

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5086341号  
(P5086341)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl.	F I
<b>FO2P 23/04 (2006.01)</b>	FO2P 23/04 A
<b>HO1S 3/00 (2006.01)</b>	HO1S 3/00 A

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-517076 (P2009-517076)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成19年6月4日(2007.6.4)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2009-541649 (P2009-541649A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成21年11月26日(2009.11.26)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/055447		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02008/000585		番地なし)
(87) 国際公開日	平成20年1月3日(2008.1.3)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成22年6月4日(2010.6.4)	(74) 代理人	100099483
(31) 優先権主張番号	102006029996.5		弁理士 久野 琢也
(32) 優先日	平成18年6月29日(2006.6.29)	(74) 代理人	100112793
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 高橋 佳大
		(74) 代理人	100128679
			弁理士 星 公弘
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 点火装置の作動方法および点火装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関(10)用の点火装置(27)の作動方法であって、

当該点火装置は、

レーザ装置(26)と、

ポンピング光源(30)とを有しており、

前記レーザ装置は、受動的なQスイッチ(46)を備えたレーザ活性固体(44)並びに、当該受動的なQスイッチ(46)の後に配置されている光学的な増幅器(70)を有しており、前記内燃機関(10)の燃焼室(14)内への放射のためにレーザパルス(24)を生成し、

前記ポンピング光源(30)は、ポンピング光(60)をレーザ装置(26)のレーザ活性固体(44)と光学的な増幅器(70)のために供給する形式の方法において、

前記レーザパルス(24)のエネルギーを、前記内燃機関の作動状態に依存して制御し、当該制御を前記ポンピング光(60)の波長を変えることによって行い、

当該ポンピング光(60)の波長の変化によって、前記ポンピング光(60)のポンピング光エネルギーが、前記レーザ活性固体(44)および受動的なQスイッチ(46)と、光学的な増幅器(70)とに所定のように分けられ、

前記光学的な増幅器(70)には、前記レーザ活性固体(44)と前記受動的なQスイッチ(46)を吸収されずに通過したポンピング光(60)のみが供給され、

前記ポンピング光(60)の高い吸収が前記レーザ活性固体(44)および前記受動的

10

20

なQスイッチ(46)内で行われる、前記ポンピング光(60)の特定の波長では、前記光学的な増幅器(70)のポンピングのために残っている、前記ポンピング光(60)のポンピング光エネルギーが相応に小さいので、前記光学的な増幅器(70)は、前記レーザパルス(24)の小さい増幅を行い、

前記ポンピング光(60)の小さい吸収が前記レーザ活性固体(44)および前記受動的なQスイッチ(46)内で行われる、前記ポンピング光(60)の別の波長では、前記光学的な増幅器(70)のポンピングのために残っている、前記ポンピング光(60)のポンピング光エネルギーが大きいので、前記光学的な増幅器(70)は、前記レーザパルス(24)の大きい増幅を行う、

ことを特徴とする、内燃機関用の点火装置の作動方法。

10

【請求項2】

ポンピング光源(30)として半導体レーザダイオードを使用し、前記半導体レーザダイオードの温度を調整することによって、前記ポンピング光(60)の波長を変える、請求項1記載の方法。

【請求項3】

可能な最大エネルギーを有するレーザパルス(24)を生成して、前記レーザ装置(26)の燃焼室窓を清掃する、請求項1または2項記載の方法。

【請求項4】

可能な最大エネルギーを有するレーザパルス(24)を周期的に生成して、前記レーザ装置(26)の燃焼室窓を清掃する、請求項1から3までのいずれか1項記載の方法。

20

【請求項5】

前記可能な最大エネルギーを有するレーザパルス(24)を、今後の動作周期のための点火可能な空気/燃料混合気が燃焼室(14)内に存在しない場合にのみ生成する、請求項3または4記載の方法。

【請求項6】

内燃機関(10)用の点火装置であって、

レーザ装置(26)と、

ポンピング光源(30)とを有しており、

前記レーザ装置は、受動的なQスイッチ(46)を備えたレーザ活性固体(44)並びに、当該受動的なQスイッチ(46)の後に配置されている光学的な増幅器(70)を有してあり、燃焼室(14)内への放射のためにレーザパルス(24)を生成し、

30

前記ポンピング光源(30)は、ポンピング光(60)をレーザ装置(26)のレーザ活性固体(44)と光学的な増幅器(70)のために供給する形式のものにおいて、

前記点火装置は、開ループ制御および閉ループ制御装置(32)を有しており、当該開ループ制御および閉ループ制御装置(32)は、前記レーザパルス(24)のエネルギーを、前記内燃機関の作動状態に依存して制御し、当該制御を前記ポンピング光(60)の波長を変えることによって行い、

当該ポンピング光(60)の波長の変化によって、前記ポンピング光(60)のポンピング光エネルギーが、前記レーザ活性固体(44)および受動的なQスイッチ(46)と、光学的な増幅器(70)とに所定のように分けられ、

40

前記光学的な増幅器(70)には、前記レーザ活性固体(44)と前記受動的なQスイッチ(46)を吸収されずに通過したポンピング光(60)のみが供給され、

前記ポンピング光(60)の高い吸収が前記レーザ活性固体(44)および前記受動的なQスイッチ(46)内で行われる、前記ポンピング光(60)の特定の波長では、前記光学的な増幅器(70)のポンピングのために残っている、前記ポンピング光(60)のポンピング光エネルギーが相応に小さいので、前記光学的な増幅器(70)は、前記レーザパルス(24)の小さい増幅を行い、

前記ポンピング光(60)の小さい吸収が前記レーザ活性固体(44)および前記受動的なQスイッチ(46)内で行われる、前記ポンピング光(60)の別の波長では、前記光学的な増幅器(70)のポンピングのために残っている、前記ポンピング光(60)の

50

ポンピング光エネルギーは大きいので、前記光学的な増幅器（70）は、前記レーザパルス（24）の大きい増幅を行う、  
ことを特徴とする、内燃機関の点火装置。

【請求項7】

前記ポンピング光（60）の放射方向に沿った前記レーザ活性固体（44）または受動的なQスイッチ（46）の長さは、前記ポンピング光（60）の使用されている波長の少なくとも一部に対する前記ポンピング光（60）が、前記レーザ活性固体（44）または受動的なQスイッチ（46）において既に完全に吸収されないように選択されている、請求項6記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

従来技術

本発明は、殊に自動車の内燃機関のための点火装置の作動方法に関する。この点火装置はレーザ装置を有しており、レーザ装置は、受動的なQスイッチを伴うレーザ活性固体並びに、この受動的なQスイッチの後方に接続されている光学的な増幅器とを有している。さらにこのレーザ装置は、燃焼室内に放射されるレーザパルスを生成する。点火装置はさらにポンピング光源を有しており、このポンピング光源はレーザ活性固体に対して、およびレーザ装置の光学的な増幅器に対してポンピング光を供給する。

【0002】

20

本発明はさらに、この種の点火装置に関する。

【0003】

冒頭に記載した作動方法ないし相応する点火装置が公知であり、殊に、自動車領域における内燃機関のレーザベースの点火システムにおいて使用される。しかし受動的なQスイッチを有する公知の点火装置は、殊に1つのポンピング光源を使用して、可変の出力エネルギーを有するレーザパルスを生成することができない。レーザを有する点火装置はDE 199 11 73 7号から公知である。

【0004】

発明の開示

これに相応して本発明の課題は、冒頭に記載した様式の作動方法および相応する点火装置を従来のものに対して改善して、柔軟に操作可能であり、殊に可変の出力エネルギーを有するレーザパルスを放射するようにすることである。

30

【0005】

上述の課題は、冒頭に記載した様式の作動方法において、本発明と相応に、次のことによって改善される。すなわち、レーザパルスのエネルギーが制御されることによって改善される。これは、ポンピング光の波長が変えられることによって行われる。

【0006】

本発明と相応に、ポンピング光の波長を変えることによって、レーザ活性固体ないし光学的増幅器内の吸収長が相応に変化する。すなわち、ポンピング光の波長が異なる場合には、相応に変化されている吸収割合に基づいて、ポンピング光によって、それぞれ1つの異なるエネルギー量がレーザ活性固体ないし光学的増幅器に出力される。これはそれ自体公知の方法によって反転分布を引き起こす。

40

【0007】

しかし受動的にQスイッチ接続された（guetegeschalteten）発振器のレーザ活性固体に供給されるポンピング光エネルギーのこのようにして生じた変化は、内部で形成されたレーザパルスのエネルギーには作用を及ぼさない。レーザ活性固体内に形成されたレーザパルスのエネルギーは実質的には単独で、固体の材料の選択、受動的なQスイッチの特性、取り出しミラーの特性並びにレーザ活性固体のポンピング光が印加される体積の特性によって定められる。これらのパラメータは一般に構造的に固定されており、殊にダイナミックには変更されない。

50

## 【 0 0 0 8 】

しかし、光学的増幅器に供給される、ポンピング光波長を変えることによって変えられたポンピング光エネルギー量は、光学的な増幅器内で形成される反転分布の程度に作用を及ぼす。従って、レーザ装置によって燃焼室内に吹きつけられる前に、ポンピング光波長に依存して、有利には、レーザ活性固体内の発振器内で形成されるレーザパルスのそれぞれ異なる大きさの増幅が可能である。従って、光学的な増幅器による光学的な増幅の程度は直接的に、使用されているポンピング光の波長に依存する。これは、相応に増幅されたレーザパルスのエネルギーと同様である。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の別の有利な構成は従属請求項に記載されている。

10

## 【 0 0 1 0 】

本発明の別の利点、用途および利点は、図示されている、本発明の実施例の以下の説明に記載されている。ここで、全ての上述されたまたは図示された特徴はそれ自体で、または任意の組み合わせで、本発明の構成要件を成す。これは特許請求の範囲におけるその組み合わせまたは従属関係に依存せず、さらに、明細書ないし図面における表現ないし説明にも依存しない。

## 【 0 0 1 1 】

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の点火装置を有する内燃機関の概略的な図面であり、  
図 2 は、本発明の点火装置の実施例の詳細な図面であり、  
図 3 は、長さにわたって示された、本発明による点火装置のレーザ活性固体および光学的な増幅器内のポンピング光の吸収の概略的な経過特性を概略的に示すダイヤグラムである。

20

## 【 0 0 1 2 】

発明の実施形態

図 1 において内燃機関には全体として参照番号 1 0 が付与されている。内燃機関は図示されていない自動車の駆動に用いられる。内燃機関 1 0 は複数のシリンダを有しており、これらのうちの 1 つだけが図 1 に、参照番号 1 2 で示されている。シリンダ 1 2 の燃焼室 1 4 はピストン 1 6 によって制限されている。燃料は燃焼室 1 4 内に直接的にインジェクター 1 8 を通って達する。ここでこのインジェクターはレールないしはコモンレールとも称される燃料蓄圧部 2 0 に接続されている。

30

## 【 0 0 1 3 】

燃焼室 1 4 内に噴射された燃料 2 2 はレーザパルス 2 4 によって点火される。ここでこのレーザパルスはレーザ装置 2 6 を有する点火装置 2 7 によって、燃焼室 1 4 内に噴射される。このためにレーザ装置 2 6 には導光装置 2 8 を介してポンピング光が供給される。このポンピング光はポンピング光源 3 0 から供給される。ポンピング光源 3 0 は開ループ制御および閉ループ制御装置 3 2 によって制御される。これはインジェクター 1 8 も制御する。

## 【 0 0 1 4 】

例えば、ポンピング光源 3 0 は半導体レーザダイオードである。これは制御電流に依存して、相応のポンピング光を導光装置 2 8 を介してレーザ装置 2 6 に出力する。半導体レーザダイオードおよび別の小さく構成されたポンピング光源が、自動車領域内で有利に使用されるが、本発明による点火装置 2 7 の作動には基本的には、ポンピング光の波長が調整可能なあらゆる種類のポンピング光源が使用可能である。

40

## 【 0 0 1 5 】

図 2 は、図 1 に示されたレーザ装置 2 6 の細部の図が概略的に示されている。

## 【 0 0 1 6 】

図 2 から分かるように、レーザ装置 2 6 はレーザ活性固体 4 4 を有している。このレーザ活性固体には、Qスイッチとも称される受動的な回路 4 6 が光学的に後方に配置されている。レーザ活性固体 4 4 はここで、この受動的なQスイッチ 4 6 並びに、図 2 において

50

その左側に配置された入力結合ミラー４２並びに取り出しミラー４８とともに、レーザ発振器を構成する。このレーザ発振器の振動特性は受動的なＱスイッチ４６に依存しており、少なくとも間接的にそれ自体公知の方法で制御可能である。

【００１７】

図２に示されたレーザ装置２６の構造ではポンピング光６０は、既に図１を参照して説明された導光装置２８によって、同じように既に説明されたポンピング光源３０から、ここで両凸レンズ４０によってあらわされている入力結合レンズに導かれる。これはポンピング光６０を入力結合ミラー４２に結束させる。入力結合ミラー４２は、ポンピング光６０の波長を通過させるので、ポンピング光６０はレーザ活性固体４４内に入り込み、その内部で、それ自体公知の反転分布を生じさせる。

10

【００１８】

受動的なＱスイッチ４６が、比較的僅かな伝達係数を有している静止状態にある間、レーザ活性固体４４ないしは入力結合ミラー４２と取り出しミラー４８とによって制限されている固体４４、４６内のレーザ作動が回避される。しかしポンピング持続時間が増大するとともに、レーザ発振器４２、４４、４６、４８内の放射強度も上昇する。従って、受動的なＱスイッチ４６が退行する。すなわちその伝達係数が上昇し、レーザ発振器４２、４４、４６、４８内のレーザ作動が始まる。

【００１９】

このようにして、ジャイアントパルスとも称されるレーザパルス２４が生じる。これは比較的高いピーク出力を有している。レーザパルス２４は、場合によっては別の導光装置を用いて、または、直接的に図示されていない、レーザ装置２６の燃焼室窓を通じて、内燃機関１０の燃焼室１４（図１）内に入力結合される。従って、その中にある燃料２２が点火される。

20

【００２０】

付加的に本発明の点火装置ではさらに、レーザ活性固体４４内で形成されたレーザパルスの光学的な増幅が、後方に接続された光学的な増幅器７０によって行われる。その後、レーザパルス２４が燃焼室１４内に放射される。受動的なＱスイッチ４６がレーザ発振器４２、４４、４６、４８内のレーザ作動、ひいてはレーザパルスの形成を許可するとすぐに、光学的な増幅器７０は、レーザ活性固体４４と同様に、ポンピング光源３０のポンピング光６０によってポンピングされ、この光学的な増幅器７０内でも、レーザパルスの増幅に使用される反転分布が形成される。光学的な増幅器７０のポンピングは図２の構成では、事前にコンポーネント４４、４６を通るポンピング光６０によって行われる。

30

【００２１】

特に有利には、点火装置２７に対する本発明の作動方法では、使用されているポンピング光６０の波長が変えられる。これによって、レーザパルスのエネルギー、ひいては燃焼室１４に供給されるビームエネルギーが制御される。

【００２２】

調査によって、ポンピング光６０の変化した波長に基づいて、レーザ活性固体４４ないしは受動的なＱスイッチ４６および光学的な増幅器７０内で、ポンピング光６０に対する別の吸収特性が生じることが示されている。すなわち、該当する固体４４、４６、７０によって受容される、ポンピング光６０からのビームエネルギーはポンピング光６０の波長に依存する。

40

【００２３】

これによって、レーザ活性固体４４内で場合によっては、レーザパルスの生成に必要なポンピング持続時間が変化する。なぜなら、レーザ活性固体４４ないしは受動的なＱスイッチ４６におけるポンピング光の内の変化した放射ないし吸収に基づいて、反転分布の時間特性ひいてはレーザ作動の振動が変化し、ポンピング光６０の波長に依存して生じる、光学的増幅器７０の反転分布における変化が、光学的増幅器７０を通るレーザパルス２４の相応に異なった増幅も生じさせるからである。

【００２４】

50

すなわち、ポンピング光 60 の波長の変化はレーザ発振器 42、44、46、48 によって生成されるレーザパルスないしはそのエネルギーに作用を及ぼさない。しかし、それによって光学的な増幅器 70 もポンピングされるポンピング光 60 の波長の変化は、光学的な増幅器 70 内での反転分布の程度、ひいては通過するレーザパルスを増幅するために供給されるエネルギーに作用を及ぼす。

【0025】

このような状況を以下で、図 3 を参照してより詳細に説明する。

【0026】

ポンピング光 60 の第 1 の波長の場合には、例えば図 3 において参照符号 A であらわされている吸収曲線が生じる。この吸収曲線は、ポンピング光 60 の放射方向において測定された場所座標 x にわたったポンピング光 60 の相対的な吸収をあらわしている。ポンピング光 60 の放射方向は図 2 において、例えば左から右へと延在している。すなわち、ポンピング光 60 はまず、レーザ活性固体 44 内に生じ、その後、受動的な Q スイッチ 46 において、最後に光学的な増幅器 70 内に生じる。

【0027】

図 3 における吸収ダイヤグラムの上方には概略的にレーザ活性固体 44、受動的な Q スイッチ 46 およびその後配置された光学的な増幅器 70 も図示されている。しかしここでは、図 2 に示された構造とは異なり、分かりやすくするために、受動的な Q スイッチ 46 と光学的な増幅器 70 との間に、すなわち、場所的な座標 x0、x1 の間に隙間が設けられている。

【0028】

図 3 からわかるように、曲線 A に従ったポンピング光 60 の相対的な吸収は、第 1 の波長の場合には、コンポーネント 44、46 において約 80 % であり、これは値 a<sub>2</sub> によって示されている。これに相応して、後ろに配置された光学的な増幅器 70 におけるポンピング光 60 の相対的な吸収のために僅かに約 20 % が残されている。この場合には、光学的な増幅器 70 によって、レーザパルス 24 の比較的僅かな増幅が行われる。

【0029】

ポンピング光 60 に対して調整された第 2 の波長では、同じように、図 3 に示された曲線 B が得られる。ここでは、曲線 A に対して完全に異なる吸収経過特性が示されており、コンポーネント 44、46 内には、ポンピング光エネルギーの約 50 % のみの相対的な吸収が生じている。これは値 a<sub>1</sub> によって示されている。すなわちポンピング光 60 のこの第 2 の波長では、レーザ装置 26 内に放射されるポンピングエネルギーの約 50 % が光学的増幅器 70 のポンピングのために残されている。従って、曲線 A の状況と比較すると、格段に大きい増幅が光学的増幅器 70 によって得られる。従って第 2 の波長のポンピング光 60 によるポンピングのもとでは、ポンピング光 60 に対して第 1 の波長が使用される場合よりも、大きいエネルギーのレーザパルス 24 が得られる。

【0030】

図 3 に示された別の曲線 C では、ポンピング光 60 の波長は次のように選択されている。すなわち、ポンピング光 60 の相対的な吸収がコンポーネント 44、46 において僅か 25 % であるように選択される（値 a<sub>0</sub> を参照）。この場合にはポンピング光エネルギーの約 75 % が、光学的増幅器 70 のポンピングのために残る。これは、その内部を通過するレーザパルスの相当に大きい増幅を起こすことができる。

【0031】

全体的に、ポンピング光 60 に対する異なる波長を本発明と相応に選択することによって、一方ではコンポーネント 44、46 の、他方では光学的増幅器 70 へのポンピングエネルギーの所定の分布が得られる。従って、比較的容易に実現される、ポンピング光 60 の波長変化によって、有利には光学的増幅器 70 の増幅、ひいては最終的にはレーザパルス 24 のエネルギーが調整される。半導体レーザダイオードとして構成されたポンピング光源 30 の場合には、ポンピング光 60 の波長は例えば有利には、半導体レーザダイオードの温度の調整によって変えられる。

## 【 0 0 3 2 】

特に有利には、本発明の方法を用いる場合には、異なるエネルギーを有するレーザパルス 2 4 を生成するために、ポンピング光源 3 0 が 1 つのみ必要とされる。

## 【 0 0 3 3 】

本発明の特に有利な実施形態では、光学的増幅器 7 0 はポンピング光源 3 0 ないしはその導光体 2 8 に関して、レーザ活性固体 4 4 ないしはその受動的な Q スイッチ 4 6 の後方に次のように配置されている。すなわち、この増幅器に有利には、レーザ活性固体 4 4 および / または受動的な Q スイッチ 4 6 を通過した、ポンピング光源 3 0 のポンピング光のみが供給されるように配置されている。この場合には、ポンピング光 6 0 が特に効果的に利用されることが保証される。

10

## 【 0 0 3 4 】

ポンピング光 6 0 の放射方向 x ( 図 3 を参照 ) に沿ったレーザ活性固体 4 4 および / または受動的な Q スイッチ 4 6 の長さは、有利には次のように選択されている。すなわち、使用されている波長の少なくとも一部に対するポンピング光 6 0 が既に、レーザ活性固体 4 4 および / または受動的な Q スイッチ 4 6 において完全に吸収されず、ポンピング光 6 0 の少なくとも一部が光学的な増幅器 7 0 に達し、そこで反転分布が形成されるように、選択されている。

## 【 0 0 3 5 】

本発明に相応して、ポンピング光源ないしは入力結合ミラー 4 0 に関してコンポーネント 4 4 、 4 6 、 7 0 を直列配置することによって一方では非常に小さい構造が実現され、他方では有利には、レーザパルスを迅速に生成するために、レーザ活性固体 4 4 内のポンピング光 6 0 を最大限に利用することができる。

20

## 【 0 0 3 6 】

本発明による方法の別の非常に有利な実施形態は、有利には周期的に、可能な最大エネルギーを有するレーザパルス 2 4 が生成され、これによってレーザ装置 2 6 の燃焼室窓が掃除されるということを特徴とする。

## 【 0 0 3 7 】

しかし特に有利には、可能な最大エネルギーを伴うレーザパルスは次の場合にのみ生成される。すなわち、今後の動作周期のための点火可能な空気 / 燃料混合気が燃焼室 1 4 内に存在しない場合にのみ生成される。これによって故意でない点火が回避される。

30

## 【 0 0 3 8 】

非常に有利には次のことが本発明の作動方法によって可能である。すなわち、レーザパルス 2 4 のエネルギーを作動状態、殊に内燃機関 1 0 の作動点に依存して調整することが可能である。これによって例えば常に、空気 / 燃料混合気の点火に必要な最小の点火エネルギーが供給される。従って、本発明の点火装置 2 7 のエネルギー節約型の作動が可能になる。この場合の別の利点は、レーザ装置 2 6 の燃焼室窓に不必要に、レーザパルス 2 4 の高いビーム出力が加えられないことである。これは有利には燃焼室窓の寿命に影響を与える。

## 【 0 0 3 9 】

異なる波長のポンピング光 6 0 を使用することによる、レーザ活性固体 4 4 へのポンピング光の印加の開始と、レーザ作動の開始ないしはレーザパルス 2 4 との生成の間の異なる待ち時間 ( Latenzzeit ) を考慮するために、場合によっては、ポンピング光源 3 0 から放出されるビーム出力が変えられる。例えば、コンポーネント 4 4 、 4 6 内で吸収されるポンピング光 6 0 が比較的少ない、ポンピング光 6 0 の第 1 の波長の場合には ( 図 3 に示された曲線 C を参照 ) 、ポンピング光源 3 0 の比較的高いビーム出力が調整される。これによって、コンポーネント 4 4 、 4 6 内でのポンピング光 6 0 の吸収が僅かであるにもかかわらず、比較的短い時間でレーザ作動が励起される。コンポーネント 4 4 、 4 6 内でのポンピング光 6 0 の吸収が増大する第 2 の波長では、ポンピング光 6 0 のビーム出力はこれと相応に低減され、これによって比較可能な待ち時間が得られる。

40

## 【 0 0 4 0 】

50

本発明の原理を、複数のポンピング光源を有するレーザ装置で使用することも可能である。有利にはこれは固定モータでも使用可能である。

【図面の簡単な説明】

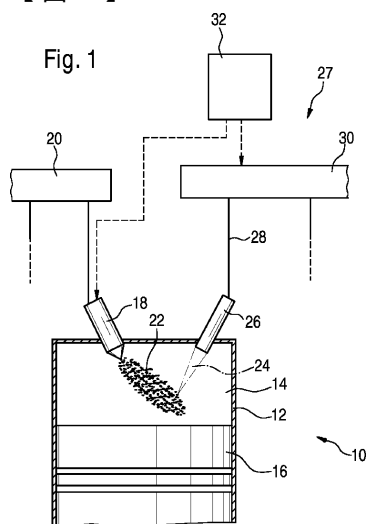
【0041】

【図1】本発明の点火装置を有する内燃機関の概略的な図面

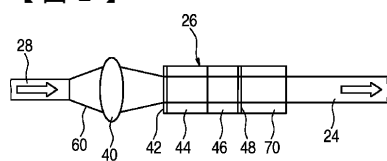
【図2】本発明の点火装置の実施例の詳細な図面

【図3】長さによって示された、本発明による点火装置のレーザ活性固体および光学的な増幅器内のポンピング光の吸収の概略的な経過特性を概略的に示すダイアグラム

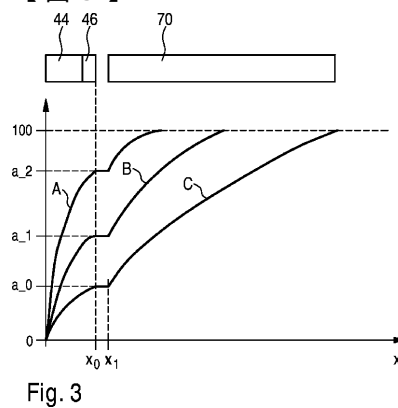
【図1】



【図2】



【図3】





---

フロントページの続き

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(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ッセ 17

(72)発明者 ヴェルナー ヘルデン

ドイツ連邦共和国 ゲルリンゲン カッペルヴェーク 7

(72)発明者 ハイコ リダーブッシュ

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト - メーリングエン フリードリヒスベルク 23

審査官 島倉 理

(56)参考文献 国際公開第01/069136(WO, A1)

特開2006-153985(JP, A)

特開平05-327103(JP, A)

特開2000-298200(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02P 23/04

H01S 3/00