

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 699 465 A2

(51) Int. Cl.: G01R 15/24 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01392/09

(22) Anmeldedatum: 08.09.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2010

(30) Priorität: 11.09.2008 JP 2008-233941

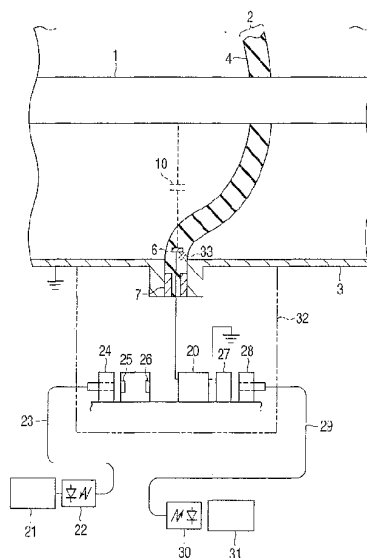
(71) Anmelder:
KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA, 1-1 Shibaura 1-chome,
Minato-ku
Tokyo 105-8001 (JP)

(72) Erfinder:
Junichi Sato, Tokyo 105-8001 (JP)
Masao Takahashi, Tokyo 105-8001 (JP)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) Optische Spannungsmessungsvorrichtung.

(57) Es wird eine optische Spannungsmessungsvorrichtung vorgesehen, welche einen Hauptschaltungsleiter (1), einen dielektrischen Körper (4), welcher den Hauptschaltungsleiter (1) auf isolierende Weise stützt und an einem Erdungsorgan (3) fixiert ist, eine eingebettete Elektrode (6), welche in dem dielektrischen Körper (4) eingebettet ist und ein elektro-optisches Element (20), welches mit der eingebetteten Elektrode (6) verbunden ist und eine Spannung des Hauptschaltungsleiters (1) misst, umfasst, wobei eine Spannung, welche durch ein Verhältnis elektrostatischer Kapazitäten zwischen einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen dem Hauptschaltungsleiter (1) und der eingebetteten Elektrode (6) entsteht, und einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen der eingebetteten Elektrode (6) und dem Erdungselement (3) entsteht, geteilt wird, an das elektro-optische Element (20) angelegt wird.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine optische Spannungsmessungsvorrichtung, welche die Messgenauigkeit einer Hauptschaltungsspannung einer Schaltvorrichtung, welche zum Beispiel in einer Generator/Transformator Station verwendet wird, verbessern kann.

[0002] In einer Hochspannungsschaltvorrichtung von einigen kV oder mehr wird eine Hauptschaltungsspannung durch elektrostatische, kapazitive Spannungsteilung oder durch Widerstandsspannungsteilung gemessen. Bei dieser Art von Messvorrichtung ist ein kegelförmiger Isolationsabstandshalter bekannt, welcher in einer gasisolierten Schaltvorrichtung verwendet wird, wie in Fig. 1 gezeigt (siehe z.B. die japanische Patentanmeldung KOKAI Publikation No. 2000-232 719 (Seite 4, Fig. 1)).

[0003] Wie in Fig. 1 gezeigt, wird ein Hauptschaltungsleiter 1 von einem kegelförmigen Isolationsabstandhalter 2 gestützt und ist von einem zylindrischen Behälter 3, welcher auf Massepotential liegt, isoliert. Der Isolationsabstandhalter 2 ist aus einem ersten dielektrischen Körper 4, welcher durch Injektion von Epoxydharz geformt ist, und einem zweiten dielektrischen Körper 5, welcher einen niedrigeren spezifischen Widerstand als der erste dielektrische Körper 4 aufweist, gebildet, und ist in einer Schichtform auf der Oberfläche des ersten dielektrischen Körpers 4 ausgebildet. Eine ringförmige, eingebettete Elektrode 6 ist im ersten dielektrischen Körper 4 auf der Seite des Behälters 3 eingebettet. Ein ringförmiges eingebettetes Metall 7 ist an beiden Enden eines äusseren, peripheren Endstücks vorgesehen und am Ende des Behälters 3 luftdicht fixiert.

[0004] Ein sekundärseitiger Kondensator 8 ist mit der eingebetteten Elektrode 6 verbunden und die eingebettete Elektrode 6 ist mittels des eingebetteten Metalls 7 geerdet. Eine Detektionsimpedanz 9 ist mit dem sekundärseitigen Kondensator 8 parallel geschaltet. Eine primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und ein primärseitiger Durchgangswiderstand 11 am zweiten dielektrischen Körper 5 sind zwischen dem Hauptschaltungsleiter 1 und der eingebetteten Elektrode 6 ausgebildet.

[0005] Dadurch kann eine Spannung, welche durch die primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und den sekundärseitigen Kondensator 8 einschliesslich der Detektionsimpedanz 9 geteilt ist, gemessen werden. Der zweite dielektrische Körper 5 ist zur Verbesserung der Zeitkonstante vorgesehen. Im Falle hoher Frequenzen wird die Spannungsteilung mittels des primärseitigen Durchgangswiderstands 11 durchgeführt, und die Hauptschaltungsspannung kann präzise gemessen werden.

[0006] Andererseits ist eine Spannungsmessungsmethode mittels eines elektro-optischen Elements (Pockels-Effekt Element) (siehe z.B. die japanische Patentanmeldung KOKAI Publikationsnummer 2000-258 465 (Seite 3, Fig. 1)) bekannt. Die Spannung, welche an dem elektro-optischen Element angelegt werden kann, ist jedoch von etwa 1 kV oder weniger, und ein Spannungsteiler muss zur Messung einer hohen Spannung verwendet werden. Daher ist ein Spannungsteiler hoher Präzision gefordert und, bei Berücksichtigung der Durchschlagfestigkeit, usw., erhöht sich die Grösse des Spannungsteilers und die gasisolierte Schaltvorrichtung selbst wird gross.

[0007] Bei der Messung der Hauptschaltungsspannung gemäss der oben beschriebenen konventionellen Hochspannungsschaltvorrichtung gibt es folgende Probleme: Wenn ein elektro-optisches Element zum Einsatz kommen soll, ist ein zweckbestimmter Spannungsteiler nötig und die Grösse der gasisolierten Schaltanlage erhöht sich. Dann kann eine spannungsteilende Schaltung durch die Verwendung des Isolationsabstandhalters 2 zur Messung der Hauptschaltungsspannung hergestellt werden. In diesem Fall befinden sich die primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und der primärseitige Durchgangswiderstand 11 der primärseitigen Spannungsteilungsschaltung im Behälter 3, und der sekundärseitige Kondensator 8 und die Detektionsimpedanz 9 der sekundärseitigen Spannungsteilungsschaltung befinden sich in der Luft ausserhalb des Behälters 3. Eine Temperaturerhöhung findet aufgrund des Einschaltstroms im Behälter 3 statt und eine Temperaturschwankung findet ausserhalb des Behälters 3 statt. Es ist schwierig, die Temperatureigenschaften der primär- und sekundärseitigen Spannungsteilungsschaltungen anzugleichen. Zusätzlich, obwohl die Feuchtigkeit innerhalb des Behälters gering ist, gibt es einen Feuchtigkeitseffekt ausserhalb des Behälters 3.

[0008] Unter diesen Bedingungen ist eine Messvorrichtung gefordert, welche eine Hauptschaltungsspannung mit hoher Genauigkeit messen kann, mit Bereitstellung einer Spannungsteilungsschaltung, welche ähnliche Umgebungseigenschaften, wie Temperatur und Feuchtigkeit, schafft, beispielsweise durch die Verwendung des Isolationsabstandhalters 2, welcher eine Isolationsstruktur einer gasisolierten Schaltvorrichtung darstellt. Zusätzlich ist eine Messvorrichtung gefordert, welche im Falle der Verwendung eines elektro-optischen Elements eine hohe Schwankung der sekundärseitigen Impedanz aufgrund der Zuschaltung des elektro-optischen Elements verhindert, und welche ein stabiles Spannungsteilungsverhältnis ergibt.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer optischen Spannungsmessungsvorrichtung, welche eine Hauptschaltungsspannung mit hoher Präzision misst, ohne von Umgebungseigenschaften beeinträchtigt zu werden.

[0010] Gemäss einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine optische Spannungsmessungsvorrichtung vorgesehen, welche einen Hauptschaltungsleiter, einen dielektrischen Körper, welcher den Hauptschaltungsleiter auf isolierende Weise

stützt und an einem Erdungsorgan fixiert ist, eine eingebettete Elektrode welche im dielektrischen Körper eingebettet ist, und ein elektro-optisches Element, welches mit der eingebetteten Elektrode verbunden ist und die Spannung des Hauptschaltungsleiters misst, umfasst, wobei eine Spannung, welche in einem Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten zwischen einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen dem Hauptschaltungsleiter und der eingebetteten Elektrode entsteht, und einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen der eingebetteten Elektrode und dem Erdungsorgan entsteht, geteilt wird, an das elektro-optische Element angelegt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Die beiliegenden Zeichnungen, welche im Anmeldetext eingegliedert und ein Teil dessen sind, zeigen Ausführungsformen der Erfindung und dienen, zusammen mit der obigen allgemeinen Beschreibung und der folgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsformen, zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung.

- Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines Isolationsabstandhalters, welcher als konventioneller Spannungsteiler arbeitet;
- Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht eines Isolationsabstandhalters, welcher als Spannungsteiler gemäss der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung arbeitet; und
- Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht eines Säulen-Abstandhalters (post spacer), welcher als ein Spannungsteiler gemäss Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung arbeitet.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0012] Ausführungsformen der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[Ausführungsform 1]

[0013] Zunächst wird eine optische Spannungsmessvorrichtung gemäss Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht eines Isolationsabstandhalters, welcher gemäss der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung als Spannungsteiler arbeitet. In Fig. 2 sind die strukturellen Teile, welche denjenigen des Standes der Technik gleichen, mit Hilfe von gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0014] Wie in Fig. 2 gezeigt, ist ein Hauptschaltungsleiter 1 einer gasisolierten Schaltvorrichtung von einem kegelförmigen Isolationsabstandhalter 2 gestützt und daran fixiert, und von einem zylindrischen Behälter (Erdungsorgan) 3, welcher auf Massepotential ist, isoliert. Der Isolationsabstandhalter 2 hat einen ersten dielektrischen Körper 4, welcher durch Injektion eines Epoxydharzes ausgebildet ist. Eine ringförmige, eingebettete Elektrode 6 ist in den ersten dielektrischen Körper 4 auf der Seite des Behälters 3 eingebettet. Ein ringförmiges, eingebettetes Metall 7 ist an beiden Enden eines aussenseitigen peripheren Abschnitts vorgesehen, und ist am Ende des Behälters 3 luftdicht fixiert. Ein Isolationsgas wird in den Behälter 3 eingefüllt.

[0015] Ein Ende eines elektro-optischen Elements 20, welches durch die Verwendung eines Monokristalls aus BGO, BSO, usw. ausgebildet ist, ist mit der eingebetteten Elektrode 6 verbunden, und das andere Ende des elektro-optischen Elements 20 wird geerdet. Messlicht (optisches Signal) zur Messung einer Spannung wird auf das elektro-optische Element 20 mittels einer Lichtquellensteuervorrichtung 21 projiziert, eine Lichtquelle 22 wie z.B. eine Leuchtdiode, ein Lichtwellenleiter 23, eine Lichtleitkollimatoreinheit 24, ein Polarisator 25 für die Konvertierung einfallenden Lichts in linear-polarisiertem Licht, und eine Viertel-Wellenlängen-Platte 26, welche linear-polarisiertes Licht in zirkular-polarisiertem Licht umwandelt.

[0016] Das elektro-optische Element 20 konvertiert das einfallende zirkular-polarisierte Licht in elliptisch-polarisiertem Licht, in Übereinstimmung mit der Intensität des elektrischen Felds, und strahlt Messlicht aus. Das Messlicht durchläuft einen Analysator 27 und es wird nur eine Polarisationskomponente ausgestrahlt. Das ausgestrahlte Licht wird über eine Lichtempfangskollimatoreinheit 28 zu einem Lichtwellenleiter 29 geleitet und zu einem Detektor 30 geschickt. Der Detektor 30 wandelt das Messlicht in ein elektrisches Signal um und es wird eine gemessene Spannung von einer elektronischen Schaltung 31 berechnet. Die Komponenten, von der Lichtleitkollimatoreinheit 24 bis zur Lichtempfangskollimatoreinheit 28, werden in einem Abschirmungsgehäuse 32, welches den Effekt des elektrischen Feldes eliminiert, untergebracht.

[0017] Im Isolationsabstandhalter 2 entsteht eine primärseitige elektrostatische Kapazität 10 zwischen dem Hauptschaltungsleiter 1 und der eingebetteten Elektrode 6, und eine sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33 entsteht zwischen der eingebetteten Elektrode 6 und dem Behälter 3. Dementsprechend wird eine Spannung, welche von einer Verbundkapazität der primärseitigen elektrostatischen Kapazität 10, der elektrostatischen Kapazität des elektro-optischen Elements 20 selbst und der sekundärseitigen elektrostatischen Kapazität 33 geteilt wird, an das elektro-optische Element angelegt.

[0018] In diesem Fall ist die elektrostatische Kapazität des elektro-optischen Elements 20 viel kleiner als die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33, und das Verhältnis der Spannungsteilung wird im Wesentlichen von der sekundärseitigen elektrostatischen Kapazität 33 bestimmt. Der Grund dafür ist, dass, trotzdem die spezifische Dielektrizitätskonstante des elektro-optischen Elements 20 grösser als die des Epoxydharzes ist, die Elektrodenverteilung zwischen der eingebetteten Elektrode 6 und dem Behälter 3 eine koaxiale Elektrodenanordnung ist, und die gegenüberliegende Elektrodenfläche viel grösser als die Fläche des elektro-optischen Elements 20 wird. Im Isolationsabstandhalter 2, mit einem Durchmesser

von ungefähr 300 mm, ist das Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten zwischen dem elektro-optischen Element 20 und der sekundärseitigen elektrostatischen Kapazität 33100 oder mehr.

[0019] Dabei wird die Spannung, welche durch das Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten zwischen der primärseitigen elektrostatischen Kapazität 10 und der sekundärseitigen elektrostatischen Kapazität 33 geteilt wird, am elektro-optischen Element 20 angelegt und die Hauptschaltungsspannung kann gemessen werden. Die primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33 sind aus demselben Epoxydharz gebildet und haben gleiche Schwankungen der elektrostatischen Kapazität aufgrund von Temperaturschwankungen. Dadurch dass eine vordefinierte niedrige Feuchtigkeit im Behälter 3 konstant gehalten wird, wird das Innere des Behälters 3 nicht von Feuchtigkeit angegriffen. Insbesondere sind die primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33 derselben Umgebung ausgesetzt. Obwohl sich eine schwebende elektrostatische Kapazität im Isolationsgas zur primärseitigen elektrostatischen Kapazität 10 addiert, existiert kein Einfluss von Umgebungseigenschaften, ähnlich wie im oben beschriebenen Fall.

[0020] Gemäss der optischen Spannungsmessungsvorrichtung der Ausführungsform 1 wird die eingebettete Elektrode 6 in den ersten aus dem Epoxydharz gebildeten dielektrischen Körper 4 eingebettet und die Spannung, welche an das elektro-optische Element 20 angelegt ist, wird durch die primärseitige elektrostatische Kapazität 10 und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33, welche aus demselben Epoxydharz gebildet sind, geteilt. Deshalb wird das Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten nicht von Umgebungseigenschaften wie Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst und die Hauptschaltungsspannung kann mit hoher Genauigkeit gemessen werden.

[Ausführungsform 2]

[0021] Als nächstes wird eine optische Spannungsmessungsvorrichtung gemäss der Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung, mit Verweis auf Fig. 3, beschrieben. Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines Säulen-Abstandhalters, welcher gemäss der Ausführungsform 2 der Erfindung wie ein Spannungsteiler arbeitet. Die Ausführungsform 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform 1 in dem Isolator, welcher wie ein Spannungsteiler arbeitet. In Fig. 3 werden die strukturellen Teile, welche mit denen in der Ausführungsform 1 übereinstimmen, mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und es wird auf eine detaillierte Beschreibung der Teile verzichtet.

[0022] Wie in Fig. 3 gezeigt, wird ein Hauptschaltungsleiter 1, welcher mittels eines Kopplers 35 verbunden ist, von einem Säulen-Abstandhalter 36, welcher einen ersten dielektrischen Körper 4 aus einem Epoxydharz aufweist, gestützt und fixiert. Ein hauptschaltungsseitiges eingebettetes Metall 37 ist im ersten elektrischen Körper 4 auf der Kopplungsseite 35 eingebettet. Ein zylindrisches, erdseitig eingebettetes Metall 38 ist im ersten dielektrischen Körper 4 auf der Seite des Behälters 3 eingebettet und das eingebettete Metall 38 ist am Behälter 3 angebracht. Eine säulenförmige eingebettete Elektrode 39 zur Teilung der Hauptschaltungsspannung ist im Wesentlichen zentralen Teil des erdseitig eingebetteten Metalls 38 eingebettet. Ein elektro-optisches Element ist mit der eingebetteten Elektrode 39 verbunden.

[0023] Dabei entsteht eine primärseitige elektrostatische Kapazität 40 zwischen dem hauptschaltungsseitigen eingebetteten Metall 37 und der eingebetteten Elektrode 39, und eine sekundärseitige elektrostatische Kapazität 41 entsteht zwischen der eingebetteten Elektrode 39 und dem erdseitig eingebetteten Metall 38, wodurch die Hauptschaltungsspannung geteilt wird. Die eingebettete Elektrode 39 und das erdseitig eingebettete Metall 38 sind in einer coaxialen Elektrodenanordnung angeordnet und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 41 ist grösser als die primärseitige elektrostatische Kapazität 40. Da diese elektrostatischen Kapazitäten 40 und 41 vom ersten dielektrischen Körper 4 aus demselben Isolationsmaterial geschaffen sind und in derselben Umgebung zum Einsatz kommen, gibt es keinen Einfluss von Umgebungseigenschaften.

[0024] Gemäss der optischen Spannungsmessungsvorrichtung der Ausführungsform 2 können dieselben vorteilhaften Effekte der Ausführungsform 1 erreicht werden.

[0025] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann auf viele Weisen modifiziert werden und derart ausgeführt sein, dass sie nicht aus dem Rahmen der Erfindungsidee fällt. In den oben beschriebenen Ausführungsformen wurde der erste dielektrische Körper 4 so beschrieben, dass er unter Verwendung eines herkömmlichen Epoxydharzes ausgebildet ist. Wenn anorganisches Material, wie Siliziumdioxid, beigemischt wird, können die Temperatureigenschaften gelockert werden. Zusätzlich kann die spezifische Dielektrizitätskonstante leicht durch das Mischverhältnis eingestellt werden und die Auswahlspanne für elektrostatische Kapazitäten erhöht werden. Darüber hinaus können andere in elektrischen Anwendungen verwendete Isolationsmaterialien wie Polykarbonatharz, Polyesterharz und Phenolharz zum Einsatz kommen.

[0026] Im Falle einer Verwendung in einem gewarteten Elektroraum, wo ein aufgrund von Kontamination und Feuchtigkeit entstehender Oberflächenkriechstrom vernachlässigbar ist, ist die Vorrichtung in Luft verwendbar. Insbesondere kann die Hauptschaltungsspannung präzise gemessen werden, wenn die primärseitige elektrostatische Kapazität 10, 40 und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität 33, 41 aus demselben Material gebildet sind, wenn eine Verwendung in derselben Umgebung zum Tragen kommt und eine Isolationsfestigkeit bezüglich Oberflächenkriechen hoch ist.

[0027] Wie oben im Detail beschrieben wurde, sind die primärseitige elektrostatische Kapazität und die sekundärseitige elektrostatische Kapazität gemäss der vorliegenden Erfindung aus demselben Isolationsmaterial gebildet und die Span-

nung, welche durch das Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten geteilt wird, ist am elektro-optischen Element angeschlossen. Deshalb kann die Hauptschaltungsspannung mit hoher Genauigkeit gemessen werden, ohne dass das Verhältnis der elektrostatischen Kapazitäten von Umgebungseigenschaften wie Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst wird.

[0028] Zusätzliche Vorteile und Änderungen sind für den Fachmann leicht ersichtlich. Deshalb ist die Erfindung in ihren allgemeineren Aspekten nicht auf die spezifischen Details und hier gezeigten und beschriebenen kennzeichnenden Ausführungsformen beschränkt. Demgemäss können verschiedene Änderungen vorgenommen werden, ohne die Idee oder den Rahmen des allgemeinen erfinderischen Konzepts, wie durch die beigefügten Ansprüche und ihren Äquivalenten definiert, zu sprengen.

Patentansprüche

1. Optische Spannungsmessungsvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Hauptschaltungsleiter (1); einen dielektrischen Körper (4), welcher den Hauptschaltungsleiter (1) auf isolierende Weise stützt und an einem Erdungsorgan (3) fixiert ist; eine eingebettete Elektrode (6), welche in dem dielektrischen Körper (4) eingebettet ist; und ein elektro-optisches Element (20), welches mit der eingebetteten Elektrode (6) verbunden ist und eine Spannung des Hauptschaltungsleiters (1) misst, umfasst, wobei eine Spannung, welche durch ein Verhältnis elektrostatischer Kapazitäten zwischen einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen dem Hauptschaltungsleiter (1) und der eingebetteten Elektrode (6) entsteht, und einer elektrostatischen Kapazität, welche zwischen der eingebetteten Elektrode (6) und dem Erdungselement (3) entsteht, geteilt wird, an das elektro-optische Element (20) angelegt wird.
2. Optische Spannungsmessungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrostatische Kapazität, welche zwischen dem Hauptschaltungsleiter (1) und der eingebetteten Elektrode (6) entsteht, und die elektrostatische Kapazität, welche zwischen der eingebetteten Elektrode (6) und dem Erdungselement (3) entsteht, derselben Umgebung ausgesetzt sind.
3. Optische Spannungsmessungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die eingebettete Elektrode (6) und das Erdungsorgan (3) in einer coaxialen Elektrodenanordnung angeordnet sind.
4. Optische Spannungsmessungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dielektrische Körper (4) ein Epoxydharz ist.

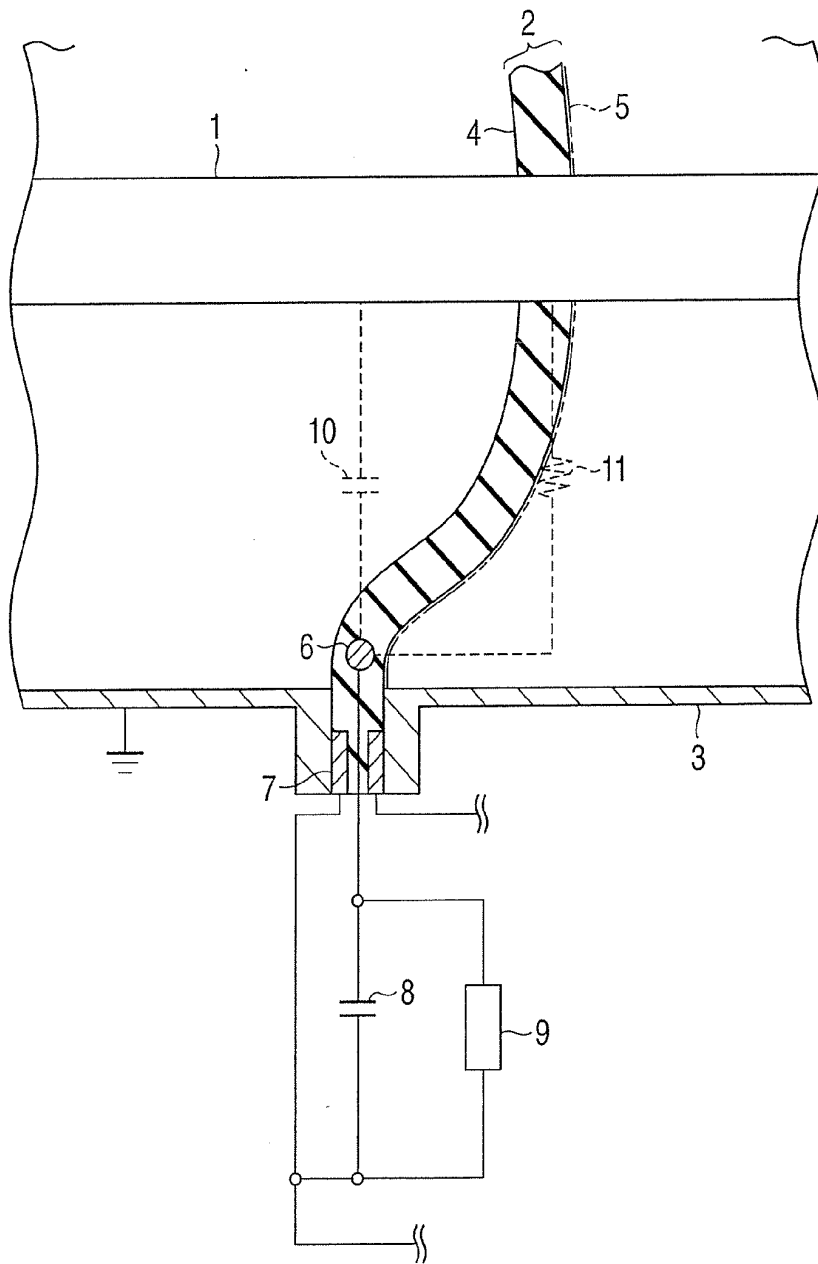


FIG. 1

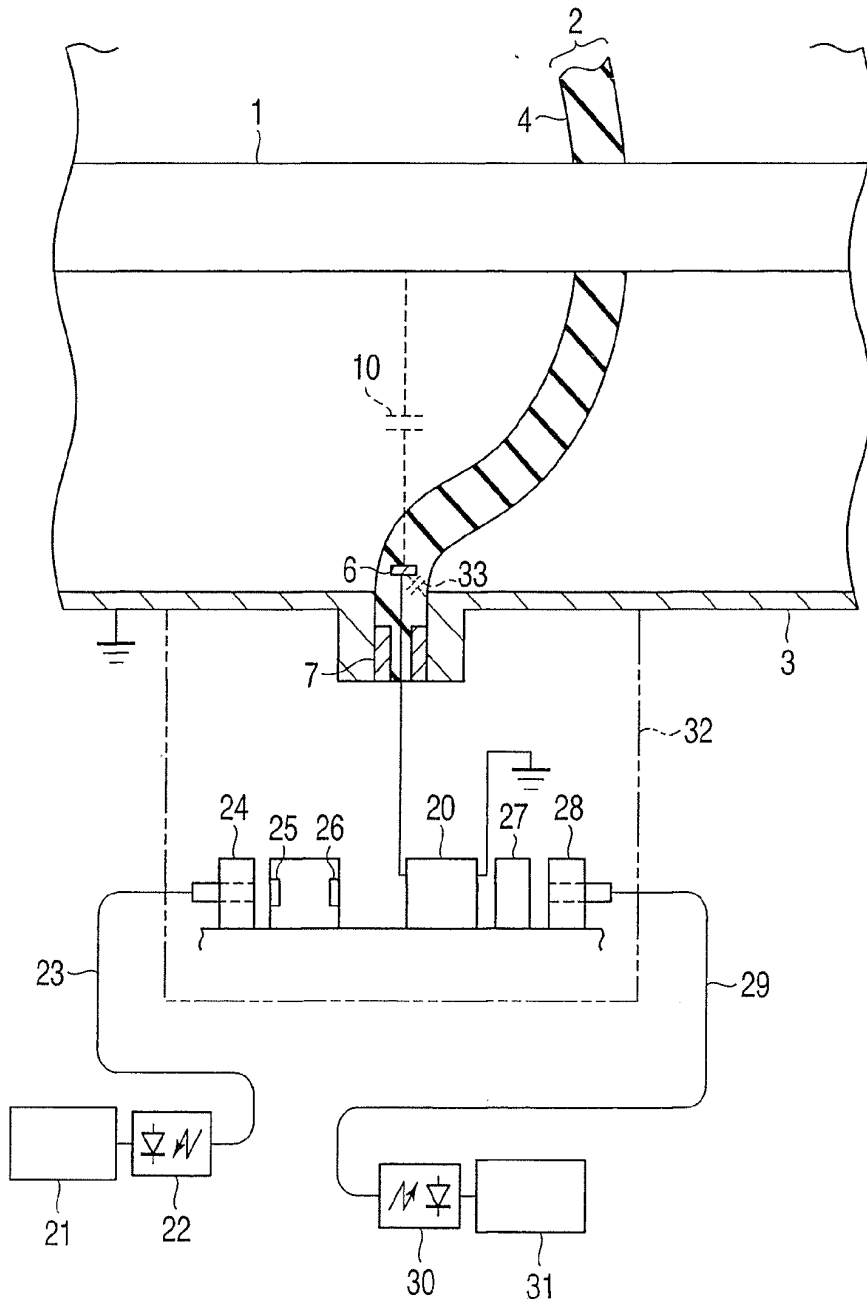


FIG. 2

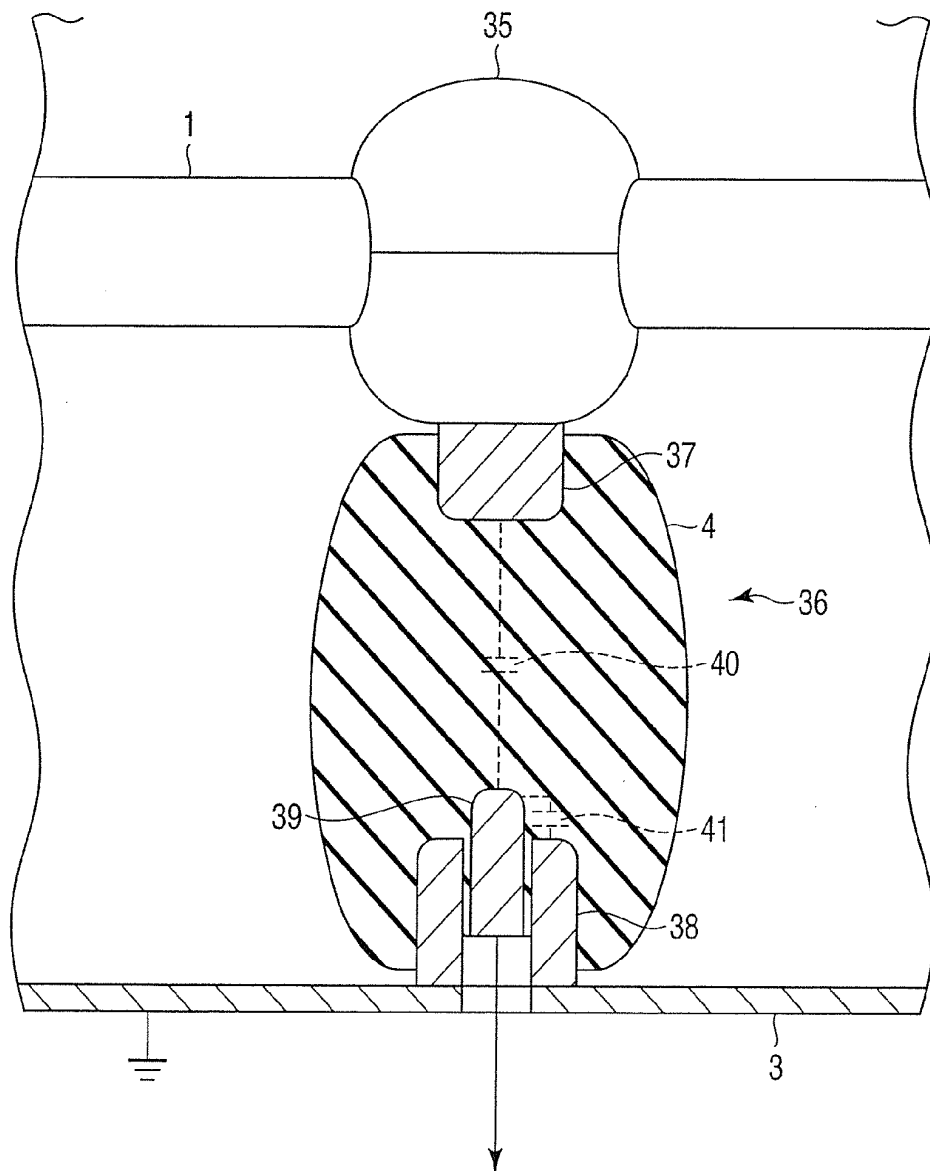


FIG. 3