



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 202 542.7**

(22) Anmeldetag: **12.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **13.08.2015**

(51) Int Cl.: **H01M 10/6555 (2014.01)**

(71) Anmelder:
MAHLE Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**BRP Renaud und Partner mbB, 70173 Stuttgart,
DE**

(72) Erfinder:
**Benamor, Tasnim, 70435 Stuttgart, DE; Grünwald,
Jürgen, Dr., 71638 Ludwigsburg, DE; Neumeister,
Dirk, Dr., 70374 Stuttgart, DE; Hirsch, Stefan,
70180 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2011 004 721	A1
DE	10 2012 218 102	A1
US	2011 / 0 052 960	A1
US	2012 / 0 107 663	A1
US	2013 / 0 316 203	A1
WO	2013/ 156 554	A1

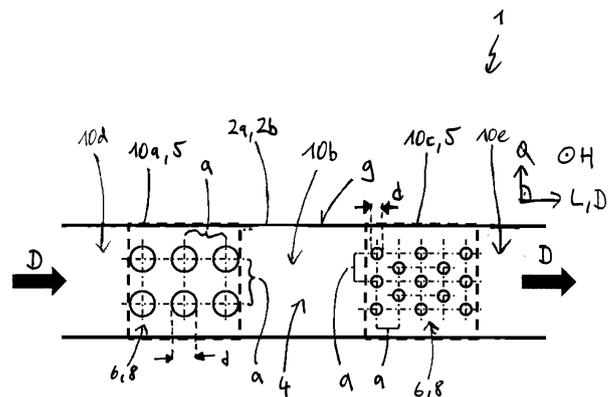
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kühlvorrichtung, insbesondere für eine Batterie eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (1), insbesondere für eine Batterie eines Kraftfahrzeugs,

- mit einer ersten Kühlplatte (2a),
- mit einer stoffschlüssig an der ersten Kühlplatte (2a) befestigten zweiten Kühlplatte (2b),
- wobei die zweite Kühlplatte (2b) eine Vertiefung (3) aufweist, so dass die beiden Kühlplatten (2a, 2b) in einem aneinander befestigten Zustand im Bereich der Vertiefung (3) einen Fluidkanal (4) für ein Kühlmittel ausbilden,
- wobei auf einer von der zweiten Kühlplatte (2b) abgewandten Seite der ersten Kühlplatte (2a) wenigstens ein thermoelektrisches Element (5) angeordnet ist,
- wobei auf einer der ersten Kühlplatte zugewandten Seite der zweiten Kühlplatte (2b) eine Mehrzahl von Turbulenz-Erzeugungselementen (6) vorgesehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung, insbesondere für eine Batterie eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Batterie-Anordnung mit einer solchen Kühlvorrichtung sowie ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einer solchen Batterie-Anordnung.

[0002] In modernen Hybrid- und Elektrokraftfahrzeugen kommen oftmals Lithium-Ionen-Batterien als wiederaufladbare Energiespeicher zum Einsatz. Eine hinsichtlich Lebensdauer und maximaler Energiespeichermenge optimierte Batterie benötigt für die einzelnen Batteriezellen ein entsprechend leistungsfähiges Kühlsystem, welches eine Erwärmung der Batterie über eine maximale Betriebstemperatur hinaus zu verhindern vermag.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind vor diesem Hintergrund Kühlsysteme bekannt, welches mittels zweier halbschalenartig ausgebildeter Kühlplatten, die in einem aneinander befestigten Zustand einen Kühlmittelkanal für ein Kühlmittel ausbilden, einen Wärmeaustausch zwischen der Batterie und den Kühlplatten gestatten, wobei die zum Verdampfen des flüssigen Kühlmittels erforderliche Verdampfungsenthalpie der Batterie in Form von Wärme entzogen wird. Wird ein lediglich einphasiges, also in nur flüssiger Form vorliegendes Kühlmittel verwendet, dann kann besagter Wärmeaustausch von thermoelektrischen Elementen, etwa in Form sogenannter Peltier-Elemente, unterstützt werden, die an definierten Stellen zwischen zu kühlender Batterie und den Kühlplatten angebracht werden.

[0004] Vor diesem Hintergrund behandelt die EP 1 271 085 A2 eine Kühlvorrichtung zum Kühlen einer Fahrzeugbatterie mit Hilfe eines Kühlmittels. Besagte Kühlvorrichtung umfasst eine Mehrzahl an gleichartig ausgebildeten, vom Kühlmittel durchströmbaren und mit der zu kühlenden Batterie in Anlagekontakt bringbaren Kühlelementen, die eine erste Kühlelementseite und eine dieser gegenüberliegende zweite Kühlelementseite aufweisen. Die Kühlelementseiten besitzen Anschlussöffnungen, welche Eintritts- beziehungsweise Austrittsöffnungen für das Kühlmittel bilden und mit dem Innenraum des Kühlelements kommunizierend in Verbindung stehen.

[0005] Die GB 2 063 450 beschreibt eine ähnliche Kühlvorrichtung in Form eines Plattenwärmetauschers, bei welchem eine Mehrzahl von Kühlplatten entlang einer Stapelrichtung aufeinander gestapelt sind. In den einzelnen Kühlplatten können zur Verbesserung des Wärmeaustausches Vertiefungen vorgesehen sein.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für eine

Kühlvorrichtung zu schaffen, mittels welcher insbesondere eine besonders homogene Kühlung der zu kühlenden Batterie(n) erreicht werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0008] Grundgedanke der Erfindung ist demnach, in einem durch zwei Kühlplatten gebildeten Fluidkanal eine Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen vorzusehen, welche lokal Turbulenzen, also turbulente Strömungen, in dem den Fluidkanal durchströmenden Kühlmittel erzeugen. Mittels derartiger Turbulenzerzeugungselemente lässt sich der Wärmeübergangsbeiwert der Kühlvorrichtung im Bereich der Turbulenzerzeugungselemente lokal erhöhen, was dort zu einem verbesserten Wärmestrom von der zu kühlenden Batterie zum Kühlmittel führt.

[0009] Da das Kühlmittel beim Durchströmen der Kühlplatten aufgrund der der Batterie entzogenen Wärme eine Temperaturzunahme erfährt, was wiederum zu einer Reduktion des Wärmestroms von der Batterie zum Kühlmittel aufgrund der reduzierten Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und Batterie führen würde, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, entlang der Durchströmungsrichtung des Kühlmittels durch den Fluidkanal derart Turbulenzerzeugungselemente anzuordnen. Auf diese Weise lässt sich eine entlang der Strömungsrichtung abnehmende Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und zu kühlender Batterie ausgleichen, so dass im Ergebnis der Wärmestrom von der Batterie zum Kühlmittel konstant gehalten werden kann. Dies hat letztlich eine verbesserte, weil besonders homogene Kühlung der Batterie zur Folge.

[0010] Eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung umfasst daher eine erste Kühlplatte sowie eine stoffschlüssig an der ersten Kühlplatte befestigte zweite Kühlplatte. Die zweite Kühlplatte weist dabei eine Vertiefung auf, so dass die beiden Kühlplatten in einem aneinander befestigten Zustand im Bereich besagter Vertiefung wenigstens einen Fluidkanal für das Kühlmittel ausbilden. Auf einer von der zweiten Kühlplatte abgewandten ersten Seite der ersten Kühlplatte ist wenigstens ein thermoelektrisches Element, etwa in der Art eines Peltier-Elements, angeordnet, welches den Wärmetransport von der Batterie zur Kühlvorrichtung unterstützt. Erfindungswesentlich ist jedoch, wie bereits erläutert, eine Mehrzahl von Turbulenz-Erzeugungselementen, die auf einer der ersten Kühlplatte zugewandten ersten Seite der zweiten Kühlplatte vorgesehen ist.

[0011] Besonders bevorzugt können die Turbulenz-Erzeugungselemente hinsichtlich ihrer Elementdicht und/oder ihrer Anzahl und/oder ihres Durchmesser

abschnittsweise derart ausgebildet werden, dass ein Wärmestrom $d/dt Q$ zumindest zwischen der ersten Kühlplatte und dem den Fluidkanal durchströmenden Kühlmittel wenigstens abschnittsweise, insbesondere über die gesamte erste Kühlplatte hinweg, im Wesentlichen konstant ist. Der Wärmestrom $d/dt Q$ ist dabei gemäß der Formel $d/dt Q = \alpha \cdot \Delta T$ definiert, wobei α Wärmeübergangskoeffizient und ΔT die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmittel und der ersten Kühlplatte ist. Mit "Elementdichte" ist dabei die Anzahl der Turbulenz-Erzeugungselemente pro Flächeneinheit gemeint.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist nicht nur ein einziges thermoelektrisches Element in der Kühlvorrichtung verbaut. Vielmehr bietet es sich an, wenigstens zwei, vorzugsweise eine Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen vorzusehen, welche in dem Fachmann bekannter Weise durch elektrisches Bestromen den Wärmeaustausch zwischen zu kühlender Batterie und dem Kühlmittel maßgeblich zu verbessern vermögen.

[0013] Hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung der erfindungswesentlichen Turbulenz-Erzeugungselemente eröffnen sich dem einschlägigen Fachmann vielfältige Optionen. Als besonders bevorzugt mag eine Ausführungsform erachtet werden, bei welcher die Turbulenz-Erzeugungselemente jeweils als noppenartige Erhebungen ausgebildet sind, die, insbesondere in der Art von Kegelstümpfen, von der zweiten Kühlplatte weg zur ersten Kühlplatte hin abstehen. Experimentelle Untersuchungen und Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass derartige Erhebungen die gewünschte Ausbildung von turbulenten Strömungen im Kühlmittel bis hin zu Wirbelströmen in besonderem Maße fördern. Zudem sind derartige Erhebungen, etwa durch Tiefziehen mit Hilfe eines geeigneten Prägwerkzeugs, relativ einfach herzustellen, was Kostenvorteile bei der Herstellung der gesamten Kühlvorrichtung nach sich zieht.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung liegen die noppenartigen Erhebungen jeweils an der ersten Kühlplatte an. Auf diese Weise kann sich die zu kühlende Batterie tragende erste Kühlplatte an den noppenartigen Erhebungen der zweiten Kühlplatte abstützen, wodurch die strukturelle Integrität der gesamten Kühlvorrichtung in nicht unerheblichem Maße verbessert werden kann. Eine besonders hohe Steifigkeit der Anordnung aus erster und zweiter Kühlplatte lässt sich erzielen, wenn die noppenartigen Erhebungen stoffschlüssig, etwa mittels einer Lötverbindung, an der ersten Kühlplatte befestigt sind. Da die zur Kühlung auf der von der ersten Kühlplatte angewandten Seite der zweiten Kühlplatte angebrachten Batteriezellen ein beträchtliches Eigengewicht aufweisen können, vermag sich die erste Kühlplatte im Bereich der Erhebungen also nicht nur an der zweiten Kühlplatte abzustützen, sondern ist in diesem Be-

reich zusätzlich starr an der zweiten Kühlplatte fixiert, was die strukturelle Integrität der gesamten Kühlvorrichtung deutlich erhöht.

[0015] Besonders zweckmäßig kann sich der Fluidkanal entlang einer sich parallel zu einer Längsseite der Kühlplatten erstreckenden Längsrichtung erstrecken, so dass hinsichtlich des Kühlmittels eine Durchströmungsrichtung des Fluidkanals im Wesentlichen durch besagte Längsrichtung definiert wird. Alternativ dazu mag die Kühlvorrichtung konstruktiv aber auch derart gestaltet werden, dass sich der Fluidkanal entlang einer sich parallel zu einer Querseite der Kühlplatten erstreckenden Querrichtung erstreckt, so dass die Durchströmungsrichtung im Wesentlichen durch diese Querrichtung festgelegt wird.

[0016] In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform nimmt eine Elementdichte der Turbulenz-Erzeugungselemente entlang der Durchströmungsrichtung zu. Simulationsrechnungen haben in diesem Zusammenhang gezeigt, dass mit zunehmender Elementdichte die Intensität der im Kühlmittelstrom auftretenden Turbulenzeffekte deutlich zunimmt. Somit kann bei Durchströmung des Fluidkanals in Durchströmungsrichtung derart, dass das Kühlmittel zunächst Bereiche des Kühlmittels mit einer geringeren Elementdichte durchströmt, eine beim Durchströmen des Fluidkanals abnehmende Temperaturdifferenz zwischen Batterie und Kühlmittel durch zunehmende Turbulenzströmungen ausgeglichen werden, da der Wärmeübergangskoeffizient mit zunehmender Elementdichte ebenfalls zunimmt. In der Folge kann die Wärmestromdichte zwischen Batterie und Kühlmittel bzw. Kühlplatten weitgehend oder sogar vollständig konstant gehalten werden.

[0017] Derselbe vorteilhafte Effekt lässt sich erzielen, wenn bezüglich einer Draufsicht auf die zweite Kühlplatte ein jeweiliger Durchmesser der als noppenartige Erhebungen ausgebildeten Turbulenz-Erzeugungselemente entlang der Durchströmungsrichtung der Kühlvorrichtung abnimmt. Für den Fall, dass die Erhebungen eine kegelstumpfförmige geometrische Formgebung besitzen, so dass sich deren Durchmesser von der zweiten Kühlplatte zur ersten Kühlplatte hin verjüngt, kann der Durchmesser etwa durch arithmetische Mittelung des Durchmessers der Erhebung im Bereich ihrer Ober- und Unterseite berechnet werden.

[0018] Für den Fall, dass die hier vorgestellte Kühlvorrichtung eine Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen umfasst, also wenigstens zwei solche Elemente aufweist, empfiehlt es sich in einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform aus Kostengründen, nicht in allen Bereichen der ersten Seite der Kühlplatte thermoelektrische Elemente vorzusehen, sondern deren Bereitstellung auf einzelne Bereiche bzw. Abschnitte zu begrenzen. Als besonders zweckmäßig

erweist sich vor dem Hintergrund derartiger Überlegungen eine vorteilhafte Weiterbildung, bei welcher entlang der Durchströmungsrichtung der Kühlvorrichtung wenigstens ein erster Plattenabschnitt vorgesehen ist, in welchem auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte wenigstens ein thermoelektrisches Element angeordnet ist. Zusätzlich ist demgegenüber wenigstens ein weiterer, zweiter Plattenabschnitt vorgesehen, in welchem auf besagter erster Seite der ersten Kühlplatte keine thermoelektrischen Elemente angeordnet sind.

[0019] Besonders bevorzugt können entlang der Durchströmungsrichtung der Kühlvorrichtung entlang einer Längsseite der ersten Kühlplatte abwechselnd wenigstens zwei erste Plattenabschnitte und wenigstens zwei zweite Plattenabschnitte vorgesehen werden. Das Kühlmittel wird in diesem Fall also die wenigstens zwei ersten Plattenabschnitte und die wenigstens zwei zweiten Plattenabschnitte nacheinander und abwechselnd durchströmen.

[0020] Besonders bevorzugt werden in der Kühlvorrichtung wenigstens in einem ersten Plattenabschnitt Turbulenz-Erzeugungselemente zur Erzeugung eines abschnittsweise turbulenten Bereichs im Kühlmittel-Strömungsfeld vorgesehen. Auf diese Weise kann der Wärmeübergangsbeiwert der Kühlvorrichtung im Bereich der thermoelektrischen Elemente, in welchem in besonders ausgeprägtem Maße Wärme von der Batterie an das Kühlmittel übertragen werden soll, erhöht werden, so dass die Wärmestromdichte von der Batterie zum Kühlmittel dort ebenfalls erhöht wird.

[0021] Besonders geringe Herstellungskosten lassen sich indes erzielen, wenn Turbulenz-Erzeugungselemente entlang der Durchströmungsrichtung nur im ersten Plattenabschnitt vorgesehen werden, nicht jedoch im zweiten Plattenabschnitt, in welchem keine thermoelektrischen Elemente zur Erhöhung des Wärmeaustauschs zwischen Batterie und Kühlplatten vorhanden sind.

[0022] Besonders ausgeprägte Turbulenzeffekte werden dabei in dem den Fluidkanal durchströmenden Kühlmittel hervorgerufen, wenn die Turbulenz-Erzeugungselemente bezüglich einer Draufsicht auf die zweite Kühlplatte rasterartig auf dieser angeordnet werden. Eine solche, rasterartige Anordnung der Turbulenz-Erzeugungselemente, wenn diese in Form bereits erwähnter Erhebungen ausgestaltet sind, unterstützt darüber hinaus die bereits angesprochene, stabile Abstützung der ersten Kühlplatte an der zweiten Kühlplatte.

[0023] In einer zu den vorangehend erläuterten Ausführungsformen mit Plattenabschnitten, an welchen Turbulenzerzeugungselemente nur abschnittsweise vorgesehen sind, alternativen Variante, können Tur-

bulenzerzeugungselemente aber auch im Wesentlichen vollständig über die gesamte erste Seite der zweiten Kühlplatte verteilt sein.

[0024] Eine mechanisch besonders stabile Anordnung der beiden Kühlplatten kann erzielt werden, wenn die zweite Kühlplatte im Bereich wenigstens einer Erhebung, vorzugsweise aller Erhebungen, stoffschlüssig, insbesondere mittels Verlöten, mit der ersten Kühlplatte verbunden ist.

[0025] Zu Erzielung einer besonders homogenen Kühlleistung durch die hier vorgestellte Kühlvorrichtung wird in einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte eine Wärmeverteilungsplatte anzuordnen, und zwar derart, dass die Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen sandwichartig zwischen der ersten Kühlplatte und der Wärmeverteilungsplatte angeordnet ist. Auf diese Weise lässt sich erreichen, dass die thermoelektrischen Elemente nicht nur lokal begrenzt ihre Kühlwirkung auf die Batterie entfalten, was der angestrebten homogenen Kühlleistung entgegenwirken würde. Gleichzeitig lässt sich bei Verwendung einer solchen Wärmeverteilungsplatte die Anzahl der insgesamt in der Kühlvorrichtung benötigten thermoelektrischen Elemente gegenüber Kühlvorrichtungen ohne eine solche Verteilungsplatte reduzieren, was sich günstig auf die Herstellungskosten der Kühlvorrichtung auswirkt.

[0026] Fertigungstechnisch besonders einfach und somit kostengünstig herzustellen ist indes eine Ausführungsform, bei welcher die erste Kühlplatte im Wesentlichen plan ausgebildet ist.

[0027] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist nicht nur ein einziges thermoelektrisches Element in der Kühlvorrichtung verbaut. Vielmehr bietet es sich an, wenigstens zwei, vorzugsweise eine Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen vorzusehen, welche in dem Fachmann bekannter Weise durch elektrisches Bestromen den Wärmeaustausch zwischen zu kühlender Batterie und dem Kühlmittel maßgeblich zu verbessern vermögen.

[0028] Hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung der erfindungswesentlichen Turbulenz-Erzeugungselemente eröffnen sich dem einschlägigen Fachmann vielfältige Optionen. Als besonders bevorzugt mag eine Ausführungsform erachtet werden, bei welcher die Turbulenz-Erzeugungselemente jeweils als noppenartige Erhebungen ausgebildet sind, die, insbesondere in der Art von Kegelstümpfen, von der zweiten Kühlplatte weg zur ersten Kühlplatte hin abstehen. Experimentelle Untersuchungen und Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass derartige Erhebungen die gewünschte Ausbildung von turbulenten Strömungen im Kühlmittel bis hin zu Wirbelströmen in besonderem Maße fördern. Zudem sind derartige Er-

hebungen, etwa durch Tiefziehen mit Hilfe eines geeigneten Prägwerkzeugs, relativ einfach herzustellen, was Kostenvorteile bei der Herstellung der gesamten Kühlvorrichtung nach sich zieht.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung liegen die noppenartigen Erhöhungen jeweils an der ersten Kühlplatte an. Auf diese Weise kann sich die die zu kühlende Batterie tragende erste Kühlplatte an den noppenartigen Erhöhungen der zweiten Kühlplatte abstützen, wodurch die strukturelle Integrität der gesamten Kühlvorrichtung in nicht unerheblichem Maße verbessert werden kann. Eine besonders hohe Steifigkeit der Anordnung aus erster und zweiter Kühlplatte lässt sich erzielen, wenn die noppenartigen Erhöhungen stoffschlüssig, etwa mittels einer Lötverbindung, an der ersten Kühlplatte befestigt sind. Da die zur Kühlung auf der von der ersten Kühlplatte abgewandten Seite der zweiten Kühlplatte angebrachten Batteriezellen ein beträchtliches Eigengewicht aufweisen können, vermag sich die erste Kühlplatte im Bereich der Erhebungen also nicht nur an der zweiten Kühlplatte abzustützen, sondern ist in diesem Bereich zusätzlich starr an der zweiten Kühlplatte fixiert, was die strukturelle Integrität der gesamten Kühlvorrichtung deutlich erhöht.

[0030] Die Erfindung betrifft ferner eine Batterie-Anordnung mit einer Batterie, insbesondere mit einer Lithium-Ionen-Batterie, sowie mit einer Kühlvorrichtung mit einem oder mehreren der vorangehend genannten Merkmale. Die Batterie ist dabei thermisch mit der Kühlvorrichtung gekoppelt.

[0031] Die Erfindung betrifft schließlich ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einer vorangehend genannten Batterie-Anordnung.

[0032] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0033] 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.

[0034] 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 Komponenten beziehen.

[0035] Es zeigen, jeweils schematisch,

[0036] Fig. 1 ein erstes Beispiel einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung in einem Querschnitt,

[0037] Fig. 2 eine schaltplanartige Darstellung der Kühlvorrichtung der Fig. 1,

[0038] Fig. 3 eine erste Variante des Beispiels der Fig. 2,

[0039] Fig. 4 eine zweite Variante des Beispiels der Fig. 2,

[0040] Fig. 5 eine dritte Variante des Beispiels der Fig. 2.

[0041] Fig. 1 illustriert ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Batterie-Anordnung **15** ausschnittsweise und in einem Querschnitt. Die Batterie-Anordnung **15** umfasst eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung **1** mit einer ersten Kühlplatte **2a** und mit einer stoffschlüssig an der ersten Kühlplatte **2a** befestigten, zweiten Kühlplatte **2b**. Die zweite Kühlplatte **2b** weist eine Vertiefung **3** auf, so dass die beiden Kühlplatten **2a, 2b** in einem aneinander befestigten Zustand im Bereich der Vertiefung **3** einen Fluidkanal **4** für ein Kühlmittel ausbilden. Der Fluidkanal **4** erstreckt sich entlang einer Längsrichtung **L** der beiden Kühlplatten **2a, 2b**, welche im Beispiel der Fig. 1 in zur Zeichenebene orthogonaler Richtung verläuft. Auf einer von der zweiten Kühlplatte **2b** abgewandten ersten Seite der ersten Kühlplatte **2a** ist eine Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen **5** angeordnet, von denen in Fig. 1 exemplarisch nur ein einziges Element **5** gezeigt ist.

[0042] Die Batterie-Anordnung **15** umfasst weiter eine Batterie **16**, beispielsweise eine Lithium-Ionen-Batterie, die über eine Wärmeverteilungsplatte **17** thermisch mit der ersten Kühlplatte **2a** gekoppelt ist. Die thermoelektrischen Elemente **5** sind dabei sandwichartig zwischen der ersten Kühlplatte **2a** und der Wärmeverteilungsplatte **17** angeordnet. Mit anderen Worten, die zweite Kühlplatte **2b**, die erste Kühlplatte **2a**, die thermoelektrischen Elemente **5** sowie die Wärmeverteilungsplatte **17** sind entlang einer Hochrichtung **H** der Kühlvorrichtung **1** aufeinandergestapelt.

[0043] Die thermoelektrischen Elemente **5** können bezüglich der Längsrichtung **L** und auch bezüglich einer Querrichtung **Q**, die orthogonal sowohl zur Hochrichtung **H** als auch zur Längsrichtung **L** verläuft, im Abstand zueinander angeordnet sein. In Zwischenräumen zwischen den einzelnen Elementen **5** mögen elektrische Verbindungsleitungen (nicht gezeigt) zur elektrischen Stromversorgung der thermoelektrischen Elemente **5** angebracht werden.

[0044] Auf einer der ersten Kühlplatte **2a** zugewandten, ersten Seite der zweiten Kühlplatte **2b** ist ei-

ne Mehrzahl von Turbulenz-Erzeugungselementen **6** vorgesehen, von denen in der **Fig. 1** der Übersichtlichkeit halber nur ein Einziges gezeigt ist.

[0045] Die Turbulenz-Erzeugungselemente **6** sind jeweils als noppenartige Erhebungen **8** ausgebildet, die in der Art von Kegelstümpfen von der zweiten Kühlplatte **2b** zur ersten Kühlplatte **2a** hin abstehen. Die noppenartigen Erhebungen **8** sind, etwa durch Tiefziehen oder einen anderen geeigneten Umformvorgang, integral an der zweiten Kühlplatte **2b** ausgeformt. Die noppenartigen Erhebungen **8** besitzen einen Kontaktabschnitt **7** – für den Fall einer kegelförmigen Ausbildung handelt es sich um die Deckfläche des Kegelstumpfs –, mit welchem sie jeweils an der ersten Kühlplatte **2a** anliegen. Die Erhebungen **8** können zusätzlich mittels des Kontaktabschnitts **7** stoffschlüssig, beispielsweise mittels einer Lötverbindung, an der ersten Kühlplatte **2a** befestigt werden.

[0046] **Fig. 2** illustriert nun in einer schaltplanartigen Darstellung eine mögliche Anordnungsgeometrie der Turbulenz-Erzeugungselemente **6** an der zweiten Kühlplatte **2b** der Kühlvorrichtung **1**. Im Beispiel der **Fig. 2** erstreckt sich der Fluidkanal **4** entlang einer parallel zu einer Längsseite **9** der Kühlplatten **2a, 2b** verlaufenden Längsrichtung **L**, so dass eine Durchströmungsrichtung **D** des Kühlmittels **4** im Wesentlichen durch die Längsrichtung **L** definiert ist.

[0047] Im Beispiel der **Fig. 2** ist entlang der Durchströmungsrichtung **D** der Kühlvorrichtung **1** ein erster Plattenabschnitt vorgesehen, in welchem auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte **2a** thermoelektrische Elemente **5** angeordnet sind. Dieser Plattenabschnitt ist in **Fig. 2** gestrichelt markiert und mit dem Bezugszeichen **10a** bezeichnet. Ein weiterer solcher (erster) Plattenabschnitt ist stromab des ersten Plattenabschnitts **10a** vorgesehen und mit dem Bezugszeichen **10c** bezeichnet. Auch im Bereich **10c** sind thermoelektrische Elemente **5** auf der ersten Kühlplatte **2a** angeordnet. Im Bereich zwischen den Plattenabschnitten **10a** und **10c**, im Folgenden als zweiter Plattenabschnitt **10b** bezeichnet, sind hingegen keine thermoelektrischen Elemente **5** vorgesehen. Die ersten Plattenabschnitte **10a** und **10c** unterscheiden sich vom zweiten Plattenabschnitt **10b** also zumindest darin, dass im zweiten Plattenabschnitt **10b** – im Gegensatz zu den Plattenabschnitten **10a, 10c** – keine thermoelektrischen Elemente **5** vorgesehen sind. In weiterführenden Varianten des Beispiels können sich entlang der Durchströmungsrichtung **D** des Fluidkanals **4** eine Mehrzahl solcher erster und zweiter Plattenabschnitte **10a, 10c, 10b** abwechseln. Beim Plattenabschnitt **10d** stromauf des ersten Plattenabschnitts **10a** sowie beim Plattenabschnitt **10e** stromab des ersten Plattenabschnitts **10e** handelt es sich gemäß der hier vorgestellten Nomenklatur also jeweils um einen zweiten Plattenabschnitt ohne Turbulenzerzeugungselemente **6**.

[0048] Aus dem Beispiel der **Fig. 2** entnimmt man, dass auch die erfindungswesentlichen Turbulenz-Erzeugungselemente **6** nur im Bereich der ersten Plattenabschnitte **10a, 10b** vorgesehen sind, nicht jedoch in den zweiten Plattenabschnitten **10b, 10d, 10e**. Dies bedeutet, dass Turbulenzen im Kühlmittel insbesondere im jenem Bereich des Fluidkanals **4** erzeugt werden, in welchem aufgrund des Vorhandenseins thermoelektrischer Elemente **5** ein besonders intensiver Wärmeaustausch zwischen der Batterie **16** und dem Kühlmittel stattfindet. Die Turbulenz-Erzeugungselemente **6** können dabei wie in **Fig. 2** gezeigt bezüglich einer Draufsicht auf die zweite Kühlplatte **2b** rasterartig auf dieser angeordnet sein.

[0049] Als vorteilhaft erweist es sich, die Turbulenz-Erzeugungselemente **6** derart an der zweiten Kühlplatte **2a** vorzusehen, dass eine Elementdichte der Turbulenz-Erzeugungselemente **6** entlang der Durchströmungsrichtung **D** des Fluidkanals **4** zunimmt. Dies bedeutet, dass die Anzahl von Turbulenz-Erzeugungselemente **6** pro Flächeneinheit der zweiten Kühlplatte **2b** entlang der Durchströmungsrichtung **D** zunimmt. Im Beispiel der **Fig. 2** ist die Elementdichte im Bereich des ersten Plattenabschnitts **10c** größer als im Bereich des stromauf von diesem angeordneten ersten Plattenabschnitt **10a**. Die Zunahme der Elementdichte erfolgt im Beispiel der **Fig. 1** von Plattenabschnitt **10a** zu Plattenabschnitt **10c** unstetig und ist innerhalb eines Plattenabschnitts **10a, 10c** jeweils konstant. Typischerweise mag die Elementdichte der Turbulenz-Erzeugungselemente **6** im Plattenabschnitt **10c** das 1,5 bis 2,7-fache der Elementdichte im Plattenabschnitt **10a** betragen.

[0050] Aus dem Beispielszenario der **Fig. 2** folgt auch, dass bezüglich der Draufsicht auf die zweite Kühlplatte **2b** ein jeweiliger Durchmesser **d** der Erhebungen **8** entlang der Durchströmungsrichtung **D** abnimmt. Der Durchmesser **d** der Erhebungen **8** im ersten Plattenabschnitt **10a** kann beispielsweise zwischen 8mm und 10mm betragen, wohingegen der Durchmesser **d** der Erhebungen **8** im Plattenabschnitt **10c** Werte zwischen 3mm und 5mm annimmt.

[0051] Gleiches kann für einen Abstand **a** zweier benachbarter Erhebungen **6, 8** gelten, wenn dieser entlang der Längsrichtung **L** oder der orthogonal zur Längsrichtung **L** verlaufenden Querrichtung **Q** der Kühlplatten **2a, 2b** gemessen wird. Die Abnahme des Durchmessers **d** bzw. des Abstands **a** erfolgt im Beispiel der **Fig. 2** vom (ersten) Plattenabschnitt **10a** zum (ersten) Plattenabschnitt **10c** in unstetiger Form. Die vorangehend vorgestellten Maßnahmen, also eine entlang der Durchströmungsrichtung **D** zunehmende Elementdichte, ein abnehmender Abstand **a** sowie ein abnehmender Durchmesser **d** zwischen zwei benachbarten Turbulenzerzeugungselementen **6** führen allesamt zu dem Effekt eines erhöhten Wärmeübergangsbeiwerts α entlang der Durch-

strömungsrichtung D, so dass die bereits erörterte Abnahme der Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und Batterie **16** ausgeglichen und der Wärmestrom zwischen Batterie **16** und Kühlmittel nahezu oder sogar vollständig konstant gehalten werden kann.

[0052] In einer denselben Effekt erzielenden Variante ist aber auch eine konstruktive Ausgestaltung der Turbulenzerzeugungselemente **6** derart möglich, dass der Abstand a und/oder der Durchmesser d entlang der Durchströmungsrichtung D nicht unstetig, sondern kontinuierlich, also stetig, abnimmt. Ein solches Szenario ist grobschematisch in **Fig. 3** skizziert: Im Szenario der **Fig. 3** sind die Turbulenzerzeugungselemente **6** vollständig über die zweite Kühlplatte **2b** verteilt. Damit ist gemeint, dass keine diskreten Plattenabschnitte vorgesehen sind, in welchen Turbulenzerzeugungselemente **6** ausschließlich vorgesehen werden, und die sich entlang der Durchströmungsrichtung D mit Plattenabschnitten abwechseln, welche frei von Turbulenzerzeugungselementen **6** sind, wie dies in **Fig. 2** dargestellt ist. Im Beispiel der **Fig. 3** erfolgt die Bereitstellung von Turbulenzerzeugungselementen **6** auch unabhängig von der Positionierung thermoelektrischer Elemente **5**, deren Positionen in **Fig. 3** grobschematisch mit einer gestrichelten Linie angedeutet sind. Im Beispiel der **Fig. 3** nimmt die Elementdichte der Turbulenzerzeugungselemente **6** (Anzahl/Flächeneinheit) ebenso wie im Beispiel der **Fig. 2** entlang der Durchströmungsrichtung zu. In Varianten des Beispiels der **Fig. 3** können selbstverständlich nur einzelne der vorangehend vorgeschlagenen Maßnahmen angewandt werden.

[0053] Grundsätzlich gilt, dass die Turbulenz-Erzeugungselemente **6** hinsichtlich ihrer Dichte und/oder ihrer Anzahl und/oder ihres Durchmesser abschnittsweise derart ausgebildet werden können, dass der Wärmestrom $d/dt Q$ zumindest zwischen der ersten Kühlplatte und dem den Fluidkanal durchströmenden Kühlmittel wenigstens abschnittsweise, insbesondere über die gesamte erste Kühlplatte hinweg, im Wesentlichen konstant ist. Der Wärmestrom $d/dt Q$ ist dabei gemäß der Formel $d/dt Q = \alpha \cdot \Delta T$ definiert, wobei α Wärmeübergangskoeffizient und ΔT die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmittel und der ersten Kühlplatte ist.

[0054] Insbesondere der bezüglich der Querrichtung Q definierte Randbereich der zweiten Kühlplatte **2b** kann mit einer erhöhten Dichte von Turbulenzerzeugungselementen **6** versehen werden, um auch im besagten Randbereich relativ zu den verbleibenden Bereichen der Kühlplatte **2b** eine konstante Wärmestromdichte $d/dt Q$ sicherzustellen.

[0055] **Fig. 4** zeigt schaltplanartig ein weiteres Beispiel, bei welchem sich die Durchströmungsrichtung

D mehrere Fluidkanäle **4** (in **Fig. 4** nur schematisch in Form eines Pfeils dargestellt) jeweils im Wesentlichen entlang der Querrichtung Q der Kühlplatten **2a**, **2b**, also parallel zu deren Querseite **11**, erstreckt. In einem solchen Szenario umfassen die Kühlplatten **2a**, **2b** der Kühlvorrichtung **1** einen gemeinsamen Einlass- und Auslassbereich, mittels welchem das Kühlmittel auf die einzelnen Fluidkanäle **4** verteilt bzw. wieder aus diesen gesammelt werden kann. Im Einlass- bzw. Auslassbereich – in **Fig. 4** jeweils mit dem Bezugszeichen **12** bezeichnet – erstrecken sich die Fluidkanäle **4** daher nicht entlang besagter Querrichtung Q, sondern bezüglich Längs- und Querrichtung L, Q in einer schrägen Richtung.

[0056] In weiterbildenden Varianten können die anhand der Beispiele der **Fig. 2** bis **Fig. 4** erläuterten Merkmale auch miteinander kombiniert werden. Beispielsweise kann die Elementdichte der Turbulenzerzeugungselemente **6** auch in den Fluidkanälen der **Fig. 4** kontinuierlich oder unstetig – also abschnittsweise – zunehmen. Auch die Überlegungen zur Abnahme des Durchmessers d der Erhebungen **8** und des Abstands a benachbarter Erhebungen **8** sind auf das Szenario der **Fig. 4** unmittelbar anwendbar.

[0057] **Fig. 5** zeigt schließlich eine Variante, die mit jedem der Beispiele der **Fig. 2** bis **Fig. 4** kombiniert werden kann, und bei welcher entlang der Längsrichtung L der Kühlplatten **2a**, **2b** drei Fluidkanäle **4** parallel zu einander verlaufen. In jedem Fluidkanal **4** ist eine Strömungsbarriere **13**, etwa in Form eines Ablenkelements, vorgesehen, welche für eine lokale Verringerung des Strömungsquerschnitts des jeweiligen Fluidkanals **4** und somit für eine – hinsichtlich des erzielten Wärmeübergangskoeffizienten α – vorteilhafte Beschleunigung des Kühlmittels in einem Bereich reduzierter Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und zu kühlender Batterie **16** sorgt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1271085 A2 [0004]
- GB 2063450 [0005]

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung (1), insbesondere für eine Batterie eines Kraftfahrzeugs,

- mit einer ersten Kühlplatte (2a),
- mit einer stoffschlüssig an der ersten Kühlplatte (2a) befestigten zweiten Kühlplatte (2b),
- wobei die zweite Kühlplatte (2b) eine Vertiefung (3) aufweist, so dass die beiden Kühlplatten (2a, 2b) in einem aneinander befestigten Zustand im Bereich der Vertiefung (3) wenigstens einen Fluidkanal (4) für ein Kühlmittel ausbilden,
- wobei auf einer von der zweiten Kühlplatte (2b) abgewandten (ersten) Seite der ersten Kühlplatte (2a) wenigstens ein thermoelektrisches Element (5) angeordnet ist,
- wobei auf einer der ersten Kühlplatte (2a) zugewandten (ersten) Seite der zweiten Kühlplatte (2b) eine Mehrzahl von Turbulenz-Erzeugungselementen (6) vorgesehen ist.

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Turbulenz-Erzeugungselemente (6) hinsichtlich ihrer Elementdichte und/oder ihrer Anzahl und/oder ihres Durchmesser (d) abschnittsweise derart ausgebildet sind, dass ein Wärmestrom (Q) zumindest zwischen der ersten Kühlplatte (2a) und dem den Fluidkanal (4) durchströmenden Kühlmittel wenigstens abschnittsweise, insbesondere über die gesamte erste Kühlplatte (2a) hinweg, im Wesentlichen konstant ist.

3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- sich der Fluidkanal (4) entlang einer parallel zu einer Längsseite (9) der Kühlplatten (2a, 2b) verlaufenden Längsrichtung (L) erstreckt, so dass eine Durchströmungsrichtung (D) des Fluidkanals (4) im Wesentlichen durch die Längsrichtung (L) definiert ist, und/oder dass
- sich der Fluidkanal (4) wenigstens abschnittsweise entlang einer parallel zu einer Querseite (11) der Kühlplatten (2a, 2b) verlaufenden Querrichtung (Q) erstreckt, so dass die Durchströmungsrichtung (D) im Wesentlichen durch die Querrichtung (Q) definiert ist.

4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Elementdichte der Turbulenz-Erzeugungselemente (6) entlang der Durchströmungsrichtung (D) zunimmt.

5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Turbulenz-Erzeugungselemente (6) jeweils als noppenartige Erhebungen (8) ausgebildet sind, die in der Art von Kegelstümpfen von der zweiten Kühlplatte (2b) zur ersten Kühlplatte (2a) hin abstehen,
- bezüglich der Draufsicht auf die zweite Kühlplatte (2a) ein jeweiliger Durchmesser (d) der Erhebun-

gen (8) entlang der Durchströmungsrichtung (D) abnimmt.

6. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang der Durchströmungsrichtung (D) der Kühlvorrichtung (1) wenigstens ein erster Plattenabschnitt (10a, 10c) vorgesehen ist, in welchem auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte (2a) wenigstens ein thermoelektrisches Element (5) angeordnet ist, und wenigstens ein zweiter Plattenabschnitt (10b, 10d, 10e) vorgesehen ist, in welchem auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte (2a) keine thermoelektrischen Elemente (5) angeordnet sind.

7. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang der Durchströmungsrichtung (D) abwechselnd wenigstens zwei erste Plattenabschnitte (10a, 10c) und wenigstens zwei zweite Plattenabschnitte (10b, 10d, 10e) vorgesehen sind.

8. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens in einem ersten Plattenabschnitt (10a, 10c) Turbulenz-Erzeugungselemente (6) vorgesehen sind.

9. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur in wenigstens einem ersten Plattenabschnitt (10a, 10c) Turbulenz-Erzeugungselemente (6) vorgesehen sind, nicht jedoch in einem zweiten Plattenabschnitt (10b, 10d, 10e).

10. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Turbulenz-Erzeugungselemente (6) bezüglich einer Draufsicht auf die zweite Kühlplatte (2b) rasterartig auf dieser angeordnet sind.

11. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mehrzahl der Turbulenzerzeugungselemente (6) im Wesentlichen vollständig über die gesamte erste Seite der zweiten Kühlplatte (2a) verteilt ist.

12. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kühlplatte (2b) im Bereich einer Erhebung (8) stoffschlüssig, insbesondere mittels Verlöten, mit der ersten Kühlplatte (2a) verbunden ist.

13. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der ersten Seite der ersten Kühlplatte (2a) eine Wärmeverteilungsplatte (17) vorgesehen ist, derart, dass die Mehrzahl von thermoelektrischen Elementen (5) sandwichartig zwischen der ersten Kühlplatte (2a) und der Wärmeverteilungsplatte (17) angeordnet ist.

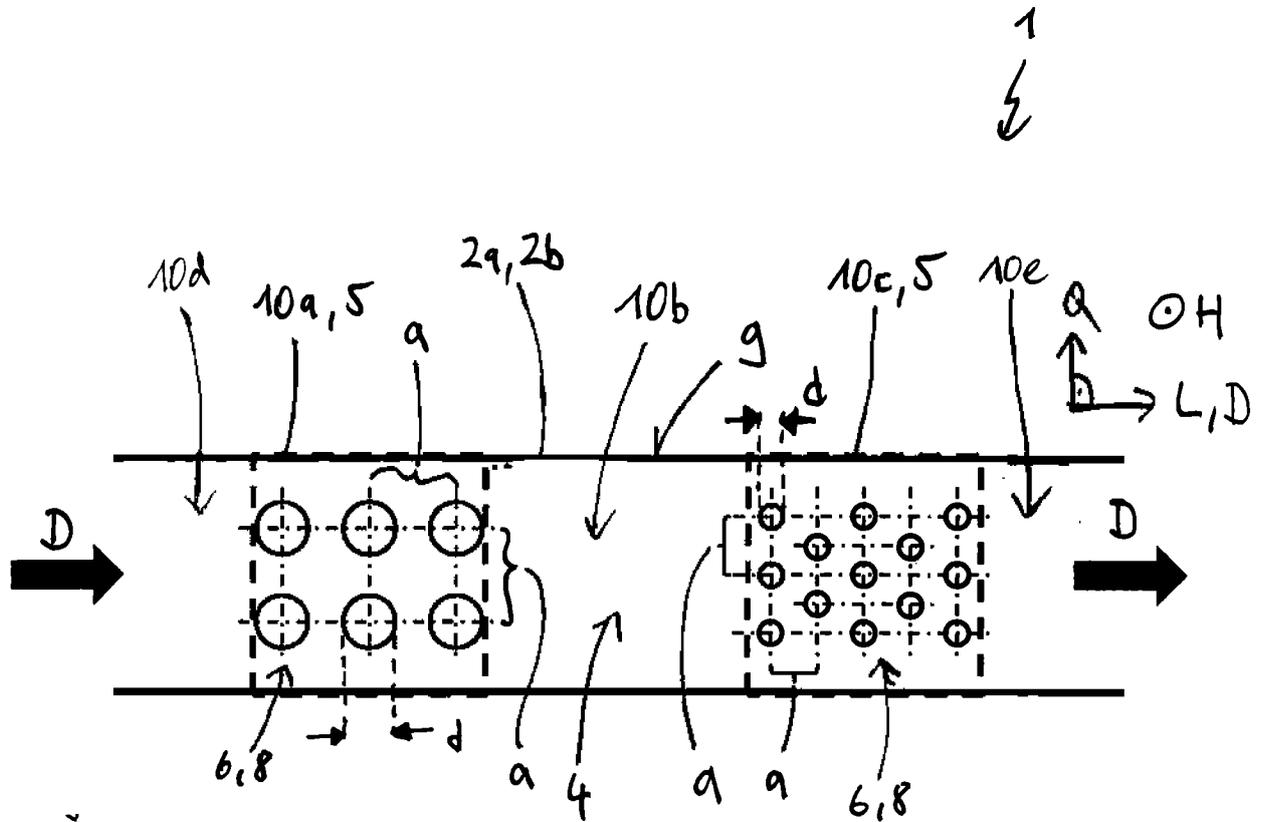
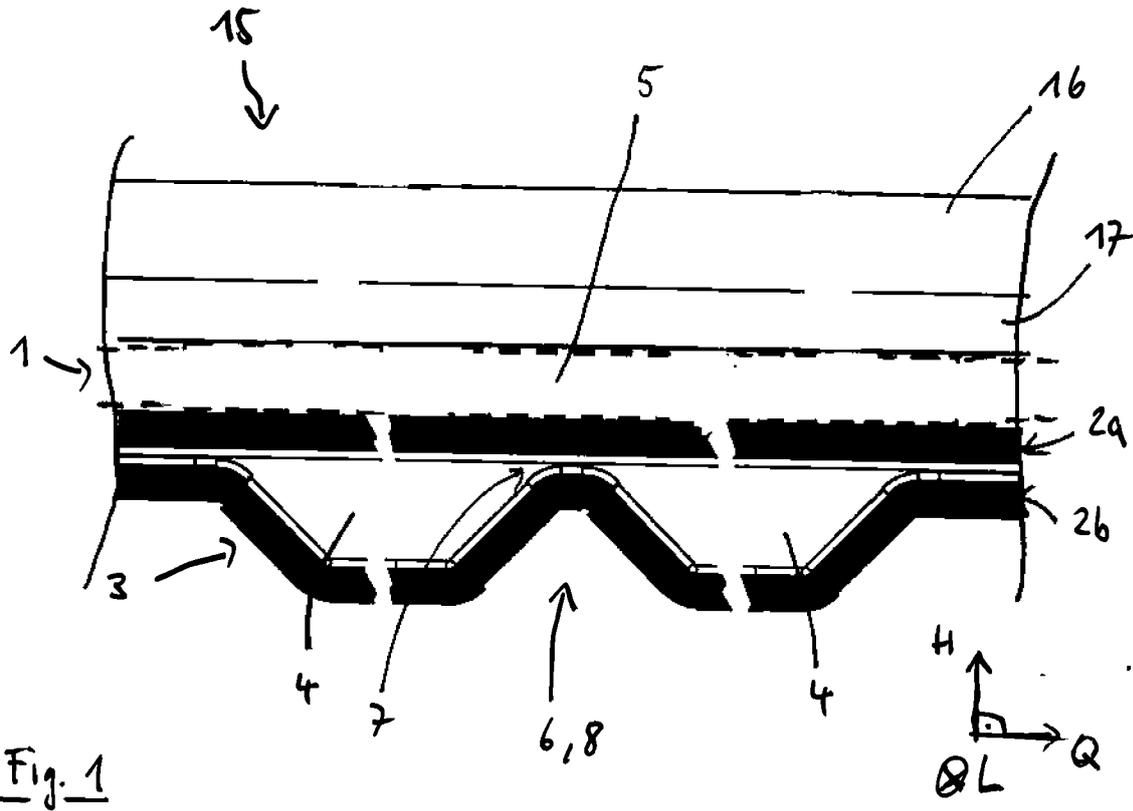
14. Batterie-Anordnung (15),

- mit einer Batterie (**16**), insbesondere mit einer Lithium-Ionen-Batterie,
- mit einer Kühlvorrichtung (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei die Batterie (**16**) thermisch an die Kühlvorrichtung (**1**) angekoppelt ist.

15. Kraftfahrzeug mit wenigstens einer Batterie-Anordnung (**15**) nach Anspruch 14.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



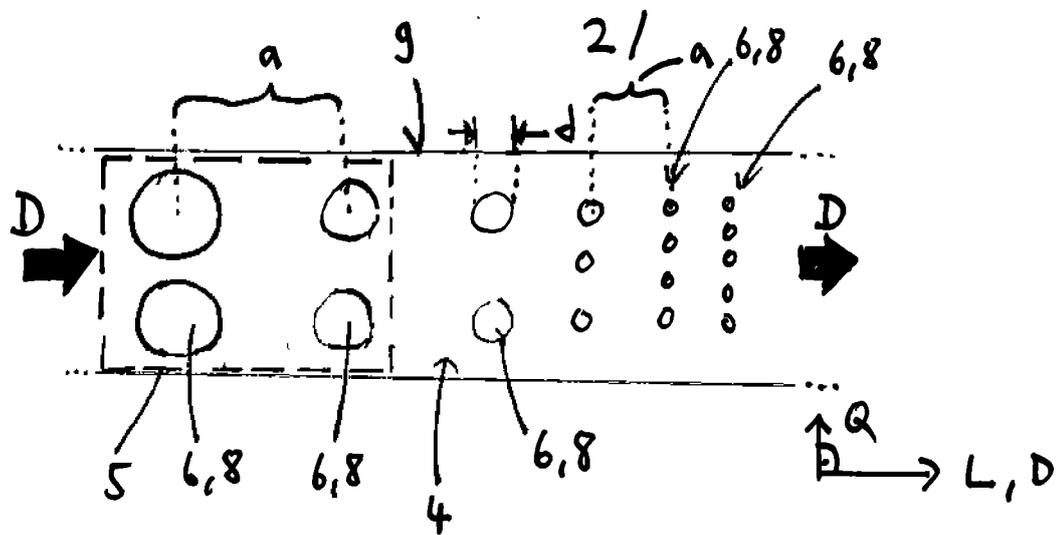


Fig. 3

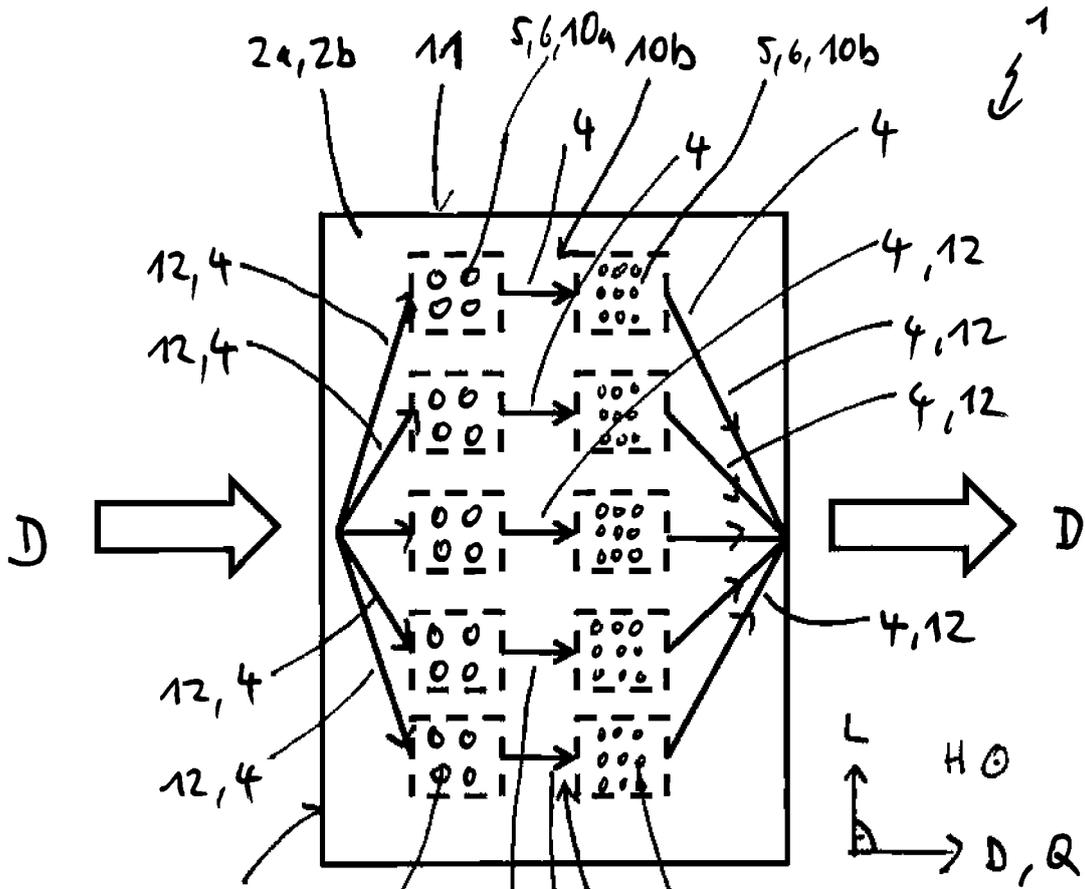


Fig. 4

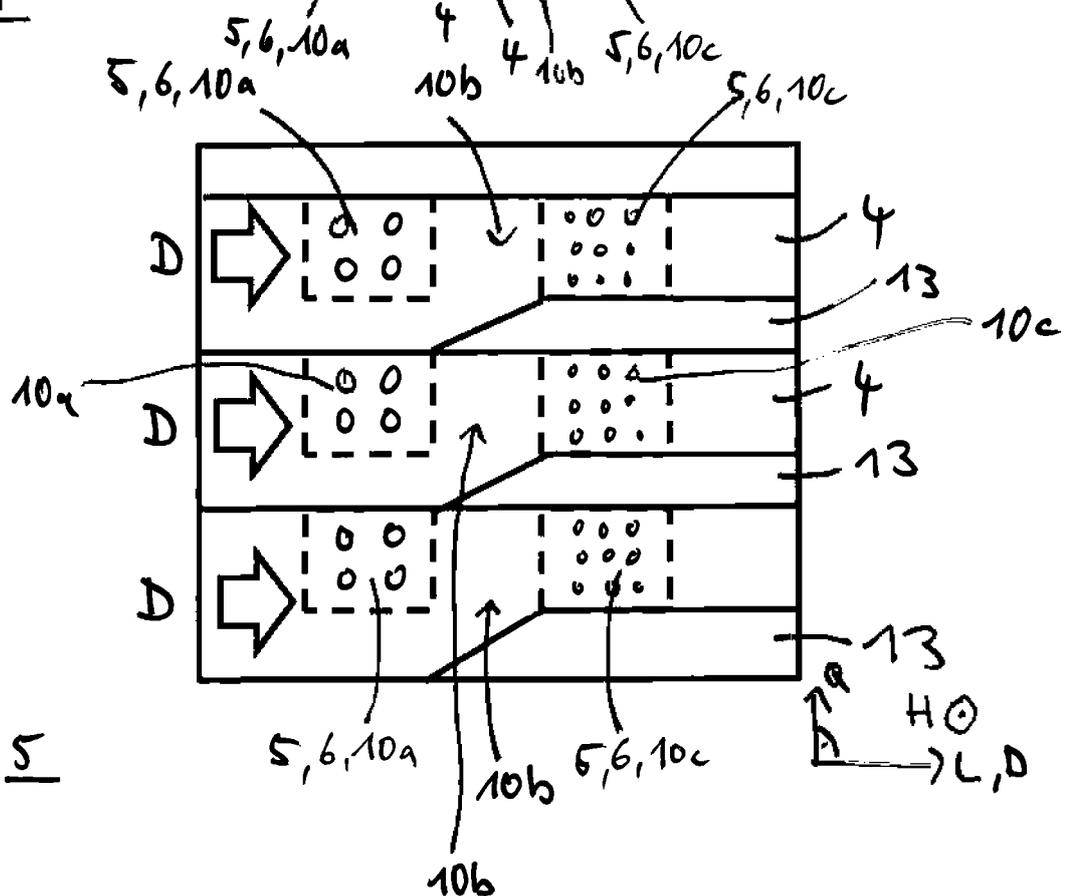


Fig. 5