



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.2015 Patentblatt 2015/50

(51) Int Cl.:
H01T 1/02 (2006.01) **H01T 1/10** (2006.01)
H01T 1/15 (2006.01) **H01T 2/02** (2006.01)
H01T 4/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15170367.5**

(22) Anmeldetag: **03.06.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Durth, Rainer**
32805 Horn-Bad Meinberg (DE)
• **Schmutz, Jan-Erik**
32760 Detmold (DE)
• **Okel, Viktor**
32825 Blomberg (DE)

(30) Priorität: **03.06.2014 DE 102014210516**
28.01.2015 DE 202015100397 U

(74) Vertreter: **Schmelcher, Thilo**
RCD-Patent
Postfach 3106
52118 Herzogenrath (DE)

(71) Anmelder: **PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG**
32825 Blomberg (DE)

(54) **FUNKENSTRECKE MIT KÜHL- UND/ODER DÄMPFUNGSEINRICHTUNG**

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Funkenstrecke (1) mit Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung, aufweisend

- zumindest eine erste Funkenstreckenelektrode (FS₁) und eine zweite Funkenstreckenelektrode (FS₂),
- zumindest eine Zündhilfselektrode (ZE) zur Verbindung mit einem Zündkreis, wobei die Zündhilfselektrode (ZE) räumlich benachbart zur ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) und beabstandet zur zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) angeordnet ist, wobei die Zündhilfselektrode (ZE), bezogen auf die Richtung von ersten Funkenstreckenelektrode und zweiter Funkenstreckenelektrode lateral hierzu angeordnet ist,
- wobei zwischen der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) ein gering leitfähiges Material (BRZ) zur Zündunterstützung eingebracht ist,
- wobei zwischen der Zündhilfselektrode (ZE) und der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) eine Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) isoliert (ISO₁) gegenüber der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) angebracht sind, wobei die Scheiben eine Öffnung aufweisen, wobei die Öffnungen der Scheiben so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) bilden, wobei die Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) als Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung dienen

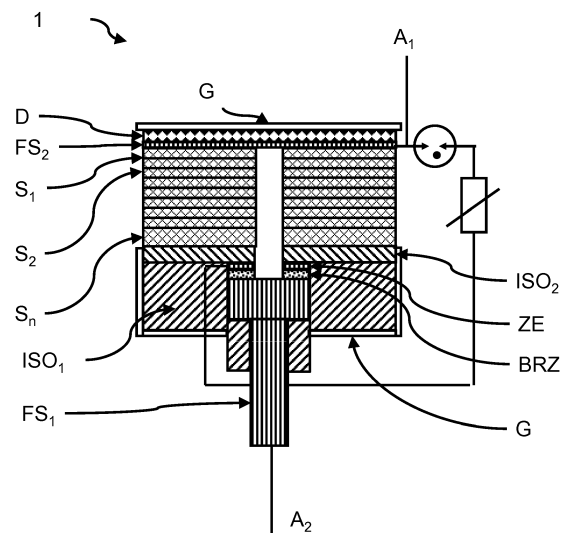


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Funkenstrecke mit Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Anordnungen für Funkenstrecken bekannt. Dabei ist festzustellen, dass Funkenstrecken keine triviale Anordnungen sind, sondern für eine zuverlässige Zündung als auch für die Kühlung des entstandenen Plasmalichtbogens ein nicht zu unterschätzender Aufwand getrieben werden muss.

[0003] Bisherige Funkenstrecken zeichneten sich durch eine auf bestimmte zu übernehmende Impulsenergie aus.

[0004] Allerdings stellt sich dies als nachteilig voraus, da nunmehr eine optimierte Lösung für eine bestimmte Impulsenergie vorhanden ist, jedoch die Einschalten bei anderen Impulsenergien sub-optimal sind.

[0005] Zwar könnte man nun versuchen verschiedene Ableitorgane parallel zu betreiben, dabei ergeben sich jedoch Probleme in Bezug auf ein abgestimmtes Schaltverhalten. Zudem sind solche parallelen Anordnungen auch erheblich kostenintensiver.

[0006] Es wäre daher wünschenswert eine flexiblere kostengünstige Lösung bereitstellen zu können.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert.

[0009] Es zeigen

- Fig. 1 eine erste Anordnung gemäß Ausführungsformen der Erfindung in einem ersten Zustand,
- Fig. 2 die erste Anordnung gemäß Ausführungsformen der Erfindung in einem zweiten Zustand,
- Fig. 3 beispielhafte Ausführungen von Scheiben gemäß Ausführungsformen der Erfindung,
- Fig. 4 eine weitere beispielhafte Ausführungsform von Scheiben in Draufsicht und Schnittdarstellungen,
- Fig. 5 eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 6 einen Aspekt der weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 7 Noch eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 8 einen Aspekt der noch weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung, und
- Fig. 9 noch einen Aspekt der noch weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

[0010] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine erste Anordnung gemäß Ausführungsformen der Erfindung in zwei unterschiedlichen Zuständen.

[0011] Dabei weist die Funkenstrecke 1 eine adaptive

Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung auf, die nachfolgend näher erläutert werden wird.

[0012] Die Funkenstrecke 1 weist zumindest eine erste Funkenstreckenelektrode FS_1 und eine zweite Funkenstreckenelektrode FS_2 . Ohne weiteres kann die Funkenstrecke auch weitere Elektroden für unterschiedliche Zwecke aufweisen. Beispielsweise können Messelektroden vorgesehen sein, um z.B. die Degradierung von isolierenden Bauteilen innerhalb der Funkenstrecke auf kapazitivem, induktivem oder resistivem Wege zu messen.

[0013] Weiterhin weist die Funkenstrecke 1 zumindest eine Zündhilfeelektrode ZE zur Verbindung mit einem Zündkreis auf. Solche Anordnungen sind beispielsweise aus der EP 1423894 B1 der Anmelderin bekannt. Dabei ist die Zündhilfeelektrode ZE räumlich benachbart zur ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 und beabstandet zur zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 angeordnet. In aller Regel ist die Zündhilfeelektrode ZE, bezogen auf die Richtung von ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 und zweiter Funkenstreckenelektrode FS_2 lateral zu dieser Richtung angeordnet.

[0014] Zwischen n der Zündhilfeelektrode ZE und der ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 ein gering leitfähiges Material BRZ zur Zündunterstützung eingebracht.

[0015] D.h. im Falle einer Überspannung wird zunächst eine Ionisierung über die Zündhilfeelektrode und die erste Funkenstreckenelektrode FS_1 erfolgen und so dann die Hauptfunkenstrecke zwischen der ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 und der zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 zur Zündung gelangen.

[0016] In der Erfindung sind nun zwischen der Zündhilfeelektrode ZE und der zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 eine Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ eingebracht.

[0017] Diese Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ sind mittels eines elektrischen Isolators ISO_1 elektrisch isoliert gegenüber der Zündhilfeelektrode ZE und der ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 angebracht.

[0018] Dabei weisen die Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ jeweils eine Öffnung auf, wobei die Öffnungen der Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 und der ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 bilden.

[0019] Diese Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ dienen als Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung.

[0020] Im Fall der Figur 1 ist die Funkenstrecke im Auszustand, d.h. die Funkenstrecke 1 leitet keinen Strom. Kommt es nunmehr zu einem Stromfluss, d.h. die Funkenstrecke zündet, so bildet sich ein Lichtbogenplasma aus.

[0021] Je nach Stärke des Impulsereignisses, dass zum Zünden der Funkenstrecke 1 geführt hat, kann sich nun die Funkenstrecke 1 auf das Ereignis einstellen.

[0022] Trifft ein starkes Impulsereignis ein, so wird das Lichtbogenplasma eine entsprechend höhere Wärme und Druck aufbauen, sodass nunmehr durch die Druckwirkung die Scheiben in lateraler Richtung wie in Figur

2 gezeigt auseinandergeschoben werden können. Hierdurch verlängert sich zum einen der Funkenstreckenkanal, da gleichzeitig auch die Funkenstreckenelektrode weiter voneinander weg bewegt werden, zum anderen kann nunmehr zumindest ein Teil des Lichtbogenplasmas und der entstandenen Wärme an die Umgebung entsprechend den Pfeilen in den Zwischenräumen der Scheiben abgeleitet werden. Da nunmehr auch zumindest ein Teil des ionisierten Gases aus dem Funkenstreckenkanal entfernt wird, sinkt die Leitfähigkeit des Lichtbogenplasmas ab. Da zum Verschieben der Scheiben Energie notwendig ist und bei auseinanderschieben der Scheiben zumindest ein Teil des Druckes entwichen wird der Druckanstieg gedämpft.

[0023] Trifft ein weniger starkes Impulsereignis ein, so wird das Lichtbogenplasma eine entsprechend geringere Wärme und Druck aufbauen, sodass nunmehr durch die Druckwirkung die Scheiben nicht in lateraler Richtung auseinandergeschoben werden können.

[0024] Somit können unterschiedlich starke Impulsereignisse abgeleitet werden während zugleich durch die besondere Ausformung erreicht wird, dass für unterschiedliche Impulsereignisse auch die Netzfolgeströme durch ein zuverlässiges Verlöschen unterdrückt werden können.

[0025] Durch die Ausgestaltung der Funkenstrecke 1 mit besonders dicken Materialschichten kann zudem eine große thermische Masse bereitgestellt werden, wodurch eine hohe Energieabsorption bereitgestellt wird, die sich positiv auf die Plasmakühlung und das Löschen der Funkenstrecke 1 auswirkt. Beispielsweise können die Funkenstreckenelektroden aus WCu oder anderen bevorzugt lichtbogenbeständigen Materialien hergestellt sein.

[0026] Ohne weiteres ist für den Fachmann verständlich, dass die Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ aus einem geeigneten Material hergestellt sind.

[0027] Obwohl es prinzipiell möglich ist, die Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ aus einem hartgasenden Material wie z.B. Polyoxymethylen (POM) oder aus Polyetheretherketon (PEEK) herzustellen, werden die Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ bevorzugt aus einem lichtbogenbeständigem Material wie z.B. WCu (Wolfram-Kupfer) hergestellt, sodass in der Regel ein Vielzahl von Impulsereignissen abgeleitet werden kann.

[0028] Beispielsweise kann zumindest ein Teil der Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ ein elektrisch leitfähiges Material aufweisen. Dabei kann z.B. die Wärmekapazität für die Auswahl ein Kriterium sein. Beispielsweise können die Scheiben Kupfer oder Wolfram oder Verbindungen hiervon aufweisen.

[0029] Andererseits kann zumindest ein Teil der Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ ein elektrisch nicht leitfähiges Material aufweisen. Auch hier kann z.B. Wärmekapazität für die Auswahl ein Kriterium sein. Beispielsweise können die Scheiben Keramik aufweisen.

[0030] Ohne weiteres können aber auch Anordnungen bereitgestellt werden, in den sowohl Scheiben aus elek-

trisch leitenden Materialien als auch Scheiben aus elektrisch nichtleitenden Materialien Verwendung finden.

[0031] Je nach prognostizierter Lebensdauer der Funkenstrecke können die Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ ein mehr oder weniger temperaturbeständiges Material aufweisen.

[0032] Ohne weiteres kann zumindest ein Teil der Mehrzahl von Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ Riefen oder elektrisch leitfähige / nicht leitfähige Abstandhalter R aufweisen, wie in Figur 4 gezeigt.

[0033] Ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann auch vorgesehen sein, dass eine oder mehrere der (elektrisch leitfähigen oder elektrisch isolierenden) Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ ein poriges Material aufweisen. Beispielsweise kann ein poröses oder gesintertes Material verwendet werden. Ein wesentlicher Aspekt eines porigen Materials ist es, dass dieses Material Kanäle bildet, so dass ein Plasma der Funkenstrecke gedämpft abgeleitet werden kann. Poriges Material kann beispielsweise (gesintertes) Sand (sodass sich eine feste Form ergibt), und/oder Kugeln beispielsweise aus Stahl, POM, Keramik und/oder Fließ bzw. Fasern, beispielsweise aus keramischem Werkstoff aufweisen.

[0034] Dabei erlauben sowohl die Riefen als auch die Abstandshalter als auch die Riefen R, dass bereits unmittelbar zu Beginn eines Impulsereignisses Plasma abströmen kann. Tritt ein stärkeres Impulsereignis auf, so können die Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ zur weiteren Unterstützung des Abströmens unter Einwirkung des weiter ansteigenden Druckes auseinandergeschoben werden. Allerdings ist dies nicht unbedingt notwendig. Die Abstandshalter bzw. Riefen R in den einzelnen Scheiben können z.B. durch Stanzen, Pressen oder Prägen in die Oberfläche eingebracht werden. Werden mehrere Scheiben übereinander gelegt, kann abhängig von der Position der Abstandshalter bzw. Riefen zueinander ein freies Volumen zwischen den Scheiben erzeugt werden. Das Plasma hat die Möglichkeit durch dieses freie Volumen nach außen abzufließen. Gleiches gilt für Abstandshalter, die auf die Oberfläche der Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ alternativ oder zusätzlich aufgebracht werden können.

[0035] Obwohl ein hartgasendes Material für die Isolierung ISO₁ benachbart zu der ersten Funkenstreckenelektrode FS₁ nicht zwingend notwendig ist, ist es für eine effektive Abkühlung des Lichtbogenplasmas vorteilhaft, denn hartgasende Materialien haben die Eigenschaft den Lichtbogenkanal einzuengen.

[0036] Weiterhin kann das gering leitfähige Material BRZ und/oder die Zündhilfselektrode ZE eine ringförmige Öffnung aufweisen, wobei die Öffnungen der Scheiben $S_1, S_2, \dots S_n$ so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode FS₂ und der ersten Funkenstreckenelektrode FS₁ bilden. Hierdurch können besonders einfach herstellbare Teile für die Funkenstrecke verwendet werden, sodass der mechanische Aufbau schnell und kostengünstig realisierbar ist.

[0037] Je nach Ausformung der Öffnungen in den ein-

zelnen Scheiben kann nunmehr auch der Funkenstreckenkanal in der Verbindungsrichtung von der ersten Funkenstreckenelektrode zur zweiten Funkenstreckenelektrode gestaltet werden.

[0038] Werden z.B. nicht kreisförmige Öffnungen in den Scheiben verwendet, oder die Öffnung in den Scheiben ist nicht zentriert, so kann eine geringfügige Verdrehung von Scheiben zueinander den Lichtbogenkanal verändern.

[0039] Während sich bei gleichartigen kreisförmigen Öffnungen in den Scheiben ein zylindrischer Kanal ergibt, kann z.B. eine leicht exzentrisch angeordnete Öffnung wie in Fig. 3 auf der rechten Seite gezeigt in den Scheiben dazu führen, dass bei einem bestimmten Winkelversatz der Scheiben zueinander eine helixförmige Bahn sich ergibt. Ähnliches kann mit einer langlochartigen Öffnung wie in Figur 3 auf der linken Seite gezeigt erreicht werden. Dabei können die Öffnungen im Prinzip alle möglichen Formen annehmen. Auch ist es möglich einen Teil der Scheiben in einer Form zu verwenden und einen anderen Teil in einer anderen Form.

[0040] Von besonderem Vorteil sind jedoch kreisförmige Öffnungen, da diese besonders einfach und damit kostengünstig herstellbar sind.

[0041] Um die adaptive Eigenschaft zu nutzen kann es ausreichend sein, dass die einzelnen Elemente lediglich durch ihr eigenes Gewicht gehalten werden, wobei dann zweckmäßiger Weise Führungseinrichtungen vorzusehen sind, sodass die einzelnen Elemente nach einem auseinanderrücken wieder an ihren vorherigen Platz gelangen.

[0042] Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die adaptive Eigenschaft nur einmalig genutzt werden kann, z.B. dadurch, dass die Elemente geeignet drucklösbar verbunden werden. Hierzu kann z.B. eine geeigneter Kleber oder ein Lot Verwendung finden.

[0043] Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Funkenstrecke 1 ein elastisches Element D aufweist, sodass die Funkenstreckenelektroden FS_1 , FS_2 und die Scheiben S_1 , S_2 , ... S_n gehalten werden. Ein derartiges elastisches Element D kann ein Druckbeaufschlagung mittels einer Feder oder aber ein umlaufendes elastische Element z.B. aus einem Elastomer ähnlich einem Gummiband oder dergleichen sein.

[0044] Weiterhin kann die Funkenstrecke 1 auch ein umgreifendes Gehäuse G aufweisen. Besonders vorteilhaft kann aber auch das Gehäuse G zugleich die Funktion des elastischen Elements vereinen. Je nach Form des Gehäuses G wird nun ein Abströmen entweder nur in die Zwischenbereiche der Scheiben ermöglicht oder aber, soweit das Gehäuse G Öffnungen besitzt kann auch weiterhin Plasma in die Umgebung entweichen.

[0045] Um das Lichtbogenplasma gezielt zu lenken kann zudem vorgesehen sein, dass zwischen den Scheiben S_1 , S_2 , ... S_n und der Zündhilfselektrode ZE eine Lichtbogenblende ISO_2 angebracht ist.

[0046] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Funkenstrecke 1 weist die Funkenstrecke ein

elastisches Element D auf, sodass die Funkenstreckenelektroden FS_1 , FS_2 und die Scheiben S_1 , S_2 , ... S_n (druckverschiebbar) gehalten werden und dass die elektrisch leitfähigen Scheiben S_1 , S_2 , ... S_n bei Druckeinwirkung in Richtung von der ersten Funkenstreckenelektrode und der zweiten Funkenstreckenelektrode verschoben werden können.

[0047] Ohne weiteres kann die Funkenstrecke gemäß der Erfindung auch in einer Funkenstreckenordnung mit einem Zündkreis verwendet werden, wobei der Zündkreis die zweite Funkenstreckenelektrode FS_2 und die Zündhilfselektrode ZE über ein spannungsschaltendes und/oder ein spannungsbegrenzendes Element verbindet. Beispielsweise kann hierzu wie in Figur 1 und 2 gezeigt ein Varistor und eine Gasentladungsröhre vorgesehen sein.

[0048] Nachfolgend wird eine solche Anordnung beispielhaft nochmals beschrieben werden. Kontaktiert wird die zweite Funkenstreckenelektrode FS_2 mit der Zündhilfselektrode ZE durch ein spannungsschaltendes und/oder ein spannungsbegrenzendes Element (beispielsweise Varistor), wodurch ein kontinuierlicher Stromfluss über den Zündkreis unterbunden werden kann.

[0049] Wird ein Stoßstrom durch ein Impulsereignis eingepreßt, so wird das obere Potential über das spannungsschaltende und/oder das spannungsbegrenzende Element an die Zündhilfselektrode ZE geführt. Im Bereich des gering leitfähigen Materials BRZ brennt zumindest ein Teil der Oberfläche zur ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 auf und ionisiert den Brennkana. Durch das Plasma entsteht eine Hauptentladung zwischen den beiden Funkenstreckenelektroden. Isolationsmaterial ISO, bzw. ISO_2 vergast und kühlt somit den Lichtbogen. Gleichzeitig steigen die Temperatur und der Druck an. Ab einem bestimmten Schwellwert des Druckes werden die Scheiben S_1 , S_2 , ... S_n auseinander gedrückt und bilden somit mehrere große Ausblasvolumina, durch die das ionisierte Gas entweichen kann.

[0050] Dabei kann das Plasma durch die großen Oberflächen zwischen den Scheiben stark gekühlt werden.

[0051] Der Aufbau bildet somit ein sich selbst regulierendes System, da der Druckaufbau und die Druckreduzierung voneinander abhängen und gleichzeitig einander entgegen wirken.

[0052] Besonders vorteilhaft ist der Abstand zwischen den Scheiben so dimensioniert, dass die Strömung des Plasmas so stark gehemmt wird, dass außerhalb der Anordnung keine oder nur sehr gering Anteile ionisierten Gases austreten. Hierdurch wird im Lichtbogenbrennkana ein ausreichend hoher Druck gehalten, und das aus dem Kanal austretende Plasma optimal gekühlt. Die Beabstandung der Kühlflächen kann durch isolierende oder nicht isolierende und resistive, sowie einer Kombination isolierender wie nicht isolierender und resistiver Abstandshalter erzielt werden. Durch geeignete Kombination können die Strömung des Plasmas, die Kühlwirkung sowie die Ausbildung der Leitfähigkeit des Plasmas so

eingestellt werden, dass Ableitfähigkeit mit geringem Energieumsatz erzielt wird, während Netzfolgeströme stark begrenzt, bzw. vollständig unterdrückt werden.

[0053] Hierdurch ermöglicht es die Erfindung den Abströmbereich adaptiv auf unterschiedliche Anforderungen durch verschiedene Impulsenergien einzustellen. Dabei ist die erfindungsgemäße Anordnung einfach mechanisch zu realisieren. Insbesondere erlaubt es die Erfindung ein hohes Ableitvermögen durch eine große thermische Masse breitzustellen. Die hohe thermische Masse besitzt zudem eine große Oberfläche, woraus eine hohe Energieabsorption resultiert. Durch das adaptive Öffnen des Abströmbereiches kann der Plasmakanal entionisiert und somit die Leitfähigkeit des Plasmas verringert werden. Weitere Kühlmechanismen können verwendet werden, um eine effiziente Kühlung und den Abtransport des Plasmas zu erreichen. Damit wird ein optimales Ableiten von transienten Strömen erreicht und ein Netzfolgestrom effektiv unterdrückt.

[0054] In Figur 5 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Diese unterscheidet sich zunächst nur in der Ausformung der Scheibe S_1 . Die Scheibe der Figur 5 und Figur 6 ist keine Scheibe aus Vollmaterial sondern ähnelt (in Draufsicht) eher einer Schnecke.

[0055] Geeignete Schnecken - angedeutet in Figur 6 - können aus blechartigem Material gewickelt (besonders einfache und kostengünstige Herstellung) werden oder aber aus Vollmaterial gefräst oder als solche z.B. durch gußartige Verfahren hergestellt werden. Dabei kann durch die Art der Wicklung, d.h. die Anzahl der Wicklungen und die Geometrie des dabei erstellten Kanals, die Eigenschaften wie Strömungsverhalten und Kühlungsverhalten gezielt beeinflusst werden. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann das Material isolierend oder elektrisch leitend sein.

[0056] Wesentlich ist, dass sich durch die schneckenförmige Anordnung ein Kanal bereitstellen lässt, durch den Plasma eines Lichtbogens gedämpft entweichen kann. Ist die Schnecke aus einem geeigneten Material aufgebaut, so kann diese zusätzlich zur Kühlung herangezogen werden. Dabei kann der Kanal sowohl gleichförmig als auch unregelmäßig ausgebildet sein, wie z.B. in Figur 6 angedeutet. Die Wände der Schnecke S_1 können auf der gesamten Länge parallel zu einander verlaufen, zueinander konvergieren oder divergieren.

[0057] Das Material in einer Schneckenform S_1 kann aus einer oder mehreren Schichten und unterschiedlichen Materialien bestehen. Beispielsweise kann Material in einer Schneckenform S_1 ein leitendes Material wie z.B. Kupfer oder nichtleitendes Material wie z.B. Keramik (als Fließ oder als massives Material) aufweisen.

[0058] Bei einem mehrschichtigen Aufbau können unterschiedliche Materialien zweckmäßig miteinander verbunden sein. Beispielsweise kann ein Schichtaufbau aus einer oder mehreren Schichten von Keramik und/oder Metall benachbart zu einem ausgasenden Material wie z.B. Polyoxymethylen (POM) aufgebaut sein. Dabei können, um von der Kühlwirkung des ausgasenden Materi-

als Gebrauch zu machen, auch Öffnungen in den anderen Schichten vorgesehen sein, die entweder durch die Materialeigenschaft selbst gegeben sind und / oder besonders vorgesehen sind. Ist z.B. das ausgasende Material in einer (grob-)porigen Keramik oder in einem drahtartigen Gitter angeordnet ist ein guter Zugang zum ausgasenden Material bei gleichzeitiger Stabilität gegeben.

[0059] Auch können die Öffnungen gezielt angebracht sein, um so z.B. das Ausgasen nahe an der Funkenstrecke zu minimieren, Beispielsweise kann die Anzahl der Öffnungen unterschiedlich verteilt sein, so dass, z.B. um einen geringeren Materialabtrag in dem mehrschichtigen Material in einer Schneckenform S_1 zu realisieren, die Anzahl der Löcher (Fehlstellen) bezogen auf die Länge des Kanals ansteigt. Somit werden im Bereich der Hauptelektrode die Gefahren für einen erhöhten Abbrand und möglicherweise einen Durchbruch zur zweiten Windung des Materials in einer Schneckenform S_1 vermieden.

[0060] Das (elektrisch leitfähige) Material in einer Schneckenform S_1 bildet dabei eine Öffnung, wobei die Öffnungen so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 und der ersten Funkenstreckenelektrode FS_1 bildet.

[0061] Das (elektrisch leitfähige) Material S_1 kann auch als Bestandteil der zweiten Funkenstreckenelektrode FS_2 ausgeführt sein. In diesem Fall ist das Material S_1 in aller Regel einstückig und elektrisch leitfähig mit der Funkenstreckenelektrode FS_2 ausgeführt.

[0062] Ist das (elektrisch leitfähige) Material S_1 hingegen ein eigenes Bauteil, so kann es bedarfsweise auch so ausgestaltet sein, dass es unter dem Druck eines Plasmas auch zu einer Ausdehnung des gebildeten Kanals kommen kann. D.h. ähnlich wie bei der Ausführungsform zuvor, kann die spiralförmige Ausgestaltung druckabhängig ihre Eigenschaften ändern.

[0063] Wie in Figur 5 weiter dargestellt kann das Gehäuse G Bereiche aufweisen, in denen Plasma auch nach außen treten könnte. Diese Bereiche sind beispielsweise als punktiertes Gehäuse G dargestellt.

[0064] Obwohl in der Figur 5 nur eine einzige Scheibe S_1 dargestellt ist, ist dem Fachmann offenbar, dass auch mehrere Scheiben in entsprechender Anordnung übereinander angebracht sein können. Dabei können auch Mischformen zur Anwendung kommen. Beispielsweise können einzelne Scheiben entsprechend Figur 6 ausgeführt sein während andere Scheiben gemäß Figuren 3 oder 4 ausgeführt sind.

[0065] Weiterhin kann wie in Figur 5 gezeigt vorgesehen sein, dass in dem Material in einer Schneckenform S_1 weitere Öffnungen $\ddot{O}_1$ vorgesehen sind, sodass Plasma der gezündeten Funkenstrecke an mehr als einer Stelle in den Kanal eintreten kann.

[0066] Ebenfalls kann wie in Figur 7 gezeigt auch alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass die zweite Funkenstreckenelektrode FS_2 zumindest eine weitere Öffnung $\ddot{O}_1$ aufweist, sodass Plasma seitlich in den durch das Material in einer Schneckenform S_1 gebildeten Kanal

eintreten kann. Eine mögliche Schnittdarstellung durch die zweite Funkenstreckenelektrode FS und das Material in einer Schneckenform S_1 ist in Figur 8 dargestellt.

[0067] Mit der vorgestellten Erfindung wird eine große thermische Masse und Oberfläche bereitgestellt, in der das Plasma die Möglichkeit hat abzukühlen. Außerdem wirken die Spiralförmigkeit und die Fehlstellen zur Zwischenwand dämpfend auf die Plasmaströmung, was zu einer Verringerung der thermischen Energie führt. Bei entsprechender Dimensionierung des spiralförmigen Dämpfers wird ein Staudruck erzeugt, sodass während der Hochstromphase die Leitfähigkeit im Brennraum erhöht wird und der Energieumsatz in der Funkenstrecke sinkt. Bei der Niedrigstromphase im Bereich der Wiederverfestigung sinken der Staudruck und die Leitfähigkeit in der Funkenstrecke. Folglich wird eine höhere Bogenbrennspannung erzeugt, die eine verbesserte Netzfolgestromlöschfähigkeit zur Folge hat.

[0068] Soweit zuvor eine Schneckenform beschrieben ist, ist es im Sinne der Erfindung so zu verstehen, dass mehr als eine Windung von Material vorhanden ist, d.h. dass zumindest ein überlappender Bereich entsteht.

[0069] Das zuvor beschriebene Material in einer Schneckenform S_1 kann ein leitendes Material und/oder ein nicht-leitendes Material aufweisen.

[0070] Insbesondere kann das zuvor beschriebene Material in einer Schneckenform S_1 als auch andere Formationen der Funkenstrecke 1, wie z.B. Gehäuse G zumindest abschnittsweise einen mehrschichtigen Aufbau wie er beispielhaft in Figur 9 gezeigt ist, aufweisen. Hier kann z.B. eine innenliegende Wandung W_1 als auch eine außenliegende Wandung W_A aus einem eher massiven Material mit Löchern oder einem netzartigen Material hergestellt sein, die zusammen ein dazwischen befindliches poriges Material W_Z einschließen. Poriges Material kann beispielsweise (gesinterter) Sand (sodass sich eine feste Form ergibt), und/oder Kugeln beispielsweise aus Stahl, POM, Keramik und/oder Fließ bzw. Fasern, beispielsweise aus keramischem Werkstoff aufweisen.

[0071] Soweit zuvor auf Material mit geringer Leitfähigkeit BRZ Bezug genommen wurde kann damit jedes geeignete Material bezeichnet sein. Insbesondere kann das Material mit geringer Leitfähigkeit BRZ z.B. aus FR4, einem Material, das für Leiterplatten verwendet wird und aus einem Epoxyharz-gefüllten Glasfasergewebe besteht, mit einer geeigneten Oberflächenbeschichtung, z.B. Graphite, hergestellt sein. Im Prinzip ist für das Material mit geringer Leitfähigkeit BRZ jedes Material aus Kunststoff oder Keramik geeignet, das eine gewisse Leitfähigkeit aufweist, sei es, dass das jeweilige Material entsprechende leitfähige Materialien wie z.B. elektrisch leitfähige Keramiken oder Graphit (eingebettet) enthält oder aber mit diesen beschichtet ist.

Bezugszeichenliste

Funkenstrecke	1
Funkenstreckenelektrode	FS_1, FS_2

(fortgesetzt)

Zündhilfselektrode	ZE
gering leitfähiges Material	BRZ
(elektrisch) leitfähige Scheibe	$S_1, S_2, \dots S_n$
Isolierung	ISO ₁
elastisches Element	D
Gehäuse	G
Lichtbogenblende	ISO ₂
Abstandshalter, Riefen	R
Anschluss	A_1, A_2

Patentansprüche

1. Funkenstrecke (1) mit Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung, aufweisend

- zumindest eine erste Funkenstreckenelektrode (FS_1) und eine zweite Funkenstreckenelektrode (FS_2),
- zumindest eine Zündhilfselektrode (ZE) zur Verbindung mit einem Zündkreis, wobei die Zündhilfselektrode (ZE) räumlich benachbart zur ersten Funkenstreckenelektrode (FS_1) und beabstandet zur zweiten Funkenstreckenelektrode (FS_2) angeordnet ist, wobei die Zündhilfselektrode (ZE), bezogen auf die Richtung von ersten Funkenstreckenelektrode und zweiter Funkenstreckenelektrode lateral hierzu angeordnet ist,
- wobei zwischen der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS_1) ein gering leitfähiges Material (BRZ) zur Zündunterstützung eingebracht ist,
- wobei zwischen der Zündhilfselektrode (ZE) und der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS_2) eine Mehrzahl von Scheiben ($S_1, S_2, \dots S_n$) isoliert (ISO₁) gegenüber der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS_1) angebracht sind, wobei die Scheiben eine Öffnung aufweisen, wobei die Öffnungen der Scheiben so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS_2) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS_1) bilden, wobei die Mehrzahl von Scheiben ($S_1, S_2, \dots S_n$) als Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung dienen

2. Funkenstrecke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Mehrzahl von Scheiben ($S_1, S_2, \dots S_n$) Riefen oder elektrisch leitfähige / nicht leitfähige Abstandhalter aufweisen, die als Abstandhalter dienen.

3. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fun-

kenstrecke ein elastisches Element (D) aufweist, so dass die Funkenstreckenelektroden (FS₁, FS₂) und die Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) gehalten werden.

4. Funkenstrecke (1) mit Kühl- und/oder Dämpfungseinrichtung, aufweisend

- zumindest eine erste Funkenstreckenelektrode (FS₁) und eine zweite Funkenstreckenelektrode (FS₂),
- zumindest eine Zündhilfselektrode (ZE) zur Verbindung mit einem Zündkreis, wobei die Zündhilfselektrode (ZE) räumlich benachbart zur ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) und beabstandet zur zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) angeordnet ist, wobei die Zündhilfselektrode (ZE), bezogen auf die Richtung von ersten Funkenstreckenelektrode und zweiter Funkenstreckenelektrode lateral hierzu angeordnet ist,
- wobei zwischen der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) ein gering leitfähiges Material (BRZ) zur Zündunterstützung eingebracht ist,
- wobei benachbart zur zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) ein Material in einer Schneckenform (S₁) isoliert (ISO₁) gegenüber der Zündhilfselektrode (ZE) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) angebracht ist, wobei das Material in einer Schneckenform (S₁) eine Öffnung bildet, wobei die Öffnungen so angeordnet sind, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) bildet.

5. Funkenstrecke nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in einer Schneckenform (S₁) ein Blech in einer Schneckenform (S₁) aufweist.

6. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in einer Schneckenform (S₁) und/oder die zweite Funkenstreckenelektrode (FS₂) zumindest eine weitere Öffnung (Ö₁) aufweist, sodass Plasma seitlich in den durch das Material in einer Schneckenform (S₁) gebildeten Kanal eintreten kann.

7. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in einer Schneckenform (S₁) ein poriges Material ausgewählt aus der Gruppe aufweisend gesinterter Sand, Kugeln und/oder Fließ bzw. Fasern aufweist.

8. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ma-

terial in einer Schneckenform (S₁) bzw. zumindest eine der Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) ein leitendes Material und/oder ein nicht-leitendes Material aufweist.

9. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierung (ISO₁) benachbart zu der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) ein hartgasendes Material aufweist.

10. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in einer Schneckenform (S₁) bzw. zumindest eine der Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) ein lichtbogenbeständiges Material aufweisen.

11. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gering leitfähige Material (BRZ) und/oder die Zündhilfselektrode (ZE) eine ringförmige Öffnung aufweist, wobei die Öffnungen in dem Material (S₁) bzw. die Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) so angeordnet ist, dass sie einen Lichtbogenkanal zwischen der zweiten Funkenstreckenelektrode (FS₂) und der ersten Funkenstreckenelektrode (FS₁) bilden.

12. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material (S₁) bzw. zumindest eine der Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) ein temperaturbeständiges Material aufweist.

13. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtbogenkanal eine zylindrische oder helixförmige oder langlochförmige oder elliptische Ausformung aufweist.

14. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funkenstrecke ein elastisches Element (D) aufweist, so dass die Funkenstreckenelektroden (FS₁, FS₂) und/oder die Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) gehalten werden.

15. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Material (S₁) und der Zündhilfselektrode (ZE) bzw. zwischen einer der Mehrzahl von Scheiben (S₁, S₂, ... S_n) und der Zündhilfselektrode (ZE) eine Lichtbogenblende (ISO₂) angebracht ist.

16. Funkenstreckenordnung mit einer Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin ein Zündkreis bereitgestellt wird, der die zweite Funkenstreckenelektrode (FS₂) und die Zündhilfselektrode (ZE)

über ein spannungsschaltendes und/oder ein spannungsbegrenzendes Element verbindet.

17. Funkenstrecke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funkenstrecke ein umgreifendes Gehäuse (G) aufweist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

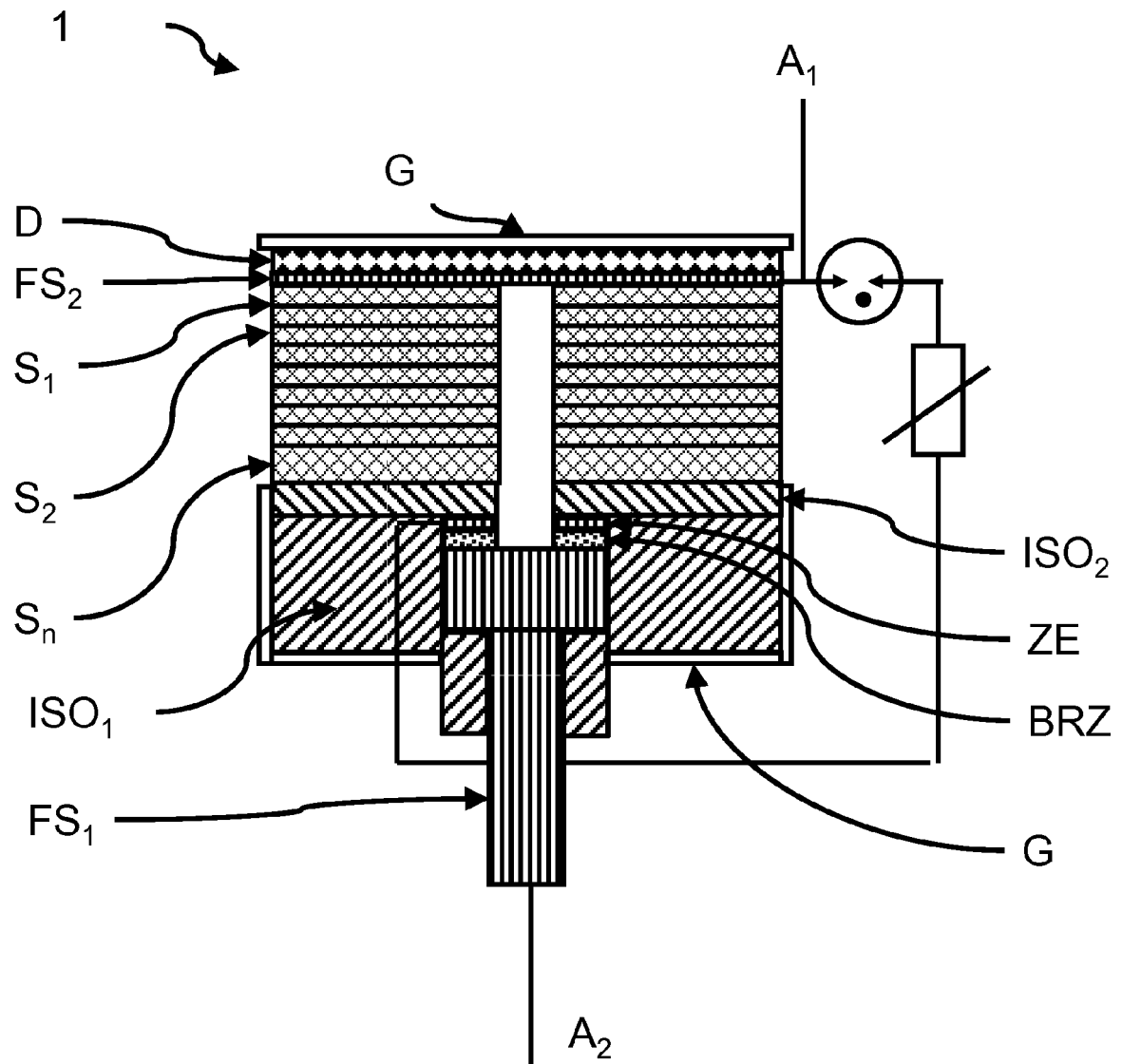


FIG. 1

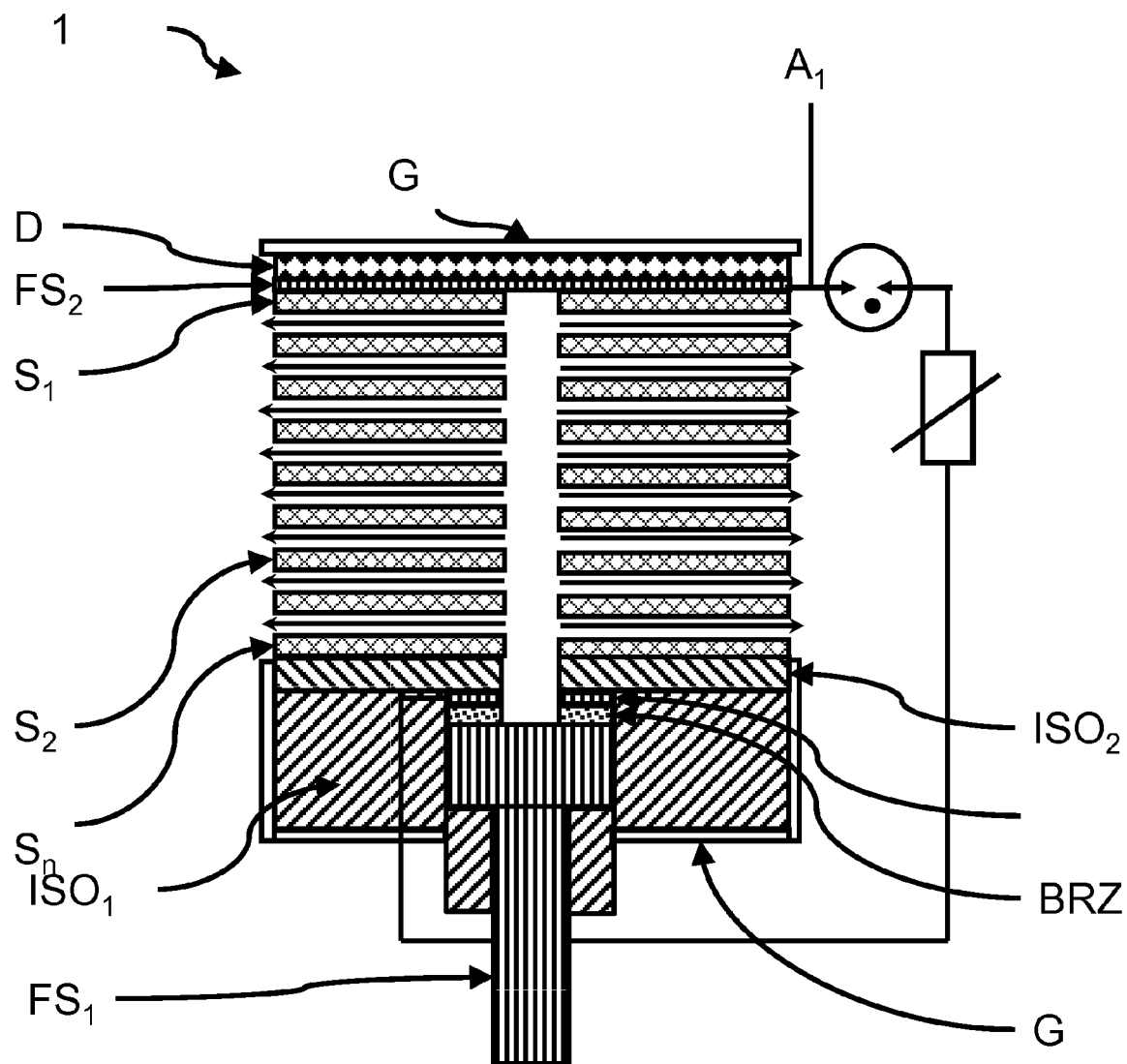
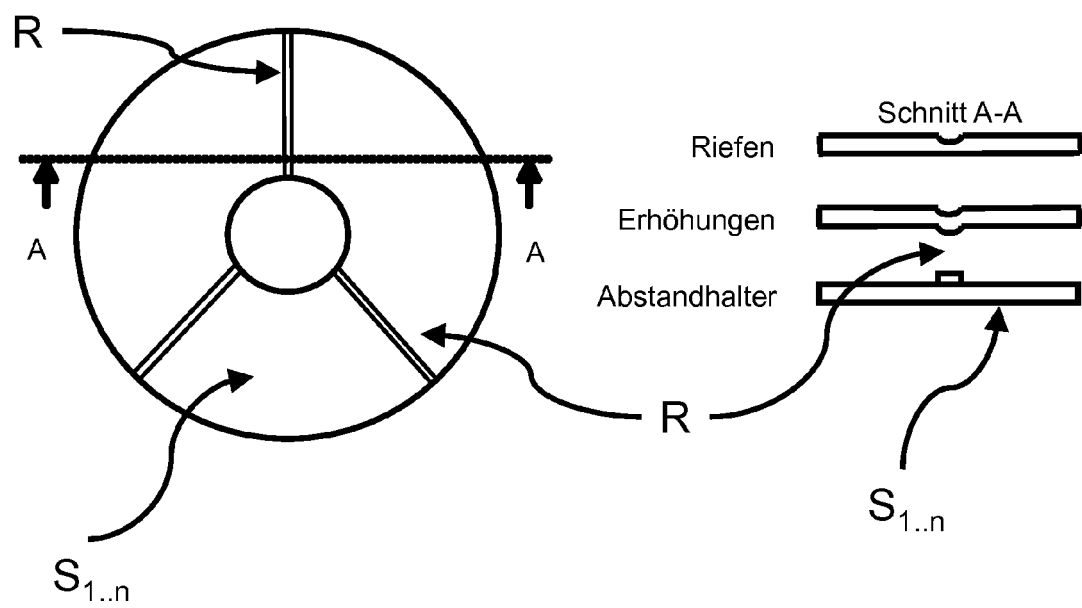
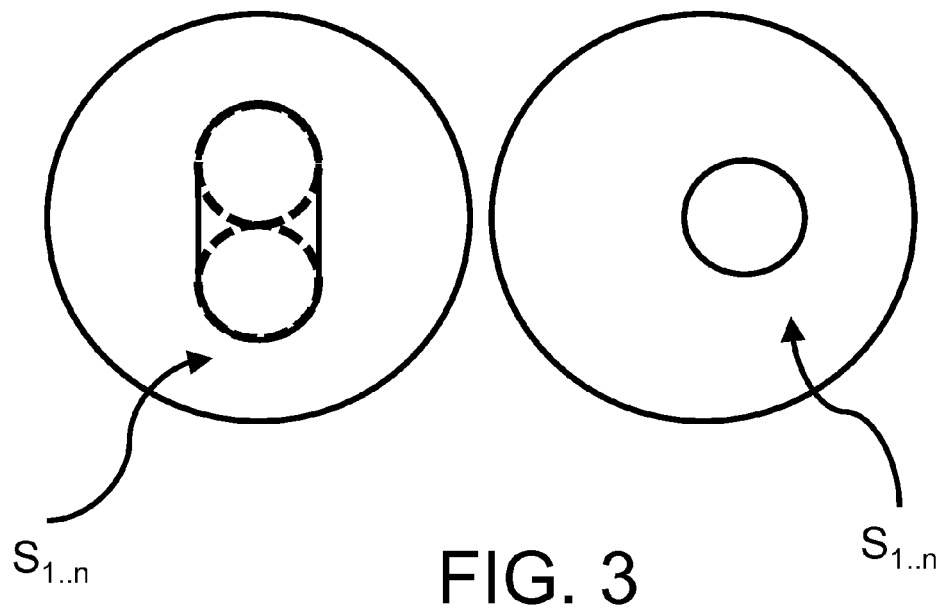


FIG. 2



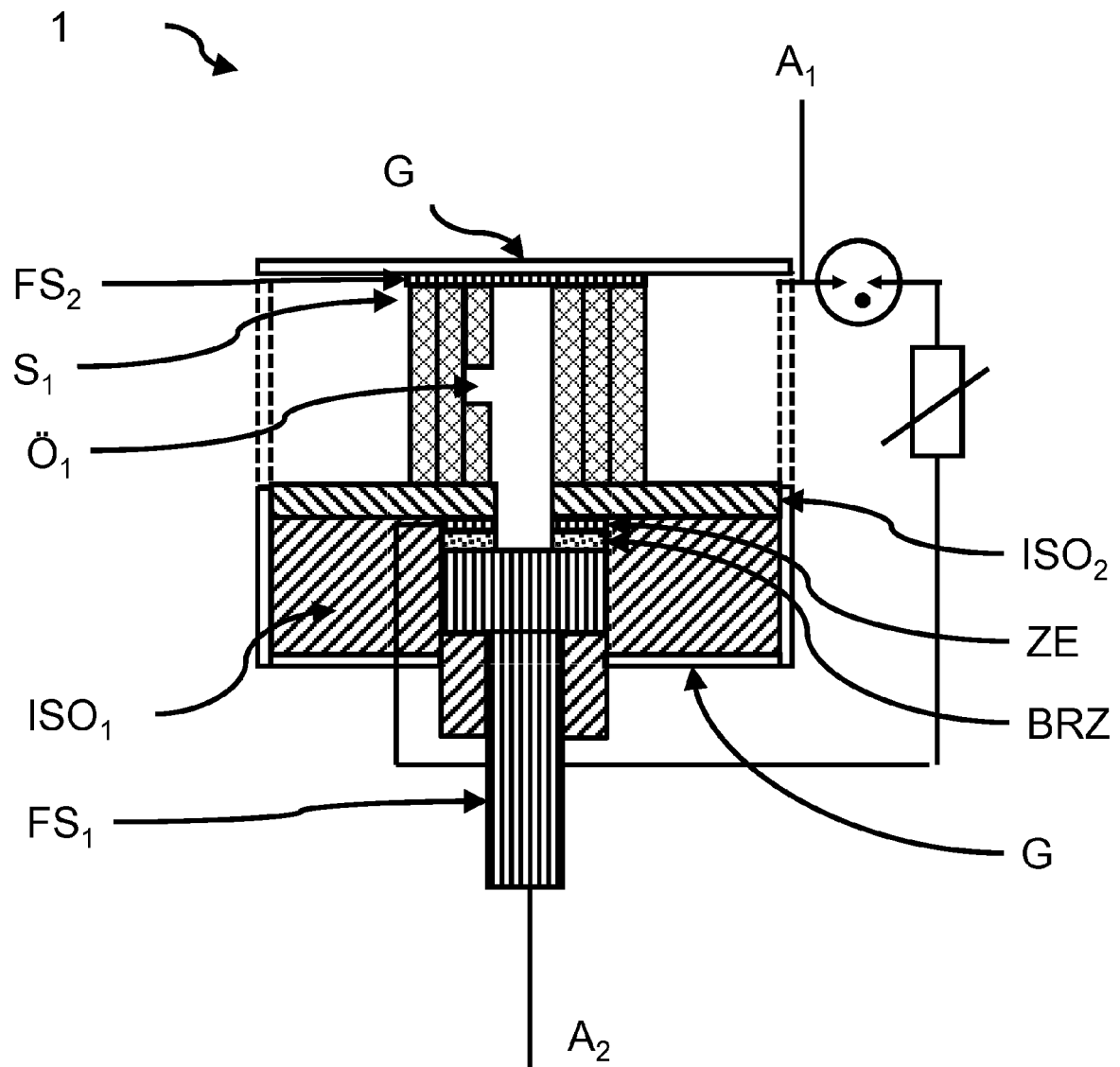


FIG. 5

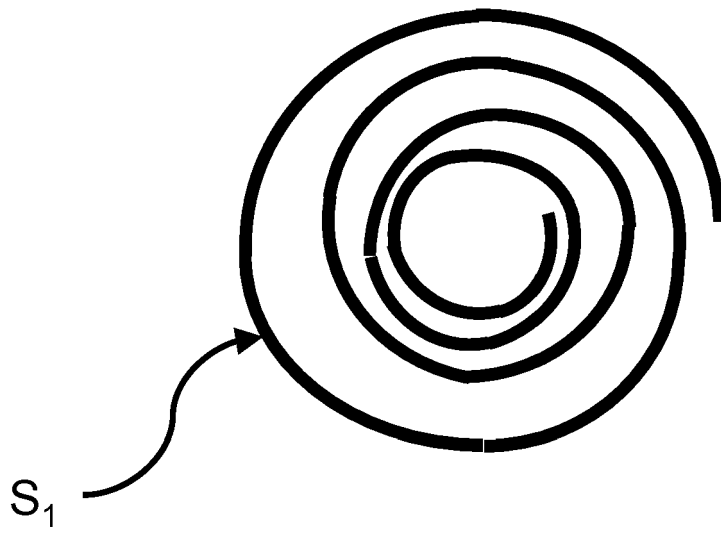


FIG. 6

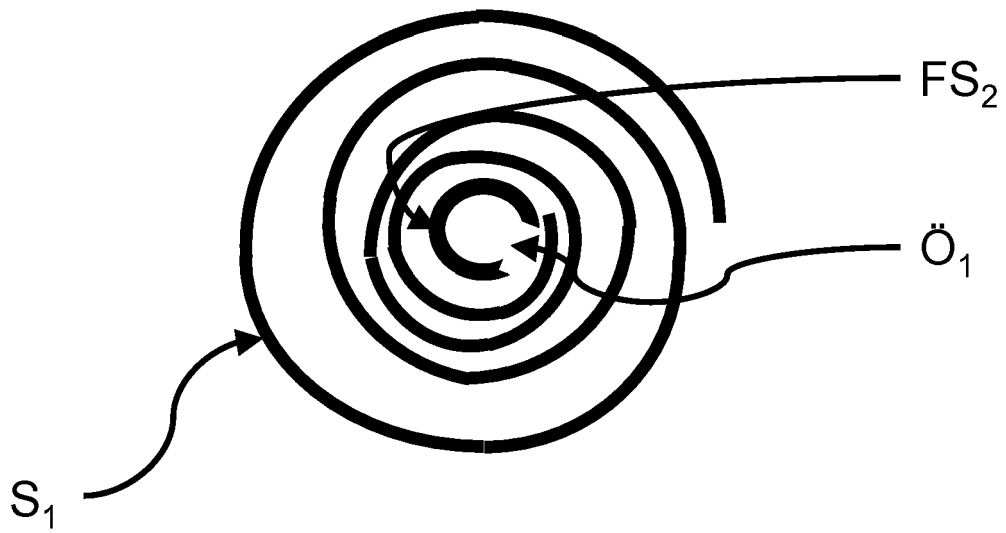


FIG. 8

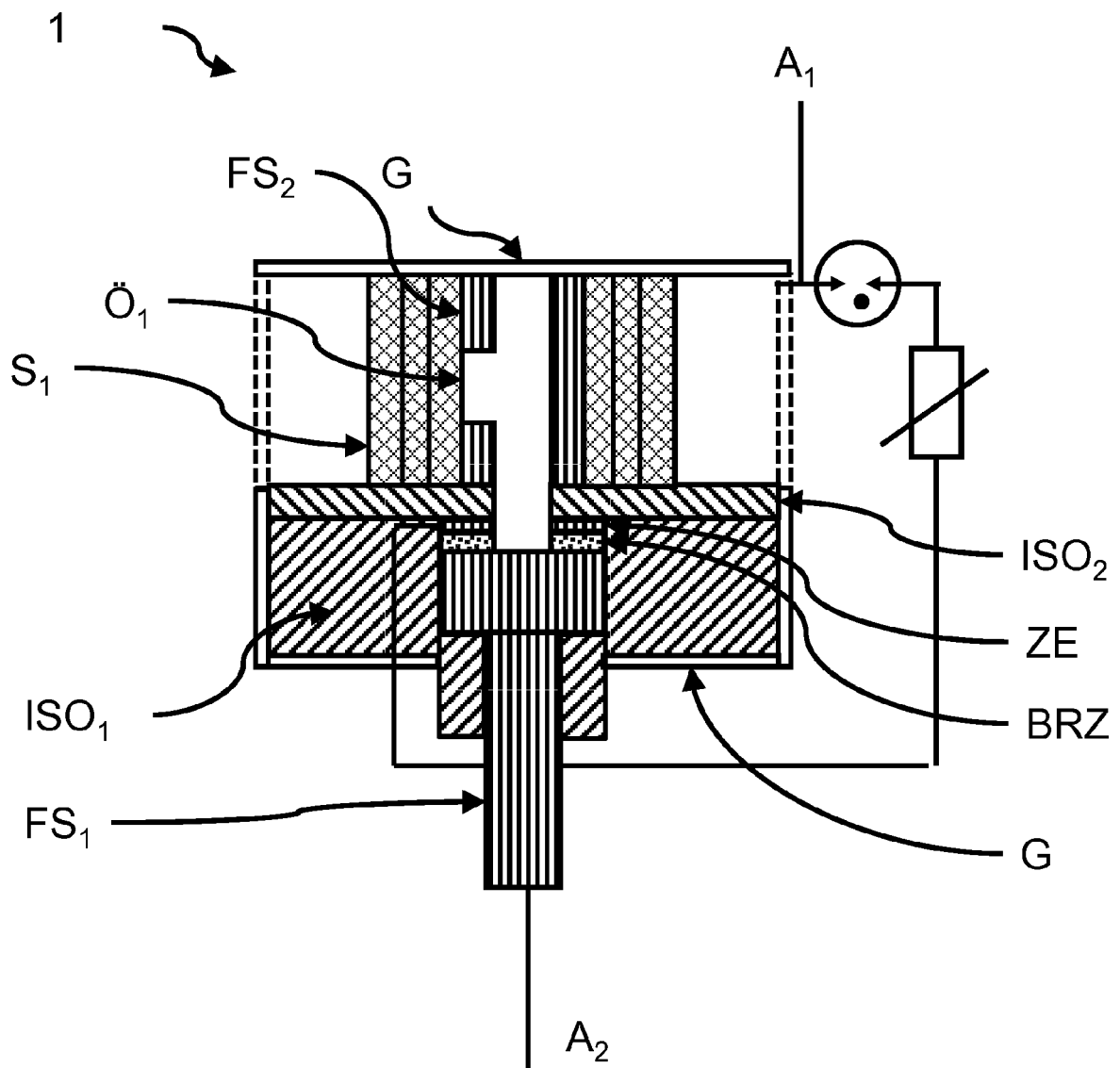


FIG. 7

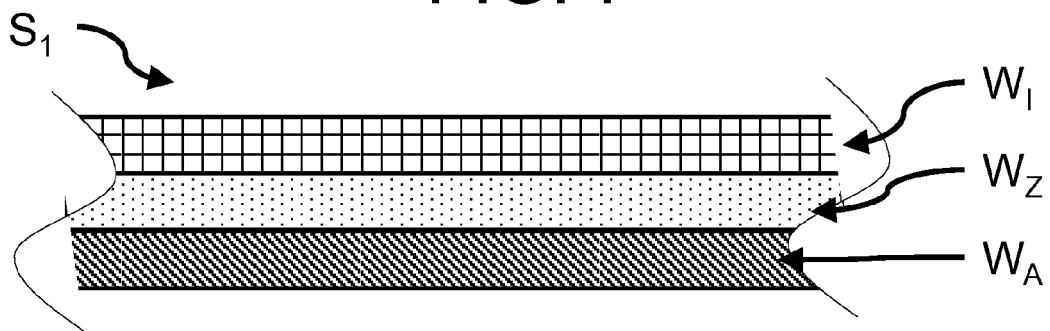


FIG. 9

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

- EP 1423894 B1 [0013]