(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 801 134 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.09.2017 Patentblatt 2017/39

(21) Anmeldenummer: **12806364.1**

(22) Anmeldetag: **26.11.2012**

(51) Int Cl.:
H01T 13/38 *(2006.01)* ***H01T 13/41*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/073628

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/102519 (11.07.2013 Gazette 2013/28)

(54) **ZÜNDKERZE MIT VERBESSERTER ELEKTROMAGNETISCHER VERTRÄGLICHKEIT**

SPARK-PLUG WITH IMPROVED ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

BOUGIE AVEC COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE AMÉLIORÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **03.01.2012 DE 102012200044**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.11.2014 Patentblatt 2014/46

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **MOUIL SIL, Ghislain**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 349 183
DE-A1- 3 600 511
GB-A- 2 136 874
US-A- 2 053 369
US-A1- 2008 030 116

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 801 134 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zündkerze, insbesondere für ein Fahrzeug, mit einer verbesserten elektromagnetischen Verträglichkeit. Zündkerzen sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Insbesondere bei Fahrzeugen werden in jüngster Zeit immer mehr elektrische bzw. elektronische Einrichtungen verwendet. Aufgrund des schnellen Vorgangs beim Durchbruch (breitbandiges Spektrum) spielt hierbei insbesondere auch die Zündkerze bei der gegenseitigen elektromagnetischen Verträglichkeit der Einrichtungen eine entscheidende Rolle. Da bei Fahrzeugen zusätzlich ein Trend zu Brennkraftmaschinen mit höheren Drücken vorhanden ist, wird diese Problematik in Zukunft noch weiter verschärft, da dies zu höheren Zündspannungen und damit zu höheren möglichen Störpegeln führen kann. Dabei wird üblicherweise die bei dem Zündvorgang entstandene Störung durch die Zündkerze übertragen und kann dadurch an Kabel oder dergleichen weiter ausgestrahlt bzw. weitergeführt werden. Es wäre daher wünschenswert, die auftretende Störung möglichst schon während deren Übertragung auf die Zündkerze zu unterdrücken. Aus der GB 2136874A ist eine Zündkerze, umfassend- einen einteiligen Isolator mit einer in Längsrichtung der Zündkerze verlaufenden Durchgangsöffnung, in welcher eine Mittelelektrode angeordnet ist, wobei der Isolator eine erste Keramik mit einer ersten Permittivität und eine zweite Keramik mit einer zweiten Permittivität umfasst, und wobei die zweite Permittivität größer als die erste Permittivität ist bekannt

Offenbarung der Erfindung

[0002] Die erfindungsgemäße Zündkerze mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sie eine signifikant verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit, auch bei sehr hohen Zündspannungen, aufweist. Insbesondere kann erfindungsgemäß eine auftretende Störung schon im Bereich der Zündkerze aufgefangen werden. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Zündkerze einen einteiligen Isolator aus einer ersten und zweiten Keramik aufweist. Eine erste Permittivität der ersten Keramik ist dabei kleiner als eine zweite Permittivität der zweiten Keramik. Dabei umgibt die zweite Keramik ein in einer Durchgangsbohrung im Isolator vorgesehenes Widerstandselement ringförmig und überdeckt somit wenigstens einen Teilbereich des Widerstandselements in einer Längsrichtung der Zündkerze. Durch diese Maßnahme kann eine Kapazität im Bereich des Widerstandselements erhöht werden, wodurch elektromagnetische Störungen durch die Zündkerze reduziert werden können, so dass eine verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit erreicht wird.

[0003] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0004] Vorzugsweise ist die zweite Keramik derart angeordnet, dass das Widerstandselement in Längsrichtung der Zündkerze vollständig von der zweiten Keramik überdeckt ist. Hierdurch wird eine Kapazität im Bereich des Widerstandselements signifikant erhöht.

[0005] Weiter bevorzugt ist die zweite Keramik derart vorgesehen, dass die zweite Keramik in Richtung zu einem anschlussseitigen Ende des Isolators über das Widerstandselement hinaus verläuft. Besonders bevorzugt verläuft die zweite Keramik in Längsrichtung dabei bis zu einem anschlussseitigen Ende des Isolators. Am anschlussseitigen Ende ist vorzugsweise ein Anschlussbolzen oder dergleichen vorgesehen.

[0006] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Isolator einen Doppelschichtbereich mit einer ersten Schicht aus der ersten Keramik und einer zweiten Schicht aus der zweiten Keramik aufweist. Durch das Vorsehen des Doppelschichtbereichs kann insbesondere eine Verbesserung einer Durchschlagfestigkeit des Isolators erreicht werden.

[0007] Besonders bevorzugt ist im Doppelschichtbereich des Isolators die erste Keramik in Radialrichtung innerhalb der zweiten Keramik angeordnet. Durch diese Maßnahme kann die elektrische Feldstärke der zweiten Keramik um ca. den Faktor 10 reduziert werden.

[0008] Alternativ ist die erste Keramik in radialer Richtung außerhalb der zweiten Keramik angeordnet. Bei dieser Variante können die elektrische Feldstärke sowohl der ersten Keramik als auch der zweiten Keramik um ca. 50% im Vergleich mit den sonstigen elektrischen Feldstärken als Einzelbauteile, d.h., nicht in Zweischichtanordnung, reduziert werden.

[0009] Weiter bevorzugt ist eine minimale Dicke in Radialrichtung der zweiten Keramik im Doppelschichtbereich des Isolators größer oder gleich einer maximalen Dicke der ersten Keramik in Radialrichtung. Hierdurch wird eine weiter verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit der Zündkerze sichergestellt. Besonders bevorzugt liegt eine Dicke der ersten Keramik in einem Bereich zwischen 0,7 bis 1,3 mm und beträgt besonders bevorzugt ca. 1 mm.

[0010] Gemäß einer anderen alternativen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die erste und zweite Keramik in Längsrichtung der Zündkerze aufeinander folgend angeordnet. Die aufeinander folgende Anordnung der beiden Keramiken stellt dabei eine verbesserte Zuverlässigkeit und verbesserte Verschleißeigenschaften der Zündkerze bereit, insbesondere wenn die zweite Keramik über das Widerstandselement in Richtung eines anschlussseitigen Endes des Isolators verläuft. Durch diese Maßnahme wird insbesondere nur die Kapazität in Richtung des anschlussseitigen Endes der Zündkerze erhöht, wohingegen eine zur Brennraumseite liegende Kapazität der Zündkerze gleich bleibt, da hier keine Änderungen am Isolator vorgenommen werden. Dadurch kann eine erhöhte Erosion, insbesondere der Mittelelek-

trode, vermieden werden und eine Zündzuverlässigkeit verbessert werden.

[0011] Weiter bevorzugt ist eine Länge der zweiten Keramik in Längsrichtung der Zündkerze größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm. Hierdurch kann über einen längeren Bereich in Axialrichtung der Zündkerze deren Kapazität gezielt beeinflusst werden, um die elektromagnetische Verträglichkeit der Zündkerze weiter zu verbessern.

[0012] Weiter bevorzugt ist der Isolator ein Sinterbauteil. Hierdurch kann eine kostengünstigere und einfachere Herstellung des Isolators durch einen Sintervorgang erreicht werden.

[0013] Weiter bevorzugt beträgt die Permittivität der zweiten Keramik ungefähr das Dreibis Vierfache der Permittivität der ersten Keramik. Durch die Einhaltung dieses Verhältnisses zwischen den Permittivitäten der beiden Keramiken wird die Kapazität der Zündkerze nicht über Maßen erhöht werden, was sich günstig auf die Zündspannung und die Zündzuverlässigkeit auswirkt.

Zeichnung

[0014] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht einer Zündkerze gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 eine schematische Schnittansicht einer Zündkerze gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 3 eine schematische Schnittansicht einer Zündkerze gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Figur 4 eine schematische Schnittansicht einer Zündkerze gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0015] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung im Detail beschrieben, wobei jeweils gleiche bzw. funktional gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

[0016] Wie aus der in Figur 1 gezeigten Zündkerze 1 des ersten Ausführungsbeispiels ersichtlich ist, umfasst die Zündkerze 1 einen Isolator 2, eine Mittelelektrode 3, eine Masseelektrode 7, ein Gehäuse 5 und einen Anschlussbolzen 8. Die Mittelelektrode 3 verläuft durch eine Durchgangsöffnung 20 im Isolator 2, welche von einem anschlussseitigen Ende 21 bis zu einem elektrodenseitigen Ende 22 verläuft. Die Mittelelektrode 3 umfasst ein Widerstandselement 4, welches ungefähr in einem mittleren Bereich des Isolators 2 angeordnet ist. Über den Anschlussbolzen 8 wird eine elektrische Verbindung mit einer Zündspule hergestellt.

[0017] Wie weiter aus Figur 1 ersichtlich ist, umfasst der Isolator 2 eine erste Keramik 23 und eine zweite Keramik 24. Die beiden Keramiken 23, 24 sind dabei derart ausgewählt, dass sie unterschiedliche Permittivitäten aufweisen, wobei die erste Permittivität der ersten Keramik kleiner als die zweite Permittivität der zweiten Keramik 24 ist. Der Isolator 2 ist dabei als einteiliges Bauteil ausgebildet, wobei die zweite Keramik 24 in Form einer Schicht auf die erste Keramik 23 aufgebracht ist. Hierdurch ergibt sich am Isolator 2 ein Doppelschichtbereich 6, in welchem die erste und zweite Keramik in radialer Richtung zu einer Längsachse X-X der Zündkerze angeordnet sind (vergleiche Figur 1). Der Doppelschichtbereich 6 des Isolators ist dabei in der Zündkerze 1 in Längsrichtung auf Höhe des Widerstandselements 4 angeordnet.

[0018] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, ist die zweite Keramik 24 dabei an der Außenseite der ersten Keramik 23 angebracht. Weiterhin wird die zweite Keramik 24 noch von einem Bereich des Gehäuses 5 umschlossen.

[0019] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, weist der Doppelschichtbereich 6 eine Länge L1 in Längsrichtung X-X der Zündkerze auf, welche gleich lang wie eine Länge L2 des Widerstandselements 4 in Längsrichtung X-X ist. Der Doppelschichtbereich 6 umgibt dabei das Widerstandselement 4 ringförmig und überdeckt somit die gesamte Länge L1 des Widerstandselements 4 in Längsrichtung X-X und in Umfangsrichtung. Weiterhin ist eine maximale Dicke D1 der ersten Keramik 23 im Doppelschichtbereich 6 gleich wie eine minimale Dicke D2 der zweiten Keramik 24 im Doppelschichtbereich 6 des Isolators. Die minimale Dicke D2 ist dabei in diesem Ausführungsbeispiel am zur Elektrode gerichteten Ende der zweiten Keramik 24 vorhanden, in welchem das Gehäuse 5 und der Isolator 2 eine Verjüngung erfahren.

[0020] In diesem Ausführungsbeispiel beträgt die relative Permittivität ε_r der ersten Keramik 23 8 ($\varepsilon_r = 8$) und die relative Permittivität der zweiten Keramik 24 beträgt $\varepsilon_r = 20$.

[0021] Durch das Vorsehen der zweischichtigen Keramik auf Höhe des Widerstandselements 4 wird eine Kapazität C der Zündkerze in diesem Bereich erhöht, wobei eine Kapazität im elektrodennahen Bereich der Zündkerze unverändert bleibt, da hier keinerlei Änderungen in der Keramik des Isolators 2 vorgenommen werden. Somit wird erfindungsgemäß die Kapazität der Zündkerze in deren Längsrichtung X-X im mittleren Bereich verändert, wobei durch die höhere Kapazität im mittleren Bereich der Zündkerze eine elektromagnetische Verträglichkeit der Zündkerze verbessert wird. Dadurch ist es insbesondere möglich, eine Spannung der Zündspule für die Zündkerze zu erhöhen, ohne dass dadurch negative Auswirkungen auf die elektromagnetische Verträglichkeit der Zündkerze ausgehen. Die Zündkerze des ersten

Ausführungsbeispiels weist dabei im Vergleich mit einer Zündkerze mit einem Isolator 2, welcher vollständig aus der ersten Keramik 3 hergestellt ist, eine Verbesserung der Dämpfungseigenschaften um 3 dB auf.

[0022] Der einteilige Isolator 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Sinterbauteil, so dass zwischen der ersten und zweiten Keramik eine stoffschlüssige Verbindung hergestellt ist. Weiterhin ist der Doppelschichtbereich 6 des Isolators an einer Position der Zündkerze 1 angeordnet, an welcher diese den größten Durchmesser (ungefähr in der Mitte der Zündkerze) aufweist, wobei der Doppelschichtbereich 6 tendenziell eher näher zur Elektrodenseite angeordnet ist.

[0023] Figur 2 zeigt eine Zündkerze 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Keramik 24 mit höherer Permittivität ebenfalls radial außerhalb der ersten Keramik 23 angeordnet. Im ersten Ausführungsbeispiel wird in Längsrichtung X-X dabei nur die vollständige Länge L2 des Widerstandselements 4 überdeckt. Im zweiten Ausführungsbeispiel ist die zweite Keramik 24 bis zu einem anschlussseitigen Ende 21 des Isolators 2 vorgesehen. Dadurch wird eine Kapazität eines anschlussseitigen Teils der Zündkerze im Vergleich mit dem Stand der Technik deutlich erhöht, wobei ein zur Elektrode gerichteter Bereich der Zündkerze unverändert bleibt. Weiterhin ist in diesem Ausführungsbeispiel eine minimale Dicke D3 der zweiten Keramik 24 immer größer als eine maximale Dicke D1 der ersten Keramik 23 im Doppelschichtbereich 6. Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, bleibt eine Dicke D1 der ersten Keramik 23 im Doppelschichtbereich 6 vom Widerstandselement 4 bis zum anschlussseitigen Ende 21 konstant.

[0024] Figur 3 zeigt eine Zündkerze 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei im Doppelschichtbereich 6 des Isolators 2 die zweite Keramik 24 innerhalb der ersten Keramik 23 angeordnet ist. Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, deckt der Doppelschichtbereich 6 dabei das Widerstandselement 4 wiederum in Längsrichtung X-X vollständig. Dabei verläuft die zweite Keramik 24 in Richtung zum Anschlussbolzen 8 etwas über das Widerstandselement 4 hinaus, wodurch eine erhöhte Kapazität im anschlussseitigen Teil der Zündkerze erreicht wird.

[0025] Figur 4 zeigt eine Zündkerze 1 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Isolator 2 ohne Doppelschichtbereich gebildet. Der Isolator 2 ist weiterhin ein einteiliges Bauteil, jedoch weist er einen ersten zur Elektrode gerichteten Bereich auf, der ausschließlich aus der ersten Keramik 23 gebildet wird, und einen zweiten, zum Anschlussbolzen 8 gerichteten Bereich auf, welcher ausschließlich aus der zweiten Keramik 24 gebildet ist. Die zweite Keramik 24 überdeckt dabei ein Widerstandselement 4 in Längsrichtung X-X der Zündkerze vollständig. Wie aus Figur 4 ersichtlich ist, beginnt die zweite Keramik 24 dabei an einem zur Elektrode gerichteten Ende 40 des Widerstandselements 4 und verläuft bis zum anschlussseitigen Ende 21 des Isolators 2. Das vierte Ausführungsbeispiel stellt dabei insbesondere eine hohe Zündzuverlässigkeit und einen nur geringen Verschleiß an den Elektroden bereit. Auch kann durch eine Kapazitätserhöhung im anschlussseitigen Bereich der Zündkerze 1 eine deutlich verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit erreicht werden.

[0026] Zu allen beschriebenen Ausführungsbeispielen sei angemerkt, dass eine maximale relative Permittivität einen Wert von 100 nicht übersteigt, um immer noch eine ausreichende Durchschlagsfestigkeit zu haben, da festgestellt wurde, dass sich die Durchschlagsfestigkeit der Keramik umgekehrt proportional zu deren relativer Permittivität verhält.

[0027] Weiterhin sei zu allen beschriebenen Ausführungsbeispielen angemerkt, dass als Werkstoff der ersten Keramik 23 vorzugsweise Al_2O_3 verwendet wird und als zweite Keramik 24 ein Material mit einer Perowskit-Struktur ABO_3. Das Mineral Perowskit weist auf dem A-Platz Ca auf und auf dem B-Platz Ti. Allerdings können verschiedene Kationen den Ca- bzw. Ti-Teil teilweise oder auch vollständig ersetzen. Hierbei können beispielsweise $A^{2+}B^{4+}O_3$-Perowskiten am A-Platz Sr, Ba, Mg und am B-Platz Ti, Zr, Hf, Sn, Ce aufweisen. Bei $A^{3+}B^{3+}O_3$-Perowskiten können am A-Platz Lanthaniden oder am B-Platz Al, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co sein. Bei $A^{1+}B^{5+}O_3$-Perowskiten können den A-Platz Na, K, Rb und den B-Platz Nb, Ta, Sb einnehmen. Beispielhaft kann somit für die zweite Keramik 24 $CaTiO_3$ oder $SrTiO_3$, oder $MgTiO_3$ oder $SrSnO_3$ oder $YAlO_3$ verwendet werden.

Patentansprüche

1. Zündkerze, umfassend

   - einen einteiligen Isolator (2) mit einer in Längsrichtung (X-X) der Zündkerze verlaufenden Durchgangsöffnung (20), in welcher eine Mittelelektrode (3) mit einem Widerstandselement (4) angeordnet ist,
   - wobei der Isolator (2) eine erste Keramik (23) mit einer ersten Permittivität und eine zweite Keramik (24) mit einer zweiten Permittivität umfasst,
   - wobei die zweite Permittivität größer als die erste Permittivität ist und
   - wobei die zweite Keramik (24) das Widerstandselement (4) ringförmig umgibt und wenigstens ein Teilbereich des Widerstandselements (4) in Längsrichtung (X-X) überdeckt.

2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Keramik (24) das Widerstandselement (4) in Längsrichtung (X-X) vollständig überdeckt.

3. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Keramik (24) in Richtung zu einem anschlussseitigen Ende (21) des Isolators in Längsrichtung (X-X) über das Widerstandselement (4) hinaus verläuft, insbesondere bis zum anschlussseitigen Ende (21) der Isolators verläuft.

4. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolator (2) einen Doppelschichtbereich (6) mit einer ersten Schicht aus der ersten Keramik (23) und einer zweiten Schicht aus der zweiten Keramik (24) aufweist.

5. Zündkerze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Radialrichtung der Zündkerze die erste Keramik (23) innerhalb der zweiten Keramik (24) angeordnet ist.

6. Zündkerze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Radialrichtung der Zündkerze die erste Keramik (23) außerhalb der zweiten Keramik (24) angeordnet ist.

7. Zündkerze nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Doppelschichtbereich (6) eine minimale Dicke der zweiten Keramik (24) in Radialrichtung größer oder gleich einer maximalen Dicke der ersten Keramik (23) in Radialrichtung ist.

8. Zündkerze nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke (D1) der ersten Keramik (23) zwischen 0,7 bis 1,3 mm liegt und bevorzugt ca. 1 mm ist.

9. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Keramik (23) und die zweite Keramik (24) in Längsrichtung (X-X) aufeinander folgend angeordnet sind.

10. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Länge der zweiten Keramik (24) in Längsrichtung (X-X) größer oder gleich einer Hälfte einer gesamten Länge der Zündkerze ist und insbesondere größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm, ist.

11. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolator (2) ein Sinterbauteil ist.

12. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permittivität der zweiten Keramik (24) das Dreibis Vierfache der Permittivität der ersten Keramik (23) ist.

Claims

1. Spark plug, comprising

   - a one-piece insulator (2) with a through-opening (20) which runs in the longitudinal direction (X-X) of the spark plug and in which there is arranged a central electrode (3) with a resistance element (4),
   - wherein the insulator (2) comprises a first ceramic (23) with a first permittivity and a second ceramic (24) with a second permittivity,
   - wherein the second permittivity is greater than the first permittivity and
   - wherein the second ceramic (24) surrounds the resistance element (4) in annular fashion and covers at least one part region of the resistance element (4) in the longitudinal direction (X-X).

2. Spark plug according to Claim 1, **characterized in that** the second ceramic (24) completely covers the resistance element (4) in the longitudinal direction (X-X).

3. Spark plug according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second ceramic (24) continues beyond the resistance element (4) in the longitudinal direction (X-X) in the direction of a connection-side end (21) of the insulator, in particular up to the connection-side end (21) of the insulator.

4. Spark plug according to one of the preceding claims, **characterized in that** the insulator (2) has a double-layer region (6) with a first layer made of the first ceramic (23) and a second layer made of the second ceramic (24).

5. Spark plug according to Claim 4, **characterized in that**, in the radial direction of the spark plug, the first ceramic (23) is arranged inside the second ceramic (24).

6. Spark plug according to Claim 4, **characterized in that**, in the radial direction of the spark plug, the first ceramic (23) is arranged outside the second ceramic (24).

7. Spark plug according to one of Claims 4 to 6, **characterized in that** in the double-layer region (6), a minimal thickness of the second ceramic (24) in the radial direction is greater than or equal to a maximum thickness of the first ceramic (23) in the radial direction.

8. Spark plug according to Claim 7, **characterized in that** the thickness (D1) of the first ceramic (23) is between 0.7 and 1.3 mm, and is preferably approx-

imately 1 mm.

9. Spark plug according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the first ceramic (23) and the second ceramic (24) are arranged in sequence in the longitudinal direction (X-X).

10. Spark plug according to one of the preceding claims, **characterized in that** a length of the second ceramic (24) in the longitudinal direction (X-X) is greater than or equal to half of a total length of the spark plug, and in particular is greater than or equal to 20 mm, preferably greater than or equal to 30 mm.

11. Spark plug according to one of the preceding claims, **characterized in that** the insulator (2) is a sintered component.

12. Spark plug according to one of the preceding claims, **characterized in that** the permittivity of the second ceramic (24) is three to four times the permittivity of the first ceramic (23).

Revendications

1. Bougie, comprenant

- un isolateur monobloc (2) comportant un orifice traversant (20) orienté dans le sens longitudinal (X-X) de la bougie, dans laquelle est disposée une électrode centrale (3) dotée d'un élément de résistance (4),
- l'isolateur (2) comprenant une première céramique (23) dotée d'une première permittivité et une seconde céramique (24) dotée d'une seconde permittivité,
- la seconde permittivité étant supérieure à la première permittivité et
- la seconde céramique (24) entourant l'élément de résistance (4) en une forme annulaire et recouvrant au moins une partie de l'élément de résistance (4) dans le sens longitudinal (X-X).

2. Bougie selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la seconde céramique (24) recouvre entièrement l'élément de résistance (4) dans le sens longitudinal (X-X).

3. Bougie selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la seconde céramique (24) s'étend en direction d'une extrémité située au niveau du raccordement (21) de l'isolateur dans le sens longitudinal (X-X) au-delà de l'élément de résistance (4), en particulier jusqu'à l'extrémité située au niveau du raccordement (21) de l'isolateur.

4. Bougie selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'isolateur (2) présente une partie à double couche (6) avec une première couche faite de la première céramique (23) et une seconde couche faite de la seconde céramique (24).

5. Bougie selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la première céramique (23) est disposée dans le sens radial de la bougie à l'intérieur de la seconde céramique (24).

6. Bougie selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la première céramique (23) est disposée dans le sens radial de la bougie à l'extérieur de la seconde céramique (24).

7. Bougie selon une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que**, dans la partie à double couche (6), une épaisseur minimale de la seconde céramique (24) dans le sens radial est supérieure ou égale à une épaisseur maximale de la première céramique (23) dans le sens radial.

8. Bougie selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'épaisseur (D1) de la première céramique (23) se situe entre 0,7 et 1,3 mm et de préférence à environ 1 mm.

9. Bougie selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la première céramique (23) et la seconde céramique (24) sont disposées successivement dans le sens longitudinal (X-X).

10. Bougie selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une longueur de la seconde céramique (24) dans le sens longitudinal (X-X) est supérieure ou égale à une moitié d'une longueur totale de la bougie et en particulier est supérieure ou égale à 20 mm, de préférence supérieure ou égale à 30 mm.

11. Bougie selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'isolateur (2) est une pièce frittée.

12. Bougie selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la permittivité de la seconde céramique (24) représente deux ou trois fois la permittivité de la première céramique (23).

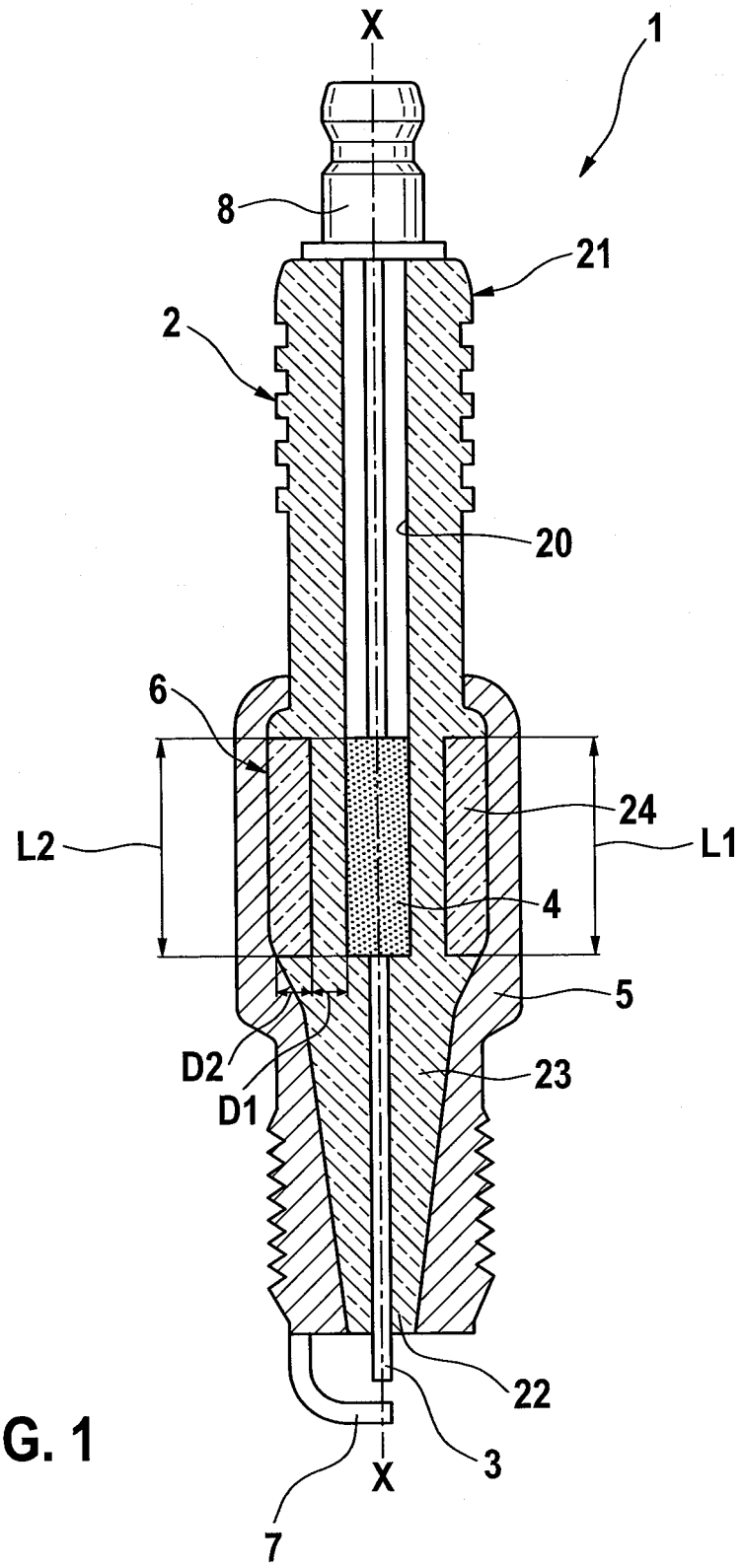


FIG. 1

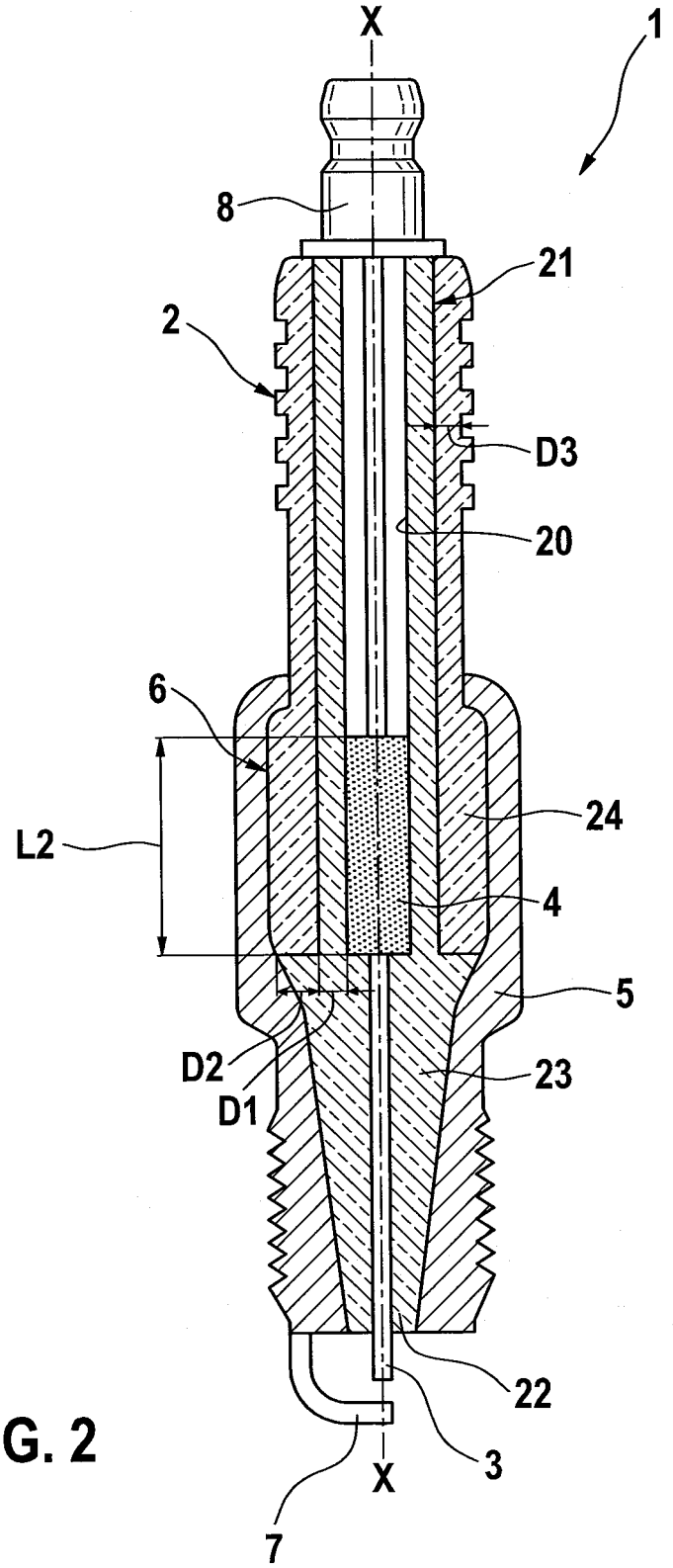


FIG. 2

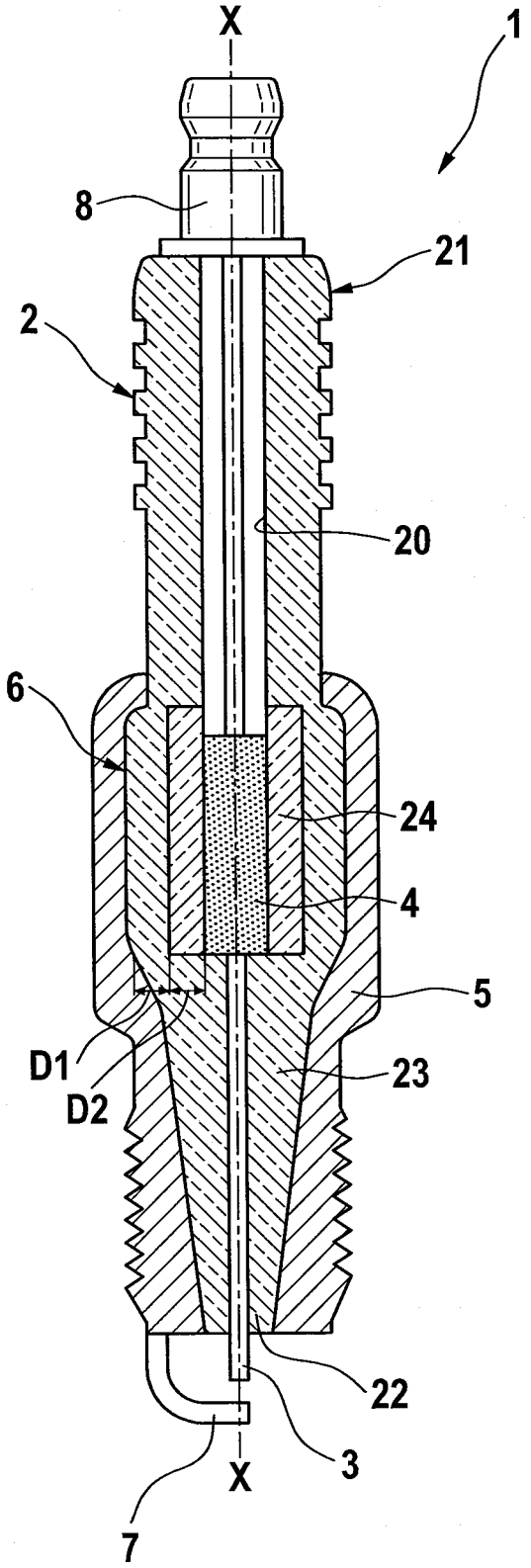


FIG. 3

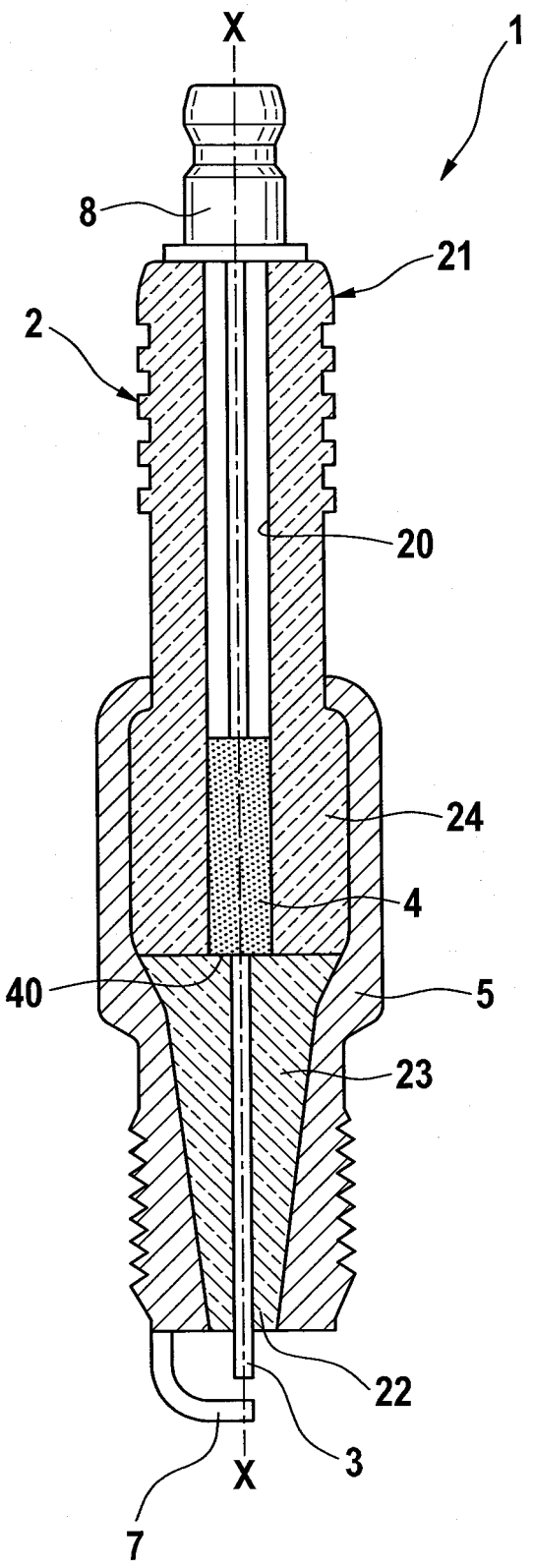


FIG. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 2136874 A **[0001]**