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

(11) **EP 3 062 320 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(51) Int Cl.:
G10K 11/168 *(2006.01)* ***G10K 11/16*** *(2006.01)*
H01F 27/33 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15156920.9**

(22) Anmeldetag: **27.02.2015**

(54) **Anordnung zur Verminderung der Schallabstrahlung von flüssigkeitsgekühlten Transformatoren oder Drosseln**

Assembly for reducing the amount of sound emitted from fluid-cooled transformers or throttles

Système destiné à réduire le rayonnement du son de transformateurs ou bobines à refroidissement liquide

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Holzer, Anton**
  8160 Weiz (AT)
- **Pregartner, Helmut**
  8160 Krottendorf (AT)
- **Pretterhofer, Günter**
  8200 Gleisdorf (AT)
- **Schrammel, Alfons-Karl**
  8253 Waldbach (AT)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/182227
DE-A1- 2 309 564
DE-A1-102012 012 442
US-A- 4 215 763

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 3 062 320 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das technische Gebiet elektrischer Transformatoren oder Drosseln, insbesondere eine Anordnung zur Verminderung der Emission von Betriebsgeräuschen eines flüssigkeitsgekühlten Transformators bzw. einer Drossel.

Stand der Technik

[0002] Bei Betrieb eines flüssigkeitsgekühlten Transformators oder einer Drossel pflanzt sich die Schwingungsanregung des magnetischen Kerns bzw. der elektrischen Wicklung über die Isolations- und Kühlflüssigkeit auf die Wände des Kessels fort, so dass diese zu Biegeschwingungen angeregt werden und in den Außenraum Betriebsgeräusche abstrahlen.

[0003] Zur Verringerung der Schallabstrahlung sind verschiedene aktiv und passiv wirkende Systeme bekannt. Bei passiv wirkenden Systemen werden Dämmmaßnahmen meist an der Außenseite des Kessels vorgesehen. Die DE 1 293 329 sieht beispielsweise schwere Außenplatten vor, wobei der Hohlraum zwischen Außenplatte und Kesselwand mit Kunststoffschaum gefüllt ist. Auch in der DE 1 902 910 und der DE 2 309 564 wird vorgeschlagen, den Hohlraum, gebildet zwischen Abdeckplatte und Verstärkung mit einem leicht verformbaren Polyurethan-Schaum zu füllen.

[0004] Trotz verschiedener Lösungsansätze ist das Problem der Geräuschemission bei Transformatoren bzw. Drosseln bis heute nicht zufrieden stellend gelöst. Zunehmend steigen die Anforderungen hinsichtlich möglichst geringer Betriebsgeräusche, insbesondere dann, wenn ein Transformator oder eine Drossel in der Nähe eines Wohnbereichs installiert werden soll. Problematisch ist insbesondere die geforderte lange Betriebszeit. Die geräuschdämmende Wirkung eines polymeren Werkstoffs, der den am Betriebsort herrschenden Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist, nimmt Aufgrund von Alterungseffekten mit zunehmender Betriebsdauer ab.

Darstellung der Erfindung

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Anordnung anzugeben, mit welcher über einen möglichst langen Betriebszeitraum die Schallabstrahlung bei einem Transformator oder Drossel mit möglichst geringem Aufwand vermindert werden kann.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Aspekte und Wirkungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0007] Gemäß einem Grundgedanken der Erfindung werden außenseitig am Kessel eines flüssigkeitsgekühlten Transformators oder einer Drossel Sandwich-Paneele angeordnet, die als Dämmelemente wirken. Jedes Sandwich-Paneel weist einen hermetisch abgeschlossenen Hohlraum auf. Im Hohlraum befindet sich eine Zusammensetzung aus einem polymeren Werkstoff und einem Füllstoff, wobei diese Zusammensetzung ein spezifisches Gewicht von >2 Gramm pro Kubikzentimeter aufweist. Der Hohlraum wird von einer metallischen Wandung vollständig umschlossen. Durch diese hermetische Abkapselung wird erreicht, dass der polymere Werkstoff von äußeren Einwirkungen vollständig abgeschottet ist. Damit ist das Alterungsverhalten des Polymers während eines langen Betriebszeitraums im Wesentlichen unverändert und erfährt in seiner physikalischen Eigenschaft kaum eine Änderung. Durch die Verwendung von Epoxidharz als Polymer-Werkstoff wird eine Metall-Kunststoff-Verbindung geschaffen, die im Gegensatz zum Stand der Technik nicht biegeweich ist, sondern eine vergleichsweise biegesteife Sandwichkonstruktion bildet, dessen Masse durch einen Füllstoff vergrößert wird. Mit anderen Worten das erfindungsgemäße Sandwich-Paneel ist zwar vergleichsweise schwerer als eine Metall-Kunststoff-MetallKonstruktion, aber nicht so schwer, dass deren Befestigung an der Außenwand des Kessels Probleme verursachen würde. Durch die Erfindung wird ein vorteilhafter Kompromiss zwischen Masse und schalldämmender Wirkung erzielt.

[0008] Als Füllmaterial eignet sich besonders gut ein Werkstoff, mit einem hohen spezifischen Gewicht, zum Beispiel ein Metall. Als besonders kostengünstig erweist sich die Verwendung von so genanntem Stahlstrahlgut, das sind Stahlkörner mit einem Durchmesser z.B. im Bereich von 1 bis 2 mm. Stahlstrahlgut als Füllmaterial ist kostengünstig. Es ist kommerziell verfügbar und wird beispielsweise für die Oberflächenbehandlung industriell eingesetzt.

[0009] Ein kostengünstiges Füllmaterial kann aber auch ein mineralischer Werkstoff, wie zum Beispiel Quarzsand, sein.

[0010] Konstruktiv günstig erscheint eine Ausbildung des Sandwich-Paneels in Form eines Quaders. Ein Quader mit einem rechteckigen Querschnitt lässt sich besonders einfach an der Außenumfangsfläche des Kessels montieren, entweder zwischen vorspringenden Kessel-Versteifungen oder an deren Stirnseite.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedes Sandwich-Paneel zwischen zwei vorspringenden Versteifungen außenseitig angeordnet, wobei es den zwischen den Versteifungen liegenden Bereich der Kesselwand vollständig abdeckt. Die Verbindung zwischen Sandwich-Paneel und Versteifung kann kostengünstig durch eine Schweißverbindung hergestellt werden.

[0012] Eine andere besonders bevorzugte Ausführung der Erfindung kann so konstruiert sein, dass jedes Sandwich-Paneel an einer Stirnseite einer Versteifung unter Zwischenschaltung eines elastischen Elementes mittels einer lösbaren Verbindung befestigt ist. Dadurch ist es möglich, dass die Sandwich-Paneele erst am Einsatzort

des Transformators bzw. der Drossel montiert werden können. Dies hat zum einen den Vorteil, dass aufgrund der geringeren Außenabmessungen der Transport dieser großen Industrieanlage erleichtert wird. Zum anderen kann ein bereits in Betrieb befindlicher Transformator bzw. eine Drossel mit geräuschdämmenden Sandwich-Paneelen nachträglich ausgestattet werden.

[0013] Hinsichtlich der Dämmwirkung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn zwischen Sandwich-Paneel und Kesselwand bzw. Versteifung der Kesselwand ein elastisches Element, zum Beispiel ein Gummistreifen (Neopren oder Zellkautschuk) angeordnet wird. Durch diese mechanische Entkopplung zwischen Dämmpaneel und Kessel lässt sich die Abstrahlung von Betriebsgeräuschen besonders effizient verringern.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0014] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im nachfolgenden Teil der Beschreibung auf Zeichnungen Bezug genommen, aus denen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels zu entnehmen sind. Es zeigen:

Figur 1 eine räumliche Darstellung eines Kessels eines Transformators bzw. einer Drossel mit Versteifungen an der Außenseite, wobei der Bereich zwischen Versteifungen mittels Sandwich-Paneelen abgedeckt ist;

Figur 2 eine erst Ausführung der Erfindung als Schnittdarstellung eines Ausschnitts der Kesselwand, wobei der Bereich zwischen zwei Versteifungen mit einem an der Versteifung angeschweißtem Sandwich-Paneel abgedeckt ist;

Figur 3 eine zweite Ausführung der Erfindung als Schnittdarstellung eines Ausschnitts der Kesselwand, wobei an der Stirnseite der Versteifungen jeweils ein Sandwich-Paneel angeschraubt ist.

Ausführung der Erfindung

[0015] Figur 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen Kessel 1 eines nicht näher dargestellten Transformators bzw. einer Drossel. Der Kessel 1 weist Seitenwände 2 auf, die an ihrer Außenseite mit vertikal angeordneten Versteifungen 3 versehen sind. Kessel 1 und Versteifungen 3 sind aus einem Stahlblech hergestellt und miteinander verschweißt. Die Versteifungen 3 können unterschiedlich ausgebildet sein, beispielsweise als Verstärkungsrippen oder in Form eines Profils (z. B. eines U-Profils mit 150 mm Schenkellänge und 250 mm Schenkel-Verbindungsteil). Sie verleihen dem Kessel 1 mechanische Stabilität, insbesondere in der Phase der Herstellung, wenn der Innenraum des Kessels mit einem Unterdruck beaufschlagt wird. Der rechteckförmige Bereich 4 zwischen den Versteifungen 3 wird bei Betrieb zu Biegeschwingungen angeregt und ist mit Sandwich-Paneelen 5 abgedeckt (in Figur 1 ist beispielhaft nur eines dieser Sandwich-Paneele 5 gezeichnet). Diese Sandwich-Paneele 5 wirken als Dämmpaneele, d.h. sie verringern die bei Betrieb auftretende Geräuschemission. Die Sandwich-Paneele 5 sind plattenförmige Gebilde, die in ihrer Längserstreckung vertikal an der Außenseite des Kessels 1 angeordnet sind. Mit ihrer flächenförmigen Erstreckung überdecken Sie den biegeschwingenden Bereich 4. Das Sandwich-Paneel 5 ist in der Form einer schalldämmenden Abdeckplatte ausgebildet, d.h. ihre Länge erstreckt sich vertikal über die gesamte Höhe des Kessels 1. Die Breite der Abdeckplatte entspricht dem Abstand zwischen zwei Versteifungen 3, das heißt bei einem Leistungstransformator zum Beispiel 600 mm bis 800 mm.

[0016] Figur 2 zeigt in einem Querschnitt einen Ausschnitt zwischen zwei Versteifungen 3. Die Versteifungen 3 sind in Form eines U-Profils ausgebildet. Die Schenkel des U-Profils sind an der Seitenwand 2 des Kessels angeschweißt. Der Bereich 4 der Kesselwand 2 zwischen benachbart gegenüberliegenden Schenkeln 3 des U-Profils ist durch ein Sandwich-Paneel 5 abgedeckt. Das Sandwich-Paneel 5 hat einen im Wesentlichen als Rechteck ausgebildeten Querschnitt. Eine metallische Wandung 6 umschließt einen Hohlraum 7. Der Hohlraum 7 ist mit einem polymeren Werkstoff 8 gefüllt, der einen Füllstoff 9 enthält. Gemäß der Erfindung ist die Zusammensetzung zwischen polymeren Werkstoff 8 und Füllstoff 9 so gewählt, dass diese Zusammensetzung ein spezifisches Gewicht von zumindest 2 g/cm^3 aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Polymerwerkstoff 8 ein Epoxidharz und der Füllstoff 9 ein Stahlstrahlgut, das sind Stahlkörner mit einem Durchmesser von 1 bis 2 mm. Diese Zusammensetzung von Epoxidharz 8 und Stahlstrahlgut 9 weist ein spezifisches Gewicht von etwa 5 g/cm^3.

[0017] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 liegt das Sandwich-Paneel 5 mit der zur Kesselwand 2 zeigenden Wandung 6 unter Zwischenschaltung eines elastischen Elementes 11 an. Das elastische Element 11 ist durch mehrere parallel zur Versteifung 1 verlaufende Gummistreifen gebildet. Die Gummistreifen haften mittels einer Klebeverbindung an der Seitenwand 2 und an der Wandung 6.

[0018] Wie bereits oben erwähnt, bildet die Wandung 6 für den Hohlraum 7 eine vollständige Einhausung, d. h. der Hohlraum 7 ist hermetisch abgeschlossen. Der Hohlraum 7 hat einen etwa rechteckigen Querschnitt. Abzüglich der Wandstärke entspricht die Breite des Rechtecks etwa der lichten Weite zwischen benachbarten Versteifungen 3, d.h. bei einem Leistungstransformator etwa 600 mm bis 800 mm. Die Schmalseite des rechteckförmigen Hohlraums 7 ist etwa 30 mm. Die Wandung 6 besteht im dargestellten Beispiel aus einem zweiteiligen

Stahlblech, wobei der eine Teil die Form eine Wanne aufweist, der andere einen Deckel auf die Wanne bildet. Das Stahlblech hat eine Dicke von etwa 5 mm. Wanne und Decke sind miteinander verschweißt. Dadurch ist der im Hohlraum 7 enthaltene polymere Werkstoff 8 von äußeren Umgebungseinflüssen vollständig abgeschottet und in seinem Alterungsverhalten unbeeinflusst.

[0019] Figur 3 zeigt eine andere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Auch hier ist der Bereich 4 zwischen benachbarten Versteifungen 3 vollständig durch ein Sandwich-Paneel 5 abgedeckt. Die Befestigung des Sandwich-Paneels 5 erfolgt aber nicht durch eine Schweißverbindung an den Schenkeln der Versteifung 3, sondern an einer Stirnseite 12. An dieser Stirnseite 12 ist mittels Schrauben 13 das Sandwich-Paneel 5 unter Zwischenlage eines elastomere Elementes 11 an der Versteifung 3 angeschraubt. Das elastomere Element 11 besteht aus einer Leiste bzw. einem Streifen aus Gummi. Die Wandung 6 und der Bereich 4 sind voneinander beabstandet. Der Zwischenraum zwischen Sandwich-Paneel 5 und biegeschwingenden Bereich 4 ist Luftraum.

Zusammenstellung der verwendeten Bezugszeichen

[0020]

1	Kessel
2	Seitenwand
3	Versteifung
4	Bereich auf 2
5	Sandwich-Paneel
6	Wandung
7	Hohlraum
8	Polymerer Werkstoff
9	Füllstoff
10	Schweißverbindung
11	elastisches Element
12	Stirnseite
13	Schraubverbindung

Patentansprüche

1. Anordnung zur Verminderung der Schallabstrahlung von flüssigkeitsgekühlten Transformatoren oder Drosseln, umfassend einen Kessel (1), der an seinen Seitenwänden (2) außenseitig Versteifungen (3) aufweist, wobei ein zwischen Versteifungen (3) liegender Bereich (4) jeweils durch ein an den Versteifungen (3) befestigtes Sandwich-Paneel (5) abgedeckt ist, wobei jedes Sandwich-Paneel (5) eine metallische Wandung (6) aufweist, die einen Hohlraum (7) hermetisch abschließt, wobei der Hohlraum (7) mit einer Zusammensetzung aus einem polymeren Werkstoff (8) und einem Füllstoff (9) gefüllt ist, und wobei die Zusammensetzung ein spezifisches Gewicht von >2 Gramm pro Kubikzentimeter aufweist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der polymere Werkstoff (8) ein Epoxidharz ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff (9) ein metallischer Werkstoff ist.

4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff (9) Quarzsand ist.

5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Sandwich-Paneel (5) quaderförmig ausgebildet ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dass jedes Sandwich-Paneel (5) zwischen benachbarten Versteifungen (3) angeordnet ist und die Verbindung zwischen metallischer Wandung (6) eines Sandwich-Paneels (5) und einer Versteifung (3) mittels einer Schweißverbindung (10) hergestellt ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, das jede zur Seitenwand (2) des Kessels (1) liegende Wandung (6) eines Sandwich-Paneel (5) unter Zwischenschaltung eines elastischen Elementes (11) am Bereich (4)anliegend angeordnet ist.

8. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Sandwich-Paneel (5) an einer von der Seitenwand (2) des Kessels (1) abgewandten Stirnseite (12) einer Versteifung (3) unter Zwischenschaltung eines elastischen Elementes (11) mittels einer lösbaren Verbindung (13) befestigt ist.

9. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der metallische Füllstoff (9) durch Stahlstrahlgut gebildet ist.

10. Anordnung nach das Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elastische Element (11) durch einen Streifen aus einem Elastomer gebildet ist.

Claims

1. Assembly for reducing the amount of sound emitted from fluid-cooled transformers or throttles, comprising a boiler (1), which has struts (3) on the outside on its side walls (2), wherein a region (4) lying between struts (3) is covered in each case by a sandwich panel (5) fastened to the struts (3), wherein each sandwich panel (5) has a metal wall (6), which hermetically seals a hollow space (7), wherein the hollow space (7) is filled with a composite consisting of a polymer material (8) and a filler (9), and wherein

the composite has a specific weight of >2 grams per cubic centimetre.

2. Assembly according to claim 1, **characterised in that** the polymer material (8) is an epoxy resin.

3. Assembly according to claim 1 or 2, **characterised in that** the filler (9) is a metal material.

4. Assembly according to claim 1 or 2, **characterised in that** the filler (9) is quartz sand.

5. Assembly according to claim 3 or 4, **characterised in that** each sandwich panel (5) is embodied in a cuboid-shaped manner.

6. Assembly according to claim 5, such that each sandwich panel (5) is arranged between adjacent struts (3) and the connection between the metal wall (6) of a sandwich panel (5) and a strut (3) is produced by means of a welding connection (10).

7. Assembly according to claim 6, **characterised in that** each wall (6) of a sandwich panel (5) lying towards the side wall (2) of the boiler (1) is arranged with an elastic element (11) inserted therebetween and abutting against the region (4).

8. Assembly according to claim 5, **characterised in that** each sandwich panel (5) is fastened to an end face (12) of a strut (3) facing away from the side wall (2) of the boiler (1) with an elastic element (11) inserted therebetween by means of a releasable connection (13).

9. Assembly according to claim 3, **characterised in that** the metal filler (9) is formed by steel abrasive.

10. Assembly according to claim 7 or 8, **characterised in that** the elastic element (11) is formed by a strip of elastomer.

Revendications

1. Agencement destiné à réduire le rayonnement acoustique de transformateurs ou de bobines à refroidissement liquide, comprenant une cuve (1), qui présente des renforts (3) côté extérieur au niveau de ses parois latérales (2), dans lequel un secteur (4) se trouvant entre des renforts (3) est respectivement masqué grâce à un panneau-sandwich (5) fixé au niveau desdits renforts (3), dans lequel chaque panneau-sandwich (5) présente une paroi métallique (6) qui clôt de manière hermétique une cavité (7), dans lequel ladite cavité (7) est remplie d'une composition constituée d'un matériau polymère (8) et d'une matière de charge (9), et dans lequel la composition présente un poids spécifique supérieur à 2 grammes par centimètre cube.

2. Agencement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau polymère (8) est une résine époxy.

3. Agencement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la matière de charge (9) est un matériau métallique.

4. Agencement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la matière de charge (9) est du sable de silice.

5. Agencement selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** chaque panneau-sandwich (5) est réalisé en forme de quadrilatère.

6. Agencement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** chaque panneau-sandwich (5) est agencé entre des renforts (3) voisins et la liaison entre une paroi métallique (6) d'un panneau-sandwich (5) et un renfort (3) est réalisée au moyen d'une soudure (10).

7. Agencement selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** chaque paroi (6), faisant office de paroi latérale (2) de la cuve (1), d'un panneau-sandwich (5) est agencée adjacente au secteur (4) avec interposition d'un élément élastique (11).

8. Agencement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** chaque panneau-sandwich (5) est fixé au moyen d'une liaison amovible (13), avec interposition d'un élément élastique (11), au niveau d'une face avant (12), détournée de la paroi latérale (2) de la cuve (1), d'un renfort (3).

9. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la matière de charge métallique (9) est formée à partir d'un produit de sablage en acier.

10. Agencement selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'élément élastique (11) est formé à partir d'une bande réalisée en un élastomère.

FIG 1

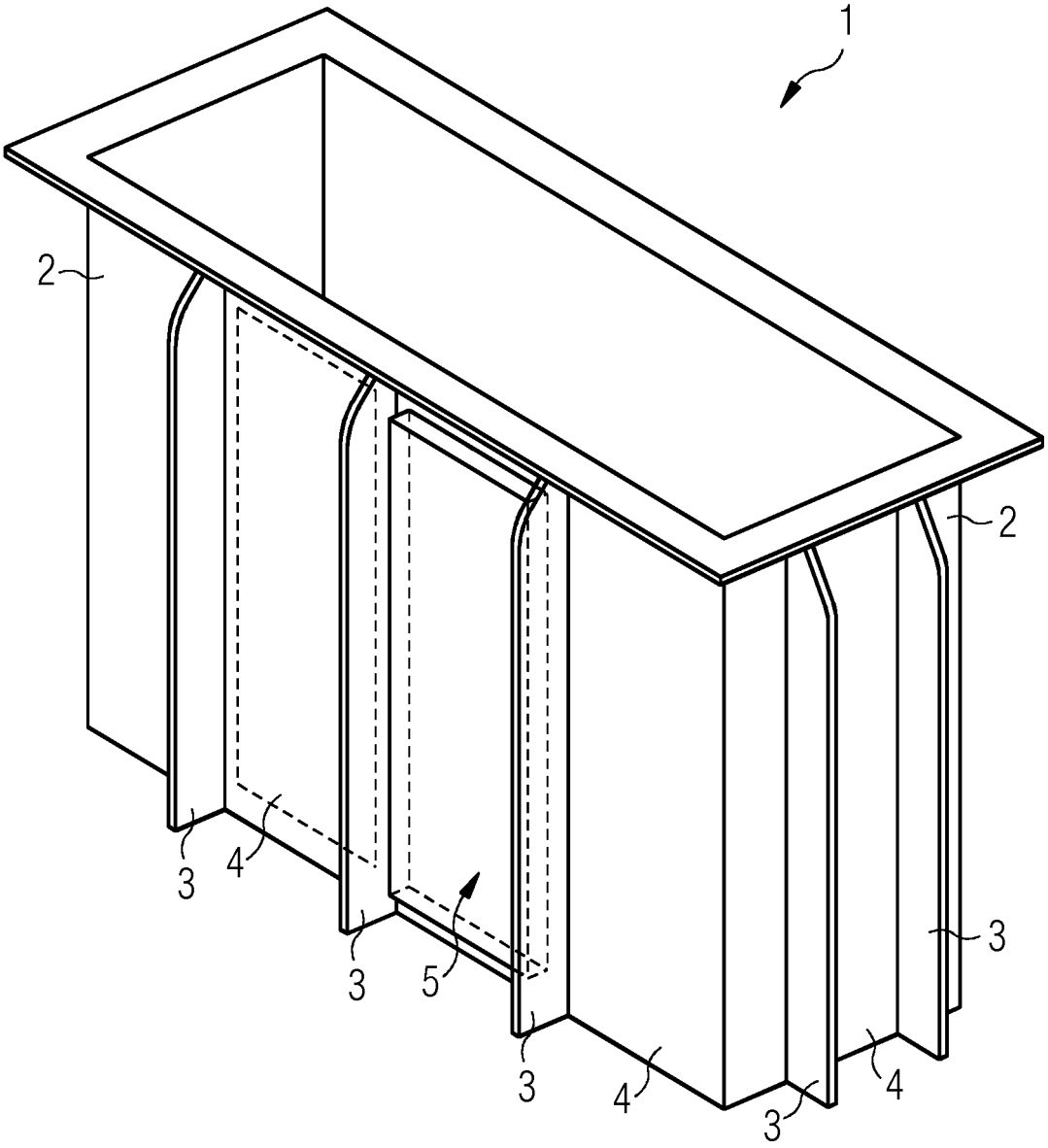


FIG 2

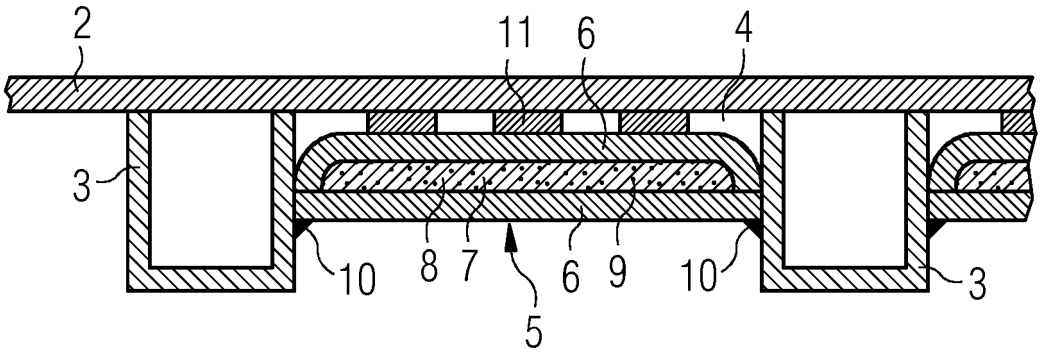
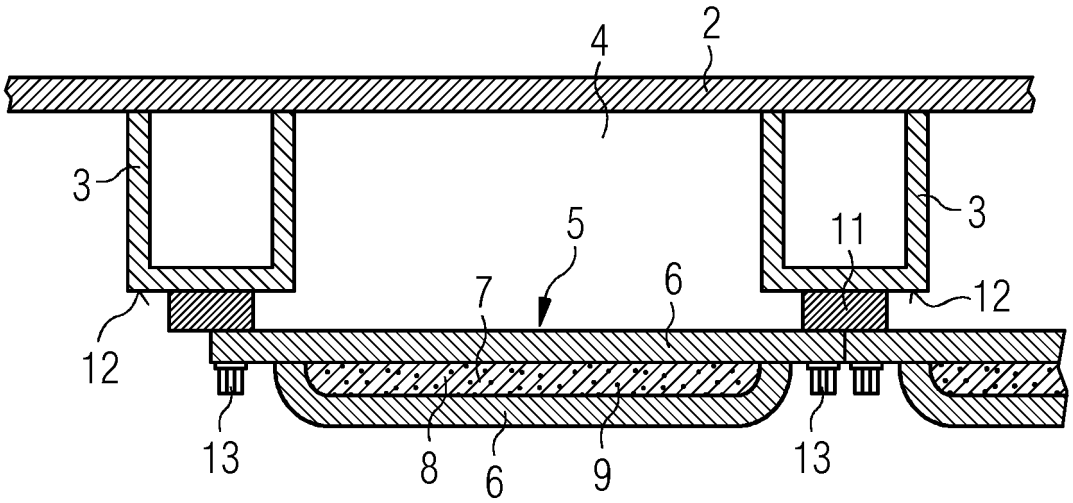


FIG 3



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

- DE 1293329 **[0003]**
- DE 1902910 **[0003]**
- DE 2309564 **[0003]**