

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/150237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28F 9/18 (2006.01) F28D 21/00 (2006.01)
F02B 29/04 (2006.01)

Osumstraße 13, 70599 Stuttgart (DE).
TYULYUKOVSKIY, Eduard [RU/DE]; Ifflandstraße
15a, 70563 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057982

(74) **Anwalt:** GRAUEL, Andreas; Grauel IP,
Patentanwaltskanzlei, Presselstr. 10, 70191 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Mai 2012 (02.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 075 071.1 2. Mai 2011 (02.05.2011) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mauserstr.
3, 70469 Stuttgart (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **AUGENSTEIN, Claus**
[DE/DE]; Uhlandstr. 24, 70839 Gerlingen (DE).
BRONNER, Harald [DE/DE]; Gottlob-Rau-Straße 20/1,
75378 Bad Liebenzell-Unterhaugstett (DE). **POSSET,**
Stephan [DE/DE]; Hohenstädter Straße 6, 74206 Bad
Wimpfen (DE). **KLIPPHAHN, Silvia-Helena** [DE/DE];

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** HEAT EXCHANGER, IN PARTICULAR INTERCOOLER

(54) **Bezeichnung :** WÄRMETAUSCHER, INSBESONDERE LADELUFTKÜHLER

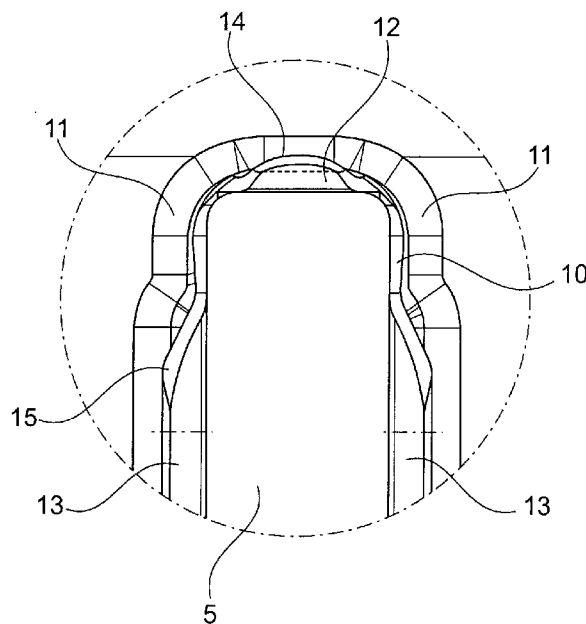


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a heat exchanger, in particular an intercooler, comprising at least one collector box (2) that has a base (3). At least one tube (4) engages into a passage (10) in an approximately perpendicular manner with respect to the base, said passage protruding out of the base (3) and surrounding a tube end, and the passage (10) has a rectangular cross-section that is adapted to the outer circumference of the tube (4). The aim of the invention is to further extend the service life of the heat exchanger with a further reduction of the wall thickness of the collector box base as well as of the tube. This is achieved in that a wall thickness of the passage (10) is thinned in a corner region (11).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere ein Ladeluftkühler, umfassend mindestens einen Sammelkasten (2), welcher einen Boden (3) aufweist, wobei annähernd senkrecht zum Boden mindestens ein Rohr (4) in einen, aus dem Boden (3) herausragenden Durchzug (10) eingreift, der ein Rohrende umfasst, wobei der Durchzug (10) einen an den Außenumfang des Rohres (4) angepassten rechteckähnlichen Querschnitt aufweist. Um die Lebensdauer des Wärmetauschers auch bei einer weiteren Verringerung der Wandstärke des Bodens des Sammelkastens als auch des Rohres weiter zu verlängern, ist eine Wandstärke des Durchzuges (10) mindestens in einem Eckbereich (11) ausgedünnt.



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

5

10

Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler, umfassend mindestens einen Sammelkasten, welcher einen Boden aufweist, wobei annähernd senkrecht zum Boden mindestens ein Rohr in einen, aus dem Boden herausragenden Durchzug eingreift, der ein Rohrende umfasst, wobei der Durchzug einen an den Außenumfang des Rohres angepassten rechteckähnlichen Querschnitt aufweist.

20

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine erhebliche Erwärmung derselben mit sich, was für einen optimalen Ablauf des Verbrennungsprozesses nachteilig ist. So kann beispielsweise eine verfrühte Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission durch die Erwärmung ausgelöst werden. Um die nachteiligen Folgen von der, der Verbrennung zugeführten überhitzten Luft zu vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter Wärmetauscher nachgeschaltet, mit dem die kompri-

30

- 2 -

mierte Luft vor ihrer Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden wird.

5 Aus der DE 103 43 239 A1 ist ein Wärmeübertrager bekannt, der Rohre und mindestens einen Sammelkasten aufweist, wobei der Sammelkasten zumindest einen Rohrboden mit Durchzügen umfasst und die Durchzüge von Flanken eingefasst sind. Dadurch wird die mechanische Belastung der Rohr-Boden-Verbindung ohne Mehraufwand an Material verringert. Bei reduzierten Rohrwandstärken bzw. reduzierten Bodendicken ist die Festigkeit der Rohr-
10 Boden-Verbindung nicht immer gewährleistet, was zu einer reduzierten Lebensdauer eines Ladeluftkühlers führt.

Die für den Ausfall des Ladeluftkühlers verantwortlichen Spannungen entstehen dabei durch ungleichmäßige Ausdehnung der einzelnen Bauteile des
15 Ladeluftkühlers und der sich daraus resultierenden Verformung bzw. Verschiebung. Die Spannungen sind auf die unterschiedlichen thermischen Bedingungen an dem Ladeluftkühler zurückzuführen.

Aus der DE 10 2007 059 673 A1 ist ein Wärmetauscher zum Austausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid bekannt, bei welchem die
20 Dauerhaltbarkeit des Wärmetauschers gegenüber Temperaturwechselbeanspruchung dadurch verlängert wird, dass ein Abstandswert wenigstens an einem Übergang zwischen der Rohrschmalseite und der Rohrbreitseite derart geringer ist als ein Abstandswert an der Rohrbreitseite, so dass Span-
25 nungen im Bereich des Überganges verringert werden.

Eine andere Ausgestaltung der Durchzugsgeometrie ist aus der DE 10 2007 016 528 A1 bekannt, wo eine Kopfplatte zur Verwendung in einem Wärmetauscher dargestellt ist. Um die Belastung der Rohr-Boden-
30 Verbindung zu verbessern, ist der Durchzug so geformt, dass er sich an das Äußere des zugehörigen Rohres anpasst.

- 3 -

Eine weiter reduzierte Rohrwandstärke unter 0,5 mm bzw. weiter reduzierte Bodendicken unter 3 mm führen aber zu höheren Verformungen und Verschiebungen des Ladeluftkühlers insbesondere in dem Rohr-Boden-Bereich. Dabei entstehen insbesondere in den Rohreckradien, dem Übergangsbereich zwischen dem relativ steifen Durchzug und dem dünnen Rohr, Spitzen-
5 spannungen, die zu Abrissen zwischen Boden und Rohr führen. Deshalb sind die Rohrwandstärke und die Bodendicke nicht weiter reduzierbar.

10 Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher anzugeben, bei welchem trotz der Verwendung von Rohren mit noch geringerer Rohrwanddicke und Böden mit weiter verringerter Wandstärke die Lebensdauer des Wärmetauschers ohne Einbußen erhalten bleibt bzw. weiter verlängert werden kann.

15 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass eine Wandstärke des Durchzuges mindestens in einem Eckbereich, insbesondere werkzeugformend, gegenüber einer Schmalseite und einer Breitseite ausgedünnt ist. Dies hat den Vorteil, dass durch die gezielte Ausdünnung des Durchzuges in
20 diesem Bereich der Steifigkeitssprung zwischen dem steifen Durchzug und dem dünnwandigen Rohr reduziert wird. Dabei wird die infolge der Temperatureinwirkungen hervorgerufene Verformung im Rohreckbereich des Wärmetauschers auf einen größeren Bereich des Durchzuges verteilt und somit die
25 Spitzenspannung reduziert. Als Folge wird die Lebensdauer des Wärmetauschers trotz Verringerung der Rohrwanddicken und/oder der Bodendicken verlängert. Unter der werkzeugformenden Verdünnung soll verstanden werden, dass der Durchzug während des Bearbeitungsprozesses vorteilhafterweise beidseitig an dem eingesetzten Werkzeug anliegt, was eine Kontrolle der Dicke des Durchzuges durch das Werkzeug bedingt.

30

- 4 -

Vorteilhafterweise verläuft die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches radial zum Rohr. Mittels dieser Ausgestaltung wird dieser Eckbereich durch die ausgedünnte Wandstärke so weich wie möglich gestaltet, um sich den angreifenden Spannungen anzupassen und einen Abriss des Rohres in diesem Bereich zuverlässig zu verhindern.

In einer Ausgestaltung erstreckt sich die ausgedünnte Wandstärke ausgehend von dem Eckbereich des Durchzuges mindestens teilweise in die Schmalseite und/oder die Breitseite des Durchzuges. Somit ist die ausgedünnte Wandstärke nicht auf den Eckbereich beschränkt. Durch den Übergang in die Schmalseite bzw. Breitseite des Durchzuges wird die Ausdünnung wieder an die normale Wandstärke der Schmalseite und der Breitseite angepasst, wodurch ein definierter Übergang zwischen Boden und Rohr im Bereich des Durchzuges ermöglicht wird, da der Durchzug in diesem Bereich elastisch ausgebildet ist. Auf zusätzliche Fertigungsschritte, beispielsweise in Form der Montage einer Rohrverstärkung bzw. eines Blockfertigungsprozesses, kann unter Beibehaltung des aus thermodynamischen Aspekten heraus optimalen Rechteckquerschnittes des Rohres verzichtet werden, was eine Senkung der Herstellungskosten des Wärmetauschers ermöglicht.

In einer Weiterbildung ist die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches kontinuierlich an die jeweilige Wandstärke der Schmalseite und/oder der Breitseite des Durchzuges angepasst. Dadurch werden die im Eckbereich des Durchzuges auftretenden Spannungen in Richtung Schmalseite bzw. Breitseite verteilt, und allmählich in diese überführt, weshalb Abrisse in diesen Bereichen zuverlässig unterbunden werden.

In einer Variante erfolgt mindestens an der Breite des Durchzuges ausgehend von der sich in die Breitseite erstreckenden, kontinuierlich zunehmenden ausgedünnten Wandstärke ein Sprung auf eine vorgegebene Wandstärke der Breitseite. Dieser Sprung ist bereits im Bereich der Breitseite po-

- 5 -

sitioniert, wo geringere Spannungsspitzen auftreten, so dass in diesem Bereich an der Breitseite des Durchzuges keinerlei Abrisse zu erwarten sind.

5 Vorteilhafterweise beträgt die verdünnte Wandstärke des Eckbereiches des Durchzuges 0,1 bis 0,8 mm. Dadurch wird ein sehr stetiger und vor allem weicher Übergang zwischen Rohr und Boden an dem Eckbereich realisiert. Obwohl der Eckbereich sehr dünnwandig ausgestaltet ist, wird die Lebensdauer des Wärmetauschers auch unter Verwendung dieser sehr dünnen, aber elastischen Wandbereiche der Durchzüge weiter verlängert.

10

In einer anderen Ausgestaltung verläuft die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches des Durchzuges axial zum Rohr. Durch diese Ausführungsform erfolgt eine gute Abstützung des in den Durchzug eingefügten Rohres.

15 In einer Weiterbildung nimmt die ausgedünnte Wandstärke des Durchzuges ausgehend vom Rohr in Richtung des Bodens des Sammelkastens zu. Dadurch kann der Eckbereich so hoch wie möglich geformt werden, wodurch das Rohr sicher in dem Durchzug positioniert wird und trotzdem ein Abriss im Eckbereich verhindert wird.

20

In einer Weiterbildung ist die Höhe des Durchzuges im Eckbereich konstant ausgebildet. Dies erleichtert den Herstellungsprozess des Bodens mit dem Durchzug im Boden.

25 In einer Variante nimmt die Höhe des Durchzuges in dessen Eckbereich, insbesondere kontinuierlich, in Richtung der Breitseite zu. Dadurch wird gewährleistet, dass die Breitseite des Durchzuges eine zuverlässige Aufnahme und Stabilisierung des Rohres ermöglicht, welches in dem Durchzug eingefügt ist.

30

- 6 -

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

Figur 1: Längsschnitt durch einen Wärmetauscher

5

Figur 2: ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Rohr-Boden-Verbindung

Figur 3: Draufsicht auf einen Ausschnitt des Durchzuges der Rohr-Boden-Verbindung gemäß Figur 2

10

Figur 4: Ansicht des Eckbereiches der Durchzuges der Rohr-Boden-Verbindung gemäß Figur 2 aus einem 45° Winkel

15 Figur 5: Materialstärke des Durchzuges im Eckbereich gemäß Figur 2

Figur 6: Materialstärke des Durchzuges im Eckbereich gemäß dem Stand der Technik

20 Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Figur 1 ist ein Wärmetauscher 1 dargestellt, welcher zwei sich gegenüberliegende Sammelkästen 2 aufweist, wobei jeder der Sammelkästen 2 an einer Seite mit einer im Wesentlichen ebenen, plattenähnlichen Boden 3 versehen ist. Dabei sind die Sammelkästen 2 so am Wärmetauscher 1 angeordnet, dass ihre Böden 3 einander zugewandt sind und parallel zueinander verlaufen. Zwischen den Sammelkästen 2 bzw. zwischen deren Böden 3 sind senkrecht zu den Böden 3, nebeneinander liegende, parallel zueinander verlaufende Rohre 4, vorzugsweise Flachrohre, angeordnet, deren Enden die Böden 3 in dafür vorgesehenen Aussparungen 5 durchdringen und dadurch die Sammelkästen 2 miteinander kommunizierend verbinden. Zwischen be-

25

30

- 7 -

nachbarten Rohren 4 sind Kühlrippen 6 angebracht, die beispielsweise zickzackförmig ausgebildet sind. Die Rohre 4 sind durch Verlöten an den Sammelkästen 2 bzw. deren Böden 3 befestigt.

5 Wenn der Wärmetauscher 1 als Ladeluftkühler ausgebildet ist, tritt die, von einem nicht weiter dargestellten Turbolader verdichtete heiße Luft durch eine, im oberen Sammelkasten 2 vorgesehene Einlassöffnung 7 in einen Innenraum 8 des oberen Sammelkastens 2 ein. Die zu kühlende Luft verteilt sich im Innenraum 8 und tritt in die Rohre 4 ein und durchströmt diese. Dabei
10 findet eine Kühlung der heißen Luft statt und die abgekühlte Luft tritt an dem anderen Ende der Rohre 4 wiederum in einen Innenraum 8 des zweiten, unteren Sammelkastens 2 ein. Der untere Sammelkasten 2 enthält eine Auslassöffnung 9, durch die, die inzwischen abgekühlte Luft dem entsprechenden Verbraucher, beispielsweise dem Verbrennungsmotor zugeführt wird.

15 Die Abkühlung der Luft im Bereich der Rohre 4 erfolgt mit Hilfe der zwischen den Rohren 4 angeordneten Kühlrippen 6. Die Rohre 4 und die dazwischen angeordneten Kühlrippen 6 werden einer kühlenden Luftströmung ausgesetzt. Dabei wird die Wärmeenergie der, die Rohre 4 durchströmenden heißen Luft auf die Rohre 4 und von diesen auf die Kühlrippen 6 übertragen und
20 anschließend von dem kühlenden Luftstrom abgeführt.

In Figur 2 ist ein Ausschnitt eines Rohres 4 dargestellt, welches an dem Boden 3 eines Sammelkastens 2 befestigt ist. Dabei ist das, einen rechteckähnlichen Querschnitt aufweisende Rohr 4 in einen Durchzug 10 geführt, welcher aus dem Boden 3 ausgestanzt ist und die nicht weiter dargestellten Öffnung 5 des Bodens 3 umgibt. Der Durchzug 10 ist somit Bestandteil des Bodens 3 und damit auch der Rohr-Boden-Verbindung. Der Eckbereich 11 des Durchzuges 10 schließt sich einerseits an eine Schmalseite 12 an, während
25 die andere Seite des Eckbereiches 11 in einer Breitseite 13 aufgeht. Sowohl die Schmalseite 12 als auch die Breitseite 13 weisen dabei in Richtung des
30

- 8 -

Rohres 4 gerichtete Einführungshilfen 14 bzw. 15 auf, welche die Montage des Rohres 4 in den Durchzug 10 unterstützen.

5 In Figur 3 ist eine Draufsicht auf die Schmalseite 12 des Durchzuges 10 aus Sicht des Rohres 4 dargestellt, wobei sich an die Schmalseite 12 beidseitig lange Breitseiten 13 erstrecken. Dabei ist angedeutet, dass der Durchzug 10 einen rechteckähnlichen Querschnitt aufweist, welcher dem Querschnitt des Rohres 4 angepasst ist und welcher unter thermodynamischen Aspekten für das Rohr 4 optimal ist. Die Breitseite 13 weist dabei eine Wandstärke von
10 annähernd 1,5 mm auf, während die Schmalseite 12 eine Wandstärke von 1 mm besitzt. Der sich zwischen der Schmalseite 12 und der Breitseite 13 erstreckende Eckbereich 11 des Durchzuges 10 besitzt eine ausgedünnte Wandstärke gegenüber der Breitseite 13 bzw. der Schmalseite 12. Die ausgedünnte Wandstärke ist dabei kleiner als 1 mm und beträgt vorzugsweise
15 0,1 bis 0,8 mm.

Die ausgedünnte Wandstärke ist nicht auf den Eckbereich 11 begrenzt, sondern erstreckt sich auch in die Anfangsabschnitte der Schmalseite 12 und der Breitseite 13. Wie aus Figur 3 zu entnehmen ist, ist ein sich an den Eckbereich 11 anschließender Anfangsabschnitt von 0,5 bis 1,5 mm in der
20 Schmalseite 12 des Durchzuges 10 als auch ein Anfangsabschnitt von 0,5 bis 5,0 mm der Breitseite 13 des Durchzuges 10, der sich ebenfalls an den Eckbereich 11 anschließt, mit der ausgedünnten Wandstärke ausgebildet. Vorteilhafterweise ist dabei die ausgedünnte Wandstärke nicht konstant mit
25 einer Wandstärke ausgebildet, sondern die ausgedünnte Wandstärke erhöht sich von ihrer dünnsten Stelle, die genau in dem Radius des Eckbereiches 11 ausgebildet ist, bis zu einer breiteren Wandstärke, beispielsweise 0,8 mm kontinuierlich. Hat die Wandstärke dann beispielsweise in dem Anfangsabschnitt der Breitseite 13 0,8 mm erreicht, wird die Wandstärke sprunghaft auf
30 1,5 mm erhöht.

- 9 -

Die Außenfläche des Durchzuges 10 kann in diesen Eckbereich 11 bzw. den Außenabschnitten der Schmalseite 12 bzw. der Breitseite 13 parallel zur Innenkontur des Durchzuges 10 verlaufen oder kontinuierlich ansteigen. Dabei ist die Außenfläche, wie aus Figur 2 hervorgeht, leicht konisch ausgebildet.

5

In Figur 4 ist ein Blick auf den Eckbereich 11 des Durchzuges 10 aus einem 45° Winkel dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Höhe des Durchzuges 10 nicht konstant ausgebildet ist. Ausgehend von einer geringeren Höhe der Schmalseite 12 steigt die Höhe des Durchzuges 10 im Eckbereich 11 kontinuierlich an.

10

Dies gilt auch für die ausgedünnten Wandstärken der angrenzenden Anfangsabschnitte der Schmalseite 12 bzw. der Breitseite 13. Die Höhe des Durchzuges 10 liegt in dem Bereich der ausgedünnten Wandstärke idealerweise bei 3 bis 6 mm und kann auch im ausgedünnten Bereich kontinuierlich ansteigen (Anstieg 16). Eine konstante Ausbildung der Höhe über den gesamten Eckbereich 11 und die angrenzenden Anfangsabschnitte der Schmalseite 12 und der Breitseite 13 ist ebenfalls möglich.

15

In den Figuren 5 und 6 ist mit dem Bereich A der Bereich der höchsten an den Eckbereich 11 anliegenden Spannungen des Durchzuges 10 dargestellt. In dem Bereich A, wo die höchsten Spannungsspitzen auftreten, ist bei der vorliegenden Erfindung die Wandstärke des Durchzuges 10 am dünnsten ausgebildet und liegt beispielsweise bei 0,3 mm.

20

Aufgrund der Verringerung des Materialdickensprungs im Eckbereich 11 durch die ausgedünnte Wandstärke des Durchzuges 10 können die hohen Spannungen und damit auch die Spannungsspitzen, gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduziert werden, obwohl die Dicke des Bodens 3 als auch die Wandstärke des Rohres 4 stark reduziert werden.

25

30

- 10 -

Aufgrund der Vermeidung zusätzlichen Materials und zusätzlicher Fertigungsschritte wird aufgrund der vorliegenden Erfindung unter Beibehaltung des aus thermodynamischen Aspekten heraus optimalen Rechteckquerschnittes des Flachrohres 4 ein Wärmetauscher 1 vorgeschlagen, bei welchem die Wandstärken sowohl des Rohres als auch der Bodenplatte 3 gegenüber dem Stand der Technik weiter verringert werden, was die Kosten des Wärmetauschers reduziert. Trotz dieser Materialverringerung wird die Lebensdauer des Wärmetauschers verlängert.

Patentansprüche

5

1. Wärmetauscher, insbesondere ein Ladeluftkühler, umfassend mindestens einen Sammelkasten (2), welcher einen Boden (3) aufweist, wobei annähernd senkrecht zum Boden mindestens ein Rohr (4) in einen, aus dem Boden (3) herausragenden Durchzug (10) eingreift, der ein Rohrende umfasst, wobei der Durchzug (10) einen, an den Außenumfang des Rohres (4) angepassten rechteckähnlichen Querschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wandstärke des Durchzuges (10) mindestens in einem Eckbereich (11), insbesondere werkzeugformend, gegenüber einer Schmalseite (12) und einer Breitseite (13) ausgedünnt ist.

15

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches (11) des Durchzuges (10) radial zum Rohr (4) verläuft.

20

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke ausgehend von dem Eckbereich (11) des Durchzuges (10) sich mindestens teilweise in die Schmalseite (12) und/oder die Breitseite (13) des Durchzuges (10) erstreckt.

25

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches (11) kontinuierlich an die jeweilige Wandstärke der Schmalseite (12) und/oder der Breitseite (13) des Durchzuges (10) angepasst ist.

30

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an der Breitseite (13) des Durchzuges (10) ausgehend von der,

- 12 -

sich in die Breitseite (13) erstreckenden, kontinuierlich zunehmenden, ausgedünnten Wandstärke ein Sprung auf eine vorgegebene Wandstärke der Breitseite (13) erfolgt.

5 6. Wärmetauscher nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches (11) des Durchzuges (10) 0,1 bis 0,8 mm beträgt.

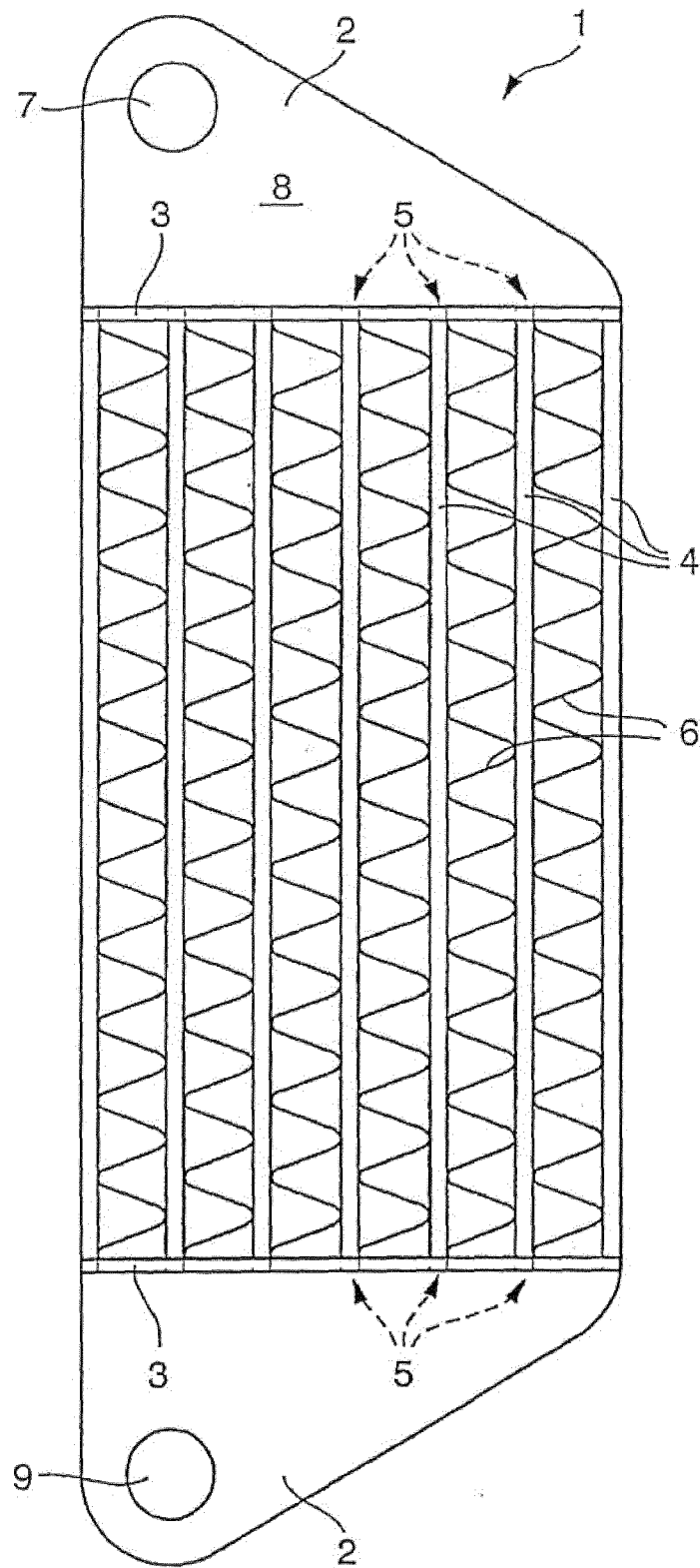
10 7. Wärmetauscher nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke des Eckbereiches (11) des Durchzuges (10) axial zum Rohr (4) verläuft.

15 8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ausgedünnte Wandstärke des Durchzuges (10) ausgehend vom Rohr (4) in Richtung des Bodens (3) des Sammelkastens (2) zunimmt.

20 9. Wärmetauscher nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Höhe des Durchzuges (10) in dessen Eckbereich (11) konstant ausgebildet ist.

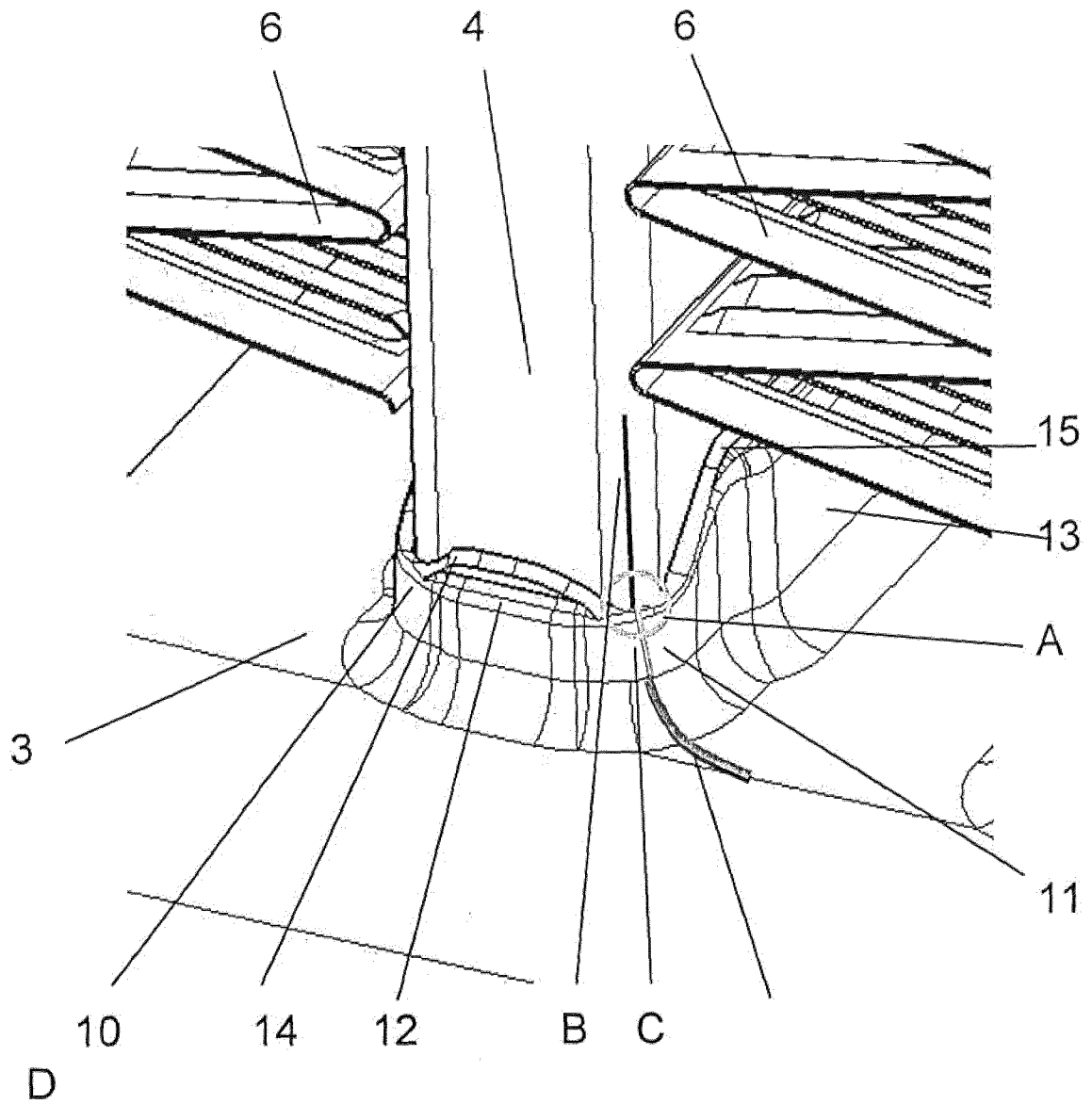
25 10. Wärmetauscher nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des Durchzuges (10) in dessen Eckbereich (11) insbesondere kontinuierlich in Richtung der Breitseite (13) zunimmt.

1/4



Figur 1

2/4



Figur 2

3/4

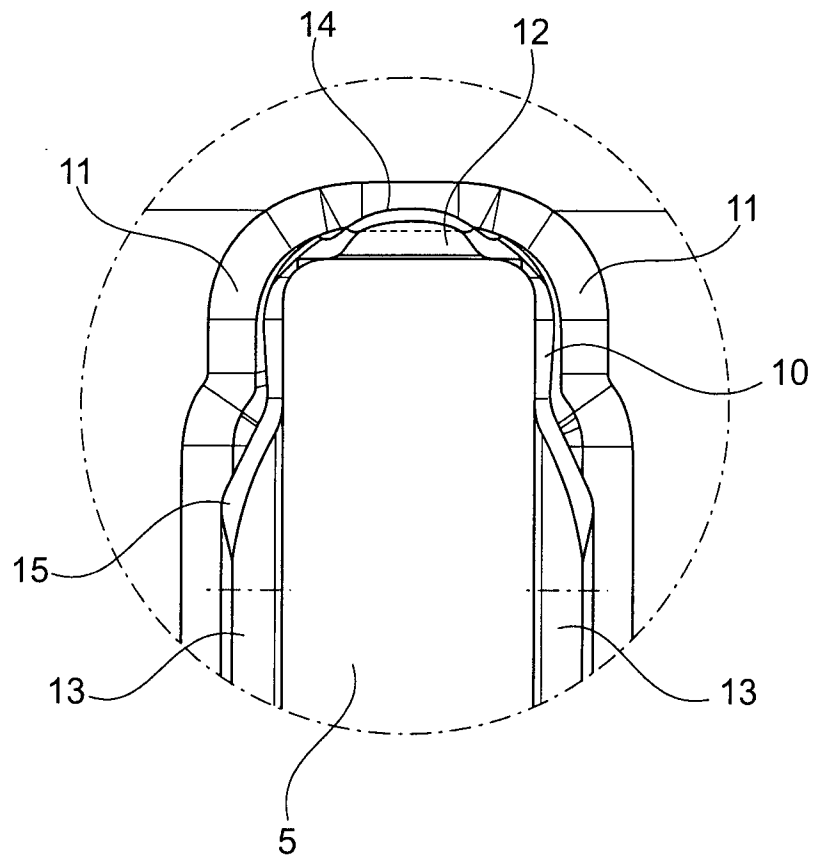
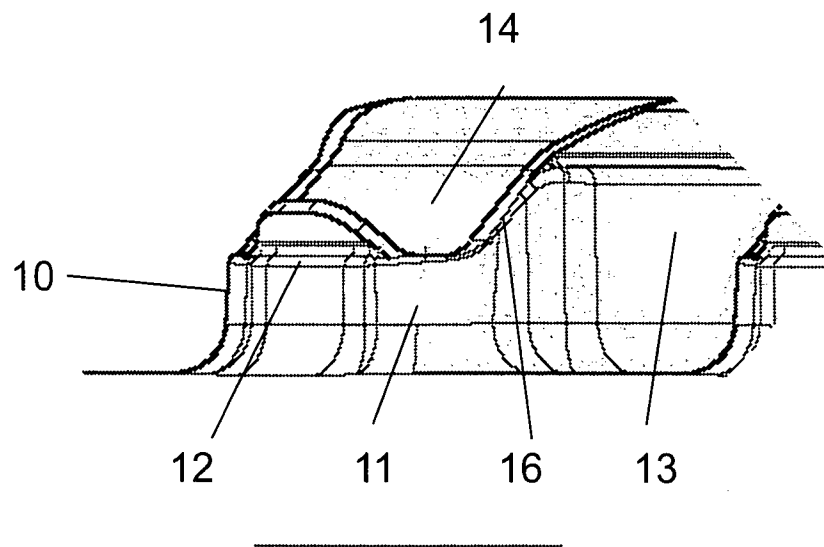
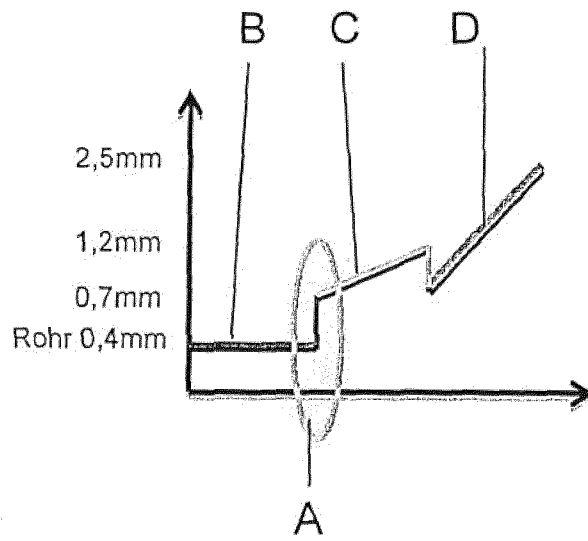


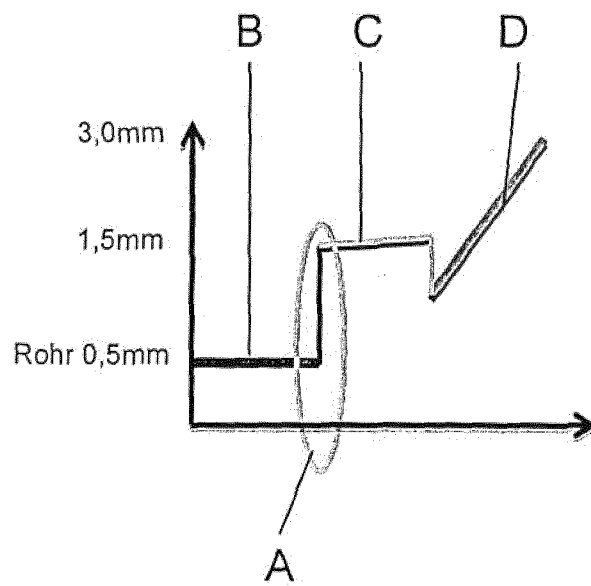
Fig. 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28F9/18 F02B29/04
ADD. F28D21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02B F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 151 655 A2 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 10 February 2010 (2010-02-10) paragraph [0044]; figures 1-9 -----	1
A	EP 0 389 970 A2 (AUTOKUEHLER GMBH & CO KG [DE]) 3 October 1990 (1990-10-03) column 3, line 26 - column 6, line 15; figures 4-13 -----	1
A	EP 0 745 823 A1 (SANDEN CORP [JP]) 4 December 1996 (1996-12-04) column 4, line 58 - column 5, line 16; figures 5-7 -----	1
A	US 5 366 006 A (LU JAMES W B [US] ET AL) 22 November 1994 (1994-11-22) column 3, line 3 - column 5, line 12; figures 3-7 ----- -/-	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 July 2012

Date of mailing of the international search report

21/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tietje, Kai

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/057982

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 059673 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 7 August 2008 (2008-08-07) cited in the application paragraph [0058] - paragraph [0070]; figures 1,2,5,6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057982

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2151655	A2	10-02-2010	DE 102009033774 A1	04-03-2010
			EP 2151655 A2	10-02-2010
			US 2010038063 A1	18-02-2010

EP 0389970	A2	03-10-1990	CA 2012947 A1	30-09-1990
			DE 3910357 A1	04-10-1990
			EP 0389970 A2	03-10-1990
			JP 2282698 A	20-11-1990
			US 5092397 A	03-03-1992

EP 0745823	A1	04-12-1996	EP 0745823 A1	04-12-1996
			JP 8327283 A	13-12-1996
			US 5787973 A	04-08-1998

US 5366006	A	22-11-1994	NONE	

DE 102007059673	A1	07-08-2008	DE 102007059673 A1	07-08-2008
			EP 2122290 A1	25-11-2009
			WO 2008071362 A1	19-06-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057982

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F28F9/18 F02B29/04

ADD. F28D21/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F02B F28F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 151 655 A2 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 10. Februar 2010 (2010-02-10) Absatz [0044]; Abbildungen 1-9 -----	1
A	EP 0 389 970 A2 (AUTOKUEHLER GMBH & CO KG [DE]) 3. Oktober 1990 (1990-10-03) Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 6, Zeile 15; Abbildungen 4-13 -----	1
A	EP 0 745 823 A1 (SANDEN CORP [JP]) 4. Dezember 1996 (1996-12-04) Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 16; Abbildungen 5-7 -----	1
A	US 5 366 006 A (LU JAMES W B [US] ET AL) 22. November 1994 (1994-11-22) Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 3-7 ----- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tietje, Kai

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 059673 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 7. August 2008 (2008-08-07) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0058] - Absatz [0070]; Abbildungen 1,2,5,6 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057982

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2151655	A2	10-02-2010	DE 102009033774 A1 04-03-2010
			EP 2151655 A2 10-02-2010
			US 2010038063 A1 18-02-2010
EP 0389970	A2	03-10-1990	CA 2012947 A1 30-09-1990
			DE 3910357 A1 04-10-1990
			EP 0389970 A2 03-10-1990
			JP 2282698 A 20-11-1990
			US 5092397 A 03-03-1992
EP 0745823	A1	04-12-1996	EP 0745823 A1 04-12-1996
			JP 8327283 A 13-12-1996
			US 5787973 A 04-08-1998
US 5366006	A	22-11-1994	KEINE
DE 102007059673	A1	07-08-2008	DE 102007059673 A1 07-08-2008
			EP 2122290 A1 25-11-2009
			WO 2008071362 A1 19-06-2008