

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 556 478 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:

**27.01.1999 Patentblatt 1999/04**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01H 33/24**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:

**03.04.1996 Patentblatt 1996/14**

(21) Anmeldenummer: **92121436.7**

(22) Anmeldetag: **17.12.1992**

(54) **Trennschalter für eine metallgekapelte gasisolierte Hochspannungsanlage**

Disconnecting switch for a metal-sheathed gas-insulated high-tension installation

Interrupteur-séparateur pour une installation de haute tension blindée de métal à isolation de gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(30) Priorität: **15.02.1992 DE 4204529**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.08.1993 Patentblatt 1993/34**

(73) Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**  
**5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder: **Dunz, Thomas, Dr.**  
**CH-5413 Birmenstorf (CH)**

(74) Vertreter: **Kaiser, Helmut, Dr. et al**  
**Asea Brown Boveri AG**  
**Immaterialgüterrecht (TEI)**  
**Haselstrasse 16/699**  
**5401 Baden (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 046 303** **DE-A- 2 208 033**  
**DE-A- 2 215 656** **DE-A- 2 704 389**  
**DE-A- 3 344 179** **US-A- 4 296 288**  
**US-A- 4 403 125**

**EP 0 556 478 B2**

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Trennschalter für eine metallgekapselte gasisolierte Hochspannungsanlage nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

### STAND DER TECHNIK

Trennschalter für metallgekapselte gasisolierte Hochspannungsanlagen sollten derart ausgebildet sein, dass Vorzündungen während eines Schaltvorganges nicht zu Querdurchschlägen und damit zu Kurzschlüssen mit der Metallkapselung führen. Die Ursache für Querdurchschläge liegt in der statistisch bedingten räumlichen Aufweitung einer Leaderentladung während der Vorzündphase und dem anschliessenden Umschlagen der ursprünglich dominant axialen Verteilung des elektrischen Feldes in eine dominant radiale Feldverteilung, nachdem die von einem der beiden Schaltstücke ausgehende Leaderentladung das Gegenschaltstück erreicht hat.

Ein Trennschalter der eingangs genannten Art ist in DE 27 04 389 C3 beschrieben. Dieser Trennschalter weist einen hohl ausgebildeten beweglichen Schaltstift sowie ein den Schaltstift gleitend umfassendes Isolierstoffrohr auf, welches beim Einschalten die von zwei Abschirmelektroden begrenzte Trennstrecke des Schalters lichtbogenundurchlässig überbrückt. Ein beim Einschalten aufgrund eines Vorüberschlags entstehender Lichtbogen wird innerhalb des Kontaktsystems gefangen, so dass ein Auswandern des Lichtbogens auch bei längerer Brenndauer von mehreren Sekunden mit Sicherheit vermieden wird. Das Isolierrohr ist hierbei dielektrisch hoch belastet.

Ein weiterer Trennschalter für eine metallgekapselte gasisolierte Schaltanlage ist aus DE 33 44 179 A1 bekannt. Der bekannte Trennschalter weist grossflächige und in radialer Richtung sehr ausgedehnte Abschirmelektroden auf. Hierdurch wird ein intensiver Durchgriff der radialen Komponente des herrschenden elektrischen Feldes in den Bereich unterdrückt, in dem sich ein bei einem Schaltvorgang eingeleiteter Leader aufweitet. Da jedoch die in der Hochspannungsanlage geforderten Spannungen zwischen den Abschirmelektroden und der geerdeten Metallkapselung gehalten werden müssen, bedingt der bekannte Trennschalter zwangsläufig auch grosse und daher unwirtschaftliche Abmessungen der Metallkapselung.

Ein weiterer metallgekapselter, gasisolierter Trennschalter ist in der Betriebsanleitung zum Lasttrennschalter 8D.2 der Fa. Siemens Aktiengesellschaft (Bestell-Nr. SW 8414a) angegeben. Dieser Schalter weist einen hohlen, beweglichen Schaltstift auf, welcher mit einem hohlen, feststehenden Schaltstück zusammenwirkt. Das freie Ende des feststehenden Schaltstücks

ist von einer Isolierkappe umfasst.

In der Betriebsanleitung zur metallgekapselten, gasisolierten Schaltanlage 8DP3 der Fa. Siemens Aktiengesellschaft (Bestell-Nr. SW 8713B) ist ein Erdungsschalter beschrieben, bei dem ein mit einem hohlen Erdstift zusammenwirkender Erdungskontakt von einer auf einem Metallgehäuse befestigten Isolierkappe umgeben ist. Die Isolierkappe verhindert ein Überschlagen von Lichtbögen zu anderen Teilen der Strombahn.

Eine in EP 0 046 303 A2 beschriebene Schaltzelle weist einen fahrbaren Leistungsschalter und einen beim Ausfahren des Leistungsschalters sich öffnenden Trennschalter auf. Ein feststehender Kontaktstift des Trennschalters ist am Boden eines topfförmig ausgebildeten Isolators angeordnet. Bei geöffnetem Trennschalter ist der Isolator mit einer als Berührungsschutz wirkenden, geerdeten Platte abgeschlossen. Ein über den Kontaktstift vorstehender und mit dem Kontaktstift elektrisch leitend verbundener Ring, welcher aus isolierstoffbeschichtetem Metall, mit Widerstandsmaterial (spezifischer Widerstand von  $10^3$  bis  $10^5 \Omega\text{cm}$ ) beschichtetem Isolierstoff oder aus dem Widerstandsmaterial gebildet sein kann, vergleichmässigt die elektrische Feldstärke und reduziert die Überschlagspannung zwischen der geerdeten Platte und dem Kontaktstift.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung, wie sie im Patentanspruch 1 definiert ist, löst die Aufgabe, einen Trennschalter der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem trotz geringer Abmessungen in radialer Richtung unerwünschte Querdurchschläge mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit vermieden werden.

Der Trennschalter nach der Erfindung weist eine Trennergeometrie auf, in der die räumliche Aufweitung der Leaderentladung reduziert und der Leader auf achsnahe Bereiche konzentriert wird. Daher besteht nur noch ein vergleichsweise geringes Restrisiko, dass sich eine in radialer Richtung erstreckte und einen Querdurchschlag einleitende Leadvverzweigung ausbilden kann. Entsprechend sind bei vergleichbarem Restrisiko ausladende Abschirmelektroden überflüssig und damit auch kleinere Abmessungen der Metallkapselung realisierbar.

### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt die einzige Figur eine Ausführungsform des Trennschalters nach der Erfindung, bei der in der linken Hälfte der Trennschalter im Einschaltzustand und in der rechten Hälfte während des Ausschaltens dargestellt ist.

### WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Der in der einzigen Figur dargestellte Trennschalter

weist eine rohrförmige und mit einem Isoliergas, wie beispielsweise  $\text{SF}_6$  von bis zu einigen Bar Druck, gefüllte und auf Erdpotential befindliche Metallkapselung 1 mit einer Rohrachse 2 auf. In der Metallkapselung 1 sind zwei im wesentlichen zylindersymmetrisch ausgebildete und längs der Achse 2 relativ zueinander bewegliche Schaltstücke 3, 4 vorgesehen. Beide Schaltstücke 3, 4 sind an nicht dargestellten Isolatoren gehalten und weisen jeweils eine Abschirmelektrode 5, 6 auf.

Das Schaltstück 3 ist feststehend angeordnet und enthält neben der Abschirmelektrode 5 eine stiftförmig ausgebildete und längs der Achse 2 erstreckte Vorzündelektrode 7. Am freien, dem Schaltstück 4 zugewandten Ende weist die Vorzündelektrode 7 ein Kontaktteil 8 auf, welches vorteilhafterweise aus einem für elektrische Widerstände geeigneten Werkstoff besteht. Die Abschirmelektrode 5 umgibt die Vorzündelektrode 7 unter Bildung eines hohlzylindrischen Zwischenraums 9 konzentrisch und ist in axialer Richtung etwa ebenso weit erstreckt wie die Vorzündelektrode 7. Auf der den Zwischenraum 9 radial nach aussen begrenzenden Innenfläche der Abschirmelektrode 5 sind Kontaktelemente 10 befestigt.

Das Schaltstück 4 weist überwiegend beweglich angeordnete Teile auf. So enthält es einen von einem nicht dargestellten Antrieb in axialer Richtung verschieblichen, rohrförmigen Kontaktträger 11, an dessen dem Schaltstück 3 zugewandten Ende eine Vorzündelektrode 12 befestigt ist. Der Kontaktträger 11 ist durch die feststehend und konzentrisch angeordnete Abschirmelektrode 6 geführt. Auf der dem Kontaktträger 11 zugewandten Innenfläche trägt die Abschirmelektrode 6 Kontaktelemente 13, welche in gleitender Weise auf dem Kontaktträger 11 aufliegen. Die Vorzündelektrode 12 weist ein hohlzylindrisch ausgebildetes Kontaktteil 14 auf sowie einen dieses Kontaktteil konzentrisch umgebenden und der Halterung einer Isolierhülse 15 dienenden Wulst 16.

Die Isolierhülse 15 besteht im wesentlichen aus einem Werkstoff mit hoher Dielektrizitätskonstanten und überragt in axialer Richtung das freie Ende der Vorzündelektrode 12 verglichen mit dem Abstand zwischen den Vorzündelektroden 7, 12 bei geöffnetem Schalter geringfügig, mindestens aber um einige Millimeter. Die Dielektrizitätskonstante der Isolierhülse 15 ist im allgemeinen grösser 10, vorteilhafterweise grösser 30.

Neben der Vorzündelektrode 7 kann auch die Vorzündelektrode 12 aus einem für elektrische Widerstände bestimmten Werkstoff gebildet sein. Der Widerstandswerkstoff ist mit Vorteil ein elektrisch leitender Kunststoff. Dieser Kunststoff kann ebenso wie der Werkstoff für die Isolierhülse ein gefülltes Polymer sein. Enthalten der Werkstoff der Vorzündelektrode 12 und der Isolierhülse 15 das gleiche Polymer, so wird eine besonders feste mechanische Verbindung zwischen dem Wulst 16 der Vorzündelektrode 12 und der Isolierhülse 15 erreicht und wird auch beim Auftreten grosser mechanischer Kräfte eine unerwünschte dielektrisch re-

levante Beschädigung an der Grenzfläche von Wulst 16 und Isolierhülse 15 mit Sicherheit vermieden.

Als Polymer für den Werkstoff der Vorzündelektrode 7 und/oder der Vorzündelektrode 12 und der Isolierhülse 15 geeignet sind vor allem Duomere, wie insbesondere Epoxide und Polyester, sowie auch bestimmte Elastomere und Thermoplaste. Als Füllmaterial für den Werkstoff der Isolierhülse besonders zu empfehlen sind Titanate, wie etwa Bariumtitanat, und/oder Titandioxid. Der Füllstoff der Vorzündelektroden 7 und/oder 12 kann von elektrisch leitenden Partikeln, wie insbesondere Graphit, Metallpulver, und/oder von leitfähig beschichteten, keramischen Pulvern gebildet sein. Der Füllstoffanteil an elektrisch leitfähigem Material sollte hierbei zweckmässigerweise so gross sein, dass der spezifische Widerstand des Werkstoffs höchstens  $10^{12} \Omega\text{m}$  beträgt. Ein besonders geeigneter Werkstoff enthält als Füllstoff feinkörniges Keramikpulver auf der Basis von beispielsweise Quarz oder Aluminiumoxid mit Teilchengrössen von typischerweise einigen  $\mu\text{m}$ . Die Pulverteilchen sind mit einer etwa durch Pyrolyisieren aufgetragenen leitfähigen Schicht aus beispielsweise Kohlenstoff und/oder Nickel versehen. Ausreichend sind Werkstoffe, die nach dem Aushärten einen spezifischen Widerstand von  $10^{10} - 10^{12} \Omega\text{m}$  aufweisen. Dies kann mit einem beispielsweise 5 - 10 %igen Anteil an leitfähigem beschichtetem Aluminiumoxid am verbleibenden - beispielsweise ebenfalls Aluminiumoxid aufweisenden - Teil des Füllmaterials des Werkstoffs erreicht werden.

Der Trennschalter nach der Erfindung wirkt wie folgt: Beim Einschalten soll der Trennschalter in die in der Figur in der linken Hälfte dargestellte Position gebracht werden. In dieser Position ist der Kontaktträger 11 und damit auch die Vorzündelektrode 12 in den von der Abschirmelektrode 5 und der Vorzündelektrode 7 gebildeten Zwischenraum 9 eingefahren. Strom fliesst in dieser Position von der Abschirmelektrode 5, über die Kontaktelemente 10, den Kontaktträger 11 und die Kontaktelemente 13 zur Abschirmelektrode 6.

Beim Einschaltvorgang wird das bewegliche Schaltstück 4 vom nicht dargestellten Antrieb aus der Ausschaltposition des Trennschalters nach oben in die in der Figur in der rechten Hälfte dargestellte Position geführt. In dieser Position sind die beiden Schaltstücke 3, 4 bereits so nahe aneinander gerückt, dass sich am Kontaktteil 14 der Vorzündelektrode 12 ein Leader 17 ausbilden kann. Bedingt durch die hohlzylindrische Ausbildung des Kontaktteils 14 sowie durch die geeignete Anordnung und Bemessung der Isolierhülse 15 ist am Ort des Leaderansatzes die elektrische Feldstärke  $E$  dort nicht nur am grössten, sondern weist auch eine radial nach innen gerichtete Komponente auf. Hierdurch wird eine Aufweitung des Leaders 17 weitgehend vermieden und der Leader 17 im wesentlichen auf die Achse 2 orientiert.

Von entscheidendem Einfluss ist hierbei die Grösse der Dielektrizitätskonstanten des Werkstoffes der Isolierhülse 15. Bereits mit einer Dielektrizitätskonstanten

grösser 10 wird eine den Leader 17 spürbar nach innen orientierende Beeinflussung des elektrischen Feldes auf die Rohrachse 2 erreicht. Mit einer Dielektrizitätskonstanten von ca. 30 kann der Leader 17 bereits soweit eingengt werden, dass die nachfolgende Leaderentladung mit sehr grosser Sicherheit auf der radial abgeschirmten Vorzünde­elektrode 7 eingefangen wird. Das elektrische Feld vor der Vorzünde­elektrode 7 ist durch deren stiftförmige Ausbildung derart beeinflusst, dass die Leaderentladung mit grosser statistischer Wahrscheinlichkeit darauf endet. Zufällige Einschläge auf der Abschirmelektrode 5 werden so ganz wesentlich unterdrückt. Hierdurch wird die räumliche Leaderaufweitung zusätzlich begrenzt und werden Oberflächenbeschädigungen der Abschirmelektroden 5, 6 vermieden. Das Ausbruch­risiko des Leaders 17 zum radialen Querdurchschlag wird so ganz erheblich reduziert und die Langzeitstabilität des dielektrischen Trenn­verhaltens erhöht.

Die zwischen den Vorzünde­elektroden 7 und 12 ge­zündete Leaderentladung führt unter normalen Be­triebsbedingungen der den Trennschalter enthaltenden Hochspannungsanlage zu isolationstechnisch unerwünschten Wanderwellen. Solche Wanderwellen werden dadurch weitgehend unterdrückt, dass mindestens eines beider Kontaktteile 8, 14 aus einem für elektrische Widerstände geeigneten Werkstoff gebildet ist. Von besonderem Vorteil ist es hierbei, wenn die gesamte Vor­zünde­elektrode 12 aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff, insbesondere auf der Basis eines gefüllten Polymers besteht, da dann die Isolierhülse 15 in be­sonders vorteilhafter Weise an der Vorzünde­elektrode 12 be­festigt werden kann.

## Patentansprüche

1. Trennschalter für eine metallge­kapselte gasisolierte Hochspannungsanlage mit zwei auf einer Achse (2) relativ zueinander beweglichen und jeweils mit einer Abschirmelektrode (5, 6) versehenen Schalt­stücken (3, 4), welche jeweils eine bei einem Schaltvorgang auf der Achse (2) gehaltene Vorzün­delektrode (7, 12) aufweisen, wobei die an einem ersten (4) beider Schaltstücke (3, 4) vorgesehene Vorzünde­elektrode (12) axial verschieblich angeord­net und hohlzylindrisch ausgebildet ist, dadurch ge­kennzeichnet, dass ein hohlzylindrisch ausgebilde­tes Kontaktteil (14) der am ersten Schaltstück (4) vorgesehenen Vorzünde­elektrode (12) konzentrisch umgeben ist von einer am freien Ende des ersten Schaltstückes (4) befestigten Isolierhülse (15) aus einem Werkstoff mit einer Dielektrizitätskonstanten grösser 10, welche verglichen mit dem Abstand zwischen den Vorzünde­elektroden (7, 12) bei geöff­netem Schalter geringfügig das Kontaktteil (14) überragt.

2. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich­net, dass zumindest das Kontaktteil (14) der am er­sten Schaltstück (4) vorgesehenen Vorzünde­elektrode (12) oder ein am freien Ende der Vorzünde­elektrode (7) eines zweiten (3) der beiden Schaltstücke (3, 4) angeordnetes Kontaktteil (8) aus einem für elektrische Widerstände geeigneten Werkstoff ge­bildet ist.
3. Schalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeich­net, dass der Widerstandswerkstoff elektrisch lei­tender Kunststoff ist.
4. Schalter nach einem der Ansprüche 2 oder 3, da­durch gekennzeichnet, dass der Werkstoff minde­stens einer der beiden Vorzünde­elektroden (7, 12) und der Isolierhülse (15) ein gefülltes Polymer ist.
5. Schalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeich­net, dass der Werkstoff der mindestens einen Vor­zünde­elektrode (7, 12) und der Isolierhülse (15) das gleiche Polymer aufweisen.
6. Schalter nach einem der Ansprüche 4 oder 5, da­durch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Vorzünde­elektrode (7, 12) einen ihr Kontaktteil (8, 14) konzentrisch umgebenden und der Halterung der Isolierhülse (15) dienenden Wulst (16) aufweist.
7. Schalter nach einem der Ansprüche 4 bis 6, da­durch gekennzeichnet, dass der Füllstoff der Iso­lierhülse (15) mindestens ein Titanat und/oder Ti­tandioxid enthält.
8. Schalter nach einem der Ansprüche 4 bis 7, da­durch gekennzeichnet, dass der Füllstoff der min­destens einen Vorzünde­elektrode (7, 12) elektrisch leitende Partikel und/oder ein leitfähig beschichte­tes, keramisches Pulver enthält.

## Claims

1. Disconnecter for a metal-encapsulated gas-insulated high-voltage installation having two contact members (3, 4) which can move relative to one another on an axis (2), are each provided with a screening electrode (5, 6) and each have a pre-arcing electrode (7, 12) which is held on the axis (2) during a switching process, the pre-arcing electrode (12) which is provided on a first (4) of the two contact members (3, 4) being arranged such that it can move axially and being of hollow-cylindrical design, characterized in that a contact part (14), of hollow-cylindrical design, of the pre-arcing electrode (12), which is provided on the first contact member (4), is concentrically surrounded by an insulating sleeve (15) which is attached to the free end of the first con-

tact member (4), is made of a material with a dielectric constant greater than 10 and projects slightly beyond the contact part (14) compared with the distance between the pre-arcing electrodes (7, 12) when the disconnecter is open.

2. Disconnecter according to Claim 1, characterized in that at least the contact part (14) of that pre-arcing electrode (12) which is provided on the first contact member (4), or a contact part (8) which is arranged at the free end of the pre-arcing electrode (7) of a second (3) of the two contact members (3, 4) is formed from a material which is suitable for electrical resistors.

3. Disconnecter according to Claim 2, characterized in that the resistance material is electrically conductive plastic.

4. Disconnecter according to one of Claims 2 or 3, characterized in that the material of at least one of the two pre-arcing electrodes (7, 12) and of the insulating sleeve (15) is a filled polymer.

5. Disconnecter according to Claim 4, characterized in that the material of the at least one pre-arcing electrode (7, 12) and of the insulating sleeve (15) has the same polymer.

6. Disconnecter according to one of Claims 4 or 5, characterized in that the at least one pre-arcing electrode (7, 12) has a bead (16) which concentrically surrounds its contact part (8, 14) end is used for retention of the insulating sleeve (15).

7. Disconnecter according to one of Claims 4 to 6, characterized in that the filler of the insulating sleeve (15) contains at least one titanate and/or titanium-dioxide.

8. Disconnecter according to one of Claims 4 to 7, characterized in that the filler of the at least one pre-arcing electrode (7, 12) contains electrically conductive particles and/or a conductively coated ceramic powder.

## Revendications

1. Sectionneur pour un équipement à haute tension en boîtier métallique à isolement gazeux comportant deux éléments de commutation (3, 4) mobiles l'un par rapport à l'autre sur un axe (2) et chacun muni d'une électrode de blindage (5, 6), lesquels présentent chacun une électrode de préamorçage (7, 12) maintenue sur l'axe (2) pendant une opération de commutation, l'électrode de préamorçage (12) prévue sur un premier (4) des deux éléments

de commutation (3, 4) étant disposée de manière à pouvoir coulisser dans le sens axial et a une forme cylindrique creuse, caractérisé par la fait qu'une pièce de contact (14) de forme cylindrique creuse de l'électrode de préamorçage (12) prévue sur le premier élément de commutation (4) est entourée de manière concentrique par une douille isolante (15) en un matériau ayant une constante diélectrique supérieure à 10 qui est fixée sur l'extrémité libre du premier élément de commutation (4) et qui dépasse de la pièce de contact (14), faiblement par rapport à l'écart entre les électrodes de préamorçage (7, 12), lorsque le sectionneur est ouvert.

2. Sectionneur selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au moins la pièce de contact (14) de l'électrode de préamorçage (12) prévue sur le premier élément de commutation (4) ou une pièce de contact (8) montée sur l'extrémité libre de la deuxième électrode de préamorçage (7) d'un deuxième (3) des deux éléments de contact (3, 4) est réalisée dans un matériau convenant aux résistances électriques.

3. Sectionneur selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le matériau résistif est un plastique conducteur d'électricité.

4. Sectionneur selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé par le fait que le matériau d'au moins l'une des deux électrodes de préamorçage (7, 12) et de la douille isolante (15) est un polymère rempli.

5. Sectionneur selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les matériaux de l'au moins une électrode de préamorçage (7, 12) et de la douille isolante (15) contiennent le même polymère.

6. Sectionneur selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que l'au moins une électrode de préamorçage (7, 12) présente un talon (16) qui entoure sa pièce de contact (8, 14) de manière concentrique et qui sert au maintien de la douille isolante (15).

7. Sectionneur selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que la masse de remplissage de la douille isolante (15) contient au moins un titanate et/ou un dioxyde de titane.

8. Sectionneur selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé par le fait que la masse de remplissage de l'au moins une des électrodes de préamorçage (7, 12) contient des particules conductrices d'électricité et/ou une poudre céramique enduite d'un conducteur d'électricité.

