



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.01.2015 Patentblatt 2015/04

(51) Int Cl.:
H01T 2/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14188577.2**

(22) Anmeldetag: **13.07.2011**

(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: **17.08.2010 DE 102010034586**
31.05.2011 DE 102011102937

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
11748299.2 / 2 606 542

(71) Anmelder: **DEHN + SÖHNE GMBH + CO. KG**
92318 Neumarkt (DE)

(72) Erfinder:
• **Hierl, Stephan**
92318 Neumarkt (DE)

- **Waffler, Michael**
92318 Neumarkt (DE)
- **Strangfeld, Uwe**
90429 Nürnberg (DE)
- **Ehrhardt, Arnd**
92318 Neumarkt (DE)
- **Schreiter, Stefanie**
92318 Neumarkt (DE)

(74) Vertreter: **Kruspig, Volkmär**
Meissner, Bolte & Partner GbR
Widenmayerstrasse 47
80538 München (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 13-10-2014 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken mit einer an oder in einer der Hauptelektroden H2 befindlichen, gegenüber dieser Hauptelektrode H2 isolierten Triggerelektrode T, wobei die Triggerelektrode T mit einer der weiteren Hauptelektroden H1 über mindestens ein spannungsschaltendes oder spannungsüberwachendes Element elektrisch verbunden ist und zwischen der Triggerelektrode T und der weiteren Hauptelektrode H1 ein Luftspalt besteht.

Erfindungsgemäß bildet die Triggerelektrode T mit einer Isolationsstrecke I und einer Schicht aus einem Material M mit geringerer Leitfähigkeit als das Material einer der Hauptelektroden eine Sandwichstruktur, wobei diese ein Schichtdielektrikum in der Reihenschaltung einer ersten Teilkapazität C_I mit dem Dielektrikum der Isolationsstrecke I und einer zweiten Teilkapazität C_M mit dem Material M als Dielektrikum darstellt.

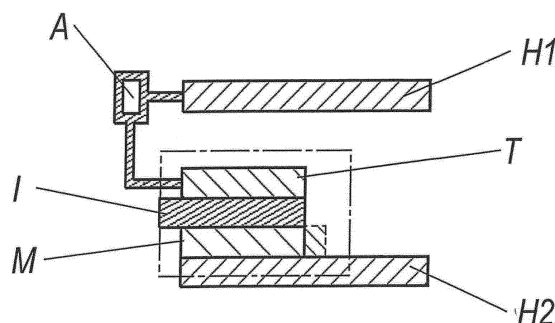


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken mit einer an oder in einer der Hauptelektroden befindlichen, gegenüber dieser Hauptelektrode isolierten Triggerelektrode, wobei die Triggerelektrode mit der weiteren Hauptelektrode über mindestens ein spannungsschaltendes oder spannungsüberwachendes Element elektrisch verbunden ist und zwischen der Triggerelektrode und der weiteren Hauptelektrode ein Luftspalt besteht, gemäß Patentanspruch 1.

[0002] Funkenstrecken lassen sich hinsichtlich ihres Verhaltens als Durchschlag- oder Gleitfunkenstrecken differenzieren. Derartige Funkenstrecke sind getriggert, aber auch ungetriggert ausführbar. Bei getriggerten Funkenstrecken existiert neben den Hauptelektroden mindestens eine Triggerelektrode. Die Zündung bei getriggerten Funkenstrecken erfolgt beispielsweise über den Einsatz eines Zündtransformators mit der Folge einer hohen Ansprechspannung der entsprechend gut isolierten Triggerelektrode.

[0003] Bei einer Alternative besteht die Möglichkeit, durch eine besondere Anordnung der Triggerelektrode bezüglich der Hauptelektrode ohne Zündtransformator die Zündung einzuleiten. Dabei wird in vielen Fällen für eine leitfähige Verbindung zwischen der Triggerelektrode und der Hauptelektrode gesorgt.

[0004] Grundsätzlich gilt, dass getriggerte Funkenstrecken über ein steuerbares Ansprechverhalten verfügen.

[0005] Bei der druckfest gekapselten Funkenstrecken-anordnung zum Ableiten von schädlichen Störgrößen durch Überspannungen nach DE 200 20 771 U1 ist unmittelbar über ein dort vorhandenes leitfähiges Gehäuse zur Bildung einer Teilfunkenstrecke im Entladungsraum eine Triggerspannung anlegbar. Über die Teilfunkenstrecke wird dann die Hauptfunkenstrecke zwischen den Hauptelektroden gezündet. Darüber hinaus kommt ein Zündtransformator zum Einsatz, der Bestandteil der Triggereinrichtung ist.

[0006] Der Einsatz eines Zündtransformators bedingt jedoch einen nicht unerheblichen Bauraum. Darüber hinaus ist die Größe der im Zündtransformator sekundärseitig generierten Zündspannung von der primärseitigen Stromänderung di/dt abhängig. Wenn dieser Stromimpuls nicht über eine ausreichende Steilheit verfügt, genügt die sekundärseitig auftretende Spannung nicht, um die Funkenstrecke durchzuzünden. Dies bedeutet, dass die Überspannungsschutzeinrichtung trotz der aufgetretenen Überspannung inaktiv bleibt.

[0007] Eine alternative Möglichkeit, Funkenstrecken anzusteuern, besteht darin, dass die Triggerelektrode mit einer der Hauptelektroden in Verbindung steht. Hier kann ein Zündtransformator entfallen. Während des Zündvorgangs wird bei diesen Lösungen des Standes der Technik zwischen einer Hauptelektrode und der Triggerelektrode eine Gleitentladung ausgelöst, die nach einer bestimmten Zeit die weitere Hauptelektrode erreicht.

[0008] Eine solche Lösung ist in der DE 101 46 728 B4 offenbart. Bei dieser Überspannungsschutzeinrichtung ist an die beiden Hauptelektroden die Reihenschaltung eines Spannungsschaltelements und eines Zündelements angeschlossen. Die Ansprechspannung des Spannungsschaltelements liegt unterhalb der Ansprechspannung der Durchschlag-Funkenstrecke. An der Kontaktstelle zwischen dem Zündelement und der dem Zündelement zugeordneten Elektrode ist ein Übergangswiderstand gegeben. Beim Ansprechen des Spannungsschaltelements fließt zunächst ein Ableitstrom über das Zündelement, wobei das dortige Zündelement derart ausgebildet ist, dass bei größeren Ableitströmen wegen des Übergangswiderstands an der Kontaktstelle Entladungen entstehen, die zu einer Vorionisation des die Kontaktstelle umgebenden Kontaktbereichs führen.

[0009] Derartige Triggerelektroden haben permanent elektrischen Kontakt zu einer der beiden Hauptelektroden. Dies bedeutet, dass keine galvanische Trennung der Hauptpotentiale vorliegt. Aus diesem Grunde muss in den Triggerstromkreis ein spannungsschaltendes Bauteil, z.B. in Form eines Gasableiters, geschaltet werden. Eine Weiterbildung gegenüber den Lösungsansätzen mit direkt elektrisch leitfähig kontaktierter Triggerelektrode an einer oder mehreren Hauptelektroden ist in der DE 10 2004 006 988 A1 bzw. der DE 102 45 144 B3 gezeigt.

[0010] Die Überspannungsschutzeinrichtung auf Funkenstreckenbasis nach DE 10 2004 006 988 A1 umfasst mindestens zwei in einem druckdichten Gehäuse befindliche Hauptelektroden sowie mindestens eine Zündhilfselektrode. Im Gehäusevolumen ist eine Funktionsbaugruppe zur Reduzierung der Ansprechspannung der Funkenstrecke untergebracht, welche mit einer der Hauptelektroden und der Zündhilfselektrode in Verbindung steht.

[0011] Die Funktionsbaugruppe zum Reduzieren der Ansprechspannung der Funkenstrecke besteht aus einer außerhalb des Lichtbogen-Brennraums befindlichen Reihenschaltung eines spannungsschaltenden Elements, einer Impedanz und einer Trennstrecke, wobei die Trennstrecke durch den Abstand der Zündhilfselektrode zur nächstliegenden Hauptelektrode gebildet ist. Beim Auftreten einer Überspannung, welche die Summe der Ansprechspannungen des Schaltelements und der Trennstrecke übersteigt, fließt ein Strom von der ersten Hauptelektrode zur zweiten Hauptelektrode mit der Folge, dass der die Trennstrecke überbrückende Lichtbogen Ladungsträger zur sofortigen Ionisation der Trennstrecke zwischen den Hauptelektroden bereitstellt.

[0012] Die Zündeinrichtung nach DE 102 45 144 B3 weist eine Hilfselektrode auf, die mit einer Zündeinrichtung in Verbindung steht. Diese Zündeinrichtung besitzt einen nichtlinearen, temperaturabhängigen Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten. Die Widerstandserhöhung dieses temperaturabhängigen Widerstands steuert bei Belastung der Funkenstrecke das Zünd- und Löschverhalten.

[0013] Bei der vorstehend geschilderten Funkenstrecke mit Triggerelektrode liegt eine Minimierung der Überschlagsstrecke im Zündbereich vor, wodurch der Zündimpuls der Leistung schwach ausfällt. Die Länge des Lichtbogens liegt daher in der Praxis nur bei wenigen 1/10 Millimetern. Der Zündlichtbogen muss weiterhin im Bereich der Zündfunkenstrecke so lange brennen, bis der Raum zwischen den Hauptelektroden vollständig ionisiert ist und der Lichtbogen auf die zweite Hauptelektrode überspringen kann. Hierdurch wird die Triggerelektrode sehr lang und energiereich belastet. Es besteht außerdem die Gefahr, dass während des Zündvorgangs der komplette Ableitstrom über einen relativ langen Zeitraum über die Zündhilfselektrode fließt. Dies hat zur Folge, dass besonders abbrandfeste und damit teure Materialien eingesetzt werden müssen. Letztendlich ist der Spannungsabfall über dem Triggerzweig mit dort vorhandenen spannungsschaltenden und spannungsbegrenzenden Elementen in vielen Fällen so groß, dass der in der Praxis geforderte maximale Schutzpegel nicht realisierbar ist.

[0014] Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung, eine weiterentwickelte Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken mit einer an oder in einer der Hauptelektroden befindlichen, gegenüber diesen Hauptelektroden isolierten Triggerelektrode anzugeben, wobei das Ansprechverhalten in einem großen Bereich vorgebar sein soll und kostengünstige Materialien eingesetzt werden können, ohne dass die Betriebszuverlässigkeit und Langzeitstabilität einer derart ausgerüsteten Funkenstrecke leidet.

[0015] Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt durch eine Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken gemäß der Merkmalskombination nach Patentanspruch 1, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen darstellen.

[0016] Es wird demnach von einer Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken mit einer an oder in einer der Hauptelektroden H2 befindlichen, gegenüber dieser Hauptelektrode H2 isolierten Triggerelektrode T ausgegangen, wobei die Triggerelektrode T mit der weiteren Hauptelektrode H1 über mindestens ein spannungsschaltendes oder spannungsüberwachendes Element elektrisch verbunden ist und zwischen der Triggerelektrode T und der weiteren Hauptelektrode H1 ein Luftspalt besteht.

[0017] Erfindungsgemäß bildet die Triggerelektrode T mit einer Isolationsstrecke I und einer Schicht aus einem Material M mit geringerer Leitfähigkeit als das Material einer der Hauptelektroden H1, H2 eine Sandwichstruktur, wobei diese ein Schichtdielektrikum in der Reihenschaltung einer Teilkapazität C_1 mit dem Dielektrikum der Isolationsstrecke I und einer zweiten Teilkapazität C_M mit dem Material M als Dielektrikum darstellt. Die Teilkapazitäten C_1 und C_M sollen besonders klein gewählt werden, wodurch sofort eine Funkenbildung in der Funkenstrecke erreicht wird.

[0018] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Iso-

lationsstrecke als eine dünne Folien- oder Lackschicht ausgebildet.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt die Dicke der Isolationsstrecke nur wenige hundertstel Millimeter.

[0020] Das Material M der Sandwichstruktur besitzt eine vielfach schlechtere Leitfähigkeit als das Material einer der Hauptelektroden und ist z.B. aus einem Kunststoff bestehend, der leitfähige Partikel, z.B. aus Kohlenstoff, oder metallische Partikel aufweist.

[0021] Über die Dicke der Schicht aus dem Material M erfolgt erfindungsgemäß eine Verlängerung des Zündlichtbogens. Ergänzend oder alternativ kann das Material M auch bezogen auf die benachbarten Schichten überlappend ausgeführt werden, so dass der Weg von der Triggerelektrode zur nächstliegenden Hauptelektrode nochmals vergrößert wird und die Zahl der Ladungsträger des Zündlichtbogenplasmas steigt.

[0022] In diesem Sinn kann die Sandwichstruktur einen stufenförmigen Aufbau besitzen, wobei der Triggerelektrode T eine breitere Isolationsstrecke I und dieser eine bezogen auf die Isolationsstrecke I wiederum breitere Schicht aus dem Material M folgt.

[0023] Diese Sandwichstruktur kann auch stufenförmig symmetrisch aufgebaut werden.

[0024] Bei einer bevorzugten technischen Umsetzung kann die Sandwichstruktur aus einer lackisolierten Leiterplatte bestehen oder Elemente einer solchen Leiterplatte umfassen. Dabei kann es sich um eine Folienleiterplatte oder eine Leiterplatte aus einem starren Trägermaterial handeln.

[0025] Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

[0026] Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Anordnung zur Zündung einer Funkenstrecke, umfassend zwei Hauptelektroden sowie eine Triggerelektrode;

Fig. 2 eine Darstellung des sich ergebenden kapazitiven Spannungsteilers der Anordnung nach Fig. 1;

Fig. 3 eine Darstellung des Schichtdielektrikums der Zündanordnung;

Fig. 4 eine Draufsicht sowie eine Seitenansicht einer speziellen Geometrie der Zündanordnung mit gewünschter Verlängerung des Zündlichtbogens zum Initiieren eines verstärkten Lichtbogenplasmas in die Elektrodenanordnung zwischen den Hauptelektroden;

Fig. 5 eine Darstellung einer realisierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung mit Hauptelektroden in Hörnerform und Deionkammer, dargestellt ohne Abdeckteil, und

Fig. 6 eine Detaildarstellung der erfindungsgemäßen Anordnung zur Zündung einer Hörnerfunkenstrecke.

[0027] Die Darstellung nach Fig. 1 zeigt zwei im Wesentlichen gegenüberliegende Hauptelektroden H1 und H2 mit einem dazwischen befindlichen Luftdielektrikum.

[0028] Die stark vergrößerte Darstellung der Zündanordnung umfasst eine elektrisch leitfähige Triggerelektrode T, die von einer Isolationsstrecke I in Richtung Hauptelektrode H2 bedeckt ist. Der Isolationsstrecke I folgt eine Schicht aus einem Material M mit einer geringen Leitfähigkeit. Die Schicht aus dem Material M liegt auf der Oberfläche der zweiten Hauptelektrode H2 auf.

[0029] Über eine Verbindung A können externe Elemente zwischen Triggerelektrode T und Hauptelektrode H1 geschaltet werden. Die dort vorgesehenen Mittel können z.B. Gasableiter, Varistoren, Dioden oder ähnliche Elemente umfassen.

[0030] Die Gesamtanordnung gemäß der Darstellung nach Fig. 1 ist so ausgeführt, dass es zunächst zu einem Durch- bzw. Überschlag zwischen der Triggerelektrode T und der Hauptelektrode H2 kommt. Ein Durchschlag zur Hauptelektrode H1 liegt in diesem Zustand noch nicht vor. Um das vorerwähnte Verhalten zu gewährleisten, ist ein Luftspalt zwischen der Triggerelektrode T und der Oberfläche der Hauptelektrode H1 vorhanden. Sehr wesentlich für die Wirkung, insbesondere für das schnelle Ansprechen der Zündeinrichtung und damit der Funktion der Funkenstrecke ist die Verteilung der vorliegenden parasitären Kapazitäten der am Zündvorgang beteiligten Komponenten.

[0031] Wie in der Fig. 2 dargestellt ist, ergibt sich ein kapazitiver Spannungsteiler, der zunächst in zwei Hauptkapazitäten unterteilt werden kann.

[0032] Die Kapazität C_A für die Ansteuerungskomponenten in der Verbindung A und die Kapazität C_P für die Komponenten der eigentlichen Zündanordnung liegen in Reihe.

[0033] Gemäß der Darstellung nach Fig. 3 bildet die Zündanordnung aus der Isolationsstrecke I und dem schlecht leitfähigen Material M ein Schichtdielektrikum, d.h. ein Dielektrikum aus Materialien mit unterschiedlichen Isolationswiderständen.

[0034] Damit ergibt sich die Kapazität C_P gemäß Fig. 2 aus der Reihenschaltung der Teilkapazitäten C_I und C_M nach Fig. 3.

[0035] Die Kapazität C_A ist größer als die Teilkapazität C_M oder als die Teilkapazität C_I . Die Isolationsstrecke wird erfindungsgemäß sehr dünn ausgeführt.

[0036] Je dünner die Schichtdicke des Dielektrikums der Isolationsstrecke I ist, desto größer ist die Kapazität und es fällt mehr Spannung über C_M ab.

[0037] Bei der als Plasma-Jet-Zündung umschreibbaren Anordnung gemäß der Erfindung wird die Isolationsstrecke I als Folie oder Lackschicht auf der Triggerelektrode T ausgeführt und kann damit sehr dünn, bevorzugt wenige 1/100 Millimeter gehalten werden. Es bestimmt

demnach diese Isolationsstrecke primär das Ansprechverhalten der Gesamtanordnung.

[0038] Die Wahl des Materials für die Schicht M hat einen direkten Einfluss auf die Zündgeschwindigkeit und das sich hierdurch ergebende Verhalten der Gesamtfunkenstrecke.

[0039] Konkret wird mit der Dicke des schlecht leitfähigen Materials M eine Verlängerung des Zündlichtbogens durch Verlängerung der direkten Überschlagsstrecke von der Triggerelektrode T zu der Hauptelektrode H2 bewirkt.

[0040] Aufgrund der Verlängerung des Zündlichtbogens wird ein größerer Betrag Lichtbogenplasma in die Elektrodenanordnung injiziert, so dass der Überschlag zwischen den Hauptelektroden H1 und H2 in sehr kurzer Zeit erfolgen kann.

[0041] Der Plasma-Jet oder Plasma-Strahl entsteht bei Lichtbögen im Fußpunktbereich an beiden Elektroden. Dieser Strahl führt zu einer starken und schnellen zielgerichteten Bewegung von ionisierten Gasen und Ladungsträgern. Erfindungsgemäß kann dieser Transport dazu genutzt werden, um die Zündung der Hauptstrecke zwischen den Elektroden H1 und H2 deutlich zu beschleunigen, wodurch die Belastung der Triggerelektrode T, der Schichtung I und M und auch der Bauteile in der Verbindung A reduziert wird und die Restspannung der Funkenstrecke sinkt.

[0042] Der Plasma-Jet-Effekt ist weiterhin gekennzeichnet durch die Ausprägung einer bevorzugten Richtung der ionisierten Gasströmung. Erfindungsgemäß können Maßnahmen ergriffen werden, die zum einen die Entstehung des Strahls, aber auch die Richtung beeinflussen, so dass der Effekt einer raschen Zündung der Hauptstrecke entsteht. Zum Überwinden der Luftstrecke zwischen H1 und H2 ist der vorgeschlagene Strahl mit seiner sehr effektiven Ionisierung von Luftdistanzen besonders geeignet, was wiederum für ein effektives Betreiben einer Hörnerfunkenstrecke sorgt.

[0043] Während beim Stand der Technik nach der Zündung der Hauptelektroden möglichst keine Plasma-Jets entstehen sollen, damit der Impulslichtbogen verharrt, ist die Ausbildung von einer gezielten Jet-Strömung zur Zündung der Hauptstrecke erfindungsgemäß erwünscht.

[0044] Zur Ausbildung eines effektiven Plasma-Strahls werden Elektrodenmaterialien eingesetzt, welche den Lichtbogen im Fußpunktbereich gut kühlen. Dies fördert die Kontraktion des Lichtbogenfußpunkts. Stark kontrahierte Fußpunkte sind eine optimale Voraussetzung für stark ausgeprägte Plasma-Jets. Durch eine starke Begrenzung der Ausbreitungsmöglichkeiten des Lichtbogenfußpunkts bzw. des gesamten Lichtbogens kann die Kontraktion des Lichtbogens und seine Verharzeit beeinflusst werden. Durch die stark kontrahierten Lichtbogenfußpunkte kann die Bewegung des Lichtbogens infolge der eigenmagnetischen Kräfte stark und gezielt verändert werden.

[0045] Durch die Elektrodenanordnung sowie die Zwischenlagen I und M ergibt sich eine bevorzugte Ausrich-

tung der ansonsten sehr stochastischen Plasma-Jets. Die Materialwahl auch der Zwischenlagen, z.B. geeignet zur Gasabgabe, beeinflusst nicht nur die Ausrichtung des Plasma-Jets durch die dann entstehende Fremdströmung, sondern es kann die Gesamtströmungsintensität und die Gaszusammensetzung des Jets und der ihn begleitenden Strömung unmittelbar verändert werden.

[0046] Die Triggerelektrode wird bei einer Ausführungsform aus einem Kupfermaterial gebildet, was eine starke Kühlung des Fußpunkts bewirkt. Damit besteht die Möglichkeit, die Triggerelektrode dimensionsmäßig sehr dünn auszuführen, wodurch der Fußpunktdurchmesser und die Wanderung des Lichtbogens beschränkbar ist.

[0047] Die Schichten I und M können zu den Elektroden T und H2 so gestaltet werden, dass das Material die grundsätzlichen Ausrichtungsmöglichkeiten und den Gasstrom des Plasma-Jets beeinflusst. Neben der Beeinflussung des Plasma-Jets ist auch die Wanderung des Fußpunkts des Lichtbogens durch die Geometrie variierbar. Durch die erzwungene Länge des Zündlichtbogens zwischen T und H2 sowie gegebenenfalls eine erzwungene Durchbiegung des Zündlichtbogens durch einen Absatz in die gewünschte Laufrichtung kann der thermische Auftrieb und die eigenmagnetische Kraftwirkung zur zielgerichteten Schleifenbildung durch Lichtbogenaufweitung oder aber auch zielgerichteten Wanderung nach einer entsprechenden Verharzzeit mit Fußpunktbeziehung genutzt werden.

[0048] Da die Plasma-Jets an beiden Elektroden entstehen, kommt es bei starken Jet-Ausbildungen bei kurzen oder auch abgewinkelten Anordnungen zum Aufeinandertreffen der Einzelströmungen. Dies führt bei direkt aufeinandertreffenden ähnlich starken Strömungen auf gemeinsamer Achse zu einem sogenannten Plasmateiler, welcher sich stark nach beiden Seiten auswölbt und die gesamte Umgebung ionisiert, d.h. auch den Spalt zu H2. Bei winkligen Achsen versuchen die Jet-Ströme seitlich nebeneinander auszuweichen. Dieser Zustand ist allerdings sehr instabil, so dass die Ausweichrichtung ständig wechselt. Bei einer seitlichen Begrenzung durch Kammerwände wird dieser Effekt verstärkt. Letztendlich ist auch hierin eine bessere und schnelle Ionisierung des Spaltes zu sehen.

[0049] Wie in der Fig. 4 prinzipiell dargestellt, kann durch Variation der geometrischen Ausführungsform die Wirkung und die Ausbildung des Zündlichtbogens weiter verstärkt werden.

[0050] Dabei wird nicht nur die Dicke der Schicht aus schlecht leitfähigem Material M erhöht, sondern es besteht die Möglichkeit der Ausbildung einer Überlappungsschicht bzw. Realisierung eines stufenförmigen Sandwichaufbaus. Hierdurch wird der Weg von der Triggerelektrode T zur Hauptelektrode nochmals vergrößert und es steigt die Anzahl der Ladungsträger, die in die Funkenstrecke gelangen. In der Darstellung nach Fig. 4 (Draufsicht) ist die Sandwichstruktur und deren stufenförmiger Aufbau nachvollziehbar. Die eigentliche Trigge-

relektrode T wird seitlich von der dünnen Isolationsstrecke I bedeckt und es kommt hier zu einem vorderseitig bündigen Abschluss. Gestuft zurückgesetzt befindet sich dann auf der Isolationsstrecke I wiederum jeweils die Schicht aus dem schlecht leitenden Material M.

[0051] Die Seitenansicht nach Fig. 4 lässt die treppenstufenartige Schichtenfolge Hauptelektrode H2, Schicht aus schlecht leitfähigem Material M, Isolationsstrecke I und Triggerelektrode T erkennen. Ein Einbetten der Triggerelektrode T und seitlich begrenzend mit dem Isolationsstreckenschichtmaterial I stellt eine nicht zwingende Alternative der Weiterbildung der Zündanordnung dar.

[0052] Die dünne Isolationsstrecke I zwischen der Triggerelektrode T und der Schicht aus schlecht leitfähigem Material M kann bevorzugt durch Leiterplatten realisiert werden. Die Triggerelektrode T entspricht dann der aufgetragenen Leiterbahn und die Isolationsstrecke I der darüber befindlichen Lackschicht, wobei ein stirnseitiger Abschnitt lackschichtfrei bleibt. Es kann sich hierbei um eine flexible Leiterplatte mit einem Folien-Trägermaterial oder aber auch um eine starre Leiterplatte handeln, wobei das Leiterplatten-Trägermaterial das Material mit der schlechteren Leitfähigkeit M sein kann.

[0053] Zur Angabe des Merkmals eines schlecht leitfähigen Materials sei dargelegt, dass es sich hier Materialien handeln sollte, die den Strom weniger gut leiten als Kupfer. Denkbar sind leitfähige Kunststoffe oder leitfähige Keramiken. Idealerweise wird hier ein Material mit hoher Oberflächenleitfähigkeit und hohem Durchgangswiderstand eingesetzt. Werkstoffe mit hohem Durchgangswiderstand neigen dazu, dass sich eher Ströme auf dessen Oberfläche ausbilden, als dass der Strom durch das Volumen fließt. Bei einem Ausführungsbeispiel wird aufgrund der geforderten geringfügigen Flexibilität des schlecht leitfähigen Materials auf einen leitfähigen Kunststoff zurückgegriffen, dessen elektrischer Widerstand im Zündbereich $> 10 \Omega$ und $< 100 \text{ k}\Omega$ beträgt. Optimal stellt sich die Zündwirkung dar bei einem Widerstand von einem $\text{k}\Omega$ auf 2 / 10 mm Dicke des Materials. Abhängig vom verwendeten Material verändert sich der Widerstandswert dieser Ebene, wobei die Lichtbogenlänge durch die Dicke des schlecht leitfähigen Materials steuerbar ist.

[0054] Die Fig. 5 zeigt eine praktisch realisierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung mit Hörnerelektroden und speziellem Zündbereich, der in der Fig. 6 im Detail dargestellt ist. Für gleiche oder gleichwirkende Elemente wurden in der voranstehenden Beschreibung dieselben Bezugszeichen verwendet.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Zündung von Funkenstrecken mit einer an oder in einer der Hauptelektroden (H2) befindlichen, gegenüber dieser Hauptelektrode (H2) isolierten Triggerelektrode (T), wobei die Triggerelektrode (T) mit der weiteren Hauptelektrode (H1)

über mindestens ein spannungsschaltendes oder spannungsüberwachendes Element elektrisch verbunden ist und zwischen der Triggerelektrode (T) und der weiteren Hauptelektrode (H1) ein Luftspalt besteht,

5

dadurch gekennzeichnet, dass

die Triggerelektrode (T) mit einer Isolationsstrecke (I) und einer Schicht aus einem Material (M) mit geringerer Leitfähigkeit als das Material einer der Hauptelektroden (H1, H2) eine Sandwichstruktur bildet, wobei diese ein Schichtdielektrikum in der Reihenschaltung einer ersten Teilkapazität (C_I) mit dem Dielektrikum der Isolationsstrecke (I) und einer zweiten Teilkapazität (C_M) mit dem Material (M) als Dielektrikum darstellt, wobei die Teilkapazitäten (C_I) und/oder (C_M) sehr gering gewählt sind und über die Dicke der Schicht aus dem Material (M) eine Verlängerung des Zündlichtbogens erfolgt.

10

15

2. Anordnung nach Anspruch 1,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

die Isolationsstrecke (I) als dünne Folien- oder Lack-schicht ausgebildet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 2,

25

dadurch gekennzeichnet, dass

die Dicke der Isolationsstrecke wenige 1/100 mm beträgt.

4. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

30

dadurch gekennzeichnet, dass

die Sandwichstruktur einen stufenförmigen Aufbau besitzt, wobei der Triggerelektrode (T) eine breitere Isolationsstrecke (I) und dieser eine bezogen auf die Isolationsstrecke (I) wiederum breitere Schicht aus dem Material (M) folgt.

35

5. Anordnung nach Anspruch 4,

40

dadurch gekennzeichnet, dass

die Sandwichstruktur stufenförmig symmetrisch oder asymmetrisch aufgebaut ist.

6. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

45

dadurch gekennzeichnet, dass

die Sandwichstruktur aus einer lackisolierten Leiterplatte besteht.

50

55

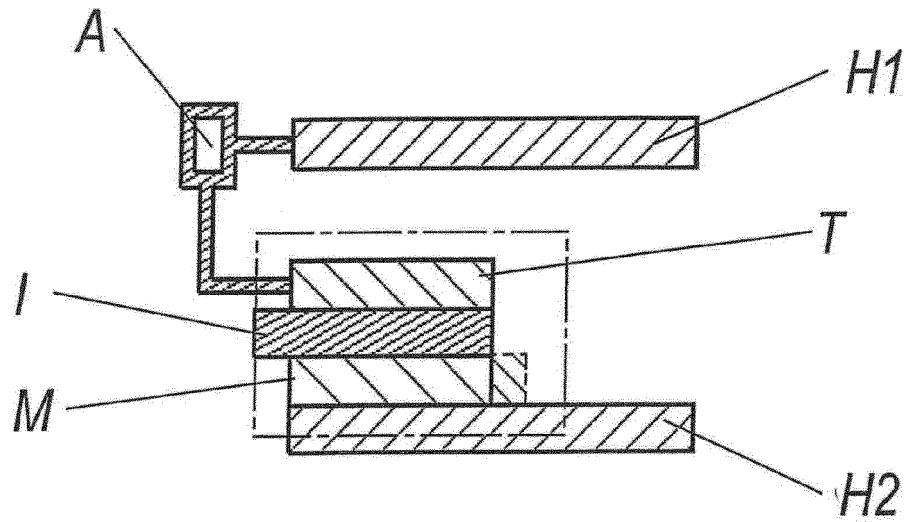


Fig. 1

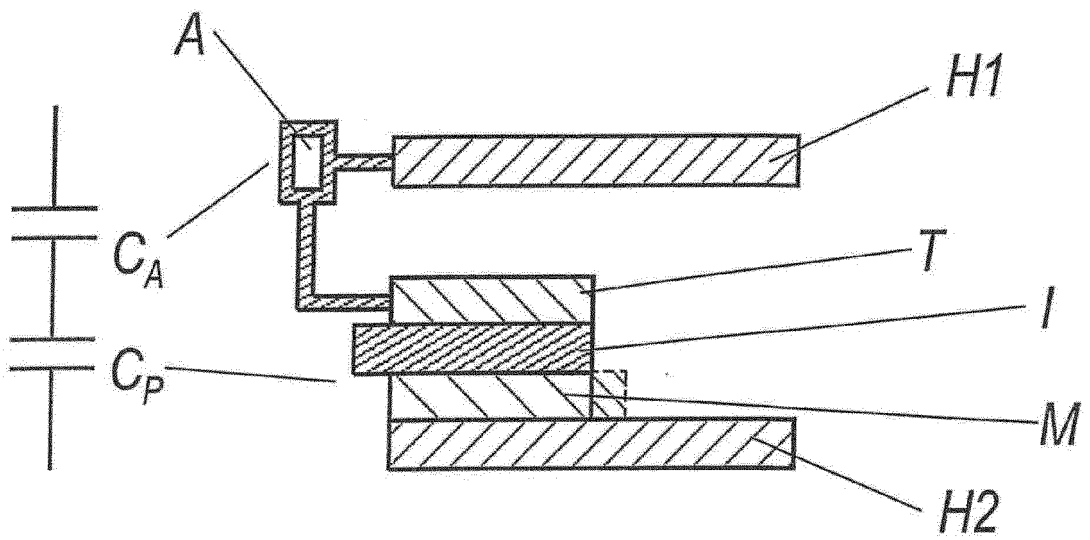


Fig. 2

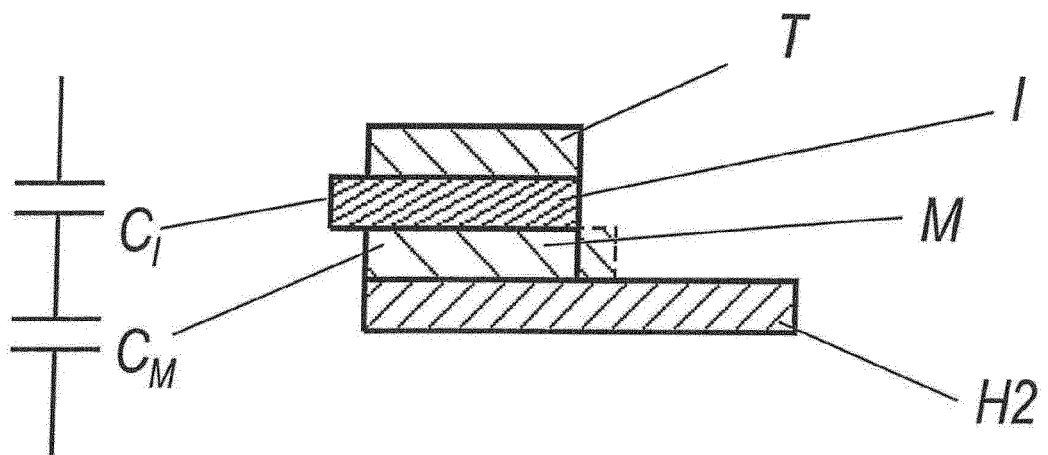


Fig. 3

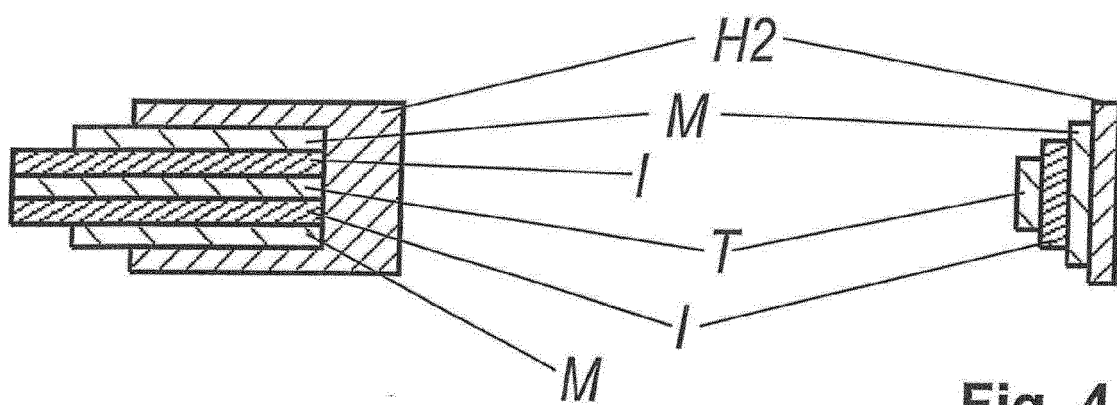


Fig. 4

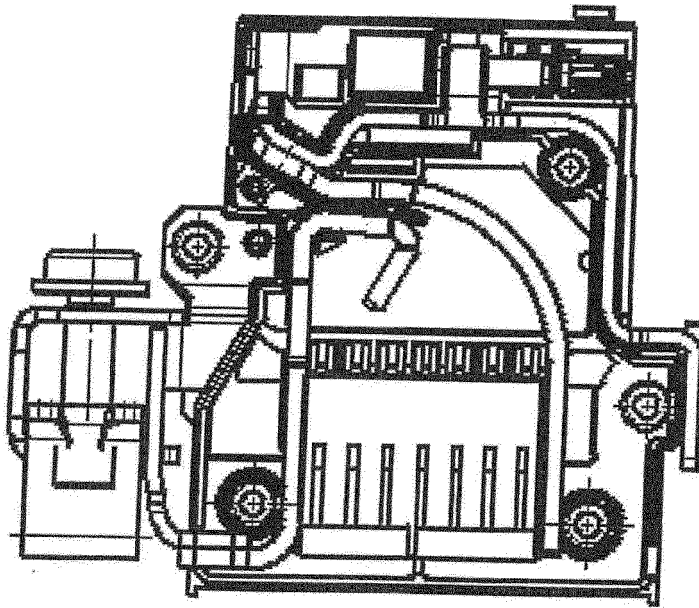


Fig. 5

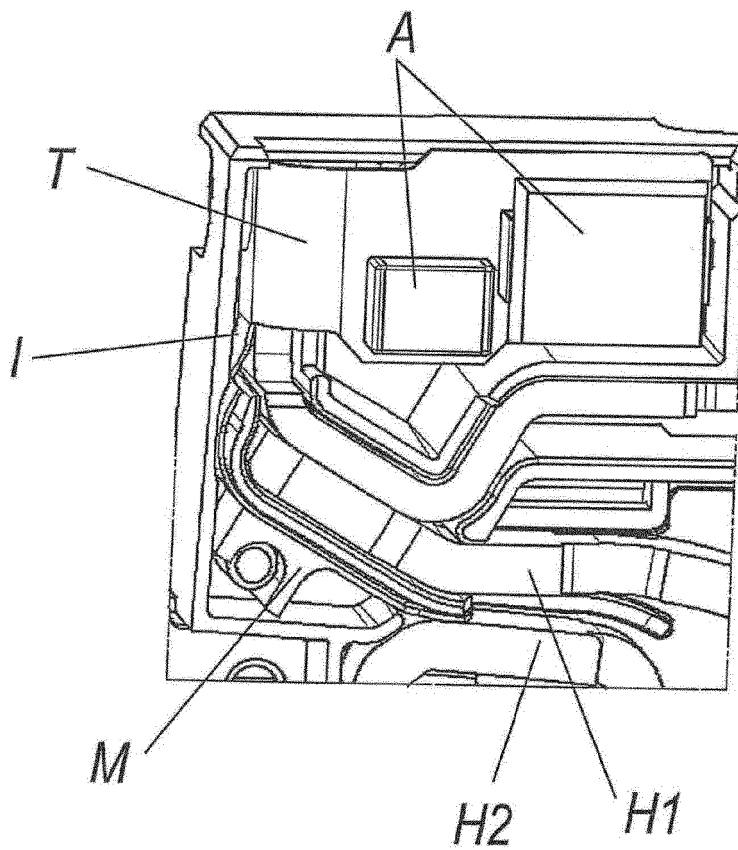


Fig. 6

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

- DE 20020771 U1 [0005]
- DE 10146728 B4 [0008]
- DE 102004006988 A1 [0009] [0010]
- DE 10245144 B3 [0009] [0012]