(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 3 029 403 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(51) Int Cl.:
F26B 5/04 *(2006.01)* ***F26B 21/02*** *(2006.01)*
F26B 21/14 *(2006.01)* ***H01F 27/14*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14075076.1**

(22) Anmeldetag: **03.12.2014**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen der Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Gerätes nach der Vapour-Phase Methode**

Method and device for drying the solid insulation of the active section of an electrical device using the vapour-phase method

Procédé et dispositif de séchage de l'isolation de matière solide de la pièce active d'un appareil électrique selon le procédé de phase gazeuse

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(73) Patentinhaber: **Gmeiner, Paul**
8966 Oberwil-Lieli (CH)

(72) Erfinder: **Gmeiner Paul**
8966 Oberwil Lieli (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 253 389
EP-A1- 2 148 157
EP-B1- 1 224 021
EP-B1- 1 528 342

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 029 403 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verfahren nach dem einleitenden Teil von Patentanspruch 1 und auf eine Vorrichtung nach dem einleitenden Teil von Patentanspruch 8 zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Mit dem vorgenannten Verfahren kann die Feststoffisolation des Aktivteils im Gehäuse des elektrischen Gerätes, typischerweise eines Transformators, getrocknet werden, gegebenenfalls aber auch in einem stationären Autoklaven. Insbesondere kann ein neu ausgelieferter Transformator vor dem Befüllen mit Isolieröl am Aufstellungsort getrocknet werden. Es kann aber auch das Aktivteil eines im Feld stehenden elektrischen Gerätes getrocknet und die Feststoffisolation von altem Isolieröl befreit werden, mit dem das Gehäuse des Transformators während seines Betriebs im Feld gefüllt ist. Das Aktivteil umfasst unter anderem Feststoffisolationen, die vor dem Betrieb des Transformators mit Isolieröl überflutet sind. Der Aktivteil ist im vakuumfest ausgebildeten Gehäuse des Transformators eingebaut und während des Verfahrens auf Unterdruck gehalten.

[0003] Es gibt Verfahren, bei denen zum Zweck der Trocknung, erwärmtes Isolieröl unter Vakuum über das Aktivteil eines Transformator verteilt und dieses dabei aufgeheizt wird. Hierbei wird nur so viel erwärmtes Isolieröl in den unteren Teil des Transformators eingefüllt, dass die Feststoffisolationen nicht überflutet sind. Anschliessend wird das Isolieröl erhitzt und im Umwälzverfahren über die Feststoffisolationen verteilt bis die gewünschte Trocknungstemperatur erreicht ist. Infolge Erwärmung der Feststoffisolationen unter Vakuum wird aus den Feststoffisolationen Feuchtigkeit abgedampft und zusammen mit der vorhandenen Leckluft durch eine Vakuumanlage abgesaugt und Wasserdampf in einem Kondensator auskondensiert.

[0004] Des weiteren gibt es auch Verfahren, welche die Kondensationswärme von Solventdampf zum raschen Aufheizen des Aktivteils ausnutzen. Der Solventdampf kann alternativ innerhalb oder ausserhalb des Transformatogehäuses erzeugt werden. Der während des Aufheizens aus den Feststoffisolationen austretende Wasserdampf und der im Transformatorgehäuse vorhandene Solventdampf wird zusammen mit der nicht zu vermeidenden Leckluft einer Kondensations- und Trennvorrichtung zugeführt, in der das kondensierte Wasser vom kondensierten Solvent getrennt und die Leckluft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt wird. Das aus der Feststoffisolation ausgewaschene alte Imprägnieröl wird durch Destillation aus dem Solvent entfernt.

[0005] Ferner gibt es Verfahren, bei welchen das Aufheizen in einer ersten Phase durch Kondensation von Solventdampf und in einer zweiten Phase durch Umwälzen und Versprühen von erhitztem Isolieroel über den Aktivteil erreicht wird. Der dabei aus der Isolation austretende Wasserdampf wird zusammen mit den Solvent/Oeldämpfen einer Kondensationseinrichtung zugeführt, dabei kondensiert und die Leckluft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt.

STAND DER TECHNIK

[0006] Ein Trocknungsverfahren der eingangs genannten Art und die geeignete Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens sind in EP 1528342 B1 beschrieben. Eine in Fig.6 dargestellte Vorrichtung zur Durchführung eines nach der Vapour-Phase-Methode arbeitenden Trocknungsverfahrens für isolierölgetränkte Feststoffisolationen eines Transformators weist ausserhalb eines Gehäuses des Transformators angeordnet, einen Solventerhitzer sowie eine Förderpumpe auf. Im Solventerhitzer erwärmtes Solvent wird im Umwälzverfahren in flüssiger Form in einen innerhalb des Transformatorgehäuses liegenden, nach Art einer Venturidüse ausgebildeten Strömungskanal geführt. Beim Eintritt des erwärmten, flüssigen Solvents in den Strömungskanal verdampft ein Teil des Solvents und kondensiert an den zu trocknenden und von altem Isolieröl (Altöl) zu befreienden Feststoffisolationen und fördert so durch rasches Aufheizen der Feststoffisolationen den Austritt von Wasser aus den Isolationen. Zugleich wird durch das Solvent das Altöl aus den Isolationen herausgelöst. Dadurch, dass der Strömungskanal nach Art einer Venturidüse ausgebildet und als offener Kanalabschnitt im Innenraum des Gehäuses angeordnet ist, wird die Zirkulationsgeschwindigkeit eines beim Aufheizen der Feststoffisolationen gebildeten, Solvent- und Wasserdampf enthaltenden Mischdampfstroms stark erhöht, was zu gutem Wärmeübergang auf den Transformatoraktivteil führt.

Bei Transformatoren mit relativ kleinem Entleerungs/Ablaufstutzen, können jedoch nur reduzierte Mengen von erhitztem Solvent aus dem Transformatorgehäuse abgepumpt und in den Strömungskanal eingespritzt werden. Dadurch ist die Aufheizleistung der Apparatur stark reduziert, was zu verlängerten Trocknungszeiten führt.

[0007] Ein weiteres Trocknungsverfahren nach der Vapour-Phase-Methode beschreibt EP 1 224 021 B1. Bei diesem Stand der Technik wird das erhitzte Solvent im Umwälzverfahren in flüssiger Form über Expansionsventile, Expansionsbehälter oder Verdampfer in das Transformatorgehäuse geführt, wo es zum Aufheizen direkt das Aktivteil des Transformators anströmt und zum Teil verdampft. Aus den Isolationen ausgewaschenes altes Isolieröl (Altöl) wird zusammen mit dem Solvent umgewälzt und belegt beim Anströmen des Aktivteils dessen Oberfläche wieder mit dem ausgewaschenen Altöl. Bei Transformatoren mit relativ kleinem Entleerungs/Ablaufstutzen,können nur reduzierte Mengen von erhitztem Solvent umgewälzt, respektiv über die Expansionsventile eingespritzt werden. Dadurch ist die Aufheizleistung der Apparatur stark reduziert, was zu langen Trocknungszeiten und ungenügenden Trocknungstemperaturen führt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad und die Effizienz des Verfahrens der eingangs genannten Art zu erhöhen und zugleich eine Vorrichtung zu schaffen, welche geeignet ist, dieses Verfahren in einfacher und wirtschaftlicher Weise durchzuführen.

[0009] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Trocknen der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Geräts nach der Vapour - Phase -Methode bereitgestellt. Bei diesem Verfahren wird in mindestens einer Aufheizphase bei Unterdruck das Aktivteil durch Kondensation von Solventsattdampf aufgeheizt und in mindestens einer daran anschliessenden Drucksenkungsphase dabei anfallender, zumindest Solvent- und Wasserdampf enthaltender Mischdampf durch Kondensation aus einem das Aktivteil aufnehmenden Vakuumbehälter abgesaugt, wobei überhitztes Solvent unter Erzeugung eines Solventsattdampfstrahls in einem Strömungskanal verdampft wird, der mindestens eine im Vakuumbehälter angeordnete erste Einsaugöffnung sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung aufweist. Ein erster Teil des überhitzten Solvents wird hierbei unter Erzeugung eines ersten Solventsattdampfstrahls in einen ersten und ein verbleibender zweiter des aufgeheizten Solvents unter Erzeugung mindestens eines zweiten Solventsattdampfstrahls in mindestens einen zweiten Abschnitt des Strömungskanals eingespritzt, wobei am Erzeugungsort des zweiten Solventsattdampfstrahls die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

(a) der erste Solventsattdampfstrahl,
(b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
(c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
(d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

[0010] Durch das mehrstufige Einspritzen des überhitzten Solvents in mehreren geeignet miteinander verbundenen Verdampferstufen in den Strömungskanal erhöht sich die Turbulenz des in den Verdampferstufen erzeugten Solventsattdampfs und des eingesaugten Mischdampfs beim Austritt aus dem Strömungskanal in den Vakuumbehälter. Daher kann die Feststoffisolation des Aktivteils rascher und gleichmässiger aufgeheizt werden und kann so die Trocknungszeit verkürzt und die Qualität der Trocknung verbessert werden. Durch das Einspritzen des erhitzten Solventes mit hoher Geschwindigkeit in mehreren Stufen, vermischt sich der dabei entstehende Solventsattdampf mit dem aus Vakuumbehälter zugeführten und durch die Eintrittsöffnungen des Strömungskanals eingesaugtem Mischdampf. Dadurch werden in vorteilhafter Weise neben der kurzen und gleichmässigen Aufheizung der Feststoffisolation auch eine genaue Ueberwachung der Solventdampftemperatur und eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Solventdampfes sichergestellt.

[0011] Mit Vorteil wird das überhitzte Solvent auf eine Temperatur aufgeheizt, die oberhalb der zulässigen Trocknungstemperatur und unterhalb des Zündpunkts des Solvents liegt. Bei einer solch hohen Solventtemperatur verdampft bei der mehrstufigen Solventdampferzeugung der Hauptteil des zugeführten, überhitzten Solvents zu Solventsattdampf, Dies bringt den Vorteil, dass nur wenig nicht verdampftes Solvent über einen Entleerungsstutzen aus dem Vakuumbehälter abgeführt wird und selbst mit Vakuumbehältern, die als Transformatorgehäuse ausgebildet sind und lediglich kleine Entleerungstutzen aufweisen, grosse Verdampferheizleistungen und damit eine besonders hohe Effizient des Verfahren nach der Erfindung erreicht wird.

[0012] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens, bei der der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil aufnehmenden Transformatorgehäuse und einem Dampferzeugergehäuse besteht, welches an einer Gehäuseöffnung ans Transformatorgehäuses angesetzt ist und welches den Strömungskanal aufnimmt, können das nicht verdampfte Solvent und gegebenenfalls vorhandenes Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung des Strömungskanals und der Öffnung des Transformatorgehäuses aus einem an der Austrittsöffnung aus dem Strömungskanal tretenden Dampfstrahl abgeschieden und aus dem Verdampfergehäuse entfernt werden

[0013] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens, bei der der erste und der zweite Abschnitt des Strömungskanals jeweils nach Art einer Venturidüse ausgebildet sind, kann der erste Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des ersten Abschnitts und der zweite Teil des überhitzten Solövents an einer Verengung des zweiten Abschnitts in den Strömungskanal eingespritzt werden. Dadurch wird erreicht, dass nur am Aktivteil kondensiertes Solvent über einen Entleerungsstutzen aus dem Transformatorgehäuse entfernt werden muss. Ein grosser Teil von nicht verdampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Altöl wird im Verdampfergehäuse aus dem Vakuumbehälter entfernt. Dadurch wird der Entleerungsstutzen entlastet und kann daher klein bemessen sein. Es wird so trotz kleinem Entleerungsstutzen eine grosse Umwälzmenge an Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Altöl ermöglicht, was eine hohe Leistung des Solventverdampfers gewährleistet.

[0014] Während der Drucksenkungsphase anfallendes Solvent und gegebenenfalls anfallendes Isolieröl kann infolge von Gravitation oder Druckdifferenz aus dem Vakuumbehälter entfernt und nach Überhitzen das Solvents wieder in den Strömungskanal eingespritzt werden.

[0015] Gegebenenfalls anfallendes, am Ende der Drucksenkungsphase noch im Vakuumbehälter vorhandenes Isolieröl kann infolge von Gravitation oder einer Druckdifferenz zwischen dem Vakuumbehälter und ei-

nem Entleerungsbehälter aus dem Vakuumbehälter entfernt werden.

[0016] Bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens kann in einer an die Drucksenkungsphase anschliessenden Feinvakuumphase das überhitzte Solvent zur Bildung von überhitztem Solventdampf in den Strömungskanal eingespritzt werden, um so die Effizienz beim Nachheizen und dementsprechend beim Trocknen in der Feinvakuumphase zu erhöhen.

[0017] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird ein auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens bereitgestellt, die einen Vakuumbehälter zur Aufnahme einer Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Geräts enthält und jeweils mit dem Vakuumbehälter kommunizierend: eine Vakuumanlage,
eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent,
einen im Vakuumbehälter angeordneten Solventdampferzeuger mit einem Strömungskanal, der mindestens eine im Vakuumbehälter angeordnete erste Einsaugöffnung sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung aufweist, und
eine Kondensationsvorrichtung zum Absaugen von Mischdampf aus dem Vakuumbehälter.
Der Soventdampferzeuger kann mindestens zwei entlang dem Strömungskanal voneinander mit Abstand angeordnete Dampferzeugerstufen aufweisen, mit der ersten der beiden Dampferzeugerstufen ist in einem ersten Abschnitt des Strömungskanals ein erster Solventsattdampfstrahl erzeugbar ist, und können die beiden Dampferzeugerstufen derart ausgebildet und angeordnet sein, dass am Erzeugungsort des zweiten Solventsattdampfstrahls die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

(a) der erste Solventsattdampfstrahl,
(b) durch die erste Einsaugöffnung eingesaugter Mischdampf,
(c) durch eine zweite Einsaugöffnung eingesaugter Mischdampf und
(d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

[0018] Der Solventdampferzeuger kann ein mittig im Strömungskanal geführtes Rohr zum Speisen der Dampferzeugerstufen mit überhitztem Solvent aufweisen, welches Rohr zumindest abschnittsweise flexibel ausgebildet sein kann.

[0019] Die Richtung eines aus der Austrittsöffnung des Strömungskanals führbaren Dampfstrahls kann in Abhängigkeit von der Lage der Feststoffisolation veränderbar sein.

[0020] Der Vakuumbehälter kann auch aus einem das Aktivteil aufnehmenden Transformatorgehäuse und einem Verdampfergehäuse bestehen, welches an einer Gehäuseöffnung ans Transformatorgehäuses angesetzt ist und welches den Solventverdampfer und eine Trennvorrichtung aufnimmt, die zum Abscheiden von nicht verdampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Isolieröl zwischen der Austrittöffnung und der Öffnung des Transformatorgehäuses und zum Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumgehäuse vorgesehen ist.

[0021] Das Verdampfergehäuse kann zwei durch eine Trennwand voneinander getrennte Kammern aufweisen, von denen eine erste den Solventdampferzeuger und ein Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse führendes Zuführrohr aufnimmt, und die zweite Kammer einen ins Transformatorgehäuse mündenden Austritt zum Führen einer Dampfströmung, die nach dem Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls vorwiegend Solventsattdampf und Mischdampf enthält.

[0022] Die Trennvorrichtung kann mindestens ein Strömungsumlaufblech aufweisen zum Umlenken eines durch die Austrittsöffnung des Strömungskanals führbaren Dampfstrahls von der ersten in die zweite Kammer, mindestens ein Ablaufblech zum Auffangen des abgeschieden, nicht verdampften Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls und ferner mindestens ein Entleerungsrohr zum Auffangen und Entfernen des abgeschiedenen Solvents und das gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumbehälter.

[0023] Der Vakuumbehälter kann eine an dessen tiefsten Punkt geführte Entleerungsleitung aufnehmen, die durch eine vorzugsweise als Entleerungsstutzen ausgebildete Öffnung des Vakuumbehälters mit einem evakuierbaren Entleerungsbehälter verbunden ist.

[0024] Bei der Durchführung des Verfahrens werden aus einem beim Aufheizen sich bildenden Mischdampfstrom zumindest Wasser und Solvent abgeschieden und wird nach Abschluss der ersten Phase des Aufheizvorgangs das aufgeheizte Aktivteil zum Trocknen auf Unterdruck gehalten. Während dieser Unterdruckphase wird das am Boden des Gehäuses vorhandene Oel/Solventgemisch einerseits via den Entleerungsstutzen durch eine Pumpe abgezogen und andererseits parallel via eine innerhalb des Entleerungsstutzen angebrachte kleine Entleerungsleitung in einen Entleerungsbehälter abgesaugt, der unter einem tieferen Druck steht als das Transformatorgehäuse. Während dieser Unterdruckphase wird das abgepumpte und abgesaugte Oel/Solventgemisch wieder erhitzt und solange dem Gehäuse zugeführt, bis alles Solvent verdampft und in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem kondensiert ist. Das am Boden des Gehäuses angesammelte Oel wird einerseits via Entleerungsstutzen und Pumpe und andererseits via eine kleine Entleerungsleitung vollständig in den Entleerungsbehälter entleert. Falls während der Unterdruckphase das Niveau des Oel/Solventgemisches im Transformator unterhalb des Entleerungsstutzen absinkt, sodas ein Umwälzen und Aufheizen durch die Förderpumpe nicht möglich ist, wird das am Boden des Transformatorgehäuse vorhandene Oel/Solventgemisches via kleine Entleerungsleitung

dem Entleerungsbehälter und dem Destillationsverdampfer zugeführt, umgewälzt und erhitzt, bis sämtliches Solvent abgedampft, in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem kondensiert ist. Das im Destillationsverdampfer vorhandene Oel wird dem Altöltank zugeführt.

[0025] Falls die Temperatur des Transformatoraktivteils noch nicht die spezifizierten Werte erreicht hat, wird neues Solvent in das Transformatorgehäuse eingefüllt und weitere Aufheiz und Unterdruckphasen in der gleichen Art und Weise wie die erste Aufheizphase eingeleitet. Der Hauptteil des Altöls vom Aktivteil wird in der ersten Aufheizphase ausgewaschen. Die Entleerung von kleinen Restmengen Öl/Solventgemisches in den nachfolgenden Aufheizphasen erfolgt durch eine kleine Entleerungsleitung in den Entleerungsbehälter und via Förderpumpe, Solventerhitzer in den Destillationsverdampfer und nach dem Abdampfen von Restsolvent und Kondensation in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem, wird das Öl dem Altöltank zugeführt. Dadurch ist sichergestellt, dass in der nachfolgenden Trocknungsphase, das aus der Feststoffisolation ausgewaschene Altöl weitgehend entfernt ist und somit den Transformator nicht mehr verschmutzt.

[0026] Bei der nachfolgenden Trocknungsphase (Feinvakuumphase) wird die Zufuhr von Solventsattdampf unterbrochen und bei einem gegenüber der Aufheizphase verringertem Unterdruck, Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse abgesaugt.

[0027] Alternativ wird während der Feinvakuumphase ein dem Nachheizen der Feststoffisolation dienender überhitzter Solventdampf in das Transformatorgehäuse eingebracht. Dabei wird während des Nachheizens die Temperatur des eingebrachten, überhitzten Solventdampfs höher gehalten als die Temperatur der Feststoffisolationen und wird der Druck im Vakuumbehälter niedriger gehalten als der Druck, den der Solventdampf an seinem durch die Temperatur der Feststoffisolationen bestimmten Kondensationspunkt aufweist.

[0028] Dadurch werden die, beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden Feststoffisolationen des Aktivteils, durch das Einbringen von überhitztem Solventdampf nachgeheizt. Da der Druck des eingebrachten, überhitzten Solventdampfs stets unterhalb seines durch die Temperatur der Feststoffisolationen resp. den Kondensationspunkt bestimmten Kondensationsdrucks liegt, überträgt der überhitzte Solventdampf lediglich durch Konvektion und Strahlung Energie, so dass Kondensation an den Oberflächen der Feststoffisolation vermieden wird. Der überhitzte Solventdampf strömt infolge des Druckunterschiedes in alle Kanäle und Hohlräume der Feststoffisolation ein und erwärmt diese vorzugsweise durch Konvektion. Dadurch dass kein überhitzter Solventdampf am Aktivteil kondensiert und in die Isolation eindringt muss auch kein Solvent wieder rückverdampft werden, dadurch resultiert auch keine Temperaturabsenkung infolge Rückverdampfung von Solvent, was Energie spart, infolge der höheren Isolationstemperatur die Trocknungsqualität erhöht und die Trocknungszeit reduziert.

[0029] Dementsprechend reduziert sich nicht nur die Durchlaufzeit, sondern auch den Energiebedarf des erfindungsgemässen Trocknungsverfahren gegenüber dem Stand der Technik, bei dem ein solches Nachheizen mit überhitztem Solventdampf in Kombination mit Einspritzen von überhitzen Solvent/Oelgemisch in mehreren Stufen nicht vorgesehen ist.

[0030] Die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorgesehene Vorrichtung kann nebst dem das Aktivteil aufnehmende Transformatorgehäuse kommunizierend eine Vakuumanlage, eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent, eine innerhalb des Transformatorgehäuse angeordnete mindestens 2 stufige Solventsattdampf und überhitzter Solventdampf erzeugende Apparatur, eine Kondensationsvorrichtung zum Absaugen des Mischdampfs aus dem Transformatorgehäuse enthalten. Diese Solventsattdampf bildende mindestens 2 stufige Vorrichtung weist einen unterhalb des Transformatorgehäuse angeordneten Entleerungsbehälter zur Restentleerung von erwärmtem Solvent/Oelgemisch,aus dem Transformatorgehäuse, ein ausserhalb des Entleerungsbehälters angeordnetes, verbindendes Vakuumregelventil zur Regelung des Druckes in Funktion des im Transformatorgehäuse herrschenden Drucks auf. Am Entleerungsstutzen des Transformatorgehäuse angebaut ist ein Anschlussflansch mit Ablassleitung und integrierter, in der Höhe einstellbarer Entleerungsleitung.

[0031] Der Dampferzeuger kann mindestens zwei, die Kontur von Venturidüsen aufweisenden Jet-Einspritzkanäle enthalten, sowie mindestens zwei in den Jet-Einspritzkanälen angeordneten Zuführrohre,Verbindungsrohre mit Einspritzöffnungen für Zuführung von überhitztem Solbent/Oelgemisch während dem Aufheizen, sowie Zuführung von erwärmten Solvent aus dem Solventvorratstank für das Nachheizen.

[0032] Die Einspritzöffnungen von Solvent kann im Bereich der von der Kontur der Venturirohre bestimmten Engstelle der Jet-Einspritzkanäle angeordnet sein.

[0033] Bei mehrstufigen Solventdampferzeugern, können bei den einzelnen Solventdampferzeugern, Einsaugöffnungen für Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse vorhanden sein. Dadurch wird in vorteilhafterweise die Solventdampfumwälzmenge erhöht sowie die Regulierung der Solventdampftemperatur optimiert.

[0034] Bei mehrstufigen Solventdampferzeugern, können bei den einzelnen Solventdampferzeugern die Einspritzkanäle sowie die Austrittsöffnungen räumlich variabel gerichtet sein.

[0035] Die Jet-Einspritzkanäle können so ausgerichtet sein, dass eine beim Heizen aus dem letzten Kanal austretende Strömungen von Solventsattdampf und oder überhitztem Solventdampf in variablen Richtungen in einen vom Aktivteil und der Innenwand des Transformatorgehäuse begrenzten Raum treten.

[0036] Alternativ kann die mindestens 2 stufige Solventsattdampf und überhitzten Solventdampf erzeugen-

de Apparatur in einem mit dem Transformatorgehäuse verbundenem Verdampfergehäuse eingebaut sein. Die Zuführung von erhitztem Solvent/Oelgemisch in das Verdampfergehäuse erfolgt via Zuführstutzen und Solventzuführrohr zur mindestens 2 stufigen Solventsattdampf und überhitzter Solventdampf erzeugenden Apparatur. Trennwände und Ablaufstutzen im Verdampfergehäuse stellen sicher, dass das nicht verdampfte Solvent/Oelgemisch direkt einer Förderpumpe zugeführt wird und nicht in das Transformatorgehäuse fliesst. Dadurch muss nur das am Aktivteil kondensierte Solvent durch den extrem kleinen Entleerungsstutzen am Transformatorgehäuse abgeführt werden. Daher kann die Förderleistung der Solventpumpe auch bei kleinem Entleerungsstutzen des Transformatorgehäuses in vorteilhafter Weise erhöht werden, was eine grosse Verdampferheizleistung sicherstellt und die Trocknungszeit reduziert.

[0037] Die Trocknungsvorrichtung kann eine dem Solventerhitzer nachgeschaltete Vorrichtung zum Abdestillieren von restlichem Solvent mit einem ausserhalb der Vorrichtung angeordnetes, verbindendes Vakuumregelventil zur Regelung des Druckes enthalten. Dadurch ist eine Destillation auch von kleinen Mengen eines Solvent/Oelgemisches ausserhalb des Transformatorgehäuses sichergestellt.

[0038] Diese Destillation erfolgt parallel zur Trocknung, dadurch wird einerseits Trocknungszeit verkürzt und andererseits sichergestellt, dass kein Altöl im Transformatorgehäuses liegen bleibt.

[0039] An einem als Barrierenisolation ausgebildeten Teil der Feststoffisolationen kann ein der Messung der Temperatur der Feststoffisolationen dienender Temperatursensor angeordnet sein.

[0040] Ausserhalb des Transformatorgehäuse kann ein das Transformatorgehäuse mit der Kondensationsvorrichtung verbindendes Regelventil vorgesehen sein zum Regeln des im Transformatorgehäuse herrschenden Drucks in Funktion der Temperatur der Feststoffisolationen während des Nachheizens.

[0041] Im luftgekühlten Kondensator/Abscheider erwärmte Luft kann an eine als Boden ausgebildete Aussenwand des Transformatorgehäuses geführt werden. Die Wärmeabstrahlung des Gehäuses kann so reduziert und dementsprechend Energie eingespart werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0042] Anhand von Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig.1 eine erste Ausführungsform einer Trocknungsvorrichtung, in der das erfindungsgemässe Verfahren zur Trocknung und Reinigung der Imprägnieroel enthaltenden Feststoffisolationen eines elektrischen Gerätes durchgeführt wird,

Fig.2 in vergrösserter Darstellung eine detaillierte Darstellung eines Solventsattdampferzeugers der Trocknungsvorrichtung gemäss Fig.1,

Fig.3 eine gegenüber der erste Ausführungsform ergänzte zweite Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung,

Fig.4 in vergrösserter Darstellung eine detaillierte Darstellung eines Solventsattdampferzeugers der Trocknungsvorrichtung gemäss Fig.3,

Fig.5 ein Diagramm, in dem der Verlauf wesentlicher Verfahrensparameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie der Druck im Gehäuse des elektrischen Gerätes, die Temperatur der Feststoffisolation und das Solvent/Oelniveau im Gehäuse, während der verschiedenen Prozessphasen dargestellt sind, und

Fig.6 ein Diagramm, in dem der Verlauf wesentlicher Verfahrensparameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie der Druck im Gehäuse des elektrischen Gerätes, die Temperatur der Feststoffisolation und das Solvent/Ölniveau im Gehäuse, während der verschiedenen Prozessphasen mit zusätzlicher Nachheizphase dargestellt sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0043] In allen Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen auch gleichwirkende Teile. Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Trocknungsvorrichtung dient dem Trocknen eines Feststoffisolationen 1.5 enthaltenden Aktivteils 1.1, sowie der Entferung des Imprägnieröles aus Aktivteils 1.1 und Feststoffisolationen 1.5 eines als Transformator ausgeführten elektrischen Gerätes in dessen vakuumdicht ausgeführten Gehäuse 1.

[0044] Zum Aufheizen des Aktivteils 1.1 kann in einem Erhitzer 2 wahlweise Solvent oder Solvent/Oelgemisch erwärmt werden. Das Solvent ist im allgemeinen ein Leichtöl mit einem wesentlich höheren Siedepunkt als Wasser und einem wesentlich niedrigeren Siedepunkt als ein beim Trocknen gegebenenfalls noch in den Feststoffisolationen 1.5 vorhandenes Imprägnieröl, mit dem das Gehäuse 1 des Transformators während seines Betriebs gefüllt ist, und das vor dem Trocknen des Aktivteils 1.1 aus dem Transformatorgehäuse 1 entleert wird. Das für die Aufheizung des Aktivteils 1.1 notwendige Solvent wird aus einem Solventlagertank 13.2 via Absperrventile 21,21.7, Ablassleitung 6,Entleerungsstutzen 1.4 und alternativ parallel via Absperrventil 21.6, 21.4, Entleerungsleitung 7 in das unter Vakuum stehende Gehäuse 1 eingezogen bis Niveauschalter 5 überflutet ist.

[0045] In der Heizphase H1 wird das im Gehäuse 1 vorhandene Solvent durch den Entleerungsstutzen 1.4, Ablassleitung 6, Absperrventil 21.7, Entleerungsleitung 7, Absperrventile 21.4,21.6, Filter 8, Absperrventil 21.1, der Förderpumpe 9 zugeführt und danach, via Absperr-

ventil 21.2, Solventzuführleitung 2.3 zum Solventerhitzer 2 gefördert. Das überhitzte Solvent wird über Solventverteilleitung 2.2, Absperrventil 22, durch einen Abdeckflansch 1.3 zu einem innerhalb des Transformatorgehäuses 1 angeordneten Solventzuführrohr 3.4,flexibles Verbindungsrohr 3.5, zu den Einspritzöffnungen 1.Stufe 3.1.1 geführt. Beim Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3, verdampft Solvent unter gleichzeitiger Abkühlung teilweise. Die Einspritzöffnungen 1.Stufe 3.1.1 und der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wirken daher quasi als Verdampfer. Durch das Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den nach Art einer Venturidüse ausgeführten Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 mit hoher Geschwindigkeit und das gleichzeitige Entstehen von Solventsattdampf 3.9 im Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wird zusätzlich Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 in den Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 führt. Dabei ist der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 so gerichtet, dass die aus diesem Kanal austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltende Solventdampfströmung 3.9 und der durch die Einsaugöffnung 1.Stufe 3.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10 dem Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 zuströmt.

[0046] Das restliche erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, flexibles Verbindungsrohr 3.5 den Einspritzöffnungen 2.Stufe 3.2.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 liegen. Beim Austritt des erhitzen Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 2 Jet- Einspritzkanal 3.2, kühlt sich das erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9 hoher Geschwindigkeit im Stufe 2 Einspritzkanal 3.2. Dadurch wird wie bei Stufe1 beschrieben, Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 durch die Einsaugöffnung 2.Stufe 3.2.1 in den, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 eingesaugt. was in vorteilhafter Weise, Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 weiter erhöht. Dabei ist der Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 so gerichtet, dass die aus den Einspritzöffnungen 2.Stufe 3.2.1 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltende Solventdampfströmung 3.9 und der durch die Einsaugöffnung 2.Stufe 3.2.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10 dem Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 zuströmt. Dies erhöht vorteilhaft die Turbulenz des Solventdampfs im Gehäuse 1.

[0047] Das restliche erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, flexibles Verbindungsrohr 3.5 den Einspritzöffnungen 3.Stufe 3.3.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 liegen. Beim Austritt des erhitzen Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3, kühlt sich das erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9,hoher Geschwindigkeit in Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3. Dadurch wird wie bei Stufe1 und Stufe 2 beschrieben, Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 durch die Einsaugöffnung 3.Stufe 3.3.1 in den, Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 eingesaugt. was in vorteilhafter Weise Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 nochmals erhöht. Dabei ist der Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 so gerichtet werden, dass die aus den Einspritzöffnungen 3.Stufe 3.3.2 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 und der durch Einsaugöffnung 3.Stufe 3.3.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10, die austretende Solventsattdampf/Mischdampfströmung 3.11 bildet und mit hoher Geschwindigkeit aus der Austrittsöffnung Solventmischdampf 3.8,in den freien Raum zwischen Transformatorgehäuse 1 und Aktivteil 1.1 austritt. Dies optimiert in vorteilhafter Weise Turbulenz sowie Geschwindigkeit des Solventdampfes im Gehäuse 1, die Temperaturkontrolle Solventmischdampf 3.11 , sowie die Trocknungsqualität bei gleichzeitiger Reduktion der Aufheizzeit.

[0048] Das Transformatorgehäuse 1 weist unten in seinem Boden ein Entleerungsstutzen 1.4 für kondensiertes Solvent auf, sowie für gegebenenfalls vom Solvent aus den Feststoffisolationen 1.5 ausgewaschenes Altöl. Der Entleerungsstutzen 1.4 ist über eine Entleerungsleitung 7, Absperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, einen Entleerungsbehälter 10, Absperrventil 21.11 mit einer Förderpumpe 9.1 verbunden. Entleerungsbehälter 10 ist via Vakuumregelventil 11, Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24.1 mit der Vakuumanlage 19 verbunden und alternativ via Vakuumregelventil 11, Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24, mit dem N2 Gasspeicher 20, für minimale Druckerhöhung im Entleerungsbehälter 10 während Solvent/Oelentleerung. Der Austritt der Förderpumpe 9.1 ist über ein Absperrventil 21.13 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden oder alternativ über ein Absperrventil 21.12 mit Altöltank13, zur Aufnahme des gegebenenfalls vorhandenen Altöls, welches beim Trocknen des Transformatoraktivteils 1.1 durch das Solvent aus den Feststoffisolationen 1.5 herausgelöst und nachfolgend durch Destillation vom Solvent abgetrennt wurde. Entleerungsstutzen 1.4 ist parallel via Ablassleitung 6, Absperrventil 21.7, Filter 8, Absperrventil 21.1 mit der Förderpumpe 9 verbunden. Der Austritt der Förderpumpe 9. ist über ein Absperrventil 21.2 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden oder alternativ über ein Absperrventil 23,mit Altöltank13, zur Aufnahme von abdestilliertem Altoel, oder alternativ über Absperrventil 21.16,21.17, mit Solventlagertank 13.2 für Rückführung von allfälligem Solvent aus dem Transformatorgehäuse.

[0049] Der Solventerhitzer 2 ist via Solventverteilleitung 2.2, Absperrventil 21.3 mit Destillationsverdampfer 12 verbunden. Der Destillationsverdampfer 12 ist via Vakuumregelventil 11.1,Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24.1 mit der Vakuumanlage 19 verbunden. Entleerung von abdestilliertem Altoel via Absperrventil 21.10, Förderpumpe 9.1, Absperrventil 21.12 in den

Altöltank 13 oder alternativ, via Absperrventil 21.14, Filter 8, Absperrventil 21.1, Förderpumpe 9, Absperrventile 21.2 und 23 in den Altöltank13.

[0050] Das Transformatorgehäuse 1 ist über eine zunächst Mischdampf führende Leitung 14.1, ein Solventdampfregelventil 14, einen luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und einen Mischdampfkondensator 17 mit einer Vakuumanlage 19 verbunden. Der Mischdampfkondensator 17 weist zwei Ablaufstutzen auf, von denen der eine, mit der Vakuumanlage 19 verbunden ist und der andere für Entleerung von Solvent und Wasser, via Absperrventil 21.15, in einem, ein Wasserablassventil 18.2, enthaltenden Trennbehälter 18.

[0051] Der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 16 weist einen der Luftzuführung von einem Ventilator 16.1 dienenden Anschlussstutzen sowie einen weiteren Anschlussstutzen auf, durch den die erwärmte Luft über eine Heissluftleitung 16.2 an den Boden des Transformatorgehäuse1 geführt ist. Allfällig kondensierter Solvent/Öldampf wird via Ablaufstutzen 16.4, Solvent/Öl-Abtropfleitung 16.5, Absperrventil 21.8,Filter 8, Absperventil 21.1 der Förderpumpe 9 zugeführt.

[0052] Bei der aus Fig.3 und 4 ersichtlichen zweiten Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung wird eine 2 stufige Solventdampferzeugungsvorrichtung bestehend hauptsächlich aus Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2,und Einspritzöffnung 1.Stufe 3.1.1, Einspritzöffnung 2.Stufe 3.2.2, in ein mit dem Transformatorgehäuse1 in Verbindung stehendes Verdampfungsgehäuse 4 eingebaut. Das Verdampfungsgehäuse 4 weist einen Anschlussflansch für Anschluss an Transformatorgehäuse1, ein Zuführstutzen 4.4, der via Solventabsperrventil 21.17,Solventverteilleitung 2.2 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden ist. Im weiteren ein Ablaufstutzen 4.3, in welchem das nicht verdampfte Solvent oder Solventoelgemisch 4.11 via Solventabsperrventil 21.18, Solventverteilleitung 4.12, Filter 8, Solventabsperrventil 21.1 der Förderpumpe 9 zugeführt wird.

[0053] In der Heizphase H1 wird das im Solventerhitzer 2 überhitzte Solvent über Solventverteilleitung 2.2, Absperrventil 21.17, Zuführstutzen 4.4 Solventzuführrohr 3.4, zu den Einspritzöffnungen 1.Stufe 3.1.1 geführt. Beim Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3, verdampft Solvent unter gleichzeitiger Abkühlung teilweise. Die Einspritzöffnungen 1.Stufe 3.1.1 und der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wirken daher quasi als Verdampfer. Durch das Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den nach Art einer Venturidüse ausgeführten Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 hoher Geschwindigkeit und gleichzeitiger Entstehung von Solventsattdampf 3.9, in Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wird zusätzlich Solventmischdampf 3.10, durch ein Zuführrohr 4.10, aus dem Gehäuse 1 in den, Stufe1 Einspritzkanal 3 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Verdampfunggehäuse 4 und im Gehäuse 1 führt. Dabei ist der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 so gerichtet, dass ein Teil aus dem Strömungskanal 3 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 einerseits in den freien Raum im Verdampfunggehäuse 4 austritt und andererseits ein Teil der Solventsattdampfströmung 3.9 dem Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 zuströmt.

[0054] Das restliche erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, den Einspritzöffnungen 2.Stufe 3.2.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 liegen. Beim Austritt des erhitzen Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2, kühlt sich das erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9,hoher Geschwindigkeit in Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2. Dadurch wird wie bei Stufe1 beschrieben, Solventmischdampf 3.10, durch ein Zuführrohr 4.10, aus dem Gehäuse 1 in den, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Verdampfungsgehäuse 4 und im Gehäuse 1 führt und die Aufheizzeit reduziert. Dabei ist der Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 so gerichtet, dass die austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 im Strömungsumlaufblech 4.5 die Richtung ändert und Solvent/Oelgemisch 4.11 am Strömungsumlaufblech 4.5 entlang fliesst und danach entgegen der Solventdampfströmung zum Anschlussflansch des Verdampfungsgehäuse 4 abtropft und durch Ablaufstutzen 4.3 abfliesst. Die Richtung des Solventsattdampfs/Mischdampfs 3.11 wird am oberen Teil der Trennwand 4.6 erneut geändert. Der Dampf wird zum Richtblech 4.5 geführt und strömt sodann mit hoher Geschwindigkeit und Turbulenz ins Transformatorgehäuse 1. Allfällig in der Solventmischdampfströmung 3.11 noch vorhandenes Solvent/Oelgemisch 4.11 wird im Ablaufblech 4.7 gesammelt und via Entleerungsrohr 4.8 dem Ablaufstutzen 4.3 zugeführt.

[0055] Die Wirkungsweise des erfindungsgemässen Trocknungsverfahrens und der zu dessen Durchführung vorgesehen erfindungsgemässen Vorrichtung ist wie folgt:

> Zunächst werden mit der Vakuumanlage 19 bei geöffnetem Solventdampfregelventil 14 und geöffnetem Absperrventil 24.2 das Transformatorgehäuse 1, der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 16, der Mischdampfkondensator 17 und der Trennbehälter 18 evakuiert. Zugleich wird vom Solventlagertank 13.2 eine genügende Menge Solvent über das Solventabsperrventil 21, 21.7, Ablassleitung 6,Entleerungsstutzen 1.4 mittels Druckdifferenz in das Transformatorgehäuse 1 eingesaugt und mit dem Niveauschalter 5 überwacht.

[0056] In einer nun folgenden aus Fig.5 ersichtlichen Aufheizphase H1 wird das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent einerseits via Entleerungsstutzen 1.4,Ablassleitung 6, Solventabsperrventile 21.7,21.1, Filter 8, mit der Förderpumpe 9, via Solventzufuhrleitung

2.3 dem Solventerhitzer 2 zugeführt, auf eine etwas unterhalb der Zündtemperatur von Solvent liegende Temperatur erhitzt und via Solventverteilleitung 2.2, Absperrventil 22 durch den Abdeckflansch 1.3 zu dem innerhalb des Transformatorgehäuse 1 angeordneten mehrstufigen Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2,3.3 gepumpt und durch die mehrstufigen Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 in den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 versprüht. Andererseits wird das am Boden des Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent zusätzlich durch Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, in den unter einem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10 abgesaugt. Der Druck wird durch Vakuumregelventil 11, Vakuumsensor 10.2 und Vakuumanlage 19 gesteuert. Die Förderpumpe 9.1 saugt das im Entlerungsbehälter 10 vorhandene Solvent über das Absperrventil 21.11 an und fördert es kontinuierlich über das Absperrventil 21.13, den Solventerhitzer 2 und das Absperrventil 22 in den Solventdampferzeuger.

[0057] Auf das überhitzte Solvent wirkt ein Druck, der wesentlich höher ist als der im Transformatorgehäuse 1 herrschende Druck. Beim Austritt des Solventes in Stufen aus den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 sinkt der Druck im Solvent stark ab, dabei verdampft infolge der hohen Solventtemperatur ein grosser Teil des erhitzten Solventes in mehreren Stufen unter gleichzeitiger Abkühlung um den Betrag seiner Verdampfungswärme. Infolge tieferen Druck in den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.2 gegenüber demTransformatorgehäuse 1 , strömt infolge Jetwirkung Solventmischdampf 3.10, in mehreren Stufen in die Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3, vermischt sich unter weiterer Abkühlung mit dem Solventsattdampf 3.9. Die Temperatur wird durch Temperaturregler 2.1, und 3.12 überwacht.

[0058] Der so entstehende Solventdampf kondensiert am Aktivteil 1.1 und erwärmt dieses unter gleichzeitiger Verdampfung des in den Feststoffisolationen 1.5 enthaltenen Wassers, was zur Bildung eines Solvent- und Wasserdampf enthaltenden Mischdampfes mit einem kleinen Anteil an Leckluft im Transformatorgehäuse 1 führt. Dieser Mischdampf wird mit der Vakuumanlage 19 via Solventdampfregelventil 14 abgesaugt, allfällige Öldämpfe und Öltropfen werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 abgeschieden, sowie ein Teil Solventdampf kondensiert und via Solventabsperrventil 21.8, 21.1, Filter 8, der Förderpumpe 9 zugeführt. Die restlichen Solvent und Wasserdämpfe im Mischdampfkondensator 17 kondensiert. Das Kondensat fliesst via Solventabsperrventil 21.5 dem Trennbehälter 18 zu. Das getrennte Solvent wird mit der Förderpumpe 9.2 via Rückschlagklappe 25, Absperrventil 21.16 wieder dem Solventkreislauf zugeführt und im Solvent/Ölerhitzer 2 erwärmt. Das getrennte Wasser wird über das Wasserablassventil 18.2 entleert.

[0059] Im Transformatorgehäuse 1 anfallendes und gegebenenfalls Altöl enthaltendes Solventkondensat wird ebenfalls via Ablauföffnung 1.4, Ablassleitung 6, Absperrventile 21.7,21.1, Filter 8, mit der Förderpumpe 9 zum Solvent/Ölerhitzer 2 gefördert und zur Verdampfung wieder den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 respektive den Solventeinspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 zugeführt. Zusätzlich wird das am Boden des Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent/Oelgemisch durch Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventil 21.4, 21.5, Filter 8.1, in den unter einem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10 abgesaugt und mit Förderpumpe 9.1 via geöffnetes Solventabsperrventil 21.13 wieder dem Heizkreislauf zugeführt.

[0060] Falls das Solventniveau 5.1 im Transformatorgehäuse 1 zu tief absinkt, wird via Solventabsperrventil 21 zusätzliches Solvent vom Solventvorratstank 13.2 eingesaugt bis der Füllstandsindikator 5 wieder überflutet ist.

[0061] Das Solvent wird durch die Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 mit Vorteil an der engsten Stelle in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3 eingespritzt. Es entstehen so eine besonders hohe Strömungsgeschwindigkeit und ein dementsprechend grosser Unterdruck. Dies führt zu einer Jet-Wirkung, wobei der, im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solventmischdampf 3.10, in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3 eingesaugt wird. Der eingesaugte Mischdampf mischt sich mit dem, mit hoher Geschwindigkeit eingespritzten überhitzten Solvent und dem beim Einspritzen gebildeten Solventsattdampf 3.9. Dies erzeugt den vorteilhaften Effekt, dass durch stufenweises Einsaugen von Mischdampfs in die in Serie geschalteten Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3,, eine schnelle und genaue Temperaturkontrolle des in das Transformatorgehäuse 1 strömenden Solventsattdampfes 3.11 erreicht wird, und er mit erhöhter Geschwindigkeit das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Aktivteil 1.1 turbulent umströmt sowie schnell und gleichmässig aufheizt.

[0062] Durch die Anordnung der mindestens zwei Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2 in der Art, dass der austretende Solventsattdampf in den vorhandenen freien Raum zwischen Aktivteil 1.1 und Innenwand des Transformatorgehäuse 1 einströmt, entsteht eine Solventdampfströmung hoher Geschwindigkeit innerhalb des Transformatorgehäuse 1, welche das Aktivteil 1.1 überall mit turbulenter, Solventdampfströmung umfliesst, wodurch eine gleichmässige Aufheizung des Aktivteil 1.1 wesentlich beschleunigt wird.

[0063] Zusätzlich verdampft infolge der hohen Solventtemperatur und der mehrstufigen Verdampfung unter gleichzeitiger Abkühlung ein grosser Teil des überhitzen Solvent, was in vorteilhafter Weise dazu führt, dass nur noch ein kleiner Teil vom nicht verdampften, jedoch abgekühlten Solvent von Boden des Transformatorgehäuses 1 abgeführt werden muss.

[0064] Da die Feststoffisolationen 1.5 des Aktivteils 1.1 gegebenenfalls noch Altöl enthalten, wird dieses vom kondensierenden Solvent ausgewaschen und vermischt sich mit dem Solvent zu einem Solvent/Ölgemisch.

[0065] Beim Erreichen einer minimalen Temperatur der Feststoffisolation 4.2, wird die periodische Solventzuführung unterbrochen, das heisst das Solventabsperr-

ventil 21 geschlossen und eine aus Fig.5 ersichtliche Phase D1 eingeleitet, in der das Solvent/Ölgemisch wie vorgängig beschrieben umgewälzt wird, wobei kontinuierlich Solventmischdampf 3.11 entnommen wird. Da der Ölanteil in den Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3, nicht verdampft, steigt bei kontinuierlicher Entnahme von Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse 1 und Kondensation des entnommenen Solventmischdampf 3.11 im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und im Mischdampfkondensator 17, der Altölanteil im Transformatorgehäuse 1 stetig solange an, bis praktisch nur noch reines Altöl vorliegt. Dieses Öl wird nun einerseits mit der Förderpumpe 9, via Ablassleitung 6, Solventabsperrventile 21.7, 21.1, 21.2,Oelabsperrventil 23 während der Phase D1 in in den Öltank 13 entleert. Die weitgehend vollständige Oelentleerung des Transformatorgehäuse 1 erfolgt andererseits durch Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1 in den unter einem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10. Dabei wird im Transformatorgehäuse 1 via Vakuum/Druckregelventil 11.2, durch N2 oder trockener Luft ein etwas höherer Druck als im Entleerungsbehälter 10 aufgebaut. Das Oel im Entleerungsbehälter 10, wird mit Förderpumpe 9.1 via Solventabsperrventile 21.12 in den Altöltank 13 entleert. Die stellt in vorteilhafterweise sicher,dass weitgehend alles Altoel aus dem Transformatorgehäuse 1 entfernt ist und den Transformator nicht mehr verschmutzt.

[0066] Danach wird in einer aus Fig.5 ersichtlichen Phase F, vom Solventlagertank 13.2 eine genügende Menge Solvent über das Solventabsperrventil 21, 21.7, Ablassleitung 6,Entleerungsstutzen 1.4 mittels Druckdifferenz in das Transformatorgehäuse 1 eingesaugt durch Niveauschalter 5 überwacht.

[0067] Danach wird in einer aus Fig.5 ersichtlichen Phase H2, erhitztes Solvent mit Förderpumpen 9, 9.1,via den Solventerhitzer 2, Solventabsperrventil 22, den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2, zugeführt und in vorgängig erwähnter Weise umgewälzt und in den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 verdampft.

[0068] Sobald die Feststoffisolationen 4.2 auf eine Temperatur aufgeheizt sind, die ausreicht zur Trocknung resp. zum Auswaschen des gegebenenfalls vorhandenen Altöls, kann wieder eine in Fig.5 dargestellte Phase D2 eingeleitet werden, dabei wird wie in Phase D1 beschrieben durch Umwälzen des Solvent/Oelgemisches und Abdampfen des Solventdampfes der Solventgehalt im Solvent/Oelgemisch kontinuirlich reduziert, bis der Niveauschalter 5.1 unterschritten und demzufolge kein Umwälzen über Förderpumpe 9 mehr möglich ist. Danach wird das im Transformatorgehäuse 1 noch vorhandene Solvent/Oelgemisch wie unter Phase D1 beschrieben in den Entleerungsbehälter 10, entleert und mit Förderpumpe 9.1 via Solventabsperrventile 21.13, Solventerhitzer 2, Solventabsperrventile 21.3, dem innerhalb des beheizten (12.1) Destillationsverdampfer 12, angeordneten Verteilschirmes 12.2, zugeführt, bis das zulässige Niveau 12.4 erreicht ist. Entstehender Solventdampf wird mit Vakuumdruckschalter 12.3 druckgesteuert, via Vakuumdruckregelventil 11.1, Absperrventil 24.1, im Mischdampfkondensator 17 kondensiert, in Trennbehälter 18 entleert und allfällig vorhandene Luft durch Vakuumanlage 19 abgesaugt. Bei geschlossenem Solventabsperrventi 21.11 und geöffnetem Solventabsperrventil 21.13, wird mit Förderpumpe 9.1 das Solvent/Oelgemisch via Solventerhitzer 2, Destillationsverdampfer 12, so lange umgewälzt bis nur noch Altoel vorhanden ist. Die Oelentleerung des Destillationsverdampfer 12 erfolgt mit Förderpumpe 9.1 via Solventabsperrventile 21.12 in Altöltank 13.

[0069] Falls am Ende der Drucksenkungsphase D2, die Temperatur der Feststoffisolationen 4.2 infolge von Abdampfung von Wasser und Solvent aus Feststoffisolationen 4.2 und Aktivteil 1.1 zu stark absinkt, oder falls in der Heizphase H2 noch viel Altoel aus den Feststoffisolationen 4.2 ausgewaschen wird, kann in einer aus Fig.5 ersichtlichen Phase F neues Solvent wie vorgängig beschrieben in das Transformatorgehäuse eingezogen werden. Danach kann in Phase H3 erhitztes Solvent mit Förderpumpen 9, 9.1 via den Solventerhitzer 2, Solventabsperrventil 22, den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 zugeführt und in vorgängig erwähnter Weise umgewälzt und in den Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 verdampft werden.

[0070] Sobald die Feststoffisolationen 4.2 wieder auf eine Temperatur aufgeheizt sind, die ausreicht zur Trocknung, kann wieder eine in Fig.5 dargestellte Phase D3 eingeleitet werden, dabei wird wie in Phase D2 beschrieben durch Umwälzen des Solvent/Oelgemisches und Abdampfen des Solventdampfes der Solventgehalt im Solvent/Oelgemisches kontinuirlich reduziert, bis der Niveauschalter 5.1 unterschritten ist. Da nur noch wenig Altöl aus den Feststoffisolationen 1.5 herauszulösen ist, wird das Niveau des Solvent/Oelgemisches im Transformatorgehäuse 1 schon nach kurzer Umwälzzeit und gleichzeitiger Abdampfung des Solvents, bei relativ hohem Druck im Transformatorgehäuse 1 zum Niveauschalter 5.1 abgesunken sein. Die Entleerung des Solvent/Oelgemisches im Transformatorgehäuse 1 in den Entleerungsbehälter 10, die Destillation sowie die Altölentleerung erfolgt wie unter Phase D2 beschrieben, jedoch ohne Druckaufbau im Transformatorgehäuse 1 via N2/Luftspeicher.

[0071] In einer aus Fig.5 ersichtlichen, durch Abschalten der Förderpumpe 8 eingeleiteten Phase V wird der im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Mischdampf dem luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und dem Mischdampfkondensator 17 zugeführt. Allfällig mitgerissene Öldämpfe werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 abgeschieden. Mittels Kondensation von Solvent und Wasserdampf im Mischdampfkondensator 17 wird der Druck im Transformatorgehäuse 1 auf so tiefe Werte abgesenkt bis nur noch wenig Feuchte und Solvent in den Feststoffisolationen 1.5 vorliegen.

[0072] In dem aus Fig.6 ersichtlichem Prozessablauf kühlen sich während der Feinvakuumphase V1 die Fest-

stoffisolationen 1.5, überwacht mit Temperaturregler 4.2 infolge des Abdampfens von Feuchte und Solvent so weit ab, dass ein weiteres Abdampfen wegen zu tiefer Temperatur der Isolationen stark reduziert wird. Da nun diese Temperaturabsenkung der Feststoffisolationen 1.5 durch die Wärmestrahlung des Aktivteils 1.1 nicht rückgängig gemacht werden kann, wird nun das Transformatorgehäuse 1 während einer aus Fig.6 ersichtlichen Phasen F1 und H4 mit überhitztem Solventdampf 11.2 wie folgt beaufschlagt.

[0073] In der Phase F1 wird das Solvent vom Solventvorratstank 13.2 über Solventabsperrventil 21, 21.6, 21.5,Filter 8.1 in den unter Vakuum stehenden Entleerungsbehälter 10, eingezogen und die Menge mit Niveauüberwachung 10.1 überwacht. Bei geöffnetem Solventabsperrventil 21.11 zur Förderpumpe 9.1 geführt, danach, via Solventabsperrventil 21.13, Solventzuführleitung 2.3 zum Solventerhitzer 2 gefördert, erhitzt und via Solventverteilleitung 2.2, Solventabsperrventil 22, Abdeckflansch 1.3, Zuführrohr 3.4 zu den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 ,und in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3, unter Entstehung von überhitztem Solventdampf, eingespritzt. Nicht verdampftes Solvent fliest vom Boden des Transformatorgehäuses 1,via Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, dem Entleerungsbehälter 10 und wieder dem Solventheizkreilauf zu. Einerseits ist die Temperatur des überhitzten Solventdampfaustritts mit Temperaturregler 4.2 so gesteuert, dass sie oberhalb der Temperatur der Feststoffisolationen 1.5 liegt. Andererseits wird der Druck im Transformatorgehäuse 1 mit Solventdampfregelventil 14 und Vakuumsensor/Regler 15, 15.1 so gesteuert, dass der Druck immer unter dem Kondensationsdruck des Solvents liegt,dadurch ist sichergestellt, dass immer überhitzter Solventdampf vorliegt und demzufolge kein Solventdampf an der Feststoffisolationen 1.5 kondensiert. Dies gewährleistet in vorteilhafter Weise eine Nachheizung der Feststoffisolation 1.5 durch Konvektion. Da keine Kondensation von Solventdampf auftritt, muss auch kein Solvent aus der Feststoffisolationen 1.5 rückverdampft werden, was die Vakuumzeit verkürzt.

[0074] Sobald im Transformatorgehäuse 1 der maximal zulässige Druck, überwacht mit Drucksensor 15, erreicht ist, wird er während einer definierten Zeit (Phase H4) konstant gehalten, das heisst so lange die Isolationstemperatur, gemessen mit einem Temperaturregler 4.2, noch ansteigt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Feststoffisolationen 1.5 während der Phase H4 nachgeheizt und die Trocknungszeiten verkürzt werden.

[0075] Am Ende der Phase H4 wird allfällig am Boden des Transformatorgehäuses 1 vorhandenes Solvent wie vorgängig beschrieben,in den Entleerungsbehälter10 abgesaugt und danach mit Förgerpumpe 9.1, via Solventabsperrventile 21.13, 21.16, 21.17 in den Solventlagertank 13.2 zurückgeführt.

[0076] Die Phasen F1,H4 können bei Bedarf mehrmals wiederholt werden.

Bezugszeichenliste

[0077]

1	Gehäuse, Transformatorgehäuse
1.1	Aktivteil
1.2	Gehäuseöffnungen
1.3	Abdeckflansche
1.4	Entleerungsstutzen
1.5	Feststoffisolationen
2	Solventerhitzer
2.1	Temperaturregler Solvent
2.2	Solventverteilleitung
2.3	Solventzuführleitung
3	Stufe1 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
3.2	Stufe2 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
3.3	Stufe3 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
3.1	Einsaugöffnung 1.Stufe
3.2.1	Einsaugöffnung 2.Stufe
3.3.1	Einsaugöffnung 3.Stufe
3.1.1	Einspritzöffnungen 1.Stufe
3.2.2	Einspritzöffnungen 2.Stufe
3.3.2	Einspritzöffnungen 3.Stufe
3.4	Solventzuführrohr
3.5	Flexibles Verbindungsrohr, flexibler Rohrabschnitt
3.6	Schwenk/Drehbare Halterung
3.7	Verbindungsrohr
3.8	Austrittsöffnung Solventmischdampf
3.9	Solventsattdampf/überhitzter Solventdampf
3.10	Solventmischdampf
3.11	Solventsattdampf/Mischdampf
3.12	Temperaturregler Solventsattdampf/Mischdampf
4	Verdampfungsgehäuse mit Anschlussflansch
4.1	Temperaturregler Solventsattdampf/Mischdampf
4.2	Temperaturregler Feststoffisolationen
4.3	Ablaufstutzen
4.4	Zuführstutzen
4.5	Strömungsumlaufblech
4.6	Trennwand
4.7	Ablaufblech
4.8	Entleerungsrohr
4.9	Strömungsrichtblech
4.10	Zufuhrrohr
4.11	Solvent/Oelgemisch
4.12	Solventverteilleitung
5	Niveauschalter (oben)
5.1	Niveauschalter (unten)
6	Ablassleitung
7	Entleerungsleitung
8;8.1	Filter
9;9.1;9.2	Förderpumpen
10	Entleerungsbehälter
10.1	Niveauüberwachung

10.2	Vakuumsensor/Regler
11;11.1;11.2	Vakuum/Druckregelventil
12	Destillationsverdampfer
12.1	Heizung
12.2	Verteilschirm
12.3	Vakuum/Drucksensor
12.4	Niveauschalter
13	Altöltank
13.1	Altölleitung
13.2	Solventlagertank
14	Solventdampfregelventil
14.1	Mischdampfleitung
15;15.1	Vakuumsensor/Regler
16	luftgekühlter Kondensator/Abscheider
16.1	Ventilator
16.2	Heissluftleitung
16.3	Austrittsöffnung Mischdampf
16.4	Austrittsöffnung Solventkondensat
16.5	Solvent/Öl Abtropfleitung
17	Mischdampfkondensator
17.1	Vakuumverbindungsleitung
18	Trennbehälter
18.1	Solventabflussleitung
18.2	Wasserablassventil
19	Vakuumanlage
20	N2/Trockenluft Speicher
21-21.18	Solventabsperrventile
22	Absperrventil für überhitztes Solvent
23	Ölabsperrventil
24-24.2	Absperrventile
25	Rückschlagklappe

H1, H2, H3	Heizphase mit Solventsattdampf
H4	Nachheizphase mit überhitztem Solventdampf
D1	Drucksenkungsphase Oelentleerung via Ablassleitung
D2;D3	Drucksenkungsphase Oelentleerung via Entleerungsleitung
F	Füllen Solvent für Heizphasen Solventsattdampf
F1	Füllen Solvent für Nachheizen überhitzter Solventdampf
V1;V2	Feinvakuumphase
V2	Feinvakuumphase nach Nachheizphase

1	Druck im Transformatorgehäuse
2	Temperatur Feststoffisolationen
3	Ablassleitung
4	Entleerungsleitung
5	Solvent/Oelumwälzen/Heizen via Entleerungsstutzen
6	Oelentleerung via Ablassleitung
7	Solvent/Oelumwälzen/Heizen via Entleerungsleitung
8	Restölentleerung via Entleerungsleitung mit Druckerhöhung in Transformatorgehäuse
9	Restölentleerung via Entleerungsleitung ohne Druckerhöhung in Transformatorgehäuse

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation (1.5) des Aktivteils (1.1) eines elektrischen Geräts nach der Vapour - Phase - Methode, bei dem in mindestens einer Aufheizphase (H1, H2, ...) bei Unterdruck das Aktivteil durch Kondensation von Solventsattdampf aufgeheizt und in mindestens einer daran anschliessenden Drucksenkungsphase (D1, D2, ...) dabei anfallender, zumindest Solvent- und Wasserdampf enthaltender Mischdampf durch Kondensation aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Vakuumbehälter (1) abgesaugt wird, wobei überhitztes Solvent unter Erzeugung eines Solventsattdampfstrahls (3.9) in einem Strömungskanal verdampft wird, der mindestens eine im Vakuumbehälter (1) angeordnete erste Einsaugöffnung (3.1) sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung (3.8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Teil des überhitzten Solvents unter Erzeugung eines ersten Solventsattdampfstrahls (3.9) in einen ersten (3) und ein verbleibender zweiter Teil des aufgeheizten Solvents unter Erzeugung mindestens eines zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) in mindestens einen zweiten Abschnitt (3.2) des Strömungskanals eingespritzt wird, wobei am Erzeugungsort (3.2.2) des zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

   (a) der erste Solventsattdampfstrahl,
   (b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
   (c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
   (d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das überhitzte Solvent auf eine Temperatur aufgeheizt wird, die oberhalb der zulässigen Trocknungstemperatur und unterhalb des Zündpunkts des Solvents liegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Transformatorgehäuse (1) und einem Verdampfergehäuse (4) besteht, welches an einer Gehäuseöffnung (1.2) ans Transformatorgehäuses (1) angesetzt ist und welches den Strömungskanal aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** nicht verdampftes Solvent und gegebenenfalls vorhandenes Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung (3.8) des Strömungskanals und der Öffnung (1.2)

des Transformatorgehäuses (1) aus einem an der Austrittsöffnung (3.8) aus dem Strömungskanal tretenden Dampfstrahl (3.11) abgeschieden und aus dem Verdampfergehäuse (4) entfernt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Abschnitt des Strömungskanals jeweils nach Art einer Venturidüse ausgebildet sind, wobei der erste Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des ersten Abschnitts und der zweite Teil des überhitzten Solövents an einer Verengung des zweiten Abschnitts in den Strömungskanal eingespritzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Drucksenkungsphase (D1, D2, ..) Solvent und gegebenenfalls anfallendes Isolieröl infolge von Gravitation oder Druckdifferenz aus dem Vakuumbehälter (1) entfernt und nach Überhitzen das Solvents wieder in den Strömungskanal eingespritzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegebenenfalls anfallendes, am Ende der Drucksenkungsphase (D1, D2, ..) noch im Vakuumbehälter vorhandenes Isolieröl infolge von Gravitation oder einer Druckdifferenz zwischen dem Vakuumbehälter (1) und einem Entleerungsbehälter (10) aus dem Vakuumbehälter entfernt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer an die Drucksenkungsphase anschliessenden Feinvakuumphase (F) das überhitzte Solvent zur Bildung von überhitztem Solventdampf in den Strömungskanal eingespritzt wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, enthaltend einen Vakuumbehälter (1) zur Aufnahme der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation (1.5) eines Aktivteils (1.1) eines elektrischen Geräts und jeweils mit dem Vakuumbehälter kommunizierend:

eine Vakuumanlage (19),
eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent (2),
einen im Vakuumbehälter angeordneten Solventdampferzeuger mit einem Strömungskanal, der mindestens eine im Vakuumbehälter (1) angeordnete erste Einsaugöffnung (3.1) sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung (3.8) aufweist, und
eine Kondensationsvorrichtung (17) zum Absaugen von Mischdampf aus dem Vakuumbehälter (1),
dadurch gekennzeichnet, dass der Solventdampferzeuger mindestens zwei entlang dem Strömungskanal voneinander mit Abstand angeordnete Dampferzeugerstufen aufweist, dass mit der ersten der beiden Dampferzeugerstufen in einem ersten Abschnitt (3) des Strömungskanals ein erster Solventsattdampfstrahl (3.9) erzeugbar ist, und dass die beiden Dampferzeugerstufen derart ausgebildet und angeordnet sind, dass am Erzeugungsort (3.2.2) des zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

(a) der erste Solventsattdampfstrahl,
(b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
(c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
(d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Solventdampferzeuger ein mittig im Strömungskanal geführtes Rohr (3.5, 3.7) zum Speisen der Dampferzeugerstufen mit überhitztem Solvent aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsrohr (3.7) flexibel ausgebildete Rohrabschnitte (3.5) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtung eines aus der Austrittsöffnung (3.9) des Strömungskanals führbaren Dampfstrahls (3.11) in Abhängigkeit von der Lage der Feststoffisolation (1.5) veränderbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Transformatorgehäuse (1) und einem Verdampfergehäuse (4) besteht, welches an einer Gehäuseöffnung (1.2) ans Transformatorgehäuses (1) angesetzt ist und welches den Solventverdampfer aufnimmt sowie eine Trennvorrichtung zum Abscheiden von nicht verdampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Isolieröl zwischen der Austrittöffnung (3.8) und der Öffnung (1.2) des Transformatorgehäuses (1) und zum Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumgehäuse.

13. Vorrichtung nach Ansprüch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdampfergehäuse (4) zwei durch eine Trennwand (4.6) voneinander getrennte Kammern aufweist, von denen eine erste den Sol-

ventdampferzeuger und ein Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse (1) führendes Zuführrohr (4.10) aufnimmt, und die zweite Kammern einen ins Transformatorgehäuse (1) mündenden Austritt zum Führen einer Dampfströmung (3.11), die nach dem Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls vorwiegend Solventsattdampf und Mischdampf enthält.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennvorrichtung mindestens ein Strömungsumlaufblech (4.5) aufweist zum führbaren Dampfstrahls (3.11) von der ersten in die zweite Kammer, mindestens ein Ablaufblech (4.7) zum Auffangen des abgeschieden, nicht verdampften Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls und ferner mindestens ein Entleerungsrohr (4.8) zum Auffangen und Entfernen des abgeschiedenen Solvents und das gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumbehälter.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumbehälter (1) eine an dessen tiefsten Punkt geführte Entleerungsleitung (7) aufnimmt, die durch eine vorzugsweise als Entleerungsstutzen (1.4) ausgebildete Öffnung des Vakuumbehälters mit einem evakuierbaren Entleerungsbehälter (10) verbunden ist.

Claims

1. Method for drying the solid insulation (1.5) of the active part (1.1) of an electrical device containing water, possibly also insulating oil and impurities, according to the vapour-phase method, in which in at least one heating phase (H1, H2, ...) the active part is heated by the condensation of solvent saturated vapour in negative pressure, and in at least one pressure- reducing phase (D1, D2, ...) subsequent thereto mixed vapour containing at least solvent and water vapour formed thereby is sucked out of a vacuum container (1) accommodating the active part (1.1) by condensation, wherein superheated solvent is evaporated in a flow channel, forming a solvent-saturated vapour jet (3.9), which flow channel has at least a first suction port (3.1) arranged in the vacuum container (1) and an outlet port (3.8) disposed in the vacuum container, **characterized in that** a first fraction of the superheated solvent is injected into a first section (3) of the flow channel, generating a first solvent-saturated vapour jet (3.9), and a remaining, second fraction of the heated solvent is injected into at least one second section (3.2) of the flow channel, generating at least one second solvent-saturated vapour jet (3.9), wherein the following listed streams have the same flow direction at the generation site (3.2.2) of the second solvent-saturated vapour jet (3.9):

(a) the first solvent-saturated vapour jet,
(b) mixed vapour sucked in through the first suction port (3.1),
(c) mixed vapour (3.10) sucked in through a second suction port (3.2.1)
and
(d) the second solvent-saturated vapour jet.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the superheated solvent is heated to a temperature which is above the permissible drying temperature and below the ignition point of the solvent.

3. Method according to either of Claims 1 or 2, in which the vacuum container consists a transformer housing (1) that accommodates the active part (1.1) an evaporator housing (4) which is attached to the transformer housing (1) at a housing port (1.2) and accommodates the flow channel, **characterized in that** unevaporated solvent and any insulating oil present is separated from a vapour jet (3.11) exiting the flow channel at the outlet port (3.8) between the outlet port (3.8) of the flow channel and the port (1.2) of the transformer housing (1) and removed from the evaporator housing (4).

4. Method according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the first and the second section of the flow channel are each constructed in the manner of venturi nozzles, wherein the first fraction of the superheated solvent is injected into the flow channel at a constriction of the first section and the second fraction of the superheated solvent is injected into the flow channel at a constriction of the second section.

5. Method according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** solvent and any insulating oil that accumulates during the pressure reduction phase (D1, D2, ...) is removed from the vacuum container (1) by gravitation or differential pressure and is injected back into the flow channel after the solvent has been superheated.

6. Method according to any one of Claims 1 to 5, **characterized in that** any insulating oil that accumulates and still remains in the vacuum container at the end of the pressure-reduction phase (D1, D2, ...) is removed from the vacuum container by gravitation or a differential pressure between the vacuum container (1) and a drainage tank (10).

7. Method according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** in a fine vacuum phase (F) following the pressure reduction phase the superheated solvent is injected into to the flow channel to form a superheated solvent vapour.

8. Device for carrying out the method according to any one of Claims 1 to 7, comprising a vacuum container (1) for accommodating the solid insulation (1.5) of an active part (1.1) of an electrical device containing water, possibly also insulating oil and impurities, and the following, each communicating with the vacuum container:

a vacuum system (19),
a device for heating solvent (2),
a solvent vapour generator arranged inside the vacuum container, having a flow channel which has at least one first suction port (3.1) arranged in the vacuum container (1) and one outlet port (3.8) arranged in the vacuum container, and
a condensation device (17) for sucking mixed vapour out of the vacuum container (1),
characterized in that the solvent vapour generator has at least two vapour generator stages arranged at a distance from each other along the flow channel, that a first solvent saturated vapour jet (3.9) can be generated in a first section (3) of the flow channel with the first of the two vapour generator stages, and that the two vapour generator stages are designed and arranged in such manner that the following listed streams have the same flow direction at the generation site (3.2.2.) of the second solvent-saturated vapour jet (3.9) :

(a) the first solvent-saturated vapour jet,
(b) mixed vapour sucked in through the first suction port (3.1),
(c) mixed vapour (3.10) sucked in through a second suction port (3.2.1)
and
(d) the second solvent-saturated vapour jet (3.9).

9. Device according to Claim 8, **characterized in that** the solvent vapour generator has a pipe (3.5, 3.7) which passes through the middle of the flow channel for supplying the vapour generator stages with superheated solvent.

10. Device according to Claim 9, **characterized in that** the connecting pipe (3.7) has flexibly constructed pipe sections (3.5).

11. Device according to one of Claims 8 to 10, **characterized in that** the direction of a vapour jet (3.11) which can be directed out of the outlet port (3.9) of the flow channel is variable depending on the position of the solid insulation (1.5).

12. Device according to Claim 8, **characterized in that** the vacuum container consists of a transformer housing (1) accommodating the the active part (1.1) and an evaporator housing (4) which is attached to the transformer housing (1) at a housing port (1.2) and which accommodates the solvent vaporiser and a separating device for separating unevaporated solvent and any insulating oil present between the outlet port (3.8) and the port (1.2) of the transformer housing (1) and for removing the separated solvents and any insulating oil present from the vacuum housing.

13. Device according to Claim 12, **characterized in that** the evaporator housing (4) has two individual chambers separated from each other by a partition wall (4.6), of which a first chamber accommodates the solvent vapour generator and a feed pipe (4.10) carrying mixed vapour out of the transformer housing (1), and the second chamber and the second chamber has an outlet that opens into the transformer housing (1) for guiding a vapour flow (3.11) containing mainly solvent saturated vapour and mixed vapour after the removal of the separated solvent and any insulating oil present.

14. Device according to Claim 13, **characterized in that** the separating device comprises at least one flow baffle plate (4.5) for passing the variable direction vapour jet (3.11) from the first chamber into the second chamber, at least one baffle plate (4.7) for collecting the separated, unevaporated solvent and any insulating oil present, and also at least one discharge pipe (4.8) for collecting and removing the separated solvent and any insulating oil present from the vacuum container.

15. Device according to any one of Claims 8 to 14, **characterized in that** the vacuum container (1) accommodates a drainage line (7) routed at the lowest point thereof, which line communicates with a drainage tank (10) that can be emptied via an opening preferably in the form of a drainage port (1.4).

Revendications

1. Procédé destiné à sécher les isolants solides (1.5) contenant de l'eau, le cas échéant en supplément de l'huile isolante, ainsi que des impuretés de la partie active (1.1) d'un appareil électrique d'après la méthode en phase vapeur, lors duquel dans au moins une phase de mise en température (H1, H2, ...), on fait chauffer sous dépression la partie active par condensation de vapeurs saturées de solvant et dans au moins un phase de baisse de la pression (D1, D2, ...) qui y est consécutive, on aspire les vapeurs mixtes qui se produisent à cet effet, par condensation à partir d'un réservoir sous vide (1) recevant la partie active (1.1), du solvant surchauffé étant évaporé en générant un jet de vapeurs saturées de solvant (3.9) dans un canal d'écoulement qui comporte

au moins un premier orifice d'aspiration (3.1) placé dans le réservoir sous vide (1), ainsi qu'un orifice de sortie (3.8), placé dans le réservoir sous vide, **caractérisé en ce qu'**on injecte une première partie du solvant surchauffé en créant un premier jet de vapeurs saturées de solvant (3.9) dans une première (3) et une seconde partie restante du solvant mis en température en créant au moins un deuxième jet de vapeurs saturées de solvant (3.9) dans au moins un deuxième tronçon (3.2) du canal d'écoulement, sur le lieu de génération (3.2.2) du deuxième jet de vapeurs saturées de solvant (3.9), les flux suivants présentant la même direction d'écoulement :

(a) le premier jet de vapeurs saturées de solvant
(b) des vapeurs mixtes aspirées à travers le premier orifice d'aspiration (3.1),
(c) des vapeurs mixtes (3.10) aspirées à travers un deuxième orifice d'aspiration (3.2.1),
et
(d) le deuxième jet de vapeurs saturées de solvant (3.9).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on chauffe le solvant surchauffé à une température qui est supérieure à la température de séchage admissible et inférieure au point d'inflammation du solvant.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, lors duquel le réservoir sous vide est constitué d'un bac de transformateur (1) recevant la partie active (1.1) et un boîtier d'évaporateur (4) lequel, par un orifice de boîtier (1.2) est rapporté sur le bac de transformateur (1) et lequel reçoit le canal d'écoulement, **caractérisé en ce qu'**on sépare du solvant non évaporé et de l'huile isolante, présente le cas échéant entre l'orifice de sortie (3.8) du canal d'écoulement et l'orifice (1.2) du bac du transformateur (1) à partir d'un jet de vapeurs (3.11) sortant du canal d'écoulement sur l'orifice de sortie (3.8) et on les élimine du boîtier d'évaporateur (4).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le premier et le deuxième tronçons du canal d'écoulement sont conçus chacun à la manière d'un tube de Venturi, la première partie du solvant surchauffé étant injectée dans un rétrécissement du premier tronçon et la seconde partie du solvant surchauffé étant injectée dans un rétrécissement du deuxième tronçon dans le canal d'écoulement.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pendant la phase de baisse de la pression (D1, D2, ...), sous l'effet d'une gravitation ou d'une pression différentielle, du solvant et le cas échéant de l'huile isolante produite sont éliminés du réservoir sous vide (1) et après la surchauffe du solvant, sont réinjectés dans le canal d'écoulement.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** de l'huile isolante produite le cas échéant, encore présente dans le réservoir sous vide à la fin de la phase de baisse de la pression (D1, D2, ...) est éliminée hors du réservoir sous vide sous l'effet d'une gravitation ou d'une pression différentielle entre le réservoir sous vide (1) et un réservoir de vidage (10).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** dans une phase de vide poussé (F) se raccordant sur la phase de baisse de la pression, le solvant surchauffé est injecté dans le canal d'écoulement, pour créer des vapeurs de solvant surchauffées.

8. Dispositif destiné à réaliser le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, contenant un réservoir sous vide (1), destiné à recevoir les isolants solides (1.5) contenant de l'eau, le cas échéant en supplément de l'huile isolante, ainsi que des impuretés de la partie active (1.1) d'un appareil électrique et en communication respective avec le réservoir sous vide :

une installation sous vide (19),
un dispositif de mise en température de solvant (2),
un générateur de vapeurs de solvant placé dans le réservoir sous vide, avec un canal d'écoulement qui comporte au moins un premier orifice d'aspiration (3.1) placé dans le réservoir sous vide (1), ainsi qu'un orifice de sortie (3.8) placé dans le réservoir sous vide et
un dispositif de condensation (17), destiné à aspirer des vapeurs mixtes hors du réservoir sous vide (1),
caractérisé en ce que le générateur de vapeurs de solvant comporte au moins deux niveaux générateurs de vapeur placé le long du canal d'écoulement avec un écart réciproque, **en ce qu'**avec le premier et de deuxième niveaux générateurs de vapeur, dans un premier tronçon (3) du canal d'écoulement, un jet de vapeurs saturées de solvant (3.9) peut être généré et **en ce que** les deux niveaux générateurs de vapeur sont conçus et placés de telle sorte que sur le lieu de génération (3.2.2), du deuxième jet de vapeurs saturées de solvant (3.9), les flux listés ci-dessous présentent la même direction d'écoulement :

(a) le premier jet de vapeurs saturées de solvant

(b) des vapeurs mixtes aspirées à travers le premier orifice d'aspiration (3.1),
(c) des vapeurs mixtes (3.10) aspirées à travers un deuxième orifice d'aspiration (3.2.1),
et
(d) le deuxième jet de vapeurs saturées de solvant (3.9).

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le générateur de vapeurs de solvant comporte un tube (3.5, 3.7) tiré au centre dans le canal d'écoulement, destiné à alimenter les niveaux générateurs de vapeur en solvant surchauffé.

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le tube de liaison (3.7) comporte des tronçons de tube (3.5) conçus sous forme flexible.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** la direction d'un jet de vapeurs (3.11) menant hors de l'orifice de sortie (3.9) du canal d'écoulement est variable en fonction de la position des isolants solides (1.5).

12. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le réservoir sous vide est constitué d'un bac de transformateur (1) recevant la partie active (1.1) et d'un boîtier d'évaporateur (4), lequel sur un orifice de boîtier (1.2) est rapporté sur le bac de transformateur (1) et lequel reçoit l'évaporateur de solvant, ainsi qu'un dispositif de séparation, destiné à extraire du solvant non évaporé et de l'huile isolante, présente le cas échéant entre l'orifice de sortie (3.8) et l'orifice (1.2) du bac de transformateur (1) et à éliminer hors du boîtier à vide le solvant extrait et l'huile isolante, présente le cas échéant.

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le boîtier d'évaporateur (4) contient deux chambres séparées l'une de l'autre par une paroi de séparation (4.6) dont une première reçoit le générateur de vapeurs de solvant et un tube d'alimentation (4.10) guidant des vapeurs mixtes issues du bac de transformateur (1) et la seconde chambre reçoit une sortie débouchant dans le bac de transformateur (1) pour guider un flux de vapeurs (3.11), qui après l'élimination du solvant extrait et de l'huile isolante présente le cas échéant, contient prioritairement des vapeurs saturées de solvant et des vapeurs mixtes.

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de séparation comporte au moins une tôle de circulation flux (4.5), pour guider le jet de vapeur (3.11) pouvant être guidé de la première dans la deuxième chambre,' au moins une tôle d'écoulement (4.7) destinée à collecter le solvant non évaporé extrait et l'huile isolante, présente le cas échéant et par ailleurs, au moins un tube de vidage (4.8) destiné à collecter et à éliminer hors du boîtier à vide le solvant extrait et l'huile isolante, présente le cas échéant.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisé en ce que** le réservoir à vide (1) reçoit un conduit de vidage (7) guidé sur son point le plus bas, qui par l'intermédiaire d'un orifice du réservoir à vide, conçu de préférence sous la forme d'une tubulure de vidage (1.4) est relié avec un réservoir de vidage (10) évacuable.

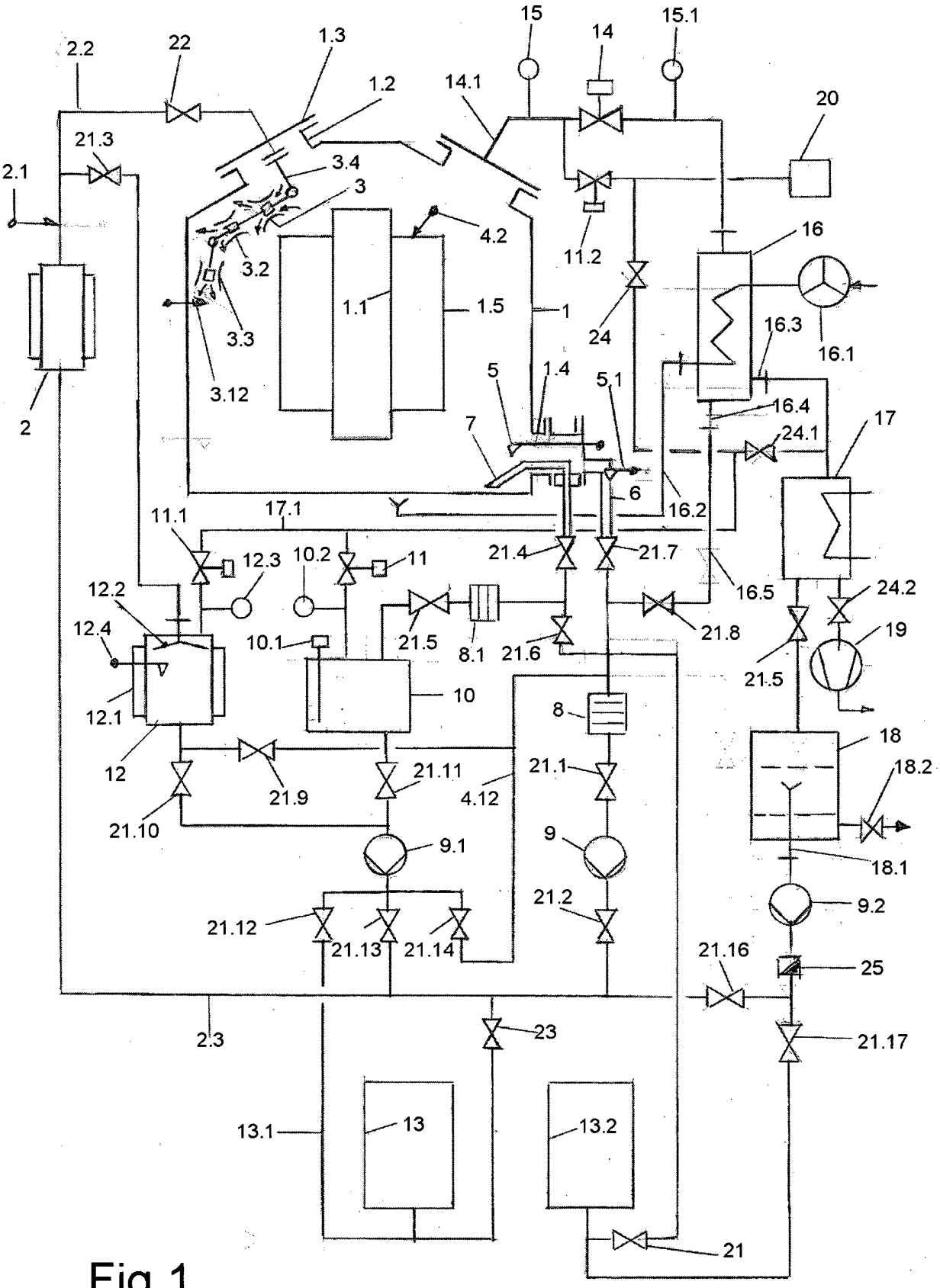

15
14
15.1
2.2
22
1.3
1.2
14.1
20
21.3
2.1
3.4
3
4.2
11.2
16
3.2
1.1
1.5
1
24
16.3
16.1
3.3
3.12
5
1.4
5.1
16.4
17
2
7
24.1
6
16.2
11.1
17.1
12.3
10.2
11
21.4
21.7
16.5
24.2
12.2
12.4
10.1
21.5
8.1
21.6
21.8
19
21.5
10
12.1
8
18
12
21.9
21.11
4.12
21.1
18.2
21.10
9.1
9
18.1
21.2
9.2
21.12
21.13
21.14
21.16
25
23
21.17
2.3
13.1
13
13.2
21

Fig.1

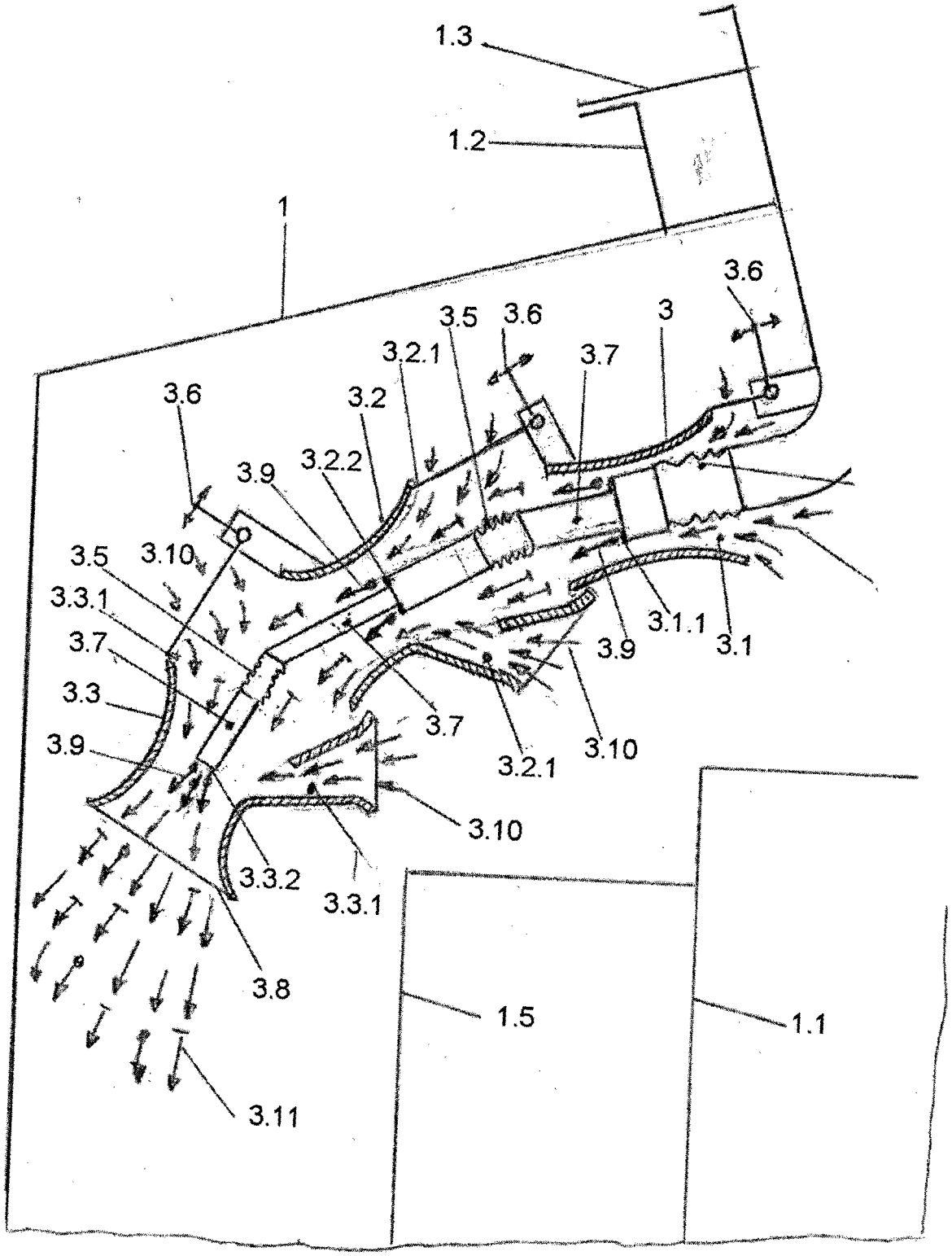

1.3
1.2
1
3.6
3.5
3.6
3
3.2.1
3.7
3.6
3.2
3.9
3.2.2
3.5
3.10
3.3.1
3.7
3.3
3.9
3.7
3.2.1
3.10
3.1.1
3.9
3.1
3.10
3.3.2
3.3.1
3.8
1.5
1.1
3.11

Fig 2

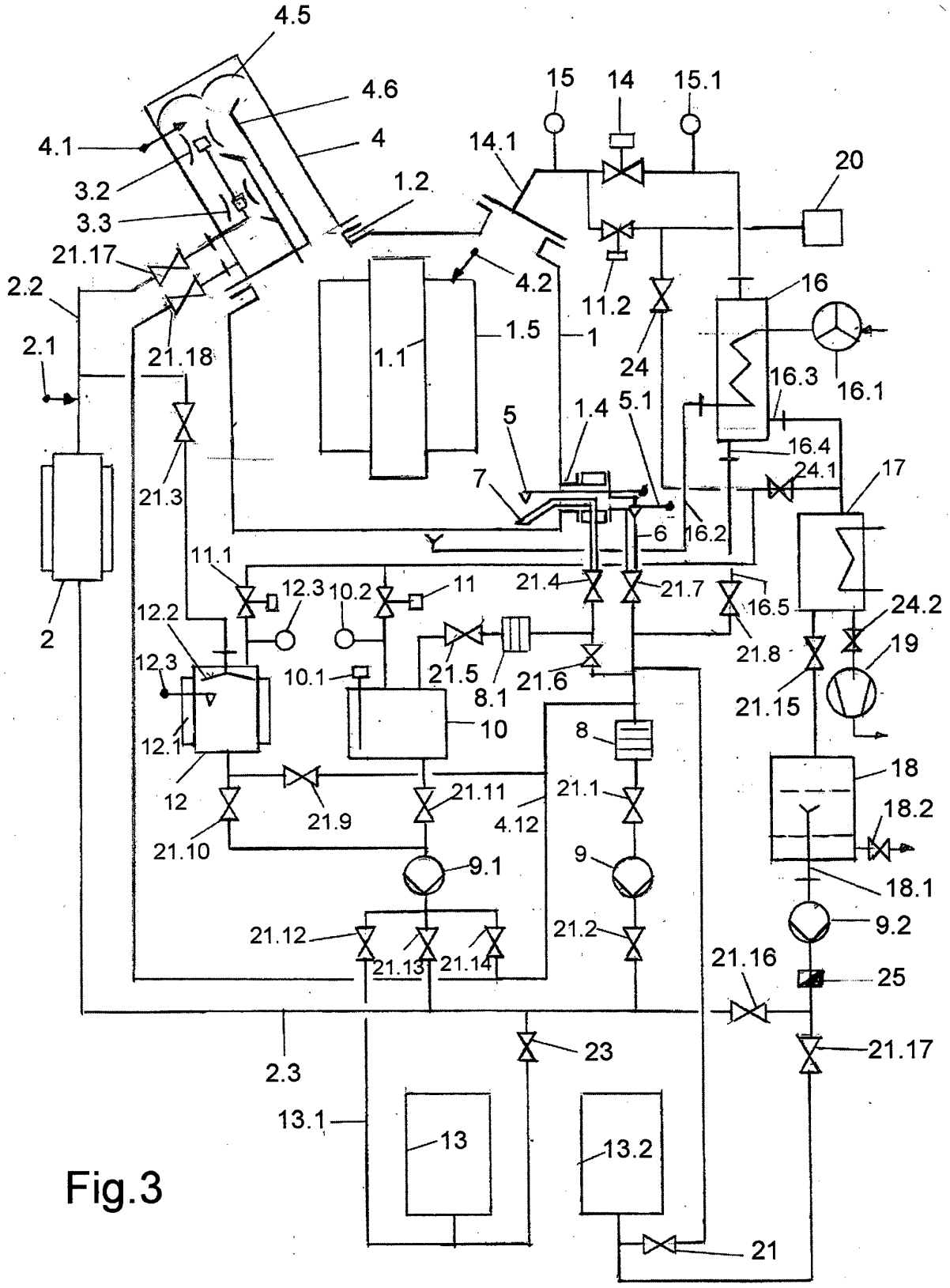

4.5
4.6
4
4.1
3.2
3.3
21.17
2.2
2.1
21.18
21.3
2
1.2
14.1
15
14
15.1
20
4.2
11.2
16
1.5
1
1.1
24
16.3
16.1
5
1.4
5.1
16.4
24.1
17
7
6
16.2
11.1
12.3
10.2
11
21.4
21.7
16.5
24.2
12.2
21.8
19
12.3
10.1
21.5
8.1
21.6
21.15
10
8
18
12.1
12
21.11
21.1
18.2
21.9
4.12
21.10
9.1
9
18.1
21.12
21.2
9.2
21.13
21.14
21.16
25
23
21.17
2.3
13.1
13
13.2
21

Fig.3

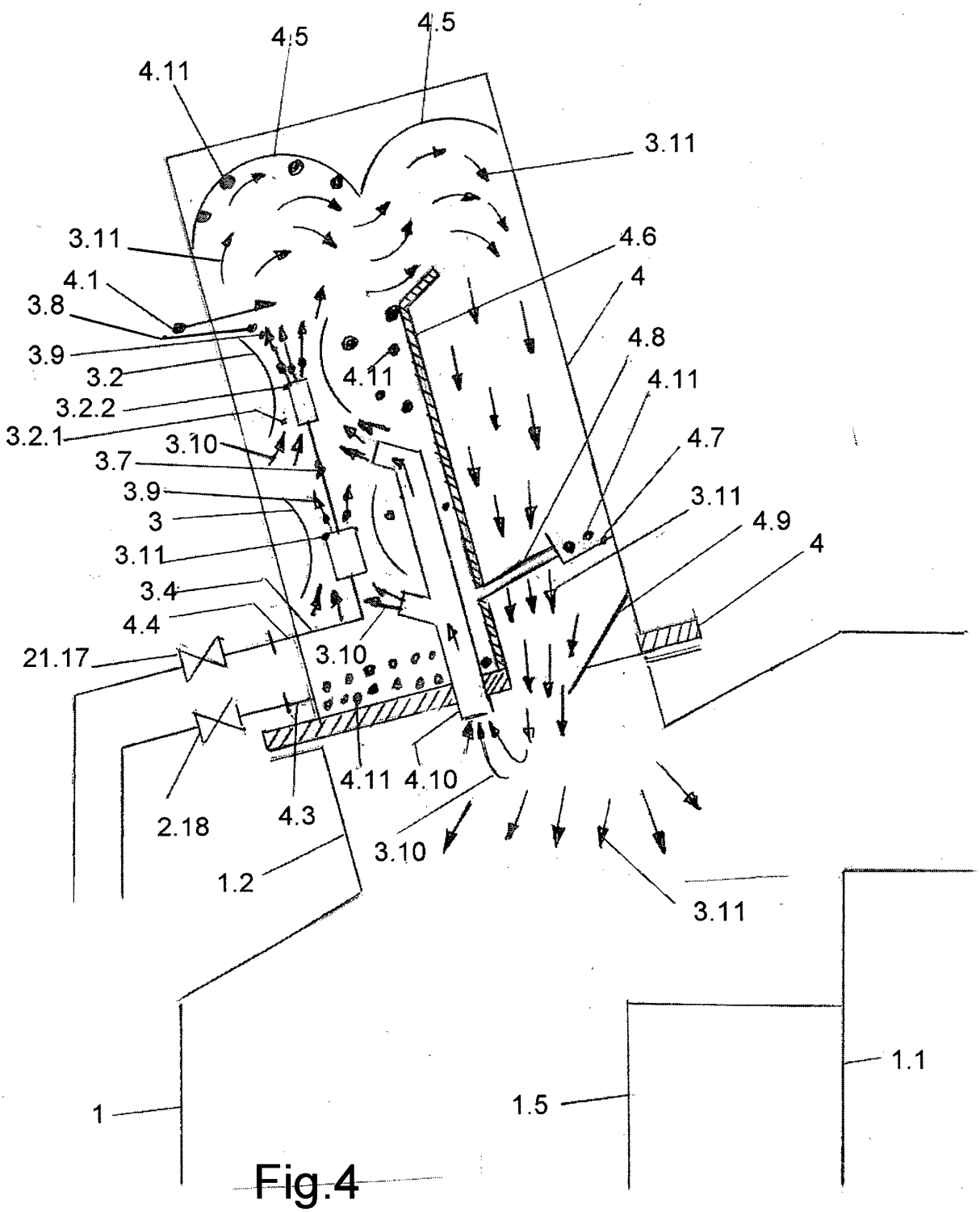

4.5
4.5
4.11
3.11
3.11
4.6
4.1
4
3.8
4.8
3.9
4.11
3.2
4.11
3.2.2
4.7
3.2.1
3.10
3.7
3.11
3.9
4.9
3
4
3.11
3.4
4.4
21.17
3.10
4.11
4.10
2.18
4.3
3.10
1.2
3.11
1.1
1.5
1

Fig.4

Fig.5

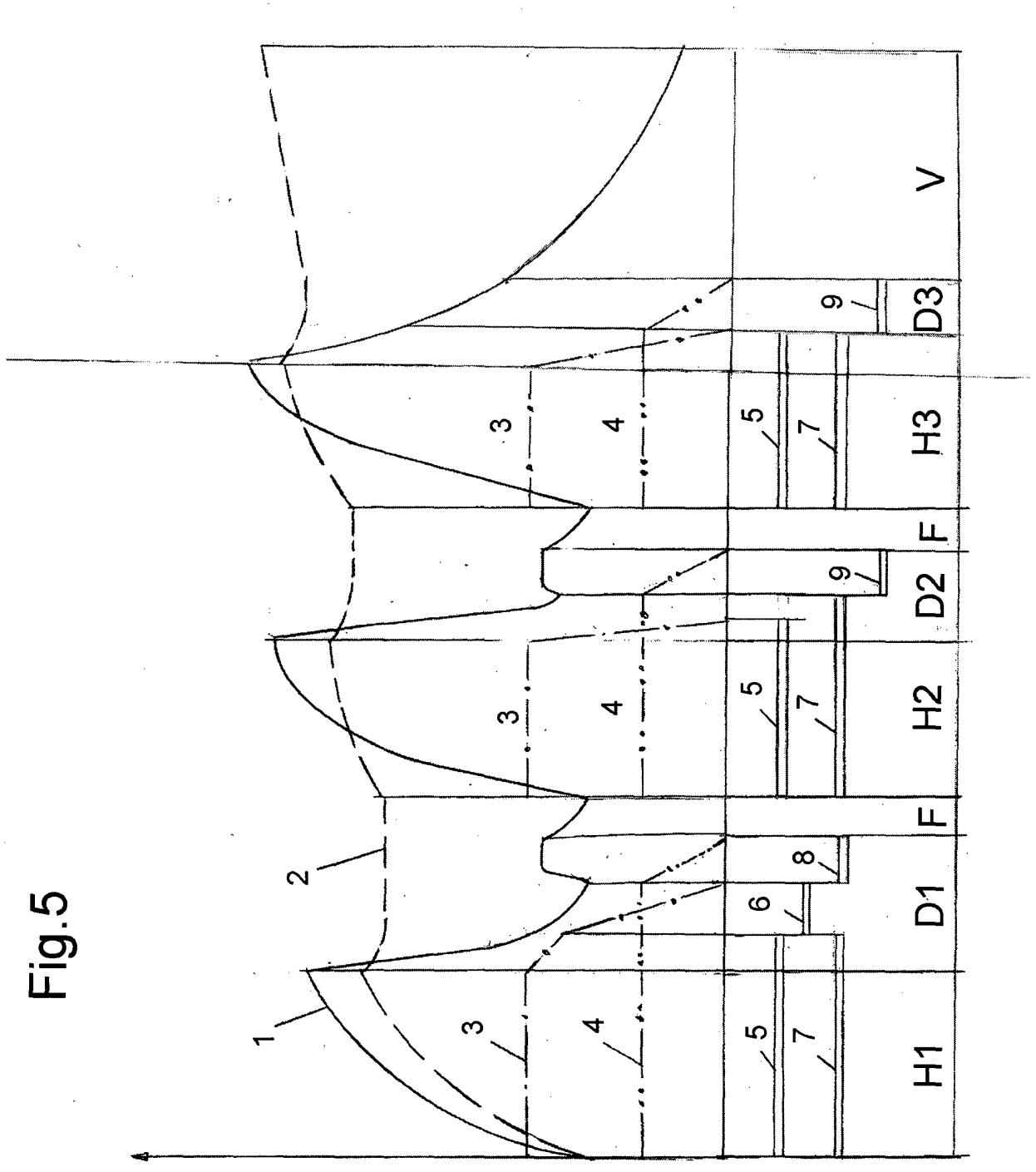
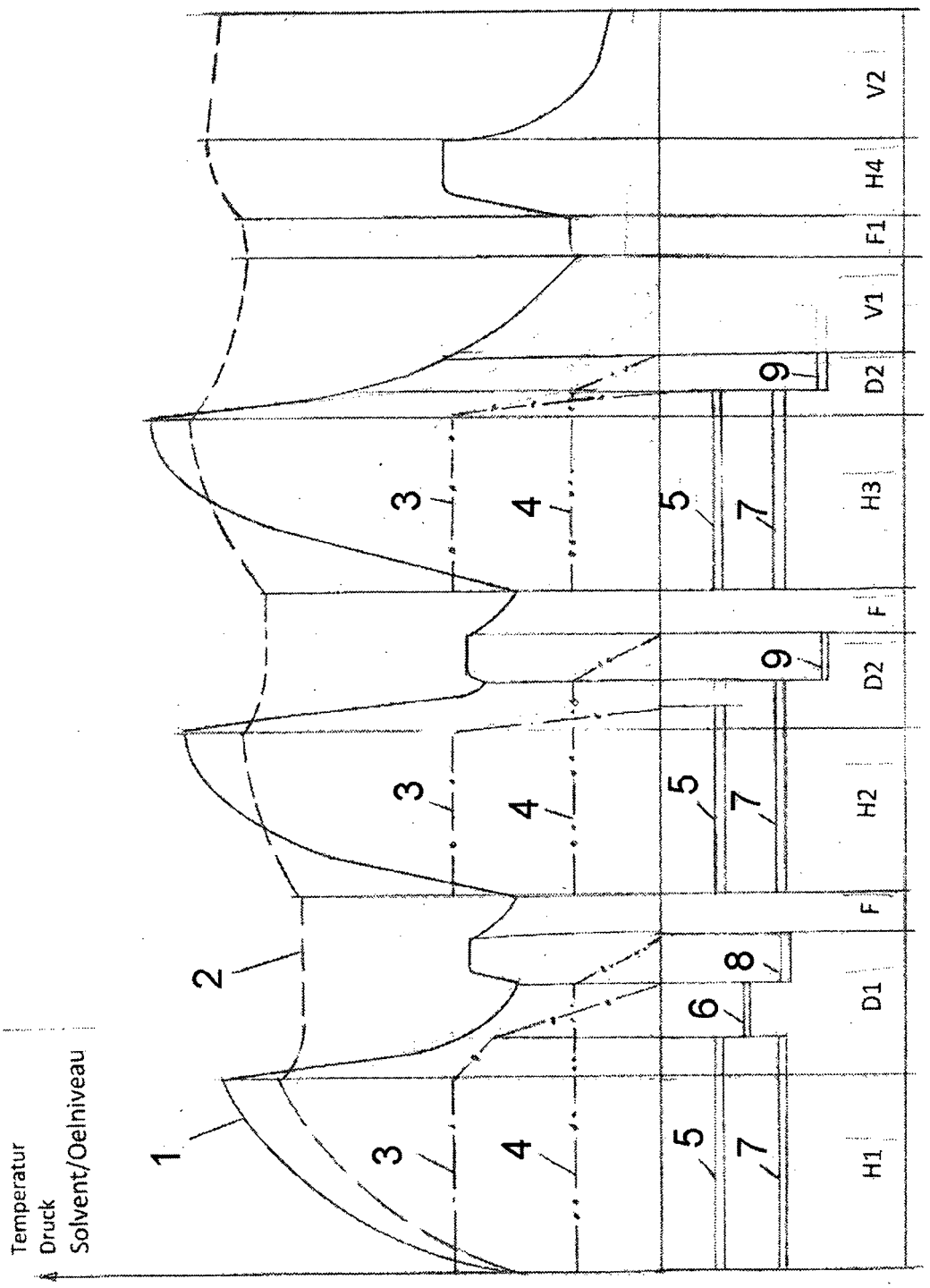


Fig.6


Temperatur
Druck
Solvent/Oelniveau
1
2
3
4
5
6
7
8
9
H1
D1
F
H2
D2
F
H3
V1
F1
H4
V2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1528342 B1 **[0006]**
- EP 1224021 B1 **[0007]**