

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 706 245 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.04.1996 Patentblatt 1996/15**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H01T 4/14**, H01T 4/10

(21) Anmeldenummer: **95114840.2**

(22) Anmeldetag: **21.09.1995**

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

(30) Priorität: **07.10.1994 DE 4435968**  
**17.10.1994 DE 4437094**  
**09.11.1994 DE 4439730**

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

(72) Erfinder:  
• **Altmaier, Holger, Dr.-Ing.**  
**D-32839 Steinheim (DE)**

• **Scheibe, Klaus, Prof. Dr.Ing.**  
**D-24111 Kiel (DE)**  
• **Lehmann, Eberhard,**  
**Dipl.-Ing.**  
**D-24103 Kiel (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Gesthuysen, von Rohr & Weidener**  
**Postfach 10 13 54**  
**D-45013 Essen (DE)**

### (54) **Überspannungsschutzelement**

(57) Dargestellt und beschrieben ist ein Überspannungsschutzelement (1) zur Ableitung von transienten Überspannungen, mit zwei Elektroden (2), einer zwischen den Elektroden (2) wirksamen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) und einem die Elektroden (2) aufnehmenden Gehäuse (4), wobei jede Elektrode (2) einen Anschlußschenkel (5) und ein unter einem spitzen Winkel zu dem Anschlußschenkel (5) verlaufendes Funkenhorn (6) aufweist und die Funkenhörner (6) der beiden - mit Abstand zueinander angeordneten - Elektroden (2) zusammen die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) bilden.

Das erfindungsgemäße Überspannungsschutzelement (1) ist hinsichtlich seines Überspannungsschutzverhaltens dadurch verbessert, daß innerhalb des Gehäuses (4) mindestens eine eine Mehrzahl von Löschblechen (22) aufweisende Löschblech-Anordnung (23) vorgesehen ist.

**EP 0 706 245 A2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Überspannungsschutzelement zur Ableitung von transienten Überspannungen, mit zwei Elektroden, einer zwischen den Elektroden wirksamen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke und einem der Elektroden aufnehmenden Gehäuse, wobei jede Elektrode ein Anschlußelement, vorzugsweise einen Anschlußschenkel, und ein vorzugsweise unter einem spitzen Winkel zu dem Anschlußelement verlaufendes Funkenhorn aufweist und die Funkenhörner der beiden - mit Abstand zueinander angeordneten - Elektroden zusammen die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke bilden.

Elektrische, insbesondere aber elektronische Meß-, Steuer-, Regel- und Schaltkreise, vor allem auch Fernmeldeeinrichtungen und -anlagen, sind empfindlich gegen transiente Überspannungen, wie sie insbesondere durch atmosphärische Entladungen, aber auch durch Kurzschlüsse und Schalthandlungen in Energieversorgungsnetzen auftreten können. Diese Empfindlichkeit hat in dem Maße zugenommen, in dem elektronische Bauelemente, insbesondere Transistoren und Thyristoren, verwendet werden; vor allem sind zunehmend eingesetzte integrierte Schaltkreise in starkem Maße durch transiente Überspannungen gefährdet.

Neben dem Überspannungsschutzelement, von dem die Erfindung ausgeht (vgl. die DE - C - 37 16 997), also einem solchen mit einer Luft-Durchschlag-Funkenstrecke, gibt es Überspannungsschutzelemente mit einer Luft-Überschlag-Funkenstrecke, bei denen also beim Ansprechen eine Gleitentladung auftritt (vgl. die DE - A - 27 18 188, die DE - A - 29 34 236 und die DE - A - 31 01 354).

Überspannungsschutzelemente der Art, von der die Erfindung ausgeht, also solche, mit einer Luft-Durchschlag-Funkenstrecke, haben nun gegenüber Überspannungsschutzelementen mit einer Luft-Überschlag-Funkenstrecke den Vorteil einer höheren Stoßstromtragfähigkeit, jedoch den Nachteil einer höheren - und auch nicht sonderlich konstanten - Ansprechspannung.

Es sind nun bereits verschiedene Überspannungsschutzelemente mit einer Luft-Durchschlag-Funkenstrecke entwickelt worden, die in bezug auf die Ansprechspannung verbessert worden sind (vgl. die DE - A - 41 41 681, die DE - A - 41 41 682 und die DE - A - 42 44 051).

Einer älteren Patentanmeldung (vgl. die DE - A - 44 02 615), deren wesentlicher Inhalt durch offenkundige Vorbenutzung zum Stand der Technik gehört, lag die Aufgabe zugrunde, das eingangs beschriebene Überspannungsschutzelement insgesamt in seinem Überspannungsschutzverhalten zu verbessern, insbesondere auch in bezug auf die Ansprechspannung, das Blitzstoßstrom- und Netzfolgestrom-Tragfähigkeitsverhalten und das Netzfolgestrom-Löschverhalten.

Eine erste Lehre nach der vorgenannten älteren Patentanmeldung hat zum Inhalt, daß die Funkenhörner der Elektroden in ihren an die Anschlußschenkel angrenzenden Bereichen mit einer Bohrung versehen sind.

Diese Bohrungen sorgen dafür, daß im Augenblick des Ansprechens des Überspannungsschutzelementes ein verbessertes Zünd- und Lichtbogenlaufverhalten eingeleitet wird, insbesondere der Lichtbogen neben den Bohrungen durch eine thermisch-atmosphärische Beblasung "in Fahrt gesetzt wird".

Eine zweite Lehre nach der vorgenannten älteren Patentanmeldung hat zum Inhalt, daß zwischen den sich gegenüberstehenden Enden der Anschlußschenkel der beiden Elektroden eine - eine Gleitentladung auslösende - Zündhilfe vorgesehen ist. Bei dem gemäß dieser Lehre ausgeführten Überspannungsschutzelement ist gleichsam in den engsten Teil der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke, also dort, wo ein Ansprechen stattfindet, eine Hilfs-Luft-Überschlag-Funkenstrecke integriert. Die integrierte Hilfs-Luft-Überschlag-Funkenstrecke hat eine relativ konstante und vor allem geringere Ansprechspannung als die dem eigentlichen Überspannungsschutz dienende Luft-Durchschlag-Funkenstrecke. Einmal angesprochen, bei einer relativ konstanten niedrigen Ansprechspannung, führt die gezündete Hilfs-Luft-Überschlag-Funkenstrecke zu einem "schlagartigen" Zünden der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke mit relativ hoher Stromtragfähigkeit, also hoher Blitzstoßstrom- und Netzfolgestromtragfähigkeit. Bei dieser Ausführungsform sind also die Vorteile einer Luft-Durchschlag-Funkenstrecke und einer Luft-Überschlag-Funkenstrecke verwirklicht und deren Nachteile eliminiert.

Eine dritte Lehre nach der vorgenannten älteren Patentanmeldung hat zum Inhalt, daß das Gehäuse zumindest teilweise aus einem Kunststoff besteht, der bei einer Verbrennung keinen Kohlenstoff abgibt, oder zumindest teilweise mit einem solchen Kunststoff ausgekleidet ist. Normalerweise ist der Einbau von eine Luft-Durchschlag-Funkenstrecke bildenden Elektroden mit Funkenhörnern in ein relativ kleines, aus Kunststoff, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung Kohlenstoff abgibt, bestehendes Gehäuse problematisch. Insbesondere kommt es aufgrund des nach dem Ansprechen entstehenden sehr heißen Lichtbogens zu einer Verbrennung des Kunststoffes und damit zu einer enormen Abgabe von Kohlenstoff. Das führt dazu, daß die Elektroden verschmutzen und keine Isolationsfestigkeit mehr vorhanden ist. Darüber hinaus beeinträchtigt auch der enorme Kohlenstoffanteil im Gasgemisch das Löschverhalten der Elektroden. Die zuvor beschriebenen Nachteile treten dann natürlich nicht auf, wenn das Gehäuse zumindest teilweise aus einem Kunststoff besteht, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung keinen Kohlenstoff abgibt, oder wenn das Gehäuse zumindest teilweise mit einem solchen Kunststoff ausgekleidet ist.

Eine vierte Lehre nach der vorgenannten älteren Patentanmeldung hat zum Inhalt, daß die Seitenwände des Gehäuses relativ nahe an die Funkenhörner der Elektroden herangezogen sind. Durch diese Lehre tritt eine außerordentlich gute atmosphärische Beblasung des Lichtbogens ein. Er läuft sehr schnell an die

Spitzen der Funkenhörner, frißt sich also nicht im Zündbereich fest.

Eine fünfte Lehre nach der vorgenannten älteren Patentanmeldung hat zum Inhalt, daß der den Funkenhörnern der Elektroden benachbarte Gehäusedeckel aus elektrisch leitendem Material, vorzugsweise aus Kupferwolfram besteht, wobei dann in aller Regel der Abstand zwischen dem Gehäusedeckel benachbarten Enden der Funkenhörner der Elektroden und dem Gehäusedeckel so gewählt ist, daß zwischen den dem Gehäusedeckel benachbarten Enden der Funkenhörner und dem Gehäusedeckel Lichtbögen entstehen können.

Ausgehend von dem zuvor im einzelnen beschriebenen Stand der Technik liegt die vorliegende Erfindung nun die Aufgabe zugrunde, ein hinsichtlich seines Überspannungsschutzverhaltens nochmals verbessertes Überspannungsschutzelement anzugeben.

Das erfindungsgemäße Überspannungsschutzelement ist nun dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Gehäuses mindestens eine vorzugsweise eine Mehrzahl von Löschblechen aufweisende Löschblech-Anordnung vorgesehen ist. Die das Überspannungsschutzverhalten, insbesondere das Netzfolgestrom-Löschverhalten verbessernde Wirkung der Löschblech-Anordnung bzw. der Löschblech-Anordnungen beruht darauf, daß der Lichtbogen bzw. die Lichtbögen in eine Reihe kurzer, hintereinander geschalteter Teillichtbögen aufgelöst werden und daß die Summe der Teillichtbögen einen höheren Spannungsbedarf hat als der ungeteilte Lichtbogen, so daß nach dem Spannungsnullwerden bzw. Stromnullwerden eine höhere Wiederzündspannung benötigt wird als bei einem ungeteilten Lichtbogen. Darüber hinaus bewirkt die Berührung des Lichtbogens bzw. der Teillichtbögen mit den relativ kalten, gut wärmeleitenden Löschblechen eine intensive Kühlung und damit Entionisierung des Lichtbogenplasmas.

Nach einer weiteren Lehre der Erfindung, der besondere Bedeutung zukommt, ist das erfindungsgemäße Überspannungsschutzelement dadurch gekennzeichnet, daß die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke abgebogen und/oder abgewinkelt ausgebildet ist, also gleichsam "schnabelförmig" ausgebildet ist. Überraschenderweise ist festgestellt worden, daß sich aufgrund der abgebogenen und/oder abgewinkelten Form der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke ein hinsichtlich seines Überspannungsschutzverhaltens nochmals verbessertes Überspannungsschutzelement ergibt. Bei durchgeführten Versuchen ist festgestellt worden, daß aufgrund der beschriebenen Form der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke das Plasma zwischen den beiden Funkenhörnern direkt und sehr schnell ausgeblasen wird, so daß sich dadurch eine hoch-blitzstromtragfähige und -netzfolgestromlöschfähige Trennfunkenstrecke und damit ein erheblich verbessertes Überspannungsschutzelement ergibt. Aufgrund des schnellen Ausblasens ist ein "Festfressen" des Lichtbogens im Zündbereich praktisch nicht mehr möglich.

Im folgenden wird die Lehre der Erfindung in Verbindung mit zeichnerischen Darstellungen erläutert, und

zwar in Verbindung mit Überspannungsschutzelementen, bei denen die Lehren der eingangs behandelten älteren Patentanmeldung verwirklicht sind. Es zeigen

- 5 Fig. 1 eine Seitenansicht einer bevorzugten ersten Ausführungsform einer Elektrode eines Überspannungsschutzelements nach der eingangs behandelten älteren Patentanmeldung,
- 10 Fig. 2 eine Seitenansicht einer bevorzugten zweiten Ausführungsform einer Elektrode eines Überspannungsschutzelements nach der eingangs behandelten älteren Patentanmeldung,
- 15 Fig. 3 eine Seitenansicht von zwei zusammen die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke bildenden Elektroden nach Fig. 1,
- 20 Fig. 4 einen Schnitt durch die Elektroden nach Fig. 3 längs der Linie IV - IV,
- 25 Fig. 5 einen Querschnitt durch eine nur schematisch dargestellte bevorzugte Ausführungsform eines Überspannungsschutzelements nach der eingangs behandelten älteren Patentanmeldung,
- 30 Fig. 6 einen Längsschnitt durch das Überspannungsschutzelement nach Fig. 5,
- 35 Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine detailliert dargestellte bevorzugte Ausführungsform eines Überspannungsschutzelements nach der eingangs behandelten älteren Patentanmeldung,
- 40 Fig. 8 eine Draufsicht auf das Überspannungsschutzelement nach Fig. 7, teilweise geschnitten,
- 45 Fig. 9 einen Schnitt durch das Überspannungsschutzelement nach Fig. 7, längs der Linie IX - IX in Fig. 8,
- 50 Fig. 10 einen Schnitt durch das Überspannungsschutzelement nach Fig. 7, längs der Linie X - X in Fig. 8,
- 55 Fig. 11 einen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelements,
- Fig. 12 einen Schnitt durch das Überspannungsschutzelement nach Fig. 11, längs der Linie XII - XII in Fig. 11,

Fig. 13 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelementes`

Fig. 14 einen Schnitt durch das Überspannungsschutzelement in Fig. 13 längs der Linie XIV-XIV in Fig. 1,

Fig. 15 einen Längsschnitt durch eine besonders bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelementes und

Fig. 16 einen Schnitt durch das Überspannungsschutzelement nach Fig. 15 längs der Linie XVI - XVI in Fig. 15.

Das in den Figuren 1 bis 12 dargestellte Überspannungsschutzelement 1 dient zur Ableitung von transienten Überspannungen und zur Begrenzung von Stoßströmen und besteht in seinem wesentlichen Aufbau aus zwei Elektroden 2, einer zwischen den Elektroden 2 wirksamen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 und einem die Elektroden 2 aufnehmenden Gehäuse 4. Jede Elektrode 2 weist einen Anschlußschenkel 5 und ein unter einem spitzen Winkel zu dem Anschlußschenkel 5 verlaufendes Funkenhorn 6 auf. Wie die Fig. 1 bis 3 sowie 6 und 11 zeigen, bezieht sich der spitze Winkel zwischen dem Anschlußschenkel 5 und dem Funkenhorn 6 auf die Funktionsfläche des Funkenhorns 6. Die Funkenhörner 6 der beiden - mit Abstand zueinander angeordneten - Elektroden 2 bilden zusammen die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3. Dadurch, daß die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 in der zuvor erläuterten Weise unter einem spitzen Winkel zu den Anschlußschenkeln 5 verlaufen, ist die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 spitzwinklig ausgeführt; der Winkel zwischen den einander zugewandten Funkenhörnern 6 der Elektroden 2 beträgt vorzugsweise etwa 30°.

Wie insbesondere die Fig. 1,2,4 und 5 zeigen, sind die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 in ihren an die Anschlußschenkel 5 angrenzenden Bereichen mit einer parallel zu den Anschlußschenkeln 5 verlaufenden Bohrung 7 versehen, die im Ausführungsbeispiel mittig in den Funkenhörnern 6 der Elektroden 2 verwirklicht sind (vgl. insbesondere die Fig. 4 und 5).

Bei der in Fig. 1 dargestellten Elektrode 2 eines Überspannungsschutzelementes 1 ist das Funkenhorn 6 mit einer einzigen Bohrung 7 versehen. Demgegenüber zeigt die Fig. 2 eine Elektrode 2, bei der das Funkenhorn 6 zwei übereinander vorgesehene Bohrungen 7 aufweist; im Vergleich mit der Elektrode 2 nach Fig. 1 ist bei der Elektrode 2 nach Fig. 2 unterhalb der Bohrung 7, mit der die Elektrode 2 nach Fig. 1 versehen ist, eine weitere Bohrung 7 realisiert.

Im übrigen kann den Figuren entnommen werden, daß im dargestellten Ausführungsbeispiel die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 an beiden Seiten jeweils mit einer Fase 8 versehen sind, an ihren einander zuge-

wandten Seiten konvex ausgebildet sind und an ihren voneinander abgewandten Seiten mit quer zur Längserstreckung der Funkenhörner 6 verlaufenden Schlitzen 9 versehen sind; statt der gezeigten quer verlaufenden Schlitze 9 sind auch längs verlaufende möglich. Die Anfasung der Funkenhörner 6 der Elektroden 2 verhindert, daß es zu Materialabträgen an den Kanten der Funkenhörner 6 kommt. Die vorzugsweise realisierte Maßnahme, die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 an ihren einander zugewandten Seiten konvex auszubilden, führt dazu, daß der nach einem Ansprechen des Überspannungsschutzelementes 1 entstehende Lichtbogen vorzugsweise mittig im Bereich der Funkenhörner 6 entsteht und mittig zu den Enden bzw. Spitzen der Funkenhörner 6 läuft. Mit den Schlitzen 9, mit denen die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 an ihren voneinander abgewandten Seiten versehen sind, wird schließlich erreicht, daß der Strom bis zum Fußbogen des Lichtbogens exakt die Kontur der V-förmigen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 nachvollziehen muß. Dadurch ergibt sich auf der gegenüberliegenden Elektrode 2 eine magnetische Bebläsung des Lichtbogens in seinem Fußpunkt. Die Schlitze 9 haben im übrigen den Vorteil, daß das verbliebene Material als besonders wirksamer Kühlkörper funktioniert; es findet also gleichzeitig eine Belüftung der Funkenhörner 6 der Elektroden 2 von hinten statt.

Bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen von Überspannungsschutzelementen 1 ist zwischen den sich gegenüberstehenden Enden der Anschlußschenkel 5 der beiden Elektroden 2 eine - eine Gleitentladung auslösende - Zündhilfe 10 vorgesehen, die vorzugsweise aus einem Isolierstoff besteht, der bei einer Zustandsänderung, beispielsweise einer Erhitzung, keinen Kohlenstoff in funktionsbeeinträchtigendem Maße abgibt, und geringfügig, vorzugsweise 0,1 mm oder mehr, in die von den Funkenhörnern 6 der Elektroden 2 gebildete Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 hineinragt; tatsächlich ragt die Zündhilfe 10 bis in die Mitte der Bohrungen 7 in die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 hinein. Im übrigen ist die Zündhilfe 10, wie dies die Fig. 4 und 5 zeigen, an ihrer der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 zugewandten Seite V-förmig ausgebildet und mit einem bis in die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 reichenden schmalen Schlitz 11 versehen. Der Schlitz 11 in der Zündhilfe 10 beeinflusst positiv die Ansprechspannung.

Die Fig. 5 und 6 sowie 7 bis 12 zeigen, daß bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzelementes 1 auch in bezug auf das Gehäuse 4 besondere Maßnahmen verwirklicht sind. Es gilt nämlich, was nicht dargestellt ist, daß das Gehäuse 4 teilweise aus einem Kunststoff besteht, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung keinen Kohlenstoff abgibt oder teilweise mit einem solchen Kunststoff ausgekleidet ist. Die weiter vorne beschriebenen Probleme, die dann auftreten, wenn das Gehäuse aus Kunststoff besteht, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung Kohlenstoff abgibt, sind also eliminiert.

Im übrigen zeigen die Fig. 5 und 6 sowie 7 bis 12, daß bei den dargestellten Ausführungsbeispielen von Überspannungsschutzelementen 1 die Seitenwandungen 12 des Gehäuses 4 bis an die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 herangezogen sind. Dadurch tritt ein außerordentlich gutes Laufverhalten des Lichtbogens ein; er läuft sehr schnell an die Spitzen der Funkenhörner 6.

Für die in den Fig. 5 und 6 sowie 11 und 12 dargestellten Ausführungsbeispiele von Überspannungsschutzelementen 1 gilt weiter, daß der den Funkenhörnern 6 der Elektroden 2 benachbarte Gehäusedeckel 13 aus elektrisch leitendem Material, vorzugsweise aus abbrandfestem Material, insbesondere aus Kupferwolfram besteht. Dabei ist dann der Abstand zwischen dem Gehäusedeckel 13 benachbarten Enden der Funkenhörner 6 der Elektroden 2 und dem Gehäusedeckel 13 so gewählt, daß zwischen den dem Gehäusedeckel 13 benachbarten Enden der Funkenhörner 6 und dem Gehäusedeckel 13 Lichtbögen entstehen können. Durch die weiter oben beschriebenen Maßnahmen wandert der nach dem Ansprechen des Überspannungsschutzelements 1 entstandene Lichtbogen zunächst aus dem Zündbereich an die Spitzen der Funkenhörner 6. Dann bilden sich zwischen den Spitzen der Funkenhörner 6 und dem aus elektrisch leitendem Material bestehenden Gehäusedeckel 13 zwei Lichtbögen. Die sich dabei aufbauende Leiterschleife sorgt nun dafür, daß die beiden Lichtbögen hinter die Funkenhörner 6 getrieben werden. Insgesamt hat das zur Folge, daß sich zwei Lichtbögen ausbilden, die insgesamt für eine hohe Bogenbrennspannung beim Netzfolgestrom sorgen, so daß sich das Löschverhalten für den Netzfolgestrom wesentlich verändert hat, nämlich eine quasi-kurzschlußfeste Entladungsanordnung entstanden ist.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß bei dem Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzelements 1, zu dem eine Elektrode nach Fig. 2 gehört, also eine solche, bei der jedes Funkenhorn 6 zwei übereinander vorgesehene Bohrungen 7 aufweist, die zweite, untere Bohrung 7 dann wirksam wird, wenn die Zündhilfe 10 zwischen den Anschlußschenkeln 5 der Elektroden 2 heruntergebrannt ist. Die zweite Bohrung 7 dient also quasi als Sicherheit dafür, daß das Überspannungsschutzelement 1 auch in einem solchen Fall funktioniert.

Während in den Fig. 5 und 6 sowie 11 und 12 bevorzugte Ausführungsformen von Überspannungsschutzelementen 1 nur schematisch dargestellt sind, zeigen die Fig. 7 bis 10 im konstruktiven Detail eine bevorzugte Ausführungsform eines Überspannungsschutzelements 1. Dabei sei zunächst darauf hingewiesen, daß in den Fig. 1 bis 6 die Elektroden 2 so dargestellt sind, daß sich die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 von unten nach oben öffnet. Demgegenüber sind bei der auch hinsichtlich des konstruktiven Details in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsform und bei der Ausführungsform nach den Fig. 11 und 12 die Elektroden 2 so angeordnet, daß sich die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 von oben nach unten öffnet. Im übrigen sind bei der im konstruk-

tiven Detail in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsform eines Überspannungsschutzelements 1 die funktionswesentlichen Elemente, also die Elektroden 2 mit den Funkenhörnern 6 und die Zündhilfe 10 im wesentlichen so ausgeführt, wie dies zuvor in Verbindung mit den Fig. 1 bis 6 im einzelnen beschrieben worden ist, so daß sich diesbezügliche Ausführungen in Verbindung mit den Fig. 7 bis 10 erübrigen. Die Fig. 7 bis 10 zeigen also vor allem konstruktive Details in bezug auf das Gehäuse 4.

Wie die Fig. 7 und 10 zeigen, ist dem Gehäuse 4 ein besonders gestalteter Gehäusedeckel 13 zugeordnet. Dieser Gehäusedeckel 13 weist eine domartige Ausformung 14 auf, in die ein die Elektroden 2 aufnehmender Halter 15 eingesetzt ist. Der Gehäusedeckel 13 ist durch innenliegende Schrauben 16 mit dem eigentlichen Gehäuse 2 verbunden.

Weiter oben ist ausgeführt worden, daß das Gehäuse 4 zumindest teilweise aus einem Kunststoff besteht, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung keinen Kohlenstoff abgibt oder zumindest teilweise mit einem solchen Kunststoff ausgekleidet ist. Bei der Ausführungsform, die in den Fig. 7 bis 10 dargestellt ist, ist die zweite Alternative realisiert; das Gehäuse 4 weist also eine Auskleidung 17 aus einem Kunststoff auf, der bei einer Erhitzung bzw. einer Verbrennung keinen Kohlenstoff abgibt.

In Verbindung mit den Fig. 5 und 6 sowie 11 und 12 ist weiter oben ausgeführt worden, daß die Seitenwandungen 12 des Gehäuses 4 bis an die Funkenhörner 6 der Elektroden 2 herangezogen sind, wodurch ein außerordentlich gutes Laufverhalten des Lichtbogens eintritt. Die im konstruktiven Detail in den Fig. 7 bis 10 dargestellte Ausführungsform eines Überspannungsschutzelements 1 erreicht das gleiche gute Laufverhalten des Lichtbogens dadurch, daß der durch die Funkenhörner 6 gebildeten Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 seitlich Begrenzungselemente 18 zugeordnet sind.

In Verbindung mit den Fig. 5 und 6 sowie 11 und 12 ist weiter oben auch erläutert worden, daß der den Funkenhörnern 6 der Elektroden 2 benachbarte Gehäusedeckel 13 aus elektrisch leitendem Material besteht, wobei der Abstand zwischen den dem Gehäusedeckel 13 benachbarten Enden der Funkenhörner 6 der Elektroden 2 und dem Gehäusedeckel 13 so gewählt ist, daß zwischen den dem Gehäusedeckel 13 benachbarten Enden der Funkenhörner 6 und dem Gehäusedeckel 13 Lichtbögen entstehen können. Das gleiche Ergebnis ist bei der im konstruktiven Detail in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsform dadurch erreicht, daß im Gehäuse 4, den Enden der Funkenhörner 6 der Elektroden 2 gegenüberliegend, eine Einlage 19 aus elektrisch leitendem Material, wiederum vorzugsweise aus abbrandfestem Material, vorgesehen ist.

Im übrigen zeigen die Fig. 7 bis 10, insbesondere die Fig. 7 bis 9, daß das Gehäuse 4 - und dementsprechend auch der Gehäusedeckel 13 - unsymmetrisch ausgeführt ist. Tatsächlich liegen nämlich einmal auf der

einen Seite und das andere Mal auf der anderen Seite der senkrechten Hauptebene einerseits die Schrauben 16, mit denen der Gehäusedeckel 13 mit dem Gehäuse 4 verbunden ist, andererseits Anschlußkörper 20 zum Anschluß von nicht dargestellten elektrischen Leitungen. Unterhalb der Schrauben 16, mit denen der Gehäusedeckel 13 mit dem Gehäuse 14 verbunden ist, sind Ausblasöffnungen 21 realisiert.

Wie Fig. 11 zeigt, ist innerhalb des Gehäuses 4 des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelements 1 mindestens eine eine Mehrzahl von Löschblechen 22 aufweisende Löschblech-Anordnung 23 vorgesehen. Tatsächlich sind zwei Löschblech-Anordnungen 23 vorgesehen und die beiden Löschblech-Anordnungen 23 an den einander abgewandten Seiten der Elektroden 2 - mit Abstand zu den Elektroden 2 - angeordnet. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß der Blitzstoßstrom vom Netzfolgestrom entkoppelt wird. Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, das erfindungsgemäße Überspannungsschutzelement mit drei Löschblech-Anordnungen zu versehen, nämlich mit einer Löschblech-Anordnung gegenüber den den Anschlußelementen fernen Enden der Elektroden und mit zwei Löschblech-Anordnungen an den einander abgewandten Seiten der Elektroden.

Um den Lichtbogen aufzuteilen, sind Kräfte erforderlich, die den Lichtbogen in die Löschblech-Anordnungen 13 hineintreiben. Deshalb werden Löschbleche 22 aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus Eisen verwendet. Das Zustandekommen der Kräfte, die den Lichtbogen in die Löschblech-Anordnungen 23 hineintreibt, erklärt sich bei der Verwendung von Löschblechen 22 aus ferromagnetischem Material aus dem Bestreben des einen stromdurchflossenen Leiter umgebenden Magnetflusses, möglichst durch die magnetisch viel besser als Luft leitenden Löschbleche 22 aus Eisen zu verlaufen; der Lichtbogen wird also von einer Löschblech-Anordnung 23, deren Löschbleche 22 aus ferromagnetischem Material bestehen, angezogen.

Im übrigen empfiehlt es sich, aus Eisen bestehende Löschbleche 22 mit einem Oberflächenüberzug aus korrosionsbeständigem Material zu versehen, vorzugsweise aus Silber oder aus Nickel.

Wie der Fig. 11 entnommen werden kann, haben im dargestellten Ausführungsbeispiel die Löschbleche 22 des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelements 1 einen rechteckigen Querschnitt, und zwar mit einem Verhältnis der Länge zur Breite von etwa 4 : 1 bis etwa 2 : 1, vorzugsweise von etwa 3 : 1.

Im übrigen zeigt die Fig. 11 insoweit eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzelements 1, als die Anschlußelemente der Elektroden 2, hier also die Anschlußschenkel 5 der Elektroden 2, jeweils mit einer dem dem Anschlußschenkel 5 nächsten Löschblech 22 zugeordneten Stromschleife 24 versehen sind. Die Stromschleifen 24 sind U-förmig ausgeführt und mit ihren offenen Seiten von den Elektroden 2 weg gerichtet angeordnet. Dadurch werden -

ohne diese Maßnahme auftretende - vom fließenden Strom herrührende Kräfte "neutralisiert".

In den Fig. 13 bis 16 sind nochmals zwei unterschiedliche Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Überspannungselementen 1 dargestellt. Beide Ausführungsformen haben zunächst den gleichen Aufbau, den auch die bisher beschriebenen Ausführungsformen haben. Insoweit wird also auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen.

Wesentlich ist nun für die in den Fig. 13 bis 16 dargestellten Ausführungsformen erfindungsgemäßer Überspannungsschutzelemente 1, daß die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 abgebogen bzw. abgewinkelt ist, die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 also gleichsam "schnabelförmig" ausgebildet ist. Durch diese besondere Ausbildung der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3, die zwischen 10° und 180°, vorzugsweise um etwa 90° abgebogen bzw. abgewinkelt sein kann, wird einerseits sichergestellt, daß das zwischen den Funkenhörnern 6 gebildete Plasma direkt und schnell ausgeblasen wird, daß andererseits, als Folge davon, der Lichtbogen schnell, sicher und gut gelöscht wird. Insgesamt ergibt sich durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Funkenstrecke eine hoch-blitzstromtrag- und netzfolgestromlöschfähige Trennfunkenstrecke.

Bei den in den Fig. 13 bis 16 dargestellten Ausführungsformen ergibt sich durch die Schnabelform ein größeres Funkenhorn 6a und ein kleineres Funkenhorn 6b. Die konstruktive Ausgestaltung der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 ist derart, daß am größeren Funkenhorn 6a ein etwa rechtwinklig zum Anschlußschenkel 5 verlaufender unterer geradliniger Bereich vorgesehen ist, an den sich dann ein bogenförmiger oberer Bereich anschließt. In entsprechender Weise ist das kleinere Funkenhorn 6b ausgebildet. Dieses weist einen unteren geradlinigen Bereich auf, an den sich ein bogenförmiger oberer Bereich anschließt. Es versteht sich, daß die Schnabelform selbstverständlich auch anders ausgebildet sein kann. So können die unteren geradlinigen Bereiche völlig entfallen und lediglich bogenförmige Bereiche vorgesehen sein. Auch müßte der untere geradlinige Bereich des größeren Funkenhorns 6a nicht im rechten Winkel zum Anschlußschenkel 5 verlaufen. Schließlich könnten statt der bogenförmigen Bereiche auch einer oder mehrere geradlinige Bereiche vorgesehen sein. Allerdings sollte gewährleistet sein, daß der untere Bereich der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 einen Winkel von etwa 10° bis 40°, vorzugsweise 20° bis 30° einschließt. Die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen bieten sich deshalb an, weil zwischen den einzelnen, zuvor erwähnten Bereichen ein stufenloser Übergang vorhanden ist und es nicht zu unbeabsichtigten Materialabträgen an Kanten oder Stufen kommt.

Die beiden in den Fig. 13 und 14 einerseits sowie in den Fig. 15 und 16 andererseits dargestellten Ausführungsformen haben jeweils eine weitere Gemeinsamkeit, nämlich daß sich die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 in eine im Gehäuse 4 befindliche Ausblasöffnung 25 hinein öffnet. Dies bedeutet also, daß das

Plasma direkt bzw. unmittelbar zusammen mit entstehenden Abgasen über die Ausblasöffnung 25 ausgeblasen werden kann.

Bei der in den Fig. 15 und 16 dargestellten Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Löschblechen 22 aufweisende Löschblech-Anordnung 23 innerhalb des Gehäuses 4 vorgesehen. Die Löschblech-Anordnung 23 ist im Anschluß an die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke 3 angeordnet, vorzugsweise im Bereich der Ausblasöffnung 25, und zwar direkt vor dieser. Die Löschbleche 22, die vorzugsweise einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, bestehen aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus Eisen. Aus "löschtechnischen" Gründen bietet es sich an, daß die Löschbleche einen Querschnitt mit einem Verhältnis der Länge zur Breite von etwa 4 : 1 bis 2 : 1, vorzugsweise von etwa 3 : 1 haben. Außerdem können die Löschbleche 22 mit einem Oberflächenüberzug aus korrosionsbeständigem Metall, vorzugsweise aus Silber oder aus Nickel, versehen sein.

Neben den in der Ausblasöffnung 25 vorgesehenen und angeordneten Löschblechen 22 weist die Löschblech-Anordnung 23 noch ein oberstes Löschblech 26 bzw. einen obersten Leiter und ein unterstes Löschblech 27 bzw. einen untersten Leiter auf. Bei der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform ist das oberste Löschblech 26 auf dem gleichen Potential wie das größere Funkenhorn 6a, während das untere Löschblech 27 auf dem gleichen Potential liegt wie das kleinere Funkenhorn 6b. Die jeweiligen Löschbleche 26, 27 sind mit den jeweiligen Funkenhörnern 6a, 6b galvanisch verbunden. Auch hierbei sollte vorgesehen sein, daß der Übergang vom größeren Funkenhorn 6a auf das oberste Löschblech 26 und vom kleineren Funkenhorn 6b zum untersten Löschblech 27 im wesentlichen stufenlos ist.

Um einen möglichst schnellen und guten Abtransport bei der der Entstehung des Lichtbogens auftretenden Abgase aus dem Gehäuse 4 zu realisieren, eine Niederschlagung im Gehäuse 4 weitestgehend zu vermeiden, ist bei der in den Fig. 15 und 16 dargestellten Ausführungsform vorgesehen, daß die Breite des größeren Funkenhorns 6a zumindest im oberen Bereich geringer ist als die Breite des Gehäuses 4 und daß gegenüberliegend der Ausblasöffnung 25 eine Abgasöffnung 28 im Gehäuse 4 vorgesehen ist. Zweckmäßigerweise ist beidseitig zwischen dem größeren Funkenhorn 6a und dem Gehäuse 4 je ein Schlitz 29, 30 vorgesehen, an den sich in Ausströmrichtung der Abgase die Abgasöffnung 28 anschließt. Insgesamt ergibt sich bei der in den Fig. 15 und 16 dargestellten Ausführungsform ein beidseitiger Austritt der Abgase.

Bei der in den Fig. 13 und 14 dargestellten Ausführungsform sind keine Schlitze vorgesehen. Hierbei sind die Seitenwandungen 31, 32 des Gehäuses 4 bis an die Funkenhörner 6a, 6b herangezogen. Dadurch ergibt sich ein außerordentlich gutes Laufverhalten des Lichtbogens; er läuft sehr schnell an die Spitzen der Funkenhörner 6a, 6b.

## Patentansprüche

1. Überspannungsschutzelement zur Ableitung von transienten Überspannungen, mit zwei Elektroden (2), einer zwischen den Elektroden (2) wirksamen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) und einem die Elektroden (2) aufnehmenden Gehäuse (4) wobei jede Elektrode (2) ein Anschlußelement, vorzugsweise einen Anschlußschenkel (5), und ein vorzugsweise unter einem spitzen Winkel zu dem Anschlußelement verlaufendes Funkenhorn (6) aufweist und die Funkenhörner (6) der beiden - mit Abstand zueinander angeordneten - Elektroden (2) zusammen die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) bilden, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb des Gehäuses (4) mindestens eine vorzugsweise eine Mehrzahl von Löschblechen (22) aufweisende Löschblech-Anordnung (23) vorgesehen ist.
2. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Löschblech-Anordnungen (23) vorgesehen sind und die Löschblech-Anordnungen (23) an den einander abgewandten Seiten der Elektroden (2) - mit Abstand zu den Elektroden (2) - angeordnet sind.
3. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschbleche (22) aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus Eisen bestehen.
4. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschbleche (22) mit einem Oberflächenüberzug aus korrosionsbeständigem Metall, vorzugsweise aus Silber oder aus Nickel, versehen sind.
5. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschbleche (22) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, vorzugsweise einen Querschnitt mit einem Verhältnis der Länge zur Breite von etwa 4 : 1 bis etwa 2 : 1, vorzugsweise von etwa 3 : 1 haben.
6. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußelemente der Elektroden (2) jeweils mit einer dem dem Anschlußelement nächsten Löschblech (22) zugeordneten Stromschleife (24) versehen sind.
7. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromschleifen (24) U-förmig ausgeführt und mit ihren offenen Seiten von den Elektroden (2) weg gerichtet angeordnet sind.

8. Überspannungsschutzelement (1) zur Ableitung von transienten Überspannungen, mit zwei Elektroden (2), einer zwischen den Elektroden (2) wirksamen Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) und einem die Elektroden (2) aufnehmenden Gehäuse (4), wobei jede Elektrode (2) ein Anschlußelement, vorzugsweise einen Anschlußschenkel (5), und ein Funkenhorn (6) aufweist, die beiden Funkenhörner (6) winklig zueinander angeordnet sind und zwischen den Funkenhörnern (6) der beiden - mit Abstand zueinander angeordneten - Elektroden (2) die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) abgebogen und/oder abgewinkelt ausgebildet ist, vorzugsweise zwischen 10° und 180°, insbesondere um etwa 90° abgebogen und/oder abgewinkelt ist.
9. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das größere Funkenhorn (6a) einen vorzugsweise etwa rechtwinklig zum Anschlußschenkel (5) verlaufenden unteren geradlinigen Bereich aufweist, an den sich ein bogenförmiger oberer Bereich anschließt, und daß das kleinere Funkenhorn (6b) einen unteren geradlinigen Bereich aufweist, an den sich ein bogenförmiger oberer Bereich anschließt.
10. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Bereich der Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) einen Winkel von etwa 10° bis 40°, vorzugsweise von etwa 20° bis 30° einschließt.
11. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten Bereiche der Funkenhörner (8, 9) im wesentlichen stufenlos ausgebildet sind.
12. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) unmittelbar in eine im Gehäuse (4) befindliche Ausblasöffnung (25) hinein öffnet.
13. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschblech-Anordnung (23) in der oder vorzugsweise unmittelbar im Anschluß an die Luft-Durchschlag-Funkenstrecke (3) angeordnet ist.
14. Überspannungsschutzelement nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschblech-Anordnung (23) im Bereich der Ausblasöffnung (25) angeordnet ist.
15. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das oberste Löschblech (26) auf dem gleichen Potential liegt wie das größere Funkenhorn (6a), während das unterste Löschblech (27) auf dem gleichen Potential liegt wie das kleinere Funkenhorn (6b).
16. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des größeren Funkenhorn (6a) zumindest im oberen Bereich geringer ist als die Breite des Gehäuses (4) und vorzugsweise gegenüberliegend der Ausblasöffnung (25) eine Abgasöffnung (28) im Gehäuse (4) vorgesehen ist.
17. Überspannungsschutzelement nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß beidseitig zwischen dem größeren Funkenhorn (6a) und den Seitenwandungen (31, 32) des Gehäuses (4) je ein Schlitz (29, 30) vorgesehen ist.

Fig. 1

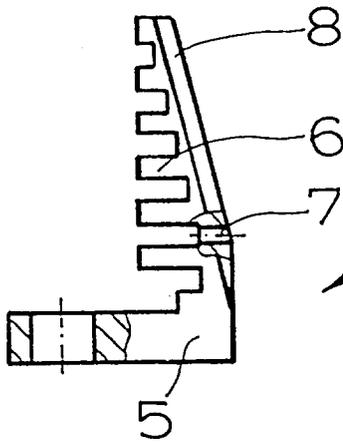


Fig. 2

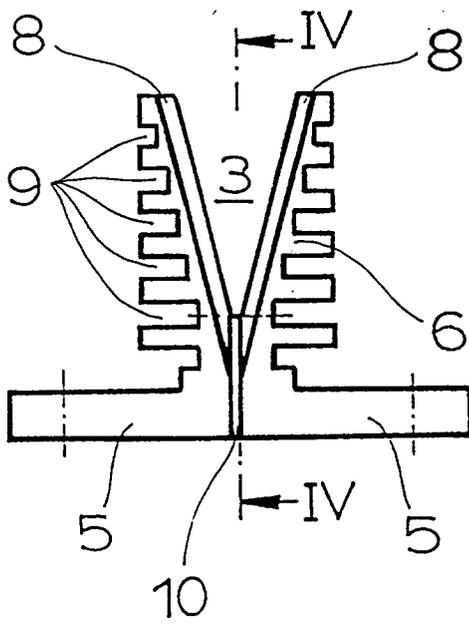
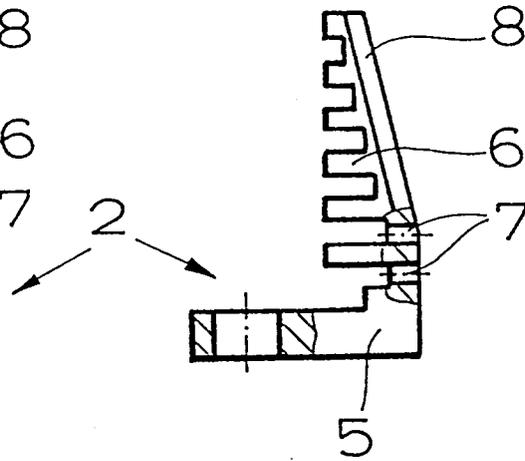


Fig. 3

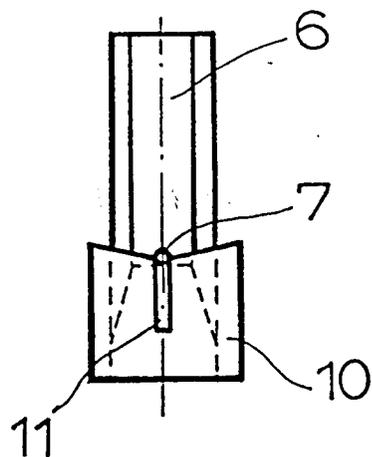
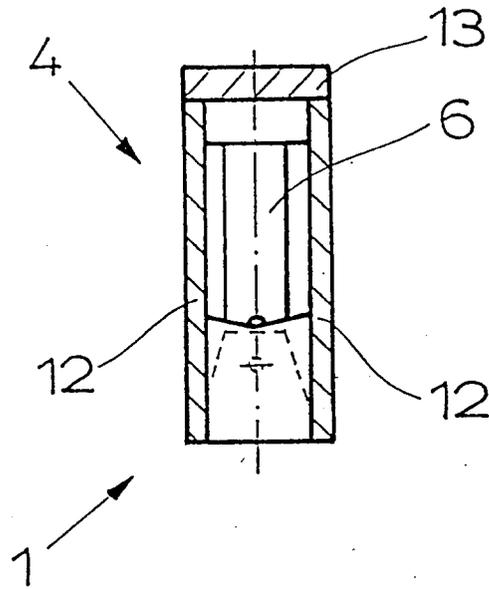
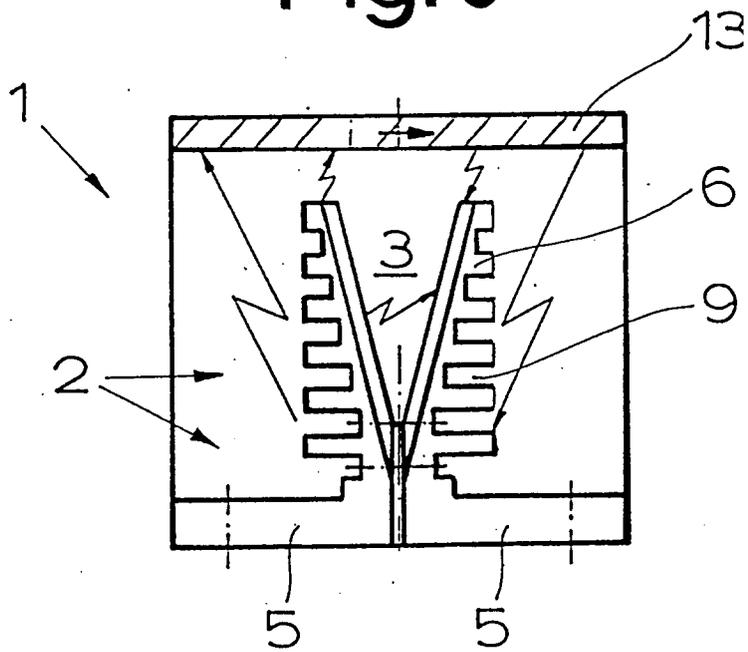


Fig. 4

# Fig. 5



# Fig. 6



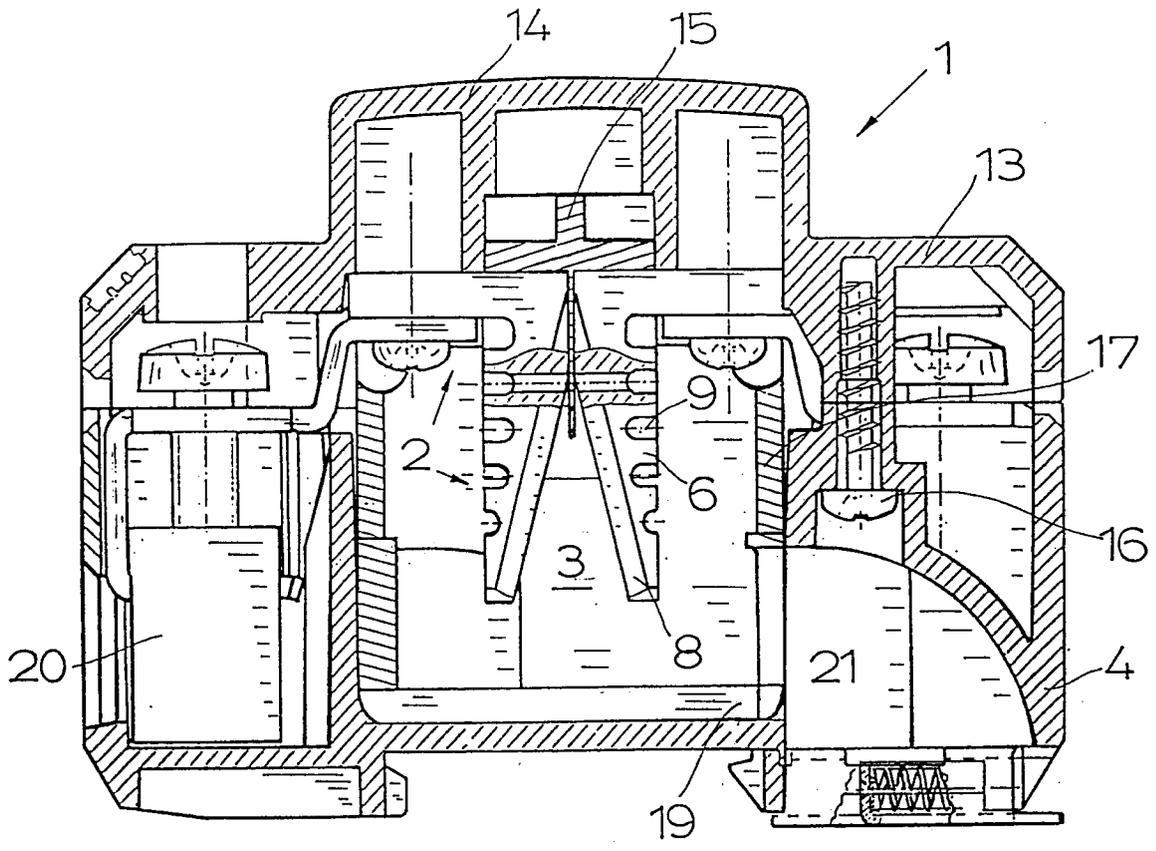


Fig. 7

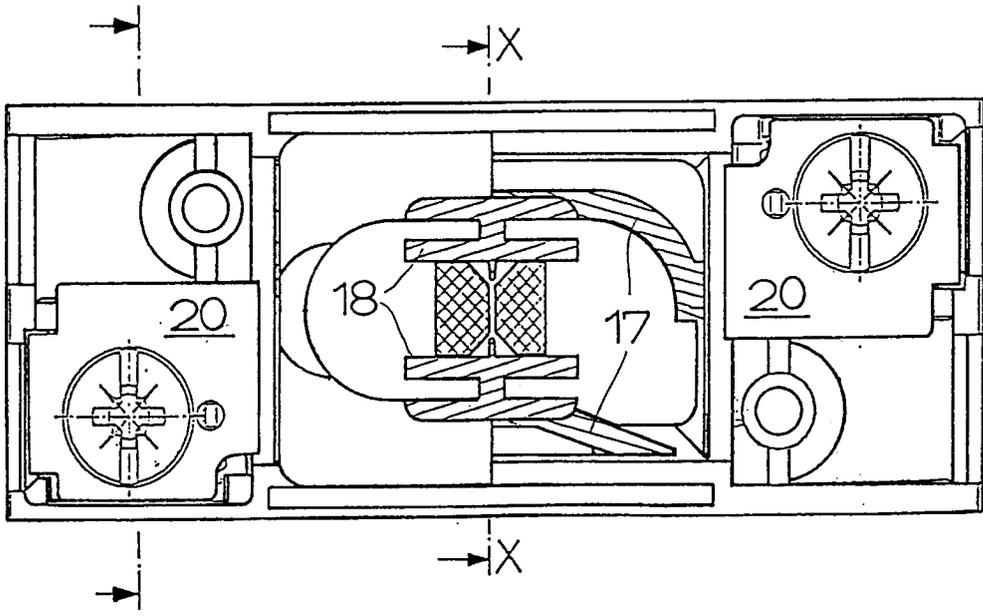
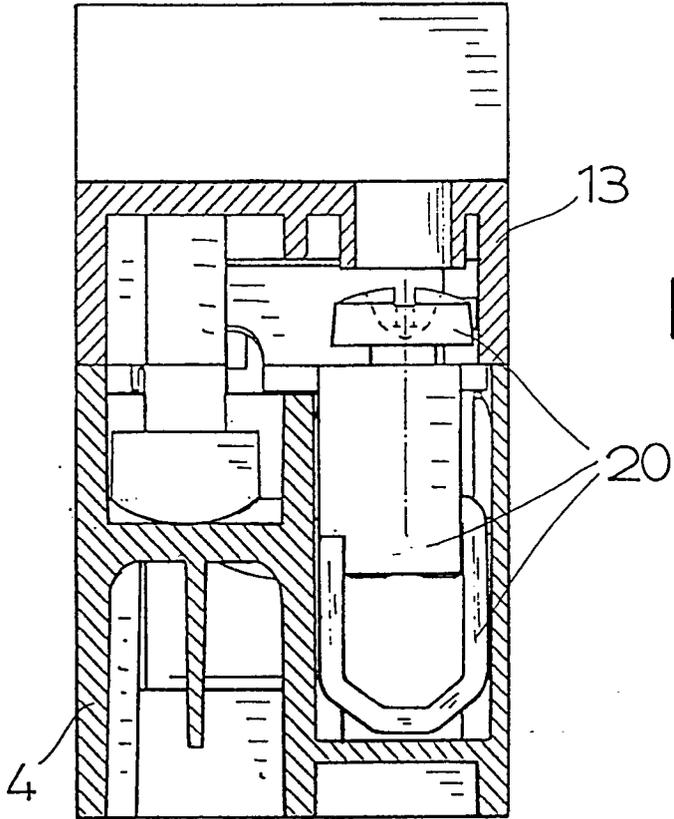
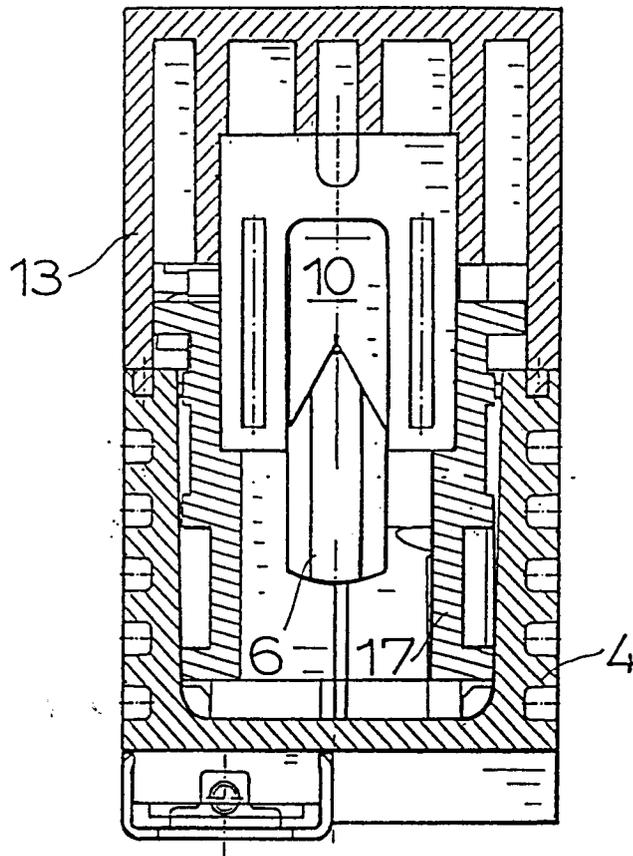


Fig. 8



**Fig. 9**

**Fig. 10**





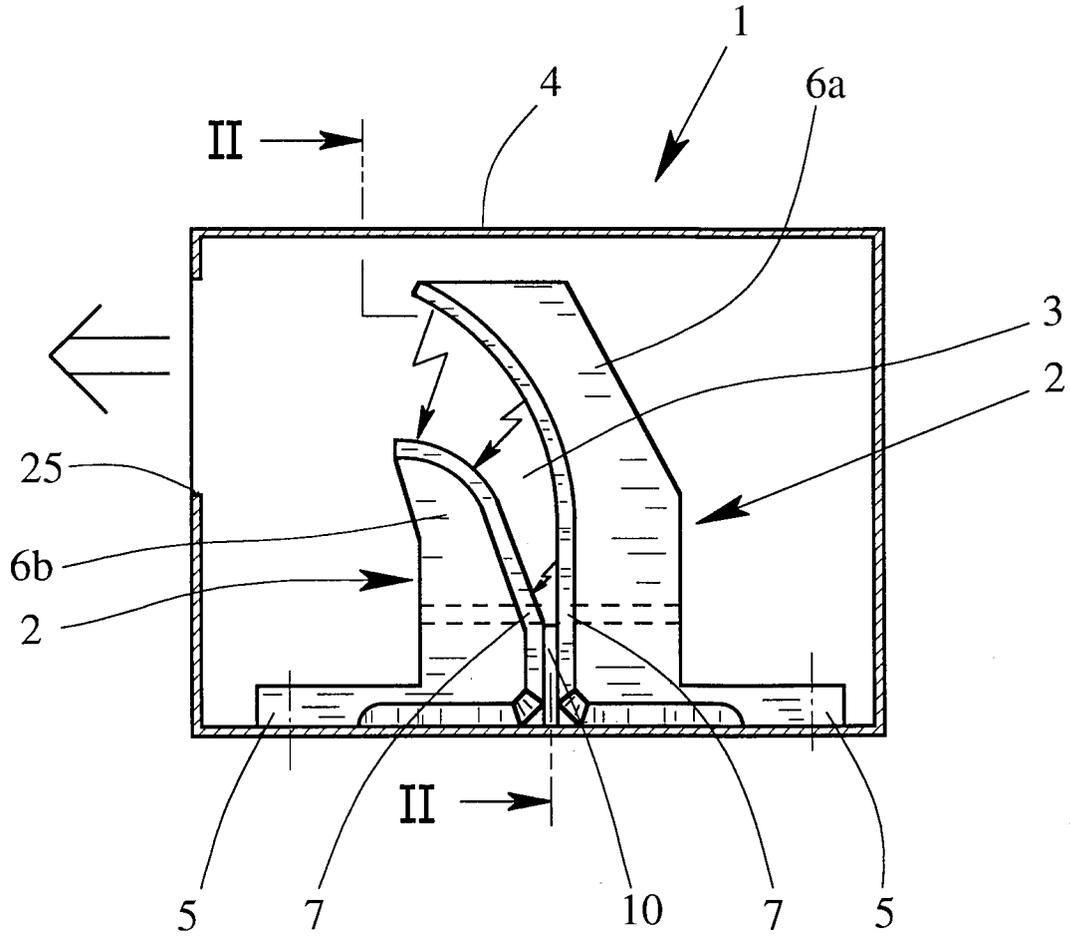


Fig. 13

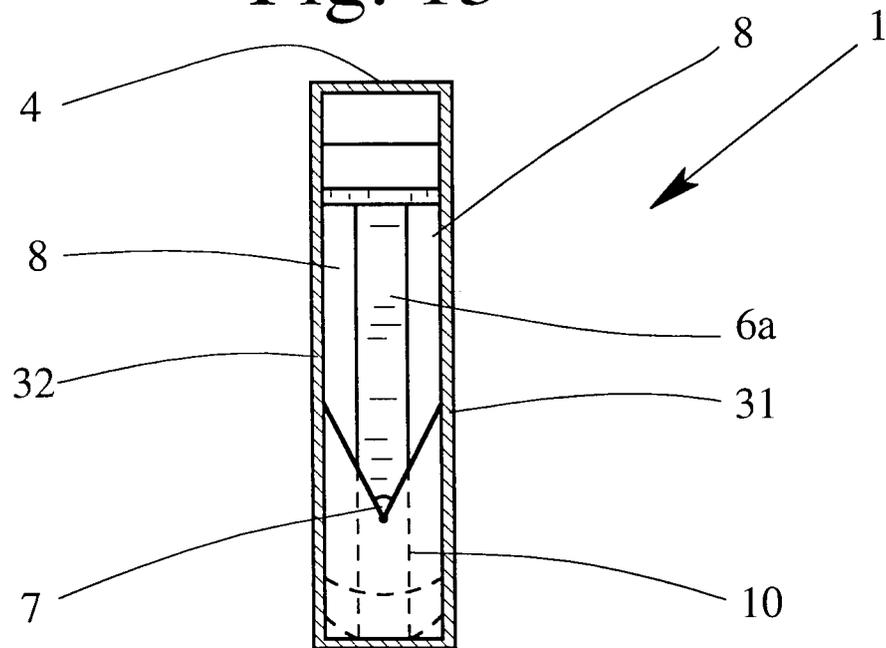


Fig. 14

