

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6370877号
(P6370877)

(45) 発行日 平成30年8月15日 (2018. 8. 15)

(24) 登録日 平成30年7月20日 (2018. 7. 20)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 T 13/20 (2006. 01)	HO 1 T 13/20	B
HO 1 T 13/39 (2006. 01)	HO 1 T 13/39	
HO 1 T 13/50 (2006. 01)	HO 1 T 13/50	
HO 1 T 19/04 (2006. 01)	HO 1 T 19/04	
FO 2 P 13/00 (2006. 01)	FO 2 P 13/00	3 O 1 J
請求項の数 23 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-503277 (P2016-503277)	(73) 特許権者	506146389
(86) (22) 出願日	平成26年3月15日 (2014. 3. 15)		フェデラルーモーグル・イグニション・カンパニー
(65) 公表番号	特表2016-519391 (P2016-519391A)		FEDERAL-MOGUL IGNITION COMPANY
(43) 公表日	平成28年6月30日 (2016. 6. 30)		アメリカ合衆国、48034 ミシガン州
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/029902		、サウスフィールド、ウエスト・イレブン・マイル・ロード、27300
(87) 国際公開番号	W02014/145184	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成29年2月27日 (2017. 2. 27)	(72) 発明者	バローズ, ジョン・エイ
(31) 優先権主張番号	61/799, 117		イギリス、ダブリュ・エイ・15 6・エイ・エル チェシャー、オルトリンシャン、ティンパーリー、アッシュランズ・ロード、2
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 コロナ点火装置のための摩耗保護機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コロナ点火装置であって、
 コロナ放電を生じさせる電界を発するために中心軸に沿って延在する電極を備え、
 前記電極は、中心着火端部まで前記中心軸に沿って長手方向に延在する中心延長部材を含み、さらに、
 前記電極の周りに配置される電氣的絶縁材料で形成され、絶縁体着火端部まで前記中心軸に沿って延在する絶縁体と、
 前記絶縁体の周りに配置された金属材料で形成されたシェルとを備え、
 前記電極は、前記絶縁体着火端部の外方に配置されたクラウンを含み、
 前記クラウンは、前記中心延長部材の径方向外方に延在する少なくとも1つの分岐を含み、
 前記クラウンは、頂面から少なくとも1つの着火先端部まで前記中心軸に沿って延在し、
 前記クラウンは、前記頂面と前記少なくとも1つの着火先端部との間にクラウン長さを示し、前記クラウン長さは前記中心軸と平行であり、
 前記中心延長部材は、前記クラウンの前記頂面から前記中心着火端部まで延在する延長長さを示し、前記延長長さは前記中心軸と平行であり、
 前記クラウンは、前記着火先端部の各々において少なくとも1つの第1の球半径を示し、
 前記中心延長部材は、前記中心着火端部において少なくとも1つの第2の球半径を示し

10

20

、前記第 1 の球半径の各々は前記第 2 の球半径の各々よりも小さい、コロナ点火装置。

【請求項 2】

前記クラウンは、各々が前記着火先端部の 1 つまで延在する複数の分岐を含み、前記着火先端部の各々は、各々が前記第 2 の球半径の各々よりも小さい前記第 1 の球半径のうち少なくとも 1 つを有する、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 3】

前記中心延長部材は第 1 の材料で形成され、前記クラウンは前記第 1 の材料とは異なる第 2 の材料で形成され、前記第 1 の材料は、前記第 2 の材料よりも侵食および / または腐食に対する耐性がより大きい、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 4】

前記中心延長部材は、銅または銅合金で形成されたコアと、前記コアを包囲するニッケル合金で形成されたクラディングとを含み、前記中心延長部材の前記クラディングは前記中心着火端部を示す、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 5】

前記コアは、前記クラウンの前記頂面からコア着火端部まで延在するコア長さを有し、前記コア長さは、前記クラウン長さよりも長い、請求項 4 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 6】

前記中心延長部材は、合わせて接合された複数の別個のピースを含む、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 7】

前記中心延長部材は、互いに接続された本体部分および摩耗要素を含み、前記摩耗要素は、前記中心着火端部を示す、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 8】

前記摩耗要素は、ニッケルベースの合金、貴金属 (noble metal)、または貴少金属 (precious metal) で形成される、請求項 7 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 9】

前記摩耗要素はコーティングである、請求項 7 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 10】

前記摩耗要素は、比誘電率が 2 よりも大きい電氣的絶縁材料で形成される、請求項 7 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 11】

前記クラウンは、前記中心軸に対して垂直に配置されたクラウン直径を示し、前記中心延長部材は、前記中心軸に対して垂直に配置された延長直径を示し、前記延長直径は前記クラウン直径よりも小さい、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 12】

前記中心延長部材は、前記中心軸に対して垂直に配置された延長直径を示し、前記延長直径は、前記クラウンから前記中心着火端部に向かって移動する方向に減少する、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 13】

前記中心延長部材は、前記中心軸に対して垂直に配置された延長直径を示し、前記延長直径は、前記クラウンから前記中心着火端部に向かって移動する方向に増大する、請求項 1 に記載のコロナ点火装置。

【請求項 14】

コロナ放電点火システムであって、
コロナ点火装置を収容するための開口部を示すシリンダヘッドと、
前記シリンダヘッドに対向して配置され、その間に空間を示すピストンと、
前記シリンダヘッドに接続され、前記ピストンを包囲するシリンダブロックとを備え、
前記シリンダヘッドおよび前記シリンダブロックおよび前記ピストンは、その間に燃焼室を示し、さらに、
前記シリンダヘッドの前記開口部に収容されるコロナ点火装置を備え、

10

20

30

40

50

前記コロナ点火装置は、前記シリンダヘッドに結合されたシェルを含み、

前記コロナ点火装置は、前記シェルによって包囲された電氣的絶縁材料で形成され、中心軸に沿って絶縁体着火端部まで延在する絶縁体を含み、

前記コロナ点火装置は、前記絶縁体によって包囲され、コロナ放電を生じさせる電界を発生するために前記中心軸に沿って前記燃焼室内に延在する電極を含み、

前記電極は、前記中心軸に沿って中心着火端部まで長手方向に延在する中心延長部材を含み、

前記電極は、前記絶縁体着火端部の外方に配置されたクラウンを含み、

前記中心延長部材の前記中心着火端部および前記クラウンは、前記燃焼室に配置され、

前記クラウンは、前記中心延長部材の径方向外方に延在する少なくとも1つの分岐を含み、

前記クラウンは、頂面から少なくとも1つの着火先端部まで延在し、

前記クラウンは、前記頂面と前記少なくとも1つの着火先端部との間にクラウン長さを示し、前記クラウン長さは前記中心軸と平行であり、

前記中心延長部材は、前記クラウンの前記頂面から前記中心着火端部まで延在する延長長さを示し、前記延長長さは前記中心軸と平行であり、

前記クラウンは、前記着火先端部の各々において少なくとも1つの第1の球半径を示し、前記中心延長部材は、前記中心着火端部において少なくとも1つの第2の球半径を示し、前記第1の球半径の各々は前記第2の球半径の各々よりも小さい、コロナ放電点火システム。

【請求項15】

コロナ放電システムで使用されるコロナ点火装置を製造する方法であって、前記コロナ点火装置は、

前記コロナ点火装置を収容するためのシリンダヘッドと、前記シリンダヘッドに向かってかつ前記シリンダヘッドから離れる方に移動するために前記シリンダヘッドに対向して配置されたピストンと、前記シリンダヘッドに接続され、前記シリンダヘッドおよびシリンダブロックおよび前記ピストンがその間に燃焼室を示すように前記ピストンを包囲する前記シリンダブロックとを含み、

前記コロナ点火装置は、シリンダヘッドに収容されたシェルと、前記シェルによって包囲された電氣的絶縁材料で形成され、絶縁体着火端部まで中心軸に沿って延在する絶縁体と、前記絶縁体によって包囲され、前記中心軸に沿って延在する電極とを含み、前記電極は、中心着火端部まで前記中心軸に沿って長手方向に延在する中心延長部材を含み、前記電極は、前記絶縁体着火端部の外方に配置されたクラウンを含み、前記クラウンは、前記中心延長部材の径方向外方に延在する少なくとも1つの分岐を含み、前記クラウンは、前記頂面から少なくとも1つの着火先端部まで延在し、前記クラウンは、前記頂面と前記少なくとも1つの着火先端部との間にクラウン長さを示し、前記クラウン長さは前記中心軸と平行であり、前記中心延長部材は、前記クラウンの前記頂面から前記中心着火端部まで延在する延長長さを示し、前記延長長さは前記中心軸と平行であり、

前記方法は、

前記中心延長部材の延長長さが前記クラウン長さよりも長くなるように前記中心延長部材を設けるステップを含む、方法。

【請求項16】

前記延長長さが前記クラウン長さよりも長くなるように前記中心延長部材を設けるステップは、

(a) 動作中に前記コロナ点火装置が前記シリンダヘッドに収容されると、前記シリンダブロックに最も近い前記クラウンの前記着火先端部を識別することと、

(b) ステップ(a)で識別された前記着火先端部から前記シリンダブロックへの距離が、ステップ(a)で識別された前記着火先端部から前記ピストンへの距離に等しい点を前記ピストンの移動中に決定することと、

(c) 前記電極に電力が提供され、ステップ(a)で識別された前記着火先端部がステ

10

20

30

40

50

ップ (b) で識別された点にある時、前記中心延長部材の前記中心着火端部におけるピーク電界がステップ (a) で識別された前記着火先端部におけるピーク電界以上となるように前記中心延長部材の前記延長長さを選択することを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記中心延長部材の前記延長長さを調整して、前記中心延長部材の前記中心着火端部を前記シリンダブロックおよび / または前記ピストンからさらに遠く離間することを含む請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記クラウンの前記着火先端部の各々は、少なくとも 1 つの第 1 の球半径を示し、前記中心延長部材の前記中心着火端部は、少なくとも 1 つの第 2 の球半径を示し、前記方法はさらに、

10

(d) 前記着火先端部の各々の前記少なくとも 1 つの第 1 の球半径が前記中心延長部材の前記少なくとも 1 つの第 2 の球半径の各々よりも小さくなるように、前記クラウンの前記着火先端部の各々について前記少なくとも 1 つの第 1 の球半径を選択し、前記中心延長部材の前記中心着火端部について前記少なくとも 1 つの第 2 の球半径を選択することを含む、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記電極に電力が提供され、ステップ (a) で識別された前記着火先端部および前記中心延長部材の前記中心着火端部が前記シリンダブロックおよび前記ピストンから離間されている時、かつコロナ放電が前記クラウンからもたらされる時、ステップ (b) で識別された点におけるステップ (a) で識別された前記着火先端部におけるピーク電界は、前記中心延長部材の前記中心着火端部におけるピーク電極界よりも少なくとも 2 5 % 高い、請求項 1 8 に記載の方法。

20

【請求項 2 0】

コロナ放電システムで使用されるコロナ点火装置を製造する方法であって、
中心軸に沿って延在する電極を含むコロナ点火装置を設けるステップを含み、

前記電極は、前記中心軸に沿って中心着火端部まで長手方向に延在する中心延長部材を含み、

前記電極は、頂面から少なくとも 1 つの着火先端部まで延在するクラウンを含み、

前記少なくとも 1 つの着火先端部は、前記中心延長部材の径方向外方に位置し、

30

前記クラウンの前記少なくとも 1 つの着火先端部の各々は、少なくとも 1 つの第 1 の球半径を示し、

前記中心延長部材の前記中心着火端部は、少なくとも 1 つの第 2 の球半径を示し、前記方法はさらに、

前記電極に電力が供給される時に、前記少なくとも 1 つの着火先端部のうちの少なくとも 1 つにおける電界が前記中心延長部材の前記中心着火端部における前記電界よりも高くなるように、前記クラウンの前記少なくとも 1 つの着火先端部について前記少なくとも 1 つの第 1 の球半径を選択し、前記中心延長部材の前記中心着火端部について前記少なくとも 1 つの第 2 の球半径を選択するステップを含む、方法。

【請求項 2 1】

40

前記クラウンは、前記頂面と前記少なくとも 1 つの着火先端部との間に、前記中心軸と平行に延在するクラウン長さを示し、前記中心延長部材は、前記中心軸と平行である延長長さを示し、前記延長長さは、前記クラウンの前記頂面から前記中心着火端部まで延在し、前記中心延長部材の前記延長長さは前記クラウン長さよりも長い、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

コロナ放電システムで使用されるコロナ点火装置であって、
中心軸に沿って延在する電極を含み、

前記電極は、前記中心軸に沿って中心着火端部まで長手方向に延在する中心延長部材を含み、

50

前記電極は、頂面から少なくとも1つの着火先端部まで延在するクラウンを含み、
前記少なくとも1つの着火先端部は、前記中心延長部材の径方向外方に位置し、
前記クラウンの前記少なくとも1つの着火先端部の各々は、少なくとも1つの第1の球半径を示し、

前記中心延長部材の前記中心着火端部は、少なくとも1つの第2の球半径を示し、

前記電極に電力が供給される時に、前記少なくとも1つの着火先端部のうちの少なくとも1つにおける電界が前記中心延長部材の前記中心着火端部における前記電界よりも高くなるように、前記クラウンの前記少なくとも1つの着火先端部の前記少なくとも1つの第1の球半径と、前記中心延長部材の前記中心着火端部の前記少なくとも1つの第2の球半径とが選択される、コロナ点火装置。

10

【請求項23】

前記クラウンは、前記頂面と前記少なくとも1つの着火先端部との間に、前記中心軸と平行に延在するクラウン長さを示し、前記中心延長部材は、前記中心軸と平行である延長長さを示し、前記延長長さは、前記クラウンの前記頂面から前記中心着火端部まで延在し、前記中心延長部材の前記延長長さは前記クラウン長さよりも長い、請求項22に記載のコロナ点火装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連する出願の相互参照

20

本願は、2013年3月15日付けで提出された米国仮特許出願番号第61/799,117号の利益を主張し、その全内容を引用によって本明細書に援用する。

【0002】

発明の背景

1. 発明の分野

本発明は概して、高周波電界を発して混合気をイオン化し、かつコロナ放電をもたらすためのコロナ点火装置、コロナ放電点火システム、およびそれを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

2. 関連する技術

30

コロナ放電点火システムのコロナ点火装置は、電源から電圧を受取り、コロナを生じさせる電界を発して、内燃機関の燃料および空気の混合物をイオン化する。点火装置は、電極末端から電極着火端部まで長手方向に延在する電極を含む。絶縁体が中心電極に沿って配置され、シェルが絶縁体に沿って配置される。

【0004】

電極末端は電源から電圧を受取り、電極着火端部は、コロナを生じさせる電界を発する。コロナ点火装置の電極は、電界を発するために着火端部においてクラウンも含み得る。電界は、少なくとも1つのストリーマと、典型的に、コロナを生じさせる複数のストリーマとを含む。空気および燃料の混合物は、電極着火端部から生成される高電界の全長に沿って点火される。コロナ点火装置の一例は、Lykowsk i 他の米国仮特許出願公開番号US2010/0083942に開示されている。

40

【0005】

理想的なコロナ点火システムでは、燃焼室内のコロナ点火装置の金属部分の腐食および/または侵食が小さい。なぜなら、コロナ放電は、従来のスパークの放電と関連付けられる高電流および高温を有していないからである。コロナ点火装置はクラウンの着火先端部に近接したいずれかの接地された電極要素を含まないが、いくつかの用途では、着火先端部に接近するエンジン部品は接地されている。したがって、コロナ点火装置と接地された部品との間で、アーキングとも称されるアーク生成を回避することは必ずしも可能ではない。アークが生じる場合、アーク生成と関連付けられる高電流および温度は、クラウンの着火先端部に何らかの侵食および/または腐食損傷を引起し得る。時間がたつにつれて、

50

侵食および／または腐食損傷は、コロナ生成および燃焼の質を低下させ得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

発明の一局面は、コロナを生じさせる電界を発するために中心軸に沿って延在する電極と、電極の周りに配置される電氣的絶縁材料で形成され、絶縁体着火端部まで中心軸に沿って延在する絶縁体と、絶縁体の周りに配置された金属材料で形成されたシェルとを備えるコロナ点火装置を提供する。電極は、中心着火端部まで中心軸に沿って長手方向に延在する中心延長部材を含む。電極は、絶縁体着火端部の外方に配置されたクラウンも含む。クラウンは、中心延長部材の径方向外方に延在する少なくとも1つの分岐を含む。クラウンは、頂面から少なくとも1つの着火先端部まで中心軸に沿って延在する。クラウンは、頂面と少なくとも1つの着火先端部との間にクラウン長さを示し、中心延長部材は、クラウンの頂面から中心着火端部まで延在する延長長さを示す。クラウン長さおよび延長長さは、中心軸と平行である。中心延長部材によって示される延長長さは、クラウンによって示されるクラウン長さよりも長い。

10

【0007】

発明の別の局面は、延長長さがクラウン長さよりも長いコロナ点火装置を含むコロナ放電点火システムを提供する。システムは、コロナ点火装置を収容するための開口部を示すシリンダヘッドと、シリンダヘッドに対向して配置され、その間に空間を示すピストンと、シリンダヘッドに接続され、ピストンを包囲するシリンダブロックとを含む。シリンダヘッド、シリンダブロックおよびピストンは、その間に燃焼室を示す。コロナ点火装置は、中心延長部材の中心着火端部およびクラウンが燃焼室に配置されるように、シリンダヘッドの開口部に位置する。

20

【0008】

発明のさらに別の局面は、コロナ放電システムで使用されるコロナ点火装置を製造する方法を提供する。当該方法は、延長長さがクラウン長さよりも長くなるように中心延長部材を提供するステップを含む。

【0009】

延長長さがクラウン長さよりも長い中心延長部材を含むコロナ点火装置は、中心延長部材のない比較のためのコロナ点火装置に対していくつかの利点を提供する。ピストンなどの接地された部品が中心延長部材の中心着火端部およびクラウンの着火先端部に接近した時、アークが生じる場合、クラウンの着火先端部と比較して、中心延長部材の延長長さ、接地された部品への近接、およびそれ故により高い電界強度により、ピストンと中心延長部材の中心着火端部との間に優先的に生じることになる。したがって、アーキングが生じる場合、クラウンの着火先端部に対する腐食および侵食損傷が減少される。

30

【0010】

さらに、接地された部品がコロナ点火装置から遠い状況では、中心延長部材は、コロナストリーマをそれらが生じるにつれてはね返す傾向があり、それによって、より大きい容積のコロナ放電をもたらす、ピストンに接近しアークを生じさせるコロナ放電の傾向を減少させる。

40

【0011】

図面の簡単な説明

本発明の他の利点は、添付図面に関連して考慮されると以下の詳細な説明の参照によってよりよく理解されるようになるため、容易に認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】発明の1つの例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の一部分の断面図である。

【図1A】図1のコロナ点火装置のクラウンの底面図である。

【図1B】図1のコロナ点火装置の中心延長部材およびクラウンの拡大図である。

【図1C】第1の球半径を示す図1のコロナ点火装置のクラウンの着火先端部の拡大図で

50

ある。

【図 1 D】第 2 の球半径を示す図 1 のコロナ点火装置の中心延長部材の中心着火端部の拡大図である。

【図 2】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 3】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 3 A】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 4】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 5】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 6】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 7】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

10

【図 8】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 9】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 10】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 11】発明の他の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の部分の断面図である。

【図 12 A】コロナ点火装置がピストンから離間された時の、図 1 のコロナ点火装置を含むコロナ放電点火システムの断面図である。

【図 12 B】比較のためのコロナ点火装置が図 12 A のコロナ点火装置と同じ距離だけピストンから離間された時の、本発明の中心延長部材のない比較のためのコロナ点火装置を含むコロナ点火システムの断面図である。

【図 13 A】コロナ点火装置がピストンに近い時の、図 1 のコロナ点火装置を含むコロナ点火システムの断面図である。

20

【図 13 B】比較のためのコロナ点火装置が図 13 A のコロナ点火装置と同じ位置にある時の、図 12 B の比較のためのコロナ点火装置を含むコロナ点火システムの断面図である。

【図 14 A】コロナ点火装置がピストンから距離をおいて配置された時にコロナ放電をもたらす発明の別の例示的な実施形態に係るコロナ点火装置の有限要素解析法 (F E A) の図である。

【図 14 B】比較のためのコロナ点火装置がピストンから図 14 A のコロナ点火装置と同じ距離をおいて配置された時にコロナ放電をもたらす比較のためのコロナ点火装置の F E A の図である。

30

【図 15 A】コロナ点火装置が典型的な点火の場所に配置された時にコロナ放電をもたらす図 14 A のコロナ点火装置の F E A の図である。

【図 15 B】比較のためのコロナ点火装置が典型的な点火の場所に配置された時にコロナ放電をもたらす図 14 B の比較のためのコロナ点火装置の F E A の図である。

【図 16 A】コロナ点火装置がピストンに最も接近して配置された時の、かつコロナ点火装置の中心延長部材からアーキングが生じる図 14 A のコロナ点火装置の F E A の図である。

【図 16 B】比較のためのコロナ点火装置がピストンから図 16 A のコロナ点火装置と同じ距離をおいて配置された時の、かつ比較のためのコロナ点火装置のクラウンからアーキングが生じる図 14 B の比較のためのコロナ点火装置の F E A の図である。

40

【図 17】絶縁コーティングが中心延長部材に施された時の、図 14 A のコロナ点火装置の F E A の図である。

【図 18】ピストンおよびシリンダブロックからの様々な距離における球半径の範囲についてピーク電界を得るために用いることができる例示的なデータを含む図表である。

【図 19】ピストンおよびシリンダブロックからの様々な距離における球半径の範囲についてピーク電界をもたらすグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

実施可能な実施形態の説明

図を参照して、同じ符号がいくつかの図にわたって対応する部分を示し、向上したコ

50

ナ放電 24 および向上した燃焼性能を提供することが可能な中心延長部材 22 を含むコロナ点火装置 20 が概略的に示される。

【0014】

図 1 に示されるように、コロナ点火装置 20 は、コロナ放電 24 を生じさせる電界を発するために中心軸 A に沿って延在する電極を含む。従来のコロナ点火装置のように、アルミナなどの電氣的絶縁材料で形成された絶縁体 28 が中心延長部材 22 の周りに配置され、中心軸 A に沿って絶縁体着火端部 30 まで延在する。金属材料で形成されたシェル 32 が絶縁体 28 の周りに配置される。電極は、中心延長部材 22 およびクラウン 34 を含む。

【0015】

電極のクラウン 34 は、絶縁体着火端部 30 の外方に配置される。クラウン 34 は、中心軸 A および中心延長部材 22 を包囲する。電極のクラウン 34 は、中心延長部材 22 の径方向外方に延在する少なくとも 1 つの分岐 36 も含むが、典型的には、各々が中心軸 A から径方向外方にかつ中心延長部材 22 の径方向外方に延在する複数の分岐 36 を含む。例示的な実施形態では、クラウン 34 は、図 1 A に示されるように、中心軸 A の周りに互いから等しい距離をおいて離間された 4 つの分岐 36 を含む。分岐 36 の各々は、コロナ放電 24 を生じさせる電界を発するための着火先端部 38 を示す。図 1 B に最もよく示されるように、クラウン 34 は、中心軸 A に対して垂直に配置されたクラウン直径 D_c を示す。クラウン直径 D_c は、2 つの対向する着火先端部 38 の径方向に最も外側の点などの、互いに正反対に配置されたクラウン 34 の 2 点の間の距離である。

【0016】

図 1 B に示されるように、クラウン 34 は、頂面 40 から少なくとも 1 つの着火先端部 38 まで中心軸 A に沿って延在する。クラウン長さ l_c は、したがって頂面 40 と少なくとも 1 つの着火先端部 38 との間に示される。図 1 B に示されるように、クラウン長さ l_c は中心軸 A と平行であり、各々が中心軸 A に対して垂直に延在する第 1 の面 42 と第 2 の面 44 との間の距離に等しい。第 1 の面 42 は、クラウン 34 の頂面 40 の最上点に配置され、第 2 の面 44 は最下の着火先端部 38 の最下点に配置される。

【0017】

クラウン 34 の各分岐 36 は、関連付けられた着火先端部 38 に位置するかまたは隣接する少なくとも 1 つの第 1 の球半径 r_1 も示す。図 1 C は、クラウン 34 の着火先端部 38 における第 1 の球半径 r_1 のうち 2 つを含む図 1 B のクラウン 34 の一部分を示す。表面に沿った特定の点における球半径は、当該特定の点において半径を有する球体から得られる。球半径は、三次元の、具体的には x 軸、y 軸および z 軸に沿った球体の半径である。図 1 C において、各半径 r_1 は等しい。

【0018】

クラウン 34 は、様々な異なる金属材料で形成することができる。1 つの例示的な実施形態では、クラウン 34 は、ニッケル、ニッケル合金、またはプラチナもしくはイリジウムなどの貴少金属 (precious metal) で形成される。電極の中心延長部材 22 により、クラウン 34 の材料は耐摩耗性がより小さい材料で形成することができ、コロナ点火装置 20 の動作中にアーキングが生じても腐食および侵食をあまり受けない。

【0019】

電極の中心延長部材 22 は、中心軸 A に沿って中心着火端部 46 まで長手方向に延在する。中心延長部材 22 は、図 1 B に最もよく示されるように、クラウン 34 の頂面 40 から中心着火端部 46 まで延在する延長長さ l_e を示す。延長長さ l_e は、中心軸 A と平行であり、中心軸 A に対して垂直に延在する第 1 の面 42 と第 3 の面 48 との間の距離に等しい。第 1 の面 42 は、クラウン 34 の頂面 40 の最上点に配置され、第 3 の面 48 は、中心着火端部 46 の最下点に配置される。中心延長部材 22 によってもたらされる延長長さ l_e は、クラウン長さ l_c よりも長い。延長長さ l_e により、動作中に、中心延長部材 22 は、クラウン 34 の着火先端部 38 よりも密接してピストンなどの接地された部品に接近する。したがって、コロナ点火装置 20 の動作中にアーキングが生じる場合、アーキ

10

20

30

40

50

ングは、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 からではなく、中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 から優先的に生じることになる。中心延長部材 2 2 の延長長さ l_e は、電極によって生成されるコロナ放電 2 4 の寸法を増大させることもできる。

【 0 0 2 0 】

中心延長部材 2 2 は、中心着火端部 4 6 に位置するかまたは隣接する少なくとも 1 つの第 2 の球半径 r_2 を示す。図 1 D は、中心着火端部 4 6 における第 2 の球半径 r_2 を示す。中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるまたは隣接する第 2 の球半径 r_2 の各々は、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 に沿った第 1 の球半径 r_1 の各々よりも大きい。換言すると、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 は、中心着火端部 4 6 よりも鋭い。したがって、動作中に、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 において電界がより高く、コロナ放電 2 4 は、中心延長部材 2 2 からよりも着火先端部 3 8 から生じる可能性が高く、これは最良の燃焼性能のために好ましい。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 B に示されるように、中心延長部材 2 2 は、中心軸 A に対して垂直に配置される延長直径 D_e を示す。延長直径 D_e は中心軸 A に沿って変動し得るが、クラウン 3 4 と中心着火端部 4 6 との間に位置する領域では、延長直径 D_e はクラウン直径 D_c よりも小さい。

【 0 0 2 2 】

図 2 ~ 図 1 1 は、中心延長部材 2 2 を含むコロナ点火装置 2 0 の他の例示的な設計を例示する。当該設計は、特定のエンジン用途の要件を満たし、かつ最良の可能な熱性能をもたらすように選択され得る。各場合において、中心延長部材 2 2 の延長長さ l_e はクラウン長さ l_c よりも長い。また各実施形態では、中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるまたは隣接する第 2 の球半径 r_2 の各々は、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 における第 1 の球半径 r_1 の各々よりも大きい。図 3 A は、図 3 の設計の一部分の拡大図であり、中心延長部材 2 2 は比較的小さい第 2 の球半径 r_2 を含むが、この第 2 の球半径 r_2 は、クラウン 3 4 の第 1 の球半径 r_1 よりも依然として大きい。各設計において、中心延長部材 2 2 の延長直径 D_e は、クラウン 3 4 から中心着火端部 4 6 に向かって移動する方向に減少するか、またはクラウン 3 4 から中心着火端部 4 6 に向かって移動する方向に増大することができる。その上、中心延長部材 2 2 は対称的である必要はない。

20

【 0 0 2 3 】

中心延長部材 2 2 を形成するために、ニッケル、銅、貴少金属、またはその合金などの様々な異なる材料を用いることができる。中心延長部材 2 2 の部分も絶縁材料で形成することができる。中心延長部材 2 2 は典型的に第 1 の材料で形成され、クラウン 3 4 は典型的に第 1 の材料とは異なる第 2 の材料で形成される。中心延長部材 2 2 を形成するために用いられる第 1 の材料は、クラウン 3 4 を形成するために用いられる第 2 の材料よりも侵食および腐食に典型的に耐性がある。なぜなら中心延長部材 2 2 は、アーキングが生じる場合、アークの高電流および温度に接する可能性がより高いからである。

30

【 0 0 2 4 】

図 5、図 9、図 1 0、および図 1 1 に示されるように、中心延長部材 2 2 は、本体部分 5 2 および摩耗要素 5 4 などの合わせて接合された複数の別個のピースで形成されることが多い。しかしながら、図 2 ~ 図 1 1 に示される形状のいずれかは、単一のピースまたは合わせて接合された複数のピースを含み得る。たとえば、図 5 では、中心延長部材 5 2 2 は、互いに接続された本体部分 5 5 2 および摩耗要素 5 5 4 を含む。この実施形態では、摩耗要素 5 5 4 は本体部分 5 5 2 と共軸であるが、そうである必要はない。

40

【 0 0 2 5 】

各実施形態では、摩耗要素 5 4 は中心着火端部 4 6 を示す。したがって、摩耗要素 5 4 は、良好な熱特性を有し、本体部分 5 2 の材料よりも摩耗に対して耐性が大きい材料で典型的に形成される。一実施形態では、摩耗要素 5 4 は、ニッケルベースの合金、貴金属 (noble metal)、またはプラチナ、タングステン、もしくはイリジウムなどの貴少金属で形成される。別の実施形態では、摩耗要素 5 4 は、好ましくは比誘電率が 2 よりも大きく

50

、より好ましくは8よりも大きい電氣的絶縁材料、たとえばアルミナベースの材料で形成される。摩耗要素54は、金属材料のコーティングまたは電氣的絶縁材料のコーティングを含むこともできる。

【0026】

摩耗要素54は、いずれかの好適な手段、たとえばPVD、共押し出し、または共焼結によって、中心延長部材22の本体部分52に塗布され得る。代替的に、摩耗要素54は、ろう付けまたは同様のプロセスによって取付けられ得る。摩耗要素54がコーティングである場合、コーティングは、メッキ、スプレー、焼結、または別の好適な方法によって施すことができる。本体部分52の材料および摩耗要素54の材料は、良好なボンディングをもたらす、わずかな間隙がなく、良好な熱接触をもたらす、かつたとえば熱膨張差による問題を回避するように選択され、接合されるべきである。

10

【0027】

図10の実施形態では、アーク放電の効果によりよく抵抗するために、中心延長部材1022は、銅または銅合金で形成されたコア56を含み、コア56は、ニッケル合金で形成されたクラディング58によって包囲される。図10の実施形態では、摩耗要素1054はクラディング58に取付けられ、中心着火端部1046を形成する。代替的に、ニッケル合金のクラディング58は中心着火端部1046を形成することができる。図10に示されるように、コア56はクラウン1034の頂面1040からコア着火端部80まで延在するコア長さ l_{core} を有することが好ましい。コア長さ l_{core} は中心軸Aと平行であり、各々が中心軸Aに対して垂直に延在する第1の面42と第4の面82との間の距離に等しい。第4の面82は、コア56の最下点に配置される。好ましくは、コア長さ l_{core} はクラウン長さ l_c よりも長い。この場合、中心延長部材1022のクラディング58は依然として銅コア56を保護する。この設計は、着火先端部1038の最高温度を著しく下げることができ、着火先端部1038および中心着火端部1046の寿命を延ばすことができる。

20

【0028】

発明の別の局面は、図12Aおよび図13Aに示されるように、着火先端部38における腐食および侵食を減少させるために中心延長部材22を有するコロナ点火装置20を含むコロナ放電点火システム60を提供する。比較のために、図12Bおよび図13Bは、本発明の延長長さを含まない別の種類のコロナ点火装置20を有するシステムを示す。システム60は、シリンダヘッド62、シリンダブロック64およびピストン50などの従来の内燃機関に見られる部品を含む。ピストン50は、シリンダヘッド62に対向して配置され、その間に空間をもたらす、シリンダブロック64は、シリンダヘッド62に接続され、ピストン50を包囲する。したがって、シリンダヘッド62、シリンダブロック64およびピストン50は、その間に燃焼室66を示す。

30

【0029】

シリンダヘッド62は、コロナ点火装置20を収容するための開口部68を示す。コロナ点火装置20のシェル32は、図12および図13に示されるように、シリンダヘッド62に典型的に結合され、たとえばシリンダヘッド62の開口部68にねじ込まれる。ガスカート70は、シェル32とシリンダヘッド62との間に典型的に配置される。コロナ点火装置20は、電源(図示せず)から電力を受取るための端子72を含むことができ、絶縁材料74は、端子72と電極との間に配置することができる。絶縁体28の一部分と、中心着火端部46および着火先端部38とが燃焼室66に配置される。微細な霧状のスプレー78の形態の燃料を燃焼室66内に送達するために、燃料噴射器76もシリンダヘッド62に収容される。

40

【0030】

従来のコロナ点火システムでのように、動作中に、電力がコロナ点火装置20に供給され、コロナ点火装置20に向かって燃料が噴霧され、ピストン50がシリンダブロック64と共に往復運動し、シリンダヘッド62およびコロナ点火装置20に向かって、かつ離れる方に移動させる。図12Aでは、ピストン50は、有意な距離だけコロナ点火装置2

50

0 から離間されている。コロナ放電 2 4 は、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 から生じ、コロナ点火装置 2 0 とピストン 5 0 またはいずれかの他の接地された部品との間にはアーク生成は生じない。比較のためのコロナ点火装置 2 0 を有する図 1 2 B のシステム 6 0 では、コロナ放電 2 4 はアーク生成なしでも生成される。

【 0 0 3 1 】

しかし図 1 3 A および図 1 3 B では、ピストン 5 0 がコロナ点火装置 2 0 , 2 0 に接近し、アーキング 2 5 が生じる。システム 6 0 が図 1 3 A などの発明のコロナ点火装置 2 0 を含む時、アーキング 2 5 は、図 1 3 B の比較のためのコロナ点火装置 2 0 が用いられる時には生じるが、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 から生じない。より正確には、アーキング 2 5 は、中心延長部分部材 2 2 の中心着火端部 4 6 から生じる。中心延長部材 2 2 の延長長さ l_1 は、アーキング 2 5 を中心延長部材 2 2 のみに限定する。クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 は、アーキング 2 5 によって引起される高温にあまり晒されないことから、腐食および侵食をあまり受けない。したがって、着火先端部 3 8 は鋭いままであり、将来の点火サイクル中に強いコロナ放電 2 4 をもたらし続ける。

【 0 0 3 2 】

上述のように、本発明のコロナ点火装置 2 0 の電極は、動作中にコロナ放電 2 4 の寸法を増大させることもできる。図 1 4 ~ 図 1 6 は各々、電力がコロナ点火装置 2 0 , 2 0 に供給される時の、発明のコロナ点火装置 2 0 または比較のためのコロナ点火装置 2 0 の有限要素解析法 (F E A) を含む。F E A 画像のラインは、コロナ放電 2 4 の最尤の方向および長さを示す。図 1 4 A は、ピストン 5 0 が中心着火端部 4 6 および着火先端部 3 8 から有意な距離をおいて離間される時の発明のコロナ点火装置 2 0 および関連付けられたコロナ放電 2 4 を示す。図 1 5 A は、ピストン 5 0 が典型的な点火の場所にある時の発明のコロナ点火装置 2 0 および関連付けられたコロナ放電 2 4 を示す。図 1 6 A は、ピストン 5 0 がコロナ点火装置 2 0 に極めて近くなる時に発明のコロナ点火装置 2 0 の中心着火端部 4 6 から生じるアーキング 2 5 を示す。比較のために、図 1 4 B ~ 図 1 6 B は各々、ピストン 5 0 が図 1 4 A ~ 図 1 6 A と同じ位置にある時に比較のためのコロナ点火装置 2 0 によってもたらされるコロナ放電 2 4 の F E A を含む。

【 0 0 3 3 】

図 1 4 A および 1 5 A は、図 1 4 B および 1 5 B の比較のためのコロナ点火装置 2 0 に対して、ピストン 5 0 がコロナ点火装置 2 0 から離間されている時に本発明のコロナ点火装置 2 0 がより大量のコロナ放電 2 4 をもたらすことを示す。中心延長部材 2 2 の延長長さ l_1 は、コロナストリーマをそれらが生じるにつれてはね返す傾向があり、したがって、より開かれた形状をもたらし、より大きい容積を与え、ピストン 5 0 にぶつかる可能性が低い。その上、図 1 6 A は、アーキング 2 5 が生じる場合、アーキングは、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 からではなく、中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 から生じることになることを示す。これは、アーキング 2 5 がクラウン 3 4 の着火先端部 3 8 から生じる図 1 6 B の比較のためのコロナ点火装置 2 0 に対する利点である。

【 0 0 3 4 】

図 1 7 は、絶縁コーティングの形態の摩耗要素 5 4 が中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 上に塗布される時の発明のコロナ点火装置 2 0 の F E A 解析である。この解析は、絶縁コーティングが、コロナ点火装置 2 0 の動作または中心延長部材 2 2 によってもたらされる利点に有害に影響しないことを示す。

【 0 0 3 5 】

発明の別の局面は、コロナ放電点火システム 6 0 で使用されるコロナ点火装置 2 0 を製造する方法を提供し、当該方法は、中心延長部材 2 2 の延長長さ l_1 がクラウン長さ l_2 よりも長くなるように中心延長部材 2 2 を設けることを含む。

【 0 0 3 6 】

様々な技術を用いて、好ましい性能をもたらしするために中心延長部材 2 2 の適切な延長長さ l_1 を決定することができる。一実施形態では、当該方法はまず、(a) コロナ点火装置 2 0 がシリンダヘッド 6 2 に収容されるとシリンダブロック 6 4 に最も近くなるクラウ

10

20

30

40

50

ン 3 4 の着火先端部 3 8 を識別することを含む。次に、当該方法は、(b) ステップ (a) で識別された着火先端部 3 8 からのシリンダブロック 6 4 への距離が、ステップ (a) で識別された着火先端部 3 8 からのピストン 5 0 への距離に等しい場合のピストン 5 0 の移動中の点を決定することを含む。ピストン 5 0 がこの点に位置するかまたは着火先端部 3 8 により近くなると、着火先端部 3 8 とピストン 5 0 との間でアーキングの可能性があるが、この可能性は中心延長部材 2 2 によって軽減される。

【 0 0 3 7 】

当該方法は次に、(c) 電極に電力が提供され、ステップ (a) で識別された着火先端部 3 8 がステップ (b) で識別された点にある時に、中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるピーク電界がステップ (a) で識別された着火先端部 3 8 におけるピーク電界以上となるように、中心延長部材 2 2 の延長長さ l_e を選択することを含む。中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるピーク電界は、中心着火端部 4 6 とピストン 5 0 との間の距離、および中心着火端部 4 6 とシリンダブロック 6 4 との間の距離に依存する。当該方法は、中心延長部材 2 2 の延長長さ l_e を調整して、動作中に中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 をシリンダブロック 6 4 および / またはピストン 5 0 からさらに遠く離間することも含むことができる。

【 0 0 3 8 】

当該方法は典型的に、ステップ (d) 動作中に、コロナ放電が着火先端部 3 8 から優先的に生じるように、かつアーキングが発生する場合はピストン 5 0 と中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 との間で優先的に生じることになるように、着火先端部 3 8 の第 1 の球半径 r_1 および中心着火端部 4 6 の第 2 の球半径 r_2 を選択することを含む。球半径 r_1 , r_2 を選択するステップは、延長長さ l_e を選択する前または後で行われることができる。球半径 r_1 , r_2 を選択するステップは、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 における第 1 の球半径 r_1 の各々が中心延長部材 2 2 の第 2 の球半径 r_2 よりも小さくなるように、クラウン 3 4 の着火先端部 3 8 の各々について第 1 の球半径 r_1 を選択し、中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 について第 2 の球半径 r_2 を選択することを含む。

【 0 0 3 9 】

球半径 r_1 , r_2 は、好ましくは、電極に電力が提供され、クラウン 3 4 の少なくとも 1 つの着火先端部 3 8 および中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 がシリンダブロック 6 4 およびピストン 5 0 から離間され、かつコロナ放電 2 4 が着火先端部 3 8 からもたらされる時に、接地に最も近い着火先端部 3 8 におけるピーク電界が中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるピーク電界よりも少なくとも 2 5 % 高くなるように選択される。これは、たとえば、図 1 8 に示される形態のデータを用いることによって実現され得る。図 1 8 の第 1 の列は、中心着火端部 4 6 または着火先端部 3 8 から接地へのミリメートル単位の距離であり、接地への間隙とも称される。第 2 の列はミリメートル単位の球半径であり、中心着火端部 4 6 または着火先端部 3 8 のいずれかの球半径であり得る。第 3 の列は、1 ボルトが印加された時のメートル当たりのボルト単位のピーク電界である。図 1 8 の値は例にすぎない。中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 の球半径 r_2 と、着火先端部 3 8 の球半径 r_1 と、中心延長部材 2 2 の延長長さ l_e との無限の関係は、図 1 8 のデータに基づいて得ることができる。

【 0 0 4 0 】

図 1 9 は、ピストン 5 0 およびシリンダブロック 6 4 からの様々な距離において約 0 . 0 5 mm から約 1 . 1 5 mm の範囲の球半径にピーク電界をもたらすグラフである。図 1 9 は具体的には、着火先端部 3 8 からピストン 5 0 まで、およびシリンダブロック 6 4 までの距離が 0 . 2 5 4 mm、0 . 5 0 8 mm、1 . 2 7 mm、2 . 5 4 mm、5 . 0 8 mm、1 2 . 7 mm、2 4 . 5 mm、および 5 0 . 8 mm である時にピーク電界をもたらす。着火先端部 3 8 におけるピーク電界は、より大きな距離においてのみ中心延長部材 2 2 の中心着火端部 4 6 におけるピーク電界よりも 2 5 % 高いはずであるが、これは、0 . 2 5 4 mm ではなく、より短い距離において、たとえば 5 0 . 8 mm においてのみ必要とされない。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

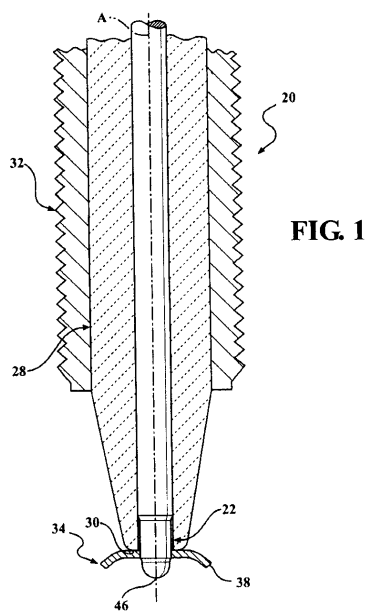
ステップ (b) で距離が識別され、球半径 r_1 , r_2 がステップ (d) で選択されると、当該方法は、 (e) ステップ (b) で識別された距離においてステップ (a) で識別された着火先端部 38 のピーク電界を決定することを典型的に含む。再び例として、このピーク電界を決定するために図 18 のデータを用いることができる。1つの好ましい実施形態では、着火先端部 38 は各々、ピストン 50 から 25 . 4 mm の距離において 2 . 54 mm の球半径 r_1 および 330 V / m のピーク電界を有する。当該方法は、すべての安全性および動作条件を満たすように球半径 r_1 , r_2 を調整することをさらに含むことができる。

【 0 0 4 2 】

明らかに、上記の教示に照らして本発明の多くの修正および変形が可能であり、添付の請求項の範囲内において具体的に記載された以外のやり方で実施され得る。

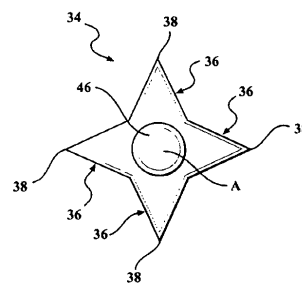
10

【 図 1 】



【 図 1 A 】

FIG. 1A



【 圖 1 B 】

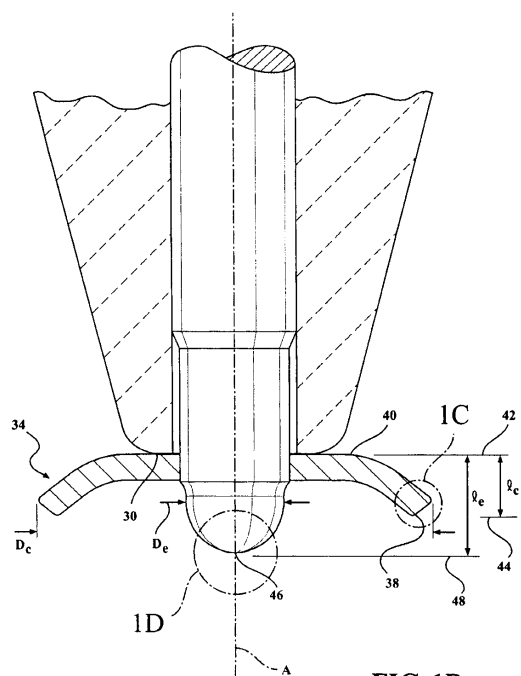


FIG. 1B

【 図 1 C 】

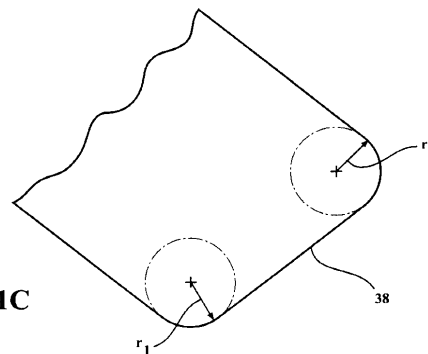


FIG. 1C

【 ㄨ 1 D 】

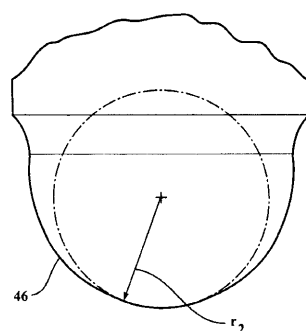


FIG. 1D

【圖 2】

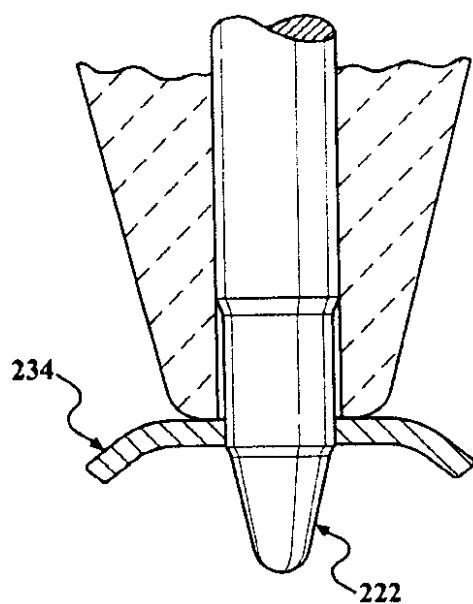


FIG. 2

【 図 3 】

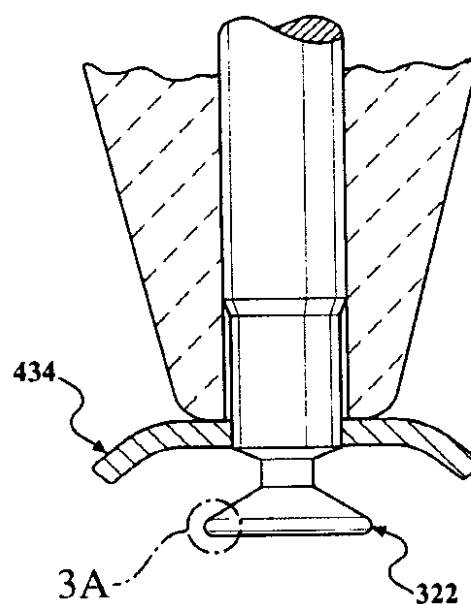


FIG. 3

【 図 3 A 】

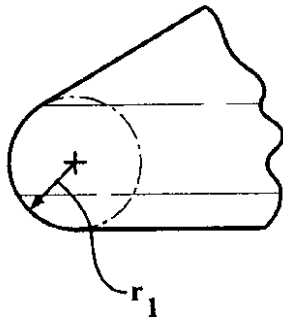


FIG. 3A

【 図 4 】

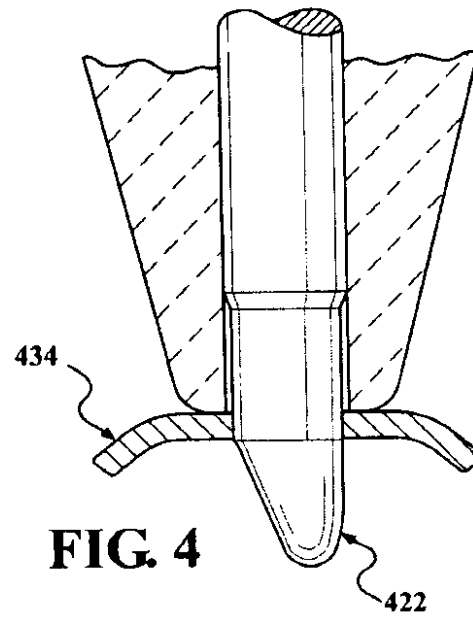


FIG. 4

【 図 5 】

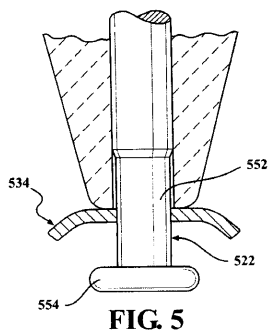


FIG. 5

【 図 7 】

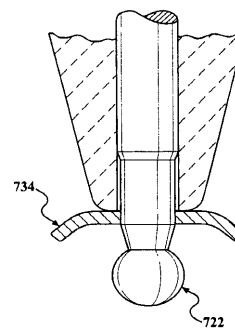


FIG. 7

【 図 6 】

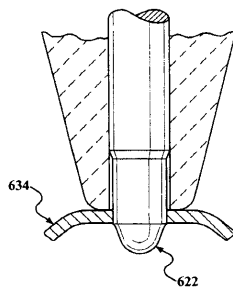


FIG. 6

【 図 8 】

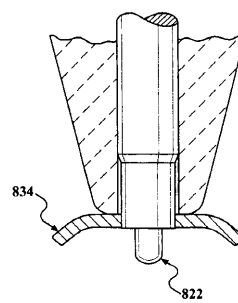


FIG. 8

【図 9】

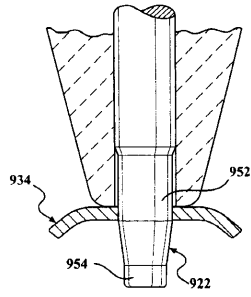


FIG. 9

【図 10】

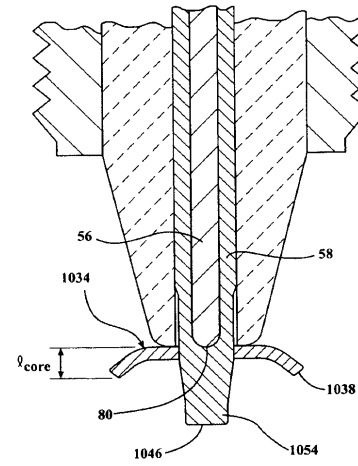


FIG. 10

【図 11】

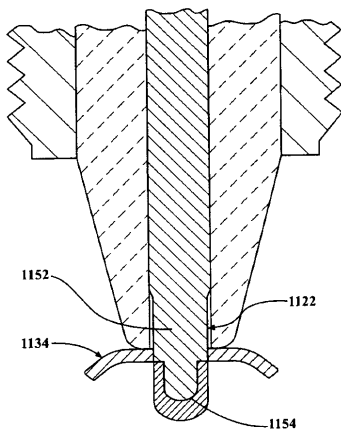


FIG. 11

【図 12 A】

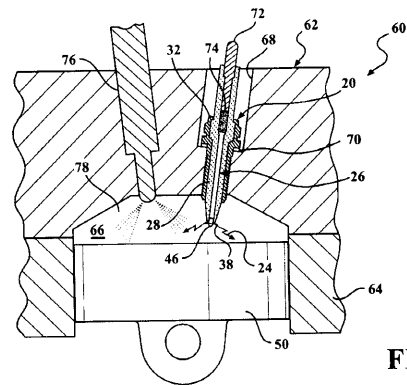


FIG. 12A

【図 12 B】

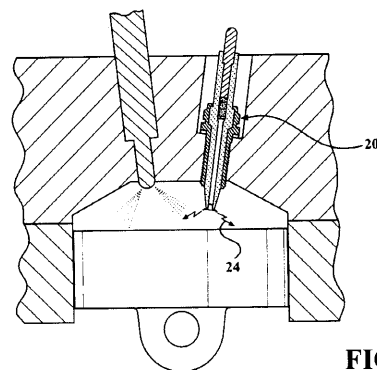


FIG. 12B

【図13A】

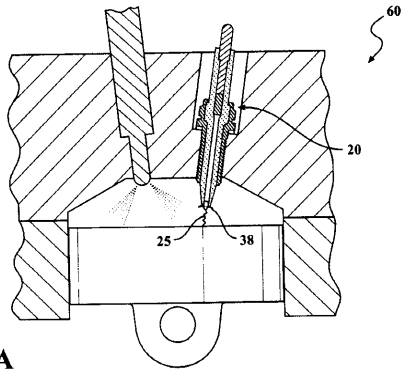


FIG. 13A

【図14A】

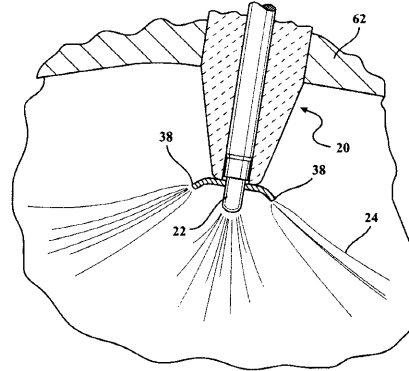


FIG. 14A

【図13B】

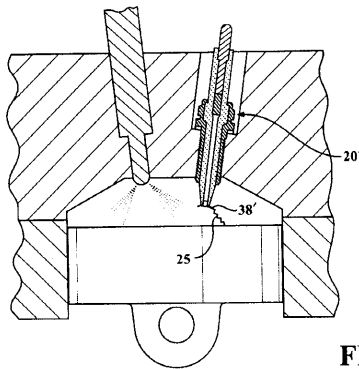


FIG. 13B

【図14B】

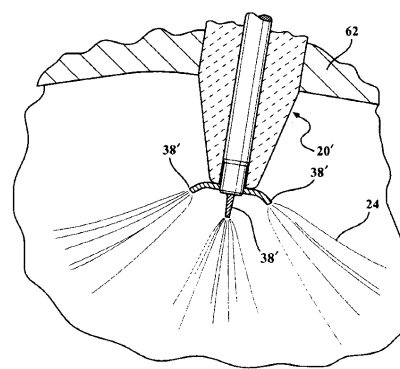


FIG. 14B

【図15A】

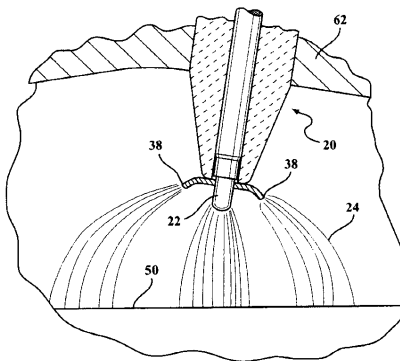


FIG. 15A

【図16A】

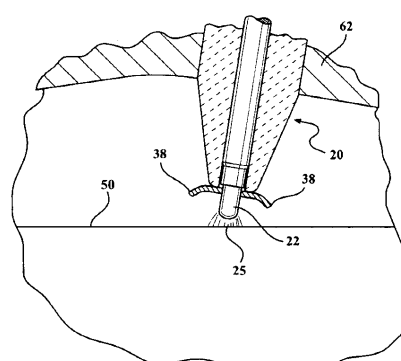


FIG. 16A

【図15B】

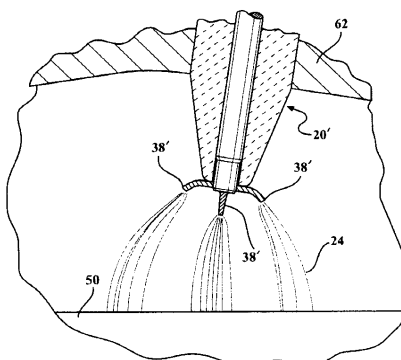


FIG. 15B

【図16B】

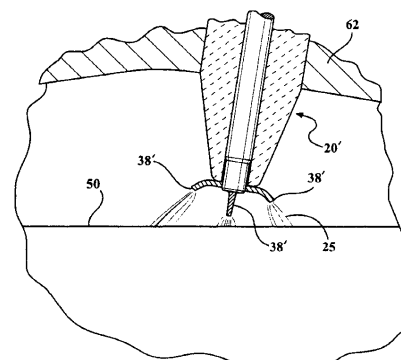


FIG. 16B

【図 17】

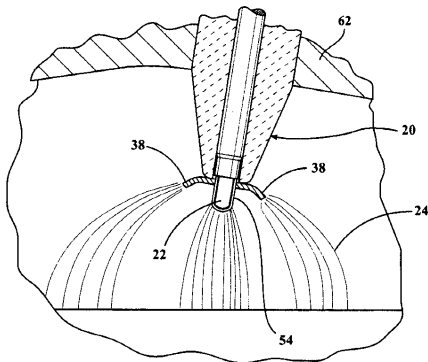


FIG. 17

【図 18】

接地への 距離間隙	球半径	1ボルトが印加された 時のピーク電界 V/m
mm	mm	
0.254	0.0508	18633.28739
0.254	0.127	9980.701716
0.254	0.254	6878.930003
0.254	0.508	5343.796592
0.254	1.27	4477.039363
0.254	2.54	4203.304771
0.508	0.0508	16136.18133
0.508	0.127	8016.138049
0.508	0.254	5003.699524
0.508	0.508	3441.164495
0.508	1.27	2524.355083
0.508	2.54	2238.626109
1.27	0.0508	13887.23678
1.27	0.127	6571.000675
1.27	0.254	3798.198319
1.27	0.508	2309.525832
1.27	1.27	1376.310111
1.27	2.54	1068.842433
2.54	0.0508	12979.19005
2.54	0.127	5922.926914
2.54	0.254	3300.830078
2.54	0.508	1899.069549
2.54	1.27	1000.430464
2.54	2.54	688.0533036
5.08	0.0508	12172.07443
5.08	0.127	5434.093973
5.08	0.254	2966.065895
5.08	0.508	1650.347304
5.08	1.27	802.8204393
5.08	2.54	500.131791
12.7	0.0508	11006.37994
12.7	0.127	4913.879632
12.7	0.254	2648.357014
12.7	0.508	1438.900864
12.7	1.27	659.8844681
12.7	2.54	379.6343141
25.4	0.0508	9975.942838
25.4	0.127	4575.07969
25.4	0.254	2461.742392
25.4	0.508	1324.304308
25.4	1.27	592.6911816
25.4	2.54	330
50.8	0.0508	8738.021209
50.8	0.127	4213.214918
50.8	0.254	2288.55173
50.8	0.508	1230.835386
50.8	1.27	543.0055707
50.8	2.54	296.3233774

FIG. 18

【図 19】

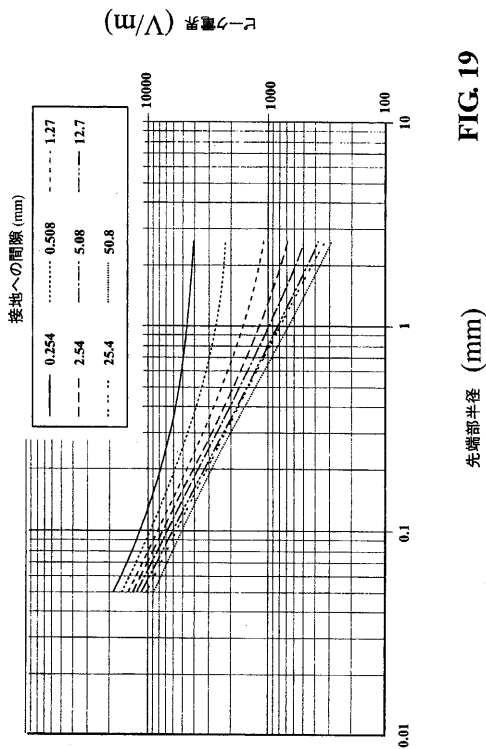


FIG. 19

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 P 3/01 (2006.01) F 0 2 P 3/01 A
F 0 2 P 13/00 3 0 2 Z

(72)発明者 ミクセル, クリスタファー
アメリカ合衆国、4 8 1 7 0 ミシガン州、プリマス、エディンバラ・ドライブ、4 8 0 8 9

審査官 関 信之

(56)参考文献 国際公開第2 0 1 3 / 0 2 8 6 0 3 (WO, A 1)
特開2 0 1 1 - 2 1 0 5 1 4 (JP, A)
国際公開第2 0 1 1 / 1 3 5 9 0 3 (WO, A 1)
米国特許出願公開第2 0 1 2 / 0 0 5 5 4 3 4 (US, A 1)
国際公開第2 0 1 2 / 0 9 2 4 3 2 (WO, A 1)
特表2 0 1 2 - 5 1 2 9 8 0 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 T 1 3 / 2 0
F 0 2 P 3 / 0 1
F 0 2 P 1 3 / 0 0
H 0 1 T 1 3 / 3 9
H 0 1 T 1 3 / 5 0
H 0 1 T 1 9 / 0 4