

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年2月7日 (07.02.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/016116 A1(51) 国際特許分類:
H01L 21/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/065194

(22) 国際出願日: 2007年8月2日 (02.08.2007)

(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2006-213540 2006年8月4日 (04.08.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河西 繁 (KASAI, Shigeru) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP).

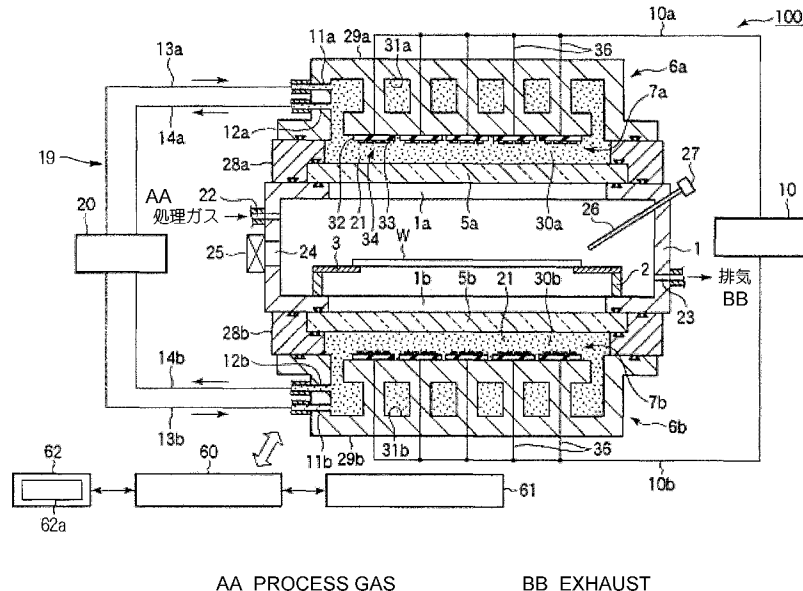
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: ANNEALING APPARATUS AND ANNEALING METHOD

(54) 発明の名称: アニール装置およびアニール方法



(57) Abstract: Disclosed is an annealing apparatus wherein an object is annealed by being irradiated with light. The annealing apparatus comprises a process chamber in which the object is placed, a heating source having a plurality of LED elements for irradiating light onto the object, a feeding device connected to the LED elements for feeding electricity thereto, a cooling device for cooling the LED elements, and a light-transmitting member arranged between the process chamber and the heating source. The LED elements are composed of a GaAs material. These LED elements of the heating source are high-current driven by the feeding device while being cooled by the cooling device, thereby emitting light with high output power.

(57) 要約: アニール装置は、被処理体に光を照射して被処理体をアニールするアニール装置である。アニール装置は、前記被処理体が收容される処理容器と、被処理体に対して光を照射する複数のLED素子を有する加熱源と、前記複数のLED素子に接続され、前記LED

[続葉有]



WO 2008/016116 A1



SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

D素子に給電する給電装置と、前記LED素子を冷却する冷却装置と、前記処理容器と前記加熱源との間に設けられた光透過部材と、を備える。前記LED素子はGaAs系材料から構成されている。前記加熱源の前記LED素子は、前記冷却装置によって冷却されつつ前記給電装置によって高電流駆動され、これにより、高光出力で光を照射するように構成されている。

明 細 書

アニール装置およびアニール方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェハ等の被処理体に対してLEDからの光を照射することにより、被処理体にアニールを行うアニール装置およびアニール方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造において、被処理基板である半導体ウェハ（以下単にウェハと記す）に対して、成膜処理、酸化拡散処理、改質処理、アニール処理等の各種熱処理が施される。そして、昨今における半導体デバイスに対する高速化や高集積化等の要求にともない、熱処理を行う際に、とりわけイオンインプラネーション後のアニール処理を行う際には拡散を最小限に抑えるため、被処理体をより高速で昇降温させることが指向されている。このような高速昇降温が可能なアニール装置として、LED（発光ダイオード）を熱源として用いた装置が提案されている（例えば、特表2005-536045号公報）。LEDによる加熱は、加熱源の黒体輻射ではなく、電子とホールとの再結合による電磁輻射を利用している。したがって、ウェハ等をLEDによって加熱する場合には、ウェハ等の降温速度を速くすることができる。このため、LEDによる加熱は最先端のプロセスへ適用することができる可能性がある。そして昨今においては、ウェハの表面部分のみを加熱する観点から、紫外光～青色光の短い波長の光を射出するLED素子として、GaNから構成されたLEDが多用されている。

[0003] しかしながら、LED素子は一般的にエネルギー密度が低いので、高速昇温するために必要な高パワーをLED素子から得ることは困難である。とりわけ、多用されているGaNから構成されたLED素子は、電流値が所定値以上になると光パワーが飽和する性質を有しており、原理的に大きな光パワーを取り出すことは不可能である。

発明の開示

[0004] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、熱源としてLEDを用いて、大きな光パワーを得ることができるアニール装置およびアニール方法を提供することを目的とする。また、このようなアニール方法を実行するためのプログラム記憶媒体を提

供することを目的とする。

- [0005] 本発明によるアニール装置は、被処理体に光を照射して被処理体をアニールするアニール装置であって、前記被処理体が収容される処理容器と、被処理体に対して光を照射する複数のLED素子を有する加熱源と、前記複数のLED素子に接続され、前記LED素子に給電する給電装置と、前記LED素子を冷却する冷却装置と、前記処理容器と前記加熱源との間に設けられた光透過部材と、を備え、前記LED素子はGaAs系材料から構成されており、前記加熱源の前記LED素子は、前記冷却装置によって冷却されつつ前記給電装置によって高電流駆動され、これにより、高光出力で光を照射するように構成されていることを特徴とする。
- [0006] 本発明によるアニール装置において、前記加熱源は、前記処理容器の両側に設けられているようにしてもよい。
- [0007] また、本発明によるアニール装置において、前記冷却装置は、前記加熱源が収容されるハウジングと、絶縁性を有するとともにLED素子からの光を透過する冷却媒体を、前記ハウジング内に供給する冷却媒体供給機構と、を有するようにしてもよい。
- [0008] さらに、本発明によるアニール装置において、前記冷却媒体は、フッ素系不活性液体であるようにしてもよい。
- [0009] さらに、本発明によるアニール装置において、前記冷却装置は、前記LED素子を0℃以下に冷却し、前記給電装置は、前記LED素子に100mA以上の電流を流すようにしてもよい。
- [0010] 本発明によるアニール方法は、給電された複数のLED素子からの光によって被処理体をアニールするアニール方法であって、被処理体を処理容器に収容する工程と、GaAs系材料から構成されたLED素子を冷却しながら高電流で駆動して、前記LED素子から光を射出させる工程と、を備えることを特徴とする。
- [0011] 本発明によるアニール方法の前記LED素子から光を射出させる工程において、絶縁性を有するとともにLED素子からの光を透過する冷却媒体を前記LED素子に直接接触させることによって、前記LED素子を冷却するようにしてもよい。
- [0012] また、本発明によるアニール方法において、前記冷却媒体は、フッ素系不活性液体であるようにしてもよい。

- [0013] さらに、本発明によるアニール方法の前記LED素子から光を射出させる工程において、前記LED素子を0℃以下に冷却し、前記LED素子に流す電流を100mA以上とするようにしてもよい。
- [0014] 本発明による記録媒体は、給電された複数のLED素子からの光によって被処理体をアニールするアニール装置を制御する制御装置によって実行されるプログラムが記録された記録媒体であって、前記プログラムが前記制御装置によって実行されることにより、被処理体を処理容器に収容する工程と、GaAs系材料で構成されたLED素子を冷却しながら高電流で駆動して、前記LED素子から光を射出させる工程と、を備えるアニール方法を、アニール装置に実施させることを特徴とする。
- [0015] 本発明によれば、処理容器内に被処理体を収容させた状態で、加熱源を構成する複数のLED素子から被処理体に光を照射して被処理体をアニールするにあたり、GaAs系材料から構成されたLED素子を用いる。GaAs系材料で構成されたLED素子は、電流を増加させれば、結合層、量子井戸の容量の分は光出力を増加させることができ、光出力はほぼ電流に比例する。したがって、LED素子の発熱を抑制するためにLED素子を冷却しつつLED素子を高電流駆動することによって、LED素子から高光出力を得ることができる。また、GaAs系材料で構成されたLED素子は温度が低下するほど光出力が増加する。したがって、LED素子を冷却することによって、さらに、LED素子から高光出力を得ることができる。これらのことから、大きな光パワーで被処理体のアニールを行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係るアニール装置の概略構成を示す断面図である。
- [図2]図2は、図1に示されたアニール装置の加熱源を拡大して示す断面図である。
- [図3]図3は、図1に示されたアニール装置の加熱源におけるLEDアレイの配列を説明するための模式図である。
- [図4]図4は、図1に示されたアニール装置において冷却媒体として用いられ得るフッ素樹脂の透過率曲線を示すグラフである。
- [図5]図5は、シリコンの放射(吸収)特性を示すグラフである。

[[図6A]]図6Aは、GaAsから構成されたLED素子の電圧－電流特性を示すグラフである。

[[図6B]]図6Bは、GaNから構成されたLED素子の電圧－電流特性を示すグラフである。

[[図7]]図7は、GaNから構成されたLED素子の電流－光出力特性と、GaAsから構成されたLED素子の電流－光出力特性と、を示すグラフである。

[[図8]]図8は、GaNから構成されたLED素子の温度－光出力特性と、GaAsから構成されたLED素子の温度－光出力特性と、を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照しながら本発明の一実施形態について説明する。以下の実施の形態においては、表面に不純物が注入されたウエハをアニールするためのアニール装置を例にあげて説明する。ここで、図1は、本発明の一実施の形態に係るアニール装置の概略構成を示す断面図である。

[0018] アニール装置100は、気密に構成され、ウエハWが搬入される処理容器1を有している。処理容器1の底部からは支持柱2が立設しており、支持柱2の上端から内側に延びるようにウエハWを水平に支持する支持部材3が設けられている。処理容器1の天壁および底壁のウエハWに対応する部分には、それぞれ開口部1a, 1bが形成されている。この開口部1a, 1bを覆うように、光透過部材5a, 5bが気密に設けられている。また、処理容器1の側壁には、図示しない処理ガス供給機構から所定の処理ガスが導入される処理ガス導入口22と、図示しない排気装置が接続された排気口23と、が設けられている。さらに、処理容器1の側壁には、処理容器1に対するウエハWの搬入出を行うための搬入出口24が設けられている。この搬入出口24はゲートバルブ25により開閉可能となっている。処理容器1の内部には、支持部材3上に載置されたウエハWの温度を測定するための温度センサー26が設けられている。また、温度センサー26は処理容器1の外側に配置された計測部27に接続されている。この計測部27から後述するプロセスコントローラ60に温度検出信号が出力されるようになっている。

[0019] 処理容器1の天壁の上には、光透過部材5aを囲繞するように第1ハウジング6aが

設けられている。同様に、処理容器1の底壁の下には光透過部材5bを圍繞するように第2ハウジング6bが設けられている。ハウジング6a, 6b内には、それぞれ複数のLED素子を有する加熱源7a, 7bが收容されている。

[0020] 第1ハウジング6aは、光透過部材5aを周囲から取り囲み、光透過部材5aの周囲を保持する保持部材28aと、保持部材28aに密着して固定された放熱部材29aと、を有している。放熱部材29aは、光透過部材5aに対向する位置において、加熱源7aを保持している。放熱部材29aの加熱源7aを支持する下面と、光透過部材5aと、の間には、冷却媒体を收容し得る空間30aが形成されている。また、放熱部材29aには、冷却媒体を流通させるための貫通孔や溝等からなる冷却媒体流路31aが形成されている。放熱部材29aは、加熱源7aからの発熱を放熱させるようになっており、例えば、銅から構成され得る。

[0021] 第2ハウジング6bは、光透過部材5bを周囲から取り囲み、光透過部材5bの周囲を保持する保持部材28bと、保持部材28bに密着して固定された放熱部材29bと、を有している。放熱部材29bは、光透過部材5bに対向する位置において、加熱源7bを保持している。放熱部材29bの加熱源7bを支持する上面と、光透過部材5bと、の間には、冷却媒体を收容し得る空間30bが形成されている。また、放熱部材29bには、冷却媒体を流通させるための貫通孔や溝等からなる冷却媒体流路31bが形成されている。放熱部材29bは、加熱源7bからの発熱を放熱させるようになっており、例えば、銅から構成され得る。

[0022] 加熱源7a, 7bは、図2に拡大して示すように、絶縁性を有する高熱伝導性材料、典型的にはAlNセラミックスからなる支持部材32と、支持部材32上に搭載された多数のLED素子33と、を有するLEDアレイ34を複数含んでいる。加熱源7aにおいて、複数のLEDアレイ34は放熱部材29aの下面に配置されており、一方、加熱源7bにおいて、複数のLEDアレイ34は放熱部材29bの上面に配置されている。LEDアレイ34の支持部材32とLED素子33との間には電極35が設けられている。この電極35は、放熱部材29a, 29bの内部を通過する給電部材36に接続されている。また、一つのLED素子33に対応する電極35と、このLED素子に隣接するLED素子33に対応する電極35と、はこれらの間を延びる接続ワイヤ37を介して接続されている。給電

装置10は給電線10a, 10bを介して加熱源7a, 7bの給電部材36に接続されており、給電部材36を介して給電装置10から各LED素子33に給電が行われる。そして、LED素子33に給電することによりLED素子33が発光し、その光によりウェハWが表裏面から加熱されてアニール処理される。各LEDアレイ34は、平面視において例えば六角形状をなし、例えば図3に示すように配置される。一つのLEDアレイ34には、例えば2000～5000個程度のLED素子33が搭載される。LED素子33はGaAs系材料、例えばGaAs、GaAsAlで構成される。

[0023] 第1ハウジング6aの側壁には、冷却媒体導入口11aおよび冷却媒体排出口12aが設けられている。同様に、第2ハウジング6bの側壁には、冷却媒体導入口11bおよび冷却媒体排出口12bが設けられている。冷却媒体導入口11a, 11bにはそれぞれ冷却媒体供給配管13a, 13bが接続されている。一方、冷却媒体排出口12a, 12bには冷却媒体排出配管14a, 14bが接続されている。冷却媒体供給配管13a, 13bは冷却媒体供給機構20に接続されており、この冷却媒体供給機構20により冷却媒体供給配管13a, 13bを介して第1ハウジング6aおよび第2ハウジング6b内に液体状の冷却媒体21が供給される。このような、冷却媒体供給機構20、冷却媒体供給配管13a, 13bおよび冷却媒体導入口11a, 11bを含む冷却装置19によって、第1ハウジング6aおよび光透過部材5aの間の空間30aと、第2ハウジング6bおよび光透過部材5bの間の空間30bと、が冷却媒体21で充填されるようになる。また、第1ハウジング6aおよび光透過部材5aの間の空間30a内の冷却媒体21は冷却媒体排出配管14aを介して回収され、第2ハウジング6bおよび光透過部材5bの間の空間30b内の冷却媒体21は冷却媒体排出配管14bを介して回収される。すなわち、冷却媒体21は冷却媒体供給機構20により循環されるようになっている。

[0024] 冷却媒体21としては、LED素子33を十分に冷却することができる冷却能力を有し、絶縁性であり、LED素子33から照射される光の波長に対して透過性を有する液体が用いられ得る。また、LED素子33から射出された光が全反射しないように、屈折率が1よりも大きく、LED素子33を構成する材料であるGaAs系材料(GaAsの場合には屈折率3.6)よりも小さい値の物質を用いることが好ましい。効率の観点から、LED素子33から照射される光の波長に対する透過率は90%以上が好ましく、LED素

子33から照射される光に対して透明(透過率がほぼ100%)であることがさらに好ましい。このような物質としては、フッ素系不活性液体(商品名フロリナート、ガルデン等)を挙げることができる。フロリナートの可視光透過率は図4に示すようにほぼ100%であり、屈折率は約1.25である。

[0025] この冷却媒体21は、図1に示すように、第1および第2ハウジング6a、6bと光透過部材5a、5bとの間の空間30a、30bにおいて、加熱源7a、7bを構成するLED素子33に直接接触するようになっている。また、この冷却媒体21は、第1ハウジング6aにおける放熱部材29aの冷却媒体流路31aおよび第2ハウジング6bにおける放熱部材29bの冷却媒体流路31bにも供給され、LED素子33は直接冷却媒体21によって冷却される他、その熱が放熱部材29a、29bに放熱されることによっても冷却されることから、極めて効率的な冷却がなされる。なお、LED素子33は、0℃以下まで冷却されることが好ましい。

[0026] なおLED素子33の発光面に直接冷却媒体21が接触することから、冷却媒体21中に僅かに溶解している気体(空気)が発光面において気泡となり、LED素子33の発光効率を低下させる恐れがある。このため冷却媒体21は予め脱気、脱泡処理を施してから使用に供されることが好ましい。この際の脱気、脱泡処理としては、冷却媒体21の入った密閉容器を、単に真空ポンプで真空引きするだけでよい。

[0027] LED素子33は、上述したようにGaAs系材料から構成される。LED素子33を形成するGaAs系材料としては、GaAs、GaAsAlが例示される。これらの材料は、放射光の中心波長が950～970nm程度の近赤外領域であり、その放射光帯域の幅は50nm程度と狭い。アニール対象をシリコン製のウエハWとした場合、アニール対象の放射(吸収)特性は図5に示すようなものとなる。GaAs系材料の放射波長である950～970nm付近では放射率(吸収率)が0.65程度であって、放射率の値は温度によらずほぼ一定である。一方、従来LED素子として多用されてきたGaNは、放射光の中心波長が360～520nm程度の紫外～青色領域である。そして、GaNからなるLED素子の放射波長におけるシリコンの放射率(吸収率)は0.6程度である。したがって、GaAs系材料で構成されたLED素子33から射出される光の方が、GaN系材料で構成されたLED素子からの光よりも、高い吸収率でシリコン製のウエハWに吸収される

。

[0028] また、GaAs系材料から構成されたLED素子は、GaAsを例にとると、電圧－電流特性が、図6Aに示すようになる。すなわち、GaAs系材料から構成されたLED素子では、順電圧の変化によって順電流が大きく変化する。一方、従来のGaN系材料から構成されたLED素子は、GaAsを例にとると、電圧－電流特性が、図6Bに示すようになる。すなわち、従来のGaN系材料からなるLED素子における順電圧の変化にともなった順電流の変化は、GaAs系材料からなるLED素子における順電圧の変化にともなった順電流の変化よりも小さくなる。したがって、GaAs系材料からなるLED素子において、電流制御の必要性は大きいこととなる。

[0029] 図7として示されたグラフにおいて、GaAs系材料から構成されたLED素子の電流－光出力特性と、GaN系材料から構成されたLED素子の電流－光出力特性と、が比較されている。このグラフにも示されているように、GaN系材料から構成されたLED素子においては、駆動電流が定格電流(50mA)の1.5倍程度を超えると、光出力が飽和する。一方、GaAs系材料から構成されたLED素子においては、駆動電流が定格電流(50mA)を大きく超えても、電流に比例して光出力が増加していく。つまり、GaAs系材料から構成されたLED素子33については、駆動電流を増加させれば、結合層、量子井戸の容量の分は光出力を増加させることができる。ただし、LED素子自体の発熱による発光量の低下が存在するため、室温では大きな光出力増加は得られない。しかしながら、上述したように冷却媒体21および放熱部材29a, 29bを用いてLED素子33を冷却することにより、GaAs系材料から構成されたLED素子33から大きな光出力を得ることができるようになる。LED素子33を冷却する場合、発熱による発光量の低下を有効に抑制して十分な光出力を得るためには、冷却媒体21による冷却温度は0℃以下であることが好ましい。また、GaAs系材料から構成されたLED素子33には、パルスモードによる動作が規定されており、その場合の電流値は1A(室温)である。したがって、このように冷却媒体21および放熱部材29a, 29bによりLED素子33を冷却しつつ、定格電流の20倍に相当する1Aの電流を連続モードでLED素子33へ供給することによって、定格電流をLED素子33に供給した場合と比較して20倍の光出力をLED素子33から得ることができるようになる。なお、有効な

光出力を得る観点から、GaAs系材料から構成されたLED素子33に供給する電流値は100mA以上であることが好ましい。

[0030] 図8として示されたグラフにおいて、GaAs系材料から構成されたLED素子33の温度－光出力特性と、GaN系材料から構成されたLED素子の温度－光出力特性と、が比較されている。このグラフに示されているように、GaN系材料から構成されたLED素子の光出力は、温度によってあまり変化しない。一方、GaAs系材料から構成されたLED素子33の光出力は、温度が低下すると、著しく増加する。図8から、GaAs系材料から構成されたLED素子33において、 -50°C の場合の光出力は、室温の場合($25\sim 30^{\circ}\text{C}$)の光出力の2倍程度になることが理解される。

[0031] すなわち、冷却媒体21による冷却により、LED素子33の高電流駆動が実現だけでなく、さらに、LED素子33の温度低下自体が直接光出力増加に寄与するようになる。そして、LED素子33の駆動電流を増加することによって光出力を向上させることができることと、LED素子33を冷却することによって光出力を向上させることができることと、によって極めて大きな光出力をLED素子33から得ることができる。例えばLED素子33を -50°C に冷却して1Aの電流を流せば、室温において定格電流で光照射した場合に比べて、電流増加分で20倍、温度による効果で2倍、合計40倍の光出力を獲得することができる。GaN系材料から構成されたLED素子を用いた場合には、電流値に対する光出力の増加が定格電流の1.5倍程度で飽和する。また、GaN系材料から構成されたLED素子を用いた場合、LED素子の温度の低下により光出力を増加させることはできないので、冷却による光出力増加の効果を期待することもできない。このようなGaN系材料から構成されたLED素子に対し、GaAs系材料から構成されたLED素子33では、LED素子33を冷却しながらLED素子33を高電流駆動することにより、LED素子33からの光出力を飛躍的に高めることができる。

[0032] 図1に示すように、アニール装置100の各構成要素は、マイクロプロセッサ(コンピュータ)を備えたプロセスコントローラ60に接続されて制御されるように、構成されている。プロセスコントローラ60には、工程管理者がアニール装置100を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、アニール装置100の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザーインターフェース61が接続されている。

さらに、プロセスコントローラ60には、アニール装置100で実行される各種処理をプロセスコントローラ60の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じてアニール装置100の各構成要素に処理を実行させるためのプログラムすなわちレシピを格納することが可能な記憶装置62が接続されている。レシピは、記憶装置62に含まれたハードディスクや半導体メモリーからなる記録媒体62aに記録されていてもよい。あるいは、レシピは、CDROMやDVD等の可搬性の記録媒体62aに記録されていてもよい。可搬性の記録媒体62aは記憶装置62の所定位置にセットされ、これにより、プロセスコントローラ60が記録媒体62aに記録されたレシピを読み取ることができるようにしてもよい。さらに、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。そして、必要に応じて、ユーザーインターフェース61からの指示等にて任意のレシピを記憶装置62の記録媒体62aから呼び出してプロセスコントローラ60に実行させることで、プロセスコントローラ60の制御下で、アニール装置100での所望の処理が行われる。

[0033] 次に、以上のようなアニール装置100を用いて実行され得るアニール方法の一例について説明する。まず、ゲートバルブ25を開にして搬入出口24からウエハWを搬入し、支持部材3上に載置する。その後、ゲートバルブ25を閉じて処理容器1内を密閉状態とする。次に、排気口23を介して図示しない排気装置により処理容器1内を排気する。また、図示しない処理ガス供給機構から処理ガス導入口22を介して所定の処理ガス、例えばアルゴンガスまたは窒素ガスを処理容器1内に導入し、処理容器1内の圧力を例えば100～10000Paの範囲内の所定の圧力に維持する。

[0034] この状態で、冷却装置19を用い、加熱源7a, 7bのLED素子33を0℃以下の所定の温度、好ましくは-50℃以下の温度に冷却する。具体的には、冷却装置19の冷却媒体供給機構20から、冷却媒体供給配管13a, 13bおよび冷却媒体導入口11a, 11bを介し、液体状の冷却媒体21、例えばフッ素系不活性液体(商品名フロリナート、ガルデン等)をハウジング6a, 6bと光透過部材5a, 5bとの間の空間30a, 30bに送り込む。同時に、冷却媒体排出口12a, 12bおよび冷却媒体排出配管14a, 14bを介し、空間30a, 30bから冷却媒体供給機構20まで冷却媒体21を排出する。すなわち、空間30a, 30bを冷却媒体21で満たしつつ、空間30a, 30bと冷却媒体供給

機構20との間で冷却媒体21を循環させる。この結果、上述したように、空間30a, 30bへ露出した加熱源7a, 7bが冷却媒体21によって冷却されるとともに、放熱部材29a, 29bに支持された加熱源7a, 7bから放熱部材29a, 29bへ放熱されるようになる。

[0035] また、給電装置10から加熱源7a, 7bのLED素子33に所定の電流を供給してLED素子33を点灯させる。この際に、LED素子33はGaAs系材料、例えばGaAs、GaAsAlで構成されている。そして、GaAs系材料から構成されたLED素子の光出力はほぼ電流に比例するので、LED素子33を冷却しつつ例えば100mA以上まで駆動電流を上昇させることによって、LED素子33から大きな光出力を得ることができる。さらに、上述したように、GaAs系材料から構成されたLED素子33の光出力は冷却による温度低下自体によっても上昇する。したがって、冷却媒体21を用いてLED素子33を冷却し、LED素子自身の発熱によるLED素子33の発光量の低下を抑制しながら、LED素子33を駆動することにより、LED素子33から著しく大きな光出力を得ることができる。これらのことから、従来よりも高い500°C/sec程度以上の加熱速度でウエハWを急速加熱することができ、従来よりも高速加熱が要求されるアニールに対しても十分に適用可能となる。

[0036] なお、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施の形態では、被処理体であるウエハの両側にLED素子を有する加熱源を設けた例について説明したが、被処理体のいずれか一方の側のみに加熱源を設けたものであってもよい。また、LED素子を冷却媒体に直接浸漬させて冷却する例について示したが、これに限るものではない。被処理体についても、半導体ウエハに限らず、FPD用ガラス基板などの他のものを対象にすることができる。

産業上の利用可能性

[0037] 本発明は、不純物が注入された後のアニール処理等、急速加熱が必要な用途に好適である。

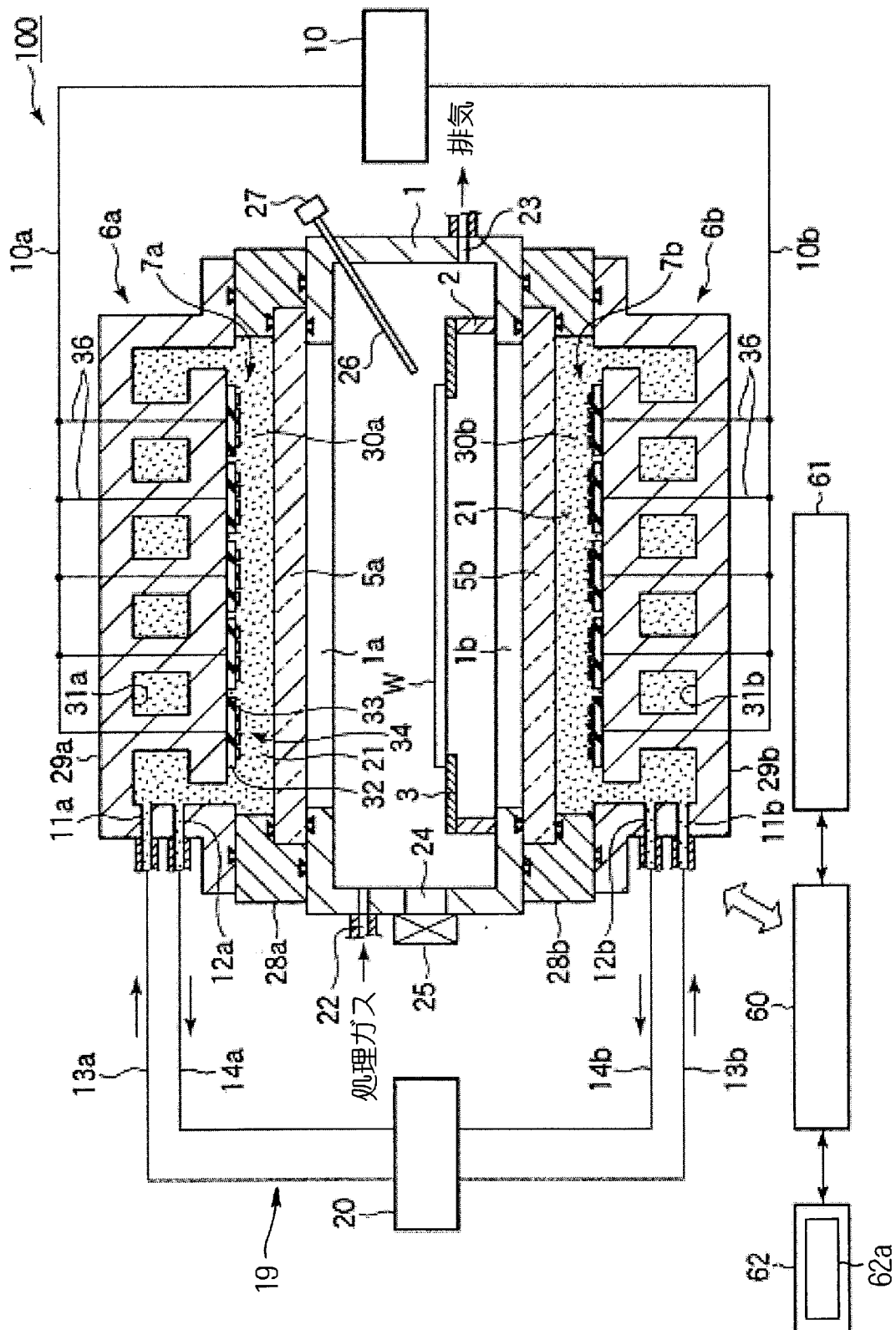
請求の範囲

- [1] 被処理体に光を照射して被処理体をアニールするアニール装置であって
前記被処理体が収容される処理容器と、
被処理体に対して光を照射する複数のLED素子を有する加熱源と、
前記複数のLED素子に接続され、前記LED素子に給電する給電装置と、
前記LED素子を冷却する冷却装置と、
前記処理容器と前記加熱源との間に設けられた光透過部材と、を備え、
前記LED素子はGaAs系材料から構成されており、
前記加熱源の前記LED素子は、前記冷却装置によって冷却されつつ前記給電装置によって高電流駆動され、これにより、高光出力で光を照射するように構成されている
ことを特徴とするアニール装置。
- [2] 前記加熱源は、前記処理容器の両側に設けられている
ことを特徴とする請求項1に記載のアニール装置。
- [3] 前記冷却装置は、
前記加熱源が収容されるハウジングと、
絶縁性を有するとともにLED素子からの光を透過する冷却媒体を、前記ハウジング内に供給する冷却媒体供給機構と、を有する
ことを特徴とする請求項1に記載のアニール装置。
- [4] 前記冷却媒体は、フッ素系不活性液体である
ことを特徴とする請求項3に記載のアニール装置。
- [5] 前記冷却装置は、前記LED素子を0℃以下に冷却し、
前記給電装置は、前記LED素子に100mA以上の電流を流す
ことを特徴とする請求項1に記載のアニール装置。
- [6] 給電された複数のLED素子からの光によって被処理体をアニールするアニール方法であって、
被処理体を処理容器に収容する工程と、
GaAs系材料から構成されたLED素子を冷却しながら高電流で駆動して、前記LE

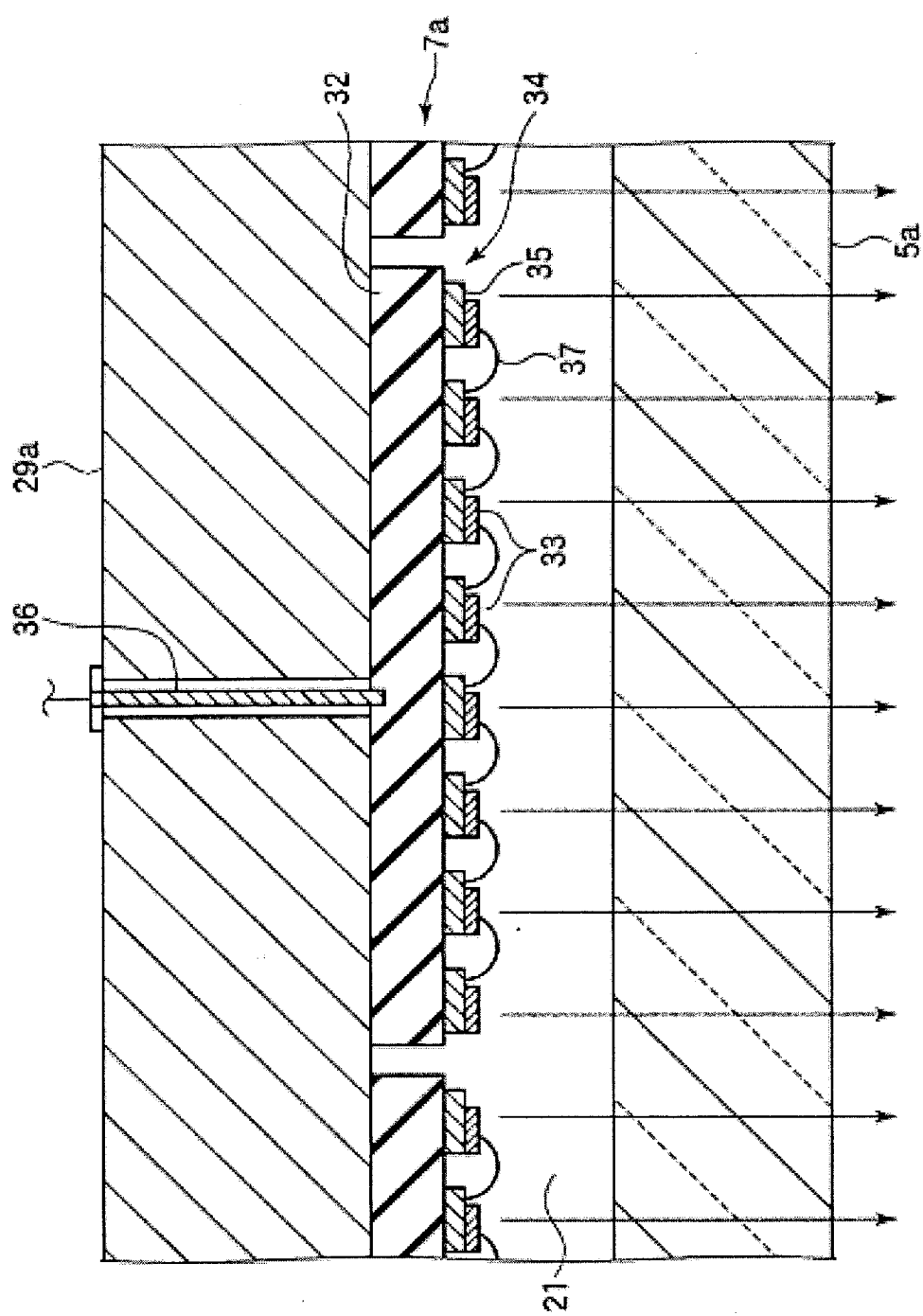
D素子から光を射出させる工程と、を備える
ことを特徴とするアニール方法。

- [7] 前記LED素子から光を射出させる工程において、絶縁性を有するとともにLED素子からの光を透過する冷却媒体を前記LED素子に直接接触させることによって、前記LED素子を冷却することを特徴とする請求項6に記載のアニール方法。
- [8] 前記冷却媒体は、フッ素系不活性液体であることを特徴とする請求項7に記載のアニール方法。
- [9] 前記LED素子から光を射出させる工程において、前記LED素子を0℃以下に冷却し、前記LED素子に流す電流を100mA以上とすることを特徴とする請求項6に記載のアニール方法。
- [10] 給電された複数のLED素子からの光によって被処理体をアニールするアニール装置を制御する制御装置によって実行されるプログラムが記録された記録媒体であって、
前記プログラムが前記制御装置によって実行されることにより、
被処理体を処理容器に収容する工程と、
GaAs系材料で構成されたLED素子を冷却しながら高電流で駆動して、前記LED素子から光を射出させる工程と、を備えるアニール方法を、
アニール装置に実施させることを特徴とする記録媒体。

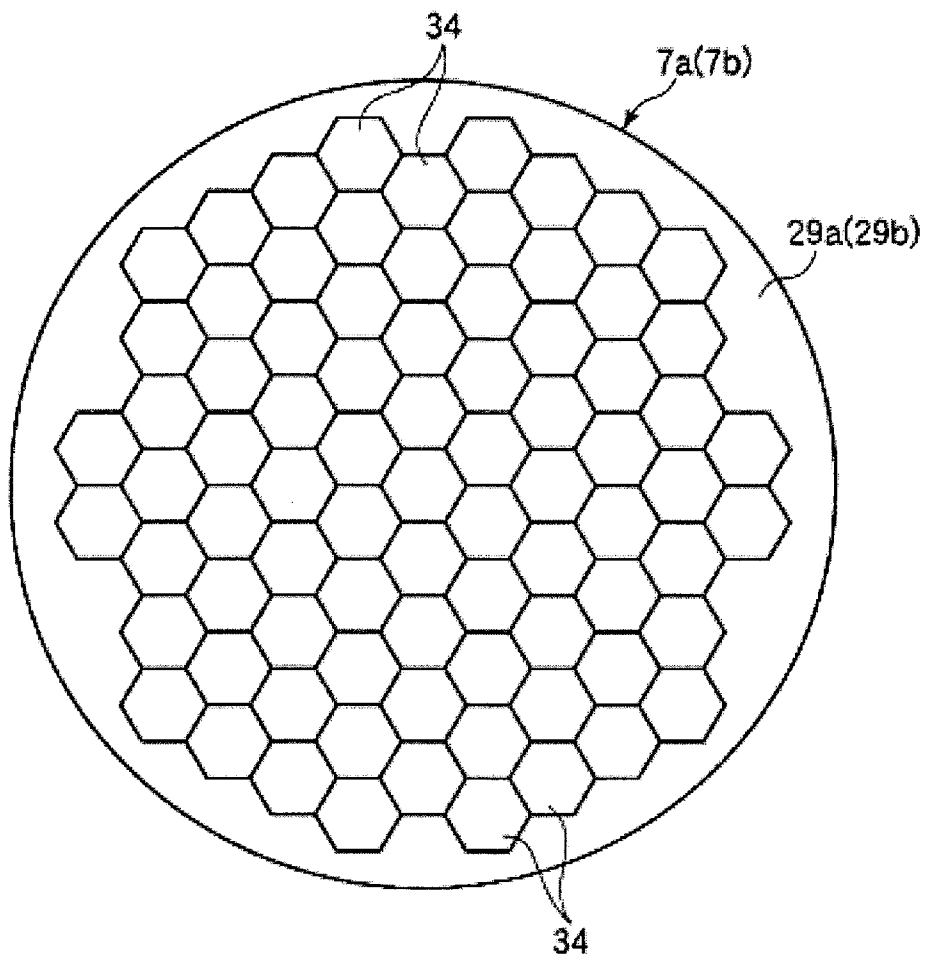
[図1]



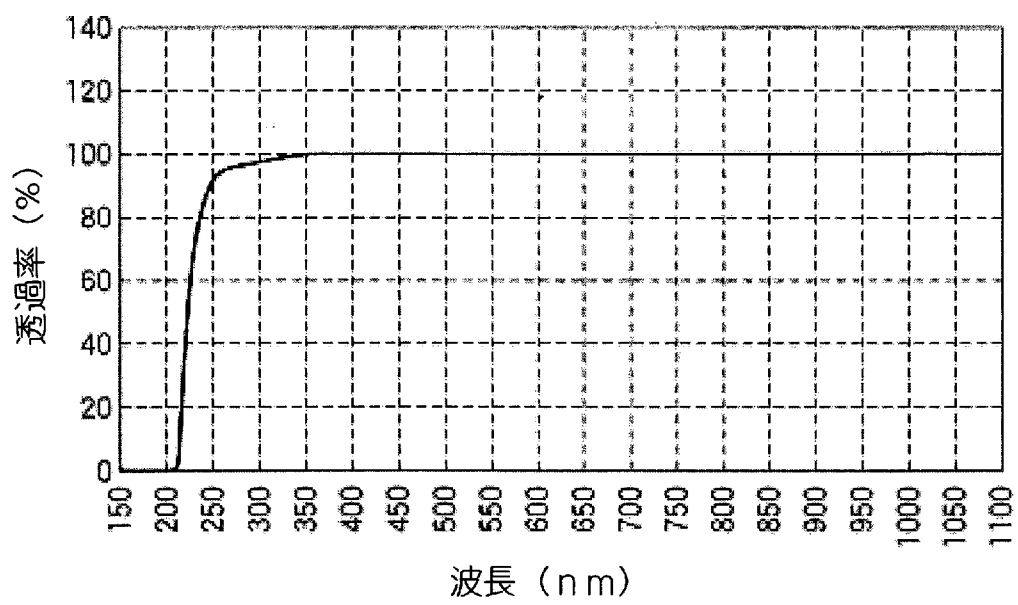
[図2]



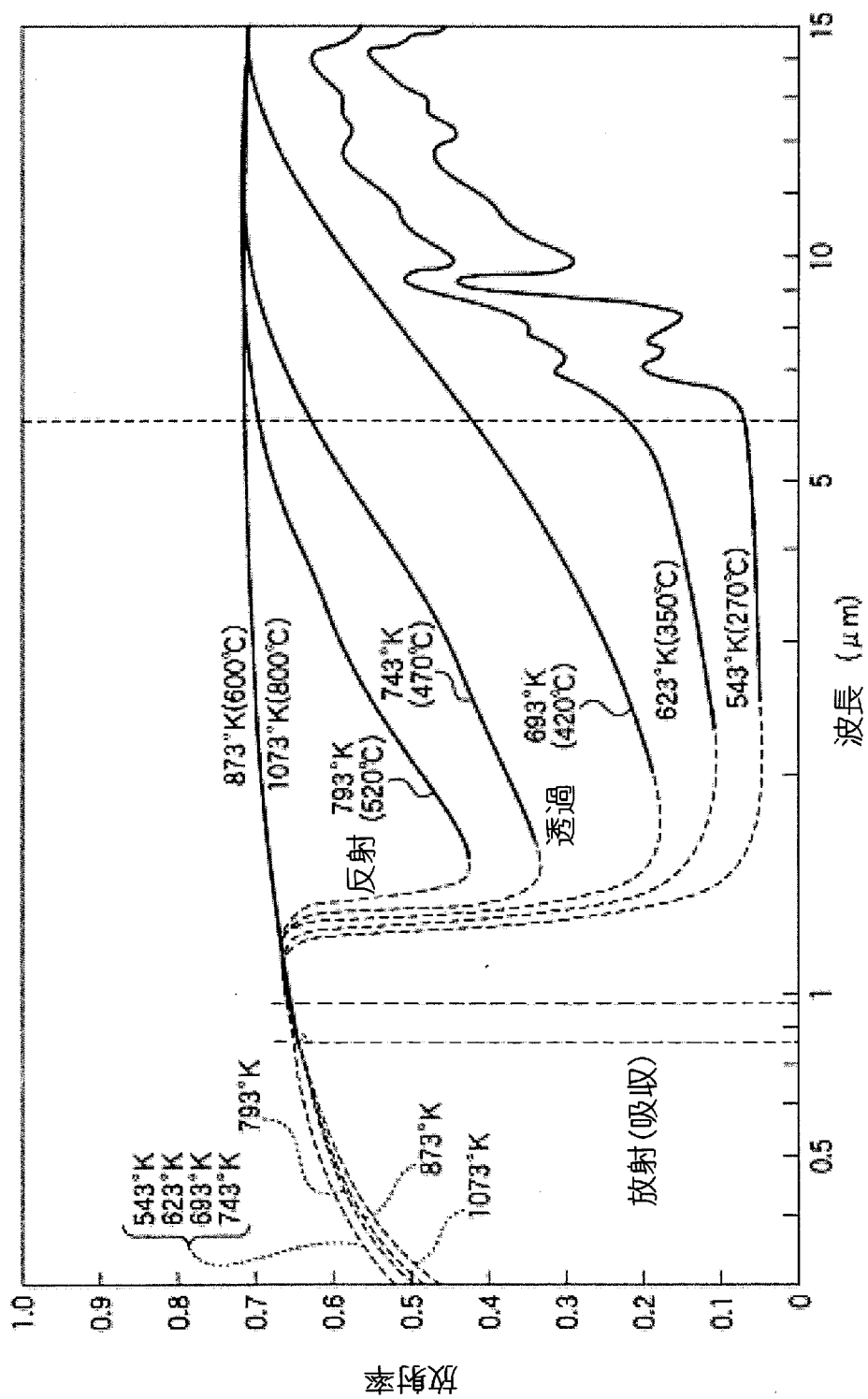
[図3]



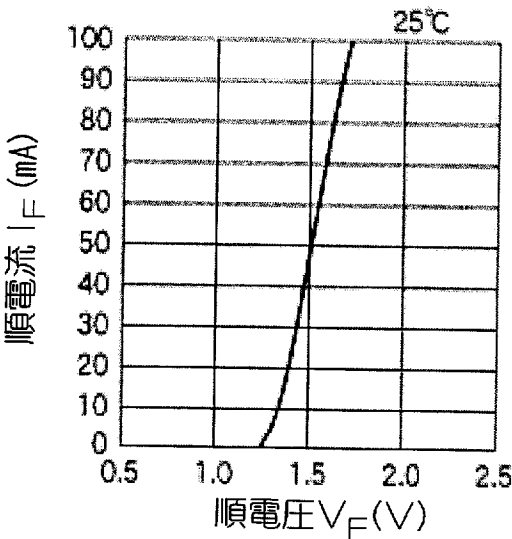
[図4]



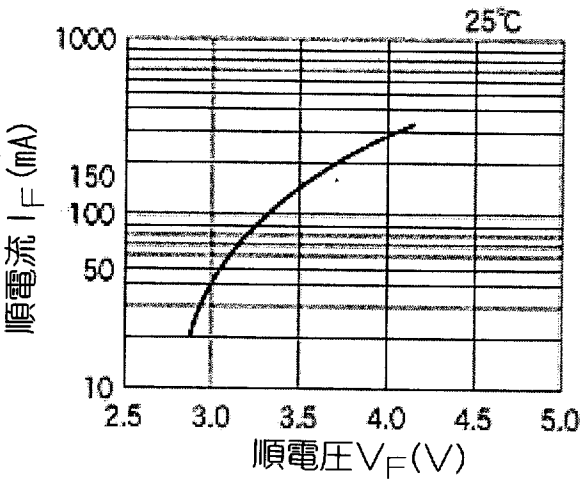
[図5]



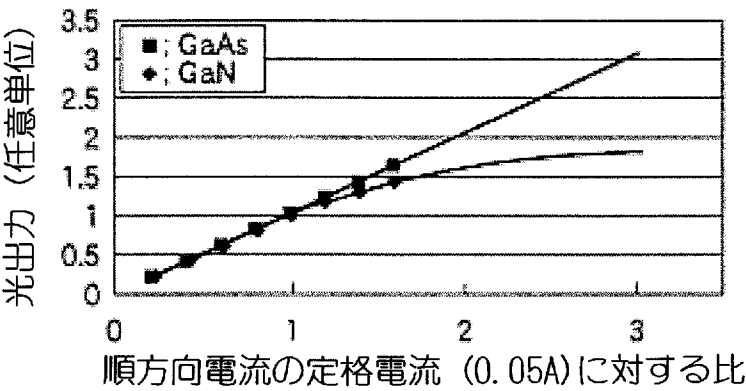
[図6A]



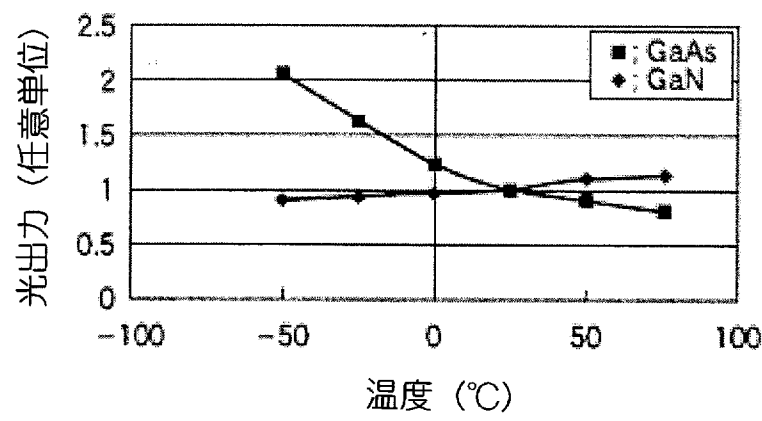
[図6B]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/065194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/26(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, H01L33/00

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-59931 A (Canon Anelva Corp.), 02 March, 2006 (02.03.06), Par. Nos. [0003], [0024] to [0060]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-10
Y	JP 2005-536045 A (ASM America Inc.), 24 November, 2005 (24.11.05), Par. Nos. [0036] to [0062]; Figs. 9 to 13 & WO 2004/015348 A1 & US 2004/0026400 A1	1-10
Y	JP 6-5923 A (Mitsubishi Kasei Polytec Co.), 14 January, 1994 (14.01.94), Par. Nos. [0005] to [0011]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	2-5, 7-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 October, 2007 (22.10.07)Date of mailing of the international search report
06 November, 2007 (06.11.07)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/065194

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 57-141986 A (Fujitsu Ltd.), 02 September, 1982 (02.09.82), Page 2, upper left column, lines 1 to 5; page 2, lower left column, lines 2 to 7; page 2, lower left column, line 17 to page 3, upper right column, line 11; Figs. 1 to 3 (Family: none)	2-5, 7-9
Y	JP 7-99372 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 April, 1995 (11.04.95), Par. Nos. [0020] to [0021], [0029] to [0031], [0046] to [0048]; Figs. 1, 5, 10 (Family: none)	2-5, 7-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L21/26(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（I P C）） Int.Cl. H01L21/26, H01L33/00			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
Y	JP 2006-59931 A (キヤノンアネルバ株式会社) 2006.03.02, 【0003】, 【0024】 - 【0060】, 図 1-5 (ファミリーなし)	1-10	
Y	JP 2005-536045 A (エーエスエム アメリカ インコーポレイテッド) 2005.11.24, 【0036】 - 【0062】, 図 9-13 & WO 2004/015348 A1 & US 2004/0026400 A1	1-10 2-5, 7-9	
Y	JP 6-5923 A (三菱化成ポリテック株式会社) 1994.01.14, 【0005】 - 【0011】, 図 1-2 (ファミリーなし)		
☒ 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 「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 22.10.2007		国際調査報告の発送日 06.11.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 和瀬田 芳正	4 L 2929
		電話番号 03-3581-1101 内線 3498	

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 57-141986 A (富士通株式会社) 1982.09.02, 2 頁左上欄 1-5 行, 2 頁左下欄 2-7 行, 2 頁左下欄 17 行-3 頁右上欄 11 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	2-5, 7-9
Y	JP 7-99372 A (松下電器産業株式会社) 1995.04.11, 【0020】-【0021】, 【0029】-【0031】, 【0046】-【0048】, 図 1, 図 5, 図 10 (ファミリーなし)	2-5, 7-9