

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. August 2009 (20.08.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/100904 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01B 17/42* (2006.01) *H01B 19/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/000983 (74) **Anwalt: STAMMLER, Wolfgang**; Tergau & Pohl, Mögendorfer Hauptstrasse 51, 90482 Nürnberg (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Februar 2009 (12.02.2009) (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 009 333.5  
14. Februar 2008 (14.02.2008) DE
- (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LAPP INSULATOR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Bahnhofstrasse 5, 95632 Wunsiedel (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **DENNDÖRFER, Heinz** [DE/DE]; Heinrich-von-Kleist-Weg 2, 95100 Selb (DE). **SEIFERT, Jens** [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Ring
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) **Title:** FIELD-CONTROLLED COMPOSITE INSULATOR
- (54) **Bezeichnung:** FELDGESTEUERTER VERBUNDISOLATOR

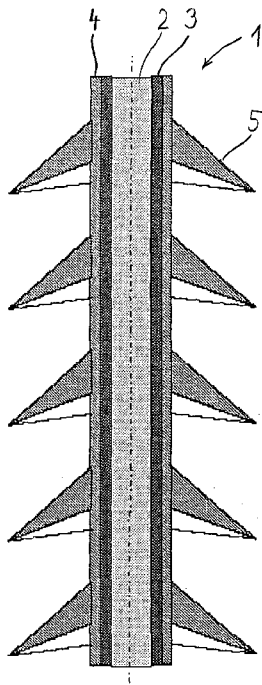


Fig. 1

(57) **Abstract:** The materials of an insulator are greatly stressed by the inhomogeneous distribution of the electric field across the surface thereof. One of the causes is the design configuration of the insulator. The field strength changes particularly in the region of the fittings due to the transition from the insulating materials of the shields and the insulator core to a metal material, due to the transition from the ground potential at the cross arm, or to the conductor potential at that location, where the conductor cables are attached. A further cause is the deposit of dirt, which is stress affecting an insulator overall. The invention therefore provides that a field control layer (3) is disposed between the core (2) and the protective layer (4) in at least one section (15; 16) of the insulator (1; 10), said control layer comprising particles as the filler, which influence the electric field of the insulator.

(57) **Zusammenfassung:** Die Werkstoffe eines Isolators werden durch die inhomogene Verteilung des elektrischen Feldes über seine Oberfläche stark belastet. Eine der Ursachen liegt in der konstruktiven Ausgestaltung eines Isolators. Insbesondere im Bereich der Armaturen verändert sich die Feldstärke wegen des Übergangs von den isolierenden Werkstoffen der Schirme und des Isolator-kerns zu einem metallischen Werkstoff, wegen des Übergangs zum Erdpotential an der Masttraverse beziehungsweise zum Leiterpotential, dort, wo die Leiterseile befestigt sind. Eine weitere Ursache sind die Schmutzablagerungen, eine Belastung, die einen Isolator insgesamt betrifft. Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, dass zwischen Kern (2) und Schutzschicht (4) mindestens in einem Abschnitt (15; 16) des Isolators (1; 10) eine Feldsteuerschicht (3) angeordnet ist, die das elektrische Feld des Isolators beeinflussende Partikel als Füllstoff enthält.



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

### Feldgesteuerter Verbundisolator

Die Erfindung betrifft einen feldgesteuerten Verbundisolator, enthaltend einen Stab oder Rohr als Isolator kern aus faserverstärktem Kunststoff, der mit einer Schirmhülle überzogen und an seinen Enden mit Armaturen bestückt ist.

- 5 Die Werkstoffe eines Isolators werden durch die inhomogene Verteilung des elektrischen Feldes über seine Oberfläche stark belastet. Eine der Ursachen liegt in der konstruktiven Ausgestaltung eines Isolators. Insbesondere im Bereich der Armaturen verändert sich die Feldstärke wegen des Übergangs von den isolierenden Werkstoffen der Schirme und des Isolator kerns zu einem metallischen
- 10 Werkstoff, wegen des Übergangs zum Erdpotential an der Masttraverse beziehungsweise zum Leiterpotential, dort, wo die Leiterseile befestigt sind. Zur Verhinderung der dadurch bedingten örtlichen Feldstörung, insbesondere Feldstärkeüberhöhungen, kann die so genannte geometrische Feldsteuerung eingesetzt werden. Durch Abrundungen von Ecken und Kanten wird die Geometrie
- 15 der Werkstücke, insbesondere die der Spannung führenden Teile, entschärft.

- Eine weitere Ursache sind die Schmutzablagerungen, eine Belastung, die einen Isolator insgesamt betrifft. Auf Verbundisolatoren, die als Außeninstallationen der Witterung ausgesetzt sind, lagern sich mit der Zeit dünne Schmutzschichten ab. Auf Grund der elektrischen Leitfähigkeit dieser Schichten können auf den
- 20 Isolatoroberflächen Ladungsströme fließen. Werden diese Schichten feucht, beispielsweise durch Regen oder Tau, wird die Leitfähigkeit noch weiter erhöht, was zu erhöhten Stromstärken der Leck- und Entladungsströme und zu ohmschen Verlusten führt. Das bewirkt eine Erwärmung der Schmutzschichten mit der Folge ihrer Abtrocknung. Die abtrocknenden Schmutzschichten werden lokal hochohmig,
- 25 so dass hier hohe Spannungsabfälle auftreten können. Wird dadurch bedingt die elektrische Durchschlagsfestigkeit der Umgebungsluft überschritten, treten Glimmentladungen oder elektrische Überschlagsentladungen auf, die die Ursache für eine Alterung und schließlich Zerstörung des Werkstoffs der Isolatoroberfläche sind.

- 2 -

Als Maßnahmen zur Vergleichmäßigung des elektrischen Feldes und zur Vermeidung örtlicher Feldstörung, insbesondere Feldstärkeüberhöhungen, werden örtliche Überzüge oder Beschichtungen aus Isolierwerkstoffen, beispielsweise Kunststoffen wie Epoxidharze und Polymere, mit Einlagerungen aus dielektrischen oder/und ferroelektrischen Stoffen als Feldsteuerschichten aufgebracht.

Von einem Ausführungsbeispiel des Hochspannungs-Verbundisolators gemäß der DE 32 14 141 A1 (dortige Fig. 2) ist es bekannt, dass eine Vielzahl von Schirmen mit einem über den Kern geschobenen Kragen sowie einer Kontakthülse zwischen dem letzten Schirm und der Metallarmatur halbleitend sind. Bei dieser Ausgestaltung des Isolators besteht die Gefahr, dass sich Metallpartikel und in der Luft befindliche sonstige Schmutzpartikel unmittelbar auf der elektrisch halbleitenden Schicht anlagern und von dort - aufgrund elektrischer Wechselwirkungen - durch die natürliche Bewitterung schlecht abgeschwemmt werden können. Diese Partikel können bei entsprechender Geometrie zu lokalen Feldstärkeerhöhungen und dadurch zu Beschädigungen des Isolators führen.

Aus der DE 197 00 387 B4 ist ein Verbundisolator bekannt, dessen Schirmelement und gegebenenfalls der Kern jeweils aus einem halbleitenden Werkstoff gefertigt sind. Die Halbleiterfähigkeit der Schirmhülle und des Kerns sind an jeder Stelle des Isolators gleich groß. Gegen Witterungseinflüsse und Verschmutzung muss die Schirmhülle zusätzlich mit einer Schutzschicht überzogen werden.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Verbundisolator vorzustellen, bei dem die Ursachen zur Bildung von örtlichen Feldstörungen, insbesondere Feldstärkeüberhöhungen und Coronaentladungen, durch eine auf die jeweilige Störung abgestimmte Feldsteuerschicht weitestgehend beseitigt sind.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt konstruktiv mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs und mittels eines Verfahrens zur Herstellung des erfindungsgemäßen Isolators nach den Ansprüchen 28 und 29. Vorteilhafte

- 3 -

Ausgestaltungen des Isolators und der Verfahren zu seiner Herstellung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

Der erfindungsgemäße Verbundisolator weist zumindest im Bereich der leiterseitigen Armatur auf dem Stab oder Rohr des Isolator kernels eine  
5 Feldsteuerschicht auf, die von der Armatur umschlossen wird. Der galvanische Kontakt zwischen der Feldsteuerschicht und der Armatur kann beispielsweise durch Leitlack, Metallringe oder Drahtgewebe hergestellt werden. Außerhalb der Armatur wird die Feldsteuerschicht von einer Schutzschicht oder direkt von den nahtlos auf den Kern extrudierten Schirmen umgeben. Der Isolator kern als Rohr oder Stab  
10 besteht in der Regel aus einem mit Glasfasern verstärkten Duromer wie beispielsweise Epoxidharz oder Polyesterharz.

Die Erfindung eignet sich für alle Arten von Verbundisolatoren, insbesondere für Hängeisolatoren, Stützisolatoren oder Durchführungsisolatoren. Der Einsatzbereich beginnt bei Hochspannungen über 1 kV und ist besonders effektiv bei Spannungen  
15 über 72,5 kV.

Die Feldsteuerschicht besteht in der Regel aus demselben Werkstoff wie die sie überdeckende Schutzschicht. Die Schutzschicht kann aber auch vorteilhaft aus einem höheren erosions- und kriechstromfesten Werkstoff bestehen. Die Schutzschicht besteht in jedem Fall aus einem Werkstoff mit hohen  
20 Isolationseigenschaften. Werkstoffe mit diesen Eigenschaften sind elastomere Werkstoffe, beispielsweise polymere Kunststoffe wie Silikonkautschuk (HTV) der Härteklassen Shore A 60 bis 90 oder Ethylen-Propylen-Copolymer (EPM). Auf den so vorbereiteten Kern mit Feldsteuerschicht und Schutzschicht werden die Schirme aufgeschoben, die aus demselben Werkstoff wie Schutzschicht bestehen können.  
25 Die Schutzschicht und die Schirme können auch in ein und demselben Arbeitsgang aus demselben Werkstoff auf den Kern extrudiert werden, wie es aus dem Patent EP 1147525 B1 bekannt ist.

- 4 -

Die Feldsteuerung kann resistiv oder kapazitiv oder in einer Kombination miteinander erfolgen. Dazu wird der Werkstoff der Feldsteuerschicht mit Partikeln als Füllstoff gefüllt, die die Feldsteuerung bewirken.

5 Zur resistiven Feldsteuerung, auch ohmschen Feldsteuerung genannt, ist eine Feldsteuerschicht mit ohmschen leitenden (conductiven) oder/und halbleitenden (semiconductiven) Füllstoffen vorgesehen. Bei den ohmschen leitenden Füllstoffen wird die lineare Werkstoffabhängigkeit zwischen Spannung und Strom ausgenutzt. Zu den leitfähigen Füllstoffen gehören beispielsweise Ruß,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  und andere Metalloxide.

10 Es gibt halbleitende Werkstoffe mit einer nicht-linearen Abhängigkeit zwischen Spannung und Strom. Diese Eigenschaften haben Varistoren, beispielsweise  $\text{ZnO}$ , die ab einer definierten Spannung beziehungsweise Feldstärke leitfähig werden und damit die Fähigkeit besitzen, Überspannungen zu begrenzen. Für die resistive Feldsteuerung eignen sich insbesondere Mikrovaristoren. Das sind Varistoren in  
15 Pulverform mit Korndurchmessern zwischen 50 nm und 100  $\mu\text{m}$ . Bei geeigneter Auslegung kann erreicht werden, dass ein mit Mikrovaristoren gefüllter Werkstoff, insbesondere ein Silikonwerkstoff, bei Stoßspannungsbeanspruchung eine hohe elektrische Leitfähigkeit und einen niedrigen Verlustleistungsumsatz im Dauerbetrieb aufweist.

20 Bei der kapazitiven Feldsteuerung werden Werkstoffe mit dielektrischen Eigenschaften eingesetzt wie beispielsweise  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{BaTiO}_3$  oder  $\text{TiO}_x$ . Diese Werkstoffe haben eine hohe Dielektrizitätskonstante (Permittivität).

Die refraktive Feldsteuerung ist eine Sonderform der kapazitiven Feldsteuerung. Durch geeignete Anordnung von Werkstoffen mit unterschiedlich großen  
25 Dielektrizitätskonstanten werden an den Übergängen der Werkstoffe die Feldlinien so gebrochen, dass örtliche Feldstörungen, insbesondere Feldstärke-Überhöhungen, möglichst beseitigt werden.

- 5 -

Die Feldsteuerschicht kann aus einer Lage oder mehreren Lagen bestehen, wobei die einzelnen Lagen unterschiedliche Feldsteuereigenschaften haben können.

Die Partikel, die als Füllstoffe den Lagen der Feldsteuerschicht zugegeben werden, haben einen Durchmesser von 10 nm bis zu 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise in einem Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$ . Ihre Größe richtet sich nach der Dicke der Lage und der Intensität und der Ausdehnung der zu erwartenden Feldstörung.

Der Anteil der Partikel liegt zwischen 50 und 90 % Gewichtsprozent, vorteilhaft bei 70 %.

Der Anteil der Partikel, der Füllgrad, kann oberhalb der Perkulationsgrenze liegen, d.h. dass sich die Partikel in direktem elektrischem Kontakt befinden.

Die Dicke einer Lage einer Feldsteuerschicht kann 1 mm bis 5 mm betragen, in der Regel 2 mm bis 3 mm. Sie richtet sich nach der Intensität und der Ausdehnung der zu erwartenden Feldstörung.

Die Feldsteuerschicht kann aus einer Lage bestehen und ausschließlich resistive Partikel als Füllstoff enthalten. Eine solche Schicht ist an den Stellen des Isolators vorgesehen, an denen vorzugsweise eine resistive, eine ohmsche Feldsteuerung erforderlich ist.

Die Feldsteuerschicht kann aus einer Lage bestehen und ausschließlich kapazitive Partikel als Füllstoff enthalten. Eine solche Schicht ist an den Stellen des Isolators vorgesehen, an denen vorzugsweise eine kapazitive, oder speziell eine refraktive, Feldsteuerung erforderlich ist.

Die Feldsteuerschicht kann aus einer Lage bestehen und der Anteil der resistiven oder kapazitiven Partikel kann über die Länge der Lage unterschiedlich sein. Bei gleicher Dicke kann durch Änderung des Anteils an Füllstoffen in der Lage die Intensität der Einwirkung auf die Feldstörungen örtlich verändert werden. Die

- 6 -

Änderung des Anteils am Füllstoff ist dann möglich, wenn der Füllstoff nicht bereits dem Werkstoff der Lage vor dem Auftragen zugemischt wurde, sondern erst in oder vor der Düse zum Auftragen der Lage dem Werkstoff zugemischt wird.

Die Dicke einer Lage einer Feldsteuerschicht kann über ihre Länge wechseln.  
5 Möglich ist das durch die Änderung der Vorschubgeschwindigkeit innerhalb des Extruders, der die Lage auf den Kern aufträgt. Bei gleichem Anteil an Füllstoffen kann durch Änderung der Dicke der Lage und damit der Anzahl der Partikel in der Lage die Intensität der Einwirkung auf die Feldstörungen örtlich verändert werden.

Die Feldsteuerschicht kann auch aus mindestens zwei Lagen mit resistiven oder  
10 kapazitiven Partikeln als Füllstoffen bestehen. Dabei kann die eine Lage einen höheren Anteil an resistiven beziehungsweise kapazitiven Partikeln haben als die andere Lage.

Die Feldsteuerschicht kann auch aus mindestens zwei Lagen bestehen, wobei eine Lage ausschließlich resistive und eine andere Lage ausschließlich kapazitive  
15 Partikel enthält. Bei mehreren Lagen übereinander können sich die Lagen in ihrer Reihenfolge abwechseln.

Die Feldsteuerschicht kann aus einer Lage bestehen und eine Mischung von resistiven und kapazitiven Partikeln enthalten.

Die Feldsteuerschicht kann auch aus mindestens zwei Lagen bestehen, wobei eine  
20 Lage eine Mischung von resistiven und kapazitiven Partikeln enthält und die andere Lage ausschließlich resistive oder kapazitive Partikel enthält.

Bei mehreren Lagen übereinander können sich die Lagen hinsichtlich ihrer Wirkung auf das elektrische Feld in ihrer Reihenfolge oder/und Zusammensetzung abwechseln. Außerdem kann der Anteil der kapazitiven oder/und resistiven  
25 Partikeln in den einzelnen Lagen der Schicht unterschiedlich sein.



- 7 -

Die Feldsteuerschicht kann über die gesamte Länge des Isolator kernels aufgetragen sein. Sie kann sich aber auch nur über Teilbereiche erstrecken, wie beispielsweise im Bereich der Armaturen. Die Feldsteuerschicht kann auch in einzelne Abschnitte unterteilt und dadurch unterbrochen sein.

- 5 In dem Fall, in dem die Feldsteuerschicht in einzelne Abschnitte unterteilt ist und aus mindestens zwei Lagen besteht, kann im Grenzbereich zum schichtfreien Abschnitt eine Lage länger sein als die andere und über die darüber oder darunter befindliche Lage hinaus weiter bis zu dem schichtfreien Abschnitt reichen, so dass  
10 kommt.

Durch die zuvor beschriebenen diskontinuierlichen Anordnungen der Schicht können hohe Verlustleistungen vermieden werden.

- Gegebenenfalls können die einzelnen Lagen einer Feldsteuerschicht durch isolierende Zwischenlagen voneinander getrennt sein, wenn Unterschiede der  
15 Leitfähigkeit im Kontaktbereich der beiden Lagen selbst zu unerwünschten Veränderungen des Feldes führen könnten.

- Die oben aufgeführten Kombinationsmöglichkeiten der Anzahl der Lagen, der Anordnung der einzelnen Lagen innerhalb einer Schicht und der Grad der Füllung mit kapazitiven oder/und resistiven Partikeln erlaubt es, an den möglichen Stellen,  
20 wo eine für den Isolator schädliche Inhomogenität des elektrischen Feldes auftreten kann, diese durch eine darauf abgestimmte Schicht zu verhindern oder zu unterdrücken.

Für die resistive Feldsteuerung werden Mikrovaristoren bevorzugt, insbesondere aus ZnO.

- 25 Zum Schutz der Feldsteuerschicht kann diese mit einer Schutzschicht, beispielsweise einer isolierenden HTV-Silikon-Extrudatschicht mit extrem guten

- 8 -

Kriechstrom-, Erosions- und Witterungsbeständigkeiten, überzogen sein, auf die dann die Schirme geschoben werden. Diese Schutzschicht erhöht die Freiluftbeständigkeit und kann bis zu 5 mm dick sein, vorteilhaft zwischen 2 mm und 3 mm.

- 5 Auf den Kern mit der Feldsteuerschicht können aber auch die Schirme direkt lückenlos aufextrudiert werden, wie es aus dem Patent EP 1147525 B1 bekannt ist. Schutzschicht und Schirme bestehen dann aus demselben Werkstoff.

Die Feldsteuerschicht kann auf den Kern durch einen Extruder aufgebracht werden, durch den der Kern hindurchgeschoben wird. Soll eine Schicht mit mehreren Lagen  
10 auf dem Kern aufgetragen werden, so kann das durch eine mehrstufige Düse oder durch mehrere hintereinander angeordnete Extruder erfolgen. Das Auftragen der Lagen muss so erfolgen, dass sie gut am Isolator kern haften und sich miteinander zu einer Schicht verbinden. Gegebenenfalls ist das Auftragen von Haftvermittlern erforderlich.

- 15 Die Erfindung bietet die Möglichkeit, eine Feldsteuerschicht nur an den Stellen einzusetzen, an denen kritische Störungen des elektrischen Feldes, insbesondere Feldstärkeüberhöhungen, auftreten können. Dadurch können die Verlustleistungen an den Isolatoren auf Minimalwerte reduziert werden.

Die Zusammensetzung der Feldsteuerschicht aus Lagen mit resistiven oder/und  
20 kapazitiven Partikeln oder der Aufbau der Schicht aus zwei oder mehreren Lagen, insbesondere mit unterschiedlichen Partikeln oder/und Partikelanteilen, sowie die Variation der Überdeckungslängen der Lagen können vorteilhaft auf die zu beseitigenden Feldstörungen, insbesondere Feldstärkeüberhöhungen, besonders durch lokale Verschmutzungen hervorgerufen, abgestimmt werden. Die  
25 Feldverteilung entlang des Isolators wird dadurch vergleichmäßigt. Dadurch wird die Entstehung von Glimmentladungen, Koronaentladungen und Überschlägen vermieden, wodurch eine vorzeitige Alterung des Werkstoffs vermieden wird.

An Hand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Verbundisolator mit einer Feldsteuerschicht, aus einer Lage bestehend, im Längsschnitt,
- Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem Verbundisolator mit einer Feldsteuerschicht aus zwei Lagen, wobei eine Lage nur einen Teil des Kerns überdeckt,
- Fig. 3 einen Langstabisolator, bei dem die Bereiche gekennzeichnet sind, in denen eine Feldsteuerschicht aufgetragen ist,
- Fig. 4 einen Langstabisolator, bei dem eine Feldsteuerschicht im Bereich der Armatur aufgetragen ist, an der die Leiterseile befestigt sind,
- Fig. 5 den Übergangsbereich von einem Isolator Kern zu einer Armatur im Längsschnitt,
- Fig. 6 einen Vergleichstest zwischen einem erfindungsgemäßen und einem herkömmlichen Isolator bei anliegender Wechselspannung unter Beregnung und
- Fig. 7 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Herstellung eines erfindungsgemäßen Isolators.

In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Verbundisolator 1 dargestellt. Im vorliegenden Fall ist es der Ausschnitt aus einem Langstabisolator. Auf einem Kern 2 aus glasfaserverstärktem Kunststoff ist eine Feldsteuerschicht 3 aufgetragen. In Abstimmung auf die auftretenden Feldstörungen kann sie kapazitive oder resistive Eigenschaften haben. Beispielsweise kann sie Mikrovaristoren aus ZnO zur resistiven Feldsteuerung enthalten. Die Feldsteuerschicht 3 ist von einer Schutzschicht 4 überzogen, welche aus einem erosions- und kriechstromfesten Werkstoff besteht und die Feldsteuerschicht 3 gegen Witterungseinflüsse und Verschmutzung schützt. Auf dieser Schutzschicht 4 sind in regelmäßigen Abständen die Schirme 5 angeordnet, die aus einem der bekannten polymeren Kunststoffe gespritzt sind.

- 10 -

In Figur 2 ist ebenfalls ein Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Verbundisolator 1 dargestellt. Mit der Figur 1 übereinstimmende Merkmale sind mit denselben Bezugsziffern bezeichnet. Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel besteht die Feldsteuerschicht 3 in einem Teilbereich des Isolators 1 aus zwei Lagen 5 31 und 32, von denen die Lage 32 über der durchgehenden Lage 31 angeordnet ist. Die beiden Lagen 31 und 32 können unterschiedliche Feldsteuereigenschaften aufweisen. So kann die äußere Lage 32 kapazitive und die durchgehende Lage 31 resistive Eigenschaften aufweisen. Eine solche Anordnung der Schichten kann beispielsweise im Bereich der Armaturen im Hinblick auf konstruktiv bedingte 10 Feldstörungen vorteilhaft sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Feldsteuerschicht 3 durchgehend gleichmäßig dick. In dem Bereich, in dem die Feldsteuerschicht 3 zweilagig ist, kann durch Reduktion der Extrusion die inneren Lage 31 dünner aufgetragen werden. So kann in einem zweiten Arbeitsschritt die äußere Lage 32 so dick aufgetragen werden, dass eine durchgehend gleichmäßige 15 Schichtdicke erreicht wird.

Die Figuren 3 und 4 zeigen Langstabisolatoren 10, wie sie beispielsweise bei Hochspannungs-Freileitungen eingesetzt werden. Der Aufbau der Feldsteuerschichten dieser Isolatoren kann beispielsweise dem Aufbau entsprechen, wie er bei den in den Figuren 1 oder 2 dargestellten Isolatoren 20 beschrieben ist. Die Isolatoren 10 hängen jeweils an einer Traverse 11 eines hier nicht dargestellten Hochspannungsmasten. Die Befestigung erfolgt in bekannter Weise mit einer Armatur 12 aus Metall. Am unteren Ende sind mittels einer weiteren Armatur 13 die Leiterseile 14 befestigt. Bei den vorliegenden Ausführungsbeispielen sind die Isolatoren 10, die eine Länge von 4 m haben, zur 25 Vermeidung zu hoher Verlustleistungen entweder nur abschnittsweise, wie in Figur 3 dargestellt, oder nur in einem bestimmten Bereich an einer Armatur, wie in Figur 4 dargestellt, mit einer Feldsteuerschicht überzogen. Der Isolator 10 in Figur 3 hat jeweils fünf gleich große Bereiche 15, in denen der Kern mit einer Feldsteuerschicht überzogen ist. Sie sind jeweils durch gleich große Bereiche ohne Feldsteuerschicht 30 unterbrochen. Der Isolator 10 in Figur 4 hat einen Bereich 16, der mit einer

- 11 -

Feldsteuerschicht überzogen ist und der sich von der Armatur 13, an denen die Leiterseile 14 befestigt sind, über ein Drittel der Stablänge aufwärts erstreckt.

Figur 5 zeigt in schematisierter Darstellung einen Übergangsbereich von einer Armatur zum Schirmhüllenbereich im Längsschnitt. Es ist ein Schnitt durch das Ende eines Isolators mit einer Armatur, an der die Leiterseile befestigt sind, wie er in den Figuren 3 oder 4 dargestellt ist. Übereinstimmende Merkmale mit den Figuren 2, 3 und 4 sind mit denselben Bezugsziffern bezeichnet.

Bei dem Isolator 1 oder 10 besteht der Kern aus einem Stab 2 aus glasfaserverstärktem Kunststoff, der mit einer Feldsteuerschicht 3 überzogen ist, die wiederum von einer Schutzschicht 4 umhüllt ist. Auf dieser Schutzschicht sind die Schirme 5 aufgezogen. Die Feldsteuerschicht 3 entspricht in ihrem Aufbau der, wie sie in Figur 2 dargestellt ist. Das Ende des Stabs 2 wird von der Armatur 13 umschlossen. Eine Lage 31 überzieht den Kern 2 des Isolators auf der in der Darstellung sichtbaren Länge vollständig. Es ist eine Lage mit resistiver Wirkung und enthält Mikrovaristoren. Darüber liegt nach außen eine Lage 32 mit kapazitiver Wirkung, die Füllstoffe mit dielektrischen Eigenschaften enthält. Die Lage 32 reicht vom Inneren der Armatur 13 bis oberhalb des ersten Schirms 5. Die kapazitive Feldsteuerung ist besonders geeignet, Feldstärkeüberhöhungen abzubauen, die konstruktiv bedingt sind, beispielsweise durch Kanten oder stufige Übergänge, wie sie am Übergang von einer Armatur zum Isolatorstab auftreten. Zur Verbesserung des leitfähigen Kontaktes zwischen den Lagen und der Armatur kann der den Kern umschließende Hohlraum der Armatur mit einem leitfähigen Lack überzogen sein. Auch Einlagen von Drahtschlingen oder Drahtnetzen sind, wie hier nicht dargestellt, möglich.

Figur 6 zeigt das Ergebnis eines Vergleichstests zwischen einem erfindungsgemäßen Langstabisolator, dessen Oberfläche mit einer Feldsteuerschicht entsprechend Figur 1 überzogen war, und einem herkömmlichen Langstabisolator als Referenzisolator, der ausschließlich mit HTV-Silikon ohne Feldsteuerschicht ausgestattet war. Die Schirme waren jeweils aus HTV-Silikon.

- 12 -

Die Schlagweite betrug 2765 mm. Bei beiden Prüflingen wurde auf einem GFK-Stab mit 16 mm Durchmesser eine 3 mm dicke Polymerschicht (Querschnittsfläche: 1,8 cm<sup>2</sup>) aufgetragen. Bei einem der Prüflinge waren der Polymerschicht zur Feldsteuerung Mikrovaristoren, ZnO-Varistoren in Pulverform, in einem Anteil von  
5 50 bis 90 Gewichts-%, vorzugsweise 70 Gewichts-% mit einer Korngröße von 10 nm bis 100 µm, vorzugsweise zwischen 0,1 µm und 10 µm beigemischt worden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel lag der Füllgrad der Mikrovaristoren oberhalb der Perkulationsgrenze, d.h. die Mikrovaristoren befanden sich in direktem elektrischen Kontakt untereinander.

10 In Figur 6 sind links der erfindungsgemäße und rechts der Referenzisolator während des Vergleichstests zu sehen. Bei einer anliegenden Wechselspannung von 750 kV (effektiv) wurden die Isolatoren beregnet. Während der Referenzisolator unter den untersten fünf, der Leiterseite zugewandten Schirmen starke Entladungsaktivitäten zeigt, ist der mit der Feldsteuerschicht ausgestattete Isolator  
15 völlig entladungsfrei.

In Figur 7 ist ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Herstellung eines erfindungsgemäßen Isolators dargestellt. Der Kern 2 des herzustellenden Isolators ist ein Stab, der aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff besteht. Dieser Stab 2 wird in Vorschubrichtung 20 durch nacheinander angeordnete Stationen geführt, wo er zum Isolator komplettiert wird. In der ersten Station 21 wird ein Haftvermittler 211 aufgetragen, damit sich die nachfolgend aufzutragenden Lagen der Feldsteuerschicht 3 innig mit dem Kern 2 verbinden. In dem Extruder 22 wird eine erste Lage 31 der Feldsteuerschicht aufgetragen, beispielsweise eine Lage mit Varistoren, eine Lage mit resistivem Charakter. Soll noch eine weitere Lage folgen,  
20 ist ein weiterer Extruder 23 zum Auftragen der weiteren Lage 32 vorgesehen, beispielsweise eine Lage mit kapazitivem Charakter. Statt zwei hintereinander angeordneter Extruder kann auch ein Zwei-Düsen-Extruder eingesetzt werden, der beide Lagen übereinander auf den Stab extrudiert. Der nächste Extruder 24 trägt die Schutzschicht 4 auf.

- 13 -

Je nach Herstellungsverfahren der Schirmhülle kann jetzt der Isolator kern mit einem Trennwerkzeug 25 getrennt werden. Im nächsten Schritt 26 können die Schirme aufextrudiert oder die bereits vorgefertigten Schirme 5 aufgeschoben werden. Eine thermische Behandlung 27 zur Aushärtung der Feldsteuerschicht, der Schutzschicht und der Schirme schließt die Herstellung des Isolators 1; 10 ab. Nach Vorbereitung der Enden des Stabs können die Armaturen darauf befestigt werden.

Werden die Schutzschicht und die Schirmhülle in ein und demselben Arbeitsgang als eine gemeinsame Schicht auf den Isolator kern 2 aufgebracht, erfolgt die Herstellung in der Station 26, entsprechend dem Patent EP 1147525 B1. Eine Trennung in einzelne, fertige Isolatoren 1; 10 erfolgt hier erst nach der thermischen Behandlung 27 mit einem Trennwerkzeug 28.

**Patentansprüche**

1. Verbundisolator (1; 10), enthaltend einen Kern (2), der mit Schirmen (5) umgeben sein kann, und eine den Kern (2) umgebende Schutzschicht (4), aus der gegebenenfalls auch die Schirme (5) geformt sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kern (2) und Schutzschicht (4) mindestens in einem Abschnitt (15; 16) des Isolators (1; 10) eine Feldsteuerschicht (3) angeordnet ist, die das elektrische Feld des Isolators beeinflussende Partikel als Füllstoff enthält.
2. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) aus einer, zwei oder mehr Lagen (31, 32) besteht und dass die einzelnen Lagen unterschiedliche Feldsteuereigenschaften haben.
3. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) aus einer Lage (31) besteht und ausschließlich resistive Partikel als Füllstoff enthält.
4. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der resistiven Partikel über die Länge der Lage unterschiedlich ist.
5. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) aus einer Lage (32) besteht und ausschließlich kapazitive Partikel als Füllstoff enthält.
6. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der kapazitiven Partikel über die Länge der Lage unterschiedlich ist.
7. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke einer Lage (31, 32) über ihre Länge unterschiedlich ist.



- 15 -

8. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht aus mindestens zwei Lagen besteht und dass die eine der Lagen einen höheren Anteil an resistiven Partikeln aufweist als die andere.
- 5 9. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht aus mindestens zwei Lagen besteht und dass die eine der Lagen einen höheren Anteil an kapazitiven Partikeln aufweist als die andere.
- 10 10. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) aus mindestens zwei Lagen besteht und dass die eine der Lagen (31) ausschließlich resistive und die andere Lage (32) ausschließlich kapazitive Partikel enthält.
- 15 11. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht aus einer Lage besteht und eine Mischung von resistiven und kapazitiven Partikeln enthält.
12. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht aus mindestens zwei Lagen besteht und dass die eine Lage eine Mischung von resistiven und kapazitiven Partikeln enthält und die andere Lage ausschließlich resistive oder kapazitive Partikel enthält.
- 20 13. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Lagen einer Feldsteuerschicht bei mehreren Lagen übereinander hinsichtlich ihrer Wirkung auf das elektrische Feld in ihrer Reihenfolge oder/und Zusammensetzung abwechseln.
- 25 14. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der kapazitiven oder/und resistiven Partikeln in den einzelnen Lagen der Schicht unterschiedlich ist.

- 16 -

15. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) über die gesamte Länge des Kerns (2) des Isolators (1) aufgetragen ist.
16. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) über einen Teilbereich (16) des Kerns (2) des Isolators (10) aufgetragen ist.
17. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) in einzelnen Abschnitten (15) über die Länge des Kerns (2) des Isolators (10) aufgetragen ist.
18. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Feldsteuerschicht, die in einzelne Abschnitte unterteilt ist und aus mindestens zwei Lagen besteht, im Grenzbereich zum schichtfreien Abschnitt eine Lage länger ist als die andere und über die darüber oder darunter befindliche Lage hinaus weiter bis zu dem schichtfreien Abschnitt reicht.
19. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Lagen der Feldsteuerschicht durch eine Lage aus einem isolierenden Werkstoff voneinander getrennt sind.
20. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff der Lagen (31, 32) der Feldsteuerschicht (3) aus einem elastomeren Werkstoff besteht.
21. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke einer Lage (31, 32) einer Feldsteuerschicht (3) 1 mm bis 5 mm, vorzugsweise 2 mm bis 3 mm, beträgt.
22. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die das elektrische Feld des Isolators beeinflussenden

- 17 -

Partikel einen Durchmesser von 10 nm bis zu 100  $\mu\text{m}$  haben, vorzugsweise in einem Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$ .

23. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Partikel in einer Schicht zwischen 50 und 90 Gewichtsprozent, vorzugsweise 70 Gewichtsprozent beträgt.

24. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Partikel, der Füllgrad, oberhalb der Perkulationsgrenze liegt.

25. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die für die resistive Feldsteuerung eingesetzten Partikel Mikrovaristoren mit Korndurchmessern zwischen 50 nm und 100  $\mu\text{m}$  sind.

26. Verbundisolator (1; 10) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die für die resistive Feldsteuerung eingesetzten Partikel aus ZnO bestehen.

27. Verbundisolator (1; 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schutzschicht (4) bis zu 5 mm beträgt, vorzugsweise zwischen 2 mm und 3 mm liegt.

28. Verfahren zur Herstellung eines Verbundisolators (1; 10), enthaltend einen Kern (2), der mit Schirmen (5) umgeben ist und eine den Kern (2) umgebende Schutzschicht (4) aufweist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Kern (2) des Isolators (1; 10) in mindestens einem Abschnitt (15; 16) eine Feldsteuerschicht (3) aus mindestens einer Lage (31, 32) eines elastomeren Werkstoffs aufgetragen wird (22, 23), dem das elektrische Feld des Isolators beeinflussende Partikel als Füllstoff zugegeben wurden und dass der gesamte Kern (2) mit der aufgetragenen Feldsteuerschicht (3) mit der Schutzschicht (4) überzogen wird (24), dass darauf die Schirme (5) aufgezogen oder anextrudiert werden (26)

- 18 -

und dass dann der Isolator (1; 10) einer Wärmebehandlung (27) zur Vulkanisierung der Kunststoffe unterzogen wird.

29. Verfahren zur Herstellung eines Verbundisolators (1; 10), enthaltend einen Kern (2), der mit Schirmen (5) umgeben ist und eine den Kern (2) umgebende Schutzschicht (4) aufweist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Kern (2) des Isolators (1; 10) in mindestens einem Abschnitt (15; 16) eine Feldsteuerschicht (3) aus mindestens einer Lage (31; 32) eines elastomeren Werkstoffs aufgetragen wird (22, 23), dem das elektrische Feld des Isolators beeinflussende Partikel als Füllstoff zugegeben wurden und dass der gesamte Kern (2) mit der aufgetragenen Feldsteuerschicht (3) mit der Schutzschicht (4) überzogen wird (24), dass aus dieser Schutzschicht (4) beim aufextrudieren gleichzeitig die Schirme (5) ausgeformt werden (26) und dass dann der Isolator (1; 10) einer Wärmebehandlung (27) zur Vulkanisierung der Kunststoffe unterzogen wird.
30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) in mindestens zwei Lagen (31, 32) mit unterschiedlichen Wirkungen auf das elektrische Feld aufgetragen wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) auf dem gesamten Kern (2) des Isolators (1) aufgetragen wird.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) im Bereich einer Armatur (13) auf dem Kern (2) des Isolators (10) aufgetragen wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldsteuerschicht (3) in Abschnitten (15) auf dem Kern (2) des Isolators (10) aufgetragen wird.

34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Feldsteuerschicht, die in einzelne Abschnitte unterteilt ist und aus mindestens zwei Lagen besteht, im Grenzbereich zum schichtfreien Abschnitt eine Lage über die darüber oder darunter befindliche Lage hinaus weiter bis zu dem schichtfreien Abschnitt aufgetragen wird.
- 5
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die mindesten eine Lage der Feldsteuerschicht in wechselnder Dicke auf dem Kern aufgetragen wird.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die mindesten eine Lage der Feldsteuerschicht mit einem sich über die Länge der Schicht ändernden Anteil an das elektrische Feld des Isolators beeinflussenden Partikeln auf dem Kern aufgetragen wird.
- 10
37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe der das elektrische Feld des Isolators beeinflussenden Partikeln beim Auftragen der Lage der Feldsteuerschicht auf dem Kern in unterschiedlicher Menge zum Extrudat erfolgt.
- 15

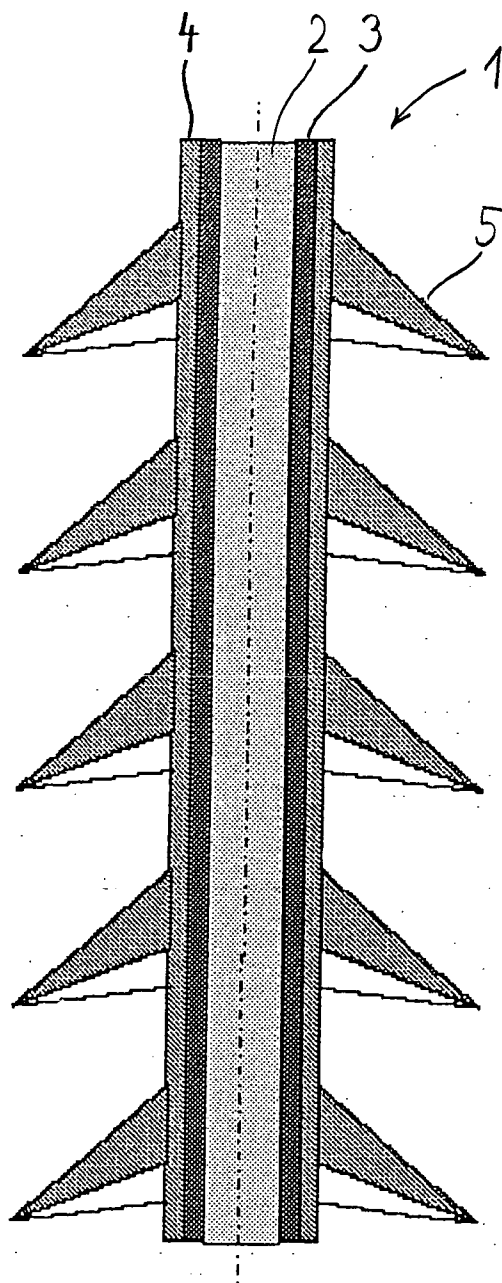


Fig. 1

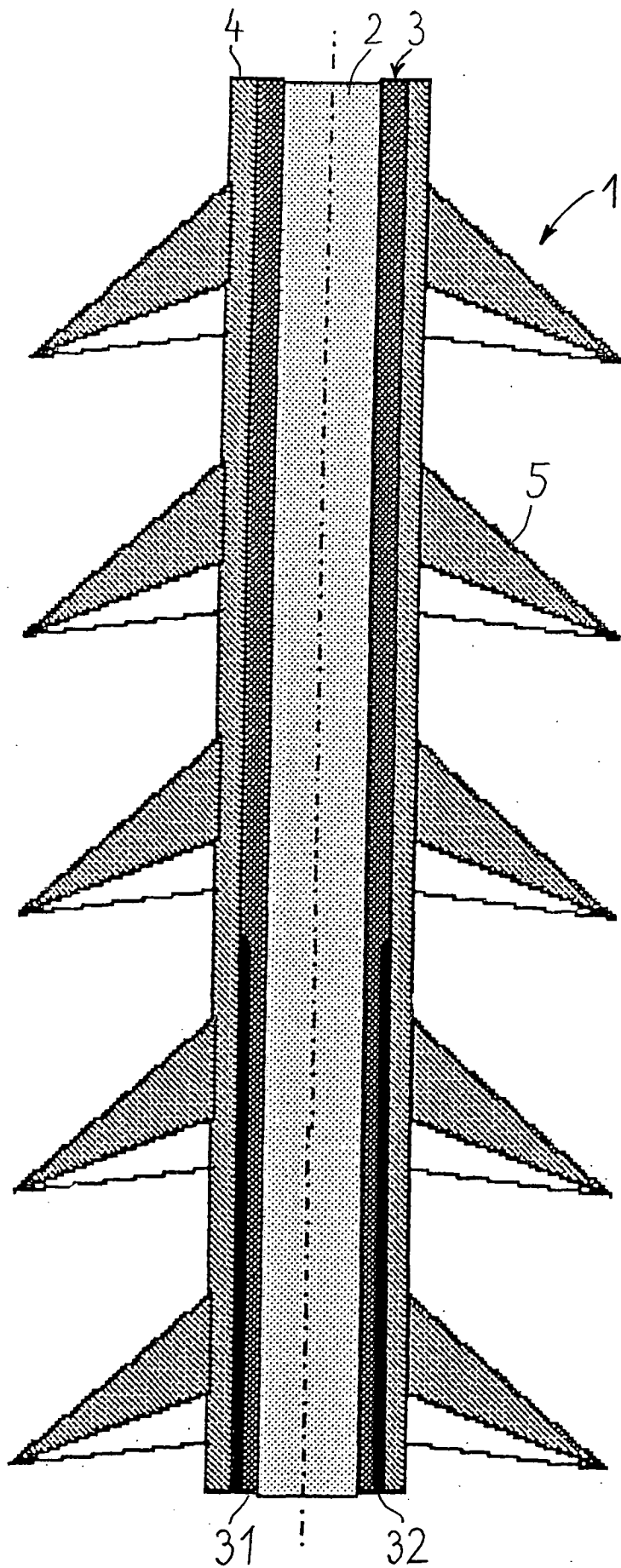


Fig.2

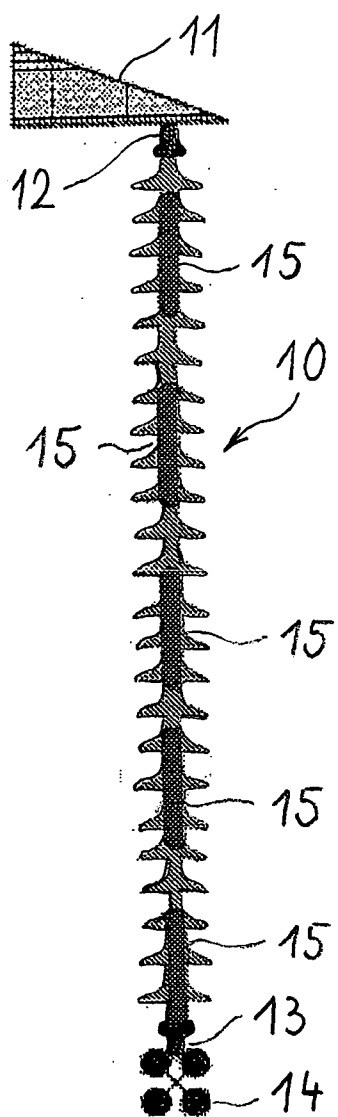


Fig. 3

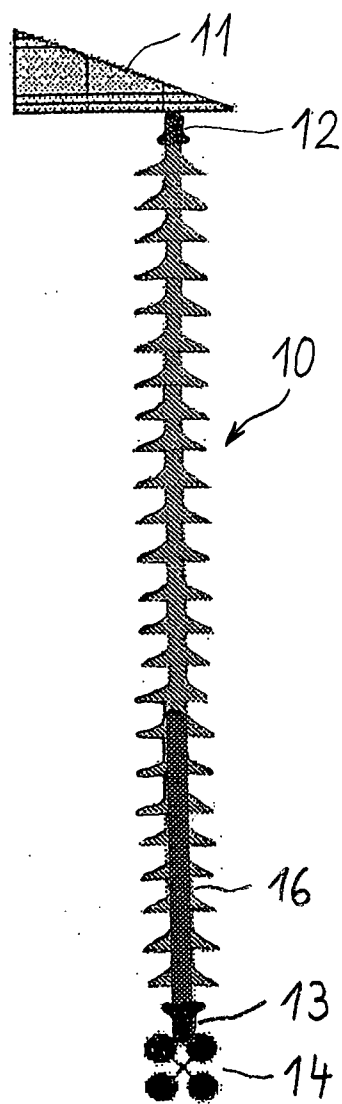
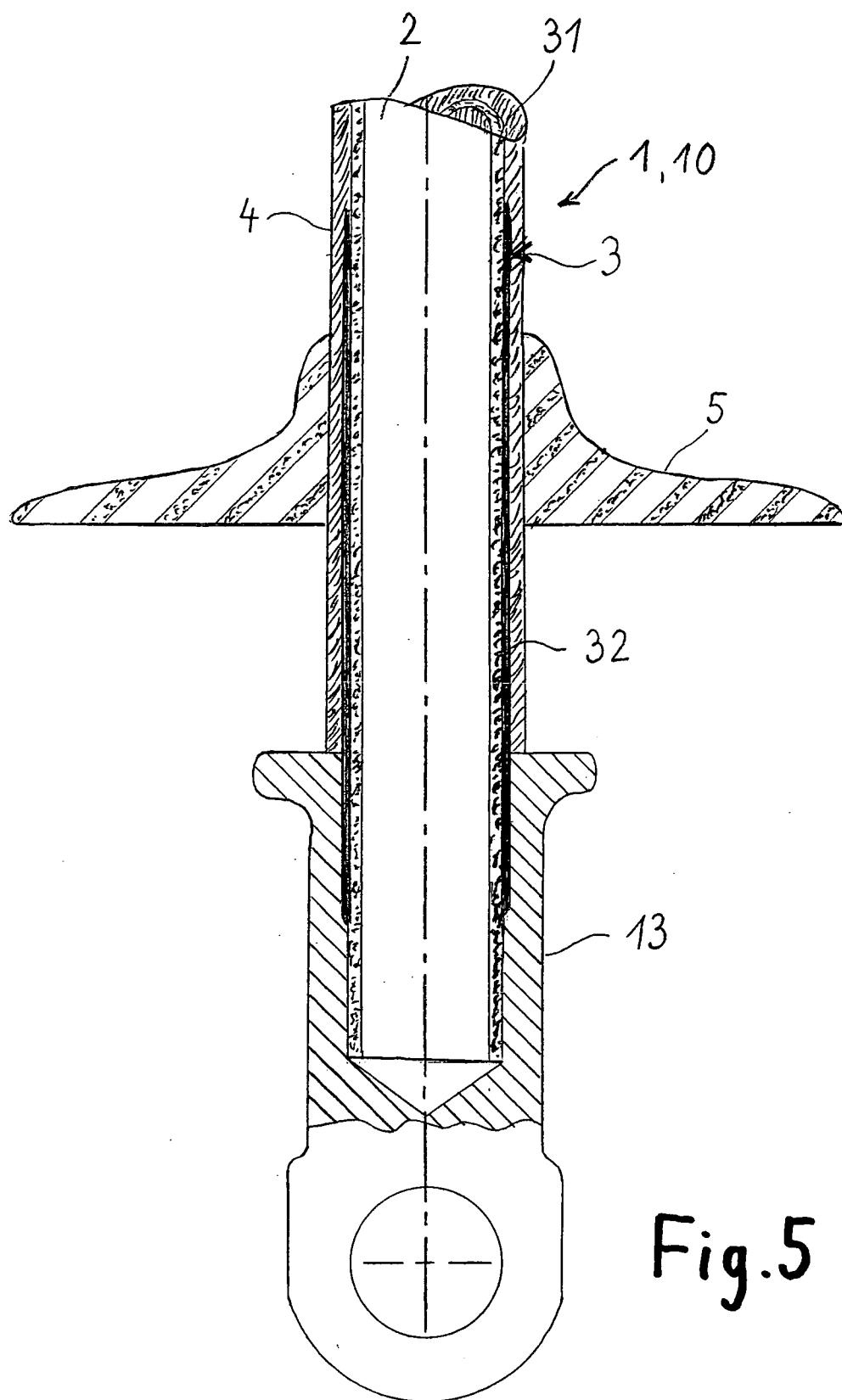


Fig. 4





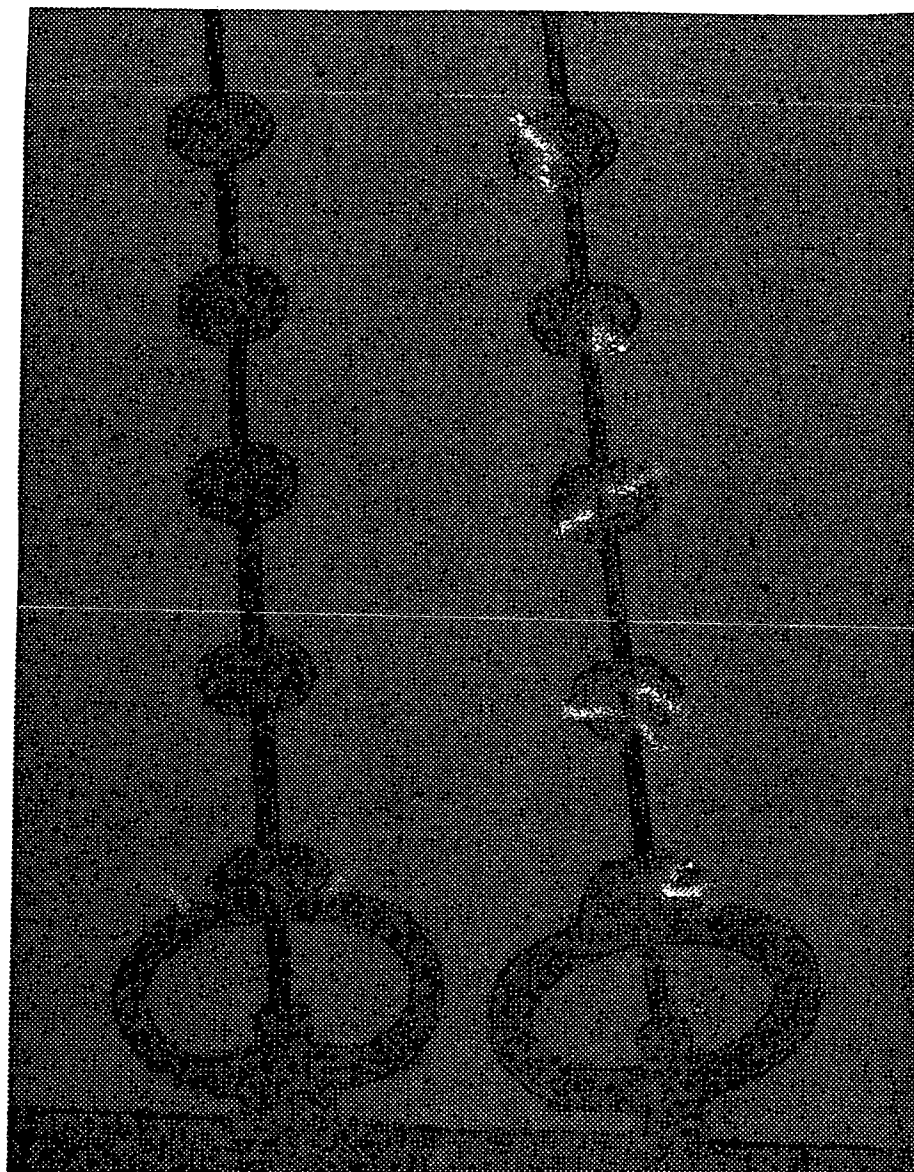


Fig. 6

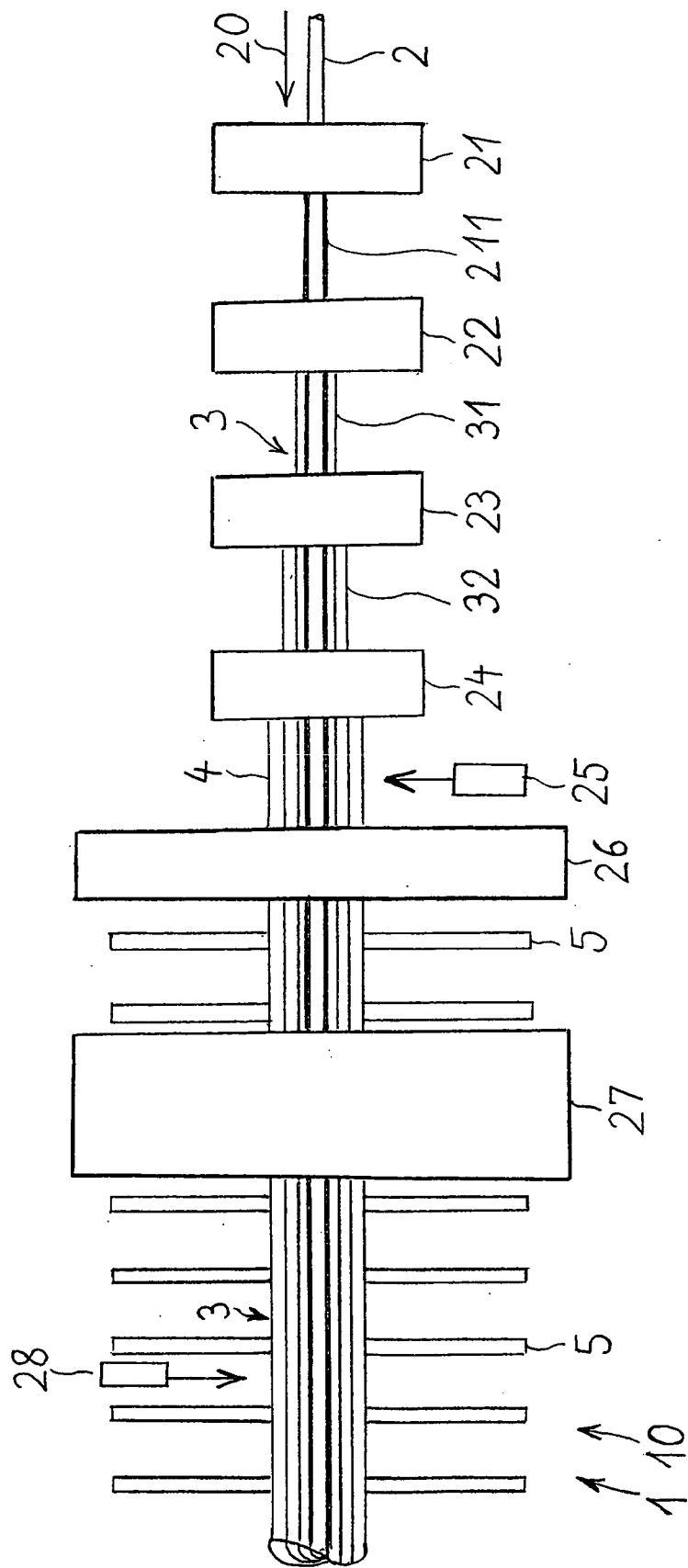


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/000983

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. H01B17/42  
ADD. H01B19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 577 904 A (ABB RESEARCH LTD [CH]) 21 September 2005 (2005-09-21)	1,3-7, 11, 20-22, 25-27
Y	paragraphs [0024] - [0027], [0034]; figure 2a	2,8-10, 12-19, 23,24, 28-37
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 Mai 2009

Date of mailing of the international search report

08/06/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hillmayr, Heinrich

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/000983

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>WO 02/065486 A (TYCO ELECTRONICS RAYCHEM GMBH [DE]; TYCO ELECTRONICS LTD UK [GB]; BOET) 22 August 2002 (2002-08-22)</p> <p>page 1, line 21 - line 27  page 2, line 4 - line 8  page 3, line 27 - line 31  page 4, line 1 - line 24</p>	<p>2, 8-10,  12-16,  19, 23,  24, 28-37</p>
X	<p>DE 15 15 467 A1 (BBC BROWN BOVERI &amp; CIE)  13 November 1969 (1969-11-13)  page 3, line 17 - line 31  page 4, line 29 - line 34; figure 1</p>	<p>1</p>
Y	<p>DE 198 56 123 A1 (SIEMENS AG [DE])  6 July 2000 (2000-07-06)  column 2, line 61 - line 65; figure 3</p>	<p>17, 18</p>
A	<p>column 5, line 18 - line 27</p>	<p>34</p>
A	<p>DE 197 00 387 B4 (NGK INSULATORS LTD [JP])  29 January 2004 (2004-01-29)  cited in the application  paragraph [0039]</p>	<p>27</p>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/000983

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1577904	A	21-09-2005	US 2005199418 A1	15-09-2005
WO 02065486	A	22-08-2002	AU 2002228247 B2	17-08-2006
			BR 0207121 A	10-02-2004
			CA 2435373 A1	22-08-2002
			CN 1491421 A	21-04-2004
			CZ 20032105 A3	15-10-2003
			EP 1358659 A1	05-11-2003
			HR 20030623 A2	30-06-2005
			HU 0303157 A2	29-12-2003
			JP 2004522259 T	22-07-2004
			MX PA03007110 A	18-11-2003
			PL 362053 A1	18-10-2004
			US 2004129449 A1	08-07-2004
			YU 61903 A	03-03-2006
DE 1515467	A1	13-11-1969	AT 264632 B	10-09-1968
			CH 454988 A	30-04-1968
			DK 117645 B	19-05-1970
DE 19856123	A1	06-07-2000	WO 0034962 A1	15-06-2000
			EP 1141979 A1	10-10-2001
			JP 2002532823 T	02-10-2002
			US 2001040046 A1	15-11-2001
DE 19700387	B4	29-01-2004	DE 19700387 A1	17-07-1997
			JP 3602634 B2	15-12-2004
			JP 9190729 A	22-07-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/000983

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01B17/42

ADD. H01B19/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 577 904 A (ABB RESEARCH LTD [CH]) 21. September 2005 (2005-09-21)	1,3-7, 11, 20-22, 25-27
Y	Absätze [0024] - [0027], [0034]; Abbildung 2a	2,8-10, 12-19, 23,24, 28-37
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Mai 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/06/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hillmayr, Heinrich

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/000983

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>WO 02/065486 A (TYCO ELECTRONICS RAYCHEM GMBH [DE]; TYCO ELECTRONICS LTD UK [GB]; BOET) 22. August 2002 (2002-08-22)</p> <p>Seite 1, Zeile 21 - Zeile 27  Seite 2, Zeile 4 - Zeile 8  Seite 3, Zeile 27 - Zeile 31  Seite 4, Zeile 1 - Zeile 24</p>	2,8-10, 12-16, 19,23, 24,28-37
X	<p>DE 15 15 467 A1 (BBC BROWN BOVERI &amp; CIE) 13. November 1969 (1969-11-13)  Seite 3, Zeile 17 - Zeile 31  Seite 4, Zeile 29 - Zeile 34; Abbildung 1</p>	1
Y	<p>DE 198 56 123 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. Juli 2000 (2000-07-06)  Spalte 2, Zeile 61 - Zeile 65; Abbildung 3</p>	17,18
A	<p>Spalte 5, Zeile 18 - Zeile 27</p>	34
A	<p>DE 197 00 387 B4 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 29. Januar 2004 (2004-01-29)  in der Anmeldung erwähnt  Absatz [0039]</p>	27



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/000983

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1577904	A	21-09-2005	US	2005199418 A1	15-09-2005
WO 02065486	A	22-08-2002	AU	2002228247 B2	17-08-2006
			BR	0207121 A	10-02-2004
			CA	2435373 A1	22-08-2002
			CN	1491421 A	21-04-2004
			CZ	20032105 A3	15-10-2003
			EP	1358659 A1	05-11-2003
			HR	20030623 A2	30-06-2005
			HU	0303157 A2	29-12-2003
			JP	2004522259 T	22-07-2004
			MX	PA03007110 A	18-11-2003
			PL	362053 A1	18-10-2004
			US	2004129449 A1	08-07-2004
			YU	61903 A	03-03-2006
DE 1515467	A1	13-11-1969	AT	264632 B	10-09-1968
			CH	454988 A	30-04-1968
			DK	117645 B	19-05-1970
DE 19856123	A1	06-07-2000	WO	0034962 A1	15-06-2000
			EP	1141979 A1	10-10-2001
			JP	2002532823 T	02-10-2002
			US	2001040046 A1	15-11-2001
DE 19700387	B4	29-01-2004	DE	19700387 A1	17-07-1997
			JP	3602634 B2	15-12-2004
			JP	9190729 A	22-07-1997