

(19)



(11)

EP 4 375 608 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.05.2024 Patentblatt 2024/22

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28F 3/04 (2006.01) **F28D 9/00** (2006.01)
F28F 21/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23211355.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28F 3/048; **F28D 9/0037**; **F28F 21/08**;
F28F 2245/00; **F28F 2275/06**; **F28F 2275/061**

(22) Anmeldetag: **22.11.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

• **Micrometal GmbH**
79379 Müllheim (DE)

(30) Priorität: **23.11.2022 DE 202022106555 U**
14.12.2022 DE 202022106979 U

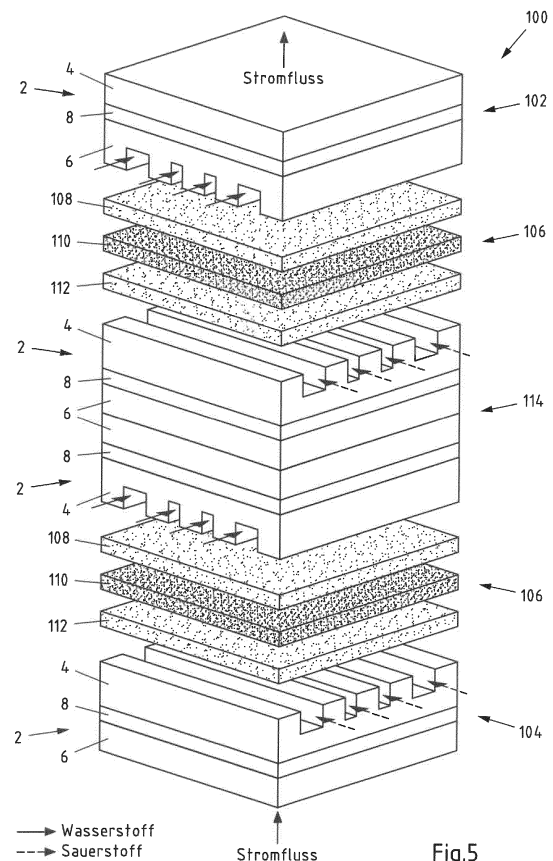
(72) Erfinder:
• **Lopez, Angel**
75180 Pforzheim (DE)
• **Lehmann, Bernd**
79400 Kandern (DE)
• **Franken, Carina**
59823 Arnsberg-Oeventrop (DE)

(71) Anmelder:
• **Wickeder Westfalenstahl GmbH**
58739 Wickede (Ruhr) (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(54) ENERGIELEITPLATTE FÜR EINEN WÄRMETAUSCHER ODER FÜR EINEN BRENNSTOFFZELLENSTAPEL

(57) Die Erfindung betrifft eine Energieleitplatte (2) für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel, mit einer ersten außen liegenden Metallschicht (4), mit einer zweiten außen liegenden Metallschicht (6) und mit einer dritten mittleren Metallschicht (8), wobei die Metallschichten (4, 6, 8) miteinander plattiert sind, wobei die erste Metallschicht (4) und die zweite Metallschicht (6) aus einem Metall mit einer gegenüber der dritten Metallschicht (8) erhöhten Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit und/oder Druckbeständigkeit bestehen, wobei die dritte Metallschicht (8) aus einem Metall mit einer gegenüber der ersten Metallschicht (4) und gegenüber der zweiten Metallschicht (6) erhöhten Energieleitfähigkeit besteht, wobei die Dicke der ersten Metallschicht (4) größer als die Dicke der zweiten Metallschicht (6) ist, wobei die erste Metallschicht (4) eine nach außen offene Tiefenstruktur (10) für ein Aufnehmen eines Fluides aufweist und wobei das Volumen der dickeren ersten Metallschicht (4) mit den ausgenommenen Abschnitten der Tiefenstruktur (10) im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht (6) ist. Die Erfindung betrifft auch einen Wärmetauscher mit einer Energieleitplatte (2) sowie einen Brennstoffzellenstapel.



EP 4 375 608 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Energieleitplatte für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel.

[0002] Wärmetauscher der hier interessierenden Art sind insbesondere Wärmetauscher für elektronische Bauteile, die beim Einsatz Wärme produzieren und passiv oder aktiv gekühlt werden müssen. Dazu kann der Wärmetauscher eine Energieleitplatte aufweisen, die flächig mit einer Seite mit dem zu kühlenden Bauteil verbunden wird, wobei die gegenüberliegende Seite mit einer Tiefenstruktur versehen ist, um eine vergrößerte Kühlfläche zu bilden und ggf. ein Fluid zur Aufnahme von Wärmeenergie zu leiten. Als Fluid wird dabei in der Regel Wasser oder eine Kombination aus Wasser und Glykol verwendet. Ebenso können Gase zum Kühlen eingesetzt werden.

[0003] Dazu wird in der Regel die mit der Tiefenstruktur versehene Seite der Energieleitplatte mit einer weiteren Platte verbunden, um aus der Tiefenstruktur eine seitlich offene Struktur aus Kanälen zum Leiten des Fluids zu bilden.

[0004] Die Energieleitplatte für Wärmetauscher ist also für das Leiten von Wärmeenergie vorgesehen.

[0005] Bipolarplatten und Endplatten, die auch als Stromsammler oder Deckplatten bezeichnet werden, sind Komponenten für den Einsatz in Brennstoffzellenstapeln, die geschichtet wichtige Bestandteile eines Brennstoffzellensystems bilden. Die Brennstoffzelle weist eine Membran-Elektroden-Einheit auf, wobei sich die elektrischen Leistungen von mehreren im Stapel angeordneten Membran-Elektroden-Einheiten addieren. Zwischen zwei Membran-Elektroden-Einheiten eines Brennstoffzellenstapels ist jeweils eine Bipolarplatte angeordnet. An den äußeren Enden des Brennstoffzellenstapels sind dann die genannten Endplatten angeordnet, die einseitig mit der jeweils äußeren Brennstoffzelle verbunden sind.

[0006] Die Bipolarplatte hat in einem Brennstoffzellenstapel vor allem die Aufgabe, die Anode einer Zelle mit der Kathode der benachbarten Zelle physikalisch und elektrisch leitend zu verbinden. Daneben ist die Bipolarplatte dafür zuständig, die Reaktionsgase in die Reaktionszone zu leiten. Dazu sind in die Platten auf beiden Seiten Strömungsprofile als Tiefenprofile gefräst oder eingepresst, durch die auf der einen Seite Wasserstoff und auf der anderen Seite Luft strömen. Eine Bipolarplatte besteht also aus den beiden Polen, daher der Name bipolar, also der wasserstoffführenden negativ geladenen Anodenplatte und der positiv geladenen Kathodenplatte für die Zuführung der Reaktionsluft. Die Platten regeln auch die Abfuhr von Wasserdampf beziehungsweise das Leiten von thermischer und elektrischer Energie. Die gleichen Aufgaben erfüllen die Endplatten an den Enden des Brennstoffzellenstapels.

[0007] Somit sind Bipolarplatten und Endplatten nicht nur für die elektrische Verbindung der Brennstoffzellen

und die Verteilung der Gase über die Plattenfläche, sondern auch für die Gastrennung zwischen angrenzenden Zellen, die Kühlung und die Dichtung nach außen zuständig.

5 **[0008]** Die Bipolarplatte und die Endplatte können auch als eingangs genannte Energieleitplatten verstanden werden, wobei die Energieleitplatte sowohl für das Leiten von Wärmeenergie als auch von elektrischer Energie vorgesehen ist.

10 **[0009]** Die zuvor beschriebenen Energieleitplatten für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel sind in der Regel aus Edelstahl gefertigt, um eine ausreichende Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Druckbeständigkeit zu gewährleisten.

15 **[0010]** Das Material des Edelstahls kann mit weiteren Bauteilen verbunden werden, beispielsweise bei einem Brennstoffzellenstapel mit den weiteren Komponenten des Stapels. Dabei werden die Tiefenstrukturen der Energieleitplatte durch Umformen wie Tiefziehen eingepreßt oder mittels chemischen Ätzens erzeugt.

20 **[0011]** Die Verwendung von Edelstahl hat jedoch den Nachteil einer geringeren Energieleitfähigkeit im Vergleich zu anderen Materialien wie Kupfer oder Aluminium, die aber wiederum eine geringere Stabilitätseigenschaft als Edelstahl aufweisen.

25 **[0012]** Daher liegt der vorliegenden Erfindung das technische Problem zugrunde, die eingangs genannte Energieleitplatte weiter zu verbessern.

30 **[0013]** Das zuvor aufgeführte technische Problem wird erfindungsgemäß durch eine Energieleitplatte für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel gelöst mit einer ersten außen liegenden Metallschicht, mit einer zweiten außen liegenden Metallschicht und mit einer dritten mittleren Metallschicht, wobei die Metallschichten miteinander plattiert sind, wobei die erste Metallschicht und die zweite Metallschicht aus einem Metall mit einer gegenüber der dritten Metallschicht erhöhten Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit und/oder Druckbeständigkeit bestehen, wobei die dritte Metallschicht aus einem Metall mit einer gegenüber der ersten Metallschicht und gegenüber der zweiten Metallschicht erhöhten Energieleitfähigkeit besteht, wobei die Dicke der ersten Metallschicht größer als die Dicke der zweiten Metallschicht ist, wobei die erste Metallschicht eine nach außen offene Tiefenstruktur für ein Aufnehmen eines Fluides aufweist und wobei das Volumen der dickeren ersten Metallschicht mit den ausgenommenen Abschnitten der Tiefenstruktur im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht ist.

40 **[0014]** Das Volumen der ersten Metallschicht wird dabei aus dem Volumen des vorhandenen Materials ohne die eingebrachte Tiefenstruktur berechnet. Das freie Volumen der Tiefenstruktur wird also nicht dem Volumen der dickeren ersten Metallschicht zugerechnet.

45 **[0015]** Der plattierte Verbund der drei Metallschichten der erfindungsgemäßen Energieleitplatte weist gegenüber dem beschriebenen Stand der Technik einen höherleitenden Anteil der dritten Metallschicht auf. Die Ener-

gieleitfähigkeit, also die Wärmeleitfähigkeit und/oder die elektrische Leitfähigkeit, der dritten Metallschicht führt zu einer verbesserten Energieleitfähigkeit des gesamten Verbunds der Energieleitplatte.

[0016] Die Energieleitplatte zeichnet sich durch eine asymmetrische Verteilung der Schichtdicken aus. Diese Asymmetrie dient einerseits der Möglichkeit des Ausgestaltens der ersten Metallschicht mit einer ausreichend voluminösen Tiefenstruktur und andererseits einer geringen Dicke des gesamten Verbundes bei gleichzeitiger Ausbildung der leitfähigeren mittleren Metallschicht durch eine geringere Dicke der zweiten Metallschicht.

[0017] Da die Metallschichten jedoch unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, kann die asymmetrische Verteilung der Schichtdicken bei variierenden thermischen Belastungen zu einer Verformung der Energieleitplatte führen. Dieser Effekt wird erfindungsgemäß durch die weitere Maßnahme der im Wesentlichen gleich großen Volumina der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht gelöst. Durch die gleichen Volumina kommt es zu im Wesentlichen gleich großen thermischen Volumenänderungen der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht.

[0018] Im Wesentlichen gleich große Volumina und im Wesentlichen gleich große Volumenänderungen bedeutet dabei, dass auch geringe Abweichungen der Volumina umfasst sind, die durch die Steifigkeit des gesamten plattierten Verbundes ausreichend ausgeglichen werden können. Insbesondere können das Volumen der ersten Schicht und das Volumen der zweiten Schicht weniger als 10%, insbesondere weniger als 5% voneinander abweichen. Bevorzugt liegen die Abweichungen in einem Bereich von 2 bis 10%.

[0019] In bevorzugter Weise bestehen die erste Metallschicht und die zweite Metallschicht aus einem Stahl, aus Edelstahl, aus 1.4404 oder 1.4760, aus Titan oder aus einer Titanlegierung, aus Niob, aus Tantal oder aus Aluminium (mit oder ohne Anodisierungsschicht).

[0020] Insbesondere bei der Anwendung der Energieleitplatte als Wärmetauscher kann die außen liegende Schicht beispielsweise aus einem Aluminiumoxid bestehen, da die außen liegende Schicht einen korrosionsbeständigen, aber leitfähigen Bestandteil in Wärmetauschern darstellt.

[0021] Ebenso ist es bevorzugt, dass die dritte Metallschicht aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung, aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

[0022] Wenn beispielsweise die dritte Metallschicht aus Kupfer besteht, so kann die erste Metallschicht und ggf. die zweite Metallschicht aus Aluminium bestehen.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Energieleitplatte besteht darin, dass die Tiefenstruktur der ersten Metallschicht eine erste Tiefenstruktur darstellt, dass die zweite Metallschicht eine nach außen offene zweite Tiefenstruktur für ein Aufnehmen eines Fluides aufweist und dass das Volumen der dickeren ersten Metallschicht mit den ausgenommenen Abschnitten der ersten Tiefenstruktur im Wesentlichen gleich groß wie das

Volumen der zweiten Schicht mit der ausgenommenen zweiten Tiefenstruktur ist. Somit weist die Energieleitplatte auch auf der Außenseite der zweiten Metallschicht eine Tiefenstruktur auf. Diese ist dabei weniger umfangreich ausgebildet und führt zu einer geringeren Volumenreduzierung als die erste Tiefenstruktur der ersten Metallschicht.

[0024] Eine solche Energieleitplatte ist vor allem geeignet als Teil einer Bipolarplatte eingesetzt zu werden, indem zwei gleiche Energieleitplatten mit ihren zweiten Metallschichten miteinander verbunden werden, so dass durch die zueinander ausgerichteten zweiten Tiefenstrukturen Kanäle für ein Kühlmittel gebildet werden, während die ersten Tiefenstrukturen der jeweiligen ersten Metallschichten Kanäle zur Versorgung mit Wasserstoffgas bzw. Luft bilden. Das Verbinden von zwei Energieleitplatten an ihren zweiten Metallschichten kann durch Sintern, Diffusionsbonding, Verpressen, Verschrauben oder Schweißen erfolgen.

[0025] In weiter bevorzugter Weise sind die erste Tiefenstruktur und/oder ggf. die zweite Tiefenstruktur mittels eines Ätzvorgangs hergestellt. Dazu werden an sich bekannte Ätztechniken angewendet, um eine exakte und gratfreie Ausbildung der Tiefenstruktur zu ermöglichen.

[0026] Die Vorteile beim Ätzen der Tiefenstruktur liegen in einer größeren Anzahl von Freiheitsgraden bei der Geometrie. Mittels Ätzen können neben geradlinig verlaufenden Strukturen auch gebogene oder mäanderförmige Vertiefungen erstellt werden. Ebenso sind wellige Strukturen zur Flächenvergrößerung möglich.

[0027] Darüber hinaus können die Tiefenstrukturen als sich verzweigende und verbreiternde Strukturen ausgebildet werden. Somit kann beim Durchströmen der Tiefenstrukturen durch Anwendung des Venturi-Effekts Verwirbelungen des durchströmenden Mediums und bessere Wärmeaufnahme hervorgerufen werden. Denn durch die Verwirbelungen entstehend kleinere Diffusionsgrenzschichten und kleinere Strömungswiderstände.

[0028] Des Weiteren können durch Ätzen auch Durchtritte durch die Energieleitplatte erzeugt werden, so dass ein dreidimensionaler Durchtritt durch die Energieleitplatte die Tiefenstrukturen auf beiden Seiten der Energieleitplatte miteinander verbunden werden können. Dadurch werden Zu- und Abflussstrukturen auf beiden Seiten verringert, wodurch der technische Aufwand verringert wird,

Die Tiefenstrukturen können zusätzlich oder alternativ auch durch Galvanoforming oder Laserstrukturieren dreidimensional gestaltet werden.

[0029] Die zuvor erläuterten Tiefenstrukturen dienen einem Leiten von Fluiden, die je nach Anwendung Flüssigkeiten wie Wasser oder Wasser/Glykol oder Gase sein können.

[0030] Das oben aufgezeigte technische Problem wird auch durch einen Wärmetauscher mit einer zuvor beschriebenen Energieleitplatte gelöst, wobei die zweite Metallschicht geeignet ist, mit einem zu kühlenden Bauteil, insbesondere einem zu kühlenden elektronischen

Bauteil, verbunden zu werden und wobei die Energieleitplatte Wärmeenergie vom zu kühlenden Bauteil weggleitet.

[0031] Somit kann insbesondere im Bereich der Elektronik die vorteilhafte Ausgestaltung der zuvor beschriebenen Energieleitplatte eingesetzt werden. Neben den guten Stabilitätseigenschaften können die verbesserten Wärmeleitfähigkeiten der dritten Metallschicht ausgenutzt werden.

[0032] Das oben aufgezeigte technische Problem wird auch durch einen Brennstoffzellenstapel gelöst mit zwei Endplatten, mit mindestens zwei aus jeweils einer Anode, einer Membran und einer Kathode bestehenden Membran-Elektroden-Einheiten, mit mindestens einer zwischen zwei Membran-Elektroden-Einheiten angeordneten Bipolarplatte, wobei mindestens eine der Endplatten eine zuvor beschriebene Energieleitplatte aufweist und/oder wobei die mindestens eine Bipolarplatte eine zuvor beschriebene Energieleitplatte aufweist.

[0033] Somit kann insbesondere im Bereich der Brennstoffzellenstapel die vorteilhafte Ausgestaltung der zuvor beschriebenen Energieleitplatte eingesetzt werden. Neben den guten Stabilitätseigenschaften können die verbesserten Wärmeleitfähigkeiten der dritten Metallschicht ausgenutzt werden.

[0034] In vorteilhafter Weise kann mindestens eine Bipolarplatte aus zwei Energieleitplatten zusammengesetzt sein, die insbesondere durch Sintern, Diffusionsbonding oder Schweißen, mit ihren zweiten Metallschichten miteinander verbunden sind. Somit ergibt sich ein verbesserter, stabiler und besserer energieleitender Aufbau des Brennstoffzellenstapels.

[0035] Unter Plattieren wird im Rahmen dieser gesamten Beschreibung und der Ansprüche eine Verbindung durch Adhäsionsbindung mit atomarer Diffusion verstanden, also ein Verbund zwischen zwei Bindungspartnern verstanden, bei dem sich durch atomare Diffusion der Materialien der Bindungspartner eine Übergangsschicht als Bindungszone ausbildet, über die eine kontinuierliche Anpassung der Materialeigenschaften stattfindet. Die Adhäsionsbindung mit atomarer Diffusion entsteht also durch die Ausbildung der Übergangsschicht zwischen den Lagen.

[0036] In der Übergangsschicht sind die Atome der Bindungspartner graduell vermischt, die Bildung eines Verbunds erfolgt durch Platzwechsellvorgänge (Diffusion) in der Übergangsschicht, auch genannt Bindungszone. Diese Übergangsschicht bewirkt die Verringerung innerer Spannungen. Die Ausdehnung der Übergangszone ist dabei abhängig von den jeweilig verwendeten Bindungspartnern, insbesondere den Diffusionseigenschaften der beteiligten Materialien.

[0037] Zur Charakterisierung der Adhäsionsbindung mit atomarer Diffusion, also der Bindungszone der Adhäsionsbindung in der Übergangsschicht, und der Eigenschaften können Analysen mittels verschiedener Methoden angewendet werden. Zu diesen Methoden gehören optische Lichtmikroskopie, Transmissionselektronen-

mikroskopie (TEM), Rasterelektronenmikroskopie (REM), energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDS), Sekundärionenmassenspektrometrie (SIMS) und Analysen von Mikrohärteverläufen.

[0038] Ein solcher Verbund wird auch als Plattiervverbund bezeichnet werden. Bevorzugt sind die beiden Bindungspartner metallische Werkstoffe und der Plattiervverbund stellt eine metallische Verbindung der beiden Bindungspartner oder Plattierpartner dar. Die Verbindung der Bindungspartner im Plattiervverbund kann mittels dem vorgenannten Plattieren erfolgen. Dazu kann das Plattieren durch Kaltwalzplattieren oder Warmplattieren durchgeführt werden.

[0039] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Energieleitplatte nach dem Plattieren von drei Metallschichten,

Fig. 2 eine Energieleitplatte nach Fig. 1 mit einer Tiefenstruktur in der oberen Metallschicht,

Fig. 3 die Energieleitplatte nach Fig. 2 mit einer weiteren Tiefenstruktur in der unteren Metallschicht,

Fig. 4 eine Bipolarplatte für einen Brennstoffzellenstapel bestehend aus zwei Energieleitplatten nach Fig. 3 und

Fig. 5 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffzellenstapels mit erfindungsgemäßen Energieleitplatten als Endplatten.

[0040] In der nachfolgenden Beschreibung der verschiedenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele werden Bauteile und Elemente mit gleicher Funktion und gleicher Wirkungsweise mit denselben Bezugszeichen versehen, auch wenn die Bauteile und Elemente bei den verschiedenen Ausführungsbeispielen in ihrer Dimension oder Form Unterschiede aufweisen können.

[0041] Fig. 1 zeigt eine Energieleitplatte 2 für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel.

[0042] Die Energieleitplatte 2 weist eine erste außen liegende Metallschicht 4, eine zweite außen liegende Metallschicht 6 und eine dritte mittlere Metallschicht 8 auf. Die Metallschichten 4 bis 8 sind miteinander plattiert, wobei ein Kaltwalzplattieren, ein Warmplattieren sowie weitere Plattiervverfahren wie z.B. Sprengplattieren angewendet worden sein kann.

[0043] Die erste Metallschicht 4 und die zweite Metallschicht 6 bestehen weiterhin aus einem Metall mit einer gegenüber der dritten Metallschicht 8 erhöhten Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit und/oder Druckbeständigkeit. Dem gegenüber besteht die dritte Metallschicht 8 aus einem Metall mit einer gegenüber der ersten Metallschicht 4 und gegenüber der zweiten Metallschicht 6 er-

höhten Energieleitfähigkeit.

[0044] Des Weiteren ist die Dicke der ersten Metallschicht 4 größer als die Dicke der zweiten Metallschicht 6.

[0045] Somit weist die Energieleitplatte 2 nach Fig. 1 einen bezogen auf die Schichtdicken asymmetrischen Aufbau auf. Beim Erwärmen und Abkühlen kann es daher aufgrund unterschiedlichen Ausdehnungsverhaltens zu Formänderungen und einem Durchbiegen kommen. Um diesen zu erwartenden Effekt auszugleichen, wird die Energieleitplatte 2 weiter ausgebildet, wie Fig. 2 schematisch zeigt.

[0046] Die erste Metallschicht 4 eine nach außen offene Tiefenstruktur 10 für ein Aufnehmen eines Fluides auf. Die Tiefenstruktur 10 weist eine Mehrzahl von nach oben offenen Vertiefungen 12 auf, die für ein Leiten eines Fluids ausgebildet sind und in einer Anwendung von oben durch ein anderes Bauteil verschlossen sind.

[0047] Um thermische Formänderungen durch einen Bimetalleffekt auszugleichen, ist das Volumen der dickeren ersten Metallschicht 4 mit den ausgenommenen Abschnitten der Vertiefungen 12 der Tiefenstruktur 10 im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht 6. Dabei können Abweichungen der Volumina im Bereich von maximal 10% oder maximal 5% auftreten, ohne dass diese Abweichungen der Volumina von der gleichen Größe einen technischen Effekt einer Verformung der Energieleitplatte 2 hat.

[0048] Die erste Metallschicht 4 und die zweite Metallschicht 6 bestehen aus einem Stahl, Edelstahl, aus Titan oder einer Titanlegierung, vorzugsweise bestehen die beiden Metallschichten 4 und 6 aus demselben Metall. Weitere Metalle sind weiter oben erwähnt worden.

[0049] Dagegen besteht die dritte Metallschicht 8 aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung, aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

[0050] Somit weisen die beiden Metallschichten 4 und 6 eine erhöhte Steifigkeit (gemessen als E-Modul), Korrosionsbeständigkeit und/oder Druckbeständigkeit gegenüber der dritten Metallschicht auf.

[0051] Fig. 3 zeigt schematisch eine Weiterbildung der Energieleitplatte nach Fig. 2. Die schon in Fig. 2 gezeigte Tiefenstruktur 10 der ersten Metallschicht 4 stellt eine erste Tiefenstruktur dar. Des Weiteren weist die zweite Metallschicht 6 eine ebenfalls nach außen offene zweite Tiefenstruktur 14 für ein Aufnehmen eines Fluids auf. Diese Tiefenstruktur 14 ist im Volumen kleiner als die erste Tiefenstruktur 10 und wird bei den Dickenverhältnissen und der Anforderung gleich großer Volumina berücksichtigt. Somit kann das Volumen der dickeren ersten Metallschicht 4 mit den ausgenommenen Abschnitten der ersten Tiefenstruktur 10 im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht 6 mit der ausgenommenen zweiten Tiefenstruktur 14 sein.

[0052] Die zuvor beschriebenen erste Tiefenstruktur 10 und zweite Tiefenstruktur 14 sind in bevorzugter Weise mittels eines Ätzvorgangs nach dem Plattieren der Metallschichten 4, 6 und 8 hergestellt.

[0053] Grundsätzlich können die Tiefenstrukturen 10

und 14 auch durch Tiefziehen wie die meisten Bipolarplatten und Wärmetauscherplatten hergestellt werden. Des Weiteren bietet sich für Bipolarplatten noch das Electrochemical Milling (ECM-verfahren) an.

[0054] Fig. 4 zeigt schematisch eine Bipolarplatte 20 für einen Brennstoffzellenstapel, der in Fig. 5 gezeigt ist. Die Bipolarplatte 20 besteht auch zwei Energieleitplatten 2 gemäß Fig. 3, die mit ihren jeweiligen zweiten Metallschichten 6 miteinander verbunden sind. Die Verbindung zwischen den zweiten Metallschichten 6 erfolgt dabei mittels Sintern, Diffusionsbonding oder Schweißen.

[0055] Durch die Verbindung zwischen den beiden Energieleitplatten 2 entsteht aus den Tiefenstrukturen 14 ein Kanal 22, der im Brennstoffzellenstapel 20 für das Leiten einer Kühlflüssigkeit genutzt werden kann.

[0056] Fig. 5 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffzellenstapels 100 mit zwei Endplatten 102 und 104, mit zwei Membran-Elektroden-Einheiten 106, die jeweils eine Anode 108, eine Membran 110 und eine Kathode 112 aufweisen. Zwischen den beiden Membran-Elektroden-Einheiten 106 ist eine Bipolarplatte 114 angeordnet.

[0057] Die Funktionsweise eines solchen Brennstoffzellenstapels 100 ist bekannt. Durch Zuführen von Wasserstoff als Reaktionsgas an der Seite der Anode 108 und durch Zuführen von Sauerstoff, in der Regel gewonnen aus Luft, als Reaktionsgas an der Seite der Kathode 112 der Membran-Elektroden-Einheiten 106 entsteht über den Austausch von Wasserstoffionen durch die Membran 110 zwischen den Elektroden 108 und 112 eine elektrische Spannung. Durch die Stapelbildung entsteht dann eine Reihenschaltung der einzelnen Schichten und somit eine für elektrische Anwendungen ausreichend große Spannung und Leistungsfähigkeit.

[0058] Der in Fig. 5 dargestellte Aufbau weist zwei Endplatten 102 und 104 auf, die aus einer Energieleitplatte 2 gemäß Fig. 2 bestehen. Dementsprechend weisen die Endplatten 102 und 104 jeweils Metallschichten 4, 6 und 8 und eine Tiefenstruktur 10 auf, deren Vertiefungen zum Leiten eines der Gase dienen.

[0059] Die Bipolarplatte 114 des Brennstoffzellenstapels 100 nach Fig. 5 ist weiterhin in gleicher Weise wie in Fig. 4 dargestellt ausgebildet und besteht aus zwei miteinander verbundenen Energieleitplatten 2. Der einzige Unterschied zu Fig. 4 besteht darin, dass die Vertiefungen 12 der Tiefenstrukturen 10 der beiden Energieleitplatten 2 nicht parallel, sondern im rechten Winkel zueinander ausgerichtet sind.

[0060] Des Weiteren ist der optionale Einsatz einer Bipolarplatte 20 nach Fig. 4 in dem Brennstoffzellenstapel 100 möglich (nicht dargestellt), so dass zusätzlich noch ein Kanal 22 zum Leiten einer Kühlflüssigkeit besteht.

55 Patentansprüche

1. Energieleitplatte (2) für einen Wärmetauscher oder für einen Brennstoffzellenstapel,

- mit einer ersten außen liegenden Metallschicht (4),
 - mit einer zweiten außen liegenden Metallschicht (6) und
 - mit einer dritten mittleren Metallschicht (8), 5
 - wobei die Metallschichten (4, 6, 8) miteinander plattiert sind,
 - wobei die erste Metallschicht (4) und die zweite Metallschicht (6) aus einem Metall mit einer gegenüber der dritten Metallschicht (8) erhöhten Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit und/oder Druckbeständigkeit bestehen,
 - wobei die dritte Metallschicht (8) aus einem Metall mit einer gegenüber der ersten Metallschicht (4) und gegenüber der zweiten Metallschicht (6) erhöhten Energieleitfähigkeit besteht,
 - wobei die Dicke der ersten Metallschicht (4) größer als die Dicke der zweiten Metallschicht (6) ist, 20
 - wobei die erste Metallschicht (4) eine nach außen offene Tiefenstruktur (10) für ein Aufnehmen eines Fluides aufweist und
 - wobei das Volumen der dickeren ersten Metallschicht (4) mit den ausgenommenen Abschnitten der Tiefenstruktur (10) im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht (6) ist. 25
2. Energieleitplatte nach Anspruch 2, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass das Volumen der ersten Schicht (4) und das Volumen der zweiten Schicht (6) weniger als 10%, insbesondere weniger als 5% voneinander abweichen. 35
3. Energieleitplatte nach Anspruch 1 oder 2, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Metallschicht (4) und die zweite Metallschicht (6) aus einem Stahl, Edelstahl, aus 1.4404, aus 1.4760, aus Titan oder einer Titanlegierung, aus Niob, aus Tantal oder aus Aluminium bestehen. 45
4. Energieleitplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass die dritte Metallschicht (8) aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung, aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht. 55
5. Energieleitplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Tiefenstruktur (10) der ersten Metallschicht (4) eine erste Tiefenstruktur darstellt,
 - **dass** die zweite Metallschicht (6) eine nach außen offene zweite Tiefenstruktur (14) für ein Aufnehmen eines Fluides aufweist und
- **dass** das Volumen der dickeren ersten Metallschicht (4) mit den ausgenommenen Abschnitten der ersten Tiefenstruktur (10) im Wesentlichen gleich groß wie das Volumen der zweiten Schicht (6) mit der ausgenommenen zweiten Tiefenstruktur (14) ist.
6. Energieleitplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die erste Tiefenstruktur (10) und/oder ggf. die zweite Tiefenstruktur (14) mittels eines Ätzvorgangs hergestellt sind.
7. Wärmetauscher
- mit einer Energieleitplatte (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 - wobei die zweite Metallschicht (6) geeignet ist, mit einem zu kühlenden Bauteil, insbesondere einem zu kühlenden elektronischen Bauteil, verbunden zu werden und
 - wobei die Energieleitplatte Wärmeenergie vom zu kühlenden Bauteil wegleitet.
8. Brennstoffzellenstapel
- mit zwei Endplatten (102, 104),
 - mit mindestens zwei aus jeweils einer Anode (108), einer Membran (110) und einer Kathode (112) bestehenden Membran-Elektroden-Einheiten (106),
 - mit mindestens einer zwischen zwei Membran-Elektroden-Einheiten (106) angeordneten Bipolarplatte (114),
 - wobei mindestens eine der Endplatten (102, 104) eine Energieleitplatte (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 aufweist und/oder
 - wobei die mindestens eine Bipolarplatte (114) eine Energieleitplatte (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 aufweist.
9. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass mindestens eine Bipolarplatte (114) aus zwei Energieleitplatten (2) zusammengesetzt ist.

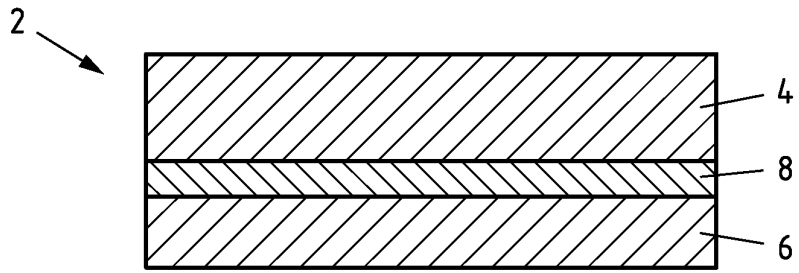


Fig.1

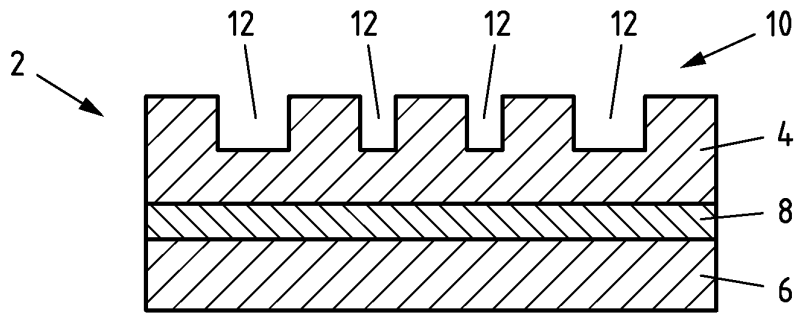


Fig.2

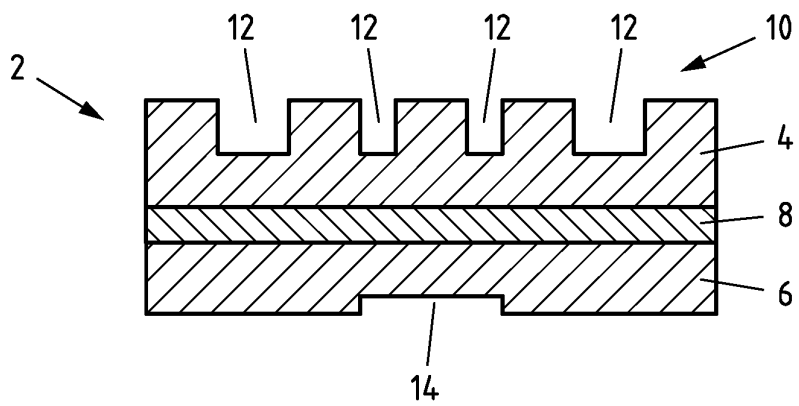


Fig.3

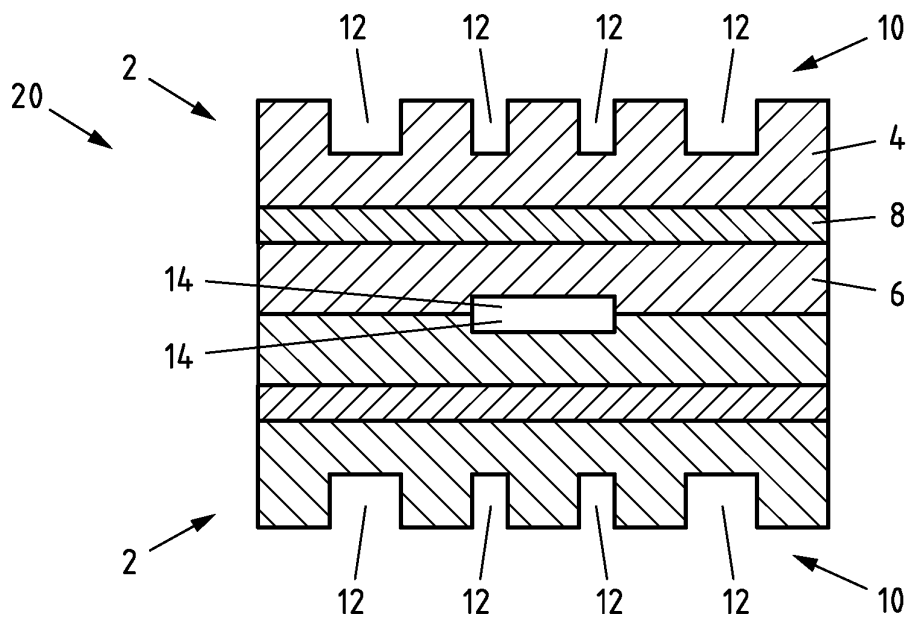
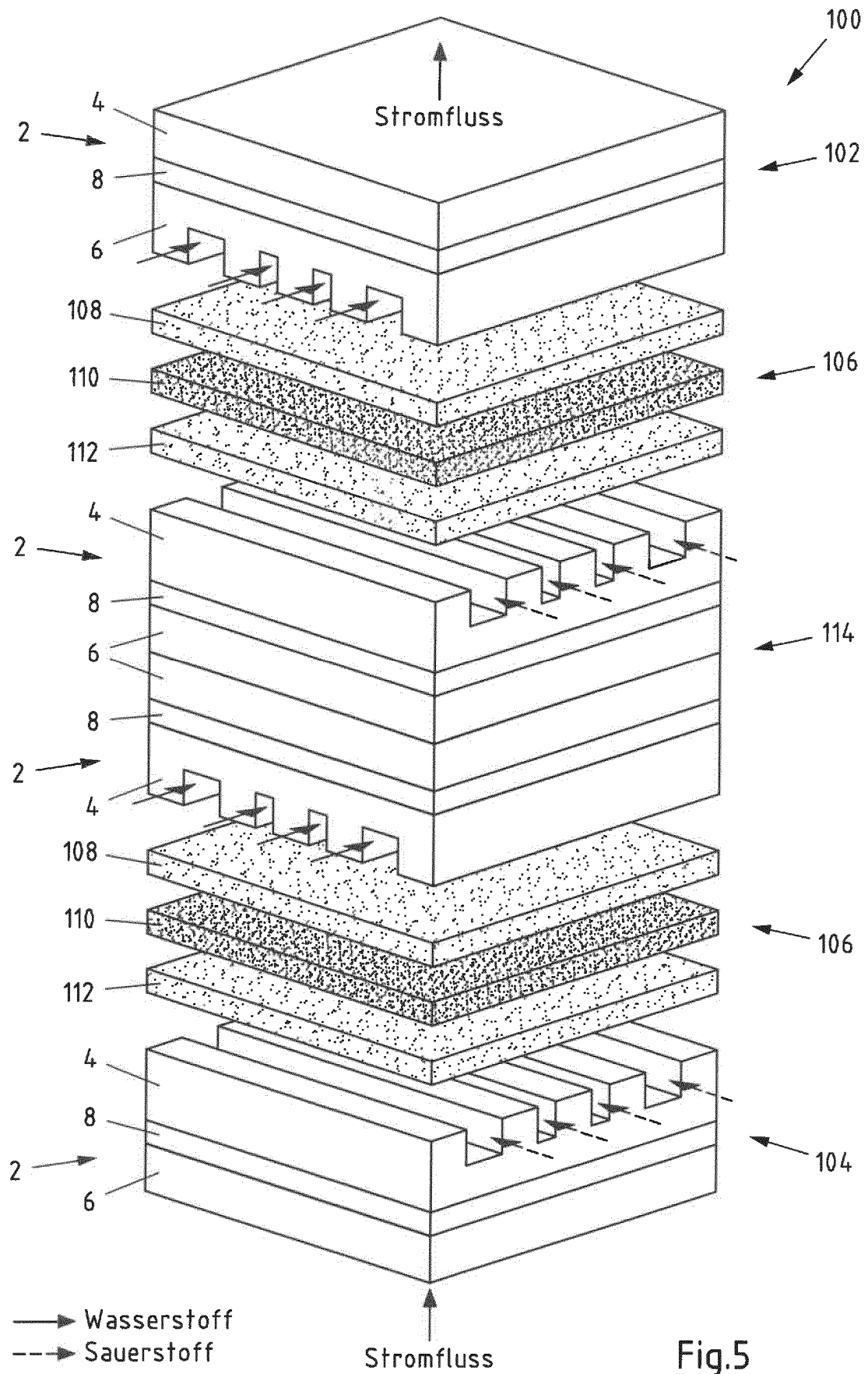


Fig.4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 1355

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2022/246950 A1 (VIVEKANANTHAN JEEVANTHI [DE] ET AL) 4. August 2022 (2022-08-04) * Abbildungen 1-4 *	1-9	INV. F28F3/04 F28D9/00 F28F21/08
A	US 10 135 077 B2 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 20. November 2018 (2018-11-20) * Abbildungen 1-3 *	1-9	
A	US 2008/138687 A1 (ABD ELHAMID MAHMOUD H [US] ET AL) 12. Juni 2008 (2008-06-12) * Abbildungen *	1-9	
A	US 2010/119913 A1 (TANIFUJI SHINICHI [JP] ET AL) 13. Mai 2010 (2010-05-13) * das ganze Dokument *	1-9	
A	US 8 377 609 B2 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; IUCF HYU [KR] ET AL.) 19. Februar 2013 (2013-02-19) * das ganze Dokument *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28D F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. März 2024	Prüfer Mellado Ramirez, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 23 21 1355

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2022246950 A1	04-08-2022	BR 112021025036 A2	01-02-2022
		CA 3140086 A1	17-12-2020
		CN 113892204 A	04-01-2022
		DE 102019116000 A1	17-12-2020
		EP 3984088 A1	20-04-2022
		JP 7305804 B2	10-07-2023
		JP 2022536721 A	18-08-2022
		KR 20220018972 A	15-02-2022
		US 2022246950 A1	04-08-2022
		WO 2020249154 A1	17-12-2020

US 10135077 B2	20-11-2018	CN 105895927 A	24-08-2016
		DE 102016102393 A1	18-08-2016
		US 2016240865 A1	18-08-2016

US 2008138687 A1	12-06-2008	DE 102007055222 A1	05-06-2008
		US 2008138687 A1	12-06-2008

US 2010119913 A1	13-05-2010	CN 101641819 A	03-02-2010
		EP 2157645 A1	24-02-2010
		JP 2008258114 A	23-10-2008
		KR 20090130181 A	18-12-2009
		US 2010119913 A1	13-05-2010
		WO 2008126525 A1	23-10-2008

US 8377609 B2	19-02-2013	CN 101609897 A	23-12-2009
		DE 102008043769 A1	17-12-2009
		KR 20090130453 A	24-12-2009
		US 2009311574 A1	17-12-2009

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