

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5318455号  
(P5318455)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

|               |           |              |   |
|---------------|-----------|--------------|---|
| (51) Int.Cl.  |           | F I          |   |
| HO 1 L 21/26  | (2006.01) | HO 1 L 21/26 | J |
| HO 1 L 21/683 | (2006.01) | HO 1 L 21/26 | Q |
|               |           | HO 1 L 21/68 | N |

請求項の数 6 (全 18 頁)

|           |                               |           |  |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2008-120333 (P2008-120333)  | (73) 特許権者 | 000207551                                  |
| (22) 出願日  | 平成20年5月2日(2008.5.2)           |           | 大日本スクリーン製造株式会社                             |
| (65) 公開番号 | 特開2009-272399 (P2009-272399A) |           | 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番地の1              |
| (43) 公開日  | 平成21年11月19日(2009.11.19)       | (74) 代理人  | 100088672                                  |
| 審査請求日     | 平成22年12月16日(2010.12.16)       |           | 弁理士 吉竹 英俊                                  |
|           |                               | (74) 代理人  | 100088845                                  |
|           |                               |           | 弁理士 有田 貴弘                                  |
|           |                               | (72) 発明者  | 加藤 慎一                                      |
|           |                               |           | 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内 |
|           |                               | 審査官       | 桑原 清                                       |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に対して閃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、  
 基板を水平姿勢に保持する保持部と、  
 前記保持部の上方に設けられ、複数のフラッシュランプを前記保持部に保持された基板よりも大きな平面エリアに配列した光源と、  
 前記光源から照射される光に対して不透明な材質にて形成され、上下端が開口されて内側を前記保持部に保持された基板が通過可能な筒形状を有し、水平面にて切断した断面は前記複数のフラッシュランプが配列された平面よりも小さい衝立部材と、  
 前記光源、前記保持部および前記衝立部材の相対的な位置関係を変化させて前記光源から前記保持部に保持された基板に到達する光の光量を調整する位置調整手段と、  
 を備えることを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】

請求項1記載の熱処理装置において、  
 前記位置調整手段は、前記保持部を昇降させる保持部昇降手段を含むことを特徴とする熱処理装置。

【請求項3】

請求項1記載の熱処理装置において、  
 前記位置調整手段は、前記衝立部材を昇降させる衝立昇降手段を含むことを特徴とする熱処理装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の熱処理装置において、  
前記位置調整手段は、前記光源を昇降させる光源昇降手段を含むことを特徴とする熱処理装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の熱処理装置において、  
前記衝立部材の上端に凹凸面を設けることを特徴とする熱処理装置。

## 【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、  
前記複数のフラッシュランプによる加熱よりも前工程での前処理情報に基づいて前記光源、前記保持部および前記衝立部材の相対的な位置関係を変化させるように前記位置調整手段を制御する制御手段をさらに備えることを特徴とする熱処理装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体ウェハーや液晶表示装置用ガラス基板等（以下、単に「基板」と称する）に閃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】

従来より、イオン注入後の半導体ウェハーのイオン活性化工程においては、ハロゲンランプを使用したランプアニール装置が一般的に使用されていた。このようなランプアニール装置においては、半導体ウェハーを、例えば、1000 ないし 1100 程度の温度に加熱（アニール）することにより、半導体ウェハーのイオン活性化を実行している。そして、このような熱処理装置においては、ハロゲンランプより照射される光のエネルギーを利用することにより、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する構成となっている。

20

## 【0003】

一方、近年、半導体デバイスの高集積化が進展し、ゲート長が短くなるにつれて接合深さも浅くすることが望まれている。しかしながら、毎秒数百度程度の速度で半導体ウェハーを昇温する上記ランプアニール装置を使用して半導体ウェハーのイオン活性化を実行した場合においても、半導体ウェハーに打ち込まれたボロンやリン等のイオンが熱によって深く拡散するという現象が生ずることが判明した。このような現象が発生した場合においては、接合深さが要求よりも深くなり過ぎ、良好なデバイス形成に支障が生じることが懸念される。

30

## 【0004】

このため、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、イオンが注入された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）に昇温させる技術が提案されている（例えば、特許文献 1）。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。このため、キセノンフラッシュランプによる極短時間の昇温であれば、イオンを深く拡散させることなく、イオン活性化のみを実行することができるのである。

40

## 【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 005532 号公報

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 6 】

ところで、フラッシュ加熱を行う前工程として半導体ウェハーへのイオン注入が行われるのであるが、このときの注入条件やイオン種は全ての半導体ウェハーについて同一ではない。このため、半導体ウェハー毎に表面状態が異なり、光吸収率も相違する。その結果、フラッシュランプから一定の照射エネルギーにてフラッシュ光を照射したときに、半導体ウェハー毎に面内温度分布が異なる。通常、温度分布は円形の半導体ウェハーの面内に同心円状に形成される。

## 【 0 0 0 7 】

半導体ウェハーの面内に大きな温度分布が生じると処理結果にもバラツキが生じることとなり好ましくない。この問題を解決するため、従来は半導体ウェハーを保持して予備加熱するホットプレートの温度調節を行っていたが、プレート温度が安定するまでに30分から60分を要するため、半導体ウェハー毎にプレート温度を調節することは現実的には不可能である。なお、数ミリ秒以下で閃光照射を行うフラッシュランプの照射エネルギーを調節して半導体ウェハーの温度分布を調整することは極めて困難である。

10

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、基板の温度分布を短時間で容易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】

## 【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、基板に対して閃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、基板を水平姿勢に保持する保持部と、前記保持部の上方に設けられ、複数のフラッシュランプを前記保持部に保持された基板よりも大きな平面エリアに配列した光源と、前記光源から照射される光に対して不透明な材質にて形成され、上下端が開口されて内側を前記保持部に保持された基板が通過可能な筒形状を有し、水平面にて切断した断面は前記複数のフラッシュランプが配列された平面よりも小さい衝立部材と、前記光源、前記保持部および前記衝立部材の相対的な位置関係を変化させて前記光源から前記保持部に保持された基板に到達する光の光量を調整する位置調整手段と、を備えることを特徴とする。

20

## 【 0 0 1 0 】

また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る熱処理装置において、前記位置調整手段は、前記保持部を昇降させる保持部昇降手段を含むことを特徴とする。

30

## 【 0 0 1 1 】

また、請求項3の発明は、請求項1の発明に係る熱処理装置において、前記位置調整手段は、前記衝立部材を昇降させる衝立昇降手段を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

また、請求項4の発明は、請求項1の発明に係る熱処理装置において、前記位置調整手段は、前記光源を昇降させる光源昇降手段を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

また、請求項5の発明は、請求項1から請求項4のいずれかの発明に係る熱処理装置において、前記衝立部材の上端に凹凸面を設けることを特徴とする。

40

また、請求項6の発明は、請求項1から請求項5のいずれかの発明に係る熱処理装置において、前記複数のフラッシュランプによる加熱よりも前工程での前処理情報に基づいて前記光源、前記保持部および前記衝立部材の相対的な位置関係を変化させるように前記位置調整手段を制御する制御手段をさらに備えることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 4 】

本発明によれば、光源、保持部および衝立部材の相対的な位置関係を変化させて光源から保持部に保持された基板に到達する光の光量を調整するため、基板の温度分布を短時間で容易に調整することができる。

## 【 0 0 1 5 】

50

特に、請求項5の発明によれば、衝立部材の上端に凹凸面を設けるため、基板の端縁部の一部に到達する光の光量を調整することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

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。

【0017】

< 1. 第1実施形態 >

まず、本発明に係る熱処理装置の全体構成について概説する。図1は、本発明に係る熱処理装置1の構成を示す側断面図である。熱処理装置1は基板として略円形の半導体ウェハ-Wにフラッシュ光（閃光）を照射してその半導体ウェハ-Wを加熱するランプアニール装置である。

10

【0018】

熱処理装置1は、半導体ウェハ-Wを収容する略円筒形状のチャンバ-6と、複数のフラッシュランプFLを内蔵するランプハウス5と、を備える。また、熱処理装置1は、チャンバ-6およびランプハウス5に設けられた各動作機構を制御して半導体ウェハ-Wの熱処理を実行させる制御部3を備える。

【0019】

チャンバ-6は、ランプハウス5の下方に設けられており、略円筒状の内壁を有するチャンバ-側部63、および、チャンバ-側部63の下部を覆うチャンバ-底部62によって構成される。また、チャンバ-側部63およびチャンバ-底部62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。熱処理空間65の上方は上部開口60とされており、上部開口60にはチャンバ-窓61が装着されて閉塞されている。

20

【0020】

チャンバ-6の天井部を構成するチャンバ-窓61は、石英により形成された円板形状部材であり、ランプハウス5から出射されたフラッシュ光を熱処理空間65に透過する石英窓として機能する。チャンバ-6の本体を構成するチャンバ-底部62およびチャンバ-側部63は、例えば、ステンレススチール等の強度と耐熱性に優れた金属材料にて形成されており、チャンバ-側部63の内側面の上部のリング631は、光照射による劣化に対してステンレススチールより優れた耐久性を有するアルミニウム（Al）合金等で形成されている。

30

【0021】

また、熱処理空間65の気密性を維持するために、チャンバ-窓61とチャンバ-側部63とはリングによってシールされている。すなわち、チャンバ-窓61の下面周縁部とチャンバ-側部63との間にリングを挟み込むとともに、クランプリング90をチャンバ-窓61の上面周縁部に当接させ、そのクランプリング90をチャンバ-側部63にネジ止めすることによって、チャンバ-窓61をリングに押し付けている。

【0022】

チャンバ-底部62には、保持部7を貫通して半導体ウェハ-Wをその下面（ランプハウス5からの光が照射される側とは反対側の面）から支持するための複数（本実施の形態では3本）の支持ピン70が立設されている。支持ピン70は、例えば石英により形成されており、チャンバ-6の外部から固定されているため、容易に取り替えることができる。

40

【0023】

チャンバ-側部63は、半導体ウェハ-Wの搬入および搬出を行うための搬送開口部66を有し、搬送開口部66は、軸662を中心に回転するゲートバルブ185により開閉可能とされる。チャンバ-側部63における搬送開口部66とは反対側の部位には熱処理空間65に処理ガス（例えば、窒素（N<sub>2</sub>）ガスやヘリウム（He）ガス、アルゴン（Ar）ガス等の不活性ガス、あるいは、酸素（O<sub>2</sub>）ガス等）を導入する導入路81が形成され、その一端はガスバルブ82を介して図示省略の給気機構に接続され、他端はチャンバ-側部63の内部に形成されるガス導入バッファ83に接続される。また、搬送開口部

50

66には熱処理空間65内の気体を排出する排出路86が形成され、ガスバルブ87を介して図示省略の排気機構に接続される。

【0024】

図2は、チャンバー6をガス導入バッファ83の位置にて水平面で切断した断面図である。図2に示すように、ガス導入バッファ83は、図1に示す搬送開口部66の反対側においてチャンバー側部63の内周の約1/3に亘って形成されており、導入路81を介してガス導入バッファ83に導かれた処理ガスは、複数のガス供給孔84から熱処理空間65内へと供給される。

【0025】

また、熱処理装置1は、チャンバー6の内部において半導体ウェハ-Wを水平姿勢にて載置して保持しつつフラッシュ光照射前にその保持する半導体ウェハ-Wの予備加熱を行う略円板状の保持部7と、保持部7をチャンバー6の底面であるチャンバー底部62に対して昇降させる保持部昇降機構4と、を備える。図1に示す保持部昇降機構4は、略円筒状のシャフト41、移動板42、ガイド部材43（本実施の形態ではシャフト41の周りに3本配置される）、固定板44、ボールネジ45、ナット46およびモータ40を有する。チャンバー6の下部であるチャンバー底部62には保持部7よりも小さい直径を有する略円形の下部開口64が形成されており、ステンレススチール製のシャフト41は、下部開口64を挿通して、保持部7（厳密には保持部7のホットプレート71）の下面に接続されて保持部7を支持する。

【0026】

移動板42にはボールネジ45と螺合するナット46が固定されている。また、移動板42は、チャンバー底部62に固定されて下方へと伸びるガイド部材43により摺動自在に案内されて上下方向に移動可能とされる。また、移動板42は、シャフト41を介して保持部7に連結される。

【0027】

モータ40は、ガイド部材43の下端部に取り付けられる固定板44に設置され、タイミングベルト401を介してボールネジ45に接続される。保持部昇降機構4により保持部7が昇降する際には、駆動部であるモータ40が制御部3の制御によりボールネジ45を回転し、ナット46が固定された移動板42がガイド部材43に沿って鉛直方向に移動する。この結果、移動板42に固定されたシャフト41が鉛直方向に沿って移動し、シャフト41に接続された保持部7が図1に示す半導体ウェハ-Wの受渡位置と図5に示す半導体ウェハ-Wの処理位置との間で滑らかに昇降する。

【0028】

移動板42の上面には略半円筒状（円筒を長手方向に沿って半分に切断した形状）のメカストッパ451がボールネジ45に沿うように立設されており、仮に何らかの異常により移動板42が所定の上昇限界を超えて上昇しようとしても、メカストッパ451の上端がボールネジ45の端部に設けられた端板452に突き当たることによって移動板42の異常上昇が防止される。これにより、保持部7がチャンバー窓61の下方の所定位置以上に上昇することはなく、保持部7とチャンバー窓61との衝突が防止される。

【0029】

また、保持部昇降機構4は、チャンバー6の内部のメンテナンスを行う際に保持部7を手動にて昇降させる手動昇降部49を有する。手動昇降部49はハンドル491および回転軸492を有し、ハンドル491を介して回転軸492を回転することより、タイミングベルト495を介して回転軸492に接続されるボールネジ45を回転して保持部7の昇降を行うことができる。

【0030】

チャンバー底部62の下側には、シャフト41の周囲を囲み下方へと伸びる伸縮自在のベローズ47が設けられ、その上端はチャンバー底部62の下面に接続される。一方、ベローズ47の下端はベローズ下端板471に取り付けられている。ベローズ下端板471は、鐳状部材411によってシャフト41にネジ止めされて取り付けられている。保持部

10

20

30

40

50

昇降機構 4 により保持部 7 がチャンバ底部 6 2 に対して上昇する際にはペローズ 4 7 が収縮され、下降する際にはペローズ 4 7 が伸張される。そして、保持部 7 が昇降する際にも、ペローズ 4 7 が伸縮することによって熱処理空間 6 5 内の気密状態が維持される。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、保持部 7 の構成を示す断面図である。保持部 7 は、半導体ウェハ W よりも大きな径の略円板状を有する。保持部 7 は、半導体ウェハ W を予備加熱（いわゆるアシスト加熱）するホットプレート（加熱プレート）7 1、および、ホットプレート 7 1 の上面（保持部 7 が半導体ウェハ W を保持する側の面）に設置されるサセプタ 7 2 を有する。保持部 7 の下面には、既述のように保持部 7 を昇降するシャフト 4 1 が接続される。サセプタ 7 2 は石英（あるいは、窒化アルミニウム（AIN）等であってもよい）により形成され、その上面には半導体ウェハ W の位置ずれを防止するピン 7 5 が設けられる。サセプタ 7 2 は、その下面をホットプレート 7 1 の上面に面接触させてホットプレート 7 1 上に設置される。これにより、サセプタ 7 2 は、ホットプレート 7 1 からの熱エネルギーを拡散してサセプタ 7 2 上面に載置された半導体ウェハ W に伝達するとともに、メンテナンス時にはホットプレート 7 1 から取り外して洗浄可能とされる。

10

【 0 0 3 2 】

ホットプレート 7 1 は、ステンレススチール製の上部プレート 7 3 および下部プレート 7 4 にて構成される。上部プレート 7 3 と下部プレート 7 4 との間には、ホットプレート 7 1 を加熱するニクロム線等の抵抗加熱線 7 6 が配設され、導電性のニッケル（Ni）ロウが充填されて封止されている。また、上部プレート 7 3 および下部プレート 7 4 の端部はロウ付けにより接着されている。

20

【 0 0 3 3 】

図 4 は、ホットプレート 7 1 を示す平面図である。図 4 に示すように、ホットプレート 7 1 は、保持される半導体ウェハ W と対向する領域の中央部に同心円状に配置される円板状のゾーン 7 1 1 および円環状のゾーン 7 1 2、並びに、ゾーン 7 1 2 の周囲の略円環状の領域を周方向に 4 等分割した 4 つのゾーン 7 1 3 ~ 7 1 6 を備え、各ゾーン間には若干の間隙が形成されている。また、ホットプレート 7 1 には、支持ピン 7 0 が挿通される 3 つの貫通孔 7 7 が、ゾーン 7 1 1 とゾーン 7 1 2 との間隙の周上に 120° 毎に設けられる。

【 0 0 3 4 】

6 つのゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 のそれぞれには、相互に独立した抵抗加熱線 7 6 が周回するように配設されてヒータが個別に形成されており、各ゾーンに内蔵されたヒータにより各ゾーンが個別に加熱される。保持部 7 に保持された半導体ウェハ W は、6 つのゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 に内蔵されたヒータにより加熱される。また、ゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 のそれぞれには、熱電対を用いて各ゾーンの温度を計測するセンサ 7 1 0 が設けられている。各センサ 7 1 0 は略円筒状のシャフト 4 1 の内部を通り制御部 3 に接続される。

30

【 0 0 3 5 】

ホットプレート 7 1 が加熱される際には、センサ 7 1 0 により計測される 6 つのゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 のそれぞれの温度が予め設定された所定の温度になるように、各ゾーンに配設された抵抗加熱線 7 6 への電力供給量が制御部 3 により制御される。制御部 3 による各ゾーンの温度制御は P I D (Proportional, Integral, Derivative) 制御により行われる。ホットプレート 7 1 では、半導体ウェハ W の熱処理（複数の半導体ウェハ W を連続的に処理する場合は、全ての半導体ウェハ W の熱処理）が終了するまでゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 のそれぞれの温度が継続的に計測され、各ゾーンに配設された抵抗加熱線 7 6 への電力供給量が個別に制御されて、すなわち、各ゾーンに内蔵されたヒータの温度が個別に制御されて各ゾーンの温度が設定温度に維持される。なお、各ゾーンの設定温度は、基準となる温度から個別に設定されたオフセット値だけ変更することが可能とされる。

40

【 0 0 3 6 】

6 つのゾーン 7 1 1 ~ 7 1 6 にそれぞれ配設される抵抗加熱線 7 6 は、シャフト 4 1 の内部を通る電力線を介してプレート電源 9 8（図 6 参照）に接続されている。プレート電

50

源 9 8 から各ゾーンに至る経路途中において、プレート電源 9 8 からの電力線は、マグネシア（マグネシウム酸化物）等の絶縁体を充填したステンレスチューブの内部に互いに電氣的に絶縁状態となるように配置される。なお、シャフト 4 1 の内部は大気開放されている。

#### 【 0 0 3 7 】

また、熱処理装置 1 内部の熱処理空間 6 5 には衝立 2 0 が設置されている。図 7 は、衝立 2 0 の斜視図である。衝立 2 0 は、円筒形状を有しており、その上端および下端は開口されている。また、衝立 2 0 の上端面および下端面はともに平坦面である。衝立 2 0 は、フラッシュランプ F L から照射される光を透過しないアルミニウム合金によって形成されている。衝立 2 0 の高さは 3 c m ~ 5 c m であり、その内径は円板状の保持部 7 の直径より若干大きい（つまり、半導体ウェハー W の径より大きい）。よって、保持部 7 に保持された半導体ウェハー W は衝立 2 0 の内側を通過することが可能である。

10

#### 【 0 0 3 8 】

第 1 実施形態においては、衝立 2 0 は熱処理空間 6 5 に固定設置されている。衝立 2 0 は、その円筒の中心軸が保持部 7 の中心と一致するように設置されている。従って、保持部昇降機構 4 によって保持部 7 が昇降すると、衝立 2 0 の内側を移動することとなる。なお、図 1 に示すように、衝立 2 0 は搬送開口部 6 6 よりも上側に設けられているため、半導体ウェハー W の搬入出の障害となることはない。また、ガス供給孔 8 4 の形成位置を衝立 2 0 の若干下側にすれば、熱処理空間 6 5 内における処理ガスの流れを妨げるおそれもない。

20

#### 【 0 0 3 9 】

次に、ランプハウス 5 は、チャンバー 6 内の保持部 7 の上方に設けられている。ランプハウス 5 は、筐体 5 1 の内側に、複数本（本実施形態では 3 0 本）のキセノンフラッシュランプ F L 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 5 2 と、を備えて構成される。また、ランプハウス 5 の筐体 5 1 の底部にはランプ光放射窓 5 3 が装着されている。ランプハウス 5 の床部を構成するランプ光放射窓 5 3 は、石英により形成された板状部材である。ランプハウス 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 5 3 がチャンバー窓 6 1 と相対向することとなる。ランプハウス 5 は、チャンバー 6 内にて保持部 7 に保持される半導体ウェハー W にランプ光放射窓 5 3 およびチャンバー窓 6 1 を介してフラッシュランプ F L からフラッシュ光を照射することにより半導体ウェハー W を加熱する。

30

#### 【 0 0 4 0 】

複数のフラッシュランプ F L 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 F L の配列によって形成される平面も水平面である。複数のフラッシュランプ F L の配列によって形成される平面の平面エリアは少なくとも保持部 7 に保持される半導体ウェハー W よりも大きい。また、衝立 2 0 を水平面にて切断した断面は複数のフラッシュランプ F L が配列された平面の平面エリアよりも小さい。

#### 【 0 0 4 1 】

キセノンフラッシュランプ F L 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 F L 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 1 0 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、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。

40

50

## 【 0 0 4 2 】

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保持部7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梨地模様を呈する。このような粗面化加工を施しているのは、リフレクタ52の表面が完全な鏡面であると、複数のフラッシュランプFLからの反射光の強度に規則パターンが生じて半導体ウェハ-Wの表面温度分布の均一性が低下するためである。

## 【 0 0 4 3 】

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。図6は、制御部3の構成を示すブロック図である。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CPU31、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ROM32、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるRAM33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34をバスライン39に接続して構成されている。

## 【 0 0 4 4 】

また、バスライン39には、チャンバー6内にて保持部7を昇降させる保持部昇降機構4のモータ40、フラッシュランプFLに電力供給を行うランプ電源99、チャンバー6内への処理ガスの給排を行うガスバルブ82、87、搬送開口部66を開閉するゲートバルブ185およびホットプレート71のゾーン711～716への電力供給を行うプレート電源98等が電氣的に接続されている。制御部3のCPU31は、磁気ディスク34に格納された制御用ソフトウェアを実行することにより、これらの各動作機構を制御して、半導体ウェハ-Wの加熱処理を進行する。

## 【 0 0 4 5 】

さらに、バスライン39には、表示部35および入力部36が電氣的に接続されている。表示部35は、例えば液晶ディスプレイ等を用いて構成されており、処理結果やレシピ内容等の種々の情報を表示する。入力部36は、例えばキーボードやマウス等を用いて構成されており、コマンドやパラメータ等の入力を受け付ける。装置のオペレータは、表示部35に表示された内容を確認しつつ入力部36からコマンドやパラメータ等の入力を行うことができる。なお、表示部35と入力部36とを一体化してタッチパネルとして構成するようにしても良い。

## 【 0 0 4 6 】

上記の構成以外にも熱処理装置1は、半導体ウェハ-Wの熱処理時にフラッシュランプFLおよびホットプレート71から発生する熱エネルギーによるチャンバー6およびランプハウス5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のチャンバー側部63およびチャンバー底部62には水冷管（図示省略）が設けられている。また、ランプハウス5は、内部に気体流を形成して排熱するための気体供給管55および排気管56が設けられて空冷構造とされている（図1、5参照）。また、チャンバー窓61とランプ光放射窓53との間隙にも空気が供給され、ランプハウス5およびチャンバー窓61を冷却する。

## 【 0 0 4 7 】

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り、添加された不純物の活性化が熱処理装置1による光照射加熱処理（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。

## 【 0 0 4 8 】

まず、保持部7が図5に示す処理位置から図1に示す受渡位置に下降する。「処理位置」とは、フラッシュランプFLから半導体ウェハ-Wに光照射が行われるときの保持部7

10

20

30

40

50



の位置であり、図5に示す保持部7のチャンバ6内における位置である。また、「受渡位置」とは、チャンバ6に半導体ウェハWの搬入が行われるときの保持部7の位置であり、図1に示す保持部7のチャンバ6内における位置である。熱処理装置1における保持部7の基準位置は処理位置であり、処理前には保持部7は処理位置に位置しており、これが処理開始に際して受渡位置に下降するのである。図1に示すように、保持部7が受渡位置にまで下降するとチャンバ底部62に近接し、支持ピン70の先端が保持部7を貫通して保持部7の上方に突出する。なお、第1実施形態の熱処理装置1は、保持部7の処理位置の位置調整を行うのであるが、これについてはさらに後述する。

#### 【0049】

次に、保持部7が受渡位置に下降したときに、ガスバルブ82およびガスバルブ87が開かれてチャンバ6の熱処理空間65内に常温の窒素ガスが導入される。続いて、ゲートバルブ185が開いて搬送開口部66が開放され、装置外部の搬送口ポ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6内に搬入され、複数の支持ピン70上に載置される。

#### 【0050】

半導体ウェハWの搬入時におけるチャンバ6への窒素ガスのパージ量は約40リットル/分とされ、供給された窒素ガスはチャンバ6内においてガス導入バッファ83から図2中に示す矢印AR4の方向へと流れ、図1に示す排出路86およびガスバルブ87を介してユーティリティ排気により排気される。また、チャンバ6に供給された窒素ガスの一部は、ベローズ47の内側に設けられる排出口(図示省略)からも排出される。なお、以下で説明する各ステップにおいて、チャンバ6には常に窒素ガスが供給および排気され続けており、窒素ガスの供給量は半導体ウェハWの処理工程に合わせて様々に変更される。

#### 【0051】

半導体ウェハWがチャンバ6内に搬入されると、ゲートバルブ185により搬送開口部66が閉鎖される。そして、保持部昇降機構4により保持部7が受渡位置からチャンバ窓61に近接した処理位置にまで上昇する。保持部7が受渡位置から上昇する過程において、半導体ウェハWは支持ピン70から保持部7のサセプタ72へと渡され、サセプタ72の上面に載置・保持される。保持部7が処理位置にまで上昇するとサセプタ72に保持された半導体ウェハWも処理位置に保持されることとなる。また、保持部7が受渡位置から処理位置まで上昇する過程にて衝立20の内側を移動する。

#### 【0052】

ホットプレート71の6つのゾーン711~716のそれぞれは、各ゾーンの内部(上部プレート73と下部プレート74との間)に個別に内蔵されたヒータ(抵抗加熱線76)により所定の温度まで加熱されている。保持部7が処理位置まで上昇して半導体ウェハWが保持部7と接触することにより、その半導体ウェハWはホットプレート71に内蔵されたヒータによって予備加熱されて温度が次第に上昇する。

#### 【0053】

この処理位置にて約60秒間の予備加熱が行われ、半導体ウェハWの温度が予め設定された予備加熱温度T1まで上昇する。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、200ないし800程度、好ましくは350ないし550程度とされる。

#### 【0054】

約60秒間の予備加熱時間が経過した後、保持部7が処理位置に位置したまま制御部3の制御によりランプハウス5のフラッシュランプFLから半導体ウェハWへ向けてフラッシュ光が照射される。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チャンバ6内の保持部7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チャンバ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。フラッシュ加熱は、フラッシュランプFLからの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

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 5 5 】

すなわち、ランプハウス 5 のフラッシュランプ 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 ミリ秒ないし 1 0 ミリ秒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 からの閃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 1 0 0 0 ないし 1 1 0 0 程度の処理温度 T 2 まで上昇し、半導体ウェハ W に添加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 に添加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、添加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 ミリ秒ないし 1 0 ミリ秒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。

10

【 0 0 5 6 】

また、フラッシュ加熱の前に保持部 7 により半導体ウェハ W を予備加熱しておくことにより、フラッシュランプ FL からの閃光照射によって半導体ウェハ W の表面温度を処理温度 T 2 まで速やかに上昇させることができる。

【 0 0 5 7 】

フラッシュ加熱が終了し、処理位置における約 1 0 秒間の待機の後、保持部 7 が保持部昇降機構 4 により再び図 1 に示す受渡位置まで下降し、半導体ウェハ W が保持部 7 から支持ピン 7 0 へと渡される。続いて、ゲートバルブ 1 8 5 により閉鎖されていた搬送開口部 6 6 が開放され、支持ピン 7 0 上に載置された半導体ウェハ W は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 のフラッシュ加熱処理が完了する。

20

【 0 0 5 8 】

上述のように、保持部 7 が処理位置に位置している状態にてフラッシュランプ FL から半導体ウェハ W へ向けてフラッシュ光が照射されるのであるが、第 1 実施形態の熱処理装置 1 は処理位置の位置調整を行うことができる。図 8 は、保持部 7 の位置調整を模式的に示す図である。3 0 本のフラッシュランプ FL は保持部 7 に保持される半導体ウェハ W および衝立 2 0 を水平面で切断した断面よりも大きな平面エリアに配列されており、保持部 7 の処理位置は衝立 2 0 の内側となる。図 8 ( a ) に示すように、保持部 7 が衝立 2 0 の内側の比較的下側に位置しているときには、ランプハウス 5 内部に配列された 3 0 本のフラッシュランプ FL のうち端部に配置されたフラッシュランプ FL から保持部 7 に保持された半導体ウェハ W の最近接端縁部へと向かう光は衝立 2 0 によって遮光される。このため、ランプハウス 5 から半導体ウェハ W の端縁部に到達する光の光量を低減することができる。

30

【 0 0 5 9 】

一方、図 8 ( b ) に示すように、保持部 7 が衝立 2 0 の内側の比較的上側に位置しているときには、3 0 本のフラッシュランプ FL から照射された光が衝立 2 0 によって全く遮られることなく保持部 7 に保持された半導体ウェハ W の全面に到達する。このため、図 8 ( a ) に比較してランプハウス 5 から半導体ウェハ W の端縁部に到達する光の光量を増大することができる。

40

【 0 0 6 0 】

保持部 7 の処理位置の位置調整は半導体ウェハ W の表面状態に応じて制御部 3 が実行する。具体的には、フラッシュ加熱の前工程であるイオン注入工程での注入条件およびイオン種等の前処理情報を制御部 3 が取得し、その前処理情報に基づいて保持部昇降機構 4 を制御して保持部 7 の高さ位置を調整する。かかる制御は、例えばイオン注入工程での前処理情報と最適な温度分布が得られる保持部 7 の高さ位置とを対応付けたテーブルを予め作成して磁気ディスク 3 4 に格納しておき、それに基づいて制御部 3 が保持部昇降機構 4 を制御することにより容易に実現することができる。

50

## 【 0 0 6 1 】

第 1 実施形態の熱処理装置 1 においては、衝立 2 0 の内側における保持部 7 の高さ位置を調整するだけで半導体ウェハー W に到達する光の光量を増減することができ、従来のようにホットプレート 7 1 の温度分布を変化させるのと比較して著しく短時間でフラッシュ加熱時の半導体ウェハー W の温度分布を容易に調整することができる。従って、特に、連続して処理する半導体ウェハー W 毎に表面状態が異なるような場合にスループットを向上させることができる。

## 【 0 0 6 2 】

## &lt; 2 . 第 2 実施形態 &gt;

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 9 は、第 2 実施形態の熱処理装置 1 0 1 の構成を示す側断面図である。第 2 実施形態の熱処理装置 1 0 1 が第 1 実施形態の熱処理装置 1 と相違するのは、衝立昇降部 2 5 を備える点である。

## 【 0 0 6 3 】

衝立昇降部 2 5 は、例えばエアシリンダを用いて構成され、熱処理空間 6 5 内において衝立 2 0 を昇降する。衝立昇降部 2 5 は、図 9 に示すようにチャンパー 6 の外部に設けられていても良いし、チャンパー 6 の内部に設置されていても良い。もっとも、衝立昇降部 2 5 をチャンパー 6 の内部に設ける場合は、パーティクルが熱処理空間 6 5 内に拡散しないようにシールしておく方が好ましい。衝立昇降部 2 5 も制御部 3 によって制御される。

## 【 0 0 6 4 】

残余の構成については、第 2 実施形態の熱処理装置 1 0 1 は第 1 実施形態の熱処理装置 1 と同じであり、同一の要素には同一の符号を付している。また、熱処理装置 1 0 1 における半導体ウェハー W の処理手順についても概ね第 1 実施形態と同様である。但し、第 2 実施形態においては、保持部 7 の処理位置は定位置であり、衝立 2 0 の高さ位置を調整することによって半導体ウェハー W の温度分布を調整している。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、衝立 2 0 の位置調整を模式的に示す図である。図 1 0 ( a ) に示すように、衝立 2 0 が上昇して保持部 7 が衝立 2 0 の内側の比較的下側に位置するときには、ランプハウス 5 内部に配列された 3 0 本のフラッシュランプ F L のうち端部に配置されたフラッシュランプ F L から保持部 7 に保持された半導体ウェハー W の最近接端縁部へと向かう光は衝立 2 0 によって遮光される。このため、ランプハウス 5 から半導体ウェハー W の端縁部に到達する光の光量を低減することができる。

## 【 0 0 6 6 】

一方、図 1 0 ( b ) に示すように、衝立 2 0 が下降して保持部 7 が衝立 2 0 の内側の比較的上側に位置するときには、3 0 本のフラッシュランプ F L から照射された光が衝立 2 0 によって全く遮られることなく保持部 7 に保持された半導体ウェハー W の全面に到達する。このため、図 1 0 ( a ) に比較してランプハウス 5 から半導体ウェハー W の端縁部に到達する光の光量を増大することができる。

## 【 0 0 6 7 】

衝立 2 0 の高さ位置の調整は半導体ウェハー W の表面状態に応じて制御部 3 が実行する。具体的には、第 1 実施形態と同様に、イオン注入工程での注入条件およびイオン種等の前処理情報を制御部 3 が取得し、その前処理情報に基づいて衝立昇降部 2 5 を制御して衝立 2 0 の高さ位置を調整する。

## 【 0 0 6 8 】

第 2 実施形態の熱処理装置 1 0 1 によれば、衝立 2 0 の高さ位置を調整するだけで半導体ウェハー W に到達する光の光量を増減することができ、短時間でフラッシュ加熱時の半導体ウェハー W の温度分布を容易に調整することができる。従って、特に、連続して処理する半導体ウェハー W 毎に表面状態が異なるような場合にスループットを向上させることができる。

## 【 0 0 6 9 】

## &lt; 3 . 第 3 実施形態 &gt;

10

20

30

40

50

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図11は、第3実施形態の熱処理装置201の構成を示す側断面図である。第3実施形態の熱処理装置201が第1実施形態の熱処理装置1と相違するのは、ランプ昇降部59を備える点である。

【0070】

ランプ昇降部59は、例えばエアシリンダを用いて構成され、チャンバー6の上方にてランプハウス5を昇降させる。ランプハウス5が昇降することによって、複数のフラッシュランプFLが一括して昇降する。ランプ昇降部59も制御部3によって制御される。

【0071】

残余の構成については、第3実施形態の熱処理装置201は第1実施形態の熱処理装置1と同じであり、同一の要素には同一の符号を付している。また、熱処理装置201における半導体ウェハWの処理手順についても概ね第1実施形態と同様である。但し、第3実施形態においては、衝立20は固定設置されるとともに保持部7の処理位置は定位置であり、複数のフラッシュランプFLの高さ位置を調整することによって半導体ウェハWの温度分布を調整している。

10

【0072】

図12は、フラッシュランプFLの位置調整を模式的に示す図である。図12(a)に示すように、ランプハウス5が下降して複数のフラッシュランプFLが衝立20および保持部7に近接するときには、ランプハウス5内部に配列された30本のフラッシュランプFLのうち端部に配置されたフラッシュランプFLから保持部7に保持された半導体ウェハWの最近接端縁部へと向かう光は衝立20によって遮光される。このため、ランプハウス5から半導体ウェハWの端縁部に到達する光の光量を低減することができる。

20

【0073】

一方、図12(b)に示すように、ランプハウス5が上昇して複数のフラッシュランプFLが衝立20および保持部7から離間するときには、30本のフラッシュランプFLから照射された光が衝立20によって全く遮られることなく保持部7に保持された半導体ウェハWの全面に到達する。このため、図12(a)に比較してランプハウス5から半導体ウェハWの端縁部に到達する光の光量を増大することができる。

【0074】

複数のフラッシュランプFLの高さ位置の調整は半導体ウェハWの表面状態に応じて制御部3が実行する。具体的には、第1実施形態と同様に、イオン注入工程での注入条件およびイオン種等の前処理情報を制御部3が取得し、その前処理情報に基づいてランプ昇降部59を制御して複数のフラッシュランプFLの高さ位置を調整する。

30

【0075】

第3実施形態の熱処理装置201によれば、複数のフラッシュランプFLの高さ位置を調整するだけで半導体ウェハWに到達する光の光量を増減することができ、短時間でフラッシュ加熱時の半導体ウェハWの温度分布を容易に調整することができる。従って、特に、連続して処理する半導体ウェハW毎に表面状態が異なるような場合にスループットを向上させることができる。

【0076】

<4. 変形例>

40

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、第1実施形態の熱処理装置1に、第2実施形態の衝立昇降部25および第3実施形態のランプ昇降部59の双方を備えるようにしても良い。保持部7、衝立20および複数のフラッシュランプFLの高さ位置を適宜調整することによって半導体ウェハWに到達する光の光量を増減して温度分布を調整することができる。換言すれば、保持部7、衝立20および複数のフラッシュランプFLの相対的な位置関係を変化させてランプハウス5から保持部7に保持された半導体ウェハWに到達する光の光量を調整するものであれば良い。

【0077】

また、衝立20の形状は円筒形状に限定されるものではなく、筒形状であれば良く、例

50

例えば水平面で切断した断面が多角形であっても良い。さらに、衝立は図13に示すような形状であっても良い。図13は、衝立の他の例を示す側面図である。図13の衝立120は、上端が平坦面ではなく環状の凹凸面に形成されている。凹凸面としては、波形、正弦波形状、三角波形状等の種々の凹凸形状とすることができる。また、衝立120の上端面の全周を凹凸面とすることに限定されず、一部のみを凹凸面とするようにしても良い。このような上端に凹凸面を有する衝立120を使用すれば、ランプハウス5から半導体ウェハ-Wの端縁部の一部に到達する光の光量を調整することができる。

【0078】

また、上記実施形態においては、衝立20をアルミニウム合金によって形成していたが、これに限定されるものではなく、フラッシュランプFLから照射される光に対して不透明な材質にて形成すれば良く、例えば不透明石英にて形成するようにしても良い。

10

【0079】

また、上記実施形態においては、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、フラッシュランプFLに代えて、照射時間が数ミリ秒程度の他の光源を備えるようにしても良い。

【0080】

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に限定されるものではなく、液晶表示装置などに用いるガラス基板であっても良い。

20

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明に係る熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図2】図1の熱処理装置のガス路を示す断面図である。

【図3】保持部の構成を示す断面図である。

【図4】ホットプレートを示す平面図である。

【図5】図1の熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図6】制御部の構成を示すブロック図である。

【図7】衝立の斜視図である。

30

【図8】保持部の位置調整を模式的に示す図である。

【図9】第2実施形態の熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図10】衝立の位置調整を模式的に示す図である。

【図11】第3実施形態の熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図12】フラッシュランプの位置調整を模式的に示す図である。

【図13】衝立の他の例を示す側面図である。

【符号の説明】

【0082】

1 熱処理装置

3 制御部

40

4 保持部昇降機構

5 ランプハウス

6 チャンバー

7 保持部

20 衝立

25 衝立昇降部

59 ランプ昇降部

60 上部開口

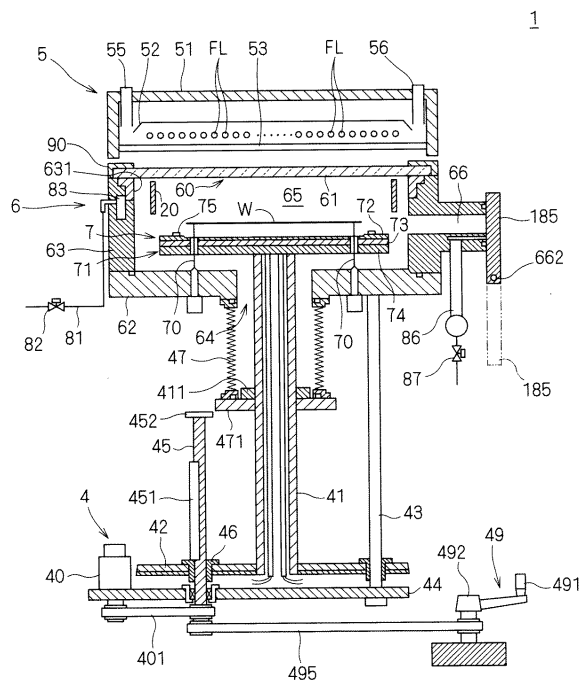
61 チャンバー窓

65 熱処理空間

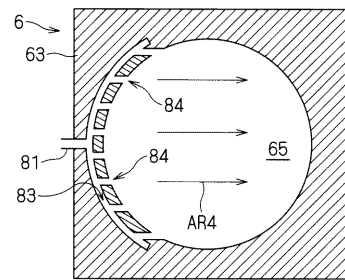
50

- 7 1 ホットプレート
- 7 2 サセプタ
- F L フラッシュランプ
- W 半導体ウェハー

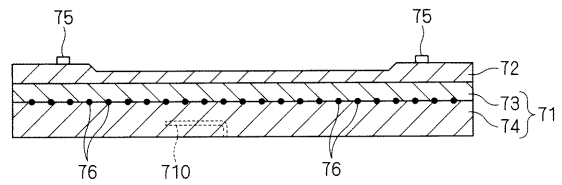
【図 1】



【図 2】

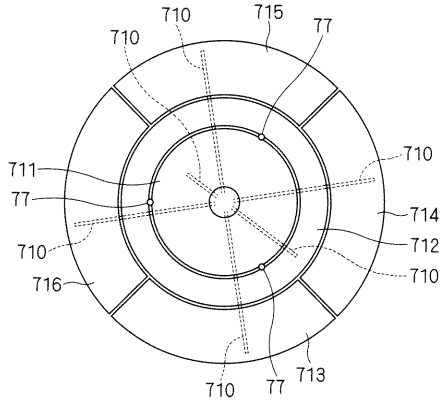


【図 3】

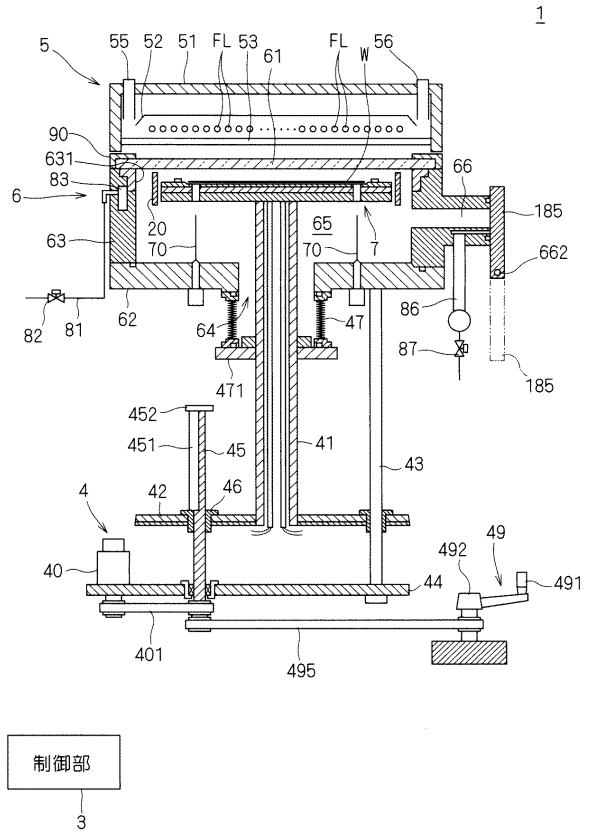


制御部  
3

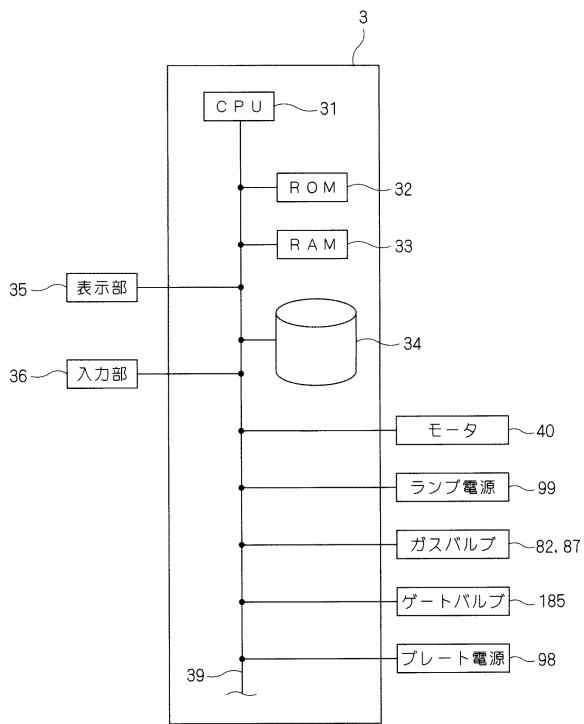
【図4】



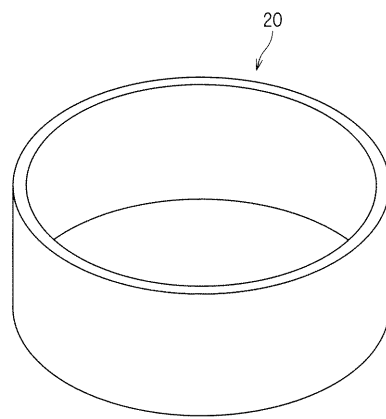
【図5】



【図6】



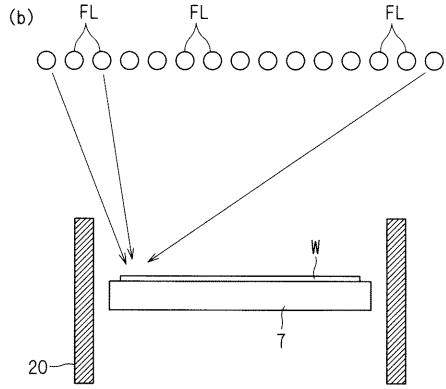
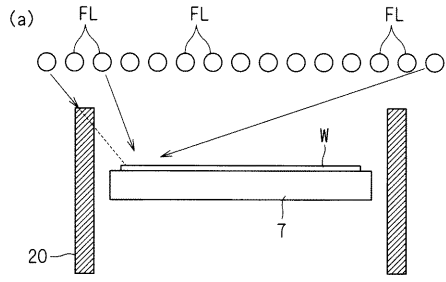
【図7】



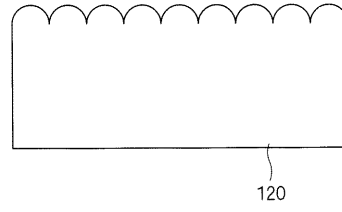




【 1 2 】



【 1 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-227014(JP,A)  
実開昭62-184734(JP,U)  
特開2007-266471(JP,A)  
特表2004-515085(JP,A)  
特開2004-186495(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/26