

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3780098号
(P3780098)

(45) 発行日 平成18年5月31日(2006.5.31)

(24) 登録日 平成18年3月10日(2006.3.10)

(51) Int. Cl.

F I

FO2P 13/00 (2006.01)
 FO2B 23/10 (2006.01)
 FO2F 1/24 (2006.01)
 F16J 15/08 (2006.01)
 HO1T 13/20 (2006.01)

FO2P 13/00 3O1J
 FO2P 13/00 3O1E
 FO2B 23/10 M
 FO2F 1/24 H
 F16J 15/08 E

請求項の数 9 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-124418
 (22) 出願日 平成10年5月7日(1998.5.7)
 (65) 公開番号 特開平11-324878
 (43) 公開日 平成11年11月26日(1999.11.26)
 審査請求日 平成15年7月10日(2003.7.10)

(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 100104167
 弁理士 奥田 誠
 (74) 代理人 100097009
 弁理士 富澤 孝
 (74) 代理人 100098431
 弁理士 山中 郁生
 (72) 発明者 無笹 守
 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 島ノ上 泰英
 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
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関、内燃機関用点火プラグ、内燃機関用シリンダーヘッドおよび内燃機関用点火プラグの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

テーパ面のプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、

上記取付ネジ部の先端部に固着された1または複数の外側電極と、を備える内燃機関用点火プラグであって、

同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、

上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面のゲーシングプレーンから上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (deg) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (deg) = $\alpha - 50 \sim \alpha + 50$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていることを特徴とする内燃機関用点火プラグ。

【請求項2】

軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から上記軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、

上記取付ネジ部の先端部に固着された1または複数の外側電極と、

10

20

上記プラグ座面と上記シリンダーヘッドとの間に介在するガスケットと、を備える内燃機関用点火プラグであって、

同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、

上記ガスケットが、金属板折曲リングガスケットであり、

上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (deg) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (deg) = $\alpha - 90 \sim \alpha + 90$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていること

10

を特徴とする内燃機関用点火プラグ。

【請求項 3】

軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から上記軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、

上記取付ネジ部の先端部に固着された 1 または複数の外側電極と、

上記プラグ座面と上記シリンダーヘッドとの間に介在するガスケットと、を備える内燃機関用点火プラグであって、

同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、

20

上記ガスケットが、中実 O リングガスケットであり、

上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (deg) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (deg) = $\alpha - 55 \sim \alpha + 55$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていること

を特徴とする内燃機関用点火プラグ。

【請求項 4】

請求項 4 に記載の内燃機関用点火プラグであって、

前記中実 O リングガスケットは、Cu または Al からなることを特徴とする内燃機関用点火プラグ。

30

【請求項 5】

プラグ取付孔に雌ネジが螺刻された内燃機関用シリンダーヘッドであって、

同一品番の任意の上記内燃機関用シリンダーヘッドを見たときに、いずれの内燃機関用シリンダーヘッドも、

プラグ取付座を基準とすると、上記雌ネジの位相が、略同一とされていることを特徴とする内燃機関用シリンダーヘッド。

【請求項 6】

プラグ取付孔に雌ネジが螺刻された内燃機関用シリンダーヘッドと、

主体金具の取付ネジ部が上記プラグ取付孔に所定トルクで螺挿された内燃機関用点火プラグと、を備える内燃機関であって、

40

同一品番の上記シリンダーヘッドと同一品番の上記内燃機関用点火プラグとの任意の組み合わせにおいて、

点火プラグの軸方向先端側から見たときに、上記取付ネジ部の先端部の中心を通るスワールの流線と上記先端部との交点のうち、上流側の交点を基準として、上記取付ネジ部の先端部のうち、 $-30 \sim 30$ 度の角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、一又は複数の外側電極のいずれもが固着されており、

上記内燃機関用シリンダーヘッドは、請求項 5 に記載の内燃機関用シリンダーヘッドであり、

50

上記内燃機関用点火プラグは、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用点火プラグであること

を特徴とする内燃機関。

【請求項 7】

内燃機関用点火プラグの製造方法であって、

テーパ面のプラグ座面、または軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から軸方向に延び、内燃機関に設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具について、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位の周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出す工程と、

10

上記周方向固着基準位置を基準とし、 α (deg) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、プラグ座面がテーパ面である場合には、 $\theta = \alpha - 50 \sim \alpha + 50$ 、プラグ座面が軸方向に垂直であり、上記プラグ座面に当接するガスケットが金属板折曲リングガスケットの場合には、 $\theta = \alpha - 90 \sim \alpha + 90$ 、プラグ座面が軸方向に垂直であり、上記プラグ座面に当接するガスケットが中実リングガスケットの場合には、 $\theta = \alpha - 55 \sim \alpha + 55$ 、で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、1 または複数の外側電極を固着する工程と、を備えること

を特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の内燃機関用点火プラグの製造方法であって、

20

前記主体金具の前記プラグ座面がテーパ面であり、

前記周方向固着基準位置を割り出す工程が、

表面と、裏面と、前記雄ネジが遊嵌可能で、上記表面と裏面の間を少なくとも表面に垂直に貫通する貫通孔と、上記貫通孔と裏面とがなす角部に形成され、上記プラグ座面のテーパ面に適合した所定形状の当接テーパ面と、を有する当接具の上記貫通孔に、前記主体金具の取付ネジ部を挿入し、所定圧力で上記プラグ座面と当接テーパ面とを当接させつつ、前記主体金具を回転させ、上記表面から第 2 の所定距離だけ離れた位置にある前記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位の周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出す工程であること

を特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の内燃機関用点火プラグの製造方法であって、

前記周方向固着基準位置を割り出す工程において、

前記プラグ座面と当接テーパ面とを所定圧力で当接させるにあたり、接地電極体で前記主体金具を押圧し、

前記外側電極を固着する工程において、上記接地電極体に電流を流して、上記主体金具の取付ネジ部の先端部に、上記外側電極を抵抗溶接すること

を特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関、これに用いる点火プラグ、シリンダーヘッド、および内燃機関用点火プラグの製造方法に関し、さらに詳しくは、燃費の向上が可能な内燃機関、これに用いる点火プラグ、シリンダーヘッド、および内燃機関用点火プラグの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、内燃機関、例えば、自動車用エンジン等の燃費向上のため、希薄燃焼（リーンバーン）や、燃料直接噴射（ダイレクトインジェクション）による内燃機関の駆動が行われるようになってきている。このような内燃機関（以下、単にエンジンとも言う）においては、点火プラグ（以下、単にプラグとも言う）の着火性を向上させて、確実に混合気に着火

50

させることが望まれる。

ところで、従来のエンジンにおいては、シリンダーヘッドに形成するプラグ取付孔に形成した雌ネジ、およびプラグの主体金具の取付ネジ部に形成する雄ねじの位相については、特に規定されていない。従って、プラグ取付孔にプラグをネジ込んだ場合に、シリンダー内に露出する取付ネジ部の先端部に固着された外側電極の周方向位置は、定まらない。つまり、シリンダーヘッドとプラグとの組み合わせにより、外側電極の周方向位置は、360度の範囲でいずれの位置にもなり得るようにされていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記したように、リーンバーンや燃料直接噴射による駆動の場合には、着火可能な濃い（燃料比率の高い）混合気の流れ（スワール）が形成され、プラグの中心電極と外側電極との間の放電領域を、そのスワールが通るように設計されるため、外側電極の固着位置がスワールの上流側にあると、濃い混合気が放電領域に流れ込みにくくなり、失火となりやすい。従って、この場合には、 A/F （ $Air/Fuel$ ）値が比較的小さい範囲でしか、エンジンが駆動できず、燃費が低下する。

【0004】

例えば、図22(a)に示すような4バルブエンジンEにおいて、以下のような試験を行った。このエンジンEにおいて、図中右側の2つのバルブIN1, 2を吸気（インテーク）側とし、左側2つのバルブEX1, 2を排気（エグゾースト）側とする。このとき、図中右側から供給された矢印で示す混合気M1は、バルブIN1, 2からシリンダーC内に導かれて、図中中央を矢印M2で示す左向きスワールとなって流れ、着火後、バルブEX1, 2を通じて矢印で示す排気Nとなって排出される。なお、図22(a)においてはプラグPの記載は省略した。ただし、シリンダーCの中央に記した×印が、点火プラグPの放電領域である。これを、エンジンEの横方向から見ると、図22(b)に示すようであり、スワールM2が、シリンダーヘッドCHに取り付けられたプラグPの中心電極PIと外側電極POの間の放電領域を通るようにされている。

【0005】

このようなエンジンEを用いて、外側電極POの固着部POaの周方向位置を変えたプラグPを用いて限界 A/F 値を測定した。まず、1極（外側電極POが1つ）の点火プラグPを用いた場合について説明する。図23(a)に示すようにプラグPの軸方向先端側から見たときに、取付ネジ部先端部PTeの中心Oを通るスワールM2の流線Lmと、取付ネジ部先端部PTeとの交点のうち、上流側の交点Sを基準として、反時計方向に測ったときの取付ネジ部先端部PTeに固着された外側電極POの固着部POaの周方向位置を、角度 θ （deg）で示す。

【0006】

すると、図23(b)に示すように、 $\theta = -30 \sim 30$ の範囲を除けば、限界 A/F 値はほぼ一定（a1）であったが、 $\theta = -30 \sim 30$ の範囲では、限界 A/F 値が低下し、 $\theta = 0$ では、限界 A/F 値 = a2にまで低下する。即ち、この範囲では、比較的リッチな（濃い）混合気でないと作動しないことが判る。これは、外側電極POの固着部POaがスワールM2の上流側にあるために、中心電極PIと外側電極POとの間の放電領域を、スワールM2が通ることが妨げられたためと解される。

従って、あらゆる角度 θ 、即ち、外側電極POの固着部POaがどの周方向位置の場合であっても、このエンジンEを動作可能とするためには、限界 A/F 値としてa2の値までしか用いることができないこととなる。

なお、上記限界 A/F 値の測定方法としては、以下の方法によった。即ち、プラグPを取り付けて角度 θ を測定しておき、その後、エンジンEを作動させ、徐々に混合気を薄くして A/F 値を上昇させる。すると、プラグPが失火して、エンジンEの回転数が変動し始めるので、その回転数変動が10%となったときの A/F 値を限界 A/F 値とした。これを、プラグPを取り替えることにより、色々な角度 θ について測定を行って、図23(b)に示すグラフを得た。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

同様に、互いに 180 度異なる位置に固着された 2 つの外側電極 P O 1 , 2 を有する 2 極の点火プラグ P を用いた場合について測定した。なお、角度 θ の決め方は、1 極の場合と同様である。即ち、図 2 4 (a) に示すようにプラグ P の軸方向先端側から見たときに、取付ネジ部先端部 P T e の中心 O を通るスワール M 2 の流線 L m と、取付ネジ部先端部 P T e との交点のうち、上流側の交点 S を基準として、取付ネジ部先端部 P T e に固着された外側電極 P O の固着部 P O a の周方向位置を角度 θ (d e g) で示す。

【 0 0 0 8 】

すると、図 2 4 (b) に示すように、 $\theta = - 3 0 \sim 3 0$ および $\theta = 1 5 0 \sim 2 1 0$ (= $- 1 5 0 \sim - 2 1 0$) の範囲を除けば、限界 A / F の値はほぼ一定 (a 3) であったが、
 $\theta = - 3 0 \sim 3 0$ および $1 5 0 \sim 2 1 0$ の範囲では、限界 A / F 値が低下し、 $\theta = 0$ および 180 では、限界 A / F 値 = a 4 まで低下する。即ち、この範囲では、比較的リッチな (濃い) 混合気でないと作動しないことが判る。

10

従って、あらゆる角度 θ 、即ち、外側電極 P O 1 , 2 の固着部 P O 1 a , P O 2 a がどの周方向位置の場合であっても、このエンジン E を動作可能とするためには、限界 A / F 値として a 4 の値までしか用いることができないこととなる。ここで、プラグ P の外側電極 P O の位置を所望の位置に調整するため、プラグ P の締め付けトルクを調整する方法が考えられるが、プラグの締め付けにおいては、適正な締め付けトルクが定められており (例えば、ISO1919:1988(E) 等)、必ずしも、すべての場合に調整できるとは限らないし、トルク不足や過締め付けの場合には、プラグの機能を果たし得ない場合も生じる。

20

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記した問題点に鑑み点されたものであって、薄い混合気 (高い A / F 値) でも駆動でき、燃費の良い内燃機関、およびそれに適する内燃機関用点火プラグおよびシリンダーヘッドを提供し、さらには、そのような点火プラグの製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

しかしてその解決手段は、テーパ面のプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、上記取付ネジ部の先端部に固着された 1 または複数の外側電極と、を備える内燃機関用点火プラグであって、同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面のゲーシングプレーンから上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (d e g) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (d e g) = $\alpha - 5 0 \sim \alpha + 5 0$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていることを特徴とする内燃機関用点火プラグである。

30

【 0 0 1 1 】

上記構成を有する本発明の点火プラグによれば、テーパ面のプラグ座面でシールを行うコニカルシートタイプの点火プラグであって、同一品番の任意の内燃機関用点火プラグについて、基準からの周方向角度が、 $\theta = \alpha - 5 0 \sim \alpha + 5 0$ の角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極のいずれもが固着されている。即ち、一周 360 度のうち、100 度 ($- 5 0 \sim + 5 0$) の範囲を除く、残りの 260 度の範囲内に、いずれの外側電極も固着されている。

40

このため、シリンダーヘッドのプラグ取付孔に、この点火プラグの雄ネジに適合した雌ネジであって、しかも、その雌ネジの位相が各シリンダーヘッドについて略同一の雌ネジを形成すれば、いずれのシリンダーヘッドに、この点火プラグを螺挿しても、内燃機関内で外側電極固着部の位置が略 260 度内の範囲に収まる。さらに、本発明の点火プラグはコニカルシートタイプであるので、適正な締め付けトルクを得るときに生ずる回転角のバラツキは小さく、最大でも $\pm 2 0$ 度である。従って、締め付け時の回転角のバラツキを考

50

慮しても、 300 度 $(=260+(20-(-20)))$ の範囲内に外側電極固着部が位置する。つまり、いずれの点火プラグをシリンダーヘッドに取り付けても、外側電極固着部が位置しない範囲として、 60 度 $(\pm 30$ 度)の範囲が生じる。

【0012】

そこで、この 60 度の範囲が、スワールの上流側となるように、シリンダーヘッドの雌ネジおよび点火プラグの雄ねじの位相を定めておけば、この点火プラグを用いた場合に、外側電極の固着部が、点火プラグの中心電極と外側電極との間の放電領域に向かうスワールを妨げないので、この放電領域での放電で確実にスワールに着火させることができる。従って、外側電極の固着部がスワールを妨げる場合を考慮して、濃い混合気で内燃機関を駆動する必要が無く、薄い混合気(高いA/F値)によって内燃機関を駆動できるため、燃費をより向上させることができる。

10

なお、雄ネジ、雌ネジの位相とは、ネジの特定部位(例えば、ネジ山の頂)が描く螺旋が、ネジの軸に垂直な基準平面($r-\theta$ 平面)と交わる交点の基準平面上の角度 θ を指し、位相が 360 度異なる場合には、同一のネジ形状となる。

なお、ゲーシングプレーンとは、プラグ座面であるテーパ面において、各寸法測定の基準とすべく定められた面で、テーパ面との切断面が所定の直径(例えば、 $M14 \times 1.25$ のネジのものでは、 $\phi 14.8$)となる仮想的な平面を指し、多くの場合ISO等の規格において与えられている。

また、ネジの特定位置は、ネジ山を観察したときに一義的に定められるものであればいずれのものでも良く、例えば、ネジ山の両側斜面を延長し、これが交わった点(線)である山の頂などが挙げられる。

20

【0013】

さらに、他の解決手段は、軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から上記軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、上記取付ネジ部の先端部に固着された1または複数の外側電極と、上記プラグ座面と上記シリンダーヘッドとの間に介在するガスケットと、を備える内燃機関用点火プラグであって、同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、上記ガスケットが、金属板折曲リングガスケットであり、上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (deg)を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (deg) $=\alpha-90 \sim \alpha+90$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていることを特徴とする内燃機関用点火プラグである。

30

【0014】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグにおいては、シリンダーヘッドとプラグ座面間にガスケットを介在させてシールを行うフラットシートタイプの点火プラグであって、同一品番の任意の内燃機関用点火プラグについて、基準からの周方向角度が、 $\theta = \alpha - 90 \sim \alpha + 90$ の角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極のいずれもが固着されている。即ち、一周 360 度のうち、 180 度 $(-90 \sim 90)$ の範囲を除く、残りの 180 度の範囲内に、いずれの外側電極も固着されている。

40

このため、シリンダーヘッドのプラグ取付孔に、この点火プラグの雄ネジに適合した雌ネジであって、しかも、その雌ネジの位相が各シリンダーヘッドについて略同一の雌ネジを形成すれば、いずれのシリンダーヘッドに、この点火プラグを螺挿しても、内燃機関内で外側電極固着部の位置が略 180 度内の範囲に収まる。

【0015】

さらに、上記点火プラグは、フラットシートタイプであり、金属板を折り曲げて中空状に形成した金属板折曲リングガスケットを使用するために、プラグを取付孔に締め付けると、中空のガスケットがつぶれ代の分だけつぶれる。このため、適正な締め付けトルクで締め付けたときの回転角がおおきくなり、そのバラツキもやや大きく、最大で ± 60 度になる

50

が、締付時の回転角のバラツキを考慮しても、 300 度 $(=180+(60-(-60))$ の範囲内に外側電極固着部が位置する。つまり、いずれの点火プラグをシリンダーヘッドに取り付けても、外側電極固着部が位置しない範囲として、 60 度 $(\pm 30$ 度)の範囲が生じる。

【0016】

そこで、この 60 度の範囲が、スワールの上流側となるように、シリンダーヘッドの雌ネジおよび点火プラグの雄ねじの位相を定めておけば、この点火プラグを用いた場合に、外側電極の固着部が、点火プラグの中心電極と外側電極との間の放電領域に向かうスワールを妨げないので、この放電領域での放電で確実にスワールに着火させることができる。従って、外側電極の固着部がスワールを妨げる場合を考慮して、濃い混合気低めの A/F で内燃機関を駆動する必要が無く、薄い混合気(高い A/F 値)によっておいて内燃機関を駆動できるため、燃費をより向上させることができる。

10

【0017】

さらに、他の解決手段は、軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から上記軸方向に延び、内燃機関用シリンダーヘッドに設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具と、上記取付ネジ部の先端部に固着された1または複数の外側電極と、上記プラグ座面と上記シリンダーヘッドとの間に介在するガスケットと、を備える内燃機関用点火プラグであって、同一品番の任意の上記内燃機関用点火プラグを見たときに、いずれの内燃機関用点火プラグも、上記ガスケットが、中実リングガスケットであり、上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位のうち、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた位置にある上記特定部位の周方向位置を基準とし、 α (deg)を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、 θ (deg) $=\alpha-55\sim\alpha+55$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、上記外側電極のいずれもが固着されていることを特徴とする内燃機関用点火プラグである。

20

【0018】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグにおいては、シリンダーヘッドとプラグ座面間にガスケットを介在させてシールを行うフラットシートタイプの点火プラグであって、同一品番の任意の内燃機関用点火プラグについて、基準からの周方向角度が、 $\theta=\alpha-55\sim\alpha+55$ の角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極のいずれもが固着されている。即ち、一周 360 度のうち、 110 度 $(-55\sim+55)$ の範囲を除く、残りの 250 度の範囲内に、いずれの外側電極も固着されている。

30

このため、シリンダーヘッドのプラグ取付孔に、この点火プラグの雄ネジに適合した雌ネジであって、しかも、その雌ネジの位相が各シリンダーヘッドについて略同一の雌ネジを形成すれば、いずれのシリンダーヘッドに、この点火プラグを螺挿しても、内燃機関内で外側電極固着部の位置が略 250 度内の範囲に収まる。

【0019】

さらに、上記点火プラグはフラットシートタイプであるので、ガスケットによってシールを行うのであるが、通常の中実ガスケットは、締め付けによるつぶれ代があるため、適正な締め付けトルクを得るときの回転角およびそのバラツキが大きくなる。そこで、上記点火プラグでは、ガスケットとして、中実リングガスケットを用いている。この中実リングガスケットは、中実であるため、つぶれ代がごく小さく、適正な締め付けトルクを得るときの回転角のバラツキが小さく、最大でも ± 25 度である。従って、締め付け時の回転角のバラツキを考慮しても、 300 度 $(=250+(25-(-25)))$ の範囲内に外側電極固着部が位置する。いずれの点火プラグをシリンダーヘッドに取り付けても、外側電極固着部が位置しない範囲として、 60 度 $(\pm 30$ 度)の範囲が生じる。

40

【0020】

そこで、この 60 度の範囲が、スワールの上流側となるように、シリンダーヘッドの雌ネジおよび点火プラグの雄ねじの位相を定めておけば、この点火プラグを用いた場合に、外側電極の固着部が、点火プラグの中心電極と外側電極との間の放電領域に向かうスワールを妨げないので、放電で確実にスワールに着火させることができる。従って、外側電極

50

の固着部がスワールを妨げる場合を考慮して、濃い混合気で内燃機関を駆動する必要が無く、薄い混合気によって内燃機関を駆動できるため、燃費をより向上させることができる。

【0021】

さらに、上記内燃機関用点火プラグであって、前記中実リングガスケットは、CuまたはAlからなることを特徴とする内燃機関用点火プラグとすると良い。

【0022】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグにおいては、中実リングガスケットがCuまたはAlからなるので、適度な柔らかさを有するため、プラグをシリンダーヘッドに螺挿したときに、シール性に優れ、しかも、熱伝導性が高いので、プラグ内部の熱を効率よくシリンダーヘッドに逃がすことができる。

10

【0023】

さらに、他の解決手段は、プラグ取付孔に雌ネジが螺刻された内燃機関用シリンダーヘッドであって、同一品番の任意の上記内燃機関用シリンダーヘッドを見たときに、いずれの内燃機関用シリンダーヘッドも、プラグ取付座を基準とすると、上記雌ネジの位相が、略同一とされていることを特徴とする内燃機関用シリンダーヘッドである。

【0024】

上記構成を有する本発明の内燃機関用シリンダーヘッドにおいては、雌ネジの位相が、プラグ取付座を基準として、略同一とされているので、ある基準からの周方向角度が、特定範囲内に限定された取付ネジ部の先端部に、外側電極が固着されているような点火プラグを螺挿した場合には、シリンダーヘッドと点火プラグとの任意の組み合わせにおいて、外側電極の固着位置が特定範囲内に限定される。

20

従って、外側電極の固着位置が、スワールの上流側とならないように、シリンダーヘッドの雌ネジおよび点火プラグの雄ねじの位相を定めておけば、このシリンダーヘッドを用いた場合に、外側電極の固着部が、点火プラグの中心電極と外側電極との間の放電領域に向かうスワールを妨げないので、放電で確実にスワールに着火させることができる。従って、外側電極の固着部がスワールを妨げる場合を考慮して、低めのA/F値で内燃機関を駆動する必要が無く、高いA/F値において内燃機関を駆動できるため、燃費をより向上させることができる。

なお、プラグ取付座を基準とするとは、コニカルシートタイプの点火プラグの場合には、テーパ面のプラグ取付座におけるゲーシングプレーンを基準とし、フラットシートタイプの点火プラグの場合には、プラグ取付座の座面そのものを基準とするのが好ましい。

30

【0025】

他の解決手段は、プラグ取付孔に雌ネジが螺刻された内燃機関用シリンダーヘッドと、主体金具の取付ネジ部が上記プラグ取付孔に所定トルクで螺挿された内燃機関用点火プラグと、を備える内燃機関であって、同一品番の上記シリンダーヘッドと同一品番の上記内燃機関用点火プラグとの任意の組み合わせにおいて、点火プラグの軸方向先端側から見たときに、上記取付ネジ部の先端部の中心を通るスワールの流線と上記先端部との交点のうち、上流側の交点を基準として、上記取付ネジ部の先端部のうち、 $-30 \sim 30$ 度の角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、一又は複数の外側電極のいずれもが固着されており、上記内燃機関用シリンダーヘッドは前述の内燃機関用シリンダーヘッドである、上記内燃機関用スパークプラグは前述の内燃機関用スパークプラグのうちのいずれかであることを特徴とする内燃機関である。

40

【0026】

上記構成を有する本発明の内燃機関によれば、同一品番のシリンダーヘッドと点火プラグとの任意の組み合わせにおいて、外側電極の固着部が、 $-30 \sim 30$ 度を除く、周方向角度範囲内の先端部に固着されている。このため、上記した図23(b)、図24(b)から判るように、外側電極の固着部がプラグの中心電極と外側電極との間の放電領域に向かうスワールを妨げないので、放電で確実にスワールに着火させることができる。従って、外側電極の固着部がスワールを妨げる場合を考慮して、濃い混合気で内燃機関を駆動す

50

る必要が無く、薄い混合気（高いA/F値）によって内燃機関を駆動できるため、燃費をより向上させることができる。

【0027】

さらに他の解決手段は内燃機関用点火プラグの製造方法であって、テーパ面のプラグ座面、または軸方向に垂直なプラグ座面を備える径大本体部と、該径大本体部から軸方向に延び、内燃機関に設けたプラグ取付孔に螺挿するための雄ネジが螺刻された取付ネジ部と、を有する主体金具について、上記プラグ座面から上記軸方向に所定距離だけ離れた上記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位の周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出す工程と、上記周方向固着基準位置を基準とし、 α (deg) を定数とすると、上記取付ネジ部の先端部のうち、プラグ座面がテーパ面である場合には、 $\theta = \alpha - 50 \sim \alpha + 50$ 、プラグ座面が軸方向に垂直であり、上記プラグ座面に当接するガスケットが金属折曲リングガスケットの場合には、 $\theta = \alpha - 90 \sim \alpha + 90$ 、プラグ座面が軸方向に垂直であり、上記プラグ座面に当接するガスケットが中実リングガスケットの場合には、 $\theta = \alpha - 55 \sim \alpha + 55$ 、で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、1または複数の外側電極を固着する工程と、を備えることを特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法である。

10

【0028】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグの製造方法においては、テーパ面のプラグ座面、または軸方向に垂直なプラグ座面から周方向固着基準位置を割り出す工程を備える。さらに、プラグ座面がテーパ面である場合には、この周方向固着基準位置を基準とし、取付ネジ部の先端部のうち、 $\theta = \alpha - 50 \sim \alpha + 50$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極を固着する工程とを備える。また、プラグ座面が軸方向に垂直であり、プラグ座面に当接するガスケットが金属板折曲リングガスケットである場合には、この周方向固着基準位置を基準とし、取付ネジ部の先端部のうち、 $\theta = \alpha - 90 \sim \alpha + 90$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極を固着する工程とを備える。また、プラグ座面が軸方向に垂直であり、プラグ座面に当接するガスケットが中実リングガスケットである場合には、この周方向固着基準位置を基準とし、取付ネジ部の先端部のうち、 $\theta = \alpha - 55 \sim \alpha + 55$ で表される角度範囲を除く、周方向角度範囲内の先端部に、外側電極を固着する工程とを備える。

20

このため、いずれの主体金具においても、外側電極は、周方向固着基準位置を基準として、所定の周方向角度範囲内の先端部に固着される。従って、各シリンダーヘッドのプラグ取付孔に、点火プラグの雄ネジに適合し、かつ、位相が略同一の雌ネジを形成すれば、シリンダーヘッドと点火プラグとの任意の組み合わせにおいて、内燃機関内で外側電極固着部の位置を、所定の角度範囲内に収めることができる。

30

【0029】

なお、周方向固着基準位置を割り出す工程においては、プラグ座面から軸方向に沿う雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位までの距離を測定しつつ、相対的に主体金具を周方向に回転させ、上記特定部位が所定距離になったときの周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出すと良い。このようにすると、特定部位の周方向位置を特定するのに、ネジ山の特定部位を追いながら主体金具を相対的に回転させるので、特定部位のプラグ座面からの距離が直線的に変化（増加・減少）するなかで、所定距離にある特定部位の周方向位置を特定することになり、特定が容易になる。ここで、特定部位の周方向位置と周方向固着基準位置とは、同じになるようにしても、ある周方向角度（例えば90度）だけずれていても良い。

40

また、周方向固着基準位置を割り出す工程においては、プラグ座面から軸方向に所定距離だけ離れた位置での雄ネジのネジ山の形状を観察しつつ、相対的に主体金具を周方向に回転させ、この位置のネジ山の形状が、ネジ山の頂、谷底等の特定部位が観察できる形状となったときの周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出すと良い。このようにすると、周方向固着基準位置を割り出すのに、主体金具を相対的に360度回転させれば足りるからである。ここで、特定部位の周方向位置と周方向固着基準位置とは、同じにな

50

るようにしても、ある周方向角度（例えば90度）だけずれていても良いのは上記と同じである。

【0030】

さらに上記内燃機関用点火プラグの製造方法であって、前記主体金具の前記プラグ座面がテーパ面であり、前記周方向固着基準位置を割り出す工程が、表面と、裏面と、前記雄ネジが遊嵌可能で、上記表面と裏面の間を少なくとも表面に垂直に貫通する貫通孔と、上記貫通孔と裏面とがなす角部に形成され、上記プラグ座面のテーパ面に適合した所定形状の当接テーパ面と、を有する当接具の上記貫通孔に、前記主体金具の取付ネジ部を挿入し、所定圧力で上記プラグ座面と当接テーパ面とを当接させつつ、前記主体金具を回転させ、上記表面から第2の所定距離だけ離れた位置にある前記雄ネジのネジ山の頂、谷底等の特定部位の周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出す工程であることを特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法とするのが好ましい。

10

【0031】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグの製造方法においては、当接具の貫通孔に、主体金具の取付ネジ部を挿入し、所定圧力でプラグ座面と当接具の当接テーパ面とを当接させつつ、主体金具を回転させ、当接具の表面から第2の所定距離だけ離れた位置にあるネジ山の頂、谷底等の特定部位の周方向位置を特定し、周方向固着基準位置を割り出す。

プラグ座面が、テーパ面であるため、プラグ座面を基準として寸法を測定する場合に、基準であるゲージングプレーンが明確にし難いが、当接具を用い、この表面を基準として測定すれば、容易に測定できる。なお、当接具の当接テーパ面を、コニカルシートタイプの点火プラグに用いるシリンダーヘッドハウジングの寸法規格に適合させるようにするとよい。

20

【0032】

さらに、上記内燃機関用点火プラグの製造方法であって、周方向固着基準位置を割り出す工程において、前記プラグ座面と当接テーパ面とを所定圧力で当接させるにあたり、接地電極体で前記主体金具を押圧し、前記外側電極を固着する工程において、上記接地電極体に電流を流して、上記主体金具の取付ネジ部の先端部に、上記外側電極を抵抗溶接することを特徴とする内燃機関用点火プラグの製造方法とするのが好ましい。

【0033】

上記構成を有する本発明の内燃機関用点火プラグの製造方法においては、接地電極体で主体金具を押圧して周方向固着基準位置を割り出し、接地電極体に電流を流して、主体金具の取付ネジ部の先端部に、外側電極を抵抗溶接するので、周方向固着基準位置を割り出した後には、直ちに抵抗溶接によって外側電極を先端部に固着できる。従って、容易にかつ短い時間で主体金具に外側電極が固着でき、量産が可能となる。

30

【0034】

【発明の実施の形態】

（実施形態1）

本発明の実施の形態を図面と共に説明する。

まずその前に、図1に基づき、ネジの形状と位相との関係について説明する。通常のネジは、ネジ径（有効径）やピッチのみで規定される。ところで、ネジの形状は螺旋を描く。つまり、ネジの特定部位、例えばネジ山の頂の座標をたどると、図1に示すように、螺旋を描く。

40

ここで、螺旋形状は一般に、基準平面PLを $x-y(r-\theta)$ 平面とし、これに垂直な軸を z 軸とすると、 $x = r \cdot \cos(\theta + \psi)$ 、 $y = r \cdot \sin(\theta + \psi)$ 、 $z = p(\theta + \psi)$ で表される。ここで、 $r^2 = x^2 + y^2$ 、 θ は x 軸から測った基準平面PL上の角度、 ψ は定数の位相であり、 p はネジのピッチである。この式から判るように、通常のネジの規格において、 r や p は規定されているが、位相 ψ は規定されていないので、螺旋の形状は定まらないことになる。従って、このようなネジを持つ点火プラグとシリンダーヘッドとを組み合わせれば、外側電極固着部の位置は、定まらず、一周360度の範囲内でバ

50

ラックことになる。そこで、以下のように、位相 ψ がある範囲内に限定された雄ネジを持つ点火プラグ、および雌ネジを持つシリンダーヘッドを用いればよい。

【0035】

まず、点火プラグについて説明する。図2に示す、本実施形態の点火プラグ10は、外側電極12が1つのみ形成された、いわゆる1極タイプで、主体金具13の径大本体部13aに設けられたテーパ面を構成するプラグ座面13tによってシールを行ういわゆるコニカルシートタイプのものである。このプラグ10は、中心電極16の周囲を取り囲む絶縁碍子17と、その図中下部を保持する主体金具13とを有し、主体金具13は、径大本体部13a、および雄ネジ(M14×1.25)が形成された取付ネジ部14を備え、取付ネジ部14の先端部14aには、外側電極12の固着部12aが固着されている。この外側電極12は、図2(b)に示すように、固着部12aにおいて、リング状の先端部14aに固着され、その先端は、リングの中心に向かって延び、図2(a)に示すように、略L字状に曲げられて中心電極16と所定の放電ギャップを形成するようにされている。

【0036】

本実施形態のプラグ10は、取付ネジ部14の形成されたネジの位相 ψ と、外側電極14の位置とにある関係を持たせてある。その関係を以下に説明する。

まず、ネジの位相 ψ の代わりに、プラグ座面13tから所定距離にあるネジの特定部位の位置を特定する。位相 ψ は、基準平面PLの取り方によって変わるので、現実のプラグ等においては、基準平面PLを定め、位相 ψ を求めなくとも、ネジの形状と外側電極固着部との相対的な位置関係を決めるだけで、足りるからである。

【0037】

本実施形態のプラグ10はコニカルシートタイプであるので、ISO規格によって、プラグ座面13tからの寸法測定の基準が定められており、具体的には、所定の径D(本例では、 $\phi 14.8\text{ mm}$: ISO 2344:1992(E)参照)を有するゲージングプレーン13gpが基準である。そこで、このゲージングプレーン13gpを基準として、ネジ山の雄ネジの特定部位までの距離Zを測定する。例えば、図3(a)では、ネジ山の2つの斜面の延長面(延長線)が交差するネジ山の頂を算出し、ゲージングプレーン13gpまでの距離Zaを算出する。また、図3(b)では、ネジの谷の2つの斜面の延長面(延長線)が交差するネジの谷底を算出し、ゲージングプレーン13gpまでの距離Zbを算出する。図3(c)では、雄ネジの有効径を測定するときに用いる丸棒状ネジゲージGを2つのネジ山の斜面に当接させ、2つのネジ山の斜面の略中央に相当するゲージGの図中右側の頂部を検出し、2つのネジ山の斜面の中央からゲージングプレーン13gpまでの距離Zcを算出する。このような手法により、基準であるゲージングプレーン13gpからネジの特定部位までの距離Zを測定する。なおこれらの測定においては、画像処理技術によってネジ山の頂や谷底などを求めると容易に算出できる。

【0038】

ここで、この距離Zが所定距離、例えば5mmとなる特定部位の位置、例えば、図3(a)に示すような方法によって測定したネジ山の頂までの距離Zaがちょうど5mmとなる位置が、ネジを周方向に一周(360度)観察することによって、検出できる。この周方向位置Tを基準として、図4に示すように、点火プラグ10の先端側から見て、先端部14aの中心Oとを結ぶ基準線O-Tから、外側電極固着部12aまでの角度 θ を反時計方向に測定する。例えば、外側電極固着部12aが実線で示される位置にある場合には、この固着部12aの周方向角度は、 θ_1 で表される。同様に破線の場合には、 θ_2 で表される。

【0039】

このような測定方法によって、固着部12aの周方向角度 θ (deg)を測定したとき、本実施形態のプラグ10は、いずれも、 $\theta = \alpha + 50 \sim \alpha + 310$ の角度範囲内、即ち、 $\theta = \alpha - 50 \sim \alpha + 50$ の範囲を除く周方向角度範囲内に収まるように、外側電極12が固着されている。ここで、 α は0~360の定数である。従って、外側電極12との関係において、取付ネジ部14に形成された雄ネジは、その位相 ψ がとりうる値(360度

10

20

30

40

50

）のうち、 260 度（ $=310-50=360-(50-(-50))$ ）の範囲に限定された形状となっている。

【0040】

ついで、シリンダーヘッド110について説明する。図5に示すように、このシリンダーヘッド110には、プラグ10を取り付けるためのプラグ取付孔111を備える。この取付孔111の形状は、ISO規格（ISO 2344:1992(E））において与えられた形状とされており、 60 度のテーパ面とされたプラグ取付座113、および取付ネジ部114（本例では、 $M14S \times 1.25$ ）を備える。なお、プラグ取付座113においては、所定の径D（本例では、 $\phi 14.8\text{mm}$ ）となるゲージングプレーン113gpが各寸法の基準とされている。この取付ネジ部の雌ネジは、ネジの呼び（ $M14$ ）およびピッチ（ 1.25 ）のみが与えられているばかりでなく、雌ネジの位相が、各シリンダーヘッド間で略同一に揃えられている。即ち、例えば、この雌ネジを仮想的に延ばしたときに、ゲージングプレーン113gpとネジの特定部分（例えば、ネジ山の頂など）とが交差する位置を見ると、いずれのシリンダーヘッド110に形成された雌ネジについても、略同一の位置で交差するように形成されている。

10

【0041】

ところで、シリンダーヘッド110に、上記プラグ10を取り付けた場合の、締付トルク Tq とプラグの回転角 Ag との関係を調査したところ、図6のようになった。即ち、トルク $10\text{N} \cdot \text{m}$ で締め付けたとき、プラグ10の回転角 Ag は、 $10 \sim 33$ 度の範囲内に分布した。また、同様に、 15 及び $20\text{N} \cdot \text{m}$ では、それぞれ $18 \sim 40$ 度、および $20 \sim 48$ 度の範囲に分布した。適正締付トルク $10 \sim 20\text{N} \cdot \text{m}$ の範囲全体においてみると、回転角 Ag は、 $10 \sim 48$ 度（ 29 ± 19 度）の範囲内に分布し、回転角 Ag のバラツキ $G1$ は、 ± 19 度である。従って、コニカルシートタイプのプラグの回転角のバラツキ $G1$ は、最大 ± 20 度を見込めば足りる。

20

従って、図7（a）に示すように、上記シリンダーヘッド110を備えるエンジン210に、上記プラグ10を取り付けた場合には、回転角 Ag のバラツキ $G1$ も考慮すると、このプラグ10をその先端側から見たとき、外側電極固着部12aの位置は、 $\theta = \alpha + 30(50-20) \sim \alpha + 330(310+20)$ の範囲、つまり、 300 度（ $=330-30=260+20-(-20)$ ）の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部12aが位置することのない、角度にして 60 度（ $=\pm 30$ 度 $=360-300$ ）の特定の範囲が存在することになる。

【0042】

30

そこで、インテークバルブ211から入った混合気が、スワールM2となって図示するように（図中右から左に向かって）流れた場合を考える。ここで、先端側から見て、スワールM2が取付ネジ部先端部14aの中心Oを通る流線 Lm と、先端部14aとの交点のうち上流側の交点Sを基準として、この特定範囲の中心がこの基準線O-Sに重なるように、プラグ10の雄ネジおよびシリンダーヘッド110の雌ネジの位相を選択する。すると、スワールM2と外側電極12の固着部12aとの関係は、図7（b）に示すようになる。即ち、例えば、実線で示す位置に外側電極固着部12aが位置している場合、交点Sを基準として反時計方向に測った径方向角度 θe は、 $\theta e1(=180$ 度）で表される。また同様に、破線で示す位置の場合には、それぞれ $\theta e2$ 、 $\theta e3$ となる。しかし、基準線O-Sを中心として ± 30 度の範囲（O-U2～O-U1）内には、外側電極固着部12aが位置せず、 $\theta(deg)=30 \sim 330$ の範囲内に限定される。

40

従って、前記したように（図23参照）、外側電極固着部12aがスワールM2の上流側に位置しないので、スワールM2の流れを妨害することが無く、外側電極12と中心電極16との間の放電領域での放電で、確実にスワールM2に着火させることができる。このため、薄い混合気（高いA/F値）でもエンジン210を駆動することができ、燃費を向上させることができる。

【0043】

（実施形態2）

ついで、第2の実施の形態として、図8に示す、対向する2つの外側電極22A、Bを有する2極コニカルシートタイプのプラグ20の場合について説明する。本実施形態は、

50

上記実施形態 1 に比較して、外側電極が 2 つ (2 2 A , B) になり、しかも、これらが互いに 1 8 0 度ずれた位置にある点のみ異なるので、異なる部分について説明し、同様な部分は省略する。

このような 2 極のプラグにおいても、実施形態 1 と同様に、ゲージングプレーン 1 3 g p を基準に、取付ネジ部 1 4 の雄ネジの特定部位 (例えば、ネジ山の頂) までの距離 Z ($Z a$) が、所定距離 (例えば、5 mm) となる周方向位置 T を見つけだす。ついで、この周方向位置 T を基準として、図 9 に示すように、点火プラグ 2 0 の先端側から見て、先端部 1 4 a の中心 O とを結ぶ基準線 $O - T$ から、外側電極固着部 2 2 A a までの角度 θ を反時計方向に測定する。

【 0 0 4 4 】

10

このような測定方法によって、固着部 2 2 A a , 2 2 B a の周方向角度 θ (d e g) を測定したとき、本実施形態のプラグ 2 0 は、いずれも、 $\theta = \alpha + 5 0 \sim \alpha + 3 1 0$ の角度範囲内に収まるようにされている。従って、外側電極固着部 2 2 A a の周方向角度 θ は、 $\theta = \alpha + 5 0 \sim \alpha + 1 3 0$ の周方向角度範囲内に、対向する他方の外側電極固着部 2 2 B a が、 $\theta = \alpha + 2 3 0 \sim 3 1 0$ の周方向角度範囲内に収まるように、外側電極 2 2 A , 2 2 B が固着されている。ここで、 α は 0 ~ 3 6 0 の定数である。従って、外側電極 2 2 A , 2 2 B との関係において、取付ネジ部 1 4 に形成された雄ネジは、その位相 ψ がとりうる値 (3 6 0 度) のうち、5 0 ~ 1 3 0 度および 2 3 0 ~ 3 1 0 度の範囲に限定された形状となっている。

【 0 0 4 5 】

20

上記した点火プラグ 2 0 を、実施形態 1 において用いたシリンダーヘッド 1 1 0 を備えるエンジン 2 1 0 に取り付けた場合、適正締付トルク 1 0 ~ 2 0 N · m に見込まれる回転角 $A g$ のバラツキ $G 1$ (最大 $\pm 2 0$ 度、図 6 参照) も考慮すると、このプラグ 2 0 をその先端側から見たとき、外側電極固着部 2 2 A a , 2 2 B a の位置は、それぞれ、 $\theta = \alpha + 3 0 (5 0 - 2 0) \sim \alpha + 1 5 0 (1 3 0 + 2 0)$ 度、および $\alpha + 2 1 0 (2 3 0 - 2 0) \sim \alpha + 3 3 0 (3 1 0 + 2 0)$ 度の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部 2 2 A a , 2 2 B a が位置することのない、角度にして 6 0 度 ($= \pm 3 0$ 度 $= 3 0 (3 9 0) - 3 3 0 , 2 1 0 - 1 5 0$) の特定の範囲が 2 つ存在することになる。

【 0 0 4 6 】

30

そこで、図 7 (b) に示すように、スワール $M 2$ が取付ネジ部先端部 1 4 a の中心 O を通る流線 $L m$ と、先端部 1 4 a との交点のうち上流側の交点 S を基準として、この特定範囲の中心がこの基準線 $O - S$ に重なるように、プラグ 2 0 の雄ネジおよびシリンダーヘッド 1 1 0 の雌ネジの位相を選択する。すると、基準線 $O - S$ を中心として $\pm 3 0$ 度の範囲内 ($O - U 2 \sim O - U 1$) 内には、外側電極固着部 2 2 A a , 2 2 B a が位置しない。

従って、本実施形態 2 においても、前記したように (図 2 4 参照) 、外側電極固着部 2 2 A a , 2 2 B a a がスワール $M 2$ の上流側に位置しないので、スワール $M 2$ の流れを妨害することが無く、外側電極 2 2 A , B と中心電極 1 6 との間の放電領域での放電で、確実にスワール $M 2$ に着火させることができる。このため、薄い混合気 (高い A / F 値) でもエンジン 2 1 0 を駆動することができ、燃費を向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

40

(実施形態 3)

ついで、第 3 の実施の形態として、図 1 0 に示す、1 つの外側電極 1 2 を有する 1 極フラットシートタイプのプラグ 3 0 の場合について説明する。本実施形態は、上記実施形態 1 に比較すると、テーパ面のプラグ座面 1 3 t ではなく、径大本体部 1 3 a の図中下端が、軸に垂直で平坦なプラグ座面 3 3 f p とされ、図 1 1 (a) に示すように、シリンダーヘッド 1 3 0 との間に、金属板を折り曲げて形成した金属板折曲リングガスケット 3 5 を介在させてシールするものである。従って、ゲージングプレーン 1 3 g p を基準とせず、プラグ座面 3 3 f p を基準とする点、および、プラグ座面 (テーパ面) 1 3 t で直接シールせず、ガスケット 3 5 をプラグ座面 3 3 f p に当接させる点でのみ異なり、特にプラグ 3 0 の先端部における取付ネジ部先端部 1 4 a や外側電極 1 2 の形状は、実施形態 1 と同

50

様であるので、異なる部分について説明し、同様な部分は省略する。

【0048】

上記実施形態1と同様に、ネジの位相 ψ を求めるのではなく、プラグ座面を基準としてネジの特定部位までの距離と測るのであるが、上記実施形態1とは異なり、図12に示すように、径大本体部13aの下端のプラグ座面33fpを基準として測定する。なお、特定部位までの距離として、図12(a)ではネジ山の頂までの距離 Z_a 、図12(b)ではネジの谷底までの距離 Z_b 、図12(c)ではゲージGの図中右側の頂部までの距離 Z_c を測定する様子を示す。

このようにして、実施形態1と同様に、プラグ座面33fpを基準に、取付ネジ部14の雄ネジの特定部位(例えば、ネジ山の頂)までの距離 Z (例えば、 Z_a)が、所定距離(例えば、5mm)となる周方向位置 T (図4参照)を見つけた。ついで、この周方向位置 T を基準として、点火プラグ30の先端側から見て、先端部14aの中心 O とを結ぶ基準線 $O-T$ から、外側電極固着部12aまでの角度 θ を反時計方向に測定する。

【0049】

このような測定方法によって、固着部12aの周方向角度 θ (deg)を測定したとき、本実施形態のプラグ30は、いずれも、 $\theta = \alpha + 90 \sim \alpha + 270$ の角度範囲内に収まるように、外側電極12が固着されている。ここで、 α は $0 \sim 360$ の定数である。従って、外側電極12との関係において、取付ネジ部14に形成された雄ネジは、その位相 ψ がとりうる値(360度)のうち、 $90 \sim 270$ 度の範囲に限定された形状となっている。

【0050】

図11(a)に示すように、規格(ISO 1919:1988(E))によって定められた形状のプラグ取付孔を有するシリンダーヘッド130を用意し、これを備えるエンジン230に、上記した点火プラグ30を取り付ける。この場合、本実施形態では、Fe製の金属板折曲リングガスケット35を用いているので、締付トルク T_q とプラグの回転角 A_g との関係を調査すると、は、ネジがM14Sの場合、図12のようになった。ここで、シリンダーヘッドがアルミ製の場合の適正トルクは $20 \sim 30 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、鋳鉄製の場合は $20 \sim 40 \text{ N} \cdot \text{m}$ とされているので(ISO 1919:1988(E))、その幅の大きな方の適正締付トルク $20 \sim 40 \text{ N} \cdot \text{m}$ の範囲において、回転角 A_g は、 $160 \sim 275 (217.5 \pm 57.5)$ 度の範囲内に分布する。つまり、バラツキ $G3a$ は、 ± 57.5 度である。また、この他に、現在実用化されているM12S、M10Sの雄ネジをもつプラグについてもそれぞれ調査すると、適正締付トルク $10 \sim 15$ および $15 \sim 25 \text{ N} \cdot \text{m}$ の範囲で、回転角 A_g は、それぞれ $190 \sim 266$ 度(228 ± 38 度)及び $170 \sim 279$ 度(224.5 ± 54.5 度)の範囲内に分布した。つまり、バラツキ $G3b$ 、 $G3c$ は、それぞれ ± 38 度、および 54.5 度である。従って、これらのバラツキ $G3a$ 、 $G3b$ 、 $G3c$ の大きさから考えて、金属板折曲リングガスケット35を用いた場合には、回転角 A_g のバラツキ $G3$ は、最大 ± 60 度を見込めば足りる。

【0051】

そこで、この回転角 A_g のバラツキ $G3$ (最大 ± 60 度)も考慮すると、このプラグ30をその先端側から見たとき、外側電極固着部12aの位置は、それぞれ、 $\theta = \alpha + 30 (90-60) \sim \alpha + 330 (270+60)$ 度の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部12aが位置することのない、角度にして 60 度($= \pm 30 \text{ 度} = 30(390)-330$)の特定の範囲が存在することになる。

【0052】

そこで、図11(b)に示すように、スワールM2が取付ネジ部先端部14aの中心 O を通る流線 L_m と、先端部14aとの交点のうち上流側の交点 S を基準として、この特定範囲の中心がこの基準線 $O-S$ に重なるように、プラグ30の雄ネジおよびシリンダーヘッド130の雌ネジの位相を選択する。すると、基準線 $O-S$ を中心として ± 30 度の範囲内($O-U2 \sim O-U1$)内には、外側電極固着部12aが位置しない。

従って、前記したように(図23参照)、外側電極固着部12aがスワールM2の上流

10

20

30

40

50

側に位置しないので、スワールM2の流れを妨害することが無く、外側電極12と中心電極16との間の放電領域での放電で、確実にスワールM2に着火させることができる。このため、薄い混合気でもエンジン210を駆動することができ、燃費を向上させることができる。

【0053】

(実施形態4)

ついで、第4の実施の形態として、図14に示す、2つの外側電極22A, Bを有する2極フラットシートタイプのプラグ40の場合について説明する。本実施形態は、上記実施形態3と同様に、径大本体部13aの図中下端が、軸に垂直なプラグ座面33fpとされ、シリンダーヘッド130(図11(a)参照)との間に、金属板折曲リングガスケット35を介在させてシールするものである。一方、プラグ40の先端部分は、上記実施形態2と同様に、外側電極を2つ(42A, 42B)有するが、これらが互いに90度ずれた位置にある点で異なるので、実施形態2および3と異なる部分を中心に説明し、同様な部分は省略する。

【0054】

本実施形態も実施形態3と同様に、径大本体部13aの下端のプラグ座面33fpを基準として特定部位までの距離を測定する(図12参照)。即ち、プラグ座面33fpを基準に、取付ネジ部14の雄ネジの特定部位(例えば、ネジ山の頂)までの距離Z(例えば、Za)が、所定距離(例えば、5mm)となる周方向位置Tを見つけだす。ついで、この周方向位置Tを基準として、図9に示すように、点火プラグ40の先端側から見て、先端部14aの中心Oとを結ぶ基準線O-Tから、外側電極固着部42Aa, 42Baまでの角度θを反時計方向に測定する。

【0055】

このような測定方法によって、固着部42Aa, 42Baの周方向角度θ(deg)を測定すると、上記実施形態3と同様に、固着部42Aa, 42Baはいずれも、 $\theta = \alpha + 90 \sim \alpha + 270$ の角度範囲内に収まるようにされている。つまり、固着部42Aaは、 $\theta = \alpha + 90 \sim \alpha + 180$ の角度範囲内に収まり、他方の外側電極固着部42Baは、 $\theta = \alpha + 180 \sim \alpha + 270$ の周方向角度範囲内に収まるように、外側電極42A, 42Bが固着されている。ここで、αは0~360の定数である。従って、外側電極42A, 42Bとの関係において、取付ネジ部14に形成された雄ネジは、その位相ψがとりうる値(360度)のうち、90度の範囲に限定された形状となっている。

【0056】

図11(a)に示すように、上記した点火プラグ40を、実施形態3において用いたシリンダーヘッド130を備えるエンジン230に取り付けた場合、実施形態3と同様に、Fe製の金属板折曲リングガスケット35を用いているので、図12に示す結果から、回転角AgのバラツキG3は、最大±60度見込まれる。そこで、この回転角AgのバラツキG3(最大±60度)も考慮すると、このプラグ40をその先端側から見たとき、外側電極固着部42Aa, 42Baの位置は、それぞれ、30(90-60)~240(180+60)度、および120(180-60)~330(270+60)度の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部42Aa, 42Baが位置することのない、角度にして60度(=±30度=30(390)-330)の特定の範囲が存在することになる。

【0057】

そこで、図11(b)に示すように、スワールM2が取付ネジ部先端部14aの中心Oを通る流線Lmと、先端部14aとの交点のうち上流側の交点Sを基準として、この特定範囲の中心がこの基準線O-Sに重なるように、プラグ20の雄ネジおよびシリンダーヘッド130の雌ネジの位相を選択する。すると、基準線O-Sを中心として±30度の範囲内(O-U2~O-U1)内には、外側電極固着部42Aa, 42Baが位置しない。

従って、前記したように(図24参照)、外側電極固着部42Aa, 42BaがスワールM2の上流側に位置しないので、スワールM2の流れを妨害することが無く、外側電極42A, 42Bと中心電極16との間の放電領域での放電で、確実にスワールM2に着火

10

20

30

40

50

させることができる。このため、高いA/F値までエンジン230を駆動することができる、燃費を向上させることができる。

【0058】

(実施形態5)

ついで、第5の実施の形態として、図15に示す、1つの外側電極12を有する1極フラットシートタイプのプラグ50の場合について説明する。本実施形態は、上記実施形態3と比較すると、軸に垂直で平坦なプラグ座面33fpに当接するリングガスケットが中実リングガスケット55となっている点で異なっているものである。従って、プラグ50の先端部における取付ネジ部先端部14aや外側電極12の形状は、実施形態3と同様であるので、異なる部分について説明し、同様な部分は省略する。

10

【0059】

実施形態3において、図11を参照して説明したのと同様に、プラグ座面33fpを基準に、取付ネジ部14の雄ネジの特定部位(例えば、ネジ山の頂)までの距離Z(例えば、Za)が、所定距離(例えば、5mm)となる周方向位置T(図4参照)を見つけ出す。ついで、この周方向位置Tを基準として、点火プラグ30の先端側から見て、先端部14aの中心Oとを結ぶ基準線O-Tから、外側電極固着部12aまでの角度θを反時計方向に測定する。

【0060】

このような測定方法によって、固着部12aの周方向角度θ(deg)を測定したとき、本実施形態のプラグ50は、いずれも、 $\theta = \alpha + 55 \sim \alpha + 305$ の角度範囲内に収まるように、外側電極12が固着されている。ここで、αは0~360の定数である。従って、外側電極12との関係において、取付ネジ部14に形成された雄ネジは、その位相ψがとりうる値(360度)のうち、55~305度の範囲に限定された形状となっている。

20

【0061】

図11(a)に示すように、規格(ISO 1919:1988(E))によって定められた形状のプラグ取付孔を有するシリンダーヘッド130を用意し、これを備えるエンジン250に、上記した点火プラグ50を取り付ける。この場合、本実施形態では、上記実施形態3,4で用いた中空の金属板折曲リングガスケットと異なり、Cu製中実リングガスケット55を用いているので、締付トルクTqとプラグの回転角Agを調査すると、ネジがM14Sの場合、図16のようになる。ここで、シリンダーヘッドがアルミ製の場合の適正トルクは20~30N・m、鋳鉄製の場合は20~40N・mとされているので(ISO 1919:1988(E))、その幅の大きな方の適正締付トルク20~40N・mの範囲において、回転角Agは、バラツキも含めて15~57(36±21)度の範囲内に分布する。つまり、回転角のバラツキG5aは、±21度である。

30

また、この他に実用化されているM12S, M10Sの雄ネジを持つプラグについても、同様に調査すると、適正締付トルク10~15、15~25N・mの範囲で、回転角Agは、16~57(36.5±20.5)度、および18~62(40±22)度の範囲に分布した。つまり、回転角のバラツキG5b、G5cは、それぞれ±20.5度、および±22度である。したがって、これらのバラツキG5a, G5b, G5cの値から、中実リングガスケットを用いた場合の回転角AgのバラツキG5は、最大±25度を見込めば足りる。

40

【0062】

そこで、この回転角AgのバラツキG5(最大±25度)も考慮すると、このプラグ50をその先端側から見たとき、外側電極固着部12aの位置は、それぞれ、 $\theta = \alpha + 30$ (55-25)~ $\alpha + 330$ (305+25)度の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部12aが位置することのない、角度にして60度(=±30度=30(390)-330)の特定の範囲が存在することになる。

【0063】

そこで、図11(b)に示すように、スワールM2が取付ネジ部先端部14aの中心Oを通る流線Lmと、先端部14aとの交点のうち上流側の交点Sを基準として、この特定

50

範囲の中心がこの基準線 $O-S$ に重なるように、プラグ 50 の雄ネジおよびシリンダーヘッド 130 の雌ネジの位相を選択する。すると、基準線 $O-S$ を中心として ± 30 度の範囲内 ($O-U2 \sim O-U1$) 内には、外側電極固着部 12a が位置しない。

従って、前記したように (図 23 参照)、外側電極固着部 12a がスワール M2 の上流側に位置しないので、スワール M2 の流れを妨害することが無く、外側電極 12 と中心電極 16 との間の放電領域での放電で、確実にスワール M2 に着火させることができる。このため、薄い混合気でもエンジン 250 を駆動することができ、燃費を向上させることができる。

【0064】

(実施形態 6)

ついで、第 6 の実施の形態として、図 17 に示す、対向する 2 つの外側電極 22A, B を有する 2 極フラットシートタイプのプラグ 60 の場合について説明する。本実施形態は、上記実施形態 5 と同様に、径大本体部 13a の図中下端が、軸に垂直なプラグ座面 33fp とされ、シリンダーヘッド 130 との間に、中実 O リングガスケット 55 を介在させてシールするものである。一方、プラグ 60 の先端部分は、上記実施形態 2 と同様に、外側電極が 2 つ (22A, 22B) になり、しかも、これらが互いに 180 度ずれた位置にあるので、実施形態 2 および 5 と異なる部分を中心に説明し、同様な部分は省略する。

【0065】

本実施形態も実施形態 3 ~ 5 と同様に、径大本体部 13a の下端のプラグ座面 33fp を基準として特定部位までの距離を測定する (図 12 参照)。即ち、プラグ座面 33fp を基準に、取付ネジ部 14 の雄ネジの特定部位 (例えば、ネジ山の頂) までの距離 Z (例えば、 Za) が、所定距離 (例えば、 5 mm) となる周方向位置 T を見つけた。ついで、この周方向位置 T を基準として、図 9 に示すように、点火プラグ 60 の先端側から見て、先端部 14a の中心 O とを結ぶ基準線 $O-T$ から、いずれか一方の外側電極固着部 22Aa までの角度 θ を反時計方向に測定する。

【0066】

このような測定方法によって、固着部 22Aa の周方向角度 θ (deg) を測定すると、固着部 22Aa は、 $\theta = \alpha + 55 \sim \alpha + 125$ の角度範囲内に収まり、他方の外側電極固着部 22Ba は、 $\theta = \alpha + 235 \sim \alpha + 305$ の周方向角度範囲内に収まるように、外側電極 22A, 22B が固着されている。ここで、 α は $0 \sim 360$ の定数である。従って、外側電極 22A, 22B との関係において、取付ネジ部 14 に形成された雄ネジは、その位相 ψ がとりうる値 (360 度) のうち、 $55 \sim 125$ 度および $235 \sim 305$ 度の範囲に限定された形状となっている。

【0067】

図 11 (a) に示すように、上記した点火プラグ 60 を、実施形態 5 において用いたシリンダーヘッド 130 を備えるエンジン 250 に取り付けた場合、実施形態 5 と同様に、Cu 製の中実 O リングガスケット 55 を用いているので、図 16 に示す結果から、回転角 Ag のバラツキ $G5$ は、最大 ± 25 度と見込まれる。そこで、この回転角 Ag のバラツキ $G5$ (最大 ± 25 度) も考慮すると、このプラグ 60 をその先端側から見たとき、外側電極固着部 22Aa, 22Ba の位置は、それぞれ、 $30(55-25) \sim 150(125+25)$ 度、および $210(235-25) \sim 330(305+25)$ 度の周方向角度範囲内に収まる。即ち、一周のうち、外側電極固着部 22Aa, 22Ba が位置することのない、角度にして 60 度 ($= \pm 30$ 度 $= 30(390) - 330, 210 - 150$) の特定の範囲が 2 つ存在することになる。

【0068】

そこで、図 11 (b) に示すように、スワール M2 が取付ネジ部先端部 14a の中心 O を通る流線 Lm と、先端部 14a との交点のうち上流側の交点 S を基準として、この特定範囲の中心がこの基準線 $O-S$ に重なるように、プラグ 60 の雄ネジおよびシリンダーヘッド 130 の雌ネジの位相を選択する。すると、基準線 $O-S$ を中心として ± 30 度の範囲内 ($O-U2 \sim O-U1$) 内には、外側電極固着部 22Aa, 22Ba が位置しない。

従って、前記したように (図 23 参照)、外側電極固着部 22Aa, 22Ba がスワ

10

20

30

40

50

ールM2の上流側に位置しないので、スワールM2の流れを妨害することが無く、外側電極22A, Bと中心電極16との間の放電領域での放電で、確実にスワールM2に着火させることができる。このため、薄い混合気でもエンジン250を駆動することができ、燃費を向上させることができる。

【0069】

ついで、上記各実施形態で示した点火プラグ10～60の製造方法について説明する。上記点火プラグ10等は、通常の点火プラグと同様の製法で製造され、外側電極12、22A, 22B, 42A, 42Bを主体金具13の取付ネジ部先端部14aに固着する工程のみ異なるので、異なる部分のみ説明する。まず、コニカルシートタイプの点火プラグ10, 20(実施形態1, 2)について説明する。

10

コニカルシートタイプの場合には、上記したように寸法の基準となるゲージングプレーン13gpを簡便に得にくいため、まず、図18(a)に示すように、表面Jaおよびこれに平行な裏面Jbを備え、貫通孔Jhがこの表・裏面Ja, Jb間を垂直に貫通し、貫通孔Jhと裏面Jbとの角部に、当接テーパ面Jtが形成された当接具Jを用意する。この当接テーパ面Jtは、前述したテーパ面のプラグ座面13tに適合した形状に形成され、具体的には、前述したコニカルシートタイプのプラグの規格(例えば、ISO 2344:1992(E))に準じたテーパ面の形状に形成されている。従って、所定の直径D(例えば、14.8mm)を有するゲージングプレーンJgpを基準として寸法を測定することができ、ゲージングプレーンJgpから表面Jaまでの距離は、Z0とされている。

【0070】

20

この当接具Jの裏面Jb側から、図18(b)に示す、取付ネジ部14が形成された主体金具13を挿入する(図18(c)参照)。この取付ネジ部14の雄ネジは、例えば、転造によって形成され、ネジ形成後、主体金具は、通箱等に集積されるので、雄ネジの位相は定まっていない。当接具Jの貫通孔Jhの直径は、主体金具13の取付ネジ部14のネジ外径よりもやや大きくされているため、取付ネジ部14が遊嵌状に挿入でき、テーパ面となっているプラグ座面13tと当接具Jの当接テーパ面Jtとが当接したところで止まる。これにより、当接具JのゲージングプレーンJgpと主体金具13のゲージングプレーン13gpとが一致する。

【0071】

ついで、図19(a)に示すように、図中下方から、主体金属13内部にCuからなる接地電極体Kを挿入し、図中上方に押し上げて、プラグ座面13tと当接具Jの当接テーパ面Jtとを所定圧力で当接させる。圧力を掛けて両者を当接させるのは、実際にシリンダーヘッド110のプラグ取付孔111に取り付けた場合の圧力に近似した状態で外側電極12の固着部位を決定するため、および、後述する抵抗溶接において、接地電極体Kと主体金具13との間の接触抵抗をできるだけ低くするためである。

30

接地電極体Kを挿入後、接地電極体Kを軸方向(図中上下方向)に回転させる。すると、図19(b)に示すように、取付ネジ部14は、回転に従って、そのネジ山が、実線で示した状態から破線で示す状態に移動するので、あるネジ山の頂を観察すると、実線で示す状態では、表面Jaからの距離Z1が、Z11であったのに対し、破線で示す状態になると、Z12に変化する。そこで、例えば、Z0 = 3mmの当接具Jを用いた場合、ちょうど距離Z1 = 2mmとなる位置で、接地電極体Kや主体金具13の回転を停止させる。これにより、ゲージングプレーン13gpから計測すると、Z0 + Z1 = 3 + 2 = 5mmの距離にあるネジ山の頂が検出できたことになる。従って、このようにして、ゲージングプレーン13gpから所定距離(ここでは5mm)にあるネジの特定部位(本例ではネジ山の頂)を検出すれば、常に、各主体金具13のネジの位相を揃えた状態で主体金具13の回転を停止させることができる。

40

【0072】

ついで、図19(c)に示すように、停止した状態の主体金具13の取付ネジ部先端部14aに、外側電極12の一端(図中下端)を当接させ、スイッチSWを投入して直流電源Edcから大電流を流し、抵抗溶接によって、先端部14aに外側電極12を固着させ

50

る。２極の場合には、１８０度ずれた位置にも外側電極２２（２２Ａ，２２Ｂ）を固着する。このように、接地電極体Ｋで主体金具１３を押し上げたので、回転の停止後、直ちに外側電極１２を溶接でき、ピースタイムを短くして、量産をすることができる。なお、外側電極１２を、回転を停止させた状態の主体金具１３の先端部１４ａに対して、常に略同一の位置（例えば、図１９（ｃ）では、図中左端）で固着すれば足りる。

【００７３】

その他、図１９（ｄ）に示すように、常に所定の高さＺ１（例えばＺ１＝２ｍｍ）におけるネジの形状を観察すると、回転に従って、実線で示すようにネジの谷となったり、破線で示すようにネジ山の頂となったり形が変化するので、特定部位、例えば、ネジ山の頂の形状となったときに、接地電極体Ｋや主体金具１３の回転を停止させても良い。このよう

10

にした場合には、多くとも１回転の間に、所望の形状となるので、検出が早い利点がある。

このようにして、外側電極１２を固着した主体金具１３は、以降、通常のプラグの組立工程を経て、プラグ１０，２０となる。

【００７４】

上記では、コニカルシートタイプのプラグを用いて説明したが、フラットシートタイプのプラグ３０，４０，５０，６０の場合には、基準となるプラグ座面３３ｆｐが明確であるので、上記した当接具Ｊのごとき補助具は不要である。従って、プラグ座面３３ｆｐから直接、コニカルシートタイプの場合と同様に、所定距離（例えば、５ｍｍ）にあるネジの特定部位（例えば、ネジ山の頂）を検出すれば、常に、各主体金具１３のネジの位相を揃えた状態で主体金具１３の回転を停止させることができる。以降は、上記と同様にして、外側電極１２を抵抗溶接によって固着すればよい。

20

なお、当接テーパ面Ｊｔを形成しない当接具を補助的に用いて、プラグ座面３３ｆｐと裏面とを当接させ、表面からの高さを測定しても良いことは明らかである。

【００７５】

ついで、上記各実施形態で示したシリンダーヘッドの製造方法について説明する。上記シリンダーヘッド１１０、１３０は、通常のシリンダーヘッドと同様の製法で製造され、プラグ取付孔１１１の取付ネジ部１１４の形成方法のみ異なるだけであるので、異なる部分のみ説明する。まず、コニカルシートタイプのプラグ１０，２０に適合するシリンダーヘッド１１０について説明する。

30

まず、公知の手法によって、図２０（ａ）に示すように、鋳鉄製のシリンダーヘッド１１０を形成する。このシリンダーヘッド１１０には、前記したように、規格に基づくプラグ取付孔１１１が形成されている。但し、プラグ取付ネジ部１１４のみ形成されておらず、その下孔１１４ａのみ形成されて状態である。雌ネジを形成するには、シリンダーヘッド１１０を固定し、バイトＨをその軸を中心に回転させながら１回転毎に所定ピッチ（本例では、１．２５ｍｍ）ずつ図中左側に向けて送り、下孔１１４ａを切削して、雌ネジを形成する。

【００７６】

この際、図２０（ｂ）に示すように、テーパ面のプラグ取付座１１３の所定径Ｄ（本例では、１４．８ｍｍ）となるゲージングプレーン１１３ｇｐから、例えば、ちょうどバイトＨの刃先Ｈａが図中下向きとなったときの刃先Ｈａまでの距離Ｆを一定値（例えば、１０ｍｍ）とし、この状態から、バイトＨを回転させると共に、回転に同期させて１回転当たり１ピッチの速度でバイトＨを図中左方向に送る。すると、いずれのシリンダーヘッド１１０においても、下孔１１４ａには、ゲージングプレーン１１３ｇｐを基準としたときに、一定の位相を持つ螺旋形状の雌ネジが形成されることになる（図５参照）。

40

【００７７】

上記では、コニカルシートタイプのプラグに適合するシリンダーヘッド１１０の製造方法について説明したが、フラットシートタイプのプラグ３０，４０，５０，６０に適合するシリンダーヘッド１３０の場合には、基準となるプラグ取付座を基準として、同様に雌ネジを形成すればよい。

50

なお、雌ネジの製造方法は、ネジの位相を各シリンダーヘッド間で略同一にできれば、公知の手法のいずれを用いても良い。

【 0 0 7 8 】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

例えば、上記実施形態 1, 2, 3, 5, 6 では、外側電極が 1 極および対向する 2 極のプラグを示したが、実施形態 4 にも示すように、外側電極の数および位置はこれに限定されるものではない。例えば、回転角 A_g のバラツキが ± 30 度 (図 6 参照) の実施形態 1, 2 と同様なコニカルシートタイプのプラグにおいて、図 21 に示すように、互いに 90 度ずつずれて形成された 3 つの外側電極 72A, 72B, 72C を備える 3 極のプラグ 70 を用いても良い。

10

いずれにしても、プラグ 70 をエンジンに取り付けたときに、取付時の回転角のバラツキも考慮した上で、スワール M2 が取付ネジ部先端部 14a の中心 O を通る流線 Lm と、先端部 14a との交点のうち上流側の交点 S を基準として、この基準線 O-S を中心とする ± 30 度の範囲 (O-U2 から O-U1 内) に、各外側電極固着部 72Aa, 72Ba, 72Ca 等が入らないで、 $30 \sim 330$ 度の角度範囲内に位置するようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 ネジの螺旋と位相との関係を説明する説明図である。

【図 2】 実施形態 1 にかかる 1 極コニカルシートタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

20

【図 3】 実施形態 1 にかかるプラグにおいて、プラグ座面 13t のゲージングプレーン 13gp からネジの各部位までの距離を測る様子を示す説明図であり、(a) はネジ山の頂、(b) はネジの谷底、(c) は 2 つのネジ山の斜面の中央、までの距離を測る様子を示す。

【図 4】 点火プラグの外側電極固着部の周方向角度位置を計測する方法を示す説明図である。

【図 5】 シリンダーヘッドのプラグ取付孔の形状を示す説明図である。

【図 6】 コニカルシートタイプのプラグをシリンダーヘッドに取り付けたときの、締付トルクと回転角との関係を示すグラフである。

30

【図 7】 シリンダーヘッドを有するエンジンに点火プラグを取り付けた状態を示す説明図であり、(a) は縦方向の部分破断断面図であり、(b) は点火プラグをその先端側から見た図である。

【図 8】 実施形態 2 にかかる 2 極コニカルシートタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

【図 9】 実施形態 2 にかかる点火プラグの外側電極固着部の周方向角度位置を計測する方法を示す説明図である。

【図 10】 実施形態 3 にかかる金属板折曲リングガasketを備える 1 極フラットシートタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図、およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

40

【図 11】 シリンダーヘッドを有するエンジンに点火プラグを取り付けた状態を示す説明図であり、(a) は縦方向の部分破断断面図であり、(b) は点火プラグをその先端側から見た図である。

【図 12】 実施形態 3 にかかるプラグにおいて、プラグ座面 33fp からネジの各部位までの距離を測る様子を示す説明図であり、(a) はネジ山の頂、(b) はネジの谷底、(c) は 2 つのネジ山の斜面の中央、までの距離を測る様子を示す。

【図 13】 金属板折曲リングガasketを備えるフラットシートタイプのプラグをシリンダーヘッドに取り付けたときの、締付トルクと回転角との関係説明を示すグラフである。

【図 14】 実施形態 4 にかかる金属板折曲リングガasketを備える 2 極フラットシ

50

トタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図、およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

【図 1 5】 実施形態 5 にかかる中実 O リングガスケットを備える 1 極フラットシートタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図、およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

【図 1 6】 中実 O リングガスケットを備えるフラットシートタイプのプラグをシリンダーヘッドに取り付けたときの、締付トルクと回転角との関係解明を示すグラフである。

【図 1 7】 実施形態 6 にかかる中実 O リングガスケットを備える 2 極フラットシートタイプの点火プラグの形状を示す部分破断断面図、およびプラグ先端近傍のみを示す底面図である。

【図 1 8】 主体金具の周方向固着基準位置を割り出す工程のうち、当接具の貫通孔に主体金具の取付ネジ部を挿入するまでを示す説明図であり、(a) は当接具の断面図を、(b) は主体金具のうちの先端部近傍の断面図を、(c) は当接具の貫通孔に主体金具の取付ネジ部を挿入した状態の断面図を示す。

【図 1 9】 主体金具の周方向固着基準位置を割り出す工程および外側電極を溶接する工程のうち、(a) 当接具に挿入された主体金具を回転させる状態を、(b) (d) は回転させた状態でネジの特定部位を検出する様子を、(c) は先端部に外側電極を溶接する様子を示す説明図である。

【図 2 0】 シリンダーヘッドのプラグ取付孔の下孔に雌ネジを形成する状態を示す説明図である。

【図 2 1】 他の実施形態の点火プラグのうち、プラグ先端近傍のみを示す底面図である。

【図 2 2】 エンジンおよび点火プラグと混合気の流れ (スワール) の関係を示す説明図である。(a) はシリンダーの下方から見た状態、(b) は点火プラグとスワールとの関係を示す。

【図 2 3】 1 極点火プラグとスワールとの関係を説明する説明図であり、(a) はスワールと外側電極との角度 θ を説明する説明図であり、(b) は角度 θ を変えた場合に、限界 A / F 値の変化を示すグラフである。

【図 2 4】 2 極点火プラグとスワールとの関係を説明する説明図であり、(a) はスワールと外側電極との角度 θ を説明する説明図であり、(b) は角度 θ を変えた場合に、限界 A / F 値の変化を示すグラフである。

【符号の説明】

1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0	点火プラグ
1 2 , 2 2 A , 2 2 B , 4 2 A , 4 2 B	外側電極
1 2 a , 2 2 A a , 2 2 B a , 4 2 A a , 4 2 B a	固着部
1 3	主体金具
1 3 a	径大本体部
1 3 t , 3 3 f p	プラグ座面
1 3 g p , 1 1 3 g p , J g p	ゲージングプレーン
1 4	取付ネジ部
1 4 a	先端部
1 6	中心電極
1 7	絶縁碍子
1 1 0 , 1 3 0	シリンダーヘッド
1 1 1	プラグ取付孔
1 1 3	プラグ取付座
1 1 4	プラグ取付ネジ部
2 1 0 , 2 3 0 , 2 5 0	エンジン

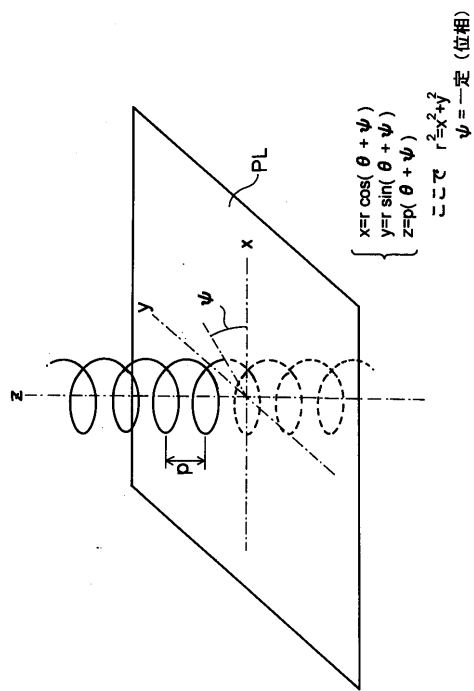
10

20

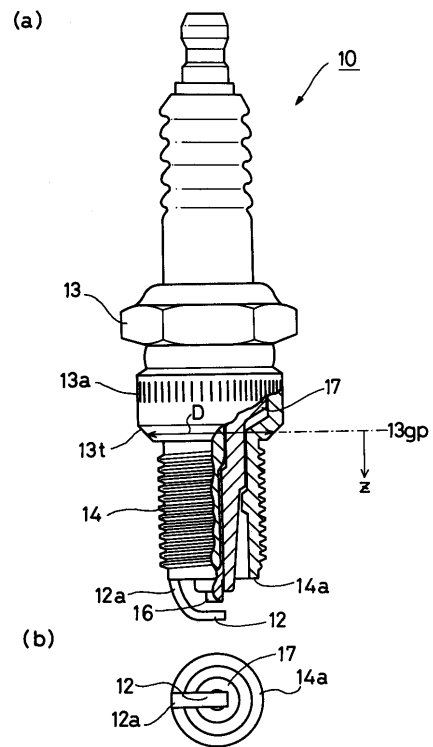
30

40

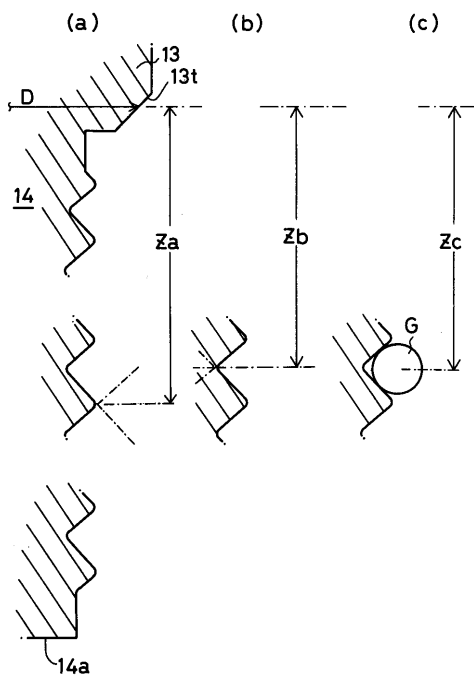
【図 1】



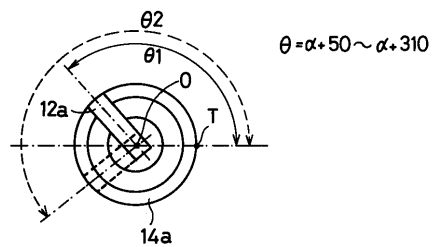
【図 2】



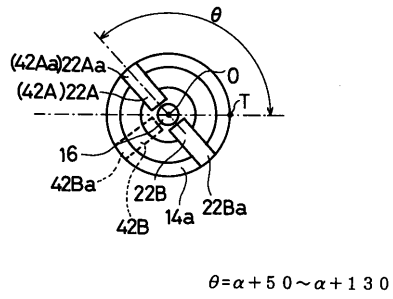
【図 3】



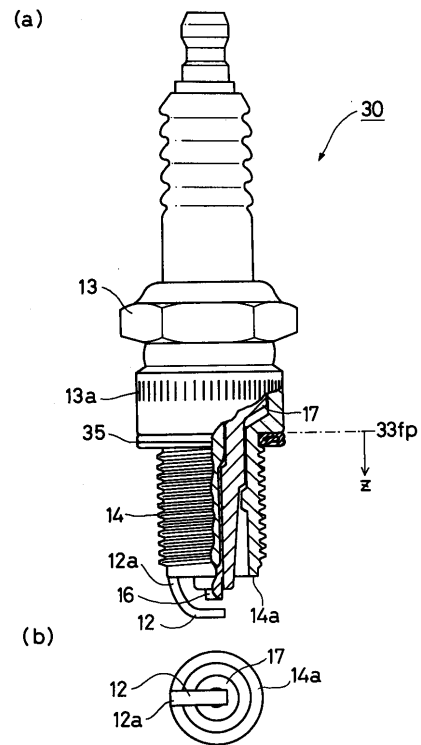
【図 4】



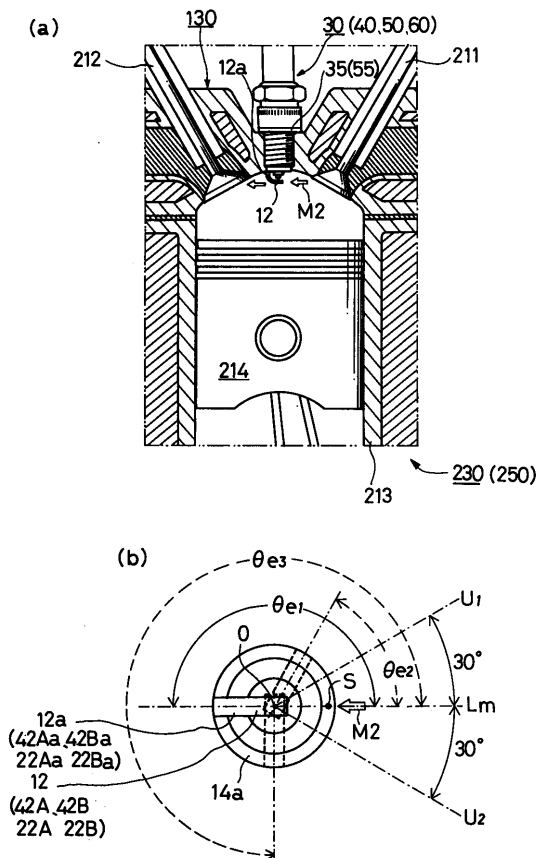
【図 9】



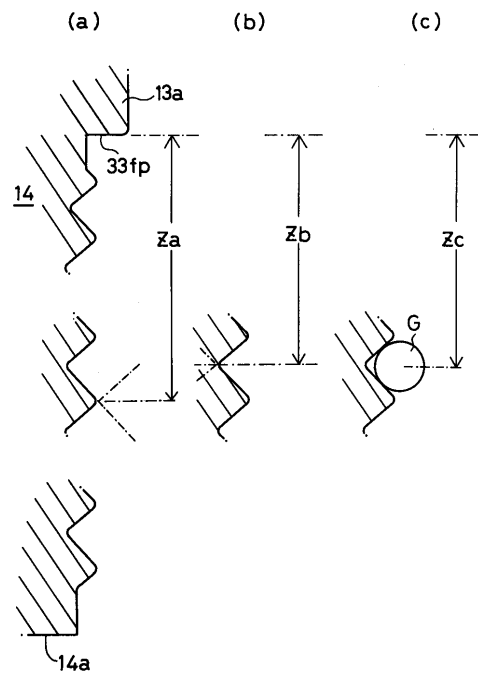
【図 10】



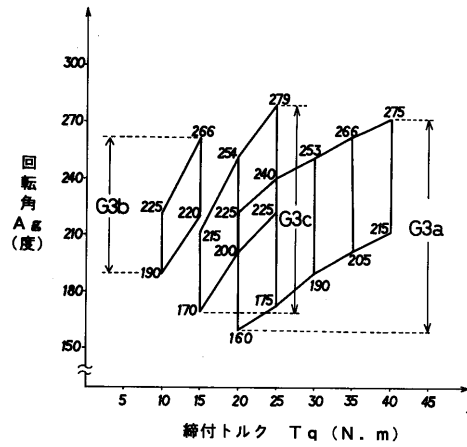
【図 11】



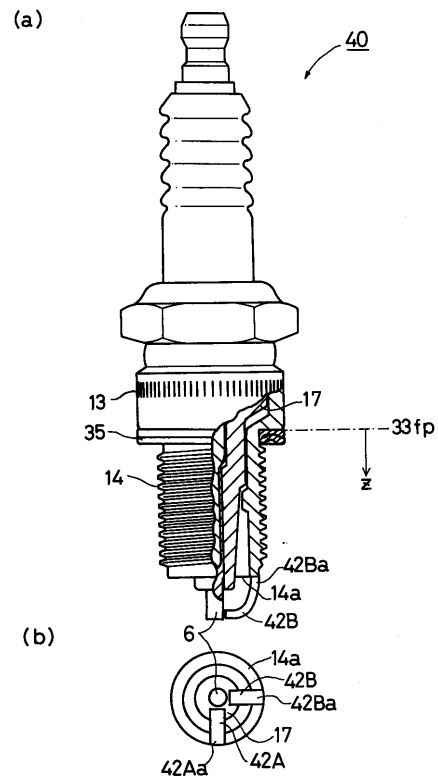
【図 12】



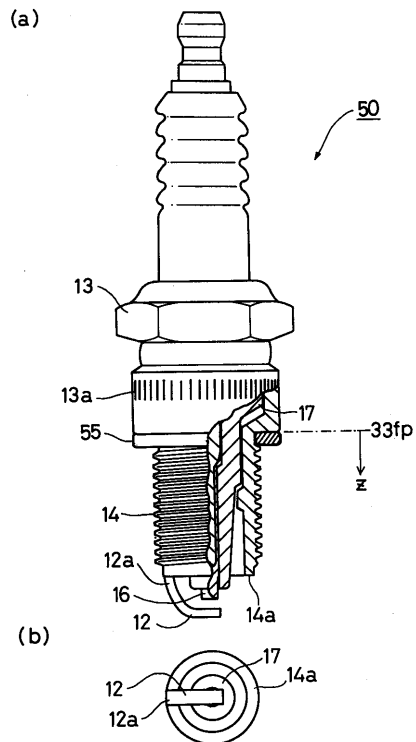
【図 13】



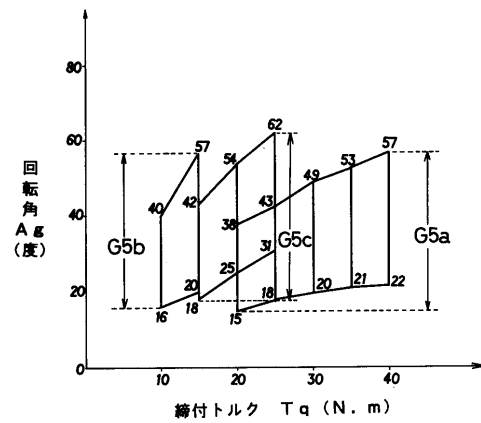
【図 14】



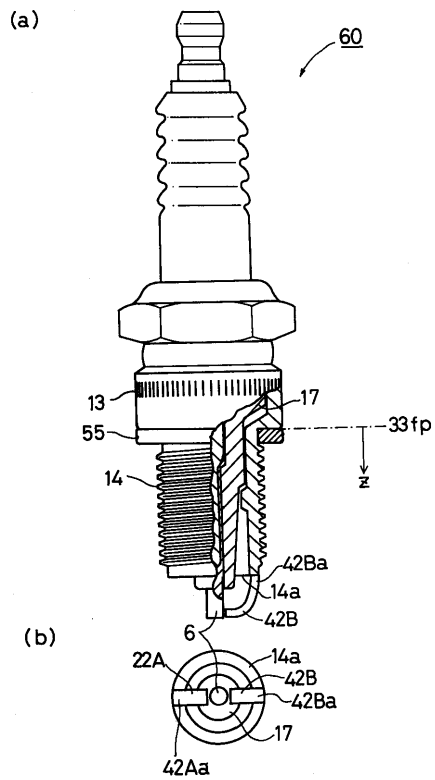
【図 15】



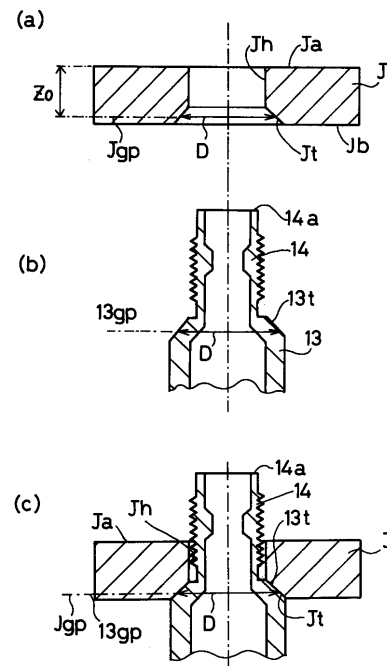
【図 16】



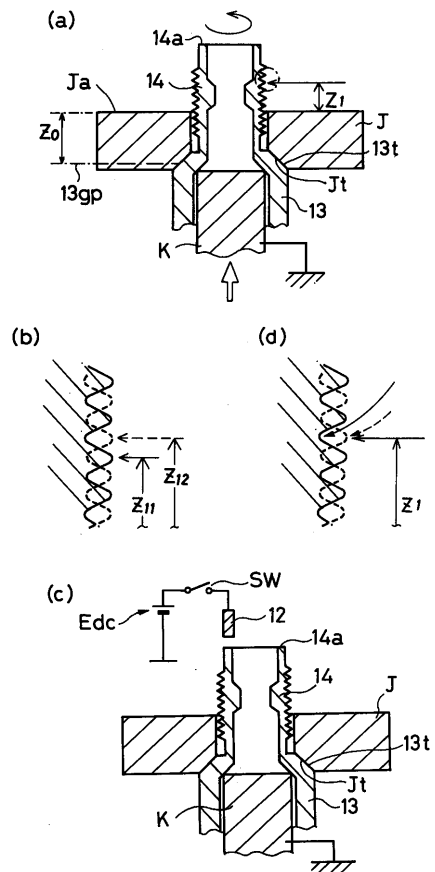
【図 17】



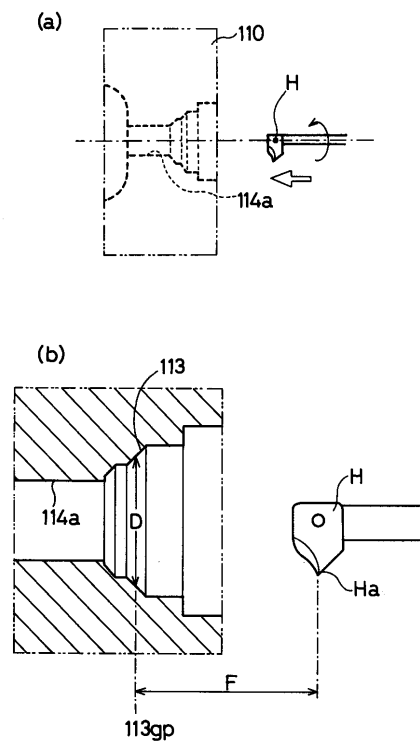
【図 18】



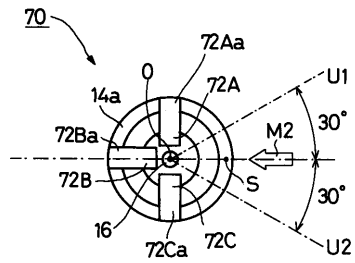
【図 19】



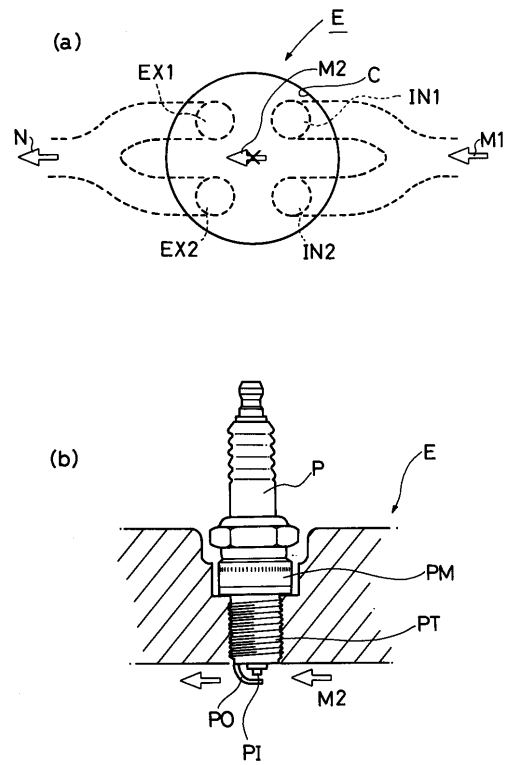
【図 20】



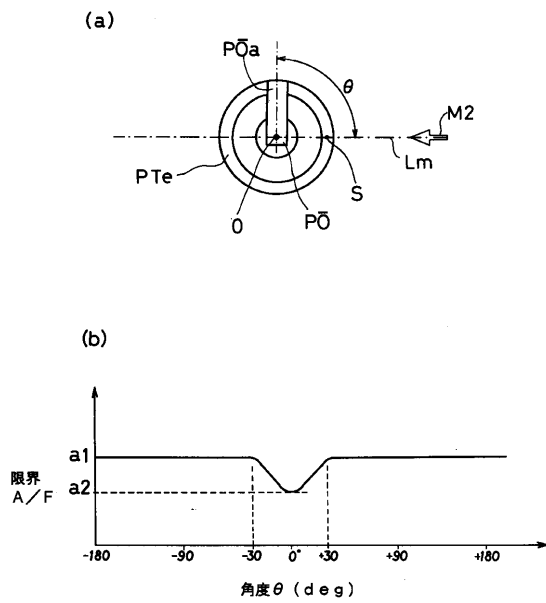
【図 2 1】



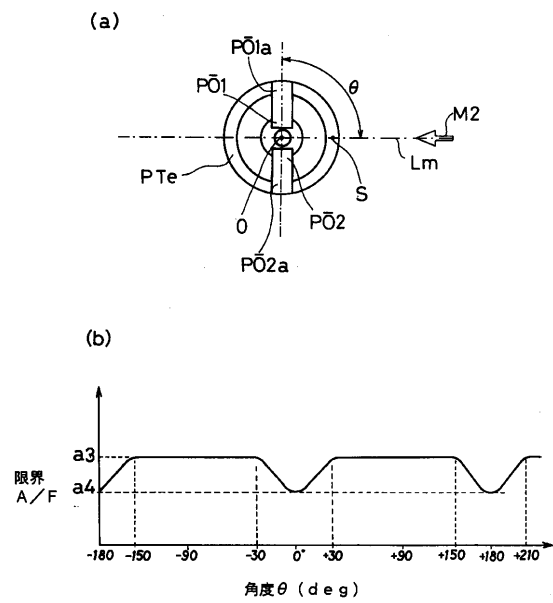
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 1 T 21/02 (2006.01) F 1 6 J 15/08 H
H 0 1 T 13/20 B
H 0 1 T 21/02

審査官 亀田 貴志

(56) 参考文献 実開平 0 5 - 0 0 0 9 6 9 (J P , U)
実開平 0 7 - 0 4 2 4 3 3 (J P , U)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02P 13/00

F02B 23/10

F02F 1/24

F16J 15/08

H01T 13/20

H01T 21/02