

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294449  
(P2005-294449A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>H01S 5/00  
GO1R 31/26

F1

H01S 5/00  
GO1R 31/26

テーマコード(参考)

2GO03  
5F173

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2004-105913 (P2004-105913)  
平成16年3月31日 (2004.3.31)(71) 出願人 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
(74) 代理人 100075557  
弁理士 西教 圭一郎  
(74) 代理人 100072235  
弁理士 杉山 毅至  
(74) 代理人 100101638  
弁理士 廣瀬 峰太郎  
(72) 発明者 伊藤 嘉之  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

最終頁に続く

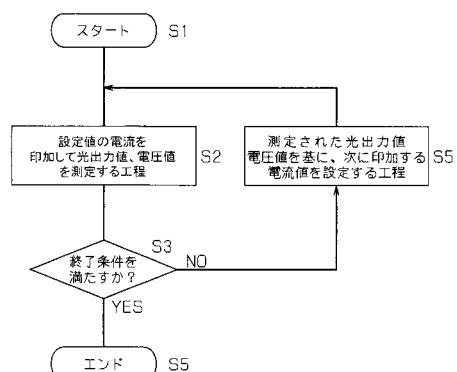
(54) 【発明の名称】半導体装置の検査方法および検査装置

## (57) 【要約】

**【課題】** 高信頼性を確保しつつ、かつ、短時間で半導体レーザチップなどの半導体装置を検査する方法および検査装置を提供することが課題である。

**【解決手段】** 半導体装置に複数の電流値の電流を印加したときの半導体装置の状態を表す特性値を測定する半導体装置の検査方法であって、設定される電流値の電流を印加して、半導体装置の状態を表す特性値を測定する測定工程と、測定工程で測定された特性値に基づいて、次に半導体装置に印加する電流の電流値を演算して更新設定する設定工程と、測定工程および設定工程を、予め定める条件を満たすまで、繰返す繰返し工程とを含む半導体装置の検査方法による。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体装置に複数の電流値の電流を印加したときの半導体装置の状態を表す特性値を測定する半導体装置の検査方法であって、

設定される電流値の電流を半導体装置に印加して、半導体装置の状態を表す特性値を測定する測定工程と、

測定工程で測定された特性値に基づいて、次に半導体装置に印加する電流の電流値を演算して更新設定する設定工程と、

測定工程および設定工程を、予め定める条件を満たすまで、繰返す繰返し工程とを含むことを特徴とする半導体装置の検査方法。

**【請求項 2】**

複数の半導体装置の検査を並行して実行する半導体装置の検査方法であって、

前記測定工程では、各半導体装置に順次選択的に電流を印加することを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の検査方法。

**【請求項 3】**

前記測定工程では、同一周期で異なる位相のパルス電流を印加することを特徴とする請求項 2 記載の半導体装置の検査方法。

**【請求項 4】**

前記設定工程では、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域および特性値の限界値の近傍である第二測定領域においては、電流の変化幅を他の領域に比べて小さい幅とすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の検査方法。

**【請求項 5】**

前記半導体装置が半導体レーザチップであり、前記特性値が光出力値および電圧値であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の検査方法。

**【請求項 6】**

パルス電流を印加して光出力値および電圧値を測定する半導体装置の検査方法であって、

前記設定工程では、測定項目を評価するのに必要な測定領域以外の測定領域を測定する際、測定項目を評価する際のパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅を超えて、かつ、前記半導体レーザチップのリミットパワーを前記半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を前記半導体レーザチップの  $M_a \times$  微分効率で除算した値を超えないパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅である電流値を設定することを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の検査方法。

**【請求項 7】**

半導体装置に電流を印加するための電流印加手段と、

半導体装置の状態を表す特性値を測定する測定手段と、

測定手段で測定された特性値に基づいて、次に半導体装置に印加する電流の電流値を演算して更新設定する演算処理手段とを含むことを特徴とする半導体装置の検査装置。

**【請求項 8】**

複数の半導体装置の検査を並行して実行する半導体装置の検査装置であって、

前記電流印加手段では、各半導体装置に順次選択的に電流を印加することを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置の検査装置。

**【請求項 9】**

前記電流印加手段では、同一周期で異なる位相のパルス電流を印加することを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置の検査装置。

**【請求項 10】**

前記演算処理手段は、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域および特性値の限界値の近傍である第二測定領域においては、電流の変化幅を他の領域に比べて小さい幅とすることを特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の検査装置。

**【請求項 11】**

10

20

30

40

50

前記半導体装置が半導体レーザチップであり、前記特性値が光出力値および電圧値であることを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の検査装置。

【請求項 12】

パルス電流を印加して光出力値および電圧値を測定する半導体装置の検査装置であって、

前記演算処理手段は、測定項目を評価するのに必要な測定領域以外の測定領域を、測定項目を評価する際のパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅を超えて、かつ、前記半導体レーザチップのリミットパワーを前記半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を前記半導体レーザチップの  $M a x$  微分効率で除算した値を超えないパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅である電流値を設定することを特徴とする請求項 11 10 に記載の半導体装置の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザチップなどの半導体装置を検査する方法および検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 9 は、従来の半導体レーザチップの測定方法を示すグラフである。図 9 (1) は、パルス電流に対する光出力を示すグラフである。図 9 (2) は、パルス電流に対する電圧を示すグラフである。パルス電流の電流値を一定の間隔をとって徐々に増大させながら、電流値、レーザチップの光出力およびレーザチップ端子間の電圧を測定する。この場合、印加したときの全体のカーブを目視で確認することができる。しかし、必要な性能を測定するためには、ステップ幅をかなり小さく採らなければならないので測定するのに多大な時間を要していた。

【0003】

図 10 は、従来の半導体レーザチップのパルス発生タイミングを示すタイムチャートである。これは、2 つの発光点を有する半導体レーザチップの各発光点の電流 - 光出力および電流 - 電圧を測定する方法を示す。たとえば、一方が赤色のレーザを発光し、他方が赤外線のレーザを発光する半導体レーザチップの場合、電流値を一定間隔で増大させながらパルス電流を印加して赤色のレーザを発光させて、赤色レーザの電流 - 光出力の測定を終え、その後赤色レーザの場合と同様に赤外線レーザの電流 - 光出力および電流 - 電圧の測定を行う。

【0004】

測定するのに多大な時間を要するという問題を解決する典型的な技術は、特許文献 1 に記載されている。特許文献 1 の半導体レーザ素子の測定装置は、半導体レーザ素子の電流 - 光出力特性及び、電流 - 電圧特性を測定し、半導体レーザ素子の発振特性を測定するように構成され、かつ半導体レーザ素子に印加する電流に、ステップ・パルス・バイアス電流を用いることを特徴としている。

【0005】

他の技術が、特許文献 2 に記載されている。特許文献 2 のタイミング差測定装置は、E - O 計測装置、波形記憶演算装置で構成されている。E - O 計測装置は、被測定デバイスの電気信号をストローブ光にてサンプリングして信号波形を測定するもので、非常に高い時間分解能を有している点に特徴がある。

【0006】

さらに、他の技術は、特許文献 3 に記載されている。特許文献 3 の半導体製造装置は、半導体装置の画像認識を行う画像認識手段と、前記半導体装置を画像データ取り込みのために照明する照明機構とを具備する半導体製造装置において、前記照明機構に前記半導体装置の実照明量を検出して、自動的に照明量を所定の状態に制御する制御手段を備えたことを特徴とする。

**【 0 0 0 7 】**

そして、他の技術は、特許文献4に記載されている。特許文献4の半導体製造装置の認識装置は、被処理物を照射するランプ、上記被処理物を撮像するテレビカメラ、このテレビカメラの映像を画像処理する画像処理手段、この画像処理手段が認識不能と判断したときに信号を出力する制御手段、この制御手段の出力信号に基づき、予め設定されていた上記ランプの光量を増加させるランプ光量増加手段を備えるものである。

**【 0 0 0 8 】**

特許文献3および特許文献4の技術によれば、半導体チップを一定光量で照明することができる。

**【 0 0 0 9 】**

【特許文献1】特開昭64-80880号公報

【特許文献2】特開平5-273272号公報

【特許文献3】特開昭60-149141号公報

【特許文献4】特開平1-233572号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【 0 0 1 0 】**

従来の検査方法では、半導体レーザチップの性能を評価するため非常に多くの回数のパルス電流を印加しなければならない。そのため測定に要する印加時間が長くなるので半導体レーザチップに与えるダメージが大きくなることが問題であった。また、測定時間が長くなることで多大な時間を要していた。

**【 0 0 1 1 】**

特許文献1の技術では、電流 - 微分効率特性 ( $I - dL/dI$  : Iは電流値、Lは光出力を表す)、電流 - 微分抵抗特性 ( $I - dV/dI$  : Iは電流値、Vは電圧を表す)を効率よく測定することはできても、他の特性の測定に対しては有用ではない。

**【 0 0 1 2 】**

本発明の目的は、半導体レーザチップなどの半導体装置の検査によるダメージが少なく、短時間でかつ精度よく半導体レーザチップなどの半導体装置を検査する方法および検査装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【 0 0 1 3 】**

本発明は、半導体装置に複数の電流値の電流を印加したときの半導体装置の状態を表す特性値を測定する半導体装置の検査方法であって、

設定される電流値の電流を半導体装置に印加して、半導体装置の状態を表す特性値を測定する測定工程と、

測定工程で測定された特性値に基づいて、次に半導体装置に印加する電流の電流値を演算して更新設定する設定工程と、

測定工程および設定工程を、予め定める条件を満たすまで、繰返す繰返し工程とを含むことを特徴とする半導体装置の検査方法である。

**【 0 0 1 4 】**

本発明に従えば、設定工程によって測定項目に応じて測定に必要な次の電流値を演算して更新設定することができる。測定項目上、測定する必要のある電流値を、測定工程により得られた値を基に設定工程で設定できる。設定された電流値の電流を印加して半導体装置の特性値を測定することによって精度よく測定することができ、また、不要な測定をする必要がないので、短時間で半導体装置を検査することができる。したがって、半導体装置に対するダメージを低減することができるため高信頼性を確保することができる。

**【 0 0 1 5 】**

また本発明は、複数の半導体装置の検査を並行して実行する半導体装置の検査方法であって、

前記測定工程では、各半導体装置に順次選択的に電流を印加することを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0016】

本発明に従えば、複数の半導体装置の検査を並列して実行し、各半導体装置に順次選択的に電流を印加して測定するので、各半導体装置毎に検査を直列して実行するよりも短時間で複数の半導体装置の検査を全部終えることができる。また、順次選択的に電流を印加して測定するので各半導体装置毎に特性値測定装置を設ける必要がない。

## 【0017】

また本発明は、前記測定工程では、同一周期で異なる位相のパルス電流を印加することを特徴とする。

## 【0018】

本発明に従えば、同一周期で異なる位相のパルス電流を各半導体装置に印加することによって、複雑な調停手段を用いて各半導体装置に電流を印加して測定する場合よりも簡易に、順次選択的にパルス電流を各半導体装置に印加して各半導体装置を測定することができる。

## 【0019】

また本発明は、前記設定工程では、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域および特性値の限界値の近傍である第二測定領域においては、電流の変化幅を他の領域に比べて小さい幅とすることを特徴とする。

## 【0020】

本発明に従えば、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域を測定するときおよび特性値の限界値近傍は、他の領域を測定するときと比べて印加電流の変化幅を小さい幅とすることで、精度の高い測定をできる検査方法を提供することができる。

## 【0021】

また本発明は、前記半導体装置が半導体レーザチップであり、前記特性値が光出力値および電圧値であることを特徴とする。

## 【0022】

本発明に従えば、半導体装置が半導体レーザチップであり、特性値が光出力値および電圧値であるので、半導体レーザチップの検査を好適にすることができる検査方法を提供することができる。

## 【0023】

また本発明は、パルス電流を印加して光出力値および電圧値を測定する半導体レーザチップの検査方法であって、

前記設定工程では、測定項目を評価するのに必要な測定領域以外の測定領域を測定する際、測定項目を評価する際のパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅を超えて、かつ、前記半導体レーザチップのリミットパワーを前記半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を前記半導体レーザチップの  $M_a \times$  微分効率で除算した値を超えないパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅である電流値を設定することを特徴とする。

## 【0024】

本発明に従えば、測定項目を評価するために必要な測定領域でない場合には、測定項目を評価する際の変化幅よりも大きな変化幅で電流値を変化させてパルス電流の印加回数を低減することができる。パルス電流の印加回数の低減によって、短時間での検査を可能にし、半導体レーザチップの検査によるダメージの低減を可能にする。半導体レーザチップのリミットパワーを半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を半導体レーザチップの  $M_a \times$  微分効率で除算した値を超えない変化幅で変化させた電流値のパルス電流を半導体レーザチップに印加しても、リミットパワーを超えないことが保証されているので、半導体レーザチップを破壊しない。

## 【0025】

また本発明は、半導体装置に電流を印加するための電流印加手段と、

半導体装置の状態を表す特性値を測定する測定手段と、

測定手段で測定された特性値に基づいて、次に半導体装置に印加する電流の電流値を演算して更新設定する演算処理手段とを含むことを特徴とする半導体装置の検査装置である

10

20

30

40

50

。

### 【0026】

本発明に従えば、電流を印加された半導体装置の特性を測定する測定手段により特性値を得ることができる。この特性値に基づいて演算処理手段は次に印加すべき電流の電流値を演算して設定する。設定された電流値に基づいて電流印加手段は半導体装置に電流を印加する。そして、再び測定手段により特性値を得る。得られた特性値に基づいて電流値設定手段は次に印加すべき電流の電流値を演算して設定する。これらの測定工程および設定工程を繰返して予め定める終了条件に達した場合には、検査を終える。したがって、検査に必要な電流値の電流を流すことができるので精度が高い検査を行うことができ、検査に不要な測定を省くことができるので半導体装置に与えるダメージが少なく済み高信頼性を確保しつつ短時間で検査を終えることができる検査装置を提供することができる。

10

### 【0027】

また本発明は、複数の半導体装置の検査を並行して実行する半導体装置の検査装置であって、

前記電流印加手段では、各半導体装置に順次選択的に電流を印加することを特徴とする。

### 【0028】

本発明に従えば、複数の半導体装置の検査を並列して実行し、各半導体装置に順次選択的に電流を印加して測定するので、各半導体装置毎に検査を直列して実行するよりも短時間で複数の半導体装置の検査を全部終えることができる検査装置を提供できる。また、順次選択的に電流を印加して測定するので各半導体装置毎に特性値測定装置を設ける必要がなく経済的である。

20

### 【0029】

また本発明は、前記電流印加手段では、同一周期で異なる位相のパルス電流を印加することを特徴とする。

### 【0030】

本発明に従えば、同一周期で異なる位相のパルス電流を各半導体装置に印加することによって、複雑な調停手段を用いて各半導体装置に電流を印加して測定する場合よりも簡単に、順次選択的にパルス電流を各半導体装置に印加することができる検査装置を実現することができる。

30

### 【0031】

また本発明は、前記演算処理手段は、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域および特性値の限界値の近傍である第二測定領域においては、電流の変化幅を他の領域に比べて小さい幅とすることを特徴とする。

### 【0032】

本発明に従えば、測定値の変化が急であると予測される第一測定領域を測定するときおよび特性値の限界値近傍は、他の領域を測定するときと比べて印加電流の変化幅を小さい幅とするので、精度の高い測定をできる検査装置を提供することができる。

### 【0033】

また本発明は、前記半導体装置が半導体レーザチップであり、前記特性値が光出力値および電圧値であることを特徴とする。

40

### 【0034】

本発明に従えば、半導体装置が半導体レーザチップであり、特性値が光出力値および電圧値であるので、半導体レーザチップの検査を好適にすることができる検査装置を提供することができる。

### 【0035】

また本発明は、パルス電流を印加して光出力値および電圧値を測定する半導体レーザチップの検査装置であって、

前記演算処理手段は、測定項目を評価するのに必要な測定領域以外の測定領域を、測定項目を評価する際のパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅を超えて、かつ、前記半導

50

体レーザチップのリミットパワーを前記半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を前記半導体レーザチップの  $M_a \times$  微分効率で除算した値を超えないパルス電流の最大パルス電流値間の変化幅である電流値を設定することを特徴とする。

#### 【0036】

本発明に従えば、測定項目を評価するために必要な測定領域でない場合には、測定項目を評価する際の変化幅よりも大きな変化幅で電流値を変化させてパルス電流の印加回数を低減することができる。パルス電流の印加回数の低減によって、短時間での検査を可能にし、半導体レーザチップの検査によるダメージの低減を可能にする。半導体レーザチップのリミットパワーを半導体レーザチップの現時点でのパワーで減算してこの減算値を半導体レーザチップの  $M_a \times$  微分効率で除算した値を超えない変化幅で変化させた電流値のパルス電流を半導体レーザチップに印加しても、リミットパワーを超えないことが保証されているので、半導体レーザチップを破壊しない。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0037】

本発明によれば、測定に必要な電流値の電流を印加して半導体装置の特性値を測定することによって精度よく測定することができ、また、不要な測定をする必要がないので、短時間で半導体装置を検査することができる。したがって、半導体装置に対するダメージを低減することができるため高信頼性を確保することができる。

20

#### 【0038】

本発明によれば、短時間で各半導体装置の検査を終えることができる。したがって、全体での検査時間を短縮することができる。また、各半導体装置毎に特性値測定装置を設ける必要がない。

#### 【0039】

本発明によれば、簡易に、順次選択的にパルス電流を各半導体装置に印加することができる。

#### 【0040】

本発明によれば、精度の高い検査結果を得ることができる検査方法を提供することができる。

30

#### 【0041】

本発明によれば、半導体レーザチップの検査を好適にすることができる検査方法を提供することができる。

#### 【0042】

本発明によれば、パルス電流の印加回数を低減することができる。パルス電流の印加回数の低減によって、短時間での検査を可能にし、半導体レーザチップの検査によるダメージの低減を可能にする。さらに、リミットパワーを超えないことが保証されているので、半導体レーザチップを破壊しない。

40

#### 【0043】

本発明によれば、検査に必要な電流値の電流を流すことができるので信頼性が高い検査を行うことができ、検査に不要な測定を省くことができるので短時間で検査を終えることができる検査装置を提供することができる。この検査装置では、短時間で検査を終えることができるので半導体装置に与えるダメージを低減することができる。

#### 【0044】

本発明によれば、短時間で各半導体装置の検査を終える検査装置を提供することができる。したがって、全体での検査時間を短縮することができる。また、各半導体装置毎に特性値測定装置を設ける必要がない。

#### 【0045】

本発明によれば、簡易に、順次選択的にパルス電流を各半導体装置に印加することができる検査装置を実現することができる。

#### 【0046】

本発明によれば、精度の高い検査結果を得ることができる検査装置を提供することができる。

50

きる。

【0047】

本発明によれば、半導体レーザチップの検査を好適にすることができる検査装置を提供することができる。

【0048】

本発明によれば、パルス電流の印加回数を低減することができる。パルス電流の印加回数の低減によって、短時間での検査を可能にし、半導体レーザチップの検査によるダメージの低減を可能にする。さらに、リミットパワーを超えないことが保証されているので、半導体レーザチップを破壊しない。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0049】

図1は、本発明の第1実施形態を示す半導体装置の検査方法を示すフローチャートである。この実施形態は、半導体装置に複数の電流値の電流を印加したときに半導体装置の特性値を測定する半導体装置の検査方法であり、測定工程と、設定工程と、繰返し工程を含む半導体装置の検査方法である。

【0050】

本発明で検査される半導体装置には、半導体レーザチップ11および発光ダイオードなどの半導体発光素子、トランジスタ、LSIなどの半導体素子などが含まれるものとし、パッケージに封じされた半導体レーザ装置、LSIなどでもよい。このうち、検査にパルス電流を用い、レーザ光を射出する半導体レーザチップ11を好適に検査することができる。半導体レーザチップ11を検査する場合、主として光出力、電流を印加する端子間の電圧などの特性値を測定する。その他出力される光の波長、半導体レーザチップ11の温度などの特性値を測定することもできる。

20

【0051】

ステップS1で、最初に印加すべき電流値を設定して半導体レーザチップ11の検査が始まる。ステップS2で、半導体装置に設定値のパルス電流を印加して、設定値のパルス電流が印加された半導体レーザチップの光出力および電圧値などの特性値を測定する測定工程を実施する。ステップS3で、予め定められた終了条件を満たすか否か判断する。予め定められた終了条件を満たさない場合には、ステップS4に進む。ステップS4で、測定された測定値を基に次に印加する電流値を設定する設定工程を実施する。したがって、測定項目に応じて測定に必要な次の電流値を演算して更新設定することができる。

30

【0052】

その後、予め定められた終了条件を満たすまで、ステップS2、S3、S4からなるループを繰返す繰返し工程を実施する。繰返し工程は、予め定めた条件を満たすまで、測定工程および設定工程を繰返す工程である。この予め定める条件としては、前述の測定領域が限界値の極近傍領域に達するという条件、半導体レーザチップ11が不良品であることが判明したときおよび測定の失敗が判明したときなどの任意の条件を定めることができる。

【0053】

この測定工程および設定工程の繰り返しによって、次々と必要な測定を行うことができる。測定する価値のない領域に対しては測定しないことを決定できるので、短時間で半導体装置の検査をすることができる。測定値の変化が急激であると予測される第一測定領域における測定項目を測定するときには、電流の変化幅を細かく設定することによって、特性値を精度よく測定することができる。特性値の限界値の近傍である第二測定領域においては、特性値の急激な変化がある場合が想定される。この測定領域を測定するときに、電流の変化幅を細かく設定することによって、精度よく測定することができる。また、検査に不要な測定を行わなくて済むので半導体装置に対するダメージは低減される。したがって、高信頼性を確保することができる。

40

【0054】

予め定められた終了条件を満たせば、ステップS3からステップS5に進み、測定を終

50

える。測定値から半導体レーザチップ11の評価をするに適した評価値を演算して求めることによって検査対象である半導体レーザチップ11が良品であるか否かを判断することができる。

#### 【0055】

図2は、本発明の第2実施形態を示す半導体装置である半導体レーザチップ11の検査装置1の構成を示すブロック図である。本発明の第2実施形態は、電流印加手段と、測定手段と、演算処理手段とを含む半導体装置である半導体レーザチップ11の検査装置である。パルス電流を用いて検査する半導体レーザチップの検査装置である。

#### 【0056】

電流印加手段は、半導体装置である半導体レーザチップに電流を印加する。具体的には、パルス発生部25、電流印加部27、発光ステージ13、コンタクトプローブ15を含んで構成される。パルス発生部25は、周期およびパルス幅などのパルス条件を制御可能であり、このパルス条件のパルス信号を発生させる。電流印加部27は、パルス発生部25からのパルス信号および設定される電流値を基に半導体レーザチップ11に印加するパルス電流を生成し印加する。電流印加部27と発光ステージ13およびコンタクトプローブ15は、ケーブル16で電気的に接続されている。発光ステージ13は、半導体レーザチップ11を保持するための機構を有する。半導体レーザチップ11が高温になる場合などには、たとえばペルチェ素子などの冷却手段によって冷却してもよい。コンタクトプローブ15を、半導体レーザチップ11の入出力端子に接触させて、半導体レーザチップ検査装置1と電気的接触を取る。

#### 【0057】

測定手段は、半導体装置である半導体レーザチップ11の状態を表す光出力、端子間の電圧などの特性値を測定する。その他出力される光の波長、半導体レーザチップ11の温度などの特性値を測定することもできる。本実施の形態において、具体的には、受光部23と電流電圧測定部29を含んで構成され、電流、電圧および光出力を測定する。

#### 【0058】

受光部23は、パルス電流が与えられた半導体レーザチップ11から発せられた光17を受光して光出力を測定する。受光部23は、光出力を測定するため半導体レーザチップ11の光出射面側に設置する。受光部23は、たとえば、受光素子19および受光回路21によって実現される。受光素子19は、受光した光を電気エネルギーに変換する素子である。受光回路21は、受光素子19からの出力を演算処理手段31へ出力するのに適したものにするための回路である。電流電圧測定部29は、半導体レーザチップ11の電流および端子間の電圧を測定する。

#### 【0059】

演算処理手段31は、測定手段で測定された値に基づいて、半導体装置である半導体レーザチップに次に印加する電流の電流値を演算して更新設定する。演算処理手段31は、たとえば、CPUを含んで構成されるコンピュータなどによって実現することができる。演算処理手段31は、測定された電圧、電流および光出力値から半導体レーザチップ11を評価するための値を演算する。

#### 【0060】

図3は、半導体レーザチップ11の検査方法により得られるデータを示すグラフである。

#### 【0061】

検査装置と電気的接触を図るため検査装置のコンタクトプローブ15を発光ステージ13に載置された半導体レーザチップ11の端子に接触させる。

#### 【0062】

電流印加手段によって、半導体レーザチップ11に電流を印加する。半導体レーザチップ11の種類に応じて決められている発光ON時間と発光OFF時間に従って、パルス発生部25において周期およびパルス幅を設定することによって設定しておく。パルス発生部25は設定に従いパルス信号を出力する。演算処理手段31が、半導体レーザチップ1

10

20

30

40

50

1の種類に応じてパルス発生部25を制御してパルス条件を設定してもよい。

【0063】

測定手段により電圧および光出力などの特性値を得ることができる。また、指定した電流値が実際に出力されているかどうか確かめるため電流についても測定する。電流、電圧および光出力を測定するには、たとえば、受光回路21および電流電圧測定部29の中にも、パルス発生部からのトリガタイミング信号で受光素子19などから入力されたアナログ信号をホールドして出力するサンプルホールド回路を設けて受光素子19などから入力されたアナログ信号をサンプルホールドしてアナログデジタル変換(AD変換)を行うことによって電流、電圧および光出力を測定する。

【0064】

この測定値に基づいて演算処理手段31は次に印加すべき電流の電流値を演算して設定する。設定された電流値に基づいて電流印加部27は半導体装置に電流を印加する。そして、再び測定手段により測定値を得る。得られた測定値に基づいて演算処理手段31は次に印加すべき電流の電流値を演算して設定する。これらの測定工程および電流値設定工程を繰返して予め定める終了条件に達した場合には、測定を終える。

【0065】

検査に必要な電流値の電流を流すことができるので必要な性能を確保しつつ検査を行うことができ、検査に不要な測定を省くことができるので短時間で検査を終えることができるので、検査装置を提供することができる。また、半導体レーザチップ11に与えるダメージを低減することができるので、高信頼性を確保できる。

【0066】

図4は、半導体レーザチップ11の性能を評価する代表的な項目を示すグラフである。図4(1)は、印加されたパルス電流に対する光出力を示すグラフであり、図4(2)は、印加されたパルス電流に対する半導体レーザチップ端子間電圧を示すグラフである。電流-電圧の立ち上がりは図4(2)に示すグラフよりも実際にはもっと急峻であり、電流の変化幅を小さくしないと電圧測定が粗くなる。

【0067】

半導体レーザチップ11の性能を評価する代表的な項目は、指定パワー時の電流53である $I_{op}$ (mA)、指定パワー時の電圧55である $V_{op}$ (V)、微分効率57(mW/mA)、しきい値電流59Ith(mA)、最大パワー時の直線からの落ち度61であるKinkおよび指定電流時のOpen/Short判定電圧65である $V_{os}$ (V)である。これらの測定項目について信頼性の高い測定をするには、それぞれの必要とされる精度などに従って、電流の変化幅をどの程度にすべきかを予め決めておくのが望ましく、規格によりこの測定項目を測定する領域の電流の変化幅は定められていることが多い。たとえば図4の点線の円で囲まれた変化が急峻な部分である第1測定領域71およびリミットぎりぎりの第2測定領域73などについては、他の領域に比べて小さな変化幅にする。

【0068】

図5は、測定項目ごとに必要な測定点を示すグラフである。必要な測定点を×印で表す。図6は、図5のグラフから必要な測定点をまとめて示すグラフである。必要な測定点を×印で表す。図7は、特性値間の対応関係および測定項目の評価値の演算に必要な点を示すグラフである。必要な測定点を×印で表す。図7(1)は、測定した全ての測定点の電流、電圧および光出力間の対応関係を示す。図7(2)は、図7(1)のうち、測定項目の評価値の演算に必要な点を示す。

【0069】

実際に測定した電流、電圧、光出力値およびそれらの変化幅から演算処理手段31は、その後に印加する電流の変化幅を決める。必ずしも、パルスを加える度に電流値を変化させなくてはならないわけではなく、たとえば、測定の信頼性を高めるため、同じ値のパルスを複数回与え、その後変化させて再び変化後の同じ値のパルスを複数回与えることによって測定する方法であってもよい。

## 【0070】

0 (mA) から測定を始め、電流に対する電圧の立ち上がりをみるために、たとえば、周期が 1 msec で、パルス On 時間が 1 μsec (usec) 、パルス Off 時間が 999 μsec (usec) のパルス電流を一定の小さな変化幅 (通常、0.2 mA) でパルスの最大値を増大させながら、測定を行う。

## 【0071】

指定電流値 63 に達すれば、指定電流時の Open / Short 判定電圧 65 である  $V_{os}$  (V) を測定し、異常値であれば、測定を直ちに中止する。半導体レーザチップ 11 の端子間電圧値がリミット電圧値以上であればコンタクトプローブ 15 と半導体レーザチップ 11 の電極がつながってないオープン不具合であると判定する。半導体レーザチップ 11 に正常にコンタクトされていれば、半導体レーザチップ端子間電圧は機種によっても異なるが通常約 3V 以上になることはなく、コンタクトプローブ 15 と半導体レーザチップ 11 の電極を接触させずに電流を流すとコンタクトプローブ 15 の電圧が急上昇するからである。半導体レーザチップ 11 の端子間電圧が指定電圧以下であればショート不具合であると判定する。ショートしていれば、半導体レーザチップ 11 電極端子間の電圧はほぼ 0 になるからである。これらの判定により接触に関する不具合がないことを確認する。

## 【0072】

指定電流時の Open / Short 判定電圧 65 である  $V_{os}$  (V) を測定し、正常値であれば、指定パワー 1 までは、電流の変化幅を大きくすることができる。測定項目に不要な領域では、下記式 (1) の最大変化可能幅を超えないことを条件に、電流値の変化幅を大きくすることができる。

## 【0073】

## 【数1】

$$\text{最大変化可能幅(mA)} = \frac{\text{リミットパワー(mW)} - \text{現時点のパワー(mW)}}{\text{Max 微分効率(mW / mA)}} \quad \dots (1)$$

## 【0074】

たとえば、現時点でのパワーが 0.5 mW で、その機種仕様の Max 微分効率 57 が 1.0 mW で、リミットパワー 69 が 7.2 mW であったとすると、最大変化可能幅として  $(7.2 - 0.5) / 1.0 = 6.7 \text{ mA}$  にすることができる。上式で求められる最大変化可能幅まで、電流の変化幅を大きくすることができるが、指定パワー 2 を超えると戻り処理に時間がかかるため、この半分程度の値で変化させるのが好ましい。指定パワー 1 とは、微分効率を求めるための小さいほうのパワーである。指定パワー 2 とは、微分効率を求めるための大きいほうのパワーである。

## 【0075】

指定パワー 1 を超えたら、その前の電流値に戻って、正規の変化幅 (通常 2.0 mA) でパルス電流値を増大させることによって必要な測定項目の測定をする。微分効率 57 、しきい値電流 59 、指定パワー時の電流 53 、電圧 55 を測定するため、指定パワー 1 から指定パワー 2 までの間を、定められた正規の変化幅 (通常 2.0 mA) で変化させる。測定した値に測定すべき値と同じ値がない場合は、その測定すべき値を含む前後の測定値から 1 次近似によって計算して求める。具体的には、前後の測定値から直線式を求めて測定すべき値に相当する値を計算して求める。

## 【0076】

指定パワー 2 を超えると、再びパルス電流の変化幅を大きくしてパルス電流を印加していく。半導体レーザチップ 11 が最大光パワー値を超えないように、現変化幅のままで 2 回電流値を変化させたとすると最大光パワー値 67 を超えると判断した点から印加するパルス電流の変化幅を小さくして、最終指定パワー 67 に近づいたら再び変化幅を小さくする。このとき、1ステップでリミットパワー 69 を超えないレベルの変化幅に設定する。

10

20

30

40

50

たとえば、リミットパワー 69 が 7.2 mW であり、微分効率 57 が 0.9 mW / mA の特性をもつ半導体レーザチップ 11 を測定上最大 7.0 mW まで光らせる場合、(7.2 - 7.0) / 0.9 = 0.22 mA 以下の変化幅でなければならない。電流値ならびに電圧値および光出力値がそれぞれの指定リミットであるリミット電流ならびにリミット電圧およびリミットパワー 69 を越えて半導体レーザチップが破壊されないように観察を行いつつ、次回の変化幅を決定する。

#### 【0077】

指定のリミットパワー 69 以下で最終指定パワー 67 以上の領域に電流値が達したときに測定を終了する。指定電流時の Open / Short 判定電圧 65 である V<sub>os</sub> 以外の測定項目は、通常、測定が完了してから、測定データを基に演算して評価値を出すが、その都度計算しても良い。測定された最終指定パワー 67 から最大パワー時の直線からの落ち度である Kink 61 を求める。測定を完了した後、コンタクトプローブ 15 を半導体レーザチップ 11 から退避させる。演算処理手段 31 は、これらの測定データをもとに性能を評価できるようにデータ処理を行う。このデータ処理の結果を基に半導体レーザチップ 11 が良品であるか否かの判定を行う。

#### 【0078】

本実施形態の半導体レーザチップ 11 の検査方法では、従来の方法で用いられる多数回印加制御を行うのではなく、半導体レーザチップ 11 の性能を評価するために必要な電流値に対してパルス電流の印加を行う。したがって、必要な性能の確保と処理時間の短縮を両立させることができるとなる。また、パルス電流の印加回数を減らすことができるため半導体レーザチップ 11 に対するダメージを低減できるので高信頼性を確保できる。

#### 【0079】

図 8 は本発明の第 3 実施形態に係る半導体レーザチップの検査方法のパルス発生タイミングを示すタイムチャートである。本発明の第 3 実施形態は、2 つのレーザ光発生部が 1 つのチップにある半導体レーザチップ 11 を検査する方法および検査装置についての実施形態である。たとえば、1 つの半導体レーザチップ 11 中に 2 つの発光点を有するモノシリックレーザ、並びに 2 つのレーザチップを 1 つのサブチップの上にダイボンドしているハイブリッドレーザなどは 2 つの半導体装置があるとしてよいものとする。レーザ光発生部は、必ずしも 2 つには限られず、2 つを超える複数の場合であっても好ましく適用できる。

#### 【0080】

発光ステージ 13 に載置された半導体レーザチップ 11 の 2 つのレーザ光発生部に電力を供給するために、各々の電極にコンタクトプローブ 15 を接触させる。2 つのレーザ光発生部があるため、コンタクトプローブ 15 は、2 つのレーザ光発生部用に 2 対ある。2 つのレーザ光発生部を区別するためにそれぞれ A レーザと B レーザとする。たとえば、A レーザが赤色レーザであり、B レーザが赤外線レーザである場合のように、異なる波長のレーザを並行して検査することができる。また、A レーザおよび B レーザが同じ波長のレーザ光を発するものであっても好ましく検査することができる。

#### 【0081】

本実施形態の測定工程では、各半導体装置に順次選択的に電流を印加する。各半導体装置に順次選択的にとは、同時に複数の半導体装置に電流を印加することなく、1 つの半導体装置のみを順次選択するものとする。予め A レーザおよび B レーザに決められた発光 ON 時間と発光 OFF 時間をパルス発生部 25 で各々設定しておく。A レーザと B レーザの発光 ON 時が重ならないように設定しておくのが好ましい。本実施の形態においては、独立して 2 つのパルスを出力できるパルス発生部 25 を用いて、A レーザと B レーザに印加するパルス電流の周期を同じくし、A レーザのパルス電流と B レーザのパルス電流の位相を一定程度ずらして、A レーザのパルス電流のパルス ON 時に B レーザのパルス電流のパルス ON 時が重ならないような異なる位相に設定する。ここでいうパルス ON 時とは、パルス電流の立ち上がり時から立ち下り時の間の全ての時をいうものとする。こうすれば、簡単に、それ以降それぞれのパルス ON 時が重ならないようにすることができるので各レ

10

20

30

40

50

ーヤが同時に発光することはない。この他、A レーザと B レーザの発光 ON 時間が重ならないような調停手段を設けることによって、A レーザと B レーザの同時に測定する事態を回避してもよい。

【 0 0 8 2 】

A レーザおよび B レーザにパルス電流を印加して各々のパルス ON 時の電流並びに電圧および光出力を測定する。A レーザおよび B レーザから照射される光を受光できる位置に配置された 1 つの受光素子 19 で A レーザおよび B レーザから照射される光を受光する。受光部 23 および電流電圧測定部 29 の中に設けられたサンプルホールド回路から出力されるアナログ信号を A/D 変換して得られた測定結果が演算処理手段 31 に入力される。パルス発生部 25 において発せられるどちらのレーザ用のパルスであるかを識別できる信号によって演算処理手段 31 はどちらのレーザの測定を行ったかを区別して測定結果を演算処理する。このように、各半導体装置に順次選択的に電流を印加して半導体装置の特性を測定するので、各半導体装置毎に特性値測定装置を設けることなく測定することができる。必ずしも、1 つの受光素子 19 で複数の発光部からの光を受光しなければならないわけではなく、複数の受光素子を用いてそれぞれ測定してもよい。

【 0 0 8 3 】

A レーザの測定および B レーザの測定については、前述の 1 つの半導体装置を検査する方法と同様の方法により行う。各レーザ毎に、指定パワー時の電流 53 である  $I_{op}$  (mA) 、指定パワー時の電圧 55 である  $V_{op}$  (V) 、指定パワー 2 と指定パワー 1 との傾きである微分効率 57 (mW / mA) 、指定パワー 2 と指定パワー 1 の 2 点からなる直線と電流軸との交点であるしきい値電流 59 である  $I_{th}$  (mA) 、最大パワー時の直線からの落ち度 61 である  $K_{ink}$  および指定電流時の Open / Short 判定電圧 65 である  $V_{os}$  (V) などの測定項目について評価するために電流値ならびに電圧値および光出力値などの特性値を測定する。

【 0 0 8 4 】

設定工程では、各半導体装置毎に測定された特性値に基づいて、各々次に印加する電流の電流値を演算して更新設定する。A レーザと B レーザの波長が異なる場合、A レーザと B レーザの特性が異なるので、指定パワー 51 、指定電流 63 、最終指定パワー 67 およびリミットパワー 69 を演算処理手段 31 において各々設定しておく。演算処理手段 31 は、A レーザと B レーザの電流値ならびに電圧値および光出力値がそれぞれの指定リミットを越えて半導体レーザチップが破壊されないように観察を行いつつ、各々のレーザに次に印加する電流の変化幅を決定する。

【 0 0 8 5 】

各々のレーザのリミットパワー 69 以下で各々のレーザの最終指定パワー 67 以上の領域に電流値が達したときに各々の測定を終了する。測定を終了した後、コンタクトプローブ 15 を半導体レーザチップ 11 から退避させる。演算処理手段 31 は、これらの測定データを基に性能を評価できるようにデータ処理を行う。さらに、演算処理手段 31 は、このデータ処理の結果を基に半導体レーザチップ 11 が良品であるか否かの判定を行う。A レーザを測定し終わってから B レーザを測定することにより測定する従来技術に比べて A レーザの測定と B レーザの測定を並列に実行するので、複数の半導体装置を全部検査し終えるまでに要する実時間を短縮することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 6 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施形態を示す半導体レーザチップ 11 の検査方法を示すフロー チャートである。

【 図 2 】本発明の第 2 実施形態を示す半導体レーザチップ検査装置 1 の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】半導体レーザチップ 11 の検査方法により得られるデータを示すグラフである。

【 図 4 】半導体レーザチップ 11 の検査方法における測定項目を示すためのグラフである。

10

20

30

40

50

【図5】測定項目ごとに必要な測定点を示すグラフである。

【図6】図5のグラフから必要な測定点をまとめて示すグラフである。

【図7】特性値間の対応関係および測定項目の評価値の演算に必要な点を示すグラフである。

【図8】本発明の第3実施形態に係る半導体レーザチップの測定方法のパルス発生タイミングを示すタイムチャートである。

【図9】従来の半導体レーザチップの測定方法を示すグラフである。

【図10】従来の各半導体レーザチップのパルス発生タイミングを示すタイムチャートである。

【符号の説明】

10

【0087】

1 半導体レーザチップ検査装置

11 半導体レーザチップ

13 発光ステージ

15 コンタクトプローブ

16 ケーブル

17 光

19 受光素子

21 受光回路

23 受光部

25 パルス発生部

27 電流印加部

29 電流電圧測定部

31 演算処理手段

51 指定パワー

53 指定パワー時の電流

55 指定パワー時の電圧

57 微分効率

59 しきい値電流

61 最終指定パワー時の直線からの落ち度

30

63 指定電流値

65 指定電流時のOPEN / SHORT判定電圧

67 最終指定パワー

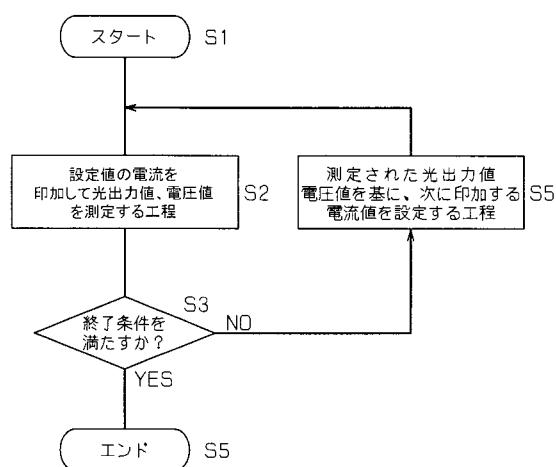
69 リミットパワー

71 第1測定領域

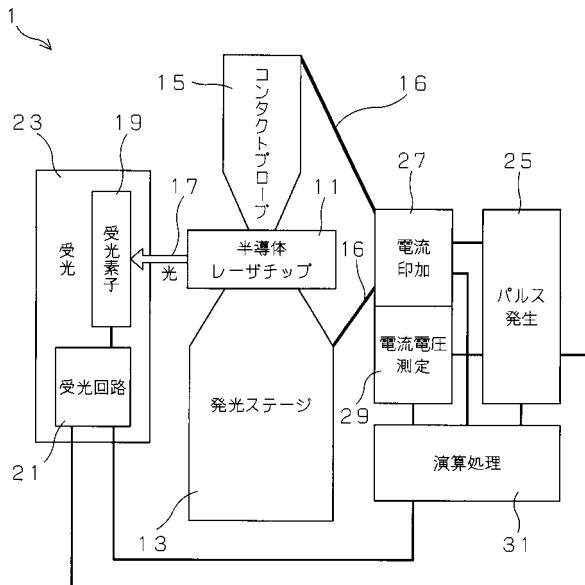
73 第2測定領域

20

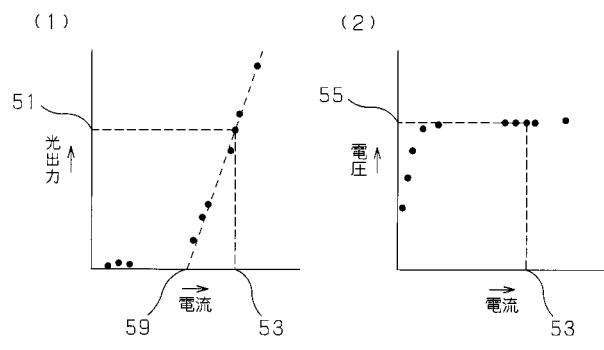
【図1】



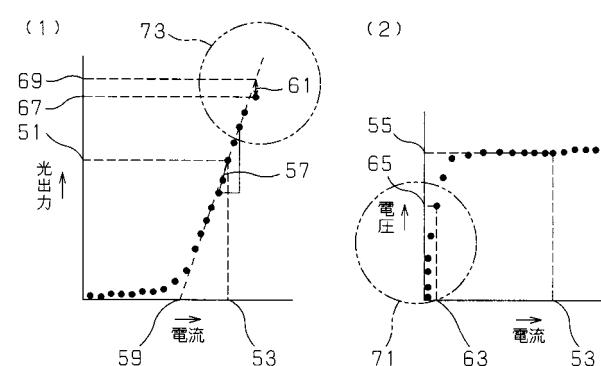
【図2】



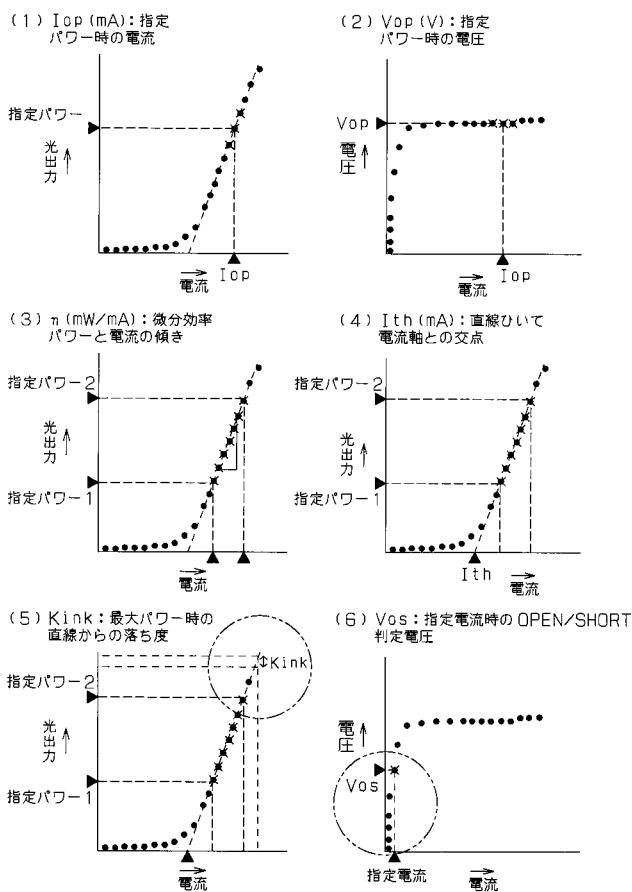
【図3】



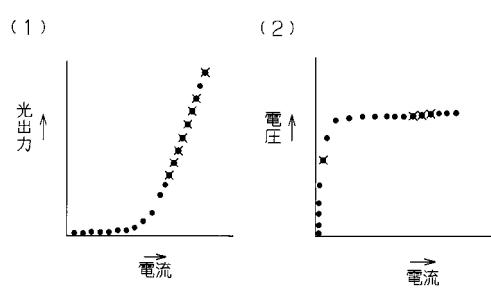
【図4】



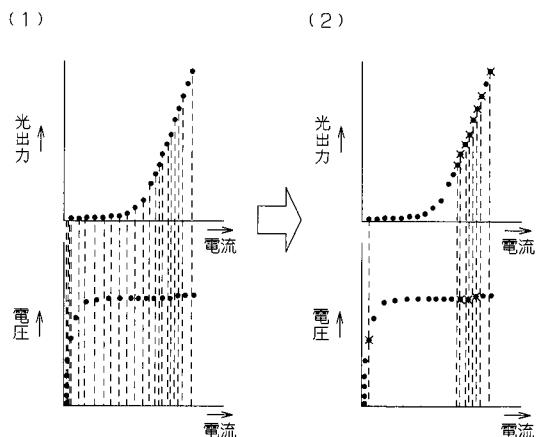
【図5】



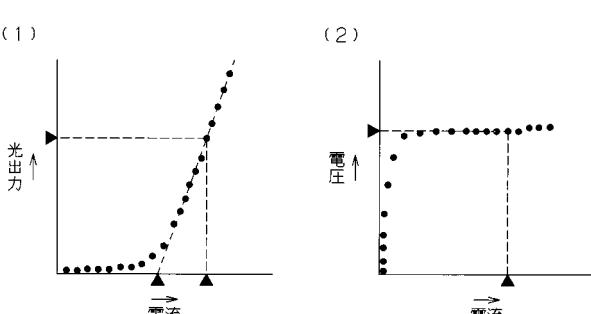
【図6】



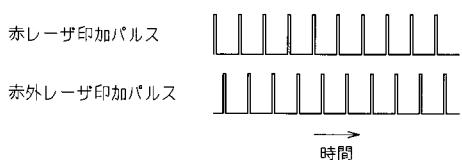
【図7】



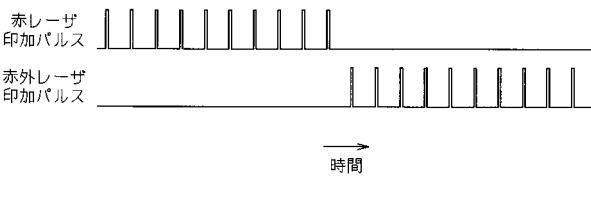
【図9】



【図8】



【図10】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G003 AA06 AB01 AB18 AC01 AD03 AE01 AE06 AE08 AG03 AG13  
AG17 AG18 AH01 AH04 AH05 AH07  
5F173 ZM03 ZP01 ZP06 ZQ03 ZQ05