(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 24 316 T2** 2004.06.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 798 950 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 24 316.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 104 923.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **22.03.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.10.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **27.08.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.06.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H05B 6/66**
H01F 37/00, H01F 27/32, H01J 23/15

(30) Unionspriorität:
7291596 27.03.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma, Osaka, JP

(74) Vertreter:
Dr. Hoffmeister & Tarvenkorn, 48147 Münster

(72) Erfinder:
Ochiai, Hiroshi, Kawachi-gun, Tochigi-Pref. 329-11, JP; Hiraishi, Mitsuichi, Utsunomiya City 321-01, JP; Yoshihara, Masanori, Imaichi City 321-12, JP; Nakano, Yasunobu, Utsunomiya City 321, JP

(54) Bezeichnung: **Entstörfilter eines Magnetrons**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hochspannungsrauschfilter zur Verwendung in Mikrowellengeräten und ein Magnetron, das ein solches Hochspannungsrauschfilter umfasst.

[0002] **Fig.** 10 ist eine Unterseitenansicht mit der Darstellung eines relevanten Teils eines Magnetrons wie in EP 0 696 878 A2 offenbart, das ein konventionelles Hochspannungsrauschfilter **1** enthält. In der Abbildung sind die Sockelstifte **5a** und **5b** mit leitfähigen Drähten **2a** und **2b** verbunden, welche jeweils teilweise zu Spulen gewickelt sind, um die Ableitung von Grundwellenrauschen und Oberschwingungsrauschen von den Sockelstiften **5a** bzw. **5b** des Magnetrons zu verhindern. Die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** sind auf ihrer Gesamtlänge mit Isoliermaterial umhüllt, ausgenommen die Endabschnitte **30a** und **30b**, die mit den Sockelstiften **5a** bzw. **5b** verbunden sind. In den Spulenabschnitten, welche die Drosselspulen **4a** und **4b** definieren, sind die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** mit isolierenden Schichten **1a** und **1b** umhüllt. In den anderen Spulenabschnitten **3a** und **3b** der leitfähigen Drähte **2a** und **2b** sind auf diesen isolierenden Schichten **1a** und **1b** durch Diagonalschraffierung gekennzeichnete leitfähige Schichten **34a** und **34b** aufgebracht. An den Endbereichen **31a** und **31b** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** besitzen die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** nur die isolierenden Schichten **1a** und **1b**, und ihre Anschlüsse sind mit Befestigungskontakten **7a** und **7b** (Anschlusspole) verbunden, die an eine Mikrowellenquelle **6** angeschlossen werden sollen. Die Spulenabschnitte **3a** und **3b** sind in zylindrischen leitfähigen Elementen **8a** bzw. **8b** untergebracht. Die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** stehen mit den Innenwänden der zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** bzw. **8b** elektrisch in Verbindung, und die Spulenabschnitte **3a** und **3b** sind in ihren zylindrischen leitfähigen Elementen **8a** bzw. **8b** mechanisch befestigt. **Fig.** 10 zeigt einen Querschnitt der zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** und **8b** zwecks Illustration der Spulenabschnitte **3a** und **3b**. Die zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** und **8b** sind in Kunstharzgehäusen **16a** und **16b** untergebracht. Im Innern der Kunstharzgehäuse **16a** und **16b** sind die zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** und **8b**, die die Spulenabschnitte **3a** und **3b**, die Endbereiche **31a** und **31b** und die Verbindungen zwischen den Befestigungskontakten **7a** und **7b** und den Endbereichen **31a** und **31b** beherbergen, mit einem isolierenden Kunstharzmaterial **11** gefüllt. Die zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** und **8b** sind durch Erdungsplatten **9** elektrisch mit einem Filtergehäuse **10** verbunden.

[0003] In einem so konstruierten Hochspannungsrauschfilter üben die auf den außenumfänglichen Oberflächen der leitfähigen Drähte **2a** und **2b** aufgebrachten isolierenden Schichten **1a** und **1b** einen signifikanten Einfluss auf die Spannungsfestigkeitseigenschaften des Hochspannungsrauschfilters aus. Insbesondere kann in den Endbereichen **1e** und **1f** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** manchmal eine anomale Erhöhung der elektrischen Feldstärke in der Nähe der Endabschnitte der leitfähigen Schichten **34a** und **34b** auftreten. Diese Erhöhung der elektrischen Feldstärke verursacht leicht einen Isolationsdurchschlag in der Nähe der Endabschnitte der leitfähigen Schichten. Die Verhinderung des Isolationsdurchschlags erfordert eine Verbesserung der Spannungsfestigkeitseigenschaften der isolierenden Schichten **1a** und **2a** und **2b**. Leider führt eine Erhöhung der Spannungsfestigkeitseigenschaften dazu, dass die isolierenden Schichten **1a** und **1b** eine extreme Stärke aufweisen müssen. Eine größere Stärke der isolierenden Schichten **1a** und **1b** führt zu einem größeren Format der Spulenabschnitte **3a** und **3b**. Dies hat nicht nur ein größeres Volumen des Hochspannungsrauschfilters zur Folge, sondern auch eine Verminderung der Kapazität zwischen den außenumfänglichen Oberflächen der Spulenabschnitte **3a** und **3b** und den leitfähigen Drähten **2a** und **2b**. Folglich werden die Eigenschaften des Rauschfilters erheblich verschlechtert.

[0004] EP 440 865 A1 offenbart ein Hochspannungskabel, in dem ein Stromleiter von einer inneren halbleitenden Schicht, einer extrudierten Isolierung, einer äußeren halbleitenden Schicht, einem normalerweise geerdeten Metallschirm und einem Mantel aus Polymermaterial, z. B. PVC, umgeben ist. Die Isolierung besteht aus Polyimid- oder Silikon-Harzmaterial und kann einen inneren Widerstand von 10^4 bis $10^{+8}\Omega$ aufweisen. Die genannten Probleme hinsichtlich des Isolationsdurchschlags in der Nähe der Endabschnitte der leitfähigen Schichten treten ebenfalls auf, wenn dieses Kabel zur Herstellung eines spulenförmig gewendelten leitfähigen Drahtes für ein Hochspannungsrauschfilter verwendet wird.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] In Anbetracht des Vorstehenden zielt die vorliegende Erfindung auf die Verringerung der Konzentration des oben genannten elektrischen Feldes in der Nähe der Endabschnitte der leitfähigen Schichten ab, ohne die Stärke der isolierenden Schichten **1a** und **1b** zu erhöhen, rauschfilters verbessert werden. Die vorliegende Erfindung wurde durch experimentelle Studien und Entwicklung nach zahlreichen Versuchen an Mustern gemacht.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Hochspannungsrauschfilter umfasst einen spulenförmig gewendelten leitfähigen Draht zur Erzeugung einer induktiven Komponente, eine isolierende Schicht zur Erzeugung einer kapazitiven Komponente, die auf der Oberfläche des leitenden Drahtes gebildet wird, und eine leitfähige Schicht, die auf zumindest einem Teil der isolierenden Schicht mittels Aufsprühens oder Aufbringens eines Metallmaterials gebildet wird, wobei jedoch die genannte leitfähige Schicht einen An-

schlussbereich am Ende des genannten Drahtes ausschließt. Die kapazitive Komponente wird durch den leitenden Draht, die isolierende Schicht und die leitfähige Schicht erzeugt.

[0007] Das Hochspannungsrauschfilter umfasst darüber hinaus eine hoch spannungsfeste Schicht, die entweder eine halbleitende Schicht oder eine ein Isolationselement darstellende Schicht umfasst, und die hoch spannungsfeste Schicht ist zumindest im Nahbereich eines Endabschnitts der leitfähigen Schicht ausgebildet, wo sie zwischen der außenumfänglichen Oberfläche der isolierenden Schicht und der leitfähigen Schicht angeordnet ist.

[0008] Dies verringert die elektrische Feldkonzentration in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht. Infolge dessen wird im Sinne einer erhöhten Zuverlässigkeit die isolierende Schicht in ihren Spannungsfestigkeitseigenschaften verbessert. Darüber hinaus kann die Stärke der isolierenden Schicht verringert werden, wodurch sich ein kleinformatiges Hochspannungsrauschfilter zu geringen Kosten ergibt.

[0009] In einer anderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hochspannungsrauschfilters ist der spulenförmig gewendelte leitfähige Draht, welcher die leitfähige Schicht umfasst, in einem zylindrischen leitfähigen Element untergebracht.

[0010] Auf Grund der Unterbringung des spulenförmig gewendelten leitfähigen Drahtes in dem zylindrischen leitfähigen Element steht die auf dem Außenumfang der isolierenden Schicht ausgebildete leitfähige Schicht mit der Innenwand des zylindrischen leitfähigen Elements in Kontakt, wodurch mehrere Kontaktbereiche definiert werden. Infolge dessen sind die leitfähige Schicht und eine Erdungsplatte mit geringem Widerstand über das elektrisch mit der Erdungsplatte verbundene zylindrische leitfähige Element miteinander verbunden; so vermindert sich das Potential der leitfähigen Schicht und die elektrische Feldkonzentration in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht wird weiter verringert. Deshalb ist die isolierende Schicht des spulenförmig gewendelten leitfähigen Drahtes in ihren Spannungsfestigkeitseigenschaften merklich verbessert, mit der Folge erhöhter Zuverlässigkeit.

[0011] In noch einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hochspannungsrauschfilters besteht die halbleitende Schicht aus einem Material, dessen spezifischer elektrischer Widerstand von 10^{-4} bis 10^{6} Ωm reicht.

[0012] Die elektrische Feldstärke in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht wird dadurch verringert, dass die halbleitende Schicht mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von 10^{-4} bis 10^{6} Ωm als hoch spannungsfeste Schicht eingesetzt wird.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hochspannungsrauschfilters umfasst das vorgenannte Isolationselement ein Polyimid-Harzmaterial.

[0014] Die elektrische Feldstärke in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht wird durch die Ausformung der hoch spannungsfesten Schicht aus dem Polyimid-Harzmaterial verringert.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hochspannungsrauschfilters umfasst das vorgenannte Isolationselement ein Silikon-Harzmaterial.

[0016] Die elektrische Feldstärke. in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht wird durch die Ausformung der hoch spannungsfesten Schicht aus dem Silikon-Harzmaterial verringert.

[0017] Ein erfindungsgemäßes Magnetron enthält ein Hochspannungsrauschfilter, das einen spulenförmig gewendelten leitfähigen Draht zur Erzeugung einer induktiven Komponente, eine isolierende Schicht zur Erzeugung einer auf der Oberfläche des leitenden Drahtes gebildeten kapazitiven Komponente, eine auf einem Teil der isolierenden Schicht ausgebildete leitfähige Schicht sowie eine hoch spannungsfeste Schicht umfasst, die entweder eine halbleitende Schicht oder eine ein Isolationselement darstellende Schicht umfasst, welche zumindest in der Nähe eines Endabschnitts der leitfähigen Schicht ausgebildet ist, wo sie zwischen der außenumfänglichen Oberfläche der isolierenden Schicht und der leitfähigen Schicht angeordnet ist.

[0018] Das Magnetron der Erfindung besitzt wegen der Integration des in den Spannungsfestigkeitseigenschaften verbesserten Hochspannungsrauschfilters eine erhöhte Zuverlässigkeit, wobei das Rauschfilter gekennzeichnet ist durch die hoch spannungsfeste Schicht, die in der Nähe des Endabschnitts der leitfähigen Schicht des spulenförmig gewendelten leitfähigen Drahtes ausgebildet ist, wo sie zwischen der außenumfänglichen Oberfläche der isolierenden Schicht und der leitfähigen Schicht angeordnet ist.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Magnetrons enthält das Magnetron ein Hochspannungsrauschfilter, bei dem der spulenförmig gewendelte leitfähige Draht mit der isolierenden Schicht und der leitfähigen Schicht in einem zylindrischen leitfähigen Element untergebracht ist.

[0020] Durch die Unterbringung des spulenförmig gewendelten leitfähigen Drahtes in einem zylindrischen leitfähigen Element lassen sich die Spannungsfestigkeitseigenschaften des Hochspannungsrauschfilters erheblich verbessern, und deswegen wird die Zuverlässigkeit des Magnetrons, das ein derartiges Hochspannungsrauschfilter enthält, merklich verbessert.

KURZE BESCHREIBUNG DER VERSCHIEDENEN ZEICHNUNGSANSICHTEN

[0021] **Fig.** 1 ist eine Draufsicht, die einen relevanten Teil eines Hochspannungsrauschfilters gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht;

[0022] **Fig.** 2A ist eine Draufsicht, die einen Spulen-

abschnitt des Hochspannungsrauschfilters der Erfindung illustriert;

[0023] **Fig.** 2B ist eine Schnittansichtentlang der Linie b-b der **Fig.** 2A;

[0024] **Fig.** 2C ist eine Schnittansichtentlang der Linie c-c der **Fig.** 2A;

[0025] **Fig.** 3A ist eine Schnittansicht, die ein Drahtmaterial für das Hochspannungsrauschfilter der Erfindung veranschaulicht;

[0026] **Fig.** 3B ist eine Schnittansicht, die das Drahtmaterial für das konventionelle Hochspannungsrauschfilter veranschaulicht;

[0027] **Fig.** 4 ist eine grafische Darstellung der Verteilung von Feldstärken der jeweiligen außenumfänglichen Oberflächen der in **Fig.** 3A und **Fig.** 3B gezeigten Drahtmaterialien.

[0028] **Fig.** 5 ist eine grafische Darstellung der Durchschlagsfestigkeitseigenschaften des Hochspannungsrauschfilters der Erfindung und des konventionellen Hochspannungsrauschfilters;

[0029] **Fig.** 6 ist eine Draufsicht, welche einen relevanten Teil eines Hochspannungsrauschfilters gemäß einer zweiten Ausführungsform dieser Erfindung veranschaulicht;

[0030] **Fig.** 7 ist eine Schnittansicht entlang der Linie VII-VII der **Fig.** 6;

[0031] **Fig.** 8 ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen dem elektrischen Widerstand und der Spannungsfestigkeit des Hochspannungsrauschfilters der Erfindung;

[0032] **Fig.** 9 ist eine Front-Schnittansicht, die ein Magnetron gemäß einer dritten Ausführungsform dieser Erfindung illustriert, wobei das Gerät das Hochspannungsrauschfilter der Erfindung enthält;

[0033] **Fig.** 10 ist die Schnittansicht, die den relevanten Teil des Magnetrons mit dem konventionellen Hochspannungsrauschfilter veranschaulicht.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0034] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend ausführlich mit Bezug auf **Fig.** 1 bis **Fig.** 9 beschrieben.

[Erste Ausführungsform]

[0035] **Fig.** 1 ist eine Draufsicht, welche ein Hochspannungsrauschfilter gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. In der Abbildung sind die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** zur Erzeugung einer induktiven Komponente eines Scheinwiderstands aus Kupfer- oder Aluminiumdraht mit einem Durchmesser von 1 bis 2 mm gearbeitet. In den durch Grobschraffierung gekennzeichneten Bereichen zum Anschluss an nicht abgebildete Sockelstifte eines Magnetrons bestehen die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** aus Blankdraht ohne Isolierbeschichtung.

[0036] Die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** wurden mit einer 30 bis 500 μm starken, vorzugsweise etwa 300 μm starken isolierenden Schicht überzogen, die aus hitzebeständigem Kunstharzmaterial, z. B. Fluorkunststoff, besteht. Anderes Material, wie z. B. Polyimid-Harz oder Silikon-Harz oder dergleichen, kann auch in ähnlicher Weise verwendet werden und bildet so die umhüllten Drähte **29a** und **29b**. Die Drosselspulen **4a** und **4b** wurden aus 15 bis 25 mm langen umhüllten Drähten **29a** und **29b** geformt, die zu Spulen mit einem Außendurchmesser von 10 bis 20 mm gewickelt wurden. Die Hohlbereiche der Drosselspulen **4a** und **4b** nehmen z. B. aus Ferrit geformte Kerne **4c** und **4d** auf.

[0037] Die Spulenabschnitte **3a** und **3b**, gebildet aus den umhüllten Drähten, die sich über die Anschlussbereiche **4e** und **4f** der Drosselspulen **4a** und **4b** hinaus verlängern, besitzen einen größeren Außendurchmesser als die Drosselspulen **4a** und **4b**. In den Spulenabschnitten **3a** und **3b** haben die umhüllten Drähte **29a** und **29b** leitfähige Schichten **34a** und **34b**, die im weiteren Verlauf auf den Beschichtungen aus hitzebeständigem Material, das dem oben genannten Kunstharz, wie z. B. Fluorkunststoff, ähnelt, geformt wurden. Die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** wurden aufgebracht, indem mindestens eine Art von Metallmaterial, einschließlich Zink, Lötzinn, Kupfer, Silberplattierung und dergleichen, aufgesprüht bzw. aufgetragen wurde. Die Kreuzschraffierung in **Fig.** 1 veranschaulicht die Abschnitte der umhüllten Drähte **29a** und **29b**, auf denen die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** ausgebildet sind. Durch die leitfähigen Drähte **2a** und **2b**, die Ummantelungen **33a** und **33b** und die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** wurden Kondensatoren gebildet.

[0038] **Fig.** 2A ist ein Seitenaufriss des in **Fig.** 1 dargestellten Spulenabschnitts **3b**. Der Spulenabschnitt **3a** hat die gleiche Form und Größe wie der Spulenabschnitt **3b**, außer dass der Spulenabschnitt **3a** (in symmetrischer Form) in entgegengesetzter Richtung zum Spulenabschnitt **3b** gewickelt wurde. Demzufolge gilt die Beschreibung zu **Fig.** 2A bis **Fig.** 2C, die den Spulenabschnitt **3b** veranschaulichen, in ähnlicher Weise für den Spulenabschnitt **3a**. Daher zeigendie **Fig.** 2A bis **Fig.** 2C Bezugszeichen, die Komponenten des Spulenabschnitts **3a** bezeichnen, zusammen mit den entsprechenden Bezugszeichen, die Komponenten des Spulenabschnitts **3b** bezeichnen.

[0039] **Fig.** 2B ist eine Schnittansicht der Endabschnitte **1c** und **1d** der Randbereiche **12a** und **12b** entlang der Linie b-b der **Fig.** 2A, wobei die Endabschnitte jeweils eine Fortsetzung der umhüllten Drähte **29a** und **29b** bilden. Wie man in **Fig.** 2B sieht besitzen die Endabschnitte **1c** und **1d** jeweils eine zweilagige Struktur, bei der die Außenflächen der leitfähigen Drähte **2a** und **2b** mit den isolierenden Ummantelungen **33a** und **33b** überzogen sind. Die isolierenden Schichten bestehen vorzugsweise aus Fluorkunststoff, aber anderes Material wie z. B. Polyimid-Harz, Silikon-Harz oder dergleichen kann ähnlicher Weise verwendet werden. Die Außenflächen der

Ummantelungen **33a** und **33b** sind mit den hoch spannungsfesten Schichten **35a** bzw. **35b** umhüllt.

[0040] **Fig.** 2C ist eine Schnittansicht der Endbereiche **1e** und **1f** entlang der Linie c-c der **Fig.** 2A. In **Fig.** 2C haben die Endbereiche **1e** und **1f** dreilagige Strukturen, bei denen die Außenflächen des vorstehend bezeichneten Teils (d. h. des Teils außer dem Endteil) der Ummantelungen **33a** bzw. **33b** um die leitfähigen Drähte **2a** und **2b** mit den hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** überzogen sind und der vorstehend bezeichnete Teil (d. h. ohne den Endteil) der Außenflächen der hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** mit den leitfähigen Schichten **34a** bzw. **34b** umhüllt wurde.

[0041] Wie in **Fig.** 2A, **Fig.** 2B und **Fig.** 2C dargestellt, wurden die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** auf die Ummantelungen **33a** bzw. **33b** der umhüllten Drähte **29a** und **29b** aufgebracht, und zwar durchgehend in den Randbereichen **12a** und **12b**, welche die mit Kreuzschraffierung markierten Endabschnitte **1c** und **1d** sowie die Endbereiche **1e** und **1f** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** in **Fig.** 1 umfassen.

[0042] Die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** bestehen aus einer halbleitenden Schicht oder einer Isolationsschicht, gebildet aus einem Kunstharzmaterial wie z. B. Polyimid, Silikon oder dergleichen. Der spezifische elektrische Widerstand der halbleitenden Schicht liegt in der Mitte zwischen dem des Isoliermaterials und dem des leitfähigen Materials, und vorzugsweise liegt er in einem Bereich von 10^{-4} bis 10^{6} Ωm. Bevorzugte Materialien für die halbleitende Schicht sind beispielsweise Pyrit, Germanium, Kupfer(I)-oxid, Selen und dergleichen. Ein solches Material wird pulverisiert und mit einem isolierenden Material gemischt, um es dann zu einer Folie oder Röhre zu formen. Die resultierende Folie oder Röhre wird um die Außenflächen der Ummantelungen **33a** und **33b** der umhüllten Drähte **29a** und **29b** gewickelt bzw. darüber gezogen und bildet auf diese Weise die halbleitenden Schichten in Form der hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b**. Wird Polyimid-Harz für die Isolationselemente als die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** verwendet, ist es zweckmäßig, eine Polyimid-Folie um die Ummantelungen der umhüllten Drähte zu wickeln. Alternativ ist es bei Verwendung von Silikon-Harz zweckmäßig, eine Silikonröhre auf die Ummantelung zu ziehen oder eine Silikonpaste auf die Ummantelung der umhüllten Drähte aufzutragen.

[0043] In den an die Endabschnitte **1c** und **1d** angrenzenden Endbereichen **1e** und **1f** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** werden die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** auf die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** gebildet, indem das oben beschriebene, relativ weiche Metallmaterial, z. B. Zink, aufgesprüht wird. Entsprechend kann man auch ein anderes Material wie etwa Lötzinn oder dergleichen benutzen. Folglich haben die Endbereiche jeweils eine Struktur, bei der die Ummantelungen **33a** und **33b** der umhüllten Drähte **29a** und **29b** mit den hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** überzogen sind und zusätzlich mit den leitfähigen Schichten **34a** und **34b** aus beispielsweise Zink oder Lötzinn umhüllt sind. Die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** sind auch auf den Randbereichen **32a** und **32b** vorhanden, die sich von den Spulenabschnitten **3a** bzw. **3b** zu den Befestigungskontakten **7a** bzw. **7b** erstrecken. Wie die Endbereiche **1e** und **1f** haben die Endbereiche **3c** und **3d** an den anderen Enden der Spulenabschnitte **3a** und **3b** jeweils die gleiche dreilagige Struktur bestehend aus der Ummantelung **33a** bzw. **33b**, der hoch spannungsfesten Schicht **35a** bzw. **35b** und der leitfähigen Schicht **34a** bzw. **34b**.

[0044] In **Fig.** 1 sind die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** an den jeweiligen Endbereichen **3c** und **3d** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** mittels leitfähiger Elemente **14** aus beispielsweise Lötzinn mit Erdungsplatten **9** verbunden. Die Spulenabschnitte **3a** und **3b** sind in einem Kunstharzgehäuse **16a** untergebracht, welches in **Fig.** 1 in Querschnittform dargestellt ist. Die Randbereiche **32a** und **32b** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** sind in einem Kunstharzgehäuse **16b** untergebracht, welches ebenfalls in **Fig.** 1 in Querschnittform abgebildet ist. Die Anschlüsse **12e** und **12f** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** sind mit den zugehörigen Befestigungskontakten **7a** und **7b** verbunden, die durch das Kunstharzgehäuse **16b** verlaufen und aus diesem herausragen. Die Kunstharzgehäuse **16a** und **16b** sind innen mit einem isolierenden Kunstharzmaterial **11** wie z. B. Epoxidharz gefüllt. Demzufolge sind die Abschnitte zwischen den Endabschnitten **1c** und **1d** und den Verbindungen der Anschlüsse **12e** und **12f** mit den Befestigungskontakten **7a** und **7b** von dem isolierenden Kunstharz **11** eingeschlossen.

[0045] Entsprechend der vorliegenden Erfindung sind die Endbereiche **1e** und **1f** sowie **3c** und **3d** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** nach der vorgenannten dreilagigen Struktur gefertigt, weil die Endbereiche **1e**, **1f**, **3c** und **3d** Stellen sind, die mit grösster Wahrscheinlcihkeit die elektrische Feldkonzentration erzeugen und somit für einen Isolationsdurchschlag anfällig sind.

[0046] **Fig.** 4 zeigt die Ergebnisse eines Vergleichs zwischen einem erfindungsgemäßen Drahtmaterial **40** der **Fig.** 3A entsprechend der Erfindung und einem konventionellen Drahtmaterial **41** der **Fig.** 3B mit zweilagiger Struktur. Die Drahtmaterialien verliefen geradlinig. Das Drahtmaterial **40** wird für die Erfindung verwendet, bei der die Spulenabschnitte **3a** und **3b** an den Endbereichen **1e** und **1d** die dreilagigen Strukturen aufweisen. Bei dem Drahtmaterial **40** der **Fig.** 3A ist eine 0,3 mm starke Fluorkunststoff-Ummantelung **33a** auf der Außenfläche eines leitenden Kupfermaterials **2a** mit einem Durchmesser von 1,4 mm aufgebracht. Auf der Außenfläche der Ummantelung **33a** ist als hoch spannungsfeste Schicht eine 0,2 mm dicke Polyimid-Folie **42** in einem Bereich von 20 mm entlang der Drahtlänge aufge-

bracht, mit einer durch die Mitte des 20mm-Bereichs verlaufenden Mittellinie P. Außerdem wurde in einem Bereich, der rechts von der Mittellinie P verläuft, eine 0,1 mm dicke Lötzinnschicht als leitende Schicht **34a** gebildet. Der Test lieferte ein günstiges Ergebnis, dass nämlich eine Polyimid-Folie von etwa 20 mm Länge zur Verbesserung der Spannungsfestigkeitseigenschaften der isolierenden Schicht beiträgt.

[0047] Andererseits umfasst das in **Fig.** 3B dargestellte konventionelle Drahtmaterial **41** die im Bereich rechts von der Mittellinie P aufgebrachte leitfähige Schicht **34a**, dagegen beinhaltet es nicht die Polyimid-Folie **42** als hoch spannungsfeste Schicht. Die anderen Teile des Drahtmaterials **41** sind so wie die des in **Fig.** 3A abgebildeten Drahtmaterials **40** gefertigt.

[0048] Für die in **Fig.** 3A und **Fig.** 3B dargestellten Drahtmaterialien **40** und **41** wurde mittels der finiten Elementmethode die Feldstärke an der Außenfläche der Ummantelung **33a** unter der Annahme berechnet, dass zwischen dem leitenden Material **2a** und der leitfähigen Schicht **34a** eine Wechselspannung von 3000 bis 7000 V angelegt wird. **Fig.** 4 stellt die Ergebnisse der Berechnung grafisch dar. In **Fig.** 4 geben die Zahlen auf der Abszisse die seitlichen Abstände entlang den Drahtmaterialien **40** und **41** von der Mittellinie P an, die den Nullpunkt (Mittelpunkt) anzeigt. Die Zahlen auf der Ordinate geben die berechneten Werte der Feldstärke an. Das Drahtmaterial **40** der Erfindung, das durch die durchgezogene Linie in **Fig.** 4 dargestellt wird, zeigt eine Feldstärke von ca. 4600 V/m für den Mittelpunkt P und eine Feldstärke von ca. 3100 V/m für Punkte im seitlichen Abstand von 30 mm vom Mittelpunkt P. Im Gegensatz dazu zeigt das konventionelle Drahtmaterial **41**, das durch die strichpunktierte Linie dargestellt wird, eine Feldstärke von ca. 7000 V/m für den Mittelpunkt P und eine Feldstärke von ca. 3200 V/m für Punkte im seitlichen Abstand von 30 mm vom Mittelpunkt P. Diese 3200 V/m ergeben keine signifikante Differenz zur entsprechenden Feldstärke des Drahtmaterials **40**. Wie aus dem Graph hervorgeht, ist die Feldstärke in der Nähe des Mittelpunkts P, wo die Feldstärke den Spitzenwert erreicht, viel kleiner im Drahtmaterial **40** der Erfindung als im konventionellen Drahtmaterial **41**. Man muss davon ausgehen, dass das Drahtmaterial **40** der Erfindung die Konzentration des elektrischen Feldes erheblich reduziert.

[0049] Der folgende Versuch wurde am Hochspannungsrauschfilter entsprechend der in **Fig.** 1 abgebildeten Ausführungsform dieser Erfindung durchgeführt. Die leitfähigen Drähte **2a** und **2b**, die Ummantelungen **33a** und **33b**, die hoch spannungsfesten Schichten **35a** und **35b** und die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** der **Fig.** 2C wurden in gleicher Weise angefertigt wie jene, die in **Fig.** 3A dargestellt sind. In **Fig.** 1 wurde ein Hochspannungsgenerator **15** zwischen die Befestigungskontakte **7a** und **7b** und die Erdungsplatten **9** geschaltet, um eine Wechselspannung von 5 kV bis 18 kV anzulegen. Der Versuch wurde auf der Basis von zehn Prüflingen durchgeführt; alle zehn Prüflinge enthielten als hoch spannungsfeste Schichten **35a** und **35b** eine halbleitende Schicht, eine Polyimid-Folie oder eine Silikonröhre. In **Fig.** 5 sind Messungen der Spannung, bei der die Ummantelungen **33a** und **33b** einen Isolationsdurchschlag erlitten, in grafischer Form wiedergegeben. In **Fig.** 5 geben die Punkte die Isolationsdurchschlagsspannungen (kV) der einzelnen Prüflinge an. Eine kurze waagerechte Linie, welche die senkrechte Linie kreuzt, die die Punkte miteinander verbindet, gibt den Mittelwert von Isolationsdurchschlagsspannungen jeder Prüflingsgruppe an. Alle zehn Prüflinge der konventionellen Rauschfilter ohne hoch spannungsfeste Schichten **35a** und **35b**, in **Fig.** 5 dargestellt, erzeugten den Isolationsdurchschlag bei Spannungen von 7 bis 10 kV; der Mittelwert dieser Spannungen betrug etwa 9 kV. Bei den Prüflingen derjenigen Ausführungsform dieser Erfindung, die als hoch spannungsfeste Schicht die halbleitende Schicht enthält, lag der Mittelwert der Isolationsdurchschlagsspannungen bei ca. 14 kV. Die Prüflinge, welche die Polyimid-Folie bzw. das Silikonröhre enthielten, wiesen mittlere Isolationsdurchschlagsspannungen von 16 kV bzw. 14 kV auf. Aus den oben genannten Resultaten geht hervor, dass die Hochspannungsrauschfilter gemäß der Ausführungsform dieser Erfindung einen Anstieg der Isolationsdurchschlagsspannung um mehr als 50% gegenüber der des konventionellen Hochspannungsrauschfilters erreichten. Insbesondere erzielte das Hochspannungsrauschfilter mit der Polyimid-Folie eine signifikante Verbesserung der Spannungsfestigkeitseigenschaften, indem es einen Anstieg der Isolationsdurchschlagsspannung von über 70% erreichte.

[Zweite Ausführungsform]

[0050] **Fig.** 6 ist eine Draufsicht auf einen Hochspannungsrauschfilter gemäß einer zweiten Ausführungsform dieser Erfindung. In **Fig.** 6 sind die Drosselspulen **4a** und **4b** sowie die Spulenabschnitte **3a** und **3b** in gleicher Weise konstruiert wie bei der in **Fig.** 1 dargestellten ersten Ausführungsform dieser Erfindung. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform darin, dass die Spulenabschnitte **3a** bzw. **3b** in zylindrischen leitfähigen Elementen **8a** bzw. **8b** untergebracht sind. **Fig.** 7 ist eine Schnittansicht entlang der Linie VII-VII in **Fig.** 6. Wie aus **Fig.** 7 hervorgeht, sind die Spulenabschnitte **3a** und **3b** in den jeweiligen leitfähigen Elementen **8a** und **8b** so untergebracht, dass sie engen Kontakt mit den jeweiligen Innenwänden der leitfähigen Elemente **8a** und **8b** haben. Folglich liefern die leitfähigen Schichten **34a** und **34b**, die aus einem relativ weichen Metall auf den Außenflächen der Spulenabschnitte **3a** und **3b** bestehen, auf Grund der Weichheit der leitfähigen Schichten ausreichenden Kontakt mit den Innenwänden der leitfähigen Elemente **8a** und **8b** und stellen dadurch eine gute elek-

trische Verbindung mit den leitfähigen Elementen her. In **Fig.** 1 sind die leitfähigen Elemente **8a** und **8b**, zusammen mit den leitfähigen Schichten **34a** und **34b** der Spulenabschnitte **3a** und **3b**, in den Endbereichen **3c** und **3d** durch das leitfähige Element **14** wie z. B. Lötzinn elektrisch mit den Erdungsplatten **9** verbunden. Wie aus **Fig.** 6 und **Fig.** 7 zu ersehen ist, sind die zylindrischen leitfähigen Elemente **8a** und **8b**, welche die Spulenabschnitte **3a** bzw. **3b** aufnehmen, in den Kunstharzgehäusen **16a** und **16b** untergebracht, so dass das isolierende Kunstharzmaterial **11** in ähnlicher Weise wie in der ersten Ausführungsform auf die Spulenabschnitte und leitfähigen Elemente gegossen wird.

[0051] Ähnlich wie in der ersten Ausführungsform dieser Erfindung wurde das Hochspannungsrauschfilter entsprechend der zweiten Ausführungsform einem Test unterzogen. Zur Messung der Isolationsdurchschlagsspannung der Ummantelungen **33a** und **33b** der umhüllten Drähte **29a** und **29b** wurde mit dem Hochspannungsgenerator **15** zwischen den Befestigungskontakten **7a** und **7b** und den Erdungsplatten **9** eine hohe Wechselspannung angelegt. **Fig.** 8 gibt die Messergebnisse in grafischer Form wieder. In der Abbildung ist der elektrische Widerstand auf der Abszisse abgetragen; gemessen wurde der elektrische Widerstand mittels eines Widerstandsmessgeräts **26**, das, wie in **Fig.** 6 abgebildet, zwischen die Erdungsplatte **9** und die Endbereiche **1e** und **1f** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** geschaltet wurde. Die erste Ausführungsform zeigte einen elektrischen Widerstand von 0,15 bis 0,2 Ω, während die zweite Ausführungsform einen viel kleineren elektrischen Widerstand von 0,05 bis 0,1 Ω aufwies. Das kommt daher, dass die leitfähigen Schichten **34a** und **34b** der Spulenabschnitte **3a** und **3b** die Innenwände der leitfähigen Elemente **8a** und **8b** in mehreren Kontaktbereichen berühren. In **Fig.** 8 sind die Spannungen des Hochspannungsgenerators **15** auf der Ordinate abgetragen. Die Messergebnisse zeigen, dass in der ersten Ausführungsform der Isolationsdurchschlag bei Spannungen von 11 bis 15 kV eintrat, wogegen in der zweiten Ausführungsform der Isolationsdurchschlag bei Spannungen von 17 bis 22 kV eintrat. Folglich hat die zweite Ausführungsform eine viel größere Verbesserung der Spannungsfestigkeitseigenschaften erreicht. Der kleinere elektrische Widerstand weist auf die größere Verbesserung der Spannungsfestigkeitseigenschaften hin. Dies gilt aus folgendem Grund: Das Potential der leitfähigen Schichten **34a** und **34b** sinkt mit dem Rückgang des elektrischen Widerstandes auf Grund des Kontaktes zwischen den aus einem weichen Metall gebildeten leitfähigen Schichten **34a** und **34b** und den Innenwänden der leitfähigen Elemente **8a** und **8b** in mehreren Kontaktbereichen. Das gesunkene Potential der leitfähigen Schichten führt auch zu einer Abnahme des Potentials der Endbereiche **1e** und **1f**, welche dazu neigen, die elektrische Feldkonzentration zu erzeugen. Dies wiederum führt zu einer Verringerung der elektrischen Feldkonzentration mit der Folge verbesserter Spannungsfestigkeitseigenschaften.

[Dritte Ausführungsform]

[0052] Eine dritte Ausführungsform ist in **Fig.** 9 dargestellt, die eine Schnittansicht eines Magnetrons ist, in das ein Hochspannungsrauschfilter **25** der ersten Ausführungsform der Erfindung integriert ist. Im Magnetron dieser Ausführungsform umfasst eine Magnetfeldröhre **13** eine spiralförmige Kathode **17**, z. B. aus thoriumlegiertem Wolfram, eine zylindrische Anode **18**, z. B. aus Kupfer, ein Paar Polschenkel **19a** und **19b**, die aus einem magnetischen Material wie z. B. Eisen gebildet sind, einen Keramikträger **20**, eine Antenne **21** zur Mikrowellenausstrahlung sowie einen Sockel **22** einschließlich Sockelstiften **5a** und **5b**. Ferner ist ein externer Magnetkreisbereich vorhanden, der Dauermagneten **23a** und **23b** zur Erzeugung eines Magnetfeldes außerhalb des Magnetronbereichs **13** sowie Joche **24** umfasst. Die Joche **24** sind mit einem beispielsweise aus leitendem Material bestehenden Filtergehäuse **10** versehen. Das Filtergehäuse **10** beherbergt das Hochspannungsrauschfilter **25** gemäß der ersten Ausführungsform. Bei dem Hochspannungsrauschfilter **25**

Patentansprüche

1. Hochspannungsrauschfilter, umfassend:
– einen spulenförmig gewendelten leitfähigen Draht (**3a**, **3b**) zur Erzeugung einer induktiven Komponente eines Scheinwiderstandes,
– eine isolierende Schicht (**33a**, **33b**) zur Erzeugung einer kapazitiven Komponente des Scheinwiderstandes, die auf der Oberfläche des leitendes Drahtes gebildet wird;
– eine auf der isolierenden Schicht gebildete leitfähige Schicht (**34a**, **34b**) und
– eine hoch spannungsfeste Schicht (**35a**, **35b**) eines Halbleiters oder Isolators, die wenigstens im Nahbereich (**12a**, **12b**) eines Endabschnitts der leitfähigen Schicht ausgebildet ist, so dass wenigstens ein Teil davon zwischen der außenumfänglichen Oberfläche der isolierenden Schicht (**33a**, **33b**) und der leitfähigen Schicht (**34a**, **34b**) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die leitfähige Schicht (**34a**, **34b**) nur auf einem Teil der genannten isolierenden Schicht (**33a**, **33b**) ausgebildet ist und einen Anschlussbereich (**1c**, **1d**) am Ende des Drahtes (**3a**, **3b**) ausschließt.

2. Hochspannungsrauschfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der spulenförmig gewendelte leitfähige Draht (**3a**, **3b**), der die isolierende Schicht (**33a**, **33b**) und die leitfähige Schicht (**34a**, **34b**) aufweist, durch Unterbringung in einem zylindrischen leitfähigen Element (**8a**, **8b**) gesichert ist.

3. Hochspannungsrauschfilter nach Anspruch 1

oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das halbleitende Material (**35a**, **35b**) einen spezifischen elektrischen Widerstand von 10^{-4} bis 10^{-6} Ωm hat.

4. Hochspannungsrauschfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolationselement (**35a**, **35b**) wenigstens teilweise aus einem Polyimid besteht.

5. Hochspannungsrauschfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolationselement (**35a**, **35b**) wenigstens teilweise aus einem Silikonharz besteht.

6. Magnetron enthaltend ein Hochspannungsrauschfilter (**25**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Magnetron nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Hochspannungsrauschfilter (**25**) enthält, bei dem der spulenförmig gewendelte leitfähige Draht (**3a**, **3b**) mit der isolierenden Schicht (**33a**, **33b**) und der leitfähigen Schicht in einem zylindrischen leitfähigen Element (**8a**, **8b**) untergebracht ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

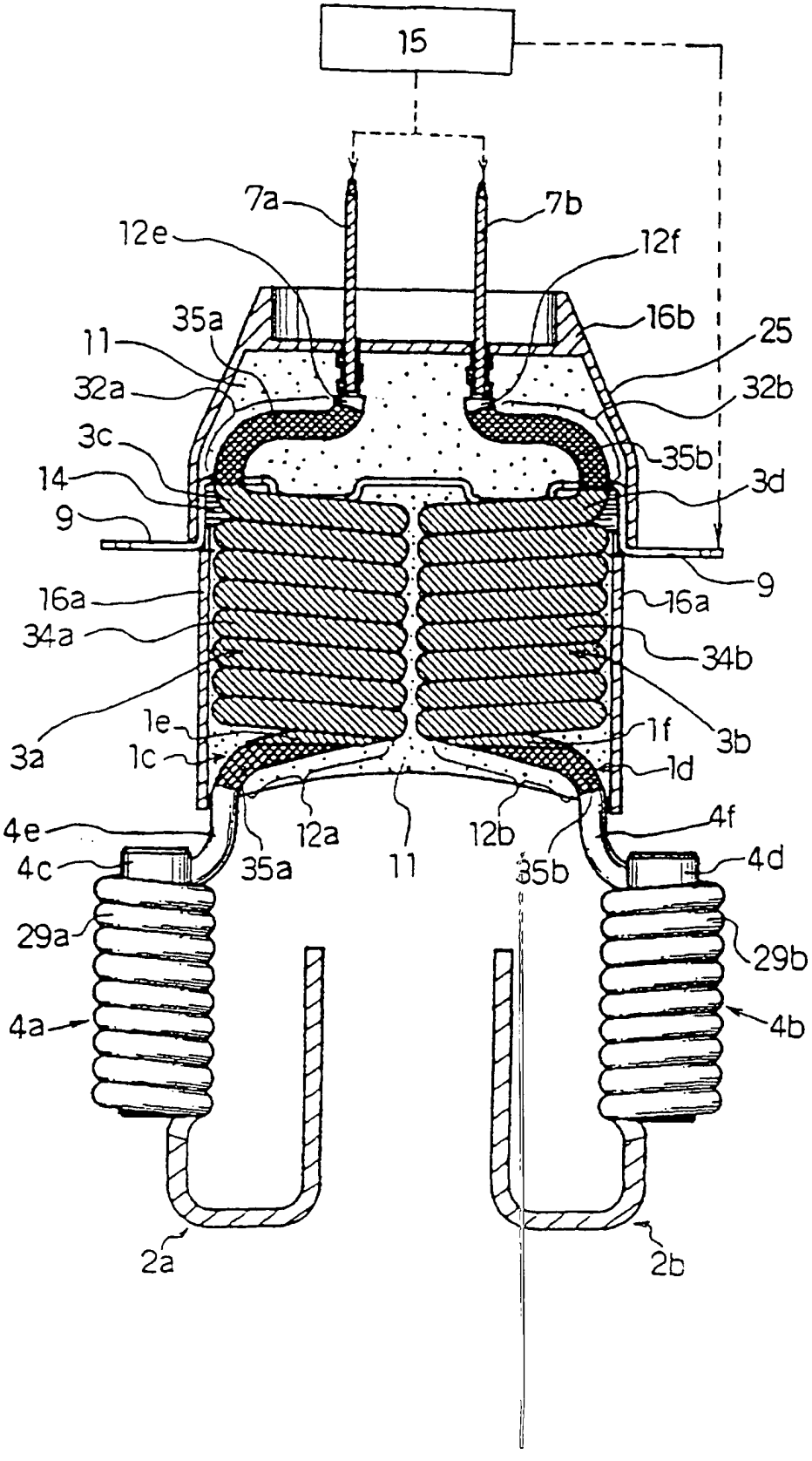


FIG. 2A

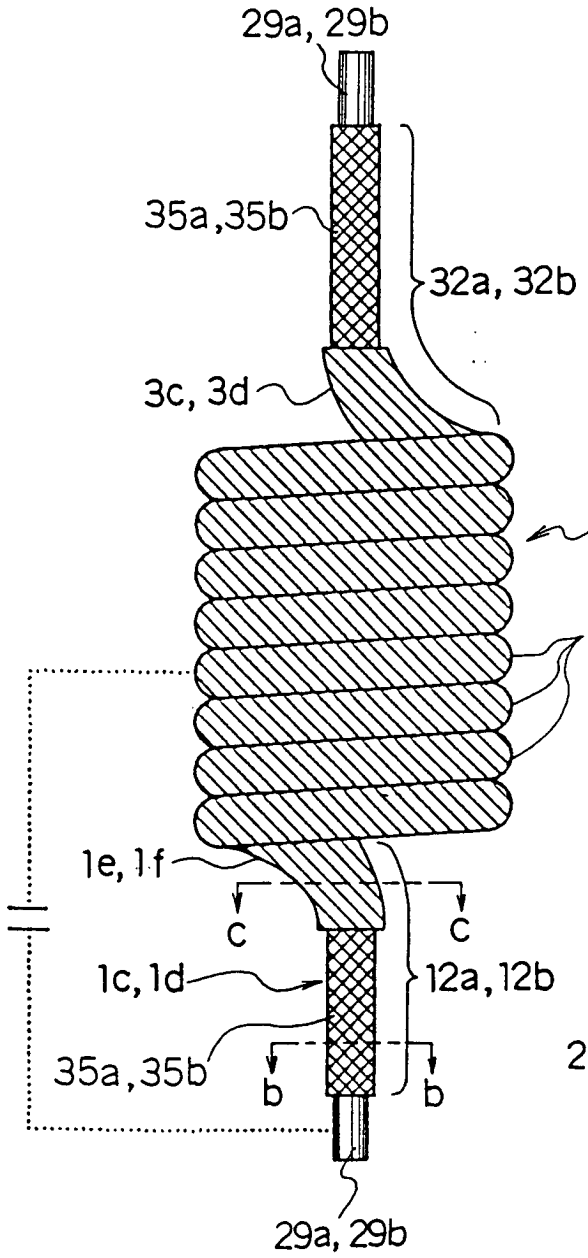
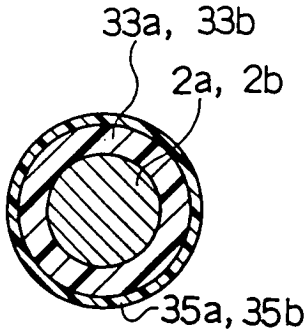
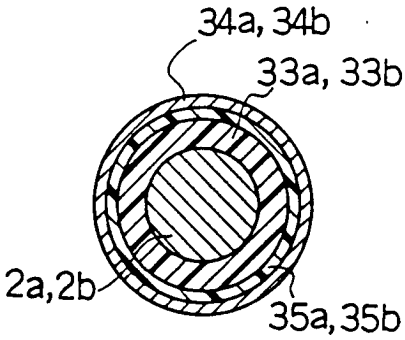


FIG. 2B



SCHNITTANSICHT
ENTLANG LINIE b-b

FIG. 2C



SCHNITTANSICHT
ENTLANG LINIE c-c

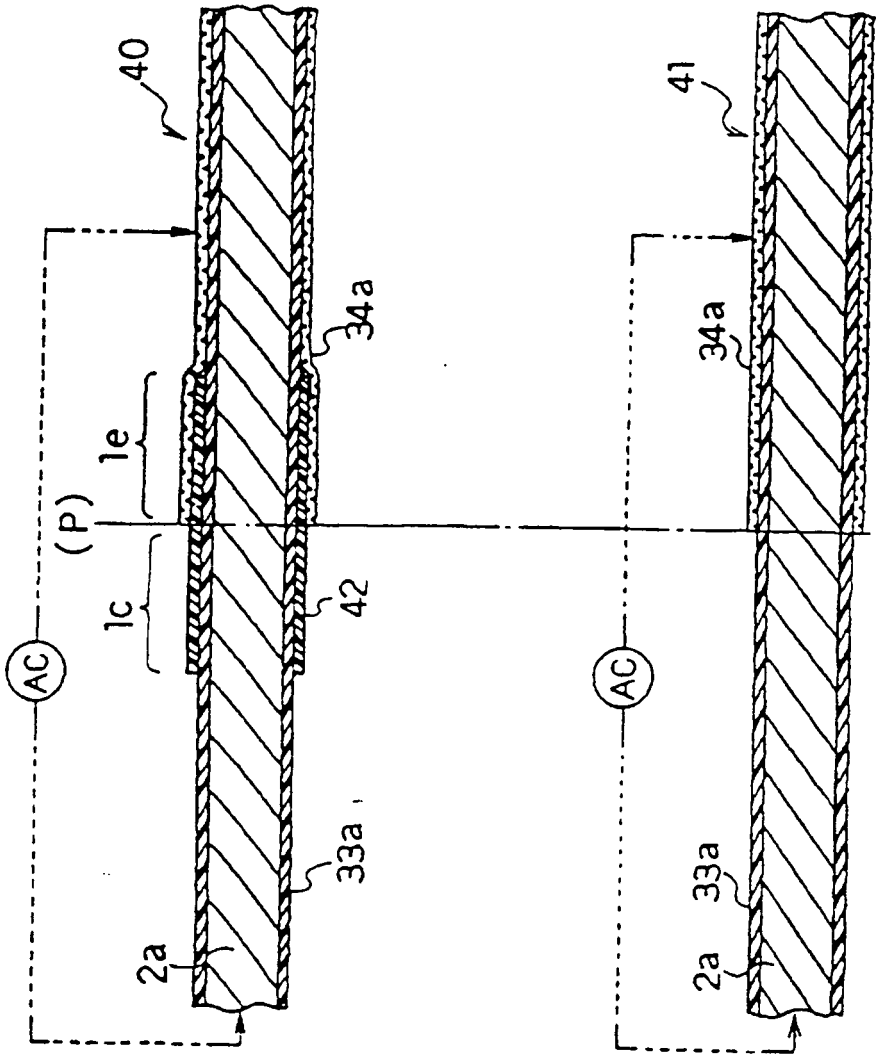


FIG. 3A

FIG. 3B

FIG. 4

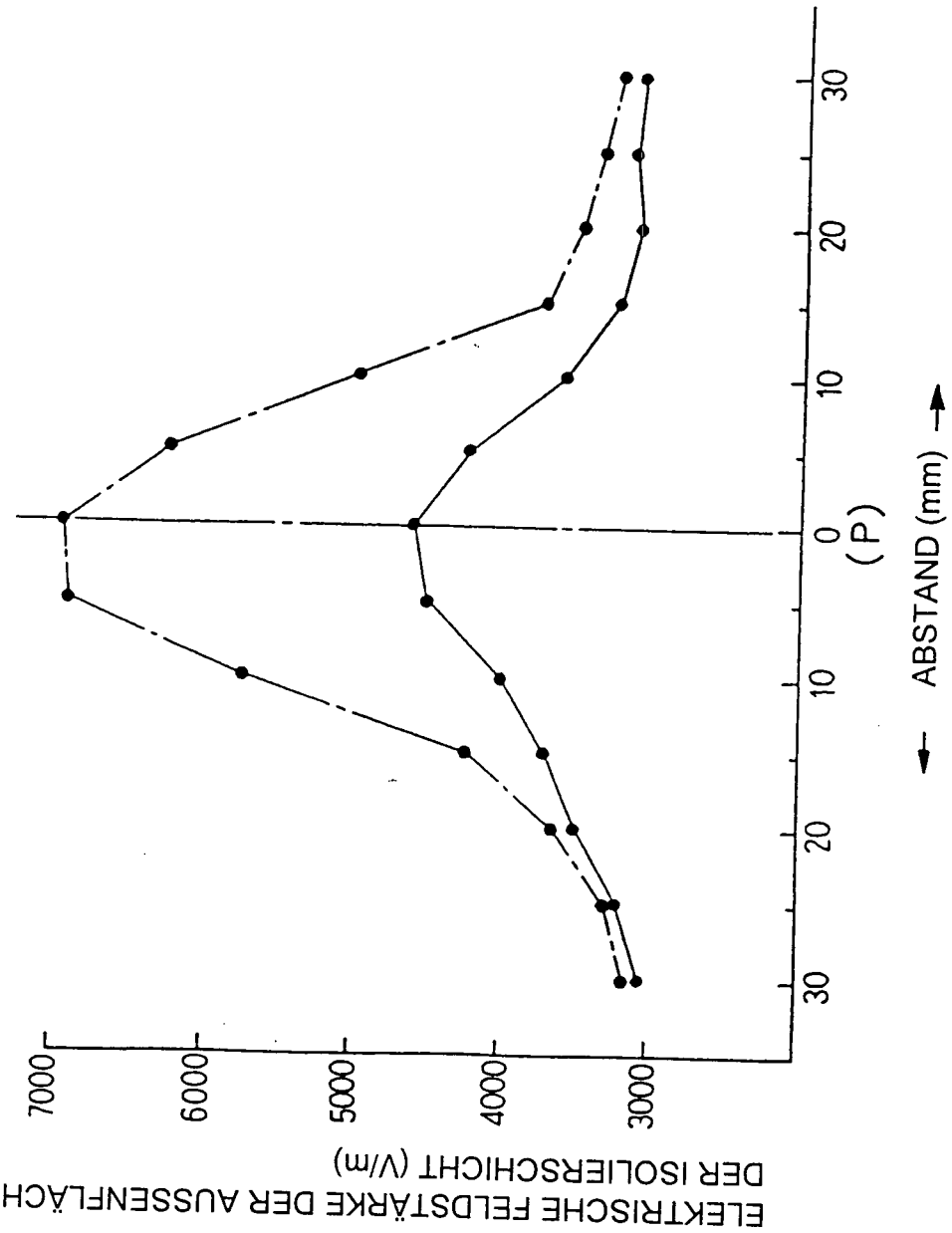

ELEKTRISCHE FELDSTÄRKE DER AUSSENFLÄCHE DER ISOLIERSCHICHT (V/m)
7000
6000
5000
4000
3000
30
20
10
0
(P)
10
20
30
ABSTAND (mm)

FIG. 5

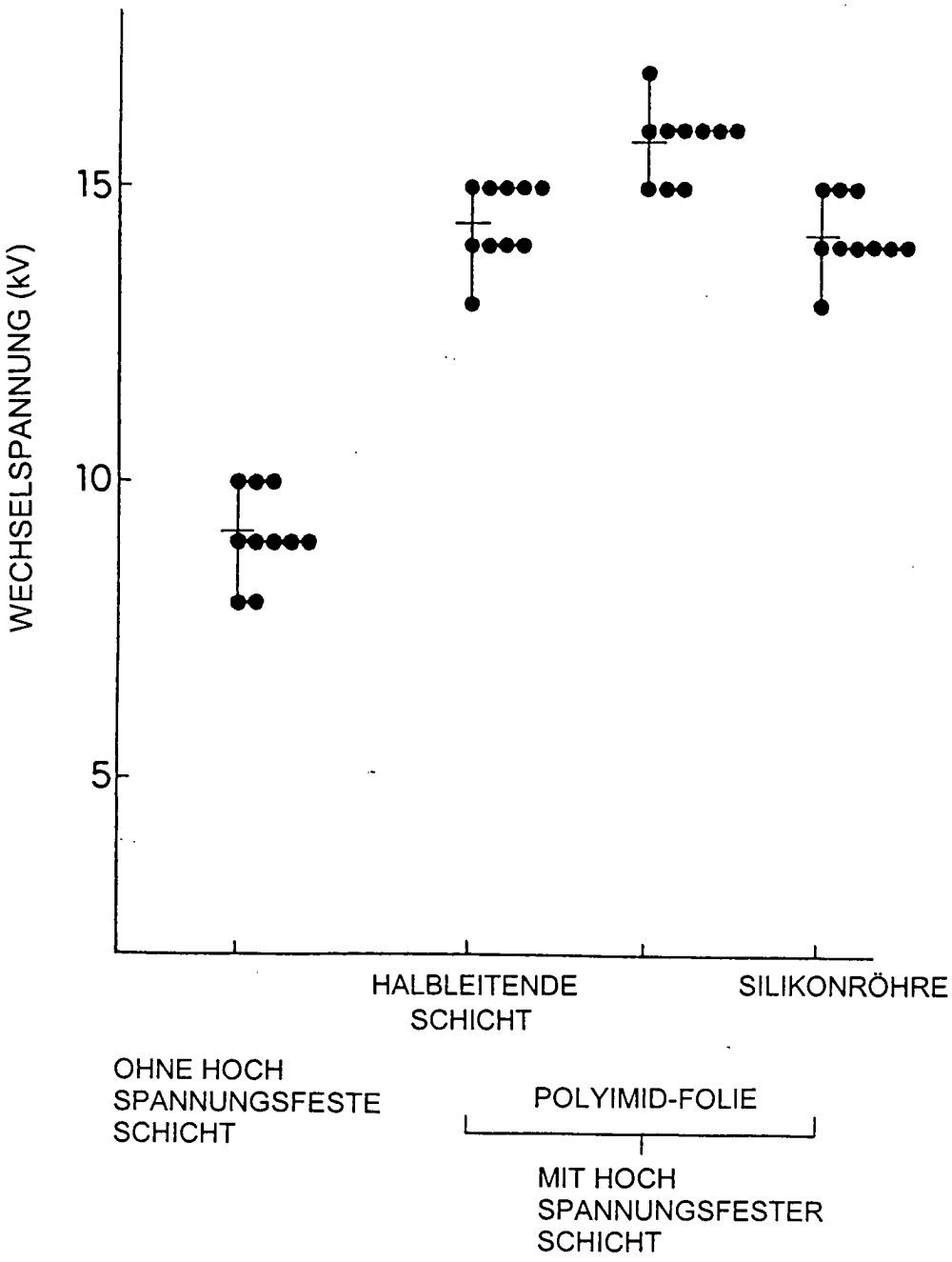
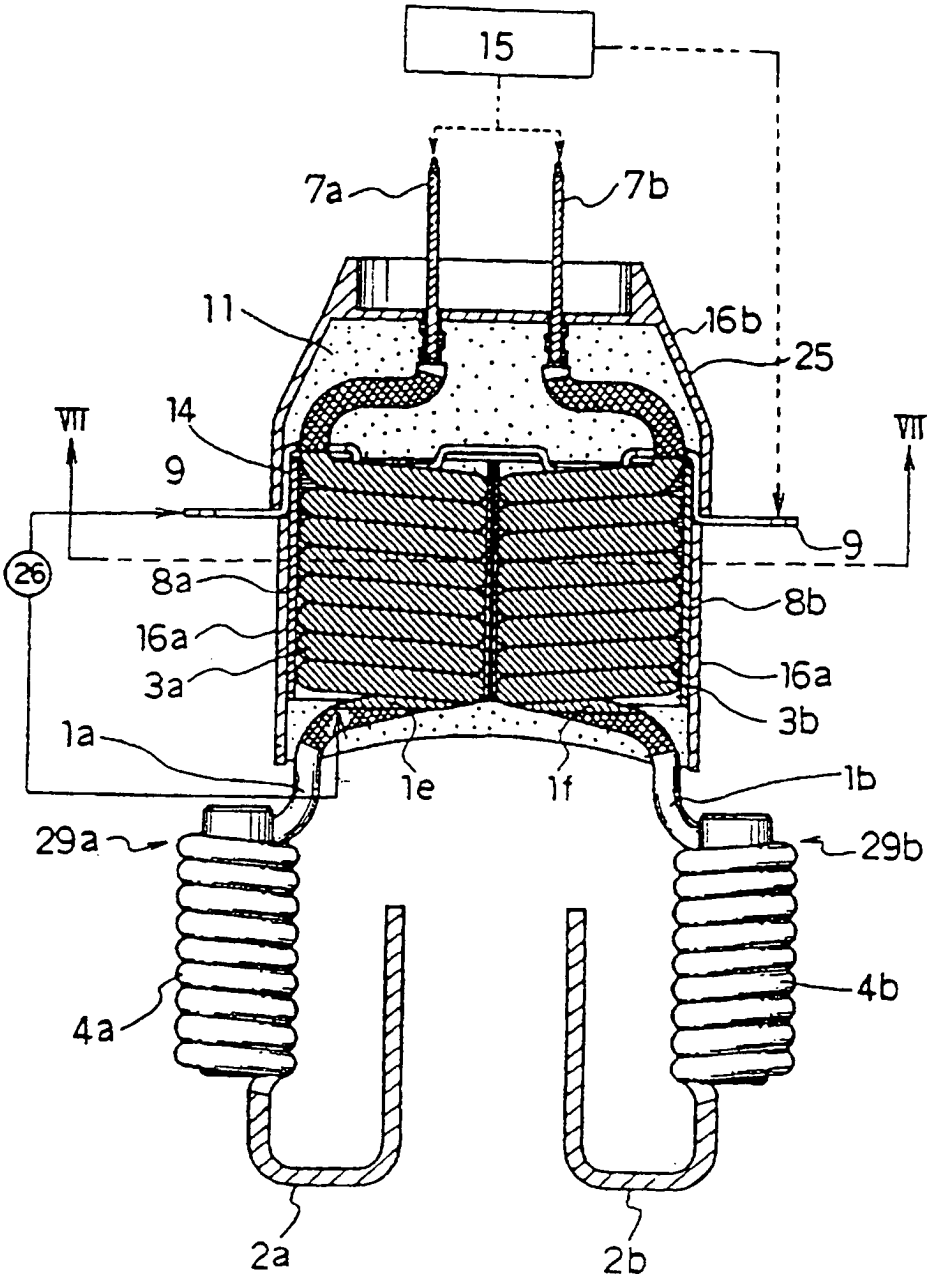

WECHSELSPANNUNG (kV)
15
10
5
HALBLEITENDE SCHICHT
SILIKONRÖHRE
OHNE HOCH SPANNUNGSFESTE SCHICHT
POLYIMID-FOLIE
MIT HOCH SPANNUNGSFESTER SCHICHT

FIG. 6


15
7a
7b
11
16b
25
VIII
14
9
VIII
9
26
8a
8b
16a
16a
3a
3b
1a
1e
1f
1b
29a
29b
4a
4b
2a
2b

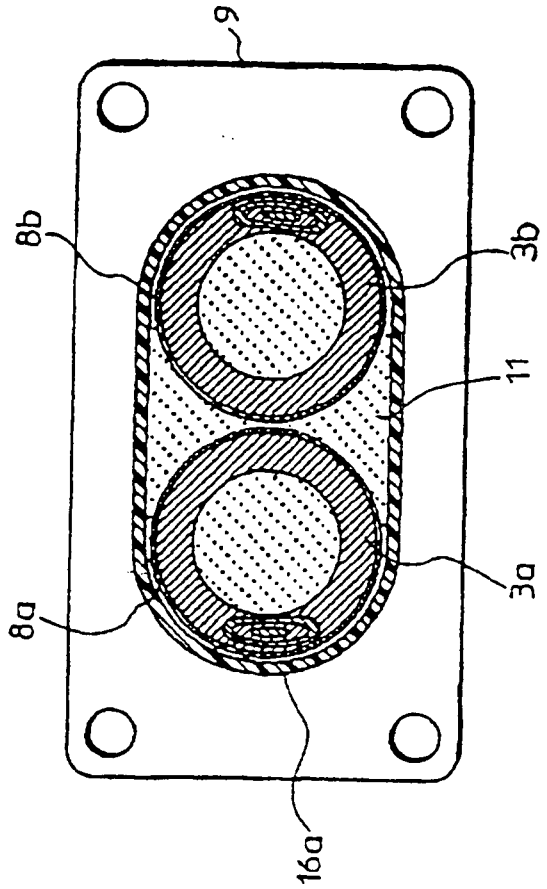


FIG. 7

FIG. 8

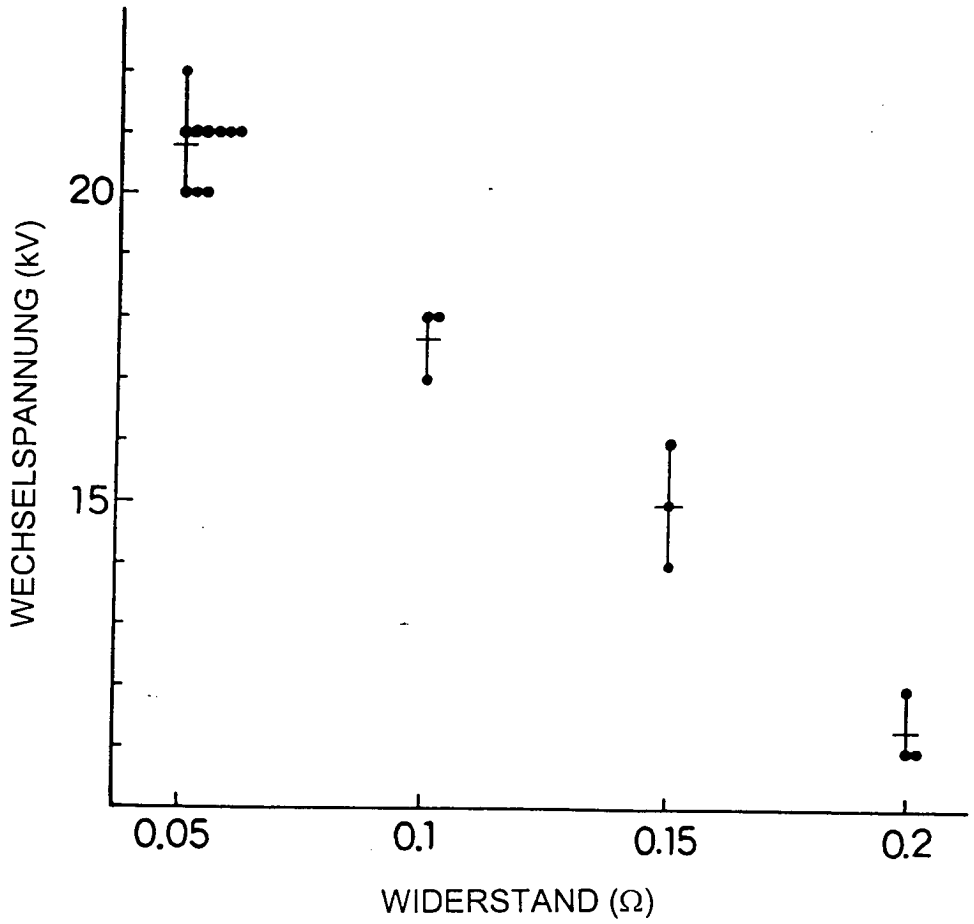


FIG. 9

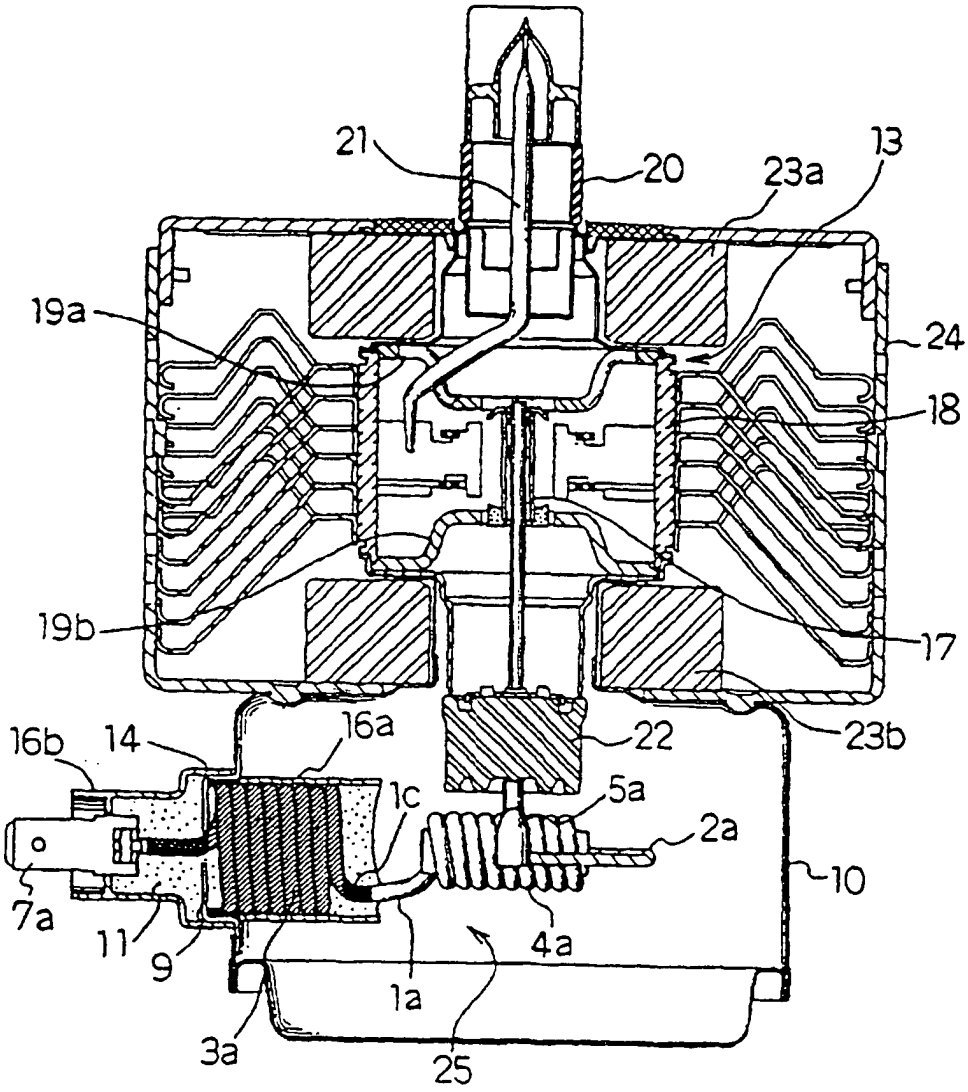

21
20
23a
13
19a
24
18
19b
17
16b
14
16a
22
23b
1c
5a
2a
10
7a
11
9
4a
1a
3a
25

FIG. 10 (STAND DER TECHNIK)

