(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4532009号
(P4532009)

(45)発行日　平成22年8月25日(2010.8.25)　(24)登録日　平成22年6月18日(2010.6.18)

(51)Int.Cl.　F I
H01T 13/20 (2006.01)　H01T 13/20　B
H01T 13/32 (2006.01)　H01T 13/32

請求項の数 7　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2001-84233(P2001-84233)
(22)出願日　平成13年3月23日(2001.3.23)
(65)公開番号　特開2002-289318(P2002-289318A)
(43)公開日　平成14年10月4日(2002.10.4)
審査請求日　平成19年5月18日(2007.5.18)

(73)特許権者　000004547
日本特殊陶業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
(74)代理人　100095751
弁理士　菅原　正倫
(72)発明者　國友　厳
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
日本特殊陶業株式会社内
(72)発明者　松原　佳弘
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
日本特殊陶業株式会社内

審査官　高橋　学

最終頁に続く

(54)【発明の名称】スパークプラグ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
中心貫通孔（１Ｃ）を有する絶縁碍子（１）と、
前記中心貫通孔（１Ｃ）に保持され前記絶縁碍子（１）の先端部（１０２）に配設された中心電極（２）と、
前記絶縁碍子（１）の先端部（１０２）を自身の先端面（５Ｄ）から突出するように保持する主体金具（５）と、
第一端（Ｅ１）が前記主体金具（５）の先端面（５Ｄ）に接合され、かつ、前記中心電極（２）の先端面（２Ｄ）と略平行に配置される直線状の平行部（１１ｐ，５１ｐ）を有し、該平行部（１１ｐ，５１ｐ）の側面（１１ｓ，５１ｓ）において前記中心電極（２）の先端面（２Ｄ）との間に平行ギャップ（ｇα）を形成する平行電極（１１，５１）と、
それぞれ前記主体金具（５）の先端面（５Ｄ）に一端が接合され、自身のセミ沿面接地電極先端面（１２Ｃ）が前記中心電極（２）の側周面（２Ａ）及び／又は前記絶縁碍子（１）の側周面（１Ｅ）に対向するように配設されるとともに、前記セミ沿面接地電極先端面（１２Ｃ）において前記中心電極（２）の側周面（２Ａ）との間にセミ沿面放電ギャップ（ｇβ）を形成する複数のセミ沿面接地電極（１２）とを有し、
前記平行電極（１１，５１）の前記平行部（１１ｐ，５１ｐ）の軸線（ＯＰ）方向（以下、平行部軸線方向という）において、該平行電極（１１，５１）の第二端（Ｅ２）の位置する側を前方側として、前記平行部（１１ｐ，５１ｐ）の前端側に、前記平行部軸線方向において前記中心電極（２）の先端面（２Ｄ）の前端縁よりも突出する遮蔽突出部（１

１ｊ，５１ｊ）が形成されてなり、かつ、前記絶縁碍子（１）先端面の前記平行部軸線方向における前方側の縁から該平行部軸線方向において後方側０．７ｍｍに位置する限界位置（ＣＰ）よりも、前記遮蔽突出部（１１ｊ，５１ｊ）が前方側に突出していることを特徴とするスパークプラグ（１００，１５０）。

【請求項２】

前記遮蔽突出部（５１ｊ）は、前記平行部軸線方向において、前記絶縁碍子（１）の先端面（１Ｄ）の前端縁よりも突出する形で設けられている請求項１記載のスパークプラグ（１５０）。

【請求項３】

前記遮蔽突出部（５１ｊ）の先端をなす前記平行電極（５１）の前記第二端（Ｅ２）が、前記中心電極（２）を挟んで前記第一端（Ｅ１）と反対側において、前記主体金具（５）の先端面（５Ｄ）に接合されている請求項２記載のスパークプラグ（１５０）。

【請求項４】

前記平行電極（１１）は前記平行部軸線方向に伸びた先端に第二端（Ｅ２）が位置していることを特徴とする請求項１記載のスパークプラグ。

【請求項５】

前記平行電極（１１）の前記第一端（Ｅ１）が接合された前記主体金具（５）の先端面（５Ｄ）とは、中心電極（２）を挟んだ反対側の前記主体金具（５）の先端面（５Ｄ）に、直線状に突出する遮蔽電極（６１）が接合されていることを特徴とする請求項４記載のスパークプラグ。

【請求項６】

前記平行ギャップ（ｇα）は火花放電ギャップである請求項１ないし５のいずれか１項に記載のスパークプラグ（１００，１５０）。

【請求項７】

前記セミ沿面接地電極（１２）の先端面（１２Ｃ）と、この先端面（１２Ｃ）と対向する前記絶縁碍子（１）の側周面（１Ｅ）との間にセミ沿面碍子ギャップ（ｇγ）が形成されており、前記平行ギャップ（ｇα）の距離α（単位：ｍｍ）と前記セミ沿面放電ギャップ（ｇβ）の距離β（単位：ｍｍ）とが、α＜βの関係を満足し、かつ、該平行ギャップ（ｇα）の距離αと前記セミ沿面碍子ギャップ（ｇγ）の距離γ（単位：ｍｍ）とが、α＞γの関係を満足するとともに、前記平行ギャップ（ｇα）の大きさαが０．９ｍｍ以上１．３ｍｍ以下である請求項６記載のスパークプラグ（１００，１５０）。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の着火装置として用いられるスパークプラグに関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来のスパークプラグは、絶縁碍子の先端面から下方に突出するようにされた中心電極と、この中心電極に対向して配設され一端が主体金具に接合された平行電極とを備え、中心電極と平行電極との間の気中ギャップに火花放電させて燃料混合ガスに着火するものが一般的である。一方、寒冷地仕様の自動車等においては、絶縁碍子の燻り汚損を抑制するために、接地電極の先端面を絶縁碍子及び／又は中心電極の側面に対向させ、放電火花を絶縁碍子の表面を経由する形で飛火させるセミ沿面型スパークプラグが使用されることも多い（以下、このような飛火に使用する接地電極をセミ沿面接地電極という）。火花の一部が絶縁碍子の表面を這うことで、碍子表面に堆積した導電性汚損堆積物を焼き切ることができ、失火等の不具合を生じにくくすることができる。また、特開２０００－６８０３２号の明細書及び図面には、平行電極とセミ沿面接地電極との双方を有し、通常時には平行電極が形成する主ギャップにて飛火させることにより着火性を向上させる一方、汚損時にはセミ沿面接地電極が形成するセミ沿面放電ギャップにて飛火させることにより、絶縁体汚損に対する自己清浄機能を付加した複合型のスパークプラグも提案されている。

【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、最近のエンジンには、燃費向上のため、単一燃焼室内に燃料を直接高圧噴射して、燃料噴霧束と空気渦流により混合を行なう直接噴射式エンジン（以下、「直噴エンジン」という）を採用するものが増えてきている。図４（ａ）は、そのような直噴エンジンの一例を示すものである。燃焼室（ＣＲ）内部においては、吸気は、インテークバルブ（２０１）からエキゾーストバルブ（２０３）に向かう方向に吸気が流れるが、高圧の燃料噴射により形成された層状混合気ＧＦは、ピストンＰの先端面に当たって跳ね返り、軸線（Ｏ）方向先端側から直撃する形でスパークプラグ（１００）に向かう形となる。この場合、図４（ｂ）に示すように、セミ沿面接地電極（１２）で飛火が生ずるときに、このような層状混合気ＧＦの直撃を受けると、放電火花ＳＰは絶縁碍子（１）の表面に沿って大きく垂れ下がり、着火性が大幅に損なわれることにつながる。特に、図４（ａ）に示すように、キャビティがピストン（Ｐ）の中央部を含むインテークバルブ側に偏芯して存在することによる縦方向の流れ（タンブル）と、ピストン（Ｐ）が上昇することによって燃焼室（ＣＲ）壁面周囲からキャビティ方向に生じる横方向の流れ（スキッシュ）とを考慮する必要のある直噴式内燃機関にスパークプラグを適用する場合に上記の傾向は著しい。
【０００４】
本発明の課題は、セミ沿面接地電極を有するスパークプラグにおいて、直噴エンジン等に適用された場合においても着火性を良好に確保することができるスパークプラグを提供することにある。
【０００５】
【課題を解決するための手段及び作用・効果】
上記の課題を解決するために、本発明のスパークプラグの第一の構成は、
中心貫通孔を有する絶縁碍子と、
中心貫通孔に保持され絶縁碍子の先端部に配設された中心電極と、
絶縁碍子の先端部を自身の先端面から突出するように保持する主体金具と、
第一端が主体金具の先端面に接合され、かつ、中心電極の先端面と略平行に配置される直線状の平行部を有し、該平行部の側面において中心電極の先端面との間に平行ギャップを形成する平行電極と、
それぞれ主体金具の先端面に一端が接合され、自身のセミ沿面接地電極先端面が中心電極の側周面及び／又は絶縁碍子の側周面に対向するように配設されるとともに、セミ沿面接地電極先端面において中心電極の側周面との間にセミ沿面放電ギャップを形成する複数のセミ沿面接地電極とを有し、
平行電極の平行部の軸線方向において、該平行電極の第二端の位置する側を前方側として、平行部の前端側に、平行部軸線方向において中心電極の先端面の前端縁よりも突出する遮蔽突出部が形成されてなり、かつ、絶縁碍子先端面の平行部軸線方向における前方側の縁から該平行部軸線方向において後方側０．７ｍｍに位置する限界位置よりも、遮蔽突出部が前方側に突出していることを特徴とする。なお、遮蔽突出部の先端が上記限界位置に一致している場合も、前方側に突出している概念（つまり、発明の技術的範囲）に含める。
【０００６】
また、本発明のスパークプラグに関連する構成（第二の構成）として、
中心貫通孔を有する絶縁碍子と、
中心貫通孔に保持され絶縁碍子の先端部に配設された中心電極と、
絶縁碍子の先端部を自身の先端面から突出するように保持する主体金具と、
第一端が主体金具の先端面に接合され、かつ、中心電極の先端面と略平行に配置される直線状の平行部を有し、該平行部の側面において中心電極の先端面との間に平行ギャップを形成する平行電極と、
それぞれ主体金具の先端面に一端が接合され、自身のセミ沿面接地電極先端面が中心電極の側周面及び／又は絶縁碍子の側周面に対向するように配設されるとともに、セミ沿面

接地電極先端面において中心電極の側周面との間にセミ沿面放電ギャップを形成する複数のセミ沿面接地電極とを有し、
　中心電極の中心軸線に関して平行電極の主体金具への接合側端部とは反対側に配置され、一端が主体金具の先端面に接合されるとともに、他端側が該先端突出する遮蔽電極と、
　を有することが考えられる。

【０００７】

いずれのスパークプラグの構成においても、複数のセミ沿面接地電極に加え、中心電極の先端面との間に平行ギャップを形成する平行電極を設けている。平行電極の配設により、直接噴射式エンジンに取り付けて使用した際に、セミ沿面放電ギャップに直接向かおうとする混合気の流れに対するブロック効果が生ずる。
そして、第一の構成においては、その平行電極に上記遮蔽突出部を設けることにより、また、第二の構成では、主体金具を挟んで平行電極と反対側に遮蔽電極を設けることにより、それぞれ、セミ沿面放電ギャップ近傍での混合気の流動制御効果がさらに高められる。その結果、セミ沿面放電ギャップに生じた火花が層状混合気の直撃を受けにくくなり、図４（ｂ）に示すような火花の垂れ下がりが抑制されるので、混合気への着火性を向上させることができる。なお、第一の構成と第二の構成とはもちろん組み合わせることも可能であり、これによって混合気の流動制御効果を一層高めることが可能である。

【０００８】

なお、第一の構成において、遮蔽突出部が、平行部軸線方向における上記限界位置よりも後方側に引っ込んで位置していると、混合気の流動制御効果が十分に得られない。

【０００９】

ここで、平行ギャップは火花放電ギャップとすることもできるし、火花放電の発生を特に前提としないギャップとすることもできる。後者の場合、平行電極は、火花放電発生の主体として機能するのではなく、セミ沿面放電ギャップへ向かう混合気の流れをブロックする役割のみを担うことになる。つまり、混合気への着火は、セミ沿面放電ギャップでの飛火により専らなされる形となる。従って、機能的としては、従来のセミ沿面スパークプラグと同一になるが、平行電極による混合気のブロック効果が加わることで、その着火性が改善される効果が達成される。このように構成するには、平行ギャップの大きさαを、セミ沿面放電ギャップにおける気中ギャップ部分（以下、セミ沿面碍子ギャップという）の大きさγよりも少なくとも大きくする必要があり、より望ましくはセミ沿面放電ギャップの大きさβよりも大きく設定するようにする。

【００１０】

一方、平行ギャップは火花放電ギャップとして機能させる場合においても、セミ沿面放電ギャップでの着火性が改善される効果は全く同様に達成される。平行ギャップでの火花放電をスムーズに行なうには、平行ギャップの距離α（単位：ｍｍ）とセミ沿面放電ギャップｇβの距離βとが、α＜βの関係を満足し、かつ、セミ沿面接地電極の先端面と、この先端面と対向する絶縁碍子の側周面との間に形成されるセミ沿面碍子ギャップの距離をγ（単位ｍｍ）として、α＞γの関係を満足していることが望ましい。そして、本発明の構成の採用により、平行ギャップの間隔を拡大して、そこでの飛火確率が多少減少しても、代わりに生ずるセミ沿面放電ギャップでの着火の確実性が増す結果、スパークプラグ全体としての着火性を良好に維持することができる。そして、平行ギャップの間隔を大きくできることで、燃料が中心電極と接地電極との間で保持されてしまう、いわゆるブリッジを生じにくくすることができる。この観点において、平行ギャップの距離αは、具体的には０．９ｍｍ以上１．３ｍｍ以下とすることが望ましい。αが０．９ｍｍ未満では上記の効果が不十分となり、１．３ｍｍを超えると平行ギャップでの放電電圧が上昇しすぎ、正常な火花放電が困難となる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

（実施の形態１）

図１は、本発明の第１の実施の形態に係るスパークプラグ１００の縦半断面図である。周知のように、アルミナ等からなる絶縁碍子１は、その後端部に沿面距離を稼ぐためのコルゲーション１Ａを、先端部に内燃機関の燃焼室に曝される脚長部１Ｂを備え、その軸中心には中心貫通孔１Ｃを備えている。中心貫通孔１Ｃには、中心電極２が保持され、中心電極２は絶縁碍子１の先端面から突出するようにされている。該中心電極２の材質としては、平行ギャップｇαに面する位置に消耗抑制のための貴金属チップを有する場合（図１０～図１３）にはインコネル（商標名）等の超合金が、貴金属チップを持たない場合には、耐火花消耗性の確保のため、ニッケル含有率が８５質量％以上のニッケル系金属（残部：例えばクロム、マンガン、シリコン、アルミ及び鉄等から選ばれる１種又は２種以上）、例えば９５質量％ニッケルが使用される。

【００１２】

中心電極２は中心貫通孔１Ｃの内部に設けられたセラミック抵抗３を経由して上方の端子金具４に電気的に接続されている。端子金具４には図示しない高圧ケーブルが接続され高電圧が印加される。上記絶縁碍子１は主体金具５に囲まれ保持部５１及びかしめ部５Ｃによって支持されている。主体金具５は低炭素鋼材で形成され、スパークプラグレンチと嵌合する６角形部５Ａと、ねじの呼びが例えばＭ１４Ｓのねじ部５Ｂとを備えている。主体金具５はそのかしめ部５Ｃにより絶縁碍子１にかしめられ、主体金具５と絶縁碍子１が一体にされる。かしめによる密閉を完全なものとするため、主体金具５と絶縁碍子１との間に板状のパッキング部材６とワイヤ状のシール部材７，８が介在され、シール部材７，８の間にはタルク（滑石）９の粉末が充填されている。また、ねじ部５Ｂの後端、即ち、主体金具５の座面５２にはガスケット１０が嵌挿されている。なお、６角径部５Ａの対辺寸法は１６ｍｍであり、主体金具５の座面５２から先端面５Ｄまでの長さは例えば１９ｍｍに設定されている。この寸法設定は、ＪＩＳ：Ｂ　８０３１に規定されている１４ｍｍ小形六角形の、Ａ寸法が１９ｍｍのスパークプラグの基準寸法である。

【００１３】

図２は図１のスパークプラグの先端側要部を示す正面図、図３（ａ）は同じく側面図、（ｂ）は平面図である。図２に示すように、主体金具５の先端面５Ｄには、少なくとも表層部をなす母材がニッケル合金からなる平行電極１１が溶接により接合されている。図３（ａ）に示すように、該平行電極１１は、第一端Ｅ１が主体金具５の先端面５Ｄに接合され、かつ、軸線ＯＰが直線状であって該軸線ＯＰが中心電極５の先端面５Ｄと略平行に配置される平行部１１ｐを有している。そして、該平行部１１ｐの側面１１ｓにおいて中心電極５の先端面５Ｄとの間に平行ギャップｇαを形成している。

【００１４】

また、スパークプラグ１００は、平行電極１１とは別に複数のセミ沿面接地電極１２を備えている。セミ沿面接地電極１２は少なくとも表層部をなす母材１２ｂ（図２参照）がニッケル合金からなり、それぞれ主体金具５の先端面５Ｄに一端が接合されている。そして、該先端面１２Ｃにおいて中心電極２の側周面２Ａとの間にセミ沿面放電ギャップｇβを形成している。なお、本明細書において、部材Ａと部材Ｂとが「対向する」とは、部材Ａと部材Ｂとが直接向き合って配置される態様のほか、部材Ａと部材Ｂとの間に別部材Ｃが挟まることで、間接的に向き合っている場合も概念に含める。従って、この実施形態では、先端面１２Ｃは中心電極２の側周面２Ａと絶縁碍子１の側周面１Ｅとの双方に対向している。

なお、図２においては、中心電極２の軸線ＯＣ方向における先端面１２Ｃの一部が絶縁碍子１の側周面１Ｅと直接対向し、他の一部が中心電極２の側周面２Ａと直接対向する態様となっているが、図１４に示すように、先端面１２Ｃの全体を絶縁碍子１の側周面１Ｅと直接対向させる態様、さらには、図１５に示すように、先端面１２Ｃの全体を中心電極２の側周面２Ａと直接対向させる態様も可能である。図１５の場合、軸線ＯＣ方向において平行ギャップｇαの位置する側を前方側として、先端面１２Ｃの後端縁１２Ｂと絶縁碍子１の先端面１Ｄとの距離Ｅが、ギャップｇβよりも小さくされ、絶縁碍子１の先端面１Ｄが汚損したときに、該先端面１Ｄを這って火花放電する間欠沿面放電型の構成となってい

る。
【００１５】
図３（ｂ）に示すように、２個のセミ沿面接地電極１２はそれぞれ平行電極１１から９０°ずれた位置に配設され、セミ沿面接地電極１２同士は略１８０°ずれた位置に配設されている。なお、各セミ沿面接地電極１２の先端面１２Ｃと絶縁体１の側周面１Ｅとの間でセミ沿面碍子ギャップｇγが形成されている。
【００１６】
図３（ａ）に示すように、平行電極１１の平行部１１ｐの軸線ＯＰ方向（平行部軸線方向）において、該平行電極１１の第二端Ｅ２の位置する側を前方側としたとき、平行部１１ｐの前端側には、平行部軸線方向において中心電極２の先端面２Ｄの前端縁よりも突出する遮蔽突出部１１ｊが形成されている。この遮蔽突出部１１ｊは、絶縁碍子１先端面の平行部軸線ＯＰ方向における前方側の縁１Ｊから、該平行部軸線ＯＰ方向に後方側０．７ｍｍに位置する限界位置ＣＰよりも前方側に突出している。なお、絶縁碍子１の先端面１Ｄの外周縁にアールが形成される場合には、先端面１Ｄの外周縁位置を、周側面１Ｅと先端面１Ｄとの各延長が交わる交線位置と定める。
【００１７】
なお、本実施形態では、平行ギャップｇαの距離α（単位：ｍｍ）とセミ沿面放電ギャップｇβの距離βとがα＜βの関係を満足し、かつ、セミ沿面碍子ギャップｇγの距離をγ（単位ｍｍ）として、α＞γの関係を満足している。そして、平行ギャップｇαとセミ沿面碍子ギャップｇγとは、いずれも火花放電ギャップとして機能する。
【００１８】
なお、図１０に示すように、中心電極２の先端の平行ギャップｇαに面する位置に、耐消耗性を向上させるための貴金属チップ３１を設けることもできる。貴金属チップ３１は、スパークプラグ用の金属チップとして公知の種々の素材を特に限定なく使用でき、例えばＩｒ、Ｐｔもしくはそれらのいずれかを主体とする合金にて構成することができる。本実施形態では、中心電極２の電極母材先端を絶縁碍子１の先端面１Ｄよりも先端側で縮径し、そこに全周レーザ溶接Ｗにより貴金属チップ３１を接合している。本実施形態では、例えば中心電極母材の径はφ２．２ｍｍであり、その先端にφ０．８ｍｍのＩｒ－５質量％ＰｔチップがＷ接合されている。また、平行電極１１の平行ギャップｇαに面する位置にも貴金属チップ３２（例えばＰｔ合金からなるもの:抵抗溶接により接合できる）を設けることができるが、これは省略することも可能である。
【００１９】
上記スパークプラグ１００の効果を確認するために、以下の実験を行なった。
図１～３のスパークプラグ１００において、以下のように寸法調整したものを種々作製した。まず、図３において、平行ギャップｇαの距離αを０．９ｍｍとし、また、セミ沿面接地電極１２を図３（ｂ）のように２個設け、セミ沿面碍子ギャップｇγの距離γを０．５ｍｍ、セミ沿面放電ギャップｇβの距離βを１．５ｍｍに設定した。さらに、絶縁碍子１の主体金具５の先端面５Ｄからの突出長Ｈ１を２．５ｍｍ、中心電極２の絶縁碍子１の先端面１Ｄからの突出長Ｈ２を１．５ｍｍとした。そして、平行電極１１の遮蔽突出部１１ｊは、限界位置ＣＰからの前方側への突出長ａを－０．３～０．７ｍｍの範囲で種々の値に調整した（負号は、遮蔽突出部１１ｊの先端が限界位置ＣＰよりも後方側に引っ込んでいることを意味する）。
【００２０】
これらスパークプラグを用いて、以下の試験を行なった。すなわち、各スパークプラグを１８００ｃｃ／直列４気筒の直噴式内燃機関を用いた自動車に取り付けて、シフトレバーをＤレンジに入れ、回転数３０００ｒｐｍ（平地１００ｋｍ／ｈｒ走行条件に相当）にて連続運転した（なお、スパークプラグへの高圧印加は、中心電極２側を負とする極性にて行なった）。そして、スパークプラグの点火時期は上死点前（以下「ＢＴＤＣ」という）１５°に固定するとともに、１分間あたりの失火発生頻度が略ゼロとなる噴射終了時期の幅（燃焼安定領域）を測定した。直噴式内燃機関ではこの幅が着火性の良否を定める尺度

になる。以上の結果を図１６に示す。この結果からも明らかな通り、遮蔽突出部１１ｊの先端が限界位置ＣＰと一致しているか（つまりａ＝０）、又はこれよりも突出する（ａ＞０）ことで、燃焼安定領域の幅が広がり、明らかに着火性が向上していることがわかる。

【００２１】

次にセミ沿面碍子ギャップｇγの距離γを０．５ｍｍに固定し、平行ギャップｇαの距離αを０．７～１．５ｍｍの種々の値に設定したスパークプラグの試験品を作製すると共に、これらの試験品を用いて以下の机上チャンバ試験を行なった。すなわち、プラグを試験用チャンバに取り付けるとともにフルトランジスタ型イグナイタに接続し、チャンバ内空気圧０．６ＭＰａ（約６気圧）、最大電圧３０ｋＶにて周波数１００Ｈｚの交流電圧を１００時間印加すると共に、放電の様子を高速度ビデオカメラを用いて撮影した。そして、その画像上にて、平行ギャップｇαとセミ沿面碍子ギャップｇγのそれぞれの飛火回数を目視により確認すると共に、平行ギャップｇαでの飛火回数をＮα、セミ沿面碍子ギャップｇγでの飛火回数をＮγとして、セミ沿面碍子ギャップｇγでの飛火率を、Ｎγ／（Ｎα＋Ｎγ）×１００（％）として求めた。図２０は、このようにして測定した飛火率をαの値に対してプロットした結果を示す。

【００２２】

この結果から明らかな通り、α＜０．９の範囲では平行ギャップｇαの飛火が多く、セミ沿面碍子ギャップｇγでの飛火が不十分となることがわかる。これは、ｇγでの飛火による絶縁碍子表面の清浄化効果が不十分となることを意味する。

またα≧１．３の範囲ではセミ沿面碍子ギャップｇγのみの飛火となる。これは、平行ギャップｇαでの飛火が不足し、着火性が低下することを意味する。したがって、平行ギャップｇαの距離αは０．９≦α＜１．３とするのがよいことがわかる。

【００２３】

なお、高圧印加は、中心電極を正とする極性により行なうこともできる。このようにすると、絶縁碍子１の先端部の貫通破壊をより生じにくくすることができる。

【００２４】

なお、図３に一点鎖線１１’で示すように、遮蔽突出部１１ｊを、平行部軸線ＯＰ方向において、絶縁体１の先端面１Ｄの前端縁よりも突出する形で設けることもできる。このようにすることで、着火性をさらに向上させることができる。

【００２５】

（実施の形態２）

また、図５のスパークプラグ１５０では、遮蔽突出部５１ｊをさらに延長することにより、遮蔽突出部５１ｊの先端をなす平行電極５１の第二端Ｅ２が、中心電極２を挟んで第一端Ｅ１と反対側において、主体金具５の先端面５Ｄに接合された例を示す（これ以外の構成は、図３のスパークプラグ１００と同様である:共通する要素には同一の符号を付与している）。このように構成することにより、セミ沿面放電ギャップｇβにおける着火性を同様に向上させることができる。

また、図１１は、図１０と同様の貴金属チップ３１及び３２を設けた例である。

【００２６】

図５のスパークプラグ１５０の効果を確認するために以下の実験を行なった。

すなわち、図５において、遮蔽突出部５１ｊの形態を図５に示す形態にした以外は、図３と同様の寸法関係を採用したスパークプラグの試験品（Ａ）を作製した。また、実施の形態１と同様の材質及び寸法にて図１１の形態で貴金属チップ３１及び３２を設けたの試験品（Ｂ）も作製した。なお、比較品（ベース）として、図３と同様の構成を有し、かつ、ａ＝－０．３ｍｍとした試験品も用意した。

これらのスパークプラグを用いて実施の形態１と同じ条件で着火性評価試験を行なった。以上の結果を図１７に示す。この結果からも明らかな通り、図５の構成を採用した試験品（Ａ）では、ベースと比較して燃焼安定領域の幅が広がり、明らかに着火性が向上していることがわかる。また、中心電極２の先端を縮径してここに貴金属チップ３１を設けた図１１のタイプの試験品（Ｂ）は、燃焼安定領域の幅がさらに広がり、着火性が一層向上し

ていることがわかる。

【００２７】

なお、上記の試験品（Ａ）では、平行ギャップｇαは火花放電ギャップとして機能しているが、ギャップの距離αをさらに拡大して、火花放電しないギャップとして形成することも可能である。

【００２８】

（実施の形態３）

図６のスパークプラグ２００は、図３のスパークプラグ１００よりも平行電極１１の突出長を幾分短くする代わり、中心電極２の中心軸線ＯＣに関して平行電極１１の主体金具５への接合側端部Ｅ１とは反対側に、一端が主体金具５の先端面５Ｄに接合されるとともに、他端側が該先端面５Ｄから突出する遮蔽電極６１を設けたものである（これ以外の構成は、図３のスパークプラグ１００と同様である:共通する要素には同一の符号を付与している）。このように構成することにより、セミ沿面放電ギャップｇβにおける着火性を同様に向上させることができる。また、図１２は、図１０と同様の貴金属チップ３１及び３２を設けた例である。特に、遮蔽電極６１の他端側が、中心電極２の中心軸線ＯＣ方向において、絶縁体１の先端面１Ｄよりも突出する形で配置されている場合、上記効果はさらに顕著となる。

【００２９】

図６のスパークプラグ２００の効果を確認するために以下の実験を行なった。

すなわち、図６において、遮蔽電極６１を設けた点、及びａ＝－０．３ｍｍとした点以外は、図３と同様の寸法関係を採用したスパークプラグの試験品を作製した。なお、遮蔽電極６１の絶縁碍子１の先端面１Ｄからの突出長Ｈを０～４ｍｍの種々の値に調整した。これらのスパークプラグを用いて実施の形態１と同じ条件で着火性評価試験を行なった。以上の結果を図１８に示す。この結果からも明らかな通り、遮蔽電極６１を設けたスパークプラグは、図１６や図１７のベースと比較して燃焼安定領域の幅が広がり、明らかに着火性が向上していることがわかる。特に、遮蔽電極６１の絶縁碍子１の先端面１Ｄからの突出長が大きくなるほど、着火性の向上が顕著である。

【００３０】

（実施の形態４）

図７のスパークプラグ２５０は、セミ沿面接地電極１２の１つが遮蔽電極に兼用されている例を示すものである。すなわち、図６では、火花放電発生の機能を担わない遮蔽電極６１を設けていたが、図７では、その遮蔽電極６１に代えて、火花放電発生機能を有するとともに、遮蔽電極としての役割も果たすセミ沿面接地電極１２が配置されている。これにより、遮蔽電極も火花放電に寄与でき、ひいては着火性のさらなる向上を図ることができる。

【００３１】

図７に示す例では、セミ沿面接地電極１２は、遮蔽電極１２に兼用されるものを含めて合計３個設けられている。このように構成すると、沿面放電の発生位置ひいては火花放電経路が絶縁碍子１の先端面１Ｄ上にて分散するので、汚損物質を焼失させる効果が高められるとともに、沿面放電が局所的に集中しにくくなるので、火花により絶縁碍子１の表面が溝状に削られるチャンネリングや、あるいは絶縁碍子１の貫通破壊が抑制される効果も新たに生ずる。なお、図１３は、図１０と同様の貴金属チップ３１及び３２を設けた例である。特に、遮蔽電極１２の他端側が、中心電極２の中心軸線ＯＣ方向において、絶縁体１の先端面１Ｄよりも突出する形で配置されている場合、上記効果はさらに顕著となる。

【００３２】

この場合、図９に示すように、３個のセミ沿面接地電極１２の、中心電極２の中心軸線ＯＣ周りにおける配置角度間隔を９０°より大きくすること（図では約１２０°間隔）も可能であるが、図７に示すように、平行電極１１と３つのセミ沿面接地電極１２とを、略等間隔（つまり９０°間隔）にて配置することが、前記した火花の垂れ下がりを抑制し、ひいては着火性を高める観点においてより有利である。すなわち、図８（ｂ）に示すように

、９０°間隔とした場合隣接するセミ沿面接地電極１２，１２間の距離が、（ａ）に示す１２０°間隔の場合よりも小さくなり、高圧印加時の極性が同一となるセミ沿面接地電極１２，１２同士の電界反発により、火花の垂れ下がりが電気的にブロックされやすくなるためであると考えられる。

【００３３】

上記の効果を確認するために、以下の実験を行なった。すなわち、図７において、セミ沿面接地電極12の配設数を９０°間隔で３つとした点、及びａ＝－０．３ｍｍとした点以外は、図３と同様の寸法関係を採用したスパークプラグの試験品を作製した。なお、比較品（ベース）として、図３と同様の構成（セミ沿面接地電極12の配設数が２）を有し、かつ、ａ＝－０．３ｍｍとした試験品も用意した。これらのスパークプラグを用いて実施の形態１と同じ条件で着火性評価試験を行なった。以上の結果を図１９に示す。この結果からも明らかな通り、セミ沿面接地電極12の配設数を３としたスパークプラグはベースと比較して燃焼安定領域の幅が広がり、明らかに着火性が向上していることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態１のスパークプラグの縦半断面図。

【図２】図１のスパークプラグの先端側要部を示す正面半断面図。

【図３】同じく側面図及び平面図。

【図４】直噴エンジンにおける混合気の流れと、そのセミ沿面放電ギャップ放電に及ぼす影響を模式的に示す図。

【図５】本発明の実施の形態２のスパークプラグの先端側要部を示す側面図及び平面図。

【図６】本発明の実施の形態３のスパークプラグの先端側要部を示す側面図及び平面図。

【図７】本発明の実施の形態４のスパークプラグの先端側要部を示す側面図及び平面図。

【図８】図７のスパークプラグの作用を図９のスパークプラグと比較して示す説明図。

【図９】図７のスパークプラグの、セミ沿面接地電極の配置角度間隔を変更した変形例を示す平面図。

【図１０】図３のスパークプラグに貴金属チップを付加した変形例を示す要部側面図。

【図１１】図５のスパークプラグに貴金属チップを付加した変形例を示す要部側面図。

【図１２】図６のスパークプラグに貴金属チップを付加した変形例を示す要部側面図。

【図１３】図７のスパークプラグに貴金属チップを付加した変形例を示す要部側面図。

【図１４】図２のスパークプラグのセミ沿面接地電極先端面の位置を変更した変形例の第一を示す要部正面半断面図。

【図１５】同じくの変形例の第二を示す要部正面半断面図。

【図１６】実施の形態１のスパークプラグの効果確認実験の結果を示す図。

【図１７】実施の形態２のスパークプラグの効果確認実験の結果を示す図。

【図１８】実施の形態３のスパークプラグの効果確認実験の結果を示す図。

【図１９】実施の形態４のスパークプラグの効果確認実験の結果を示す図。

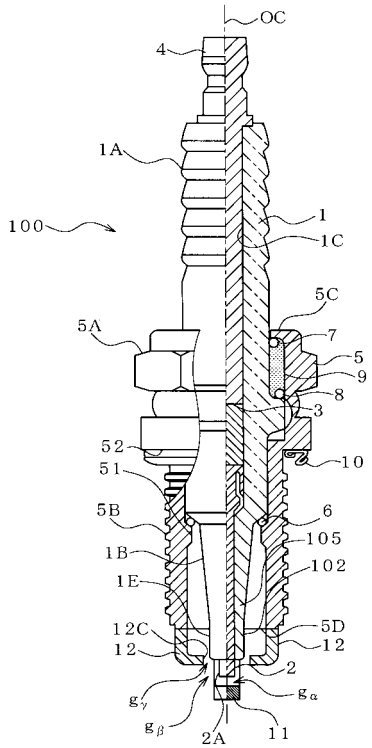
【図２０】実施の形態１のスパークプラグの平行ギャップの間隔を変えた場合の効果確認実験の結果を示す図。

【符号の説明】

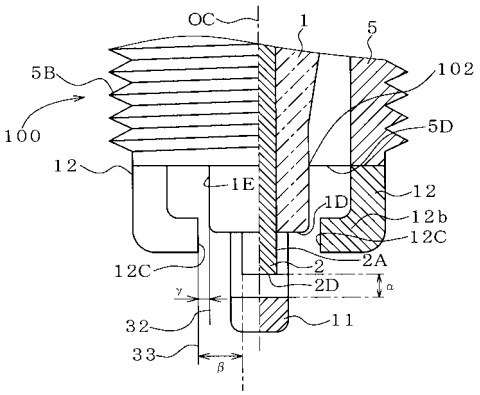
１　絶縁碍子
１Ｃ　中心貫通孔
１Ｄ　先端面
１Ｅ　側周面
２　中心電極
２Ａ　側周面
２Ｄ　先端面
ＯＣ　中心軸線
５　主体金具
５Ｄ　先端面
１１，５１　平行電極

１１ｐ，５１ｐ　平行部
１１ｓ，５１ｓ　側面
１１ｊ，５１ｊ　遮蔽突出部
１２Ｃ　セミ沿面接地電極先端面
６１　遮蔽電極
１０２　先端部
１００，１５０　スパークプラグ
Ｅ１　第一端
Ｅ２　第二端
ＣＰ　限界位置
ｇα　平行ギャップ
ｇβ　セミ沿面放電ギャップ
ｇγ　セミ沿面碍子ギャップ

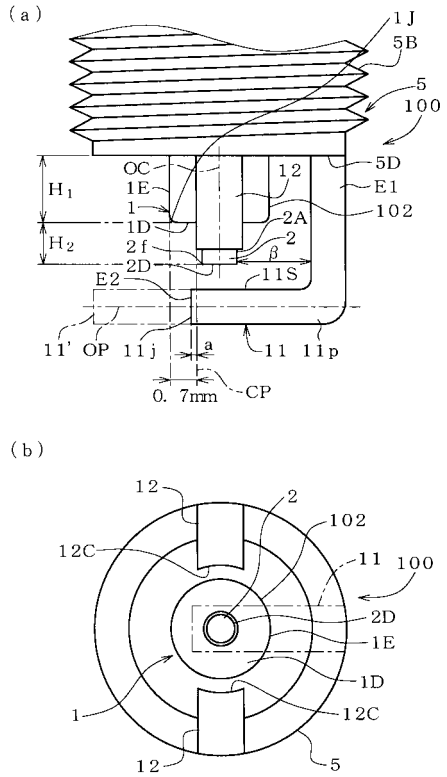
【図１】



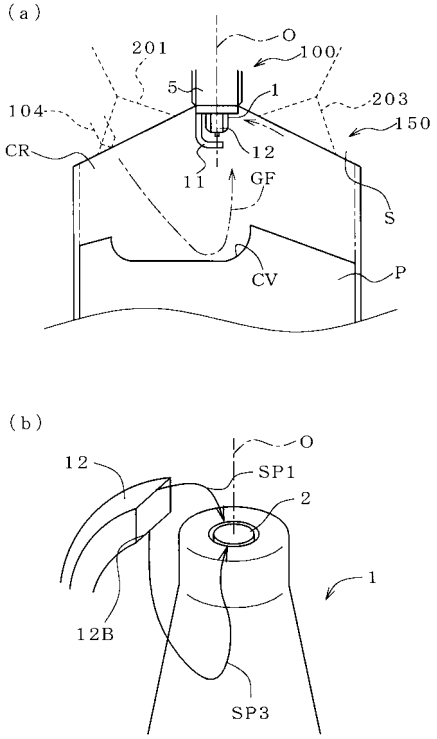
【図２】



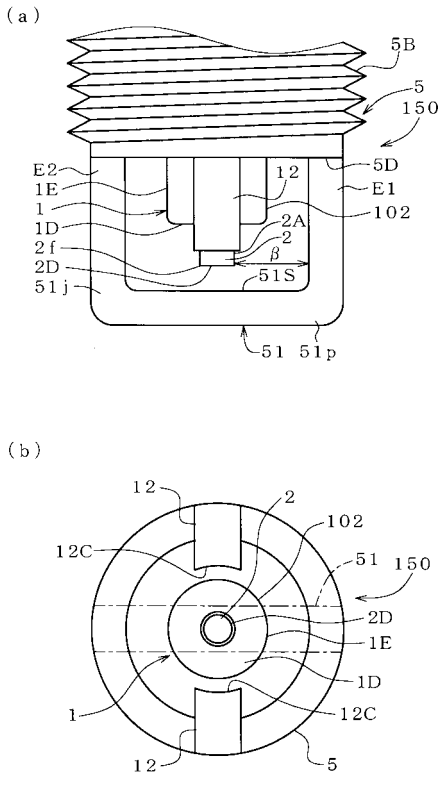
【図３】


(a)
1J
5B
5
100
OC
1E
1
1D
2f
2D
E2
H1
H2
12
2A
2
β
11S
5D
E1
102
11' OP
11j
a
0.7mm
CP
11
11p
(b)
12
2
102
12C
11
100
2D
1E
1D
1
12C
5

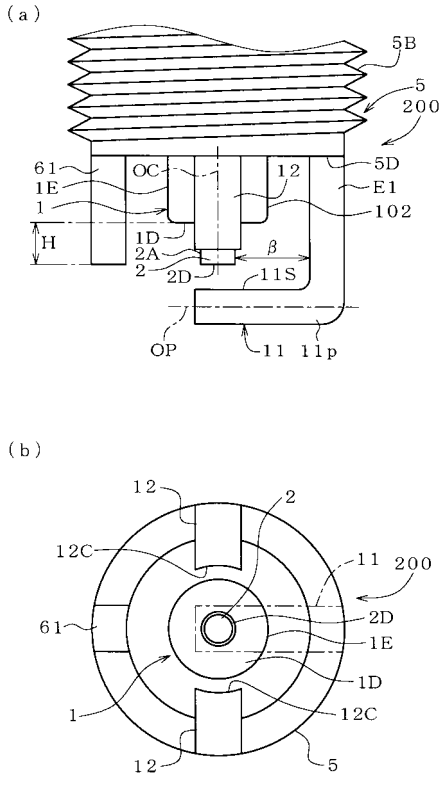
【図４】


(a)
O
201
100
5
1
104
203
150
CR
12
11
GF
S
CV
P
(b)
O
12
SP1
2
1
12B
SP3

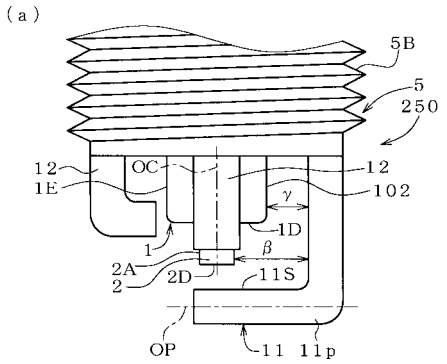
【図５】

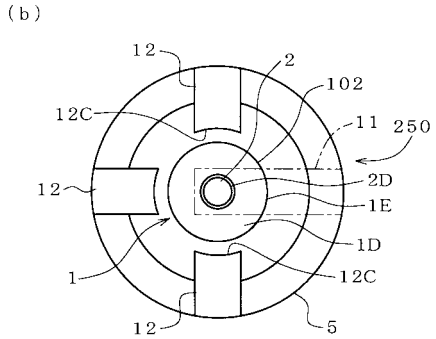

(a)
5B
5
150
E2
1E
1
1D
2f
2D
51j
12
2A
2
β
51S
5D
E1
102
51
51p
(b)
12
2
102
12C
51
150
2D
1E
1D
1
12C
5

【図６】

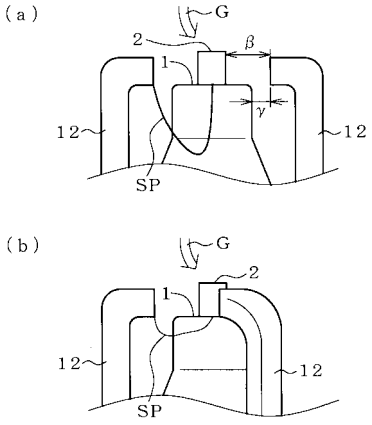

(a)
5B
5
200
61
1E
1
OC
H
1D
2A
2
2D
12
β
11S
5D
E1
102
OP
11
11p
(b)
12
2
12C
11
200
61
2D
1E
1D
1
12C
5

【図７】

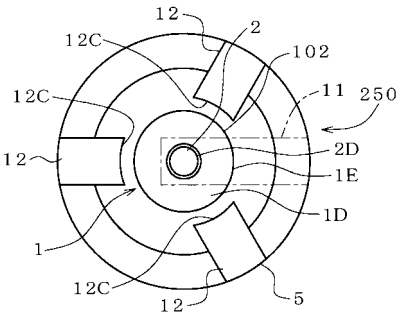




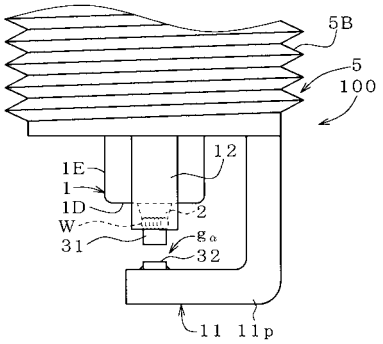
【図８】



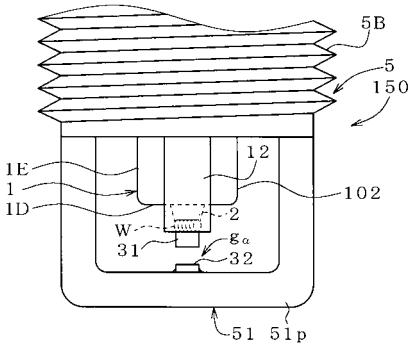
【図９】



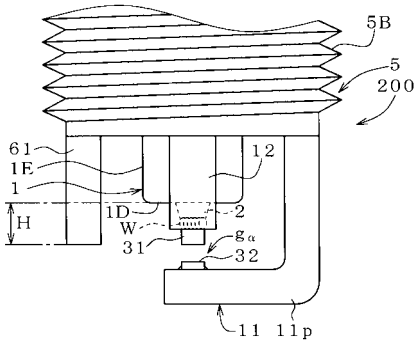
【図１０】



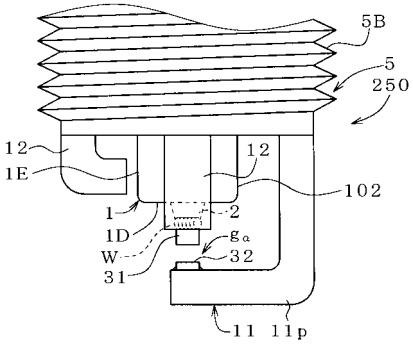
【図１１】



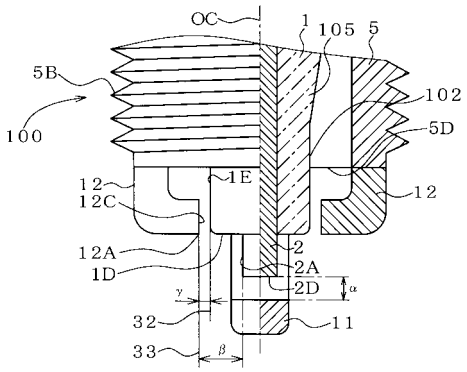
【図１２】



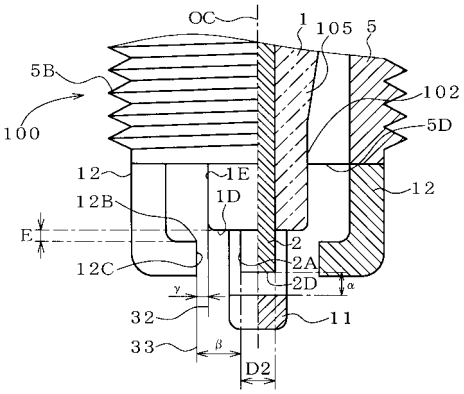
【図１３】



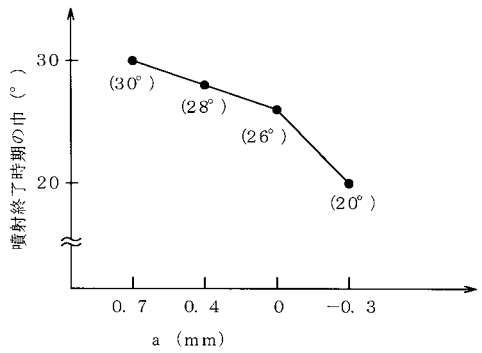
【図１４】



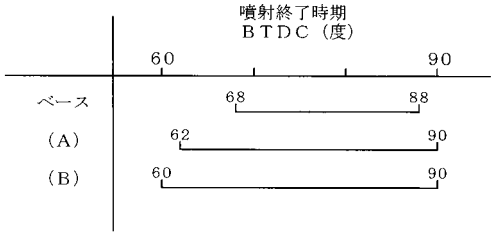
【図１５】



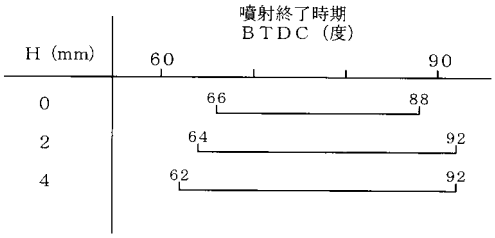
【図１６】



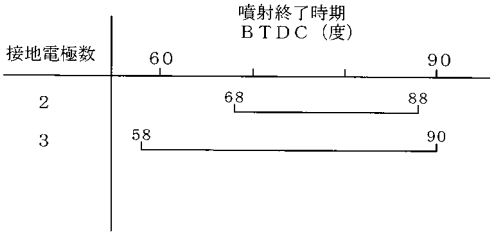
【図１７】



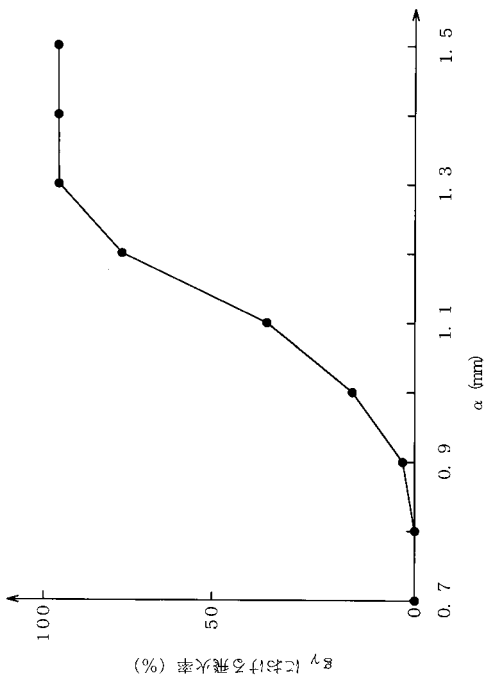
【図１８】



【図１９】



【図２０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－０６８０３２（ＪＰ，Ａ）
実開昭５９－０１２４８９（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５８－１３８２８７（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５２－０９４５３０（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５０－１５７７３２（ＪＰ，Ａ）
特開平１－２６４１８７（ＪＰ，Ａ）
特開平３－１１５７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01T 13/00-13/56