(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4821819号
(P4821819)

(45)発行日　平成23年11月24日(2011.11.24)　(24)登録日　平成23年9月16日(2011.9.16)

(51)Int.Cl.		F I		
H05B 3/44	(2006.01)	H05B	3/44	
H05B 3/03	(2006.01)	H05B	3/03	
H01L 21/26	(2006.01)	H01L	21/26	J
H01K 9/00	(2006.01)	H01K	9/00	

請求項の数 2　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2008-216265 (P2008-216265)
(22)出願日　平成20年8月26日 (2008.8.26)
(65)公開番号　特開2010-55763 (P2010-55763A)
(43)公開日　平成22年3月11日 (2010.3.11)
審査請求日　平成22年3月18日 (2010.3.18)

(73)特許権者　000102212
ウシオ電機株式会社
東京都千代田区大手町二丁目６番１号
(74)代理人　100112106
弁理士　長谷川　吉雄
(72)発明者　水川　洋一
兵庫県姫路市別所町佐土１１９４番地　ウシオ電機株式会社内
(72)発明者　谷野　賢二
兵庫県姫路市別所町佐土１１９４番地　ウシオ電機株式会社内

審査官　中里　翔平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フィラメントランプおよび光照射式加熱処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

直管状の発光部と、当該発光部の両端に連続して形成された一対の扁平な封止部とを有する発光管を備え、複数のコイル状のフィラメントが発光部の内部にそれぞれ発光管の管軸方向に順次に並んで配設され、当該各フィラメントの両端に一対の内部リードがそれぞれ連結され、複数の金属箔が互いに離間して各封止部にそれぞれ埋設され、各内部リードが各金属箔に対してそれぞれ接続され、各外部リードが各金属箔に対してそれぞれ接続されてなるフィラメントランプにおいて、

前記金属箔は、点灯時に溶断することのないような幅に形成され、

前記封止部は、前記発光部の外径よりも幅広となるよう構成され、

前記発光部と前記封止部の間に、当該発光部から封止部に向かうにつれて外径および内径が次第に広がるように内部に空洞を有するスロープ部が形成されてなり、

前記発光部の内径が、前記発光管の管軸に直交する方向の両端に配置された２つの金属箔の側縁部を前記管軸と平行に伸びる２直線で挟んだ幅よりも小さくなるよう構成されていることを特徴とするフィラメントランプ。

【請求項２】

請求項１に記載の複数のフィラメントランプが、各々の扁平な封止部が被処理体に対して垂直方向において互いに平行に伸びるよう並列に配置されてなるランプユニットを有し、当該ランプユニットから放出される光を被処理体に照射して被処理体を加熱することを特徴とする光照射式加熱処理装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、フィラメントランプおよび光照射式加熱処理装置に係り、特に、被処理体を加熱するために用いられるフィラメントランプおよびフィラメントランプを用いた光照射式加熱処理装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
現在、半導体製造工程における、例えば、成膜、酸化、窒化、膜安定化、シリサイド化、結晶化、注入イオン活性化などの様々なプロセスを行うに際しては、光源からの光照射による加熱処理が利用されている。特に、例えば半導体ウエハなどの被処理体の温度を急速に上昇させたり下降させたりする急速熱処理（以下、「ＲＴＰ（Ｒａｐｉｄ　Ｔｈｅｒｍａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ）」という。）は、歩留まりや品質を向上させることができることから、好ましく利用されている。
【０００３】
このようなＲＴＰ用の光照射式加熱処理装置（以下、単に「加熱処理装置」という。）においては、光源として例えばフィラメントランプが用いられている。
フィラメントランプは、光透過性材料からなる発光管の内部にフィラメントが配設されてなり、投入電力の９０％以上が全放射され、被処理体に接触することなく加熱することが可能である。したがって、フィラメントランプを半導体ウエハの加熱用熱源として使用した場合には、抵抗加熱法に比して被処理体の温度を急速に昇降温させること、具体的には、例えば被処理体を１０００℃以上の温度にまで、数秒から数十秒で昇温させることが可能であると共に光照射停止後、被処理体を急速に冷却することができる。
【０００４】
本発明者等は、このような光照射式の加熱処理装置の光源として用いられる次のような構成を有するフィラメントランプを提案している（特許文献１参照）。
このフィラメントランプを、図８を参照して説明すると、両端が端部封止部２ａ、２ｂで気密に封止された直管状の発光管１内には、コイル状のフィラメント４、５、６が発光管１の管軸方向に伸びるよう順次に並んで配置され、各フィラメント４、５、６の両端には、それぞれ、給電用の内部リード４ａ、４ｂ、５ａ、５ｂ、６ａ、６ｂが連結されている。
【０００５】
上記の各フィラメントの内部リードは、それぞれ両端封止部に延びて、個別に金属箔を介して外部リードに電気的に接続されている。
即ち、各フィラメント４、５、６の一端側の内部リード４ａ、５ａ、６ａは、それぞれ、一端側封止部２ａの金属箔７ａ、８ａ、９ａを介して、一端側の外部リード１０ａ、１１ａ、１２ａに電気的に接続されている。
同様に、他端側の内部リード４ｂ、５ｂ、６ｂは、それぞれ、他端側封止部２ｂの金属箔７ｂ、８ｂ、９ｂを介して、他端側の外部リード１０ｂ、１１ｂ、１２ｂに電気的に接続されている。
【０００６】
そして、各フィラメント４、５、６は、これら各外部リード１０ａ、１０ｂ、１１ａ、１１ｂ、１２ａ、１２ｂを介して、それぞれ個別の給電装置１３、１４、１５に接続されていることにより、個別に給電可能とされている。
なお、１６は、各フィラメント４、５、６の内部リード４ｂ、５ａ、５ｂ、６ａに被嵌された絶縁管で、他のフィラメント４、５、６に対向する部位に設けられている。
また、１７は、発光管１の内壁と絶縁管１６との間の位置において、発光管１の管軸方向に並設された環状のアンカーである。各フィラメント４、５、６は、それぞれ、例えば２個のアンカーによって発光管１と接触しないよう支持されている。
【０００７】

このような構成のフィラメントランプを用いた光照射式加熱処理装置によれば、複数のフィラメントに対して個別に給電できて各フィラメントの発光等の制御を個別に行うことができることから、例えば熱処理される被処理体上における場所的な温度変化の度合いの分布が被処理体の形状に対して非対称である場合であっても、当該被処理体の特性に応じた所望の放射照度分布で光照射することができる結果、被処理体を均一に加熱することができ、従って、被処理体における被照射面の全体にわたって、均一な温度分布を実現することができるという利点を有する。

【０００８】

【特許文献１】特開２００６－２７９００８号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

このようなフィラメントランプを備える加熱処理装置を用いて、例えば前記した半導体ウェハ等のＲＴＰを行う場合は、スループット向上のため、被処理体の昇温速度を向上させることが必要とされるため、従来にも増してフィラメントランプに対して供給する電力を増加させることが必要になる。

これに伴い、加熱処理装置用のフィラメントランプにおいては、フィラメントに大きな電流を流すことが必要となるため、フィラメントランプの点灯時に金属箔が過剰に高温になって溶断することを回避しなければならない。

そのため、金属箔の、発光管の管軸に直交する方向の幅を広くすることが必要になる。図８の例に基いて説明すると、金属箔７ａ、７ｂ、８ａ、８ｂ、９ａ、９ｂの、発光管１の管軸に直交する方向の幅を広くすることが必要とされている。

【００１０】

従来よりも幅広の金属箔を封止部に埋設するためには、封止部の幅を従来よりも広くしなければならない。単純には、発光管の外径を大きくすることにより、封止部の幅を広くすることができると考えられる。

しかしながら、加熱処理装置においては、被処理体の高精度な温度均一性を実現するために被処理体に対して多数のフィラメントランプを密接に並べて配置する必要があるため、フィラメントランプの発光管の外径を大きくする構成を採用することはできない。

したがって、図８に示す従来のフィラメントランプは、従来より幅広に形成された金属箔を封止部に配置することができない、という問題があった。

【００１１】

以上のように、加熱処理装置用のフィラメントランプは、封止部に配置する金属箔の幅を従来のものより広くすることが求められている一方で、フィラメントランプの発光管の外径は従来のものと同等か或いはそれよりも小さくすることが求められる。このような相反する要求を共に満たすことは、従来のフィラメントランプでは困難であった。

【００１２】

本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであり、フィラメントランプに供給する電流を増加させた場合であっても、封止部に埋設された金属箔が溶断することの無いように、金属箔の幅を従来のものよりも広くすることにより、被処理体の昇温速度を向上させることを目的とする。

また、本発明は、被処理体の高精度の温度均一性を実現するために、フィラメントランプの発光管の外径を従来と同等か或いはそれよりも小さくした場合であっても、金属箔を確実に封止部に埋設することを可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明は、直管状の発光部と、当該発光部の両端に連続して形成された一対の扁平な封止部とを有する発光管を備え、複数のコイル状のフィラメントが発光部の内部にそれぞれ発光管の管軸方向に順次に並んで配設され、当該各フィラメントの両端に一対の内部リードがそれぞれ連結され、複数の金属箔が互いに離間して各封止部にそれぞれ埋設され、各

内部リードが各金属箔に対してそれぞれ接続され、各外部リードが各金属箔に対してそれぞれ接続されてなるフィラメントランプにおいて、前記金属箔は、点灯時に溶断することのないような幅に形成され、前記封止部は、前記発光部の外径よりも幅広となるよう構成され、前記発光部と前記封止部の間に、当該発光部から封止部に向かうにつれて外径および内径が次第に広がるように内部に空洞を有するスロープ部が形成されてなり、前記発光部の内径が、前記発光管の管軸に直交する方向の両端に配置された２つの金属箔の側縁部を前記管軸と平行に伸びる２直線で挟んだ幅よりも小さくなるよう構成されていることを特徴とする。

【００１４】

さらに、本発明の光照射式加熱処理装置は、上記のフィラメントランプの複数が、各々の扁平な封止部が被処理体に対して概ね垂直方向において互いに平行に伸びるよう並列に配置されてなるランプユニットを有し、当該ランプユニットから放出される光を被処理体に照射して被処理体を加熱することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１５】

本発明のフィラメントランプによれば、発光管の外径よりも幅広に形成された封止部を備えるとともに、発光管の管軸に直交する方向の両端に配置される金属箔の側縁部を、発光管の管軸と平行に伸びる２直線で挟んだ幅が、前記発光部の内径よりも大きい構成である。したがって、フィラメントランプの点灯時に溶断することのないように、個々の金属箔を幅広にした場合であっても、フィラメント数と同数の金属箔を各封止部に配置することができる。

【００１６】

さらに、本発明の光照射式加熱処理装置によれば、各々の封止部が被処理体に対して概ね垂直方向において互いに平行に伸びるよう並列に配置されていることにより、各フィラメントランプの互いに隣接する各発光部間の離間距離を可及的に小さくすることができる。したがって、本発明の光照射式加熱処理装置によれば、被処理体の高精度な温度均一性を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

図１は、本発明のフィラメントランプの一例における構成の概略を示す。図２はフィラメントランプの要部拡大図である。

このフィラメントランプ１００は、発光部２１と、その両端に連続する封止部２２ａ、２２ｂとよりなる直管状の発光管２０を備えている。発光管２０は、例えば石英ガラスなどの光透過性材料によって構成され、内部にハロゲンサイクルを行うためのハロゲンガス及び不活性ガスが所定の圧力で封入されている。

発光管２０の内部には、複数（図１の実施例では３つ）のコイル状のフィラメント２４、２５、２６が、それぞれ発光管２０の管軸に沿って伸びるよう順次に並んで配設されている。

【００１８】

発光部２１の両端には、各封止部２２ａ，２２ｂに向けて外径が次第に広がるように形成されるスロープ部２１ａ、２１ｂが形成されている。各封止部２２ａ、２２ｂは、各スロープ部２１ａ、２１ｂに連続して形成されている。各スロープ部２１ａ、２１ｂの内部は空洞になっている。

【００１９】

一端側の封止部２２ａの直近に配置されたフィラメント２４の内部リード２４ａ、２４ｂは、封止部２２ａから延在してそれぞれフィラメント２４の端部に接続されている。これら内部リード２４ａ、２４ｂは、共に同一の封止部２２ａに保持され、金属箔２７ａ、２７ｂと接続されている。

中央部に配置されたフィラメント２５の内部リード２５ａ、２５ｂは、それぞれ封止部２２ａ、２２ｂ方向に延在し、当該封止部で金属箔２８ａ、２８ｂと接続されている。

他端側の封止部２２ｂの直近に配置されたフィラメント２６の内部リード２６ａ、２６ｂは、封止部２２ｂから延在してそれぞれフィラメント２６の端部に接続されている。これら内部リード２６ａ、２６ｂは、共に同一の封止部２２ｂに保持され、金属箔２９ａ、２９ｂと接続されている。

金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂには、それぞれ外部リード３０ａ、３０ｂ、３１ａ、３１ｂ、３２ａ、３２ｂが接続されている。

【００２０】

外部リード３０ａ、３０ｂに給電装置３３が接続され、外部リード３１ａ、３１ｂに給電装置３４が接続され、外部リード３２ａ、３２ｂに給電装置３５が接続されている。本発明のフィラメントランプは、各給電装置３３～３５によって、各フィラメント２４～２６に個別に電力が供給される。これにより、各フィラメント２４～２６から放射される光の強度が個別に制御される。

【００２１】

内部リード２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ｂの周囲には、それぞれ、絶縁管３６が設けられている。絶縁管３６は、例えば石英ガラスなどの絶縁材料から構成される。

絶縁管３６は、その外周面が発光部２１の内壁に当接するように、発光部２１の内部に配置される。こうすることにより、フィラメントランプの点灯時に絶縁管３６の熱が発光部２１を介して放熱されるため、絶縁管３６が高温状態になることが防止される。

【００２２】

また、各フィラメント２４、２５、２６は、それぞれ２個の環状のアンカー３７が一体に設けられている。フィラメント２４、２６に設けられた環状のアンカー３７は、発光部２１の内壁と絶縁管３６との間の位置に挟まれるようにして、発光部２１の内部に設けられる。フィラメント２５に設けられた環状のアンカー３７は、発光部２１の内壁に当接した状態で配置される。

各フィラメント２４、２５、２６は、環状のアンカー３７によって、発光部２１の管軸上に配置されると共に重力方向に垂下がることが防止され、発光部２１の内壁に接触することが無い。したがって、フィラメントランプ１００の点灯時に高温となるフィラメント２４～２６が発光部２１の内壁に接触することがないので、発光部２１が失透することが確実に防止される。

【００２３】

ここで、本発明のフィラメントランプ１００の構成例を以下に示す。

発光部２１の外径（図２のＤＯ）が１０ｍｍ～２０ｍｍ、発光部２１の内径（図２のＤＩ）が８ｍｍ～１７ｍｍ、各封止部２２ａ、２２ｂの幅（図２のＷＨ）が１２ｍｍ～２２ｍｍ、各封止部に埋設された複数の金属箔の幅（図２のＷＫ）が９ｍｍ～１８ｍｍ、隣り合う金属箔の間隔（図２のＰ）が１ｍｍ以上である。

また、上記の仕様を有するフィラメントランプ１００の最大定格電流値の数値例を以下に示す。

（実施例１）

ＷＫ＝９ｍｍ

各金属箔２８ａ、２８ｂの幅＝３ｍｍ

各金属箔２７ａ、２７ｂ、２９ａ、２９ｂの幅＝２ｍｍ

隣り合う金属箔の間隔Ｐ＝１ｍｍ

フィラメント２５の最大定格電流＝１２Ａ

フィラメント２４、２６の最大定格電流＝１０Ａ

（実施例２）

ＷＫ＝１８ｍｍ

各金属箔２８ａ、２８ｂの幅＝６ｍｍ

各金属箔２７ａ、２７ｂ、２９ａ、２９ｂの幅＝５ｍｍ

隣り合う金属箔の間隔Ｐ＝１ｍｍ

フィラメント２５の最大定格電流＝２０Ａ

フィラメント２４、２６の最大定格電流＝１６Ａ

【００２４】

このように、本発明のフィラメントランプは、被処理体の昇温速度を向上させるため、各フィラメントに対し最大で１０Ａ～２０Ａもの大電流が投入される。したがって、各金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂは、フィラメントランプの点灯時に溶断することのないように、幅広に形成される。

また、この種のフィラメントランプは、被処理体の温度をより精密にコントロールするため、多数の（少なくとも３つ）フィラメントを発光部２１内に配置することが好ましい。

すなわち、単一の封止部に対して多数かつ幅広の金属箔が配置されることが予想されるが、前述のとおり、発光部２１の外径を大きくすることはできない。

したがって、発光部の外径を従来のものと同等に維持しつつ、各封止部２２ａの幅を発光部２１の外径よりも相対的に大きくすることが重要になる。

このような要望に対応するための発光管の製造方法について、図２を用いて説明する。

【００２５】

図３は、本発明のフィラメントランプの発光管の製造方法を示す模式図である。発光管は、互いに外径の異なる複数のガラス管を管軸方向に溶着して繋ぎ合わせることによって作製される。

（第１の手順）

図３（Ａ）は、第１のガラス管を作製する手順を示す。直管状の第１のガラス管２２´の一端をチャックし、第１のガラス管の一端側の開口から窒素ガスなどの不活性ガスをガラス管の内部に導入しながら、第１のガラス管を管軸中心に回転させる。この状態で、第１のガラス管２２´の端部をバーナーを用いて加熱して縮径させ、第１のガラス管の端部に縮径部２２ａ´を形成する。

（第２の手順）

図３（Ｂ）は、上記の第１のガラス管に、第２のガラス管を繋ぎ合わせる手順を示す。第２のガラス管２１´は、第１のガラス管２２´に比べて外径が小さい。直管状の第２のガラス管２１´の一端部を、上記の第１のガラス管の縮径部２２ａ´に突き合わせて配置する。この状態で、第１のガラス管の縮径部２２ａ´と、第２のガラス管２１´の一端部とを、バーナーで加熱して溶着する。

（第３の手順）

（１）と同様にして、第１のガラス管と同じ構成を有する第３のガラス管２２´を作製する。

（第４の手順）

図３（Ｃ）は、上記の第２のガラス管２１´の他端に、第３のガラス管２２´を繋ぎ合わせる手順を示す。第３のガラス管の縮径部２２ａ´を、第２の手順で作製した第２のガラス管２１´の他端側の開口端に突き合わせて配置する。この状態で、第３のガラス管の縮径部２２ａ´と、第２のガラス管２１´の他端とを、バーナーで加熱して溶着する。

このようにして、第１および第３のガラス管２２´が、第１および第３のガラス管よりも外径の小さい第２のガラス管２１´の両端に連続する構成の発光管構成体２０´を作製する。

【００２６】

図４は、マウントを発光管構成体の内部に挿入して、気密に封止された封止部を作製する手順を示す模式図である。図４では、説明の便宜のため、アンカー３７を省略する。

（第１の手順）

図４（Ａ）は、マウント１０１の構成を示す。マウント１０１は、フィラメント２４、２５、２６と、内部リード２４ａ、２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ａ、２６ｂと、金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂと、外部リード３０ａ、３０ｂ、３１ａ、３１ｂ、３２ａ、３２ｂと、絶縁管３６とを備えて構成される。

マウントは、以下のようにして作製される。各フィラメント２４、２５、２６の両端に

、各内部リード２４ａ、２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ａ、２６ｂを接続し、各内部リード２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ｂの外周を覆うように絶縁管３６を配置する。各内部リードの２４ａ、２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ａ、２６ｂの端部を、各金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂに接続する。各外部リード３０ａ、３０ｂ、３１ａ、３１ｂ、３２ａ、３２ｂの端部は予め、各金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂの端部に接続してある。

（第２の手順）

図４（Ｂ）は、図４（Ａ）の手順で作製したマウントを、図３の手順で作製した発光管構成体の内部に配置して、封止部を作製する手順を示す。

マウント１０１を、発光管構成体２０´内に挿入する。マウント１０１は、金属箔２７ａ、２７ｂ、２８ａが一端側のガラス管２２´の内部に、金属箔２８ｂ、２９ａ、２９ｂが他端側のガラス管２２´の内部に位置するよう配置される。

そして、発光管構成体２０´のガラス管２２´を火炎などを用いて所望の温度まで加熱し、金型に挟んで圧潰する、所謂ピンチシールを行うことにより、各金属箔によって気密に封止された扁平な板状の封止部を形成する。

【００２７】

上記のようにして作製した本発明のフィラメントランプは、図２に示すように、発光管２０の管軸Ｌと平行に伸びる２直線をＴ１，Ｔ２とし、発光管の管軸に直交する方向において、封止部２２ａの両端側に配置された金属箔２７ｂおよび２８ａの側縁部を、当該２直線Ｔ１，Ｔ２で挟んだ幅をＷＫとし、発光部２１の内径をＤＩとしたとき、次の関係を満たすように構成される。

（関係１）　ＷＫ＞ＤＩ

さらに、上記のようにして作製された本発明のフィラメントランプは、封止部２２ａの、発光管２０の管軸Ｌに直交する方向の幅をＷＨとし、発光部２１の外径をＤＯとしたとき、次の関係２を満たすように構成される。

（関係２）　ＷＨ＞ＤＯ

説明は省略するが、封止部２２ｂ側も、上記の関係１および２を共に満たすように構成されている。

【００２８】

以上のように、本発明のフィラメントランプは、互いに外径の異なる複数のガラス管を管軸方向に繋ぎ合わせることで、発光部となる小径部の両端に封止部となる一対の大径部が形成された発光管を用いて作製される。

このように、多数かつ幅広の金属箔を使用する場合であっても、発光管の両端に大径部が形成されているために、当該大径部を利用することで、多数かつ幅広の金属箔が配置された封止部を確実に作製することができる。したがって、被処理体の昇温速度を向上させるため、発光管内に配置された複数のフィラメントの各々に対して大電流を供給した場合であっても、個々の金属箔が幅広であるため、金属箔が溶断する心配が無い。

しかも、上記のようにして作製された発光管を用いることにより、封止部が幅広でありながら、発光部の外径は従来のものと同程度にすることができるため、後述するように、複数のフィラメントランプを被処理体に対して密接するように配置することができる。したがって、被処理体の温度均一性を損なう虞が無い。

【００２９】

なお、このフィラメントランプにおいては、フィラメントの個数は、特に限定されない。フィラメントの個数は、被処理体の寸法、物理特性などに応じて、適宜に変更することができる。

【００３０】

＜光照射式加熱処理装置＞

図５は、本発明の光照射式加熱処理装置の一例における構成の概略を示す正面断面図、図６は、図５に示す光照射式加熱処理装置におけるランプユニットを構成するフィラメントランプの配列例を示す斜視図、図７は、図５に示す光照射式加熱処理装置におけるラン

プユニットを構成するフィラメントランプの配列例を被処理体と共に示す平面図である。

【００３１】

この光照射式加熱処理装置５０は、内部空間が例えば石英からなる窓板５２によって上下に区画されてランプユニット収容空間Ｓ１および加熱処理空間Ｓ２が形成されたチャンバ５１を備えており、ランプユニット収容空間Ｓ１には、複数本の上記フィラメントランプ１００により構成されたランプユニット６０が配置されていると共に、このランプユニット６０の上方に、当該ランプユニット６０から上方に向けて照射された光を被処理体Ｗ側へ反射する反射鏡６１が配置されており、これにより、光源部が形成されている。

【００３２】

ランプユニット６０は、図６に示すように、例えば８本の上記フィラメントランプ１００が、ランプ中心軸が互いに同一平面レベルに位置されると共に、各封止部２２ａ、２２ｂが被処理体Ｗに対して概ね垂直方向において互いに平行に伸びるように、所定の間隔で離間して並列配置されることにより構成されている。

ランプユニット６０をこのように構成することにより、発光部２１の外径よりも幅広に形成された各封止部２２ａ、２２ｂが互いに接触することが防止されると共に、隣接する発光部２１間の離間距離を可及的に小さくすることができる。したがって、被処理体Ｗに対して多数のフィラメントランプを並列配置することができるため、被処理体Ｗの高精度の温度均一性を達成することができる。

【００３３】

ランプユニット６０全体における発光領域は、被処理体Ｗにおいて各フィラメント（図７においてフィラメントランプ１００の内部に実線で示す）２４～２６が横切る領域の長さに少なくとも対応するよう、発光部２１内に配設されるフィラメントの数が調整されて、またはフィラメントの数を互いに同一にして１個あたりのフィラメントの長さが調整されて、あるいはフィラメントの数および長さの双方が調整されて、設定されている。

例えば被処理体Ｗが円形状の半導体ウエハであるとすると、半導体ウエハの表面をその形状中心を中心とする同心状の複数の円環状の領域Ｚ１、Ｚ２（一番内側の領域Ｚ１は円形）に分割し、各領域Ｚ１、Ｚ２毎に、半導体ウエハの物理特性等に応じた条件で各フィラメントランプ１００に係るフィラメント２４～２６の点灯制御を行うことによって、所望の光放射照度分布が得られる。

【００３４】

反射鏡６１は、例えば無酸素銅からなる母材に金がコートされてなるものであり、反射断面が、例えば円の一部、楕円の一部、放物線の一部または平板状などから選ばれる形状を有する。

【００３５】

ランプユニット６０の各フィラメントランプ１００は、一対の固定台６２Ａ，６２Ｂにより支持されている。固定台６２Ａ，６２Ｂは導電性部材からなる導電台６３と、セラミックス等の絶縁部材からなる保持台６４とにより構成されており、保持台６４は、チャンバ５１の内壁に設けられており、導電台６３を保持している。

ランプユニット６０を構成するフィラメントランプ１００の本数をｎ１、フィラメントランプ１００が有するフィラメントの個数をｍ１とするとき、各フィラメント全てに独立に電力が供給される構成とされている場合には、ｎ１×ｍ１組の、一対の固定台６２Ａ，６２Ｂが必要とされる。

【００３６】

チャンバ５１には、電源部５５の給電装置からの給電線が接続される一対の電源供給ポート５６Ａ，５６Ｂが設けられており、この一対の電源供給ポート５６Ａ，５６Ｂの組数は、フィラメントランプ１００の個数、各フィラメントランプ１００内のフィラメントの個数等に応じて設定される。

この実施例においては、電源供給ポート５６Ａは、一方の固定台６２Ａの導電台６３と電気的に接続されており、この固定台６２Ａの導電台６３は、一のフィラメントランプにおける一のフィラメントに係る一端側の外部リードと電気的に接続されている。また、電

源供給ポート５６Ｂは、他方の固定台６２Ｂの導電台６３と電気的に接続されており、この固定台６２Ｂの導電台６３は、フィラメントに係る他端側の外部リードと電気的に接続されている。

これにより、電源部５５における給電装置に対して、ランプユニット６０を構成する１つのフィラメントランプ１００におけるフィラメント２４が電気的に接続される。また、このフィラメントランプ１００の他のフィラメント２５、２６についても、他の一対の電源供給ポートによって、各々、給電装置に対して同様の電気的接続がなされる。

そして、ランプユニット６０を構成する他のフィラメントランプ１００の各フィラメントについても、各々、対応する給電装置に対して同様の電気的接続がなされる。

このような構成とされていることにより、各フィラメントランプ１０に係るフィラメントを選択的に発光させることにより、あるいは各フィラメントへの供給電力の大きさを個別に調整することにより、被処理体Ｗ上の放射照度分布を任意に、かつ、高精度に設定することができる。なお、ランプユニットにおける一のフィラメントランプのみを選択的に点灯制御することもできる。

【００３７】

上記光照射式加熱処理装置５０においては、ランプユニット６０の各フィラメントランプ１００のフィラメントの各々に対して適正な大きさに制御された電力が電源部５５から供給されて点灯状態とされる。これにより、各フィラメントランプ１００から放射される光が、直接的にあるいは反射鏡６１に向かって放射される光が反射鏡６１によって反射され、窓板５２を介して加熱処理空間Ｓ２に固定された被処理体Ｗに照射され、被処理体Ｗの加熱処理が行われる。

【００３８】

この光照射式加熱処理装置５０においては、被処理体Ｗの加熱処理を行うに際して各フィラメントランプ１００を冷却する冷却機構が設けられている。

具体的には、チャンバ５１の外部に設けられた冷却風ユニット６５からの冷却風がチャンバ５１に設けられた冷却風供給ノズル６６の吹出し口６６Ａを介してランプユニット収容空間Ｓ１に導入され、当該冷却風がランプユニット６０における各フィラメントランプ１００に吹き付けられることにより、各フィラメントランプ１００における発光管２０が冷却され、その後、熱交換により高温になった冷却風がチャンバ５１に形成された冷却風排出口６７から外部に排出される。

このような冷却機構は、各フィラメントランプ１００の各封止部２２は他の箇所に比して耐熱性が低いため、冷却風供給ノズル６６の吹出し口６６Ａが、各フィラメントランプ１００の封止部２２に対向するよう形成され、各フィラメントランプ１００の封止部２２が優先的に冷却されるように構成されていることが望ましい。

なお、ランプユニット収容空間Ｓ１に導入される冷却風の流れは、熱交換されて高温になった冷却風が逆に各フィラメントランプ１００を加熱しないよう、また、反射鏡６１も同時に冷却するよう、設定されている。また、反射鏡６１が図示を省略した水冷機構により水冷される構成のものである場合には、必ずしも反射鏡６１も同時に冷却されるように冷却風の流れが設定されていなくともよい。

【００３９】

また、この光照射式加熱装置５０においては、冷却風供給ノズル６６の吹出し口６６Ａが窓板５２の近傍の位置にも形成されており、冷却風ユニット６５からの冷却風によって窓板５２が冷却される構成とされている。これにより、加熱される被処理体Ｗからの輻射熱によって蓄熱される窓板５２から２次的に放射される熱線によって、被処理体Ｗが不所望な加熱作用を受けて被処理体Ｗの温度制御性の冗長化（例えば、設定温度より被処理物の温度が高温になるようなオーバーシュート）や、蓄熱される窓板５２自体の温度ばらつきに起因した被処理体Ｗにおける温度均一性の低下、あるいは被処理体Ｗの降温速度の低下、などの不具合が発生することを確実に防止することができる。

【００４０】

チャンバ５１における加熱処理空間Ｓ２には、被処理体Ｗが固定される処理台５３が設

けられている。
処理台５３は、例えば被処理体Wが半導体ウエハである場合には、モリブデンやタングステン、タンタルのような高融点金属材料やシリコンカーバイド（ＳｉＣ）などのセラミック材料、または石英、シリコン（Ｓｉ）からなる薄板の環状体であって、その円形開口部の内周部に半導体ウエハを支持する段差部が形成されてなるガードリング構造のものにより構成されていることが好ましい。
処理台５３は、処理台５３それ自体も光照射によって高温とされるので、対面する半導体ウエハの外周縁が補助的に放射加熱され、これにより、半導体ウエハの外周縁からの熱放射などに起因する半導体ウエハの周縁部の温度低下が補償される。
【００４１】
処理台５３に設置される被処理体Wの裏面側には、被処理体Wの温度分布をモニタするための、例えば熱電対や放射温度計よりなる温度測定部７１の複数が被処理体Wに当接或いは近接して設けられており、各温度測定部７１は温度計７０に接続されている。ここに、温度測定部７１の個数および配置位置は、特に限定されるものではなく、被処理体Wの寸法に応じて設定することができる。
【００４２】
温度計７０は、各温度測定部７１によりモニタされた温度情報に基づいて、各温度測定部７１の測定地点における温度を算出するとともに、算出された温度情報を温度制御部７２を介して主制御部７５に送出する機能を有する。
主制御部７５は、被処理体W上の各測定地点における温度情報に基づいて、被処理体W上の温度が所定の温度で均一な分布状態となるように指令を温度制御部７２に送出する機能を有する。
温度制御部７２は、主制御部７５からの指令に基づいて、電源部５５から各フィラメントランプ１００のフィラメントに供給される電力の大きさを制御する機能を有する。
【００４３】
主制御部７５は、例えばある測定地点の温度が所定の温度に比して低いという温度情報を温度制御部７２から得た場合には、当該測定地点に対して光照射を行うフィラメントから放射される光が増加するように、当該フィラメントに対する給電量を増加させるよう温度制御部７２に対し指令を送出し、温度制御部７２は、主制御部７５から送出された指令に基づいて、電源部５５から当該フィラメントに接続された電源供給ポート５６Ａ，５６Ｂに供給される電力を増加させる。
また、主制御部７５は、ランプユニット６０におけるフィラメントランプ１００の点灯時において、冷却風ユニット６５に指令を送出し、冷却風ユニット６５は、この指令に基づいて、発光管２０および反射鏡６１、窓板５２が高温状態とならないよう冷却風を供給する。
【００４４】
さらに、この光照射式加熱処理装置５０においては、加熱処理の種類に応じたプロセスガスを加熱処理空間Ｓ２内に導入・排気するプロセスガスユニット７７が接続されている。
例えば、熱酸化プロセスを行なう場合は、加熱処理空間Ｓ２に酸素ガス、および、加熱処理空間Ｓ２をパージするためのパージガス（例えば、窒素ガス）を導入・排気するプロセスガスユニット７７が接続される。
プロセスガスユニット７７からのプロセスガス、パージガスはチャンバ５１に設けられたガス供給ノズル７８の吹出し口７８Ａを介して加熱処理空間Ｓ２内に導入されると共に排出口７９を介して外部に排出される。
【００４５】
この光照射式加熱処理装置５０によれば、基本的には、以下の効果が奏される。
すなわち、ランプユニット６０は、複数のフィラメントが発光管２０内においてその管軸方向に沿って伸びるよう順次に並んで配設され、各フィラメントに対して独立に給電されるフィラメントランプ１００が複数本並列に配置されて構成されていることにより、発

光管の管軸方向およびこれと垂直な方向の両方向について光強度分布の調整をすることができるので、被照射体Wの表面における放射照度分布を２次元方向に対して高精度に設定することができる。

例えばフィラメントランプ１００の発光長よりも全長が短い狭小な特定領域のみに限定して、この特定領域上の放射照度を設定することができるので、この特定領域とその他の領域において、それぞれの特性に対応した放射照度分布を設定することができる。

例えば、図７に示す被処理体Wにおける、円環状の領域Ｚ２内におけるフィラメントランプ１００Ａおよびフィラメントランプ１００Ｂの直下の領域（領域１ともいう）の温度が、被処理体Wにおける他の領域（領域２ともいう）の温度に比して低いような場合、或いは、領域１における温度上昇の度合いが領域２における温度上昇の度合いより小さいことがあらかじめ判明しているような場合を想定する。

この場合は、フィラメントランプ１００Ａおよびフィラメントランプ１００Ｂが有する各フィラメントのうち、領域１に対応するフィラメントへの給電量を増加させることにより、領域１と領域２との温度が均一となるように温度調整することができる。従って、被処理体Wの全体にわたって均一な温度分布で加熱処理を行うことができる。

【００４６】

また、ランプユニット６０から所定の距離だけ離間した被処理体W上の放射照度分布を精密に、かつ、任意の分布に設定することができる結果、被処理体W上の放射照度分布を被処理体Wの形状に対して非対称に設定することも可能となる。従って、被処理体Wにおける場所的な温度変化の度合いの分布が被処理体Wの形状に対して非対称である場合においても、それに対応して、被処理体W上の放射照度分布を設定することができ、被処理体Wを均一な温度分布状態で加熱することができる。

【００４７】

さらに、フィラメントランプ１００が発光管２０内に配置される各フィラメント２４～２６同士の離間距離を極めて小さくできる構成のものであるので、被処理体W上での放射照度分布の不所望なバラツキを極めて小さくすることが可能である。

【００４８】

さらに、本発明の光照射式加熱処理装置において加熱処理される被処理体は、半導体ウエハに限定されるものではなく、例えば、太陽電池パネル用の多結晶シリコン基板やガラス基板またはセラミックス基板、液晶表示素子用のガラス基板等を例示することができる。

特に、太陽電池パネル用の各種材質の基板には四角形基板が多用されており、このような被処理体の加熱処理に用いられる光照射式加熱処理装置の多くのものは、四角形基板を水平移動させながら、管軸が基板移動方向と直交する方向に伸びるよう配置された単一のフィラメントランプによって、あるいは、各々管軸が基板移動方向と直交する方向に伸びるよう並設された複数本のフィラメントランプによって、帯状の光を照射して加熱処理を行う構成とされている。

このような場合には、３つ以上のフィラメントが配設された、本発明に係るフィラメントランプが用いられることにより、基板の移動方向に平行な２辺部（帯状の両端部）の温度低下を補償しつつ、基板中央部（帯状の中央部）の放射照度分布を調整することができるので、より高精度の温度制御を確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】本発明のフィラメントランプの全体の構成を示す正面図である。

【図２】図１のフィラメントランプの要部拡大図である。

【図３】発光管の製造方法を示す模式図である。

【図４】封止部の製造方法を示す模式図である。

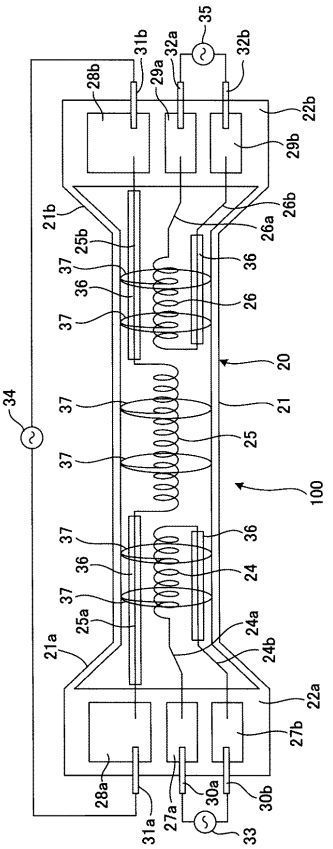
【図５】本発明の光照射式加熱処理装置の構成を示す正面断面図である。

【図６】ランプユニットを構成するフィラメントランプの配列例を示す斜視図である。

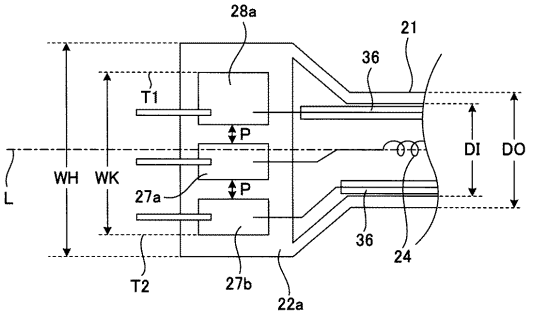
【図７】ランプユニットを構成するフィラメントランプの配列例を示す平面図である。

【図８】従来のフィラメントランプの構成を示す斜視図である。
【符号の説明】
【００５０】
１００　フィラメントランプ
２０　発光管
２１　発光部
２１Ａ　スロープ部
２２ａ、２２ｂ　封止部
２４、２５、２６　フィラメント
２４ａ、２４ｂ、２５ａ、２５ｂ、２６ａ、２６ｂ　内部リード
２７ａ、２７ｂ、２８ａ、２８ｂ、２９ａ、２９ｂ　金属箔
３０ａ、３０ｂ、３１ａ、３１ｂ、３２ａ、３２ｂ　外部リード
３３、３４、３５　給電装置
３６　絶縁管
３７　アンカー
５０　光照射式加熱処理装置
５１　チャンバ
５２　窓板
５３　処理台
５５　電源部
５６Ａ、５６Ｂ　電源供給ポート
６０　ランプユニット
６１　反射鏡
６２Ａ，６２Ｂ　固定台
６３　導電台
６４　保持台
６５　冷却風ユニット
６６　冷却風供給ノズル
６６Ａ　吹出し口
６７　冷却風排出口
Ｓ１　ランプユニット収容空間
Ｓ２　加熱処理空間
７０　温度計
７１　温度測定部
７２　温度制御部
７５　主制御部
７７　プロセスガスユニット
７８　ガス供給ノズル
７８Ａ　吹出し口
７９　排出口

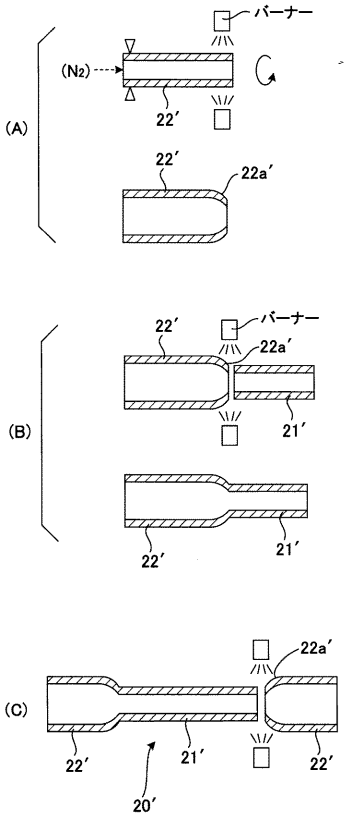
【図１】


35
31b
32a
32b
28b
29a
29b
22b
21b
25b
26b
26a
37
36
26
20
34
21
25
100
24
24a
24b
25a
21a
22a
27b
28a
30a
30b
31a
27a
33

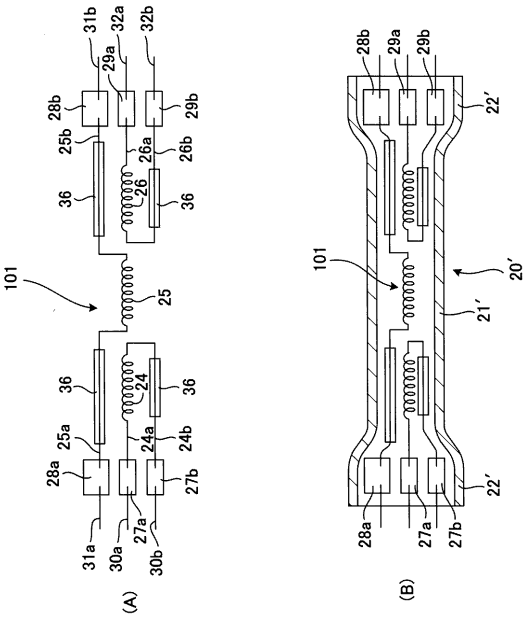
【図２】


28a
21
36
T1
P
WH
WK
L
27a
DI
DO
T2
27b
22a
24

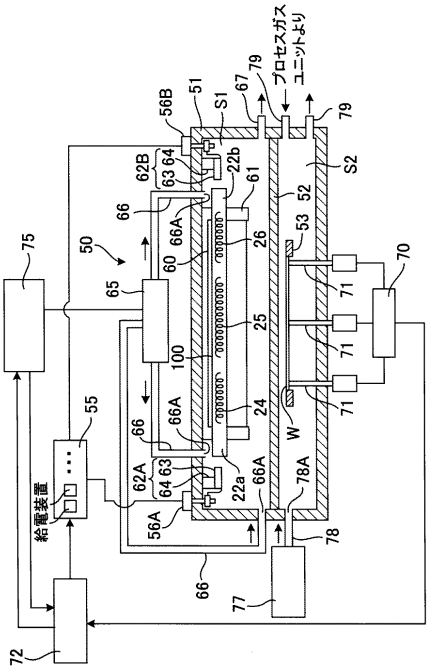
【図３】


バーナー
(N2)
22′
(A)
22a′
(B)
21′
(C)
20′

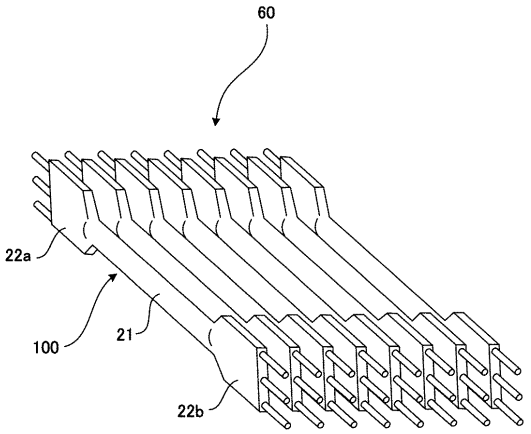
【図４】


31b
32a
32b
29a
28b
29b
25b
26a
26b
36
26
101
25
24
25a
24a
24b
28a
27b
31a
30a
27a
30b
(A)
22′
20′
21′
(B)

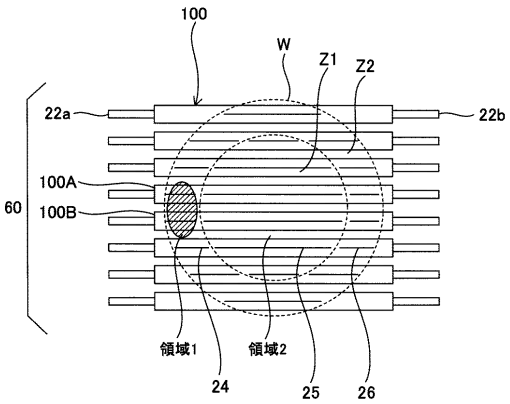
【図５】


プロセスガス
ユニットより
給電装置

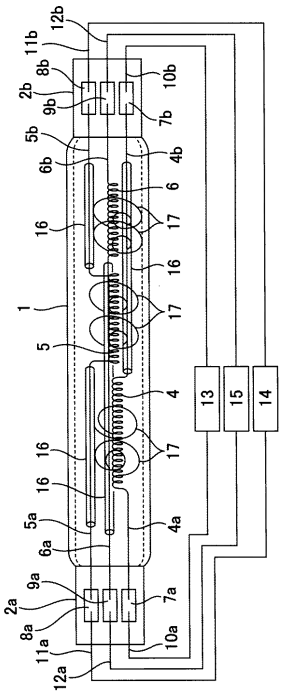
【図６】


60
22a
100
21
22b

【図７】


100
W
Z1
Z2
22a
22b
100A
100B
60
領域1
領域2
24
25
26

【図８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００６－２７９００８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３０６６５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２５８６４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１０８５０４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２６３７１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－３２５５２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２３７３６３（ＪＰ，Ａ）
特開平２－１８３９６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ　　３／４０－３／５８
Ｈ０１Ｌ　２１／２６
Ｈ０１Ｋ　　１／２４
Ｈ０１Ｋ　　９／００－９／０６
Ｈ０５Ｂ　　３／０２－３／０８