のハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に対応する半導体ウェハ－Wの周縁部に2分割されたフィラメントが対向するように合計4本のセグメントランプSHLが配設されている。従って、それぞれのセグメントランプSHLは、矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハ－Wの周縁部のうちの2箇所にも光を照射する。なお、以下、40本のハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に対向する半導体ウェハ－Wの周縁部を「半導体ウェハ－Wの四隅」とも称する。

- [0053] ハロゲン加熱部4には、補助光源として8個の補助ランプAHLが配設されている。第1実施形態では、各補助ランプAHLの外観形状はU字形状である。各補助ランプAHLの発光方式は、上記のハロゲンランプHLと同じフィラメント方式である。すなわち、補助ランプAHLは、U字形状のガラス管の内部にハロゲン元素を微量導入した不活性ガスを封入するとともに、U字形状のフィラメントを配設している。
- [0054] 8個の補助ランプAHLは、40本のハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に2個ずつ配置されている。8個の補助ランプAHLは制御部3によって個別に出力が制御される。図8に示すように、各補助ランプAHLは、先端部分が半導体ウェハWの四隅に対向するように配置されている。これにより、各補助ランプAHLは、点灯することによって半導体ウェハWの四隅のいずれかに光を照射することができる。
- [0055] 制御部3は、熱処理装置1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における処理が進行する。
- [0056] 上記の構成以外にも熱処理装置1は、半導体ウェハ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加熱部4、フラッシュ加熱部5およびチャンバー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、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、ハロゲン加熱部4およびフラッシュ加熱部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63とランプ光放射窓53との間隙にも空気が供給され、フラッシュ加熱部5および上側チャンバー窓63を

冷却する。

[0057] 次に、熱処理装置 1 における半導体ウェハ W の処理手順について説明する。ここで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 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。以下に説明する熱処理装置 1 の処理手順は、制御部 3 が熱処理装置 1 の各動作機構を制御することにより進行する。

[0058] まず、ゲートバルブ 185 が開いて搬送開口部 66 が開放され、装置外部の搬送ロボットにより搬送開口部 66 を介して半導体ウェハ W がチャンバー 6 内の熱処理空間 65 に搬入される。搬送ロボットによって搬入された半導体ウェハ W は保持部 7 の直上位置まで進出して停止する。そして、移載機構 10 の一对の移載アーム 11 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 12 が貫通孔 79 を通ってサセプタ 74 の保持プレート 75 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 12 は基板支持ピン 77 の上端よりも上方にまで上昇する。

[0059] 半導体ウェハ W がリフトピン 12 に載置された後、搬送ロボットが熱処理空間 65 から退出し、ゲートバルブ 185 によって搬送開口部 66 が閉鎖される。そして、一对の移載アーム 11 が下降することにより、半導体ウェハ W は移載機構 10 から保持部 7 のサセプタ 74 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 75 上に立設された複数の基板支持ピン 77 によって支持されてサセプタ 74 に保持される。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 77 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 75 の保持面 75 a との間には所定の間隔が形成される。サセプタ 74 の下方にまで下降した一对の移載アーム 11 は水平移動機構 13 によって退避位置、すなわち凹部 62 の内側に退避する。

[0060] また、ゲートバルブ 185 によって搬送開口部 66 が閉鎖されて熱処理空間 65 が密閉空間とされた後、チャンバー 6 内の雰囲気調整が行われる。具体的にはバルブ 84 が開放されてガス供給孔 81 から熱処理空間 65 に処理ガスが供給される。本実施形態では、処理ガスとして窒素がチャンバー 6 内の熱処理空間 65 に供給される。また、バルブ 89 が開放されてガス排気孔 86 からチャンバー 6 内の気体が排気される。これにより、チャンバー 6 内の熱処理空間 65 の上部から供給された処理ガスが下方へと流れて熱処理空間 65 の下部から排気され、熱処理空間 65 が窒素雰囲気に置換される。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。

[0061] チャンバー 6 内が窒素雰囲気に置換され、半導体ウェハ W が保持部 7 のサセプタ 74 によって水平姿勢にて下方より保持された後、ハロゲン加熱部 4 の 40 本のハロゲンランプ HL 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 HL 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 の裏面から照射される。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。

[0062] 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 120 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 の裏面から開口部 78 を介して放射された赤外光を放射温度計 120 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 120 による測定値

に基づいて、半導体ウェハー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、200℃ないし800℃程度、好ましくは350℃ないし600℃程度とされる（本実施の形態では600℃）。

[0063] 半導体ウェハーWの温度が予備加熱温度T1に到達した後、制御部3は半導体ウェハー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120によって測定される半導体ウェハー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、半導体ウェハーWの温度をほぼ予備加熱温度T1に維持している。

[0064] ところで、ハロゲン加熱部4の40本のハロゲンランプHLは全て棒状ランプである。そして、40本のハロゲンランプHLには、半導体ウェハーWの四隅の温度調整のために4本のセグメントランプSHLが含まれている。ハロゲンランプHLによる半導体ウェハーWの予備加熱時には、半導体ウェハーWの周縁部近傍の温度が中央部分と異なる温度となる傾向が生じ易く、特に半導体ウェハーWの四隅の温度が不均一となりやすい。このため、セグメントランプSHLから半導体ウェハーWの四隅に光を照射して当該四隅の温度を調整するようにしている。

[0065] しかし、セグメントランプSHLによる調整のみでは以下のような問題が残る。図9は、予備加熱時の半導体ウェハーWの平面図である。セグメントランプSHLによる調整によって半導体ウェハーWの面内全体の温度分布均一性を向上させた結果として、半導体ウェハーWの四隅のうちの1箇所の温度だけが他の領域よりも高くなってホットスポットとなることがある。このように半導体ウェハーWの四隅のうちの1箇所だけの温度が異なることとなるのは、チャンバー6の構造が搬送開口部66等の存在によって必ずしも対称になっていないからである。

[0066] 図9に示すように、半導体ウェハーWの四隅のうちの1箇所である領域C1にホットスポットが出現したとする。このホットスポットを解消するために、領域C1に光照射を行っていたセグメントランプSHLの出力を低下さ

せる必要がある。ところが、各セグメントランプS H Lは半導体ウェハーWの四隅のうちの2箇所にも照射を行っているため、領域C 1に照射を行っていたセグメントランプS H Lの出力を低下させると、半導体ウェハーWの四隅のうちの領域C 2または領域C 3の照度が低下して温度も低下することとなる。そうすると、領域C 1のホットスポットが解消すると同時に、領域C 2または領域C 3にコールドスポットが生じる。その結果、半導体ウェハーWの全体としての面内温度分布均一性は改善しないこととなる。つまり、半導体ウェハーWの四隅のうちの特定の箇所のみを個別に調整することは困難なのである。

[0067] そこで、補助ランプA H Lによって半導体ウェハーWの四隅のそれぞれの照度を個別に調整する。各補助ランプA H Lは半導体ウェハーWの四隅のうちの1箇所のみにも照射を行うため、当該四隅の照度を個別に調整することが可能である。例えば、上記の例であれば、ホットスポットが出現した領域C 1に照射を行っていたセグメントランプS H Lの出力を低下させて領域C 2または領域C 3の照度が低下したならば、領域C 2または領域C 3に対向する補助ランプA H Lから照射を行って領域C 2または領域C 3の照度低下を抑制する。

[0068] このようにすることにより、予備加熱時における半導体ウェハーWの四隅のそれぞれの温度を個別に調整して当該四隅を含む半導体ウェハーWの周縁部の温度を適正に調整することができる。その結果、半導体ウェハーWの全体としての面内温度分布均一性を向上させることができる。

[0069] 半導体ウェハーWの温度が予備加熱温度T 1に到達して所定時間が経過した時点にてフラッシュ加熱部5のフラッシュランプF Lが半導体ウェハーWの表面にフラッシュ照射を行う。このとき、フラッシュランプF Lから放射されるフラッシュ光の一部は直接にチャンバー6内へと向かい、他の一部は一旦リフレクタ5 2により反射されてからチャンバー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ーWのフラッシュ加熱が行われる。

[0070] 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、熱処理装置1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。

[0071] 本実施形態では、補助ランプAHLによって半導体ウェハ－Wの四隅のそれぞれの温度を個別に調整して予備加熱段階での半導体ウェハ－Wの面内温度分布を均一にしている。その結果、フラッシュ光照射時における半導体ウェハ－W表面の面内温度分布も均一にすることができる。

[0072] 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120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120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 上に載置された半導体ウェハ W が装置外部の搬送ロボットにより搬出され、熱処理装置 1 における半導体ウェハ W の加熱処理が完了する。

[0073] 第 1 実施形態においては、ハロゲンランプ HL によって形成される矩形の光源領域の四隅に U 字形状を有する補助ランプ AHL を配置し、その補助ランプ AHL によって半導体ウェハ W の四隅のそれぞれの温度を個別に調整している。これにより、ハロゲンランプ HL による予備加熱時には、半導体ウェハ W の四隅を含む半導体ウェハ W の周縁部の温度を適正に調整することができ、予備加熱時における半導体ウェハ W の面内温度分布を均一にすることができる。その結果、フラッシュ加熱時における半導体ウェハ W 表面の面内温度分布も均一にすることができる。

[0074] なお、補助ランプ AHL を配置していれば、セグメントランプ SHL は不要であるようにも考えられるが、U 字形状を有する補助ランプ AHL の定格出力は棒状のセグメントランプ SHL の定格出力よりも低くならざるを得ない。よって、セグメントランプ SHL を設けることなく補助ランプ AHL のみを配置した構成では、半導体ウェハ W の四隅を十分に昇温することができずに当該四隅にコールドスポットが生じるおそれがある。このため、補助ランプ AHL に加えてセグメントランプ SHL も配置して、U 字形状の補助ランプ AHL の出力不足を補うようにするのが好ましい。

[0075] <第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の熱処理装置 1 の全体構成は第 1 実施形態と概ね同じである。また、第 2 実施形態の熱処理装置 1 における半導体ウェハ W の処理手順も第 1 実施形態と同様である。第 2 実施形態が第 1 実施形態と相違するのは、補助ランプ AHL の形状である。

[0076] 図 10 は、第 2 実施形態の補助ランプ AHL の形状を示す図である。同図において、第 1 実施形態と同一の要素については図 8 と同一の符号を付して

いる。第2実施形態においては、4個の補助ランプAHLを配設している。そして、図10に示すように、第2実施形態の補助ランプAHLはU字形状の先端部分を保持部7に保持された半導体ウェハ－Wの端縁部に沿う形状としている。補助ランプAHLの形状を除く第2実施形態の残余の構成は第1実施形態と同じである。

[0077] 第2実施形態においても、ハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に補助ランプAHLを配置し、その補助ランプAHLによって半導体ウェハ－Wの四隅のそれぞれの温度を個別に調整している。このため、第1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は、半導体ウェハ－Wの四隅を含む半導体ウェハ－Wの周縁部の温度を適正に調整することができ、予備加熱時における半導体ウェハ－Wの面内温度分布を均一にすることができる。

[0078] また、第2実施形態では、補助ランプAHLの一部が保持部7に保持された半導体ウェハ－Wの端縁部に沿う形状とされているため、特に半導体ウェハ－Wの端縁部の温度を調整するのに好適である。

[0079] <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態の熱処理装置1の全体構成は第1実施形態と概ね同じである。また、第3実施形態の熱処理装置1における半導体ウェハ－Wの処理手順も第1実施形態と同様である。第3実施形態が第1実施形態と相違するのは、補助ランプAHLの形状である。

[0080] 図11は、第3実施形態の補助ランプAHLの形状を示す図である。同図において、第1実施形態と同一の要素については図8と同一の符号を付している。図11に示すように、第3実施形態の補助ランプAHLは棒形状を有する棒状ランプである。第3実施形態の補助ランプAHLの外観形状はセグメントランプSHLおよびハロゲンランプHLと同じである。すなわち、第3実施形態の補助ランプAHLは、セグメントランプSHLおよびハロゲンランプHLと同じ長さおよび太さのガラス管の内部にハロゲン元素を微量導

入した不活性ガスを封入するとともに、直線状のフィラメントを配設している。但し、第3実施形態の補助ランプAHLは、その長手方向の中央よりも一方側に偏った位置にフィラメントを配設している。

[0081] 第3実施形態においては、4本の補助ランプAHLを配設している。各補助ランプAHLは、そのフィラメント部分がハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に位置するように、すなわちフィラメント部分が半導体ウェハWの四隅に対向するように配置されている。これにより、各補助ランプAHLは、点灯することによって半導体ウェハWの四隅のいずれかに光を照射することができる。

[0082] 第3実施形態においても、ハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に補助ランプAHLを配置し、その補助ランプAHLによって半導体ウェハWの四隅のそれぞれの温度を個別に調整している。このため、第1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は、半導体ウェハWの四隅を含む半導体ウェハWの周縁部の温度を適正に調整することができ、予備加熱時における半導体ウェハWの面内温度分布を均一にすることができる。

[0083] <変形例>

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、ハロゲンランプHLによって形成される矩形の光源領域の四隅に配置する補助ランプAHLの形状は第1実施形態から第3実施形態に限定されるものではなく、適宜の形状とすることができる。例えば、補助ランプAHLは点光源ランプであっても良い。また、第3実施形態の補助ランプAHLは、フィラメントの長さに応じた全長を有する棒状ランプであっても良い。

[0084] また、上記実施形態においては、フラッシュ加熱部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、ハロゲン加熱部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、上段および下段に格子状に複数する配置する形態であれば任意の数とすることができる。

[0085] また、本発明に係る熱処理装置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。また、本発明に係る技術は、高誘電率ゲート絶縁膜（High-k膜）の熱処理、金属とシリコンとの接合、或いはポリシリコンの結晶化に適用するようにしても良い。

[0086] また、本発明に係る熱処理技術は、フラッシュランプアニール装置に限定されるものではなく、ハロゲンランプを使用した枚葉式のランプアニール装置やCVD装置などのフラッシュランプ以外の熱源の装置にも適用することができる。特に、チャンバーの下方にハロゲンランプを配置し、半導体ウェハーの裏面から光照射を行って熱処理を行うバックサイドアニール装置に本発明に係る技術は好適に適用することができる。

符号の説明

- [0087]
- 1 熱処理装置
 - 3 制御部
 - 4 ハロゲン加熱部
 - 5 フラッシュ加熱部
 - 6 チャンバー
 - 7 保持部
 - 65 熱処理空間
 - 74 サセプタ
 - 120 放射温度計
 - AHL 補助ランプ
 - SHL セグメントランプ

F L フラッシュランプ

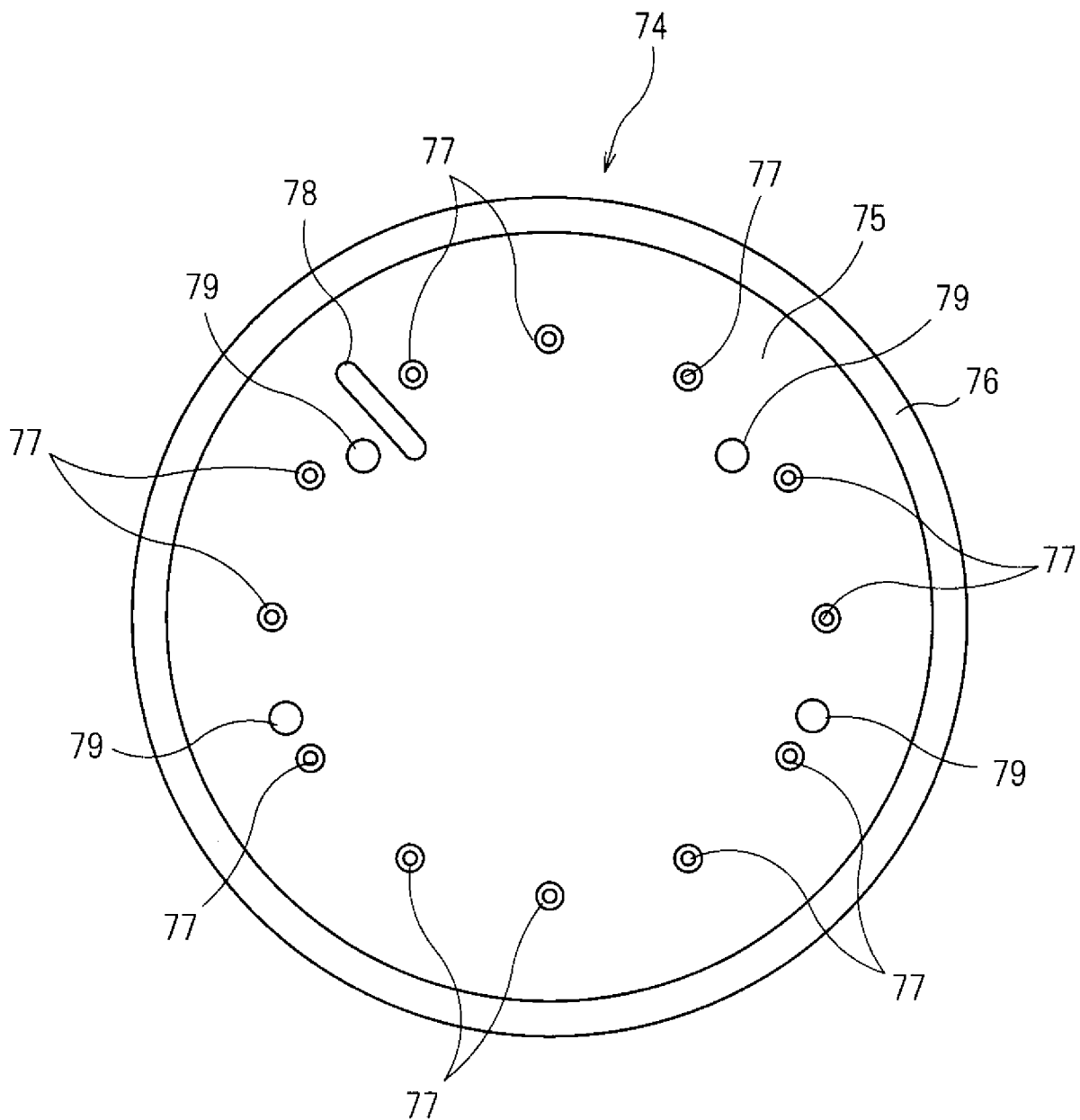
H L ハロゲンランプ

W 半導体ウェハー

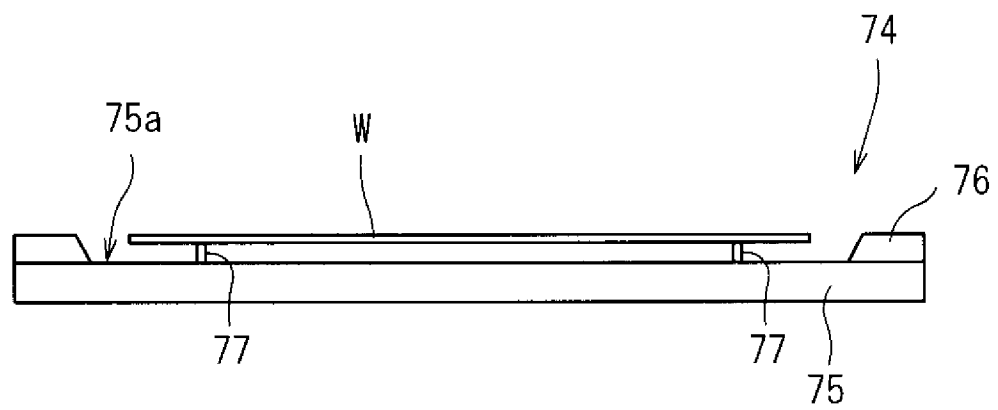
請求の範囲

- [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基板を保持する保持部と、
- 前記保持部に保持された基板の主面に対向する領域を含む矩形の光源領域に複数の棒状ランプを２段に格子状に配列した光照射部と、
- 前記矩形の光源領域の四隅に配置した補助ランプと、
- を備える熱処理装置。
- [請求項2] 請求項１記載の熱処理装置において、
- 前記補助ランプはＵ字形状を有する熱処理装置。
- [請求項3] 請求項２記載の熱処理装置において、
- 前記補助ランプの一部は前記保持部に保持された基板の端縁部に沿う形状とされている熱処理装置。
- [請求項4] 請求項１記載の熱処理装置において、
- 前記補助ランプは棒形状を有する熱処理装置。
- [請求項5] 請求項４記載の熱処理装置において、
- 前記補助ランプは、前記複数の棒状ランプと同じ長さを有するとともに、長手方向の中央よりも一方側に偏った位置にフィラメントを備える熱処理装置。
- [請求項6] 請求項１から請求項５のいずれかに記載の熱処理装置において、
- 前記複数の棒状ランプは、長手方向の中央部分を挟んで両端にフィラメントを備えたランプを含む熱処理装置。

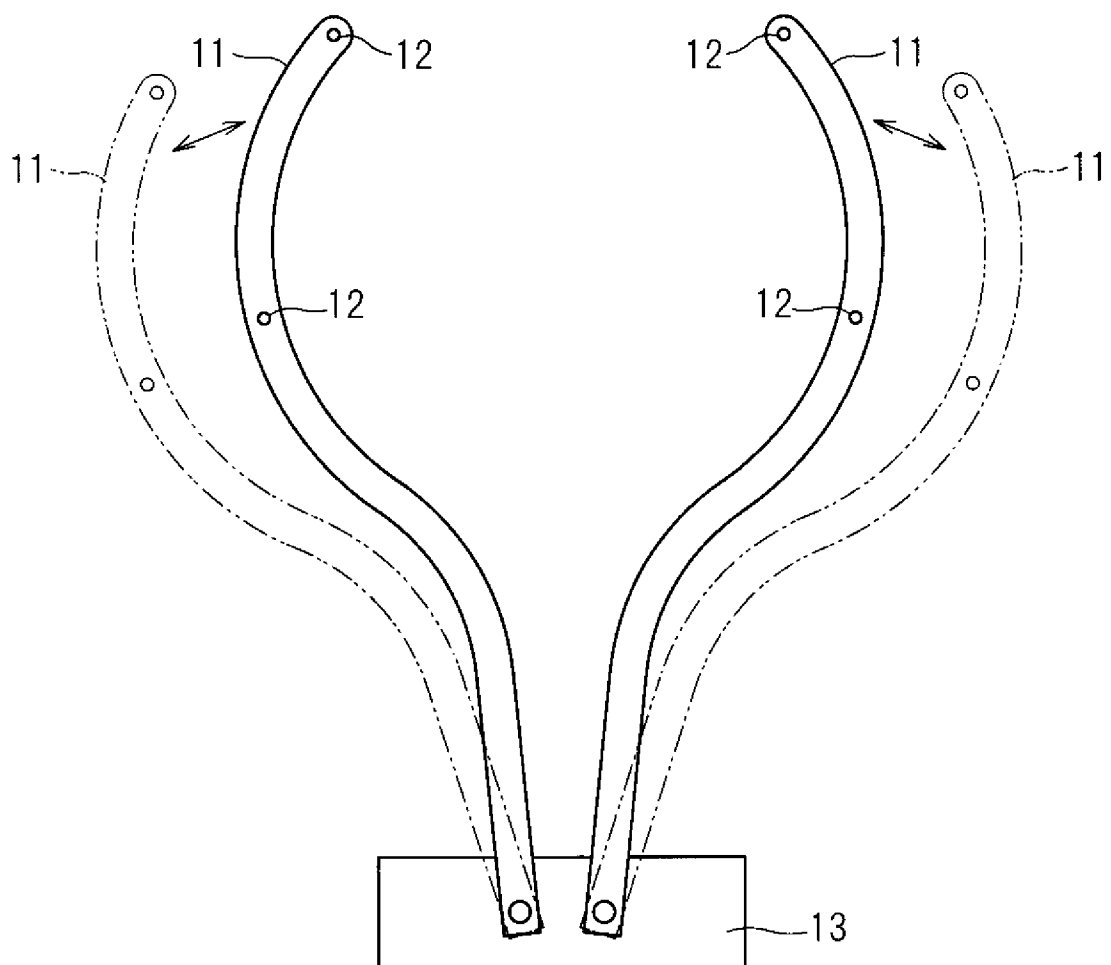
[図3]



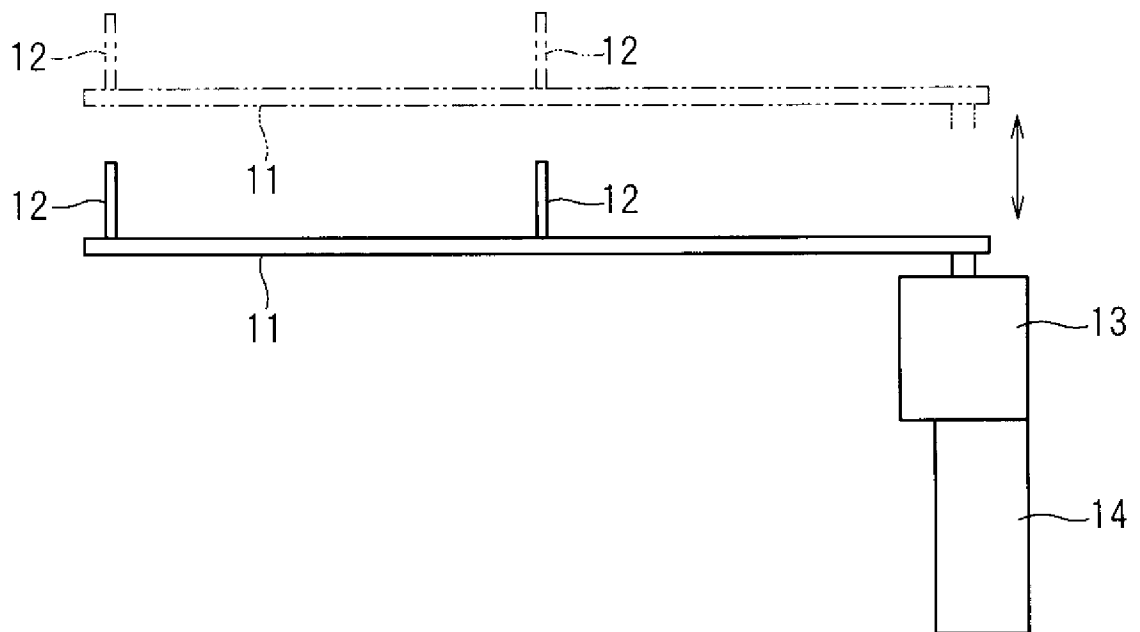
[図4]



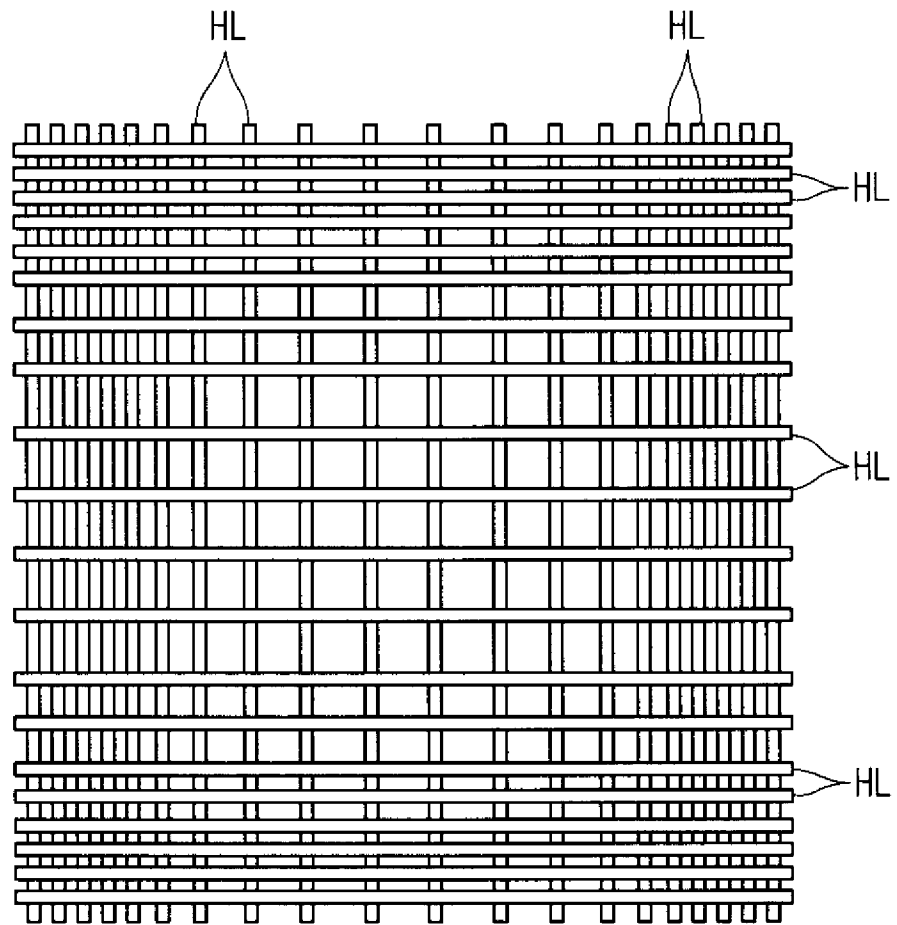
[図5]



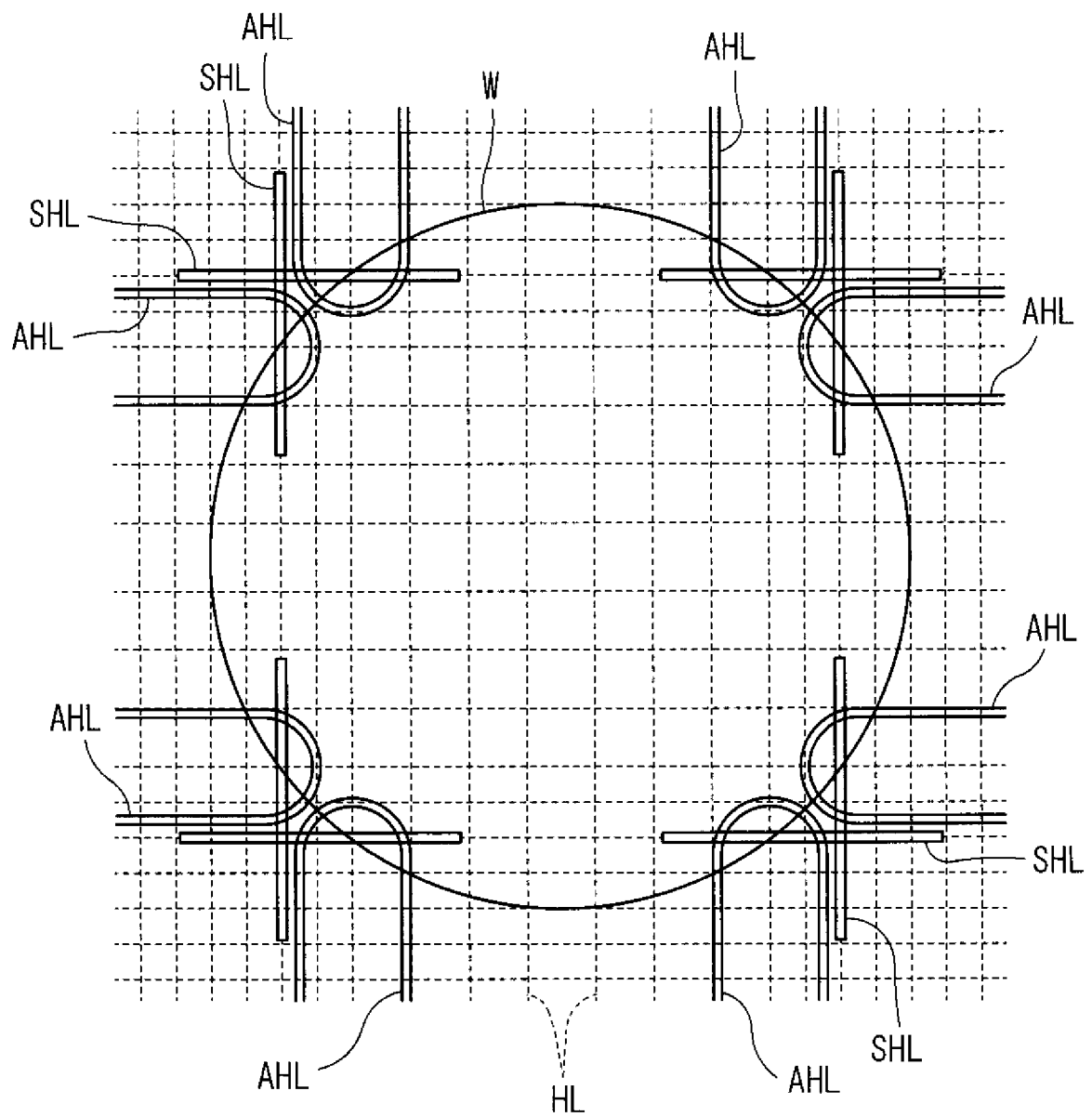
[図6]



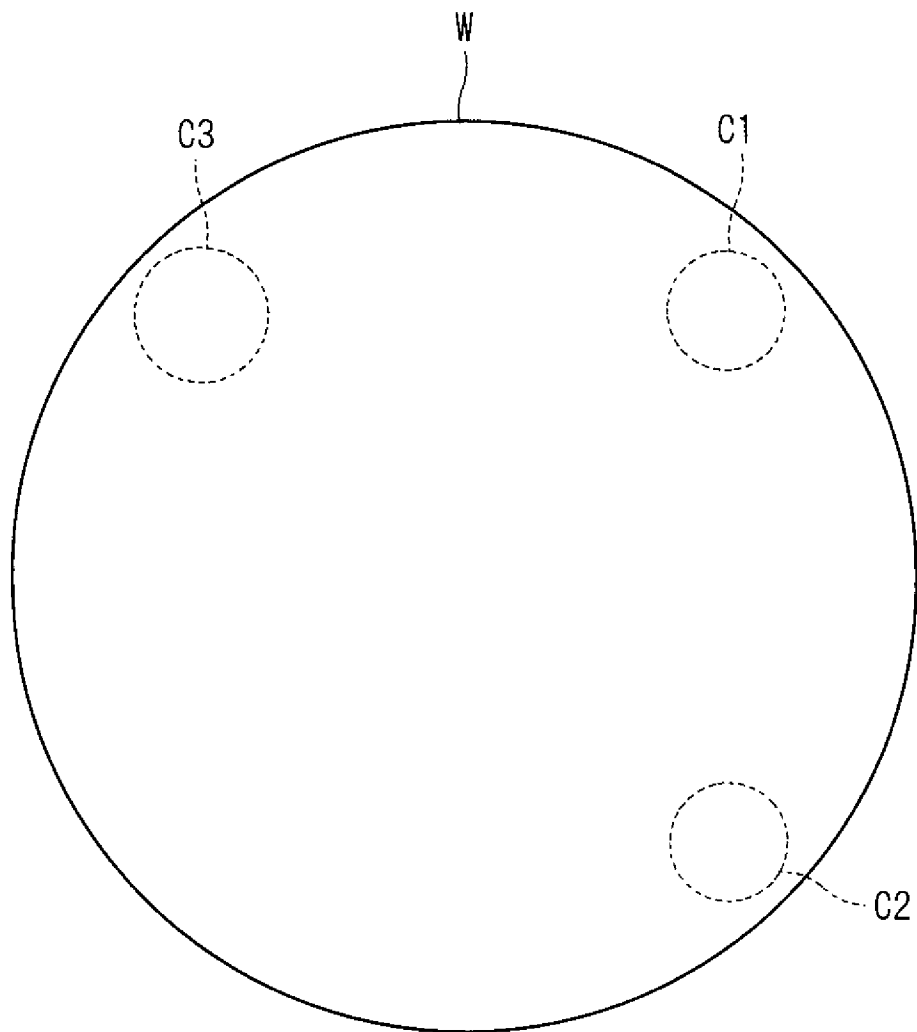
[図7]



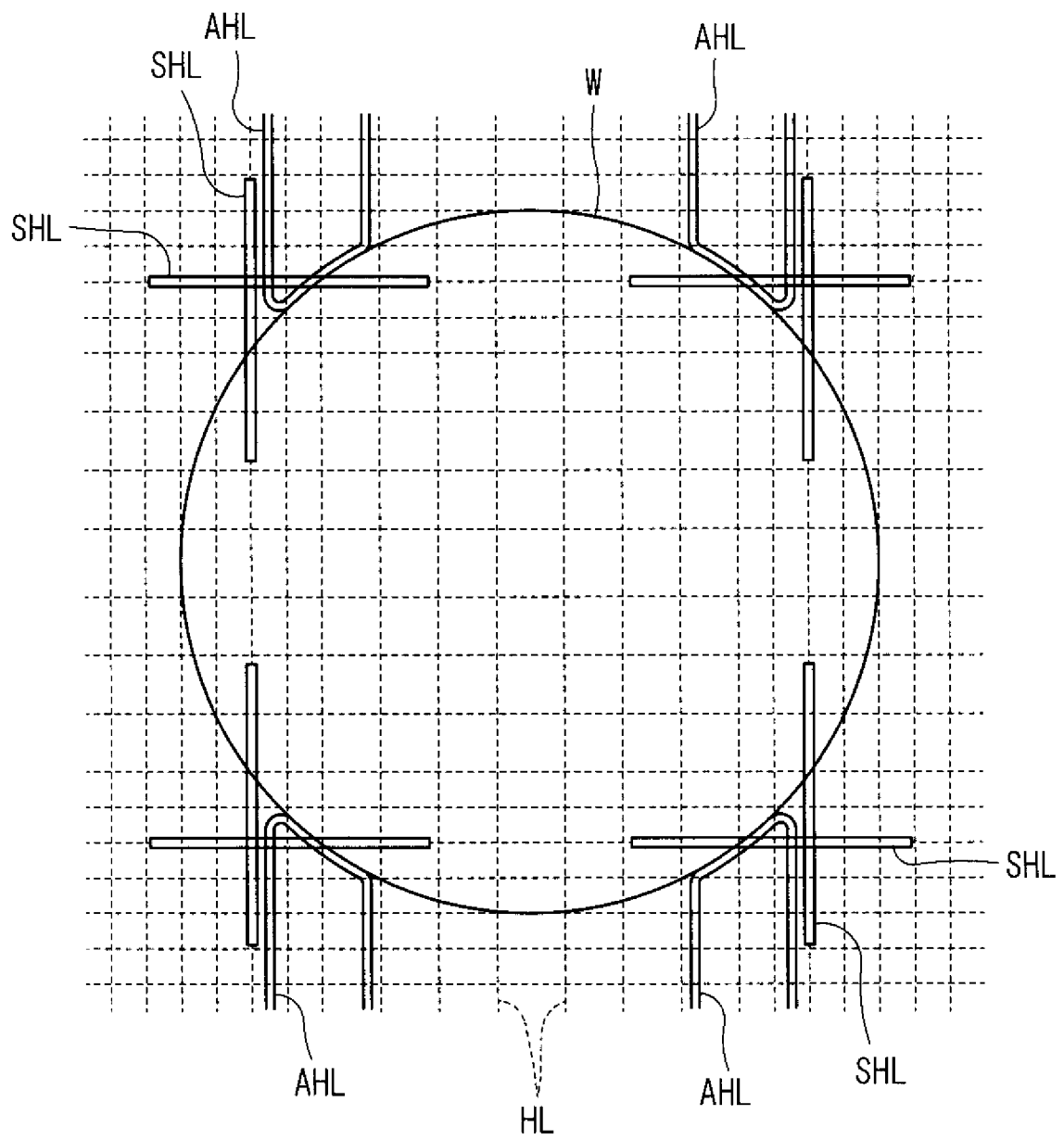
[図8]



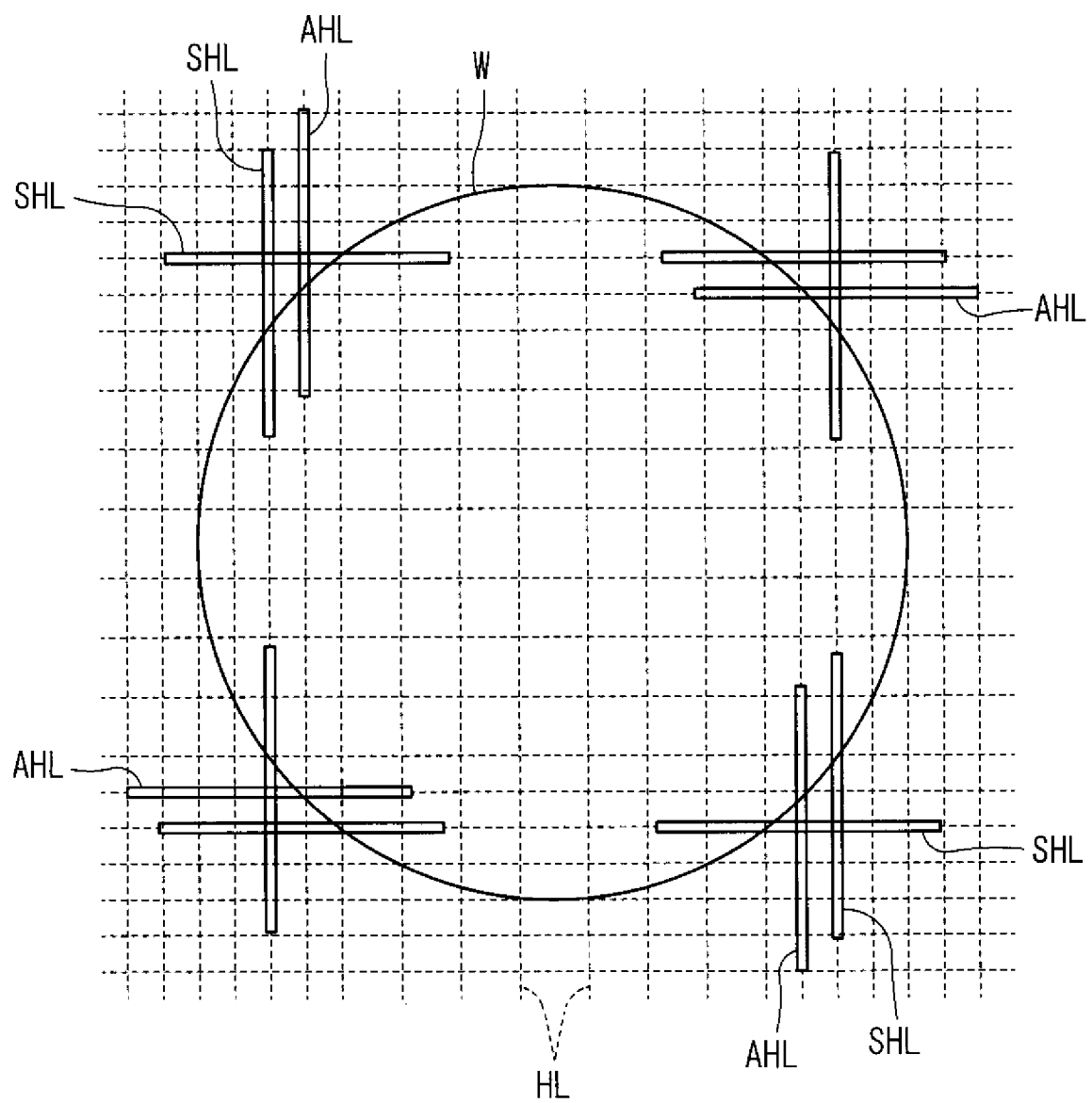
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/26(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/26, H01L21/265

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-108967 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0007] to [0018], [0039] to [0050]; fig. 5 to 7, 11, 12, 14 (Family: none)	1, 4-6 2, 3
Y A	JP 2009-200401 A (Ushio Inc.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0070] to [0075], [0098]; fig. 5, 11 & US 2009/0214193 A1 paragraphs [0139] to [0144], [0170] to [0171] & KR 10-2009-0091650 A & TW 200943433 A	1, 4-6 2, 3

☐ 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
22 September 2017 (22.09.17)

Date of mailing of the international search report
03 October 2017 (03.10.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/26(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/26, H01L21/265

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2005-108967 A（株式会社日立国際電気） 2005.04.21, 段落[0007]-[0018], [0039]-[0050], 図5-7, 11, 12, 14 (ファミリーなし)	1, 4-6 2, 3
Y A	JP 2009-200401 A（ウシオ電機株式会社） 2009.09.03, 段落[0070]-[0075], [0098], 図5, 11 & US 2009/0214193 A1, 段落[0139]-[0144], [0170]-[0171] & KR 10-2009-0091650 A & TW 200943433 A	1, 4-6 2, 3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

22.09.2017

国際調査報告の発送日

03.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

長谷川 直也

50

4549

電話番号 03-3581-1101 内線 3559