

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6976658号
(P6976658)

(45) 発行日 令和3年12月8日 (2021. 12. 8)

(24) 登録日 令和3年11月12日 (2021. 11. 12)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/268 (2006. 01)	HO 1 L 21/268 Z
HO 1 L 21/683 (2006. 01)	HO 1 L 21/268 T
	HO 1 L 21/68 N

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-240419 (P2017-240419)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成29年12月15日 (2017. 12. 15)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2019-110152 (P2019-110152A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	令和1年7月4日 (2019. 7. 4)	(74) 代理人	100105887
審査請求日	令和2年7月15日 (2020. 7. 15)		弁理士 来山 幹雄
		(72) 発明者	田中 哲平
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重 機械工業株式会社 横須賀製造所内
		審査官	桑原 清

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャックプレート及びアニール装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アニール対象物と保持テーブルとの間に配置されて使用され、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を減衰させる機能を持つチャックプレートであって、

前記アニール対象物が保持される上面は、前記アニール対象物が保持された状態で前記アニール対象物に接触する一様な領域と、前記アニール対象物と重なるが前記アニール対象物に接触しない非接触領域とを含み、

前記アニール対象物が保持される上面の前記非接触領域、及び前記保持テーブルの方を向く下面の少なくとも一方に、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を吸収する色素を含む吸収膜が設けられているチャックプレート。

【請求項2】

アニール対象物を保持する保持テーブルと、
前記保持テーブルと前記アニール対象物との間に配置されるチャックプレートと、
前記保持テーブルに保持された前記アニール対象物を加熱する加熱機構と、
前記保持テーブルに保持され、前記加熱機構によって加熱された前記アニール対象物からの熱放射光を検出する熱放射光検出器と
を有し、

前記チャックプレートの、前記アニール対象物が保持される上面は、前記アニール対象物が保持された状態で前記アニール対象物に接触する一様な領域と、前記アニール対象物

10

20

と重なるが前記アニール対象物に接触しない非接触領域とを含み、

前記チャックプレートの、前記アニール対象物が保持される上面の前記非接触領域、及び前記保持テーブルの方を向く下面の少なくとも一方に、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を吸収する色素が塗布されているアニール装置。

【請求項 3】

前記チャックプレートは、前記熱放射光検出器によって検出される波長域の熱放射光を減衰させる請求項 2 に記載のアニール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、チャックプレート及びアニール装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フラッシュランプアニール法で半導体ウエハを高速加熱する際に、半導体の表面の温度を測定する技術が知られている（特許文献 1）。例えば、半導体ウエハ表面からの熱放射光を検出することにより、半導体表面の温度を測定することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 235858 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

半導体ウエハからの熱放射光を検出することにより、半導体ウエハの表面温度を測定する場合、種々の要因により正確な温度を測定することが困難な状況が生じ得る。例えば、保持テーブルの上にチャックプレートを介して半導体ウエハを保持して加熱する場合、半導体ウエハの下のチャックプレートや保持テーブルの形状等に起因して測定精度が低下する現象が生じることが判明した。本発明の目的は、熱放射光を検出することによる温度測定 30 の精度を高めることが可能なチャックプレート及びアニール装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一観点によると、

アニール対象物と保持テーブルとの間に配置されて使用され、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を減衰させる機能を持つチャックプレートであって、

前記アニール対象物が保持される上面は、前記アニール対象物が保持された状態で前記アニール対象物に接触する一様な領域と、前記アニール対象物と重なるが前記アニール対象物に接触しない非接触領域とを含み、

40

前記アニール対象物が保持される上面の前記非接触領域、及び前記保持テーブルの方を向く下面の少なくとも一方に、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を吸収する色素を含む吸収膜が設けられているチャックプレートが提供される。

【0006】

本発明の他の観点によると、

アニール対象物を保持する保持テーブルと、

50

前記保持テーブルと前記アニール対象物との間に配置されるチャックプレートと、
前記保持テーブルに保持された前記アニール対象物を加熱する加熱機構と、
前記保持テーブルに保持され、前記加熱機構によって加熱された前記アニール対象物からの熱放射光を検出する熱放射光検出器と
を有し、

前記チャックプレートの、前記アニール対象物が保持される上面は、前記アニール対象物が保持された状態で前記アニール対象物に接触する一様な領域と、前記アニール対象物と重なるが前記アニール対象物に接触しない非接触領域とを含み、

前記アニール対象物が保持される上面の前記非接触領域、及び前記保持テーブルの方を向く下面の少なくとも一方に、前記アニール対象物から放射されて前記保持テーブルに向かう熱放射光を吸収する色素が塗布されているアニール装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0008】

アニール対象物から下方に向かい、保持テーブルで反射され、チャックプレート及びアニール対象物を透過して上方に向かう熱放射光を減衰させることができる。その結果、熱放射光の強度を測定する際に、チャックプレートや保持テーブルの影響を受けにくくなる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

20

【図1】図1は、実施例によるレーザアニール装置の概略図である。

【図2】図2Aは、保持テーブルの一部分の平面図であり、図2Bは、チャックプレートの一部の平面図である。

【図3】図3は、比較例によるレーザアニール装置を用いてアニール対象物をアニールした時に取得された熱放射光の強度の検出結果の分布の一部分を示す図である。

【図4】図4Aは、比較例によるレーザアニール装置の、貫通孔が設けられていない箇所のチャックプレート、保持テーブル、及びアニール対象物の断面図であり、図4Bは、貫通孔が設けられている箇所のチャックプレート、保持テーブル、及びアニール対象物の断面図である。

【図5】図5Aは、実施例によるレーザアニール装置の、貫通孔が設けられていない箇所のチャックプレート、保持テーブル、及びアニール対象物の断面図であり、図5Bは、貫通孔が設けられている箇所のチャックプレート、保持テーブル、及びアニール対象物の断面図である。

30

【図6】図6は、実施例によるレーザアニール装置でアニールを行う際に取得された熱放射光の強度の検出結果の分布を示す図である。

【図7】図7は、比較例によるレーザアニール装置を用いてアニールを行ったときの温度の測定結果と、実施例によるレーザアニール装置を用いてアニールを行ったときの温度の測定結果とを比較して示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

40

図1、図2A、及び図2Bを参照して、実施例によるレーザアニール装置について説明する。

【0011】

図1は、実施例によるレーザアニール装置の概略図である。チャンバ10内に移動機構12によって保持テーブル13が支持されている。移動機構12は、保持テーブル13を水平面内で移動させることができる。保持テーブル13の上に、チャックプレート14を介してアニール対象物30が保持される。保持テーブル13は、真空チャック機構を含み、チャックプレート14は、保持テーブル13の真空チャック機構の作用をアニール対象物30まで及ぼすための複数の貫通孔を有する。アニール対象物30は、例えば、ドーパントが注入されたシリコンウエハ等の半導体ウエハである。実施例によるレーザアニール

50

装置は、例えばドーパントの活性化アニールを行う。

【 0 0 1 2 】

保持テーブル 1 3 は、例えばアルミニウム等の金属で形成される。チャックプレート 1 4 には、保持テーブル 1 3 の材料よりも硬い材料、例えばセラミック等が用いられる。チャックプレート 1 4 は、例えば高い面精度を得る目的で、保持テーブル 1 3 とアニール対象物 3 0 との間に配置されて使用される。

【 0 0 1 3 】

レーザ光源 2 0 が、アニール用のレーザビームを出力する。レーザ光源 2 0 として、例えば発振波長約 8 0 0 n m のレーザダイオードが用いられる。レーザ光源 2 0 から出力されたレーザビームが伝送光学系 2 1、ダイクロイックミラー 2 2、及びレンズ 2 3 を經由し、チャンバ 1 0 の天板に設けられたレーザ透過窓 1 1 を透過して、アニール対象物 3 0 に入射する。ダイクロイックミラー 2 2 は、アニール用のレーザビームを透過させる。伝送光学系 2 1 は、例えばビームホモジナイザ、レンズ、ミラー等を含む。ビームホモジナイザとレンズ 2 3 とにより、アニール対象物 3 0 の表面におけるビームスポットが整形され、ビームプロファイルが均一化される。

【 0 0 1 4 】

アニール対象物 3 0 から放射された熱放射光が、レーザ透過窓 1 1 を透過し、レンズ 2 3 を經由し、ダイクロイックミラー 2 2 で反射され、さらにレンズ 2 4 を經由して熱放射光検出器 2 5 に入射する。ダイクロイックミラー 2 2 は、波長 1 μ m 以上の波長域の熱放射光を反射する。熱放射光検出器 2 5 は、特定の波長域の熱放射光の強度を測定する。熱放射光検出器 2 5 による熱放射光の測定結果が電圧値として制御装置 4 0 に入力される。

【 0 0 1 5 】

レンズ 2 3 及びレンズ 2 4 は、アニール対象物 3 0 の表面を、熱放射光検出器 2 5 の受光面に結像させる。これにより、熱放射光検出器 2 5 の受光面に対して共役な関係を持つアニール対象物 3 0 の表面の領域から放射される熱放射光の強度が測定される。測定対象となる表面領域は、例えばレーザビームのビームスポットの内部に含まれるように設定される。

【 0 0 1 6 】

制御装置 4 0 は、移動機構 1 2 を制御して、保持テーブル 1 3 に保持されているアニール対象物 3 0 を水平面内の二次元方向に移動させるとともに、レーザ光源 2 0 を制御してレーザ光源 2 0 からパルスレーザビームを出力させる。さらに、制御装置 4 0 は、レーザ光源 2 0 から出力されるパルスレーザビームの各ショットに同期して、熱放射光検出器 2 5 の検出結果を取得する。取得された検出結果は、アニール対象物 3 0 の面内の位置と関連付けて、記憶装置 4 1 に記憶される。

【 0 0 1 7 】

一例として、パルスレーザビームの 1 ショットごとに、熱放射光の強度の時間変化が得られる。記憶装置 4 1 に記憶される検出結果は、例えば、パルスレーザビームの 1 ショットごとの熱放射光の強度のピーク値、または積分値である。制御装置 4 0 は、アニール対象物 3 0 の表面内における熱放射光の強度分布の情報を、画像、グラフ、または数値として出力装置 4 2 に出力する

【 0 0 1 8 】

図 2 A は、保持テーブル 1 3 の一部分の平面図である。保持テーブル 1 3 の上面に穴 1 5 及び溝 1 6 が設けられている。穴 1 5 及び溝 1 6 は、例えばアニール対象物 3 0 を保持するための保持機構の一部を構成する。

【 0 0 1 9 】

図 2 B は、チャックプレート 1 4 の一部分の平面図である。チャックプレート 1 4 を保持テーブル 1 3 に位置合わせして載せた状態で、保持テーブル 1 3 の穴 1 5 に対応する位置に貫通孔 1 8 が設けられている。さらに、保持テーブル 1 3 の溝 1 6 に沿って、複数の貫通孔 1 9 が分布している。貫通孔 1 8、1 9 が配置されていない領域は一樣な平坦な表面とされている。チャックプレート 1 4 の上面にアニール対象物 3 0 を保持させると、一

10

20

30

40

50

様な平坦な表面にアニール対象物 30 が接触し、貫通孔 18、19 が配置された領域においては、アニール対象物 30 がチャックプレート 14 に接触しない。このように、チャックプレート 14 の上面は、アニール対象物 30 が保持された状態でアニール対象物 30 に接触する一様な領域と、アニール対象物 30 と重なるがアニール対象物 30 に接触しない非接触領域とを含む。

【0020】

次に、図 3、図 4 A、図 4 B を参照して比較例によるレーザアニール装置を用いて評価実験を行った結果について説明する。比較例によるレーザアニール装置では、図 1 に示したチャックプレート 14 (図 1、図 2 B) としてセラミック製のものが用いられる。アニール対象物 30 としてシリコンウエハを用いた。

10

【0021】

図 3 は、アニール対象物 30 のアニール時に取得された熱放射光の強度の検出結果の分布の一部分を示す図である。濃いグレーの領域が淡いグレーの領域より温度が低いことを表している。図 3 において縦方向の縞模様が現れているのは、レーザビームでシリコンウエハを縦方向に走査したためである。

【0022】

貫通孔 18 (図 2 B) の直上の箇所では、シリコンウエハで発生した熱がチャックプレート 14 (図 2 B) を介して外部に伝達されないため、チャックプレート 14 に接している箇所より高温になり易いと考えられる。ところが、図 3 に示した測定結果では、貫通孔 18 (図 2 B) に対応する位置 32 の温度の測定値が周囲の温度の測定値より低くなる結果が得られている。また、溝 16 (図 2 A) が設けられている領域に対応して、温度の測定値が低くなっていることがわかる。

20

【0023】

図 4 A 及び図 4 B を参照して、貫通孔 18 (図 2 B) に対応する位置の温度の測定値が周囲の温度の測定値より低くなった理由について説明する。

【0024】

図 4 A は、貫通孔 18 が設けられていない箇所のアニール対象物 30、チャックプレート 14、及び保持テーブル 13 の断面図である。アニール対象物 30 にレーザビームが入射して加熱されると、高温になった箇所 31 から熱放射光が放出される。上方に向かう熱放射光は、そのまま熱放射光検出器 25 (図 1) に入射する。本明細書において、高温になった箇所 31 から上方に向かい熱放射光検出器 25 に入射する熱放射光を「直接光」ということとする。

30

【0025】

高温になった箇所 31 から下方に向かう熱放射光は、チャックプレート 14 を厚さ方向に伝搬し、保持テーブル 13 の表面で反射した後、チャックプレート 14 及びアニール対象物 30 を透過して、熱放射光検出器 25 に入射する。本明細書において、高温になった箇所 31 から下方に向かい、保持テーブル 13 の上面で反射した後、熱放射光検出器 25 に入射する熱放射光を「間接光」ということとする。このように、貫通孔 18 が設けられていない領域では、直接光と間接光との合計の強度が測定される。

【0026】

40

図 4 B は、貫通孔 18 が設けられている箇所のアニール対象物 30、チャックプレート 14、及び保持テーブル 13 の断面図である。高温になった箇所 31 から放射されて下方に向かう熱放射光は、チャックプレート 14 の裏面から貫通孔 18 及び穴 15 の内部の空洞に放射される。このため、下方に向かう熱放射光は保持テーブル 13 の上面で反射されることがなく、熱放射光検出器 25 に入射しない。

【0027】

貫通孔 18 が配置されている領域においては、直接光のみの強度が測定され、間接光の強度は測定値に加算されない。その結果、貫通孔 18 が設けられている箇所の温度の測定値が、その周囲の温度の測定値より低くなる。

【0028】

50

溝 16 (図 2 A) が設けられている領域においても、同様の理由により温度の測定結果が低くなっている。

【 0 0 2 9 】

このように貫通孔 18 が設けられている箇所と、設けられていない箇所とで、測定環境が異なるため、正確な温度測定を行うことができない。以下に説明する実施例では、正確な温度測定を行うことが可能になる。

【 0 0 3 0 】

図 5 A 及び図 5 B は、実施例によるレーザアニール装置のチャックプレート 14、保持テーブル 13、及びチャックプレート 14 の上に保持したアニール対象物 30 の断面図である。図 5 A は、貫通孔 18 が設けられていない箇所の断面図であり、図 5 B は、貫通孔 18 が設けられている箇所の断面図である。

10

【 0 0 3 1 】

実施例によるレーザアニール装置で用いられるチャックプレート 14 は、本体 14 A と、その上面に塗布された吸収膜 14 B とを含む。本体 14 A として、例えばセラミックからなるプレートが用いられる。吸収膜 14 B は、熱放射光の波長域 (例えば、波長 $1\ \mu\text{m}$ ~ $3\ \mu\text{m}$) の光を吸収または減衰させる。吸収膜 14 B として、例えば黒色の色素を含む膜が用いられる。

【 0 0 3 2 】

図 5 A に示すように、貫通孔 18 が設けられていない箇所 31 から放射されて下方に向かう熱放射光は、吸収膜 14 B で吸収または減衰される。さらに、保持テーブル 13 で反射して上方に向かう熱放射光も、吸収膜 14 B で吸収または減衰される。このため、熱放射光検出器 25 (図 1) に入射する間接光の強度は、直接光の強度に比べて十分低い。

20

【 0 0 3 3 】

図 5 B に示すように、貫通孔 18 が設けられている箇所においても、図 4 B に示した例と同様に、間接光が熱放射光検出器 25 (図 1) に入射することは無い。

【 0 0 3 4 】

上述のように、実施例においては、貫通孔 18 が設けられている箇所と、設けられていない箇所との両方で、高温になった箇所 31 から上方に向かう直接光のみの強度を測定することができる。このため、貫通孔 18 が設けられている箇所と、貫通孔 18 が設けられていない箇所とで、温度の測定条件は実質的に同等であるといえる。このため、温度分布の測定精度を高めることができる。

30

【 0 0 3 5 】

図 6 は、実施例によるレーザアニール装置でアニールを行う際に取得された熱放射光の強度の検出結果の分布の一部分を示す図である。濃いグレーの領域が薄いグレーの領域より温度が低いことを表している。貫通孔 18 が設けられている位置 32 の温度の測定値が、周囲の温度の測定値より高くなっている。この測定結果は、貫通孔 18 が設けられている位置の温度が周囲の温度より高くなるという予測と一致する。

【 0 0 3 6 】

図 7 は、比較例によるレーザアニール装置を用いてアニールを行ったときの温度の測定結果と、実施例によるレーザアニール装置を用いてアニールを行ったときの温度の測定結果とを比較して示すグラフである。図 7 では、アニール対象物 30 の走査方向 (図 3、図 6 において縦方向) に平行な直線に沿う測定結果を示している。横軸はアニール対象物 30 の表面内の位置を表し、縦軸は、熱放射光検出器 25 (図 1) で検出された電圧を単位「mV」で表す。検出された電圧は、熱放射光の強度に対応する。熱放射光の強度は、アニール対象物 30 の温度に対応する。図 7 のグラフ中の太い実線は、実施例によるチャックプレート 14 を用いた場合 (図 6)、細い実線は、吸収膜が設けられていない比較例によるチャックプレート 14 を用いた場合 (図 3) における測定結果を示す。

40

【 0 0 3 7 】

貫通孔 18 が設けられている領域 A では、2つの測定結果がほぼ一致している。これは、図 4 B 及び図 5 B に示したように、両方で測定環境が実質的に同一であるためである。

50

貫通孔 18 が設けられていない領域では、実施例によるレーザアニール装置を用いた場合の測定結果（図 5 A、図 6）の方が、比較例によるレーザアニール装置を用いた場合の測定結果（図 3、図 4 A）より低い。このような測定結果が得られたのは、比較例では、間接光も熱放射光検出器 25（図 1）に入射するのに対し、実施例では、間接光が熱放射光検出器 25（図 1）に実質的に入射しないためである。

【0038】

貫通孔 18 が設けられていない領域における太い実線と細い実線との差が、間接光の強度に相当する。図 7 に示したグラフの比較結果から、間接光の強度は直接光の強度の約 10 % であることがわかる。

【0039】

十分な精度で温度分布を測定するためには、間接光の強度を直接光の強度の $1 / 100$ 以下にすることが好ましい。この条件を満たすために、アニール対象物 30 の高温になった箇所 31 から下方に向かい、保持テーブル 13 の上面で反射した後、アニール対象物 30 を透過して上方に向かうまでの経路を伝搬する間に、熱放射光の強度を 90 % 以上減衰させるようにすることが好ましい。

【0040】

上記実施例では、チャックプレート 14 に貫通孔 18 が設けられている場合でも、正確な温度分布の測定を行うことができることを示した。チャックプレート 14 に貫通孔 18 が設けられていない場合であっても、上記実施例によるレーザアニール装置を用いることにより、保持テーブル 13 の上面の反射特性の面内のばらつきの影響を受けることなく、正確な温度分布を測定することができるという効果が得られる。

【0041】

次に、上記実施例の変形例について説明する。

上記実施例では、吸収膜 14 B（図 5 A、図 5 B）として、黒色の色素を含む膜を用いたが、熱放射光検出器 25（図 1）で検出する対象となっている波長域の光を吸収または減衰させる材料を含む膜を用いてもよい。また、吸収膜 14 B は、チャックプレート 14 の本体 14 A の上面に設ける代わりに、下面に設けてもよいし、上面と下面との両方に設けてもよい。その他に、チャックプレート 14 を、熱放射光を減衰させる機能を持つ材料で形成してもよい。

【0042】

吸収膜 14 B は、チャックプレート 14 に設ける代わりに、保持テーブル 13 の上面に設けてもよい。

【0043】

上記実施例では、レーザビームによってアニール対象物 30 を加熱したが、その他の加熱機構で加熱してもよい。例えば、フラッシュランプ等によって加熱してもよい。

【0044】

上記実施例は例示であり、実施例及び変形例で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。実施例及び変形例の同様の構成による同様の作用効果については実施例及び変形例ごとには逐次言及しない。さらに、本発明は上述の実施例及び変形例に制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なのは当業者に自明であろう。

【符号の説明】

【0045】

- 10 チャンバ
- 11 レーザ透過窓
- 12 移動機構
- 13 保持テーブル
- 14 チャックプレート
- 14 A チャックプレートの本体
- 14 B 吸収膜

10

20

30

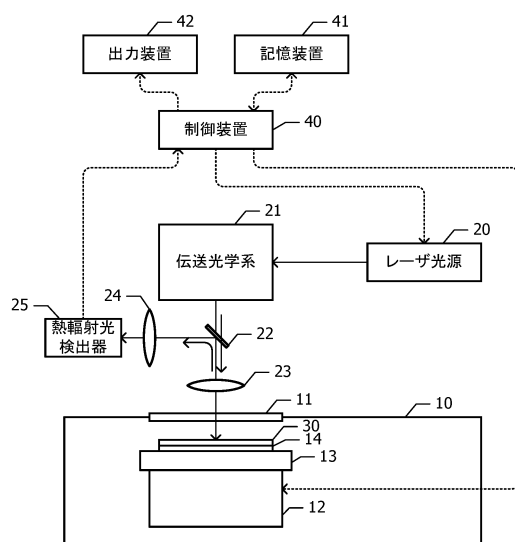
40

50

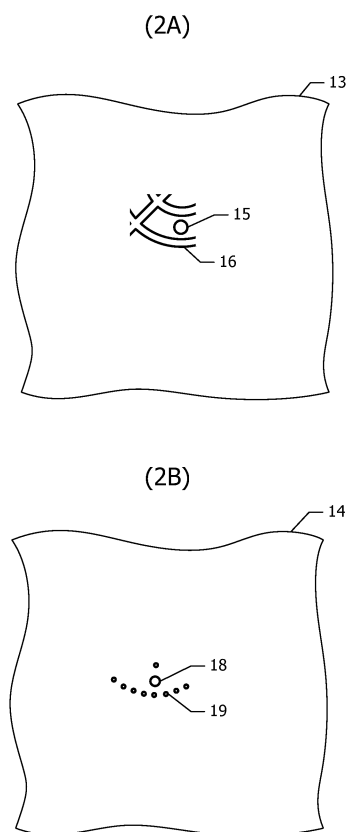
- 1 5 リフトピン用の穴
- 1 6 溝
- 1 7 リフトピン
- 1 8 リフトピン用貫通孔
- 1 9 吸着用貫通孔
- 2 0 レーザ光源
- 2 1 伝送光学系
- 2 2 ダイクロイックミラー
- 2 3、2 4 レンズ
- 2 5 熱放射光検出器
- 3 0 アニール対象物
- 3 1 高温になった箇所
- 3 2 貫通孔に対応する位置
- 4 0 制御装置
- 4 1 記憶装置
- 4 2 出力装置

10

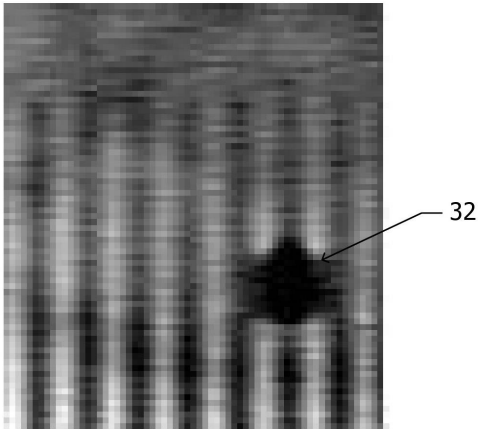
【図 1】



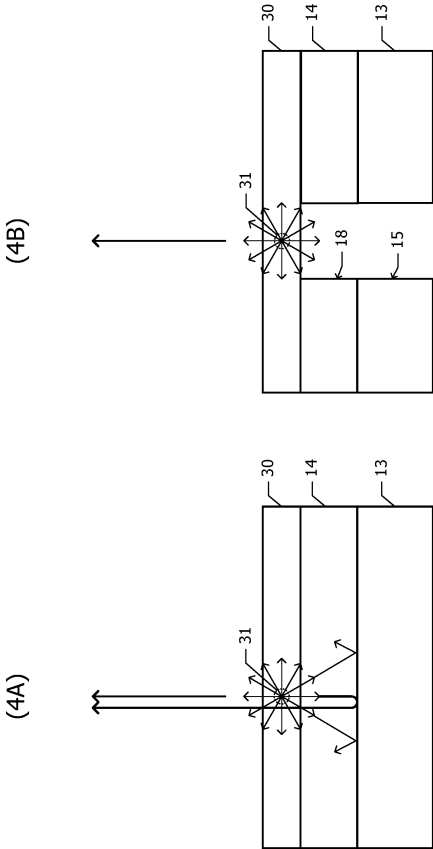
【図 2】



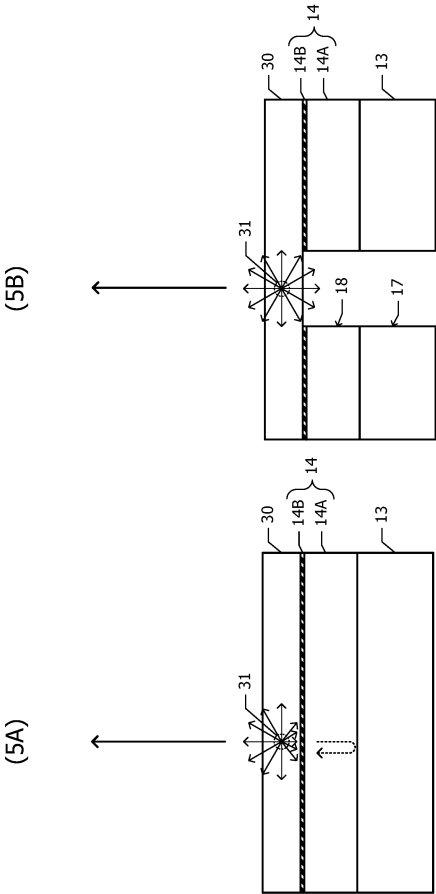
【 図 3 】



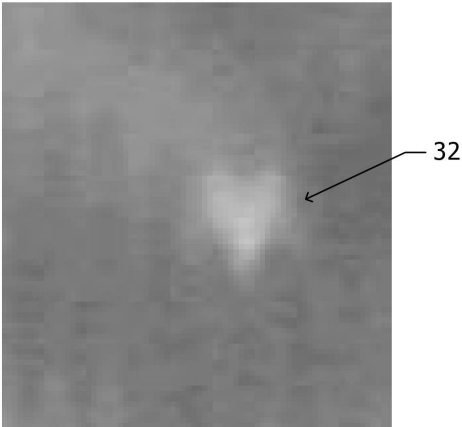
【 図 4 】



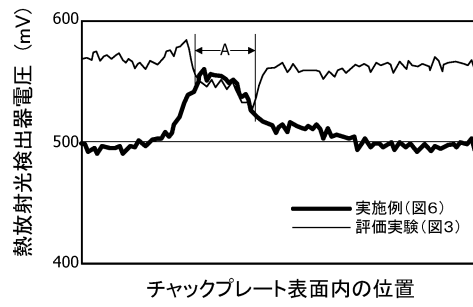
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 9 8 6 0 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 4 0 2 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 5 6 9 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 9 2 2 7 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 2 6 8
H 0 1 L 2 1 / 6 8 3