

(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.

F02P 23/04 (2006.01)
HO1S 3/00 (2006.01)

F 1

F02P 23/04
HO1S 3/00A
A

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-517076 (P2009-517076)
 (86) (22) 出願日 平成19年6月4日 (2007.6.4)
 (65) 公表番号 特表2009-541649 (P2009-541649A)
 (43) 公表日 平成21年11月26日 (2009.11.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2007/055447
 (87) 國際公開番号 WO2008/000585
 (87) 國際公開日 平成20年1月3日 (2008.1.3)
 審査請求日 平成22年6月4日 (2010.6.4)
 (31) 優先権主張番号 102006029996.5
 (32) 優先日 平成18年6月29日 (2006.6.29)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390023711
 ローベルト ポツシュ ゲゼルシヤフト
 ミット ペシユレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GMBH
 ドイツ連邦共和国 シュツットガルト (番地なし)
 Stuttgart, Germany
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也
 (74) 代理人 100112793
 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增幅器(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、前記光学的な增幅器(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、前記光学的な增幅器(70)は、前記レーザパルス(24)の小さい增幅を行い、

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、前記光学的な增幅器(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、前記光学的な增幅器(70)は、前記レーザパルス(24)の大きい增幅を行う、

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增幅器(70)を有しており、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)の小さい增幅を行い、

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)の大きい增幅を行う、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DE19911737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、次のことによつて改善される。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つて行われる。

【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つて、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つて反転分布を引き起す。

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、取り出しち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つて定められる。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

【0008】

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增幅が可能である。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。

【0009】

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

【0010】

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。

【0011】**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、

20

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。

【0012】**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10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10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12で示されている。シリンダ12の燃焼室14はピストン16によって制限されている。燃料は燃焼室14内に直接的にインジェクター18を通じて達する。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20に接続されている。

30

【0013】

燃焼室14内に噴射された燃料22はレーザパルス24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26を有する点火装置27によって、燃焼室14内に噴射される。このためにレーザ装置26には導光装置28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30から供給される。ポンピング光源30は開ループ制御および閉ループ制御装置32によって制御される。これはインジェクター18も制御する。

【0014】

例えば、ポンピング光源30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28を介してレーザ装置26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27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

【0015】

図2は、図1に示されたレーザ装置26の細部の図が概略的に示されている。

【0016】

図2から分かるように、レーザ装置26はレーザ活性固体44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46が光学的に後方に配置されている。レーザ活性固体44はここで、この受動的なQスイッチ46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 4 2 並びに取り出しへミラー 4 8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 4 6 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 2 6 の構造ではポンピング光 6 0 は、既に図1を参照して説明された導光装置 2 8 によって、同じように既に説明されたポンピング光源 3 0 から、ここで両凸レンズ 4 0 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 6 0 を入力結合ミラー 4 2 に結束させる。入力結合ミラー 4 2 は、ポンピング光 6 0 の波長を通過させて、ポンピング光 6 0 はレーザ活性固体 4 4 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 4 6 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 4 4 ないしは入力結合ミラー 4 2 と取り出しへミラー 4 8 とによって制限されている固体 4 4 、 4 6 内のレーザ作動が回避される。しかしどンピング持続時間が増大するとともに、レーザ発振器 4 2 、 4 4 、 4 6 、 4 8 内の放射強度も上昇する。従って、受動的なQスイッチ 4 6 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 4 2 、 4 4 、 4 6 、 4 8 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 2 4 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 2 4 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 2 6 の燃焼室窓を通じて、内燃機関 1 0 の燃焼室 1 4 (図1) 内に入力結合される。従って、その中に燃料 2 2 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 4 4 内で形成されたレーザパルスの光学的な增幅が、後方に接続された光学的な增幅器 7 0 によって行われる。その後、レーザパルス 2 4 が燃焼室 1 4 内に放射される。受動的なQスイッチ 4 6 がレーザ発振器 4 2 、 4 4 、 4 6 、 4 8 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、光学的な增幅器 7 0 は、レーザ活性固体 4 4 と同様に、ポンピング光源 3 0 のポンピング光 6 0 によってポンピングされ、この光学的な增幅器 7 0 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。光学的な增幅器 7 0 のポンピングは図2の構成では、事前にコンポーネント 4 4 、 4 6 を通るポンピング光 6 0 によって行われる。

30

【0021】

特に有利には、点火装置 2 7 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 6 0 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 1 4 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 6 0 の変化した波長に基づいて、レーザ活性固体 4 4 ないしは受動的なQスイッチ 4 6 および光学的な增幅器 7 0 内で、ポンピング光 6 0 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 4 4 、 4 6 、 7 0 によって受容される、ポンピング光 6 0 からのビームエネルギーはポンピング光 6 0 の波長に依存する。

40

【0023】

これによって、レーザ活性固体 4 4 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 4 4 ないしは受動的なQスイッチ 4 6 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 6 0 の波長に依存して生じる、光学的增幅器 7 0 の反転分布における変化が、光学的增幅器 7 0 を通るレーザパルス 2 4 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增幅器 70 もポンピングされるポンピング光 60 の波長の変化は、光学的な增幅器 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、最後に光学的な增幅器 70 内に生じる。

10

【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 およびその後に配置された光学的な增幅器 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 と光学的な增幅器 70 との間に、すなわち、場所的な座標 x 0, x 1 の間に隙間が設けられている。

20

【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_2 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增幅器 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、光学的な增幅器 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_1 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 % が光学的增幅器 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增幅器 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。

30

【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_0 を参照）。この場合にはポンピング光エネルギーの約 75 % が、光学的增幅器 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。

40

【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、他方では光学的增幅器 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、有利には光学的增幅器 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 の波長は例えれば有利には、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。

50

【0032】

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24を生成するために、ポンピング光源30が1つのみ必要とされる。

【0033】

本発明の特に有利な実施形態では、光学的増幅器70はポンピング光源30ないしはその導光体28に関して、レーザ活性固体44ないしはその受動的なQスイッチ46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44および／または受動的なQスイッチ46を通過した、ポンピング光源30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60が特に効果的に利用されることが保証される。

10

【0034】

ポンピング光60の放射方向x(図3を参照)に沿ったレーザ活性固体44および／または受動的なQスイッチ46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60が既に、レーザ活性固体44および／または受動的なQスイッチ46において完全に吸収されず、ポンピング光60の少なくとも一部が光学的な増幅器70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。

【0035】

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40に関してコンポーネント44、46、70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44内のポンピング光60を最大限に利用することができる。

20

【0036】

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24が生成され、これによってレーザ装置26の燃焼室窓が掃除されることを特徴とする。

【0037】

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14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

【0038】

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24のエネルギーを作動状態、殊に内燃機関10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27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26の燃料室窓に必要に、レーザパルス24の高いビーム出力が加えられることである。これは有利には燃焼室窓の寿命に影響を与える。

【0039】

異なる波長のポンピング光60を使用することによる、レーザ活性固体44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24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30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44、46内で吸収されるポンピング光60が比較的少ない、ポンピング光60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30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44、46内のポンピング光60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44、46内のポンピング光60の吸収が増大する第2の波長では、ポンピング光60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

【0040】

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

【図1】

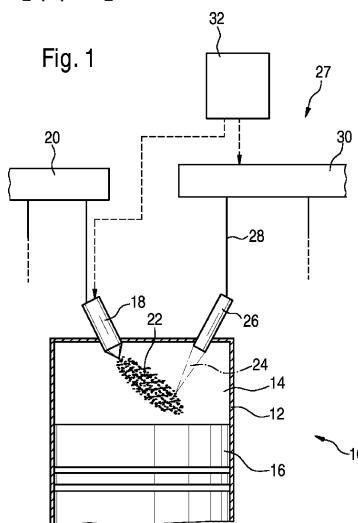


Fig. 1

【図3】

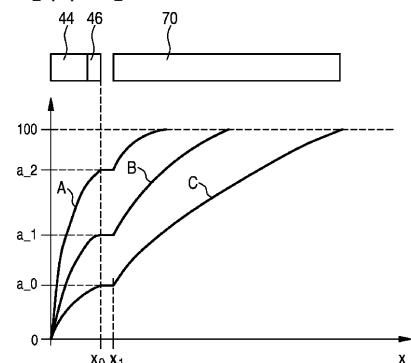


Fig. 3

【図2】

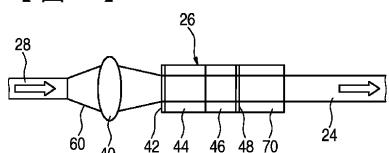


Fig. 2

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 ディッツィングен レルヒエンシュトラーセ 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 シュツットガルト - メーリンゲン フリードリヒスベルク 23

審査官 島倉 理

(56)参考文献 國際公開第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