

(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2011-237225

(P2011-237225A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(51) Int.Cl.
G01K 11/12 (2006.01)

F I
G O 1 K 11/12 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-107485 (P2010-107485)
(22) 出願日 平成22年5月7日(2010.5.7)

(71) 出願人 000006666
株式会社山武
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
(74) 代理人 100079108
弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
(74) 代理人 100117189
弁理士 江口 昭彦
(74) 代理人 100134120
弁理士 内藤 和彦
(72) 発明者 衣笠 静一郎
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株式会社山武内

最終頁に続く

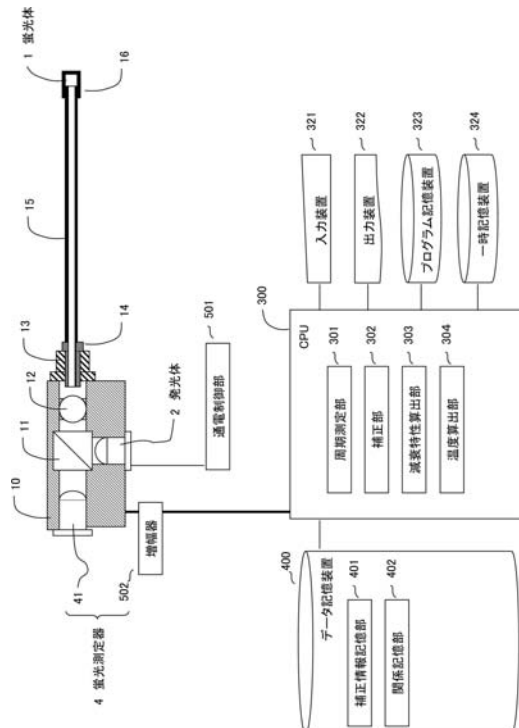
(54) 【発明の名称】 蛍光式温度センサ及び温度の測定方法

(57) 【要約】

【課題】 正確に温度を測定可能な蛍光式温度センサを提供する。

【解決手段】 発光体2と、発光体2から励起光を照射される蛍光体1と、蛍光体1が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する蛍光測定器4と、発光体2の消灯時に蛍光測定器4が出力するオフセット信号の周期を測定する周期測定部301と、蛍光を受光した時点から周期の整数倍の時間が経過した後のオフセット信号を蛍光強度を表す電気信号から引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を生成する補正部302と、蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、蛍光強度の減衰特性を算出する減衰特性算出部303と、蛍光強度の減衰特性に基づき、蛍光体の雰囲気温度を算出する温度算出部304と、を備える蛍光式温度センサを提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光体と、
 前記発光体から励起光を照射される蛍光体と、
 前記蛍光体が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する蛍光測定器と、
 前記発光体の消灯時に前記蛍光測定器が出力するオフセット信号の周期を測定する周期測定部と、
 前記蛍光を受光した時点から前記周期の整数倍の時間が経過した後の前記オフセット信号を前記蛍光強度を表す電気信号から引き、前記蛍光強度を表す補正された電気信号を生成する補正部と、
 前記蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、前記蛍光強度の減衰特性を算出する減衰特性算出部と、
 前記蛍光強度の減衰特性に基づき、前記蛍光体の雰囲気温度を算出する温度算出部と、
 を備える蛍光式温度センサ。

10

【請求項 2】

前記発光体が、前記オフセット信号の周期の整数倍の周期で、前記励起光を発する、請求項 1 に記載の蛍光式温度センサ。

【請求項 3】

前記温度算出部が前記蛍光体の雰囲気温度を複数回算出し、さらに、前記蛍光体の雰囲気温度の平均値を算出する、請求項 1 又は 2 に記載の蛍光式温度センサ。

20

【請求項 4】

前記蛍光強度の減衰特性と、前記蛍光体の雰囲気温度と、の関係を保存する関係記憶部を更に備え、
 前記温度算出部が、前記蛍光強度の減衰特性と、前記関係と、に基づき、前記蛍光体の雰囲気温度を算出する、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の蛍光式温度センサ。

【請求項 5】

発光体から蛍光体に励起光を照射することと、
 蛍光測定器で前記蛍光体が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換することと、
 前記発光体の消灯時に前記蛍光測定器が出力するオフセット信号の周期を測定することと、
 前記蛍光を受光した時点から前記周期の整数倍の時間が経過した後の前記オフセット信号を前記蛍光強度を表す電気信号から引き、前記蛍光強度を表す補正された電気信号を生成することと、
 前記蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、前記蛍光強度の減衰特性を算出することと、
 前記蛍光強度の減衰特性に基づき、前記蛍光体の雰囲気温度を算出することと、
 を含む温度の測定方法。

30

【請求項 6】

前記発光体から蛍光体に、前記オフセット信号の周期の整数倍の周期で、前記励起光を照射する、請求項 5 に記載の温度の測定方法。

40

【請求項 7】

前記蛍光体の算出雰囲気温度の平均値を算出することを更に含む、請求項 5 又は 6 に記載の温度の測定方法。

【請求項 8】

前記蛍光強度の減衰特性と、前記蛍光体の雰囲気温度と、の関係を用意することを更に備え、
 前記蛍光強度の減衰特性と、前記関係と、に基づき、前記蛍光体の雰囲気温度が算出される、請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の温度の測定方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は測定技術に係り、蛍光式温度センサ及び温度の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

蛍光物質の蛍光寿命が温度によって変化する性質を利用した、蛍光式温度センサが提案されている（例えば、特許文献1乃至3参照。）。蛍光式温度センサは、過酷な環境下で温度を測定可能であるという、長所を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-178575号公報

【特許文献2】特表平11-508352号公報

【特許文献3】特開2002-71473号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

かかる長所を有する蛍光式温度センサの適応分野は多岐にわたり、蛍光式温度センサのさらなる精度の向上が求められている。そこで、本発明は、正確に温度を測定可能な蛍光式温度センサ及び温度の測定方法を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の態様は、（イ）発光体と、（ロ）発光体から励起光を照射される蛍光体と、（ハ）蛍光体が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する蛍光測定器と、（ニ）発光体の消灯時に蛍光測定器が出力するオフセット信号の周期を測定する周期測定部と、（ホ）蛍光を受光した時点からオフセット信号の周期の整数倍の時間が経過した後のオフセット信号を蛍光強度を表す電気信号から引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を生成する補正部と、（ヘ）蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、蛍光強度の減衰特性を算出する減衰特性算出部と、（ト）蛍光強度の減衰特性に基づき、蛍光体の雰囲気温度を算出する温度算出部と、を備える蛍光式温度センサであることを要旨とする。

【0006】

本発明の他の態様は、（イ）発光体から蛍光体に励起光を照射することと、（ロ）蛍光測定器で蛍光体が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換することと、（ハ）発光体の消灯時に蛍光測定器が出力するオフセット信号の周期を測定することと、（ニ）蛍光を受光した時点からオフセット信号の周期の整数倍の時間が経過した後のオフセット信号を蛍光強度を表す電気信号から引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を生成することと、（ホ）蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、蛍光強度の減衰特性を算出することと、（ヘ）蛍光強度の減衰特性に基づき、蛍光体の雰囲気温度を算出することと、を含む温度の測定方法であることを要旨とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、正確に温度を測定可能な蛍光式温度センサ及び温度の測定方法を提供可能である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサの模式図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る発光体の模式図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る蛍光強度の時間変化の例を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の形態に係るオフセット信号を模式的に示すグラフである。

【図5】本発明の実施の形態に係るオフセット信号に重畳した蛍光強度を表す電気信号を

10

20

30

40

50

模式的に示す第 1 のグラフである。

【図 6】本発明の実施の形態に係るオフセット信号に重畳した蛍光強度を表す電気信号を模式的に示す第 2 のグラフである。

【図 7】本発明の実施の形態に係るオフセット信号に重畳した蛍光強度を表す電気信号を模式的に示す第 3 のグラフである。

【図 8】本発明の実施の形態に係る励起光を消灯後の、蛍光体の蛍光強度の雰囲気温度に依存する減衰特性の例を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施の形態に係る蛍光体の雰囲気温度と、蛍光寿命と、の関係の例を示すグラフである。

【図 10】本発明の実施の形態に係る温度の測定方法のフローチャートである。

【図 11】本発明の実施の形態に係るオフセット信号に重畳した蛍光強度を表す電気信号を模式的に示す第 4 のグラフである。

【図 12】本発明の実施の形態の第 2 の変形例に係るオフセット信号に重畳した蛍光強度を表す電気信号を模式的に示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号で表している。但し、図面は模式的なものである。したがって、具体的な寸法等は以下の説明を照らし合わせて判断するべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0010】

実施の形態に係る蛍光式温度センサは、図 1 に示すように、発光体 2 と、発光体 2 から励起光を照射される蛍光体 1 と、蛍光体 1 が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する蛍光測定器 4 と、発光体 2 の消灯時に蛍光測定器 4 が出力するオフセット信号の周期を測定する周期測定部 301 と、蛍光を受光した時点からオフセット信号の周期の整数倍の時間が経過した後のオフセット信号を蛍光強度を表す電気信号から引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を生成する補正部 302 と、蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、蛍光強度の減衰特性を算出する減衰特性算出部 303 と、蛍光強度の減衰特性に基づき、蛍光体の雰囲気温度を算出する温度算出部 304 と、を備える。

【0011】

発光体 2 は、図 2 に示すように、例えば円筒状のパッケージ 21 と、パッケージ 21 の開口を覆う光学窓 22 と、パッケージ 21 の内部に配置された発光素子 23 と、を備える。パッケージ 21 には、メタル CAN パッケージ及び樹脂成型パッケージ等が使用可能である。光学窓 22 には、石英ガラス等からなる透明板及びレンズ等が使用可能である。発光素子 23 には、発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) 及び半導体レーザ (LD: Laser Diode) 等の半導体発光素子が使用可能である。より具体的には、発光素子 23 には、AlGaInP をチップ材料とする四元素系発光素子、及び InGaN をチップ材料とする三元素系発光素子が使用可能である。例えば、発光素子 23 には、図 1 に示す通電制御部 501 が接続される。通電制御部 501 は、発光素子 23 を点滅するように通電 (ON/OFF) を制御し、発光素子 23 から蛍光体 1 の励起光を断続的に放射させる。

【0012】

発光体 2 に対向して、ダイクロイックミラー 11 が配置されている。ダイクロイックミラー 11 は、励起光を反射して、励起光の進行方向を直角に折り曲げる。ダイクロイックミラー 11 で反射された励起光は、レンズ 12 及び光導波路 15 を経て、蛍光体 1 に到達する。なお、光導波路 15 には、光ファイバ等が使用可能である。

【0013】

蛍光体 1 は、蛍光物質、又は遷移金属がドーブされた蛍光物質からなる。遷移金属がドーブされた蛍光物質としては、ルビー等の Cr³⁺系材料、Mn²⁺系材料、Mn⁴⁺系材料、及び Fe²⁺系材料が使用可能である。あるいは、蛍光体 1 は、ユウロピウム (Eu) がド

10

20

30

40

50

ープされたアルミン酸ストロンチウム (SrAl_2O_4 系) からなる。蛍光体 1 は、熱伝導性の保護容器 16 に格納されていてもよい。

【0014】

蛍光体 2 から励起光を照射された蛍光体 1 は、蛍光を発する。図 3 に示すように、蛍光強度は、蛍光体 2 の蛍光強度に依存して、時間経過とともに一定の値まで増加する。また、蛍光体 2 を消灯すると、蛍光強度は時間経過とともに減衰する。励起光が消光した瞬間又は直後と比較して蛍光強度が $1/e$ に低下するまでに要する時間は、蛍光体 1 の蛍光寿命として定義される。ここで、 e は自然対数である。

【0015】

なお、図 1 に示す蛍光測定器 4 等には、応答遅れ (励起光等の入力光が無くなっても、すぐには出力が無くならない現象) が生じ得る。したがって、励起光を発する蛍光体 2 を消灯した直後から、予め測定した蛍光測定器 4 又はセンサ全体の応答遅れの時間よりも長い時間が経過した後に測定された蛍光強度と比較して $1/e$ の蛍光強度に低下するまでに要する時間を、蛍光体 1 の蛍光寿命として定義してもよい。

10

【0016】

蛍光体 1 が発した蛍光は、光導波路 15 及びレンズ 12 を経て、ダイクロイックミラー 11 に到達する。さらに、蛍光は、ダイクロイックミラー 11 を透過して、蛍光測定器 4 に到達する。蛍光測定器 4 は、例えば、フォトダイオード等の受光素子 41 を含む。受光素子 41 は、蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する。

蛍光体 2、ダイクロイックミラー 11、レンズ 12、及び受光素子 41 は、例えば筐体 10 の内部に配置されている。また、筐体 10 と光導波路 15 は、例えば光導波路 15 を固定するコネクタ 14 及びコネクタ 14 を保持するアダプタ 13 を介して固定されている。

20

【0017】

蛍光測定器 4 は、受光素子 41 に接続された、蛍光強度を表す電気信号を増幅する増幅器 502 をさらに含みうる。ここで、蛍光体 1 が蛍光を発していないときは、蛍光測定器 4 が出力する電気信号は、好ましくは 0V である。しかし、蛍光体 1 が蛍光を発していないときも、例えば蛍光測定器 4 に含まれるトランジスタのベース - エミッタ間の電圧差により、蛍光測定器 4 は図 4 に示すようなオフセット信号を出力する。また、オフセット信号は、例えば日本国においては、電源の商用周波数 (50 乃至 60 Hz) に応じて周期的に変動しうる。さらに、蛍光体 1 が蛍光を発しているときは、図 5 に示すように、蛍光強度を表す電気信号が、周期的なオフセット信号に重畳する。

30

【0018】

図 1 に示す増幅器 502 は、中央演算処理装置 (CPU) 300 に接続されている。CPU 300 に含まれる周期測定部 301 は、図 6 に示すように、例えば、蛍光測定器 4 の電源を入れた後、蛍光体 2 を点灯する前のオフセット信号を測定する。さらに、周期測定部 301 は、測定したオフセット信号を解析し、オフセット信号の周期 T_0 を算出する。図 1 に示す CPU 300 には、補正情報記憶部 401 を含むデータ記憶装置 400 が接続されている。補正情報記憶部 401 は、周期測定部 301 が測定したオフセット信号の周期 T_0 を保存する。

40

【0019】

CPU 300 の補正部 302 は、図 7 に示すように、蛍光体 2 を消灯した時点から一定の期間 T_M 、蛍光強度を表す電気信号を測定する。また、補正部 302 は、蛍光体 2 を消灯した時点から、オフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間 (n を自然数として、 $n \times T_0$) が経過した後、蛍光強度を表す電気信号を測定した期間 T_M と同じ長さの期間、オフセット信号を測定する。

【0020】

オフセット信号を測定中、蛍光体 2 は消光している。補正部 302 は、蛍光強度を表す測定した電気信号から、測定したオフセット信号を差し引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を算出する。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 に示す CPU 3 0 0 の減衰特性算出部 3 0 3 は、蛍光強度を表す補正された電気信号に基づき、蛍光体 1 の蛍光強度の時間変化を解析し、蛍光体 1 が発した蛍光の蛍光寿命等の減衰特性の測定値を算出する。ここで図 8 は、蛍光体 1 の雰囲気温度を複数に振った場合の、励起光消光後の蛍光体 1 の蛍光強度の例を示している。第 1 の温度条件下で、蛍光体 1 の雰囲気温度は最も低く、第 2 乃至第 5 の温度条件下で、蛍光体 1 の雰囲気温度は順次高くなる。図 8 に示すように、蛍光体 1 の蛍光寿命は、蛍光体 1 の雰囲気温度が上昇するとともに、短くなる傾向にある。したがって、図 9 に示すように、蛍光寿命等の蛍光の減衰特性と、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_F と、の関係を予め取得しておけば、蛍光の減衰特性を測定することにより、図 1 に示す蛍光体 1 の雰囲気温度 T_F を算出することが可能となる。なお、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_F とは、例えば、蛍光体 1 又は蛍光体 1 を覆う保護容器 1 6 に接する気体の温度である。

10

【 0 0 2 2 】

データ記憶装置 4 0 0 は関係記憶部 4 0 2 をさらに含む。関係記憶部 4 0 2 は、図 9 に示すような、蛍光体 1 の蛍光寿命等の減衰特性と、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_F と、の予め取得された関係を保存する。なお、関係記憶部 4 0 2 は、蛍光体 1 の減衰特性及び雰囲気温度の関係を、式として保存していてもよいし、表として保存していてもよい。図 1 に示す CPU 3 0 0 の温度算出部 3 0 4 は、蛍光体 1 の減衰特性の測定値と、関係記憶部 4 0 2 に保存されている減衰特性及び雰囲気温度の関係を、に基づいて、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_{F_C} を算出する。

20

【 0 0 2 3 】

CPU 3 0 0 には、さらに入力装置 3 2 1、出力装置 3 2 2、プログラム記憶装置 3 2 3、及び一時記憶装置 3 2 4 が接続される。入力装置 3 2 1 としては、スイッチ及びキーボード等が使用可能である。関係記憶部 4 0 2 に保存される蛍光体 1 の減衰性及び蛍光体 1 の雰囲気温度の関係等は、例えば、入力装置 3 2 1 を用いて入力される。

【 0 0 2 4 】

出力装置 3 2 2 としては、光インジケータ、デジタルインジケータ、及び液晶表示装置等が使用可能である。出力装置は、スピーカ等の音響機器を含んでいてもよい。出力装置 3 2 2 は、温度算出部 3 0 4 の算出結果に基づき、蛍光体 1 の雰囲気温度を表示する。プログラム記憶装置 3 2 3 は、CPU 3 0 0 に接続された装置間のデータ送受信等を CPU 3 0 0 に実行させるためのプログラムを保存している。一時記憶装置 3 2 4 は、CPU 3 0 0 の演算過程でのデータを一時的に保存する。

30

【 0 0 2 5 】

次に図 1 0 に示すフローチャートを用いて実施の形態に係る温度の測定方法について説明する。

(a) ステップ S 1 0 1 で、図 1 に示す蛍光式温度センサの電源を入れる。ただし、発光体 2 は消灯させる。次に、周期測定部 3 0 1 が、蛍光測定器 4 が出力するオフセット信号を測定し、オフセット信号の周期 T_0 を算出する。周期測定部 3 0 1 は、算出した周期 T_0 を補正情報記憶部 4 0 1 に保存する。ステップ S 1 0 2 で、補正部 3 0 2 は、補正情報記憶部 4 0 1 からオフセット信号の周期 T_0 を読み出す。また、発光体 2 は励起光を放射し、ステップ S 1 0 3 で、発光体 2 は励起光の放射を停止する。ステップ S 1 0 4 で蛍光測定器 4 は、蛍光体 1 が発した蛍光を受光し、蛍光強度を表す電気信号に変換する。さらに蛍光測定器 4 は、オフセット信号に重畳する蛍光強度を表す電気信号を、補正部 3 0 2 に伝送する。補正部 3 0 2 は、発光体 2 が消灯した時点から一定の期間 T_M 、オフセット信号に重畳する蛍光強度を表す電気信号を測定する。

40

【 0 0 2 6 】

(b) ステップ S 1 0 5 で補正部 3 0 2 は、蛍光強度を表す電気信号の測定を開始した時点から、オフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間 ($n \times T_0$) が経過した後、蛍光強度を表す電気信号を測定した期間 T_M と同じ長さの期間、オフセット信号を測定する。さらにステップ S 1 0 6 で、補正部 3 0 2 は、一定の期間測定した蛍光強度を表す電気信号か

50

ら、一定の期間測定したオフセット信号を差し引き、蛍光強度を表す補正された電気信号を算出する。補正部 302 は、蛍光強度を表す補正された電気信号を、減衰特性算出部 303 に伝送する。

【0027】

(c) ステップ S107 で、減衰特性算出部 303 は、蛍光強度を表す補正された電気信号の時間変化に基づいて、蛍光寿命等の蛍光の減衰特性の測定値を得る。減衰特性算出部 303 は、減衰特性の測定値を温度算出部 304 に伝送する。ステップ S108 で温度算出部 304 は、関係記憶部 402 から、蛍光寿命等の蛍光の減衰特性と、蛍光体 1 の雰囲気温度と、の予め取得された関係を読み出す。さらに温度算出部 304 は、蛍光の減衰特性の測定値と、関係記憶部 402 から読み出した関係と、に基づいて、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_{F_C} を算出する。その後、温度算出部 304 は、出力装置 322 に蛍光体 1 の算出雰囲気温度 T_{F_C} を出力する。

10

【0028】

以上説明した実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法によれば、オフセット信号の強度が一定でなく、周期的に変動する場合も、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_{F_C} を正確に算出することが可能となる。なお、周期的に発光体 2 を点滅する場合、発光体 2 の点滅周期は、図 11 に示すように、 m を n よりも大きな整数として、オフセット信号の周期 T_0 の m 倍とすればよい。これにより、オフセット信号の測定が妨げられない。

【0029】

(第 1 の変形例)

20

励起光が消光した瞬間又は直後の蛍光強度を I_0 、励起光が消光した瞬間又は直後から時間 t_A 後の蛍光強度を $I(t_A)$ とすると、蛍光強度 $I(t_A)$ と、蛍光強度 I_0 と、の関係は、例えば下記 (1) 式で与えられる。

$$I(t_A) = I_0 \exp(-t_A / \tau) \quad \dots (1)$$

(1) 式を変形することにより、蛍光寿命 τ は下記 (2) 式で与えられる。

$$\tau = -t_A / \ln[I(t_A) / I_0] \quad \dots (2)$$

したがって、励起光が消光した瞬間又は直後の蛍光強度 I_0 と、励起光が消光した瞬間又は直後から時間 t_A 後の蛍光強度を $I(t_A)$ と、を測定することにより、蛍光寿命 τ を算出可能である。

【0030】

30

実施の形態の第 1 の変形例では、補正部 302 は、励起光が消光した瞬間又は直後の蛍光強度 I_0 を表す電気信号、及び励起光が消光した瞬間又は直後から時間 t_A 後の蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号を測定する。さらに、補正部 302 は、蛍光強度 I_0 を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号、及び蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号を測定する。

【0031】

次に、補正部 302 は、蛍光強度 I_0 を表す電気信号から、蛍光強度 I_0 を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号を差し引き、蛍光強度 I_0 を表す補正された電気信号を算出する。また、補正部 302 は、蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号から、蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号を差し引き、蛍光強度 $I(t_A)$ を表す補正された電気信号を算出する。

40

【0032】

実施の形態の第 1 の変形例では、減衰特性算出部 303 は、上記 (2) 式、蛍光強度 I_0 を表す補正された電気信号、及び蛍光強度 $I(t_A)$ を表す補正された電気信号に基づき、蛍光寿命 τ を算出する。温度算出部 304 は、実施の形態と同様に、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_{F_C} を算出する。以上説明した実施の形態の第 1 の変形例によっても、蛍光体 1 の雰囲気温度 T_{F_C} を正確に算出することが可能となる。

【0033】

50

また、オフセット信号にノイズ等の高周波揺らぎ成分が重畳する場合がある。この場合、微少な時間幅の間、蛍光強度 I_0 を表す電気信号を積分し、積分値を蛍光強度 I_0 を表す電気信号の値として採用してもよい。同様に、蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号、蛍光強度 I_0 を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号、及び蛍光強度 $I(t_A)$ を表す電気信号を測定した時点からオフセット信号の周期 T_0 の整数倍の時間が経過した後の時点のオフセット信号も、微少な時間幅の間測定し、積分する。これにより、ノイズ等の高周波揺らぎ成分を除去することが可能となる。

【0034】

(第2の変形例)

実施の形態では、蛍光式温度センサの電源を入れた後、発光体2を発光させる前にオフセット信号の周期 T_0 を測定する例を示した。これに対し、発光体2を点滅させて蛍光体1の雰囲気温度の測定を開始した後、発光体2の消灯中にオフセット信号の周期 T_0 を測定してもよいことはもちろんである。また、図12に示すように、オフセット信号の周期 T_0 が変化した場合は、変化後の周期 T_0 を用いて蛍光強度を表す電気信号を補正してもよい。

【0035】

(その他の実施の形態)

上記のように本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす記述及び図面はこの発明を限定するものであると理解するべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかになるはずである。例えば、図1に示す温度算出部304は、発光体2が点灯するごとに蛍光体1の雰囲気温度 T_{F_C} を算出し、さらに、蛍光体1の雰囲気温度 T_{F_C} の平均値を算出してもよい。これにより、オフセット信号の周期性が乱れた場合にも、蛍光体1の雰囲気温度 T_{F_C} を正確に算出することが可能となる。この様に、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、半導体製造装置のプラズマ中の基板の温度測定、通電状態でのハイブリット素子及び集積回路の温度測定等に利用可能である。したがって、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、半導体及びエレクトロニクス産業分野で利用可能である。

【0037】

また、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、原油の2次及び3次産出に用いる地中深くの蒸気の温度測定、及び温度測定に基づくオイルパイプラインからの漏れ検知等に利用可能である。したがって、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、石油化学産業分野で利用可能である。

【0038】

さらに、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、高電圧電力設備の保全等を目的とした、電力トランス巻線、高圧送電線、及び発電器等の温度測定に利用可能である。したがって、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、電力事業分野で利用可能である。

【0039】

また、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、電子レンジ等で加熱中の食材の温度測定、マイクロ波を用いる殺菌装置又は乾燥装置の温度管理、高周波加熱を用いる木材、セラミックス、及び繊維等の加熱装置、乾燥装置、及び殺菌装置の温度管理に利用可能である。したがって、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、食品産業分野、材木産業分野、及び素材産業分野で利用可能である。

【0040】

10

20

30

40

50

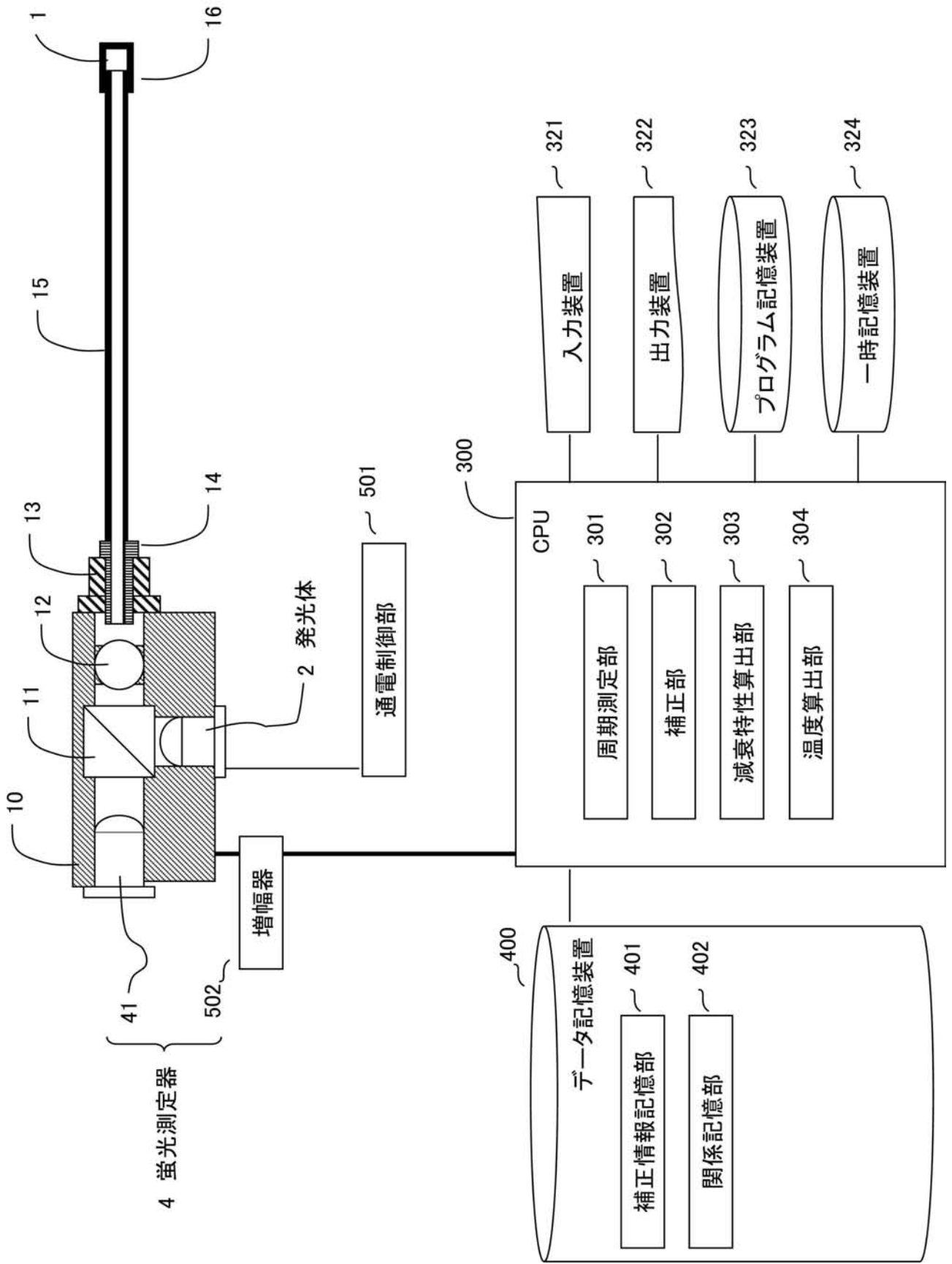
さらに、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、ハイパーサーミア装置やMRI装置の温度測定に利用可能である。したがって、本発明の実施の形態に係る蛍光式温度センサ及び温度の測定方法は、医療産業分野で利用可能である。

【符号の説明】

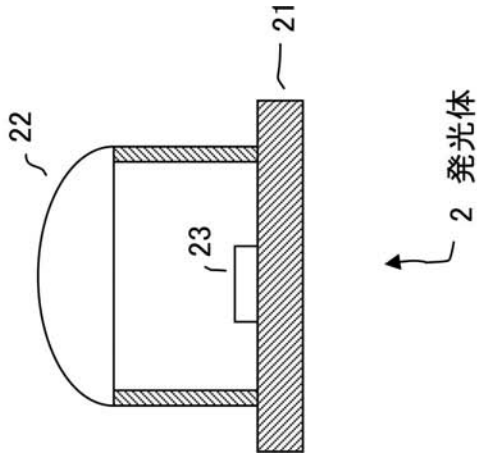
【0041】

1	蛍光体	
2	発光体	
4	蛍光測定器	
10	筐体	
11	ダイクロイックミラー	10
12	レンズ	
13	アダプタ	
14	コネクタ	
15	光導波路	
16	保護容器	
21	パッケージ	
22	光学窓	
23	発光素子	
41	受光素子	
301	周期測定部	20
302	補正部	
303	減衰特性算出部	
304	温度算出部	
321	入力装置	
322	出力装置	
323	プログラム記憶装置	
324	一時記憶装置	
400	データ記憶装置	
401	補正情報記憶部	
402	関係記憶部	30
501	通電制御部	
502	増幅器	

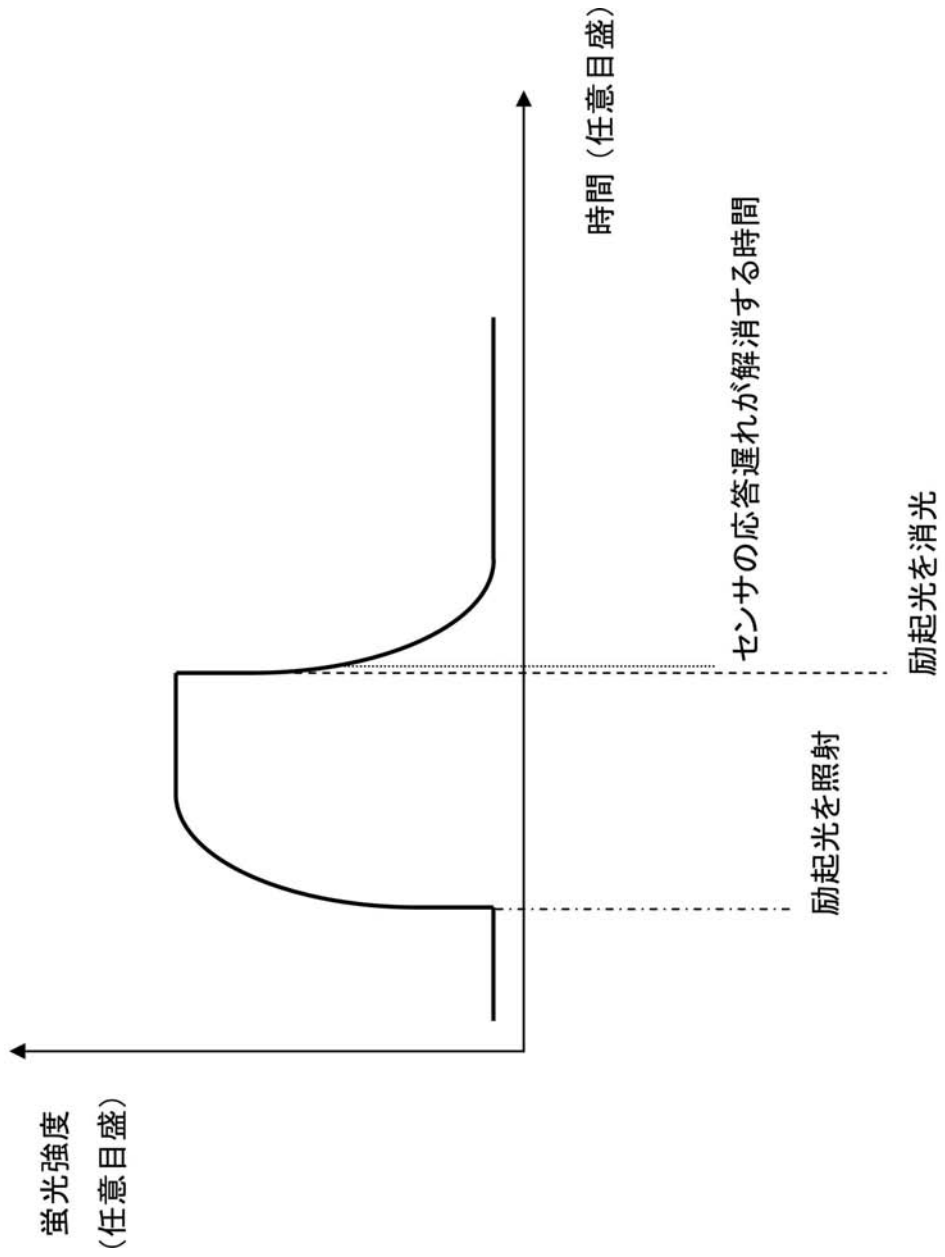
【図1】



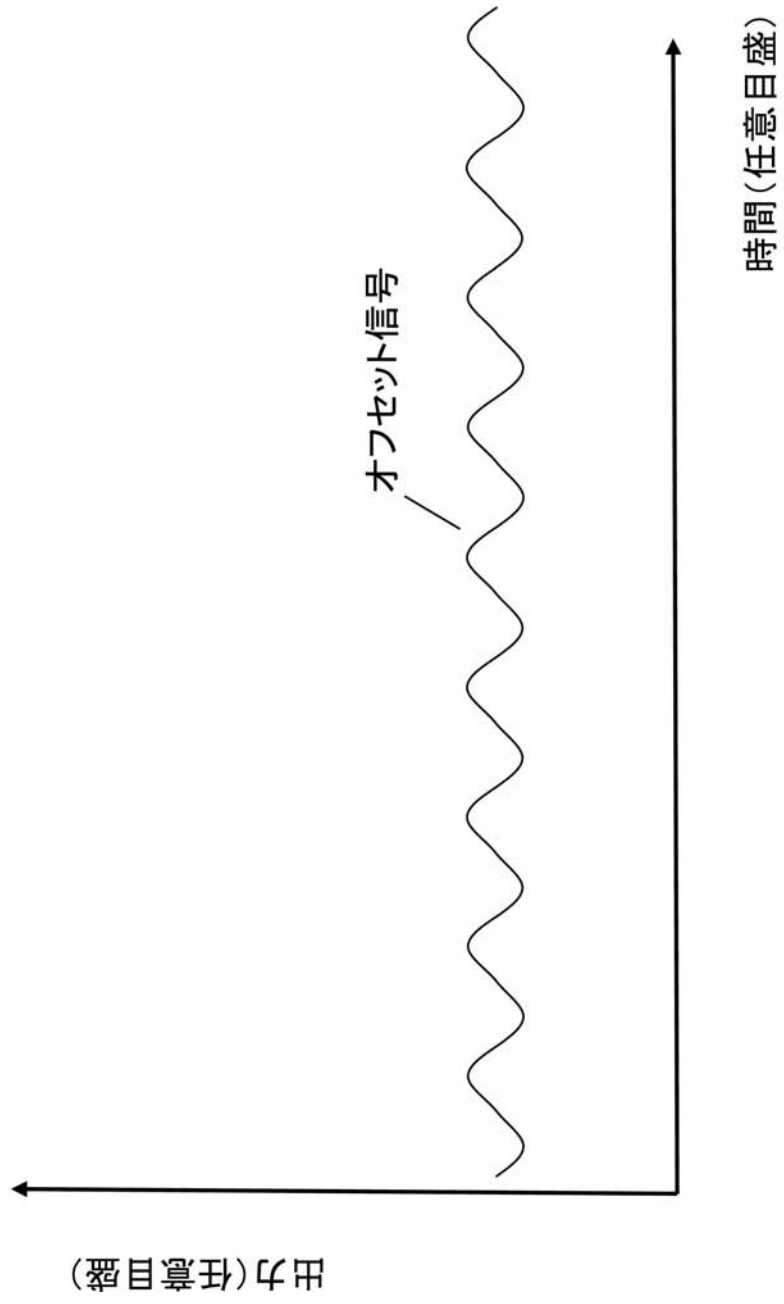
【 図 2 】



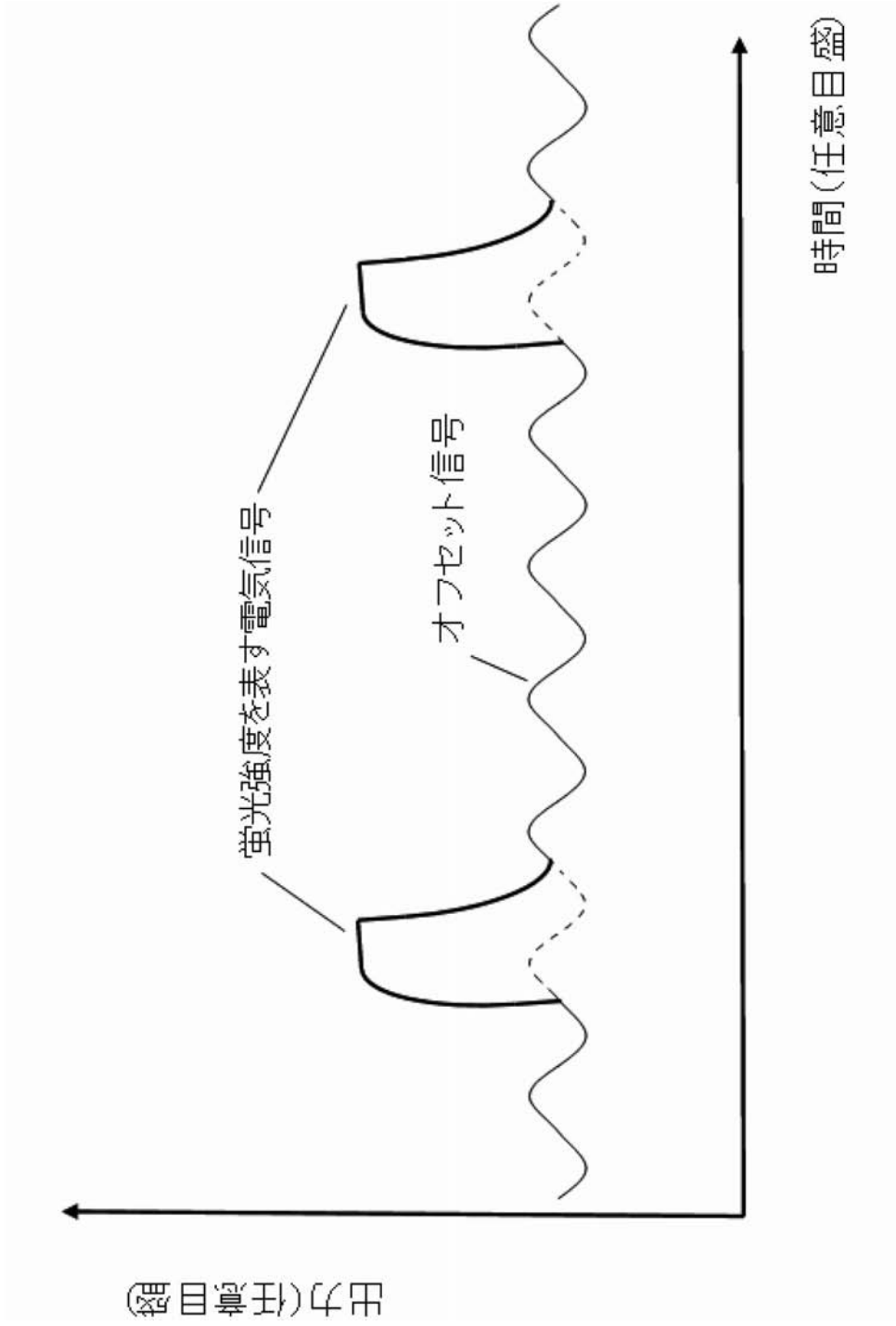
【 図 3 】



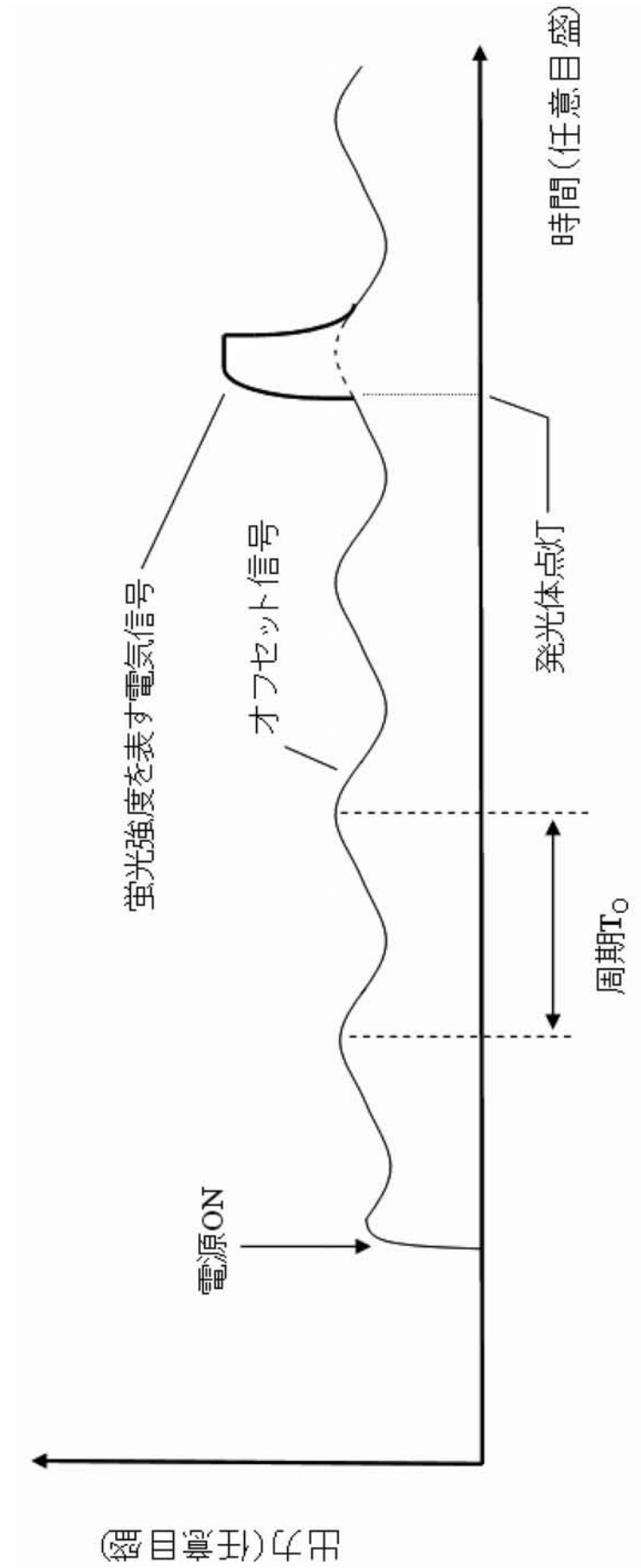
【 図 4 】



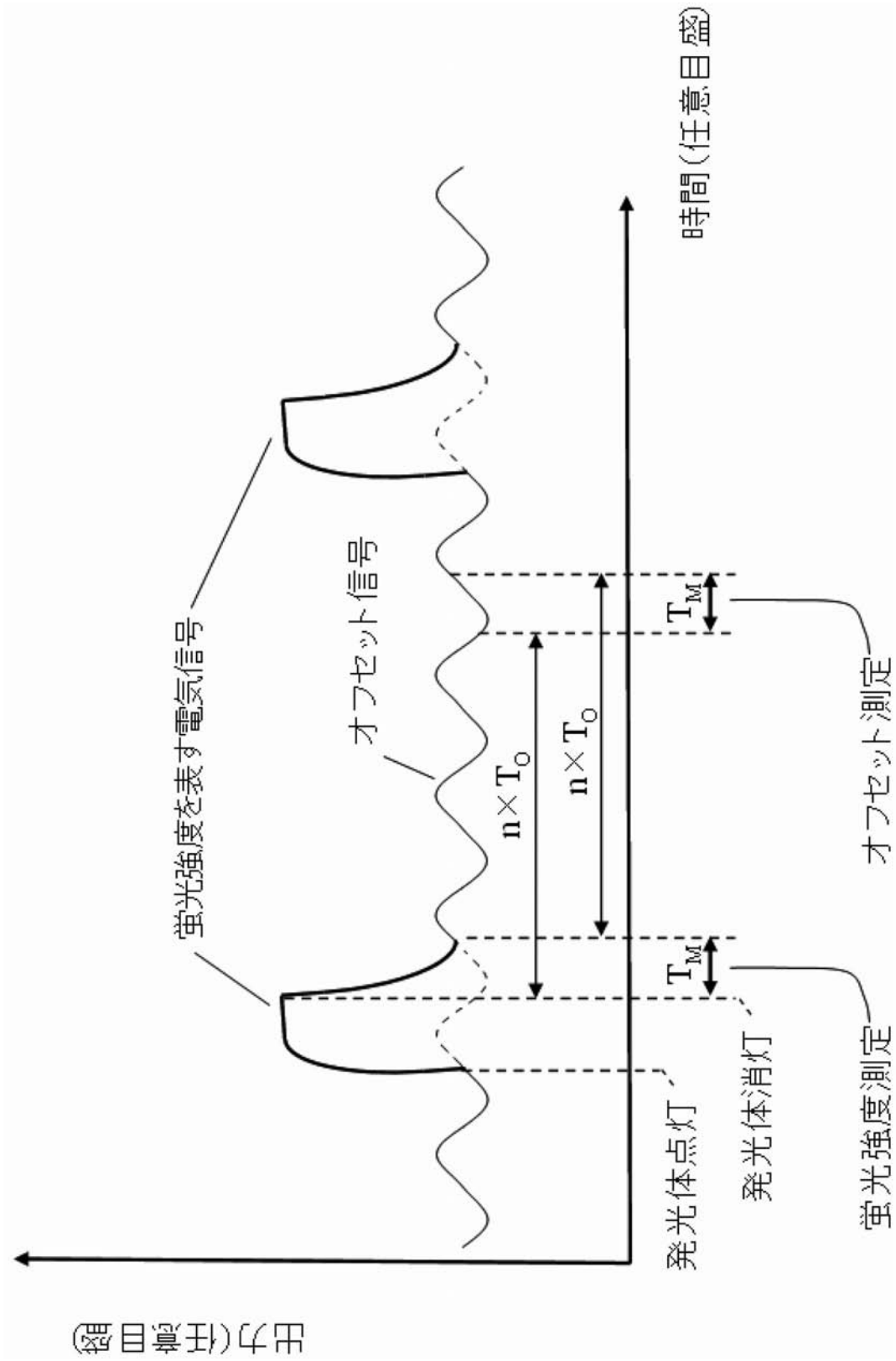
【 図 5 】



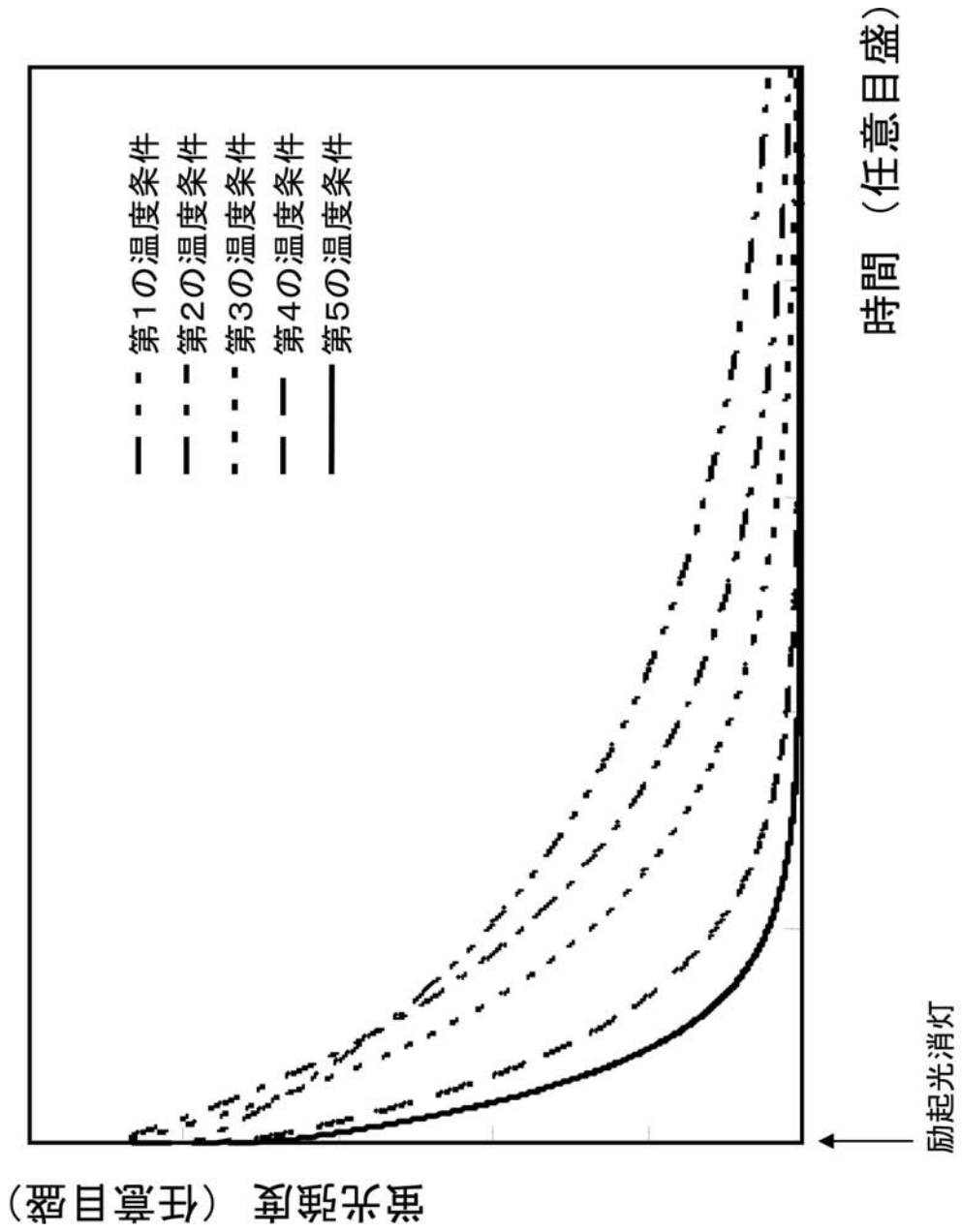
【 図 6 】



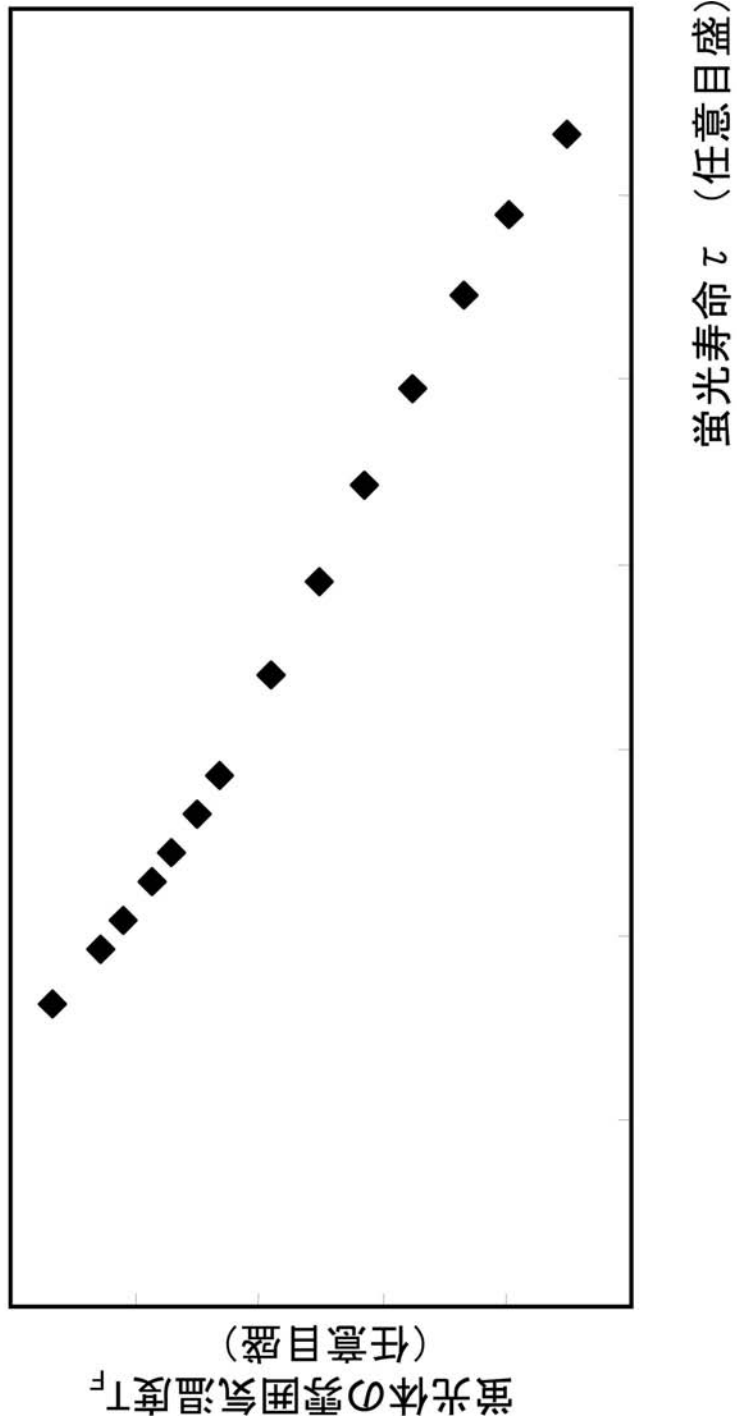
【図7】



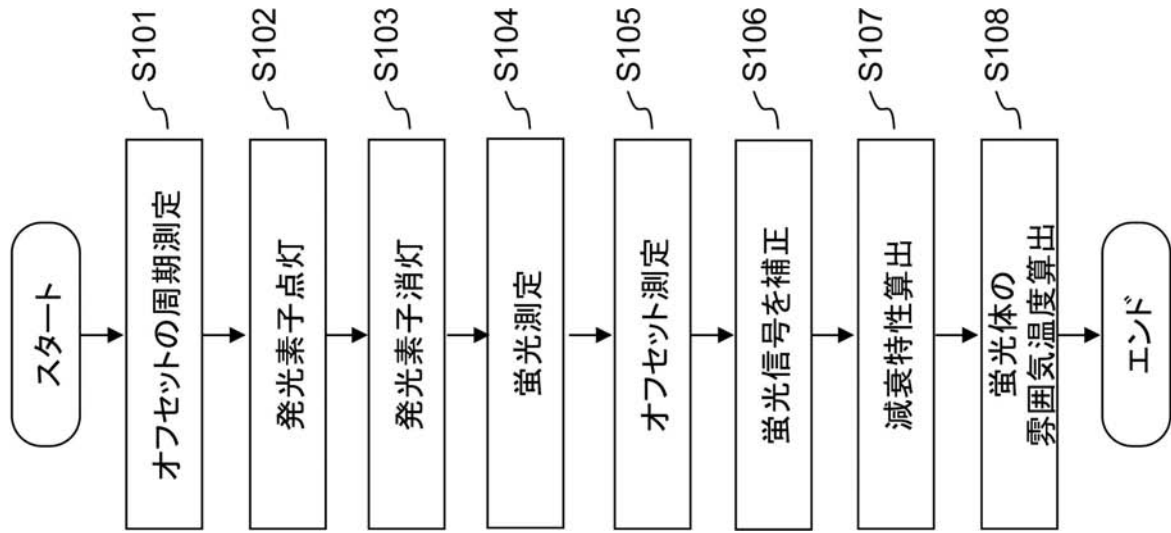
【 図 8 】



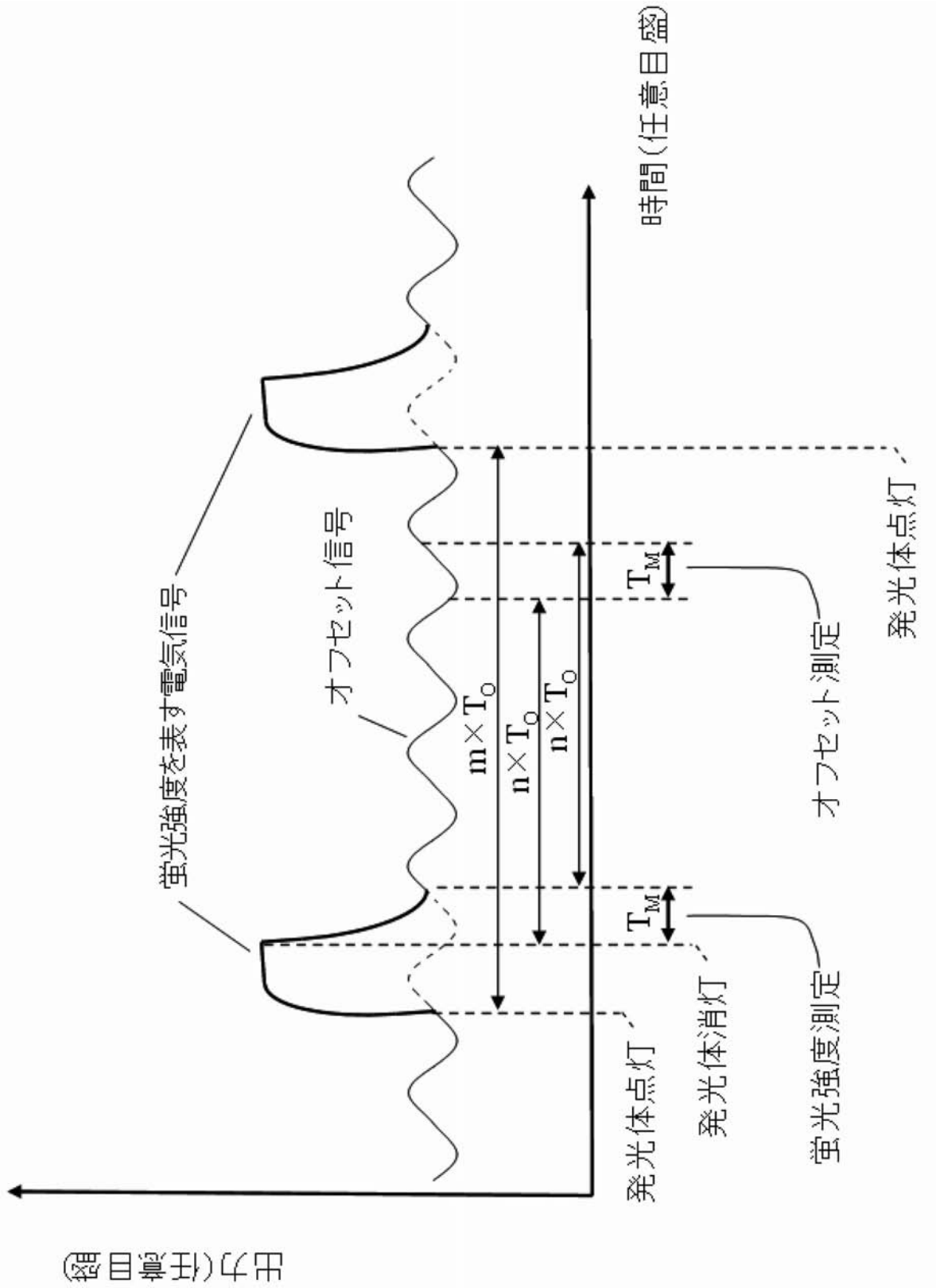
【 図 9 】



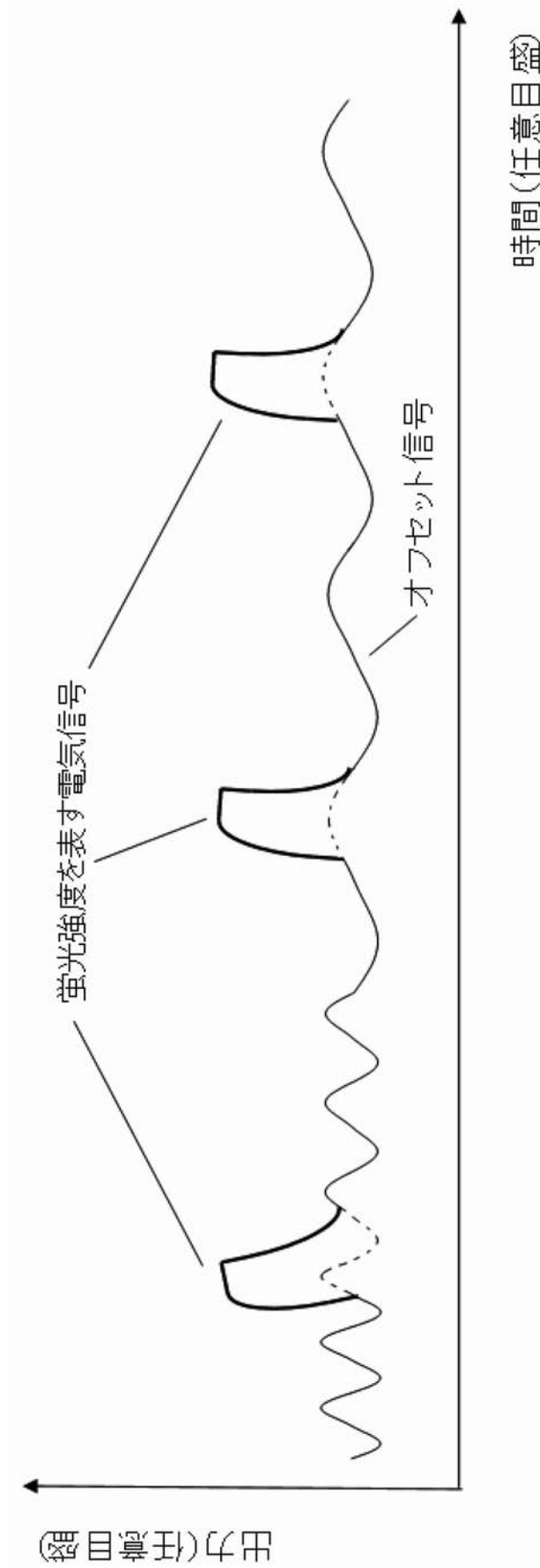
【図10】



【図 11】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 柳川 雄成
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株式会社山武内