

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1775/2007

(22) Anmeldetag: 05.11.2007

(45) Veröffentlicht am: 15.11.2009

(51) Int. Cl.⁸: **H01T 13/54**

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2007035570A GB 214141A
US 20050211217A JP 09092433A

(73) Patentinhaber:
FRANCESCONI CHRISTIAN
A-8605 KAPFENBERG (AT)

(54) **ZÜNDKERZE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündkerze, wobei die Mittelelektrode (3) und die Masseelektrode (4) von einer Kammer umgeben sind, wobei ein gehäusenaher Wandungsteil (8) der Kammer kreisringförmigen Querschnitt besitzt, wobei die Masseelektrode (4) als Basis einen am Zündkerzengehäuse (2) befestigten Träger (6) aufweist, und dieser Masseelektroden Träger (6) und jede von ihm abgehende, fingerförmige Masseelektrode (4) im Abstand (21) von der Innenwandfläche (7, 19) der Kammer (5a, 5b) angeordnet sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen,

- dass der Masseelektroden Träger (6) senkrecht zur Längsachse der Zündkerze gesehen kreisringförmigen Querschnitt aufweist,
- dass am Zündkerzengehäuse (2) zwei konzentrisch liegende zylindrische Endabsätze (17, 18) ausgebildet sind, und
- dass auf dem innenliegenden Endabsatz (17) der Masseelektroden Träger (6) und auf dem außenliegenden Endabsatz (18) der Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) aufgesetzt, aufgesteckt oder aufgeschraubt und/oder durch Schweißen befestigt ist.

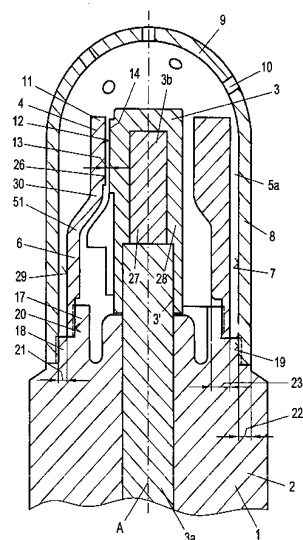


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündkerze gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Aus der JP 2007035570 sind Zündkerzen bekannt, bei denen die Elektroden von einer Vorkammer umfasst sind. Aus der JP 09092433 A sind Zündkerzen bekannt, bei denen eine Mittelelektrode von fingerartig ausgebildeten Masseelektroden umgeben ist.

[0003] Aus der US 2005/0211217 A1 ist eine Zündkerze mit einer Vorkammer bekannt, wobei die Masseelektroden von der Vorkammer getragen sind. Aus der GB 214141 ist die Anordnung einer Mittelelektrode und einer von dieser beabstandeten Masseelektrode bekannt. Beide Elektroden werden von einer Vorkammer umgeben. Eine derartige Zündkerze entspricht einer Zündkerze der eingangs genannten Art.

[0004] Ziel der Erfindung ist es, die Herstellung derartiger Zündkerzen zu vereinfachen, insbesondere in Hinblick darauf, dass kompliziert anzufertigende, komplexe Bauteile vermieden werden und die Zündkerze aus einfach herstellbaren Teilen aufgebaut ist. Dies ist insbesondere für die Massenproduktion von Wichtigkeit. Des Weiteren sollen die elektrischen Eigenschaften derartiger Zündkerzen zumindest denen vergleichbarer Zündkerzen entsprechen, wenn nicht diese Eigenschaften übertreffen. Entsprechend ist für eine optimale Stromzufuhr zu den einzelnen Masseelektroden zu sorgen. Des Weiteren soll eine erfindungsgemäße Zündkerze es zulassen, als Vorkammerzündkerze oder als Wirbelkammerzündkerze ausgebildet zu werden. Schließlich sollen die Zündeigenschaften und die Wärmeleitfähigkeit der Zündelektroden optimiert werden, um eine bessere Heißkorrosionsbeständigkeit zu erzielen.

[0005] Diese Ziele werden bei einer Zündkerze der eingangs genannten Art mit den im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Merkmalen erreicht.

[0006] Die Anordnung der Masseelektroden auf einem eigenen Träger gewährleistet eine gleichmäßige Stromzufuhr zu den Masseelektroden, ohne irgendwelche Stromableitung, z.B. über eine in direktem Kontakt mit den Masseelektroden stehende Vorkammer oder Wirbelkammer. Da der Masseelektrodenträger im Abstand von der Innenwandfläche der Kammer, das heißt einer Vorkammer oder einer Wirbelkammer, angeordnet ist, stellen die Masseelektroden und ihr Träger ein von dem Wandungsteil der Kammer unabhängiges System dar. Dies ermöglicht ein einfaches Nachstellen der Elektroden und es kann somit der einsatzbedingte Elektrodenabbrand korrigiert werden. Aufgrund der Möglichkeit, den Träger und die Masseelektroden insbesondere als einstückigen Bauteil auszufertigen, ergeben sich beträchtliche herstellungsmäßige Vorteile. Weiters wird durch die Tatsache, dass die Masseelektroden als einstückiger Bauteil gefertigt werden können, und das zwischen Masseelektrodenträger und Innenwandung der Vorkammer bzw. Wirbelkammer ein Abstand besteht, eine verbesserte Wärmeleitfähigkeit von den Zündelektroden zum Zündkerzengehäuse erreicht. Die spezielle Form der Masseelektroden und die Art und Weise der Aufbringung von Edelmetalllegierung ergibt weitere Vorteile in Hinblick auf eine verbesserte Zündleistung. Insbesondere wird erreicht, dass der Zusammenbau der Zündkerze vereinfacht wird, dass im Betrieb für eine entsprechende Stromzufuhr und Wärmeableitung gesorgt ist, und dass die Standzeit derartiger Zündkerzen gegenüber üblichen Zündkerzen verlängert ist. Es ergibt sich ein exakter, leicht zu konfigurierender Aufbau der Zündkerzen bei einfacher Herstellbarkeit der Einzelteile.

[0007] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Patentansprüchen zu entnehmen.

[0008] Fig. 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze. Fig. 2, 2a, 2b und 2c zeigen Ausführungsformen einer Mittelelektrode. Fig. 3 zeigt eine aufgebrachte Edelmetalllegierung. Fig. 4 und 5 zeigen Ansichten einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze. Fig. 6, 6a, 6b zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze. Fig. 7, 8, 9a, 9b, 10, 11, 12, 13 und 14a bis f zeigen schematisch das Aufbringen von Edelmetalllegierung auf entsprechenden Flächenbereiche einer Masseelektrode bzw. einer Mittelelektrode.

[0009] Fig. 1 zeigt eine Zündkerze für den Einsatz in einer Brennkraftmaschine, insbesondere für ihren Einsatz in einem Ottogas-Motor. Von einem Isolationskörper 1 wird ein Zündkerzengehäuse 2 getragen, wobei von dem Isolationskörper 1 eine Basismittелеlektrode 3a umschlossen ist bzw. abgeht. Auf dieser Basismittелеlektrode 3a der Zündkerze wird die Mittелеlektrode 3 aufgesetzt. Diese Mittелеlektrode 3 kann aus einem einzigen stiftartigen Bauteil gebildet sein. Es kann vorgesehen sein, dass wie im vorliegenden Fall die Mittелеlektrode 3 mit einem Werkstoff 3b hoher Wärmeleitfähigkeit gefüllt ist, um eine bessere Wärmeleitung von den Elektrodenflächen 12 zur Basismittелеlektrode 3a zu ermöglichen. Das brennraumseitige Ende der Mittелеlektrode 3 kann von einem Köcher 28 gebildet sein, der an der Basismittелеlektrode 3a, insbesondere durch mehrmalig umlaufendes Schweißen, vorteilhaft im Bereich 3" befestigt ist. Hierdurch kommt es zu einer weiteren Verbesserung der Wärmeableitung.

[0010] Zur Ausbildung zumindest eines Zündspaltes 13 ist über den Umfang der Mittелеlektrode 3 zumindest eine Masseelektrode 4 angeordnet. Vorteilhafterweise werden von einem Masseelektrodenträger 6 eine, drei oder fünf Masseelektrode(n) 4 getragen bzw. gehen von diesem ab, wobei zweckmäßiger Weise die Masseelektroden 4 auf dem Masseelektrodenträger 6 in gleichen Abständen zueinander um die Mittелеlektrode 3 verteilt angeordnet sind. Der Masseelektrodenträger 6 wird vom Zündkerzengehäuse 2 getragen bzw. ist auf diesem befestigt bzw. geht von diesem ab.

[0011] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, geht die zumindest eine Masseelektrode 4 in Form eines Fingers vom Träger 6 ab bzw. können fingerartige Masseelektroden 4 am Träger 6 befestigt bzw. angeschweißt sein. Die Finger 4 und der Träger 6 können auch als einstückiger Bauteil ausgeführt sein. Der brennraumseitiger Endbereich 11 der Finger erstreckt sich parallel zur Längsachse A der Zündkerze bzw. zum zugewendeten Oberflächenbereich 12 der Mittелеlektrode 3. Der Zündspalt 13 ist zwischen den einander gegenüberliegenden Flächenbereichen 26, 12 der Masseelektrode 4 und der Mittелеlektrode 3 ausgebildet.

[0012] Zur Befestigung des Trägers 6 am Zündkerzengehäuse 2 ist vorgesehen, dass das Zündkerzengehäuse 2 zwei konzentrisch liegende, zylindrische Endabsätze 17, 18 aufweist, von denen der innenliegende Endabsatz 17 den außenliegenden Endabsatz 18 in Richtung Brennraum überragt. Auf den innenliegenden Endabsatz 17 ist der Träger 6 der Masseelektroden 4 und auf den außenliegenden Endabsatz 18 der Wandungsteil der jeweils vorgesehenen Kammer 5a oder 5b aufgesetzt oder aufgeschraubt und vorzugsweise durch, insbesondere punkt- oder nahtförmiges, Schweißen befestigt.

[0013] Damit kann eine einfache Befestigung des Trägers 6 am Zündkerzengehäuse 2 erfolgen bzw. ist ein Austausch der Masseelektroden 4 im Zuge eines Service möglich.

[0014] Eine einfache Montage des Trägers 6 bzw. einer Kammer 5a oder 5b ergibt sich, wenn auf den konzentrisch liegenden Endabsätzen 17, 18 jeweils ein Außengewinde und an der Innenwandfläche 19 des Wandungsteils 8 der jeweiligen Kammer 5a, 5b und an der Innenwandfläche 20 des Trägers 6 jeweils ein an das jeweilige Außengewinde angepasstes Innengewinde ausgebildet ist. Die Wärmeleitung von den Elektroden 4 zum Zündkerzengehäuse 2 wird verbessert, wenn der Träger 6 auf den Endabsatz 18 aufgeschraubt bzw. aufgeschweißt bzw. aufgeschraubt und dann aufgeschweißt oder durch mehrfach umlaufende Schweißungen mit dem Endabsatz 18 verbunden ist.

[0015] Der Masseelektrodenträger 6 und insbesondere auch der Abschnitt 41 jeder vom Träger 6 abgehenden fingerartigen Masseelektrode 4 sind im Abstand 21 von der Innenwandfläche 7 der Kammer 5a bzw. 5b angeordnet. Dieser Abstand ist vorgesehen, um definierte Stromflüsse zu gewährleisten und die Kammer 5a bzw. 5b bzw. deren Wandungsteil 8 unabhängig vom Masseelektrodenträger 6 auf das Zündkerzengehäuse 2 aufschrauben oder von diesem abnehmen zu können. Weiters wird durch den Abstand 21 wie bereits oben erwähnt, eine eigenständige bzw. bessere Wärmeableitung von den Elektroden 4 zum Zündkerzengehäuse 2 ermöglicht.

[0016] In Fig. 1 und 6b ist eine Zündkerze mit einer Kammer dargestellt, die als Vorkammer 5a

ausgebildet ist und somit die Masseelektroden 4 und die Mittelelektrode 3 umfangseitig und brennraumseitig, d. h. allseitig umgibt. In Fig. 4, 5, 6 und 6a ist eine Zündkerze mit einer Wirbelkammer 5b dargestellt, welche die Masseelektroden 4 und die Mittelelektrode 3 lediglich umfangsmäßig umgibt. Die erfindungsgemäße Zündkerze kann eine Vorkammer 5a oder eine Wirbelkammer 5b aufweisen. Auch Mischtypen bzw. Abwandlungen derartiger Kammern können vorgesehen werden.

[0017] Ein einfacher Aufbau und eine einfache Herstellung der entsprechenden Teile ergeben sich, wenn, wie in Fig. 1, 4, 5 6, 6a und 6b dargestellt, der Wandungsteil 8 der brennraumseitig offenen Wirbelkammer 5b oder der Wandungsteil 8 der die Mittelelektrode 3 und die Masseelektroden 4 umgebenden Vorkammer 5a und der Masseelektroden 6 zylindrischen Querschnitt besitzen bzw. jeweils von einem Zylinderring gebildet sind.

[0018] Bei einer Vorkammerzündkerze, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, ist es von Vorteil, wenn von dem zylindrischen Wandungsteil 8 der Vorkammer 5a brennraumseitig eine den Innenraum der Vorkammer 5a abgrenzende bzw. abschließende, vorzugsweise ebene oder kuppelförmige, Endwand 9 getragen bzw. mit dem Wandungsteil 8 einstückig ausgebildet ist, wobei vorteilhafterweise im Wandungsteil 8 und/oder in der Endwand 9 Durchtrittsausnehmungen 10 für den Durchlass entzündeter Gasjets ausgebildet sind.

[0019] Für eine Verbesserung der Zündeigenschaften kann vorgesehen sein, dass die Gesamtfläche der Durchtrittsausnehmungen 10 in der Endwand 9 der Vorkammer 5a 1 bis 3 %, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 %, der Fläche der Endwand 9 beträgt.

[0020] Eine einfache Herstellung und die Zündeigenschaften werden unterstützt, wenn der Träger 6 und der zylinderringförmige Wandungsteil 8 der jeweiligen Kammer 5a, 5b unter Ausbildung eines vorgegebenen Abstandes 21 zueinander konzentrisch angeordnet sind.

[0021] Der Abstand 21 zwischen dem Träger 6 und dem Wandungsteil 8 der jeweiligen Kammer 5a, 5b ist vorteilhafterweise geringer als die Dicke 22 des Wandungsteiles 8 der Kammer 5a, 5b. Die Dicke 23 des Trägers 6 kann das drei- bis fünfzehnfache, vorzugsweise das fünf- bis zehnfache, des Zündspaltes 13 betragen.

[0022] Der Abstand 21 zwischen der Außenwandfläche 29 des Trägers 6 und der Innenwandfläche 7 der Kammer 5a bzw. 5b beträgt vorteilhaft 50 bis 200 % der Dicke des Zündspaltes 13.

[0023] Jede fingerförmige Masseelektrode 4 ist von ihrem Träger 6 unmittelbar oder unter Ausbildung eines die Richtung der Trägerwandung fortsetzenden Abschnittes 41 in Richtung auf die Mittelelektrode 3 hin abgebogen ist und besitzt nach einer weiteren Abbiegung 30 eine zur Mittelelektrode 3 annähernd parallele Richtung. Damit wird erreicht, dass die vom Masseelektroden 6 gebildete Basis einen entsprechend größeren Abstand von der Mittelelektrode 3 aufweist als diejenigen Flächen der Masseelektrode 4, welche mit der Mittelelektrode 3 den Zündspalt 13 begrenzen.

[0024] Wie aus Fig. 2, 2a und 2b, 4 und 5 ersichtlich, sind in Umfangsbereichen bzw. auf radial nach außen weisenden Flächenbereichen 12 der Mittelelektrode 3 und/oder auf der der Mittelelektrode 3 zugewandten Fläche 26 der jeweiligen fingerförmigen Masseelektroden 4 nebeneinanderliegende Bahnen 40 aus einer Edelmetalllegierung 24 aufgebracht bzw. aufgeschmolzen. Anstatt einer(s) direkt aufgetragenen bzw. aufgeschmolzenen Edelmetalllegierungsbahn oder -punktes entsprechend Fig. 2b kann die Edelmetalllegierung entsprechend Fig. 2 und 2a auch auf Bereichen 48 des zylindrischen Teiles der Mittelelektrode 3 aufgebracht sein, die allenfalls von angeschweißten oder einstückig angeformten plattenförmigen Bereichen bzw. Erhebungen gebildet sind. Auch auf den Masseelektroden 4 können derartige erhabene Bereiche 48 ausgebildet werden, auf die die Edelmetalllegierung aufgeschmolzen ist.

[0025] Für den Betrieb der Zündkerze hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Masseelektrode(n) 4 fingerförmig ausgebildet ist bzw. sind und sich die brennraumseitig gelegenen Endbereiche 11 der einzelnen Masseelektroden 4 im gleichbleibenden Abstand von der Mittelelektrode 3 in Längsrichtung zur und/oder parallel zu der den Zündspalt 13 bildenden Oberfläche 12 der Mittelelektrode 3 erstrecken. Auf den der Mittelelektrode 3 zugekehrten Endberei-

chen 11 der Masseelektrode(n) 4 und/oder auf den diesen Endbereichen 11 gegenüberliegenden Umfangsflächenbereichen 12 der Mittelelektrode 3, vorzugsweise nur auf den Endbereichen 11 der Masseelektroden 4 gegenüberliegenden Bereichen der Mittelelektrode, ist Edelmetalllegierung 24 aufgebracht bzw. ausgebildet, insbesondere aufgeschmolzen oder aufgeschweißt. Die Edelmetalllegierung 24 ist insbesondere aus Ir/Rh, Pt/Rh, Ir/Pt/Rh gebildet und wird mittels eines kontinuierlich oder vorteilhaft diskontinuierlich betriebenen Lasers auf die jeweilige Oberfläche aufgelegt oder aufgeschmolzen.

[0026] Der Wandungsteil 8 der Kammer 5a, 5b, die Umhüllung 28 der Mittelelektrode 3 und/oder die zumindest eine Massenelektrode 4 mit ihrem Träger 6 sind aus Nickelbasislegierung und/oder Hochtemperaturedelstahl und/oder heißkorrosionsbeständigen, gut wärmeleitfähigen Metalllegierungen gefertigt; die Vorkammer 5a kann auch aus Messing gefertigt sein.

[0027] Für den stabilen Betrieb einer derartigen Zündkerze hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Edelmetalllegierung 24 in nebeneinanderliegenden, gegebenenfalls einander überlappenden bzw. dicht an dicht verlaufenden bzw. mit ihren seitlichen Bereichen ineinander übergehenden Bahnen 40 parallel oder quer zur Längserstreckung der Mittelelektrode 3 auf den den Zündspalt 13 begrenzenden Flächen der Mittelelektrode 3 und/oder auf den Endbereichen 11 der einzelnen Masseelektroden 4 aufgebracht ist.

[0028] Von Vorteil kann es dabei sein, wenn zur Ausbildung entsprechender Schichtdicken die Edelmetalllegierung 24, insbesondere in nebeneinanderliegenden Bahnen 40, in mehreren übereinander liegenden Schichten 41 aufgebracht ist. Es ist auch möglich, die Edelmetalllegierung 24 punktuell bzw. in Tropfenform bzw. punktuell hintereinander (schuppenförmig) bzw. in nebeneinander und/oder übereinander liegenden Auftragspunkten 42 aufzubringen.

[0029] Eine hohe Standfestigkeit wird erreicht, wenn die Edelmetalllegierung 24 durch Aufschmelzen oder Aufschweißen von Platin und/oder Iridium und/oder Pt/Rh und/oder Ir/Rh auf bzw. Verschmelzen mit Oberflächenbereiche(n) der Mittelelektrode 3 und/oder Endbereiche(n) 11 der jeweiligen Masseelektrode(n) 4 ausgebildet bzw. aufgebracht ist. Anstatt der Edelmetalllegierungsbahnen 40 können auf den erhöhten Bereichen 48 der Mittelelektrode 3 und/oder dem der Mittelelektrode 3 zugekehrten Endflächenbereichen 11 der jeweiligen Masseelektrode(n) 4 aus Edelmetalllegierung bestehende Elektrodenplättchen 48 aufgebracht, insbesondere angeschweißt, sein (Fig. 2c).

[0030] Für die Herstellung und den Betrieb der Zündkerzen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Anzahl der fingerförmigen Masseelektroden 4 ungerade ist bzw. dass die Masseelektroden 4 einander bezüglich der Mittelachse A der Mittelelektrode 3 nicht gegenüberliegen. Damit wird das Aufbringen der Edelmetalllegierungen 24 auf die vom Träger 6 abgehenden Masseelektroden 4 einfach möglich.

[0031] Insbesondere ist in diesem Fall die Fertigung derartiger Masseelektroden einfach möglich, wenn diese auf dem Masseelektrodenträger 6 bereits befestigt oder einstückig damit vorliegen, da mit den entsprechenden Auftragwerkzeugen, das heißt Laserschweißgeräten und einem entsprechend zugeführten Edelmetalllegierungsdraht, leicht Zutritt zu den mit Edelmetalllegierung 24 zu beschichtenden Flächenbereichen gefunden wird.

[0032] Die der Mittelelektrode 3 zugewandte Fläche der Masseelektrode 4 und/oder deren Edelmetalllegierung 24 kann dem Oberflächenverlauf der Mittelelektrode 3 bzw. der auf dieser aufgetragenen Edelmetalllegierung 24 angepasst sein bzw. eine vergleichbare Krümmung besitzen.

[0033] Ferner kann vorgesehen sein, dass in dem Wandungsteil 8 einer Kammer 5a, 5b gegenüberliegend jeder Masseelektrode 4 ein sich parallel zur Masseelektrode 4 erstreckender, gegebenenfalls zum brennraumseitigen Ende des Wandungsteiles 8 offener, Schlitz 16 ausgebildet ist, der den Zutritt zum Endbereich 11 der jeweiligen Masseelektrode 4 für Wartungszwecke freistellt.

[0034] Gute Abbrandeigenschaften ergeben sich, wenn wie in Fig. 4 gezeigt, das brennraumseitige Ende des Wandungsteiles 8 einer Wirbelkammer 5b das brennraumseitige Ende der

Mittelelektrode 3 und der vorgesehenen Masseelektroden 4 überragt.

[0035] Für den Betrieb derartiger Zündkerzen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Zündspalt 13 bzw. der Abstand zwischen den einzelnen Masseelektroden 4 und der Mittelelektrode 3 bzw. der auf der jeweiligen Masseelektrode 4 und/oder auf der Mittelelektrode 3 aufgetragenen Edelmetalllegierung 24 0,1 bis 1,0 mm, vorzugsweise 0,15 bis 0,5 mm, beträgt.

[0036] Standfeste Zündflächen ergeben sich, wenn die Edelmetalllegierung 24 in insbesondere nebeneinanderliegenden Bahnen 40 aufgebracht ist, wobei die Breite B der aufgetragenen Bahnen 40 das 1,5 bis 8-fache, vorzugsweise das 2 bis 5-fache, der Höhe H der aufgetragenen Bahn 40 beträgt. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Breite B einer aufgetragenen Bahn 40 ein Drittel bis ein Zehntel, vorzugsweise ein Viertel bis ein Achtel, der Breite des Endbereiches 11 einer fingerförmigen Masseelektrode 4 im Bereich des Zündspaltes 13 beträgt. Der Querschnitt der Bahnen 40 kann rechteckförmig sein oder der langgestreckten bzw. längeren Hälfte eines Ellipsoids entsprechen.

[0037] Auch bei den Ausführungsformen von Zündkerzen gemäß Fig. 4 und 5 ist vorgesehen, dass die von einer Wirbelkammer 5b umgebenen, fingerförmigen Masseelektroden 4 von ihrem Träger 6 auf die Mittelelektrode 3 zu abgebogen sind und dass an diesen abgebogenen Abschnitt 51 ein Endbereich 11 der fingerartigen Masseelektrode 4 anschließt, der im Wesentlichen parallel zur Oberfläche der Mittelelektrode 3 verläuft und dessen der Mittelelektrode 3 zugekehrte Fläche 26 und/oder die Fläche 14 des Endbereiches 11 der Masseelektrode 4 den Edelmetallauftrag 24 aufweist.

[0038] Für den Betrieb und das Zündverhalten der Zündkerzen ist es, wie in Fig. 1 dargestellt, vorteilhaft, wenn in der Wandungsteil 8 und/oder in der Deckwand 9 der Vorkammer 5a Durchtrittsausnehmungen 10 ausgebildet sind, durch die in der Vorkammer 5a entzündeter Brennstoff in Form brennender Gasjets austritt, wobei die Anordnung und Richtung der einzelnen Durchtrittsausnehmungen 10 so getroffen ist, dass eine Anzahl, vorzugsweise alle, der die Vorkammer 5a verlassenden Gasjets sich in divergierenden Richtungen ausbreitet(n).

[0039] Die Endwand 9 und die zylindrische Wandung 8 der Vorkammer 5a können einstückig ausgebildet oder durch Verschweißen miteinander verbunden sein.

[0040] Beim Auftragen der Edelmetalllegierung 24 auf die entsprechenden Oberflächen der Zündkerze kann, wie in den Fig. 7 bis 14 schematisch dargestellt, vorgegangen werden. Prinzipiell ist dabei vorgesehen, dass auf die Flächen 26 der brennraumseitigen, der Mittelelektrode 3 zugewandten Endbereiche 11 der Masseelektroden 4 und/oder auf die Mittelelektrode 3, insbesondere auf deren radial ausgerichtete, brennraumseitig gelegene Flächenbereiche 12, gegebenenfalls in mehreren Schritten, Edelmetalllegierung 24 an- oder aufgeschmolzen und/oder aufgeschweißt wird. Dazu wird ein Draht bzw. Stab 44 aus Edelmetalllegierung 24 der jeweiligen Oberfläche 12, 26 angenähert und entweder parallel oder quer relativ zur jeweiligen Längserstreckung des Fingers der Masseelektrode 4 bzw. der Fläche bzw. Achse der Mittelelektrode 3 bewegt und mit dem Material des Fingers 4 bzw. der Mittelelektrode 3 oder mit bereits aufgetragener Edelmetalllegierung fest verbunden bzw. verschweißt bzw. verschmolzen.

[0041] Das Aufschmelzen und/oder Aufschweißen wird erfindungsgemäß durchwegs mit einem gepulsten Laserstrahl 43 vorgenommen.

[0042] Fig. 7 zeigt das Aufbringen von Edelmetalllegierung 24 auf einer Mittelelektrode 3, indem ein Draht oder Stab 44 der Edelmetalllegierung 24 der Mittelelektrode 3 angenähert wird und mit einem Laserstrahl 43 entsprechende Bahnen 40 aus Edelmetalllegierung 24 auf die Mittelelektrode 3 in Umfangsrichtung aufgebracht/aufgeschmolzen werden, während die Mittelelektrode 3 gedreht wird.

[0043] Fig. 8 zeigt schematisch das Auftragen von Edelmetalllegierung 24 in Bahnen 40, die zur Längsachse A der Mittelelektrode 3 parallel verlaufen. In gleicher Weise kann die Edelmetalllegierung in Bahnen auf die Fläche 26 des Endbereiches 11 der Masseelektroden 4 aufgebracht werden. Beim Auftragen der Edelmetalllegierung 24 erfolgt eine Relativbewegung zwischen dem Stab bzw. Draht 44 und der Fläche 12 bzw. 26.

[0044] Fig. 9a zeigt das Auftragen von Edelmetalllegierung 24 auf den Endbereich 11 einer fingerartigen Masseelektrode 4 quer zur Längserstreckung der Masseelektrode 4. Diese Masseelektrode 4 ist vorteilhaft bereits während des Auftragens der Edelmetalllegierung 24 mit dem Masseelektrodenträger 6 verbunden bzw. einstückig mit diesem ausgebildet. Fig. 9b zeigt das Aufbringen von Edelmetalllegierung 24 im Bahnen 40 parallel zur Längserstreckung der Masseelektrode 4.

[0045] Fig. 10 zeigt schematisch das Ablagern bzw. Auftragen einer Edelmetalllegierung 24 in Punkten bzw. Tropfenform 42.

[0046] Wie in Fig. 3 gezeigt, kann die Edelmetalllegierung 24 in nebeneinanderliegenden Bahnen 40 und/oder Punkten 42 bzw. begrenzten lokalen Bereichen abgelagert bzw. aufgetragen wird bzw. in übereinanderliegenden Schichten 41 abgelagert bzw. aufgetragen werden. Je nach der gewünschter Zusammensetzung der Edelmetalllegierung 24 kann beim Aufbringen eine Vermischung bzw. Legierung von gegebenenfalls in aufeinanderfolgenden Auftrag-Schritten aufgebracht, allenfalls unterschiedlichen Edelmetalllegierungen 24 untereinander bzw. mit dem Oberflächenmaterial erfolgen.

[0047] Fig. 11 zeigt den Endbereich 11 eines Elektrodenfingers einer Masseelektrode 4, bei welcher der Edelmetalldraht/Stab 44 in der Nähe der zur Auflegung vorgesehenen Oberfläche angeordnet ist, und mit Hilfe des Laserstrahls 43 ein Tropfen Legierungsschmelze auf die Oberfläche 26 aufgeschmolzen wird. Danach kann der Edelmetalldraht über den bereits vorhandenen Edelmetalllegierungspunkt positioniert verbleiben und erneut ein weiterer Schmelztropfen aufgetragen werden. Dieser Vorgang kann mehrmals wiederholt werden, sodass sich eine kalottenförmige Edelmetalllegierungsfläche im Endbereich 11 des Elektrodenfingers 4 auf der der Fläche 12 der Mittelelektrode 3 gegenüberliegenden Fläche ergibt. In vergleichbarer Weise kann auch eine Mittelelektrode 3 beschichtet bzw. mit Edelmetalllegierung 24 versehen werden.

[0048] Fig. 12 und 13 zeigen das Auftragen von Edelmetalllegierung 24 auf Erhebungen 48, die auf einer Mittelelektrode 3 ausgebildet sind. Wiederum wird die Edelmetalllegierung 24 im Zuge einer Relativbewegung zwischen der Mittelelektrode 3 und dem Stab bzw. Draht 44 mittels eines Laserstrahls 43 aufgeschmolzen.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Draht bzw. Stab 44 aus Edelmetalllegierung 24 entsprechend Fig. 14a auf den zu legierenden Bereich der Elektrode 3 positioniert und danach am vorderen und hinteren Ende mittels eines Schmelzpunktes 56 fixiert. In gleicher Weise kann auch auf die Flächen 26 der Masseelektroden 4 Edelmetalllegierung aufgebracht werden. In einem weiteren Fertigungsschritt gemäß Fig. 14f wird das fixierte Drahtstück 57 dann auf der Oberfläche 12 aufgeschmolzen bzw. mit dieser verbunden. Es können auch gem. Fig. 14a bis 14e mehrere Drahtabschnitte 57 nebeneinander befestigt werden und erst als finaler Schritt werden die gesamten Edelmetalldrahtstücke mit der Oberfläche der Mittelelektrode 3 bzw. der Oberfläche des Endbereiches 11 der Masseelektroden 4 verschmolzen bzw. auf diese Oberflächen aufgebracht.

[0050] Fig. 6, 6a und 6b zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze, bei der die Mittelelektrode 3 eine Mehrzahl von im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden, gleich ausgebildeten, Fingern 31 besitzt, denen jeweils eine fingerförmige Masseelektrode 4 gegenüberliegt. Die einander zugewandten, den Zündspalt 13 begrenzenden Flächen 26 der Finger 31 der Mittelelektrode 3 und die fingerförmigen Masseelektroden 4 tragen nebeneinanderliegende aufgeschmolzene Bahnen 40 oder aufgetropfte Kalotten 42 aus Edelmetalllegierung 24. Die einander zugewandten Flächen 12, 26 der einzelnen fingerartigen Mittelelektroden 3 und der fingerartigen Masseelektroden 4 mit den entsprechenden aufgetragenen Edelmetalllegierungen 24 begrenzen den jeweiligen Zündspalt 13. Auch bei dieser Ausführungsform sind die einzelnen fingerförmigen Masseelektroden 4 auf einem Masseelektrodenträger 6 angeordnet, der im Abstand 18 von der Innenwandfläche des diesen Masseelektroden 4 umgebenden Wandungsteiles 8 einer Vorkammer 5a bzw. einer Wirbelkammer 5b angeordnet ist.

[0051] Die Bahnen 40 der Edelmetalllegierung 24 auf der Mittelelektrode 3 bzw. auf der Masseelektrode 4 liegen parallel zueinander. Die Bahnen 40 auf dem Elektrodenträger 3 können bezüglich der Bahnen 40 auf der Masseelektrode 4 quer oder parallel verlaufen.

[0052] Der Masseelektrodenträger 6 und der Wandungsteil 8 der Kammer 5a, 5b sind elektrisch leitend mit dem Zündkerzengehäuse 2 verbunden. Die Mittelelektrode 3 ist mit der Basismittелеlektrode 3a der Zündkerze durch Verschweißen verbunden, diese Basismittелеlektrode 3a ist im Isolatorkörper 1 geführt und zum Gehäuse hin durch den Isolatorkörper elektrisch isoliert.

[0053] Die Form, Anzahl und Größe der Durchtrittsöffnungen 10 bzw. der Spülöffnungen 15 im Wandungsteil 8 wird an den Verwendungszweck angepasst.

[0054] Wie Fig. 6b zu entnehmen ist, ist die Deckwand 9 der Vorkammer 5a vorteilhafterweise einstückig mit dem Wandungsteil 8 ausgebildet. Fig. 4 zeigt eine Zündkerze mit einer Wirbelkammer 5b.

[0055] In Fig. 1 ist dargestellt, dass die fingerförmigen Masseelektroden mit dem Träger 6 einstückig ausgebildet sind; es ist allerdings ohne Weiteres möglich, die Masseelektroden 4 an den Träger 6 anzuschweißen.

[0056] Fig. 3 zeigt das Auftragen einer Edelmetalllegierung 24 in Form von nebeneinander liegenden, allenfalls einander seitlich überlappenden Bahnen 40 oder sich aneinander reihenden Legierungspunkten, wobei die einzelnen Bahnen 40 auch in Form von übereinanderliegenden Schichten 41 aufgebracht werden können. Das Verhältnis der Breite B und der Höhe H der einzelnen Bahnen hängt vom gewählten Legierungsmaterial und dem Basismaterial ab. Fig. 3 zeigt rechts übereinander aufgebrachte bzw. abgelagerte kalottenförmige Legierungsschmelztropfen.

[0057] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Mittelelektrode 3, die aus einem Elektrodeninnenteil 27 und einer dieses Elektrodeninnenteil 27 umgebenden zylindrischen Hülle 28 aufgebaut ist, auf der Erhebungen 48 ausgebildet sind. Der Elektrodeninnenteil kann vorteilhafterweise aus gut wärmeleitenden Material 3b ausgeführt werden.

[0058] Die einander gegenüberliegenden, den Zündspalt begrenzenden Flächen 11, 26 der fingerförmigen Masseelektroden 4 und der Mittelelektrode 3 können derart ausgebildet sein, sodass über die Breite und Höhe des Zündspaltes 13 die einander gegenüberliegenden Flächen, abgesehen von den Rundungen der einzelnen Bahnen 40, parallel verlaufen.

[0059] Die auf die Masseelektroden 4 und die Elektrode 3 aufgebrachten Edelmetalllegierungsschichten können vorteilhafterweise gleichen Aufbau bzw. Oberflächenstruktur besitzen.

[0060] Unter einer Edelmetalllegierung 24 werden nicht nur die Legierungen von eingesetzten Edelmetallen sondern auch die Reinmetalle verstanden. Es ist möglich, Reinmetalle oder unterschiedliche Edelmetalllegierungen aufzutragen und beim Auftragen eine Legierung zu erschmelzen. Die Reinmetalle können auch unlegiert abgelagert bzw. aufgebracht werden und die Zündflächen ausbilden.

[0061] Die Fläche 26 der Masseelektroden 4, die der Mittelelektrode 3 zugewandt ist, erstreckt sich über einen Längenbereich der Masseelektrode 4, so wie dieser vom Elektrodenträger 6 abgeht, in einem Ausmaß von etwa 30 bis 70 %, insbesondere 40 bis 60 %. Die Masseelektroden besitzen über ihre Längserstreckung eine im Wesentlichen gleichbleibende Querschnittsform, insbesondere in ihrem Abschnitt längs dem die Fläche 26 ausgebildet ist. Diese insbesondere aus den Fig. 1, 4 und 5 ersichtliche Form der Masseelektroden 4 ermöglicht eine einfache Fertigung aus vorhandenen Blechen bzw. Zuschnitten und ergibt eine definierte Strom- und Wärmeableitung. Dieser gleichbleibende Querschnitt ist insbesondere in dem Abschnitt der Masseelektroden 4 vorhanden, der brennraumseitig der Abbiegung 51 gelegen ist.

[0062] Bei der speziellen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze gemäß Fig. 6, 6a und 6b sind die Masseelektroden 4 derart ausgestaltet, dass sie von ihrem Träger 6 im Wesentlichen gerade und ohne Abbiegung sich in Richtung des Brennraums erstrecken und über ihre Längserstreckung gleichbleibende Querschnittsform besitzen. Nach einer Abbiegung

in Richtung der vorgesehenen Mittelelektrode endet der abgebogene Abschnitt der Masseelektrode 4 und bildet eine Zündfläche 26 aus. Die den Masseelektroden 4 gegenüberliegenden fingerartigen Mittelelektroden besitzen eine entsprechend der Fläche 26 zugewandte Fläche 12 und gehen von einer auf eine Basiselektrode 3a aufgesetzten Mittelelektrode 3 ab.

Patentansprüche

1. Zündkerze einer Brennkraftmaschine, insbesondere für den Einsatz an Ottogasmotoren, mit einem von einem Isolationskörper (1) getragenen, vorzugsweise einstückigen, Zündkerzengehäuse (2) sowie einer, stabförmigen oder mehrfingrigen Mittelelektrode (3) und zumindest einer Masseelektrode (4),
wobei die Mittelelektrode (3) und die zumindest eine Masseelektrode (4) von einer vom Zündkerzengehäuse (2) getragenen Kammer, insbesondere Vorkammer (5a) oder Wirbelkammer (5b), umgeben oder innerhalb dieser Kammer (5a, 5b) gelegen sind,
wobei ein gehäusenaher Wandungsteil (8) der brennraumseitig offenen Wirbelkammer (5b) oder ein gehäusenaher Wandungsteil (8) der die Mittelelektrode (3) und die zumindest eine Masseelektrode (4) umschließenden Vorkammer (5a) kreisringförmigen Querschnitt besitzen oder jeweils von einem Zylinderring gebildet sind,
wobei die zumindest eine Masseelektrode (4) als Basis einen am Zündkerzengehäuse (2) befestigten oder auf diesem angeordneten Träger (6) aufweist und von diesem Träger (6) abgeht, und
wobei dieser Masseelektroden-Träger (6) und jede von ihm abgehende, fingerförmige Masseelektrode (4) im Abstand (21) von der Innenwandfläche (7, 19) der Kammer (5a, 5b) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Masseelektroden-Träger (6) senkrecht zur Längsachse der Zündkerze gesehen kreisringförmigen Querschnitt aufweist oder von einem Zylinderring gebildet ist, dass am Zündkerzengehäuse (2) zwei konzentrisch liegende zylindrische Endabsätze (17, 18) ausgebildet sind, von denen gegebenenfalls der innenliegende Endabsatz (17) den außenliegenden Endabsatz (18) in Richtung Brennraum überragt, und
- dass auf dem innenliegenden Endabsatz (17) der Masseelektroden-Träger (6) und auf dem außenliegenden Endabsatz (18) der Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) aufgesetzt, aufgesteckt oder aufgeschraubt und/oder durch, gegebenenfalls punkt- oder nahtförmiges, Schweißen befestigt ist.
2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Masseelektrode (4) und ihr Träger (6) einstückig ausgebildet oder durch Schweißen miteinander verbunden sind.
3. Zündkerze nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem zylindrischen Wandungsteil (8) der Vorkammer (5a) brennraumseitig eine den Innenraum der Vorkammer (5a) abgrenzende bzw. abschließende, vorzugsweise ebene oder kuppelförmige, Endwand (9) getragen bzw. mit dem Wandungsteil (8) einstückig ausgebildet ist, wobei im Wandungsteil (8) und/oder in der Endwand (9) Durchtrittsausnehmungen (10) für den Durchlass entzündeter Gasjets ausgebildet sind.
4. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass vom Masseelektroden-Träger (6) eine, drei oder fünf Masseelektrode(n) (4) getragen ist bzw. sind bzw. von diesem abgehen(t).
5. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Masseelektroden (4) auf dem Masseelektroden-Träger (6) in gleichen Abständen zueinander um die Mittelelektrode (3) verteilt angeordnet sind.
6. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine bzw. jede der Masseelektrode(n) (4) in Form eines Fingers vom Träger (6) abgeht und ihr brennraumseitiger Endbereich (11) sich parallel zur Längsachse (A) bzw. zum zugewendeten Oberflächenbereich (12) der Mittelelektrode (3) erstreckt und/oder dass der Zündspalt (13) zwischen sich parallel zur Längsachse (A) erstreckenden, einander gege-

- nüberliegenden Flächenbereichen (12, 14) auf der Masseelektrode (4) und auf der Mittelelektrode (3) ausgebildet ist.
7. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der vom Masseelektrodenträger (6) abgehenden fingerartigen Masseelektroden (4) quer zu ihrer Längserstreckung zumindest in Teilbereichen rechteckförmigen oder zylinderringabschnittförmigen Querschnitt besitzt.
 8. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) zumindest eine, vorzugsweise kreisförmigen Querschnitt aufweisende, Spülausnehmung bzw. Öffnung (15) für den Durchtritt von Brennstoff-Luft-Gemisch und/oder zumindest eine vorzugsweise schlitzförmig ausgebildete Ausnehmung (16) zur Freistellung zumindest der brennraumseitigen Endbereiche (11) der fingerförmigen Masseelektroden (4) dem jeweiligen Endbereich (11) gegenüberliegend ausgebildet sind.
 9. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf den konzentrisch liegenden Endabsätzen (17, 18) jeweils ein Außengewinde und an der Innenwandfläche (19) des Wandungsteils (8) der Kammer (5a, 5b) und an der Innenwandfläche (20) des Trägers (6) jeweils ein an das jeweilige Außengewinde angepasstes Innengewinde ausgebildet ist.
 10. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Masseelektrodenträger (6) und der zylinderringförmige Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) unter Ausbildung eines vorgegebenen Abstandes (21) zueinander konzentrisch angeordnet sind.
 11. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (21) zwischen dem Träger (4) und dem Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) geringer ist als die Dicke (22) des Wandungsteiles (8) der Kammer (5a, 5b) und/oder dass die Dicke (23) des Masseelektrodenträgers (6) das drei- bis fünfzehnfache, vorzugsweise das fünf- bis zehnfache, der Dicke des Zündspaltes (13) beträgt.
 12. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Umfangsbereichen bzw. auf radial nach außen weisenden Flächenbereichen (12) der Mittelelektrode (3) und/oder auf der der Mittelelektrode (3) zugewandten Fläche (26) der jeweiligen fingerförmigen Masseelektrode (4), insbesondere in nebeneinanderliegenden und gegebenenfalls übereinanderliegenden Bahnen, Edelmetalllegierung (24) oder zumindest ein Plättchen aus Edelmetalllegierung (48) aufgebracht bzw. aufgeschmolzen oder angeschweißt ist.
 13. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittelelektrode (3) in Form eines kompakten Bauteils oder in Form eines mit einem Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit gefüllten köcherförmigen Bauteils (28) ausgeführt ist und auf die Basismittelelektrode (3a) aufgeschoben und mit dieser umlaufend einmalig oder mehrfach verschweißt ist.
 14. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (21) zwischen der Außenwandfläche (29) des Trägers (6) und der Innenwandfläche (7) der Kammer (5a, 5b) 50 bis 200% der Dicke des Zündspaltes (13) beträgt.
 15. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das brennraumseitige Ende des Wandungsteiles (8) einer Wirbelkammer (5b) das brennraumseitige Ende der Mittelelektrode (3) und/oder der Masseelektroden (4) überragt.
 16. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) gegenüberliegend jeder Masseelektrode (4) ein sich parallel zur Masseelektrode (4) erstreckender, gegebenenfalls zum brennraumseitigen Ende des Wandungsteiles (8) offener, Schlitz (16) ausgebildet ist, der den Zutritt zum Endbereich (11) der Masseelektrode (4) freistellt.

17. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b) und der Träger (6) elektrisch leitend sind und elektrisch leitend mit dem Zündkerzengehäuse (2) verbunden sind.
18. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede fingerförmige Masseelektrode (4) von ihrem Träger (6) in Richtung auf die Mittelelektrode (3) hin abgebogen ist (51) und nach einer weiteren Abbiegung (30) in einer zur Mittelelektrode (3) annähernd parallelen Richtung verläuft.
19. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wandungsteil (8) der Kammer (5a, 5b), die Umhüllung (28) und/oder die zumindest eine Masseelektrode (4) mit ihrem Träger (6) aus Nickelbasislegierung und/oder Hochtemperaturedelstahl und/oder heißkorrosionsbeständigen, gut wärmeleitfähigen Metalllegierungen gefertigt sind, und/oder dass die Vorkammer (5a, 5b) aus Messing gefertigt ist.
20. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittelelektrode (3) eine Mehrzahl von im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden, insbesondere von einem gemeinsamen Träger (4) abgehenden, zur Achse der Zündkerze hin abgebogenen bzw. sich hinwendende Endbereiche aufweisenden Fingern (31) umfasst, denen jeweils eine fingerförmige, einen den Endbereichen der Finger zugekehrten Endbereich ausbildende Masseelektrode (4) gegenüberliegt, wobei die einander zugewandten, einen Zündspalt (13) begrenzenden Flächen der Finger (31) der Mittelelektrode (3) und der fingerförmigen Masseelektroden (4), insbesondere nebeneinanderliegende Bahnen (40) oder Schmelzpunkte aus Edelmetalllegierung (24) tragen

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

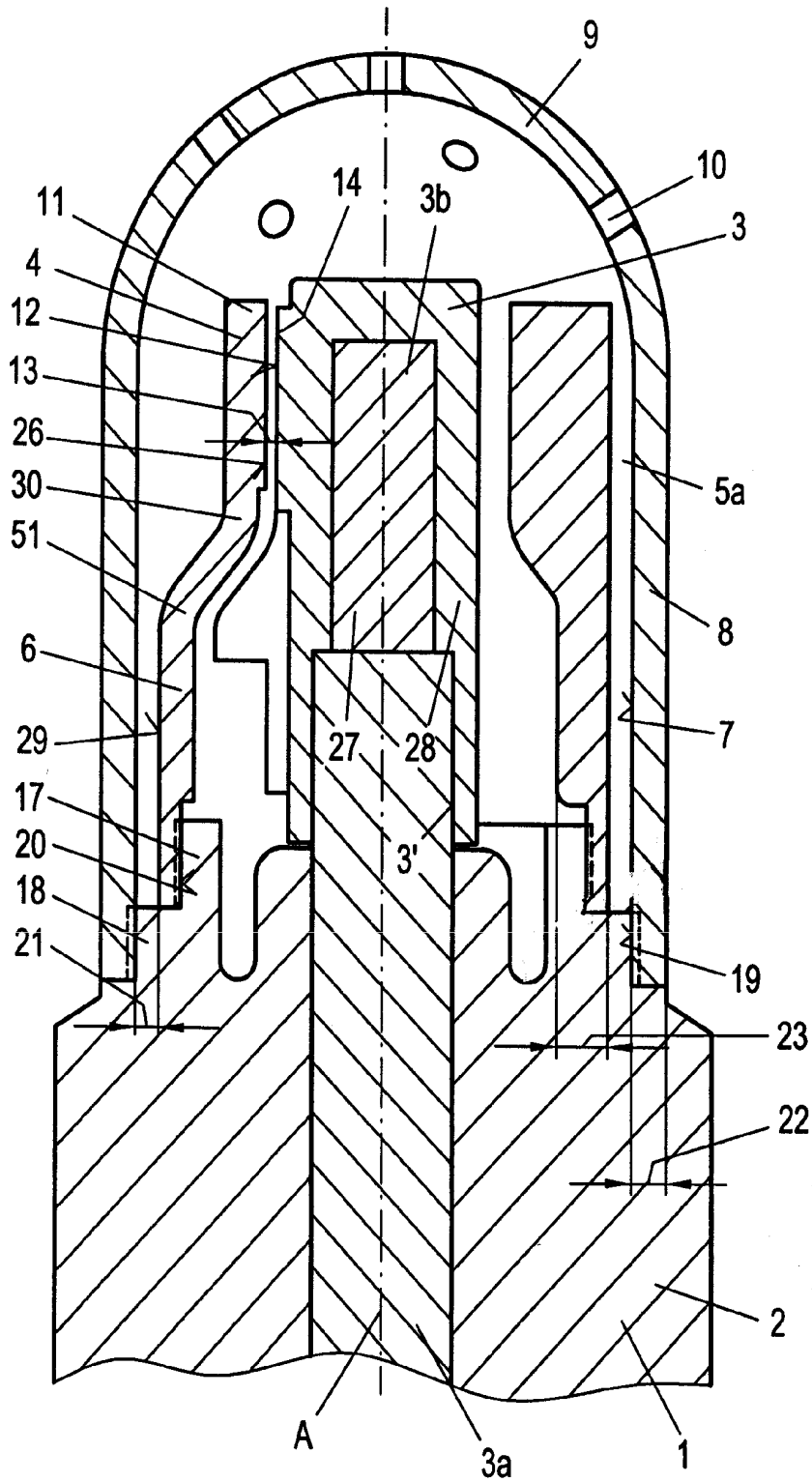


Fig. 1

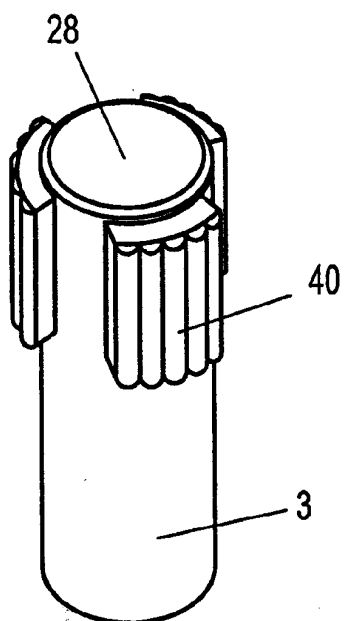


Fig. 2a

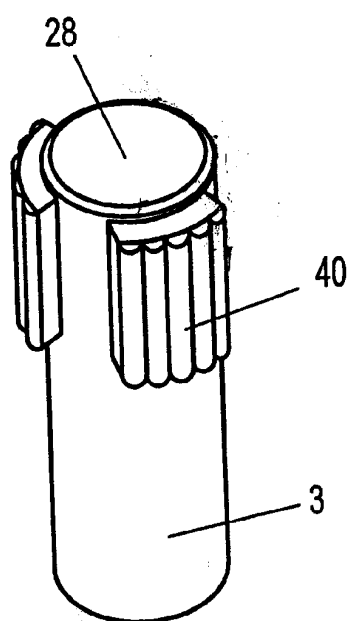


Fig. 2b

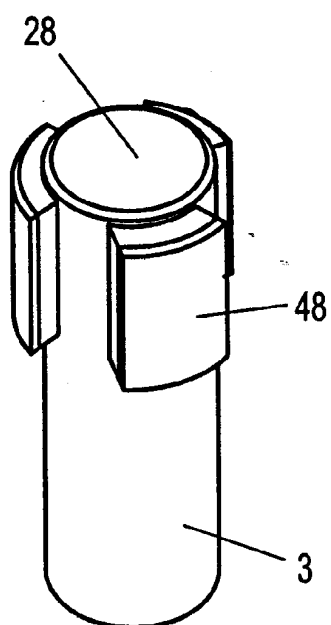


Fig. 2c

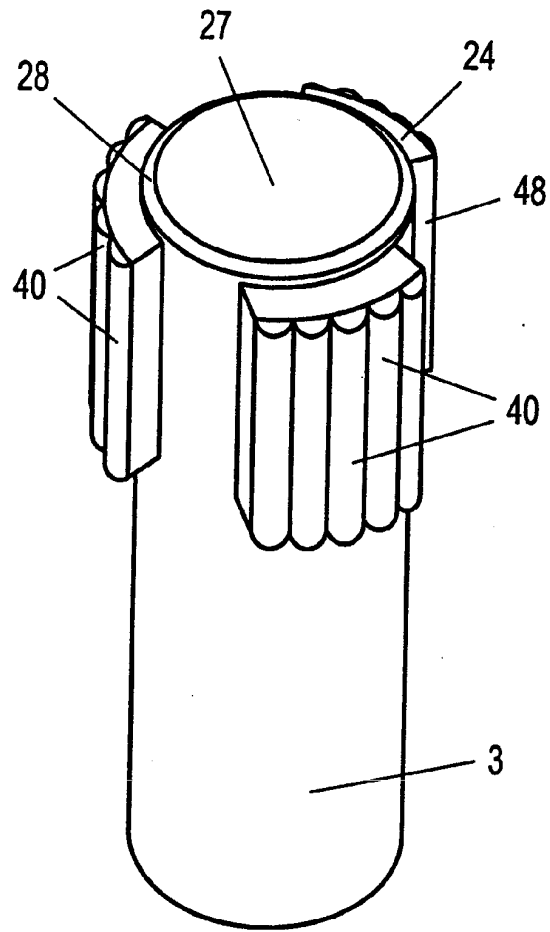


Fig. 2

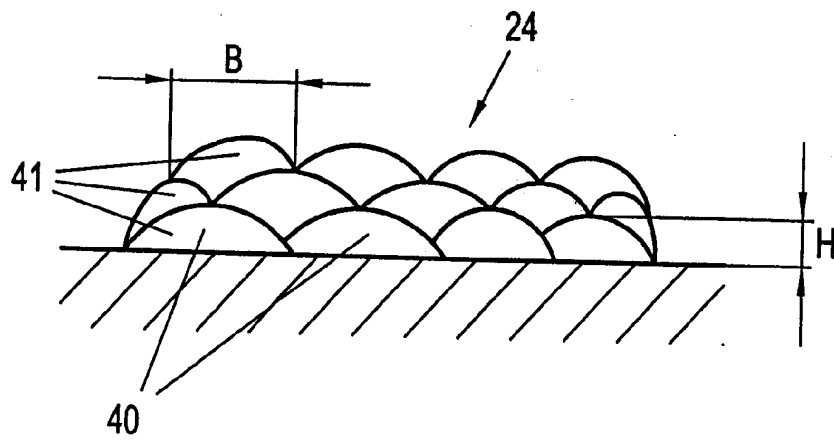


Fig. 3

