(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Januar 2013 (31.01.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/013992 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05K 7/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/063689

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juli 2012 (12.07.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 079 635.5 22. Juli 2011 (22.07.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GORAJ, Robert** [PL/DE]; Paul-Gossen-Str. 99, 91052 Erlangen (DE). **HUBER, Norbert** [DE/DE]; Sachsenstraße 10, 91052 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

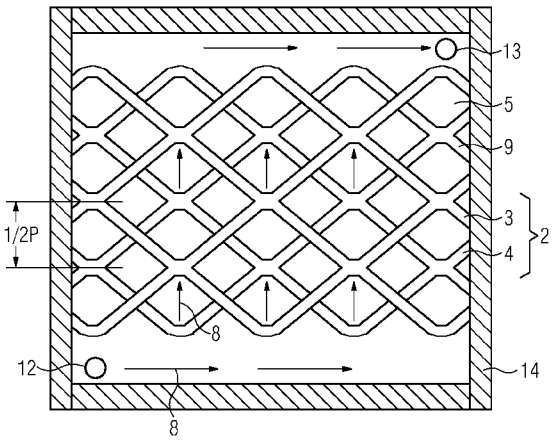
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: COOLING PLATE AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF AS WELL AS THE USE OF THE COOLING PLATE

(54) **Bezeichnung** : KÜHLPLATTE UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG SOWIE VERWENDUNG DER KÜHLPLATTE

FIG 3



(57) **Abstract**: The present invention relates to a cooling plate (1), a method for the production thereof and the use thereof, the cooling plate comprising a stack (2) of at least two plates (3, 4) each of which comprises recesses (5), the at least two plates (3, 4) being stacked on top of one another in a frame (14) with a base plate and a cover plate (6, 7) in such a manner that cooling channels which pass through the recesses (5) are formed for a cooling fluid. The at least two plates (3, 4) comprising recesses (5) are expanded metal meshes (3, 4), in particular rolled expanded metal meshes (3, 4), that are arranged on top of one another in such a manner that at least one forward flow channel and at least one rearward flow channel are formed.

(57) **Zusammenfassung**: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kühlplatte (1), ein Verfahren zu deren Herstellung und Verwendung, mit einem Stapel (2) aus wenigstens zwei Platten (3, 4) jeweils mit Ausnehmungen (5), wobei die wenigstens zwei Platten (3, 4) in einem Rahmen (14) mit einer Grund- und einer Deckplatte (6, 7) derart übereinander gestapelt sind, dass durch die Ausnehmungen (5) durchgehende Kühlkanäle für ein Kühlfluid ausgebildet sind. Die wenigstens zwei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/013992 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Platten (3, 4) mit Ausnehmungen (5) sind Streckgitter (3, 4), insbesondere gewalzte Streckgitter (3, 4), welche derart übereinander angeordnet sind, dass wenigstens ein Vorlaufkanal und wenigstens ein Rücklaufkanal gebildet ist.

Beschreibung

Kühlplatte und Verfahren zu deren Herstellung sowie Verwendung der Kühlplatte

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kühlplatte, ein Verfahren zu deren Herstellung und Verwendung, mit einem Stapel aus wenigstens zwei Platten jeweils mit Ausnehmungen, wobei die wenigstens zwei Platten in einem Rahmen mit einer Grund- und einer Deckplatte derart übereinander gestapelt sind, dass durch die Ausnehmungen durchgehende Kühlkanäle für ein Kühlfluid ausgebildet sind.

Elektrische Leistungskomponenten müssen in der Regel gekühlt werden, um die entstehende Verlustwärme dem System zu entziehen. Dadurch kann eine zulässige Maximaltemperatur im Inneren der Leistungskomponenten eingehalten werden. Das Einhalten der zulässigen Maximaltemperatur zu jedem Zeitpunkt ist wichtig für eine zuverlässige Funktionsweise und für eine lange Lebensdauer.

Typischerweise wird bei Kühlern das Kühlfluid durch Einbauten geführt und versucht eine große Oberfläche zum Kühlen zu erzeugen. Dabei werden bei Verwendung von z.B. Wasser als Kühlfluid mäanderförmige Kühlschlangen in Kühlplatten integriert. Bei der Luftkühlung von elektrischen Leistungskomponenten, welche mittels erzwungener oder freier Konvektion erfolgen kann, werden Vorrichtungen zur Kühlung mit sehr feinen Strukturen benötigt, welche eine große überströmte Oberfläche aufweisen. Die dafür notwendigen feinen Strukturen sind, wie auch mäanderförmige Kühlschlangen in Kühlplatten in der Regel aufwendig zu fertigen und damit sehr teuer.

Neben einer möglichst großen inneren Oberfläche der Vorrichtung zum Kühlen ist eine gute Wärmeleitung der Vorrichtung senkrecht zur Kontaktfläche zwischen elektrischer Leistungskomponente und Vorrichtung zum Kühlen notwendig, um eine gute Abführung der Wärme über das Kühlfluid zu erreichen.

Aus dem Stand der Technik sind Vorrichtungen zum Kühlen mit Wasser bekannt, welche im Inneren mäanderförmige oder verzweigte Kühlschlangen aufweisen. Diese sind in der Regel aus einem Metall wie z.B. Kupfer und werden in Platten aus z.B. Aluminium eingelassen oder aufgebracht. Das Aufbringen kann bei thermischen Volumenänderungen zu Spannungen führen bis hin zu einer Zerstörung der Verbindung Kühlschlange-Platte. Dadurch wird der Wärmetransport und damit die Kühlwirkung der Vorrichtung erheblich verschlechtert.

Die massive Bauweise der Kühlschlangen und Platten führt zu einem hohen Gewicht der Vorrichtung zum Kühlen, einem hohen Materialverbrauch und Preis, ohne eine große Wärmeaustausch-Oberfläche zwischen der Vorrichtung zum Kühlen und dem Kühlfluid zu erreichen. Die Herstellung und Verbindung der Kühlschlangen und Platten ist sehr aufwendig und teuer.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühlplatte, deren Herstellung sowie deren Verwendung anzugeben, welche einen guten Wärmeübergang zwischen Kühlfluid, z.B. Luft oder Wasser, und zu kühlender Einrichtung, z.B. elektrischer Leistungskomponente, aufweist, bei geringem Herstellungsaufwand und -Kosten sowie verringertem Materialaufwand und Gewicht verglichen mit massiven Platten in Verbindung mit Kühlschlangen.

Die angegebene Aufgabe wird bezüglich der Kühlplatte mit den Merkmalen des Anspruchs 1, bezüglich des Verfahrens zum Herstellen der Kühlplatte mit den Merkmalen des Anspruchs 11 und bezüglich der Verwendung der Kühlplatte mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Kühlplatte und des Verfahrens zum Herstellen der Kühlplatte sowie deren Verwendung gehen aus den jeweils zugeordneten abhängigen Unteransprüchen hervor. Dabei können die Merkmale der nebengeordneten Ansprüche untereinander und mit Merkmalen eines je-

weils zugeordneten Unteranspruchs oder vorzugsweise auch mit Merkmalen mehrerer zugeordneter Unteransprüche kombiniert werden.

Die erfindungsgemäße Kühlplatte umfasst einen Stapel aus wenigstens zwei Platten jeweils mit Ausnehmungen. Die wenigstens zwei Platten sind in einem Rahmen mit einer Grund- und einer Deckplatte derart übereinander gestapelt, dass durch die Ausnehmungen durchgehende Kühlkanäle für ein Kühlfluid ausgebildet sind. Als wenigstens zwei Platten mit Ausnehmungen werden Streckgitter, insbesondere gewalzte Streckgitter verwendet. Diese werden derart übereinander angeordnet, dass wenigstens ein Vorlaufkanal und/oder wenigstens ein Rücklaufkanal gebildet werden.

Streckgitter sind einfach und günstig herstellbar. Im Gegensatz zu Platten mit heraus gestanzten Ausnehmungen fallen bei Streckgittern keine Abfallteile an. Sie weisen eine größere Oberfläche auf als Kühlschlangen bei geringerem Materialverbrauch. Bei Streckgittern werden in Platten schnell und einfach große Flächen durch Abscheren perforiert, wobei die Ausnehmungen als Perforation in den Platten entstehen. Im Gegensatz zu Platten mit verbundenen Kühlschlangen führt ein Stapel aus Streckgittern zu keinen Problemen der Verbindung mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften. Der Stapel weist eine große Oberfläche auf, über welche ein Wärmeaustausch mit einem Kühlfluid, z.B. Wasser, erfolgen kann. Das Gewicht und verbrauchte Material ist bei vergrößerter Oberfläche geringer. Die Kosten und der Aufwand zur Herstellung sind ebenfalls geringer.

Die Anordnung der Streckgitter, insbesondere gewalzter Streckgitter, derart übereinander gestapelt, dass wenigstens ein Vorlaufkanal und wenigstens ein Rücklaufkanal gebildet werden bzw. sind, ermöglicht eine Kühlung mit einer sehr homogenen Temperaturverteilung in der Kühlplatte.

Alternativ können nur Vor- oder nur Rücklaufkanäle gebildet sein, wobei in diesem Fall die Strömungsrichtung zwischen Vor- und Rücklaufkanal unterscheidet.

Über die Grundplatte und/oder Deckplatte kann der Stapel aus wenigstens zwei Platten jeweils mit Ausnehmungen mechanisch und thermisch an der zu kühlenden Einrichtung, wie z.B. der elektrischen Leistungskomponente bzw. -Bauteil, befestigt sein. Über eine Oberfläche der Grundplatte und/oder Deckplatte wird in diesem Fall die Kontaktfläche zwischen der zu kühlenden Einrichtung und der Kühlplatte gebildet.

Die wenigstens zwei Platten können untereinander und/oder mit der Grundplatte und/oder Deckplatte metallisch verbunden sein. Alternativ sind auch Verbindungen über z.B. thermische Leitkleber möglich. Vorteil einer metallischen Verbindung ist die hohe mechanische und thermische Stabilität und der gute Wärmeübergang über eine solche Verbindung. Die metallische Verbindung kann eine Lötverbindung, eine Hartlötverbindung und/oder eine Schweißverbindung sein.

Die wenigstens zwei Platten können mit ihrer Plattenebene parallel zur Plattenebene der Grundplatte angeordnet sein. Dies ermöglicht eine gute, platzsparende Anordnung und Ausrichtung im Rahmen der Kühlplatte. Durch den Rahmen erfolgt eine Justierung der Streckgitter und Ausnehmungen zueinander, wodurch eine Einfache und kostengünstige Montage der Kühlplatte gewährleistet ist.

Durch die Ausnehmungen der wenigstens zwei Platten können gleiche regelmäßige Muster ausgebildet sein, mit konstantem Abstand P zwischen benachbarten Ausnehmungen entlang einer Richtung in der Plattenebene. Dies ermöglicht die Verwendung gleich geformter Streckgitter, welche billiger in großer Stückzahl produziert werden können. Eine Verwechslung bei der Montage unterschiedlich geformter Streckgitter kann nicht passieren. Dadurch wird die Montage einfacher.

Die wenigstens zwei Platten können derart übereinander angeordnet sein, dass die Muster von benachbarten Platten gegeneinander verschoben sind, um den halben Abstand P zwischen benachbarten Ausnehmungen entlang einer Richtung in der Plattenebene. Dadurch lassen sich einfach Vorlauf- und/oder Rücklaufkanäle bei Verwendung gleicher Plattenformen ausbilden.

Die Platten können derart übereinander angeordnet sein, dass die Muster von benachbarten Platten gegeneinander um einen Winkel Beta verdreht sind, insbesondere um einen Winkel N mal Beta, wobei N die durchnummerierte Zahl der N-ten Platte im Stapel ist.

Der Winkel Beta kann z.B. einen Wert gleich oder im Bereich von 90° aufweisen. Die Verdrehung von Platten bzw. deren Mustern gegeneinander kann die gleichen Vorteile aufweisen, wie zuvor für eine Verschiebung der Muster der Platten gegeneinander beschrieben. Mit N ist die natürliche Zahl wiedergegeben, welche angibt die wievielte Platte im Plattenstapel von z.B. der ersten Platte in Kontakt mit einer Grundplatte aus gerechnet, die N-te Platte darstellt.

Es können genau zwei oder genau drei Platten zwischen der Grund- und der Deckplatte in dem Rahmen angeordnet sein. Diese Aufbauten lassen sich leicht realisieren, weisen eine geringe Aufbauhöhe auf, ein geringes Gewicht und gute Kühlwirkungsgrade. Es lassen sich so leicht getrennte, nur an einer Stelle fluidisch verbundene Vor- und Rücklaufkanäle durch die Ausnehmungen ausbilden.

Die Form der Ausnehmungen der wenigstens zwei Platten kann gleich sein, insbesondere innerhalb einer Platte und/oder im Vergleich einer ersten Platte mit einer zweiten Platte. Die Streckgitter weisen typischerweise durch den Abschervorgang Wellenprofile an den Oberflächen auf. Diese Streckgitter können gewalzt werden, womit die Oberfläche planar wird und ein Übereinanderstapeln und Verbinden mit guter, d.h. großer Auflage- bzw. Kontaktfläche erfolgen kann. Somit sind die Kon-

takte der Streckgitter untereinander sowie zu den abschließenden Wänden nicht nur punktuell sondern flächig, was den Wärmetransport quer zur Wand ermöglicht bzw. verbessert. Die Ausnehmungen können im Wesentlichen die Form eines Parallelogramms aufweisen. Im Wesentlichen bedeutet dabei, dass bei einem Parallelogramm jeweils zwei parallele Geraden zwei weitere parallele Geraden schneiden, und dabei einen spitzen Winkel Alpha einschließen.

Jedoch kann produktionstechnisch oder gewollt der Winkel nicht spitz sein, sondern abgerundet in Form eines Kreisradiusausschnitts oder ein gerades Stück einschließen, mit einer Länge H. Der Winkel Alpha zwischen Schenkeln des Parallelogramms kann im Bereich von 91° bis 170° liegen. Der Abstand P der Mittelpunkte von benachbarten Ausnehmungen kann im Bereich von 5 bis 70 mm liegen, wobei mit Mittelpunkt der Schnittpunkt der Diagonalen in einem Parallelogramm bezeichnet ist. Der Abstand B von benachbarten Begrenzungen von zwei benachbarten Ausnehmungen kann im Bereich von 0.4 mal P, insbesondere mit einem Wert des Abstands B im Bereich von 1 bis 10 mm liegen. Mit Abstand B ist die kleinste Breite von Stegen in einer Ebene zwischen Ausnehmungen bezeichnet, welche beim Herstellen des Plattenmaterials übrig bleiben. Der Abstand H von zwei Schenkeln des Parallelogramms kann im Bereich kleiner 0.1 mal P, insbesondere im Bereich 5 bis 20 mm liegen.

Die Form der Ausnehmungen der wenigstens zwei Platten kann auch andere Formen, wie z.B. eine kreisrunde Form aufweisen.

Die Kühlplatte kann wenigstens einen Fluid-Zufluss und wenigstens einen Fluid-Abfluss umfassen. Diese können jeweils mit dem Zufluss- bzw. Abflusskanal fluidisch verbunden sein. Dadurch ist eine einfache Zu- und Abführung von Kühlfluid möglich. So kann z.B. kaltes Wasser einfach zugeführt und warmes Wasser abgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen einer Kühlplatte umfasst, dass die Ausnehmungen in den Streckgittern jeweils durch lokales Abscheren erzeugt werden. Dabei können die Stege zwischen den Ausnehmungen in der Plattenebene flachgewalzt werden. Beim Abscheren können sich die Stege senkrecht zur Plattenebene aufstellen. Dies kann die Anordnung der Platten als Stapel behindern und/oder eine Kühlfluidströmung behindern. Um solche Probleme zu reduzieren oder auszuschließen kann ein Bearbeitungsschritt Flachwalzen sinnvoll sein.

Die Streckgitter können dann in einem Rahmen derart übereinander angeordnet werden, dass durch teilweise überlappende Ausnehmungen insgesamt ein durchströmbarer poröser Körper entsteht, der wenigstens ein Fluid-Vorlaufkanal in fluidischem Kontakt mit wenigstens einem Fluid-Zufluss und wenigstens ein Fluid-Rücklaufkanal in fluidischem Kontakt mit wenigstens einem Fluid-Abfluss umfasst. Durch die Verwendung des Rahmens ist eine einfache Justierung der Streckgitter zueinander und zu dem Fluid-Zufluss und -Abfluss möglich sowie ein Abschließen und Abdichten der gesamten Kühlplatte. Ein aufwendiger Arbeitsschritt, um die Vorlauf- und Ablaufkanäle auszubilden durch Überlappung der Ausnehmungen, und um diese in fluidischen Kontakt mit dem Fluid-Zufluss und -Abfluss zu bringen wird dadurch eingespart, was Aufwand, Zeit und Kosten spart.

Eine erfindungsgemäße Verwendung der zuvor beschriebenen Kühlplatte oder einer nach dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellten Kühlplatte kann umfassen, dass zur Kühlung ein Fluid Luft, Wasser, Wasser-Glykol-Gemisch oder Öl durch die Kühlkanäle strömt. Durch die große, von dem Kühlfluid überstrichenen Fläche der Streckgitter sowie durch die entstehenden verwundenen Kanäle ist ein hoher Wärmeaustausch zwischen Kühlfluid und Platten und somit der zu kühlenden Einrichtung sicher gestellt.

Die Kühlplatte kann zur Kühlung von elektrischen Leistungskomponenten verwendet werden. Es sind aber auch andere Verwendungen wie z.B. die Kühlung einer Maschine denkbar.

Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung der Kühlplatte und für deren Verwendung ergeben sich die vorstehend erwähnten, mit der erfindungsgemäßen Kühlplatte verbundenen Vorteile.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung mit vorteilhaften Weiterbildungen gemäß den Merkmalen der abhängigen Ansprüche werden nachfolgend anhand der folgenden Figuren näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht auf eine Platte 3 des Plattenstapels 2 mit parallelogrammförmigen Ausnehmungen 5 einer erfindungsgemäßen Kühlplatte 1, und

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Kühlplatte 1 mit Grund- und Deckplatte 6, 7, Rahmen 14, Zu- und Abfluss 12, 13, sowie Strömung 8 durch den fluiddurchlässigen Plattenstapel, und

Fig. 3 eine schematische Aufsicht auf die erfindungsgemäße Kühlplatte 1 mit transparent dargestellter Deckplatte 6.

Fig. 1 zeigt eine Aufsicht auf eine Platte 3 mit im Wesentlichen parallelogrammförmigen Ausnehmungen 5 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Kühlen. Die Platte 3 ist ein Streckgitter mit durch Abscheren hergestellten Stegen 9 und Ausnehmungen 5, wobei die Stege 9 flachgewalzt sind und in einer Plattenebene liegen. Die Plattenebene ist in Fig. 1 die Zeichnungsebene. Im Weiteren werden die Begriffe Streckgitter und Platte 3, 4 äquivalent gebraucht. Das Streckgitter 3 kann z.B. aus einem Metallblech, wie einem Aluminiumblech, einem

Stahlblech, einem verzinktem Blech oder einem CuNiFe-Blech hergestellt sein.

Das Blech weist üblicherweise eine in Fig. 1 nicht dargestellte Dicke im Bereich von einigen mm auf. Die Ausnehmungen 5 sind gleich in ihrer Form und ergeben ein regelmäßiges Muster, welches sich durch die Parallelogramm-Form und den Abstand P der Mittelpunkte der Ausnehmungen 5 voneinander ergibt. Ein Mittelpunkt eines Parallelogramms ergibt sich durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Parallelogramms, welche die Eckpunkte jeweils miteinander verbinden. Der Abstand P der Mittelpunkte von benachbarten Ausnehmungen liegt im Bereich von 5 bis 70 mm, z.B. 5 mm. Die Stege 9 weisen eine Breite B im Bereich von 0.4 mal P auf, insbesondere 1 bis 10 mm. Bei einem Wert P gleich 5 mm ergibt sich ein Wert B von 2 mm.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die Ausnehmungen 5 nur im Wesentlichen parallelogrammförmig. An zwei sich gegenüberliegenden Schnittpunkten 10, 10’ einer Ausnehmung 5 ist keine Spitze gebildet, sondern ein gerader Bereich der Länge H eingefügt, welcher parallel einer Diagonalen des Parallelogramms ist. Der gerade Bereich schließt mit dem benachbarten Schenkel des Parallelogramms einen Winkel Alfa ein, welcher im Bereich von 91° bis 170° liegt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 beträgt der Winkel Alpha 170°. Der gerade Bereich weist einen Wert H von 0.1 mal P auf, insbesondere im Bereich 5 bis 20 mm. Bei einem Wert P von 5 mm ist H gleich 0.5 mm. Die zwei anderen sich gegenüberliegenden Schnittpunkte 11, 11’ sind spitz ausgebildet, ohne geraden Bereich.

In Fig. 1 ist der Übersichtlichkeit halber keine zweite Platte 4 des Plattenstapels 2 eingezeichnet. Die zweite Platte 4 kann aber unter der ersten Platte 3 angeordnet sein, mit einem Muster um den Winkel Beta gedreht, wobei Beta insbesondere 90° beträgt. Dies bedeutet, dass das Parallelogramm, welches durch die Ausnehmung 5 der darunter liegenden Platte 4

gegeben ist, um 90° gegenüber der Ausnehmung 5 der ersten Platte 3 gedreht ist.

In der Fig. 2 ist eine schematische Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Kühlplatte 1 dargestellt. Die Kühlplatte 1 umfasst einen Stapel 2 von Platten 2, 3 bestehend aus Streckgittern, welche der Einfachheit halber nur schematisch dargestellt sind. Der Stapel 2 ist in einem Rahmen 14 und einer Grund- und Deckplatte 6, 7 fixiert, analog einer Schachtel, in welcher die Streckgitter 2, 3 angeordnet sind. Die Deckplatte 7 umfasst einen Zu- und Abfluss 12, 13 auf gegenüberliegenden Seiten, welche in Form von z.B. Bohrungen in der Deckplatte 7 ausgebildet sind. Daran können Fluidleitungen angeschlossen werden. Alternativ zu der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform, können die Zu- und Abflüsse 12, 13 auch im Rahmen 14 oder in der Grundplatte 6 ausgebildet sein, abhängig der Anordnung der Kühlplatte 1 relativ zu der zu kühlenden Einrichtung.

Das Kühlfluid, z.B. Wasser, strömt im Gebrauch der Kühlplatte 1 durch den Zufluss 12 mit niedriger Temperatur, d.h. kalt, in die Kühlplatte 1. Die Strömungsrichtung 8 mit der Strömung durch die überlappenden Ausnehmungen 5 ist in Fig. 2 in Form von Pfeilen dargestellt. Vom Zufluss 12 ausgehend strömt das Kühlfluid in den Vorlaufkanal, welcher durch überlappende Ausnehmungen 5 der Streckgitter 3, 4 gebildet wird. Vom Vorlaufkanal strömt das Kühlfluid in den Rücklaufkanal, welcher der Einfachheit halber in Fig. 2 nicht dargestellt ist. Der Vorlaufkanal und Rücklaufkanal kann auch durch ein und denselben Kanal gebildet werden. Vom Rücklaufkanal strömt das Kühlfluid über den Abfluss 13 aus der Kühlplatte ab.

Die Grund- und Deckplatte 6, 7 in Verbindung mit dem Rahmen 14 bilden mit Ausnahme des Zu- und Abflusses 12, 13 eine fluiddichte Kühlplatte 1. Sie können somit Teil der Wände bzw. Begrenzung des durch die überlappenden Ausnehmungen 5 der Streckgitter 3, 4 gebildeten Kühlfuidkanals bzw. -kanäle sein.

In Fig. 3 ist eine Aufsicht auf die erfindungsgemäße Kühlplatte 1 mit transparent dargestellter Deckplatte 6 gezeigt. Die Ausnehmungen 5 des Streckgitters 3 und 4 ergeben jeweils das gleiche Muster. Die Streckgitter 3 und 4 sind derart übereinander angeordnet, dass das Muster des oberen Streckgitters 3 um den halben Abstand P zweier Ausnehmungen voneinander vom Muster des darunter liegenden Streckgitters 4 in Richtung der Fluidströmung 8 verschoben ist.

Eine Kühlplatte 1 mit Vor- und Rücklaufkanal ergibt sich, wenn die in Fig. 3 dargestellte Kühlplatte 1 zweifach verwendet wird, übereinander gestapelt. Dabei ist die zweite Kühlplatte 1 an der horizontalen Mittelachse gespiegelt zur ersten angeordnet ohne Deckplatte 7. Die Deckplatte 7 wird durch die in Fig. 3 dargestellte Kühlplatte 1 ersetzt.

Alternativ kann zwischen zwei Stapeln 2 von Streckgittern 3, 4 auch eine fluiddichte Platte im Rahmen 14 angeordnet werden, welche nur eine fluiddurchlässige Öffnung an der Stelle des Abflusses 13 umfasst. Der Fluid-Zufluss 12 ist in der Deckplatte 7 angeordnet und der Fluid-Abfluss 13 ist in der Grundplatte 6 angeordnet, an der gleichen Stelle wie der Fluid-Zufluss 12 in der Deckplatte 7. Das Kühlfluid durchströmt die Vorlaufkanäle wie in Fig. 3 durch Feile 8 dargestellt. Über die Öffnung 13 fließt das Kühlfluid in den unteren Teil der Kühlplatte 1 unterhalb der in Fig. 3 gezeigten Anordnung, welcher analog dem gezeigten Teil aus zwei Streckgittern 3, 4 aufgebaut ist. Im unteren Teil erfolgt die Strömung genau entgegengesetzt der durch die Feile 8 im oberen Teil angezeigten Strömung. Über den nicht dargestellten Fluid-Abfluss in der Grundplatte 6 an der gleichen Stelle des Fluid-Zuflusses 12 in der Deckplatte 7 fließt das Kühlfluid aus der Kühlplatte 1 ab.

In Fig. 3 sind die Platten 3, 4 des Plattenstapels 2 mit ihrer Plattenebene, wie sie in Fig. 1 als Zeichenebene dargestellt ist, parallel zur Grundplatte 6 angeordnet. Alterna-

tiv, in den Figuren der Einfachheit halber nicht dargestellt, können diese auch senkrecht zur Grundplatte angeordnet werden. Bei flüssigen Kühlfluiden wie Wasser ist jedoch die Anordnung parallel wegen der günstigeren Strömungsverhältnisse zu bevorzugen.

Bei einer Kühlfluidströmung 8 parallel zur Plattenebene sowohl der Streckgitter 3, 4, als auch der Grundplatte 6, erfolgt ein guter Wärmeübergang von der zu kühlenden Einrichtung, über die Grundplatte 6 und/oder Deckplatte, je nachdem mit welcher Platte 6, 7 die zu kühlende Einrichtung in mechanischem bzw. thermischem direkten oder indirekten Kontakt steht, den Streckgittern des Stapels 2 zu dem Kühlfluid. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 werden die gestapelten Streckgitter 3, 4 wagerecht angeströmt bzw. überströmt. Je nach Fluidart und -Geschwindigkeit sowie benötigter Kühlleistung ist die Anordnung und Zahl der Streckgitter zu wählen.

Die Streckgitter 3, 4 können an der Grundplatte 6 und/oder Deckplatte 7 mechanisch und/oder thermisch leitend befestigt sein. Dies kann z.B. durch metallische Verbindung wie z.B. über Löten, Hartlöten oder Schweißen erfolgen.

In Fig. 3 ist ein Stapel 2 mit zwei Streckgittern 3, 4 dargestellt. Es können aber auch mehr als zwei Streckgitter übereinander gestapelt angeordnet werden. Das Streckgitter 3 ist derart verschoben gegen das Muster der Ausnehmungen 5 des Streckgitters 4 angeordnet, dass die Verschiebung einer Länge 1/2 P entspricht, d.h. bei P gleich 5 mm einen Wert 2.5 mm aufweist, in eine Richtung parallel zur Ebene der Grundplatte 6 bzw. Deckplatte 7. Das darüber angeordnete Streckgitter des Stapels 2, welches in Fig. 3 der Einfachheit halber nicht dargestellt ist, kann mit seinem Muster um den gleichen Wert in gleicher oder in entgegen gesetzter Richtung verschoben sein. Es ergibt sich das gleiche Gesamtmuster im Aufblick. Bei Stapelung weiterer Streckgitter erfolgt eine Stapelung analog.

Es sind je nach Bedarf auch andere Stapelungen denkbar, wie zuvor beschrieben auch mit Drehung und/oder unregelmäßiger Verschiebung von Streckgittermustern gegeneinander. Je nach gewünschten Strömungsverhältnissen, welche die Kühlungseigenschaften der Vorrichtung ergeben, ist eine Anordnung der Streckgitter 3, 4 im Stapel 2 vorzunehmen. Es sind auch Anordnungen denkbar, bei welchen die Streckgitter 3, 4 auf der Grundplatte mit einem Winkel ungleich Null oder 90° zwischen Streckgitterebene und Grundplattenebene angeordnet werden. Die zuvor beschriebenen Beispiele sollen die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zur Kühlung nicht beschränken, sondern erläutern, und sind auch in Kombination untereinander sowie mit dem Stand der Technik anwendbar. So können die Ausnehmungen 5 statt der Form von Parallelogrammen z.B. auch kreisrunder Form oder auch Y-förmig sein, oder andere beliebige Formen aufweisen.

Patentansprüche

1. Kühlplatte (1) mit einem Stapel (2) aus wenigstens zwei Platten (3, 4) jeweils mit Ausnehmungen (5), wobei die wenigstens zwei Platten (3, 4) in einem Rahmen (14) mit einer Grund- und einer Deckplatte (6, 7) derart übereinander gestapelt sind, dass durch die Ausnehmungen (5) durchgehende Kühlkanäle für ein Kühlfluid ausgebildet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Platten (3, 4) mit Ausnehmungen (5) Streckgitter (3, 4) sind, welche derart übereinander angeordnet sind, dass wenigstens ein Vorlaufkanal und/oder wenigstens ein Rücklaufkanal gebildet ist.

2. Kühlplatte (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Platten (3, 4) gewalzte Streckgitter (3, 4) sind und/oder mit ihrer Plattenebene parallel zur Plattenebene der Grundplatte (6) angeordnet sind.

3. Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Ausnehmungen (5) der wenigstens zwei Platten (3, 4) gleiche regelmäßige Muster mit konstantem Abstand P zwischen benachbarten Ausnehmungen (5) entlang einer Richtung in der Plattenebene ausgebildet sind.

4. Kühlplatte (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Platten (3, 4) derart übereinander angeordnet sind, dass die Muster von benachbarten Platten (3, 4) gegeneinander verschoben sind, um den halben Abstand P zwischen benachbarten Ausnehmungen (5) entlang einer Richtung in der Plattenebene.

5. Kühlplatte (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (3, 4) derart übereinander angeordnet sind, dass die Muster von benachbarten Platten (3, 4) gegeneinander um einen Winkel Beta verdreht sind, insbesondere um einen Winkel N mal Beta, wobei N die durchnummerierte Zahl der N-ten Platte im Stapel (2) ist, insbesondere wobei der Winkel Beta einen Wert im Bereich von 90° aufweist.

6. Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass genau zwei oder genau drei Platten (3, 4) zwischen der Grund- und der Deckplatte (6, 7) in dem Rahmen (14) angeordnet sind.

7. Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Form der Ausnehmungen (5) der wenigstens zwei Platten (3, 4) gleich ist, insbesondere innerhalb einer Platte (3, 4) und/oder im Vergleich einer ersten Platte (3) mit einer zweiten Platte (4).

8. Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (5) im Wesentlichen die Form eines Parallelogramms aufweisen, mit einem Winkel Alpha zwischen sich schneidenden Schenkeln des Parallelogramms im Bereich von 91° bis 170°, und/oder mit einem geraden Bereich zwischen zwei Schenkeln des Parallelogramms mit einer Länge H im Bereich von 5 bis 20 mm.

9. Kühlplatte (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Ausnehmungen (5) einen Abstand P zwischen den jeweiligen Mittelpunkten der Parallelogramme aufweisen, insbesondere im Bereich von 5 bis 70 mm, und einen Abstand B von benachbarten Begrenzungen von zwei benachbarten Ausnehmungen (5), wobei B die Stegbreite zwischen den Ausnehmungen (5) ist, insbesondere im Bereich von 0.4 mal P, insbesondere mit einem Wert des Abstands B im Bereich von 1 bis 10 mm, und/oder mit einem geraden Bereich zwischen zwei Schenkeln des Parallelogramms mit einer Länge H im Bereich kleiner 0.1 mal P.

10. Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Fluid-Zufluss (12) und wenigstens ein Fluid-Abfluss (13) umfasst ist.

11. Verfahren zum Herstellen einer Kühlplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Ausnehmungen (5) in den Streckgittern (3, 4) jeweils durch lokales Abscheren erzeugt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Stege (9) zwischen den Ausnehmungen (5) in der Plattenebene flachgewalzt werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Streckgitter (3, 4) in einem Rahmen (14) derart übereinander angeordnet werden, dass durch teilweise überlappende Ausnehmungen (3, 4) wenigstens ein Fluid-Vorlaufkanal in fluidischem Kontakt mit wenigstens einem Fluid-Zufluss (12) und wenigstens ein Fluid-Rücklaufkanal in fluidischem Kontakt mit wenigstens einem Fluid-Abfluss (13) gebildet werden.

14. Verwendung der Kühlplatte (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder einer nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13 hergestellten Kühlplatte (1), dadurch gekennzeichnet, dass zur Kühlung ein Fluid Luft, Wasser, Wasser-Glykol-Gemisch oder Öl durch die Kühlkanäle strömt.

15. Verwendung der Kühlplatte (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlplatte (1) zur Kühlung von elektrischen Leistungskomponenten verwendet wird.

FIG 1

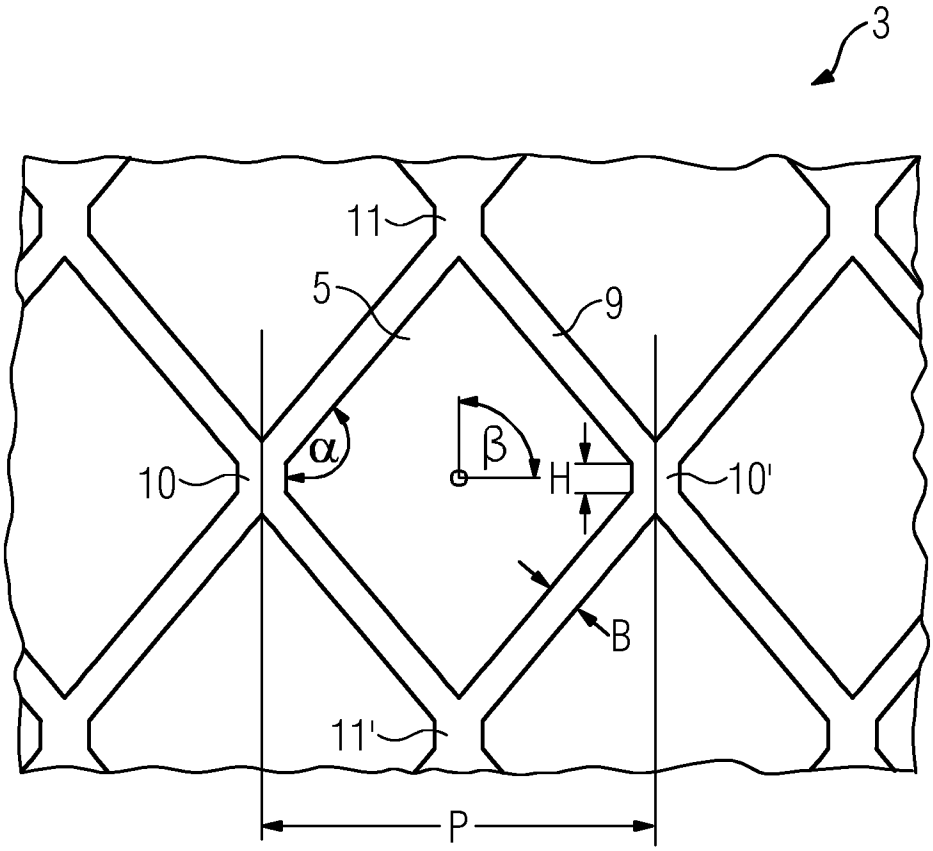


FIG 2

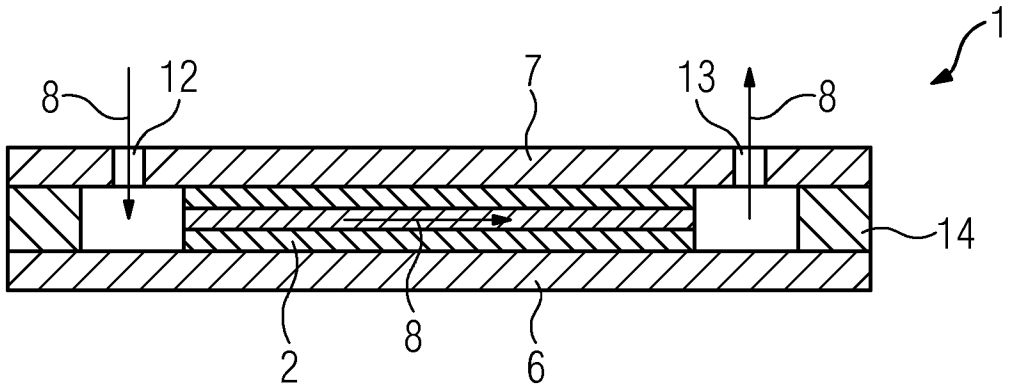


FIG 3

