

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5260656号  
(P5260656)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int. Cl.	F I
FO2P 23/04 (2006.01)	FO2P 23/04 A
HO1S 3/11 (2006.01)	HO1S 3/11
HO1S 3/0941 (2006.01)	HO1S 3/094 S

請求項の数 19 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-524423 (P2010-524423)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成20年7月8日(2008.7.8)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2010-539370 (P2010-539370A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成22年12月16日(2010.12.16)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/058850		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02009/037016		番地なし)
(87) 国際公開日	平成21年3月26日(2009.3.26)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成22年5月17日(2010.5.17)	(74) 代理人	100114890
(31) 優先権主張番号	102007043915.8		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
(32) 優先日	平成19年9月14日(2007.9.14)		ンハルト
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100099483
前置審査			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置及びその動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受動Qスイッチ(46)を備えたレーザ活性固体(44)を有するレーザ装置(26)を動作させる方法であって、レーザパルス(24)を生成するために、前記レーザ装置(26)にポンプ光源(30)により供給されるポンプ光(60)を印加し、前記ポンプ光源(30)と前記レーザ装置(26)との間に光接続(28)が設けられている、方法において、前記レーザ装置(26)及び/又は前記光接続に少なくとも部分的に光テストパルス(70)を印加することにより、前記光接続の無欠性を検査する、ただしその際に、前記レーザ装置(26)に前記光テストパルス(70)を印加し、前記レーザ装置(26)内で前記光テストパルス(70)に反応して生じた評価すべき自然放出光(80)の強度測定信号に窓を掛け、前記無欠性の検査として、窓掛けされた前記強度測定信号の波形に依存して、前記光接続の故障を推定することができることを特徴とする、レーザ装置(26)を動作させる方法。

【請求項2】

前記光テストパルス(70)のパルス持続時間(Ti)及び/又は振幅(A70)及び/又はパルスエネルギーは所定の限界値を超えないように選ばれており、前記限界値は前記光テストパルス(70)に曝される操作員に対して前記光テストパルス(70)が危険を及ぼすことがないように選ばれている、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記光テストパルス(70)は前記ポンプ光(60)を供給する前記ポンプ光源(30

)によって生成される、請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】

前記光テストパルス(70)をレーザパルス(24)のそのつどの生成の前に放出する、請求項1から3のいずれか1項記載の方法。

【請求項5】

前記レーザ装置(26)に前記光テストパルス(70)を印加し、前記レーザ装置(26)内で前記光テストパルス(70)に反応して生じた自然放出光(80)を評価する、請求項1から4のいずれか1項記載の方法。

【請求項6】

自然放出光の強度が基準値に比べて低ければ、前記光接続に故障があると評価する、請求項5記載の方法。

10

【請求項7】

前記光テストパルス(70)に反応して生じた自然放出光(80)を光学的結合手段を介して前記レーザ装置(26)から評価装置へと伝達する、請求項6記載の方法。

【請求項8】

前記結合手段は、前記レーザ装置(26)から出てきた自然放出光(80)を、前記レーザ装置(26)にポンプ光(60)を供給するためにも使用される導光装置(28)内へと導く、請求項7記載の方法。

【請求項9】

前記自然放出光(80)を少なくとも部分的に前記レーザ装置(26)の正面(44a)から出射させる、請求項7又は8記載の方法。

20

【請求項10】

前記自然放出光(80)を評価するために、測定時間(Tmess)が予想される自然放出と少なくとも部分的に重なるように評価装置を前記光テストパルス(70)と同期させる、請求項6から9のいずれか1項記載の方法。

【請求項11】

前記測定時間(Tmess)の開始(t1)が前記光テストパルス(70)の終了と一致する、請求項10記載の方法。

【請求項12】

前記ポンプ光源(30)と前記レーザ装置(26)との間の前記光接続の無欠性に障害が検出された場合には、前記ポンプ光(60)の印加を停止する及び/又は故障応答を開始する、請求項1から11のいずれか1項記載の方法。

30

【請求項13】

受動Qスイッチ(46)を有するレーザ活性固体(44)と、導光装置(28)を有する光接続(28)とを備えたレーザ装置(26)であって、レーザパルス(24)を生成するために、ポンプ光源(30)により生成されたポンプ光(60)を前記光接続を介して前記レーザ装置(26)に供給することができる形式のレーザ装置(26)において、前記レーザ装置(26)及び/又は前記レーザ装置(26)とポンプ光(60)を供給する前記ポンプ光源(30)との間の前記光接続に少なくとも部分的に印加される光テストパルス(70)を生成する手段と、前記光テストパルス(70)に反応して生じた自然放出光(80)を前記レーザ装置(26)から前記自然放出光(80)を評価する評価装置へ伝達するための光学的結合手段とが設けられており、前記レーザ装置(26)内で前記光テストパルス(70)に反応して生じた評価すべき自然放出光(80)の強度測定信号に窓が掛けられ、前記評価装置において、窓掛けされた前記強度測定信号の波形に依存して、前記光接続の無欠性が判定されることを特徴とするレーザ装置(26)。

40

【請求項14】

前記光テストパルス(70)を生成する手段は前記ポンプ光源(30)に組み込まれている、又は前記ポンプ光源(30)によって形成されている、請求項13記載のレーザ装置(26)。

【請求項15】

50

前記光学的結合手段は、前記レーザ装置（26）から出てきた自然放出光（80）を前記光接続の導光装置（28）内へと導くために、少なくとも1つの反射器を有している、請求項13又は14記載のレーザ装置（26）。

【請求項16】

前記光学的結合手段は、少なくとも部分的に、ポンプ光（60）のための入射ミラー（42）を兼任していない前記レーザ活性固体（44）の正面の領域（44a）によって形成されている、請求項13から15のいずれか1項記載のレーザ装置（26）。

【請求項17】

前記光学的結合手段は少なくとも部分的に、ポンプ光（60）を案内する前記導光装置（28）の導光端部（28'）によって形成されており、前記導光端部はスリーブ状に形成されており、前記レーザ装置（26）の対向端部を少なくとも部分的に包囲している、請求項13から16のいずれか1項記載のレーザ装置（26）。

10

【請求項18】

自然放出光の強度が基準値に比べて低ければ、前記光接続に故障があると評価される、請求項13から17のいずれか1項記載のレーザ装置（26）。

【請求項19】

自動車の内燃機関の点火装置（27）であって、請求項13から18のいずれか1項記載のレーザ装置（26）を少なくとも1つ有することを特徴とする点火装置（27）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は有利には受動QスイッチであるQスイッチを備えたレーザ活性固体を有するレーザ装置にポンプ光を印加してレーザパルスを生成するようにした、レーザ装置の動作方法に関する。

【0002】

本発明はさらに、有利には受動QスイッチであるQスイッチを有するレーザ活性固体と、とりわけ導光装置を有する光接続とを備え、レーザパルスを生成するために、ポンプ光源によって生成されたポンプ光を前記光接続を介してレーザ装置に供給できる形式のレーザ装置にも関する。

【0003】

30

発明の開示

本発明の課題は、レーザ装置の動作安全性を高め、簡単に故障検知ができるように、冒頭で述べた形式のレーザ装置および動作方法を改善することである。

【0004】

この課題は、冒頭で述べた形式の動作方法において、レーザ装置及び/又はレーザ装置とポンプ光を供給するポンプ光源との間の光接続に少なくとも部分的にとりわけ光パルスであるテストパルスを印加し、レーザ装置とポンプ光を供給するポンプ光源との間の光接続の無欠性をテストすることによって解決される。

【0005】

本発明に従い、特別なテストパルスを印加することにより、有利には、放射強度の高いポンプ光をレーザ装置に印加してレーザパルスを発生させるに前に、レーザ装置の動作状態を確認することができる。このようにして、テストパルスの印加に対するレーザ装置の反応を適切に評価することによって、レーザ装置の正常な動作を推論することができ、したがって動作安全性と人員安全性を向上させることができる。

40

【0006】

特に有利には、本発明による動作方法の1つの実施形態では、テストパルスの特性、とりわけパルス持続時間及び/又は振幅及び/又はパルスエネルギーが所定の限界値を超えないように選定される。有利には、本発明に従い限界値は、例えばレーザ装置を整備する際にテストパルスに曝される可能性のある人員に対して例えばポンプ光源とレーザ装置との間の光接続の遮断などによる危険が生じないように選ばれている。

50

## 【 0 0 0 7 】

本発明に従ってポンプ光の特性に課される限界値は、有利には、官公庁又は他の公認機関が定めた限界値に準拠したものであってよい。有利には、本発明によるテストパルスの設計は、一方ではテストパルスによってレーザ装置の検査が可能であること、特に高エネルギーポンプ光パルスを放射する前にレーザ装置の検査が可能であること、及び、例えば光の遮断やレーザ装置のその他の損傷の際に本発明が使用するテストパルスによって周囲への危険、特にその場にいる人員への危険が生じないことを保証する。さらに、予め設定可能な限界値を適切に選ぶことにより、テストパルスによるポンプ光源自体の損傷を防ぐことができる。

## 【 0 0 0 8 】

別の有利な実施形態によれば、ポンプ光を供給するポンプ光源によってテストパルスを生成することにより、特にコンパクトな構成が得られる。とりわけ半導体レーザダイオードを有するポンプ光源では、有利には、前記テストパルスの例えば振幅などの特性はダイオードレーザに供給される電流の制御によって容易に調整できる。

## 【 0 0 0 9 】

別の実施形態によれば、本発明によるレーザ装置の非常に高い動作安全性は、テストパルスを周期的に放射することにより、相応してレーザ装置の周期的な検査を可能にすることで得られる。特に有利には、正規のレーザパルスをそれぞれ生成する前に本発明によるテストパルスを少なくとも1つ放射することによって、正規のレーザパルスを生成するために高エネルギーポンプ光をレーザ装置に印加する前にレーザ装置の機能が検査される。レーザ装置に損傷があると、高エネルギーポンプ光がレーザ装置の完全な破壊又は人員への危害が生じ兼ねない。また、このようにしてポンプ光源の破壊も防ぐことができる。

## 【 0 0 1 0 】

特に有利には、本発明による動作方法の別の実施形態では、レーザ装置にテストパルスが印加され、レーザ装置内でテストパルスに反応して生じた自然放出光が評価される。レーザ装置に本発明によるテストパルスを印加することにより、有利には、当業者に周知の自然放出が生じ、この自然放出が可能な多くの評価とそれに相応したレーザ装置の機能に関する推論とを可能にする。例えば、本発明によれば、有利には、テストパルスに反応して自然放出された光を光学的結合手段を介してレーザ装置から評価装置へと伝達することができる。評価装置は自然放出光を例えば本発明によるレーザ装置の制御ユニットによって評価可能な相応する電気信号に変換するためにとりわけフォトダイオードを有してよい。

## 【 0 0 1 1 】

特に有利には、結合手段は、本発明に従い、レーザ装置から出てくる自然放出光を導光装置へと導くように形成されていてよい。この構成では、有利には、本発明による診断に使用される光学的情報を伝送するために別個の光チャネルを必要としない。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明による光学的結合手段は、有利には、レーザ装置から出てくる自然放出光を導光装置又は検出器等へと反射する少なくとも1つの反射器も有していてよい。この反射器は、特に有利には、レーザ装置を収容するハウジングの適切にコーティングされた内面によって形成してもよい。そうすることで、反射器が非常に安定するとともに、光学的結合手段を有利にはレーザ装置及びそのハウジングと準一体的に形成したコンパクトな構成が得られる。

## 【 0 0 1 3 】

自然放出光をレーザ装置から横方向に出射させる代わりに、自然放出光を少なくとも部分的に本発明によるレーザ装置の正面を介しても出射させてよい。このために、本発明による光学的結合手段は少なくとも部分的にレーザ装置の正面の領域、とりわけポンプ光のための入射ミラーを兼任していないレーザ活性固体の領域によって形成されており、自然放出光はレーザ装置の正面からも出ることができる。本発明によるこの構成によれば、有利には、レーザ装置は非常に小さな半径方向の寸法しか必要としない。

## 【0014】

レーザ装置の動作状態の非常に正確な評価を可能にする本発明による方法の別の非常に有利な実施形態では、自然放出光を評価する評価装置は、測定時間が予想される自然放出と少なくとも部分的に重なるようにテストパルスと同期する。本発明による方法のこの実施形態によれば、有利には、同時に自然放出光の特定の波長をフィルタリングしなくても、自然放出光の確実な評価が可能になる。有利には、評価装置内に含まれている光検出器の飽和もこのようにして防ぐことができる。本発明による同期は、例えば、レーザ装置で使用しているレーザ活性材料と自然放出の相応する時定数とに関する情報に基づいて、自然放出の予想時点を求めることによって行うことができる。

## 【0015】

特に有利には、本発明に従ってさらに、測定時間の始まりがテストパルスの終了と一致するようにしてもよい。そうすることで、有利には、それまでのテストパルスによる励起のおかげで自然放出光の放射強度が測定時間の開始時に最大になる。とりわけ、この実施形態では、テストパルスを案内する導光装置を、さらに自然放出光を評価装置に伝達するためにも使用することができる。なぜならば、測定時間がテストパルスの出力と重ならないからである。

## 【0016】

本発明によれば、本発明によるレーザ装置の光学構成、とりわけ、ポンプ光源とレーザ装置の間の光接続を実現するために使用される種々の構成要素の減衰作用に依存して、有利には、評価すべき自然放出光の強度に振幅測定窓を設定することができる。そして、例えば光検出器によって検出される自然放出光の実際に生じた強度と設定した振幅測定窓との一致の度合いに応じて、有利には、ポンプ光源とレーザ装置の間の光接続の特定の故障タイプ又は全般的な動作状態を推定することができる。評価ユニットが例えばポンプ光源の位置に配置されていれば、本発明による自然放出光の評価によって、例えば、導光装置とレーザ装置との間のコネクタ接続に欠陥があること、及び/又は、導光装置が存在していない、ないしは、そもそもポンプ光源とレーザ装置との間の光接続も存在しないこと、及び/又は、光接続の光ファイバに破損があること、及び/又は、ポンプ光ないしテストパルスがレーザ装置内へきちんと導き入れられていないことを推論することができる。

## 【0017】

本発明の別の非常に有利な実施形態によれば、レーザ装置とポンプ光源との間の光接続の無欠性に障害が検出されると、ポンプ光の印加が停止される、及び/又は、故障応答が開始される。

## 【0018】

故障応答は、例えば、レーザ装置を制御する制御ユニットのメモリに故障を書き込むことを含むものとしてよい。

## 【0019】

本発明の原理によれば、ポンプ光源とテストパルスを生成する手段は必ずしも同一でなくてもよく、空間的にまとめて配置されなくてもよい。それどころか、例えば発光ダイオードなどのようなテストパルスを生成する手段をレーザ装置自体に、又はポンプ光源からレーザ装置までの光接続の間の光学的結合に使用される光学的結合手段に組み込むことも考えられる。相応する検出器も同様に様々な取付位置に設けてよい。テストパルスによって生じる自然放出の検出の他に、光接続を介したテストパルスの伝送を直接監視してもよい。

## 【0020】

本発明の課題を解決する別の手段としては、請求項13に係るレーザ装置が挙げられる。

## 【0021】

本発明によるレーザ装置の特に有利な実施形態では、光学的結合手段は部分的に、ポンプ光を案内する導光装置の導光端部によって形成されている。この導光端部は有利にはスリーブ状に形成されており、レーザ装置の対向端部を少なくとも部分的に包囲している。

10

20

30

40

50

## 【0022】

本発明によるレーザ装置の有利な実施形態は従属請求項の対象である。

## 【0023】

本発明によるレーザ装置は特に有利には自動車の内燃機関の、又は同様に定置機関の、レーザ点火装置において使用するのに適している。

## 【0024】

本発明のその他の特徴、実施態様及び利点は、図面の各図に示された本発明の実施例の以下の説明から明らかになる。ここで説明する全ての特徴は、それらが特許請求の範囲、実施例の説明及び図面のいずれに記載されているかに関わらず、単独でも又は任意に組み合わせても、本発明の対象となりうる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1】本発明による点火装置を有する内燃機関の概略図である。

【図2】図1に示された点火装置の概略図である。

【図3】本発明によるレーザ装置の様々な動作パラメータの時間的推移を示す。

【図4】ポンプ光パルスと比べて、本発明によるテストパルスの振幅の時間的推移を示す。

【図5】本発明によるレーザ装置の別の実施形態を示す。

【図6】本発明による動作方法の実施形態の簡略化したフローチャートを示す。

## 【0026】

## 発明の実施例

図1では、内燃機関全体に参照記号10が付されている。この内燃機関は図示されていない自動車の駆動に使用される。内燃機関10は複数のシリンダを有しており、図1ではそのうちの1つだけが参照記号12で表されている。シリンダ12の燃焼室14はピストン16で区切られる。燃料はレーンとも呼ばれる燃料蓄圧器20に接続された噴射器18を直に通って燃焼室14内に達する。この内燃機関は自然吸気エンジンとしても動作しうる。燃料はインテークマニホールド内に噴射又は吹き込まれ、シリンダ内に吸い込まれる。圧縮後、イグニッションタイミングにおいて混合気は点火装置27によって着火ポイントで点火される。

## 【0027】

燃焼室14内に噴射された燃料は、レーザ装置26を内蔵した点火装置27によってレーザパルスの形で燃焼室内14に放射されるレーザ光線24によって点火される。このために、レーザ装置26にはポンプ光源30からのポンプ光が導光装置28を介して供給される。ポンプ光源30は制御ユニット32によって制御される。なお、制御ユニット32は噴射器18も制御する。

## 【0028】

レーザ装置26の詳細は図2に示されている。レーザ装置26はレーザ活性固体44と受動Qスイッチ46を有しており、レーザ活性固体44と受動Qスイッチ46は入射ミラー42及び出射ミラー48とともにレーザ発振器を形成している。出力側、つまり、図2では出射ミラー48の右側には、図示されていない集束光学系を設けてよい。この集束光学系は、レーザ装置26によって生成されたレーザ光線24ないしレーザパルスを、内燃機関10の燃焼室14内に配置された図1に概略的に示されている着火ポイントZPに集束させるためのものである。

## 【0029】

レーザ装置26の基本的な動作は以下の通りである。導光装置28を介してレーザ装置26に供給されたポンプ光60が、ポンプ光60の波長に対して透過性を示す入射ミラー42を通してレーザ活性固体44に入射する。ポンプ光60はそこで吸収され、このことが反転分布をもたらす。受動Qスイッチの透過損失は初めのうちは高いので、初めのうちにはレーザ装置26内でのレーザ発振が妨げられる。しかし、ポンピング時間が長くなるにつれて、レーザ活性固体44と受動Qスイッチ46とミラー42、48とによって形成さ

10

20

30

40

50

れた共振器 6 2 の内部の放射輝度も上昇する。ある放射輝度以降は、受動 Q スイッチ 4 6 ないし受動 Q スイッチ 4 6 の可飽和吸収体が次第に効かなくなるので、共振器 6 2 内にレーザー発振が生じる。

【 0 0 3 0 】

この周知のメカニズムによって、レーザー光線 2 4 がジャイアントパルスの形で形成される。このジャイアントパルスは出射ミラー 4 8 を通過し、場合によってはさらに収束光学系を通して、燃焼室 1 4 内にある着火ポイント Z P に集束させられる。

【 0 0 3 1 】

本発明によれば、レーザー装置 2 6 とポンプ光源 3 0 ( 図 1 ) の間の光接続の無欠性を検査するために、レーザー装置 2 6 に光テストパルスが印加される。本発明によるレーザー装置 2 6 の上記実施形態では、光接続は実質的に導光装置 2 8 によって形成されている。

10

【 0 0 3 2 】

特に有利には、本発明によれば、図 2 においてブロック矢印 7 0 で表されているテストパルスはポンプ光 6 0 を供給するポンプ光源 3 0 によって生成される。このため、本発明による点火装置 2 7 は低コストで非常に小型に作製できる。

【 0 0 3 3 】

図 3 a には、例として、光テストパルス 7 0 の強度の振幅の時間的推移が示されている。光テストパルス 7 0 は、時点  $t_0$  ,  $t_1$  の間にポンプ光源 3 0 によって出力され、ポンプ光 6 0 と同じ様に導光装置 2 8 を介してレーザー装置 2 6 に供給される。

【 0 0 3 4 】

20

図 3 b には、テストパルス 7 0 を印加した際にレーザー装置 2 6 内に生じるのと同様の、自然放出光の強度の時間的推移が示されている。

【 0 0 3 5 】

本発明によれば、点火装置 2 7 の動作状態を推定するために、この自然放出光ないしその時間的推移が評価される。例えば、このために、本発明によるレーザー装置 2 6 にとりわけフォトダイオードのような光検出器を駆使できる適切な評価装置を割り当ててもよい。この場合、フォトダイオードが自然放出光を受け取って、それを例えば制御装置 3 2 ( 図 1 ) によって評価可能な相応する電気信号に変換する。

【 0 0 3 6 】

例として、フォトダイオードによって得られた電気信号が図 3 c に示されている。

30

【 0 0 3 7 】

本発明によれば、レーザー装置 2 6 へのテストパルス 7 0 の印加は有利には周期的に、とりわけ、正規のレーザーパルス 2 4 がそれぞれ生成される前に行われる。これにより、本発明によるレーザー装置 2 6 の動作安全性が非常に高くなる。

【 0 0 3 8 】

図 4 には、例として、後続のポンプ光パルスと比べて、本発明によるテストパルス 7 0 の振幅の時間的推移が示されている。

【 0 0 3 9 】

図 4 から分かるように、本発明によるテストパルス 7 0 は時点  $t_0$  と  $t_1$  の間続いている。したがって、パルス幅  $T_i = t_1 - t_0$  が決まる。有利には、テストパルス 7 0 の印加に反応して生じる自然放出光の強度の本発明による測定は、相応する測定時間  $T_{m e s s}$  がテストパルス 7 0 の生成の直ぐ後につながるように、テストパルス 7 0 の生成と同期している。つまり、上記した測定時間  $T_{m e s s}$  は時点  $t_1$  から図 4 には図示されていない時点  $t_2$  ( 図 3 c 参照 ) までである。自然放出光を測定する際のこの窓掛けのおかげで、図 3 c に示されている、フォトダイオードによって得られる電気信号は、時間範囲  $t < t_1$  の間は非ゼロの値を有していない。有利には、テストパルス 7 0 と調べるべき自然放出を同じ導光装置 2 8 を介して送ることのできるこのような構成で窓掛けをしなかった場合に生じうるフォトダイオードの不所望の飽和が、窓掛けによって防止される。

40

【 0 0 4 0 】

時点  $t_2$  はレーザー装置 2 6 の使用しているレーザー活性材料 4 4 と自然放出の相応する時

50

定数とに関する情報を基に決定することができる。

【0041】

本発明によれば、後の時点 $t_3$ になってはじめて、場合によっては、既に述べたようにレーザ装置26の反転分布の形成とレーザパルス24の形成のために設けられた時点 $t_4$ までポンプ光パルス61の生成が行われる。

【0042】

さらに、図4によるパルス70, 61の時間的推移から、テストパルス70の強度の振幅 $A_{70}$ はポンプ光パルス61の振幅 $A_{61}$ よりもはるかに小さいことが分かる。本発明によれば、これは、破損のせいでテストパルス70を案内するレーザ装置26の光接続28の無欠性が損なわれてしまった場合に、有利には、例えばレーザ装置26のメンテナ  
10

【0043】

とりわけ、所定の限界値を超えないようにパルス持続時間 $T_i$ 及び/又は振幅 $A_{70}$ 及び/又はテストパルス70のパルスエネルギーを選定することができる。これらの限界値は有利には機関が定めた現行の限界値等を基にしたものであってよい。

【0044】

図6には、本発明による動作方法の実施形態の簡略化されたフローチャートが示されている。第1のステップ100では、レーザ装置26に本発明によるテストパルス70が印加  
20

【0045】

次のステップ110では、本発明に従って、テストパルス70の印加に反応して自然放出されたレーザ装置26の光線が分析され、この分析からレーザ装置26とポンプ光源30との間の光接続の無欠性についての推定が行われる。評価結果は次のステップ120で所定の目標値と一致するか検査される。検査120からレーザ装置26の正常動作が推定される場合には、次のステップ130において、所定の時間にわたってレーザ装置26にポンプ光パルス16(図4)を印加することにより正規のレーザパルス24が生成される。

【0046】

しかし、本発明による検査(ステップ120参照)の結果、ポンプ光源30(図1)とレーザ装置26の間の光接続28が無欠でない又はもはや無欠でないことが判明した場合には、欠陥があるかもしれないレーザ装置26の構成要素に高エネルギーポンプ光パルス61が印加されないようにするために、本発明に従い、レーザ装置26へのポンプ光60の印加は行われない。むしろ、例えば制御ユニット32のエラーメモリに書込みを行うようにしてよい。  
30

【0047】

図5aには、レーザ活性固体44からの自然放出光80を導光装置28へと導く光学的結合手段が設けられた、本発明によるレーザ装置26の別の実施形態が示されている。本発明によれば、光学的結合手段は有利には(図5aから分かるように)レーザ装置26を  
40

【0048】

本発明に従って評価された自然放出光80の光路は例えば図5aの相応する矢印80, 81によって表されている。

【0049】

図5bに示されている本発明によるレーザ装置26の別の非常に有利な実施形態では、光学的結合手段は少なくとも部分的に、ポンプ光60を導く導光装置28の導光端部28'  
50

形成されており、自然放出光 80 を効率的に導光装置 28 に入射させることができるようにレーザ装置 26 の対向する端部を少なくとも部分的に包囲する。

【0050】

本発明によるレーザ装置 26 の別の非常に有利な実施形態では、光学的結合手段は少なくとも部分的にレーザ装置 26 の正面（図 5c）、とりわけポンプ光 60 のための入射ミラー 42 を兼任していないレーザ活性固体 44 の領域 44a によって形成されている。このため、有利には、ポンプ光 60 だけでなく自然放出光 80 も縦方向にレーザ装置 26 内へ又はレーザ装置 26 から外へと結合することが可能である。

【0051】

図 5c の平面図では、入射ミラー 42 によって占められていないレーザ活性固体 44 の正面は参照記号 44a で表されている。この領域は、図 5c から分かるように、入射ミラー 42 を同心状に取り囲む円環状の平面である。

10

【0052】

図 5d には、本発明によるレーザ装置の別の実施形態 26' が示されている。図 5c を参照して説明したレーザ装置 26 の実施形態とは対照的に、図 5d のレーザ装置 26' は正方形の断面を有しており、その一方で入射ミラー 42 は依然として円状の平面を成している。

【0053】

これら 2 つの実施形態では、レーザ装置 26 から導光装置 28 への自然放出光 80 の出射を効率的かつ省スペースで行うことができる。

20

【0054】

本発明によれば、本発明によるレーザ装置 26 の光学構成、とりわけ、ポンプ光源 30 とレーザ装置 26 の間の光接続 28 を実現するために使用される種々の構成要素の減衰作用に依存して、有利には、評価すべき自然放出光 80 の強度に対して振幅測定窓を設定することができる。そして、例えば光検出器によって検出される、自然放出光 80 の実際に生じた強度と設定した振幅測定窓との一致の度合いに従って、有利には、ポンプ光源 30 とレーザ装置 26 の間の光接続 28 の特定の故障タイプ又は全般的な動作状態を推定することができる。

【0055】

評価ユニットが例えばポンプ光源 30 の位置に配置されていれば、本発明による自然放出光 80 の評価によって、例えば、導光装置 28 とレーザ装置 26 の間のコネクタ接続に欠陥があること、及び/又は、導光装置 28 存在していない、ないしは、そもそもポンプ光源とレーザ装置の間の光接続が存在していないこと、及び/又は、光接続の光ファイバに破損があること、及び/又は、ポンプ光 60 ないしテストパルス 70 がレーザ装置内へきちんと導き入れられていないことを推論することができる。

30

【0056】

これらの故障は、例えば、自然放出光 80 の現在把握されている強度が例えば正常に動作している新システムで求められた基準値に比べて低下していることから導き出すことができる。

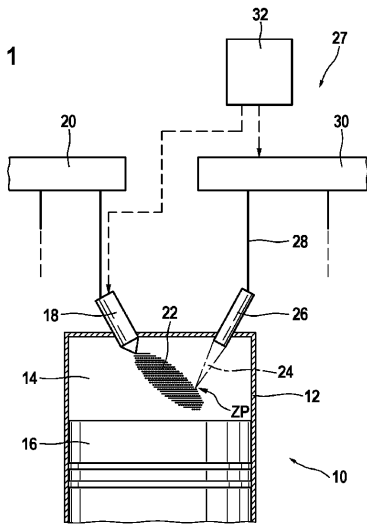
【0057】

40

本発明の原理は、一般に、定置機関の点火装置で使用されるレーザ装置にも、又はポンプ光パルスをする前にテストパルスを用いて行う本発明による機能検査を実行できる他のレーザ装置にも適用することができる。

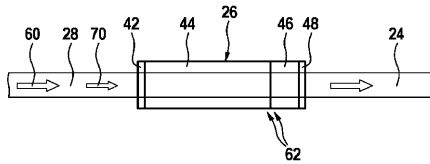
【 図 1 】

FIG. 1

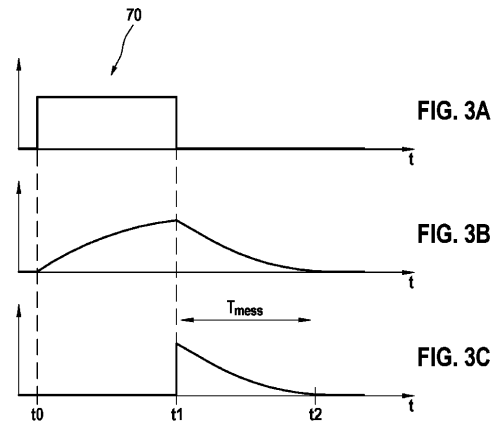


【 図 2 】

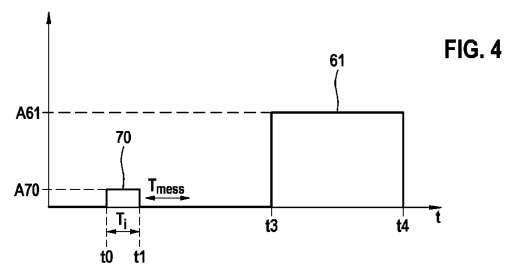
FIG. 2



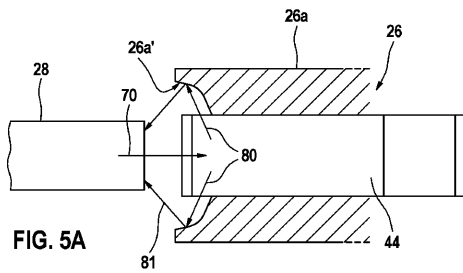
【 図 3 A - 3 C 】



【 図 4 】



【 図 5 A 】



【 図 5 B 】

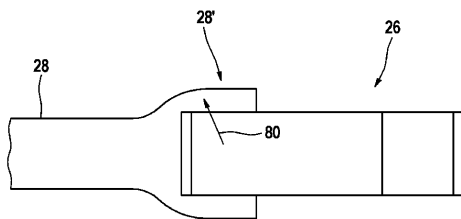


FIG. 5B

【 図 5 C 】

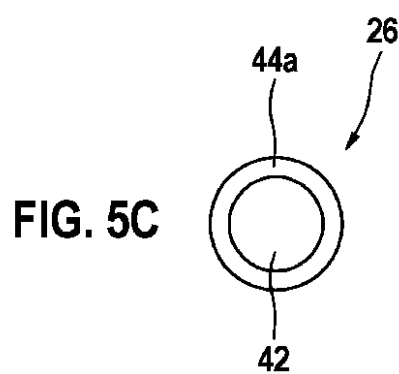


FIG. 5C

【 図 5 D 】

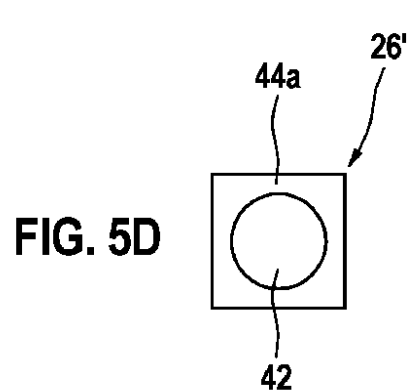
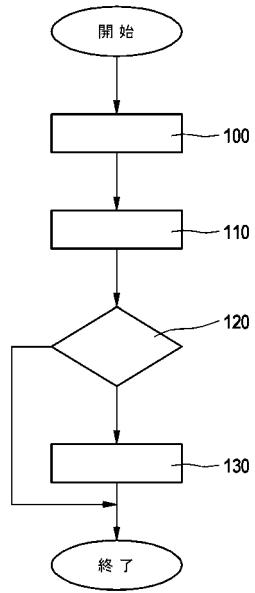


FIG. 5D

【 図 6 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 マーティン ヴァインロッター  
ドイツ連邦共和国 シュツットガルト - ボトナング フランツ - シューベルト シュトラーセ 7  
4
- (72)発明者 パスカル ヴェルナー  
ドイツ連邦共和国 シュツットガルト フォイヤーバッハー - タール - シュトラーセ 97
- (72)発明者 マンフレート フォーゲル  
ドイツ連邦共和国 デイツツインゲン レルヒエンシュトラーセ 17
- (72)発明者 ユルゲン ライマン  
ドイツ連邦共和国 ヴァイル デア シュタット エーガーラントシュトラーセ 13
- (72)発明者 ベルト シュミットケ  
ドイツ連邦共和国 レオンベルク アウグスト - レムレ - ヴェーク 38 / 1
- (72)発明者 ハイコ リダーブッシュ  
ドイツ連邦共和国 シュヴィーバーディングゲン フェーインガー ヴェーク 22

審査官 佐々木 淳

- (56)参考文献 特開2002 - 344072 (JP, A)  
国際公開第2006 / 125685 (WO, A1)  
特開2003 - 264329 (JP, A)  
特表2008 - 542600 (JP, A)  
特開平05 - 248989 (JP, A)  
特開2006 - 242039 (JP, A)  
特開2003 - 179290 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02P 23 / 04  
H01S 3 / 00  
H01S 3 / 094  
H01S 3 / 10  
H01S 3 / 11