

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50397/2023
(22) Anmeldetag: 22.05.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2024

(51) Int. Cl.: **B22F 3/16** (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01)
H01L 23/34 (2006.01)
H01L 23/367 (2006.01)
H01L 23/473 (2006.01)

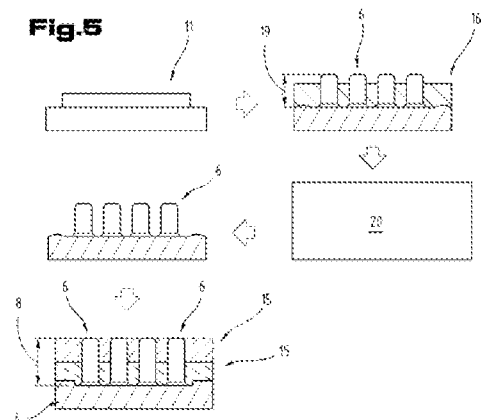
(56) Entgegenhaltungen:
DE 60036608 T2
AT 504081 A1
US 6017489 A
DE 2438315 A1

(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 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 (15) gepresst wird, wobei die Umformung in mehreren Umformschritten durchgeführt wird.



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 auftreten 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] Kühlvorrichtungen für die Leistungselektronik weisen häufig auf ihrer Oberfläche eine Struktur aus Strukturelementen auf. Zur Erhöhung der Kühlleistung ist eine möglichst hohe von einem Kühlfluid umströmbare Oberfläche Strukturelemente von Vorteil. Diese wird aber durch die mechanische Festigkeit der Strukturelemente eingeschränkt, da die Strukturelemente nur bis zu einer Mindestgröße verkleinert werden können. Durch die Verkleinerung der Strukturelemente können mehr Strukturelemente pro Flächeneinheit angeordnet werden, wodurch die Kühlleistung aufgrund der dadurch bereitgestellten größeren Oberfläche verbessert werden kann.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Kühlleistung einer Kühlvorrichtung für Bauteile zu verbessern, wobei die Kühlvorrichtung ressourcenschonend hergestellt werden soll.

[0009] 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, wobei die Umformung in mehreren Umformschritten durchgeführt wird.

[0010] 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 mehrstufige Umformung aus dem Werkstoff des Basiselements hergestellt sind.

[0011] 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. Durch den mehrstufigen Umformprozess können Kühlelemente mit größerer Oberfläche bereitgestellt werden, womit die Kühlleistung der Kühlvorrichtung verbessert werden kann. Beispielsweise können durch die mehrstufige Umformung hinterschnittene bzw. generell sich im Querschnitt verändernde Kühlelemente bereitgestellt werden.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen werden, dass mit zumindest zwei der mehreren Umformschritte die Höhe der Kühlelemente über einem Basiselement der Kühlstruktur vergrößert wird, womit die für die Kühlung zur Verfügung stehende Oberfläche vergrößert wird. Dabei wird durch die Mehrstufigkeit eine Kühlstruktur mit relativ dünnen Kühlelementen ermöglicht, ohne dabei die Kühlelementen einer wesentlich erhöhten Beschädigungsgefahr beim Umformen, beispielsweise durch Risse, etc., auszusetzen. Es kann also nach wie vor eine große/die gleiche Anzahl an Kühlelementen pro Flächeneinheit erreicht werden, wobei die Kühlelemente aber höher ausgebildet werden können bzw. sind.

[0013] Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für zumindest zwei der mehreren Umformschritte das gleiche oder dasselbe Umformwerkzeug verwendet wird. Mit dieser Ausführungsvariante kann die Umformung wirtschaftlicher gestaltet werden bzw. kann damit der Bewegungsablauf der Umformung vereinfacht werden.

[0014] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann zwischen zumindest zwei der mehreren Umformschritte eine Wärmebehandlung der Kühlvorrichtung durchgeführt werden. Es ist damit möglich, den anschließenden Umformungsschritt werkzeugschonender durchzuführen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Vorformling nachverdichtet wird und dass die Kühlstruktur teilweise 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 erster Umformungsschritt zur Kühlstruktur aufgrund eines höheren Porenanteils einfacher durchgeführt werden kann.

[0016] Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kühlstruktur durch Verwendung einer Lochplatte als Formwerkzeug oder mehrerer Lochplatten als Formwerkzeuge in Form von pinförmigen Kühlelementen hergestellt wird. Das Formwerkzeug bzw. die Formwerkzeuge kann/können damit relativ einfach ausgestaltet werden. Zudem ist es einfach an unterschiedliche Formen von Kühlelementen anpassbar. Überraschender-

weise stellt trotz der großen Kontaktfläche die Entformung der Kühlelemente durch Abziehen der Lochplatte(n) keine Problem in Hinblick auf Materialausbrüche, etc., dar.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die die Kühlvorrichtung nach den Umformschritten zur Herstellung der Kühlelemente kalibriert wird. Es kann damit mit einer einfach durchzuführenden Methode die Toleranz der Kühlelemente verringert werden.

[0018] Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Höhe der Kühlelemente durch das Verdrücken von Material aus dem Kopfbereich der Kühlelemente in einen Bereich neben oder unterhalb des Kopfbereichs der Kühlelemente eingestellt wird. Auch hier ist wiederum die Verwendung eines Sinterwerkstoffes von Vorteil, da damit das Verdrücken des Materials im Kopfbereich der Kühlelemente aufgrund von Restporen einfacher erfolgen kann. Die Höhe der Kühlelemente, insbesondere die bis auf Toleranzen gleiche Höhe der Kühlelemente, kann damit einfach und rasch ohne spanende Nachbearbeitung eingestellt werden.

[0019] 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.

[0020] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kühlelemente eine Höhe über der ersten Oberfläche des Basiselements zwischen 4 mm und 40 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 auch bei einem mehrstufigen Umformen gleichmäßiger gestaltet werden kann.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest einzelne der Kühlelemente im Kopfbereich eine höhere Dichte aufweisen, als die restlichen Kühlelemente und/oder dass zumindest einzelne der Kühlelemente im Kopfbereich eine andere Form aufweisen als die restlichen Kühlelemente. Es können damit Kühlelemente zur Verfügung gestellt werden, die besser auf den jeweiligen Einsatzbereich angepasst werden können. Dabei ist wiederum die mehrstufige Umformung von Vorteil, da damit alle Kühlelemente einer Kühlvorrichtung mit einfacheren Werkzeugen herstellbar sind.

[0024] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0025] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0026] Fig. 1 eine Kühlvorrichtung mit zu kühlendem Bauteil in Seitenansicht;

[0027] Fig. 2 eine Kühlvorrichtung in Schrägansicht;

[0028] Fig. 3 eine Ausführungsvariante eines Vorformlings;

[0029] Fig. 4 eine Ausführungsvariante eines Werkzeugs zur Herstellung der Kühlvorrichtung,

[0030] Fig. 5 eine Ausführungsvariante einer Abfolge von Verfahrensschritten zur Herstellung einer Kühlvorrichtung mit mehrstufiger Umformung;

[0031] Fig. 6 einen Ausschnitt aus einem Werkzeug zur Einstellung der Höhe der Kühlelemente.

[0032] 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.

[0033] In Fig. 1 ist eine Kühlvorrichtung 1 in Seitenansicht dargestellt.

[0034] Die Kühlvorrichtung 1 dient der Kühlung eines Bauteils 2 oder mehrerer Bauteile 2 bzw. einer Baugruppe. Dazu liegt die Kühlvorrichtung 1 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.

[0035] Das Bauteil 2 ist bevorzugt ein Elektronikbauteil, insbesondere ein sogenanntes Leistungselektronikbauteil bzw. Hochleistungselektronikbauteil oder ein Leistungshalbleiter bzw. Hochleistungshalbleiter, kann aber auch anders ausgeführt sein. 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.

[0036] 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.

[0037] 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 1 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 mehrere Kühlvorrichtungen 1 also auch modular zu einer Kühlvorrichtungsgruppe zusammengesetzt werden/sein.

[0038] 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.

[0039] In der bevorzugten Ausführungsvariante weisen das Basiselement 4 und die Kühlelemente 6 eine Dichte von zumindest 98 %, insbesondere zumindest 98,5 %, vorzugsweise zumindest 99 %, der Volldichte des eingesetzten Werkstoffes auf.

[0040] Die Volldichte bezieht sich dabei auf die Dichte einer schmelzmetallurgisch hergestellten

Kühlvorrichtung 1 aus dem gleichen Werkstoff, also ein Bauteil 2 aus einem Vollwerkstoff. Mit Vollwerkstoff ist dabei ein metallischer Werkstoff gemeint, der - mit Ausnahme von Fehlstellen - keine Poren aufweist, wie diese bei Sinterbauteilen üblicherweise der Fall vorhanden sind.

[0041] 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.

[0042] 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. Gemäß einer Ausführungsvariante können mehrere oder alle Kühlelemente 6 im Kopfbereich pilzförmig ausgebildet sein, wie dies in Fig. 6 strichliert angedeutet ist.

[0043] Der Querschnitt der Kühlelemente 6 kann kreisrund, oval, rautenförmig, quadratisch, etc. sein.

[0044] 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.

[0045] Die Kühlelemente 6 können bevorzugt eine Höhe 8 über der ersten Oberfläche 5 des Basiselements 4 aufweisen, die zwischen 4 mm und 40 mm beträgt.

[0046] In der einfachsten Ausgestaltung der Kühlvorrichtung 1 weisen sämtliche Kühlelemente 6 der Kühlvorrichtung 1 im Rahmen der Toleranzen die gleiche Höhe 8 auf.

[0047] Es besteht aber im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass ein Teil der Kühlelemente 6 eine geringere Höhe aufweist als die restlichen Kühlelemente 6.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] Wie aus Fig. 2 erkannt werden kann, kann die Kühlvorrichtung 1 auf der ersten Oberfläche 5 des Basiselements 4 zumindest ein weiteres 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 unter-

schiedlich ausgebildet sein können, z.B. in Form und/oder Höhe.

[0052] Das Strukturelement 10 kann z.B. für eine Verschraubung, als Versteifungen oder als Abstandhalter oder als Anschlag vorgesehen sein.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Die Herstellung der Kühlvorrichtung 1 erfolgt auf pulvermetallurgischem Weg nach einem pulvermetallurgischem Verfahren, die Kühlvorrichtung 1 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.

[0056] Der Grünling kann in der Folge bei üblichen Temperaturen entwacht und ein- oder zweistufig bzw. mehrstufig gesintert werden und danach vorzugsweise auf Raumtemperatur abgekühlt werden. Das Sintern kann beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 500°C und 1300 °C erfolgen.

[0057] 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.

[0058] 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 bzw. plattenförmig ausgebildet sein, sodass also die Rückseite 3 und zumindest eine Abschnitt der ersten Oberfläche 5 zueinander parallel verlaufen können.

[0059] Nach einer Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die erste Oberfläche 5 des Vorformlings 11, auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird. Generell kann der Vorformling 11 zumindest in Abschnitten mit einer unterschiedlichen Dicke 12 hergestellt werden. Insbesondere kann der Vorformling 11 in zumindest einem Randabschnitt 13 oder in mehreren Randabschnitten 13 dünner hergestellt werden als in einem Mittenabschnitt 14, wie dies in Fig. 3 strichliert dargestellt ist. Der Mittenabschnitt 14 ist dabei jener Bereich des Vorformlings 11, der die größte Dicke 12 aufweist. Die dünneren Randabschnitte 13 können beispielsweise um den Mittenabschnitt 14 umlaufend, d.h. entlang des gesamten Umfanges des Mittenabschnittes 14, ausgebildet sein. Die Verringerung der Dicke 12 kann vom Mittenabschnitt 14 beginnend sprunghaft und/oder mit rampenförmig ausgebildet sein, wie dies ebenfalls in Fig. 3 dargestellt ist. Andere Formen sind ebenfalls möglich.

[0060] Die verringerte Dicke 12 in zumindest einem Randabschnitt 13 kann auch an der fertigen Kühlvorrichtung 1 noch vorhanden sein, wie dies aus Fig. 2 zu ersehen ist.

[0061] 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 11 bewusst Strukturen eingebracht werden (Wellen, Rippen, etc.) um gegebenenfalls Verwirbelungen eines Kühlfluids zu erhöhen.

[0062] 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.

[0063] Die Umformung des Vorformlings 11 erfolgt in einem Formwerkzeug 15. Dazu wird der Vorformling 11 in das Formwerkzeug 15 eingelegt oder an dieses angelegt. Im einfachsten Fall ist das Formwerkzeug 15 durch eine Lochplatte 16 gebildet. Die Lochplatte 16 weist Ausnehmungen 17, 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 15 gedrückt wird, bildet das Basiselement 4.

[0064] Die Ausnehmungen 17, d.h. deren Querschnitt, ist an den Querschnitt der herzustellenden Kühlelemente 6 entsprechend angepasst.

[0065] Das Formwerkzeug 15 kann auch anders aussehen, muss also nicht zwingend eine einfache Lochplatte 16 sein. Insbesondere kann das Formwerkzeug 15 „topfförmig“ als Matrize ausgebildet sein.

[0066] Für den Fall, dass zumindest ein weiteres Strukturelement 10 vorhanden ist, kann dieses durch eine entsprechende Ausnehmung 17 bzw. einen entsprechenden Durchbruch im Formwerkzeug 15 berücksichtigt werden.

[0067] Für die Umformung kann an die Rückseite 3 des Vorformlings 11, die auch die Rückseite 3 des Basiselements 4 bildet, ein Stempel 18 angelegt und mit einem vorbestimmbaren Druck auf den Vorformling 11 gedrückt werden. Durch den auf den Vorformling 11 ausgeübten Druck wird Material des Vorformlings 11 in die Ausnehmungen 17 bzw. Durchbrüche des Formwerkzeugs 15 gedrückt. 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 15 erfolgen.

[0068] Es ist vorgesehen, dass die Umformung des Vorformlings 11 in die Kühlstruktur bzw. in die Kühlvorrichtung 1 mehrstufig ausgeführt wird, also in zwei oder mehreren Schritten durchgeführt wird, wie dies aus Fig. 5 schematisch anhand eines Umformverfahrens mit zwei Umformschritten dargestellt ist. Es sei jedoch erwähnt, dass das Verfahren zur Herstellung der Kühlvorrichtung 1 auch mehr als zwei Umformschritte aufweisen kann, beispielsweise drei oder vier oder fünf, etc., mit denen die Kühlelemente 6 ausgebildet werden.

[0069] Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass mit der mehrstufigen Umformung die Umformung des Vorformlings 11 in die Kühlelemente 6 gemeint ist, und nicht andere Umformungen, die gegebenenfalls auch durchgeführt werden, wie beispielsweise das Kalibrieren der Kühlelementen 6, wie dies nachstehend noch ausgeführt wird.

[0070] Die mehrstufige Umformung kann in den einzelnen Umformschritten mit zumindest annähernd gleichbleibenden Umformgraden durchgeführt werden. Beispielsweise können die Kühlelemente 6 in jedem der Umformschritte zumindest annähernd die gleiche Höhenänderung erfahren. Es ist aber auch möglich, dass sich die Umformgrade in den einzelnen Umformschritten voneinander unterscheiden. Beispielsweise kann die Höhenänderung der Kühlelemente 6 in einem ersten Umformschritt größer sein, als in einem nachfolgendem Umformschritt, oder kann umgekehrt die Höhenänderung der Kühlelemente 6 in einem ersten Umformschritt kleiner sein, als in einem nachfolgendem Umformschritt.

[0071] Die Parameter für die Umformung können in den einzelnen Umformschritten gleich oder unterschiedlich sein. Beispielsweise kann in einem ersten Umformschritt der auf den Vorformling 11 ausgeübte Druck größer sein, als in einem nachfolgenden Umformschritt. Die Parameter für die Umformung können in den einzelnen Umformschritten können aus den voranstehend genann-

ten Bereichen ausgewählt sein.

[0072] Für das in Fig. 5 beispielhaft gezeigte zweitstufige Umformverfahren zur Ausbildung der Kühlelemente 6 werden in einem ersten Umformschritt aus dem Vorformling 11 mit dem Formwerkzeug 15, beispielsweise der angesprochenen Lochplatte 16, die Kühlelemente 6 mit einer ersten Teilhöhe 19 ausgebildet. Die erste Teilhöhe 19 ist kleiner als die Höhe 8 der Kühlelemente 6 nach dem zweiten Umformschritt, wie dies aus Fig. 5 erkannt werden kann. Die Teilhöhe 19 kann beispielsweise im Bereich zwischen 20 % und 80 % der Höhe 8 betragen.

[0073] Es kann also mit dem Verfahren mit zumindest zwei der mehreren Umformschritte die Höhe 8 der Kühlelemente 6 über dem Basiselement 4 der Kühlstruktur vergrößert werden. Das Verfahren kann dazu genau zwei Umformschritte zur Höhengestaltung mit einem Formwerkzeug 15, beispielsweise der Lochplatte 16, oder mehr als zwei derartige Umformschritte aufweisen. D.h. in der Formulierung „mit zumindest zwei der mehreren Umformschritte“ kann das Wort „mehrere“ auch nur „zwei“ bedeuten.

[0074] Für den zweiten Umformschritt bzw. generell für zumindest zwei der mehreren Umformschritte kann dasselbe Umformwerkzeug, also das Formwerkzeug 15, beispielsweise die Lochplatte 16, verwendet werden, sodass also nach dem ersten Umformschritt die teilweise ausgebildeten Kühlelemente 6 wieder durch bzw. in das Formwerkzeug 15 der vorausgehenden Umformstufe gedrückt werden. Es können aber auch zwei oder mehrere gleiche Formwerkzeuge 15, beispielsweise Lochplatten 16, verwendet werden. Andererseits ist es auch möglich, die Umformung mit unterschiedlichen Formwerkzeugen 15 vorzunehmen, beispielsweise mit Formwerkzeugen 15, deren Ausnehmungen 17 unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Für die Ausbildung von Hinterschneidungen in den bzw. Vorsprüngen auf den Kühlelementen 6 bzw. zumindest einzelnen der mehreren Kühlelemente 6 der Kühlvorrichtung 1 können in den einzelnen Umformschritten auch unterschiedliche Formwerkzeuge 15 eingesetzt werden.

[0075] In der Darstellung der Ausführungsvariante eines Verfahrensablaufs der Erfindung nach Fig. 5 ist im zweiten Schritt ein Formwerkzeug 15 dargestellt, das gleich ausgebildet ist, wie das Formwerkzeug 15 des ersten Umformschrittes. Strichliert ist angedeutet, dass das Formwerkzeug 15 der zweiten Umformstufe auch eine größere Schichtdicke aufweisen kann, insbesondere eine Schichtdicke die zumindest annähernd gleich groß ist wie die Höhe 8 der Kühlelemente 6 am Ende dieses Umformschrittes, um damit für den bereits ausgebildeten Abschnitt der Kühlelemente 6 im zweiten bzw. weiteren Umformschritt eine Abstützmöglichkeit zu schaffen.

[0076] Die zwei Umformschritte bzw. zumindest zwei der mehreren Umformschritte können in getrennten Formwerkzeugen 15 durchgeführt werden. Es ist aber auch eine Verfahrensvariante möglich, bei der die zwei Umformschritte bzw. zumindest zwei der mehreren Umformschritte in einem Formwerkzeug 15 durchgeführt werden. Dieses Formwerkzeug 15 kann einen sich in Richtung des Materialflusses beim Umformen verjüngenden Querschnitt der Ausnehmungen 17 aufweisen. Die Verjüngung kann dabei stetig oder sprunghaft ausgebildet sein. Gegebenenfalls kann zwischen zwei sprunghaft sich verändernden Querschnittsabmessungen eine Werkzeugstufe mit einer Querschnittserweiterung ausgebildet sein, um eine Entspannung im in der vorausgehenden Umformstufe umgeformten Werkstoff zu erreichen. Die einzelnen Stufen des mehrstufigen Formwerkzeuges 15 können die gleiche oder eine zueinander unterschiedliche Höhe aufweisen. Mit einer derartigen Ausbildung des Formwerkzeuges 15 können gestufte Kühlelemente 6 hergestellt werden. Die Stufen können gegebenenfalls in einem weiteren Umformschritt mit einem weiteren Formwerkzeug 15 bei Bedarf weiter umgeformt werden, um damit Kühlelemente 6 zu erzeugen, die über die Höhe betrachtet keine Querschnittsveränderung aufweisen, also beispielsweise zylinderförmig ausgebildet sind.

[0077] Der Verfahrensablauf nach Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung. Dabei kann vorgesehen sein, dass zwischen den beiden Umformschritten oder zwischen zumindest zwei der mehreren Umformschritte bzw. zwischen allen Umformschritten eine Wärmebehandlung der Kühlvorrichtung 1 durchgeführt wird. Die Wärmebehandlung kann in einem Ofen 20, beispielsweise einem Durchlaufen, durchgeführt werden. Es können auch andere Wärmequellen eingesetzt werden. Beispielsweise kann die Wärmebehandlung induktiv erfolgen. Mit der induk-

tiven Wärmebehandlung können auch nur definierte Zonen, insbesondere im Bereich der in der vorhergehenden Umformung teilausgebildeten Kühlelemente 6, wärmebehandelt werden.

[0078] Die Wärmebehandlung kann bei einer Temperatur zwischen 100 °C und 500 °C durchgeführt werden, wobei die konkrete Temperatur vom eingesetzten Sinterwerkstoff und dessen Schmelzpunkt abhängig ist. Die Wärmebehandlung kann auch als Zwischensintern, also erneutes Sintern, des bereits teilumgeformten Vorformlings 11 durchgeführt werden.

[0079] Mit der Wärmebehandlung kann erreicht werden, dass der in dem vorhergehenden Umformschritt umgeformte Bereich der Kühlelemente 6 wieder weicher wird, sodass der an die Wärmebehandlung anschließende Umformschritt einfacher durchgeführt werden kann.

[0080] 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.

[0081] Nach der Formgebung, d.h. der Umformung des Vorformlings 11, kann die Kühlvorrichtung 1 kalibriert werden. Durch das Kalibrieren wird die Maßgenauigkeit der Kühlvorrichtung 1 zumindest in Abschnitten bzw. bereichsweise erhöht. Zudem können durch das Kalibrieren die Poren im Bereich der kalibrierten Oberfläche geschlossen werden, womit also eine dichtere Struktur erreicht werden kann. Beim Kalibrieren wird die Kühlstruktur, insbesondere werden zumindest einzelne der Kühlelemente 6, einem Druck auf die jeweilige(n) Oberfläche(n) ausgesetzt.

[0082] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante kann eine Höhenkalibrierung der Kühlelemente 6 vorgenommen werden, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Dabei kann mit einem Kalibrierwerkzeug 21, das beispielsweise plattenförmig bzw. stempelförmig ausgebildet sein kann, von oben auf die Kühlelementköpfe 7 gedrückt werden. Die Kühlvorrichtung 1 kann während dieses Vorgangs in einem Halteelement, wie beispielsweise einer Matrize, gehalten werden. Die Höhenabweichung nach den mehreren Umformschritten kann beispielsweise in Richtung auf den Mittenabschnitt 14 der Kühlvorrichtung 1 (siehe Fig. 3) abnehmend verlaufen, bis ein tolerierbarer Toleranzbereich der Höhendifferenz bzw. der Höhen 8 der Kühlelemente 6 erreicht ist. Sofern nicht bereits ein Teil dieser Höhendifferenz durch die Form des Vorformlings 11 berücksichtigt ist (beispielsweise durch die Ausbildung von Bereichen mit unterschiedlicher Dicker 12, beispielsweise einem Kurvenverlauf folgend), kann das Kalibrieren entsprechend umfassend ausgeführt werden. Mit einem Vorformling 11 der eine Höhenabweichung des gesinterten und umgeformten Grünlings bereits zumindest teilweise berücksichtigt, kann die Kalibrierarbeit, d.h. der Kalibrieraufwand, reduziert werden.

[0083] Das Kalibrierwerkzeug 21 kann auch Formholräume aufweisen, in denen die Kühlelemente 6 während des Kalibrierens zumindest teilweise aufgenommen sind.

[0084] Das Kalibrieren kann ein- oder mehrstufig erfolgen, gegebenenfalls mit einer Zwischenentlastung der Kühlvorrichtung 1 zwischen den Kalibrierschritten.

[0085] Nach einer Ausführungsvariante kann auch vorgesehen sein, dass die Höhen 8 der Kühlelemente 6 durch das Verdrücken von Material aus dem Kopfbereich der Kühlelemente 6 (den Kühlelementköpfen 7) in einen Bereich 23 neben oder unterhalb des Kopfbereichs der Kühlelemente 6 eingestellt werden. Dies ist in Fig. 6 übertrieben dargestellt. Zum Verdrücken kann ein einfaches Plattenwerkzeug, insbesondere das voranstehend genannte Kalibrierwerkzeug 21, verwendet werden, dass gegen die Kühlelemente 6 gedrückt wird.

[0086] Für das Kalibrieren bzw. Verdrücken von Material kann es von Vorteil sein, wenn die Kühlelemente 6 nach dem Umformen eine Höhendifferenz zwischen maximal 0,2 mm und maximal 0,4 mm aufweisen, also mit relativ geringen Höhenunterschieden hergestellt werden. Dies kann beispielsweise mit der voranstehend genannten Berücksichtigung der Form des Vorformlings 11 erfolgen. Die finale Höhentoleranz kann in einem nachgehenden Arbeitsgang mittels Höhenkalibrieren einfacher erreicht werden.

[0087] Mit dem Kalibrieren kann eine spanende Bearbeitung der Kühlelemente 6 zur Reduktion der Höhentoleranz der Kühlelemente 6 vermieden werden. Durch die Art der Reduktion der Hö-

hertoleranz können teilweise pilzförmig oder (geringfügig) ausgebauchte Kühlelemente 6 entstehend, die in Hinblick auf Strömung eines die Kühlelemente 6 umströmenden Kühlfluids und damit die Kühlleistung der Kühlvorrichtung 1 ebenfalls von Vorteil sein können. Zudem kann mit der Reduktion der Höhentoleranz auch eine restliche Porosität am oberen Ende der Kühlelemente 6 reduziert bzw. beseitigt werden.

[0088] Wie voranstehend ausgeführt, kann die Kühlvorrichtung 1 auch Kühlelemente 6 mit einer zueinander unterschiedlichen Höhe 8 aufweisen. Um auch in diesem Fall eine Höhenkalibrieren bzw. Kalibrierung durchführen zu können, kann das Kalibrierwerkzeug 21 entsprechend dem gewünschten Höhenverlauf der Kühlelemente 6 ausgebildet sein, beispielsweise gestuft.

[0089] Zum Ausbilden von bestimmten Formen der Kühlelemente 6 kann auch eine entsprechend ausgebildetes Kalibrierwerkzeug 21 eingesetzt werden. Dazu kann das Kalibrierwerkzeug 22 eine Gegenkontur aufweisen, um beispielsweise die Köpfe der Kühlelemente 6 dementsprechend auszuformen, d.h. mit einer Kontur bzw. Oberflächengestaltung, wie z.B. einer Verrundung, einer Fase, etc., oder mit einer Vertiefung, einer Oberflächenrauigkeit, die größer ist, als die Rauigkeit nach dem Sintern, etc., zu versehen.

[0090] Für den Fall, dass unterschiedlich hohe Kühlelemente 6 ausgebildet sind, kann auch ein gestuftes Kalibrierwerkzeug 21 verwendet werden.

[0091] Es kann mit dem Verfahren nach der Erfindung eine Kühlvorrichtung 1 zum Kühlen von Bauteilen 2 hergestellt werden, die 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, bereitgestellt werden. Zumindest einzelne der Kühlelemente 6 können im Kopfbereich eine höhere Dichte aufweisen, als die restlichen Kühlelemente 6 und/oder dass zumindest einzelne der Kühlelemente 6 können im Kopfbereich eine andere Form aufweisen als die restlichen Kühlelemente 6.

[0092] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Kühlvorrichtung 1 bzw. des Formwerkzeugs 15 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 Dicke
- 13 Randabschnitt
- 14 Mittenabschnitt
- 15 Formwerkzeug
- 16 Lochplatte
- 17 Ausnehmung
- 18 Stempel
- 19 Teilhöhe
- 20 Ofen
- 21 Kalibrierwerkzeug
- 22 Werkzeugwand
- 23 Bereich

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 (15) gepresst wird, wobei die Umformung in mehreren Umformschritten durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit zumindest zwei der mehreren Umformschritte die Höhe (8) der Kühlelemente (6) über einem Basiselement (4) der Kühlstruktur vergrößert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass für zumindest zwei der mehreren Umformschritte das gleiche oder dasselbe Formwerkzeug (15) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen zumindest zwei der mehreren Umformschritte eine Wärmebehandlung der Kühlvorrichtung (1) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorformling (11) nachverdichtet wird und dass die Kühlstruktur teilweise während der Nachverdichtung ausgebildet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlstruktur durch Verwendung einer Lochplatte (16) als Formwerkzeug (15) oder mehrerer Lochplatten (16) als Formwerkzeuge (15) in Form von pinförmigen Kühlelementen (6) hergestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (1) nach den Umformschritten zur Herstellung der Kühlelemente (6) kalibriert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe (8) zumindest einzelner der Kühlelemente (6) durch das Verdrücken von Material aus dem Kopfbereich der Kühlelemente (6) in einen Bereich (23) neben oder unterhalb des Kopfbereichs der Kühlelemente (6) eingestellt wird.
9. 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 (4) und die Kühlelemente (6) aus einem Sinterwerkstoff bestehen und dass die Kühlelemente (6) durch mehrstufige Umformung aus dem Werkstoff des Basiselements (4) hergestellt sind.
10. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (4) und die Kühlelemente (6) eine Dichte von zumindest 98 % der Volldichte des eingesetzten Werkstoffes aufweisen.
11. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlelemente (6) eine Höhe (8) über der ersten Oberfläche (5) des Basiselements (4) zwischen 4 mm und 40 mm aufweisen.
12. Kühlvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rückseite (3) des Basiselements (4) mit einer ebenen Oberfläche ausgebildet ist.
13. Kühlvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **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.

14. Kühlvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einzelne der Kühlelemente (6) im Kopfbereich eine höhere Dichte aufweisen, als die restlichen Kühlelemente (6) und/oder dass zumindest einzelne der Kühlelemente (6) im Kopfbereich eine andere Form aufweisen als die restlichen Kühlelemente (6).

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1

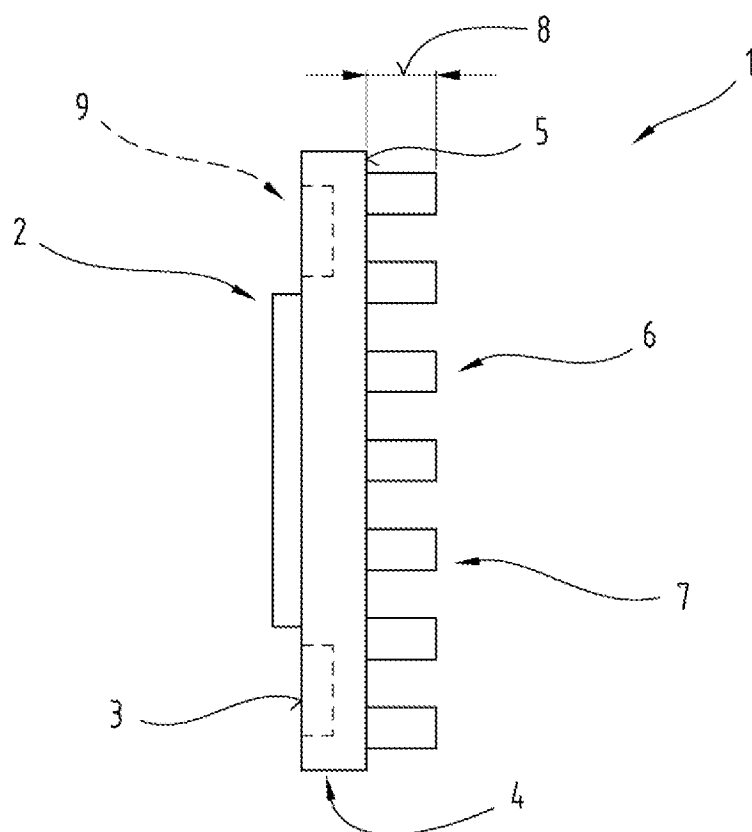


Fig.2

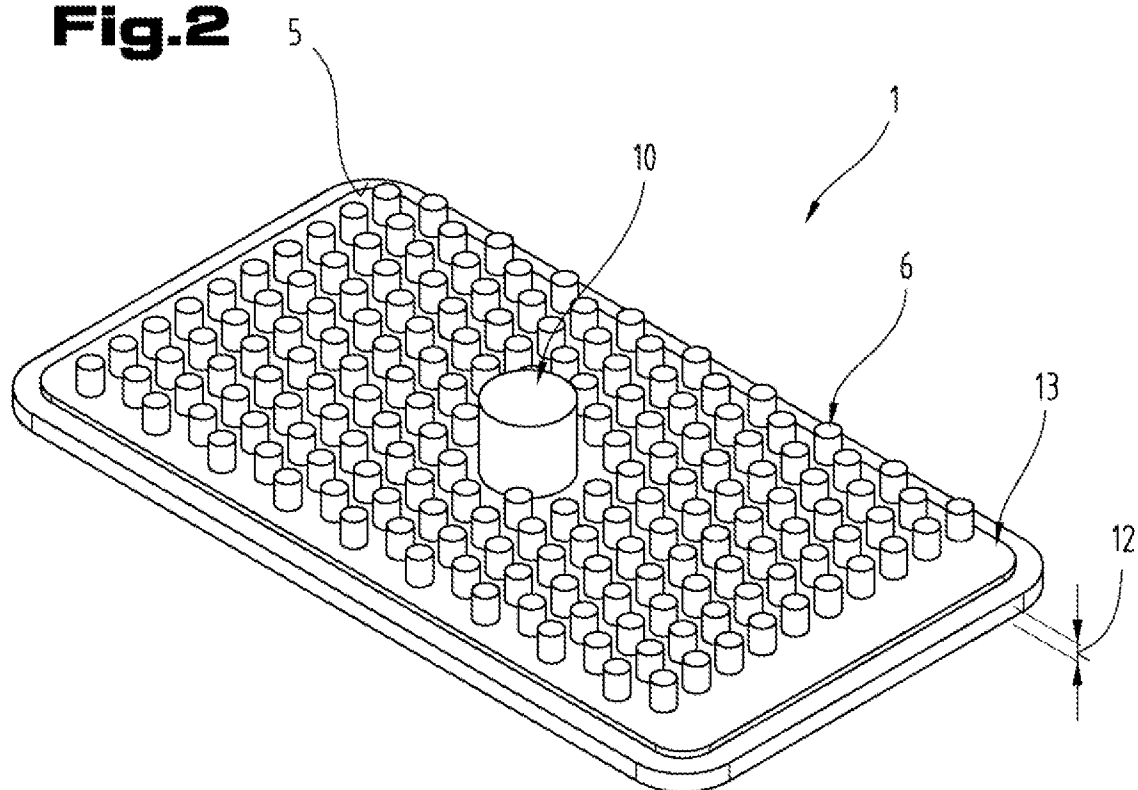


Fig.3

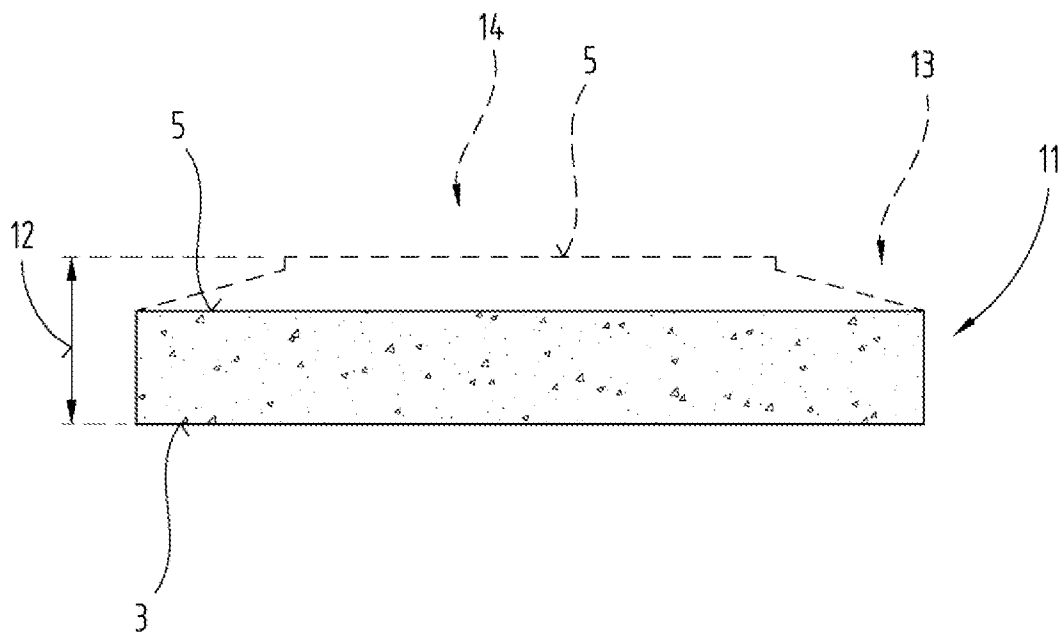


Fig.4

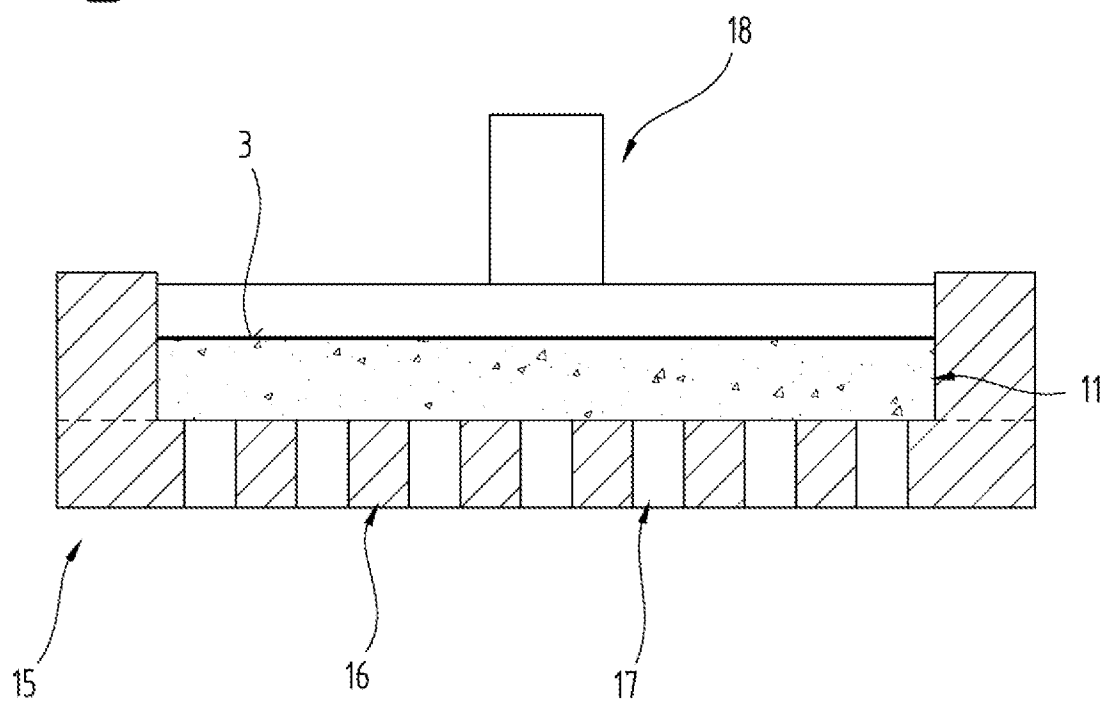


Fig.5

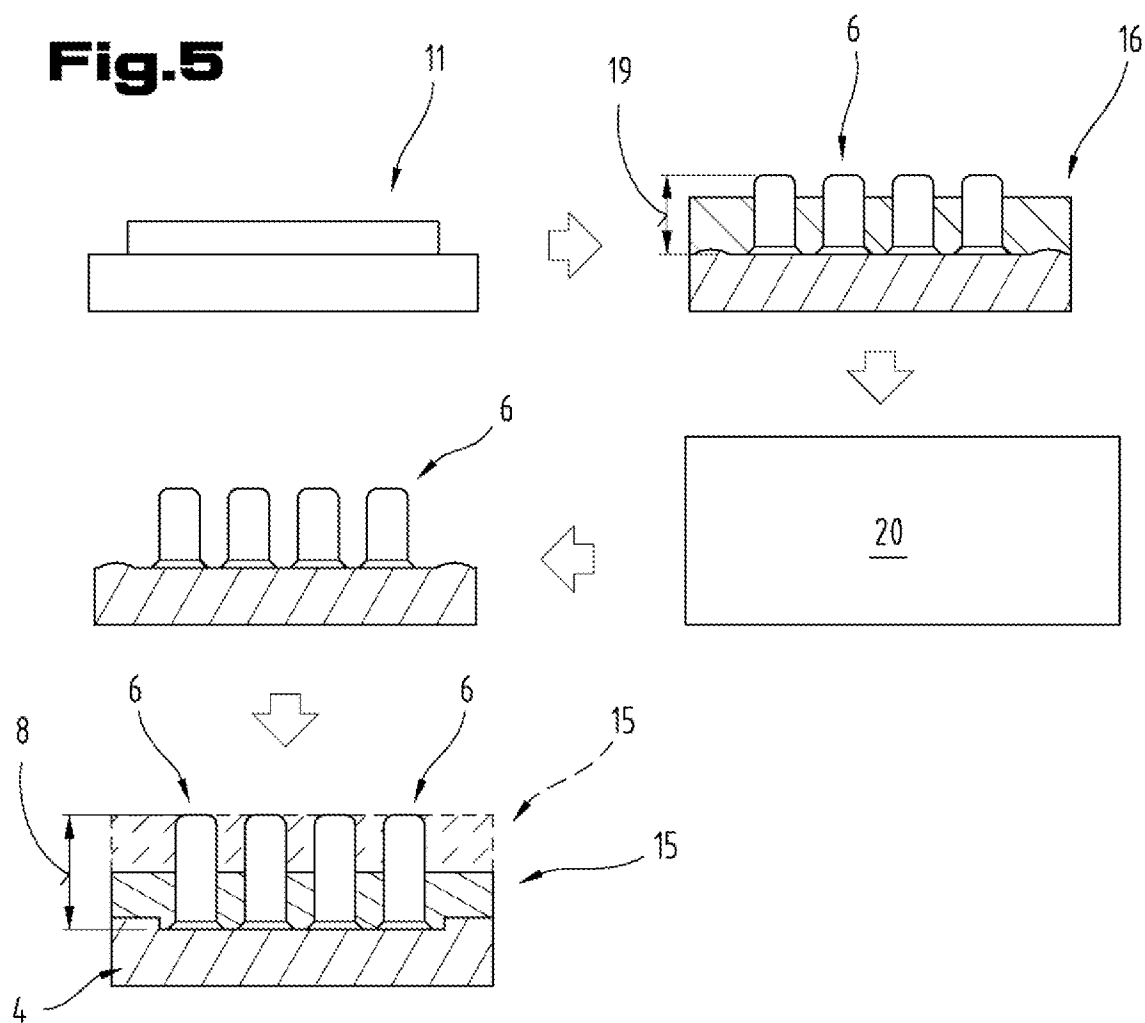


Fig.6

