



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.10.2002 Patentblatt 2002/41

(51) Int Cl.7: **F26B 21/14**

(21) Anmeldenummer: **01810345.7**

(22) Anmeldetag: **06.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **MICAFIL AG**
8048 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Gmeiner, Paul**
8966 Oberwil-Lieli (CH)
• **Nielsen, Steen Frydenlund**
8047 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(54) **Verfahren zum Trocknen von Feststoffisolationen eines elektrischen Gerätes**

(57) Das Verfahren dient der Trocknung von Feststoffisolationen eines elektrischen Gerätes durch die vom Dampf eines Solvents abgegebene Kondensationswärme. Beim Kondensieren des Solventdampfes an den Feststoffisolationen wird ein Solvent und Wasser enthaltendes Dampfgemisch gebildet. Dieses Dampfgemisch wird mit einer geregelten Durchflussrate aus einem evakuierten Autoklaven in einen ausserhalb des Autoklaven angeordneten Kondensator geführt und kondensiert.

Um den Energiebedarf dieses Verfahrensd klein zu halten, werden folgende Verfahrensschritte ausgeführt:

- die pro Zeiteinheit im Kondensat anfallenden Mengen an Solvent und Wasser ($\Delta m_{H_2O}/\Delta t$) und/oder die pro Zeiteinheit anfallende Menge an Solvent

und der Partialdruck (p_{H_2O}) des Wasserdampfs im Autoklaven werden gemessen,

- aus den gemessenen Werten der pro Zeiteinheit anfallenden Wassermenge und/oder des Wasserdampf-Partialdrucks und einem prozessspezifischen Bewertungsfaktor wird fortlaufend eine Solvent-Sollwertkurve (solventcontrol) gebildet,
- die gemessenen Werte der pro Zeiteinheit anfallenden Solventmenge werden fortlaufend mit zeitlich zugeordneten Werten der Solvent-Sollwertkurve verglichen, und
- es wird ein Steuersignal zur Betätigung eines Elementes zur Regelung der Durchflussrate des Dampfgemisches abgegeben, wenn die verglichenen Werte voneinander abweichen.

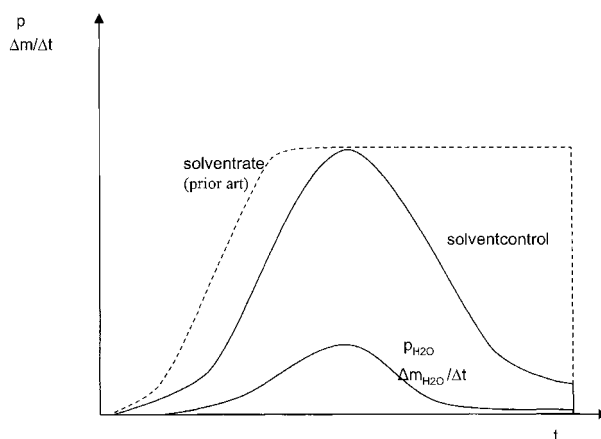


Fig. 2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Verfahren zum Trocknen der Feststoffisolationen eines elektrischen Gerätes nach dem gemeinsamen Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 3.

[0002] Bei einem solchen Verfahren wird die Kondensationswärme eines in einem Verdampfer erzeugten Solventdampfs zum raschen und schonenden Aufheizen der Feststoffisolationen des in einem auf Unterdruck gehaltenen Autoklaven befindlichen elektrischen Gerätes ausgenutzt. Beim Aufheizen aus den Feststoffisolationen tretendes Wasser wird in einem Solvent-Wasser-Dampfgemisch einer Kondensations- und Trennvorrichtung zugeführt, in der das Dampfgemisch kondensiert und aus dem hierbei gebildeten Solvent-Wasser-Kondensat Wasser ausgeschieden wird.

[0003] Gegebenenfalls in den Feststoffisolationen vorhandenes Isolieröl wird durch das kondensierte Solvent aus den Feststoffisolationen herausgelöst. Die hierbei gebildete Solvent-Isolieröl-Lösung wird am Boden des Autoklaven gesammelt. Durch nachfolgende Destillation wird das Solvent aus dieser Lösung entfernt und das zurückbleibende Isolieröl aus der Vorrichtung entfernt.

STAND DER TECHNIK

[0004] Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist von P. K. Gmeiner in der Firmenschrift der Fa. Micafil Vakuumtechnik AG, Zürich, MTV/E 02923000/22 "Modern vapour drying processes and plants", insbesondere S.5, beschrieben. Bei diesem Verfahren wird ein beim Aufheizen von Feststoffisolationen in einem evakuierten Autoklaven gebildetes Solvent-Wasser-Dampfgemisch ausserhalb des Autoklaven kondensiert. Die aus dem Autoklaven pro Zeiteinheit entfernte Menge an Dampfgemisch wird mit Hilfe eines zwischen dem Autoklaven und einem Kondensator angeordneten Regelventils konstant gehalten. Es können so der Partialdruck des Wassers und damit auch das Fortschreiten des Trocknungsvorganges beurteilt werden.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, den Energiebedarf des eingangs genannten Verfahrens mit einfachen Mitteln zu reduzieren.

[0006] Beim erfindungsgemässen Verfahren werden folgende Verfahrensschritte ausgeführt:

- die pro Zeiteinheit im Kondensat anfallenden Mengen an Solvent und Wasser und/oder die pro Zeiteinheit anfallende Menge an Solvent und der Partialdruck des Wasserdampfs im Autoklaven werden

gemessen,

- aus den gemessenen Werten der pro Zeiteinheit anfallenden Wassermenge und/oder des Wasserdampf-Partialdrucks und einem prozessspezifischen Bewertungsfaktor wird fortlaufend eine Solvent-Sollwertkurve gebildet,
- die gemessenen Werte der pro Zeiteinheit anfallenden Solventmenge werden fortlaufend mit zeitlich zugeordneten Werten der Solvent-Sollwertkurve verglichen, und
- es wird ein Steuersignal zur Betätigung eines Elementes zur Regelung der Durchflussrate des Dampfgemisches abgegeben, wenn die verglichenen Werte voneinander abweichen.

[0007] Hierdurch wird erreicht, dass bei dem aus dem Autoklaven geführten Dampfgemisch während des grössten Teils der Aufheizphase das Verhältnis Wasserdampf zu Solventdampf durch den prozessspezifischen Bewertungsfaktor vorbestimmt und im allgemeinen weitgehend konstant ist. Es wird so eine relativ geringe Menge an Dampfgemisch aus dem Autoklaven geführt. Im Kondensator geht daher wenig Energie verloren. Dementsprechend wenig Energie wird zur Erzeugung des Dampfgemisches benötigt.

[0008] Es empfiehlt sich, die pro Zeiteinheit anfallende Menge an Wasser mit einem Niveausensor oder einen Durchflussmesser zu messen, da die so ermittelten Werte eine gute Genauigkeit aufweisen und das Verfahren dann sehr exakt gesteuert werden kann.

[0009] Werden geringere Anforderungen an die Genauigkeit gestellt, so reicht es im allgemeinen aus, wenn anstelle der zeitlich anfallenden Wassermenge der im Autoklaven herrschende Wasserdampf-Partialdruck gemessen wird. Ein Durchflussmessgerät für Wasser kann dann entfallen.

[0010] Besonders hohe Redundanz wird erreicht, wenn sowohl die Wassermenge und der Wasserdampf-Partialdruck gemessen werden.

[0011] Der prozessspezifische Bewertungsfaktor wird im allgemeinen vor Beginn des Trocknungsprozesses aus empirisch ermittelten Daten gebildet und in einer Steuer- und Regelvorrichtung gespeichert. Es ist so mit einfachen Mitteln ein Soll-Ist-Vergleich mit ausreichend guter Genauigkeit möglich.

[0012] Wird die Abflussrate des Dampfgemisches indirekt durch Änderung der Kühlung des Kondensators geregelt, so kann ein Dampfregeventil zwischen dem Autoklaven und dem Kondensator entfallen. Der Kondensator kann dann im allgemeinen sogar ohne zusätzliche Montagemittel direkt am Autoklaven angesetzt werden.

[0013] In bevorzugt einfachen Ausführungsformen wird die Kühlung des Kondensators verändert durch Regelung der Durchflussmenge von durch den Kondensator geführtem Inertgas oder durch Regelung der Durchflussmenge von Kühlwasser.

[0014] Zusätzlich Energie wird eingespart, wenn das

im Kondensat anfallende Solvent über einen im Autoklaven angeordneten Wärmerückuperator zu einem Verdampfer rückgeführt wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt, und zwar zeigt:

Fig.1 ein Prinzipschema einer Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung nach der Erfindung mit einem zu trocknende Feststoffisolationen aufnehmenden Autoklaven, aus dem beim Aufheizen der Feststoffisolationen ein Solvent-Wasser-Dampfgemisch ausgeleitet wird, und

Fig.2 ein Diagramm, in dem in Funktion der Zeit der Verlauf einiger für den Betrieb der Vorrichtung nach Fig.1 typischer Parameter dargestellt ist.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0016] Bei der in der Figur dargestellten Trocknungsvorrichtung bezeichnet 10 einen heiz- und evakuierbaren Autoklaven, in dem ein Verdampfer 20 für ein Solvent und ein Wärmerückuperator 30 angeordnet sind. Im Autoklav 10 befindet sich ferner ein zu trocknendes Objekt, beispielsweise ein hygroskopische Feststoffisolationen aufweisendes elektrisches Gerät 40, etwa ein Transformator. Der Wärmerückuperator ist über eine Rohrleitung 51 mit einem Kondensator 50 verbunden. Über eine Rohrleitung 81 ist er mit einer Solvent aus einem Trenngefäß 70 abführenden Solvent-Förderpumpe 80 verbindbar.

[0017] Der Wärmerückuperator 30 ist vertikal ausgerichtet und weist eine vorwiegend parallel zu einer Autoklaven-Seitenwand 11 erstreckte und als Leitelement wirkende Begrenzungswand 31 auf. Diese Wand begrenzt zusammen mit der Autoklaven-Seitenwand 11 einen schachtartig ausgeführten Raum 32, der über eine im Bereich des Autoklavenbodens 1 befindliche Öffnung 33 mit dem den Verdampfer 20 enthaltenden Innenraum des Autoklaven verbunden ist. Die Öffnung 33 ist schlitzförmig ausgebildet und erstreckt sich vorwiegend horizontal über die durch die Seitenwand 11 bestimmte Tiefe des Autoklaven 10. An seinem oberen Ende mündet der Raum 32 in die Rohrleitung 51, die vakuumfest durch die Autoklaven-Seitenwand 11 nach aussen geführt ist. Der Raum 32 ist in zwei vertikal übereinander angeordnete und jeweils eine Wärmeaustauschsstrecke 34 bzw. 35 für ein wärmeaufnehmendes Medium enthaltende Teilräume unterteilt. Der die Strecke 34 enthaltende Teilraum ist einer ersten Stufe 36 und der die Strecke 35 enthaltende Teilraum einer zweiten Stufe 37 des Wärmerückuperators zugeordnet. Das untere Ende der Strecke 34 bzw. 35 wirkt mit der vakuumfest durch die Wand 11 geführten Rohrleitung 81 bzw.

einer ebenfalls vakuumfest durch die Wand 11 geführten Rohrleitung 12 zusammen, wohingegen das obere Ende der Strecke 34 in das in den Raum 32 geführte Ende der Rohrleitung 12 und das obere Ende der Strecke 35 in eine zum Verdampfer 20 führende Rohrleitung 21 einmündet. Die Strecken 34 und 35 können beispielsweise als Rohrabschnitte ausgeführt sein. Die Rohrleitung 21 kann- wie gestrichelt angegeben ist - gegebenenfalls vakuumfest durch die Autoklavenwand zu einem externen Verdampfer 22 geführt sein. Dieser externe Verdampfer ist über ein Ventil 23 mit dem Autoklaven 10 verbindbar.

[0018] Der Kondensator 50 ist mit dem Trenngefäß 70 über ein Durchflussmessgerät 54 verbunden. Über ein Ventil 53 ist der Kondensator 50 ferner mit einer Vakuumanlage 60 verbindbar. Der Kondensator 50 kann ferner über ein Inertgasregelventil 61 mit der Vakuumanlage 60 verbunden werden. In dieser Verbindung befindet sich zwischen einem Abgang vom Kondensator 50 - bzw. einem Abgang von der Verbindung zwischen Kondensator 50 und Trenngefäß 70 - und dem Regelventil 61 ein mit einer Inertgasquelle, wie insbesondere Luft oder Stickstoff, verbundenes Einlassventil 62. In einer Kühlwasserzufuhr des Kondensators 50 ist ein Kühlwasserregelventil 52 angeordnet.

[0019] Die Ausgangssignale des Durchflussmessgerätes 54 und eines am Trenngefäß 70 vorgesehenen Niveausensors 71 werden einer Steuer- und Regelvorrichtung 90 zugeführt. Die Steuer- und Regelvorrichtung verarbeitet diese Signale und bildet Steuersignale für die Ventile 52, 61 und 62.

[0020] Im Trenngefäß 70 ist ein Auslauf vorgesehen, welcher über die Förderpumpe 80 mit einem Solvent-Vorratsgefäß 82 oder wahlweise mit der Rohrleitung 81 verbindbar ist. Die Verbindung zum Solvent-Vorratsgefäß 82 kann über ein Ventil 83 und diejenige zur Rohrleitung 81 über ein Ventil 84 hergestellt werden. Der Pumpe 80 ist ein Durchflussmessgerät 85 nachgeschaltet, dessen Messsignale der Steuer- und Regelvorrichtung 90 zugeführt werden.

[0021] Im Boden des Autoklaven 10 ist ein Abfluss vorgesehen, welcher über eine Förderpumpe 86 und ein Ventil 87 entweder mit der Rohrleitung 12 oder über die Förderpumpe 86 und ein Ventil 88 mit einem Vorratsbehälter für Isolieröl, welches beim Kondensieren des Solvents aus den Feststoffisolationen herausgewaschen wird, verbindbar ist.

[0022] Am Autoklaven ist ferner ein Druckmessgerät 13 angebracht, welches den Partialdruck vom im Autoklaven befindlichen Wasserdampf ermitteln kann und entsprechende Signale an die Steuer- und Regelvorrichtung weiterleitet. 55 bezeichnet einen Temperatursensor, welcher die Temperatur des vom Kondensator 50 abgeführten Kühlwassers erfasst.

[0023] Die Wirkungsweise dieser Vorrichtung ist wie folgt:

Zum Trocknen der Feststoffisolationen des elektrischen Geräts 40 wird der mit den Feststoffisolationen belade-

ne Autoklav 10 zunächst mit der Vakuumanlage 60 evakuiert. Bei geschlossenem Ventil 53 erzeugt der Verdampfer 12 und/oder der Verdampfer 22 Solventdampf, welcher an den Feststoffisolationen kondensiert und diese dadurch aufheizt. Zugleich löst das kondensierte Solvent gegebenenfalls in den Feststoffisolationen vorhandenes Isolieröl oder andere Verunreinigungen. Das gegebenenfalls Öl enthaltende Solvent-Kondensat sammelt sich am Boden des evakuierten Autoklaven und wird von der Förderpumpe 86 bei geschlossenem Ventil 88 über das geöffnete Ventil 87 und die Rohrleitung 12 in die Wärmeaustauschstrecke 35 gepumpt. Durch das Aufheizen der Feststoffisolationen 40 treten Wasserdampf und gegebenenfalls in den Feststoffisolationen vorhandene Inertgase in den Autoklaven und bilden mit dem Solventdampf ein Solvent-Wasser-Dampfgemisch, in dem auch die gegebenenfalls vorhandenen Inertgase enthalten sind. Dieses Dampfgemisch gelangt durch die Öffnung 33 in den die Wärmeaustauschstrecken 34 und 35 des Wärmerekuperators 30 enthaltenden Raum 32 und wird dort über die Wärmeaustauschstrecken nach oben geführt und schließlich über die Rohrleitung 51 in den Kondensator 50 gesaugt, in dem es als Solvent-Wasser-Kondensat abgeschieden wird. Die gegebenenfalls mit abgesaugten Inertgase werden über den Kondensator 50 und das Regelventil 61 in die Vakuumanlage 60 geführt. Da sich die Öffnung 33 über die ganze Tiefe des Autoklaven 10 in dessen Inneren erstreckt, tritt das Dampfgemisch nicht punktförmig sondern linienförmig in den Wärmerekuperator 30 ein. Hierdurch wird eine homogene, grossflächige Strömung und dadurch ein sehr guter Wärmeaustausch ermöglicht.

[0024] Aus dem Kondensat werden nachfolgend im Trenngefäß 70 Solvent und Wasser gewonnen. Das so gewonnene Solvent wird bei geschlossenem Ventil 83 über die Solvent-Förderpumpe 80, das geöffnete Ventil 84 und die Rohrleitung 81 in die in der ersten Stufe 36 des Wärmerekuperators 30 vorgesehene Wärmeaustauschstrecke 34 befördert, in der es Wärme aus dem als wärmeabgebenden Medium wirkenden Solvent-Wasser-Dampfgemisch aufnimmt. Das solchermassen vorgewärmte Solvent wird über die zweite Stufe 37 des Wärmerekuperators oder aber auch direkt dem Verdampfer 20 zugeführt. Dadurch, dass der Wärmerekuperator 30 im Autoklaven angeordnet ist, geht besonders wenig Prozesswärme verloren und kann dementsprechend der Kondensator 50 klein dimensioniert werden. Zugleich muss dem Verdampfer 20 praktisch nur die zum Aufheizen der Feststoffisolationen notwendige Energie zugeführt werden.

[0025] Der Wirkungsgrad des Trocknungsprozesses ist besonders hoch, wenn das sich am Boden des Autoklaven 10 sammelnde Kondensat bei geschlossenem Ventil 88 mittels der Förderpumpe 86 über das geöffnete Ventil 87 und die Rohrleitung 12 in die zweite Stufe 37 des Wärmerekuperators befördert wird und in der Wärmeaustauschstrecke 35 Wärme aus dem Dampfgemisch

aufnimmt. Wird wie in der Fig. 1 dargestellt ist, dieses Kondensat zusammen mit dem in der ersten Stufe 36 vorgewärmten Solvent in die zweite Stufe 37 gebracht, so kann besonders viel Prozesswärme aus dem Dampfgemisch gewonnen werden. Das in der zweiten Stufe 37 erwärmte Kondensat und/oder das aus der ersten Stufe zugeführte, zusätzlich erwärmte Solvent werden dem Verdampfer 20 und/oder dem Verdampfer 22 zugeführt, wo sie unter geringer Energieaufnahme verdampft werden.

[0026] Von grossem Vorteil ist es hierbei, dass durch Einbau des Wärmerekuperators in den Autoklaven 10 Rückführleitungen und Ventile für im Wärmerekuperator 30 durch Kondensieren von Solvent-Wasser-Dampfgemisch gebildetes Solvent entfallen, da das im Wärmerekuperator 30 kondensierte Solvent direkt in den Autoklaven 10 abfließt. Da der Verdampfer 20 und der Wärmerekuperator 30 im Autoklaven liegen, kann die Solventzuführungsleitung 21 einfach, d. h. insbesondere ohne Ventile und ohne Vakuumdurchführungen, ausgebildet sein.

[0027] Darüber hinaus braucht der Wärmerekuperator 30 weder vakuumdicht noch thermisch isoliert ausgeführt zu sein. Aus den vorgenannten Gründen kann der Wärmerekuperator 30 einfach aufgebaut sein und kann an leicht zugänglichen Stellen im Autoklaven installiert werden. Er lässt sich dann einfach reinigen.

[0028] Während der Aufheizphase des Trocknungsverfahrens kann zusätzlich Prozessenergie eingespart werden, wenn die Rückführrate des aus dem Autoklaven 10 ausgeleiteten Dampfgemischs wie folgt geregelt wird: Mit dem Niveausensor 71 oder einem das Auslaufen von Wasser aus dem Trenngefäß ermittelnden Durchlaufmesser (nicht dargestellt) wird die pro Zeiteinheit Δt , beispielsweise alle 10 Minuten, im Trocknungsprozess anfallende Menge Δm_{H_2O} , beispielsweise in kg, an Wasser ermittelt. Ein dieser zeitlichen Mengenänderung $\Delta m_{H_2O}/\Delta t$ proportionales Signal wird der Steuer- und Regelvorrichtung 90 zugeführt. Der zeitliche Verlauf dieses Signals während der Aufheizphase, d.h. die in diesem Zeitraum pro Zeiteinheit fortlaufend aus dem Autoklaven entfernte Wassermenge, ist in Fig. 2 dargestellt.

[0029] In der Steuer- und Regelvorrichtung 90 wird dieses Signal mit einem vorbestimmten Bewertungsfaktor gewichtet, welcher die zum Entfernen einer Mengeneinheit Wasser aus den Feststoffisolationen 40 benötigten Mengeneinheiten an Solvent beschreibt. Der Bewertungsfaktor ist unter anderem abhängig von der Menge der Feststoffisolationen und den physikalischen Eigenschaften des Solvents und kann empirisch, etwa durch Versuchstrocknungen, ermittelt werden. Der Bewertungsfaktor liegt während der Aufheizphase typischerweise zwischen 4 und 10. Es ergibt sich so eine in Fig. 2 dargestellte Solvent-Sollwertkurve solventcontrol. Diese Solvent-Sollwertkurve zeigt den gewünschten Wert der pro Zeiteinheit während der Aufheizphase rücklaufenden Menge an Solvent an.

[0030] Alternativ oder zusätzlich kann diese Solvent-Sollwertkurve auch durch Messung des im Autoklaven 10 herrschenden Partialdrucks p_{H_2O} des Wasserdampfs mit Hilfe des Druckmessgeräts 13 ermittelt werden. Ein dem Wasserdampf-Partialdruck p_{H_2O} proportionales Signal wird in der Steuer- und Regelvorrichtung ebenfalls mit dem vorbestimmten Bewertungsfaktor gewichtet. Es ergibt sich so ebenfalls die in Fig. 2 dargestellte Solvent-Sollwertkurve solventcontrol.

[0031] Mit Hilfe des Durchflussmessers 85 wird die rücklaufende Menge Solvent direkt gemessen oder aber indirekt ermittelt über eine Durchflussmessung des in das Trenngefäß 70 geführten Kondensats mit Hilfe des Durchflussmessers 61. Der gemessene oder indirekt ermittelte Istwert wird mit dem sich aus der Solvent-Sollwertkurve ergebenden, entsprechenden Sollwert verglichen. Weicht der Istwert zu stark vom Sollwert ab, so gibt die Steuer- und Regelvorrichtung 90 einen Befehl an ein Regelelement ab, welches die Menge des aus dem Autoklaven 10 in den Kondensator 50 geführten Dampfgemischs derart regelt, dass sich die rücklaufende Solventmenge an die Solvent-Sollwertkurve anpasst. Die Menge des aus dem Autoklaven 10 tretenden Dampfgemischs wurde bisher so geregelt wurde, dass die im Kondensator 40 pro Zeiteinheit anfallende Kondensatmenge nach dem Durchlaufen einer Anfangsphase konstant gehalten wurde. Der entsprechende zeitliche Verlauf des anfallenden Solvents ist in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet (Solvent-Rücklaufkurve solventrate prior art).

[0032] Die Flächen unter der Solvent-Sollwertkurve solventcontrol und der gestrichelt dargestellten Solvent-Rücklaufkurve solventrate nach dem Stand der Technik sind ein Mass für die im Kondensator 50 vernichtete Energie beim Verfahren nach der Erfindung bzw. beim Verfahren nach dem Stand der Technik. Die durch die Differenz der Flächeninhalte beider Kurven festgelegte Energiemenge wird im erfindungsgemässen Verfahren eingespart.

[0033] Zur Regelung des Solventrücklaufs ist vorzugsweise das in der Verbindungsleitung vom Kondensator 50 zur Vakuumanlage 60 enthaltene Inertgasregelventil 61 vorgesehen. Dieses Regelventil bestimmt durch Veränderung des Inertgasdruckes den Kondensatanfall im Kondensator 50 und damit die pro Zeiteinheit rücklaufende Menge an Solvent. Ein sonst übliches Regelventil in der Rohrleitung 51 zwischen Autoklav 10 und Kondensator 50 kann so entfallen. Falls zu wenig Inertgas im Autoklaven 10 oder durch Leckverluste anfällt, kann über das Einlassventil 62 zusätzlich etwas Inertgas in den Kondensator 50 eingelassen und so der Kondensatanfall gedrosselt werden.

[0034] Eine weitere vorteilhafte, da indirekte, Regelung des Solventrücklaufs wird erreicht durch Regelung des Kühlwassers des Kondensators 50. Zu diesem Zweck wird die Temperatur des Kühlwassers mit dem Temperatursensor 55 im Kühlwasserrücklauf gemessen, die gemessene Temperatur von der Steuer- und

Regelvorrichtung 90 überwacht und beim Überschreiten eines Grenzwertes ein Steuerbefehl an das Kühlwasserregelventil 61 abgeben, mit dem der Vorlauf des Kühlwassers verändert wird. Hierdurch werden der Kondensatanfall im Kondensator 50 und auch damit die pro Zeiteinheit rücklaufende Menge an Solvent geregelt. Auch bei dieser Regelung ist ein Dampfregelventil zwischen Autoklav und Kondensator entbehrlich. Durch Kombination der Kühlwasserregelung mit der Inertgasregelung wird eine besonders hohe Redundanz des Verfahrens erreicht.

Bezugszeichnungsliste

15 [0035]

10	Autoklav
11	Autoklavenwand
12	Rohrleitung
20 13	Partialdruckmessgerät
20	Verdampfer
21	Rohrleitung
22	Verdampfer
23	Ventil
25 30	Wärmerekuperator
31	Begrenzungswand
32	Raum
33	Öffnung
34, 35	Wärmeaustauschstrecken
30 36, 37	Stufen
40	elektrisches Gerät mit Feststoffisolationen
50	Kondensator
51	Rohrleitung
52	Kühlwasserregelventil
35 53	Ventil
54	Durchflussmessgerät
55	Temperatursensor
60	Vakuumanlage
61	Regelventil
40 62	Inertgas-Einlassventil
70	Trenngefäß
71	Niveausensor
80	Solventpumpe
81	Rohrleitung
45 82	Solventvorratsgefäß
83, 84	Ventile
85	Durchflussmesser
86	Förderpumpe
87, 88	Ventile
50 90	Steuer- und Regelvorrichtung
$\Delta m_{H_2O}/\Delta t$	pro Zeiteinheit anfallende Menge an Wasser
p_{H_2O}	Wasserdampf-Partialdruck im Autoklaven

55

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen von Feststoffisolationen

eines elektrischen Gerätes (40) durch die vom Dampf eines Solvents abgegebene Kondensationswärme, bei dem in einem die Feststoffisolationen aufnehmenden, evakuierbaren Autoklaven (10) ein Solvent und Wasser enthaltendes Dampf-
gemisch gebildet und dieses Dampfgemisch mit einer geregelten Durchflussrate in einen ausserhalb des Autoklaven (10) angeordneten Kondensator (50) geführt und kondensiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- die pro Zeiteinheit im Kondensat anfallenden Mengen an Solvent und Wasser ($\Delta m_{H_2O}/\Delta t$) und/oder die pro Zeiteinheit anfallende Menge an Solvent und der Partialdruck des Wasserdampfes (p_{H_2O}) im Autoklaven (10) werden gemessen, 15
- aus den gemessenen Werten der pro Zeiteinheit anfallenden Wassermenge und/oder des Wasserdampf-Partialdrucks und einem prozessspezifischen Bewertungsfaktor wird fortlaufend eine Solvent-Sollwertkurve (solvent-control) gebildet, 20
- die gemessenen Werte der pro Zeiteinheit anfallenden Solventmenge werden fortlaufend mit zeitlich zugeordneten Werten der Solvent-Sollwertkurve verglichen, und 25
- es wird ein Steuersignal zur Betätigung eines Elementes (52, 61, 62) zur Regelung der Durchflussrate des Dampfgemisches abgegeben, wenn die verglichenen Werte voneinander abweichen. 30

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pro Zeiteinheit anfallende Menge an Wasser mit einem Niveausensor (71) oder einem Durchflussmesser gemessen wird. 35

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der prozessspezifische Bewertungsfaktor vor Beginn des Trocknungsprozesses aus empirisch ermittelten Daten gebildet und in einer Steuer- und Regelvorrichtung (90) gespeichert wird. 40 45

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abflussrate des Dampfgemisches indirekt durch Änderung der Kühlleistung des Kondensators (50) geregelt wird. 50

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlleistung des Kondensators (50) durch Regelung der Durchflussmenge von durch den Kondensator (50)geführtem Inertgas verändert wird. 55

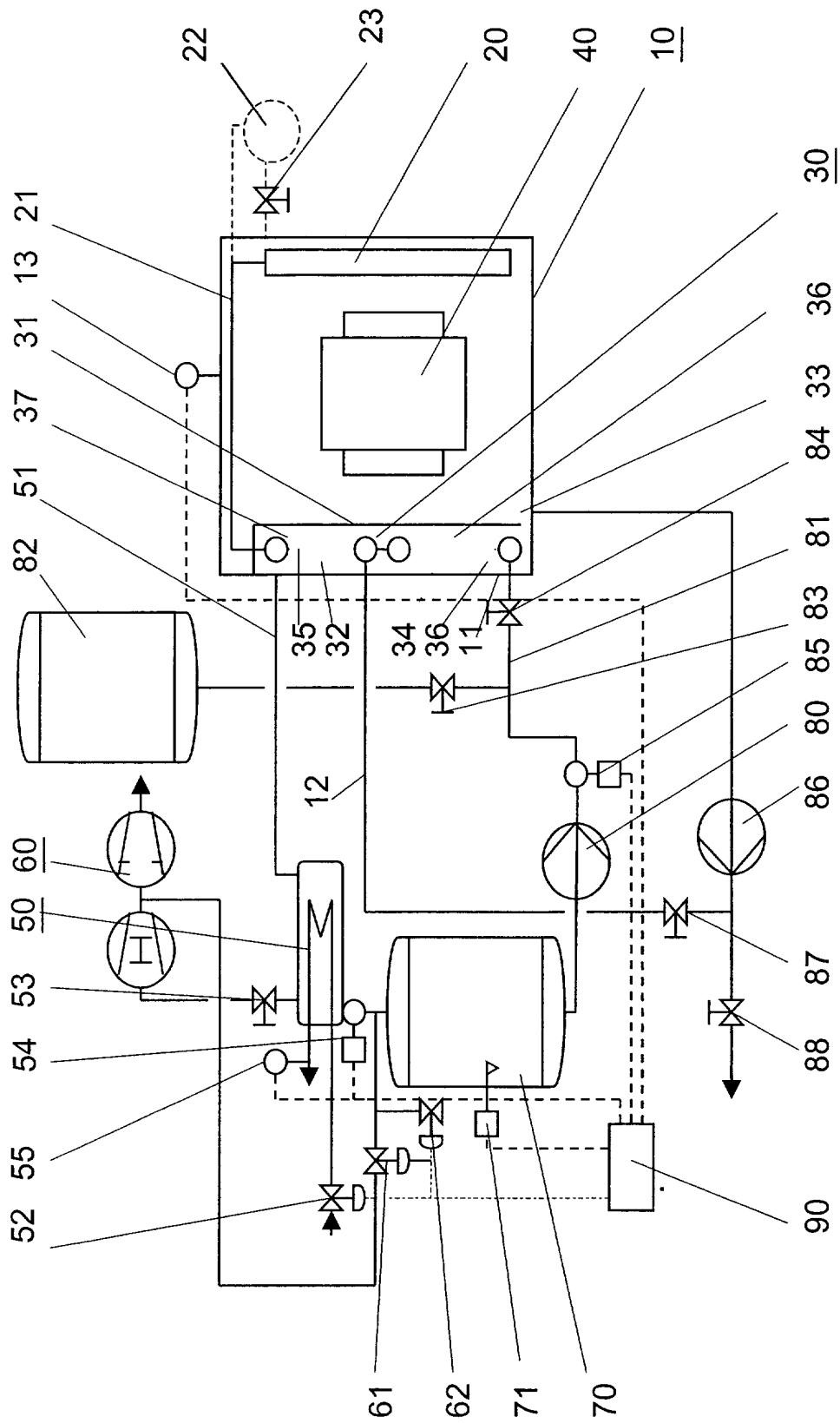
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**

dass dem geregelten Inertgas von aussen zusätzlich Inertgas zugeführt wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zusätzliche Inertgas über ein steuerbares Einlassventil (62) zugeführt wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlleistung des Kondensators (50) durch Regelung der Durchflussmenge von Kühlwasser verändert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das im Kondensat anfallende Solvent über einen im Autoklaven (10) angeordneten Wärmerückgewinnungsapparat (30) zu einem Verdampfer (20, 22) zurückgeführt wird.



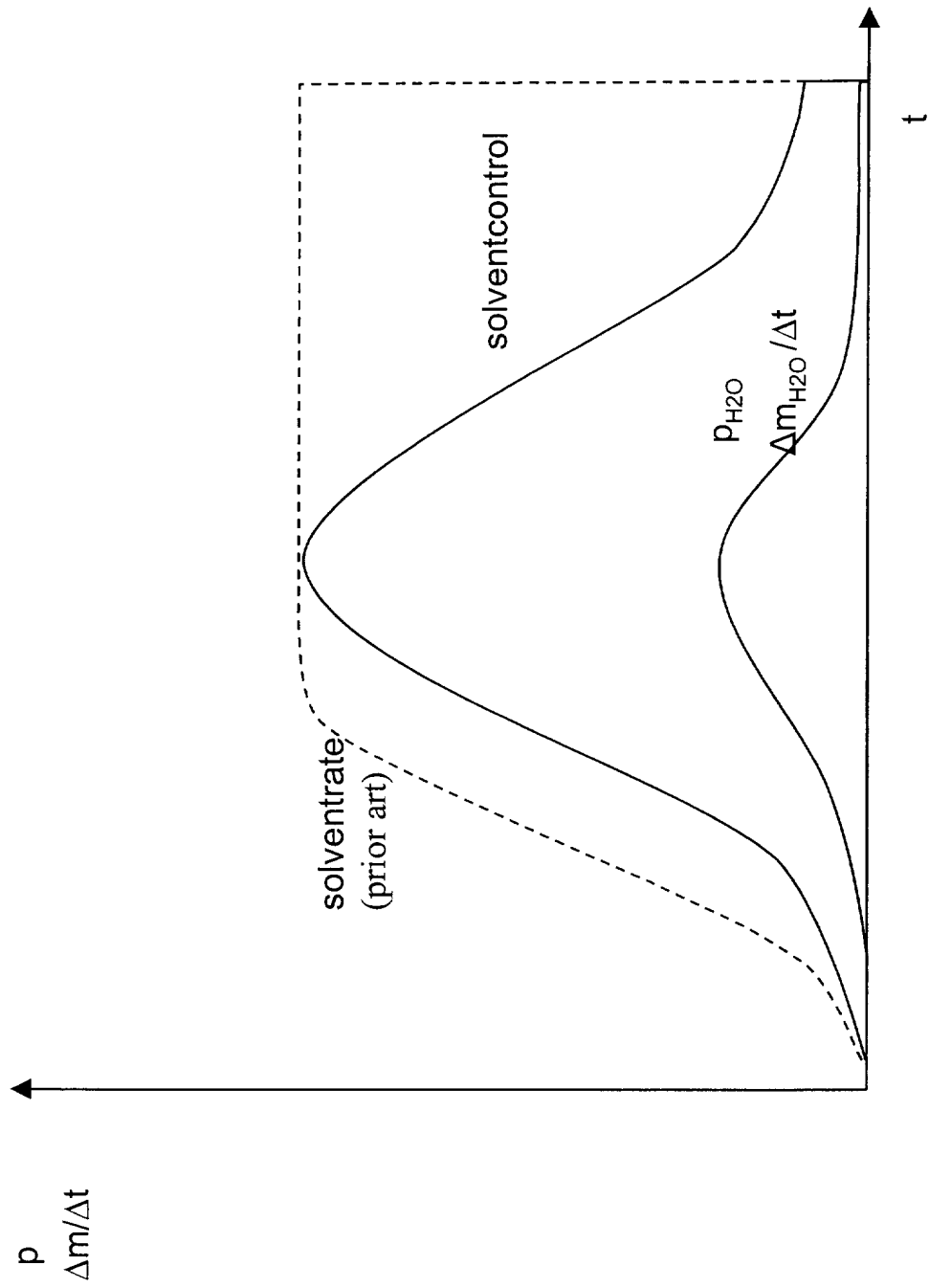


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0345

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	P.K.GMEINER: "Modern vapour drying processes and plants" Februar 1992 (1992-02) , MICAFIL VAKUUMTECHNIK AG , ZÜRICH XP002016470 * das ganze Dokument *	1	F26B21/14
A	EP 0 752 567 A (MICAFIL VAKUUMTECHNIK AG) 8. Januar 1997 (1997-01-08) * Spalte 7, Zeile 46 - Zeile 55; Abbildung 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		31. Juli 2001	
Prüfer		Silvis, H	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 92 (P4/2001)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0345

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-07-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0752567 A	08-01-1997	CN 1159560 A	17-09-1997
		DE 59600472 D	01-10-1998
		ES 2123327 T	01-01-1999

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82