

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
2. April 2015 (02.04.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/044331 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01H 9/00 (2006.01) *H01F 29/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/070594
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. September 2014 (26.09.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 110 647.1
26. September 2013 (26.09.2013) DE
- (71) Anmelder: **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH** [DE/DE]; Falkensteinstraße 8, 93059 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **KALTENBORN, Uwe**; Sophienweg 9, 93049 Regensburg (DE). **STROF, Thomas**; Wiener Str. 116/33, A-2352 Gumboldskirchen (AT). **HURM, Christian**; Josef-Barth-Str. 5c, 93057 Regensburg (DE). **SAVELIEV, Anatoli**; Troppauer Str. 7, 93197 Zeitlarn (DE). **BÄUML, Gerhard**; Kaminskistr. 20a, 93128 Regensburg (DE).

BIERINGER, Alfred; Mettingerstr. 20a, 94333 Geiselhöring (DE). **ZERR, Eduard**; Bayerwaldstr. 21, 93059 Regensburg (DE). **ALBRECHT, Wolfgang**; Schlehenweg 1, 93173 Wenzelbach (DE). **HAUSMANN, Martin**; Pfälzer Weg 33, 93138 Lappersdorf (DE). **STOCKER, Andreas**; Siebenbürgenstr. 17, 93073 Neutraubling (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR THE GAS-FREE OPERATION OF AN ON-LOAD TAP CHANGER WITH A PRESELECTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUM GASFREIEN BETRIEB EINES STUFENSCHALTERS MIT VORWÄHLER

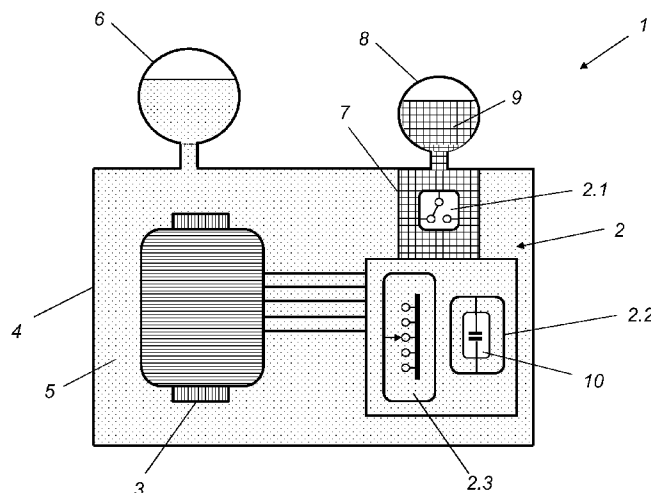


Fig. 1

(57) Abstract: In a method for the gas-free, in particular acetylene-free, operation of an on-load tap changer (2) with a preselector (2.2) for switching over between a plurality of winding taps of an oil-insulated transformer (3) without interruption, in which method at least one of the preselectors (2.2) is accommodated in an enclosed oil volume (5, 9, 12) and in which method a large number of switching operations are carried out during normal operation, provision is made for the preselector (2.2) to be operated in such a way that the proportion of acetylene in the enclosed oil volume (5, 9, 12) is below 10 times the amount of the detection limit of acetylene during normal operation after a large number of switching operations.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/044331 A1



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Bei einem Verfahren zum gasfreien, insbesondere acetylenfreien Betrieb eines Stufen schalters (2) mit Vorwähler (2.2) zum unterbrechungslosen Umschaltung zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen eines ölisolierten Transformators (3), bei dem zumindest der Vorwähler (2.2) in einem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) aufgenommen ist und bei dem im Normalbetrieb eine Vielzahl von Schalthandlungen durchgeführt werden, ist vorgesehen, dass der Vorwähler (2.2) derart betrieben wird, dass im Normalbetrieb nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen in dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen liegt.

VERFAHREN UND SYSTEM ZUM GASFREIEN BETRIEB EINES STUFENSCHALTERS MIT VORWÄHLER

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum gasfreien, insbesondere acetylenfreien Betrieb eines Stufenschalters mit Vorwähler.

Zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines ölsolierten Transformators unter Last werden so genannte Stufenschalter bzw. Laststufenschalter vorgesehen, deren Aufbau und Funktionsweise prinzipiell bekannt sind und die zur Beschaltung der Wicklungsanzapfungen einer Stufenwicklung eines Transformators ausgebildet sind.

10

Ein derartiger, an die Stufenwicklung angeschlossener Laststufenschalter, weist üblicherweise einen Lastumschalter und einen Wähler auf, wobei der Wähler vorzugsweise aus einem Vorwähler und einem Feinwähler besteht. Der Feinwähler ist zur leistungslosen Auswahl der anzuschließenden Wicklungsanzapfung der Stufenwicklung und der Vorwähler zur Vergrößerung des Regelbereiches vorgesehen, wobei der Vorwähler je nach Anwendungsfall entweder als Wender zur Zu- und Gegenschaltung der Stufenwicklung oder als Grobwähler zur Anlenkung der Stufenwicklung an den Anfang oder das Ende der Stammwicklung des Transformators ausgebildet sein kann.

15

Die Lastumschaltung selbst erfolgt durch den Lastumschalter des Laststufenschalters, und zwar von der bisherigen auf die neue, vorgewählte Wicklungsanzapfung der Stufenwicklung des Transformators. Hierzu weist der Lastumschalter üblicherweise mechanische Schaltkontakte und Widerstandskontakte auf, wobei die Schaltkontakte zur direkten Verbindung der jeweiligen Wicklungsanzapfungen mit der Lastableitung und die Widerstandskontakte zur kurzzeitigen Überbrückung mittels eines oder mehrerer Überschaltwiderstände dienen. Die Entwicklungen der letzten Jahre führen jedoch weg von Lastumschaltern mit mechanischen Schaltkontakten und hin zur Verwendung von Vakuumschaltröhren oder Halbleiterschaltelementen, insbesondere Leistungsschaltelementen als Schaltelemente für hohe Spannungen und Ströme, z.B. Thyristoren, GTOs, IGBTs und andere Bauelemente.

20

25

Eine weitere Gattung der Laststufenschalter bilden die integrierten Laststufenschalter, auch Lastwähler genannt. Hier sind der Lastumschalter und der Feinwähler in einer Einheit verbaut. Beim Betätigen wird in einem Schritt die zu beschaltende Wicklungsanzap-

30

fung vorgewählt und anschließend beschaltet. Auch diese Realisierungsform eines Laststufenschalters kann einen Vorwähler aufweisen, der entweder außerhalb oder im Gehäuse des Laststufenschalters angeordnet ist, und zwar in einem Isoliermedium, vorzugsweise Isolieröl.

- 5 Ferner bestehen unterschiedliche Ein- oder Anbauvarianten des Stufenschalters in Bezug auf das den Transformator aufnehmenden Gehäuse, welches ein Aufnahmegefäß für Isolieröl bildet. Üblicherweise sind der Lastumschalter und der Transformator in unterschiedlichen Ölgefäßen aufgenommen, wobei sich der Vorwähler und Feinwähler vorzugsweise im Ölgefäß des Transformators befindet, d.h. diese in einem gemeinsamen Ölvolumen
10 betrieben werden. Auch sind Ausführungsvarianten denkbar, in denen der Transformator und der Stufenschalter in einem gemeinsamen Ölgefäß oder in zwei getrennten Ölgefäßen angeordnet sind. Der Vor- und Feinwähler bilden hierbei häufig eine bauliche Einheit aus, die sich in einem gemeinsamen Ölvolumen befindet.

- Derartige Stufenschalter sind im Betrieb hohen mechanischen und elektrischen Beanspruchungen ausgesetzt, die zu einem technischen Versagen des Stufenschalters und/oder einer Beschädigung des Transformators führen können. Insbesondere können
15 Schädigungen des Stufenschalters durch mechanische Abnutzungen, elektrische Entladungen an nicht davor vorgesehenen Orten und/oder übermäßige Erwärmungen stromführender Bauteile entstehen. In den teilweise unterschiedlichen abgeschlossenen Ölvolumina des Stufenschalters und/oder des Transformators entstehen dadurch Gase. In der
20 Fachwelt hat sich die technisch begründete Sicht durchgesetzt, dass die Lichtbogen- und Wärmegase ein Indikator für den Alterungszustand und die technischen Leistungsparameter des verwendeten Öles ist. Eine indirekte Zuordnung zu technischen Ursachen scheint grundsätzlich über die Bewertung der Konzentration von Gasen möglich, die bestimmten physikalischen Vorgänge zugeordnet werden können. Beispielsweise können
25 Lichtbogengase wie H_2 (Wasserstoff) und C_2H_2 (Acetylen oder Ethin) durch Teilentladungen bzw. Entladungen mit Durchschlag im Transformator oder Lichtbogen und Funken an den Vorwählerkontakten des Stufenschalters hervorgerufen werden. Lichtbogengase können somit prinzipiell bei allen eingangs erwähnten Schaltszenarien des Stufenschalters in unterschiedlichen Art und Menge entstehen. Durch die Erwärmung der Wicklungen
30 des Transformators und der Überschaltwiderstände des Stufenschalters können im normalen Betrieb auch so genannte Wärmegase, wie CH_4 (Methan), C_2H_6 (Ethan), C_2H_4 (Ethylen oder Ethen), C_3H_8 (Propan) und C_3H_6 (Propylen oder Propen) entstehen. Öl- und Zellulosealterung, sowie Reaktionen des Öls mit bestimmten Werkstoffen der Transformatorwicklungen oder des Stufenschalters können H_2 erzeugen. Eine unzureichende
35

lokale Kühlung der Transformatorwicklungen erhöht die Bildung der genannten Lichtbogen-
 gase und ändert deren Verhältnisse zueinander. Im Stufenschalter kann es vorzugs-
 weise am Wähler zur Entstehung von Wärmegasen aufgrund von fehlerbehafteten Kon-
 takten kommen. Durch thermische Ölalterung und Alterung der Zellulose können Alte-
 rungsgase wie CO und CO₂ generiert werden. Ist keine Zellulose vorhanden, wie es bei-
 spielsweise innerhalb des Stufenschalter-Ölgefäßes der Fall ist, können CO und CO₂ als
 5 Wärmegase angesehen werden, die Rückschlüsse auf den Ölalterungszustand zulassen.
 Die Konzentrationen der unterschiedlichen Gase innerhalb der Ölvolumina sind von einer
 Vielzahl von technischen Parametern, insbesondere der Beschaffenheit des verwendeten
 10 Transformatoröls, dem Ölvolumen, dem Verschluss des Ölgefäßes (atmend über einen
 Luftentfeuchter, oder hermetisch verschlossen), der Anzahl der Schalthandlungen und der
 Auslastung des Transformators abhängig und schwanken daher erheblich.

So zeigt beispielsweise die nachfolgende Tabelle aus „NETA WORLD 2005 / Doble“ das
 Ergebnis einer Gas-in-Öl-Analyse („Dissolved Gas Analysis – DGA“), dass unterschiedli-
 15 che Ölsorten unter ansonsten gleichen Testbedingungen deutlich voneinander abwei-
 chende Anteile bzw. Konzentrationen aufweisen können.

DGA-Werte von luftgesättigten Proben nach 168 h bei 95°C [ppm]							
Ölsorte	H₂	CH₄	C₂H₆	C₂H₄	C₂H₂	CO	CO₂
Diala F	378	106	63	2	0	215	908
Univolt 52	122	101	58	10	0	113	1414
Diala A	81	34	20	1	0	65	608
Univolt N61	35	0	0	0	0	46	489

Damit kommt den unterschiedlichen Konzentrationen der Gase nur eine bedingt belastba-
 re Aussagekraft hinsichtlich des Betriebszustandes eines Stufenschalters und/oder Trans-
 formators zu, d.h. eine frühzeitige Detektion von unter Umständen auftretenden Schäden
 20 am Stufenschalter und/oder Transformator bzw. eine exakte Zuordnung einer Fehlerursa-
 che ist nahezu nicht möglich. Wünschenswert ist daher die Entstehung von Gasen im
 Normalbetrieb eines Stufenschalters auf ein Minimum zu reduzieren, d.h. einen Stufen-
 schalter nahezu gasfrei zu betreiben, so dass bei der Detektion von ausgewählten Gasen
 im Normalbetrieb eine belastbare Aussage über den Betriebs- und Alterungszustand ei-
 25 nes Stufenschalters bzw. den daran angeschlossenen Transformator getroffen werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und ein System zum gasfreien, insbesondere acetylenfreien Betrieb eines Stufenschalters mit Vorwähler zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen eines Transformators anzugeben, das die zuvor genannten Nachteile beseitigt. Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. . Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung schlägt gemäß einem ersten Aspekt ein Verfahren zum gasfreien, insbesondere acetylenfreien Betrieb eines Stufenschalters mit Vorwähler zum unterbrechungslosen Umschaltung zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen eines ölisierten Transformators vor, bei dem zumindest der Vorwähler in einem abgeschlossenen Ölvolumen aufgenommen ist und bei dem im Normalbetrieb eine Vielzahl von Schalthandlungen durchgeführt werden, wobei

- der Vorwähler derart betrieben wird, dass im Normalbetrieb nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen in dem abgeschlossenen Ölvolumen unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen liegt.

Die allgemeine erfinderische Idee besteht darin, den Vorwähler des Stufenschalters derart zu betreiben, dass im Normalbetrieb auch nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen im abgeschlossenen Ölvolumen unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen verbleibt. Die Detektionsgrenze von Acetylen liegt derzeit bei näherungsweise 0,1 ppm. Vorteilhaft bleibt in dieser Betriebsweise der Anteil des Acetylen in dem dem Vorwähler zugeordneten Ölvolumen unverändert, wobei das dem Vorwähler zugeordnete abgeschlossene Ölvolumen nahezu frei von Acetylen ist. Bei Detektion eines Acetylenanteils im abgeschlossenen Ölvolumen von mehr als 1,0 ppm, d.h. oberhalb des 10-fachen Betrages der derzeitigen Detektionsgrenze von 0,1 ppm, kann unter bestimmten Umständen davon ausgegangen werden, dass kein Normalbetrieb, sondern ein Fehlerfall vorliegt. In einer bevorzugten Ausführungsvariante liegt der Acetylenanteil unter 0,1 ppm und ist somit nicht mehr zuverlässig detektierbar, d.h. das dem Vorwähler zugeordnete abgeschlossene Ölvolumen kann daher als quasi „acetylenfrei“ betrachtet werden.

In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der 10-fache Betrag der Detektionsgrenze von 0,1 ppm, unabhängig von der Anzahl der Schalungen des Vorwählers unterschritten, wobei zusätzlich der Anteil an Wasserstoff, bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen Ölvolumens, auf kurzzeitige Änderungen überwacht wird. Durch die Überwachung des Wasserstoffanteils kann indirekt ein

Rückschluss auf das Entstehen von Acetylen im Ölvolumen getroffen werden, insbesondere dann, wenn eine starke Zunahme des Wasserstoffanteils innerhalb einer kurzen Zeitdauer, beispielsweise innerhalb weniger Stunden, vorliegt.

5 Weiterhin vorteilhaft wird zumindest ein Schaltelement des Vorwählers in einer vom abgeschlossenen Ölvolumen abgetrennten Schaltkammer geschaltet, wobei das Schaltelement vorzugsweise durch zumindest eine Vakuumschaltröhre gebildet oder als Schnappkontakt ausgebildet ist. Durch die Verwendung eines gegenüber dem Ölvolumen gekapselten Schaltelementes, beispielsweise in Form einer Vakuumschaltröhre oder eines Schnappkontaktes, wird die Entstehung von Acetylen im Ölvolumen aufgrund von Lichtbögen oder Schaltfunken vermieden.

10

Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante wird zumindest ein Schaltelement des Vorwählers ohne Kontakt zum abgeschlossenen Ölvolumen geschaltet, wobei das Schaltelement durch wenigstens eine Vakuumschaltröhre oder durch zumindest ein Halbleiterschaltelement gebildet wird. Auch bei einer Realisierung des Vorwählers mittels Halbleiterschaltelementen erfolgt kein Energieeintrag in Form eines Lichtbogens oder Schaltfunken in das Ölvolumen, d.h. das Entstehen von Acetylen im Ölvolumen wird ebenfalls vermieden. Eine weitere eintragsfreie Ausführungsform bildet ein Vorwähler, der separat in Öl oder SF₆ gekapselt, d.h. in einem separaten Volumen/Raum angeordnet, ist.

15

20 Weiterhin vorteilhaft werden der Vorwähler und der ölsolierte Transformator in einem gemeinsamen abgeschlossenen ersten Ölvolumen betrieben. Der Lastumschalter des Stufenschalters wird vorzugsweise in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen betrieben.

Alternativ hierzu können der ölsolierte Transformator und der Vorwähler in getrennten Ölvolumen betrieben werden, und zwar der ölsolierte Transformator in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen und der Vorwähler in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen, wobei der Vorwähler und ein zugeordneter Feinwähler des Stufenschalters in einem gemeinsamen Ölvolumen aufgenommen sein können und eine bauliche Einheit bilden können.

25

Es kann vorgesehen sein, dass ein Lastumschalter des Stufenschalters in dem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen betrieben wird.

30

Auch können der ölsolierte Transformator, der Lastumschalter und der Vorwähler in getrennten Ölvolumen betrieben werden, und zwar der ölsolierte Transformator in einem

abgeschlossenen ersten Ölvolumen, der Lastumschalter in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen und der Vorwähler in einem abgeschlossenen dritten Ölvolumen. Auch hier können der Vorwähler und ein zugeordneter Feinwähler des Stufenschalters im gemeinsamen, dritten Ölvolumen aufgenommen sein und eine bauliche Einheit bilden.

- 5 In einer weiteren Ausführungsvariante werden der ölsolierte Transformator in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen und der Vorwähler und ein Lastumschalter des Stufenschalters in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen betrieben.

Schließlich besteht noch die Möglichkeit, dass der ölsolierte Transformator und der Stufenschalter in einem gemeinsamen abgeschlossenen Ölvolumen betrieben werden, d.h.
10 alle Komponenten des Transformators und des Stufenschalters sind in einem gemeinsamen abgeschlossenen Ölgefäß, vorzugsweise einem Transformator-kessel aufgenommen.

Es kann vorgesehen sein, dass

- der Anteil von Acetylen in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- 15 – dieser Messwert mit einem vorbestimmten ersten Schwellenwert verglichen wird;
- falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass

- der Anteil von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen
20 gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- dieser Messwert mit einem vorbestimmten zweiten Schwellenwert verglichen wird;
- falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass

- 25 – eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- dieser Messwert mit einem vorbestimmten positiven, dritten Schwellenwert verglichen wird;
- falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt
30 wird.

Es kann vorgesehen sein, dass wenigstens eines der Alarmsignale ein Abschalten des Transformators und/oder des Stufenschalters auslöst.

Es kann vorgesehen sein, dass

- der Anteil von Acetylen in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- dieser Messwert mit einem vorbestimmten vierten Schwellenwert verglichen wird;
- 5 – falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator und/oder der Stufenschalter abgeschaltet wird.

10 Dieser vierte Schwellenwert kann nach Bedarf beliebig gewählt sein, beispielsweise kleiner oder gleich oder größer als der erste Schwellenwert. Für das Abschalten des des Transformators und das Abschalten des Stufenschalters können auch unterschiedliche Schwellenwerte verwendet werden.

Es kann vorgesehen sein, dass

- der Anteil von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- dieser Messwert mit einem vorbestimmten fünften Schwellenwert verglichen wird;
- 15 – falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator und/oder der Stufenschalter abgeschaltet wird.

20 Dieser fünfte Schwellenwert kann nach Bedarf beliebig gewählt sein, beispielsweise kleiner oder gleich oder größer als der zweite Schwellenwert. Für das Abschalten des des Transformators und das Abschalten des Stufenschalters können auch unterschiedliche Schwellenwerte verwendet werden.

Es kann vorgesehen sein, dass

- eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- dieser Messwert mit einem vorbestimmten positiven, sechsten Schwellenwert verglichen wird;
- 25 – falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator und/oder der Stufenschalter abgeschaltet wird.

30 Dieser sechste Schwellenwert kann nach Bedarf beliebig gewählt sein, beispielsweise kleiner oder gleich oder größer als der dritte Schwellenwert. Für das Abschalten des des Transformators und das Abschalten des Stufenschalters können auch unterschiedliche Schwellenwerte verwendet werden.

Es kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der Messungen zumindest teilweise kon-

tinuierlich und/oder zumindest teilweise periodisch und/oder zumindest teilweise in vorbestimmten Zeitintervallen durchgeführt wird.

Die Erfindung schlägt gemäß einem zweiten Aspekt ein System vor, das insbesondere zur Durchführung eines der vorgeschlagenen Verfahren ausgebildet und/oder geeignet ist und/oder dient, umfassend

- wenigstens einen Stufenschalter mit einem in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen aufgenommenen Vorwähler,
- einen mit dem Stufenschalter verbundenen ölsolierten Transformator mit mehreren Wicklungsanzapfungen,

wobei

- der Stufenschalter zum unterbrechungslosen Umschalten zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen des ölsolierten Transformators ausgebildet ist,
- im Normalbetrieb nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen in dem abgeschlossenen Ölvolumen unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen liegt.

Es kann vorgesehen sein, dass die Detektionsgrenze von von Acetylen bei näherungsweise 0,1 ppm liegt.

Weiterhin vorteilhaft ist zumindest ein Schaltelement des Vorwählers als vom abgeschlossenen Ölvolumen abgekapseltes oder ohne Kontakt hierzu schaltendes Schaltelement ausgebildet. Das Schaltelement ist beispielsweise durch zumindest eine Vakuumschalt-
röhre und/oder zumindest ein Halbleiterschaltelement gebildet.

Es kann vorgesehen sein, dass der Stufenschalter als Lastwähler ausgebildet ist.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Acetylen; und
 - eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;

wobei

- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Acetylen in in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;

- falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- wobei
- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- wobei
- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten positiven Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- eine Steuereinrichtung für den Transformator und/oder den Stufenschalter, die an die Auswerteeinrichtung angeschlossen ist;
- wobei
- die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie

- wenigstens eines der Alarmsignals an die Steuereinrichtung senden kann;
- die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - nach Empfang wenigstens eines der Alarmsignale den Transformator und/oder den Stufenschalter abschalten kann.

5 Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Acetylen; und
 - eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;

wobei

- 10
- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Acetylen in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
- 15
- jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, den Transformator und/oder den Stufenschalter abschalten kann.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;

wobei

- 20
- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen
- 25
- und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert
- 30
- ist, den Transformator und/oder den Stufenschalter abschalten kann.

Es kann vorgesehen sein, dass das System umfasst

- ein Messgerät, das
 - wenigstens einen Sensor für Wasserstoff; und

- eine Auswerteeinrichtung umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
wobei
- jeder Sensor derart ausgebildet ist, dass er
 - eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten positiven Schwellenwert vergleichen kann;
- falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, den Transformator und/oder den Stufenschalter abschalten kann.

Es kann vorgesehen sein, dass

- das Messgerät derart ausgebildet ist, dass es
 - wenigstens eine der Messungen zumindest teilweise kontinuierlich und/oder zumindest teilweise periodisch und/oder zumindest teilweise in vorbestimmten Zeitintervallen durchführen kann.

Jedes Messgerät kann nach Bedarf auf beliebige Art und Weise ausgebildet sein, beispielsweise derart, dass es autonom Proben aus dem jeweiligen Ölvolumen entnehmen und analysieren kann und/oder wenigstens einen Gaschromatographen und/oder wenigstens ein photoakustisches Spektroskop und/oder wenigstens ein Infrarot-Spektroskop umfasst. Derartige Messgeräte mit einem Gaschromatographen werden beispielsweise von Energy Support GmbH, Deutschland oder von Morgan Schaffer, Kanada angeboten. Derartige Messgeräte mit einem photoakustischen Spektroskop werden beispielsweise von General Electric Company, USA angeboten. Derartige Messgeräte mit einem Infrarot-Spektroskop werden beispielsweise von LumaSense Technologies Inc., USA oder von EMH Energie-Messtechnik GmbH, Deutschland angeboten.

Es kann vorgesehen sein, dass wenigstens einem der Sensoren Proben des Öls aus dem jeweiligen abgeschlossenen Ölvolumen zugeführt werden können.

Es kann vorgesehen sein, dass der Sensor in dem jeweiligen abgeschlossenen Ölvolumen oder in einer Messkammer angeordnet ist, die mit dem jeweiligen abgeschlossenen Ölvolumen verbunden ist oder werden kann und/oder der die Proben zugeführt werden können.

Mit jeder der vorgeschlagenen Systeme kann beispielsweise eines der vorgeschlagenen

Verfahren durchgeführt werden. Vorzugsweise kann jedes der vorgeschlagenen Systeme derart ausgebildet sein und/oder dazu dienen und/oder dafür geeignet sein, dass sie eines der vorgeschlagenen Verfahren ausführt und/oder ausführen kann.

5 Die Ausführungen und Erläuterungen zu einem der Aspekte der Erfindung, insbesondere zu einzelnen Merkmalen dieses Aspektes, gelten entsprechend auch analog für die anderen Aspekte der Erfindung.

Die Ausdrücke „näherungsweise“, „im Wesentlichen“ oder „etwa“ bedeuten im Sinne der Erfindung Abweichungen vom jeweils exakten Wert um +/- 10%, bevorzugt um +/- 5% und/oder Abweichungen in Form von für die Funktion unbedeutenden Änderungen.

10 Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus den Figuren. Dabei sind alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination grundsätzlich Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung. Auch wird der Inhalt
15 der Ansprüche zu einem Bestandteil der Beschreibung gemacht.

Die Einzelheiten in den Zeichnungen sind nur erläuternd, nicht aber beschränkend auszu-
legen. Die in den Ansprüchen enthaltenen Bezugszeichen sollen den Schutzbereich der Erfindung in keiner Weise beschränken, sondern verweisen lediglich auf die in den Zeich-
nungen gezeigten Ausführungsformen.

20 Die Zeichnungen zeigen in

FIG. 1 eine erste Ausführungsvariante eines Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 2 eine zweite Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

25 FIG. 3 eine dritte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 4 eine vierte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 5 eine fünfte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des
30 erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 6 eine sechste Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 7 eine siebte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

5 FIG. 8 eine achte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

FIG. 9 ein schematisches Diagramm betreffend die Konzentrationsverteilung der unterschiedlichen Gase im Ölvolumen;

10 FIG. 10 eine neunte Ausführungsvariante des Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In den FIG. 1 bis 8 und 10 sind beispielhaft in schematischen Darstellungen unterschiedliche Ausführungsvarianten eines Systems 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum acetylenfreien Betriebes eines Stufenschalters bzw. Laststufenschalter 2 gezeigt.

15 In allen Ausführungsbeispielen ist ein Stufenschalter 2 vorgesehen, der einen Lastumschalter 2.1, einen Vorwähler 2.2 und einen Feinwähler 2.3 aufweist, wobei der Lastumschalter 2.1 zum unterbrechungslosen Umschaltung zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen eines ölisierten Transformators 3 vorgesehen ist. Der Vorwähler 2.2 weist zu-
20 mindest ein Schaltelement auf, welches unterschiedlich realisiert sein kann. Der Vorwähler 2.2 kann beispielsweise als Wender oder als Grobwähler ausgebildet sein. Auch können nicht in den Figuren dargestellte Polungswiderstände vorgesehen sein.

Der Laststufenschalter 2 kann auch in einer nicht in den Figuren dargestellten alternativen Ausführungsvariante in Form eines integrierten Laststufenschalters - auch Lastwähler genannt - ausgebildet sein. Hierbei sind der Lastumschalter 2.1 und der Feinwähler 2.3 in
25 einer Einheit verbaut. Beim Betätigen des Lastwählers wird dabei in einem Arbeitsgang die zu beschaltende Wicklungsanzapfung vorgewählt und anschließend beschaltet. Ein derartiger Lastwähler weist ebenfalls einen ölisierten Vorwähler 2.2 auf.

Der ölisierte Transformator 3 ist in einem Transformator-kessel 4 angeordnet, in dem zumindest ein abgeschlossenes erstes Ölvolumen 5 aufgenommen ist. Unter Isolierölen
30 werden im Sinne der Erfindung nicht nur mineralische Elektroisolieröle sondern auch synthetische und natürliche Esterflüssigkeiten sowie Silikonöle verstanden. Die

Esterflüssigkeiten sind für Hochspannungsisolieranwendungen ertüchtigt.

Vorzugsweise weist der Transformatorkessel 4 an seiner Oberseite ein erstes Ausdehnungsgefäß 6 auf, um temperaturbedingte Volumenänderungen des abgeschlossenen ersten Ölvolumens 5 ausgleichen zu können. Die Wicklungsanzapfungen des Transformators 3 sind in den vorliegenden Ausführungsbeispielen über elektrische Anschlussleitungen mit dem Feinwähler 2.3 des Stufenschalters 2 verbunden, wobei der Stufenschalter 2 vorzugsweise im Transformatorkessel 4 aufgenommen ist („in-tank-type“). Alternativ kann der Stufenschalter 2 außerhalb des Transformatorkessels 4 in zumindest einem separaten Schaltergehäuse aufgenommen sein („compartment-type“ bzw. „double compartment type“), welches vorzugsweise an den Transformatorkessel 4 angebaut ist.

Bei der Ausführungsvariante gemäß FIG. 1 und 2 ist der Lastumschalter 2.1 in einem separaten Ölgefäß 7 aufgenommen, welches über ein zweites Ausdehnungsgefäß 8 verfügt. Das Ölgefäß 7 und das zweite Ausdehnungsgefäß 8 sind zur Aufnahme eines abgeschlossenen zweiten Ölvolumens 9 ausgebildet. Das Ölgefäß 7 ist vollständig im Transformatorkessel 4 aufgenommen, wohingegen das weitere Ausdehnungsgefäß 8 sich von der Oberseite des Transformatorkessels 4 nach oben erstreckt. Der Vorwähler 2.2 und der ölsolierte Transformator 1 werden hierbei in einem gemeinsamen, abgeschlossenen Ölvolumen, und zwar dem ersten Ölvolumen 5 betrieben, d.h. der Transformator 3, der Vorwähler 2.2 und vorzugsweise auch der Feinwähler 2.3 befinden sich im abgeschlossenen ersten Ölvolumen 5. Häufig bilden der Vorwähler 2.2 und der Feinwähler 2.3 eine bauliche Einheit aus.

Im Normalbetrieb des Stufenschalters 2 werden eine Vielzahl von Schalthandlungen gesteuert durchgeführt. Hierzu ist zumindest eine, in den Figuren nicht dargestellte, Steuereinheit vorgesehen, in der eine zugehörige Steuerroutine ausgeführt wird.

Bei diesen Schalthandlungen kann es zu der eingangs beschriebenen Entstehung von Lichtbogengasen wie Wasserstoff H_2 und Acetylen C_2H_2 im jeweiligen Ölvolumen 5, 9 kommen, wobei für das erfindungsgemäße Verfahren lediglich die Schalthandlungen des Vorwählers 2.2 betrachtet werden. Die Erfinder haben erkannt, dass bei einem Normalbetrieb des ölsolierten Vorwählers 2.2 der Anteil von Acetylen im zugeordneten abgeschlossenen Ölvolumen 5 abhängig von der Betriebsart des ölsolierten Vorwählers 2.2 ist. Dieser Acetylenanteil kann durch die Verwendung eines ölsolierten Vorwählers 2.2, der ohne Kontakt zum jeweiligen Ölvolumen 5, 9 geschaltet werden kann, konstant unterhalb der Detektionsgrenze gehalten werden, d.h. im Normalbetrieb des Stufenschalters 2 entsteht

auch nach einer Vielzahl von Schalthandlungen kein Lichtbogengas Acetylen und damit liegt im Normalbetrieb ein näherungsweise gasfreies, insbesondere „acetylenfreies“ Ölvolumen 5 vor.

5 Erfindungsgemäß wird zur Realisierung dessen der Vorwähler 2.2 des Stufenschalters 2 derart betrieben, dass im Normalbetrieb, d.h. im normalen fehlerfreien Betrieb, der Anteil von Acetylen bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen Ölvolumens unterhalb dem 10-fachen Betrag der Detektionsgrenze liegt, d.h. ein Grenzwert von Acetylen bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen Ölvolumens entsprechend dem 10-fachen Betrag der Detektionsgrenze wird nicht überschritten. Dieser Grenzwert hat
10 sich als besonders zuverlässig herausgestellt. Der genannte Anteil entspricht ausgehend von einer derzeitigen Detektionsgrenze von 0,1 ppm näherungsweise 1,0 ppm. Der 10-fache Betrag der Detektionsgrenze von 0,1 ppm stellt die untere Grenze für eine quantitativ zuverlässige Bestimmung des Acetylenanteils in einem vorgegebenen Ölvolumen dar. Abhängig von der jeweiligen Analysemethode kann die Detektionsgrenze variieren.

15 In einer bevorzugten Ausführungsvariante wird das Schaltelement des Vorwählers 2.2 derart geschaltet, dass der Anteil bzw. der Grenzwert an Acetylen bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen ersten Ölvolumens 5 unter 0,1 ppm liegt. Durch das erfindungsgemäße Schalten des Vorwählers 2.2 wird der 10-fache Betrag der Detektionsgrenze von 1,0 ppm Acetylen nahezu unabhängig von der Anzahl der Schalthandlungen
20 des Vorwählers 2.2 unterschritten. Damit wird der Anteil an Acetylen bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen ersten Ölvolumens 5 durch die Schalthandlungen nicht verändert.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird durch den erfindungsgemäßen Betrieb des Vorwählers 2.2 der Anteil an Wasserstoff, bezogen auf das Gesamtvolumen
25 des abgeschlossenen ersten Ölvolumens 5, ebenfalls nicht beeinflusst. Eine starke Zunahme des Wasserstoffanteils innerhalb sehr kurzer Zeit, beispielsweise binnen weniger Stunden oder Tage, deutet auf einen vom Normalbetrieb abweichenden Energieeintrag beispielsweise aufgrund von Teilentladungen oder Lichtbogen in das Ölvolumen 5, hin. Für Lichtbögen kann damit indirekt auf die Zunahme des Anteils an Acetylen geschlossen
30 werden, d.h. eine sprunghafte Zunahme des Wasserstoffanteils im ersten Ölvolumen 5 ermöglicht eine indirekte Detektion von Acetylen im Ölvolumen 5.

In einer Ausführungsvariante gemäß der FIG. 1, 3 und 5 wird das zumindest eine Schaltelement des Vorwählers 2.2 in einer vom abgeschlossenen ersten bzw. zweiten Ölvolumen

men 5, 9 abgetrennten Schaltkammer geschaltet, wobei das Schaltelement vorzugsweise durch eine Vakuumschaltröhre 10 gebildet ist.

Alternativ kann gemäß den Ausführungsvarianten der FIG. 2, 4 und 6 das zumindest eine Schaltelement des Vorwählers 2.2 kontaktlos, d.h. ohne in direkten Kontakt mit dem abgeschlossenen ersten bzw. zweiten Ölvolumen 5, 9 zu gelangen, geschaltet werden, wobei das Schaltelement hierzu vorzugsweise in Form eines Halbleiterschaltelementes 11 ausgebildet ist.

Bei der Ausführungsvariante gemäß FIG. 3 und 4 des Systems 1 sind der Vorwähler 2.2 und der Feinwähler 2.3 im Ölgefäß 7 des Lastumschalters 2.1 aufgenommen, d.h. werden im abgeschlossenen zweiten Ölvolumen 9 betrieben, welches getrennt vom abgeschlossenen ersten Ölvolumen 5 ist. Somit sind der Transformator 3 und der Vorwähler 2.2 in voneinander getrennten abgeschlossenen Ölvolumina 5, 9 angeordnet.

In den Ausführungsvarianten gemäß der FIG. 5 und 6 werden der Transformator 3 und der Stufenschalter 2 mit allen seinen Komponenten, und zwar dem Lastumschalter 2.1, dem Vorwähler 2.2 und dem Feinwähler 2.3 im abgeschlossenen ersten Ölvolumen 5 betrieben, d.h. alle vorgenannten Einheiten sind im Transformator-kessel 4 angeordnet bzw. darin aufgenommen.

Die weiteren Ausführungsvarianten gemäß der FIG. 7 und 8 zeigen einen Lastumschalter 2.1 mit einem zweiten Ölgefäß 7 und einen Vorwähler 2.2 mit ebenfalls eigenem, dritten Ölgefäß 7', welches getrennt vom zweiten Ölgefäß 7 im Transformator-kessel 4 aufgenommen ist. Im dritten Ölgefäß 7' ist ein drittes abgeschlossenes Ölvolumen 12 aufgenommen. Vorzugsweise ist der Feinwähler 2.3 ebenfalls im dritten Ölgefäß 7' und somit im dritten Ölvolumen angeordnet. Gemäß FIG. 7 wird zumindest ein Schaltelement des Vorwählers 2.2 in einer vom abgeschlossenen dritten Ölvolumen 12 abgetrennten Schaltkammer geschaltet, wobei das Schaltelement vorzugsweise durch eine Vakuumschaltröhre 10 gebildet ist. FIG. 8 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der das eine Schaltelement des Vorwählers 2.2 kontaktlos, d.h. ohne in direkten Kontakt mit dem abgeschlossenen dritten Ölvolumen 12 zu gelangen, geschaltet werden, wobei das Schaltelement hierzu vorzugsweise in Form eines Halbleiterschaltelementes 11 ausgebildet ist.

Auch kann ein nicht in den Figuren dargestelltes Messsystem vorgesehen sein, mit dem der jeweilige Anteil an Acetylen im abgeschlossenen Ölvolumen 5, 9 ermittelt wird und abhängig davon der Vorwähler 2.2 betätigt wird, vorzugsweise gesteuert über die Steuereinheit.

In FIG. 9 werden beispielhaft in einem Diagramm die Konzentrationen der unterschiedlichen Gase in dem dem Lastumschalter 2.1 zugeordneten Ölvolumen 9 beim erfindungsgemäßen Betrieb und nach einer Vielzahl von Schalthandlungen dargestellt. Im Einzelnen sind die Konzentrationen der Lichtbogengase H_2 und C_2H_2 , die Wärmegase CH_4 , C_2H_6 und C_2H_4 sowie das Alterungsgas CO dargestellt.

Daraus geht hervor, dass die Konzentration von Acetylen C_2H_2 im untersuchten Ölvolumen 5, 9 gleich null ist und somit unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von 0,1 ppm liegt.

Bei Auftreten eines Fehlers im System 1 erhöht sich die Konzentration von Acetylen deutlich über den 10-fachen Betrag der Detektionsgrenze von 0,1 ppm und zeigt damit unmittelbar einen Fehler im Transformator 3 und/oder im Stufenschalter 2 an.

In FIG. 10 ist eine neunte Ausführungsform des Systems 1 schematisch dargestellt. Diese Ausführungsform ähnelt der ersten Ausführungsform, sodass im Folgenden vor Allem die Unterschiede näher erläutert werden.

Bei dieser Ausführungsform umfasst das System 1 ein Messgerät 13 mit einer Messkammer 14, einem Sensor 15 für Acetylen und Wasserstoff und einer Auswerteeinrichtung 16, eine Steuereinrichtung 17 für den Laststufenschalter 2 und den Transformator 3, zwei Ölleitungen 18 und zwei Pumpen 19. Das Messgerät 13 ist beispielhaft ein Gaschromatograph, kann aber auch beispielsweise ein photoakustisches Spektroskop oder ein Infrarotspektroskop sein. Der Sensor 15 ist beispielhaft ein Flammenionisationsdetektor für den Gaschromatographen und an die Auswerteeinrichtung 16 angeschlossen sowie in der Messkammer 14 angeordnet. Die Steuereinrichtung 17 ist an den Transformator 3, den Laststufenschalter 2 und die Auswerteeinrichtung 16 angeschlossen. Die Pumpen 19 sind an die Auswerteeinrichtung 16 angeschlossen und über die Ölleitungen 18 mit der Messkammer 14 und dem ersten Ölvolumen 5 in dem Transformator-kessel 4 verbunden, so dass bei entsprechender Ansteuerung durch die Auswerteeinrichtung 16 Proben des Öls wahlweise aus diesem Ölvolumen 5 in die Messkammer 14 und nach der jeweiligen Messung wieder zurück in dieses Ölvolumen 5 fördern können.

Der Sensor 15 ist derart ausgebildet, dass er den Anteil von Acetylen und den Anteil von Wasserstoff in einer der Messkammer 14 zugeführten Probe und damit in dem ersten Ölvolumen 5 messen und entsprechende Messsignale erzeugen kann.

Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus dem Acetylen-Messsignal

einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten ersten Schwellenwert vergleicht und, falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein erstes Alarmsignal erzeugt, das eine geringe Erhöhung des Anteils von Acetylen anzeigt.

5 Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus dem Wasserstoff-Messsignal einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten zweiten Schwellenwert vergleicht und, falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein zweites Alarmsignal erzeugt, das eine geringe Erhöhung des Anteils von Wasserstoff anzeigt.

10 Der Sensor 15 ist derart ausgebildet, dass er eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in einer der Messkammer 14 zugeführten Probe und damit in dem ersten Ölvolu-
men 5 messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann.

Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus diesem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten dritten
15 Schwellenwert, der positiv ist, vergleicht und, falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein drittes Alarmsignal erzeugt, das eine geringe Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff anzeigt.

Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus dem Acetylen-Messsignal einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten
20 vierten Schwellenwert, der größer als der erste Schwellenwert ist, vergleicht und, falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein viertes Alarmsignal, das eine starke Erhöhung des Anteils von Acetylen anzeigt, erzeugt und an die Steuereinrichtung 17 sendet.

Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus dem Wasserstoff-
25 Messsignal einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten fünften Schwellenwert, der größer als der zweite Schwellenwert ist, vergleicht und, falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein fünftes Alarmsignal, das eine starke Erhöhung des Anteils von Wasserstoff anzeigt, erzeugt und an die Steuereinrichtung 17 sendet.

30 Die Auswerteeinrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie aus diesem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermittelt, diesen Messwert mit einem vorbestimmten sechsten Schwellenwert, der größer als der dritte Schwellenwert ist, vergleicht und, falls dieser

Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein sechstes Alarmsignal, das eine starke Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff anzeigt, erzeugt und an die Steuereinrichtung 17 sendet.

- 5 Die Steuereinrichtung 17 ist derart ausgebildet, dass sie nach Empfang des vierten, fünften oder sechsten Alarmsignals den Transformator und den Stufenschalter abschaltet.

BEZUGSZEICHEN

	1	System
	2	Stufenschalter bzw. Laststufenschalter
5	2.1	Lastumschalter
	2.2	Vorwähler
	2.3	Feinwähler
	3	Transformator
	4	Transformatorkessel
10	5	erstes Ölvolumen
	6	erstes Ausdehnungsgefäß
	7	zweites Ölgefäß
	7'	drittes Ölgefäß
	8	zweites Ausdehnungsgefäß
15	9	zweites Ölvolumen
	10	Vakuumschaltröhre
	11	Halbleiterschaltelement
	12	drittes Ölvolumen
	13	Messgerät
20	14	Messkammer
	15	Sensor
	16	Auswerteeinrichtung
	17	Steuereinrichtung
	18	Ölleitungen
25	19	Pumpen

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum gasfreien, insbesondere acetylenfreien Betrieb eines Stufenschalters (2) mit Vorwähler (2.2) zum unterbrechungslosen Umschaltung zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen eines ölsolierten Transformators (3), bei dem zumindest der Vorwähler (2.2) in einem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) aufgenommen ist und bei dem im Normalbetrieb eine Vielzahl von Schalthandlungen durchgeführt werden, wobei
 - der Vorwähler (2.2) derart betrieben wird, dass im Normalbetrieb nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen in dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen liegt.
2. Verfahren nach dem vorigen Anspruch, wobei
 - der 10-fache Betrag der Detektionsgrenze von Acetylen unabhängig von der Anzahl der Schaltungen des Vorwählers (2.2) unterschritten wird und insbesondere die Detektionsgrenze von Acetylen näherungsweise bei 0,1 ppm liegt.
3. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
 - die Änderung des Anteils an Wasserstoff bezogen auf das Gesamtvolumen des abgeschlossenen Ölvolumens (5, 9, 12) überwacht und zur Ermittlung des Anteils an Acetylen ausgewertet wird.
4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
 - wenigstens ein Schaltelement des Vorwählers (2.2) in einer von dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) abgetrennten Schaltkammer geschaltet wird und insbesondere durch wenigstens eine Vakuumschaltröhre (10) gebildet ist oder als Schnappkontakt ausgebildet ist.
5. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
 - wenigstens ein Schaltelement des Vorwählers (2.2) ohne Kontakt zu dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) geschaltet wird und insbesondere durch wenigstens eine Vakuumschaltröhre (10) oder durch wenigstens ein Halbleiterschaltelement (11) gebildet ist.
6. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
 - wenigstens ein Schaltelement des Vorwählers (2.2) ohne Kontakt zu dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) geschaltet wird und insbesondere in einem sepa-

raten Volumen mit Öl oder SF6 gekapselt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 - der Vorwähler (2.2) und der ölisolierte Transformator (3) in einem gemeinsamen abgeschlossenen ersten Ölvolumen (5) betrieben werden.
- 5 8. Verfahren nach dem vorigen Anspruch, wobei
 - ein Lastumschalter (2.1) des Stufenschalters (2) in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen (9) betrieben wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 - der ölisolierte Transformator (3) und der Vorwähler (2.2) in getrennten Ölvolumen (5, 9) betrieben werden, und zwar der ölisolierte Transformator (3) in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen (5) und der Vorwähler (2.2) in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen (9).
- 15 10. Verfahren nach dem vorigen Anspruch, wobei
 - ein Lastumschalter (2.1) des Stufenschalters (2) in dem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen (9) betrieben wird.
- 20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 - der ölisolierte Transformator (3), der Lastumschalter (2.1) und der Vorwähler (2.2) in getrennten Ölvolumen (5, 9, 12) betrieben werden, und zwar der ölisolierte Transformator (3) in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen (5), der Lastumschalter (2.1) in einem abgeschlossenen zweiten Ölvolumen (9) und der Vorwähler (2.2) in einem abgeschlossenen dritten Ölvolumen (12).
- 25 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei
 - der Vorwähler (2.2) und ein zugeordneter Feinwähler (2.3) des Stufenschalters (2) in einem gemeinsamen Ölvolumen (5, 9, 12) betrieben werden, wobei diese eine bauliche Einheit bilden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 - der ölisolierte Transformator (3) und der Stufenschalter (2) in einem gemeinsamen abgeschlossenen Ölvolumen (5) betrieben werden.
- 30 14. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
 - der Anteil von Acetylen in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;

- dieser Messwert mit einem vorbestimmten ersten Schwellenwert verglichen wird;
 - falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 5 15. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- der Anteil von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
 - dieser Messwert mit einem vorbestimmten zweiten Schwellenwert verglichen wird;
 - falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
 - dieser Messwert mit einem vorbestimmten positiven, dritten Schwellenwert verglichen wird;
 - 15 – falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der 3 vorigen Ansprüche, wobei
- wenigstens eines der Alarmsignale ein Abschalten des Transformators (3) und/oder des Stufenschalters (2) auslöst.
- 25 18. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- der Anteil von Acetylen in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
 - dieser Messwert mit einem vorbestimmten vierten Schwellenwert verglichen wird;
 - falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator (3) und/oder der Stufenschalter (2) abgeschaltet wird.
- 30 19. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- der Anteil von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
 - dieser Messwert mit einem vorbestimmten fünften Schwellenwert verglichen wird;
 - falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator (3) und/oder der Stufenschalter (2) abgeschaltet wird.

20. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in wenigstens einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) gemessen und ein entsprechender Messwert ermittelt wird;
- 5 – dieser Messwert mit einem vorbestimmten positiven, sechsten Schwellenwert verglichen wird;
- falls dieser Messwert größer als dieser Schwellenwert ist, der Transformator (3) und/oder der Stufenschalter (2) abgeschaltet wird.
21. Verfahren nach einem der 7 vorigen Ansprüche, wobei
- 10 – wenigstens eine der Messungen zumindest teilweise kontinuierlich und/oder zumindest teilweise periodisch und/oder zumindest teilweise in vorbestimmten Zeitintervallen durchgeführt wird.
22. System, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
- 15 – wenigstens einen Stufenschalter (2) mit einem in einem abgeschlossenen ersten Ölvolumen (5, 9, 12) aufgenommenen Vorwähler (2.2),
- einen mit dem Stufenschalter (2) verbundenen ölsolierten Transformator (3) mit mehreren Wicklungsanzapfungen,
- wobei
- 20 – der Stufenschalter (2) zum unterbrechungslosen Umschalten zwischen mehreren Wicklungsanzapfungen des ölsolierten Transformators (3) ausgebildet ist,
- im Normalbetrieb nach einer Vielzahl von Schalthandlungen der Anteil von Acetylen in dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) unterhalb des 10-fachen Betrages der Detektionsgrenze von Acetylen liegt.
- 25 23. System nach dem vorigen Anspruch, wobei
- die Detektionsgrenze von Acetylen näherungsweise 0,1 ppm beträgt.
24. System nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- wenigstens ein Schaltelement des Vorwählers (2.2) als von dem abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) abgekapseltes und/oder ohne Kontakt hierzu schaltendes
- 30 Schaltelement (10, 11) ausgebildet ist.
25. System nach dem vorigen Anspruch, wobei
- wenigstens eines der Schaltelemente durch wenigstens eine Vakuumschaltröhre (10) und/oder durch wenigstens ein Halbleiterschaltelement (11) gebildet ist.

26. System nach einem der vorigen Ansprüche, wobei
- der Stufenschalter (2) als Lastwähler ausgebildet ist.
27. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend
- ein Messgerät (13), das
- 5
- wenigstens einen Sensor (15) für Acetylen; und
 - eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- wobei
- jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
- 10
- den Anteil von Acetylen in in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
- aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert
- 15
- ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.
28. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend
- ein Messgerät (13), das
- wenigstens einen Sensor (15) für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- 20
- wobei
- jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
- den Anteil von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
- 25
- aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.
29. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend
- 30
- ein Messgerät (13), das
- wenigstens einen Sensor (15) für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- wobei

- jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
 - eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - 5 – die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten positiven Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert
 - 10 ist, ein Alarmsignal erzeugen kann.
30. System nach einem der 3 vorigen Ansprüche, umfassend
- eine Steuereinrichtung (17) für den Transformator (3) und/oder den Stufenschalter (2), die an die Auswerteeinrichtung (16) angeschlossen ist;
- wobei
- 15 – die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
 - wenigstens eines der Alarmsignale an die Steuereinrichtung (17) senden kann;
- die Steuereinrichtung (17) derart ausgebildet ist, dass sie
 - nach Empfang wenigstens eines der Alarmsignale den Transformator (3)
- 20 und/oder den Stufenschalter (2) abschalten kann.
31. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend
- ein Messgerät (13), das
 - wenigstens einen Sensor (15) für Acetylen; und
 - eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- 25 wobei
- jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Acetylen in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
- 30
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, den Transformator (3) und/oder den Stufenschalter (2) abschalten kann.
32. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend

- ein Messgerät (13), das
 - wenigstens einen Sensor (15) für Wasserstoff; und
 - eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;wobei
- 5 – jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
 - den Anteil von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
- die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - 10 • jeden Messwert mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleichen kann;
 - falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, den Transformator (3) und/oder den Stufenschalter (2) abschalten kann.
- 33. System nach einem der vorigen Ansprüche, umfassend
- ein Messgerät (13), das
- 15 • wenigstens einen Sensor (15) für Wasserstoff; und
- eine Auswerteeinrichtung (16) umfasst, die an den Sensor angeschlossen ist;
- wobei
- jeder Sensor (15) derart ausgebildet ist, dass er
 - eine Änderungsrate des Anteils von Wasserstoff in einem der abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) messen und ein entsprechendes Messsignal erzeugen kann;
 - 20 • die Auswerteeinrichtung (16) derart ausgebildet ist, dass sie
 - aus jedem Messsignal einen entsprechenden Messwert ermitteln kann;
 - jeden Messwert mit einem vorbestimmten positiven Schwellenwert vergleichen kann;
 - 25 • falls wenigstens einer der Messwerte größer als der jeweilige Schwellenwert ist, den Transformator (3) und/oder den Stufenschalter (2) abschalten kann.
- 34. System nach einem der 7 vorigen Ansprüche, wobei
- das Messgerät (13) derart ausgebildet ist, dass es
- 30 • wenigstens eine der Messungen zumindest teilweise kontinuierlich und/oder zumindest teilweise periodisch und/oder zumindest teilweise in vorbestimmten Zeitintervallen durchführen kann.
- 35. System nach einem der 8 vorigen Ansprüche, wobei
- wenigstens einem der Sensoren (15) Proben des Öls aus dem jeweiligen abge-

geschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) zugeführt werden können.

36. System nach dem vorigen Anspruch, wobei
- der Sensor (15) in dem jeweiligen abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) oder in einer Messkammer (14) angeordnet ist, die mit dem jeweiligen abgeschlossenen Ölvolumen (5, 9, 12) verbunden ist oder werden kann und/oder der die Proben zugeführt werden können.
- 5

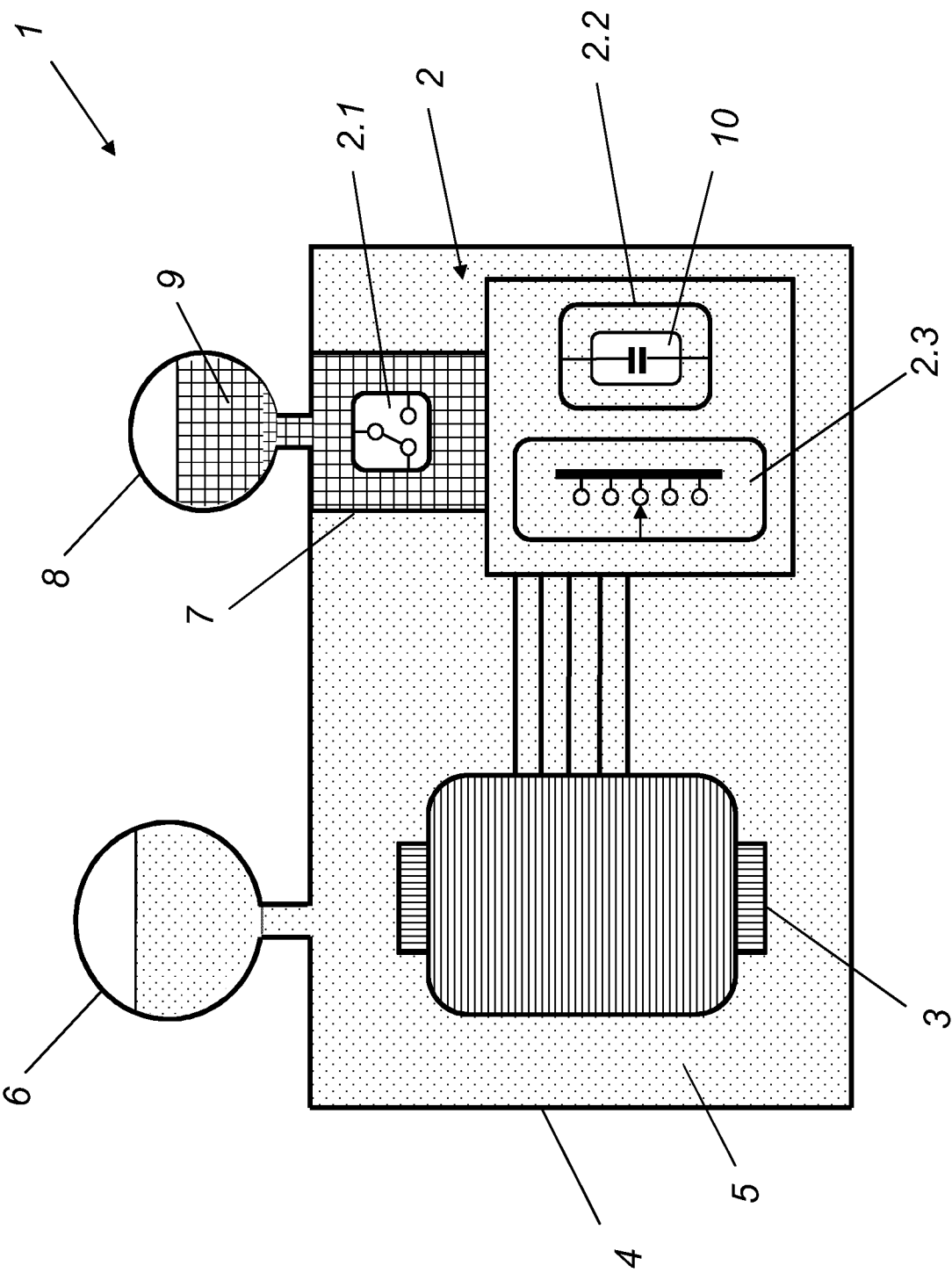


Fig. 1

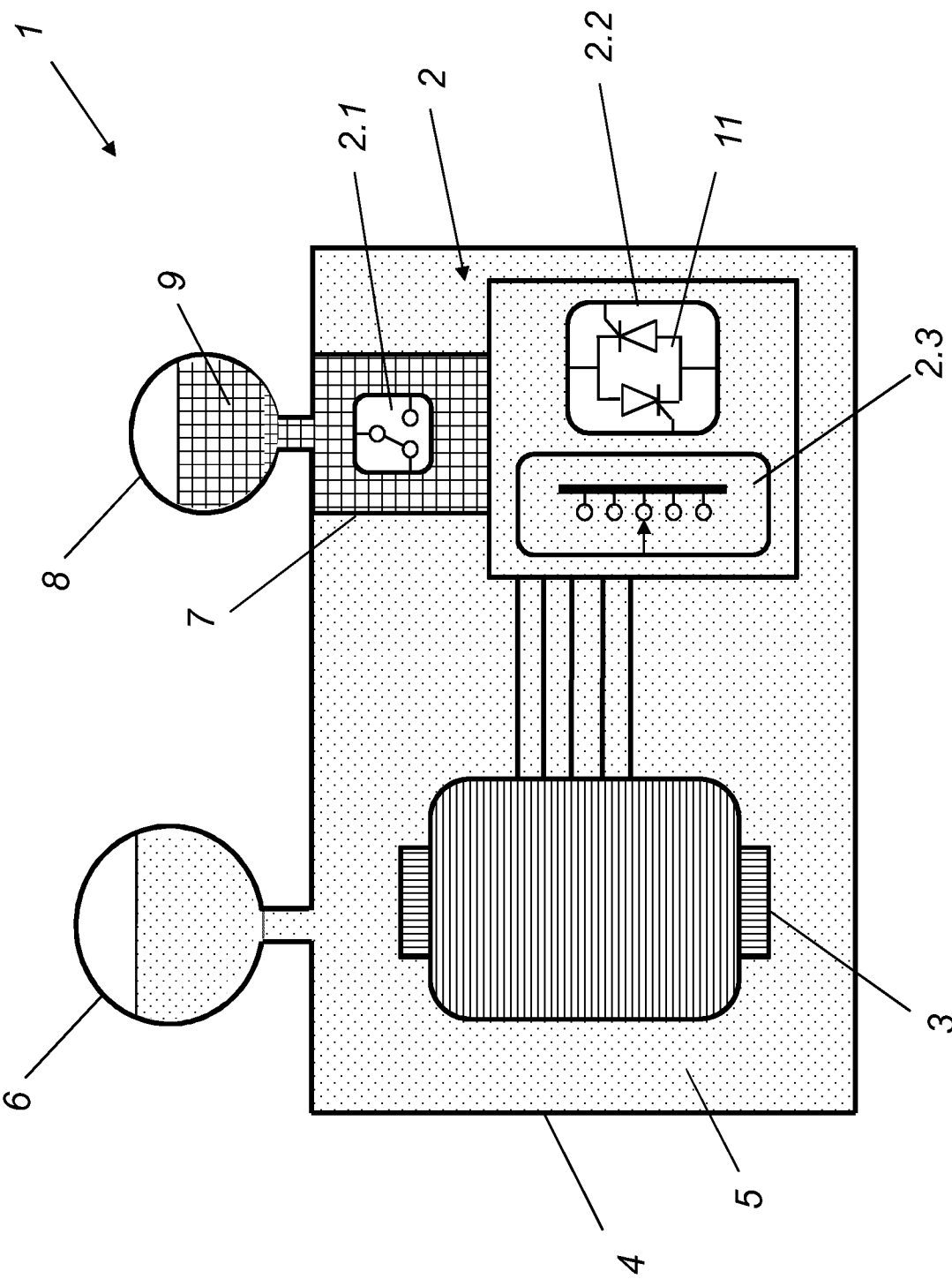


Fig. 2

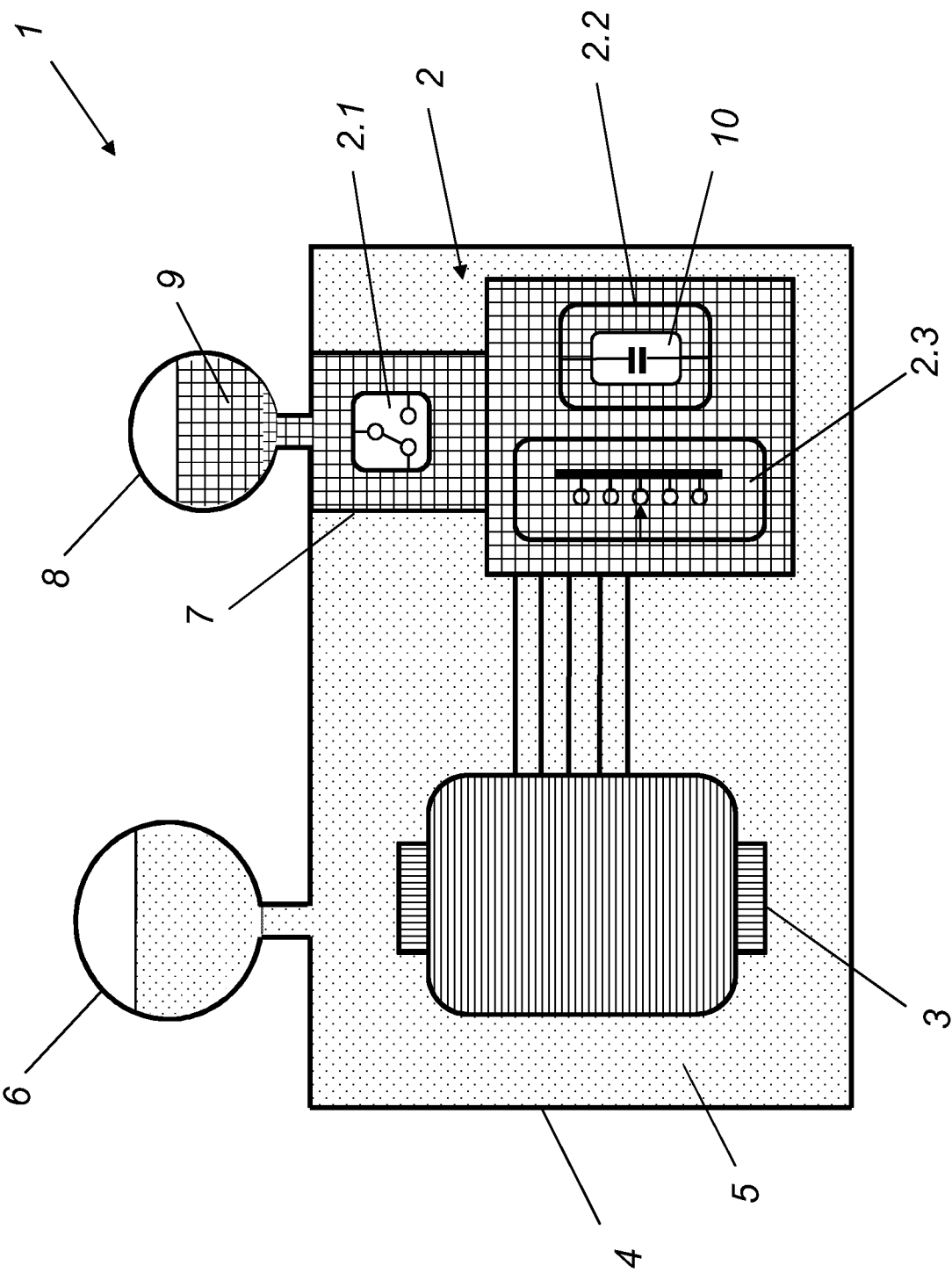


Fig. 3

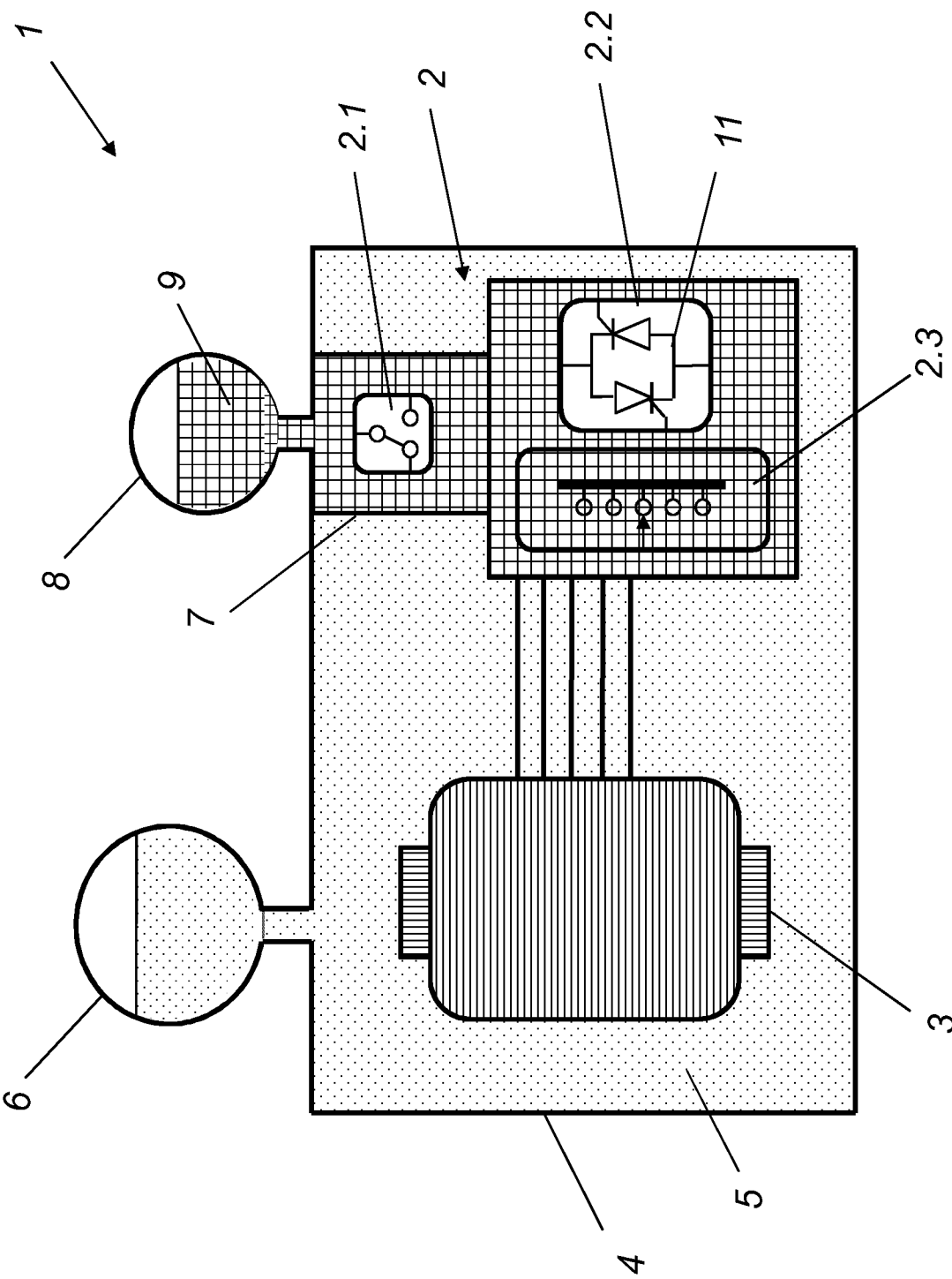


Fig. 4

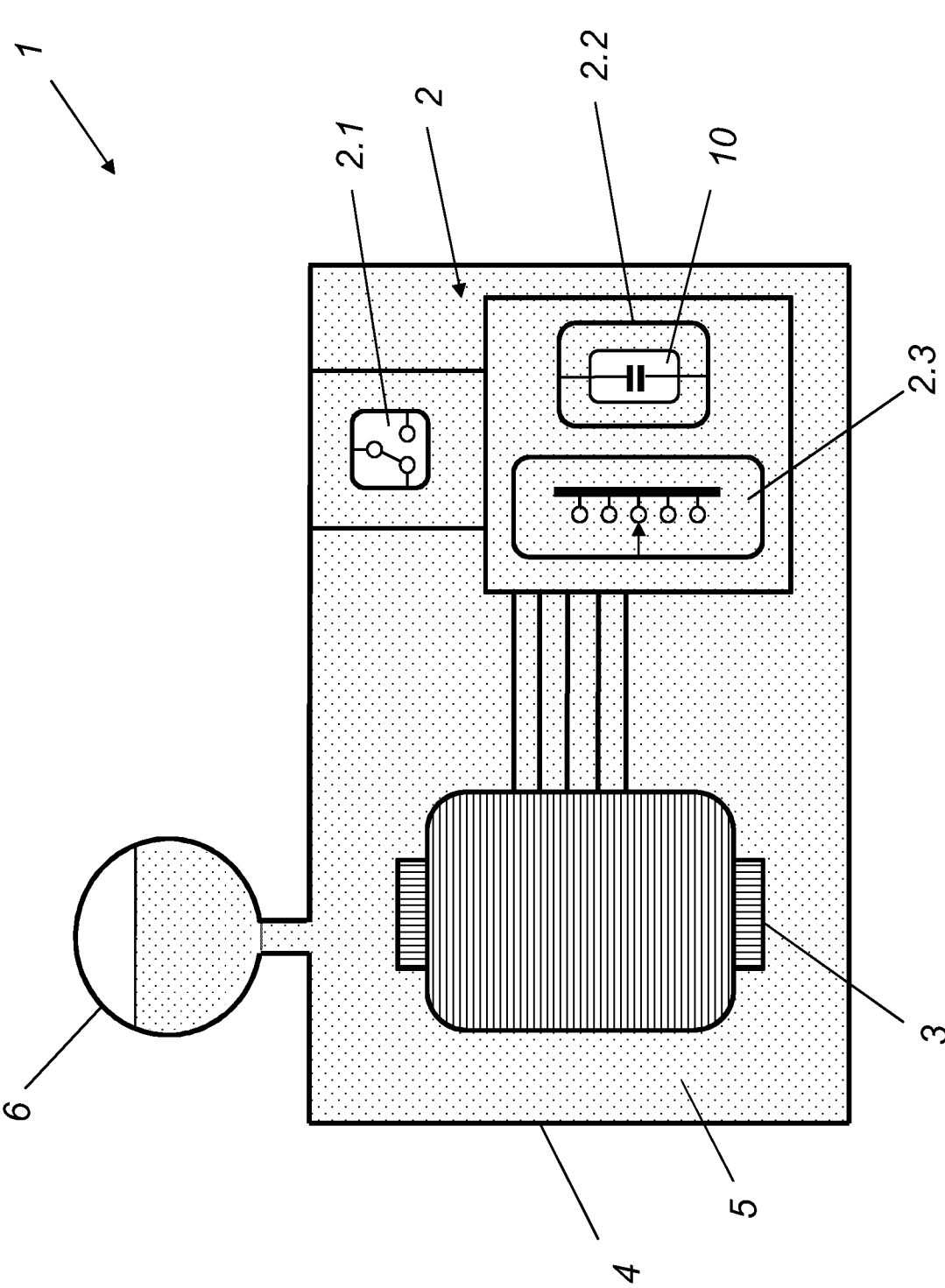


Fig. 5

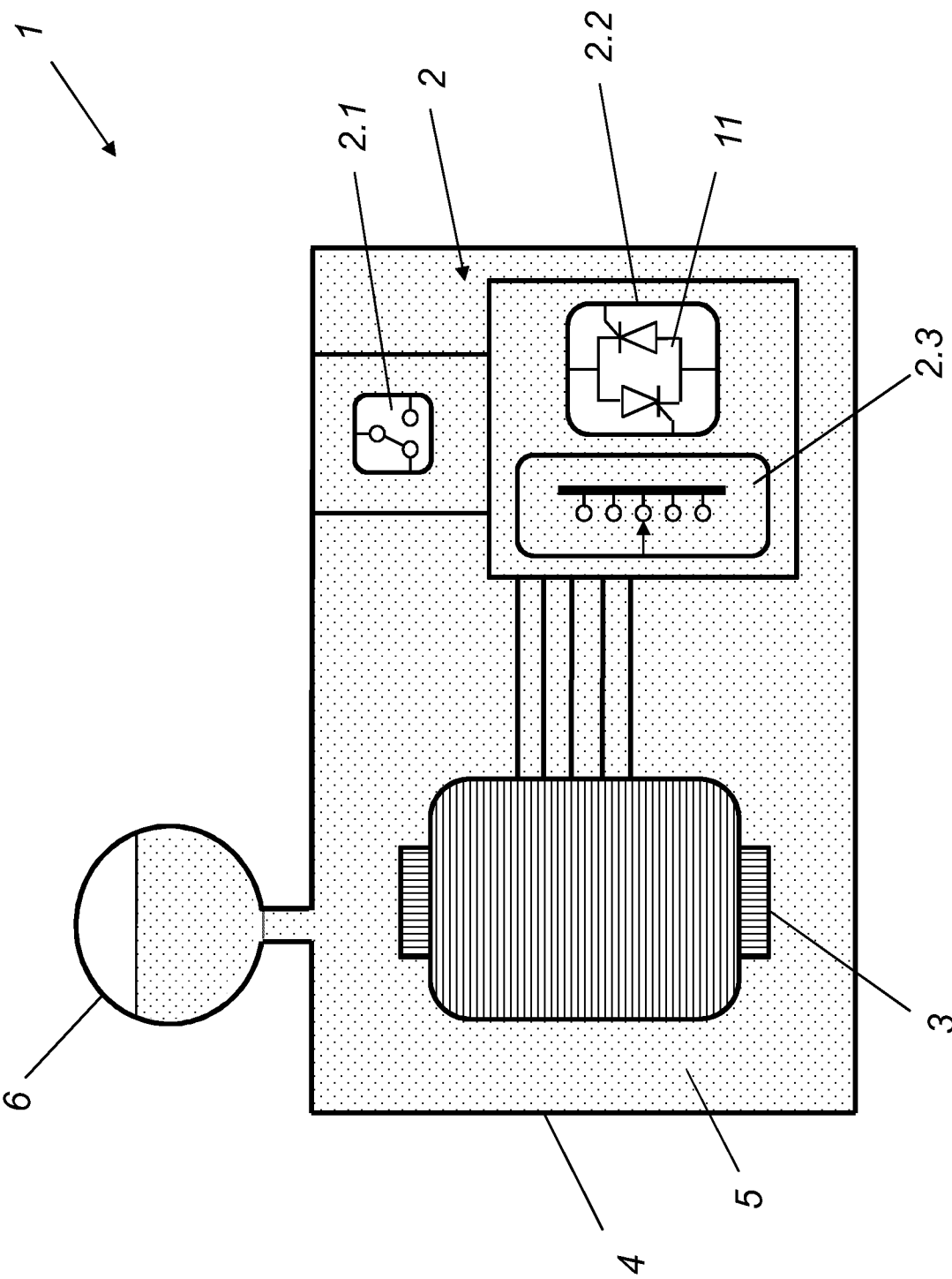


Fig. 6

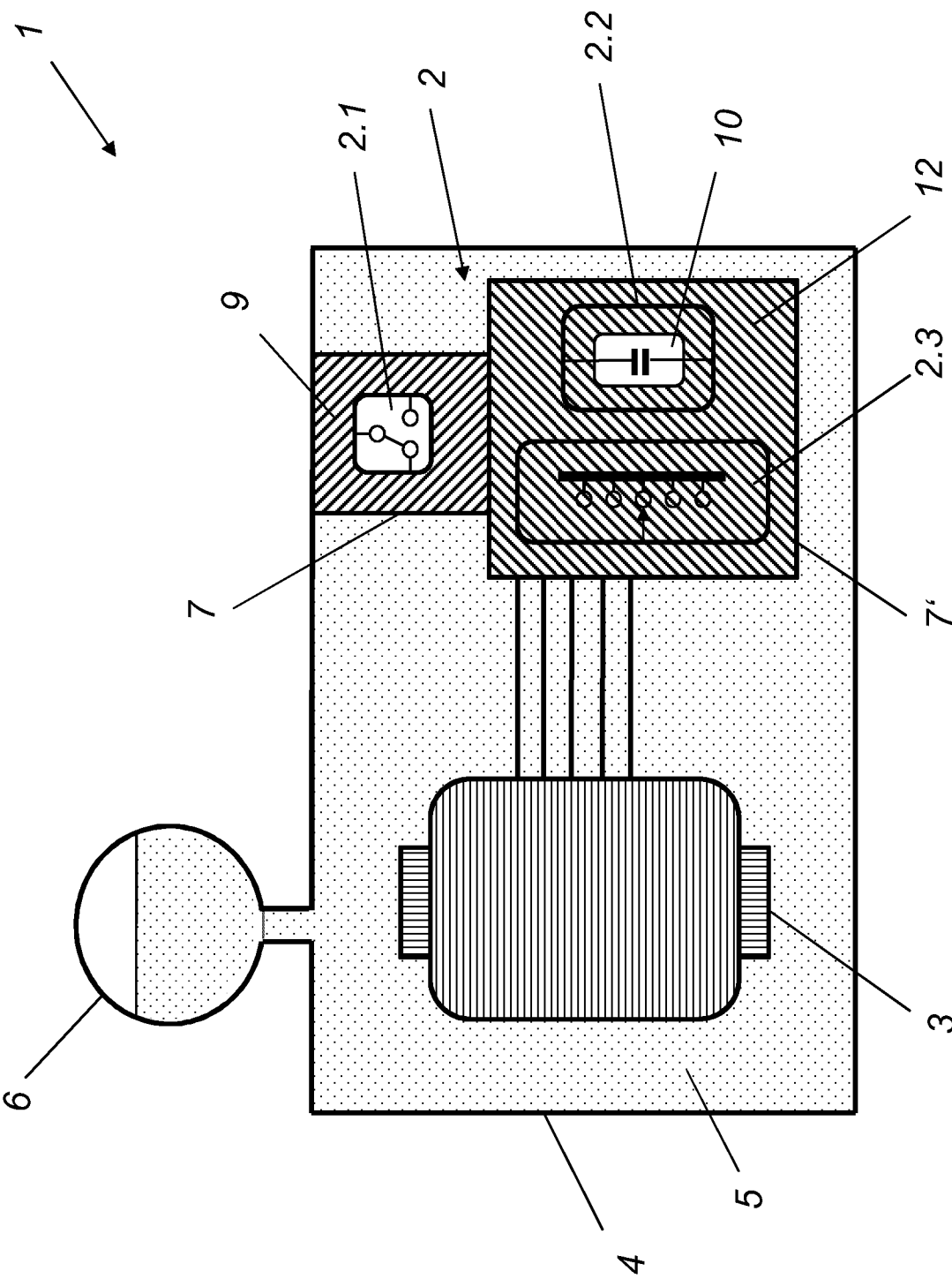


Fig. 7

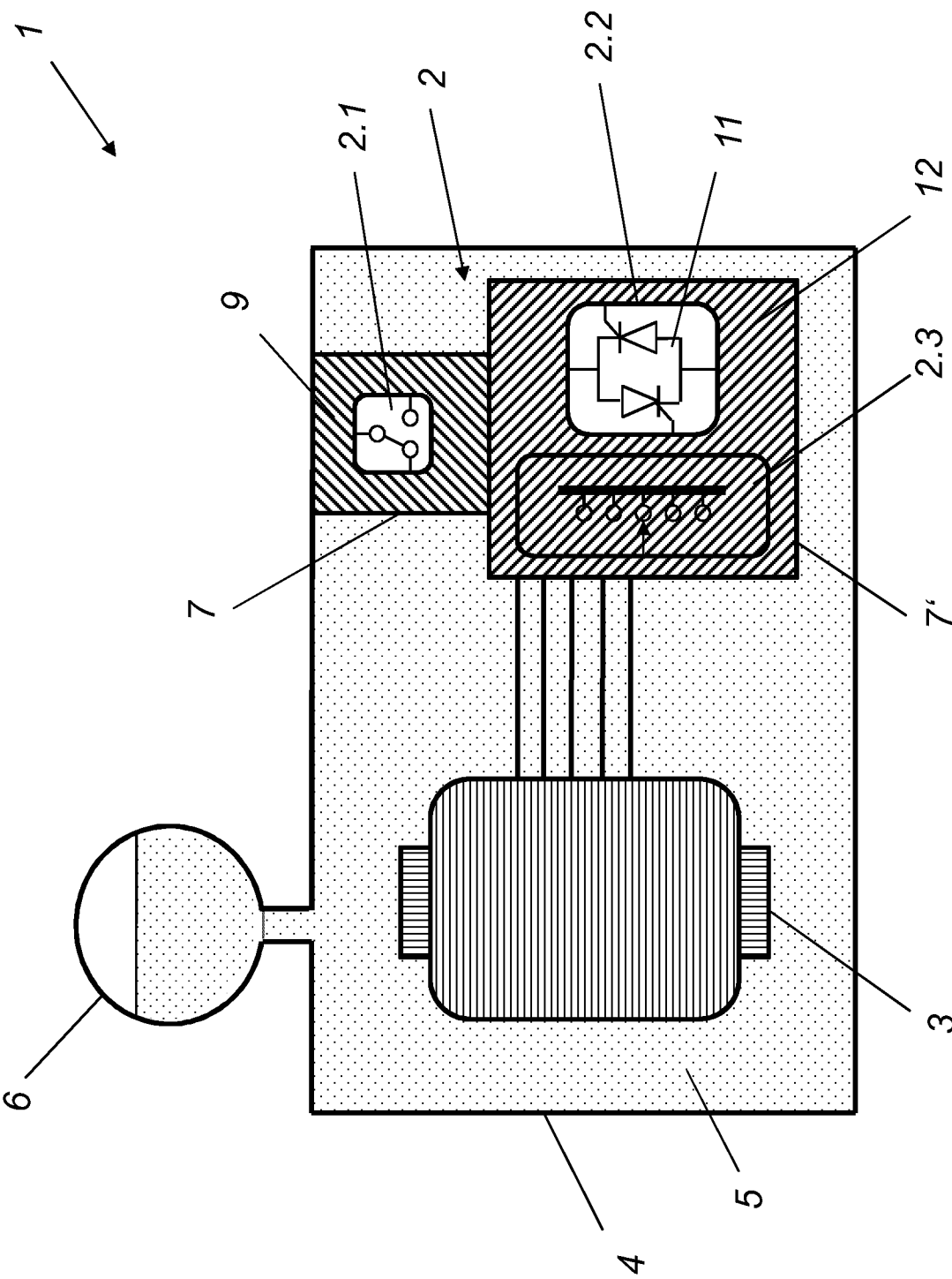


Fig. 8

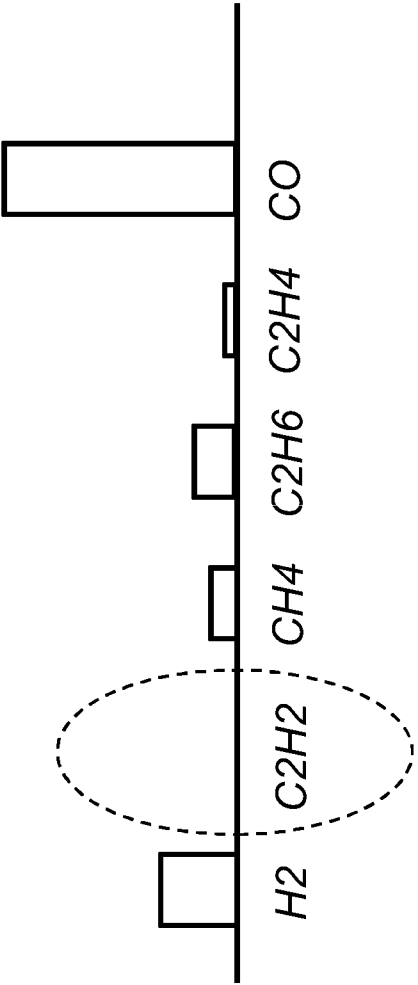


Fig. 9

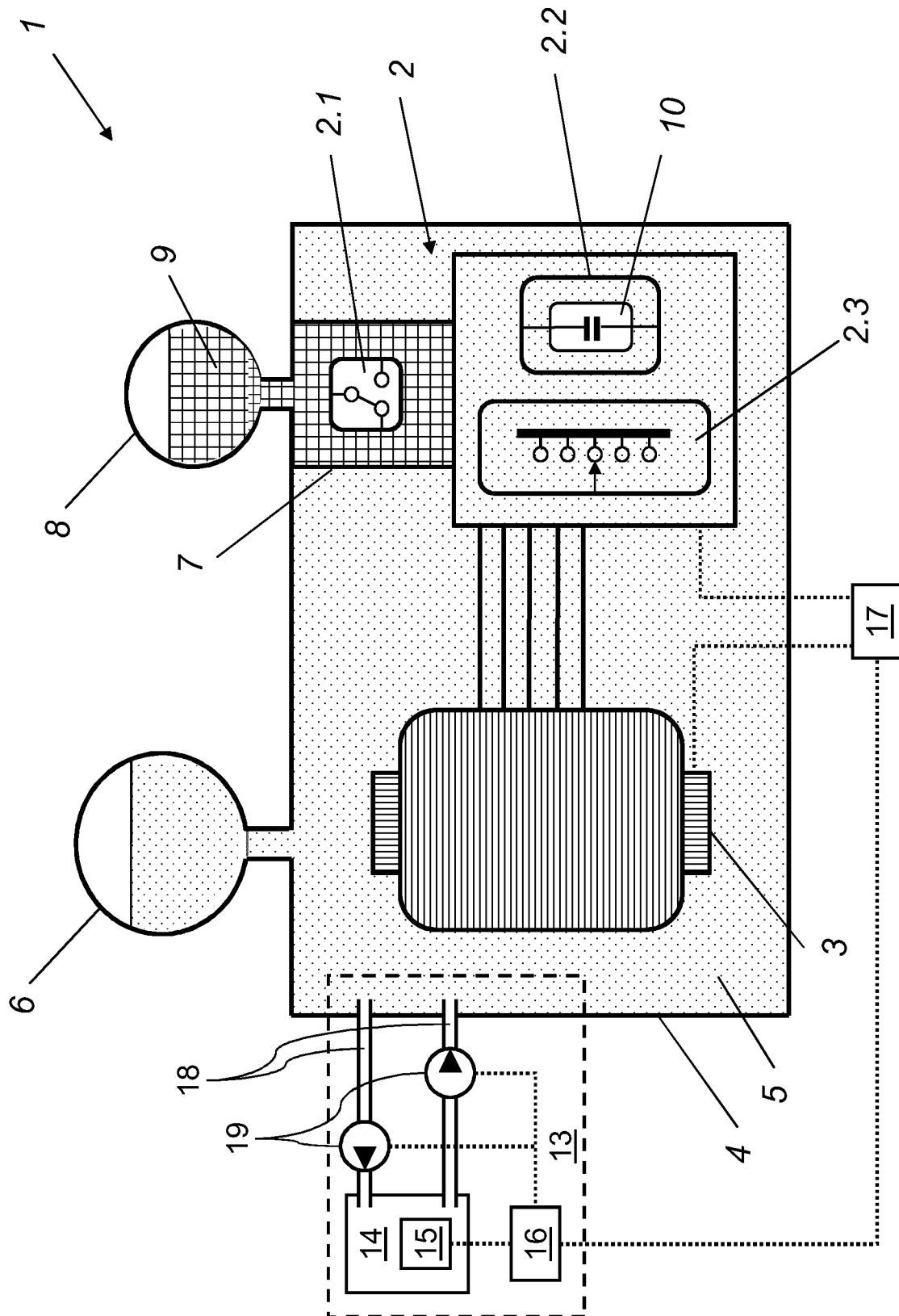


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/070594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01H9/00 H01F29/04
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01H H01F G01N

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2009 025358 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE])	1,2,
	23 December 2010 (2010-12-23)	4-13,22,
Y	paragraph [0008] - paragraph [0012]	24-26
	paragraph [0017] - paragraph [0018]	3,14-21,
	paragraph [0021]	23,27-36
	paragraph [0001] - paragraph [0004]	
	paragraph [0030] - paragraph [0033]	

	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 2014

Date of mailing of the international search report

10/12/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Hristov, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/070594

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 264 729 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 22 December 2010 (2010-12-22) paragraph [0001] - paragraph [0008] paragraph [0013] - paragraph [0037] paragraph [0040] paragraph [0045] - paragraph [0047] paragraph [0050] - paragraph [0051] paragraph [0062] - paragraph [0063] paragraph [0066] - paragraph [0069] -----	3,5, 7-11, 15-17, 19-21, 25, 28-30, 32-34,36
Y	EP 2 525 375 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 21 November 2012 (2012-11-21) paragraph [0001] paragraph [0004] - paragraph [0007] paragraph [0012] - paragraph [0018] -----	15-17, 19-21, 28-30, 32-34,36
Y	DE 10 2009 021036 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 18 November 2010 (2010-11-18) paragraph [0001] paragraph [0006] paragraph [0008] paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0023] -----	14-19, 21, 27-32,34
Y	US 2010/005856 A1 (CUNNINGHAM JOHN [GB]) 14 January 2010 (2010-01-14) paragraph [0001] - paragraph [0007] paragraph [0011] - paragraph [0014] paragraph [0017] paragraph [0028] paragraph [0031] - paragraph [0036] -----	7-11,14, 18,27, 31,35,36
Y	DE 10 2010 024255 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 22 December 2011 (2011-12-22) paragraph [0001] - paragraph [0003] paragraph [0011] ----- -/--	5,25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/070594

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	'US Department Of The Interior Bureau Of Reclamation: "FIST 3-30 TRANSFORMER MAINTENANCE, FACILITIES INSTRUCTIONS, STANDARDS, AND TECHNIQUES", 31 October 2000 (2000-10-31), XP055155179, Retrieved from the Internet: URL:http://www.usbr.gov/power/data/fist/fist3_30/fist3_30.pdf [retrieved on 2014-11-26] Kapitel 4.4.5, erster Absatz und Tabelle 9 -----	23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/070594

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009025358 A1	23-12-2010	NONE	
EP 2264729 A1	22-12-2010	CN 102460624 A	16-05-2012
		EP 2264729 A1	22-12-2010
		EP 2443641 A1	25-04-2012
		KR 20120056815 A	04-06-2012
		RU 2012101612 A	27-07-2013
		WO 2010146131 A1	23-12-2010
EP 2525375 A1	21-11-2012	EP 2525375 A1	21-11-2012
		JP 2012243323 A	10-12-2012
		US 2012293333 A1	22-11-2012
DE 102009021036 A1	18-11-2010	CN 102439440 A	02-05-2012
		DE 102009021036 A1	18-11-2010
		EP 2427762 A1	14-03-2012
		HK 1168647 A1	14-03-2014
		US 2012041688 A1	16-02-2012
		WO 2010127759 A1	11-11-2010
US 2010005856 A1	14-01-2010	CN 101416039 A	22-04-2009
		EP 2008076 A1	31-12-2008
		US 2010005856 A1	14-01-2010
		WO 2007115807 A1	18-10-2007
DE 102010024255 A1	22-12-2011	CN 102947902 A	27-02-2013
		DE 102010024255 A1	22-12-2011
		EP 2583289 A1	24-04-2013
		WO 2011157316 A1	22-12-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/070594

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01H9/00 H01F29/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01H H01F G01N

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2009 025358 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 23. Dezember 2010 (2010-12-23)	1,2, 4-13,22, 24-26
Y	Absatz [0008] - Absatz [0012] Absatz [0017] - Absatz [0018] Absatz [0021] Absatz [0001] - Absatz [0004] Absatz [0030] - Absatz [0033] ----- -/-	3,14-21, 23,27-36

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

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
1. Dezember 2014	10/12/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Hristov, Stefan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 2 264 729 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 22. Dezember 2010 (2010-12-22) Absatz [0001] - Absatz [0008] Absatz [0013] - Absatz [0037] Absatz [0040] Absatz [0045] - Absatz [0047] Absatz [0050] - Absatz [0051] Absatz [0062] - Absatz [0063] Absatz [0066] - Absatz [0069] -----	3,5, 7-11, 15-17, 19-21, 25, 28-30, 32-34,36
Y	EP 2 525 375 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 21. November 2012 (2012-11-21) Absatz [0001] Absatz [0004] - Absatz [0007] Absatz [0012] - Absatz [0018] -----	15-17, 19-21, 28-30, 32-34,36
Y	DE 10 2009 021036 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 18. November 2010 (2010-11-18) Absatz [0001] Absatz [0006] Absatz [0008] Absatz [0017] - Absatz [0019] Absatz [0023] -----	14-19, 21, 27-32,34
Y	US 2010/005856 A1 (CUNNINGHAM JOHN [GB]) 14. Januar 2010 (2010-01-14) Absatz [0001] - Absatz [0007] Absatz [0011] - Absatz [0014] Absatz [0017] Absatz [0028] Absatz [0031] - Absatz [0036] -----	7-11,14, 18,27, 31,35,36
Y	DE 10 2010 024255 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 22. Dezember 2011 (2011-12-22) Absatz [0001] - Absatz [0003] Absatz [0011] ----- -/--	5,25

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	'US Department Of The Interior Bureau Of Reclamation: "FIST 3-30 TRANSFORMER MAINTENANCE, FACILITIES INSTRUCTIONS, STANDARDS, AND TECHNIQUES", , 31. Oktober 2000 (2000-10-31), XP055155179, Gefunden im Internet: URL:http://www.usbr.gov/power/data/fist/fist3_30/fist3_30.pdf [gefunden am 2014-11-26] Kapitel 4.4.5, erster Absatz und Tabelle 9 -----	23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/070594

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009025358 A1	23-12-2010	KEINE	
EP 2264729 A1	22-12-2010	CN 102460624 A	16-05-2012
		EP 2264729 A1	22-12-2010
		EP 2443641 A1	25-04-2012
		KR 20120056815 A	04-06-2012
		RU 2012101612 A	27-07-2013
		WO 2010146131 A1	23-12-2010
EP 2525375 A1	21-11-2012	EP 2525375 A1	21-11-2012
		JP 2012243323 A	10-12-2012
		US 2012293333 A1	22-11-2012
DE 102009021036 A1	18-11-2010	CN 102439440 A	02-05-2012
		DE 102009021036 A1	18-11-2010
		EP 2427762 A1	14-03-2012
		HK 1168647 A1	14-03-2014
		US 2012041688 A1	16-02-2012
		WO 2010127759 A1	11-11-2010
US 2010005856 A1	14-01-2010	CN 101416039 A	22-04-2009
		EP 2008076 A1	31-12-2008
		US 2010005856 A1	14-01-2010
		WO 2007115807 A1	18-10-2007
DE 102010024255 A1	22-12-2011	CN 102947902 A	27-02-2013
		DE 102010024255 A1	22-12-2011
		EP 2583289 A1	24-04-2013
		WO 2011157316 A1	22-12-2011