



(11)

EP 2 525 178 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.11.2017 Patentblatt 2017/48

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

(21) Anmeldenummer: **11004092.0**

(22) Anmeldetag: **18.05.2011**

(54) **Verfahren zur Trocknung eines Feststoffisolationen enthaltenden Aktivteils eines mit Imprägnieröl füllbaren, elektrischen Gerätes und Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens**

Method for drying a solid isolation containing active section of an electric device which can be filled with impregnating oil and device for performing this method

Procédé de séchage d'un élément actif comprenant des isolations de matière solide d'un appareil électrique pouvant être rempli avec de l'huile d'imprégnation et dispositif destiné à l'exécution de ce procédé

(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:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(73) Patentinhaber: **Micavac AG
8032 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Altemeier, Rolf
79892 Dettighofen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 224 021 EP-A1- 2 148 157
EP-A2- 1 528 342 DE-A1- 2 155 524
DE-A1- 19 637 313 US-A1- 2002 174 563**

EP 2 525 178 B1

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).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verfahren zur Trocknung eines Feststoffisolationen enthaltenden Aktivteils eines mit Imprägnieröl füllbaren elektrischen Gerätes nach dem einleitenden Teil von Patentanspruch 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Mit solchen Verfahren kann das Aktivteil eines im Feld stehenden elektrischen Gerätes getrocknet und von altem Isolieröl befreit werden, mit dem das Gehäuse des Gerätes während seines Betriebs im Feld gefüllt ist. Das Gerät
10 ist insbesondere ein Transformator, etwa ein Leistungstransformator, speziell ein sogenannter "shell type" Transformator mit Scheibenwicklungen, welche durch Isolationsplatten voneinander getrennt sind. Das Aktivteil umfasst Feststoffisolationen, die vor dem Betrieb des elektrischen Gerätes mit Isolieröl imprägniert sind (Imprägnieröl). Das Aktivteil ist im vakuumfest ausgebildeten Gehäuse des Gerätes eingebaut und auf Unterdruck gehalten.

[0003] Es gibt Verfahren, bei denen die Kondensationswärme eines Solventdampfes zum raschen und schonenden Aufheizen des Aktivteils ausgenutzt wird. Der Solventdampf kann innerhalb oder ausserhalb des Gerätegehäuses erzeugt werden. Dabei wird während des Aufheizens aus den Feststoffisolationen austretendes Wasser in Form eines Solvent- und Wasserdampf enthaltenden Mischdampfes zusammen mit nicht zu vermeidender Leckluft einer Kondensa-
15 tions- und Trennvorrichtung zugeführt, in der das kondensierte Wasser vom Solvent getrennt und die Leckluft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt wird. Das gegebenenfalls vorhandene alte Imprägnieröl (Altöl) und/oder Verunreinigungen werden durch Destillation aus dem Solvent entfernt.

[0004] Des weiteren gibt es auch Verfahren, bei denen erwärmtes Sprayöl unter Vakuum über das Aktivteil eines Transformator gespritzt und dieses dabei aufgeheizt wird.

[0005] Hierbei wird nur soviel erwärmtes Sprayöl in den unteren Teil des Transformators eingefüllt, dass die Feststoffisolationen nicht überflutet sind. Anschliessend wird das Sprayöl dauernd erhitzt und im Umwälzverfahren über die
25 Feststoffisolationen versprüht. Dadurch wird infolge Erwärmung der Feststoffisolationen Feuchtigkeit aus den Feststoffisolationen abgedampft und zusammen mit dem Sprayöldampf sowie vorhandener Leckluft mit einer Vakuumanlage abgesaugt. Wasserdampf und Öldämpfe werden in Kondensationsanlage auskondensiert.

STAND DER TECHNIK

30 **[0006]** Ein Trocknungsverfahren der eingangs genannten Art kann der Firmenschrift MNV 46/1e der Fa. Micafil Ltd, 8048 Zürich/Schweiz entnommen werden. Eine in diesem Stand der Technik beschriebene, nach dem Vapour-Phase-Verfahren arbeitende Trocknungsvorrichtung für isolierölgetränkte Isolierungen weist einen ausserhalb des Transformatorgehäuses angeordneten Solventdampferzeuger mit flexiblen Solventdampfleitungen zwischen Verdampfer und
35 Transformatorgehäuse auf. Der bei der Ausführung des Trocknungsverfahrens im Solventdampferzeuger generierte Solventdampf wird über die flexiblen Solventdampfleitungen in ein Gehäuse eines Transformators geführt und kondensiert an den zu trocknenden und von altem Isolieröl (Altöl) zu befreienden Feststoffisolationen des Transformatoraktivteils. Hierbei werden die Feststoffisolationen rasch aufgeheizt und wird so ein wirkungsvoller Austritt von Wasser aus den Isolationen ermöglicht. Zugleich wird durch das Solvent das Altöl aus den Isolationen herausgelöst. Da der Solventdampf
40 auch an der Innenwand des Gehäuses kondensiert, benötigt dieses Verfahren viel Energie und bedingt zudem einen grossen Apparate-, Montage- und Materialaufwand im Felde.

[0007] Ein Trocknungsverfahren der eingangs genannten Art ist auch in EP 1528342B1 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
45 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.
50 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 und werden so kurze Trocknungszeiten erreicht.

[0008] Auch in EP1 224 021 B1 sind das Verfahren der eingangs genannten Art und zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtungen beschrieben. Bei diesem Stand der Technik wird das erhitzte Solvent im Umwälzverfahren in flüssiger Form über Expansionsventile, Expansionsbehälter oder Verdampfer in das Transformatorgehäuse
55 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.

[0009] Ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zur Trocknung von Transformatoren im Felde nach dem sogenannten Oil-Spray Trocknungsprozess ist in der Firmenschrift MNV 50/3f der Fa. Micafil S.A., 8048 Zürich/Schweiz, mit dem Titel "Sechage de transformateurs par pulverisation d'huile (Oil Spray)" beschrieben. Bei dieser Technologie wird das Transformatorenöl soweit entleert, bis die untersten Isolationsteile des Aktivteils nicht mehr mit Öl überflutet sind, danach der Transformator unter Unterdruck gehalten und mit einer Ölaufbereitungsanlage im Umwälzverfahren das Öl erwärmt und oberhalb auf den Aktivteil und die Isolation gesprüht. Die aus der Isolation abgedampfte Feuchtigkeit wird mit einer Vakuumpumpe abgesaugt und in einem Kondensationssystem kondensiert. In der letzten Phase der Trocknung wird das Sprayöl am Boden des Transformators entleert, der Transformator weiterhin so lange unter Vakuum gehalten, bis die Feuchte in der Isolation auf vertretbare Werte abgesunken ist. Bei diesem Verfahren dauert es relativ lange bis die innen liegenden Isolationsteile eine minimal erforderliche Temperatur erreichen, da sie nur mangelhaft mit dem erwärmten Sprayöl in Kontakt kommen. Da zudem die erreichbaren Isolationstemperaturen wesentlich kleiner sind als bei der Vapour Phase Trocknung erreicht man trotz langer Trocknungszeit und hohem Energiebedarf nur begrenzte Trocknungsergebnisse.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches sich bei geringer Durchlaufzeit des zu trocknenden Aktivteils und einem geringen Energiebedarf durch eine geringe Restfeuchte der Feststoffisolationen des Aktivteils auszeichnet. Zugleich ist es auch Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zu schaffen, welche geeignet ist, dieses Verfahren in einfacher und wirtschaftlicher Weise durchzuführen.

[0011] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Trocknung eines Feststoffisolationen enthaltenden Aktivteils eines mit Imprägnieröl füllbaren elektrischen Gerätes bereitgestellt. Bei diesem Trocknungsverfahren wird das zumindest Wasser und verunreinigtes Imprägnieröl enthaltende und in einem Gehäuse des Gerätes angeordnete Aktivteil nach Evakuieren des Gehäuses aufgeheizt und zwar durch Kondensation von Solventdampf, welcher von einem Solvent gebildet wird, das innerhalb und/oder ausserhalb des Gehäuses verdampft wird. Dabei werden aus einem beim Aufheizen sich bildenden Mischdampfstrom zumindest Wasser und Solvent abgeschieden und wird nach Abschluss des Aufheizevorgangs das aufgeheizte Aktivteil zum Trocknen auf Unterdruck gehalten.

[0012] Die nach Abschluss des Aufheizevorgangs beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden Feststoffisolationen des Aktivteils werden durch Aufsprühen von warmem Sprayöl auf die Oberflächen der Feststoffisolationen nachgeheizt. Hierdurch werden speziell die äusseren Teile der Feststoffisolationen, welche infolge Wärmeabstrahlung sowie Abdampfung von Solvent und Feuchte eine Temperaturabsenkung erlitten haben, wieder aufgeheizt. Infolge der erhöhten Temperatur der Feststoffisolationen wird in diesen Isolationen noch vorhandenes Solvent und noch vorhandene Restfeuchte effizient abgedampft: Dies verkürzt den Trocknungsprozess ganz wesentlich und reduziert so nicht nur die Durchlaufzeit sondern auch den Energiebedarf des erfindungsgemässen Trocknungsverfahrens. Zudem wird am Boden des Gehäuses üblicherweise verbleibendes, vom Solvent aus dem Aktivteil herausgelöstes altes Imprägnieröl durch das zum Nachheizen verwendete Sprayöl verdünnt. Die durch Nachheizen mit dem erwärmten Sprayöl erreichte Temperaturerhöhung der Feststoffisolationen stellt sicher, dass Solvent und Wasser nun wesentlich rascher aus den Feststoffisolationen entfernt werden als bei einem Trocknungsverfahren nach dem Stand der Technik, bei dem ein solches Nachheizen nicht vorgesehen ist. Zudem kann das gesamte Trocknungsverfahren ohne aufwendige thermische Isolation des Gehäuses durchgeführt werden.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens kann das Sprayöl vor seinem Erwärmen unterhalb der Feststoffisolationen ins Gehäuse eingeleitet werden, können in einem auf das Einleiten des Sprayöls ins Gehäuse folgenden Umwälzverfahren folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

das ins Gehäuse eingeleitete Sprayöl wird aus dem Gehäuse abgepumpt, das abgepumpte Sprayöl wird ausserhalb des Gehäuses erwärmt, das erwärmte Sprayöl wird ins Gehäuse geführt und auf die Oberfläche der Feststoffisolationen gesprüht, und

das versprühte Sprayöl wird nach Abgabe von Wärme an die Feststoffisolationen im Gehäuse gesammelt und zum Umwälzen wieder aus dem Gehäuse abgepumpt, und können nach Beendigung des Umwälzverfahrens und Entfernen des Sprayöls aus dem Gehäuse die nachgeheizten Feststoffisolationen zum Trocknen weiterhin auf Unterdruck gehalten werden.

[0014] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform weist nach der Trocknung am Boden des Gehäuses möglicherweise verbleibendes, durch das Solvent aus den Feststoffisolationen herausgewaschenes altes Imprägnieröl (Altöl) nur kleine Anteile an Solvent auf, da allfällig noch vorhandenes Solvent beim Umwälzen zusammen mit dem am Boden des Gehäuses gesammelten Sprayöl als Gemisch abgepumpt wird und dieses Gemisch ausserhalb des Gehäuses erwärmt

und anschliessend im Gehäuse auf die Feststoffisolationen aufgesprüht wird. Beim Sprühvorgang verdampft das noch vorhandene Solvent und reduziert sich so der Solventanteil am Altöl ganz wesentlich.

[0015] Um die Wirkungsweise der vorgenannten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens, insbesondere in Hinblick auf eine kurze Durchlaufzeit und einen reduzierten Energieverbrauch bei gleichzeitig geringer Restfeuchte der Feststoffisolationen, zu verbessern, können die beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden Feststoffisolationen durch Aufsprühen von erwärmtem Sprayöl mindestens ein zweites Mal nachgeheizt werden. Durch das zwei- resp. mehrmalige Wiederholen des Nachheizens der Feststoffisolationen wird ein am Boden des im allgemeinen nicht vollständig entleerbaren Gehäuses sich sammelndes Gemisch aus Sprayöl und altem Imprägnieröl weiter so verdünnt wird, dass der Altölanteil auf vorteilhaft kleine Werte absinkt.

[0016] In verfahrenstechnisch vorteilhafter Weise kann das fürs Sprühen benötigte Sprayöl vor seinem Erwärmen durch den Unterdruck ins Gehäuse eingesaugt werden.

[0017] Ein besonders guter Wärmeübergang vom erwärmten Sprayöl auf die nachzuheizenden Feststoffisolationen wird erreicht, wenn das Sprayöl vorwiegend von oben und/oder von der Seite auf die Feststoffisolationen gesprüht wird.

[0018] Eine zusätzliche Erhöhung der Effizienz des erfindungsgemässen Verfahrens wird erreicht, wenn das Solvent ausserhalb des Gehäuses erwärmt und in einen im Inneren des Gehäuses angeordneten Strömungskanal eingespritzt wird. Hierbei wird der Strömungskanal mit Vorteil so ausgerichtet, dass eine beim Einspritzen des erwärmten Solvents sich bildende, Solventdampf enthaltende Strömung in einen zwischen der Innenwand des Gehäuses und den Feststoffisolationen liegenden freien Raum gerichtet ist.

[0019] Nach Beenden des Nachheizens zum definitiven Befüllen des Gehäuses vorgesehenes Imprägnieröl kann mit einer zur Durchführung dieses Verfahrens vorgesehenen Vorrichtung ausserhalb des Gehäuses erwärmt und entgast werden.

[0020] Die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorgesehene Vorrichtung kann neben dem das Aktivteil aufnehmenden Gehäuse auch eine mit dem Inneren des Gehäuses verbundene Vakuumanlage, einen innerhalb oder ausserhalb des Gehäuses angeordneten Solventdampferzeuger und eine ausserhalb des Gehäuses angeordnete Kondensationsvorrichtung, die mit dem Inneren des Gehäuses verbunden ist, enthalten sowie eine Ölspryanlage mit einer im Inneren des Gehäuses vorgesehenen Spraydüsenanordnung und einer Pumpe zum Fördern des ausserhalb des Gehäuses erwärmten Sprayöls in die Spraydüsenanordnung.

[0021] Die Ölspryanlage kann ferner eine der Kondensationsvorrichtung vorgeschaltete luftgekühlte Vorrichtung zum Abscheiden von Sprayöl und/oder zum Kondensieren von Solventdampf aufweisen.

[0022] In der luftgekühlten Vorrichtung erwärmte Luft kann an eine als Boden ausgebildete Aussenwand des Gehäuses geführt werden. Die Wärmeabstrahlung des Gehäuses kann so reduziert und dementsprechend Energie eingespart werden.

[0023] Der Solventdampferzeuger kann innerhalb des Gehäuses angeordnet sein und einen nach Art einer Venturidüse ausgebildeten Strömungskanal sowie einen das von aussen zugeführte, erwärmte Solvent aufnehmenden Solventverteilkkanal aufweisen mit Solventeinspritzöffnungen, die in den Strömungskanal geführt sind. Die Solventeinspritzöffnungen können so ausgerichtet sein, dass eine beim Austreten aus den Öffnungen gebildete, Solventdampf enthaltende Strömung in einen zwischen der Innenwand des Gehäuses und den Feststoffisolationen liegenden freien Raum gerichtet ist.

[0024] Die Trocknungsvorrichtung kann auch einen das Solvent ausserhalb des Gehäuses erwärmenden und mit dem Solventverdampfer verbindbaren Erhitzer aufweisen, der nach Unterbrechen der Solventzufuhr mit der Ölspryanlage verbindbar ist.

[0025] Die Ölspryanlage kann eine dem Erhitzer vorgeschaltete Vorrichtung zum Entgasen des Imprägnieröls aufweisen. Dadurch ist der Einsatz einer zusätzlichen Die Trocknungsvorrichtung kann eine dem Erhitzer nachgeschaltete Vorrichtung zum Entgasen des Imprägnieröls aufweisen. Dadurch ist der Einsatz einer zusätzlichen Ölaufbereitungsanlage nicht notwendig und es werden Betriebskosten und Investitionen eingespart.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] 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 der Feststoffisolationen eines mit Imprägnieröl füllbaren elektrischen Gehäuses durchgeführt wird,

Fig.2 eine gegenüber der erste Ausführungsform ergänzte zweite Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung, die zusätzlich eine Ölentgasungsstufe sowie einen Öllagertank für das Imprägnieröl aufweist, und

Fig.3 ein Diagramm, in dem der Verlauf wesentlicher Verfahrensparameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie der Druck im Gehäuse des elektrischen Gerätes und die Temperatur der Feststoffisolation während der

verschiedenen Prozessphasen dargestellt sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0027] In allen Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen auch gleichwirkende Teile. Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Trocknungsvorrichtungen dienen dem Trocknen eines Feststoffisolationen 1.5 enthaltenden Aktivteils 1.1 eines als Transformator ausgeführten elektrischen Gerätes in dessen vakuumdicht ausgeführten Gehäuse 1.

[0028] Zum Aufheizen des Aktivteils 1.1 kann in einem Erhitzer 4 wahlweise Solvent oder Sprayöl erwärmt werden. Das Solvent ist im allgemeinen ein Leichtöl mit einem 1.5 vorhandenes Imprägnieröl, mit dem das Gehäuse 1 des Transformators während seines Betriebs gefüllt ist, und das vorm Trocken des Aktivteils 1.1 aus dem Transformatorgehäuse 1 entfernt wird. Das für die Aufheizung des Aktivteils 1.1 notwendige Solvent wird aus einem Solventlagertank 9 via ein Absperrventil 20.2 mit einer Förderpumpe 8, einem Absperrventil 20.3, einer Solventzuführleitung 4.2.1 dem Solvent/Ölerhitzer 4 zugeführt. Das erhitze Solvent wird über ein Absperrventil 20.10 durch einen Abdeckflansch 1.3 zu einem innerhalb des Transformatorgehäuses 1 angeordneten Solventverteilkanal 5 mit Einspritzöffnungen 5.1 geführt. Beim Einstromen von erhitztem Solvent in einen den Strömungskanal 6 verdampft es teilweise. Der Solventverteiler- 5 und der Strömungskanal 6 wirken daher quasi als Verdampfer.

[0029] Der Solventverteilkanal 5 kann mit Vorteil aus freiliegenden Rohren mit jeweils mindestens einer der Einspritzöffnungen 5.1 und/oder Einspritzdüsen gebildet sein. Im Bereich der Einspritzöffnungen 5.1 liegt der engste Querschnitt bei dem nach Art einer Venturidüse ausgeführten Strömungskanal 6, welcher aus Kostengründen sowie einfachem Einbau in das Transformatorgehäuse 1 auch als Venturirohr ausgeführt werden kann. Dabei ist der Strömungskanal 6 so gerichtet, dass eine aus dem Strömungskanal 6 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung in den freien Raum zwischen Transformatorgehäuse 1 und Aktivteil 1.1 austritt.

[0030] Vom Erhitzer 4 führt eine nicht bezeichnete Verbindungsleitung zu einem Ölabsperrentil 20.17. Diese Ventil ist über eine durch einen Abdeckflansch 1.3 geführte Ölverbindungsleitung 4.3 mit Ölspraydüsen 2 verbunden, die im Transformatorgehäuse 1 angeordnet sind. Die Ölspraydüsen 2 sind so gerichtet, dass zum Ölsprühen verwendetes Isolieröl, nachfolgend Sprayöl genannt, weitgehend den ganzen oberen Teil des Aktivteils 1.1 besprüht.

[0031] Das Transformatorgehäuse 1 weist unten in seinem Boden eine Ablauföffnung 1.4 für kondensiertes Solvent auf, sowie für gegebenenfalls vom Solvent aus den Feststoffisolationen ausgewaschenes Altöl wie auch für das Sprayöl. Die Ablauföffnung 1.4 ist über ein Absperrventil 20.8, einen Ablaufbehälter 7 und ein Absperrventil 20.1 mit einer Förderpumpe 8 verbunden. Der Austritt der Förderpumpe 8 ist über ein Absperrventil 20.3 mit dem Solvent/Ölerhitzer 4 verbunden oder alternativ über ein Absperrventil 20.5 mit einen Sprayöltank 3 oder alternativ über ein Absperrventil 20.6 mit einem Solventvorrattank 9 oder über ein Absperrventil 20.7 mit einem Öltank 19 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.

[0032] Das Transformatorgehäuse 1 ist über eine zunächst Mischdampf führende Leitung 10, ein Dampfabsperrentil 20, einen luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 und einen Mischdampfkondensator 16 mit einer Vakuumanlage 18 verbunden. Der Mischdampfkondensator 16 weist zwei Ablaufstutzen auf, von denen der eine mit der Vakuumanlage 18 und der andere über ein die Entleerung von Solvent und Wasser steuerndes Vakuumabsperrentil 21 mit einem ein Wasserablassventil 22 enthaltenden Trennbehälter 17 verbunden ist.

[0033] Der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 11 weist einen der Luftzuführung von einem Ventilator 11.2 dienenden Anschlussstutzen sowie einen weiteren Anschlussstutzen auf, durch den die erwärmte Luft über eine Heissluftleitung 11.3 an den Boden des Transformatorgehäuse 1 geführt ist. Allfällig kondensierter Solvent/Öldampf wird via Ablaufstutzen 11.5, Solvent/Öl-Abtropfleitung 11.6 und Absperrventil 20.9 dem Ablaufbehälter 7 zugeführt.

[0034] Bei der aus Fig.2 ersichtlichen zweiten Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung sind zusätzlich ein Imprägnieröltank 13, eine Ölentgasungsstufe 14 und eine Ölförderpumpe 15 vorgesehen. Durch diese zusätzlichen Mittel kann der Transformator nach der Trocknung im Feld mit minimalem apparativem Aufwand zusätzlich mit entgastem Imprägnieröl gefüllt werden. Der Tank 13 ist via Leitung 13.1, Ölabsperrentil 20.11, Förderpumpe 8, Absperrventil 20.3, Solvent/Ölerhitzer 4 und Ölabsperrentil 20.15 mit der Ölentgasungsstufe 14 verbunden. Das erwärmte und entgaste Imprägnieröl wird mit der Pumpe 15 über ein Ölabsperrentil 20.13 und das Absperrventil 20.8 in das Transformatorgehäuse 1 eingebracht. Das zulässige Ölniveau im Transformatorgehäuse 1 wird mit einem Niveauschalter 12.1 überwacht.

[0035] Die Wirkungsweise des erfindungsgemässen Trocknungsverfahrens und der zu dessen Durchführung vorgesehen erfindungsgemässen Vorrichtung ist wie folgt:

Zunächst werden mit der Vakuumanlage 18 bei geöffnetem Dampfabsperrentil 20 und geöffnetem Absperrventil 20.8 das Transformatorgehäuse 1, der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 11, der Mischdampfkondensator 16 und der Ablaufbehälter 7 evakuiert. Zugleich wird vom Solventvorrattank 9 eine genügende Menge Solvent über das Absperrventil 20.2, die Solventzuführleitung 4.2 und das Absperrventil 20.1 in den Ablaufbehälter 7 mittels Druckdifferenz eingesaugt und mit dem Füllstandsindikator 7.1 überwacht. In einer nun folgenden aus Fig.3 ersicht-

lichen Aufheizphase wird das im Ablaufbehälter 7 vorhandene Solvent via Absperrventil 20.3 und Solventverbindungsleitung 4.2.1 mit der Förderpumpe 8 dem Solvent/Ölerhitzer 4 zugeführt, auf eine etwas oberhalb einer vorgegebenen Trocknungstemperatur liegende Temperatur erhitzt und via Absperrventil 20.10 durch den Abdeckflansch 1.3 zu dem innerhalb des Transformatorgehäuse 1 angeordneten Solventverteilkanal 5 gepumpt und durch die Einspritzöffnungen 5.1 in dem Strömungskanal 6 versprüht.

[0036] Das erhitzte Solvent befindet sich beim Erhitzen auf einem höheren Druck. Beim Austritt des Solventes aus den Einspritzöffnungen 5.1 sinkt der Druck im Solvent stark ab, dabei verdampft ein Teil des erhitzten Solventes unter gleichzeitiger Abkühlung um den Betrag seiner Verdampfungswärme. 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 18 via Dampfabsperrrventil 20 abgesaugt, allfällige Öldämpfe und Öltropfen werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 abgeschieden und Solvent und Wasserdämpfe im Mischdampfkondensator 16 kondensiert. Das Kondensat fliesst via Vakuumabsperrrventil 21 dem Trennbehälter 17 zu. Das getrennte Solvent wird mit der Förderpumpe 8.1 via Absperrventil 20.4 wieder dem Solventkreislauf zugeführt und im Solvent/Ölerhitzer 4 erwärmt. Das getrennte Wasser wird über das Wasserablassventil 22 entleert. Im Transformatorgehäuse 1 anfallendes und gegebenenfalls Altöl enthaltendes Solventkondensat fliesst über die Ablauföffnung 1.4 und das geöffnete Absperrventil 20.8 dem Ablaufbehälter 7 zu und wird mit der Förderpumpe 8 via Solvent/Ölerhitzer 4 zur Verdampfung wieder dem Solventverteilkanal 5 respektive den Solventeinspritzöffnungen 5.1 zugeführt.

[0037] Falls das Solventniveau im Ablaufbehälter 7 zu tief absinkt, wird via Absperrventil 20.2 zusätzliches Solvent vom Solventvorrattank 9 eingesaugt bis der Füllstandsindikator 7.1 wieder überflutet ist.

[0038] Das Solvent wird durch die Solventeinspritzöffnungen 5.1 mit Vorteil an der engsten Stelle in den Strömungskanal 6 eingespritzt. Es entstehen so eine besonders hohe Strömungsgeschwindigkeit und ein dementsprechend grosser Unterdruck. Dies führt zu einer Jet-Wirkung, durch die der im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Mischdampf in den Strömungskanal 6 eingesaugt wird. Der eingesaugte Mischdampf mischt sich mit dem mit hoher Geschwindigkeit eingespritzten Solvent und dem beim Einspritzen gebildeten Solventdampf. Dies erzeugt den vorteilhaften Effekt, dass einerseits eine schnelle und genaue Temperaturkontrolle des in das Transformatorgehäuse 1 eintretenden Solventdampfes erreicht wird, und dass andererseits durch Einsaugen des Mischdampfs in den Strömungskanal 6, der Mischdampf mit erhöhter Geschwindigkeit das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Aktivteil 1.1 turbulent umströmt.

[0039] Durch die Anordnung von mindestens einem Strömungskanal 6 in der Art, dass der austretende Solventdampf 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, fast gleichmässiger Solventdampfströmung umfließt, wodurch eine gleichmässige Aufheizung des Aktivteil 1.1 wesentlich beschleunigt wird.

[0040] 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.

[0041] Beim Erreichen einer minimalen Temperatur der Feststoffisolation 1.5, wird die periodische Solventzuführung via Absperrventil 20.2 unterbrochen, das heisst das Absperrventil 20.2 geschlossen und eine aus Fig.3 ersichtliche Phase D eingeleitet, in der das Solvent/Ölgemisch wie vorgängig beschrieben umgewälzt wird, wobei kontinuierlich Mischdampf entnommen wird. Da der Ölanteil im Strömungskanal 6 nicht verdampft, steigt bei kontinuierlicher Entnahme von Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse 1 und Kondensation des entnommenen Mischdampfs im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 und im Mischdampfkondensator 16 der Altölanteil im Transformatorgehäuse 1 stetig solange an, bis praktisch nur noch reines Altöl vorliegt. Dieses Öl wird mit der Förderpumpe 8 während der Phase D via Absperrventil 20.7 in den Öltank 19 entleert.

[0042] Danach wird in einer aus Fig.3 ersichtlichen Phase H2 über das Solventeinlassventil 20.2, die Förderpumpe 8, den Solvent/Ölerhitzer 4, das nun wieder geöffnete Absperrventil 20.10 und die Solventeinspritzöffnungen 5.1 wieder Solvent in das Transformatorgehäuse 1 eingeführt und in vorgängig erwähnter Weise umgewälzt und verdampft.

[0043] Sobald die Feststoffisolationen 1.5 auf eine Temperatur aufgeheizt sind, die ausreicht zur Trocknung.resp. zum Auswaschen des gegebenenfalls vorhandenen Altöls, kann wieder eine (in Fig.3 nicht dargestellte) Phase D eingeleitet werden, in der wie zuvor beschrieben ohne Zuführung von Solvent das Solvent/Ölgemisch umgewälzt und danach allfällig vorhandenes altes Imprägnieröl entleert wird.

[0044] In einer aus Fig.3 ersichtlichen, durch Abschalten der Förderpumpe 8 eingeleiteten Phase V1 wird der im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Mischdampf dem luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 und dem Mischdampfkondensator 9 zugeführt. Allfällig mitgerissene Öldämpfe werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 durch die Abscheide/Prallbleche abgeschieden. Mittels Kondensation von Solvent und Wasserdampf im Mischdampfkondensator 16 wird der Druck im Transformatorgehäuse 1 auf so tiefe Werte abgesenkt bis ein grosser Teil der Feuchte und des Solventgehalts in der Feststoffisolation 1.5 abgedampft ist.

[0045] Während der Phase V1 kühlt sich die Feststoffisolation 1.5 infolge Abdampfung von Feuchte und Solvent aus der Feststoffisolation 1.5 und Wärmeabstrahlung des Aktivteils 1.1 und des Transformatorgehäuse 1 an die Umgebung so weit ab, dass die Abdampfung von Feuchte und Solvent infolge zu tiefer Temperatur der Feststoffisolation 1.5 stark reduziert wird.

[0046] In einer aus Fig.3 ersichtlichen Phase OF wird das Transformatorgehäuse 1 in vorgängig beschriebener Art und Weise wie in der Phase V1 auf Unterdruck gehalten. Danach wird infolge Druckdifferenz zwischen Transformatorgehäuse 1 und Sprayöltank 3 Sprayöl vom Tank 3 via Ölabsperrenteil 20.16, Ölfilter 3.2, Sprayölaufuhrleitung 3.1, Ölabsperrenteil 20.14, und Absperrventil 20.8 in das Transformatorgehäuse 1 eingezogen und zwar solange bis der untere Niveauschalter 12 überflutet ist.

[0047] In einer aus Fig.3 ersichtlichen Phase OS wird das Sprayöl via Absperrventil 20.8, Ablaufbehälter 7 und Absperrventil 20.1 der Förderpumpe 8 zugeführt und danach via Absperrventil 20.3 und Solventverbindungsleitung 4.2.1 in den Solvent/Ölerhitzer 4 gefördert. Im Erhitzer 4 wird das Sprayöl auf einen etwas oberhalb der Isolationstemperatur liegenden Wert erhitzt und via Absperrventil 20.17 und Ölverbindungsleitung 4.3 zu den innerhalb des Transformatorgehäuses 1 angeordneten Sprayöldüsen geführt und über die Oberfläche des Aktivteils 1.1 versprüht. Dadurch erhöht sich die Temperatur der Feststoffisolationen 1.5 wieder auf solche Werte, dass das restliche Solvent sowie Feuchte aus der Feststoffisolation 1.5 abdampft. Das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent/Wasserdampf Gemisch wird in gleicher Art und Weise wie zuvor bei der Phase H1 beschrieben von der Vakuumanlage 18 abgesaugt. Allfällig vorhandene Öldämpfe und öltropfen werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 11 abgeschieden und via Solvent/Ölabtropfleitung 11.6 und Absperrventil 20.9 wieder dem Ölkreislauf zugeführt.

[0048] Um den Druck im Transformatorgehäuse 1 auf tiefere Werte abzusinken als während der Ölspraytrocknung erreichbar ist, wird in der aus Fig.3 ersichtlichen Phase V2 die Ölzirkulation respektive das Ölsprayen unterbrochen und das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Öl weitgehend mit der Förderpumpe 8 via Absperrventil 20.5 in den Öltank 3 entleert. Danach wird während der Phase V2 durch den tieferen Druck im Transformatorgehäuse 1 und die erhöhte Temperatur der Feststoffisolationen 1.5 die Abdampfung des Wassers und des Solvents aus den Feststoffisolationen 1.5 wieder beschleunigt und dadurch kürzere Trocknungszeiten sowie kleinere Feuchtigkeits- und Solventgehalte in den Feststoffisolationen 1.5 erreicht.

[0049] Durch mehrmaliges Einfüllen von Sprayöl ins Transformatorgehäuse 1 und Ölsprayen mit erhitztem Öl in der vorgängig beschriebenen Art und Weise mit anschliessender Phase V2 kann die Temperatur der Isolationen 1.5 immer wieder auf die gewünschten Werte erhöht und eine optimale Trocknungsqualität erreicht werden. Durch mehrfache Wiederholung von Ölentleerung und Ölsprayen wird das jeweils am Boden des im Normalfall nicht komplett entleerbaren Transformatorgehäuses 1 sich ansammelnde und aus dem Aktivteil 1.1 ausgewaschene alte Imprägnieröl so weit verdünnt, dass keine negativen Eigenschaften bei der Neufüllung des Transformatorgehäuses 1 mit aufbereitetem Öl mehr vorliegen.

[0050] Bei der Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung nach Fig. 2 wird zusätzlich zu dem unter Fig.1 beschriebenen Vorgehen, das heisst nach Beendigung des Trocknungsprozesses, das das eingebauten Aktivteil 1.1 enthaltende Gehäuse 1 mit aufbereitetem Isolieröl (Imprägnieröl) gefüllt. In vorteilhafter Weise kann hierzu die Apparatur, wie insbesondere die Vakuumanlage 18, der Solvent/Ölerhitzer 4 und die Förderpumpe 8, für das Einfüllen des Imprägnieröls genutzt werden. Die Vakuumanlage 18 bleibt hierbei, wie vorgängig beschrieben, via das geöffnete Dampfabsperrenteil 20 mit dem Transformatorgehäuse 1 verbunden und hält das Aktivteil 1.1 unter Vakuum. Zusätzlich wird die Entgasungsstufe 14 über die Vakuumverbindungsleitung 4.4 und das das geöffnete Vakuumabsperrenteil 21.1 mit der Vakuumanlage 18 auf Unterdruck gehalten. Vom Imprägnieröltank 13 wird via Imprägnierölleitung 13.1 und Ölabsperrenteil 20.11 Imprägnieröl der Förderpumpe 8 zugeführt und danach via Absperrventil 20.3 zum Solvent/Ölerhitzer 4 gefördert, erwärmt und via Ölabsperrenteil 20.15 in die Ölentgasungsstufe 14 gepumpt und dort entgast. Mit der Ölförderpumpe 15 wird das entgaste Imprägnieröl via das Ölabsperrenteil 20.13, Absperrventil 20.8 und Ablauföffnung 1.4 in das unter Vakuum stehende Transformatorgehäuse 1 eingebracht bis das maximal zulässige Ölniveau gemäss Ölniveauschalter 12.2 erreicht ist.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Gehäuse, Transformatorgehäuse
1.1	Aktivteil
1.2	Gehäuseöffnungen
1.3	Abdeckflansche
1.4	Ablauföffnung
1,5	Feststoffisolationen
2	Sprayöldüsen

	3	Sprayöltank
	3.1	Sprayölaufuhrleitung
	3.2	Ölfilter
	3.3	Sprayölrückföhrleitung
5	4	Solvent/Ölerhitzer
	4.1	Solventverbindungsleitung
	4.2;4.2.1	Solventzuföhrleitungen
	4.3	Ölverbindungsleitung
	4.4	Vakuumverbindungsleitung
10	5	Solventverteilkana (Röhr)
	5.1	Solventeinspritzöffnungen
	6	Strömungskana/Venturirohr
	7	Ablaufbehälter
	7.1	Füllstandsindikator
15	8;8.1	Förderpumpen
	9	Solventvorrattank
	10	Mischdampfleitung
	11	luftgekühlter Kondensator/Abscheider
	11.1	Abscheide Prallbleche
20	11.2	Ventilator
	11.3	Heissluftleitung
	11.4	Austrittsöffnung Mischdampf
	11.5	Austrittsöffnung Solventkondensat
	11.6	Solvent/Öl Abtropfleitung
25	12	Ölniveauschalter (unten)
	12.1	Ölniveauschalter (oben)
	13	Imprägnieröltank
	13.1	Imprägnieroelleitung
	14	Ölentgasungsstufe
30	15	Ölförderpumpe
	15.1	Ölleitung
	16	Mischdampfkondensator
	17	Trennbehälter
	18	Vakuumanlage
35	19	Öltank
	20	Dampfabsperrentil
	20.1-20.10	Absperrventile
	20.11-20.17	Ölabsperrentile
	21, 21.1	Vakuumabsperrentile
40	22	Wasserablassventil
	H1, D, H2, V1, OF, OS und V2	zeitlich aufeinanderfolgende Phasen beim Trocknungsverfahren

Patentansprüche

- 45
1. Verfahren zur Trocknung eines Feststoffisolationen (1.5) enthaltenden Aktivteils (1.1) eines mit Imprägnieröl füllbaren elektrischen Gerätes, bei dem das zumindest Wasser und verunreinigtes Imprägnieröl enthaltende und in einem Gehäuse (1) des Gerätes angeordnete Aktivteil (1.1) nach Evakuieren des Gehäuses (1) aufgeheizt wird (Phasen H1, H2) und zwar durch Kondensation von Solventdampf, welcher von einem Solvent gebildet wird, das innerhalb
- 50 und/oder ausserhalb des Gehäuses (1) verdampft wird, bei dem aus einem beim Aufheizen sich bildenden Mischdampfstrom zumindest Wasser und Solvent abgeschieden werden, und bei dem nach Abschluss des Aufheizvorgangs, das aufgeheizte Aktivteil (1.1) zum Trocknen auf Unterdruck gehalten wird (Phasen V1, V2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach Abschluss des Aufheizvorgangs beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden Feststoffisolationen (1.5) des Aktivteils (1.1) durch Aufsprühen von erwärmtem Sprayöl auf die Oberflächen der Feststoffisolationen (5.1) nachgeheizt werden (Phase OS).
- 55
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sprayöl vor seinem Erwärmen unterhalb der Feststoffisolationen (1.5) ins Gehäuse (1) eingeleitet wird

(Phase OF),

dass in einem auf das Einleiten (Phase OF) des Sprayöls ins Gehäuse (1) folgenden Umwälzverfahren folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- 5 das ins Gehäuse (1) eingeleitete Sprayöl wird aus dem Gehäuse (1) abgepumpt,
 das abgepumpte Sprayöl wird ausserhalb des Gehäuses (1) erwärmt, das erwärmte Sprayöl wird ins Gehäuse
 (1) geführt und auf die Oberfläche der Feststoffisolationen (1.1) gesprüht, und
 das versprühte Sprayöl wird nach Abgabe von Wärme an die Feststoffisolationen (1.5) im Gehäuse (1) gesam-
10 melt und zum Umwälzen wieder aus dem Gehäuse (1) abgepumpt,
 und **dass** nach Beendigung des Umwälzverfahrens und Entfernen des Sprayöls aus dem Gehäuse (1) die
 nachgeheizten Feststoffisolationen (5.1) zum Trocknen weiterhin auf Unterdruck gehalten werden (Phase V2).
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden
Feststoffisolationen (1.5) durch Aufsprühen von erwärmtem Sprayöl mindestens ein zweites Mal nachgeheizt werden
15 (Phase OS).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sprayöl beim Einleiten (Phase
OS) durch den Unterdruck ins Gehäuse (1) eingesaugt wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erwärmte Sprayöl vorwiegend
 von oben und/oder von der Seite auf die Feststoffisolationen (1.5) gesprüht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Solvent ausserhalb des Ge-
häuses (1) erwärmt und in einen im Inneren des Gehäuses (1) angeordneten Strömungskanal (6) eingespritzt wird.
25 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (6) so ausgerichtet wird, dass
 eine beim Einspritzen des erwärmten Solvents sich bildende, Solventdampf enthaltende Strömung in einen zwischen
 der Innenwand des Gehäuses (1) und den Feststoffisolationen (1.5) liegenden freien Raum gerichtet ist.
- 30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Beenden des Nachheizens
 (Phase OS) zum definitiven Befüllen des Gehäuses (1) vorgesehenes Imprägnieröl ausserhalb des Gehäuses (1)
 erwärmt und entgast wird.
- 35 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, enthaltend neben dem das Aktivteil
 (1.1) aufnehmenden Gehäuse (1) auch eine mit dem Inneren des Gehäuses (1) verbundene Vakuumanlage (18),
 einen innerhalb oder ausserhalb des Gehäuses (1) angeordneten Solventdampferzeuger (5, 6) und eine ausserhalb
 des Gehäuses (1) angeordnete Kondensationsvorrichtung (16), die mit dem Inneren des Gehäuses (1) verbunden
 ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung ferner eine Ölspryanlage enthält mit einer im Inneren des
40 Gehäuses (1) vorgesehenen Spraydüsenanordnung (2) und einer Pumpe (8) zum Fördern des ausserhalb des
 Gehäuses (1) erwärmten Sprayöls in die Spraydüsenanordnung (2).
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ölspryanlage ferner eine der Kondensations-
vorrichtung (16) vorgeschaltete luftgekühlte Vorrichtung (11) zum Abscheiden von Sprayöl und/oder zum Konden-
sieren von Solventdampf aufweist.
- 45 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in der luftgekühlten Vorrichtung (11) erwärmte
 Luft an eine als Boden ausgebildete Aussenwand des Gehäuses (1) geführt ist.
- 50 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Solventdampferzeuger (5,
6) innerhalb des Gehäuses (1) angeordnet ist und einen nach Art einer Venturidüse ausgebildeten Strömungskanal
 (6) sowie einen das von aussen zugeführte, erwärmte Solvent aufnehmenden Solventverteilkana (5) aufweist mit
 Solventeinspritzöffnungen (5.1), die in den Strömungskanal (5) geführt sind.
- 55 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Solventeinspritzöffnungen (5.1) so ausgerichtet
 sind, dass eine beim Austreten aus den Öffnungen (5.1) gebildete, Solventdampf enthaltende Strömung in einen
 zwischen der Innenwand des Gehäuses (1) und den Feststoffisolationen (1.1) liegenden freien Raum gerichtet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trocknungsvorrichtung einen

das Solvent ausserhalb des Gehäuses (1) erwärmenden und mit dem Solventverdampfer (5, 6) verbindbaren Erhitzer (4) aufweist, der nach Unterbrechen der Solventzufuhr mit der Ölspryanlage verbindbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trocknungsvorrichtung eine dem Erhitzer (4) nachgeschaltete Vorrichtung (14) zum Entgasen des Imprägnieröls aufweist.

Claims

1. A method for drying an active portion (1.1) containing solid insulations (1.5) of an electrical device which can be filled with impregnating oil, wherein after evacuation of the housing (1) the active portion (1.1) containing at least water and contaminated impregnating oil and arranged in a housing (1) of the device is heated (phases H1, H2) and specifically by condensation of solvent vapour which is formed by a solvent which is vaporized inside and/or outside the housing (1), wherein at least water and solvent are separated from a mixed vapour stream formed during heating and wherein after termination of the heating process, the heated active portion (1.1) is held at negative pressure for drying (phases V1, V2), **characterized in that** the solid insulations (1.5) of the active portion (1.1) which cool down after termination of the heating process when holding at negative pressure are after-heated (phase OS) by spraying heated spray oil onto the surfaces of the solid insulations (5.1).
2. The method according to claim 1, **characterized in that** prior to its heating, the spray oil is introduced into the housing (1) underneath the solid insulations (1, 5) (phase OF), **that** in a circulation process following the introduction (phase OF) of the spray oil into the housing (1) the following process steps are executed:
 - the spray oil introduced into the housing (1) is pumped out from the housing (1),
 - the pumped-out spray oil is heated outside the housing (1),
 - the heated spray oil is guided into the housing (1) and sprayed onto the surface of the solid insulations (1.1) and after dissipating heat, the sprayed spray oil is collected on the solid insulations (1.5) in the housing (1) and pumped out from the housing (1) again for circulating,
 - and **that** after the end of the circulating process and removal of the spray oil from the housing (1), the after-heated solid insulations (5.1) are still held at negative pressure for drying (phase V2).
3. The method according to claim 2, **characterized in that** the solid insulations (1.5) which cool down during holding at negative pressure are after-heated at least a second time by spraying on heated spray oil (phase OS).
4. The method according to any one of claims 2 or 3, **characterized in that** the spray oil is sucked into the housing (1) due to the negative pressure during introduction (phase OS).
5. The method according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the heated spray oil is predominantly sprayed from above and/or from the side onto the solid insulations (1.5).
6. The method according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the solvent is heated outside the housing (1) and is sprayed into a flow channel (6) arranged inside the housing (1).
7. The method according to claim 6, **characterized in that** the flow channel (6) is adapted so that a flow containing solvent vapour formed during injection of the heated solvent is directed into a free space lying between the inner wall of the housing (1) and the solid insulations (1.5).
8. The method according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** after the end of the after-heating (phase OS) impregnating oil provided for the definitive filling of the housing (1) is heated outside the housing (1) and degassed.
9. Apparatus for carrying out the method according to any one of claims 1 to 8, containing, in addition to the housing (1) accommodating the active portion (1.1) a vacuum system (18) connected to the interior of the housing (1), a solvent vapour generator (5, 6) arranged inside or outside the housing (1) and a condensation device (16) arranged outside the housing (1), which is connected to the interior of the housing (1), **characterized in that** the apparatus further contains an oil spray system comprising a spray nozzle arrangement (2) provided inside the housing (1) and

a pump (8) for conveying the spray oil heated outside the housing (1) into the spray nozzle arrangement (2).

10. The apparatus according to claim 9, **characterized in that** the oil spray system further comprises an air-cooled apparatus (11) located upstream of the condensation device (16) for depositing spray oil and/or for condensing solvent vapour.

11. The apparatus according to claim 10, **characterized in that** the air heated in the air-cooled apparatus (11) is guided onto an outer wall of the housing (1) configured as a base.

12. The apparatus according to any one of claims 9 to 11, **characterized in that** the solvent vapour generator (5, 6) is arranged inside the housing (1) and comprises a flow channel (6) configured in the manner of a Venturi nozzle and a solvent distribution channel (5) which receives heated solvent supplied from outside with solvent injection openings (5.1) which are guided into the flow channel (5).

13. The apparatus according to claim 12, **characterized in that** the solvent injection openings (5.1) are adapted so that a flow containing solvent vapour formed during exit from the openings (5.1) is directed into a free space lying between the inner wall of the housing (1) and the solid insulations (1.1).

14. The apparatus according to any one of claims 9 to 13, **characterized in that** the drying device comprises a heater (4) which heats the solvent outside the housing (1) and which can be connected to the solvent vaporizer (5, 6), which can be connected to the oil spray system after interruption of the solvent supply.

15. The apparatus according to any one of claims 9 to 14, **characterized in that** the drying device comprises a device (14) for degassing the impregnating oil which is located downstream of the heater (4).

Revendications

1. Procédé destiné à faire sécher une partie active (1.1) contenant des isolants solides (1.5) d'un appareil électrique susceptible d'être rempli d'huile d'imprégnation, lors duquel, après l'évacuation du boîtier (1), on fait chauffer (phases H1, H2) la partie active (1.1) contenant au moins de l'eau et de l'huile d'imprégnation souillée et placée dans un boîtier (1) de l'appareil, à savoir par condensation de vapeurs de solvant, lesquelles sont générées par un solvant, que l'on fait évaporer à l'intérieur et/ou à l'extérieur du boîtier (1), lors duquel, on extrait à partir d'un flux de vapeurs mixtes se créant lors de la mise en température au moins de l'eau et du solvant et lors duquel, après l'achèvement de l'opération de mise en température, on maintient en dépression (phases V1, V2) la partie active (1.1) chauffée pour la faire sécher, **caractérisé en ce qu'on fait post-chauffer** (phase OS) par vaporisation d'huile à pulvériser chauffée sur la surface des isolants solides (5.1) les isolants solides (1.5) de la partie active (1.1) qui refroidissent lors du maintien en dépression, après l'achèvement de l'opération de mise en température.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'avant** de la chauffer, on introduit (phase OF) l'huile à pulvériser en-dessous des isolants solides (1.5) dans le boîtier (1),

en ce que lors d'un procédé de recirculation consécutif à l'introduction (phase OF) de l'huile à pulvériser dans le boîtier (1), on réalise les étapes de procédé suivantes :

on pompe hors du boîtier (1) l'huile à pulvériser introduite dans le boîtier (1),

on chauffe l'huile à pulvériser pompée à l'extérieur du boîtier (1),

on conduit l'huile à pulvériser chauffée dans le boîtier (1) et on la vaporise sur la surface des isolants solides (1.1) et

une fois qu'elle a restitué de la chaleur aux isolants solides (1.5), on collecte l'huile à pulvériser vaporisée dans le boîtier (1) et on la repompe hors du boîtier (1),

et **en ce qu'après** l'achèvement du procédé de recirculation et l'élimination de l'huile à pulvériser hors du boîtier (1), on continue de maintenir en dépression (phase V2) les isolants solides (5.1) post-chauffés, pour les faire sécher.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, par vaporisation d'huile à pulvériser, on fait post-chauffer (phase OS) au moins une deuxième fois les isolants solides (1.5) qui refroidissent lors du maintien en dépression.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** lors de l'introduction (phase OS), l'huile à pulvériser est aspirée dans le boîtier (1) sous l'effet de la dépression.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'on** vaporise l'huile à pulvériser chauffée principalement par le haut et/ou par le côté sur les isolants solides (1.5).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'on** chauffe le solvant à l'extérieur du boîtier (1) et on l'injecte dans un canal d'écoulement (6) placé à l'intérieur du boîtier (1).
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le canal d'écoulement (6) est orienté de telle sorte qu'un flux contenant des vapeurs de solvant, se créant lors de l'injection du solvant chauffé soit dirigé dans un espace libre entre la paroi intérieure du boîtier (1) et les isolants solides (1.5).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'après** l'achèvement du post-chauffage (phase OS), on chauffe et on dégaze à l'extérieur du boîtier (1) de l'huile d'imprégnation prévue pour le remplissage définitif du boîtier (1).
9. Dispositif destiné à réaliser le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, contenant, parallèlement au boîtier (1) recevant la partie active (1.1), également un système de vide (18) relié avec l'intérieur du boîtier (1), un générateur de vapeurs de solvant (5, 6) placé à l'intérieur ou à l'extérieur du boîtier (1) et un dispositif de condensation (16) placé à l'extérieur du boîtier (1) qui est relié avec l'intérieur du boîtier (1), **caractérisé en ce que** le dispositif contient par ailleurs un système pulvérisateur d'huile avec un agencement d'embout de pulvérisation (2) prévu à l'intérieur du boîtier (1) et une pompe (8) pour le transport dans l'agencement d'embout de pulvérisation (2) de l'huile à pulvériser chauffée à l'extérieur du boîtier (1).
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le système pulvérisateur d'huile comporte par ailleurs un dispositif (11) refroidi par air, monté en amont du dispositif de condensation (16) pour extraire de l'huile à pulvériser et/ou pour faire condenser des vapeurs de solvant.
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'air chauffé dans le dispositif (11) refroidi par air est guidé sur une paroi extérieure du boîtier (1) conçue en tant que fond inférieur.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** le générateur de vapeurs de solvant (5, 6) est placé à l'intérieur du boîtier (1) et comporte un canal d'écoulement (6) conçu à la manière d'un tube Venturi, ainsi qu'un canal distributeur de solvant (5) recevant le solvant chauffé amené par l'extérieur, avec des orifices injecteurs de solvant (5.1), qui sont conduits dans le canal d'écoulement (5).
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les orifices injecteurs de solvant (5.1) sont orientés de telle sorte qu'un flux contenant des vapeurs de solvant, créé à la sortie des orifices (5.1) est dirigé dans un espace libre, situé entre la paroi intérieure du boîtier (1) et les isolants solides (1.1).
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de séchage comporte un réchauffeur (4) chauffant le solvant à l'extérieur du boîtier (1) et susceptible d'être relié avec l'évaporateur de solvant (5, 6), qui après l'interruption de l'alimentation de solvant peut être relié avec le système pulvérisateur d'huile.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le dispositif de séchage comporte un dispositif (14) destiné à dégazer l'huile d'imprégnation, monté en aval du réchauffeur (4).

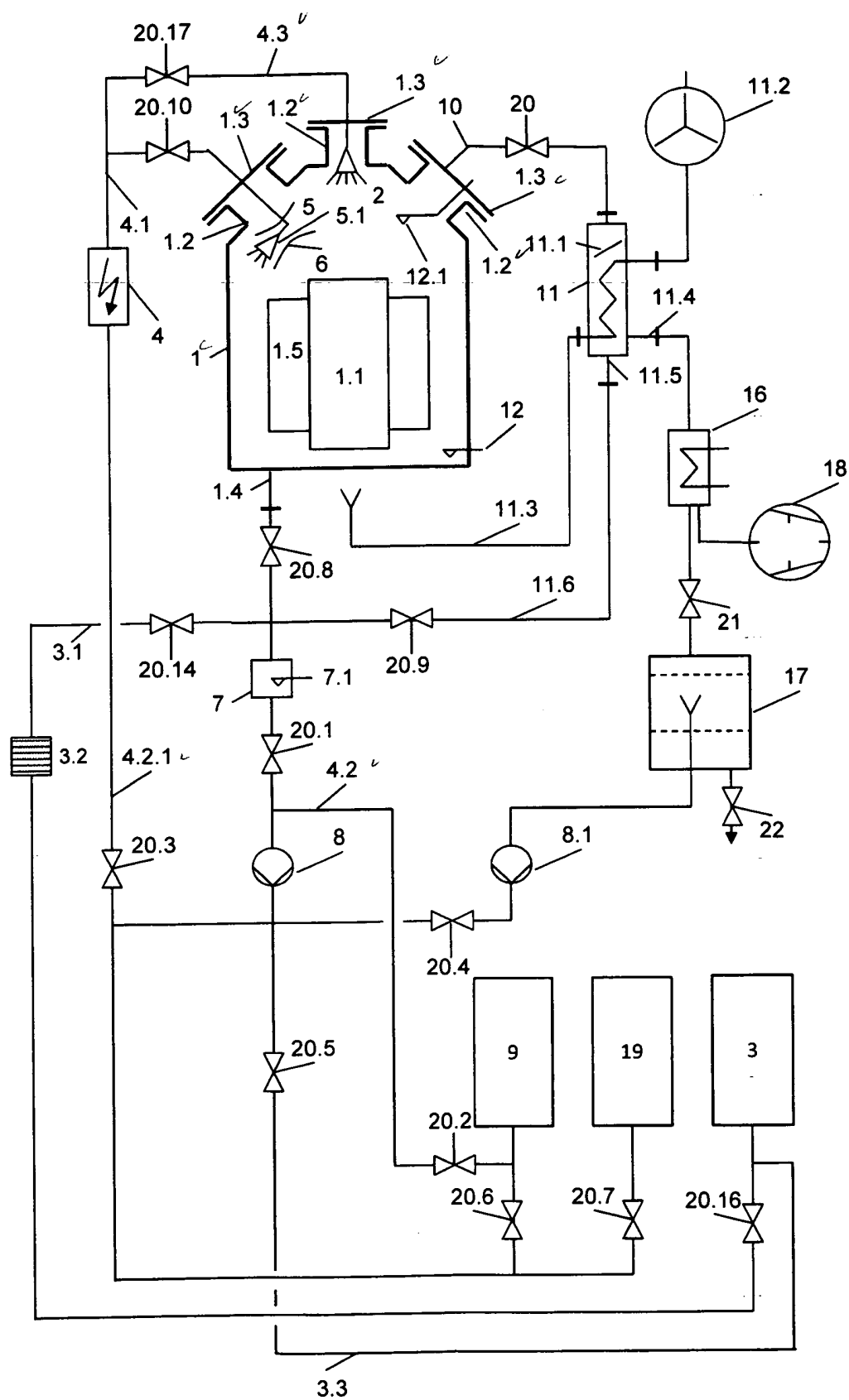


Fig. 1

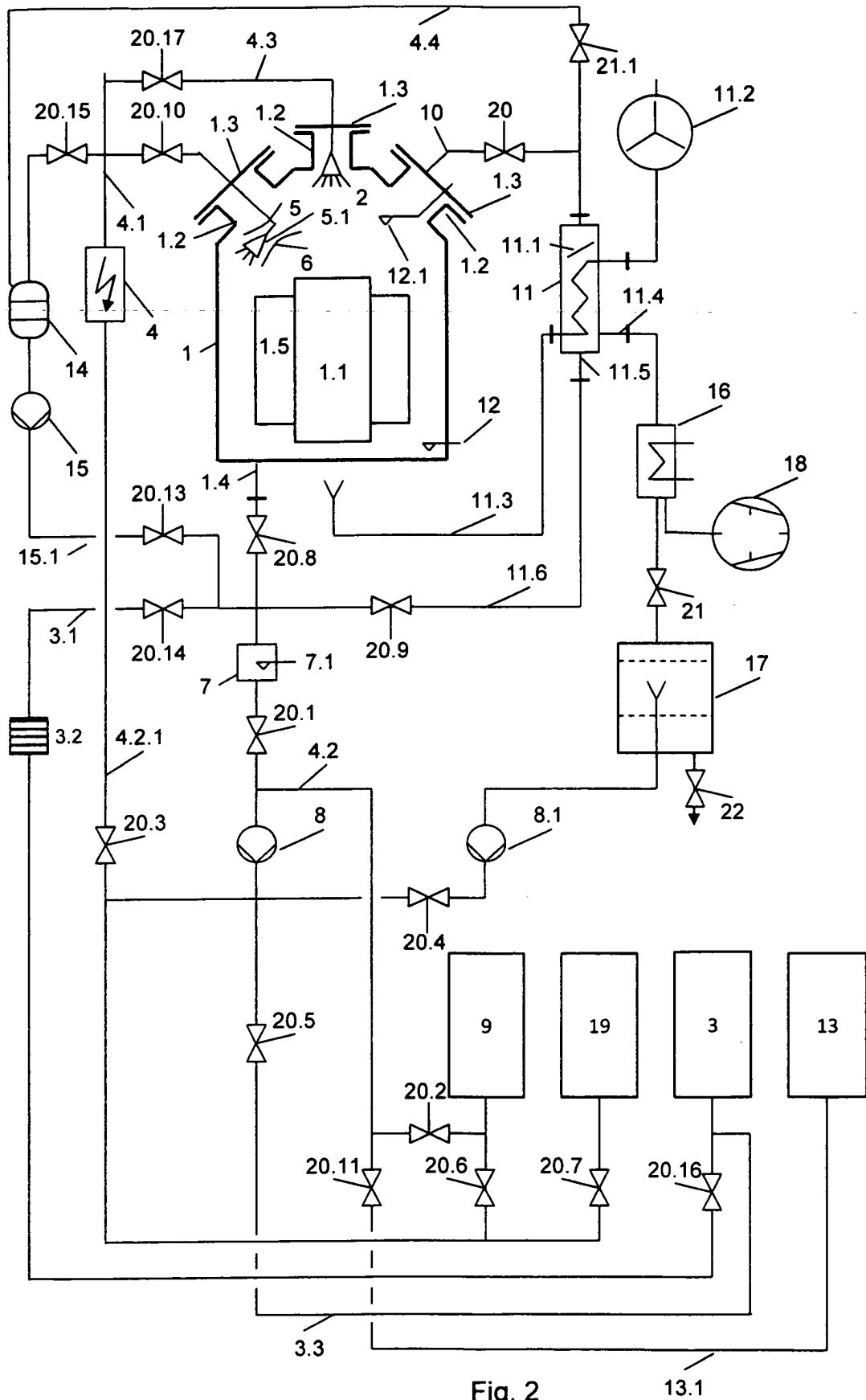


Fig. 2

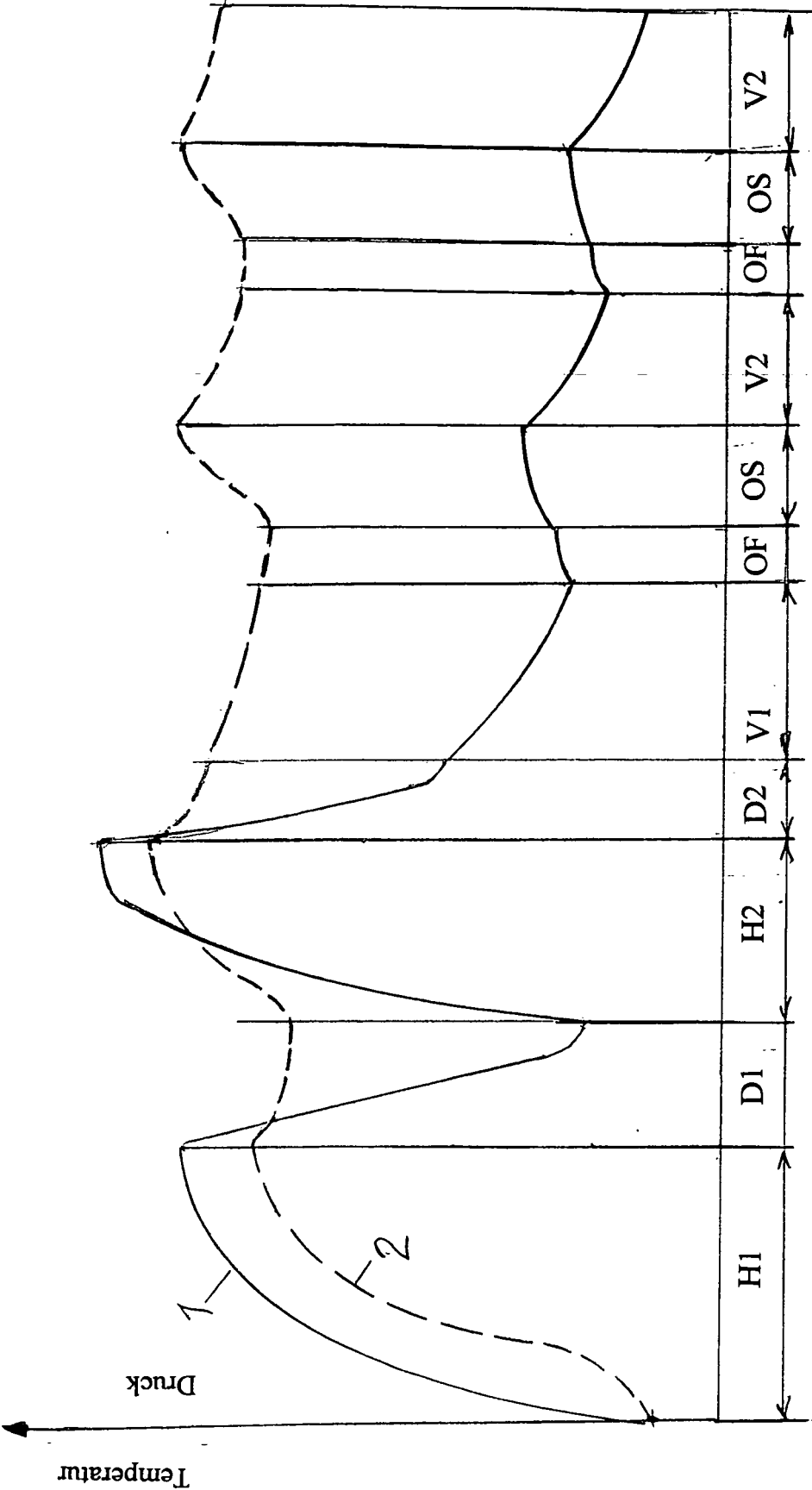


Fig.3

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 [0007]
- EP 1224021 B1 [0008]