



Patentschrift

(51) Int Cl.: **H05K 7/20** (2006.01)
H01L 23/46 (2006.01)

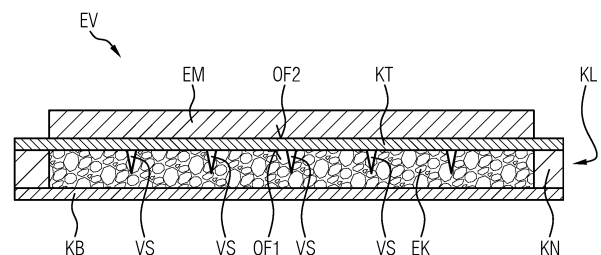
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

DE	10 2004 021 810	A1
DE	10 2021 131 736	A1
US	6 037 658	A
EP	1 225 633	A1

DE	10 2004 021 810	A1
DE	10 2021 131 736	A1
US	6 037 658	A
EP	1 225 633	A1

(54) Bezeichnung: **Elektronik-Kühler, Elektronikvorrichtung mit einem Elektronik-Kühler**

Ferner werden eine Elektronikvorrichtung (EV) mit einem genannten Kühler (KL) sowie ein Inverter mit einer genannten Elektronikvorrichtung (EV) beschrieben.



Beschreibung

Technisches Gebiet:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen (Leistungs-)Elektronik-Kühler bzw. einen Kühler zur Kühlung einer (Leistungs-)Elektronikvorrichtung, bspw. eines (Leistungs-)DCDC-Wandlers oder eines (Leistungs-)Inverters, insb. eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs. Ferner betrifft die Erfindung eine (Leistungs-)Elektronikvorrichtung mit einem genannten Kühler sowie einen (Leistungs-)Inverter mit einer genannten (Leistungs-)Elektronikvorrichtung.

Stand der Technik und Aufgabe der Erfindung:

[0002] Elektronik-Kühler zur Kühlung einer Elektronikvorrichtung sind bekannt und werden unter anderem in (Leistungs-)DCDC-Wandlern oder (Leistungs-)Invertern, bspw. von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, zur Kühlung der Elektronikvorrichtungen bzw. Leistungsmodule (mit mehreren Leistungshalbleiterschaltern oder vergleichbaren Schaltungskomponenten mit hohen Verlustleistungen) der DCDC-Wandler bzw. der Inverter angewendet.

[0003] Derartige Kühler werden bspw. in Invertern von diversen Elektroautos zur Kühlung der Inverter bzw. deren Leistungsmodule (mit mehreren Leistungshalbleiterschaltern) eingesetzt.

[0004] Die Druckschrift EP 1 225 633 A1 beschreibt einen Kühler mit einem Kühlkanal zur Kühlung eines Leistungshalbleitermoduls, der einen porösen Keramikschäumkörper aufweist, der in dem Kühlkanal von einer durch den Kühlkanal strömenden Kühlflüssigkeit durchströmbar angeordnet ist und über eine Kühlfläche des Kühlers flächig mit dem zu kühlenden Modul thermisch kontaktiert ist. Ferner beschreibt die Schrift einen Aufbau aus einem genannten Kühler und einem Leistungshalbleitermodul, das auf dem Kühler aufliegt und von diesem gekühlt wird.

[0005] Die Druckschrift US 6 037 658 A beschreibt einen elektrischen Aufbau, der ein wärmeerzeugendes Leistungsmodul und einen Kühlkörper mit einem Kühlkanal zur Kühlung des Moduls aufweist. Der Aufbau weist ferner ein gewebtes poröses Drahtelement auf, das im Kühlkanal angeordnet ist.

[0006] Die Druckschrift DE 10 2004 021 810 A1 beschreibt einen Aufbau aus einem elektronischen Bauelement, einem metallischen Kühlkörper sowie einem elektrisch isolierenden Substrat, wobei das Substrat über eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Kühlkörper verbunden ist, wobei die Verbindung eine dünne Schicht von Lotmaterial und einen Körper aus Metallschaum oder Metallfilz umfasst.

[0007] Die Druckschrift DE 10 2021 131 736 A1 beschreibt einen Hochleistungsumrichter mit einer Kühlanordnung zur Kühlung von Leistungszellen des Umrichters. Die Kühlanordnung weist einen Kühlkanal zum Durchleiten eines Kühlmediums auf, in dem Blechrippen zur besseren Wärmeübertragung gebildet sind.

Mit der stetig steigenden Leistungsanforderung an die oben genannten Elektronikvorrichtungen steigt auch die Anforderung an eine effiziente Kühlung dieser Elektronikvorrichtungen. Insb. bei den Elektronikvorrichtungen mit Hochleistungshalbleitern, wie z. B. Siliziumkarbid (SiC)- bzw. Galliumnitrid (GaN)-Halbleitern, ist die Anforderung an eine effiziente Kühlung besonders hoch.

[0008] Damit besteht die Aufgabe der vorliegenden Anmeldung darin, eine Möglichkeit bereitzustellen, mit der eine Elektronikvorrichtung, bspw. eines Inverters oder eines DCDC-Wandlers, effizient gekühlt werden kann.

Beschreibung der Erfindung:

[0009] Diese Aufgabe wird durch Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Elektronik-Kühler bzw. ein Kühler zur Kühlung einer (Leistungs-)Elektronikvorrichtung, bspw. eines Leistungs-DCDC-Wandlers oder eines Leistungs-Inverters, insb. eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs, bereitgestellt.

[0011] Der Kühler weist einen Kühlkanal zum Durchleiten eines flüssigen Kühlmittels, wie z. B. Kühlwassers, sowie einen Kühlerteil auf, der den Kühlkanal (in dessen Umfang) zumindest teilweise umschließt. Ferner weist der Kühler einen einstückig-gebildeten kühlmittel-durchlässigen (bzw. offenporigen) schwammartigen Einsatzkörper aus einem thermisch leitenden Material auf, der im Kühlkanal angeordnet und mit dem Kühlerteil (bzw. mit der Kanalwand des Kühlkanals) thermisch kontaktiert ist und vom Kühlerteil im Kühlkanal nicht-bewegbar festgehalten wird. Der Kühlerteil weist eine dem Kühlkanal zugewandte Oberfläche auf, die zur Oberflächenvergrößerung aufgeraut ist. Die aufgeraute Oberfläche hält durch ihre raue Struktur den Einsatzkörper im Kühlkanal reibschlüssig auf die vorgegebene Position nicht-bewegbar fest.

[0012] Der Kühlerteil bildet Teil einer Kanalwand des Kühlkanals und leitet beim Betrieb der Elektronikvorrichtung die Abwärme von dieser an das durch den Kanal fließende Kühlmittel. Der Kühlerteil kann dabei eine Kühlerdecke sein, auf dessen vom Kühlkanal

abgewandten Oberfläche die zu kühlende Elektronikvorrichtung oder Teil davon angeordnet und mit diesem thermisch verbunden werden kann. In diesem Fall hat der Kühlerteil auch die Funktion eines Schaltungsträgers bzw. kann auch als ein Schaltungsträger mit entsprechenden Schaltungsstrukturen wie z. B. Leiterbahnen ausgeführt sein.

[0013] Der Einsatzkörper ist hierbei ein drei-dimensionales maschiges schwammartiges (ähnlich einem Badeschwamm) strukturloses Gebilde aus einer Vielzahl von (feinen) Fäden (bzw. Drähten) aus einem thermisch leitenden Material, mit vielen von diesen Fäden nur teilweise umrandeten Hohlräumen zum Durchleiten des Kühlmittels. Dabei sind die Fäden miteinander derart strukturlos verbunden, dass das Gebilde keine gitterartige oder sonstige vergleichbare Struktur aufweist. Insb. weisen die Fäden (abgesehen von Fertigungstoleranzen) einen Durchmesser von zwischen 1 Millimeter und 50 Mikrometer auf.

[0014] Dadurch, dass der Einsatzkörper im Kühlkanal angeordnet und mit dem Kühlerteil (bzw. mit der Kanalwand des Kühlkanals) thermisch kontaktiert ist, kann der Einsatzkörper beim Kühlerbetrieb die Abwärme über die thermische Kontaktierung mit dem Kühlerteil (bzw. mit der Kanalwand des Kühlkanals) direkt vom Kühlerteil (bzw. von der Kanalwand) aufnehmen und an das durch den Kühlkanal fließende Kühlmittel weiterleiten. Das Gebilde des Einsatzkörpers aus der Vielzahl von den thermisch leitenden Fäden nimmt dabei die Abwärme von dem Kühlerteil (bzw. von der Kanalwand des Kühlkanals) auf und gibt sie gleich weiter an das Kühlmittel, das durch die von diesen Fäden umrandeten Hohlräume hindurchfließt. Dadurch wird das thermische Pfand von dem Kühlerteil bzw. von der Kanalwand des Kühlkanals zu dem Kühlmittel verkürzt.

[0015] Die Vielzahl von Fäden und die vielen, von diesen Fäden nur teilweise umrandeten Hohlräume vergrößern die Wärmeübergangsoberfläche im Kühlkanal, die von dem Kühlmittel direkt umströmt werden kann. Zudem bilden die Fäden im Kühlkanal unzählige (Mikro-)Strömungskörper mit geringen geometrischen Abmessungen, die in dem durch die Hohlräume zwischen den Fäden fließenden Kühlmittel unzählige lokale (Mikro-)Verwirbelungen bzw. (Mikro-)Turbulenzen erzeugen. Dadurch, dass die Fäden geringe Durchmesser aufweisen, bleibt der Druckabfall an den einzelnen Fäden vernachlässigbar gering im Vergleich zu herkömmlichen Kühlerstiften oder sonstigen bekannten Kühler-Pin-Fin-Strukturen mit einer vergleichsweise wenigen Anzahl von Strömungskörpern mit einem vergleichsweise größeren Durchmesser. Lokale Strömungsgeschwindigkeiten in den Hohlräumen zwischen den Fäden werden dank den lokalen Verengungen zwischen den Fäden sogar erhöht, wodurch zusätzlich durch die

lokalen (Mikro-)Verwirbelungen bzw. (Mikro-)Turbulenzen die Wärmeübertragungseffizienz von den Fäden an das durch die Hohlräume hindurchfließende Kühlmittel spürbar steigen lässt.

[0016] Damit ist eine Möglichkeit bereitgestellt, mit der eine Elektronikvorrichtung, bspw. eines Inverters oder eines DCDC-Wandlers, effizient gekühlt werden kann.

[0017] Der Einsatzkörper weist insb. eine ausreichende mechanische Steifigkeit, sodass dieser beim Kühlerbetrieb des Kühlers und trotz des Drucks vom durch den Kühlkanal fließenden Kühlmittel an der vorgegebenen Position im Kühlkanal bleibt und zudem seine kühlmittel-durchlässige (bzw. offenporige) schwammartige Form behält.

[0018] Der Einsatzkörper kann dabei (elastisch) komprimierbar ausgeführt sein, wobei der Kühlerteil unter Einwirken einer Kompressionskraft auf den Einsatzkörper den Einsatzkörper im Kühlkanal nicht-bewegbar festhalten werden kann. Dabei wird der Einsatzkörper nur geringfügig bspw. um weniger als 10% oder weniger als 5% oder gar weniger als 2% seiner ursprünglichen Gesamt-Bauhöhe komprimiert. Dadurch bleibt der Einsatzkörper weiterhin kühlmittel-durchlässig bzw. offenporig. Entsprechend bleiben die Hohlräume zwischen den Fäden des Gebildes des Einsatzkörpers weitgehend bestehen und können weiterhin das Kühlmittel durchlassen.

[0019] In diesem Fall weist der Einsatzkörper eine mechanische Steifigkeit auf, die ausreicht, dass der Einsatzkörper beim Kühlerbetrieb des Kühlers an der vorgegebenen Position im Kühlkanal bleibt und seine Form behält, die (Steifigkeit) jedoch nicht ausreicht, die bei der Montage vom Kühlerteil auf den Einsatzkörper wirkende Kompressionskraft standzuhalten, sodass der Einsatzkörper unter Einwirken der Kompressionskraft noch (elastisch) komprimiert werden kann und somit vom Kühlerteil in dem Kühlkanal nicht-bewegbar festgehalten werden kann.

[0020] Der Einsatzkörper kann dabei ein dreidimensionales Gewirke von Drähten bzw. Fäden aus einem Metall, einem graphitbasierten Werkstoff, oder aus Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, das insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist.

[0021] Hierbei bedeutet der Ausdruck „unstrukturiert bzw. strukturlos“, dass der Einsatzkörper keine sich, insb. über den gesamten Einsatzkörper durchgehend, wiederholende strukturierte Geometrie, ähnliche einer Gitterstruktur, aufweist. Vielmehr bedeutet der Ausdruck, dass der Einsatzkörper keine festgelegte Topologie bzw. keine gleichmäßige Zellgeometrie aufweist. Der Einsatzkörper kann bspw. eine ungleichmäßige bzw. unregelmäßige Gitterzellgeo-

metrie aufweisen. Insb. besitzt der Einsatzkörper keine „Fernordnung, ähnlich einem amorphen Festkörper“.

[0022] Der Einsatzkörper kann auch ein dreidimensionales Vlies aus einem Metall, einem graphitbasierten Werkstoff, oder aus Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, das insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist.

[0023] Der Einsatzkörper kann auch ein dreidimensionaler Schaumkörper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, der insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist.

[0024] Der Einsatzkörper kann aber auch ein dreidimensionaler Schaumkörper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, der insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist.

[0025] Der Einsatzkörper kann aber auch ein dreidimensionaler wollförmiger Körper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, der insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist. Der Einsatzkörper kann auch ein dreidimensionaler Mesh-artiger Körper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung sein, der insb. unstrukturiert bzw. strukturlos gebildet ist.

[0026] Der Kühlerteil kann den Einsatzkörper formschlüssig oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig im Kühlkanal nicht-bewegbar festhalten.

[0027] Dabei kann die dem Kühlkanal zugewandte Oberfläche des Kühlerteils mittels eines abtragenden Fertigungsverfahrens, wie z. B. durch Lasern, insb. durch direktes Laserstrahlinterferenzstrukturieren (DLIP, im Englischen „Direct Laser Interference Patterning“), oder durch Erodieren oder Sandstrahlen aufgeraut sein. Alternativ kann die Oberfläche mittels eines auftragenden (additiven) Fertigungsverfahrens, wie z. B. durch Feinpulver-Beschichten (FPC, im Englischen „Fine Powder Coating“), Sputtern oder Kaltgasbeschichten, aufgeraut sein.

[0028] Der Kühlerteil kann durch 3D-Drucken hergestellt sein. In diesem Fall kann die dem Kühlkanal zugewandte Oberfläche des Kühlerteils auch in einem 3D-Druckvorgang mit einer definiert erhöhten Oberflächenrauheit direkt mitgeformt sein.

[0029] Das Aufrauen der Oberfläche vergrößert die dem Kühlkanal zugewandte Oberfläche des Kühlerteils, wodurch die Wärmeübertragung vom Kühlerteil an das durch den Kanal fließende Kühlmittel über die vergrößerte Oberfläche verbessert wird. Zudem

erzeugt die aufgeraute Oberfläche (mikroskalige) Verwirbelungen - turbulente Strömungen, insb. turbulente Grenzschichtströmungen - und erhöht somit die Kühleffizienz zusätzlich.

[0030] Der Kühlerteil kann auf der dem Kühlkanal zugewandte Oberfläche mindestens einen sich stiftförmig in den Kühlkanal hineinragenden Vorsprung aufweisen, der den Einsatzkörper im Kühlkanal (ähnlich einer formschlüssigen Verbindung) nicht-bewegbar festhält.

[0031] Dabei kann der Kühlerteil sowohl die aufgeraute Oberfläche als auch den mindestens einen Vorsprung, oder nur die aufgeraute Oberfläche bzw. nur den mindestens einen Vorsprung zum Festhalten des Einsatzkörpers aufweisen. Dabei verhindern die aufgeraute Oberfläche und/oder der mindestens eine Vorsprung Verrutschen bzw. Verschieben des Einsatzkörpers bzw. Teil davon in dem Kühlkanal und somit Verdichten des Einsatzkörpers durch Verrutschen eines Teils des Einsatzkörpers. Entsprechend stellen die aufgeraute Oberfläche und/oder der mindestens einen Vorsprung sicher, dass der Einsatzkörper auch beim Kühlerbetrieb des Kühlers und trotz des Drucks vom durch den Kühlkanal fließenden Kühlmittel an der vorgegebenen Position im Kühlkanal bleibt und zudem dessen kühlmittel-durchlässige (bzw. offenporige) schwammartige Form behält.

[0032] Entsprechend stellt die aufgeraute Oberfläche keine in der Verbindungstechnik allgemein bekannte, herkömmliche formschlüssigen Verbindung her, sondern hält den Einsatzkörper an der vorgegebenen Position im Kühlkanal und verhindert somit lediglich ein Verrutschen des Einsatzkörpers im Kühlkanal und ein Verformen des Einsatzkörpers unter dem Druck vom durch den Kühlkanal fließenden Kühlmittel. Analog stellt der mindestens eine Vorsprung keine in der Verbindungstechnik allgemein bekannte, herkömmliche kraftschlüssige Verbindung her, sondern hält den Einsatzkörper an der vorgegebenen Position im Kühlkanal und verhindert somit lediglich ein Verrutschen des Einsatzkörpers im Kühlkanal und ein Verformen des Einsatzkörpers unter dem Druck vom durch den Kühlkanal fließenden Kühlmittel. Bei Bedarf kann der Einsatzkörper in diesen beiden Fällen zerstörungsfrei aus dem Kühlkanal herausgenommen bzw. ausgetauscht werden.

[0033] Der Einsatzkörper kann an dem Kühlerteil stoffschlüssig verbunden sein, wie z. B. geschweißt oder gelötet oder geklebt sein, und somit im Kühlkanal nicht-bewegbar festgehalten sein.

[0034] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Elektronikvorrichtung bzw. eine Leistungselektronikvorrichtung bereitgestellt, die bspw. ein Teil

eines (Leistungs-)Inverters oder eines (Leistungs-)DCDC-Wandlers bildet.

[0035] Die Elektronikvorrichtung weist mindestens ein Elektronikmodul (bzw. Leistungselektronikmodul) sowie mindestens einen zuvor beschriebenen Kühler zur Kühlung des mindestens einen Elektronikmoduls auf, wobei das mindestens ein Elektronikmodul mit dem mindestens einen Kühler thermisch kontaktiert ist.

[0036] Ferner wird ein Inverter bzw. ein Leistungsinverter bereitgestellt, der eine zuvor beschriebene (Leistungs-)Elektronikvorrichtung sowie eine Inverter-Treiberschaltung zum Betreiben des mindestens einen (Leistungs-)Elektronikmoduls der (Leistungs-)Elektronikvorrichtung aufweist. Die Treiberschaltung ist über mindestens eine Signalverbindung mit dem mindestens einen (Leistungs-)Elektronikmodul signaltechnisch bzw. elektrisch verbunden.

[0037] Außerdem wird ein DC/DC-Wandler bzw. ein Leistungs-DC/DC-Wandler bereitgestellt, der eine zuvor beschriebene (Leistungs-)Elektronikvorrichtung sowie eine DC/DC-Wandler-Treiberschaltung zum Betreiben des mindestens einen (Leistungs-)Elektronikmoduls der (Leistungs-)Elektronikvorrichtung aufweist. Die Treiberschaltung ist über mindestens eine Signalverbindung mit dem mindestens einen (Leistungs-)Elektronikmodul signaltechnisch bzw. elektrisch verbunden.

Beschreibung der Zeichnung:

[0038] Im Folgenden wird eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung Bezug nehmend auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die einzige **Fig. 1** in einer schematischen Querschnittsdarstellung eine (Leistungs-)Elektronikvorrichtung EV mit einem Kühler KL gemäß der beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Die Vorrichtung EV bildet dabei bspw. ein Leistungselektronikteil eines Leistungsinverters für einen elektrischen Antrieb eines Kraftfahrzeugs.

[0039] Die Vorrichtung EV weist ein Leistungselektronikmodul EM mit SiC-Halbleiterschaltern und einen Kühler KL zur Kühlung der Vorrichtung EV bzw. des Moduls EM.

[0040] Der Kühler KL weist einen Kühlerteil KT als Kühlerdeckel und ein Kühlerboden KB sowie Kühlerseitenteile (in der Figur nicht abgebildet) auf, die gemeinsam einen Kühlkanal KN bilden und diesen bis auf einen Einlass und einen Auslass (beide in der Figure nicht abgebildet) umschließen.

[0041] Der Kühler KL weist ferner einen kühlmitteldurchlässigen schwammartigen Einsatzkörper EK auf, der als ein einstückiges bzw. einteiliges dreidi-

mensionales Gebilde bzw. Gewirke aus einer Vielzahl von elastischen Kupfer-Fäden bzw. Kupfer-Drähten (aus thermisch gut leitendem Kupfer oder einer thermisch gut leitenden Kupferlegierung) mit vielen, von diesen nur teilweise umrandeten Hohlräumen gebildet ist. Der Einsatzkörper EK ist dank den elastischen Kupfer-Fäden bzw. -Drähten und den von diesen teilweise umrandeten Hohlräumen elastisch komprimierbar ausgeführt und weist zudem eine gewisse mechanische Steifigkeit auf.

[0042] In alternativen Ausführungsformen kann der Einsatzkörper als ein dreidimensionales Vlies oder Gewebe aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung, oder als ein dreidimensionaler Schaumkörper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung, mit vielen nur teilweise umschlossenen Hohlräumen gebildet sein.

[0043] Der Einsatzkörper EK ist in dem Kühlkanal KN angeordnet und zwischen dem Kühlerteil KT und dem Kühlerboden KB sowie den Kühlerseitenteilen nicht-bewegbar festgeklemmt und somit mit diesen Kühler-Teilen KT, KB körperlich wie thermisch direkt kontaktiert. Hierbei wird der Einsatzkörper EK während der Montage von den genannten Kühler-Teilen KT, KB zusammengedrückt und somit ein wenig elastisch komprimiert, wodurch zwischen dem Einsatzkörper EK einerseits und den Kühler-Teilen KT, KB eine Haftreibung entstehen, die ein Verschieben bzw. Verrutschen des Einsatzkörpers EK im Kühlkanal KN - insb. während des Betriebs des Kühlers KL - verhindert. Zur Erhöhung der Haftreibung können die dem Kühlkanal KN zugewandten Oberflächen OF1 der obengenannten Kühler-Teile KT, KB mittels eines abtragenden Fertigungsverfahrens, wie z. B. durch direktes Laserstrahlinterferenzstrukturieren, oder eines auftragenden Fertigungsverfahrens, wie z. B. durch Feinpulver-Beschichten, extra aufgeraut werden. Zusätzlich weist der Kühlerteil KT auf der dem Kühlkanal KN zugewandten Oberfläche OF1 eine Anzahl von stiftförmigen Vorsprüngen VS auf, die von der Oberfläche OF1 weg in den Einsatzkörper EK hineingreifen und somit verhindern, dass sich der Einsatzkörper EK im Kühlkanal KN (in der Flussrichtung des Kühlmittels) verschiebt bzw. verrutscht.

[0044] Auf einer dem Kühlkanal KN abgewandten Oberfläche OF2 des Kühlerteils KT ist das zuvor genannte Leistungselektronikmodul EM der Vorrichtung EV angeordnet und mit diesem körperlich und thermisch verbunden. In einer alternativen Ausführungsform kann der Kühlerteil KT direkt als ein Schaltungsträgers des Moduls EM und zugleich als ein Teil des Moduls EM gebildet sein.

[0045] Beim Betrieb der Vorrichtung EV wird die Abwärme, die von den Leistungshalbleitern, wie den SiC-Halbleiterschaltern, auf dem Modul EM erzeugt wird, über den Kühlerteil KT an den mit dem Kühlerteil KT direkt thermisch kontaktierten Einsatzkörper EK bzw. an dessen unzähligen Kupfer-Fäden bzw. -Drähten übertragen und von diesen direkt an das durch die Hohlräume zwischen den Fäden/Drähten fließende Kühlmittel abgegeben.

Patentansprüche

1. Elektronik-Kühler (KL) zur Kühlung einer Elektronikvorrichtung (EV), aufweisend:

- einen Kühlkanal (KN) zum Durchleiten eines flüssigen Kühlmittels;
- einen Kühlerteil (KT), der den Kühlkanal (KN) zumindest teilweise umschließt;
- einen einstückig-gebildeten kühlmittel-durchlässigen schwammartigen Einsatzkörper (EK) aus einem thermisch leitenden Material, der im Kühlkanal (KN) angeordnet und mit dem Kühlerteil (KT) thermisch kontaktiert ist und vom Kühlerteil (KT) im Kühlkanal (KN) nicht-bewegbar festgehalten ist;
- wobei der Kühlerteil (KT) eine dem Kühlkanal (KN) zugewandte Oberfläche (OF1) aufweist, die zur Oberflächenvergrößerung aufgeraut ist;
- wobei die aufgeraute Oberfläche den Einsatzkörper (EK) im Kühlkanal (KN) nicht-bewegbar festhält.

2. Kühler (KL) nach Anspruch 1, wobei der Einsatzkörper (EK) komprimierbar ausgeführt ist und der Kühlerteil (KT) durch Einwirken einer Kompressionskraft auf den Einsatzkörper (EK) den Einsatzkörper (EK) im Kühlkanal (KN) nicht-bewegbar festhält.

3. Kühler (KL) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Einsatzkörper (EK) ein dreidimensionales Gewirke von Drähten aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ist.

4. Kühler (KL) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Einsatzkörper (EK) ein dreidimensionales Vlies aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung ist.

5. Kühler (KL) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Einsatzkörper (EK) ein dreidimensionales Gewebe aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung ist.

6. Kühler (KL) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Einsatzkörper (EK) ein dreidimensionaler Schaumkörper aus einem Metall oder einem graphitbasierten Material oder Kupfer oder einer Kupferlegierung ist.

7. Kühler (KL) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Kühlerteil (KT) den Einsatzkörper (EK) formschlüssig oder kraftschlüssig oder stoffschlüssig im Kühlkanal (KN) nicht-bewegbar festhält.

8. Kühler (KL) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche (OF1) mittels eines abtragenden Fertigungsverfahren oder mittels eines auftragenden Fertigungsverfahren aufgeraut ist.

9. Kühler (KL) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Kühlerteil (KT) auf der Oberfläche (OF1) mindestens einen sich stiftförmig in den Kühlkanal (KN) hineinragenden Vorsprung (VS) aufweist, der den Einsatzkörper (EK) im Kühlkanal (KN) nicht-bewegbar festhält.

10. Kühler (KL) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einsatzkörper (EK) an dem Kühlerteil (KT) stoffschlüssig verbunden oder geschweißt oder gelötet oder geklebt ist.

11. Elektronikvorrichtung (EV), aufweisend:

- ein Elektronikmodul (EM);
- einen Kühler (KL) nach einem der vorangehenden Ansprüche;
- wobei das Elektronikmodul (EM) mit dem Kühler (KL) thermisch kontaktiert ist.

12. Inverter, aufweisend:

- eine Elektronikvorrichtung (EV) nach Anspruch 11;
- eine Treiberschaltung zum Betreiben des Elektronikmoduls (EM), die über eine Signalverbindung mit dem Elektronikmodul (EM) verbunden ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

