

(19)



(11)

EP 1 901 017 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2008 Patentblatt 2008/12

(51) Int Cl.:
F26B 21/14^(2006.01) F26B 25/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07014745.9**

(22) Anmeldetag: **27.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **07.09.2006 DE 102006042501**

(71) Anmelder: **EISENMANN Anlagenbau GmbH & Co. KG**
71032 Böblingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Swoboda, Werner**
71032 Böblingen (DE)
• **Keller, Andreas**
72226 Simmersfeld (DE)

(74) Vertreter: **Ostertag, Ulrich et al**
Patentanwälte
Ostertag & Partner
Epplerstr. 14
70597 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren und Anlage zum Trocknen von Gegenständen

(57) Es werden ein Verfahren und eine Anlage zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von lackierten Fahrzeugkarosserien, beschrieben, bei dem bzw. der die Gegenstände durch eine Trockenzone (2) bewegt werden, in der sie in einer Inertgasatmosphäre ausgehärtet werden. Der Trockenzone (2) wird ständig oder intermittierend Inertgas entnommen und zunächst an einer ersten Fläche (7) entlang geleitet, die sich auf einer ersten Temperatur befindet, bei welcher höher siedende Verunreinigungen auskondensieren. Das sich dabei bil-

dende Kondensat wird ausgeleitet. Danach wird das so vorgereinigte Inertgas an mindestens einer zweiten Fläche (14, 19) entlang geleitet, die sich auf einer niedrigeren Temperatur als die erste Fläche (7) befindet. Hier werden niedriger siedende Verunreinigungen abgeschieden. Auch diese Kondensate werden sodann ausgeleitet. Dieses Verfahren und diese Anlage arbeiten energetisch günstiger und mit höherem Reinigungswirkungsgrad als bekannte Verfahren und Anlagen ähnlicher Art.

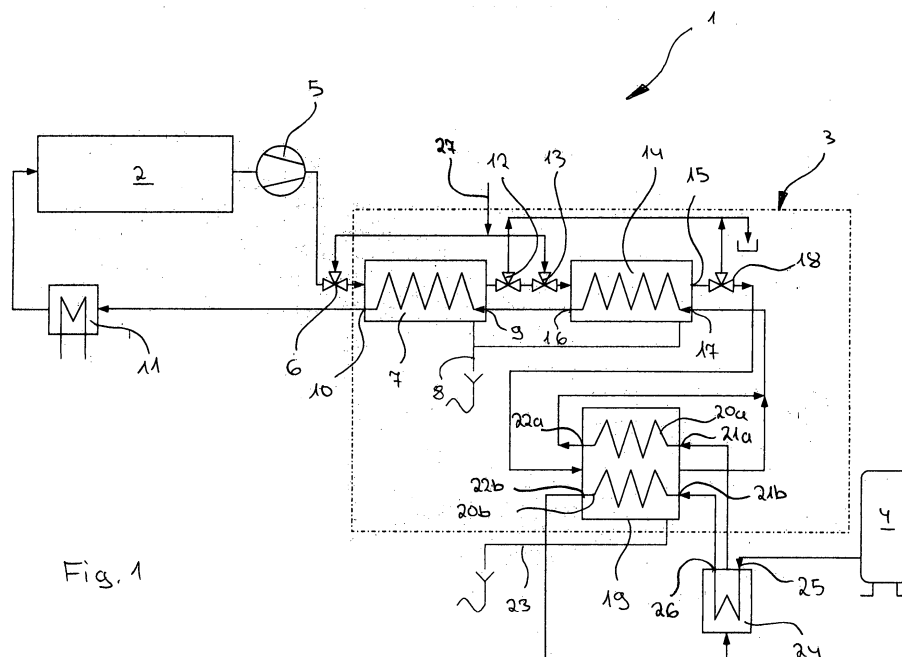


Fig. 1

EP 1 901 017 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von lackierten Fahrzeugkarosserien, bei dem

a) die Gegenstände durch eine Trockenzone bewegt werden, in der sie in einer Inertgasatmosphäre ausgehärtet werden;

b) der Trockenzone ständig oder intermittierend Inertgas entnommen wird, das an mindestens einer Fläche entlang geleitet wird, die auf eine Temperatur gekühlt ist, die unterhalb des Taupunktes von im Inertgas enthaltenen Verunreinigungen liegt, sowie eine Anlage zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von lackierten Fahrzeugkarosserien, mit

a) einem Trocknertunnel, dessen Innenraum mit einer Inertgasatmosphäre gefüllt ist;

b) einem Fördersystem, mit dem die Gegenstände durch den Trocknertunnel bewegt werden können;

c) einer Kondensationseinrichtung, die mindestens eine Komponente enthält, die eine Oberfläche aufweist, die unter den Taupunkt von mit dem Inertgas mitgeführten Verunreinigungen kühlbar ist.

[0002] In jüngster Zeit gewinnen zunehmend Lacke Bedeutung, die in einer Inertgasatmosphäre z. B. unter UV-Licht ausgehärtet werden müssen, um unerwünschte Reaktionen mit Bestandteilen der normalen-Atmosphäre, insbesondere mit Sauerstoff zu verhindern. Diese neuartigen Lacke zeichnen sich durch eine sehr große Oberflächenhärte und durch kurze Polymerisationszeiten aus. Der letztgenannte Vorteil setzt sich bei Lackieranlagen, die im kontinuierlichen Durchlauf betrieben werden, unmittelbar in geringere Anlagenlängen um, was selbstverständlich zu erheblich niedrigeren Investitionskosten führt.

[0003] Um den Verbrauch an Inertgas zu reduzieren und auf diese Weise Kosten zu sparen, ist es aus der DE 10 2004 025 528 A1 bekannt, dem Trocknertunnel ständig oder intermittierend Inertgas zu entnehmen. Dieses wird dann an einer Fläche entlang geleitet, die auf eine Temperatur abgekühlt ist, die unterhalb des Taupunktes der am niedrigsten siedenden, im Inertgas enthaltenen Verunreinigungen liegt. Auf diese Weise kondensieren im wesentlichen alle Verunreinigungen an dieser einen gekühlten Fläche aus.

[0004] Diese bekannte Anlage und dieses bekannte Verfahren, die mit einer einzigen Kondensationstemperatur arbeiten, sind energetisch und bezüglich der Reinigungseffizienz noch nicht optimal.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anlage der eingangs genannten Art

zu schaffen, bei denen mit geringerem Energieeinsatz eine effektivere Reinigung des Inertgases erzielt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird, was das Verfahren angeht, dadurch gelöst, daß

c) das Inertgas im Schritt b zuerst an einer ersten Fläche entlang geleitet wird, die sich auf einer ersten Temperatur befindet, bei welcher höher siedende Verunreinigungen auskondensieren, und daß das sich dabei bildende Kondensat ausgeleitet wird;

d) das so vorgereinigte Inertgas an mindestens einer zweiten Fläche entlang geleitet wird, die sich auf einer niedrigeren Temperatur als die erste Fläche befindet, bei welcher niedriger siedende Verunreinigungen auskondensiert werden, und daß das sich dabei bildende Kondensat ausgeleitet wird.

[0007] Erfindungsgemäß erfolgt also die Auskondensation der in dem Inertgas enthaltenen Verunreinigungen nicht "in einem Schritt" bei der niedrigsten, hierfür erforderlichen Temperatur, sondern stufenweise. Zunächst werden an einer nicht so stark gekühlten Fläche die höher siedenden Kondensate abgeschieden und aus dem Inertgas entfernt. Dies hat den Vorteil, daß die höher siedenden Kondensate zuverlässig noch nicht fest sind, also leicht abfließen können. Darüber hinaus müssen die in der ersten Stufe entfernten Verunreinigungen nicht mit auf die tieferen Temperaturen abgekühlt werden, was sich energetisch günstig auswirkt. An der am stärksten gekühlten Fläche kommen auf diese Weise nur die am niedrigsten siedenden Verunreinigungen an und werden dort ebenfalls im wesentlichen flüssig. Ihr Abfließen wird nicht durch feste abgeschiedene Verunreinigungen behindert.

[0008] Energiesparend ist es, wenn die nicht auf der niedrigsten Temperatur befindlichen Flächen, an denen das verunreinigte Inertgas entlang geleitet wird, durch im Gegenstrom fließendes gekühltes und gereinigtes Inertgas gekühlt werden. Auf diese Weise wird dem gereinigten Inertgas, das ja wieder auf die in der Trockenzone herrschende Temperatur gebracht werden muß, Energie aus dem verunreinigten Inertgas zugeführt, das sich dabei in der gewünschten Weise abkühlt.

[0009] Zur Kühlung der auf der niedrigsten Temperatur befindlichen Fläche, an welcher verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, kann zumindest teilweise flüssiges Gas verwendet werden, das einem Vorratsbehälter entnommen wird. Statt oder zusätzlich zum flüssigen Gas kann zu diesem Zweck auch Gas verwendet werden, welches kurz zuvor verdampft wurde und sich deshalb nahe der Verdampfungstemperatur befindet.

[0010] Besonders zweckmäßig ist es, als flüssiges Gas das Inertgas selbst zu verwenden.

[0011] Die in die Trockenzone eingebrachten Gegenstände müssen durch Spülen mit Inertgas von mitgeschlepptem Sauerstoff befreit werden. Dies ist mit einem

Verlust an Inertgas verbunden, der ersetzt werden muß. Zudem sind Trocknerzonen niemals ganz dicht, so daß auch hierdurch stets ein, wenn auch kleiner, Teil des Inertgas verloren geht und wieder ersetzt werden muß. Dies geschieht bei derjenigen Ausführungsform des Verfahrens, bei welcher das zum Kühlen dem Vorratsbehälter entnommene und an den gekühlten Flächen aufgewärmte Gas direkt oder über einen Lufterhitzer der Trocknerzone zugeführt wird.

[0012] Statt der oben angesprochenen Kryotechnik kann zur Kühlung der kühlfsten Fläche auch Kältemittel verwendet werden, welches einer herkömmlichen Kältemaschine entnommen wird.

[0013] Die an den gekühlten Flächen auskondensierten Verunreinigungen fließen zum allergrößten Teil flüssig ab. Gleichwohl kann es vorkommen, daß ein Teil der auskondensierten Verunreinigungen an den gekühlten Flächen haften bleibt. In diesem Falle sollte eine Verfahrensvariante benutzt werden, bei welcher zumindest ein Teil der gekühlten Flächen, an den verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, von Zeit zu Zeit mechanisch, durch Spülen oder thermisch, insbesondere durch heißen Dampf, gereinigt wird.

[0014] Die o. g. Aufgabe der Erfindung wird, was die Anlage angeht, dadurch gelöst, daß

d) die Kondensationseinrichtung aufweist:

da) eine erste Komponente, die eine Oberfläche hat, die auf eine erste Temperatur abkühlbar ist, die unter dem Taupunkt höher siedender Verunreinigungen liegt, wobei die erste Komponente einen ersten Ablauf aufweist, über den die höhersiedenden Verunreinigungen ausgeleitet werden können;

db) mindestens eine zweite Komponente, die eine Oberfläche hat, die auf eine zweite Temperatur abkühlbar ist, die unter dem Taupunkt niedriger siedender Verunreinigungen liegt, wobei die zweite Komponente einen zweiten Ablauf aufweist, über den die niedriger siedenden Verunreinigungen ausgeleitet werden können.

[0015] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Anlage sind in den Ansprüchen 10 bis 16 beschrieben.

[0016] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Anlage und ihrer Weiterbildungen entsprechen sinngemäß den oben erwähnten Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens und dessen Varianten.

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert; es zeigen

Figur 1 das Funktionsschema eines ersten Ausführungsbeispiels einer Anlage zur Trocknung von lackierten Fahrzeugkarosserien;

Figur 2 das Funktionsschema eines zweiten Ausführungsbeispiels einer derartigen Anlage.

[0018] Zunächst wird auf Figur 1 Bezug genommen. Diese zeigt eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnete Anlage zum Trocknen von Fahrzeugkarosserien, die drei Hauptkomponenten aufweist: den eigentlichen eine Trocknerzone aufweisenden Trockner 2, eine Kondensationseinrichtung 3 sowie einen Vorratsstank 4 für flüssigen Stickstoff. Diese drei Hauptkomponenten sind in nachfolgend beschriebener Weise miteinander verbunden und durch verschiedene kleinere Aggregate ergänzt.

[0019] Der Trockner 2 besitzt eine bekannte Bauweise. Die aus einer nicht dargestellten Lackierkabine kommenden Fahrzeugkarosserien werden mit Hilfe eines Fördersystemes kontinuierlich durch die Trocknerzone des Trockners 2 hindurchgeführt und dort erwärmt, so daß Lösemittel ausgetrieben werden oder der Lack in sonstiger bekannter Weise aushärtet. Dieser Trockenvorgang findet wegen der verwendeten Lacke in einer Inertgasatmosphäre statt. Beim nachfolgend beschriebenen und in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel findet als Inertgas Stickstoff Verwendung; andere Inertgase, insbesondere CO₂ oder auch Helium können ebenfalls eingesetzt werden.

[0020] Da das Inertgas im Laufe des Betriebes des Trockners 2 Verunreinigungen, insbesondere Lösemittel oder Crackprodukte des Lackes aufnimmt, muß es ständig oder intermittierend gereinigt werden. Dies geschieht, wie in der oben erwähnten DE 10 2004 025 528 A1 näher beschrieben ist, dadurch, daß dem Trockner 2 Inertgas entnommen, in der Kondensationseinrichtung 3 so weit abgekühlt wird, daß letztendlich alle Verunreinigungen auskondensiert sind, und daß das gereinigte Inertgas sodann wieder erwärmt und dem Trockner 2 zugeführt wird.

[0021] Die Besonderheit der hier beschriebenen Anlage 1 besteht in der Ausgestaltung der Kondensationseinrichtung 3, die in Figur 1 mit strichpunktierten Linien umgeben ist. Ihr wird das Inertgas aus dem Trockner 2 mit Hilfe eines Gebläses 5 über ein Mehrwegeventil 6 zugeführt. Die Temperatur dieses Inertgases liegt bei etwa 200°C.

[0022] Die erste Komponente der Kondensationseinrichtung 3, in welche das Inertgas gelangt, ist ein erster Wärmetauscher 7. Dieser ist ebenso wie die weiteren, nachfolgend erwähnten Wärmetauscher als Röhren-Wärmetauscher ausgestaltet. Das von dem Trockner 2 kommende Inertgas wird in den das Röhrensystem umgebenden Raum eingespeist.

[0023] Das Röhrensystem selbst wird in Figur 1 von rechts kommend im Gegenstrom von bereits gereinigtem und vorgekühltem Inertgas durchströmt. Dieses kühlt das die Röhren umspülende verunreinigte Inertgas so weit ab, daß die hochsiedenden Verunreinigungen auskondensieren und über einen Kondensatorablauf 8 entfernt werden können. Die Temperatur des über den Ein-

laß 9 in das Röhrensystem des ersten Wärmetauschers 7 eintretenden Inertgas ist dabei in einer Weise, die weiter unten deutlich wird, beim Eintritt in den ersten Wärmetauscher 7 auf etwa minus 40°C eingestellt. Es verläßt den ersten Wärmetauscher 7 über den Auslaß 10 mit einer Temperatur von etwa 50°C, wird dann einem Lufterhitzer 11 zugeleitet, den es mit einer Temperatur von etwa 200 °C verläßt. Mit dieser Temperatur wird dann das gereinigte Inertgas wieder in den Trockner 2 eingebracht.

[0024] Das verunreinigte, vom Gebläse 5 beförderte Inertgas hat beim Verlassen des ersten Wärmetauschers 7 eine Temperatur von etwa 110°C. Wie oben erwähnt, sind zu diesem Zeitpunkt bereits die höher siedenden Verunreinigungen entfernt. Das Inertgas durchläuft zwei Mehrwegeventile 12, 13, deren Bedeutung ebenfalls weiter unten erst deutlich wird, und gelangt in einen zweiten Wärmetauscher 14. In dem zweiten Wärmetauscher 14 finden im Grundsatz dieselben Vorgänge wie im ersten Wärmetauscher 7, jedoch bei niedrigeren Temperaturen statt. Dies bedeutet, daß das vorgereinigte, schon etwas kühlere Inertgas das Röhrensystem umspült und, von diesem gekühlt, den zweiten Wärmetauscher 14 an einem Auslaß 15 mit einer Temperatur von etwa 20°C verläßt.

[0025] In noch zu beschreibender Weise vorgekühltes, gereinigtes Inertgas tritt in das Röhrensystem des zweiten Wärmetauscher 2 am Einlaß 17 mit einer Temperatur von etwa minus 130°C ein und wird beim Durchströmen dieses Röhrensystemes von dem das Röhrensystem umspülenden, teilweise gereinigtem Inertgas auf eine Temperatur von etwa minus 40°C erwärmt, mit der es, wie oben schon erwähnt, in den ersten Wärmetauscher 7 über dessen Einlaß 9 gelangt.

[0026] In dem zweiten Wärmetauscher 14 kondensiert erneut ein Teil der Verunreinigungen, die hier von dem Inertgas noch mitgeführt werden, aus und wird ebenfalls dem Kondensatablauf 8 zugeführt.

[0027] Verfolgt man den Weg des in den Wärmetauschern 7, 14 vorgereinigten Inertgases weiter, so gelangt dieses von dem Auslaß 15 des zweiten Wärmetauschers 14 über ein weiteres Mehrwegeventil 18 in einen dritten Wärmetauscher 19. Auch dieser Wärmetauscher 19 ist ein Röhren-Wärmetauscher; er besitzt aber im Gegensatz zu den beiden ersten Wärmetauschern 7 und 14 zwei voneinander unabhängige Röhrensysteme 20a und 20b. Das Röhrensystem 20a weist einen Einlaß 21a und einen Auslaß 22a auf, während das Röhrensystem 20b einen Einlaß 21b und einen Auslaß 22b besitzt.

[0028] Das von dem zweiten Wärmetauscher 14 über das Mehrwegeventil 18 zuströmende, weitgehend vorgereinigte Inertgas, welches, wie oben schon erwähnt, eine Temperatur von etwa 20°C besitzt, umströmt beide Röhrensysteme 20a, 20b des dritten Wärmetauschers 19 und wird dabei auf eine Temperatur von etwa minus 140°C abgekühlt. Diese Temperatur reicht aus, alle oder nahezu alle niedrig siedenden Verunreinigungen aus dem Inertgas abzuscheiden. Diese Kondensate werden

einem Kondensatablauf 23 zugeführt und entsorgt.

[0029] Die Gase, welche die beiden Röhrensysteme 20a und 20b des dritten Wärmetauschers 19 durchströmen, entstammen dem Vorratsbehälter 4, in dem sich flüssiger Stickstoff bei einer Temperatur von minus 196°C befindet. Dieser flüssige Stickstoff wird einem Eingang 25 eines Verdampfers 24 zugeleitet. Der Verdampfer 24 ist ebenfalls ein Röhren-Wärmetauscher. Der dem Vorratsbehälter 4 entnommene flüssige Stickstoff wird in dem Röhrensystem des Verdampfers 24 verdampft und verläßt den Verdampfer 24 über einen Auslaß 26 mit einer Temperatur von etwa minus 160°C.

[0030] Der gasförmige Stickstoff durchläuft dann das zweite Röhrensystem 20b des dritten Wärmetauschers 19 von dessen Einlaß 21b zu dessen Auslaß 22b und wird dabei auf eine Temperatur von etwa 0°C erwärmt. Mit dieser Temperatur gelangt der Stickstoff sodann in den das Röhrensystem des Verdampfers 24 umgebenden Raum und wird dort wiederum auf eine Temperatur von etwa minus 160°C herabgekühlt.

[0031] Mit dieser Temperatur tritt der Stickstoff sodann in das Röhrensystem 20a des dritten Wärmetauschers 19 ein und durchläuft dieses von dessen Einlaß 21a zum Auslaß 22a. Es besitzt dann etwa eine Temperatur von 0°C. Danach wird es dem den dritten Wärmetauscher 19 verlassenden, gereinigten Inertgas zugemischt, so daß das in den Eingang 17 des zweiten Wärmetauschers 14 gelangte Inertgas, das sich aus gereinigtem, zurückgeführtem Inertgas und frischem, dem Vorratsbehälter 4 entnommenem Inertgas zusammensetzt, nunmehr eine Temperatur von minus 130°C hat.

[0032] Die Zufuhr von frischem Stickstoff aus dem Vorratsbehälter 4 wird zum einen an die erforderliche Kühlleistung und zum anderen an den unvermeidlichen Inertgasverlust, insbesondere innerhalb des Trockners 2, angepaßt.

[0033] Ein Teil des Kondensates fließt aus den Wärmetauschern 7 und 14 nicht vollständig ab, sondern setzt sich an den Außenwänden der Röhrensysteme an. Die Wärmetauscher 7, 14 müssen daher von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Hierzu kann den die Röhrensysteme der Wärmetauscher 7 und 14 umgebenden Räumen über eine Leitung 27 und die oben bereits erwähnten Mehrwegeventile 6 und 13 Lösemittel zugegeben werden. Beim Durchgang des Lösemittels durch die Wärmetauscher 7 und 14 werden die an den Röhrensystem anhaftenden Kondensate gelöst und ausgeschwemmt. Das mit den abgelösten Verunreinigungen beladene Lösemittel wird über die Mehrwegeventile 12 und 18 entsorgt.

[0034] Statt durch Spülen mit Lösemittel können die Wärmetauscher 7 und 14 auch thermisch, beispielsweise durch heißen Dampf, gereinigt werden.

[0035] Bei dem oben anhand der Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel einer Anlage zum Trocknen lackierter Fahrzeugkarosserien wurden Verunreinigungen in drei Stufen, also in drei hintereinander geschalteten Wärmetauschern 7, 14, 19 auskondensiert. Die hierfür erforderliche Kühlung erfolgte nach Art einer Kryo-

kondensationstechnik unter Verwendung von flüssigem Stickstoff. Statt des Stickstoffes kann, wie oben schon erwähnt, auch flüssiges Kohlendioxid eingesetzt werden. Selbstverständlich sind in diesem Falle die Temperaturwerte, die sich an den Ein- und Auslässen der verschiedenen Wärmetauscher einstellen, anders als oben für den Fall von flüssigem Stickstoff angegeben.

[0036] Beim Ausführungsbeispiel einer Trockenanlage für lackierte Fahrzeugkarosserien, welches nunmehr anhand der Figur 2 erläutert wird, findet die Kühlung nicht durch Kryokondensation sondern mit Hilfe einer mehrstufigen Kompressions-Kältemaschine statt; außerdem erfolgt die Auskondensation nur in zwei Stufen. Im übrigen aber stimmt das Grundprinzip der Anlage der Figur 2 mit demjenigen der Figur 1 überein, so daß entsprechende Teile mit demselben Bezugszeichen zuzüglich 100 gekennzeichnet werden können.

[0037] Im Einzelnen sind die Verhältnisse bei der Anlage 101 der Figur 2 wie folgt:

[0038] Erneut ist ein Trockner 102 zu erkennen, dem mit Hilfe des Gebläses 105 verunreinigtes Inertgas entnommen wird und dem über den Lufterhitzer 111 gereinigtes Inertgas mit einer Temperatur von etwa 200°C zugeführt wird.

[0039] Einer Kondensationseinrichtung 103 wird das verunreinigte Inertgas wieder mit einer Temperatur von 200°C über ein Mehrwegeventil 106 zugeleitet. Es durchströmt den das Röhrensystem des ersten Wärmetauschers 107 umgebenden Raum und verläßt diesen mit einer Temperatur von etwa 20°C. Dabei werden die höher siedenden Verunreinigungen auskondensiert und dem Kondensatablauf 108 zugeführt.

[0040] Das Röhrensystem des Wärmetauschers 107 wird im Gegenstrom von Inertgas durchströmt, welches mit einer Temperatur von etwa minus 80°C ankommt und den Wärmetauscher 107 mit einer Temperatur von etwa 100°C verläßt.

[0041] Das den ersten Wärmetauscher 107 verlassende, teilweise gereinigte Inertgas tritt über das Mehrwegeventil 112 in den zweiten Wärmetauscher 114 ein. Es durchströmt den das Röhrensystem umgebenden Raum und wird dabei auf eine Temperatur von etwa minus 80°C abgekühlt. Dabei werden die niedriger siedenden Verunreinigungen auskondensiert und über den Kondensatablauf 123 entsorgt. Das so gereinigte Inertgas verläßt den zweiten Wärmetauscher 114 mit einer Temperatur von etwa minus 80°C, gelangt in das Röhrensystem des ersten Wärmetauschers 107 und wird dort auf eine Temperatur von 100°C erwärmt, mit der es dem Lufterhitzer 111 zugeleitet wird. Dieser bringt, wie schon erwähnt, das gereinigte Inertgas auf die im Trockner 102 herrschende Temperatur von 200°C.

[0042] Das Röhrensystem des zweiten Wärmetauschers 114 wird von einem Kältemittel durchströmt, das von einer Kältemittelquelle 104 beim Eintritt in das Röhrensystem des zweiten Wärmetauschers 114 auf eine ausreichend tiefe Temperatur abgekühlt wurde.

[0043] Die Kältemittelquelle 104 umfaßt eine Zwei-

kreiskaskade. Jede dieser Kaskaden wiederum besitzt einen Kompressor 140, 140', einen Verflüssiger 141, 141' und eine Entspannungs-drossel 142, 142'. Jede der beiden Stufen der Zweierkaskade umfaßt einen geschlossenen Kältemittelkreis: Der Kältemittelkreislauf der ersten Stufe führt vom Kompressor 140 über den Verflüssiger 141, die Drossel 142 und das Röhrensystem des zweiten Wärmetauschers 114, während der Kältemittelkreislauf der zweiten Stufe vom Kompressor 140' durch das Röhrensystem des Verflüssigers 141', die Drossel 142' und das Röhrensystem des Verflüssigers 141 der ersten Stufe führt. Der Verflüssiger 141' der zweiten Stufe wird durch ein Gebläse 143 gekühlt. Alternativ kommt hier auch eine Wasserkühlung in Frage.

[0044] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird nur der erste Wärmetauscher 107, in dem sich die höher siedenden Verunreinigungen abscheiden, gelegentlich gereinigt. Hierzu wird über eine Leitung 127 und das Mehrwegeventil 106 in den das Röhrensystem des Wärmetauschers 107 umgebenden Raum Lösemittel eingeführt. Dieser Raum wird durchspült, wobei sich die auf dem Röhrensystem abgeschiedenen Kondensate lösen. Das so die Verunreinigungen mit sich führende Lösemittel wird über das Mehrwegeventil 112 ausgeschleust und entsorgt.

[0045] Selbstverständlich ist es je nach Bedarf möglich, statt einer Zweikreis-Kältemaschine auch eine solche mit mehr oder weniger Stufen einzusetzen.

[0046] Beide Ausführungsbeispiele, die oben beschrieben wurden, können in folgender Weise betrieben werden: Zunächst wird das Inertgas innerhalb des Trockners 2 bzw. 102 ohne Reinigung bis auf eine bestimmte Grenze an Verunreinigungen aufkonzentriert. Während dieser Zeit oder eines Teils dieser Zeit kann die Kondensationseinrichtung 3 bzw. 103 gereinigt werden. Ist die angesprochene Grenze der Verunreinigungskonzentration erreicht, wird das Inertgas mithilfe der Kondensationseinrichtung 3 bzw. 103 gereinigt.

[0047] Wenn ein kontinuierlicher Reinigungsprozeß gewünscht ist, kann die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Kondensationseinrichtung 3 bzw. 103 doppelt vorgesehen werden. Dann befindet sich jeweils eine der Kondensationseinrichtungen 3 bzw. 103 im Einsatz zur Reinigung des dem Trockner 2 bzw. 102 entnommenen Inertgases, während die andere Kondensationseinrichtung 3 bzw. 103 von abgeschiedenen Kondensat befreit wird.

[0048] Für beide Ausführungsbeispiele gilt auch, daß aufgefangenes Kondensat als Spülmittel zum Reinigen der Wärmetauscher verwendet und andererseits einer Nachbehandlungsanlage, beispielsweise einer thermischen Nachverbrennungsvorrichtung, zur Entsorgung zugeführt werden kann.

[0049] Bei beiden beschriebenen Ausführungsbeispielen durchfließt das verunreinigte Inertgas jeweils den das Röhrensystem der verschiedenen Wärmetauscher 7, 14, 19, 107, 114 umgebenden Raum, während das im Gegenstrom durch die Wärmetauscher 7, 14, 19, 107,

114 geführte saubere Inertgas das jeweilige Röhrensystem durchströmt. Selbstverständlich ist auch die inverse Betriebsweise möglich, bei welcher das verunreinigte Inertgas jeweils das Röhrensystem und das gereinigte Inertgas den das Röhrensystem umgebenden Raum der verschiedenen Wärmetauscher 7, 14, 19, 107, 114 durchströmt. In diesem Falle scheiden sich an den Innenmantelflächen der Röhrensysteme die Verunreinigungen ab und müssen dort von Zeit zu Zeit entfernt werden. Neben den oben angesprochenen Möglichkeiten der Reinigung durch Spülen oder thermische Behandlung tritt hier die mechanische Möglichkeit hinzu, bei welcher Molche durch das Röhrensystem geschickt werden, um von den entsprechenden Wänden die Verunreinigungen abzuschaben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von lackierten Fahrzeugkarosserien, bei dem

a) die Gegenstände durch eine Trockenzone bewegt werden, in der sie in einer Inertgasatmosphäre ausgehärtet werden;

b) der Trockenzone ständig oder intermittierend Inertgas entnommen wird, das an mindestens einer Fläche entlang geleitet wird, die auf eine Temperatur abgekühlt ist, die unterhalb des Taupunktes von im Inertgas enthaltenen Verunreinigungen liegt,

dadurch gekennzeichnet, daß

c) das Inertgas beim Schritt b zuerst an einer ersten Fläche (7; 107) entlang geleitet wird, die sich auf einer ersten Temperatur befindet, bei welcher höher siedende Verunreinigungen auskondensieren, und daß das sich dabei bildende Kondensat ausgeleitet wird;

d) das so vorgereinigte Inertgas an mindestens einer zweiten Fläche (14, 19; 114) entlang geleitet wird, die sich auf einer niedrigeren Temperatur als die erste Fläche (7; 107) befindet, bei welcher niedriger siedende Verunreinigungen auskondensieren, und daß das sich dabei bildende Kondensat ausgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nicht auf niedrigster Temperatur befindlichen Flächen (7, 14, 19; 107), an denen das verunreinigte Inertgas entlang geleitet wird, durch im Gegenstrom fließendes gekühltes und gereinigtes Inertgas gekühlt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Kühlen der auf der niedrigsten Temperatur befindlichen Fläche (19; 114), an

welcher verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, zumindest teilweise flüssiges Gas verwendet wird, das einem Vorratsbehälter (4) entnommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die auf der niedrigsten Temperatur befindliche Fläche (19; 114), an welcher verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, zumindest teilweise durch auf nahe der Verdampfungstemperatur befindliches Gas gekühlt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** als flüssiges Gas das Inertgas selbst verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zur Kühlung dem Vorratsbehälter (4) entnommene und an den gekühlten Flächen (7, 14, 19; 107, 114) aufgewärmte Gas direkt oder über einen Lufterhitzer (11; 111) der Trockenzone (2; 102) zugeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die sich auf der niedrigsten Temperatur befindliche Fläche (114), an welcher verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, durch Kältemittel gekühlt wird, welches einer herkömmlichen Kältemaschine entnommen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Teil der gekühlten Flächen (7, 14; 107), an denen verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, von Zeit zu Zeit mechanisch, durch Spülen oder thermisch, insbesondere durch heißen Dampf, gereinigt wird.

9. Anlage zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von lackierten Fahrzeugkarosserien, mit

a) einem Trocknertunnel, dessen Innenraum mit einer Inertgasatmosphäre gefüllt ist;

b) einem Fördersystem, mit dem die Gegenstände durch den Trocknertunnel bewegt werden können;

c) einer Kondensationseinrichtung, die mindestens eine Komponente enthält, die eine Oberfläche aufweist, die unter den Taupunkt von mit dem Inertgas mitgeführten Verunreinigungen kühlbar ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

d) die Kondensationseinrichtung (2; 103) aufweist:

da) eine erste Komponente (7; 107), die eine Oberfläche hat, die auf eine erste Tem-

peratur abkühlbar ist, die unter dem Taupunkt höher siedender Verunreinigungen liegt, wobei die erste Komponente (7; 107) einen ersten Ablauf (8; 108) aufweist, über den die höher siedenden Verunreinigungen ausgeleitet werden können; 5
 db) mindestens eine zweite Komponente (14, 19; 114), die eine Oberfläche hat, die auf eine zweite Temperatur abkühlbar ist, die unter dem Taupunkt niedriger siedender Verunreinigungen liegt, wobei die zweite Komponente (14, 19; 114) einen zweiten Auslauf (8, 23; 108) aufweist, über den die niedriger siedenden Verunreinigungen ausgeleitet werden können. 15

daß das Reinigungsmittel ein Molch ist.

10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Komponenten Wärmetauscher (7, 14, 19; 107, 114) sind, die als Kaskade geschaltet sind, wobei die nicht auf niedrigster Temperatur arbeitenden Wärmetauscher (7, 14; 107) zum Kühlen von gereinigtem, gekühltem Inertgas im Gegenstrom durchströmbar sind. 20
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der auf niedrigster Temperatur arbeitende Wärmetauscher (19) von flüssigem und/oder nahe der Verdampfungstemperatur befindlichen Gas durchströmbar ist. 25
12. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der auf niedrigster Temperatur arbeitende Wärmetauscher (114) von Kältemittel durchströmbar ist, das von einer Kältemaschine (104) bereitgestellt wird. 30
13. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** an mindestens eine gekühlte Fläche (7, 14; 107), an welcher verunreinigtes Inertgas entlang geleitet wird, ein Reinigungsmittel herangebracht werden kann, welches von den gekühlten Flächen (7, 14; 107) haftende Verunreinigungen lösen und aus der Anlage herausleiten kann. 35
14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungsmittel ein Lösemittel ist. 40
15. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungsmittel ein heißes Medium, insbesondere heißer Dampf, ist. 45
16. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,** 50

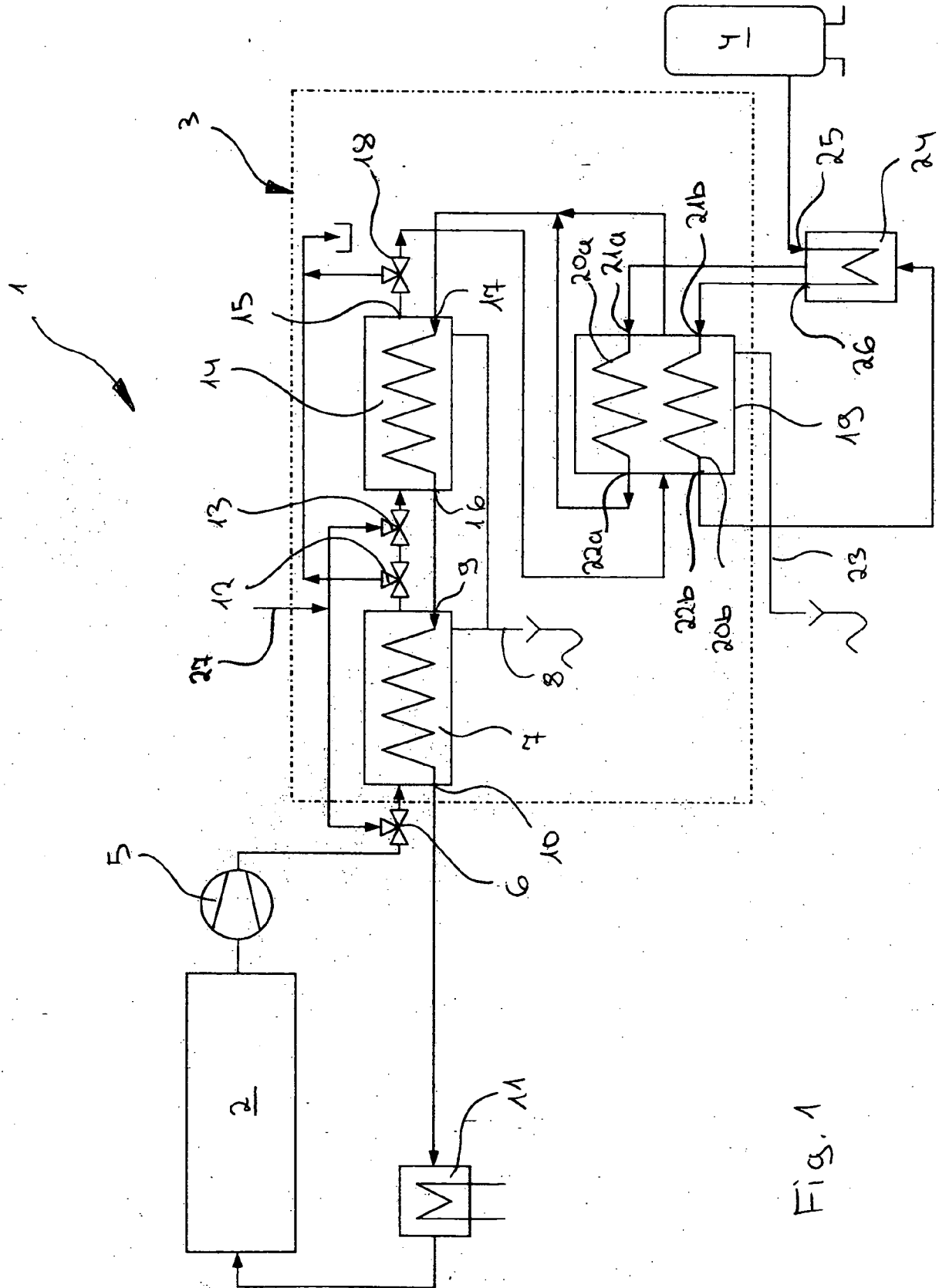
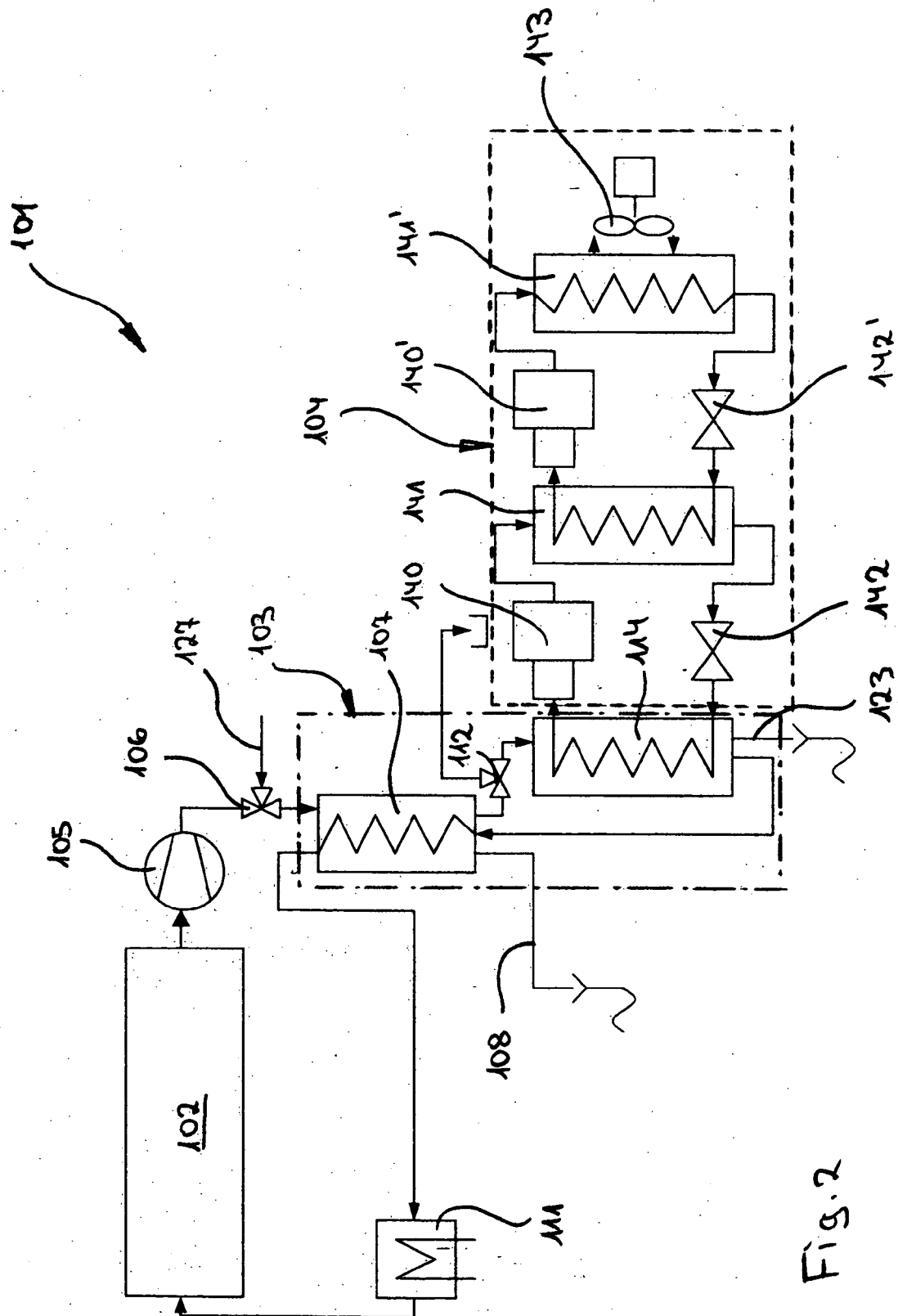


Fig. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 4745

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 324 052 A (BOSHER JOHN L) 13. April 1982 (1982-04-13) * Spalte 3, Zeilen 55-65 * * Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 61 *	1-16	INV. F26B21/14 F26B25/00
X	US 5 343 632 A (DINH KHANH [US]) 6. September 1994 (1994-09-06) * Spalte 6, Zeilen 23-59 * * Spalte 7, Zeilen 3-17 *	1-3, 7-10, 12-16	
X	US 4 545 134 A (MUKERJEE AJIT K [US] ET AL) 8. Oktober 1985 (1985-10-08) * Spalte 6, Zeilen 33-59 *	1-3,5,6, 8-10, 13-16	
A	US 3 831 294 A (FREZE B) 27. August 1974 (1974-08-27) * Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 15 *	1-16	
D,A	DE 10 2004 025528 A1 (EISENMANN MASCHB GMBH & CO KG [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) * Absatz [0045] *	1-16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Februar 2008	Prüfer GARRIDO GARCIA, M
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 Patentdokument, 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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 01 4745

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

07-02-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4324052 A	13-04-1982	KEINE	
US 5343632 A	06-09-1994	CA 2117788 A1	28-10-1993
		EP 0633996 A1	18-01-1995
		JP 7505704 T	22-06-1995
		WO 9321489 A1	28-10-1993
US 4545134 A	08-10-1985	KEINE	
US 3831294 A	27-08-1974	KEINE	
DE 102004025528 A1	09-02-2006	CN 1957218 A	02-05-2007
		EP 1749177 A1	07-02-2007
		WO 2005116554 A1	08-12-2005

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102004025528 A1 [0003] [0020]