

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-524400

(P2012-524400A)

(43) 公表日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/26 (2006.01)	HO 1 L 21/26 G	5 F O 4 5
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-505959 (P2012-505959)  
 (86) (22) 出願日 平成22年4月16日 (2010. 4. 16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年11月17日 (2011. 11. 17)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/031403  
 (87) 国際公開番号 W02010/123772  
 (87) 国際公開日 平成22年10月28日 (2010. 10. 28)  
 (31) 優先権主張番号 61/171, 020  
 (32) 優先日 平成21年4月20日 (2009. 4. 20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660  
 アプライド マテリアルズ インコーポレ  
 イテッド  
 APPLIED MATERIALS, I  
 NCORPORATED  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
 054 サンタ クララ パウアーズ ア  
 ベニュー 3050  
 (74) 代理人 100109726  
 弁理士 園田 吉隆  
 (74) 代理人 100101199  
 弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LED基板処理

(57) 【要約】

本発明の実施形態は、基板を熱的に処理するために発光ダイオード(LED)を組み込んでいる基板処理機器および方法に関連する。かかる光源は、より高い効率およびより早い反応時間を含む各種の利点を提供する。パルス幅は、1ミリ秒以下まで選択可能であるが、1秒までおよび1秒を超える長いパルスに及ぶ場合がある。LEDが50%よりも高い効率で光を生成し、タングステン-ハロゲンランプが5%よりも低い効率で動作するので、より長い処理時間を認める環境においてさえ、LEDがタングステン-ハロゲンランプよりも好ましい。

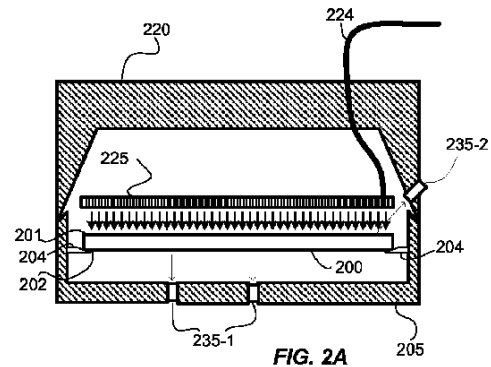


FIG. 2A

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 の発光ダイオードおよび第 2 の発光ダイオードを備えた複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードが少なくとも 200 まで半導体基板の第 1 の表面を加熱する、複数の発光ダイオードを備え、

前記第 1 の発光ダイオードが第 1 の複数の光エネルギーのパルスを放出し、前記第 2 の発光ダイオードが第 2 の複数の光エネルギーのパルスを放出する、基板処理システム。

## 【請求項 2】

前記第 1 の複数の光のパルスおよび前記第 2 の複数の光のパルスが、1 秒以下である持続期間を有する、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 3】

前記複数の発光ダイオードが、前記半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 4】

前記パターンが同心円であり、

各同心円上の前記複数の発光ダイオードの前記エネルギー出力が、前記半導体基板の前記第 1 の表面を均一に加熱するように変えられることが可能である、請求項 3 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 5】

前記パターンが前記半導体基板の外側端部近くで同心円である、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 6】

前記複数の発光ダイオードからの照明が、前記半導体基板の表面近傍域に変化を生じさせる、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 7】

前記第 1 の複数の光のパルスおよび前記第 2 の複数の光のパルスが、約 1 ミリ秒から約 1 秒までの範囲に及ぶ持続期間を有する、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 8】

前記第 1 の複数の光のパルスおよび前記第 2 の複数の光のパルスが、約 10 マイクロ秒から約 1 ミリ秒までの範囲に及ぶ持続期間を有する、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 9】

前記第 1 の複数の光のパルスおよび前記第 2 の複数の光のパルスが、500 ワット/cm<sup>2</sup> よりも大きな光学的ピークパワーを有する、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 10】

前記半導体基板の前記第 1 の表面の面積が、100 cm<sup>2</sup> よりも大きい、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 11】

前記複数の発光ダイオードが、1 つの透明基板上に形成される、請求項 1 に記載の基板処理システム。

## 【請求項 12】

処理チャンバの内部に配置された半導体基板を支持する基板支持アセンブリと、

第 1 の発光ダイオードアセンブリであって、

第 1 の発光ダイオードおよび第 2 の発光ダイオードを備えた複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードが少なくとも 200 まで前記半導体基板の第 1 の表面を加熱する、複数の発光ダイオード、を備え、

前記第 1 の発光ダイオードが第 1 の複数の光エネルギーのパルスを放出し、前記第 2 の発光ダイオードが第 2 の複数の光エネルギーのパルスを放出し、

10

20

30

40

50

前記複数の発光ダイオードが、前記半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される、第1の発光ダイオードアセンブリとを備えた、基板処理システム。

【請求項13】

前記複数の発光ダイオードが、前記半導体基板の表面近傍域に変化を生じさせる、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項14】

前記第1の複数の光のパルスおよび前記第2の複数の光のパルスが、約1ミリ秒から約1秒までの範囲に及ぶ持続期間を有する、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項15】

前記第1の複数の光のパルスおよび前記第2の複数の光のパルスが、 $200 \text{ W/cm}^2$ よりも大きな光学的ピークパワーを有する、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項16】

前記第1の複数の光のパルスおよび前記第2の複数の光のパルスが、前記半導体基板の内部のドーパントを活性化させる、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項17】

前記第1の複数の光のパルスおよび前記第2の複数の光のパルスが、前記半導体基板中へと原子を拡散させる、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項18】

前記半導体基板の第2の表面を照明するために前記半導体基板の第2の表面近くに配置された第2の複数の発光ダイオードを備えた第2の発光ダイオードアセンブリをさらに備えた、請求項12に記載の基板処理システム。

【請求項19】

処理チャンバの内部に配置された半導体基板を支持する基板支持アセンブリと、第1の発光ダイオードアセンブリであって、第1の発光ダイオードおよび第2の発光ダイオードを備えた複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードが少なくとも200まで前記半導体基板の第1の表面を加熱する、複数の発光ダイオード、を備え、

前記第1の発光ダイオードが1つまたは複数の第1の処理波長を備えた第1の複数の光エネルギーのパルスを放出し、前記第2の発光ダイオードが1つまたは複数の第2の処理波長を備えた第2の複数の光エネルギーのパルスを放出し、

前記複数の発光ダイオードが、前記半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される、第1の発光ダイオードアセンブリと、

前記半導体基板の一部の温度を決定するために少なくとも1つの高温測定波長近くの光を検出する少なくとも1つのパイロメータであって、前記少なくとも1つの高温測定波長が1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長とは異なる、少なくとも1つのパイロメータとを備えた基板処理システム。

【請求項20】

前記1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長が約 $0.75 \mu\text{m}$ より短い波長を備え、前記少なくとも1つの高温測定波長が約 $0.75 \mu\text{m}$ より長い波長を備える、請求項19に記載の基板処理システム。

【請求項21】

前記1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長が約 $0.50 \mu\text{m}$ より短い波長を備え、前記少なくとも1つの高温測定波長が約 $0.50 \mu\text{m}$ より長い波長を備える、請求項19に記載の基板処理システム。

【請求項22】

半導体基板を処置する方法であって、半導体基板を用意するステップと、前記半導体基板を処置するために十分な少なくとも1つの光学的パルスのLEDパルス

10

20

30

40

50

持続期間およびLEDパルス輝度を選択するステップと、

LEDアセンブリからの少なくとも1つの光の光学的パルスを用いて少なくとも200まで前記半導体基板を加熱するステップであって、

前記少なくとも1つの光学的パルスが、1つまたは複数のLED波長を備える、加熱するステップとを備えた方法。

【請求項23】

前記半導体基板の表面から放出された光を受けるステップと、

プロセス監視波長近くの前記放出された光の輝度を決定するステップであって、前記プロセス監視波長が前記1つまたは複数のLED波長とは異なる、決定するステップとをさらに備えた、請求項22に記載の方法。

10

【請求項24】

前記半導体基板を処置するステップが、前記半導体基板をアニールするステップを備える、請求項22に記載の方法。

【請求項25】

前記半導体基板を処置するステップが、前記半導体基板の内部のドーパントを拡散させるステップを備える、請求項22に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

関連出願の相互参照

本出願は、2009年4月20日に出願した、米国特許仮出願第61/171,020号の利益を主張し、その出願は、すべての目的のためにその全体が参照により本明細書中に組み込まれている。

【背景技術】

【0002】

半導体産業において使用するいくつかのプロセスでは、基板を処理するためにかかる時間を短縮するために、急速に基板を加熱することが望ましい。典型的には、急速サーマル処理システムは、ときには真空条件下で、処理チャンバの内部に保持されている基板を急速に加熱するために、高輝度光源を利用する。高輝度ランプのアレイから構成される場合がある高輝度光源を、チャンバの内側または外側で、光がチャンバ中へと通過する透明窓に隣接して置く。チャンバの内側で、基板温度が入ってくる光に迅速に応答できるように、基板を、(通常、端部の周りで)ほんの少しの物理的な接触により支持する。ウェーハの表面は、高輝度ランプからの光に曝され、光を受ける。ランプは、基本的には、黒体放射器であり、動作温度まで可能な限り早く(典型的には300msから500ms)加熱する。集積回路の製造の際に一般的に使用されるようなシリコン基板と同様に、多くの基板に関して、基板が室温に近いときに、特に、加熱サイクルの始めにおいて、光学的な吸収はより短い波長に対して大きい。ランプが短波長光のかなりの部分を放出し始める高温(約3000)にランプが達した後で、急速シリコン基板加熱が始まる。

30

【0003】

40

図1は、チャンバ105内に配置されたウェーハ100が、チャンバ蓋120上にマウントされたランプ125からの放射光によって加熱されるフラッド型急速サーマル加熱装置の概略的な断面図を示す。ランプ125は、典型的には、タングステン-ハロゲンランプであり、基板の熱プロファイルを一様にするために、複数のランプを異なる温度にすることができる。チャンバ105内の窓135を通る光を監視することによって、高温測定を行うことができる。ランプ125を点灯することができる割合が、典型的な加熱ランプに関しては制限され、いかに早く基板を加熱できるかについての制限という結果になる。タングステン-ハロゲンランプを使用するパルス持続期間についての実際的な最小値は、フィラメントの反応時間のために約1secである。

【0004】

50

処理時間目標値の範囲内に留めるために、効率を改善し、より短いパルス持続期間を実現するように、代替光源を使用してきた。100  $\mu$ s から 1 ms のパルス持続期間を実現するフラッシュランプは、より短いパルス持続期間を有する。しかしながら、基板を加熱するためにフラッシュランプを使用するときには、基板の最大温度、すなわち、表面近傍域の基板の温度が、パルス持続期間によって制限される。

【0005】

高効率ランプは、約 1 ms より長いパルス持続期間を欠いている。それゆえ、約 1 ms と 1 sec との間のパルス持続期間を実現できる高輝度基板照明源が必要である。

【発明の概要】

【0006】

本発明の実施形態は、基板を熱的に処理するために発光ダイオード (LED) を組み込んでいる基板処理機器および方法に関連する。かかる光源は、より高い効率およびより早い反応時間を含む各種の利点を提供する。パルス幅は、1 ミリ秒以下まで選択可能であるが、1 秒までおよび 1 秒を超える長いパルスに及ぶ場合がある。LED が 50% よりも高い効率で光を生成し、タンゲステン - ハロゲンランプが 5% よりも低い効率で動作するので、より長い処理時間を認める環境においてさえ、LED がタンゲステン - ハロゲンランプよりも好ましい。

【0007】

基板処理システムは、基板に変化を生じさせるために、基板の第 1 の表面を照明するための複数の発光ダイオードを含み、発光ダイオードからの照明が、1 つまたは複数の波長近くの 1 つまたは複数の光のパルスを含む。複数の発光ダイオードは、基板の表面近傍域に変化を生じさせることができる。1 つまたは複数の光のパルスが、約 1 ミリ秒と約 1 秒との間の範囲に及ぶことがある、または約 10 マイクロ秒と約 1 ミリ秒との間の範囲に及ぶことがある、または約 1 秒よりも長いことがある持続期間を有する。1 つまたは複数の光のパルスは、500 ワット /  $\text{cm}^2$  よりも大きな光学的ピークパワーを有することができる。基板の第 1 の表面が、100  $\text{cm}^2$  よりも大きいことがある。複数の発光ダイオードが、1 つの透明基板上に形成されることがある。

【0008】

別の一実施形態では、基板処理システムは、処理チャンバの内部に配置された基板を支持するための基板支持アセンブリと、第 1 の発光ダイオードアセンブリとを含む。第 1 の発光ダイオードアセンブリは、基板に変化を生じさせるために、第 1 の表面を照明するために基板の第 1 の表面近くに配置された複数の発光ダイオードをさらに含み、発光ダイオードからの照明が、1 つまたは複数の波長近くの光のパルスを含む。複数の発光ダイオードは、基板の表面近傍域に変化を生じさせることができる。光のパルスは、約 1 ミリ秒と約 1 秒との間の持続期間を有することができる。光のパルスは、200 ワット /  $\text{cm}^2$  よりも大きな光学的ピークパワーを有することができる。光学的パルスは、基板の内部のドーパントを活性化させることによって基板に変化を生じさせることができる。光学的パルスは、基板中へと原子を拡散させることによって基板に変化を生じさせることができる。基板処理システムは、基板の第 2 の表面を照明するために基板の第 2 の表面近くに配置された第 2 の複数の発光ダイオードを含む第 2 の発光ダイオードアセンブリをさらに含むことができる。

【0009】

別の一実施形態では、基板を処置する方法は、基板を用意するステップと、基板を処置するために十分な少なくとも 1 つの光学的パルスの LED パルス持続期間および LED パルス輝度を選択するステップと、LED アセンブリからの少なくとも 1 つの光の光学的パルスを用いて基板を処置するステップとを含む。少なくとも 1 つの光学的パルスは、1 つまたは複数の LED 波長を含む。

【0010】

本開示の適用可能性があるさらなる領域は、以降に与えられる詳細な説明から明白になるであろう。様々な実施形態を示しているが、詳細な説明および具体的な例が、事例のみ

10

20

30

40

50

の目的のつもりであり、本開示の範囲を必然的に限定するつもりがないことが、理解されるはずである。

【0011】

下記に提示する明細書および図面の残りの部分を参照することによって、本発明の本質および利点のさらなる知見を理解することができる。図を、本発明の詳細な説明部へと組み込んでいる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】先行技術基板処理システム内の加熱システムおよび監視システムの断面概略図である。

10

【図2A】本発明の実施形態による基板処理システムおよび発光構成要素の断面概略図である。

【図2B】本発明の実施形態による基板処理システムおよび発光構成要素の断面概略図である。

【図3A】本発明の実施形態による基板処理システムおよび発光構成要素の断面概略図である。

【図3B】本発明の実施形態による基板処理システムおよび発光構成要素の断面概略図である。

【図4】本発明の実施形態による基板処理システムの断面概略図である。

【図5】本発明の実施形態から恩恵を受ける例示的な基板処理システムの断面図である。

20

【図6】開示した実施形態にしたがって基板の表面を処置するために使用することができる例示的な方法を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

添付した図では、類似の構成要素および/またはフィーチャは、同じ参照標識を有することができる。さらに、ダッシュおよび類似の構成要素間を識別する2番目の標識を参照標識に続けることによって、同じタイプの様々な構成要素を識別することができる。主参照標識だけが明細書中で使用される場合には、2番目の参照標識に拘わらず同じ1番目の参照標識を有する類似の構成要素のうちのいずれか1つに、説明が適用可能である。

【0014】

30

本発明の実施形態は、基板を熱的に処理するために発光ダイオード(LED)を組み込んでいる基板処理機器および方法に関連する。かかる光源は、より高い効率およびより早い反応時間を含む各種の利点を提供する。パルス幅は、選択可能であり、1ミリ秒以下から1秒以上までの範囲に及ぶ。LEDが50%よりも高い効率で光を生成し、タングステン-ハロゲンランプが5%よりも低い効率で動作するので、より長い処理時間を認める環境においてさえ、LEDはタングステン-ハロゲンランプよりも好ましい。

【0015】

開示した実施形態では、基板の表面を照明し加熱して基板の表面近傍域を処理するために、発光ダイオードを使用する。プロセスは、膜を形成することや、ドーパントを取り扱うことや、基板自体を再配列させることを含む。高放射輝度発光ダイオード(HR-LEDs)の利用可能性のために、基板処理が、いくつかのプロセスに対して使用可能になってきており、より一層高い出力輝度が利用可能になるので、はるかに多くのプロセスが、HR-LEDから恩恵を受けることができる。高放射輝度発光ダイオード(HR-LEDs)は、基板の表面近傍域を処理するために使用するとき利点を提供する。HR-LEDは、長時間持続し、出力照明光の(1つまたは複数の)波長とは無関係に出力輝度を選ぶことを可能にする。発光ダイオード(LED)は、窒化ガリウムか、窒化アルミニウムか、これらの組み合わせか、または能動域内のIII-V族材料のバンドギャップによって決定される1つまたは複数の波長に近い光を放出するように構成された透明基板上に成長させた他のIII-V族材料からなる場合がある。放出される波長をより長い波長へと変換するために、リンをやはり使用することができ、放出される波長のエネルギーを小さ

40

50

くする。吸収を高めるためまたは化学反応を高めるために、本明細書中に説明され残りの図に図示されるLEDが、リンを採用することができることを、理解するであろう。

【0016】

包含される化学的性質に応じて、ガス前駆体が存在する中で照明することは、熱的手段または他の手段によって化学反応の速度を高めることができる。例えば、表面における化学反応を促進させるために、光が、ガス相分子もしくは吸着した分子を励起することができる、または基板を電氣的に励起することさえある。例えば、反応速度を高めるために分子の電子的遷移と共鳴する波長を選ぶことによって、望ましい膜プロセスを促進させるように、LEDの波長を選択することができる。基板による放射光の吸収を高めるために、波長をやはり選ぶことができ、それによってより効率的に基板を加熱する。

10

【0017】

連続的に10ワットよりも大きなパワーを放出する個々の高放射輝度(HR)LEDが、現在入手可能である。LEDが白熱電球をさらに置き換えることを可能にするもっと大きなパワーの利用可能性が、今後数年間に予想されている。LEDを使用することの1つの利点は、LEDの小さなサイズが、基板の表面を同時に実質的に照明するために適した高輝度光源を生成する1次元および2次元アレイにLEDを配列することを可能にすることである。適したLEDアセンブリを、異なる実施形態において、200ワット/cm<sup>2</sup>よりも大きい、500ワット/cm<sup>2</sup>よりも大きい、または1000ワット/cm<sup>2</sup>よりも大きな光学的パワーを放出するために本明細書中に開示する。

【0018】

Siウェーハに対する多種多様な堆積や、アニーリングや、他の熱トリートメントは、短い加熱サイクルから恩恵を受ける。フラッシュランプに基づくシステムは、100μsから1msの時間範囲にあるパルス持続期間で動作することができるが、一方で、旧来のRTPランプに基づくシステムは、1秒と100秒との間のパルス持続期間で動作する。旧来のRTPランプは、連続的なパワーを放出し、ランプおよびウェーハの応答時間によって拘束されている。LEDランプに基づくシステムが1ミリ秒と1秒との間のパルス持続期間で動作するので、LEDランプに基づくシステムは、フラッシュランプシステムと旧来のRTPランプシステムとの間のギャップを都合よく埋める。LEDランプに基づくシステムが電源を挿入された数マイクロ秒後に短波長放射光を放出するので、急速に加熱することができるLEDランプに基づくシステムは、基板または基板の表面近傍域を以前には得ることができなかったパルス持続期間の間(例えば、1ミリ秒と1秒との間)加熱することを可能にする。1ミリ秒と1秒との間基板を処理することは、基板を処理するためにかかる時間をさらに短縮し、基板を処理する半導体装置のスループットを増加させる。約10~20ミリ秒より短いLEDの範囲の下端のパルスに関しては、パルスの持続期間中に基板の上面が基板の底面とは異なる温度である場合があるので、典型的な基板は、平衡に達するまでの時間がない。

20

30

【0019】

パルス持続期間や、繰返し速度や、繰返しの数や、輝度を制御できることに加えて、LEDは、ダイオードに印加する電圧を単に制御することによって光学的パルス形状を変え、照明を開始するまでに必要な時間までの1ミリ秒以下のパルスを生成するために、LEDを使用することができる。これらのLEDパルスは、フラッシュランプによってカバーされるパルスレジームと部分的に重なる。他の実施形態では、LEDを、フラッシュランプの限界よりも短いパルス持続期間に対して使用することができる。LEDからの照明光は、駆動電圧に基づいており、フラッシュランプおよび励起状態の再増殖を必要とするQ

40

【0020】

1ミリ秒から1秒までの範囲に及ぶ時間域外で基板を処理するときに、LEDは、やはり利益を与えることができる。ある実施形態では、10マイクロ秒よりも短いことがある、照明を開始するまでに必要な時間までの1ミリ秒以下のパルスを生成するために、LEDを使用することができる。これらのLEDパルスは、フラッシュランプによってカバーされるパルスレジームと部分的に重なる。他の実施形態では、LEDを、フラッシュランプの限界よりも短いパルス持続期間に対して使用することができる。LEDからの照明光は、駆動電圧に基づいており、フラッシュランプおよび励起状態の再増殖を必要とするQ

50

- スイッチレーザでは得ることができないパルス持続期間およびデューティサイクルを可能にする。ある実施形態では、LEDを、連続動作モードで動作させる。1秒より長いパルスに関しては、LEDの動作効率がタングステン - ハロゲン白熱ランプの動作効率よりも少なくとも約1桁高いので、LEDがタングステン - ハロゲン白熱ランプよりも好ましい。

#### 【0021】

本発明をより良く理解し認識するために、本発明の実施形態による発光構成要素を組み込んでいる基板処理システムの断面概略図である図2Aおよび図2Bを参照する。発光ダイオード(LED)アセンブリ225を、チャンバ205内の基板200の上方に設置する。LEDアセンブリ225をやはり物理的に支持することができる蓋220を介して、電氣的接続部224を送り入れる。電氣的接続部224は、LEDアセンブリ225を形成するLEDのレイ内の各LEDに電力を配送する。基板200の表面201を照明し加熱するLEDアセンブリ225に、電圧を供給する。ある実施形態では、少なくとも100cm<sup>2</sup>の面積を照明する。

10

#### 【0022】

処理中には、パイロメータ235-1および235-2は、基板200の裏面202および表面201上のいろいろな位置における基板200の温度を検知し、その温度を、動的にLEDアセンブリ225に配送する電圧の決定を助けるために使用することができる。あるいは、温度を、引き続くウェーハのためにLEDアセンブリ225に印加する電圧を決定するために使用することができる。これら2つの制御実装形態は、フィードバック制御における変形である。基板の端部の周りの支持機構204によって、基板をほんの少しの接触で支持することができる。円形基板のケースでは連続するリングの形で、または円形基板もしくは長方形基板に対しては端部の周りに分布する分離したタブの形で、支持部を設けることができる。この方式で基板を支持することは、熱負荷を減少させ、その結果として、選択した温度に基板200を加熱するためにLEDアセンブリ225が必要とする電力を減少させる。

20

#### 【0023】

パイロメータ235-1および235-2は、基板を照明し加熱するために使用するLEDアセンブリ225からの光とは異なる波長の光を検出することができ、基板温度のより正確な決定をもたらす。基板の表面または処理チャンバ205の内部の別の対象物からの反射光または散乱光を検出することを避けるようにパイロメータ235-1および235-2を構成すると、精度を高められる。LEDに由来する散乱光または反射光は、基板の温度の指標ではなく、基板の温度の誤った決定をもたらす場合がある。シリコン基板に関連する実施形態では、LEDアセンブリ225によって発生される波長を、約0.75μmより短くすることができ、一方で、パイロメータ235-1および235-2によって検出される波長は、約0.75μmと1.2μmとの間である。もう一つのシリコン基板の実施形態では、LEDアセンブリ225は、約0.5μmより短い光を放出し、パイロメータ235-1および235-2は、約0.5μmと1.2μmとの間の光を検出することができる。

30

#### 【0024】

LEDアセンブリは、タングステン - ハロゲンランプよりもはるかに多くのLEDを含有することができ、類似のパワー密度を実現することを可能にする。同じパワー出力のために、LEDは、最先端のタングステン - ハロゲン電球の約10分の1の少ない熱しか発生しない、しかしながら、LEDアセンブリは、LED構成要素の寿命期間を長くするために、循環流(図示せず)を用いて裏側を依然として水冷する場合がある。LEDアセンブリ225の内部のLEDへの電力分配部は、各ダイオードに向けた固定しない導線またはダイオードアセンブリに張り付けた導線を包含することができる。基板の表面における光学的な輝度の空間分布を一様にするために、光学的拡散器を、LEDと基板との間に設置することができる。光学的拡散器を、精密に磨いた透明窓から作ることができる。

40

#### 【0025】

50

LEDアセンブリ225を形成するLEDのアレイ内の例示的な素子を、図2Bに示す。電氣的リード線261を、導電性パッド265を介してLEDスタックの両側に取り付ける。右側と比較して、より高い電圧を左側に印加することができ、p-ドーピングした窒化ガリウム層271とn-ドーピングした窒化ガリウム層272との間の界面のところに電圧差を作り出し、光が界面の近く(能動域)から放出されるようにする。高放射輝度LEDは、図2Bに図示したものよりももっと複雑な能動域を包含する場合があるが、構造は、透明基板255上にドーピングした層の形成を依然として包含するであろう。能動域からの照明光は、一般に透明基板255の面の内部を伝搬し、不透明層および反射界面によって閉じ込められ、これが基板に向けて下向きの光の放出をもたらす(図2A)。これは、基板の表面近傍域に変化を生じさせるためにLEDアセンブリを採用する1つの例示的な構造である。

10

#### 【0026】

図3A~図3Bは、本発明の実施形態による基板処理システムおよび発光構成要素の追加の断面概略図である。LEDアセンブリ325を、チャンバ305内の基板300の上方に再び設置する。電氣的接続部324を、蓋320を介して送り入れ、基板300の表面301を照明し加熱するLEDのアレイに電力を配送する。パイロメータ335-1および335-2は、基板300の裏面302および表面301上の複数のいろいろな位置における基板300の温度を再び決定する。この実施形態では、電力を、LEDアセンブリ325の上面上にプリントした電線を介して分配することができる。

#### 【0027】

この開示した実施形態では、LEDのアレイ内の代表的な素子を、図3Bに示す。電氣的リード線361を、(2つ示した)導電性パッド365を介してLEDスタックの上面に取り付ける。より高い電圧を、例えば、右の導電性パッドと比較して左の導電性パッドに印加することができ、p-ドーピングした窒化ガリウム層371とn-ドーピングした窒化ガリウム層372との間の界面のところに電圧差を作り出し、光が能動域355から放出されるようにする。伝搬する能動域355からの照明光は、このケースでは下方から拘束されず、図3Aの基板に向けて下向きに光を一般に放出するであろう。この構造は、図2A~図2Bのものよりも、さらに単純で典型的にはより大きな密度でアSEMBLされるLEDの2次元アレイを可能にする。2つの電氣的接続部を上方から作り、LED素子を、劈開されずに残り、かつ基板300を照明し加熱するための集積ユニットとして使用することができる大きな基板上に形成することができる。LEDアセンブリ325を製造するために使用する透明基板は、基板と同じサイズのものであり、ある実施形態では、一度に基板300の上面301を照明し加熱するために使用することができる。

20

30

#### 【0028】

すべてのこれらの例示的な実施形態では、基板の様な加熱を実現するために、LEDを、各々が異なった光学的パルス持続期間や、形状や、輝度を具備するゾーンへと分けることができる。端部に近い基板の部分は、典型的には、中心に近い部分とは異なるように冷却し加熱し、特に、20ミリ秒よりも長いパルスについて望ましいゾーン制御にする。円形基板(ウェーハ)に関連する実施形態では、ゾーンを、ウェーハの中心からの距離に基づいて区切る。

40

#### 【0029】

図4は、本発明の実施形態による基板処理システムの断面概略図である。基板400を加熱するために、2つのLEDアセンブリ425-1および425-2を使用する。1つのLEDアセンブリ425-1を、チャンバ405内の基板400の上方に再び設置するが、一方で、第2のLEDアセンブリ425-2を、チャンバ405内の基板400の下方に設置する。第1のLEDアセンブリ425-1を、基板400の上面401を加熱するために使用するが、一方で、第2のLEDアセンブリ425-2を、基板400の底面402を加熱するために使用する。基板400の両方の表面を照明し加熱するLEDのアレイに電力を配送するために、2セットの電氣的接続部224を、それぞれ、蓋420およびチャンバ405を介して送り入れる。パイロメータ435-1および435-2は、

50

基板 400 の裏面 402 および表面 401 上の複数のいろいろな位置における基板 400 の温度を再び決定する。表面への妨害されないアクセスを与えるように、パイロメータ 435 - 1 および 435 - 2 の位置を調節する。

#### 【0030】

別の光源、例えば、タングステン - ハロゲンランプとの組み合わせで LED によって、基板を処理することができる。室温近くから、ある基板プロセス用に十分である低い処理温度まで加熱するために、LED を利用することができる。さらに高い温度を必要とする追加のプロセスは、これらのより高い温度を実現するために、タングステン - ハロゲンランプを採用することができる。低い処理温度まで基板を上昇させることは、白熱タングステン - ハロゲンランプによって放出される光の吸収を高めることができ、ランプの加熱効率を高める。LED および補足する放射光源を、1つの光学的アセンブリ、もしくは基板処理システムに統合することができる、または、これらを別々のアセンブリ中に実装することができる。

10

#### 【0031】

例示的な基板処理システム

図 5 は、円盤形状の基板 505 を処理するための処理チャンバ 500 を含んでいる基板処理システムを示し、基板を 12 インチ (300 ミリメートル (mm)) 直径シリコン (Si) ウェーハとすることができる。

#### 【0032】

処理中には、本発明の実施形態によれば、基板 505 を、チャンバ 500 の内側で基板支持アセンブリ 508 上に支持し、基板 505 の直ぐ上方に位置する照明素子 502 によって加熱する。照明素子 502 は、水冷された石英窓アセンブリ 503 を通って処理チャンバ 500 に入ることができる放射光 512 を発生する。窓アセンブリ 503 と基板 505 との間のギャップを、調節可能にすることができ、実施形態では 10 ミリメートル (mm) と 50 mm との間である。基板 505 の下方にあるものは、一般に円柱状の基部を有する中央アセンブリ 521 上にマウントされた反射鏡 520 である。反射鏡 520 は、高反射表面コーティングを持っていることがある。基板 505 の下側面および反射鏡 520 の上面は、基板 505 の実効放射率を高めるための反射性キャビティと境を接する。基板 505 と反射鏡 520 との間の距離間隔を、やはり調節することができる。300 mm 基板処理システムでは、ギャップを、約 3 mm と 20 mm との間に、異なる実施形態では約 5 mm と 8 mm との間とすることができる。

20

30

#### 【0033】

光パイプ 523 を介して光を集め、光学センサ 525 および付属の電子機器を用いて検出した光の輝度を測定することによって下側から基板 505 の異なる区域における温度を監視するために、複数の温度プローブ (図 5 には 3 つを示す) が、高温測定法を採用することができる。各温度プローブは、中央アセンブリ 521 の裏側面から反射鏡 520 の上面へ貫通する導管中へと挿入された光パイプ 523 を含むことができる。光パイプ 523 を直径で 0.080 インチとすることができ、導管中への光パイプ 523 の挿入を容易にするために、導管はわずかに大きい。光パイプ 523 を、光学ファイバ 524 を経由して光学的センサ 525 に光学的に接続することができる。温度プローブは、基板の区域近くの測定した温度を指示する信号を生成し、信号をシステムコントローラ 562 に送ることができる。

40

#### 【0034】

処理域 513 は、基板 505 の上方に位置する。基板 505 に向けて照明素子 502 から光 512 を当てることによって、基板に変化を生じさせ、その光は基板を再配列させることができるおよび / またはプロセスガスおよび基板 505 に関連する化学反応を支援することができる。例えば、基板 505 の内部のドーパントを、活性化させるまたは分散させることができ、基板 505 中の配列秩序の程度を、大きくすることができる、または (シリサイドか、窒化物か、もしくは酸化物などの) 膜を、基板 505 上に成長させることができる。注入口マニフォールド 572 を、チャンバ 500 の側壁中に設置し、タンク 5

50

4 1 などの 1 つまたは複数のガスの供給源からチャンバ 5 0 0 中へのガスを容認するように適合させる。タンク 5 4 1 からのガスの流れを、手動弁およびコンピュータ制御したフローコントローラ 5 4 2 を用いて好ましくは独立して制御する。排出キャップ 5 7 3 を、注入口マニフォールド 5 7 2 の直径方向に反対のチャンバ 5 0 0 の側面に設置し、チャンバ 5 0 0 からポンプシステム（図示せず）中へとプロセス流出物を排出するように適合させる。

#### 【 0 0 3 5 】

中央アセンブリ 5 2 1 は、中央アセンブリ 5 2 1 を冷却するために冷却した流体が循環する冷却剤注入口（図示せず）に連結された室内チャンバ 5 2 2 を含んでいる循環回路を含む。加熱した基板 5 0 5 の温度よりも十分に低く中央アセンブリ 5 2 1 を維持するために、室温の水をある実施形態では使用する。中央アセンブリ 5 2 1 の温度を、実施形態では 1 5 0 より低く保つ。

10

#### 【 0 0 3 6 】

光パイプ 5 2 3 が反射鏡 5 2 0 の上面を通過する反射鏡 5 2 0 の上面に、小さな反射キャビティ 5 1 9 を形成することができる。光パイプ 5 2 3 の最上端が各マイクロキャビティ 5 1 9 への入り口と同じ高さであるまたはわずかに低くなるように、光パイプ 5 2 3 を設置する。

#### 【 0 0 3 7 】

光パイプ 5 2 3 を、サファイアなどの高光学的屈折率材料から作ることができる。サファイア光パイプが比較的小さな光散乱係数を有し、より大きな横光除去率を有する傾向があるので、サファイア光パイプが一般的に好ましい。その結果、光パイプがより小さな立体角、従って、より小さな測定の領域から入ってくる光線を受け入れるという理由で、光パイプは、優れた測定の局所集中を実現する。光パイプを、任意の適切な熱に強く腐食耐性のある材料、例えば、石英から作ることができ、おそらく介在する光学ファイバケーブル 5 2 4 を介してパイロメータへサンプリングした放射光を送ることができる。あるいは、放射光サンプリングシステムは、反射鏡 5 2 0 内にマウントされた小さな半径の対物レンズを含む光学システム、ならびに各パイロメータへ各レンズによって集められた放射光を伝達する鏡およびレンズのシステムであり得る。適切な即座に入手可能な光学素子が入手可能である場合には、かかる組み合わせは、サファイア光パイプよりも安価である場合がある。あるいは、光パイプを、高度に研磨した反射内表面を有する管から作ることができる。

20

30

#### 【 0 0 3 8 】

上に指摘したように、3つの温度プローブだけを図 5 に示しているが、実際のシステムは、異なる半径位置およびアジマス位置のところの温度を測定するように、反射鏡 5 2 0 全域にわたって分布する 7 つまたは 8 つの測定プローブを使用することができる。熱的な処理中には、基板支持アセンブリ 5 0 8 を、基板 5 0 5 の熱分布を一様にするために多くの場合回転させる。発光ダイオードから遠くへ基板支持アセンブリの距離を調節できるように、基板支持アセンブリ 5 0 8 をやはり可動とすることができる。回転速度を約 2 0 回転毎分（RPM）と 2 0 0 RPM との間とすることができる。基板 5 0 5 を回転させるケースでは、各プローブは、基板上の対応する環状リング領域の温度プロファイルを実際にサンプリングする。基板支持アセンブリ 5 0 8 を、磁気浮揚式回転フレームとすることができる。基板支持アセンブリ 5 0 8 は、端部から基板 5 0 5 を支持しつつロータウェル 5 0 9 中へと延伸することができる。このようにして、基板 5 0 5 温度を均一にするために、基板 5 0 5 を照明素子 5 0 2 の下で回転させる。

40

#### 【 0 0 3 9 】

端部リング 5 1 1 の内径に沿った部分を基板 5 0 5 と接触させるために、棚状またはくさび状の形状とすることができる。端部リング 5 1 1 は、基板 5 0 5 の外縁の周りで基板 5 0 5 と接触し、それによって、基板 5 0 5 の下側面の最少部分しか覆い隠さない。端部リング 5 1 1 は、ほぼ 0 . 7 5 インチの半径方向幅を有する。端部リング 5 1 1 の一部が基板 5 0 5 に近づき、膜を形成するために、それ以外では基板 5 0 5 に変化を生じさせる

50

ために選択したプロセスガスによって腐食しがちであるまたは汚染しがちである場合がある。端部リング511用に使用する材料を、炭化シリコンなど、化学的な攻撃に対して耐性を持たせることができる。

#### 【0040】

端部リング511を、シリンダ510との光密封を作り出すように設計する。端部リング511の底表面から延伸しているものは、円柱形状をした穴のへりまたはスカートであり、シリンダ510の外径よりもわずかに小さなまたは大きな外径を有し、シリンダ510の外側域と内側域との間を光が直接進むことを防止する。端部リングがシリンダ510を超えて外に延伸するように、端部リング511は、シリンダ510の半径よりも大きな外半径を有する。シリンダ510を超える端部リング511のこの環状延伸部は、迷光が反射性キャビティ519に入ることを防止し、基板温度の指標であるとして誤解されることを防止するバッフルとして機能する。反射性キャビティ519に入る迷光の可能性をさらに減少させるために、端部リング511を、照明素子502によって発生される放射光を吸収する材料（例えば、炭化シリコンなどの黒色または灰色材料）でコーティングすることができる。反射性キャビティ519に入る迷光の量をさらに減少させるために、共に回転する端部リング延伸部513を使用することができる。シリンダ510を石英から作ることができ、反射性キャビティ519中への光の侵入をさらに制限するためにSiでコーティングすることができる。

10

#### 【0041】

図5に図説した基板処理システムは、システムコントローラ562を含み、照明素子502輝度や、ガス流量や、基板温度や、チャンバ圧力を制御することなどの基板処理システムの様々な動作を制御する。本発明の実施形態では、システムコントローラ562は、ハードディスク駆動装置（メモリ564）およびプロセッサ566を含む。プロセッサは、シングルボードコンピュータ（SBC）や、アナログおよびデジタル入力/出力ボード568ならびにメカニカルインターフェースボードを含有する。

20

#### 【0042】

システムコントローラ562は、基板処理システムの活動を制御する。システムコントローラは、メモリ564などのコンピュータ可読媒体中に記憶したコンピュータプログラムであるシステム制御ソフトウェアを実行する。メモリ564をハードディスク駆動装置とすることができるが、メモリ564は、やはりDRAMや、フラッシュメモリや、別の種類のメモリを含むことができる。メモリ564を、やはり、1つまたは複数のタイプのメモリの組み合わせとすることができる。コンピュータプログラムは、タイミングや、ガスの混合や、チャンバ圧力や、チャンバ温度や、ランプパワーレベルや、基板支持アセンブリ位置や、特定のプロセスの他のパラメータを指令する命令のセットを含む。当然のことながら、例えば、フロッピディスクまたはもう1つの適切な駆動装置を含むもう1つのメモリデバイスに記憶されたものなどの別のコンピュータプログラムを、やはりシステムコントローラ562を動作させるために使用することができる。入力/出力（I/O）デバイス568は、機器とインターフェースすることに加えて、LCDモニタや、キーボードや、ポインティングデバイスなどのヒューマンインターフェースデバイスを含むことができる。システム機能の遠隔制御または監視を可能にするために、システムコントローラ562をネットワークに接続することができる。制御責任を分配するためにネットワークをわたって通信する複数のシステムコントローラ562間で、制御をやはり分配することができる。

30

40

#### 【0043】

図6は、開示した実施形態による基板の表面を処置するために使用することができる例示的な方法を示している流れ図である。基板を処理チャンバ中へと搬送する（操作600）。（1つまたは複数の）パルスが基板をアニールするために十分なパワーを有するように、照明パルス持続期間および輝度を選ぶ（操作603）。基板処理システムの一部であり、複数のLEDを含んでいる光学的アセンブリは、設定点温度まで基板をアニールするために、基板の表面を照明し加熱する（操作605）。アニール中に基板からの放射光を

50

検出するために、パイロメータを使用し（操作 6 1 0）、LED によって放出される（1つまたは複数の）波長とは異なる波長近くの放出される放射光の量から実際の温度を計算する（操作 6 1 5）。照明および高温測定のために別の波長を使用することは、パイロメータによって決定される温度の精度を向上させる。新しいパワーレベルを、実際の温度と設定点温度との間の差異に基づいて計算し（操作 6 2 0）記憶させる。新しいパワーレベルを、次の基板を処理するために使用することができる。代替実施形態では、基板の処理中に LED パワーを調節するために、差異をリアルタイムフィードバックループの内部で使用する。

【 0 0 4 4 】

本明細書中で使用するように、「基板」を、その上に形成した層のあるまたは層のない支持基板とすることができる。層の一部またはすべておよび基板でさえ、パターンニングすることができる。支持基板を、絶縁体またはいろいろなドーピング濃度およびプロファイルの基板とすることができる。例えば、集積回路の製造の際に使用するタイプの半導体基板とすることができる。用語「光」や、「光学的」や、「光学」の使用は、包含された電磁放射光がスペクトルの可視部分からでなければならないことの何らかの暗示を伝えるものではない。光を任意の波長のものとして行うことができる。

10

【 0 0 4 5 】

一実施形態では、基板処理システムは、第 1 の発光ダイオードおよび第 2 の発光ダイオードを含む複数の発光ダイオードであって、複数の発光ダイオードが少なくとも 2 0 0 まで半導体基板の第 1 の表面を加熱する、複数の発光ダイオードを含む。第 1 の発光ダイオードが第 1 の複数の光エネルギーのパルスを放出し、第 2 の発光ダイオードが第 2 の複数の光エネルギーのパルスを放出する。

20

【 0 0 4 6 】

基板処理システムの別の一実施形態では、第 1 の複数の光のパルスおよび第 2 の複数の光のパルスが、1 秒以下である持続期間を有する。

【 0 0 4 7 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、複数の発光ダイオードが、半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される。パターンは、同心円である場合があり、各同心円上の複数の発光ダイオードのエネルギー出力が、半導体基板の第 1 の表面を均一に加熱するように変えられることが可能である。

30

【 0 0 4 8 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、パターンは、半導体基板の外側端部近くで同心円である。

【 0 0 4 9 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、複数の発光ダイオードからの照明が、半導体基板の表面近傍域に変化を生じさせる。

【 0 0 5 0 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、第 1 の複数の光のパルスおよび第 2 の複数の光のパルスが、約 1 ミリ秒から約 1 秒までの範囲に及ぶ持続期間を有する。

【 0 0 5 1 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、第 1 の複数の光のパルスおよび第 2 の複数の光のパルスが、約 1 0 マイクロ秒から約 1 ミリ秒までの範囲に及ぶ持続期間を有する。

40

【 0 0 5 2 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、第 1 の複数の光のパルスおよび第 2 の複数の光のパルスが、5 0 0 ワット /  $\text{cm}^2$  よりも大きな光学的ピークパワーを有する。

【 0 0 5 3 】

基板処理システムのさらに別の一実施形態では、半導体基板の第 1 の表面の面積は、1 0 0  $\text{cm}^2$  よりも大きい。

【 0 0 5 4 】

50

基板処理システムのさらに別の実施形態では、複数の発光ダイオードが、1つの透明基板上に形成される。

【0055】

別の実施形態では、基板処理システムは、処理チャンバの内部に配置された半導体基板を支持する基板支持アセンブリと、第1の発光ダイオードおよび第2の発光ダイオードを含んでいる複数の発光ダイオードを含む第1の発光ダイオードアセンブリであって、複数の発光ダイオードが少なくとも200まで半導体基板の第1の表面を加熱する、第1の発光ダイオードアセンブリとを含む。第1の発光ダイオードが、第1の複数の光エネルギーのパルスを放出し、第2の発光ダイオードが、第2の複数の光エネルギーのパルスを放出する。複数の発光ダイオードが、半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される。複数の発光ダイオードは、半導体基板の表面近傍域に変化を生じさせることができる。光のパルスは、約1ミリ秒から約1秒までの範囲に及ぶ持続期間を有することができる。第1の複数の光のパルスおよび第2の複数の光のパルスは、200ワット/cm<sup>2</sup>よりも大きな光学的ピークパワーを有することができる。第1の複数の光のパルスおよび第2の複数の光のパルスは、半導体基板の内部のドーパントを活性化させることができる。第1の複数の光のパルスおよび第2の複数の光のパルスは、半導体基板中へと原子を拡散させることができる。基板処理システムは、半導体基板の第2の表面を照明し加熱するために、半導体基板の第2の表面近くに配置された第2の複数の発光ダイオードを含んでいる第2の発光ダイオードアセンブリをさらに含むことができる。

10

【0056】

別の実施形態では、基板処理システムは、処理チャンバの内部に配置された半導体基板を支持する基板支持アセンブリと、第1の発光ダイオードおよび第2の発光ダイオードを含んでいる複数の発光ダイオードを含む第1の発光ダイオードアセンブリであって、複数の発光ダイオードが少なくとも200まで半導体基板の第1の表面を加熱する、第1の発光ダイオードアセンブリとを含む。第1の発光ダイオードが、1つまたは複数の第1の処理波長を含んでいる第1の複数の光エネルギーのパルスを放出し、第2の発光ダイオードが、1つまたは複数の第2の処理波長を含んでいる第2の複数の光エネルギーのパルスを放出する。複数の発光ダイオードが、半導体基板を実質的に均一に加熱するパターンに配列される。基板処理システムは、半導体基板の一部の温度を決定するために、少なくとも1つの高温測定波長近くの光を検出する少なくとも1つのパイロメータであって、少なくとも1つの高温測定波長が1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長とは異なる、少なくとも1つのパイロメータをさらに含む。1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長は、約0.75μmより短い波長を含むことができ、少なくとも1つの高温測定波長が、約0.75μmより長い波長を含む。1つまたは複数の第1の処理波長および第2の処理波長は、約0.50μmより短い波長を含むことができ、少なくとも1つの高温測定波長が、約0.50μmより長い波長を含む。

20

30

【0057】

別の実施形態では、基板を処置する方法は、半導体基板を用意するステップと、半導体基板を処置するために十分な少なくとも1つの光学的パルスのLEDパルス持続期間およびLEDパルス輝度を選択するステップと、LEDアセンブリからの少なくとも1つの光の光学的パルスを用いて少なくとも200まで半導体基板を加熱するステップとを含む。少なくとも1つの光学的パルスが、1つまたは複数のLED波長を含む。方法は、半導体基板の表面から放出された光を受けるステップと、プロセス監視波長近くの放出された光の輝度を決定するステップであって、プロセス監視波長が1つまたは複数のLED波長とは異なる、決定するステップとをさらに含むことができる。半導体基板を処置するステップは、半導体基板をアニールするステップを含むことができる。半導体基板を処置するステップは、半導体基板の内部のドーパントを拡散させるステップを含むことができる。

40

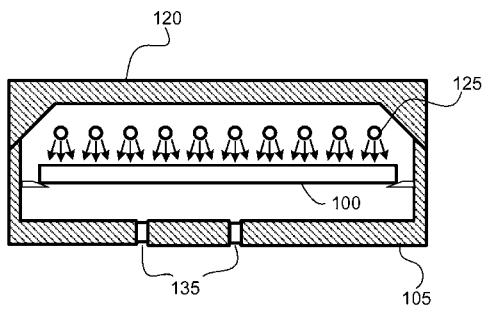
【0058】

本発明を、好ましい実施形態の観点から上に説明してきているが、本発明がこれらに限

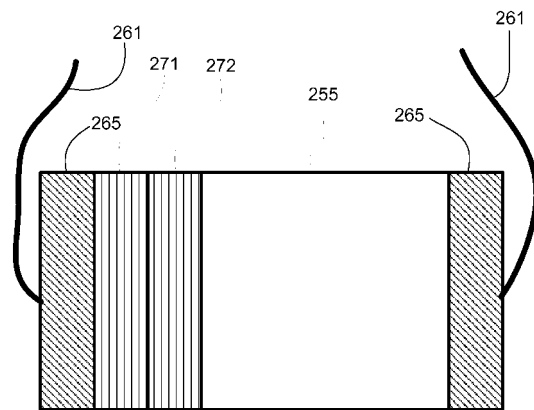
50

定されないことを、当業者であればやはり理解するであろう。上記の発明の様々なフィーチャおよび態様を、個々にまたは一緒に使用することができる。さらに、特定の周囲環境における本発明の実装形態の背景において、および特定の応用例について、本発明を説明してきているが、本発明の有用性がこれらに限定されず、本発明を任意の複数の周囲環境および実装形態において利用することができることを、当業者であれば理解するであろう。

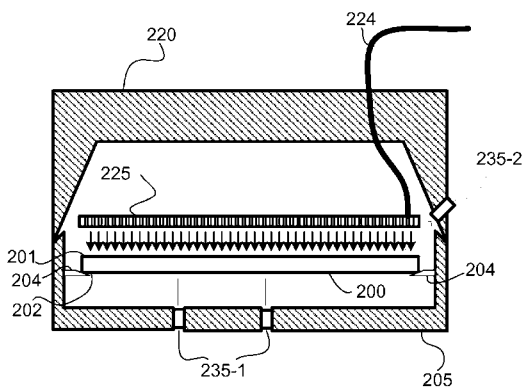
【 図 1 】



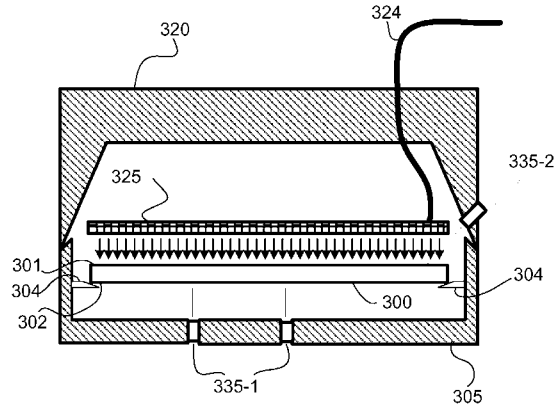
【 図 2 B 】



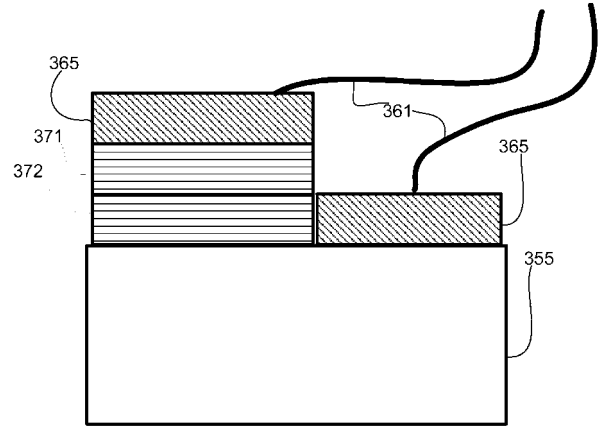
【 図 2 A 】



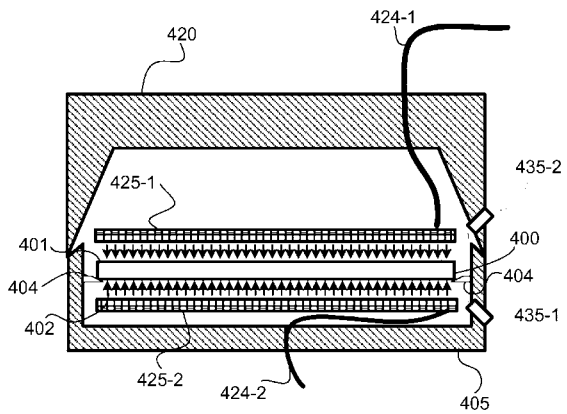
【図 3 A】



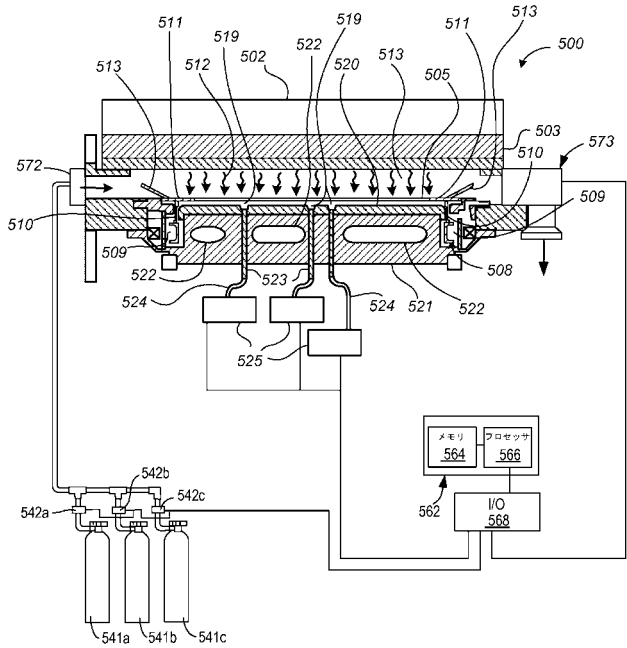
【図 3 B】



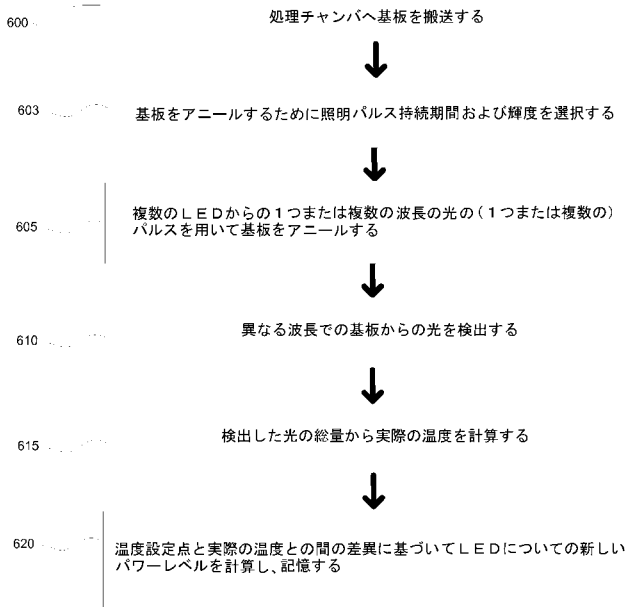
【図 4】





【図 5】



【 図 6 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2010/031403</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 21/324(2006.01); H01L 33/48(2010.01);</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/324; H01L 21/268; F26B 3/30; H01L 21/26; H01L 33/00; F27B 5/14		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: LED, heat, substrate and pulse		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-016545 A (TOKYO ELECTRON LTD) 24 January 2008 See Abstract, Figures 1, 3 and Claims 1, 4, 12	1-25
A	JP 2006-059931 A (CANON ANELVA CORP) 02 March 2006 See Abstract and Claim 1	1-25
A	US 7173216 B2 (JOHN C. PTAK) 06 February 2007 See Abstract and Claims 1, 18	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 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 29 OCTOBER 2010 (29.10.2010)		Date of mailing of the international search report <b>29 OCTOBER 2010 (29.10.2010)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Hong, Sung Ui Telephone No. 82-42-481-8496 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2010/031403**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2008-016545 A	24.01.2008	WO 2008-004581 A1	10.01.2008
JP 2006-059931 A	02.03.2006	None	
US 7173216 B2	06.02.2007	JP 04-486885 B2	02.04.2010
		JP 2005-536045 A	24.11.2005
		US 2004-0026400 A1	12.02.2004
		US 2005-0077280 A1	14.04.2005
		US 2007-0116443 A1	24.05.2007
		US 6818864 B2	16.11.2004
		WO 2004-015348 A1	19.02.2004

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, JP, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

(72)発明者 モファット, スティーヴン  
イギリス国 チャンネル諸島 ジェーイー 8キューエー, セント プリレード ジャージー,  
リュ ドゥ ラ コルピエール, ヴィル カヌー, ザ バーン  
Fターム(参考) 5F045 AB32 AB33 DP04 EK12 EK18 EK22 GB05