

(19)



(11)

EP 3 572 760 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
F28F 25/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19174070.3**

(22) Anmeldetag: **13.05.2019**

(54) **PACKUNG FÜR EINE WÄRME- UND/ODER STOFFÜBERTRAGUNG**

PACKAGE FOR HEAT AND/OR MATERIAL TRANSFER

EMBALLAGE PPOUR UNE TRANSMISSION DE CHALEUR ET / OU DE SUBSTANCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **18.05.2018 DE 202018102787 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.2019 Patentblatt 2019/48

(73) Patentinhaber: **CTS Cooling Tower Solutions GmbH**
40627 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Streng, Dr. Andreas**
40627 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Rausch Wanischeck-Bergmann Brinkmann Partnerschaft mbB Patentanwälte**
Am Seestern 8
40547 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2009/149954 DE-C1- 4 122 369
US-A- 3 618 778 US-A- 3 952 077

EP 3 572 760 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Packung für eine Wärme- und/oder Stoffübertragung zwischen flüssigen und gasförmigen Medien im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in Kühltürmen, mit einer Vielzahl von durch Wellungen profilierter Folienelemente, wobei die Wellungen Strömungskanäle bereitstellen und wobei die Folienelemente unter Ausbildung von Berührungspunkten in Dickenrichtung hintereinander angeordnet sind, wobei benachbarte Folienelemente in ihren Berührungspunkten miteinander verbunden sind und wobei die einander zugewandten Großflächen benachbarter Folienelemente eine Feinprofilierung aufweisen.

[0002] Kühltürme zur Wasserkühlung im Allgemeinen sowie Kühleinbauten für Kühltürme - auch Packungen genannt - im Speziellen sind aus dem Stand der Technik an sich gut bekannt.

[0003] Kühltürme dienen insbesondere dazu, flüssige Medien, das heißt Fluide wie zum Beispiel Wasser mittels Umgebungsluft abzukühlen. Zu diesem Zweck verfügen vorbekannte Kühltürme über eine Fluidkühleinrichtung, die ihrerseits Kühleinbauten, das heißt sogenannte Packungen, und eine Fluidverteilereinrichtung aufweist. Das zu kühlende Fluid wird oberhalb der Packungen mittels der Fluidverteilereinrichtung versprüht und rieselt an den Packungen entlang, und zwar der Schwerkraft folgend nach unten. Dabei werden die Packungen vorzugsweise im Gegenstrom zum abzukühlenden Fluid von Luft zum Zwecke der Kühlung durchströmt. Infolge des Kontakts des abzukühlenden Fluids mit der Luft innerhalb der Packungen kommt es zur bestimmungsgemäßen Abkühlung des abzukühlenden Fluids.

[0004] Um die als Kühlluft dienende Umgebungsluft in vorerläuterter Weise durch den Kühlturm zu führen, ist ein Ventilator vorgesehen, der die Luftströmung durch den Kühlturm und insbesondere durch die Kühleinbauten fördert. Dieser ist typischer Weise in Höhenrichtung des Kühlturms oberhalb der Fluidkühleinrichtung angeordnet. Im bestimmungsgemäßen Betriebsfall saugt der Ventilator von unterhalb der Fluidkühleinrichtung Umgebungsluft an, die als Kühlluft die in Höhenrichtung des Kühlturms unterhalb des Ventilators angeordnete Fluidkühleinrichtung durchströmt. Die vom Ventilator angesaugte Umgebungsluft wird nach einem Durchströmen der Packungen nach oben als erwärmte Umgebungsluft an die Atmosphäre abgegeben.

[0005] Ein Kühlturm der vorbeschriebenen Bauart ist beispielsweise aus der WO 2009/149954 A1 bekannt.

[0006] Um einen möglichst effektiven Wärmetausch zwischen den beteiligten Medien zu erreichen, ist aus dem Stand der Technik eine Packungskonstruktion bekannt, wonach eine Vielzahl von durch Wellungen profilierter Folien- oder Plattenelemente vorgesehen ist. Diese Folienelemente sind in Dickenrichtung hintereinander angeordnet, wobei die Wellungen Strömungskanäle bereitstellen. In ihren Berührungspunkten sind benachbarte Folienelemente miteinander verbunden. Desweiteren verfügen die einander zugewandten Großflächen benachbarter Folienelemente über eine Feinprofilierung. Dabei dient diese Feinprofilierung einem noch weiter optimierten Wärmeaustausch.

[0007] Eine gattungsgemäße Packung ist aus der DE 41 22 369 C1 bekannt.

[0008] Des Weiteren ist aus der DE 27 22 424 A1 ein Einbauelement für Stoff- und Wärmeaustauschkolonnen bekannt. Das Einbauelement besteht aus parallel zur Kolonnenachse angeordneten, sich berührenden, gefalteten Lamellen aus folienartigem Material. Dabei liegend die Faltungen der Lamellen im Winkel gegen die Kolonnenachse. Die Faltwände der Lamellen sind zusätzlich feingeriffelt und die Lamellen weisen eine Mehrzahl von über ihre Oberfläche verteilter Löcher auf. Dabei ergibt sich die Riffelung durch eine Aufrauung der Lamellenoberfläche durch Rillen oder Einprägen von Mustern.

[0009] Aus der DE 27 22 556 A1 ist ein Füllkörper aus folienartigem Material mit Rieselflächen für Kolonnen für Stoff- und Wärmeaustausch bekannt. Dabei ist vorgesehen, dass die Rieselflächen abwechselnd glatte und feingeriffelte Abschnitte aufweisen, wobei sich die einzelnen Abschnitte über eine Höhe von mindestens 5 mm erstrecken.

[0010] Die DE 39 18 483 A1 betrifft einen Füllkörper für den Wärme- und Stoffaustausch im Gegenstrom. Der Füllkörper weist eine Vielzahl von senkrecht und schräg stehenden, aufeinandergelegten und miteinander verbundenen gewellten oder gefalteten Folien oder Platten auf, die so ausgebildet und/oder aufeinandergelegt und miteinander verbunden sind, dass sich die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten kreuzen. Die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten kreuzen sich nur im oberen Teil des Füllkörpers, während sie im unteren Teil parallel zueinander verlaufen.

[0011] Die US 6,578,829 B2 betrifft einen Verpackungsabschnitt, der eine Vielzahl von vertikal ausgerichteten, diagonal kreuzförmig gewellten Verpackungsblechen aufweist. Die Verpackungsbleche definieren eine Abschnittshöhe, wobei der Abschnitt einen Basisbereich, einen Volumenbereich und einen oberen Bereich aufweist. Der Basisbereich weist eine erste bestimmte Geometrie auf, die sich von einer Geometrie des Volumenbereichs unterscheidet. Auch der obere Bereich weist eine bestimmte, zweite Geometrie auf, die sich von der Geometrie des Volumenbereichs ebenfalls unterscheidet ebenso wie von der Geometrie des Basisbereichs.

[0012] Die EP 0 056 911 B1 betrifft ein Füllteil zu Füllzwecken in einem Wasserkühlturm, der im Grundzustand senkrecht stehende Bleche aus formbarem Material überall mit einem im Allgemeinen zick-zack-förmigen, nach unten weisenden spiralförmigen Muster aufweist. Jedes Blech hat ein Paar gegenüberliegender Seiten, die zur Benetzung durch erwärmtes und über dieselben nach unten strömendes Wasser bestimmt sind. Dabei ist das formbare Material mit horizontalen Rippen, die winklige Vertiefungen bilden ausgerüstet. Zudem ist vorgesehen, dass das Füllteil Wasserkühl Taschen an

der Sinusbiegung zwischen jeder Rippe aufweist und dass die Taschen der Vertiefungen unter einem Winkel bezüglich der Horizontalen angeordnet sind.

[0013] Die EP 1 078 684 A1 offenbart eine geordnete Packung für Trennkolonnen, die profilierte Lagen und in diesen angeordnete Kanäle aufweist. Die Kanäle sind schräg zu einer Hauptströmungsrichtung orientiert. Die Lagen sind aus folienartigen und gewebeartigen Materialstreifen zu einem Profil geformt.

[0014] Obgleich sich die aus der DE 41 22 369 C1 vorbekannte Konstruktion einer Packung für den Wärme- und Stoffaustausch zwischen flüssigen und gasförmigen Medien im alltäglichen Praxiseinsatz bewährt hat, besteht Verbesserungsbedarf. So ist es insbesondere angestrebt, den Wirkungsgrad noch weiter zu steigern. Und dies vorzugsweise ohne signifikante Mehrkosten für die Herstellung. Es ist deshalb die **Aufgabe** der Erfindung, eine gattungsgemäße Packung dahingehend weiterzuentwickeln, dass im bestimmungsgemäßen Betriebsfall ein verbesserter Wärme- und Stoffaustausch zwischen den beteiligten Medien erreicht ist.

[0015] Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird mit der Erfindung eine Packung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, dass die Feinprofilierung eine quer zu den Strömungskanälen verlaufende Rippung mit Rippenstegen und Rippennuten aufweist, wobei zwischen zwei benachbarten Rippenstegen eine Rippennut angeordnet ist, wobei die Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen und Rippennuten im Wesentlichen radienfrei ausgebildet sind.

[0016] Die auf den Großflächen der Folienelemente ausgebildete Feinprofilierung ist erfindungsgemäß als Rippung ausgebildet. Dabei verläuft die Rippung quer zu den Strömungskanälen der Folienelemente. So kann beispielsweise eine Rippung vorgesehen sein, die parallel zu den eingangs- beziehungsweise ausgangsseitigen Randkanten der Folienelemente verläuft.

[0017] Die Rippung verfügt erfindungsgemäß über Rippenstege einerseits und Rippennuten andererseits, wobei zwischen zwei benachbarten Rippenstegen eine Rippennut angeordnet ist. Es ergibt so eine in Längsrichtung der Folienelemente abwechselnde Anordnung von Rippenstegen und Rippennuten.

[0018] Die Übergänge zwischen in Längsrichtung der Folienelemente bzw. in Querrichtung der Rippung aufeinander nachfolgenden Rippenstegen und Rippennuten sind erfindungsgemäß im Wesentlichen radienfrei ausgebildet. Dabei meint "im Wesentlichen" eine Ausgestaltung ohne Übergangsradien, sofern insbesondere produktionstechnisch möglich. Es kommt mithin erfindungsgemäß darauf an, Übergangsradien zwischen den aufeinander nachfolgenden Rippenstegen und Rippennuten zu vermeiden, so dass sich im Ergebnis eine "scharfkantige" Ausgestaltung einstellt.

[0019] Untersuchungen der Anmelderin haben gezeigt, dass sich infolge der radienfreien Ausgestaltung der Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen und Rippennuten ein verbesserter Wirkungsgrad einstellt. Dieser verbesserte Wirkungsgrad ist dadurch zu erklären, dass sich im Betriebsfall auf den senkrecht ausgerichteten Großflächen der Folienelemente ein Fluidfilm ausbildet, der der Schwerkraft folgend entlang der Großflächen strömt. Die quer hierzu verlaufende Rippung der Feinprofilierung sorgt aufgrund der scharfkantigen Ausgestaltung der Rippenstege und -nuten dafür, dass es jeweils in den Bereichen der Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen und Rippennuten zu turbulenten Strömungsverhältnissen kommt. Diese turbulenten Strömungsverhältnisse sorgen für einen besseren Wärme- und Stoffaustausch zwischen dem abzukühlenden Fluid, beispielsweise Wasser, und dem im Gegenstrom hierzu durch die Packung geführten gasförmigen Medium, wie zum Beispiel der Umgebungsluft. Im Ergebnis kann so eine weiter optimierte Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Packung erreicht werden.

[0020] Die bewusste Ausgestaltung von Übergangsradien zwischen Rippenstegen und Rippennuten ist nach dem Stand der Technik deshalb vorgesehen, um die zumeist aus einem Kunststoffmaterial gebildeten Folienelemente einem Formwerkzeug besser entnehmen zu können. Es wurde dabei nicht erkannt, dass Übergangsradien den sich positiv auf den Wirkungsgrad einer Packung auswirkenden Barriereeffekt der Feinprofilierung mindern und so die Ausbildung einer laminaren Strömung begünstigen. Die nach der Erfindung nunmehr in Abkehr zum Stand der Technik vorgesehene Scharfkantigkeit sowohl der Rippenstege als auch der Rippennuten schafft hier Abhilfe, da sich infolge dieser konstruktiven Ausgestaltung im Betriebsfall turbulente Strömungsverhältnisse ausbilden, die eine verbesserte Durchmischung der beiden beteiligten Medien bewirkt, was im Ergebnis zu einem gesteigerten Wärmeaustausch führt. Ein Nachteil der nach der Erfindung vorgesehenen scharfkantigen Ausgestaltung der Übergänge zwischen Rippenstegen und Rippennuten besteht indes darin, dass sich der gasseitige, d.h. luftseitige Druckverlust erhöht. Hierdurch ergibt sich ein vergrößerter energetischer Aufwand für den Ventilator zur Förderung der die Packung durchströmenden Kühlluft. Dieser Nachteil wird aber bewusst in Kauf genommen. Denn in Summe wird mit der erfindungsgemäßen Konstruktion ein insgesamt erhöhter Gesamtwirkungsgrad erzielt. Dies hat bedeutende Vorteile für den Betrieb entsprechender Anlagen in den verschiedensten Industriezweigen in Form kleinerer und damit kostengünstigerer Anlagen sowie insgesamt geringerer Gesamtbetriebskosten.

[0021] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wellungen in Längsrichtung der Folienelemente geneigt verlaufende Strömungskanäle bereitstellen, vorzugsweise zick-zack-förmig verlaufende Strömungskanäle, wobei die Folienelemente in Dickenrichtung alternierend angeordnet sind, so dass sich die Strömungskanäle benachbarter Folienelemente mit entgegengesetzter Neigung erstrecken und sich unter Ausbildung der Berührungspunkte kreuzen.

[0022] Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung sind die Strömungskanäle nicht geradlinig in Längsrichtung der Folienelemente, sondern geneigt hierzu ausgerichtet. Dabei ist eine zick-zack-förmige Ausgestaltung bevorzugt. Die Neigung der Strömungskanäle zur Senkrechten erbringt den positiven Effekt, dass sich ein mit Bezug auf die Höherstreckung der erfindungsgemäßen Packung verlängerter Strömungsweg ergibt, was einen verbesserten Wärmeaustausch erbringt.

[0023] Als Bezugsgröße für die Ausgestaltung der Übergangsradien kann die Breite eines Rippenstegs dienen, insbesondere die Breite des einen Rippensteg oberseitig abschließenden Plateaus. Es wird deshalb gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, dass die Übergangsradien $< 20\%$, vorzugsweise $< 10\%$, noch mehr bevorzugt $< 5\%$ der Rippenstegplateaubreite des zugehörigen Rippenstegs ausgebildet sind. Wenn also die Rippenstegplateaubreite beispielsweise 5 mm misst, so ergibt sich ein Übergangsradius von vorzugsweise $< 0,5$ mm, noch mehr bevorzugt von $< 0,25$ mm.

[0024] Je kleiner die Übergangsradien gewählt werden, desto langsamer kann die Entformungsgeschwindigkeit bei der Entformung eines Folienelements aus dem Formwerkzeug während der Herstellung ausfallen. Dieser Nachteil wird mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung bewusst in Kauf genommen, da der spätere Wirkungsgrad des so ausgebildeten Folienelements gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbessert ist. Aus fertigungstechnischen Gründen wird ein Übergangsradius von Null nicht zu erreichen sein. "Im Wesentlichen" im Sinne der Erfindung meint deshalb, dass die Übergangsradien im Rahmen der Anwendung üblicher Fertigungsprozesse so klein wie möglich auszugestalten sind. Denn je "scharfkantiger" die Rippungsausgestaltung ausfällt, desto deutlicher stellt sich der Effekt einer turbulenten Strömung im bestimmungsgemäßen Betriebsfall ein.

[0025] Es ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass eine Rippennut eine Nuttiefe von 2,0 mm bis 3,0 mm, vorzugsweise von 2,2 mm bis 2,8 mm, noch mehr bevorzugt von 2,4 mm bis 2,6 mm, am meisten bevorzugt von 2,5 mm aufweist. Wie Untersuchungen der Anmelderin gezeigt haben, erzielt eine Nuttiefe im angegebenen Bereich einen optimierten Wirkungsgrad. Fällt die Nuttiefe deutlich kleiner oder deutlich größer aus, so stellen sich im bestimmungsgemäßen Betriebsfall Strömungseffekte an den Rippenstegen und/oder den Rippennuten ein, die einem effektiven Wärme- und/oder Stoffaustausch zwischen den beteiligten Medien entgegenstehen. Hinzu kommt in diesem Zusammenhang, dass bei einer zu groß ausgebildeten Nuttiefe der Druckverlust innerhalb der durch den Ventilator durch die Packung hindurchgesogenen Luft deutlich ansteigt, was durch eine höhere Ventilatorleistung auszugleichen ist, was sich auf die Gesamtenergiebetrachtung negativ auswirkt. Es wird insofern mit einer Nuttiefe im erfindungsgemäßen Größenbereich ein synergetischer Effekt dahingehend erzielt, dass einerseits eine für einen verbesserten Wärme- und/oder Stoffaustausch erforderliche turbulente Strömung erreicht ist und dass andererseits der sich infolge des Durchströmens der Packung mit Umgebungsluft einstellende Druckverlust minimiert ist.

Es ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass eine Rippennut eine Nutbreite von 4,0 mm bis 6,0 mm, vorzugsweise von 5,0 mm aufweist. Besonders bevorzugt ist indes ein Verhältnis von Nuttiefe zu Nutbreite von 0,6 bis 0,4, vorzugsweise von 0,5. Wenn also die Nuttiefe beispielsweise 2,5 mm beträgt, so ist die Nutbreite mit 5 mm zu wählen.

[0026] Es ist aus den vorgenannten Gründen deshalb auch bevorzugt, die einander zugewandten Großoberflächen der Folienelemente möglichst flächendeckend mit einer Feinprofilierung im erfindungsgemäßen Sinne auszurüsten. Es sind bevorzugterweise lediglich einige Bereiche der Großoberflächen der Folienelemente auszusparen, wie beispielsweise die eingangs- und ausgangsseitigen Endbereiche der Folienelemente.

[0027] Zur weiteren Reduzierung des sich einstellenden luftseitigen Druckverlustes kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen sein, dass die Neigung der Strömungskanäle zur Senkrechten im endmontierten Zustand $< 22^\circ$ beträgt, vorzugsweise zwischen 19° und 15° , noch mehr bevorzugt 17° . Die Neigung der Strömungskanäle zur Senkrechten erbringt den positiven Effekt einer Verlängerung des insgesamt zurückzulegenden Strömungswegs, was ebenfalls eine verbesserte Wärme- und/oder Stoffübertragung erbringt. Je größer indes die Neigung zur Senkrechten ausfällt, desto größer ist der sich im Betriebsfall in der Luftströmung einstellende Druckverlust. Dies führt in schon vorbeschriebener Weise zu einer zwangsläufig notwendigen Steigerung der Ventilatorleistung, was sich auf die Gesamtenergiebilanz negativ auswirkt. Zur Leistungsminimierung ist es dem Grunde nach angestrebt, die Strömungskanäle parallel in Längsrichtung verlaufen zu lassen, was dann aber wieder zu einem verschlechterten Wärme- und/oder Stoffaustausch aufgrund des verkürzten Strömungsweges führt. Diese an sich wiederstreitenden Interessen in einen optimierten Ausgleich zueinander zu bringen, ermöglicht die erfindungsgemäße Feinprofilierung. Denn durch diese wird ein gesteigerter Wärme- und/oder Stoffaustausch ermöglicht, so dass es zur Minimierung des Druckverlustes in der Kühlluft möglich ist, den Neigungswinkel der Strömungskanäle zur Senkrechten kleiner als üblich auszubilden, nämlich kleiner als 20° . Dies war vor dem Hintergrund des vorbekannten Standes der Technik nicht zu erwarten.

[0028] Als Nuttiefe im Sinne der Erfindung gilt vorzugsweise die über die Nutbreite gemittelte Nuttiefe. Alternativ hierzu kann auch die Nuttiefe mit Bezug auf die Nutbreite in der Mitte der Nut als Bezugsgröße dienen.

[0029] Es ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass die in Längsrichtung einander gegenüberliegenden Endbereiche eines Folienelements feinprofilierungsfrei ausgebildet sind.

[0030] Es ist insbesondere hinsichtlich des im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall flüssigkeitseingangsseitig vor-

gesehenen Rand- bzw. Endbereichs der Packung bevorzugt, diesen feinprofilierungsfrei auszubilden. Dies deshalb, damit eine optimierte Verteilung des von der oberhalb der Packung angeordneten Flüssigkeitsverteilerinrichtung abgegebenen Flüssigkeit auf die einzelnen Strömungskanäle der Packung stattfinden kann. Es wird so eine vergleichmäßigte Flüssigkeitbeaufschlagung sämtlicher Strömungskanäle erreicht. Eine solch gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung kann

5 noch durch die Bereitstellung entsprechender Düsen der Flüssigkeitsverteilerinrichtung unterstützt werden.

[0031] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass in den feinprofilierungsfreien Endbereichen der Folienelemente schräg zur Längserstreckung der Folienelemente verlaufende Rinnen ausgebildet sind. Diese Rinnen sind bevorzugterweise flüssigkeitseingangsseitig und flüssigkeitsausgangsseitig der Packung in den Folienelementen ausgebildet. Sie dienen insbesondere dazu, die Flüssigkeit aus der Packung nach einer Durchströmung derselben in verbesserter Weise ausströmen und abtropfen zu lassen. Im Ergebnis dieser Maßnahme wird auch ein reduzierter gas- bzw. luftseitiger Druckverlust erreicht. Dabei ist in diesem Zusammenhang besonders bevorzugt, dass je Strömungskanal zwei Rinnen vorgesehen sind, die V-förmig zueinander ausgerichtet sind. Der sich so im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall an den Innenseitenwänden der Strömungskanäle ausbildende Flüssigkeitsfilm kann so ausgangsseitig besser abströmen, ohne dass sich aufstauende Flüssigkeitswellen bilden, die der entgegenströmenden Luft einen erhöhten Widerstand entgegensetzen würden, so wie dies beim Stand der Technik der Fall ist. Dieser verbesserte Abströmbeziehungsweise Abtropfeffekt kann auch dadurch unterstützt werden, dass die beiden Rinnen in einen gemeinsamen Auslauf einmünden, der in Richtung der Längserstreckung der Folienelemente ausgerichtet ist. Es ergeben sich so ausgangsseitig der Strömungskanäle Δ -ähnliche Strukturen, was einem verbesserten Ausströmen der auf die Packung aufgegebenen Flüssigkeit erbringt.

20 **[0032]** Es ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass die einander zugewandten Strömungskanäle benachbarter Folienelemente einen Foliens- oder Plattenpaarkanal bilden, der eingangs- und ausgangsseitig jeweils einen 6-eckigen Kanalquerschnitt aufweist.

[0033] Die einander zugewandten Strömungskanäle benachbarter Folienelemente bilden im endmontierten Zustand der Folienelemente einen Folienspaarkanal aus. Insoweit stellt jedes Folienelement einen einseitig offenen Strömungskanal bereit. Im endmontierten Zustand der Packung wirken diese Strömungskanäle der einzelnen Folienelemente unter jeweiliger Ausbildung eines Folienspaarkanals zusammen. Eingangs- und ausgangsseitig haben die Folienspaarkanäle vorzugsweise einen Kanalquerschnitt, der polygonal, bevorzugterweise 6-eckig ausgestaltet ist. Das Teilungsmaß, das heißt die Höhe eines jeden Strömungskanals in der Ausformungstiefe des Folienelements beträgt vorzugsweise 12 mm, 20 mm oder 30 mm. Damit ergibt sich eingangs- beziehungsweise ausgangsseitig der Packung eine Kanalbreite für einen Folienspaarkanal von 24 mm, 40 mm oder 60 mm, bezogen auf die Foliensabstände bzw. Folienteilung. Da benachbarte Folienelemente an ihren Berührungspunkten einander liegen und dort bevorzugter Weise miteinander verbunden sind, entstehen eingangsseitig bzw. ausgangsseitig zunächst weite Kanäle von 24 mm, 40 mm oder 60 mm, welche Kanäle dann im weiteren Verlauf aufgrund der geneigten Schräganordnung auf die gegenüberliegenden Kanäle der benachbarten Nebenfolie treffen, so dass sich an den engsten Stellen der Kanäle eine Kanalweite von 12 mm, 20 mm oder 30 mm einstellt. Dieser Wert bestimmt im Wesentlichen den Materialaufwand und ist entscheidend für das Verhalten der erfindungsgemäßen Packung im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall. Denn je kleiner der Abstand ist, desto dichter wird die Packung. Je höher aber die Leistungsdichte der Packung durch diese Maßnahme ist, desto stärker verschmutzt diese im Langzeitbetrieb, d.h. das sogenannte Fouling-Verhalten verschlechtert sich. Insofern ist eine sorgfältige Auswahl und Vorgabe dieser Parameter unter Berücksichtigung der am Betriebsstandort herrschenden Betriebsverhältnisse erforderlich.

[0034] Die Wellungen der Folienelemente weisen eingangs- bzw. ausgangsseitig einen polygonalen Kanalquerschnitt auf, vorzugsweise einen 6-eckigen Querschnitt, dessen Kantenlängen bevorzugterweise unterschiedlich lang sind. Es ist in diesem Zusammenhang bevorzugt, dass die Wellungen der Folienelemente einen in Längsrichtung der Folienelemente verlaufenden ersten Streifenabschnitt sowie daran entlang seiner jeweiligen Längskanten angeordnet einen zweiten und einen dritten Längsstreifen aufweisen, wobei der zweite und der dritte Streifenabschnitt zum ersten Streifenabschnitt geneigt ausgerichtet sind. Dabei sind der zweite und der dritte Streifenabschnitt gleich breit ausgebildet und weisen jeweils eine Breite auf, die die Breite des ersten Streifenabschnitts übersteigt. Je kleiner also die kurze Kantenlänge ist, d.h. je kleiner die Breite des ersten Streifenabschnitts ausfällt, desto mehr nähert sich der bevorzugterweise 6-eckförmig ausgebildete Kanalquerschnitt eines Folienspaarkanals einer 4-eckförmigen Ausgestaltung an. Untersuchungen der Anmelderin haben gezeigt, dass das bevorzugte Verhältnis von kurzer zu langer 6-Eck-Seitenlänge, d.h. das Breitenverhältnis von erstem Streifenabschnitt und zweitem Streifenabschnitt bzw. drittem Streifenabschnitt zwischen 0,3 und 0,4, vorzugsweise 0,35 beträgt. Es stellt sich so eine für einen optimierten Wärme- und Stoffübergang günstige, d.h. möglichst gleichmäßige Dicke des sich auf den Oberflächen der Strömungskanäle ausbildenden Flüssigkeitsfilms ein.

55 **[0035]** Die Breite des ersten Streifenabschnitts bzw. die kurze Kantenlänge des Kanalquerschnitts ist teilungsabhängig, beträgt aber mindestens 5 mm. Bei einer beispielsweise 20er-Teilung beträgt die Kantenlänge zwischen 8 mm bis 12 mm, vorzugsweise 10 mm. Liegt die kurze Kantenlänge, d.h. die Breite des ersten Streifenabschnitts deutlich unterhalb dieser Werteparameter, entsteht ein vergleichsweise enger Flüssigkeitskanal, was im Betriebsfall zu einer Flüssigkeits-

sammlung in diesem Kanal führen kann und was die Gesamteffektivität der erfindungsgemäßen Packung reduziert.

[0036] Weitere Untersuchungen der Anmelderin haben ergeben, dass die erfindungsgemäßen Maßnahmen eine Steigerung des Wirkungsgrads der Packung gegenüber der vorbekannter Bauformen von bis zu 8%, gegebenenfalls 10% erbringen können. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass mit der erfindungsgemäßen Packung erhebliche Einsparungen hinsichtlich Einbauhöhe und resultierendem Einbauvolumen gegenüber bekannten Bauformen erreicht werden können. Diese betragen je nach Auslegung des Kühlturms zwischen 20% und 30%, was zu signifikanten Kostenreduzierungen beim Bau von Kühltürmen oder bei deren Neu-ausrüstung mit erfindungsgemäßen Packungen führt.

[0037] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der Figuren. Diese zeigen

Fig. 1 in schematischer Seitenansicht ein Kühlturm nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 in schematischer Seitenansicht ein Folienelement einer erfindungsgemäßen Packung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 3 in geschnittener Ansicht das Folienelement nach Fig. 2 gemäß Schnittlinie B-B nach Fig. 2;

Fig. 4 in einer stirnseitigen Ansicht das Folienelement nach Fig. 2;

Fig. 5 in einer Schnittdarstellung das Folienelement nach Fig. 2 gemäß Schnittlinie A-A nach Fig. 2;

Fig. 6 in schematisch perspektivischer Darstellung ausschnittsweise den austrittsseitigen Endabschnitt des Folienelementes nach Fig. 2;

Fig. 7 in einer schematischen Perspektivansicht den ausgangsseitigen Endabschnitt nach Fig. 6;

Fig. 8 in schematischer Ansicht eine erfindungsgemäße Packung;

Fig. 9 in einer Stirnansicht die Packung nach Fig. 8;

Fig. 10 in schematischer Schnittdarstellung die Packung nach Fig. 8 gemäß Schnittlinie AA nach Fig. 8;

Fig. 11 in schematisch perspektivischer Darstellung die erfindungsgemäße Packung nach Fig. 8;

Fig. 12 in schematischer Ansicht ein Folienelement einer erfindungsgemäßen Packung gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 13 in schematischer Schnittdarstellung das Folienelement nach Fig. 12 gemäß Schnittlinie A-A nach Fig. 12.

[0038] Fig. 1 zeigt einen Kühlturm 1, wie er aus dem Stand der Technik beispielsweise nach der WO 2009/149954 A1 bekannt ist.

[0039] Der Kühlturm 1 verfügt über eine Flüssigkeitskühleinrichtung, die ihrerseits eine Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 einerseits und Kühleinbauten 12 andererseits aufweist. Dabei ist die Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 in Höhenrichtung 13 oberhalb der Kühleinbauten 12 angeordnet.

[0040] Die Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 verfügt über eine Mehrzahl von Verteilerrohren 15, die an ein gemeinsames Zulaufrohr 5 flüssigkeitsseitig angeschlossen sind. Die Verteilerrohre 15 der Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 sind kühleleinbautenseitig mit Düsen 16 ausgerüstet, die im Betriebsfall die der Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 aufzugebene Flüssigkeit, beispielsweise Wasser, in Richtung der Pfeile 17 auf die Kühleinbauten 12 verteilen.

[0041] Durch den Kühlturm 1 wird im bestimmungsgemäßen Betriebsfall mittels eines saugend angeordneten Ventilatorrades 8 als Kühlmedium Umgebungsluft in Entsprechung der Pfeile 18 und 19 mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 1 von unten nach oben geführt. Im Zuge des Hindurchführens der Umgebungsluft durch den Kühlturm 1 hindurch passiert die Luft die Kühleinbauten 12, die im gezeigten Ausführungsbeispiel dreilagig ausgebildet sind.

[0042] Die mittels des Kühlturms 1 abzukühlende Flüssigkeit, beispielsweise Wasser, wird über das Zulaufrohr 5 in die Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 eingeleitet. Hier gelangt es zu den Verteilerrohren 15, die zum Zwecke der Flüssigkeitsabgabe mit vorzugsweise tangential angesetzten Vollkegeldüsen 16 ausgerüstet sind. Der Abstand zwischen den Austrittsöffnungen der Düsen 16 und der oberen Kante der Kühleinbauten 12 bestimmt die Sprühhöhe, welche beispielsweise 600 mm beträgt.

[0043] Das gleichmäßig über die Kühleinbauten 12 mittels der Flüssigkeitsverteileinrichtung 14 verteilte Wasser durch-

rieselt die Kühleinbauten 12 im Gegenstrom zur von unten nach oben geförderten Kühlluft.

[0044] Das nach einem Durchrieseln der Kühleinbauten 12 abgekühlte Wasser tropft aus den Kühleinbauten 12 ab und wird in der Wassersammelwanne 3 aufgefangen.

[0045] Wie sich aus der Darstellung nach Fig. 1 ferner ergibt, sind zur Abstützung der Flüssigkeitskühleinrichtung gegenüber der Wassersammelwanne 3 Stützstreben 6 vorgesehen, die die Flüssigkeitskühleinrichtung, d.h. die Flüssigkeitsverteilereinrichtung 14 sowie die Kühleinbauten 12 tragen.

[0046] In Höhenrichtung 13 oberhalb der Flüssigkeitskühleinrichtung ist ein Kühlturmmanntel 2 vorgesehen, der das Ventilatorrad 8 beherbergt. Das Ventilatorrad 8 ist Teil eines Axialventilators 7, der des Weiteren eine Getriebeanordnung 9, einen Motor 10 sowie eine den Motor 10 mit der Getriebeanordnung 9 koppelnde Welle 11 aufweist. Dabei ist die Getriebeanordnung 9 nebst Ventilatorrad 8 von einer die Flüssigkeitskühleinrichtung durchragenden Säule 4 getragen.

[0047] Die in Höhenrichtung 13 unterhalb der Flüssigkeitsverteilereinrichtung 14 vorgesehenen Kühleinbauten 12 beinhalten Packungen der erfindungsgemäßen Art, deren Aufbau sich aus den weiteren Figuren 2 bis 13 ergibt.

[0048] Eine erfindungsgemäße Packung 20 (vgl. Fig. 8 und Fig. 11) für eine Wärme- und/oder Stoffübertragung zwischen flüssigen und gasförmigen Medien im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in einem Kühlturm 1 nach Fig. 1, verfügt über eine Vielzahl von durch Wellungen 22 profilierter Folienelemente 21. Ein solches Folienelement 21 ist gemäß einer ersten Ausführungsform in Fig. 2 in einer Seitenansicht dargestellt.

[0049] Die Wellungen 22 des Folienelementes 21 stellen Strömungskanäle 25 bereit, wie sich dies insbesondere aus der geschnittenen Ansicht nach Fig. 3 erkennen lässt. Wie sich aus dieser Darstellung ergibt, setzt sich die Wellung 22 des Folienelementes 21 aus aufeinander nachfolgenden Wellenbergen 23 und Wellentälern 24 zusammen, wobei zwischen zwei Wellenbergen ein Wellental 24 bzw. zwischen zwei Wellentälern 24 ein Wellenberg 23 angeordnet ist. Mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 3 stellt die Wellung 22 sowohl oberseitig als auch unterseitig des Folienelementes 21 Strömungskanäle 25 bereit.

[0050] Die Strömungskanäle 25 verlaufen, wie dies die Ansicht nach Fig. 2 erkennen lässt, in Längsrichtung 26 des Folienelementes 21, d.h. im bestimmungsgemäßen Einbaufall in Höhenrichtung von oben nach unten bzw. von unten nach oben.

[0051] Die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung nach den Figuren 1 bis 7 zeigt ein Folienelement 21, demgemäß die Wellungen 22 in Längsrichtung 26 geneigt verlaufende Strömungskanäle 25 bereitstellen, nämlich zick-zack-förmig verlaufende Strömungskanäle 25. Dies ergibt sich insbesondere aus der Darstellung nach Fig. 2. Dabei sind die zur Ausbildung einer erfindungsgemäßen Packung 20 vorgesehene Folienelemente 21 in Dickenrichtung 40 - auch Tiefenrichtung genannt - alternierend angeordnet, wie sich dies aus der Darstellung nach Fig. 8 ergibt, so dass sich die Strömungskanäle 25 benachbarter Folienelemente 21 mit entgegengesetzter Neigung erstrecken und sich unter Ausbildung von Berührungspunkten 29 miteinander kreuzen. In den Berührungspunkten 29 sind benachbarte Folienelemente 21 miteinander verbunden, beispielsweise durch Kleben und/oder Verschweißen.

[0052] Die Folienelemente 21 weisen auf ihren Großflächen 30 gemäß Fig. 5 jeweils eine Feinprofilierung 31 auf. Diese Feinprofilierung 31, auch Mikrowellung oder Mikrostruktur genannt, weist eine quer zu den Strömungskanälen 25 verlaufende Rippung 32 mit Rippenstegen 33 und Rippennuten 34 auf, wie sich dies insbesondere aus der Seitenansicht nach Fig. 4 und der Schnittdarstellung nach Fig. 5 ergibt.

[0053] Wie dies insbesondere die Schnittdarstellung nach Fig. 5 erkennen lässt, ist zwischen zwei benachbarten Rippenstegen 33 der Rippung 32 eine Rippennut 34 angeordnet. Dabei sind erfindungsgemäß die Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen 33 und Rippennuten 34 im Wesentlichen radienfrei ausgebildet. Es ist insofern ein scharfkantiger Übergang zwischen den Rippenstegen 33 und den Rippennuten 34 gegeben.

[0054] "Im Wesentlichen" radienfrei ausgebildet im Sinne der Erfindung meint eine Ausgestaltung ohne Übergangsradien, sofern dies insbesondere produktionstechnisch möglich ist. Es kommt mithin darauf an, Übergangsradien zwischen den aufeinander nachfolgenden Rippenstegen 33 und Rippennuten 34 zu vermeiden, so dass sich im Ergebnis eine "scharfkantige" Ausgestaltung einstellt. "Im Wesentlichen" im Sinne der Erfindung meint insofern insbesondere, dass die Übergangsradien im Rahmen der Anwendung üblicher Fertigungsprozesse so klein wie möglich auszugestalten sind. Denn je "scharfkantiger" die Rippengestaltung ausfällt, desto deutlicher stellt sich der wünschenswerterweise zu erzielende Effekt einer turbulenten Strömung im bestimmungsgemäßen Betriebsfall ein.

[0055] Wie dies beispielsweise die Figuren 2 und 4 erkennen lassen, sind die in Längsrichtung 26 einander gegenüberliegende Endbereiche 35 des Folienelementes 21 feinprofilierungsfrei ausgebildet. Dies gewährleistet insbesondere einen verbesserten ausgangsseitigen Austritt von Wasser aus der erfindungsgemäßen Packung 20. Dieser positive Effekt wird erfindungsgemäß dadurch noch unterstützt, dass in den feinprofilierungsfreien Endbereichen 35 der Folienelemente 21 schräg zur Längserstreckung 26 der Folienelemente 21 verlaufende Rinnen 36 und 37 ausgebildet sind, wie dies eine Zusammenschau der Figuren 6 und 7 erkennen lässt. Dabei weist ein Folienelement 21 je Strömungskanal 25 zwei Rinnen 36 und 37 auf, die V-förmig zueinander ausgerichtet sind. Diese beiden Rinnen 36 und 37 münden in einen gemeinsamen Auslauf 38 ein, der in Richtung der Längserstreckung 26 der Folienelemente 21 ausgerichtet ist.

[0056] Die Figuren 8 und 10 lassen eine erfindungsgemäße Packung 20 erkennen, die der besseren Übersicht wegen im gezeigten Ausführungsbeispiel über nur zwei in Dickenrichtung 40 hintereinander angeordnete Folienelemente 21

verfügt.

[0057] Im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall wird die Packung 20 mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 8 von unten mit Luft beschickt, wie dies die Pfeile 27 erkennen lassen. Die Luft strömt in die Strömungskanäle 25 ein, durchströmt die Packung 20 und verlässt diese mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 8 oberseitig wieder. Im Gegenstrom hierzu wird die Packung 20 mit Wasser beschickt, und zwar mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 8 von oben in Entsprechung der Pfeile 28. Das Wasser durchrieselt die Packung 20 mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 8 von oben nach unten und verlässt die Packung 20 mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 8 über den unteren Endbereich 35.

[0058] Die Strömungskanäle 25 der in Dickenrichtung 40 hintereinander angeordneten Folienelemente 21 ergänzen sich zu Folienpaarkanälen 39, wie dies insbesondere die Schnittdarstellung nach Fig. 10 erkennen lässt.

[0059] Fig. 11 ist anschaulich zu entnehmen, dass die in Dickenrichtung 40 hintereinander angeordneten Folienelemente 21 jeweils zick-zack-förmig verlaufende Strömungskanäle 25 bereitstellen, wobei sich die Strömungskanäle 25 benachbarter Folienelemente 21 mit entgegengesetzter Neigung erstrecken und sich unter Ausbildung der Berührungspunkte 29 miteinander kreuzen. Dabei schließen sich die Wellenberge 23 und Wellentäler 24 einer Wellung 22 der Profilelemente 21 in Breitenrichtung 41 aneinander an, wie dies ebenfalls gut aus Fig. 11 ersichtlich ist.

[0060] Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, die in den Figuren 12 und 13 dargestellt ist, sind die Folienelemente 21 mit in Längsrichtung 26 gradlinig verlaufenden Strömungskanälen 25 ausgerüstet, wobei die Strömungskanäle 25 in Abschnitte unterteilt sind, die in Breitenrichtung 41 zueinander versetzt sind. Im Unterschied zur bevorzugten Ausführungsform nach den vorstehenden Figuren 2 bis 11 ist also keine zick-zack-förmige Ausgestaltung der Strömungskanäle 25 vorgesehen.

[0061] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform nach den Figuren 2 bis 11 ist zudem vorgesehen, dass sich die Feinprofilierung 31 der Folienelemente 21 mit Ausnahme der Endbereich 35 über die gesamte Oberfläche der Großflächen 30 erstreckt. Die alternative Ausführungsform nach den Figuren 12 und 13 zeigt eine Feinprofilierung 31, die in Längsrichtung 26 des Folienelements 21 durch Bereiche 42 ohne Feinprofilierung unterbrochen ist. Eine solche Ausgestaltung kann sich insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen ergeben.

[0062] Die erfindungsgemäße Feinprofilierung ist durch eine Rippung 32 ausgebildet, wie schon vorstehend anhand von Fig. 5 beschrieben. Die Rippung 32 verfügt über in Längsrichtung 26 aufeinander nachfolgende Rippenstege 33 und Rippennuten 34, wobei jeder Rippensteg 33 ein Rippenstegplateau 43 bereitstellt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen 33 und Rippennuten 34 im Wesentlichen radienfrei ausgebildet sind. Mit Bezug auf die Breite der Rippenstegplateaus 43, das heißt mit Bezug auf die Erstreckung der Rippenstegplateaus 43 in Längsrichtung 26 ist es bevorzugt, dass die Übergangsradien <20%, vorzugsweise <10%, noch mehr bevorzugt <5% der Rippenstegplateaubreite des zugehörigen Rippenstegs 33 ausgebildet sind.

[0063] In Kombination der Strömungskanäle 25 zweier benachbarter Folienelemente 21 ergibt sich ein Folienpaarkanal 39, wie dies die Schnittdarstellung nach Fig. 10 im Besonderen erkennen lässt. Dabei ist eine polygonale, vorzugsweise sechseckförmige Ausgestaltung des Folienpaarkanals 39 bevorzugt, wie in Fig. 10 dargestellt.

[0064] Zwecks Ausgestaltung des im Querschnitt sechseckförmigen Folienpaarkanals 39 wird je Folienelement 21 ein durch drei Streifenelemente 44, 45 und 46 begrenzter Strömungskanal 25 bereitgestellt. Dabei unterscheiden sich die Kantenlängen, das heißt die Breiten der Streifenelemente 44, 45 und 46 voneinander.

[0065] Die Streifenelemente 45 und 46 sind in ihrer Breite, das heißt bezogen auf den Querschnitt in ihrer Kantenlänge gleich groß ausgebildet und übersteigen die Breite des ersten Streifenabschnitts 44 beziehungsweise mit Bezug auf den Querschnitt dessen Kantenlänge. Die Kantenlänge S1 des ersten Streifenelements 44 und die Kantenlängen S2 von zweitem Streifenelemente 45 und drittem Streifenelement 46 ist in Fig. 10 beispielhaft eingezeichnet. Dabei beträgt das Breiten- beziehungsweise Kantenverhältnis S1/S2 bevorzugterweise zwischen 0,3 und 0,4, am meisten bevorzugt 0,35.

Bezugszeichen

1	Kühlturm	24	Wellental
2	Kühlturmmantel	25	Strömungskanal
3	Wassersammelwanne	26	Längsrichtung
4	Säule	27	Luft
5	Zulaufrohr	28	Wasser
6	Stützstrebe	29	Berührungspunkt
7	Axialventilator	30	Großfläche
8	Ventilatorrad	31	Feinprofilierung
9	Getriebeanordnung	32	Rippung
10	Motor	33	Rippensteg

(fortgesetzt)

	11	Welle	34	Rippennut
	12	Kühleinbauten	35	Endbereich
5	13	Höhenrichtung	36	Rinne
	14	Flüssigkeitsverteilerinrichtung	37	Rinne
	15	Verteilrohr	38	Auslauf
	16	Düse	39	Folienpaarkanal
10	17	Pfeil	40	Dickenrichtung
	18	Pfeil	41	Breitenrichtung
	19	Pfeil	42	Bereich
	20	Packung	43	Rippenstegplateau
	21	Folienelement	44	erster Streifenabschnitt
15	22	Wellung	45	zweiter Streifenabschnitt
	23	Wellenberg	46	dritter Streifenabschnitt

Patentansprüche

- 20
1. Packung für eine Wärme- und/oder Stoffübertragung zwischen flüssigen und gasförmigen Medien im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in Kühltürmen, mit einer Vielzahl von durch Wellungen (22) profilierter Folienelemente (21), wobei die Wellungen (22) Strömungskanäle (25) bereitstellen und wobei die Folienelemente (21) unter Ausbildung von Berührungspunkten (29) in Dickenrichtung (40) hintereinander angeordnete sind, wobei
25 benachbarte Folienelemente (21) in ihren Berührungspunkten (29) miteinander verbunden sind und wobei die einander zugewandten Großflächen (30) benachbarter Folienelemente (21) eine Feinprofilierung (31) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feinprofilierung (31) eine quer zu den Strömungskanälen (25) verlaufende Rip-
30 pung (32) mit Rippenstegen (33) und Rippennuten (34) aufweist, wobei zwischen zwei benachbarten Rippenstegen (33) eine Rippennut (34) angeordnet ist, wobei die Übergänge zwischen aufeinander nachfolgenden Rippenstegen (33) und Rippennuten (34) im Wesentlichen radienfrei ausgebildet sind.
 2. Packung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellungen (22) in Längsrichtung (26) der Folienelemente (21) geneigt, vorzugsweise zick-zack-förmig verlaufende Strömungskanäle (25) bereitstellen, wobei die Folienelemente (21) in Dickenrichtung (40) alternierend angeordnet sind, so dass sich die Strömungskanäle (25)
35 benachbarter Folienelemente (21) mit entgegengesetzter Neigung erstrecken und sich unter Ausbildung der Berührungspunkte (29) kreuzen.
 3. Packung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übergangsradien kleiner 20% vorzugsweise kleiner 10%, noch mehr bevorzugt kleiner 5% der Rippenstegplateaubreite des zugehörigen Rippenstegs (33)
40 ausgebildet sind.
 4. Packung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rippennut (34) eine Nuttiefe von 2 mm bis 3 mm, vorzugsweise von 2,2 mm bis 2,8 mm, noch mehr bevorzugt von 2,4 mm bis 2,6 mm, am meisten bevorzugt von 2,5 mm aufweist.
45
 5. Packung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Längsrichtung (26) einander gegenüberliegenden Endbereiche (35) eines Folienelementes (21) feinprofilierungsfrei ausgebildet sind.
 6. Packung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den feinprofilierungsfreien Endbereichen (35) der Folienelemente (21) schräg zur Längserstreckung (26) der Folienelemente (21) verlaufende Rinnen (36, 37) ausgebildet sind, in die die Strömungskanäle (25) einmünden.
50
 7. Packung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Folienelement (21) je Strömungskanal (25) zwei Rinnen (36, 37) aufweist, die V-förmig zueinander ausgerichtet sind.
55
 8. Packung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Rinnen (36, 37) in einen gemeinsamen Auslauf (38) einmünden, der in Richtung der Längserstreckung (26) der Folienelemente (21) ausgerichtet ist.

9. Packung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander zugewandten Strömungskanäle (25) benachbarter Folienelemente (21) einen Folienpaarkanal (39) bilden, der eingangs- und ausgangsseitig jeweils einen polygonalen, vorzugsweise 6-eckigen Kanalquerschnitt aufweist.
- 5 10. Packung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellungen (22) der Folienelemente (21) einen in Längsrichtung (26) der Folienelemente (21) verlaufenden ersten Streifenabschnitt (44) sowie daran entlang seiner jeweiligen Längskanten angeordnet einen zweiten und einen dritten Streifenabschnitt (45, 46) aufweisen, wobei der zweite und der dritte Streifenabschnitt (45, 46) zum ersten Streifenabschnitt (44) geneigt ausgerichtet sind.
- 10 11. Packung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite und der dritte Streifenabschnitt (45, 46) gleich breit ausgebildet sind und jeweils eine die Breite des ersten Streifenabschnitts (44) übersteigende Breite aufweisen.
- 15 12. Packung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Breitenverhältnis von erstem Streifenabschnitt (44) und zweitem Streifenabschnitt (45) bzw. von erstem Streifenabschnitt (44) und drittem Streifenabschnitt (46) zwischen 0,3 und 0,4, vorzugsweise 0,35 beträgt.
- 20 13. Packung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite des ersten Streifenabschnitts wenigstens 5 mm, vorzugsweise zwischen 7 mm und 18 mm, noch mehr bevorzugt zwischen 8,5 mm und 9,5 mm beträgt.

Claims

- 25 1. A package for a heat and/or material transfer between liquid and gaseous media in the counter-current, in particular for the water cooling by means of air in cooling towers, comprising a plurality of foil elements (21) profiled by undulations (22), wherein the undulations (22) provide flow channels (25) and wherein the foil elements (21) are arranged one after the other in the direction of thickness (40) while forming contact points (29), wherein adjacent foil elements (21) are connected to each other in their contact points (29) and wherein the large surfaces (30) of adjacent foil elements (21), which large surfaces are facing each other, comprise a fine profiling (31), **characterized in that** the fine profiling (31) comprises a ribbing (32) having rib webs (33) and rib grooves (34), which ribbing (32) extends transversely with respect to the flow channels (25), wherein a rib groove (34) is arranged between two adjacent rib webs (33), wherein the transitions between successive rib webs (33) and rib grooves (34) are essentially radius-free.
- 30 2. A package according to claim 1, **characterized in that** the undulations (22) provide flow channels (25) inclined in the longitudinal direction (26) of the foil elements (21) and preferably extending in a zig-zag shape, wherein the foil elements (21) are arranged in an alternating manner in the direction of thickness (40), such that the flow channels (25) of adjacent foil elements (21) extend with an opposite inclination and cross each other while forming the contact points (29).
- 35 3. A package according to claim 1 or 2, **characterized in that** the transition radii are smaller than 20%, preferably smaller than 10% and more preferably smaller than 5 % of the rib web plateau width of the associated rib web (33).
- 40 4. A package according to one of the preceding claims, **characterized in that** a rib groove (34) comprises a groove depth comprised between 2 mm and 3 mm, preferably between 2,2 mm and 2,8 mm and more preferably between 2,4 and 2,6 mm, most preferably of 2,5 mm.
- 45 5. A package according to one of the preceding claims, **characterized in that** the end portions (35) of a foil element (21), which end portions (35) face each other in the longitudinal direction (26), are formed without fine profiling.
- 50 6. A package according to claim 5, **characterized in that** grooves (36, 37) that extend obliquely with respect to the longitudinal extension (26) of the foil elements (21) are formed in the end portions (35) without fine profiling of the foil elements (21), into which grooves (36, 37) merge the flow channels (25).
- 55 7. A package according to claim 6, **characterized in that** a foil element (21) comprises two grooves (36, 37) for each flow channel (25), which grooves are aligned with respect to each other in a V-shape.

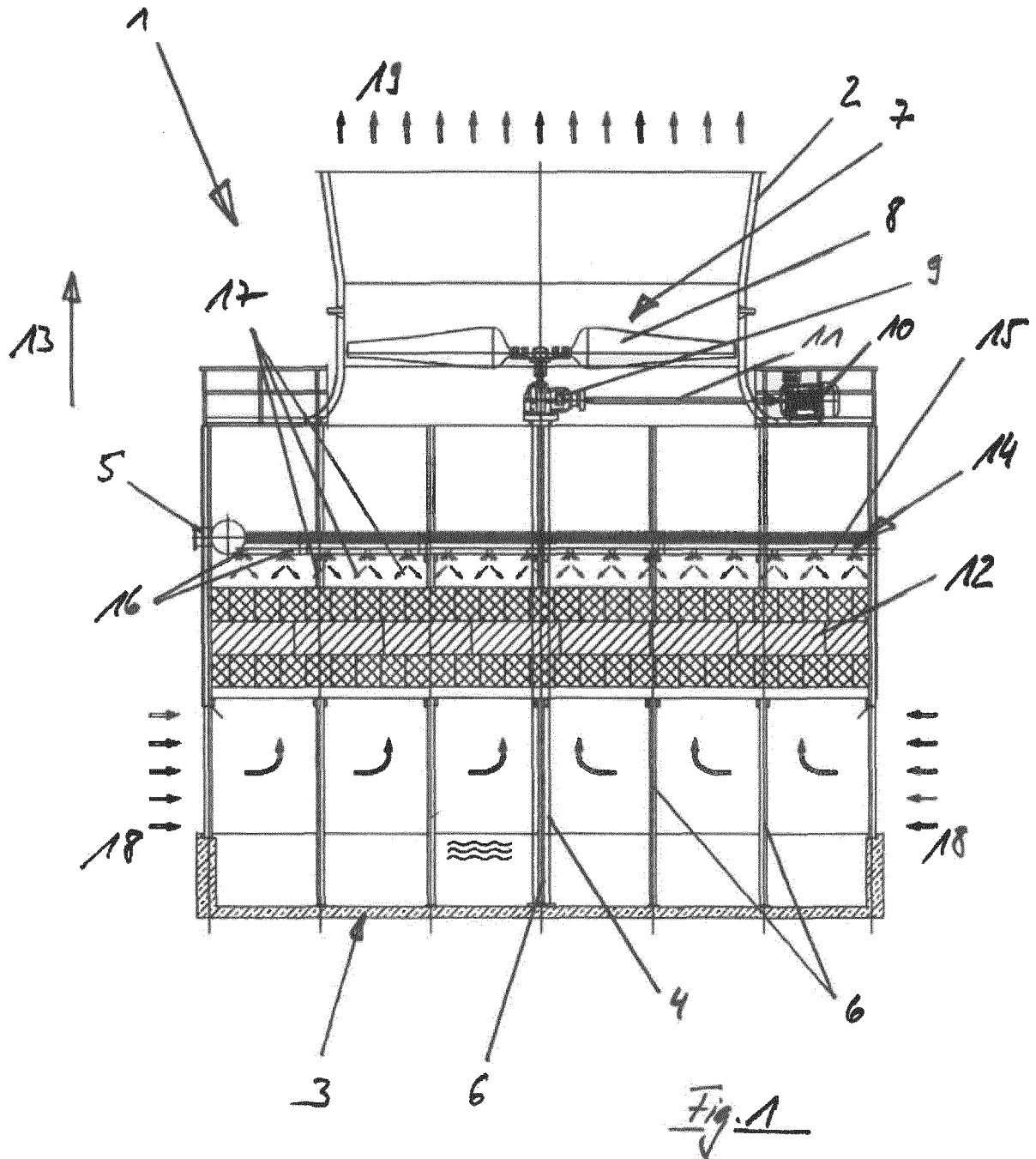
8. A package according to claim 7, **characterized in that** the two grooves (36, 37) merge into a common outlet (38) which is oriented into the direction of the longitudinal extension (26) of the foil elements (21).
9. A package according to one of the preceding claims, **characterized in that** the flow channels (25) facing each other of adjacent foil elements (21) form a foil pair channel (39) with comprises a polygonal, preferably hexagonal channel cross section both at the entry and at the exit.
10. A package according to one of the preceding claims, **characterized in that** the undulations (22) of the foil elements (21) comprise a first strip portion (44) extending in the longitudinal direction (26) of the foil elements (21) as well as a second and a third strip portion (45, 46) arranged along the respective longitudinal edges of the first strip portion (44), wherein the second and the third strip portion (45, 46) are oriented in an inclined manner with respect to the first strip portion (44).
11. A package according to claim 10, **characterized in that** the second and the third strip portion (45, 46) comprise the same width and respectively comprise a width which exceeds the width of the first strip portion (44).
12. A package according to claim 11, **characterized in that** the width ratio of the first strip portion (44) and the second strip portion (45) or the first strip portion (44) and the third strip portion (46) is comprised between 0.3 and 0.4, and is preferably 0.35.
13. A package according to claim 10 or 11, **characterized in that** the width of the first strip portion is at least 5 mm, preferably comprised between 7 mm and 18 mm, more preferably comprised between 8.5 mm and 9.5 mm.

Revendications

1. Emballage pour un transfert de chaleur et/ou de matière entre des milieux liquides et gazeux en contre-courant, notamment pour le refroidissement d'eau par moyen d'air dans des tours de refroidissement, comprenant une pluralité d'éléments en feuilles (21) profilés par des ondulations (22), les ondulations (22) fournissant des canaux d'écoulement (25) et les éléments en feuilles (21) étant disposés l'un derrière l'autre dans la direction de l'épaisseur (40) en formant des points de contact (29), dans lequel des éléments en feuilles (21) adjacents sont reliés l'un à l'autre dans leurs points de contact (29) et dans lequel les grandes surfaces (30) des éléments en feuilles (21) adjacents, lesquelles se font face, comprennent un profilage fin (31), **caractérisé en ce que** le profilage fin (31) comprend un crénelage (32) ayant des entretoises de nervure (33) et des encoches de nervure (34), lequel crénelage (32) s'étend transversalement par rapport aux canaux d'écoulement (25), dans lequel une encoche de nervure (34) est formée entre deux entretoises de nervure (33) adjacentes, les transitions entre des entretoises de nervure (33) et des encoches de nervure (34) successives étant essentiellement formées sans rayons.
2. Emballage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les ondulations (22) fournissent des canaux d'écoulement (25) inclinés dans la direction longitudinale (26) des éléments en feuilles (21) et s'étendant de préférence en forme de zigzag, dans lequel les éléments en feuilles (21) sont disposés de manière alternant dans la direction de l'épaisseur (40), de sorte que les canaux d'écoulement (25) des éléments en feuilles (21) adjacents s'étendent avec une inclinaison opposée et se croisent en formant les points de contact (29).
3. Emballage selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** les rayons de transition sont plus petits de 20%, de préférence plus petits de 10%, de préférence particulière plus petits de 5% que la largeur de plateau de l'entretoise de nervure de l'entretoise de nervure associée (33).
4. Emballage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une encoche de nervure (34) a une profondeur d'encoche comprise entre 2 mm et 3 mm, de préférence entre 2,2 mm et 2,8 mm, de préférence particulière entre 2,4 mm et 2,6 mm, le plus préférentiellement de 2,5 mm.
5. Emballage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parties d'extrémité (35) d'un élément en feuilles (21), lesquelles se font face dans la direction longitudinale (26), sont formées sans profilage fin.
6. Emballage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** des rainures (36, 37), qui s'étendent obliquement par rapport à l'extension longitudinale (26) des éléments en feuilles (21) sont formées dans les parties d'extrémité (35) sans profilage fin des éléments en feuilles (21), dans lesquelles rainures débouchent les canaux d'écoulement (25).

EP 3 572 760 B1

7. Emballage selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**un élément en feuilles (21) comprend deux rainures (36, 37) pour chaque canal d'écoulement (25), lesquelles rainures sont alignées l'une par rapport à l'autre sous forme d'un V.
- 5 8. Emballage selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les deux rainures (36, 37) débouchent dans une sortie (38) commune, qui est orientée dans la direction de l'extension longitudinale (26) des éléments en feuilles (21).
- 10 9. Emballage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (25), qui se font face, d'éléments en feuilles (21) adjacents forment un canal de paire en feuilles (39), qui comprend une section transversale de canal polygonale, de préférence hexagonale, à l'entrée et à la sortie.
- 15 10. Emballage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ondulations (22) des éléments en feuilles (21) comprennent une première partie de bande (44) s'étendant dans la direction longitudinale (26) des éléments en feuilles (21) ainsi qu'une deuxième et une troisième partie de bande (45, 46) disposées le long des bords longitudinaux respectifs de la première partie de bande (44), dans lequel la deuxième et la troisième partie de bande (45, 46) sont orientées de manière inclinée par rapport à la première partie de bande (44).
- 20 11. Emballage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la deuxième et la troisième partie de bande (45, 46) comprennent la même largeur et comprennent chacune une largeur, qui excède la largeur de la première partie de bande (44).
- 25 12. Emballage selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le rapport de largeur entre la première partie de bande (44) et la deuxième partie de bande (45) ou entre la première partie de bande (44) et la troisième partie de bande (46) est compris entre 0,3 et 0,4, et est de préférence 0,35.
- 30 13. Emballage selon la revendication 10 ou la revendication 11, **caractérisé en ce que** la largeur de la première partie de bande est au moins 5 mm, de préférence comprise entre 7 mm et 18 mm, de préférence particulière comprise entre 8,5 mm et 9,5 mm.



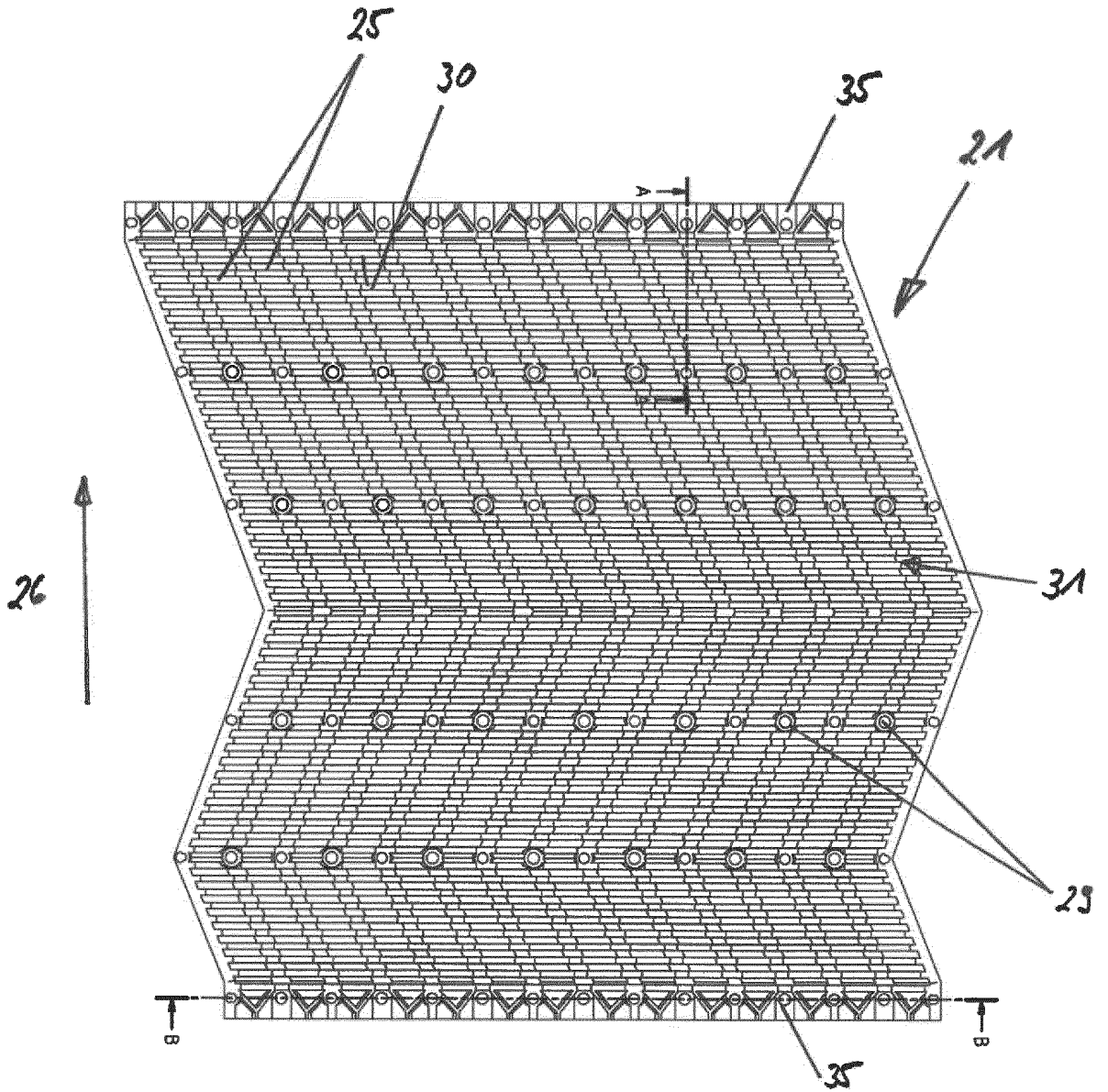


Fig. 2

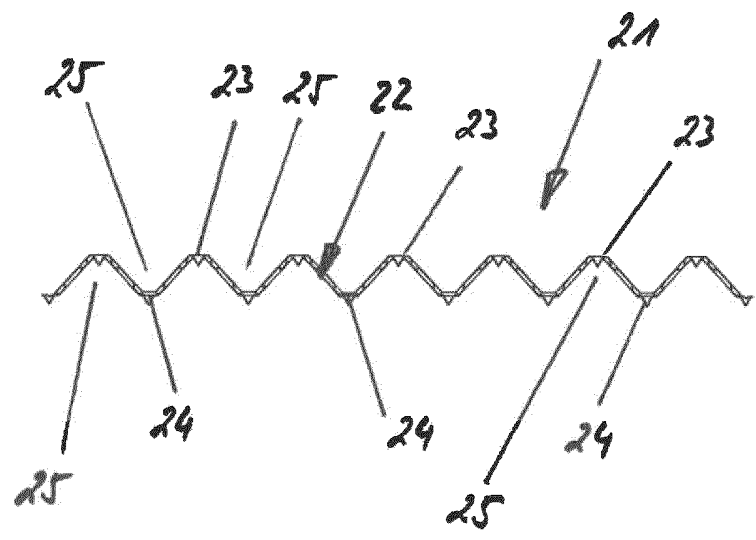


Fig. 3

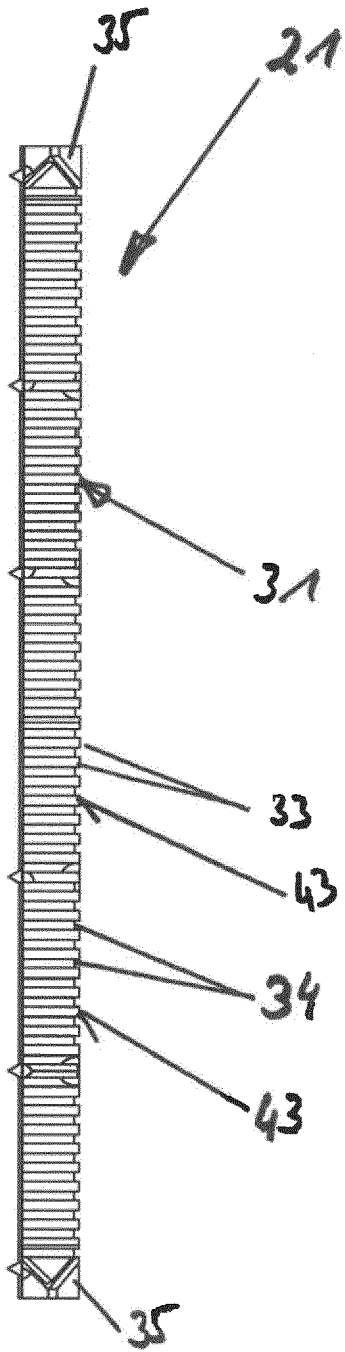


Fig. 4

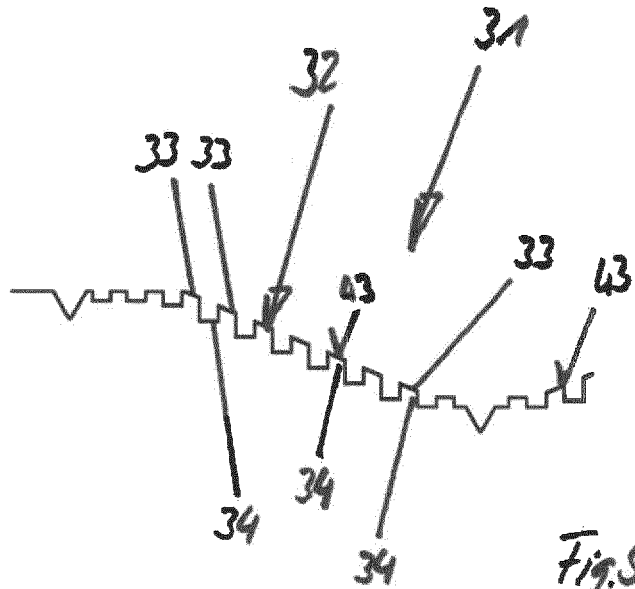


Fig. 5

Fig. 6

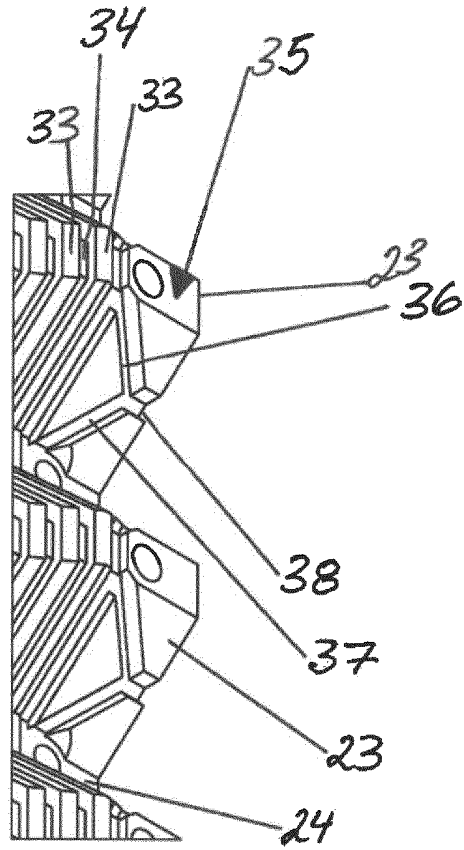
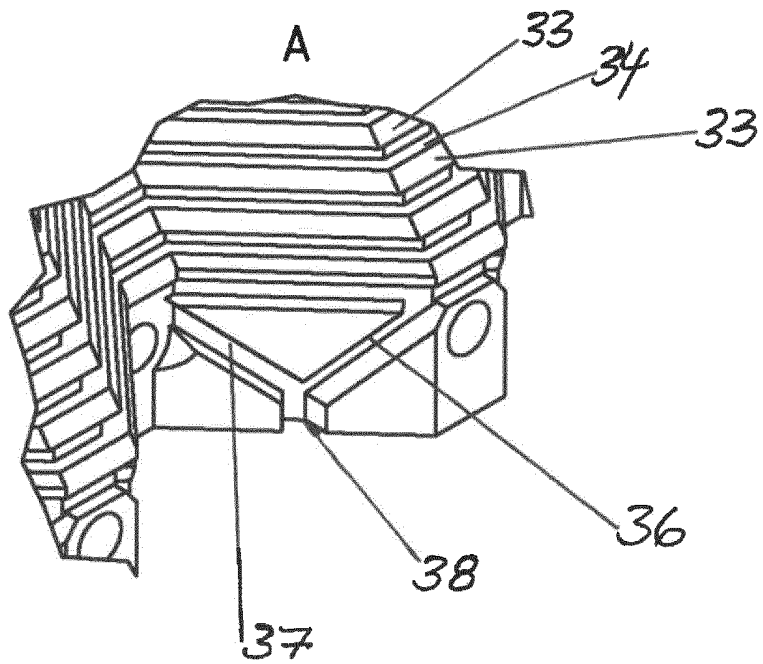


Fig. 7



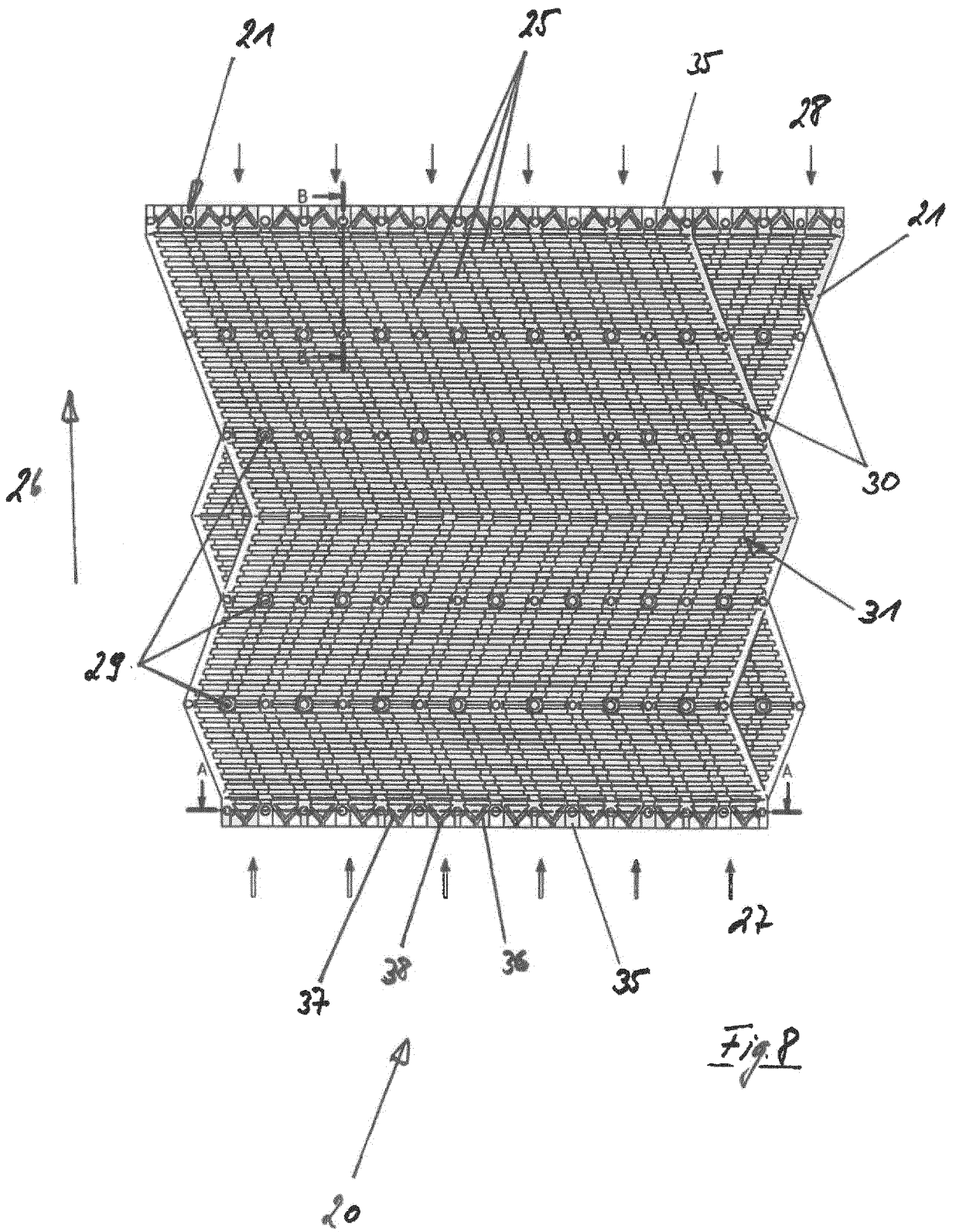
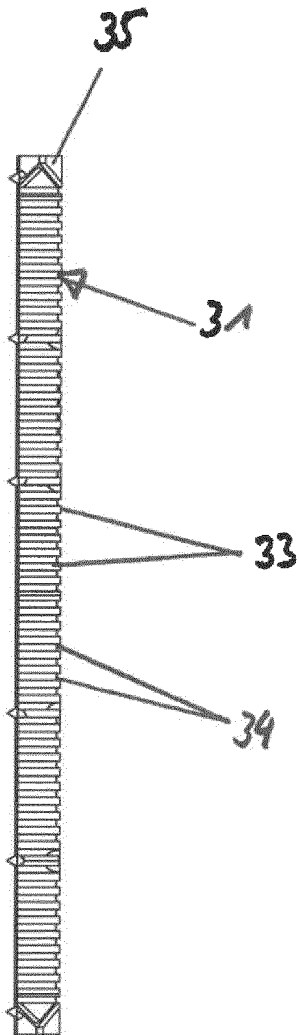
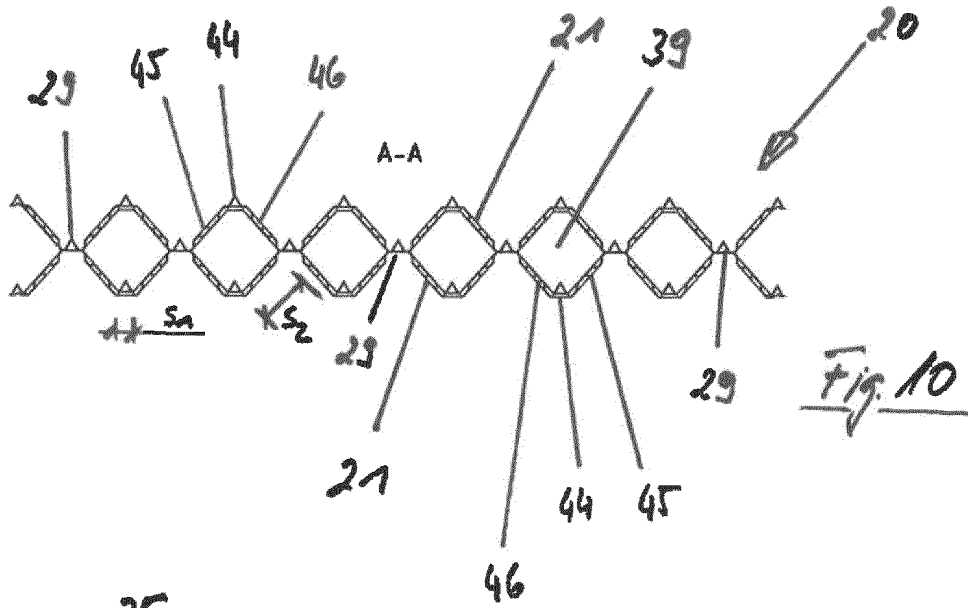
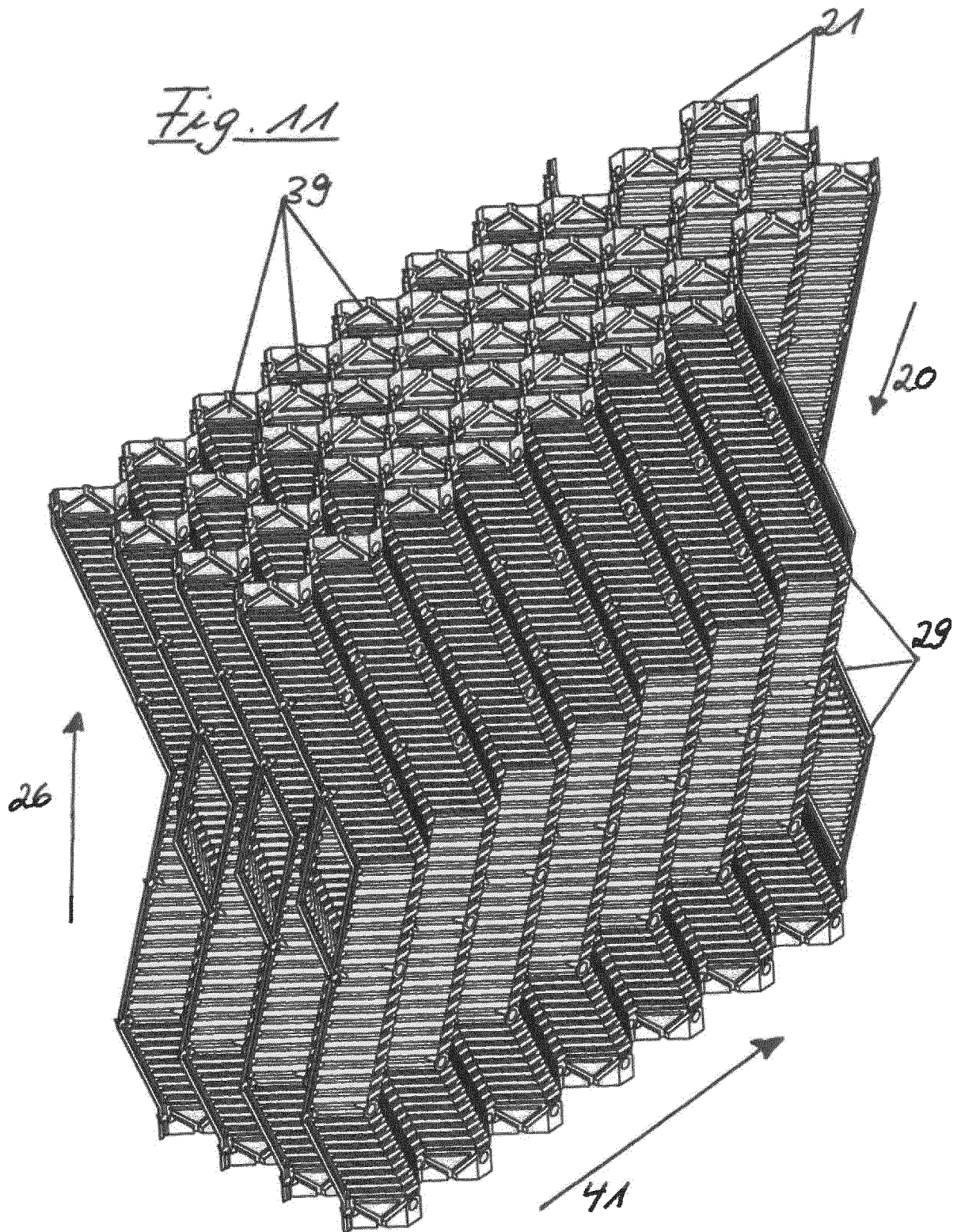
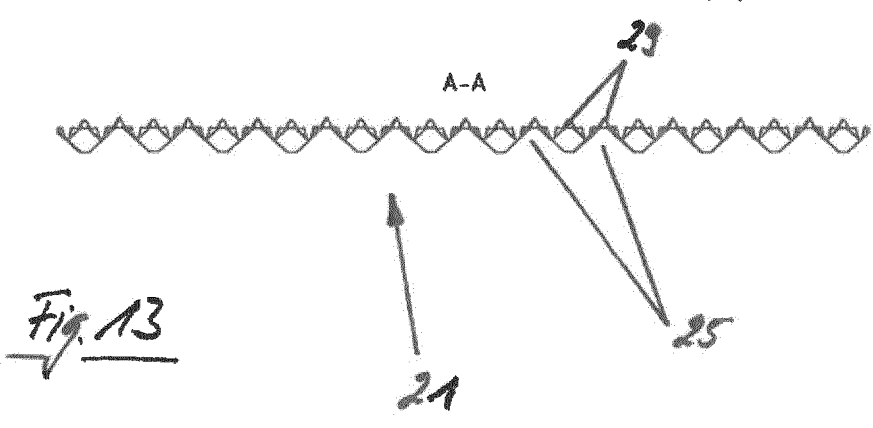
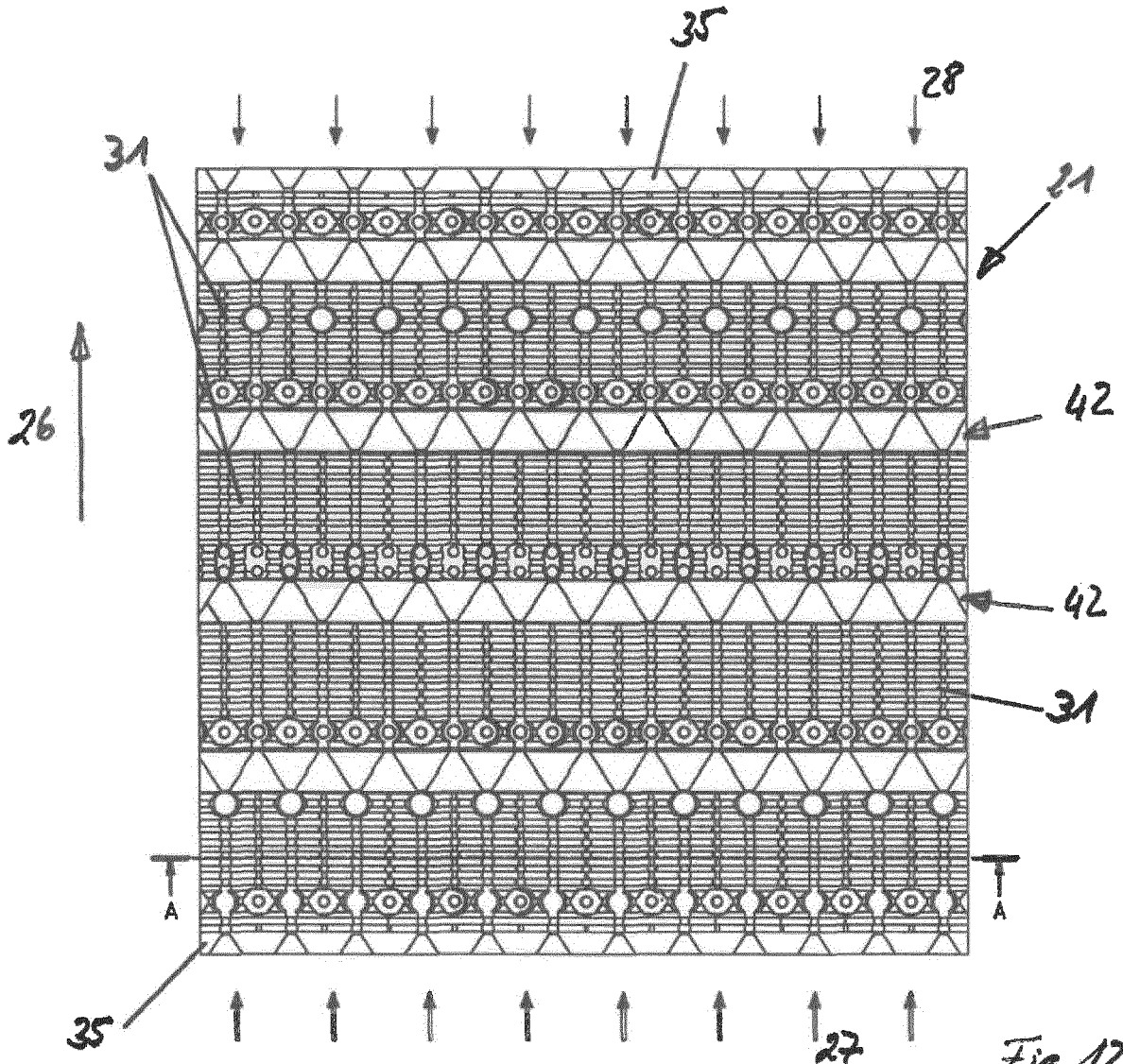


Fig. 8







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

- WO 2009149954 A1 **[0005] [0038]**
- DE 4122369 C1 **[0007] [0014]**
- DE 2722424 A1 **[0008]**
- DE 2722556 A1 **[0009]**
- DE 3918483 A1 **[0010]**
- US 6578829 B2 **[0011]**
- EP 0056911 B1 **[0012]**
- EP 1078684 A1 **[0013]**