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

(10) **DE 699 26 845 T2** 2006.06.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 988 543 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 26 845.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA99/00318**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 915 398.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/053314**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.04.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.10.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.03.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **24.08.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G01N 33/28*** (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2235021 **14.04.1998** **CA**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
GE Syprotec Inc., Pointe-Claire, Quebec, CA

(74) Vertreter:
Bergen, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40547 Düsseldorf

(72) Erfinder:
GIBEAULT, Jean-Pierre, Dollard-des-Ormeaux, CA; NOIRHOMME, Bernard, Perrot, CA; QIN, Renyan, St.-Leonard, CA

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN VON GAS(EN) IN EINER DIELEKTRISCHEN FLÜSSIGKEIT**

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

BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Mittel und ein Verfahren zum Überwachen des Vorhandenseins eines oder mehrerer Gase in einem Fluid, wie beispielsweise einem dielektrischen Fluid. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere das Überwachen eines oder mehrerer Gaskomponenten in einem Fluid, wobei eine Gasprobe, die dem Fluid entnommen wurde, mit mindestens einem Zielgas, das einer Analyse unterzogen werden soll, angereichert wird.

[0002] Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung insbesondere als Teil von Mitteln zum Überwachen (beispielsweise zum Detektieren) eines oder mehrerer Substanzen in einer durch ein Fluid isolierten elektrischen Ausrüstung genutzt werden, beispielsweise um beginnende Fehlerkonditionen zu überwachen. Das dielektrische Fluid kann eine dielektrische Flüssigkeit (zum Beispiel Öl) oder ein dielektrisches Gas sein. Darüber hinaus betrifft die Erfindung insbesondere ein Gerät und ein Verfahren zum Überwachen eines oder mehrerer Gaskomponenten in einem dielektrischen Fluid, das sich im Inneren eines elektrischen Systems befindet, wobei eine aus dem dielektrischen Fluid gewonnene Gasprobe hinsichtlich mindestens eines Zielgases, das einer Analyse unterzogen werden soll, angereichert wird.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Im Folgenden wird das Detektieren eines Gases in einem Fluid, das ein dielektrisches Fluid ist, anhand eines Beispiels erläutert.

[0004] Elektrische Systeme, in denen ein elektrisches Fluid als Isoliersubstanz verwendet wird, sind aus dem Stand der Technik wohl bekannt; zu diesen Systemen gehören beispielsweise Transformatoren, Schutzschalter und ähnliches.

[0005] Es ist bekannt, dass eine Störung oder eine Fehlfunktion eines Systems oder einer Vorrichtung des oben genannten Typs die Erzeugung eines oder mehrerer unerwünschter Gase im Isolierfluid zur Folge haben kann; dies kann beispielsweise passieren, wenn eine Vorrichtung bei hohen Temperaturen oder unter Bedingungen hoher elektrischer Belastung arbeitet. Unter solchen Bedingungen können unerwünschte Feuchtigkeit und/oder ein oder mehrere Abbauprodukte des dielektrischen Materials des Isoliersystems (i.e. des Isolierfluids) entstehen. Wenn solche unnormalen Bedingungen nicht korrigiert werden, kann dies zu einem irreparablen Schaden am elektrischen System führen. Daher ist eine zeitnahe (beispielsweise mehr oder minder unmittelbare) Detektion und/oder Diagnose eines jeden unnormalen Betriebs eines elektrischen Apparates von Vorteil, um einen irreparablen Schaden an einem solchen System zu vermeiden.

[0006] Deshalb wurden verschiedene Vorrichtungen und Systeme für das Überwachen von beginnenden Fehlerkonditionen, wie beispielsweise jede unerwünschte Erhöhung der Konzentration eines Fehlergases (z.B. eines Verbrennungsgases, wie Wasserstoffgas, Kohlenmonoxidgas, Methangas, Ethangas, Ethylengas, Acetylengas und dergleichen oder eines nicht brennbaren Gases wie beispielsweise Kohlendioxid), von Feuchtigkeit (z.B. Wasser), eines Abbauprodukts, von verunreinigenden Substanzen und/oder dergleichen, die in dem Isolierfluid enthalten (z.B. gelöst) sind, vorgeschlagen.

[0007] Einige solcher Detektions- und/oder Überwachungssysteme sind beispielsweise im kanadischen Patent Nr. 1,054,223 (Bélanger et al.), US-Patent Nr. 4,112,737 (Morgan), US-Patent Nr. 4,293,399 (Bélanger et al.), US-Patent Nr. 4,271,474 (Belanger et al.) US-Patent Nr. 5,070,738 Morgan) und US-Patent Nr. 5,271,263 (Gibeault) beschrieben.

[0008] Zum Beispiel ist im US-Patent Nr. 4,293,399 beschrieben, wie die Konzentration von in einem Fluid gelöstem, gasförmigem Wasserstoff durch das Messen eines elektrischen Stroms bestimmt werden kann, der durch eine elektrochemische Oxidation des gasförmigen Wasserstoffs an einer Elektrode des Detektors entsteht. Die in diesem US-Patent beschriebenen, vorbekannten Mittel zum Detektieren und Messen umfassen eine für Wasserstoffgas durchlässige Polymermembran für den Kontakt mit einem Fluid, das gelöstes Wasserstoffgas enthält; ein Elektrolyt, das eine Oxidation von durch die Polymermembran diffundiertem Wasserstoffgas an einer ersten Elektrode sowie eine Reduktion eines Sauerstoff enthaltenden Gases wie Luft an einer zweiten Elektrode ermöglicht; und eine mit der Elektrode verbundene Messvorrichtung zum Messen der elektrischen Stromstärke, die bei der elektrochemischen Reaktion der Oxidation des Wasserstoffgases erzeugt wird, wobei die Stromstärke proportional zur Wasserstoffkonzentration im Fluid ist.

[0009] Die WO 96/04550 betrifft einen elektrochemischen Gassensor, der eine selektive Membran mit einem geeigneten Katalysator aufweist, der ausgewählt ist, um interferierende Gase, die die Membran passieren, zu beseitigen. Die Beseitigung der ungewünschten Gase basiert auf einer chemischen Umwandlung.

[0010] Die DE 195 03 802 C1 betrifft einen Sensor zum Bestimmen von Wasserstoff in einem Transformator. Der Sensor besitzt zwei Schichten, von denen eine gasdurchlässig ist, wobei die Zweischichtmembran für Wasserstoff durchlässig ist.

[0011] Es ist bei solchen Überwachungsvorrichtungen (beispielsweise Detektionsvorrichtungen der oben beschriebenen Art) von Vorteil, wenn sie eine so genau wie mögliche Detektion und/oder Diagnose des inkorrekten Betriebs von Systemen, wie beispielsweise Transformatoren, Schutzschaltern, Drosselspulen oder beliebigen Elektrogeräten, die ein dielektrisches Fluid als Isoliersubstanz, wie eine dielektrische Flüssigkeit (beispielsweise ein dielektrisches Öl) oder ein dielektrisches Gas (beispielsweise SF_6 Gas), verwenden, ermöglichen.

[0012] Ein Teil der oben beschriebenen, vorbekannten Überwachungsvorrichtungen oder Systeme haben den Nachteil, dass die vom Detektor empfangene Gasprobe eine vergleichsweise geringe Konzentration eines Zielgases, das detektiert oder überwacht werden soll, aufweisen kann; beispielsweise eine geringe Konzentration von Acetylengas im Vergleich zu Wasserstoffgas. In einem solchen Fall kann die geringe Konzentration eines Zielgases im Vergleich zu den anderen in einer Gasprobe enthaltenen Gasen so sein, dass eines oder mehrere der anderen Gase die Messung eines vorbestimmten Zielgases (Zielgase) beeinträchtigen kann. Mit anderen Worten kann die Präzision der Ergebnisse der Detektierungs- oder Überwachungsvorrichtung schlechter als benötigt sein; i.e. aufgrund der Tatsache, dass eines oder mehrere nicht relevante Gase das Messen des Zielgases stören können.

[0013] Dementsprechend wäre es von Vorteil, wenn eine Analyse (beispielsweise Detektierung) eines oder mehrerer vorbestimmter individueller Gase (i.e. Zielgase) einer Probengasmischung ermöglicht würde. Grundsätzlich wäre es von Vorteil, wenn es möglich wäre, ein Probengas zu erhalten, in dem ein Zielgas, dessen Präsenz Gegenstand einer Analyse sein soll, angereichert ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0014] Der Begriff "Detektierungskomponente" sowie die Wörter "detektieren", "detektiert" und dergleichen umfassen Aktivitäten, die das Suchen nach einer Substanz, das Detektieren einer Substanz, das Bestimmen des Vorhandenseins einer Substanz, etc. involvieren, sie sind aber hierauf nicht beschränkt.

[0015] Des weiteren werden unter dem Ausdruck "analysierende Mittel zum Überwachen" sowie den Worten "überwachen", "überwacht" und dergleichen eine oder mehrere Aktivitäten verstanden, die das Suchen nach einer Substanz, das Bestimmen des Vorhandenseins einer Substanz, das kontinuierliche Messen einer Substanz, das intermittierende Messen einer Substanz etc. beinhalten, verstanden, das Verständnis ist hierauf aber nicht beschränkt.

[0016] Dementsprechend stellt die vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Detektieren eines Gases in einem dielektrischen Fluid innerhalb des Inneren eines elektrischen Systems zur Verfügung, das die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

[0017] Ein solches Verfahren kann durchgeführt werden mit einer Vorrichtung zum Detektieren eines Gases in einem Fluid mit
einer eine Gaskammer definierenden Wandkomponente,
einer Gasextraktionskomponente, die ein erstes gaspermeables Element aufweist, durch die eine Gasmischung aus dem Fluid in die Gaskammer hindurchtreten kann, wobei die Wandkomponente das erste gaspermeable Element aufweist und die Gasmischung ein Zielgas aufweist,
wobei die Vorrichtung
eine Gasentfernungskomponente zum vorzugsweisen Entfernen einer vorbestimmten Gaskomponente aus einer Probengasmischung aufweist und die Gasentfernungskomponente ein zweites gaspermeables Element umfasst, durch das eine vorbestimmte Gaskomponente der Probengasmischung vorzugsweise hindurchtreten kann.

[0018] Die Wandkomponente kann das zweite gaspermeable Element aufweisen und die Detektierungskomponente kann so konfiguriert sein, dass sie das Vorhandensein des Zielgases in der Gaskammer detektiert.

[0019] Ein solches Verfahren kann auch durchgeführt werden mit einer Vorrichtung zum Überwachen eines oder mehrerer Gase in einem Fluid, wobei die Vorrichtung
eine Gasextraktionskomponente zum Extrahieren einer Probengasmischung aus dem Fluid, wobei die Probengasmischung ein oder mehrere Zielgase enthält, und
eine analysierende Komponente zum Überwachen des Vorhandenseins des einen oder der mehreren Zielgase aufweist,
wobei die Vorrichtung
eine Gasentfernungskomponente zum vorzugsweisen Entfernen eines oder mehrerer Gaskomponenten der Probengasmischung enthält und die Gasentfernungskomponente ein oder mehrere gaspermeable Elemente aufweist, durch die eine oder mehrere entsprechende, vorbestimmte Gaskomponenten vorzugsweise hindurchtreten können.

[0020] Erfindungsgemäß kann die vorbestimmte Gaskomponente vorzugsweise aus der Probengasmischung so entfernt werden, dass eine Detektierungsgasprobe erhalten wird, in der das Verhältnis des Zielgases (der Zielgase) relativ zu der vorbestimmten Gaskomponente im Vergleich zum Verhältnis in der Probengasmischung erhöht ist, und das Vorhandensein des Zielgases (der Zielgase) in der Detektierungsprobengasmischung detektiert wird.

[0021] Wie erwähnt, kann die vorbestimmte Gaskomponente Wasserstoffgas enthalten, während das Zielgas Acetylengas sein kann.

[0022] Erfindungsgemäß kann eine im Zusammenhang mit einer der vorstehenden Beschreibungen der verschiedenen Aspekte der vorliegenden Erfindung erwähnten Probengasmischungen zwei oder mehrerer Gase einschließlich eines oder mehrere Zielgase enthalten.

[0023] Das Verfahren kann verwendet werden, um eine oder mehrere gasförmige Substanzen (i.e. Zielgase) in einem Fluid, die eine beginnende Fehlerkondition in einer fluidisolierten elektrischen Ausrüstung oder einem System anzeigen, zu detektieren oder insbesondere zu überwachen; i.e. um die Präsenz, die Konzentration, etc. einer solchen Substanz über die Zeit zu detektieren und insbesondere zu überwachen. Das Verfahren kann beispielsweise verwendet werden, um das Vorhandensein von gasförmigen Substanzen im Isolierfluid eines Transformators, wie beispielsweise Fehlergase, Feuchtigkeit oder Abbauprodukte, zu detektieren.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch durchgeführt werden, indem ein dielektrisches Fluid (beispielsweise eine Flüssigkeit oder ein Gas) überwacht wird (beispielsweise Probennahme und Testen), das dem Inneren eines elektrischen Systems durch geeignete, bekannte Mittel entzogen und wieder hinzugefügt wird.

[0025] Die zu detektierende(n) und insbesondere zu überwachende(n) gasförmige(n) Substanzen) enthält (enthalten) beispielsweise ein Element der Gruppe, die ein Fehlergas (beispielsweise ein Verbrennungsgas wie beispielsweise Wasserstoffgas), Feuchtigkeit (beispielsweise Wasser) und/oder ein Abbauprodukt enthalten.

[0026] Die Gaskomponenten, die detektiert werden sollen, können beispielsweise aus der Gruppe von Gasen ausgesucht sein, die Wasserstoffgas, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Feuchtigkeit (i.e. H_2O), Methan, Ethan, Ethylen und Acetylen enthält.

[0027] Das Fluid kann ein beliebiges dielektrisches Fluid (beispielsweise Flüssigkeit oder Gas) einschließlich einem der oben genannten Fluide sein.

[0028] Die Gasextraktionsmittel und die Gasentfernungsmittel können jeweils ein gaspermeables Element umfassen, das von jeglicher gewünschter (bekannter), tauglicher und geeigneter Konfiguration, Dicke etc. sowie aus jedem (bekannten) passenden und geeigneten Material sein kann, das für die vorbestimmte Gaskomponente oder die vorbestimmten Gaskomponenten, deren Beseitigung und/oder Detektierung gewünscht ist, durchlässig ist; beispielsweise können die gaspermeablen Elemente eine Polymermembran, eine Metallmembran etc. aufweisen. Das gaspermeable Element kann je nach Wunsch oder Notwendigkeit flexibel oder fest sein.

[0029] Wenn die Gaskomponenten, die aus einem dielektrischen Fluid extrahiert werden sollen, Wasserstoff und Acetylen beinhalten, kann das gaspermeable Element der Gasextraktionsmittel beispielsweise eine geeignete Membran aus einem Material wie Silikon, Fluorsilikon, Polyethylen, Polypropylen, etc. sein.

[0030] Die nachfolgenden Tabellen A und B zeigen die Extraktionseffizienz einer Polypropylen (PP) membran (Dicke:.18 mil) und einer Polyethylenmembran niedriger Dichte (LDPE) (Dicke: 1 mil). Die Polypropylen (PP) Membran und die Polyethylenmembran geringer Dichte (LDPE) wurden von Goodfellow Corporation Berwyn, Pennsylvania, USA, bezogen. Die Extraktionseffizienz wurde für einige Fehlergase in Transformatoröl bestimmt. Die Ergebnisse sind in Prozent eines Gleichgewichtswertes gegenüber der zum Füllen eines Raums von zehn mL benötigten Zeit dargestellt; für die Tabellen A und B wurde das durch die jeweiligen Membranen extrahierte Gas zum Quantifizieren oder Messen in einer Fourier-Transformations-Infrarot-Messzelle gesammelt.

Tabelle A: (0,004 mm PP), 55°C

Ext. Zeit	CH_4	C_2H_6	CO	C_2H_4	C_2H_2	CO_2	RH%
1 h	26%	0%	12%	27%	39%	50%	79%
3 h	50%	4%	28%	58%	67%	80%	86%
5 h	67%	30%	43%	78%	89%	100%	93%
10 h	89%	77%	75%	100%	100%	--	100%

Tabelle B: (LDPE), 55°C

Ext Zeit	CH_4	C_2H_6	CO	C_2H_4	C_2H_2	CO_2	RH%
1 h	20%	6%	16%	44%	42%	64%	78%
3 h	45%	58%	39%	79%	75%	91%	89%
5 h	62%	82%	55%	91%	89%	100%	100%
10 h	88%	100%	80%	100%	100%		

[0031] Wenn die aus einer extrahierten Gasprobe zu entfernende Gaskomponente Wasserstoff ist, kann das gaspermeable Element der Gasbeseitigungsmittel beispielsweise eine geeignete Membran aus einem Material wie Teflon, Palladium, eine wasserstoffporöse Keramik etc. sein.

[0032] Erfindungsgemäß kann eine Polyethylenmembran (beispielsweise von der Goodfellow Corporation) für eine erste Gasextraktionsstufe verwendet werden, während eine Teflonmembran (beispielsweise von der Goodfellow Corporation) oder eine Palladium Filterplatte (erhalten aus einer Palladium-Verdampfung mit einem Elektronenstrahlinstrument (E-Beam)) für die nachfolgende Gasbeseitigungsstufe (beispielsweise für die Beseitigung oder Abtrennung von Wasserstoffgas) verwendet werden kann.

[0033] Die folgende Tabelle C zeigt typische Kombinationen von Extraktions- und Beseitigungsmembranen sowie deren Beseitigungseffizienz.

Tabelle C: Die Beseitigung von Wasserstoff wurde mit den folgenden Membrankombinationen erzielt:

Extraktionsmembranen	**Beseitigungsmembran**	**Effizienz**
Polyethylen	Teflon (.25 mil)	95 %
Polyethylen	Palladium-Filterplatte	99 %

[0034] Wasserstoffgas kann beispielsweise in einer Gasprobe mit 1000 ppm vorhanden sein, während ein Zielgas wie beispielsweise Acetylen nur mit 5 ppm vorhanden ist. In diesem Fall kann das Wasserstoffgas das Detektieren von Acetylen stören. Erfindungsgemäß kann das Wasserstoffgas aus der Gasprobe so beseitigt werden, dass es mit 50 ppm und Acetylen mit 5 ppm vorhanden ist, um die Detektierung von Acetylen zu ermöglichen.

[0035] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann das Anschließen einer Vorrichtung zum Detektieren oder Überwachen einer Substanz direkt oder indirekt erfolgen. In dem Fall eines direkten Anschließens kann die Vorrichtung beispielsweise unmittelbar an eine Zugangsöffnung durch eine Wandkomponente, die eine Fluidtaschen-Komponente bildet, angeschlossen sein, ohne dass Rohre oder rohrähnliche Teile zwischengeschaltet sind; siehe Fig. 2 des US-Patents Nr. 4,293,399 für ein Beispiel eines direkten Anschließens an ein System. Im Falle eines indirekten Anschließens kann die Vorrichtung beispielsweise mit dem System über ein Ventil verbunden sein; eine solche Verbindung ermöglicht ein einfaches Entfernen der Vorrichtung vom System ohne die Notwendigkeit, das System zu leeren oder zumindest das Fluid-Niveau abzusenken, um ein Auslaufen von Fluid zu vermeiden, wenn beispielsweise die Überwachungsvorrichtung ausgetauscht oder repariert werden muss. In diesem letzteren Fall bildet das Ventil einen Teil der Fluidtasche. Siehe US Patent Nr. 5,271,263.

[0036] Der Detektor und/oder die Analysemittel können in jeder gewünschten oder benötigten Weise geformt sein. Erfindungsgemäß kann ein Detektor die Konfiguration der Detektor-Vorrichtung haben, die im US Patent Nr. 4,293,399 beschrieben ist. Die Analysemittel können beispielsweise einen elektrochemischen Detektor, einen Halbleiterdetektor, einen Metalloxyddetektor, einen kapazitiven Detektor (beispielsweise für Wasser), einen Chromatographen (beispielsweise einen Gas-Chromatographen), einen IR-Detektor, ein Spektroskop (beispielsweise ein IR-Spektrophotometer) oder dergleichen aufweisen.

[0037] Die Analysemittel können beispielsweise einen Extraktions- oder Isolationsteil zum Isolieren einer gasförmigen Substanz von einer dielektrischen Flüssigkeit oder einem dielektrischem Gas umfassen, wobei die Teile so angeordnet sind, dass sie die dielektrische Flüssigkeit oder das dielektrische Gas kontaktieren. Die Extraktions- oder Isolationsteile können beispielsweise, wie oben erwähnt, eine Membran umfassen, die für gasförmige Substanzen permeabel und für die dielektrische Flüssigkeit oder das dielektrische Gas impermeabel ist, wobei die Membran so angeordnet ist, dass sie an einer ihrer Seiten mit der dielektrischen Flüssigkeit oder dem dielektrischen Gas in Kontakt steht; siehe beispielsweise das oben zitierte US Patent Nr. 4,293,399.

[0038] Im Folgenden werden insbesondere dielektrische Flüssigkeiten und elektrische Systeme des Transformatortyps behandelt, allerdings lediglich als Beispiel. Die Erfindung ist auch anwendbar für andere Arten von Fluiden und elektrische Systeme.

[0039] In den Zeichnungen, die beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung zeigen, ist:

[0040] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasprobenüberwachungsvorrichtung, die geeignet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, bei der Gasbeseitigungsmittel hinter Gasextraktionsmitteln angeordnet sind;

[0041] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer anderen, nicht erfindungsgemäßen Gasprobenüberwachungsvorrichtung, bei der Gasbeseitigungsmittel vor Gasextraktionsmitteln angeordnet sind;

[0042] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Beispiels einer Gasprobenüberwachungsvorrichtung, die geeignet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen, mit Mitteln zur Beseitigung einer Vielzahl von Fremdgasen aus der Gasprobe;

[0043] Fig. 4 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Gasprobendetektionsvorrichtung;

[0044] Fig. 5 eine schematische Abbildung einer weiteren Gasprobenüberwachungsvorrichtung, die geeignet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen;

[0045] Fig. 6 eine schematische Ansicht im Querschnitt eines zweiteiligen Gehäuses für eine weitere Gasprobendetektorvorrichtung, die geeignet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen;

[0046] Fig. 7a eine schematische Abbildung im Querschnitt eines Teils eines Gasextraktors des in Fig. 6 dargestellten zweiteiligen Gehäuses;

[0047] Fig. 7b ist eine schematische Abbildung der Stirnseite des in Fig. 7a gezeigten Extraktorteils;

[0048] Fig. 8a eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines Gasentfernungs- oder beseitigungsteils des in Fig. 6 dargestellten, zweiteiligen Gehäuses; und

[0049] Fig. 8b eine schematische Abbildung einer Stirnseite des in Fig. 8a dargestellten Gasentfernungs-

oder -beseitigungsteils.

[0050] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Gasüberwachungsvorrichtung, die generell mit der Bezugsziffer **1** gekennzeichnet ist, als mehr oder weniger direkt mit der Gehäusewand **2** eines elektrischen Transformatorsystems verbunden (beispielsweise gibt es kein zwischengeschaltetes Ventilelement) dargestellt; nur ein Teil der Wand **2** ist zusammen mit einem Teil einer dielektrischen Flüssigkeit **3** dargestellt. Die dielektrische Flüssigkeit **3** befindet sich innerhalb des Transformatorgehäuses.

[0051] Die Gasüberwachungsvorrichtung weist ein Rohrteil **5** auf. Das Rohrteil **5** kann beispielsweise mit einer Fluid-Zugangsöffnung des Transformatorsystems verbunden sein; siehe US Patent Nr. 4,112,737.

[0052] Das Innere des Rohrteils **5** ist durch eine gaspermeable Extraktionsmembran **7** so abgeschlossen, dass es in zwei Teile unterteilt ist und die Extraktionsmembran **7** eine Transformatorseite **8** und eine Gasraumseite **9** aufweist. Wie zu sehen ist, ist ein Teil des Rohrteils **5** in Fluid-Verbindung mit dem Inneren des Transformatorgehäuses, so dass die dielektrische Flüssigkeit **3** im Gehäuse mit der Transformatorseite **8** der gaspermeablen Extraktionsmembran **7** in einer Fluid-Tasche **10** in Verbindung stehen kann. Der andere Teil des Rohrteils **5** ist in Fluid-Verbindung mit dem Inneren eines Gasextraktionsraums oder einer Gasextraktionskammer **11** zum Aufnehmen einer Gasprobe. Die gaspermeable Extraktionsmembran **7** besteht aus einem Material, das geeignet ist, vorbestimmte Gase der dielektrischen Flüssigkeit **3** in die Kammer **11** hindurch diffundieren zu lassen (beispielsweise Wasserstoff, Acetylen, etc.).

[0053] Eine Anzahl von Gasanaylsedetektoren **12**, **13**, **14**, **15** und **16** sind jeweils mit der Gaskammerwand **18** durch entsprechende Fluid-Verbindungsteile **21**, **22**, **23**, **24** und **25** verbunden, wobei die Detektoren **12**, **13**, **14**, **15** und **16** in Gas-Verbindung mit dem Gasraum **11** stehen.

[0054] Gasbeseitigungsmittel **30**, **31**, **32**, **33** und **34** sind mit jedem der Gas-Verbindungsteile **21**, **22**, **23**, **24** und **25** verbunden. Die Gasbeseitigungsmittel **30**, **31**, **32**, **33** und **34** umfassen jeweils eine Gasbeseitigungs- oder -entfernungsmembran **36**, **37**, **38**, **39** und **40**, die jeweils eine Extraktionsraumseite und jeweils eine Beseitigungskammerseite haben. Bezugnehmend auf die Gasbeseitigungsmittel **30** sind die Extraktionsraumseite mit der Bezugsziffer **42** und die Beseitigungskammerseite mit der Bezugsziffer **44** gekennzeichnet. Die Beseitigungskammerseiten bilden jeweils einen Teil der Wand einer Beseitigungskammer (von der nur ein Teil dargestellt ist), aus der das durch die Beseitigungsmembranen hindurchgetretene Gas in die Atmosphäre abgelassen, zu zusätzlichen Gasdetektormitteln transportiert werden oder anderweitig damit umgegangen werden kann. Die Gasbeseitigungsmembranen **36**, **37**, **38**, **39** und **40** sind jeweils aus einem geeigneten Material, das das Diffundieren eines vorbestimmten Fremdgases oder von vorbestimmten Fremdgasen in der Gasprobe in die entsprechende Beseitigungskammer (beispielsweise Wasserstoff) ermöglicht.

[0055] In der dargestellten Beispielvorrichtung haben die Analysedetektoren **12**, **13**, **14**, **15** und **16** ein Detektor-Gehäuse, in dem die verschiedenen Elemente hiervon angeordnet sind. Jeder der Analysedetektoren **12**, **13**, **14**, **15** und **16** hat insbesondere eine Detektormembran **46**, **47**, **48**, **49** und **50**, die die jeweiligen Detektorgehäuse in eine Extraktionsraumseite und eine Detektorseite unterteilt; die Detektorseite ist mit geeigneten Gasdetektionsmitteln ausgestattet. Beispielsweise, bezugnehmend auf den Analysedetektor **12**, ist die Extraktionsraumseite mit der Bezugsziffer **52** und die Detektorseite mit der Bezugsziffer **54** gekennzeichnet. Die Analysedetektoren können beispielsweise den grundsätzlichen Aufbau der in US-Patent Nr. 4,112,737 gezeigten Detektoren haben. Jede Detektormembran besteht aus einem geeigneten Material, das erlaubt, dass vorbestimmte Zielgase in entsprechenden Detektionsgasproben durch sie hindurch von der Extraktionsraumseite in die Detektorseite diffundieren (beispielsweise Wasserstoff, Acetylen, etc.).

[0056] Die Analysedetektoren **12**, **13**, **14**, **15** und **16** sind in bekannter Weise (mit gepunkteten Linien dargestellt) mit einem generell mit der Bezugsziffer **60** gekennzeichneten, geeigneten elektronischen Lesesystem (bzw. Lesesystemen) elektronisch verbunden, das die von den Detektoren kommenden Signale interpretieren kann, um Messwerte zu den Gaskomponenten zur Verfügung zu stellen, und das außerdem digitale Anzeigeelemente zum Bereitstellen von visuellen Messwerten bezüglich der Präsenz einer bestimmten Gaskomponente aufweisen kann.

[0057] Eine Gasextraktionsmembran besteht, wie bereits erwähnt, aus einem Material, das es Gasen im dielektrischen Fluid ermöglicht, durch sie hindurch in einen Gasextraktionsraum oder eine Gasextraktionskammer zu diffundieren.

[0058] Eine Gasbeseitigungs- oder -entfernungsmembran besteht, wie bereits erwähnt, aus einem Material,

dass das Passieren eines vorbestimmten Fremdgases in der Gasprobe im Extraktionsraum durch sie hindurch in die Beseitigungskammer ermöglicht.

[0059] Eine Detektormembran besteht, wie bereits erwähnt, aus einem Material, dass das Passieren eines vorbestimmten Zielgases in der Detektierungsgasprobe durch sie hindurch in die Detektierungskammer zur Interaktion mit einem geeigneten Detektionsmechanismus in bekannter Weise ermöglicht; die Detektormembran kann natürlich so gestaltet sein, dass ein anderes Gas bzw. andere Gase zusätzlich zum Zielgas auch passieren können.

[0060] Fig. 2 zeigt eine modifizierte Version der in Fig. 1 dargestellten Gasüberwachungsvorrichtung, die generell mit der Bezugsziffer **70** gekennzeichnet ist; es werden die gleichen Bezugsziffern verwendet, um allgemein gültige Elemente zu kennzeichnen. Die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung **70** kann verwendet werden, wenn das dielektrische Fluid ein dielektrisches Gas ist. Sie unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung **1** darin, dass keine Extraktionsmembran vor den Gasbeseitigungsmitteln für ein vorgeschaltetes Abtrennen von Gas aus dem dielektrischen Gas vorgesehen ist. Stattdessen umfasst Vorrichtung **70** eine Zirkulationsschleife oder einen Kreis **72** für das dielektrische Fluid, in die bzw. in den das dielektrische Fluid **3a** (durch einen nicht dargestellten Pumpenmechanismus) aus dem Inneren des Transformatorgehäuses über die Fluid-Verbindungsteile **21**, **22**, **23**, **24** und **25** und zurück in das Transformator-Gehäuse in Richtung der Pfeile **74** und **75** gepumpt wird; siehe US Patent Nr. 5,271,263, das ein Beispiel einer solchen Fluid-Zirkulationsschleife zeigt.

[0061] Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Beseitigungsmembranen **36a**, **37a**, **38a**, **39a** und **40a** aus einem entsprechenden Material bestehen, so dass ein vorbestimmtes Fremdgas im dielektrischen Gas durch sie hindurch in eine Beseitigungskammer passieren kann. Auf ähnliche Weise bestehen die Detektormembranen **46a**, **47a**, **48a**, **49a** und **50a** ebenso aus einem entsprechenden Material, so dass eine Detektierungsgasprobe, die ein vorbestimmtes Zielgas enthält, aus dem dielektrischen Gas durch sie hindurch zur Detektierungsseite des entsprechenden Analysedetektors passieren kann.

[0062] Die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung ist der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung darin ähnlich, dass sie eine Extraktionsmembran **7** und einen Gasraum **11** hat. Allerdings ist die Vorrichtung mit einem einzigen Analysedetektor **12** und einer Vielzahl von Gasbeseitigungsmitteln (von denen zwei mit den Bezugsziffern **30** und **30b** gekennzeichnet sind), die mit einem gewöhnlichen Gasverbindungsteil **21a** verbunden sind, ausgestattet; weitere Gasbeseitigungsmittel sind lediglich mit gepunkteter Umrandung dargestellt. Die Gasbeseitigungsmittel **30** und **30b** umfassen jeweils eine entsprechende Beseitigungsmembran **36** und **36b**, die jeweils für ein anderes Gas durchlässig sind, um den Inhalt einer Vielzahl von Fremdgasen in der Detektierungsgasprobe zu verringern, so dass das Verhältnis eines gewünschten Zielgases oder von gewünschten Zielgasen in Bezug auf jede Art eines beseitigten Gases bzw. von beseitigten Gasen angehoben wird.

[0063] In Fig. 4 ist auf schematische Weise eine erfindungsgemäße Gasprobendetektorvorrichtung **12a** dargestellt. Der Detektor ist unmittelbar mit der Gehäusewand **2** des oben erwähnten elektrischen Transformatorsystems (z.B. in Bezug auf Fig. 1) verbunden. Der Detektor **12a** umfasst eine gaspermeable Extraktionsmembran **7a**, eine gasporöse Scheibe **70** (zum Beibehalten der mechanischen Festigkeit der Membran **7a**) und zwei Gasbeseitigungs- oder -entfernungsmembranen **36c** und **36d**; diese Elemente sind in einem Detektorgehäuse vorgesehen, das eine Wandkomponente (generell mit der Bezugsziffer **75** gekennzeichnet) hat, die einen Gasraum oder eine Kammer **80** bildet. Die Gasbeseitigungs- oder -entfernungsmembranen **36c** und **36d** können beispielsweise aus einem Material bestehen, mit dem Wasserstoffgas von der Detektierungsgasprobe im Detektierungsgasraum **80** entfernt werden kann. Wie zu sehen ist, umfasst die Wandkomponente **75** die gaspermeable Extraktionsmembran **7a** sowie die beiden Gasbeseitigungs- oder -entfernungsmembranen **36c** und **36d**. Zum Detektor **12a** gehört ein Zielgassensorfeld **81**, das mit einer geeigneten Messvorrichtung (nicht dargestellt) verbunden sein kann. Die Extraktionsmembran **7a** erfüllt die Funktion einer in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigten Detektormembran. Diese Detektoranordnung kann beispielsweise verwendet werden, um Wasserstoffgas als störendes Gas zu entfernen, um Acetylen als Zielgas zu messen.

[0064] Fig. 5 zeigt eine andere Anordnung für eine Gasüberwachungsvorrichtung, die, wie in Fig. 1 dargestellt ist, unmittelbar mit der Gehäusewand **2** verbunden ist. Die Gasüberwachungsvorrichtung ist zu der in Fig. 3 dargestellten ähnlich. Beispielsweise hat die Vorrichtung eine Extraktionsmembran **7c** mit einer Transformatorseite **8c** und einer Raumseite **9c**. Allerdings hat die Vorrichtung ein einziges Gasextraktionsmittel **12** und ist mit einer geeigneten Gaspumpe **84** und einem Gasschleifenkreis **85** ausgestattet, über den die Gasprobe in Richtung des Pfeils **86** von dem Gasraum **11c** über die Extraktionsmittel **90** und den einzigen Analysedetektor **12** zurück zum Gasraum **11c** zirkuliert. Das Extraktionsmittel **90** hat eine Beseitigungsmembran **92**.

Die Verwendung einer Pumpe ermöglicht die Nutzung eines vergleichsweise großen Extraktionsraums **11c**.

[0065] Die Fig. 6, Fig. 7a, Fig. 7b, Fig. 8a und Fig. 8b zeigen auf schematische Weise ein zweiteiliges Gehäuse für ein anderes Beispiel einer erfindungsgemäßen Gasdetektorvorrichtung. Das Gehäuse hat einen Gasextraktionsteil **90** und einen Gasbeseitigungs- oder -eliminierungsteil **95**. Der Gasextraktionsteil **90** hat eine gaspermeable Extraktionsmembran **97**. Der Gasentfernungs- oder -beseitigungsteil **95** hat eine gaspermeable Beseitigungs- oder -entfernungsmembran **98**. Die Membranen **97** und **98** können auf geeignete Weise beseitigt werden, beispielsweise durch ein Klebemittel. Wie in Fig. 6 zu sehen ist, ist der Beseitigungsteil **95** so dimensioniert, dass er durch Einschieben in den Extraktionsteil **90** eingepasst werden kann, so dass eine Gaskammer **100** gebildet wird.

[0066] Der Beseitigungsteil **95** kann im Extraktionsteil durch sechs (nicht dargestellte) Schraubenbolzen festgehalten werden. Fig. 7b ist eine Ansicht des Beseitigungsteils **95** in Richtung des Pfeils **102**, während Fig. 8b eine Ansicht des Extraktionsteils **90** in Richtung des Pfeils **104** ist. In Fig. 7b ist der Beseitigungsteil **95** mit sechs Bolzenaufnahmen versehen, die so dimensioniert sind, dass sie die Schäfte der oben genannten Schraubenbolzen aufnehmen können; eine dieser Aufnahmen ist mit Bezugsziffer **105** gekennzeichnet. Der Extraktionsteil **90** ist mit sechs entsprechenden Schraubenbolzenaufnahmen versehen, von denen eine in Fig. 8b mit der Bezugsziffer **106** gekennzeichnet ist (und in Fig. 8a mit der Bezugsziffer **106a**). Die Bolzenaufnahmen jedes der Gehäuseteile sind so angeordnet, dass sie zueinander so ausgerichtet werden können, dass ein Schraubenbolzen durch eine Bolzenaufnahme des Beseitigungsteils hindurchgeführt und mit einer korrespondierenden Bolzenaufnahme des Extraktionsteils verschraubt werden kann, um die beiden Teile fest miteinander zu verbinden.

[0067] Auch wenn es nicht dargestellt ist, kann ein geeigneter ringförmiger Flansch oder eine Ringdichtung zwischen den beiden Gehäuseteilen für deren gasdichte Verbindung vorgesehen sein; die Dichtung kann sechs Öffnungen besitzen, die auf die Bolzenaufnahmen der beiden Gehäuseteile ausgerichtet werden können.

[0068] Gemäß Fig. 6 kann der Extraktionsteil mit einem nagelförmigen, mit einem Außengewinde versehenen Überstand **110** ausgestattet sein; der Überstand **110** kann verwendet werden, um das Detektorgehäuse mit einer ein Innengewinde aufweisenden Zugangsöffnung eines elektrischen Systems zu verbinden (z.B. zu verschrauben). Wie in den Fig. 7a und Fig. 7b dargestellt ist, ist der Beseitigungsteil mit einer Öffnung **115** zum Aufnehmen eines geeigneten Gassensors versehen; in **Fig.** 6a ist ein Gassensor **120** dargestellt, der in die Öffnung **115** eingreift (beispielsweise darin eingepresst ist).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren eines Gases in einem dielektrischen Fluid (**3**) innerhalb des Inneren eines elektrischen Systems (**2**), mit den Schritten:
Extrahieren einer Probengasmischung aus dem Fluid, wobei die Probengasmischung vom Fluid über eine ein erstes gaspermeables Element aufweisende Gasextraktionskomponente in eine Gaskammer geführt wird, und die Probengasmischung in der Gaskammer ein Zielgas und eine vorbestimmte Gaskomponente aufweist, und
Erkennen der Anwesenheit des Zielgases in der Gasmischung in der Gaskammer, gekennzeichnet durch den Schritt des vorzugsweisen Entfernens der vorbestimmten Gaskomponente aus der Probengasmischung in der Gaskammer, um das relative Verhältnis des Zielgases zur vorbestimmten Gaskomponente in der Probengasmischung zu erhöhen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Gaskomponente Wasserstoffgas und das Zielgas Acetylengas enthält.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

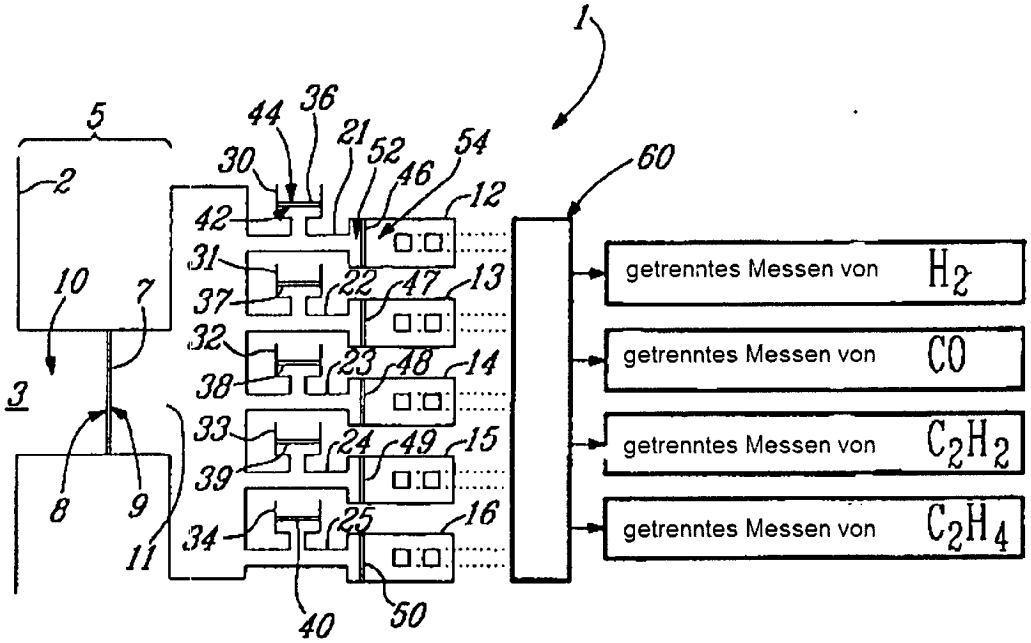


Fig. 1

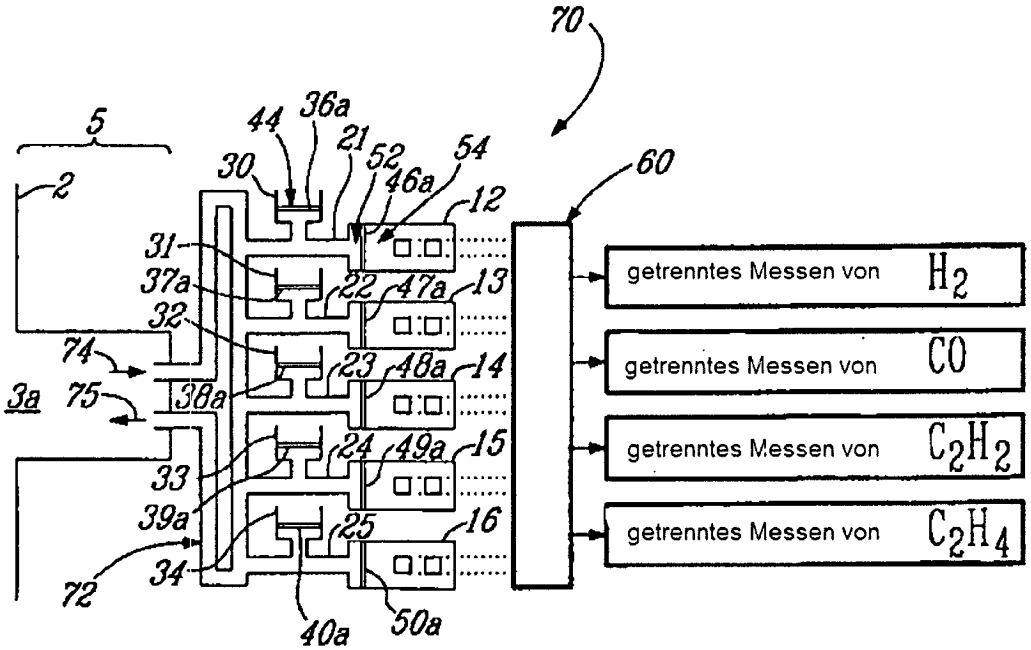


Fig. 2

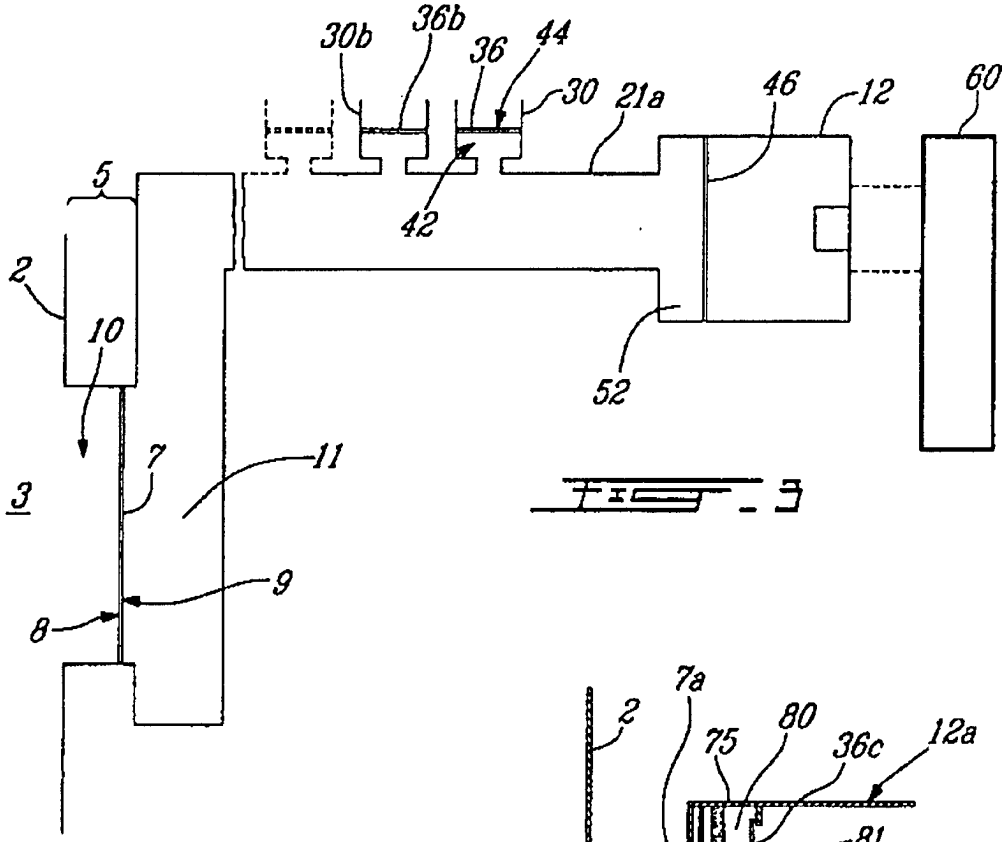


Fig. 3

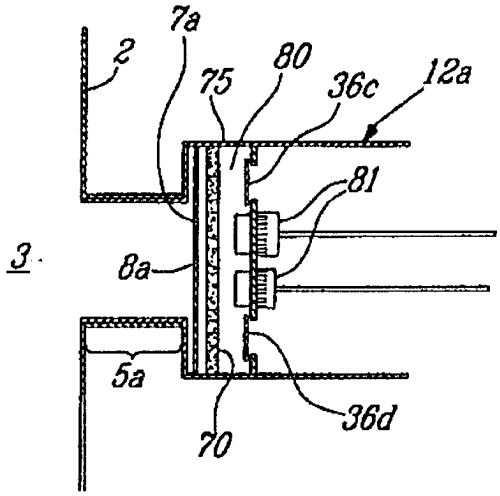


Fig. 4

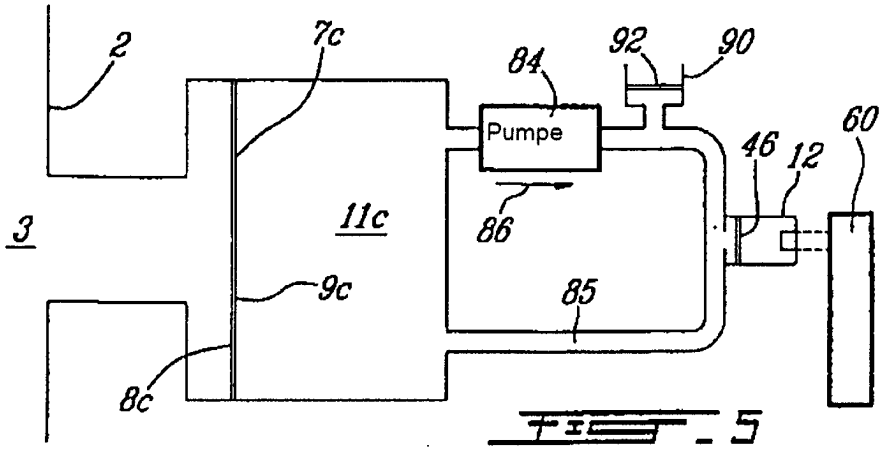


Fig. 5

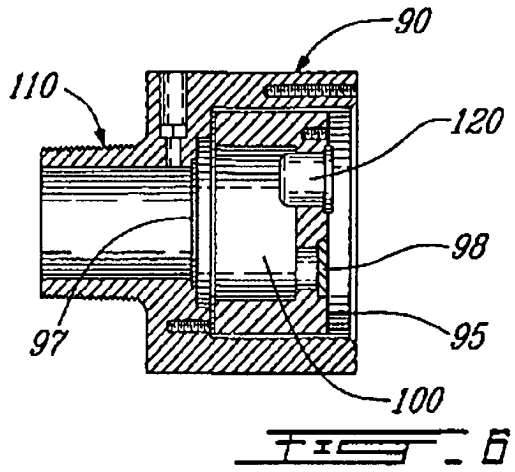


Fig. 6

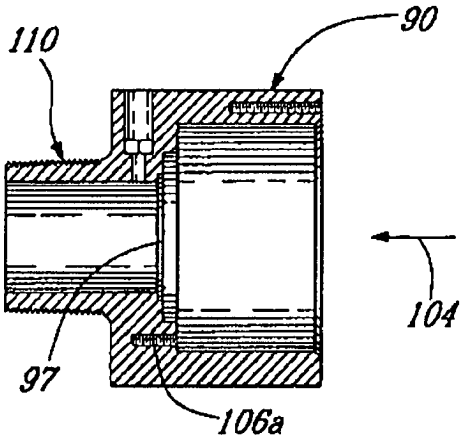


Fig. 7a

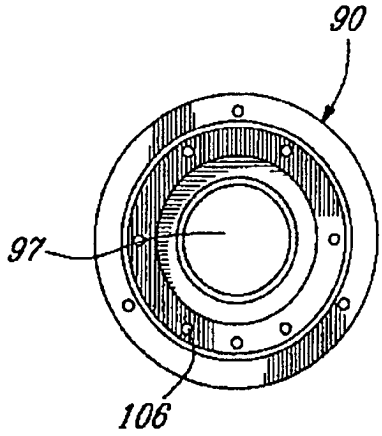


Fig. 7b

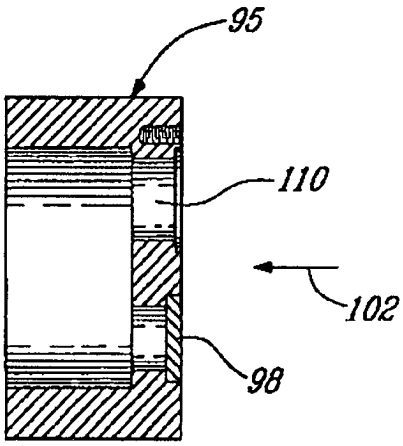


Fig. 8a

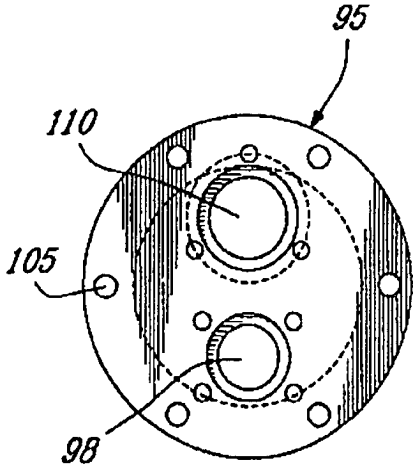


Fig. 8b