



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**03.08.94 Patentblatt 94/31**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B08B 3/08**

②① Anmeldenummer : **91109841.6**

②② Anmeldetag : **15.06.91**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von kontaminierten Stoffen und Geräten.**

③① Priorität : **20.06.90 DE 4019598**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**27.12.91 Patentblatt 91/52**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**03.08.94 Patentblatt 94/31**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :  
**BE DE FR**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**CH-A- 670 055**  
**DE-A- 3 823 322**  
**DE-A- 3 901 986**  
**FR-A- 2 578 759**

⑦③ Patentinhaber : **ABB PATENT GmbH**  
**Kallstadter Strasse 1**  
**D-68309 Mannheim (DE)**

⑦② Erfinder : **Sanders, Gerhard**  
**Fehllang 1**  
**W-4716 Olfen (DE)**  
Erfinder : **Petzold, Werner**  
**Albroweg 16**  
**W-4600 Dortmund 13 (DE)**

⑦④ Vertreter : **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**  
**c/o ABB Patent GmbH,**  
**Postfach 10 03 51**  
**D-68128 Mannheim (DE)**

**EP 0 462 529 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In der Vergangenheit sind Transformatoren, Drosseln, Kondensatoren und dgl. mit Isolierflüssigkeiten gefüllt worden, die zwar gute Isolierungseigenschaften aufweisen und schwer entflammbar sind, dennoch für den Menschen hochgiftig sind. Es sind dies polychlorierte Biphenyle, PCB sowie solche PCB-haltige Isolierflüssigkeiten, Askarele, welche letztere Mischungen aus PCB, Trichlorbenzol und Tetrachlorbenzol sind.

Das einfache Abladen von Transformatoren, Drosseln und dgl., die derartige Flüssigkeiten enthalten, auf Deponien ist streng verboten und die Entfernung der Flüssigkeiten aus den Geräten hat nach strengen Vorschriften zu erfolgen, wobei die Flüssigkeiten in behördlich genehmigten Sonderverbrennungsanlagen verbrannt und die Feststoffe auf Sondermülldeponien abgelagert werden müssen. Die Flüssigkeiten sind über die Verbrennung ohne Restrisiko für die Umwelt beseitigt. Für die Feststoffe sucht man dagegen seit langem brauchbare Verfahren, um sie so weit von PCB zu befreien, daß sie ohne weitere Gefährdung der Umwelt in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden können. Eine Reinigung durch Spülen bietet sich an, weil es genügend Lösungsmittel gibt, die sowohl hohes Lösungsvermögen für PCB mit der Eigenschaft guter destillativer Trennbarkeit vereinigen. Die Reinigung der Feststoffe kann aber nicht lediglich durch Abspülen mit Lösungsmittel erfolgen, weil die Isolierflüssigkeit in die Poren der Feststoffe eingedrungen ist und beim Abspülen nur die Oberfläche gereinigt wird, so daß eine Tiefenreinigung nicht gegeben ist. Daß noch große Mengen an PCB-haltigen Isolierflüssigkeiten in diesen festen Isolierteilen enthalten sind, zeigt sich besonders daran, wenn die Isolierteile wieder in ein Gehäuse eingebaut und von einer nicht PCB-haltigen Austausch-Isolierflüssigkeit umspült werden. Innerhalb relativ kurzer Zeit fließt das in den Isolierteilen enthaltene PCB in die neue Isolierflüssigkeit ein, so daß schließlich die gewünschte Befreiung des elektrischen Gerätes unter festgelegte Grenzwerte nicht erreicht worden ist.

Aus der DE-OS 36 40 949 ist bekannt geworden, Isolierteile in einem Lösemittelbad mit einer bestimmten Bewegungsgeschwindigkeit und eine bestimmte Zeit lang zu bewegen, wobei eine Erwärmung auf eine bestimmte Temperatur erfolgt, die 20° C unterhalb der Siedetemperatur liegt. Zusätzlich wird eine Ultraschallbestrahlung vorgenommen mit etwa 30 kHz. Durchgeführt wird dieses Verfahren in einem Behälter mit Ultraschallköpfen an den Wänden; in den Behälter ist ein Käfig eingesetzt, der verdreht und auf- und abbewegt wird. In den Käfig sind

die PCB-verschmutzten Isolierteile etc. eingesetzt. Darüberhinaus wird ein Umlauf der Flüssigkeit dadurch erzielt, daß Düsen vorhanden sind, die Lösungsmittel zum Käfig hin ausspritzen. Das aus dem Behälter abgepumpte Lösungsmittel wird durch einen Wärmetauscher geführt und dauernd auf den PCB-Gehalt untersucht. Mit dieser bekannten Anordnung ist eine stufenweise Erhitzung des Lösungsmittels und eine stufenweise Reduzierung des PCB-Gehaltes im Lösungsmittel verbunden, die so lange andauert, bis praktisch eine PCB-Freiheit erreicht wird, bei der die Isolierteile als PCB-frei gelten.

Diese Ausführung erreicht zwar eine ausreichende Reinigung, so daß die Geräte oder die Isolierteile ohne weiteres auf Normalmülldeponien abgelagert werden können. Sie nimmt aber relativ viel Zeit in Anspruch, weil die Geräte bzw. Isolierteile so lange innerhalb des Behälters verbleiben müssen, bis sie vollständig gereinigt sind. Erst nach vollständiger Reinigung können neue Isolierteile oder Geräte eingesetzt werden.

Aus der US-PS 4 685 972 ist bekannt geworden, PCB-verschmutzte Teile mit Lösungsmittel zu durchströmen und durchspülen und das verschmutzte Lösungsmittel mit Aktivkohle zu filtern. Dies dauert 30 Tage, was aber nicht ausreicht, da es sich herausgestellt hat, daß noch in den Isolierteilen ausreichend PCB enthalten ist. Nach einer anderen in der gleichen Patentschrift angegebenen Methode wird beispielsweise ein Transformator zunächst außer Betrieb genommen und das PCB entfernt. Danach wird in den Transformator ein Lösungsmittel eingefüllt, in dem sich PCB löst. Das Problem besteht darin, daß nicht klar ist, was mit den in dem Trafo angeordneten Isolierteilen zu geschehen hat.

Aus der US-PS 4 483 717 ist bekannt geworden, PCB-haltige Flüssigkeit aus dem Transformatorgehäuse abzuziehen und mit einer nicht PCB-haltigen Flüssigkeit zu befüllen. Das Befüllen und das Ablassen erfolgt maximal drei mal. Danach wird der Transformator verschlossen und mit Dampf durchströmt, wobei der Dampf von oben nach unten durchgeleitet wird. Die Temperaturverhältnisse innerhalb des Transformators sind so, daß im unteren Bereich eine Kondensation auf den Oberflächen und in den Poren erfolgt. Nach einiger Zeit wird der Transformator auf Temperaturen oberhalb der Siedetemperatur des kondensierten Dampfes erhitzt, so daß ein Art Ausgasen erfolgt. Auch dieses Verfahren ist langwierig, da lediglich immer nur ein Transformator behandelt werden kann.

Die EP-PS 0 098 811 beschreibt ein Verfahren zur Dekontaminierung von mit PCB verunreinigten Elektromechanikvorrichtungen mit verdampftem Lösungsmittel für PCB, wobei das Gerät, die Vorrichtung und dgl. in ein Gehäuse eingesetzt ist, das mit Lösungsmitteldampf gefüllt ist. Der Druck und die Temperatur des Lösungsmitteldampfes sind so ge-

halten, daß der Dampf auf der Oberseite der Vorrichtung kondensiert. Auch hier kann das betreffende Gerät oder die Vorrichtung und dgl. nur in einem einzigen Arbeitsvorgang behandelt werden, so daß der Zeitaufwand hierfür relativ hoch ist.

Aus der DE-OS 36 15 036 ist bekannt geworden, in einen Transformator ein flüssiges Lösungsmittel für PCB einzubringen und den Transformator mit Ultraschallschwingungen zu beschallen bzw. den Transformator selbst in Ultraschallschwingungen zu versetzen; danach wird das mit PCB beladene Lösungsmittel aus dem Transformator entfernt. Auch hier besteht das Problem, daß immer nur lediglich ein einziger Transformator behandelt werden kann und daß der Zeitaufwand sehr hoch ist.

Maßnahmen, die für Transformatoren durchaus nicht unzumutbar sind, sind dann problematisch, wenn Geräte wie Drosseln oder Kondensatoren (insbesondere letztere) zu behandeln sind. Das Problem, PCB-haltige Flüssigkeiten oder PCB aus den Kondensatorisierungen herauszubekommen, ist groß, wobei der Zeitaufwand immer sehr hoch ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der eine kontinuierliche Reinigung mehrerer Geräte, Transformatoren und dgl. erfolgen kann, ohne daß eine Unterbrechung im Reinigungsverfahren erfolgen muß.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Danach werden mehrere, in bevorzugter Weise fünf, Geräte, z. B. Transformatoren nach Ablassen des Isoliermittels mit Lösungsmittel befüllt und in einer Reihe hintereinander angeordnet, wobei frisches Lösungsmittel dem ersten Gerät der Reihe zugeführt wird und dieses durchströmt; dieses aus dem ersten Gerät herausfließende Lösungsmittel, welches verunreinigt ist mit Isolierflüssigkeit, wird dem nächsten Gerät zugeführt, durchfließt dieses Gerät und wird nochmals mit Isolierflüssigkeit beladen. Das mit der Isolierflüssigkeit zweier Geräte beladene Lösungsmittel wird einem dritten Gerät zugeführt, welches ebenfalls durchströmt wird. Die Anzahl der Geräte in einer solchen Reihe ist praktisch nur durch die Lösungsfähigkeit des Isoliermittels in dem Lösungsmittel begrenzt. Nach diesem Reinigungsvorgang wird das erste Gerät oder die ersten beiden Geräte aus der Reihe der Geräte herausgenommen und stromabwärts ein oder zwei weitere Geräte hinzugefügt, so daß kontinuierlich vorne ein gereinigtes Gerät abgenommen und hinten ein ungereinigtes Gerät zu der Reihe hinzugefügt wird, wobei jedes Gerät in der Reihe einen oder entsprechend zwei Plätze nach vorn rückt.

Wenigstens das erste Gerät, d. h. also dasjenige oder diejenigen Geräte, die aus der Reihe herausgenommen werden, werden nach dem Reinigungsschritt getrocknet, während die übrigen, noch in der

Reihe verbliebenen Geräte weiterhin von Lösungsmittel durchflossen werden.

Zwecks Reinigung der Innenteile der Geräte in einem zweiten Reinigungsschritt wird das gleiche Prinzip der mehrfachen Lösungsmittelnutzung wie beim Reinigungsverfahren (erster Reinigungsschritt) der Geräte angewandt. Die einzelnen Innenteile werden in einer Art Gegenstromprinzip von einer in Strömungsrichtung stromabwärts gelegenen Stufe schrittweise immer einer weiteren stromaufwärts gelegenen Stufe zugeführt; jede der stromaufwärts gelegenen Stufen hat gegenüber der vorhergehenden, stromabwärts gelegenen Stufe ein sauberes Lösungsmittel, so daß schließlich in der stromaufwärts gelegenen ersten Stufe das reinste Lösungsmittel vorhanden ist und eine Verunreinigung durch evtl. in den in die erste Stufe eingestellten Isolierteilen enthaltendes Isoliermittel praktisch nicht mehr der Fall ist.

Eine Vorrichtung, mit der die Stufenreinigung der Isolierteile durchgeführt wird, ist Gegenstand des Anspruchs 7. Diese Vorrichtung besitzt mehrere Behälter (Kammern), welche mit einer Destillationseinrichtung zur Bereitstellung von gereinigtem Lösungsmittel verbunden sind. Das Lösungsmittel durchströmt mehrere Kammern, die mittels als Wehre dienenden Zwischenwänden oder auch durch Rohrleitungen mit Rückführsicherungen, Pumpen, Membranen oder ähnliches voneinander getrennt sind. Dadurch wird verhindert, daß Flüssigkeit aus einer in Strömungsrichtung gesehen hinten liegenden Kammer in eine davor befindliche Kammer zurückfließen kann. Nachdem die Isolierteile diese Reinigungsstufen durchlaufen haben, sind sie so weit sauber, daß sie wiederverwendet oder auf normalen Deponien abgelegt werden können.

Aus der DE-A-39 01 986 ist eine Vorrichtung zur Reinigung von Werkstücken mit einem FCK-haltigen Lösungsmittel, insbesondere von Halbleitern, bekannt, welche vornehmlich darauf gerichtet ist, den Verbrauch an FCK-Lösungsmittel zu reduzieren und so die Luftverschmutzung durch FCK-Gas zu verhindern. Zwar weist auch die bekannte Vorrichtung eine Anzahl von Behältern auf, die so miteinander strömungsmäßig verbunden sind, daß ein Rückfließen von einem Behälter in einen stromaufwärts gelegenen Behälter verhindert ist, doch zeigen die weiteren offenbarten Einzelheiten, daß diese für einen anderen Zweck vorgesehen sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel mit Transformatoren der Erfindung dargestellt ist, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigt die einzige Figur ein schematisches

Schaltbild einer Reinigungsanlage für Transformatoren.

Die Anlage, die in der Figur dargestellt ist, dient dazu, fünf in einer Reihe hintereinander angeordnete Transformatoren 10, 11, 12, 13 und 14 zu reinigen. In dem Ausführungsbeispiel nach der Zeichnung sind fünf Transformatoren dargestellt; es können natürlich auch nur drei oder mehr sein. Am Ausgang jedes Transformators 10 bis 14 schließt je eine Leitung 15, 16, 17, 18 und 19 an. Diese Leitungen 15 bis 19 sind mit einer Sammelleitung 20 verbunden, die über eine Leitung 41 mit einer Destillationseinrichtung 21 verbunden ist. Die Destillationseinrichtung 21 trennt das PCB-beladene Lösungsmittel von PCB und leitet dieses über eine Leitung 22 in einen Entsorgungsbehälter 23 ein, wo es gesammelt wird.

Am Ausgang der Destillationseinrichtung 21 schließt eine Leitung 29 an, die sich verzweigt in eine Leitung 30 und eine Leitung 31, welche letztere über Zuführleitungen 32, 33, 34, 35 und 36 mit den Transformatoren 11 bis 14 verbunden ist.

Die Destillationseinrichtung 21 versorgt über die Leitungen 29 und 30 Reinigungskammern 24, 25, 26, 27 und 28, deren Ausgang über eine Leitung 43 mit der Leitung 41 verbunden ist, wobei an der Leitung 43 eine Leitung 44 abzweigt, die in die Leitung 31 vor der Zuführleitung 32 einmündet. An den Leitungen 15, 16, 17, 18 und 19 schließen Leitungen 37, 38, 39 und 40 an, die jeweils mit dem nächsten Transformator 11, 12, 13 und 14 verbunden sind. An dem Transformator 14 ist eine Leitung 42 angeschlossen, die mit dem Transformator 10 an dessen Eingang verbunden werden kann.

Die Wirkungsweise der Anordnung ist wie folgt:

Von der Destillationseinrichtung 21 wird frisches Lösungsmittel über die Leitungen 29, 31 und 32 dem Transformator 10 zugeführt. Das frische Lösungsmittel wird im Transformator 10 mit PCB befrachtet. Dieses mit PCB befrachtete Lösungsmittel wird über die Leitung 37 dem Transformator 11 zugeführt, von wo es über die Leitung 16/38 dem Transformator 12 usw. zugeführt wird, bis es den Transformator 14 durchströmt hat und über die Leitungen 19, 20 und 41 der Destillationseinrichtung zugeführt werden kann. Damit erhält der erste Transformator 10 das sauberste Lösungsmittel und das Lösungsmittel wird durch die weiteren Transformatoren immer mehr mit PCB befrachtet, so daß aus dem Transformator 14 Lösungsmittel mit der höchsten PCB-Konzentration oder PCB-Befrachtung austritt.

Sobald der Transformator 10 ausreichend gereinigt ist, wird dieser abgeklemmt und ein von PCB entleerter, mit Lösungsmittel gefüllter Transformator tritt an seine Stelle bzw. wird an seiner Stelle angeschlossen. Damit erhält dieser Transformator wieder die Bezugsziffer 10. Die Reihenfolge der Reinigung beginnt dann mit dem Transformator 11, so daß über die Leitung 29, 31 und 33 dem Transformator 11 das saube-

re Lösungsmittel zugeführt wird. Aus dem Transformator 14 fließt dann das mit PCB aus den Transformatoren 11, 12, 13 und 14 befrachtete, PCB-haltige Lösungsmittel über die Leitung 42 in den Transformator 10 und von dort über die Sammelleitung 20 in die Destillationseinrichtung 21. Wenn der Transformator 11 sauber ist, dann tritt ein weiterer, von PCB entleerter Transformator an die Stelle des Transformators 11, und das saubere Lösungsmittel wird nunmehr dem Transformator 12 zugeführt. Nach Durchströmen der Transformatoren 12, 13, 14 und 10 wird der Transformator 11 mit dem durch die anderen Transformatoren befrachteten Lösungsmittel durchströmt und über die Leitung 16 fließt das PCB-haltige Lösungsmittel zur Sammelleitung 20 und von dort in die Destillationseinrichtung 21.

Ähnlich erfolgt der Ablauf, wenn die gereinigten Transformatoren 12, 13, 14 usw. jeweils an die erste Stelle der Behandlungsreihe gerückt sind.

Nachdem der jeweils abgeklemmte Transformator getrocknet worden ist, wird er in seine Bestandteile, wie Kupferspulen, Blechpaket und Anschlüsse usw. zerlegt, welche Komponenten entweder einer zweiten Spülbehandlung mit gleichem Lösungsmittel und/oder einer Ultraschallbehandlung unterzogen werden.

Für die Spülbehandlung werden die Teile in geeigneter Weise in geschlossene Behälter gelegt, die mit Ein- und Auslässen für den Anschluß an das Lösungsmittel versehen sind. Die Behälter können nun entweder allein an einer weiteren Abzweigung der Leitung 31 (nicht gezeigt) oder an die erste Stelle der Spülreihe für Transformatoren angeschlossen, d. h. anstelle des Transformators 10 angeschlossen oder mit mehreren Behältern zu einer eigenen Reinigungskette verbunden werden, die der Reinigungskette der Transformatoren 10 bis 14 entspricht.

Die vorgereinigten Teile, insbesondere die festen Isolierteile, sind aus den Transformatoren 10 bis 14 oder zumindest zunächst aus dem Transformator 10 herausgenommen worden. Diese Teile werden in Kammern 24, 25, 26, 27 und 28 eingesetzt. Diese Kammern sind durch Wände (ohne Bezugsziffern) voneinander getrennt und so miteinander verbunden, daß aus den stromabwärts gelegenen Kammern keine Flüssigkeit in die jeweilige benachbarte, stromaufwärts gelegene Kammer zurückfließen kann. Das kann z. B. so erreicht werden, daß die Zwischenwände in Richtung des Lösungsmittelstromes als Wehre ausgebildet sind, wobei - in Strömungsrichtung gesehen - jeweils die stromabgelegene nächste Zwischenwand etwas niedriger als die vorhergehende Zwischenwand ausgebildet ist. Der gleiche Effekt kann jedoch auch mit Rohrleitungen, in die entsprechende Rückflußsicherungen oder Membranen eingebaut sind, erreicht werden.

Die aus dem Transformator ausgebauten Innenteile aus festen Stoffen und elektrisch isolierendem

Material werden in die Kammern 24 bis 28, die eine Ultraschallbestrahlungseinrichtung (nicht gezeigt) enthalten, entgegen der Lösungsmittelströmungsrichtung zunächst in die Kammer 28, nach einer gewissen Zeit von dort in die Kammer 27, in die Kammer 26, in die Kammer 25 sowie in die Kammer 24 eingelegt. In jeder dieser Kammern werden die Teile eine bestimmte Zeit mit Ultraschall beaufschlagt. Sie werden insbesondere von fünf Seiten beschallt, so daß der größtmögliche Reinigungseffekt gewährleistet ist. Aus der Destillationseinrichtung 21 fließt Lösungsmittel über die Leitung 29 und die Leitung 30 der Kammer 24 zu; es durchläuft die Kammern 24 bis 28 in dieser Reihenfolge und gelangt von dort über die Leitungen 43, 41 in die Destillationseinrichtung.

In manchen Fällen ist es nicht erforderlich, das Lösungsmittel aufgrund der am Ende der Reinigung in den Kammern 24 bis 28 erreichten Konzentrationsgrades an PCB schon zu destillieren. Insbesondere bei sehr sauber vorgereinigten Teilen oder bei langen Ultraschallbehandlungszeiten ist die PCB-Befrachtung des Lösungsmittels relativ gering, so daß es einer Destillierung bzw. Aufarbeitung nicht bedarf. Da die Aufbereitung mittels Destillation viel Energie verbraucht, wird dann das wenig mit PCB belastete Lösungsmittel über die Leitung 44 der Leitung 31 und von da in die Transformatoren 10 bis 14 in der entsprechenden Reihenfolge geleitet, wodurch ein energiesparendes Verfahren erreicht wird, so daß anstatt zehn Destillierungsvorgänge lediglich ein Destillierungsvorgang notwendig wird.

Die Behandlung wird dadurch verbessert, daß das Lösungsmittel zur Ultraschallbehandlung sowie zum Spülen bis etwa unterhalb seiner Siedetemperatur aufgeheizt und mit dieser Temperatur verwendet wird, wie dies auch aus der DE-PS 36 40 949 bekannt ist.

Mit anderen Worten: Jeder neue Transformator wird an das Ende einer Vorreinigungskette angeschlossen und rückt innerhalb dieser Reinigungskette immer weiter vor. Nachdem der betreffende Transformator eine gewisse Zeit an der ersten Stelle gespült worden ist, kann er aus der Reinigungskette herausgenommen werden. Die Reinigungskette zeichnet sich dadurch aus, daß dem ersten Transformator 10 am Anfang dieser Kette oder Reihe sauberes Lösungsmittel zugeführt wird, das die verschiedenen Transformatoren der Kette oder Reihe durchläuft und dabei immer mehr mit dem zu entfernenden Schadstoff befrachtet wird. Dadurch wird für die gesamte Kette nur einmal die Destillation zur Lösungsmittelrückgewinnung benötigt, elektrische Energie für die Ultraschallschwingungserzeugungen eingespart und darüberhinaus auch eine Zerstörung von empfindlichen festen Isolierstoffen durch Ultraschall verringert.

Nach Abklemmen des Transformators 10 wird dieser getrocknet und er kann in seine Bestandteile

Kupferspule, Kernbleche und Gefäß zerlegt werden. Diese Zerlegung ist für die Verkürzung der in den Kammer durchgeführten Ultraschallreinigung von Bedeutung; durch dieses Vorgehen wird auch gewährleistet, daß bei der Demontage keine PCB-Spritzer Haut, Kleidung oder Boden gefährden. Das ist jedoch nur unter sehr großen Sicherheitsvorkehrungen zulässig, was zu großen Belastungen des Bedienungspersonals bei der Demontearbeit führt.

Durch das Gegenstromprinzip in der Einrichtung mit den Kammern 24 bis 28 wird ebenfalls erhebliche Destillationsleistung eingespart. Die einzelnen Behandlungseinheiten sind dabei so aufgebaut, daß entsprechende Dämpfe getrennt abgesaugt werden können. Sie belasten die Hallenluft, in der sich die Anlage befindet, nicht und vermeiden hohen Aufwand für die Erneuerung der Luft an den Arbeitsplätzen.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Transformatoren 10 bis 14 unter leichtem Überdruck durch Inertgas zu setzen.

In den einzelnen Leitungen befinden sich nicht bezifferte ansteuerbare Ventile, die so angesteuert werden können, daß eine gewünschte Lösungsmittelströmung durch die Geräte, Kammern und Leitungen erzeugt wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Stoffen und/oder Geräten, die mit PCB oder Askarelen oder dergleichen kontaminiert sind, z. B. mit diesen als Isoliermittel dienenden Flüssigkeiten gefüllte elektrische Geräte, insbesondere Transformatoren, wobei nach Entfernen der Flüssigkeit, z. B. durch Ablassen, Lösungsmittel für die Flüssigkeit zugeführt wird und die Stoffe und/oder Geräte mittels Ultraschall beaufschlagt werden, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere hintereinander angeordnete Stoffe und/oder Geräte vom Lösungsmittel in einer ersten Richtung durchströmt werden, wobei nach einem Startbeginn im stationären Dauerbetrieb das Lösungsmittel im stromauf gelegenen ersten Stoff oder Gerät mit der geringsten Menge an Isolierflüssigkeit beladen wird, daß im stromab gelegenen letzten Stoff oder Gerät das Lösungsmittel aufgrund der vorher durchströmten Geräte oder Stoffe mit der höchsten Menge an Isolierflüssigkeit beladen wird und daß nach dem Reinigungsvorgang wenigstens das erste Gerät oder der erste Stoff aus der Reihe herausgenommen wird und wenigstens ein weiterer Stoff oder ein weiteres Gerät stromab in die Reihe eingefügt wird, so daß das vorherige zweite Gerät oder der Stoff nunmehr zum ersten Stoff oder Gerät in der Reihe wird, und so weiter.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch kenn-

zeichnet, daß wenigstens das erste Gerät nach dem Reinigungsschritt getrocknet wird, während das dritte und die weiteren Geräte weiterhin vom Lösungsmittel durchflossen werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenteile der Geräte zusätzlich in einer weiteren Reinigungsvorrichtung gereinigt werden.
4. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, oder nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Gerät herausgenommenen Innenteile, insbesondere Isolierteile aus Feststoff in einer mit mehreren Stufen versehenen Reinigungseinrichtung eingesetzt werden, daß die Reinigungseinrichtung von dem Lösungsmittel in einer Strömungsrichtung durchflossen wird, wogegen die zu reinigenden Innenteile die Stufen entgegen der Strömungsrichtung durchlaufen, so das jedes Teil am Ende seiner Reinigung in die Stufe eingesetzt ist und darin einige Zeit verbleibt, der frisches Lösungsmittel zugeführt wird, daß nach dieser Zeit dieses in der ersten Stufe gereinigte Teil herausgenommen, daß das in der zweiten Stufe befindliche in die erste Stufe umgesetzt und so weiter wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Reihe herausgenommene Gerät oder die aus der Reihe herausgenommenen Geräte mit Luft, die das bzw. die Geräte nacheinander in Lösungsmittel Strömungsrichtung durchströmt, gespült wird bzw. werden.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß evtl. in den Geräten entstehende Lösungsmitteldämpfe abgesaugt werden.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, mit mehreren Behältern (24 bis 28), die mit einer Destillationseinrichtung (21) verbunden sind, welche gereinigtes Lösungsmittel bereitstellt, daß die Behälter derart miteinander verbunden sind, daß aus einem stromabwärts gelegenen Behälter (28) keine Flüssigkeit in die stromaufwärts gelegenen Behälter (24 bis 27) zurückfließt und daß der in Strömungsrichtung an letzter Stelle gelegene Behälter (28) mit der Destillationseinrichtung (21) verbunden ist, welcher das verunreinigte Lösungsmittel zuströmt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das frisch zufließen-

de Lösungsmittel auf eine maximal mögliche Temperatur unterhalb des Siedepunktes erwärmt wird.

- 5 9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 6, 8, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich in jeder Reinigungsstufe eine Ultraschallbehandlung erfolgt.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das mit PCB befrachtete Lösungsmittel nach Durchfließen der Geräte bzw. der Kammern in einer Destillationseinrichtung aufbereitet wird.

## Claims

- 20 1. Method of cleaning substances and/or appliances which are contaminated with PCBs or askarels or the like, for example electrical appliances filled with these liquids which serve as insulants, in particular transformers, in which method, after removing the liquid, for example by draining, solvent for the liquid is fed in and the substances and/or appliances are exposed to ultrasound, characterized in that a plurality of substances and/or appliances disposed one behind the other have solvent flowing through them in a first direction and, after start-up, the solvent is loaded in steady-state continuous operation with the smallest amount of insulating liquid in the substance or appliance situated upstream, in that, because of the appliances or substances which it has previously flowed through, the solvent is loaded with the highest amount of insulating liquid in the last substance or appliance situated downstream, and in that, after the cleaning operation, at least the first appliance or the first substance is removed from the series and at least one further substance or one further appliance is inserted downstream in series so that the previous second appliance or the substance now becomes the first substance or appliance in the series, and so on.
- 25 2. Method according to Claim 1, characterized in that at least the first appliance is dried after the cleaning step, while the third and the further appliances continue to have solvent flowing through them.
- 30 3. Method according to one of Claims 1 or 2, characterized in that the internal parts of the appliance are additionally purified in a further cleaning apparatus.
- 35 4. Method according to the preamble of Claim 1 or
- 40
- 45
- 50
- 55

- according to one of the preceding claims, characterized in that internal parts, in particular insulating parts made of solid, removed from the appliance are inserted in a cleaning device provided with a plurality of stages, in that the cleaning device has solvent flowing through it in one flow direction, whereas the internal parts to be cleaned pass through the stages in opposition to the flow direction so that each part is inserted in the stage to which fresh solvent is fed at the end of this cleaning and remains for some time therein, in that, after said time, said part cleaned in the first stage is removed and in that the part situated in the second stage is converted into the first stage and so on.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the appliance or appliances removed from the series is or are flushed with air which flows through the appliance or appliances one after the other in the solvent flow direction.
6. Method according to one of the preceding claims, characterized in that any solvent vapours produced in the appliances are sucked off.
7. Apparatus for carrying out the method according to Claim 4, comprising a plurality of containers (24 to 28) which are connected to a distillation device (21) which provides cleaned solvent, in that the containers are connected together in such a way that no liquid flows back into the containers (24 to 27) situated upstream from a container (28) situated downstream, and in that the container (28) situated in the last position in the flow direction is connected to the distillation device (21) to which the contaminated solvent is fed.
8. Method according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the solvent freshly flowing in is heated to a maximum possible temperature below the boiling point.
9. Method according to one or more of the preceding Claims 1 to 6 and 8, characterized in that an ultrasonic treatment is additionally carried out in every cleaning stage.
10. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the solvent loaded with PCBs is treated in a distillation device after flowing through the appliances or chambers.
- Revendications**
1. Procédé pour nettoyer des matériaux et/ou des appareils contaminés par du PCB ou des askarè-
- les, par exemple des appareils électriques remplis de ces produits faisant office de liquide isolant, en particulier de transformateurs, du solvant pour le liquide isolant étant introduit dans l'appareil après vidange de celui-ci et les matériaux et/ou appareils étant soumis à des ultrasons, caractérisé par le fait que plusieurs matériaux et/ou appareils disposés les uns à la suite des autres sont parcourus par le solvant dans une première direction, après un démarrage en fonctionnement continu stationnaire, le solvant étant chargé avec la plus faible quantité de liquide isolant dans le premier matériau ou le premier appareil situé en amont, par le fait que dans le dernier matériau ou appareil situé en aval, suite à la circulation dans les appareils ou les matériaux précédents, le solvant est chargé avec la plus forte quantité de liquide isolant et par le fait qu'après le processus de nettoyage, au moins le premier appareil ou le premier matériau est retiré de la série et au moins un autre matériau ou un autre appareil est placé en aval dans la série, de telle sorte que l'appareil ou le matériau qui se trouvait précédemment en deuxième position devient désormais le premier dans la série et ainsi de suite.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'après l'étape de nettoyage, le premier appareil au moins est séché, tandis que le troisième appareil et les appareils suivants continuent à être parcourus par le solvant.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les éléments intérieurs des appareils sont soumis à un nettoyage supplémentaire dans un autre dispositif de nettoyage.
4. Procédé selon le préambule de la revendication 1 ou selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les éléments intérieurs retirés de l'appareil, en particulier les éléments isolants solides, sont placés dans un dispositif de nettoyage comportant plusieurs étages, par le fait que le dispositif de nettoyage est parcouru par le solvant dans une direction, tandis que les éléments intérieurs à nettoyer passent d'une étape à l'autre dans la direction opposée à la direction d'écoulement, de telle sorte que chaque élément à la fin de son nettoyage se trouve et reste un certain temps dans l'étage qui est alimenté en solvant frais, par le fait qu'après ce temps, l'élément nettoyé dans le premier étage est sorti, par le fait que l'élément qui se trouve dans le deuxième étage est amené dans le premier étage et ainsi de suite.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'appareil retiré de la série ou les appareils retirés de la série sont balayés par de l'air qui circule à travers le ou successivement à travers les appareils dans la direction d'écoulement du solvant. 5
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on évacue éventuellement par pompage les vapeurs de solvant qui se forment à l'intérieur des appareils. 10
7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 4, comportant plusieurs cuves (24) à (28) qui sont connectées à un dispositif de distillation (21) pour la préparation de solvant épuré, par le fait que les cuves sont reliées entre elles de telle sorte que du liquide contenu dans une cuve (28) située en aval ne puisse pas refluer dans la cuve (24) à (27) située en amont et par le fait que la cuve (28) située en dernière position, vu dans la direction d'écoulement, est reliée au dispositif de distillation (21) et reçoit le solvant chargé en impuretés. 15  
20  
25
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le solvant frais entrant est réchauffé à une température qui au maximum est légèrement inférieure au point d'ébullition. 30
9. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes 1 à 6, 8, caractérisé par le fait qu'un traitement par ultrasons est opéré en plus dans chaque étage de nettoyage. 35
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le solvant chargé en PCB, après avoir traversé les appareils ou les chambres, est traité dans une installation de distillation. 40

45

50

55



