



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 913 897 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(51) Int. Cl.⁶: H01T 13/50

(21) Anmeldenummer: 98117582.1

(22) Anmeldetag: 16.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Gloger, Jürgen, Dipl.-Ing.
38518 Gifhorn (DE)
• Krain, Waldemar, Dipl.-Ing.
38110 Braunschweig (DE)
• Weniger, Manfred, Prof. Dr.-Ing.
38364 Schöningen (DE)

(30) Priorität: 29.10.1997 DE 19747700

(71) Anmelder:
Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)

(54) **Zündkerze für Plasmastrahl-Zündeinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündkerze für eine Plasmastrahl-Zündeinrichtung, die an ihrem in einem Brennraum (7) einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Abschnitt (8) zumindest teilweise eine Isolatorschicht (2) aufweist, die eine elektrisch leitfähige Innenelektrode (1) von einer masseführenden Gehäuseelektrode (4) trennt, wobei an die Zündkerze ein Hochfrequenzfeld hoher Spannung anlegbar ist, das in dem Brennraum (9) ein Plasma (6) bildet und ein in dem Brennraum (7) befindliches Kraftstoff-Luft-Gemisches zündet. Diese gattungsgemäße Zündkerze wird dadurch weiterentwickelt, daß die Innenelektrode (1) an ihrem brennraumseitigen Ende mindestens einen elektrisch leitenden, die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt (9) aufweist, der gegenüber dem Brennraum (7) durch eine Isolatorschicht (10) abgedeckt ist.

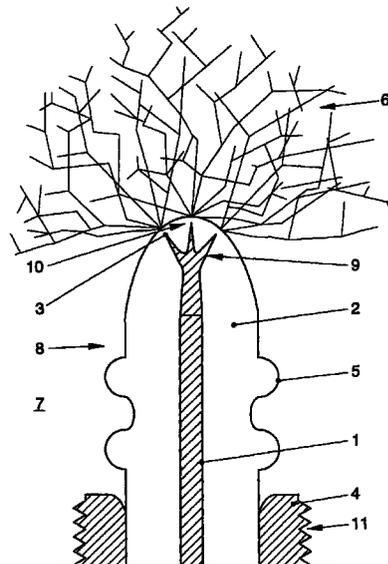


FIG. 1

EP 0 913 897 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zündkerze für eine Plasmastrahl-Zündeinrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zur Entzündung von Kraftstoff-Luft-Gemischen in Verbrennungskraftmaschinen werden in Ottomotoren fast ausschließlich Zündanlagen mit konventionellen Spulenzündungen und Zündkerzen verwandt. Bei derartigen Systemen erzeugt die von der Zündspule bereitgestellte Zündenergie, die im Brennraum des Motors freigesetzt wird, eine Funkenentladung zwischen eng benachbarten Elektroden der Zündkerzen, bei der als Nachteil relativ hohe Wärmeverluste an den Zündkerzenelektroden auftreten. Die Übertragung der Zündenergie auf das Kraftstoff-Luft-Gemisch erfolgt durch direkten Kontakt des Zündfunken mit dem Kraftstoff-Luft-Gemisch, wodurch eine Ausbildung von Flammenkernen nur in direkter Umgebung der Funkenstrecke der Zündkerzen stattfindet. Zudem kann durch den Kontakt mit den relativ kalten Zündkerzenelektroden eine partielle Auslöschung des Flammenkernes erfolgen. Derartige als Quenchverluste bezeichnete Verluste lassen sich bei den konventionellen Zündsystemen nicht vermeiden. Von besonderem Nachteil an den konventionellen Spulenzündsystemen ist es, daß die freiliegenden elektrisch leitfähigen Elektrodenabschnitte der Zündkerzen einem hohen Verschleiß durch Abbrand infolge der Funkenüberschläge zwischen ihnen unterliegen, wodurch nur geringe Standzeiten hervorgerufen werden und kurze Wartungsintervalle einzuhalten sind.

[0003] Reicht die trotz Quenchverlusten verbleibende Zündenergie bei konventionellen Zündanlagen unter normalen Betriebszuständen des Motors für eine sichere Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches aus, so können in bestimmten Betriebsbereichen oder Betriebsarten des Motors Gemischzusammensetzungen auftreten, die mit derartigen Zündverfahren nicht mehr sicher gezündet werden können. Insbesondere zunehmende Anforderungen an Verbrennungskraftmaschinen durch den Umweltschutz, wie verringertem Schadstoffausstoß und besserer Ausnutzung des Kraftstoffes, lassen sich vor allem dadurch erreichen, daß der Motor im sog. Magerbereich betrieben wird, also im Bereich einer Verringerung des Kraftstoffanteils am Kraftstoff-Luft-Gemisch. Ebenso kann der Motor in geschichtetem Betrieb, also mit einer inhomogenen Gemischverteilung, betrieben werden. Derartige Gemische sind generell aber schwieriger zu zünden als fettere Gemische, da die Geschwindigkeit der sich nach der Zündung im Gemisch ausbreitenden Flammenfront bei einem mageren Gemisch geringer als bei einem fetten Gemisch ist. Es kommt somit bei konventionellen Zündsystemen zu unvollständiger Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches oder sogar komplettem Ausbleiben der Zündung und damit zu Verlusten eines Arbeitstaktes. Somit wird die Grenze der Abmagerung des Gemisches mit zunehmender Abmagerung durch

einen rauen Lauf des Motors infolge von Zündaussetzern bestimmt. Um auch bei aus Umweltschutzgründen erwünschten Magergemischen eine sichere Zündung des Gemisches zu erreichen, müssen die konventionellen Zündanlagen verbessert oder ersetzt werden.

[0004] Eine Möglichkeit der Verbesserung des Zündverhaltens besteht darin, eine Mehrzahl von Zündelektroden gleichzeitig im Brennraum anzuordnen und mit der Zündspannung zu beaufschlagen. Derartige Zündsysteme bilden dabei mehrere Flammenkerne gleichzeitig aus und erreichen damit eine Zündzone größerer Erstreckung, die eine sichere Zündung auch problematischer Gemischsysteme erlauben soll. Nachteilig hieran ist insbesondere der hohe konstruktive Aufwand zur Bereitstellung geeigneter Zündkerzen sowie der benötigte Bauraum am Motor selbst.

[0005] Es sind weiterhin Zündverfahren für die Zündung von Kraftstoff-Luft-Gemischen bei Verbrennungskraftmaschinen bekannt, bei denen mit Hilfe von Plasmaentladungen thermische Energie in den Brennraum eingebracht und dadurch das Gemisch gezündet wird. Bei derartigen Plasmazündungen wird durch eine in einen Brennraum hineinragende Elektrode das in dem Brennraum befindliche Gemisch dadurch gezündet, daß das Gemisch durch ein Hochfrequenzfeld ausreichender Energie auf eine reaktionsfähige Temperatur gebracht wird, indem das Gas durch das von der Elektrode in den Brennraum eingebrachte Hochfrequenzfeld in den elektrisch leitfähigen Plasmazustand gelangt. Hierzu wird bei bekannten Einrichtungen ein solches Plasma eng begrenzt in dem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine erzeugt und durch Variation der zugeführten Energie bzw. Frequenz des an der Elektrode anliegenden Hochfrequenzfeldes die benötigte Zündtemperatur für das Gemisch in einem durch die Elektrodengeometrie bestimmbaren Raumvolumen bereitgestellt. Allen bekannten Plasmastrahl-Zündeinrichtungen ist dabei gemeinsam, daß die Bildung des Plasmas räumlich begrenzt in der Nähe der Elektrode erfolgt und daher die Ausbreitung der Flammenfront nicht grundsätzlich anders als bei herkömmlichen Zündkerzen und damit nicht für alle Betriebszustände des Motors schnell genug erfolgt.

[0006] In der DE 40 28 869 A1 wird eine Zündkerze für ein derartiges Plasmastrahl-Zündsystem vorgeschlagen bei der zur Erzielung einer ausreichend hohen Energiedichte des Plasmas die Plasmaentladung ausschließlich in einer in dem Elektrodenkörper der Zündkerze zurückliegend angeordneten Zündkammer erzeugt wird, wodurch ein Einwirken auf größere Bereiche des Gemisches und damit eine Erhöhung der Zündsicherheit nur indirekt durch Ausschleudern von ionisierten Teilchen aus der Zündkammer in den Brennraum möglich ist. Die Ausgestaltung der Elektrodenform kann variiert werden, wobei hierdurch die Form der Zündkammer im Hinblick auf das Zündverhalten optimiert werden soll. Ebenfalls kann an den Elektroden eine wärmebeständige elektrische Isolierschicht vorge-

sehen werden, die jedoch nur zum Schutz gegen Funkenbildung eingesetzt wird. Nachteilig an dieser vorgeschlagenen Lösung ist es vor allem, daß das zu entzündende Kraftstoff-Luft-Gemisch nur in einem kleinen Teilvolumen von dem Plasma gezündet werden kann und darüberhinaus durch die thermische Belastung und Druckbelastung aufgrund expandierender Gase die Elektroden der Zündkammer hohem Verschleiß unterliegen.

[0007] Es ist daher Aufgabe der folgenden Erfindung, eine Zündkerze für eine Plasmastrahl-Zündeinrichtung einer Verbrennungskraftmaschine vorzuschlagen, mit der der Verschleiß an der Zündkerze bei gleichzeitiger Verbesserung der Zündeignung für das Kraftstoff-Luft-Gemisch verringert werden kann.

[0008] Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 in Zusammenwirken mit den Merkmalen des Oberbegriff. Die Unteransprüche beschreiben jeweils bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Zündkerze.

[0009] Die erfindungsgemäße Zündkerze nach Anspruch 1 findet insbesondere Anwendung bei einem Verfahren zum Betreiben einer Plasmastrahl-Zündeinrichtung in Verbrennungskraftmaschinen, wie es in einer parallelen Anmeldung derselben Anmelderin beschrieben ist, die hier vollumfänglich auch zum Gegenstand dieser Anmeldung gemacht wird.

[0010] Diese Plasmastrahl-Zündeinrichtung weist mindestens eine bereichsweise im Inneren eines Brennraumes einer Verbrennungskraftmaschine angeordnete Zündkerze mit zumindest einer Elektrode auf. Diese Elektrode ist mit einem Hochfrequenzgeber elektrisch verbunden, wobei in einem im Brennraum befindlichen Kraftstoff-Luft-Gemisch durch ein von dem Hochfrequenzgeber bereitgestelltes Hochfrequenzfeld ein Plasma erzeugt wird. Hierbei wird das Hochfrequenzfeld derart auf eine hohe Spannung geregelt, daß sich an der Elektrode in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch gleichzeitig eine Mehrzahl hochohmiger Plasmafäden kurzer Dauer ausbilden. Im Gegensatz zu den bekannten Verfahren zur Zündung mittels Plasmen, die im wesentlichen durch längerbrennende, stationäre Plasmen erzeugt werden, wird durch die hochfrequenten und von hoher Spannung hervorgerufenen Plasmaentladungen eine Anzahl sich kurzzeitig und intensiv ausbildender Plasmafäden gebildet, die zu kurzzeitigen, intensiven Entladungen des Plasmas führen und viele Flammenkerne in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch hervorrufen, wodurch sich ein besonders gutes Zündverhalten des Kraftstoff-Luft-Gemisches erreichen läßt. Dabei wird das Hochfrequenzfeld derart betrieben, daß sich das in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennraum gebildete Plasma thermisch nicht im Gleichgewicht befindet. Es wird aufgrund der hohen Frequenz erreicht, daß sich kurzzeitige, lokale hochohmige Plasmaentladungen in Form von Plasmafäden ausbilden, die intensive Flammenkerne zur Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches

hervorrufen. Zwar wirken diese Plasmafäden nur kurzzeitig, dafür aber aufgrund ihrer Anzahl in dem der Elektrode benachbarten Bereich bei der hohen Potentialdifferenzen besonders intensiv. Hierbei können sich die Plasmafäden von der Elektrode büschelförmig divergierend in das Kraftstoff-Luft-Gemisch ausbreiten. Dies ruft eine großvolumige Ausbreitung von Flammenkernen hervor, durch die das Kraftstoff-Luft-Gemisch ebenfalls großvolumig gezündet wird. Hierdurch werden auch von der mindestens einen Elektrode weiter entfernte Volumina des Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum sicher gezündet, wodurch zum einen eine unvollständige Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches vermieden und gleichzeitig die Züandsicherheit auch bei zündungünstigen, inhomogenen Gemischen erhöht wird.

[0011] Eine gattungsgemäße Zündkerze gemäß Anspruch 1 vorzugsweise für den Einsatz mit einer solchen Plasmastrahl-Zündeinrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß die Innenelektrode an ihrem brennraumseitigen Ende einen elektrisch leitenden, die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt aufweist, der gegenüber dem Brennraum durch eine Isolatorschicht abgedeckt ist. Die Gestaltung des Elektrodenendes durch einen elektrisch leitenden, die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt ruft die hochohmigen Plasmaentladungen hervor, die ein sicheres Zünden von Kraftstoff-Luft-Gemischen auch noch weiter entfernt von dem Elektrodenende innerhalb des Brennraumes begünstigt. Hierbei unterliegt jedoch dieser die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnde Abschnitt und dabei insbesondere sein dem Kraftstoff-Luft-Gemisch zugewandtes verjüngendes Ende normalerweise einer hohen Belastung durch die hochohmigen Plasmaentladungen und die Verbrennung. Zwar bilden sich keine Bogenentladungen wie bei herkömmlichen Zündkerzen aus, doch verschleißt ein ungeschützter derartiger Abschnitt durch Elektroerosion auch durch die Plasmaentladungen und die Korrosion der Verbrennung relativ schnell. Daher wird dieser Abschnitt gegenüber dem Brennraum durch eine Isolatorschicht abgedeckt, die eine unmittelbare Einwirkung des Plasmas bzw. der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches auf die elektrisch leitfähigen Teile des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnittes verhindert. Hierdurch wird die Belastung dieser Bereiche deutlich vermindert und dadurch die Lebensdauer der Zündkerze insgesamt deutlich erhöht.

[0012] In einer bevorzugten Weiterbildung weist der die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnde Abschnitt der Innenelektrode die Form mindestens eines sich zum Brennraum verjüngenden Spitzenbereiches auf. In diesem Spitzenbereich bilden sich durch die damit verbundene Feldliniendichte hohe lokale Feldstärken aus, welche die elektrische Entladung ermöglichen und die Flammenkembildung einleiten. Darüberhinaus führt eine solche vorteilhafte Verjüngung nicht zu einer Störung der Feldlinien bzw. des

Hochfrequenzfeldes durch Überschläge, die beispielsweise durch Störstrahlungen negativ auf elektronische Geräte in der Nahе der Verbrennungskraftmaschine einwirken könnte.

[0013] In einer anderen Ausgestaltung kann der die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnde Abschnitt der Innenelektrode mehrere sich zum Brennraum venuengende, divergierend zueinander angeordnete Spitzenbereiche aufweisen. Hierdurch wird aufgrund des Hochfrequenzfeldes nicht nur ein einzelner Ausgangspunkt für die Entstehung eines hochohmigen Plasmas bereitgestellt, sondern entsprechend der Anzahl derartiger Spitzen kann sich ein volumenmäßig größerer Bereich mit hochohmigem Plasma bilden, der zu einer grovolumigeren und damit verbesserten Zündung und Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches beiträgt.

[0014] Von besonderem Vorteil ist es, wenn zumindest die Isolatorschicht im Bereich des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnittes der Innenelektrode aus einem gegen Abbrand und Elektroerosion widerstandsfähigem Material besteht. Hierdurch wird die Abdeckung des Abschnittes sehr resistent gegenüber Belastungen, die sich aus dem Betrieb der Verbrennungskraftmaschine sowie der Bildung des Plasmas und der Verbrennung in dem Brennraum ergeben. Als Isolatormaterial können typische Isolatormaterialien Verwendung finden, die im Zundkerzenbau oder auch im Elektroisulationsbau benutzt werden.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die abdeckende Isolatorschicht aus einer dünnen Schicht besteht, die von den Feldlinien leicht durchsetzbar ist. Hierdurch wird die Entstehung des Plasmas durch die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes nicht behindert, so daß durch die Abdeckung dieses Abschnittes keine Beeinträchtigung der Zundeigenschaften der Zündkerze hervorgerufen wird. In einer Weiterbildung kann der Isolator und die abdeckende Isolatorschicht aus einem Aluminiumoxid, in einer anderen Ausgestaltung aus Quarzglas (fused silica) bestehen.

[0016] Durch Wahl der entsprechenden Materialien für die Abdeckung und sonstige beschriebene Gestaltung kann die Zündkerze als eine über die ganze Lebensdauer der Verbrennungskraftmaschine funktionsfähige Zündkerze ausgelegt sein, wodurch insbesondere kostenintensive Wechsel- und Wartungsvorgänge während der Lebensdauer der Verbrennungskraftmaschine vermieden werden.

[0017] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Zündkerze gemäß Anspruch 1 in Magermotoren, Schichtlademotoren oder Dieselmotoren verwendet wird, da hierdurch die Gemischzundung dieser zundmaig nicht unproblematischen Motoren deutlich verbessert werden kann.

[0018] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Zündkerze geben die weiteren Unteransprüche an.

[0019] Eine besonders vorteilhafte Ausbildung der erfindungsgemäßen Zündkerze zeigt die Zeichnung.

[0020] Es zeigt:

5 Figur 1 einen Schnitt durch den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit darin angeordneter erfindungsgemäßer Zündkerze

[0021] In der einzigen Figur 1 ist in einer schematischen Darstellung eine erfindungsgemäße Zündkerze in einer Teilansicht im Schnitt dargestellt.

[0022] Die Zündkerze ist nur mit ihrem dem Brennraum 7 zugewandten Abschnitt dargestellt, da sie ansonsten den bekannten Zündkerzen im wesentlichen entsprechen kann und nur die Gestaltung des brennraumseitigen Abschnittes im Rahmen dieser Erfindung von Belang ist. Die Zündkerze besteht aus einem hier entlang der Einschraubachse angeordneten Innenleiter 1, der aus einem elektrisch leitenden Material besteht und an der Anschluseite der Zündkerze mit einem Anschluß an ein Zündkabel oder dgl. in elektrischer Verbindung steht. Den Innenleiter 1 umgibt ein Isolator 2 aus einem vorzugsweise keramischen Material in Form eines dickwandigen, im wesentlichen rohrförmigen Bauteils, in dessen Innenbohrung der Innenleiter 1 eingesetzt ist. Auf der Außenseite des Isolators 2 ist in einem Teilabschnitt eine massefuhrende Gehauselektrode 4 dargestellt, die auf ihrer Außenseite ein Gewinde 11 trägt, mit dem die Zündkerze in grundsätzlich bekannter Weise in einer nicht dargestellten Gewindebohrung z. B. einer Verbrennungskraftmaschine angeordnet und festgelegt werden kann. Die massefuhrende Gehauselektrode 4 und die Innenelektrode 1 bilden ein Elektrodenpaar, wie dies bei konventionellen Zündkerzen auch bekannt ist. Durch den dickwandigen Isolator 2 sind die beiden Elektroden 1, 4 voneinander getrennt, so daß die elektrische Potentialdifferenz zwischen den beiden Elektroden 1, 4 aufrechterhalten bleibt. Auenseitig trägt der Isolator 2 noch eine Profilierung 5 als Schutz gegen Kriechströme, der auch an konventionellen Zündkerzen vorgesehen ist.

[0023] Die erfindungsgemäße Gestaltung der Zündkerze ist in dem Abschnitt zu erkennen, der hier am weitesten in den Brennraum 7 der Verbrennungskraftmaschine hineinragt. Die Innenelektrode 1 bildet hierbei an ihren brennraumseitigen Ende eine Anordnung von z. B. drei divergierend und in verschiedene Richtungen des Brennraumes 7 zeigenden Spitzen 3, die sich jeweils von dem Knotenpunkt, an dem sie mit der Innenelektrode 1 in Verbindung stehen, in Richtung des Brennraumes 7 hin verjüngen. Hierdurch bildet die Innenelektrode 1 drei auf gleichem elektrischen Potential liegende Spitzen 3 aus, an denen sich das in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch hervorzurufende Plasma 6 bilden kann.

[0024] Durch die Ausbildung der brennraumseitigen Spitzen 3 der Innenelektrode 1 wird weiterhin erreicht, daß sich an jeder der Spitzen 3 eine starke Felderho-

hung des an der Innenelektrode 1 im Betrieb angelegten Hochfrequenzfeldes ausbildet, die die Wirkung des Hochfrequenzfeldes auf das Kraftstoff-Luft-Gemisch verstärkt. Hierdurch bilden sich an der Zündkerze, wenn diese an der Plasmastrahl-Zündeinrichtung betrieben wird, an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt 9 Büschelentladungen eines thermisch nicht im Gleichgewicht befindlichen Plasmas 6 aus, die von Corona- und/oder Streamer-Entladungen an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt 9 hervorgerufen werden. Diese Büschelentladungen durchsetzen das Plasma 6 in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch auch in weiter von der Innenelektrode 1 entfernten Volumina und bilden dadurch großvolumig Flammenkerne aus, die das Kraftstoff-Luft-Gemisch ebenfalls großvolumig zünden.

[0025] Von besonderem Vorteil der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze ist es, daß die Elektrodenenden 3 von einer dünnen Schicht 10 aus einem Isolatormaterial überzogen sind, das die Elektrodenenden 3 von dem im Brennraum 7 befindlichen Plasma 6 und dem Kraftstoff-Luft-Gemisch trennt. Hierdurch erhöht sich die Lebensdauer der Innenelektrode 1 und damit der gesamten Zündkerze deutlich, so daß die Zündkerze sogar während der gesamten Lebensdauer der Verbrennungskraftmaschine funktionsfähig bleiben kann. Hierbei sollte die Schichtdicke des die Elektrodenenden 3 bedeckenden Isolators 10 so gewählt werden, daß die Bildung des Plasmas 6 aufgrund des Hochfrequenzfeldes, das die Isolatorschicht 10 durchsetzt, nicht behindert wird. Wird eine Isolatorschicht 10 gewählt, die zudem besonders resistent gegen Elektroerosion und Abbrand ist, so wird die Innenelektrode 1 auch nach langer Betriebszeit unverändert mit dem Isolator 10 bedeckt und damit gegen Verschleiß geschützt sein. Auch wird durch die abdeckende Isolatorschicht 10 an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt 9 verhindert, daß sich Bogenentladungen in dem thermisch nicht im Gleichgewicht befindlichen Plasmas 6 bilden.

[0026] Die die Elektrodenenden 3 bedeckende Isolatorschicht 10 kann beispielsweise aus einem Aluminiumoxid oder Quarzglas bestehen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0027]

1	Innenelektrode
2	Isolator
3	Elektrodenenden
4	masseführende Gehäuseelektrode
5	Kriechstromschutz
6	büschelförmige Entladungen
7	Brennraum
8	brennraumseitiger Abschnitt
9	feldlinienbündelnder Abschnitt

10	abdeckende Isolatorschicht
11	Gewinde

Patentansprüche

1. Zündkerze für eine Plasmastrahl-Zündeinrichtung, die an ihrem in einem Brennraum (7) einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Abschnitt (8) zumindest teilweise eine Isolatorschicht (2) aufweist, die eine elektrisch leitfähige Innenelektrode (1) von einer masseführenden Gehäuseelektrode (4) trennt, wobei an die Zündkerze ein Hochfrequenzfeld hoher Spannung anlegbar ist, das in dem Brennraum (9) ein Plasma (6) bildet und ein in dem Brennraum (7) befindliches Kraftstoff-Luft-Gemisch zündet,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Innenelektrode (1) an ihrem brennraumseitigen Ende mindestens einen elektrisch leitenden, die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt (9) aufweist, der gegenüber dem Brennraum (7) durch eine Isolatorschicht (10) abgedeckt ist.

2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnde Abschnitt (9) der Innenelektrode (1) die Form mindestens eines sich zum Brennraum (7) verjüngenden Spitzenbereiches (3) aufweist.
3. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnde Abschnitt (9) der Innenelektrode (1) mehrere sich zum Brennraum (7) verjüngende, divergierend zueinander angeordnete Spitzenbereiche (3) aufweist.
4. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest die abdeckende Isolatorschicht (10) im Bereich des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnittes (9) der Innenelektrode (1) aus einem gegen Abbrand und Elektroerosion widerstandsfähigem Material besteht.
5. Zündkerze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die abdeckende Isolatorschicht (10) zumindest im Bereich des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnittes (9) aus einer dünnen Schicht besteht, die von den Feldlinien leicht durchsetzbar ist.
6. Zündkerze nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die abdeckende Isolatorschicht (10) zumindest im Bereich des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden

Abschnittes (9) aus einem Aluminiumoxid besteht.

7. Zündkerze nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die abdeckende Isolatorschicht (10) zumindest im Bereich des die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnittes (9) aus Quarzglas (fused silica) besteht. 5
8. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zündkerze als eine über die ganze Lebensdauer der Verbrennungskraftmaschine funktionsfähige Zündkerze ausgelegt ist. 10
9. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zündkerze in der Plasmastrahl-Zündeinrichtung an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt (9) Büschelentladungen eines thermisch nicht im Gleichgewicht befindlichen Plasmas (6) ausbildet. 15
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Plasma (6) aus Korona- und/oder Streamer-Entladungen an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt (9) gebildet ist. 20
11. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die abdeckende Isolatorschicht (10) an dem die Feldlinien des Hochfrequenzfeldes bündelnden Abschnitt (9) Bogenentladungen in dem thermisch nicht im Gleichgewicht befindlichen Plasmas (6) verhindert. 25
12. Verwendung der Zündkerze gemäß Anspruch 1 in Magermotoren, Schichtlademotoren oder Dieselmotoren. 30

40

45

50

55

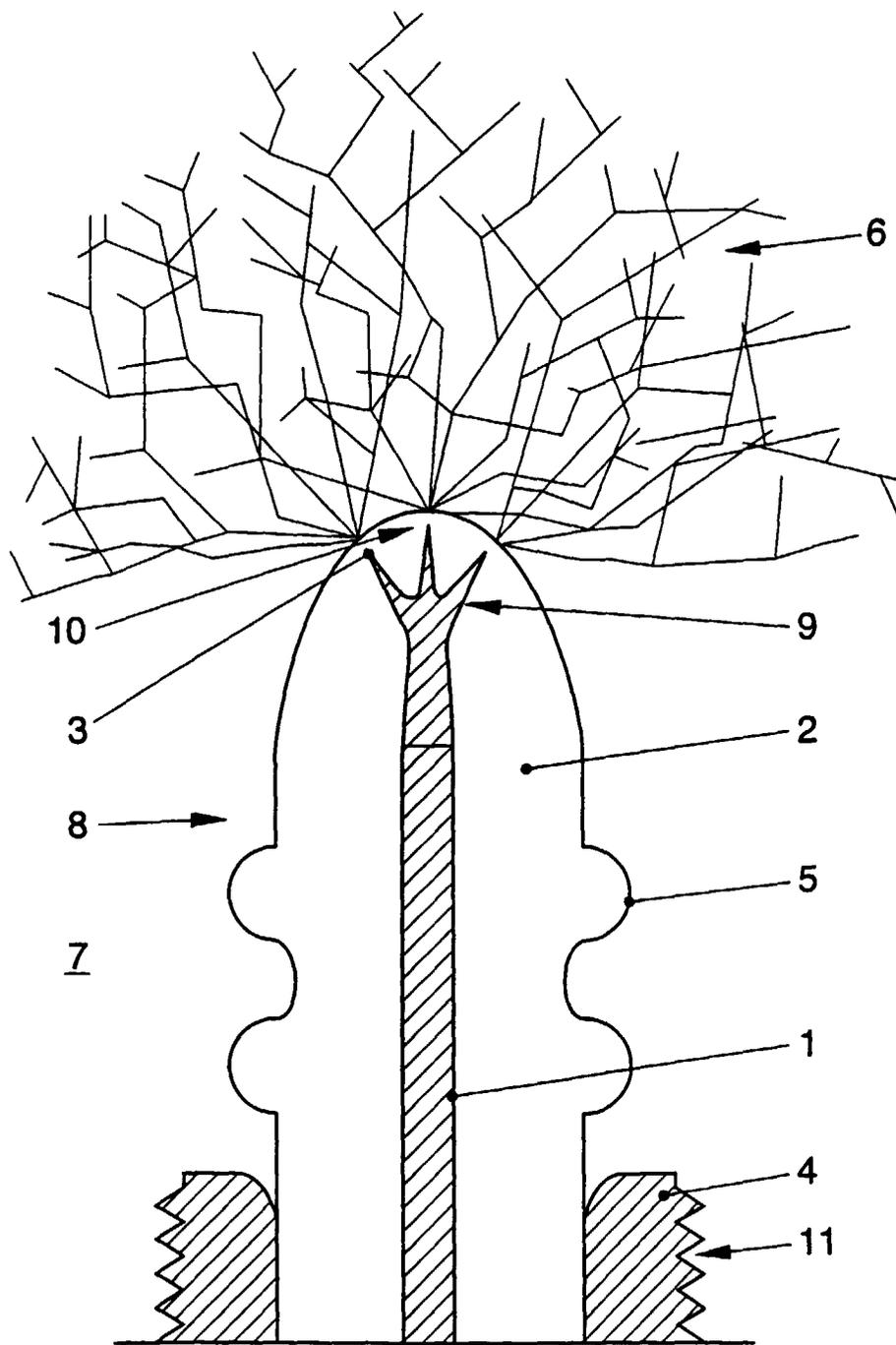


FIG. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 7582

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 469 013 A (KANG MICHAEL) 21. November 1995 * Spalte 3, Zeile 2 - Zeile 59; Abbildungen 1A,1B *	1,2,4,5, 7,10,12	H01T13/50
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 031 (M-192), 8. Februar 1983 & JP 57 186066 A (HIROSE SEISAKUSHO:KK), 16. November 1982 * Zusammenfassung *	3	
D,A	DE 40 28 869 A (FEV MOTORENTECHNIK) 19. März 1992		
A	FR 2 431 208 A (TOKAI TRW & CO) 8. Februar 1980		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01T
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	11. Januar 1999	Bijn, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes	
		Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 7582

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 11-01-1999.
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5469013 A	21-11-1995	KEINE	
DE 4028869 A	19-03-1992	DE 59104133 D EP 0475288 A	16-02-1995 18-03-1992
FR 2431208 A	08-02-1980	JP 55012275 A CA 1135329 A DE 2928018 A GB 2030643 A,B	28-01-1980 09-11-1982 31-01-1980 10-04-1980

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82