

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50106/2023
(22) Anmeldetag: 17.02.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2024

(51) Int. Cl.: **H01L 23/367** (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)
H01L 23/473 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2001008703 A1
EP 1160860 A1
JP 2002110874 A
JP 2009253053 A
GB 2549499 A

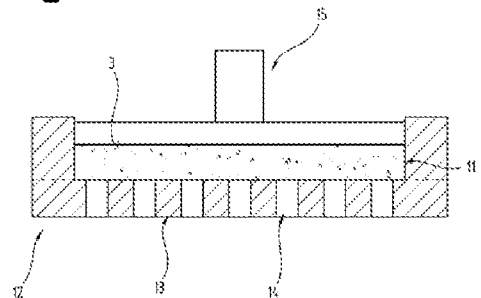
(73) Patentinhaber:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung (1) umfassend die Schritte Bereitstellung eines Werkstoffes und Ausbildung einer Kühlstruktur aus dem Werkstoff, wobei als Werkstoff ein Sinterpulver verwendet wird, aus dem durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling (11) gesintert wird, und aus dem Vorformling (11) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Umformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (11) durch ein Formwerkzeug (12) gepresst wird.

Fig.4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung umfassend die Schritte Bereitstellung eines Werkstoffes und Ausbildung einer Kühlstruktur aus dem Werkstoff.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung eine Kühlvorrichtung zum Kühlen von Bauteilen umfassend ein Basiselement mit einer ersten Oberfläche, und mit einer Kühlelemente aufweisenden Kühlstruktur, die auf dem Basiselement die erste Oberfläche überragend angeordnet ist.

[0003] Sogenannten Leistungselektronikbauteile, wie Leistungshalbleiter, sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt. Derartige Bauteile werden häufig eingesetzt, beispielsweise auch in Kraftfahrzeugen. Es ist weiter bekannt, dass diese Bauteile im Betrieb größere Mengen an Wärme erzeugen, die oft mit Hilfe eines Kühlmediums abgeführt werden müssen. Für diesen Zweck sind im Stand der Technik unterschiedlichste Kühler bekannt.

[0004] So beschreibt beispielsweise die DE 11 2007 000 829 B4 eine Anordnung aus einem Wechselrichter und einem Kühler zum Kühlen des Wechselrichters, wobei der Kühler Folgendes umfasst: ein Substrat, das eine Oberfläche hat, auf der der Wechselrichter angeordnet ist; Wärmeabgabebauteile, die an einer anderen, gegenüberliegenden Oberfläche des Substrats befestigt sind und einen Bereich umgeben, der einem Bereich gegenüberliegt, in dem auf der einen Oberfläche des Substrats der Wechselrichter angeordnet ist; ein Hauptrohr, das von der anderen Oberfläche des Substrats entfernt liegt und einen Raum begrenzt, der zwischen dem Hauptrohr und dem Substrat liegt und der so ausgebildet ist, dass ihm ein Kühlmittel zugeleitet werden kann und er dem Kühlmittel ermöglicht, mit den Wärmeabgabebauteilen in Kontakt zu treten; und ein Nebenrohr, das von dem Hauptrohr zum Substrat hin vorsteht und das dem Bereich des Substrats gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter angeordnet ist, sodass es auf der anderen Oberfläche des Substrats an dem Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter angeordnet ist, ein dem Hauptrohr zugeführtes Kühlmittel auftreffen lässt, wobei das dem Hauptrohr zugeführte Kühlmittel von dem dem Raum zugeführten Kühlmittel getrennt ist, bis es aus dem Nebenrohr ausgestoßen wird.

[0005] Im Stand der Technik sind auch sogenannte Pin Fin Kühlkörper beschrieben worden, die von einem Kühlmedium umspült werden und so die Wärme von den Pins auf das Kühlmedium übertragen. Z.B. beschreibt die DE 10 2019 108 106 A1 einen Kühler für einen Leistungshalbleiter in einem Inverter, wobei der Kühler zweiteilig ausgestaltet ist und umfasst: eine Bodenplatte als erstes Teil, die wärmeleitend an den Leistungshalbleiter anbindbar ist; einen Kühlkörper als zweites Teil, der an der Bodenplatte angeordnet ist, wobei der Kühlkörper mindestens eine wellenförmige Ausnehmung aufweist, die durchgängig von einer der Bodenplatte abgewandten Seite des Kühlkörpers bis zu einer dem Kühlkörper zugewandten Seite ausgebildet ist; wobei das erste und zweite Teil miteinander verbunden sind und mittels einer Schicht überzogen sind, die beide Teile vor elektrochemische Reduktion schützt.

[0006] Aus der DE 10 2018 216 859 A1 ist eine Vorrichtung zur Kühlung von Bauteilen bekannt, aufweisend: einen ersten und einen zweiten Grundkörper; in dem ersten Grundkörper ausgebildete zylinder- und/oder kegelförmige erste Kühlrippen, die von einem Kühlmittel umströmbar sind, und in dem zweiten Grundkörper ausgebildete zylinder- und/oder kegelförmige zweite Kühlrippen, die von dem Kühlmittel umströmbar sind, wobei der zweite mit dem ersten Grundkörper derart zusammengefügt ist, dass die zweiten Kühlrippen zwischen den ersten Kühlrippen zu liegen kommen ohne den ersten Grundkörper zu berühren.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Kühlvorrichtung für Bauteile ressourcenschonend herstellen zu können.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass als Werkstoff ein Sinterpulver verwendet wird, aus dem durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu einem Vorformling gesintert wird, und aus dem Vorformling die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen durch Umformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings durch ein Formwerkzeug gepresst wird.

[0009] Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit der eingangs genannten Kühlvorrichtung gelöst, bei der das Basiselement und die Kühlelemente aus einem Sinterwerkstoff bestehen und die Kühlelemente durch Umformung aus dem Werkstoff des Basiselements hergestellt sind.

[0010] Von Vorteil ist dabei, dass durch die Umformung des Basiselements zu den Kühlelementen für deren Herstellung kein Abfallmaterial anfällt, wie dies beispielsweise bei einer spanenden Bearbeitung der Fall ist. Zudem können alle Kühlelemente der Kühlvorrichtung gleichzeitig hergestellt werden, womit eine entsprechende Erhöhung der Produktivität erreicht werden kann. Für die Umformung ist dabei von Vorteil, dass der Vorformling, obwohl er durch das Sintern bereits eine entsprechende Festigkeit aufweist, aufgrund von Poren im Vergleich zu einem Vollmaterial einfacher umformbar ist.

[0011] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Vorformling nachverdichtet wird und dass die Kühlstruktur während der Nachverdichtung ausgebildet wird. Durch die Zusammenlegung dieser Schritte in einen einzigen Verfahrensschritt kann eine entsprechende Verkürzung der Herstellzeit der Kühlvorrichtung erreicht werden. Dabei ist von Vorteil, dass durch die nicht vorab erfolgte Nachverdichtung des Vorformlings dessen Umformung zur Kühlstruktur aufgrund eines höheren Porenanteils einfacher durchgeführt werden kann.

[0012] Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kühlstruktur durch Verwendung einer Lochplatte als Formwerkzeug in Form von pinförmigen Kühlelementen hergestellt wird. Das Formwerkzeug kann damit relativ einfach ausgestaltet werden. Zudem ist es einfach an unterschiedliche Formen von Kühlelementen anpassbar. Überraschenderweise stellt trotz der großen Kontaktfläche die Entformung der Kühlelemente durch Abziehen der Lochplatte keine Problem in Hinblick auf Materialausbrüche, etc., dar.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Oberfläche des Vorformlings, auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird. Es ist damit ein verbessertes „Fließverhalten“ des Materials für die Herstellung der Kühlstruktur erreichbar.

[0014] Entsprechend einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung können das Basiselement und die Kühlelemente eine Dichte von zumindest 98 % der Volldichte des eingesetzten Werkstoffes aufweisen, womit die Kühlvorrichtung trotz der pulvermetallurgischen Herstellung auch ohne weitere Nachbehandlung verbesserte Korrosionseigenschaften aufweisen kann. Dies ist insbesondere für die im Betrieb von einem Kühlmittel umströmten Kühlelemente von Vorteil.

[0015] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kühlelemente eine Höhe über der ersten Oberfläche des Basiselements zwischen 2 mm und 20 mm aufweisen. In Hinblick auf die Umformbarkeit haben sich diese Höhen der Kühlelemente als vorteilhaft herausgestellt, da damit der Materialfluss über die gesamte Höhe der Kühlelemente gleichmäßiger gestaltet werden kann.

[0016] Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Rückseite des Basiselements mit einer ebenen Oberfläche ausgebildet ist, womit die Anlage des Basiselementes einerseits beim Umformen an einen Stempel und andererseits an ein zu kühlendes Bauteil im Betrieb der Kühlvorrichtung verbessert werden kann.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf der ersten Oberfläche des Basiselements zumindest ein weiteres Strukturelement angeordnet ist, das die Kühlelemente in Richtung der Höhe überragt und das in net shape oder near net shape Qualität hergestellt ist. Auch hierbei ist wiederum die pulvermetallurgische Herstellung der Kühlvorrichtung von Vorteil, da weitere Ebenen an der Kühlvorrichtung ohne aufwändige spanende Nachbearbeitung erzeugt werden können, indem sie bereits bei der ursprünglichen Formgebung zur Herstellung des Vorformlings berücksichtigt werden.

[0018] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0019] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- [0020] Fig. 1 eine Kühlvorrichtung mit zu kühlendem Bauteil in Seitenansicht;
[0021] Fig. 2 eine Kühlvorrichtung in Schrägansicht;
[0022] Fig. 3 eine Ausführungsvariante eines Vorformlings;
[0023] Fig. 4 eine Ausführungsvariante eines Werkzeugs zur Herstellung der Kühlvorrichtung.

[0024] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0025] In Fig. 1 ist eine Kühlvorrichtung 1 in Seitenansicht dargestellt.

[0026] Die Kühlvorrichtung 1 dient der Kühlung eines Bauteils 2 oder mehrerer Bauteile 2 bzw. einer Baugruppe. Dazu liegt die Kühlvorrichtung mit einer Rückseite 3 an dem zumindest einen Bauteil 2 an, insbesondere unmittelbar, ist also zum Wärmeaustausch bevorzugt in direktem Kontakt mit dem Bauteil 2.

[0027] Das Bauteil 2 ist bevorzugt ein Elektronikbauteil, insbesondere ein sogenanntes Leistungselektronikbauteil bzw. Hochleistungselektronikbauteil oder ein Leistungshalbleiter bzw. Hochleistungshalbleiter. Insbesondere können derartige Bauteile 2 bzw. Baugruppen aus/mit diesen Bauteilen 2 für eine Leistung im Bereich von mehreren kW bis zu MW vorgesehen sein. Derartige Bauteile 2 dienen z.B. der Umformung elektrischer Energie mit schaltenden elektronischen Bauelementen. Typische Anwendungen sind Umrichter oder Frequenzumrichter im Bereich der elektrischen Antriebstechnik, Solarwechselrichter und Umrichter für Windkraftanlagen zur Netzeinspeisung regenerativ erzeugter Energie oder Schaltnetzteile, generell die Umrichtung von Wechselspannung in Gleichspannung durch Gleichrichter, die Umrichtung von Gleichspannung in Wechselspannung durch Wechselrichter, Steuerungen, beispielsweise in der Antriebstechnik eines Elektroantriebs in Elektrofahrzeugen bzw. Hybridfahrzeugen, Batteriemanagementsysteme, etc. Ein Leistungselektronikbauteil kann beispielsweise ein Halbleiter, insbesondere ein so genannter Leistungshalbleiter, z.B. ein IGBT, sein.

[0028] Da derartige Bauteile 2 an sich aus dem einschlägigen Stand der Technik bekannt sind, sei zur Vermeidung von Wiederholungen bzgl. Einzelheiten dazu auf diesen Stand der Technik verwiesen.

[0029] Die Kühlvorrichtung 1 umfasst ein Basiselement 4, das auch die Rückseite 3 der Kühlvorrichtung 1 bildet, und das auf einer ersten Oberfläche 5 eine Kühlstruktur aufweist, bzw. besteht aus dem Basiselement 4 und der Kühlstruktur. Die Kühlstruktur wird durch Kühlelemente 6 gebildet, die über die erste Oberfläche 5 vorragend an dem Basiselement 4 angeordnet und damit einstückig verbunden sind, wie dies auch aus Fig. 2 ersichtlich ist. Mit anderen Worten ausgedrückt ist die Kühlvorrichtung in der bevorzugten Ausführungsvariante nur durch ein einziges Teil gebildet. Ungeachtet dieser Einteiligkeit besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass pro Bauteil 2 bzw. Baugruppe aus/mit zumindest einem derartigen Bauteil 2 mehrere Kühlvorrichtungen 1 entsprechend der Erfindung miteinander zur einer Kühlvorrichtungsgruppe kombiniert sein können. Insbesondere können die Kühlvorrichtung 1 also auch modular zu einer Kühlvorrichtungsgruppe zusammengesetzt werden/sein.

[0030] Das Basiselement 4 und die Kühlelemente 6 sind aus einem Sinterwerkstoff hergestellt bzw. bestehen daraus. Weiter sind die Kühlelemente 6 durch Umformung aus dem Basiselement 4 hergestellt.

[0031] In der bevorzugten Ausführungsvariante weisen das Basiselement 4 und die Kühlelemente 8 eine Dichte von zumindest 98 %, insbesondere zumindest 98,5 %, vorzugsweise zumindest 99 %, der Volldichte des eingesetzten Werkstoffes auf.

[0032] Die Voldichte bezieht sich dabei auf die Dichte einer schmelzmetallurgisch hergestellten Kühlvorrichtung aus dem gleichen Werkstoff, also ein Bauteil aus einem Vollwerkstoff. Mit Vollwerkstoff ist dabei ein metallischer Werkstoff gemeint, der - mit Ausnahme von Fehlstellen - keine Poren aufweist, wie dies bei Sinterbauteilen üblicherweise der Fall ist.

[0033] Die Kühlelemente 6 sind dafür vorgesehen, um von einem Kühlfluid, beispielsweise Wasser, umströmt zu werden, sodass die von der Kühlvorrichtung 1 aufgenommene Wärme über dieses Kühlfluid abtransportiert wird. Bevorzugt ist die Kühlvorrichtung 1 eine sogenannte Pin Fin Kühlvorrichtung.

[0034] Die Kühlelemente 6 der dargestellten Ausführungsvariante sind zylindrisch ausgebildet. Sie können aber auch eine andere Form aufweisen, beispielsweise eine kegelstumpfförmige bzw. generell eine mit einem in Richtung auf einen Kühlelementkopf 7 sich verjüngendem Querschnitt, beispielsweise eine pyramidenstumpfförmige.

[0035] Der Querschnitt der Kühlelemente 6 kann kreisrund, oval, rautenförmig, quadratisch, etc. sein.

[0036] Weiter können alle Kühlelemente 6 gleich ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich auf einem Basiselement 4 Kühlelemente 6 mit unterschiedlicher Form anzuordnen bzw. zu kombinieren.

[0037] Die Kühlelemente 6 können bevorzugt eine Höhe 8 über der ersten Oberfläche 5 des Basiselements 4 aufweisen, die zwischen 2 mm und 20 mm beträgt.

[0038] In der einfachsten Ausgestaltung der Kühlvorrichtung 1 weisen sämtliche Kühlelemente 6 der Kühlvorrichtung 1 im Rahmen der Toleranzen die gleiche Höhe 8 auf. Es besteht aber im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass ein Teil der Kühlelemente 6 eine geringere Höhe aufweist als die restlichen Kühlelemente 6.

[0039] Weiter kann vorgesehen sein, dass pro dm² erste Oberfläche zwischen 300 und 1300, insbesondere zwischen 300 und 1000, beispielsweise zwischen 300 und 750, Kühlelemente 6 angeordnet bzw. ausgebildet sind. Insbesondere diese Anzahl hat sich in Hinblick auf die Herstellung der Kühlvorrichtung 1, d.h. der Umformung des Basiselements 4 zu den Kühlelementen 6, als vorteilhaft herausgestellt, da damit Beschädigungen der Kühlelemente 6 bzw. unvollständig ausgebildete Kühlelemente 6 vermieden bzw. reduziert werden können.

[0040] Wie insbesondere aus Fig. 1 ersichtlich ist, kann gemäß einer Ausführungsvariante der Kühlvorrichtung 1 vorgesehen sein, dass die Rückseite 3 des Basiselements 4 mit einer ebenen Oberfläche ausgebildet ist. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die Rückseite 3 mit einer oder mehreren Vertiefungen 9 ausgebildet ist, in der ein Bauteil 2 zumindest teilweise aufgenommen ist. Es ist damit eine bessere Anbindung des Bauteils 2 an die Kühlvorrichtung 1 erreichbar. Generell kann das Bauteil 2 mit der Kühlvorrichtung 1 z.B. verklebt oder verschraubt oder verlötet oder versintert, etc., sein.

[0041] Die zumindest eine Vertiefung 9 kann im Rahmen der Herstellung der Kühlelemente 6 gleichzeitig mit diesen hergestellt werden. Über die zumindest eine Vertiefung 9 ist es auch möglich, Kühlelemente 6 herzustellen, deren Höhe 8 größer ist als jene der restlichen Kühlelemente 6.

[0042] Wie aus Fig. 2 erkannt werden kann, kann die Kühlvorrichtung 1 auf der ersten Oberfläche 5 des Basiselements 4 zumindest ein weitere Strukturelement 10 aufweisen. Das Strukturelement 10 ist in der dargestellten Form ein Zylinder, kann aber auch eine andere Querschnittsfläche aufweisen, beispielsweise eine rautenförmige. Mit dem Strukturelement 10 kann auf der Kühlvorrichtung 1 eine weitere Fläche 11 zur Verfügung gestellt werden, die oberhalb der Ebene der Kühlelemente 6 liegt. Das Strukturelement 10 kann also eine größere Höhe aufweisen als die Kühlelemente 6. Es ist aber auch möglich, dass das zumindest eine Strukturelement 10 eine geringere oder die gleiche Höhe aufweist, wie die Kühlelemente 6. Weiter kann mehr als ein Strukturelement 10 angeordnet sein, wobei die mehreren Strukturelemente 10 gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein können, z.B. in Form und/oder Höhe.

[0043] Das Strukturelement 10 kann z.B. für eine Verschraubung, als Versteifungen oder als Abstandhalter oder als Anschlag vorgesehen sein.

[0044] Das Strukturelement 10 ist bevorzugt nicht mechanisch nachbearbeitet, sondern wird in net shape oder near net shape Qualität beim Pressen eines Vorformlings für die Herstellung des Kühlvorrichtung 1 mitgepresst bzw. pulvermetallurgisch hergestellt. Das Strukturelement 10 bzw. die Strukturelemente 10 sind daher bevorzugt einstückig mit dem Basiselement 4 und den Kühlelementen 6 ausgebildet.

[0045] Zur Herstellung der Kühlvorrichtung 1 wird ein Sinterpulver bzw. ein in der Pulvermetallurgie eingesetztes, insbesondere metallisches, Pulver verwendet. Bevorzugt wird ein Sinterpulver eingesetzt, das eine entsprechend gute Wärmeleitfähigkeit aufweist. Insbesondere wird ein Sinterpulver auf Basis von Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung oder auf Basis von Kupfer bzw. einer Kupferlegierung oder ein MMC-Pulver (Metal-Matrix-Composite) eingesetzt.

[0046] Die Herstellung der Kühlvorrichtung erfolgt auf pulvermetallurgischem Weg nach einem pulvermetallurgischem Verfahren, ist also bevorzugt ein Sinterbauteil. Dazu wird aus einem Sinterpulver, das aus den einzelnen (metallischen) Pulvern durch Mischen hergestellt werden kann, wobei die Pulver gegebenenfalls vorlegiert eingesetzt werden können, ein Grünling in einer entsprechenden Pressform (Matrize) hergestellt. Vorzugsweise weist der Grünling eine Dichte von zumindest 80 %, insbesondere zwischen 80 % und 96 %, der Volldichte des Materials auf.

[0047] Der Grünling wird in der Folge bei üblichen Temperaturen entwachst und ein- oder zweistufig bzw. mehrstufig gesintert und danach vorzugsweise auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Sintern kann beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 500°C und 1300 °C erfolgen.

[0048] Da diese Verfahrensweisen und die dabei verwendeten Verfahrensparameter ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt sind, sei diesbezüglich zur Vermeidung von Wiederholungen auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

[0049] Durch das Sintern entsteht aus dem Grünling eine Vorformling 11, wie er beispielhaft in Fig. 3 dargestellt ist. Der Vorformling 11 kann als flache Platte ausgebildet sein, sodass also die Rückseite 3 und die erste Oberfläche 5 zueinander parallel verlaufen können.

[0050] Nach einer Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die erste Oberfläche 5 des Vorformlings, auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird. Andere Formen der ersten Oberfläche des Vorformlings 11 sind in Hinblick auf eine verbesserte Umformbarkeit des Vorformlings 11 möglich. So können bereits erste Pin Fin Ansätze bzw. Kühlelementansätze (kreisrund, oval, ellipsenförmig, etc.) mit einer Höhe zwischen 0,1 mm und 2,0 mm vorgeformt werden. Zusätzlich können in die Oberfläche 5 des Vorformlings bewusst Strukturen eingebracht werden (Wellen, Rippen, etc.) um gegebenenfalls Verwirbelungen eines Kühlfluids zu erhöhen.

[0051] Der Vorformling 11 kann in weiterer Folge nachverdichtet werden. Bevorzugt erfolgt die Nachverdichtung aber gleichzeitig mit der Umformung des Vorformlings 11 zu den Kühlelementen 6.

[0052] Die Umformung des Vorformlings 11 erfolgt in einem Formwerkzeug 12. Dazu wird der Vorformling in das Formwerkzeug 12 eingelegt oder an dieses angelegt. Im einfachsten Fall ist das Formwerkzeug 12 durch eine Lochplatte 13 gebildet. Die Lochplatte 13 weist Ausnehmungen 14, insbesondere Durchbrüche, auf, in die bzw. durch die ein Teil des Materials des Vorformlings 11 gedrückt wird, wodurch die Kühlelemente 6 gebildet werden. Der Rest des Materials des Vorformlings 11, der nicht in oder durch das Formwerkzeug 12 gedrückt wird, bildet das Basiselement 4.

[0053] Die Ausnehmungen 14, d.h. deren Querschnitt, ist an den Querschnitt der herzustellenden Kühlelemente 6 entsprechend angepasst.

[0054] Das Formwerkzeug 12 kann auch anders aussehen, muss also nicht zwingend eine einfache Lochplatte 13 sein. Insbesondere kann das Formwerkzeug 12 „topfförmig“ als Matrize ausgebildet sein.

[0055] Für den Fall, dass zumindest ein weiteres Strukturelement 10 vorhanden ist, kann dieses durch eine entsprechende Ausnehmung bzw. einen entsprechenden Durchbruch im Formwerkzeug 12 berücksichtigt werden.

[0056] Für die Umformung wird an die Rückseite 3 des Vorformlings 11, die auch die Rückseite 3 des Basiselements 4 bildet, ein Stempel 15 angelegt und mit einem vorbestimmbaren Druck auf den Vorformling 11 gedrückt werden. Die Umformung kann beispielsweise bei einem Druck zwischen 700 MPa und 1600 MPa erfolgen. Weiter kann die Umformung während einer Zeit von bis zu 10 Sekunden, insbesondere zwischen 0,1 Sekunden und 10 Sekunden, erfolgen. Weiter erfolgt die Umformung bevorzugt bei Raumtemperatur (20 °C), d.h. kalt, bzw. kann die Umformung auch nach einer Vorerwärmung des Vorformlings 11 auf eine Temperatur zwischen 50 °C und 300 °C, beispielsweise zwischen 50 °C und 150 °C, und/oder in/mit einem auf eine Temperatur zwischen 50 °C und 300 °C, beispielsweise zwischen 50 °C und 150 °C, erwärmten Formwerkzeug 12 erfolgen.

[0057] Nach der Formgebung, d.h. der Umformung des Vorformlings 11, kann die Kühlvorrichtung 1 fertig sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer Nachbearbeitung der Kühlvorrichtung 1.

[0058] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

[0059] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Kühlvorrichtung 1 bzw. des Formwerkzeugs 12 diese nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Kühlvorrichtung
- 2 Bauteil
- 3 Rückseite
- 4 Basiselement
- 5 Oberfläche
- 6 Kühlelement
- 7 Kühlelementkopf
- 8 Höhe
- 9 Vertiefung
- 10 Strukturelement
- 11 Vorformling
- 12 Formwerkzeug
- 13 Lochplatte
- 14 Ausnehmung
- 15 Stempel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung (1) umfassend die Schritte Bereitstellung eines Werkstoffes und Ausbildung einer Kühlstruktur aus dem Werkstoff, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werkstoff ein Sinterpulver verwendet wird, aus dem durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu einem Vorformling (11) gesintert wird, und aus dem Vorformling (11) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Umformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (11) durch ein Formwerkzeug (12) gepresst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorformling (11) nachverdichtet wird und dass die Kühlstruktur während der Nachverdichtung ausgebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlstruktur durch Verwendung einer Lochplatte (13) als Formwerkzeug (12) in Form von pinförmigen Kühlelementen (6) hergestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Vorformlings (11), auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird.
5. Kühlvorrichtung (1) zum Kühlen von Bauteilen (2) umfassend ein Basiselement (4) mit einer ersten Oberfläche (5), und mit einer Kühlelemente (6) aufweisenden Kühlstruktur, die auf dem Basiselement (4) die erste Oberfläche (5) überragend angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (3) und die Kühlelemente (6) aus einem Sinterwerkstoff bestehen und dass die Kühlelemente (6) durch Umformung aus dem Werkstoff des Basiselements (3) hergestellt sind.
6. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (4) und die Kühlelemente (6) eine Dichte von zumindest 98 % der Volldichte des eingesetzten Werkstoffes aufweisen.
7. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlelemente (6) eine Höhe (8) über der ersten Oberfläche (5) des Basiselements (4) zwischen 2 mm und 20 mm aufweisen.
8. Kühlvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rückseite (3) des Basiselements (4) mit einer ebenen Oberfläche ausgebildet ist.
9. Kühlvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der ersten Oberfläche (5) des Basiselements (4) zumindest ein weiteres Strukturelement (10) angeordnet ist, das die Kühlelemente (6) in Richtung der Höhe (8) überragt und das in net shape oder near net shape Qualität hergestellt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig.1

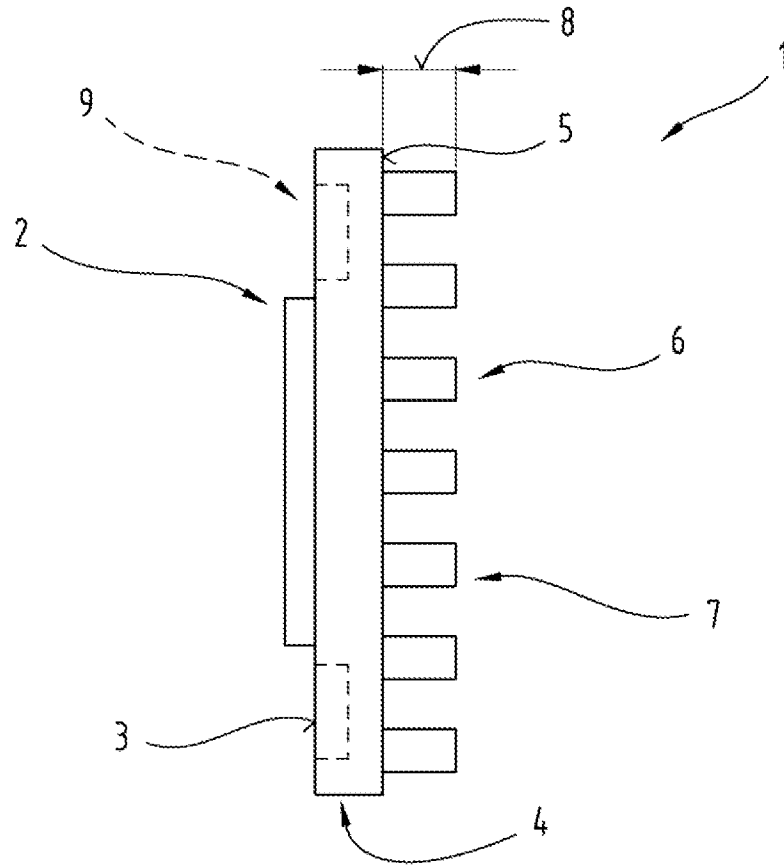


Fig.2

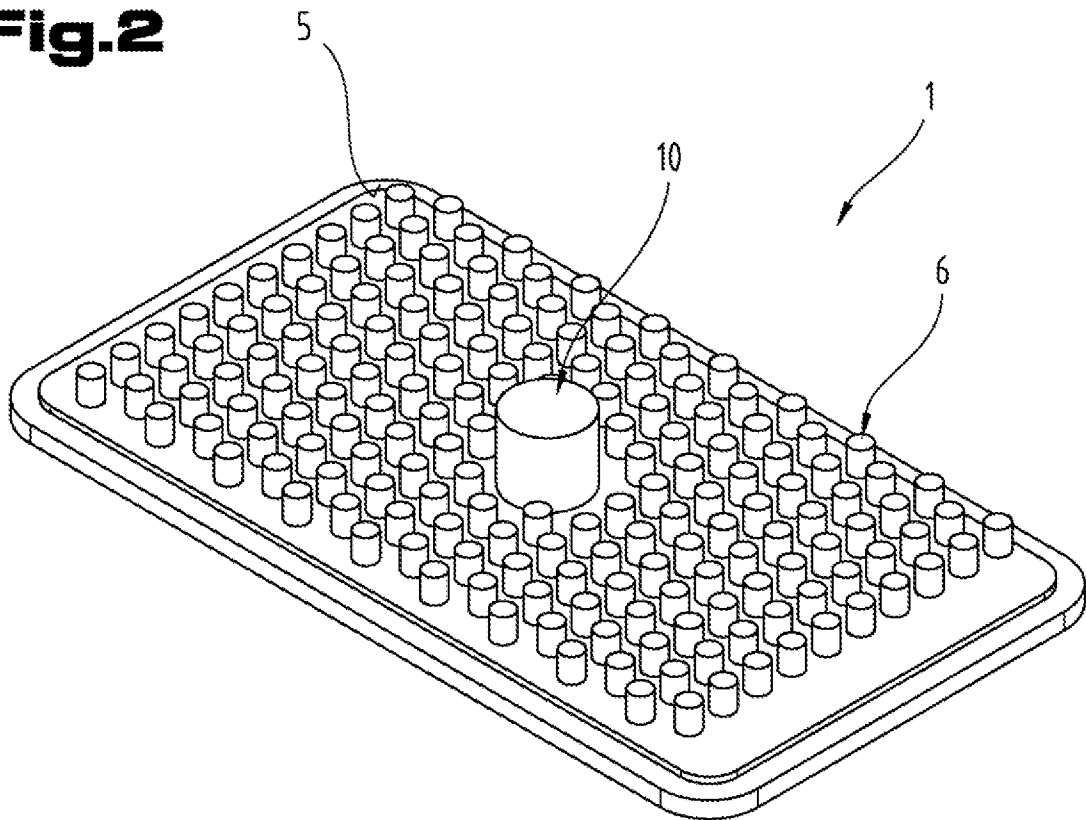


Fig.3

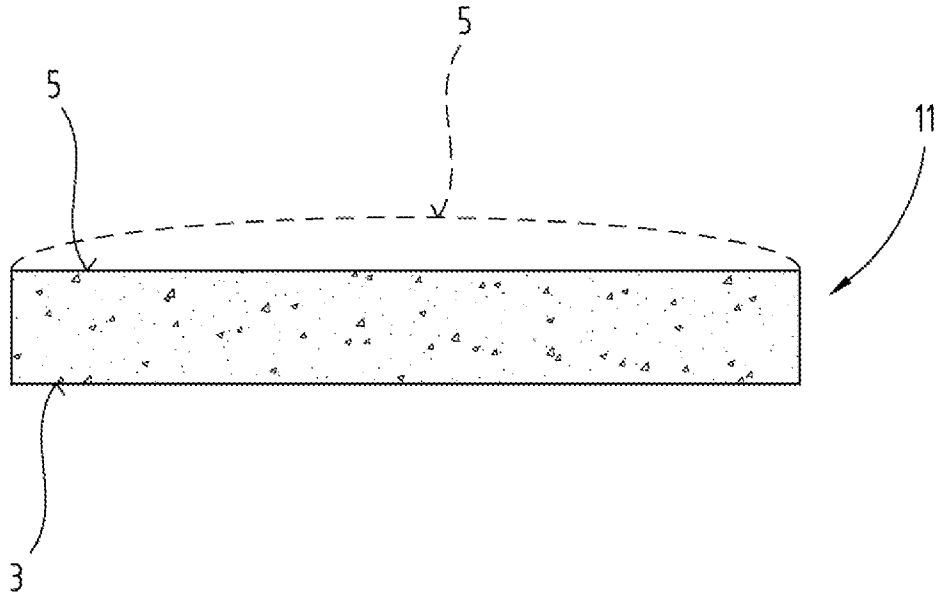


Fig.4

