



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.1997 Patentblatt 1997/47

(51) Int. Cl.⁶: H01T 1/10

(21) Anmeldenummer: 97107014.9

(22) Anmeldetag: 28.04.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 14.05.1996 DE 19619334

(71) Anmelder:
DEHN + SÖHNE GMBH + CO. KG
D-90489 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
• Pospiech, Jörg, Dipl.-Ing.
98693 Ilmenau (DE)

• Noack, Friedhelm, Prof.Dr.-Ing.
98693 Ilmenau (DE)
• Hasse, Peter, Dr.-Ing.
92318 Neumarkt (DE)
• Zahlmann, Peter, Dr.-Ing.
92318 Neumarkt (DE)

(74) Vertreter:
Richter, Bernhard, Dipl.-Ing.
Patentanwalt,
Beethovenstrasse 10
90491 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren zur Löschung des Lichtbogens eines Netzfolgestromes in einer Funkenstrecke, sowie Funkenstreckenordnung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Löschung des Lichtbogens eines Netzfolgestromes einer stoßstromtragfähigen, bevorzugt in Niederspannungsversorgungssystemen einzusetzenden Funkenstrecke, wobei ein Gasstrom etwa quer zur Längsrichtung des Lichtbogens gegen diesen geblasen wird. Um eine wesentlich intensivere, d.h. stärker und schneller wirkende Löschung des Netzfolgestromes zu erreichen ist verfahrensmäßig vorgesehen, daß ein Gasstrom von allen Seiten radial her gegen den Lichtbogen (6) des Netzfolgestromes geblasen wird, wobei diese Anblasung über etwa die gesamte Länge (L) des Lichtbogens erfolgt und zwar unter Verwendung eines

Löschgases, das von einem Isoliermaterial (Hartgas) der Funkenstrecke abgegeben wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Funkenstrecke zur insbesondere Durchführung dieses Verfahrens mit einer zylindrischen Lichtbogenbrennkammer (5), die innenseitig mit dem Isoliermaterial zumindest soweit ausgekleidet ist, daß das hieraus austretende Gas (7) über den Umfang des Zylinders verteilt zu dem sich etwa in der Mittellängsachse (A-A) des Zylinders befindlichen Lichtbogen (6) strömt. Die Elektroden sind dabei an den beiden stirnseitigen Endbereichen der Lichtbogenbrennkammer vorgesehen.

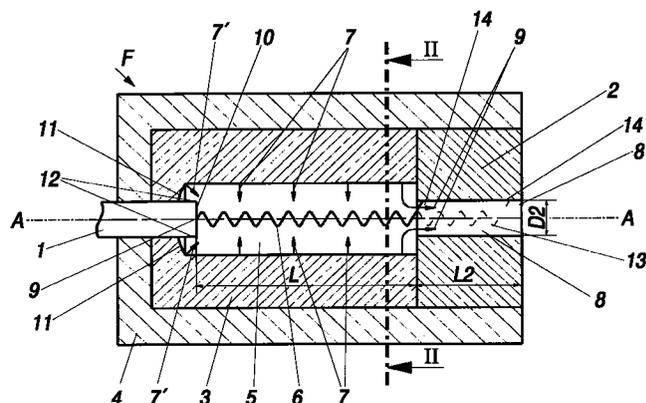


Fig.1

Beschreibung

Funkenstreckenordnungen stellen unter anderem aufgrund ihres großen Energieableitvermögens ein bevorzugtes Bauteil für den Überspannungsschutz dar. Speziell bei Funkenstreckenordnungen, die im Niederspannungsversorgungssystem installiert sind, kann es bei der Ableitung einer Überspannung zu einem Netzfolgestrom kommen. Aus diesem Grund ergibt sich für derartige Geräte die Forderung nach dem Folgestromlöschvermögen. Hierzu sind eine Vielzahl von Lösungen bekannt, mit denen bei Funkenstrecken ein gewisses Folgestromlöschvermögen erreicht wird. Der gegenwärtig erreichte Wert liegt bei einigen kA. Da in realen Netzen der an den Einbauorten auftretende Folgestrom dieses Löschvermögen häufig übersteigt, sind Schutzeinrichtungen (z.B. Sicherungen) zum Schutz der Funkenstrecke notwendig.

Die Erfindung, welche sich mit dieser Problematik befaßt, betrifft zunächst ein Verfahren zur Löschung des Lichtbogens eines Netzfolgestromes in einer stoßstromtragfähigen, bevorzugt in Niederspannungsversorgungssystemen einzusetzenden Funkenstrecke, wobei ein Gasstrom etwa quer zur Längsrichtung des Lichtbogens gegen diesen geblasen wird (Oberbegriff des Anspruches 1). Ein solches Verfahren ist aus DE-OS 29 34 236 bekannt. Dabei wird ein quer zum Lichtbogen strömender, diesen aber nur von einer Seite her treffender Gasstrom erzeugt. Dieser bewirkt zwar eine Ausdehnung des Lichtbogens, was zur Erhöhung der Bogenfeldstärke und damit zur Förderung des Löschvorganges beiträgt. Diese Aufweitung des Lichtbogens bedingt entsprechend große geometrische Abmessungen der Funkenstreckenordnung. Auch ist dies an bestimmte geometrische Bedingungen für die Form der Elektroden gebunden. Die hiermit erzielte Kühlung des Lichtbogens ist allerdings relativ gering, da der Gasstrom das Plasma des Lichtbogens nur von einer Seite her trifft und im wesentlichen um die Lichtbogensäule herumgeleitet wird. Eine ähnlich wirkende Funkenstreckenordnung ist aus DE-OS 29 34 238 bekannt. Mit den vorbekannten Anordnungen ist eine Stromreduzierung auf ca. die Hälfte des unbeeinflussten Wertes des Folgestromes erreichbar. Aus DE 566 462 ist ein Druckgasschalter mit druckgasbeblasenen Elektroden bekannt. Hierbei wird in Axialrichtung einer der Elektroden ein Druckgas in das Innere einer Kammer geblasen. Nahe der Kammerinnenwand ist ein Rohr angebracht, wobei zwischen Kammerinnenwand und Rohr ein schmaler Zwischenraum bzw. Trennfuge gebildet ist. Das Rohr besitzt Durchtrittsöffnungen, durch welche das eingebrachte Gas in die vorgenannte Trennfuge eintreten kann. Hiermit sollen Kriechstrecken verhindert und dadurch die Isolierfestigkeit erhöht werden. Eine Anblasung des im Überschlagsfall gebildeten Lichtbogens findet nicht statt. Die Literaturstelle DE 38 29 650 A1 beschreibt eine Löschfunkenstrecke, bei der die durch den Überschlag bzw. Lichtbogen gebildeten heißen Gase mit Hilfe von Löschlöchern und Ausblas-

öffnungen ausgeblasen werden sollen. Sämtliche vorgenannten Literaturstellen geben daher keine Anregung gemäß der Aufgabenstellung und Lösung der vorliegenden Erfindung.

5 Die Aufgaben- bzw. Problemstellung der Erfindung besteht demgegenüber darin, ein Verfahren und eine insbesondere zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Funkenstreckenordnung zu schaffen, um eine wesentlich intensivere, d.h. stärker und schneller wirkende Löschung des Netzfolgestromes zu erreichen. Hiermit soll jeder nach dem Ableitvorgang des Stoßstromes fließende Netzfolgestrom selbsttätig auf einen so kleinen Restwert begrenzt werden, daß eine Unterbrechung im nachfolgenden Stromnulldurchgang völlig unproblematisch ist.

10 Zur Lösung dieser Aufgabe ist, ausgehend vom eingangs genannten Oberbegriff des Anspruches 1, zunächst gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 vorgesehen, daß ein Gasstrom von allen Seiten her radial gegen den Lichtbogen des Netzfolgestromes geblasen wird und zwar unter Verwendung eines Löschgases, das von einem Isoliermaterial (Hartgas) der Funkenstrecke abgegeben wird, wobei diese Anblasung über etwa die gesamte Länge des Lichtbogens erfolgt. Damit befindet sich der Lichtbogen des Netzfolgestromes konzentrisch in dem radial von allen Seiten gegen ihn strömenden Gasstrom. Diese konzentrische Gasströmung erfaßt somit das Plasma des Lichtbogens allseitig und bewirkt nicht nur eine seitliche Anströmung. Dies hat eine sehr intensive und schnelle Kühlung des Lichtbogens zur Folge. Durch diese optimale Kühlung des Lichtbogens wird ein für eine effektive Strombegrenzung notwendiger großer Lichtbogenwiderstand erreicht mit dem Effekt, daß der noch fließende Reststrom nur etwa 2 - 5% des Betrages des möglichen Kurzschlußstromes beträgt. Dabei wird die o.g. Kühlwirkung noch durch eine gewisse Druckerhöhung im Innern der Funkenstrecke und damit im Bereich des Lichtbogens erhöht. Es erfolgt also selbsttätig eine wesentlich schnellere und dabei auch intensivere Reduzierung des Netzfolgestromes als beim Stand der Technik. Somit wird im Sinne der Aufgabenstellung jeder nach dem Ableitvorgang des Stoßstromes fließende Netzfolgestrom selbständig auf einen Restwert begrenzt der so klein ist, daß seine Unterbrechung im nachfolgenden Stromnulldurchgang erfolgt. Der Einsatz weiterer strombegrenzender Elemente oder Sicherungen, die bei vorbekannten Schaltungen vorgesehen sind, entfällt und zwar unabhängig von der Größe des Kurzschlußstromes bei Einbau in allen vorkommenden Niederspannungsnetzen. Zur Erreichung der vorgenannten Vorteile trägt noch der nachfolgend erläuterte, ebenfalls selbsttätig eintretende Effekt bei: Durch das intensive Kühlen des Lichtbogens wird dessen Feldstärke und damit die Bogenspannung erhöht. Dies hat eine Erhöhung des ohmschen Widerstandes des Lichtbogens zur Folge. Dies bedeutet, daß der Anteil des ohmschen Widerstandes in Relation zum induktiven Widerstand hierdurch wesentlich größer wird, d.h. der

Wert des $\cos. \rho$ nähert sich 1. Hiermit wird der bei solchen Funkenstreckenordnungen bekannte Einschwingvorgang, bei dem der Stromnulldurchgang und der Spannungs nulldurchgang aufgrund der dabei vorhandenen Phasenverschiebung nicht zusammenfallen, mit der Erfindung entweder ganz vermieden oder zumindest in der Amplitude sehr klein und sehr schnell beendet. Durch das Nullwerden der Spannung über der Funkenstrecke beim Erreichen des Nulldurchgangs des Stromes werden die günstigsten Bedingungen für die Löschung des Netzfolgestromes erreicht. Es sind also somit zwei Effekte vorhanden, nämlich die schnelle Reduzierung des Betrages des Netzfolgestromes und die Reduzierung der wiederkehrenden Spannung an der Funkenstrecke durch den gemeinsamen Nulldurchgang von Strom und Spannung, wobei diese Effekte synergistisch zusammenwirken. Die Verwendung eines Löschgases, das von einem Isoliermaterial (Hartgas) der Funkenstrecke abgegeben wird, macht eine externe Druckgasquelle, wie sie z.B. bei der o.g. Literaturstelle DE 566 462 erforderlich ist, überflüssig. Da die Funkenstrecke sowieso ein Isoliermaterial aufweisen muß wird hiermit weder ein weiteres Bauteil notwendig noch ein zusätzlicher Raum erforderlich. Beim Funktionsablauf ergibt sich der wesentliche Vorteil, daß das Löschgas zum richtigen Zeitpunkt und zwar sofort zur Verfügung steht, nämlich wenn der Lichtbogen zündet.

Anspruch 2 gibt bevorzugte Materialien zur Erzeugung von Löschgas an.

Gemäß Anspruch 3 kann eine Einstellung des Massendurchsatzes der aus der Funkenstrecke austretenden erhitzten Gase erfolgen. Der Massendurchsatz bestimmt die Verweilzeit der erhitzten Gase in der Lichtbogenbrennkammer innerhalb der Funkenstreckenordnung und damit auch den Betrag an Wärmemenge, der in der Lichtbogenbrennkammer durch die Gase aufgenommen wird. Eine Veränderung des Massendurchsatzes kann gemäß Anspruch 5 durch eine Einstellung der Austrittsgeschwindigkeit der aus der Funkenstreckenordnung ausströmenden erhitzten Gase erfolgen. Da diese Gase eine sehr hohe Geschwindigkeit von über 1 Mach haben können ist eine solche Einstellung ferner von Vorteil oder zumindest zweckmäßig, um die durch eine hohe Ausströmgeschwindigkeit erzeugten Geräusche zu reduzieren.

Die bereits erwähnte Funkenstreckenordnung, die sich insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 eignet, ist zunächst Gegenstand des Anspruches 5. Der Oberbegriff dieses Anspruches 5, nämlich eine Funkenstreckenordnung mit mindestens zwei Elektroden, einem die Elektroden und eine Lichtbogenbrennkammer umgebenden Gehäuse, einem ein Gas, insbesondere ein Löschgas abgebenden Hartgas und zumindest einer Austrittsöffnung für das Löschgas ist aus der eingangs bereits erwähnten Funkenstreckenordnung gemäß De-OS 29 34 236 bekannt. Dabei sind die Elektroden mittels eines Isolierstückes auf Abstand gehalten. Eine den Bereich der Bogenentladung

umschließende Kammer ist mit einer zylindrischen umlaufenden Wand aus Isolierstoff (Hartgas) versehen, der bzw. das unter Wärmeeinwirkung das Löschgas abgibt. Dieser konstruktive Aufbau ist relativ kompliziert. Er bewirkt lediglich das eingangs erwähnte Wegdrücken des Lichtbogens aus einem Spalt zwischen den beiden Elektroden. Die ionisierten Gase werden nach außen geblasen. Wie ebenfalls erwähnt ist nur ein relativ kleiner Energieaustausch zwischen dem kalten Gas und dem heißen Lichtbogen möglich.

Unter Vermeidung der Nachteile, die zum o.g. Stand der Technik, insbesondere zu DE-OS 29 34 236 erläutert sind, ist somit bei einer Funkenstreckenordnung lt. vorstehend angegebenem Oberbegriff des Anspruches 5 gemäß dessen Kennzeichen zunächst vorgesehen, daß die Lichtbogenbrennkammer zylindrisch ausgebildet ist, wobei die Elektroden sich an den beiden stirnseitigen Endbereichen dieses Zylinders befinden und daß die Lichtbogenbrennkammer innen-seitig mit dem Hartgas zumindest soweit ausgekleidet ist, daß das hieraus austretende Gas über den Umfang des Zylinders verteilt zu dem etwa sich in der Mittel-längsachse des Zylinders befindenden Lichtbogen strömt. Somit ist konstruktiv im Prinzip nur eine zylindrische Anordnung zu schaffen, bei der das Gehäuse den Zylindermantel bildet und die Elektroden die stirnseitigen Abschlüsse des Zylinders. Innerhalb des hohlzylindrischen Gehäuses sind innenseitig die Hartgasteile anzubringen, die gemäß Anspruch 6 bevorzugt ein hohlzylindrischer, an der Innenseite des Gehäuses angebrachter Zylinder sind. Schließlich ist noch eine Austrittsöffnung für die erhitzten Gase vorzusehen. Eine solche Funkenstreckenordnung ist konstruktiv einfach und robust. Ihr Raumbedarf ist sehr gering. Auch ist die Anordnung funktionell von Vorteil. Der Lichtbogen des Netzfolgestromes verläuft geradlinig und zwar etwa in der Mittellängsachse des Zylinders zwischen den beiden stirnseitig positionierten Elektroden. Das von allen Seiten, d.h. von der Innenfläche des Hartgas her konzentrisch auf den Lichtbogen strömende Gas drückt gegen das Plasma des Lichtbogens und kann nicht, wie beim Stand der Technik, seitlich vom Plasma ausweichen, da dies durch das von den anderen Seiten her zuströmende Gas verhindert wird. Bei Verwendung eines Hartgases kommt der weitere Vorteil hinzu, daß die Hitzestrahlung des Lichtbogens in weniger als einer Millisekunde, d.h. im Mikrosekundenbereich, den Austritt von Gas aus dem Hartgasmaterial und damit dem Beginn der Löschung des Netzfolgestromes bewirkt. Hiermit ergibt sich ein sehr schnelles Anwachsen der Bogenstromspannung und damit eine entsprechend schnelle Strombegrenzung. Dies wirkt synergistisch mit dem zuvor geschilderten Effekt eines gemeinsamen Nulldurchganges der Spannungs- und der Stromkurve, und damit der Vermeidung eines Einschwingvorganges zusammen. Die Löschung des Netzfolgestromes wird ferner dadurch gefördert, daß die vorgenannten Gase den Druck im Innern der Lichtbogenbrennkammer erhöhen und dies die Feldstärke und damit die Bogenspan-

nung erhöht, wodurch sich der Netzfolgestrom verkleinert.

Von Vorteil ist mit der Erfindung ferner, daß sie selbststeuernd ist. Eine wesentliche Selbststeuerung besteht darin, daß die Menge des durch die Wärmestrahlung des Lichtbogens erzeugten Löschgases von der jeweiligen Stärke des Lichtbogenstromes abhängt. Hiermit ergibt sich automatisch, daß ein sehr hoher Lichtbogenstrom die entsprechend notwendige große Menge an Löschgas freisetzt, während ein demgegenüber kleinerer Lichtbogen eine entsprechend kleinere Menge an Löschgas aus dem Hartgasmaterial erzeugt. Das Verfahren und die zugehörige Funkenstreckenordnung nach der Erfindung schaffen also eine selbsttätige und stromabhängige Steuerung des Lichtbogenwiderstandes. Hiermit kann man den möglichen, prospektiven Folgestrom im Netz, insbesondere einem Niederspannungsnetz auf einige 100 A begrenzen. Die Funkenstreckenordnung schafft sich selbsttätig die günstigsten Löschbedingungen. Zum anderen ist eine solche Selbststeuerung der bereits vorstehend beschriebene, durch die Schaffung eines im wesentlichen ohmschen Widerstandes des Lichtbogens sich ohne besondere Steuerungsmittel ergebende gemeinsame Nulldurchgang der Spannungs- und der Stromkurve.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind sowohl den weiteren Unteransprüchen, auf deren Inhalt hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird, als auch der nachfolgenden Beschreibung und der zugehörigen, im wesentlichen schematischen Zeichnung von erfindungsgemäßen Ausführungsmöglichkeiten zu entnehmen. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1: eine Funkenstreckenordnung nach der Erfindung in einem Längsschnitt gemäß der Linie I-I in Fig. 2,
- Fig. 2: einen Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3 und 4: im Längsschnitt verschiedene Ausführungsmöglichkeiten der Austrittsöffnung für das erhitzte Gas,
- Fig. 5: in einem Längsschnitt zwei Funkenstreckenordnungen nach der Erfindung in einem Einbaugeschäuse,
- Fig. 6: eine Funkenstreckenordnung nach der Erfindung in einem Einbaugeschäuse.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Funkenstreckenordnung besteht aus einer ersten Elektrode 1, einer zweiten Elektrode 2, einem bei Erhitzung ein Gas abgebenden Isolierstoffkörper 3 und einem gehäuseartigen Trägerelement 4. Im Überschlagsfall bildet sich zwischen den beiden Elektroden 1, 2 ein geradlinig ver-

laufender Lichtbogen 6 aus. Hierzu ist zwischen diesen beiden Elektroden und innerhalb des Isolierstoffkörpers 3 eine Lichtbogenbrennkammer 5 vorgesehen. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind das Trägerelement 4 und der Isolierstoffkörper 3 jeweils hohlzylindrisch ausgebildet. Dabei kann der Isolierstoffkörper 3 als hohlzylindrische Auskleidung der Innenwand des Trägerelementes 4 ausgebildet sein. Der Isolierstoffkörper 3 besteht bevorzugt aus einem sogenannten Hartgas, d.h. einem Material, das bei entsprechender Erhitzung ein Löschgas freisetzt. Dies können beispielsweise POM (Polyoxymethylen) als bevorzugte Ausführungsform, sowie alternativ auch PMMA (Polymethylenmethacrylat), oder PTFE (Polytetrafluorethylen) sein. Die Isolier- bzw. Hartgaskörper 3 umgibt den hohlzylindrischen Raum in seinem Innern, nämlich die o.g. Lichtbogenbrennkammer 5. An den Stirnseiten dieser Kammer 5 befinden sich die Elektroden 1, 2, zwischen denen sich im Überschlagsfall der geradlinige Lichtbogen 6 ausbildet, der somit in der Mittellängsachse A-A dieser Funkenstreckenordnung und damit auch in der Mittellängsachse der Lichtbogenbrennkammer 5 verläuft. Die an die Umgebung abgebende thermische Energie, insbesondere Strahlungswärme des Lichtbogens 6 setzt aus dem Hartgas des Isolierstoffkörpers 3 das Löschgas frei, welches gemäß den Pfeilen 7 von allen Seiten des hohlzylindrischen Mantels aus Hartgas in die Kammer 5 und dabei radial nach innen gegen das Plasma des Lichtbogens 6 strömt. Somit wird, wie bereits erwähnt, der für eine effektive Strombegrenzung notwendige hohe Widerstand des Lichtbogens 6 durch seine hiermit optimierte Kühlung mittels der Gasströmung 7 erreicht. Besonders günstige Kühlbedingungen lassen sich erreichen, wenn ein hierfür besonders geeignetes Löschgas (siehe hierzu die obigen Beispiele) verwendet wird. Hierunter fällt auch beispielsweise H_2 , SF_6 . Es ist ferner ersichtlich, daß die vorteilhafte radiale Beblasung des Lichtbogens durch das Löschgas durch die hohlzylindrische Gestaltung der Lichtbogenkammer 6 besonders gefördert wird.

Die erläuterte rotationssymmetrische Beblasung des Lichtbogens durch das Löschgas 7 erfolgt über die gesamte Länge L des in der Lichtbogenbrennkammer 5 befindlichen Lichtbogens 6, wobei aufgrund seiner rotationssymmetrischen Anblasung von allen Seiten her der Lichtbogen zusammengepreßt wird. Da die Strömungsrichtung des kalten Löschgases in Richtung des Temperaturgradienten im Lichtbogen verläuft, kann das Gas optimal thermische Energie aus dem Lichtbogen aufnehmen.

Hierdurch ergibt sich die o.g., optimierte und gegenüber dem Stand der Technik verstärkte Kühlwirkung. Ein optimaler Energieaustausch läßt sich aus dem vorherrschenden thermodynamischen Bedingungen ableiten. Es empfiehlt sich ein Verhältnis des Innendurchmesses D der Lichtbogenbrennkammer 6 zu der o.g. Lichtbogenlänge L von etwa 1 : 3 bis 1 : 5.

Das durch den Lichtbogen erhitzte Gas strömt durch eine Durchtrittsöffnung 8 der Elektrode 2 gemäß

den Pfeilen 9 nach außen. Die Öffnung 8 ist bevorzugt ebenfalls hohlzylindrisch ausgebildet und umgibt die Mittellängsachse A-A.

Es ist ferner eine Fokussierung des Fußpunktes 9 des Lichtbogens 6 an der der Lichtbogenbrennkammer zugewandten Stirnfläche 10 der Elektrode 1 vorgesehen. Hierzu verläuft das zugehörige stirnseitige Ende der Lichtbogenbrennkammer 5 etwa gemäß Ziffer 11 abgerundet, wobei dieser Teil 11 der entsprechenden Stirnfläche des Hartgases gemäß Fig. 1 etwas in Richtung zum äußeren, in der Zeichnung nicht mehr dargestellten Ende der Elektrode 1 verlagert ist. Somit kann eine Gasströmung 7' über die Randkanten 12 der Elektrode 1 nach innen strömen und die vorgenannte Fokussierung des Fußpunktes 9 etwa in der Mitte der Stirnfläche 10 bewirken. Hiermit wird auch der Bereich der Randkante 12 vom Lichtbogen freigehalten, so daß dort keine Abbrände erfolgen, welche die Ansprechspannung der Funkenstrecke nachteilig beeinflussen könnten. Es erfolgt lediglich ein geringer Abbrand an der Fußpunktstelle 9. Damit und auch durch die nachfolgend erläuterte Positionierung der Fußpunkte an der Elektrode 2 wird der Verschleiß der aktiven Teile der Funkenstrecke sehr gering gehalten.

Der Fußpunkt des Lichtbogens 6 an der gegenüberliegenden Elektrode 2 wandert spiralförmig (siehe strichpunktierte Linie 13) von der Stelle 14 zur Stelle 14'. Seine Wanderungsgeschwindigkeit ist relativ hoch, so daß kein störender Abbrand an der Wandung der Austrittsöffnung 8 erfolgt. Somit wird eine unzulässige thermische Belastung auch im Bereich dieser Austrittsöffnung 8 vermieden. Hierzu empfiehlt sich ein Verhältnis der Länge L2 der Durchtrittsöffnung 8 zu ihrem Durchmesser D2 von etwa 3 : 1. Somit bleibt der Verschleiß auch dieser Elektrode 2 sehr klein. Die vorliegende konstruktive Konzeption und auch der geringe Verschleiß beider Elektroden ergibt den wesentlichen Vorteil, daß hiermit eine sehr kompakte Funkenstreckenordnung geschaffen ist, die trotz ihres sehr großen Folgestromlöschvermögens nur sehr kleine äußere Abmessungen aufweist.

Das erhitzte Gas steht in der Lichtbogenbrennkammer unter einem sehr hohen Druck, der die angestrebte Kühlwirkung verstärkt. Das Gas kann beim Ausströmen durch die Öffnung 8 eine Geschwindigkeit erreichen, die ein Mehrfaches der Schallgeschwindigkeit, d.h. von 1 mach betragen kann. Mittels Variation des Durchmessers D2 der Durchtrittsöffnung 8 kann man die Verweilzeit der Gase in der Lichtbogenbrennkammer und damit die Bedingungen des Energieaustausches zwischen Lichtbogen und Löschgas beeinflussen. Die Durchtrittsgeschwindigkeit der heißen Gase durch die Öffnung 8 kann durch entsprechende Gestaltung des Querschnittes dieser Öffnung 8 variiert werden. Beispiele hierzu sind den Fig. 3 und 4 zu entnehmen. Eine kleine Austrittsgeschwindigkeit der erhitzten Gase aus der Öffnung 8 bedingt einen entsprechend kleinen Massendurchsatz und damit eine hohe Verweilzeit der erhitzten Gase in der Lichtbogenbrennkammer. Ferner

bewirkt der sehr schnell und stark aus der Lichtbogenbrennkammer 5 in die Öffnung 8 eindringende Gasstrom die bereits erläuterte Bewegung des Fußpunktes 14 in Richtung zur Ausblasseite 8' der Öffnung 8 und damit in seine Position 14'. Wird hierbei die Länge des Lichtbogens zu groß, so erlischt er und es kann eine erneute Zündung im Bereich der Lichtbogenbrennkammer 6 erfolgen, wenn die Isolationsfähigkeit im Innern der Lichtbogenbrennkammer noch nicht wieder ihren optimalen Wert erreicht hat.

Nach einem Löschen des Netzfolgestromes könnte es unter Umständen zu einem Nachstrom kommen, der aber mit der Erfindung verhindert wird, da das nach dem Verlöschen des Lichtbogens noch nachströmende Löschgas wirksam das Auftreten eines Nachstromes verhindert.

Im Beispiel der Fig. 3 ist die Strömungsrichtung 15 der heißen Gase eingezeichnet. Sie durchsetzt erst die im Querschnitt D1 kleinere Eintrittsfläche der Durchtrittsöffnung 8 und tritt an deren im Querschnitt D2 größeren Austrittsfläche aus. Dies bewirkt eine Reduzierung der Austrittsgeschwindigkeit gegenüber der Eintrittsgeschwindigkeit bei D1.

Auch ist eine Querschnittsform gemäß Fig. 4 möglich. Der aus der Lichtbogenbrennkammer gemäß Pfeil 15 kommende Strom der erhitzten Gase gelangt zunächst in den sich verengenden Bereich 8, so daß sich die Geschwindigkeit des Gasstromes bis zu einer Engstelle 8" hin steigert und damit den Massendurchsatz dort entsprechend erhöht. In dem sich anschließenden Bereich 8'" vergrößert sich in der Gasströmrichtung 15 dessen Querschnitt. Entsprechend der Größe des Öffnungswinkels dieses Bereiches 8'" sinkt dann die Durchtrittsgeschwindigkeit der Gase. Der Effekt dieser Anordnung nach Fig. 4 liegt darin, daß man die verengte Öffnung 8" nur so groß wählt, daß die von einem Stoßstrom freigesetzten Gase noch gerade hindurchgefördert werden können, wobei deren Austrittsgeschwindigkeit aus der Engstelle 8" möglichst groß sein soll. Bei der nachfolgenden, vom Netzfolgestrom bestimmten Phase wünscht man eine größere Verweilzeit der erhitzten Gase in der Lichtbogenbrennkammer als während der Periode des Stoßstromes. Für diesen Fall wird der Bereich 8" mit einem entsprechenden, in Strömungsrichtung sich erweiternden Öffnungswinkel wirksam, wodurch die Geschwindigkeit der Gasströmung verringert wird, ohne daß der verengte Durchtrittsquerschnitt 8" geändert werden müßte. Die unterschiedlichen Durchmesser D1 beim Eintritt des Gasstromes 15, D2 bei seinem Austritt und schließlich D3 in der verengten Stelle 8" der Durchtrittsöffnung 8 sind eingezeichnet.

Fig. 5 zeigt zwei Funkenstreckenordnungen F gemäß der Erfindung innerhalb eines Einbaugeschäftes 16, wobei diese Funkenstreckenordnungen elektrisch in Reihe geschaltet sind. Die jeweiligen externen Anschlüsse sind mit 17 und eine elektrische Verbindung zwischen beiden Funkenstreckenordnungen mit 18 beziffert. Die aus den Funkenstreckenordnungen

austretenden Gasströme 19 werden durch Öffnungen 20 des Einbaugeschäfts nach außen abgeführt. Eine ähnliche Anordnung, jedoch für nur eine Funkenstreckenordnung F ist Fig. 6 zu entnehmen. Es gelten die Bezifferungen gemäß Fig. 5.

Alle dargestellten und beschriebenen Merkmale, sowie ihre Kombinationen untereinander sind erfindungswesentlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Löschung des Lichtbogens eines Netzfolgestromes einer stoßstromtragfähigen, bevorzugt in Niederspannungsversorgungssystemen einzusetzenden Funkenstrecke, wobei ein Gasstrom etwa quer zur Längsrichtung des Lichtbogens gegen diesen geblasen wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gasstrom von allen Seiten radial her gegen den Lichtbogen (6) des Netzfolgestromes geblasen wird, wobei diese Anblasung über etwa die gesamte Länge (L) des Lichtbogens erfolgt und zwar unter Verwendung eines Löschgases, das von einem Isoliermaterial (Hartgas) der Funkenstrecke abgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung von POM (Polyoxymethylen), oder PMMA (Polymethacrylat) oder PTFE (Polytetrafluorethylen) als Hartgas.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Einstellung des Massendurchsatzes der aus der Funkenstreckenordnung (F) ausströmenden erhitzten Gase.
4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine entsprechende Einstellung der Austrittsgeschwindigkeit der aus der Funkenstreckenordnung (F) ausströmenden erhitzten Gase.
5. Funkenstreckenordnung mit mindestens zwei Elektroden, einem die Elektroden und eine Lichtbogenbrennkammer umgebenden Gehäuse, einem ein Gas, insbesondere ein Löschgas abgebendes Isoliermaterial und zumindest einer Durchtrittsöffnung für das Löschgas, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtbogenbrennkammer (5) zylindrisch ausgebildet ist, wobei die Elektroden (1, 2) sich an den beiden stirnseitigen Endbereichen dieses Zylinders befinden und daß die Lichtbogenbrennkammer innenseitig mit dem Isoliermaterial zumindest soweit ausgekleidet ist, daß das hieraus austretende Gas (7) über den Umfang des Zylinders verteilt zu dem etwa sich in der Mittellängsachse (A-A) des Zylinders befindenden Lichtbogen (6) strömt.
6. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Isoliermaterial ein hohlzylindrischer Körper (5) ist, der zur Mittellängsachse (A-A) des Lichtbogens (6) konzentrisch ist.
7. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge (L) der zylindrischen Lichtbogenbrennkammer (5) sich zu deren Durchmesser (D) etwa wie 3 : 1 bis 5 : 1 verhält.
8. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Auskleidung aus Isoliermaterial über die gesamte Länge (L) des Lichtbogens (6), der sich zwischen den beiden Elektroden (1, 2) befindet, erstreckt.
9. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchtrittsöffnung (8) für die erhitzten Gase sich in einer der Elektroden (2) befindet.
10. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchtrittsöffnung (8) die betreffende Elektrode (2) in der Axialrichtung (A-A) der Funkenstreckenordnung durchsetzt.
11. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10, gekennzeichnet durch eine Fokussierung des Fußpunktes (9) des Lichtbogens (6) an der Elektrode (1), die nicht mit der Durchtrittsöffnung (8) versehen ist.
12. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 11, gekennzeichnet durch einen Fußpunkt (14) des Lichtbogens (6) an der die Durchtrittsöffnung (8) umgebenden Innenwand der anderen Elektrode (2).
13. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt der Durchtrittsöffnung (8) in der Elektrode (2) zu deren Austrittsseite (8') hin erweitert.
14. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Strömungsrichtung (15) der Gase sich der Querschnitt der Durchtrittsöffnung (8) zunächst verringert, sich daran eine Engstelle (8'') anschließt und daß danach ein Bereich (8''') folgt, der sich von der Engstelle (8'') her bis zum Austritt erweitert.
15. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß zwei Funkenstreckenordnungen (F) in elektrischer Reihenschaltung in einem gemeinsamen Einbaugehäuse (16) vorgesehen sind, das Austrittsöffnungen (20) für die aus den Funkenstreckenordnungen austretenden erhitzten Gase (19) aufweist. 5

16. Funkenstreckenordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine einzige Funkenstreckenordnung (F) in einem Einbaugehäuse (16) vorgesehen ist, daß ein oder zwei Durchtrittsöffnungen (20) für die aus der Funkenstreckenordnung ausströmenden erhitzten Gase (19) aufweist. 10

17. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Anschlüsse (17) für die Funkenstreckenordnungen bzw. Funkenstreckenordnung aus dem Einbaugehäuse (16) herausgeführt sind. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

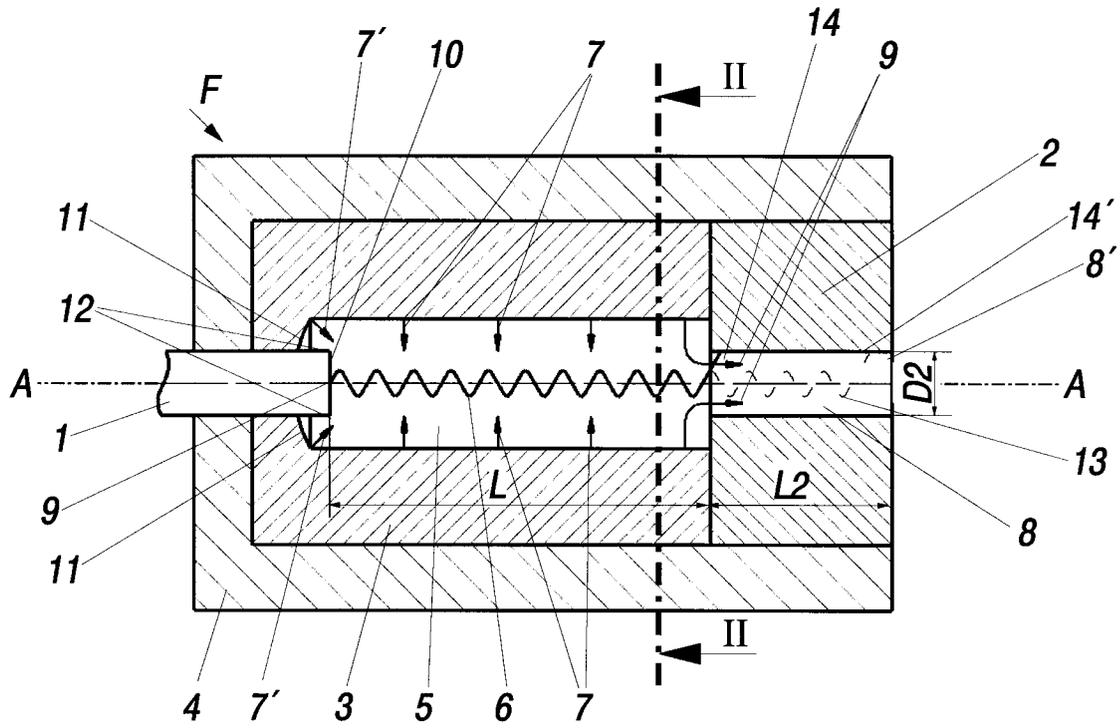


Fig.1

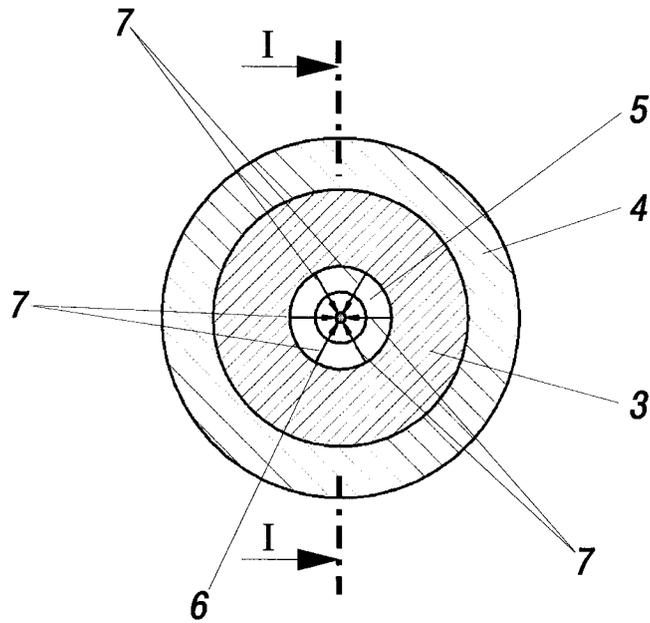


Fig.2

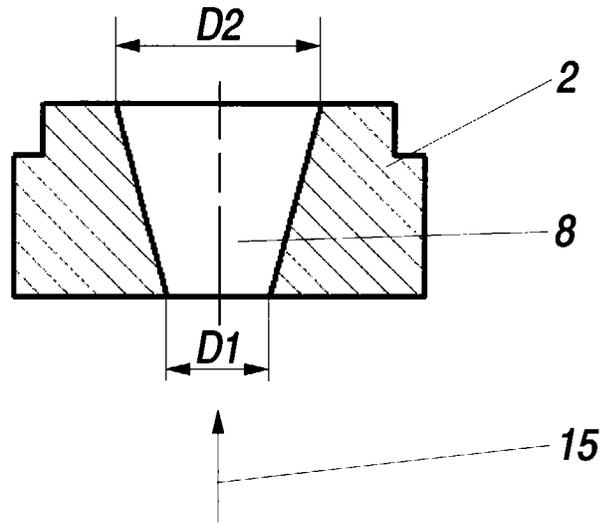


Fig.3

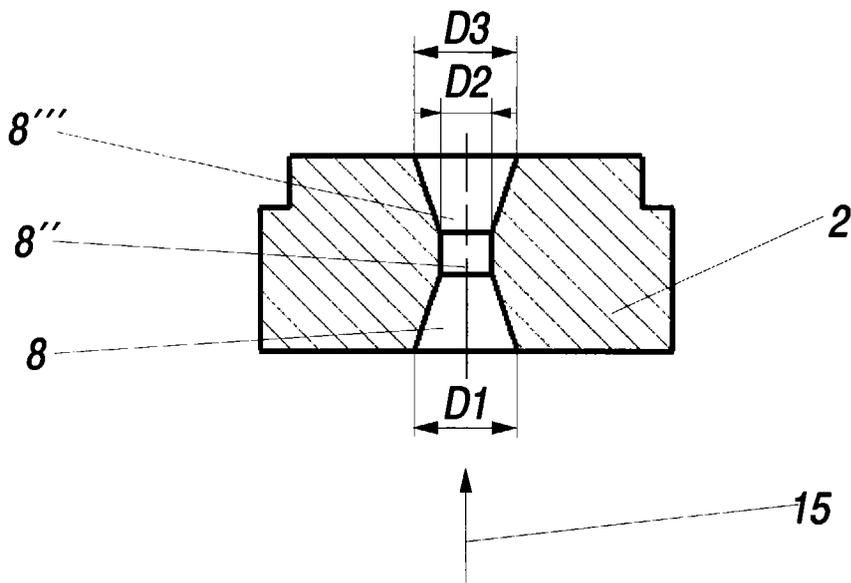


Fig.4

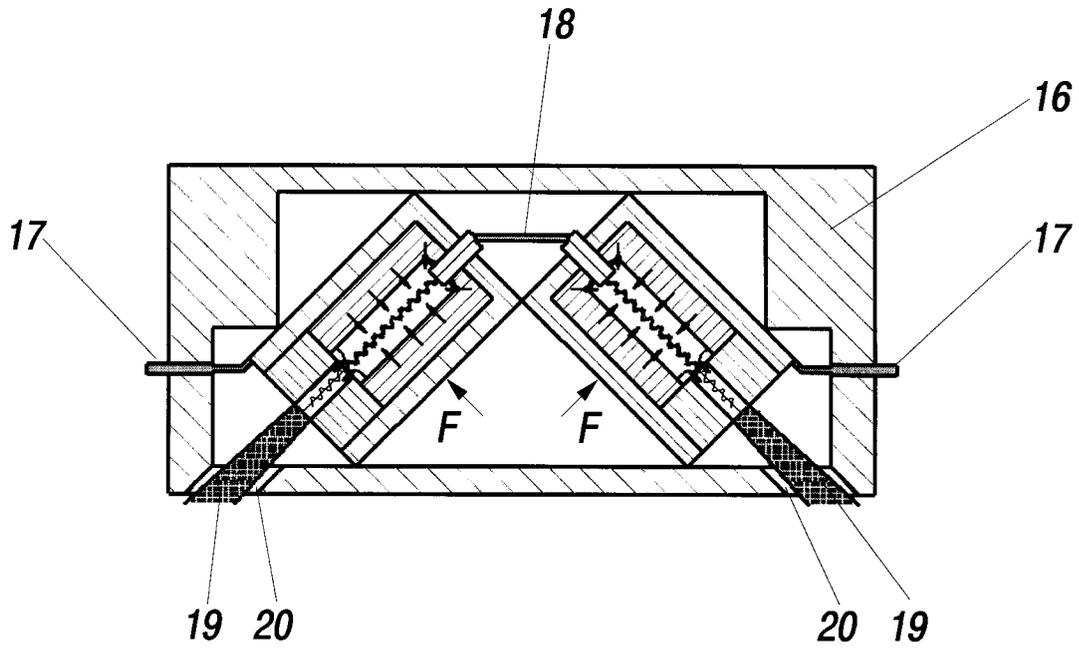


Fig.5

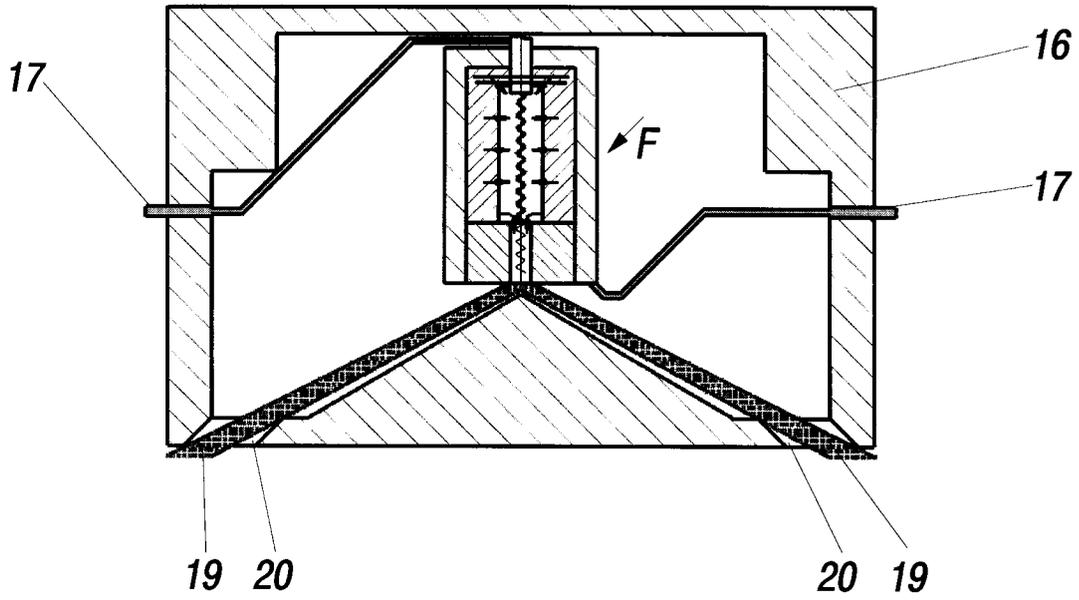


Fig.6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 7014

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 710 387 C (SIEMENS) * Seite 2, Zeile 11 - Zeile 38; Abbildung *	1,5,6,8	H01T1/10
X	--- DE 732 002 C (ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT) * Seite 2, Zeile 11 - Zeile 50; Abbildung *	1,5,6, 8-12	
X	--- CH 234 227 A (OERLIKON)	1,5,6, 8-12	
A	* Seite 1, Zeile 29 - Seite 2, Zeile 11; Abbildung 1 *	7	
A	--- DE 759 626 C (SIEMENS) * Seite 2, Zeile 103 - Seite 3, Zeile 11; Abbildung 2 *	1	
A	--- US 4 444 671 A (WILTGEN JR BERNARD M) * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 15 * * Zeile 35 - Zeile 38 *	2	
A	--- AT 311 478 A (ELIN UNION AG) * Anspruch 6 *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H01T H01H
D,A	--- DE 29 34 236 A (AEG TELEFUNKEN) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24. Juni 1997	
		Prüfer Bijn, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)