



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.09.2004 Patentblatt 2004/38

(51) Int Cl.7: **F28B 9/08, F28F 13/04**

(21) Anmeldenummer: **03005315.1**

(22) Anmeldetag: **11.03.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Preissner, Marcus**
81543 München (DE)
• **Harbusch, Volker**
81371 München (DE)

(71) Anmelder: **SFC Smart Fuel Cell AG**
85649 Brunthal-Nord (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(54) **Flüssigkeitsabfuhr aus fluidführenden Einrichtungen**

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zur Abfuhr von Flüssigkeit aus einer Fluidführungseinrichtung (1), wobei eine Flüssigkeitsablaufeinrichtung (200) an einem Auslassende der Fluidführungseinrichtung (1) derart vorgesehen wird, dass der Abstand zwischen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung (200) und dem Auslassende

der Fluidführungseinrichtung (1) verschwindet oder kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Die Erfindung betrifft ferner Vorrichtungen, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Konzepts eingerichtet sind bzw. bei denen dieses Konzept realisiert wird.

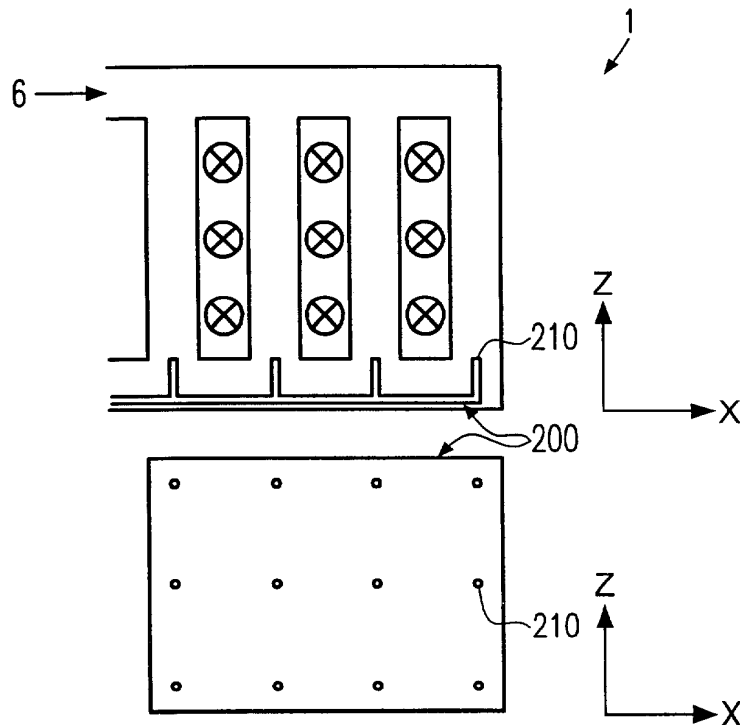


Fig.2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Abfuhr von Flüssigkeit aus fluidführenden Einrichtungen, insbesondere aus solchen Einrichtungen, die wenigstens entlang einer Raumrichtung enge Kanalquerschnitte aufweisen und bei denen die Fluidführung unter geringen treibenden Kräften (z.B. geringen Druckunterschieden) erfolgt.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei fluidführenden Einrichtungen mit - im Vergleich zur Tropfengröße oder der Dicke eines Flüssigkeitsfilms - großen Kanalquerschnitten werden die fluidführenden Eigenschaften kaum beeinträchtigt, wenn sich innerhalb der Kanäle Flüssigkeit niederschlägt (als Film oder in Tropfenform) oder sich am Auslassende der Kanäle Tropfen bilden.

[0003] Auch bei kleineren Kanalquerschnitten stellt die Abfuhr von Flüssigkeit aus den fluidführenden Kanälen, speziell von Flüssigkeit, die sich an den Innenwänden dieser Kanäle niedergeschlagen hat, in der Regel kein Problem dar, falls die Fluide mit einem hohen Druckunterschied zwischen Fluideinlass und Fluidauslass durch die Fluidführungsstruktur getrieben werden. Die entsprechend hohe Strömungsgeschwindigkeiten des (laminar oder turbulent) strömenden Fluids können dann Flüssigkeit "mitreißen", die sich beispielsweise aufgrund von Kondensation an den Innenwänden niederschlägt, so dass sich Flüssigkeit nicht nennenswert an den Innenwänden oder an den Auslassenden ansammeln kann.

[0004] Ist dagegen der Druckabfall zwischen Fluideinlass und Fluidauslass gering, so können die Kräfte, die durch das vorbeiströmende Fluid auf die an der Innenwand niedergeschlagene Flüssigkeit wirken, unter Umständen nicht ausreichen, um an den Innenwänden niedergeschlagene oder sich an den Auslassenden ansammelnde Flüssigkeit aus den Kanälen auszutreiben. Wenn dies der Fall ist, so führt diese Flüssigkeit, beispielsweise aufgrund von Tropfenbildung, wenigstens bereichsweise zu einer Verengung des Kanalquerschnitts und/oder zu einer Einschnürung am Auslassende des Kanals. Dies verringert den effektiven Strömungsquerschnitt innerhalb des Kanals und/oder am Auslassende des Kanals, wodurch die Strömungseigenschaften der Fluidführungsstruktur verschlechtert werden, was zur Beeinträchtigung und gegebenenfalls sogar bis hin zu einem völligen Erliegen einer Fluidströmung führen kann.

[0005] Ein typisches Beispiel für von derartigen Problemen betroffene Fluidführungsstrukturen sind Plattenwärmetauscher, wie sie heute in vielen Bereichen der Technik beim Heizen, Kühlen, Verdampfen und Kondensieren verwendet werden.

[0006] Ein solcher Plattenwärmetauscher besteht aus einer Anordnung von parallelen Platten, die alternierende Strömungsbereiche für zwei Fluide definieren,

wobei beispielsweise ein wärmeres, zu kühlendes Fluid (Primärfluid) durch ein kälteres Fluid (Sekundärfluid) gekühlt wird, ohne dass die beiden Fluide miteinander in Kontakt gelangen. Die Fluide können Flüssigkeiten, Gase, oder Gas/Flüssigkeits-Gemische sein.

[0007] Bei der Verwendung eines Plattenwärmetauschers als Kondensator liegt das Primärfluid am Wärmetauschereingang gasförmig oder als Zweiphasengemisch (Gas/Flüssigkeit) vor und wird im Wärmetauscher teilweise oder vollständig kondensiert. Bei dem Fluid kann es sich auch um ein mehrkomponentiges Fluid handeln, aus dem nur eine oder mehrere Komponenten teilweise oder vollständig kondensiert werden. Ein typisches Beispiel ist feuchte Luft, welche gekühlt wird, wobei ein Teil des Wasserdampfes in flüssiges Wasser umgewandelt wird.

[0008] Die Platten eines Plattenwärmetauschers können im einfachsten Fall planparallel und voneinander beabstandet sein. Sie können aber auch eine Kanalstruktur auf wenigstens einer Seite aufweisen, die entweder als Mäanderstruktur oder als parallele Kanäle ausgebildet ist, so dass die Platten des Plattenwärmetauschers direkt aneinander gelagert werden können. Kleinstwärmetauscher können Kanalquerschnitte in der Größenordnung von Millimetern oder Bruchteilen davon aufweisen. Wenn Wärmetauscher mit solch kleinen Strukturen bei einem geringen Volumenstrom und einem geringen Druckabfall als Kondensatoren betrieben werden, halten sich Kondensattropfen in den Kanälen oder an deren Enden. Dieses Phänomen tritt insbesondere auch am Auslassende der Kanäle auf.

[0009] Aufgrund der Oberflächenspannung ist ein an einem benetzbaren Material haftender Tropfen energetisch günstiger als ein freier Tropfen der gleichen Größe. Daher muss zum Ablösen des Tropfens vom Auslassende des Kanals Energie aufgebracht, d.h. Arbeit geleistet werden. Diese Arbeit verrichten die am Tropfen durch das vorbeiströmende Fluid angreifenden Kräfte und die Gravitationskraft. Da diese Kräfte umso größer sind, je größer der Tropfen ist, kommt es ab einer bestimmten Tropfengröße zu einer Tropfenablösung.

[0010] Speziell bei kleinen Kanalquerschnitten, die für hohe, der Tropfenablösung entgegenwirkende Kapillarkräfte sorgen, und/oder bei kleinen Druckunterschieden (d.h. geringen Fluidströmungsgeschwindigkeiten) kann diese, zur Tropfenablösung erforderliche Tropfengröße aber so groß sein, dass noch nicht abgelöste Tropfen, die diese Größe noch nicht erreicht haben oder aufgrund der geometrischen Einschränkungen nicht erreichen können, entweder den gesamten Kanal blockieren oder den Kanalquerschnitt stark einengen. In diesen Fällen wird das Nachströmen weiteren Fluids stark beeinträchtigt bis verhindert. Durch das Blockieren oder Einengen einzelner Kanäle wird die gesamte aktive Wärmetauscherfläche reduziert, was letztendlich zu einem Erliegen der Funktionsfähigkeit des Wärmetauschers führen kann.

[0011] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Lö-

sungen zur Vermeidung der oben beschriebenen Probleme bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäßen Einrichtungen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abfuhr von Flüssigkeit aus einer Fluidführungseinrichtung wird eine Flüssigkeitsablaufeinrichtung an einem Auslassende der Fluidführungseinrichtung derart vorgesehen, dass der Abstand zwischen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung verschwindet oder kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand.

[0013] Dabei bezeichnet "selbsttätige Tropfenablösung" den Zustand, in dem sich der Tropfen alleine unter Einwirken des vorbeiströmenden Fluids und/oder der Gravitationskraft vom Auslassende loslösen würde.

[0014] Wenn der Abstand zwischen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung verschwindet, so wird bewirkt, dass sich am Auslassende überhaupt kein Tropfen bildet und die Flüssigkeit als kriechender Film unmittelbar auf die Flüssigkeitsablaufeinrichtung übergeführt wird. Wenn die Flüssigkeitsablaufeinrichtung innerhalb des für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderlichen Abstands angeordnet wird, so wird bewirkt, dass ein sich bildender Tropfen in Berührung mit der Flüssigkeitsablaufeinrichtung gelangt und durch diese vom Auslassende abgelöst wird, ohne dass er die für die selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Größe erreichen kann. Es sei in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, dass der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand im Allgemeinen von der Geometrie und Orientierung der Anordnung und der Tropfenform abhängt und somit richtungs- und orientierungsabhängig ist. Unter einem Abstand, der kleiner ist, als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand, ist also bei einer gegebenen Orientierung allgemein eine Positionierung der Flüssigkeitsablaufeinrichtung bezüglich dem Auslassende zu verstehen, bei der sich wenigstens ein Teil der Flüssigkeitsablaufeinrichtung innerhalb des Volumenbereichs befindet, dass durch einen sich gerade noch nicht ablösenden Tropfen eingenommen werden würde.

[0015] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine Einschnürung des Auslassendes durch Flüssigkeit beträchtlich verringert werden und ein Verschließen des Auslassendes durch Flüssigkeitstropfen vermieden werden.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird die Flüssigkeitsablaufeinrichtung und/oder die Fluidführungseinrichtung mit einer benetzungsfördernden Beschichtung versehen.

[0017] In den Kanälen der Fluidführungseinrichtung bewirkt dies, dass sich anstelle von Tropfen auf den Wänden dünne Flüssigkeitsfilme bilden, die das Strömungsprofil weit weniger beeinträchtigen als Tropfen.

An der Flüssigkeitsablaufeinrichtung bewirkt eine benetzungsfördernde Beschichtung ein schnelleres Abfließen von Flüssigkeit. Handelt es sich bei der Flüssigkeit um Wasser oder wässrige Lösungen, so werden als benetzungsfördernde Beschichtung besonders vorteilhaft hydrophile Substanzen eingesetzt; bei öligen Flüssigkeiten bevorzugt lipophile Substanzen. Alternativ können die entsprechenden Einrichtungen ganz aus benetzungsfördernden Materialien hergestellt sein.

[0018] Es wird darauf hingewiesen, dass alle herkömmlichen Einrichtungen als Flüssigkeitsablaufeinrichtung verwendet werden können, die entsprechend dem oben beschriebenen Verfahren einsetzbar sind.

[0019] Insbesondere kann vorteilhaft ein schwammartiges Material als Flüssigkeitsablaufeinrichtung verwendet werden, das an dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung derart vorgesehen wird, dass der Abstand zwischen dem schwammartigen Material und dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung verschwindet oder kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Aufgrund des Kapillareffekts unterdrückt das schwammartige Material die Tropfenbildung besonders effektiv und begünstigt dadurch die Flüssigkeitsabfuhr. Unter "schwammartig" sollen im Rahmen der Beschreibung dieser Erfindung auch poröse Materialien umfasst sein.

[0020] Besonders für Fluidführungseinrichtungen mit einer Anordnung von Auslassenden schlagen die Erfinder aber speziell ausgestaltete Flüssigkeitsablaufeinrichtungen vor, wobei eine derartige Flüssigkeitsablaufeinrichtung eine Anordnung von Ablaufelementen umfasst, die entsprechend der Anordnung von freien Auslassenden ausgebildet ist.

[0021] Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Ablaufeinrichtung bezüglich den Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet werden, dass jedes Ablaufelement an einem Auslassende der Fluidführungseinrichtung derart vorgesehen ist, dass der Abstand zwischen jedem Ablaufelement der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem entsprechenden Auslassende der Fluidführungseinrichtung verschwindet oder kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Es können für jedes Auslassende auch mehrere Ablaufelemente vorgesehen sein, was insbesondere dann Vorteile mit sich bringen kann, wenn das Auslassende kein hochsymmetrisches Querschnittsprofil hat, beispielsweise längsgestreckt ist, und/oder wenn die Flüssigkeitsabfuhr auch bei verschiedenen Orientierungen der Fluidführungseinrichtung zuverlässig funktionieren soll.

[0022] In einer bevorzugten Weiterbildung der Ablaufeinrichtung umfassen die Ablaufelemente eine benetzungsfördernde Oberfläche. Hierdurch kann die Flüssigkeitsabfuhr aus der Fluidführungseinrichtung verbessert werden.

[0023] Demgemäß ist es bei Fluidführungseinrichtung mit Wasser oder wasserhaltigen Flüssigkeitsmischungen besonders vorteilhaft, die Ablaufelemente mit

einer hydrophilen Oberfläche auszubilden.

[0024] In einer bevorzugten Weiterbildung der Flüssigkeitsablaufeinrichtung umfassen die Ablaufelemente Lamellen, die an den Auslassenden vorgesehen sind, sei es, dass sie dort nachträglich angebracht werden, sei es, dass sie integral mit entsprechenden Einrichtungen der Fluidführungseinrichtung ausgebildet sind. Bei dieser Weiterbildung liegt also ein verschwindender Abstand zwischen jedem Ablaufelement der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem entsprechenden Auslassenden der Fluidführungseinrichtung vor, so dass Flüssigkeit vom Auslassenden über die unmittelbar anschließenden Lamellen abgeführt werden kann und somit ein Blockieren des Auslassenden vermieden werden kann.

[0025] In einer alternativen Weiterbildung ist die Flüssigkeitsablaufeinrichtung physisch nicht mit den Auslassenden der Fluidführungseinrichtung verbunden, sondern stellt ein eigenständiges Element dar, beispielsweise eine Matte, das Ablaufelemente in der Form von Stiften umfasst, die entsprechend der Anordnung der Auslassenden der Fluidführungseinrichtung angeordnet sind. Diese Flüssigkeitsablaufeinrichtung kann unterhalb den Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet werden, dass der Abstand zwischen jedem Stift der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem entsprechenden Auslassenden der Fluidführungseinrichtung kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Tropfen, die sich an den Auslassenden bilden und anwachsen, geraten mit den Stiften in Kontakt und werden dann sogleich durch diese abgeleitet. Der Abstand zwischen den Stiften und den Auslassenden muss so gewählt werden, dass die Tropfen keine Größe erreichen können, bei der sie die Auslassenden spürbar verengen.

[0026] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung umfasst die Flüssigkeitsablaufeinrichtung ein schwammartiges Material, wobei die gesamte Flüssigkeitsablaufeinrichtung aus dem schwammartigen Material gebildet sein kann, oder auch nur die Ablaufelemente. Aufgrund des Kapillareffekts unterdrückt das schwammartige Material die Tropfenbildung und fördert die Flüssigkeitsabfuhr besonders effektiv.

[0027] Die Erfindung stellt ferner Plattenelemente für einen Plattenwärmetauscher bereit. Erfindungsgemäß sind an der auslassseitigen Kante dieses Plattenelements Ablaufelemente für Flüssigkeit vorgesehen, die vorzugsweise integral mit dem Plattenelement ausgebildet sind. Die Verwendung derartiger Plattenelemente zur Konstruktion eines Plattenwärmetauschers führt automatisch zur Ausbildung einer Flüssigkeitsablaufeinrichtung, so dass eine solche nicht nachträglich eingesetzt werden muss. Auch hier liegt ein verschwindender Abstand zwischen jedem Ablaufelement der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem entsprechenden Auslassenden der Fluidführungseinrichtung (Plattenwärmetauscher) vor, so dass Flüssigkeit vom Auslassenden über die unmittelbar anschließenden Ablaufelemente abgeführt werden kann, ohne sich am Auslassenden auf-

zustauen.

[0028] Erfindungsgemäß werden ferner fertig montierte Fluidführungseinrichtungen mit integrierten Flüssigkeitsablaufeinrichtungen bereitgestellt, so dass ein nachträglicher Einbau einer Flüssigkeitsablaufeinrichtung nicht erforderlich ist.

[0029] Die integrierte Flüssigkeitsablaufeinrichtung kann eine oben beschriebenen erfindungsgemäße Flüssigkeitsablaufeinrichtung sein, wobei die Ablaufelemente der Ablaufeinrichtung bezüglich der Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet sind, dass die Abstände zwischen den Ablaufelementen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und den entsprechenden Auslassenden der Fluidführungseinrichtung verschwinden oder kleiner sind als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand.

[0030] Die integrierte Flüssigkeitsablaufeinrichtung kann aber auch ein schwammartiges Material sein, das bezüglich der Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet wird, dass die Abstände zwischen den Auslassenden der Fluidführungseinrichtung und dem schwammartigen Material verschwinden oder kleiner sind als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Die Vorteile von schwammartigen Materialien bei der Flüssigkeitsabfuhr wurden bereits mehrfach erwähnt und bedürfen hier keiner Wiederholung.

[0031] Insbesondere werden Wärmetauscher mit integrierten Flüssigkeitsablaufeinrichtungen bereitgestellt, bei denen somit die eingangs beschriebenen Probleme nicht mehr bestehen.

[0032] Zur besseren Veranschaulichung der Erfindung wird diese nun anhand der beigefügten Figuren von besonders bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert.

Figurenbeschreibung

[0033]

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen herkömmlichen Plattenkondensator;

Figur 2 zeigt eine erste bevorzugte Ausbildung einer Ablaufeinrichtung für einen Plattenkondensator;

Figur 3 zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform einer Ablaufeinrichtung für einen Plattenkondensator;

Figur 4 zeigt eine dritte bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform, bei der Ablaufelemente in eine Platte für einen Plattenkondensator integriert ist;

Figur 5 zeigt eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf den herkömmlichen Plat-

tenkondensator von Figur 1.

[0034] Figur 1 zeigt einen Plattenkondensator 1 in herkömmlicher Betriebsweise in schematischer Schnittansicht: parallel angeordnete Platten 2 bilden alternierende Strömungsbereiche für ein Primärfluid (zu kühlendes Fluid) und ein Sekundärfluid (kühlendes Fluid). Diese Platten 2 sind mit Endstücken 3 so abgeschlossen, dass die Fluide nicht direkt miteinander in Kontakt gelangen können. Der Wärmeaustausch erfolgt über die die Strömungsbereiche trennenden Platten 2. Um die effektive wärmeaustauschende Fläche zu vergrößern, können die Platten 2 des Wärmetauschers 1 Unterstrukturen aufweisen, beispielsweise in die Plattenwand gefräste Kanäle oder Rippen an den Plattenwänden.

[0035] Der Kondensator 1 weist an seiner Oberseite (in der Figur links oben) einen Einlass 4 für das Primärfluid 6 und an der Unterseite (in der Figur links unten) einen Auslass 5 für das gekühlte Primärfluid und für die aus dem Primärfluid auskondensierte Flüssigkeit auf. Einlass und Auslass für das Sekundärfluid 7 sind in der Schnittansicht nicht abgebildet. Die Strömung des Sekundärfluids 7 erfolgt beim skizzierten beispielhaften Plattenkondensator senkrecht zur Zeichenebene.

[0036] Zur Vereinfachung der Beschreibung, aber ohne Einschränkung der Allgemeinheit, wird nachfolgend angenommen, dass das zu kühlende Fluid warme, feuchte Luft und das kühlende Fluid Kühlluft, beispielsweise Umgebungsluft, ist.

[0037] Beim Durchströmen des Kondensators 1 wird die feuchte Luft gekühlt und dadurch ein Teil des in der gasförmigen Phase der zu kühlenden Luft in flüssiges Wasser umgewandelt. Das Wasser kondensiert an den Wänden des Kondensators aus und wird unter Wirkung von Gravitation und/oder der vorbeiströmenden Luft in Richtung des Auslassendes getrieben. Das Kondensat wird in einer Ablaufwanne 8 aufgefangen und zu dem Auslass 5 geleitet und kann dort zu einem Wasserabscheider oder einem Zwischentank geführt werden.

[0038] Die skizzierte Darstellung von Figur 1 zeigt ferner Flüssigkeitstropfen 9 am Auslassende von Kanälen. Die Form der Tropfen hängt von der Querschnittsform der Kanäle ab, so dass ihre Gestalt sehr stark von einer gewöhnlichen rundlichen Tropfenform, z.B. der Form eines frei fallenden Tropfens oder Form eines auf einer ebenen Fläche haftenden Tropfens, abweichen kann.

[0039] Die Flüssigkeitstropfen 9 werden, insbesondere am Randbereich des Auslassendes, aufgrund der Oberflächenspannung (Grenzflächenspannung) festgehalten und wachsen dort so lange an, bis die Oberflächenspannung durch das Eigengewicht der Tropfen und Kräfte, die das vorbeiströmende Fluid auf die Tropfen ausübt, überkompensiert wird.

[0040] Die Oberflächenspannung und damit die Tropfengröße, bei der ein Ablösen erfolgt, hängen von der Flüssigkeit und dem Wandmaterial ab, aber auch von den geometrischen Bedingungen (z.B. Kanalform und

-durchmesser, Krümmungsradien der Kanten am Auslassende), der Oberflächenrauigkeit der Kanäle und der Temperatur.

[0041] Die sich am Auslassende ansammelnde Flüssigkeit bewirkt bei kleinen Kanalquerschnitten einen nicht vernachlässigbaren Verengung des Kanalquerschnitts am Auslassende und führt zu einer Erhöhung des Strömungswiderstands für das vorbeiströmende Fluid. Dadurch kommt es zu einer Verringerung des Volumenstroms und damit zu einer Verringerung der Effektivität des Kondensators.

[0042] Bei sehr kleinen Kanalquerschnitten kann es sogar zu einem vollständigen Verschließen der Auslassenden kommen und damit, je nach Anzahl der verschlossenen Kanäle, zu einer starken Beeinträchtigung bis zu einer Aufhebung der Funktionsfähigkeit des Kondensators.

[0043] Bis zu einem gewissen Ausmaß kann die Tropfenbildung durch eine hydrophile Beschichtung oder eine andere, die Benetzung erhöhende Oberflächenbehandlung reduziert werden. Vollständig können die oben genannten Probleme damit aber nicht eliminiert werden.

[0044] Figur 2 illustriert nun eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lösung dieses Problems.

[0045] In der Ablaufwanne 8 des Wärmetauschers 1, der ansonsten mit dem Wärmetauscher von Figur 1 identisch ist, ist eine erfindungsgemäße Ablaufeinrichtung 200 vorgesehen, die eine Anordnung von Ablaufelementen 210 aufweist, die entsprechend der Anordnung von freien Auslassenden der Kanäle für das zu kühlende Fluid ausgebildet ist.

[0046] Die Ablaufelemente 210 sind als Stifte ausgebildet, die sich bei Einbringen der Ablaufeinrichtung 200 in die Ablaufwanne 8 des Wärmetauschers 1 gerade soweit nach oben erstrecken, dass der Abstand zwischen den Stiften der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem jeweiligen Auslassende der Fluidführungseinrichtung kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. Im Unterschied zur Figur 1 können die Flüssigkeitstropfen 9 bei der Anordnung von Figur 2 am Auslassende nicht solange anwachsen, bis sie eine Größe erreichen, bei der eine selbsttätige, i.d.R. im wesentlichen durch die Gewichtskraft bewirkte, Tropfenablösung erfolgt. Vielmehr kommen die Oberflächen der anwachsenden Tropfen schon vor Erreichen dieser Größe mit den Stiften in Berührung, wobei jeder entsprechende Tropfen (oder wenigstens der größte Teil der Flüssigkeitsmenge des Tropfens) vom Auslassende abgelöst und durch die Ablaufelemente 210 der Bodenwanne zugeführt wird.

[0047] In der unteren Teilfigur ist die Ablaufeinrichtung 200 in Aufsicht dargestellt. Da die Auslassenden eines Plattenkondensators ein langgestrecktes rechteckiges Querschnittsprofil aufweisen, sind für jedes Auslassende mehrere (im skizzierten Beispiel: drei) Ablaufelemente (Stifte) 200 vorgesehen, die das übermäßige

Tropfenwachstum entlang des gesamten Querschnittsprofils unterbinden.

[0048] Eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform zur Lösung des oben beschriebenen Problems ist in Figur 3 skizziert.

[0049] Bei dieser Ausführungsform wird die Ablaufeinrichtung 300 durch lamellenartige Ablaufelemente 310 gebildet, die an den Auslassenden der Kanäle vorgesehen sind und sich bis in die Bodenwanne 8 des Plattenkondensators 1 erstrecken. Da diese Lamellen direkt an den Auslaufenden angebracht sind, verschwindet der Abstand zwischen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung.

[0050] Wie die rechte Teilfigur von Figur 3 zeigt, verlängern diese Lamellen die Platten abschnittsweise über das eigentliche Auslassende hinaus in die Bodenwanne 8, so dass Wasser kontinuierlich über die Lamellen zur Bodenwanne abgeführt werden kann und sich nicht in Form freier Tropfen vom Auslassende lösen muss. Bei Plattenabständen in der Größenordnung der Durchmesser von Flüssigkeitstropfen sind die Lamellen benachbarter Platten bevorzugt einander gegenüberliegend angeordnet, so dass ein Tropfen zwischen einem Lamellenpaar ablaufen kann.

[0051] Die lamellenartigen Ablaufelemente 310 können (nachträglich) an den Platten des Kondensators angebracht werden, alternativ - und besonders bevorzugt - aber können die einzelnen Platten des Kondensators einschließlich der Ablaufelemente 310 einstückig hergestellt werden.

[0052] Zudem ist die rechteckige Zungenform der Ablaufelemente 310 von Figur 3 nur exemplarisch zu verstehen. Für die Funktionsfähigkeit eines Kanals ist es allein wichtig, dass wenigstens ein Teil des Auslassendes für nachströmendes Gas durchlässig bleibt, d.h. über dem Flüssigkeitsspiel in der Bodenwanne bleibt und auch nicht durch Tropfen verstopft wird. Eine alternative Form von Ablaufelementen zeigt Figur 4.

[0053] Figur 4 zeigt ein Plattenelement 402 nach den Prinzipien der vorliegenden Erfindung, wobei eine Mehrzahl derartiger Plattenelemente 402 zur Ausbildung eines Plattenkondensators verwendet werden.

[0054] Das Plattenelement 402 weist an seiner Unterseite in Dreiecksform zulaufende Ablaufelemente 410 auf, wobei die Ablaufelemente 410 integraler Bestandteil des Plattenelements 402 sind. Bei der Anordnung der Plattenelemente 402 zu einem Kondensator können die Dreiecksspitzen beispielsweise auf dem Boden 8b der Bodenwanne des Kondensators aufliegen. Der Flüssigkeitsspiegel ist durch eine gestrichelte horizontale Linie angedeutet. Zwischen dem Auslassende und dem Flüssigkeitsspiegel bilden sich freie dreiecksförmige Bereiche, über die Gas aus den Kanälen austreten kann, während Flüssigkeit über die teilweise in die Flüssigkeit eintauchenden Ablaufelemente 410 aus den Kanälen ablaufen kann.

[0055] In den Wänden der skizzierten Platte 402 sind

außerdem Strukturen 415 vorgesehen, die fördern, dass an den Plattenwänden auskondensierende und nach unten ablaufende Flüssigkeit in Richtung der Abschnitte mit Ablaufelementen 410 abfließt, wodurch insgesamt ein schnelleres Abfließen des Kondensats erreicht werden kann.

[0056] Fig. 5 skizziert die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf den herkömmlichen Plattenkondensator von Figur 1.

[0057] Eine Flüssigkeitsablaufeinrichtung 510 wird an der Unterseite der Kanäle quer über die Auslassenden in die (nicht abgebildete) Bodenwanne eingebracht, so dass sie mit den Unterkanten der Platten 2 in Kontakt steht oder ein Abstand zu diesen besteht, der kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand.

[0058] Soll eine Tropfenbildung auf den Kondensationsplatten selbst vermieden werden oder die Ablaufeigenschaften des Kondensats an den Platten verbessert werden, bringt man auf den Platten eine flüssigkeitsabsorbierende Substanz auf. Beim Auskondensieren an dieser Schicht bildet sich an Stelle von Tropfen ein dünner Flüssigkeitsfilm, an den weiteres Kondensat ohne Tropfenbildung nach unten abfließt, und dort über die Ablaufstruktur abgeleitet wird. Diese Schichten können durch übliche Dünnschichttechniken (z.B. Bedampfen) oder durch entsprechendes mechanisches Auftragen aufgebracht werden. Der selbe Effekt kann auch durch Aufbringen von dünnen absorbierenden Materialien wie z.B. saugfähigen Membranen oder Fleece erreicht werden. Als Materialien für die Ablaufstruktur eignen sich besonders Stoffe, die eine hohe Benetzbarkeit mit dem Kondensat aufweisen, bei Wasser beispielsweise hydrophile Keramiken, Schwämme oder Materialien mit gut benetzbaren Beschichtungen.

[0059] Auch wenn viele der oben genannten Ideen in Bezug auf einen Wärmetauscher in Form eines Plattenkondensators erläutert wurden, so wird doch darauf hingewiesen, dass sich die Erfindung nicht auf diese Anwendung beschränkt, sondern auch auf andere fluidführende Strukturen angewandt werden kann. Beispiele sind z.B. die Strömungskanäle sogenannter Flowfields, wie sie bei Brennstoffzellenstacks verwendet werden. Auch hier erfolgt die Flüssigkeitsdurchfuhr unter einem geringen Druckgradienten.

[0060] Die Erfindung basiert auf folgenden physikalischen Prinzipien: Um einen Tropfen aus einem Kanal auszutreiben, muss der Tropfen am Ende des Kanals ausgeschoben werden. Dabei wird seine Oberfläche vergrößert, und zwar so lange, bis seine Masse und damit die auf den Tropfen wirkende Gravitationskraft groß genug ist, um die Kohäsionskräfte und Oberflächenspannung zu überwinden und den Tropfen dadurch abzulösen. Wenn nun eine Ablaufeinrichtung mit geeigneter Oberfläche (vorteilhaft benetzungsfördernd, z.B. hydrophil) an der Unterkante der Kanäle anliegt oder gering beabstandet ist, z.B. wenn Spitzen in die Kanäle hineinragen, so kommt das Kondensat schon bei der

ansatzweisen Bildung des Tropfens mit der Ablaufeinrichtung in Berührung und bewirkt ein Abfließen des Kondensats, ohne dass der Kanal verschlossen wird. Wenn ein Abstand zwischen der Ablaufeinrichtung und den Kanälen besteht, bildet sich ein Tropfen, der sich aus dem Kanal herauswölbt und bei Berührung mit der Ablaufeinrichtung an dieser abläuft.

[0061] Der Schutzzumfang der Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen beschränkt, sondern allein durch den in den nachfolgenden Ansprüchen beschriebenen Sachverhalt definiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abfuhr von Flüssigkeit aus einer Fluidführungseinrichtung, wobei eine Flüssigkeitsablaufeinrichtung an einem Auslassende der Fluidführungseinrichtung derart vorgesehen wird, dass der Abstand zwischen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und dem Auslassende der Fluidführungseinrichtung verschwindet oder kleiner ist als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand. 20 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:
 - Versehen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und/oder der Fluidführungseinrichtung mit einer benetzungsfördernden Beschichtung. 30
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsablaufeinrichtung ein schwammartiges Material umfasst. 35
4. Flüssigkeitsablaufeinrichtung für eine Fluidführungseinrichtung mit einer Anordnung von Auslassenden, umfassend:
 - eine Anordnung von Ablaufelementen, die entsprechend der Anordnung von Auslassenden ausgebildet ist. 40
5. Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach Anspruch 4, wobei die Ablaufelemente eine benetzungsfördernde Oberfläche umfassen. 45
6. Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach Anspruch 5, wobei die Ablaufelemente eine hydrophile Oberfläche umfassen. 50
7. Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei welcher die Ablaufelemente Lamellen umfassen, die an den Auslassenden vorgesehen sind. 55
8. Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach einem der An-

sprüche 4 bis 6, bei welcher die Ablaufelemente Stifte umfassen.

9. Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, umfassend:

ein schwammartiges Material.

10. Plattenelement für einen Plattenwärmetauscher, wobei an der auslassseitigen Kante des Plattenelements Ablaufelemente für Flüssigkeit vorgesehen sind.

11. Fluidführungseinrichtung mit einer Anordnung von Auslassenden, umfassend:

eine Flüssigkeitsablaufeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei die Ablaufelemente der Ablaufeinrichtung bezüglich der Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet sind, dass die Abstände zwischen den Ablaufelementen der Flüssigkeitsablaufeinrichtung und den entsprechenden Auslassenden der Fluidführungseinrichtung verschwinden oder kleiner sind als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand.

12. Fluidführungseinrichtung mit einer Anordnung von Auslassenden, umfassend:

ein schwammartiges Material, das bezüglich der Auslassenden der Fluidführungseinrichtung so angeordnet sind, dass die Abstände zwischen den Auslassenden der Fluidführungseinrichtung und dem schwammartigen Material verschwinden oder kleiner sind als der für eine selbsttätige Tropfenablösung erforderliche Abstand.

13. Fluidführungseinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Fluidführungseinrichtung einen Wärmetauscher umfasst.

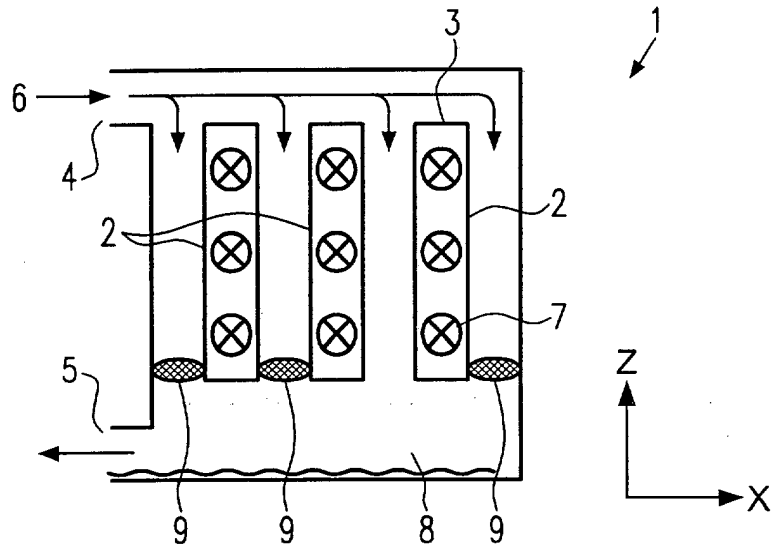


Fig.1

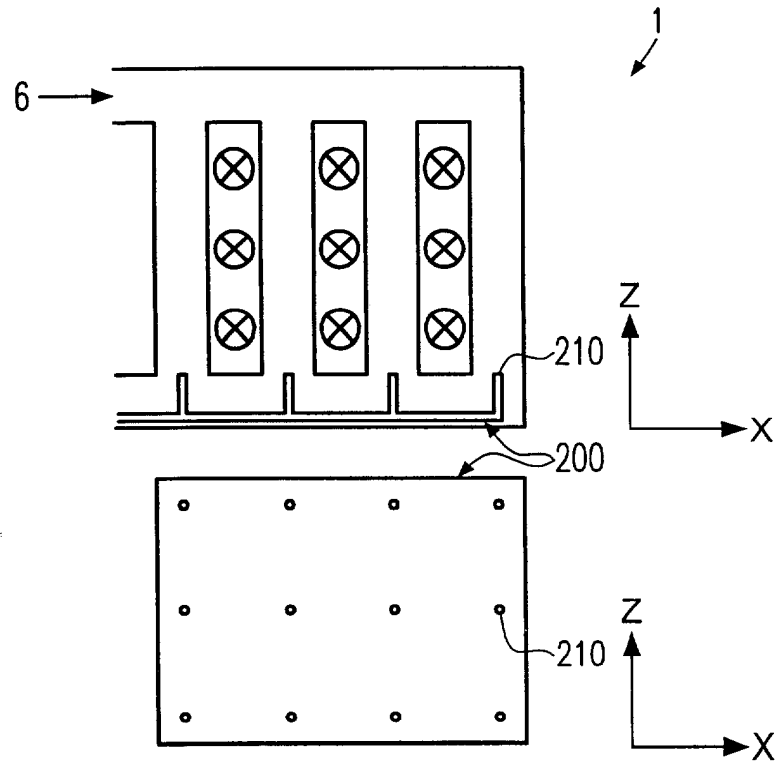


Fig.2

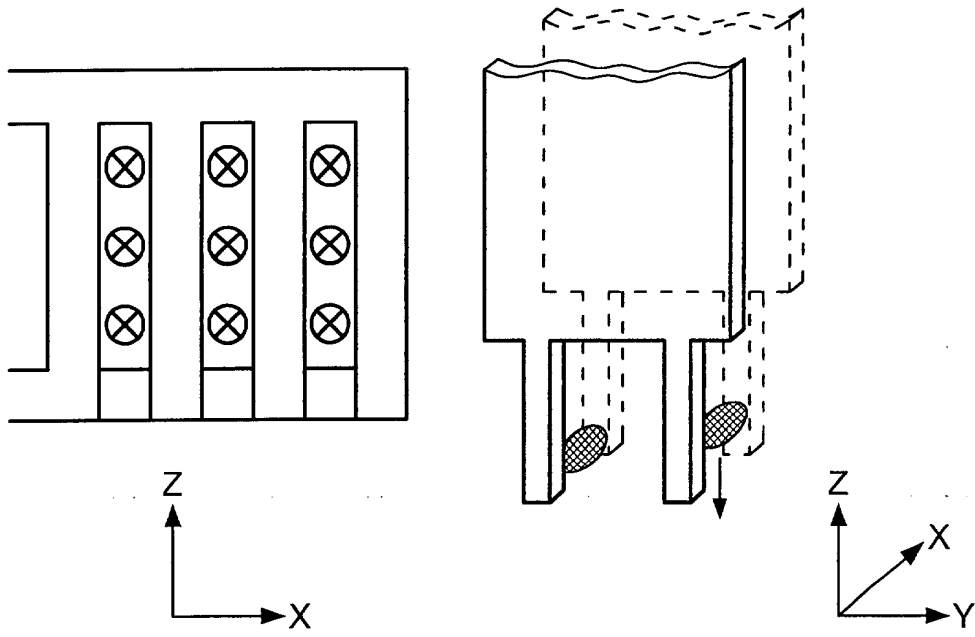


Fig.3

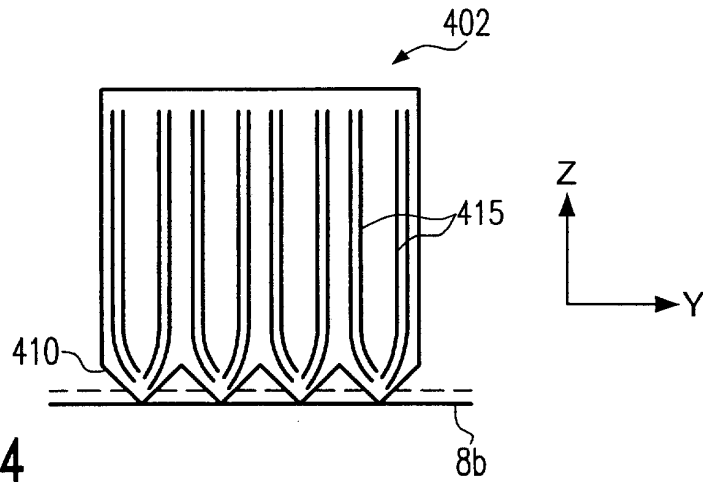


Fig.4

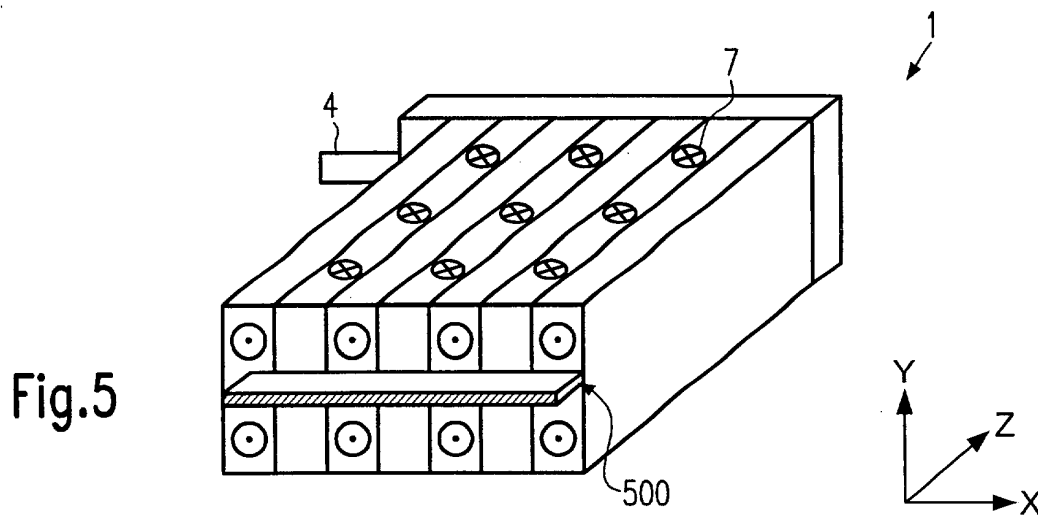


Fig.5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 5315

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 170 556 A (ASTRIUM GMBH ; S E C A N (FR)) 9. Januar 2002 (2002-01-09) * das ganze Dokument * ---	1-4, 9, 11-13	F28B9/08 F28F13/04
X	EP 1 170 565 A (CONST AERO NAVALES) 9. Januar 2002 (2002-01-09) * das ganze Dokument * ---	4, 7	
Y		5, 6	
Y	US 6 102 994 A (SEMINARA GARY ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) * Zusammenfassung; Abbildung 3 * ---	5, 6	
X	EP 0 155 772 A (DUT PTY LTD ; COSTAIN PETROCARBON (GB)) 25. September 1985 (1985-09-25) * Seite 8, Absatz 2; Abbildungen * * Seite 12 * ---	4, 7, 10	
X	FR 2 095 202 A (LUFT KALTETECHN K) 11. Februar 1972 (1972-02-11) * Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, Absatz 4; Abbildungen * ---	4, 7, 8	
A	EP 0 324 375 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 19. Juli 1989 (1989-07-19) * Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 28; Abbildungen * ---	1-13	F28B F28F F28D B60H F24F
A	US 3 868 830 A (O'CONNOR EDWARD W ET AL) 4. März 1975 (1975-03-04) * das ganze Dokument * -----	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. Juli 2003	Prüfer Van Dooren, 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 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 B2 (P04003)

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

EP 03 00 5315

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.

23-07-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1170556	A	09-01-2002	EP 1170556 A1	09-01-2002
			US 2002020182 A1	21-02-2002
EP 1170565	A	09-01-2002	FR 2811416 A1	11-01-2002
			EP 1170565 A1	09-01-2002
			US 2002036079 A1	28-03-2002
US 6102994	A	15-08-2000	AU 6573598 A	12-10-1998
			DE 69805479 D1	27-06-2002
			DE 69805479 T2	31-10-2002
			EP 0901509 A1	17-03-1999
			WO 9841585 A1	24-09-1998
EP 0155772	A	25-09-1985	GB 2155610 A	25-09-1985
			EP 0155772 A1	25-09-1985
			JP 60213797 A	26-10-1985
FR 2095202	A	11-02-1972	AT 306758 B	15-03-1973
			BG 20830 A3	20-12-1975
			CS 154692 B2	30-04-1974
			DE 2117780 A1	16-12-1971
			FR 2095202 A1	11-02-1972
			HU 169569 B	28-12-1976
			RO 60897 A1	15-09-1976
			SU 456431 A3	05-01-1975
			EP 0324375	A
WO 8906609 A1	27-07-1989			
EP 0324375 A1	19-07-1989			
US 3868830	A	04-03-1975	KEINE	

EPC FORM P0461

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