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

(11) **EP 2 909 562 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.09.2016 Patentblatt 2016/39

(21) Anmeldenummer: **13783291.1**

(22) Anmeldetag: **21.10.2013**

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 *(2006.01)* ***F28F 9/18*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/071943

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/064036 (01.05.2014 Gazette 2014/18)

(54) **WÄRMETAUSCHER**

HEAT EXCHANGER

ÉCHANGEUR DE CHALEUR

(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: **22.10.2012 DE 102012219268**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2015 Patentblatt 2015/35

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **KAISER, Jürgen**
  71254 Ditzingen (DE)
- **KERLER, Boris**
  70192 Stuttgart (DE)
- **MEISER, Alexander**
  70435 Stuttgart (DE)
- **NASSAR, Wael**
  70374 Stuttgart (DE)
- **PAARMANN, Martin**
  70195 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/071362
WO-A1-2012/150237
US-A1- 2007 186 575

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).

EP 2 909 562 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zum Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid.

[0002] Dokument WO 2012 150237 (Stand der Technik nach Art. 54(3) EPÜ) ist der nächstliegende Stand der Technik. Dieses Dokument zeigt auch einen Wärmetauscher zum Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid,

- mit einem Block zur getrennten und wärmetauschenden Führung der bei den Fluide, der eine Anzahl vom ersten Fluid durchströmte Flachrohre mit einer Rohrschmalseite und einer Rohrbreitseite aufweist,
- mit einem einen Boden aufweisenden Kasten, wobei die Flachrohre über entsprechende Durchgangsöffnungen im Boden in den Kasten geführt sind,
- wobei jede Durchgangsöffnung mindestens einen das zugehörige Flachrohr einfassenden und aufgestellten Rand aufweist,
- wobei die Randbreitseiten höher sind als die Randschmalseiten und über eine entsprechende Neigung ineinander übergehen, wobei
- dass im Bereich der Neigung eine Ausnehmung vorgesehen ist, deren Höhe geringer ist als die Höhe der Randschmalseite.

[0003] Aus der WO 2008/071362 A1 ist ein gattungsgemäßer Wärmetauscher, beispielsweise in der Art eines Kühlers, bekannt, mit einem Block zur getrennten und wärmetauschenden Führung der beiden Fluide, der eine Anzahl vom ersten Fluid durchströmte Flachrohre mit einer Rohrschmalseite und einer Rohrbreitseite aufweist. Die Flachrohre enden jeweils längsendseitig in einem Boden eines Kastens, wobei die Flachrohre über entsprechende Durchgangsöffnungen im Boden in den Kasten geführt sind. Jede der Durchgangsöffnungen im Boden besitzt dabei einen das zugehörige Flachrohr einfassenden und aufgestellten Rand, wobei die Randbreitseiten üblicherweise höher sind als die Randschmalseiten und über eine entsprechende Neigung ineinander übergehen.

[0004] Nachteilig bei dem bekannten Wärmetauscher ist jedoch, dass sich aufgrund der hohen Temperaturdifferenzen Spannungen im Bereich der Neigung zwischen der Randbreitseite und der Randschmalseite am Boden des Wärmetauschers ergeben, die sich nachteilig auf die Lebensdauer des Wärmetauschers auswirken.

[0005] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Wärmetauscher der gattungsgemäßen Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine längere Lebensdauer auszeichnet.

[0006] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, im Bereich einer Neigung, über welche eine Randbreitseite in eine niedere Randschmalseite übergeht, eine insbesondere ausgerundete Ausnehmung vorzusehen, deren Höhe geringer ist als diejenige der Randschmalseite, wodurch die Spannungen im Bereich der Ecken der Flachrohre, die vom jeweiligen Rand der Durchgangsöffnung umrandet sind, um ca. 14 % reduziert und die Lebensdauer um ca. 50 % erhöht werden können. Generell ist dabei der erfindungsgemäße Wärmetauscher wie folgt aufgebaut: Er besitzt einen Block zur getrennten und wärmetauschenden Führung eines ersten und eines zweiten Fluides, wobei dieser Block eine Anzahl vom ersten Fluid durchströmte Flachrohre mit einer Rohrschmalseite und einer Rohrbreitseite besitzt. Die Flachrohre sind dabei über entsprechende Durchgangsöffnungen in einem Boden in einen Kasten eingeführt und fluidisch mit diesem verbunden. Jede dieser Durchgangsöffnungen weist einen das zugehörige Flachrohr einfassenden und aufgestellten Rand auf, wobei die Randbreitseiten dieses Randes höher sind als die Randschmalseiten und über eine entsprechende Neigung ineinander übergehen. Erfindungsgemäß ist nun im Bereich dieser Neigung, insbesondere in einem Eckbereich, die Ausnehmung vorgesehen, deren Höhe geringer ist als die der Randschmalseite und die zu der zuvor beschriebenen Spannungsreduzierung führt. Zusätzlich weist ein Kontaktflächenrand einer Kontaktfläche zwischen dem Rand und dem Flachrohr im Bereich der Ausnehmung eine geringere Höhe auf als im Bereich der Randschmalseite. Dies trägt wesentlich dazu bei, die im Eckbereich des Flachrohres auftretenden Spannungen zu reduzieren. Das Vorsehen dieser Ausnehmung hat in überraschender Weise zu einer deutlichen Abnahme der Spannung und damit zu einem deutlichen Anstieg der Lebensdauer des Wärmetauschers geführt.

[0008] Zweckmäßig entspricht die Höhe der insbesondere ausgerundeten Ausnehmung ca. der Hälfte der Höhe der Randbreitseite. Durch Variation der Höhen der Ausnehmungen konnte festgestellt werden, dass die Reduzierung der Spannung in den Ecken der Flachrohre dann am Größten war, wenn die Höhe der Ausnehmung ca. der Hälfte der Höhe der Randbreitseite entsprach. Die Variation der Höhe wurde dabei nach dem überraschenden Auffinden der erfindungsgemäßen Wirkung der Ausnehmung vorgenommen. Die Ausnehmung kann dabei sowohl eine rundliche, eckige sowie eine spitz zulaufende Geometrie aufzeigen.

[0009] Die Höhe der Randbreitseite kann beispielsweise ca. 7 mm betragen, wobei dann die Höhe der Ausnehmung ca. 3,5 mm beträgt. Diese Angaben sind insbesondere für gängige Wärmetauscher, wie diese beispielsweise als Kühler in Kraftfahrzeugen eingesetzt werden, vorstellbar.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschrei-

bung anhand der Zeichnungen.

[0011] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0013] Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher,

Fig. 2 eine Detaildarstellung eines Bodens des Wärmetauschers mit einer im Bereich einer Neigung eines Randes angeordneten Ausnehmung,

Fig. 3 eine Darstellung wie in Fig. 2, jedoch aus anderer Perspektive,

Fig. 4a eine Detaildarstellung eines Bodens eines Wärmetauschers nach dem Stand der Technik mit nach außen abgebogenem Rand an der Randschmalseite und einem unterbrochen gezeichneten Kontaktflächenrand zwischen Boden und Flachrohr,

Fig. 4b ein Flachrohr mit unterbrochen gezeichnetem Kontaktflächenrand zu einem Boden nach dem Stand der Technik,

Fig. 5a eine Darstellung wie in Fig. 4a, jedoch bei einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher,

Fig. 5b eine Darstellung wie in Fig. 4b, jedoch mit unterbrochen gezeichnetem Kontaktflächenrand bei einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher.

[0014] Entsprechend der Figur 1, weist ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 zum Wärmetausch zwischen einem ersten und einem zweiten Fluid, beispielsweise zum Wärmetausch zwischen Luft und Kühlmittel, einen Block 2 zur getrennten und wärmetauschenden Führung der beiden Fluide auf, der eine Anzahl vom ersten Fluid durchströmte Flachrohre 3 mit einer Rohrschmalseite 4 und einer Rohrbreitseite 5 besitzt. Die Flachrohre 3 sind über entsprechende Durchgangsöffnungen 6 (vergleiche auch die Figuren 2 und 3) in einem Boden 7 in einen Kasten 8 geführt und dadurch fluidisch mit diesem verbunden. Jede der Durchgangsöffnungen 6 besitzt einen das zugehörige Flachrohr 3 einfassenden und aufgestellten Rand 9, wobei die Randbreitseiten 10 höher sind als die Randschmalseiten 11 und über eine entsprechende Neigung 12 ineinander übergehen (vergleiche insbesondere Figur 3). Erfindungsgemäß ist nun im Bereich dieser Neigung 12 eine ausgerundete Ausnehmung 13 vorgesehen, deren Höhe h_1 geringer ist als die Höhe h_2 der Randschmalseite 11 und selbstverständlich auch geringer als die Höhe h_3 der Randbreitseite 10. Durch die ausgerundete Ausnehmung 13 kann eine Spannung in einem durch den Rand 9 eingefassten Flachrohr 3 deutlich, beispielsweise um 14 %, reduziert werden, wodurch die Lebensdauer des Wärmetauschers 1 um nahezu 50 % gesteigert werden kann.

[0015] Die Höhe h_1 der ausgerundeten Ausnehmung 13 entspricht dabei vorzugsweise ca. der Hälfte der Höhe h_3 der Randbreitseite, so dass beispielsweise bei einer Höhe h_3 von ca. 7 mm die Höhe h_1 der Ausnehmung 13 ca. 3,5 mm beträgt. Wie insbesondere den Detaildarstellungen in den Figuren 2 und 3 zu entnehmen ist, liegt die Ausnehmung 13 direkt an der Randschmalseite 11 an und geht anschließend über die Neigung 12 in die Randbreitseite 10 über.

[0016] Schutz soll hierbei jedoch nicht nur ausschließlich für den erfindungsgemäßen Wärmetauscher 1 begehrt werden, sondern zusätzlich auch für den Boden 7, wie dieser als Einzelsegment beispielsweise in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. Aus derartigen Einzelsegmenten kann somit ein nahezu beliebig langer Boden 7 zusammengesetzt werden. Ein derartiger Boden 7, das heißt ein derartiges Bodenelement 7', weist eine Durchgangsöffnung 6 mit einem diesen umgebenden aufgestellten Rand 9 auf, wobei die Randbreitseiten 10 höher sind als die Randschmalseiten 11 und über eine entsprechende Neigung 12 ineinander übergehen. Jedes der Bodenelemente 7' besitzt dabei im Bereich der Neigung 12 die zuvor erwähnte ausgerundete Ausnehmung 13, deren Höhe h_1 geringer ist als die Höhe h_2 der Randschmalseite. Insgesamt sind so je Bodenelement 7' bzw. je Boden 7 vier Ausnehmungen 13 am umlaufenden Rand 9 vorgesehen. Der Boden 7 bzw. das zugehörige Bodenelement 7' kann beispielsweise als Blechformteil ausgebildet sein.

[0017] Mit der erfindungsgemäßen Ausnehmung 13 ist es möglich, die auf insbesondere die Flachrohre 3 wirkende Spannung deutlich zu reduzieren und damit die Lebensdauer des Wärmetauschers 1 deutlich zu erhöhen.

[0018] Betrachtet man die Fig. 4a und 4b, so ist dort ein Wärmetauscher 1' nach dem Stand der Technik, beispielsweise nach der DE 10 2011 075 071 A1, gezeigt, bei welchem an der Randschmalseite 11' der Rand 9' nach außen abgebogen ist. Dies führt dazu, dass ein Kontaktflächenrand 14' zwischen dem Rand 9' und dem Flachrohr 3' auf der Randschmalseite 11' auf gleicher Höhe h verläuft, wie im Bereich der ausgerundeten Ausnehmung 13', wie dies anschaulich in Fig. 4b dargestellt ist. Der Kontaktflächenrand 14' ist dabei unterbrochen gezeichnet und stellt einen Rand einer Kontaktfläche 16' zwischen dem Rand 9' und dem Flachrohr 3' dar. Die

Höhe h_4 des Kontaktflächenrandes 14 im Bereich der Randschmalseite 11', entspricht somit der Höhe h_5 des Kontaktflächenrandes 14' im Bereich der Ausnehmung 13'.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher 1 nach den Fig. 1 bis 3 und 5 hingegen, weist der Kontaktflächenrand 14 im Bereich der Ausnehmung 13 analog zu dieser ebenfalls eine Ausrundung 15 auf, die wesentlich dazu beiträgt, die im Eckbereich des Flachrohres 3 auftretenden Spannungen zu reduzieren. Dies ist sehr anschaulich in Fig. 5b, aber auch in Fig. 5a gezeigt. Man kann deutlich erkennen, dass der Kontaktflächenrand 14 im Bereich der Ausnehmung 13 unterhalb des Kontaktflächenrandes 14 im Bereich der Randschmalseite 11 verläuft.

[0020] Die Kontaktfläche 16 ist im Bereich der Ausnehmung 13 entsprechend ausgenommen. Der Kontaktflächenrand 14 weist somit im Bereich der Ausnehmung 13 eine geringere Höhe h_5 aufweist als im Bereich der Randschmalseite 11, das heißt die Höhe h_4 des Kontaktflächenrandes 14 im Bereich der Randschmalseite 11 ist größer als im Bereich der Ausnehmung 13.

[0021] Die Höhe h_4 des Kontaktflächenrandes 14 ist zudem im Bereich der Randschmalseite 11 kleiner als die Höhe h_3 des Randes 9 im Bereich der Randbreitseite 10. Gleiches gilt auch für die Höhe h_5 des Kontaktflächenrandes 14 im Bereich der Ausnehmung 13.

[0022] Zur weiteren Entlastung des Flachrohres 3, kann der Rand 9 im Eckbereich, das heißt im Bereich der Ausnehmung 13 eine reduzierte Wandstärke aufweisen.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) zum Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid,

   - mit einem Block (2) zur getrennten und wärmetauschenden Führung der beiden Fluide, der eine Anzahl vom ersten Fluid durchströmte Flachrohre (3) mit einer Rohrschmalseite (4) und einer Rohrbreitseite (5) aufweist,
   - mit einem einen Boden (7) aufweisenden Kasten (8), wobei die Flachrohre (3) über entsprechende Durchgangsöffnungen (6) im Boden (7) in den Kasten (8) geführt sind,
   - wobei jede Durchgangsöffnung (6) mindestens einen das zugehörige Flachrohr (3) einfassenden und aufgestellten Rand (9) aufweist,
   - wobei die Randbreitseiten (10) höher sind als die Randschmalseiten (11) und über eine entsprechende Neigung (12) ineinander übergehen,

   dadurch gekennzeichnet,

   - **dass** im Bereich der Neigung (12) eine Ausnehmung (13) vorgesehen ist, deren Höhe (h_1) geringer ist als die Höhe (h_2) der Randschmalseite (11),
   - **dass** ein Kontaktflächenrand (14) einer Kontaktfläche (16) zwischen dem Rand (9) und dem Flachrohr (3) im Bereich der Ausnehmung (13) eine geringere Höhe h_5 aufweist als im Bereich der Randschmalseite (11).

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Höhe (h_1) der Ausnehmung (13) ca. der Hälfte der Höhe (h_3) der Randbreitseite (10) entspricht.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,

   - **dass** die Höhe (h_3) der Randbreitseite (10) ca. 7 mm beträgt, und/oder
   - **dass** die Höhe (h_1) der Ausnehmung (13) ca. 3,5 mm beträgt.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Höhe h_4 des Kontaktflächenrandes (14) im Bereich der Randschmalseite (11) kleiner ist als die Höhe h_3 des Randes (9) im Bereich der Randbreitseite (10).

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Ausnehmung (13) direkt an der Randschmalseite (11) anliegt.

Claims

1. A heat exchanger (1) for exchanging heat between a first fluid and a second fluid,

   - with a block (2) for conducting the two fluids separately and so as to exchange heat, said block having a number of flat tubes (3) through which the first fluid flows and which comprise a narrow tube side (4) and a wide tube side (5),
   - with a box (8) which has a base (7), said flat tubes (3) being guided into the box (8) via corresponding through-openings (6) in the base (7),
   - wherein each through-opening (6) has at least one raised edge (9) which surrounds the corresponding flat tube (3),
   - wherein the wide edge sides (10) are higher than the narrow edge sides (11) and transition into one another via a corresponding inclination (12),

   characterized in that

- a recess (13) is provided in the region of the inclination (12), the height (h_1) of said recess being lower than the height (h_2) of the narrow edge side (11),
- a contact surface edge (14) of a contact surface (16) between the edge (9) and the flat tube (3) has a lower height h_5 in the region of the recess (13) than in the region of the narrow edge side (11).

2. The heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the height (h_1) of the recess (13) corresponds to approximately half the height (h_3) of the wide edge side (10).

3. The heat exchanger according to Claim 1 or 2, **characterized in that**

- the height (h_3) of the wide edge side (10) is approximately 7 mm, and/or
- the height (h_1) of the recess (13) is approximately 3.5 mm.

4. The heat exchanger according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the height h_4 of the contact surface edge (14) in the region of the narrow edge side (11) is lower than the height h_3 of the edge (9) in the region of the wide edge side (10).

5. The heat exchanger according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the recess (13) lies directly against the narrow edge side (11).

Revendications

1. Echangeur de chaleur (1) pour l'échange de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide,

- comprenant un bloc (2) pour guider de manière séparée tout en échangeant de la chaleur les deux fluides, lequel présente un nombre de tubes plats (3) traversés par le premier fluide, pourvus d'un petit côté de tube (4) et d'un grand côté de tube (5),
- comprenant une caisse (8) présentant un fond (7), dans lequel les tubes plats (3) sont guidés dans la caisse (8) par l'intermédiaire d'ouvertures de passage (6) correspondantes dans le fond (7),
- dans lequel chaque ouverture de passage (6) présente au moins un bord (9) dressé encadrant le tube plat (3) associé,
- dans lequel les grands côtés de bord (10) sont plus hauts que les petits côtés de bord (11) et se confondent les uns dans les autres par l'intermédiaire d'une inclinaison (12) correspondante,

caractérisé en ce

- **que** dans la zone de l'inclinaison (12), un évidement (13) est prévu, dont la hauteur (h_1) est inférieure à la hauteur (h_2) du petit côté de bord (11),
- **qu'**un bord de surface de contact (14) d'une surface de contact (16) entre le bord (9) et le tube plat (3) présente dans la zone de l'évidement (13) une hauteur h_5 inférieure que dans la zone du petit côté de bord (11).

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce** **que** la hauteur (h_1) de l'évidement (13) correspond environ à la moitié de la hauteur (h_3) du grand côté de bord (10).

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce**

- **que** la hauteur (h_3) du grand côté de bord (10) présente environ 7 mm, et/ou
- **que** la hauteur (h_1) de l'évidement (13) présente environ 3,5 mm.

4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce** **que** la hauteur h_4 du bord de surface de contact (14) dans la zone du petit côté de bord (11) est plus petite que la hauteur h_3 du bord (9) dans la zone du grand côté de bord (10).

5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce** **que** l'évidement (13) repose directement au niveau du petit côté de bord (11).

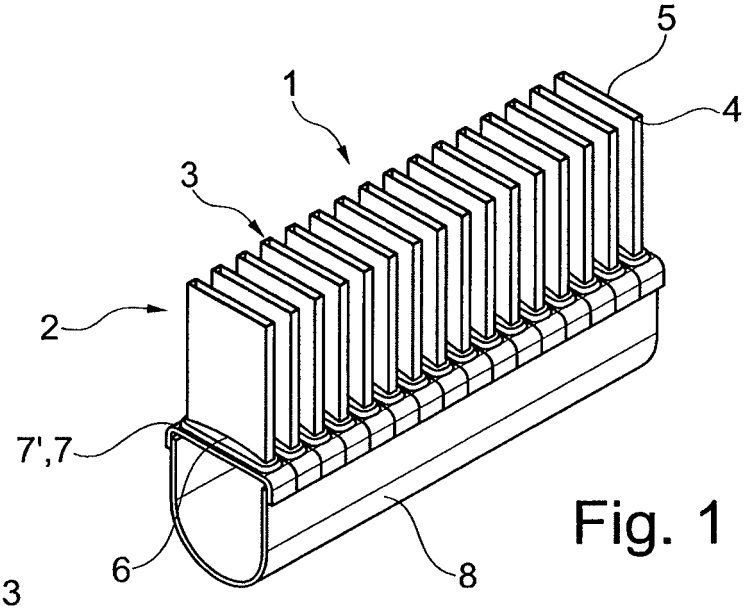


Fig. 1

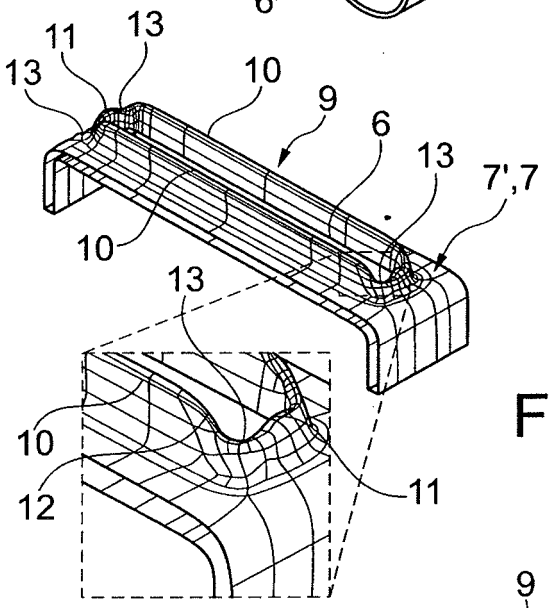


Fig. 2

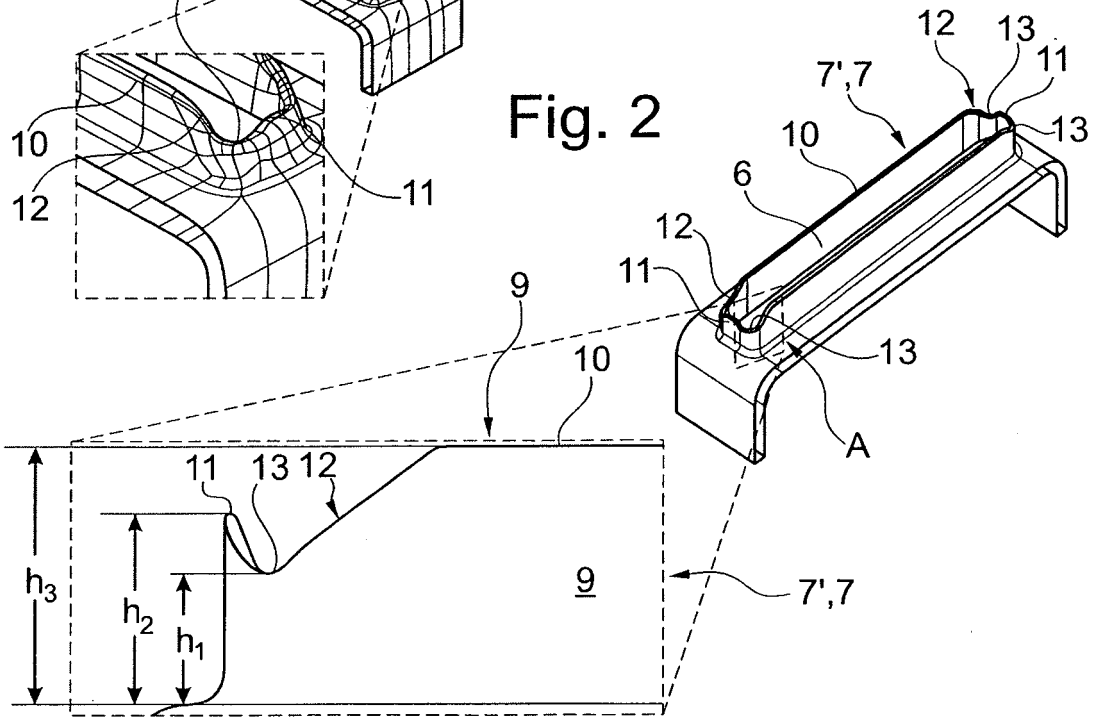
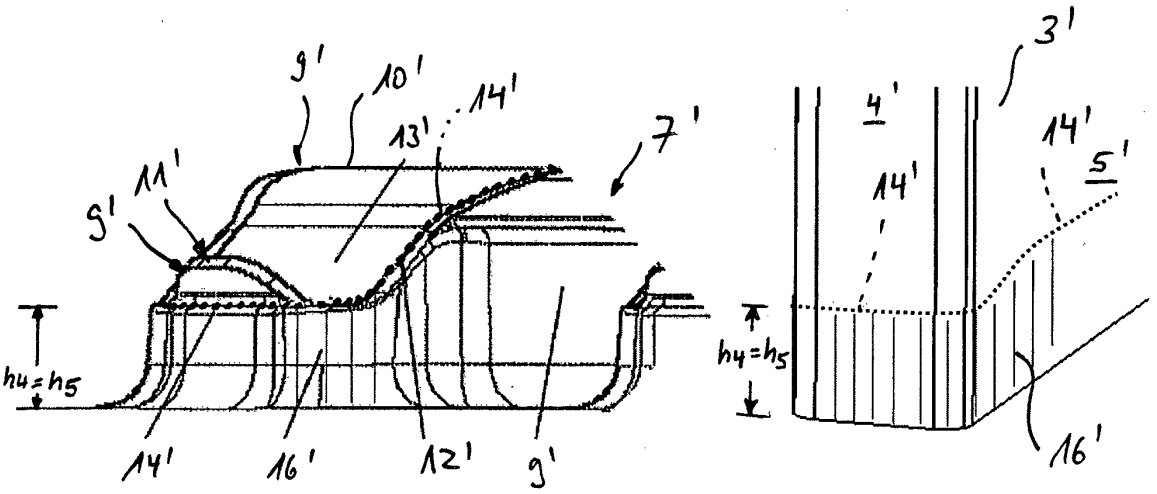
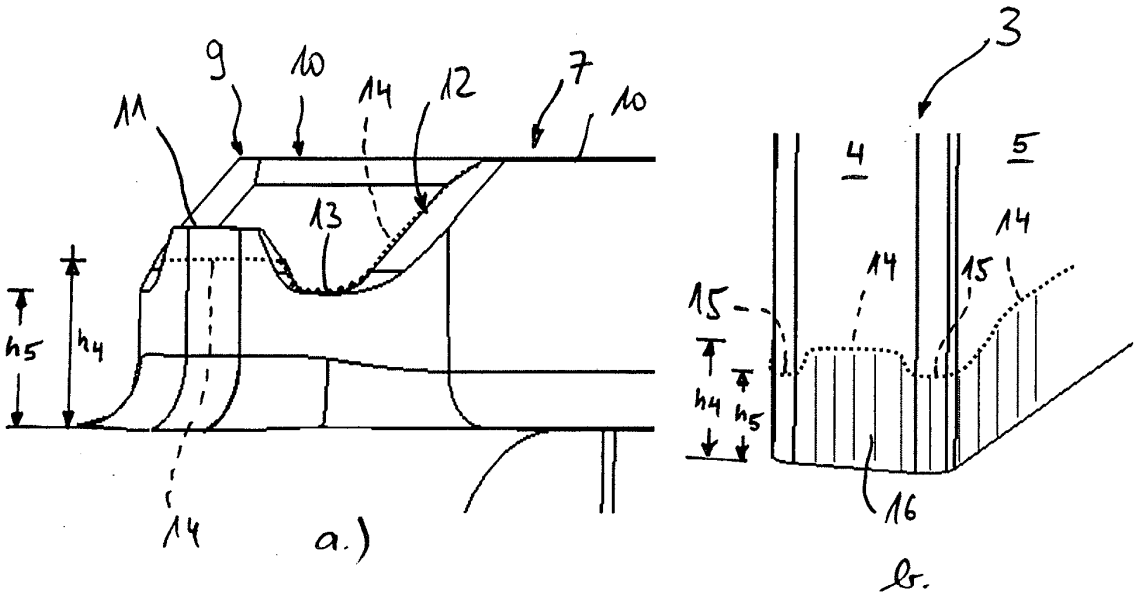


Fig. 3



a.) b.)

fig. 4



a.) b.)

fig 5

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 2012150237 A **[0002]**
- WO 2008071362 A1 **[0003]**
- DE 102011075071 A1 **[0018]**