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

(11) EP 0 780 162 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.1997 Patentblatt 1997/26

(51) Int. Cl.[6]: **B05D 1/18**, B05C 11/08, F28F 19/02

(21) Anmeldenummer: **96120589.5**

(22) Anmeldetag: **20.12.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB

(30) Priorität: **23.12.1995 DE 19548594**
23.12.1995 DE 19548595

(71) Anmelder: **E. Krieg GmbH**
70499 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Krieg, Günther**
  70499 Stuttgart (DE)
- **Krieg, Eberhard**
  71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Beier, Schöndorf und Mütschele
Willy-Brandt-Strasse 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) Dreidimensionale Wärmetauscher grosser innerer Oberfläche mit einer Lackierung sowie Verfahren und Vorrichtung zum Lackieren der Wärmetauscher

(57) Die Erfindung betrifft dreidimensionale Wärmetauscher (18") großer innerer Oberfläche und offener Struktur, die mindestens eine Lackierung (27) mindestens eines Teils der inneren Oberfläche aufweisen. Die Schichtdicke der Lackierung (27) ist auf der gesamten beschichteten Oberfläche im wesentlichen gleichmäßig und die innere Oberfläche ist frei von durch Lack verstopften Zwischenräumen. Dies kann erreicht werden durch zentrifugierendes Schleudern der frisch lackierten Wärmetauscher. Eine Vorrichtung hierzu ist als Schleuder ausgebildet.

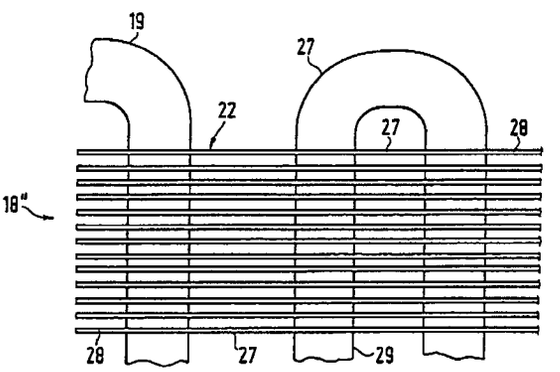

Fig. 5

EP 0 780 162 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft dreidimensionale Wärmetauscher großer innerer Oberfläche und offener Struktur, die mindestens eine Lackierung mindestens eines Teils der inneren Oberfläche aufweisen sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Lackierung der Wärmetauscher.

Wärmetauscher, die von einem Medium durchströmt und von einem anderen Medium umströmt werden, haben einen um so besseren Wirkungsgrad, je größer ihre Tauscheroberfläche ist. Eine starke Vergrößerung der inneren Oberfläche bei gleichen äußeren Ausmaßen führt dazu, daß die Durchgänge durch die Tauscherstruktur immer enger werden. Dies gilt insbesondere für Wärmetauscher mit Lamellenkörpern, wie sie bei Kühlern und Verdampfern, insbesondere Verdampfern von Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge, vorgesehen sind. Die Oberflächenstruktur von Wärmetauschern weist in der Regel eine Lackierung auf, die einerseits dazu dient, eine glatte Oberfläche zu schaffen, andererseits dazu, Korrosionen zu vermeiden. Verdampfer für Klimaanlagen sind im Betrieb ständig mit Kondenswasser benetzt, weshalb besondere Maßnahmen zur Korrosionsverhütung vorgesehen werden. Bei Verdampfern aus Aluminium wird die Aluminiumoberfläche vor einer Lackierung chromatiert, d.h. chemisch gebeizt bzw. oxidiert, um eine Passivierung der Oberfläche zu erhalten. Diese Passivierung ist mit einer gewissen Aufrauhung der Aluminiumoberfläche verbunden, weshalb eine nachträgliche Lackierung der Oberfläche erwünscht ist. Die Lackierung soll ein gutes Abtropfen von Kondenswasser ermöglichen und dadurch ein Wachstum von Mikroorganismen auf den Tauscherflächen vermeiden. Die Lackierung wird normalerweise durch Tauchen im wesentlichen der gesamten Wärmetauscher in ein Lackbad vorgenommen. Da nach dem Herausnehmen der Wärmetauscher aus dem Lackbad je nach Dichte der Oberflächenstruktur erhebliche Mengen von Lack in der Oberflächenstruktur, insbesondere Lamellenstruktur verbleiben, reicht ein einfaches Abtropfenlassen nicht aus. Nach einer bestimmten Standzeit werden restliche Lackmengen durch Ausblasen der Tauscher entfernt. Nachteilig ist, daß die verbleibende Lackschicht in der Regel zu dick und ungleichmäßig ist und daß Engstellen innerhalb der Lamellenstruktur zum Teil völlig verstopft sind und nach dem Einbrennen des Lacks verstopft bleiben. Solche Verstopfungen und der zu dicke und ungleichmäßige Lackauftrag verursachen einen schlechten Wirkungsgrad des Austauschers.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu vermeiden und die Lackierung so zu gestalten, daß ein guter Wirkungsgrad bei guten Abtropfeigenschaften erreicht wird.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der Lackierung auf der gesamten beschichteten Oberfläche im wesentlichen gleichmäßig ist und die innere Oberfläche des Wärmetauschers frei von durch Lack verstopfte Zwischenräume ist. Dies ist erhältlich durch ein Ausschleudern des Lacks aus dem Wärmetauscher. Wie nachfolgend beschrieben wird, ist es erfindungsgemäß möglich, die Schichtdicke in vorbestimmter Größe genau einzustellen und über die gesamte Tauscheroberfläche einzuhalten. Es sind Schichtdicken von kleiner 5 µm bis herunter zu 0,1 µm möglich, je nach den Anforderungen. Wenn erwünscht, können jedoch auch wesentlich größere Schichtdicken vorgesehen sein. Dabei ist die Schichtdicke unabhängig von ihrer absoluten Dicke gleichbleibend über die gesamte lackierte Tauscheroberfläche.

Als Wärmetauscher mit großer innerer Oberfläche kommen insbesondere Kühler und Verdampfer in Frage, wobei die Erfindung für Verdampfer für Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge von besonderer Bedeutung ist, da diese eine hohe Leistung erbringen müssen und im Betrieb ständig durch Kondenswasser feucht gehalten werden. Die Wärmetauscher besitzen normalerweise eine metallische Oberfläche aus einem gut leitenden Metall, wie Kupfer oder Aluminium. Bei Aluminiumoberflächen ist eine Chromatierung aus den oben erwähnten Gründen bevorzugt. Die Lackierung ist normalerweise eine Einbrennlackierung, insbesondere eine solche aus einem Polyurethanlack. Auch andere Tauchlacke, insbesondere solche auf Wasserbasis, sind erfindungsgemäß vorgesehen.

Die Schichtdicke der Lackierung kann in weiten Grenzen variieren und liegt normalerweise im Bereich von 0,1 bis 100 µm, insbesondere im Bereich von 0,5 bis 50 µm. Die Abweichung von der mittleren Schichtdicke ist erfindungsgemäß sehr gering. Sie liegt in der Regel unter ± 50 % und ist normalerweise kleiner ± 20 %. In der Regel reicht eine Schichtdickenabweichung im Bereich von ± 5 bis 10 % aus. Wenn erwünscht, kann jedoch die Abweichung auch kleiner gehalten werden. Im Gegensatz dazu, liegt die Schichtdickenabweichung beim Ausblasen von Lack weit über ± 100 %.

Wärmetauscher großer innerer Oberfläche haben normalerweise eine spezifische Oberfläche im Bereich von 0,5 bis 5 m^2/dm^3, insbesondere von 1 bis 3 m^2/dm^3. Verdampfer von Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge sind gewöhnlich Röhrenverdampfer, wobei die Röhren schlangenlinienartig verlaufen und zur Oberflächenvergrößerung durch eine Vielzahl von parallel angeordneten Lamellen aus dünnem Metall miteinander verbunden sind. Einen Verdampfertyp stellen die sogenannten Scheibenverdampfer dar, bei denen scheibenförmige Hohlkörper von Tauschermedium durchströmbar sind. Die Scheiben sind ebenfalls durch eine Wabstruktur untereinander verbunden, wobei die Waben in der Regel zickzackförmig verlaufen und ihrerseits zur Verbesserung der Umströmung geschlitzt sind. Solche Verdampfer für Klimaanlagen sind aus Platzgründen möglichst klein. Sie haben normalerweise eine quaderförmige Form. Sie sind in der Regel 280 bis 320 mm lang, 230 bis 240 mm breit und 60 bis 75 mm tief. Je nach Fahrzeugtyp können sie jedoch auch größer oder kleiner sein. Der lichte Abstand zwischen inneren

Oberflächenteilen der Wärmetauscher liegt zumindest an engen Stellen unter 2 mm, insbesondere unter 1 mm. Er kann, insbesondere bei geschlitzten Lamellen sogar im Bereich von 0,2 bis 0,3 mm liegen. Solche feinen Öffnungen bilden bei der erfindungsgemäßen Lakkierung keine Probleme.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zum Lackieren von Wärmetauschern großer innerer Oberfläche mit eng aneinanderliegenden Oberflächenteilen durch vollflächiges Beschichten mindestens eines Teils der inneren Oberfläche mit einem flüssigen Lack im Überschuß und anschließendes Entfernen von überschüssigem Lack. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß überschüssiger Lack durch zentrifugierendes Schleudern der Wärmetauscher entfernt wird und die gewünschte Schichtdicke als Funktion der Zentrifugalkraft, der Schleuderdauer und der Viskosität des Lacks eingestellt wird.

Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist es wünschenswert, Lacke mit möglichst hohem Festkörpergehalt zu verarbeiten. Während beim bisherigen Ausblasen bei Lacken mit einem Festkörpergehalt von 14 Gew.% schon erhebliche Probleme auftraten, ist es jetzt möglich, den Festgehalt noch wesentlich zu erhöhen. Es können Lacke mit einem Festkörpergehalt bis 24 Gew.% und darüber verarbeitet werden. Auch können erfindungsgemäß Wasserlacke verarbeitet werden, d.h. Dispersionslacke auf Wasserbasis, was bisher nicht möglich war. Die Schleuderdauer kann beliebig sein. Aus wirtschaftlichen Gründen ist man jedoch bestrebt, sie unterhalb 120 s zu halten. Normalerweise wird mit einer Schleuderdauer von 20 bis 120 s, insbesondere 30 bis 60 s gearbeitet, wobei in dieser Zeitdauer die Anfahrzeit und die Bremszeit der Schleuder eingeschlossen sind. Die Zentrifugalkraft hängt von der Größe der Schleuder, d.h. vom Abstand der Wärmetauscher von der Schleuderachse sowie von der maximalen Drehzahl der Schleuder ab. Dabei ist natürlich auch auf die Belastbarkeit der Wärmetauscher Rücksicht zu nehmen. Schleudern mit einem Schleuderdurchmesser von 700 bis 1000 mm und Drehzahlen bis 1000 U/min sind technisch ohne Probleme zu realisieren, wobei die Größe, d.h. der Durchmesser der Schleuder auch von der Größe der Wärmetauscher abhängt und von der Anzahl der Tauscher, die gleichzeitig in der Schleuder untergebracht werden sollen. Die Drehzahlen liegen normalerweise im Bereich von 200 bis 1000 U/min, insbesondere im Bereich von 400 bis 800 U/min.

Die Wärmetauscher liegen vorzugsweise bereits in montagefertigem Zustand vor, d.h. sie besitzen bereits montierte Anschlüsse und falls vorgesehen, Ventile, insbesondere Nadelventile. Das Schleudern der Wärmetauscher wird vorzugsweise unmittelbar nach dem relativen Entfernen der Tauscher aus dem Bad, insbesondere Tauchbad, vorgenommen, ohne daß man dem überschüssigen, in ihm verbleibenden Lack Zeit läßt, sich durch Abtropfen zu vermindern. Ein solches Abtropfen ist nicht erforderlich und aus ökonomischen Gründen auch nicht sinnvoll, weil die Tauscher aufgrund ihrer großen inneren Oberfläche und geringen lichten Abstände innerhalb der Oberfläche große Mengen an Lack zurückhalten. So kann das überschüssige Lackvolumen bei Wärmeaustauschern der oben genannten Größe in der Größenordnung von einem Liter liegen, d.h. etwa 1/5 bis 1/6 des Gesamtvolumen des Tauscherkörpers betragen.

Erfindungsgemäß ist es möglich, Teillackierungen der montagefertigen Wärmetauscher vorzunehmen, wobei nicht zu lackierende Stellen während der Beschichtung mit Lack und der Beseitigung von überschüssigem Lack, frei von Lack gehalten werden. Dies ist deshalb erwünscht, weil insbesondere die Anschlüsse und ggf. die Ventilkörper nicht lackiert werden sollen. Erfindungsgemäß kann ein solches Freihalten an nicht zu lackierenden Stellen ohne besondere Schutzeinrichtungen lediglich durch räumliche Anordnung und Ausrichtung der Wärmetauscher während des Lackierens und Schleuderns erreicht werden. Dies ist möglich, indem die nicht zu lackierenden Stellen beim Lackieren oben und beim Schleudern oben und/oder innen gehalten werden. Besondere Schutzmaßnahmen für die nicht zu lackierenden Stellen entfallen dadurch. Beim Beschichten der Wärmetauscher durch Tauchlackieren kann die Einstelltiefe durch verstellbare Anschläge eingestellt werden, insbesondere durch einen im Tauchbad höhenverstellbar angeordneten Boden. Es ist auch mit Vorteil möglich, die Wärmetauscher in Einhängevorrichtungen einzuhängen und das Flüssigkeitsniveau relativ zu den Einhängevorrichtungen so einzustellen, daß nicht zu lackierende Teile der Wärmetauscher über dem Flüssigkeitsniveau liegen.

Quaderförmige Wärmetauscher werden vorzugsweise im wesentlichen in vertikaler Lage geschleudert. Dies erlaubt eine gute Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes. Die Wärmetauscher werden vorzugsweise zum Zentrifugieren in vormontierte Halterungen der Schleuder eingesetzt, wobei die Wärmetauscher durch gleichzeitige Abstützung an mehreren Stellen vorzugsweise ortsfest gehalten werden, d.h. sich während des Schleuderns relativ zur Schleuderachse nicht bewegen. Gegen die Zentrifugalbeschleunigung empfindliche Teile der Wärmetauscher, wie beispielsweise abragende Ventilkörper, können gesondert abgestützt werden. Erfindungsgemäß ist mit Vorteil eine Mehrfachbeschichtung vorgesehen. Hierbei wird vorzugsweise zunächst eine im wesentlichen Voll-Lackierung der Wärmetauscher mit einer dünnen Beschichtung und anschließend eine Teillackierung der Wärmetauscher an korrosionsgefährdeten Oberflächenbereichen in dickerer Schicht vorgenommen. Bei einer solchen Mehrfachlackierung wird mit besonderem Vorteil die nachfolgende Lackierung ohne besondere Zwischentrocknung der zuvor aufgebrachten und von überschüssigem Lack befreiten zuvor aufgebrachten Lackschicht vorgenommen. Dies ist dadurch möglich, daß die erste dünne Lackschicht so dünn geschleudert werden kann, daß sie sich trocken anfühlt und der Wär-

metauscher ohne Zwischentrocknung gehandhabt werden kann. Dadurch, daß die erste Lackschicht an den mit einer weiteren Lackschicht zu versehenden Oberflächenteilen noch nicht ausgetrocknet ist, findet eine gute Benetzung dieser Teilflächen mit dem zweiten in der Regel höher viskosen Lack statt und ebenso eine gute Verbindung zwischen den beiden Lackschichten.

Überschüssiger Lack wird in der Regel nach außen gegen eine feststehende Zentrifugenwand geschleudert und fließt an dieser nach unten ab, wo er aufgefangen und ggf. in einen Vorratsbehälter zurückgeführt wird. Es ist auch möglich, mit den Wärmetauschern mitlaufende mit den Halterungen verbundene Auffangeinrichtungen, insbesondere Auffangbleche, für den Lack vorzusehen, die den abgeschleuderten Lack nach unten führen, so daß er nur im unteren Bereich der Zentrifuge abgeschleudert wird.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Lackierungsverfahrens. Diese Vorrichtung ist gekennzeichnet durch eine um eine Schleuderachse drehbare Schleuder mit Halterungen für die Wärmetauscher. Die Schleuderachse steht vorzugsweise senkrecht. Die Halterungen sind vorzugsweise so ausgebildet, daß sie eine ortsfeste Lagerung der Wärmetauscher relativ zur Schleuderachse ermöglichen. Es kann ein Drehgestell vorgesehen sein, in dem mehrere, vorzugsweise 4 bis 10, insbesondere 6 bis 8 Halterungen montiert sind. Die Schleuder kann von einem feststehenden Gehäuse umgeben sein, das mit einem verschließbaren Deckel versehen ist. Vorzugsweise ist der Schleuder mindestens ein Tauchbehälter für die Aufnahme von Lack zugeordnet, der Teil der Vorrichtung ist und vorzugsweise unmittelbar neben der Schleuder angeordnet ist. Dadurch können unerwünschte Wegstrecken zwischen Tauchbehälter und Schleuder vermieden werden. Mit besonderem Vorteil kann die erfindungsgemäße Vorrichtung ein Behandlungsgefäß aufweisen, das sowohl als Tauchgefäß wie auch als Schleudergefäß zum Abschleudern und Auffangen überschüssigen Lacks dient.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Lackierstation gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine Anordnung von Verdampfern in der Lackierstation nach im wesentlichen vollständigem Lackieren,

Fig. 3 eine Anordnung von Verdampfern in der Lackierstation nach einer Teillackierung und die

Fig. 4 und 5 Teile von Verdampfern von Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge, und

Fig. 6 eine Lackierstation, die auch für weitere Behandlungen von Wärmetauschern geeignet ist.

Bei der in der Zeichnung in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung weist eine Lackierstation 1 in einem verschließbaren Gehäuse 2, einen oder mehrere mit Lack auffüllbare Tauchbehälter 3, eine Schleuder 4 sowie einen unterhalb des Gehäuses 2 angeordneten Sammelbehälter 5 für ausgeschleuderten Lack auf. Der Gehäuseboden 6 verläuft schräg nach unten in Richtung zum Sammelbehälter 5 und weist über dem Sammelbehälter eine Austrittsöffnung 7 auf. Die Schleuder 4 ist als Zentrifuge mit vertikaler Drehachse 8 ausgebildet. Die Schleuder 4 weist einen Drehteller 9 auf, der auf einer Antriebswelle 10 gelagert ist, die abdichtend durch den Gehäuseboden 6 geführt ist. Als Antrieb für die Schleuder ist ein Elektromotor 11 vorgesehen, der unterhalb des Gehäuses 2 an diesem befestigt und über ein Winkelgetriebe 12 mit der Antriebswelle 10 verbunden ist. Auf dem Drehteller 9 sind sieben Halterungen 13 in einem Abstand von 350 bis 400 mm von der Drehachse 8 montiert, die eine ortsfeste Lagerung von Verdampfern von Klimaanlagen von Kraftfahrzeugen ermöglichen. Die Halterungen 13 sind an ihrer Oberseite durch einen umlaufenden Verbundring miteinander verbunden und gegen die Einwirkung von Fliehkräften stabilisiert. Ein Gehäusedeckel 15 ist durch nicht dargestellte hydraulische Gestänge öffenbar und schließbar und dichtet die Lackierstation während des Schleudervorganges nach oben ab. Das Gehäuse 2 ist durch eine Trennwand 16 in einen Raum für den Tauchbehälter 3 und einen Raum für die Schleuder 4 getrennt, wobei die Trennwand in einem Abstand über dem Boden 6 endet, um ein Durchfließen von ausgeschleudertem Lack zum Sammelbehälter 5 zu ermöglichen. Der Sammelbehälter 5 ist auf Rädern 17 gelagert und unter dem Gehäuse 2 herausfahrbar. Es kann weiterhin eine in der Zeichnung nicht dargestellte, mit einer Flüssigkeitspumpe und einem Filter ausgerüstete Rückführeinrichtung zum Rückführen von gesammeltem Lack in dem Tauchbehälter 3 vorgesehen sein.

Zum Lackieren werden Verdampfer 18 mit einer Größe von 240 x 300 x 65 mm (siehe Fig. 2 und 3) für Klimaanlagen von Kraftfahrzeugen in fertig montierbarem Zustand, d.h. mit Zuleitungen 19 und Ventil 20, in den Tauchbehälter 3 bei geöffnetem Gehäusedeckel 15 in den Lack eingetaucht, wobei ein höhenverstellbarer Zwischenboden 21 in der Höhe so eingestellt ist, daß der Lamellenkörper 22 des Verdampfers 18 vollständig in den Lack eingetaucht wird, Teile der Zuleitungen 19 und der Ventilkörper 20 jedoch nicht mit dem Lack benetzt werden. Der Lack hat einen Festkörpergehalt von 14 Gew.% und eine Viskosität von 50 bis 70 s bei einem Auslaufbecher mit einem Auslaufdurchmesser von 2 mm. Beim Herausnehmen der Verdampfer fließt ein Großteil des vom Lamellenkörper 22 aufgenommenen Lacks ab. Pro Verdampfer bleibt jedoch ein Lackvolumen von ca. einem Liter an überschüssigem Lack zwischen den Lamellen hängen. In diesem Zustand werden die Verdampfer in die Halterungen 13 der

Schleuder 4 eingesetzt, wobei die Halterungen 13 die in Fig. 3 dargestellte Anordnung besitzen. Diese Anordnung erlaubt eine Halterung der Verdampfer 18 in vertikaler Lage entlang des Außenrandes des Drehtellers 9 in einer Weise, in der die Durchgangsöffnungen zwischen den Lamellen des Lamellenkörpers 22 radial verlaufen. Dadurch kann Lack beim Ingangsetzen der Schleuder und Drehen des Drehtellers wirksam aus den Lamellenkörpern austreten. Die Ventilkörper 20, die von den Zuleitungen 19 gehalten werden, befinden sich bei dieser Anordnung in einem geringeren radialen Abstand von der Drehachse 8, so daß auf den Ventilkörper geringere Zentrifugalkräfte wirken als auf den Lamellenkörper. Wenn nötig, können die Halterungen 13 zusätzlich Abstützelemente für den Ventilkörper 20 aufweisen, um ein Verbiegen der Zuleitungen 19 während des Zentrifugierens zu verhindern. Während des Schleudervorganges fließt überschüssiger Restlack zwischen den Lamellen des Lamellenkörpers 22 radial nach außen, wobei die Zentrifugalkräfte mit größer werdendem radialem Abstand zur Drehachse größer werden. Dadurch wird ein wirksames Abschleudern von überschüssigem Lack aus dem Lamellenkörper ermöglicht und gleichzeitig verhindert, daß sich durch Lackansammlung eine größere Schichtdicke an der Austrittsstelle des Lackes bildet als an den radial weiter innen gelegenen Seiten der Lamellen.

Der mittlere radiale Abstand der Lamellenkörper 22 von der Drehachse beträgt bei der dargestellten Ausführungsform ca. 0,35 bis 0,40 m. Die Drehzahl, mit der die Schleuder arbeitet, läßt sich bis zu einer maximalen Drehzahl von 600 U/min einstellen. Durch Variation der Drehzahl und Einstellen der Schleuderdauer läßt sich überschüssiger Lack bis Erreichen einer gewünschten Schichtdicke des Lackes ausschleudern. Bei der vorbeschriebenen Voll-Lackierung liegt die Schichtdicke vorzugsweise bei 0,5 μm $\pm$ 10 %. Die lackierten Lamellen des Lamellenkörpers fühlen sich bei dieser geringen Schichtdicke trocken an. Dadurch ist es möglich, die Verdampfer unmittelbar nach dem Herausnehmen aus der Schleuder einem zweiten Lackierungsvorgang zu unterwerfen, der nur eine Teillackierung der Teile des Lamellenkörpers zum Gegenstand hat, die besonders korrosionsgefährdet sind. Dies sind in der Einbaulage im Kraftfahrzeug die Stellen des Verdampfers, die zeitlich am längsten mit Kondenswasser benetzt sind. Die entsprechende mit einer zweiten Lackschicht zu versehende Seite 23 der Verdampfer 18 ist in Fig. 3 gezeigt.

Zur zweiten Lackierung werden die Verdampfer 18 in eine zweite Lackierstation umgesetzt, die im wesentlichen gleich aufgebaut ist wie die erste Lackierstation 1. Der Lack im Tauchbehälter 3 besitzt mit 24 % einen höheren Festkörpergehalt als beim ersten Lackiervorgang und damit auch eine höhere Viskosität. Der Zwischenboden 21 ist im Tauchbehälter 3 höher gesetzt, so daß nur die mit der zweiten Lackschicht zu versehenen Stellen der Verdampfer 18 mit Lack benetzt werden.

Bei der zweiten Lackierstation besitzen die Halterungen 18 eine Anordnung, die wiederum ein vertikales Festlegen der Verdampfer 18 ermöglichen, wobei jedoch die mit der zweiten Lackschicht versehenen Seiten 23 der Verdampfer 18 radial am entferntesten von der Drehachse 8 zu liegen kommen, d.h. die gesamten Verdampferkörper im wesentlichen radial ausgerichtet sind. Dadurch werden auf die mit der zweiten Lackierung versehenen Seiten 23 der Verdampfer 18 die größten Zentrifugalkräfte ausgeübt. Gleichzeitig wird durch weiter innenliegende Anordnung der nicht mit der zweiten Lackschicht zu versehenen Flächen der Verdampfer 18 vermieden, daß diese versehentlich mit Lack benetzt werden. Je nach Aufbau der Verdampfer sind auch andere Anordnungen auf dem Drehteller möglich. Im vorliegenden Fall sind sieben Verdampfer auf dem Drehteller angeordnet. Je nach Größe des Drehtellers und Größe der Verdampfer können es auch mehr oder weniger sein. Auf jeden Fall sollte auf eine gleichmäßige Anordnung der Verdampfer rund um die Drehachse geachtet werden, damit der Drehteller zumindest im wesentlichen ausgewuchtet ist. Kleinere Unwuchten können durch die selbstauswuchtende Lagerung der Antriebswelle 10 ausgeglichen werden.

Wie oben bereits erwähnt, ist der Lack für die zweite Lackierung viskoser eingestellt als für die erste Lackierung. Er kann auch anders zusammengesetzt sein. Die Schichtdicke kann aber auch durch entsprechende Einstellung der Schleuderdauer und Drehzahl vorbestimmt werden. Sie beträgt im Normalfall 25 μm $\pm$ 5 %.

Die erfindungsgemäß lackierten Verdampfer besitzen sehr gute Ablaufeigenschaften für Kondenswasser. Dies ist auf die gleichmäßige Beschichtung der Metalloberfläche der Verdampfer zurückzuführen. Infolge der geringen Schichtdicke der Lackierung findet ein effektiver Wärmeaustausch im Gebrauch statt. Dadurch, daß die Schichtdicke der Lackierung sehr gleichmäßig ist und eine Verengung oder Verstopfung der Zwischenräume zwischen den Lamellen durch den effektiven Austrag von Restlack vermieden ist, besitzen die erfindungsgemäß lackierten Verdampfer einen geringen Strömungswiderstand. Dabei bietet die dünne Lackschicht auch bei einer vorangegangenen Chromatierung von Verdampfern aus Aluminium eine gute Oberflächenglättung, wodurch eine unerwünschte Anlagerung von Partikeln oder ein Pilzbewuchs der Verdampferoberfläche wirksam vermieden werden.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um einen sogenannten Scheibenverdampfer 18'. Mehrere parallele Scheiben 24 aus Aluminium sind als doppelwandige Hohlkörper ausgebildet und mit Tauschermedium durchströmbar. Die einzelnen Scheiben 24 sind über nicht dargestellte Querleitungen kommunizierend miteinander verbunden. Zur Vergrößerung der Verdampferoberfläche ist zwischen den Scheiben 24 eine Vielzahl von Lamellen 25 aus dünnem Aluminiumblech angeordnet, die zickzackförmig verlaufen und wärmeleitend mit den Scheiben verbunden sind und den Lamellenkörper 22 bilden. Die Lamellen 25 haben eine Wandstärke von ca. 0,2 mm. Aus den

Lamellen sind Laschen 26 ausgestanzt und aus der Ebene der Lamellen 25 abgebogen, so daß schlitzförmige Spalte 127 mit einer Weite von ca. 0,5 mm gebildet sind. Die Scheiben 24 und die dazwischen angeordneten Lamellen 25 sind zur Erhöhung ihrer Korrosionsbeständigkeit chromatiert und zusätzlich in erfindungsgemäßer Weise über die gesamte Tauscheroberfläche mit einer dünnen Lackschicht 27 aus einem Polyurethan-Einbrennlack versehen. Die Dicke der Lackschicht beträgt 5 µm ±10 %. Dadurch ist gewährleistet, daß die Zwischenräume zwischen den Lamellen und die von den Laschen gebildeten Schlitze 27 vollständig offen sind. Durch die geringe und gleichmäßige Schichtdicke des Lacks wird ein guter Wärmetausch zwischen dem Verdampfer 18' und der zur kühlenden Luft der Klimaanlage gewährleistet.

Die Ausführungsform nach Fig. 5 zeigt einen Röhrenverdampfer 18". Ein Paket aus einer Vielzahl von parallelen Lamellen aus Aluminium ist von schlangenförmig gebogenen Verdampferrohren 29 unter wärmeleitender Verbindung durchdrungen. Der lichte Abstand zwischen den Lamellen 28 liegt bei 1 bis 2 mm. Die Oberfläche der Rohre und der Lamellen ist wie beim Verdampfer nach Fig. 4 chromatiert und mit einer Lackierung 27 versehen.

Bei der in der Zeichnung in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform der Erfindung weist eine Lackierstation 31 ein verschließbares und evakuierbares Gehäuse 32, mehrere mit Lack oder anderen Behandlungsflüssigkeiten auffüllbare Vorratsbehälter 33, eine Schleuder 34 sowie mehrere unterhalb des Gehäuses 32 angeordnete Sammelbehälter 35 für momentan nicht benötigte Behandlungsflüssigkeiten auf. Im Gehäuse 32 ist ein feststehendes Behandlungsgefäß 36 angeordnet, das sowohl als Tauchbehälter wie auch als Schleudergefäß zum Sammeln abgeschleuderter Flüssigkeit vorgesehen ist. Das Behandlungsgefäß 36 hat die Form einer im Vertikalschnitt U-förmigen Rinne und ist ringförmig ausgebildet.

Die Schleuder 34 ist als Zentrifuge mit vertikaler Drehachse 38 ausgebildet. Die Schleuder 34 weist einen als Schwungscheibe und Ausgleichsgewicht dienenden Drehteller 39 auf, der unterhalb des Behandlungsgefäßes 36 auf einer Antriebswelle 40 gelagert ist. Als Antrieb für die Schleuder ist ein Elektromotor 41 vorgesehen, der unterhalb des Gehäuses 32 an diesem befestigt und über ein Winkelgetriebe 42 mit der Antriebswelle 40 verbunden ist. Auf dem Drehteller 39 ist ein U-förmiger Topf 43 montiert und ebenfalls drehbar. Von dem Topf erstrecken sich sechs brückenförmige Radialstege 44 nach außen, überragen den Innenrand 37 der U-förmigen Rinne des Behandlungsgefäßes 36 und tauchen von oben in die Rinne ein. Die Radialstege 44 sind an ihren Außenkanten 45 mit zwei umlaufenden Verbundringen 46 und 47 miteinander verbunden und untereinander stabilisiert. Die Verbundringe 46 und 47 besitzen an ihrer Innenseite zwischen den Radialstegen Halterungen 48, die eine ortsfeste Lagerung von Verdampfern 49 von Klimaanlagen von Kraftfahrzeugen relativ zur Drehachse ermöglichen. Die Halterungen 48 sind an ihrer Oberseite mit Haken 50 versehen, in die die Verdampfer 49 einhängbar sind. Die Halterungen 48 weisen weiterhin schräg nach unten innen verlaufende Stützen 51 auf, die den oberen Ring 46 und den unteren Ring 47 miteinander verbinden und bei der Einwirkung von Schleuderkräften auf die Verdampfer 49 eine Anlage für den unteren Rand der Verdampfer unter Linien- bzw. Punktberührung bilden.

Die Haken 50 liegen oberhalb des vorgesehenen Flüssigkeitsniveaus und bestimmen die horizontale Grenzfläche bzw. Phasengrenze, bis zu der die Verdampfer 49 beim Tauchen bzw. Fluten in die Behandlungsflüssigkeit ragen. Das Flüssigkeitsniveau kann durch mindestens einen Überlauf 52 an der Außenwand des Behandlungsgefäßes 36 eingestellt werden. Ein Gehäusedeckel 53 ist durch nicht dargestellte hydraulische Gestänge öffenbar und schließbar und dichtet die Lackierstation während des Schleudervorganges und einer etwaigen Teilevakuierung ab. Es sind weiterhin in der Zeichnung nicht dargestellte, mit Flüssigkeitspumpen und Filter ausgerüstete Rückführeinrichtungen zum Rückführen von gesammelten Behandlungsflüssigkeiten, z.B. Lack, in die Vorratsbehälter 33 vorgesehen. Für unterschiedliche Behandlungsflüssigkeiten sind vorzugsweise getrennte Leitungssysteme, wie Zuführ- und Rückführleitungen sowie Pumpen usw. vorgesehen, um eine Vermischung dieser Flüssigkeiten zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für Chromatierlösungen aber auch für Lacke und Spüllösungen.

Die beschriebene Ausführungsform nach Fig. 6 ist zur Durchführung mehrerer aufeinanderfolgender Behandlungsschritte an Wärmetauschern, insbesondere Verdampfern, eingerichtet, wobei die Verdampfer während der einzelnen Behandlungsschritte in den Halterungen 48 der Schleuder 34 verbleiben und die Behandlungsflüssigkeiten, z.B. Reinigungs- und Entfettungsflüssigkeiten, Chromatierflüssigkeiten, Spüllösungen, Flüssiglacke, insbesondere Wasserlacke, und dergleichen nacheinander zugeführt und abgelassen werden und wobei nach jeder Behandlung bzw. zwischen zwei Behandlungen jeweils vorzugsweise ein Schleudervorgang vorgenommen wird.

Zum Behandeln, z.B. zum Lackieren, werden Verdampfer 49 in fertig montierbarem Zustand, das heißt mit Zuleitungen 54 und Ventil 55, in das rinnenförmige Behandlungsgefäß 36 gesetzt, worauf dieses durch eine im Bereich des Gefäßbodens angeordnete Zu- bzw. Ableitung 56 mit Lack geflutet wird. Ein Überlauf 52 ist in der Höhe so eingestellt, daß der Lamellenkörper 57 des Verdampfers 50 vollständig in den Lack eingetaucht wird, Teile der Zuleitung 54 und der Ventilkörper 55 jedoch nicht mit dem Lack benetzt werden. Falls erwünscht, kann die vollständige Benetzung des Lamellenkörpers 57 durch Anlegen eines geeigneten Teilvakuums beschleunigt werden. Beim anschließenden Ablassen des Lackes aus dem Behandlungsgefäß 36 durch die Zu- bzw. Ableitung 56 fließt ein Großteil des vom Lamellenkörper 57 aufge-

nommenen Lacks ab. Pro Verdampfer bleibt jedoch ein Lackvolumen von ca. einem Liter an überschüssigem Lack zwischen den Lamellen hängen. In diesem Zustand verbleiben die Verdampfer in den Halterungen 48 der Schleuder 34, die nunmehr in Gang gesetzt wird. Während des Schleudervorganges fließt überschüssiger Restlack zwischen den Lamellen des Lamellenkörpers 57 radial nach außen ab, sammelt sich am Rinnenboden 58 und fließt über den Zu- bzw. Ablauf 56 in den für den Lack vorgesehenen Sammelbehälter 35.

Durch Variation der Drehzahl und Einstellen der Schleuderdauer läßt sich überschüssiger Lack bis zum Erreichen einer gewünschten Schichtdicke des Lackes ausschleudern. Dabei richten sich Drehzahl und Schleuderdauer auch nach der Viskosität des Lackes. Für eine Voll-Lackierung des Lamellenkörpers reicht beispielsweise eine Schichtdicke im Bereich von 0,5 µm ±10 % aus. Die lackierten Lamellen des Lamellenkörpers fühlen sich bei dieser geringen Schichtdicke bereits trocken an. Dadurch ist es möglich, die Verdampfer unmittelbar nach dem Schleudern, falls erwünscht, einem zweiten Lackierungsvorgang zu unterwerfen, der ggf. auch nur eine Teillackierung der Teile des Lamellenkörpers bzw. Verdampfers zum Gegenstand hat, die besonders korrosionsgefährdet sind. Nach der letzten Lackierung werden die Verdampfer aus der Lackierstation 31 herausgenommen und durch einen Ofen geführt, in dem die Lackierungen eingebrannt werden.

Patentansprüche

1. Dreidimensionale Wärmetauscher (18) großer innerer Oberfläche und offener Struktur, die mindestens eine Lackierung (27) mindestens eines Teils der inneren Oberfläche aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der Lackierung (27) auf der gesamten beschichteten Oberfläche im wesentlichen gleichmäßig ist und die innere Oberfläche frei von durch Lack verstopften Zwischenräumen ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er eine metallische Oberfläche, insbesondere eine solche aus chromatiertem Aluminium, aufweist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lackierung (27) eine Einbrennlackierung ist.

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der Lackierung (27) im Bereich von 0,1 - 100 µm, insbesondere im Bereich von 0,5 - 50 µm, liegt.

5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdickenabweichung von der mittleren Schichtdicke (27) kleiner ±50 %, vorzugsweise kleiner ±20 %, insbesondere im Bereich von 5 - 10 %, liegt.

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er eine innere Oberfläche im Bereich von 0,5 - 5 m^2/dm^3, vorzugsweise 1 - 3 m^2/dm^3, besitzt und eine insbesondere eine Lamellenstruktur (22) aufweist.

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lichte Weite zwischen zu umströmenden Teilen innerhalb des Wärmetauschers zu mindest an engen Stellen kleiner 1 mm, insbesondere kleiner 0,3 mm, ist.

8. Verfahren zum Lackieren von Wärmetauschern großer innerer Oberfläche mit eng aneinander liegenden Oberflächenteilen durch vollflächiges Beschichten mindestens eines Teils der inneren Oberfläche mit einem flüssigen Lack im Überschuß und anschließendes Entfernen von überschüssigem Lack, dadurch gekennzeichnet, daß überschüssiger Lack durch zentrifugierendes Schleudern der Wärmetauscher entfernt wird und die gewünschte Schichtdicke als Funktion der Drehzahl, der Schleuderdauer und der Viskosität des Lackes eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher in montagefertigem Zustand lackiert werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher im wesentlichen unmittelbar nach dem vorzugsweise durch relatives Tauchen erfolgenden Beschichten geschleudert werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Teil der Oberfläche der Wärmetauscher lackiert wird und die nicht zu lackierenden Stellen während der Beschichtung und Beseitigung von überschüssigem Lack frei von Lack gehalten werden, wobei vorzugsweise das Freihalten ohne besondere Schutzeinrichtungen lediglich durch räumliche Anordnung und Ausrichtung der Wärmetauscher während des Lackierens und Schleuderns erzielt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher um eine vertikale Achse geschleudert werden, wobei vorzugsweise mehrere Wärmetauscher insbesondere in vertikaler Lage um die Schleuderachse angeordnet sind.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher zum Zentrifugieren in vormontierte Halterungen einer Schleuder eingesetzt werden, wobei die Wärmetauscher während des Schleuderns relativ zur Schleuderachse vorzugsweise ortsfest in den Halterungen gehalten werden und wobei gegen die Zentrifugationsbeschleunigung empfindliche Partien der Wärmetauscher insbesondere besonders abgestützt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Mehrfach-Beschichtung eine anschließende, vorzugsweise teilflächige Lackierung ohne besondere Zwischentrocknung der zuvor aufgebrachten Lackschicht vorgenommen wird, insbesondere die Wärmetauscher zunächst im wesentlichen vollflächig mit einer dünnen Lackschicht überzogen und anschließend korrosionsgefährdete Oberflächenteile mit mindestens einer weiteren dickeren Lackschicht beschichtet werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher in einer Zentrifuge mit feststehender Außenwandung zentrifugiert werden und vorzugsweise einzelne, den jeweiligen Wärmetauschern gesondert zugeordnete Lackauffangeinrichtungen mitbewegt werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleudervorgang zumindest bei einer ersten dünnschichtigen Lackierung so lange durchgeführt wird, bis sich die Lackschicht im wesentlichen trocken anfühlt.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 16, gekennzeichnet durch eine um eine Schleuderachse (8) drehbare Schleuder (4) mit Halterungen (13) für die Wärmetauscher (18) und einer Auffangeinrichtung (2; 36) für abgeschleuderten Lack.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleuderachse (8) senkrecht steht.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterungen (13) zur ortsfesten Lagerung der Wärmetauscher (18) relativ zur Schleuderachse (8) ausgebildet sind und vorzugsweise auf einem Drehgestell (9) montiert sind, wobei sie insbesondere Stützeinrichtungen zur zentrifugalen Abstützung von Teilen (20) der Wärmetauscher (18) aufweisen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß Halterungen (13), insbesondere das Gestell (9), in einem fest stehenden Behälter (2) angeordnet sind, der im Bodenbereich (6) vorzugsweise Lackablaufeinrichtungen (7) aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleuder (4) mindestens ein Tauchbehälter (3) für die Aufnahme von Lack zugeordnet ist, wobei der Tauchbehälter Einrichtungen (52) zur Begrenzung des Tauchniveaus aufweist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Auffangeinrichtung für abgeschleuderten Lack von einem Behälter (36) gebildet wird, der auch als Tauchbehälter ausgebildet ist, wobei die Auffangeinrichtung für abgeschleuderten Lack vorzugsweise von einer ringförmigen im Vertikalschnitt im wesentlichen U-förmigen Rinne gebildet wird, die konzentrisch zur Schleuderachse (8, 38) angeordnet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Tauchbehälter mindestens teilweise evakuierbar ist.

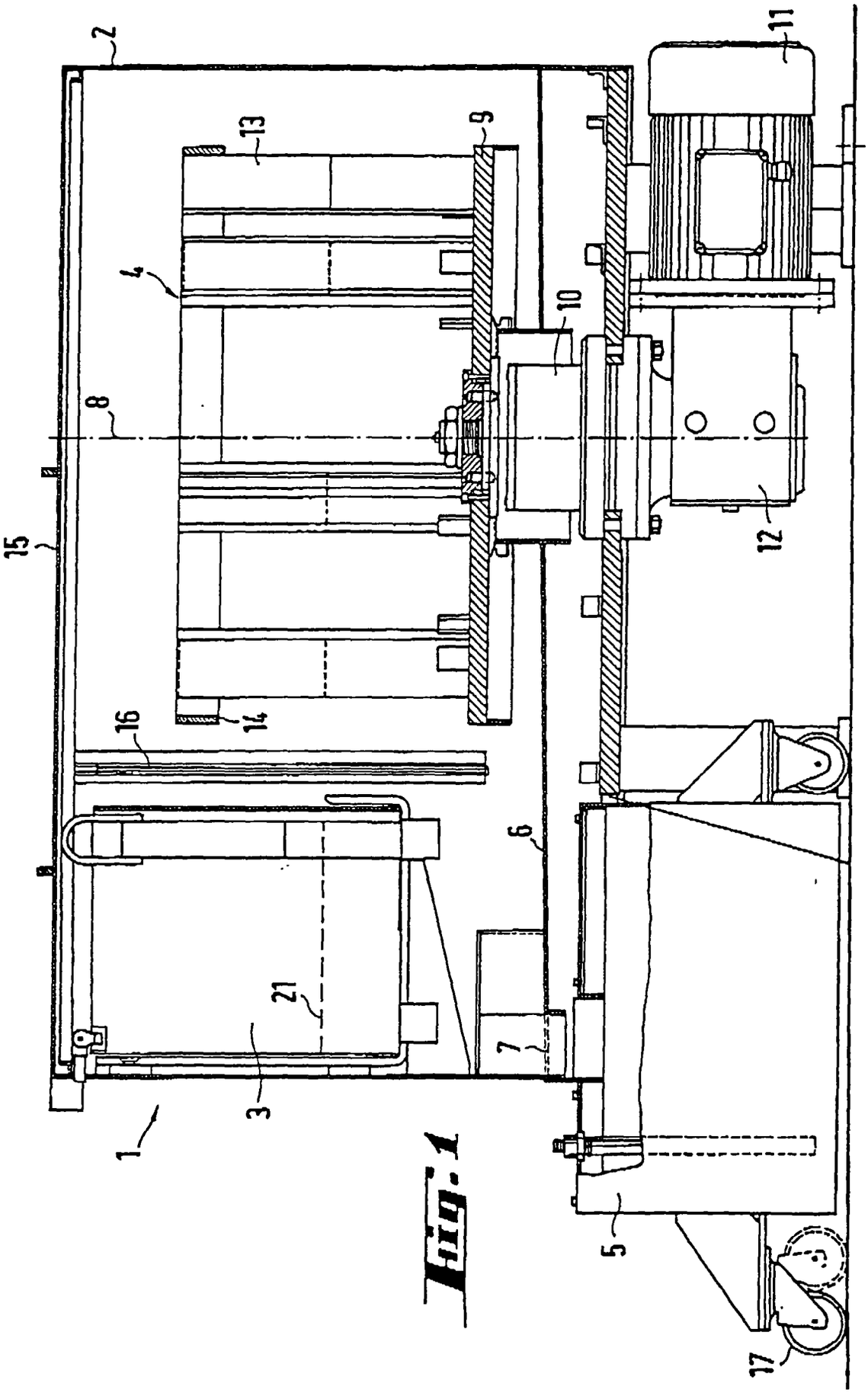

Fig. 1

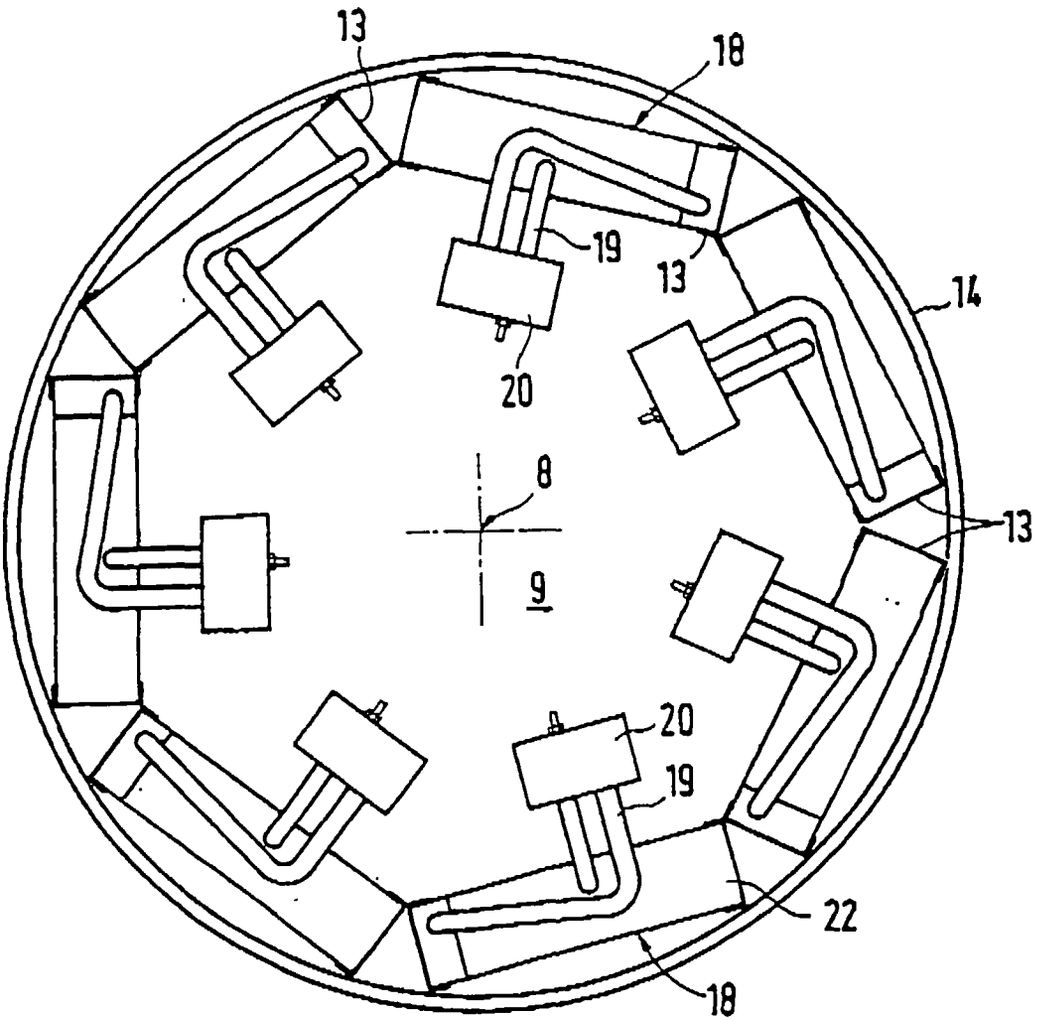

Fig. 2

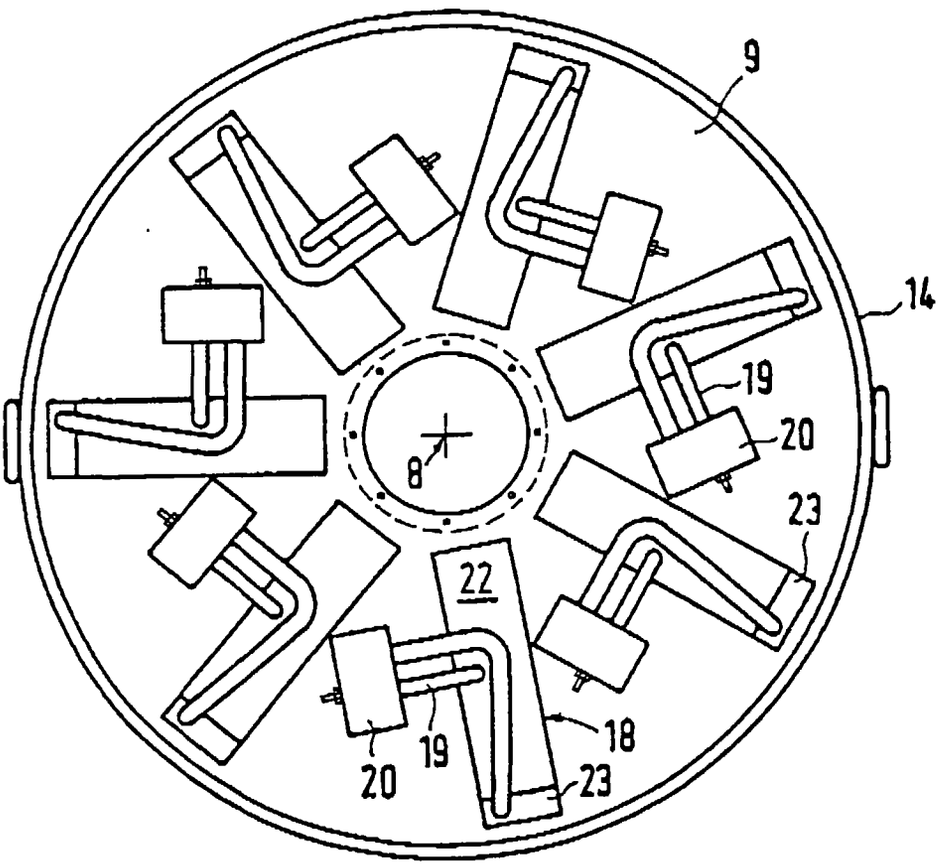

Fig. 3

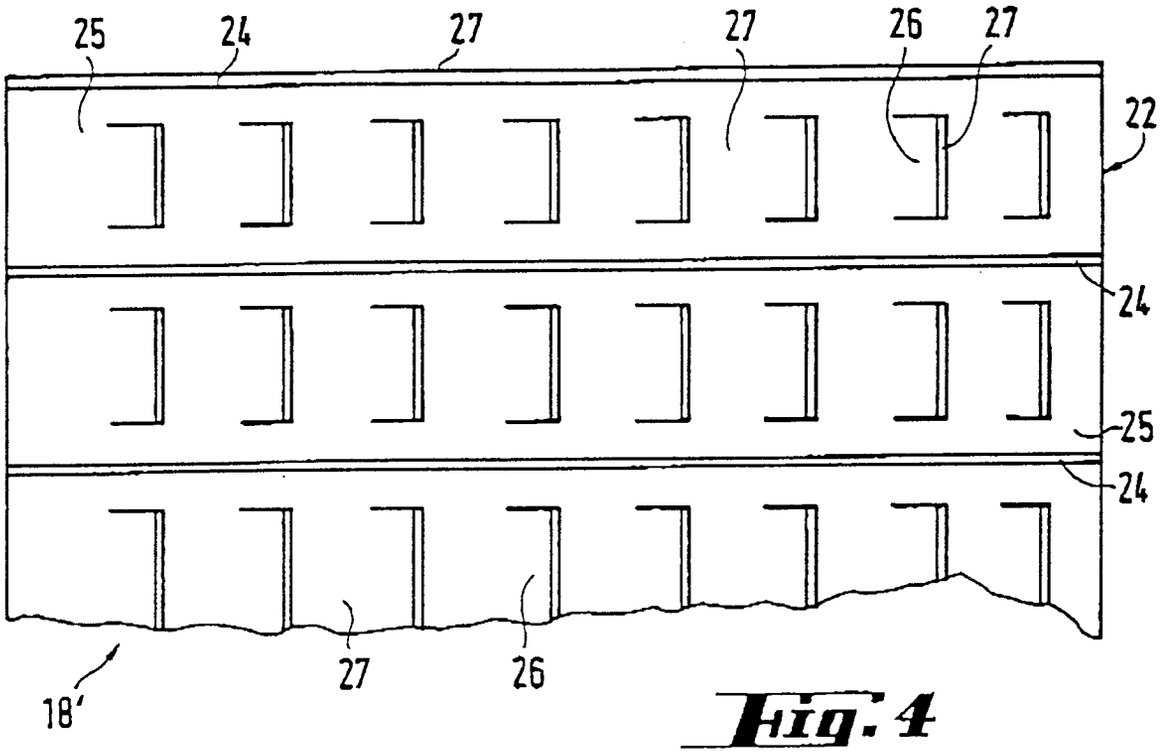

Fig. 4

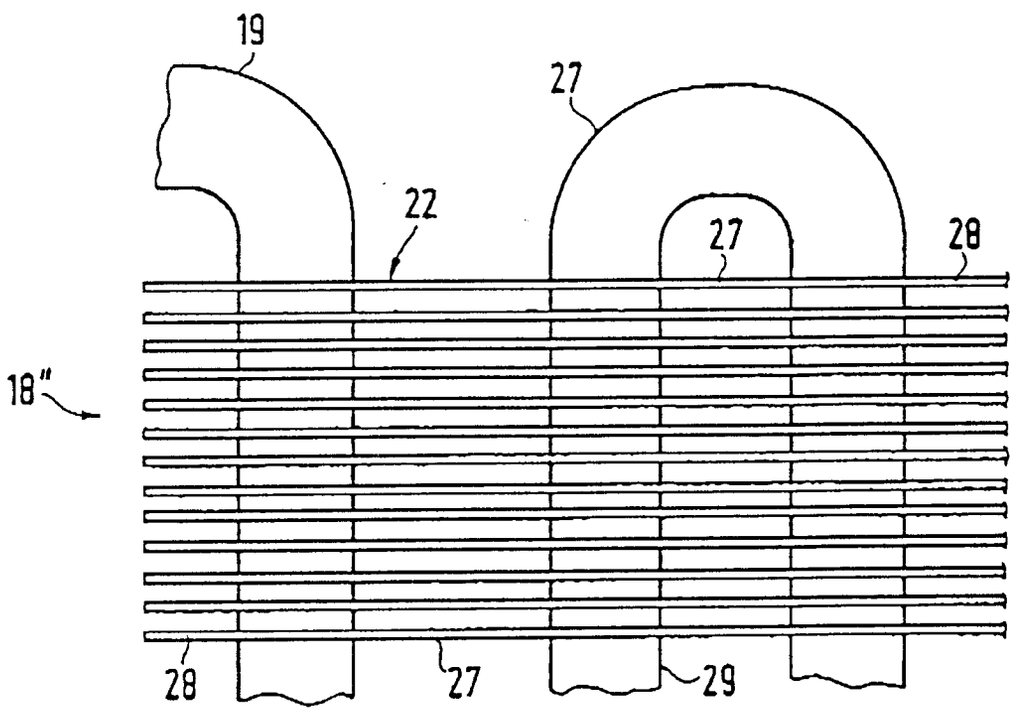

Fig. 5

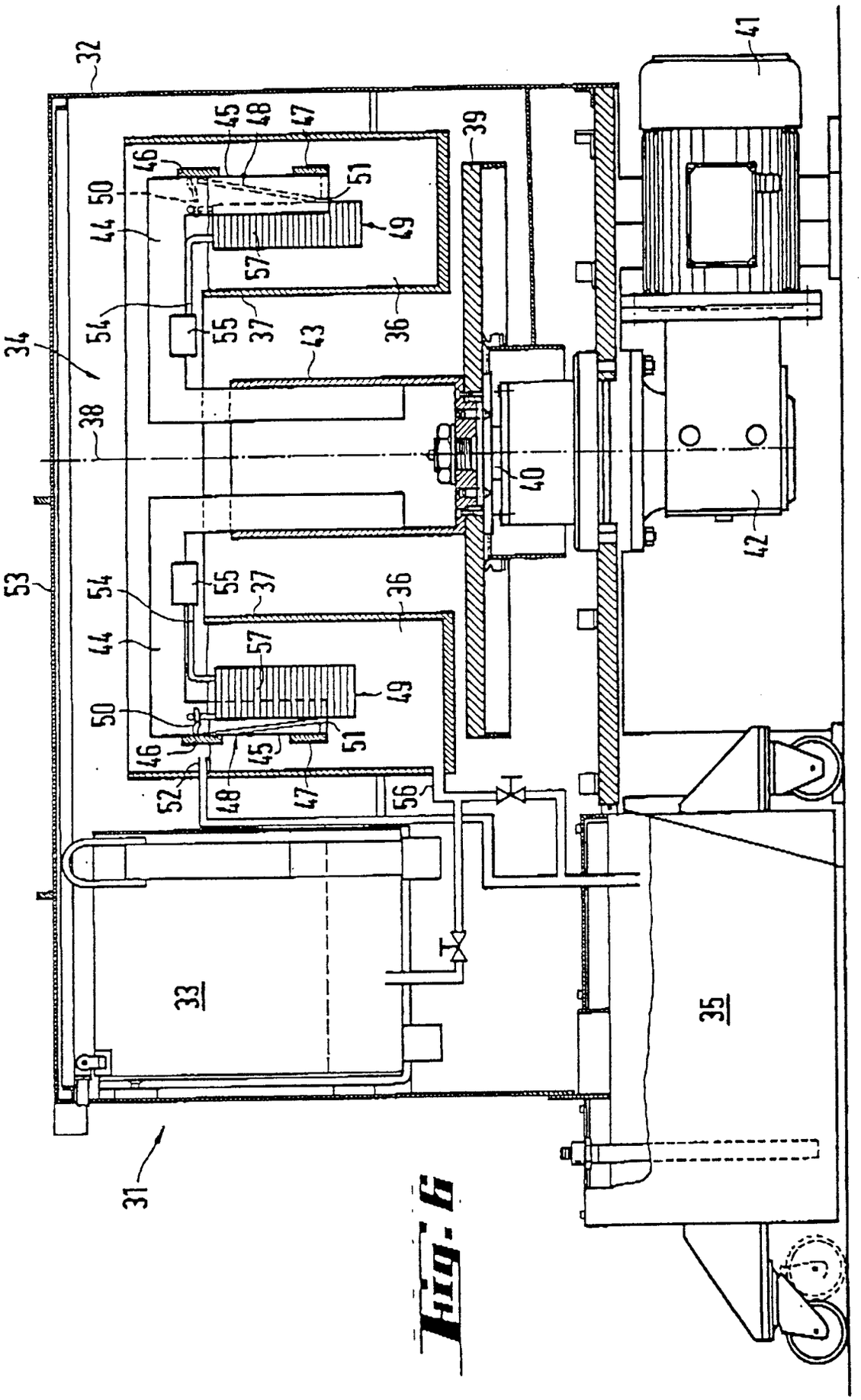
32
41
45
48
47
39
46
50
51
44
49
57
54
55
37
43
36
34
38
40
42
53
54
55
37
36
44
57
49
50
51
46
45
52
48
47
56
33
35
31

Fig. 6

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 12 0589

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 376 411 A (NISHISHITA KUNIHIKO) 27.Dezember 1994 * Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 30; Ansprüche * ---	8-11	B05D1/18 B05C11/08 F28F19/02
X	US 5 224 994 A (DALY RICHARD K) 6.Juli 1993 * das ganze Dokument * -----	8,10,17, 18	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
B05D B05C F28F

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	26.März 1997	Brothier, J-A

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 : nichtschriftliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)